

汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区  
公用码头二期工程  
环境影响报告书

建设单位：汕尾新港投资有限公司

环评单位：广东智环创新环境科技有限公司

二〇二六年七月



# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 1 概述.....                | 1   |
| 1.1 建设项目背景.....          | 1   |
| 1.2 建设项目特点.....          | 5   |
| 1.3 评价工作过程.....          | 5   |
| 1.4 与相关产业政策及规划相符性判定..... | 6   |
| 1.5 项目主要环境问题.....        | 6   |
| 1.6 主要评价结论.....          | 8   |
| 2 总则.....                | 9   |
| 2.1 编制依据.....            | 9   |
| 2.2 评价目的和评价重点.....       | 16  |
| 2.3 环境功能区划.....          | 17  |
| 2.4 环境质量及污染物排放标准.....    | 29  |
| 2.5 环境影响识别与评价因子筛选.....   | 41  |
| 2.6 评价工作等级及评价范围.....     | 44  |
| 2.7 环境保护目标.....          | 60  |
| 3 项目概况与工程分析.....         | 83  |
| 3.1 项目概况.....            | 83  |
| 3.2 工艺路线及产污环节分析.....     | 134 |
| 3.3 项目施工方案.....          | 146 |
| 3.4 污染源强分析.....          | 168 |
| 4 区域环境概况.....            | 202 |
| 4.1 自然环境概况.....          | 202 |
| 4.2 周边海域概况.....          | 221 |
| 5 环境质量现状调查与评价.....       | 239 |
| 5.1 海洋水文动力环境现状调查.....    | 239 |
| 5.2 海水水质现状调查与评价.....     | 293 |
| 5.3 海洋沉积物质量现状调查与评价.....  | 317 |
| 5.4 海洋生态现状调查与评价.....     | 328 |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 5.5 海洋生物质量现状调查与评价.....                       | 375 |
| 5.6 环境空气质量调查与评价.....                         | 380 |
| 5.7 声环境质量现状调查与评价.....                        | 389 |
| 5.8 地下水环境质量现状调查与评价.....                      | 392 |
| 5.9 土壤环境质量现状调查与评价.....                       | 403 |
| 5.10 陆域生态现状调查与评价.....                        | 419 |
| 6 环境影响预测与评价.....                             | 435 |
| 6.1 施工期环境影响分析.....                           | 435 |
| 6.2 工程实施对海洋环境影响分析.....                       | 443 |
| 6.3 运营期环境影响分析.....                           | 520 |
| 7 环境风险评价.....                                | 552 |
| 7.1 风险调查.....                                | 552 |
| 7.2 环境风险评价等级.....                            | 552 |
| 7.3 环境风险识别.....                              | 552 |
| 7.4 风险事故情形分析.....                            | 564 |
| 7.5 源项分析.....                                | 574 |
| 7.6 风险预测与评价.....                             | 579 |
| 7.7 环境风险管理.....                              | 602 |
| 7.8 环境风险应急预案.....                            | 621 |
| 7.9 环境风险评价结论.....                            | 623 |
| 8 环境保护措施及其可行性论证.....                         | 626 |
| 8.1 施工期环保措施及可行性论证.....                       | 626 |
| 8.2 运营期环保措施及可行性论证.....                       | 637 |
| 9 环保政策及规划相符性分析.....                          | 640 |
| 9.1 与产业政策相符性分析.....                          | 640 |
| 9.2 与国土空间总体规划相符性分析.....                      | 641 |
| 9.3 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》相符性分析 ..... | 644 |
| 9.4 与行业发展政策及港口规划相符性分析.....                   | 651 |
| 9.5 与近岸海域管控要求相符性.....                        | 654 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.6 与生态环境分区管控方案相符性分析.....                                                   | 655 |
| 9.7 与生态环境保护相关法律法规政策相符性分析.....                                               | 663 |
| 9.8 与审批原则相符性分析.....                                                         | 671 |
| 10 环境影响经济损益分析.....                                                          | 675 |
| 10.1 环保投资估算.....                                                            | 675 |
| 10.2 社会与经济效益分析.....                                                         | 676 |
| 10.3 环境影响损益分析.....                                                          | 677 |
| 10.4 环境影响经济损益分析结论.....                                                      | 679 |
| 11 环境管理与监测计划.....                                                           | 680 |
| 11.1 环境管理.....                                                              | 680 |
| 11.2 环境监测计划.....                                                            | 685 |
| 11.3 污染物排放管理要求.....                                                         | 690 |
| 12 评价结论.....                                                                | 694 |
| 12.1 项目概况.....                                                              | 694 |
| 12.2 与相关规划和产业政策相符性分析结论.....                                                 | 694 |
| 12.3 环境质量现状评价结论.....                                                        | 695 |
| 12.4 环境影响评价结论.....                                                          | 698 |
| 12.5 环境风险影响分析结论.....                                                        | 702 |
| 12.6 总量控制.....                                                              | 703 |
| 12.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....                                                | 703 |
| 12.8 公众参与.....                                                              | 703 |
| 12.9 综合结论.....                                                              | 703 |
| 附录.....                                                                     | 704 |
| 附录 1 评价范围内海岛一览表.....                                                        | 704 |
| 附录 2 2024 年 10 月（秋季）海洋生态现状调查与评价生物种类名录...                                    | 711 |
| 附录 2 2025 年 4 月（春季）海洋生态现状调查与评价生物种类名录.....                                   | 723 |
| 附件 1 《广东省发展和改革委员会关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告的批复》（粤发改投审〔2026〕18 号） ..... | 750 |
| 附件 2 项目用地预审与选址意见书.....                                                      | 754 |



|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 附件 3 《汕尾市发改局关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期...756 |     |
| 工程节能报告的审查意见》（汕发改能源函〔2025〕222 号） .....    | 756 |
| 附件 4 《广东海事局关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工...759 |     |
| 程岸线使用意见的复函》（粤海事函〔2025〕895 号） .....       | 759 |
| 附件 5 《关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程用海预审...761 |     |
| 意见的函》（汕自然资函〔2025〕1654 号） .....           | 761 |
| 附件 6《关于开展汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程征地和组卷     |     |
| 报批工作的函》（汕自然资函〔2025〕1387 号） .....         | 764 |
| 附件 7 专家评审意见.....                         | 766 |

# 1概述

## 1.1建设项目背景

汕尾市位于广东省东南部沿海，莲花山南麓，珠江三角洲东岸，东邻揭阳市惠来县，西连惠州市惠东县，南濒南海，临红海湾和碣石湾，北接梅州市五华县和河源市紫金县，为海峡西岸经济区连接粤港澳大湾区的桥头堡。汕尾市（包括深汕特别合作区）海岸线资源丰富，海岸线总长度 455.2km，占全省岸线的 11.1%，辖区有碣石湾及红海湾等多处大型天然港湾，面向南海，具有适合建设大中型深水港口和发展海上交通运输的优越条件，有优越的地理位置，依托良好的陆域设施和资源，对振兴和发展汕尾港有重大的潜力。

根据《汕尾港总体规划》（汕尾市人民政府，2014 年 6 月）及《汕尾港总体规划（2025-2035 年）》（报批稿）中的港口总体布置规划，汕尾新港区是汕尾港的重点发展港区和综合性货运枢纽港区，港区内主要规划白沙湖作业区，以服务临港产业和散杂货公共运输需求为主，承担汕尾市集装箱喂给运输和近洋支线运输等功能，主要布置 5-15 万吨级泊位，可形成码头岸线 4.78km，年设计通过能力可达 5590 万吨、其中集装箱 400 万 TEU、滚装汽车 80 万辆。

根据《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（粤府〔2021〕28 号）和《汕尾市绿色制造产业园发展规划（2023-2030 年）》要求，汕尾红海湾经济开发区被纳入汕尾市中心城区范围，未来将承担重要的城市开发功能。为落实广东省“十四五”规划关于绿色制造和产业升级的要求，汕尾市提出建设汕尾红海湾绿色制造产业园，旨在推动区域经济高质量发展。本项目建成后将为汕尾红海湾绿色制造产业园提供生产性配套服务，为落实国家“双碳”目标、促进绿色低碳发展提供重要支持。为加快推进汕尾红海湾绿色制造产业园建设和保障产业园后续运营发展，现亟需建设一座公共专业化集装箱码头。

在汕尾市委市政府提出的“建设大通道、振兴大港航、发展大物流”战略态势下，针对汕尾港发展相对落后的局面，启动新港区公用码头的建设，不但有利于振兴和发展汕尾港，完善粤东的港口布局，满足汕尾市水路运输发展的需要，

缓解现有集装箱货运码头通过能力不足的局面，同时对拉动汕尾地区物流业发展，减少企业的运输经营成本，促进汕尾市经济持续、健康发展具有重要意义。

结合汕尾红海湾绿色制造产业园发展需求，汕尾市拟在汕尾红海湾经济开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧建设 2 个 15 万吨级公用码头泊位，为后方临港产业园区相关新能源及汽车产业提供生产性配套服务，提升汕尾新能源及汽车产业链、供应链安全的保障能力，支撑汕尾市经济社会高质量发展。同时，进一步完善白沙湖作业区公用码头的功能，支撑汕尾市政府“建设大通道、振兴大港航、发展大物流”战略。为此，汕尾市部署由汕尾新港投资有限公司作为主体，开展汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程（以下简称“本项目”）的建设。

本项目拟建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施，年设计吞吐量为 190 万 TEU，其中危险品箱为第 9 类锂电池，设计吞吐量为 4.75 万 TEU。工程分为码头前沿作业区、堆场区、生产辅助设施等部分组成。水域部分包括港池和进港航道，码头前沿停泊水域宽度为 102m，设计底高程-18.1m；回旋水域布置在停泊水域前方，设计直径取 734m，设计底高程取为-18.1m。航道设计在现有 10 万吨级航道基础上向东南延长 2.3km 并双向扩宽形成内段进港航道，航道挖槽底宽由 186m 拓宽至 236m，设计底高程由-16m 浚深至-18.3m；并在延长段终点新建 2km 的外段进港航道，轴线 140~320°，航道挖槽底宽 236m，设计底高程为-18.3m。本项目码头前沿水域及进港航道需进行疏浚，疏浚面积为 329.93 万 m<sup>2</sup>，疏浚工程量约 1549.8 万方，除礁量 27.96 万方。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）、《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院第 682 号令）等的规定，本项目必须开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目码头属于“五十二、交通运输业、管道运输业”中“140、集装箱专用码头”类，属于其规定的“单个泊位 3 万吨级及以上的沿海港口；以及涉及危险品、化学品的”情形，应编制环境影响报告书；本项目航道属于“五十二、交通运输业、管道运输业”中“143、航道工程、水运辅助工程”类，属于其规定的“新建、扩建航道工程”情形，应编制环境影响报告书；本项目堆场属于“五十三、装卸搬运和仓储业”中“149、危险品仓储（不含加油站的油库；不含加气站的气库）”

类，属于其规定的“其他（含有毒、有害、危险品的仓储；含液化天然气库）”情形，应编制环境影响报告表。综上，本项目应编制环境影响报告书。

汕尾新港投资有限公司委托广东智环创新环境科技有限公司承担本项目的环境影响评价工作。环评单位接受委托后，立即组织评价课题小组对评价区域及项目场址进行了踏勘及调查，在认真调查研究及收集有关数据、资料的基础上，根据环境影响评价技术导则及其他技术规范，编制出《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程环境影响报告书》。



图 1.1-1 本项目地理位置图

## 1.2 建设项目特点

本项目拟建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施,年设计吞吐量为 190 万 TEU,其中危险品箱为第 9 类锂电池,设计吞吐量为 4.75 万 TEU。工程泊位及陆域总面积为 61.21 万  $\text{m}^2$ ,高程+5.2~7.0m,分为码头前沿作业区、堆场区、生产辅助设施等部分组成。水域部分包括港池和进港航道,航道设计拟对现有 10 吨级航道基础上双向扩宽浚深,航道挖槽底宽由 186m 拓宽至 236m,设计底高程由-16m 浚深至-18.3m;在现有航道终点处新建约 4.2km 的延长段,延长段挖槽底宽 236m,设计底高程为-18.3m。

## 1.3 评价工作过程

本次评价工作严格按照相关技术导则与标准规定的程序开展,在接受委托后,首先,项目组研究有关生态环境保护的法律、法规、政策、标准、规范、相关规划及其他技术文件等,分析建设项目选址、规模、性质和工艺路线等与相关法规政策文件的符合性,并与生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单进行对照,作为开展环境影响评价工作的前提和基础;其次,进行初步的工程分析,开展初步的环境现状调查,识别项目环境影响和筛选评价因子,明确评价重点和环境保护目标,确定评价工作等级、评价范围和标准,并制定工作方案;第三,进行详细建设项目工程分析和环境现状调查、监测与评价等;第四,进行各环境要素和各专题的环境影响预测、分析与评价;第五,提出环境保护措施,进行技术经济论证,给出污染物排放清单,给出建设项目环境影响评价结论;最后,编制完成《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程环境影响报告书》。在上述工作期间,建设单位按照相关要求开展公众参与工作。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)等相关技术规范的要求,本项目环境影响评价工作分为三个阶段,即调查分析和工作方案制定阶段、分析论证和预测评价阶段、环境影响报告书编制阶段。具体评价工作程序见图 1.3-1。

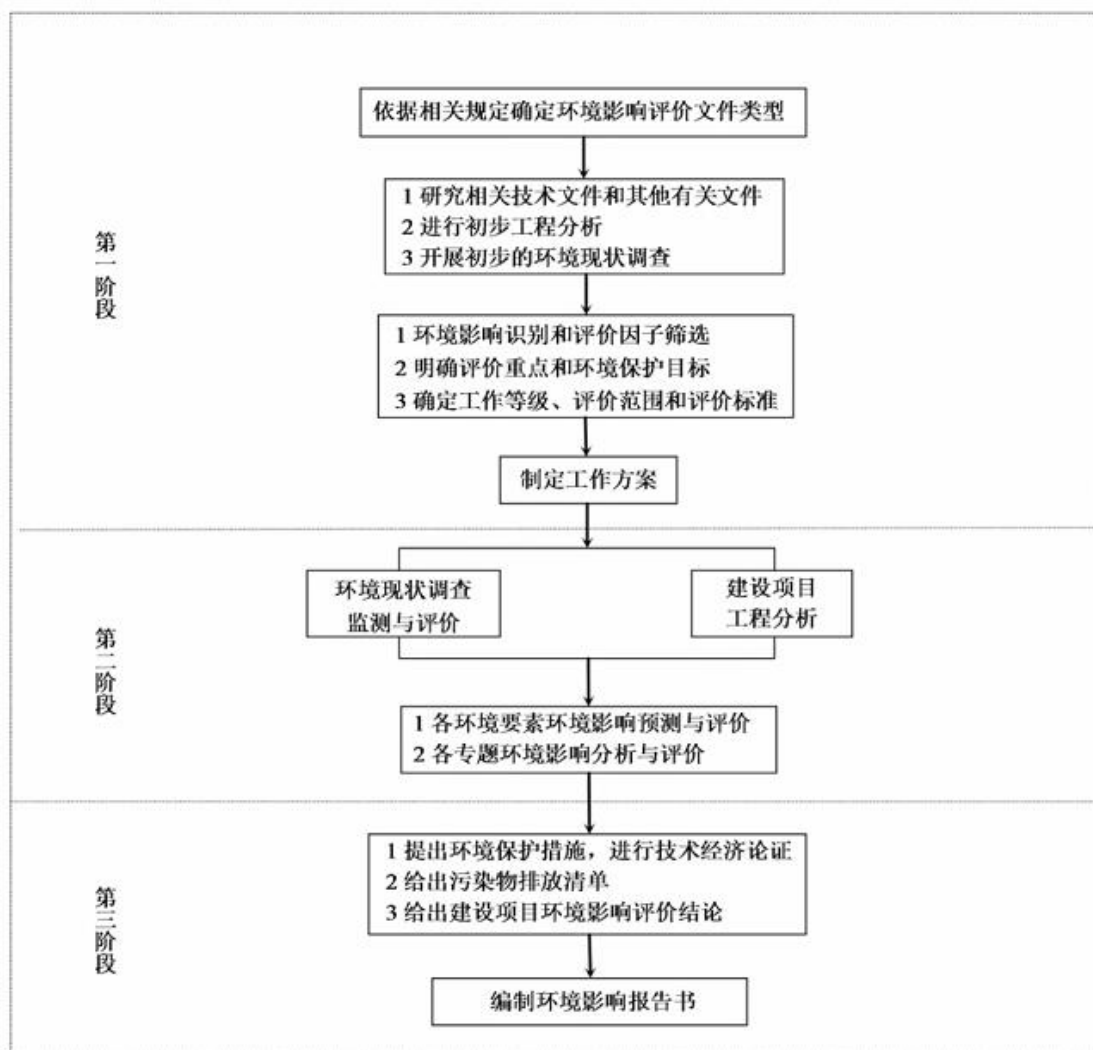


图 1.3-1 环评工作程序示意图

## 1.4 与相关产业政策及规划相符性判定

本项目的建设符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号）的要求，选址符合广东省及汕尾市近岸海域、环境空气等环境功能区划及相关管控要求，不涉及《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）与国土空间规划中的生态保护红线和永久基本农田，符合生态环境分区管控方案相关要求，并充分衔接汕尾市港口总体规划。

## 1.5 项目主要环境问题

根据本项目特点，确定本评价将重点关注以下环境问题。

表 1.5-1 本项目重点关注环境问题汇总表

| 时期  | 种类   | 编号 | 名称                              | 来源               | 主要污染物/生态影响                                                  |
|-----|------|----|---------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|
| 施工期 | 废水   | /  | 施工人员生活污水                        | 施工人员             | COD <sub>Cr</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、SS、总磷                 |
|     |      | /  | 施工废水                            | 施工废水、暴雨径流        | SS                                                          |
|     |      | /  | 船舶废水                            | 舱底含油污水、船舶生活污水    | COD <sub>Cr</sub> 、石油类、NH <sub>3</sub> -N、SS、总磷             |
|     | 废气   | /  | 食堂油烟                            | 施工营地             | 油烟                                                          |
|     |      | /  | 施工废气                            | 施工船舶和施工机械废气      | SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、TSP                       |
|     | 噪声   | /  | 施工噪声                            | 施工机械、施工营地        | Leq (A)                                                     |
|     | 固体废物 | /  | 陆域生活垃圾                          | 陆域施工人员           | /                                                           |
|     |      | /  | 建筑垃圾                            | 码头建设、施工营地        | /                                                           |
|     |      | /  | 废弃泥浆、钻渣                         | 桩基施工             | /                                                           |
|     |      | /  | 船舶垃圾                            | 施工船舶             | /                                                           |
|     |      | /  | 疏浚物                             | 水域疏浚、炸礁          | /                                                           |
|     | 环境风险 | /  | 溢油事故                            | 施工船舶             | 油膜扩散                                                        |
|     | 生态   | /  | 海洋水文动力、地形地貌与冲淤环境、海洋生态环境、海洋沉积物环境 | 港池及航道等区域开挖       | 改变海洋原有环境特征                                                  |
|     |      | /  | 渔业资源                            | 施工期疏浚、炸礁等施工活动    | 施工期疏浚、炸礁等施工活动产生悬浮泥沙、冲击波等造成渔业资源损失                            |
|     |      | /  | 陆域生态                            | 项目用地             | 项目建设改变原有生态系统，改变下垫面类型                                        |
| 运营期 | 废水   | W1 | 机修含油污水                          | 机修车间             | COD <sub>Cr</sub> 、石油类、NH <sub>3</sub> -N                   |
|     |      | W2 | 初期雨水                            | 流动机械停放场及维修基地初期降雨 | COD <sub>Cr</sub> 、石油类、NH <sub>3</sub> -N                   |
|     |      | W3 | 生活污水                            | 生活、办公            | COD <sub>Cr</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、SS、总磷                 |
|     |      | W4 | 船舶压载水                           | 到港船舶             | /                                                           |
|     |      | W5 | 船舶生活污水                          | 到港船舶             | /                                                           |
|     |      | W6 | 船舶舱底油污水                         | 到港船舶             | /                                                           |
|     | 废气   | G1 | 港外运输车辆尾气                        | 堆场               | PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、CO、NO <sub>x</sub> 、HC |



| 时期 | 种类   | 编号 | 名称     | 来源         | 主要污染物/生态影响 |
|----|------|----|--------|------------|------------|
|    |      | G2 | 食堂油烟   | 食堂         | 油烟         |
|    | 噪声   | N  | 噪声     | 装卸设备、车辆、船舶 | Leq (A)    |
|    | 固废   | S1 | 维修垃圾   | 堆场码头设备维修   | 石油类        |
|    |      | S2 | 污油及油泥  | 含油污水处理站    | 石油类        |
|    |      | S3 | 废铅蓄电池  | 堆场日常运作     | 含铅废物       |
|    |      | S4 | 生化污泥   | 生活污水处理     | 污泥         |
|    |      | S5 | 员工生活垃圾 | 生活、办公      | 生活垃圾       |
|    |      | S6 | 船舶生活垃圾 | 到港船舶       | 生活垃圾       |
|    | 环境风险 | /  | 溢油事故   | 到港船舶       | 油膜扩散       |

## 1.6主要评价结论

汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程的建设符合国家产业政策，选址符合国家和地方有关规定及相关规划。本项目废气、废水、噪声等经处理后达标排放，落实环境风险防范措施和应急预案、加强风险管理，对环境的影响可以满足环境功能区划的要求。因此，在项目建设严格执行“三同时”、落实各项环保措施和风险防范措施的基础上，从环境保护角度论证，本项目建设可行。

## 2总则

### 2.1编制依据

#### 2.1.1国家法律、行政法规、部门规章

(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令 第九号, 自 2015 年 1 月 1 日起施行);

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年第二次修正, 自 2018 年 12 月 29 日起施行);

(3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(2023 年第二次修订, 自 2024 年 1 月 1 日起施行);

(4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年第二次修正, 自 2018 年 1 月 1 日起施行);

(5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年第二次修正, 自 2018 年 10 月 26 日起施行);

(6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(自 2022 年 6 月 5 日起施行);

(7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年第二次修订, 自 2020 年 9 月 1 日起施行);

(8) 《中华人民共和国海域使用管理法》(2001 年 10 月 27 日发布, 自 2002 年 1 月 1 日起施行);

(9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2018 年 8 月 31 日发布, 自 2019 年 1 月 1 日起施行);

(10) 《中华人民共和国港口法》(2018 年 12 月 29 日修正并施行);

(11) 《中华人民共和国海上交通安全法》(2021 年第二次修正, 自 2021 年 9 月 1 日起施行);

(12) 《中华人民共和国水法》(2016 年修改, 自 2016 年 9 月 1 日起施行);

(13) 《中华人民共和国土地管理法》(2019 年第三次修改, 自 2020 年 1 月

1 日起施行);

(14) 《中华人民共和国海岛保护法》(中华人民共和国主席令 第二十二号, 自 2010 年 3 月 1 日起施行);

(15) 《中华人民共和国森林法》(2019 年 12 月 28 日第十五次会议修订, 自 2020 年 7 月 1 日起施行);

(16) 《中华人民共和国渔业法》(2025 年 12 月 27 日修订, 2026 年 5 月 1 日起施行);

(17) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2022 年第二次修正, 自 2023 年 5 月 1 日起施行);

(18) 《中华人民共和国湿地保护法》(2021 年 12 月 24 日发布, 自 2022 年 6 月 1 日起施行);

(19) 《中华人民共和国突发事件应对法》(2024 年修订, 自 2024 年 11 月 1 日起施行);

(20) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订, 自 2017 年 10 月 1 日起施行);

(21) 《中华人民共和国航道管理条例》(2008 年修订, 自 2009 年 1 月 1 日起施行);

(22) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2026 年 3 月 15 日起施行);

(23) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013 年第二次修订, 自 2013 年 12 月 7 日起施行);

(24) 《国内水路运输管理条例》(2023 年修订, 自 2013 年 1 月 1 日起施行);

(25) 《危险化学品安全管理条例》(自 2011 年 12 月 1 日起施行);

(26) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2018 年第六次修订, 自 2010 年 3 月 1 日起施行);

(27) 《排污许可管理条例》(2021 年 1 月 24 日发布, 自 2021 年 3 月 1 日起施行);

(28) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018 年第二次修订, 自 2006 年 11 月 1 日起施行);

- (29) 《近岸海域环境功能区管理办法》(2010 年 12 月 22 日修正并实施);
- (30) 《海岸线保护与利用管理办法》(2017 年 3 月 31 日发布并施行);
- (31) 《环境影响评价公众参与办法》(中华人民共和国主席令 第 4 号, 自 2019 年 1 月 1 日起实施);
- (32) 《突发环境事件应急管理办法》(环境保护部令第 34 号, 自 2015 年 6 月 5 日起施行);
- (33) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》(中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 24 号, 自 2021 年 9 月 1 日起施行);
- (34) 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》(国发〔2006〕9 号);
- (35) 《关于进一步加强水产生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86 号);
- (36) 《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)>的通知》(环发〔2015〕4 号);
- (37) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77 号);
- (38) 《中国海洋渔业水域图(第一批)》(中华人民共和国农业部第 189 号公告, 2002 年);
- (39) 《关于印发<生态保护红线生态环境监督办法(试行)>的通知》(国环规生态〔2022〕2 号);
- (40) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局 关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142 号);
- (41) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号);
- (42) 《市场准入负面清单(2025 年版)》(发改体改规〔2025〕466 号);
- (43) 《船舶载运危险货物安全监督管理规定》(自 2025 年 3 月 1 日起施行);
- (44) 《港口危险货物安全管理规定》(自 2017 年 10 月 15 日起施行)。

### 2.1.2地方性法规及政府规章

- (1) 《广东省环境保护条例》(自 2015 年 7 月 1 日起施行, 2022 年第三次修正);
- (2) 《广东省大气污染防治条例》(自 2019 年 3 月 1 日起施行, 2022 年修正);
- (3) 《广东省水污染防治条例》(2021 年 9 月 29 日修正);
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》(自 2019 年 3 月 1 日起施行, 2022 年第三次修正);
- (5) 《广东省海域使用管理条例》(自 2007 年 3 月 1 日起施行, 2021 年修正);
- (6) 《广东省港口管理条例》(自 2007 年 3 月 1 日起施行, 2017 年修正);
- (7) 《广东省渔业管理条例》(自 2003 年 9 月 1 日起施行, 2019 年第三次修正);
- (8) 《广东省野生动物保护管理条例》(自 2020 年 5 月 1 日起施行, 2020 年第五次修订);
- (9) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》(自 2009 年 7 月 1 日起施行, 2018 年第二次修正);
- (10) 《广东省实施〈中华人民共和国水法〉办法》(广东省第十二届人民代表大会常务委员会第 25 号公告, 2015 年 1 月 1 日起施行);
- (11) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》(粤府〔2021〕28 号);
- (12) 《广东省地下水功能区划》(粤办函〔2009〕459 号);
- (13) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2021〕10 号);
- (14) 《广东省生态文明建设“十四五”规划》;
- (15) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2022〕7 号);
- (16) 《广东省水生态环境保护“十四五”规划》(粤环函〔2021〕652 号);
- (17) 《广东省水生生物资源养护行动实施方案》(广东省海洋渔业局, 2010);
- (18) 《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68 号);
- (19) 《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030 年)》(粤府〔2017〕

119 号);

(20) 《广东省港口布局规划 (2020-2035 年)》(广东省交通运输厅, 2021 年 7 月);

(21) 《广东省航道发展规划 (2020-2035 年)》(粤交规〔2020〕786 号);

(22) 《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知(试行)》(粤自然资发〔2023〕11 号);

(23) 《广东省生态环境厅关于发布<广东省生态环境厅审批环境影响报告书(表)的建设项名录(2024 年本)>的通知》(粤环函〔2024〕394 号);

(24) 《广东省国土空间规划 (2021-2035 年)》;

(25) 《广东省国土空间生态修复规划 (2021-2035 年)》(2023 年 5 月 10 日);

(26) 《广东省环境保护厅转发环境保护部办公厅关于进一步加强近岸海域环境保护的指导意的通知》(粤环函〔2012〕1138 号);

(27) 《广东省加强滨海湿地保护严格管控围填海实施方案》(粤府〔2019〕33 号);

(28) 《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》(广东省自然资源厅办公室, 2022 年 2 月 22 日);

(29) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》, (粤府办〔2021〕33 号);

(30) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》, (粤府〔2020〕71 号);

(31) 《广东省人民政府关于印发广东省突发环境事件应急预案的通知》(粤府函〔2022〕54 号);

(32) 《广东省海岸带及海洋空间规划 (2021-2035 年)》(广东省自然资源厅, 2025 年 1 月 23 日);

(33) 《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68 号);

(34) 《关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》(粤办函〔2010〕398 号);

(35) 《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》(粤环函〔2024〕421 号);

(36) 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目

标纲要》;

(37) 《汕尾市国土空间总体规划(2021-2035年)》(汕尾市人民政府, 2023年9月);

(38) 《汕尾市环境保护规划(2008-2020年)》;

(39) 《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》(汕尾市生态环境局, 2022年5月23日);

(40) 《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》(汕尾市生态环境局, 2022年8月16日);

(41) 《汕尾港总体规划》(汕尾市人民政府, 2014年6月);

(42) 《汕尾港总体规划(2025-2035年)》(报批稿);

(43) 《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订版)》(汕环〔2024〕154号);

(44) 《汕尾市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》(2019年8月16日);

(45) 《汕尾市自然保护地规划(2023-2035年)》(汕尾市林业局, 2024年10月);

(46) 《汕尾市声环境功能区划方案》(汕环〔2021〕109号);

(47) 汕尾市生态环境局关于<汕尾市声环境功能区划方案>的补充说明》(汕尾市生态环境局, 2024年1月8日);

(48) 《汕尾市环境保护规划纲要(2008-2020年)》(汕府〔2010〕62号)。

### 2.1.3 标准和技术规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);

(2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025);

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018);

(4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);

(5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021);

(6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);

(7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022);

(8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018);

(9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018);

- (10) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》(公告 2017 年第 43 号);
- (11) 《大气污染防治工程技术导则》(HJ2000-2010);
- (12) 《水污染治理工程技术导则》(HJ2015-2012);
- (13) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013);
- (14) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-2021)
- (15) 《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018, 2019 年 11 月 07 日局部修订);
- (16) 《绿色港口等级评价指南》(JTS/T105-4-2020);
- (17) 《海港总体设计规范》(JTS165-2013);
- (18) 《港口作业安全要求 第 3 部分: 危险货物集装箱》(GB16994.3-2021);
- (19) 《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017);
- (20) 《溢油应急处置船应急装备物资配备要求》(JT/T1144-2017);
- (21) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017);
- (22) 《排污许可证申请与核发技术规范 码头》(HJ1107-2020);
- (23) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022);
- (24) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 港口》(HJ436-2008)。
- (25) 《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017);
- (26) 《港口、码头、装卸站和船舶修造、拆解单位船舶污染物接收能力要求》(JT/T 879-2013);
- (27) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (28) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002);
- (29) 《海洋生物质量》(GB18421-2001);
- (30) 《环境空气质量标准》(GB3095-2026);
- (31) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- (32) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- (33) 《用水定额第 3 部分: 生活》(DB44/T143-2021);
- (34) 《用水定额第 2 部分: 工业》(DB44/T142-2021);
- (35) 《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001);
- (36) 《水污染物排放限值》(DB44/26-2001);



- (37) 《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025);
- (38) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
- (39) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018);
- (40) 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》(交海发〔2018〕168号);
- (41) 《固体废物鉴别标准 通则》(GB34330-2025);
- (42) 《危险废物收集贮存运输技术规范》, (HJ2025-2012);
- (43) 《国家危险废物名录 (2025 年版)》(部令第 36 号);
- (44) 《固体废物分类与代码目录》(2024 年);
- (45) 《固定污染源排污许可分类管理名录 (2019 年版)》;
- (46) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018);
- (47) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);
- (48) 《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (49) 《海洋生物质量监测技术规程》, 国家海洋局, 2002 年 4 月;
- (50) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)。

#### 2.1.4其他编制依据

- (1) 建设单位委托编制本项目环境影响报告书的委托书;
- (2) 《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》(报批稿, 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2026 年 1 月);
- (3) 《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程(陆域部分)节地评价报告》(广东东图规划科技有限公司, 2025 年 7 月);
- (4) 《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书(报批稿)》(广东海兰图环境技术研究有限公司, 2025 年 10 月);
- (5) 建设单位提供的其他文件和资料。

## 2.2评价目的和评价重点

### 2.2.1评价目的

根据工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标, 对项目实施存在的环境影响进行全面、科学的论证, 以期达到如下的目的: (1) 通过环境调查掌握拟建

工程所在区域的环境质量现状和自然环境基本情况；（2）通过工程分析，梳理工程实施的主要污染源、污染物及主要污染物的排放量；（3）对项目实施的环境影响和污染事故环境风险进行预测和评价，提出切实可行的环保措施和应急对策，反馈于工程设计，使工程对环境造成的不利影响降至最小程度，达到工程建设与环境保护协调发展的目的；（4）通过公众参与，引导公众参与到项目的环境保护工作的管理和监督中，起到宣传国家有关环保法规和政策的作用；（5）从环境保护角度出发，对本工程可行性以及应采取的环保对策做出结论。

### 2.2.2评价重点

根据建设项目所在海域海洋功能分区、工程建设内容及规模、工程建设过程的环境影响因素及环境影响特点，本次环境影响评价的重点为：

- （1）项目工程建设前后对附近海域海洋生态环境（水动力环境、冲淤环境、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态）的影响；
- （2）项目工程建设施工对陆域生态、地下水环境、土壤环境的影响；
- （3）项目工程建设对周边生态环境保护目标的影响；
- （4）环境风险影响分析与评价；
- （5）采取的环境保护对策措施及生态补偿与恢复措施。

## 2.3环境功能区划

### 2.3.1海洋生态环境功能区划

#### 2.3.1.1近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、《关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕398号）以及《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），本项目港池所在海域属于“411B 汕尾电厂段三类功能区”；航道所在海域涉及“411B 汕尾电厂段三类功能区”和“412 碣石湾海洋渔业功能区”。“411B 汕尾电厂段三类功能区”的主要功能为“港口、一般工业用水”，执行第三类水质标准；“412 碣石湾海洋渔业功能区”的主要功能为“渔业作业区”，执行第一类水质标准。评价范围内近岸海域环境功能区划详见表 2.3-1 和图 2.3-1。

#### **2.3.1.2海洋功能分区**

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》，本项目码头及港池位于“汕尾新港交通运输用海区”，航道涉及“汕尾新港交通运输用海区”、“碣石湾近岸渔业用海区”和“汕尾南部渔业用海区”三个区域，详见图 2.3-2。

表 2.3-1 评价范围内近岸海域环境功能区划分布一览表

| 标识号   | 功能区名称           | 范围                                    | 平均宽度<br>(km) | 长度<br>(km) | 面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 主要功能      | 水质目标                   | 批复文件          |
|-------|-----------------|---------------------------------------|--------------|------------|--------------------------|-----------|------------------------|---------------|
| 406A  | 碣石浅澳港口、工业功能区    | 海域 I-J 至西澳农场                          | /            | /          | 15.85                    | 港口、工业     | 三类                     | 粤环函〔2021〕634号 |
| 406B  | 碣石浅澳工业功能区       | 海域 Q1-R1-S1-T1-V1-W1 所包络的区域除去 406C 部分 | /            | /          | 14.90                    | 工业        | 三类                     | 粤环函〔2024〕421号 |
| 406C  | 陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区 | 陆丰核电厂温排水口周围海域 d1~d6 所包络的区域            | /            | /          | 3.17                     | 排污稀释混合区   | 除水温不执行水质标准外，其他指标执行三类标准 |               |
| 407   | 金厢盐业、养殖、旅游功能区   | 西澳农场至金厢角                              | 2.2          | 12         | /                        | 盐业、养殖、旅游  | 二类                     | 粤府办〔1999〕68号  |
| 408   | 乌坎工业、港口功能区      | 金厢角至烟港口                               | 2            | 13         | /                        | 工业、港口     | 三类                     |               |
| 409   | 乌坎养殖、盐业功能区      | 乌坎内湖                                  | /            | 6          | /                        | 养殖、盐业     | 二类                     |               |
| 410   | 大湖养殖功能区         | 大湖镇附近海域                               | 0.75         | 2          | /                        | 养殖        | 二类                     |               |
| 411A  | 白沙湖养殖功能区        | 白沙湖内至施公寮南                             | 5            | 13         | /                        | 养殖、港口     | 二类                     | 粤办函〔2010〕398号 |
| 411B  | 汕尾电厂段三类功能区      | 汕尾新港区北至冬瓜屿                            | 1.7          | 5          | /                        | 港口、一般工业用水 | 三类                     |               |
| 411C  | 汕尾新港区港口功能区      | 白沙半岛西南内凹港区、南北防沙堤连线以内                  | /            | /          | /                        | 港口        | 三类                     |               |
| 412-1 | 碣石湾东工矿用海区       | 海域 A1~U1 所包络的区域                       | /            | /          | 20.29                    | 工业        | 一类（水温指标执行三类标准）         | 粤环函〔2024〕421号 |
| 412   | 碣石湾浅海渔业功能区      | 碣石湾内浅海                                | /            | /          | 249.70                   | 渔场作业区     | 一类                     |               |
| 413   | 遮浪养殖、旅游功能区      | 合港至东瓜屿                                | 0.75         | 2          | /                        | 养殖、旅游     | 二类                     | 粤府办〔1999〕68号  |

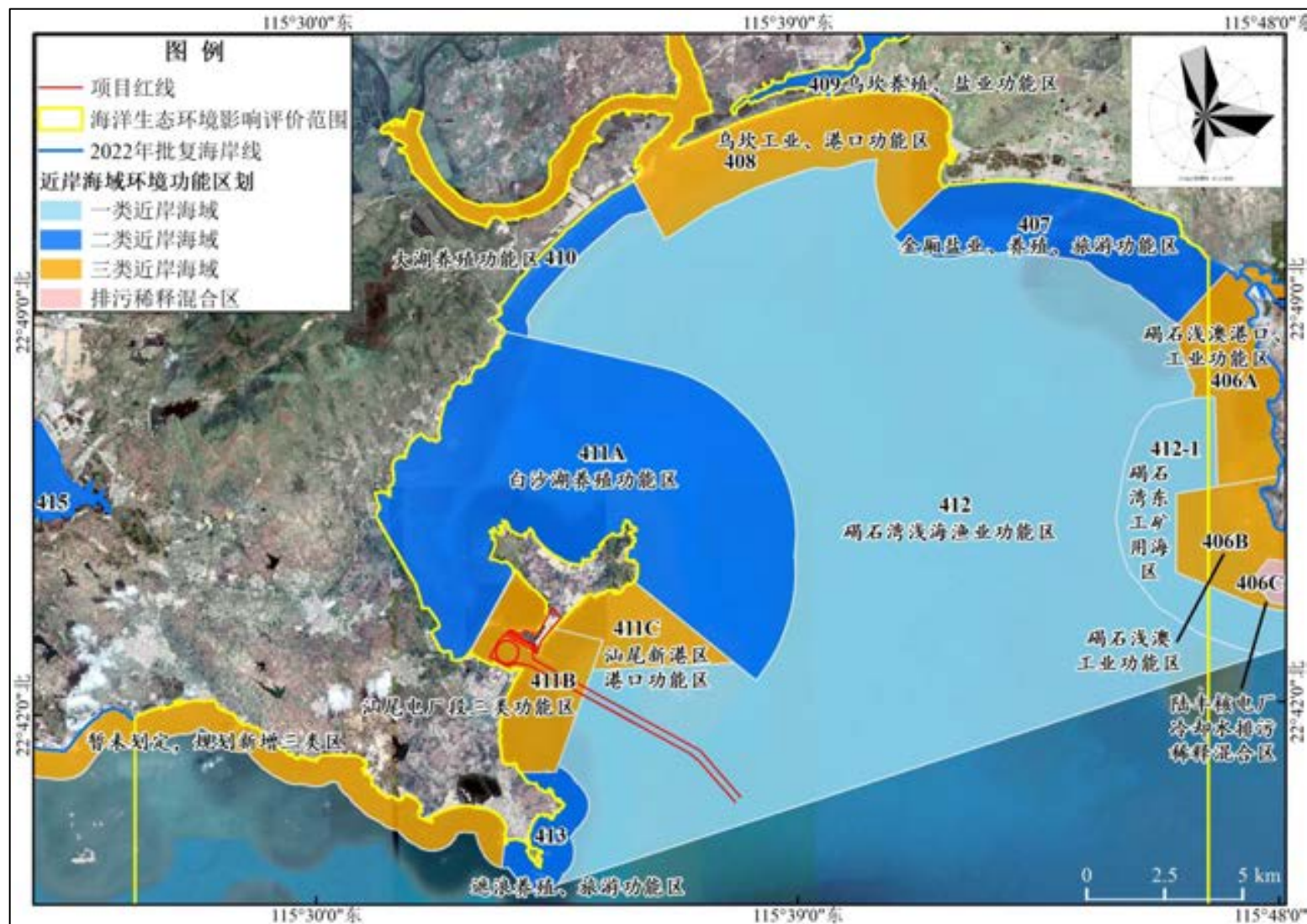


图 2.3-1 评价范围内近岸海域环境功能区划图

表 2.3-2 项目与海岸带及海洋空间规划位置关系表（2km 范围内）

| 序号 | 功能区名称                      | 功能区类型   | 相对位置关系    |        |
|----|----------------------------|---------|-----------|--------|
|    |                            |         | 方位        | 距离（km） |
| 1  | 汕尾新港交通运输用海区                | 交通运输用海区 | 位于（港池、航道） |        |
| 2  | 碣石湾近岸渔业用海区                 | 渔业用海区   | 位于（航道）    |        |
| 3  | 汕尾南部渔业用海区                  | 渔业用海区   | 位于（航道）    |        |
| 4  | 施公寮海岸防护物理防护极重要区生态保护区       | 生态保护区   | SW        | 0.17   |
| 5  | 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区生态保护区 | 生态保护区   | SW        | 0.1    |
| 6  | 遮浪东部生态控制区                  | 生态控制区   | SW        | 1.72   |
| 7  | 遮浪重要滩涂及浅海水域生态保护区           | 生态保护区   | SW        | 2.07   |
| 8  | 金屿生态控制区                    | 生态控制区   | NE        | 0.92   |
| 9  | 碣石湾工矿通信用海区                 | 工矿通信用海区 | NE        | 1.83   |

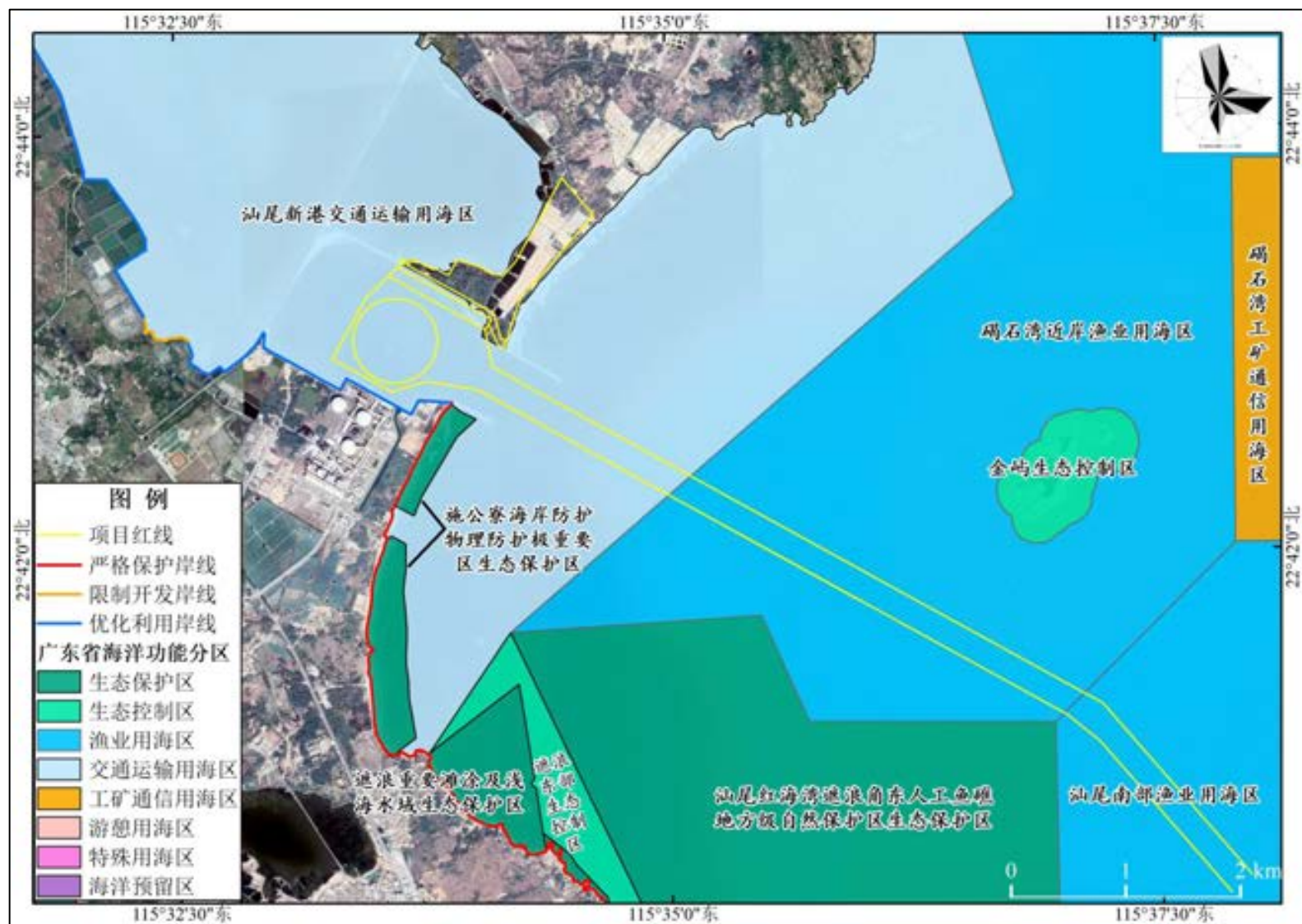


图 2.3-2 项目与海岸带及海洋空间规划位置关系图



### 2.3.2环境空气功能区划

目前，汕尾市尚未出台制订环境空气质量功能区划分方案。项目所在区域的大气环境功能区划情况主要参照《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020 年）》（汕尾府〔2010〕62 号）分析。

按照《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020 年）》，汕尾市划分为一类和二类环境空气质量功能区。其中，一类功能区占地面积约 1584km<sup>2</sup>，包含海拔高度大于 400m 的大部分山体 and 汕尾市主要自然保护区所辖地带，其余部分划为二类区，约占地 3614km<sup>2</sup>，一类区与二类之间设置缓冲区，占地面积约为 73km<sup>2</sup>。

经叠图识别，本项目及项目位于二类大气环境功能区，见图 2.3-3。

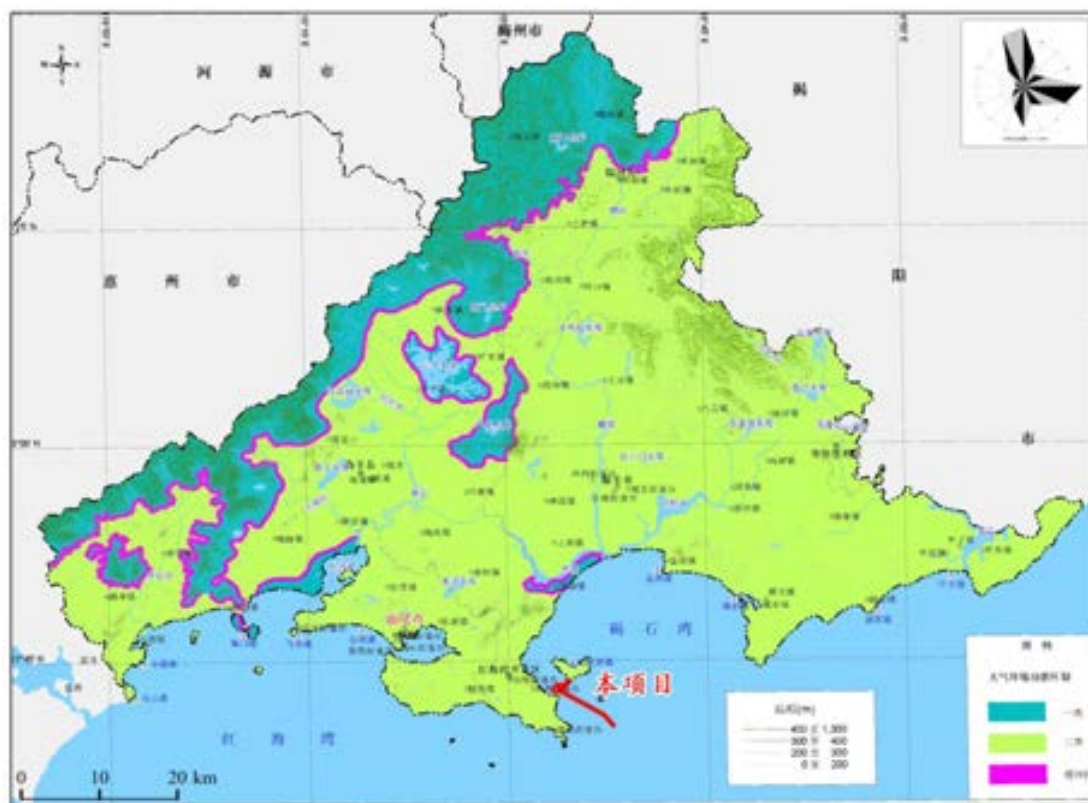


图 2.3-3 本项目所在区域环境空气功能区划

### 2.3.3声环境功能区划

根据《汕尾市声环境功能区划方案》（汕环〔2021〕109 号）《汕尾市生态环境局关于<汕尾市声环境功能区划方案>的补充说明》（汕尾市生态环境局，2024 年 1 月 8 日），有关规定如下：

- （1）道路交通干线边界线外一定距离内的区域划分为 4a 类声环境功能区，



在建及规划道路交通干线在建成运营前不设 4a 类声环境功能区，建成营运后按以上划分方法两侧一定范围内按 4 类声环境功能区执行。

(2)“高速公路服务区、公路客运站场、货运站、港口码头的区域划分为 4a 类声环境功能区”。

本项目建成投入运行前，未实现港口码头功能，声环境质量现状执行 2 类声环境功能区标准，项目北侧紧邻国道 G236 线，道路及边界线外 35m 距离按照 4a 类声环境功能区执行；本项目建成并投入运行后，各边界的声环境质量执行 4a 类声环境功能区标准。

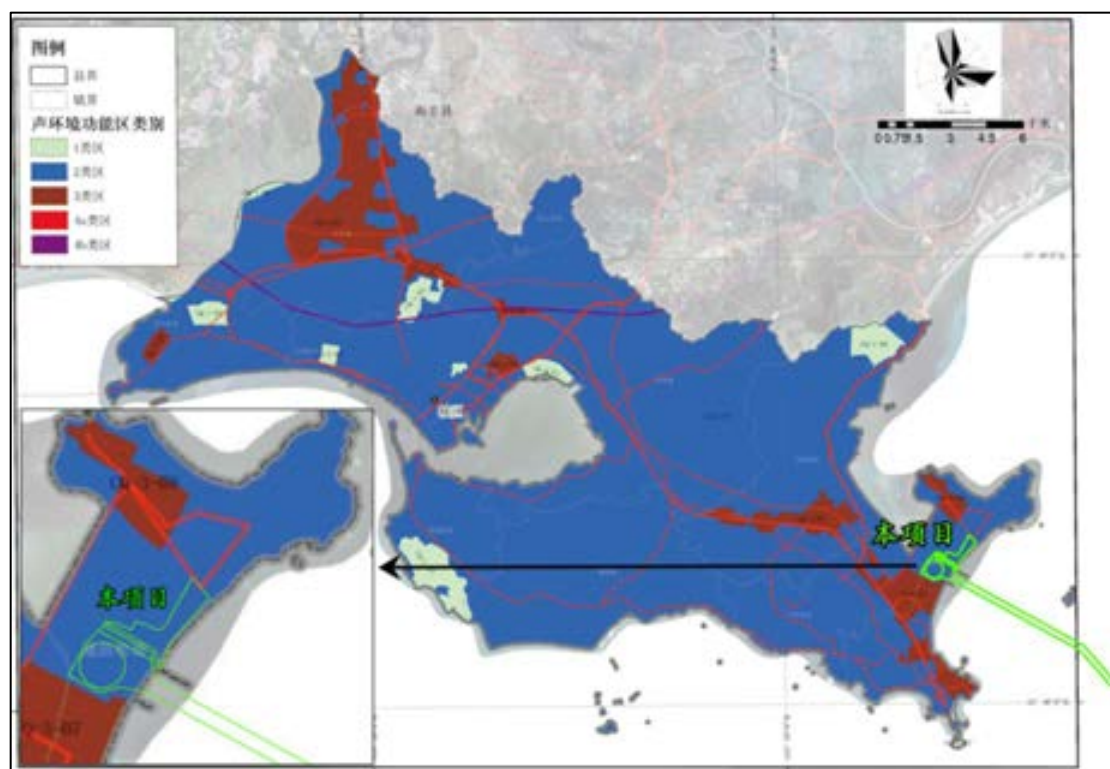


图 2.3-4 本项目所在区域声环境功能区划

### 2.3.4地下水环境功能区划

根据《广东省地下水功能区划》(粤办函〔2009〕459号)，本项目位于“韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区(H084415002S01)”，地下水水质目标为Ⅲ类，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅲ类标准限值，见表 2.3-3、图 2.3-5。

表 2.3-3 评价区域浅层地下水功能区划

| 地下水一级功能区 | 地下水二级功能区名称                 | 地貌类型       | 地下水类型       | 地下水功能区保护目标 |                                   | 备注                        |
|----------|----------------------------|------------|-------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|
|          |                            |            |             | 水质类别       | 水位                                |                           |
| 保护区      | 韩江及粤东诸河<br>汕尾沿海地质灾<br>害易发区 | 山丘<br>与平原区 | 孔隙水<br>、裂隙水 | III        | 维持较高水位<br>，沿海地下水<br>位始终不低于<br>海平面 | 个别地<br>段 pH<br>、Fe 超<br>标 |

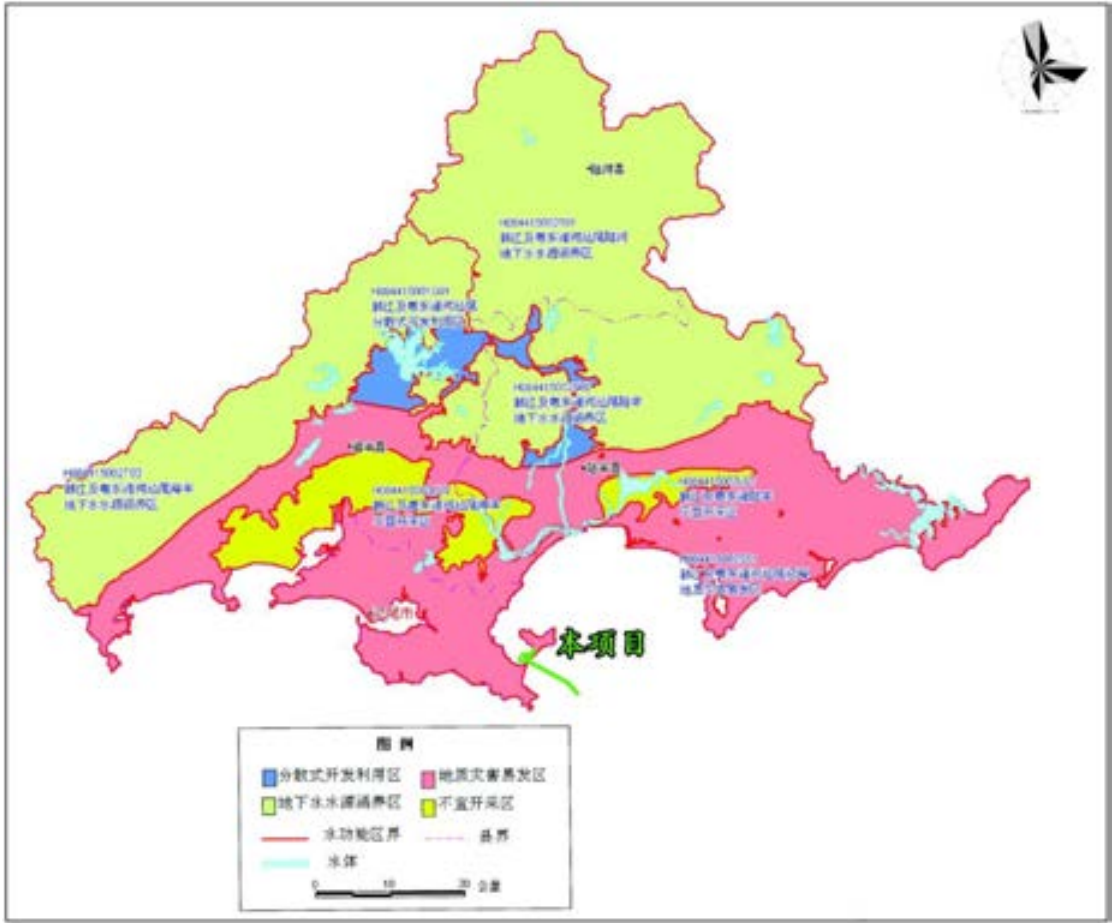


图 2.3-5 本项目所在区域地下水环境功能区划

2.3.5生态环境管控分区

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71 号）和《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》（汕环〔2024〕154 号），本项目陆域位于红海湾经济开发区一般管控单元（ZH44150230010）、红海湾经济开发区生态空间一般管控区（YS4415023110002）、红海湾汕尾市田墘-东洲-遮浪街道管控分区（YS4415023210019）、/（YS4415023310002，属于一般管控区）、城区高污染燃料禁燃区（YS4415022540001）、港池及航道等水域设计边

界位于施公寮港口航运区(HY44150020002)、遮浪海洋保护区(HY44150030002)、珠海-潮州近海农渔业区(汕尾范围)(HY44150030007)。本项目不涉及优先保护单元,与生态环境管控分区位置关系如图 2.3-6~图 2.3-12 所示。

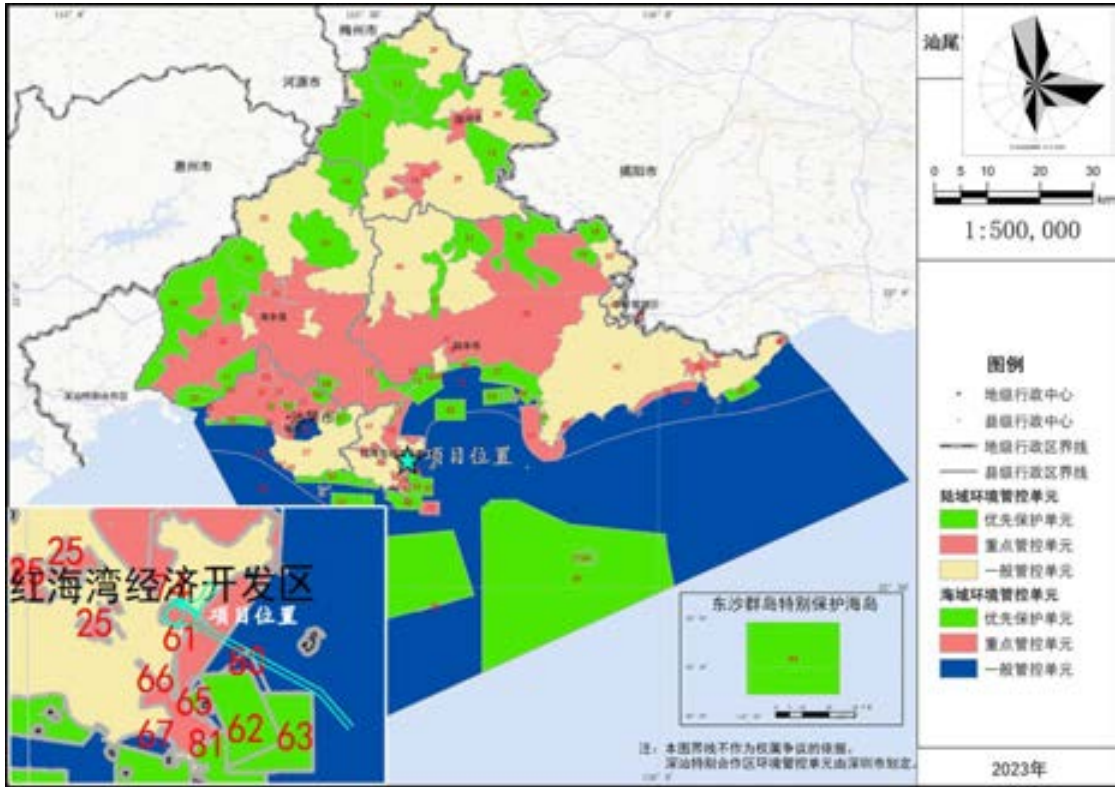


图 2.3-6 项目与汕尾市环境管控单元图位置关系图



图 2.3-7 项目与陆域环境管控单元位置关系图(广东省“三线一单”应用平台)





图 2.3-8 项目与生态空间分区位置关系图（广东省“三线一单”应用平台）



图 2.3-9 项目与水环境管控分区位置关系图（广东省“三线一单”应用平台）



图 2.3-10 项目与大气环境管控分区位置关系图（广东省“三线一单”应用平台）



图 2.3-11 项目与自然资源管控分区位置关系图（广东省“三线一单”应用平台）



图 2.3-12 项目与海域环境管控单元位置关系图（广东省“三线一单”应用平台）

## 2.4 环境质量及污染物排放标准

### 2.4.1 环境质量标准

#### 2.4.1.1 海洋生态环境质量标准

位于近岸海域环境功能区划范围内的海水水质评价按照近岸海域环境功能区划确定的质量目标，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值。位于近岸海域环境功能区划范围外的海水水质、海洋沉积物质量，按照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）中规划的海洋空间功能，对照《海水水质标准》（GB3097-1997）、《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中不同海域的使用功能、保护目标和质量分类，执行相应标准限值；双壳类贝类生物体内污染物质含量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）标准限值，鱼类、甲壳类、其他软体类生物内污染物质含量评价标准执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 相应标准限值。

表 2.4-1 海水水质标准（单位：除 pH 为无量纲外，其他为 mg/L）

| 序号 | 项目    | 第一类                              | 第二类 | 第三类                 | 第四类 |
|----|-------|----------------------------------|-----|---------------------|-----|
| 1  | 水温（℃） | 人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃ |     | 人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃ |     |



| 序号 | 项目                            | 第一类                          | 第二类    | 第三类                           | 第四类    |
|----|-------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
| 2  | pH                            | 7.8~8.5                      |        | 6.8~8.8                       |        |
|    |                               | 同时不超出该海域正常变动范围的<br>0.2 pH 单位 |        | 同时不超出该海域正常变动范围<br>的 0.5 pH 单位 |        |
| 3  | 溶解氧>                          | 6                            | 5      | 4                             | 3      |
| 4  | 化学需氧量≤（<br>COD）               | 2                            | 3      | 4                             | 5      |
| 5  | 生化需氧量≤（<br>BOD <sub>5</sub> ） | 1                            | 3      | 4                             | 5      |
| 6  | 无机氮≤（以 N<br>计）                | 0.2                          | 0.3    | 0.4                           | 0.5    |
| 7  | 非离子氨≤（以<br>N 计）               | 0.02                         |        |                               |        |
| 8  | 活性磷酸盐≤（<br>以 P 计）             | 0.015                        | 0.03   |                               | 0.045  |
| 9  | 汞≤                            | 0.00005                      | 0.0002 |                               | 0.0005 |
| 10 | 镉≤                            | 0.001                        | 0.005  | 0.01                          |        |
| 11 | 铅≤                            | 0.001                        | 0.005  | 0.01                          | 0.05   |
| 12 | 六价铬≤                          | 0.005                        | 0.01   | 0.02                          | 0.05   |
| 13 | 总铬≤                           | 0.05                         | 0.1    | 0.2                           | 0.5    |
| 14 | 砷≤                            | 0.02                         | 0.03   | 0.05                          |        |
| 15 | 铜≤                            | 0.005                        | 0.01   | 0.05                          |        |
| 16 | 锌≤                            | 0.02                         | 0.05   | 0.1                           | 0.5    |
| 17 | 硒≤                            | 0.01                         | 0.02   |                               | 0.05   |
| 18 | 镍≤                            | 0.005                        | 0.01   | 0.02                          | 0.05   |
| 19 | 氰化物≤                          | 0.005                        |        | 0.1                           | 0.2    |
| 20 | 硫化物≤（以 S<br>计）                | 0.02                         | 0.05   | 0.1                           | 0.25   |
| 21 | 挥发性酚≤                         | 0.005                        |        | 0.01                          | 0.05   |
| 22 | 石油类≤                          | 0.05                         |        | 0.3                           | 0.5    |

备注：按照海域的不使用同功能和保护目标，海水水质分为四类：第一类适用于海洋渔业水域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区；第二类适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区；第三类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；第四类适用于海洋港口水域，海洋开发作业区。

表 2.4-2 海洋沉积物质量

| 序号 | 项目                     | 第一类  | 第二类   | 第三类   |
|----|------------------------|------|-------|-------|
| 1  | 汞（ $\times 10^{-6}$ ）≤ | 0.20 | 0.50  | 1.00  |
| 2  | 镉（ $\times 10^{-6}$ ）≤ | 0.50 | 1.50  | 5.00  |
| 3  | 铅（ $\times 10^{-6}$ ）≤ | 60.0 | 130.0 | 250.0 |

| 序号                                                                                                                                          | 项目                              | 第一类   | 第二类    | 第三类    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|--------|--------|
| 4                                                                                                                                           | 锌 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$   | 150.0 | 350.0  | 600.0  |
| 5                                                                                                                                           | 铜 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$   | 35.0  | 100.0  | 200.0  |
| 6                                                                                                                                           | 铬 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$   | 80.0  | 150.0  | 270.0  |
| 7                                                                                                                                           | 砷 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$   | 20.0  | 65.0   | 93.0   |
| 8                                                                                                                                           | 有机碳 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$ | 2.0   | 3.0    | 4.0    |
| 9                                                                                                                                           | 硫化物 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$ | 300.0 | 500.0  | 600.0  |
| 10                                                                                                                                          | 石油类 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$ | 500.0 | 1000.0 | 1500.0 |
| 1) 除大肠菌群、粪大肠菌群、病原体外，其余数值测定项目（序号 6~18）均以干重计。<br>2) 对供人生食的贝类增殖养殖底质，大肠菌群（个/g 湿重）要求 $\leq 14$ 。<br>3) 对供人生食的贝类增殖养殖底质，粪大肠菌群（个/g 湿重）要求 $\leq 3$ 。 |                                 |       |        |        |

备注：按照海域的不同使用功能和环境保护目标，海洋沉积物质量分为三类。第一类适用于海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区；第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；第三类适用于海洋港口水域，特殊用途的海洋开发作业区。

**表 2.4-3 海洋生物质量标准（GB18421-2001）（双壳类贝类）（鲜重：mg/kg）**

| 项目            | 第一类  | 第二类 | 第三类         |
|---------------|------|-----|-------------|
| 总汞 $\leq$     | 0.05 | 0.1 | 0.3         |
| 镉 $\leq$      | 0.2  | 2.0 | 5.0         |
| 铅 $\leq$      | 0.1  | 2.0 | 6.0         |
| 铬 $\leq$      | 0.5  | 2.0 | 6.0         |
| 砷 $\leq$      | 1.0  | 5.0 | 8.0         |
| 铜 $\leq$      | 10   | 25  | 50（牡蛎 100）  |
| 锌 $\leq$      | 20   | 50  | 100（牡蛎 500） |
| 石油烃 $\leq$    | 15   | 50  | 80          |
| 注：以贝类去壳部分的鲜重计 |      |     |             |

备注：海洋生物质量按照海域的使用功能和环境保护的目标划分为三类：第一类适用于海洋渔业水域、海水养殖区、海洋自然保护区、与人类食用直接有关的工业用水区；第二类适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。第三类适用于港口水域和海洋开发作业区。

**表 2.4-4 海洋生物体评价标准（软体动物、甲壳动物、鱼类）（ $\times 10^{-6}$  湿重）**

| 生物类别        | 铜   | 铅    | 镉   | 锌   | 总汞  | 砷 | 铬 | 石油烃 | 引用标准                             |
|-------------|-----|------|-----|-----|-----|---|---|-----|----------------------------------|
| 鱼类          | 20  | 2.0  | 0.6 | 40  | 0.3 | 1 | / | 20  | 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025） |
| 甲壳类         | 100 | 2.0  | 2.0 | 150 | 0.2 | 1 | / | 20  |                                  |
| 软体类（非双壳类贝类） | 100 | 10.0 | 5.5 | 250 | 0.3 | 1 | / | 20  |                                  |



### 2.4.1.2环境空气质量标准

本项目评价区域属于环境空气二类区功能区，SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub>、TSP 执行《环境空气质量标准》（GB3095—2026）过渡阶段二级标准，各基本因子环境质量标准详见表 2.4-5。

特征因子氨、硫化氢参照执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D 表 D.1 的标准值；臭气浓度无现状质量的评价标准，参照执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）新改扩建项目厂界二级标准。各特征因子的评价标准摘录见表 2.4-6。

表 2.4-5 环境空气常规因子环境空气质量标准（摘录）

| 污染物名称             | 取值时间       | 浓度限值 | 单位                 | 标准来源                    |
|-------------------|------------|------|--------------------|-------------------------|
| SO <sub>2</sub>   | 年平均        | 60   | μg/Nm <sup>3</sup> | 《环境空气质量标准》（GB3095-2026） |
|                   | 日平均        | 150  |                    |                         |
|                   | 1 小时平均     | 500  |                    |                         |
| NO <sub>2</sub>   | 年平均        | 40   |                    |                         |
|                   | 日平均        | 80   |                    |                         |
|                   | 1 小时平均     | 200  |                    |                         |
| PM <sub>2.5</sub> | 年平均        | 30   |                    |                         |
|                   | 日平均        | 60   |                    |                         |
| PM <sub>10</sub>  | 年平均        | 60   |                    |                         |
|                   | 日平均        | 120  |                    |                         |
| TSP               | 年平均        | 200  |                    |                         |
|                   | 日平均        | 300  |                    |                         |
| O <sub>3</sub>    | 日最大 8 小时平均 | 160  |                    |                         |
|                   | 1 小时平均     | 200  |                    |                         |
| CO                | 日平均        | 4    | mg/Nm <sup>3</sup> |                         |
|                   | 1 小时平均     | 10   |                    |                         |

表 2.4-6 环境空气特征因子的评价标准（摘录） 单位：μg/m<sup>3</sup>

| 污染物项目 | 平均时间   | 浓度限值    | 选用标准                                                     |
|-------|--------|---------|----------------------------------------------------------|
| 氨     | 1 小时平均 | 200     | 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D 表 D.1 其它污染物空气质量浓度参考限值 |
| 硫化氢   | 1 小时平均 | 10      |                                                          |
| 臭气浓度  | 一次浓度   | 20（无量纲） | 《恶臭污染物排放标准》厂界标准（GB14554-93）                              |

### 2.4.1.3 声环境质量标准

根据前文分析，本项目建成投入运行前，未实现港口码头功能，声环境质量现状执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类声环境功能区标准，项目北侧紧邻国道 G236 线，道路及边界线外 35m 距离按照 4a 类声环境功能区执行；本项目建成并投入运行后，各边界的声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类声环境功能区标准。详见表 2.4 6。

表 2.4-7 声环境质量标准 单位：dB（A）

| 标准类别 | 昼间 | 夜间 |
|------|----|----|
| 2 类  | 60 | 50 |
| 4a 类 | 70 | 55 |

### 2.4.1.4 地下水环境质量标准

根据《广东省地下水功能区划》（粤办函〔2009〕459 号），本项目位于“韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区（H084415002S01）”，地下水水质目标为 III 类，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的 III 类标准限值，见表 2.4-8。

表 2.4-8 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）标准限值 单位：mg/L（pH 除外）

| 序号 | 水质指标                                              | 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类 |
|----|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | pH                                                | $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$  |
| 2  | 总硬度（以 $\text{CaCO}_3$ 计）                          | $\leq 450$                     |
| 3  | 溶解性总固体                                            | $\leq 1000$                    |
| 4  | 硫酸盐                                               | $\leq 250$                     |
| 5  | 氯化物                                               | $\leq 250$                     |
| 6  | 铁                                                 | $\leq 0.3$                     |
| 7  | 锰                                                 | $\leq 0.1$                     |
| 8  | 铜                                                 | $\leq 1.0$                     |
| 9  | 锌                                                 | $\leq 1.0$                     |
| 10 | 挥发性酚类（以苯酚计）                                       | $\leq 0.002$                   |
| 11 | 阴离子表面活性剂                                          | $\leq 0.3$                     |
| 12 | 耗氧量（ $\text{COM}_{\text{Mn}}$ 法，以 $\text{O}_2$ 计） | $\leq 3.0$                     |
| 13 | 硫化物                                               | $\leq 0.02$                    |
| 14 | 钠                                                 | $\leq 200$                     |
| 15 | 总大肠菌群（CFU/100mL）                                  | $\leq 3.0$                     |
| 16 | 硝酸盐（以 N 计）                                        | $\leq 20$                      |
| 17 | 亚硝酸盐（以 N 计）                                       | $\leq 1.0$                     |
| 18 | 氨氮（以 N 计）                                         | $\leq 0.5$                     |

| 序号 | 水质指标    | 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类 |
|----|---------|--------------------------------|
| 19 | 氟化物     | ≤1.0                           |
| 20 | 氰化物     | ≤0.05                          |
| 21 | 汞       | ≤0.001                         |
| 22 | 砷       | ≤0.01                          |
| 23 | 镉       | ≤0.005                         |
| 24 | 六价铬     | ≤0.05                          |
| 25 | 铅       | ≤0.01                          |
| 26 | 镍       | ≤0.02                          |
| 27 | 银       | ≤0.05                          |
| 28 | 苯       | ≤0.01                          |
| 29 | 甲苯      | ≤0.7                           |
| 30 | 二甲苯(总量) | ≤0.5                           |

#### 2.4.1.5 土壤环境质量标准

本项目用地范围规划为港口用地和防护绿地，属于建设用地中第二类用地，评价范围内项目北边界分布有农用地。项目范围及评价范围内建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准，详见表 2.4-9，农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）相关标准，见表 2.4-10。

表 2.4-9 GB36600-2018 中建设用地土壤环境质量现状评价执行标准 单位：mg/kg

| 序号      | 污染物项目    | CAS 编号     | 筛选值   |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|
|         |          |            | 第一类用地 | 第二类用地 |
| 重金属和无机物 |          |            |       |       |
| 1       | 砷        | 7440-38-2  | 20①   | 60①   |
| 2       | 镉        | 7440-43-9  | 20    | 65    |
| 3       | 铬（六价）    | 18540-29-9 | 3     | 5.7   |
| 4       | 铜        | 7440-50-8  | 2000  | 18000 |
| 5       | 铅        | 7439-92-1  | 400   | 800   |
| 6       | 汞        | 7439-97-6  | 8     | 38    |
| 7       | 镍        | 7440-02-0  | 150   | 900   |
| 挥发性有机物  |          |            |       |       |
| 8       | 四氯化碳     | 56-23-5    | 0.9   | 2.8   |
| 9       | 氯仿       | 67-66-3    | 0.3   | 0.9   |
| 10      | 氯甲烷      | 74-87-3    | 12    | 37    |
| 11      | 1,1-二氯乙烷 | 75-34-3    | 3     | 9     |
| 12      | 1,2-二氯乙烷 | 107-06-2   | 0.52  | 5     |

| 序号      | 污染物项目                                  | CAS 编号            | 筛选值   |       |
|---------|----------------------------------------|-------------------|-------|-------|
|         |                                        |                   | 第一类用地 | 第二类用地 |
| 13      | 1,1-二氯乙烯                               | 75-35-4           | 12    | 66    |
| 14      | 顺-1,2-二氯乙烯                             | 156-59-2          | 66    | 596   |
| 15      | 反-1,2-二氯乙烯                             | 156-60-5          | 10    | 54    |
| 16      | 二氯甲烷                                   | 75-09-2           | 94    | 616   |
| 17      | 1,2-二氯丙烷                               | 78-87-5           | 1     | 5     |
| 18      | 1,1,1,2-四氯乙烷                           | 630-20-6          | 2.6   | 10    |
| 19      | 1,1,2,2-四氯乙烷                           | 79-34-5           | 1.6   | 6.8   |
| 20      | 四氯乙烯                                   | 127-18-4          | 11    | 53    |
| 21      | 1,1,1-三氯乙烷                             | 71-55-6           | 701   | 840   |
| 22      | 1,1,2-三氯乙烷                             | 79-00-5           | 0.6   | 2.8   |
| 23      | 三氯乙烯                                   | 79-01-6           | 0.7   | 2.8   |
| 24      | 1,2,3-三氯丙烷                             | 96-18-4           | 0.05  | 0.5   |
| 25      | 氯乙烯                                    | 75-01-4           | 0.12  | 0.43  |
| 26      | 苯                                      | 71-43-2           | 1     | 4     |
| 27      | 氯苯                                     | 108-90-7          | 68    | 270   |
| 28      | 1,2-二氯苯                                | 95-50-1           | 560   | 560   |
| 29      | 1,4-二氯苯                                | 106-46-7          | 5.6   | 20    |
| 30      | 乙苯                                     | 100-41-4          | 7.2   | 28    |
| 31      | 苯乙烯                                    | 100-42-5          | 1290  | 1290  |
| 32      | 甲苯                                     | 108-88-3          | 1200  | 1200  |
| 33      | 间二甲苯+对二甲苯                              | 108-38-3,106-42-3 | 163   | 570   |
| 34      | 邻二甲苯                                   | 95-47-6           | 222   | 640   |
| 半挥发性有机物 |                                        |                   |       |       |
| 35      | 硝基苯                                    | 98-95-3           | 34    | 76    |
| 36      | 苯胺                                     | 62-53-3           | 92    | 260   |
| 37      | 2-氯酚                                   | 95-57-8           | 250   | 2256  |
| 38      | 苯并(a)蒽                                 | 56-55-3           | 5.5   | 15    |
| 39      | 苯并(a)芘                                 | 50-32-8           | 0.55  | 1.5   |
| 40      | 苯并(b)荧蒽                                | 205-99-2          | 5.5   | 15    |
| 41      | 苯并(k)荧蒽                                | 207-08-9          | 55    | 151   |
| 42      | 蒽                                      | 218-01-9          | 490   | 1293  |
| 43      | 二苯并(a,h)蒽                              | 53-70-3           | 0.55  | 1.5   |
| 44      | 茚并(1,2,3-cd)芘                          | 193-39-5          | 5.5   | 15    |
| 45      | 萘                                      | 91-20-3           | 25    | 70    |
| 46      | 石油烃(C <sub>10</sub> ~C <sub>40</sub> ) | /                 | 826   | 4500  |

表 2.4-10 GB15618-2018 农用地土壤环境质量评价执行标准 单位: mg/kg

| 序号                                        | 污染物项目 <sup>①②</sup> |    | 风险筛选值  |            |            |        |
|-------------------------------------------|---------------------|----|--------|------------|------------|--------|
|                                           |                     |    | pH≤5.5 | 5.5<pH≤6.5 | 6.5<pH≤7.5 | pH>7.5 |
| 1                                         | 镉                   | 水田 | 0.3    | 0.4        | 0.6        | 0.8    |
|                                           |                     | 其他 | 0.3    | 0.3        | 0.3        | 0.6    |
| 2                                         | 汞                   | 水田 | 0.5    | 0.5        | 0.6        | 1      |
|                                           |                     | 其他 | 1.3    | 1.8        | 2.4        | 3.4    |
| 3                                         | 砷                   | 水田 | 30     | 30         | 25         | 20     |
|                                           |                     | 其他 | 40     | 40         | 30         | 25     |
| 4                                         | 铅                   | 水田 | 80     | 100        | 140        | 240    |
|                                           |                     | 其他 | 70     | 90         | 120        | 170    |
| 5                                         | 铬                   | 水田 | 250    | 250        | 300        | 350    |
|                                           |                     | 其他 | 150    | 150        | 200        | 250    |
| 6                                         | 铜                   | 果园 | 150    | 150        | 200        | 200    |
|                                           |                     | 其他 | 50     | 50         | 100        | 100    |
| 7                                         | 镍                   |    | 60     | 70         | 100        | 190    |
| 8                                         | 锌                   |    | 200    | 200        | 250        | 300    |
| 注：①重金属和类金属砷均按元素总量计；②对于水旱轮作地，采用其中较严格风险筛选值。 |                     |    |        |            |            |        |

## 2.4.2 污染物排放标准

### 2.4.2.1 水污染物排放标准

#### 1、施工期

根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)和《关于发布<船舶水污染防治技术政策>的公告》(环境保护部公告(2018年)第8号)的要求,施工船舶禁止直接向沿海海域排放油类污染物,船舶上设置油水分离器或油污储罐,施工船舶舱底油污水及时收集上岸,委托有处理能力的单位接收处理。

#### 2、营运期

本项目运营期废水主要包括生活污水、油污水和船舶污水。

生活污水经新建生活污水处理站处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”标准后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等;维修场地和维修车间等含油污水经新建含油污水处理站处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”标准后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等。

船舶污染物主要包括生活污水、舱底油污水、压载水和生活垃圾等船舶污染物。根据《MARPOL73/78 防污公约》规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放，到港后执行铅封规定，因此正常情况下本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议。

本项目不接收到港船舶产生的舱底油污水和生活污水，由船方自行处置或委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，此外，本项目拟在码头处分别设置一个容积 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水和船舶含油污水暂存池，备用于船舶污染物处置单位无法及时到港使用。

船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称 BWMS）自行处理达标排放，应急情况下，外轮在码头需紧急排压载水的，本项目设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后近岸排放。

**表 2.4-11 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中城市绿化、道路清扫用水标准（摘选）**

| 序号 | 污染物               | 城市绿化、道路清扫标准 |
|----|-------------------|-------------|
| 1  | BOD <sub>5</sub>  | 10mg/L      |
| 2  | COD <sub>Cr</sub> | /           |
| 3  | 氨氮                | 8mg/L       |
| 4  | 阴离子表面活性剂          | 0.5mg/L     |
| 5  | 石油类               | /           |
| 6  | SS                | /           |

**表 2.4-12 船舶压载水公约 D-2 标准**

| 生物类型                  | 标准                                       |
|-----------------------|------------------------------------------|
| 最小尺寸≥50 μm 的存活生物      | <10 个/m <sup>3</sup>                     |
| 10 μm≤最小尺寸<50μm 的存活生物 | <10 个/ml                                 |
| 有毒霍乱弧菌（O1 和 O139）     | <1 cfu/100ml（菌落形成单位）或<1 cfu/g 浮游动物样品（湿重） |
| 大肠杆菌                  | <250 cfu/100ml                           |
| 肠道球菌                  | <100 cfu/100ml                           |

### 2.4.2.2 大气污染物排放标准

本项目施工期各类施工设备尾气排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001) 中第二时段无组织排放监控浓度限值, 见表 2.4-13。

本项目装卸设备均为电力驱动无废气排放, 运营期废气主要为食堂油烟和港外运输车辆尾气。港外运输车辆尾气主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 和烟尘/粉尘, 为无组织排放, 执行《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段无组织排放监控限值, 见表 2.4-13。

食堂油烟执行《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001), 见表 2.4-14。

表 2.4-13 无组织废气污染物排放限值

| 污染源 | 污染物             | 无组织排放监控浓度限值 |                       | 执行标准                                    |
|-----|-----------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------------|
|     |                 | 监控点         | 浓度限值                  |                                         |
| 边界  | 颗粒物             | 周界外浓度最高点    | 1mg/m <sup>3</sup>    | 《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段无组织排放监控限值 |
|     | NO <sub>x</sub> |             | 0.12mg/m <sup>3</sup> |                                         |
|     | SO <sub>2</sub> |             | 0.4 mg/m <sup>3</sup> |                                         |

表 2.4-14 饮食业油烟排放标准 单位: mg/m<sup>3</sup>

| 排放源 | 污染物 | 最高允许排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> ) | 执行标准                           |
|-----|-----|-------------------------------|--------------------------------|
| 饮食业 | 油烟  | 2                             | 《饮食业油烟排放标准 (试行)》(GB18483-2001) |

### 2.4.2.3 噪声排放标准

本项目施工期噪声执行《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025), 详见表 2.4-15。

本项目建成并投入运行后, 码头区域范围属于 4a 类声环境功能区, 运营期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 的 4 类标准, 详见表 2.4-16。

表 2.4-15 建筑施工噪声排放标准

| 昼间        | 夜间        |
|-----------|-----------|
| 70 dB (A) | 55 dB (A) |

表 2.4-16 运营期厂界噪声排放标准

| 厂界外声功能区类别 | 昼间        | 夜间        |
|-----------|-----------|-----------|
| 4 类       | 70 dB (A) | 55 dB (A) |



#### 2.4.2.4固体废物处置规范要求

陆域生活垃圾暂存、处置应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求。

一般工业固体废物暂存、处置应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求，贮存场所应满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

危险废物暂存、处置应按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）等进行管理。

#### 2.4.2.5船舶污染物排放要求

船舶污水、船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关排放控制要求。船舶废气污染物执行《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168号）排放控制要求。

##### 1、船舶水污染物排放要求

船舶污水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关排放控制要求。

表 2.4-17 船舶水污染物排放控制标准（GB3552-2018）

| 污水类别           | 船舶类别/排放水域           |                    | 排放控制要求                                                                                                                                                          |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 机器处所油污水（沿海）    | 400 总吨及以上船舶         |                    | 自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。                                                                                              |
| 含货油残余物的油污水（沿海） | 150 总吨及以上油船         |                    | 自 2018 年 7 月 1 日起，收集并接入接收设施，或在达船舶航行中排放，并同时满足下列条件：<br>（1）油船距最近陆地 50 海里以上；<br>（2）排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里；<br>（3）排入海中油污水含油量不得超过货油含量的 1/30000；<br>（4）排油监控系统运转正常。 |
|                | 150 总吨以下油船          |                    | 自 2018 年 7 月 1 日起，收集并接入接收设施                                                                                                                                     |
| 船舶生活污水         | 400 总吨及以上船舶，400 总吨以 | 距最近陆地 3 海里以内（含）的海域 | 自 2018 年 7 月 1 日起，船舶生活污水应采用下列方式之一进行处理，不得直接排入环境水体：<br>（1）应利用船载收集装置收集，排入接收设施；<br>（2）利用船载生活污水处理设施处理，根据船舶类别和安装生活污水处理装置的时间，处理达标排放，                                   |

| 污水类别 | 船舶类别/排放水域          |                              | 排放控制要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|--------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 下且经核定许可载运15人及以上的船舶 |                              | <p>排放船舶航行中进行。</p> <p>①在2012年1月1日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向环境水体排放生活污水，其污染物排放控制执行以下排放限值：生活污水处理装置出水口 <math>BOD_5 \leq 50\text{mg/L}</math>，<math>SS \leq 150\text{mg/L}</math>，耐热大肠菌群数 <math>\leq 2500</math> 个/L；</p> <p>②在2012年1月1日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向环境水体排放生活污水，其污染物排放控制按以下规定执行：<math>BOD_5 \leq 25\text{mg/L}</math>，<math>SS \leq 35\text{mg/L}</math>，耐热大肠菌群数 <math>\leq 1000</math> 个/L，<math>COD_{Cr} \leq 125\text{mg/L}</math>，pH 值（无量纲）6~8.5；总氯（总余氯）<math>&lt; 0.5</math>。</p> |
|      |                    | 3海里<与最近陆地间距离 $\leq 12$ 海里的海域 | <p>自2018年7月1日起，同时满足下列条件：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；</p> <p>（2）船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|      |                    | 与最近陆地间距离 $> 12$ 海里的海域        | <p>自2018年7月1日起，船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 2、船舶垃圾排放控制要求

（1）内河禁止倾倒船舶垃圾。在允许排放垃圾的海域，根据船舶垃圾类别和海域性质，分别执行相应的排放控制要求。

①在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。

②对于食品废弃物，在距最近陆地3海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地3海里至12海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于25毫米后方可排放；在距最近陆地12海里以外的海域可以排放。

③对于货物残留物，在距最近陆地12海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地12海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。

④对于动物尸体，在距最近陆地12海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地12海里以外的海域可以排放。

⑤在任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。

(2) 在任何海域, 对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制, 应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。

### 3、船舶废气污染物排放要求

船舶废气污染物执行《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》(交海发〔2018〕168号)排放控制要求。

表 2.4-18 船舶废气污染物排放控制要求

| 污染物      | 时限要求                                                                                    | 排放控制要求                                                 |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 硫氧化物和颗粒物 | 2019 年 1 月 1 日起                                                                         | 海船进入排放控制区使用硫含量 <0.5%mm 的船用燃油。                          |
| 氮氧化物     | 2000 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶                                                | 单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。 |
|          | 2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶<br>2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶 | 单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。 |
|          | 2022 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装、进入沿海控制区水域的中国籍国内航行船舶                                   | 单缸排量大于或等于 30L 的船用柴油发电机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。 |

## 2.5环境影响识别与评价因子筛选

### 2.5.1环境影响因素识别

按照工程分析识别施工期和建成后对环境影响的污染和非污染要素, 见表 2.5-1。

表 2.5-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

| 评价时段 | 环境影响要素 |        | 评价因子      | 工程内容及其表征       | 影响程度与分析评价深度 |
|------|--------|--------|-----------|----------------|-------------|
| 施工期  | 海洋生态环境 | 海洋水文动力 | 潮流场       | 码头桩基施工、疏浚施工、炸礁 | ++          |
|      |        | 泥沙冲淤环境 | 海底地形和冲淤变化 | 码头桩基施工、疏浚施工、炸礁 | ++          |

| 评价时段 | 环境影响要素 |         | 评价因子                                           | 工程内容及其表征       | 影响程度与分析评价深度 |
|------|--------|---------|------------------------------------------------|----------------|-------------|
|      |        | 海水水质环境  | 悬浮物                                            | 码头桩基施工、疏浚施工、炸礁 | ++          |
|      |        |         | 生活污水                                           | 施工船舶           | +           |
|      |        |         | 船舶舱底油污水                                        | 施工船舶           | +           |
|      |        | 沉积物环境   | 沉积物                                            | 施工作业产生的悬浮泥沙再沉降 | +           |
|      |        | 海洋生物生态  | 底栖生物                                           | 码头桩基施工、疏浚施工、炸礁 | ++          |
|      |        |         | 浮游植物                                           |                | ++          |
|      |        |         | 浮游动物                                           |                | ++          |
|      |        |         | 渔业资源                                           |                | ++          |
|      |        |         | 潮间带生物                                          |                | ++          |
|      |        | 地表水环境   | SS                                             | 施工废水、暴雨径流      | +           |
|      |        |         | pH、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、SS、氨氮等 | 施工人员生活办公       | +           |
|      |        | 大气环境    | SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、TSP          | 施工船舶和施工机械废气    | +           |
|      |        |         | 食堂油烟                                           | 施工营地餐饮         | +           |
|      |        | 声环境     | Leq (A)                                        | 施工机械、施工营地      | +           |
|      |        | 固体废物    | 陆域生活垃圾                                         | 陆域施工人员         | +           |
|      |        |         | 船舶垃圾                                           | 施工船舶           | +           |
|      |        |         | 建筑垃圾                                           | 码头建设、施工营地      | +           |
|      |        |         | 疏浚物                                            | 水域疏浚、炸礁        | ++          |
|      |        |         | 废弃泥浆、钻渣                                        | 桩基施工           | +           |
|      |        | 环境风险    | 石油类                                            | 船舶碰撞、溢油事故      | +++         |
| 运营期  | 海洋生态环境 | 海水水质环境  | 码头职工生活污水                                       | 港区工作人员生活办公     | +           |
|      |        |         | 油污水                                            | 维修场地和维修车间等     | +           |
|      |        |         | 船舶生活污水、舱底油污水                                   | 到港船舶           | +           |
|      |        | 海洋水文动力  | 潮流场                                            | 水工建筑物          | +           |
|      |        | 泥沙冲淤环境  | 海底地形和冲淤变化                                      | 水工建筑物          | +           |
|      |        | 海洋沉积物环境 | 海洋沉积物环境                                        | 船舶重防腐涂层、       | +           |

| 评价<br>时段 | 环境影响要素                                                                                                                                          |   | 评价因子                                                         | 工程内容及其表征      | 影响程度与<br>分析评价深度 |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
|          |                                                                                                                                                 | 境 | 质量                                                           | 牺牲阳极保护释放的重金属锌 |                 |
|          | 大气环境                                                                                                                                            |   | PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、CO、NO <sub>x</sub> 和 HC | 港外运输车辆废气      | +               |
|          |                                                                                                                                                 |   | 食堂油烟                                                         | 食堂            | +               |
|          | 声环境                                                                                                                                             |   | Leq (A)                                                      | 装卸设备、车辆、船舶    | +               |
|          | 固体废物                                                                                                                                            |   | 码头职工生活垃圾                                                     | 码头职工生活垃圾      | +               |
|          |                                                                                                                                                 |   | 船舶垃圾                                                         | 到港船舶船员生活垃圾    | +               |
|          |                                                                                                                                                 |   | 生化污泥                                                         | 生活污水处理        | +               |
|          |                                                                                                                                                 |   | 危险废物                                                         | 码头运营、含油污水处理   | +               |
|          | 环境风险                                                                                                                                            |   | 石油类                                                          | 船舶溢油事故        | +++             |
|          | 注：+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要分析与影响预测；<br>++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；<br>+++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点影响分析与影响预测。 |   |                                                              |               |                 |

### 2.5.2评价因子筛选

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)等技术导则的有关要求，同时结合项目周边环境和工程自身特点，确定本项目环境质量现状评价因子和环境影响预测评价因子，筛选结果见表 2.5-2。

表 2.5-2 评价因子筛选结果

| 类别        | 现状评价因子                                                                    | 影响评价或分析因子   | 总量控制因子 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
| 水动力环境     | 潮位、海流、余流水温、盐度、含沙量                                                         | 潮流流速、流向变化   | /      |
| 地形地貌与冲淤环境 | 水下地形、冲淤环境                                                                 | 地形地貌与冲淤环境变化 | /      |
| 海水水质      | 水温、盐度、pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、生化需氧量、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、硫化物、挥发性酚、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬 | 悬浮物         | /      |

| 类别      | 现状评价因子                                                                                                                               | 影响评价或分析因子                                  | 总量控制因子 |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------|
| 海洋沉积物质量 | 有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞                                                                                                           | 锌                                          | /      |
| 海洋生物质量  | 总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油烃                                                                                                                   | /                                          | /      |
| 海洋生态    | 叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、渔业资源                                                                                               | 生物损失量                                      | /      |
| 陆域生态    | 土地利用、植物资源、动物资源等                                                                                                                      |                                            | /      |
| 大气环境    | SO <sub>2</sub> 、CO、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、TSP、NH <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> S、臭气浓度 | SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、TSP、臭气浓度 | /      |
| 声环境     | 等效连续 A 声级 (L <sub>Aeq</sub> )                                                                                                        | 等效连续 A 声级 (L <sub>Aeq</sub> )              | /      |
| 环境风险    | /                                                                                                                                    | 溢油风险                                       | /      |
| 固体废物    | /                                                                                                                                    | 生活垃圾、一般工业固废、危险废物、疏浚物、礁渣、船舶垃圾等              | /      |

## 2.6 评价工作等级及评价范围

### 2.6.1 水环境环境评价等级和评价范围

本项目只要从事集装箱码头装卸和中转业务，主要工程内容为建设 2 个 15 万吨级集装箱码头泊位及配套附属设施，属于水文和水污染复合影响型项目。

#### 2.6.1.1 水污染影响评价等级和评价范围

本项目运行过程中产生的废水包括生活污水和生产废水，各股废水经相应的废水处理设施处理达标后全部回用于港区生产，无废水排放入海，因此本项目水污染影响型评价等级按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的要求判定。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），建设项目生产工艺中有废水产生，但作为回水利用，不排放到外环境的，按三级 B 评价。因此，本项目水污染影响评价等级确定为三级 B，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），三级 B 评价不设环境评价范围。

#### 2.6.1.2 水文要素环境影响评价等级和评价范围

本项目建设对水文要素环境的影响主要为码头设施建设施工、港池及航道等区域炸礁与开挖改变了海洋原有环境特征，进而对海洋水文动力、地形地貌与冲

淤环境等造成影响，本项目造成水温要素环境影响的水下活动位于海域，因此其评价等级按照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）的要求判定。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）结合本项目的特点、规模，本项目海洋生态影响类型主要包括水下开挖量、水下炸礁工程量、用海面积、透水线性水工构筑物轴线长度。

本项目水下开挖量为  $1464.09 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属于“ $Q \geq 500 \times 10^4 \text{m}^3$ ”；本项目废弃泥浆、钻渣产生量约  $1.45 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属于“ $Q < 5 \times 10^4 \text{m}^3$ ”；水下炸礁工程量为  $19 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属于“ $Q \geq 6 \times 10^4 \text{m}^3$ ”。根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书(报批稿)》(广东海兰图环境技术研究有限公司，20025 年 10 月)，项目港池用海面积  $34.9908 \text{hm}^2$ ，航道用海面积  $222.5311 \text{hm}^2$ ，透水建筑物用海面积  $4.0722 \text{hm}^2$ ，合计  $261.5941 \text{hm}^2$ ，属于其他用海， $S \geq 200 \text{hm}^2$ ；项目透水构筑物长度约  $1.2 \text{km}$ ，属于“ $1 \leq L < 5 \text{km}$ ”。项目不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线等重要生态敏感区。综上，本项目海洋生态环境影响评价等级为 1 级，详见表 2.6-1。

表 2.6-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

| 评价等级                                                   |                   | 1                              | 2                                   | 3          | 本项目            |
|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------|----------------|
| 影响类型                                                   |                   |                                |                                     |            |                |
| 废水排放量 Q<br>( $10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ) <sup>a</sup> | 含 A 类污染物          | $Q \geq 2$                     | $0.5 \leq Q < 2$                    | $Q < 0.5$  | /              |
|                                                        | 含 B 类污染物          | $Q \geq 20$                    | $5 \leq Q < 20$                     | $Q < 5$    | /              |
|                                                        | 含 C 类污染物          | $Q \geq 500$                   | $50 \leq Q < 500$                   | $Q < 50$   | /              |
| 水下开挖/回填量 Q ( $10^4 \text{m}^3$ ) <sup>b</sup>          |                   | <b><math>Q \geq 500</math></b> | $100 \leq Q < 500$                  | $Q < 100$  | $Q = 1473.0$   |
| 泥浆及钻屑排放量 Q ( $10^4 \text{m}^3$ )                       |                   | $Q \geq 10$                    | $5 \leq Q < 10$                     | $Q < 5$    | $Q = 1.45$     |
| 挖沟埋设管缆总长度 L (km) <sup>c</sup>                          |                   | $L \geq 100$                   | $60 \leq L < 100$                   | $L < 60$   | /              |
| 水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q ( $10^4 \text{m}^3$ ) <sup>d</sup>      |                   | <b><math>Q \geq 6</math></b>   | $0.2 \leq Q < 6$                    | $Q < 0.2$  | $Q = 19$       |
| 入海河口宽度束窄/拓宽比例 R%                                       |                   | $R \geq 5$                     | $1 < R < 5$                         | $R \leq 1$ | /              |
| 用海面积 S ( $\text{hm}^2$ )                               | 围海                | $S \geq 100$                   | $S < 100$                           | /          | /              |
|                                                        | 填海                | $S \geq 50$                    | $S < 50$                            | /          | /              |
|                                                        | 其他用海 <sup>e</sup> | <b><math>S \geq 200</math></b> | $100 \leq S < 200$                  | $S < 100$  | $S = 261.5941$ |
| 线性水工构筑物轴线长度 L (km)                                     | 透水                | $L \geq 5$                     | <b><math>1 \leq L &lt; 5</math></b> | $L < 1$    | $L = 1.2$      |
|                                                        | 非透水               | $L \geq 2$                     | $0.5 \leq L < 2$                    | $L < 0.5$  | /              |
| 人工鱼礁固体投放量 Q (空方 $10^4 \text{m}^3$ )                    |                   | $Q \geq 10$                    | $5 \leq Q < 10$                     | $Q < 5$    | /              |

注：a) 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级（最低为 3 级）；建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子，评价等级应不低于 2 级。

b) 海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。

c) 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。

d) 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。

e) 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目；不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。

2.6.1.3海洋生态环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）规定，评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。

结合项目工程特征，确定本项目海洋生态环境影响评价范围为以项目边缘线为起点向外扩展 15km，东侧以覆盖整个碣石湾为界，向陆一侧以广东省 2022 年修测大陆岸线为边界的海域范围，评价海域面积约 1137.51km<sup>2</sup>，具体范围及控制点见表 2.6-2 和图 2.6-1。

表 2.6-2 本项目海洋生态环境影响评价范围控制点

| 序号 | 经度           | 纬度          |
|----|--------------|-------------|
| A  | 115.444061°E | 22.699189°N |
| B  | 115.442061°E | 22.539284°N |
| C  | 115.816851°E | 22.535488°N |
| D  | 115.819551°E | 22.74058°N  |



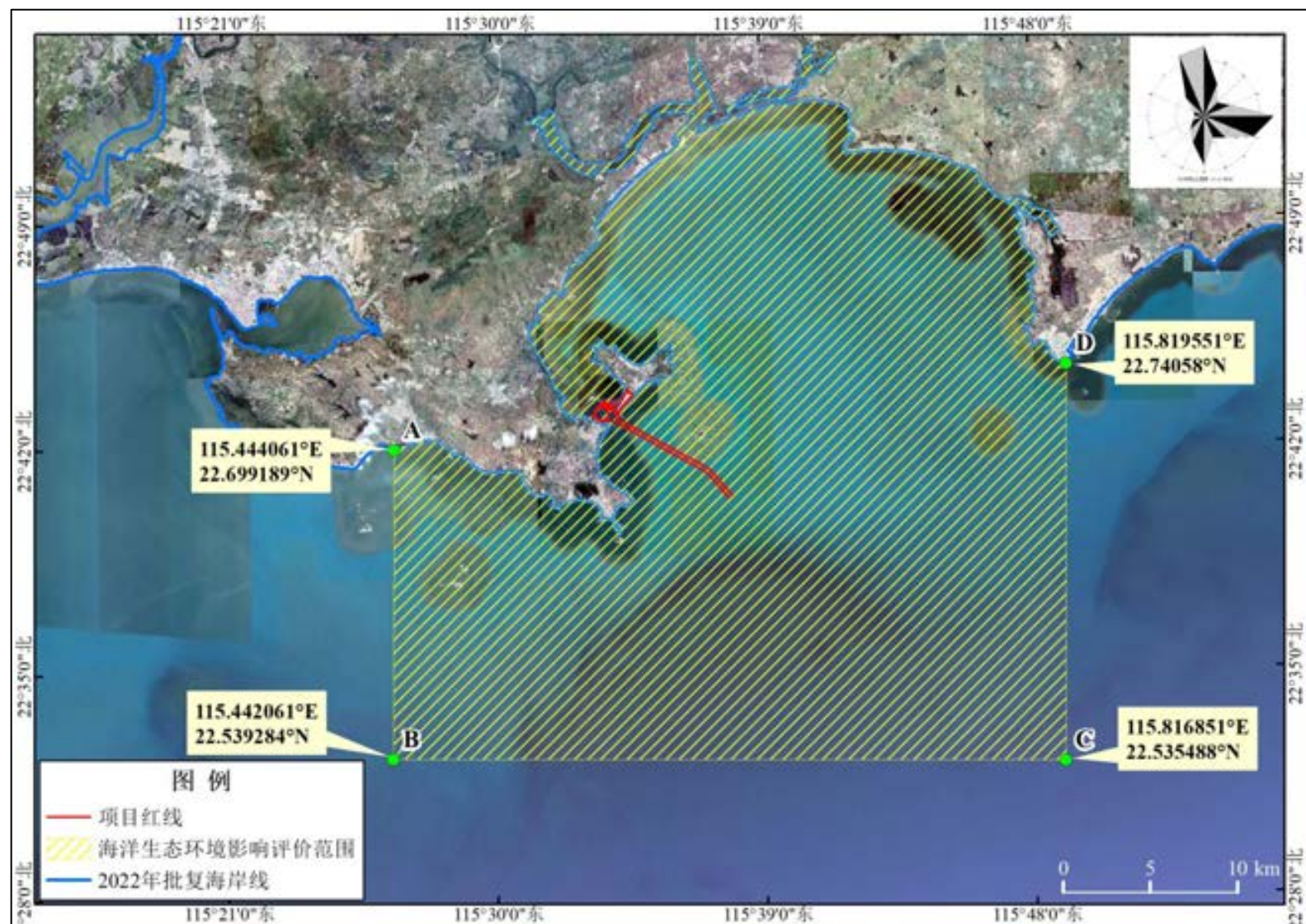


图 2.6-1 本项目海洋生态环境影响评价范围图

## 2.6.2 大气环境影响评价等级和评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018), 大气环境影响评价等级以项目大气污染源正常排放的主要污染物及排放参数, 采用估算模型计算污染源的\*\*最大环境影响, 按评价工作分级判据进行分级。

本项目在码头前沿设置岸电箱供船舶用电, 船舶靠港及装卸期间不会产生船舶辅机废气, 项目运营期废气主要为港外运输车辆尾气和食堂油烟, 分别属于交通源和生活源废气, 均不属于工艺废气。其中, 本项目为集装箱码头, 堆场内部集装箱集卡均为电动驱动, 仅部分外部燃油运输车辆会产生燃油尾气, 运输车辆在项目范围内行驶时间较短、时速较低, 排放强度较小, 且项目临近海边, 地势平坦, 扩散条件较好, 因此运输车辆尾气对大气环境影响较小; 食堂油烟经油烟净化器处理后达标排放, 排放量较小, 基本不会对大气环境造成不良影响。综上, 本次评价不开展大气环境影响评价等级估算, 按照三级评价要求开展。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018), 三级评价项目无需设置大气环境影响评价范围。

## 2.6.3 声环境影响评价等级和评价范围

### 2.6.3.1 声环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 规定, “建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区, 或建设项目建设前后的评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB (A) 以下 (不含 3dB (A)), 且受影响人口数量变化不大时, 按三级评价”。

根据《汕尾市声环境功能区划方案》(汕环〔2021〕109 号)《汕尾市生态环境局关于<汕尾市声环境功能区区划方案>的补充说明》(汕尾市生态环境局, 2024 年 1 月 8 日), 项目建成后按 4a 类声环境功能区执行, 评价范围内无声环境保护目标, 受影响人口数量变化不大, 根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 的规定, 声环境评价等级定为三级。

### 2.6.3.2 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021), “对于以固定声源为主的建设项目 (如工厂、码头、站场等), 三级评价范围可根据建设项目所在区域和相邻区域的声环境功能区类别及声环境保护目标等实际情况适当缩小; 如依

据建设项目声源计算得到的贡献值到 200m 处，仍不能满足相应功能区标准值时，应将评价范围扩大到满足标准值的距离。”

项目 200m 范围内均无声环境保护目标，根据报告 6.2.4 节，依据建设项目声源计算得到的贡献值到 200m 处可满足相应功能区标准限值，确定项目声环境影响评价工作范围为项目用地边界外扩 200m 范围。

## 2.6.4 地下水环境影响评价等级和评价范围

### 2.6.4.1 地下水环境影响评价等级

#### 1、项目类别

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目码头区属于附录 A 中“131、集装箱专用码头-涉及危险品的”，属于 II 类项目；后方堆场属于“154、仓储（不含油库、气库、煤炭储存）-有毒、有害及危险品的仓储”，属于 I 类项目，综上，本项目属于 I 类项目。

#### 2、等级判定

本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，项目选址及周边无地下水集中式饮用水水源保护区及准保护区及其它特殊地下水资源保护区，属于地下水不敏感区域，根据表 2.6 3 的地下水评价等级划分原则，确定本项目地下水评价等级为二级。

表 2.6-3 地下水环境敏感程度分级表

| 敏感程度 | 地下水环境敏感特征                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 敏感   | 集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。                                                  |
| 较敏感  | 集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中水式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 <sup>a</sup> 。 |
| 不敏感  | 上述地区之外的其它地区。                                                                                                                                            |

注：<sup>a</sup>“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

表 2.6-4 评价工作等级分级表

| 项目类别<br>环境敏感程度 | I类项目 | II类项目 | III类项目 |
|----------------|------|-------|--------|
| 敏感             | 一    | 一     | 二      |
| 较敏感            | 一    | 二     | 三      |
| 不敏感            | 二    | 三     | 三      |

#### 2.6.4.2地下水环境评价范围

本项目地下水环境影响评价工作等级为二级。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)，地下水环境现状调查评价范围应包括与建设项目相关的地下水环境保护目标，以能说明地下水环境的现状，反映调查评价区地下水基本流场特征，满足地下水环境影响预测和评价为基本原则。建设项目（除线性工程外）地下水环境影响现状调查评价范围可采用公式计算法、查表法和自定义法确定。

本项目位于施公寮岛南侧，岛屿上山脊众多，本项目地下水环境评价范围按照查表法的相关要求，确定为：以项目为中心向四周外扩至水文地质单元边界，北侧以山脊线为界，南侧以海域为界，东、西侧以海域及山脊线为界，从而确定调查评价区面积约为 3.32km<sup>2</sup>。



图 2.6-2 本项目所在区域地形图

## 2.6.5 土壤环境评价等级和评价范围

### 2.6.5.1 土壤环境评价等级

#### 1、项目类别

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目属于附录 A 中“交通运输仓储邮政业-涉及危险品的码头及仓储”，属于 II 类项目。

#### 2、等级判定

（1）本项目陆域开发活动为建设集装箱码头后方配套的道路和堆场等设施，对土壤环境的影响主要为改变原有土壤为混凝土结构，不会对土壤原有的酸、碱度及含盐量，不涉及土壤生态影响。本项目对土壤环境的影响主要为非正常情况下废水及其他污染物质通过下渗、漫流等途径进入土壤环境，属于土壤污染影响型，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）：将建设项目占地规模分为大型（ $\geq 50\text{hm}^2$ ）、中型（ $5-50\text{hm}^2$ ）、小型（ $\leq 5\text{hm}^2$ ），建设项目占地主要为永久占地。项目占地面积约  $57.65\text{hm}^2$ ，占地规模属于大型。

（2）建设项目所在地周边的土壤环境敏感程度分为敏感、较敏感、不敏感。本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，项目不涉及大气沉降污染，项目周边 200m 范围内存在林地等其他土壤环境敏感目标，根据表 2.6-5，本项目所在地周边的土壤环境敏感程度为较敏感。

根据的土壤评价工作等级划分原则（表 2.6-6），确定本项目土壤环境影响评价工作等级为二级。

表 2.6-5 污染影响型敏感程度分级表

| 敏感程度 | 判别依据                                                |
|------|-----------------------------------------------------|
| 敏感   | 建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标 |
| 较敏感  | 建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的                                 |
| 不敏感  | 其他情况                                                |

表 2.6-6 污染影响型评价工作等级划分表

| 评价工作等级<br>敏感程度 | I 类 |    |    | II 类 |    |    | III 类 |    |    |
|----------------|-----|----|----|------|----|----|-------|----|----|
|                | 大   | 中  | 小  | 大    | 中  | 小  | 大     | 中  | 小  |
| 敏感             | 一级  | 一级 | 一级 | 二级   | 二级 | 二级 | 三级    | 三级 | 三级 |
| 较敏感            | 一级  | 一级 | 二级 | 二级   | 二级 | 三级 | 三级    | 三级 | -  |
| 不敏感            | 一级  | 二级 | 二级 | 二级   | 三级 | 三级 | 三级    | -  | -  |



### 2.6.5.2土壤环境评价范围

本项目土壤环境影响评价工作等级为二级。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），建设项目（除线性工程外）土壤环境影响现状调查评价范围可根据建设项目影响类型、污染途径、气象条件、地形地貌、水文地质条件等确定并说明，或参考确定。

本项目属于二级评价，污染影响型项目，参考表 2.6-7，本项目土壤环境影响评价范围确定为：项目用地范围内及用地边界外扩 200m 的陆域部分。

表 2.6-7 土壤环境质量现状调查范围

| 评价工作等级 | 影响类型  | 调查范围 <sup>a</sup>   |             |
|--------|-------|---------------------|-------------|
|        |       | 占地 <sup>b</sup> 范围内 | 占地范围外       |
| 一级     | 生态影响型 | 全部                  | 5 km 范围内    |
|        | 污染影响型 |                     | 1 km 范围内    |
| 二级     | 生态影响型 |                     | 2 km 范围内    |
|        | 污染影响型 |                     | 0.2 km 范围内  |
| 三级     | 生态影响型 |                     | 1 km 范围内    |
|        | 污染影响型 |                     | 0.05 km 范围内 |

<sup>a</sup> 涉及大气沉降途径影响的，可根据主导风向下风向的最大落地浓度点适当调整。

<sup>b</sup> 矿山类项目指开采区与各场地的占地；改、扩建类的指现有工程与拟建工程的占地。

### 2.6.6陆域生态影响评价等级和评价范围

#### 2.6.6.1陆域生态影响评价等级

本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，经过现场调查，项目陆域占地范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境，不涉及自然公园、生态保护红线，经查询“广东省古树名木信息系统”系统，项目生态评价范围没有古树名木；项目占用陆域（0.58km<sup>2</sup>）和水域（2.92 km<sup>2</sup>）面积共计 3.5km<sup>2</sup>（<20km<sup>2</sup>）；根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）6.1.2 小节 e）：“根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级”，本项目陆域占地范围及地下水水位或土壤影响范围内分布有公益林、天然林、湿地等。结合以上分析，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）6.1 评价等级判定，确定本项目陆域生态环境影响评价工

作等级为二级。

2.6.6.2陆域生态影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，污染影响类建设项目评价范围应涵盖直接占用区域以及污染物排放产生的间接生态影响区域。本项目陆域生态环境评价范围确定为：项目用地范围及用地边界外扩 200m 陆域及涉及公益林范围。

2.6.7环境风险评价等级和评价范围

2.6.7.1环境风险评价等级

1、危险物质及工艺系统危险性（P）分级

（1）行业及生产工艺（M）判断

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 C.1 评估生产工艺情况，具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为①M>20；②10<M≤20；③5<M≤10；④M=5，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

根据交通运输部发布的《港口工程建设管理规定》，港口工程建设，是指在港口规划范围内，为实现港口功能进行新建、改建和扩建的码头工程（含舢装码头工程）及其同时立项的配套设施、防波堤、锚地、护岸等工程建设。本项目已于 2026 年 2 月 5 日取得《广东省发展和改革委员会关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告的批复》（粤发改投审（2026）18 号），本项目批复工程内容包括新建 2 个 15 万吨级集装箱泊位及堆场等配套设施，年设计吞吐量为 190 万 TEU，其中危险品箱为第 9 类锂电池，设计吞吐量为 4.75 万 TEU，因此本项目属于涉及危险物质的港口/码头行业，M=10，以 M3 表示。

表 2.6-8 行业及生产工艺（M）（摘录）

| 行业                   | 评估依据                                                                                                               | 分值      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等 | 涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺 | 10/套    |
|                      | 无机酸制酸工艺、焦化工艺                                                                                                       | 5/套     |
|                      | 其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 <sup>a</sup> 、危险物质贮存罐区                                                                        | 5/套（罐区） |

| 行业        | 评估依据                                                         | 分值 |
|-----------|--------------------------------------------------------------|----|
| 管道、港口/码头等 | 涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等                                          | 10 |
| 石油天然气     | 石油、天然气、页岩气开采（含净化）、气库（不含加气站的气库）、油库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管线） | 10 |
| 其他        | 涉及危险物质使用、贮存的项目                                               | 5  |

## （2）危险物质数量与临界量比值（Q）

### 1) 海洋生态环境

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照导则的“表 1”确定评价等级。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境（HJ1409-2025）》附录 G、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 核查项目涉及海洋生态环境风险的危险物质，计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值 Q。在不同厂界的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算，计算公式如下：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \quad (1)$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t。

当  $Q < 1$  时，该项目环境风险潜势为 I。

当  $Q \geq 1$  时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本项目海洋生态环境风险事故类型主要参考溢油事故，因此考虑相关危险物质为施工期间船舶贮存的燃油和运营期间到港船舶贮存的燃油。施工船舶燃油贮存量统计详见表 2.6-9。

表 2.6-9 施工船舶燃油量统计

| 船舶名称  | 船舶吨级 (DWT) | 数量/艘 | 燃油量 (t/艘) | 燃油总量/t |
|-------|------------|------|-----------|--------|
| 抓斗挖泥船 | 2000       | 4    | 200       | 800    |
| 打桩船   | 1000       | 1    | 100       | 100    |



| 船舶名称 | 船舶吨级 (DWT) | 数量/艘 | 燃油量 (t/艘) | 燃油总量/t |
|------|------------|------|-----------|--------|
| 起重船  | 1000       | 1    | 100       | 100    |
| 钻爆船  | 2000       | 1    | 200       | 200    |
| 耙吸船  | 3000       | 1    | 300       | 300    |
| 拖轮   | 1000       | 2    | 100       | 200    |
| 平板驳  | 1000       | 2    | 100       | 200    |
| 泥驳   | 1000       | 8    | 100       | 800    |
| 合计   |            |      |           | 2700   |

注：根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》（海船舶〔2011〕588号）附录4，非油轮船舶燃油最大携带量可用船舶总吨推算，根据船型的不同，一般取船舶总吨的8~12%。本评价施工船舶燃油量按船舶吨级的10%计。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录C，本项目运营期设计船型燃油总舱容、船舶载油量统计见表2.6-10。本项目运营期设置2个泊位，最大靠泊船舶均为15万吨级集装箱船，按照载油率80%、燃油密度0.95t/m<sup>3</sup>计，则单艘船舶载油量为16821t。

表 2.6-10 设计船型船舶载油量统计

| 船舶吨级 (DWT) | 燃油总舱容*/m <sup>3</sup> | 燃油密度 t/m <sup>3</sup> | 载油率 | 单艘船舶载油量 t |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------|
| 15 万吨级集装箱船 | 22133                 | 0.95                  | 80% | 16821     |

注：根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录C表C.7，5.5~8.8万吨级（GT）集装箱船燃油总舱容为4400~10560m<sup>3</sup>，则15万吨级（DWT）集装箱船燃油总舱容为22133m<sup>3</sup>。

表 2.6-11 海洋生态环境危险物质数量与临界量比值（Q）统计

| 时段  | 危险物质 | 单船最大储存量/t | 临界量 /t | 依据                                  | Q 值    |
|-----|------|-----------|--------|-------------------------------------|--------|
| 施工期 | 油类物质 | 300       | 100    | 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境（HJ1409-2025）》附录G | 3      |
| 运营期 | 油类物质 | 16821     | 100    |                                     | 168.21 |

注：（1）本项目海洋生态环境风险事故类型主要参考溢油事故，因此考虑相关危险物质为施工期间船舶贮存的燃油和运营期间到港船舶贮存的燃油；（2）根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境（HJ1409-2025）》附录G 危险物质临界量和海洋环境敏感程度分级“表G.1 油类物质的临界量”，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量为100t。船舶在线量按单个船舶所载货油或船用燃料油全部舱容的数量确定。

经核算，本项目施工期危险物质数量与临界量比值Q为3，运营期为168.21， $Q_{运营期} > Q_{施工期}$ ，以运营期Q值计，属于“Q>100”。

## 2) 大气环境、地下水环境

本项目大气、地下水环境风险源包括危险品货物堆场和危险废物暂存间，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 核查运营期涉及的突发环境事件风险物质，根据附录 C 计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。本项目危险物质主要为锂电池中的电解液和含油危险废物，一般锂电池集装箱装载电池质量约为 20t/TEU，电解液占比约 15%，根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》（2026 年 1 月，中交第四航务工程勘察设计院有限公司），本项目危险货物集装箱堆高 3 层，地面所需箱位数为 236 个，则本项目危险品箱最大储存量约为 708TEU，电解液最大储存量约为 2124t。

经核算， $Q=42.484$ ，位于“ $10 \leq Q < 100$ ”区间。

表 2.6-12 大气环境、地下水环境危险物质数量与临界量比值（Q）统计

| 危险物质                                | 最大储<br>存量/t | 临界量/t | 依据                                                        | Q 值    |
|-------------------------------------|-------------|-------|-----------------------------------------------------------|--------|
| 锂电池电解液                              | 2124        | 50    | 《建设项目环境风险评<br>价技术导则》（HJ169-<br>2018）（HJ169—2018）<br>表 B.1 | 42.48  |
| 含油危险废物（包括污油<br>及油泥，废含油抹布、废<br>吸附介质） | 10          | 2500  |                                                           | 0.004  |
| 合计                                  |             |       |                                                           | 42.484 |

### （3）危险物质及工艺系统危险性（P）判断

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 C.2 确定海洋环境危险物质及工艺系统危险性等级（P）为 P2，大气环境、地下水环境为 P3。

表 2.6-13 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

| 危险物质数量与临界量比值（Q）   | 行业及生产工艺（M） |    |    |    |
|-------------------|------------|----|----|----|
|                   | M1         | M2 | M3 | M4 |
| $Q \geq 100$      | P1         | P1 | P2 | P3 |
| $10 \leq Q < 100$ | P1         | P2 | P3 | P4 |
| $1 \leq Q < 10$   | P2         | P3 | P4 | P4 |

## 2、环境敏感程度（E）分级

（1）海洋生态环境：根据前文分析，本项目港池所在海域属于“411B 汕尾电厂段三类功能区”；航道所在海域涉及“411B 汕尾电厂段三类功能区”和“412

碣石湾海洋渔业功能区”。“411B 汕尾电厂段三类功能区”的主要功能为“港口、一般工业用水”，执行第三类水质标准；“412 碣石湾海洋渔业功能区”的主要功能为“渔业作业区”，执行第一类水质标准。项目所在海域属于海湾，不涉及重要敏感区，属于一般敏感区。综上，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 G 危险物质临界量和海洋环境敏感程度分级“表 G.2 环境敏感程度分级”，确定项目海洋生态环境敏感程度分级为 E1，详见表 2.6-14。

表 2.6-14 海洋生态环境敏感程度分级

| 敏感性 | 环境敏感特征                           |
|-----|----------------------------------|
| E1  | 危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区 |
| E2  | 危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区 |
| E3  | 上述地区之外的其他地区                      |

（2）大气环境：本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，项目周边 5km 范围内分布有村庄，范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 D 表 D.1 大气环境敏感程度分级，本项目大气环境敏感程度为 E1。

表 2.6-15 大气环境敏感程度分级

| 分级 | 大气环境敏感性                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E1 | 周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于      |
| E2 | 周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 |
| E3 | 周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边                                       |

（3）地下水：根据前文分析，本项目选址及周边无地下水集中式饮用水源保护区及准保护区及其它特殊地下水资源保护区，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 D 表 D.6 中地下水功能敏感性分区判定依据，项目所在区域的地下水环境敏感程度分级按“不敏感 G3”定。

根据《汕尾新港区白沙湖作业区公用码头建设项目岩土工程勘察报告（施工

图设计阶段)》(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2022 年 12 月), 码头区岩土层单层厚度大于 1m, 多为粘性土、粗砂、淤泥、淤泥质土, 参考《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 附录 B, 渗透系数约为  $5.79 \times 10^{-5} \sim 1.16 \times 10^{-4}$ , 包气带防污性能分级为 D1。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 附录 D 的表 D.5 地下水环境敏感程度分级, 地下水环境敏感程度为 E2。

表 2.6-16 地下水功能敏感性分区

| 敏感性                                                     | 地下水环境敏感特征                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 敏感 G1                                                   | 集中式饮用水水源(包括已建成的在用、备用、应急水源, 在建和规划的饮用水水源)准保护区; 水源除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区, 如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区                                                   |
| 较敏感 G2                                                  | 集中式饮用水水源(包括已建成的在用、备用、应急水源, 在建和规划的饮用水水源)准保护区以外的补给径流区; 未划定准保护区的集中式饮用水水源, 其保护区以外的补给径流区; 分散式饮用水水源地; 特殊地下水资源(如热水、矿泉水、温泉等)保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 <sup>a</sup> |
| 不敏感 G3                                                  | 上述地区之外的其他地区                                                                                                                                                  |
| <sup>a</sup> “环境敏感区”指《建设项目环境影响评价分类管理目录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区 |                                                                                                                                                              |

表 2.6-17 包气带防污性能分级

| 分级                   | 包气带岩土的渗透性能                                                                                                                                                 |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D3                   | $Mb \geq 1.0m$ , $k \leq 1.0 \times 10^{-6}cm/s$ , 且分布连续、稳定                                                                                                |
| D2                   | $0.5m \leq Mb < 1.0m$ , $k \leq 1.0 \times 10^{-6}cm/s$ , 且分布连续、稳定<br>$Mb \geq 1.0m$ , $1.0 \times 10^{-6}cm/s < k \leq 1.0 \times 10^{-4}cm/s$ , 且分布连续、稳定 |
| D1                   | 岩(土)层不满足上述“D2”和“D3”条件                                                                                                                                      |
| Mb: 岩土层单层厚度。k: 渗透系数。 |                                                                                                                                                            |

表 2.6-18 地下水环境敏感程度分级

| 包气带防污性能 | 地下水功能敏感性 |    |    |
|---------|----------|----|----|
|         | G1       | G2 | G3 |
| D1      | E1       | E1 | E2 |
| D2      | E1       | E2 | E3 |
| D3      | E2       | E3 | E3 |

### 3、环境风险潜势划分

建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV/IV+级（表 2.6-19），根据项目涉及的物质和工艺系统的危险性以及各要素环境敏感程度等级划分，可以确定本项目海洋环境风险潜势为IV，大气环境风险潜势为III，地下水环境风险潜势为III。

表 2.6-19 建设项目环境风险潜势划分

| 环境敏感程度（E）  | 危险物质及工艺系统危险性（P） |          |          |          |
|------------|-----------------|----------|----------|----------|
|            | 极高危害（P1）        | 高度危害（P2） | 中度危害（P3） | 轻度危害（P4） |
| 环境高度敏感区 E1 | IV <sup>+</sup> | IV       | III      | III      |
| 环境中度敏感区 E2 | IV              | III      | III      | II       |
| 环境低度敏感区 E3 | III             | III      | II       | I        |

#### 4、环境风险评价工作等级确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）评价等级划分依据（表 2.6-20），可以分别确定本项目的海洋环境风险评价等级为一级，大气环境风险评价等级为二级，地下水环境风险评价等级为二级，因此，本项目的环境风险评价等级为一级。

表 2.6-20 环境风险评价工作等级划分

|        |                    |     |    |      |
|--------|--------------------|-----|----|------|
| 环境风险潜势 | IV、IV <sup>+</sup> | III | II | I    |
| 评价工作等级 | 一                  | 二   | 三  | 简单分析 |

#### 2.6.7.2环境风险评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72h、48h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。本项目海洋生态环境风险评价等级为一级，海洋生态环境风险评价范围以危险物质 72h 扩散范围确定，结合项目所在海域特征、生态敏感区分布情况，本项目海洋生态环境风险评价范围与海洋生态环境影响评价范围保持一致，约 1022.4km<sup>2</sup>。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），大气环境风险一级、二级评价范围为距建设项目边界一般不低于 5km。本项目大气环境风险评价等级为二级，大气环境风险评价范围确定为项目边界外扩 5km 范围。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），地下水环境风险评价范围参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）确定。本项目位

于施公寮岛南侧，岛屿上山脊众多，本项目地下水环境风险评价范围与地下水环境评价范围保持一致，确定为：以项目为中心向四周外扩至水文地质单元边界，北侧以山脊线为界，南侧以海域为界，东、西侧以海域及山脊线为界，面积约为3.32km<sup>2</sup>。

## **2.7环境保护目标**

### **2.7.1陆域生态环境保护目标**

根据前文分析各环境要素评价范围及环境敏感点分布情况，声、土壤、地下水环境评价范围内无相应环境保护目标，主要环境敏感目标包括大气环境风险保护目标、陆域生态保护目标，主要为居住区、学校、行政办公区、生态公益林等。评价范围内陆域环境保护目标分布情况详见表 2.7-1 和图 2.7-1~图 2.7-2。

表 2.7-1 评价范围内陆域环境保护目标一览表

| 序号 | 敏感点名称  | 经度         | 纬度        | 保护对象 |       | 保护内容   | 环境要素   | 环境功能区     | 相对厂址方位 | 相对厂界距离/m |
|----|--------|------------|-----------|------|-------|--------|--------|-----------|--------|----------|
|    |        |            |           | 类型   | 规模    |        |        |           |        |          |
| 1  | 新围村    | 115.573536 | 22.733071 | 居住区  | 50    | 环境空气质量 | 大气环境风险 | 环境空气二类功能区 | 西北     | 390      |
| 2  | 施公寮村   | 115.585114 | 22.736541 | 居住区  | 500   |        |        |           | 东北     | 1330     |
| 3  | 红海湾海事处 | 115.567959 | 22.74053  | 行政办公 | /     |        |        |           | 西北     | 1377     |
| 4  | 施公寮学校  | 115.5867   | 22.738719 | 文化教育 | 4978  |        |        |           | 东北     | 1610     |
| 5  | 西湖村    | 115.565857 | 22.744317 | 居住区  | 306   |        |        |           | 西北     | 1847     |
| 6  | 金屿旅游区  | 115.559531 | 22.701462 | 旅游区  | 964   |        |        |           | 西南     | 1928     |
| 7  | 芝兰港村   | 115.587499 | 22.743305 | 居住区  | 300   |        |        |           | 东北     | 2022     |
| 8  | 径尾村    | 115.556829 | 22.700574 | 居住区  | 36    |        |        |           | 西南     | 2160     |
| 9  | 石鼓村    | 115.538429 | 22.716031 | 居住区  | 1350  |        |        |           | 西南     | 2374     |
| 10 | 长沟村    | 115.55362  | 22.694993 | 居住区  | 149   |        |        |           | 西南     | 2705     |
| 11 | 钟秀园村   | 115.532395 | 22.711264 | 居住区  | 2463  |        |        |           | 西南     | 2797     |
| 12 | 前山江村   | 115.531249 | 22.715276 | 居住区  | 364   |        |        |           | 西南     | 2944     |
| 13 | 长沟小学   | 115.551663 | 22.694392 | 文化教育 | 2600  |        |        |           | 西南     | 2981     |
| 14 | 饶潭村    | 115.534485 | 22.709084 | 居住区  | 260   |        |        |           | 西南     | 3003     |
| 15 | 东洲街道   | 115.528162 | 22.711305 | 居住区  | 25000 |        |        |           | 西南     | 3182     |
| 16 | 西地村    | 115.544954 | 22.696733 | 居住区  | 76    |        |        |           | 西南     | 3214     |
| 17 | 长新村    | 115.54685  | 22.691948 | 居住区  | 190   |        |        |           | 西南     | 3375     |
| 18 | 新沟村    | 115.550377 | 22.688914 | 居住区  | 29    |        |        |           | 西南     | 3531     |
| 19 | 狮岭村    | 115.540337 | 22.694306 | 居住区  | 1200  |        |        |           | 西南     | 3626     |
| 20 | 新岭村    | 115.541484 | 22.692444 | 居住区  | 204   |        |        |           | 西南     | 3763     |
| 21 | 东洲中心小学 | 115.526124 | 22.708884 | 文化教育 | 1500  |        |        |           | 西南     | 3777     |
| 22 | 东洲中学   | 115.524378 | 22.71283  | 文化教育 | 3000  |        |        |           | 西南     | 3798     |
| 23 | 田寮村    | 115.55878  | 22.68127  | 居住区  | 960   |        |        |           | 南      | 3821     |
| 24 | 张静中学   | 115.548854 | 22.685597 | 文化教育 | 2608  |        |        |           | 西南     | 3853     |

| 序号 | 敏感点名称          | 经度         | 纬度        | 保护对象 |       | 保护内容   | 环境要素 | 环境功能区 | 相对厂址 | 相对厂界 |
|----|----------------|------------|-----------|------|-------|--------|------|-------|------|------|
|    |                |            |           | 类型   | 规模    |        |      |       | 方位   | 距离/m |
| 25 | 鹧湖小学           | 115.544166 | 22.689627 | 文化教育 | 2296  |        |      |       | 西南   | 3864 |
| 26 | 田寮学校           | 115.557598 | 22.682564 | 文化教育 | 3500  |        |      |       | 南    | 3873 |
| 27 | 东尾村            | 115.5416   | 22.690289 | 居住区  | 1936  |        |      |       | 西南   | 3909 |
| 28 | 东风村            | 115.5488   | 22.683448 | 居住区  | 312   |        |      |       | 西南   | 4118 |
| 29 | 南联村            | 115.516523 | 22.729429 | 居住区  | 2347  |        |      |       | 西    | 4376 |
| 30 | 遮浪街道           | 115.56043  | 22.670057 | 居住区  | 30000 |        |      |       | 南    | 4490 |
| 31 | 东联村            | 115.541873 | 22.682077 | 居住区  | 123   |        |      |       | 西南   | 4511 |
| 32 | 红海湾开发区人民医院     | 115.513852 | 22.719829 | 医疗卫生 | /     |        |      |       | 西南   | 4668 |
| 33 | 南联学校           | 115.514589 | 22.728628 | 文化教育 | 2663  |        |      |       | 西    | 4695 |
| 34 | 内寮村            | 115.513252 | 22.727066 | 居住区  | 300   |        |      |       | 西    | 4764 |
| 35 | 红海湾旅游区         | 115.563459 | 22.663489 | 旅游区  | /     |        |      |       | 南    | 4810 |
| 36 | 湖尾村            | 115.530884 | 22.685337 | 居住区  | 380   |        |      |       | 西南   | 4950 |
| 37 | 遮浪街道规划城镇用地 1   | 115.564947 | 22.674955 | 居住区  | /     |        |      |       | 南    | 3880 |
| 38 | 遮浪街道规划居住教育用地 2 | 115.55647  | 22.688651 | 居住区  | /     |        |      |       | 西南   | 3133 |
| 39 | 遮浪街道规划医疗卫生用地 3 | 115.55416  | 22.68475  | 医院用地 | /     |        |      |       | 西南   | 3723 |
| 40 | 遮浪街道规划居住教育用地 4 | 115.547432 | 22.684118 | 居住教育 | /     |        |      |       | 西南   | 3782 |
| 41 | 东洲街道规划居住教育用地 6 | 115.522108 | 22.714211 | 居住教育 | /     |        |      |       | 西南   | 3849 |
| 42 | 田墘街道规划居住教育用地 7 | 115.513794 | 22.741522 | 居住教育 | /     |        |      |       | 西北   | 4832 |
| 43 | 生态公益林          | /          | /         | 重要林地 | /     | 生态环境质量 | 生态环境 | /     | 占用   |      |



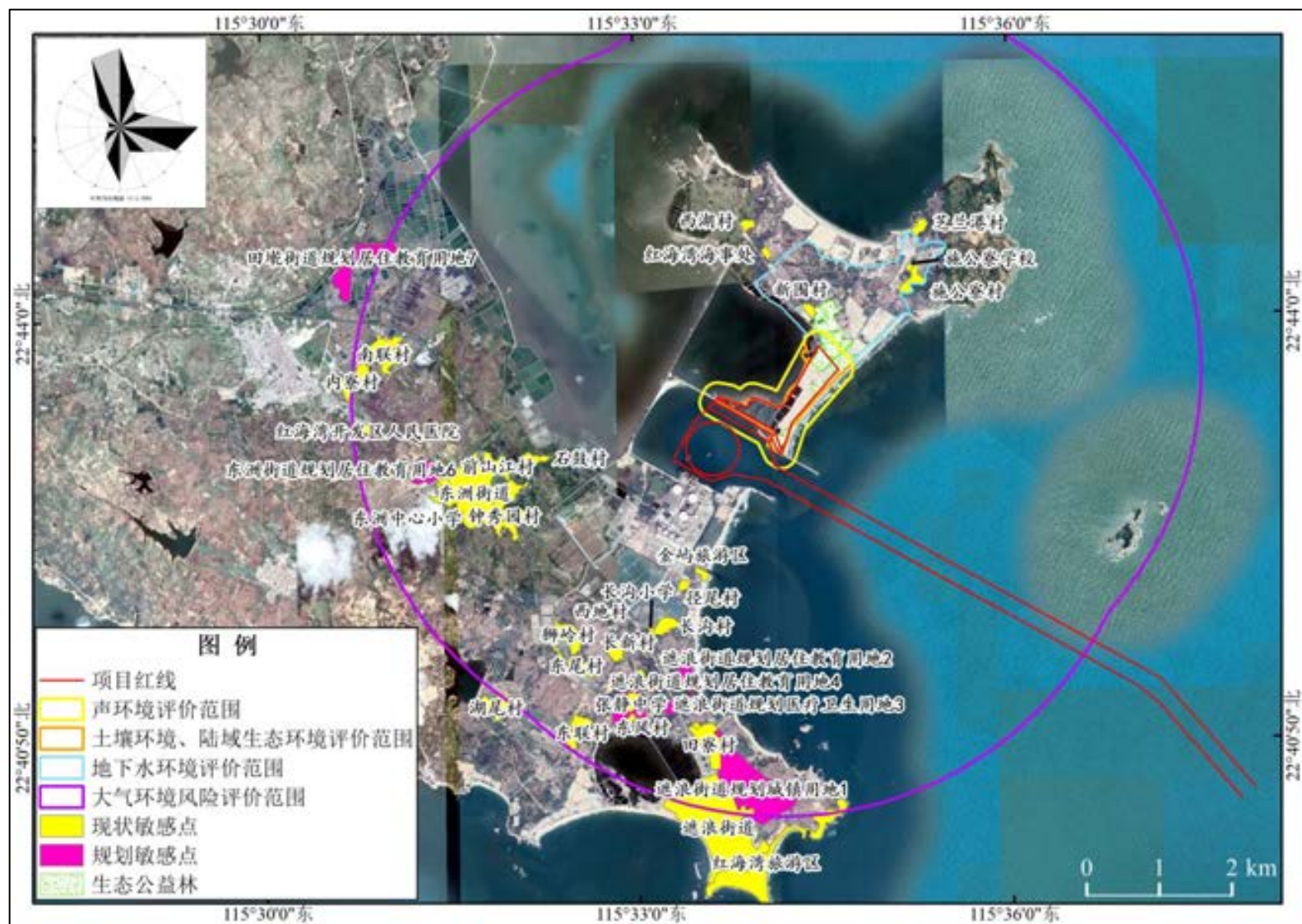




图 2.7-2 评价范围内陆域环境保护目标分布图（近距离敏感点分布图）

### 2.7.2海洋生态环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025),本项目海洋生态环境评价范围内分布有生态保护红线、自然保护地等重要敏感区及红树林、珊瑚、海岛、三场一通道、自然岸线、严格保护岸线、人工鱼礁、养殖区、海湾等一般敏感区,不涉及海草床及海藻场,项目与各敏感区的相对位置关系详见表 2.7-2 和图 2.7-3~图 2.7-14。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》《广东省国土空间规划(2020-2035 年)》等文件要求,本次评价将国控监测站位列为本项目环境关心点,本项目海洋生态环境评价范围内分布有 5 个近岸海域国控监测站位,以上环境关心点与项目相对位置关系详见表 2.7-3 和图 2.7-15。



表 2.7-2 评价范围内海洋生态环境保护目标

| 序号 | 类型    |        | 依据                                                                                                        | 名称                    |                        | 相对项目位置关系 |            | 保护对象           | 敏感因素      | 管控要求             |
|----|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------|------------|----------------|-----------|------------------|
|    |       |        |                                                                                                           |                       |                        | 方位       | 距离（km）     |                |           |                  |
| 1  | 重要敏感区 | 生态保护红线 | 《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（汕尾市人民政府，2023 年 9 月）                                                            | 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区 |                        | SW       | 0.10       | 重要渔业资源产卵场      | 海洋生态、环境风险 | 保护重要渔业资源产卵场      |
| 2  |       |        |                                                                                                           | 遮浪长沟村海岸防护物理防护极重要区     |                        | SW       | 0.16       | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 3  |       |        |                                                                                                           | 施公寮海岸防护物理防护极重要区       |                        | SW       | 1.25       | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 4  |       |        |                                                                                                           | 遮浪重要滩涂及浅海水域           |                        | SW       | 2.07       | 重要滩涂及浅海水域      |           | 保护重要滩涂及浅海水域      |
| 5  |       |        |                                                                                                           | 遮浪半岛海岸侵蚀极脆弱区          |                        | SW       | 3.11       | 海岸侵蚀极脆弱区       |           | 保护海岸侵蚀极脆弱区       |
| 6  |       |        |                                                                                                           | 广东遮浪半岛国家海洋自然公园        |                        | SW       | 3.22       | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 7  |       |        |                                                                                                           | 捷胜海岸侵蚀极脆弱区            |                        | SW       | 5.15       | 海岸侵蚀极脆弱区       |           | 保护海岸侵蚀极脆弱区       |
| 8  |       |        |                                                                                                           | 大湖镇湖仔村海岸防护物理防护极重要区    |                        | NW       | 6.17       | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 9  |       |        |                                                                                                           | 捷胜重要渔业资源产卵场           |                        | SW       | 7.55       | 重要渔业资源产卵场      |           | 保护重要渔业资源产卵场      |
| 10 |       |        |                                                                                                           | 碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场      |                        | NE       | 7.78       | 重要渔业资源产卵场      |           | 保护重要渔业资源产卵场      |
| 11 |       |        |                                                                                                           | 碣石湾海马珍稀濒危物种分布区        |                        | SE       | 8.00       | 珍稀濒危物种分布区      |           | 保护珍稀濒危物种分布区      |
| 12 |       |        |                                                                                                           | 遮浪南重要渔业资源产卵场          |                        | S        | 8.52       | 重要渔业资源产卵场      |           | 保护重要渔业资源产卵场      |
| 13 |       |        |                                                                                                           | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区        |                        | N        | 8.97       | 重要滩涂及浅海水域      |           | 保护重要滩涂及浅海水域      |
| 14 |       |        |                                                                                                           | 螺河重要河口                |                        | N        | 12.73      | 重要河口           |           | 保护重要河口           |
| 15 |       |        |                                                                                                           | 乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区    |                        | NE       | 14.09      | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 16 |       |        |                                                                                                           | 金厢重要渔业资源产卵场           |                        | NE       | 15.73      | 重要渔业资源产卵场      |           | 保护重要渔业资源产卵场      |
| 17 |       |        |                                                                                                           | 金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区    |                        | NE       | 18.34      | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 18 |       |        |                                                                                                           | 金厢海岸防护物理防护极重要区        |                        | NE       | 18.46      | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 19 | 一般敏感  | 自然保护地  | 《关于汕尾市自然保护地进一步整合优化有关情况的公示》（汕尾林业局，2025 年 6 月）、《汕尾市自然保护地整合优化预案》《汕尾市自然保护地规划（2023-2035 年）》（汕尾林业局，2024 年 10 月） | 整合优化前                 | 汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区 | SW       | 0.53       | 人工鱼礁、重要渔业资源产卵场 |           | 保护人工鱼礁、重要渔业资源产卵场 |
| 20 |       |        |                                                                                                           |                       | 广东红海湾遮浪半岛国家级海洋公园       | SW       | 3.22       | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 21 |       |        |                                                                                                           |                       | 广东海丰鸟类省级自然保护区          | N        | 11.53      | 鸟类、重要滩涂及浅海水域   |           | 保护鸟类、重要滩涂及浅海水域   |
| 22 |       |        |                                                                                                           |                       | 汕尾陆丰玄武山-金厢滩省级风景名胜區     | NE       | 18.61      | 风景名胜区、自然公园     |           | 保护风景名胜区、自然公园     |
| 23 |       |        |                                                                                                           |                       | 陆丰碣石湾湿地自然保护区           | NE       | 22.95      | 湿地、自然保护区       |           | 保护湿地、自然保护区       |
| 24 |       |        |                                                                                                           | 整合优化后                 | 广东遮浪半岛国家级海洋公园          | SW       | 3.22       | 海岸防护物理防护极重要区   |           | 保护海岸防护物理防护极重要区   |
| 25 |       |        |                                                                                                           |                       | 汕尾海丰鸟类自然保护区            | N        | 8.97       | 鸟类、重要滩涂及浅海水域   |           | 保护鸟类、重要滩涂及浅海水域   |
| 26 |       |        |                                                                                                           |                       | 汕尾陆丰玄武山-金厢滩风景名胜區       | NE       | 20.19      | 风景名胜区、自然公园     |           | 保护风景名胜区、自然公园     |
| 27 | 一般敏感  | 红树林    | /                                                                                                         | 红树林                   |                        | NW       | 4.14（最近距离） | 红树林及其生境        |           | 保护红树林及其生境        |
| 28 |       | 珊瑚     | /                                                                                                         | 金屿珊瑚群落、珊瑚礁            |                        | NE       | 1.15       | 珊瑚群落及其生境       |           | 保护珊瑚群落及其生境       |

| 序号 | 类型    | 依据              | 名称                                      | 相对项目位置关系     |        | 保护对象 | 敏感因素           | 管控要求       |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------|-----------------|-----------------------------------------|--------------|--------|------|----------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |       |                 |                                         | 方位           | 距离（km） |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 29 | 感区    | 珍稀海洋生物          | /                                       | 海马           | /      | /    | 海马及其生境         | 保护海马及其生境   |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 30 |       | 三场一通道           | 农业部公告第189号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批） | 幼鱼、幼虾保护区     | 位于该区   |      | 幼鱼、幼虾          |            | 根据《农业农村部关于调整海洋伏季休渔制度的通告》（农业农村部通告〔2023〕1号）、《农业农村部关于印发〈“中国渔政亮剑 2025”系列专项执法行动方案〉的通知》（农渔发〔2025〕3号）要求，南海海域（含北部湾）休渔时间：从5月1日12时至8月16日12时，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。                                                                                                                      |
| 31 |       |                 |                                         | 南海北部幼鱼繁育场保护区 | 位于该区   |      | 经济鱼类           |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 32 |       | 自然岸线            | 广东省政府2022年批复海岸线                         | 自然岸线         | /      | 部分占用 | 砂质岸线、基岩岸线、泥质岸线 | 岸线生态、长度、性质 | /                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 33 |       | 严格保护岸线          | 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》             | 严格保护岸线       | /      | 0.15 | 岸线生态、长度、性质     | 岸线生态、长度、性质 | 应确保严格保护岸线生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。经科学论证，不损害海岸线原有形态或生态功能的，可在严格保护岸线保护范围内实施的项目包括空中跨越的跨海桥梁和透水构筑物；底土穿越的海底隧道和海底电缆管道；无需对海岸线进行改造施工的港池、蓄水以及离岸取、排水口，开放式养殖、浴场、游乐场、专用航道、锚地及其他开放式项目；生态修复和防灾减灾工程；已建构筑物、围海养殖等用海用岸活动的继续使用和升级改造。 |
| 34 |       | 海岛*             | 《国家海洋局民政部关于公布我国部分海域海岛标准名称的公告》           | 施公寮岛         | 位于该岛   |      | 礁盘生态及自然岸线      | 海洋生态、环境风险  | 礁盘生态保护、岸线资源保护                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 35 |       |                 |                                         | 堆石           | NE     | 0.66 |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 36 |       |                 |                                         | 堆石南岛         | NE     | 0.66 |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 37 |       |                 |                                         | 大担石          | SW     | 0.73 |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 38 |       |                 |                                         | 扁担头西岛        | SW     | 0.85 |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 39 |       |                 |                                         | 扁担头石         | SW     | 0.85 |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 40 |       |                 |                                         | 扁担头东岛        | SW     | 0.85 |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 41 | 金屿四岛  |                 |                                         | NE           | 1.08   |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 42 | 石鼓门石  |                 |                                         | SW           | 1.19   |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 43 | 金屿三岛  |                 |                                         | NE           | 1.24   |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 44 | 酒瓶咀仔岛 |                 |                                         | SW           | 1.39   |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 45 | 酒瓶咀   |                 |                                         | SW           | 1.39   |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 46 | 金屿二岛  | NE              | 1.48                                    |              |        |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 47 | 人工鱼礁  | 《广东省沿海人工鱼礁建设规划》 | 遮浪角西人工鱼礁区                               | SW           | 8.69   | 渔业资源 |                | 保护渔业资源     |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 48 |       |                 | 遮浪角东人工鱼礁区                               | SW           | 0.56   |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 49 |       |                 | 金厢南人工鱼礁区                                | NE           | 17.41  |      |                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| 序号 | 类型  | 依据 | 名称   | 相对项目位置关系    |            | 保护对象 | 敏感因素 | 管控要求 |
|----|-----|----|------|-------------|------------|------|------|------|
|    |     |    |      | 方位          | 距离（km）     |      |      |      |
| 50 | 养殖区 | /  | 现状养殖 | SW、NE<br>、N | 8.39（最近距离） | 渔业资源 |      |      |
| 51 | 海湾  | /  | 碣石湾  | /           | /          | /    |      | /    |

备注：\*评价范围内共分布有 250 个海岛，该表中仅列出距离本项目 1.5km 范围内的海岛。

表 2.7-3 评价范围内海洋生态环境关心点

| 序号 | 类型    |        | 依据 | 名称       | 相对项目位置关系 |         | 保护对象 | 敏感因素   | 管控要求 |
|----|-------|--------|----|----------|----------|---------|------|--------|------|
|    |       |        |    |          | 方位       | 距离 (km) |      |        |      |
| 1  | 环境关心点 | 国控监测站位 | /  | GDN14010 | S        | 8.55    | 水质   | 水、环境风险 | /    |
| 2  |       |        |    | GDN14004 | NE       | 10.78   |      |        |      |
| 3  |       |        |    | GDN14013 | NE       | 15.55   |      |        |      |
| 4  |       |        |    | GDN14002 | SE       | 15.74   |      |        |      |
| 5  |       |        |    | GDN14015 | NE       | 20.09   |      |        |      |

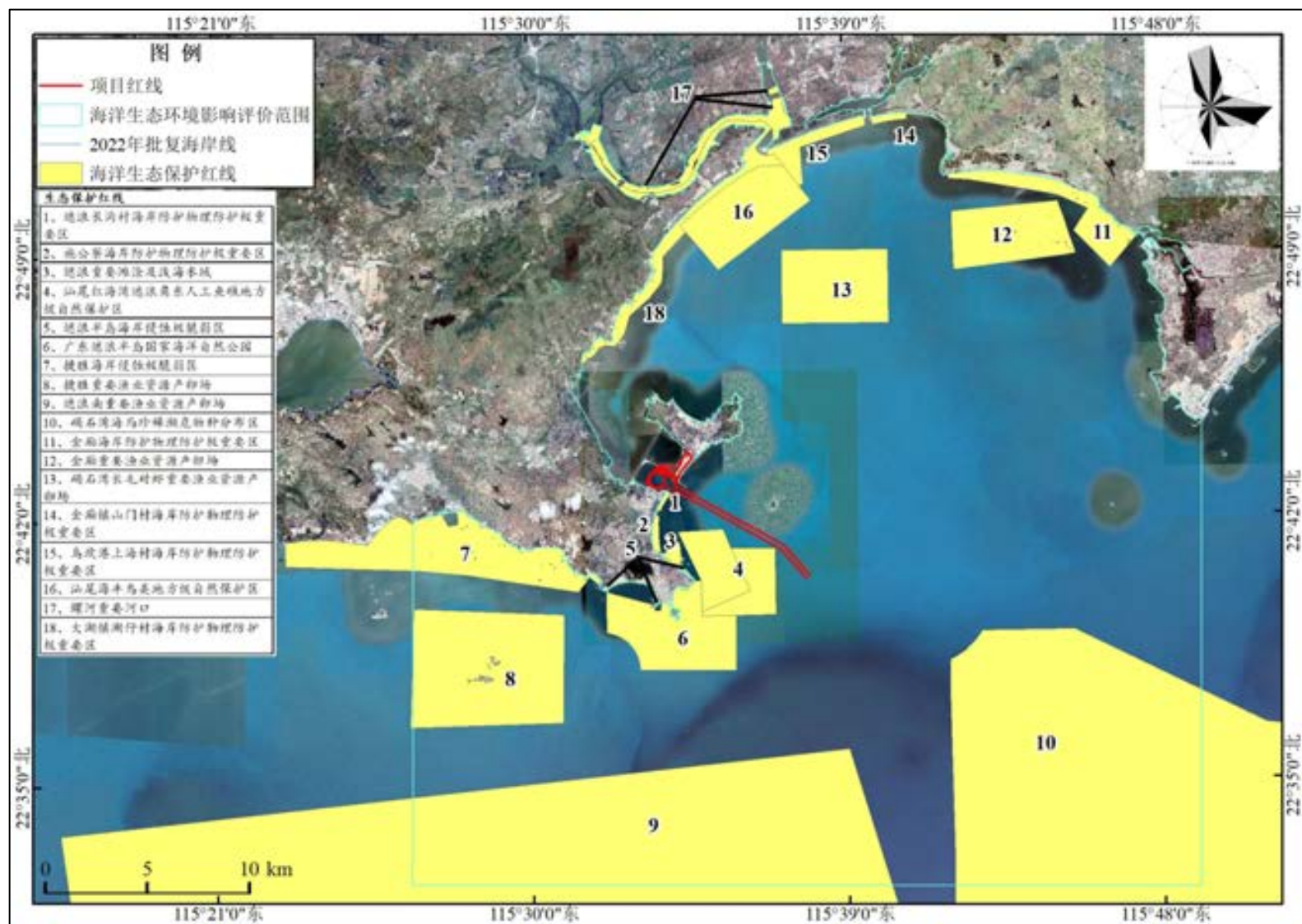


图 2.7-3 项目海洋生态环境保护目标分布图（重要敏感区-生态保护红线）



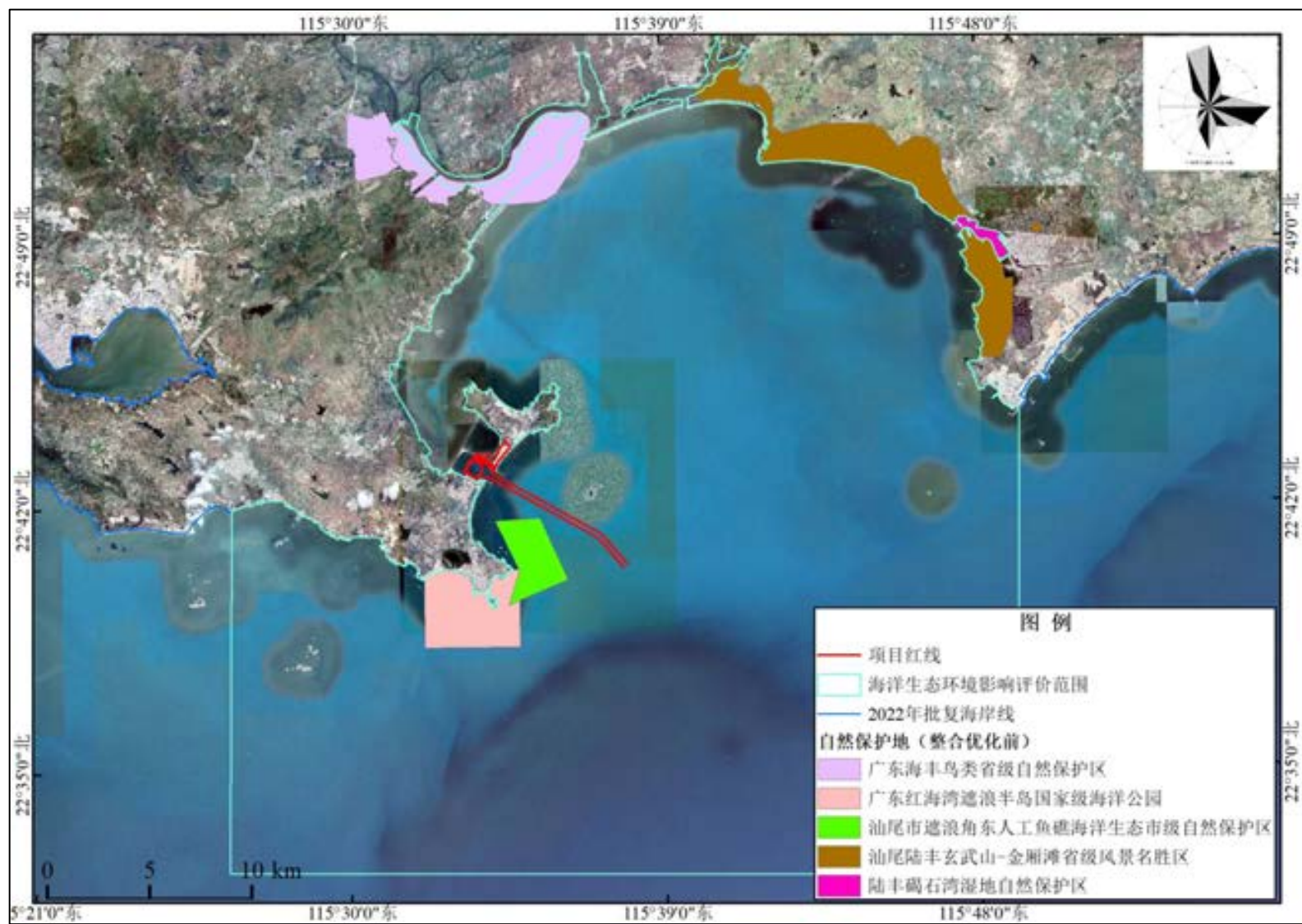


图 2.7-4 项目海洋生态环境保护目标分布图（重要敏感区-整合优化前自然保护地）

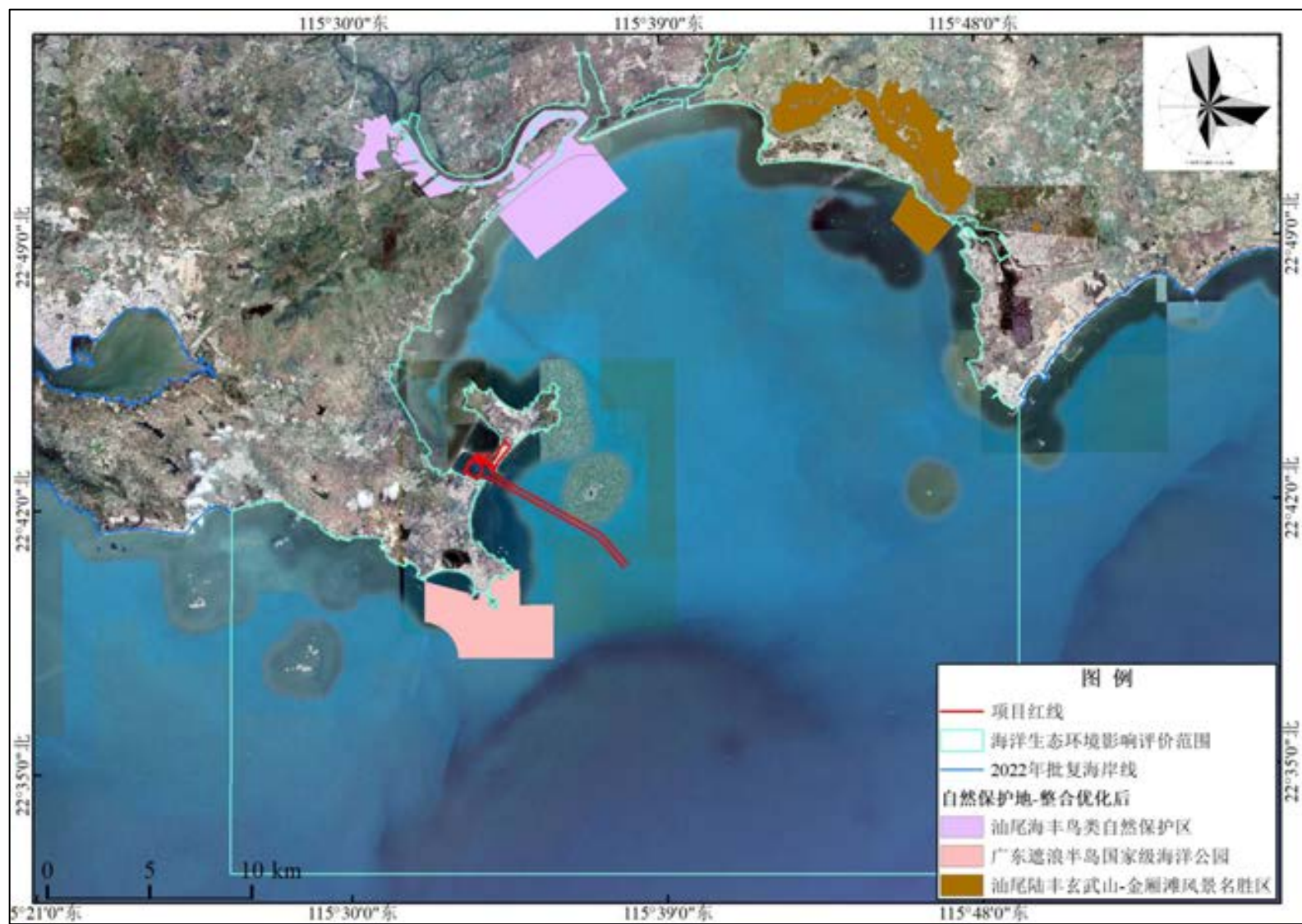


图 2.7-5 项目海洋生态环境保护目标分布图（重要敏感区-整合优化后自然保护地）





图 2.7-6 项目海洋生态环境保护目标分布图（一般敏感区）

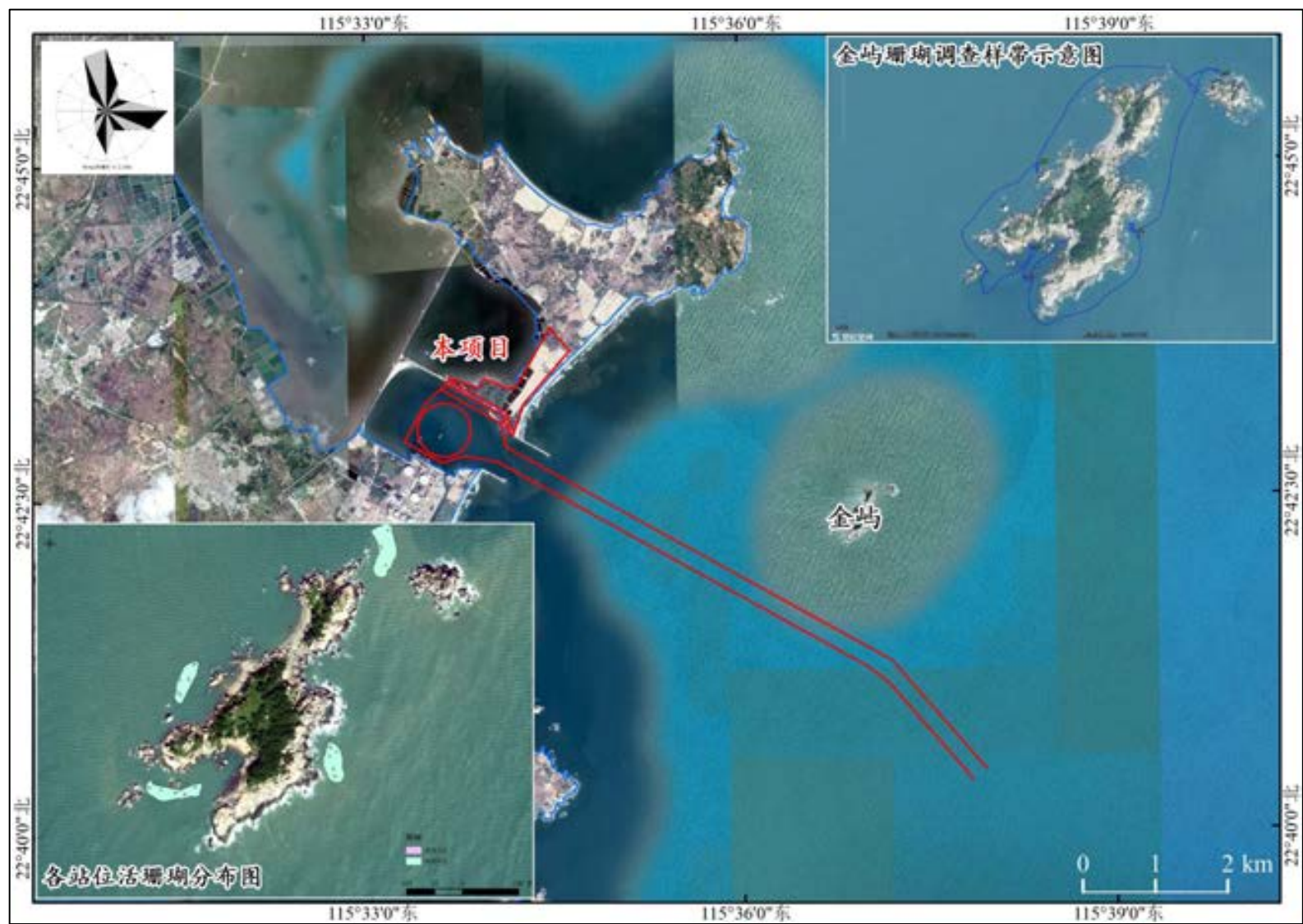


图 2.7-7 项目海洋生态环境保护目标分布图 (一般敏感区-珊瑚)





图 2.7-8 项目海洋生态环境保护目标分布图（一般敏感区-严格保护岸线）





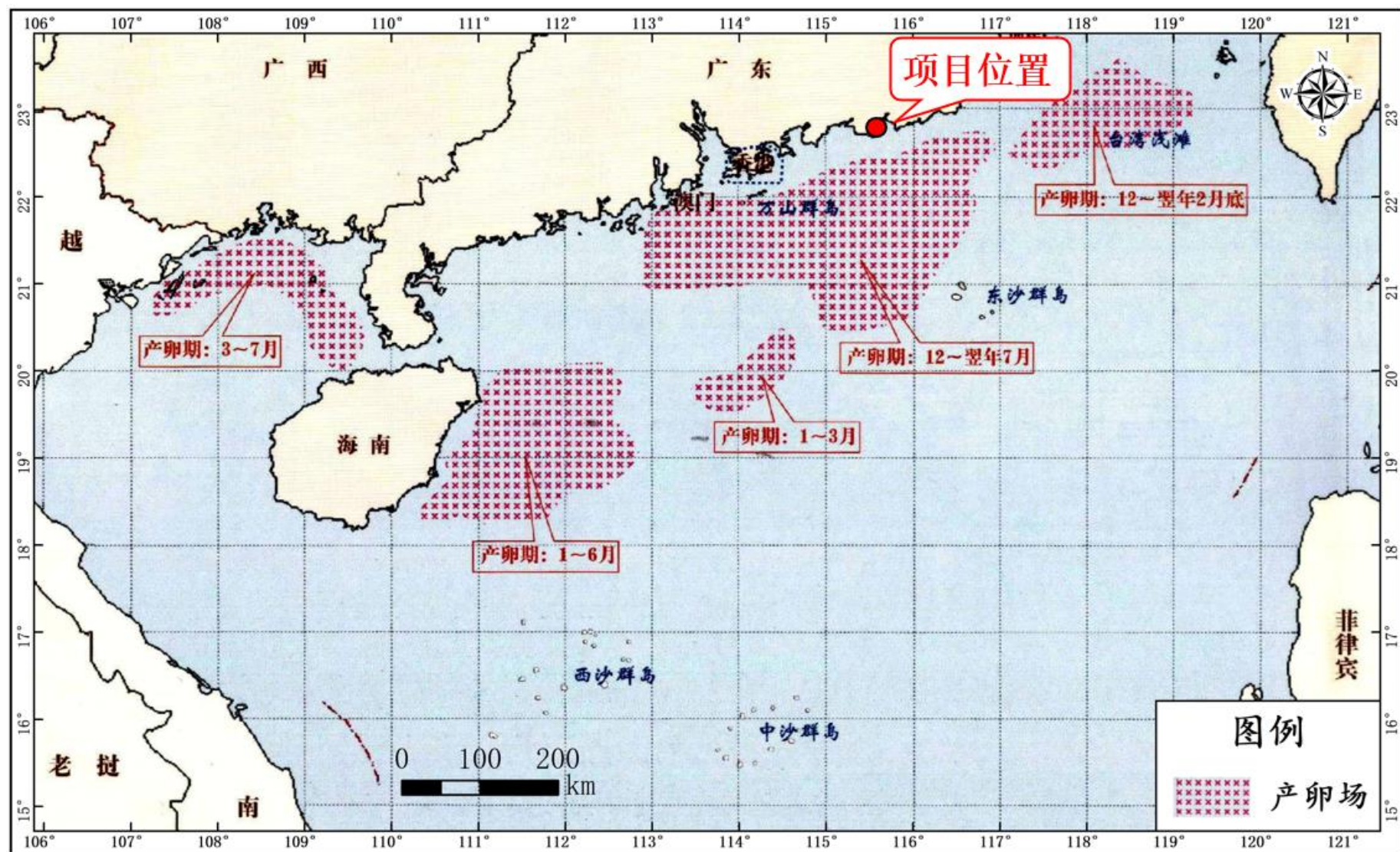


图 2.7-10 南海中上层鱼类产卵场示意图



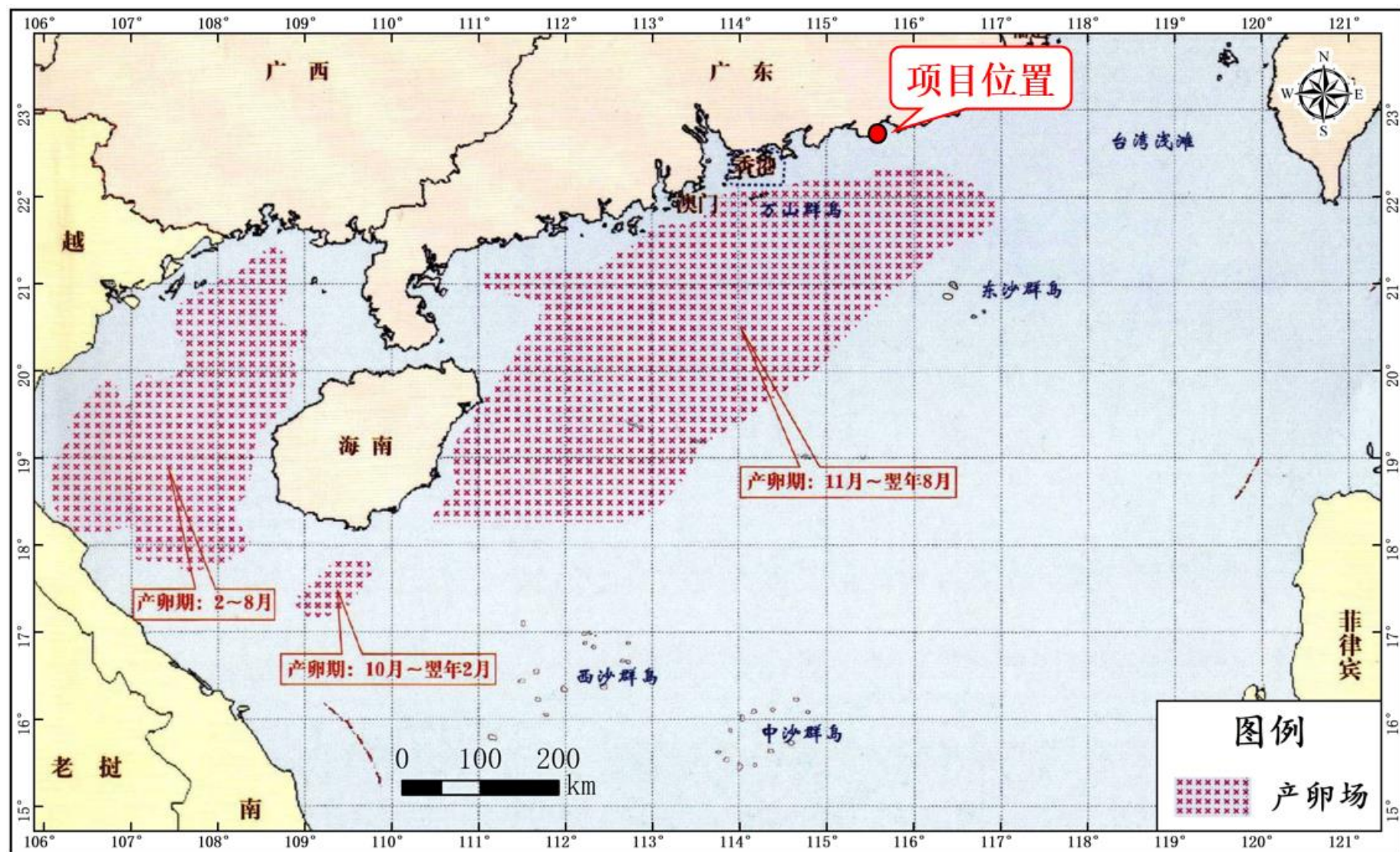


图 2.7-11 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图



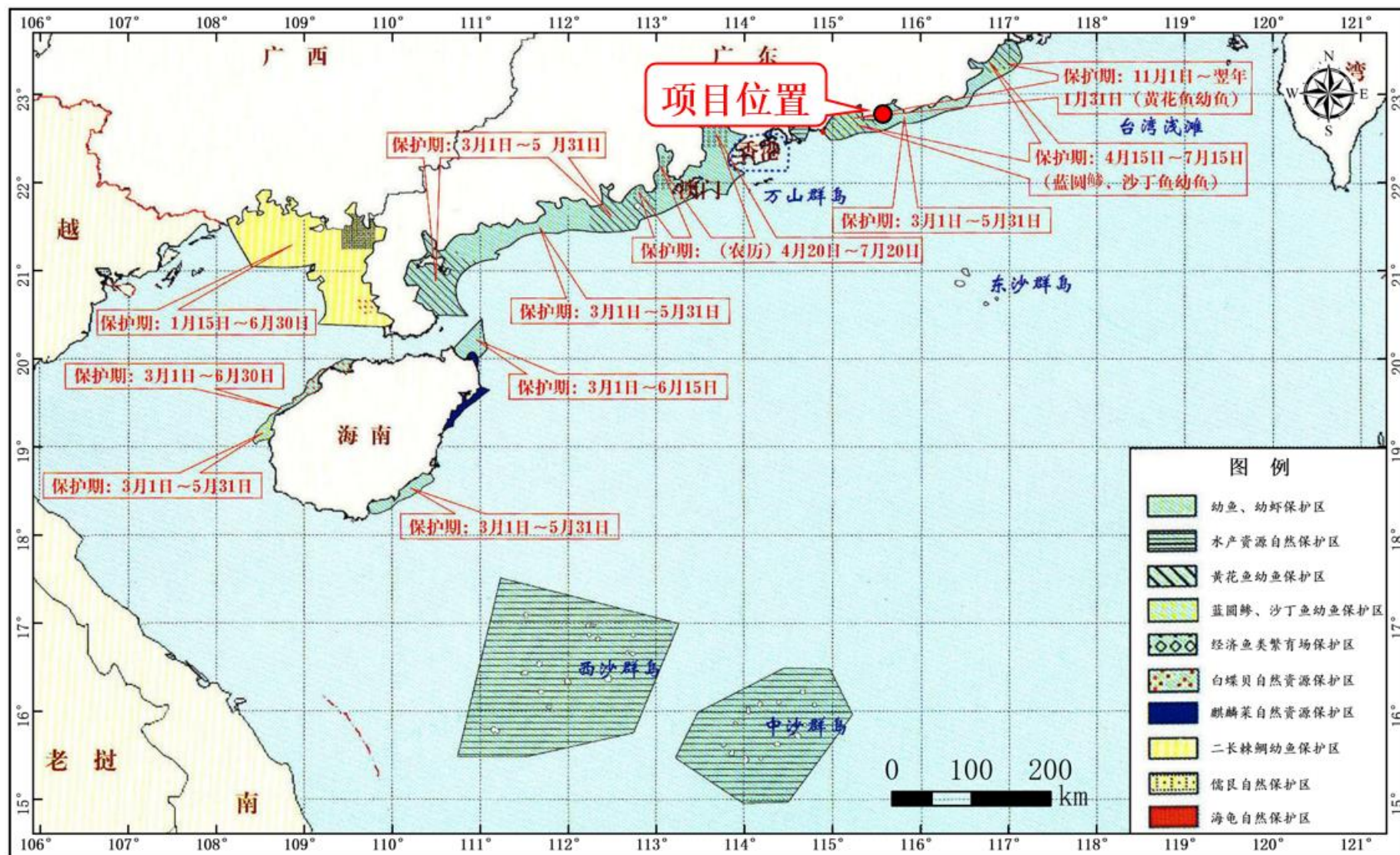
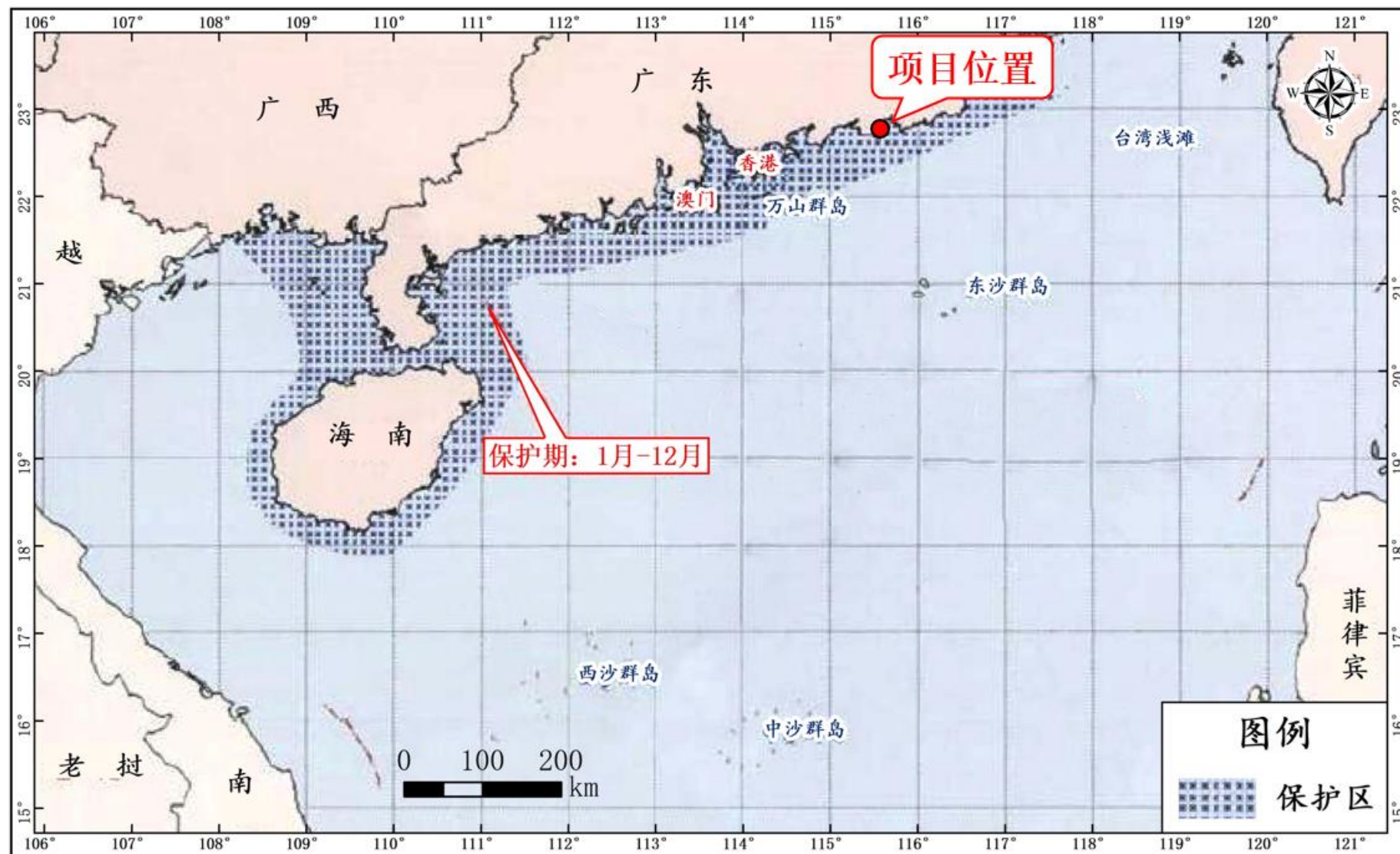


图 2.7-12 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图





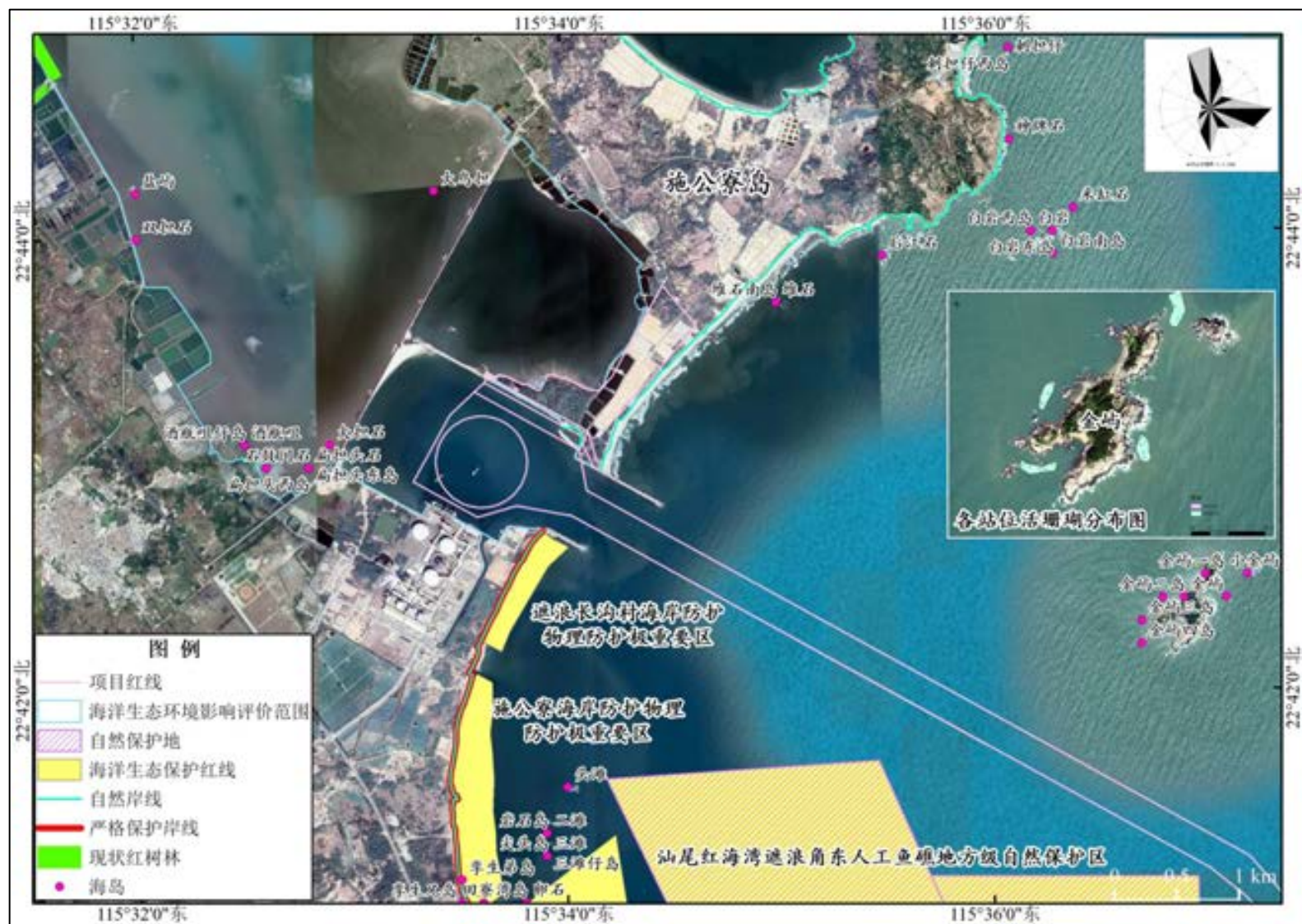


图 2.7-14 项目海洋生态环境保护目标分布图（2km 范围）



图 2.7-15 项目海洋生态环境关心点分布图（国控监测站位）

## 3项目概况与工程分析

### 3.1项目概况

#### 3.1.1项目基本信息

**项目名称：**汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程，项目已于2026年2月5日取得《广东省发展和改革委员会关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告的批复》（粤发改投审〔2026〕18号）。

**建设地点：**汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧（中心位置经纬度坐标为：115°34'18.401"E，22°43'19.581"N），属于汕尾港新港区白沙湖作业区。

**项目性质：**新建。

**建设单位：**汕尾新港投资有限公司。

**用地面积：**本项目陆域用地面积为59.2305公顷。

**用海情况：**根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书（报批稿）》（2025年10月，广东海兰图环境技术研究有限公司），本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本项目申请用海范围避让相关用海权属重叠范围后，总申请用海面积为261.5941公顷，其中码头申请透水构筑物用海面积3.5863公顷；码头西侧端部水下垫层申请透水构筑物用海面积0.4859公顷；港池申请港池、蓄水用海面积34.9908公顷，航道及其他水域疏浚申请专用航道、锚地及其他开放式用海面积222.5311公顷。项目实际建设占用海岛岸线1365m（人工岸线约1091m、自然岸线约274m），因项目用海范围部分与广东汕尾电厂一期工程用海权属及其土地权属重叠，申请用海范围拟对其权属范围进行避让，避让后本项目申请用海范围占用广东省政府2022年批复海岛岸线891m（人工岸线约782m、自然岸线约109m）。

**总投资：**总投资441859.08万元，环保投资860万元，占工程总投资的0.19%。

**建设内容：**本项目拟建设2个15万吨级集装箱泊位及其配套设施，年设计

吞吐量为 190 万 TEU，其中危险品箱为第 9 类锂电池，设计吞吐量为 4.75 万 TEU。工程泊位及陆域总面积为 61.21 万 m<sup>2</sup>，高程+5.2~7.0m，分为码头前沿作业区、堆场区、生产辅助设施等部分组成。水域部分包括港池和进港航道，航道设计拟对现有 10 吨级航道基础上双向扩宽浚深，航道挖槽底宽由 186m 拓宽至 236m，设计底高程由-16m 浚深至-18.3m；在现有航道终点处新建约 4.2km 的延长段，延长段挖槽底宽 236m，设计底高程为-18.3m。

### 3.1.2运营规模及产品方案

#### 1.码头产品方案及规模

本项目拟建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施，年设计吞吐量为 190 万 TEU，其中危险品箱吞吐量为 4.75 万 TEU，危险品货类为第 9 类锂电池。

**备注：**根据《危险货物分类和品名编号（GB6944-2025）》，第 9 类危险货物为“杂项危险物质和物品，包括危害环境物质”，锂电池（UN3090、UN3091、UN3480、UN3481）属于该类危险品货类。

表 3.1-1 本项目主要经济技术指标表

| 序号 | 指标名称   |      | 单位               | 数量     | 备注                                                                  |
|----|--------|------|------------------|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 1  | 设计吞吐量  |      | 万 TEU            | 190    | 其中危险品箱 4.75 万 TEU                                                   |
| 2  | 设计通过能力 |      | 万 TEU            | 198    |                                                                     |
| 3  | 泊位长度   |      | m                | 931    | 2 个 15 万吨级集装箱泊位                                                     |
| 4  | 护岸     |      | m                | 3735   |                                                                     |
| 5  | 堆场     | 重箱堆场 | 万 m <sup>2</sup> | 18.36  |                                                                     |
| 6  |        | 空箱堆场 | 万 m <sup>2</sup> | 14.23  |                                                                     |
| 7  | 停车场地   |      | 万 m <sup>2</sup> | 1.52   |                                                                     |
| 8  | 生活辅助区  |      | 万 m <sup>2</sup> | 1.71   |                                                                     |
| 9  | 生产辅助区  |      | 万 m <sup>2</sup> | 1.44   |                                                                     |
| 10 | 口岸检验区  |      | 万 m <sup>2</sup> | 0.67   |                                                                     |
| 11 | 道路     |      | 万 m <sup>2</sup> | 13.89  |                                                                     |
| 12 | 绿化     |      | 万 m <sup>2</sup> | 2.41   |                                                                     |
| 13 | 水域疏浚   |      | 万 m <sup>3</sup> | 1549.8 | 停泊水域及回旋水域疏浚量共 884.3 万 m <sup>3</sup> ，航道疏浚量共 665.5 万 m <sup>3</sup> |
| 14 | 水域清礁   |      | 万 m <sup>3</sup> | 27.96  | 停泊水域及回旋水域礁石量共 21.91 万 m <sup>3</sup> ，航道礁石量共 6.05 万 m <sup>3</sup>  |
| 15 | 陆域挖方   |      | 万 m <sup>3</sup> | 1.5    |                                                                     |
| 16 | 港区定员   |      | 人                | 514    |                                                                     |



| 序号 | 指标名称  | 单位 | 数量        | 备注 |
|----|-------|----|-----------|----|
| 17 | 工程总投资 | 万元 | 441859.08 |    |

表 3.1-2 本项目主要设计参数表

| 序号 | 参数名称         |      | 单位    | 数量   | 备注              |
|----|--------------|------|-------|------|-----------------|
| 1  | 设计船型         |      | DWT   | 15 万 | 集装箱船            |
| 2  | 泊位数          |      | 个     | 2    |                 |
| 3  | 设计吞吐量        |      | 万 TEU | 190  | 2 个 15 万吨级集装箱泊位 |
| 4  | 泊位年运营天数      |      | 天     | 320  |                 |
| 5  | 堆场年运营天数      |      | 天     | 360  |                 |
| 6  | 堆场不平衡系数      |      |       | 1.25 |                 |
| 7  | 昼夜装卸作业时间     |      | 小时    | 23   |                 |
| 8  | 泊位有效利用率      |      | %     | 65   |                 |
| 9  | 各种集装箱占总运量百分比 | 重箱   | %     | 46.5 | 普货              |
|    |              | 危险品箱 |       | 2.5  | 仅第 9 类锂电池       |
|    |              | 空箱   |       | 50   |                 |
|    |              | 冷藏箱  |       | 1    |                 |
| 10 | 各种集装箱平均堆存期   | 重箱   | 天     | 5    | 普货              |
|    |              | 危险品箱 |       | 3    | 仅第 9 类锂电池       |
|    |              | 空箱   |       | 10   |                 |
|    |              | 冷藏箱  |       | 3    |                 |

## 2.集疏运方案

### (1) 集疏运规模

本项目为白沙湖作业区集装箱专业化码头，主要为后方产业园区及腹地产业提供水运服务，助力相关新能源汽车、电子信息、装备制造等主导产业落地，满足其产成品水路运输需求。根据本项目工可报告预测，本项目吞吐量为集装箱 190 万 TEU，均为外贸货物，主要往来东南亚及东亚、南美、欧洲等地，设计船型为 15 万 DWT 集装箱船，陆运采用集装箱牵引半挂车方式。

表 3.1-3 本项目集装箱集疏运规模（单位：万 TEU）

| 项目 | 进港（集运） | 出港（疏运） | 合计  |
|----|--------|--------|-----|
| 水运 | 95     | 95     | 190 |
| 陆运 | 95     | 95     | 190 |
| 合计 | 190    | 190    | 380 |

本项目设计危险品箱吞吐量为 4.75 万 TEU/年，堆存时间为 3 天。拟从事的危险货物集装箱装卸作业范围为第 9 类锂金属电池(UN3090、UN3091、UN3480、UN3481)。

表 3.1-4 锂电池主要理化性质和危险特性

| 物质                                               | UN 号和危险特性                   | 健康危害                                                                                                                     | 物态 | 包装类别* | 外观和形状                                   | 相对密度(水=1) | 溶解性(水) | 毒理学数据 | 生态学数据 | 灭火介质 |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|-----------------------------------------|-----------|--------|-------|-------|------|
| 锂金属电池(包括锂合金电池)                                   | UN3090<br>属于锂电池,有电解液泄漏、自燃风险 | 漏液腐蚀皮肤;短路时可能爆炸,释放有毒氟化物烟雾,燃烧产生有毒烟雾。大规模热失控可释放大量有毒气体(如 CO、HF)。锂电池内约 15%电解液,其中溶剂占 85%,主要成分碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲乙酯;溶质 15%为锂盐。 | 固态 | —     | 金属外壳,表面标有电压和容量,电极暴露处可见金属光泽。常见货物:汽车动力电池。 | —         | —      | —     | —     | 水、砂等 |
| 装在设备中的锂金属电池(包括锂合金电池);同设备包装在一起的锂金属电池(包括锂合金电池)     | UN3091<br>属于锂电池,有电解液泄漏、自燃风险 |                                                                                                                          |    |       |                                         |           |        |       |       |      |
| 锂离子电池(包括聚合物锂离子电池)                                | UN3480<br>属于锂电池,有电解液泄漏、自燃风险 |                                                                                                                          |    |       |                                         |           |        |       |       |      |
| 装在设备中的锂离子电池(包括聚合锂离子电池);同设备包装在一起的锂离子电池(包括聚合锂离子电池) | UN3481<br>属于锂电池,有电解液泄漏、自燃风险 |                                                                                                                          |    |       |                                         |           |        |       |       |      |

**备注:** 根据《危险货物分类和品名编号(GB6944-2025)》,包装类别 I、II 和 III 分别为具有高度、中毒和轻度危险性的物质。根据《危险货物品名表(GB12268-2025)》,锂金属电池(包括锂合金电池)无包装类别要求。

(2) 到港船舶艘次

以设计船型 15 万吨级集装箱船为基准,本项目设计作业量为 190 万 TEU,15 万吨集装箱船载箱量按 1.5 万标箱计,则本项目年到港船舶艘次为 127 艘。

(3) 运输车辆车次

本项目陆运集运、疏运量均为 95 万标箱，合计 190 万标箱。目前集装箱尺寸主要为 20 尺、35 尺、40 尺等，本项目标准箱折算系数为 1.7，则集疏运运输车辆车次为 111.8 万次/a。

### 3.泊位通过能力

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》（2026 年 1 月，中交第四航务工程勘察设计院有限公司），本项目泊位年通过能力计算按照项目设计期间执行的《海港总体设计规范》（JTS165-2013），并参考《海港总体设计规范》（JTS165-2025）中的相关规定计算，计算公式如下：

$$P_t = \frac{T_y A_p}{\frac{Q}{p t_g} + \frac{t_f}{t_d}} Q$$

$$p = n p_1 K_1 K_2 (1 - K_3) K_4$$

式中：

$P_t$  — 泊位年通过能力（TEU）；

$T_y$  — 泊位年营运天数，取 330d；

$A_p$  — 泊位有效利用率，取 65%；

$P$  — 设计船时效率（TEU/h）；

$Q$  — 集装箱船舶单船装卸箱量（TEU）；

$t_g$  — 昼夜装卸作业时间；

$t_f$  — 船舶装卸辅助作业时间及靠离泊时间之和；

$t_d$  — 昼夜小时数，取 24h；

$n$  — 岸边集装箱装卸桥配备台数：2 个泊位共配 10 台单小车岸边集装箱装卸桥；

$p_1$  — 岸边集装箱装卸桥台时效率基准值（自然箱/h）；

$K_1$  — 集装箱标准箱折算系数，取 1.7；

$K_2$  — 岸边集装箱装卸桥同时作业率，取 82%；

$K_3$  — 装卸船作业倒箱率，取 3%；

$K_4$  — 新型高效集装箱装卸桥船时效率提高系数，取 1.1。

综上，算得本项目码头年通过能力为 198 万 TEU 集装箱，满足本项目年计

划任务吞吐量 190 万 TEU/年的要求。

#### 4.堆场规模

##### (1) 堆场设置

本项目堆场按照重箱堆场和空箱堆场分别设置，堆场总面积为 32.59 万 m<sup>2</sup>，共设置箱位 11675 个，其中重箱(含危险品箱和冷藏箱)堆场面积为 18.36 万 m<sup>2</sup>，箱位 4960 个，重箱堆层数为 6 层；空箱堆场面积共 14.23 万 m<sup>2</sup>，箱位 6715 个，空箱堆层数为 8 层。

根据《港口作业安全要求 第 3 部分：危险货物集装箱》(GB14994.3-2021)，  
“装载 GB6944-2012 中 8 类、9 类固态危险货物的集装箱，当所载货物无副危险性，包装类非 I、II 类且不属于危险化学品时，可与普通货物集装箱混堆”。根据《危险货物分类和品名编号 (GB6944-2025)》，“锂电池，如 GB12268 中的 UN3090、UN3091、UN3480、UN3481 等属于该类危险品货类”。根据《危险货物物品名表 (GB12268-2025)》，锂金属无包装类别要求。综上，本项目经营的危险品货类为第 9 类锂电池，可与普通货物集装箱混堆，本项目锂电池混堆区设置于厂区中部重箱堆场。根据《港口作业安全要求 第 3 部分：危险货物集装箱》(GB14994.3-2021)混堆时应满足下列要求：

- 堆存场所设置明显的标志标识，列明货物品名和应急处置措施；
- 堆存场所配备相应的设施设备，并加强安全巡查；
- 在具有从业资格的装卸管理人员指挥或监控下作业；
- 堆存在普通货物集装箱的外侧；
- 叠放时，放置在普通货物集装箱的上层。

##### (2) 堆场设置合理性分析

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》(2026 年 1 月，中交第四航务工程勘察设计院有限公司)，集装箱堆场容量及地面箱位数按照项目设计期间执行的《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，并参考《海港总体设计规范》(JTS165-2025)中的相关规定计算的公式计算：

$$E_y = \frac{Q_n K_{BK} t_{dc}}{T_{yk}} \quad N_s = \frac{E_y}{N_1 A_s}$$

式中：

$E$  — 集装箱堆场容量 (TEU);

$Q_h$  — 集装箱码头年运量, 190 万 TEU;

$t_{dc}$  — 到港集装箱平均堆存期 (d);

$K_{BK}$  — 堆场集装箱不平衡系数, 取 1.25;

$T_{yk}$  — 集装箱堆场年工作天数, 取 360d;

$N_s$  — 集装箱堆场所需地面箱位数 (TEU);

$N_l$  — 堆场设备堆箱层数 (层), 重箱堆场 RMG 作业方式普通重箱堆高 6 层, ERTG 作业方式堆高 5 层, 冷藏箱堆场堆高 4 层, 危险货物集装箱堆高 3 层; 空箱堆场堆高 8 层;

$A_s$  — 堆场容量利用率, 空箱、冷藏箱、危险货物集装箱取 70%, 重箱取 65%。

经计算得所需的堆场容量及地面箱位数、实际布置得出的堆场容量及地面箱位数见下表。

表 3.1-5 本项目设计所需及实际布置的堆场容量和地面箱位数 (单位: 个)

| 序号 | 箱类   | 地面所需箱位数 | 实际布置地面箱位数 | 是否满足需求 |
|----|------|---------|-----------|--------|
| 1  | 重箱   | 3933    | 4548      | 是      |
| 2  | 危险品箱 | 236     | 240       | 是      |
| 3  | 空箱   | 5890    | 6815      | 是      |
| 4  | 冷藏箱  | 71      | 72        | 是      |
| 合计 |      | 10130   | 11675     | /      |

### 3.1.3 用地、用海及用林情况

#### 1. 用地情况

本项目陆域用地面积为 59.2305 公顷, 其中 54.9118 公顷已取得用地预审意见, 另有 4.3187 公顷为其他主体权属用地, 本项目正在开展用地征收及相关权属转移工作。

2025 年 8 月 18 日, 本项目取得汕尾市自然资源局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》(用字第 4415022025XS0005S01 号), 本项目已预审的用地范围内总面积为 54.9118 公顷, 用地现状内农用地 53.6758 公顷 (不涉及耕地), 建设用地 1.0926 公顷, 未利用地 0.1434 公顷。根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程用地预审选址意见报告书》(2025 年 7 月, 广东粤盛空间规划咨询有限公司), 本项目用地范围内土地利用现状情况见下表所示。

表 3.1-6 本项目用地范围内土地利用现状地类统计表

| 地类名称 |        |       | 面积（公顷）  |
|------|--------|-------|---------|
| 农用地  |        |       | 53.6758 |
| 其中   | 非耕地农用地 |       | 53.6758 |
|      | 其中     | 林地    | 24.2018 |
|      |        | 草地    | 0.4694  |
|      |        | 其他农用地 | 29.0046 |
| 建设用地 |        |       | 1.0926  |
| 未利用地 |        |       | 0.1434  |
| 总计   |        |       | 54.9118 |



图 3.1-1 本项目用地预审范围内土地利用现状

2.用海情况

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书（报批稿）》（2025 年 10 月，广东海兰图环境技术研究有限公司），本项目港池、水域疏浚部分设计边界与汕尾新港区白沙湖作业区公用码头建设项目用海权属重叠，该项目与本项目属同一建设单位，目前正在进行用海调整，本项目申请用海范围拟对其调整后用海范围进行避让。本项目码头、港池、水域疏浚部分与



广东汕尾电厂一期工程用海权属及其土地权属重叠，本项目申请用海范围拟对其权属范围进行避让。

本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本项目申请用海范围避让相关用海权属重叠范围后，总申请用海面积为 261.5941 公顷，其中码头申请透水构筑物用海面积 3.5863 公顷；码头西侧端部水下垫层申请透水构筑物用海面积 0.4859 公顷；港池申请港池、蓄水用海面积 34.9908 公顷，航道及其他水域疏浚申请专用航道、锚地及其他开放式用海面积 222.5311 公顷。项目实际建设占用海岛岸线 1365m（人工岸线约 1091m、自然岸线约 274m），因项目设计范围部分与广东汕尾电厂一期工程用海权属及其土地权属重叠，申请用海范围对其权属范围进行避让，避让后本项目申请用海范围占用广东省政府 2022 年批复海岛岸线 891m（人工岸线约 782m、自然岸线约 109m）。



图 3.1-2 本项目与周边权属叠置图

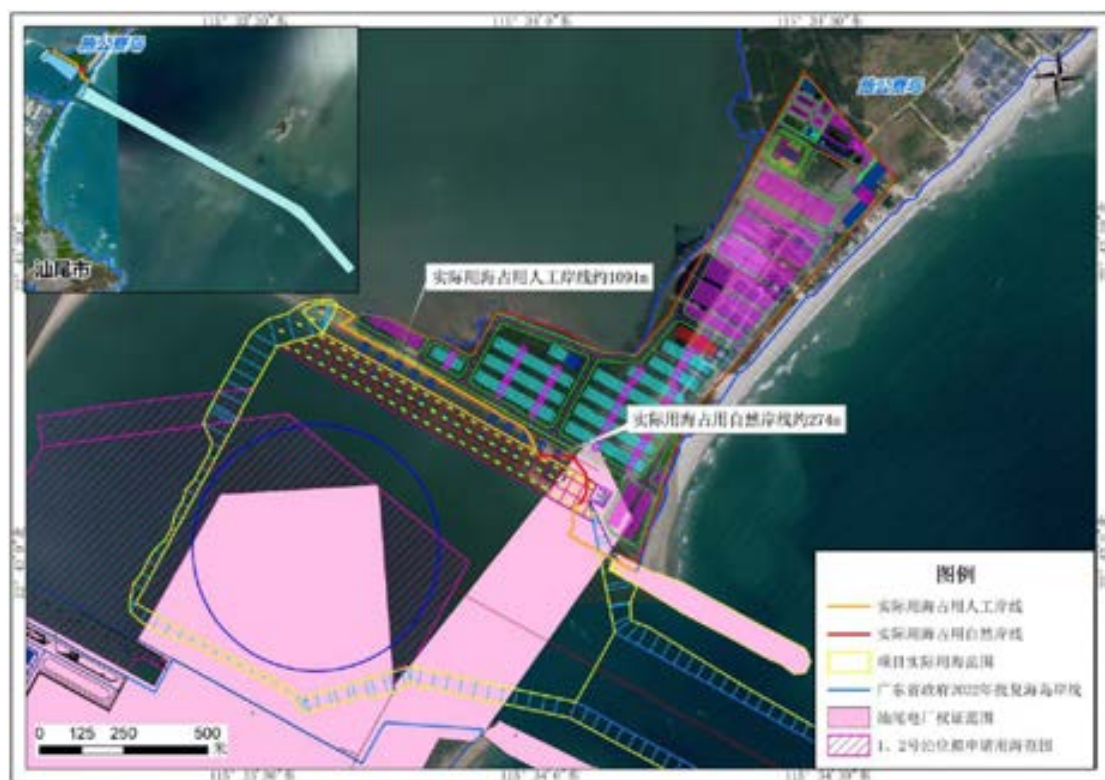


图 3.1-3 本项目实际用海范围占用岸线示意图



图 3.1-4 本项目申请用海范围占用岸线示意图



汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程宗海位置图



图 3.1-5 本项目宗海位置图

汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程宗海平面布置图



图 3.1-6 本项目宗海平面布置图

汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程（码头、港池一）宗海界址图

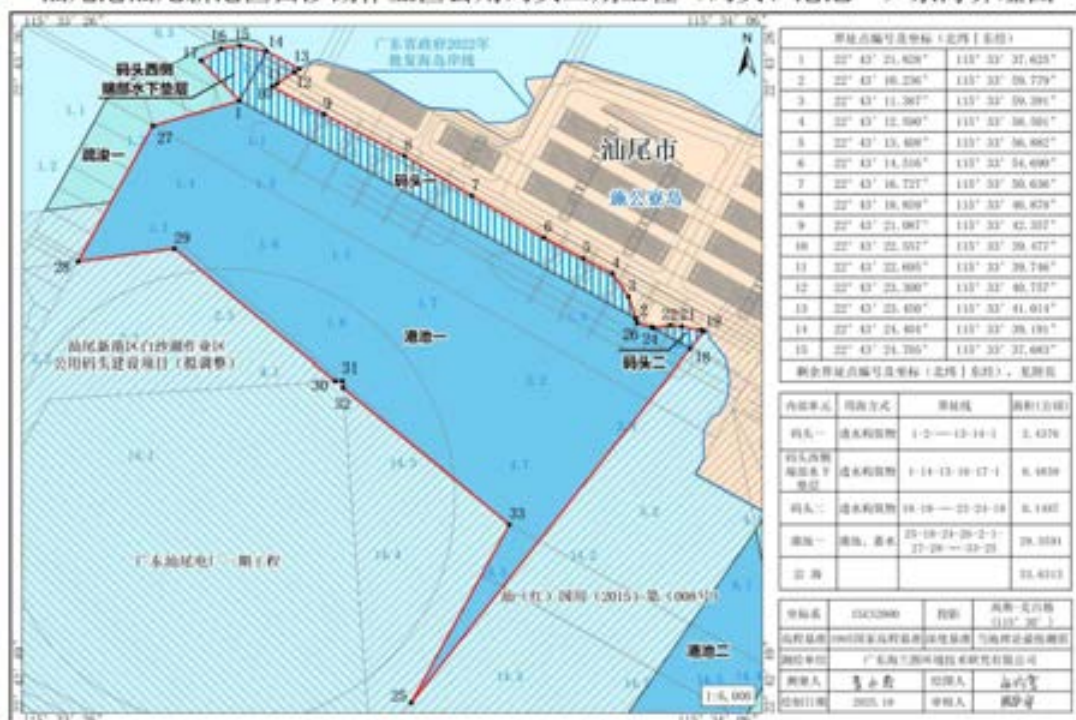


图 3.1-7 本项目宗海界址图（码头、港池一）

汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程（港池二）宗海界址图

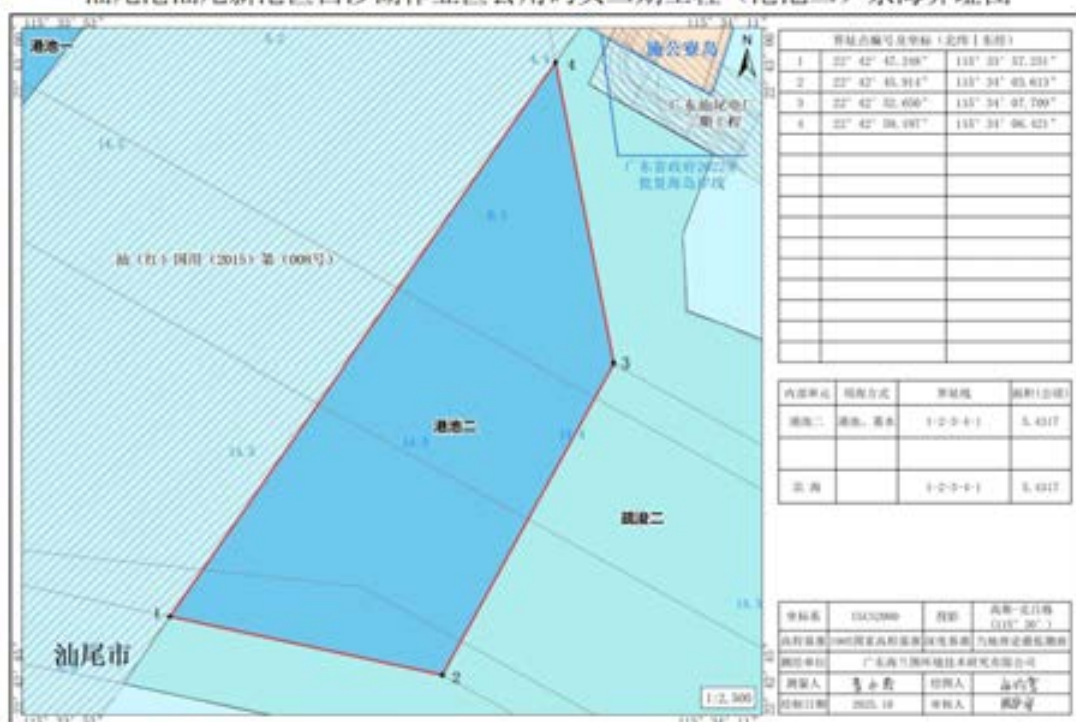


图 3.1-8 本项目宗海界址图（港池二）



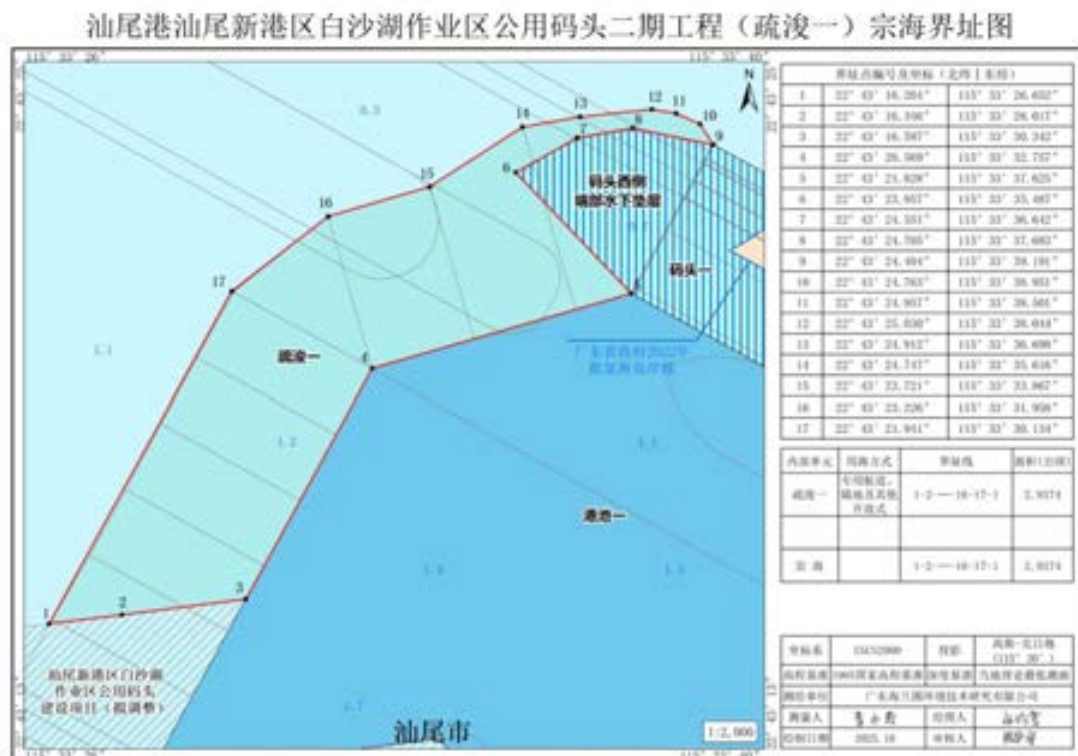


图 3.1-9 本项目宗海界址图（疏浚一）

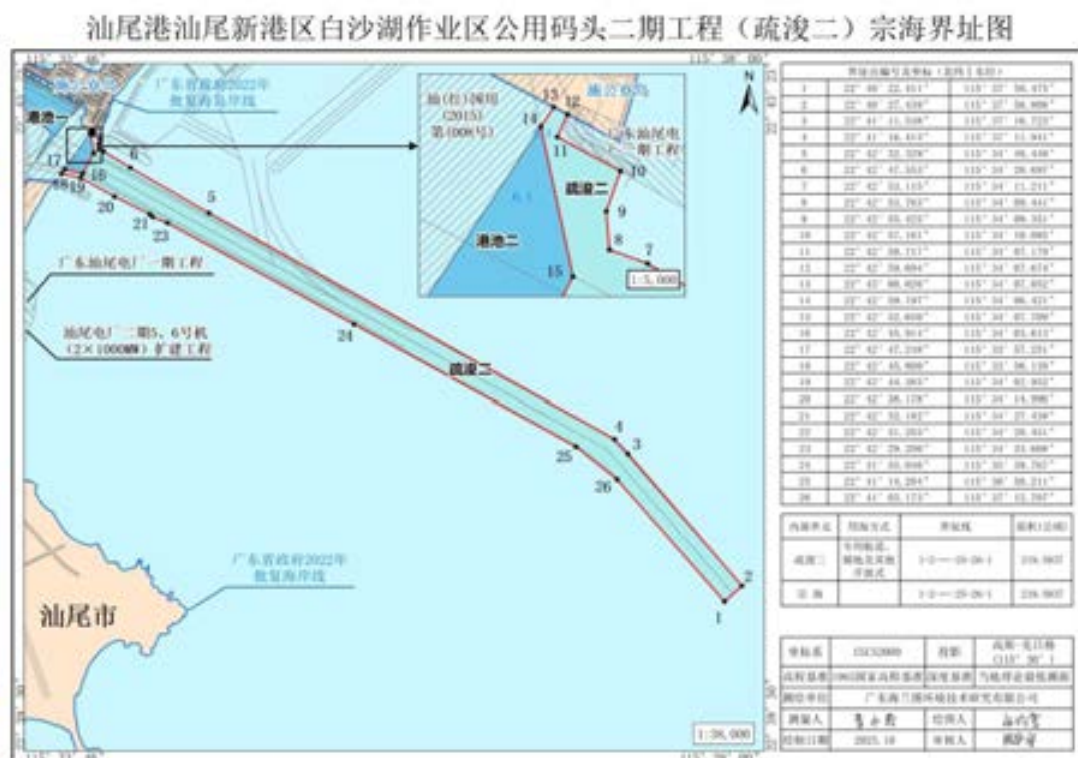


图 3.1-10 本项目宗海界址图（疏浚二）

### 3.用林情况

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程用地预审选址意见

报告书》(2025 年 7 月, 广东粤盛空间规划咨询有限公司), 本项目用地范围内涉及 11.2838 公顷国家级公益林, 保护等级 II 级。

本项目取得用地预审后, 建设单位于 2025 年 9 月 1 日就本项目用地红线内涉及的土地回收、村集体用地征拆、用林报批等事项请求汕尾市自然资源局协助办理, 汕尾市自然资源局于 2025 年 9 月 15 日结合市政府工作部署, 向红海湾经济开发区管委会下达《关于开展汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程征地和组卷报批工作的函》(汕自然资函〔2025〕1387 号)(见附件 6), 本项目征地相关工作由红海湾经济开发区管委会统筹安排。

根据《中华人民共和国森林法》第二十一条规定, 为了生态保护、基础设施建设等公共利益的需要, 确需征收、征用林地、林木的, 应当依照《中华人民共和国土地管理法》等法律、行政法规的规定办理审批手续, 并给予公平、合理的补偿。本项目属于基础设施, 目前, 红海湾经济开发区管委会正在按照《中华人民共和国森林法》和《建设项目使用林地审核审批管理办法》(国家林业局令第 35 号)等相关要求, 办理林地使用申请手续。



图 3.1-11 本项目用地预审范围内国家级公益林分布图

### 3.1.4 设计代表船型

本项目集装箱主要往来东南亚及东亚、美洲、地中海及欧洲等地区, 东南亚及东亚航线以 5 万吨级集装箱船为主, 美洲、地中海及欧洲航线以 15 万吨集装



箱船为主。本项目设计代表船型如下表所示。

表 3.1-7 本项目设计代表船型尺寸表

| 船型         | 总长  | 型宽   | 型深   | 满载吃水 | 载箱量<br>(TEU) |
|------------|-----|------|------|------|--------------|
| 3 千吨级集装箱船  | 104 | 17.8 | 7.8  | 5.5  | 251~400      |
| 5 千吨级集装箱船  | 119 | 20.6 | 9.0  | 6.7  | 401~670      |
| 1 万吨级集装箱船  | 142 | 22.7 | 11.4 | 8.7  | 671~1100     |
| 2 万吨级集装箱船  | 176 | 28.1 | 14.5 | 10.0 | 1101~1960    |
| 3 万吨级集装箱船  | 222 | 32.8 | 18.6 | 12.0 | 1961~3430    |
| 5 万吨级集装箱船  | 273 | 37.3 | 21.8 | 13.5 | 3501~5650    |
| 7 万吨级集装箱船  | 300 | 42.8 | 24.6 | 14.5 | 5651~6630    |
| 10 万吨级集装箱船 | 346 | 45.8 | 25.0 | 15.0 | 6631~9500    |
| 12 万吨级集装箱船 | 349 | 48.4 | 27.2 | 16.0 | 9500~11000   |
| 15 万吨级集装箱船 | 367 | 51.2 | 30.2 | 16.5 | 11001~15500  |

### 3.1.5 总平面布置

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》（2026 年 1 月，中交第四航务工程勘察设计院有限公司），本项目总平面布置设计按照《汕尾港总体规划》（汕尾市人民政府，2014 年 6 月）和《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等上层位规划，并结合选址处的地形、航道、水文等自然条件以及码头装卸工艺要求，合理确定码头前沿线位置及码头型式，并以此为基准，确定项目堆场和港池水域等设置。

#### 3.1.5.1 水域设计

结合船舶大型化发展趋势以及未来运营适应性需要，泊位结构设计底高程-18.1m。

码头前沿停泊水域宽度为 102m（取最大设计船型船宽的 2 倍），设计底高程-18.1m；回旋水域布置在停泊水域前方，设计直径取 734m，设计底高程取为-18.1m。回旋水域布置在停泊水域前方，按圆形设计，直径按照 2 倍最大设计船长设计为 734m，设计底高程取为-18.1m。

本项目航道设计在现有 10 万吨级航道基础上向东南延长 2.3km 并双向扩宽形成内段进港航道，航道挖槽底宽由 186m 拓宽至 236m，设计底高程由-16m 浚深至-18.3m；并在延长段终点新建 2km 的外段进港航道，轴线 140~320°，航道

挖槽底宽 236m，设计底高程为-18.3m。

本项目码头前沿水域及进港航道需进行疏浚及清礁，疏浚面积为 329.93 万  $\text{m}^2$ ，其中港池疏浚面积 116.43 万  $\text{m}^2$ ，航道疏浚面积 213.50 $\text{m}^2$ ，疏浚工程量约 1549.8 万方，其中港池疏浚量共 884.3 万  $\text{m}^3$ ，航道疏浚量共 665.5 万  $\text{m}^3$ ，清礁量约 27.96 万  $\text{m}^3$ ，其中港池礁石量共 21.91 万  $\text{m}^3$ ，航道礁石量共 6.05 万  $\text{m}^3$ 。

### **3.1.5.2陆域布置**

本项目泊位陆域高程+5.2m。根据地块功能不同，主要分为码头前沿作业区、堆场区、生产辅助设施等部分组成。

#### **1) 码头前沿作业区**

为满足到港船舶的靠泊和装卸要求，码头前沿作业地带包括岸桥海侧轨至码头前沿线之间 4m 区域、集装箱装卸桥轨道 35m 区间、舱盖板的放置区、堆场前方的集装箱牵引半挂车车道及设备安全距离等。结合码头前沿所地形地质条件，本项目的前方作业地带宽度取 80m。

#### **2) 堆场区**

本项目集装箱堆场主要由三部分组成：重箱堆场和第 9 类危险货物集装箱堆场、空箱堆场，其中重箱堆场面积 18.36 万平方米（含第 9 类危险货物集装箱混堆区约 5350 平方米），空箱堆场面积 14.23 万平方米。

#### **3) 生产辅助设施**

生产辅助设施包括码头进出港闸口及缓冲区、维修区、查验区、修箱作业区、生活辅建区以及流机停车场等。

#### **4) 港内道路**

港内布置主干道路 4 横 2 纵，主干道路宽度 25~30m，次干道宽度 15m，堆场及辅助生产设施的道路与主次干道相连，主次干道构成环形系统，道路畅顺，满足港口作业的集疏运要求。

### **3.1.5.3施工临时设施平面布置**

本项目所在区域已具备水、电、路三通的条件，为满足项目建设，拟在陆域用地范围内设置一处临时施工营地，施工营地长 60m、宽 75m；码头区设置施工平台，施工平台宽约 51m，长 931m，采用钢结构形式。

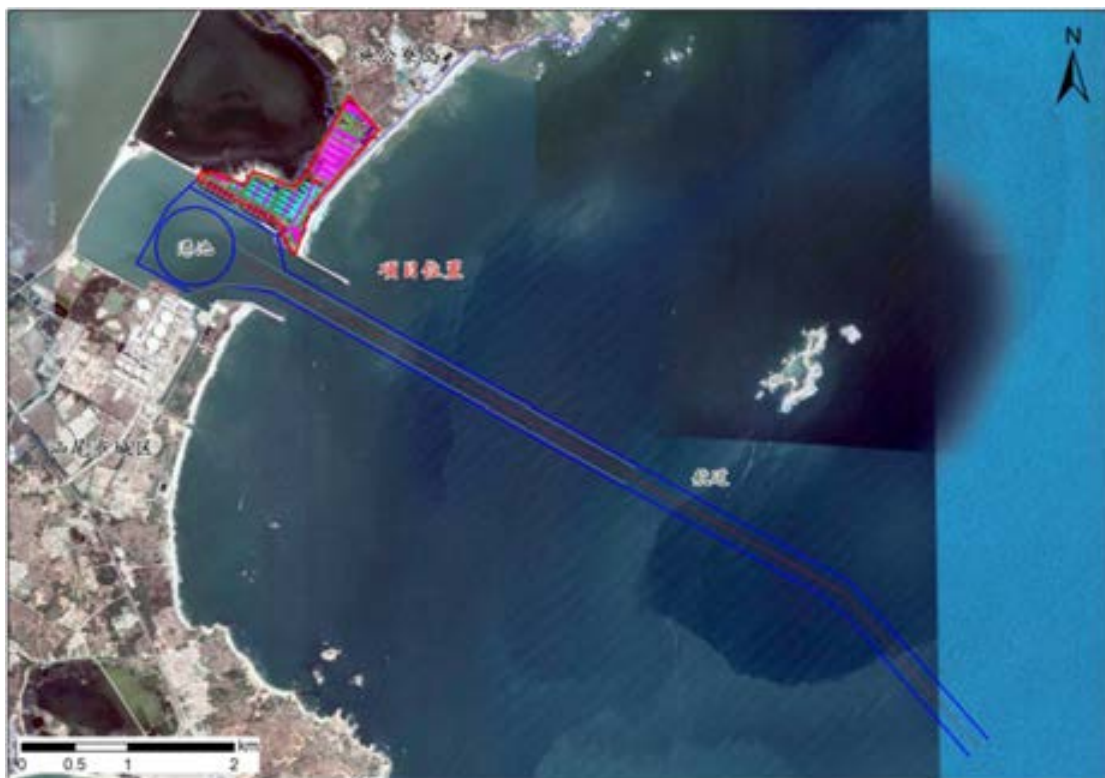


图 3.1-12 本项目总平面布置图



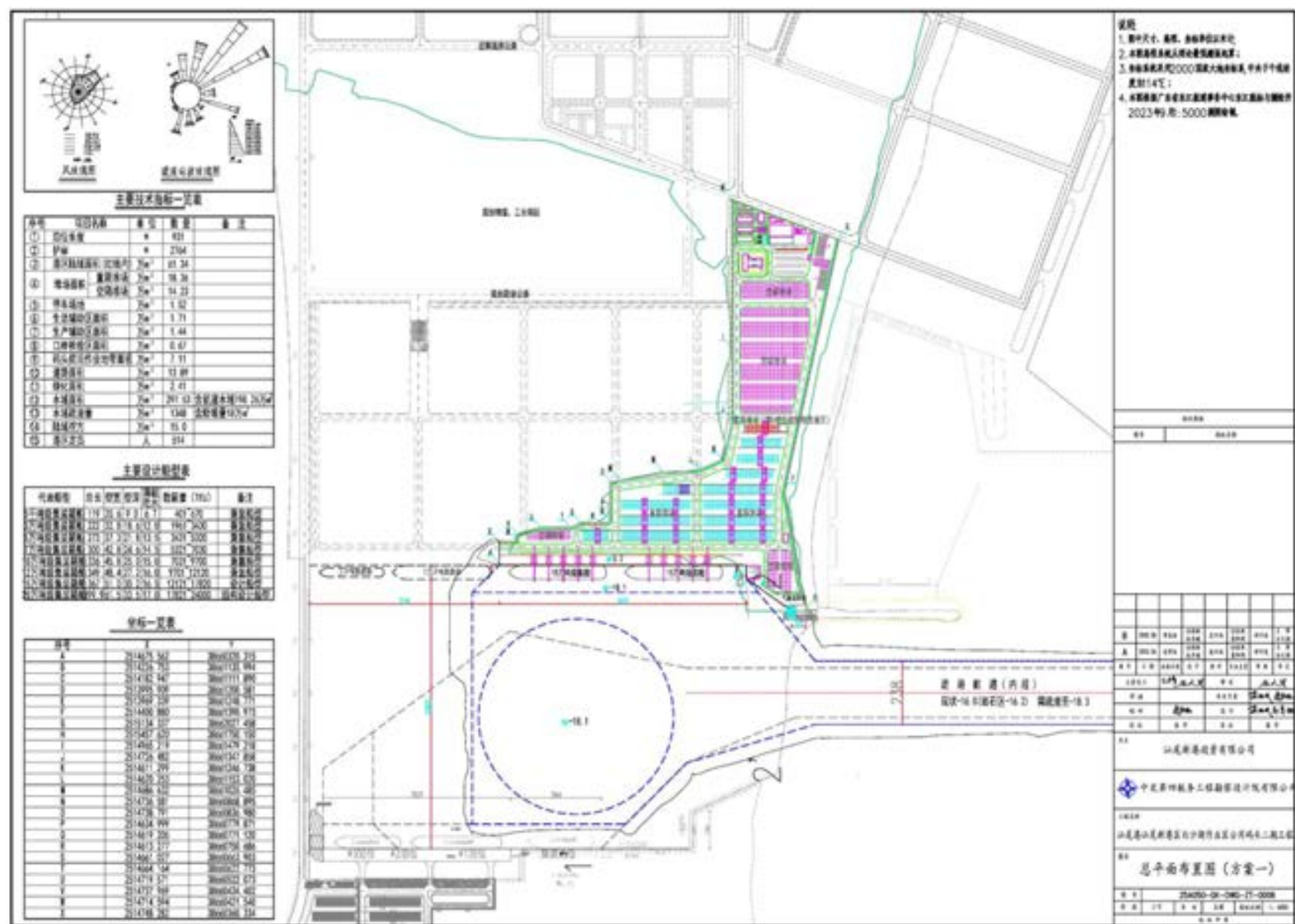


图 3.1-14 本项目港池水域平面布置图





图 3.1-15 本项目航道平面布置图





图 3.1-16 本项目码头桩基平面图



图 3.1-17 本项目临时施工设施分布图

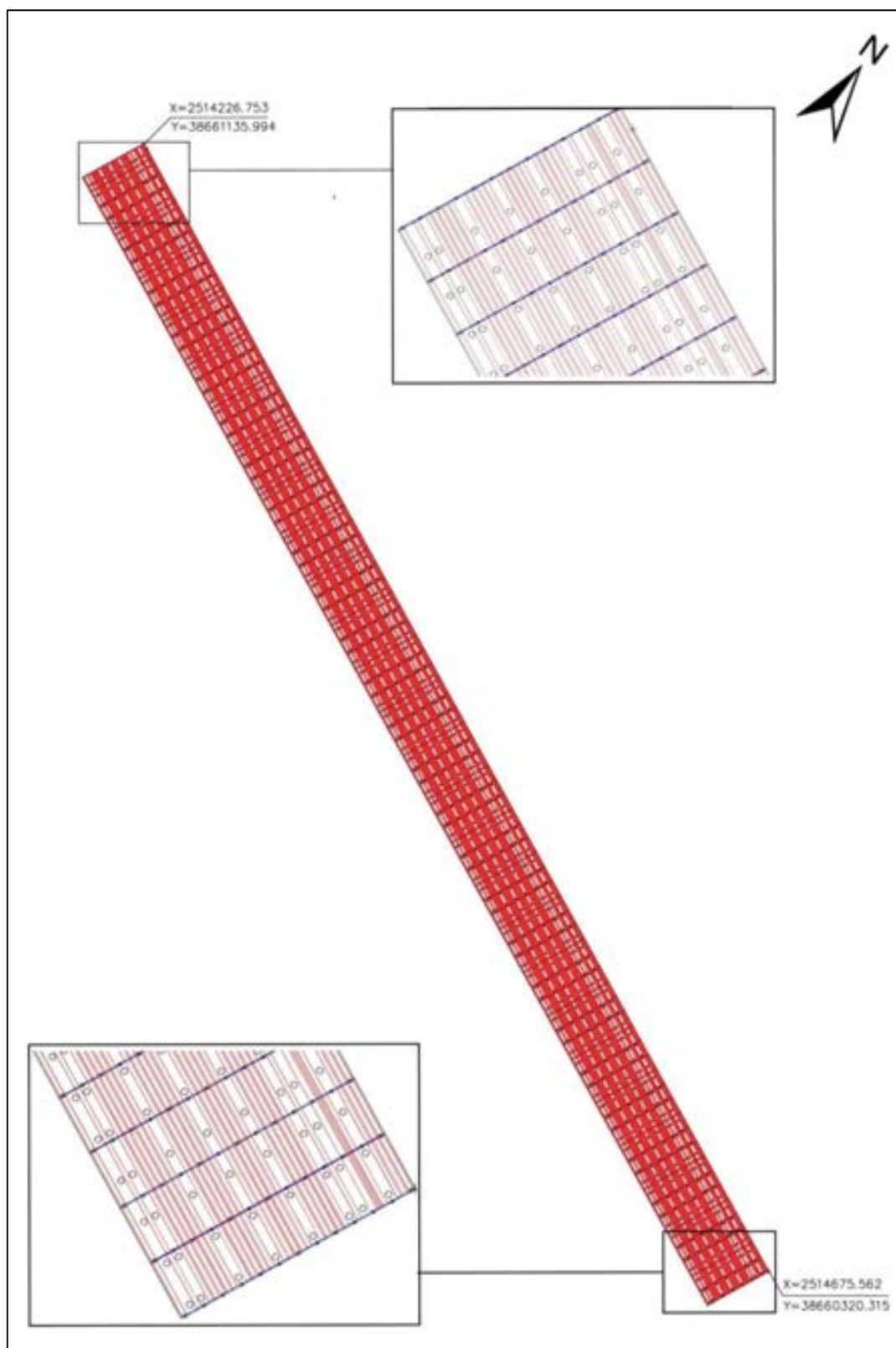


图 3.1-18 施工平台平面布置图

### 3.1.6 水工构筑物

#### 3.1.6.1 海域总平面布置

##### 1、码头泊位长度

码头泊位长度按项目设计期间执行的《海港总体设计规范》(JTS165-2013),并参考《海港总体设计规范》(JTS165-2025)中的相关规定计算公式进行计算:

连续布置泊位时的端部泊位:  $L_b = L + 1.5d$

连续布置泊位时的中间泊位:  $L_b = L + d$

式中:  $L_b$ ——泊位长度 (m);  $L$ ——设计船长 (m);  $d$ ——富裕长度 (m)。

直立式岸壁处的泊位长度按下式确定:

$$L_b = \zeta L + d/2$$

式中:  $L_b$ ——泊位长度 (m);  $L$ ——设计船长 (m);  $\zeta$ ——船长系数 (m)。

《海港总体设计规范》(JTS165-2013)中对于泊位长度计算的规定,连续布置泊位船舶间距  $d$  规范定义的为下限值,现有规范中对大于 320m 的船舶采用 35~40m 进行取值。规范条文说明中解释,连续布置的泊位,  $d$  的取值是考虑船体之间的安全距离,是存在交叉带缆情况的,对 15 万吨级及以上集装箱船在交叉带缆时,存在严重的安全隐患和影响大船靠离泊效率的现象。

参照南沙港、盐田港大型集装箱泊位长度设计情况,15 万吨级以上船舶靠泊期间,每艘船的船艏和船艉各需要不少于 8 根缆绳,且不允许交叉带缆。结合对 15 万吨级集装箱船系缆情况进行分析,单个系船柱缆绳数量按不超过 2 根控制,15 万吨级集装箱船船艏和船艉各需 10 根缆绳系统。根据系统缆分析结果,15 万吨级集装箱船的船舶富裕间距之间的系船柱间距结合排架间距适当加密至 9m 间距,船舶间距之间需设置 7~8 个系船柱,则船舶间距  $d$  计算为 63~72m,取值为 70m。综上,在不考虑交叉系统缆的情况下,本项目泊位长度计算值为  $35+367+70+367+367*0.25=930.75\text{m}$ ,最终取值为 931m。

##### 2、码头前沿作业地带宽度

本项目码头前沿作业宽度由以下部分构成。

①前沿至前轨安全间距:根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)要求不小于 3.5m,从安全角度考虑(防止集装箱船侧倾时撞到岸桥)并结合同类项目经验前沿至前轨安全间距取 4m。

②岸桥轨距：岸桥需要足够的稳定性，参照《港口工程荷载规范》（JTS 144-1-2010）苏伊士运河船型岸桥轨距取 35m。

③岸桥后轨中心距离舱盖板边缘安全间距：为防止岸桥与舱盖板相碰，取 2m。

④舱盖板区域宽度：船舶舱盖板尺寸沿船宽方向约 15m（6 列集装箱宽度）。

⑤车道宽度：码头前沿交通繁忙地带，车道宽度按港区主干道考虑，根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），取 24m。

因此项目码头前沿作业宽度为  $4+35+2+15+24=80\text{m}$ 。

### 3、停泊水域

#### （1）停泊水域宽度

码头前沿停泊水域宽度按 2 最大设计船型宽度进行设计，根据前文表 3.1-7 设计代表船型尺寸表，本项目最大设计船型宽度为 51.2m，则本项目停泊水域宽度取值 102m。

#### （2）停泊水域底高程

根据项目设计期间执行的《海港总体设计规范》（JTS165-2013），并参考《海港总体设计规范》（JTS165-2025），码头前沿设计水深按下式计算：

$$D=T+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4$$

式中：D——码头前沿设计水深（m）；T——设计船型满载吃水（m）； $Z_1$ ——龙骨下最小富裕深度（m）； $Z_2$ ——波浪富裕深度（m）； $Z_2=KH_{4\%}-Z_1$ ；K 取 0.7， $H_{4\%}$ 为码头前允许停泊的波高（m）； $Z_3$ ——配载不均而增加的船尾吃水值（m）； $Z_4$ ——备淤深度（m）。

码头前沿底高程=设计水位-D

根据上述设计规范，本项目按照设计船型计算得港池底高程为-17.5m，考虑到未来船舶大型化需求及水域通行顺畅要求，考虑与回旋水域取一致，码头前沿设计底高程取-18.1m。

### 4、回旋水域尺度

#### （1）回旋水域平面尺度

按《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）的规定，码头回旋水域掩护条件一般，但考虑有港作拖轮协助船舶作业，码头回旋水域回旋圆直径取 2 倍设计船长。本项目回旋水域直径取 15 万吨级集装箱船船长 2 倍，为 734m。



## (2) 回旋圆设计水深及底高程

码头回旋水域和连接水域设计底高程与航道计算公式相同，具体如下：

$$D=D_0+Z_4$$

$$D_0=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$$

其中  $D_0$ ——回旋水域通航水深； $D$ ——回旋水域设计水深； $Z_0$ ——船舶航行时船体下沉增加的富裕吃水（m），按照 4kn 考虑； $Z_1$ ——航行时龙骨下最小富裕深度（m）； $Z_2$ ——波浪富裕深度（m）； $Z_3$ ——船舶装载纵倾富裕深度（m）； $Z_4$ ——备淤深度（m）。

经计算，15 万吨级集装箱船回旋圆设计底高层为-18.05m，取-18.1m。

## 5、航道

### (1) 航道现状

本项目所在汕尾新港区白沙湖作业区进港航道，是进出白沙湖作业区的重要航道，目前航道通航标准为 5 万吨级满载不乘潮、10 万吨级散货船满载乘潮。该航道是汕尾红海湾电厂已建配套码头的 10 万吨级散货船航道，航道轴线呈西北～东南走向，航道方位角为  $298.49^\circ \sim 118.49^\circ$ ，白沙湖作业区至外海，总长约 4.21km，有效宽度 190m，底宽 186m，设计底标高-16.0m。各航段边坡为 1: 5。



图 3.1-19 本项目周边海域现状航道示意图



## （2）航道规划

本项目所在的白沙湖作业区有汕尾港不可多得的优质深水岸线资源，根据《汕尾港总体规划》（汕尾市人民政府，2014 年 6 月），作业区内规划最大泊位等级为 15 万吨级。域布置规划方面，沙湖作业区规划进港航道等级标准为 5 万吨级满载不乘潮、10 万吨级散货船满载乘潮。

根据《广东省航道发展规划（2020—2035 年）》，汕尾新港区航道规划等级为 15 万。

根据正在修编的《汕尾港总体规划（2025-2035 年）》（报批稿），规划远期汕尾新港区进港航道升级至 15~20 万吨级，在现状航道外段终点位置继续向东延伸约 2.3km 后转向 20°、2km 再后转向 25°，航道设计底高程-20.4m，航道底宽 221m，规划航道尺度可在实施过程中作进一步优化。

## （3）本项目航道尺度设计

### ①航道设计底标高

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），航道设计底高程按下式计算：

$$D=D_0+Z_4$$

$$D_0=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$$

式中： $D_0$ ——回旋水域通航水深； $D$ ——回旋水域设计水深； $Z_0$ ——船舶航行时船体下沉增加的富裕吃水（m）； $Z_1$ ——航行时龙骨下最小富裕深度（m），一般底质区取 0.6m，岩石底质区取 0.8m； $Z_2$ ——波浪富裕深度（m）； $Z_3$ ——船舶装载纵倾富裕深度（m）； $Z_4$ ——备淤深度（m）。

经计算，15 万吨级集装箱船航道设计底高程为-18.28m，取-18.3m。

### ②航道通航宽度

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），航道通航宽度按以下公式计算：

$$\text{单线航道 } W=A+2c$$

$$A=n(L\sin\gamma+B)$$

式中： $W$ ——航道通航宽度（m）； $A$ ——航迹带宽度（m）； $c$ ——船舶与航道底边线间的富裕宽度（m）； $b$ ——船舶间富裕宽度（m）； $n$ ——船舶漂移倍数； $\gamma$ ——风、流压偏角（°）； $L$ ——设计船长（m）； $B$ ——设计船宽（m）。

经计算，15 万吨级集装箱船航道通航宽度取 240m，挖槽底宽为 236m。

#### (4) 本项目航道走向合理性分析

##### ①海域通航条件分析

根据前文分析，本项目所在港口作业区现状已建成 10 万吨级航道，并已配置航标等通航设施，基于充分利用现有通航资源的原则，本项目应在现有航道基础上实施拓展浚深，并结合水深条件，在现有航道末端延长。

现有航道轴线呈西北～东南走向，根据区域海图显示，现有航道末端东侧约 500m 处为成片天然礁石区，不适宜作为航道区域。现有航道南侧为约 530m 为海洋生态保护红线汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区，也不适宜作为航道区域。此外，现有航道末端沿轴线方向 5.7km 外为汕尾港 9 号锚地，根据《海轮航道通航标准》(JTS180-3-2018)，锚地不得占用航道；锚地与航道较近时，设进出通道，通道与航道夹角宜取  $45^{\circ}$  以下，港外锚地边线至航道变宽安全距离不宜小于 2~3 倍设计船长。

综上，本项目航道走向应充分利用现有航道资源，并避开天然礁石区、生态保护红线和锚地，并与锚地保持一定的安全距离。

##### ②设计阶段的航道走向优化

本项目工程设计阶段，初始航道设计为在现有航道双向拓宽，并在航道末端转向  $30^{\circ}$  并延长 4.6km，该方案有效避让了礁石区和锚地，并符合与锚地的安全距离，但穿越了海洋生态保护红线汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区。环评单位接受本项目环评编制工作后，对原有设计方案进行了分析，提出航道设计应采取避让措施，避让海洋生态保护红线，设计单位经优化后，最终形成本项目航道设计为：在现有航道双向拓宽，并在航道沿航道轴线延长 2.3km 后转向  $20^{\circ}$  后再延长 2.2km。



图 3.1-20 工可阶段原航道设计与海洋生态保护红线的位置关系图



图 3.1-21 优化后的航道设计与周边环境关系图

### ③本项目航道设计的合理性分析

根据本项目航道设计，本项目航道避让了有效避让了礁石区、海洋生态保护红线和锚地，与锚地的距离为 1377m，大于本项目设计船长（367m）的 3 倍，符合《海轮航道通航标准》（JTS180-3-2018）中港外锚地边线至航道变线安全距离不宜小于 2~3 倍设计船长的要求。

根据《海轮航道通航标准》（JTS180-3-2018），航道转弯段按转向角（航道中心线偏折角分级控制，航道选线应满足船舶航行的安全要求，本项目现有航道设计已开展通航条件影响评价，并取得了广东省交通运输厅审查意见：粤交许可(航评)〔2025〕614 号，本项目航道设计满足船舶通航要求。此外，根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》（报批稿，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2026 年 1 月）及其批复粤发改投审〔2026〕18 号，本项目航道设计已取得核准。

综上，本项目航道走向合理。

### 3.1.6.2 水工构筑物断面设计

本项目拟建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施，主要水工建筑物包括码头、直立式护岸、西护岸及东护岸等工程，其中护岸建设于海岛岸线内，不涉及用海。项目涉海水工构筑物为一座长 931m，结构总宽度 50.4m 的码头。本项目水工建筑物结构的安全等级为二级，设计使用年限 50 年。

#### 1、码头结构

码头长度 931m，码头结构总宽度 50.4m，顶标高+5.2m，采用高桩梁板式，排架间距 9m，桩基采用  $\Phi 1200\text{mm}$ （ $\Phi 1400\text{mm}$ ）钢管桩，钢管桩底部设灌注嵌岩段，每榀排架布置 8 根桩，全直桩，其中，前轨道梁下采用 2 根  $\Phi 1200\text{mm}$  直桩，前后轨之间设有 3 根  $\Phi 1200\text{mm}$  直桩，后轨道梁下采用 2 根  $\Phi 1200\text{mm}$  直桩，码头后沿处设有 1 根  $\Phi 1400\text{mm}$  直桩。

码头上部结构采用正交梁板结构，横梁坐落于现浇桩帽上。矩形横梁高 2.7m，宽 1.6m。预制预应力轨道梁宽 1.5m，总高 2.7m。预制预应力纵梁宽 0.8m，总高 2.3m。叠合板总厚度为 0.55m，其中预制预应力部分厚度为 0.35m，现浇厚度 0.2m。码头面设现浇磨耗层，设 0.5%的排水坡度。横梁外端与靠船构件连接成整体。

码头隔跨布置 SC1600H 两鼓一板标准反力鼓型橡胶护舷，间距约 18m。码

头前沿隔跨布置 2000kN 系船柱，间距约 18m。码头前沿集装箱岸桥轨距 35m，前轨距码头前沿 4m，轨道采用 QU120 钢轨。

为确保码头稳定性，在码头西侧端部建设圆弧段水下垫层，采用 100~200kg、800~1000kg 块石护坡，圆弧半径长 86.9m，边坡逐层为 1: 2、1: 3、1: 5，垫层顶高程-0.5m（以当地理论最低潮面起算）。

## 2、接岸结构

码头接岸结构顶标高+5.2m，采用重力式挡墙结构，总高度 5.2m，分预制和现浇两部分，其中底部预制部分宽度为 5.0m、高度 1.8m，顶部现浇部分为梯形结构，底宽 2.5m、高度 3.4m。挡墙后方依次为 10~100kg 块石、二片石、混合倒滤层、土工布和陆域回填料。码头结构与后方陆域之间设有简支板，简支板宽度 4.6m，厚度 0.6m。

重力式挡墙底部存在约 9m 厚淤泥~淤泥质土，需进行地基处理，淤泥质土常用地基处理方式有塑料排水板、水泥搅拌桩，考虑施工工期因素，本项目拟采用水泥搅拌桩进行地基处理，地基处理范围总宽度约 25m，水泥搅拌桩置换率 34%。

接岸结构利用码头面宽度 50.4m，在其底部采用斜坡式护岸，坡度 1:2，分两级，-10m 高程以上受波浪作用，根据护岸前沿处波浪条件，采用 2t 扭王字块护面结构，-10.0m 以下不受波浪作用，采用 800~1000kg 块石。

## 3、直立式护岸

直立式护岸总长度约 312m，其中靠近码头侧约 175m 采用钢管组合板桩结构，靠近口门处防波堤侧约 137m 受抛填块石影响，采用灌注排桩结构。直立式护岸结构全部位于海岸线向陆一侧，不涉及海域。护岸结构方案如下：

### ①钢管组合板桩结构段

钢管组合板桩结构段直立式护岸顶标高+5.2m，前沿底高程-18.1m，采用单锚板桩结构，前墙采用壁厚 24mm 的  $\Phi 2032\text{mm}$  钢管桩与 Z630mm 钢板桩组合，桩底高程-31.0m，桩顶高程+2.3m。组合板桩上部结构为现浇 C40 钢筋混凝土胸墙，胸墙宽 5m。拉杆间距 3.35m，安装高程为 1.7m，直径为  $\Phi 140\text{mm}$ 。锚碇结构采用  $\Phi 1000\text{mm}$  钢管桩与 Z630mm 钢板桩组合结构，桩底高程-15.5m，桩顶高程+1.3m，上部设置钢筋混凝土导梁，导梁尺度为  $1.8 \times 2.4\text{m}$ 。



锚碇结构到板桩前墙之间采用水泥土搅拌桩处理，置换率 34%。墙后 0.5m 以上回填 10~100kg 块石。拉杆上下 1.0m 范围内回填碎石垫层。板桩后设  $\Phi 80$  排水孔，排水孔后设混合倒滤棱体。

## ②灌注排桩结构段

灌注排桩结构段直立式护岸顶标高+5.2m，前沿底高程-10.1m，采用单锚板桩结构，前墙采用直径 1.5m 灌注桩，间距 1.675m，灌注桩之间采用高压旋喷桩挡土。桩底高程-31.0m，桩顶高程+2.3m。桩上部结构为现浇 C40 钢筋混凝土胸墙，胸墙宽 5m。拉杆间距 3.35m，安装高程为 1.7m，直径为  $\Phi 140\text{mm}$ 。后方锚碇结构处无抛填块石，采用  $\Phi 1000\text{mm}$  钢管桩与 Z630mm 钢板桩组合结构，桩尖高程-15.5m，桩顶高程+1.3m，上部设置钢筋混凝土导梁，导梁尺度为  $1.8 \times 2.4\text{m}$ 。

锚碇结构到板桩前墙之间采用水泥土搅拌桩处理，置换率 34%。墙后 0.5m 以上回填 10~100kg 块石。拉杆上下 1.0m 范围内回填碎石垫层。板桩后设  $\Phi 80$  排水孔，排水孔后设混合倒滤棱体。

## 4、东护岸

本项目陆域东侧为外海，陆域边界东侧护岸总长度约 1425m。其中北侧段约 971m 的陆域红线边界距离现状海岸线约 30m，距离现状岸坡约 70m，陆域高程 5.4~7.0m，该段现状泥面高程约 4.0~6.5m，北侧段无护岸防护措施；

南侧段约 454.2m 的陆域红线边界距离现状海岸线约 6m，距离现状岸坡约 60m，陆域高程 5.2~5.4m，采取护岸防护措施。该段现状泥面高程约 3.0~4.0m，拟采用直立式小挡墙结构，挡墙高度约 3.2m，挡墙外侧采用 50~100kg 块石进行护底。

## 5、西护岸

本项目陆域西侧为内部水域，陆域边界西侧结合现状泥面高程及海岸线位置关系部分区段无防护措施，采取防护措施的分三种结构：

### （1）直立式大挡墙

因陆域红线距离现状海岸线距离约 1.0m 较近，护岸采用直立式大挡墙，长度 1086m，护岸结构顶高程 5.2m，现浇挡墙高度 4.2m，底部基础采用水泥土搅拌桩处理，置换率 34%，处理宽度约 11.0m。挡墙外侧采用 50~100kg 块石进行护底，墙后依次为 10~100kg 块石、二片石、混合倒滤层、土工布和陆域回填料。

### (2) 直立式小挡墙

因陆域红线距离现状海岸线距离约 8.0m,护岸采用直立式小挡墙,长度 210m,护岸结构顶高程 5.2m,现浇挡墙高度 2.8m,底部基础采用水泥土搅拌桩处理,置换率 34%,处理宽度约 11.0m。挡墙外侧采用 50~100kg 块石进行护底,墙后依次为 10~100kg 块石、二片石、混合倒滤层、土工布和陆域回填料。

### (3) 斜坡式

因陆域红线距离现状海岸线距离较远,且现状泥面高程较高,护岸采用斜坡式结构,长度 701m,护岸结构顶高程 5.2m。底部基础采用水泥土搅拌桩处理,置换率 34%,处理宽度约 11.0m;采用 10~100kg 块石形成护岸基础,顶部设置胸墙,胸墙外侧采用 50~100kg 块石进行防护,墙后依次为 10~100kg 块石、二片石、混合倒滤层、土工布和陆域回填料。

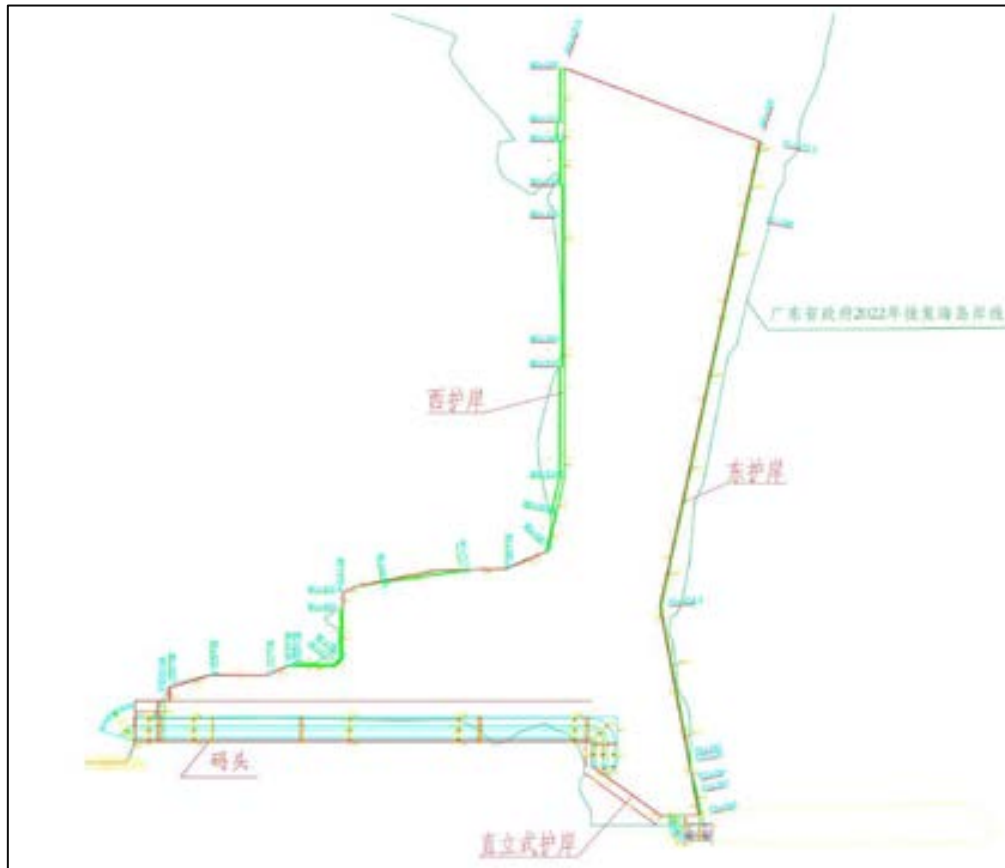


图 3.1-22 本项目码头及护岸平面布置图

表 3.1-8 本项目护岸尺寸及垫层使用情况表

| 序号 | 护岸类型               | 垫层类型     | 数量                    |
|----|--------------------|----------|-----------------------|
| 1  | 直立式护岸 (312m×41.9m) | 回填块石     | 3.89 万 m <sup>3</sup> |
| 2  |                    | 拉杆上下碎石垫层 | 1.14 万 m <sup>3</sup> |

| 序号 | 护岸类型                      | 垫层类型             | 数量                    |
|----|---------------------------|------------------|-----------------------|
| 3  | 西护岸直立式大挡墙段<br>(1086m×16m) | 陆上现浇 C40 混凝土     | 1.01 万 m <sup>3</sup> |
| 4  |                           | 铺筑二片石垫层          | 0.73 万 m <sup>3</sup> |
| 5  |                           | 陆上现浇 C20 垫层      | 501.7 m <sup>3</sup>  |
| 6  |                           | 陆上现浇挡浪墙 C40      | 1.23 万 m <sup>3</sup> |
| 7  |                           | 墙后回填 10~100kg 块石 | 1.71 万 m <sup>3</sup> |
| 8  |                           | 墙后回填二片石          | 0.38 万 m <sup>3</sup> |
| 9  |                           | 墙后回填混合倒滤层        | 0.43 万 m <sup>3</sup> |
| 10 |                           | 护坡块石 50~100kg    | 0.43 万 m <sup>3</sup> |
| 11 | 西护岸直立式小挡墙段<br>(210m×16m)  | 换填 10~100kg 块石   | 0.14 万 m <sup>3</sup> |
| 12 |                           | 陆上现浇 C20 垫层      | 73.9 m <sup>3</sup>   |
| 13 |                           | 陆上现浇挡浪墙 C40      | 0.12 万 m <sup>3</sup> |
| 14 |                           | 墙后回填 10~100kg 块石 | 0.22 万 m <sup>3</sup> |
| 15 |                           | 墙后回填二片石          | 739.2 m <sup>3</sup>  |
| 16 |                           | 墙后回填混合倒滤层        | 831.6 m <sup>3</sup>  |
| 17 |                           | 护坡块石 50~100kg    | 0.12 万 m <sup>3</sup> |
| 18 | 西护岸斜坡式段<br>(701m×16m)     | 换填 10~100kg 块石   | 0.74 万 m <sup>3</sup> |
| 19 |                           | 陆上现浇 C20 垫层      | 115.7 m <sup>3</sup>  |
| 20 |                           | 陆上现浇挡浪墙 C40      | 771.1 m <sup>3</sup>  |
| 21 |                           | 墙后回填二片石          | 0.11 万 m <sup>3</sup> |
| 22 |                           | 护坡块石 50~100kg    | 771.1 m <sup>3</sup>  |
| 23 | 东护岸中外护岸段<br>(454m×10m)    | 换填 10~100kg 块石   | 0.31 万 m <sup>3</sup> |
| 24 |                           | 陆上现浇 C20 垫层      | 209.8 m <sup>3</sup>  |
| 25 |                           | 陆上现浇挡浪墙 C40      | 0.51 万 m <sup>3</sup> |
| 26 |                           | 墙后回填 10~100kg 块石 | 0.72 万 m <sup>3</sup> |
| 27 |                           | 墙后回填二片石          | 0.16 万 m <sup>3</sup> |
| 28 |                           | 墙后回填混合倒滤层        | 0.18 万 m <sup>3</sup> |

### 3.1.6.3 施工平台

本项目码头施工期间需布设施工平台，施工平台建设于码头范围内，施工平台宽约 51m，长 931m。钢平台上部结构主梁使用 321 型标准贝雷片，为上承式单层贝雷梁；每组贝雷梁之间用 90、45 支撑架连接；横梁使用 I25a 工字钢间距 1m 铺设，横梁与贝雷梁之间用 V 型卡固定；钢平台分配横梁上铺设定型桥面板；栏杆高 1.2m 立柱间距 1.5m。钢平台下部结构均用 Φ630\*10mm 螺旋钢管桩打设，入泥深度平均约 15m；盖梁用双拼 I45a 工字钢架设，贝雷片与盖梁之间用小龙门限位器固定，钢管桩之间用 20#操钢连接。

本项目施工平台共设置 79 排、每排 13 根钢管桩。

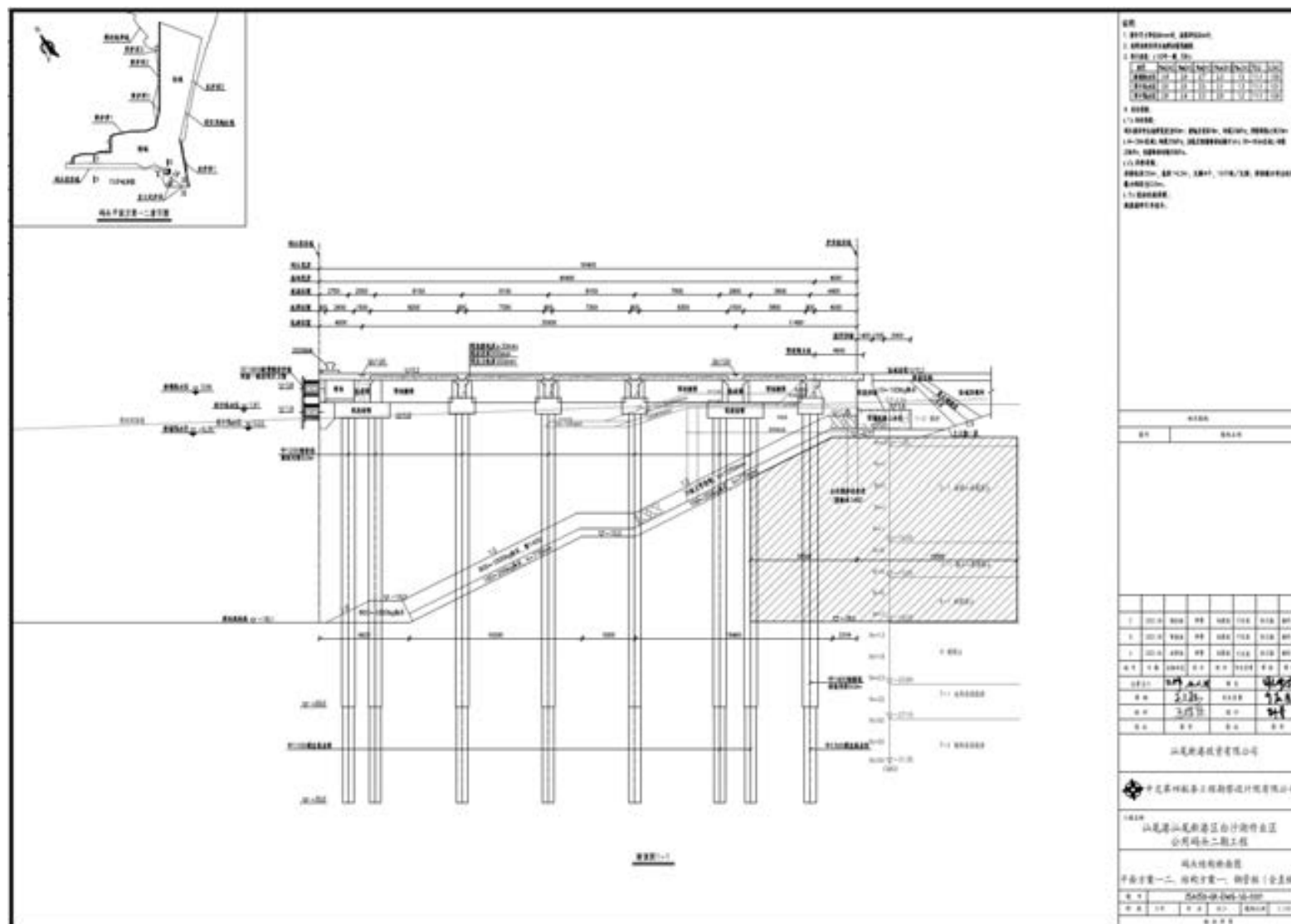


图 3.1-23 码头结构断面图



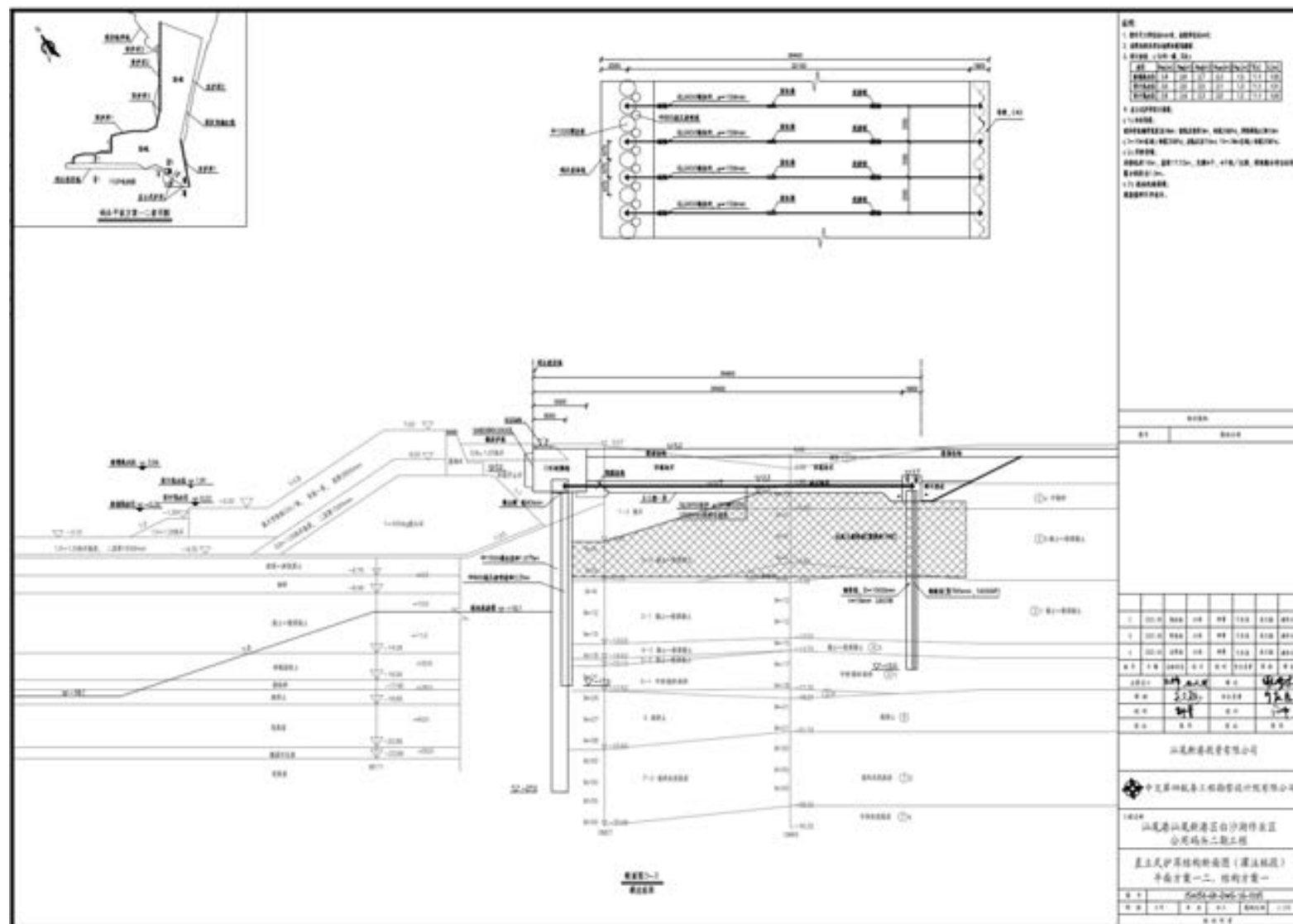


图 3.1-25 直立式护岸断面图 2







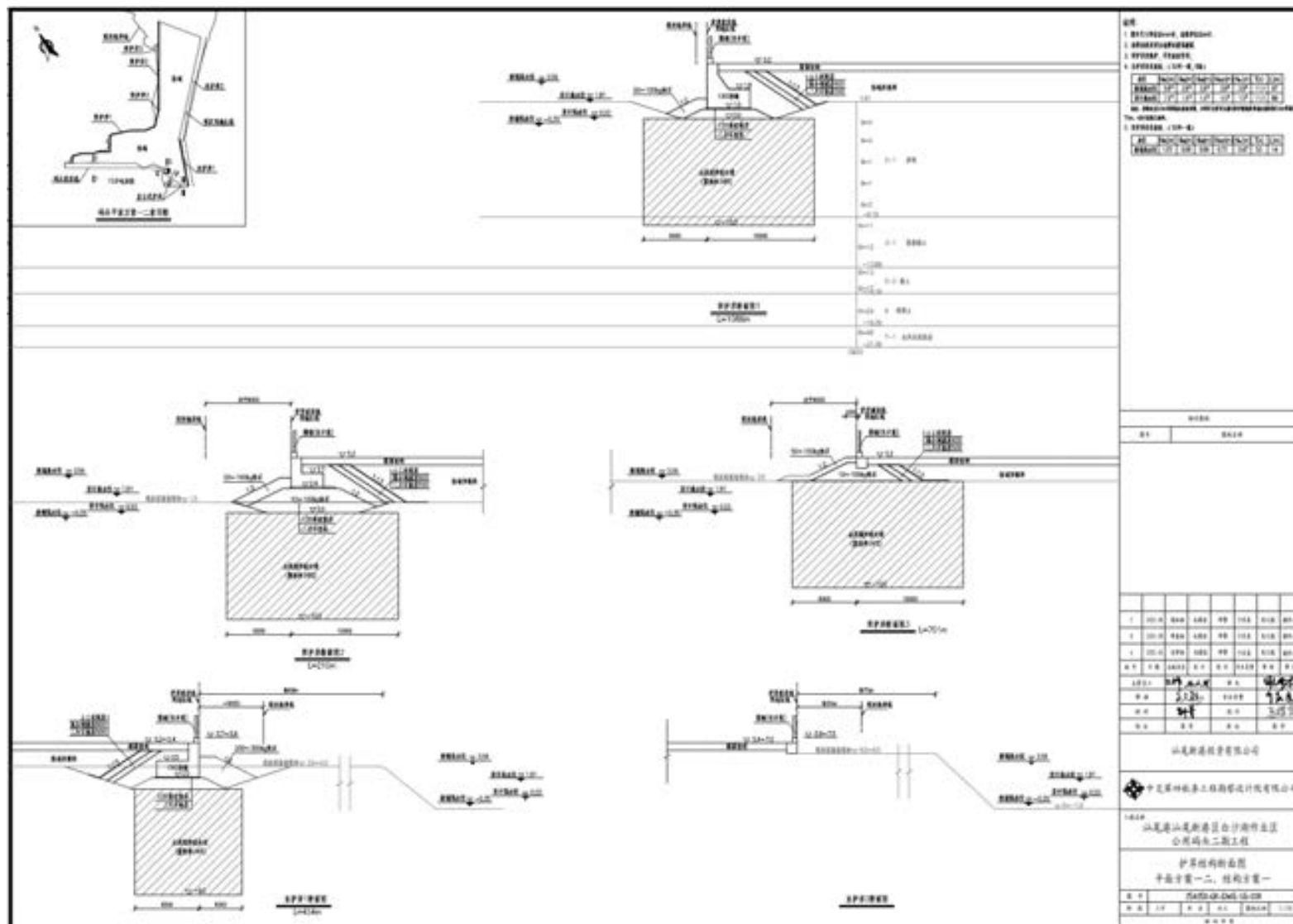


图 3.1-28 东、西护岸断面图



### 3.1.7疏浚及除礁工程

#### 3.1.7.1工程量

根据 2025 年 7 月-8 月广东省珠江东航道事务中心东莞航道所对本项目海域进行的水深地形测量成果，本项目水域疏浚范围包括港池、回旋水域、连接水域及进港支航道，总疏浚面积约 329.93 万  $\text{m}^2$ 。考虑本项目淤泥层较厚，疏浚综合边坡取 1: 5。水域总疏浚量为 1549.8 万  $\text{m}^3$ ，其中港池疏浚量共 884.3 万  $\text{m}^3$ ，航道疏浚量共 665.5 万  $\text{m}^3$ 。

现阶段回旋水域、连接水域及进港支航道范围内存在强、中、微风化岩，根据设计单位物探成果确定礁石区域，需除礁量约 27.96 万  $\text{m}^3$ ，主要分布在港池及航道处，其中停泊水域及回旋水域内的礁石量为 21.91 万  $\text{m}^3$ ，航道处的礁石量为 6.05 万  $\text{m}^3$ 。

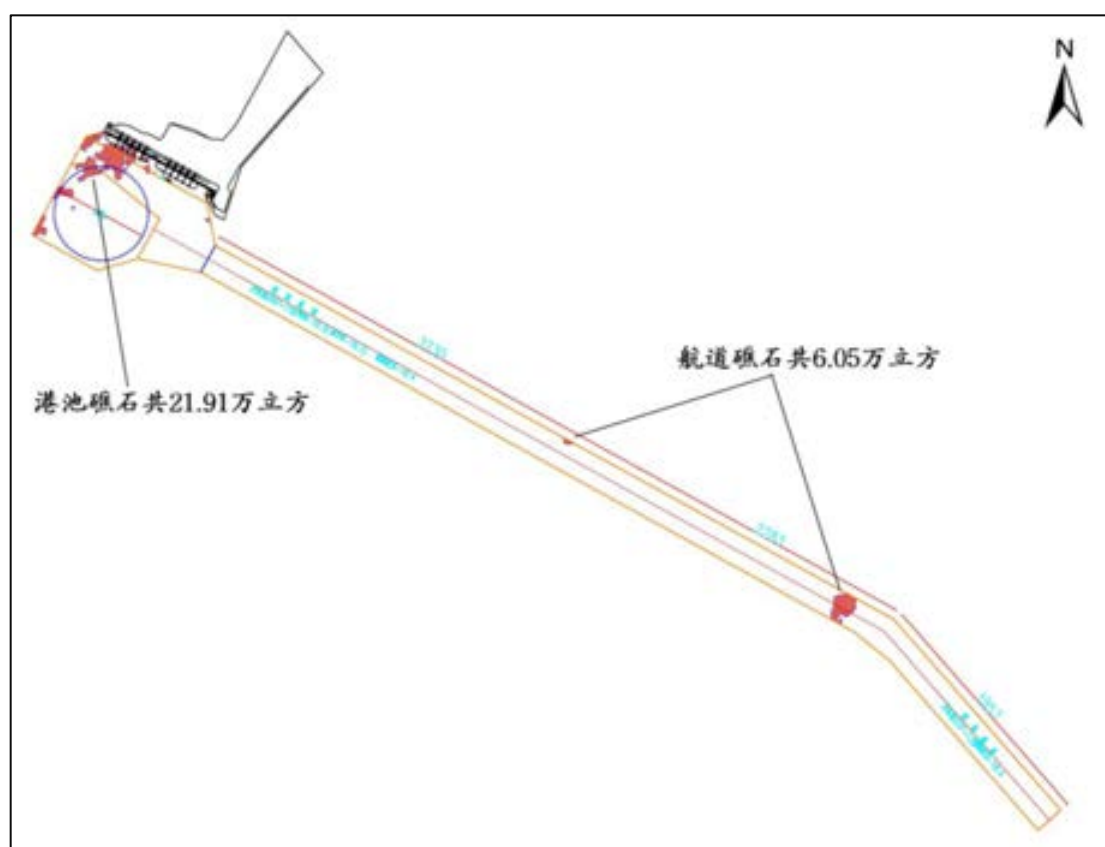


图 3.1-30 本项目礁石分布区域图

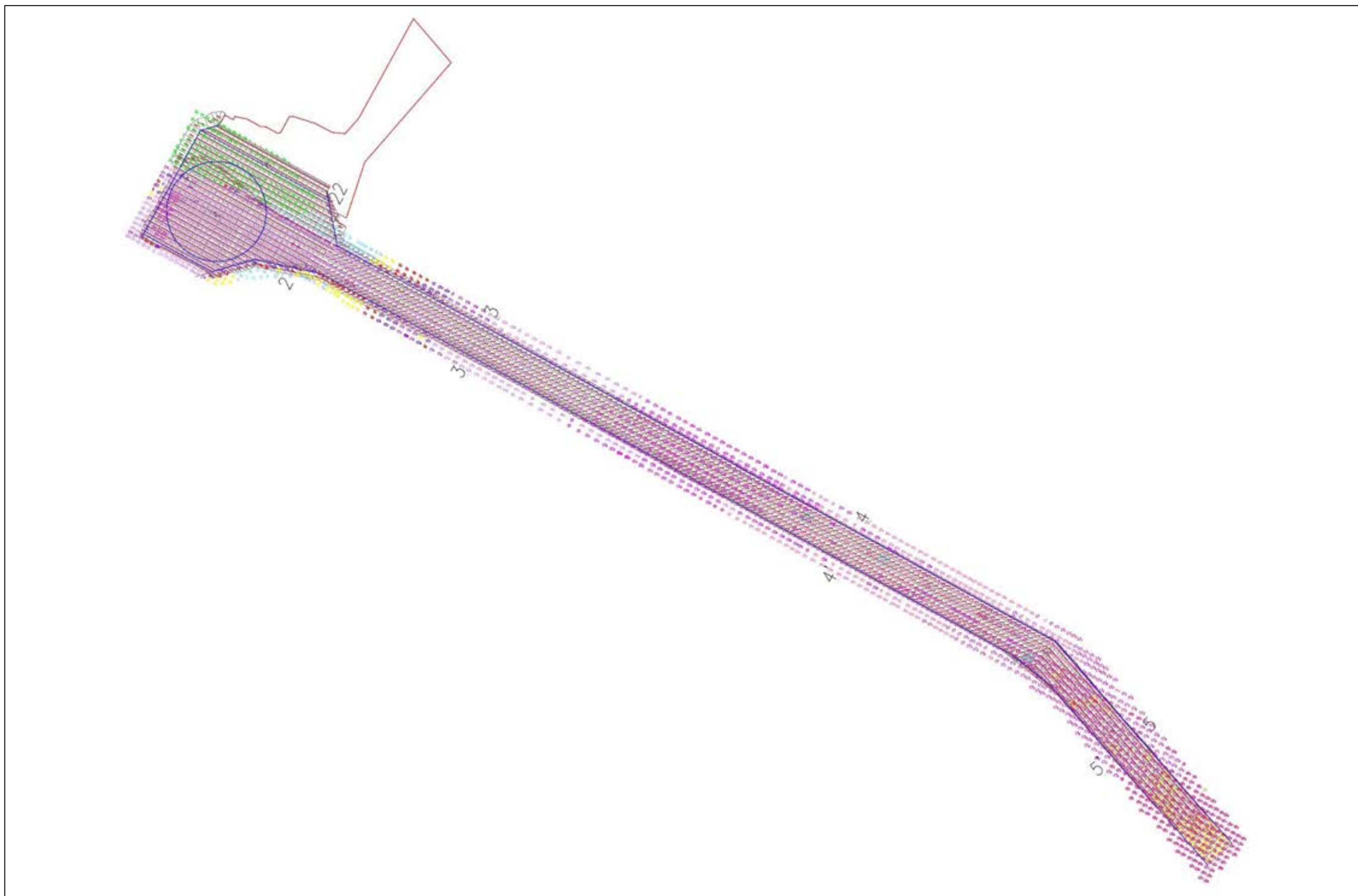
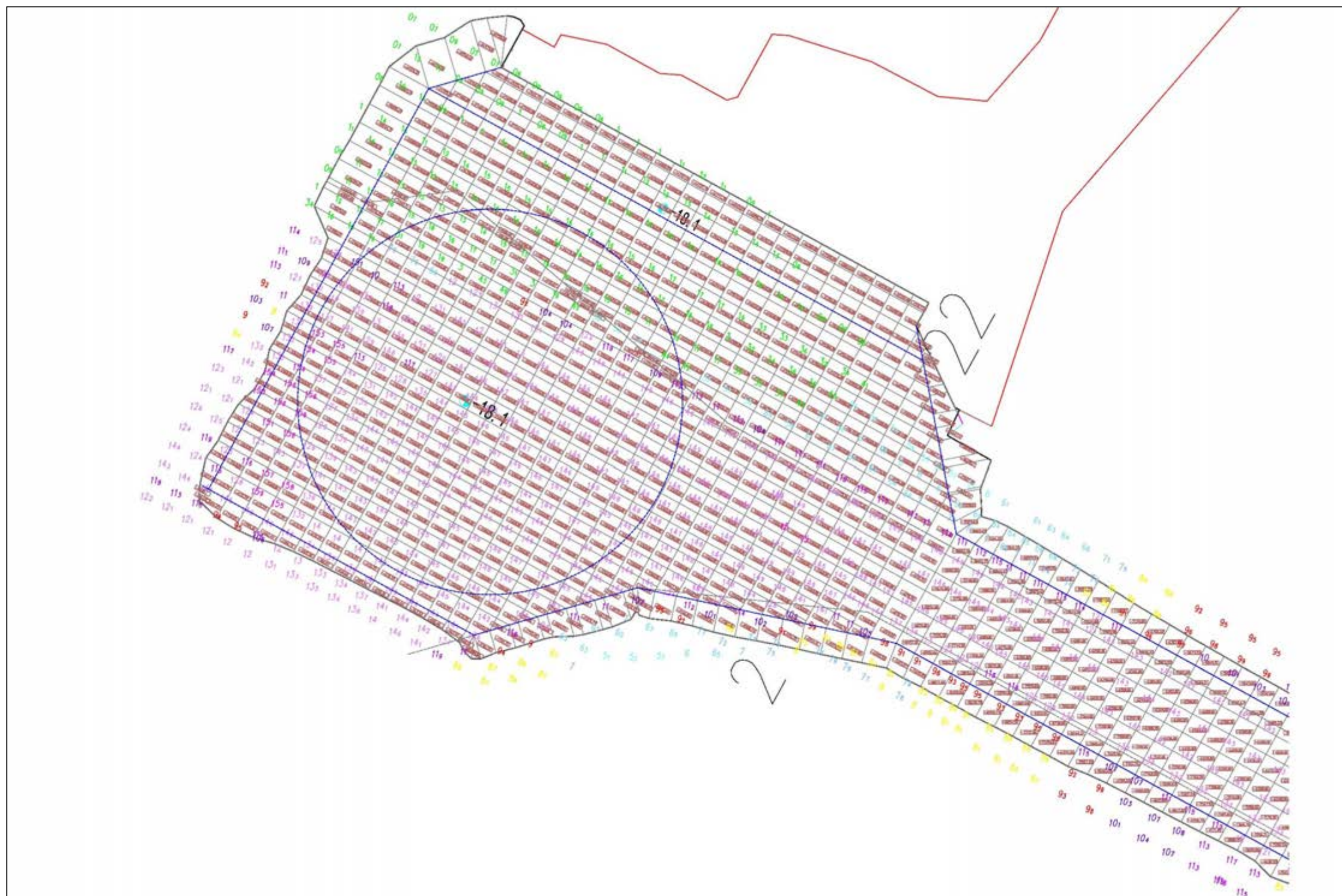


图 3.1-31 本项目疏浚范围总图







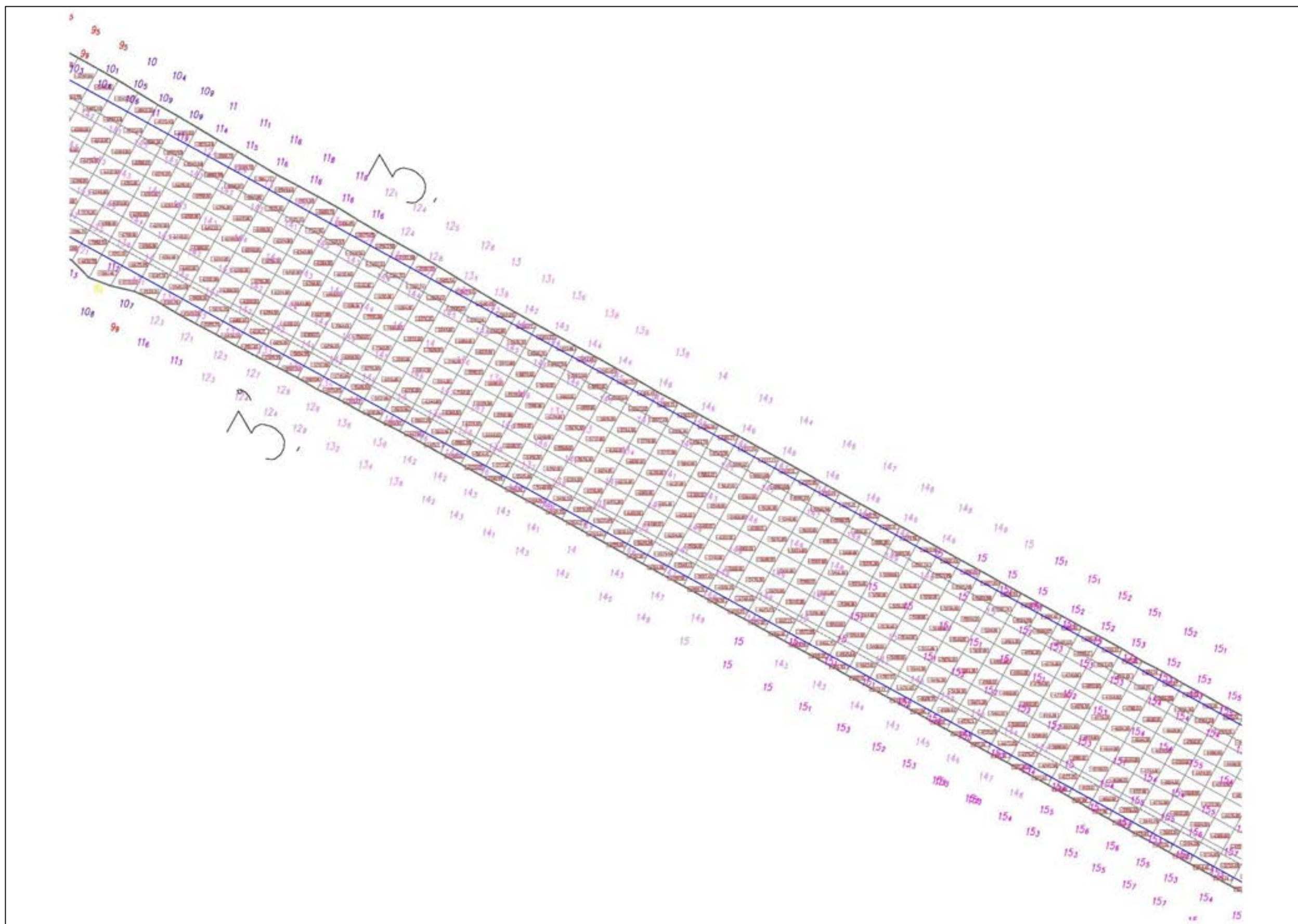


图 3.1-33 本项目疏浚范围局部放大图—2

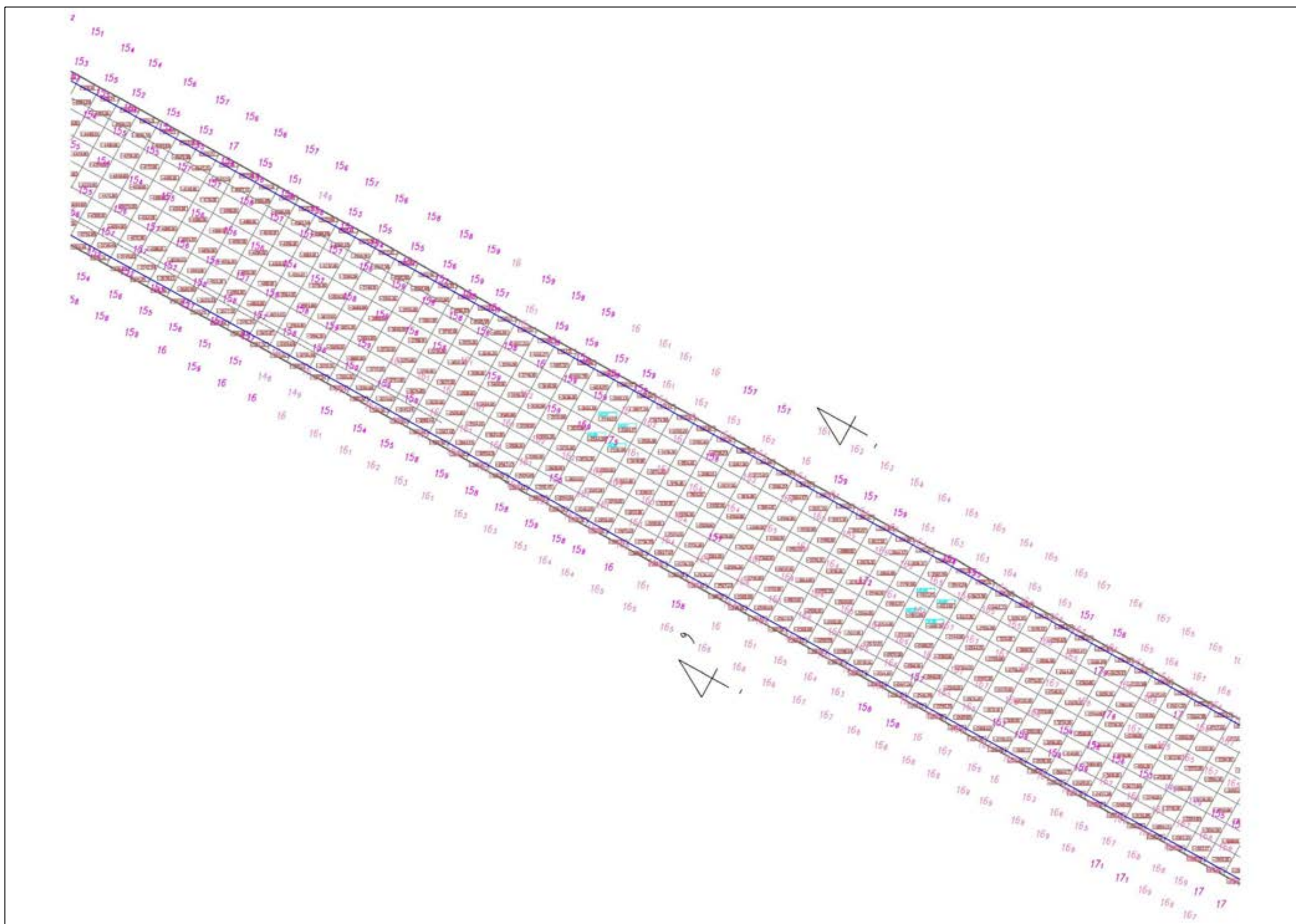


图 3.1-34 本项目疏浚范围局部放大图—3



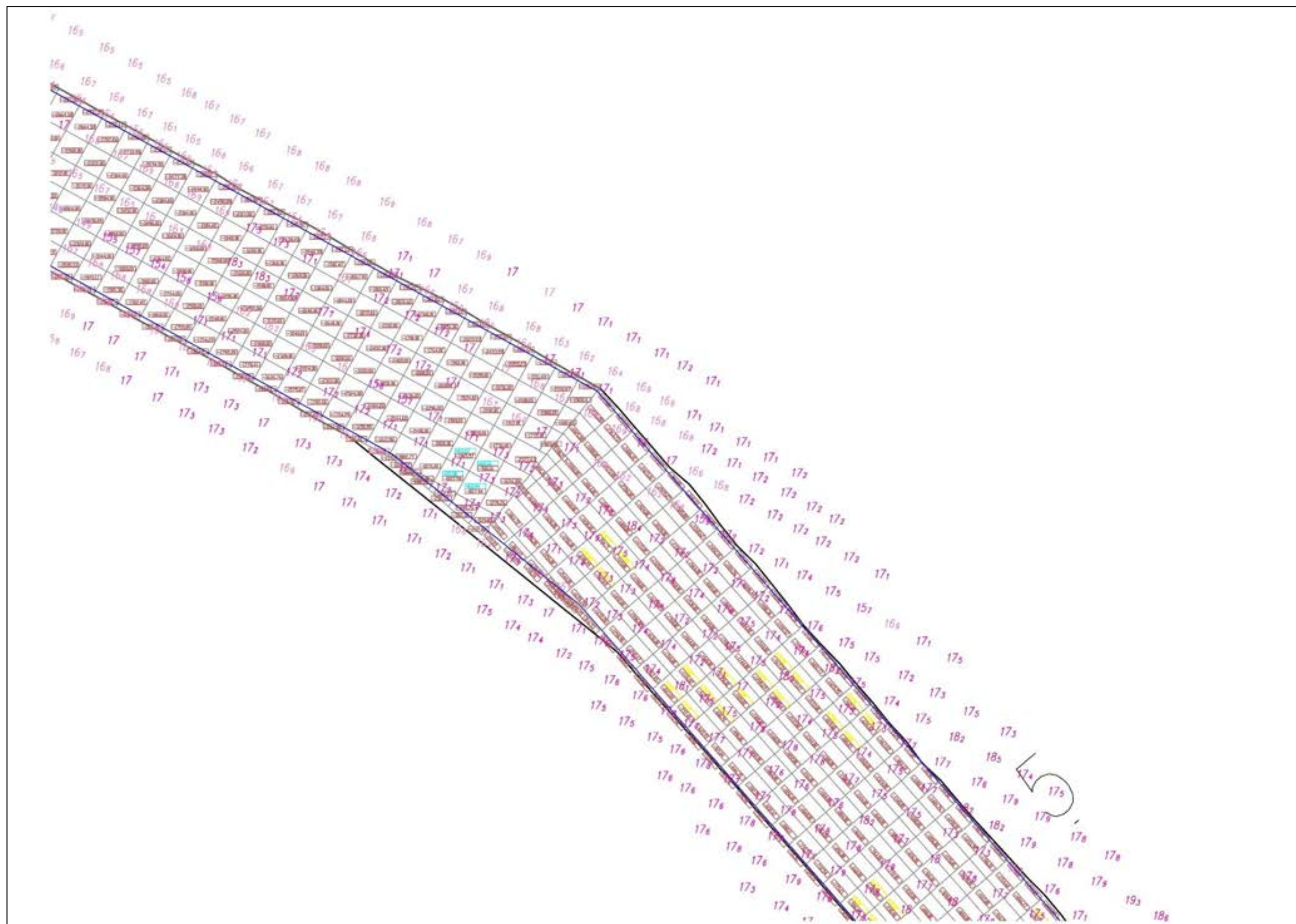


图 3.1-35 本项目疏浚范围局部放大图—4

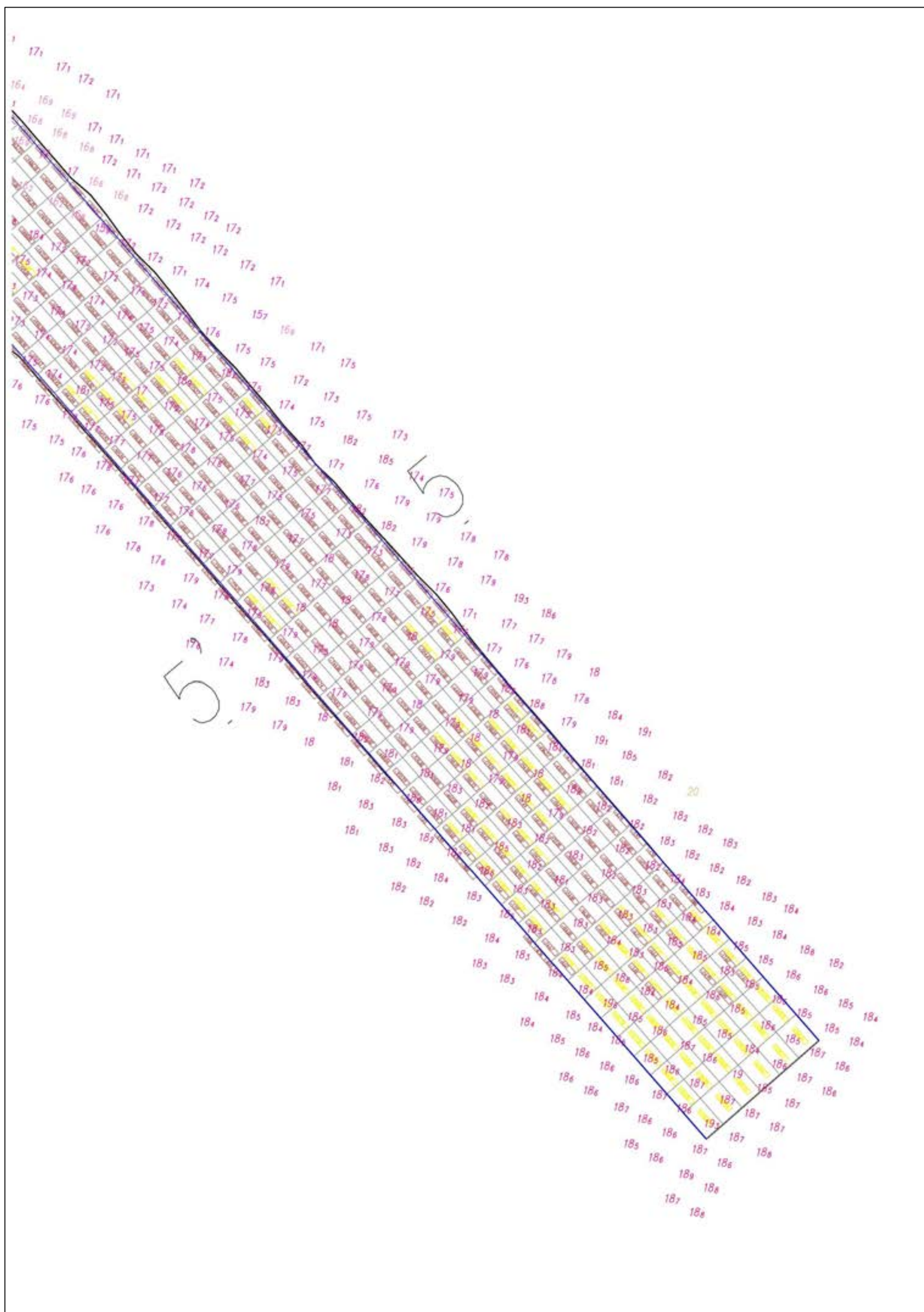


图 3.1-36 本项目疏浚范围局部放大图—5



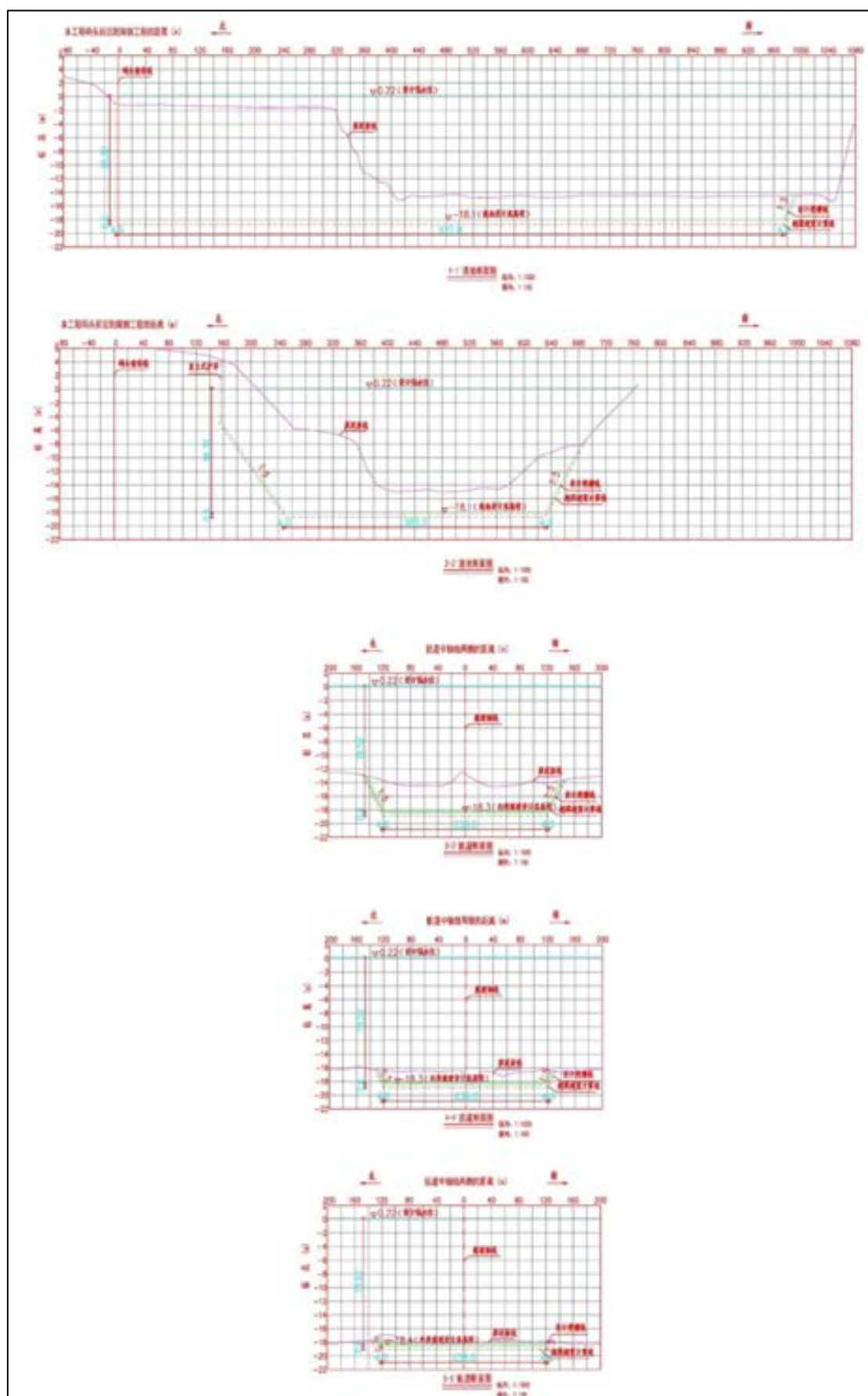


图 3.1-37 本项目疏浚断面图



### 3.1.7.2疏浚物处置

项目水域总疏浚量为 1549.8 万方，清礁量约 27.96 万方，根据现有的钻孔资料揭示，开挖深度范围内疏浚土主要以淤泥为主，少量粘土和砂。项目清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，利用挖机上岸倾倒入空箱堆场，后续作为建筑材料用于码头的建设；其余疏浚土处理采用外抛的方式，拟外抛至东侧约 24km 处的碣石湾外倾倒入区（以  $115^{\circ} 52' 16.734''$  E,  $22^{\circ} 39' 0.358''$  N;  $115^{\circ} 52' 16.734''$  E,  $22^{\circ} 38' 0.157''$  N;  $115^{\circ} 54' 13.09''$  E,  $22^{\circ} 38' 0.157''$  N;  $115^{\circ} 54' 13.09''$  E,  $22^{\circ} 39' 0.358''$  N 四点连线围成的海域），该纳泥区面积  $6.19\text{km}^2$ ，用于处置符合相关标准和要求的疏浚物，年最大容量为 1080 万方，日最大容量为 3.6 万方。清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，然后用挖机上岸，后续作为建筑材料用于码头的建设。

本项目严格按照《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知（粤海监函〔2019〕99 号）》等相关要求合理处置疏浚物，根据《疏浚物海洋倾倒分类和评价程序》（国海环字〔2002〕398 号）进行检测鉴别疏浚物的疏浚物类别，依法办理废弃物海洋倾倒许可证后进行施工。



图 3.1-38 倾倒入区位置示意图

3.1.7.3维护性疏浚

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程工程可行性研究报告》（报批稿，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2026 年 1 月）及其批复粤发改投审〔2026〕18 号，本项目批复工程内容为新建 2 个 15 万吨级集装箱泊位及配套设施，并对现有航道进行疏浚，使用港口岸线总长 931 米，码头年设计通过能力 198 万标箱。建设单位按照汕尾市工作部署开展本项目建设，项目建成后将由专业运营公司负责后续运营工作，本项目工程设计内容不包括维护性疏浚，同时，本项目对岸为汕尾电厂配套煤码头，港池及航道等水域存在重叠区域，该电厂定期开展维护性疏浚，本项目建成后，作业区的维护性疏浚作业将由各码头运营单位按照水深实际情况开展，本次环评评价范围不包括维护性疏浚工程。项目后续开展维护性疏浚应按照《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境会影响评价分类管理名录》等规定开展环境影响评价相关手续。

3.1.8主要生产设备及能源消耗

3.1.8.1主要生产设备

本项目主要由装卸船作业、堆场装卸作业、水平运输三大部分组成，主要生产设备包括岸桥、轨道式龙门起重机、叉车、堆高机、正面吊等装卸船、堆场装卸作业设备，设备均为电驱动。水平运输采用电驱动集装箱牵引车。

表 3.1-9 本项目主要生产设备

| 序号 | 设备名称      | 规格及型号                         | 数量   |
|----|-----------|-------------------------------|------|
| 1  | 岸桥        | 轨距 35m，外伸距 70m，吊具下起重量 70t     | 10 台 |
| 2  | 轨道式龙门起重机  | 双悬臂，轨距 37m，堆 6 过 7，吊具下起重量 41t | 20 台 |
| 3  | 电动叉车      | 额定起重量 10t                     | 2 台  |
| 4  | 低门架叉车     | 额定起重量 3t                      | 2 台  |
| 5  | 空箱堆高机（电动） | 堆高 8 层，额定起重量 7t               | 10 台 |
| 6  | 正面吊（电动）   | 45t，额定起重量 7t                  | 1 台  |
| 7  | 电动人工集卡    | 载 1×40' /45' 和 2×20' 箱        | 50 辆 |
| 8  | 地磅        | 100t                          | 12 台 |
| 9  | 电动双梁桥式起重机 | 额定起重量 16t，跨距 20.5m            | 2 台  |
| 10 | 检修车       | /                             | 2 台  |

3.1.8.2能源消耗

本项目主要使用能源为用电和用水，均由市政基础设施供应。项目能耗情况具体见表 3.1-10。

表 3.1-10 项目能源消耗情况一览表

| 名称 | 单位   | 消耗量      | 备注   |
|----|------|----------|------|
| 电  | 万度/年 | 5669.39* | 市政供电 |
| 水  | t/a  | 28527.04 | 市政供水 |

备注：根据汕尾市发展和改革局《关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程节能报告的审查意见》，本项目建成后，年电力消耗不高于 5669.39 万千瓦时。

3.1.9生产定员及工作制度

生产定员：本项目定员约 500 人，其中办公及作业人员约 320 人，司机约 180 人。项目配套设置宿舍和食堂，住宿人员按照总员工的 60%计。

工作制度：采用三班制，日工作 24 小时，全年营运 360 天。

3.2工艺路线及产污环节分析

3.2.1主体工程及产污环节分析

3.2.1.1装卸工艺流程

本项目集装箱装卸工艺主要由装卸船作业、堆场装卸作业、水平运输三大部分组成。

1.集装箱船⇌堆场

①普通重箱、冷藏箱

集装箱船 ⇌ 岸边集装箱装卸桥 ⇌ 集装箱牵引半挂车 ⇌ 电驱动集装箱轮胎龙门吊 ⇌ 重箱堆场/冷藏箱堆场

②空箱

集装箱船 ⇌ 岸边集装箱装卸桥 ⇌ 集装箱牵引半挂车 ⇌ 集装箱空箱堆高机 ⇌ 空箱堆场

2.堆场 ⇌ 港外

①普通重箱、冷藏箱

重箱堆场/冷藏箱堆场 ⇌ 电驱动集装箱轮胎龙门吊 ⇌ 集装箱牵引半挂车（港外） ⇌ 港外

## ②空箱

空箱堆场 ⇄ 集装箱空箱堆高机 ⇄ 集装箱牵引半挂车（港外） ⇄ 港外

### 3.2.1.2装卸船工艺方案

码头前沿装卸船作业设备主要采用装卸效率较高的岸边集装箱装卸桥（岸桥）。岸边集装箱装卸桥采用单小车双 40’ 集装箱装卸桥进行装卸船作业，设备采用远控方式操作。

### 3.2.1.3堆场装卸工艺

本项目集装箱堆场主要由三部分组成：重箱堆场和冷藏箱堆场、空箱堆场、危险品箱堆场。重箱、冷藏箱堆场工艺装卸设备采用有轨道龙门吊（RMG）、集装箱跨运车、集装箱正面吊运车及集装箱叉车等。空箱堆场装卸设备采用通用性较好的堆高 8 层的空箱堆高机。

危险品箱方面，本项目有少量锂电池需要通过集装箱方式出运，根据《港口作业安全要求 第 3 部分：危险货物集装箱》（GB14994.3-2021），“装载 GB6944-2012 中 8 类、9 类固态危险货物的集装箱，当所载货物无副危险性，包装类非 I、II 类且不属于危险化学品时，可与普通货物集装箱混堆”。根据《危险货物分类和品名编号（GB6944-2025）》，“锂电池，如 GB12268 中的 UN3090、UN3091、UN3480、UN3481 等属于该类危险品货类”。根据《危险货物品名表（GB12268-2025）》，锂电池无包装类别要求。综上，本项目经营的危险品货类为第 9 类锂电池，可与普通货物集装箱混堆，本项目锂电池混堆区设置于厂区中部重箱堆场，危险货物集装箱堆存在重箱堆场外侧区域，堆高不超过三层，单独设置一台起重机进行装卸作业。

### 3.2.1.4水平运输

集装箱水平运输采用集装箱牵引半挂车方式，集装箱牵引半挂车进行水平运输是一种比较成熟和经济的作业方式，它在国内外得到广泛应用，其主要特点是建设投资少，营运成本低，维修保养简单。考虑环保节能，本项目采用电驱动集装箱牵引车。

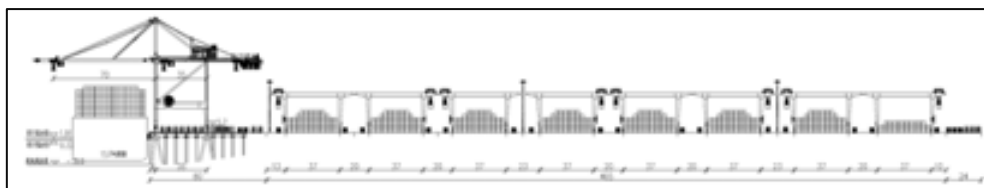


图 3.2-1 本项目工艺断面图

### 3.2.1.5产污环节

船舶进入码头前沿水域后，大型船舶需借助拖轮的作用力进入停泊水域。船舶进港完成系缆工作后，本项目在码头前沿设置了岸电箱，供船舶用电。该环节主要污染物为船舶航行噪声。本项目大型船舶靠泊依托红海湾电厂常驻 2 艘消拖两用拖轮，马力分别为 3000HP 和 6000HP。因此本项目船舶靠港及装卸期间不会产生轮机废气。

船舶污染物主要包括生活污水、舱底油污水、压载水和生活垃圾等船舶污染物。根据《MARPOL73/78 防污公约》规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放，到港后执行铅封规定，因此正常情况下本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议。

本项目不接收到港船舶产生的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等船舶污染物，由船方自行处置或委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，此外，本项目拟在码头处分别设置一个容积 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水和船舶含油污水暂存池和船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶污染物处置单位无法及时到港使用。

船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称 BWMS）自行处理达标排放，应急情况下，外轮在码头需紧急排压载水的，本项目设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

综上，本项目生产过程中产污环节具体见表 3.2-1。

表 3.2-1 本项目生产过程中产污环节一览表

| 种类 | 编号 | 名称      | 来源               | 主要污染物                                       |
|----|----|---------|------------------|---------------------------------------------|
| 废水 | W1 | 机修含油污水  | 机修车间             | COD <sub>Cr</sub> 、石油类、NH <sub>3</sub> -N   |
|    | W2 | 初期雨水    | 流动机械停放场及维修基地初期降雨 | COD <sub>Cr</sub> 、石油类、NH <sub>3</sub> -N   |
|    | W3 | 生活污水    | 生活、办公            | COD <sub>Cr</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、SS、总磷 |
|    | W4 | 船舶压载水   | 到港船舶             | /                                           |
|    | W5 | 船舶生活污水  | 到港船舶             | /                                           |
|    | W6 | 船舶舱底油污水 | 到港船舶             | /                                           |



| 种类 | 编号 | 名称       | 来源       | 主要污染物                                                       |
|----|----|----------|----------|-------------------------------------------------------------|
| 废气 | G1 | 港外运输车辆尾气 | 堆场       | PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、CO、NO <sub>x</sub> 、HC |
|    | G2 | 食堂油烟     | 食堂       | 油烟                                                          |
| 固废 | S1 | 维修垃圾     | 堆场码头设备维修 | 石油类                                                         |
|    | S2 | 油污及油泥    | 含油污水处理站  | 石油类                                                         |
|    | S3 | 废铅蓄电池    | 堆场日常运作   | 含铅废物                                                        |
|    | S4 | 生化污泥     | 生活污水处理   | 污泥                                                          |
|    | S5 | 员工生活垃圾   | 生活、办公    | 生活垃圾                                                        |
|    | S6 | 船舶生活垃圾   | 到港船舶     | 生活垃圾                                                        |

### 3.2.2 公用辅助工程

#### 3.2.2.1 供电工程

##### (1) 供电电源

本项目引入 2 路 10kV 电源至 SS1 变电所，4 路 10kV 电源至 SS2 变电所，SS5、SS6 变电所（箱变）的 1 路 10kV 电源引自 SS1 变电所，SS3、SS4 变电所（箱变）的 1 路 10kV 电源引自 SS2 变电所。变电所的 2 路 10kV 电源，一主一备，互为备用。本项目供电电源总容量为 36719kVA。

电源电压：三相，交流，50Hz，10kV。

配电电压：三相，交流，50Hz，10kV 和 380V/220V。

船舶岸基供电系统输出电压：三相，交流，50Hz/60Hz，6/6.6kV、0.45kV 和 50Hz 380V/220V。

##### (2) 供电方案

本项目设 10kV 变电所共 6 座，其中 4 座为箱式变电站。

变电所 10kV 高压侧采用单母线分段接线方式，并在 SS1、SS2 变电所设高压计量柜。低压配电系统为单母线分段接线，以放射式向各负荷点供电。箱变 10kV 高压侧采用单母线接线方式，低压配电系统为单母线接线。低压母线电压采用 220/380V，接地采用 TN-C-S 系统。高、低压用电设备由变电所以放射式方式供电。

电力电缆均采用抗挤压、载流量大、寿命长的 YJV22 交联聚乙烯铜芯铠装电力电缆。消防系统供电选用耐火型电缆，室内其他电缆选用阻燃电缆。

本项目电缆敷设采用电缆沟、电缆排管相结合的敷设方式。室外电缆穿越道

路埋深 1 米，并采用混凝土包封埋地敷设。

### 3.2.2.2岸电系统

本项目 15 万吨级集装箱船采用高压上船方式，向靠岸船舶提供 50/60Hz6/6.6kV、0.45kV 电源；3 千吨级集装箱船采用低压上船方式，向靠岸船舶提供 50Hz380V 电源。岸、船设计分界点在码头前沿岸电箱处，船岸连接电缆和卷筒由船方提供。

根据《码头岸电设施建设技术规范》(JTS 155-2019)及船舶类型、吨位、用电设备特性和供电距离等具体情况合理确定码头船舶岸电系统的设计方案。在 15 万吨级集装箱泊位码头前沿设置高压船岸供电设施，每泊位设置一套，每套按 5000kVA 容量考虑，可以满足 15 万吨级集装箱船靠泊接岸电的需求。岸电电源设于变电所内，通过高压变频变压装置，将电源转换为频率 50Hz / 60Hz、电压 6/6.6kV、0.45kV 的电源，在码头前沿设置船舶高压接电箱及相关配套设施，供船舶使用。

### 3.2.2.3照明方案

码头、堆场照明采用 35m 高杆灯，光源选用 15×600W LED 灯，作业区平均照度不低于 20lx。道路照明采用 35m 高杆灯和 8m 高路灯，光源 LED 灯，路面平均照度不低于 15lx。室外照明回路采用手动、自动、远控相结合的方式。

### 3.2.2.4防雷及防静电措施

室内外配电箱设置电涌保护器，防止浪涌电流对设备和人身的伤害。

本项目的防雷接地、变压器中性点接地、电气设备的保护接地等共用同一接地系统。要求高低压配电房的工频接地电阻不大于  $1\Omega$ ，其他单体建筑物的工频接地电阻不大于  $4\Omega$ 。在码头前沿利用水工基础内引上的主钢筋作接地体，在陆域利用路灯及建筑物基础内引上的主钢筋作接地体，各处接地装置接地电阻不大于 4 欧姆。用-40X4 铜包钢将各接地体互连，形成总接地网，港区一切用电设备的金属外壳、铠装电缆的金属外皮、灯柱及金属管道均应可靠接地。要求总结第电阻不大于 1 欧姆。实测值不满足要求时，则根据现场情况增设人工接地极。

为防止雷电波从电源线路侵入危害电气设备，在本项目 10kV 电源进线处设置一组避雷器，在其他各单体建筑楼房低压配电箱电源进线处设一组浪涌保护装置，以保证用电设备在各种运行方式下均不会受到雷电过电压的危害。

### 3.2.2.5给排水工程

#### 1.给水工程

本项目给水水源来源于市政给水管网。给水系统与市政供水干管设 1 处接管点，位于设计红线处。接管点要求：公称直径 DN200，水压不低于 0.30MPa。

##### (1) 给水系统管网

本项目给水系统主要包括船舶+生活给水系统和消火栓给水系统。

船舶+生活给水系统：船舶+生活水源来源于市政给水管网，供水管网呈环状布置；管道敷设在道路边沿。码头前沿上水栓间距约 60m。主干管管径为 DN200，系统工作压力为 0.60MPa。

##### (2) 管材及敷设方式

船舶+生活给水系统：埋地管道采用聚乙烯（PE）给水管，热熔连接，砂砾垫层基础。室外架空管道采用衬塑钢管，法兰连接。室内给水管道采用 PP-R 塑料给水管，热熔连接。

##### (3) 供水加压站

给水水源来源于市政给水管网，为保证用水水量及水压要求，设置 1 座供水调节站，配置 1 座泵房、1 座 480m<sup>3</sup>（有效容积）不锈钢生活水箱，1 座 720m<sup>3</sup>（有效容积）消防水池。泵房内设有生活给水泵组，消火栓泵组和消防稳压泵组，其具体参数如下：

生活给水泵组：单台泵流量  $Q=50\text{m}^3/\text{h}$ （二用一备）， $H=0.60\text{MPa}$

消火栓泵组： $Q=60\text{L/s}$ （一用一备）， $H=0.70\text{MPa}$

消防稳压泵组： $Q=2\text{L/s}$ （一用一备）， $H=0.80\text{MPa}$

在宿舍（最高建筑）屋顶设置稳压水箱（有效容积 18m<sup>3</sup>）。

#### 2.排水工程

本项目污水系统主要包括生活污水系统、含油污水系统和船舶污水系统。

生活污水采用管道收集，汇流到港区新建 10m<sup>3</sup>/h 生活污水处理站进行处理，经处理达标后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等。

机修含油污水和初期雨水等采用排水明沟收集，汇流到港区设置的 2m<sup>3</sup>/h 含油污水处理站进行处理，经处理达标后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等。

本项目危险货物混堆区域旁设置应急处置场地、应急处置池（有效容积  $80\text{m}^3$ ）及事故水池（有效容积  $700\text{m}^3$ ）。在应急处置场地四周设置排水沟，在沟的末端设置 2 个电动闸阀，通过切换闸板阀的启闭来实现水流向的改变。正常情况下，混堆区域雨水进入雨水回用池（ $300\text{m}^3$ ，临时储存雨水，可同步用作消防水），然后排入港区雨水管网；事故状态下的泄漏废水和消防用水等经收集后汇至事故水池及应急处置池，事故水池及应急处置池的事故污水委托有危险废物处置资质的单位接收处理。

船舶污染物主要包括生活污水、舱底油污水、压载水和生活垃圾等船舶污染物。根据《MARPOL73/78 防污公约》规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放，到港后执行铅封规定，因此正常情况下本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议。本项目不接收到港船舶产生的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等船舶污染物，由船方自行处置或委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，此外，本项目拟在码头处分别设置一个容积  $60\text{m}^3$  的船舶生活污水和船舶含油污水暂存池和船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶污染物处置单位无法及时到港使用。船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称 BWMS）自行处理达标排放，应急情况下，外轮在码头需紧急排压载水的，本项目设置了一套  $500\text{m}^3/\text{h}$  的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

本项目设置独立的雨水管道系统，清洁雨水经雨水管网汇至码头前沿出水口直接排海。

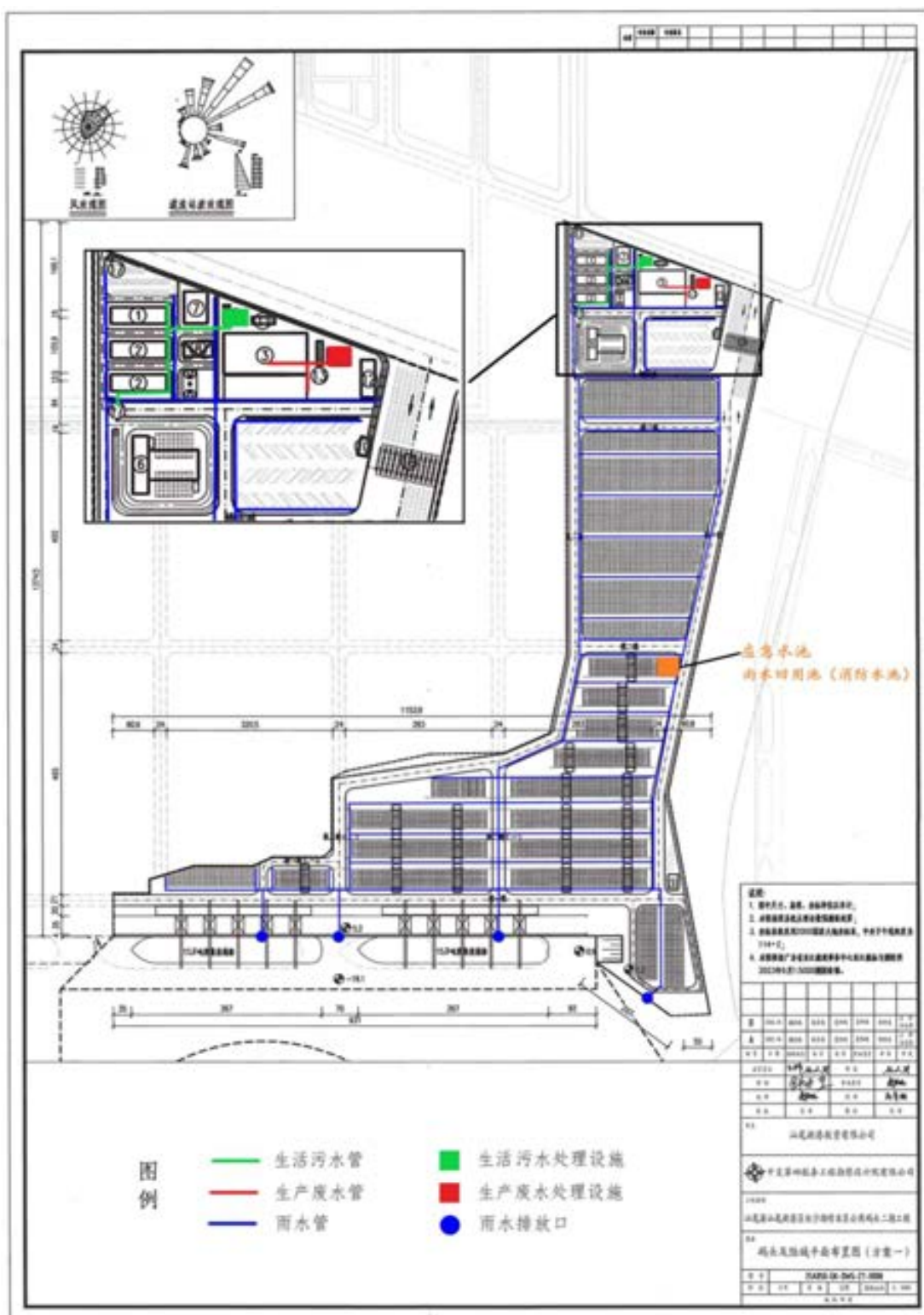


图 3.2-2 本项目雨污水管网设置图

### 3.2.2.6消防工程

本项目装卸的集装箱火灾危险性为丙类，在高温或遇明火的情况下难燃烧，因此，灭火介质可采用水、砂等。变电所等不宜用水消防的场所设置手提式灭火



器，采用磷酸铵盐干粉和二氧化碳灭火器。

本项目消火栓给水系统采用临高压给水系统，水源由市政管网提供，经供水加压站消火栓泵组加压后供给各个室内、外消火栓，管网呈环状布置，管道敷设在道路边沿。室外消火栓根据实际情况采用地上式和地下式两种类型的消火栓，室外消火栓间距不大于 120m。主干管管径为 DN200，设计工作压力为 0.70MPa。

在综合楼、宿舍楼、维修车间及工具材料库、暂扣仓库及现场办公室、变电室及前方综合楼等等单体建筑物内设置室内消火栓系统，消火栓（箱）的设置保证有 2 股水柱同时到达室内任何部位。

消火栓给水系统：埋地管道采用聚乙烯（PE）给水管，热熔连接，砂砾垫层基础。架空管道采用热浸锌镀锌钢管，法兰连接。

### 3.2.2.7 生产辅助工程

生产辅助设施包括码头进出港闸口及缓冲区、维修区、查验区、修箱作业区、生活辅建区以及流机停车场等。

#### （1）进出港闸口及缓冲区

在码头后方北端与规划道路连接，在连接处布置进港闸口和出港闸口，并将进港闸口与出港闸口集中布置。进出闸口均为 6 车道并额外布置 1 条超限车道。

为应对进港车辆集中到达和车辆排队对港内交通的影响，布置港内缓冲区，缓冲区布置 80 个集卡停车位，供外集卡等车辆临时停车，以控制堆场作业区内作业车辆数量。

#### （2）维修区

维修区布置在进出港闸口西侧，占地面积为 1.45 万平方米，主要布置有机修车间及材料工具库、吊具棚、修车洗车台、生活污水处理站、生产污水处理站、垃圾棚及废钢丝绳间。

#### （4）查验区

查验区布置在集卡缓冲区西侧，占地面积为 1338 平方米，区内布置查验平台、暂扣仓库、现场办公室、查验雨棚等建构筑物及露天查验场。

#### （5）生活辅建区

辅建区周边设置围墙，并设置一个出入口，使其形成相对独立的区域。区内布置现场办公楼及宿舍、露天停车场，以及 1#变电所、供水调节站等配套建构筑物。

物。区域周边及办公楼区域布置绿化景观，打造绿色生态辅建区。

### 3.2.2.8其它辅助工程

本项目其它辅助工程包括综合楼、宿舍楼等，具体见下表所示。

表 3.2-2 本项目其它辅助工程

| 序号 | 构筑物           | 构筑物尺度                                    | 基底/占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 高度 (m) | 层数 |
|----|---------------|------------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------|----|
| 1  | 综合楼           | 60m×18m                                  | 1080                      | 4320                   | 19     | 4  |
| 2  | 1#宿舍楼         | 60m×18m                                  | 1080                      | 4320                   | 15     | 4  |
| 3  | 2#宿舍楼         | 60m×18m                                  | 1080                      | 4320                   | 15     | 4  |
| 4  | SS1 变电所       | 25m×18m                                  | 450                       | 450                    | 6      | 1  |
| 5  | SS2 变电所及前方综合楼 |                                          | 754                       | 1508                   | 10     | 2  |
| 6  | 供水加压站         | 包括 1 个生活水箱 (9*8*4m) 和 1 个消防水池 (12*20*4m) | 310                       | 310                    | 8      | 1  |
| 7  | 溢油应急设备库       |                                          | 200                       | 200                    | 8      | 1  |
| 8  | 垃圾棚及废钢丝绳间     | 10m×18m                                  | 180                       | 180                    | 6.8    | 1  |
| 9  | 机修车间及工具材料库    | 机修车间尺寸 70m×44m;<br>工具材料库尺寸 20m×44m       | 3960                      | 3960                   | 11.3   | 1  |
| 10 | 进出港闸口         |                                          | 1020.25                   | 2040.5                 | 12     | 2  |
| 11 | 进出港闸口办公室      |                                          | 200                       | 200                    | 4.2    | 1  |
| 12 | 暂扣仓库及现场办公室    |                                          | 1116                      | 1116                   | 7.8    | 1  |
| 13 | 查验平台          |                                          | 1026                      | 2052                   | 9      | 2  |
| 14 | 吊具棚           |                                          | 300                       | 600                    | 6.3    | 2  |
| 15 | 修车台           | 24m×6m                                   | 144                       | 144                    |        | 1  |
| 16 | 应急水池          | 6.5m×62m                                 | 403 (地理)                  |                        | -4.5   |    |
| 17 | 事故水池          | 26m×8m                                   | 208 (地理)                  |                        | -4.5   |    |
| 18 | 雨水回用池         | 26m×13m                                  | 338 (地理)                  |                        | -4.5   |    |

### 3.2.3环保工程

本项目环保工程具体见表 3.2-3。

表 3.2-3 本项目环保工程一览表

| 序号 | 设施名称        | 环保工程                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 生活污水处理设施    | 设 1 套 10m <sup>3</sup> /h 生活污水处理设施，处理工艺为“调节+AO+混凝+双滤料过滤”，生活污水经处理达标后，暂存在处理设施内的回用水池（容积 150m <sup>3</sup> ），回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等。                                                                                                         |
| 2  | 生产废水处理设施    | 机修含油污水和初期雨水等采用排水明沟收集，汇流到港区设置的 2m <sup>3</sup> /h 含油污水处理站进行处理，经处理达标后，暂存在处理设施内的回用水池（容积 150m <sup>3</sup> ），回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等，含油废水处理工艺为“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”。                                                                                |
| 3  | 应急水池        | 在危险货箱混堆堆场四周设置截留沟，并在其东侧设置应急水池，包括 80m <sup>3</sup> 的应急处置池和 700m <sup>3</sup> 的事故水池                                                                                                                                                         |
| 4  | 噪声治理        | 控制行车速度，采用低噪设备，隔声等方式                                                                                                                                                                                                                      |
| 5  | 固废治理        | 一般固废和生活垃圾由市政环卫公司处理，危险废物交由有处理资质的单位处理，设危废间 1 座                                                                                                                                                                                             |
| 6  | 溢油应急        | 设置溢油应急设备库 1 座，按照《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）的相关要求配备应急物资                                                                                                                                                                            |
| 7  | 船舶压载水处理设施   | 设置了一套 500m <sup>3</sup> /h 的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放                                                                                                                                                               |
| 8  | 船舶污染物临时暂存设施 | <p>本项目不接收船舶生活污水、船舶含油污水和船舶生活垃圾等船舶污染物，由船方自行处理或委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置。同时，本项目在码头前沿东侧设置了船舶污染物临时暂存设施，备用于船舶污染物处置单位因天气等原因无法及时到港的情况。</p> <p>本项目船舶污染物临时暂存设施包括 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水池（5*4*3m）、60m<sup>3</sup> 的船舶含油污水池（5*4*3m）、船舶生活垃圾暂存点和配套管道。</p> |



图 3.2-3 本项目环保工程分布图

### 3.3项目施工方案

#### 3.3.1施工工程

根据本项目工可报告，本项目陆域不设置临时道路、预制件场等临时设施，陆域施工营地设置于项目用地范围内，结合施工进度建设与拆除，海域设置施工平台。

#### 3.3.2施工条件

本项目港区水域条件好，主要原材料可通过水路、公路直接运至港区，水、陆路交通十分方便。港区已具备水、电、路三通的条件。

本港区掩护条件好，波浪小，全年无冰冻期，但受风、雨、高温的影响，特别是受台风的影响，施工时需充分做好防台措施。

项目周边有众多的港口群，有多年连续建港的经验，拥有经验丰富的施工队伍，有较强的施工管理经验和能力。本项目所需要的建材可从附近采沙场取得，石料可由附近石场供应。

总之，本项目施工干扰小，各方面施工条件均已具备，施工条件良好。

#### 3.3.3总体施工顺序

本项目总体施工顺序见下图所示。

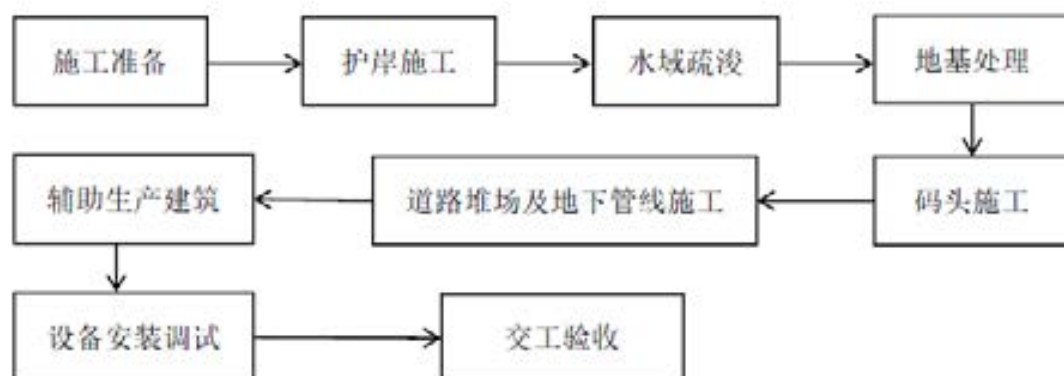


图 3.3-1 本项目总体施工顺序图

#### 3.3.4现状防波堤拆除施工

本项目南侧海域现有避风塘渔船停靠处的防波堤、广东汕尾电厂一期工程建设的北拦砂堤（北防波堤）和北护岸，现状避风塘防波堤长度约为 216m，采用块石结构；广东汕尾电厂一期工程北拦砂堤长度约 550m，拦砂堤护面结构采



用 22t 扭王字块；北护岸总长度约为 456.78m，其中 216.78m 护岸护面结构采用 50~100kg 块石，240m 护岸护面结构采用 22t 扭王字块。

项目直立式护岸建设不影响北拦砂堤，本项目不对其进行拆除，拆除海堤包括汕尾电厂一期工程北护岸和渔船避风塘防波堤，其中汕尾电厂一期工程北护岸拆除长度约为 443.78m，渔船避风塘防波堤拆除长度约为 216m（全部拆除）。本项目与周边防波堤及拆除范围相关关系如下图所示。



图 3.3-2 本项目周边海堤现状图

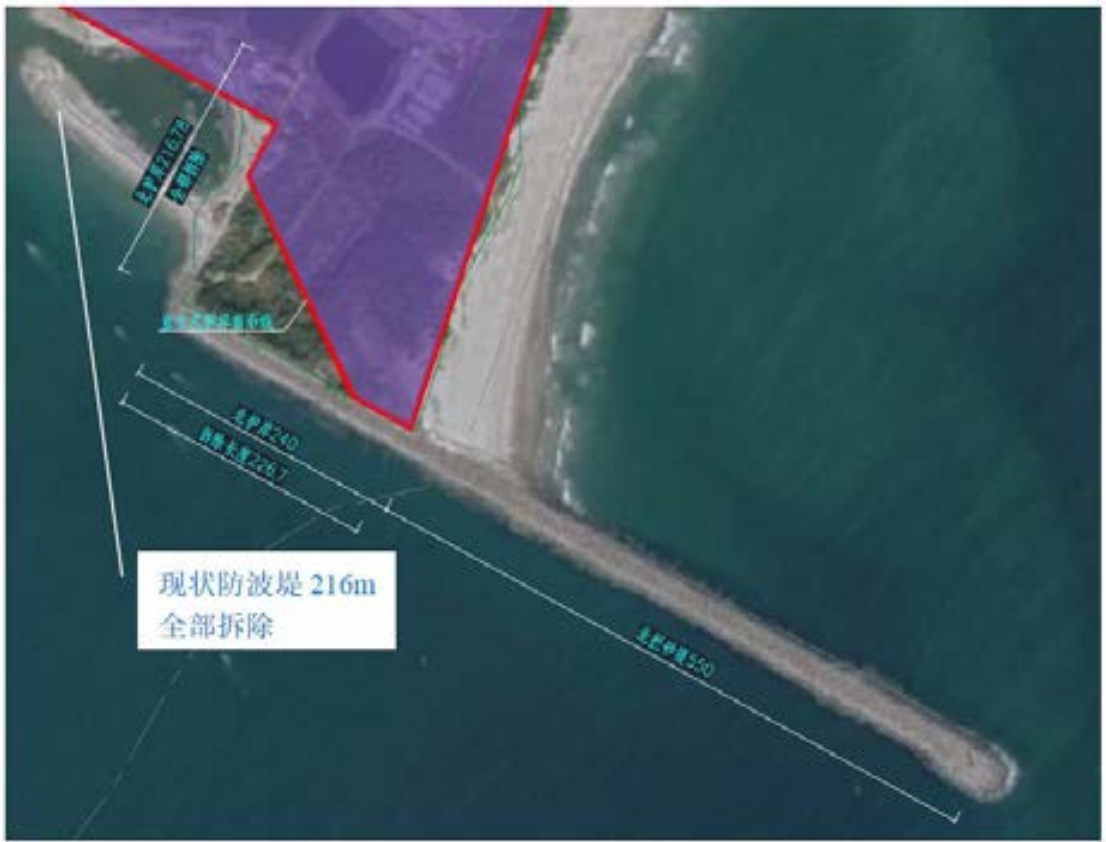


图 3.3-3 本项目与周边海堤拆除范围示意图

防波堤拆除施工：分段分层拆除，按“从上至下、从外向内”原则分段，避免整体坍塌。斜坡式块石防波堤，先清理表层护面块石，再拆除内部垫层。

水上部分采用挖机将表层块石以及所能及的垫层挖除，挖机所不能及处利用长臂挖机，水下部分纳入水域疏浚施工采用抓斗船拆除。

### 3.3.5 水域浚深施工

根据本项目工可报告，本项目港池共配置 4 艘 18m<sup>3</sup> 抓斗船+8 艘 1000m<sup>3</sup> 泥驳船进行疏浚，航道配置 1 艘 8000m<sup>3</sup> 耙吸船进行疏浚；强度稍高的强风化或中风化花岗岩，采用 1 艘钻爆船施工爆破，爆破后采用抓斗船配合清岩上岸外抛处理。

#### 3.3.5.1 港池疏浚施工方法

根据疏浚水域的布置和疏浚土处理方式，港池拟采用 18m<sup>3</sup> 抓斗挖泥船配合自航泥驳进行对淤泥进行清除。

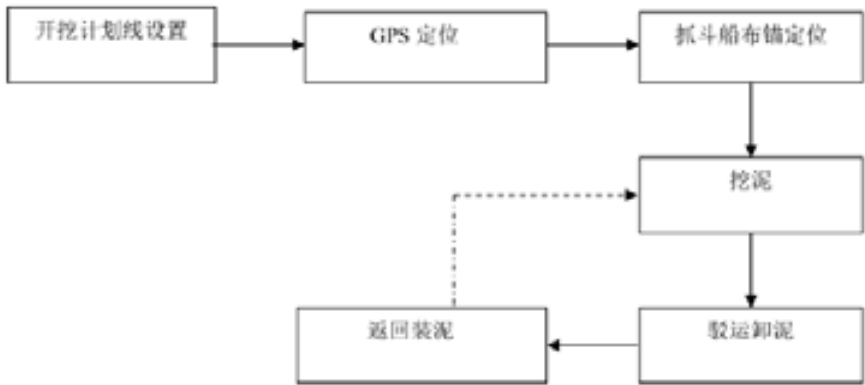


图 3.3-4 抓斗船挖泥施工流程图

- ①施工前进行工程控制点的测量放样。
- ②抓斗船由操作员进行控制，首先在空中张开空斗，然后放线，依靠斗自身的重量切入泥层，严格控制切入深度，操作员操作闭合泥斗，将装满疏浚土的泥斗提升至水面以上，转动斗臂将重斗移到泥驳上方，开斗卸泥，然后再反向转动斗臂再将空斗抛入开挖点。
- 抓斗船左右两侧轮流停靠泥驳，待一侧泥驳装满后，抓斗船继续往另外一侧泥驳进行装驳作业。满驳泥驳按规定航线，航行至卸泥区进行抛卸，中途严禁抛卸、漏卸。抛卸完毕后返回至抓斗船一侧，等待装驳。
- ③清挖施工时按施工范围采用分区、分条、分层施工，分区根据挖泥船每抛

锚一次施工长度，将航道分成若干施工区，根据每一次抛锚长度，每个施工区长约 100m；分条宽度根据挖泥船每次清挖宽度按平行航道轴线方向布置，每条挖槽宽度根据船舶每次可挖宽度确定；分层根据挖泥船每次能清挖的厚度和施工区岩（泥）层厚度确定分几次开挖，每层开挖厚度约 1~2m，直至清挖到设计底标高为止；分区之间，分条之间必须搭接 1~2m，确保不漏挖。

④挖泥船定位：清挖施工时挖泥船抛四具锚，船舶抛八字锚，所抛方向与挖槽方向夹角在 35°~45° 之间，船尾抛交叉锚，控制船尾横移方向。并控制好下抓斗的间距，一般重叠 1/4~1/3 的抓斗宽度，挖泥采取扇形开挖。抓斗开口宽度以抓斗充泥“满而不外溢”为限。

⑤具体的开挖方法为：由外而内分条开挖，开挖顺序为 A→B，即 A 条逐阶梯完成分段长的边坡开挖任务后转入 B 条开挖。在施工过程中，为保证施工质量，防止出现欠挖或漏挖的现象，每条每层在开挖的过程中，应该保证有重叠开挖的区域，控制施工质量。

⑥施工区开挖物应装运至指定的区域抛卸。

3.3.5.2 航道疏浚（耙吸船）施工方法

航道疏浚配置 1 艘 8000m<sup>3</sup> 耙吸船进行疏浚，耙吸船施工流程详见下图。

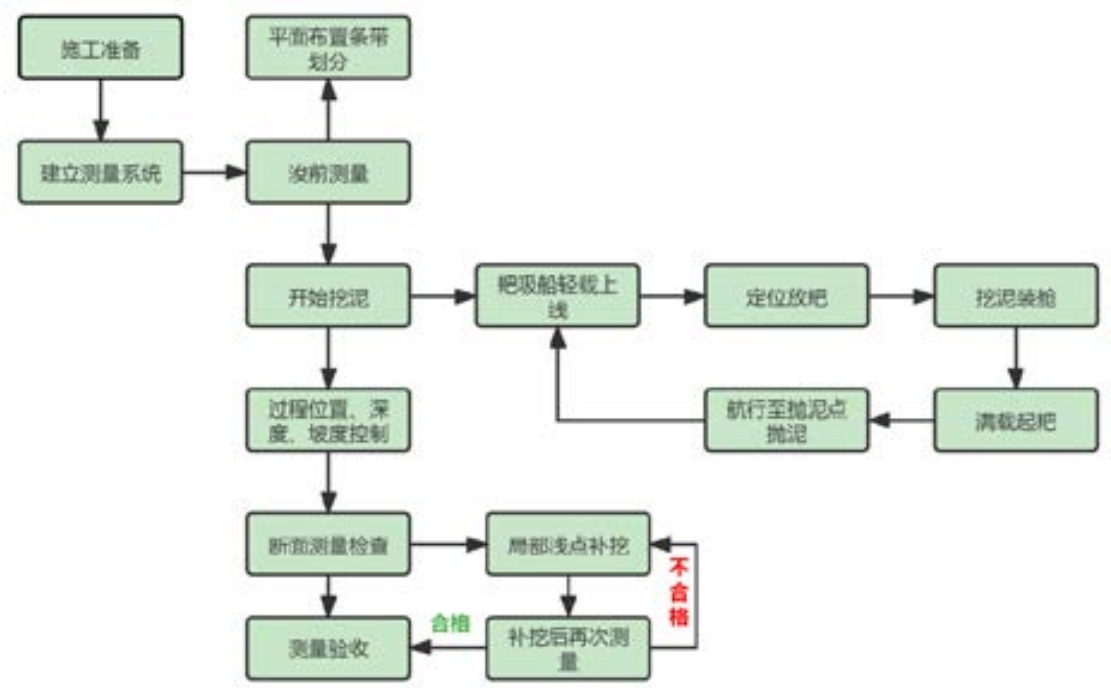


图 3.3-5 耙吸船施工工艺流程图

本项目根据施工区疏浚土分布特性、施工条件、施工船舶的性能，自航耙吸

挖泥船采用装舱法施工，分段、分条、分层、定深的往返方法施工，施工中均匀布耙，逐层下挖。首先空载航行至挖泥区，通过船上的推进装置，使该挖泥船在航行中拖曳耙头前移，对水下土层的泥沙进行耙松和挖掘。泥泵的抽吸作用从耙头的吸口吸入挖掘的泥沙与水流的混合物（泥浆）经吸泥管道进入泥泵，最后经泥泵排出端装入挖泥船自身设置的泥舱中。

在平面上，挖泥船利用全球卫星定位系统 DGPS 导航定位，将施工区域制成电子海图，并显示于驾驶室的显示屏上，以方便操作。在船上驾驶显示器电子海图中，不仅包括船舶自身的定位信息，还包括挖槽位置、挖槽最近测图深度、抛泥区位置、航道及航标情况、周边水域航道状况、警戒区域（海底管线等）位置等的多项信息；驾驶及操作人员严格按照电子海图的设置进行操作。

在挖深上，根据实时水位情况利用挖泥船自身配置的挖深指示仪表控制下耙深度，开挖下层时，采用定耙的方法施工，确保工程质量。考虑到涨、落潮流速影响，为便于上线操作和施工安全，原则上采用逆流施工法。

### 3.3.5.3 炸礁和清礁施工方法

#### （1）炸礁

本项目礁石成块状分布，根据总体施工布置，进行分期分片区炸礁开挖，主要采用水下钻孔毫秒延时爆破方法进行施工。炸礁施工前组织抓斗式挖泥船先开挖礁石区覆盖层，开挖顺序由码头前沿向港池推进；炸礁作业具备条件后，优先对停泊水域进行炸礁，然后依次向港池推进。

办理爆破手续的同时，应做好前期准备工作，并对周边用海单位的构筑物、建筑物进行拍照留底；提前发布爆破公告，告知周边的村民和船舶爆破的具体位置和起爆时间；先安排试爆破，选定特定区域作为炸礁施工典型试验段，经比较爆破安全和效果后，对爆破参数进行优化，检验爆破器材的防水性能、抗水压性能和爆炸威力，检查爆破效果，以及确认爆破对周边环境的影响，从而指导接下来的炸礁施工，优化爆破参数。

爆破炸礁施工总体流程如下图：

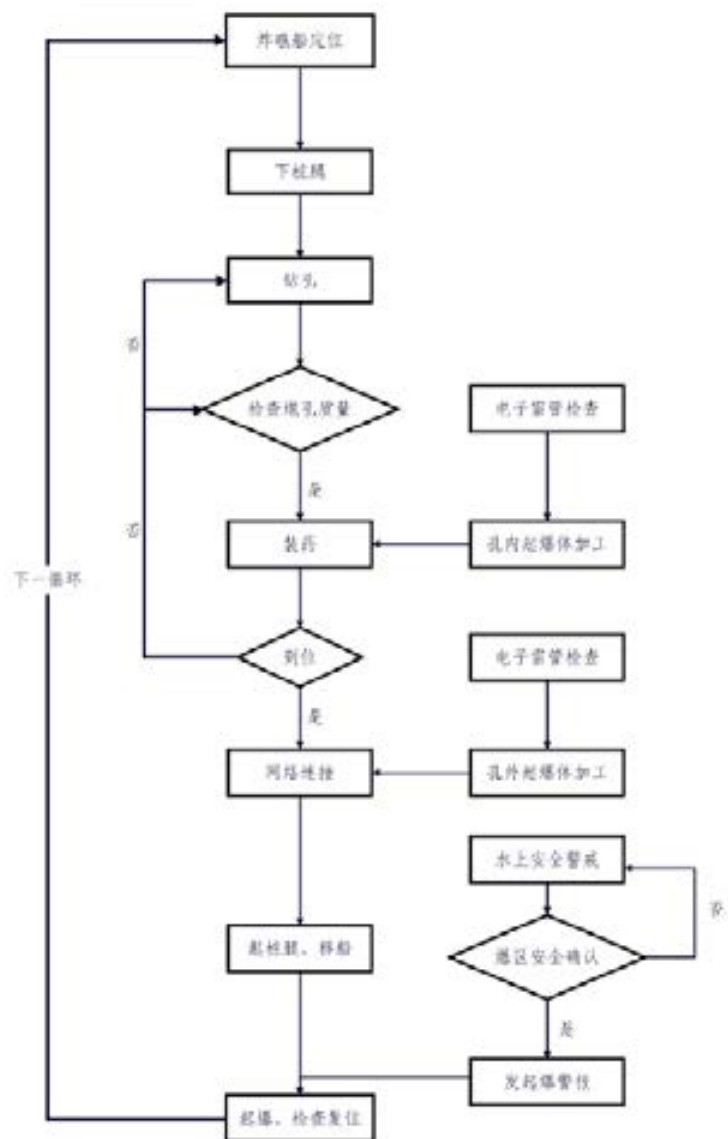


图 3.3-6 炸礁施工工艺流程

炸药及雷管确定：根据设计要求及施工经验，采用水下炸礁爆破。本次炸礁工程的水深均小于 20 米，根据过往施工经验，使用乳化炸药能够在满足施工需要的前提下具有使用安全性高、价格低、环境污染小等优点，因此采用乳化炸药。爆破药量单次不超过 250kg，根据暗礁情况确定炮孔数量。为确保施工质量，减少爆破有害效应，采用数码电子雷管。

钻孔参数确定：根据钻孔设备及现场情况，本次炸礁钻孔参数选择如下：

表 3.3-1 本项目设计代表船型尺寸表

| 钻孔直径<br>(mm) | 装药直径<br>(mm) | 孔距 (m) | 排距 (m) | 超钻深度<br>(m) | 台阶高度<br>(m) |
|--------------|--------------|--------|--------|-------------|-------------|
| 130          | 110          | 2.5    | 2.5    | 1.5         | 2           |



炮孔布置设计：施工时炸礁船的长边平行于航道轴线方向，原则上每个船位起爆一次（根据允许起爆药量确定起爆孔数）。炸礁施工区每个船位的孔位布置详见下图，采用梅花形布孔。施工前将施工区域的布孔图输入专用计算机的测量软件中，移船定位时，打开测量软件直接在屏幕上显示船舶的位置，直到实际位置和设计位置在误差范围（0.2m）内为止。

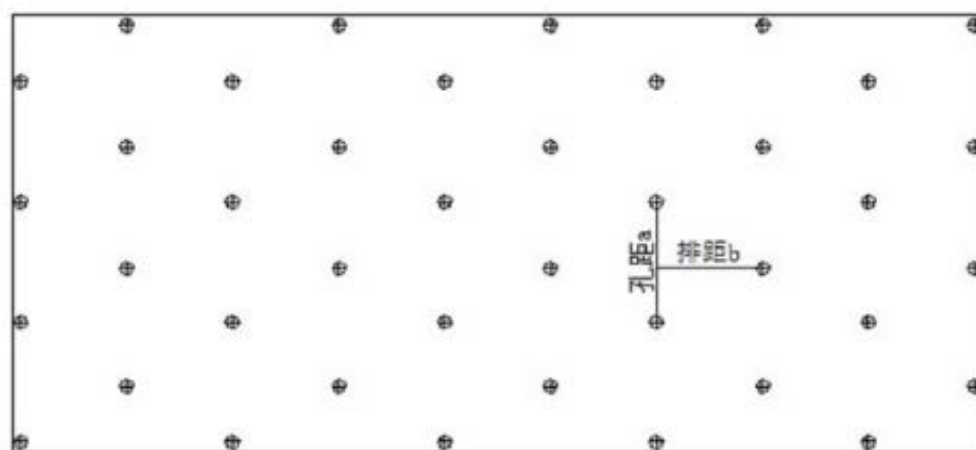


图 3.3-7 炸礁孔位示意图

起爆网路设计：采用电子雷管起爆网路。电子雷管网络采用并联的形式进行连接，按照设计的网络延时时间，实现逐孔精准毫秒延时爆破。一次起爆炮孔数要根据每次允许起爆的最大药量和起爆能力大小而定（正常情况下能够保证一个船位起爆一次）。

主要施工方法：首先对水下爆破区进行探摸，确认礁石是否有覆盖层及其厚度，若有则采用抓泥船清挖覆盖层，并将其运到指定地点抛泥。采用钻爆船进行炸礁，采取 GPS 初步定位，其后用全站仪施测船位，根据船舶测量数据移船，精确定位。船舶定位好后进行钻孔，待钻孔钻到爆破深度后，立即装药，防止泥砂等堵塞影响成孔率；钻机在船舷边上布置的轨道移动，根据爆破设计，首先在轨道上规划好孔位，钻机移动到预先设计的孔位后进行钻孔；采用潜孔钻机钻进，钻孔时一次钻至分层爆破深度，采用一管一钻法，即钻孔前先下套管，再下钻具钻孔，至爆破深度后反复洗孔，在确定无障碍后，即可拆卸钻具。装药前先检查孔壁的质量和孔深，炸药用提绳提起，沿套管将药装入孔底，每钻一孔立即装药。完成装药后，移船至安全距离用起爆器放炮，起爆点一般选在钻爆船上。线路联结完毕后，即可向各警戒点排出警戒人员。其后移动钻爆船，待钻爆船及施工人

员移到安全距离，无过往船舶通过时，确定安全的前提下，检查网络，实施起爆。

钻爆船施工时要做好定位，作业前检查其技术性能，与航道管理部门取得联系，在相应的地方设置安全警示标志和临时禁航标志。船上配备足够的水上救援设施，所有作业人员佩戴救生衣和荧光服。

## (2) 清礁

本项目爆破产生的爆炸采用抓斗船配合平板驳进行转运上岸的处理方式。

抓斗船由操作员进行控制，首先在空中张开空斗，然后放线，依靠斗自身的重量切入爆渣之中，严格控制切入深度，操作员操作闭合泥斗，将装满爆渣的泥斗提升至水面以上，转动斗臂将重斗移到泥驳上方，开斗卸渣，然后再反向转动斗臂再将空斗抛入开挖点。

清挖施工时按施工范围采用分区、分条、分层施工，分区根据挖泥船每抛锚一次施工长度，将疏浚区分成若干施工区，根据每一次抛锚长度，每个施工区长约 100m；分条宽度根据挖泥船每次清挖宽度按平行航道轴线方向布置，每条挖槽宽度根据船舶每次可挖宽度确定；分层根据挖泥船每次能清挖的厚度和施工区岩（泥）层厚度确定分几次开挖，每层开挖厚度约 1~2m，直至清挖到设计底标高为止；分区之间，分条之间必须搭接 1~2m，确保不漏挖。清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，然后用挖机上岸，后续作为建筑材料用于码头的建设。

### 3.3.5.4疏浚及炸礁施工效率

#### 1、疏浚工程量

根据 2025 年 7 月-8 月广东省珠江东航道事务中心东莞航道所对本项目海域进行的水深地形测量成果，本项目水域疏浚范围包括港池、回旋水域、连接水域及进港支航道，总疏浚面积约 329.93 万  $m^2$ 。考虑本项目淤泥层较厚，疏浚综合边坡取 1: 5。水域总疏浚量为 1549.8 万  $m^3$ ，其中停泊水域及回旋水域共 884.3 万  $m^3$ ，航道疏浚量共 665.5 万  $m^3$ 。

回旋水域、连接水域及进港支航道范围内存在强、中、微风化岩，根据设计单位物探成果确定礁石区域，需除礁量约 27.96 万  $m^3$ ，主要分布在港池及航道处，其中停泊水域及回旋水域内的礁石量为 21.91 万  $m^3$ ，航道礁石量共 6.05 万  $m^3$ 。

## 2、疏浚物处置

项目水域总疏浚量为 1549.8 万方，清礁量约 27.96 万方，根据现有的钻孔资料揭示，开挖深度范围内疏浚土主要以淤泥为主，少量粘土和砂。项目清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，利用挖机上岸倾倒入空箱堆场，后续作为建筑材料用于码头的建设；其余疏浚土处理采用外抛的方式，拟外抛至东侧约 24km 处的碣石湾外倾倒区（以  $115^{\circ} 52' 16.734''$  E,  $22^{\circ} 39' 0.358''$  N;  $115^{\circ} 52' 16.734''$  E,  $22^{\circ} 38' 0.157''$  N;  $115^{\circ} 54' 13.09''$  E,  $22^{\circ} 38' 0.157''$  N;  $115^{\circ} 54' 13.09''$  E,  $22^{\circ} 39' 0.358''$  N 四点连线围成的海域），该纳泥区面积  $6.19\text{km}^2$ ，用于处置符合相关标准 and 要求的疏浚物，年最大容量为 1080 万方，日最大容量为 3.6 万方。清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，然后用挖机上岸，后续作为建筑材料用于码头的建设。

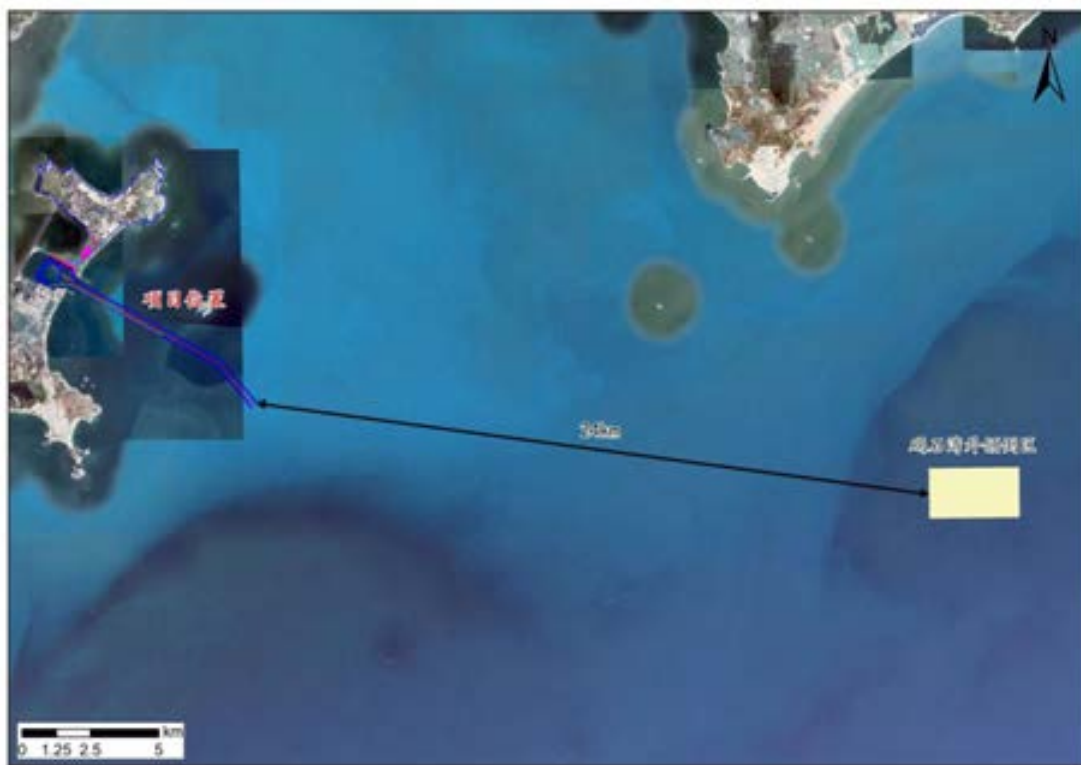


图 3.3-8 倾倒区位置示意图

## 3、疏浚施工效率及工期安排

根据前文分析，本项目水域总疏浚量为  $1549.8 \text{ 万 m}^3$ ，其中停泊水域及回旋水域疏浚量共  $884.3 \text{ 万 m}^3$ ，航道疏浚量共  $665.5 \text{ 万 m}^3$ 。疏浚物拟外抛至东侧约 24km 处的碣石湾外倾倒区。

### （1）停泊水域及回旋水域疏浚作业效率计算

本项目停泊水域及回旋水域疏浚配置 4 艘  $18\text{m}^3$  抓斗船+8 艘  $1000\text{m}^3$  泥驳船进行疏浚，即一艘  $18\text{m}^3$  抓斗船组合 2 艘  $1000\text{m}^3$  泥驳船进行施工。本项目共配置 4 艘抓斗船，本项目所在海域作业位置稳定，施工效率较高，一般情况下每小时可抓取 50~60 斗，但在项目整体作业效率计算中，为防止有关突发情况影响整体工期，保证工期切实可行，考虑预留一定冗余的原则，采取较为保守的作业效率，《疏浚工程预算定额》（JTS/T278—1—2019）是根据正常施工条件合理选型施工船型的指导性文件，根据《预算定额》，斗容  $18\text{m}^3$  的抓斗船设计产能按  $800\text{m}^3/\text{h}$  计，则每艘泥驳船可在  $1000\text{m}^3 \div 800\text{m}^3/\text{h} = 1.25\text{h}$  作业至满仓，后运往碣石湾外纳泥区，期间第二艘泥驳船按照前述作业方式衔接作业。

本项目港池距离纳泥区的运距约为 33km（18 海里），泥驳船的航速约为 7~9 节，按照平均航速，泥驳船抛泥往返航行时间共需 4.5h，卸泥及掉头时间按照 1h 计，则单艘泥驳船完成一次装载、抛泥、回航等完整作业的时间共计需要装载时长 1.25h+往返航行时长 4.5h+卸泥及掉头时长 1h=6.75h，按每艘泥驳船每日平均完成 3 次完整作业（共计作业时间为 20.3h），本项目港池日平均疏浚量为  $1000\text{m}^3/\text{艘}/\text{次} \times 8 \text{ 艘} \times 3 \text{ 次}/\text{天} = 2.4 \text{ 万 } \text{m}^3/\text{天}$ 。

本项目港池疏浚量共 884.93 万  $\text{m}^3$ ，按照上述作业方式，预计工期需要 12.3 个月（按每月 30 天计），本项目港池疏浚计划工期为 15 个月，施工计划可行。

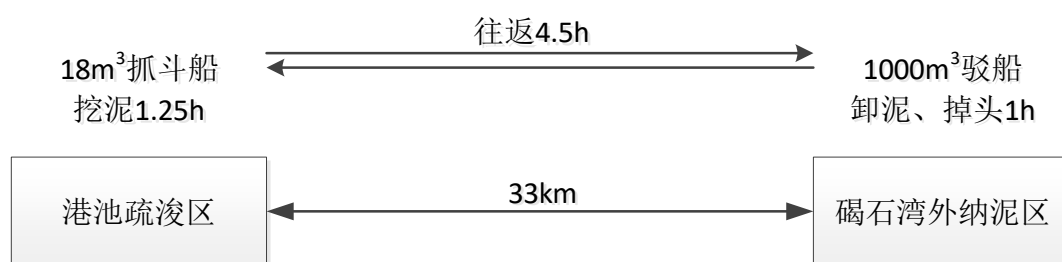


图 3.3-9 本项目港池疏浚投入的抓斗船挖泥运转周期示意图

## （2）航道疏浚作业效率计算

本项目航道疏浚配置 1 艘  $8000\text{m}^3$  耙吸船进行疏浚，耙吸船作业时，按照恒定时速，在施工工段内行进式耙吸，到达预定的耙吸距离后，掉头反向耙吸，如此往复直至耙吸量达到舱容量后，驶向抛泥区进行抛泥。本项目耙吸船约 3h 可耙吸至满舱，其耙吸效率为  $2666.7\text{m}^3/\text{h}$ 。

本项目航道距离纳泥区的平均运距约为 30km（16 海里），耙吸船的平均航速按照 10 节，则抛泥往返航行时间共需 3.2h，卸泥及掉头时间按照 2h 计，则耙

吸船完成一次耙吸、抛泥、回航等完整作业的时间共计需要耙吸时长 3h+往返航行时长 3.2h+卸泥及掉头时长 2h=8.2h，按照日平均作业次数 2 次计，则本项目航道日平均疏浚量为  $8000\text{m}^3 \text{次} \times 2 \text{次/天} = 1.6 \text{万 m}^3/\text{天}$ 。

本项目航道疏浚量共 665.5 万  $\text{m}^3$ ，预计工期需要 13.9 个月，本项目航道疏浚计划工期为 15 个月，施工计划可行。



图 3.3-10 本项目航道疏浚投入的抓斗船挖泥运转周期示意图

### （3）纳泥区接收能力分析

本项目疏浚物拟全部外抛至东侧约 24km 处的碣石湾外倾倒区，该纳泥区由生态环境部于 2025 年 1 月 2 日公布设立，纳泥区面积  $6.19\text{km}^2$ ，年最大容量为 1080 万方，日最大容量为 3.6 万方。本项目计划于 2026 年 12 月动工、2028 年 12 月投产，总工期 24 个月，疏浚工期为 2027 年 1 月至 2028 年 6 月，工期跨越 2027、2028 两个自然年，根据了解，汕尾市目前无重大港航疏浚项目建设，因此可满足本项目疏浚总工程量 1549.8 万方外抛需求。此外，本项目疏浚总工期为 15 个月，按照纳泥区日最大接收量核算，施工期内可接收的最大疏浚物量为  $15 \text{月} \times 30 \text{天} \times 3.6\text{m}^3/\text{天} = 1620 \text{万 m}^3$ ，可满足本项目抛泥需求。本项目施工过程中应结合纳泥区实际接纳能力，实时调整本项目施工进度。

### 4、炸礁施工效率计算

本项目总炸礁量为 27.96 万  $\text{m}^3$ ，主要分布在港池及航道处，其中港池范围内的礁石量为 21.90 万  $\text{m}^3$ ，航道处的礁石量为 6.05 万  $\text{m}^3$ 。总炸礁工期约 6 个月（180 日），本项目共设置两艘炸礁船，炸礁期间分区域不同时开展，则平均每日每艘船炸礁量为  $27.96 \text{万 m}^3 \div 180\text{d} \div 2 \text{艘船} = 776.7\text{m}^3$ 。

参考《水运工程爆破技术规范》（JTS204-2023），各底质单位炸药消耗量如下表所示，本项目炸礁区礁石包括强、中、微风化岩，取各类底质炸药消耗量的平均值，即  $2.1\text{kg}/\text{m}^3$ 。根据本项目施工计划，为控制爆破强度对周边环境产生影响，本项目控制单一区域单次爆破炸药用量不超过 250kg，则单次爆破可清理的礁石



量为 120m<sup>3</sup>，每艘船每日平均炸礁次数为 6.5 次。

表 3.3-2 水下钻孔爆破单位炸药消耗量（JTS204-2023）

| 底质类别     | 单位炸药消耗量（kg/m <sup>3</sup> ） |
|----------|-----------------------------|
| 软岩石或风化岩石 | 1.72                        |
| 中等硬度岩石   | 2.09                        |
| 坚硬岩石     | 2.47                        |

3.3.6码头施工

1、岸侧护面及桩基施工

（1）施工准备

①施工平台与设备准备

根据施工水域的条件，采用施工平台进行施工。施工平台采用“钓鱼法”搭设，施工工艺流程详见下图。

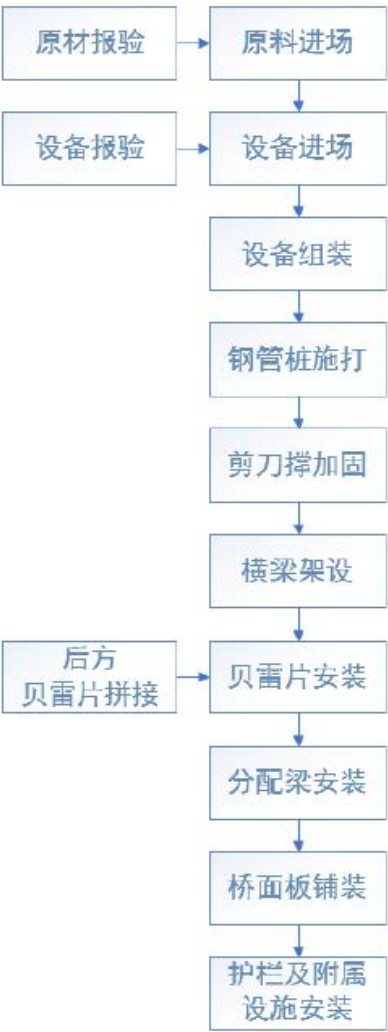


图 3.3-11 施工平台施工工艺流程图

钢管桩施工：吊车就位后，进行定位，利用振动锤夹具夹紧钢管桩，起吊后放入定位架内，开启振动锤进行插打钢管桩，利用特制悬臂导向框架保持钢管桩垂直，在振锤的激振力作用下振动下沉。施工完成后对高出桩顶标高部分的钢管桩进行切割处理。

钢管桩间连接系、桩顶承重梁施工：便桥一个墩位处钢管桩施工完成后，立即进行该墩钢管桩间连接系、桩顶双拼工字钢横梁施工。承重梁在两个钢管桩之间通长布置，通过连接板固定在钢管桩上，工字钢翼缘板之间须点焊连接。钢管桩沉放完成后，立即进行该钢管桩的连接系施工，钢管桩与槽钢接触面应全部满焊。连接系安装时用卷尺拉量出钢管桩间实际间距。根据钢管桩间实际长度加工连接系，剪刀撑顶部离盖梁底部 300mm，底部根据现场的潮水状况进行安装，连接系在后场下料加工制作，后场制作时先将连接系、承重梁焊接成整体桁架，连接系长度较实际桩间距短以便现场安装。工字钢承重梁应尽量摆在钢管桩中心，钢管桩桩顶进行切割凹槽处理，保持钢管桩桩顶切割平整，如钢管桩偏位较大，为了便于贝雷梁安装施工，工字钢可适当移位。

贝雷梁拼装与架设：将待安装的贝雷梁吊起，放在已装好的贝雷梁后面，并与已拼装贝雷片成一直线，两人用木棍穿过节点板将贝雷梁微调，下弦销孔对准后，插入销栓，然后再抬起贝雷梁后端，插入上弦销栓并设保险插销。贝雷拼装按组进行，每次拼装一组贝雷（横向两排），每组贝雷长度根据跨径设置，贝雷片间用连接片连接好。拼装在后场进行。结合汽车吊机吊重，贝雷梁双排或者单排作为一组进行架设。①在下部结构顶横梁上进行测量放样，定出贝雷架准确位置。②将拼装好后的一组贝雷主桁片安装就位。③汽车吊首先安装一组贝雷，准确就位后先牢固捆绑在横梁上，然后焊接限位器，再安装另一组贝雷，同时与安装好的一组贝雷用贝雷片连接片进行连接。依此类推完成整跨贝雷梁的安装。

分配梁的安装：横梁采用热轧普通工字钢，横梁下部与桁梁上弦杆采用分配梁夹具固定，上部与专用桥面板纵梁采用夹具固定。

桥面钢板施工：按照设计布置铺设分配梁后，使用吊车用钢丝绳和钩子，从四个角吊起桥面钢板，铺到工字钢上。然后逐块向前铺设。

栏杆及警示标志设置：完成面板铺设后需及时进行两边安全护栏焊接，两侧均设置栏杆，横杆均采用脚手管，横杆设置上下 3 根，每 1.5m 设置一道 1.2m 高

竖杆焊接在分配横梁上，栏杆刷红白相间油漆警示。

施工设备配置：准备好水下抛石设备（如挖掘机等），以及测量定位、通信联络等辅助设备。

### ②块石材料准备

块石筛选与运输：选取符合设计要求的块石材料，包括粒径、强度、形状等指标，运输到施工现场。

块石装载与投掷：将块石装载到抛石设备上，根据设计图纸和施工方案，精确计算每批块石的抛投位置和数量。

### ③水下施工

定位与测量：使用 GPS、声纳等定位系统精确测量抛石位置，确保垫层的厚度和范围符合设计要求。

块石抛投：通过抛石机或起重机等设备将块石抛入水下预定位置，注意控制抛投力度和方向，确保块石均匀分布并紧密结合。

### ④垫层整理与检测

垫层整理：抛投完成后，可能需要使用水下机器人或潜水员进行垫层整理，如对突出的块石进行平整，对空缺处进行补抛。

垫层质量检测：通过水下声纳检测、潜水员实地核查等方式，对垫层厚度、密实度、均匀性等进行检测，确保满足设计要求。

### ⑤施工记录与验收

施工过程记录：详细记录施工过程中的各种参数和结果，为后续的工程质量验收和项目管理提供依据。

工程验收：完成施工后，邀请相关部门进行工程验收，确认垫层的各项指标均满足设计要求和规范标准。

## （2）施工方法

防坡堤拆除到一定程度，进行护面及钢管桩施工。

护面与钢管桩分阶段进行。

第一阶段：水下护底块石施工：分段从抛填底层块石，压实后预留“浮吊临时停靠区”。

第二阶段：钢管桩施工：按“间隔打设”完成钢管桩施工，桩体间距 $\geq 4\text{m}$ （预

留浮吊吊臂作业空间)，打完后填充桩石间隙。

第三阶段：浮吊进场铺设扭王块：浮吊停靠在预留的海侧临时区，伸臂跨越钢管桩区域，逐排铺设 2 吨扭王块；若局部桩位影响吊臂，用“浮吊+小型水上平台”配合（平台置于桩间空隙，辅助调整扭王块位置）。

第四阶段：补全护底与验收：扭王块铺设完成后，补填浮吊临时区剩余块石，检查全段护岸衔接质量，验收合格后收尾。

## **2、预制构件施工**

轨道梁、预制横梁、预制预应力板等钢筋混凝土构件在混凝土构件预制场预制，装方驳运至现场，起重船水上以及陆上两面安装。

## **3、上部结构施工**

基桩打设后，采用水上方驳吊机进行夹桩固定及铺底支模、绑扎钢筋，混凝土搅拌船浇筑桩帽。码头上部接头、接缝、面层结构混凝土的浇筑可视梁板安装的进展情况安排施工，所需混凝土由搅拌船供应。

码头及上部结构制作安装：预制钢筋混凝土构件由邻近预制场预制，运至现场安装。桩帽和横梁等现浇钢筋混凝土构件采用泵车施工作业，施工时注意各预埋件准确埋设，避免错埋、漏埋。

附属设施安装：附属设施安装主要包括系船柱、橡胶护舷、橡胶舷梯、栏杆等。附属设施待码头主体的施工达到安装条件后进行施工。

## **4、施工平台拆除**

施工平台拆除工艺详见下图。



图 3.3-12 施工平台拆除工艺流程图

施工平台的拆除工作同搭设工作顺序基本相反，依次拆除附属设施、面板、型钢分配梁、主梁、桩顶分配梁及钢管桩，拆除方法基本与搭设方法相同。采用钓鱼法，后退到起点的拔出方式进行拆除，边拆除，边利用原施工平台运送材料到岸上指定的位置。

具体拆除步骤：待护栏拆除后，吊机停靠于要拆除一跨的前一跨平台上，先将面板、分配梁、主梁等吊运至未拆除的平台上，最后在吊机上安装上振动锤，拔除钢管桩基础。

#### ①桥面护栏拆除

先将护栏横杆从立柱中抽出后，依次拆除护栏立杆。

#### ②面板拆除

割除面板连接板后使用吊车吊运。

#### ③分配梁拆除

先敲出 U 型螺丝，再使用吊机依次吊运。

#### ④钢管桩拆除

先在钢管桩上焊接临时操作便桥，割除桩顶承重梁及连接系。再使用汽车吊配合振动锤拔除钢管桩。钢管桩拔除时，先将吊机停放在未拆除的平台端头，使用大勾勾住振动锤上部的卸扣，吊起振动锤。在振动锤起吊时，人拉住振动锤电缆线，控制夹具方向，使振动锤夹具对准钢管桩上方，对好后快速下放吊钩，使夹具夹住钢管桩，开启振动锤电源开关，待振动锤振动几秒钟后，吊机缓缓起勾，将整根钢管桩拔出。钢管桩拔出后，关掉振动锤电源，将其插如淤泥内，松开振动锤夹具，待一排桩基拔完后，将振动锤从吊钩上卸下，使用吊机依次将插与淤泥内的钢管桩吊运至便桥上，使用装载机托运装车，如此循环，直到河道内钢管桩全部拔除。

3.3.7护岸施工

本项目护岸均位于陆域，主要施工工艺流程图如下所示。



图 3.3-13 护岸施工工艺流程图

1、测量放线

根据复测合格的导线点及准点，现场放样出护岸基坑开挖边线及基坑开挖水



准控制点，现场放样的基坑开挖线，现场撒出白灰线进行标明基坑开挖底线及开挖顶线。

## **2、土方开挖**

护岸基础开挖利用挖掘机进行施工，开挖以底标高及坡比进行控制。施工过程中，测量员需定期对标高及坡比进行复核，严格按照设计图纸进行施工。

## **3、堤心石抛填**

1) 堤心石采用陆路堆填，堤心石抛填开山石，由自卸汽车运料至现场，卸至施工员指定地方，卸料应均匀有序，采用挖掘机将卸料后的石料堆填至设计位置，堆填时应控制高程。

2) 由施工员指挥挖掘机进行埋坡，控制坡比。施工方向由护岸中间沿岸线向两边推进，堤心石抛填前进一段距离后，堤心石理坡、护底块石、护面块石等工序紧跟进行。

## **4、外侧护面块石抛填**

外侧护底块石、护面块石同样由自卸汽车运料至现场，卸至施工员指定地方，由施工员指挥挖掘机进行抛填及埋坡，抛填时应控制护面石厚度不小于设计厚度，同时控制底部及上部的坡比，护面石抛填料为块石。

## **5、内侧二片垫层抛填**

(1) 二片石垫层施工待堤心石内坡理坡完成验收后进行。由自卸汽车运料进场，卸至现场施工员指定的地方，由施工员指挥挖掘机进行抛填及理坡。

(2) 二片石垫层抛填时应控制护面石厚度不小于设计厚度同时控制坡面坡比，二片石垫层抛填料为合粒径 100~150mm 小块石。

## **6、土工布铺设**

(1) 土工布采用强力长丝机织土工布。

(2) 土工织物加工成铺设块铺设，铺设块的宽度为 4~8 米，长度应按设计长度加上一定的富裕量；土工织物的拼幅和接长，应采用工业缝纫机缝制，所用尼龙线的强度不小于 150N，其缝接方法采用“包缝”或“丁缝”；相邻两块土工织物的搭接长度，干施工不小于 500mm；坡趾的土工织物应按设计要求伸出保护面外，顶部的土工织物应伸出保护面以外不小于 1000mm。

(3) 土工布运至现场就位，由内侧堤顶往坡脚摊铺，土工布要求紧贴混合

倒滤层，并留有一定的余量，以平衡土工布收缩和片石层基面凹凸不平产生的误差。土工布铺设完毕后，应固定并及时进行其上部开山土回填施工，以防被大风吹开，同时避免受太阳紫外线照射，使其老化变脆，强度降低，影响土工布质量。土工布沿横断面方向铺设以保证土工布的整体性，沿轴线方向相邻两块土工布连接采用“包缝”或“丁缝”缝接形式。

## **7、现浇混凝土胸墙**

### **(1) 钢筋绑扎**

钢筋在钢筋加工场加工，加工完成后运到施工现场绑扎成型。钢筋加工的形状、尺寸必须符合设计要求，加工工艺符合规范要求。钢筋表面应洁净、无损伤，对油污、铁锈等杂物应在使用前清除干净。钢筋绑扎必须牢固，绑扎钢筋的铁丝扣应向里弯折，不得外伸，钢筋应尽量等间距布置，可根据实际情况进行适当调整，但间距不得超过设计值的 1.5 倍。钢筋锚固长度定为 350mm；垫块制作与设置应满足设计及规范要求，不得出现钢筋碰模板现象。

### **(2) 模板施工**

胸墙模板采用钢板板面，背后加纵横槽钢肋，通过对拉螺杆穿 PVC 套管加固，模板脚采用压脚方条防止位移并粘贴平板橡胶条止浆；

### **(3) 混凝土浇筑**

混凝土使用搅拌车运至现场，混凝土采用自卸方式入模。混凝土浇分层分段浇注，胸墙按每隔 10m 设置结构缝，在挡墙结构变化区域增设结构分缝，缝宽 20mm 缝内填充沥青麻筋或沥青木板，顶部混凝土采用二次振捣和二次抹面，减少松顶，提高顶层混凝土的密实度。

### **(4) 拆模养护**

混凝土浇筑完成后 12~18 小时内即起先洒水养护，保持砼表面潮湿，并铺盖草帘保湿，在正常温度下养护 7 天后可除去覆盖。模板拆除时限必需符合施工图纸规定，不承重侧面模板在砼强度达到其表面及棱角不因拆模而损失，方可拆除，承重模板在砼强度达到设计值时方可拆除。

## **3.3.8 陆域施工**

### **1、陆域地基处理**

(1) 地基处理：对堆场区域进行地基压实，若地基承载力不足，需采用换

填垫层、强夯等处理方式，确保地基沉降满足设计要求。

(2) 铺设砂垫层：在完成回填碾压整平至设计标高后即可开始砂垫层施工，由人工配合推土机和挖掘机进行摊铺整平作业

(3) 插打塑料排水板：按照设计图纸分区，先放样出插板范围及各区控制点，然后按正方形布置、设计间距测放出塑料排水板打设板位，并作标记。

(4) 铺设真空滤管及密封膜：清理地表的淤泥和杂物，特别是坚硬的物体，对场地进行清理整平。滤管埋设于中、粗砂垫层中，按加固区设计要求的尺寸，先将滤管摆设好并连接好，滤管连接应采用柔性胶管套接并牢固，防止地基沉降时将其拉断；然后在管路旁边铺膜标高基面挖滤管沟，一边挖沟一边埋管入沟，并用中、粗砂填平。密封膜采用 2 层膜，在铺膜前，先在砂垫层顶面铺设一层编织土工布作为膜下保护层，铺设时施工人员应穿软底鞋上膜，严禁带钉鞋上膜，每铺一层应有专人检查空洞情况，发现及时粘补。

(5) 补填砂：若局部区域实际沉降较大，可利用场地内的开挖土进行联合堆载，要求确保超载的荷载满足要求，具体补填砂的范围和厚度根据现场实际沉降进行确定。

(6) 碾压：采用振动压路机进行振动碾压。分层碾压施工前进行室内相对密度试验及现场最佳含水量压实试验，以最终确定各施工参数。

(7) 面层施工：根据使用需求采用混凝土面层、或联锁块面层，施工中严格控制面层厚度、平整度及防滑性能；同步完成堆场排水系统、消防设施及标识标线设置。

## 2、建筑物施工

基础工程：采用条形基础、独立基础或筏板基础，按设计要求进行基坑开挖、钢筋绑扎、模板安装及混凝土浇筑，做好基坑支护与降水措施(若地下水位较高)。

主体结构施工：砖混结构或框架结构按“钢筋绑扎→模板支护→混凝土浇筑→养护”流程施工，钢结构建筑物需完成钢构件加工、吊装、焊接及防腐处理，确保结构稳定性。

装饰装修与附属工程：进行墙体抹灰、门窗安装、屋面工程、室内外装修；同步安装给排水、供电、通风、消防等配套设施。

## 3、设备安装

设备进场验收：设备到场后核对型号、规格及配件完整性，进行外观检查与性能测试，合格后方可进场安装。

核心设备安装：包括起重机（龙门吊、岸桥等）、输送机、装卸机械、计量设备等，按安装图纸精准定位，采用起重设备吊装就位，做好设备固定与连接（螺栓连接、焊接连接等），控制安装精度。

辅助设备安装：安装电气控制系统、液压系统、润滑系统、消防设备及安全防护设施（如护栏、警示灯）。

调试与试运行：分系统进行单机调试，检查设备运行参数、制动性能、安全保护装置等；完成联合调试与试运行，确保设备协同作业正常，满足设计产能与安全要求。

### 3.3.9 土石方平衡

根据本项目工可报告及工程分析核算，本项目土石方平衡如下表所示。

表 3.3-3 本项目土石方平衡表（单位：万 m<sup>3</sup>）

| 施工环节  |         | 挖方      | 填方     | 内部回用  | 调入     | 调出/外抛   | 处理方式                         |
|-------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|------------------------------|
| 疏浚工程  | 疏浚工程    | 1549.8  |        |       |        | 1549.8  | 外抛至指定抛泥点                     |
|       | 水下炸礁    | 27.96   |        | 27.96 |        |         | 作为建筑材料用于码头的建设                |
| 构筑物施工 | 护岸等结构施工 | 73.3    |        | 38.89 |        | 34.41   | 回用于项目建设，剩余部分运往管理部门指定的余泥渣土受纳场 |
|       | 地基处理    |         | 54.97  |       | 54.97  |         | /                            |
|       | 道路堆场    |         | 60.88  |       | 60.88  |         | /                            |
|       | 施工钻渣    | 1.45    |        |       |        | 1.45    | 运往管理部门指定的余泥渣土受纳场             |
| 合计    |         | 1652.51 | 115.85 | 66.85 | 115.85 | 1585.66 | /                            |

### 3.3.10 施工设备

施工期间使用的主要大型施工机具、船舶的形式、规格和数量见下表。

表 3.3-4 本项目主要施工设备表

| 序号 | 名称  | 规格型号 | 单位 | 数量 |
|----|-----|------|----|----|
| 1  | 打桩船 | /    | 艘  | 1  |

| 序号 | 名称     | 规格型号               | 单位 | 数量 |
|----|--------|--------------------|----|----|
| 2  | 起重船    | 120t               | 艘  | 1  |
| 3  | 拖轮     | /                  | 艘  | 2  |
| 4  | 平板驳    | /                  | 艘  | 2  |
| 5  | 抓斗挖泥船  | 18m <sup>3</sup>   | 艘  | 4  |
| 6  | 自航泥驳   | 1000m <sup>3</sup> | 艘  | 8  |
| 7  | 钻爆船    | /                  | 艘  | 2  |
| 8  | 耙吸船    | 8000m <sup>3</sup> | 艘  | 1  |
| 9  | 警戒船    | /                  | 艘  | 1  |
| 10 | 履带起重机  | 150t               | 台  | 1  |
| 11 | 挖掘机    | 2m <sup>3</sup>    | 台  | 2  |
| 12 | 推土机    | 250KW              | 台  | 3  |
| 13 | 压路机    | 25t                | 台  | 3  |
| 14 | 钻机     | 钻探深度不少于 50m        | 台  | 3  |
| 15 | 液压插板机  | 最大打设深度不小于 45m      | 台  | 10 |
| 16 | 水泥搅拌桩机 | 双轴/三轴              | 台  | 5  |

### 3.3.11施工进度计划

本项目施工量较大，施工工序多，施工工艺要求较高，考虑整体水陆域面积较大，可同时实施的工作面较多，本项目施工期为 2026 年 12 月~2028 年 12 月，总工期为 24 个月（按每月 30 天计），施工进度计划见下表。

表 3.3-5 本项目施工进度计划表

| 序号 | 任务名称                       |                   | 工期<br>(d) | 开始时间    | 完成时间    |
|----|----------------------------|-------------------|-----------|---------|---------|
| 1  | 汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区<br>公用码头二期工程 |                   | 720       | 2026.12 | 2028.12 |
| 2  |                            | 码头施工              | 660       | 2026.12 | 2028.10 |
| 3  |                            | 现状防波堤面层拆除         | 30        | 2026.12 | 2027.1  |
| 4  |                            | 施工钢平台搭设           | 180       | 2027.1  | 2027.7  |
| 5  |                            | 码头钢管桩施工           | 180       | 2027.2  | 2027.8  |
| 6  |                            | 施工钢平台拆除           | 150       | 2027.5  | 2027.10 |
| 7  |                            | 码头上部结构施工及<br>设备安装 | 450       | 2027.7  | 2028.10 |
| 8  |                            | 疏浚工程              | 450       | 2027.1  | 2028.6  |
| 9  |                            | 炸礁工程              | 210       | 2027.1  | 2027.8  |
| 10 |                            | 礁石爆破              | 180       | 2027.1  | 2027.7  |
| 11 |                            | 清礁                | 180       | 2027.2  | 2027.8  |
| 12 |                            | 陆域施工              | 660       | 2026.12 | 2028.11 |

|    |  |       |     |         |         |
|----|--|-------|-----|---------|---------|
| 13 |  | 地基处理  | 240 | 2026.12 | 2027.8  |
| 14 |  | 护岸施工  | 180 | 2027.1  | 2027.7  |
| 15 |  | 建筑物施工 | 390 | 2027.3  | 2028.4  |
| 16 |  | 设备安装  | 180 | 2028.5  | 2028.11 |
| 17 |  | 交工验收  | 30  | 2028.11 | 2028.12 |

### 3.4污染源强分析

#### 3.4.1施工期污染源强分析

##### 3.4.1.1施工期产污环节分析

本项目施工活动主要包括码头桩基施工、护岸抛石以及港池与航道疏浚等工序，施工期主要产污环节如下：

1、悬浮泥沙：码头桩基施工、护岸抛石以及港池与航道疏浚等施工过程均会产生悬浮泥沙。

2、废水：施工期水污染物主要为施工船舶舱底油污水、施工船舶生活污水、陆域施工人员生活污水、施工废水等。

3、废气：施工期废气污染物主要为施工船舶和施工机械的燃油废气、施工扬尘等。

4、噪声：施工期间噪声源主要为施工机械和施工车船的运行噪声。

5、固体废物：施工期间产生的固体废物主要为施工船舶生活垃圾、陆域施工人员生活垃圾等。

##### 3.4.1.2施工期废水污染源强分析

##### 1、水域疏浚悬浮泥沙源强

##### (1) 港池疏浚悬浮泥沙源强

本项目港池疏浚采用 4 艘 18m<sup>3</sup> 抓斗船配备 8 艘 1000m<sup>3</sup>泥驳、航道疏浚采用 1 艘 8000m<sup>3</sup> 耙吸船将疏浚物外抛至指定抛泥区。根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-2021)，疏浚作业施工过程中，疏浚作业悬浮物源强可采用经验公式法，按下式进行计算：

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0$$

式中：

$Q$ ——疏浚作业悬浮物发生量 (t/h)；



$R$ ——现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

$T$ ——挖泥船疏浚效率（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）；

$W_0$ ——悬浮物发生系数（ $\text{t}/\text{m}^3$ ），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取  $38.0 \times 10^{-3} \text{t}/\text{m}^3$ ；

$R_0$ ——发生系数  $W_0$  时的悬浮物粒径累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时，可取 80.2%。

上式中， $R/R_0 \times W_0$  即为悬浮物再悬浮率，因此上式可简化为：

$$Q = T \times M / 3600$$

式中， $Q$ ——疏浚作业悬浮物源强（ $\text{kg}/\text{s}$ ）；

$T$ ——挖泥船疏浚效率（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）；

$M$ ——泥沙再悬浮率（ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）。

疏浚悬浮物产生量的大小与所使用的挖泥船疏浚效率及其所对应的泥沙再悬浮率有关，挖泥船的疏浚效率是一定的，而不同挖泥船产生的泥沙再悬浮率则是反映疏浚悬浮物环境影响及源强大小的重要参数。

参考文献《挖泥船疏浚悬浮物源强及环境影响对比分析》（曾建军，环境保护与循环经济，2016（11）：40-42）研究成果，挖泥过程中悬浮物的产生近似为连续点源，产生总量与单位时间挖泥量有关，根据 Mott MacDonald 1990 年对挖泥船挖泥产生泥沙再悬浮系数的资料调研和试验结果，抓斗式挖泥船施工悬浮泥沙的再悬浮率为  $11 \sim 20 \text{kg}/\text{m}^3$ ，本次环评取  $20 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

根据前文“3.3.5.4 疏浚及炸礁施工效率”章节分析，因本项目 4 艘抓斗船均位于港池水域内作业，作业位置相对稳定，施工效率较高，按照每小时抓取 50~60 斗计，抓斗船疏浚效率约为  $1000 \text{m}^3/\text{h}$ 。则本项目港池水域疏浚悬浮泥沙源强为： $Q = 1000 \text{m}^3/\text{h} \times 20 \text{kg}/\text{m}^3 / 3600 = 5.56 \text{kg}/\text{s}$ 。

抓斗船作业产生悬浮泥沙主要因搅动海底沉积物，以及抓斗上升过程中少量附着在抓斗外侧以及抓斗缝隙流出的少量沉积物扩散形成，一般情况下在垂向呈“下高上低”分布，底层悬浮泥沙浓度最高，中层次之、表层最低，参考相关研究及施工实际经验，取底层：中层：表层悬浮泥沙产生比例为 7：2：1，即抓斗施工产生底层、中层和表层悬浮泥沙源强分别为  $3.89 \text{kg}/\text{s}$ 、 $1.11 \text{kg}/\text{s}$ 、 $0.56 \text{kg}/\text{s}$ 。

本次评价在后文开展悬浮泥沙扩散影响数值模拟时，采用三维数值模型模拟悬浮泥沙扩散结果，拟按照上述底层、中层和表层悬浮泥沙源强作为模型输入源强。

## **(2) 航道疏浚悬浮泥沙源强**

耙吸式挖泥船的工作原理类似于巨型水下吸尘器，利用泥泵产生的真空吸力将水底泥沙吸入船体泥舱，泥沙在船舱内经过沉淀，上层水通过溢流口不断排出舱外。耙吸船疏浚悬浮物污染源强主要来自挖泥时的泥沙再悬浮以及泥舱溢流排放的悬沙。参考文献《挖泥船疏浚悬浮物源强及环境影响对比分析》（曾建军，环境保护与循环经济，2016（11）:40-42）中记录的 Mott MacDonald 1990 年进行的疏浚泥沙再悬浮系数试验数据，在淤泥沙质海床进行耙吸式挖泥，泥沙再悬浮率约为  $15\text{kg}/\text{m}^3$ ，泥舱溢流浓度取  $1.5\text{kg}/\text{m}^3$ 。

耙吸船作业时，按照恒定时速，在施工工段内行进式耙吸，到达预定的耙吸距离后，掉头反向耙吸，如此往复直至耙吸量达到舱容量后，驶向抛泥区进行抛泥。本项目拟投入的耙吸船泥泵流量为  $8000\text{m}^3/\text{h}$ （泥+水），约 3h 可耙吸至满舱（泥），则其耙吸效率为  $2666.7\text{m}^3/\text{h}$ ，泥沙再悬浮率取  $15\text{kg}/\text{m}^3$ ，泥舱溢流浓度取  $1.5\text{kg}/\text{m}^3$ ，按照耙吸效率取  $2666.7\text{m}^3/\text{h}$ ，溢流流量取泥泵流量  $8000\text{m}^3/\text{h}$ ，则本项目耙吸船疏浚作业底层因耙吸扰动海底产生的悬浮泥沙源强为  $2666.67\text{m}^3/\text{h} \times 15\text{kg}/\text{m}^3 / 3600 = 11.11\text{kg}/\text{s}$ ，表层因泥水溢流产生的悬浮泥沙源强为  $8000\text{m}^3/\text{h} \times 1.5\text{kg}/\text{m}^3 / 3600 = 3.33\text{kg}/\text{s}$ ，共计  $14.44\text{kg}/\text{s}$ 。

本次评价在后文开展悬浮泥沙扩散影响数值模拟时，按照上述计算结果，以表层悬浮泥沙强度  $11.11\text{kg}/\text{s}$ 、底层悬浮泥沙强度  $3.33\text{kg}/\text{s}$  作为模型输入源强。

## **2、水下炸礁和清渣作业悬浮泥沙源强**

根据本项目水深地形探测成果，现阶段回旋水域、连接水域及进港支航道范围内存在强、中、微风化岩，需除礁量约 27.96 万方，先采用水下钻孔爆破方式进行炸礁作业，后采用  $18\text{m}^3$  抓斗式挖泥船清理礁渣，礁渣通过泥驳运至岸边，利用挖机上岸倾倒至空箱堆场，后续作为建筑材料用于码头的建设。

### **(1) 炸礁产生悬浮泥沙源强**

炸礁引起悬浮泥沙源强主要考虑两部分，一部分为礁石表面淤泥悬浮泥沙量，虽然建设单位在炸礁前会进行清淤，但仍有少量淤泥残留在礁石上；另一部分为炸礁时产生的碎石悬浮物。

根据前文“3.3.5.4 疏浚及炸礁施工效率”章节分析，本项目每日平均炸礁次数为 6.5 次，单次爆破可清理的礁石量约为  $120\text{m}^3$ 。

礁石按半球形概化计算单次炸礁区域表面积， $120\text{m}^3$  的礁石表面积约为  $93.4\text{m}^2$ ，本项目施工时序为先疏浚再炸礁，因此爆破时礁石表面的泥层厚度较薄，按 0.2m 计算，则单次爆破影响的礁面泥沙体积约为  $18.68\text{m}^3$ 。礁面泥沙密度取  $1450\text{kg}/\text{m}^3$ ，起爆一次的时间按 3 秒计，爆破造成的泥沙起悬比例按 10% 计算，则本项目单次爆破的礁面悬浮物源强约为  $1450\text{kg}/\text{m}^3 \times 18.68\text{m}^3 \times 10\% \div 3\text{s} = 902.87\text{kg}/\text{s}$ 。

水下爆破造成的碎石量较小，单次爆破产生的碎石量按照礁石量的 0.1% 计，则单次爆破造成的碎石悬浮物源强为  $120\text{m}^3 \times 1450\text{kg}/\text{m}^3 \times 0.1\% \div 3\text{s} = 58\text{kg}/\text{s}$ 。合计起爆一次的悬浮物源强约  $902.87 + 58 = 960.87\text{kg}/\text{s}$ 。

## (2) 抓斗清礁悬浮泥沙源强

本项目两个片区均采用 1 艘  $18\text{m}^3$  抓斗挖泥船进行水下清礁工作，按照 2min 抓取一次，则清礁效率约为  $540\text{m}^3/\text{h}$ ，在清礁过程中会产生一定量的悬浮泥沙，悬浮泥沙入海主要发生在抓斗上下作业过程。礁水比为 2:3，悬浮物发生量按抓渣量的 5% 计，泥沙密度取  $1450\text{kg}/\text{m}^3$ ，则悬浮泥沙源强为： $Q = 540\text{m}^3/\text{h} \times 2/5 \times 5\% \times 1450\text{kg}/\text{m}^3 \div 3600\text{s} = 4.35\text{kg}/\text{s}$ 。

## 3、抛石施工产生的悬浮泥沙源强

本项目码头建设过程中，需要进行基床抛石，会产生悬浮泥沙。基床抛填块石过程中，块石中泥土起悬进入海水中，同时块石对表层淤泥产生挤淤作用，上述过程均会产生悬浮泥沙。

### ① 抛石带入水中的悬浮物

抛填块石中泥土起悬产生悬浮泥沙，抛石施工作业时，块石中泥土起悬产生悬浮泥沙源强按下式计算（仅考虑石料中所含泥土）：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中：

$Q$ ——抛石作业悬浮泥沙源强， $\text{kg}/\text{s}$ ；

$E$ ——抛石作业效率， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$c$ ——石料中泥土含量，%（体积），以 5% 计；

$\alpha$ ——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以 10% 计；

$\rho$ ——泥土干密度，取  $1450\text{kg/m}^3$ 。

本项目每日基床抛石量约  $2000\text{m}^3$ ，日工作 12h，则抛石工作效率约  $167\text{m}^3/\text{h}$ ；石料中泥土含量取 5%，泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数 10%。根据上式计算结果可知，抛石施工时回填料带入的悬浮泥沙源强约为  $Q=167\text{m}^3/\text{h}\times 1450\text{kg/m}^3\times 5\%\times 10\%/3600\text{s}=0.336\text{kg/s}$ 。

②块石抛填挤淤产生的悬浮物

抛石挤淤产生悬浮泥沙源强根据如下公式计算：

$$Q = \rho \times \alpha \times p$$

式中：

$Q$ ——悬浮泥沙源强（ $\text{kg/s}$ ）；

$\rho$ ——底质颗粒物干密度，泥沙干密度为  $1450\text{kg/m}^3$ ；

$\alpha$ ——指底质中悬浮物粒所占百分比（%），参考类似工程及《海岸工程中悬浮物泥沙源强选取研究概述》（王时悦，2016 年）， $\alpha$  取 15%；

$P$ ——平均挤淤强度，为抛石强度的 20%。

护岸块石抛石强度约为  $167\text{m}^3/\text{h}$ 。参考类似工程及《海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述》（王时悦，2016 年）中挤淤强度，平均挤淤强度为抛石强度的 20%，取值为  $167\text{m}^3/\text{h}\div 3600\text{s/h}\times 20\%=0.0093\text{m}^3/\text{s}$ ；根据上式计算结果可知，基床块石抛填施工时，悬浮泥沙源强约为  $Q=1450\text{kg/m}^3\times 15\%\times 0.0093\text{m}^3/\text{s}=2.023\text{kg/s}$ 。

基床块石抛填施工过程中块石中泥土起悬和挤淤同时发生，经类比并综合考虑，悬浮泥沙源强合计为： $0.336\text{kg/s}+2.023\text{kg/s}=2.359\text{kg/s}$ 。

#### 4、钢管桩桩基施打产生的悬浮泥沙源强

本项目码头结构为高桩梁板式，桩基采用  $\Phi 1200\text{mm}$ （ $\Phi 1400\text{mm}$ ）钢管桩。排架间距为 9m，全码头共设 110 榀排架，每榀排架布置 8 根全直桩，除每榀排架后沿 1 根为  $\Phi 1400\text{mm}$  直桩外，其余均为  $\Phi 1200\text{mm}$  直桩。本项目施工平台下部结构均用  $\Phi 630\times 10\text{mm}$  螺旋钢管桩打设，入泥深度平均约 15m。

综上，钢管桩施打产生的悬浮泥沙源强计算公式如下：

$$Q=\pi r^2 h \rho \psi / t$$

式中：

$Q$ ——悬浮泥沙发生量， $\text{kg/s}$ ；

$r$ ——桩半径，m；

$h$ ——桩入泥深度，m，码头钢管桩入泥深度取、施工平台钢管桩入泥深度取15m；

$\rho$ ——悬浮泥沙密度， $\text{kg/m}^3$ ，取  $1450\text{kg/m}^3$ ；

$\psi$ ——悬浮泥沙发生比例，根据经验和文献资料，取 15%；

$t$ ——单桩施工时间，s，码头、施工平台钢管桩单根打桩时间按 1h。

综上，本项目钢管桩施打产生的悬浮泥沙源强如下表所示。

表 3.4-1 本项目钢管桩施打产生的悬浮泥沙源强

| 桩基半径<br>(m) | 数量<br>(根) | 入泥深度<br>(m) | 悬浮泥沙<br>密度<br>( $\text{kg/m}^3$ ) | 悬浮泥沙<br>发生比例 | 单桩施工<br>时间 (s) | 悬浮泥沙<br>发生量 ( $\text{kg/s}$ ) |
|-------------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------|----------------|-------------------------------|
| 0.6         | 770       | 26          | 1450                              | 15%          | 3600           | 1.776                         |
| 0.7         | 110       | 26          | 1450                              | 15%          | 3600           | 2.417                         |
| 0.315       | 1427      | 15          | 1450                              | 15%          | 3600           | 0.282                         |

## 5、施工平台钢管桩拔出施工产生的悬浮泥沙源强

钢管桩在振动拔除的过程中产生的悬浮泥沙量可参照下式进行计算：

$$Q = \frac{[\pi \cdot D \cdot h + \pi \cdot (D - d) \cdot h] \cdot \varphi \cdot \rho}{t}$$

式中：

$Q$ ——悬浮泥沙发生量， $\text{kg/s}$ ；

$D$ ——施工平台管桩直径，本工程施工平台钢管桩直径 0.63m；

$d$ ——施工平台管桩厚度，0.01m；

$h$ ——桩入泥深度，m，26m；

$\varphi$ ——钢管桩壁（包括外壁、内壁）附着泥层厚度，取 0.01m；

$\rho$ ——附着泥沙干容重， $\text{kg/m}^3$ ，取  $1450\text{kg/m}^3$ ；

$t$ ——单桩施工时间，s，取 0.5h 即 1800s。

计算本项目施工平台单根钢管桩拔桩悬浮物产生源强  $Q = (3.14 \times 0.63\text{m} \times 15\text{m} + 3.14 \times (0.63 - 0.01)\text{m} \times 15\text{m}) \times 0.01\text{m} \times 1450\text{kg/m}^3 \div 1800\text{s} = 0.474\text{kg/s}$ 。

## 6、现有海堤拆除产生的悬浮泥沙源强

本项目南侧海域现有避风塘渔船停靠处的防波堤、广东汕尾电厂一期工程建

设时的北拦砂堤（北防波堤）和北护岸，项目建设需拆除海堤包括汕尾电厂一期工程北护岸和渔船避风塘防波堤，其中汕尾电厂一期工程北护岸拆除长度约为 443.78m，渔船避风塘防波堤拆除长度约为 216m。

避风塘防波堤为块石结构，汕尾电厂一期工程的北护岸护面为块石和 22t 扭王字块，现状防波堤拆除表层块石使用挖机陆上开挖，水上部分采用挖机将表层块石以及所能及的垫层挖除，挖机所不能及处利用长臂挖机，水下部分纳入水域疏浚施工采用抓斗船拆除，纳入港池疏浚工程。

### 7、施工期船舶污水

施工船舶污水包括船舶舱底油污水和船舶生活污水。

#### （1）施工船舶舱底油污水

本项目施工船舶舱底油污水产生量参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），按照船舶吨级确定单艘船舶舱底油污水产生量，详见表 3.4-2。

表 3.4-2 船舶舱底油污水水量

| 船舶吨级 DWT<br>(t) | 舱底油污水产生量<br>(t/d·艘) | 船舶吨级 DWT<br>(t) | 舱底油污水产生量<br>(t/d·艘) |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 500             | 0.14                | 3000~7000       | 0.81~1.96           |
| 500~1000        | 0.14~0.27           | 7000~15000      | 1.96~4.20           |
| 1000~3000       | 0.27~0.81           | 15000~25000     | 4.20~7.00           |

根据本项目施工船舶配套情况，核算各种施工船舶舱底油污水产生情况见表 3.4-3 所示，合计施工船舶舱底油污水产生量为 10.89m³/d。

表 3.4-3 施工船舶舱底油污水产生量核算表

| 船机名称及规格 |        | 数量   | 单艘产生量<br>(m³/艘·d) | 产生量<br>(m³/d) |
|---------|--------|------|-------------------|---------------|
| 船机名称    | 规格     |      |                   |               |
| 抓斗挖泥船   | 18m³   | 4 艘  | 0.27              | 1.08          |
| 自航泥驳    | 1000m³ | 8 艘  | 0.54              | 4.32          |
| 拖轮      | /      | 2 艘  | 0.54              | 1.08          |
| 钻爆船     | /      | 2 艘  | 0.27              | 0.54          |
| 平板驳     | /      | 2 艘  | 0.54              | 1.08          |
| 打桩船     | /      | 1 艘  | 0.14              | 0.14          |
| 起重船     | 120t   | 1 艘  | 0.27              | 0.27          |
| 耙吸船     | 8000m³ | 1 艘  | 2.24              | 2.24          |
| 警戒船     | /      | 1 艘  | 0.14              | 0.14          |
| 合计      |        | 20 艘 | /                 | 10.89         |



舱底油污水的含油量 2000~20000mg/L，取 10000mg/L 计算，则每天油污产生量约 108.9kg/d。施工船舶舱底油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶上设置油水分离器或油污储罐，施工船舶舱底油污水及时收集上岸，委托有处理能力的单位接收处理。

## （2）船舶生活污水

本项目水上施工作业人员约为 200 人，类比沿海施工船舶船员生活污水产生量按 80L/d 人计，则船舶生活污水产生量约为 16m<sup>3</sup>/d。施工船舶生活污水可在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求的前提下排放，若不满足标准排放要求则需经收集上岸后，由接收单位收运处理，不得直接排放入海。

## 8、陆域生活污水

本项陆域施工人数约 200 人/d，根据广东省地方标准《用水定额 第3部分：生活》（DB44/T1461.3-2021）中大城镇（2024 年汕尾市常住人口数约 270.11 万，属于大城镇）的居民生活用水定额为 160L/（人·d），排水系数取 0.9，则生活用水量为 32m<sup>3</sup>/d，污水量为 28.8 m<sup>3</sup>/d，污染物产生浓度参考区域生活污水污染特征约为 COD<sub>Cr</sub> 300 mg/L、BOD<sub>5</sub> 150 mg/L、SS 200 mg/L、氨氮 25 mg/L。本项目施工区域设置临时生态厕所（含化粪池），陆域生活污水经移动环保厕所收集后定期通过槽罐车运至当地污水处理厂处理。

## 9、其它施工废水

陆域场地施工废水主要来自于施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水等。施工废水的主要污染物为石油类和 SS，其浓度一般为 6mg/L 和 400~600mg/L，施工废水可经沉淀、隔油后回用于场地洒水抑尘、车辆冲洗等。

### 3.4.1.3 施工期大气污染源强分析

本项目施工过程中对环境空气的影响包括扬尘影响和机械尾气。其中扬尘主要来自建筑材料（白灰、水泥、砂料、石料和砖等）的搬运及堆放扬尘，建筑垃圾堆放及清理产生的扬尘，以及物料运输车辆行驶产生的道路扬尘；机械尾气主要为施工机械车辆、船舶排放的燃油废气。

## 1、施工扬尘

扬尘排放量核定参照《广州市建筑施工扬尘排放量核算方法》按物料衡算方法进行，即根据建筑面积、施工工期和采取的扬尘污染控制措施，按扬尘产生量和扬尘削减量分别计算：

$$W = W_b - W_p$$

式中：

$W$ ——扬尘排放量，t；

$W_b$ ——扬尘产生量，t；

$W_p$ ——扬尘削减量，t。

本项目陆域主要设施包括堆场、道路、建筑等，参考其房屋建筑工地和市政工地计算方法，具体如下（本项目按市政工地方法计算）：

$$W_b = A \times T \times Q_b$$

式中：

$A$ ——测算面积，万  $m^2$ ，按建筑面积计；

$T$ ——施工期，月；

$Q_b$ ——扬尘产生量系数，t/万  $m^2 \cdot$ 月，详见表 3.4-4。

表 3.4-4 建筑施工扬尘产生量系数

| 工地类型   | 施工阶段        | 扬尘产生系数 $Q_b$<br>(t/万 $m^2 \cdot$ 月) |
|--------|-------------|-------------------------------------|
| 房屋建筑工地 | 地基与基础工程阶段   | 7.212                               |
|        | 主体结构工程阶段    | 4.832                               |
|        | 装修与机电安装工程阶段 | 6.274                               |

$$W_p = A \times T \times (P_{11} C_{11} + P_{12} C_{12} + P_{13} C_{13} + P_{14} C_{14} + P_{21} C_{21} + P_{22} C_{22})$$

式中：

$P_{11}$ 、 $P_{12}$ 、 $P_{13}$ 、 $P_{14}$ ——一次扬尘各项控制措施所对应的达标削减系数，t/万  $m^2 \cdot$ 月，见表 3.4-5。

$P_{21}$ 、 $P_{22}$ ——二次扬尘各项控制措施所对应的达标削减系数，t/万  $m^2 \cdot$ 月，见表 3.4-5。

$C_{11}$ 、 $C_{12}$ 、 $C_{13}$ 、 $C_{14}$ 、 $C_{21}$ 、 $C_{22}$ ——扬尘各项控制措施达标要求对应得分，均按 100%计。

表 3.4-5 建筑施工扬尘可控排放系数

| 工地类型       | 阶段                  | 扬尘类型 | 扬尘污染控制措施  | 代码              | 达标削减系数<br>(t/万 m <sup>2</sup> ·月) |
|------------|---------------------|------|-----------|-----------------|-----------------------------------|
| 房屋建筑<br>工地 | 地基与基础<br>工程阶段       | 一次扬尘 | 道路硬化管理    | P <sub>11</sub> | 0.57                              |
|            |                     |      | 边界围挡      | P <sub>12</sub> | 0.28                              |
|            |                     |      | 裸露地面管理    | P <sub>13</sub> | 0.35                              |
|            |                     |      | 建筑材料及废料管理 | P <sub>14</sub> | 0.21                              |
|            |                     | 二次扬尘 | 运输车辆管理    | P <sub>21</sub> | 1.49                              |
|            |                     |      | 运输车辆简易冲洗  | P <sub>22</sub> | 1.11                              |
|            |                     |      | 运输车辆机械冲洗  | P <sub>22</sub> | 2.23                              |
|            | 主体结构工<br>程阶段        | 一次扬尘 | 道路硬化管理    | P <sub>11</sub> | 0.38                              |
|            |                     |      | 边界围挡      | P <sub>12</sub> | 0.19                              |
|            |                     |      | 裸露地面管理    | P <sub>13</sub> | 0.24                              |
|            |                     |      | 建筑材料及废料管理 | P <sub>14</sub> | 0.14                              |
|            |                     | 二次扬尘 | 运输车辆管理    | P <sub>21</sub> | 1                                 |
|            |                     |      | 运输车辆简易冲洗  | P <sub>22</sub> | 0.75                              |
|            |                     |      | 运输车辆机械冲洗  | P <sub>22</sub> | 1.49                              |
|            | 装修与机电<br>安装工程阶<br>段 | 一次扬尘 | 道路硬化管理    | P <sub>11</sub> | 0.49                              |
|            |                     |      | 边界围挡      | P <sub>12</sub> | 0.25                              |
|            |                     |      | 裸露地面管理    | P <sub>13</sub> | 0.31                              |
|            |                     |      | 建筑材料及废料管理 | P <sub>14</sub> | 0.18                              |
|            |                     | 二次扬尘 | 运输车辆管理    | P <sub>21</sub> | 1.3                               |
|            |                     |      | 运输车辆简易冲洗  | P <sub>22</sub> | 0.97                              |
|            |                     |      | 运输车辆机械冲洗  | P <sub>22</sub> | 1.97                              |

表 3.4-6 项目施工扬尘核算

| 施工<br>场地 | 建筑面积<br>(万 m <sup>2</sup> ) | Q <sub>b</sub><br>(t/万 m <sup>2</sup> ·月) | 施工<br>阶段 | 施工期<br>(月) | P <sub>11</sub> C <sub>11</sub> +P <sub>12</sub> C <sub>12</sub> +P <sub>13</sub> C <sub>13</sub> +<br>P <sub>14</sub> C <sub>14</sub> +P <sub>21</sub> C <sub>21</sub> +P <sub>22</sub> C <sub>22</sub><br>(t/万 m <sup>2</sup> ·月) | W <sub>b</sub> (t<br>) | W <sub>p</sub> (t<br>) | W (t<br>) |
|----------|-----------------------------|-------------------------------------------|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| 建筑<br>工程 | 2.57                        | 7.212                                     | 基础<br>施工 | 3          | 5.13                                                                                                                                                                                                                                | 55.65                  | 39.58                  | 16.07     |
|          |                             | 4.832                                     | 主体<br>施工 | 7          | 3.44                                                                                                                                                                                                                                | 87.00                  | 61.93                  | 25.06     |
|          |                             | 6.274                                     | 装饰<br>工程 | 3          | 4.50                                                                                                                                                                                                                                | 48.41                  | 34.72                  | 13.69     |
|          |                             | 6.274                                     | 设备<br>工程 | 5          | 4.50                                                                                                                                                                                                                                | 80.69                  | 57.87                  | 22.81     |
| 合计       | /                           | /                                         | /        | 18.00      | /                                                                                                                                                                                                                                   | 271.74                 | 194.11                 | 77.63     |

本项目扬尘产生和排放量核算过程详见表 3.4-6。根据上表可知，在未采取

有效扬尘污染控制措施的情况下，本项目施工期扬尘产生量为 271.74 t。在采取完善的道路硬化管理、边界围挡、裸露地面管理、建筑材料及废料管理、运输车辆管理、运输车辆机械冲洗等有效的扬尘污染控制措施后，施工期扬尘排放量为 77.63t。

工根据类似工程测量数据，运输车辆下风向 50m 处 TSP 浓度为 11.62mg/m<sup>3</sup>，下风向 100m 处为 9.69mg/m<sup>3</sup>，下风向 150m 处为 5.09mg/m<sup>3</sup>。其中不同风速、不同大气稳定度条件下，距离堆场 100m 处最大浓度为 3.02mg/m<sup>3</sup>，200m 处最大浓度为 2.00mg/m<sup>3</sup>，300m 处最大浓度为 1.64mg/m<sup>3</sup>。其它作业环节在正常风况下，一般可控制在施工现场 50~100m 范围内。施工期通过洒水降尘，设置简易隔离围屏降低扬尘浓度后，施工扬尘对周边环境的影响较小。

### 2、施工机械和施工车船燃油废气

施工机械和施工车船的燃油废气，主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和烟尘，此类废气为间断排放，同时作业时间的相对有限，燃油量少，施工船舶使用符合标准的燃料油，其烟气产生量相对较少，随着施工的结束将消失。由于工程施工作业具有流动性和间歇性的特点，这部分污染物排放强度不大，因此本次环评不进行定量评价。

### 3、装修废气

装修阶段使用涂料、粘合剂、夹板等由于有机溶剂挥发而产生无组织排放的废气；油漆废气中的有机溶剂、稀释剂（一般为酯类、酮类、芳香烃类、醇醚类、烷烃类等）等容易挥发，产生少量 VOCs，将对周围环境产生一定的影响。

#### 3.4.1.4 施工期噪声源

本项目施工期噪声源主要为施工机械设备、车辆及施工船舶。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）、《〈建筑施工场界环境噪声排放标准及测量方法〉编制说明》，参考同类项目，并结合本项目施工噪声源特点，项目施工噪声源强详见表 3.4-7。

表 3.4-7 施工期噪声源强调查清单

| 位置 | 施工设备名称 | 数量  | 声源源强               | 声源控制措施           | 运行时段             |
|----|--------|-----|--------------------|------------------|------------------|
|    |        |     | 声压级/距声源距离（dB（A）/m） |                  |                  |
| 海域 | 抓斗船    | 4 艘 | 95/1               | 禁止鸣笛，选用低噪声设备，加强日 | 昼间<br>6:00~22:00 |
|    | 自航泥驳   | 8 艘 | 95/1               |                  |                  |

| 位置       | 施工设备名称 | 数量   | 声源源强                  | 声源控制措施                           | 运行时段             |
|----------|--------|------|-----------------------|----------------------------------|------------------|
|          |        |      | 声压级/距声源距离 (dB (A) /m) |                                  |                  |
|          | 起重船    | 1 艘  | 80/5                  | 常维护, 合理安排<br>作业时间, 缩短工<br>期      |                  |
|          | 打桩船    | 1 艘  | 100~110/5             |                                  |                  |
|          | 平板驳    | 2 艘  | 95/1                  |                                  |                  |
|          | 钻爆船    | 2 艘  | 80/1                  |                                  |                  |
|          | 耙吸船    | 1 艘  | 95/1                  |                                  |                  |
|          | 拖轮     | 2 艘  | 80/1                  |                                  |                  |
|          | 警戒船    | 1 艘  | / (施工期间不航行)           |                                  |                  |
|          |        |      |                       |                                  |                  |
| 陆域<br>施工 | 履带起重机  | 1 台  | 80/5                  | 选用低噪声设备,<br>加强日常维护, 合<br>理安排作业时间 | 昼间<br>6:00~22:00 |
|          | 挖掘机    | 2 台  | 80~86/5               |                                  |                  |
|          | 推土机    | 3 台  | 83~88/5               |                                  |                  |
|          | 压路机    | 3 台  | 80~90/5               |                                  |                  |
|          | 钻机     | 3 台  | 81/5                  |                                  |                  |
|          | 液压插板机  | 10 台 | 82~90/5               |                                  |                  |
|          | 水泥搅拌桩机 | 5 台  | 85~90/5               |                                  |                  |

### 3.4.1.5 施工期固体废物

#### 1、陆域施工人员生活垃圾

本项目陆域施工人数约 200 人, 施工人员产生的生活垃圾按 1.0kg/人·天进行计算, 产生量约 200kg/d, 统一收集后交由环卫部门处置。

#### 2、船舶生活垃圾

施工船舶生活垃圾产生按每日 1.0kg/人计, 施工船舶人员约 200 人, 施工期船舶生活垃圾产生量约为 200kg/d, 由施工船舶自行委托有处理能力的船舶污染物接受单位处置。

#### 3、建筑垃圾

本项目建筑废弃物主要包括施工过程中残余的混凝土、钢筋、金属碎片、破损工具、零件、容器、报废的机械等。本项目透水构筑物用海面积 0.4859 万 m<sup>2</sup>, 单位面积建筑垃圾产生量按 50kg/m<sup>2</sup> 计, 则项目建设期间产生的建筑垃圾量为 243t。混凝土由施工单位交由合法的处置场加工成形成再生骨料, 钢筋、金属碎片等可考虑回收利用, 其余建筑垃圾运往指定的余泥渣土受纳场处置。

#### 4、疏浚物

本项目码头前沿水域及进港航道需进行疏浚及清礁，疏浚面积为 329.93 万 m<sup>2</sup>，疏浚工程量约 1549.8 万方，清礁量约 27.96 万方，疏浚土拟外抛至东侧约 24km 处的碣石湾外倾倒区。清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，然后用挖机上岸，后续作为建筑材料用于码头的建设。

### 5、废弃泥浆、钻渣

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告》（2026 年 1 月，中交第四航务工程勘察设计院有限公司），本项目桩基施工产生的废弃泥浆和钻渣产生量为 1.45 万 m<sup>3</sup>。本项目拟设置 1 个泥浆池，废弃泥浆和钻渣通过泥浆车运输并排入泥浆池，经沉淀处理后运往管理部门指定的余泥渣土受纳场进行处置。

### 6、危险废物

本项目施工期产生的危险废物主要为施工机械和车辆等维护保养产生的少量废机油及其擦拭物（HW08）、废油漆桶（HW49），均由施工单位统一收集后交由具备危险废物处置资质的单位处理。

### 3.4.1.6施工期污染源汇总

本项目施工期污染物产排情况详见表 3.4-8。

表 3.4-8 本项目施工期污染物产排情况一览表

| 类别   | 污染源           | 主要污染物 | 产生情况            | 拟采取环保措施       | 排放情况            |
|------|---------------|-------|-----------------|---------------|-----------------|
| 水污染源 | 港池疏浚悬浮泥沙      | SS    | 5.56kg/s        | 加强施工管理，控制作业时间 | 5.56kg/s        |
|      | 航道疏浚悬浮泥沙      | SS    | 12.22kg/s       |               | 12.22kg/s       |
|      | 炸礁悬浮泥沙        | SS    | 960.87kg/s      |               | 960.87kg/s      |
|      | 抓斗清礁悬沙源强      | SS    | 4.35kg/s        |               | 4.35kg/s        |
|      | 抛石悬浮泥沙        | SS    | 2.359kg/s       |               | 2.359kg/s       |
|      | 钢管桩施打悬浮泥沙     | SS    | 0.282~2.417kg/s |               | 0.282~2.417kg/s |
|      | 施工平台钢管桩拔除悬浮泥沙 | SS    | 0.474kg/s       |               | 0.474kg/s       |



| 类别    | 污染源              | 主要污染物      | 产生情况                     | 拟采取环保措施                                                        | 排放情况                       |
|-------|------------------|------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|
|       | 船舶生活污水           | 污水量        | 16.0 m³/d                | 由施工船方自行委托海事部门认可的具有相应资质的清污单位接收后统一处理                             | /                          |
|       | 船舶含油废水           | 废水量        | 10.89m³/d                | 由施工船方自行委托相关单位接受后统一处理                                           | /                          |
|       |                  | 石油类        | 10000mg/L<br>(108.9kg/d) |                                                                | /                          |
|       | 陆域施工人员生活污水       | 污水量        | 28.8m³/d                 | 设置临时生态厕所(含化粪池),生活污水经移动环保厕所收集后定期通过槽罐车运至当地污水处理厂处理                | /                          |
|       | 施工机械及车辆冲洗废水      | SS         | 400~600 mg/L             | 经沉淀、隔油后回用于场地洒水抑尘、车辆冲洗等                                         | /                          |
|       |                  | 石油类        | 6 mg/L                   |                                                                | /                          |
| 大气污染源 | 施工扬尘             | 颗粒物        | 271.74t                  | 道路硬化管理、边界围挡、裸露地面管理、建筑材料及废料管理、运输车辆管理、运输车辆机械冲洗等                  | 77.63 t                    |
|       | 施工机械、运输车辆和施工船舶尾气 | CO、NOx、SO₂ | 少量                       | 加强非道路移动机械和船舶的维护、保养                                             | 少量                         |
|       | 装修废气             | VOCs       | 少量                       | 使用环保型涂料、粘合剂                                                    | 少量                         |
| 噪声    | 机械噪声             | Leq        | 80~110 dB (A)            | 选用低噪声设备,加强日常维护,合理安排作业时间,构件预制场设置隔声围挡                            | 厂界昼间≤70dB (A), 夜间≤55dB (A) |
| 固体废物  | 陆域施工人员生活垃圾       | 生活垃圾       | 200 kg/d                 | 统一收集并交由环卫部门处理                                                  | /                          |
|       | 船舶生活垃圾           | 生活垃圾       | 200kg/d                  | 由施工船舶自行委托有处理能力的船舶污染物接受单位处置                                     | /                          |
|       | 建筑垃圾             | 建筑垃圾       | 243t                     | 混凝土由施工单位交由合法的处置场加工成形成再生骨料,钢筋、金属碎片等可考虑回收利用,其余建筑垃圾运往指定的余泥渣土受纳场处置 | /                          |
|       | 港池、航道疏浚          | 疏浚物        | 1549.8 万 m³              | 外抛至碣石湾外倾倒区                                                     | /                          |

| 类别 | 污染源     | 主要污染物         | 产生情况                   | 拟采取环保措施                    | 排放情况 |
|----|---------|---------------|------------------------|----------------------------|------|
|    | 港池、航道除礁 | 礁石            | 27.96 万 m <sup>3</sup> | 作为建筑材料用于码头的建设              |      |
|    | 废弃泥浆、钻渣 | 废弃泥浆、钻渣       | 1.45 万 m <sup>3</sup>  | 经沉淀处理后运往管理部门指定的余泥渣土受纳场进行处置 | /    |
|    | 危险废物    | 废机油及其擦拭物、废油漆桶 | 少量                     | 统一收集后交由具备危险废物处置资质的单位处理     | /    |

### 3.4.2运营期污染源强分析

#### 3.4.2.1运营期大气污染源强分析

##### 1、港外运输车辆尾气

本项目集装箱水平运输采用集装箱牵引半挂车方式，考虑环保节能，采用电驱动集装箱牵引车。集装箱陆域集疏运依托港外运输车辆，主要为燃油卡车，在港内作业过程会产生燃油尾气，主要污染物包括 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、CO、NO<sub>x</sub> 和 HC 等。

##### (1) 源强计算方法

根据《港口大气污染物排放清单编制技术指南 第 1 部分：集装箱码头》（JTS/T163-1-2021），运输车辆废气使用行驶里程法计算其废气源强，计算公式如下：

$$E_i = \sum_j \sum_k Pop_{j,k} \cdot MEF_{i,j,k} \cdot M_{j,k} \times 10^{-6}$$

其中： $E_i$ ——某种水平运输车辆或集疏运卡车第  $i$  中污染物的排放总量(t)；

$Pop$ ——某种水平运输车辆或集疏运卡车的数量；

$MEF$ ——某种水平运输车辆或集疏运卡车行驶里程法的排放因子 (g/km)；

$m$ ——某种水平运输车辆的行驶里程或集疏运卡车在港口内的行驶里程 (km)；

$i$ ——污染物种类，分别指 CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>

$j$ ——某种水平运输车辆或集疏运卡车的燃料种类，分别指柴油、液化天然气等；

$k$ ——某种水平运输车辆或集疏运卡车的排放标准，分别指国三、国四、国五、国六。

## (2) 参数确定

### 1) $Pop$ ——卡车数量确定

港外运输车辆主要功能为货箱（所有货箱）进出港运输。根据前文分析，本项目设计吞吐量为 190 万 TEU，则陆运集疏运量也为 190 万 TEU，现阶段国内集装箱尺寸主要为 20 尺、35 尺、40 尺等，根据前文分析，本项目标准箱折算系数为 1.7，则运输车辆到港车次为 111.76 万次/a，车辆均按重型柴油运输车考虑。

### 2) $MEF$ ——行驶里程排放因子确定

本项目行驶里程排放因子参照《港口大气污染物排放清单编制技术指南 第 1 部分：集装箱码头》（JTS/T163-1-2021）附录 B 表 B.0.1 中的排放因子推荐值，具体见下表。

**表 3.4-9 柴油货车行驶里程法排放因子推荐值**

| 车辆类型 | 排放标准 | 排放因子 (g/km) |       |       |                  |                   |
|------|------|-------------|-------|-------|------------------|-------------------|
|      |      | CO          | HC    | NOx   | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> |
| 轻型货车 | 国三   | 1.880       | 0.368 | 3.765 | 0.144            | 0.130             |
|      | 国四   | 1.480       | 0.186 | 2.636 | 0.064            | 0.058             |
|      | 国五   | 1.480       | 0.186 | 2.240 | 0.013            | 0.012             |
|      | 国六   | 0.888       | 0.125 | 0.538 | 0.009            | 0.008             |
| 中型货车 | 国三   | 2.090       | 0.203 | 6.221 | 0.190            | 0.171             |
|      | 国四   | 1.650       | 0.103 | 4.354 | 0.110            | 0.099             |
|      | 国五   | 1.650       | 0.103 | 3.701 | 0.022            | 0.020             |
|      | 国六   | 1.650       | 0.041 | 0.851 | 0.008            | 0.007             |
| 重型货车 | 国三   | 2.790       | 0.255 | 7.934 | 0.270            | 0.243             |
|      | 国四   | 2.200       | 0.129 | 5.554 | 0.153            | 0.138             |
|      | 国五   | 2.200       | 0.129 | 4.721 | 0.030            | 0.027             |
|      | 国六   | 2.200       | 0.052 | 1.085 | 0.010            | 0.009             |

### 3) $M$ ——行驶里程

根据本项目场区平面布置，运输车辆完成一次装卸操作往返行驶里程按 2km 计。

### 4) 运输车辆类型及排放标准

根据《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB17691-

2018)，我国自 2021 年 7 月 1 日起，所有生产、进口、销售和注册登记的重型柴油车应符合国六标准要求，此外，根据《机动车强制报废标准规定》，集装箱半挂车使用年限为 20 年，本项目计划于 2027 年建成投产，考虑到集装箱半挂车的使用强度较大，使用寿命一般低于 20 年，本项目环评按照外来运输车辆中，国五：国六排放重型柴油货车比例为 1:1 考虑计算。

综上，本项目港外运输车辆废气源强核算结果见下表所示。

表 3.4-10 本项目港作及运输车辆废气源强核算结果

| 车辆类型 | 任务量 /TEU | 运行车次     | 汽车类型及数量 |       | 单次行驶里程 | 排放因子 (g/km) |       |       |                  |                   | 排放量 (t/a) |      |      |                  |                   |
|------|----------|----------|---------|-------|--------|-------------|-------|-------|------------------|-------------------|-----------|------|------|------------------|-------------------|
|      |          |          |         |       |        | CO          | HC    | NOx   | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> | CO        | HC   | NOx  | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> |
| 运输车辆 | 190 万    | 111.76 万 | 国五      | 55.88 | 2      | 2.2         | 0.129 | 4.721 | 0.03             | 0.027             | 2.46      | 0.14 | 5.28 | 0.03             | 0.03              |
|      |          |          | 国六      | 55.88 | 2      | 2.2         | 0.052 | 1.085 | 0.01             | 0.009             | 2.46      | 0.06 | 1.21 | 0.01             | 0.01              |
| 合计   | /        | /        | /       | /     | /      | /           | /     | /     | /                | /                 | 4.92      | 0.20 | 6.49 | 0.04             | 0.04              |

## 2、食堂油烟

本项目定员约 500 人，全年营运 360 天。食堂拟设炉灶 6 个，由于该区域暂未实现集中供气，计划以液化石油气为燃料，液化石油气属清洁能源，因此本评价不统计食堂燃料废气。食堂废气主要是烹制过程中产生的油烟废气，油烟污染物的产生浓度为 20mg/m<sup>3</sup>左右。本项目每天开 3 餐，食堂每天工作 6 小时、每个灶头油烟设计抽风量为 2000m<sup>3</sup>/h，则项目食堂油烟废气的产生量具体如下表所示。

表 3.4-11 食堂油烟废气污染源强统计一览表

| 污染物                       | 油烟                    |
|---------------------------|-----------------------|
| 产生浓度 (mg/m <sup>3</sup> ) | 20                    |
| 排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> ) | 2.0                   |
| 年产生量 (t/a)                | 0.52                  |
| 年排放量 (t/a)                | 0.05                  |
| 执行标准                      | ≤2.0mg/m <sup>3</sup> |

本项目食堂拟设置一套静电油烟处理装置，油烟废气经处理后通过厨房楼顶烟囱排放，保证油烟排放浓度满足《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 的要求 (≤2mg/Nm<sup>3</sup>)。

### 3、运营期废气源强小结

综上，本项目废气污染物产生、排放情况统计具体见表 3.4-12。

表 3.4-12 本项目废气污染物产生、排放情况统计表

| 废气污染源        | 排放形式  | 污染物名称             | 产生量<br>(t/a) | 排放量<br>(t/a) | 处理措施/排放去向            |
|--------------|-------|-------------------|--------------|--------------|----------------------|
| 港外运输车辆<br>废气 | 无组织排放 | CO                | 4.92         | 4.92         | 排放至大气环境              |
|              |       | HC                | 0.20         | 0.20         |                      |
|              |       | NO <sub>x</sub>   | 6.49         | 6.49         |                      |
|              |       | PM <sub>10</sub>  | 0.04         | 0.04         |                      |
|              |       | PM <sub>2.5</sub> | 0.04         | 0.04         |                      |
| 食堂油烟         | 有组织排放 | 油烟                | 0.52         | 0.05         | 经静电除油烟装置<br>处理后有组织排放 |

#### 3.4.2.2运营期废水污染源强分析

##### 1、生产废水源强分析

根据前文分析，本项目产生的废水包括机修含油污水、初期雨水、生活污水以及到港船舶产生的压载水，其中机修含油污水和初期雨水属于生产废水。

##### (1) 机修含油污水产生量

本项目配备机械设备和车辆约 97 台，参考同类项目经验，每日设备返修率取 1%计。参考《水运工程环境保护设计规范》(JT/S 149-2018) 4.2.6 条，流动机械冲洗水量按 600L/台·次~800L/台·次计算，本评价机械修理用水量取中间值 700L/台·次，产污系数按 90%计，则机修含油污水产生量为 0.61m<sup>3</sup>/d (220m<sup>3</sup>/a)，废水中的主要污染物是石油类。机修含油污水的产生源强具体见表 3.4-14。

##### (2) 初期雨水产生量

##### ①初期雨水收集区域

本项目机修车间及修车台进行机械转移和维修，其初期雨水含有较大浓度的石油类和 SS 等污染物，本项目拟对上述区域降雨初期的污染雨水作为废水进行收集处理。

##### ②初期雨水最大一次产生量

初期雨水最大一次产生量考虑初期雨水收集面积。初期雨水量采用项目所在地的暴雨强度公式进行计算。

根据《给水排水设计手册》，初期雨水最大一次产生量的估计按暴雨强度公

式进行计算。

A.雨水设计流量计算公式：

$$Q = \Psi \cdot q \cdot F$$

式中：

Q 为雨水设计流量 (L/s)； q 为设计暴雨强度 (L/(s·hm<sup>2</sup>))； Ψ 为径流系数，取为 0.9； F 为汇水面积 (hm<sup>2</sup>)。

B.暴雨流量

本项目位于汕尾市，属沿海亚热带气候地区，参考临近汕尾市的惠州市已发布的暴雨强度公式核算本项目暴雨流量。惠州市与汕尾市相邻，也属于沿海亚热带气候，两地的地理、气候特征均相似，且纬度相近，具有可参考性。

参考《惠州市城乡规划建设技术规定（2023 年）》（惠州市自然资源局，2024 年 1 月），惠州市暴雨强度计算公式如下：

$$q = \frac{1877.373 \times (1 + 0.438 \lg P)}{(t + 8.131)^{0.598}}$$

式中：q—设计暴雨强度 (L/s·hm<sup>2</sup>)；

P—设计降雨重现期 (a)，取P=2a；

t—设计降雨历时 (min)，t取60min；

经计算，本项目所在区域的暴雨强度为 195.66L/s·hm<sup>2</sup>。

机修车间占地面积为 3080m<sup>2</sup>，修车台占地面积为 144m<sup>2</sup>，共计 3224m<sup>2</sup>，其初期雨水考虑整个降雨过程中前 15 分钟的雨水量，则其最大一次产生量为 51.1m<sup>3</sup>。

表 3.4-13 本项目初期雨水最大一次产生量计算表

| 收集区域 | 集雨面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 暴雨强度<br>(L/s·hm <sup>2</sup> ) | 初期雨水收集<br>时间 (min) | 径流系数 | 初期雨水产生<br>量 (m <sup>3</sup> /次) |
|------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|------|---------------------------------|
| 机修车间 | 3080                      | 195.66                         | 15                 | 0.9  | 48.8                            |
| 修车台  | 144                       | 195.66                         | 15                 | 0.9  | 2.3                             |
| 合计   | 3224                      | /                              | /                  | /    | 51.1                            |

③初期雨水平均产生量

本项目所在区域的年均降雨量为 2190mm，地表径流系数取 0.9，降雨量超过 0.1mm 的降雨天数按 120 天计算。按平均每次降雨时长 2h 计，初期雨水收集



时间取 15min，则本项目初期雨水平均产生量为 264.77m<sup>3</sup>/a（2.2m<sup>3</sup>/d）。

### （3）生产废水源强分析

根据前文分析，机修含油污水和初期雨水均产生于设备维修区域，废水性质相同，主要包括石油类和 SS 等，本项目拟设置一套 2t/h 的“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中“冲厕、车辆冲洗”标准后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等环节。参考国内同类集装箱码头的运营情况，算得本项目生产废水源强如下表所示。

表 3.4-14 项目生产废水产生源强

| 生产废水量             |        | 产生浓度（mg/L） | pH  | SS   | COD <sub>Cr</sub> | 石油类  |
|-------------------|--------|------------|-----|------|-------------------|------|
|                   |        |            | 6~9 | 86   | 200               | 500  |
| m <sup>3</sup> /d | 2.82   | 日产生量（kg/d） | /   | 0.28 | 0.56              | 1.41 |
| m <sup>3</sup> /a | 484.77 | 年产生量（t/a）  | /   | 0.05 | 0.10              | 0.24 |

### 2、生活污水源强分析

本项目定员约 500 人，住宿人员约为总员工的 60%，为 300 人。

本项目生活用水量按照住宿及非住宿人员分别确定。住宿员工用水量参考《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021）中居民生活用水定额，根据汕尾市人民政府公布的数据，汕尾市 2024 年末常住人口为 270.11 万人，属于大城镇，因此住宿员工用水量按照 160L/（人·d）计；非住宿员工用水量参照广东省地方标准《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021）表 A.1 服务业用水定额表中的办公楼（有食堂和浴室）用水定额的先进值 15m<sup>3</sup>/（人·a）。排污系数取 90%，则本项目生活污水的产生量为 50.7m<sup>3</sup>/d（18252.0m<sup>3</sup>/a），主要污染物包括 COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、氨氮和 SS 等，类比一般生活污水产生浓度情况，项目生活污水中主要污染物的产生源强见表 3.4-15。

表 3.4-15 本项目生活污水中主要污染物的产生源强一览表

| 污水量               |         | 产生浓度（mg/L） | COD <sub>Cr</sub> | BOD <sub>5</sub> | NH <sub>3</sub> -N | SS   | 总磷   |
|-------------------|---------|------------|-------------------|------------------|--------------------|------|------|
|                   |         |            | 250               | 150              | 25                 | 100  | 4    |
| m <sup>3</sup> /d | 50.7    | 日产生量（kg/d） | 12.68             | 7.61             | 1.27               | 5.07 | 0.20 |
| m <sup>3</sup> /a | 18252.0 | 年产生量（t/a）  | 4.56              | 2.74             | 0.46               | 1.83 | 0.07 |

### 3、船舶废水源强分析

船舶污染物主要包括生活污水、舱底油污水、压载水和生活垃圾等船舶污染物。根据《MARPOL73/78 防污公约》规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放，到港后执行铅封规定，因此正常情况下本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理能力的单位签订合作协议。

本项目不接收到港船舶产生的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等船舶污染物，由船方自行处置或委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，此外，本项目拟在码头处分别设置一个容积 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水和船舶含油污水暂存池和船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶污染物处置单位无法及时到港使用。

船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称 BWMS）自行处理达标排放，应急情况下，外轮在码头需紧急排压载水的，本项目设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

### （1）船舶舱底油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），舱底含油污水的产生量与船舶吨级有关，一般船舶吨级越大，舱底含油污水的产生量越大，本次评价按设计船型 15 万吨级集装箱船为代表船型核算舱底含油污水。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），15 万吨级船舶舱底油污水的产生量为 12（t/d·艘）。本项目泊位有效利用率取值为 65%（237d/a），则舱底含油污水的产生量为 12（t/d·艘）×2 艘×237d/a=5688t/a。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），舱底油污水中石油类浓度取 2000~20000mg/L，本次评价取 10000mg/L，石油类产生量为 56.88t/a。本项目船舶舱底油污水委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置。

### （2）船舶生活污水

本项目设计船型为 15 万吨级集装箱船，根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》，总吨位 3000 及以上船舶最低配员约为 15 人，参考同类集装箱码头运营经验，15 万吨级集装箱船配员按 35 人/艘船计。

本项目泊位有效利用率取值为 65% (237d/a)，船舶靠泊期间日均用水量按 80L/(人·d)，则到港船舶生活用水量为  $80\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d}) \times 35 \text{ 人/艘} \times 2 \text{ 艘} \times 237\text{d/a} \times 0.9 = 1194.5\text{m}^3/\text{a}$ 。

### (3) 船舶压载水

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国海事局关于印发〈船舶压载水和沉积物监督管理办法(试行)〉的通知》(海危防〔2019〕15号)、《关于发布提前淘汰国内航行单壳油轮实施方案的公告》(交通运输部 2009 年第 52 号)以及《2004 年国际船舶压载水及沉淀物控制和管理公约》(简称“压载水公约”)等相关规定，除紧急情况外，船舶不得在我国管辖水域排放或者转移混有来自其他国家或者地区的压载水和沉积物，以及未经处理或者处理不达标的压载水和沉积物。根据《压载水公约》，船舶须安装压载水处理系统(简称 BWMS)，排放未经处理或者处理不达标的压载水和沉积物的，船舶应当将其交由具备接收处理能力的单位接收处理。本项目禁止在码头区域排放未经处理的船舶压载水，船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统(简称 BWMS)自行处理在港外达标排放，应急情况下，外轮在本项目码头紧急排压载水的，本项目设置了一套  $500\text{m}^3/\text{h}$  的压载水净化装置(采用过滤+紫外线处理工艺)处理达到船舶压载水公约(BWM) D-2 标准后排放。

船舶空载时，携带压载水量约为船舶吨级的 10~15%。本项目设计船型为 15 万吨级集装箱船，空载船舶携带压载水分别约为 1.5 万~2.25 万吨/艘次。但集装箱外贸船多为班轮运输，船方考虑运输成本，均重载进出港，因此项目压载水量要小于空载时压载水量，保守取值按照船舶吨级的 5%计，则单艘设计船型到港的压载水产生量为  $7500\text{m}^3$ ，本项目最大停靠情形为 2 艘 15 万吨级集装箱船，则压载水最大产生量为 1.5 万  $\text{m}^3$ ，船舶一般在港停泊时间为 2 天，所需排放的压载水需在此时间内连续排放并处理完毕，压载水处理需求为  $312.5\text{m}^3/\text{h}$ ，本项目设置一套处理能力为  $500\text{m}^3/\text{h}$  的压载水处理设施，船舶压载水经处理达到船舶压载水公约(BWM 公约) D-2 标准后排放。

## 4、废水处置及排放源强分析

### (1) 废水源强小结

根据前文分析，本项目废水污染物产生源强具体见表 3.4-16。

表 3.4-16 项目废水污染物产生源强统计一览表

| 废水种类 | 废水产生量             |         | 项目          | SS   | COD <sub>cr</sub> | BOD <sub>5</sub> | 氨氮   | 石油类  | 总磷   |
|------|-------------------|---------|-------------|------|-------------------|------------------|------|------|------|
| 生产废水 | m <sup>3</sup> /d | 2.8     | 产生浓度 (mg/L) | 100  | 200               |                  |      | 500  |      |
|      | m <sup>3</sup> /a | 484.8   | 日产生量 (kg/d) | 0.28 | 0.56              |                  |      | 1.41 |      |
|      |                   |         | 年产生量 (t/a)  | 0.05 | 0.10              |                  |      | 0.24 |      |
| 生活污水 | m <sup>3</sup> /d | 50.7    | 产生浓度 (mg/L) | 100  | 250               | 150              | 25   |      | 4    |
|      | m <sup>3</sup> /a | 18252.5 | 日产生量 (kg/d) | 5.07 | 12.68             | 7.61             | 1.27 |      | 0.20 |
|      |                   |         | 年产生量 (t/a)  | 1.83 | 4.56              | 2.74             | 0.46 |      | 0.07 |
| 合计   | m <sup>3</sup> /d | 53.5    | 日产生量 (kg/d) | 5.35 | 13.24             | 7.61             | 1.27 | 1.41 | 0.20 |
|      | m <sup>3</sup> /a | 18736.8 | 年产生量 (t/a)  | 1.87 | 4.66              | 2.74             | 0.46 | 0.24 | 0.07 |

本项目生产废水通过一套处理工艺为“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”、处理规模为 2m<sup>3</sup>/h 的含油污水处理系统处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”标准后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘；生活污水通过 1 套处理工艺为“调节+AO+混凝+双滤料过滤”、处理规模为 10m<sup>3</sup>/h 的生活污水处理设施处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”标准后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘。

## (2) 尾水回用可行性分析

根据前文分析，本项目共产生处理达标后的回用尾水量为 18736.8m<sup>3</sup>，尾水回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘，上述环节需水量分析如下：

### ①港区绿化灌溉需水量

本项目绿化面积共 2.41 万 m<sup>2</sup>，参考广东省《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44/T1461.3—2021 表 A.1 服务业用水定额表中市内园林绿化用水定额通用值，取 2.0L(m<sup>2</sup>·d)，汕尾市降雨天数按照 120 天计算，则绿化用水量为 11809m<sup>3</sup>。

### ②道路喷洒需水量

本项目道路面积共 13.89 万 m<sup>2</sup>，参考广东省《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44/T1461.3—2021 表 A.1 服务业用水定额表中浇洒道路和场地用水定额通用值，取 2.0L(m<sup>2</sup>·d)，单次道路喷洒用水量为 277.8m<sup>3</sup>/次，本项目为集装箱码头，正常运行情况下道路含尘量较少，参考同类码头运营情况，按照平均每周冲洗一次，年冲洗次数取 52 次，则道路喷洒需水量为 14445.6m<sup>3</sup>。

### ③机械冲洗需水量

根据前文分析，本项目配备机械设备和车辆约 97 台，每日设备返修率取 1% 计，参考《水运工程环境保护设计规范》（JT/S149-2018）4.2.6 条，机械冲洗用水量取 700L/台·次，则机械冲洗需水量为 244.4m<sup>3</sup>。

综上，本项目港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等环节合计需水量为 26499m<sup>3</sup>，可覆盖本项目产生的处理达标后的回用尾水量 18736.8m<sup>3</sup>。

此外，本项目设置了生活污水及生产废水处理设施分别设置了容积为 150m<sup>3</sup> 的回用水池，根据前文分析，雨天情况下本项目初期雨水最大一次产生量为 51.1m<sup>3</sup>，生产废水产生量为 2.82m<sup>3</sup>，生活污水产生量为 50.7m<sup>3</sup>，同时考虑废水处理设施中的各构筑物，本项目废水处理设施各池体共计可满足 3 日以上最大尾水暂存。

## 5、水平衡分析

根据前文分析，本项目水平衡情况如下所示。

表 3.4-17 本项目水平衡表

| 项目        | 入方（m <sup>3</sup> /a） |          |        | 出方（m <sup>3</sup> /a） |          | 备注                      |
|-----------|-----------------------|----------|--------|-----------------------|----------|-------------------------|
|           | 自来水                   | 回用水      | 雨水     | 损耗量                   | 废水产生量    |                         |
| 机械设备冲洗废水  | 244.44                |          |        | 24.44                 | 220.0    | 经生产废水处理设施处理达标回用于绿化及道路喷洒 |
| 初期雨水      |                       |          | 264.77 |                       | 264.77   |                         |
| 生活污水      | 20280.00              |          |        | 2028.00               | 18252.0  | 经生活污水处理设施处理达标回用于绿化及道路喷洒 |
| 厂区绿化、道路喷洒 | 8002.60               | 18252.0  |        | 26254.60              |          | /                       |
| 小计        | 28527.04              | 18252.00 | 264.77 | 28307.04              | 18736.77 | /                       |
| 合计        | 47043.81              |          |        | 47043.81              |          |                         |

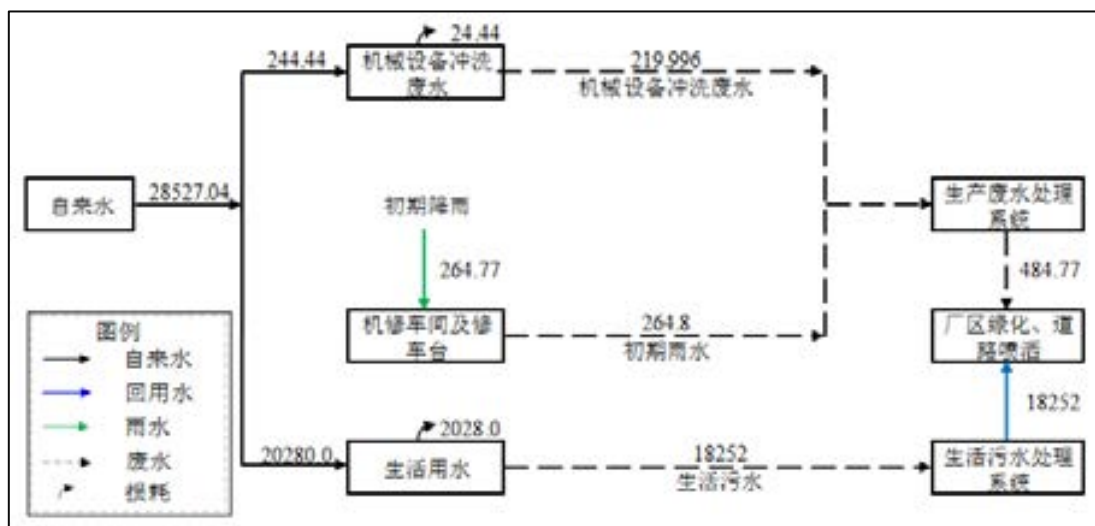


图 3.4-1 本项目水平衡图 (单位: t/a)

## 6、小结

综上，本项目废水污染物产生、排放源强统计具体见表 3.4-18。

表 3.4-18 本项目废水污染物产生、排放源强统计一览表

| 项目                |                          | 产生量<br>(t/a)            | 排放量<br>(t/a) | 排放去向                                                                                                  |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 废水量               | 日最大产生量 m <sup>3</sup> /d | 53.5                    | 0            | 经厂区废水处理系统处理达标后，全部回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘，不外排。                                                           |
|                   | 年均产生量 m <sup>3</sup> /a  | 18736.8                 | 0            |                                                                                                       |
| SS                |                          | 1.87                    | 0            |                                                                                                       |
| COD <sub>cr</sub> |                          | 4.66                    | 0            |                                                                                                       |
| BOD <sub>5</sub>  |                          | 2.74                    | 0            |                                                                                                       |
| 氨氮                |                          | 0.46                    | 0            |                                                                                                       |
| 石油类               |                          | 0.24                    | 0            |                                                                                                       |
| 到港船舶舱底油污水         | 污水量                      | 5688t/a                 | 0            | 正常情况下港船舶产生的生活污水自行处理，或委托有能力的船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理，本项目同步设置了船舶废水暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。                  |
|                   | 石油类                      | 56.88t/a                | 0            |                                                                                                       |
| 到港船舶生活污水          | 污水量                      | 1194.5m <sup>3</sup> /a | 0            |                                                                                                       |
| 船舶压载水             | 压载水量                     | 7500m <sup>3</sup> /艘   | 0            | 一般情况下由船方配套的压载水处理系统自行处理达标排放，应急情况下，通过本项目设置的一套 500m <sup>3</sup> /h 的压载水净化装置处理达到船舶压载水公约 (BWM) D-2 标准后排放。 |



### 3.4.2.3运营期噪声污染源强分析

#### 1、噪声源强

本项目运营期噪声源主要包括各类岸桥、起重机、堆高机等港作机械运行噪声，以及进出港船舶噪声等，一般情况下，船舶停靠后不鸣笛。参考同类集装箱码头项目，港作机械噪声为 69~103dB（A），具体见下表所示。

表 3.4-19 本项目噪声源强一览表

| 序号 | 设备名称      | 数量   | 单机噪声   | 测点距离 |
|----|-----------|------|--------|------|
| 1  | 岸桥        | 10 台 | 92~103 | 1    |
| 2  | 轨道式龙门起重机  | 20 台 | 91     | 1    |
| 3  | 电动叉车      | 2 台  | 78~92  | 1    |
| 4  | 低门架叉车     | 2 台  | 80~86  | 1    |
| 5  | 空箱堆高机（电动） | 10 台 | 91     | 1    |
| 6  | 正面吊（电动）   | 1 台  | 83     | 2    |
| 7  | 电动人工集卡    | 50 辆 | 78~92  | 1    |
| 8  | 电动双梁桥式起重机 | 2 台  | 91     | 1    |

#### 2、采取的噪声防治措施

本项目通过加强交通管理、港区内限速行驶，同时选用低噪音设备，并加装消声器等噪声防治措施。

### 3.4.2.4运营期废物源强分析

本项目运营期产生的固体废物主要为员工生活垃圾、船舶生活垃圾、一般固体废物和危险废物。

#### 1、港区员工生活垃圾

本项目定员约 500 人，生活垃圾产生量按照每天 1.0kg/人计算，则每天共产生生活垃圾 500kg/d，共计 180t/a，统一收集后交由环卫部门处置。

#### 2、船舶生活垃圾

本项目不设置船舶维修业务，因此不产生船舶维修废弃物。船舶靠港期间产生的固体废物主要为船舶生活垃圾。

到港船舶生活垃圾产生按每日 1.0kg/（人·d）计，设计船型 15 万吨级集装箱船配员按 35 人/艘，泊位有效利用率为 65%（237d/a），则到港船舶生活垃圾产生量为 1.0kg/（人·d）×35 人/艘×2 艘×237d/a=16.6t/a。船舶生活垃圾委托有能力的船舶污染物处置单位接收，本项目不接收处置。

### **3、一般固体废物**

本项目一般固体废物为生活污水处理产生的生化污泥，产生量约 1t/a，委托有关单位定期抽吸外运处置。码头产生的破损箱体和货物等由货主自行清运处置。

### **4、危险废物**

本项目产生的危险废物包括：维修垃圾、污油及油泥、废铅蓄电池，以及废含油抹布、废吸附介质，产生量共 22t/a，危险废物暂存在危废暂存间，定期交由相关单位处置。

表 3.4-20 本项目固体废物产生情况统计表

| 类别   | 废物编号 | 废物代码        | 废物名称        | 排放工序          | 产生量 (t/a) | 场内包装、暂存方式      | 处理去向                  |
|------|------|-------------|-------------|---------------|-----------|----------------|-----------------------|
| 危险废物 | HW08 | 900-214-08  | 维修垃圾        | 堆场及码头设备维修     | 10        | 桶装，暂存在危废暂存间    | 委托有危险废物运输及处置资质的单位接收处置 |
|      | HW08 | 900-210-08  | 污油及油泥       | 含油污水处理站       | 2         | 桶装，暂存在危废暂存间    |                       |
|      | HW31 | 900-052-31  | 废铅蓄电池       | 堆场机械设备日常运作更换  | 2         | 桶装，暂存在危废暂存间    |                       |
|      | HW49 | 900-041-49  | 废含油抹布、废吸附介质 | 设备维修区、含油污水处理站 | 8         | 桶装，暂存在危废暂存间    |                       |
|      | 合计   |             | /           | /             | 22        | /              | /                     |
| 一般固废 | S07  | 900-099-S07 | 生化污泥        | 生活污水处理设施      | 1         | 储存在污泥池，定期抽吸    | 委托相关单位处置              |
| 生活垃圾 | /    | /           | 到港船舶生活垃圾    | 到港船舶          | 16.6      | 桶装，暂存在船舶生活垃圾桶  | 委托船舶污染物处置单位到港接收处置     |
|      | /    | /           | 港区员工生活垃圾    | 堆场办公生活        | 180       | 桶装，暂存在办公区垃圾集中点 | 委托环卫部门收集处理            |

表 3.4-21 本项目危险废物汇总统计表

| 废物编号 | 废物代码       | 废物名称        | 排放工序          | 产生量 (t/a) | 形态    | 主要成分    | 有害成分 | 产废周期  | 危险特性   | 场内包装、暂存方式   | 污染防治措施                |
|------|------------|-------------|---------------|-----------|-------|---------|------|-------|--------|-------------|-----------------------|
| HW08 | 900-214-08 | 维修垃圾        | 堆场及码头设备维修     | 10        | 固态    | 矿物油等    | 石油类  | 1次/季度 | 毒性，易燃性 | 桶装，暂存在危废暂存间 | 委托有危险废物运输及处置资质的单位接收处置 |
| HW08 | 900-210-08 | 污油、油泥       | 含油污水处理站       | 2         | 液态/固态 | 燃料油等污油  | 石油类  | 1次/季度 | 毒性，易燃性 |             |                       |
| HW31 | 900-052-31 | 废铅蓄电池       | 堆场机械设备日常运作更换  | 2         | 固态    | 树脂、含铅废物 | 含铅废物 | 1次/季度 | 毒性     |             |                       |
| HW49 | 900-041-49 | 废含油抹布、废吸附介质 | 设备维修区、含油污水处理站 | 8         | 固态    | 矿物油     | 石油类  | 1次/年  | 毒性，易燃性 |             |                       |

### 3.4.2.5运营期污染源统计

综上，本项目运营期污染物产排源强统计具体见表 3.4-22。

表 3.4-22 本项目运营期污染物产排源强统计表

| 类别   | 污染源             | 项目                |                   | 产排情况                    |            | 排放去向                                                                                |
|------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                 |                   |                   | 产生量（t/a）                | 排放量（t/a）   |                                                                                     |
| 废水   | 生活污水+生产废水       | 废水量               | m <sup>3</sup> /d | 53.5                    | 0          | 经厂区生产废水和生活污水处理系统处理达标后，全部回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘，不外排。                                  |
|      |                 |                   | m <sup>3</sup> /a | 18736.8                 | 0          |                                                                                     |
|      |                 | SS                |                   | 1.87                    | 0          |                                                                                     |
|      |                 | COD <sub>cr</sub> |                   | 4.66                    | 0          |                                                                                     |
|      |                 | BOD <sub>5</sub>  |                   | 2.74                    | 0          |                                                                                     |
|      |                 | 氨氮                |                   | 0.46                    | 0          |                                                                                     |
|      |                 | 石油类               |                   | 0.24                    | 0          |                                                                                     |
|      |                 | SS                |                   | 1.87                    | 0          |                                                                                     |
|      | 船舶废水            | 到港船舶舱底油污水         | 污水量               | 5688                    | 0          | 正常情况下港船舶产生的生活污水自行处理，或委托有能力的船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理，本项目同步设置了船舶废水暂存设施，备用船舶废水接收单位无法及时到港情形。 |
|      |                 |                   | 石油类               | 56.88                   | 0          |                                                                                     |
|      |                 | 到港船舶生活污水          | 污水量               | 1194.5m <sup>3</sup> /a | 0          |                                                                                     |
|      |                 | 船舶压载水             | 压载水量              | 7500m <sup>3</sup> /艘   | 0          |                                                                                     |
|      |                 |                   |                   |                         |            |                                                                                     |
|      |                 |                   |                   |                         |            |                                                                                     |
| 废气   | 港外运输车辆废气（无组织废气） | CO                |                   | 4.92                    | 4.92       | 排放至大气环境                                                                             |
|      |                 | HC                |                   | 0.20                    | 0.20       |                                                                                     |
|      |                 | NO <sub>x</sub>   |                   | 6.49                    | 6.49       |                                                                                     |
|      |                 | PM <sub>10</sub>  |                   | 0.04                    | 0.04       |                                                                                     |
|      |                 | PM <sub>2.5</sub> |                   | 0.04                    | 0.04       |                                                                                     |
|      | 食堂油烟（有组织排放）     | 油烟                |                   | 0.52                    | 0.05       | 经静电除油烟装置处理后有组织排放                                                                    |
| 噪声   | 设备运行、车辆通行噪声     | 等效声级              |                   | 78~103 dB（A）            | 满足厂界噪声排放标准 | 选用低噪声设备、基础减振、限制车速                                                                   |
| 固体废物 | 危险废物            | /                 |                   | 22                      | 0          | 交由有资质单位处理                                                                           |
|      | 一般废物            | /                 |                   | 1                       | 0          | 委托相关单位处置                                                                            |

| 类别 | 污染源  | 项目       | 产排情况      |           | 排放去向                  |
|----|------|----------|-----------|-----------|-----------------------|
|    |      |          | 产生量 (t/a) | 排放量 (t/a) |                       |
|    | 生活垃圾 | /        | 180       | 0         | 委托环卫部门收集处理            |
|    | 到港船舶 | 到港船舶生活垃圾 | 16.6      | 0         | 委托船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理 |

### 3.4.3 生态影响分析

#### 3.4.3.1 对陆域生态影响分析

本项目已预审的用地范围内总面积为 54.9118 公顷，用地范围内无珍惜稀濒危野生动植物，土地现状包括林地、草地、裸地和废弃养殖水面等，本项目建成后，用地范围内的生态系统现状将由的针阔混交林生态系统和裸地生态系统转换为工矿交通生态系统，根据《汕尾港总体规划》（汕尾市人民政府，2014 年 6 月），本项目及周边区域均规划为港口作业区，本项目建设对陆域生态系统的影响较小。

此外，本项目用地范围涉及 11.2838 公顷国家级公益林，保护等级 II 级，本项目属于基础设施，目前正在按照《中华人民共和国森林法》和《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第 35 号）等相关要求，办理林地使用申请手续。

表 3.4-23 本项目用地范围内土地利用现状地类统计表

| 地类名称 |        |       | 面积（公顷）  |
|------|--------|-------|---------|
| 农用地  |        |       | 53.6758 |
| 其中   | 非耕地农用地 |       | 53.6758 |
|      | 其中     | 林地    | 24.2018 |
|      |        | 草地    | 0.4694  |
|      |        | 其他农用地 | 29.0046 |
| 建设用地 |        |       | 1.0926  |
| 未利用地 |        |       | 0.1434  |
| 总计   |        |       | 54.9118 |



图 3.4-2 本项目用地预审范围内土地利用现状



图 3.4-3 本项目用地范围内土地现状情况

### 3.4.3.2 对周边水域通航环境的影响

本项目施工及运营期间将投入一定数量的船舶，周边海域的船舶流量会有所



增加，对通航环境产生一定影响。项目水中炸礁产生的冲击波和一定强度的声波也会对邻近水域的航运产生一定的影响。

为保证海上交通的正常秩序，在项目施工前，要对作业船只的活动时间、活动范围进行控制和规范，上报主管部门审批，发布公告并设置航标、警示标志，明确标示施工水域；在项目施工时，建设单位应建立安全有效的联系机制，与通航主管部门进行充分沟通协调，做好船舶的进出安排，确保船舶的通航安全。同时，建设单位应积极配合海事主管部门建立完善科学的海上交通监督管理系统和船舶交通管理系统，最大限度保证船舶交通安全，将通航风险降至最低。

### 3.4.3.3 海洋生态影响分析

#### （1）对海洋生态的影响分析

项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，可能造成部分底栖生物直接死亡，水域疏浚产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物等也将产生一定的影响；此外，工程改变区域自然环境和生态环境，对工程区局部水域的生态环境和生物多样性造成一定的影响。

#### （2）对渔业资源的影响分析

本项目周边水域在施工期将受到一定程度的悬浮泥沙影响，浮游生物、底栖生物等生物量将有所减少，水生环境的改变，将使鱼类密度有所降低，在施工结束后，影响不再持续。

#### （3）桩基及施工噪声对海洋生物的影响

项目桩基采用钢管桩，桩基施工过程中产生的噪声将对鱼类产生驱赶效应，并影响部分对噪声敏感鱼类的生长繁殖造成影响。

#### （4）对生态保护红线的影响

本项目航道周边分布有汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区和遮浪长沟村海岸防护物理防护极重要区，本项目在航道区域开展疏浚和清礁作业，施工过程中产生的悬浮泥沙将对周边生态保护红线的水质造成影响，进而影响生态保护红线内水生生态质量。

#### （5）对人工鱼礁的影响

本项目航道与海洋生态保护红线“汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区”相距约 100m，本项目在航道内开展耙吸疏浚和炸礁作业，施工产生的

悬浮泥沙扩散至人工鱼礁、爆破产生的能量冲击会对人工鱼礁内的水质和礁体结构产生影响，进而对人工鱼礁中的渔业资源造成影响。

#### （6）对重要渔业水域的影响

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区，项目疏浚及桩基施工过程中产生的悬浮泥沙将对项目所在海域幼鱼、幼虾繁育产生一定的影响。

#### 3.4.3.4对水动力环境、海洋地形地貌和冲淤环境的影响

本工程建成后，由于码头等水工构筑物的建设，以及港池、回旋水域疏浚后水深增大，将导致项目所在海域水动力环境、海域地形地貌和冲淤环境发生一定程度的改变。

### 3.4.4总量控制指标

#### 1、本项目总量控制指标的确定

根据《建设项目环境保护管理条例》第三条：建设产生污染的建设项目，必须遵守污染物排放的国家标准和地方标准；在实施重点污染物排放总量控制的区域内，还必须符合重点污染物排放总量控制的要求。根据《国务院关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知》（国发〔2021〕33号），“十四五”期间的总量控制指标包括化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物4项污染物。

#### 2.本项目总量控制指标值的确定

##### （1）水污染物总量控制指标

本项目生产产生的生活污水和生产废水分别经相应的废水处理设施处理达标后，回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等，不外排。到港船舶产生的船舶生活污水和舱底油污水由船方自行处理或委托船舶污染物处置单位接受处置，船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称BWMS）自行处理达标排放，应急情况下，外轮在码头需紧急排压载水的，本项目设置了一套500m<sup>3</sup>/h的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2标准后排放，船舶压载水不属于废水，其主要管控指标为存活微生物和菌群限值。因此，本项目无需申请废水污染物排放总量。

##### （2）大气污染物总量控制指标

本项目主要废气为食堂油烟和港外运输车辆产生的汽车尾气，均不属于工业废气污染源，按照《排污许可证申请与核发技术规范 码头》（HJ1107-2020）的相

关要求，不需要申请大气污染物总量控制指标。

### **3.4.5非正常工况污染源排放**

#### **3.4.5.1非正常工况类型**

本项目生产过程中可能产生的非正常工况包括：停车检修，废水治理设施发生故障等。在这些非正常工况中，尤以废水治理设施发生故障和停车检修，造成污染物不达标的影响最为严重。

#### **3.4.5.2废水非正常工况污染源强分析**

本项目废水非正常排放主要考虑生产废水处理设备故障时的情况。结合前文分析，本项目产生的生产废水、生活污水进入自建污水处理系统进行处理，尾水分别进入各自设置的回用水池中暂存，不排放至外环境。本项目回用水池及废水处理设施各池体共计可满足3日以上雨天最大尾水暂存，可有效防止废水处理设施故障导致废水未经处理达标排放的事故发生。

#### **3.4.5.3危险废物暂存设施**

本项目产生的危险废物暂存于危废暂存间，若危废储存间的储存设施发生破损，导致危废发生泄漏，特别是含油类危废发生泄漏，将有可能随地表径流排入周边的水体、土壤等环境，而污染地下水、地表水、土壤环境。

#### **3.4.5.4采取的防止事故排放发生的预防措施**

本项目场内设备将定期全面检修一次，每天有专业人员检查生产设备等；废水处理设施每天上下午各检查一次；建设单位每天将会对废气治理措施进行人工巡检，一旦发现处理设施不能正常运行时，将采取应对措施，具体如下：

（1）对于废水处理设施发生故障的情况，在收到警报同时，立即停止产生废水的相关环节的生产，将废水收集到集污池河应急池，并请技术人员检修污水处理设备。

（2）严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求，设置场区危险废物的暂存场所，并根据废物化学特性和物理形态，对暂存装置贴上危险标识并定期检查。暂存场所周边设置截污沟，一旦发现废液泄漏，通过截污沟排入事故应急池，以便采取相应的处理处置措施，防止污染周边环境。

## 4 区域环境概况

### 4.1 自然环境概况

#### 4.1.1 地理位置

汕尾市位于广东省东南部沿海，莲花山南麓，珠江三角洲东岸，与台湾一水之隔，为海峡西岸经济区连接粤港澳大湾区的桥头堡。汕尾市东邻揭阳市惠来县，西连惠州市惠东县，南濒南海，临红海湾和碣石湾，北接梅州市五华县和河源市紫金县，总面积 4865.05 平方公里（包括深汕合作区）。城区陆路东距汕头 160km，西距深圳 150km，水路距香港 81 海里，接壤太平洋国际航线，是连接粤东、珠三角与港澳的重要通道，是粤东沿海地区重要的中心城市之一。

汕尾红海湾经济开发区地处汕尾市区东部 18km 处，东临碣石湾，南依红海湾，西与汕尾市城区东涌镇、捷胜镇相连，北与海丰县大湖镇、赤坑镇接壤，全境位于东经 115°27'-115°37'、北纬 22°39'-22°48'之间，红海湾开发区有遮浪港和东洲港两个港口，白沙湖、四石柱湖两大咸水湖和遮浪南澳、施公寮两大半岛。

本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，距汕尾市区约 20km。

#### 4.1.2 地形地貌

由于历次地壳运动褶皱、断裂和火山岩隆起的影响，汕尾市形成了山地、丘陵、台地、平原兼有的复杂地形地貌。汕尾位于莲花山南麓，其山脉走势为东北向西南方向倾斜。莲花山脉由闽粤边界的铜鼓岭向东南经汕尾跨惠阳到香港附近入海。地形为北部高丘山地，山峦重叠，公里以上高山有 23 座，最高峰为莲花山，海拔 1337.3m，位于海丰县西北境内；中部多丘陵、台地；南部沿海多为台地、平原。全市境内山地、丘陵面积比例约占总面积的 43.7%。

汕尾地区地层、岩浆出露情况较好，中东部平原区大部分为燕山期岩浆岩（包括火山岩）和第四系覆盖。出露地层较简单，以中生代地层为主，且仅见晚三叠统大顶（小坪）组、下侏罗统金鸡组 and 上侏罗统高基坪群。地层普遍受不同区域动力变质作用具有片理化。岩石主要有花岗岩、砂页岩及第四系冲积砂砾层等组成。经过大自然

和人类活动的作用，构成复杂的土壤类型。土壤类型有：水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤、赤红壤、菜园土、潮沙泥土、滨海盐渍沼渍土、海滨沙土、石质土等 10 多种土类，40 多个土属，70 多个土种。

本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧的汕尾新港区白沙湖作业区。项目场区东、东北侧施公寮、西侧东洲坑至遮浪镇一带多分布为小山丘，一般坡势较平缓，山丘岩石出露多为花岗岩，经多年强烈风化剥蚀，多呈弧石、转石形式产出，形成较多石柱、磨菇石、骆驼石等景象。场区近岸一带一般为地势平坦开阔的沙滩和砂堤，除人工开挖改造外，植被较为发育，其地面标高一般介于 2m~5m。项目勘探时，白沙湖内水下地形较为平坦，总体向湖心、入海口水深逐渐加深，标高逐渐降低，湖底标高约为 0~-4m。

4.1.3气候气象

汕尾市地处东南部沿海，北回归线以南，属南亚热带季风气候区，其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足。多年平均气温为 22℃左右。

项目周边气象站为汕尾气象站（59501），站点类型为基本站，位于项目西北侧约 22km 处，地理坐标为 115.3606° E，22.7917° N，海拔高度 17m。本次评价收集了汕尾气象站（2004~2023 年）气象观测资料并进行统计分析。

表 4.1-1 汕尾气象站近 20 年（2004~2023 年）的主要气候资料统计表

| 统计项目                   |              | 统计值        | 极值出现时间     | 极值      |
|------------------------|--------------|------------|------------|---------|
| 多年平均气温（℃）              |              | 22.97      |            |         |
| 累年极端最高气温（℃）            |              | 35.6       | 2005-07-18 | 38.0    |
| 累年极端最低气温（℃）            |              | 5.93       | 2016-01-25 | 2.2     |
| 多年平均气压（hPa）            |              | 1011.15    |            |         |
| 多年平均相对湿度（%）            |              | 76.52      |            |         |
| 多年平均降雨量（mm）            |              | 1845.72    |            |         |
| 多年平均最大日降水量（mm）         |              | 163.99     | 2020-06-08 | 291.8   |
| 灾害天气统计                 | 多年平均沙尘暴日数（d） | 0.45       |            |         |
|                        | 多年平均雷暴日数（d）  | 51.45      |            |         |
|                        | 多年平均冰雹日数（d）  | 0.65       |            |         |
|                        | 多年平均大风日数（d）  | 2.75       |            |         |
| 多年实测极大风速（m/s）、相应风向     |              | 24.29      | 2013-09-22 | 52.5NNW |
| 多年平均风速（m/s）            |              | 2.31       |            |         |
| 多年主导风向、风向频率（%）         |              | ENE 18.23% |            |         |
| 多年平均静风频率（风速≤0.2m/s）（%） |              | 2.23       |            |         |

### 4.1.3.1 温度

#### (1) 月平均气温与极端气温

汕尾气象站 07 月气温最高 ( $28.82^{\circ}\text{C}$ )，01 月气温最低 ( $15.34^{\circ}\text{C}$ )，近 20 年极端最高气温出现在 2005-07-18( $38^{\circ}\text{C}$ )，近 20 年极端最低气温出现在 2016-01-25( $2.2^{\circ}\text{C}$ )。

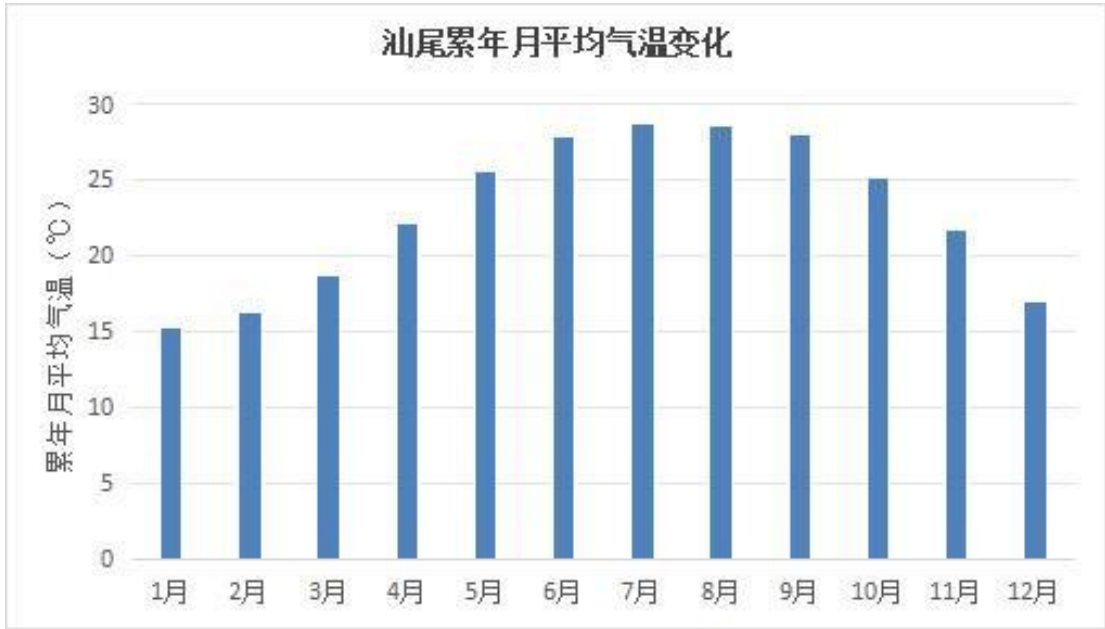


图 4.1-1 汕尾 (2004-2023) 月平均气温 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

#### (2) 温度年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年气温呈现稳步上升趋势, 2021 年年平均气温最高 ( $23.83^{\circ}\text{C}$ )，2011 年年平均气温最低 ( $22.12^{\circ}\text{C}$ )，无明显周期。



图 4.1-2 汕尾 (2004-2023) 年平均气温 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ ，虚线为趋势线)



### 4.1.3.2降水

#### (1) 月平均降水与极端降水

汕尾气象站 6 月降水量最大（455.52 毫米），12 月降水量最小（25.6 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2020 年 6 月 8 日（291.8 毫米）。

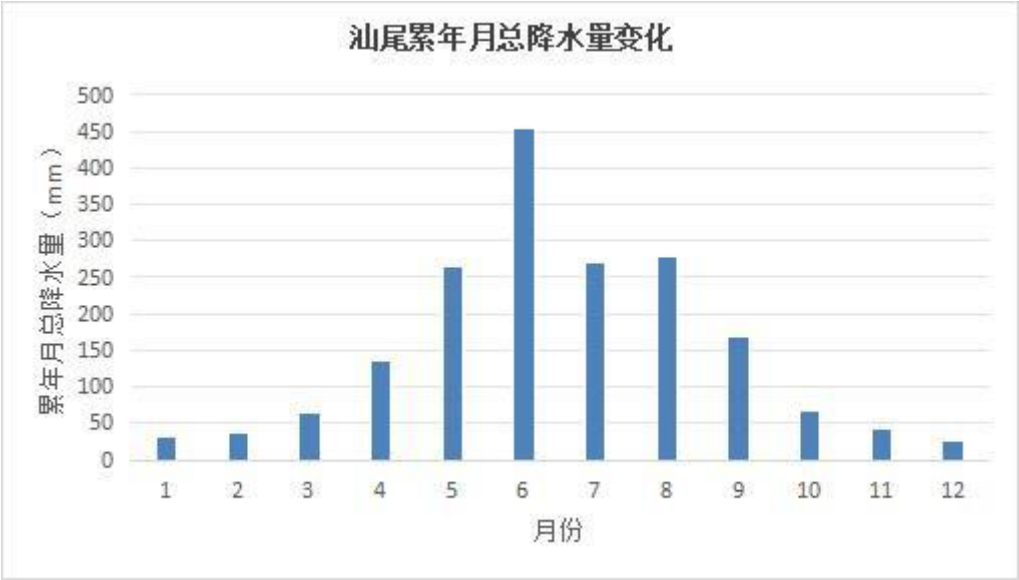


图 4.1-3 汕尾月平均降水量（单位：毫米）

#### (2) 降水年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2006 年年总降水量最大（2649 毫米），2009 年年总降水量最小（1111.7 毫米），周期为 2~3 年。



图 4.1-4 汕尾（2004-2023）年总降水量（单位：毫米，虚线为趋势线）

### 4.1.3.3日照

#### (1) 月日照时数

汕尾气象站 7 月日照最长（223.41 小时），3 月日照最短（115.36 小时）。

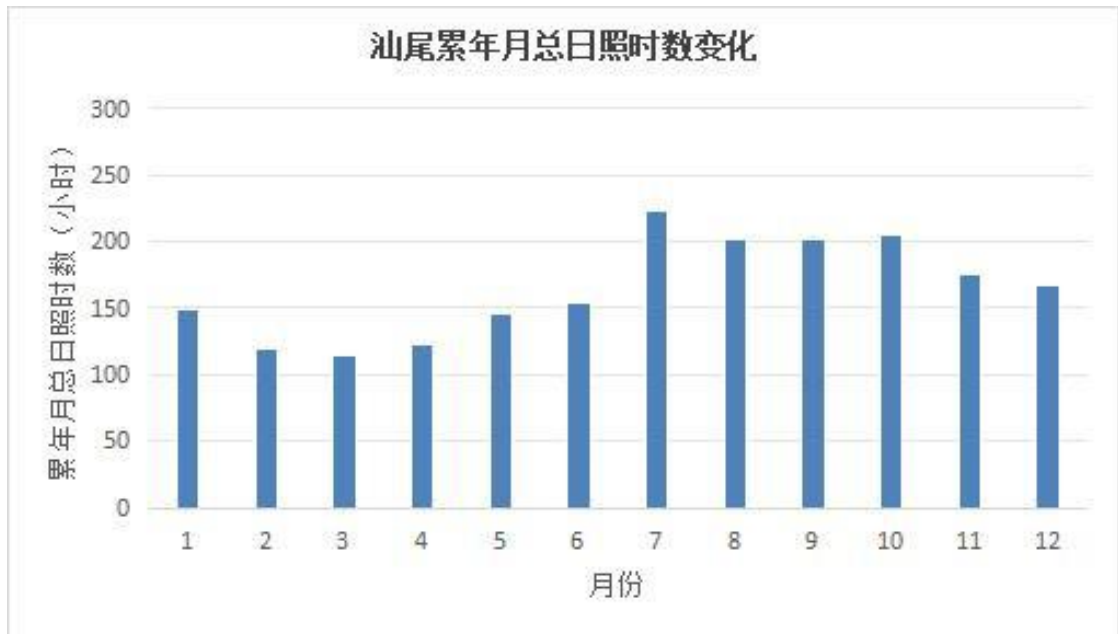


图 4.1-5 汕尾月日照时数 (单位: 小时)

#### (2) 日照时数年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年年日照时数无明显变化趋势，2009 年日照时数最长（2385.3 小时），2016 年年日照时数最短（1637.8 小时），无明显周期。



图 4.1-6 汕尾（2004-2023）年日照时长 (单位: 小时，虚线为趋势线)

#### 4.1.3.4 相对湿度

##### (1) 月相对湿度分析

汕尾气象站 6 月平均相对湿度最大(85.12%)，12 月平均相对湿度最小(65.44%)。

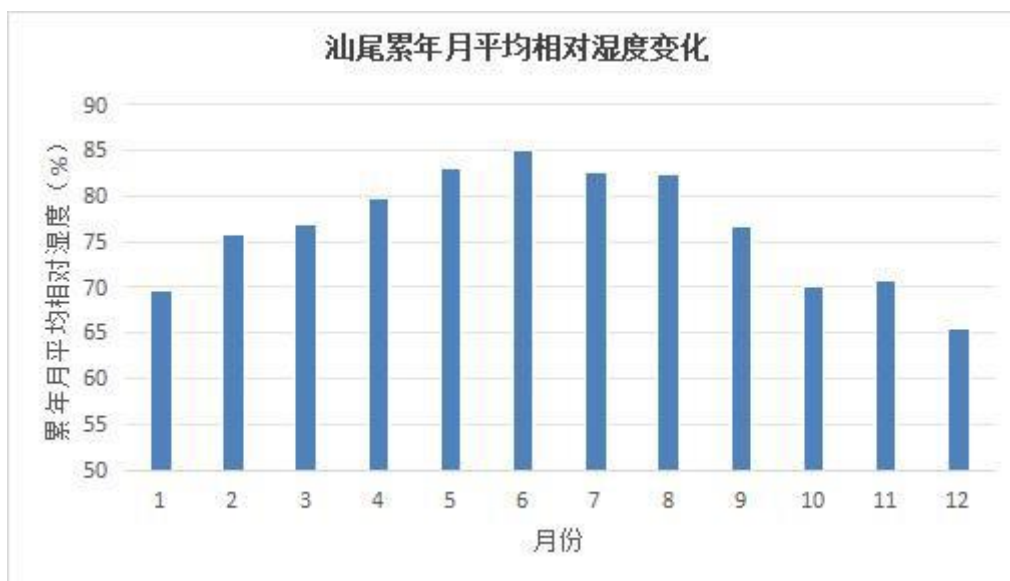


图 4.1-7 汕尾月平均相对湿度 (纵轴为百分比)

#### (2) 相对湿度年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年年平均相对湿度无明显变化趋势，2009 年年平均相对湿度最大 (73.00%)，2012 年年平均相对湿度最小 (81.25%)，周期为 6~7 年。



图 4.1-8 汕尾 (2004-2023) 年平均相对湿度 (单位: 小时, 虚线为趋势线)

### 4.1.3.5 风况

#### (1) 月平均风速

汕尾气象站近 20 年月平均风速如表 4.1-2, 6 月平均风速最大 (2.67 米/秒), 1 月风最小 (2.12 米/秒)。

表 4.1-2 汕尾气象站月平均风速统计（单位：m/s）

| 月份   | 1 月  | 2 月  | 3 月  | 4 月  | 5 月  | 6 月  | 7 月  | 8 月 | 9 月  | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 平均风速 | 2.12 | 2.17 | 2.14 | 2.24 | 2.45 | 2.67 | 2.65 | 2.4 | 2.32 | 2.29 | 2.21 | 2.17 |

## (2) 风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 4.1-9, 汕尾气象站主要风向为 ENE、E、NE、ESE, 占 54.98%, 其中以 ENE 为主风向, 占到全年 18.23%左右。具体见下表。

表 4.1-3 汕尾市近 20 年月均、季均以及年均风向风频统计一览表

| 月份  | N    | NNE   | NE    | ENE   | E     | ESE   | SE   | SSE  | S    | SSW   | SW    | WSW  | W    | WNW  | NW   | NNW  | 静风   |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 一月  | 5.52 | 11.3  | 15.9  | 22.07 | 15.2  | 10.49 | 3.02 | 0.49 | 0.71 | 1.85  | 3.82  | 2.75 | 1.34 | 0.56 | 0.69 | 1.2  | 3.61 |
| 二月  | 4.62 | 10.36 | 13.63 | 19.72 | 17.01 | 12.74 | 3.44 | 0.54 | 0.93 | 2.14  | 4.45  | 3.02 | 1.54 | 0.58 | 0.85 | 1.2  | 3.43 |
| 三月  | 3.68 | 6.73  | 12.55 | 21.88 | 18.45 | 12.52 | 3.83 | 0.64 | 1.25 | 2.83  | 4.93  | 3.68 | 1.96 | 0.94 | 0.92 | 1.16 | 2.68 |
| 四月  | 3.37 | 5.94  | 11.48 | 18.65 | 16.09 | 11.6  | 3.56 | 0.81 | 2.28 | 5.11  | 8.39  | 4.76 | 2.13 | 0.97 | 1.02 | 1.27 | 2.92 |
| 五月  | 2.45 | 4.97  | 9.86  | 16.61 | 14.73 | 11.2  | 3.22 | 1.12 | 2.86 | 8.4   | 12.3  | 5.34 | 2.1  | 1    | 1.1  | 1    | 2.24 |
| 六月  | 2.32 | 4.07  | 7.92  | 12.35 | 10.61 | 9.63  | 2.97 | 0.99 | 3.64 | 11.55 | 19.11 | 6.92 | 2.79 | 1.31 | 1.02 | 1.1  | 2.01 |
| 七月  | 2.53 | 4.73  | 8.46  | 12.97 | 10.73 | 9.2   | 2.92 | 1.02 | 2.4  | 9.23  | 18.23 | 8.57 | 3.12 | 1.58 | 1.36 | 1.21 | 2.23 |
| 八月  | 3.6  | 5.37  | 9.12  | 13.41 | 10.89 | 8.65  | 2.94 | 0.95 | 2.19 | 6.94  | 15.28 | 8.55 | 3.98 | 1.91 | 1.91 | 1.87 | 2.94 |
| 九月  | 4.71 | 7.4   | 12.25 | 20.99 | 14.23 | 10.43 | 2.91 | 0.67 | 1.32 | 3.76  | 7.65  | 4.52 | 2.38 | 1.35 | 1.59 | 1.76 | 2.34 |
| 十月  | 6.48 | 10.94 | 15.54 | 24.72 | 14.64 | 9.12  | 2.6  | 0.47 | 0.68 | 1.88  | 3.62  | 2.52 | 1.02 | 0.51 | 0.76 | 1.63 | 3.12 |
| 十一月 | 4.98 | 10.15 | 16.59 | 24.76 | 16.74 | 9.49  | 2.61 | 0.44 | 0.62 | 1.7   | 3.28  | 2.4  | 1.08 | 0.49 | 0.57 | 1.07 | 3.26 |
| 十二月 | 7.73 | 15.08 | 17.19 | 20.48 | 13.06 | 7.99  | 2.56 | 0.46 | 0.6  | 1.74  | 3.37  | 2.56 | 1.23 | 0.48 | 0.69 | 1.31 | 3.95 |
| 全年  | 4.39 | 8.08  | 12.33 | 18.23 | 14.41 | 10.01 | 2.79 | 0.76 | 1.72 | 5     | 8.73  | 4.59 | 2.13 | 1.1  | 1.16 | 1.38 | 2.23 |

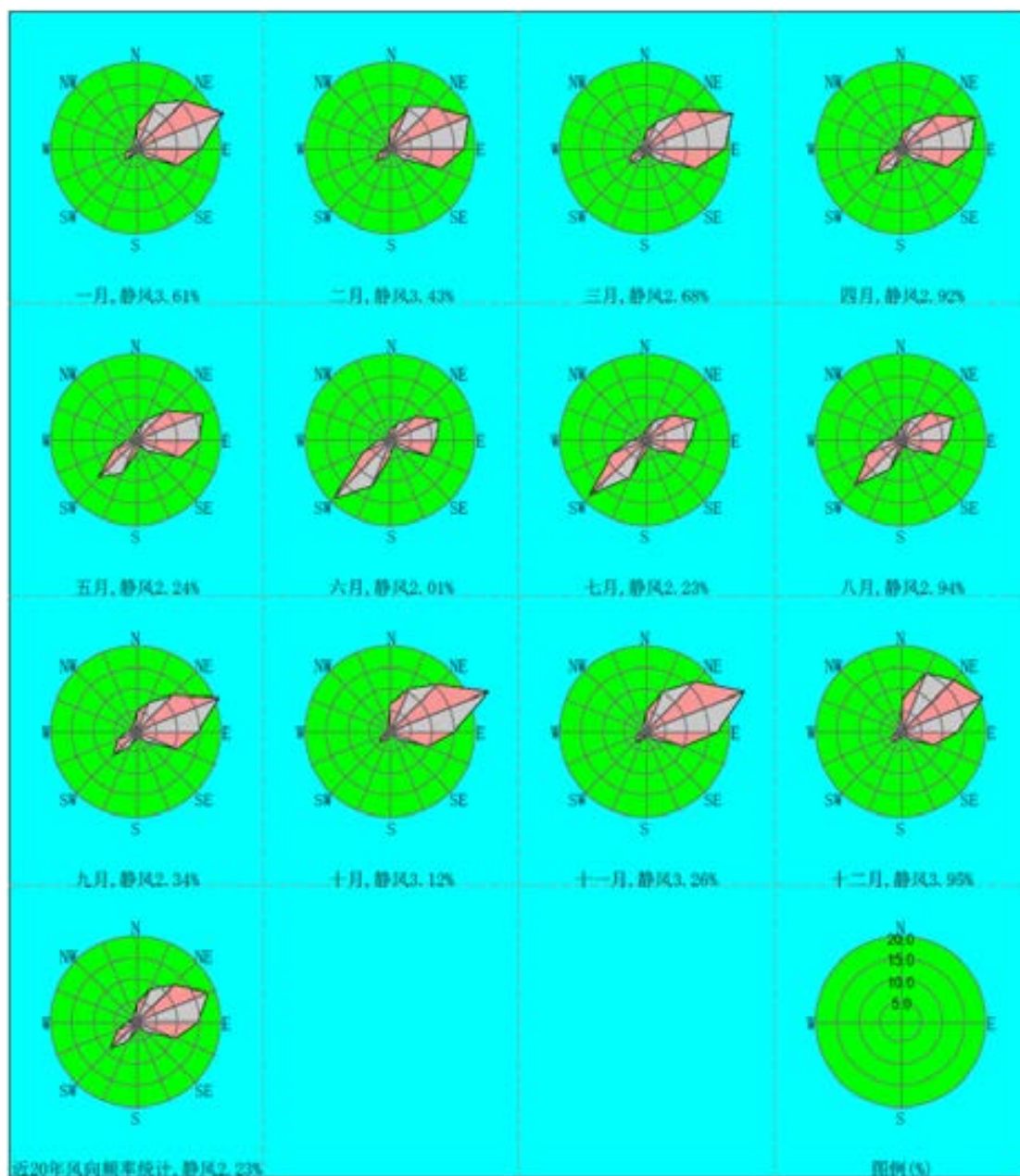


图 4.1-9 汕尾气象站累年各风向玫瑰图 (统计年限: 2004-2023 年)

### (3) 风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析, 汕尾气象站风速无明显变化趋势, 2004 年年平均风速最大 (2.54 米/秒), 2012 年年平均风速最小 (2.17 米/秒), 周期为 10 年。



图 4.1-10 汕尾近二十年年平均风速（单位：m/s，虚线为趋势线）

## 4.1.4地质构造

### 4.1.4.1区域地质构造

本节引用中交第四航务工程勘察设计院有限公司于 2025 年 3 月在项目场地内开展的地质勘察结果。

根据区域地质资料，本工程场区地处华南褶皱系南缘—粤东沿海大陆边缘活动带。粤东沿海一带自震旦纪至中三叠世一直为隆起和受剥蚀；晚三叠世开始，由于库拉—太平洋板块向欧亚大陆强烈碰撞和俯冲，结束了本区域准地台历史，转入了以断块和岩浆强烈活动为特征的大陆边缘活动带发展阶段，在沉降带发育有晚三叠—中侏罗系的巨厚复陆屑式和火山岩建造；晚侏罗~早白垩世随着深大断裂活动的加强，发生了多期岩浆喷发和侵入，形成了中、晚燕山期各类花岗岩侵入体和一系列北东向展布的陆相火山岩。

场区内本次勘察钻孔所揭露的基岩为燕山四期（ $r_5^3$ ）中粗粒花岗岩、燕山期闪长岩及其各级风化岩和残积土，其上为一套以海陆交互相沉积为主覆盖层、残积土及下覆基岩地层。

场区外围分布的断裂构造，主要有东西向的高要~惠来断裂带、北东向的梅陇断裂带、陆丰断裂带及汕头~惠来深断裂带。

这些规模较大的断裂带均在本场区外围经过，距本场区一定距离，对本场区的区域稳定影响不大。根据区域地质资料和本次现场勘察，未发现实测性和推测性断裂经过本场区。



根据《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010)(2024 年版),勘察区抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.10g,设计地震分组为第一组。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2015),场区场地类别为Ⅲ类,特征周期为 0.45s。

钻孔平面布置图及工程地质剖面图详见图 4.1-11~图 4.1-17。

#### 4.1.4.2 地层分布

##### 1. 水域区

水域区为拟开挖港池航道,其西侧紧邻粤电煤码头航道。疏浚范围内分布一条长约 200m 的抛石堤,水域区上部分布有软土层,中下部为连续分布的海陆交互相沉积地层,疏浚深度内揭示基岩层。根据钻探揭示,水域区地层分布如下:①3 填石、②1 淤泥~淤泥质土、②2 淤泥质土~黏土、②3 粉细砂、②5 黏土~粉质黏土、③1 黏土~粉质黏土、③2 粉细砂、④1 淤泥质土、④3 黏土~粉质黏土、⑤1 中砂、粗砂、砾砂、⑤2 黏土~粉质黏土、⑥残积土、⑥1 孤石、⑦1 全风化花岗岩、⑦2 强风化花岗岩、⑦4 中风化花岗岩。

##### 2. 码头区

码头区包括场区西部码头泊位及北部内护岸。码头泊位表层分布一定厚度的人工填土层,上部连续广泛分布厚层软土层,中下部为连续分布的海陆交互相沉积地层,下部基岩分为两类,花岗岩及闪长岩,码头区西北侧球状风化发育,部分钻孔揭示风化孤石,基岩面具有一定起伏。根据钻探揭示,码头区地层分布如下:①1 素填土、①2 填砂、①3 填石、①4 回填淤泥、②1 淤泥~淤泥质土、②2 淤泥质土~黏土、②3 粉细砂、②4 中粗砂、②5 黏土粉质黏土、③1 黏土、粉质黏土、③2 粉细砂、③3 中粗砂、④1 淤泥质土、④2 粉细砂、④3 黏土~粉质黏土、④4 中粗砂、⑤1 中砂、粗砂、砾砂、⑤2 黏土~粉质黏土、⑤3 粉细砂、⑧残积土、⑥1 孤石、⑦1 全风化花岗岩、⑦1-1 全风化闪长岩、⑦2 强风化花岗岩粉细砂、⑦2-1 强风化闪长岩、⑦3 强风化花岗岩(碎块状)、⑦3-1 强风化闪长岩(碎块状)、⑦4 中风化花岗岩、⑦4-1 中风化闪长岩、⑦5 微风化花岗岩、⑦5-1 微风化闪长岩。

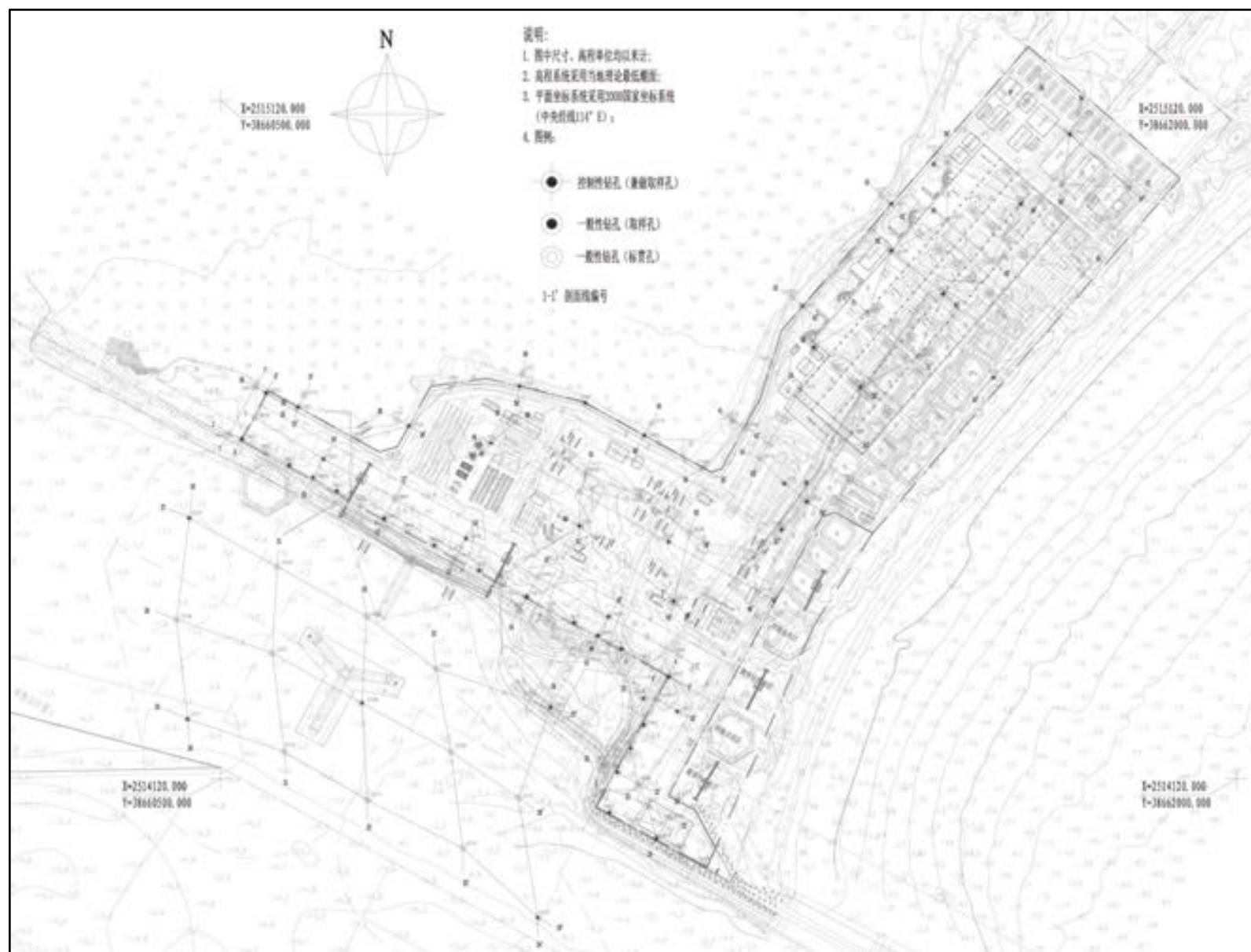


图 4.1-11 勘探点平面布置图

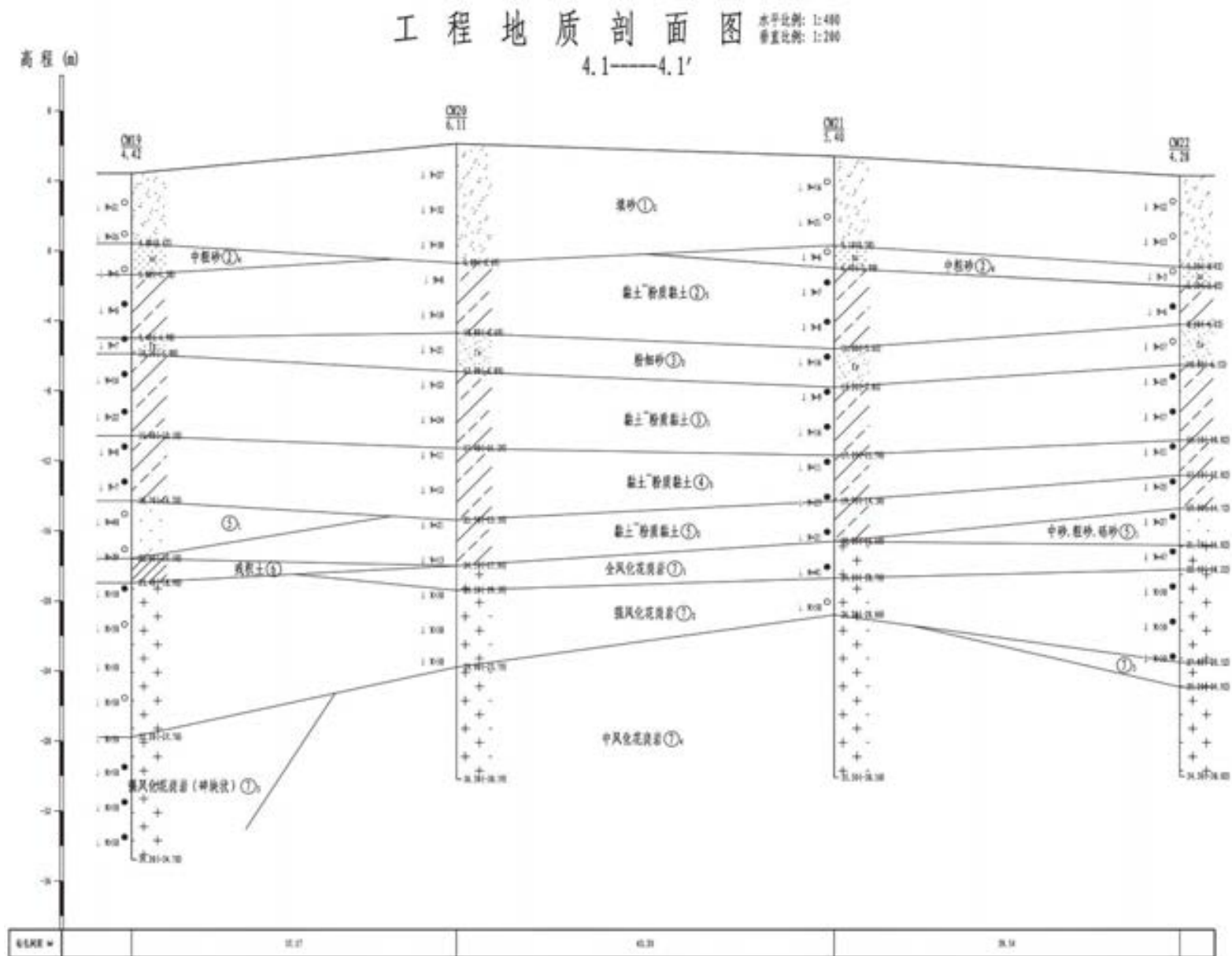


图 4.1-12 工程地质剖面图 (陆域 4.1-4.1')

水平比例: 1:2000  
垂直比例: 1:200

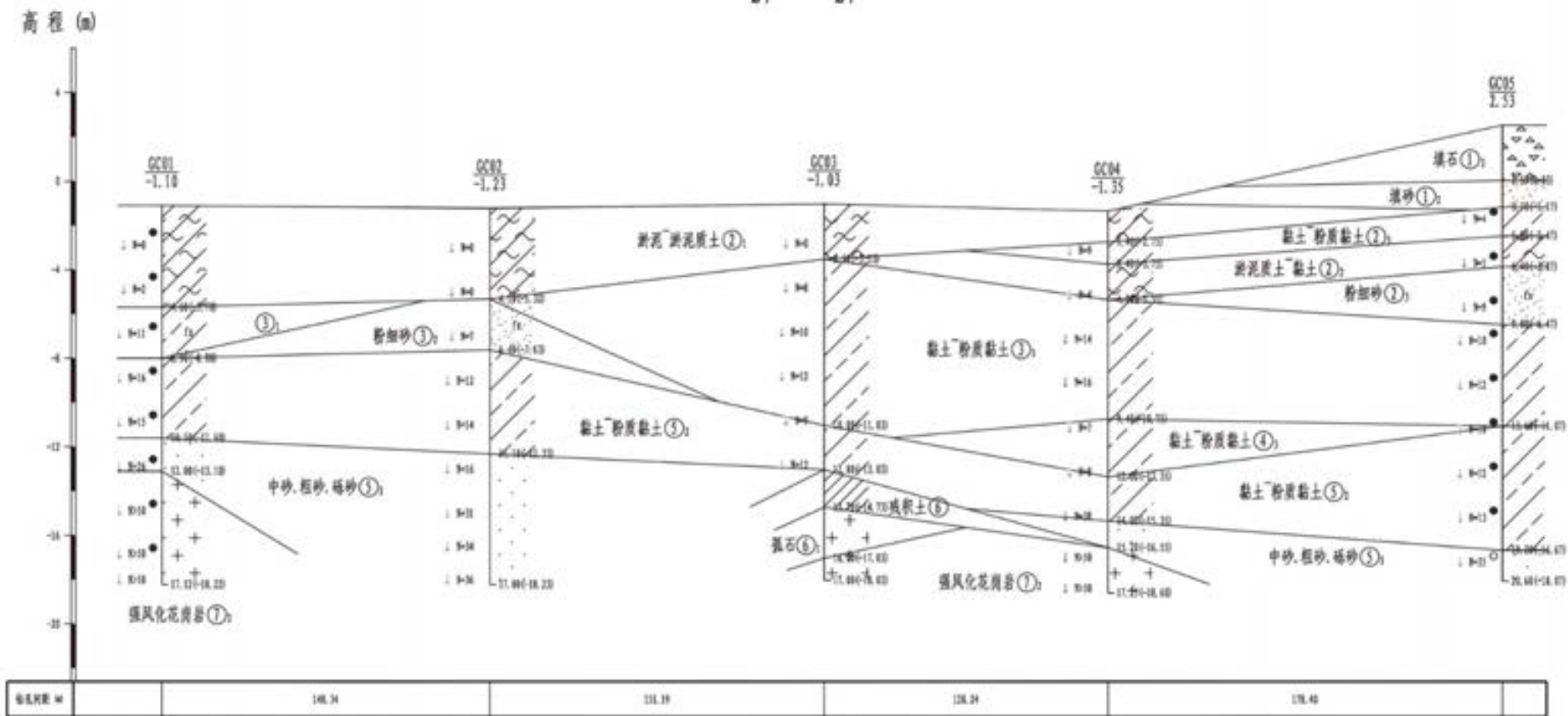


图 4.1-13 工程地质剖面图 (码头区域 27-27')

# 工程地质剖面图

水平比例: 1:2000  
垂直比例: 1:200

## 33——33'

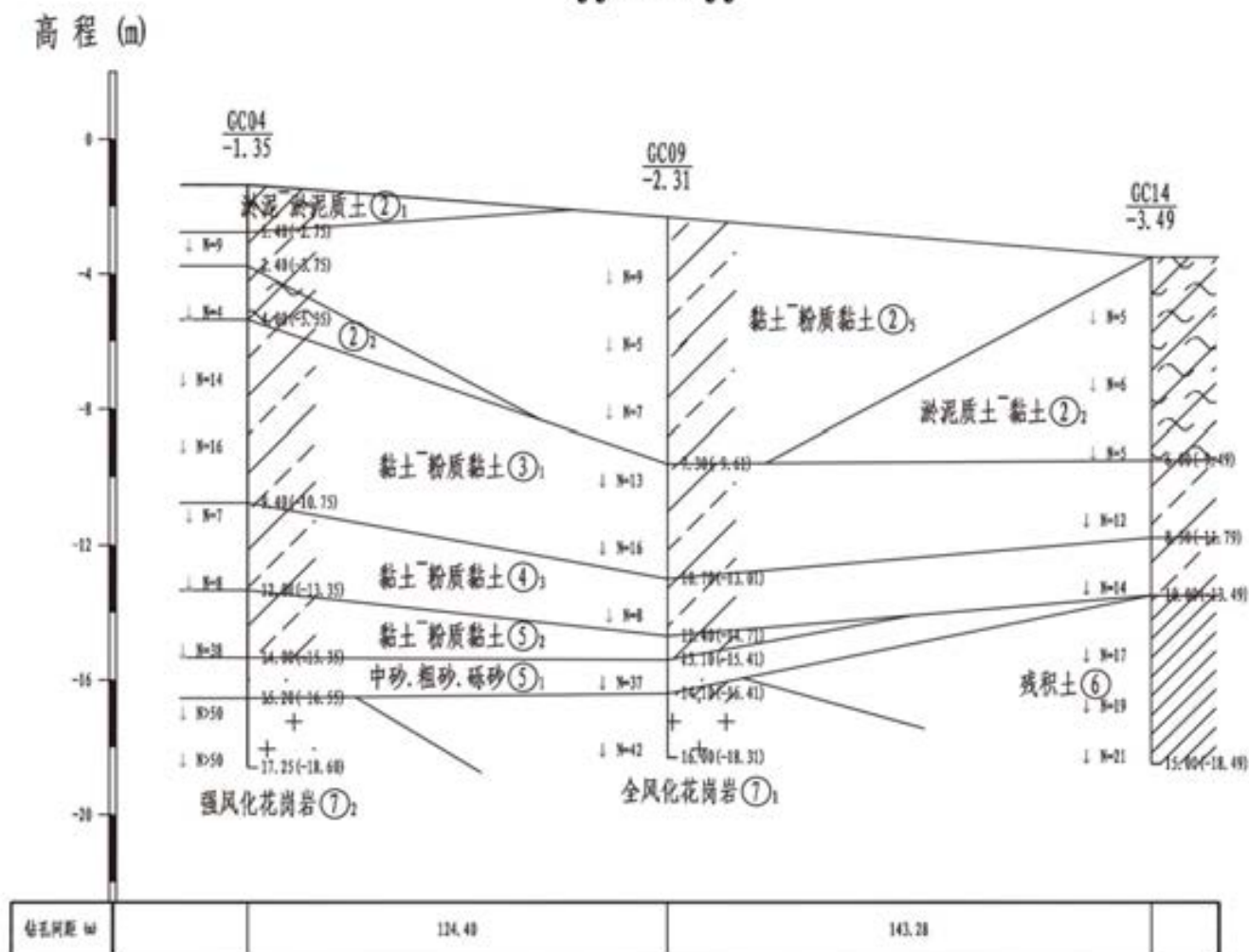


图 4.1-14 工程地质剖面图 (码头区域 33-33')



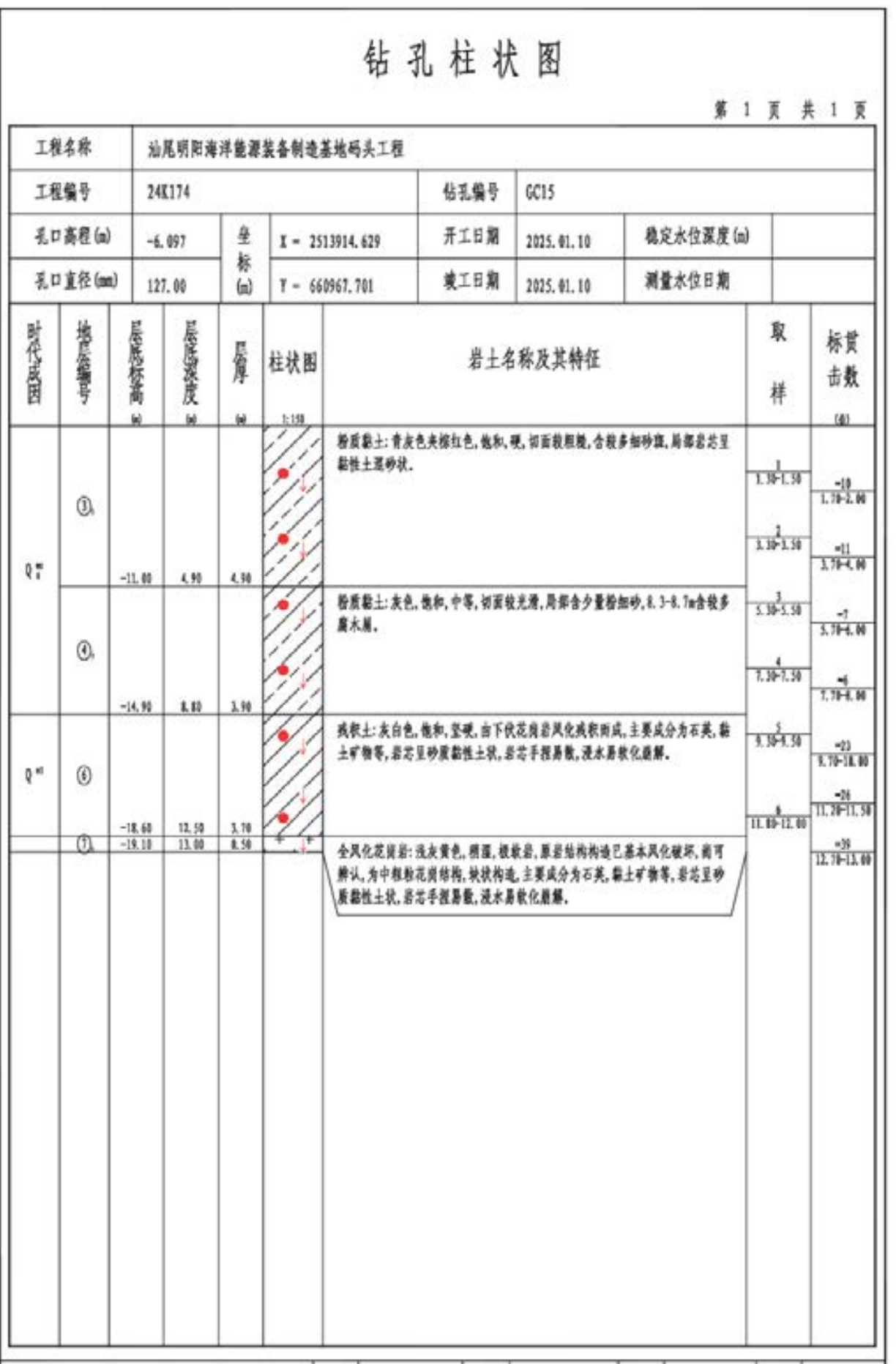
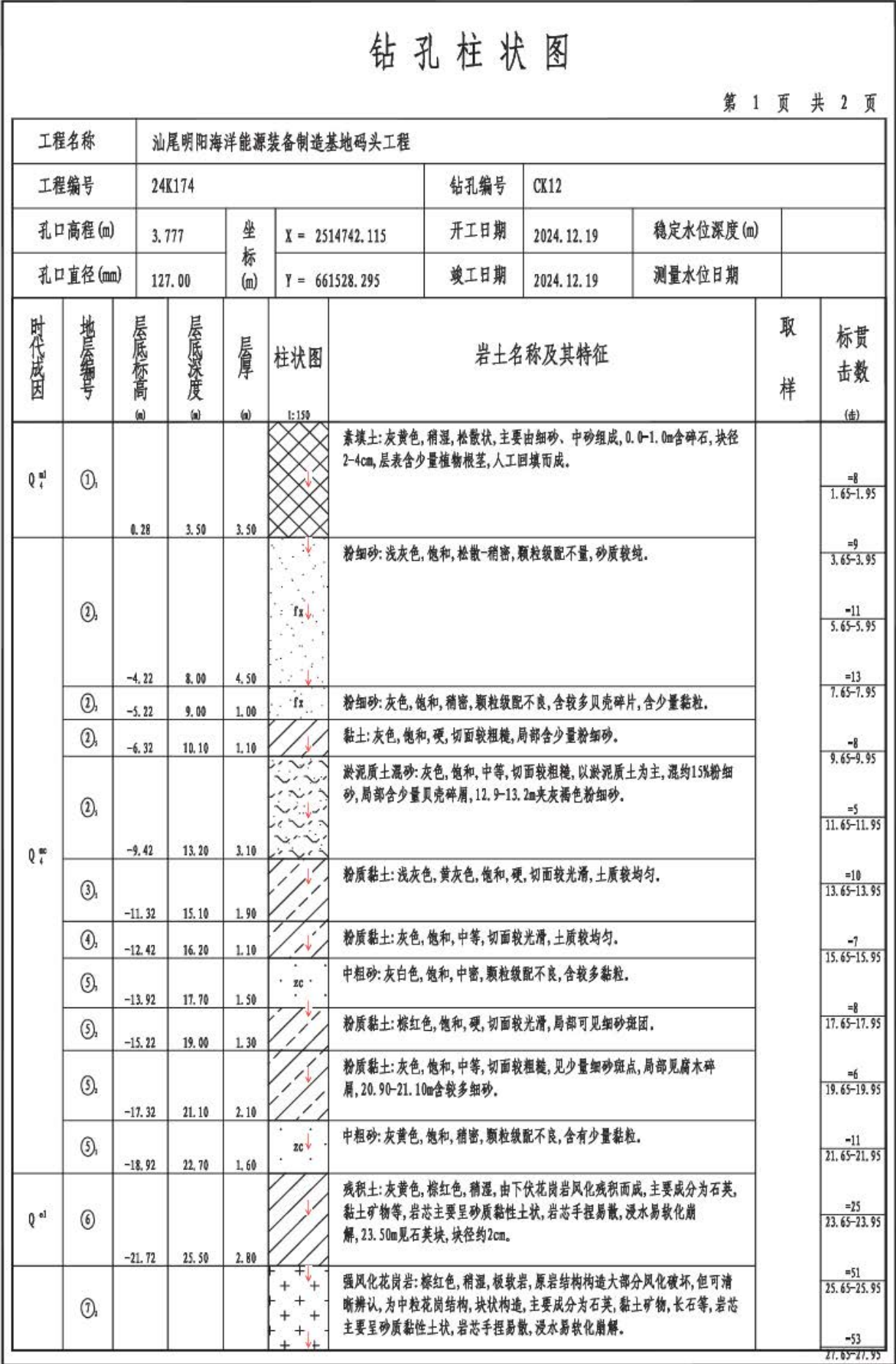


图 4.1-15 钻孔柱状图 (一)



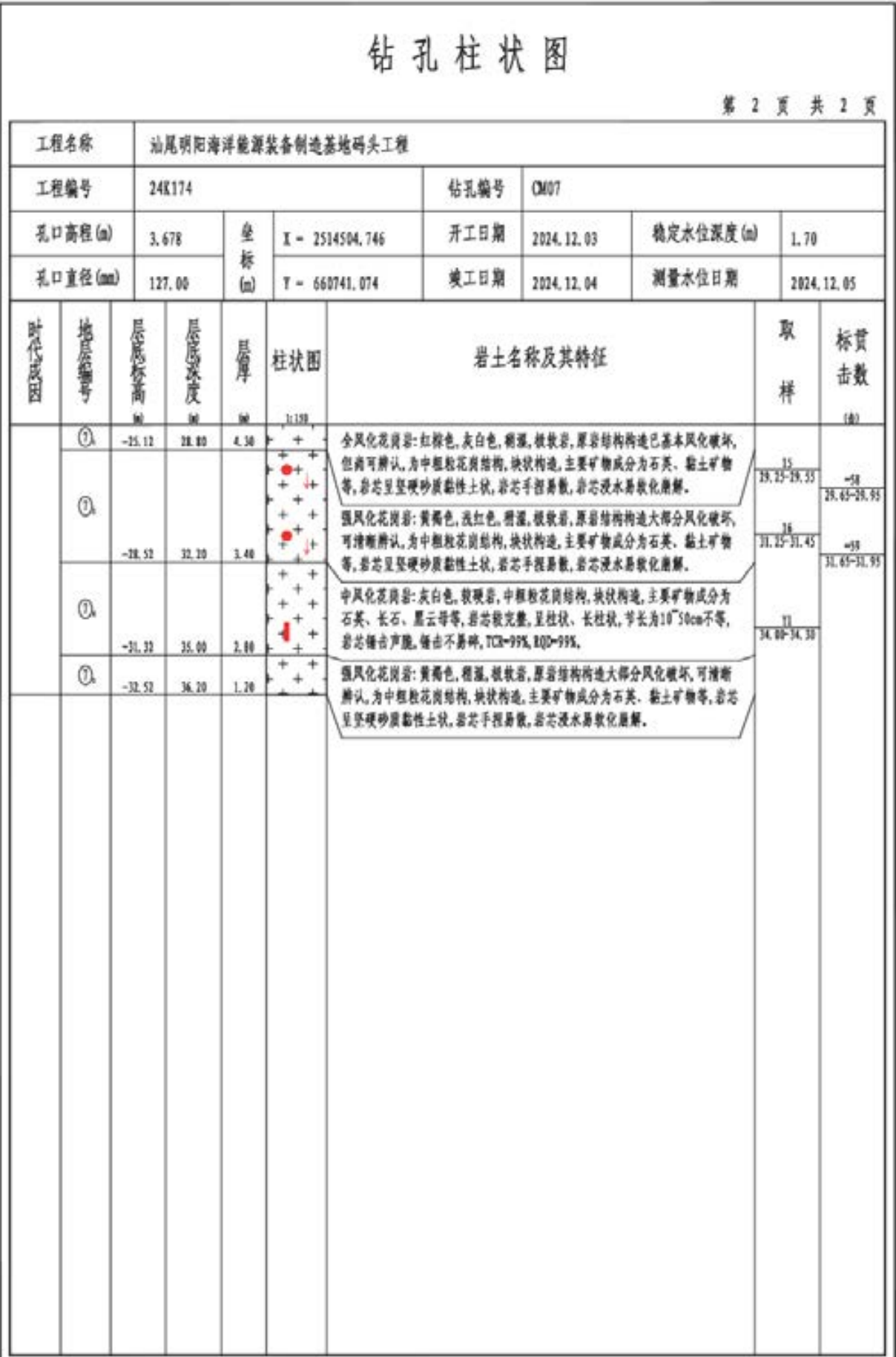
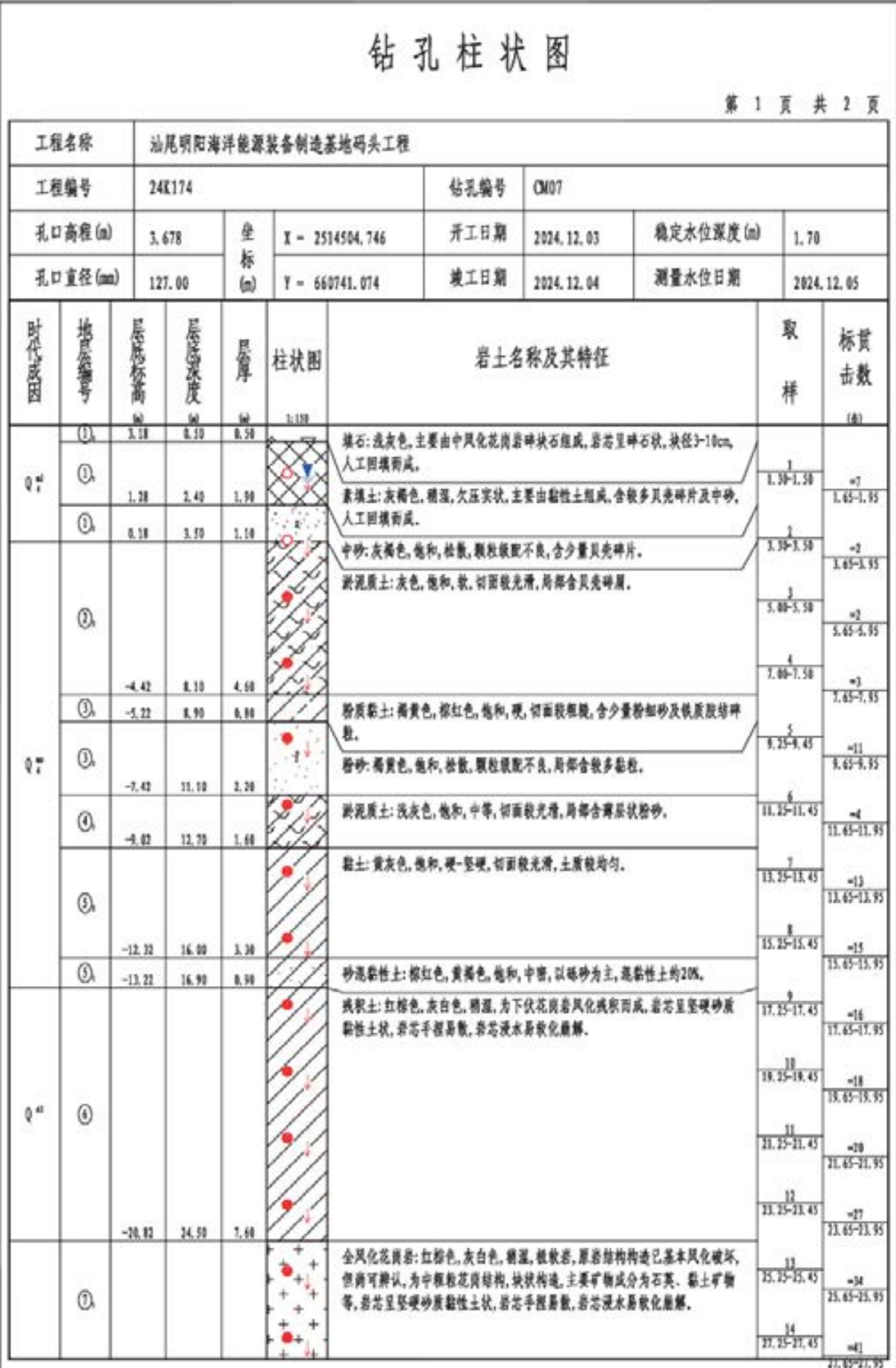


图 4.1-16 钻孔柱状图（二）

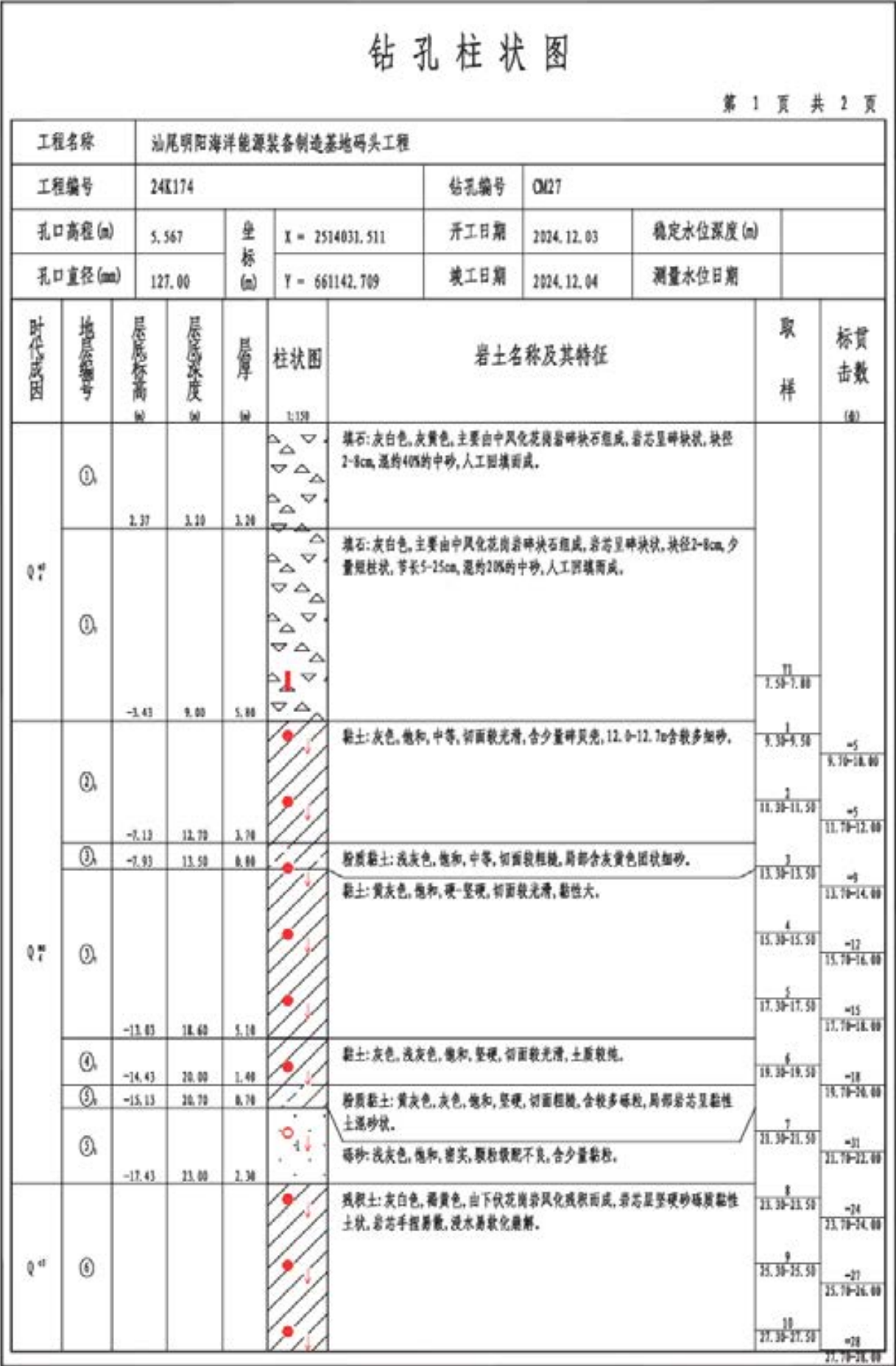


图 4.1-17 钻孔柱状图 (三)

## 4.1.5水文地质条件

### ①地表水

汕尾市境内集雨面积  $100\text{km}^2$  以上的河流有螺河、螺溪、南北溪、新田水、乌坎河、长山河、水东河、龙潭河、鳌江、赤石河、明热河、黄江河、西坑水、吊贡水、大液河等 15 条，其中直流入海的有螺河、乌坎河、鳌江、黄江、赤石河等 5 条。螺河和黄江河是汕尾市两条大河。螺河处北向南纵贯陆河、陆丰两地，直流入海。

螺河和黄江是汕尾市两大河流。螺河发源于莲花山脉三神凸东坡，自北向南纵贯陆河、陆丰两地，流域面积  $1356\text{km}^2$ （本市境内  $1321\text{km}^2$ ），全长  $102\text{km}$ ，于海陆丰交界处的烟港汇入南海碣石湾。螺河流域是陆丰市水能资源最为丰富的流域，其水能资源占全陆丰市的 80%，可开发电量占全陆丰市规划年发电量的 78%。历史最枯流量为  $0.15\text{km}^3/\text{s}$ （1963 年 4 月 30 日）。螺河已建成 5 座中型水库，控制集雨面积为  $231\text{km}^2$ 。黄江发源于莲花山脉上的腊烛山，流经海丰 16 个乡镇场，流域面积  $1370\text{km}^2$ （本市境内  $1357\text{km}^2$ ），河长  $67\text{km}$ ，在马宫盐屿注入红海湾。年均径流量  $19.35\text{km}^3/\text{s}$ ，历史最大洪水流量为  $3500\text{km}^3/\text{s}$ （1957 年 5 月 13 日），最枯流量为  $0.8\text{km}^3/\text{s}$ （1963 年 5 月 15 日），平均坡降为 1.1%。水力理论蕴藏量为 3.19 万 kw，可开发量为 1.7 万 kw，已开发量为 1.1 万 kw。由于 20 世纪 70 年代围海造田，把黄江口至马宫盐屿的长沙滩涂围成一条宽约 200m 的河道，成为黄江干流的延伸部分，使龙津河、大液河、虎头沟等独流入海的河流成为黄江水系。

汕尾海岸线长  $455.02\text{km}$ ，占全省岸线长度 11.06%。辖内海域有 93 个岛屿 12 个港口和 3 个海湖，全市沿海 200m 等深线内属本市所辖海洋国土面积 2.38 万  $\text{km}^2$ ，占全省海洋面积国土面积的 14%。

### ②地下水

本项目所在地属于韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区，项目场地水文地质条件简述如下：

a.地下水类型和赋存状态场地地下水主要赋存在细砂、中砂、粗砂层的孔隙中及泥质粉砂岩风化带风化裂隙中。

b.主要含水层特征场地内淤泥、淤泥质土、中砂、粗砂层为主要含水层，富水性丰富，该层分布广泛。强风化泥质粉砂岩的风化裂隙水分布不均匀，呈网纹

状分布,风化层厚度较大,风化裂隙发育,局部地段呈现地下水活动较强的痕迹。细砂、中砂、粗砂含水层上部有淤泥质土、粉质粘土层覆盖,与地表水水力联系较弱,与下部泥质粉砂岩风化带的风化裂隙水直接接触,水力联系密切。基坑开挖范围的地下水以承压水为主。从地层的含水性分析,开挖深度内粉砂层为强富水层,地下水丰富。基坑开挖范围及其附近的主要含水层为:人工填土,中等富水,透水:淤泥,中等富水,弱透水;细砂,强富水,中等透水。其余含水层对基坑开挖影响不大。

## **4.1.6自然资源**

### **4.1.6.1矿产资源**

汕尾市处于武夷成矿带,是全国 26 个成矿区带之一,矿产资源比较丰富。发现主要矿产 28 种,累计发现矿产地 69 处。金属矿产有开采价值的主要有锡、铜、钼、铅、锌、铁等,发现胡坑锡矿、塌山锡矿、长埔锡矿、银瓶山锡矿等中型锡矿床。截至 2023 年底,锡矿矿产地 18 处,主要分布在海丰县,累计查明锡矿资源量 7.79 万吨。非金属矿产开采价值较大的主要有建筑用花岗岩、高岭土、陶瓷土等。汕尾市地热、矿泉水资源比较丰富。

### **4.1.6.2森林资源**

汕尾市林业用地面积 23.17 万公顷,其中公益林面积 10.86 万公顷、商品林面积 12.31 万公顷。森林覆盖率 49%。境内木本植物有 39 科 115 种,常见的乔木有杉、松、桉、红椎林、荷木、木麻黄、台湾相思、大叶相思、樟、柳、苦楝、油桐、橡胶等。灌木品种主要有桃金娘、鸭脚木等。人工栽培品种有马尾松、台湾相思、速成桉、茶、楝叶吴茱萸等。

### **4.1.6.3野生动植物资源**

汕尾市现记录有野生脊椎动物 54 目 230 科 973 种。其中:鱼类 24 目 108 科 436 种,两栖类 2 目 10 科 42 种,爬行类 2 目 22 科 102 种,鸟类 20 目 68 科 337 种,兽类 6 目 22 科 56 种。汕尾市现有野生植物 182 科 670 属 1242 种,蕨类植物 27 科 45 属 72 种,裸子植物 3 科 3 属 5 种,被子植物 152 科 622 属 1165 种(其中双子叶植物 128 科 474 属 907 种、单子叶植物 24 科 148 属 258 种)。在汕尾的野生动物中,列入国家重点保护的野生动物有 63 种,其中属国家一级保护动物的有:中华白海豚、穿山甲、黑鹳、鳄蜥、蟒、巨蜥 6 种;二级保护动物的

有海马、赤魮、花鳗鲡、唐鱼、大鲵、虎纹蛙、绿海龟、红海龟、玳瑁、太平洋丽龟、棱皮龟、三线闭壳龟、白鹇、黑翅鸢、蛇雕、鸮、白腹鸮、白尾鸮、鹊鸲、苍鹰、灰背隼、游隼、水獭、黄喉貂、斑林狸、大灵猫、小灵猫、印太江豚、糙齿海豚、热带点斑原海豚、瓶鼻海豚、灰鲸、抹香鲸和中华鬣羚等 57 种。此外汕尾还有 CITES（濒危野生动植物国际贸易公约）附录物种 76 种，IUCN（自然保护联盟）红色名录物种近危及以上级别 56 种。

#### 4.1.6.4 海洋资源

港湾资源拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市海岸线长 455.2 千米，占全省海岸线的 11.1%，居全省第二位、粤东地区第一位，具有较大的发展空间。拥有海岛 881 个，居全省第一，其中有 430 个海岛被收入《中国海域海岛标准名录》，居全省第一；500 平方米以上岛屿有 133 个（含东沙岛）。较大的岛屿有龟龄、屿仔、施公寮、江牡、芒屿、菜屿、金屿等。沿岸拥有小漠、鲒门、马宫、汕尾、捷胜、遮浪、大湖、乌坎、金厢、碣石、湖东和甲子 12 座渔港。

#### 4.1.7 植被土壤

汕尾市现有林地面积 23.17 万公顷，森林面积 21.6 万公顷，森林覆盖率 49%，森林蓄积量 692.96 万立方米，乔木林蓄积量 654.36 万立方米，公益林面积 10.86 万公顷，商品林面积 12.31 万公顷，有林地面积 19.53 万公顷，无林地面积 1.5 万公顷。境内木本植物有 39 科 115 种，常见的乔木有杉、松、桉、红椎林、荷木、木麻黄、台湾相思、大叶相思、樟、柳、苦楝、油桐、橡胶等。

汕尾市内的土壤类型有水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤、赤红壤、菜园土、潮沙泥土、滨海盐渍沼渍土、海滨沙土、石质土等 10 多种土类 40 多个土属 70 多个土种。

### 4.2 周边海域概况

#### 4.2.1 资源概况

##### 4.2.1.1 岸线资源

汕尾市岸线资源丰富，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），全市海岸线全长 467.3km，占全省岸线 11.44%，其中严格保护岸线 254.6km，限制开发岸线 121.9km，优化利用岸线 90.8km。



根据 2022 年广东省最新修测岸线数据，本项目评价范围内海岸线全长 166.74km，海岸线类型主要为人工岸线、自然岸线、其他岸线，长度分别为 80.83km、84.66km、1.25km。



图 4.2-1 项目周边海岸线示意图

#### 4.2.1.2 岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。据《中国海岛志·广东卷第一册》记载，汕尾市近海海域有岛（礁）311 个，其中有居民岛 2 个，无居民岛（礁）309 个。海岛总面积 79.6 平方公里，岛岸线长 12.82 公里，面积大于或等于 500 平方米的岛（礁）93 个。

评价范围内共分布有 250 个海岛，其中有居民海岛 1 个：施公寮岛（项目所在），距离项目较近（1.5km 范围内）的其他海岛主要有堆石（NE，0.66km）、堆石南岛（NE，0.66km）、大担石（SW，0.73km）、扁担头西岛（SW，0.85km）、扁担头石（SW，0.85km）、扁担头东岛（SW，0.85km）、金屿群岛（NE，距离航道 1.08km）、石鼓门石（SW，1.19km）、酒瓶咀仔岛（SW，1.39km）、酒瓶咀（SW，1.39km）等，均为无居民海岛。





图 4.2-2 项目周边部分岛礁分布示意图

#### 4.2.1.3 港口、航道、锚地资源

##### (1) 港口资源

参考《汕尾港总体规划（2025—2035 年）》（报批稿），汕尾市目前包括海丰港区、汕尾港区、汕尾新港区和陆丰港区。

汕尾港现有 10 个生产用泊位，包括汕尾港区的远洋 5 千吨码头，汕尾新港区天源投资有限公司专用码头 2 个泊位、汕尾电厂的煤码头和重件码头、汕尾市信安实业有限公司码头，陆丰港区碣石海工基地新能源重件码头 2 个泊位、广东陆丰甲湖湾电厂配套码头的散货泊位和重件泊位。

其中，万吨级以上泊位 2 个（即 2 个 10 万吨级煤炭泊位），5000 吨级泊位 4 个，1000（含）~5000（不含）吨级泊位 4 个，泊位总长度为 1.57km，全港综合通过能力约 1798.49 万吨。

汕尾港公用泊位共 3 个、仅占全港 30%，即汕尾港区的 5000 吨级泊位和海工基地的 2 个 5000 吨级重件泊位，这些泊位规模较小、总体运输能力不高。其余均为非公用泊位。

汕尾港现状泊位中以通用件杂货泊位最多，共 7 个、占比 70%，在多个港区

均有建设；煤炭泊位数量不多，但是通过能力最大，占全港的 69%，且规模等级最高；此外还有少量散装水泥泊位。

汕尾新港区主要规划白沙湖作业区，白沙湖南岸已建有汕尾电厂配套码头，包括 1 个 10 万吨级散货泊位和 1 个 3000 吨级重件泊位，规划散货泊位可升级至 15 万吨级。紧邻电厂西北侧在建白沙湖作业区公用码头（一期工程），岸线长度为 707m，建设 2 个 10 万吨级以下的多用途、通用泊位。

## （2） 航道现状

### ①现状航道分布情况

根据《汕尾港总体规划（2025-2035 年）》（报批稿），汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、汕尾新港区（红海湾）、鲘门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道、乌坎作业区航道、华润电厂进港航道、甲湖湾电厂进港航道及陆丰核电重件码头进港航道。

表 4.2-1 汕尾港进港航道现状表（单位：m）

| 航道名称                 | 长度      | 宽度      | 基准水深      | 底质     | 可航水域    | 备注            |
|----------------------|---------|---------|-----------|--------|---------|---------------|
| 汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标） | 4730    | 75      | -5.0~-7.0 | 沙泥     | 120     | 人工疏浚形成        |
| 汕尾作业区内航道             |         |         | -3.5~-7.0 | 沙泥     | 120     | 自然航道          |
| 马宫作业区航道              |         |         | -3.0~-4.5 | 沙泥     | 120     | 自然航道          |
| 汕尾新港区（红海湾）           | 4210    | 190/300 | -16.1     | 泥沙     | 190/300 | 人工疏浚（外航道/内航道） |
| 鲘门作业区航道              |         |         | -2.8~-4.5 | 沙泥     | 120     | 自然航道          |
| 甲子作业区航道（自西方位标~航道）    | 2700    | 60（最窄处） | -2.8（最低）  | 沙质或泥沙质 |         | 航道弯曲          |
| 碣石作业区航道              | 5200    | 60（最窄处） | -5.1      | 泥沙     | 60      |               |
| 乌坎作业区航道              | 2100    | 60（最窄处） | -2.7~-6.0 | 泥沙     |         | 人工疏浚形成        |
| 华润电厂进港航道             | 10550   | 189     | -16.2     | 泥沙     |         | 人工疏浚          |
| 甲湖湾电厂进港航道            | 3326.78 | 190     | -16.0     |        |         | 人工疏浚          |

| 航道名称         | 长度 | 宽度 | 基准水深 | 底质 | 可航水域 | 备注 |
|--------------|----|----|------|----|------|----|
| 陆丰核电重件码头进港航道 |    | 73 | -7.6 |    |      |    |



图 4.2-3 汕尾港航道分布图

## ②白沙湖作业区航道淤积情况

参考《汕尾电厂港池及航道维护性疏浚工程环境影响报告书（报批稿）》（广州百川纳科技有限公司，2025 年 6 月），汕尾电厂码头港池及航道在生产运营中会产生自然回淤，需要定期进行维护，近期曾于 2017 年、2021 年和 2022 年对港池航道开展维护疏浚，其中 2021 年疏浚量 72.75 万立方米（仅对航道施工），2022 年疏浚量 85 万立方米（主要为港池区域），估算港池年平均淤强 0.20m/a，现有航道平均淤强 0.22m/a。

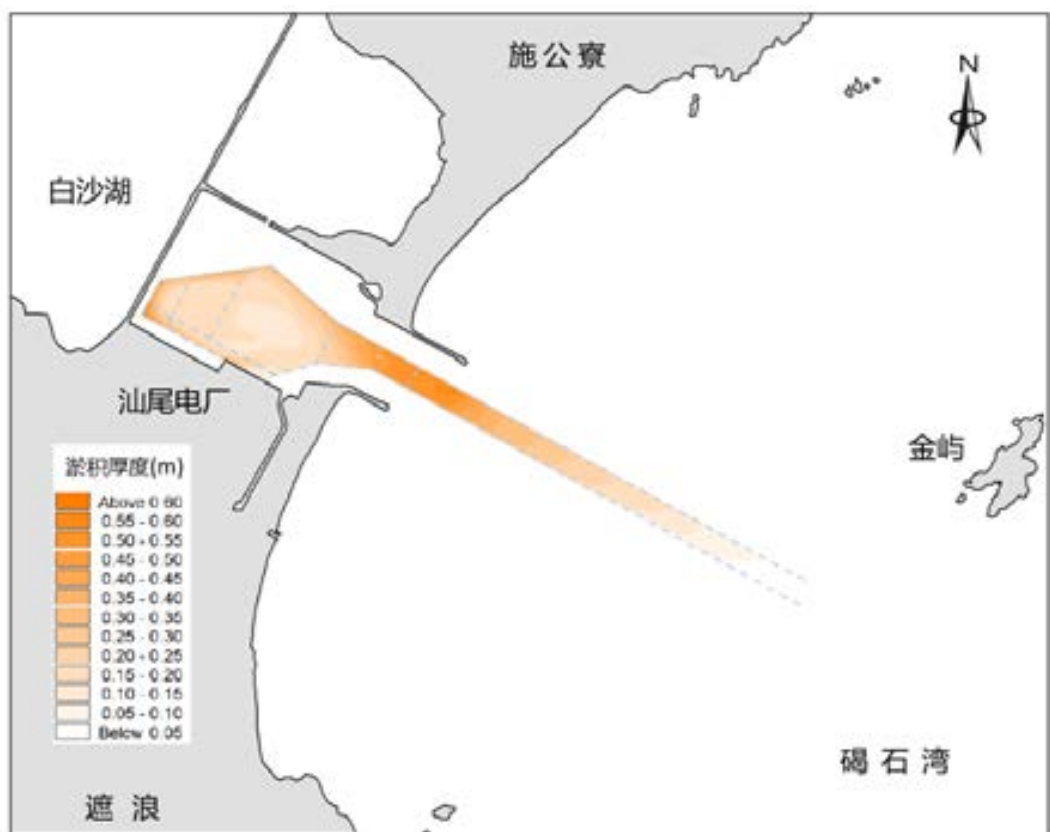


图 4.2-4 现状港池航道年淤积分布图

### (3) 锚地现状

根据《汕尾港总体规划（2025-2035 年）》（报批稿），汕尾港现状锚地共 18 个，锚地现状情况见下表所示。

表 4.2-2 汕尾港现状锚地一览表

| 序号 | 锚地所在港口 | 名称         | 中心地点                       | 半径<br>(海里) | 用途              |
|----|--------|------------|----------------------------|------------|-----------------|
| 1  | 汕尾港    | 大型船舶临时避风锚地 | 115°13'00"E,<br>22°37'00"N | 2          | 避风、防台           |
| 2  | 汕尾港    | 过驳锚地       | 115°17'30"E,<br>22°40'00"N | 2          | 侯泊、过驳、防台        |
| 3  | 汕尾港    | 引航锚地       | 115°13'00"E,<br>22°44'30"N | 1          | 引航、侯泊、防台        |
| 4  | 汕尾港    | 检疫锚地       | 115°16'30"E,<br>22°45'30"N | 0.5        | 检疫、防台           |
| 5  | 汕尾港    | 装运危险货物船舶锚地 | 115°17'36"E,<br>22°46'18"N | 0.5        | 装运危险货物船舶侯泊      |
| 6  | 鲗门港    | 检疫锚地       | 115°09'00"E,<br>22°46'00"N | 0.5        | 检疫、防台装运危险货物船舶侯泊 |
| 7  | 鲗门港    | 装运危险货物     | 115°07'48"E,               | 0.5        | 引航、检疫、防台        |

| 序号 | 锚地所在港口       | 名称             | 中心地点                       | 半径<br>(海里) | 用途       |
|----|--------------|----------------|----------------------------|------------|----------|
|    |              | 船舶锚地           | 22°46'00"N                 |            |          |
| 8  | 遮浪港          | 引航检疫锚地         | 115°32'00"E,<br>22°38'00"N | 1          | 避风、防台    |
| 9  | 碣石港          | 大型船舶临时<br>避风锚地 | 115°41'00"E,<br>22°40'00"N | 2          | 过驳、侯泊、防台 |
| 10 | 碣石港          | 过驳锚地           | 115°41'00"E,<br>22°45'00"N | 2          | 侯泊、过驳、防台 |
| 11 | 碣石港          | 引航检疫锚地         | 115°45'00"E,<br>22°47'00"N | 0.5        | 引航、检疫、防台 |
| 12 | 乌坎港          | 引航检疫锚地         | 115°40'00"E,<br>22°50'00"N | 0.5        | 引航、检疫、防台 |
| 13 | 甲子港          | 引航检疫锚地         | 115°04'23"E,<br>22°49'54"N | 0.5        | 引航、检疫、防台 |
| 14 | 汕尾港红<br>海湾港区 | 引航锚地           | 115°39'48"E,<br>22°38'30"N | 0.5        | 引航、检疫、防台 |
| 15 | 汕尾港海<br>丰港区  | 1 号引航检疫<br>锚地  | 115°07'24"E,<br>22°38'36"N | 0.5        | 引航、检疫、防台 |
| 16 | 汕尾港海<br>丰港区  | 2 号引航检疫<br>锚地  | 115°09'00"E,<br>22°36'00"N | 1.0        | 引航、检疫、防台 |
| 17 | 汕尾港陆<br>丰港区  | 1 号引航锚地        | 116°01'00"E,<br>22°45'00"N | 0.5        | 引航、检疫、防台 |
| 18 | 汕尾港陆<br>丰港区  | 2 号引航锚地        | 116°00'00"E,<br>22°43'00"N | 1          | 引航、检疫、防台 |

## 4.2.2 自然保护区概况

### 4.2.2.1 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区

汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区位于遮浪角东北部海域，由汕尾市于 2006 年批准建立，批复面积约 810 公顷。保护对象为遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境。根据《汕尾市自然保护地规划（2023-2035 年）》，该自然保护区经优化后，面积为 1444.39 公顷。

该自然保护区位于本项目西南侧约 0.10km。

### 4.2.2.2 广东遮浪半岛国家海洋自然公园

2016 年国家海洋局批准设立红海湾遮浪半岛国家级海洋公园，是汕尾市首个国家级海洋公园，批复面积 1878 公顷。根据《汕尾市自然保护地规划（2023-2035 年）》，该海洋自然公园经优化后，面积为 1876.81 公顷。自然公园为具有生

态、观赏、文化和科学价值，是重要的自然生态系统、自然遗迹和自然景观所在区域，是可以持续利用的区域，要确保森林、海洋、湿地、水域、生物等珍贵自然资源，以及所承载的景观、地质地貌和文化多样性得到有效保护。

该海洋自然公园位于本项目东侧约 3.22km。

#### **4.2.2.3 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区**

广东海丰鸟类省级自然保护区于 1998 年 12 月 28 日经省政府批准建立，由五个分区组成，即公平分区、大湖西分区、大湖东分区、联安围北分区和联安围南分区，同属于黄江河流域，总面积为 11590.5 公顷，保护区主要保护对象为：以黑脸琵鹭、卷羽鹅等为代表的具有国际重要意义珍稀水鸟及其栖息地，复杂多样的滨海湿地生态系统，东亚-澳大利亚候鸟迁徙路线上的重要水鸟越冬地和停歇地，列入国际候鸟保护协议、国家重点保护以及珍稀濒危的动植物资源及其栖息环境，候鸟及其栖息地，是中国生物多样性保护的关键性地区之一。保护区广阔的沿海湿地和丰富的淡水湿地，成为亚太地区南中国海迁徙水鸟的重要通道和国际濒危水禽重要的庇护栖息场所。根据《汕尾市自然保护地规划（2023-2035 年）》，该自然保护区经优化后，面积为 10977.60 公顷。

该自然保护区位于本项目北侧约 8.97km。

### **4.2.3 典型生态系统**

#### **4.2.3.1 珊瑚礁生态系统**

珊瑚礁生态系统是由珊瑚、藻类、底栖生物、鱼类以及微生物等多种生物部分和海洋环境等非生物部分组成，各成分之间通过物质循环、能量流动和信息交换等形成相互联系、相互依存的关系。珊瑚礁生物群落是海洋环境中物种多样性程度最高、资源最丰富的群落之一，在珊瑚礁复杂的栖息空间内生活着几乎所有海洋生物的门类代表。

全球珊瑚礁分布范围在南北纬 30° 之间的热带和亚热带海区。珊瑚的生存对温度的要求比较高，集中分布于印度-太平洋和大西洋-加勒比海，分别占 78% 和 8%。印太区有大约 1200 种造礁石珊瑚，加勒比海大约有 60 种。总面积 28-60 万平方公里。中国造礁石珊瑚分布西南中沙、海南岛、雷州岛、广东沿岸和台湾海峡。广东省珊瑚礁资源丰富，珊瑚礁面积超过全国的 60%，主要集中在大亚湾水产资源省级自然保护区和徐闻珊瑚礁国家级自然保护区。



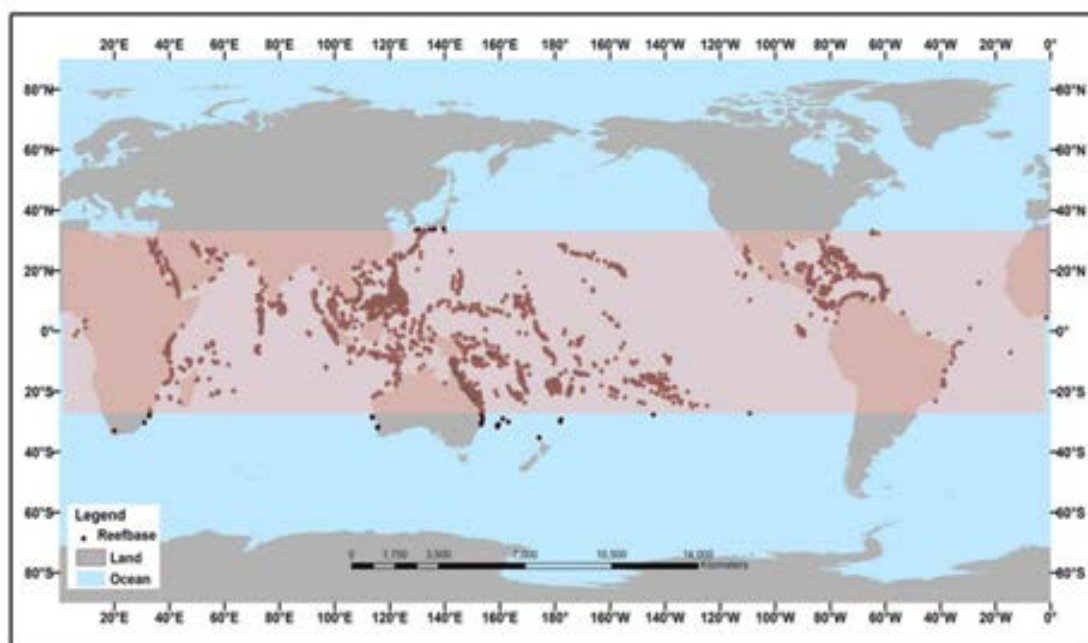


图 4.2-5 珊瑚礁生态系统分布

珊瑚是海洋中的一类低等动物，在分类地位上隶属于无脊椎动物门中的腔肠类，隶属于刺胞动物门珊瑚虫纲。珊瑚虫在形态结构上与海葵类似，呈中空圆柱形水螅体，附着在珊瑚孔内。珊瑚顶端有口杯，周围围绕着活动、可伸缩的珊瑚触手。一方面，珊瑚触手呈辐射对称，具有弥散的神经系统，应对外界刺激会做出反应。珊瑚虫以海水中的浮游生物为食，触手可以分泌某种物质，麻痹猎物，从而进行捕食。另一方面，珊瑚虫内胚层的液泡中共生着一类互利互惠的共生藻——虫黄藻。虫黄藻以珊瑚虫的代谢产物为原料进行光合作用，虫黄藻凋亡后，可以作为营养物质被珊瑚虫分解、消化，为珊瑚虫提供能量。

珊瑚属于无脊椎动物门中的腔肠类，隶属于刺胞动物门珊瑚虫纲。迄今为止，珊瑚纲中人类已发现并识别的珊瑚种类超过 6000 种，是刺胞动物门中最大的一类生物。珊瑚体型呈辐射对称，具有石灰质的外骨骼或皮层，其中含有大量骨针，无数的珊瑚虫聚集在一起形成珊瑚礁。其触手数量为六或八的倍数，根据其触手数量可分为六放珊瑚亚纲（触手为六的倍数）及八放珊瑚亚纲（触手为八的倍数）。八放珊瑚亚纲共 6 个目，包括匍匐珊瑚目、软珊瑚目、共鞘目、柳珊瑚目、全腔目、海鳃目；六放珊瑚亚纲共 5 个目，包括六放珊瑚目、石珊瑚目、海葵目、角珊瑚目和角海葵目。

珊瑚是生活在温带和热带海水中的古生代生物，是会分泌碳酸钙沉淀或骨针的腔肠动物。珊瑚虫属于腔肠动物的珊瑚虫纲，多数为聚集生长，会结合成形如

树枝的群体。

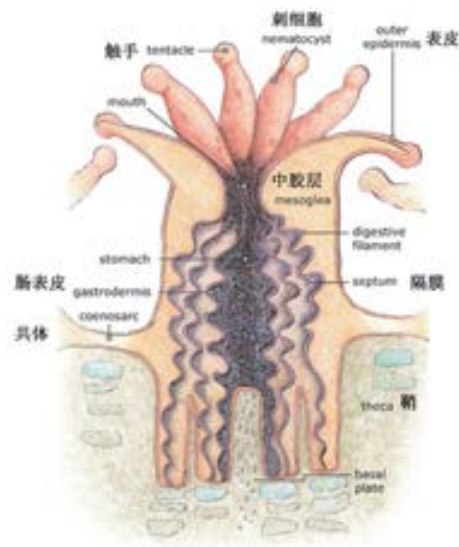


图 4.2-6 珊瑚结构

项目评价范围内分布有珊瑚典型生态系统，与本项目最近距离约 1.15km，主要在金屿周边。本报告引用《金屿典型珊瑚生态系统现状专题报告》（广东海兰图环境技术研究有限公司，2023 年 12 月）中金屿周边 4 个调查样带的调查结果，整体上看金屿的珊瑚分布在各个位点间差异不大，但仍然可能存在人类活动的影响。在靠近大陆的金屿西侧与北侧的 N1、N2 号样点发现了较为丰富的活体珊瑚分布，在位于远离大陆端的 N3 号样点的珊瑚礁和活珊瑚分布的面积最大，N4 样点水下生活态珊瑚有所减少，但仍然高于面向陆地一侧的 N1 和 N2 样点。

金屿周边海域活造礁石珊瑚覆盖度为 3%~4.6%，平均为 3.7%。

该次调查共记录造礁石珊瑚 4 科 5 属 7 种。澄黄滨珊瑚（*Porites lutea*）占有造礁石珊瑚种类的 44.59%，为该区域造礁石珊瑚优势种。其次为团块滨珊瑚（*Porites lobata*）占 27%，其它种类造礁石珊瑚占比均小于 10%。各站位的优势种造礁石珊瑚均为澄黄滨珊瑚和团块滨珊瑚，其覆盖度范围为 1%~2%。

根据珊瑚样本的鉴定结果，共鉴定出扁脑珊瑚属（*Platygyra* sp.）、刺星珊瑚属（*Cyphastrea* sp.）、角孔珊瑚属（*Goniopora* sp.）、盘星珊瑚属（*Dipsastraea* sp.）、邓肯沙珊瑚属（*Duncanopsammia* sp.）、刺叶珊瑚属（*Echinophyllia* sp.）、蔷薇珊瑚属（*Montipora* sp.）、鹿角珊瑚属（*Acropora* sp.）共计 8 属、10 种珊瑚类型。



图 4.2-7 项目周边珊瑚群落分布

#### 4.2.3.2 红树林生态系统

据资料收集和现场调研统计，2022 年汕尾市现有红树林面积 76.52hm<sup>2</sup>，其中红树林分布面积最大的是海丰县，红树林面积 55.03hm<sup>2</sup>，占汕尾市红树林总面积的 71.9%，其次是汕尾市城区，红树林面积 14.83hm<sup>2</sup>，占汕尾市红树林总面积的 19.4%，红树林面积最小的是红海湾经济开发区，只有一个红树林斑块，面积为 6.67hm<sup>2</sup> 占汕尾市红树林总面积的 8.7%。现有红树林面积分布见表 4.2-3。

表 4.2-3 汕尾市现有红树林面积分布（2022 年统计资料）

| 行政区      | 红树林面积（hm <sup>2</sup> ） | 红树林面积占比（%） |
|----------|-------------------------|------------|
| 城区       | 14.83                   | 19.40      |
| 海丰县      | 55.03                   | 71.90      |
| 红海湾经济开发区 | 6.67                    | 8.70       |
| 陆丰市      | 0                       | 0          |
| 合计       | 76.52                   | 100.00     |

注：引自《汕尾市红树林保护修复规划（2023-2035 年）》。

汕尾市真红树植物种类有 11 种，包括卤蕨、木、秋茄、海漆、桐花树、白骨壤、老鼠簕、无瓣海桑、红海榄、海桑、拉关木，其中无瓣海桑、拉关木是国外引进种，其余都是中国乡土树种。半红树植物种类有 6 种，包括苦郎树、海果、

黄、杨叶肖槿、阔苞菊、水黄皮。其中苦郎树、海杜果、黄槿、杨叶肖槿、阔苞菊、水黄皮等半红树为偶见种，在汕尾市基本没有成片分布。木榄、海漆、老鼠、红海榄、海桑等真红树也不多见，未见有纯林，多散生于秋树、白骨壤、桐花树的灌丛中。此外还有堤岸伴生植物：鱼藤、裂叶红薯、海刀豆、大花老鸦嘴、铁马鞭、胜红蓟、红毛草、田菁等 15 种以上。

汕尾市红树林原生群系常见为卤蕨群系、老鼠群系、桐花树群系、海漆群系和白骨壤群系等，但多为零散分布，不成统计面积。汕尾市成片分布的红树林多为人工种植的群落，共分为 4 种群落类型主要有桐花树、秋茄、无瓣海桑的单优群落以及这些主要树种与其它树种的混交群落，见表 4.2-4。

表 4.2-4 汕尾市 4 种红树林群落信息统计表

| 序号 | 群落特征            | 面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 占红树林总面积<br>比例 (%) | 主要分布区域<br>及其面积 (hm <sup>2</sup> )                                                       |
|----|-----------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 秋茄              | 13.47                    | 17.6              | 城区小岛 1.87hm <sup>2</sup> 、城区人造沙滩 1.58hm <sup>2</sup> 、城区品清湖东岸及南岸 10.02hm <sup>2</sup>   |
| 2  | 桐花树             | 2.41                     | 3.15              | 大湖鸟岛 2.41hm <sup>2</sup>                                                                |
| 3  | 无瓣海桑            | 0.40                     | 0.52              | 城区长沙村 0.40hm <sup>2</sup>                                                               |
| 4  | 秋茄 桐花树<br>-混生树种 | 60.24                    | 78.72             | 红海湾经济开发区南联村 6.67hm <sup>2</sup> 、海丰县梅陇镇 52.61hm <sup>2</sup> 、城区长沙村 0.96hm <sup>2</sup> |

注：引自《汕尾市红树林保护修复规划（2023-2035 年）》。

按照《汕尾市红树林保护修复规划（2023-2035 年）》，至 2025 年，汕尾市红树林实现整体保护，542hm<sup>2</sup> 的红树林营造任务和 68hm<sup>2</sup> 的现有红树林修复任务全面落实，红树林生态空间布局得到优化，红树林生态系统稳定性进一步增强；至 2035 年，在现状红树林范围外营造红树林不少于 600hm<sup>2</sup>，修复现有红树林不少于 100hm<sup>2</sup>，新建 1 处红树林保护修复示范区。重点打造广东海丰鸟类省级自然保护区集“红树林+生态养殖+碳汇交易”于一体的红树林保护修复与生态产业示范基地。

#### 4.2.4 人工鱼礁区

根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》，碣石湾海域共规划建设人工鱼礁区 6 个，分别为陆丰市甲子麒麟山人工鱼礁区、陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区、陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区、陆丰市金厢南人工鱼礁区、汕尾市遮浪角东人工鱼礁区、汕尾市遮浪角西人工鱼礁区。目前，已建成汕尾市遮浪角东人工鱼礁区，



共投放礁体 860 个，总空方 26691m<sup>3</sup>。此外，陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区已易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。



图 4.2-8 汕尾人工鱼礁分布图

## 4.2.5 珍稀海洋生物资源

### 4.2.5.1 海马

海马因其头部酷似马头而得名，是一种近陆浅海小型鱼类，隶属海龙目海龙科海马属头侧扁，头每侧有 2 个鼻孔，头与躯干成直角形，胸腹部凸出，由 10~12 个骨头环组成，一般体长 10cm 左右，尾部细长，具四，常呈卷曲状，全身完全由膜骨片包裹，有一无刺的背鳍，无腹鳍和尾鳍。雄性海马腹面有一个育儿囊，卵产于其内进行孵化，一年可繁殖 2~3 代。

生活习性：海马因其拟态适应特性，习性也较特殊，喜栖于藻丛或海韭菜繁生的潮下带海区。性甚懒惰，常以卷曲的尾部缠附于海藻的茎枝之上，有时也倒挂于漂浮着的海藻或其他物体上，随波逐流。即使为了摄食或其他原因暂时离开缠附物游泳一段距离之后，又找到其他物体附着之上。海马的游泳姿势十分优美，鱼体直立水中，完全赖以背鳍和胸鳍高频率地作波状摆动（每秒钟 10 次）而作缓慢的游动（每分钟仅达 1-3m）。海马的活动一般多在白天（上午和下午），晚上

则呈静止状态。海马在水质变劣、氧气不足或受敌害侵袭时，往往因咽肌收缩而发出咯咯的响声，这给养殖者发出“求救”的信号，但在摄食水面上的饵料时也会发声，应加以区别。

食性：海马是靠鳃盖和吻的伸张活动吞食食物，饵料的大小以不超过吻径为度对饵料的种类和鲜度有一定选择性。海马的觅食视距仅为 1m 左右，所以饵料要投在经常群集处。自然海区海马主要摄食小型甲壳动物，主要有挠足类、蔓足类的壶幼体、虾类的幼体及成体、萤虾、糠虾和钩虾等。在人工饲养条件下，以摄食糠虾和樱虾效果最好，其次为足类和端足类。淡水枝角类等也可为食，但要注意避免因在海水中迅速死亡以污染水质。

生活环境：在自然海域中，海马通常喜欢生活在珊瑚礁的缓流中，因为它们不善于游水，故而经常用它那适宜抓握的尾部紧紧勾勒住珊瑚的枝节、海藻的叶片上，将身体固定，以使不被激流冲走。

生育：每年的 5 月~8 月是海马的繁殖期，8~9 月为盛产期。

项目东南侧 8km 是碣石湾海马珍稀濒危物种分布区。

#### **4.2.6 主要经济鱼种“三场一通”分布概况**

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

##### **4.2.6.1 南海鱼类产卵场**

本项目所在海域不位于南海中上层鱼类产卵场；也不位于南海底层、近底层鱼类产卵场。

##### **4.2.6.2 幼鱼幼虾保护区**

南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，一为广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角 40 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾 50 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港 20 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日。

根据《农业农村部关于调整海洋伏季休渔制度的通告》（农业农村部通告



(2023) 1 号)、《农业农村部关于印发〈“中国渔政亮剑 2025”系列专项执法行动方案〉的通知》(农渔发〔2025〕3 号)要求,南海海域(含北部湾)休渔时间:从 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时。

项目位于“广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域”的幼鱼、幼虾保护区。

4.2.6.3南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域。根据《农业农村部关于调整海洋伏季休渔制度的通告》(农业农村部通告〔2023〕1 号)、《农业农村部关于印发〈“中国渔政亮剑 2025”系列专项执法行动方案〉的通知》(农渔发〔2025〕3 号)要求,南海海域(含北部湾)休渔时间:从 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时,管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内,如下表所示。

表 4.2-5 幼鱼繁育区 17 个基点地理位置表

| 基点编号 | 东经       | 北纬      | 基点编号  | 东经       | 北纬      |
|------|----------|---------|-------|----------|---------|
| 第一基点 | 117° 40′ | 23° 10′ | 第十基点  | 109° 00′ | 18° 00′ |
| 第二基点 | 117° 25′ | 23° 00′ | 第十一基点 | 108° 30′ | 18° 20′ |
| 第三基点 | 115° 10′ | 22° 05′ | 第十二基点 | 108° 20′ | 18° 45′ |
| 第四基点 | 114° 50′ | 22° 05′ | 第十三基点 | 108° 20′ | 19° 20′ |
| 第五基点 | 114° 00′ | 21° 30′ | 第十四基点 | 109° 00′ | 20° 00′ |
| 第六基点 | 111° 20′ | 21° 00′ | 第十五基点 | 108° 50′ | 20° 50′ |
| 第七基点 | 111° 35′ | 20° 00′ | 第十六基点 | 108° 30′ | 21° 00′ |
| 第八基点 | 110° 40′ | 18° 30′ | 第十七基点 | 108° 30′ | 21° 31′ |
| 第九基点 | 109° 50′ | 17° 50′ | /     | /        | /       |

4.2.7项目周边用海活动情况

本项目周边用海活动引自《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书(报批稿)》。项目位于汕尾市城区遮浪街道以北的施公寮岛南侧,本项目周边海域开发利用现状主要有现状避风塘、汕尾新港区白沙湖作业区公用码头建设项目(拟调整)、广东汕尾电厂一期工程、汕尾新港区白沙湖作业区公用码头 3#泊位工程(拟调整)、汕尾电厂二期 5、6 号机(2×1000MW)扩建工程、汕尾市白沙湖连岛公路、广东省汕尾市遮浪(省二类)渔港一期工程、遮浪角东人工鱼礁区、自然保护地、珊瑚礁、锚地、航道、国土证等。项目所在

海域海洋开发利用活动见下表。

表 4.2-6 项目周边海域开发利用现状信息表

| 序号 | 名称                           | 位置关系       | 用海方式                         |
|----|------------------------------|------------|------------------------------|
| 1  | 现状避风塘                        | 项目建设占用     | 非透水构筑物                       |
| 2  | 汕尾新港区白沙湖作业区公用码头建设项目(拟调整)     | 毗邻         | 透水构筑物, 港池、蓄水, 专用航道、锚地及其他开放式  |
| 3  | 汕(红)国用(2015)第(008 号)         | 毗邻         | /                            |
| 4  | 广东汕尾电厂一期工程                   | 毗邻         | 建设填海造地, 透水构筑物, 取、排水口, 港池、蓄水等 |
| 5  | 汕尾新港区白沙湖作业区公用码头 3#泊位工程(拟调整)  | 西南侧, 0.6km | 透水构筑物, 港池、蓄水等                |
| 6  | 汕尾电厂二期 5、6 号机 (2x1000MW)扩建工程 | 西南侧, 0.8km | 取、排水口, 专用航道、锚地及其他开放式用海       |
| 7  | 汕尾市白沙湖连岛公路                   | 西南侧, 0.6km | 建设填海造地                       |
| 8  | 广东省汕尾市遮浪(省二类)渔港一期工程          | 南侧, 4.9km  | 建设填海造地, 非透水构筑物, 港池、蓄水等       |
| 9  | 大型船舶临时避风锚地                   | 东侧, 1.9km  | 锚地                           |
| 10 | 过驳锚地                         | 东侧, 5.9km  |                              |
| 11 | 引航检疫锚地                       | 西南侧, 7.6km | 航道                           |
| 12 | 碇石航道                         | 穿越         |                              |
| 13 | 乌坎西线航道                       | 穿越         |                              |
| 14 | 乌坎东线航道                       | 东侧, 16.0km |                              |
| 15 | 遮浪角东人工鱼礁区                    | 南侧, 0.5km  | 人工鱼礁类透水构筑物                   |
| 16 | 珊瑚礁                          | 东北侧, 1.1km | 珊瑚礁                          |
| 17 | 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区        | 西南侧, 0.1km | 自然保护地                        |
| 18 | 广东遮浪半岛国家海洋自然公园               | 西南侧, 3.2km |                              |
| 19 | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区               | 北侧, 10.0km |                              |

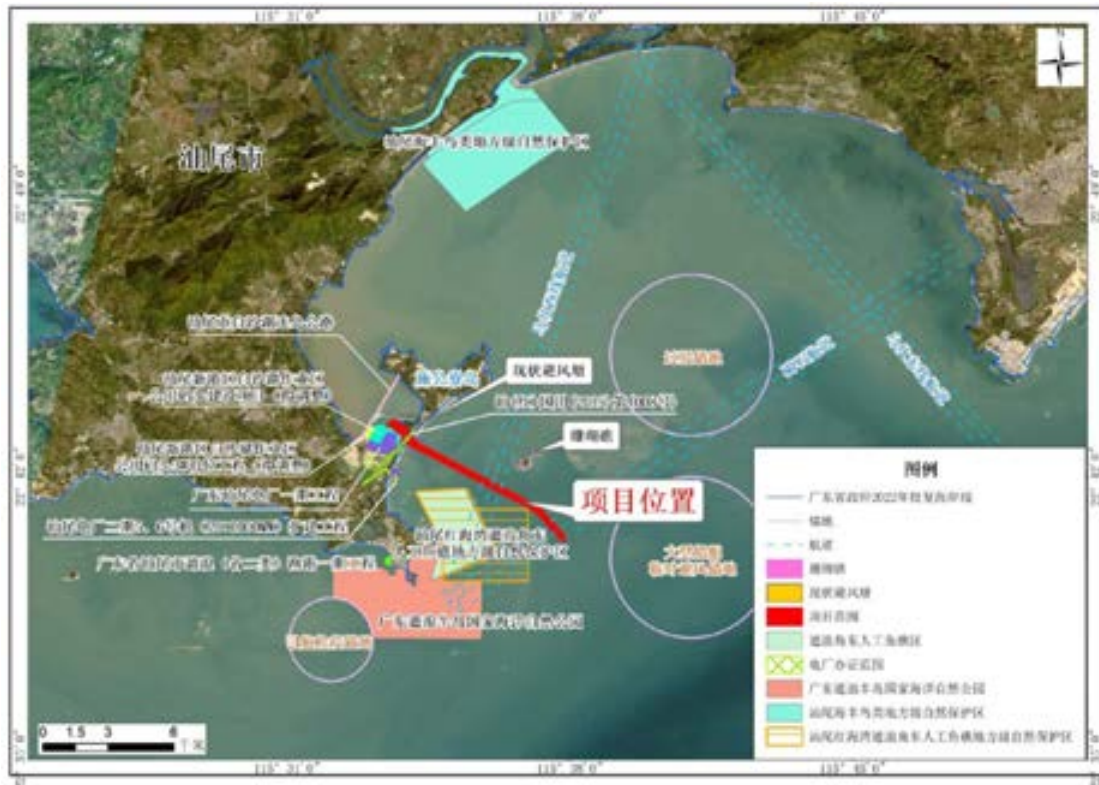


图 4.2-9 项目周边海域开发利用现状图（引自项目海域使用论证报告书）

#### 4.2.8项目周边水产养殖分布情况

根据现场踏勘和权属资料，项目周边无陆-海养殖区。本项目东北侧存有 3 项海上养殖用海项目，分别为陆丰蚝之发水产养殖项目海上养殖场、陆丰盛风水产养殖项目海上养殖场、陆丰碣石湾金厢片区开放式养殖用海项目，直线距离分别为 12.39km、12.76km、13.11km，主要养殖品种为牡蛎、贝类等。

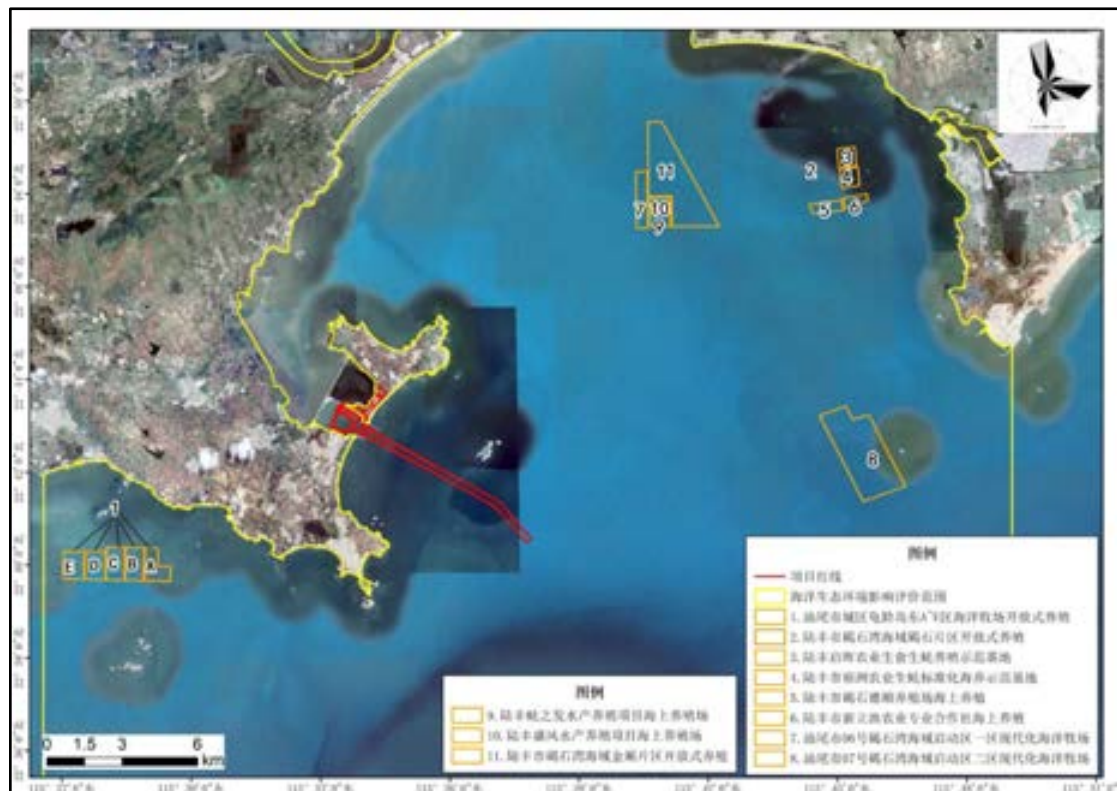


图 4.2-10 项目周边水产养殖情况分布图

# 5环境质量现状调查与评价

## 5.1海洋水文动力环境现状调查

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，潮流调查站位的布置应满足数值模拟需求，重点考虑工程对水动力影响较大的区域、现状水动力变化明显的区域及控制边界，1级评价项目一般应不少于3条断面，每条断面应布设2~3个站位；项目评价范围内宜布置不少于2个潮位观测站位，开展包括大潮期和小潮期在内的连续观测，连续观测时长应满足现状分析和数值模拟的需求。调查时段（季节）、频次可依据所在海域潮流场特征选择，或与海水水质现状调查一致。

本节水文观测资料引用自《汕尾陆丰碣石湾海域水文动力观测技术报告（秋季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2021年11月）、《2024年汕尾海砂项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025年7月）。广州海兰图检测技术有限公司分别于2021年10月及2025年6月在项目周边海域开展了两期水文动力现状调查，其中2021年10月调查共布设6个水文站位和2个潮位观测站位，2025年6月调查共布设7个水文站位和2个潮位观测站位，以上水文站位和潮位观测站位均位于本项目海洋生态环境影响评价范围内。

### 5.1.12021年10月海洋水文动力环境现状调查

#### 5.1.1.1调查概况

广州海兰图检测技术有限公司于2021年10月20日~22日在项目周边海域开展了水文动力现状调查，布设6个水文站位和2个潮位观测站位，观测内容包括温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向、海况、潮位等。各站位坐标以及观测项目见表5.1-1，站位位置图见图5.1-1。

表 5.1-1 2021年秋季水文观测站位置及观测内容

| 类别                  | 序号 | 站号    | 经度 (E°)    | 纬度 (N°)   | 观测要素          |
|---------------------|----|-------|------------|-----------|---------------|
| 海流<br>悬沙<br>观测<br>站 | 1  | SW2-1 | 115.555916 | 22.782512 | 海流、悬沙、温盐      |
|                     | 2  | SW2-2 | 115.6389   | 22.7195   | 海流、悬沙、温盐、风速风向 |
|                     | 3  | SW2-3 | 115.737877 | 22.779347 | 海流、悬沙、温盐      |
|                     | 4  | SW2-4 | 115.554199 | 22.64665  | 海流、悬沙、温盐      |

| 类别 | 序号 | 站号    | 经度 (E°)    | 纬度 (N°)   | 观测要素          |
|----|----|-------|------------|-----------|---------------|
| 潮位 | 5  | SW2-5 | 115.64312  | 22.647918 | 海流、悬沙、温盐、风速风向 |
|    | 6  | SW2-6 | 115.744057 | 22.649502 | 海流、悬沙、温盐      |
|    | 7  | SWC3  | 115.563469 | 22.662492 | 潮位            |
|    | 8  | SWC4  | 115.699425 | 22.850867 | 潮位            |

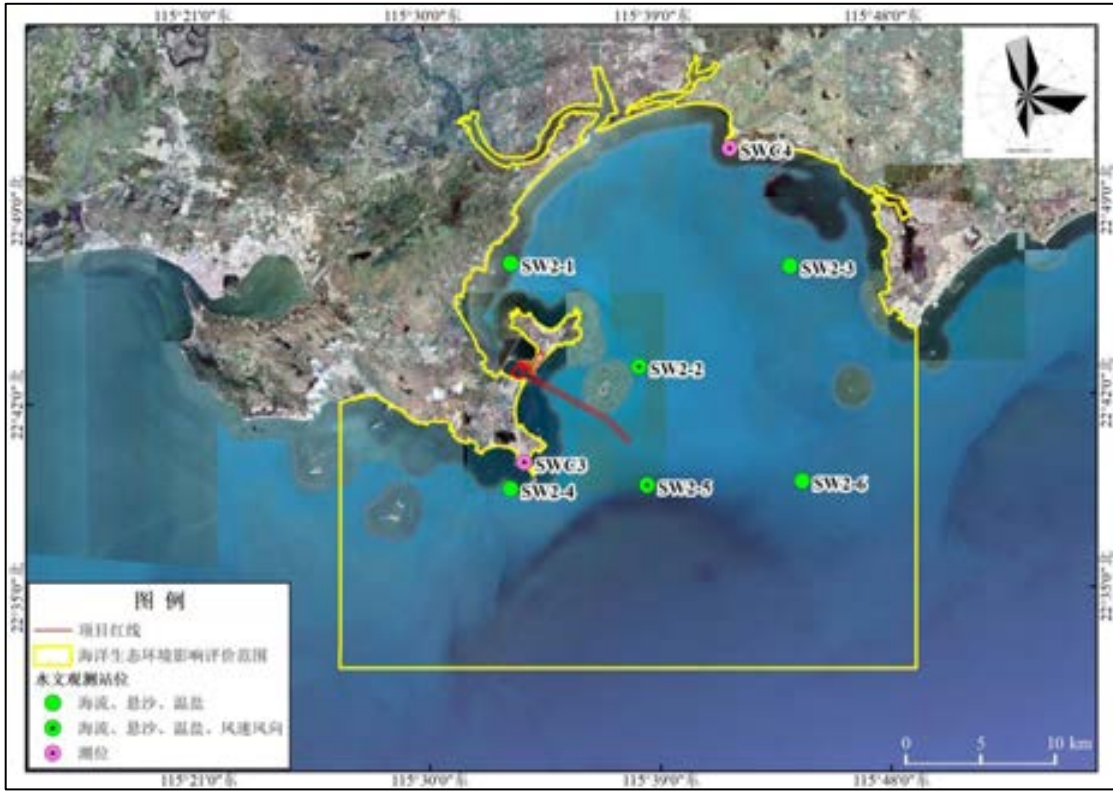


图 5.1-1 2021 年 10 月项目周边海域水文调查站位图

### 5.1.1.2调查方法

采用海鹰 HY1300 全数字潮位仪、安德拉单点海流计、道万 CTD 和自动风速风向仪进行潮汐、流速、流向、水温、风速、风向的调查。观测时间长度为 25h，26 时次逐时连续观测。

1、海流包括流速和流向，分 3 层，分别为表层（水面下 0.5m）、中层（0.6H，H 为水深）、底层（海底面上 1.0m）。观测频率为每小时一次，每层次分 3 次读取和记录数据。

分别在 SW2-2、SW2-5 号站间隔 6 小时各观测一次风向、风速、海况：

表 5.1-2 各层次提升时间和停留时间表

| 序号 | 层次 (m)      | 提升开始时刻 (分) | 停留时刻 (分) |
|----|-------------|------------|----------|
| 1  | 底层（离底 1.0m） | 56         | 57、58、59 |
| 2  | 中层（0.6H）    | 00         | 01、02、03 |



| 序号 | 层次 (m)        | 提升开始时刻 (分) | 停留时刻 (分) |
|----|---------------|------------|----------|
| 3  | 表层 (水面下 0.5m) | 04         | 05、06、07 |

2、水温、盐度观测使用道万 CTD 观测，观测时间与层次与海流观测一致。

3、含沙量：海流观测期间每 2 小时采集 1 次水样，测试悬沙含量，采样层次同海流观测层次，每层次采大于 1L 水样，测试悬沙含量。

4、风向、风速使用 FYF1 便携式风向风速仪进行。大潮期间隔 6 小时观测一次风向、风速、海况。观测站位为 SW2-2、SW2-5。

**表 5.1-3 分析方法**

| 序号 | 分析项目  | 分析方法             | 分析仪器    | 引用标准                                                    |
|----|-------|------------------|---------|---------------------------------------------------------|
| 01 | 悬沙    | 重量法              | 电子天平    | 《海洋调查规范 第 8 部分:海洋地质地球物理调查》(GB/T 12763.8-2007)           |
| 02 | 流速、流向 | 船只锚碇测流法          | 安德拉海流计  | 《海洋调查规范 第 2 部分: 海洋水文》(GB/T 12763.2-2007)                |
| 03 | 温、盐、深 | 温盐深仪 (CTD) 定点测量法 | 道万 CTD  | 《海洋调查规范 第 2 部分: 海洋水文观测》(GB/T 12763.2-2007)              |
| 04 | 风速、风向 | 仪器测量法            | 三杯风速风向仪 | 《海洋调查规范 第 3 部分: 海洋气象观测》(GB/T 12763.3-2020)              |
| 05 | 悬 沙   | 重量法              | 电子天平    | 《海洋调查规范 第 8 部分:海洋地质地球物理调查》(GB/T 12763.8-2007 6.1.4 悬浮体) |

**表 5.1-4 海况等级表**

| 海况 (级) | 海面征状                               |
|--------|------------------------------------|
| 0      | 海面光滑如镜。                            |
| 1      | 波纹。                                |
| 2      | 风浪很小，波峰开始破碎，但浪花不显白色。               |
| 3      | 风浪不大，但很触目，波峰破裂，其中有些地方形成白色浪花、白浪。    |
| 4      | 风浪具有明显的形状，到处形成白浪。                  |
| 5      | 出现高大的波峰，浪花占了波峰上很大的面积，风开始削去波峰上的浪花。  |
| 6      | 波峰上被风削去的浪花开始沿海浪斜面伸长成带状。            |
| 7      | 风削去的浪花带布满了海浪斜面，有些地方到达波谷，波峰上布满了浪花层。 |
| 8      | 稠密的浪花布满了海浪斜面，海面变成白色，只在波谷某些地方没有浪花。  |
| 9      | 整个海面布满了稠密的浪花层，空气中充满了水滴和飞沫，能见度显著降低。 |

### 5.1.1.3 数据处理方法

#### 1、潮位

潮汐资料来源于水文观测期间的 SWC3、SWC4 临时潮位站，每 5 分钟采集 1 组数据，连续观测 72 小时。

资料处理采用潮汐调和分析法计算得到各个分潮的调和常数。

提交的观测成果报表及图：

- (1) 逐时潮位记录报表；
- (2) 主要分潮调和常数表；
- (3) 潮位过程曲线图。

#### 2、潮流

SW2-1、SW2-2、SW2-3、SW2-4、SW2-5 和 SW2-6 六个站位的潮流流速、流向观测使用安德拉海流计，观测时间间隔为 1h，整点连续 26 个时次测量，数据处理时选取表中底三层数据进行计算分析。分层原则如下：采用三点法，选取表层（水面下 1 m）、中层（0.6H）和底层（距海底 1 m）流速、流向。

各站位垂线平均流速、流向采用矢量法计算，具体计算方法如下：

- (1) 将测点流速分解为沿东西方向的  $V_E$  和沿南北方向的  $V_N$ ，即：

$$V_E = V \times \sin\alpha \quad (\text{式 1})$$

$$V_N = V \times \cos\alpha \quad (\text{式 2})$$

式中：

$V$ ——流速，m/s；

$\alpha$ ——流向，rad；

$V_E$ ——流速东分量，m/s；

$V_N$ ——流速北分量，m/s。

- (2) 运用加权法计算垂线平均的流速东分量  $V_{Em}$  和流速北分量  $V_{Nm}$ ，即：

三点法按式（3）和式（4）计算：

$$V_{Em} = (3V_{0.0E} + 4V_{0.6E} + 3V_{1.0E})/10 \quad (\text{式 3})$$

$$V_{Nm} = (3V_{0.0N} + 4V_{0.6N} + 3V_{1.0N})/10 \quad (\text{式 4})$$

上式中：

$V_{Em}$ ——垂线平均的流速东分量，m/s；

$V_{Nm}$ ——垂线平均的流速北分量，m/s；

$V_{0.0E}$ 、 $V_{0.0N}$ ——表层流速东分量、北分量，m/s；

$V_{0.6E}$ 、 $V_{0.6N}$ ——0.6 H 流速东分量、北分量，m/s；

$V_{1.0E}$ 、 $V_{1.0N}$ ——底层流速东分量、北分量，m/s。

(3) 运用矢量法计算垂线平均流速、流向，按式 (5) 和式 (6) 计算：

$$V_m = (V_{Em}^2 + V_{Nm}^2)^{1/2} \quad (\text{式 } 5)$$

$$\alpha_m = \text{Arc tan}(V_{Em}/V_{Nm}) \quad (\text{式 } 6)$$

式中：

$V_m$ ——垂线平均的流速，m/s；

$\alpha_m$ ——垂线平均流向。

### 3、温度、盐度

海水温度、盐度观测采用道万 CTD 温度、盐度探头同时进行，观测时间间隔为 1h，整点连续 26 个时次测量，测量层次同潮流观测层次。垂线平均温度、盐度的计算取所有层数的平均值。

三点法：

$$T_m = (T_{0.0} + T_{0.6} + T_{1.0}) / 3 \quad (\text{式 } 7)$$

$$S_m = (S_{0.0} + S_{0.6} + S_{1.0}) / 3 \quad (\text{式 } 8)$$

式中：

$T_m$ 、 $S_m$ ——垂线平均的温度 (°C)、盐度；

$T_{0.0}$ 、 $S_{0.0}$ ——表层温度 (°C)、盐度；

$T_{0.6}$ 、 $S_{0.6}$ ——0.6H 温度 (°C)、盐度；

$T_{1.0}$ 、 $S_{1.0}$ ——底层温度 (°C)、盐度。

### 4、泥沙

#### (1) 含沙量测定

含沙量采用重量法 (GBT 12763.8-2007) 测定，一定体积的水样通过 0.45  $\mu\text{m}$

的滤膜，称量留在滤膜上的悬浮物质的重量，计算水中的悬浮物质浓度。本方法适用于河口、港湾和大洋水体中悬浮物质的测定。本次海水水样分析严格按照规范要求，在过滤前将每个水样振荡摇匀再量取其体积，过滤中待海水全部滤干后再用 200 mL 蒸馏水分三次淋洗滤膜上盐分，抽干后将滤膜放入电热恒温干燥箱内（40~50℃）恒温脱水 6 h~8 h，装入干燥器待其常温用万分之一天平称量。

含沙量计算公式如式（9）所示：

$$C = \frac{W_1 - W_2 - \Delta W}{V} \quad (\text{式 9})$$

式中：

$C$ ——悬浮物质浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$W_1$ ——悬浮物加水样滤膜重量，单位为克（g）；

$W_2$ ——水样滤膜重量，单位为克（g）；

$\Delta W$ ——空白校正滤膜校正值，单位为克（g）；

$V$ ——水样体积，单位为升（L）。

空白校正滤膜校正值按式（10）计算：

$$\Delta W = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (W_a - W_b) \quad (\text{式 10})$$

式中：

$W_a$ ——过滤后空白校正滤膜重量，单位为克（g）；

$W_b$ ——过滤前空白校正滤膜重量，单位为克（g）；

$n$ ——空白校正滤膜个数；

$\Delta W$  应是负值。

## （2）含沙量整理

含沙量采用有机玻璃采水器采集水样实验分析得出，采样时间间隔为 2h，整点采样 13 个时次，采样层次按底层（距海底 1m）、0.6H（H 为瞬时水深）、表层（距海面 1m）的顺序依次进行，每个水样取样体积约 1000 mL。含沙量采用重量法（GB 17378.4-2007，悬浮物-重量法）测定，垂线平均含沙量计算方法如下：

三点法：

$$C_m = (C_{0.0} + C_{0.6} + C_{1.0})/3 \quad (\text{式 11})$$

式中：

$C_m$ ——垂线平均的含沙量，mg/L；  
 $C_{0.0}$ ——表层含沙量，mg/L；  
 $C_{0.6}$ ——0.6H 含沙量，mg/L；  
 $C_{1.0}$ ——底层含沙量，mg/L。

### 5、风速风向、海况

风速风向观测采用三杯风速风向仪测量风速、风向，在 SW2-2 和 SW2-5 两个站点间隔每 6h 测量一次；风速在船头开阔处测量。若出现异常情况，随时增补记录。

#### 5.1.1.4风速风向、海况

本次水文观测期间，风向以西南为主，风速在 2.9~7.7m/s。各站点风速以及风向变化不大。海况均为 2 级。

#### 5.1.1.5潮位

##### 1、实测潮位统计分析

根据 SWC3、SWC4 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，观测时间均为 2021 年 10 月 20 日 20 时至 10 月 23 日 23 时（72 小时）。两个站位的潮汐基本一样，在一天之中多出现两个高潮和两个低潮，且相邻两个高（低）潮潮高不等，潮汐不等现象显著。

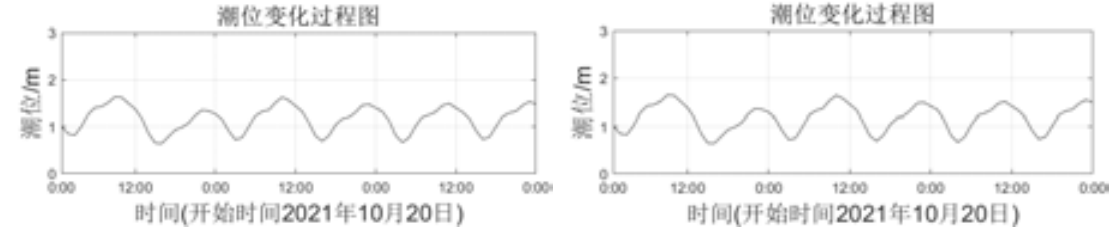


图 5.1-2 SWC3 站、SWC4 站潮位过程曲线

##### 2、潮汐调和分析

本报告根据收集的 SWC3、SWC4 连续 72 小时潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用引入差比数的最小二乘法对潮位进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 5.1-5 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。由表可知，分潮中 K1 分潮振幅最大，其振幅为约为 108.3cm，迟角约为 134.86° 。

表 5.1-5 碣石湾区域调和常数统计分析（基于 72 小时）

|    |      |      |
|----|------|------|
| 分潮 | SWC3 | SWC4 |
|----|------|------|

|     | 振幅 (cm) | 迟角 (°) | 振幅 (cm) | 迟角 (°) |
|-----|---------|--------|---------|--------|
| O1  | 108.3   | 134.86 | 105.2   | 134.15 |
| K1  | 127.8   | 183.86 | 124.2   | 183.15 |
| M2  | 27.2    | 37.09  | 27.6    | 36.74  |
| S2  | 10.6    | 77.09  | 10.7    | 76.74  |
| M4  | 5.6     | 197.91 | 5.6     | 197.06 |
| MS4 | 4.4     | 237.91 | 4.3     | 237.06 |

#### 5.1.1.6 实测海流

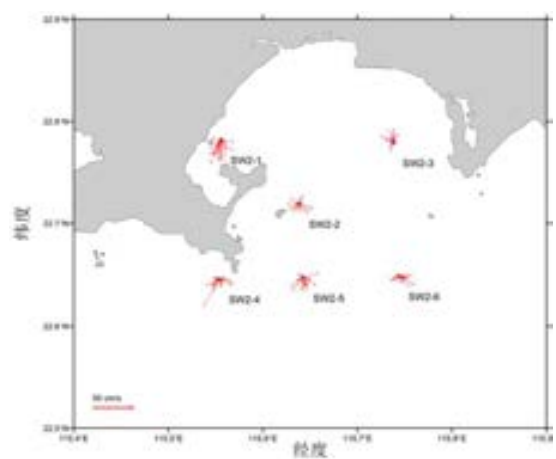
本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 5.1-3 所示, 图 5.1-4 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 5.1-6 为涨、落潮流统计表。

从海流的流态来看, 观测期内各站点海流的整体流向为西南方向, 主要反映出风场影响控制占主要因素 (表层水体)。SW2-1 站、SW2-2 站、SW2-3 站属于同一个海湾内部环流特征, SW2-4 站、SW2-5 站、SW2-6 站属于沿岸环流特征。SW2-1 站、SW2-2 站、SW2-3 站受湾内的一个逆时针流畅控制, 其动力因素主要为湾口内部的环流场和潮汐; SW2-4 站、SW2-5 站、SW2-6 站则受控于沿岸环流。汕尾陆丰的沿岸流的走向为东北-西南方向, 反映到靠外海的 3 个站位时, 中层及以下的水体主要是东西方向的变化特征。

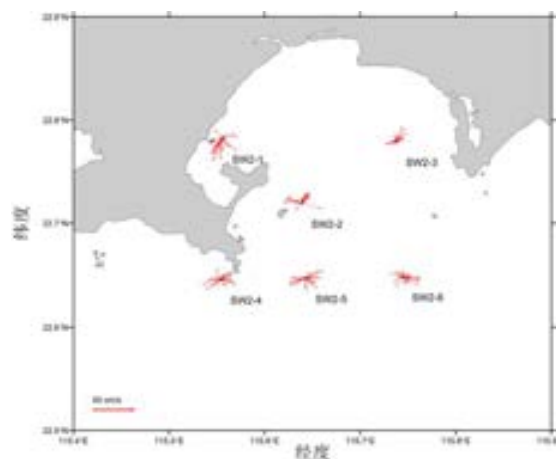
从各站海流过程矢量图可以看出, SW2-1 观测站表层、中层、底层潮流方向基本一致, 涨潮流主轴主要偏向 SW, 落潮流偏向 SE; 其余各观测站表层、中层、底层潮流方向基本一致, 涨潮流主轴主要偏向 NE, 落潮流偏向 ES。

观测期间最大涨潮流速为 38.33cm/s, 最大落潮流速为 41.68cm/s, 分别出现在 SW2-4 站表层和 SW2-4 站底层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 18.75cm/s 和 17.28cm/s, 分别出现在 SW2-1 的表层和 SW2-1 站中层。在垂向结构上, 各站点流速从上向下比较稳定; 在水平上, 海流的方向主要与岸线垂直, 各测站之间流速变化不大。

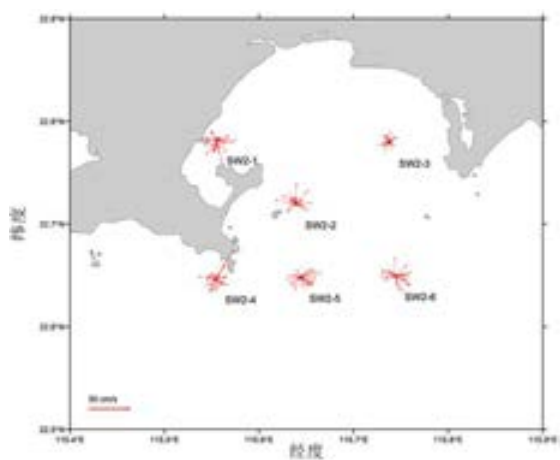




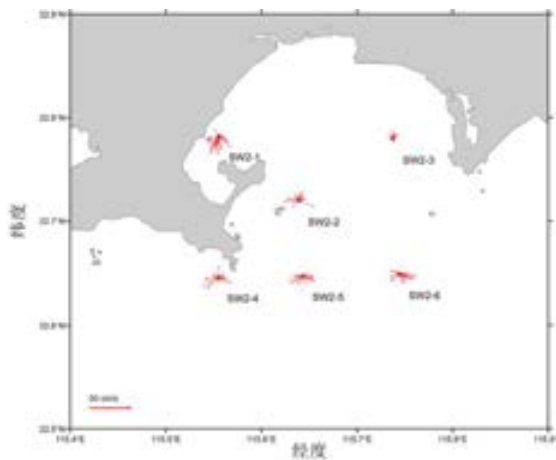
表层



中层

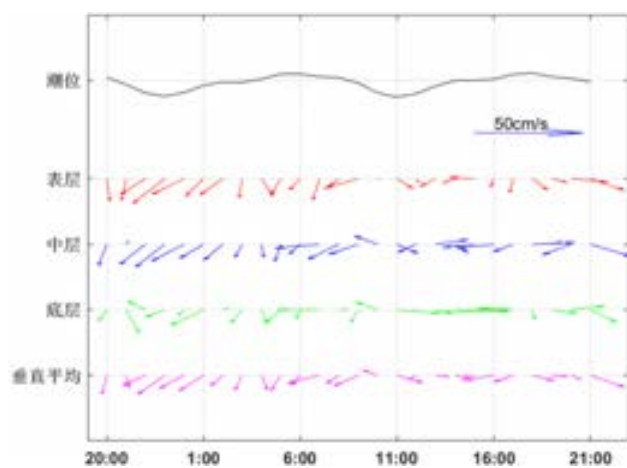


底层

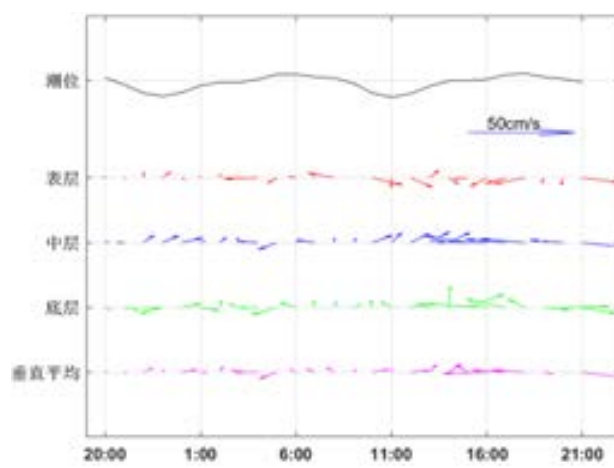


垂向平均

图 5.1-3 海流平面分布矢量图



SW2-1 站



SW2-2 站

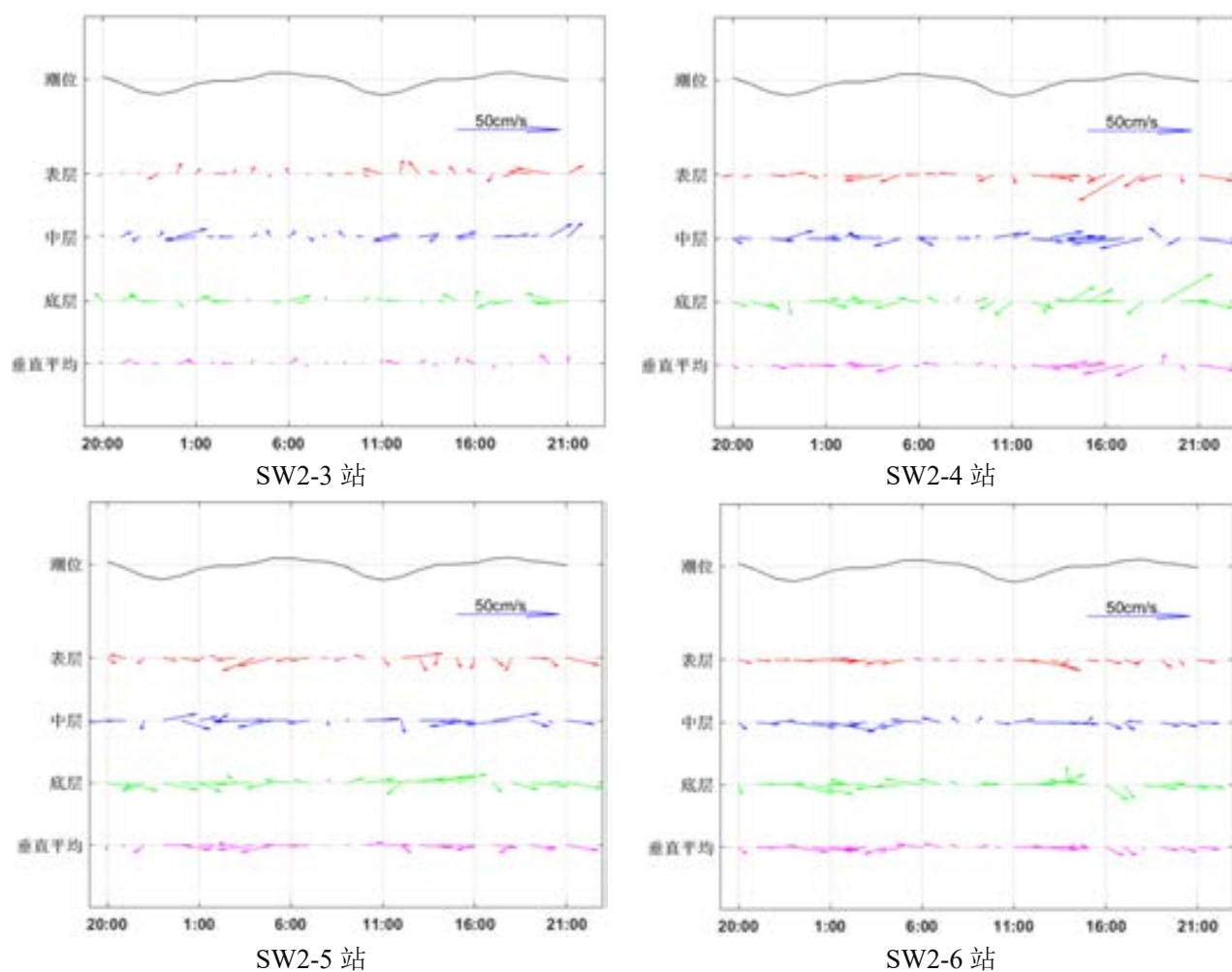


图 5.1-4 各站位海流矢量图

表 5.1-6 大潮期涨、落潮流对比统计表

| 层次 | 站位    | 流速 (cm/s)、流向 (°) |                |                |          |                |                |                |          |
|----|-------|------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------|
|    |       | 涨潮<br>最大<br>流速   | 对应<br>时刻<br>流向 | 涨潮<br>平均<br>流速 | 平均<br>流向 | 落潮<br>最大<br>流速 | 对应<br>时刻<br>流向 | 落潮<br>平均<br>流速 | 平均<br>流向 |
| 表层 | SW2-1 | 27.05            | 177.14         | 18.75          | 178.4    | 32.98          | 203.66         | 14.85          | 202.86   |
|    | SW2-2 | 17.32            | 110            | 8.12           | 233.58   | 15.75          | 124.66         | 8.04           | 125.55   |
|    | SW2-3 | 16.68            | 296.55         | 6.41           | 336.52   | 16.9           | 3.18           | 8.87           | 341.32   |
|    | SW2-4 | 38.33            | 210.41         | 11.88          | 216.53   | 16.97          | 107.14         | 9.02           | 146.41   |
|    | SW2-5 | 21.71            | 219.78         | 11.57          | 203.25   | 19.04          | 72.86          | 9.35           | 140.82   |
|    | SW2-6 | 11.32            | 241.07         | 7.18           | 181.92   | 23.39          | 120.99         | 10.77          | 115.44   |
| 中层 | SW2-1 | 25.92            | 187.46         | 17.13          | 199.27   | 30.17          | 203.56         | 17.28          | 203.08   |
|    | SW2-2 | 24.38            | 106.76         | 10.76          | 288.4    | 19.17          | 294.45         | 11.06          | 25.4     |
|    | SW2-3 | 18.88            | 30.73          | 8.06           | 19.45    | 16.54          | 51.51          | 8.28           | 17.63    |
|    | SW2-4 | 23.31            | 253.61         | 12.05          | 235.96   | 16.57          | 61.21          | 11.85          | 65.44    |
|    | SW2-5 | 22.16            | 66.24          | 13.12          | 247.57   | 17.62          | 132.46         | 12.51          | 107.63   |
|    | SW2-6 | 14.55            | 208.94         | 9.98           | 197.1    | 22.36          | 120.36         | 13.48          | 99.14    |

| 层次       | 站位    | 流速 (cm/s)、流向 (°) |                |                |          |                |                |                |          |
|----------|-------|------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------|
|          |       | 涨潮<br>最大<br>流速   | 对应<br>时刻<br>流向 | 涨潮<br>平均<br>流速 | 平均<br>流向 | 落潮<br>最大<br>流速 | 对应<br>时刻<br>流向 | 落潮<br>平均<br>流速 | 平均<br>流向 |
| 底层       | SW2-1 | 28.23            | 169.05         | 15.67          | 194.28   | 23.15          | 215.77         | 12.36          | 129.31   |
|          | SW2-2 | 25.76            | 279.65         | 11.51          | 314.01   | 25.71          | 1.66           | 11.58          | 29.62    |
|          | SW2-3 | 14.49            | 255.02         | 8.73           | 309.25   | 10.52          | 333.64         | 7.1            | 343.15   |
|          | SW2-4 | 21.8             | 276.48         | 11.8           | 255.71   | 41.68          | 31.25          | 16.56          | 92.64    |
|          | SW2-5 | 17.61            | 114.69         | 11.33          | 134.59   | 27.63          | 78.9           | 17.09          | 95.11    |
|          | SW2-6 | 21.76            | 154.33         | 13.79          | 179.72   | 22.67          | 357.46         | 15.61          | 66.01    |
| 垂线<br>平均 | SW2-1 | 22.5             | 184.93         | 15.16          | 190.01   | 25.4           | 206.27         | 12.62          | 196.41   |
|          | SW2-2 | 19.82            | 110.32         | 8.26           | 278.26   | 11.49          | 26.12          | 6.8            | 35.81    |
|          | SW2-3 | 12.11            | 342.71         | 5.1            | 354.5    | 8.62           | 48.66          | 4.23           | 348.98   |
|          | SW2-4 | 21.33            | 235.95         | 9.88           | 229.23   | 14.48          | 111.87         | 8.29           | 89.05    |
|          | SW2-5 | 17.18            | 250.43         | 9.11           | 220.21   | 14.85          | 114.36         | 10.22          | 108.24   |
|          | SW2-6 | 13.13            | 143.74         | 9.4            | 186.18   | 20.36          | 97.44          | 10.84          | 96.28    |

### 5.1.1.7潮流

#### 1、潮流性质

各站各层潮流性质系数 F 值见表 5.1-7。根据潮流调和分析结果，各观测点均是不规则半日潮流。

表 5.1-7 潮流性质系数表

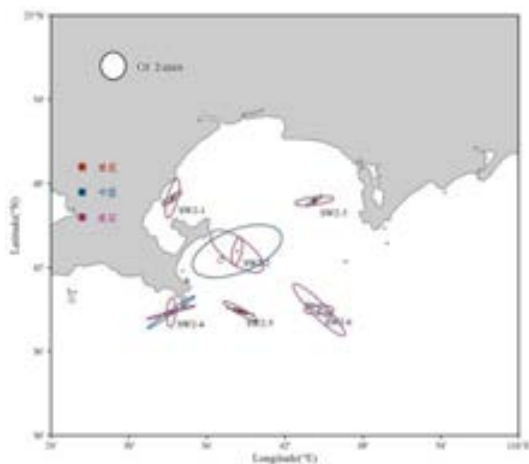
| 站位    | 层位 | 特征值 F | 潮型      |
|-------|----|-------|---------|
| SW2-1 | 表层 | 1.46  | 不规则半日潮流 |
|       | 中层 | 0.54  | 不规则半日潮流 |
|       | 底层 | 0.91  | 不规则半日潮流 |
| SW2-2 | 表层 | 0.83  | 不规则半日潮流 |
|       | 中层 | 1.60  | 不规则半日潮流 |
|       | 底层 | 1.52  | 不规则半日潮流 |
| SW2-3 | 表层 | 1.84  | 不规则半日潮流 |
|       | 中层 | 0.63  | 不规则半日潮流 |
|       | 底层 | 1.13  | 不规则半日潮流 |
| SW2-4 | 表层 | 0.54  | 不规则半日潮流 |
|       | 中层 | 0.83  | 不规则半日潮流 |
|       | 底层 | 1.26  | 不规则半日潮流 |
| SW2-5 | 表层 | 0.54  | 不规则半日潮流 |
|       | 中层 | 0.80  | 不规则半日潮流 |
|       | 底层 | 1.47  | 不规则半日潮流 |
| SW2-6 | 表层 | 1.32  | 不规则半日潮流 |
|       | 中层 | 0.83  | 不规则半日潮流 |

| 站位 | 层位 | 特征值 F | 潮型      |
|----|----|-------|---------|
|    | 底层 | 1.38  | 不规则半日潮流 |

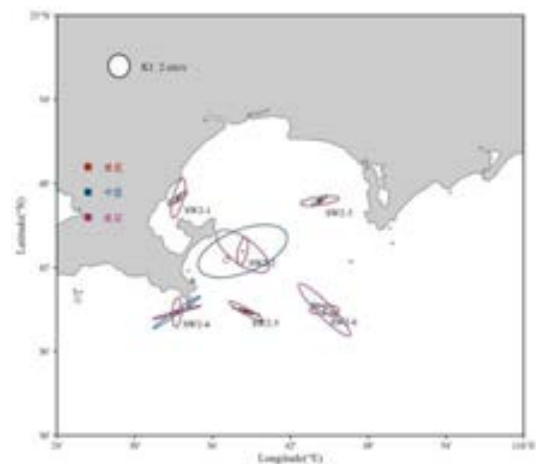
## 2、潮流的运动形式及潮流椭圆要素

调查海区各站各层  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 、 $M_4$  和  $MS_4$  的潮流椭圆图如图 5.1-5 所示，椭圆要素如表 5.1-8 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率  $k$  值来描述， $k$  值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于 -1~1 之间。 $k$  的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 $k$  值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。

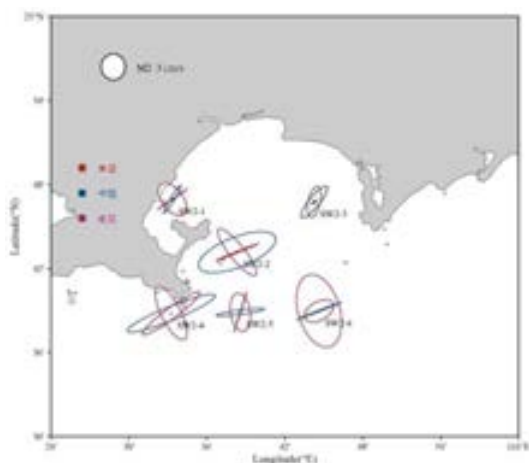
从结果可知：本次观测所有站位各层次潮流主要表现为  $M_2$  分潮流占优，椭圆旋转率  $k$  绝对值小于 0.45，均表现为往复流的特征。最大  $M_2$  分潮流出现在 SW2-2 站中层，流速为 50.5cm/s。



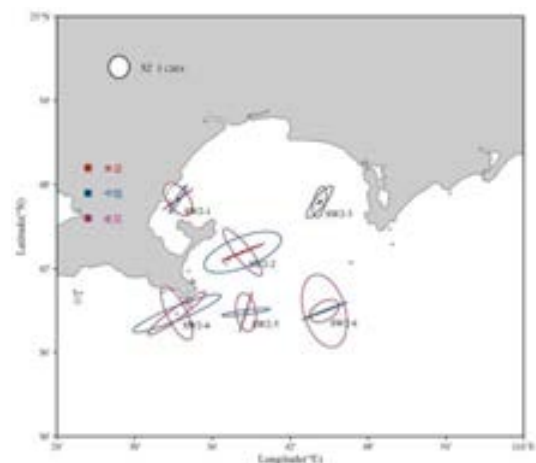
$O_1$



$K_1$



$M_2$



$S_2$

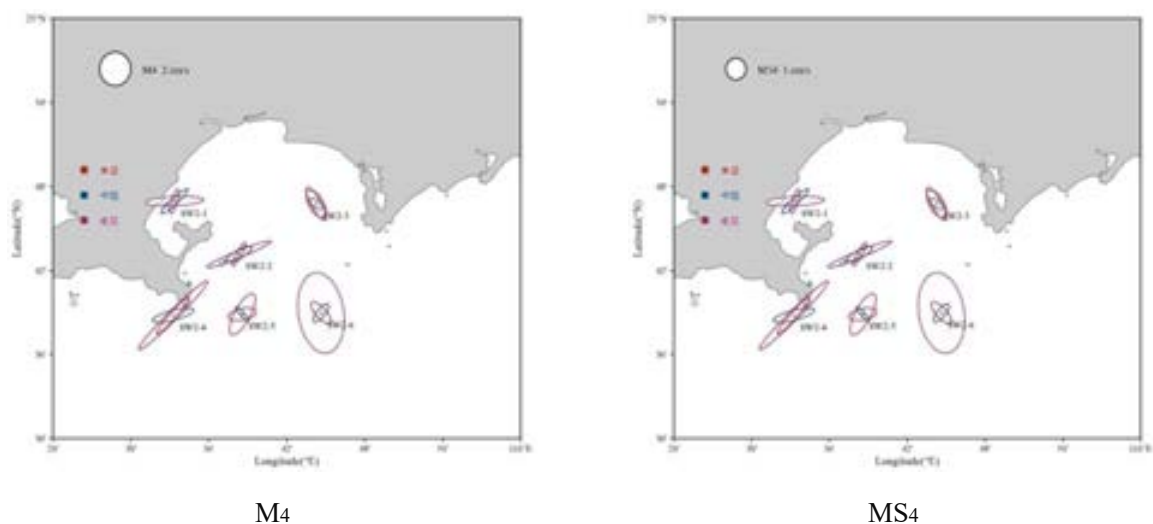


图 5.1-5 各站各层分潮椭圆图

表 5.1-8 各站各层潮流椭圆要素

| 站位层次    | 分潮  | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k   | 最大潮流方向 (°) |
|---------|-----|-------------|-------------|---------|------------|
| SW2-1-表 | O1  | 15.0        | 0.8         | -0.2702 | 196        |
|         | K1  | 17.7        | 1.0         | -0.2702 | 196        |
|         | M2  | 22.4        | 2.5         | -0.569  | 318        |
|         | S2  | 8.7         | 1.0         | -0.569  | 138        |
|         | M4  | 7.5         | 0.4         | 0.2408  | 197        |
|         | MS4 | 5.9         | 0.3         | 0.2408  | 197        |
| SW2-1-中 | O1  | 4.7         | 0.1         | 0.0639  | 216        |
|         | K1  | 5.5         | 0.1         | 0.0639  | 216        |
|         | M2  | 18.9        | 0.5         | 0.1281  | 213        |
|         | S2  | 7.4         | 0.2         | 0.1281  | 213        |
|         | M4  | 11.3        | 0.4         | 0.172   | 230        |
|         | MS4 | 8.8         | 0.3         | 0.172   | 230        |
| SW2-1-底 | O1  | 9.1         | 0.4         | 0.204   | 237        |
|         | K1  | 10.7        | 0.4         | 0.204   | 237        |
|         | M2  | 21.7        | 0.1         | 0.0141  | 57         |
|         | S2  | 8.5         | 0.0         | 0.0141  | 237        |
|         | M4  | 18.6        | 0.6         | -0.1489 | 267        |
|         | MS4 | 14.5        | 0.4         | -0.1489 | 87         |
| SW2-2-表 | O1  | 10.6        | 0.7         | -0.3401 | 13         |
|         | K1  | 12.5        | 0.8         | -0.3401 | 193        |
|         | M2  | 27.6        | 0.1         | 0.0226  | 69         |
|         | S2  | 10.8        | 0.0         | 0.0226  | 69         |
|         | M4  | 8.1         | 0.3         | 0.1975  | 211        |
|         | MS4 | 6.3         | 0.2         | 0.1975  | 31         |
| SW2-2-中 | O1  | 37.2        | 3.2         | 0.4302  | 71         |

| 站位层次    | 分潮  | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k   | 最大潮流方向 (°) |
|---------|-----|-------------|-------------|---------|------------|
|         | K1  | 43.8        | 3.8         | 0.4302  | 251        |
|         | M2  | 50.5        | 3.5         | 0.3479  | 70         |
|         | S2  | 19.7        | 1.4         | 0.3479  | 70         |
|         | M4  | 9.3         | 0.5         | -0.2755 | 243        |
|         | MS4 | 7.2         | 0.4         | -0.2755 | 243        |
| SW2-2-底 | O1  | 24.4        | 1.9         | -0.3929 | 124        |
|         | K1  | 28.8        | 2.3         | -0.3929 | 124        |
|         | M2  | 35.2        | 1.8         | 0.256   | 139        |
|         | S2  | 13.7        | 0.7         | 0.256   | 139        |
|         | M4  | 22.0        | 0.4         | -0.0944 | 249        |
|         | MS4 | 17.1        | 0.3         | -0.0944 | 69         |
| SW2-3-表 | O1  | 15.3        | 0.6         | 0.1916  | 83         |
|         | K1  | 18.0        | 0.7         | 0.1916  | 83         |
|         | M2  | 18.1        | 1.5         | 0.415   | 15         |
|         | S2  | 7.1         | 0.6         | 0.415   | 15         |
|         | M4  | 9.4         | 0.9         | -0.4816 | 146        |
|         | MS4 | 7.3         | 0.7         | -0.4816 | 146        |
| SW2-3-中 | O1  | 6.9         | 0.3         | 0.1957  | 238        |
|         | K1  | 8.2         | 0.3         | 0.1957  | 58         |
|         | M2  | 23.9        | 1.3         | 0.262   | 222        |
|         | S2  | 9.3         | 0.5         | 0.262   | 42         |
|         | M4  | 4.8         | 0.4         | -0.4614 | 304        |
|         | MS4 | 3.8         | 0.3         | -0.4614 | 304        |
| SW2-3-底 | O1  | 2.1         | 0.2         | 0.3923  | 68         |
|         | K1  | 2.4         | 0.2         | 0.3923  | 68         |
|         | M2  | 4.0         | 0.2         | 0.2467  | 57         |
|         | S2  | 1.5         | 0.1         | 0.2467  | 57         |
|         | M4  | 11.4        | 0.6         | 0.2825  | 328        |
|         | MS4 | 8.9         | 0.5         | 0.2825  | 328        |
| SW2-4-表 | O1  | 10.7        | 0.7         | -0.329  | 4          |
|         | K1  | 12.7        | 0.8         | -0.329  | 184        |
|         | M2  | 43.0        | 1.3         | -0.1524 | 56         |
|         | S2  | 16.8        | 0.5         | -0.1524 | 56         |
|         | M4  | 15.2        | 0.4         | 0.1358  | 223        |
|         | MS4 | 11.8        | 0.3         | 0.1358  | 43         |
| SW2-4-中 | O1  | 22.0        | 0.3         | -0.0665 | 58         |
|         | K1  | 26.0        | 0.3         | -0.0665 | 238        |
|         | M2  | 58.0        | 1.6         | 0.1388  | 69         |
|         | S2  | 22.6        | 0.6         | 0.1388  | 69         |
|         | M4  | 13.5        | 0.6         | 0.2233  | 256        |



| 站位层次    | 分潮  | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k   | 最大潮流方向 (°) |
|---------|-----|-------------|-------------|---------|------------|
|         | MS4 | 10.6        | 0.5         | 0.2233  | 76         |
| SW2-4-底 | O1  | 19.9        | 0.2         | -0.0404 | 256        |
|         | K1  | 23.5        | 0.2         | -0.0404 | 76         |
|         | M2  | 34.5        | 2.4         | -0.3441 | 151        |
|         | S2  | 13.5        | 0.9         | -0.3441 | 151        |
|         | M4  | 30.0        | 0.6         | 0.0999  | 227        |
|         | MS4 | 23.4        | 0.5         | 0.0999  | 47         |
| SW2-5-表 | O1  | 5.9         | 0.2         | 0.1697  | 289        |
|         | K1  | 7.0         | 0.2         | 0.1697  | 289        |
|         | M2  | 23.9        | 0.1         | 0.0117  | 19         |
|         | S2  | 9.3         | 0.0         | 0.0117  | 19         |
|         | M4  | 9.1         | 0.7         | 0.3817  | 260        |
|         | MS4 | 7.1         | 0.5         | 0.3817  | 260        |
| SW2-5-中 | O1  | 11.0        | 0.0         | 0.0108  | 283        |
|         | K1  | 13.0        | 0.0         | 0.0108  | 103        |
|         | M2  | 30.0        | 0.5         | 0.0871  | 83         |
|         | S2  | 11.7        | 0.2         | 0.0871  | 83         |
|         | M4  | 5.9         | 0.3         | 0.2181  | 315        |
|         | MS4 | 4.6         | 0.2         | 0.2181  | 315        |
| SW2-5-底 | O1  | 15.0        | 0.5         | -0.1522 | 298        |
|         | K1  | 17.7        | 0.5         | -0.1522 | 118        |
|         | M2  | 22.2        | 2.5         | 0.5547  | 350        |
|         | S2  | 8.6         | 1.0         | 0.5547  | 170        |
|         | M4  | 14.1        | 1.0         | 0.3521  | 211        |
|         | MS4 | 11.0        | 0.8         | 0.3521  | 31         |
| SW2-6-表 | O1  | 11.7        | 0.7         | 0.2895  | 269        |
|         | K1  | 13.8        | 0.8         | 0.2895  | 89         |
|         | M2  | 19.3        | 2.2         | -0.5625 | 64         |
|         | S2  | 7.5         | 0.8         | -0.5625 | 64         |
|         | M4  | 8.6         | 0.6         | -0.377  | 315        |
|         | MS4 | 6.7         | 0.5         | -0.377  | 315        |
| SW2-6-中 | O1  | 11.1        | 0.4         | -0.168  | 296        |
|         | K1  | 13.1        | 0.4         | -0.168  | 116        |
|         | M2  | 29.1        | 0.1         | 0.0254  | 70         |
|         | S2  | 11.3        | 0.1         | 0.0254  | 70         |
|         | M4  | 7.0         | 0.5         | 0.3645  | 222        |
|         | MS4 | 5.5         | 0.4         | 0.3645  | 222        |
| SW2-6-底 | O1  | 27.6        | 1.1         | -0.1946 | 313        |
|         | K1  | 32.6        | 1.3         | -0.1946 | 133        |
|         | M2  | 43.5        | 5.1         | 0.5899  | 341        |

| 站位层次 | 分潮  | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|------|-----|-------------|-------------|--------|------------|
|      | S2  | 17.0        | 2.0         | 0.5899 | 161        |
|      | M4  | 24.3        | 2.9         | 0.6024 | 170        |
|      | MS4 | 18.9        | 2.3         | 0.6024 | 350        |

### 3、理论最大可能潮流

各层潮流可能最大流速见表 5.1-9，碣石湾附近潮流可能最大流速为 280.29cm/s，出现在 SW2-5 站表层，各站层可能最大流速介于 8.15-280.29cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以北偏东向为主。

表 5.1-9 各站层潮流可能最大流速

| 站位    | 测层 | 可能最大流速    |        |
|-------|----|-----------|--------|
|       |    | 流速 (cm/s) | 方向 (度) |
| SW2-1 | 表层 | 125.71    | 81.70  |
|       | 中层 | 156.3     | 81.80  |
|       | 底层 | 149.92    | 307.07 |
| SW2-2 | 表层 | 10.68     | 303.80 |
|       | 中层 | 8.15      | 287.11 |
|       | 底层 | 154.99    | 341.50 |
| SW2-3 | 表层 | 100.01    | 89.88  |
|       | 中层 | 21.77     | 292.41 |
|       | 底层 | 68.33     | 14.72  |
| SW2-4 | 表层 | 22.94     | 334.53 |
|       | 中层 | 12.13     | 74.84  |
|       | 底层 | 36.96     | 56.69  |
| SW2-5 | 表层 | 280.29    | 285.77 |
|       | 中层 | 35.25     | 55.67  |
|       | 底层 | 53.98     | 2.21   |
| SW2-6 | 表层 | 36.55     | 35.70  |
|       | 中层 | 49.26     | 353.09 |
|       | 底层 | 73.42     | 312.38 |

#### 5.1.1.8余流

大潮期水文观测各站各层余流对比见表 5.1-10，大潮期余流的分布图见图 5.1-6。

由图表可知，调查海区观测期间余流主要介于 2.11cm/s~16.68cm/s。最大余流为潮流 SW2-6 站（底层，16.68cm/s，122.89°），最小余流为潮流 SW2-4 站

（中层，2.11cm/s, 216.46° ）。各个站点的余流方向主要垂直海岸线西偏东方向。

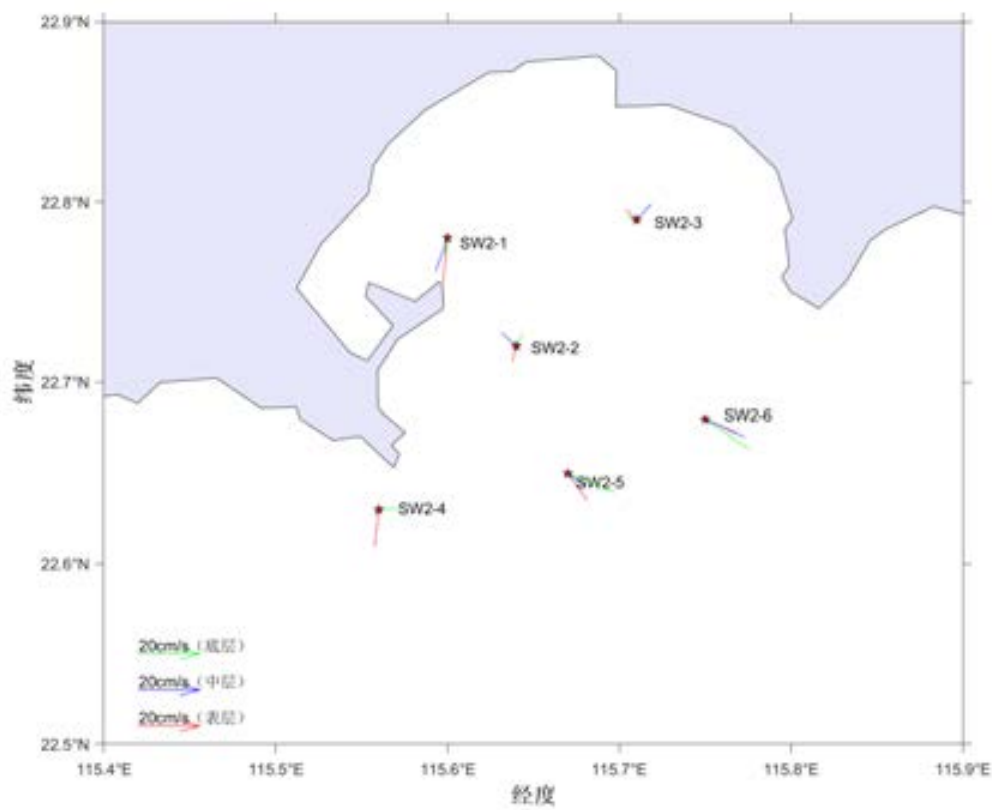


图 5.1-6 观测期各站余流图

表 5.1-10 观测期各站各层余流对比表

| 站位及层次      | 观测期间余流   |        |
|------------|----------|--------|
|            | 流速（cm/s） | 流向（°N） |
| SW2-1-表    | 14.23    | 185.97 |
| SW2-1-中    | 10.96    | 200.54 |
| SW2-1-底    | 5.70     | 189.78 |
| SW2-1-垂向平均 | 10.29    | 192.76 |
| SW2-2-表    | 4.88     | 196.47 |
| SW2-2-中    | 6.28     | 310.78 |
| SW2-2-底    | 4.05     | 26.98  |
| SW2-2-垂向平均 | 2.20     | 306.77 |
| SW2-3-表    | 4.63     | 313.63 |
| SW2-3-中    | 6.94     | 43.46  |
| SW2-3-底    | 3.23     | 290.41 |
| SW2-3-垂向平均 | 3.31     | 359.93 |
| SW2-4-表    | 11.48    | 186.79 |
| SW2-4-中    | 2.11     | 216.46 |

| 站位及层次      | 观测期间余流    |         |
|------------|-----------|---------|
|            | 流速 (cm/s) | 流向 (°N) |
| SW2-4-底    | 6.50      | 85.25   |
| SW2-4-垂向平均 | 4.07      | 165.28  |
| SW2-5-表    | 10.28     | 142.70  |
| SW2-5-中    | 6.74      | 124.87  |
| SW2-5-底    | 16.14     | 110.99  |
| SW2-5-垂向平均 | 10.33     | 123.67  |
| SW2-6-表    | 10.63     | 112.23  |
| SW2-6-中    | 13.87     | 113.21  |
| SW2-6-底    | 16.68     | 122.89  |
| SW2-6-垂向平均 | 13.69     | 116.50  |

#### 5.1.1.9温度、盐度

本次水文观测期间，温度、盐度统计如表 5.1-11 所示，温度、盐度时间过程曲线如图 5.1-7 所示。

##### 1、水温

调查期间调查海区测得的水温最大值为 27.09℃，出现在 SW2-3 站表层；测得水温的最小值为 26.24℃，出现在 SW2-1 站表层；各个调查站位表层、中层和底层，温度变化不大。各观测站位水温没有明显的分层现象，混合均匀。

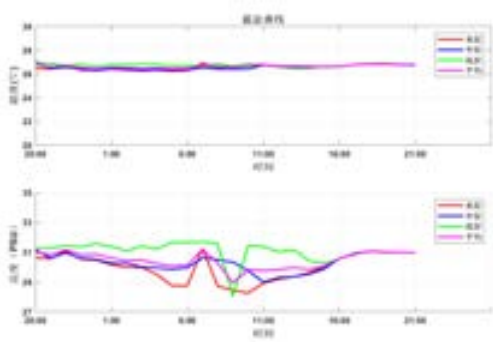
##### 2、盐度

调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.43，出现在 SW2-5 的底层；测得盐度的最小值为 28.05，出现在 SW2-1 站底层。统计结果表明，SW2-1 站受陆地径流影响，盐度明显低于其余各观测站。各观测站位盐度没有出现明显分层现象，混合均匀。

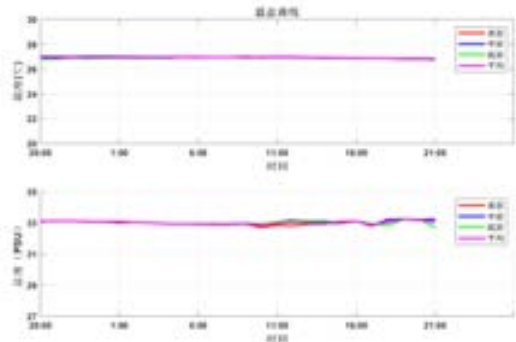
表 5.1-11 各站温度、盐度统计

| 站位    | 层次 | 温度 (°C) |       |       | 盐度    |       |       |
|-------|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |    | 最大      | 最小    | 平均    | 最大    | 最小    | 平均    |
| SW2-1 | 表层 | 26.93   | 26.24 | 26.58 | 31.23 | 28.25 | 29.99 |
|       | 中层 | 27.04   | 26.27 | 26.57 | 31.14 | 28.99 | 30.30 |
|       | 底层 | 26.90   | 26.47 | 26.74 | 31.69 | 28.05 | 31.07 |
| SW2-2 | 表层 | 27.03   | 26.78 | 26.95 | 33.25 | 32.71 | 33.02 |
|       | 中层 | 27.02   | 26.81 | 26.96 | 33.26 | 32.85 | 33.05 |
|       | 底层 | 26.99   | 26.83 | 26.92 | 33.25 | 32.70 | 33.03 |
| SW2-3 | 表层 | 27.09   | 26.78 | 26.89 | 33.23 | 32.98 | 33.05 |
|       | 中层 | 27.01   | 26.81 | 26.87 | 33.23 | 32.98 | 33.04 |
|       | 底层 | 26.89   | 26.80 | 26.86 | 33.23 | 32.99 | 33.06 |

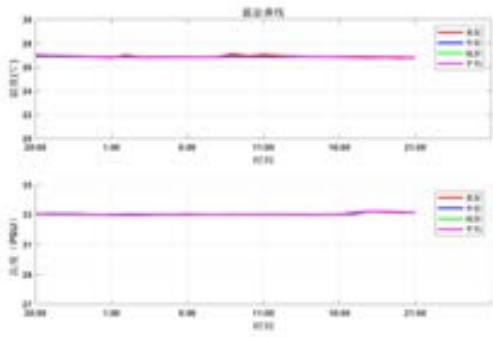
| 站位    | 层次 | 温度 (°C) |       |       | 盐度    |       |       |
|-------|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |    | 最大      | 最小    | 平均    | 最大    | 最小    | 平均    |
| SW2-4 | 表层 | 27.05   | 26.80 | 26.94 | 33.23 | 32.98 | 33.11 |
|       | 中层 | 27.08   | 26.83 | 26.95 | 33.24 | 33.06 | 33.14 |
|       | 底层 | 27.04   | 26.83 | 26.89 | 33.38 | 32.96 | 33.23 |
| SW2-5 | 表层 | 27.05   | 26.78 | 26.89 | 33.19 | 33.10 | 33.15 |
|       | 中层 | 26.97   | 26.79 | 26.88 | 33.20 | 33.12 | 33.16 |
|       | 底层 | 26.92   | 26.75 | 26.82 | 33.43 | 33.13 | 33.30 |
| SW2-6 | 表层 | 26.94   | 26.57 | 26.75 | 33.17 | 32.92 | 32.99 |
|       | 中层 | 26.86   | 26.62 | 26.75 | 33.18 | 32.92 | 33.00 |
|       | 底层 | 26.86   | 26.61 | 26.73 | 33.2  | 32.94 | 33.03 |



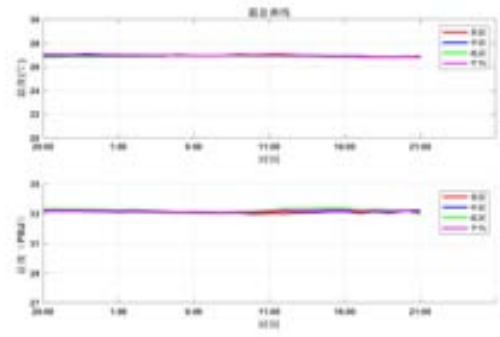
SW2-1 站



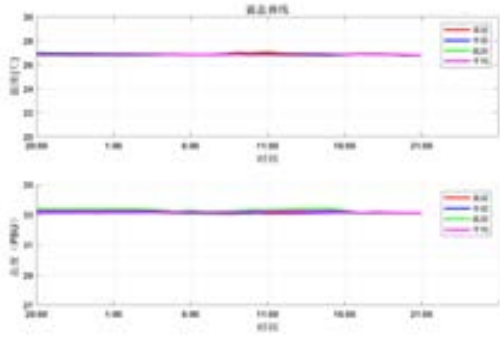
SW2-2 站



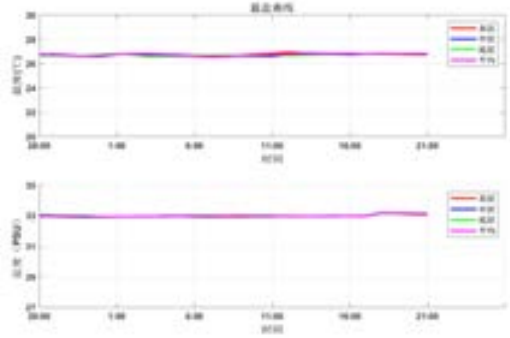
SW2-3 站



SW2-4 站



SW2-5 站



SW2-6 站

图 5.1-7 各站水温与盐度过程曲线

5.1.1.10悬沙泥沙

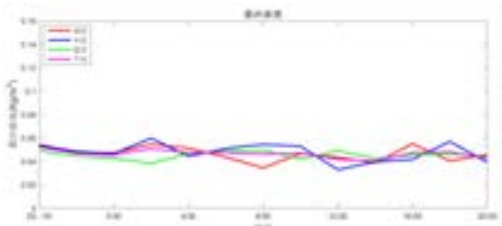
1、悬浮泥沙浓度

本本次水文观测期间，各站悬沙浓度范围如表 5.1-12 所示，各站悬沙浓度过程曲线如图 5.1-8 所示。

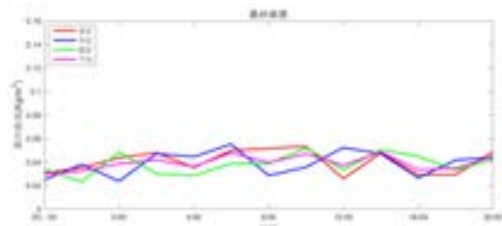
由调查结果可得，观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 0.019Kg/m<sup>3</sup>~0.060Kg/m<sup>3</sup>，SW2-1 站中层悬沙浓度最大（0.060Kg/m<sup>3</sup>），其次是 SW2-4 站底层悬沙浓度（0.056Kg/m<sup>3</sup>），SW2-6 站底层悬沙浓度最小（0.019Kg/m<sup>3</sup>）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）各站层次的悬沙浓度都比较稳定，变化不大。

表 5.1-12 各站悬沙浓度范围表

| 项目    |    | 悬沙浓度（Kg/m <sup>3</sup> ） |       |       |       |
|-------|----|--------------------------|-------|-------|-------|
| 站位    | 层次 | 最大                       | 最小    | 平均    | 全站平均  |
| SW2-1 | 表层 | 0.055                    | 0.035 | 0.046 | 0.047 |
|       | 中层 | 0.060                    | 0.033 | 0.048 |       |
|       | 底层 | 0.050                    | 0.038 | 0.045 |       |
| SW2-2 | 表层 | 0.053                    | 0.026 | 0.041 | 0.039 |
|       | 中层 | 0.055                    | 0.024 | 0.039 |       |
|       | 底层 | 0.052                    | 0.023 | 0.038 |       |
| SW2-3 | 表层 | 0.049                    | 0.023 | 0.037 | 0.037 |
|       | 中层 | 0.047                    | 0.022 | 0.036 |       |
|       | 底层 | 0.055                    | 0.022 | 0.038 |       |
| SW2-4 | 表层 | 0.053                    | 0.026 | 0.039 | 0.042 |
|       | 中层 | 0.049                    | 0.033 | 0.044 |       |
|       | 底层 | 0.056                    | 0.036 | 0.045 |       |
| SW2-5 | 表层 | 0.053                    | 0.033 | 0.043 | 0.040 |
|       | 中层 | 0.050                    | 0.031 | 0.041 |       |
|       | 底层 | 0.045                    | 0.025 | 0.036 |       |
| SW2-6 | 表层 | 0.047                    | 0.024 | 0.036 | 0.036 |
|       | 中层 | 0.048                    | 0.032 | 0.038 |       |
|       | 底层 | 0.046                    | 0.019 | 0.034 |       |



SW2-1 站



SW2-2 站



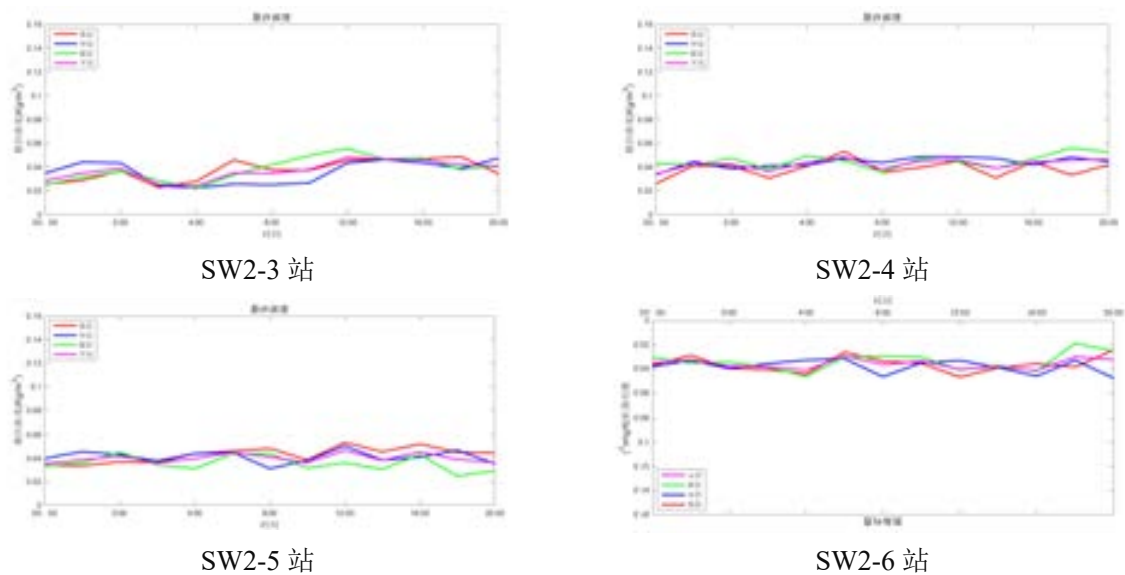


图 5.1-8 各站悬沙浓度时间过程曲线图

## 2、输沙量

表 5.1-13 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果,图 5.1-9 为各站净输沙示意图。涨潮期最大单宽输沙量为 0.22t/m, 方向  $269.3^{\circ}$ , 出现在 SW2-1 站;落潮期最大单宽输沙量为 0.24t/m, 方向  $339^{\circ}$ , 出现在 SW2-5 站;最大单宽净输沙量为 0.36t/m, 方向  $259.2^{\circ}$ , 出现在 SW2-1 站。净输沙主要方向为西偏南。

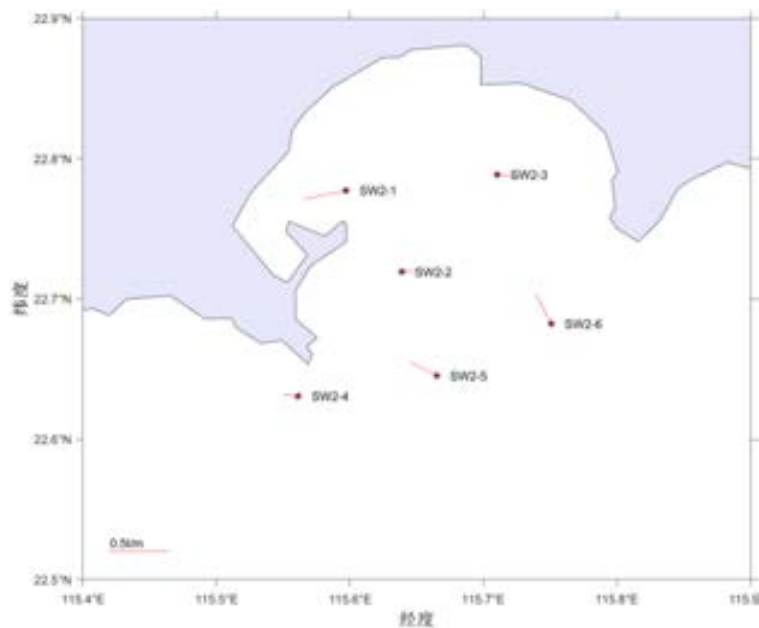


图 5.1-9 净输沙示意图

表 5.1-13 各站大潮单宽输沙量统计表

| 站 位   | 涨潮    |       | 落潮    |       | 净输沙   |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 输沙量   | 方向    | 输沙量   | 方向    | 输沙量   | 方向    |
|       | (t/m) | (°)   | (t/m) | (°)   | (t/m) | (°)   |
| SW2-1 | 0.22  | 269.3 | 0.15  | 243.9 | 0.36  | 259.2 |
| SW2-2 | 0.06  | 176.2 | 0.13  | 58.5  | 0.11  | 85.7  |
| SW2-3 | 0.09  | 91.9  | 0.07  | 104.3 | 0.16  | 97.1  |
| SW2-4 | 0.19  | 211.9 | 0.18  | 351.3 | 0.13  | 275.5 |
| SW2-5 | 0.18  | 228.6 | 0.24  | 339   | 0.24  | 295.6 |
| SW2-6 | 0.12  | 279.7 | 0.21  | 356.9 | 0.27  | 331.1 |

## 5.1.2025 年 6 月海洋水文动力环境现状调查

### 5.1.2.1调查概况

广州海兰图检测技术有限公司于 2025 年 6 月在项目周边海域开展了水文动力现状调查，布设 7 个水文站位和 2 个潮位观测站位，观测内容包括温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向、海况、潮位等。各站位坐标以及观测项目见表 5.1-14，站位位置图见图 5.1-10。

设定临时潮位站观测潮位时间为 2025 年 06 月 27 日 00 时至 2025 年 07 月 11 日 23 时，海流观测时间为 2025 年 06 月 27 日 12 时至 2025 年 06 月 28 日 14 时。

表 5.1-14 2025 年 6 月水文观测站位置及观测内容

| 类别                  | 序号 | 站 位  | 经纬度        |           | 调查内容            |
|---------------------|----|------|------------|-----------|-----------------|
|                     |    |      | 东经 E (°)   | 北纬 N (°)  |                 |
| 海流<br>悬沙<br>观测<br>站 | 1  | SWL1 | 115.734211 | 22.816614 | 流速流向、悬沙、温盐      |
|                     | 2  | SWL2 | 115.731825 | 22.719378 | 流速流向、悬沙、温盐、风速风向 |
|                     | 3  | SWL3 | 115.866036 | 22.667847 | 流速流向、悬沙、温盐      |
|                     | 4  | SWL4 | 115.590978 | 22.777139 | 流速流向、悬沙、温盐      |
|                     | 5  | SWL5 | 115.599919 | 22.660228 | 流速流向、悬沙、温盐      |
|                     | 6  | SWL6 | 115.726736 | 22.581994 | 流速流向、悬沙、温盐、风速风向 |
|                     | 7  | SWL7 | 115.617811 | 22.856356 | 流速流向、悬沙、温盐      |
| 潮位                  | 8  | SWC1 | 115.817878 | 22.734344 | 潮位              |
|                     | 9  | SWC2 | 115.566619 | 22.711031 | 潮位              |

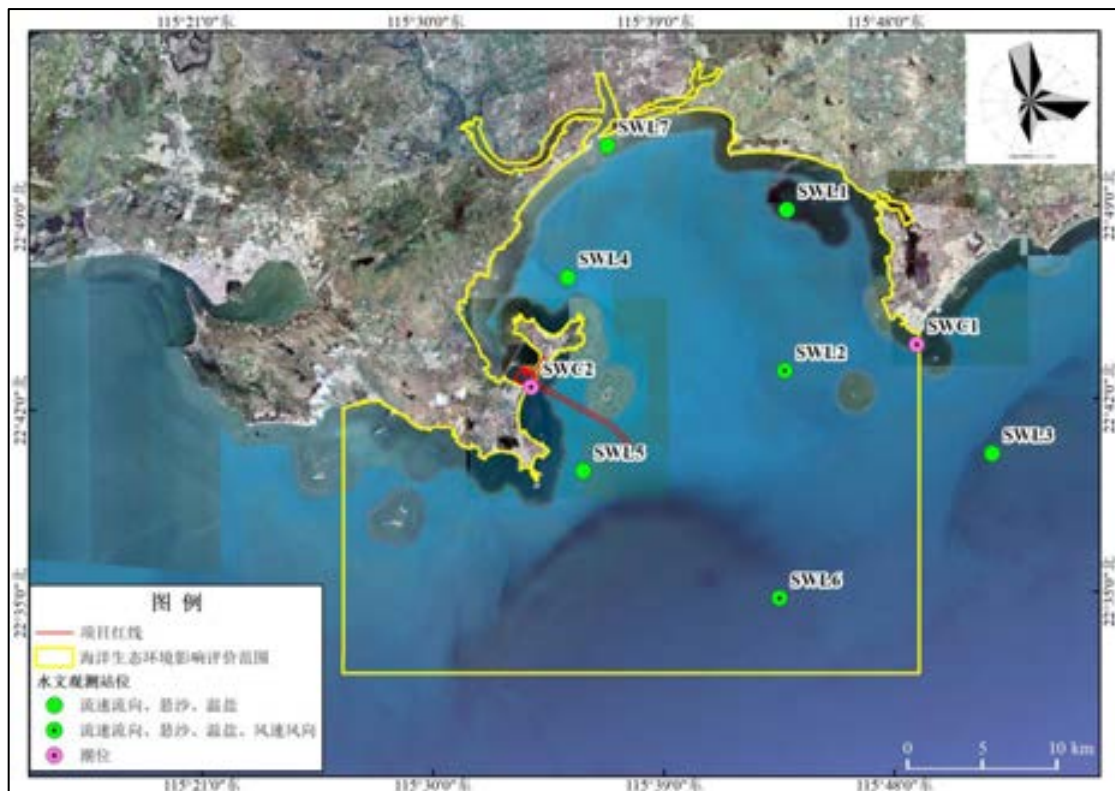


图 5.1-10 2025 年 6 月项目周边海域水文调查站位图

#### 5.1.2.2 调查方法

采用安德拉单点海流计、道万 CTD 和自动风速风向仪进行流速、流向、水温、盐度、深度、风速、风向的调查。根据《水运工程水文观测规范》（JTS 132-2015）要求，观测时间长度为 26h，27 时次逐时连续观测，每时次观测前先测量实时水深。测流垂线定位误差不应超过测流垂线水深的 5 倍，在船上观测时，宜每 3 小时观测一次船位；船只移位超过定位误差范围时，应移回原位继续观测。观测仪器不得安装在船头或船尾，流向观测时不应使用铁船，使用铁船时，观测点距离船体应大于 1.5m。

1、海流观测包括流速和流向，使用安德拉单点海流计观测。根据《水运工程水文观测规范》（JTS 132-2015）要求，调查层次由测站垂线水深  $H$  决定，对于沿海垂线流速流向观测，层次按表 5.1-15 要求进行观测：

表 5.1-15 垂线测点分布

| 垂线水深 $H$       | 测点数 | 测点位置水深 (m)       |
|----------------|-----|------------------|
| $H < 2$        | 1   | 0.6H             |
| $2 \leq H < 5$ | 2   | 0.2H, 0.8H       |
| $5 \leq H < 8$ | 3   | 0.2H, 0.6H, 0.8H |

| 垂线水深 H          | 测点数 | 测点位置水深 (m)                     |
|-----------------|-----|--------------------------------|
| $8 \leq H < 11$ | 5   | 表层, 0.2H, 0.6H, 0.8H, 底层       |
| $H \geq 11$     | 6   | 表层, 0.2H, 0.4H, 0.6H, 0.8H, 底层 |

注：表层为水面下 0.5m，底层为海底上 0.5m。如遇海况不好，为确保设备正常运行，可适当调整。

2、水温、盐度观测使用道万 CTD 观测，观测时间与层次与海流观测一致。

3、含沙量观测每 2 小时采集 1 次水样，每次采集表层（水面下 0.5m~1.0m）、0.6H（H 为水深）、底层（离海底 0.5m~1.0m），每层次采大于 1L 水样，测试悬沙含量。

4、风向、风速使用三杯风速风向仪观测。分别在 SWL2 和 SWL6 号站间隔 6 小时各观测一次风向、风速。

5、悬沙粒径在观测期间涨急、涨憩、落急、落憩这 4 个时段各采集大于 1L 中层（0.6H）水样，进行悬沙粒径分析。

**表 5.1-16 分析方法**

| 序号 | 分析项目  | 分析方法      | 分析仪器          | 引用标准                                          |
|----|-------|-----------|---------------|-----------------------------------------------|
| 01 | 水位    | 压力式水位测量   | keller 自记式水位计 | 《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》（GB/T 12763.2-2007）     |
| 02 | 流速、流向 | 船只锚碇测流法   | 安德拉海流计        | 《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文》（GB/T 12763.2-2007）       |
| 03 | 温、盐、深 | 温盐深仪定点观测法 | 道万 CTD        | 《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》（GB/T 12763.2-2007）     |
| 04 | 风速、风向 | 仪器测量法     | 三杯风速风向仪       | 《海洋调查规范 第 3 部分：海洋气象观测》（GB/T 12763.3-2020）     |
| 05 | 悬沙    | 重量法       | 电子天平          | 《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8-2007） |
| 06 | 粒度    | 激光法       | 激光粒度仪         | 《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8-2007） |

### 5.1.2.3 数据处理方法

#### 1、潮位

潮汐资料来源于水文观测期间的 SWC1 和 SWC2 临时潮位站，每 1 小时采集 1 组数据，连续观测 15 天。

资料处理、提交的观测成果报表及图同 5.1.1.3 节。

## 2、潮流

SWL1、SWL2、SWL3、SWL4、SWL5、SWL6 和 SWL7 七个站位的潮流流速、流向观测使用安德拉海流计，观测时间间隔为 1h，整点连续 27 个时次测量。

各站位垂线平均流速、流向采用矢量法计算，计算方法见 5.1.1.3 节（式 1）、（式 2）。

（2）运用加权法计算垂线平均的流速东分量  $V_{Em}$  和流速北分量  $V_{Nm}$ ，即：

①六点法：

$$V_{Em} = (V_{0.0E} + 2V_{0.2E} + 2V_{0.4E} + 2V_{0.6E} + 2V_{0.8E} + V_{1.0E})/10 \quad (\text{式 12})$$

$$V_{Nm} = (V_{0.0N} + 2V_{0.2N} + 2V_{0.4N} + 2V_{0.6N} + 2V_{0.8N} + V_{1.0N})/10 \quad (\text{式 13})$$

上式中：

$V_{Em}$ ——垂线平均的流速东分量，m/s；

$V_{Nm}$ ——垂线平均的流速北分量，m/s；

$V_{0.0E}$ 、 $V_{0.0N}$ ——表层流速东分量、北分量，m/s；

$V_{0.2E}$ 、 $V_{0.2N}$ ——0.2 H 层流速东分量、北分量，m/s；

$V_{0.4E}$ 、 $V_{0.4N}$ ——0.4 H 层流速东分量、北分量，m/s；

$V_{0.6E}$ 、 $V_{0.6N}$ ——0.6 H 层流速东分量、北分量，m/s；

$V_{0.8E}$ 、 $V_{0.8N}$ ——0.8 H 层流速东分量、北分量，m/s；

$V_{1.0E}$ 、 $V_{1.0N}$ ——底层流速东分量、北分量，m/s。

②五点法：

$$V_{Em} = (V_{0.0E} + 3V_{0.2E} + 3V_{0.6E} + 2V_{0.8E} + V_{1.0E})/10 \quad (\text{式 14})$$

$$V_{Nm} = (V_{0.0N} + 3V_{0.2N} + 3V_{0.6N} + 2V_{0.8N} + V_{1.0N})/10 \quad (\text{式 15})$$

③三点法：

$$V_{Em} = (V_{0.0E} + V_{0.6E} + V_{1.0E})/3 \quad (\text{式 16})$$

$$V_{Nm} = (V_{0.0N} + V_{0.6N} + V_{1.0N})/3 \quad (\text{式 17})$$

④两点法：

$$V_{Em} = (V_{0.2E} + V_{0.8E})/2 \quad (\text{式 18})$$

$$V_{Nm} = (V_{0.2N} + V_{0.8N})/2 \quad (\text{式 } 19)$$

(3) 运用矢量法计算垂线平均流速、流向，按 5.1.1.3 节 (式 5)、(式 6) 计算。

### 3、温度、盐度

海水温度、盐度观测采用道万 CTD 温度、盐度探头同时进行，观测时间间隔为 1h，整点连续 27 个时次测量，测量层次同潮流观测层次。垂线平均温度、盐度的计算取所有层数的平均值。

### 4、泥沙

#### (1) 含沙量测定

含沙量采用重量法 (GB/T12763.8-2007) 测定，先进行滤盐操作：把载有悬沙的滤膜置于抽滤杯中，加入足量实验室超纯水浸泡滤膜，浸泡 15min 后抽滤。重复上述步骤直至滤液不少于 5L；随后把滤盐后的滤膜放入恒温干燥箱中，以 85° C 恒温烘干 8h；然后取出烘干滤膜置于坩埚中并盖上盖子 (坩埚需先恒重并记录质量  $m_1$ )，放入马弗炉中，以 650° C 灼烧 30min；待滤膜冷却至室温后，取出坩埚恒重，记录质量为  $m_2$ ；最后进行计算：滤膜中悬沙质量= $m_2-m_1-m_0$ ，其中  $m_0$  为该批次空白滤膜灼烧后残渣质量的均值。再用悬沙质量与水样体积进行相应的运算即可得出悬沙浓度。

含沙量计算公式如式 (20) 所示：

$$C = \frac{m_2 - m_1 - m_0}{V} \times 10^{-3} \quad (\text{式 } 20)$$

式中：

$C$ ——悬浮物质浓度，单位为千克每立方 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$m_2$ ——悬浮物加水样滤膜重量及坩埚重量，单位为克 ( $\text{g}$ )；

$m_1$ ——坩埚重量，单位为克 ( $\text{g}$ )；

$m_0$ ——空白矫正滤膜校正值，单位为克 ( $\text{g}$ )；

$V$ ——水样体积，单位为升 ( $\text{L}$ )。

#### (2) 含沙量整理

含沙量采用有机玻璃采水器采集水样实验分析得出，采样时间间隔为 2h，整点采样 14 个时次，采样层次按底层 (距海底 1m)、中层 (0.6H 层，其中 H 为水深)、表层 (距海面 0.5m) 的顺序依次进行，每个水样取样体积约 1L。含沙量



采用重量法（GB 17378.4-2007，悬浮物-重量法）测定，垂线平均含沙量计算方法如下：

三点法：

$$C_m = (C_{0.0} + C_{0.6} + C_{1.0})/3 \quad (\text{式 21})$$

式（14）中：

$C_m$ ——垂线平均的含沙量，mg/L；

$C_{0.0}$ ——表层含沙量，mg/L；

$C_{0.6}$ ——0.6H 含沙量，mg/L；

$C_{1.0}$ ——底层含沙量，mg/L。

### （3）输沙量

单位时间（1s）通过单位宽度（1m）断面的悬沙通量表达式为：

$$F = \sum_{i=1}^{i=4} \frac{u_i + u_{i+1}}{2} \cdot \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot (z_i - z_{i+1}) \quad (\text{式 22})$$

式（15）中：

$u$ ——流速分量，m/s；

$S$ ——悬移质泥沙浓度，Kg/m<sup>3</sup>；

$z$ ——从海底算起的高度，m；

$i$ ——测层数；

### （4）粒度

本次水文调查布设 7 个悬沙采集站点，站点布置同测流站位，采样作业与潮流观测同步进行，分别在观测期间涨急、涨憩、落急、落憩这 4 个时段共取得悬沙粒度分析样品 28 个。

悬沙样粒度分析操作过程：把载有悬沙的孔径 0.45μm 薄膜样置于烧杯中，加水 30ml，加浓度为 0.5mol 六偏磷酸钠 5ml，用不锈钢镊子使悬沙和薄膜分离，夹出薄膜，用超声波清洗器超声 3-5 分钟使颗粒分散，经 24h 后作粒度分析。悬沙粒度分析使用辽宁丹东百特 BT-9300ST 型激光自动粒度分析仪进行分析，粒度大小依照体积直径计算。粒级标准采用尤登-温德华氏等比制  $\Phi$  值粒级标准，其中每一相邻粒级的大小均为其前者之半，换算公式为  $\phi = -\log_2 d$ ， $d$  为粒径（mm）。粒度参数采用福克—沃德公式计算出参数，即平均粒径（ $M_z$ ）、分选系数（ $\sigma_i$ ）、

偏态（SKi）、峰态（Kg）和中值粒径（Md）。

5、简易气象观测资料

对代表测站进行每隔 6 小时风速、风向观测，海面风速、风向采用风速、风向仪观测，海况按《海滨观测规范》（GB/T 14914-2019）目测记录。

5.1.2.4 风速风向、海况

本次水文观测期间，风向以东南风为主，风速在 3.2m/s~5.7m/s。观测海域的平均风速大小为 4.2m/s。SWL6 站点的风向集中度明显高于 SWL2 站，表明湾外风场稳定、主导风向清晰，主要来自东南偏东方向，风向集中度高，可视为该区域典型背景风场。而 SWL2 站点位于湾内，风向受地形遮蔽、陆海热力差异等因素影响，呈现出风向离散、多变、风速等级交错等特征，反映出湾内风场的不稳定性。整体而言，湾外风场代表性强，湾内风场空间变异性大。各个站位海况均为 2 级。

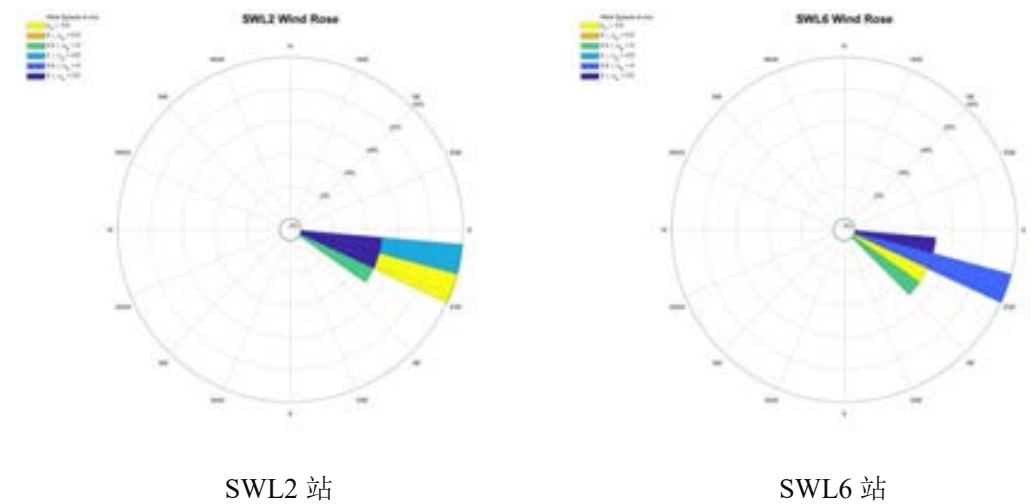


图 5.1-11 风向玫瑰图

5.1.2.5 潮位

1、实测潮位统计分析

根据 SWC1 和 SWC2 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得到的潮位资料时间为 2025 年 06 月 27 日 00 时至 2025 年 07 月 11 日 23 时（15 天），如图 5.1-12（a）~（b）所示（黑色线段表示 15 天的观测潮位数据，红色线段表示海流观测时间段的潮位数据）。为了验证潮位资料的真实有效性，同时展示观测海域附近的两个潮位观测点：汕尾风车岛站和遮浪站，其中黑色的线表示汕尾风车岛站和遮浪站，红色表示 SWC1 站的潮位，蓝色表示 SWC2 站的潮位，

绘制时间为 2025 年 06 月 19 日 0 时至 2025 年 07 月 19 日 23 时（一个月），其数据来自于国家海洋信息中心，如图 5.1-12（c）~（d）所示。

由图表可知，各个站位的潮汐基本一样，在一个朔望月中的大多数日子里具有全日潮特征，但有少数日子则具有半日潮特征。

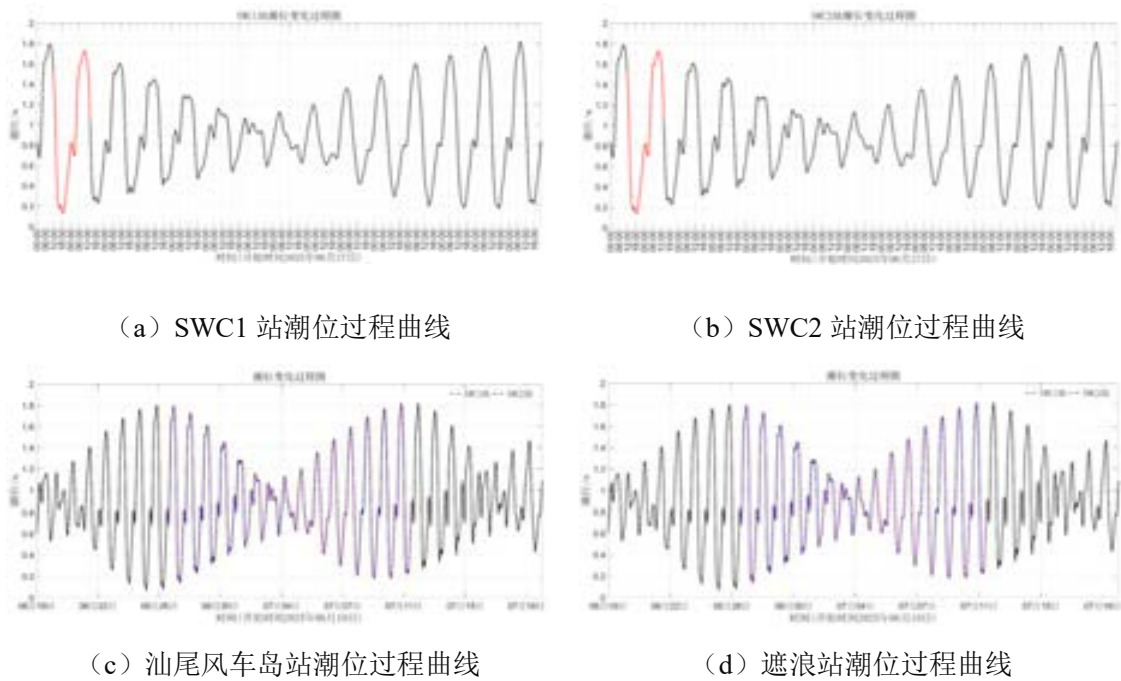


图 5.1-12 潮位过程曲线图

2、潮汐调和分析

潮汐调和常数是进行潮汐预报和潮汐特性分析的基本参数，它的准确性十分重要。本报告根据收集的 SWC1 和 SWC2 连续 15 天潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用最小二乘法对潮位进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 5.1-17 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 5.1-17 调查海区调和常数统计分析（基于 15 天）

| 分潮              | SWC1   |       | SWC2   |       |
|-----------------|--------|-------|--------|-------|
|                 | 振幅（CM） | 迟角（°） | 振幅（CM） | 迟角（°） |
| O <sub>1</sub>  | 26.03  | 249   | 26.01  | 250   |
| K <sub>1</sub>  | 38.66  | 296   | 38.69  | 296   |
| M <sub>2</sub>  | 18.89  | 255   | 18.94  | 255   |
| S <sub>2</sub>  | 5.09   | 272   | 5.07   | 272   |
| M <sub>4</sub>  | 7.88   | 248   | 7.87   | 248   |
| MS <sub>4</sub> | 3.81   | 318   | 3.76   | 318   |

由表可知，临时潮位站的分潮中  $K_1$  分潮振幅皆最大，其中 SWC1 的  $K_1$  分潮振幅为约为 38.66cm，迟角为  $296^\circ$ ；SWC2 的  $K_1$  分潮振幅约为 38.69cm，迟角为  $296^\circ$ 。

### 3、潮汐性质和潮汐特征值

采用主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值  $F = (H_{O_1} + H_{K_1}) / H_{M_2}$  作为划分潮汐性质的判据：

|                    |        |
|--------------------|--------|
| $F < 0.5$          | 正规半日潮  |
| $0.5 \leq F < 2.0$ | 不正规半日潮 |
| $2.0 \leq F < 4.0$ | 不正规全日潮 |
| $4.0 \leq F$       | 正规全日潮  |

对 SWC1 和 SWC2 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析，结果如表 5.1-18 所示，临时潮位观测站的潮汐性质系数  $F$  值分别为 3.42 和 3.42，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。同时，通过汕尾风车岛站和遮浪站的一个月的潮位数据，计算两个潮位观测站的潮汐性质系数，其结果分别为 3.28 和 3.28；而测量海区更靠近汕尾风车岛站。因此 SWC1 和 SWC2 站为不正规全日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为 1.82m，最低潮位为 0.13m，最大涨潮潮差为 1.13m，最大落潮潮差为 1.62m，SWC1 站的平均潮差为 0.44m，SWC2 站的平均潮差为 0.45m。

表 5.1-18 测验所设潮位站潮汐特征值统计

| 特征值        | SWC1   | SWC2   |
|------------|--------|--------|
| 最高潮位 (m)   | 1.82   | 1.81   |
| 最低潮位 (m)   | 0.13   | 0.14   |
| 平均潮位 (m)   | 0.90   | 0.90   |
| 最大涨潮潮差 (m) | 1.13   | 1.07   |
| 最大落潮潮差 (m) | 1.62   | 1.62   |
| 平均潮差 (m)   | 0.44   | 0.45   |
| 平均涨潮历时 (h) | 14     | 13     |
| 平均落潮历时 (h) | 11     | 12     |
| 潮汐性质系数 $F$ | 3.42   | 3.42   |
| 潮汐类型       | 不正规全日潮 | 不正规全日潮 |

#### 4、基准面关系和平均潮差

基准面关系在工程设计中占有比较重要的地位，因此确定工程水域平均海面、理论深度基准面、高程基准面之间的换算关系是非常必要的。理论深度基准面又称海图深度基准面，它是通过理论可能最低潮面的计算来确定的，是一个具有一定安全保证率、人为规定的深度起算面，通常它的保证率为 98% 左右。“1985 国家高程基准”是采用青岛验潮站 1953 年至 1979 年验潮资料计算确定的，1987 年 5 月经国务院国测发[1987]198 号文批准，全国统一启用“1985 国家高程基准”，依此基准推算全国各类水准点高程成果，并逐步归算至“1985 国家高程基准”。

海图深度基准面的确定是海洋测绘、海道测量、海洋工程设计施工等各项生产活动的基础，也是航海保证部门编制海图的重要依据，同时历史海图深度基准面也是研究河口海岸演变的重要参考资料。合理的海图深度基准面既要保证船舶航行的安全，同时又要尽量提高航道的利用率，海图深度基准面的过高或者过低都会对通航安全或航道利用产生不利影响。对于海图深度基准面的选取，世界各国根据本国沿海不同的潮汐特征而选取不同的海图深度基准面。我国在 1956 年以前采用过略最低低潮面、平均大潮低潮面、可能最低低潮面、特大潮低潮面等多达十几种的海图深度基准面，后因为保证率不足，同时为了统一我国沿海的海图深度基准面，1956 年以后统一采用理论深度基准面作为海图深度的基准面。根据最新的《海道测量规范》（GB 12327-2022）中的规定，我国的海图深度基准面采用 13 个分潮组合的理论最低潮面，它们包括： $M_2$ 、 $S_2$ 、 $N_2$ 、 $K_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$ 、 $Q_1$  八个天文分潮， $M_4$ 、 $MS_4$ 、 $M_6$  三个浅水分潮以及  $S_a$ 、 $S_{sa}$  两个长周期分潮。从而计算出 SWC1 临时潮位站的理论深度基准面（最低天文潮位）为平均海面以下 1.27m，SWC1 临时潮位站的最高天文潮位分别为平均海面以上 0.92m；SWC2 临时潮位站的理论深度基准面（最低天文潮位）为平均海面以下 1.27m，SWC2 临时潮位站的最高天文潮位分别为平均海面以上 0.91m。

潮差是标志潮汐强弱的重要指标，指某一定时期内的潮差的平均值，是潮汐的一个重要特征值，潮差不仅反映了海水在周期性涨落中的变幅，还能揭示出不同海域潮汐的活跃程度。在潮汐观测中，潮差的变化往往受到天文因素的影响，如太阳和月球的引力作用。通常情况下，大潮期间（如朔望潮），由于日月引潮力叠加，潮差达到最大值；而在小潮期间（如弦潮），潮差则相对较小。因此，

通过分析某一时期内的潮差平均值，不仅可以了解海区的潮汐特性，还能推测出季节性变化以及潜在的异常现象。经计算 SWC1 和 SWC2 站的平均潮差分别为 0.46m 和 0.45m。

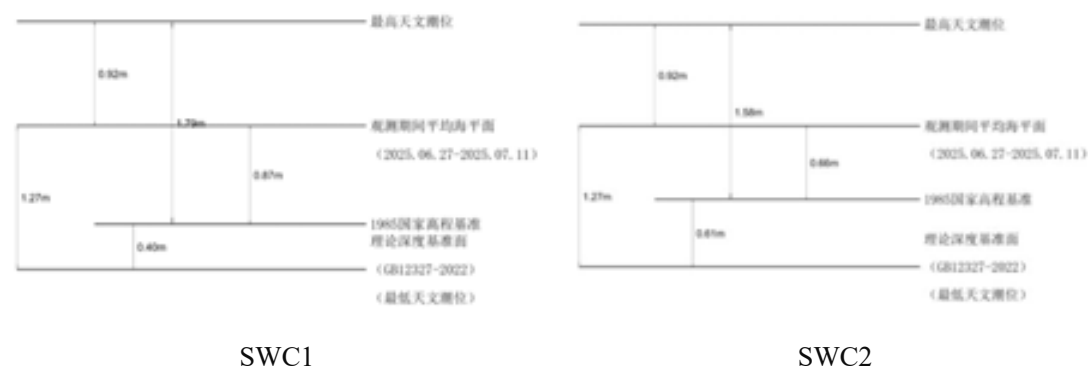


图 5.1-13 临时潮位站各基准面的相互关系

5.1.2.6 实测海流

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 5.1-14 所示，图 5.1-15 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 5.1-20 为涨、落潮流统计表。

从海流的运动状态来看，观测期内各站点海流表现出了背景流和潮汐共同作用的特征。从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向主要受局地的背景流（海湾内的环流系统）和潮汐的影响；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 57.4cm/s（方向为 49°），出现在 SWL6 站表层；最大落潮流速为 84.9cm/s（方向为 96°），出现在 SWL6 站 0.2H 层；最大涨潮平均流速为 39.9cm/s（方向为 79°），出现在 SWL6 站表层；最大落潮平均流速为 64.3cm/s（方向为 78°），出现在 SWL6 站表层。从垂向结构上看，各站点流速整体自表层向底层递减，垂向分布均匀，剪切强度较弱，表明水体受潮汐主导下垂向混合充分。在水平分布上，受海湾地形和区域背景环流系统的共同作用，潮流主轴呈现一定偏折特征：湾外 SWL3 和 SWL6 站点潮流主轴方向较为一致，整体沿东西方向延展，而 SWL5 站则出现潮流向北上弯曲的现象，表明潮流沿地形通道进入湾内后，流向随地形引导逐渐变化。进一步来看，潮流自 SWL5 站进入海湾后，呈现由湾口向湾顶推进的过程，在湾顶区域分流后再分别向 SWL4 和 SWL1 方向南下流出，构成一个受地形强约束的局部回转式潮流结构。由此可见，

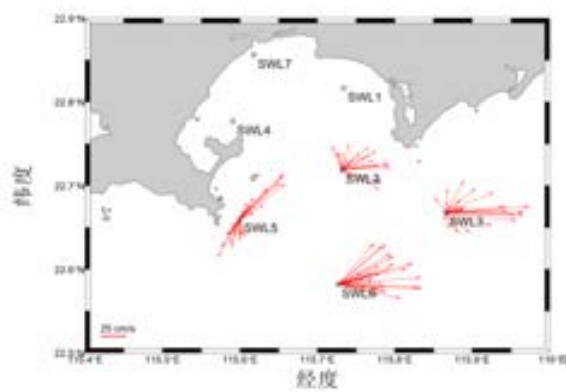


该海区海水流动主要受控于湾口潮汐输入与海湾复杂地形的共同影响，海流路径受限明显，具有典型的地形调控潮流格局特征。

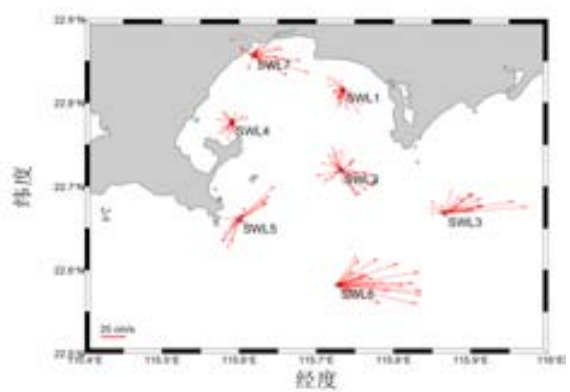
表 5.1-19 大潮期涨、落潮流对比统计表

| 站位   | 层次     | 流速 (cm/s)、流向 (°) |            |            |      |            |            |            |      |
|------|--------|------------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|------|
|      |        | 涨潮最大<br>流速       | 对应时刻<br>流向 | 涨潮平均<br>流速 | 平均流向 | 落潮最大<br>流速 | 对应时刻<br>流向 | 落潮平均<br>流速 | 平均流向 |
| SWL1 | 0.2H 层 | 19.7             | 307        | 11.0       | 254  | 28.6       | 146        | 14.9       | 165  |
|      | 0.6H 层 | 21.1             | 325        | 9.3        | 281  | 29.4       | 141        | 14.4       | 166  |
|      | 0.8H 层 | 19.4             | 288        | 10.5       | 304  | 29.7       | 135        | 16.2       | 164  |
|      | 垂线平均   | 19.6             | 324        | 9.2        | 280  | 28.3       | 148        | 14.1       | 165  |
| SWL2 | 表层     | 38.0             | 62         | 17.8       | 28   | 47.7       | 88         | 28.6       | 86   |
|      | 0.2H 层 | 24.8             | 339        | 14.5       | 325  | 36.8       | 115        | 24.5       | 128  |
|      | 0.4H 层 | 20.0             | 292        | 10.8       | 289  | 39.5       | 135        | 22.8       | 131  |
|      | 0.6H 层 | 22.5             | 304        | 8.5        | 268  | 28.7       | 139        | 15.4       | 123  |
|      | 0.8H 层 | 22.7             | 293        | 9.1        | 309  | 29.2       | 100        | 13.7       | 97   |
|      | 底层     | 20.1             | 295        | 8.0        | 340  | 26.2       | 139        | 11.7       | 105  |
|      | 垂线平均   | 20.8             | 314        | 8.2        | 324  | 30.6       | 115        | 17.1       | 114  |
| SWL3 | 表层     | 51.7             | 67         | 20.7       | 54   | 83.0       | 86         | 52.0       | 93   |
|      | 0.2H 层 | 24.5             | 17         | 14.5       | 36   | 82.9       | 85         | 34.4       | 75   |
|      | 0.4H 层 | 26.8             | 74         | 14.3       | 87   | 46.7       | 65         | 23.2       | 75   |
|      | 0.6H 层 | 19.7             | 69         | 10.6       | 70   | 47.6       | 78         | 25.2       | 76   |
|      | 0.8H 层 | 21.2             | 65         | 11.4       | 11   | 45.8       | 79         | 24.0       | 79   |
|      | 底层     | 21.1             | 66         | 13.4       | 18   | 48.6       | 73         | 24.3       | 69   |
|      | 垂线平均   | 21.1             | 72         | 10.7       | 50   | 53.4       | 78         | 27.5       | 79   |
| SWL4 | 0.2H 层 | 16.0             | 279        | 8.8        | 251  | 18.3       | 231        | 10.9       | 168  |
|      | 0.6H 层 | 21.3             | 259        | 14.3       | 261  | 29.2       | 143        | 13.4       | 119  |
|      | 0.8H 层 | 21.2             | 315        | 11.8       | 291  | 17.1       | 132        | 9.6        | 144  |
|      | 垂线平均   | 17.0             | 288        | 10.0       | 268  | 18.2       | 119        | 8.3        | 134  |
| SWL5 | 表层     | 43.9             | 210        | 19.6       | 187  | 62.6       | 44         | 33.4       | 51   |
|      | 0.2H 层 | 30.4             | 202        | 11.4       | 212  | 48.2       | 46         | 21.5       | 53   |
|      | 0.4H 层 | 15.9             | 233        | 6.8        | 328  | 34.4       | 50         | 21.1       | 43   |
|      | 0.6H 层 | 23.8             | 24         | 10.5       | 27   | 32.2       | 48         | 20.4       | 40   |
|      | 0.8H 层 | 17.9             | 301        | 10.7       | 339  | 29.1       | 24         | 20.6       | 27   |
|      | 底层     | 24.2             | 170        | 10.1       | 336  | 33.2       | 49         | 19.0       | 23   |
|      | 垂线平均   | 20.5             | 207        | 8.1        | 257  | 31.0       | 51         | 20.6       | 40   |
| SWL6 | 表层     | 57.4             | 49         | 39.9       | 79   | 83.5       | 93         | 64.3       | 78   |
|      | 0.2H 层 | 46.7             | 87         | 29.6       | 70   | 84.9       | 96         | 58.4       | 91   |
|      | 0.4H 层 | 36.6             | 100        | 15.7       | 83   | 50.5       | 102        | 29.3       | 93   |
|      | 0.6H 层 | 18.7             | 100        | 9.5        | 51   | 35.8       | 98         | 23.7       | 97   |
|      | 0.8H 层 | 16.1             | 92         | 8.9        | 40   | 36.7       | 87         | 23.2       | 98   |
|      | 底层     | 25.7             | 106        | 10.7       | 32   | 36.0       | 92         | 22.4       | 83   |

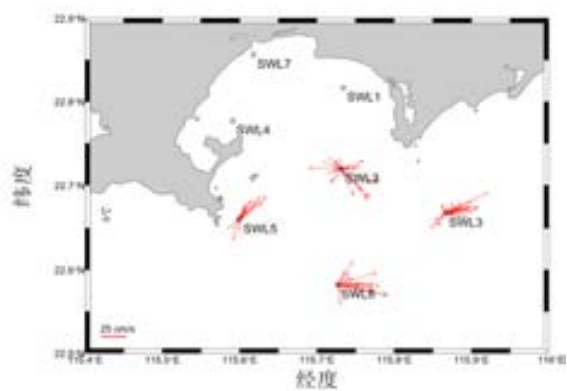
| 站 位  | 层 次    | 流速 (cm/s)、流向 (°) |            |            |      |            |            |            |      |
|------|--------|------------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|------|
|      |        | 涨潮最大<br>流速       | 对应时刻<br>流向 | 涨潮平均<br>流速 | 平均流向 | 落潮最大<br>流速 | 对应时刻<br>流向 | 落潮平均<br>流速 | 平均流向 |
|      | 垂线平均   | 26.4             | 88         | 14.0       | 71   | 50.3       | 93         | 33.8       | 90   |
| SWL7 | 0.2H 层 | 25.8             | 72         | 10.5       | 32   | 58.3       | 107        | 24.8       | 107  |
|      | 0.8H 层 | 18.2             | 55         | 9.1        | 15   | 48.9       | 104        | 16.9       | 90   |
|      | 垂线平均   | 21.8             | 65         | 8.9        | 24   | 53.5       | 106        | 20.2       | 100  |



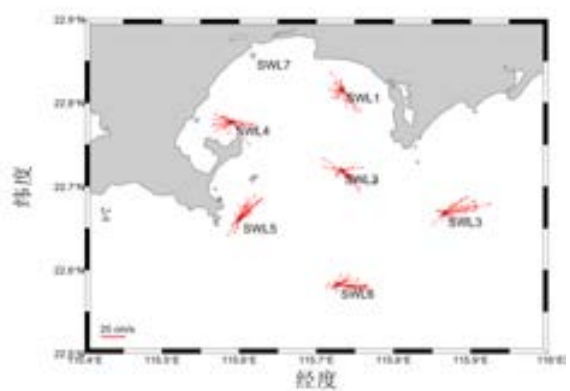
表层



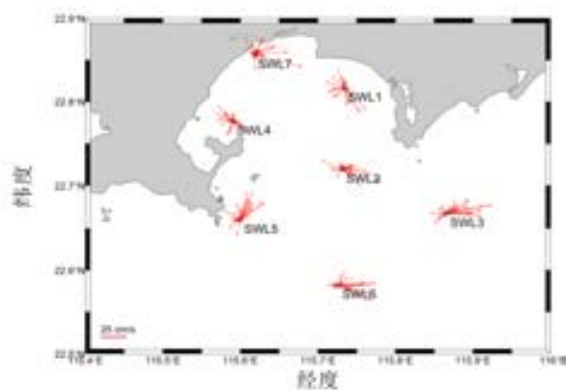
0.2H 层



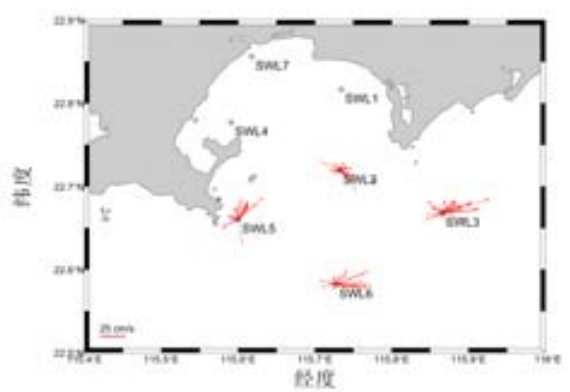
0.4H 层



0.6H 层

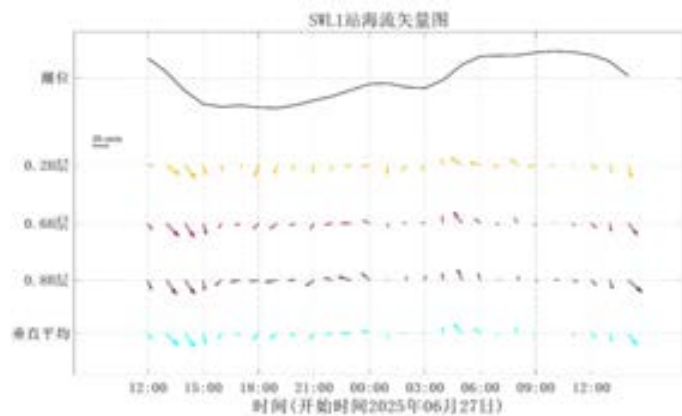


0.8H 层

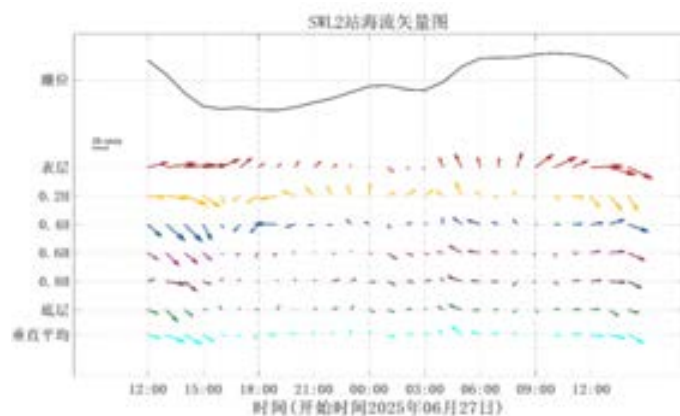


底层

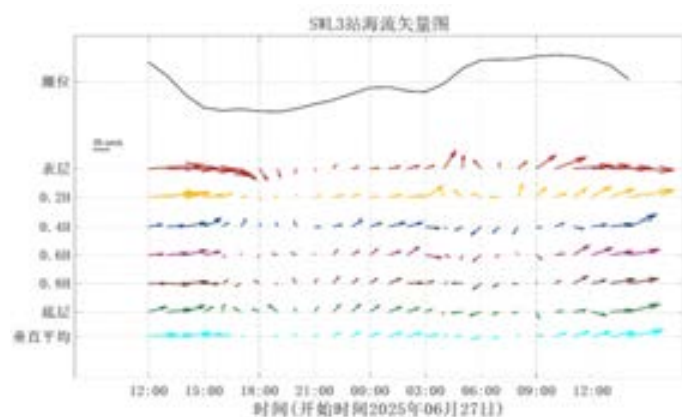
图 5.1-14 海流平面分布矢量图



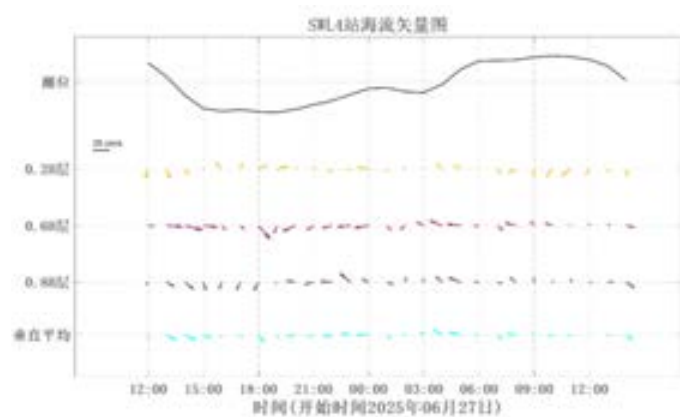
SWL1 站



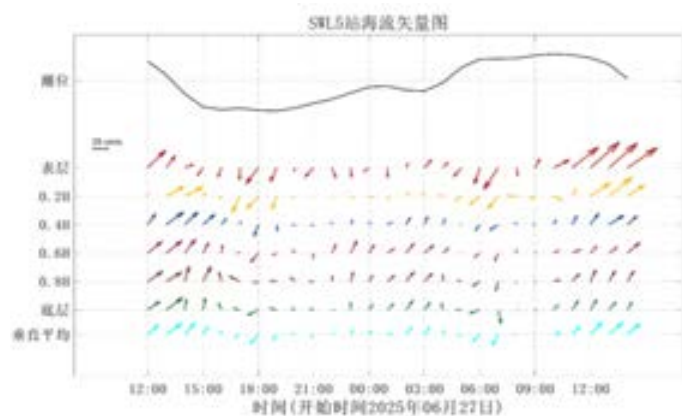
SWL2 站



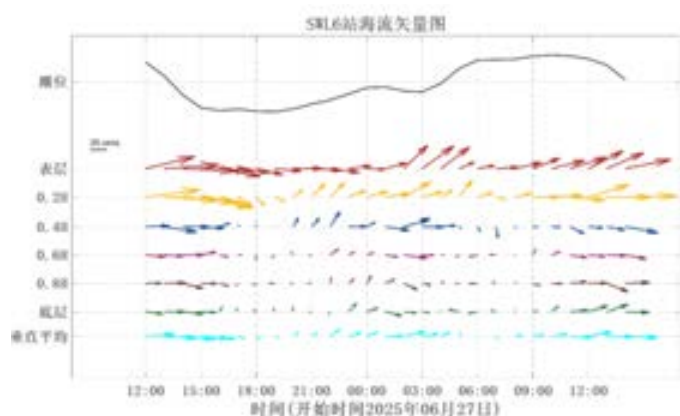
SWL3 站



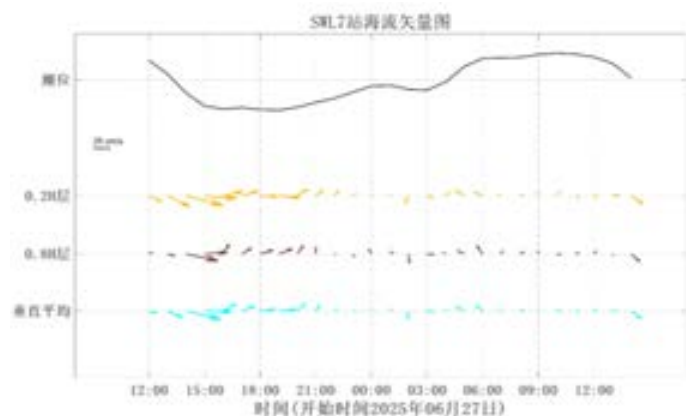
SWL4 站



SWL5 站



SWL6 站



SWL7 站

图 5.1-15 各站位海流矢量图

### 5.1.2.7潮流

#### 1、潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数  $F = (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$  作为判别标准：

|                    |         |
|--------------------|---------|
| $F \leq 0.5$       | 正规半日潮流  |
| $0.5 < F \leq 2.0$ | 不正规半日潮流 |
| $2.0 < F \leq 4.0$ | 不正规全日潮流 |
| $4.0 < F$          | 正规全日潮流  |

其中  $W_{O_1}$  为主要太阴日分潮流  $O_1$  的最大流速， $W_{K_1}$  为主要太阴太阳合成日分潮流  $K_1$  的最大流速， $W_{M_2}$  为主要太阴半日分潮流  $M_2$  的最大流速。

各站各层潮流性质系数  $F$  值见表 5.1-20。根据潮流调和分析结果，调各观测点各层次主要表现出正规全日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。

表 5.1-20 潮流性质系数表

| 站位   | 层位     | 特征值 $F$ | 潮型      |
|------|--------|---------|---------|
| SWL1 | 0.2H 层 | 3.59    | 不正规全日潮流 |
|      | 0.6H 层 | 1.61    | 不正规半日潮流 |
|      | 0.8H 层 | 3.88    | 不正规全日潮流 |
| SWL2 | 表层     | 4.29    | 正规全日潮流  |
|      | 0.2H 层 | 3.49    | 不正规全日潮流 |
|      | 0.4H 层 | 3.65    | 不正规全日潮流 |
|      | 0.6H 层 | 2.90    | 不正规全日潮流 |
|      | 0.8H 层 | 3.78    | 不正规全日潮流 |

| 站位   | 层位     | 特征值 F | 潮型      |
|------|--------|-------|---------|
|      | 底层     | 3.76  | 不正规全日潮流 |
| SWL3 | 表层     | 3.56  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.2H 层 | 4.27  | 正规全日潮流  |
|      | 0.4H 层 | 3.71  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.6H 层 | 3.52  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.8H 层 | 5.33  | 正规全日潮流  |
|      |        |       |         |
|      | 底层     | 3.79  | 不正规全日潮流 |
| SWL4 | 0.2H 层 | 3.81  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.6H 层 | 3.42  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.8H 层 | 3.48  | 不正规全日潮流 |
| SWL5 | 表层     | 2.93  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.2H 层 | 3.56  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.4H 层 | 3.70  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.6H 层 | 2.63  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.8H 层 | 3.92  | 不正规全日潮流 |
|      |        |       |         |
|      | 底层     | 3.68  | 不正规全日潮流 |
| SWL6 | 表层     | 2.79  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.2H 层 | 3.71  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.4H 层 | 3.61  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.6H 层 | 3.76  | 不正规全日潮流 |
|      | 0.8H 层 | 3.74  | 不正规全日潮流 |
|      |        |       |         |
|      | 底层     | 3.85  | 不正规全日潮流 |
| SWL7 | 0.2H 层 | 4.39  | 正规全日潮流  |
|      | 0.8H 层 | 3.34  | 不正规全日潮流 |

## 2、潮流的运动形式及潮流椭圆要素

调查海区各站各层  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 、 $M_4$  和  $MS_4$  潮流椭圆图如图 5.1-16 所示，椭圆要素如表 5.1-21 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率  $k$  值来描述， $k$  值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于 -1~1 之间。 $k$  的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 $k$  值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。

从结果可知：本次观测所有站位各层次潮流中，其中  $K_1$  分潮和  $O_1$  分潮占优， $M_2$  分潮和  $S_2$  分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率  $k$  绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大  $K_1$  分潮流出现在 SWL5 站 0.2H 层，流速为 63.4cm/s。

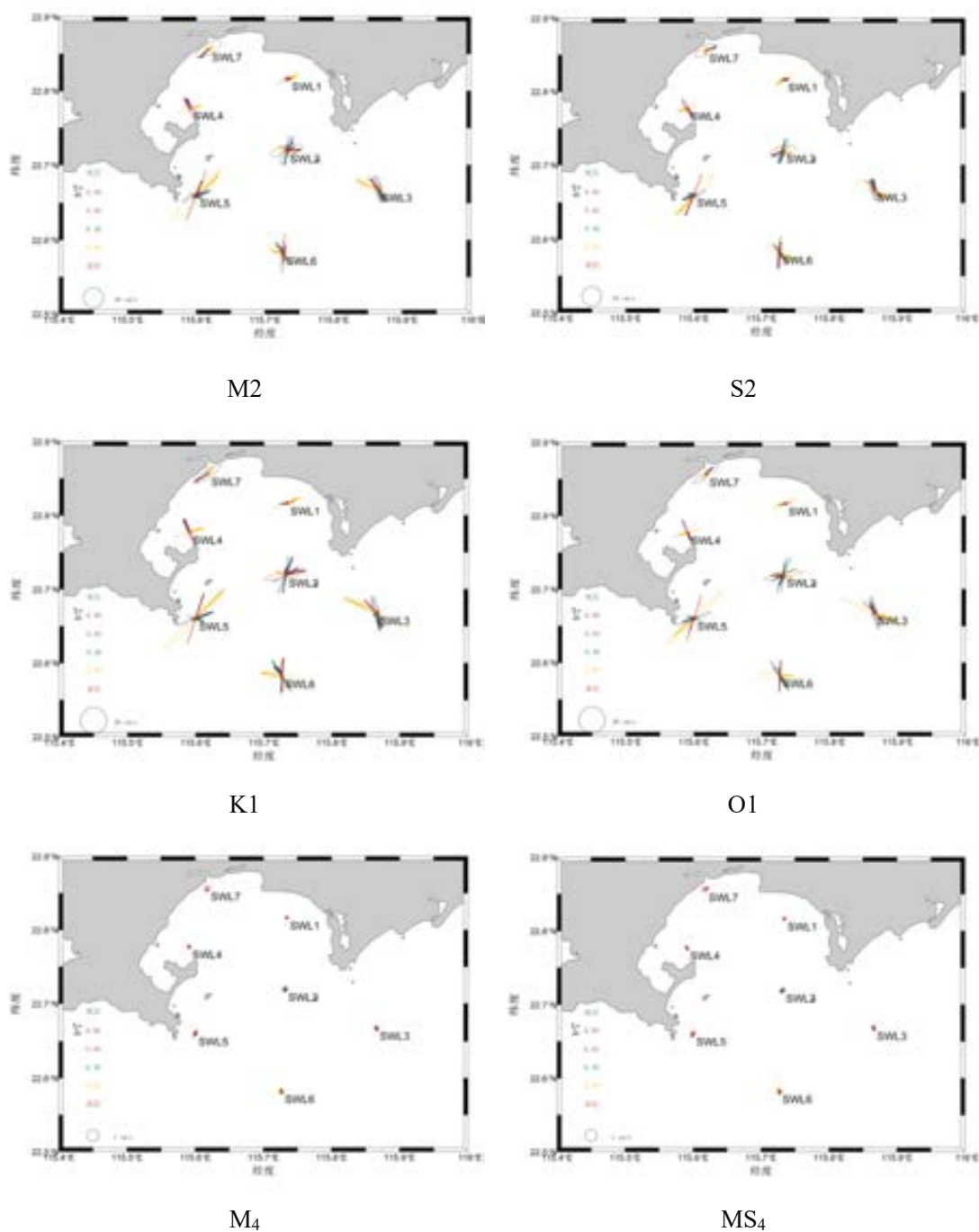


图 5.1-16 各站各层分潮椭圆图

表 5.1-21 各站各层潮流椭圆要素

| 站位层次      | 分潮             | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|-----------|----------------|-------------|-------------|--------|------------|
| SWL1-0.2H | O <sub>1</sub> | 20.2        | 1.7         | -0.082 | 126        |
|           | K <sub>1</sub> | 21.7        | 2.2         | -0.102 | 18         |
|           | M <sub>2</sub> | 11.7        | 2           | -0.167 | 326        |
|           | S <sub>2</sub> | 9.8         | 1.6         | -0.165 | 201        |
|           | M <sub>4</sub> | 1.2         | 0.7         | -0.612 | 267        |

| 站位层次      | 分潮              | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------|------------|
|           | MS <sub>4</sub> | 1.2         | 0.5         | -0.473 | 156        |
| SWL1-0.6H | O <sub>1</sub>  | 2.1         | 0.4         | -0.186 | 13         |
|           | K <sub>1</sub>  | 2.7         | 0.5         | -0.178 | 261        |
|           | M <sub>2</sub>  | 3           | 0.5         | -0.151 | 222        |
|           | S <sub>2</sub>  | 2.6         | 0.4         | -0.162 | 103        |
|           | M <sub>4</sub>  | 0.9         | 0.3         | -0.31  | 243        |
|           | MS <sub>4</sub> | 0.8         | 0.4         | -0.478 | 132        |
| SWL1-0.8H | O <sub>1</sub>  | 10.7        | 0.4         | 0.039  | 296        |
|           | K <sub>1</sub>  | 11.1        | 0.8         | 0.071  | 188        |
|           | M <sub>2</sub>  | 5.6         | 1.6         | 0.282  | 123        |
|           | S <sub>2</sub>  | 4.8         | 1.4         | 0.289  | 358        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.4         | 0.3         | -0.215 | 261        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.3         | 0.5         | -0.353 | 322        |
| SWL2-表层   | O <sub>1</sub>  | 20.9        | 1.2         | -0.056 | 130        |
|           | K <sub>1</sub>  | 22.7        | 1.5         | -0.065 | 22         |
|           | M <sub>2</sub>  | 10.2        | 0.2         | -0.015 | 336        |
|           | S <sub>2</sub>  | 8.3         | 0.1         | -0.011 | 214        |
|           | M <sub>4</sub>  | 0.9         | 0.1         | 0.142  | 312        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1           | 0.3         | 0.284  | 187        |
| SWL2-0.2H | O <sub>1</sub>  | 16.3        | 0.2         | -0.011 | 132        |
|           | K <sub>1</sub>  | 16.8        | 0.1         | -0.009 | 24         |
|           | M <sub>2</sub>  | 9.5         | 2           | -0.21  | 334        |
|           | S <sub>2</sub>  | 8.6         | 2           | -0.231 | 210        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.6         | 0.5         | -0.321 | 320        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.6         | 0.5         | -0.303 | 203        |
| SWL2-0.4H | O <sub>1</sub>  | 28.4        | 1.3         | -0.045 | 129        |
|           | K <sub>1</sub>  | 30          | 1.5         | -0.05  | 20         |
|           | M <sub>2</sub>  | 16          | 2.5         | -0.155 | 323        |
|           | S <sub>2</sub>  | 13.4        | 2.1         | -0.155 | 198        |
|           | M <sub>4</sub>  | 2           | 0.5         | -0.258 | 275        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.9         | 0.4         | -0.183 | 153        |
| SWL2-0.6H | O <sub>1</sub>  | 9.1         | 0.6         | 0.063  | 116        |
|           | K <sub>1</sub>  | 9.6         | 0.5         | 0.053  | 6          |
|           | M <sub>2</sub>  | 6.4         | 0.7         | 0.115  | 299        |
|           | S <sub>2</sub>  | 5.7         | 0.9         | 0.151  | 175        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.5         | 0.1         | -0.065 | 213        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.4         | 0           | -0.008 | 92         |
| SWL2-0.8H | O <sub>1</sub>  | 29.9        | 4.1         | -0.137 | 131        |
|           | K <sub>1</sub>  | 31.8        | 4.7         | -0.148 | 23         |
|           | M <sub>2</sub>  | 16.3        | 5.2         | -0.321 | 331        |
|           | S <sub>2</sub>  | 13.3        | 4.7         | -0.35  | 207        |



| 站位层次      | 分潮              | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------|------------|
|           | M <sub>4</sub>  | 1.7         | 0.8         | -0.488 | 323        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.5         | 0.7         | -0.472 | 191        |
| SWL2-底层   | O <sub>1</sub>  | 27.7        | 0.2         | 0.009  | 314        |
|           | K <sub>1</sub>  | 29.5        | 0.4         | 0.013  | 206        |
|           | M <sub>2</sub>  | 15.2        | 0.1         | 0.008  | 164        |
|           | S <sub>2</sub>  | 12.8        | 0.3         | 0.026  | 41         |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.8         | 0.4         | 0.241  | 143        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.5         | 0.3         | 0.224  | 18         |
| SWL3-表层   | O <sub>1</sub>  | 26.9        | 0.5         | -0.019 | 134        |
|           | K <sub>1</sub>  | 27.8        | 0.2         | -0.007 | 25         |
|           | M <sub>2</sub>  | 15.4        | 1.1         | -0.069 | 339        |
|           | S <sub>2</sub>  | 13.5        | 1           | -0.077 | 216        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.1         | 1           | -0.864 | 299        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.2         | 0.8         | -0.64  | 203        |
| SWL3-0.2H | O <sub>1</sub>  | 53.2        | 2.7         | 0.052  | 135        |
|           | K <sub>1</sub>  | 55.9        | 3.3         | 0.06   | 26         |
|           | M <sub>2</sub>  | 25.6        | 4.1         | 0.161  | 342        |
|           | S <sub>2</sub>  | 21.8        | 3.6         | 0.163  | 218        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.4         | 0.9         | 0.68   | 278        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.5         | 1           | 0.657  | 136        |
| SWL3-0.4H | O <sub>1</sub>  | 22.9        | 2           | 0.089  | 307        |
|           | K <sub>1</sub>  | 24.3        | 2.5         | 0.104  | 198        |
|           | M <sub>2</sub>  | 12.7        | 1.8         | 0.141  | 147        |
|           | S <sub>2</sub>  | 10.8        | 1.5         | 0.134  | 23         |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.1         | 0.8         | 0.701  | 125        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1           | 0.6         | 0.584  | 352        |
| SWL3-0.6H | O <sub>1</sub>  | 22          | 2.5         | 0.114  | 312        |
|           | K <sub>1</sub>  | 23.5        | 2.8         | 0.12   | 204        |
|           | M <sub>2</sub>  | 12.9        | 1.9         | 0.145  | 158        |
|           | S <sub>2</sub>  | 10.9        | 1.6         | 0.15   | 32         |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.9         | 0.8         | 0.426  | 141        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.9         | 0.6         | 0.343  | 15         |
| SWL3-0.8H | O <sub>1</sub>  | 6.4         | 0.2         | 0.035  | 297        |
|           | K <sub>1</sub>  | 6.6         | 0.3         | 0.044  | 187        |
|           | M <sub>2</sub>  | 2.4         | 1           | 0.413  | 139        |
|           | S <sub>2</sub>  | 2.5         | 0.7         | 0.295  | 14         |
|           | M <sub>4</sub>  | 0.7         | 0.1         | -0.181 | 89         |
|           | MS <sub>4</sub> | 0.5         | 0.2         | -0.413 | 343        |
| SWL3-底层   | O <sub>1</sub>  | 26          | 3.1         | 0.119  | 310        |
|           | K <sub>1</sub>  | 27.6        | 3.6         | 0.132  | 201        |
|           | M <sub>2</sub>  | 14.2        | 3.7         | 0.258  | 151        |

| 站位层次      | 分潮              | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------|------------|
|           | S <sub>2</sub>  | 11.8        | 3.3         | 0.284  | 26         |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.3         | 0.6         | 0.451  | 138        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.2         | 0.4         | 0.355  | 9          |
| SWL4-0.2H | O <sub>1</sub>  | 21.5        | 1.7         | -0.079 | 130        |
|           | K <sub>1</sub>  | 22.8        | 1.9         | -0.082 | 22         |
|           | M <sub>2</sub>  | 11.6        | 2.4         | -0.211 | 331        |
|           | S <sub>2</sub>  | 9.9         | 2.4         | -0.241 | 206        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.3         | 0.7         | -0.552 | 159        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1           | 0.7         | -0.692 | 213        |
| SWL4-0.6H | O <sub>1</sub>  | 21.4        | 1.2         | -0.056 | 127        |
|           | K <sub>1</sub>  | 22.6        | 1.5         | -0.067 | 18         |
|           | M <sub>2</sub>  | 12.9        | 2.5         | -0.193 | 323        |
|           | S <sub>2</sub>  | 10.9        | 2           | -0.185 | 198        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.5         | 0.2         | -0.127 | 289        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.7         | 0.1         | -0.064 | 166        |
| SWL4-0.8H | O <sub>1</sub>  | 20          | 1.4         | -0.069 | 127        |
|           | K <sub>1</sub>  | 21          | 1.4         | -0.067 | 18         |
|           | M <sub>2</sub>  | 11.8        | 0.9         | -0.08  | 324        |
|           | S <sub>2</sub>  | 10          | 0.7         | -0.074 | 201        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.2         | 0.6         | -0.522 | 297        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.4         | 0.5         | -0.359 | 175        |
| SWL5-表层   | O <sub>1</sub>  | 37.6        | 0.5         | -0.013 | 122        |
|           | K <sub>1</sub>  | 40.8        | 0.4         | -0.011 | 13         |
|           | M <sub>2</sub>  | 26.8        | 0.7         | 0.025  | 306        |
|           | S <sub>2</sub>  | 22.4        | 0.6         | 0.028  | 180        |
|           | M <sub>4</sub>  | 2.8         | 0.2         | -0.071 | 340        |
|           | MS <sub>4</sub> | 2.7         | 0.2         | -0.073 | 207        |
| SWL5-0.2H | O <sub>1</sub>  | 59.4        | 3.3         | -0.056 | 132        |
|           | K <sub>1</sub>  | 63.4        | 3.9         | -0.062 | 24         |
|           | M <sub>2</sub>  | 34.5        | 4           | -0.117 | 335        |
|           | S <sub>2</sub>  | 28.5        | 3.6         | -0.125 | 211        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.4         | 1.2         | -0.887 | 203        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.5         | 1.1         | -0.771 | 112        |
| SWL5-0.4H | O <sub>1</sub>  | 27.6        | 1.9         | -0.069 | 130        |
|           | K <sub>1</sub>  | 29.5        | 2.2         | -0.075 | 22         |
|           | M <sub>2</sub>  | 15.4        | 2           | -0.13  | 333        |
|           | S <sub>2</sub>  | 12.5        | 1.7         | -0.138 | 209        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.1         | 0.7         | -0.587 | 150        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1           | 0.8         | -0.758 | 190        |
| SWL5-0.6H | O <sub>1</sub>  | 6.3         | 0.6         | 0.092  | 137        |
|           | K <sub>1</sub>  | 6.8         | 0.8         | 0.114  | 28         |

| 站位层次      | 分潮              | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------|------------|
|           | M <sub>2</sub>  | 5           | 1.6         | 0.318  | 353        |
|           | S <sub>2</sub>  | 3.8         | 1.5         | 0.401  | 232        |
|           | M <sub>4</sub>  | 0.9         | 0.3         | -0.332 | 356        |
|           | MS <sub>4</sub> | 0.8         | 0.4         | -0.481 | 220        |
| SWL5-0.8H | O <sub>1</sub>  | 6.5         | 1.1         | 0.167  | 325        |
|           | K <sub>1</sub>  | 6.8         | 1.1         | 0.161  | 219        |
|           | M <sub>2</sub>  | 3.4         | 1.2         | 0.367  | 187        |
|           | S <sub>2</sub>  | 3.3         | 1.1         | 0.322  | 60         |
|           | M <sub>4</sub>  | 0.5         | 0.4         | 0.771  | 185        |
|           | MS <sub>4</sub> | 0.4         | 0.3         | 0.58   | 74         |
| SWL5-底层   | O <sub>1</sub>  | 12.7        | 1.7         | -0.137 | 305        |
|           | K <sub>1</sub>  | 13.6        | 1.9         | -0.144 | 195        |
|           | M <sub>2</sub>  | 7.2         | 2.3         | -0.324 | 144        |
|           | S <sub>2</sub>  | 5.8         | 2.2         | -0.375 | 23         |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.5         | 0.4         | 0.287  | 101        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.3         | 0.3         | 0.222  | 335        |
| SWL6-表层   | O <sub>1</sub>  | 26.4        | 0.6         | 0.023  | 114        |
|           | K <sub>1</sub>  | 28.4        | 0.2         | 0.006  | 3          |
|           | M <sub>2</sub>  | 19.6        | 1.9         | -0.096 | 294        |
|           | S <sub>2</sub>  | 16.9        | 1.6         | -0.093 | 167        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.9         | 0.1         | -0.048 | 299        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.9         | 0.2         | 0.094  | 167        |
| SWL6-0.2H | O <sub>1</sub>  | 32          | 3.7         | 0.116  | 127        |
|           | K <sub>1</sub>  | 33.2        | 4.5         | 0.135  | 19         |
|           | M <sub>2</sub>  | 17.6        | 3.8         | 0.216  | 315        |
|           | S <sub>2</sub>  | 15.5        | 3.1         | 0.201  | 191        |
|           | M <sub>4</sub>  | 2.9         | 0.9         | 0.325  | 132        |
|           | MS <sub>4</sub> | 2.7         | 0.9         | 0.348  | 12         |
| SWL6-0.4H | O <sub>1</sub>  | 18.6        | 0.9         | 0.048  | 117        |
|           | K <sub>1</sub>  | 19.6        | 0.8         | 0.043  | 8          |
|           | M <sub>2</sub>  | 10.6        | 0.4         | -0.039 | 302        |
|           | S <sub>2</sub>  | 9.2         | 0.1         | -0.016 | 178        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.9         | 0.1         | -0.041 | 265        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.9         | 0           | 0.019  | 144        |
| SWL6-0.6H | O <sub>1</sub>  | 15.5        | 1.6         | 0.1    | 135        |
|           | K <sub>1</sub>  | 16.4        | 1.8         | 0.108  | 28         |
|           | M <sub>2</sub>  | 8.5         | 1.9         | 0.218  | 352        |
|           | S <sub>2</sub>  | 7.5         | 1.4         | 0.183  | 230        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.1         | 0           | 0.019  | 284        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.1         | 0.2         | 0.151  | 158        |
| SWL6-0.8H | O <sub>1</sub>  | 22.8        | 0.7         | 0.032  | 303        |

| 站位层次      | 分潮              | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k  | 最大潮流方向 (°) |
|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------|------------|
|           | K <sub>1</sub>  | 24.3        | 0.8         | 0.033  | 194        |
|           | M <sub>2</sub>  | 12.6        | 0.3         | 0.028  | 133        |
|           | S <sub>2</sub>  | 10.7        | 0           | 0.004  | 7          |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.5         | 0.2         | 0.153  | 98         |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.5         | 0.1         | 0.055  | 328        |
| SWL6-底层   | O <sub>1</sub>  | 27.4        | 0.6         | -0.023 | 130        |
|           | K <sub>1</sub>  | 28.9        | 0.7         | -0.025 | 21         |
|           | M <sub>2</sub>  | 14.6        | 0.2         | 0.015  | 330        |
|           | S <sub>2</sub>  | 12.7        | 0.2         | 0.016  | 206        |
|           | M <sub>4</sub>  | 1.6         | 0.3         | -0.175 | 292        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.6         | 0.2         | -0.117 | 173        |
| SWL7-0.2H | O <sub>1</sub>  | 11.1        | 2.2         | -0.2   | 127        |
|           | K <sub>1</sub>  | 11.9        | 3           | -0.257 | 20         |
|           | M <sub>2</sub>  | 5.2         | 4.4         | -0.836 | 319        |
|           | S <sub>2</sub>  | 4.5         | 3.6         | -0.803 | 189        |
|           | M <sub>4</sub>  | 2           | 0.2         | -0.079 | 233        |
|           | MS <sub>4</sub> | 1.8         | 0.2         | -0.094 | 116        |
| SWL7-0.8H | O <sub>1</sub>  | 23.7        | 4.2         | 0.177  | 311        |
|           | K <sub>1</sub>  | 25          | 4.9         | 0.197  | 202        |
|           | M <sub>2</sub>  | 14.6        | 5.3         | 0.364  | 149        |
|           | S <sub>2</sub>  | 12.3        | 4.5         | 0.368  | 25         |
|           | M <sub>4</sub>  | 2.2         | 1.7         | 0.763  | 111        |
|           | MS <sub>4</sub> | 2.2         | 1.4         | 0.658  | 355        |

### 3、理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离见表 5.1-22，2024 年汕尾海砂项目海域潮流可能最大流速为 57.1cm/s（方向为 336°），出现在 SWL3 站 0.2H 层，各站层可能最大流速介于 3.4cm/s-54.0cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 18169.78m，出现在 SWL3 站 0.2H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 968.82m~18169.78m 之间。

表 5.1-22 各站层潮流可能最大流速

| 站位   | 测层     | 可能最大流速    |        | 可能最大运移距离 |        |
|------|--------|-----------|--------|----------|--------|
|      |        | 流速 (cm/s) | 方向 (度) | 距离 (m)   | 方向 (度) |
| SWL1 | 0.2H 层 | 22.7      | 24     | 7134.57  | 24     |
|      | 0.6H 层 | 3.4       | 323    | 968.82   | 146    |
|      | 0.8H 层 | 11.1      | 6      | 3685.02  | 6      |
| SWL2 | 表层     | 22.3      | 28     | 7243.37  | 28     |
|      | 0.2H 层 | 17.8      | 336    | 5688.72  | 157    |

| 站位   | 测层     | 可能最大流速    |        | 可能最大运移距离 |        |
|------|--------|-----------|--------|----------|--------|
|      |        | 流速 (cm/s) | 方向 (度) | 距离 (m)   | 方向 (度) |
|      | 0.4H 层 | 30.9      | 68     | 9916.17  | 68     |
|      | 0.6H 层 | 10.5      | 276    | 3297.41  | 96     |
|      | 0.8H 层 | 32.5      | 12     | 10412.03 | 12     |
|      | 底层     | 30.2      | 82     | 9682.75  | 82     |
|      |        |           |        |          |        |
| SWL3 | 表层     | 29.9      | 314    | 9353.31  | 134    |
|      | 0.2H 层 | 57.1      | 336    | 18169.78 | 156    |
|      | 0.4H 层 | 25.5      | 277    | 8003.28  | 99     |
|      | 0.6H 层 | 24.3      | 293    | 7781.60  | 113    |
|      | 0.8H 层 | 6.3       | 35     | 2122.45  | 36     |
|      | 底层     | 28.4      | 284    | 9058.23  | 103    |
| SWL4 | 0.2H 层 | 23.5      | 17     | 7477.94  | 17     |
|      | 0.6H 层 | 23.8      | 292    | 7551.99  | 112    |
|      | 0.8H 层 | 22.2      | 297    | 7016.66  | 117    |
| SWL5 | 表层     | 46.2      | 71     | 13776.04 | 71     |
|      | 0.2H 层 | 54.0      | 45     | 16743.05 | 45     |
|      | 0.4H 层 | 30.6      | 21     | 9659.12  | 21     |
|      | 0.6H 层 | 7.4       | 21     | 2319.66  | 19     |
|      | 0.8H 层 | 7.4       | 14     | 2247.28  | 14     |
|      | 底层     | 13.6      | 341    | 4455.80  | 161    |
| SWL6 | 表层     | 32.8      | 86     | 9723.77  | 86     |
|      | 0.2H 层 | 34.3      | 345    | 11013.35 | 169    |
|      | 0.4H 层 | 20.1      | 307    | 6501.32  | 128    |
|      | 0.6H 层 | 17.2      | 296    | 5412.97  | 114    |
|      | 0.8H 层 | 24.9      | 89     | 7997.19  | 89     |
|      | 底层     | 29.7      | 303    | 9504.59  | 122    |
| SWL7 | 0.2H 层 | 11.8      | 52     | 3783.88  | 54     |
|      | 0.8H 层 | 26.2      | 33     | 8369.81  | 34     |

### 5.1.2.8余流

大潮期水文观测各站各层余流对比见表 5.1-23，大潮期余流的分布图见图 5.1-17。

由图表可知，调查海区观测期间余流流速主要介于 1.9cm/s~47.4cm/s。最大余流为潮流 SWL6 站（表层，47.4cm/s，79°），最小余流为潮流 SWL2 站（0.2H 层，1.9cm/s，73°）。从余流方向来看，大多数站点（如 SWL2、SWL3、SWL6 等）各层余流普遍朝东至东北方向流动，与南海北部外海区域受冬季风影响下的季节性东向环流结构一致，表明湾外海区主要处于大尺度背景环流的控制之下。而 SWL5 站点表层余流则以北向为主，显示出湾内水体存在由湾口向湾顶的输运趋

势；与之相反，SWL4 站表层余流主要为南向，表明湾顶水体在流至最北端后发生分流并从湾内两侧向南回流。从整体流动路径上分析，湾外潮流主轴稳定，海水自 SWL6 与 SWL3 区域向西推进，流入海湾中部；湾内水体经 SWL5 站北上，在风车岛及其地形突起的阻碍作用下，海流自中部绕行至湾顶后再沿两侧（如 SWL4、SWL1）向湾口方向回流，形成一个受地形显著约束的环形回转型余流结构。

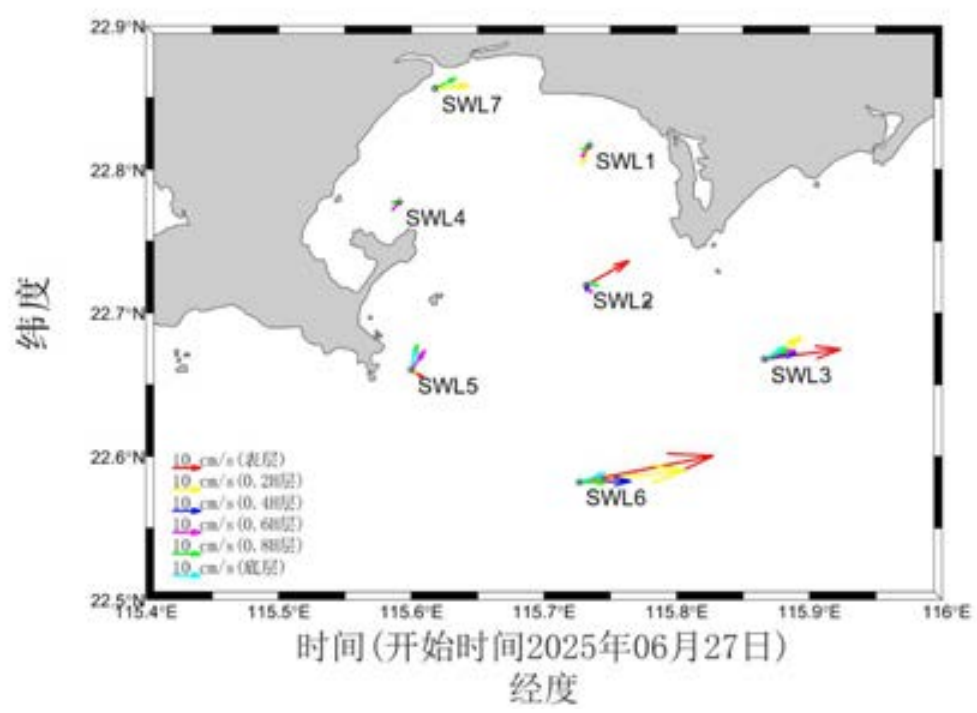


图 5.1-17 观测期各站余流分布图

表 5.1-23 观测期各站各层余流对比表

| 站位及层次     | 观测期间余流   |       |
|-----------|----------|-------|
|           | 流速（cm/s） | 流向（°） |
| SWL1-0.2H | 7.1      | 201   |
| SWL1-0.6H | 4.9      | 214   |
| SWL1-0.8H | 3.2      | 241   |
| SWL2-表    | 17.2     | 60    |
| SWL2-0.2H | 1.9      | 73    |
| SWL2-0.4H | 2.3      | 176   |
| SWL2-0.6H | 3.5      | 143   |
| SWL2-0.8H | 4.4      | 90    |
| SWL2-底    | 2.8      | 87    |
| SWL3-表    | 26.8     | 83    |
| SWL3-0.2H | 15.1     | 60    |
| SWL3-0.4H | 11.3     | 79    |

| 站位及层次     | 观测期间余流    |        |
|-----------|-----------|--------|
|           | 流速 (cm/s) | 流向 (°) |
| SWL3-0.6H | 11.1      | 74     |
| SWL3-0.8H | 9.2       | 68     |
| SWL3-底    | 8.2       | 59     |
| SWL4-0.2H | 2.2       | 225    |
| SWL4-0.6H | 3.8       | 222    |
| SWL4-0.8H | 2.7       | 267    |
| SWL5-表    | 5.0       | 122    |
| SWL5-0.2H | 1.9       | 114    |
| SWL5-0.4H | 7.1       | 36     |
| SWL5-0.6H | 8.5       | 35     |
| SWL5-0.8H | 9.2       | 13     |
| SWL5-底    | 7.2       | 11     |
| SWL6-表    | 47.4      | 79     |
| SWL6-0.2H | 37.3      | 83     |
| SWL6-0.4H | 17.9      | 89     |
| SWL6-0.6H | 10.8      | 88     |
| SWL6-0.8H | 9.5       | 91     |
| SWL6-底    | 9.6       | 71     |
| SWL7-0.2H | 12.1      | 85     |
| SWL7-0.8H | 8.2       | 64     |

### 5.1.2.9 温度、盐度

本次水文观测期间，温度、盐度时间过程曲线如图 5.1-18 所示，温度、盐度统计如表 5.1-24 所示。

#### 1、水温

调查期间调查海区测得的水温最大值为 32.02℃，出现在 SWL7 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 21.04℃，出现在 SWL6 站底层；整体来看，大多数站位在垂向上存在温差，表明夏季受太阳辐射加热作用明显。在水深相对较大的 SWL6 站，垂向温差较明显，表层受太阳直射加热升温显著，而底层保持相对低温，呈现出一定程度的温度层化，反映出夏季季节性温跃层的形成特征。总体上，海区表层温度普遍偏高，空间分布上近岸站点如 SWL1、SWL4、SWL5 和 SWL7 水温相对更高，受到沿岸地形封闭和近岸浅水升温作用的影响。

图 5.1-18 中有各站表、中、底层温度的周日变化过程曲线，由图可以看出：此次观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

#### 2、盐度



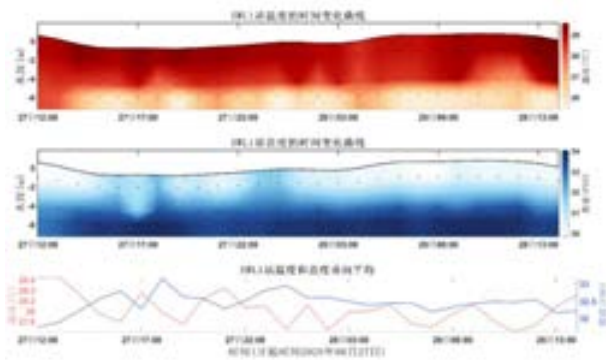
调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.34，出现在 SWL3 站底层；测得盐度的最小值为 24.76，出现在 SWL7 站 0.2H 层。整体盐度分布受径流、蒸发和潮汐混合等因素共同作用，呈现一定的空间差异性。外海站点如 SWL3、SWL6 盐度普遍较高，说明受海洋咸水入侵影响较强，而近岸站点如 SWL5、SWL7 盐度相对偏低，部分层位盐度波动较大，与陆源淡水输入和降雨等淡化过程有关。垂向上，多数站点盐度差异不大，层化特征不显著，表明海水混合作用较强，但在个别深水站位（如 SWL6）可见底层盐度略高，反映出下层海水相对稳定的高盐背景。

图 5.1-18 中有各站表、中、底层盐度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各站的盐度没有明显的分层。

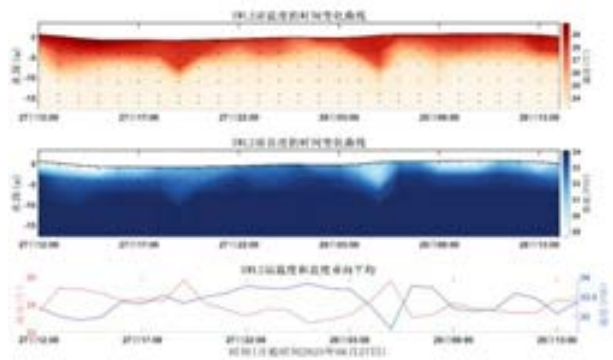
表 5.1-24 各站温度、盐度统计

| 站位   | 层位     | 温度 (°C) |       |       | 盐度 (PSU) |       |       |
|------|--------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|
|      |        | 最大      | 最小    | 平均    | 最大       | 最小    | 平均    |
| SWL1 | 0.2H 层 | 29.62   | 28.58 | 29.20 | 32.00    | 29.84 | 30.58 |
|      | 0.6H 层 | 29.39   | 27.41 | 28.47 | 33.40    | 31.62 | 32.96 |
|      | 0.8H 层 | 28.35   | 25.42 | 26.42 | 34.11    | 32.90 | 33.82 |
| SWL2 | 表层     | 30.00   | 27.15 | 28.71 | 32.87    | 28.68 | 30.88 |
|      | 0.2H 层 | 28.57   | 24.79 | 27.19 | 33.95    | 30.27 | 33.10 |
|      | 0.4H 层 | 28.12   | 23.47 | 24.29 | 34.13    | 33.14 | 34.00 |
|      | 0.6H 层 | 23.92   | 23.15 | 23.42 | 34.13    | 34.10 | 34.13 |
|      | 0.8H 层 | 23.58   | 23.07 | 23.18 | 34.14    | 34.13 | 34.13 |
|      | 底层     | 23.28   | 23.07 | 23.15 | 34.16    | 34.13 | 34.14 |
| SWL3 | 表层     | 29.44   | 25.79 | 28.07 | 33.76    | 27.80 | 31.22 |
|      | 0.2H 层 | 28.98   | 23.39 | 24.66 | 34.16    | 31.31 | 33.69 |
|      | 0.4H 层 | 24.60   | 22.69 | 23.08 | 34.20    | 33.79 | 34.15 |
|      | 0.6H 层 | 23.21   | 22.23 | 22.69 | 34.21    | 34.17 | 34.19 |
|      | 0.8H 层 | 22.96   | 21.29 | 21.92 | 34.33    | 34.17 | 34.26 |
|      | 底层     | 22.86   | 21.21 | 21.43 | 34.34    | 34.17 | 34.31 |
| SWL4 | 0.2H 层 | 31.16   | 29.84 | 30.42 | 32.11    | 30.23 | 30.86 |
|      | 0.6H 层 | 30.24   | 28.49 | 29.09 | 33.32    | 32.55 | 33.09 |
|      | 0.8H 层 | 28.74   | 27.07 | 28.00 | 34.04    | 33.58 | 33.74 |
| SWL5 | 表层     | 29.30   | 25.94 | 28.48 | 33.34    | 29.43 | 32.05 |
|      | 0.2H 层 | 28.00   | 23.74 | 25.42 | 34.04    | 31.99 | 33.53 |
|      | 0.4H 层 | 24.47   | 22.82 | 23.47 | 34.11    | 33.84 | 34.03 |
|      | 0.6H 层 | 23.60   | 22.71 | 22.96 | 34.12    | 33.97 | 34.09 |
|      | 0.8H 层 | 23.16   | 22.64 | 22.74 | 34.12    | 34.01 | 34.11 |
|      | 底层     | 22.82   | 22.64 | 22.70 | 34.12    | 34.10 | 34.12 |
| SWL6 | 表层     | 30.11   | 29.49 | 29.76 | 28.22    | 26.70 | 27.26 |

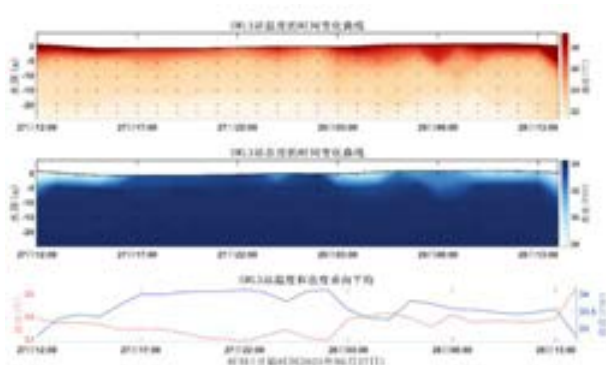
| 站位   | 层位     | 温度 (°C) |       |       | 盐度 (PSU) |       |       |
|------|--------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|
|      |        | 最大      | 最小    | 平均    | 最大       | 最小    | 平均    |
|      | 0.2H 层 | 29.78   | 24.51 | 28.12 | 33.84    | 27.30 | 30.98 |
|      | 0.4H 层 | 27.03   | 22.63 | 24.26 | 34.12    | 31.93 | 33.75 |
|      | 0.6H 层 | 24.11   | 22.44 | 22.72 | 34.13    | 33.75 | 34.09 |
|      | 0.8H 层 | 22.85   | 21.72 | 22.25 | 34.21    | 34.08 | 34.15 |
|      | 底层     | 22.50   | 21.04 | 21.64 | 34.28    | 34.11 | 34.21 |
| SWL7 | 0.2H 层 | 32.02   | 30.78 | 31.21 | 30.98    | 24.76 | 29.07 |
|      | 0.8H 层 | 31.10   | 29.80 | 30.55 | 32.82    | 28.96 | 31.36 |



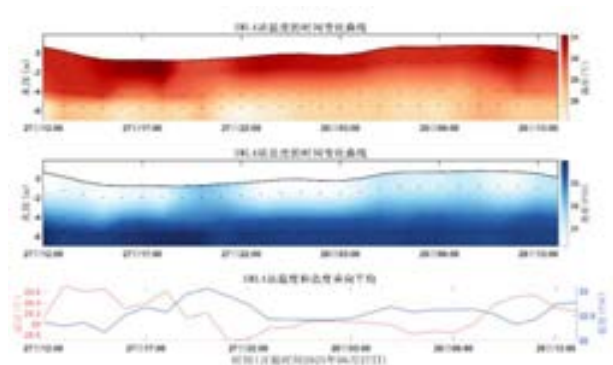
SWL1 站



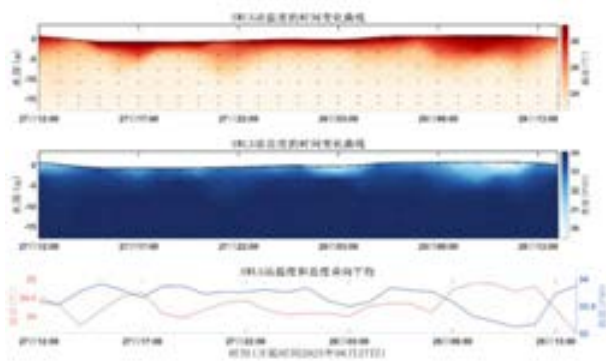
SWL2 站



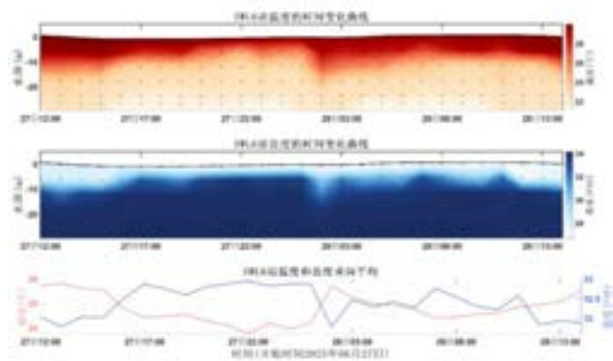
SWL3 站



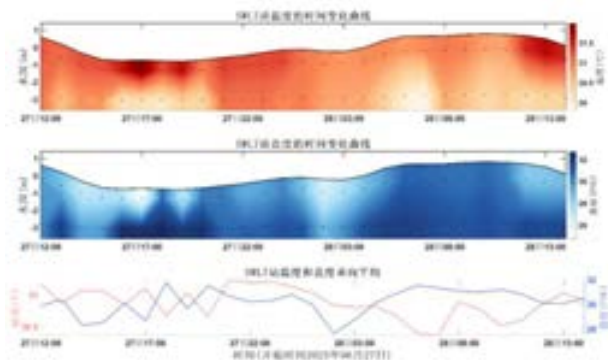
SWL4 站



SWL5 站



SWL6 站



SWL7 站

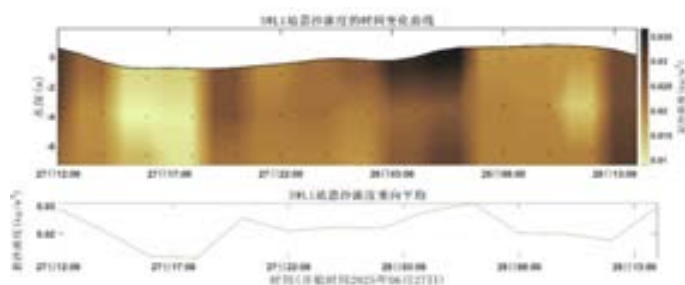
图 5.1-18 各站水温与盐度时间过程曲线

### 5.1.2.10 悬沙泥沙

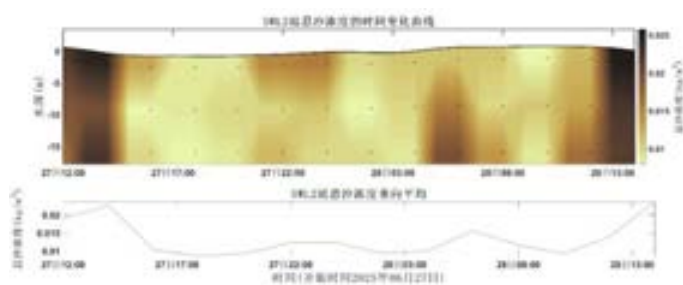
#### 1、悬浮泥沙浓度

本次水文观测期间，各站悬浮泥沙浓度过程曲线如图 5.1-19 所示，各站悬浮泥沙浓度范围如表 5.1-25 所示。

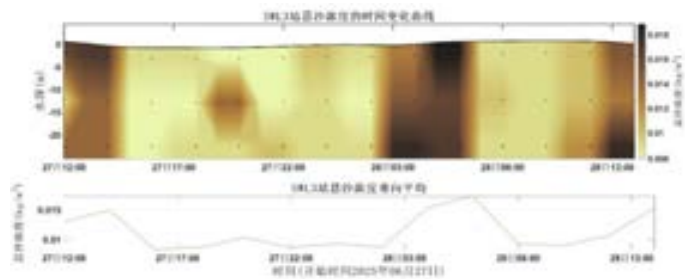
由图表结果可知：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为  $0.005\text{kg/m}^3 \sim 0.040\text{kg/m}^3$ ，SWL5 站底层的悬沙浓度最大（ $0.040\text{kg/m}^3$ ），SWL4 站中层的悬沙浓度最小（ $0.005\text{kg/m}^3$ ）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。



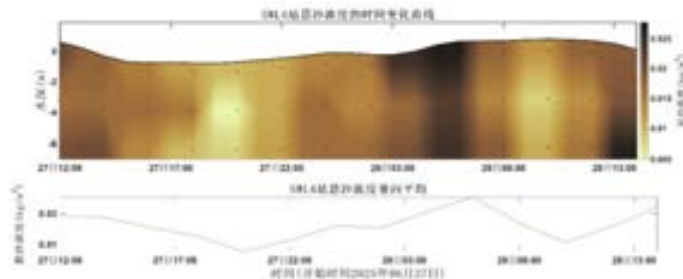
SWL1 站



SWL2 站



SWL3 站



SWL4 站

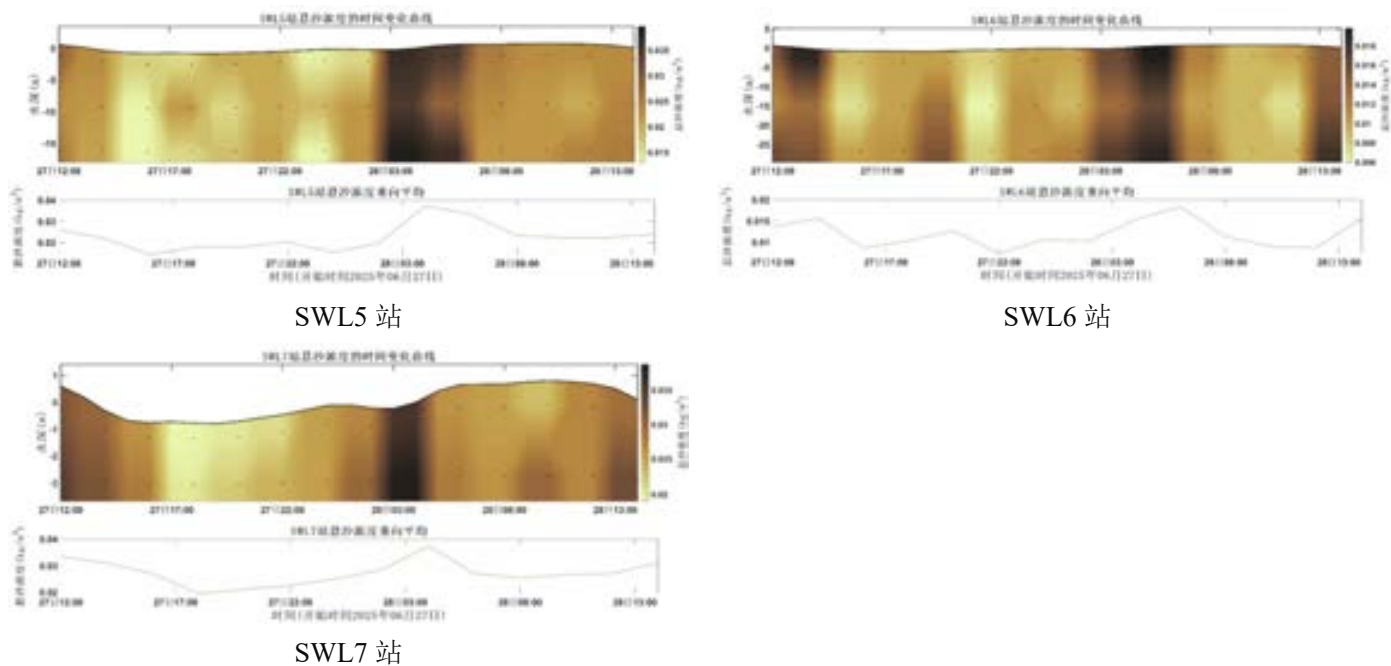


图 5.1-19 各站悬浮泥沙浓度时间过程曲线

表 5.1-25 各站悬浮泥沙浓度情况表

| 项目   |    | 悬沙浓度 (kg/m <sup>3</sup> ) |       |       |       |
|------|----|---------------------------|-------|-------|-------|
| 站位   | 层次 | 最大                        | 最小    | 平均    | 全站平均  |
| SWL1 | 表层 | 0.037                     | 0.012 | 0.024 | 0.022 |
|      | 中层 | 0.030                     | 0.009 | 0.021 |       |
|      | 底层 | 0.031                     | 0.011 | 0.022 |       |
| SWL2 | 表层 | 0.026                     | 0.008 | 0.014 | 0.013 |
|      | 中层 | 0.023                     | 0.008 | 0.013 |       |
|      | 底层 | 0.023                     | 0.008 | 0.013 |       |
| SWL3 | 表层 | 0.019                     | 0.008 | 0.012 | 0.011 |
|      | 中层 | 0.016                     | 0.008 | 0.011 |       |
|      | 底层 | 0.018                     | 0.008 | 0.012 |       |
| SWL4 | 表层 | 0.028                     | 0.010 | 0.017 | 0.016 |
|      | 中层 | 0.023                     | 0.005 | 0.015 |       |
|      | 底层 | 0.027                     | 0.008 | 0.017 |       |
| SWL5 | 表层 | 0.037                     | 0.014 | 0.023 | 0.023 |
|      | 中层 | 0.035                     | 0.013 | 0.022 |       |
|      | 底层 | 0.040                     | 0.013 | 0.023 |       |
| SWL6 | 表层 | 0.020                     | 0.008 | 0.012 | 0.012 |
|      | 中层 | 0.016                     | 0.006 | 0.011 |       |
|      | 底层 | 0.019                     | 0.008 | 0.013 |       |
| SWL7 | 表层 | 0.036                     | 0.019 | 0.026 | 0.027 |
|      | 底层 | 0.039                     | 0.020 | 0.029 |       |

## 2、输沙量

表 5.1-26 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的单日单宽输沙量统计结果，图 5.1-20 为各站净输沙示意图。

涨潮期最大单宽输沙量为 2.41t/m，方向 68°，出现在 SWL6 站；落潮期最大单宽输沙量为 6.23t/m，方向 87°，出现在 SWL6 站；最大单宽净输沙量为 8.54t/m，方向 82°，出现在 SWL6 站。SWL1、SWL4 和 SWL7 等靠近岸线的站点，输沙量相对较小，方向变化较为分散，受地形和局地潮流影响较大。整体来看，该海域在大潮期间的输沙主要表现为由西南向东北的净输运过程，湾口处形成显著的“输沙出口区”，其中 SWL3 和 SWL6 站是关键输沙节点。

表 5.1-26 各站大潮单宽输沙量统计表

| 站位   | 涨潮    |     | 落潮    |     | 净输沙   |     |
|------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
|      | 输沙量   | 方向  | 输沙量   | 方向  | 输沙量   | 方向  |
|      | (t/m) | (°) | (t/m) | (°) | (t/m) | (°) |
| SWL1 | 0.63  | 301 | 1.02  | 155 | 0.61  | 191 |
| SWL2 | 0.45  | 352 | 2.80  | 104 | 2.67  | 95  |
| SWL3 | 0.81  | 38  | 4.96  | 84  | 5.56  | 78  |
| SWL4 | 0.56  | 278 | 0.39  | 142 | 0.39  | 233 |
| SWL5 | 0.42  | 52  | 3.55  | 41  | 3.97  | 43  |
| SWL6 | 2.41  | 68  | 6.23  | 87  | 8.54  | 82  |
| SWL7 | 0.30  | 16  | 0.89  | 107 | 0.93  | 88  |

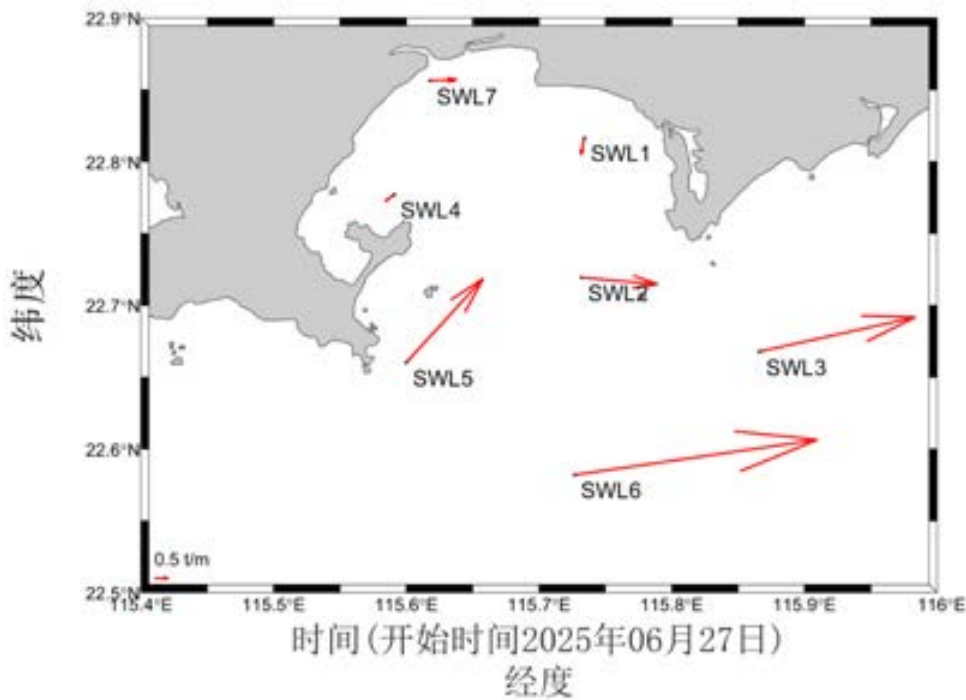


图 5.1-20 各站净输沙示意图

### 3、悬沙粒度分析

#### (1) 悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范(GB/T12763.8—2007)》粒级间隔为1 $\phi$ ,粒级组成为1 $\phi$ ~11 $\phi$ 。悬沙样的分析统计结果及粒级组成见表 5.1-27~表 5.1-28。

由表可知调查水域各站悬沙从组成成分类别来看,粉砂是悬沙主体,其次是粘土,最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00%~7.52%, 平均值为 0.69%, 粉砂含量在 55.51%~87.74%之间, 平均值为 73.89%, 粘土含量在 11.31%~44.24%之间, 平均值为 25.42%; 悬沙样品类型为粘土质粉砂 (13/28), 粉砂 (15/28), 共 2 种样品类型。

表 5.1-27 悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量 (N=28)

| 站位   | 时刻 | 砂含量 (%) | 粉砂含量 (%) | 粘土含量 (%) | 平均粒径 $M_z(\Phi)$ | 分选系数 $\sigma_i(\Phi)$ | 偏态 $S_{ki}$ | 峰态 $K_g$ | 中值粒径 $M_d(\mu m)$ |
|------|----|---------|----------|----------|------------------|-----------------------|-------------|----------|-------------------|
| SWL1 | 落急 | 0.00    | 74.64    | 25.36    | 6.70             | 0.007                 | 0.33        | 0.94     | 8.32              |
|      | 落憩 | 0.00    | 79.50    | 20.50    | 6.26             | 0.010                 | 0.32        | 0.86     | 11.25             |
|      | 涨急 | 0.00    | 78.74    | 21.26    | 6.45             | 0.009                 | 0.30        | 0.89     | 10.04             |
|      | 涨憩 | 4.95    | 75.47    | 19.58    | 6.00             | 0.016                 | 0.53        | 1.33     | 11.82             |
| SWL2 | 落急 | 0.16    | 87.74    | 12.10    | 5.77             | 0.013                 | 0.18        | 0.86     | 17.33             |
|      | 落憩 | 0.16    | 84.58    | 15.26    | 5.90             | 0.013                 | 0.26        | 0.87     | 15.06             |
|      | 涨急 | 0.06    | 86.75    | 13.19    | 5.88             | 0.012                 | 0.21        | 0.89     | 15.79             |
|      | 涨憩 | 0.00    | 80.59    | 19.41    | 6.22             | 0.011                 | 0.33        | 0.88     | 11.56             |
| SWL3 | 落急 | 4.17    | 66.31    | 29.52    | 6.09             | 0.017                 | 0.69        | 1.28     | 8.20              |
|      | 落憩 | 0.00    | 77.70    | 22.30    | 6.27             | 0.010                 | 0.35        | 0.85     | 10.86             |
|      | 涨急 | 0.00    | 62.58    | 37.42    | 7.15             | 0.006                 | 0.45        | 0.98     | 5.56              |
|      | 涨憩 | 7.52    | 81.17    | 11.31    | 5.58             | 0.021                 | 0.47        | 1.44     | 17.22             |
| SWL4 | 落急 | 0.37    | 77.72    | 21.91    | 6.10             | 0.013                 | 0.43        | 0.90     | 11.39             |
|      | 落憩 | 0.00    | 71.08    | 28.92    | 6.76             | 0.008                 | 0.44        | 1.00     | 7.34              |
|      | 涨急 | 0.00    | 68.73    | 31.27    | 6.68             | 0.009                 | 0.54        | 0.98     | 6.92              |
|      | 涨憩 | 0.00    | 74.13    | 25.87    | 6.39             | 0.010                 | 0.44        | 0.88     | 9.29              |
| SWL5 | 落急 | 0.00    | 80.17    | 19.83    | 6.28             | 0.009                 | 0.19        | 0.84     | 12.14             |
|      | 落憩 | 0.00    | 76.32    | 23.68    | 6.71             | 0.007                 | 0.28        | 0.90     | 8.52              |
|      | 涨急 | 0.00    | 68.09    | 31.91    | 7.32             | 0.004                 | 0.08        | 0.82     | 6.19              |
|      | 涨憩 | 0.00    | 75.43    | 24.57    | 6.89             | 0.006                 | 0.23        | 0.91     | 7.82              |
| SWL6 | 落急 | 0.00    | 82.31    | 17.69    | 6.29             | 0.010                 | 0.30        | 0.92     | 11.23             |
|      | 落憩 | 1.61    | 85.27    | 13.12    | 5.63             | 0.016                 | 0.26        | 0.89     | 18.29             |
|      | 涨急 | 0.00    | 56.87    | 43.13    | 7.41             | 0.005                 | 0.48        | 1.15     | 4.66              |
|      | 涨憩 | 0.25    | 55.51    | 44.24    | 7.23             | 0.007                 | 0.65        | 1.59     | 4.56              |
| SWL7 | 落急 | 0.00    | 66.14    | 33.86    | 7.00             | 0.007                 | 0.49        | 1.11     | 6.03              |

|              |     |      |       |       |      |       |      |      |       |
|--------------|-----|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|
|              | 落憩  | 0.00 | 67.78 | 32.22 | 6.83 | 0.008 | 0.53 | 1.13 | 6.51  |
|              | 涨急  | 0.00 | 63.71 | 36.29 | 7.12 | 0.006 | 0.48 | 1.05 | 5.58  |
|              | 涨憩  | 0.00 | 63.84 | 36.16 | 7.09 | 0.006 | 0.49 | 1.05 | 5.64  |
| 大潮<br>(N=28) | 最大值 | 7.52 | 87.74 | 44.24 | 7.41 | 0.021 | 0.69 | 1.59 | 18.29 |
|              | 最小值 | 0.00 | 55.51 | 11.31 | 5.58 | 0.004 | 0.08 | 0.82 | 4.56  |
|              | 平均值 | 0.69 | 73.89 | 25.42 | 6.50 | 0.010 | 0.38 | 1.01 | 9.83  |

表 5.1-28 悬沙粒级组成和各粒级含量 (N=28)

| 站 位  | 粒 级      | 砂    |       |          |            |             | 粉 砂         |             |             |             | 粘 土         |             |         |
|------|----------|------|-------|----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
|      | (粒径, mm) | 2~1  | 1~0.5 | 0.5~0.25 | 0.25~0.125 | 0.125~0.063 | 0.063~0.032 | 0.032~0.016 | 0.016~0.008 | 0.008~0.004 | 0.004~0.002 | 0.002~0.001 | < 0.001 |
|      | (粒径, φ)  | 0    | 1     | 2        | 3          | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11      |
| SWL1 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 1.46        | 19.09       | 31.11       | 22.98       | 13.70       | 7.74        | 3.92    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 6.45        | 29.63       | 25.21       | 18.21       | 11.62       | 6.24        | 2.64    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 3.06        | 26.12       | 29.41       | 20.15       | 12.67       | 6.18        | 2.41    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.76       | 4.19        | 10.68       | 23.92       | 22.93       | 17.94       | 11.50       | 5.75        | 2.33    |
| SWL2 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.16        | 16.55       | 36.80       | 21.31       | 13.08       | 7.47        | 3.41        | 1.22    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.16        | 14.27       | 33.03       | 23.40       | 13.88       | 9.22        | 4.44        | 1.60    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.06        | 13.69       | 35.65       | 24.02       | 13.39       | 7.77        | 3.80        | 1.62    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 7.44        | 29.32       | 25.53       | 18.30       | 11.99       | 5.44        | 1.98    |
| SWL3 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.03       | 4.14        | 12.89       | 15.25       | 18.38       | 19.79       | 16.74       | 8.62        | 4.16    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 6.88        | 28.60       | 24.02       | 18.20       | 13.42       | 6.51        | 2.37    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.12        | 10.22       | 25.67       | 26.57       | 22.09       | 11.02       | 4.31    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 1.22       | 6.30        | 15.92       | 29.56       | 22.12       | 13.57       | 7.06        | 3.04        | 1.21    |
| SWL4 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.37        | 12.59       | 26.28       | 21.23       | 17.62       | 11.80       | 6.27        | 3.84    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 2.12        | 17.88       | 26.68       | 24.40       | 17.00       | 8.43        | 3.49    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 3.54        | 19.66       | 21.73       | 23.80       | 18.34       | 9.22        | 3.71    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 6.29        | 25.07       | 23.02       | 19.75       | 15.36       | 7.48        | 3.03    |
| SWL5 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 4.16        | 31.45       | 29.18       | 15.38       | 12.36       | 5.62        | 1.85    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.52        | 18.61       | 33.52       | 23.67       | 14.93       | 6.58        | 2.17    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.00        | 0.44        | 33.72       | 33.93       | 18.74       | 10.30       | 2.87    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.03        | 11.92       | 36.89       | 26.59       | 14.38       | 7.97        | 2.22    |
| SWL6 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 5.15        | 28.83       | 30.06       | 18.27       | 9.89        | 5.98        | 1.82    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 1.61        | 21.82       | 31.82       | 19.67       | 11.96       | 7.14        | 3.87        | 2.11    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.11        | 6.72        | 20.20       | 29.84       | 25.62       | 12.61       | 4.90    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.25        | 4.26        | 7.53        | 18.83       | 24.89       | 26.38       | 13.18       | 4.68    |
| SWL7 |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 1.31        | 13.18       | 24.12       | 27.53       | 20.68       | 9.48        | 3.70    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 3.28        | 15.40       | 23.60       | 25.50       | 19.22       | 9.17        | 3.83    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.31        | 11.19       | 24.11       | 28.10       | 22.38       | 10.07       | 3.84    |
|      |          | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.35        | 12.05       | 23.78       | 27.66       | 22.15       | 10.25       | 3.76    |



| 站 位           | 粒 级      | 砂    |       |          |            |             | 粉 砂         |             |             |             | 粘 土         |             |         |
|---------------|----------|------|-------|----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
|               | (粒径, mm) | 2~1  | 1~0.5 | 0.5~0.25 | 0.25~0.125 | 0.125~0.063 | 0.063~0.032 | 0.032~0.016 | 0.016~0.008 | 0.008~0.004 | 0.004~0.002 | 0.002~0.001 | < 0.001 |
|               | (粒径, φ)  | 0    | 1     | 2        | 3          | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11      |
| 大 潮<br>(N=28) | 最大值 (%)  | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 1.22       | 6.30        | 21.82       | 36.80       | 36.89       | 33.93       | 26.38       | 13.18       | 4.90    |
|               | 最小值 (%)  | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.00       | 0.00        | 0.00        | 0.44        | 18.38       | 11.96       | 7.06        | 3.04        | 1.21    |
|               | 平均值 (%)  | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.07       | 0.62        | 6.26        | 21.26       | 25.12       | 21.25       | 15.06       | 7.45        | 2.91    |
|               | 累 计 (%)  | 0.00 | 0.00  | 0.00     | 0.07       | 0.69        | 6.95        | 28.20       | 53.33       | 74.58       | 89.63       | 97.09       | 100.00  |

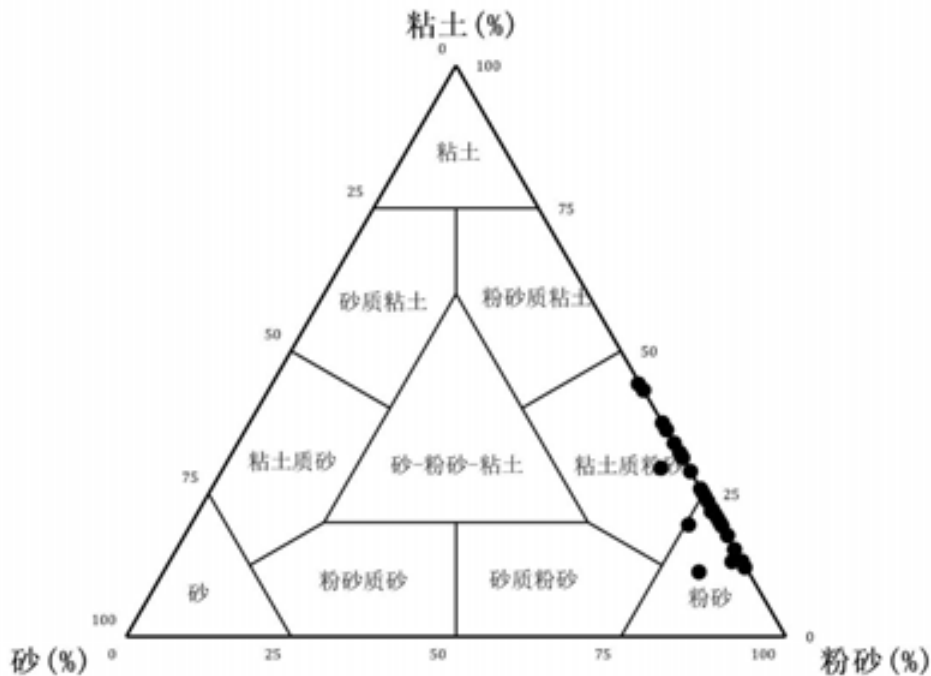


图 5.1-21 悬沙所有样品谢帕德三角图分布 (N=28)

(2) 中值粒径 ( $M_d$ ,  $\mu\text{m}$ )

中值粒径 ( $M_d$ ,  $\mu\text{m}$ ) 是在绘制颗粒粒径分布概率累积曲线图中读取含量 50% 的对应粒径值，各站大潮各个时刻（落急、落憩、涨急、涨憩）中值粒径情况详见表 5.1-29。由表可知，航次测区悬沙中值粒径变化范围在  $4.56\mu\text{m}$ ~ $18.29\mu\text{m}$  之间，平均值为  $9.83\mu\text{m}$ 。SWL6 测站落憩最粗 ( $18.29\mu\text{m}$ )，SWL6 测站涨憩最细 ( $4.56\mu\text{m}$ )。

表 5.1-29 悬沙中值粒径 ( $M_d$ ,  $\mu\text{m}$ ) 统计

| 站点   | 潮汛 | 落急    | 落憩    | 涨急    | 涨憩    | 平均    |
|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| SWL1 | 大潮 | 8.32  | 11.25 | 10.04 | 11.82 | 10.36 |
| SWL2 | 大潮 | 17.33 | 15.06 | 15.79 | 11.56 | 14.94 |
| SWL3 | 大潮 | 8.20  | 10.86 | 5.55  | 17.22 | 10.46 |
| SWL4 | 大潮 | 11.39 | 7.34  | 6.92  | 9.29  | 8.73  |
| SWL5 | 大潮 | 12.14 | 8.52  | 6.19  | 7.82  | 8.67  |
| SWL6 | 大潮 | 11.23 | 18.29 | 4.66  | 4.56  | 9.69  |
| SWL7 | 大潮 | 6.03  | 6.50  | 5.58  | 5.64  | 5.94  |

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用，泥沙颗粒起、落情况复杂，本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为 10.66 $\mu\text{m}$ 、11.12 $\mu\text{m}$ 、7.82 $\mu\text{m}$ 、9.70 $\mu\text{m}$ 。

#### ①平均粒径（ $M_z, \phi$ ）

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在 5.58 $\phi$ ~7.41 $\phi$ 之间，平均值为 6.50 $\phi$ 。平均粒径的空间分布为：SWL6 站的涨急最大，为 7.41 $\phi$ ；SWL3 站的涨急最小，为 5.58 $\phi$ 。

#### ②分选系数（ $\sigma_i, \phi$ ）

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 0.004 $\phi$ ~0.021 $\phi$ ，平均值为 0.010 $\phi$ 。分选系数的最大值都小于 0.35，总体均属于分选极好，表明悬沙颗粒粒度组成较为均一、分选性良好。

#### ③偏态（ $S_{ki}$ ）

测区悬沙偏态系数变化范围为 0.08~0.69，平均值为 0.38。观测区域的偏态均为正偏，表示颗粒分布向粗粒方向偏移，在快速沉积环境中，较重的颗粒通常会较早沉积，而较轻的颗粒可能被搬运更长距离。

#### ④峰态（ $K_g$ ）

测区悬沙峰态系数的变化范围为 0.82~1.59，平均值为 1.01。表明观测海区的颗粒的尺寸分布较为分散，没有明显的聚集。

## 5.2海水水质现状调查与评价

为掌握本项目周边近岸海域水质状况，本次评价收集了海洋生态环境影响评价范围内广东省生态环境厅发布的《广东省 2023~2025 年近岸海域海水水质监测信息》以及 2024 年 10 月、2025 年 4 月在项目周边海域开展的海洋环境现状调查资料。具体数据资料情况如下：

**1、常规监测数据：**项目评价范围内的近岸海域国控监测站位在 2023 年~2025 年期间的海水水质监测数据。

**2、补充监测数据：**汕尾市润邦检测技术有限公司于 2024 年 10 月 18 日、广州海兰图检测技术有限公司于 2025 年 4 月 23 日~26 日及 4 月 28 日~4 月 29 日在项目周边海域开展的海洋环境质量现状调查。

**5.2.1海水水质常规监测数据**

**5.2.1.1近岸海域常规监控站位基本情况**

经调查，项目评价范围内国控站位共计 5 个，本次评价收集了 2023 年~2025 年国控站位水质监测数据，数据来源为广东省生态环境厅官方网站（<https://gdee.gd.gov.cn/hjjce/jahy/index.html>）。国控站位基本信息见表 5.2-1 和图 5.2-1。

**表 5.2-1 评价范围内的近岸海域常规监测站位基本信息**

| 序号 | 类别   | 站位编码     | 经度       | 纬度      | 数据年限           |
|----|------|----------|----------|---------|----------------|
| 1  | 国控站位 | GDN14002 | 115.7700 | 22.6200 | 2023~2025<br>年 |
| 2  |      | GDN14004 | 115.6700 | 22.7700 |                |
| 3  |      | GDN14010 | 115.6000 | 22.6000 |                |
| 4  |      | GDN14013 | 115.6700 | 22.8400 |                |
| 5  |      | GDN14015 | 115.7800 | 22.7900 |                |



图 5.2-1 本评价涉及的近岸海域常规监测站位图

### 5.2.1.2 近岸海域常规监控站位水质评价

评价海域常规站位 2023 年~2025 年海水水质监测数据见表 5.2-2。

评价范围内国控站位近三年大部分月份海水水质类别为第一类，仅个别月份水质类别为第二类。其中，GDN14004、GDN14013、GDN14015 等 3 个站位海水水质达到第一类占比为 100%，GDN14002、GDN14010 站位海水水质达到一类水质占比为 88.9%。

表 5.2-2 评价范围内常规站位 2023 年~2025 年海水水质监测数据一览表单位: pH 无量纲, mg/L

| 常规站位     | 监测时间       | pH   | 无机氮   | 活性磷酸盐 | 石油类   | 溶解氧  | 化学需氧量 | 铜       | 汞        | 镉        | 铅       | 总氮    | 总磷    | 水质类别 |
|----------|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|------|
| GDN14002 | 2023/4/21  | 8.16 | 0.019 | 0.005 | 0.025 | 6.35 | 0.08  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2023/7/24  | 8.02 | 0.015 | 0.001 | 0.001 | 6.19 | 0.33  | 0.00058 | 0.000004 | 0.00003  | 0.00027 | 0.217 | 0.008 | 一类   |
|          | 2023/10/25 | 8.11 | 0.067 | 0.005 | 0.002 | 6.35 | 0.42  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/4/18  | 8    | 0.012 | 0.001 | 0.01  | 6.1  | 0.36  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/7/18  | 8.08 | 0.11  | 0.001 | 0.003 | 5.82 | 0.08  | 0.00043 | 0.000004 | 0.00003  | 0.00051 | /     | /     | 二类   |
|          | 2024/10/18 | 8.06 | 0.102 | 0.012 | 0.002 | 6.1  | 0.27  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/4/23  | 8.31 | 0.018 | 0.002 | 0.004 | 6.33 | 0.24  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/7/17  | 8.04 | 0.084 | 0.012 | 0.002 | 6.29 | 0.29  | 0.00034 | 0.000004 | 0.00004  | 0.00025 | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/10/23 | 8.22 | 0.053 | 0.008 | 0.002 | 6.12 | 0.38  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
| GDN14004 | 2023/4/19  | 8.11 | 0.021 | 0.005 | 0.004 | 6.45 | 0.08  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2023/7/21  | 8.28 | 0.053 | 0.013 | 0.003 | 7.06 | 1.5   | 0.00079 | 0.000004 | 0.000015 | 0.00047 | 0.302 | 0.038 | 一类   |
|          | 2023/10/26 | 8.31 | 0.047 | 0.004 | 0.002 | 6.96 | 0.55  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/4/16  | 8.05 | 0.021 | 0.003 | 0.002 | 6.24 | 0.24  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/7/19  | 8.08 | 0.108 | 0.003 | 0.003 | 6.03 | 0.28  | 0.00057 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00018 | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/10/16 | 7.92 | 0.026 | 0.003 | 0.009 | 6.07 | 0.51  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/4/22  | 8.02 | 0.007 | 0.003 | 0.005 | 6.50 | 0.20  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/7/17  | 8.17 | 0.068 | 0.009 | 0.006 | 6.28 | 0.60  | 0.00100 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00026 | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/10/19 | 8.00 | 0.008 | 0.005 | 0.004 | 6.08 | 0.18  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
| GDN14010 | 2023/4/19  | 8.18 | 0.013 | 0.004 | 0.007 | 6.49 | 0.08  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2023/7/21  | 7.96 | 0.037 | 0.009 | 0.001 | 6.48 | 0.63  | 0.0008  | 0.000004 | 0.000097 | 0.001   | 0.222 | 0.018 | 一类   |
|          | 2023/10/25 | 8.13 | 0.08  | 0.012 | 0.001 | 6.31 | 0.21  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/4/16  | 8.03 | 0.025 | 0.001 | 0.002 | 6.31 | 0.19  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/7/19  | 8.07 | 0.063 | 0.004 | 0.03  | 5.85 | 0.29  | 0.00041 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00026 | /     | /     | 二类   |
|          | 2024/10/18 | 8.12 | 0.061 | 0.009 | 0.002 | 6.25 | 0.2   | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |

| 常规站位     | 监测时间       | pH   | 无机氮   | 活性磷酸盐 | 石油类   | 溶解氧  | 化学需氧量 | 铜       | 汞        | 镉        | 铅       | 总氮    | 总磷    | 水质类别 |
|----------|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|------|
|          | 2025/4/23  | 8.32 | 0.007 | 0.002 | 0.005 | 6.55 | 0.100 | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/7/16  | 7.99 | 0.049 | 0.010 | 0.003 | 6.20 | 0.36  | 0.00032 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00018 | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/10/23 | 8.04 | 0.052 | 0.009 | 0.002 | 6.21 | 0.20  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
| GDN14013 | 2023/4/19  | 8.16 | 0.021 | 0.003 | 0.005 | 6.88 | 0.27  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2023/7/22  | 8.21 | 0.046 | 0.002 | 0.002 | 7.42 | 1.54  | 0.00108 | 0.000004 | 0.000015 | 0.00024 | 0.332 | 0.02  | 一类   |
|          | 2023/10/26 | 8.33 | 0.059 | 0.001 | 0.003 | 7.49 | 1.1   | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/4/17  | 8.07 | 0.023 | 0.001 | 0.002 | 6.26 | 0.4   | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/7/19  | 8.22 | 0.137 | 0.002 | 0.003 | 6.4  | 0.87  | 0.00183 | 0.000004 | 0.00011  | 0.00017 | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/10/16 | 8.11 | 0.026 | 0.002 | 0.005 | 6.49 | 0.51  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/4/23  | 8.24 | 0.009 | 0.001 | 0.006 | 6.18 | 0.19  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/7/16  | 8.32 | 0.057 | 0.003 | 0.004 | 6.70 | 1.51  | 0.00032 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00007 | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/10/19 | 8.09 | 0.018 | 0.002 | 0.003 | 6.29 | 0.08  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
| GDN14015 | 2023/4/19  | 8.07 | 0.019 | 0.006 | 0.005 | 6.69 | 0.08  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2023/7/22  | 8.17 | 0.008 | 0.001 | 0.003 | 6.63 | 1.56  | 0.00089 | 0.000004 | 0.000015 | 0.00019 | 0.271 | 0.004 | 一类   |
|          | 2023/10/26 | 8.13 | 0.065 | 0.005 | 0.001 | 7.14 | 0.78  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/4/17  | 7.96 | 0.046 | 0.001 | 0.002 | 6.39 | 0.32  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/7/18  | 8.24 | 0.149 | 0.001 | 0.003 | 6.28 | 0.36  | 0.00048 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00009 | /     | /     | 一类   |
|          | 2024/10/17 | 8.07 | 0.015 | 0.001 | 0.003 | 6.48 | 0.63  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/4/23  | 8.34 | 0.012 | 0.001 | 0.015 | 6.27 | 0.50  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/7/17  | 8.37 | 0.017 | 0.001 | 0.011 | 6.53 | 1.25  | 0.00045 | 0.000004 | 0.00002  | 0.00008 | /     | /     | 一类   |
|          | 2025/10/19 | 7.97 | 0.008 | 0.012 | 0.003 | 6.32 | 0.28  | /       | /        | /        | /       | /     | /     | 一类   |

5.2.2海水水质补充监测数据

5.2.2.1 2024 年 10 月海水水质现状调查与评价

1、调查站位与时间

本节引用自《汕尾电厂港池及航道维护性疏浚工程海洋环境现状调查与评价报告》（汕尾市润邦检测技术有限公司，2025 年 04 月），汕尾市润邦检测技术有限公司于 2024.10.18 在项目周边海域开展了海洋环境现状调查，该调查共布设 20 个海水水质调查站位，10 个海洋沉积物调查站位，12 个海洋生物生态调查站位，6 条游泳动物调查断面，3 条潮间带断面，满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）1 级评价站位要求。具体站位见表 5.2-3，站位图见图 5.2-2。

表 5.2-3 海洋环境质量现状调查站位表

| 监测点位编号 | 经纬度                                                                    | 监测项目        |
|--------|------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Q1※    | E 115°27'49.95" N 22°39'34.99"                                         | 水质          |
| Q2     | E 115°30'43.29" N 22°36'38.87"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q3     | E 115°33'55.96" N 22°34'08.55"                                         | 水质          |
| Q4     | E 115°37'53.27" N 22°35'19.07"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q5     | E 115°35'10.12" N 22°36'26.98"                                         | 水质          |
| Q6     | E 115°32'46.13" N 22°38'37.99"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q7     | E 115°31'04.16" N 22°40'05.74"                                         | 水质          |
| Q8     | E 115°32'32.54" N 22°45'06.08"                                         | 水质          |
| Q9     | E 115°33'33.10" N 22°42'55.69"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q10    | E 115°35'01.31" N 22°42'20.62"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q11    | E 115°36'34.01" N 22°41'26.54"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q12    | E 115°37'10.01" N 22°39'19.39"                                         | 水质、生物生态     |
| Q13    | E 115°40'53.72" N 22°37'17.03"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q14    | E 115°43'02.26" N 22°39'44.11"                                         | 水质          |
| Q15    | E 115°41'04.84" N 22°41'39.68"                                         | 水质、生物生态     |
| Q16※   | E 115°38'01.77" N 22°45'03.45"                                         | 水质          |
| Q17    | E 115°34'28.34" N 22°46'44.19"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q18    | E 115°39'36.93" N 22°47'13.23"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| Q19    | E 115°41'49.18" N 22°45'31.88"                                         | 水质          |
| Q20    | E 115°45'19.56" N 22°42'58.78"                                         | 水质、沉积物、生物生态 |
| CJ1    | E115°32'56.326" N 22°42'59.950"                                        | 潮间带生物       |
| CJ2    | E115°35'51.557" N 22°44'09.186"                                        | 潮间带生物       |
| CJ3    | E115°34'05.687" N 22°39'36.131"                                        | 潮间带生物       |
| SF1    | 起点：E 115°30'57.81" N 22°38'40.23"<br>终点：E 115°32'54.49" N 22°36'39.79" | 游泳动物        |
| SF2    | 起点：E 115°35'48.27" N 22°36'56.23"                                      | 游泳动物        |



| 监测点位编号 | 经纬度                                                                      | 监测项目 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|------|
|        | 终点: E 115°38'25.20" N 22°36'06.77"                                       |      |
| SF3    | 起点: E 115°35'48.03" N 22°42'24.30"<br>终点: E 115°36'16.23" N 22°39'55.84" | 游泳动物 |
| SF4    | 起点: E 115°40'03.72" N 22°39'59.84"<br>终点: E 115°43'08.17" N 22°40'17.36" | 游泳动物 |
| SF5    | 起点: E 115°39'42.91" N 22°44'26.23"<br>终点: E 115°36'56.95" N 22°45'36.72" | 游泳动物 |
| SF6    | 起点: E 115°43'42.92" N 22°41'49.15"<br>终点: E 115°41'40.74" N 22°44'12.41" | 游泳动物 |
| 备注     | 带※监测点位采集平行样。                                                             |      |

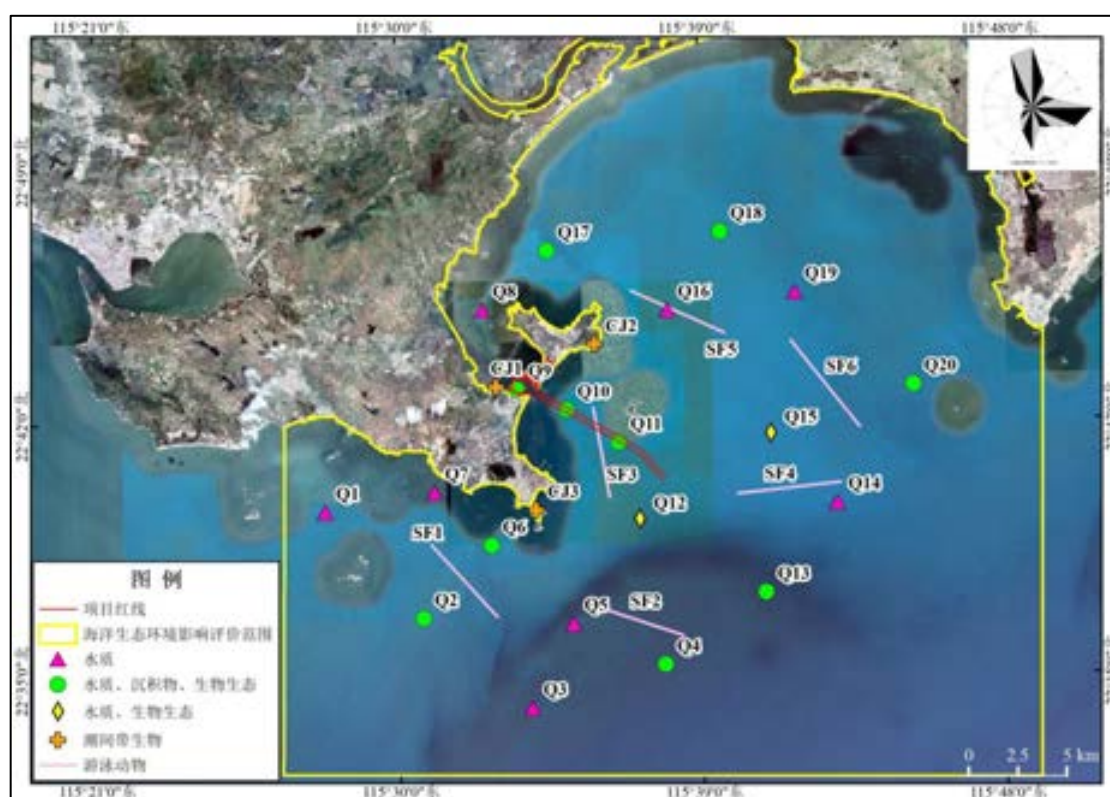


图 5.2-2 海洋环境质量现状调查站位图

## 2、调查因子

水温、盐度、pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、生化需氧量、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、硫化物、挥发性酚、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬，共 21 项。

## 3、采样和分析方法

水质采样和分析按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的要求进行，具体检测分析方法如下：

表 5.2-4 海水检测因子及分析方法

| 检测项目 |       | 检测方法                                          | 检出限      | 主要分析仪器/型号              |
|------|-------|-----------------------------------------------|----------|------------------------|
| 海水   | pH 值  | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (26.1) | /        | 便携式 pH 计<br>/PHB-5     |
|      | 水温    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (25.1) | /        | 表层水温计/0℃<br>~41℃       |
|      | 盐度    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (29.1) | /        | 盐度计<br>/YK-31SA        |
|      | 活性磷酸盐 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (39.1) | /        | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 石油类   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (13.2) | 3.5μg/L  | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 溶解氧   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (31)   | /        | 酸碱滴定管<br>/25mL         |
|      | 化学需氧量 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (32)   | /        | 酸碱滴定管<br>/25mL         |
|      | 生化需氧量 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (33.1) | /        | 酸碱滴定管<br>/25mL         |
|      | 亚硝酸盐  | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (37)   | /        | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 硝酸盐   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (38.2) | /        | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 氨     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (36.1) | /        | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 硫化物   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (18.1) | 0.2μg/L  | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 悬浮物   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (27)   | /        | 十万分之一天平<br>/BT25S      |
|      | 挥发酚   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (19)   | 1.1μg/L  | 紫外可见分光光度计/Genesys 50   |
|      | 铜     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (6.1)  | 0.2μg/L  | 原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000 |
|      | 铅     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (7.1)  | 0.03μg/L | 原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000 |
|      | 镉     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (8.1)  | 0.01μg/L | 原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000 |
|      | 总铬    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007 (10.1) | 0.4μg/L  | 原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000 |

| 检测项目 |   | 检测方法                                       | 检出限       | 主要分析仪器/型号             |
|------|---|--------------------------------------------|-----------|-----------------------|
|      | 汞 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007（5.1）  | 0.007μg/L | 原子荧光光度计<br>/AFS-8520  |
|      | 砷 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007（11.1） | 0.5μg/L   | 原子荧光光度计<br>/AFS-8520  |
|      | 锌 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》<br>GB17378.4-2007（9.1）  | 3.1μg/L   | 原子吸收分光光度计（火焰）/AA-7000 |

#### 4、评价方法

单因子污染指数评价法：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{Si}$$

式中：

$S_{i,j}$ ——评价因子  $i$  的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ ——评价因子  $i$  在  $j$  点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{Si}$ ——评价因子  $i$  的水质评价标准限值，mg/L。

溶解氧（DO）的标准指数计算公示：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s} \quad DO_j > DO_f$$

式中：

$S_{DO,f}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$DO_j$ ——溶解氧在  $j$  点的实测统计代表值，mg/L；

$DO_s$ ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

$DO_f$ ——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f=468/(31.6+T)$ ，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ；

$S$ ——实用盐度符号，量纲一；

$T$ ——水温，℃。

pH 的指数计算公式：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中：

$S_{pH_j}$ ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$pH_j$ ——pH 值实测统计代表值；

$pH_{sd}$ ——评价标准中 pH 值的下限值；

$pH_{su}$ ——评价标准中 pH 值的上限值。

## 5、评价标准

海洋生态环境评价范围内，位于近岸海域环境功能区划范围内的海水水质评价按照近岸海域环境功能区划确定的质量目标，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值。位于近岸海域环境功能区划范围外的海水水质，海洋沉积物质量，按照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）中规划的海洋空间功能，对照《海水水质标准》（GB3097-1997）、《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中不同海域的使用功能、保护目标和质量分类，执行相应标准限值。

本次调查站位海水水质、沉积物执行标准见表 5.2-5 和图 5.2-3~图 5.2-4。



图 5.2-3 2024 年 10 月海洋环境质量现状调查站位与近岸海域环境功能区位置关系图

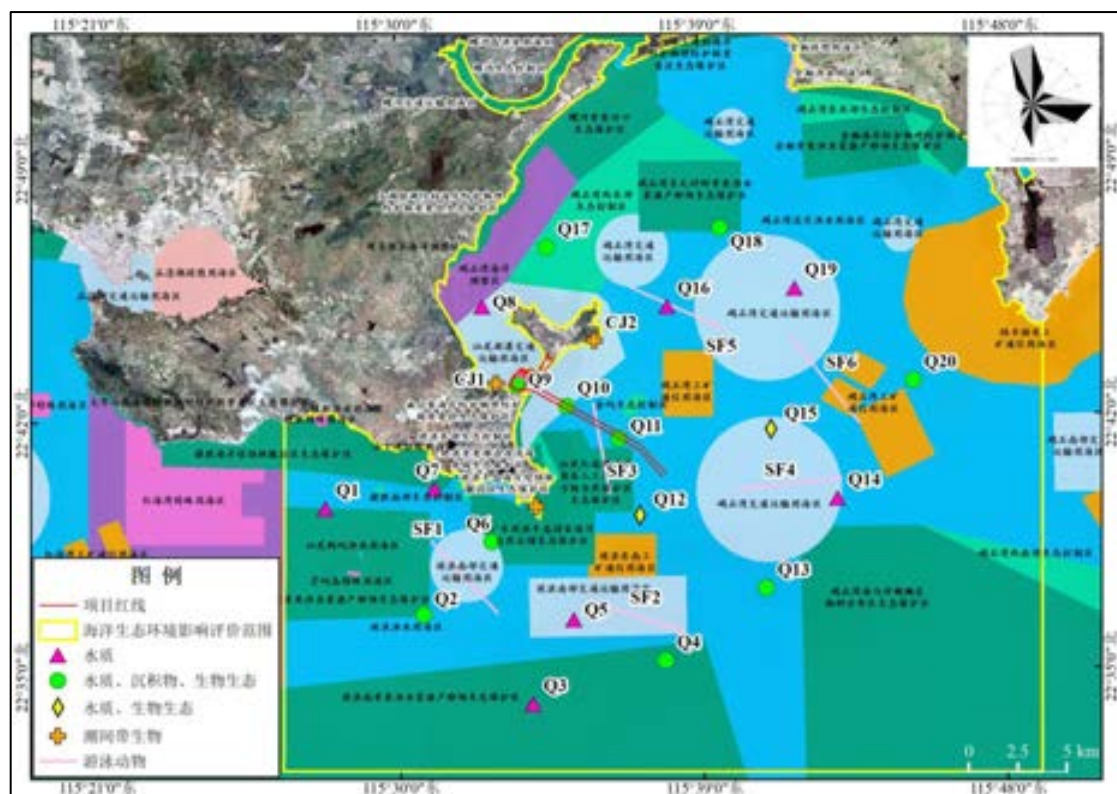


图 5.2-4 2024 年 10 月海洋环境质量现状调查站位与海洋空间规划分区位置关系图

表 5.2-5 2024 年 10 月调查站位海水水质、沉积物执行标准

| 序号 | 调查站位 | 调查内容        | 调查站位所在功能区划         |          | 质量评价执行标准 |       |
|----|------|-------------|--------------------|----------|----------|-------|
|    |      |             | 近岸海域环境功能区          | 海洋空间规划分区 | 水质目标     | 沉积物目标 |
| 1  | Q1   | 水质          | /                  | 生态保护区    | 第一类      | /     |
| 2  | Q2   | 水质、沉积物、生物生态 | /                  | 生态保护区    | 第一类      | 第一类   |
| 3  | Q3   | 水质          | /                  | 生态保护区    | 第一类      | /     |
| 4  | Q4   | 水质、沉积物、生物生态 | /                  | 生态保护区    | 第一类      | 第一类   |
| 5  | Q5   | 水质          | /                  | 交通运输用海区  | 第三类      | /     |
| 6  | Q6   | 水质、沉积物、生物生态 | /                  | 交通运输用海区  | 第三类      | 第三类   |
| 7  | Q7   | 水质          | /                  | 渔业用海区    | 第一类      | /     |
| 8  | Q8   | 水质          | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 交通运输用海区  | 第二类      | /     |
| 9  | Q9   | 水质、沉积物、生物生态 | 411B 汕尾电厂段三类功能区，三类 | 交通运输用海区  | 第三类      | 第三类   |
| 10 | Q10  | 水质、沉积物、生物生态 | 411B 汕尾电厂段三类功能区，三类 | 交通运输用海区  | 第三类      | 第三类   |
| 11 | Q11  | 水质、沉积物、生物生态 | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 渔业用海区    | 第一类      | 第一类   |
| 12 | Q12  | 水质、生物生态     | /                  | 渔业用海区    | 第一类      | /     |
| 13 | Q13  | 水质、沉积物、生物生态 | /                  | 渔业用海区    | 第一类      | 第一类   |
| 14 | Q14  | 水质          | /                  | 交通运输用海区  | 第三类      | /     |
| 15 | Q15  | 水质、生物生态     | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 交通运输用海区  | 第一类      | /     |
| 16 | Q16  | 水质          | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 渔业用海区    | 第二类      | /     |
| 17 | Q17  | 水质、沉积物、生物生态 | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 生态控制区    | 第二类      | 第一类   |
| 18 | Q18  | 水质、沉积物、生物生态 | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 生态保护区    | 第一类      | 第一类   |
| 19 | Q19  | 水质          | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 交通运输用海区  | 第一类      | /     |
| 20 | Q20  | 水质、沉积物、生物生态 | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 渔业用海区    | 第一类      | 第一类   |



## 6、调查结果与评价

2024 年 10 月海水水质现状监测结果见表 5.2-6，评价结果见表 5.2-7。由表 5.2-7 可知：

（1）执行海水水质第一类标准的 12 个调查站位中，Q4、Q13 站位出现活性磷酸盐超标，超标倍数依次为 0.67、0.13，除此外，其余站位各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中第一类标准限值要求。Q4、Q13 站位位于外海，活性磷酸盐超标可能与外海污染源扩散有关。

（2）执行海水水质第二类标准 3 个调查站位（Q8、Q16、Q170）各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中第二类标准限值要求。

（3）执行海水水质第三类标准 5 个调查站位（Q5、Q6、Q9、Q10、Q14）各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中第三类标准限值要求。



表 5.2-6 2024 年 10 月海水水质现状监测结果 单位：pH 值无量纲，其余为 mg/L

| 站号  | 水深   | 采样 | pH 值 | 水温   | 盐度   | 活性磷酸盐 | 石油类    | 溶解氧  | 亚硝酸盐  | 硝酸盐   | 氨     | 化学需氧量 | 生化需氧量 | 硫化物    | 挥发性酚 | 悬浮物  | 铜      | 铅       | 镉       | 汞     | 砷      | 锌      | 总铬   |
|-----|------|----|------|------|------|-------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|------|
|     | m    | 层次 |      | ℃    | ‰    | mg/L  | mg/L   | mg/L | mg/L  | mg/L  | mg/L  | mg/L  | mg/L  | mg/L   | mg/L | mg/L | mg/L   | mg/L    | mg/L    | μg/L  | mg/L   | mg/L   | mg/L |
| Q1  | 13.3 | 表  | 7.83 | 28.2 | 31.9 | 0.012 | 0.0464 | 6.49 | 0.029 | 0.006 | 未检出   | 0.56  | 0.28  | 0.0007 | 未检出  | 3.9  | 0.0021 | 0.00039 | 0.00002 | 未检出   | 0.0013 | 0.0099 | 未检出  |
| Q1  |      | 底  | 8    | 27.6 | 31.6 | 0.011 | /      | 7.77 | 0.029 | 0.008 | 未检出   | 0.47  | 0.24  | 0.0011 | 未检出  | 3.7  | 0.0009 | 0.00041 | 0.00004 | 未检出   | 0.0013 | 0.0044 | 未检出  |
| Q1  |      | 表  | 7.84 | 28.2 | 31.9 | 0.008 | 0.0489 | 6.7  | 0.026 | 0.005 | 未检出   | 0.61  | 0.33  | 0.0015 | 未检出  | 4.1  | 0.0018 | 0.00045 | 0.00003 | 未检出   | 0.0015 | 0.014  | 未检出  |
| Q1  |      | 底  | 7.99 | 27.6 | 31.6 | 0.013 | /      | 7.39 | 0.027 | 0.011 | 未检出   | 0.55  | 0.28  | 0.0014 | 未检出  | 3.8  | 0.0009 | 0.00018 | 0.00001 | 未检出   | 0.0014 | 0.0095 | 未检出  |
| Q2  | 22.5 | 表  | 8.06 | 28.2 | 31.5 | 0.012 | 0.046  | 7.1  | 0.029 | 0.022 | 0.004 | 0.56  | 0.26  | 0.0018 | 未检出  | 4.5  | 0.0028 | 0.00085 | 0.00003 | 未检出   | 0.0014 | 0.0169 | 未检出  |
| Q2  |      | 底  | 8.07 | 27.7 | 31.6 | 0.015 | /      | 9.4  | 0.028 | 0.024 | 0.005 | 0.53  | 0.23  | 0.0021 | 未检出  | 4.2  | 0.0025 | 0.00053 | 0.00003 | 未检出   | 0.0019 | 0.0108 | 未检出  |
| Q3  | 27.7 | 表  | 8.04 | 28.6 | 32   | 0.02  | 0.0334 | 6.44 | 0.018 | 0.019 | 未检出   | 0.47  | 0.21  | 0.0019 | 未检出  | 7    | 0.0025 | 0.00047 | 0.00003 | 未检出   | 0.0014 | 0.0083 | 未检出  |
| Q3  |      | 中  | 8.07 | 27.8 | 31.9 | 0.012 | /      | 8.41 | 0.021 | 0.018 | 未检出   | 0.53  | 0.26  | 0.0019 | 未检出  | 4    | 0.0018 | 0.00064 | 0.00005 | 未检出   | 0.0013 | 0.0057 | 未检出  |
| Q3  |      | 底  | 8.06 | 27.6 | 31.6 | 0.012 | /      | 9.4  | 0.021 | 0.022 | 未检出   | 0.51  | 0.25  | 0.0018 | 未检出  | 5    | 0.0015 | 0.00084 | 0.00007 | 未检出   | 0.0014 | 0.0067 | 未检出  |
| Q4  | 28.2 | 表  | 8.02 | 28.3 | 32.1 | 0.013 | 0.0384 | 6.82 | 0.021 | 0.028 | 未检出   | 0.79  | 0.42  | 0.0014 | 未检出  | 4.4  | 0.0038 | 0.00049 | 0.00005 | 0.022 | 0.0013 | 0.0083 | 未检出  |
| Q4  |      | 中  | 8.03 | 28   | 32   | 0.021 | /      | 7.81 | 0.018 | 0.03  | 未检出   | 0.61  | 0.31  | 0.0015 | 未检出  | 4.9  | 0.0031 | 0.00089 | 0.00003 | 0.01  | 0.0024 | 0.0064 | 未检出  |
| Q4  |      | 底  | 8.03 | 27.6 | 32.4 | 0.041 | /      | 6.93 | 0.018 | 0.026 | 未检出   | 0.6   | 0.29  | 0.0015 | 未检出  | 4.2  | 0.0027 | 0.00083 | 0.00008 | 0.012 | 0.0024 | 0.0044 | 未检出  |
| Q5  | 23.5 | 表  | 8.07 | 28.4 | 32.4 | 0.01  | 0.0457 | 7.52 | 0.014 | 0.016 | 0.047 | 0.63  | 0.33  | 0.0014 | 未检出  | 5.3  | 0.0044 | 0.00053 | 0.00005 | 0.009 | 0.0014 | 0.0115 | 未检出  |
| Q5  |      | 底  | 8.05 | 28.1 | 32.2 | 0.012 | /      | 9.49 | 0.022 | 0.025 | 0.001 | 0.58  | 0.27  | 0.001  | 未检出  | 5.2  | 0.0031 | 0.00036 | 0.00002 | 0.015 | 0.0016 | 0.0095 | 未检出  |
| Q6  | 17.8 | 表  | 8.06 | 28.2 | 31.9 | 0.02  | 0.0433 | 7.62 | 0.03  | 0.023 | 0.01  | 0.95  | 0.55  | 0.0008 | 未检出  | 6.1  | 0.0032 | 0.00039 | 0.00006 | 0.034 | 0.0017 | 0.0105 | 未检出  |
| Q6  |      | 底  | 8.05 | 27.9 | 31.7 | 0.025 | /      | 9.66 | 0.031 | 0.015 | 未检出   | 0.69  | 0.36  | 0.0007 | 未检出  | 5.4  | 0.0029 | 0.00012 | 0.00005 | 0.02  | 0.0015 | 0.0095 | 未检出  |
| Q7  | 8.5  | 表  | 8.08 | 28   | 31.7 | 0.007 | 0.0371 | 7.06 | 0.019 | 0.026 | 0.011 | 0.71  | 0.36  | 0.0006 | 未检出  | 5.2  | 0.0032 | 0.00066 | 0.00004 | 0.021 | 0.0015 | 0.0181 | 未检出  |
| Q8  | 3.5  | 表  | 8.21 | 28.6 | 28.6 | 0.01  | 0.0344 | 8.71 | 0.002 | 0.007 | 未检出   | 0.93  | 0.46  | 0.001  | 未检出  | 25   | 0.0034 | 0.00066 | 0.00003 | 0.045 | 0.0016 | 0.018  | 未检出  |
| Q9  | 15.2 | 表  | 8.15 | 28.8 | 31.5 | 0.011 | 0.0289 | 7.12 | 0.006 | 0.014 | 未检出   | 0.71  | 0.35  | 0.001  | 未检出  | 8.2  | 0.0021 | 0.00049 | 未检出     | 0.032 | 0.0015 | 0.0067 | 未检出  |
| Q9  |      | 底  | 8.12 | 28.3 | 31.3 | 0.016 | /      | 6.84 | 0.017 | 0.015 | 0.003 | 0.67  | 0.33  | 0.0019 | 未检出  | 7.9  | 0.0016 | 0.00042 | 未检出     | 0.038 | 0.0015 | 0.0044 | 未检出  |
| Q10 | 16.7 | 表  | 8.2  | 29.1 | 31.3 | 0.005 | 0.0241 | 7.8  | 0.001 | 0.006 | 未检出   | 0.87  | 0.43  | 0.0013 | 未检出  | 4.7  | 0.0015 | 0.00039 | 0.00002 | 0.046 | 0.0013 | 未检出    | 未检出  |
| Q10 |      | 底  | 8.17 | 28.4 | 32.1 | 0.007 | /      | 7.71 | 0.002 | 0.008 | 未检出   | 0.71  | 0.35  | 0.0016 | 未检出  | 5.2  | 0.0027 | 0.00044 | 0.00002 | 0.04  | 0.0015 | 未检出    | 未检出  |
| Q11 | 16.1 | 表  | 8.17 | 29   | 31.7 | 0.008 | 0.0217 | 7.65 | 0.002 | 0.01  | 未检出   | 0.69  | 0.34  | 0.0018 | 未检出  | 5.9  | 0.0031 | 0.00013 | 0.00001 | 0.04  | 0.0018 | 0.007  | 未检出  |
| Q11 |      | 底  | 8.16 | 28.6 | 31.8 | 0.006 | /      | 7.68 | 0.003 | 0.01  | 未检出   | 0.95  | 0.48  | 0.0018 | 未检出  | 6    | 0.0015 | 0.00078 | 0.00002 | 0.032 | 0.0014 | 0.0038 | 未检出  |
| Q12 | 18.3 | 表  | 8.13 | 28.2 | 31.9 | 0.007 | 0.0219 | 7.11 | 0.002 | 0.006 | 0.027 | 0.66  | 0.33  | 0.0009 | 未检出  | 5.4  | 0.003  | 0.00019 | 0.00003 | 0.012 | 0.0015 | 0.0057 | 未检出  |
| Q12 |      | 底  | 8.1  | 27.8 | 32   | 0.006 | /      | 7.19 | 0.001 | 0.004 | 未检出   | 0.65  | 0.32  | 0.0014 | 未检出  | 4.8  | 0.0043 | 0.00016 | 0.00004 | 0.027 | 0.0014 | 0.0102 | 未检出  |
| Q13 | 23.6 | 表  | 8.06 | 28.8 | 32.3 | 0.012 | 0.0495 | 6.57 | 0.021 | 0.044 | 未检出   | 0.61  | 0.3   | 0.0014 | 未检出  | 5.1  | 0.0017 | 0.0005  | 0.00003 | 0.019 | 0.0017 | 0.0146 | 未检出  |
| Q13 |      | 底  | 8.05 | 28.3 | 32.2 | 0.022 | /      | 7.74 | 0.021 | 0.04  | 未检出   | 0.78  | 0.4   | 0.0007 | 未检出  | 4.9  | 0.0038 | 0.00043 | 0.00003 | 0.017 | 0.0015 | 0.0057 | 未检出  |
| Q14 | 22.4 | 表  | 8.06 | 29   | 32.2 | 0.024 | 0.0494 | 8.95 | 0.02  | 0.036 | 未检出   | 0.83  | 0.43  | 0.0011 | 未检出  | 5.6  | 0.0034 | 0.00034 | 未检出     | 0.022 | 0.0018 | 未检出    | 未检出  |
| Q14 |      | 底  | 8.03 | 28.4 | 32.1 | 0.012 | /      | 6.84 | 0.022 | 0.045 | 未检出   | 0.59  | 0.28  | 0.0011 | 未检出  | 5.1  | 0.0039 | 0.00038 | 未检出     | 0.022 | 0.0016 | 未检出    | 未检出  |
| Q15 | 16.6 | 表  | 8.09 | 28.4 | 32.1 | 0.013 | 0.0171 | 7.06 | 0.017 | 0.034 | 未检出   | 0.64  | 0.32  | 0.0012 | 未检出  | 5.9  | 0.0041 | 0.00074 | 0.00002 | 0.038 | 0.0015 | 0.015  | 未检出  |
| Q15 |      | 底  | 8.1  | 28   | 31.8 | 0.009 | /      | 9.63 | 0.003 | 0.006 | 未检出   | 0.63  | 0.31  | 0.0005 | 未检出  | 5.1  | 0.0047 | 0.00046 | 0.00001 | 0.035 | 0.0014 | 0.014  | 未检出  |
| Q16 | 13.3 | 表  | 8.17 | 28.2 | 30.6 | 0.005 | 0.0257 | 7.28 | 0.001 | 0.007 | 未检出   | 0.86  | 0.13  | 0.0018 | 未检出  | 5.3  | 0.0036 | 0.00058 | 0.00002 | 0.04  | 0.0014 | 0.0051 | 未检出  |
| Q16 |      | 底  | 8.18 | 28   | 31.3 | 0.009 | /      | 7.87 | 0.002 | 0.009 | 未检出   | 0.71  | 0.35  | 0.0015 | 未检出  | 5.8  | 0.0021 | 0.00071 | 0.00002 | 0.043 | 0.0015 | 0.0057 | 未检出  |
| Q16 |      | 表  | 8.17 | 28.2 | 30.8 | 0.005 | 0.0299 | 8.41 | 0.001 | 0.008 | 未检出   | 0.69  | 0.32  | 0.0013 | 未检出  | 5.1  | 0.0014 | 0.00083 | 0.00004 | 0.031 | 0.0014 | 0.0162 | 未检出  |
| Q16 |      | 底  | 8.18 | 28   | 31.2 | 0.007 | /      | 8.14 | 0.002 | 0.008 | 未检出   | 0.96  | 0.47  | 0.001  | 未检出  | 4.4  | 0.0009 | 0.0006  | 0.00003 | 0.044 | 0.0015 | 0.0068 | 未检出  |

| 站号               | 水深   | 采样 | pH 值 | 水温   | 盐度   | 活性磷酸盐 | 石油类    | 溶解氧  | 亚硝酸盐  | 硝酸盐   | 氨    | 化学需氧量 | 生化需氧量 | 硫化物    | 挥发性酚 | 悬浮物  | 铜      | 铅       | 镉       | 汞     | 砷      | 锌      | 总铬   |
|------------------|------|----|------|------|------|-------|--------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------|------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|------|
|                  | m    | 层次 |      | ℃    | ‰    | mg/L  | mg/L   | mg/L | mg/L  | mg/L  | mg/L | mg/L  | mg/L  | mg/L   | mg/L | mg/L | mg/L   | mg/L    | mg/L    | μg/L  | mg/L   | mg/L   | mg/L |
| Q17              | 7.6  | 表  | 8.24 | 29.2 | 29.5 | 0.005 | 0.0313 | 7.87 | 0.001 | 0.007 | 未检出  | 1.05  | 0.51  | 0.001  | 未检出  | 13   | 0.0025 | 0.00054 | 0.0001  | 0.037 | 0.0013 | 0.0162 | 未检出  |
| Q18              | 12.5 | 表  | 8.18 | 29.2 | 30.6 | 0.007 | 0.0246 | 7.3  | 0.001 | 0.006 | 未检出  | 0.87  | 0.42  | 0.0015 | 未检出  | 5.8  | 0.0019 | 0.00056 | 0.00002 | 0.044 | 0.0013 | 0.0095 | 未检出  |
| Q18              |      | 底  | 8.18 | 28.6 | 31.8 | 0.008 | /      | 7.4  | 0.002 | 0.006 | 未检出  | 0.89  | 0.46  | 0.0014 | 未检出  | 4.2  | 0.0016 | 0.00017 | 0.00004 | 0.036 | 0.0014 | 0.0064 | 未检出  |
| Q19              | 14.4 | 表  | 8.19 | 29.3 | 32   | 0.006 | 0.0243 | 7.55 | 0.001 | 0.008 | 未检出  | 0.79  | 0.39  | 0.0009 | 未检出  | 5.5  | 0.0007 | 0.00036 | 0.00003 | 0.041 | 0.0016 | 0.0073 | 未检出  |
| Q19              |      | 底  | 8.2  | 28.8 | 31.7 | 0.01  | /      | 8.48 | 0.001 | 0.006 | 未检出  | 0.87  | 0.45  | 0.0009 | 未检出  | 6.3  | 0.0023 | 0.00039 | 0.00003 | 0.037 | 0.0017 | 0.0044 | 未检出  |
| Q20              | 15.6 | 表  | 8.22 | 28.6 | 31.3 | 0.012 | 0.0077 | 9.23 | 0.001 | 0.003 | 未检出  | 0.56  | 0.27  | 0.001  | 未检出  | 5.7  | 0.0029 | 0.00029 | 0.00004 | 0.029 | 0.0013 | 未检出    | 未检出  |
| Q20              |      | 底  | 8.17 | 28   | 32.1 | 0.009 | /      | 8.78 | 0.004 | 未检出   | 未检出  | 0.66  | 0.35  | 0.0015 | 未检出  | 5    | 0.0029 | 0.00062 | 0.00004 | 0.04  | 0.0015 | 未检出    | 未检出  |
| 备注：“/”表示该项目无需检测。 |      |    |      |      |      |       |        |      |       |       |      |       |       |        |      |      |        |         |         |       |        |        |      |

表 5.2-7 2024 年 10 月海水水质评价标准指数计算结果一览表

| 调查站位            | pH 值 | 溶解氧  | 生化需氧量 | 化学需氧量 | 石油类  | 挥发酚  | 硫化物  | 活性磷酸盐 | 无机氮  | 总铬 | 汞    | 砷    | 铜    | 铅    | 锌    | 镉    |
|-----------------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|------|----|------|------|------|------|------|------|
| 调查站位执行第一类海水水质标准 |      |      |       |       |      |      |      |       |      |    |      |      |      |      |      |      |
| Q1              | 0.93 | 0.85 | 0.28  | 0.27  | 0.95 | 0.11 | 0.06 | 0.73  | 0.18 | 0  | 0.07 | 0.07 | 0.29 | 0.36 | 0.47 | 0.03 |
| Q2              | 0.95 | 0.73 | 0.25  | 0.27  | 0.92 | 0.11 | 0.1  | 0.9   | 0.28 | 0  | 0.07 | 0.08 | 0.53 | 0.69 | 0.69 | 0.03 |
| Q3              | 0.95 | 0.74 | 0.24  | 0.25  | 0.67 | 0.11 | 0.09 | 0.98  | 0.2  | 0  | 0.07 | 0.07 | 0.39 | 0.65 | 0.35 | 0.05 |
| Q4              | 0.94 | 0.83 | 0.34  | 0.33  | 0.77 | 0.11 | 0.07 | 1.67  | 0.24 | 0  | 0.29 | 0.1  | 0.64 | 0.74 | 0.32 | 0.05 |
| Q7              | 0.95 | 0.85 | 0.36  | 0.36  | 0.74 | 0.11 | 0.03 | 0.47  | 0.28 | 0  | 0.42 | 0.08 | 0.64 | 0.66 | 0.91 | 0.04 |
| Q11             | 0.96 | 0.78 | 0.41  | 0.41  | 0.43 | 0.11 | 0.09 | 0.47  | 0.06 | 0  | 0.72 | 0.08 | 0.46 | 0.46 | 0.08 | 0.01 |
| Q12             | 0.95 | 0.84 | 0.33  | 0.33  | 0.44 | 0.11 | 0.06 | 0.43  | 0.17 | 0  | 0.39 | 0.07 | 0.73 | 0.18 | 0.08 | 0.01 |
| Q13             | 0.95 | 0.84 | 0.35  | 0.35  | 0.99 | 0.11 | 0.05 | 1.13  | 0.32 | 0  | 0.36 | 0.08 | 0.55 | 0.47 | 0.08 | 0.01 |
| Q15             | 0.95 | 0.72 | 0.32  | 0.32  | 0.34 | 0.11 | 0.04 | 0.73  | 0.15 | 0  | 0.73 | 0.07 | 0.88 | 0.6  | 0.08 | 0.02 |
| Q18             | 0.96 | 0.82 | 0.44  | 0.44  | 0.49 | 0.11 | 0.07 | 0.5   | 0.04 | 0  | 0.8  | 0.07 | 0.35 | 0.37 | 0.08 | 0.03 |
| Q19             | 0.96 | 0.75 | 0.42  | 0.42  | 0.49 | 0.11 | 0.05 | 0.53  | 0.04 | 0  | 0.78 | 0.08 | 0.3  | 0.38 | 0.08 | 0.03 |
| Q20             | 0.96 | 0.67 | 0.31  | 0.31  | 0.15 | 0.11 | 0.06 | 0.7   | 0.03 | 0  | 0.69 | 0.07 | 0.58 | 0.46 | 0.08 | 0.04 |
| 调查站位执行第二类海水水质标准 |      |      |       |       |      |      |      |       |      |    |      |      |      |      |      |      |
| Q8              | 0.97 | 0.57 | 0.15  | 0.31  | 0.69 | 0.11 | 0.02 | 0.33  | 0.03 | 0  | 0.23 | 0.05 | 0.34 | 0.13 | 0.36 | 0.01 |
| Q16             | 0.96 | 0.63 | 0.11  | 0.27  | 0.56 | 0.11 | 0.03 | 0.22  | 0.03 | 0  | 0.2  | 0.05 | 0.2  | 0.14 | 0.03 | 0.01 |
| Q17             | 0.97 | 0.64 | 0.17  | 0.35  | 0.63 | 0.11 | 0.02 | 0.17  | 0.03 | 0  | 0.19 | 0.04 | 0.25 | 0.11 | 0.03 | 0.02 |
| 调查站位执行第三类海水水质标准 |      |      |       |       |      |      |      |       |      |    |      |      |      |      |      |      |
| Q5              | 0.92 | 0.47 | 0.08  | 0.15  | 0.15 | 0.06 | 0.01 | 0.37  | 0.16 | 0  | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.04 | 0.11 | 0    |
| Q6              | 0.92 | 0.46 | 0.11  | 0.21  | 0.14 | 0.06 | 0.01 | 0.75  | 0.15 | 0  | 0.14 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.1  | 0.01 |
| Q9              | 0.92 | 0.57 | 0.09  | 0.17  | 0.1  | 0.06 | 0.01 | 0.45  | 0.07 | 0  | 0.18 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0    |
| Q10             | 0.93 | 0.52 | 0.1   | 0.2   | 0.08 | 0.06 | 0.01 | 0.2   | 0.02 | 0  | 0.22 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0    |
| Q14             | 0.91 | 0.51 | 0.09  | 0.18  | 0.16 | 0.06 | 0.01 | 0.6   | 0.15 | 0  | 0.11 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0    |

5.2.2.2025 年 4 月海水水质现状调查与评价

1、调查站位与时间

本节引用自《汕尾新港区白沙湖作业区公用码头建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 04 月），广州海兰图检测技术有限公司于 2025.4.23~2025.4.26 及 2025.4.28~2025.4.29 在项目周边海域开展了海洋环境现状调查，该调查共布设水质监测站位 20 个，沉积物监测站位 10 个，生物生态调查站位 12 个，生物资源调查站位 12 个，潮间带生物和沉积物调查断面 3 条，生物质量调查站位 8 个，满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）1 级评价站位要求。具体站位见表 5.2-8，站位图见图 5.2-5。

表 5.2-8 海洋环境质量现状调查站位表

| 序号 | 站位   | 经度 E          | 纬度 N         | 调查项目                      |
|----|------|---------------|--------------|---------------------------|
| 1  | BS01 | 115°35'24.44" | 22°50'35.93" | 水质                        |
| 2  | BS02 | 115°36'21.68" | 22°47'41.73" | 水质                        |
| 3  | BS03 | 115°39'50.06" | 22°48'27.47" | 水质、生物生态和生物资源              |
| 4  | BS04 | 115°34'01.03" | 22°46'42.23" | 水质、生物生态和生物资源              |
| 5  | BS05 | 115°37'44.98" | 22°45'45.80" | 水质、沉积物、生物生态、<br>生物质量和生物资源 |
| 6  | BS06 | 115°41'29.95" | 22°45'24.81" | 水质                        |
| 7  | BS07 | 115°32'47.16" | 22°43'56.64" | 水质、沉积物、生物生态和<br>生物资源      |
| 8  | BS08 | 115°33'45.60" | 22°43'02.55" | 水质、沉积物、生物生态和<br>生物资源      |
| 9  | BS09 | 115°35'51.37" | 22°43'23.42" | 水质、沉积物                    |
| 10 | BS10 | 115°38'43.74" | 22°43'18.41" | 水质、生物生态、生物质量<br>和生物资源     |
| 11 | BS11 | 115°35'16.12" | 22°41'36.84" | 水质、沉积物、生物生态、<br>生物质量和生物资源 |
| 12 | BS12 | 115°38'02.16" | 22°40'53.31" | 水质、沉积物、生物生态、<br>生物质量和生物资源 |
| 13 | BS13 | 115°36'28.34" | 22°38'41.09" | 水质、沉积物、生物生态、<br>生物质量和生物资源 |
| 14 | BS14 | 115°41'29.72" | 22°41'01.86" | 水质                        |
| 15 | BS15 | 115°42'21.21" | 22°37'00.96" | 水质                        |
| 16 | BS16 | 115°33'46.72" | 22°39'12.38" | 水质、沉积物、生物生态和<br>生物资源      |
| 17 | BS17 | 115°34'12.11" | 22°35'02.02" | 水质、沉积物、生物生态、<br>生物质量和生物资源 |
| 18 | BS18 | 115°30'35.42" | 22°38'18.81" | 水质、沉积物、生物生态、<br>生物质量和生物资源 |

| 序号                                   | 站位    | 经度 E          | 纬度 N         | 调查项目           |
|--------------------------------------|-------|---------------|--------------|----------------|
| 19                                   | BS19  | 115°29'19.36" | 22°35'58.32" | 水质             |
| 20                                   | BS20  | 115°28'49.35" | 22°41'17.02" | 水质             |
| 21                                   | BSC01 | 115°32'23.58" | 22°46'51.34" | 潮间带生物、沉积物、生物质量 |
| 22                                   | BSC02 | 115°35'56.86" | 22°44'46.72" | 潮间带生物、沉积物      |
| 23                                   | BSC03 | 115°33'30.16" | 22°41'48.08" | 潮间带生物、沉积物      |
| 备注：潮间带沉积物应在每个断面高、中、低滩分别采集各 1 个沉积物样品。 |       |               |              |                |

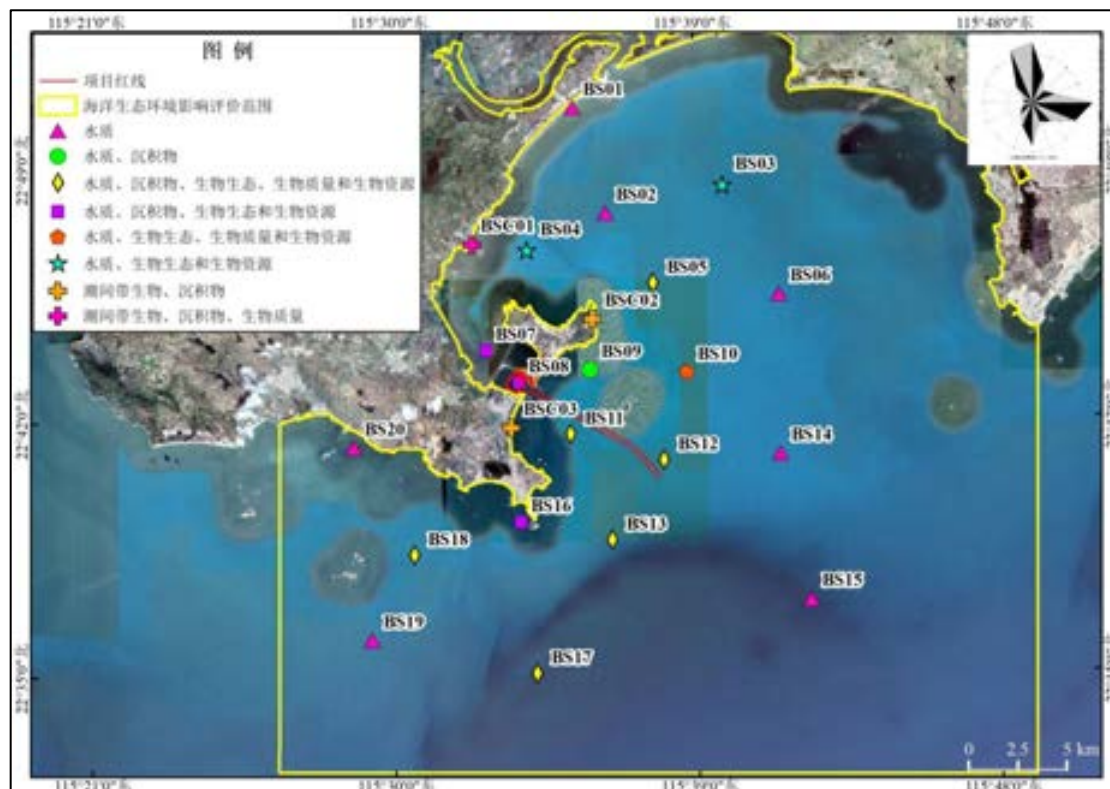


图 5.2-5 海洋环境质量现状调查站位图

## 2、调查因子

本次海水水质调查项目包括 pH、水温、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、无机氮、活性磷酸盐、油类、汞、砷、铜、锌、铅、镉、铬、硫化物、挥发性酚，共 21 项。

## 3、采样和分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，各项的分析方法如下表。

表 5.2-9 海水调查因子及分析方法

| 序号 | 检测指标  | 检测依据                                          | 分析方法          | 检出限        |
|----|-------|-----------------------------------------------|---------------|------------|
| 1  | 水温    | 《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》GB/T 12763.2-2007/5.2.1 | CTD 法         | /          |
| 2  | pH    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/26         | pH 计法         | /          |
| 3  | 盐度    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/29.1       | 盐度计法          | 2‰         |
| 4  | 溶解氧   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/31         | 碘量法           | 0.11mg/L   |
| 5  | 悬浮物   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/27         | 重量法           | /          |
| 6  | 化学需氧量 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/32         | 碱性高锰酸钾法       | 0.15mg/L   |
| 7  | 硝酸盐氮  | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/38.1       | 镉柱还原法         | 0.0010mg/L |
| 8  | 亚硝酸盐氮 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/37         | 萘乙二胺分光光度法     | 0.0002mg/L |
| 9  | 氨氮    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/36.1       | 靛酚蓝分光光度法      | 0.0004mg/L |
| 10 | 无机氮   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/35         | /             | /          |
| 11 | 活性磷酸盐 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/39.1       | 磷钼蓝分光光度法      | 0.0006mg/L |
| 12 | 挥发酚   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/19         | 4-氨基安替比林分光光度法 | 1.1μg/L    |
| 13 | 油类    | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/13.2       | 紫外分光光度法       | 0.0035mg/L |
| 14 | 汞     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/5.1        | 原子荧光法         | 0.007μg/L  |
| 15 | 砷     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/11.1       | 原子荧光法         | 0.5μg/L    |
| 16 | 铜     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/6.1        | 无火焰原子吸收分光光度法  | 0.2μg/L    |
| 17 | 铅     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/7.1        | 无火焰原子吸收分光光度法  | 0.03μg/L   |
| 18 | 镉     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/8.1        | 无火焰原子吸收分光光度法  | 0.01μg/L   |
| 19 | 锌     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/9.1        | 火焰原子吸收分光光度法   | 0.0031mg/L |
| 20 | 铬     | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/10.1       | 无火焰原子吸收分光光度法  | 0.4μg/L    |
| 21 | 硫化物   | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》                          | 亚甲基蓝分光        | 0.2μg/L    |

| 序号 | 检测指标 | 检测依据                  | 分析方法 | 检出限 |
|----|------|-----------------------|------|-----|
|    |      | 析》GB17378.4-2007/18.1 | 光度法  |     |

#### 4、评价方法

评价方法详见 5.2.2.1 节。

#### 5、评价标准

海洋生态环境评价范围内，位于近岸海域环境功能区划范围内的海水水质评价按照近岸海域环境功能区划确定的质量目标，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值。位于近岸海域环境功能区划范围外的海水水质，海洋沉积物质量，按照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）中规划的海洋空间功能，对照《海水水质标准》（GB3097-1997）、《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中不同海域的使用功能、保护目标和质量分类，执行相应标准限值。

本次调查站位海水水质、沉积物执行标准见表 5.2-10 和图 5.2-6~图 5.2-7。

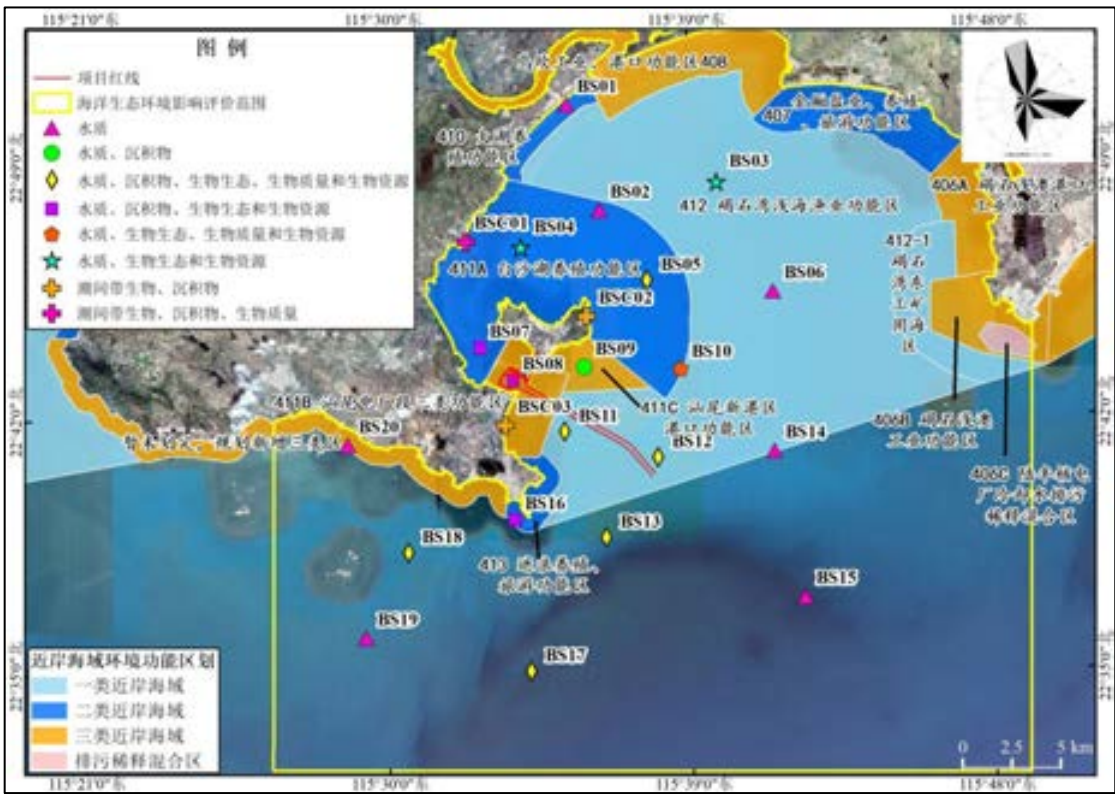


图 5.2-6 2025 年 4 月海洋环境质量现状调查站位与近岸海域环境功能区位置关系图



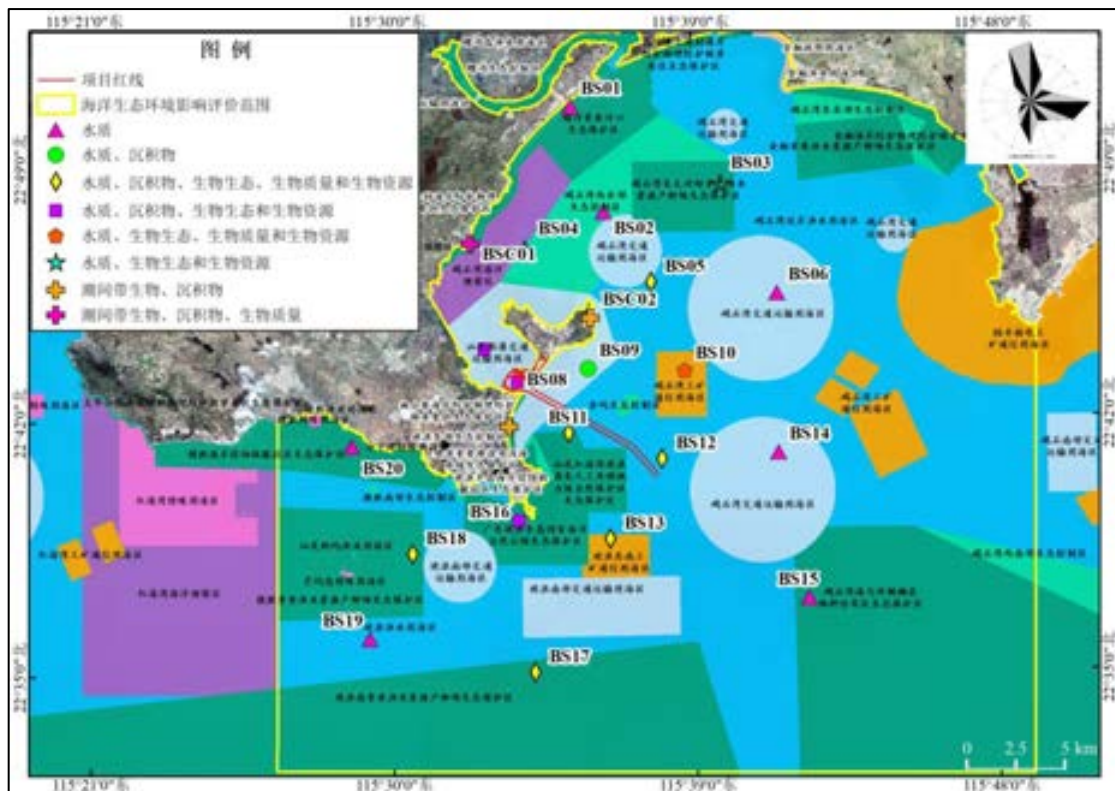


图 5.2-7 2025 年 4 月海洋环境质量现状调查站位与海洋空间规划分区位置关系图

## 6、调查结果与评价

2025 年 4 月海水水质现状监测结果见表 5.2-11，评价结果见表 5.2-12。由表 5.2-12 可知，各调查站位各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值要求，没有出现超标情况。



表 5.2-10 2025 年 4 月调查站位海水水质、沉积物执行标准

| 序号 | 调查站位 | 调查内容                  | 调查站位所在功能区划         |          | 质量评价执行标准 |       |        |
|----|------|-----------------------|--------------------|----------|----------|-------|--------|
|    |      |                       | 近岸海域环境功能区          | 海洋空间规划分区 | 水质目标     | 沉积物目标 | 生物质量目标 |
| 1  | BS01 | 水质                    | 410 大湖养殖功能区，二类     | 生态保护区    | 第二类      | /     | /      |
| 2  | BS02 | 水质                    | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 生态控制区    | 第二类      | /     | /      |
| 3  | BS03 | 水质、生物生态和生物资源          | 碣石湾浅海渔业功能区，一类      | 生态保护区    | 第一类      | /     | /      |
| 4  | BS04 | 水质、生物生态和生物资源          | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 生态控制区    | 第二类      | /     | /      |
| 5  | BS05 | 水质、沉积物、生物生态、生物质量和生物资源 | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 渔业用海区    | 第二类      | 第一类   | 第一类    |
| 6  | BS06 | 水质                    | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 交通运输用海区  | 第一类      | /     | /      |
| 7  | BS07 | 水质、沉积物、生物生态和生物资源      | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 交通运输用海区  | 第二类      | 第三类   | /      |
| 8  | BS08 | 水质、沉积物、生物生态和生物资源      | 411B 汕尾电厂段三类功能区，三类 | 交通运输用海区  | 第三类      | 第三类   | /      |
| 9  | BS09 | 水质、沉积物                | /                  | 交通运输用海区  | 第三类      | 第三类   | /      |
| 10 | BS10 | 水质、生物生态、生物质量和生物资源     | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 工矿通信用海区  | 第二类      | /     | 第二类    |
| 11 | BS11 | 水质、沉积物、生物生态、生物质量和生物资源 | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 生态保护区    | 第一类      | 第一类   | 第一类    |
| 12 | BS12 | 水质、沉积物、生物生态、生物质量和生物资源 | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 渔业用海区    | 第一类      | 第一类   | 第一类    |
| 13 | BS13 | 水质、沉积物、生物生态、生物质量      | /                  | 工矿通信用海   | 第三类      | 第二类   | 第二类    |

| 序号 | 调查站位  | 调查内容                  | 调查站位所在功能区划         |          | 质量评价执行标准 |       |        |
|----|-------|-----------------------|--------------------|----------|----------|-------|--------|
|    |       |                       | 近岸海域环境功能区          | 海洋空间规划分区 | 水质目标     | 沉积物目标 | 生物质量目标 |
|    |       | 和生物资源                 |                    | 区        |          |       |        |
| 14 | BS14  | 水质                    | 412 碣石湾浅海渔业功能区，一类  | 交通运输用海区  | 第一类      | /     | /      |
| 15 | BS15  | 水质                    | /                  | 生态保护区    | 第一类      | /     | /      |
| 16 | BS16  | 水质、沉积物、生物生态和生物资源      | 413 遮浪养殖、旅游功能区，二类  | 生态保护区    | 第二类      | 第一类   | /      |
| 17 | BS17  | 水质、沉积物、生物生态、生物质量和生物资源 | /                  | 生态保护区    | 第一类      | 第一类   | 第一类    |
| 18 | BS18  | 水质、沉积物、生物生态、生物质量和生物资源 | /                  | 生态保护区    | 第一类      | 第一类   | 第一类    |
| 19 | BS19  | 水质                    | /                  | 渔业用海区    | 第一类      | /     | /      |
| 20 | BS20  | 水质                    | 捷胜工业功能区，三类         | 生态保护区    | 第三类      | /     | /      |
| 21 | BSC01 | 潮间带生物、沉积物、生物质量        | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 生态保护区    | /        | 第一类   | 第一类    |
| 22 | BSC02 | 潮间带生物、沉积物             | 411A 白沙湖养殖功能区，二类   | 交通运输用海区  | /        | 第三类   | /      |
| 23 | BSC03 | 潮间带生物、沉积物             | 411B 汕尾电厂段三类功能区，三类 | 生态保护区    | /        | 第一类   | /      |

表 5.2-11 2025 年 4 月海水水质现状监测结果 单位：pH 值无量纲，其余为 mg/L

| 站位   | 层次 | 水温   | 水深   | pH   | 盐度     | 溶解氧  | 悬浮物  | 化学需氧量 | 硝酸盐氮   | 亚硝酸盐氮  | 氨氮     | 无机氮    | 活性磷酸盐  | 石油类    | 锌      | 挥发酚  | 硫化物  | 汞      | 砷   | 铜   | 铅    | 镉    | 总铬   |
|------|----|------|------|------|--------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|--------|-----|-----|------|------|------|
|      |    | ℃    | m    | /    | ‰      | mg/L |      |       |        |        |        |        |        |        |        | μg/L |      |        |     |     |      |      |      |
| BS01 | 表层 | 23.6 | 3.4  | 8.08 | 33.058 | 7.11 | 15.2 | 1.02  | 0.118  | 0.0038 | 0.041  | 0.163  | 0.0278 | 0.0102 | 0.0119 | 1.1L | 0.3  | 0.01   | 0.8 | 1   | 0.6  | 0.28 | 1.4  |
| BS02 | 表层 | 23.2 | 9.1  | 8.11 | 33.741 | 7.21 | 15   | 0.83  | 0.0832 | 0.0026 | 0.0396 | 0.125  | 0.0107 | 0.0083 | 0.0159 | 1.5  | 0.2L | 0.008  | 0.8 | 0.7 | 0.8  | 0.37 | 1.4  |
| BS03 | 表层 | 23.5 | 9.5  | 8.08 | 33.829 | 7.3  | 14.6 | 0.95  | 0.0773 | 0.0024 | 0.0338 | 0.114  | 0.0098 | 0.0087 | 0.0174 | 1.2  | 0.2L | 0.011  | 0.7 | 1.8 | 0.75 | 0.41 | 1.3  |
| BS04 | 表层 | 22.9 | 4.5  | 8.1  | 33.653 | 7.16 | 14.5 | 0.91  | 0.0963 | 0.0026 | 0.038  | 0.137  | 0.0127 | 0.0075 | 0.0109 | 1.2  | 0.2L | 0.011  | 0.8 | 0.6 | 0.84 | 0.39 | 0.9  |
| BS05 | 表层 | 23.4 | 11.6 | 8.14 | 34.062 | 7.22 | 18.3 | 0.87  | 0.0774 | 0.0016 | 0.03   | 0.109  | 0.0084 | 0.0066 | 0.0084 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 0.7 | 1.4 | 0.47 | 0.38 | 1.2  |
|      | 底层 | 23   | /    | 8.15 | 34.089 | 6.48 | 16.9 | 0.47  | 0.0732 | 0.0016 | 0.0345 | 0.109  | 0.0078 | /      | 0.0079 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 1.6 | 1.9 | 0.77 | 0.47 | 0.4L |
| BS06 | 表层 | 23.4 | 12.7 | 8.1  | 34.086 | 7.28 | 14.4 | 0.95  | 0.0737 | 0.0016 | 0.0348 | 0.11   | 0.0084 | 0.0061 | 0.0114 | 1.1L | 0.2  | 0.009  | 0.7 | 1.4 | 0.58 | 0.34 | 1.6  |
|      | 底层 | 22.8 | /    | 8.09 | 34.111 | 6.47 | 14.9 | 0.71  | 0.0708 | 0.0016 | 0.0338 | 0.106  | 0.0069 | /      | 0.0064 | 1.2  | 0.2  | 0.009  | 0.7 | 2   | 0.86 | 0.41 | 0.5  |
| BS07 | 表层 | 23.2 | 2.3  | 8.09 | 33.534 | 7.01 | 14.8 | 0.83  | 0.116  | 0.0028 | 0.0401 | 0.159  | 0.0134 | 0.0068 | 0.0114 | 1.5  | 0.3  | 0.011  | 0.9 | 1.8 | 0.64 | 0.45 | 1.3  |
| BS08 | 表层 | 23.2 | 9.6  | 8.1  | 33.918 | 7.07 | 10.7 | 1.02  | 0.105  | 0.0026 | 0.0524 | 0.16   | 0.0123 | 0.0142 | 0.0144 | 1.2  | 0.4  | 0.007L | 1.4 | 2   | 0.58 | 0.41 | 1.2  |
| BS09 | 表层 | 23.6 | 11.3 | 8.11 | 33.952 | 7.11 | 11.2 | 0.91  | 0.086  | 0.002  | 0.0267 | 0.115  | 0.0117 | 0.0063 | 0.0169 | 1.2  | 0.2  | 0.007L | 1   | 1.8 | 0.56 | 0.32 | 0.4L |
| BS09 | 底层 | 23.4 | /    | 8.11 | 34.046 | 6.49 | 11.4 | 0.71  | 0.0811 | 0.0017 | 0.0222 | 0.105  | 0.0103 | /      | 0.0109 | 1.1L | 0.3  | 0.007L | 0.9 | 1.8 | 0.54 | 0.45 | 1.4  |
| BS10 | 表层 | 22.9 | 15.2 | 8.14 | 34.018 | 7.2  | 10.2 | 0.95  | 0.064  | 0.0017 | 0.0317 | 0.0974 | 0.0082 | 0.0068 | 0.0109 | 1.1L | 0.2L | 0.01   | 0.9 | 1.4 | 0.45 | 0.26 | 1.1  |
|      | 底层 | 22.5 | /    | 8.15 | 34.102 | 6.53 | 10.3 | 1.1   | 0.058  | 0.0015 | 0.0277 | 0.0872 | 0.0074 | /      | 0.0069 | 1.1L | 0.2L | 0.01   | 1.6 | 2.1 | 0.53 | 0.42 | 1    |
| BS11 | 表层 | 23.5 | 14.4 | 8.12 | 33.925 | 7.14 | 16.2 | 0.79  | 0.0724 | 0.0022 | 0.015  | 0.0896 | 0.0108 | 0.0177 | 0.0099 | 1.4  | 0.2L | 0.01   | 0.8 | 1.4 | 0.66 | 0.35 | 0.9  |
|      | 底层 | 23.1 | /    | 8.13 | 33.959 | 6.5  | 12.7 | 0.91  | 0.0634 | 0.0019 | 0.0144 | 0.0797 | 0.0102 | /      | 0.0109 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 0.9 | 0.9 | 0.69 | 0.55 | 1.4  |
| BS12 | 表层 | 23.1 | 17.5 | 8.12 | 33.983 | 7.15 | 15.1 | 0.87  | 0.0561 | 0.0014 | 0.0157 | 0.0732 | 0.0102 | 0.0087 | 0.0089 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 0.9 | 1.8 | 0.78 | 0.3  | 0.9  |
|      | 底层 | 22.8 | /    | 8.13 | 34.015 | 6.54 | 13.1 | 0.67  | 0.0635 | 0.0014 | 0.0134 | 0.0783 | 0.0093 | /      | 0.0069 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 1.2 | 1.5 | 0.51 | 0.35 | 0.4L |
| BS13 | 表层 | 22.3 | 21.4 | 8.13 | 34.056 | 7.28 | 16   | 0.75  | 0.0714 | 0.0023 | 0.0204 | 0.0941 | 0.01   | 0.0209 | 0.0114 | 1.1L | 0.2L | 0.014  | 3.5 | 1.2 | 0.69 | 0.46 | 1.4  |
|      | 底层 | 22.7 | /    | 8.15 | 34.048 | 6.62 | 15.2 | 0.59  | 0.066  | 0.0024 | 0.0202 | 0.0886 | 0.0083 | /      | 0.0139 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 0.9 | 2.2 | 0.6  | 0.41 | 0.9  |
| BS14 | 表层 | 23.5 | 17.8 | 8.12 | 34.009 | 7.23 | 12.9 | 0.51  | 0.0496 | 0.0016 | 0.0143 | 0.0655 | 0.0096 | 0.0092 | 0.0084 | 1.1L | 0.2L | 0.009  | 0.9 | 0.9 | 0.56 | 0.31 | 0.8  |
|      | 底层 | 23.1 | /    | 8.13 | 34.047 | 6.51 | 20.6 | 0.95  | 0.0462 | 0.0016 | 0.0144 | 0.0622 | 0.0083 | /      | 0.0074 | 1.1L | 0.2L | 0.008  | 1.5 | 1.7 | 0.78 | 0.22 | 0.4L |
| BS15 | 表层 | 23.2 | 22.8 | 8.15 | 34.055 | 7.29 | 16.5 | 0.91  | 0.0443 | 0.0015 | 0.027  | 0.0728 | 0.0058 | 0.0234 | 0.0109 | 1.4  | 0.2L | 0.007L | 1.1 | 1.8 | 0.53 | 0.39 | 1.4  |
| BS15 | 底层 | 22.8 | /    | 8.14 | 34.038 | 6.46 | 13.3 | 0.67  | 0.0486 | 0.0015 | 0.0208 | 0.0709 | 0.0045 | /      | 0.0109 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 0.9 | 2.9 | 0.64 | 0.23 | 1    |
| BS16 | 表层 | 23.4 | 13.6 | 8.1  | 33.865 | 7.05 | 30.6 | 0.91  | 0.102  | 0.0034 | 0.0265 | 0.132  | 0.0245 | 0.01   | 0.0059 | 1.1L | 0.2  | 0.01   | 0.9 | 2.1 | 0.62 | 0.28 | 0.7  |
|      | 底层 | 23   | /    | 8.12 | 33.797 | 6.38 | 16   | 0.91  | 0.082  | 0.0033 | 0.0235 | 0.109  | 0.022  | /      | 0.0074 | 1.4  | 0.2  | 0.007L | 2.4 | 1.9 | 0.54 | 0.33 | 1.1  |
| BS17 | 表层 | 23.2 | 24   | 8.13 | 34.104 | 7.37 | 14.9 | 0.79  | 0.0549 | 0.0016 | 0.0156 | 0.0721 | 0.0064 | 0.0114 | 0.0074 | 1.1L | 0.2L | 0.011  | 1   | 2.1 | 0.73 | 0.4  | 1.4  |
|      | 底层 | 22.6 | /    | 8.14 | 34.116 | 6.66 | 17.7 | 0.79  | 0.0527 | 0.0014 | 0.0129 | 0.067  | 0.0066 | /      | 0.0124 | 1.4  | 0.2L | 0.013  | 1   | 3   | 0.64 | 0.19 | 1    |
| BS18 | 表层 | 22.8 | 16.5 | 8.12 | 33.902 | 7.35 | 17.6 | 0.79  | 0.0592 | 0.0015 | 0.0243 | 0.085  | 0.0073 | 0.0125 | 0.0089 | 1.4  | 0.2L | 0.009  | 0.9 | 1   | 0.62 | 0.46 | 0.4L |
|      | 底层 | 22.5 | /    | 8.13 | 33.935 | 6.49 | 20.8 | 0.95  | 0.0541 | 0.0015 | 0.0248 | 0.0804 | 0.0068 | /      | 0.0139 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 0.9 | 1.8 | 0.67 | 0.2  | 0.4L |
| BS19 | 表层 | 23.2 | 21.3 | 8.15 | 34.012 | 7.44 | 26.7 | 0.71  | 0.0512 | 0.0015 | 0.0155 | 0.0682 | 0.0072 | 0.0128 | 0.0069 | 1.1L | 0.2L | 0.01   | 1   | 1.9 | 0.77 | 0.45 | 1.2  |
|      | 底层 | 22.6 | /    | 8.15 | 34.115 | 6.53 | 29.4 | 0.79  | 0.0449 | 0.0014 | 0.0138 | 0.0601 | 0.0063 | /      | 0.0069 | 1.1L | 0.2L | 0.007L | 1   | 2.3 | 0.73 | 0.2  | 1    |
| BS20 | 表层 | 23   | 8.2  | 8.1  | 33.127 | 7.18 | 14.6 | 0.87  | 0.0849 | 0.0028 | 0.026  | 0.114  | 0.0081 | 0.0116 | 0.0104 | 1.4  | 0.2L | 0.011  | 0.9 | 1.8 | 0.49 | 0.21 | 1.5  |

表 5.2-12 2025 年 4 月海水水质评价标准指数计算结果一览表

| 站位              | pH   | 溶解氧  | 化学需氧量 | 石油类  | 挥发酚  | 硫化物  | 活性磷酸盐 | 无机氮  | 总铬   | 汞    | 砷    | 铜    | 铅    | 锌    | 镉    |
|-----------------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 调查站位执行第一类海水水质标准 |      |      |       |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| BS03            | 0.95 | 0.82 | 0.48  | 0.17 | 0.24 | 0.01 | 0.65  | 0.57 | 0.03 | 0.22 | 0.04 | 0.36 | 0.75 | 0.87 | 0.41 |
| BS06            | 0.95 | 0.87 | 0.42  | 0.12 | 0.14 | 0.01 | 0.51  | 0.54 | 0.02 | 0.18 | 0.04 | 0.34 | 0.72 | 0.45 | 0.38 |
| BS11            | 0.96 | 0.88 | 0.43  | 0.35 | 0.16 | 0.01 | 0.7   | 0.43 | 0.02 | 0.14 | 0.05 | 0.24 | 0.68 | 0.52 | 0.45 |
| BS12            | 0.96 | 0.88 | 0.39  | 0.17 | 0.06 | 0.01 | 0.65  | 0.38 | 0.01 | 0.08 | 0.06 | 0.34 | 0.65 | 0.4  | 0.33 |
| BS14            | 0.96 | 0.87 | 0.37  | 0.18 | 0.06 | 0.01 | 0.6   | 0.32 | 0.01 | 0.18 | 0.06 | 0.26 | 0.67 | 0.4  | 0.27 |
| BS15            | 0.96 | 0.87 | 0.4   | 0.47 | 0.16 | 0.01 | 0.35  | 0.36 | 0.02 | 0.08 | 0.05 | 0.48 | 0.59 | 0.55 | 0.31 |
| BS17            | 0.96 | 0.85 | 0.4   | 0.23 | 0.16 | 0.01 | 0.43  | 0.35 | 0.02 | 0.24 | 0.05 | 0.52 | 0.69 | 0.5  | 0.3  |
| BS18            | 0.96 | 0.87 | 0.44  | 0.25 | 0.16 | 0.01 | 0.47  | 0.42 | 0    | 0.12 | 0.05 | 0.28 | 0.65 | 0.57 | 0.33 |
| BS19            | 0.96 | 0.86 | 0.38  | 0.26 | 0.06 | 0.01 | 0.45  | 0.32 | 0.02 | 0.14 | 0.05 | 0.42 | 0.75 | 0.35 | 0.33 |
| 调查站位执行第二类海水水质标准 |      |      |       |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| BS01            | 0.95 | 0.7  | 0.34  | 0.2  | 0.06 | 0.01 | 0.93  | 0.54 | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 0.12 | 0.24 | 0.06 |
| BS02            | 0.95 | 0.69 | 0.28  | 0.17 | 0.3  | 0    | 0.36  | 0.42 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.16 | 0.32 | 0.07 |
| BS04            | 0.95 | 0.7  | 0.3   | 0.15 | 0.24 | 0    | 0.42  | 0.46 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.17 | 0.22 | 0.08 |
| BS05            | 0.96 | 0.73 | 0.22  | 0.13 | 0.06 | 0    | 0.27  | 0.36 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.17 | 0.12 | 0.16 | 0.09 |
| BS07            | 0.95 | 0.71 | 0.28  | 0.14 | 0.3  | 0.01 | 0.45  | 0.53 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.18 | 0.13 | 0.23 | 0.09 |
| BS10            | 0.96 | 0.73 | 0.34  | 0.14 | 0.06 | 0    | 0.26  | 0.31 | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.18 | 0.1  | 0.18 | 0.07 |
| BS16            | 0.95 | 0.74 | 0.3   | 0.2  | 0.16 | 0    | 0.78  | 0.4  | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.2  | 0.12 | 0.13 | 0.06 |
| 调查站位执行第三类海水水质标准 |      |      |       |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| BS08            | 0.92 | 0.44 | 0.26  | 0.05 | 0.12 | 0    | 0.41  | 0.4  | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.14 | 0.04 |
| BS09            | 0.92 | 0.59 | 0.2   | 0.02 | 0.07 | 0    | 0.37  | 0.28 | 0    | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.14 | 0.04 |
| BS13            | 0.93 | 0.43 | 0.17  | 0.07 | 0.03 | 0    | 0.31  | 0.23 | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.13 | 0.04 |
| BS20            | 0.92 | 0.45 | 0.22  | 0.04 | 0.14 | 0    | 0.27  | 0.29 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.1  | 0.02 |

### 5.3海洋沉积物质量现状调查与评价

#### 5.3.12024 年 10 月海洋沉积物质量现状调查与评价

##### 5.3.1.1调查站位与时间

见报告 5.2.2.1 节。

##### 5.3.1.2调查项目

有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞，共 10 项。

##### 5.3.1.3采样和分析方法

沉积物样品的采集和分析按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）要求进行，表层样采集 0cm~20cm 层。

表 5.3-1 沉积物分析方法

| 检测项目         | 检测方法                                          | 检出限        | 主要分析仪器/型号                  |
|--------------|-----------------------------------------------|------------|----------------------------|
| 有机碳          | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（18.1） | /          | 酸式滴定管/25mL                 |
| 石油类          | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（13.2） | 3.0mg/kg   | 紫外可见分光光度计<br>/Genesys 50   |
| 硫化物          | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（17.1） | 0.3mg/kg   | 紫外可见分光光度计<br>/Genesys 50   |
| 铜            | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（6.1）  | 0.5mg/kg   | 原子吸收分光光度计<br>（石墨炉）/AA-7000 |
| 铅            | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（7.1）  | 1.0mg/kg   | 原子吸收分光光度计<br>（石墨炉）/AA-7000 |
| 镉            | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（8.1）  | 0.04mg/kg  | 原子吸收分光光度计<br>（石墨炉）/AA-7000 |
| 砷            | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（11.1） | 0.06mg/kg  | 原子荧光光度计<br>/AFS-8520       |
| 总汞           | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（5.1）  | 0.002mg/kg | 原子荧光光度计<br>/AFS-8520       |
| 锌            | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（9）    | 6.0mg/kg   | 原子吸收分光光度计<br>（火焰）/AA-7000  |
| 铬            | 《海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析》<br>GB17378.5-2007（9）    | 2.0mg/kg   | 原子吸收分光光度计<br>（石墨炉）/AA-7000 |
| 备注：“/”表示不适用。 |                                               |            |                            |

##### 5.3.1.4评价方法和标准

（1）评价方法

采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： $I_i$ — $i$  项评价因子的标准指数；

$C_i$ — $i$  项评价因子的实测值；

$S_i$ — $i$  项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数  $> 1$ ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

## （2）评价标准

见报告 5.2.2.1 节。

### 5.3.1.5 调查结果与评价

2024 年 10 月海洋沉积物现状监测结果见表 5.3-2，评价结果见表 5.3-3。由表 5.3-3 可知，此次调查沉积物质量均满足《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应标准限值要求，没有出现超标情况。

表 5.3-2 2024 年 10 月秋季海洋沉积物质量监测结果

| 站号  | 类型 | 有机碳               | 硫化物               | 石油类               | 铜                 | 铅                 | 镉                 | 总汞                | 砷                 | 锌                 | 铬                 |
|-----|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|     |    | ×10 <sup>-2</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> | ×10 <sup>-6</sup> |
| Q2  | 泥  | 0.8               | 16.6              | 60.3              | 15                | 38.6              | 未检出               | 0.053             | 10.66             | 114.4             | 42.4              |
| Q4  | 泥  | 0.6               | 42.4              | 70.3              | 10.4              | 25.6              | 未检出               | 0.074             | 8.73              | 89                | 38.4              |
| Q6  | 泥  | 0.65              | 5.6               | 30.9              | 10.5              | 26                | 未检出               | 0.038             | 7.84              | 87                | 38.3              |
| Q13 | 泥  | 1.01              | 43.2              | 264.1             | 15.7              | 34.8              | 未检出               | 0.057             | 9.29              | 119.8             | 37.1              |
| Q20 | 泥  | 0.91              | 19.7              | 67.2              | 11.7              | 31.1              | 未检出               | 0.066             | 9.02              | 94.3              | 43.5              |
| Q9  | 泥  | 0.79              | 111.6             | 550               | 9.1               | 29.2              | 未检出               | 0.059             | 8.22              | 94.8              | 37.2              |
| Q10 | 泥  | 1.02              | 57.7              | 416.7             | 13.8              | 33.5              | 未检出               | 0.074             | 11.52             | 112.6             | 42.3              |
| Q11 | 泥  | 0.7               | 17                | 70.1              | 12.8              | 29.8              | 未检出               | 0.054             | 9.42              | 102.8             | 44.9              |
| Q17 | 泥  | 1.32              | 65.4              | 459.1             | 15.4              | 44.6              | 未检出               | 0.098             | 12.67             | 119.3             | 46.3              |
| Q18 | 泥  | 0.35              | 13.9              | 77.1              | 8.6               | 30                | 未检出               | 0.062             | 7.48              | 71.2              | 36.1              |

表 5.3-3 2024 年 10 月秋季海洋沉积物质量评价计算标准指数

| 站号                 | 有机碳  | 硫化物  | 石油类  | 铜    | 铅    | 镉    | 汞    | 砷    | 锌    | 铬    |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 调查站位执行第一类海洋沉积物质量标准 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Q2                 | 0.40 | 0.06 | 0.12 | 0.43 | 0.64 | 0.04 | 0.27 | 0.53 | 0.76 | 0.53 |
| Q4                 | 0.30 | 0.14 | 0.14 | 0.30 | 0.43 | 0.04 | 0.37 | 0.44 | 0.59 | 0.48 |
| Q13                | 0.51 | 0.14 | 0.53 | 0.45 | 0.58 | 0.04 | 0.29 | 0.46 | 0.80 | 0.46 |
| Q20                | 0.46 | 0.07 | 0.13 | 0.33 | 0.52 | 0.04 | 0.33 | 0.45 | 0.63 | 0.54 |
| Q11                | 0.35 | 0.06 | 0.14 | 0.37 | 0.50 | 0.04 | 0.27 | 0.47 | 0.69 | 0.56 |
| Q17                | 0.66 | 0.22 | 0.92 | 0.44 | 0.74 | 0.04 | 0.49 | 0.63 | 0.80 | 0.58 |
| Q18                | 0.18 | 0.05 | 0.15 | 0.25 | 0.50 | 0.04 | 0.31 | 0.37 | 0.47 | 0.45 |



| 站号                 | 有机碳  | 硫化物  | 石油类  | 铜    | 铅    | 镉    | 汞    | 砷    | 锌    | 铬    |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 调查站位执行第三类海洋沉积物质量标准 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Q6                 | 0.16 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.15 | 0.14 |
| Q9                 | 0.20 | 0.19 | 0.37 | 0.05 | 0.12 | 0.00 | 0.06 | 0.09 | 0.16 | 0.14 |
| Q10                | 0.26 | 0.10 | 0.28 | 0.07 | 0.13 | 0.00 | 0.07 | 0.12 | 0.19 | 0.16 |

### 5.3.22025 年 4 月海洋沉积物质量现状调查与评价

#### 5.3.2.1调查站位与时间

见报告 5.2.2.2 节。

#### 5.3.2.2调查项目

pH\*、含水率、粒度\*、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、总汞、铬、砷，共 13 项。

#### 5.3.2.3采样和分析方法

##### (1) 采样方法

根据《海洋监测规范》(GB17378-2007) 中的要求，进行海洋沉积物样品的采集、保存与运输。

①到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与  $0.05\text{m}^2$  抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底  $3\text{m}\sim 5\text{m}$  时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料刀或勺从采泥器耳盖中仔细取上部  $0\text{cm}\sim 1\text{cm}$  的沉积物。如遇砂砾层，可在  $0\text{cm}\sim 3\text{cm}$  层内混合取样；

②样品从海底至船甲板，应立即进行现场样品状态描述(颜色、气味、厚度)；

③取样和处理样品时，注意层次，结构和代表性，同一采样点采集  $3\sim 6$  次，将样品混合均匀分装。现场记录底质类型，并分装与处理、保存；

④稠度和粘性描述：流动、半流动、软泥、致密和固结，强粘性、弱粘性和无粘性的描述；

⑤分装顺序：重金属（铜、铅、镉、锌、铬、砷等）指标用聚乙烯袋分装大约  $600\text{g}$ ；取大约  $100\sim 200\text{g}$  湿样，盛入已洗净的  $250\text{mL}$  棕色玻璃瓶内，加入约  $5\text{ml}$  醋酸锌，使样品隔离空气，供硫化物分析所用；再取  $500\sim 600\text{g}$  湿样，盛入已洗净的  $500\text{mL}$  棕色玻璃瓶内，供含水率、有机碳、石油类、总汞等指标分析所用。

⑥分装要求：样品瓶（袋）要贴标签，并将样品瓶号及样品箱号记入现场描述记录表内，在柱状样品的取样位置上放入标签，其编号与瓶（袋）号一致。认真作好采样详细记录。

⑦采样完毕，打开采泥器，弃去残留沉积物，用海水冲洗；

⑧记录采样点位的经纬度、拍摄采样照片、记录可能影响结果的现场情况或拍摄视频记录等，出具数据时一并提供。

## （2）潮间带沉积物样品采集

根据《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《潮间带调查规范》（GB/T 42639-2023）中的要求，进行潮间带沉积物样品的采集、保存与运输。

①表层沉积物样品采集可使用采样铲、挖勺、抓斗等各种可行工具；

②人工现场调查时，宜在大潮低潮期间进行，高、中滩调查也可在中、小潮期间进行；

③底质为基岩或大块砾石的潮间带，可不采集样品，但应设置观测站位，记录底质类型与位置信息；

④潮间带沉积物采集：高潮带布设 1 站，中潮带 1 站，低潮带 1 站，采集沉积物样品。用塑料刀或勺在调查站位仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样；

⑤表层沉积物样品应立即进行现场样品状态描述（颜色、气味、厚度），记录描述一定用铅笔书写；

⑥取样和处理样品时，注意层次，结构和代表性，将样品混合均匀分装，现场记录底质类型，并分装与处理、保存；

⑦稠度和粘性描述：流动、半流动、软泥、致密和固结，强粘性、弱粘性和无粘性的描述；

⑧分装顺序：重金属（铜、铅、镉、锌、铬、砷等）指标用聚乙烯袋分装大约 600g；取大约 100~200g 湿样，盛入已洗净的 250mL 棕色玻璃瓶内，加入约 5ml 醋酸锌，使样品隔离空气，供硫化物分析所用；再取 500~600g 湿样，盛入已洗净的 500mL 棕色玻璃瓶内，供含水率、有机碳、石油类、总汞等指标分析所用；

⑨分装要求：样品瓶（袋）要贴标签，并将样品瓶号及样品箱号记入现场描述记录表内，在柱状样品的取样位置上放入标签，其编号与瓶（袋）号一致。认真作好采样详细记录；

⑩记录采样点位的经纬度、拍摄采样照片、记录可能影响结果的现场情况或拍摄视频记录等，出具数据时一并提供。

## (2) 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》(GB17378.5-2007)和《海洋调查规范 第 8 部分 海洋地质地球物理调查》(GB/T 12763.8-2007)进行，各项的分析方法表 5.3-4。

**表 5.3-4 沉积物项目及分析方法**

| 序号 | 检测指标 | 检测依据                                             | 分析方法         | 检出限        |
|----|------|--------------------------------------------------|--------------|------------|
| 1  | 含水率  | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/19            | 重量法          | /          |
| 2  | 有机碳  | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/18.1          | 重铬酸钾氧化-还原容量法 | 0.02%      |
| 3  | 石油类  | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/13.1          | 荧光分光光度法      | 1.0mg/kg   |
| 4  | 硫化物  | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/17.1          | 亚甲基蓝分光光度法    | 0.3mg/kg   |
| 5  | 铜    | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/6.2           | 火焰原子吸收分光光度法  | 2.0mg/kg   |
| 6  | 铅    | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/7.2           | 火焰原子吸收分光光度法  | 3.0mg/kg   |
| 7  | 镉    | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/8.1           | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04mg/kg  |
| 8  | 锌    | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/9.1           | 火焰原子吸收分光光度法  | 6.0mg/kg   |
| 9  | 总汞   | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/5.1           | 原子荧光法        | 0.002mg/kg |
| 10 | 铬    | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/10.1          | 无火焰原子吸收分光光度法 | 2.0mg/kg   |
| 11 | 砷    | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/11.1          | 原子荧光法        | 0.06mg/kg  |
| 12 | pH   | 《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T 12763.8-2007/6.7.2 | pH 计法        | /          |
| 13 | 粒度   | 《海洋调查规范 第 8 部分 海洋地质地球物理调查》GB/T 12763.8-2007/6.3  | 激光粒度分布仪法     | /          |

### 5.3.2.4 评价方法和标准

#### (1) 评价方法

同报告 5.3.1.4 节。

#### (2) 评价标准

见报告 5.2.2.1 节。

#### 5.3.2.5调查结果与评价

2025 年 4 月海洋沉积物现状监测结果、评价结果见表 5.3-5~表 5.3-6；潮间带沉积物现状监测结果、评价结果见表 5.3-7~表 5.3-8。由表 5.3-6、表 5.3-8 可知，此次调查沉积物质量均满足《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应标准限值要求，没有出现超标情况。

表 5.3-5 2025 年 4 月海洋沉积物质量监测结果

| 站位   | pH   | 风干样含水率            | 湿样含水率 | 有机碳  | 石油类               | 硫化物  | 铜    | 铅    | 镉     | 锌    | 铬    | 总汞    | 砷    |
|------|------|-------------------|-------|------|-------------------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|
|      | /    | ×10 <sup>-2</sup> |       |      | ×10 <sup>-6</sup> |      |      |      |       |      |      |       |      |
| BS05 | 8.26 | 3.68              | 37.91 | 0.84 | 13.8              | 57.9 | 18.8 | 48.4 | 0.04L | 87.3 | 76.5 | 0.053 | 12.5 |
| BS07 | 8.17 | 3.34              | 35.61 | 0.83 | 9.4               | 26   | 20.9 | 54.9 | 0.05  | 94.5 | 78.2 | 0.06  | 12.3 |
| BS08 | 8.08 | 1.95              | 20.13 | 0.2  | 1.0L              | 3.7  | 12.2 | 36.1 | 0.05  | 59.6 | 59.5 | 0.027 | 8.8  |
| BS09 | 8.15 | 3.42              | 38.57 | 0.56 | 5.3               | 88.6 | 18.2 | 46.6 | 0.04L | 91.9 | 70.6 | 0.057 | 9.29 |
| BS11 | 8.04 | 0.88              | 14.3  | 0.04 | 1.0L              | 0.3L | 10.2 | 29.7 | 0.04L | 45.9 | 36.6 | 0.023 | 5.71 |
| BS12 | 8.19 | 3.42              | 29.2  | 0.72 | 9.1               | 28.9 | 18.5 | 43.4 | 0.04L | 88.9 | 75.7 | 0.047 | 9.2  |
| BS13 | 8.07 | 2.94              | 29.68 | 0.74 | 13.3              | 59.2 | 19.1 | 46.5 | 0.08  | 88.7 | 74   | 0.052 | 12.2 |
| BS16 | 8.02 | 3.6               | 33.27 | 1.12 | 11.6              | 110  | 20.9 | 48.8 | 0.08  | 94.9 | 79.2 | 0.05  | 9.76 |
| BS17 | 8.01 | 2.67              | 27.28 | 0.68 | 11.4              | 72   | 15.2 | 40   | 0.04L | 72.2 | 64.1 | 0.048 | 9.28 |
| BS18 | 8.14 | 3.41              | 33.06 | 1.05 | 14.4              | 98.7 | 22.5 | 45.9 | 0.06  | 99.3 | 78.4 | 0.053 | 10.1 |

表 5.3-6 2025 年 4 月海洋沉积物质量评价计算标准指数

| 站位                 | 有机碳  | 石油类  | 硫化物  | 铜    | 铅    | 镉    | 锌    | 铬    | 总汞   | 砷    |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 调查站位执行第一类海洋沉积物质量标准 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| BS05               | 0.42 | 0.03 | 0.19 | 0.54 | 0.81 | 0.04 | 0.58 | 0.96 | 0.27 | 0.63 |
| BS11               | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.29 | 0.50 | 0.04 | 0.31 | 0.46 | 0.12 | 0.29 |
| BS12               | 0.36 | 0.02 | 0.10 | 0.53 | 0.72 | 0.04 | 0.59 | 0.95 | 0.24 | 0.46 |
| BS16               | 0.56 | 0.02 | 0.37 | 0.60 | 0.81 | 0.16 | 0.63 | 0.99 | 0.25 | 0.49 |
| BS17               | 0.34 | 0.02 | 0.24 | 0.43 | 0.67 | 0.04 | 0.48 | 0.80 | 0.24 | 0.46 |
| BS18               | 0.53 | 0.03 | 0.33 | 0.64 | 0.77 | 0.12 | 0.66 | 0.98 | 0.27 | 0.51 |
| 调查站位执行第二类海洋沉积物质量标准 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

| 站位                 | 有机碳  | 石油类  | 硫化物  | 铜    | 铅    | 镉    | 锌    | 铬    | 总汞   | 砷    |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BS13               | 0.25 | 0.01 | 0.12 | 0.19 | 0.36 | 0.05 | 0.25 | 0.49 | 0.10 | 0.19 |
| 调查站位执行第三类海洋沉积物质量标准 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| BS07               | 0.28 | 0.01 | 0.05 | 0.21 | 0.42 | 0.03 | 0.27 | 0.52 | 0.12 | 0.19 |
| BS08               | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.12 | 0.28 | 0.03 | 0.17 | 0.40 | 0.05 | 0.14 |
| BS09               | 0.19 | 0.01 | 0.18 | 0.18 | 0.36 | 0.01 | 0.26 | 0.47 | 0.11 | 0.14 |

表 5.3-7 2025 年 4 月潮间带沉积物质量监测结果

| 站位        | 风干样<br>含水率        | 湿样含<br>水率 | 有机碳   | 石油类               | 硫化物  | 铜    | 铅    | 镉     | 锌    | 铬    | 总汞    | 砷    |
|-----------|-------------------|-----------|-------|-------------------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|
|           | ×10 <sup>-2</sup> |           |       | ×10 <sup>-6</sup> |      |      |      |       |      |      |       |      |
| BSC01-低潮带 | 0.9               | 7.4       | 0.04  | 1.0L              | 0.3L | 11.3 | 32.3 | 0.04L | 23.1 | 19.3 | 0.003 | 4.67 |
| BSC01-中潮带 | 0.9               | 4.99      | 0.02L | 1.0L              | 0.3L | 6.4  | 30   | 0.04L | 18.2 | 14.6 | 0.008 | 2.28 |
| BSC01-高潮带 | 0.62              | 9.09      | 0.02L | 1.0L              | 0.3L | 5.9  | 27.2 | 0.04L | 12.3 | 13.2 | 0.007 | 2.23 |
| BSC02-低潮带 | 0.76              | 6.7       | 0.02  | 1.0L              | 0.3L | 10   | 24.6 | 0.04L | 25.5 | 25.9 | 0.01  | 5.22 |
| BSC02-中潮带 | 0.62              | 8.7       | 0.1   | 1.0L              | 0.3L | 8.1  | 23.4 | 0.04L | 29.3 | 32.3 | 0.01  | 5.02 |
| BSC02-高潮带 | 0.82              | 6.56      | 0.02  | 1.0L              | 0.4  | 8.9  | 23.2 | 0.04L | 25.3 | 26.3 | 0.009 | 5.66 |
| BSC03-低潮带 | 0.82              | 9.53      | 0.04  | 1.0L              | 0.3L | 7.5  | 26.6 | 0.04L | 35.4 | 35.9 | 0.008 | 4.5  |
| BSC03-中潮带 | 1.18              | 6.35      | 0.06  | 1.0L              | 0.3L | 8    | 21.7 | 0.04L | 34.5 | 33.6 | 0.01  | 3.6  |
| BSC03-高潮带 | 0.84              | 7.83      | 0.02L | 1.0L              | 0.4  | 7.8  | 24.8 | 0.04L | 26.1 | 20.3 | 0.008 | 2.74 |

表 5.3-8 2025 年 4 月潮间带沉积物质量评价计算标准指数



| 站位                 | 有机碳  | 石油类   | 硫化物   | 铜    | 铅    | 镉     | 锌    | 铬    | 总汞   | 砷    |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 调查站位执行第一类海洋沉积物质量标准 |      |       |       |      |      |       |      |      |      |      |
| BSC01-低潮带          | 0.02 | 0.001 | 0.001 | 0.32 | 0.54 | 0.04  | 0.15 | 0.24 | 0.02 | 0.23 |
| BSC01-中潮带          | 0.01 | 0.001 | 0.001 | 0.18 | 0.50 | 0.04  | 0.12 | 0.18 | 0.04 | 0.11 |
| BSC01-高潮带          | 0.01 | 0.001 | 0.001 | 0.17 | 0.45 | 0.04  | 0.08 | 0.17 | 0.04 | 0.11 |
| BSC03-低潮带          | 0.02 | 0.001 | 0.001 | 0.21 | 0.44 | 0.04  | 0.24 | 0.45 | 0.04 | 0.23 |
| BSC03-中潮带          | 0.03 | 0.001 | 0.001 | 0.23 | 0.36 | 0.04  | 0.23 | 0.42 | 0.05 | 0.18 |
| BSC03-高潮带          | 0.01 | 0.001 | 0.001 | 0.22 | 0.41 | 0.04  | 0.17 | 0.25 | 0.04 | 0.14 |
| 调查站位执行第三类海洋沉积物质量标准 |      |       |       |      |      |       |      |      |      |      |
| BSC02-低潮带          | 0.01 | 0.000 | 0.000 | 0.05 | 0.10 | 0.004 | 0.04 | 0.10 | 0.01 | 0.06 |
| BSC02-中潮带          | 0.03 | 0.000 | 0.000 | 0.04 | 0.09 | 0.004 | 0.05 | 0.12 | 0.01 | 0.05 |
| BSC02-高潮带          | 0.01 | 0.000 | 0.001 | 0.04 | 0.09 | 0.004 | 0.04 | 0.10 | 0.01 | 0.06 |

## 5.4 海洋生态现状调查与评价

### 5.4.1 2024 年 10 月海洋生态现状调查与评价

#### 5.4.1.1 调查站位与时间

见报告 5.2.2.1 节。

#### 5.4.1.2 调查项目

海洋生态：叶绿素  $a$  和初级生产力、浮游生物（浮游植物、浮游动物）、底栖生物、潮间带生物共 6 项；

渔业资源：鱼类浮游生物、游泳动物拖网调查共 2 项。

#### 5.4.1.3 调查方法

海洋生态和渔业资源各因子的现场调查、采样、样品保存和实验室分析测试等均按《海洋监测规范》（GB/T 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）执行，具体方法如下：

##### （1）叶绿素 $a$ 和初级生产力

叶绿素  $a$ （Chl- $a$ ）和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样，水样现场过滤，滤膜装入专用盒子放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素  $a$  含量按照 Cadee 和 Hegeman(1974) 提出的简化真光层初级生产力公式估算。

##### （2）浮游植物

用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5% 福尔马林固定，沉淀法浓缩，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

##### （3）浮游动物

大中型浮游动物采用浅水 II 型浮游生物网（网长 140cm，网口直径为 31.6cm，头锥部高 30cm，筛绢孔径约为 0.160mm，上圈 31.6cm，下圈 50cm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5% 福尔马林溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

##### （4）大型底栖生物

定量样品采用 0.1m<sup>2</sup> 采泥器，在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm

的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

#### （5）潮间带生物

在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位每站点划分高中低潮区，各潮区随机抛 4 个 25cm×25cm 的采样框采样 1 次，先拾取框内滩面上的生物，用取样框固定后再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 4 个 25cm×25cm 正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

#### （6）鱼卵和仔稚鱼

用大型浮游生物网采集，每个站位垂直拖 1 网，所采样品用 5%福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

#### （7）游泳生物

用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船（汕红渔 12182）进行渔业资源调查。该船主机功率 65 匹，船长 12m，宽 2.6m，吃水水深 1.2m；调查所用网具每张网的上纲长 9m，网衣长 12m，网口大 8m，网目大 40mm，扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 6.0m。调查放网 1 张，拖速约 2.5kn，拖时 60min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

### 5.4.1.4 评价方法

#### （1）初级生产力

初级生产力采用叶绿素法，按照 Cadec 和 Hegeman（1974）提出的简化真光层初级生产力公式估算：

$$P = \frac{CnQED}{2}$$

$P$ ——每日现场的初级生产力（mgC / m<sup>2</sup>·d）

$C_n$ ——表层叶绿素  $a$  含量

$Q$ ——同化系数，采用闽南—台湾浅滩近海水域平均同化系数，这里取 3.5

$E$ ——真光层深度 (m)，取透明度的 3 倍

$D$ ——白昼时间 (h)，取 12h

(2) 优势度 ( $Y$ )

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

式中： $n_i$  为第  $i$  种的个体数； $f_i$  是该种在各站中出现的频率； $N$  为所有站每个种出现的总个体数。

(3) Shannon-Weaver 多样性指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

式中： $H'$ ——种类多样性指数

$S$ ——样品中的种类总数

$P_i$ ——第  $i$  种的个体数与总个体数的比值

(4) Pielou 均匀度指数

$$J = H' / H_{\max}$$

式中： $P_i = n_i / N$

$n_i$ ——第  $i$  种的个体数量 (ind/m<sup>3</sup>)

$N$ ——某站总生物数量 (ind/m<sup>3</sup>)

$f_i$ ——某种生物的出现频率 (%)

$H_{\max}$ —— $\log_2 S$ ，最大多样性指数

$S$ ——出现生物总种数

(5) 优势种

采用 Pinkas 相对重要性指数 (Index of Relative Importance, IRI)

$$IRI_i = (N_i / N + W_i / W) \times F_i \times 100$$

式中：

$N_i / N$ ——种类  $i$  的个体数占总个体数的百分比

$W_i / W$ ——物种  $i$  的重量占总个体重量百分比

$F_i$ ——种类  $i$  出现次数占调查次数的百分比

#### (6) 渔业资源密度

渔业资源密度 ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) 根据扫海面积法估算, 公式如下:

$$B = \frac{Y}{A(1-E)}$$

式中:  $Y$ ——平均渔获率 ( $\text{kg}/\text{h}$ )

$A$ ——每小时扫海面积 ( $\text{km}^2/\text{h}$ )

$E$ ——逃逸率 (这里取 0.5)

$N$ ——某个地区/样本中的所有物种数量

### 5.4.1.5 评价结果

#### (1) 叶绿素 $a$ 与初级生产力

本次调查区域叶绿素  $a$  平均浓度为  $1.00\text{mg}/\text{m}^3$ , 变化范围为 ( $0.0154\sim 2.05$ )  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 变幅中等 ( $\text{SD}=0.72$ )。本次调查时区域叶绿素  $a$  含量总体呈现碣石湾内往外海逐步降低的趋势, 空间差异较明显。其中 Q2 站位叶绿素含量最低, Q18 站位叶绿素含量最高。

调查监测区内平均初级生产力为  $116.19\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ , 区域变化范围在 ( $2.27\sim 307.42$ )  $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$  之间, 变幅一般 ( $\text{SD}=94.70$ )。其中 Q2 站位初级生产力最低, Q20 站位初级生产力最高。

表 5.4-1 叶绿素  $a$  (Chla) 和初级生产力调查结果

| 站位   | 叶绿素 $a$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) | 初级生产力 ( $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ) |
|------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Q2   | 0.0154                             | 2.27                                                       |
| Q4   | 0.338                              | 49.85                                                      |
| Q6   | 0.118                              | 12.53                                                      |
| Q9   | 1.14                               | 80.71                                                      |
| Q10  | 1.48                               | 122.24                                                     |
| Q11  | 1.25                               | 125.36                                                     |
| Q12  | 1.25                               | 162.24                                                     |
| Q13  | 0.236                              | 34.81                                                      |
| Q15  | 0.560                              | 89.20                                                      |
| Q17  | 1.60                               | 141.59                                                     |
| Q18  | 2.05                               | 266.07                                                     |
| Q20  | 1.93                               | 307.42                                                     |
| 变化范围 | 0.0154~2.05                        | 2.27~307.42                                                |
| 平均值  | $1.00\pm 0.72$                     | $116.19\pm 94.70$                                          |

## (2) 浮游植物

### 1) 种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 28 属 57 种（含 2 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 20 属 42 种，占总种类数的 73.68%；甲藻门种类次之，出现 6 属 13 种，占总种类数的 22.81%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 3.51%。出现种类较多的属为角毛藻属（为 11 种）。

表 5.4-2 浮游植物种类

| 类群 | 属数 | 种类数 | 种类组成比例 (%) |
|----|----|-----|------------|
| 硅藻 | 20 | 42  | 73.68      |
| 甲藻 | 6  | 13  | 22.81      |
| 蓝藻 | 2  | 2   | 3.51       |
| 总计 | 28 | 57  | 100        |

### 2) 丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为  $(14.14 \sim 228.55) \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，均值为  $108.80 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 Q18；Q20 次之，其丰度为  $214.31 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，最低丰度出现在 Q2 站点。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 76.08%~92.45%，占调查区域平均丰度 85.09%，在 12 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 7.55%~21.98%之间，占区域浮游植物平均丰度的 13.41%，其他藻类丰度的占比在 0.00%~5.02%之间，占区域浮游植物平均丰度的 1.50%。

表 5.4-3 浮游植物各类群丰度

| 站位  | 总丰度    | 硅藻门    |        | 甲藻门   |        | 其他   |       |
|-----|--------|--------|--------|-------|--------|------|-------|
|     |        | 丰度     | 百分比    | 丰度    | 百分比    | 丰度   | 百分比   |
| Q2  | 14.14  | 12.42  | 87.86% | 1.72  | 12.14% | /    | /     |
| Q4  | 60.20  | 52.55  | 87.28% | 7.66  | 12.72% | /    | /     |
| Q6  | 20.30  | 18.77  | 92.45% | 1.53  | 7.55%  | /    | /     |
| Q9  | 82.83  | 69.23  | 83.57% | 11.51 | 13.90% | 2.09 | 2.53% |
| Q10 | 126.29 | 96.08  | 76.08% | 27.76 | 21.98% | 2.45 | 1.94% |
| Q11 | 115.61 | 91.19  | 78.88% | 21.46 | 18.56% | 2.96 | 2.56% |
| Q12 | 158.10 | 137.73 | 87.12% | 13.79 | 8.72%  | 6.58 | 4.16% |
| Q13 | 50.27  | 42.47  | 84.48% | 7.80  | 15.52% | /    | /     |
| Q15 | 62.16  | 55.72  | 89.65% | 6.43  | 10.35% | /    | /     |

| 站位  | 总丰度    | 硅藻门    |        | 甲藻门   |        | 其他   |       |
|-----|--------|--------|--------|-------|--------|------|-------|
|     |        | 丰度     | 百分比    | 丰度    | 百分比    | 丰度   | 百分比   |
| Q17 | 172.85 | 133.07 | 76.99% | 31.10 | 17.99% | 8.67 | 5.02% |
| Q18 | 228.55 | 201.82 | 88.31% | 25.64 | 11.22% | 1.09 | 0.48% |
| Q20 | 214.31 | 189.39 | 88.38% | 22.00 | 10.27% | 2.91 | 1.36% |
| 平均值 | 108.80 | 91.70  | 85.09% | 14.87 | 13.41% | 2.23 | 1.50% |

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

### 3) 优势种

以优势度  $Y$  大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 5 种，分别为菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、叉状角藻 (*Ceratium furca*)、洛氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)、平滑角毛藻 (*Chaetoceros laevis*)。这 5 种优势种丰度占调查海域总丰度的 39.36%。其中平滑角毛藻为第一优势种，其优势度为 0.165，其丰度变化范围在 (2.32~55.27)  $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 8.13%~24.91%，平均丰度  $17.96 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 16.12%。Q18 站平滑角毛藻丰度最高，为  $55.27 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ；Q2 丰度最低，为  $2.32 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.062，占总丰度的 8.37%。其他 3 个优势种的优势度在 0.021~0.052，平均丰度在 (3.30~8.53  $\times 10^4$ )  $\text{cell/m}^3$  之间，这 5 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 5.4-4 浮游植物优势种及其丰度

| 种名    | 拉丁文                                | 类群  | 优势度   | 平均丰度  | 丰度占比   |
|-------|------------------------------------|-----|-------|-------|--------|
| 平滑角毛藻 | <i>Chaetoceros laevis</i>          | 硅藻门 | 0.165 | 17.96 | 16.51% |
| 中肋骨条藻 | <i>Skeletonema costatum</i>        | 硅藻门 | 0.063 | 9.10  | 8.37%  |
| 菱形海线藻 | <i>Thalassionema nitzschioides</i> | 硅藻门 | 0.052 | 8.53  | 7.84%  |
| 叉状角藻  | <i>Ceratium furca</i>              | 甲藻门 | 0.023 | 3.30  | 3.03%  |
| 洛氏角毛藻 | <i>Chaetoceros lorenzianus</i>     | 硅藻门 | 0.021 | 3.93  | 3.61%  |

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。

### 4) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 13~33 种。多样性指数范围为 3.513~4.440，平均为 4.077。均匀度指数范围为 0.602~0.761，平均为 0.699。多样性指数和均匀度指数均以 Q17 最高，Q2 最低。

表 5.4-5 浮游植物多样性及均匀度指数



| 站位  | 种类数 | 多样性指数 | 均匀度指数 |
|-----|-----|-------|-------|
| Q2  | 13  | 3.513 | 0.602 |
| Q4  | 23  | 3.873 | 0.664 |
| Q6  | 14  | 3.529 | 0.605 |
| Q9  | 24  | 3.896 | 0.668 |
| Q10 | 25  | 4.258 | 0.730 |
| Q11 | 27  | 4.417 | 0.757 |
| Q12 | 29  | 4.185 | 0.717 |
| Q13 | 23  | 4.268 | 0.732 |
| Q15 | 20  | 4.036 | 0.692 |
| Q17 | 27  | 4.440 | 0.761 |
| Q18 | 29  | 4.201 | 0.720 |
| Q20 | 33  | 4.310 | 0.739 |
| 平均值 | -   | 4.077 | 0.699 |

### (3) 浮游动物

#### 1) 种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 42 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游桡足类、浮游莹虾类、浮游幼体、浮游枝角类、浮游端足类、浮游磷虾类、腔肠动物水螅水母类和浮游翼足类。其中，以桡足类出现种类数最多，为 16 种，占总种类数的 38.10%；浮游幼体次之，出现 12 种（28.57%）；其他类群出现种类较少。

表 5.4-6 浮游动物种类

| 种类        | 种类数 | 种类组成比例（%） |
|-----------|-----|-----------|
| 被囊动物有尾类   | 2   | 4.76%     |
| 浮游毛颚类     | 4   | 9.52%     |
| 浮游桡足类     | 16  | 38.10%    |
| 浮游莹虾类     | 1   | 2.38%     |
| 浮游幼体      | 12  | 28.57%    |
| 浮游枝角类     | 2   | 4.76%     |
| 浮游端足类     | 1   | 2.38%     |
| 浮游磷虾类     | 1   | 2.38%     |
| 腔肠动物水螅水母类 | 2   | 4.76%     |
| 浮游翼足类     | 1   | 2.38%     |
| 总计        | 42  | 100       |

#### 2) 密度与生物量

12 个调查站位浮游动物密度变化范围为（59.26~334.01）ind/m<sup>3</sup>，均值

168.59ind/m<sup>3</sup>, 变幅一般(SD=79.17)。12 个站位中以 Q17 最高、Q9(261.47ind/m<sup>3</sup>) 次之, Q2 最低。

12 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 (65.53~377.87) mg/m<sup>3</sup>, 均值 205.17mg/m<sup>3</sup>, 变幅一般 (SD=91.33)。以 Q17 最高, Q9 (316.30mg/m<sup>3</sup>) 次之, Q2 最低。

表 5.4-7 浮游动物生物量统计

| 站位  | 全网数量 (ind) | 密度 (ind/m <sup>3</sup> ) | 总生物量 (mg/m <sup>3</sup> ) |
|-----|------------|--------------------------|---------------------------|
| Q2  | 104        | 59.26                    | 65.53                     |
| Q4  | 158        | 71.83                    | 84.56                     |
| Q6  | 132        | 95.07                    | 121.00                    |
| Q9  | 310        | 261.47                   | 316.30                    |
| Q10 | 224        | 171.96                   | 218.03                    |
| Q11 | 260        | 207.04                   | 258.80                    |
| Q12 | 266        | 186.35                   | 234.69                    |
| Q13 | 230        | 124.95                   | 159.71                    |
| Q15 | 210        | 162.19                   | 199.26                    |
| Q17 | 198        | 334.01                   | 377.87                    |
| Q18 | 204        | 209.23                   | 247.18                    |
| Q20 | 170        | 139.71                   | 179.16                    |
| 平均值 | 205        | 168.59±79.17             | 205.17±91.33              |

### 3) 优势度

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准, 本次调查出现优势种 5 种, 分别为桡足类幼体 (*Copepoda larvae*)、肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*)、亚强次真哲水蚤 (*Subeucalanus subcrassus*)、鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*)、叉胸刺水蚤 (*Centropages furcatus*)。这 5 个优势种以桡足类幼体的优势度最高, 为 0.227, 海域平均栖息密度为 38.28ind/m<sup>3</sup>, 占浮游动物总栖息密度的 22.71%, 在 12 个站位均有出现。

表 5.4-8 浮游动物优势种组成

| 优势种     | 优势度 (Y) | 平均密度 (ind/m <sup>3</sup> ) | 密度百分 (%) | 出现频率 (%) |
|---------|---------|----------------------------|----------|----------|
| 桡足类幼体   | 0.227   | 38.28                      | 22.71    | 100.00   |
| 肥胖箭虫    | 0.153   | 25.76                      | 15.28    | 100.00   |
| 亚强次真哲水蚤 | 0.114   | 20.93                      | 12.41    | 91.67    |
| 鸟喙尖头蚤   | 0.070   | 14.15                      | 8.40     | 83.33    |
| 叉胸刺水蚤   | 0.067   | 15.12                      | 8.97     | 75.00    |

### 4) 多样性水平

本次调查，浮游动物多样性指数中等，均值为 3.12，变幅较小（SD=0.19），变化范围为 2.84~3.47，以 Q12 最高，Q13 和 Q18（3.26）次之，Q2 最低；均匀度指数变化范围为 0.53~0.64，均值为 0.58，海区均匀度中等，变幅较小，以 Q12 最高，Q2 最低。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价，多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类：I 类为 >3.5，II 类为 2.5~3.5，III 类为 1.5~2.5，IV 类为 0.6~1.5，V 类为 <0.6。本次调查，海域多样性阈值变化范围为 1.55~3.50，均值为 1.81，变幅较小（SD=0.22）。Q12 最高，Q2 最低；其中 Q2 站位属 IV 类水平，多样性较少；其他站位均属 III 类水平，多样性中等。总体调查海域整体属 III 类，浮游动物多样性中等。

表 5.4-9 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

| 站位  | 种类数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数 ( $J'$ ) | 多样性阈值 ( $Dv$ ) |
|-----|-----|----------------|----------------|----------------|
| Q2  | 8   | 2.84           | 0.53           | 1.49           |
| Q4  | 10  | 3.16           | 0.59           | 1.86           |
| Q6  | 9   | 2.99           | 0.55           | 1.66           |
| Q9  | 13  | 3.24           | 0.60           | 1.95           |
| Q10 | 11  | 2.94           | 0.54           | 1.60           |
| Q11 | 12  | 3.19           | 0.59           | 1.89           |
| Q12 | 15  | 3.47           | 0.64           | 2.24           |
| Q13 | 12  | 3.26           | 0.60           | 1.97           |
| Q15 | 11  | 2.94           | 0.54           | 1.60           |
| Q17 | 12  | 2.90           | 0.54           | 1.56           |
| Q18 | 13  | 3.26           | 0.60           | 1.97           |
| Q20 | 13  | 3.21           | 0.59           | 1.91           |
| 平均值 | -   | 3.12±0.19      | 0.58±0.04      | 1.81±0.22      |

#### （4）底栖生物

##### 1) 种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 29 科 36 种。其中软体动物为主要生物群，为 12 科 16 种，占种类总数的 44.44%，其次为环节动物 8 科 11 种，占种类总数的 30.56%。

表 5.4-10 底栖生物种类组成

| 门类   | 科数 | 种类数 | 占总种类数的比例 (%) |
|------|----|-----|--------------|
| 环节动物 | 8  | 11  | 30.56        |

| 门类   | 科数 | 种类数 | 占总种类数的比例 (%) |
|------|----|-----|--------------|
| 棘皮动物 | 2  | 2   | 5.56         |
| 节肢动物 | 5  | 5   | 13.89        |
| 软体动物 | 12 | 16  | 44.44        |
| 星虫动物 | 1  | 1   | 2.78         |
| 蠕虫动物 | 1  | 1   | 2.78         |
| 总计   | 29 | 36  | 100          |

## 2) 优势种和优势度

本次调查,出现的 36 种生物中,优势度在 0.02 以上的优势种共有 3 种,分别为不倒翁虫 (*Sternaspis scutata*)、膜质伪才女虫 (*Pseudopolydora kemp*)、奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnat*); 这 3 种生物的优势度范围为 0.070~0.115。

表 5.4-11 底栖生物优势种组成

| 优势种                                    | 优势度 (Y) |
|----------------------------------------|---------|
| 奇异稚齿虫 ( <i>Paraprionospio pinnat</i> ) | 0.070   |
| 膜质伪才女虫 ( <i>Pseudopolydora kemp</i> )  | 0.079   |
| 不倒翁虫 ( <i>Sternaspis scutata</i> )     | 0.115   |

## 3) 生物量及栖息密度

### ①总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 166.67ind/m<sup>2</sup>, 总平均生物量为 57.20g/m<sup>2</sup>。栖息密度主要以环节动物为优势,栖息密度为 117.50ind/m<sup>2</sup>, 占 70.50%; 其次为软体动物, 栖息密度为 34.17ind/m<sup>2</sup>, 占 20.50%。生物量的组成以软体动物为主, 生物量为 40.06g/m<sup>2</sup>, 占总生物量的 70.05%; 其次为环节动物, 生物量为 8.59g/m<sup>2</sup>, 占总生物量的 15.02%。

表 5.4-12 底栖生物平均生物量及栖息密度

| 项目                         | 软体动物  | 棘皮动物 | 节肢动物 | 环节动物   | 星虫动物 | 蠕虫动物 | 总计     |
|----------------------------|-------|------|------|--------|------|------|--------|
| 栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> ) | 34.17 | 1.25 | 7.08 | 117.50 | 4.58 | 2.08 | 166.67 |
| 栖息密度比例 (%)                 | 20.50 | 0.75 | 4.25 | 70.50  | 2.75 | 1.25 | 100    |
| 生物量 (g/m <sup>2</sup> )    | 40.06 | 2.47 | 5.01 | 8.59   | 0.10 | 0.96 | 57.20  |
| 生物量比例 (%)                  | 70.05 | 4.32 | 8.76 | 15.02  | 0.17 | 1.68 | 100    |

### ②生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，12 个调查站位生物量范围（10.26~92.66）g/m<sup>2</sup>；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为（20.00~235.00）ind/m<sup>2</sup>，其中 Q4 站位生物量最高，为 92.66g/m<sup>2</sup>；Q11 站位的栖息密度最高，为 235.00ind/m<sup>2</sup>。最高生物量是最低生物的 9 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 11.8 倍。

环节动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 117.50ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 8.59g/m<sup>2</sup>；其次为软体动物，平均密度为 34.17ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 40.06g/m<sup>2</sup>。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。

表 5.4-13 底栖生物平均生物量及栖息密度的分布

| 站位  | 项 目   | 软体动物  | 棘皮动物  | 节肢动物  | 环节动物   | 星虫动物  | 蠕虫动物  | 总计     |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Q2  | 栖息密度  | 15.00 | /     | /     | 85.00  | /     | 15.00 | 115.00 |
|     | 生 物 量 | 21.21 | /     | /     | 24.70  | /     | 11.13 | 57.03  |
| Q4  | 栖息密度  | 30.00 | 5.00  | 15.00 | 130.00 | /     | /     | 180.00 |
|     | 生 物 量 | 47.88 | 16.74 | 14.17 | 13.88  | /     | /     | 92.66  |
| Q6  | 栖息密度  | 45.00 | /     | 15.00 | 130.00 | /     | 10.00 | 200.00 |
|     | 生 物 量 | 66.69 | /     | 7.98  | 3.68   | /     | 5.43  | 83.76  |
| Q9  | 栖息密度  | 5.00  | /     | /     | 15.00  | /     | /     | 20.00  |
|     | 生 物 量 | 4.92  | /     | /     | 5.34   | /     | /     | 10.25  |
| Q10 | 栖息密度  | 15.00 | /     | /     | 85.00  | /     | /     | 100.00 |
|     | 生 物 量 | 8.31  | /     | /     | 6.03   | /     | /     | 14.33  |
| Q11 | 栖息密度  | 35.00 | /     | /     | 175.00 | 25.00 | /     | 235.00 |
|     | 生 物 量 | 18.51 | /     | /     | 9.36   | 0.78  | /     | 28.64  |
| Q12 | 栖息密度  | 15.00 | 5.00  | 10.00 | 145.00 |       |       | 175.00 |
|     | 生 物 量 | 34.30 | 7.52  | 14.25 | 5.00   |       |       | 61.06  |
| Q13 | 栖息密度  | 50.00 | 5.00  | /     | 105.00 | /     | /     | 160.00 |
|     | 生 物 量 | 56.94 | 5.43  | /     | 9.23   | /     | /     | 71.59  |
| Q15 | 栖息密度  | 70.00 |       | 15.00 | 130.00 |       |       | 215.00 |
|     | 生 物 量 | 61.44 |       | 7.71  | 1.57   |       |       | 70.71  |
| Q17 | 栖息密度  | 40.00 | /     | 15.00 | 125.00 | 30.00 | /     | 210.00 |
|     | 生 物 量 | 58.87 | /     | 9.55  | 11.08  | 0.42  | /     | 79.91  |
| Q18 | 栖息密度  | 50.00 | /     | /     | 185.00 | /     | /     | 235.00 |
|     | 生 物 量 | 72.08 | /     | /     | 2.32   | /     | /     | 74.40  |
| Q20 | 栖息密度  | 40.00 | /     | 15.00 | 100.00 | /     | /     | 155.00 |
|     | 生 物 量 | 29.66 | /     | 6.52  | 10.92  | /     | /     | 47.10  |
| 平均  | 栖息密度  | 34.17 | 1.25  | 7.08  | 117.50 | 4.58  | 2.08  | 166.67 |
|     | 生 物 量 | 40.06 | 2.47  | 5.01  | 8.59   | 0.10  | 0.96  | 57.20  |

注：生物量单位为 g/m<sup>2</sup>，栖息密度单位为 ind/m<sup>2</sup>，“/”表示没有出现。

#### 4) 生物多样性指数及均匀度

调查结果显示,本区域采集底栖生物多样性指数变化范围在 1.32~3.35 之间,平均为 2.57,多样性指数 Q17 站位最高,Q10 站位最低;均匀度分布范围在 0.26~0.65 之间,均值为 0.50。

表 5.4-14 底栖生物多样性指数及均匀度

| 站位  | 样方内种类数 | 样方内个体数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度 ( $J$ ) |
|-----|--------|--------|----------------|-------------|
| Q2  | 7      | 23     | 2.47           | 0.48        |
| Q4  | 10     | 36     | 2.90           | 0.56        |
| Q6  | 10     | 40     | 2.91           | 0.56        |
| Q9  | 3      | 4      | 1.50           | 0.29        |
| Q10 | 4      | 20     | 1.32           | 0.26        |
| Q11 | 8      | 47     | 2.69           | 0.52        |
| Q12 | 9      | 35     | 2.49           | 0.48        |
| Q13 | 9      | 32     | 2.79           | 0.54        |
| Q15 | 11     | 43     | 2.99           | 0.58        |
| Q17 | 13     | 42     | 3.35           | 0.65        |
| Q18 | 8      | 47     | 2.66           | 0.51        |
| Q20 | 9      | 31     | 2.78           | 0.54        |
| 平均值 | -      | -      | 2.57           | 0.50        |

### (5) 潮间带生物

#### 1) 潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查,共鉴定出潮间带生物 3 门 9 科 10 种。三个现场断面中 CJ1 为沙质断面,CJ2 断面为礁石断面,CJ3 断面为沙质礁石混合断面。三个断面采集到环节动物、软体动物和节肢动物。其中,软体动物有 5 科 6 种,占种类总数的 60%;节肢动物 3 科 3 种,占种类总数的 30%;环节动物 1 科 1 种,占种类总数的 10%。

#### 2) 潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查,潮间带生物平均生物量为 16.02g/m<sup>2</sup>,平均栖息密度为 24.44ind/m<sup>2</sup>,软体动物生物量和栖息密度都较占优势。

表 5.4-15 潮间带生物平均生物量及栖息密度

| 类别                         | 软体动物  | 节肢动物  | 环节动物 | 总计    |
|----------------------------|-------|-------|------|-------|
| 生物量 (g/m <sup>2</sup> )    | 14.13 | 1.82  | 0.07 | 16.02 |
| 生物量百分比 (%)                 | 88.21 | 11.37 | 0.42 | 100   |
| 栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> ) | 20.44 | 3.56  | 0.44 | 24.44 |

| 类别         | 软体动物  | 节肢动物  | 环节动物 | 总计  |
|------------|-------|-------|------|-----|
| 栖息密度百分比(%) | 83.64 | 14.55 | 1.82 | 100 |

### 3) 生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中, 生物量以 CJ2 号断面的中潮区采样点为最高, 其生物量为  $58.71\text{g/m}^2$ ; 其次是 CJ1 号断面的低潮区采样点, 其生物量为  $30.02\text{g/m}^2$ , 最高生物量是最低生物量的 41.4 倍; 栖息密度以 CJ3 号断面的低潮区最高; 栖息密度为  $64\text{ind/m}^2$ , 其次是 CJ2 号断面的中、低潮区采样点, 栖息密度为  $40\text{ind/m}^2$ , 最高栖息密度是最低栖息密度的 16 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况。

表 5.4-16 潮间带生物分布

| 采样点    | 项目   | 软体动物  | 节肢动物  | 环节动物 | 总计    |
|--------|------|-------|-------|------|-------|
| C1 高潮区 | 生物量  | /     | 3.14  | /    | 3.14  |
|        | 栖息密度 | /     | 8     | /    | 8     |
| C1 中潮区 | 生物量  | 5.00  | 1.07  | 0.61 | 6.68  |
|        | 栖息密度 | 4     | 4     | 4    | 12    |
| C1 低潮区 | 生物量  | 21.76 | 8.26  | /    | 30.02 |
|        | 栖息密度 | 16    | 12    | /    | 28    |
| C2 高潮区 | 生物量  | 6.09  | /     | /    | 6.09  |
|        | 栖息密度 | 8     | /     | /    | 8     |
| C2 中潮区 | 生物量  | 58.71 | /     | /    | 58.71 |
|        | 栖息密度 | 40    | /     | /    | 40    |
| C2 低潮区 | 生物量  | 13.53 | 12.60 | /    | 26.13 |
|        | 栖息密度 | 28    | 12    | /    | 40    |
| C3 高潮区 | 生物量  | 1.41  | /     | /    | 1.41  |
|        | 栖息密度 | 4     | /     | /    | 4     |
| C3 中潮区 | 生物量  | 18.34 | 3.92  | /    | 22.26 |
|        | 栖息密度 | 28    | 8     | /    | 36    |
| C3 低潮区 | 生物量  | 16.02 | /     | /    | 16.02 |
|        | 栖息密度 | 64    | /     | /    | 64    |

注: 生物量单位为  $\text{g/m}^2$ , 栖息密度单位为  $\text{ind/m}^2$ , “/” 表示没有出现。

### 4) 调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上, 生物量高低排序为  $\text{CJ2} > \text{CJ1} > \text{CJ3}$ , 栖息密度高低排序为  $\text{CJ3} > \text{CJ2} > \text{CJ1}$ 。



表 5.4-17 潮间带生物各断面水平分布

| 项 目                        | CJ1   | CJ2   | CJ3   |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| 生物量 (g/m <sup>2</sup> )    | 13.28 | 30.31 | 13.23 |
| 栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> ) | 16.00 | 29.33 | 34.67 |

在调查断面的在垂直分布上, 生物量高低排序为中潮区>低潮区>高潮区, 栖息密度高低排序为低潮区>中潮区>高潮区。

表 5.4-18 潮间带生物各断面垂直分布

| 项 目                        | 高潮区  | 中潮区   | 低潮区   |
|----------------------------|------|-------|-------|
| 生物量 (g/m <sup>2</sup> )    | 3.55 | 29.22 | 24.06 |
| 栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> ) | 6.67 | 29.33 | 44.00 |

### 5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围较小, 在 1.259~2.689 之间, 平均值为 2.155; 均匀度的变化范围为 0.379~0.809, 平均值为 0.649。

表 5.4-19 潮间带生物多样性指数及均匀度

| 采样站号 | 样方内种类数 | 样方内个体数 | 多样性指数 | 均匀度   |
|------|--------|--------|-------|-------|
| CJ1  | 7      | 12     | 2.689 | 0.809 |
| CJ2  | 6      | 22     | 2.517 | 0.758 |
| CJ3  | 4      | 26     | 1.259 | 0.379 |
| 平均值  | -      | -      | 2.155 | 0.649 |

## (6) 鱼卵仔稚鱼

### 1) 种类组成

在采集的样品中, 共鉴定出 8 个种类, 隶属于 3 目 7 科, 种类名录如下: 鱼卵记录到小公鱼属 (*Stolephorus* spp.)、鲻科 (*Mugilidae* spp.)、鲷属 (*Leiognathus* spp.)、鲹科 (*Carangidae* spp.)、鲷科 (*Sparidae* spp.)、石首鱼科 (*Sciaenidae* spp.)、小沙丁鱼属 (*Sardinella* spp.) 共 7 种, 而仔稚鱼则记录到鲻科 (*Mugilidae* spp.)、石首鱼科 (*Sciaenidae* spp.)、斑鰆 (*Konosirus punctatus*)、鲷属 (*Leiognathus* spp.)、小公鱼属 (*Stolephorus* spp.) 共 5 种。

本次调查共捕获鱼卵 100 粒, 仔稚鱼 15 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多, 占鱼卵总数的 28.00%, 其次是鲻科占总数的 19.00%, 鲷属占 17.00%, 小沙丁鱼属占 12.00%, 鲷科占 10.00%, 石首鱼科占 9.00%, 鲹科占 5.00%。仔稚鱼数量以小公鱼属数量最多, 占 40.00%, 其次是鲻科和鲷属均占 20.00%, 石首鱼科占

13.33%，斑鰭占 6.67%。

## 2) 数量分布

调查 12 个站位共采到鱼卵 100 粒，仔稚鱼 15 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 2.373 粒/m<sup>3</sup>。在调查期间 12 个站位仅 Q4、Q9、Q13、Q20 站位未采集到鱼卵，数量分布差别较大。以 Q17 站位数量最多，密度为 15.132 粒/m<sup>3</sup>，其次是 Q6 站位密度为 7.584 粒/m<sup>3</sup>。

仔稚鱼捕获数量一般，所有站位中在 Q2、Q6、Q10、Q11、Q12、Q15、Q17 站位有出现，平均密度为 0.356 尾/m<sup>3</sup>，以 Q17 站位数量最多，密度为 1.974 尾/m<sup>3</sup>，其次是 Q11 站位，密度为 1.242 尾/m<sup>3</sup>。

表 5.4-20 各站位鱼卵仔鱼密度

| 站位  | 发育期密度                    |                           |
|-----|--------------------------|---------------------------|
|     | 鱼卵 (ind/m <sup>3</sup> ) | 仔稚鱼 (ind/m <sup>3</sup> ) |
| Q2  | 1.778                    | 0.444                     |
| Q4  | /                        | /                         |
| Q6  | 7.584                    | 0.562                     |
| Q9  | /                        | /                         |
| Q10 | 0.299                    | 0.299                     |
| Q11 | 7.453                    | 1.242                     |
| Q12 | 2.186                    | 0.273                     |
| Q13 | /                        | /                         |
| Q15 | 1.506                    | 0.602                     |
| Q17 | 15.132                   | 1.974                     |
| Q18 | 1.600                    | /                         |
| Q20 | /                        | /                         |
| 平均  | 2.373                    | 0.356                     |

注：“/”表示没有出现。

## 3) 主要种类的数量分布

### A.小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3 月~11 月，本属有多个种类。

本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有 28 粒，在 Q11、Q12、Q17 站位有出现，平均密度为 0.665 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 28.28%；仔鱼 6 尾，在 Q11、Q15、Q17 站位出现。

### B.鲷属

鳎属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。

本次调查出现的鳎属鱼卵共有 17 粒，在 Q6、Q10、Q17 站位有出现，平均密度为 0.403 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 17.00%；仔鱼 2 尾，在 Q6、Q10、Q12 站位出现。

### C. 鲷科

鲷科栖息范围广，通常于沿近海域，但经常进入河口区及淡水域。大多为群游性，会数百尾成群一起洄游。杂食性，一般以有机碎屑及藻类为食，有些则为纯藻食性，甚至有的可食水生昆虫、鱼卵及浮游生物等。

本次调查出现的鲷科鱼卵共有 19 粒，在 Q2、Q11 站位有出现，平均密度为 0.451 粒/m<sup>3</sup>，占调查鱼卵总密度的 19.19%；仔鱼 3 尾，在 Q2、Q11 站位出现。

### (7) 渔业资源

#### 1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 31 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类共 14 种（其中虾类 4 种，蟹类 7 种、虾蛄类 3 种），头足类 1 种。这些种类分别是龙头鱼、皮氏叫姑鱼、口虾蛄、红星梭子蟹、断脊小口虾蛄等。

6 个断面的种类数相对差别一般，其中 SF4 断面的种类数量相对较多为 26 种；SF5 断面种类数量最少，为 17 种。

表 5.4-21 各断面的出现种类统计结果

| 类群  | 鱼类 | 甲壳类 | 头足类 | 合计 |
|-----|----|-----|-----|----|
| SF1 | 9  | 10  | 1   | 20 |
| SF2 | 8  | 13  | 0   | 21 |
| SF3 | 6  | 13  | 0   | 19 |
| SF4 | 6  | 11  | 0   | 17 |
| SF5 | 8  | 12  | 0   | 20 |
| SF6 | 6  | 11  | 0   | 17 |

#### 2) 渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 (2.67~3.76) kg/h，平均重量渔获率为 3.27kg/h；个体渔获率变化范围为 (125~157) ind/h，平均个体渔获率为

143.83ind/h。其中，甲壳类个体渔获率为 91.33ind/h，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率为 1.74kg/h，占总重量渔获率的大部分。

表 5.4-22 各断面的重量渔获率和个体渔获率

| 类群  | 鱼类    |       | 甲壳类   |       | 头足类   |       | 合计     |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 项目  | 个体渔获率 | 重量渔获率 | 个体渔获率 | 重量渔获率 | 个体渔获率 | 重量渔获率 | 个体渔获率  | 重量渔获率 |
| SF1 | 44    | 1.35  | 99    | 2.19  | 1     | 0.01  | 144    | 3.55  |
| SF2 | 52    | 1.22  | 105   | 1.45  | /     | /     | 157    | 2.67  |
| SF3 | 43    | 1.52  | 82    | 1.75  | /     | /     | 125    | 3.28  |
| SF4 | 61    | 2.21  | 89    | 1.09  | /     | /     | 150    | 3.30  |
| SF5 | 61    | 2.50  | 74    | 1.26  | /     | /     | 135    | 3.76  |
| SF6 | 53    | 1.62  | 99    | 1.47  | /     | /     | 152    | 3.09  |
| 平均  | 52.33 | 1.74  | 91.33 | 1.54  | 0.17  | 0.00  | 143.83 | 3.27  |

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind/h；“/”表示没有出现。

### 3) 资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 235.75kg/km<sup>2</sup> 和 10355ind/km<sup>2</sup>。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的是 SF2 断面，分别为 270.75kg/km<sup>2</sup> 和 11303ind/km<sup>2</sup>。

表 5.4-23 调查断面的渔业资源密度

| 断面  | 重量密度 (kg/km <sup>2</sup> ) | 个体密度 (ind/km <sup>2</sup> ) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|
| SF1 | 255.75                     | 10367                       |
| SF2 | 192.02                     | 11303                       |
| SF3 | 235.82                     | 8999                        |
| SF4 | 237.76                     | 10799                       |
| SF5 | 270.75                     | 9719                        |
| SF6 | 222.40                     | 10943                       |
| 平均  | 235.75                     | 10355                       |

### 4) 优势种

从表可得出，IRI 值在 1000 以上的有 6 种，分别为：变态蛄、红星梭子蟹、皮氏叫姑鱼、口虾蛄、龙头鱼、断脊小口虾蛄，这 6 种渔获物平均重量渔获率之和为 2.77kg/h，占总平均重量渔获率（3.27kg/h）的 84.71%；这 3 种渔获物平均个体渔获率为 106.67ind/h，占总平均个体渔获率（143.83ind/h）的 74.16%。由此确定这 6 种为优势种。

表 5.4-24 IRI 指数

| 种类     | 出现频率<br>(%) | 渔获重量   |       | 渔获尾数  |       | IRI     |
|--------|-------------|--------|-------|-------|-------|---------|
|        |             | (kg)   | (%)   | (ind) | (%)   |         |
| 变态蜆    | 100.00      | 0.5517 | 2.81  | 147   | 17.03 | 1984.16 |
| 隆线强蟹   | 100.00      | 0.4016 | 2.04  | 42    | 4.87  | 691.08  |
| 锈斑蜆    | 50.00       | 0.3342 | 1.70  | 5     | 0.58  | 114.02  |
| 红星梭子蟹  | 100.00      | 4.7979 | 24.42 | 101   | 11.70 | 3612.36 |
| 皮氏叫姑鱼  | 100.00      | 2.6336 | 13.40 | 59    | 6.84  | 2024.11 |
| 卵鲷     | 16.67       | 0.0052 | 0.03  | 1     | 0.12  | 2.37    |
| 多鳞鱚    | 16.67       | 0.0453 | 0.23  | 2     | 0.23  | 7.71    |
| 拟矛尾虾虎鱼 | 50.00       | 0.0382 | 0.19  | 9     | 1.04  | 61.87   |
| 宽体舌鲷   | 66.67       | 0.1045 | 0.53  | 6     | 0.70  | 81.81   |
| 龙头鱼    | 100.00      | 6.4028 | 32.59 | 181   | 20.97 | 5356.22 |
| 长毛对虾   | 100.00      | 0.3023 | 1.54  | 23    | 2.67  | 420.38  |
| 中华管鞭虾  | 100.00      | 0.0809 | 0.41  | 16    | 1.85  | 226.58  |
| 近缘新对虾  | 100.00      | 0.0407 | 0.21  | 7     | 0.81  | 101.83  |
| 白姑鱼    | 66.67       | 0.6672 | 3.40  | 22    | 2.55  | 396.34  |
| 口虾蛄    | 100.00      | 0.8795 | 4.48  | 52    | 6.03  | 1050.20 |
| 断脊小口虾蛄 | 100.00      | 1.3365 | 6.80  | 100   | 11.59 | 1839.00 |
| 曼氏无针乌贼 | 16.67       | 0.0056 | 0.03  | 1     | 0.12  | 2.41    |
| 鲷      | 16.67       | 0.0083 | 0.04  | 1     | 0.12  | 2.64    |
| 尖尾鳎    | 66.67       | 0.0360 | 0.18  | 4     | 0.46  | 43.12   |
| 猛虾蛄    | 83.33       | 0.2922 | 1.49  | 21    | 2.43  | 326.72  |
| 中国拟关公蟹 | 66.67       | 0.0534 | 0.27  | 6     | 0.70  | 64.47   |
| 日本蜆    | 50.00       | 0.0402 | 0.20  | 5     | 0.58  | 39.20   |
| 刀额新对虾  | 66.67       | 0.0391 | 0.20  | 6     | 0.70  | 59.62   |
| 中线天竺鲷  | 66.67       | 0.1150 | 0.59  | 6     | 0.70  | 85.37   |
| 黄鲫     | 50.00       | 0.0402 | 0.20  | 5     | 0.58  | 39.20   |
| 黄姑鱼    | 16.67       | 0.0155 | 0.08  | 1     | 0.12  | 3.25    |
| 直额蜆    | 50.00       | 0.0625 | 0.32  | 17    | 1.97  | 114.40  |
| 绿鳍马面鲀  | 16.67       | 0.0032 | 0.02  | 1     | 0.12  | 2.20    |
| 异纹裸胸鲳  | 16.67       | 0.1025 | 0.52  | 1     | 0.12  | 10.63   |
| 斑头舌鲷   | 16.67       | 0.0135 | 0.07  | 1     | 0.12  | 3.08    |
| 棘头梅童鱼  | 33.33       | 0.1979 | 1.01  | 14    | 1.62  | 87.65   |

## 5) 鱼类资源状况

### ① 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 16 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物

及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

②鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类平均重量密度为 125.14kg/km<sup>2</sup>，平均个体密度为 3768ind/km<sup>2</sup>。

表 5.4-25 鱼类资源密度

| 断面  | 重量密度 (kg/km <sup>2</sup> ) | 个体密度 (ind/km <sup>2</sup> ) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|
| SF1 | 97.54                      | 3168                        |
| SF2 | 87.63                      | 3744                        |
| SF3 | 109.66                     | 3096                        |
| SF4 | 159.43                     | 4392                        |
| SF5 | 180.13                     | 4392                        |
| SF6 | 116.42                     | 3816                        |
| 平均  | 125.14                     | 3768                        |

③主要经济鱼类生物学特性

A. 龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、中国台湾地区及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼为沿海中、下层鱼类，水深一般在 50 米以内，泥沙底海域常年可见，觅食时常在河口集群。常栖息在近海暖温性中下层，但在各个水层均可能出现。龙头鱼为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类等。

本次调查的龙头鱼体长范围为 125~265mm，体重范围为 10.5~133.5g，平均体重为 35.37g。

B. 皮氏叫姑鱼

地理分布：分布于朝鲜西南、菲律宾、印度、印度尼西亚、斯里兰卡、马来半岛、新几内亚沿海等海域。在中国分布于渤海、黄海、东海、南海。

生活习性：暖温性近岸中下层小型鱼类。喜栖息于泥沙底以及岩礁附近海区，产卵时能发出“咕咕”叫声。主要饵料为桡足类、多毛类、细螯虾、小眼端足类、小蟹、褐虾、鼓虾和小鱼等。幼鱼以浮游动物为主食，成鱼主食小型鱼、虾类、底栖生物等。

本次调查的皮氏叫姑鱼体长范围为（60~225）mm，体重范围为（5.5~128.6）g，平均体重为 44.64g。

#### 6) 头足类的资源状况

##### ①种类组成

本次调查海域内仅捕获到曼氏无针乌贼 1 种头足类。

##### ②头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6 个断面仅 SF1 有捕获头足类，头足类平均重量密度和平均个体密度分别为 0.07kg/km<sup>2</sup> 和 12ind/km<sup>2</sup>。

表 5.4-26 头足类资源密度

| 断面  | 重量密度 (kg/km <sup>2</sup> ) | 个体密度 (ind/km <sup>2</sup> ) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|
| SF1 | 0.40                       | 72                          |
| SF2 | 0.00                       | 0                           |
| SF3 | 0.00                       | 0                           |
| SF4 | 0.00                       | 0                           |
| SF5 | 0.00                       | 0                           |
| SF6 | 0.00                       | 0                           |
| 平均  | 0.07                       | 12                          |

#### 7) 甲壳类资源状况

##### ①种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 14 种，其中：虾类 4 种，蟹类 7 种、虾蛄类 3 种。

##### ②甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类平均重量密度和平均个体密度分别为 110.54kg/km<sup>2</sup> 和 6575ind/km<sup>2</sup>。其中，重量密度最高的是 SF1 断面，个体密度最高的是 SF2 断面，分别为 157.80kg/km<sup>2</sup> 和 7559ind/km<sup>2</sup>。

表 5.4-27 甲壳类资源密度

| 断面  | 重量密度 (kg/km <sup>2</sup> ) | 个体密度 (ind/km <sup>2</sup> ) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|
| SF1 | 157.80                     | 7127                        |
| SF2 | 104.38                     | 7559                        |
| SF3 | 126.16                     | 5904                        |
| SF4 | 78.33                      | 6407                        |
| SF5 | 90.62                      | 5328                        |
| SF6 | 105.98                     | 7127                        |
| 平均  | 110.54                     | 6575                        |



### 5.4.2 2025 年 4 月海洋生态现状调查与评价

#### 5.4.2.1 调查站位与时间

见报告 5.2.2.2 节。

#### 5.4.2.2 调查项目

表 5.4-28 调查项目

| 类别   | 调查项目                                                                                                                                                                                      | 项数 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 生物生态 | 1、叶绿素 <i>a</i> 、初级生产力；<br>2、浮游植物（种类及组成、个体数量、分布、多样性和均匀度、优势种）；<br>3、浮游动物（生物量、种类及组成、个体数量、分布、多样性和均匀度、优势种）；<br>4、底栖生物（种类及组成、优势种、生物量、栖息密度和分布、多样性和均匀度）；<br>5、潮间带生物（种类及组成、生物量、栖息密度和分布、多样性指数和均匀度）。 | 5  |
| 生物资源 | 1、鱼卵仔稚鱼（种类数、数量分布、主要种类等）；<br>2、游泳生物（主要种类、优势种、渔获率及分布、资源密度及分布、分类别种类组成、分类别渔获率及分布、分类别资源密度及分布等）。                                                                                                | 2  |

#### 5.4.2.3 调查方法

##### （1）叶绿素 *a* 和初级生产力

采样层次与水质采样层次相同，用采水器采集水样，采集 2 L 海水样品后，加入 3 mL 碳酸镁悬浮液，混匀，并现场抽滤至 0.45 μm 孔径的纤维素酯微孔滤膜，过滤负压不超过 50 kPa，冷藏保存，上岸后立即运回室内检测，采用分光光度法测定叶绿素 *a* 的含量。初级生产力采用叶绿素 *a* 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

##### （2）浮游生物

①浮游植物：浮游植物定量分析样品用浅水 III 型浮游生物网（加重锤）自底至表层作垂直拖网进行采集。垂直拖网时，落网速度不超过 1m/s，起网为 0.5m/s。样品用鲁哥氏碘液固定，加入量为每升水加入 6.00mL~8.00mL。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

②浮游动物：浮游动物样品用浅水 I 型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采

集。采得的样品在现场用 5% 的中性甲醛溶液固定。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在生物显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

### （3）大型底栖生物

定量样品采用  $0.05\text{m}^2$  采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，经孔径为  $0.50\text{mm}$  的筛网筛洗干净后，放入  $500\text{mL}$  样品瓶中，加入体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

### （4）鱼卵仔稚鱼

调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量采样：网具使用浅水 I 型浮游生物网（水深  $<30\text{m}$ ）垂直采样，由海底至海面垂直拖网，水深较浅时采用水平拖网的方式采集样品。定性采样：采用水平拖网法，网具采用大型浮游生物网，于表层水平拖曳 10min 取得，拖速保持在  $1\text{kn}\sim 2\text{kn}$ 。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

### （5）潮间带生物

①在调查海区内选择不同生境（如泥滩、沙滩和岩滩）的潮间带断面，断面位置有陆上标志，走向与等深线垂直，选择在滩面底质类型相对均匀、潮带较完整、无人为破坏或人为扰动较小且相对较稳定的地点或调查断面，在每个剖面的高滩、中滩和低滩采集样品；

②泥、沙等软相底质的生物取样，用滩涂定量采样框。其结构包括框架和挡板两部分，均用  $1.5\sim 2.0\text{mm}$  厚的不锈钢板弯制而成。规格： $25\text{cm}\times 25\text{cm}\times 30\text{cm}$ 。配套工具是平头铁锹。岩石岸生物取样采用岩石定量采样框，一般用  $25\text{cm}\times 25\text{cm}$  的定量框。若生物栖息密度很高，且分布较均匀，可采用  $10\text{cm}\times 10\text{cm}$  的定量框。滩涂和岩滩定量取样用对应的定量框，通常高潮区布设 2 站、中潮带 3 站，低潮带 2 站（生物量较大时 1 个站），每站取 4~8 个样方（依据现场生物量大小而定）；为防止人为因素干扰，样方位置用标志绳索（每隔 5m 或 10m 有一标志）

于站位两侧水平拉直，各样方位置严格取在标志绳索所标位置，无论该位置上生物多寡，均不能移位；在滩涂取样时，先将取样器挡板插入框架凹槽，用臂力或脚力将其插入滩涂内；继而观察记录框内表面可见的生物及数量；后用铁锹清除挡板外侧的泥沙再拔去挡板，以便铲取框内样品；铲取样品时，若发现底层仍有生物存在，将取样器再往下压，直至采不到生物为止；若需分层取样，视底质分层情况确定；岩滩确定样方位置应在宏观观察基础上选取能代表该水平高度上生物分布特点的位置。取样时，应先将框内的易碎生物（如：牡蛎、藤壶等）加以计数，并观察记录优势种的覆盖面积。然后再用小铁铲、凿子或刮刀将框内所有生物刮取干净；

③用筛网孔目为 1.0mm 和 0.5mm 的过筛器进行生物样品筛选；

④为全面反映各断面的种类组成和分布，在每站定量取样的同时，应尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全，以作分析时参考，定性样品务必与定量样品分装，切勿混淆；

⑤取样时，测量各潮区优势种的垂直分布高度和滩面宽度，描述生物分布带的特征；样品存放于 500mL~1000mL 样品瓶中，加入适量淡水于 4℃环境中存放 6~8h，可使海洋底栖环节动物产生应激反应，表现出形态特征，再用体积分数为 5%~7%的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。

#### （6）游泳动物

游泳生物调查按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

①调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

②调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2n mile~3n mile 处放网，拖速控制在 2kn~3kn 左右，经 0.5~1h 后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳网投放，曳网着底开始

受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

③样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）

5.4.2.4分析方法

样品的分析采用《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）和《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.4-29。

表 5.4-29 海洋生态调查项目及分析方法

| 序号 | 检测指标          | 检测依据                                            | 分析方法  |
|----|---------------|-------------------------------------------------|-------|
| 1  | 浮游植物          | 《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5   | 浓缩计数法 |
| 2  | 浮游动物          | 《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5   | 镜检法   |
| 3  | 大型底栖生物        | 《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/6   | 镜检法   |
| 4  | 潮间带生物         | 《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/7   | 镜检法   |
| 5  | 游泳动物          | 《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/14      | 目测法   |
| 6  | 鱼类浮游生物（鱼卵仔稚鱼） | 《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/9       | 镜检法   |
| 7  | 叶绿素 <i>a</i>  | 《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/8.2 | 分光光度法 |

5.4.2.5评价方法

（1）初级生产力

采用叶绿素 *a* 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

式中：P—初级生产力（mg·C/m<sup>2</sup>·d）；

$C_a$ —叶绿素  $a$  含量 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ );

$Q$ —同化系数 ( $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl}\cdot\text{a}\cdot\text{h})$ ), 根据南海水产研究所以往调查结果取值, 见表 5.4-30;

$L$ —真光层的深度 ( $\text{m}$ );

$t$ —白昼时间 ( $\text{h}$ ), 根据南海水产研究所以往调查结果取值, 见下表。

表 5.4-30 南海北部海域初级生产力估算系数

| 月份   | 季度 | 光照时间 ( $\text{h}$ ) $t$ | 转化系数 (同化系数) $Q$ |
|------|----|-------------------------|-----------------|
| 3-5  | 春  | 11                      | 3.32            |
| 6-8  | 夏  | 13                      | 3.12            |
| 9-11 | 秋  | 10.5                    | 3.42            |
| 12-2 | 冬  | 9.5                     | 3.52            |

(2) 优势度 ( $Y$ ):

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

(3) Shannon-Weaver 多样性指数 ( $H'$ ):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

(4) Pielou 均匀度指数 ( $J$ ):

$$J = H' / \log_2 S$$

(5) Margalef 丰富度指数 ( $D$ ):

$$D = (S - 1) / \log_2 N$$

上述 (2) ~ (5) 式中:

$n_i$ —第  $i$  种的个体数量 ( $\text{ind}$ );

$N$ —某站总生物数量 ( $\text{ind}$ );

$f_i$ —某种生物的出现频率 (%);

$P_i$ —第  $i$  种的个体数与总个体数的比值;

$S$ —出现生物总种数。

(6) 鱼卵仔稚鱼密度:

垂直拖网密度计算:

$$N = \frac{n}{v}$$

式中： $N$ —鱼卵仔稚鱼密度 ( $\text{ind}/\text{m}^3$ )；

$n$ —每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为 ( $\text{ind}$ )；

$v$ —滤水量 ( $\text{m}^3$ )。

#### (7) 渔业资源：

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

$$S = (y) / a (1-E)$$

式中： $S$ —重量密度 ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) 或个体密度 ( $\text{ind}/\text{km}^2$ )；

$a$ —底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的  $2/3$ ）；

$y$ —平均重量渔获率 ( $\text{kg}/\text{h}$ ) 或平均个体渔获率 ( $\text{ind}/\text{h}$ )；

$E$ —逃逸率（取  $0.5$ ）。

#### (8) 游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI = (N+W) F$$

式中： $N$ —某一种类的  $\text{ind}$  数占渔获总  $\text{ind}$  数的百分比；

$W$ —某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

$F$ —某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

### 5.4.2.6 评价结果

#### (1) 叶绿素 $a$ 和初级生产力

##### 1) 叶绿素 $a$

本次调查结果显示，各站表层叶绿素  $a$  变化范围在  $(0.50\sim 1.38) \text{ mg}/\text{m}^3$ ，平均为  $0.87 \text{ mg}/\text{m}^3$ ；底层叶绿素  $a$  含量变化范围在  $(0.39\sim 1.13) \text{ mg}/\text{m}^3$ ，平均为  $0.71 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素  $a$  的浓度，各站叶绿素  $a$  浓度的变化范围为  $(0.45\sim 1.24) \text{ mg}/\text{m}^3$ ，平均为  $0.82 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，BS03 站位叶绿素  $a$  平均值最高，BS05 站位叶绿素  $a$  平均值最低（表 5.4-31）。

##### 2) 初级生产力

本次调查海域的初级生产力变化范围在  $(11.175\sim 153.822) \text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$  之间，平均值为  $60.541 \text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，其中 BS12 站位初级生产力值最高，BS07 站位初级

生产力值最低（表 5.4-31）。

表 5.4-31 叶绿素 *a* 和初级生产力测定结果

| 站位   | 透明度（<br>m） | 叶绿素 <i>a</i> （mg/m <sup>3</sup> ） |      | 站位叶绿素 <i>a</i><br>均值（mg/m <sup>3</sup> ） | 初级生产力<br>mg·C/（m <sup>2</sup> ·d） |
|------|------------|-----------------------------------|------|------------------------------------------|-----------------------------------|
|      |            | 表                                 | 底    |                                          |                                   |
| BS03 | 1.5        | 1.24                              | /    | 1.24                                     | 101.891                           |
| BS04 | 0.6        | 0.79                              | /    | 0.79                                     | 25.966                            |
| BS05 | 1.0        | 0.50                              | 0.39 | 0.45                                     | 24.377                            |
| BS07 | 0.4        | 0.51                              | /    | 0.51                                     | 11.175                            |
| BS08 | 0.5        | 1.13                              | /    | 1.13                                     | 30.951                            |
| BS10 | 0.7        | 0.73                              | 0.72 | 0.73                                     | 27.801                            |
| BS11 | 1.3        | 1.18                              | 1.13 | 1.16                                     | 82.252                            |
| BS12 | 2.4        | 1.38                              | 0.96 | 1.17                                     | 153.822                           |
| BS13 | 1.8        | 0.62                              | 0.5  | 0.56                                     | 55.218                            |
| BS16 | 1.1        | 0.62                              | 0.55 | 0.59                                     | 35.251                            |
| BS17 | 2.5        | 0.84                              | 0.79 | 0.82                                     | 111.614                           |
| BS18 | 1.6        | 0.84                              | 0.67 | 0.76                                     | 66.174                            |
| 均值   | 1.3        | 0.87                              | 0.71 | 0.82                                     | 60.541                            |

## （2）浮游植物

### 1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 5 门 6 纲 13 目 25 科 117 种。硅藻门种类最多，共 15 科 89 种，占总种类数的 76.07%；甲藻门种类次之，出现 7 科 24 种，占总种类数的 20.51%；金藻门出现 1 科 2 种，占总种类数的 1.71%；蓝藻门出现 1 科 1 种，占总种类数的 0.85%；绿藻门出现 1 科 1 种，占总种类数的 0.85%（图 5.4-1）。



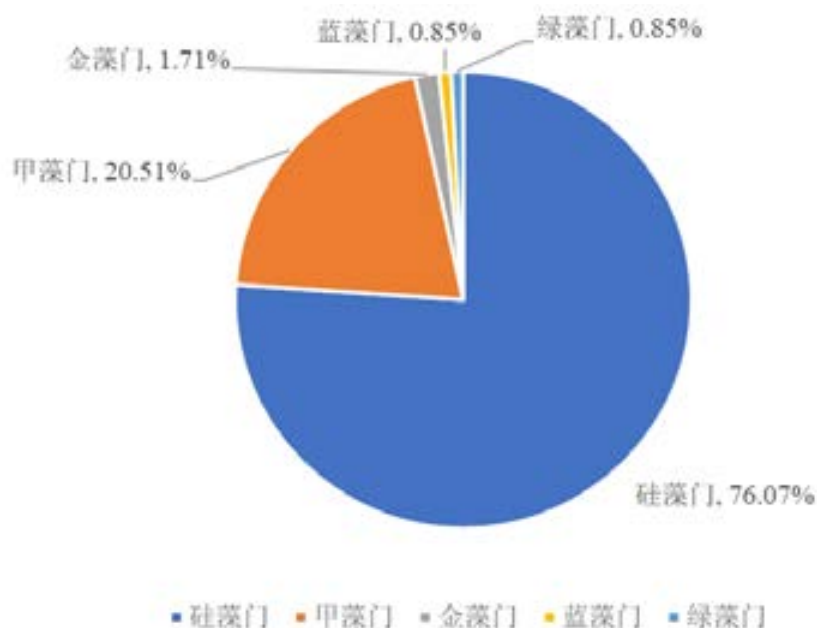


图 5.4-1 浮游植物种类组成占比

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 9 种，分别为辐杆藻属 (*Bacteriastrum* sp.)、密连角毛藻 (*Chaetoceros densus*)、旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*) 等，其中辐杆藻属为第一优势种，优势度为 0.157，平均密度为  $2808.344 \times 10^3$  cells/m<sup>3</sup>，占各站位平均密度的 14.46% (表 5.4-32)。

表 5.4-32 浮游植物优势度及其密度

| 种名    | 拉丁文                               | 类群 | 优势度   | 平均密度     | 密度占比 (%) |
|-------|-----------------------------------|----|-------|----------|----------|
| 辐杆藻属  | <i>Bacteriastrum</i> sp.          | 硅藻 | 0.157 | 2808.344 | 14.46    |
| 密连角毛藻 | <i>Chaetoceros densus</i>         | 硅藻 | 0.156 | 2700.897 | 13.91    |
| 旋链角毛藻 | <i>Chaetoceros curvisetus</i>     | 硅藻 | 0.144 | 2495.507 | 12.85    |
| 双环海链藻 | <i>Thalassiosira diporocyclus</i> | 硅藻 | 0.109 | 2233.910 | 11.50    |
| 短角弯角藻 | <i>Eucampia zodiacus</i>          | 硅藻 | 0.105 | 2432.786 | 12.53    |
| 透明辐杆藻 | <i>Bacteriastrum hyalinum</i>     | 硅藻 | 0.102 | 1854.126 | 9.55     |
| 角毛藻属  | <i>Chaetoceros</i> sp.            | 硅藻 | 0.038 | 792.642  | 4.08     |
| 劳氏角毛藻 | <i>Chaetoceros lorenzianus</i>    | 硅藻 | 0.027 | 489.003  | 2.52     |
| 丹麦细柱藻 | <i>Leptocylindrus danicus</i>     | 硅藻 | 0.020 | 390.751  | 2.01     |

注：密度单位为  $\times 10^3$  cells/m<sup>3</sup>。

## (2) 类群密度及占比

调查区域内各站位浮游植物密度变化范围在  $(1094.110 \sim 33576.000) \times 10^3$  cells/m<sup>3</sup> 之间，平均值为  $19420.049 \times 10^3$  cells/m<sup>3</sup>，最高密度出现在 BS10 站位，最低密度出现在 BS03 站位 (表 5.4-33)。

从门类来看，12 个调查站位中均采集到硅藻门，硅藻门密度范围在  $(939.997\sim33360.000) \times 10^3 \text{ cells/m}^3$  之间，平均值为  $18717.586 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ；硅藻门各站位密度的占比在 79.47%~99.74%之间，各站位占比平均值为 94.72%。甲藻门密度范围在  $(71.199\sim4662.400) \times 10^3 \text{ cells/m}^3$  之间，平均值为  $698.965 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ；各站位密度百分比在 0.26%~20.53%之间，占比平均值为 5.24%；其他类群（包括金藻门、蓝藻门和绿藻门）密度范围在  $(0\sim12.000) \times 10^3 \text{ cells/m}^3$  之间，平均值为  $3.499 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ；各站位密度百分比在 0~0.30%之间，占比平均值为 0.04%。

表 5.4-33 浮游植物各类群密度

| 站位   | 总密度       | 硅藻门       |       | 甲藻门      |       | 其他类群   |      |
|------|-----------|-----------|-------|----------|-------|--------|------|
|      |           | 密度        | 百分比   | 密度       | 百分比   | 密度     | 百分比  |
| BS03 | 1094.110  | 939.997   | 85.91 | 150.864  | 13.79 | 3.249  | 0.30 |
| BS04 | 6543.358  | 5498.969  | 84.04 | 1041.937 | 15.92 | 2.452  | 0.04 |
| BS05 | 14874.999 | 14220.833 | 95.60 | 652.083  | 4.38  | 2.083  | 0.01 |
| BS07 | 22710.402 | 18048.002 | 79.47 | 4662.400 | 20.53 | 0      | 0    |
| BS08 | 31629.075 | 31034.782 | 98.12 | 589.756  | 1.86  | 4.537  | 0.01 |
| BS10 | 33576.000 | 33360.000 | 99.36 | 204.000  | 0.61  | 12.000 | 0.04 |
| BS11 | 14637.000 | 14436.000 | 98.63 | 198.000  | 1.35  | 3.000  | 0.02 |
| BS12 | 24055.749 | 23768.367 | 98.81 | 282.427  | 1.17  | 4.955  | 0.02 |
| BS13 | 23497.327 | 23328.872 | 99.28 | 168.455  | 0.72  | 0      | 0    |
| BS16 | 15747.590 | 15457.934 | 98.16 | 289.656  | 1.84  | 0      | 0    |
| BS17 | 15644.578 | 15563.670 | 99.48 | 71.199   | 0.46  | 9.709  | 0.06 |
| BS18 | 29030.400 | 28953.600 | 99.74 | 76.800   | 0.26  | 0      | 0    |
| 平均值  | 19420.049 | 18717.586 | 94.72 | 698.965  | 5.24  | 3.499  | 0.04 |

注：密度单位为  $\times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ，百分比单位为%。

### 3) 浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 48~66 种。多样性指数范围在 3.257~4.406 之间，平均值为 3.724，多样性指数以 BS07 站位最高，BS16 站位最低；均匀度指数范围在 0.574~0.752 之间，平均值为 0.644，均匀度指数以 BS07 站位最高，BS16 站位最低；丰富度指数范围在 1.877~2.784 之间，平均值为 2.307，丰富度指数以 BS03 站位最高，BS17 站位最低（表 5.4-34）。

表 5.4-34 浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

| 站位   | 种类数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数 ( $J$ ) | 丰富度指数 ( $D$ ) |
|------|-----|----------------|---------------|---------------|
| BS03 | 56  | 4.335          | 0.746         | 2.784         |
| BS04 | 56  | 4.044          | 0.696         | 2.625         |
| BS05 | 59  | 3.944          | 0.670         | 2.440         |
| BS07 | 58  | 4.406          | 0.752         | 2.719         |
| BS08 | 66  | 3.476          | 0.575         | 2.639         |
| BS10 | 58  | 3.599          | 0.614         | 2.244         |
| BS11 | 53  | 3.482          | 0.608         | 2.156         |
| BS12 | 55  | 3.606          | 0.624         | 2.147         |
| BS13 | 51  | 3.430          | 0.605         | 1.965         |
| BS16 | 51  | 3.257          | 0.574         | 2.073         |
| BS17 | 48  | 3.653          | 0.654         | 1.877         |
| BS18 | 52  | 3.451          | 0.605         | 2.014         |
| 平均值  | /   | 3.724          | 0.644         | 2.307         |

### (3) 浮游动物

#### 1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游动物 6 门 10 纲 15 目 23 科 42 种(包括浮游幼体 11 种)。分属 10 个不同类群,即栉水母、水母类、被囊类、有尾类、腹足类、毛颚类、介形类、桡足类、枝角类和浮游幼体。其中,以桡足类最多,为 12 种,占总种类数的 28.57%;浮游幼体次之,出现 11 种,占总种类数的 26.19%;水母类出现 6 种,占总种类数的 14.29%;其他类群出现种类较少(图 5.4-2)。

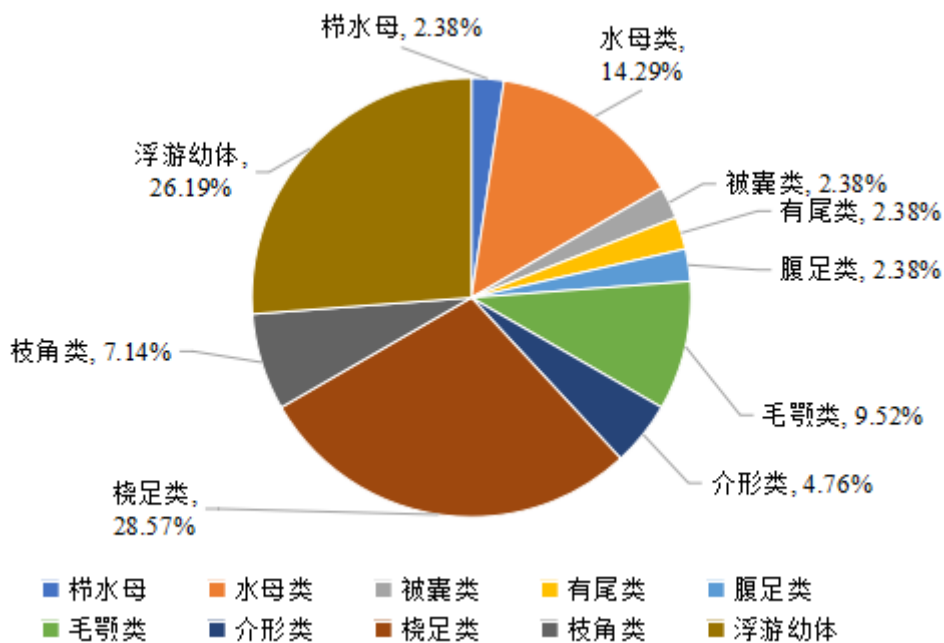


图 5.4-2 浮游动物种类组成占比

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查浮游动物优势种共 8 种。分别为鸟喙尖头蚤（*Penilia avirostris*）、肥胖箭虫（*Sagitta enflata*）、毛颚类幼体（*Chaetognatha larva*）等，其中鸟喙尖头蚤为第一优势种，优势度为 0.452，平均密度为 252.701 ind/m<sup>3</sup>，占各站位平均密度的 50.43%，出现频率 100%（表 5.4-35）。

表 5.4-35 浮游动物优势种组成

| 优势种     | 拉丁名                           | 优势度<br>(Y) | 平均密度<br>(ind/m <sup>3</sup> ) | 密度占比<br>(%) |
|---------|-------------------------------|------------|-------------------------------|-------------|
| 鸟喙尖头蚤   | <i>Penilia avirostris</i>     | 0.452      | 252.701                       | 100.00      |
| 肥胖箭虫    | <i>Sagitta enflata</i>        | 0.072      | 31.764                        | 91.67       |
| 毛颚类幼体   | <i>Chaetognatha larva</i>     | 0.072      | 42.793                        | 83.33       |
| 肥胖三角蚤   | <i>Evadne tergestina</i>      | 0.066      | 34.609                        | 83.33       |
| 瘦尾胸刺水蚤  | <i>Centropages tenuiremis</i> | 0.042      | 22.633                        | 100.00      |
| 长尾类幼虫   | <i>Macrura larva</i>          | 0.028      | 25.880                        | 66.67       |
| 短尾类溞状幼虫 | <i>Brachyura zoea</i>         | 0.024      | 11.230                        | 83.33       |
| 五角水母    | <i>Muggiaea atlantica</i>     | 0.023      | 14.489                        | 58.33       |

## 2) 密度与生物量

12 个调查站位浮游动物生物量变化范围在（12.88~323.53）mg/m<sup>3</sup> 之间，平均值为 69.76 mg/m<sup>3</sup>，其中 BS07 站位生物量最高，BS08 站位生物量最低；浮游动物密度变化范围在（96.316~1858.823）ind/m<sup>3</sup> 之间，平均值为 501.138 ind/m<sup>3</sup>，其中 BS07 站位密度最高，BS08 站位密度最低。从类群密度分布来看，本次调查枝角类平均密度最高，为 287.537 ind/m<sup>3</sup>，占比为 57.38%；其次是浮游幼体，平均密度为 99.475 ind/m<sup>3</sup>，占比为 19.85%（表 5.4-36、表 5.4-37）。

表 5.4-36 浮游动物生物量统计

| 站位   | 密度       | 生物量    |
|------|----------|--------|
| BS03 | 178.881  | 33.54  |
| BS04 | 160.655  | 26.23  |
| BS05 | 225.523  | 51.56  |
| BS07 | 1858.823 | 323.53 |
| BS08 | 96.316   | 12.88  |
| BS10 | 772.348  | 78.03  |
| BS11 | 739.114  | 54.84  |
| BS12 | 234.841  | 39.68  |
| BS13 | 272.166  | 30.67  |
| BS16 | 384.913  | 38.79  |
| BS17 | 663.181  | 84.55  |

| 站位   | 密度      | 生物量   |
|------|---------|-------|
| BS18 | 426.895 | 62.76 |
| 平均值  | 501.138 | 69.76 |

注：全网数量单位为 ind，密度单位为 ind/m<sup>3</sup>，生物量单位为 mg/m<sup>3</sup>。

表 5.4-37 浮游动物各类群分布

| 站位   | 平均密度    | 占比 (%) |
|------|---------|--------|
| 栉水母  | 1.310   | 0.26   |
| 水母类  | 19.567  | 3.90   |
| 被囊类  | 1.089   | 0.22   |
| 有尾类  | 3.693   | 0.74   |
| 腹足类  | 0.038   | 0.01   |
| 毛颚类  | 32.106  | 6.41   |
| 介形类  | 3.243   | 0.65   |
| 桡足类  | 53.080  | 10.59  |
| 枝角类  | 287.537 | 57.38  |
| 浮游幼体 | 99.476  | 19.85  |

注：密度单位为 ind/m<sup>3</sup>。

### 3) 浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为 10~27 种。浮游动物多样性指数变化范围在 1.844~3.250 之间，平均值为 2.706，其中 BS18 站位最高，BS07 站位最低；均匀度指数变化范围在 0.506~0.811 之间，平均值为 0.717，其中 BS16 站位最高 BS17 站位最低；丰富度指数范围在 1.001~2.259 之间，平均值为 1.433，丰富度指数以 BS17 站位最高，BS10 站位最低（表 5.4-38）。

表 5.4-38 浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

| 站位   | 种类数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数 ( $J$ ) | 丰富度指数 ( $D$ ) |
|------|-----|----------------|---------------|---------------|
| BS03 | 10  | 2.620          | 0.789         | 1.102         |
| BS04 | 11  | 2.730          | 0.789         | 1.512         |
| BS05 | 13  | 2.541          | 0.687         | 1.370         |
| BS07 | 12  | 1.844          | 0.514         | 1.325         |
| BS08 | 13  | 2.981          | 0.806         | 1.645         |
| BS10 | 12  | 2.325          | 0.649         | 1.001         |
| BS11 | 12  | 2.642          | 0.737         | 1.015         |
| BS12 | 19  | 3.095          | 0.729         | 1.893         |
| BS13 | 13  | 2.943          | 0.795         | 1.195         |
| BS16 | 14  | 3.087          | 0.811         | 1.326         |
| BS17 | 27  | 2.408          | 0.506         | 2.259         |

| 站位   | 种类数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数 ( $J$ ) | 丰富度指数 ( $D$ ) |
|------|-----|----------------|---------------|---------------|
| BS18 | 17  | 3.250          | 0.795         | 1.557         |
| 平均值  | /   | 2.706          | 0.717         | 1.433         |

#### (4) 大型底栖生物

##### 1) 种类组成和优势种

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 6 门 6 纲 15 目 36 科 52 种，分属 6 个不同类群，即环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、刺胞动物和纽形动物。其中环节动物种类数最多，为 28 种，占种类总数的 53.85%；软体动物次之，出现 8 种，占种类总数的 15.38%（图 5.4-3）。

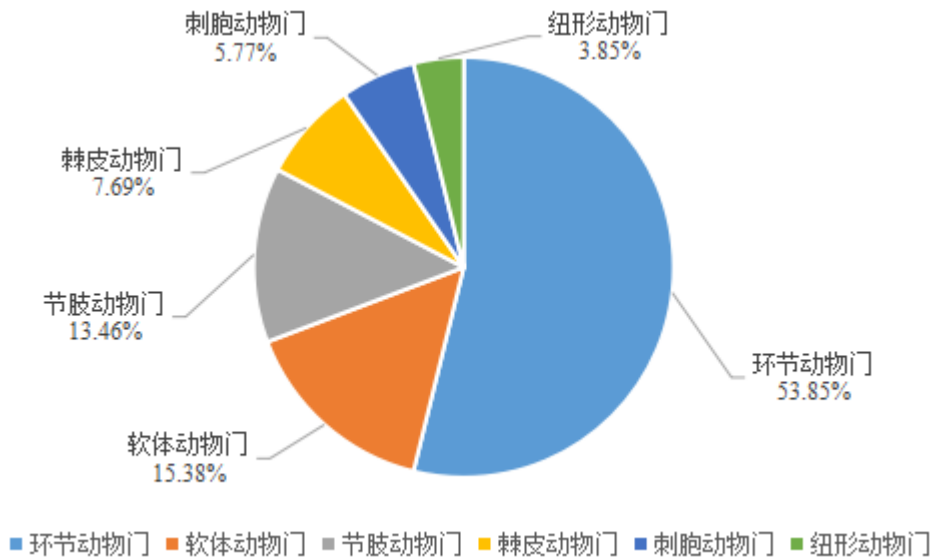


图 5.4-3 大型底栖生物种类组成占比

以优势度指数  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查的优势种共 1 种，为细双指虫 (*Aphelochaeta filiformis*)，其优势度为 0.032。

表 5.4-39 大型底栖生物优势种组成

| 种名   | 拉丁文                            | 优势度 ( $Y$ ) |
|------|--------------------------------|-------------|
| 细双指虫 | <i>Aphelochaeta filiformis</i> | 0.032       |

##### 2) 生物量和栖息密度

##### ①生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 12 个站位大型底栖生物的生物量范围在  $(0.035 \sim 104.840) \text{g/m}^2$  之间，平均生物量为  $16.110 \text{g/m}^2$ ，其中 BS07 站位的生物量最高，BS12 站位生物

量最低；栖息密度范围在（5.000~175.000）ind/m<sup>2</sup> 之间，平均栖息密度为 64.167ind/m<sup>2</sup>，其中 BS07 站位的栖息密度最高，BS16 站位栖息密度最低。

②类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看，本次大型底栖生物调查中软体动物门平均生物量最高，平均生物量为 6.799g/m<sup>2</sup>，占比为 42.20%；其次为棘皮动物门，平均生物量为 3.659g/m<sup>2</sup>，占比为 22.71%，最低为纽形动物门，平均生物量为 0.175 g/m<sup>2</sup>，占比为 1.09%。

环节动物门平均栖息密度最高，为 36.250ind/m<sup>2</sup>，占比为 56.49%；其次为棘皮动物门，平均栖息密度为 15.000ind/m<sup>2</sup>，占比为 23.38%，最低为刺胞动物门和纽形动物门，平均栖息密度为 2.083ind/m<sup>2</sup>，占比为 3.25%。

表 5.4-40 大型底栖生物生物量分布

| 站位    | 环节动物   | 软体动物   | 节肢动物  | 棘皮动物   | 刺胞动物   | 纽形动物  | 合计      |
|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|
| BS03  | 1.425  | 0      | 0     | 0.005  | 0      | 0     | 1.430   |
| BS04  | 1.450  | 1.770  | 7.220 | 0      | 2.220  | 0.840 | 13.500  |
| BS05  | 9.285  | 1.880  | 0.060 | 0.315  | 0      | 0.250 | 11.790  |
| BS07  | 5.330  | 75.410 | 0     | 2.620  | 20.600 | 0.880 | 104.840 |
| BS08  | 1.080  | 0      | 0.535 | 0      | 0      | 0     | 1.615   |
| BS10  | 0.075  | 0.120  | 0     | 0      | 0      | 0     | 0.195   |
| BS11  | 0.200  | 2.405  | 0     | 38.155 | 9.620  | 0     | 50.380  |
| BS12  | 0      | 0      | 0.030 | 0      | 0      | 0.005 | 0.035   |
| BS13  | 0.290  | 0      | 0.105 | 1.255  | 0      | 0     | 1.650   |
| BS16  | 0      | 0      | 0.035 | 0      | 0      | 0     | 0.035   |
| BS17  | 1.875  | 0      | 1.910 | 0.395  | 0      | 0     | 4.180   |
| BS18  | 2.380  | 0      | 0     | 1.165  | 0      | 0.125 | 3.670   |
| 平均值   | 1.949  | 6.799  | 0.825 | 3.659  | 2.703  | 0.175 | 16.110  |
| 平均值占比 | 12.10% | 42.20% | 5.12% | 22.71% | 16.78% | 1.09% | /       |

注：生物量单位为 g/m<sup>2</sup>。

表 5.4-41 大型底栖生物栖息密度分布

| 站位   | 环节动物    | 软体动物   | 节肢动物  | 棘皮动物  | 刺胞动物   | 纽形动物  | 合计      |
|------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|
| BS03 | 60.000  | 0      | 0     | 5.000 | 0      | 0     | 65.000  |
| BS04 | 65.000  | 5.000  | 5.000 | 0     | 15.000 | 5.000 | 95.000  |
| BS05 | 80.000  | 5.000  | 5.000 | 5.000 | 0      | 5.000 | 100.000 |
| BS07 | 110.000 | 35.000 | 0     | 20    | 5.000  | 5.000 | 175.000 |
| BS08 | 50.000  | 0      | 5.000 | 0     | 0      | 0     | 55.000  |
| BS10 | 5.000   | 5.000  | 0     | 0     | 0      | 0     | 10.000  |



| 站位    | 环节动物   | 软体动物  | 节肢动物   | 棘皮动物    | 刺胞动物  | 纽形动物  | 合计      |
|-------|--------|-------|--------|---------|-------|-------|---------|
| BS11  | 5.000  | 5.000 | 0      | 105.000 | 5.000 | 0     | 120.000 |
| BS12  | 0      | 0     | 5.000  | 0       | 0     | 5.000 | 10.000  |
| BS13  | 25.000 | 0     | 15.000 | 20.000  | 0     | 0     | 60.000  |
| BS16  | 0      | 0     | 5.000  | 0       | 0     | 0     | 5.000   |
| BS17  | 30.000 | 0     | 10.000 | 5.000   | 0     | 0     | 45.000  |
| BS18  | 5.000  | 0     | 0      | 20.000  | 0     | 5.000 | 30.000  |
| 平均值   | 36.250 | 4.583 | 4.167  | 15.000  | 2.083 | 2.083 | 64.167  |
| 平均值占比 | 56.49% | 7.14% | 6.49%  | 23.38%  | 3.25% | 3.25% | /       |

注：栖息密度单位为 ind/m<sup>2</sup>。

### 3) 大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 1~17 种，多样性指数变化范围在 0~3.786 之间，平均值为 2.051，其中 BS07 站位最高，BS16 站位最低；均匀度指数变化范围在 0.371~1.000 之间，平均值为 0.871，其中 BS10 和 BS12 站位最高，BS11 站位最低；丰富度指数范围在 0.654~3.119 之间，平均值为 1.701，丰富度指数以 BS07 站位最高，BS11 站位最低（表 5.4-42）。

表 5.4-42 大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

| 站位   | 种类数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数 ( $J$ ) | 丰富度指数 ( $D$ ) |
|------|-----|----------------|---------------|---------------|
| BS03 | 11  | 3.393          | 0.981         | 2.702         |
| BS04 | 9   | 2.713          | 0.856         | 1.883         |
| BS05 | 12  | 3.409          | 0.951         | 2.545         |
| BS07 | 17  | 3.786          | 0.926         | 3.119         |
| BS08 | 4   | 1.617          | 0.809         | 0.867         |
| BS10 | 2   | 1.000          | 1.000         | 1.000         |
| BS11 | 4   | 0.742          | 0.371         | 0.654         |
| BS12 | 2   | 1.000          | 1.000         | 1.000         |
| BS13 | 8   | 2.752          | 0.917         | 1.953         |
| BS16 | 1   | 0.000          | --            | --            |
| BS17 | 8   | 2.948          | 0.983         | 2.208         |
| BS18 | 3   | 1.252          | 0.790         | 0.774         |
| 平均值  | /   | 2.051          | 0.871         | 1.701         |

注：种类数单位为种。

## （5）潮间带生物

### 1) 潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：BSC01 和 BSC02 断面为沙滩-岩石断面 BSC03 断面为沙滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 6 门 8 纲 18 目 31 科 44 种，其中包括软体动物 25 种、节肢动物 13 种、环节动物 3 种、刺胞动物 1 种、红藻门 1 种、绿藻门 1 种（图 5.4-4）。

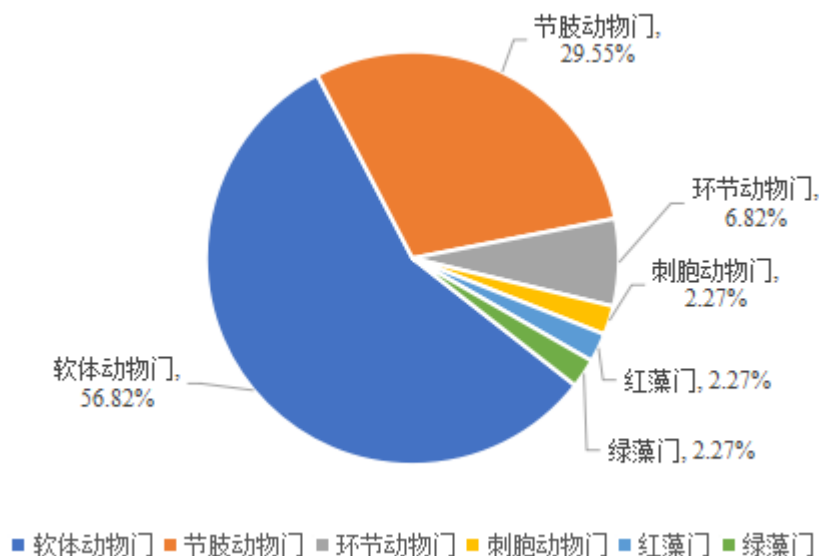


图 5.4-4 潮间带生物种类组成占比

### 2) 潮间带各断面优势种

以优势度指数  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查区域潮间带生物优势种共有 7 种，分别为狄氏斧蛤 (*Donax dysoni*)、直螯活额寄居蟹 (*Diogenes rectimanus*)、塔结节滨螺 (*Littoraria trochoides*) 等。其中狄氏斧蛤为第一优势种，优势度为 0.105（表 5.4-43）。

表 5.4-43 潮间带生物优势种

| 种名      | 拉丁文                          | 优势度 (Y) |
|---------|------------------------------|---------|
| 狄氏斧蛤    | <i>Donax dysoni dysoni</i>   | 0.105   |
| 直螯活额寄居蟹 | <i>Diogenes rectimanus</i>   | 0.059   |
| 塔结节滨螺   | <i>Littoraria trochoides</i> | 0.048   |
| 髯荔枝螺    | <i>Thais jubilaea</i>        | 0.039   |
| 翡翠贻贝    | <i>Perna viridis</i>         | 0.026   |
| 楔形斧蛤    | <i>Donax cuneatus</i>        | 0.024   |
| 蜆螺      | <i>Umbonium vestiarium</i>   | 0.022   |

### 3) 潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为  $112.544 \text{ g/m}^2$ ，平均栖息密度为  $51.037 \text{ ind/m}^2$ 。BSC01 断面的生物量最大，为  $293.188 \text{ g/m}^2$ ；BSC02 断面的栖息密度最大，为  $69.778 \text{ ind/m}^2$ （表 5.4-44）。

从类群分布来看，3 个断面中软体动物的平均生物量最高，其次是节肢动物；软体动物的平均栖息密度最高，其次是节肢动物。

表 5.4-44 潮间带各断面生物量和栖息密度分布

| 断面    | 项目   | 软体动物    | 节肢动物    | 环节动物  | 合计      |
|-------|------|---------|---------|-------|---------|
| BSC01 | 栖息密度 | 41.333  | 13.111  | 0     | 54.444  |
|       | 生物量  | 180.555 | 112.634 | 0     | 293.188 |
| BSC02 | 栖息密度 | 48.444  | 16.889  | 4.444 | 69.778  |
|       | 生物量  | 20.306  | 17.633  | 0.863 | 38.802  |
| BSC03 | 栖息密度 | 23.111  | 4.444   | 1.333 | 28.889  |
|       | 生物量  | 5.200   | 0.277   | 0.167 | 5.643   |
| 平均值   | 栖息密度 | 37.630  | 11.481  | 1.926 | 51.037  |
|       | 生物量  | 68.687  | 43.515  | 0.343 | 112.544 |

注：生物量单位为  $\text{g/m}^2$ ，栖息密度单位为  $\text{ind/m}^2$ 。

### 4) 潮间带各站位生物量及栖息密度分布

3 个调查断面中，BSC01 断面的低潮带生物量最高，为  $793.612 \text{ g/m}^2$ ；其次是 BSC02 断面的低潮带，生物量为  $101.124 \text{ g/m}^2$ ；BSC03 断面的高潮带生物量为最低。BSC02 断面的低潮带的栖息密度最高，为  $156.000 \text{ ind/m}^2$ ；其次是 BSC01 断面的低潮带，栖息密度为  $148.000 \text{ ind/m}^2$ ；BSC03 断面的高潮带的栖息密度最低（表 5.4-45）。

表 5.4-45 潮间带各站位生物量和栖息密度分布

| 采样点          | 项目   | 软体动物    | 节肢动物    | 环节动物   | 总计      |
|--------------|------|---------|---------|--------|---------|
| BSC01<br>高潮带 | 栖息密度 | 0       | 10      | 0      | 10.000  |
|              | 生物量  | 0       | 63.260  | 0      | 63.260  |
| BSC01<br>中潮带 | 栖息密度 | 4.000   | 1.333   | 0      | 5.333   |
|              | 生物量  | 21.668  | 1.025   | 0      | 22.693  |
| BSC01<br>低潮带 | 栖息密度 | 120     | 28.000  | 0      | 148.000 |
|              | 生物量  | 519.996 | 273.616 | 0      | 793.612 |
| BSC02<br>高潮带 | 栖息密度 | 0       | 16.000  | 0      | 16.000  |
|              | 生物量  | 0       | 3.022   | 0      | 3.022   |
| BSC02<br>中潮带 | 栖息密度 | 33.333  | 2.667   | 1.333  | 37.333  |
|              | 生物量  | 5.278   | 6.889   | 0.092  | 12.259  |
| BSC02        | 栖息密度 | 112.000 | 32.000  | 12.000 | 156.000 |

| 采样点   | 项目   | 软体动物   | 节肢动物   | 环节动物  | 总计      |
|-------|------|--------|--------|-------|---------|
| 低潮带   | 生物量  | 55.640 | 42.988 | 2.496 | 101.124 |
| BSC03 | 栖息密度 | 0      | 0      | 0     | 0       |
| 高潮带   | 生物量  | 0      | 0      | 0     | 0       |
| BSC03 | 栖息密度 | 13.333 | 5.333  | 0     | 18.666  |
| 中潮带   | 生物量  | 0.907  | 0.619  | 0     | 1.526   |
| BSC03 | 栖息密度 | 56.000 | 8.000  | 4.000 | 68.000  |
| 低潮带   | 生物量  | 14.692 | 0.212  | 0.500 | 15.404  |

注：生物量单位为 g/m<sup>2</sup>，栖息密度单位为 ind/m<sup>2</sup>。

##### 5) 潮间带断面水平分布和垂直分布

本次潮间带生物调查从水平分布上看，生物量由高到低排序为 BSC01>BSC02>BSC03，栖息密度由高到低排序为 BSC02>BSC01>BSC03(表 5.4-46)。

表 5.4-46 潮间带生物水平分布

| 项目   | BSC01   | BSC02  | BSC03  |
|------|---------|--------|--------|
| 栖息密度 | 54.444  | 69.778 | 28.889 |
| 生物量  | 293.188 | 38.802 | 5.643  |

注：生物量单位为 g/m<sup>2</sup>，栖息密度单位为 ind/m<sup>2</sup>。

本次潮间带生物调查从垂直分布上看，生物量由高到低排序为低潮带>高潮带>中潮带，栖息密度由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带(表 5.4-47)。

表 5.4-47 潮间带生物垂直分布

| 项目   | 高潮带    | 中潮带    | 低潮带     |
|------|--------|--------|---------|
| 栖息密度 | 8.667  | 20.444 | 124.000 |
| 生物量  | 22.094 | 12.159 | 303.380 |

注：生物量单位为 g/m<sup>2</sup>，栖息密度单位为 ind/m<sup>2</sup>。

##### 6) 潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 0.780~3.568 之间，平均值为 3.027；均匀度指数的变化范围在 0.833~0.907 之间，平均值为 0.860；丰富度指数范围在 1.413~2.890 之间，平均值为 1.977(表 5.4-48)。

表 5.4-48 潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

| 采样站号  | 样方内<br>种类数 | 样方内<br>个体数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数<br>( $J$ ) | 丰富度指数 ( $D$ ) |
|-------|------------|------------|----------------|------------------|---------------|
| BSC01 | 10         | 46         | 3.012          | 0.907            | 1.629         |
| BSC02 | 19         | 75         | 3.568          | 0.840            | 2.890         |
| BSC03 | 8          | 31         | 2.500          | 0.833            | 1.413         |
| 平均值   | /          | /          | 3.027          | 0.860            | 1.977         |

注：种类数单位为种，个体数单位为

(6) 鱼卵仔稚鱼

1) 种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，共出现了鱼卵 13 种，其中包括鲈形目 7 种，鲱形目 3 种，鲾形目 2 种，鲹形目 1 种；仔稚鱼 8 种，其中包括鲈形目 5 种，鲱形目、鲾形目和鲹形目各 1 种（表 5.4-49、图 5.4-5~图 5.4-6）。

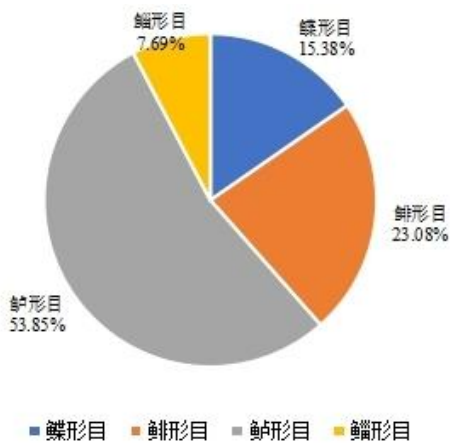


图 5.4-5 调查海区鱼卵种类组成占比

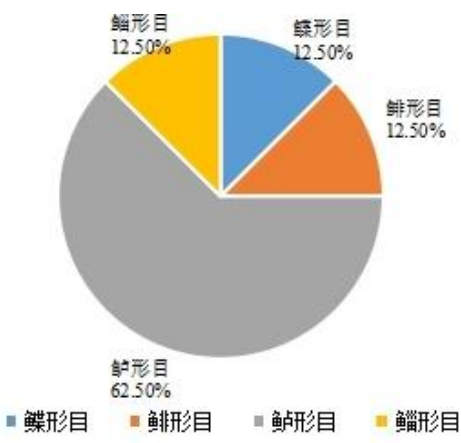


图 5.4-6 调查海区仔稚鱼种类组成占比

表 5.4-49 鱼卵仔稚鱼种类组成

| 序号 | 纲目类群 | 物种   | 拉丁名                     | 鱼卵 | 仔稚鱼 | 鱼卵   | 仔稚鱼 | 鱼卵   | 仔稚鱼 |
|----|------|------|-------------------------|----|-----|------|-----|------|-----|
|    |      |      |                         |    |     | 水平拖网 |     | 垂直拖网 |     |
| 1  | 鲾形目  | 鲾科   | Bothidae                | +  |     | 7    | 0   | 0    | 0   |
| 2  | 鲾形目  | 短额鲾属 | <i>Engyprosopon</i> sp. |    | +   | 0    | 1   | 0    | 0   |
| 3  | 鲾形目  | 鲾科   | Soleidae                | +  |     | 76   | 0   | 0    | 0   |
| 4  | 鲱形目  | 鲱科   | Clupeidae               | +  |     | 1358 | 0   | 13   | 0   |
| 5  | 鲱形目  | 鲱科   | Engraulidae             | +  | +   | 4049 | 2   | 17   | 3   |
| 6  | 鲱形目  | 梭鲱属  | <i>Thryssa</i> sp.      | +  |     | 10   | 0   | 3    | 0   |
| 7  | 鲈形目  | 鲈科   | Leiognathidae           | +  |     | 0    | 0   | 5    | 0   |
| 8  | 鲈形目  | 鲈属   | <i>Lepidotrigla</i> sp. | +  |     | 1943 | 0   | 46   | 0   |
| 9  | 鲈形目  | 笛鲷科  | Lutjanidae              | +  |     | 623  | 0   | 13   | 0   |
| 10 | 鲈形目  | 鲷科   | Sparidae                | +  |     | 145  | 0   | 0    | 0   |
| 11 | 鲈形目  | 金线鱼科 | Nemipteridae            |    | +   | 0    | 2   | 0    | 0   |
| 12 | 鲈形目  | 鲹科   | Carangidae              | +  |     | 351  | 0   | 6    | 0   |
| 13 | 鲈形目  | 石首鱼  | Sciaenidae              | +  | +   | 67   | 3   | 2    | 1   |

| 序号 | 纲目类群 | 物种   | 拉丁名             | 鱼卵 | 仔稚鱼 | 鱼卵   | 仔稚鱼 | 鱼卵   | 仔稚鱼 |
|----|------|------|-----------------|----|-----|------|-----|------|-----|
|    |      |      |                 |    |     | 水平拖网 |     | 垂直拖网 |     |
|    |      | 科    |                 |    |     |      |     |      |     |
| 14 | 鲈形目  | 鱈科   | Sillaginidae    | +  | +   | 35   | 2   | 3    | 0   |
| 15 | 鲈形目  | 虾虎鱼科 | Gobiidae        |    | +   | 0    | 1   | 0    | 0   |
| 16 | 鲈形目  | 银鲈科  | Gerreidae       |    | +   | 0    | 18  | 0    | 4   |
| 17 | 鲷形目  | 鲷科   | Mugilidae       | +  |     | 2    | 0   | 0    | 0   |
| 18 | 鲷形目  | 鲷属   | <i>Liza</i> sp. |    | +   | 0    | 2   | 0    | 1   |
| 合计 |      |      |                 |    |     | 8666 | 31  | 108  | 9   |

注：“+”表示该发育阶段物种出现情况，鱼卵单位 ind，仔稚鱼单位为 ind。

## 2) 数量分布

调查 12 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 108 ind，仔稚鱼 9 ind；鱼卵平均密度为 3.880 ind/m<sup>3</sup>，仔稚鱼平均密度为 0.254 ind/m<sup>3</sup>。BS03 站位鱼卵密度最高，密度为 9.316 ind/m<sup>3</sup>，其次是 BS16 站位，密度为 9.051 ind/m<sup>3</sup>，共 11 个站位采获到鱼卵；BS16 站位仔稚鱼密度最高，密度为 1.293 ind/m<sup>3</sup>，其次是 BS17 站位，密度为 0.454 ind/m<sup>3</sup>，共 6 个站位采获到仔稚鱼（表 5.4-50）。

表 5.4-50 鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

| 站位   | 鱼卵仔稚鱼发育期 |       |
|------|----------|-------|
|      | 鱼卵       | 仔稚鱼   |
| BS03 | 9.316    | 0     |
| BS04 | 6.557    | 0     |
| BS05 | 2.084    | 0     |
| BS07 | 0        | 0     |
| BS08 | 0.613    | 0     |
| BS10 | 0.758    | 0.379 |
| BS11 | 1.613    | 0     |
| BS12 | 6.129    | 0.323 |
| BS13 | 1.288    | 0.258 |
| BS16 | 9.051    | 1.293 |
| BS17 | 4.319    | 0.454 |
| BS18 | 4.827    | 0.345 |
| 均值   | 3.880    | 0.254 |

注：鱼卵密度单位 ind/m<sup>3</sup>，仔稚鱼密度单位为 ind/m<sup>3</sup>。

## 3) 主要种类的数量分布（水平拖网）

### ① 鲷属（*Lepidotrigla* sp.）

鲷鱼分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、中国台湾岛以及中国

南海等海域，主要栖息于热带海洋的近岸或稍碱的水域。主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1-40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。以流刺网或岸边滩钓均有可能捕获。为鰽科中体型较大的鱼种，味美且肉较多，红烧、煮汤皆宜。本次水平拖网调查出现的鰽属鱼卵共有 1943 粒，出现在 12 个站位，鰽属鱼卵在调查海域中 BS18 站位数量最多。

② 鰽科 (Engraulidae)

鰽科鱼类广泛分布于全球各大海域，是海洋中掠食者所捕食的饵料生物。其中鰽鱼是一种高蛋白、富含不饱和脂肪酸和鲜味组分的营养健康的美味食品，可用来加工为海产休闲食品，具有经济及商业价值。本次水平拖网调查出现的鰽科鱼卵共有 4049 粒，出现在 10 个站位，鰽科鱼卵在调查海域中 BS03 站位数量最多；鰽科仔稚鱼共 2 尾，出现在 BS11 和 BS16 号站。

(7) 游泳动物

1) 种类组成和优势种

此次项目船号为粤汕城渔 20001，使用的网具为网口宽 2.8 m、网衣长 10 m、网口目 40 mm、网囊目 20 mm 的底拖网，平均拖网船速为 2.7 kn。

本次游泳动物调查共捕获 3 门 4 纲 14 目 50 科 100 种，其中：鱼类 57 种，占总种类数的 57.00%，虾类 18 种（其中虾蛄类 8 种），占总种类数的 18.00%，蟹类 20 种，占总种类数的 20.00%，头足类 5 种，占总种类数的 5.00%(图 5.4-7)。

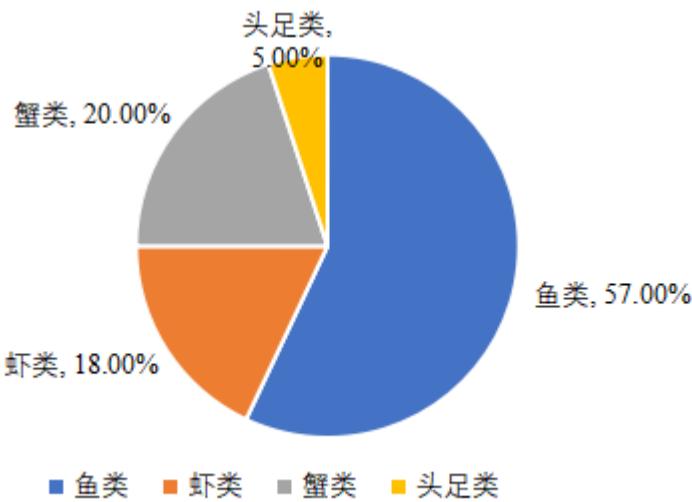


图 5.4-7 调查海区游泳动物种类组成占比



相对重要性指数显示，本次调查游泳动物优势种（ $IRI \geq 1000$ ）共 3 种，分别为双斑螳（*Charybdis bimaculata*）、口虾蛄（*Oratosquilla oratoria*）和二长棘犁齿鲷（*Evynnis cardinalis*）等，双斑螳为第一优势种，其总渔获重量为 10.875 kg，占游泳动物总渔获重量的 33.48%；布氏项鰩的总尾数渔获量为 1787 个，占游泳动物总渔获尾数数的 54.35%（表 5.4-51）。

表 5.4-51 游泳动物 *IRI* 指数

| 种类     | 出现频率（%） | 尾数渔获数 |       | 渔获重量   |       | <i>IRI</i> |
|--------|---------|-------|-------|--------|-------|------------|
|        |         | （ind） | （%）   | （kg）   | （%）   |            |
| 双斑螳    | 58.33   | 1787  | 54.35 | 10.875 | 33.48 | 5123.29    |
| 口虾蛄    | 66.67   | 275   | 8.36  | 3.491  | 10.75 | 1274.28    |
| 二长棘犁齿鲷 | 75.00   | 257   | 7.82  | 1.924  | 5.92  | 1030.57    |
| 花斑蛇鲭   | 58.33   | 24    | 0.73  | 1.272  | 3.92  | 271.06     |
| 龙头鱼    | 41.67   | 53    | 1.61  | 1.232  | 3.79  | 225.26     |
| 圆鳞斑鲆   | 66.67   | 42    | 1.28  | 0.600  | 1.85  | 208.25     |
| 大头狗母鱼  | 16.67   | 53    | 1.61  | 2.230  | 6.86  | 141.30     |
| 拟矛尾虾虎鱼 | 66.67   | 31    | 0.94  | 0.229  | 0.70  | 109.84     |
| 日本螳    | 58.33   | 8     | 0.24  | 0.661  | 2.04  | 132.99     |
| 隆线强蟹   | 41.67   | 25    | 0.76  | 0.654  | 2.01  | 115.62     |
| 长叉三宅虾蛄 | 50.00   | 41    | 1.25  | 0.421  | 1.29  | 127.10     |

## 2) 渔获率

### ①尾数渔获率

本次调查该海区 12 个站位的游泳动物平均尾数渔获率为 274 ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为 68 ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 24.70%；虾类平均尾数渔获率为 47 ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 17.27%；蟹类平均尾数渔获率为 157 ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 57.36%；头足类的平均尾数渔获率为 2 ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 0.67%（表 5.4-52）。

表 5.4-52 各站位尾数渔获率及类群所占比例

| 站位   | 尾数渔获率 | 尾数渔获率 |    |     |     | 渔获率占比（%） |       |       |      |
|------|-------|-------|----|-----|-----|----------|-------|-------|------|
|      |       | 鱼类    | 虾类 | 蟹类  | 头足类 | 鱼类       | 虾类    | 蟹类    | 头足类  |
| BS03 | 93    | 29    | 50 | 11  | 3   | 31.18    | 53.76 | 11.83 | 3.23 |
| BS04 | 55    | 39    | 9  | 5   | 2   | 70.91    | 16.36 | 9.09  | 3.64 |
| BS05 | 570   | 18    | 62 | 486 | 4   | 3.16     | 10.88 | 85.26 | 0.70 |
| BS07 | 68    | 13    | 50 | 5   | 0   | 19.12    | 73.53 | 7.35  | 0    |
| BS08 | 26    | 10    | 13 | 3   | 0   | 38.46    | 50    | 11.54 | 0    |

| 站 位     | 尾数<br>渔获率 | 尾数渔获率 |     |     |         | 渔获率占比（%） |       |       |         |
|---------|-----------|-------|-----|-----|---------|----------|-------|-------|---------|
|         |           | 鱼类    | 虾类  | 蟹类  | 头足<br>类 | 鱼类       | 虾类    | 蟹类    | 头足<br>类 |
| BS10    | 441       | 147   | 43  | 250 | 1       | 33.33    | 9.75  | 56.69 | 0.23    |
| BS11    | 263       | 11    | 74  | 176 | 2       | 4.18     | 28.14 | 66.92 | 0.76    |
| BS12    | 114       | 93    | 15  | 6   | 0       | 81.58    | 13.16 | 5.26  | 0       |
| BS13    | 431       | 53    | 104 | 273 | 1       | 12.30    | 24.13 | 63.34 | 0.23    |
| BS16    | 202       | 70    | 14  | 117 | 1       | 34.65    | 6.93  | 57.92 | 0.50    |
| BS17    | 360       | 274   | 68  | 15  | 3       | 76.11    | 18.89 | 4.17  | 0.83    |
| BS18    | 665       | 55    | 66  | 539 | 5       | 8.27     | 9.92  | 81.05 | 0.75    |
| 平均<br>值 | 274       | 68    | 47  | 157 | 2       | 24.70    | 17.27 | 57.36 | 0.67    |

注：尾数渔获率单位为 ind/h。

## ②重量渔获率

本次调查该海区 12 个站位的平均重量渔获率为 2.707 kg/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 1.069 kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 39.48%；虾类平均重量渔获率为 0.457kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 16.86%；蟹类平均重量渔获率为 1.140kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 42.12%；头足类的平均重量渔获率为 0.042 kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 1.54%（表 5.4-53）。

表 5.4-53 各站位重量渔获率及类群所占比例

| 站 位  | 重量<br>渔获率 | 重量渔获率 |       |       |       | 渔获率占比（%） |       |       |       |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
|      |           | 鱼类    | 虾类    | 蟹类    | 头足类   | 鱼类       | 虾类    | 蟹类    | 头足类   |
| BS03 | 1.333     | 0.392 | 0.674 | 0.108 | 0.159 | 29.41    | 50.56 | 8.1   | 11.93 |
| BS04 | 0.740     | 0.528 | 0.061 | 0.131 | 0.020 | 71.35    | 8.24  | 17.7  | 2.70  |
| BS05 | 3.818     | 0.173 | 0.624 | 2.979 | 0.042 | 4.53     | 16.34 | 78.03 | 1.10  |
| BS07 | 0.799     | 0.149 | 0.502 | 0.148 | 0     | 18.65    | 62.83 | 18.52 | 0     |
| BS08 | 0.588     | 0.412 | 0.109 | 0.067 | 0     | 70.07    | 18.54 | 11.39 | 0     |
| BS10 | 3.352     | 1.156 | 0.422 | 1.765 | 0.009 | 34.49    | 12.59 | 52.66 | 0.27  |
| BS11 | 2.265     | 0.235 | 0.646 | 1.250 | 0.134 | 10.38    | 28.52 | 55.19 | 5.92  |
| BS12 | 1.885     | 1.602 | 0.142 | 0.141 | 0     | 84.99    | 7.53  | 7.48  | 0     |
| BS13 | 4.333     | 0.958 | 1.224 | 2.141 | 0.010 | 22.11    | 28.25 | 49.41 | 0.23  |
| BS16 | 1.839     | 1.031 | 0.197 | 0.600 | 0.011 | 56.06    | 10.71 | 32.63 | 0.60  |
| BS17 | 6.383     | 5.110 | 0.337 | 0.901 | 0.035 | 80.06    | 5.28  | 14.12 | 0.55  |
| BS18 | 5.147     | 1.077 | 0.540 | 3.450 | 0.080 | 20.92    | 10.49 | 67.03 | 1.55  |
| 平均值  | 2.707     | 1.069 | 0.457 | 1.140 | 0.042 | 39.48    | 16.86 | 42.12 | 1.54  |

注：重量渔获率单位为 kg/h。

## ③幼体比例

本次调查区域游泳动物各类群幼体渔获情况见表 5.4-54。游泳动物幼体渔获总体占比为 26.46%，其中鱼类幼体比例最高，为 39.78%；其次是虾类，幼体比例为 32.04%；蟹类幼体比例为 19.35%；头足类为 0%。

表 5.4-54 游泳动物各类群幼体渔获

| 类群       | 鱼类    | 虾类    | 蟹类    | 头足类 | 合计    |
|----------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 总渔获尾数    | 812   | 568   | 1886  | 22  | 3288  |
| 幼体渔获尾数   | 323   | 182   | 365   | 0   | 870   |
| 幼体比例 (%) | 39.78 | 32.04 | 19.35 | 0   | 26.46 |

### 3) 渔业资源密度

#### ① 尾数资源密度

本次调查 12 个站位尾数资源密度范围在 $(3.714\sim91.600)\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>之间，平均值为  $38.849\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>，尾数资源密度最高的站位为 BS18 站位，最低为 BS08 站位（表 5.4-55）。

其中，鱼类尾数资源密度分布范围在 $(1.428\sim37.742)\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>之间，平均值为  $9.608\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>，其中 BS17 站位最高，BS08 站位最低；虾类尾数资源密度分布范围在 $(1.335\sim14.325)\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>之间，平均值为  $6.758\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>，其中 BS13 站位最高，BS04 站位最低；蟹类尾数资源密度分布范围在 $(0.429\sim74.244)\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>之间，平均值为  $22.223\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>，其中 BS18 站位最高，BS08 站位最低；头足类尾数资源密度分布范围在 $(0\sim0.689)\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>之间，平均值为  $0.260\times10^3$  ind/km<sup>2</sup>，其中 BS18 站位最高。

表 5.4-55 各站位尾数资源密度

| 站位   | 尾数资源密度 | 尾数资源密度 |        |        |       |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|
|      |        | 鱼类     | 虾类     | 蟹类     | 头足类   |
| BS03 | 13.285 | 4.143  | 7.142  | 1.571  | 0.429 |
| BS04 | 8.159  | 5.785  | 1.335  | 0.742  | 0.297 |
| BS05 | 81.421 | 2.571  | 8.856  | 69.423 | 0.571 |
| BS07 | 10.928 | 2.089  | 8.035  | 0.804  | 0     |
| BS08 | 3.714  | 1.428  | 1.857  | 0.429  | 0     |
| BS10 | 65.418 | 21.806 | 6.379  | 37.085 | 0.148 |
| BS11 | 37.569 | 1.571  | 10.571 | 25.141 | 0.286 |
| BS12 | 16.285 | 13.285 | 2.143  | 0.857  | 0     |
| BS13 | 59.367 | 7.300  | 14.325 | 37.604 | 0.138 |
| BS16 | 28.855 | 9.999  | 2.000  | 16.713 | 0.143 |
| BS17 | 49.588 | 37.742 | 9.367  | 2.066  | 0.413 |

| 站位   | 尾数资源密度 | 尾数资源密度 |       |        |       |
|------|--------|--------|-------|--------|-------|
|      |        | 鱼类     | 虾类    | 蟹类     | 头足类   |
| BS18 | 91.600 | 7.576  | 9.091 | 74.244 | 0.689 |
| 平均值  | 38.849 | 9.608  | 6.758 | 22.223 | 0.260 |

注：尾数资源密度单位为 $\times 10^3$  ind /km<sup>2</sup>。

## ② 重量资源密度

本次调查 12 个站位渔业资源重量资源密度范围在（83.993~879.220）kg/km<sup>2</sup> 之间，平均值为 382.978kg/km<sup>2</sup>，BS17 站位最高，BS08 站位最低（表 5.4-56）。

其中，鱼类重量资源密度变化范围在（23.945~703.872）kg/km<sup>2</sup> 之间，平均值为 150.598 kg/km<sup>2</sup>，其中 BS17 站位最高，BS07 站位最低；虾类重量资源密度变化范围在（9.049~168.599）kg/km<sup>2</sup> 之间，平均值为 65.284 kg/km<sup>2</sup>，其中 BS13 站位最高，BS04 站位最低；蟹类重量资源密度变化范围在（9.571~475.217）kg/km<sup>2</sup> 之间，平均值为 161.184 kg/km<sup>2</sup>，其中 BS18 站位最高，BS08 站位最低；头足类重量资源密度变化范围在（0~22.712）kg/km<sup>2</sup> 之间，平均值为 5.912 kg/km<sup>2</sup>，其中 BS03 站位最高。

表 5.4-56 各站位重量资源密度

| 站位   | 重量资源密度  | 重量资源密度  |         |         |        |
|------|---------|---------|---------|---------|--------|
|      |         | 鱼类      | 虾类      | 蟹类      | 头足类    |
| BS03 | 190.413 | 55.996  | 96.278  | 15.427  | 22.712 |
| BS04 | 109.772 | 78.323  | 9.049   | 19.433  | 2.967  |
| BS05 | 545.385 | 24.712  | 89.136  | 425.537 | 6.000  |
| BS07 | 128.401 | 23.945  | 80.672  | 23.784  | 0      |
| BS08 | 83.993  | 58.852  | 15.570  | 9.571   | 0      |
| BS10 | 497.235 | 171.481 | 62.599  | 261.820 | 1.335  |
| BS11 | 323.545 | 33.569  | 92.278  | 178.557 | 19.141 |
| BS12 | 269.264 | 228.839 | 20.284  | 20.141  | 0      |
| BS13 | 596.845 | 131.959 | 168.599 | 294.910 | 1.377  |
| BS16 | 262.693 | 147.274 | 28.141  | 85.707  | 1.571  |
| BS17 | 879.220 | 703.872 | 46.420  | 124.107 | 4.821  |
| BS18 | 708.969 | 148.350 | 74.382  | 475.217 | 11.020 |
| 平均值  | 382.978 | 150.598 | 65.284  | 161.184 | 5.912  |

注：重量资源密度单位为 kg/km<sup>2</sup>。

## （4）游泳动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查区域游泳动物生物种类数范围在 14~41 种，多样性指数变化范围在 1.279~4.307 之间，平均值为 2.725，其中 BS12 站位最高，BS05 站位最低；均匀

度指数变化范围在 0.275~0.916 之间，平均值为 0.600，其中 BS08 站位最高，BS05 站位最低；丰富度指数范围在 2.464~4.710 之间，平均值为 3.178，丰富度指数以 BS17 站位最高，BS07 站位最低（表 5.4-57）。

表 5.4-57 游泳动物生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

| 站位   | 种类数 | 多样性指数 ( $H'$ ) | 均匀度指数 ( $J$ ) | 丰富度指数 ( $D$ ) |
|------|-----|----------------|---------------|---------------|
| BS03 | 22  | 3.441          | 0.772         | 3.211         |
| BS04 | 20  | 3.848          | 0.89          | 3.286         |
| BS05 | 25  | 1.279          | 0.275         | 2.622         |
| BS07 | 16  | 2.126          | 0.532         | 2.464         |
| BS08 | 14  | 3.489          | 0.916         | 2.766         |
| BS10 | 26  | 2.075          | 0.441         | 2.846         |
| BS11 | 22  | 1.914          | 0.429         | 2.612         |
| BS12 | 32  | 4.307          | 0.861         | 4.537         |
| BS13 | 27  | 2.318          | 0.487         | 2.971         |
| BS16 | 20  | 2.46           | 0.569         | 2.481         |
| BS17 | 41  | 3.818          | 0.713         | 4.710         |
| BS18 | 35  | 1.622          | 0.316         | 3.626         |
| 平均值  | /   | 2.725          | 0.600         | 3.178         |

注：种类数单位为种。

### 5) 主要经济种类规格和分布

#### ①主要经济鱼类

##### 二长棘犁齿鲷

地理分布：分布于印度尼西亚，朝鲜，日本，中国南海、台湾海峡、东海等地。我国产于南海和东海南部。

生活习性：二长棘犁齿鲷系洄游小型鱼类，季节性很强，在浅海逗留时间短，约在 5 月间就销声匿迹、潜入深处。暖温性底层鱼类，栖息于近海水深 20-70 米，底质为沙泥、沙砾、岩礁或贝藻丛生的海区。

本次调查的二长棘犁齿鲷体长范围为 34~84 mm，体重范围为 2.80~23.47 g，平均体重为 7.03 g。

#### ②主要经济蟹类

##### 双斑蟳

地理分布：广泛分布于印度洋-西太平洋暖水区，包括中国东南沿海（浙江至海南）、日本南部、东南亚及澳大利亚北部，常见于沿岸河口、海湾。

生态习性：多栖于水深 10-50 米的沙泥底质，幼体偏好海草床或岩礁缝隙。

肉食性，捕食小型贝类、多毛类及鱼虾，兼食腐肉。春夏季产卵，雌体抱卵量约 20 万粒，幼体经浮游期后沉海底栖。

本次调查的双斑螳体长范围为 10~37 mm，体重范围为 0.34~10.51 g，平均体重为 5.72 g。

### ③主要经济虾类

#### 口虾蛄

地理分布：口虾蛄分布范围极广，从俄罗斯的大彼得海湾到日本及中国沿海、菲律宾、马来半岛、夏威夷群岛均有分布。

生活习性：口虾蛄多穴居，常在浅海沙底或泥沙底掘穴。性情凶猛，视力十分锐利。由于善于游泳，因此其猎物大部分为底栖性不善于游泳的生物，包括各种贝类、螃蟹、海胆等。

本次调查的口虾蛄体长范围为 9~28 mm，体重范围为 2.92~31.79 g，平均体重为 13.35 g。

## 5.5海洋生物质量现状调查与评价

### 5.5.12024 年 10 月海洋生物质量现状调查与评价

#### 5.5.1.1调查站位与时间

见报告 5.4.1.1 节。

#### 5.5.1.2调查项目

石油烃、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、砷（As）、铬（Cr）和总汞（Hg），8 项指标。

#### 5.5.1.3调查及分析方法

样品选取根据游泳动物分析结果，每个点位选取 1-2 种。样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）进行，见表 5.5-1。

表 5.5-1 生物体分析方法

| 检测项目         |     | 检测方法                                    | 检出限                    | 主要分析仪器/型号                  |
|--------------|-----|-----------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 海洋生物         | 石油烃 | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（13）   | $0.2 \times 10^{-6}$   | 荧光分光光度计/RF-6000            |
|              | 铬   | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（10.1） | $0.04 \times 10^{-6}$  | 原子吸收分光光度计<br>（石墨炉）/AA-7000 |
|              | 铜   | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（6.1）  | $0.4 \times 10^{-6}$   |                            |
|              | 铅   | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（7.1）  | $0.04 \times 10^{-6}$  |                            |
|              | 镉   | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（8.1）  | $0.005 \times 10^{-6}$ |                            |
|              | 总汞  | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（5.1）  | $0.002 \times 10^{-6}$ | 原子荧光光度计/AFS-8520           |
|              | 砷   | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（11）   | $0.2 \times 10^{-6}$   |                            |
|              | 锌   | 《海洋监测规范 第 6 部分》<br>GB17378.6-2007（9.1）  | $0.4 \times 10^{-6}$   | 原子吸收分光光度计<br>（火焰）/AA-7000  |
| 备注：“/”表示不适用。 |     |                                         |                        |                            |

#### 5.5.1.4调查结果

本次调查从 6 个断面采集了鱼类、甲壳类共 12 个样品，海洋生物体质量检测结果见表 5.5-5。



表 5.5-2 海洋生物体质量检测结果（鲜重，单位：mg/kg）

| 断面  | 样品名称  | 石油烃  | 铬    | 铜    | 铅    | 镉     | 总汞    | 砷   | 锌    |
|-----|-------|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|
| SF1 | 红星梭子蟹 | 4.6  | 0.40 | 14.5 | 0.36 | 0.111 | 0.029 | 0.4 | 16.8 |
|     | 龙头鱼   | 5.8  | 0.05 | 未检出  | 0.08 | 未检出   | 0.017 | 未检出 | 3.2  |
| SF2 | 龙头鱼   | 4.5  | 0.16 | 0.5  | 0.20 | 未检出   | 0.018 | 未检出 | 4.3  |
|     | 红星梭子蟹 | 4.0  | 0.38 | 11.3 | 0.28 | 0.104 | 0.022 | 0.4 | 14.4 |
| SF3 | 红星梭子蟹 | 4.0  | 0.32 | 15.5 | 0.33 | 0.101 | 0.028 | 0.4 | 16.3 |
|     | 皮氏叫姑鱼 | 4.3  | 0.31 | 1.7  | 1.35 | 未检出   | 0.026 | 未检出 | 7.8  |
| SF4 | 龙头鱼   | 10.1 | 0.07 | 未检出  | 0.11 | 未检出   | 0.015 | 未检出 | 2.3  |
|     | 红星梭子蟹 | 8.2  | 0.27 | 12.1 | 0.36 | 0.096 | 0.038 | 0.3 | 12.0 |
| SF5 | 龙头鱼   | 10.4 | 0.10 | 未检出  | 0.11 | 未检出   | 0.025 | 未检出 | 15.1 |
|     | 红星梭子蟹 | 10.5 | 0.20 | 13.8 | 0.32 | 0.161 | 0.035 | 0.3 | 15.8 |
| SF6 | 龙头鱼   | 3.6  | 未检出  | 0.6  | 0.08 | 未检出   | 0.020 | 未检出 | 1.2  |
|     | 红星梭子蟹 | 4.1  | 0.15 | 15.8 | 0.23 | 0.176 | 0.031 | 0.4 | 16.5 |

#### 5.5.1.5 评价方法及标准

##### （1）评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式  $P_i = C_i / C_{si}$ 。

式中： $P_i$  为第  $i$  种评价因子的质量指数；

$C_i$  为第  $i$  种评价因子的实测值；

$C_{si}$  为第  $i$  种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数  $> 1$ ，则表明该项指标已超过了规定的生物质量标准。

##### （2）评价标准

本次调查从 6 个断面采集了鱼类、甲壳类共 12 个样品，鱼类、甲壳类生物内污染物质含量评价标准执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 相应标准限值，其中铬没有相应的评价标准，因此只做本底监测，不做评价。各指标具体限值如表 5.5-3。

表 5.5-3 海洋生物体评价标准（软体动物、甲壳动物、鱼类）（鲜重：mg/kg）

| 生物类别        | 铜   | 铅    | 镉   | 锌   | 总汞  | 砷 | 铬 | 石油烃 | 引用标准                              |
|-------------|-----|------|-----|-----|-----|---|---|-----|-----------------------------------|
| 鱼类          | 20  | 2.0  | 0.6 | 40  | 0.3 | 1 | / | 20  | 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025） |
| 甲壳类         | 100 | 2.0  | 2.0 | 150 | 0.2 | 1 | / | 20  |                                   |
| 软体类（非双壳类贝类） | 100 | 10.0 | 5.5 | 250 | 0.3 | 1 | / | 20  |                                   |

5.5.1.6评价结果

调查海域海洋生物体质量单因子评价结果见表 5.5-4。根据评价结果可知，各采样站位的海洋生物体体内各项指标均满足相应标准限值。

表 5.5-4 海洋生物质量评价结果

| 站位  | 物种名称  | 类别  | 评价结果 |      |      |      |      |       |   |      |
|-----|-------|-----|------|------|------|------|------|-------|---|------|
|     |       |     | 砷    | 总汞   | 铜    | 铅    | 锌    | 镉     | 铬 | 石油烃  |
| SF1 | 龙头鱼   | 鱼类  | 0.10 | 0.06 | 0.01 | 0.04 | 0.08 | 0.004 | / | 0.29 |
| SF2 | 龙头鱼   | 鱼类  | 0.10 | 0.06 | 0.03 | 0.10 | 0.11 | 0.004 | / | 0.23 |
| SF3 | 皮氏叫姑鱼 | 鱼类  | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.68 | 0.20 | 0.004 | / | 0.22 |
| SF4 | 龙头鱼   | 鱼类  | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.004 | / | 0.51 |
| SF5 | 龙头鱼   | 鱼类  | 0.10 | 0.08 | 0.01 | 0.06 | 0.38 | 0.004 | / | 0.52 |
| SF6 | 龙头鱼   | 鱼类  | 0.10 | 0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.004 | / | 0.18 |
| SF1 | 红星梭子蟹 | 甲壳类 | 0.40 | 0.15 | 0.15 | 0.18 | 0.11 | 0.06  | / | 0.23 |
| SF2 | 红星梭子蟹 | 甲壳类 | 0.40 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.10 | 0.05  | / | 0.20 |
| SF3 | 红星梭子蟹 | 甲壳类 | 0.40 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.11 | 0.05  | / | 0.20 |
| SF4 | 红星梭子蟹 | 甲壳类 | 0.30 | 0.19 | 0.12 | 0.18 | 0.08 | 0.05  | / | 0.41 |
| SF5 | 红星梭子蟹 | 甲壳类 | 0.30 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.11 | 0.08  | / | 0.53 |
| SF6 | 红星梭子蟹 | 甲壳类 | 0.40 | 0.16 | 0.16 | 0.12 | 0.11 | 0.09  | / | 0.21 |

注：“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。未检出数据按照检出限的一半进行评价，背景色为■表明该检测参数超过了规定的生物质量标准。

5.5.22025 年 4 月海洋生物质量现状调查与评价

5.5.2.1调查站位与时间

见报告 5.4.2.1 节。

5.5.2.2调查项目

铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃，共计 8 项。

5.5.2.3调查及分析方法

(1) 调查方法

根据《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）中的要求，在项目海域指定站点使用拖网等方式采集生物体后，选取具有代表性的贝类、甲壳类、定居性鱼类、其他软体动物和大型藻类样品进行分析检测，优先选取双壳贝类样品。

1) 贝类

用清洁刮刀从其附着物上采集贝类样品，选取足够数量的完好贝类存于高密度塑料袋中，压出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入聚

乙烯袋中并封口，存于冷冻箱中。

### 2) 甲壳类与中小型类

按要求选取足够数量的完好生物样，放入干净的聚乙烯袋中，应防止袋子被刺破。挤出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

### 3) 大型鱼类采集

测量并记下鱼样的体长、体重。用清洁的刀切下至少 100g 肌肉组织，厚度至少 5cm，样品处理时，切除玷污或内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出空气并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

### (2) 分析方法

生物体样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.5-5。

表 5.5-5 海洋生物质量调查项目及分析方法

| 序号 | 检测指标 | 检测依据                                     | 分析方法         | 检出限        |
|----|------|------------------------------------------|--------------|------------|
| 1  | 石油烃  | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/13   | 荧光分光光度法      | 0.2mg/kg   |
| 2  | 铜    | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/6.1  | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.4mg/kg   |
| 3  | 铅    | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/7.1  | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04mg/kg  |
| 4  | 镉    | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/8.1  | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.005mg/kg |
| 5  | 总汞   | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/5.1  | 原子荧光法        | 0.002mg/kg |
| 6  | 砷    | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/11.1 | 原子荧光法        | 0.2mg/kg   |
| 7  | 锌    | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/9.1  | 火焰原子吸收分光光度法  | 0.4mg/kg   |
| 8  | 铬    | 《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/10.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04mg/kg  |

### 5.5.2.4 调查结果

海洋生物体质量检测结果见表 5.5-6。

表 5.5-6 海洋生物体质量检测结果（鲜重，单位：mg/kg）

| 站位    | 种名     | 类群  | 总汞    | 铜    | 铅     | 镉     | 锌    | 铬    | 砷    | 石油烃 |
|-------|--------|-----|-------|------|-------|-------|------|------|------|-----|
| BS05  | 口虾蛄    | 甲壳类 | 0.012 | 9.3  | 0.16  | 0.459 | 16.1 | 0.88 | 1.7  | 1.7 |
| BS10  | 二长棘犁齿鲷 | 鱼类  | 0.015 | 0.6  | 0.04L | 0.015 | 4.8  | 0.79 | 0.3  | 2.1 |
| BS11  | 双斑蟳    | 甲壳类 | 0.015 | 11.5 | 0.09  | 0.096 | 19.1 | 0.84 | 1.6  | 1.1 |
| BS12  | 大头狗母鱼  | 鱼类  | 0.013 | 0.4  | 0.04L | 0.034 | 4.2  | 0.66 | 1.7  | 2.7 |
| BS13  | 龙头鱼    | 鱼类  | 0.008 | 0.4  | 0.04L | 0.007 | 2.8  | 0.60 | 0.2L | 2.2 |
| BS17  | 须赤虾    | 甲壳类 | 0.014 | 4.8  | 0.11  | 0.006 | 11.1 | 0.81 | 0.9  | 1.7 |
| BS18  | 花斑蛇鲻   | 鱼类  | 0.027 | 0.4L | 0.04L | 0.018 | 4.0  | 0.59 | 0.2  | 1.8 |
| BSC01 | 翡翠贻贝   | 贝类  | 0.011 | 1.5  | 0.08  | 0.197 | 14.1 | 0.92 | 0.6  | 9.3 |
| 最小值   |        |     | 0.008 | 0.4L | 0.04L | 0.006 | 2.8  | 0.59 | 0.2L | 1.1 |
| 最大值   |        |     | 0.027 | 11.5 | 0.16  | 0.459 | 19.1 | 0.92 | 1.7  | 9.3 |
| 平均值   |        |     | 0.014 | 3.6  | 0.07  | 0.104 | 9.5  | 0.76 | 0.9  | 2.8 |

注：包含“L”的检测结果表明其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，取 1/2 检出限值参与计算。

#### 5.5.2.5 评价方法及标准

##### （1）评价方法

见报告 5.5.1.5 节。

##### （2）评价标准

见报告 5.2.2.2 节“5、评价标准”。

#### 5.5.2.6 评价结果

调查海域海洋生物体质量单因子评价结果见表 5.5-7。据评价结果可知，BS12 站位（大头狗母鱼）、BS05 站位（口虾蛄）、BS11 站位（双斑蟳）生物质量出现砷超标，超标倍数依次为 0.7、0.7、0.6；BSC01 站位（翡翠贻贝）生物质量出现铬超标，超标倍数为 0.84，不能满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准限值要求。除上述外，其余各采样站位的海洋生物体体内各项指标均满足相应标准限值。

结合调查站位周边情况分析，砷主要源于沿岸农业活动，铬则主要来自电镀、制革等行业的工业废水和船舶排放，这些污染物随河流或排污入海后，在近岸沉积物中富集，形成潜在的“二次污染源”。尽管水体和沉积物整体质量尚可，但鱼类、软体动物（如贝类）和甲壳类（如虾、蟹）通过滤食或摄食，对砷、铬表现出较强的富集效应，导致其体内重金属含量超标。

表 5.5-7 海洋生物质量评价结果

| 站位    | 物种名称       | 类别  | 评价结果 |      |      |      |      |      |      |         |
|-------|------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|---------|
|       |            |     | 砷    | 总汞   | 铜    | 铅    | 锌    | 镉    | 铬    | 石油<br>烃 |
| BS10  | 二长棘犁齿<br>鲷 | 鱼类  | 0.30 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.12 | 0.03 | /    | 0.11    |
| BS12  | 大头狗母鱼      | 鱼类  | 1.70 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.11 | 0.06 | /    | 0.14    |
| BS13  | 龙头鱼        | 鱼类  | 0.10 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | /    | 0.11    |
| BS18  | 花斑蛇鲻       | 鱼类  | 0.20 | 0.09 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.03 | /    | 0.09    |
| BS05  | 口虾蛄        | 甲壳类 | 1.70 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.11 | 0.23 | /    | 0.09    |
| BS11  | 双斑蟳        | 甲壳类 | 1.60 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.13 | 0.05 | /    | 0.06    |
| BS17  | 须赤虾        | 甲壳类 | 0.90 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.00 | /    | 0.09    |
| BSC01 | 翡翠贻贝       | 贝类  | 0.60 | 0.22 | 0.15 | 0.80 | 0.71 | 0.99 | 1.84 | 0.62    |

注：“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。未检出数据按照检出限的一半进行评价，背景色为■表明该检测参数超过了规定的生物质量标准。

5.6环境空气质量调查与评价

5.6.1达标区判定

本项目位于广东省汕尾市，根据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》中大气环境质量数据，并参考了生态环境部环境工程评估中心环境空气质里模型技术支持服务系统环境空气质重达标区判定（<http://data.1em.org.cn/eamnds/apply/tostepone.htmml>），判定区域是否为达标区。

由评价数据可知，2024 年汕尾市 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 年平均质量浓度，CO 第 95 百分位数日平均质量浓度、O<sub>3</sub> 第 90 百分位数日最大 8 小时滑动平均质量浓度均可达到当时执行的《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单二级标准的要求。

生态环境部 2026 年 2 月 13 日发布《环境空气质里标准》（GB3095-2026 代替 GB3095-2012），该标准自 2026 年 3 月 1 日起实施。该标准自实施之日起至 2030 年 12 月 31 日，环境空气污染物基本项目实施过渡阶段浓度限值；2031 年 1 月 1 日起，在全国范围内实施基本项目浓度限值。对照该标准，2024 年汕尾市环境空气质量 SO<sub>2</sub> 年平均浓度、NO<sub>2</sub> 年平均浓度、PM<sub>10</sub> 年平均浓度、PM<sub>2.5</sub> 年平均浓度、CO 第 95 百分位数日平均浓度、O<sub>3</sub> 第 90 百分位数日最大 8 小时滑动平均浓度等基本项目均可达到最新的《环境空气质里标准》（GB3095-2026）过渡阶

段二级浓度限值要求。

综上分析，根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）指出，年评价指标中的年均浓度和相应百分位数 24h 平均 8h 平均质量浓度满足 GB3095 中浓度限值要求即为达标。综上所述，汕尾市属于大气环境质达标区。

表 5.6-1 2024 年汕尾市空气质量评价表

| 污染物               | 评价指标                     | 现状浓度<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 2024 年执行的《环境空气质量<br>标准》(GB3095-2012) 及其<br>2018 年修改单二级标准 |         | 《环境空气质里标准》(<br>GB3095-2026) 过渡阶段二级浓<br>度限值 |         | 达标情况 |
|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------|---------|------|
|                   |                          |                                      | 标准值<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                      | 占标率 (%) | 标准值<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )        | 占标率 (%) |      |
| SO <sub>2</sub>   | 年平均质量浓度                  | 7                                    | 60                                                       | 11.7    | 60                                         | 11.7    | 达标   |
| NO <sub>2</sub>   | 年平均质量浓度                  | 10                                   | 40                                                       | 25.0    | 40                                         | 25.0    | 达标   |
| PM <sub>10</sub>  | 年平均质量浓度                  | 26.5                                 | 70                                                       | 37.9    | 70                                         | 44.2    | 达标   |
| PM <sub>2.5</sub> | 年平均质量浓度                  | 17.7                                 | 35                                                       | 50.6    | 30                                         | 59.0    | 达标   |
| O <sub>3</sub>    | 第 90 百分位数 8 小时平均<br>质量浓度 | 135                                  | 160                                                      | 84.4    | 160                                        | 84.4    | 达标   |
| CO                | 第 95 百分位数日平均质量<br>浓度     | 800                                  | 4000                                                     | 20.0    | 4000                                       | 20.0    | 达标   |



5.6.2环境空气质量现状补充调查与评价

为了解项目周边环境空气质量现状,广东智环创新环境科技有限公司于2025年7月28日~2025年8月3日对项目所在区域环境空气质量进行一期现状补充监测。

1、监测点位

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)及区域环境特性,在评价区域布设2个环境空气质量监测点。以陆丰市近20年(2005~2024年)统计的主导风向(N)为轴向,在项目厂区内及厂区外主导风向下风向5km范围内各布置1个监测点。监测点情况见表5.6-2和图5.6-1。

表 5.6-2 环境空气质量现状监测点设置一览表

| 监测点名称  | 监测点坐标/m |       | 监测因子                                           | 监测时段                         | 相对厂址方位 | 相对厂界距离/m |
|--------|---------|-------|------------------------------------------------|------------------------------|--------|----------|
|        | X       | Y     |                                                |                              |        |          |
| A1 厂区内 | -264    | -755  | TSP、NH <sub>3</sub> 、<br>H <sub>2</sub> S、臭气浓度 | 2025年7月<br>28日~2025<br>年8月3日 | 项目厂区内  | /        |
| A2 径尾村 | -1856   | -3227 |                                                |                              | SW     | 2.3km    |



图 5.6-1 环境空气质量现状监测点设置图

## 2、监测项目

根据《环境影响评价技术导则 大气环境（HJ2.2-2018）》，及项目大气污染物排放特点，确定本次评价的环境空气质量监测项目包括：TSP、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S、臭气

浓度。

### 3、监测时间和频次

连续监测 7 天。

(1) TSP 日平均浓度监测的采样每日采样一次，每日采样时间 24 小时。

(2)  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  的 1 小时平均浓度的采样每天在当地时间 02、08、14、20 时采样，每日共采集 4 次，且每小时至少有 45 分钟的采样时间。

(3) 臭气浓度 1 小时平均浓度每天在当地时间 02、08、14、20 时瞬时采样，每日共采集 4 次，瞬时采样。

(4) 监测期间同时观测并记录气温、气压、风向、风速等气象要素。

### 4、采样和分析方法

本次监测的监测因子的分析及检出限见表 5.6-3。

表 5.6-3 环境空气监测因子分析及检出限

| 检测项目      | 依据的标准（方法）名称及编号                                             | 仪器设备           | 检出限                         |
|-----------|------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| 总悬浮颗粒物    | 《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》HJ 1263-2022                           | 电子天平 ME55      | $7\mu\text{g}/\text{m}^3$   |
| 氨         | 《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 533-2009                        | 可见分光光度计 V-5100 | $0.01\text{mg}/\text{m}^3$  |
| 硫化氢       | 《空气和废气监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局 2003 年 亚甲基蓝分光光度法（B）3.1.11（2） | 可见分光光度计 V-5100 | $0.001\text{mg}/\text{m}^3$ |
| 臭气浓度      | 《环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法》HJ 1262-2022                       | ——             | 10 无量纲                      |
| 样品采集和保存方法 | 《环境空气质量手工监测技术规范》HJ 194-2017、《恶臭污染环境监测技术规范》HJ 905-2017      |                |                             |

### 5、评价标准

A1~A2 点位位于大气环境二类区，TSP 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准； $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  执行《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 表 D.1 其它污染物空气质量浓度参考限值；臭气浓度参照执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）新改扩建项目二级厂界标准。

### 6、评价方法

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），对采用补充监测数据进行现状评价的，取各污染物不同评价时段监测浓度的最大值，作为评价范围

内环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度。对于有多个监测点位数据的，先计算相同时刻各监测点位平均值，再取各监测时段平均值中的最大值。计算方法见下式：

$$c_{\text{现状}(x, y)} = \max \left[ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_{\text{监测}(j, t)} \right]$$

式中： $c_{\text{现状}(x, y)}$ ——环境空气保护目标及网格点（x，y）环境质量现状浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$c_{\text{监测}(j, t)}$ ——第 j 个监测点位在 t 时刻环境质量现状浓度（包括 1h 平均、8h 平均或日平均质量浓度）， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$n$ ——现状补充监测点位数。

### 7、监测结果分析与评价

根据监测结果，进行统计分析，其他污染物环境质量现状（监测结果）表见表 5.6-4。

由评价结果可知，各环境空气质量监测点的各项环境空气质量监测指标均满足相应的环境质量标准要求，其中 TSP 满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准； $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  满足《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 表 D.1 其它污染物空气质量浓度参考限值；臭气浓度满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）新改扩建项目二级厂界标准。

表 5.6-4 其他污染物环境质量现状（监测结果）表

| 监测点位   | 监测点坐标/m |       | 污染物                  | 平均时间 | 评价标准/<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 监测浓度范围/<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 最大浓度占标率/% | 超标率/% | 达标情况 |
|--------|---------|-------|----------------------|------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-------|------|
|        | X       | Y     |                      |      |                                       |                                         |           |       |      |
| A1 厂区内 | -264    | -755  | TSP                  | 24h  | 300                                   | 98~117                                  | 39        | 0     | 达标   |
|        |         |       | $\text{NH}_3$        | 1h   | 200                                   | 20~80                                   | 40        | 0     | 达标   |
|        |         |       | $\text{H}_2\text{S}$ | 1h   | 10                                    | <1                                      | 10        | 0     | 达标   |
|        |         |       | 臭气浓度（无量纲）            | 1h   | 20                                    | <10                                     | 50        | 0     | 达标   |
| A2 径尾村 | -1856   | -3227 | TSP                  | 24h  | 300                                   | 84~102                                  | 34        | 0     | 达标   |
|        |         |       | $\text{NH}_3$        | 1h   | 200                                   | 20~110                                  | 55        | 0     | 达标   |
|        |         |       | $\text{H}_2\text{S}$ | 1h   | 10                                    | <1                                      | 10        | 0     | 达标   |
|        |         |       | 臭气浓度（无量纲）            | 1h   | 20                                    | <10                                     | 50        | 0     | 达标   |

备注：（1）以项目西北角（115.574445°E，22.729653°N）为原点，以正东方向为 X 轴、正

北方向为 Y 轴，建立相对坐标。

(2) 监测结果小于检测方法最低检出限的以检出限计算最大浓度占标率。

表 5.6-5 监测期间环境状况

| 检测日期       | 检测点位   | 检测时间           | 气温 (°C) | 相对湿度 (%) | 气压 (kPa) | 风向 | 风速 (m/s) |
|------------|--------|----------------|---------|----------|----------|----|----------|
| 2025.07.28 | A1 厂区内 | 02:00~03:00    | 27.7    | 79       | 100.5    | 北  | 1.7      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.0    | 70       | 100.4    | 北  | 1.4      |
|            |        | 14:00~15:00    | 31.8    | 63       | 100.2    | 西北 | 1.6      |
|            |        | 20:00~21:00    | 30.1    | 81       | 100.4    | 北  | 1.6      |
|            |        | 00:00~24:00    | 29.6    | 73       | 100.4    | 北  | 1.6      |
|            | A2 径尾村 | 02:00~03:00    | 27.8    | 80       | 100.5    | 西北 | 1.8      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.2    | 71       | 100.3    | 西北 | 1.5      |
|            |        | 14:00~15:00    | 31.9    | 65       | 100.3    | 北  | 1.7      |
|            |        | 20:00~21:00    | 30.2    | 82       | 100.4    | 北  | 1.7      |
|            |        | 00:00~24:00    | 29.8    | 74       | 100.4    | 北  | 1.7      |
| 2025.07.29 | A1 厂区内 | 02:00~03:00    | 27.3    | 82       | 100.5    | 西北 | 1.6      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.4    | 74       | 100.3    | 北  | 1.7      |
|            |        | 14:00~15:00    | 31.2    | 65       | 100.3    | 西北 | 1.3      |
|            |        | 20:00~21:00    | 29.9    | 77       | 100.4    | 北  | 1.8      |
|            |        | 00:01~次日 00:01 | 29.4    | 74       | 100.4    | 北  | 1.6      |
|            | A2 径尾村 | 02:00~03:00    | 27.4    | 83       | 100.5    | 北  | 1.7      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.5    | 75       | 100.4    | 西北 | 1.8      |
|            |        | 14:00~15:00    | 31.3    | 66       | 100.2    | 北  | 1.4      |
|            |        | 20:00~21:00    | 29.8    | 78       | 100.3    | 北  | 1.8      |
|            |        | 00:01~次日 00:01 | 29.5    | 75       | 100.4    | 北  | 1.7      |
| 2025.07.30 | A1 厂区内 | 02:00~03:00    | 27.7    | 78       | 100.6    | 北  | 1.5      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.6    | 69       | 100.4    | 西北 | 1.2      |
|            |        | 14:00~15:00    | 31.8    | 61       | 100.3    | 北  | 1.5      |
|            |        | 20:00~21:00    | 29.3    | 72       | 100.4    | 西北 | 1.6      |
|            |        | 00:02~次日 00:02 | 29.6    | 70       | 100.4    | 北  | 1.4      |
| 2025.07.30 | A2 径尾村 | 02:00~03:00    | 27.6    | 77       | 100.6    | 北  | 1.6      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.5    | 68       | 100.5    | 西北 | 1.3      |
|            |        | 14:00~15:00    | 31.7    | 60       | 100.3    | 西北 | 1.7      |
|            |        | 20:00~21:00    | 29.2    | 73       | 100.5    | 北  | 1.5      |
|            |        | 00:02~次日 00:02 | 29.5    | 70       | 100.5    | 北  | 1.5      |
| 2025.07.31 | A1 厂区内 | 02:00~03:00    | 27.7    | 79       | 100.5    | 南  | 1.7      |
|            |        | 08:00~09:00    | 29.7    | 70       | 100.4    | 西南 | 2.0      |

| 检测日期       | 检测点位   | 检测时间          | 气温（℃） | 相对湿度（%） | 气压（kPa） | 风向 | 风速（m/s） |
|------------|--------|---------------|-------|---------|---------|----|---------|
|            |        | 14:00~15:00   | 32.0  | 66      | 100.2   | 西南 | 1.5     |
|            |        | 20:00~21:00   | 29.4  | 80      | 100.4   | 西南 | 1.8     |
|            |        | 00:03~次日00:03 | 29.7  | 74      | 100.4   | 西南 | 1.7     |
|            | A2 径尾村 | 02:00~03:00   | 27.8  | 80      | 100.5   | 西南 | 1.8     |
|            |        | 08:00~09:00   | 29.8  | 71      | 100.3   | 西南 | 2.1     |
|            |        | 14:00~15:00   | 32.1  | 67      | 100.3   | 南  | 1.6     |
|            |        | 20:00~21:00   | 29.5  | 81      | 100.4   | 西南 | 1.9     |
|            |        | 00:03~次日00:03 | 29.8  | 75      | 100.4   | 西南 | 1.8     |
| 2025.08.01 | A1 厂区内 | 02:00~03:00   | 26.9  | 83      | 100.4   | 南  | 1.8     |
|            |        | 08:00~09:00   | 29.1  | 75      | 100.3   | 西南 | 2.1     |
|            |        | 14:00~15:00   | 31.2  | 66      | 100.2   | 西南 | 1.6     |
|            |        | 20:00~21:00   | 28.9  | 79      | 100.4   | 南  | 1.9     |
|            |        | 00:04~次日00:04 | 29.0  | 76      | 100.3   | 南  | 1.8     |
|            | A2 径尾村 | 02:00~03:00   | 27.0  | 84      | 100.4   | 西南 | 1.9     |
|            |        | 08:00~09:00   | 29.2  | 76      | 100.2   | 南  | 2.0     |
|            |        | 14:00~15:00   | 31.3  | 67      | 100.2   | 南  | 1.7     |
|            |        | 20:00~21:00   | 29.0  | 80      | 100.3   | 西南 | 1.6     |
|            |        | 00:04~次日00:04 | 29.1  | 77      | 100.3   | 南  | 1.8     |
| 2025.08.02 | A1 厂区内 | 02:00~03:00   | 27.0  | 84      | 100.4   | 西南 | 1.6     |
|            |        | 08:00~09:00   | 28.9  | 76      | 100.3   | 西南 | 1.9     |
|            |        | 14:00~15:00   | 30.7  | 68      | 100.2   | 西  | 2.2     |
|            |        | 20:00~21:00   | 29.2  | 75      | 100.3   | 西南 | 1.5     |
|            |        | 00:05~次日00:05 | 28.9  | 76      | 100.3   | 西南 | 1.8     |
|            | A2 径尾村 | 02:00~03:00   | 27.2  | 84      | 100.4   | 南  | 1.7     |
|            |        | 08:00~09:00   | 29.1  | 75      | 100.3   | 西南 | 2.1     |
|            |        | 14:00~15:00   | 30.9  | 69      | 100.3   | 西南 | 1.8     |
|            |        | 20:00~21:00   | 29.4  | 77      | 100.4   | 西南 | 1.6     |
|            |        | 00:05~次日00:05 | 29.1  | 76      | 100.4   | 西南 | 1.8     |
| 2025.08.03 | A1 厂区内 | 02:00~03:00   | 26.7  | 83      | 100.4   | 南  | 2.2     |
|            |        | 08:00~09:00   | 29.0  | 75      | 100.3   | 西南 | 1.8     |
|            |        | 14:00~15:00   | 30.8  | 66      | 100.3   | 西南 | 2.1     |
|            |        | 20:00~21:00   | 28.9  | 77      | 100.4   | 南  | 2.0     |
|            |        | 00:06~次日00:06 | 28.8  | 75      | 100.3   | 西南 | 2.0     |
|            | A2 径尾村 | 02:00~03:00   | 26.8  | 84      | 100.4   | 南  | 2.1     |

| 检测日期 | 检测点位 | 检测时间          | 气温（℃） | 相对湿度（%） | 气压（kPa） | 风向 | 风速（m/s） |
|------|------|---------------|-------|---------|---------|----|---------|
|      |      | 08:00~09:00   | 29.1  | 76      | 100.2   | 西南 | 1.9     |
|      |      | 14:00~15:00   | 30.9  | 67      | 100.2   | 西南 | 2.1     |
|      |      | 20:00~21:00   | 28.8  | 78      | 100.3   | 南  | 1.7     |
|      |      | 00:06~次日00:06 | 28.9  | 76      | 100.3   | 南  | 1.9     |

### 5.6.3小结

根据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》中大气环境质量数据，结合生态环境部环境工程评估中心环境空气质量模型技术支持服务系统环境空气质量达标区判定，以 2024 年为基准年，汕尾市属于环境空气质量达标区。

根据 2025 年 7 月 28 日~2025 年 8 月 3 日在项目所在区域进行的环境空气质量监测，评价区域内环境空气质量 TSP、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S、臭气浓度均满足相应的环境质量标准要求。

## 5.7声环境质量现状调查与评价

为了解项目周边声环境质量现状，广东智环创新环境科技有限公司于 2025 年 7 月 28 日~2025 年 8 月 3 日对项目所在区域声环境质量进行一期现状补充监测。

### 1、监测点位

项目 200 米范围内无敏感点，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）的有关规定，在项目各边界分别布设 1 个声环境监测点，共布设 4 个监测点。监测点情况见表 5.7-1 和图 5.7-1。

表 5.7-1 声环境质量现状监测点设置一览表

| 编号 | 监测点位    | 经纬度                      |
|----|---------|--------------------------|
| N1 | 北边界外 1m | 115.576422°E，22.727949°N |
| N2 | 东边界外 1m | 115.572259°E，22.721147°N |
| N3 | 南边界外 1m | 115.566723°E，22.719645°N |
| N4 | 西边界外 1m | 115.562067°E，22.722713°N |



图 5.7-1 声环境质量现状监测点设置图

## 2、监测项目

昼、夜间等效连续 A 声级，夜间突发噪声最大 A 声级。

## 3、监测时间和频次

连续监测 2 天，每天昼间（6:00-22:00）和夜间（22:00-6:00）各 1 次。

## 4、监测方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）的相关要求进行：①每次每个测点测量 10min，记录主要声源；②监测时避开节假日及非工作日。

表 5.7-2 噪声检测及分析方法



|      |                      |             |     |
|------|----------------------|-------------|-----|
| 检测项目 | 依据的标准（方法）名称及编号       | 仪器设备        | 检出限 |
| 环境噪声 | 《声环境质量标准》GB3096-2008 | 声级计 AWA5688 | ——  |

### 5、评价标准

根据《汕尾市声环境功能区划方案》（汕环〔2021〕109号）《汕尾市生态环境局关于<汕尾市声环境功能区划方案>的补充说明》（汕尾市生态环境局，2024年1月8日），本项目建成投入运行前，未实现港口码头功能，声环境质量现状执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类声环境功能区标准，项目北侧紧邻国道G236线，道路及边界线外35m距离按照4a类声环境功能区执行。

### 6、监测和评价结果

声环境质量现状监测及评价结果见表5.7-3，可知，N1声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准限值，N2~N4满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值。

表 5.7-3 声环境质量现状监测结果及评价结果

| 检测日期       | 检测点位       | 检测时间 | 检测结果（dB（A）） | 主要声源   | 执行标准（dB（A）） | 达标情况 |
|------------|------------|------|-------------|--------|-------------|------|
|            |            |      | Leq         |        |             |      |
| 2025.07.28 | N1 北厂界外 1m | 昼间   | 47          | 社会生活噪声 | 70          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 47          | 环境噪声   | 55          | 达标   |
|            | N2 东厂界外 1m | 昼间   | 50          | 社会生活噪声 | 60          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 47          | 环境噪声   | 50          | 达标   |
|            | N3 南厂界外 1m | 昼间   | 48          | 社会生活噪声 | 60          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 47          | 环境噪声   | 50          | 达标   |
|            | N4 西厂界外 1m | 昼间   | 48          | 社会生活噪声 | 60          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 47          | 环境噪声   | 50          | 达标   |
| 2025.07.29 | N1 北厂界外 1m | 昼间   | 48          | 社会生活噪声 | 70          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 46          | 环境噪声   | 55          | 达标   |
|            | N2 东厂界外 1m | 昼间   | 49          | 社会生活噪声 | 60          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 47          | 环境噪声   | 50          | 达标   |
|            | N3 南厂界外 1m | 昼间   | 49          | 社会生活噪声 | 60          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 47          | 环境噪声   | 50          | 达标   |
|            | N4 西厂界外 1m | 昼间   | 48          | 社会生活噪声 | 60          | 达标   |
|            |            | 夜间   | 46          | 环境噪声   | 50          | 达标   |

## 5.8地下水环境质量现状调查与评价

### 5.8.1水文地质条件调查

本项目所在地属于韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区，项目场地水文地质条件简述如下：

a.地下水类型和赋存状态场地地下水主要赋存在细砂、中砂、粗砂层的孔隙中及泥质粉砂岩风化带风化裂隙中。

b.主要含水层特征场地内淤泥、淤泥质土、中砂、粗砂层为主要含水层，富水性丰富，该层分布广泛。强风化泥质粉砂岩的风化裂隙水分布不均匀，呈网纹状分布，风化层厚度较大，风化裂隙发育，局部地段呈现地下水活动较强的痕迹。细砂、中砂、粗砂含水层上部有淤泥质土、粉质粘土层覆盖，与地表水水力联系较弱，与下部泥质粉砂岩风化带的风化裂隙水直接接触，水力联系密切。基坑开挖范围的地下水以承压水为主。从地层的含水性分析，开挖深度内粉砂层为强富水层，地下水丰富。基坑开挖范围及其附近的主要含水层为：人工填土，中等富水，透水：淤泥，中等富水，弱透水；细砂，强富水，中等透水。其余含水层对基坑开挖影响不大。

#### 1、区域地质构造

根据区域地质资料，本工程场区地处华南褶皱系南缘——粤东沿海大陆边缘活动带。粤东沿海一带自震旦纪至中三迭世一直为隆起和受剥蚀；晚三迭世开始，由于库拉—太平洋板块向欧亚大陆强烈碰撞和俯冲，结束了本区域准地台历史，转入了以断块和岩浆强烈活动为特征的大陆边缘活动带发展阶段，在沉降带发育有晚三迭—中侏罗系的巨厚复陆屑式和火山岩建造；晚侏罗~早白垩世随着深大断裂活动的加强，发生了多期岩浆喷发和侵入，形成了中、晚燕山期各类花岗岩侵入体和一系列北东向展布的上迭式陆相火山岩。

场区内本次勘察钻孔所揭露的基岩为燕山四期（ $r_5^3$ ）粗粒花岗岩及其各级风化岩和残积土，其上为一套以海相沉积为主的海相、海漫滩相沉积地层。

场区外围分布的断裂构造，主要有东西向构造体系的高要~惠来断裂带（该断裂控制了汕尾、捷胜、甲子岩体走向）、北东向的梅陇断裂带、陆丰断裂带及汕头~惠来深断裂带。这些规模较大的断裂带均在本场区外围经过，距本场区较远，对本场区的区域稳定影响不大。具体地来说，根据区域地质资料和本次现场

勘察，未发现实测性和推测性断裂经过本场区。

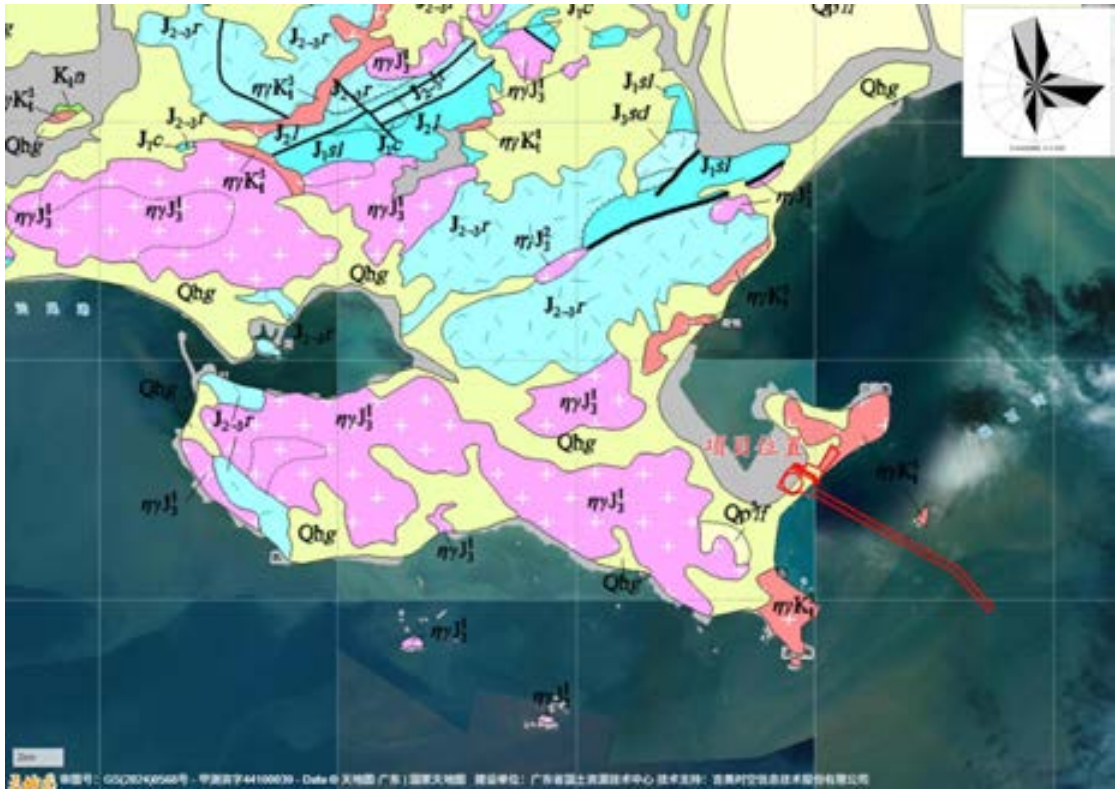


图 5.8-1 本项目所在区域基础地质图

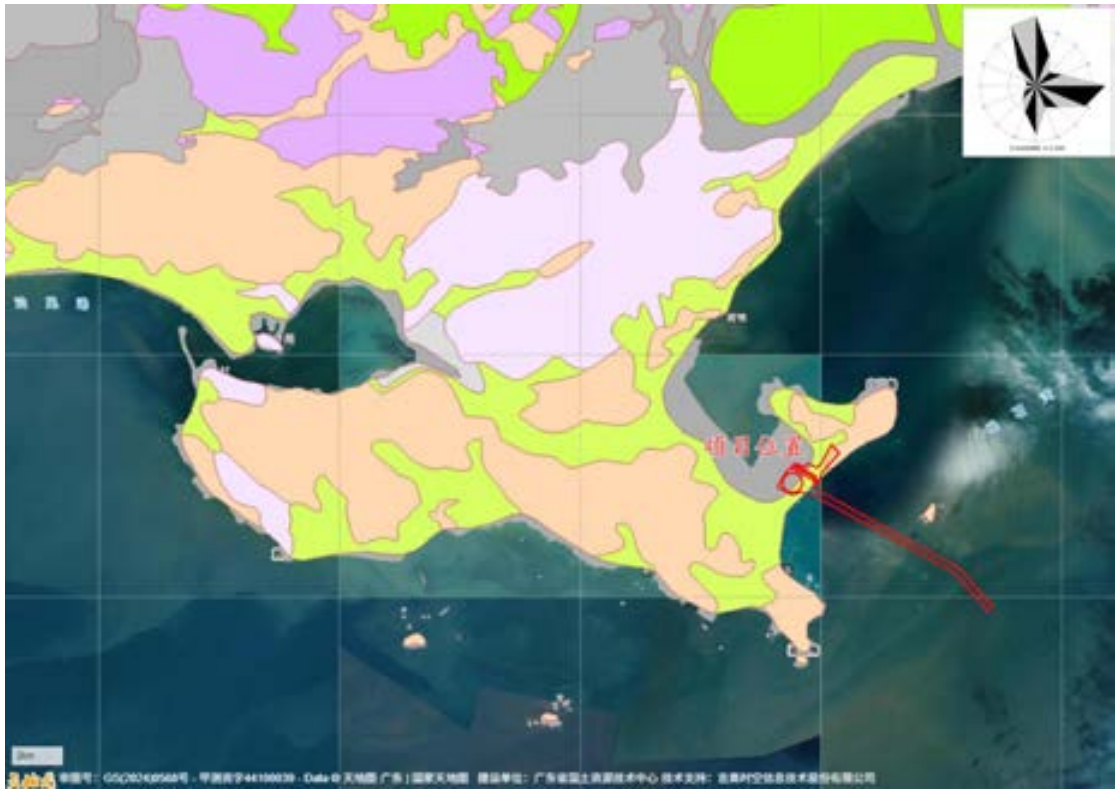


图 5.8-2 本项目所在区域水文地质图

2、码头区岩土体分层情况

根据本次勘察揭露，并结合区域地质资料，场区地层由四大部分构成：①层为第四系全新统人工填土层（ $Q_4^{ml}$ ）；②～④层为第四系全新统海陆交互相沉积层（ $Q_4^{mc}$ ）；⑤层为第四系砂质粘性土（残积土层  $Q^{el}$ ）；⑥层为燕山期花岗岩（ $r_5^3$ ）。

依据岩、土层物理力学性质及地质特征，将场区地层划分为 6 个工程地质层、19 个地质亚层，具体岩土体分层情况见表 5.8-1。

表 5.8-1 场区岩土体分层情况表

| 序号 | 地层编号             | 地层名称     | 地层时代成因                       |
|----|------------------|----------|------------------------------|
| 1  | ① <sub>1</sub>   | 素填土      | 第四系全新统人工填土层 $Q_4^{ml}$       |
| 2  | ① <sub>2</sub>   | 回填碎石     |                              |
| 3  | ① <sub>4</sub>   | 回填砂      |                              |
| 4  | ② <sub>1</sub>   | 淤泥～淤泥质土  | 第四系全新统海陆交互相沉积层<br>$Q_4^{mc}$ |
| 5  | ② <sub>2</sub>   | 黏土～粉质黏土  |                              |
| 6  | ② <sub>3</sub>   | 粉细砂      |                              |
| 7  | ② <sub>4</sub>   | 中粗砂      |                              |
| 8  | ③ <sub>1</sub>   | 淤泥质土     |                              |
| 9  | ③ <sub>2</sub>   | 黏土～粉质黏土  |                              |
| 10 | ③ <sub>3</sub>   | 粉细砂      |                              |
| 11 | ③ <sub>4</sub>   | 中粗砂      |                              |
| 12 | ④ <sub>1</sub>   | 黏土～粉质黏土  |                              |
| 13 | ④ <sub>2</sub>   | 粉砂 细砂    |                              |
| 14 | ④ <sub>3</sub>   | 中砂 粗砂 砾砂 |                              |
| 15 | ④ <sub>3-1</sub> | 中砂 粗砂 砾砂 |                              |
| 16 | ⑤                | 残积土      | 第四系残积土层 $Q^{el}$             |
| 17 | ⑥ <sub>1</sub>   | 全风化花岗岩   | 燕山期花岗岩 $r_5^3$               |
| 18 | ⑥ <sub>2</sub>   | 强风化花岗岩   |                              |
| 19 | ⑥ <sub>3</sub>   | 中风化花岗岩   |                              |

### 3、港池区岩土体分层情况

根据本次勘察揭露，并结合区域地质资料，场区地层由四大部分构成：①层为第四系全新统人工填土层（ $Q_4^{ml}$ ）；②～④层为第四系全新统海陆交互相沉积层（ $Q_4^{mc}$ ）；⑤层为第四系砂质粘性土（残积土层  $Q^{el}$ ）；⑥层为燕山期花岗岩。

依据岩、土层物理力学性质及地质特征，将场区地层划分为 6 个工程地质层、23 个地质亚层，具体岩土体分层情况见表 5.8-2。

表 5.8-2 场区岩土体分层情况表

| 序号 | 地层编号           | 地层名称 | 地层时代成因                 |
|----|----------------|------|------------------------|
| 1  | ① <sub>1</sub> | 素填土  | 第四系全新统人工填土层 $Q_4^{ml}$ |
| 2  | ① <sub>2</sub> | 回填碎石 |                        |

|    |                  |           |                                                |
|----|------------------|-----------|------------------------------------------------|
| 3  | ① <sub>3</sub>   | 杂填土       | 第四系全新统海陆交互相沉积层<br>Q <sub>4</sub> <sup>mc</sup> |
| 4  | ① <sub>4</sub>   | 回填砂       |                                                |
| 5  | ① <sub>5</sub>   | 回填煤渣      |                                                |
| 6  | ② <sub>1</sub>   | 淤泥~淤泥质土   |                                                |
| 7  | ② <sub>2</sub>   | 粘土~粉质粘土   |                                                |
| 8  | ② <sub>3</sub>   | 粉细砂       |                                                |
| 9  | ② <sub>4</sub>   | 中粗砂       |                                                |
| 10 | ③ <sub>1</sub>   | 淤泥质土      |                                                |
| 11 | ③ <sub>2</sub>   | 粘土~粉质粘土   |                                                |
| 12 | ③ <sub>3</sub>   | 粉细砂       |                                                |
| 13 | ③ <sub>4</sub>   | 中粗砂       |                                                |
| 14 | ④ <sub>1</sub>   | 粘土~粉质粘土   |                                                |
| 15 | ④ <sub>2</sub>   | 粉细砂       |                                                |
| 16 | ④ <sub>3</sub>   | 粗砾砂       |                                                |
| 17 | ④ <sub>3-1</sub> | 粗砾砂       |                                                |
| 18 | ⑤                | 砂质粘性土     | 第四系残积土层 Q <sup>el</sup>                        |
| 19 | ⑥ <sub>1</sub>   | 全风化花岗岩    | 燕山期花岗岩 r <sub>5</sub> <sup>3</sup>             |
| 20 | ⑥ <sub>2</sub>   | 强风化花岗岩    |                                                |
| 21 | ⑥ <sub>2-1</sub> | 碎块状强风化花岗岩 |                                                |
| 22 | ⑥ <sub>3</sub>   | 中风化花岗岩    |                                                |
| 23 | ⑥ <sub>4</sub>   | 微风化花岗岩    |                                                |

## 5.8.2地下水开发利用现状

根据资料分析，项目评价范围内没有地下水集中供水水源地。区域生活用水及工业用水基本采用自来水，区域地下水不存在超采、水资源浪费及城市供水存在安全隐患等问题。

## 5.8.3地下水环境质量现状调查与评价

为了解项目周边地下水环境质量现状，广东智环创新环境科技有限公司于2025年7月31日~2025年8月2日对项目所在区域地下水环境质量进行了一期现状补充监测。

### 1、监测点位

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)，本项目地下水环境影响评价工作等级为二级。结合项目选址，本项目在评价区域内布设10个监测点位，分别做地下水水质、水位监测。其中GW1~GW5为水质、水位监测点，GW6~GW10为水位监测点，具体布点情况见表5.8-3和图5.8-3。

表 5.8-3 地下水现状监测点设置一览表

| 编号   | 监测井位              | 井口<br>标高<br>(m) | 水位<br>标高<br>(m) | 水位<br>埋深<br>(m) | 取样<br>深度<br>(m) | 坐标                          | 备注        |
|------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------|
| GW1  | 项目场地内西北<br>侧空地    | 5.4             | 0.02            | 3.59            | 1               | 115.573795°E<br>22.727164°N | 水质、<br>水位 |
| GW2  | 项目场地内东侧<br>空地     | 4.52            | -0.67           | 2.6             | 1               | 115.573474°E<br>22.724490°N |           |
| GW3  | 项目场地内西南<br>侧空地    | 5.5             | -2.52           | 3.4             | 1               | 115.567126°E<br>22.719552°N |           |
| GW4  | 新围村               | 1.35            | 1.6             | 0.45            | 1               | 115.573495°E<br>22.734034°N |           |
| GW5  | 施公寮村              | 3.82            | 4.04            | 1.82            | 1               | 115.587512°E<br>22.738818°N |           |
| GW6  | 项目场地内西南<br>角空地    | 4.63            | -1.46           | 1.62            | —               | 115.563458°E<br>22.722169°N | 水位        |
| GW7  | 项目场地内东南<br>角空地    | 3.11            | -1.43           | 2.32            | —               | 115.568281°E<br>22.718760°N |           |
| GW8  | 项目厂界外东北<br>侧废弃养殖塘 | 4.17            | 1.78            | 1.78            | —               | 115.580705°E<br>22.730724°N |           |
| GW9  | 项目厂界外北侧<br>空地     | 4.08            | 2.47            | 2.41            | —               | 115.578597°E<br>22.731174°N |           |
| GW10 | 项目厂界外西北<br>侧林地    | 4.33            | 5.02            | 2.12            | —               | 115.570990°E<br>22.737552°N |           |





图 5.8-3 地下水环境质量现状监测点设置图

## 2、监测项目

GW1~GW5 为地下水水质、水位监测点位，水质监测项目共计 35 项：

①八大离子： $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ ；

②其他因子：pH、总硬度（以  $CaCO_3$  计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类（以苯酚计）、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数、

氨氮、硫化物、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物（以 F-计）、汞、砷、镍、镉、铬（六价）、铅、石油烃。

### 3、监测频次和方法

进行一期监测，取样一次，取样时须至少抽取 3 倍井管体积的水后再取样，取样深度在距地下水面 1m 以内。监测时应调查取样井深度、测定取样井点坐标（经纬度）、井内水位埋深、取样深度，取样时拍照，其它按照《地下水环境监测技术规范》的要求执行。

### 4、分析方法

本次地下水现状监测因子的分析及检出限见表 5.8-4。

表 5.8-4 地下水监测因子分析及检出限

| 检测项目     | 依据的标准（方法）名称及编号                                           | 仪器设备               | 检出限        |
|----------|----------------------------------------------------------|--------------------|------------|
| pH 值     | 《水质 pH 值的测定 电极法》<br>HJ 1147-2020                         | 便携式 pH/ORP 计 SX721 | ——         |
| 总硬度      | 《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》GB/T 7477-1987                     | 滴定管                | 5.0mg/L    |
| 溶解性总固体   | 《地下水水质分析方法 第 9 部分：溶解性固体总量的测定 重量法》<br>DZ/T 0064.9-2021    | 电子天平<br>AUW120D    | 2mg/L      |
| 耗氧量      | 《地下水水质分析方法 第 68 部分：耗氧量的测定酸性高锰酸钾滴定法》<br>DZ/T 0064.68-2021 | 滴定管                | 0.4mg/L    |
|          | 《地下水水质分析方法 第 69 部分：耗氧量的测定碱性高锰酸钾滴定法》<br>DZ/T 0064.69-2021 | 滴定管                | 0.4mg/L    |
| 氨氮       | 《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535-2009                          | 紫外可见分光光度计 UV3660   | 0.025mg/L  |
| 挥发酚      | 《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ 503-2009                     | 紫外可见分光光度计 UV3660   | 0.0003mg/L |
| 氰化物      | 《地下水水质分析方法第 52 部分：氰化物的测定吡啶-吡啶啉酮分光光度法》DZ/T 0064.52-2021   | 紫外可见分光光度计 UV3660   | 0.002mg/L  |
| 氟化物      | 《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》GB/T 7484-1987                        | 离子计 PXSJ-216F      | 0.05mg/L   |
| 阴离子表面活性剂 | 《水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法》<br>GB/T 7494-1987              | 紫外可见分光光度计 UV3660   | 0.05mg/L   |
| 硫化物      | 《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》HJ 1226-2021                        | 紫外可见分光光度计 UV3660   | 0.003mg/L  |



| 检测项目                                       | 依据的标准（方法）名称及编号                                                      | 仪器设备                 | 检出限         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| 氯化物                                        | 《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》GB/T 11896-1989                                   | 滴定管                  | 10.0mg/L    |
| 硫酸盐                                        | 《水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法（试行）》HJ/T 342-2007                               | 紫外可见分光光度计 UV3660     | 1.0mg/L     |
| 硝酸盐氮                                       | 《水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法（试行）》HJ/T 346-2007                               | 紫外可见分光光度计 UV3660     | 0.08mg/L    |
| 亚硝酸盐氮                                      | 《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》GB/T 7493-1987                                   | 紫外可见分光光度计 UV3660     | 0.003mg/L   |
| 碳酸根                                        | 《地下水水质分析方法 第 49 部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法》DZ/T 0064.49-2021          | 滴定管                  | 5.0mg/L     |
| 重碳酸根                                       |                                                                     |                      | 5.0mg/L     |
| 六价铬                                        | 《地下水水质分析方法 第 17 部分：总铬和六价铬量的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》DZ/T 0064.17-2021         | 紫外可见分光光度计 UV3660     | 0.004mg/L   |
| 汞                                          | 《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014                                  | 原子荧光光度计 AFS-8520     | 0.00004mg/L |
| 砷                                          |                                                                     |                      | 0.0003mg/L  |
| 铁                                          | 《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989                              | 原子吸收分光光度计 TAS-990AFG | 0.03mg/L    |
| 锰                                          |                                                                     |                      | 0.01mg/L    |
| 铜                                          | 《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ 700-2014                               | 电感耦合等离子体质谱仪 7850     | 0.00008mg/L |
| 锌                                          |                                                                     |                      | 0.00067mg/L |
| 铅                                          |                                                                     |                      | 0.00009mg/L |
| 镉                                          |                                                                     |                      | 0.00005mg/L |
| 镍                                          |                                                                     |                      | 0.00006mg/L |
| 钾                                          | 《水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11904-1989                              | 原子吸收分光光度计 TAS-990AFG | 0.05mg/L    |
| 钠                                          |                                                                     |                      | 0.01mg/L    |
| 钙                                          | 《水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法》GB/T 11905-1989                                | 原子吸收分光光度计 TAS-990AFG | 0.02mg/L    |
| 镁                                          |                                                                     |                      | 0.002mg/L   |
| 总大肠菌群                                      | 《水和废水监测分析方法》（第四版 增补版）国家环境保护总局 2002 年多管发酵法（B）5.2.5（1）                | 生化培养箱 LRH-150        | ——          |
| 细菌总数                                       | 《水质 细菌总数的测定 平皿计数法》HJ 1000-2018                                      | 生化培养箱 LRH-150        | ——          |
| 可萃取性石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | 《水质 可萃取性石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）的测定 气相色谱法》HJ 894-2017 | 气相色谱仪 Trace1300      | 0.01mg/L    |
| 样品采集和保存方法                                  | 《地下水环境监测技术规范》HJ 164-2020                                            |                      |             |

## 5、评价标准

根据《广东省地下水功能区划》（粤办函〔2009〕459 号），本项目位于“韩

江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区（H084415002S01）”，地下水表 2.3-3 水质目标为Ⅲ类，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准限值。

## 6、评价方法

地下水水质现状评价应采用标准指数法进行评价。标准指数 $>1$ 。表明该水质因子已超过了规定的水质标准，指数值越大，超标越严重。标准指数计算公式公为以下两种情况：对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中： $P_i$ ——第  $i$  个水质因子的标准指数，无量纲； $C_i$ ——第  $i$  个水质因子的监测浓度值，mg/L； $C_{si}$ ——第  $i$  个水质因子的标准浓度值，mg/L；

对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH} = \frac{(7.0 - pH)}{(7.0 - pH_{sd})} \quad \text{当 } pH \leq 7.0$$
$$P_{pH} = \frac{(pH - 7.0)}{(pH_{su} - 7.0)} \quad \text{当 } pH > 7.0$$

式中： $P_{pH}$ ——pH 的标准指数，无量纲； $pH$ ——监测值； $pH_{su}$ ——水质标准中规定的 pH 的上限值； $pH_{sd}$ ——水质标准中规定的 pH 的下限值。

## 7、监测结果及评价

地下水环境质量现状监测结果见表 5.8-5，现状监测标准指数评价见表 5.8-6。

地下水质量调查及评价结果表明，调查点位 GW4、GW5 各监测项目均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准；GW1、GW2 除耗氧量外其余监测项目均满足Ⅲ类标准；GW3 除总硬度、溶解性总固体、耗氧量、氨氮、氟化物、氯化物、硫酸盐、锰、钠外其余监测项目均满足Ⅲ类标准。

根据《广东省地下水功能区划》（粤办函〔2009〕459 号），“韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区”个别地段 pH、Fe 超标。由此推测，地下水中总硬度、溶解性总固体、锰超标是由于区域地质条件所致；氯化物、硫酸盐、钠超标原因可能为海水入侵导致；GW3 点位临近养殖塘，耗氧量、氨氮超标可能受养殖塘富营养化导致；氟化物超标主要受水化学过程影响，调查区域为碱性环境（ $pH > 7$ ），此条件下容易促进氟从矿物中解吸。

表 5.8-5 地下水水环境现状监测结果一览表单位：mg/L（pH 无量纲）

| 采样日期                                       | 2025.08.01    |                      | 2025.08.02     |         |          | 检出限         |
|--------------------------------------------|---------------|----------------------|----------------|---------|----------|-------------|
| 采样点位                                       | GW2 项目场地内东侧空地 | GW3 项目场地内西南侧空地       | GW1 项目场地内西北侧空地 | GW4 新围村 | GW5 施公寮村 |             |
| pH 值                                       | 7.9           | 7.3                  | 7.9            | 7.8     | 7.6      | ——          |
| 总硬度                                        | 253           | 2.92×10 <sup>3</sup> | 190            | 29.3    | 134      | 5.0mg/L     |
| 溶解性总固体                                     | 404           | 7.44×10 <sup>3</sup> | 272            | 56      | 320      | 2mg/L       |
| 耗氧量                                        | 4             | 5.4                  | 3.5            | 1       | 1.3      | 0.4mg/L     |
| 氨氮                                         | 0.045         | 0.794                | 0.042          | 0.03    | 0.196    | 0.025mg/L   |
| 挥发酚                                        | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.0003mg/L  |
| 氰化物                                        | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.002mg/L   |
| 氟化物                                        | 0.19          | 1.14                 | 0.1            | ND      | 0.09     | 0.05mg/L    |
| 硫化物                                        | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.003mg/L   |
| 氯化物                                        | 76.9          | 2.64×10 <sup>3</sup> | 20.1           | 11.8    | 74       | 10.0mg/L    |
| 硫酸盐                                        | 5.5           | 942                  | 1.6            | 3.5     | 26.2     | 1.0mg/L     |
| 硝酸盐氮                                       | 0.42          | 1.04                 | 0.6            | ND      | 15.4     | 0.08mg/L    |
| 亚硝酸盐氮                                      | 0.004         | 0.012                | 0.007          | ND      | 0.014    | 0.003mg/L   |
| 碳酸根                                        | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 5.0mg/L     |
| 重碳酸根                                       | 258           | 565                  | 150            | 20.4    | 76.3     | 5.0mg/L     |
| 阴离子表面活性剂                                   | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.05mg/L    |
| 六价铬                                        | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.004mg/L   |
| 汞                                          | 0.00014       | 0.00011              | 0.00016        | 0.00017 | 0.00012  | 0.00004mg/L |
| 砷                                          | 0.0006        | 0.0014               | 0.0012         | 0.0019  | 0.0012   | 0.0003mg/L  |
| 铁                                          | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.03mg/L    |
| 锰                                          | 0.02          | 0.96                 | 0.01           | ND      | 0.01     | 0.01mg/L    |
| 铜                                          | 0.00081       | 0.00248              | 0.00102        | 0.00676 | 0.00056  | 0.00008mg/L |
| 锌                                          | ND            | ND                   | ND             | 0.0319  | 0.00559  | 0.00067mg/L |
| 铅                                          | ND            | ND                   | ND             | ND      | 0.00014  | 0.00009mg/L |
| 镉                                          | ND            | ND                   | ND             | ND      | ND       | 0.00005mg/L |
| 镍                                          | 0.0003        | 0.00242              | 0.00027        | 0.00034 | 0.0003   | 0.00006mg/L |
| 钾                                          | 18.4          | 146                  | 5.5            | 0.94    | 14.7     | 0.05mg/L    |
| 钠                                          | 38            | 1.42×10 <sup>3</sup> | 8.5            | 6.65    | 40.2     | 0.01mg/L    |
| 钙                                          | 45            | 320                  | 27.8           | 6.26    | 33       | 0.02mg/L    |
| 镁                                          | 18.8          | 154                  | 12.6           | 0.685   | 6.01     | 0.002mg/L   |
| 可萃取性石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | 0.05          | 0.82                 | 0.04           | 0.07    | 0.04     | 0.01mg/L    |

| 采样日期              | 2025.08.01        |                   | 2025.08.02        |                   |                   | 检出限 |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|
| 采样点位              | GW2 项目场地内东侧空地     | GW3 项目场地内西南侧空地    | GW1 项目场地内西北侧空地    | GW4 新围村           | GW5 施公寮村          |     |
| 总大肠菌群 (MPN/100mL) | 72                | 84                | 69                | 22                | 10                | ——  |
| 细菌总数 (CFU/mL)     | $6.8 \times 10^2$ | $8.1 \times 10^2$ | $6.2 \times 10^2$ | $1.8 \times 10^2$ | $3.0 \times 10^2$ | ——  |

备注：“ND”表示该结果小于检测方法最低检出限。

表 5.8-6 地下水水环境现状评价结果一览表

| 采样日期     | 2025.08.01    |                | 2025.08.02     |         |          |
|----------|---------------|----------------|----------------|---------|----------|
| 采样点位     | GW2 项目场地内东侧空地 | GW3 项目场地内西南侧空地 | GW1 项目场地内西北侧空地 | GW4 新围村 | GW5 施公寮村 |
| pH 值     | —             | —              | —              | —       | —        |
| 总硬度      | 0.56          | 6.49           | 0.42           | 0.07    | 0.30     |
| 溶解性总固体   | 0.40          | 7.44           | 0.27           | 0.06    | 0.32     |
| 耗氧量      | 1.33          | 1.80           | 1.17           | 0.33    | 0.43     |
| 氨氮       | 0.09          | 1.59           | 0.08           | 0.06    | 0.39     |
| 挥发酚      | 0.08          | 0.08           | 0.08           | 0.08    | 0.08     |
| 氰化物      | 0.02          | 0.02           | 0.02           | 0.02    | 0.02     |
| 氟化物      | 0.19          | 1.14           | 0.10           | 0.03    | 0.09     |
| 硫化物      | 0.08          | 0.08           | 0.08           | 0.08    | 0.08     |
| 氯化物      | 0.31          | 10.56          | 0.08           | 0.05    | 0.30     |
| 硫酸盐      | 0.02          | 3.77           | 0.01           | 0.01    | 0.10     |
| 硝酸盐氮     | 0.02          | 0.05           | 0.03           | 0.00    | 0.77     |
| 亚硝酸盐氮    | 0.00          | 0.01           | 0.01           | 0.00    | 0.01     |
| 碳酸根      | —             | —              | —              | —       | —        |
| 重碳酸根     | —             | —              | —              | —       | —        |
| 阴离子表面活性剂 | 0.08          | 0.08           | 0.08           | 0.08    | 0.08     |
| 六价铬      | 0.04          | 0.04           | 0.04           | 0.04    | 0.04     |
| 汞        | 0.14          | 0.11           | 0.16           | 0.17    | 0.12     |
| 砷        | 0.06          | 0.14           | 0.12           | 0.19    | 0.12     |
| 铁        | 0.05          | 0.05           | 0.05           | 0.05    | 0.05     |
| 锰        | 0.20          | 9.60           | 0.10           | 0.05    | 0.10     |
| 铜        | 0.00          | 0.00           | 0.00           | 0.01    | 0.00     |
| 锌        | 0.00          | 0.00           | 0.00           | 0.03    | 0.01     |
| 铅        | 0.00          | 0.00           | 0.00           | 0.00    | 0.01     |
| 镉        | 0.01          | 0.01           | 0.01           | 0.01    | 0.01     |
| 镍        | 0.02          | 0.12           | 0.01           | 0.02    | 0.02     |
| 钾        | —             | —              | —              | —       | —        |

| 采样日期                                           | 2025.08.01            |                        | 2025.08.02             |             |              |
|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|--------------|
| 采样点位                                           | GW2 项目<br>场地内东<br>侧空地 | GW3 项目<br>场地内西<br>南侧空地 | GW1 项目<br>场地内西<br>北侧空地 | GW4 新围<br>村 | GW5 施公<br>寮村 |
| 钠                                              | 0.19                  | 7.10                   | 0.04                   | 0.03        | 0.20         |
| 钙                                              | —                     | —                      | —                      | —           | —            |
| 镁                                              | —                     | —                      | —                      | —           | —            |
| 可萃取性石油烃（<br>C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | —                     | —                      | —                      | —           | —            |

备注：低于检出限的以检出限一半计算标准指数。

## 5.9 土壤环境质量现状调查与评价

### 5.9.1 土地利用及土壤类型调查

#### 5.9.1.1 土地利用现状及土地利用规划

本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，项目用地土地利用现状情况为农用地（不涉及占用耕地及永久基本农田）、建设用地及未利用地，主要为林地、草地和废弃坑塘水面等，项目周边土地利用现状如图 5.9-1 所示。



图 5.9-1 本项目周边土地利用现状图

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程（陆域部分）节地评价报告》（广东东图规划科技有限公司，2025 年 7 月），根据《汕尾市红海湾北

片区控制性详细规划》，该项目用地区域用地性质为港口用地和防护绿地，项目周边土地利用规划主要有港口用地、防护绿地、工业用地、商业用地及仓储用地等，详见图 5.9-2。

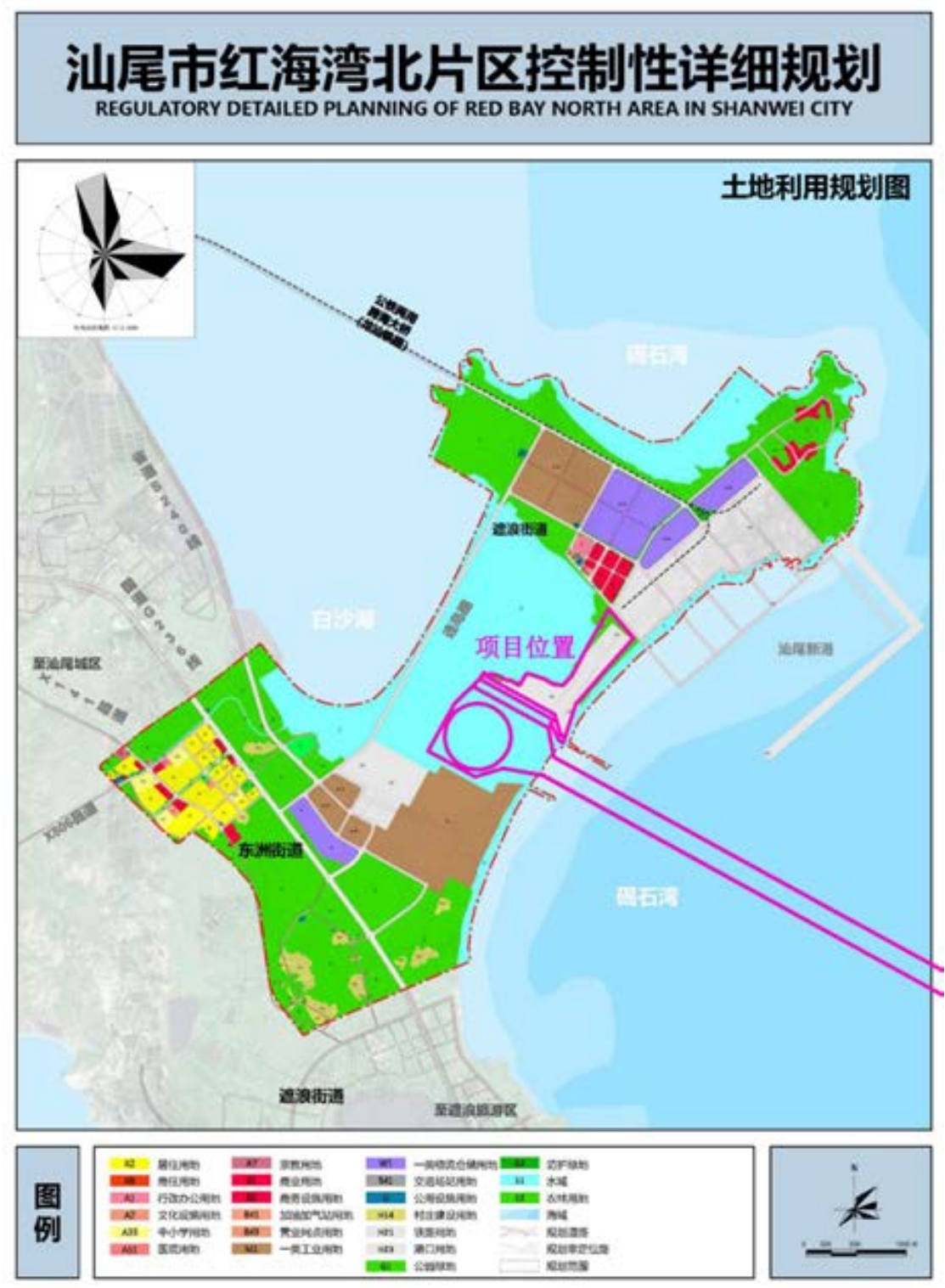


图 5.9-2 本项目周边土地利用规划图

5.9.1.2土壤类型调查

根据国家土壤信息服务平台查询结果（<http://www.soilinfo.cn/map/>），项目所在地土壤类型为南方水稻土。

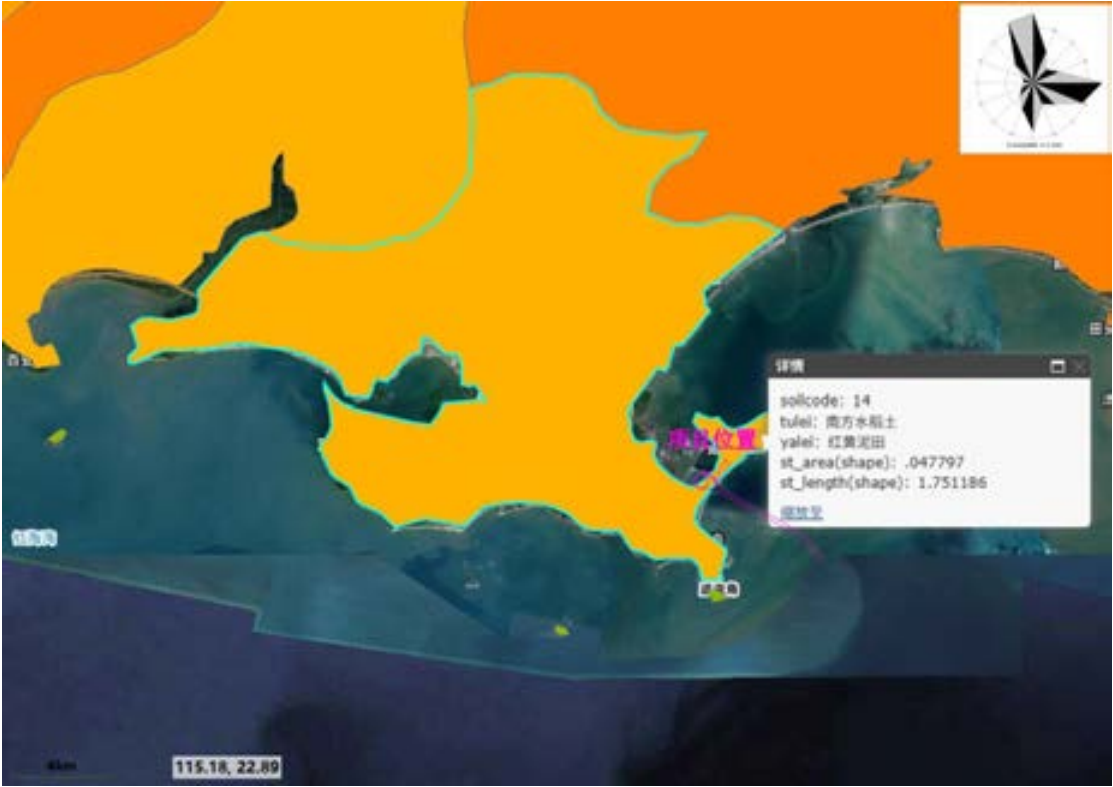


图 5.9-3 项目所在地土壤类型

5.9.2土壤环境质量现状调查与评价

为了解项目周边土壤环境质量现状,广东智环创新环境科技有限公司于2025年7月29日~2025年7月31日对项目所在区域土壤环境质量进行了一期现状补充监测。

1、监测点位

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），在评价区域内建设用地、农用地等进行布点采样，占地范围内布设3个柱状样点，1个表层样点，占地范围外2个表层样点。本项目监测点布设情况详见表 5.9-1 和图 5.9-4。

表 5.9-1 土壤现状监测点设置一览表

| 序号 | 范围   | 监测点位       | 取样类型 | 用地性质 | 监测项目           |
|----|------|------------|------|------|----------------|
| T1 | 占地范围 | 项目场地内西北侧空地 | 表层样  | 建设   | 《土壤环境质量 建设用地土壤 |



| 序号 | 范围    | 监测点位                     | 取样类型 | 用地性质 | 监测项目                                                                                                          |
|----|-------|--------------------------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T2 | 内     | 项目场地内空地（拟建第9类危险货物集装箱堆存区） | 柱状样  | 用地   | 污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中“表1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值”所列的45项基本项目，以及pH、石油烃（C <sub>10</sub> ~C <sub>40</sub> ）2项指标。 |
| T3 |       | 项目场地内西南侧空地               |      |      |                                                                                                               |
| T4 |       | 项目场地内东北部空地               |      |      |                                                                                                               |
| T5 | 占地范围外 | 项目场地外东北侧空地               | 表层样  | 农用地  | 监测项目为《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中“表1 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）”以及pH。                                    |
| T6 |       | 项目场地外西北侧空地               |      |      |                                                                                                               |



图 5.9-4 土壤环境质量现状监测点设置图



## 2、监测项目

(1) T1~T4 土壤样点监测所在区域规划为建设用地，土壤监测项目为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中“表 1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值”所列的 45 项基本项目及 pH、石油烃（C<sub>10</sub>~C<sub>40</sub>）。包括：

①重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；

②挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；

③半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、蔡；

④其他项目：pH、石油烃（C<sub>10</sub>~C<sub>40</sub>）。

(2) T5~T6 土壤监测样点为农林用地，土壤监测项目为《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中“表 1 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）”。包括：镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌及 pH。共 9 项指标。

(3) 土壤理化特性调查：

对 T2 点位调查土壤理化特性，包括土地结构、土壤结构、土壤质地、阳离子交换量、氧化还原电位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度等。

## 3、监测时间和频次

开展一次现状监测。采样一天，采样一次。

## 4、采样和分析方法

(1) 采样方法

表层样应在 0~0.2m 取样，取样方法参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）执行。柱状样在 0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 分别取样，建设用地土壤环境调查与监测按 HJ25.1、HJ25.2 及相关技术规定要求执行。

(2) 分析方法

本次土壤现状监测因子的分析方法及检出限见表 5.9-2。

表 5.9-2 土壤监测因子分析方法及检出限

| 检测项目     | 依据的标准（方法）名称及编号                                            | 仪器设备                           | 检出限                   |
|----------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| pH 值     | 《土壤 pH 值的测定 电位法》<br>HJ 962-2018                           | pH 计 PHS-3C                    | ——                    |
| 土壤容重     | 《土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定》NY/T 1121.4-2006                     | 电子天平 JJ1000                    | 0.01g/cm <sup>3</sup> |
| 总孔隙度     | 《森林土壤水分-物理性质的测定》LY/T 1215-1999                            | 电子天平 JJ1000                    | ——                    |
| 渗滤率      | 《森林土壤渗滤率的测定》<br>LY/T 1218-1999                            | ——                             | ——                    |
| 阳离子交换量   | 《土壤 阳离子交换量的测定 三氯化六氨合钴浸提-分光光度法》<br>HJ 889-2017             | 紫外可见分光光度计 UV3660               | 0.8cmol+/kg           |
| 氧化还原电位   | 《土壤 氧化还原电位的测定 电位法》HJ 746-2015                             | 土壤 ORP 计 TR901                 | ——                    |
| 六价铬      | 《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》HJ 1082-2019             | 原子吸收分光光度计 iCE3500              | 0.5mg/kg              |
| 总汞       | 《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 1 部分：土壤中总汞的测定》GB/T 22105.1-2008 | 原子荧光光度计 AFS-8520               | 0.002mg/kg            |
| 总砷       | 《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分：土壤中总砷的测定》GB/T 22105.2-2008 | 原子荧光光度计 AFS-8520               | 0.01mg/kg             |
| 铜        | 《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019              | 原子吸收分光光度计 TAS-990AFG           | 1mg/kg                |
| 锌        |                                                           |                                | 1mg/kg                |
| 铅        |                                                           |                                | 10mg/kg               |
| 镍        |                                                           |                                | 3mg/kg                |
| 铬        |                                                           | 原子吸收分光光度计 iCE3500              | 4mg/kg                |
| 镉        | 《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》<br>GB/T 17141-1997             | 原子吸收分光光度计 iCE3500              | 0.01mg/kg             |
| 四氯化碳     | 《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》<br>HJ 605-2011           | 气相色谱质谱联用仪<br>Trace1300/ISQ7000 | 1.3μg/kg              |
| 氯仿       |                                                           |                                | 1.1μg/kg              |
| 氯甲烷      |                                                           |                                | 1.0μg/kg              |
| 1,1-二氯乙烷 |                                                           |                                | 1.2μg/kg              |
| 1,2-二氯乙烷 |                                                           |                                | 1.3μg/kg              |

| 检测项目                                   | 依据的标准（方法）名称及编号                                                      | 仪器设备                 | 检出限       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| 1,1-二氯乙烯                               |                                                                     |                      | 1.0μg/kg  |
| 顺式-1,2-二氯乙烯                            |                                                                     |                      | 1.3μg/kg  |
| 反式-1,2-二氯乙烯                            |                                                                     |                      | 1.4μg/kg  |
| 二氯甲烷                                   |                                                                     |                      | 1.5μg/kg  |
| 1,2-二氯丙烷                               |                                                                     |                      | 1.1μg/kg  |
| 1,1,1,2-四氯乙烷                           |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 1,1,2,2-四氯乙烷                           |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 四氯乙烯                                   |                                                                     |                      | 1.4μg/kg  |
| 1,1,1-三氯乙烷                             |                                                                     |                      | 1.3μg/kg  |
| 1,1,2-三氯乙烷                             |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 三氯乙烯                                   |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 1,2,3-三氯丙烷                             |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 氯乙烯                                    |                                                                     |                      | 1.0μg/kg  |
| 苯                                      |                                                                     |                      | 1.9μg/kg  |
| 氯苯                                     |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 1,2-二氯苯                                |                                                                     |                      | 1.5μg/kg  |
| 1,4-二氯苯                                |                                                                     |                      | 1.5μg/kg  |
| 乙苯                                     |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 苯乙烯                                    |                                                                     |                      | 1.1μg/kg  |
| 甲苯                                     |                                                                     |                      | 1.3μg/kg  |
| 间、对-二甲苯                                |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 邻-二甲苯                                  |                                                                     |                      | 1.2μg/kg  |
| 硝基苯                                    | 《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》<br>HJ 834-2017                         | 气相色谱质谱联用仪 5977B/8860 | 0.09mg/kg |
| 苯胺                                     |                                                                     |                      | 0.05mg/kg |
| 2-氯苯酚                                  |                                                                     |                      | 0.06mg/kg |
| 苯并（a）蒽                                 |                                                                     |                      | 0.1mg/kg  |
| 苯并（a）芘                                 |                                                                     |                      | 0.1mg/kg  |
| 苯并（b）荧蒽                                |                                                                     |                      | 0.2mg/kg  |
| 苯并（k）荧蒽                                |                                                                     |                      | 0.1mg/kg  |
| 蒽                                      |                                                                     |                      | 0.1mg/kg  |
| 二苯并（a,h）蒽                              |                                                                     |                      | 0.1mg/kg  |
| 茚并（1,2,3-cd）芘                          |                                                                     |                      | 0.1mg/kg  |
| 萘                                      |                                                                     |                      | 0.09mg/kg |
| 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | 《土壤和沉积物 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）的测定气相色谱法》HJ 1021-2019 | 气相色谱仪 Trace1300      | 6mg/kg    |
| 样品采集和保存方法                              | 《土壤环境监测技术规范》HJ/T 166-2004、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》HJ 1019-2019       |                      |           |

## 5、评价标准

根据土地利用类型按照《土壤环境质量标准 建设用地污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中的风险筛选值进行评价,其中:

T1~T4 点位为规划工业用地,执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地风险筛选值;T5~T6 为农用地,执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)风险筛选值。

## 6、土壤理化特性调查

在 T2 项目场地内空地(拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区)设一个点(剖面规格一般为长 1.5m、宽 0.8m、深 1.2m)调查土壤理化特性,包括土体构型、土壤结构、土壤质地、阳离子交换量、氧化还原电位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度。土壤理化性质详见表 5.9-3,土壤构型见表 5.9-4。

表 5.9-3 土壤理化性质

|       |                               |         |                       |            |
|-------|-------------------------------|---------|-----------------------|------------|
| 点号    | T2 项目场地内空地(拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区) | 时间      | 2025.07.30~2025.07.31 |            |
| 经度    | 115.572079°E                  | 纬度      | 22.721833°N           |            |
| 层次    |                               | 0~0.15m | 0.15~0.70m            | 0.70~1.20m |
| 现场记录  | 颜色                            | 黄棕色     | 黄棕色                   | 黄棕色        |
|       | 质地                            | 砂土      | 砂土                    | 砂土         |
|       | 砂砾含量(%)                       | 90      | 90                    | 90         |
|       | 土层结构                          | 团粒      | 团粒                    | 团粒         |
|       | 其他异物                          | 无       | 无                     | 无          |
| 实验室测定 | pH 值(无量纲)                     | 8.67    | 8.64                  | 8.93       |
|       | 土壤容重(g/cm <sup>3</sup> )      | 1.53    | 1.45                  | 1.44       |
|       | 总孔隙度(%)                       | 33.5    | 31.7                  | 31.8       |
|       | 渗滤率(mm/min)                   | 2.55    | 10.7                  | 10.5       |
|       | 阳离子交换量(cmol <sup>+</sup> /kg) | 1       | ND                    | ND         |
|       | 氧化还原电位(mV)                    | 429     |                       |            |

表 5.9-4 土壤构型（土壤剖面）

|                                     |                                                                                   |                                                                                    |            |                                |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| 采样日期                                | 2025.07.31                                                                        |                                                                                    | 地层描述及理化特性  |                                |
| 点位                                  | 景观照片                                                                              | 土壤剖面照片                                                                             | 层次         | 土壤颜色、结构、质地、砂砾含量、其他异物等          |
| T2 项目场地内空地（<br>拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区）剖面 |  |  | 0~0.15m    | 红棕色、团粒结构、质地为砂土、砂砾含量约 90%、无其他异物 |
|                                     |                                                                                   |                                                                                    | 0.15~0.70m | 浅棕色、团粒结构、质地为砂土、砂砾含量约 95%、无其他异物 |
|                                     |                                                                                   |                                                                                    | 0.70~1.20m | 浅棕色、团粒结构、质地为砂土、砂砾含量约 95%、无其他异物 |

## 7、监测结果及评价

农用地监测及评价结果见表 5.9-5，建设用地土壤环境监测及评价结果分别见表 5.9-6、表 5.9-7。结果表明，T1~T4 点位符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值；T5~T6 点位符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。本项目各监测点土壤中污染物含量均低于相应土壤污染风险筛选值，对人体健康的风险可以忽略。

表 5.9-5 农用地土壤环境检测及评价结果

| 采样点位      | 检测结果（mg/kg）   |               | GB15618-2018 农用地土壤污染风险筛选值  | 评价结果          |               |
|-----------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|
|           | T5 项目场地外东北侧空地 | T6 项目场地外西北侧空地 |                            | T5 项目场地外东北侧空地 | T6 项目场地外西北侧空地 |
|           | 0~0.2m        | 0~0.2m        |                            | 0~0.2m        | 0~0.2m        |
| pH 值（无量纲） | 7.29          | 6.85          | $6.5 < \text{pH} \leq 7.5$ | /             | /             |
| 汞         | 0.032         | 0.032         | 2.4                        | 0.01          | 0.01          |
| 砷         | 3.67          | 0.92          | 30                         | 0.12          | 0.03          |
| 铜         | 4             | 3             | 100                        | 0.04          | 0.03          |
| 铅         | 12            | 30            | 120                        | 0.10          | 0.25          |
| 镍         | 4             | 6             | 100                        | 0.04          | 0.06          |
| 锌         | 10            | 10            | 250                        | 0.04          | 0.04          |
| 镉         | 0.02          | 0.01          | 0.3                        | 0.07          | 0.03          |
| 铬         | 14            | 12            | 200                        | 0.07          | 0.06          |

表 5.9-6 建设用地土壤环境监测结果 单位: mg/kg (pH 无量纲)

| 采样日期            | 2025.07.29            | 2025.07.30                            |          |          |               |          |          |               |          |          | 检出限    | (GB36600-2018)<br>“表 1 建设用<br>地土壤污染风险筛<br>选值” |
|-----------------|-----------------------|---------------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|--------|-----------------------------------------------|
| 采样点位            | T1 项目场<br>地内西北侧空<br>地 | T2 项目场地内空地（拟<br>建第 9 类危险货物集<br>装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |        | 第二类筛选值                                        |
|                 | 0~0.2m                | 0~0.5m                                | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |        |                                               |
| pH 值            | 6.31                  | 8.95                                  | 8.91     | 8.96     | 8.11          | 8.21     | 8.25     | 8.26          | 8.55     | 8.99     | —      | —                                             |
| 六价铬             | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.5    | 5.7                                           |
| 总汞              | 0.034                 | 0.031                                 | 0.034    | 0.036    | 0.042         | 0.046    | 0.043    | 0.045         | 0.054    | 0.035    | 0.002  | 38                                            |
| 总砷              | 1.42                  | 1.43                                  | 0.57     | 1.07     | 3.28          | 6.92     | 7.53     | 3.23          | 2.44     | 1.8      | 0.01   | 60                                            |
| 铜               | 4                     | 3                                     | 3        | 3        | 6             | 17       | 8        | 10            | 17       | 4        | 1      | 18000                                         |
| 铅               | 25                    | 13                                    | 12       | 13       | 24            | 50       | 21       | 39            | 42       | 16       | 10     | 800                                           |
| 镍               | 4                     | 7                                     | 7        | 5        | 12            | 43       | 20       | 29            | 8        | 5        | 3      | 900                                           |
| 镉               | 0.03                  | 0.02                                  | 0.02     | 0.02     | 0.03          | 0.06     | 0.03     | 0.04          | 0.08     | 0.01     | 0.01   | 65                                            |
| 四氯化碳            | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0013 | 2.8                                           |
| 氯仿              | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0011 | 0.9                                           |
| 氯甲烷             | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.001  | 37                                            |
| 1,1-二氯乙烷        | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 9                                             |
| 1,2-二氯乙烷        | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0013 | 5                                             |
| 1,1-二氯乙烯        | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.001  | 66                                            |
| 顺式-1,2-二氯乙<br>烯 | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0013 | 596                                           |
| 反式-1,2-二氯乙<br>烯 | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0014 | 54                                            |
| 二氯甲烷            | ND                    | ND                                    | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0015 | 616                                           |

| 采样日期         | 2025.07.29        | 2025.07.30                       |          |          |               |          |          |               |          |          | 检出限    | (GB36600-2018)<br>“表 1 建设用地<br>土壤污染风险筛选<br>值” |
|--------------|-------------------|----------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|--------|-----------------------------------------------|
| 采样点位         | T1 项目场地<br>内西北侧空地 | T2 项目场地内空地（拟建第 9<br>类危险货物集装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |        | 第二类筛选值                                        |
|              | 0~0.2m            | 0~0.5m                           | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |        |                                               |
| 1,2-二氯丙烷     | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0011 | 5                                             |
| 1,1,1,2-四氯乙烷 | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 10                                            |
| 1,1,2,2-四氯乙烷 | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 6.8                                           |
| 四氯乙烯         | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0014 | 53                                            |
| 1,1,1-三氯乙烷   | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0013 | 840                                           |
| 1,1,2-三氯乙烷   | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 2.8                                           |
| 三氯乙烯         | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 2.8                                           |
| 1,2,3-三氯丙烷   | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 0.5                                           |
| 氯乙烯          | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.001  | 0.43                                          |
| 苯            | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0019 | 4                                             |
| 氯苯           | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 270                                           |
| 1,2-二氯苯      | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0015 | 560                                           |
| 1,4-二氯苯      | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0015 | 20                                            |
| 乙苯           | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 28                                            |
| 苯乙烯          | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0011 | 1290                                          |
| 甲苯           | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0013 | 1200                                          |
| 间、对-二甲苯      | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 570                                           |
| 邻-二甲苯        | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.0012 | 640                                           |
| 硝基苯          | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.09   | 76                                            |
| 苯胺           | ND                | ND                               | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.05   | 260                                           |



| 采样日期                                   | 2025.07.29    | 2025.07.30                    |          |          |               |          |          |               |          |          | 检出限  | （GB36600-2018）“表 1 建设用地土壤污染风险筛选值” |
|----------------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|------|-----------------------------------|
| 采样点位                                   | T1 项目场地内西北侧空地 | T2 项目场地内空地（拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |      |                                   |
|                                        | 0~0.2m        | 0~0.5m                        | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |      |                                   |
| 2-氯苯酚                                  | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.06 | 2256                              |
| 苯并（a）蒽                                 | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.1  | 15                                |
| 苯并（a）芘                                 | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.1  | 1.5                               |
| 苯并（b）荧蒽                                | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.2  | 15                                |
| 苯并（k）荧蒽                                | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.1  | 151                               |
| 蒽                                      | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.1  | 1293                              |
| 二苯并（a,h）蒽                              | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.1  | 1.5                               |
| 茚并（1,2,3-c,d）芘                         | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.1  | 15                                |
| 萘                                      | ND            | ND                            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | ND            | ND       | ND       | 0.09 | 70                                |
| 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | 8             | ND                            | 6        | 10       | 10            | 7        | 13       | 20            | 18       | 7        | 6    | 4500                              |

备注：“ND”表示该结果小于检测方法最低检出限。

表 5.9-7 建设用地土壤环境评价结果

| 采样日期      | 2025.07.29            | 2025.07.30                        |          |          |               |          |          |               |          |          |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| 采样点位      | T1 项目场<br>地内西北<br>侧空地 | T2 项目场地内空地（拟建第 9 类危<br>险货物集装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |
|           | 0~0.2m                | 0~0.5m                            | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |
| pH 值（无量纲） | —                     | —                                 | —        | —        | —             | —        | —        | —             | —        | —        |

| 采样日期         | 2025.07.29    | 2025.07.30                    |          |          |               |          |          |               |          |          |
|--------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| 采样点位         | T1 项目场地内西北侧空地 | T2 项目场地内空地（拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |
|              | 0~0.2m        | 0~0.5m                        | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |
| 六价铬          | 0.04          | 0.04                          | 0.04     | 0.04     | 0.04          | 0.04     | 0.04     | 0.04          | 0.04     | 0.04     |
| 总汞           | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 总砷           | 0.02          | 0.02                          | 0.01     | 0.02     | 0.05          | 0.12     | 0.13     | 0.05          | 0.04     | 0.03     |
| 铜            | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 铅            | 0.03          | 0.02                          | 0.02     | 0.02     | 0.03          | 0.06     | 0.03     | 0.05          | 0.05     | 0.02     |
| 镍            | 0.00          | 0.01                          | 0.01     | 0.01     | 0.01          | 0.05     | 0.02     | 0.03          | 0.01     | 0.01     |
| 镉            | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 四氯化碳         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 氯仿           | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 氯甲烷          | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,1-二氯乙烷     | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,2-二氯乙烷     | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,1-二氯乙烯     | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 顺式-1,2-二氯乙烯  | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 反式-1,2-二氯乙烯  | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 二氯甲烷         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,2-二氯丙烷     | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,1,1,2-四氯乙烷 | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,1,2,2-四氯乙烷 | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 四氯乙烯         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |

| 采样日期       | 2025.07.29    | 2025.07.30                    |          |          |               |          |          |               |          |          |
|------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| 采样点位       | T1 项目场地内西北侧空地 | T2 项目场地内空地（拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |
|            | 0~0.2m        | 0~0.5m                        | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |
| 1,1,1-三氯乙烷 | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,1,2-三氯乙烷 | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 三氯乙烯       | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,2,3-三氯丙烷 | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 氯乙烯        | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 苯          | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 氯苯         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,2-二氯苯    | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 1,4-二氯苯    | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 乙苯         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 苯乙烯        | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 甲苯         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 间、对-二甲苯    | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 邻-二甲苯      | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 硝基苯        | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 苯胺         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 2-氯苯酚      | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 苯并（a）蒽     | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 苯并（a）芘     | 0.03          | 0.03                          | 0.03     | 0.03     | 0.03          | 0.03     | 0.03     | 0.03          | 0.03     | 0.03     |
| 苯并（b）荧蒽    | 0.01          | 0.01                          | 0.01     | 0.01     | 0.01          | 0.01     | 0.01     | 0.01          | 0.01     | 0.01     |

| 采样日期                                   | 2025.07.29    | 2025.07.30                    |          |          |               |          |          |               |          |          |
|----------------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| 采样点位                                   | T1 项目场地内西北侧空地 | T2 项目场地内空地（拟建第 9 类危险货物集装箱堆存区） |          |          | T3 项目场地内西南侧空地 |          |          | T4 项目场地内东北部空地 |          |          |
|                                        | 0~0.2m        | 0~0.5m                        | 1.0~1.4m | 2.6~3.0m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m | 0~0.4m        | 1.0~1.4m | 2.0~2.4m |
| 苯并（k）荧蒽                                | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 蒽                                      | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 二苯并（a,h）蒽                              | 0.03          | 0.03                          | 0.03     | 0.03     | 0.03          | 0.03     | 0.03     | 0.03          | 0.03     | 0.03     |
| 茚并（1,2,3-c,d）芘                         | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 苯                                      | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |
| 石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ） | 0.00          | 0.00                          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     | 0.00          | 0.00     | 0.00     |

备注：低于检出限的以检出限一半计算标准指数。

## 5.10陆域生态现状调查与评价

### 5.10.1土地利用现状

根据收集到的土地利用现状，结合评价区域卫星图、现场航拍资料及现场核查调查，依据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），对本项目的土地利用现状进行分类统计分析和评价，本项目陆域生态评价范围内土地利用现状类型包括林地、草地、水域及水利设施用地、交通运输用地、住宅用地、其他用地，评价范围内的土地利用现状分布详见表 5.10-1 和图 5.10-1。

本项目陆域生态评价范围总面积为 82.82ha，其中林地面积 45.31ha，占总面积比例为 54.71%；草地面积 24.06ha，占总面积比例为 29.06%；水域及水利设施用地面积 9.44ha，占总面积比例为 11.4%；交通运输用地面积 1.65ha，占总面积比例为 1.99%；其他土地面积 2.35ha，占总面积比例为 2.84%。由此可知，评价范围内土地利用现状主要以林地、草地及水域及水利设施用地为主。

表 5.10-1 评价范围内土地利用现状及面积统计表

| 序号 | 土地利用类型    |        | 面积（ha） | 占比      |
|----|-----------|--------|--------|---------|
|    | 一级类       | 二级类    |        |         |
| 1  | 林地        | 乔木林地   | 39.03  | 47.13%  |
|    |           | 灌木林地   | 6.34   | 7.66%   |
|    |           | 小计     | 45.37  | 54.79%  |
| 2  | 草地        | 其他草地   | 24.41  | 29.47%  |
| 3  | 水域及水利设施用地 | 坑塘水面   | 9.51   | 11.49%  |
| 4  | 交通运输用地    | 公路用地   | 1.46   | 1.76%   |
|    |           | 港口码头用地 | 0.20   | 0.24%   |
|    |           | 小计     | 1.65   | 1.99%   |
| 5  | 其他土地      | 裸岩石砾地  | 0.37   | 0.45%   |
|    |           | 裸土地    | 0.17   | 0.20%   |
|    |           | 空闲地    | 1.33   | 1.61%   |
|    |           | 小计     | 1.87   | 2.26%   |
| 合计 |           |        | 82.82  | 100.00% |



图 5.10-1 评价范围内土地利用现状分布图

### 5.10.2 生态系统类型及特征

根据遥感影像、土地利用现状以及实地调查，参照《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统质量评估》（HJ 1172-2021）中附录 A 对评价范围内的生态系统进行分类。本项目生态评价范围内生态系统类型总体可分为以下 6 类：森林生态系统：阔叶林；灌丛生态系统：阔叶灌丛；草地生态系统：稀疏草地；湿地生态系统：湖泊；城镇生态系统：工矿交通、居住地；其他：裸地。

本项目陆域生态评价范围总面积为 82.82ha，其中森林生态系统面积 36.26ha，占总面积比例为 43.78%；灌丛生态系统面积 9.05ha，占总面积比例为 10.92%；草地生态系统面积 24.06ha，占总面积比例为 29.06%；湿地生态系统面积 9.44ha，占总面积比例为 11.4%；城镇生态系统面积 1.65ha，占总面积比例为 1.99%；其他（裸地）面积 2.35ha，占总面积比例为 2.84%。由此可知，评价范围内土地利用现状主要以森林生态系统、灌丛生态系统及草地生态系统为主。

表 5.10-2 评价范围内生态系统面积统计表

| 序号 | 生态系统类型 |         | 面积（ha） | 占比     |
|----|--------|---------|--------|--------|
|    | I 级分类  | II 级分类  |        |        |
| 1  | 森林生态系统 | 阔叶林、针叶林 | 39.03  | 47.13% |

| 序号 | 生态系统类型 |        | 面积 (ha) | 占比      |
|----|--------|--------|---------|---------|
|    | I 级分类  | II 级分类 |         |         |
| 2  | 灌丛生态系统 | 阔叶灌丛   | 6.34    | 7.66%   |
| 3  | 草地生态系统 | 稀疏草地   | 24.41   | 29.47%  |
| 4  | 湿地生态系统 | 湖泊     | 9.51    | 11.49%  |
| 5  | 城镇生态系统 | 工矿交通   | 1.46    | 1.76%   |
|    |        | 居住地    | 0.20    | 0.24%   |
|    |        | 小计     | 1.65    | 1.99%   |
| 6  | 其他     | 裸地     | 1.87    | 2.26%   |
| 合计 |        |        | 82.82   | 100.00% |



图 5.10-2 评价范围内生态系统类型分布图



图 5.10-3 评价范围内生态公益林分布图

### 5.10.3 植被现状调查与评价

#### 5.10.3.1 植物资源概况

项目陆域生态环境评价范围内主要由平地 and 坡地构成。据调查，因人为生产活动频繁，大部分为人工植被，自然植被甚少，植被多为破坏后次生常绿阔叶林恢复演替，或由进展演替（如各类阔叶林）而成，还有部分人工恢复的马尾松林、桉树林、木麻黄林。相对而言，评价区常绿阔叶林结构单一，物种单一，植物多样性发展较慢。项目沿线未发现重要物种和古树名木。主要种类如下：

乔木类：木麻黄、马尾松、桉树、大叶相思；

灌木类：雀梅藤、光荚含羞草、木姜子、野牡丹、桃金娘；

草本类：白花鬼针草、厚藤、马唐、马鞭草、鼠尾粟、海金沙；

##### （1）阔叶林

评价范围内阔叶林分布较多，且成连续分布。阔叶林中大部分以人工阔叶林为主，主要为木麻黄、桉树，并分布有少量大叶相思等。

##### （2）针叶林



该植被类型少量分布于评价范围内，主要树种为马尾松。

(3) 灌草丛

该植被类型在评价范围内较为常见，出现物种一般较为常见，如雀梅藤、光荚含羞草、木姜子、野牡丹、桃金娘、白花鬼针草、厚藤、马唐、马鞭草、鼠尾粟、海金沙、鬼针草等。



图 5.10-4 植被群落分布图

5.10.3.2样方调查点布设

为详细了解评价区的群落现状、变化及所在地的生态环境条件，根据样地布局的原则，即全面性、代表性和典型性，需要从系统布点、全面调查和重点精查 3 个层面开展区域植物群落的调查。本次样方调查时间为 2025 年 11 月。

在陆域生态环境评价范围内开展植被调查，每个植物群落各设置样方 3 个，共布设植被样方 9 个。根据原环境保护部公告（公告 2010 年 第 27 号）附件 1 《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》，乔木类型的样方设置为 10m×10m，灌木类型的样方设置为 5m×5m，草本样方设置为 1m×1m。本次生态调查具体设置样方位置见表 5.10-3、图 5.10-5，植被样方详细信息见表 5.10-4~表 5.10-11。

表 5.10-3 样方设置情况表

| 样方编号 | 地点      | 典型样方    | 中心点经纬度                    |
|------|---------|---------|---------------------------|
| 样方 1 | 项目地块北侧  | 木麻黄群落   | 115.575669°E, 22.727702°N |
| 样方 2 | 项目地块东南侧 |         | 115.571394°E, 22.720728°N |
| 样方 3 | 施公寮岛西南角 |         | 115.565437°E, 22.721494°N |
| 样方 4 | 施公寮岛东南角 | 光荚含羞草群落 | 115.569265°E, 22.718466°N |
| 样方 5 | 水塘东北侧地块 |         | 115.574701°E, 22.724581°N |
| 样方 6 | 项目地块西北角 |         | 115.573791°E, 22.730883°N |
| 样方 7 | 水塘东侧地块  | 白花鬼针草灌丛 | 115.57198°E, 22.722526°N  |
| 样方 8 | 项目北侧地块  |         | 115.573139°E, 22.726441°N |
| 样方 9 | 项目地块东北角 |         | 115.575786°E, 22.726239°N |



图 5.10-5 样方位置示意图

表 5.10-4 样方调查表（样方 1）

|      |        |    |       |                           |       |     |
|------|--------|----|-------|---------------------------|-------|-----|
| 样方编号 | Y1     |    | 群落名称  | 木麻黄群落 1                   |       |     |
| 位置   | 项目地块北侧 |    | 经纬度   | 115.575669°E, 22.727702°N |       |     |
| 坡位   | 上坡     |    | 海拔    | 8m                        |       |     |
| 层次   | 种名     | 株数 | 高度（m） | 平均胸径（cm）                  | 盖度（%） | 优势种 |
| 乔木层  | 木麻黄    | 23 | 4-8   | 10                        | 60    | 木麻黄 |

|     |       |    |       |    |    |       |
|-----|-------|----|-------|----|----|-------|
|     | 桉树    | 17 | 12-15 | 13 | 45 |       |
|     | 大叶相思  | 9  | 5-6   | 15 | 25 |       |
| 灌木层 | 雀梅藤   | 5  | 2-3.5 | /  | 15 | 雀梅藤   |
|     | 桃金娘   | 3  | 1     | /  | 3  |       |
|     | 野牡丹   | 3  | 1-5   | /  | 5  |       |
| 草本层 | 白花鬼针草 | 11 | 0.4   | /  | 45 | 白花鬼针草 |
|     | 鼠尾粟   | 5  | 0.4   | /  | 20 |       |
|     | 厚藤    | 3  | 0.2   | /  | 10 |       |
|     | 海金沙   | 2  | 0.3   | /  | 10 |       |

表 5.10-5 样方调查表（样方 2）

|      |         |    |       |                           |       |       |
|------|---------|----|-------|---------------------------|-------|-------|
| 样方编号 | Y2      |    | 群落名称  | 木麻黄群落 2                   |       |       |
| 位置   | 项目地块东南侧 |    | 经纬度   | 115.571394°E, 22.720728°N |       |       |
| 坡位   | 下坡      |    | 海拔    | 1.8m                      |       |       |
| 层次   | 种名      | 株数 | 高度（m） | 平均胸径（cm）                  | 盖度（%） | 优势种   |
| 乔木层  | 木麻黄     | 13 | 5-7   | 12                        | 65    | 木麻黄   |
|      | 大叶相思    | 6  | 5-8   | 16                        | 27    |       |
|      | 马尾松     | 2  | 5     | 14                        | 8     |       |
| 灌木层  | 光荚含羞草   | 7  | 1-3   | /                         | 30    | 光荚含羞草 |
|      | 木姜子     | 4  | 1-3   | /                         | 15    |       |
|      | 雀梅藤     | 2  | 1-5   | /                         | 2     |       |
| 草本层  | 厚藤      | 8  | 0.5   | /                         | 40    | 厚藤    |
|      | 马唐      | 5  | 0.3   | /                         | 25    |       |
|      | 马鞭草     | 2  | 0.2   | /                         | 7     |       |

表 5.10-6 样方调查表（样方 3）

|      |         |    |       |                           |       |       |
|------|---------|----|-------|---------------------------|-------|-------|
| 样方编号 | Y3      |    | 群落名称  | 木麻黄群落 3                   |       |       |
| 位置   | 施公寮岛西南角 |    | 经纬度   | 115.565437°E, 22.721494°N |       |       |
| 坡位   | 下坡      |    | 海拔    | 1.6m                      |       |       |
| 层次   | 种名      | 株数 | 高度（m） | 平均胸径（cm）                  | 盖度（%） | 优势种   |
| 乔木层  | 木麻黄     | 45 | 7-12  | 13                        | 80    | 木麻黄   |
|      | 大叶相思    | 15 | 6     | 14                        | 25    |       |
| 灌木层  | 雀梅藤     | 3  | 3.5   | /                         | 2     | /     |
|      | 光荚含羞草   | 3  | 1     | /                         | 2     |       |
| 草本层  | 狗尾草     | 4  | 0.3   | /                         | 5     | 白花鬼针草 |
|      | 厚藤      | 3  | 0.2   | /                         | 5     |       |
|      | 马唐      | 5  | 0.4   | /                         | 8     |       |

|  |       |   |       |   |    |  |
|--|-------|---|-------|---|----|--|
|  | 白花鬼针草 | 9 | 0.3-1 | / | 65 |  |
|--|-------|---|-------|---|----|--|

表 5.10-7 样方调查表（样方 4）

| 样方编号 | Y4      |    | 群落名称   | 光荚含羞草群落 1                 |        |       |
|------|---------|----|--------|---------------------------|--------|-------|
| 位置   | 施公寮岛东南角 |    | 经纬度    | 115.569265°E, 22.718466°N |        |       |
| 坡位   | 下坡      |    | 海拔     | 2.5m                      |        |       |
| 层次   | 种名      | 株数 | 高度 (m) | 平均胸径 (cm)                 | 盖度 (%) | 优势种   |
| 灌木层  | 光荚含羞草   | 15 | 1.5-2  | /                         | 30     | 光荚含羞草 |
|      | 桃金娘     | 4  | 1.5    | /                         | 13     |       |
|      | 雀梅藤     | 2  | 3      | /                         | 4      |       |
|      | 山黄麻     | 1  | 1.5    | /                         | 2      |       |
| 草本层  | 白花鬼针草   | 5  | 0.5    | /                         | 10     | 鬼针草   |
|      | 马唐      | 3  | 0.3    | /                         | 10     |       |
|      | 马鞭草     | 2  | 0.3    | /                         | 3      |       |
|      | 鬼针草     | 8  | 1      | /                         | 40     |       |
|      | 类芦      | 4  | 0.8    | /                         | 8      |       |

表 5.10-8 样方调查表（样方 5）

| 样方编号 | Y5      |    | 群落名称   | 光荚含羞草群落 2                 |        |       |
|------|---------|----|--------|---------------------------|--------|-------|
| 位置   | 水塘东北侧地块 |    | 经纬度    | 115.574701°E, 22.724581°N |        |       |
| 坡位   | 上坡      |    | 海拔     | 2.2m                      |        |       |
| 层次   | 种名      | 株数 | 高度 (m) | 平均胸径 (cm)                 | 盖度 (%) | 优势种   |
| 灌木层  | 光荚含羞草   | 11 | 3      | /                         | 27     | 光荚含羞草 |
|      | 雀梅藤     | 4  | 5      | /                         | 9      |       |
| 草本层  | 厚藤      | 3  | 0.3    | /                         | 8      | 白花鬼针草 |
|      | 白花鬼针草   | 7  | 0.5    | /                         | 11     |       |
|      | 鬼针草     | 2  | 0.7    | /                         | 4      |       |

表 5.10-9 样方调查表（样方 6）

| 样方编号 | Y6      |    | 群落名称   | 光荚含羞草群落 3                 |        |       |
|------|---------|----|--------|---------------------------|--------|-------|
| 位置   | 项目地块西北角 |    | 经纬度    | 115.573791°E, 22.730883°N |        |       |
| 坡位   | 上坡      |    | 海拔     | 1.2m                      |        |       |
| 层次   | 种名      | 株数 | 高度 (m) | 平均胸径 (cm)                 | 盖度 (%) | 优势种   |
| 灌木层  | 光荚含羞草   | 11 | 3      | /                         | 27     | 光荚含羞草 |
|      | 雀梅藤     | 4  | 5      | /                         | 9      |       |
| 草本层  | 厚藤      | 12 | 0.3    | /                         | 58     | 厚藤    |

|  |     |   |     |   |   |  |
|--|-----|---|-----|---|---|--|
|  | 狗尾草 | 4 | 0.2 | / | 3 |  |
|  | 鼠尾粟 | 2 | 0.5 | / | 1 |  |
|  | 马唐  | 1 | 0.2 | / | 2 |  |

表 5.10-10 样方调查表（样方 7）

|      |        |    |         |                          |       |       |
|------|--------|----|---------|--------------------------|-------|-------|
| 样方编号 | Y7     |    | 群落名称    | 白花鬼针草灌草丛 1               |       |       |
| 位置   | 水塘东侧地块 |    | 经纬度     | 115.57198°E, 22.722526°N |       |       |
| 坡位   | 下坡     |    | 海拔      | 2.1m                     |       |       |
| 层次   | 种名     | 株数 | 高度（m）   | 平均胸径（cm）                 | 盖度（%） | 优势种   |
| 灌木层  | 雀梅藤    | 5  | 2.5     | /                        | 15    | 雀梅藤   |
| 草本层  | 白花鬼针草  | 14 | 0.3-0.5 | /                        | 50    | 白花鬼针草 |
|      | 马鞭草    | 4  | 0.4     | /                        | 12    |       |
|      | 海金沙    | 5  | 0.5     | /                        | 14    |       |
|      | 马唐     | 3  | 0.2     | /                        | 10    |       |

表 5.10-11 样方调查表（样方 8）

|      |        |    |       |                           |       |       |
|------|--------|----|-------|---------------------------|-------|-------|
| 样方编号 | Y8     |    | 群落名称  | 白花鬼针草灌草丛 2                |       |       |
| 位置   | 项目北侧地块 |    | 经纬度   | 115.573139°E, 22.726441°N |       |       |
| 坡位   | 下坡     |    | 海拔    | 2.6m                      |       |       |
| 层次   | 种名     | 株数 | 高度（m） | 平均胸径（cm）                  | 盖度（%） | 优势种   |
| 灌木层  | 雀梅藤    | 10 | 4     | /                         | 50    | 雀梅藤   |
|      | 木姜子    | 3  | 2     | /                         | 3     |       |
| 草本层  | 厚藤     | 6  | 0.3   | /                         | 25    | 白花鬼针草 |
|      | 白花鬼针草  | 12 | 0.8   | /                         | 58    |       |
|      | 鼠尾粟    | 5  | 0.5   | /                         | 10    |       |

表 5.10-12 样方调查表（样方 9）

|      |         |    |       |                           |       |       |
|------|---------|----|-------|---------------------------|-------|-------|
| 样方编号 | Y9      |    | 群落名称  | 白花鬼针草灌草丛 3                |       |       |
| 位置   | 项目地块东北角 |    | 经纬度   | 115.575786°E, 22.726239°N |       |       |
| 坡位   | 下坡      |    | 海拔    | 5m                        |       |       |
| 层次   | 种名      | 株数 | 高度（m） | 平均胸径（cm）                  | 盖度（%） | 优势种   |
| 灌木层  | 雀梅藤     | 12 | 3.5   | /                         | 5     | 雀梅藤   |
| 草本层  | 白花鬼针草   | 14 | 0.5   | /                         | 50    | 白花鬼针草 |
|      | 狗尾草     | 6  | 0.2   | /                         | 7     |       |
|      | 厚藤      | 5  | 0.4   | /                         | 11    |       |

### 5.10.3.3 植被生态质量评价

#### 1、评价方法

本次评价采用指数法对植物生物量、植物净生产量、植物物种量、生态环境质量综合评价指数进行评价，同时计算归一化植被指数（NDVI），并计算植被覆盖度，对陆生生态系统进行评价。

##### （1）植物生物量及标定相对生物量

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量，以  $t/hm^2$  表示。样方调查测定每棵树木的胸径和高度，利用下列公式对生物量进行估算：

##### 1) 森林

根据《广东主要森林类型林分生物量和碳储量模型研建》（林业科学，郭泽鑫等，2023 年 12 月），各类森林生物量计算公式如下：

##### a) 马尾松林

$$AGB=2.59644G^{1.03095}H^{0.15407}$$

$$BGB=0.38562G^{1.04352}H^{0.25720}$$

##### b) 桉树林

$$AGB=2.08911G^{1.02613}H^{0.25182}$$

$$BGB=0.28671G^{1.02872}H^{0.25351}$$

##### c) 其他硬阔林

$$AGB=0.86789G^{0.99779}H^{0.79655}$$

$$BGB=0.20779G^{0.98744}H^{0.77446}$$

上述公式中：

$AGB$ ——地上生物量（ $t/hm^2$ ）；

$BGB$ ——地下生物量（ $t/hm^2$ ）；

$G$ ——胸高断面积（ $m^2/hm^2$ ）；

$H$ ——树高（ $m$ ）。

##### 3) 林下灌木层、草本层

参考《森林林下植被生物量收获的样方选择和模型》（生态学报，杨昆等，2007 年），林下灌木层单位面积生物量计算公式如下：

$$W_U = -35.67 + 1333.32 (PH)$$

$$W_D = 50.60 + 702.89 (PH)$$

上述公式中：

$W_U$  为地上生物量 ( $g/m^2$ )；

$W_D$  为地下生物量 ( $g/m^2$ )；

$H$  为高度 (m)；

$P$  为植被的盖度 (%)。

广东亚热带原生植被的生物量是比较均一的，但现存植被的生物量变幅较大。据研究，目前地带性植被亚热带常绿阔叶林植物生物量的最大值约为  $350t/hm^2$ 。本评价以此值作为最高一级植物生物量及标定生物量，并将植物生物量划分为六级（表 5.1-2），每一级生物量与标定生物量的比值为标定相对生物量。

$$Ba = Bi/B_{max}$$

式中：

$Ba$ ——标定相对生物量；

$Bi$ ——生物量 ( $t/hm^2$ )；

$B_{max}$ ——标定生物量 ( $t/hm^2$ )。

$Ba$  值越大，则环境质量越好。

表 5.10-13 广东亚热带各级植被的生物量及标定相对生物量

| 生物量 ( $t/hm^2$ ) | 标定相对生物量     | 级别  | 评价 |
|------------------|-------------|-----|----|
| $\geq 350$       | $\geq 1.00$ | I   | 好  |
| 350-250          | 1.00-0.71   | II  | 较好 |
| 250-150          | 0.71-0.43   | III | 中  |
| 150-75           | 0.43-0.21   | IV  | 较差 |
| 75-25            | 0.21-0.07   | V   | 差  |
| $< 25$           | $< 0.07$    | VI  | 很差 |

## （2）植物净生产量及标定相对净生产量

根据《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，方精云，1996 年）等文献，各类植被的净生产量计算公式如下：

### 1) 马尾松林

$$Y = 5.565X^{0.157}$$

### 2) 桉树及阔叶混交林

$$Y = 0.208X + 1.836$$

3) 常绿阔叶林

$$1/Y = 2.6151/X + 0.0471$$

3) 疏林、灌木林

$$1/Y = 1.27/X^{1.196} + 0.056$$

4) 草本

$$Y = X$$

上述公式中 X 为生物量 (t/hm<sup>2</sup>), Y 为净生产量 (t/hm<sup>2</sup> · a)。

植物净生产量是植物光合作用所产生的有机物质的总量减去植物本身呼吸消耗所剩余的量。植物的净生产量与植被对碳、氧平衡和污染物的净化能力直接相关。因此,植物净生产量的大小与区域生态环境有密切的关系。根据目前对地带性植被亚热带常绿阔叶林的研究,其净生产量的最大值约为 25t/hm<sup>2</sup>·a 左右。因此,以此值作为最高一级净生产量及标定生产量,并将净生产量划分为六级,每一级生产量与标定净生产量的比值为标定相对净生产量。

$$Pa=Pi/Pmax$$

式中:

Pa——标定相对净生产量;

Pi——净生产量 (t/hm<sup>2</sup> · a);

Pmax——标定净生产量 (t/hm<sup>2</sup> · a)。

Pa 值越大,则环境质量越好。

表 5.10-14 广东亚热带各级植被的物种量及标定相对物种量

| 净生产量 (t/hm <sup>2</sup> ·a) | 标定相对净生产量  | 级别  | 评价 |
|-----------------------------|-----------|-----|----|
| ≥25                         | ≥1.00     | I   | 好  |
| 25-20                       | 1.00-0.80 | II  | 较好 |
| 20-15                       | 0.80-0.60 | III | 中  |
| 15-10                       | 0.60-0.40 | IV  | 较差 |
| 10-5                        | 0.40-0.20 | V   | 差  |
| <5                          | <0.20     | VI  | 很差 |

(3) 植物物种量及其标定相对物种量

要确定所有植物的物种量还比较困难,本评价只考虑生态环境中起主导作用的维管束植物的物种量。因为物种量的调查一般在样方中进行,样方面积通常为 100m<sup>2</sup> 左右,所以本评价以样方 100m<sup>2</sup> 中的物种数作为指标。



据研究，亚热带常绿阔叶林 100m<sup>2</sup> 样方中的物种数最大值超过 40 种。本评价参照 40 种/100m<sup>2</sup> 为最高一级物种量。

$$Sa=Si/Smax$$

式中：

Sa——标定物种量；

Si——物种量（种/100m<sup>2</sup>）；

Smax——标定物种量（40 种/100m<sup>2</sup>）。

Sa 值越大，则环境质量越好。

表 5.10-15 广东亚热带各级植被的物种量及标定相对物种量

| 物种量   | 标定相对物种量    | 级别  | 评价 |
|-------|------------|-----|----|
| ≥40   | ≥1.00      | I   | 好  |
| 40-30 | 1.00-0.75  | II  | 较好 |
| 30-20 | 0.75-0.50  | III | 中  |
| 20-10 | 0.50-0.25  | IV  | 较差 |
| 10-5  | 0.25-0.125 | V   | 差  |
| <5    | <0.125     | VI  | 很差 |

#### （4）生态环境质量综合评价指数

生产量、生物量和物种量是环境生态学评价的三个重要生物学参数，它们的综合在很大程度上反映了环境质量的变化。因此，本评价选择以上标定相对生物量、标定相对净生产量、标定相对物种量，制定本项目生态环境影响评价指数及其分级。

表 5.10-16 生态环境质量综合评价指数分级

| 级别  | 标定相对生物量（1） | 标定相对净生产量（2） | 标定相对物种量（3） | 生态环境质量综合指数（1）+（2）+（3） | 评价 |
|-----|------------|-------------|------------|-----------------------|----|
| I   | ≥1.00      | ≥1.00       | ≥1.00      | ≥3.00                 | 好  |
| II  | 1.00-0.71  | 1.00-0.80   | 1.00-0.75  | 3.00-2.26             | 较好 |
| III | 0.71-0.43  | 0.80-0.60   | 0.75-0.50  | 2.26-1.53             | 中  |
| IV  | 0.43-0.21  | 0.60-0.40   | 0.50-0.25  | 1.53-0.86             | 较差 |
| V   | 0.21-0.07  | 0.40-0.20   | 0.25-0.125 | 0.86-0.395            | 差  |
| VI  | <0.07      | <0.20       | <0.125     | <0.395                | 很差 |

## 2、评价结果

从生物量指标评价，群落最高评价等级为 Va 级，可见所在地植被控制环境

质量和改造环境的能力较低；从生产量指标方面评价，除了木麻黄林群落为IV级，其余植物群系为 Va 和 Vb，可见评价区域内主要植物群落的净生产量较低；从物种量指标方面评价，3 个群落均为 Va 级，可见群落的物种量较差，物种的多样性与群落的稳定性是一致的，物种越多，越能充分利用环境，若不注意物种保护，则有可能影响项目所在区域生态系统的稳定性。从综合指数来看，2 个群落为 Va 级，1 个群落为IV级，相对来说，项目所在区域的生态环境质量处于一般水平。

**表 5.10-17 沿线主要植物群落的生物量和生长量**

| 植物群系    | 生物量 (t/hm <sup>2</sup> ) | 生产量 (t/hm <sup>2</sup> · a) |
|---------|--------------------------|-----------------------------|
| 木麻黄林群落  | 67.36                    | 10.78                       |
| 光荚含羞草群落 | 16.42                    | 4.76                        |
| 白花鬼针草灌丛 | 19.54                    | 5.18                        |

**表 5.10-18 沿线主要植物群落指标及相应级别**

| 群落      | 标定相对生物量 | 级别 | 标定相对净生产量 | 级别 | 标定相对物种量 | 级别 | 综合指数 | 级别 | 评价 |
|---------|---------|----|----------|----|---------|----|------|----|----|
| 木麻黄林群落  | 0.17    | Va | 0.43     | IV | 0.50    | Va | 1.1  | IV | 较差 |
| 光荚含羞草群落 | 0.07    | Vb | 0.19     | Vb | 0.40    | Va | 0.66 | Va | 差  |
| 白花鬼针草灌丛 | 0.08    | Vb | 0.25     | Va | 0.40    | Va | 0.73 | Va | 差  |

### 5.10.4 动物资源现状

通过资料查询、现场踏勘以及与当地居民的询问，调查当地的动物资料情况。在长期和频繁的人类活动下，评价区野生动物种类稀少，缺少大型野生哺乳动物，常见的动物有两栖类、爬行类、小型哺乳类以及常见沿海鸟类等。

1、两栖类：评价区域分布的两栖动物中，蛙科的种类最多，其次是蟾蜍科和姬蛙科；依据调查，黑眶蟾蜍、饰纹姬蛙、花姬蛙广泛分布在台地、草丛和旱作地，虎纹蛙、沼蛙、泽蛙主要分布在区域鱼塘和水田中，与人类活动关系密切。

2、爬行类：评价区内爬行类以游蛇科的种类最多，鬲蜥科次之，无国家和省级保护爬行动物分布，爬行动物中以中国石龙子、中国水蛇、变色树蜥、壁虎和白唇竹叶青为优势种。

3、兽类：依据调查，因区域地形较平缓，居民点密集，人类活动频繁，评价区内无中大型兽类出现，中小型兽和啮齿类兽类在评价区内广泛分布，包括刺猬、华南兔、褐家鼠、小家鼠、黄鼬、斑蝠、普通伏翼等。

4、昆虫类：主要种类有蜜蜂 (*Apis mellifera*)、小蜂 (*Brachymeria odsurata*)、非洲蝼蛄 (*Gryllotalpidae africana*)、蜻蜓 (*Aeschna melanictera*)、蝉 (*Cryptotympana atra*)、车蝗 (*Gastrimaegus marmoratus*)、蟋蟀 (*Gryllulus species*)、美洲大蜚蠊 (*Periplaneta americana*)、德国小蠊 (*Battella germanica*)、大蝗螂 (*Hierodula species*)、大刀螳 (*Tenodera aridifolia*)、黄翅大白蚁 (*Macrotermes formosanus*)、斑点黑蝉 (*Gaeana maculata*)、红斑沫蝉 (*Cosmocarta abdominalis*)、七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata*)、荔枝蝽 (*Tessaratomia papillosa*)、稻绿蝽 (*Nezara Viridula*)、曲胫缘蝽 (*Mictis tenebrosa*)、鹿蛾 (*Amata germana*)、小眉眼蝶 (*Mycalesis mineus*)、青凤蝶 (*Graphium sarpedon*)、巴黎翠凤蝶 (*Achillides paris*)、斑凤蝶 (*Chilasa clytia*)、碧凤蝶 (*Achillides epycides*)、玉带凤蝶 (*Papilio memnon*)、玄珠带蛱蝶 (*Athyma perius*)、波蛱蝶 (*Ariadne ariadne*)、波纹眼蛱蝶 (*Junonia atlites*)、新月带蛱蝶 (*Athyma selenophora*)、黄斑大蚊 (*Ctenophora flavibasis*)、致倦库蚊 (*Culex fatigans*)、家蝇 (*Musca domestica*)、龙虱 (*Cybister tripunctatus*)、金龟子 (*Anomala cupripes*) 等。

总体上，评价区内野生动物种类稀少，缺少大型野生哺乳动物，现有的野生动物多为一些常见的鸟类、啮齿类等。评价区野生动物区系属于东洋界的种类，还有一些属于古北界的种类，野生动物以亚热带森林灌草地-农田动物群为主，无固定的迁徙动物。

### 5.10.5 鸟类资源现状

经资料分析，汕尾市沿岸鸟类调查共记录种类 12 目 28 科 81 种。其中又可分为滩涂和近岸陆域两类区域，滩涂记录鸟类 5 目 9 科 29 种，但记录数量却占总调查数量的 63.2%，陆域（包括养殖塘）记录鸟类 12 目 27 科 68 种，但记录数量却仅占总调查数量的 28.6%，反映出虽然陆域鸟类种类较丰富，但滩涂鸟类数量占优，反映出沿岸滩涂是本区域鸟类主要觅食地和栖息地。沿岸鸟类优势种为白鹭、大白鹭，滩涂上分布较多的还有反嘴鹬和红嘴鸥等，

在保护物种方面，属于广东省重点保护陆生野生动物的有 17 种；国家重点保护动物有 11 种，其中一级保护有两种，分别为东方白鹳和黑脸琵鹭，二级保护有 8 种，分别为褐翅鸫、紫水鸡、大滨鹬、阔嘴鹬、白琵鹭、黑翅鸫、鸮、普通鵲、白胸翡翠，其中大滨鹬只在滩涂有记录；列入国家保护动物红色名录近

危以上级别的有 7 种，其中东方白鹳和黑脸琵鹭属于濒危（EN）级别，紫水鸡和大滨鹚属于易危（VU）级别，白琵鹭、鸕和黑翅鸕属于近危（NT）级别；属于 IUCN 红皮书近危以上级别的有 5 种，其中大滨鹚、东方白鹳和黑脸琵鹭属于濒危（EN）级别，灰尾漂鹚和红颈滨鹚属于近危（NT）级别；列入 CITES 附录的物种有 5 种，其中东方白鹳被列入附录 I，白琵鹭、鸕、黑翅鸕和普通鳶被列入附录 II；属于《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境的协定》名录内的物种共有 43 种，列入《中国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》名录的物种共有 24 种。

汕尾港所在近岸区域鸟类分布最集中的区域为广东海丰鸟类省级自然保护区的东关联安围片区，包括长沙湾的滩涂湿地和联安围的鱼塘湿地，分布有多种国家重点保护鸟类，其中黑脸琵鹭的数量在广东省冬季同步调查记录中占绝对优势，是广东沿海最重要的黑脸琵鹭越冬地。

在广东沿海地区，迁徙鸟类以水鸟为主，其中大部分为候鸟，尤其是种类最多的鸕鹚类，主要以沿海滩涂生境为主要栖息地。鹭科鸟类是会利用岩岸及近岸海面作为栖息觅食的类型，其中岩鹭作为海岛岩岸生境的特有种类，是最有可能受到影响的种类。鸥类、燕鸥类和海洋性鸟类是利用海面较多的水鸟类群，其中鸥类、燕鸥类多于浅海区域或近岸滩涂活动，但有时会跟随渔船在海面集群觅食。海洋性鸟类，如军舰鸟、鲣鸟等，会在海面梭巡，但一般不会集大群，且数量较少。此外，鸕和普通鳶等猛禽也发现常于海面上空盘旋。

## 6环境影响预测与评价

### 6.1施工期环境影响分析

#### 6.1.1施工废水影响分析

本项目施工期产生的废水主要包括船舶舱底油污水和船舶生活污水、陆域生活污水、施工机械设备和车辆的清洗废水、泥浆水等。

施工船舶产生的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等船舶污染物，由施工方委托有处理能力的单位接收处理。陆域生活污水经移动环保厕所收集后定期通过槽罐车运至当地污水处理厂处理。施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水经沉淀、隔油后回用于场地洒水抑尘、车辆冲洗等。

综上，施工期产生的各类污水在采取相应环保措施后，对项目所在海域水质环境质量基本不会产生明显影响。

#### 6.1.2施工废气影响分析

本项目施工期产生的废气主要包括施工扬尘、施工机械和施工车船燃油废气和装修废气等。

##### 6.1.2.1施工扬尘影响分析

施工扬尘主要来自建筑材料（白灰、水泥、砂料、石料和砖等）的搬运及堆放扬尘，建筑垃圾堆放及清理产生的扬尘，以及物料运输车辆行驶产生的道路扬尘。

扬尘产生的途径主要为风力扬尘。据研究，粒径大于 90 $\mu\text{m}$  的颗粒物，在不同的风速条件下，扩散距离一般在 15m 以下；粒径在 60 $\mu\text{m}$  左右的颗粒物，扩散距离一般为 2~70m；浓度影响值随风速的变化而变化，当小风、静风天气作业时，影响范围较小；而当大风天气作业时起尘量大，扬尘污染范围也较大；扬尘对 100m 以外的环境空气影响微小。施工期通过洒水降尘，设置简易隔离围屏有效的扬尘污染控制措施后，可有效降低扬尘污染对大气环境质量的影响。

##### 6.1.2.2施工机械和施工车船燃油废气影响分析

施工机械和施工车船主要以柴油为燃料，运行过程中将产生一定量废气。燃

油废气，主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和烟尘。

施工机械和施工车船燃油废气为间断排放，同时作业时间的相对有限，燃油量少，施工船舶使用符合标准的燃料油，其烟气产生量相对较少，随着施工的开始将消失。工程施工作业具有流动性和间歇性的特点，因此排放强度不大。

施工现场为空旷地段，有利于空气的扩散，对环境产生的影响较小。本项目最近的大气环境保护目标为新围村，距离为 390m。因此，本项目对周边大气环境敏感目标产生的影响很小。

### 6.1.2.3 装修废气影响分析

本项目施工期装修阶段使用涂料、夹板等由于溶剂挥发而产生无组织排放的废气；油漆废气中的有机溶剂、稀释剂（一般为酯类、酮类、芳香烃类、醇醚类、烷烃类等）等容易挥发，产生少量 VOCs，将对周围环境产生一定的影响。

本项目施工期装修废气产生的 VOCs，为无组织排放，无固定排放口，且排放强度较低，其影响具有“轻微、短暂、可扩散”的特点，整体对大气环境影响较小。

施工现场为空旷地段，有利于空气的扩散，对环境产生的影响较小。本项目最近的大气环境保护目标为新围村，距离为 390m。施工期间保持施工区域通风，加快废气扩散，避免密闭空间内轻微累积；合理安排施工时间，避开居民休息时段，减少对周边人群的短暂影响。

因此，本项目施工期装修废气对周边大气环境产生的影响很小。

### 6.1.3 施工噪声影响分析

#### 6.1.3.1 噪声源强

参考同类项目，本项目施工期噪声源主要为施工机械设备、车辆及施工船舶等，噪声源强详见表 6.1-1。

表 6.1-1 施工期噪声源强调查清单

| 序号 | 声源名称  | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                     | 声源控制措施     | 运行时段             |
|----|-------|----------|---------|-----|--------------------------|------------|------------------|
|    |       | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB (A) /m) |            |                  |
| 1  | 抓斗挖泥船 | 828.71   | -718.85 | 0.5 | 95/1                     | 施工船<br>禁止鸣 | 昼间<br>6:00~22:00 |
| 2  | 抓斗挖泥船 | 1231.75  | -952.87 | 0.5 | 95/1                     |            |                  |

| 序号 | 声源名称  | 空间相对位置/m |          |     | 声源源强                     | 声源控制措施                       | 运行时段             |
|----|-------|----------|----------|-----|--------------------------|------------------------------|------------------|
|    |       | X        | Y        | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB (A) /m) |                              |                  |
| 3  | 抓斗挖泥船 | 1096.96  | -1369.3  | 0.5 | 95/1                     | 笛, 选用低噪声设备, 加强日常维护, 合理安排作业时间 |                  |
| 4  | 抓斗挖泥船 | 237.75   | -767.18  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 5  | 自航泥驳  | 2152.36  | -1464.01 | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 6  | 自航泥驳  | 1847.91  | -1308.41 | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 7  | 自航泥驳  | 1340.51  | -1497.84 | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 8  | 自航泥驳  | -134.34  | -922.78  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 9  | 自航泥驳  | -398.19  | -773.95  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 10 | 自航泥驳  | -141.11  | -205.66  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 11 | 自航泥驳  | 1555.78  | -1148.93 | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 12 | 自航泥驳  | -283.04  | -531.55  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 13 | 起重船   | 395.34   | -160.11  | 0.5 | 80/5                     |                              |                  |
| 14 | 打桩船   | 544.81   | -272.49  | 0.5 | 100~110/5                |                              |                  |
| 15 | 平板驳   | 1098.15  | -888.31  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 16 | 平板驳   | 1366.12  | -1029.34 | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 17 | 钻爆船   | 1168.67  | -794.29  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 18 | 耙吸船   | 444.69   | -827.19  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 19 | 拖轮    | 136.74   | -18.24   | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 20 | 拖轮    | 517.72   | -235.66  | 0.5 | 95/1                     |                              |                  |
| 21 | 履带起重机 | 1142.27  | -3.34    | 0.5 | 80/5                     | 选用低噪声设备, 加强日常维护, 合理安排作业时间    | 昼间<br>6:00~22:00 |
| 22 | 挖掘机   | 1364.98  | 305.98   | 0.5 | 80~86/5                  |                              |                  |
| 23 | 挖掘机   | 858.94   | -236.06  | 0.5 | 80~86/5                  |                              |                  |
| 24 | 推土机   | 669.53   | -150.46  | 0.5 | 83~88/5                  |                              |                  |
| 25 | 推土机   | 989.86   | -273.22  | 0.5 | 83~88/5                  |                              |                  |
| 26 | 推土机   | 1244.34  | 126.58   | 0.5 | 83~88/5                  |                              |                  |
| 27 | 压路机   | 592.2    | -128.81  | 0.5 | 80~90/5                  |                              |                  |
| 28 | 压路机   | 971.3    | -171.14  | 0.5 | 80~90/5                  |                              |                  |
| 29 | 压路机   | 1327.86  | 210.09   | 0.5 | 80~90/5                  |                              |                  |
| 30 | 钻机    | 620.04   | -63.85   | 0.5 | 81/5                     |                              |                  |
| 31 | 钻机    | 1133.68  | -104     | 0.5 | 81/5                     |                              |                  |
| 32 | 钻机    | 1497.99  | 364.75   | 0.5 | 81/5                     |                              |                  |
| 33 | 液压插板机 | 517.97   | -97.88   | 0.5 | 82~90/5                  |                              |                  |
| 34 | 液压插板机 | 771.61   | -162.83  | 0.5 | 82~90/5                  |                              |                  |
| 35 | 液压插板机 | 983.68   | -214.45  | 0.5 | 82~90/5                  |                              |                  |
| 36 | 液压插板机 | 1124.4   | -107.09  | 0.5 | 82~90/5                  |                              |                  |
| 37 | 液压插板机 | 1324.77  | 132.76   | 0.5 | 82~90/5                  |                              |                  |

| 序号 | 声源名称   | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                     | 声源控制措施 | 运行时段 |
|----|--------|----------|---------|-----|--------------------------|--------|------|
|    |        | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB (A) /m) |        |      |
| 38 | 液压插板机  | 1241.25  | 43.06   | 0.5 | 82~90/5                  |        |      |
| 39 | 液压插板机  | 1269.09  | 244.12  | 0.5 | 82~90/5                  |        |      |
| 40 | 液压插板机  | 1405.19  | 268.86  | 0.5 | 82~90/5                  |        |      |
| 41 | 液压插板机  | 1439.22  | 398.78  | 0.5 | 82~90/5                  |        |      |
| 42 | 液压插板机  | 1485.61  | 473.01  | 0.5 | 82~90/5                  |        |      |
| 43 | 水泥搅拌桩机 | 855.85   | -183.48 | 0.5 | 85~90/5                  |        |      |
| 44 | 水泥搅拌桩机 | 1170.11  | 73.99   | 0.5 | 85~90/5                  |        |      |
| 45 | 水泥搅拌桩机 | 1272.18  | 200.81  | 0.5 | 85~90/5                  |        |      |
| 46 | 水泥搅拌桩机 | 1380.44  | 343.1   | 0.5 | 85~90/5                  |        |      |
| 47 | 水泥搅拌桩机 | 1572.22  | 389.5   | 0.5 | 85~90/5                  |        |      |

备注：表中坐标以项目红线范围西南角为坐标原点建立的坐标系。

### 6.1.3.2噪声预测模式

施工机械噪声主要为中低频噪声，且多处于户外，无有效的隔声屏障，因此根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中推荐的无指向性点声源几何发散衰减预测模型，对单台设备噪声衰减进行预测，再通过多台机械同时作业的总等效连续 A 声级计算施工噪声的影响，确定超标范围和强度。

#### （1）基本公式

在环境影响评价中，应根据声源声功率级或参考位置处的声压级、户外声传播衰减，计算预测点的声级，按以下公式计算：

$$L_p(r) = L_p(r_0) + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{fol})$$

式中：

$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置  $r_0$  处的声压级，dB；

$D_C$ ——指向性校正，dB，本次预测不考虑；

$A_{div}$ ——几何发散引起的衰减，dB；

$A_{atm}$ ——大气吸收引起的衰减，dB；

$A_{gr}$ ——地面效应引起的衰减，dB；

$A_{bar}$ ——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；



$A_{fol}$ ——绿化林带引起的衰减，dB。

(2) 几何发散引起的衰减 ( $A_{div}$ )

点声源几何发散衰减计算公式如下：

$$A_{div} = 20 \lg \left( \frac{r}{r_0} \right)$$

式中：

$r$ ——预测点至声源的距离，m；

$r_0$ ——参考位置距声源的距离，m。

(3) 大气吸收引起的衰减 ( $A_{atm}$ )

$$A_{atm} = \frac{\alpha (r - r_0)}{1000}$$

式中：

$\alpha$ ——温度、湿度和声波频率的函数，预测计算中一般根据建设项目所在区域常年平均气温和湿度选择相应的空气吸收系数，具体取值见表 6.1-2，本项目所在区域年平均气温 22.97℃，相对湿度 76.52%，因此 $\alpha=2.4$ ；

$r$ ——预测点至声源的距离，m；

$r_0$ ——参考位置距声源的距离，m。

表 6.1-2 倍频带噪声的大气吸收衰减系数 $\alpha$

| 温度℃ | 相对湿度<br>% | 大气吸收衰减系数 $\alpha$ ，dB/km |     |     |     |      |      |      |      |
|-----|-----------|--------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|     |           | 倍频带中心频率                  |     |     |     |      |      |      |      |
|     |           | 63                       | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 10  | 70        | 0.1                      | 0.4 | 1   | 1.9 | 3.7  | 9.7  | 32.8 | 117  |
| 20  | 70        | 0.1                      | 0.3 | 1.1 | 2.8 | 5    | 9    | 22.9 | 76.6 |
| 30  | 70        | 0.1                      | 0.3 | 1   | 3.1 | 7.4  | 12.7 | 23.1 | 59.3 |
| 15  | 20        | 0.3                      | 0.6 | 1.2 | 2.7 | 8.2  | 28.2 | 28.8 | 202  |
| 15  | 50        | 0.1                      | 0.5 | 1.2 | 2.2 | 4.2  | 10.8 | 36.2 | 129  |
| 15  | 80        | 0.1                      | 0.3 | 1.1 | 2.4 | 4.1  | 8.3  | 23.7 | 82.8 |

(4) 地面效应引起的衰减 ( $A_{gr}$ )

声波掠过疏松地面传播时，或大部分疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面吸收效应引起的倍频带衰减可用下式计算：

$$A_{gr} = 4.8 - \left( \frac{2h_m}{r} \right) \left( 17 + \frac{300}{r} \right)$$

式中：

$A_{gr}$ ——地面效应引起的衰减，dB；

$r$ ——声源到接受点的距离，m；

$h_m$ ——传播路径的平均离地高度，m； $h_m$ =面积  $F/r$ ，可按图 6.1-1 进行计算。

若 $A_{gr}$ 计算出负值， $A_{gr}$ 可用 0 代替。

其它情况可参照《声学户外声传播的衰减 第 2 部分：一般计算方法》（GB/T17247.2）进行计算。

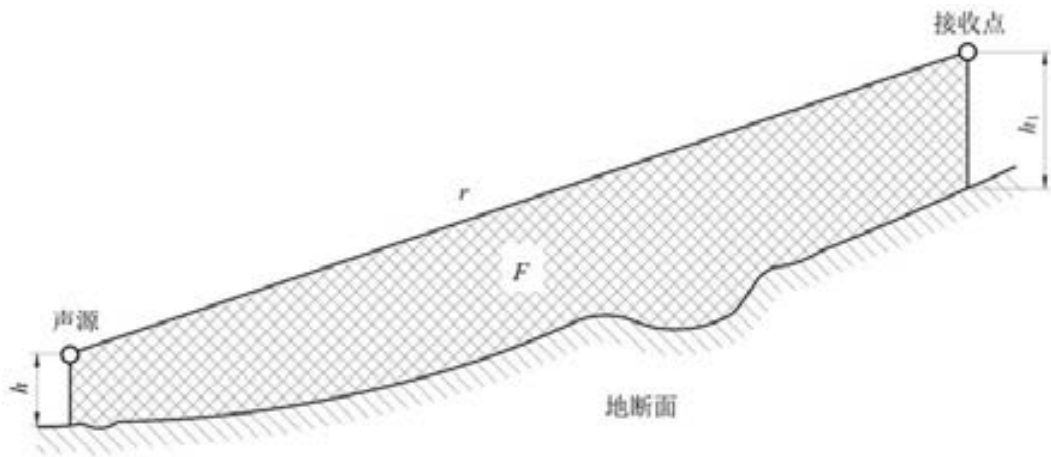


图 6.1-1 无限长声屏障示意图

(6) 预测软件

本次预测采用环安噪声环境影响评价系统（Noise System，V4.2.2023.4）进行预测。

6.1.3.3预测结果与分析

本项目施工期夜间不进行施工作业，声环境评价范围内无声环境敏感目标，且东、南、西边界均为海域，无环境受体，因此对北边界噪声进行预测，预测结果如下所示。

表 6.1-3 施工期昼间项目边界、声环境保护目标噪声预测结果与达标情况

| 预测点   | 预测时段 | 贡献值   | 标准限值 | 达标情况 |
|-------|------|-------|------|------|
| 项目北厂界 | 昼间   | 57.79 | 70   | 达标   |

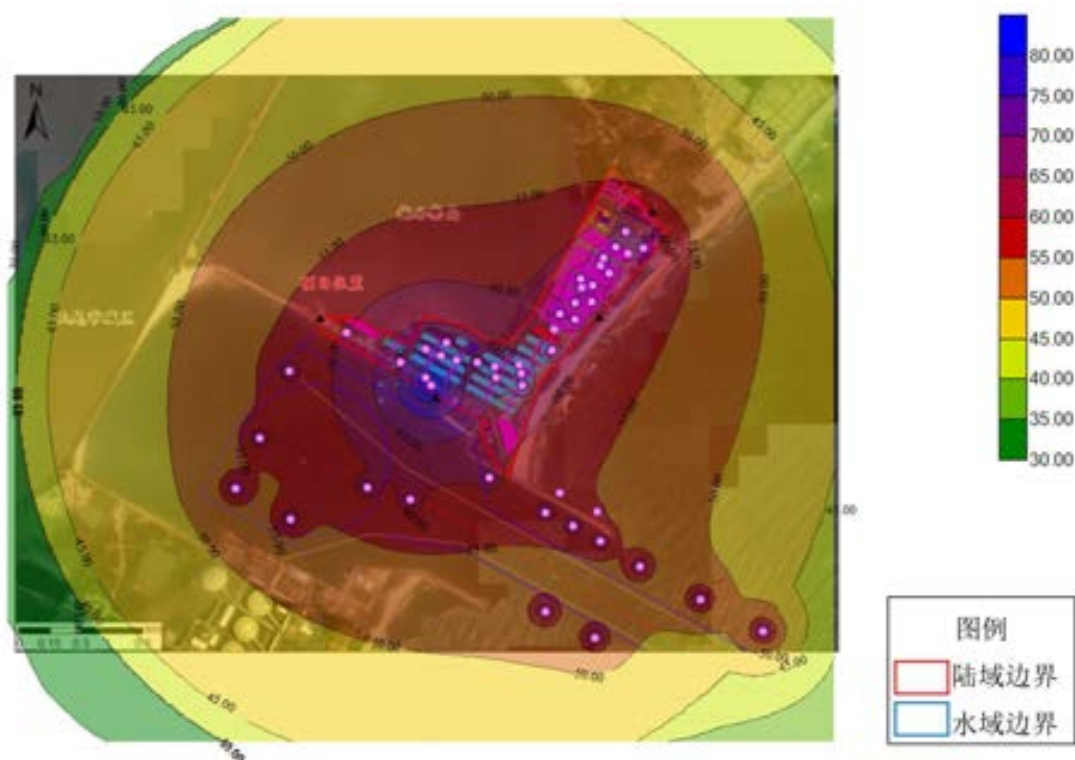


图 6.1-2 本项目昼间施工噪声贡献值等值线图

本项目施工期间，通过选用低噪声设备、禁止鸣笛、加强日常维护，合理安排作业时间，缩短工期等控制措施降低噪声，项目陆域各厂界施工边界噪声可达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值的要求。

#### 6.1.4 施工固体废物影响分析

本项目施工期产生的固体废物主要为陆域施工人员生活垃圾、施工船舶生活垃圾、建筑垃圾、疏浚物、废弃泥浆、钻渣等。

项目陆域施工人员产生的生活垃圾统一收集后，交由环卫部门处理。船舶生活垃圾由施工船舶自行委托有处理能力的船舶污染物接受单位处置。

建筑垃圾中的混凝土由施工单位交由合法的处置场加工成形成再生骨料，钢筋、金属碎片等可回收利用，其余建筑垃圾运往指定的余泥渣土受纳场处置。建筑垃圾若随意丢弃于地表，将影响空气对土壤的通透性，有碍植物根基生长，并会孳生蚊蝇，经雨水浸淋后可能产生溶液渗入地下水系，从而污染地下水水质。因此，建设单位在施工过程中应妥善处理建筑垃圾，尽量利用可回收资源，减少对环境的影响。

本项目施工期产生疏浚物拟外抛至东侧约 24km 处的碣石湾外倾倒区，本项

目严格按照《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知（粤海监函〔2019〕99号）》等相关要求合理处置疏浚物，根据《疏浚物海洋倾倒分类和评价程序》（国海环字〔2002〕398号）进行检测鉴别疏浚物的疏浚物类别，依法办理废弃物海洋倾倒许可证后进行施工。清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，然后用挖机上岸，后续作为建筑材料用于码头的建设。

经采取前述措施后，本项目施工期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，对环境的影响可接受。

### 6.1.5 陆域生态影响分析

本项目用地范围内现状无珍稀濒危野生动植物，本项目建设对陆域生态环境的影响主要为建设码头配套设施改变用地范围内的下垫面属性和生态系统类型，用地范围内的原有植被将被全部移除，由原灌丛、草地生态系统转变为城镇生态系统。本项目位于汕尾港规划范围，项目建设符合规划相关要求，是保证规划实施的重要阶段。

本项目占用部分国家公益林，正在按照《中华人民共和国森林法》和《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第35号）等相关要求，办理林地使用申请手续。根据《中华人民共和国森林法》第二十一条规定，为了生态保护、基础设施建设等公共利益的需要，确需征收、征用林地、林木的，应当依照《中华人民共和国土地管理法》等法律、行政法规的规定办理审批手续，并给予公平、合理的补偿。本项目建成后，将对征用的林地给予生态补偿费用。

### 6.1.6 施工期对用海活动的影响分析

根据前文分析，本项目周边用海活动主要为港口用海，本项目施工期间将产生悬浮泥沙，会扩散至周边码头范围，对该海域水质环境产生一定影响，但这种影响仅持续于施工过程，施工结束后即消失，且悬浮泥沙扩散对码头运行基本无影响。

项目炸礁施工将根据《爆破安全规程》的规定，计算与周边码头等构筑物的安全爆破距离及最大单段允许药量，施工期间不能超过安全允许装药量；同时根据爆破施工区域的分布设立爆破振动监测点，根据测振数值调整爆破参数，通过试爆结果分析，对爆破网络及起爆药量进行调整优化，必要时采取控制爆破，确保结构安全。

此外，项目施工及运营期间将投入一定数量的船舶，且运营期间将与该项目共用部分水域，附近水域的通航密度将增加，进出白沙湖作业区的船舶在该水域中会遇局面将变得复杂，船只航行安全受到一定影响，船舶碰撞、事故溢油风险将增加。水中炸礁产生的冲击波和一定强度的声波也会对邻近水域的航运产生一定的影响。

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书（报批稿）》（2025 年 10 月，广东海兰图环境技术研究有限公司），本项目与周边用海活动具有较好的协调性。

## 6.2 工程实施对海洋环境影响分析

### 6.2.1 工程实施对海洋水文动力环境影响分析

#### 6.2.1.1 水动力模型建立

潮流数值计算是研究评价海域现状潮流场及预测潮流场分布的一个重要手段，是海洋环境影响评价工作的基础。在此基础上可以预测评价海域因工程实施而引起的海水水质及水动力条件的变化，进而预测工程对海洋环境产生的影响。考虑项目周边的地形特征以及当地的海水运动以潮汐、潮流为主，本项目采用三维数值模型来进行潮流场的数值模拟。

MIKE3 是应用于海洋、水资源和城市等领域的水环境管理系列软件中的一个子系统，可模拟具有自由表面的三维流动系统，可以用于模拟河流、湖泊、水库、大型河口和外海的水利、水质和泥沙传输问题，能够模拟垂向密度不同的非恒定流，并同时考虑外部作用力，如气象、潮汐、流场和其他水利条件的影响。MIKE3 包括对流弥散、水质、重金属、富营养化和沉积作用过程模块，主要解决包括潮汐交换及水流、分层流、海洋流循环、热与盐的再循环、富营养化、重金属、粘性沉积物的腐蚀、传输和沉降、预报、海洋冰山模拟等与水力学相关的现象。

#### 1、水动力控制方程

##### （1）基本方程

MIKE3 模型的数学基础是雷诺平均化的 N-S 方程，它包括了紊流影响以及密度变化，控制方程包括下列动量方程、连续方程和密度方程：

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S \\
& \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} \\
& = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left( \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + F_u \\
& \quad + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S \\
& \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wv}{\partial z} \\
& = -fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left( \frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + F_v \\
& \quad + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S
\end{aligned}$$

其中,  $x$ 、 $y$ 、 $z$ 分别表示东西向, 南北向和垂直方向坐标轴;  $u$ 、 $v$ 、 $w$ 分别为 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 方向的速度分量,  $d$ 为水深,  $\eta$ 为表面高程,  $T$ 为温度;  $\rho$ 为密度;  $P$ 为压强;  $f$ 为科氏参量;  $g$ 为重力加速度;  $s_{xx}$ 、 $s_{xy}$ 、 $s_{yx}$ 、 $s_{yy}$ 是辐射应力张量的分量;  $v_t$ 为垂直湍流(或涡流)粘度;  $P_a$ 为大气压力;  $\rho_0$ 为水的参考密度;  $S$ 为电源引起的放电幅度;  $(u_s, v_s)$ 为排入环境中水的速度。

$$\begin{aligned}
F_u &= \frac{\partial}{\partial x} \left( 2A \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( A \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) \\
F_v &= \frac{\partial}{\partial x} \left( A \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( 2A \frac{\partial v}{\partial y} \right)
\end{aligned}$$

其中,  $A$ 为衰减水平涡流粘度。

## (2) 初始条件

初始速度场、水位场(开边界除外)均为0。

## (3) 边界条件

$u$ 、 $v$ 和 $w$ 的表面和底部边界条件:

当 $z=\eta$ 时,

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0 \\
& \left( \frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{sx}, \tau_{sy})
\end{aligned}$$

当  $z=-d$  时,

$$u \frac{\partial d}{\partial x} + v \frac{\partial d}{\partial y} + w = 0$$

$$\left( \frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

其中,  $(\tau_{sx}, \tau_{sy})$  和  $(\tau_{bx}, \tau_{by})$  是表面风和底部应力在  $x$  和  $y$  方向上的分量。

## 2、计算范围、网格设置与计算参数

### (1) 计算范围与网格设置

本项目模型采用非结构三角形结构, 模型的计算范围和网格见图 6.2-1, 网格节点数 50755 个, 网格单元数 97520 个, 模型范围西至红海湾鹧鸪咀附近, 东至田尾角附近, 东南向外海边界最大水深处约为 50m, 模型网格分辨率局部加密至 10m。垂向采用  $\sigma$  坐标, 更好的模拟近岸和浅海区域。模型范围涵盖项目附近及其周边水域内水动力、水质、泥沙易受本项目影响的水域, 可满足项目水动力环境、水质环境(悬沙扩散)分析的要求。模型计算时间步长为 30s, 总共模拟时间为 15 天, 模拟结果输出的时间间隔为 1 小时。

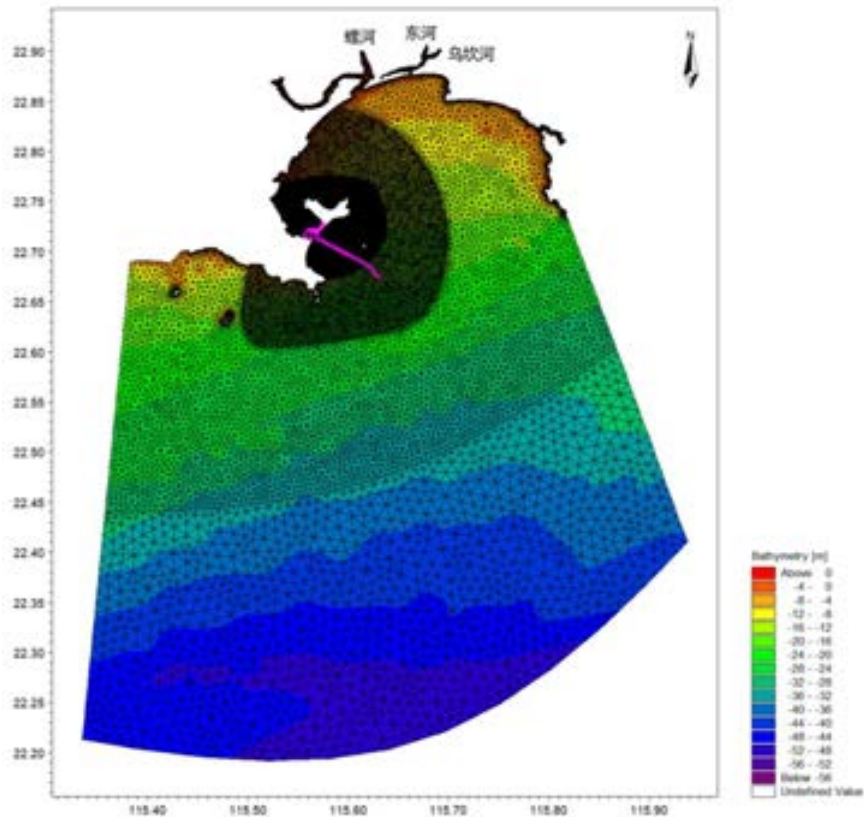


图 6.2-1 模型计算网格以及边界示意图



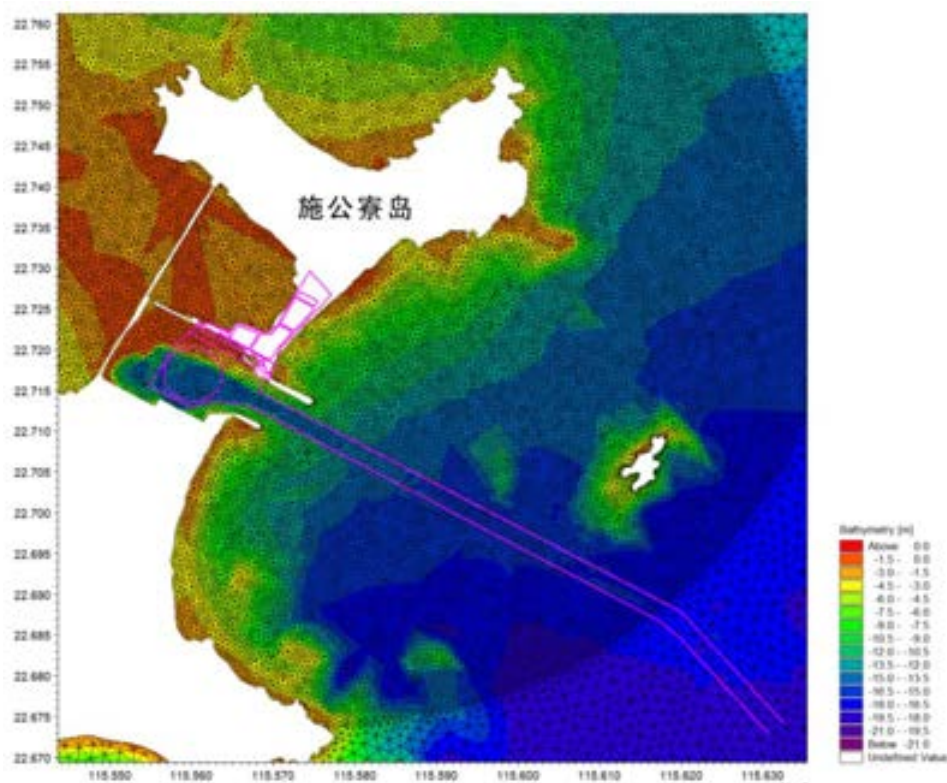


图 6.2-2 模型计算网格（项目附近局部放大图）

## (2) 计算参数

三维水动力模型考虑垂向分层使用 Sigma 坐标，模型层数分为 5 层，表中底对应的每层厚度均为 0.2H，计算三维变量，按稳定性要求  $\frac{\Delta t}{2} < \frac{\sigma \cdot \Delta s}{\sqrt{gH_{max}}}$ ，a=1~3，水流数学模型的计算步长为动态时间步长，取 0.1s~30s。

计算海域的糙率是个综合影响因素，是数值计算中十分重要的参数，与水深、床面形态、植被条件等因素有关，经调试，糙率 n 取值为 0.001。涡粘系数采用 Smagorinsky 公式确定。

$$A = C \Delta x \Delta y \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

式中：u, v 分别为 x, y 方向的流速分量 (m/s)；x 为 x 方向网格尺寸，A 为 y 方向网格尺寸；C 为常数，计算时通过输入 C 的值来计算涡粘系数，C 可以取 0.25 到 1.0 之间的数，本报告取模型默认参数为 0.28。

## (3) 模拟时间

本评价主要收集了汕尾陆丰碣石湾海域（2021 年 10 月）的潮位和潮流监测数据，作为所构建模型的水动力验证数据，综合考虑水文动力验证数据监测时段，



本次评价模型计算时间为 2021 年 10 月 15 日 00:00~2021 年 10 月 31 日 00:00，以此进行模型的验证。基于验证可靠的水动力模型，设置不同的模拟情景，加载相应的数值计算模块，以模拟评价不同情境下的水环境影响。

### 3、水深地形资料

模型水下地形采用中国人民解放军海军司令部航海保证部出版的海图，由于模型预测范围广，采用多张海图进行拼合，采用的海图主要有：①遮浪角至龟龄锚地（编号 15322，比例尺 1:20000，2016 年出版）；②红海湾（编号 15335，比例尺 1:55000，2017 年出版）；③碣石湾（编号 15311，比例尺 1:40000，2020 年出版）。

在上述海图资料基础上，结合最新的卫星图件、水深数据对岸线、水深进行微调，以当地理论最低潮面为统一基准面，评价所选用的 MIKE3 模型采用的非结构网格及其局部加密功能，使构建的模型网格能更好地拟合局地岸线，因此，模型总体上能较好地反映真实的岸线和水下地形状态。

### 4、边界条件

本次评价主要考虑上游径流及外海潮汐，大尺度水动力数值模型上游边界为河流边界，其边界条件可由特征流量或水位给定，具体见表 6.2-1。外海潮汐边界水位，由中国海洋大学研发的中国近海潮汐预测程序（China Tide）提供，该潮汐预测程序由 8 个分潮的调和常数进行叠加而获得潮位，对中国近岸海域的潮汐水位预报具有较高精度。由于外海边界跨度较大，因此根据外海均匀分布的边界点分别给定潮位数据，以确保其插值数据的准确、稳定考虑到计算水域内部分区域浅滩较多，模拟计算时将开启干湿网格判断功能模块，以体现水动力模拟过程中的漫滩和露滩效果。

#### 6.2.1.2 水动力模型验证

模型的验证分两个部分：潮位验证和潮流验证，设定每小时输出水位、流速用于模型验证。基于本项目所收集的潮位和潮流资料的实际观测时间，模型计算时间为 2021 年 10 月 15 日 00:00~2021 年 10 月 31 日 00:00，潮位和潮流观测站数量分别为 2 个（SWC3~SWC4）和 6 个（SW2-1~SW2-6）。模型验证点位分布详见表 6.2-1 和图 6.2-3

表 6.2-1 潮位与潮流观测站信息一览表

| 序号 | 站位    | 经度°E       | 纬度°N      | 观测项目 |
|----|-------|------------|-----------|------|
| 1  | SWC3  | 115.563469 | 22.662492 | 潮位   |
| 2  | SWC4  | 115.699425 | 22.850867 | 潮位   |
| 3  | SW2-1 | 115.555916 | 22.782512 | 潮流   |
| 4  | SW2-2 | 115.638900 | 22.719500 | 潮流   |
| 5  | SW2-3 | 115.737877 | 22.779347 | 潮流   |
| 6  | SW2-4 | 115.554199 | 22.646650 | 潮流   |
| 7  | SW2-5 | 115.643120 | 22.647918 | 潮流   |
| 8  | SW2-6 | 115.744057 | 22.649502 | 潮流   |

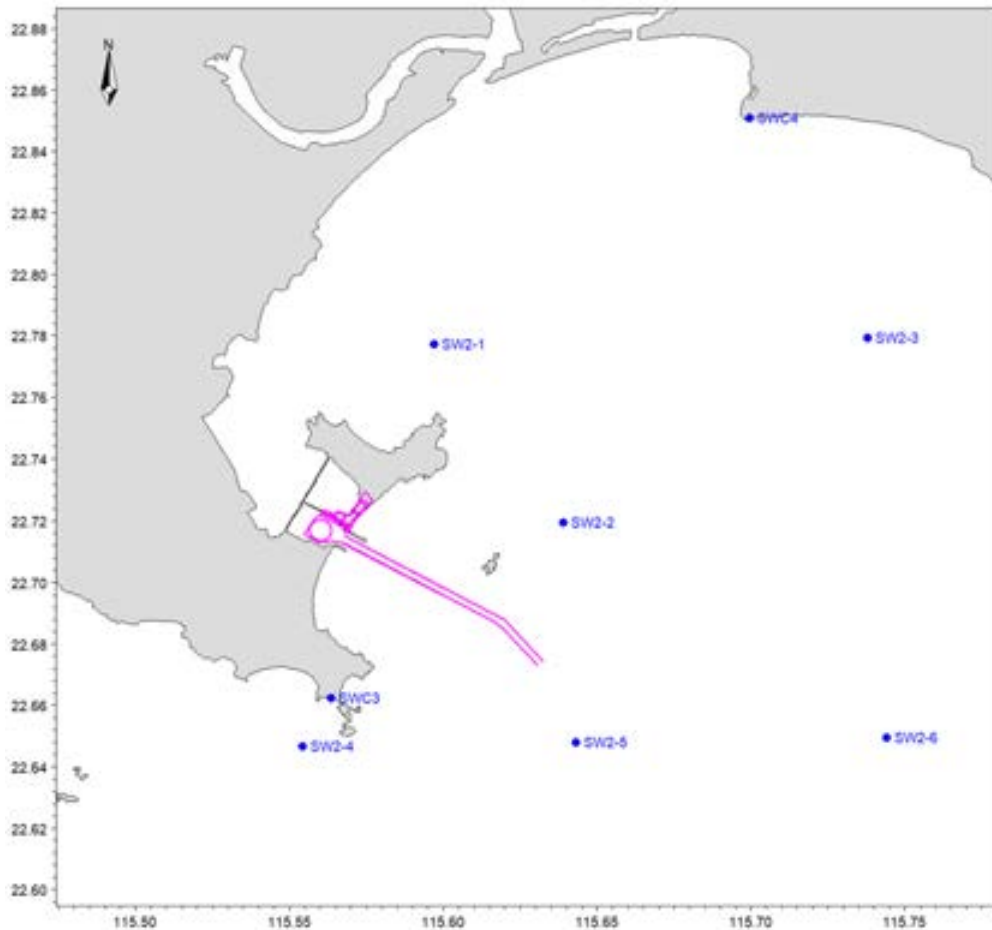


图 6.2-3 模型潮位和潮流观测站分布图

模型计算时间为 2021 年 10 月 15 日 00:00~2021 年 10 月 31 日 00:00，附近海域 2 个潮位站（SWC3~SWC4）的验证结果见图 6.2-4，从图中可以看出：计算潮位过程与实测过程总体吻合良好，个别时刻出现一定的偏差，偏差幅度基本控制在 0.1m 范围内，无明显相位差，模型整体把握了海域内的潮汐水位涨落过程，

满足导则附录 D 要求。

附近海域 6 个潮流站（SW2-1~ SW2-6）的验证结果见图 6.2-10，从图中可以看出：除部分时刻的流速、流向与实测潮流有一定偏差外，模拟的流速、流向整体与实测潮流较为吻合，流速大小的变化过程与各潮流特征时刻对应，流向的变化把握了监测站位往复潮流的流态特征，近岸海域的水动力场能得到较好的复演，满足导则附录 D 要求。白沙湖作业区模型验证误差分析详见表 6.2-2。

表 6.2-2 模型验证误差分析一览表

| 率定验证项        | 2021 年 10 月 |
|--------------|-------------|
| 高低潮位时间相位差（h） | 0.10        |
| 高低潮潮位偏差（m）   | 0.07        |
| 流速时间相位差（h）   | 0.20        |
| 流向时间相位差（h）   | 0.27        |
| 平均流速偏差（m/s）  | 0.10        |
| 平均流向差（°）     | 13          |

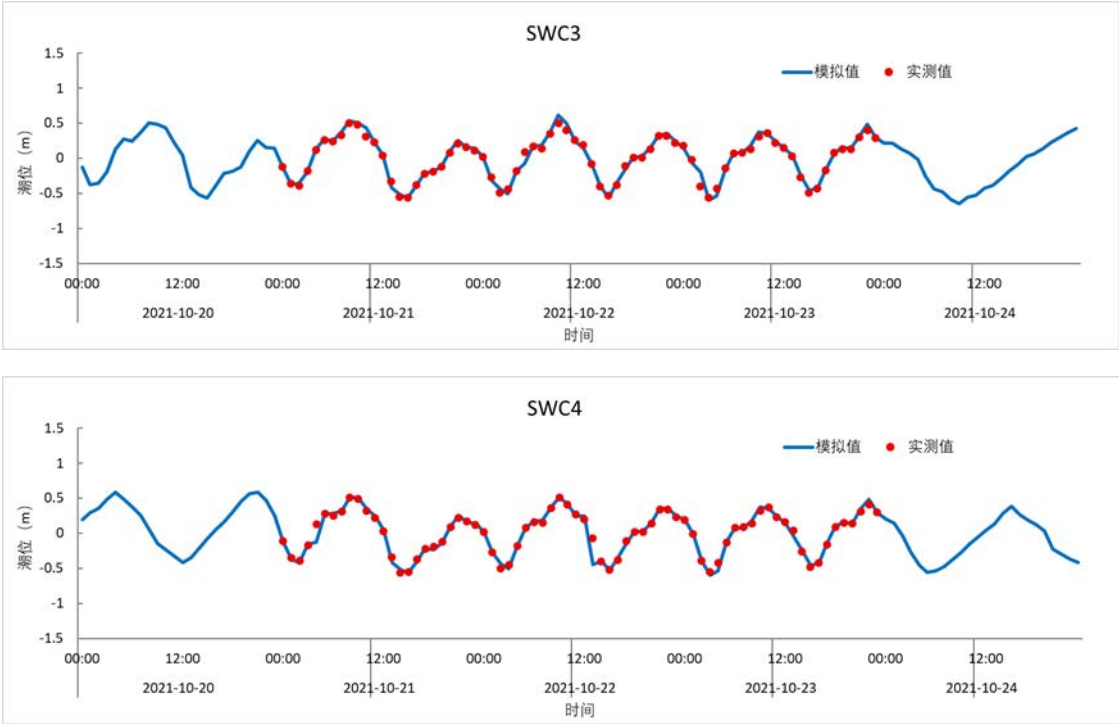


图 6.2-4 项目附近海域潮汐水位验证图

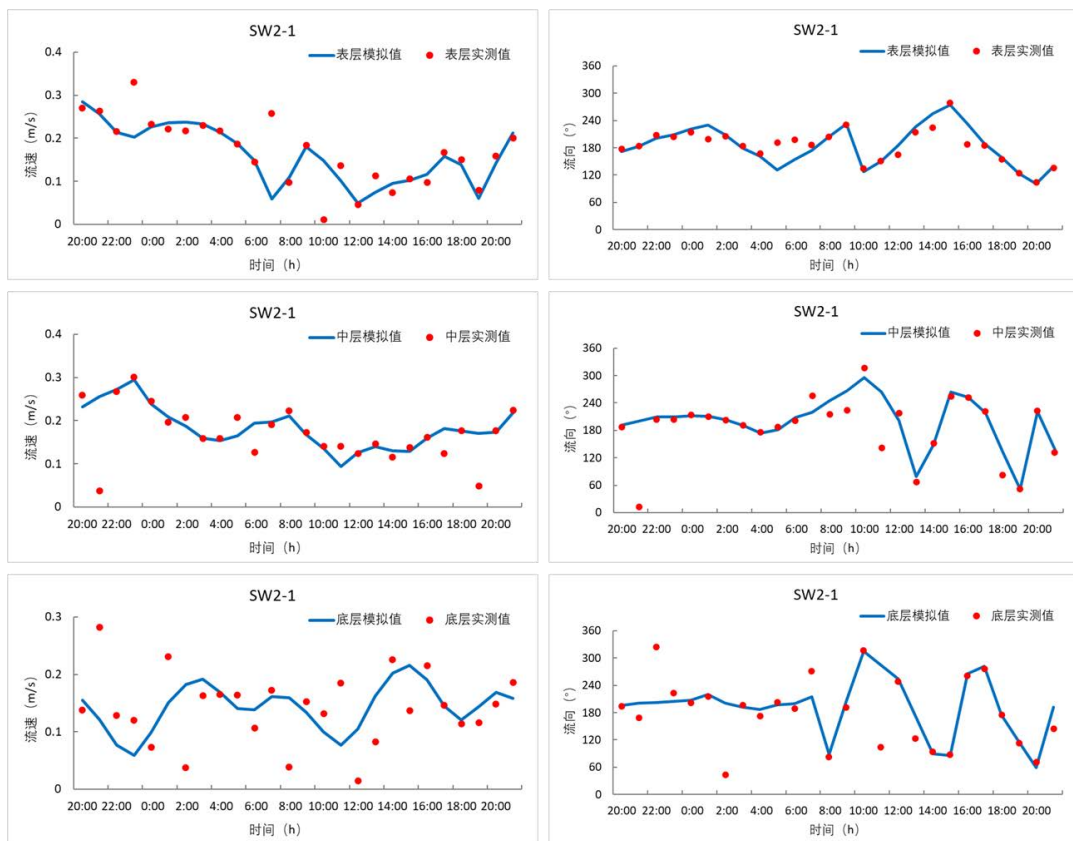


图 6.2-5 SW2-1 站流速和流向验证图（表、中、底层）

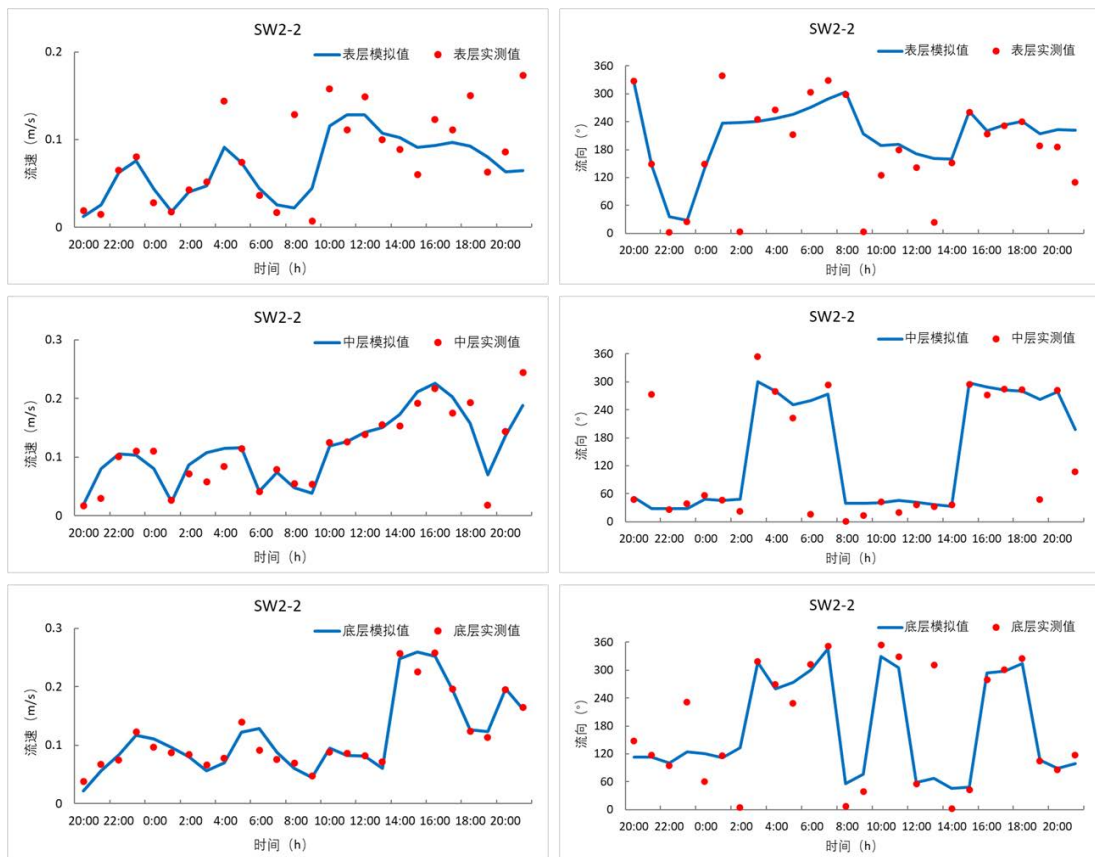


图 6.2-6 SW2-2 站流速和流向验证图（表、中、底层）

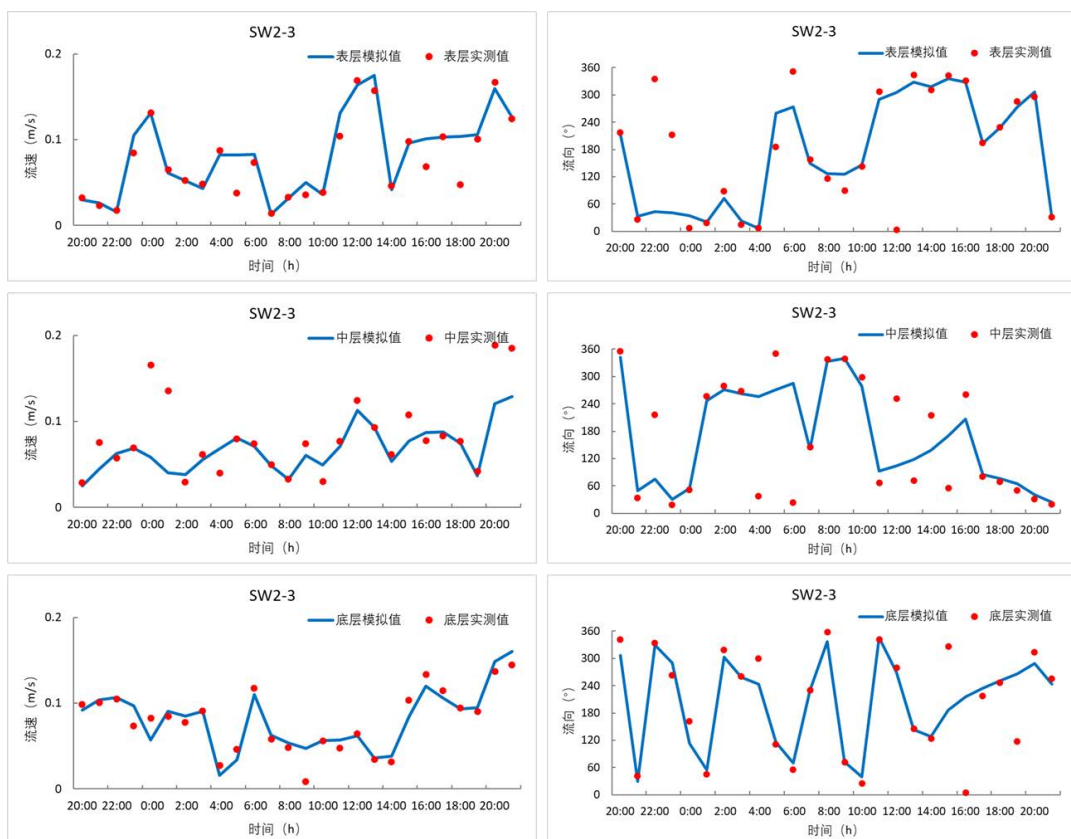


图 6.2-7 SW2-3 站流速和流向验证图（表、中、底层）

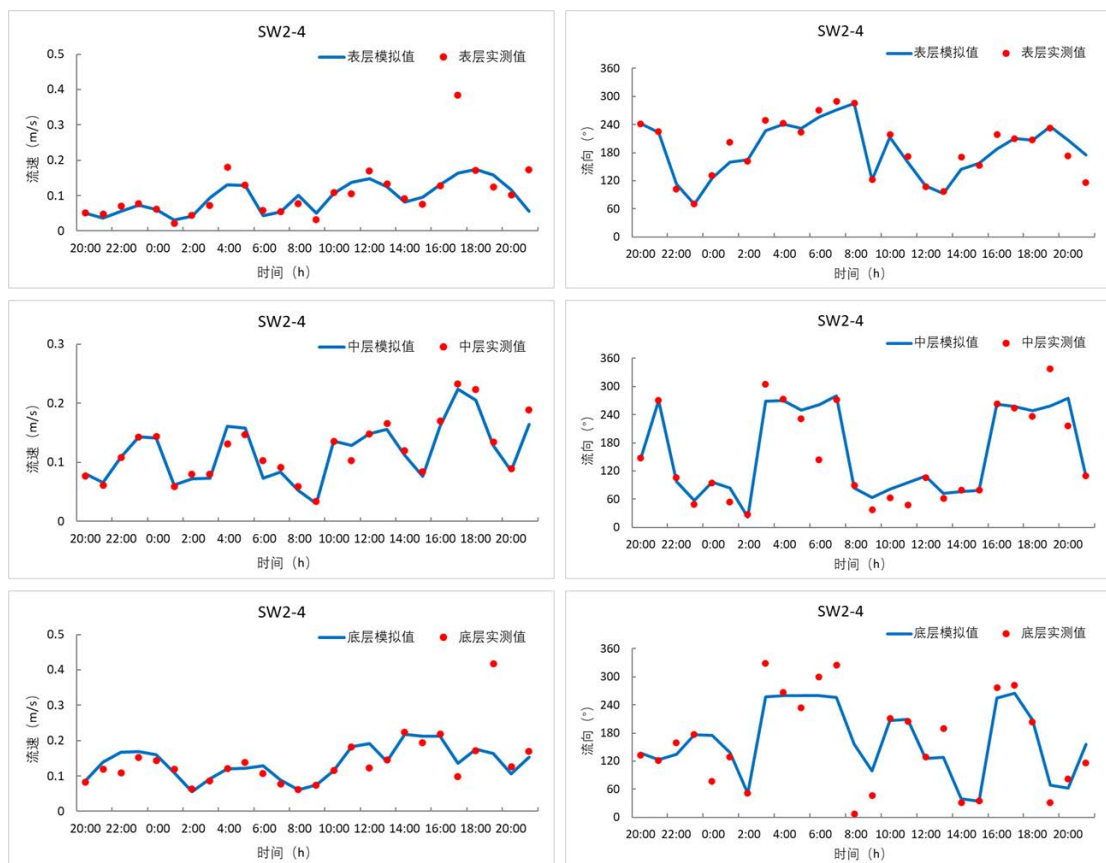


图 6.2-8 SW2-4 站流速和流向验证图（表、中、底层）

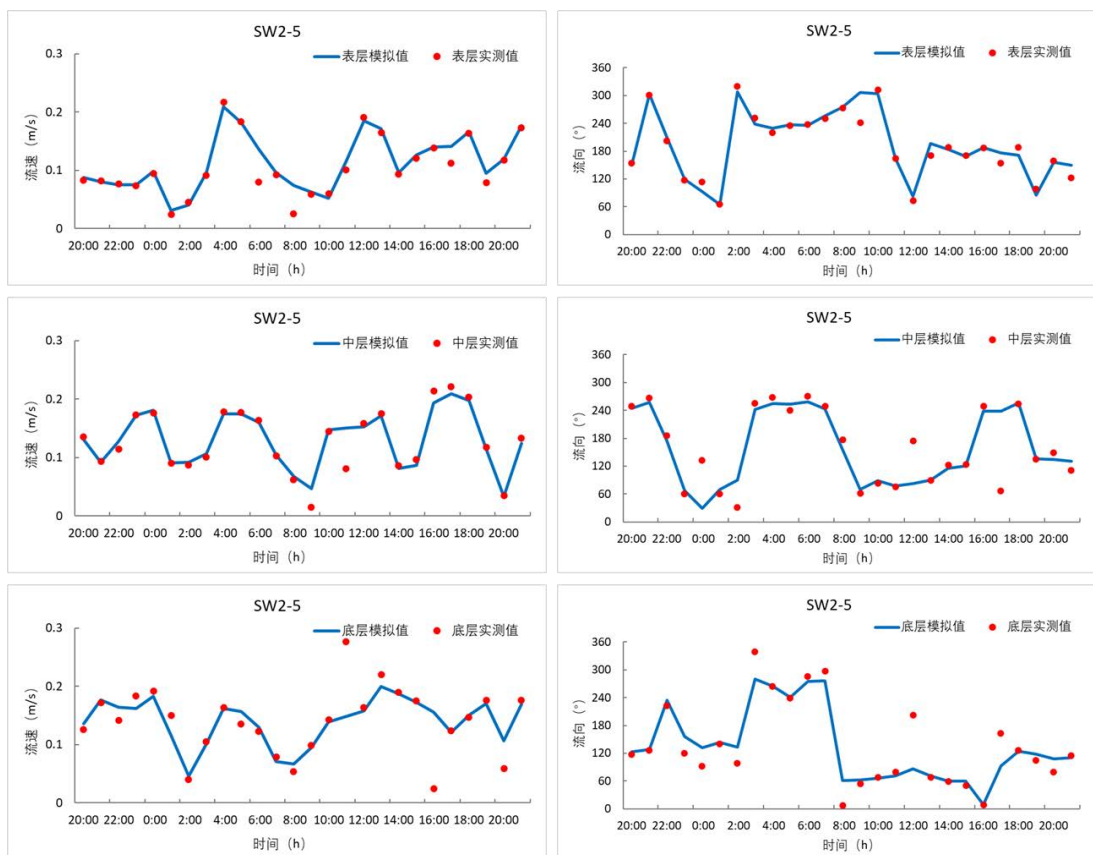


图 6.2-9 SW2-5 站流速和流向验证图（表、中、底层）

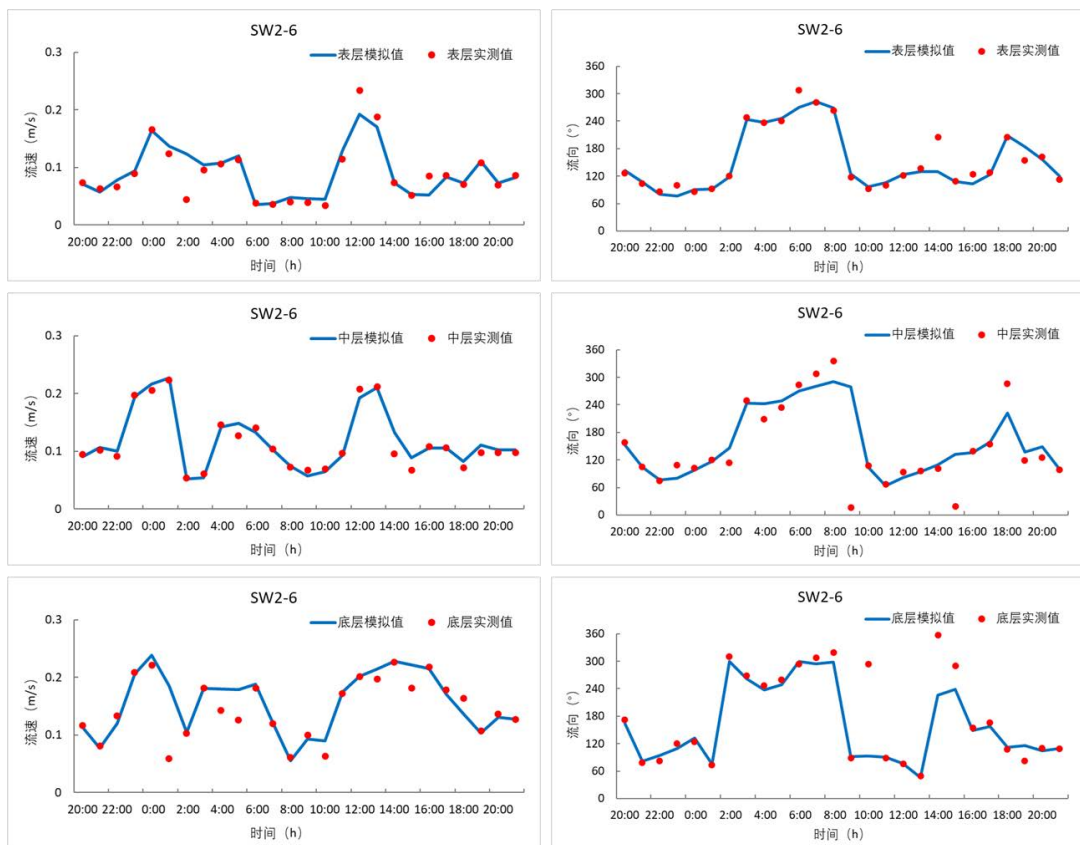


图 6.2-10 SW2-6 站流速和流向验证图（表、中、底层）



6.2.1.3工程前潮流场模拟计算结果

采用经过验证的潮流数值模型，计算了工程实施前项目附近水域的潮流水动力场。图 6.2-11～图 6.2-22 为项目周边水域大潮涨急和落急流场图，由于计算网格空间尺度较小，为了使结果更加直观，对流场结果进行稀疏处理：

表、中、底层潮流流向存在一定差异，但总体偏转角度不大，流速随水深增大而减少，呈现表层流速>中层流速>底层流速的规律。大潮期间涨急时，模拟海域潮流整体为自南向北方向，航道附近流向为自南向北，港池内流向为自东南流向西北，项目附近表层平均流速约为 0.08 m/s。大潮期间落急时，潮流流向则相反，模拟海域潮流整体为自北向南，航道附近流向为自北向南，港池内流向为自西北向东南，项目附近表层平均流速约为 0.06m/s。

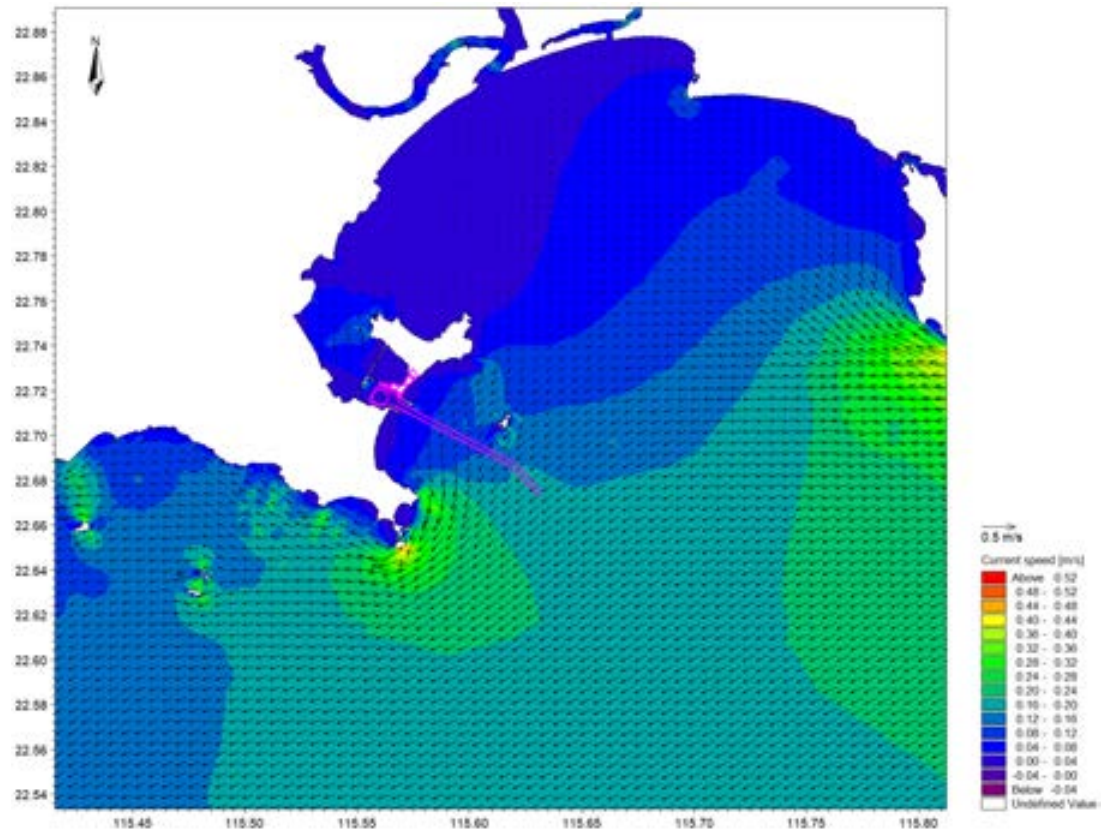


图 6.2-11 项目周边海域大潮涨急流场图（表层）

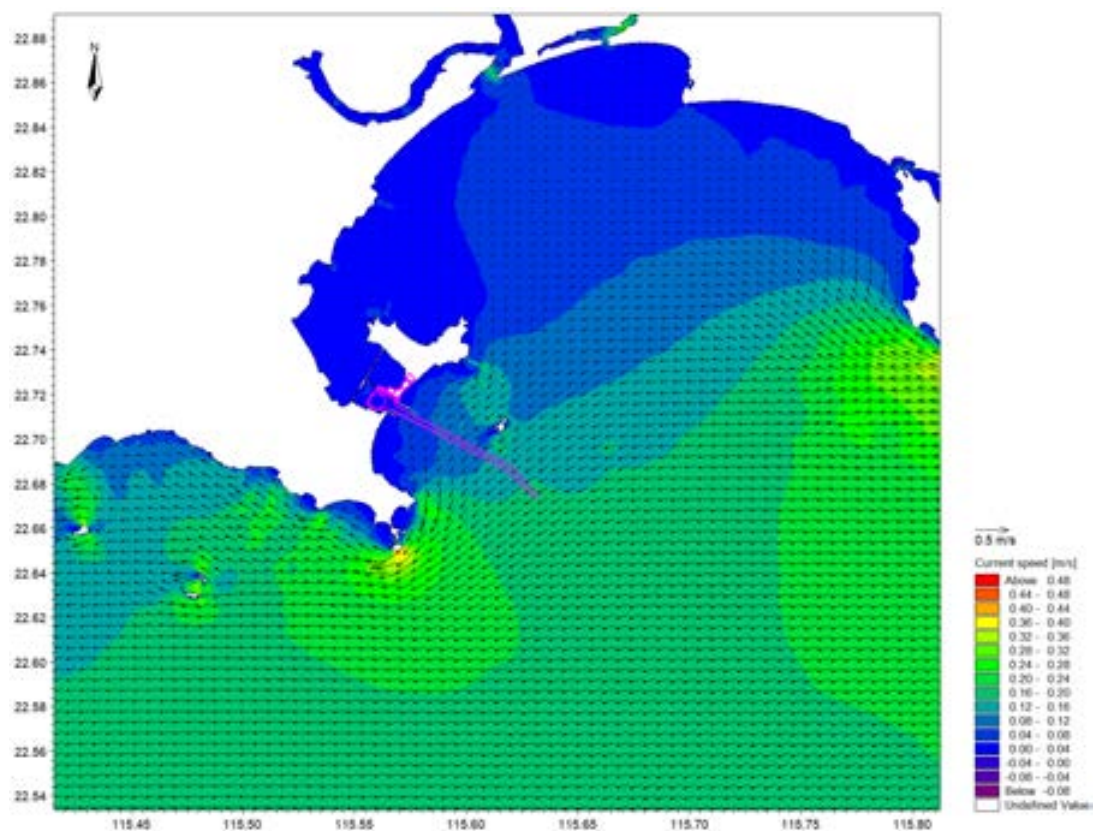


图 6.2-12 项目周边海域大潮涨急流场图（中层）

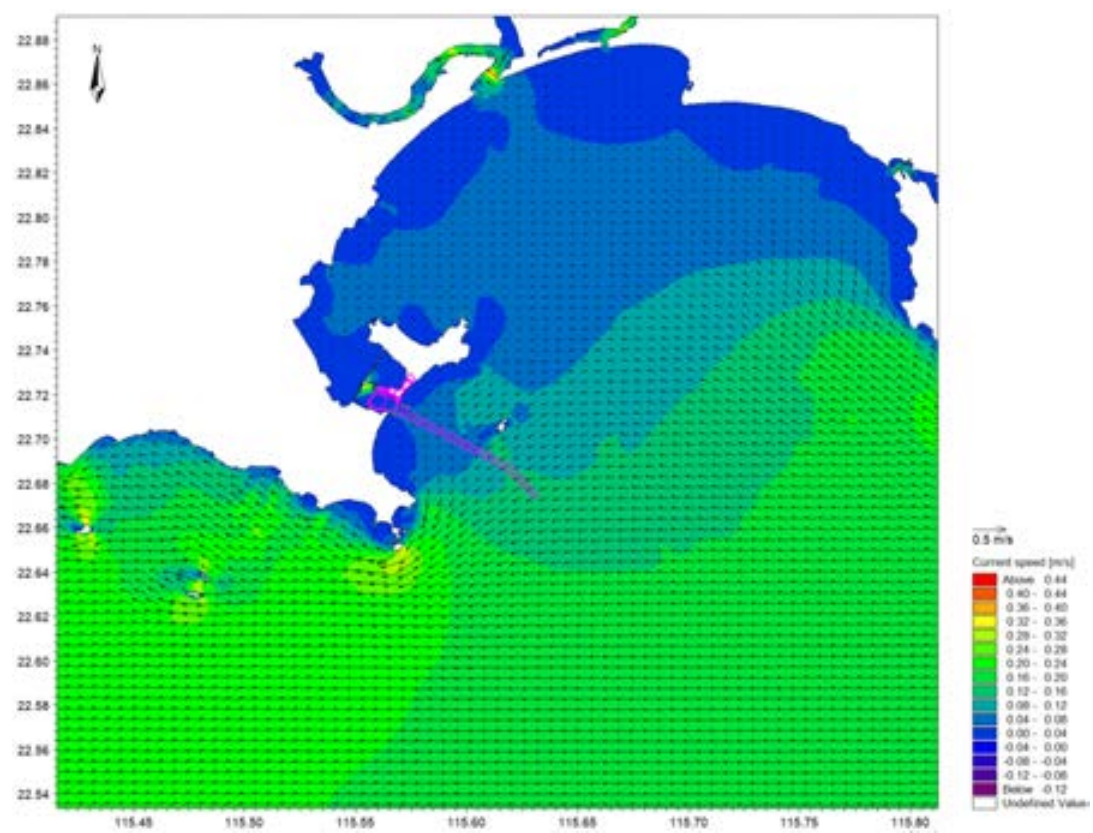


图 6.2-13 项目周边海域大潮涨急流场图（底层）



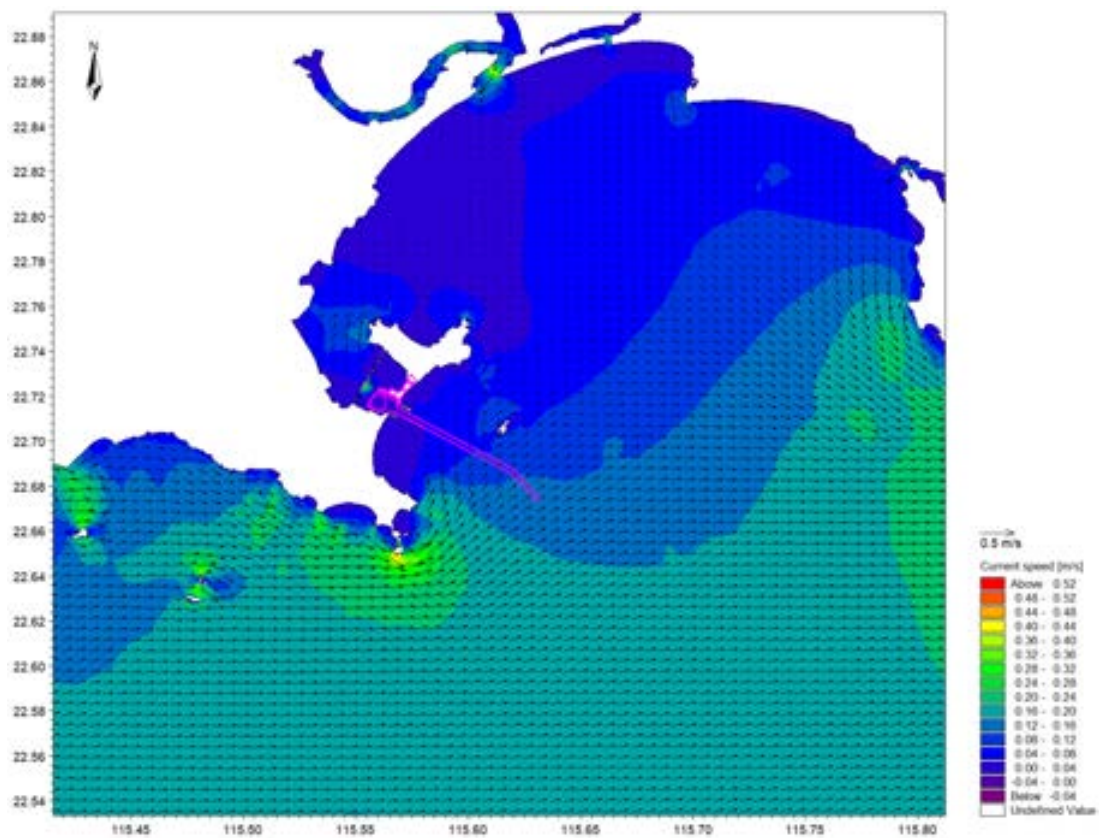


图 6.2-14 项目周边海域大潮落急流场图（表层）

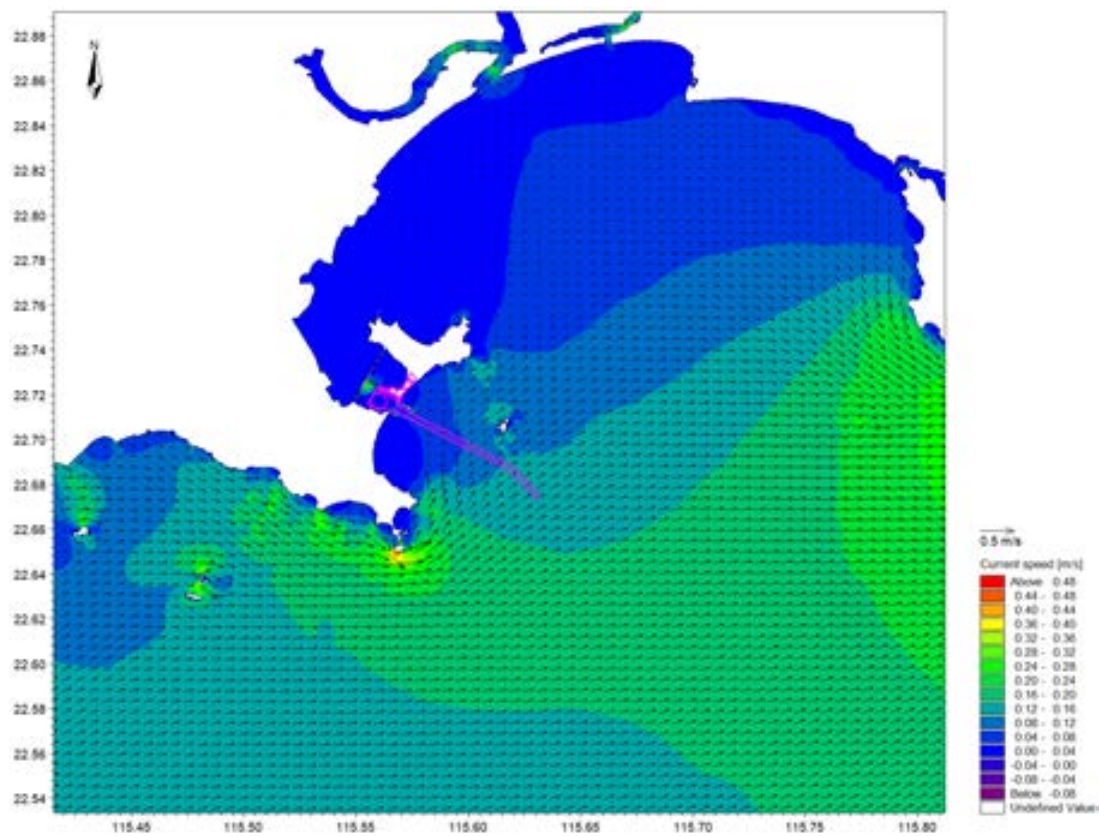


图 6.2-15 项目周边海域大潮落急流场图（中层）

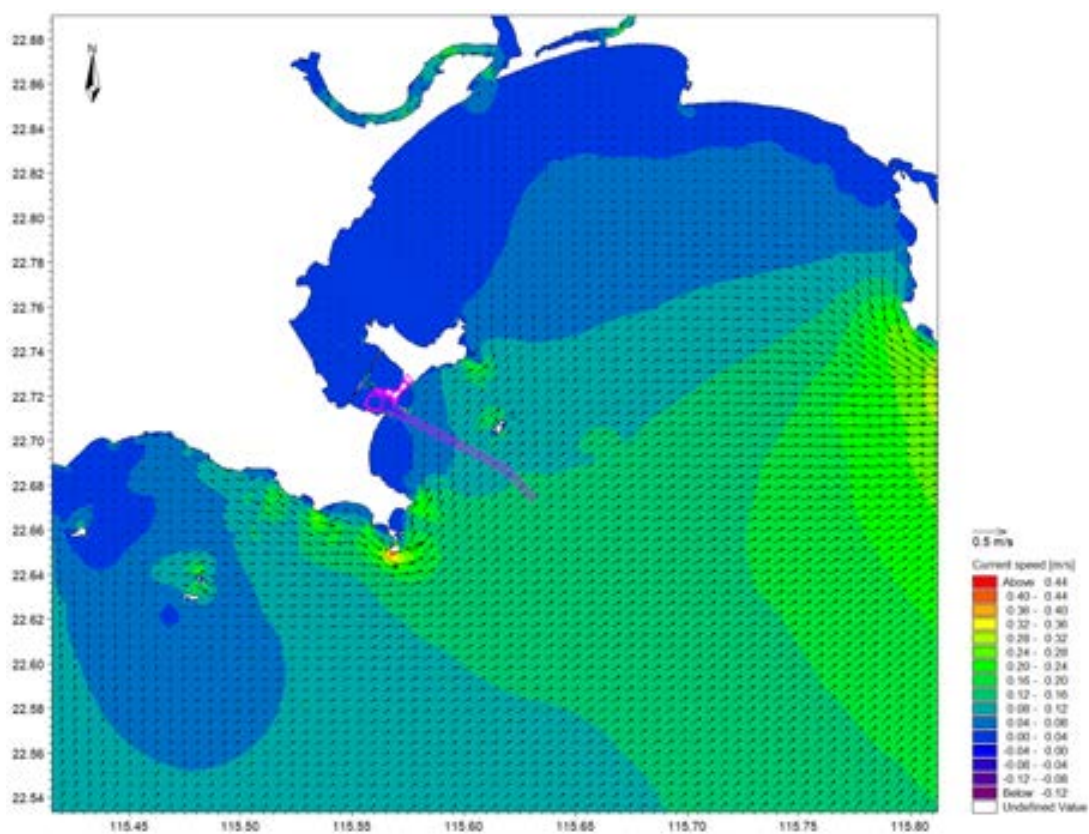


图 6.2-16 项目周边海域大潮落急流场图（底层）

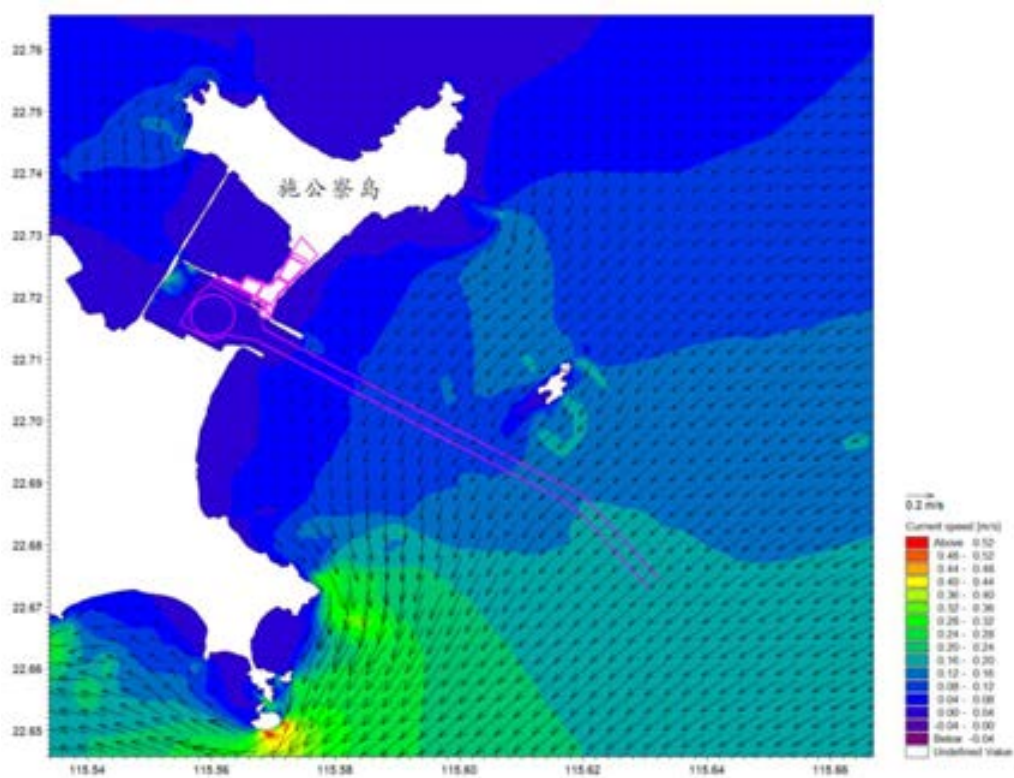


图 6.2-17 项目附近海域大潮涨急流场图（表层）



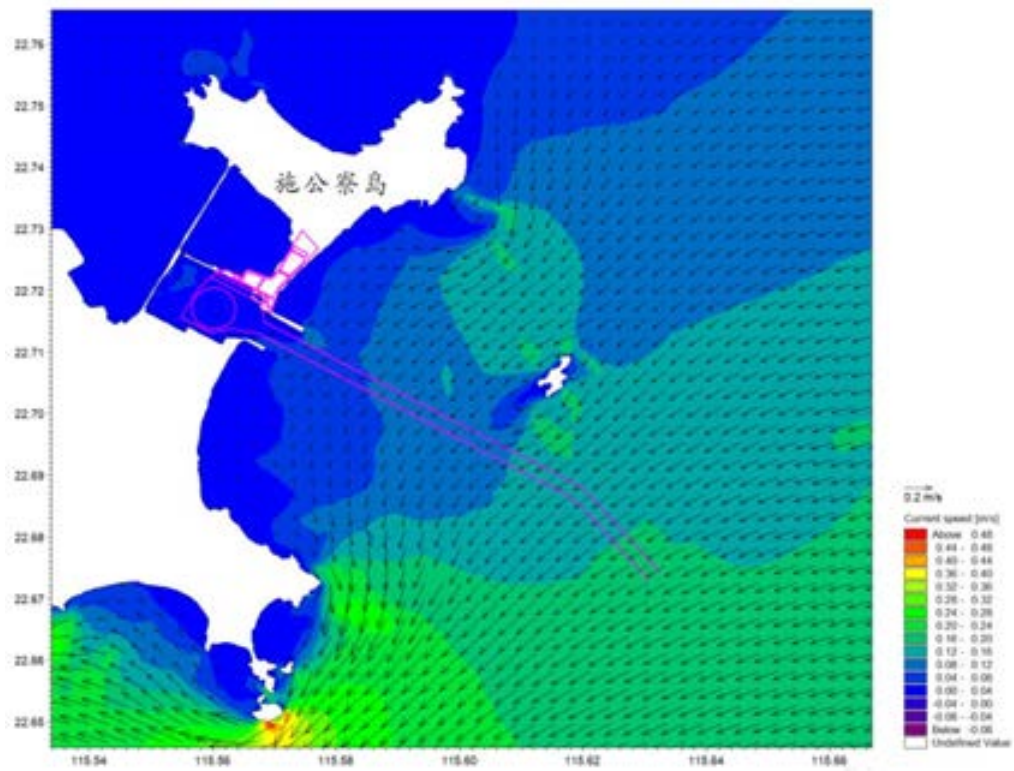


图 6.2-18 项目附近海域大潮涨急流场图（中层）

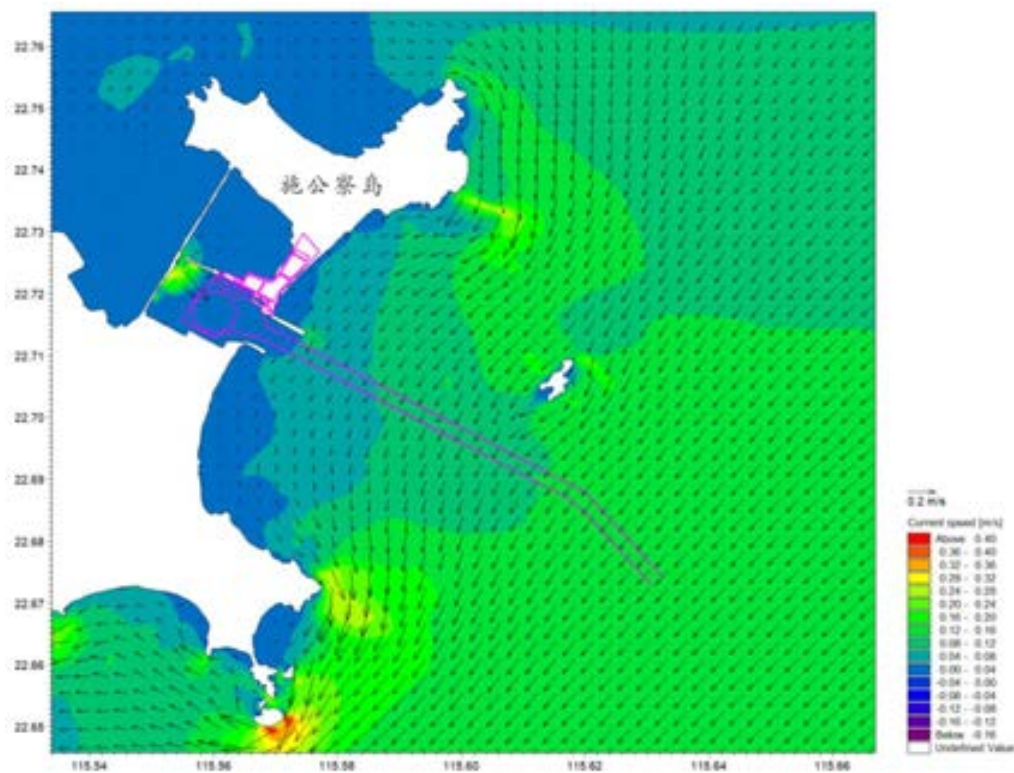


图 6.2-19 项目附近海域大潮涨急流场图（底层）

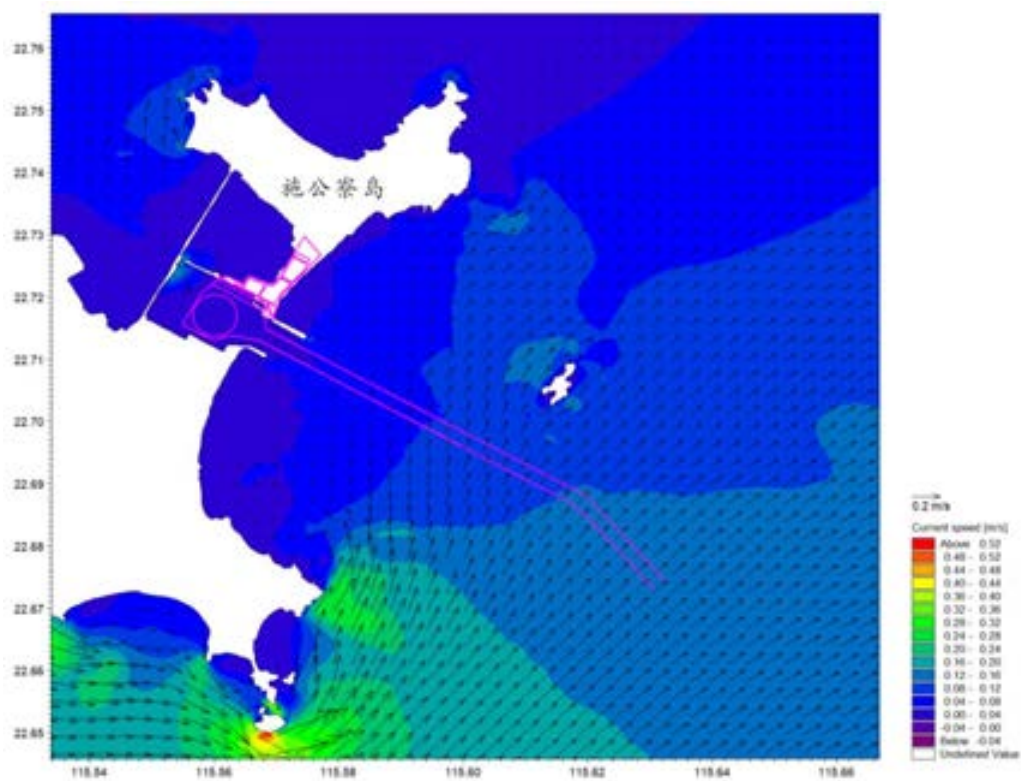


图 6.2-20 项目附近海域大潮落急流场图（表层）

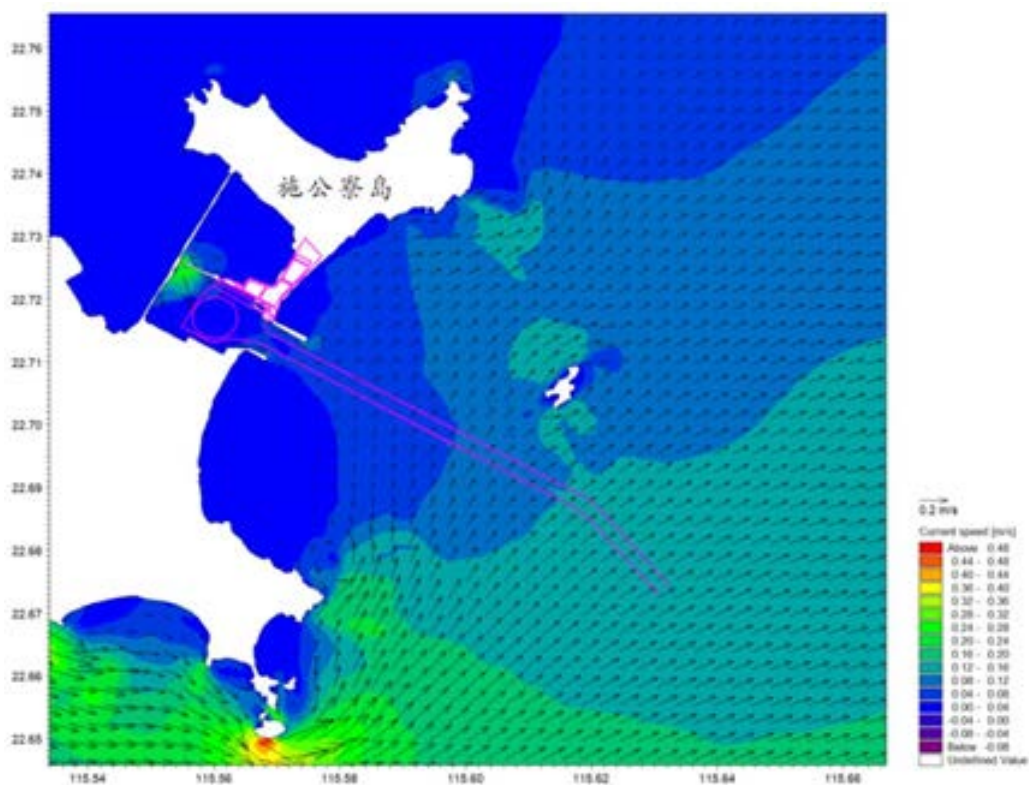


图 6.2-21 项目附近海域大潮落急流场图（中层）



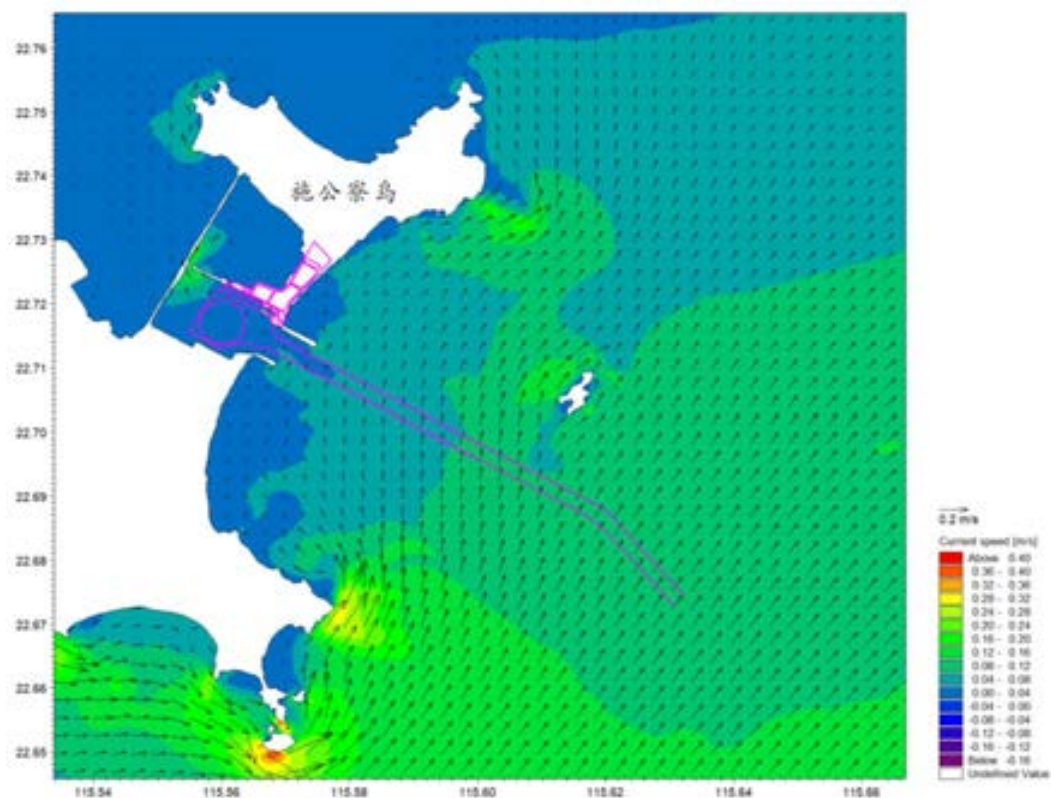


图 6.2-22 项目附近海域大潮落急流场图（底层）

#### 6.2.1.4 工程后潮流场影响变化分析

根据项目建设内容，工程前计算情景中，水深地形采用现状水深，工程后计算中，水深地形采用疏浚后的水深，工程实施前后项目附近岸线和水深分布见详见图 6.2-24~图 6.2-25。本次评价在模型验证的基础上对工程附近的潮流场进行了计算，施工前后工程附近大潮涨落急流场对比图详见图 6.2-26~图 6.2-37。为进一步分析工程实施前后水文动力变化情况，在项目附近选择了 51 个点位进行对比，对比站位的位置示意图见图 6.2-23。

点位 1~14 位于港池和航道疏浚区域内点位，工程后水深增加，流速整体减小，涨急时刻，工程后表层流速最大变化量为 0.037 m/s，流向变化为-34.87°~6.86°，落急时刻，工程后表层流速最大变化量为 0.028 m/s，流向变化为-47.47°~8.49°。涨急时刻，工程后底层流速最大变化量为 0.017 m/s，流向变化为-46.10°~6.29°，落急时刻，工程后底层流速最大变化量为 0.026 m/s，流向变化为-53.72°~12.14°。



图 6.2-23 项目附近海域水动力变化情况对比站位示意图

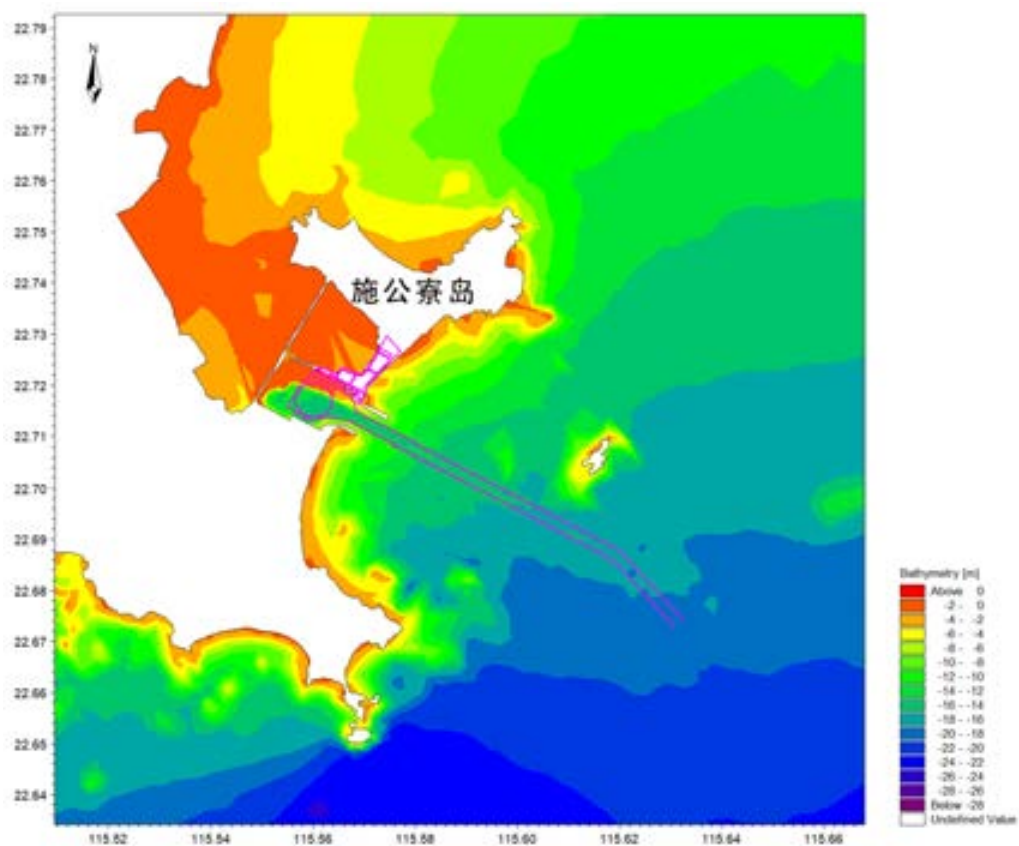


图 6.2-24 工程实施前水动力预测情景的地形分布图

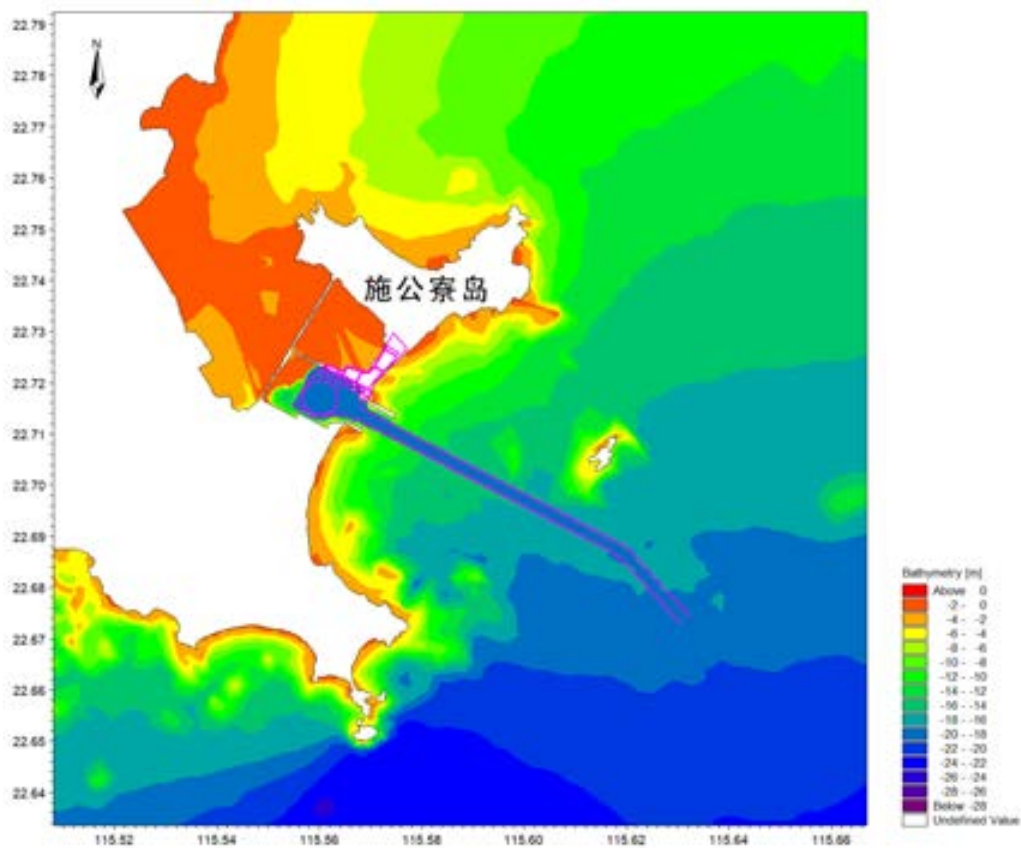


图 6.2-25 工程实施后水动力预测情景的地形分布图



图 6.2-26 工程实施前后项目附近海域涨急流速对比图（表层）



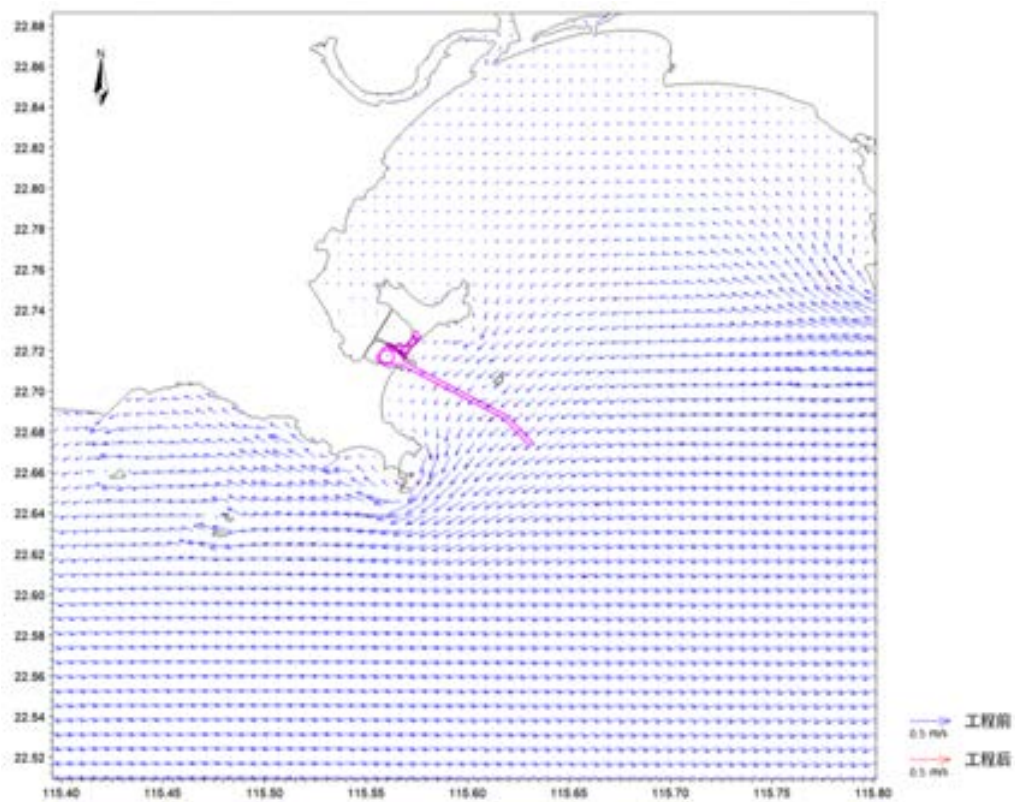


图 6.2-27 工程实施前后项目附近海域涨急流速对比图（中层）

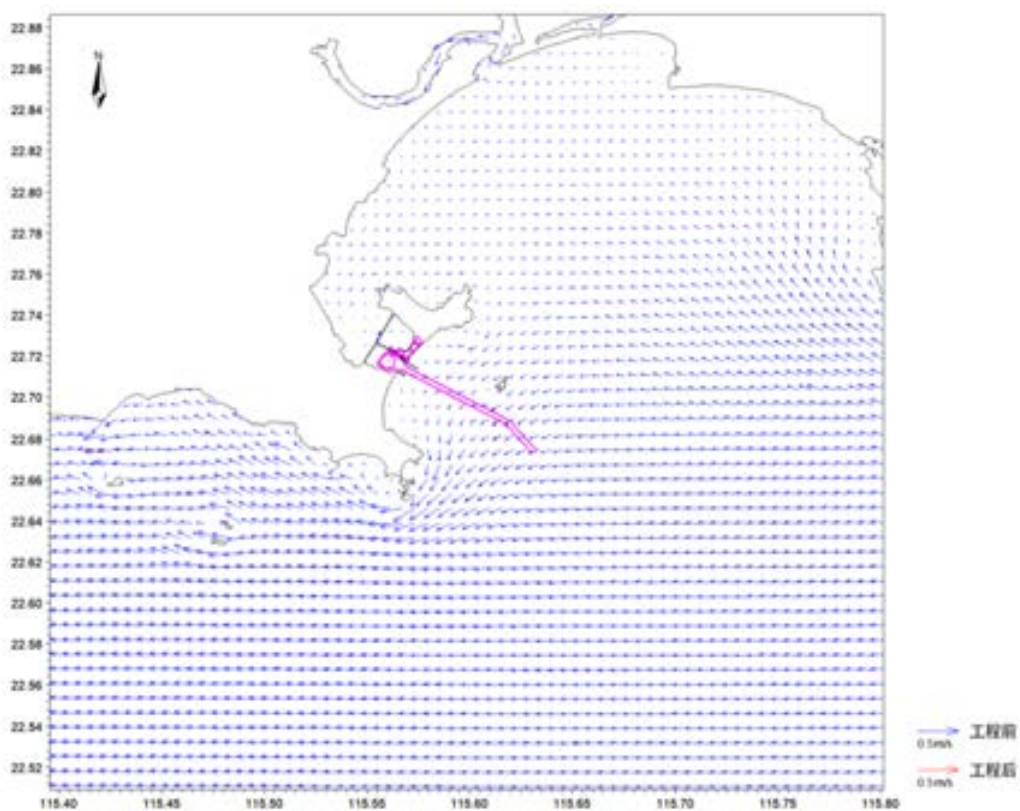


图 6.2-28 工程实施前后项目附近海域涨急流速对比图（底层）





图 6.2-29 工程实施前后项目附近海域落急流速对比图（表层）

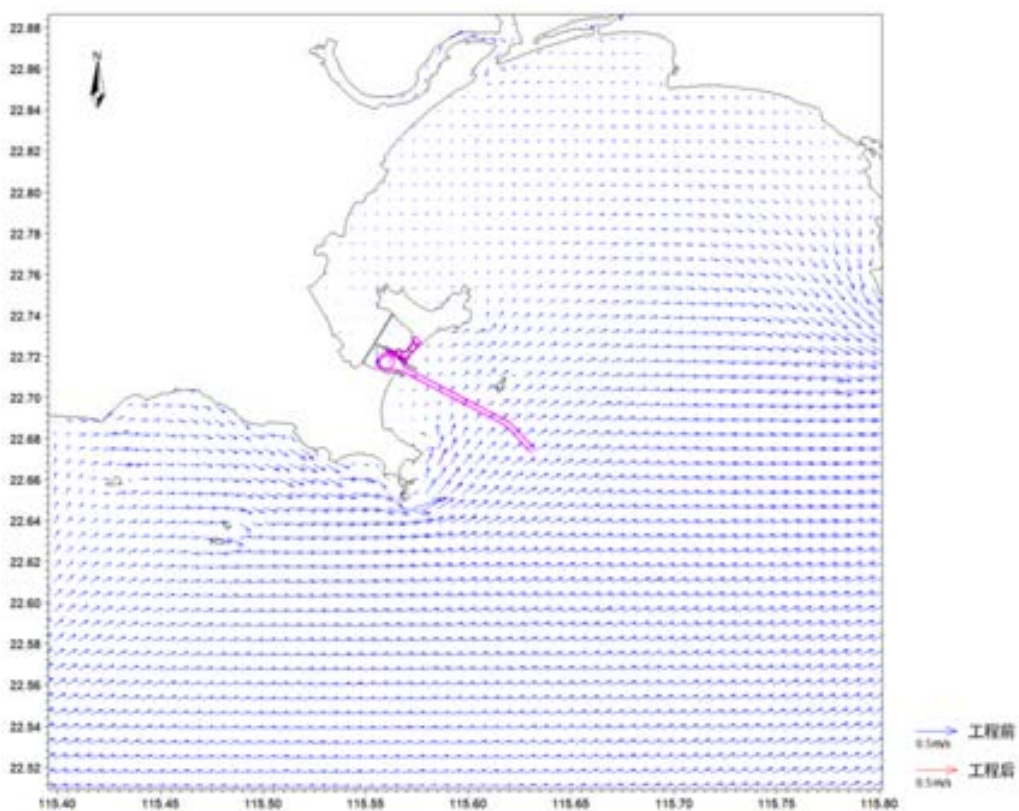


图 6.2-30 工程实施前后项目附近海域落急流速对比图（中层）



图 6.2-31 工程实施前后项目附近海域落急流速对比图（底层）

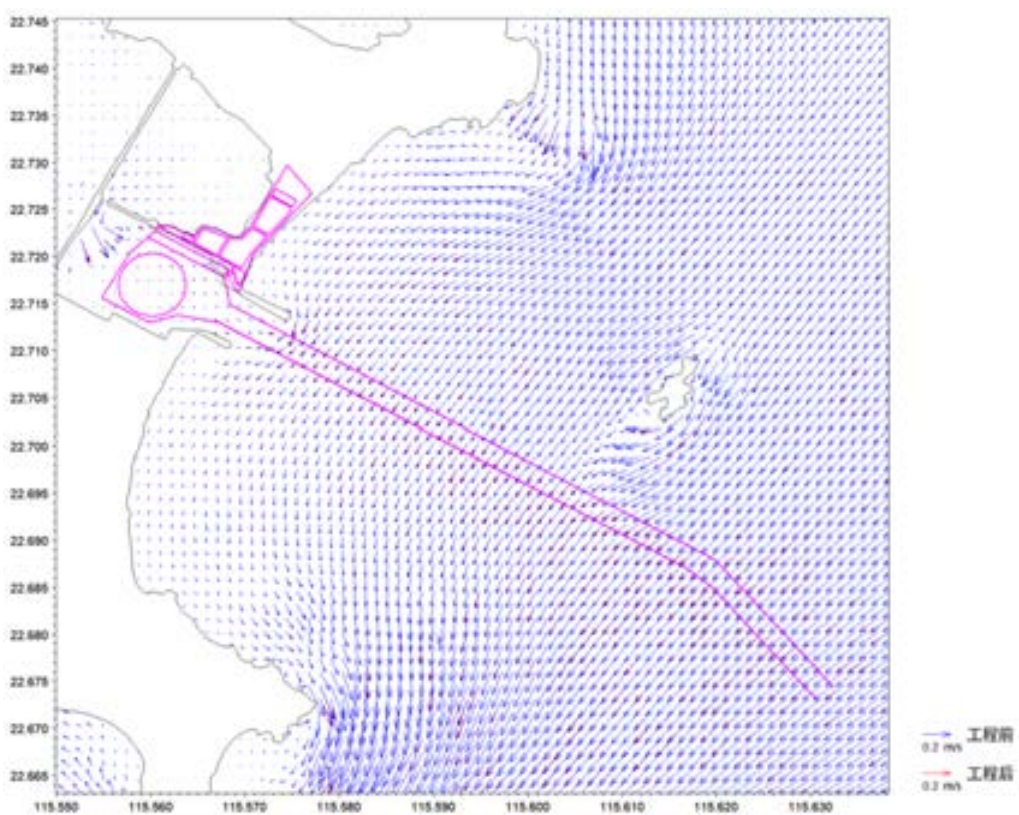


图 6.2-32 工程实施前后项目附近海域涨急流速对比图（局部表层）



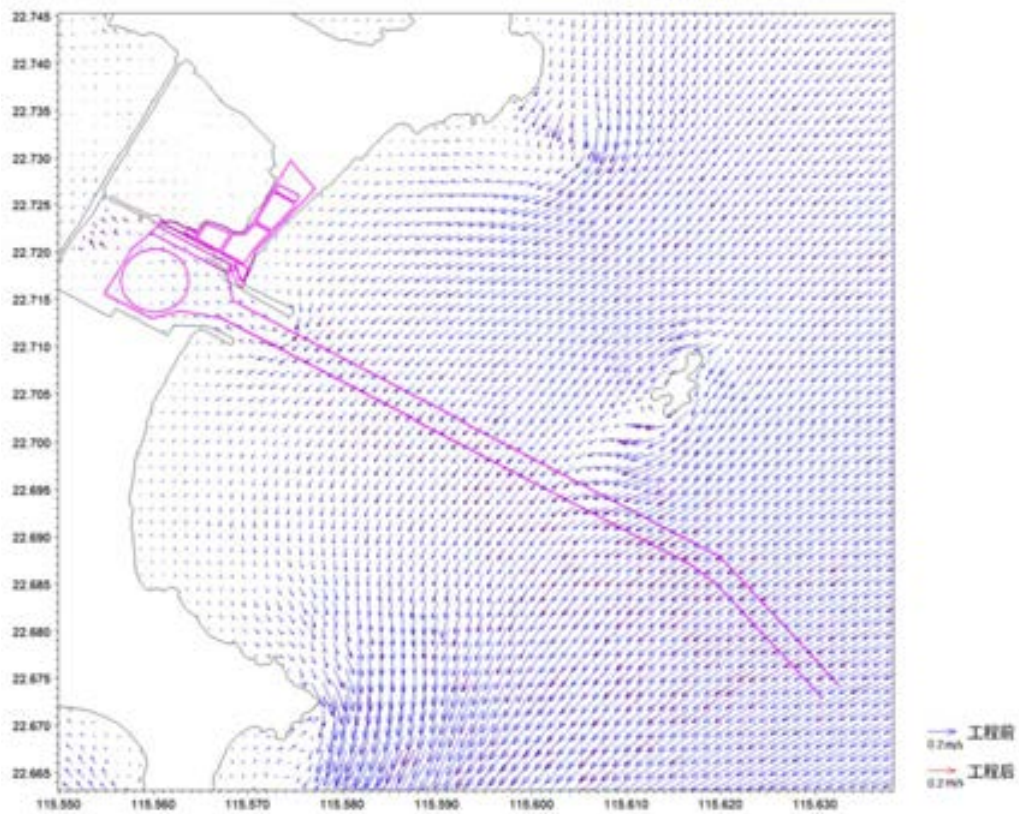


图 6.2-33 工程实施前后项目附近海域涨急流速对比图（局部中层）

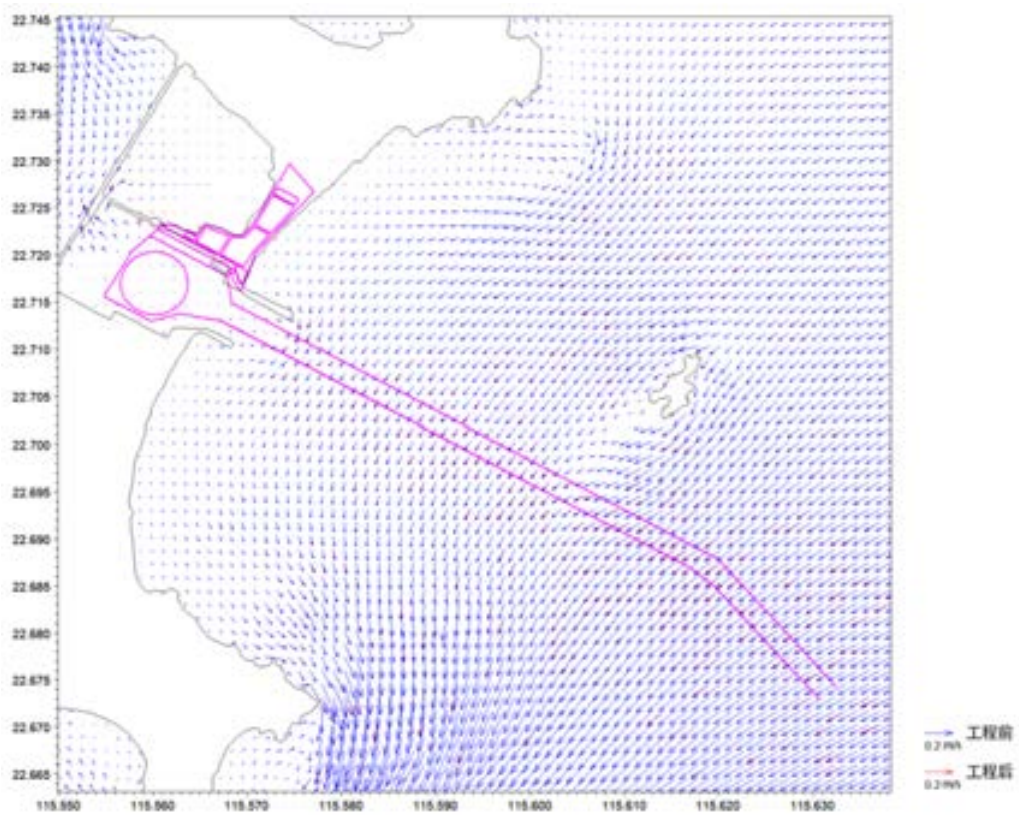


图 6.2-34 工程实施前后项目附近海域涨急流速对比图（局部底层）



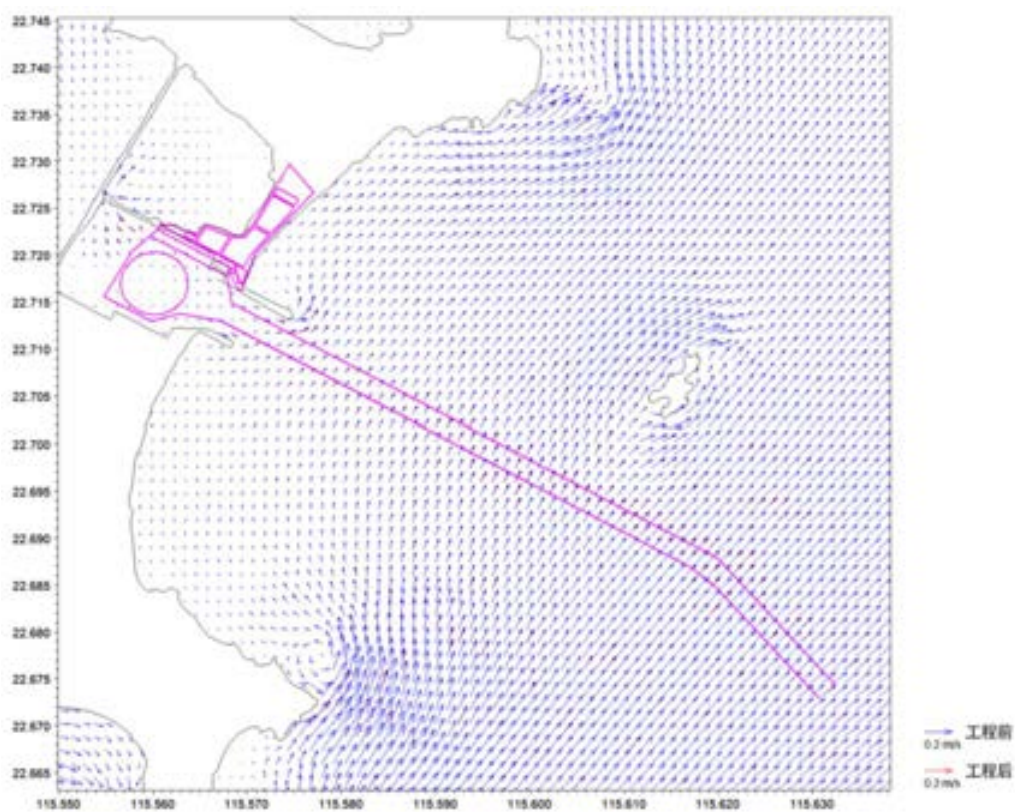


图 6.2-35 工程实施前后项目附近海域落急流速对比图（局部表层）

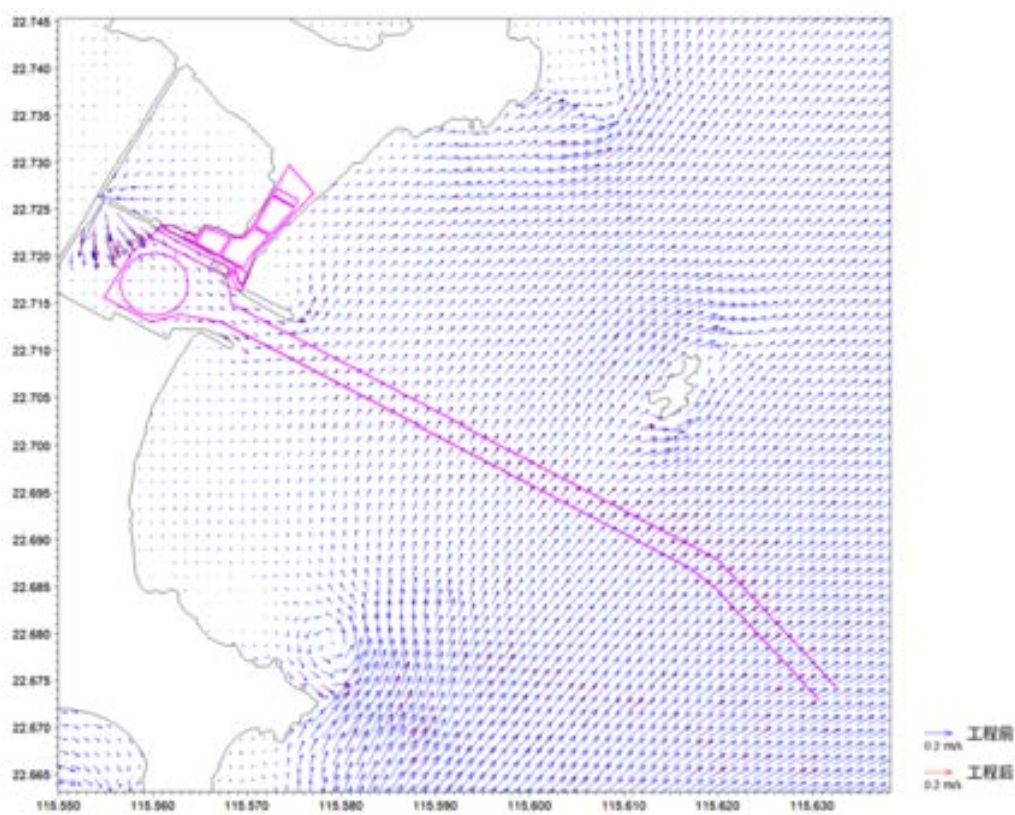


图 6.2-36 工程实施前后项目附近海域落急流速对比图（局部中层）

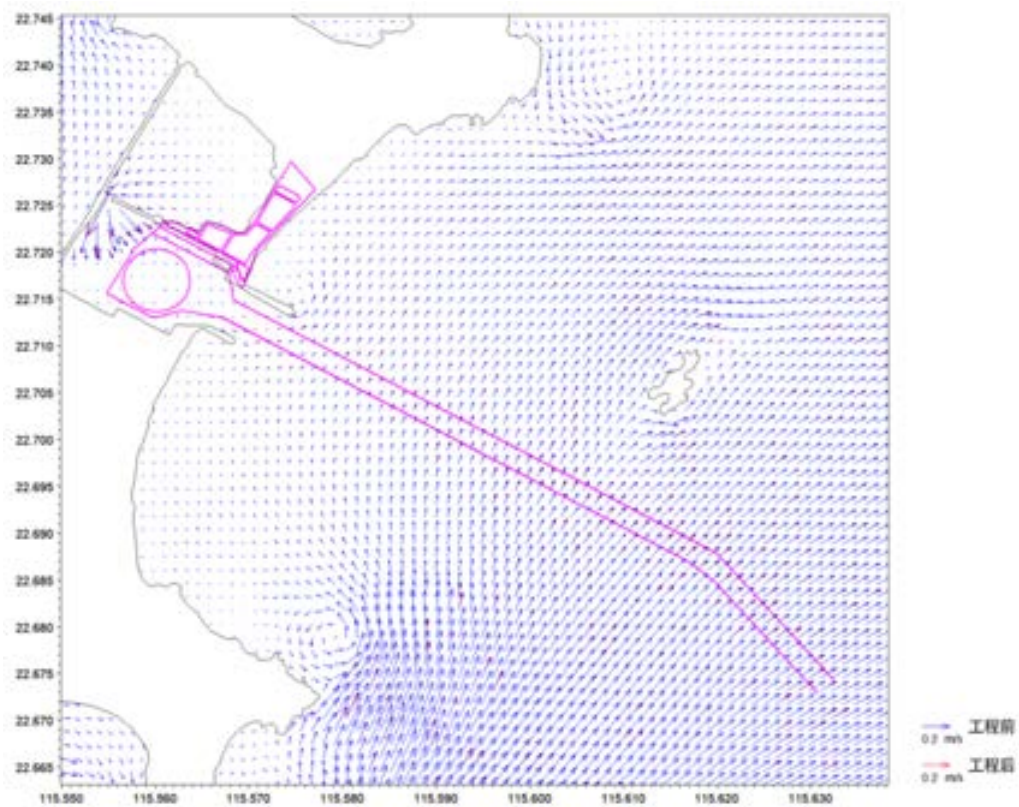


图 6.2-37 工程实施前后项目附近海域落急流速对比图（局部底层）

表 6.2-3 工程实施前后各对比点表层流速、流向及其变化幅度统计表

| 站位 | 涨急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        | 落急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        |
|----|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|
|    | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        |
|    | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     |
| 1  | 0.05              | 335.28 | 0.01 | 300.41 | -0.0373 | -34.87 | 0.04              | 161.83 | 0.01 | 114.36 | -0.0287 | -47.47 |
| 2  | 0.02              | 289.44 | 0.01 | 283.98 | -0.0073 | -5.46  | 0.02              | 124.59 | 0.01 | 120.45 | -0.0068 | -4.14  |
| 3  | 0.03              | 286.65 | 0.02 | 292.37 | -0.0090 | 5.72   | 0.03              | 91.89  | 0.02 | 88.83  | -0.0093 | -3.06  |
| 4  | 0.03              | 318.37 | 0.02 | 300.32 | -0.0171 | -18.05 | 0.04              | 150.02 | 0.02 | 139.60 | -0.0201 | -10.42 |
| 5  | 0.04              | 296.10 | 0.03 | 302.96 | -0.0118 | 6.86   | 0.04              | 114.67 | 0.03 | 123.15 | -0.0123 | 8.49   |
| 6  | 0.04              | 316.39 | 0.03 | 321.94 | -0.0075 | 5.55   | 0.05              | 131.99 | 0.04 | 131.34 | -0.0075 | -0.65  |
| 7  | 0.02              | 239.31 | 0.02 | 243.43 | -0.0035 | 4.12   | 0.04              | 79.54  | 0.03 | 87.21  | -0.0075 | 7.67   |
| 8  | 0.02              | 237.44 | 0.02 | 240.76 | -0.0032 | 3.32   | 0.05              | 65.80  | 0.04 | 71.31  | -0.0062 | 5.50   |
| 9  | 0.03              | 243.98 | 0.03 | 247.06 | -0.0036 | 3.08   | 0.05              | 63.37  | 0.04 | 65.90  | -0.0057 | 2.53   |
| 10 | 0.05              | 265.74 | 0.05 | 268.36 | -0.0037 | 2.62   | 0.07              | 69.45  | 0.06 | 71.75  | -0.0034 | 2.30   |
| 11 | 0.08              | 248.70 | 0.08 | 249.63 | -0.0041 | 0.93   | 0.09              | 72.79  | 0.09 | 73.37  | -0.0044 | 0.59   |
| 12 | 0.10              | 257.39 | 0.10 | 257.52 | -0.0001 | 0.12   | 0.10              | 81.21  | 0.10 | 81.25  | -0.0003 | 0.04   |
| 13 | 0.30              | 334.28 | 0.30 | 331.19 | -0.0039 | -3.09  | 0.26              | 150.35 | 0.26 | 149.74 | -0.0010 | -0.61  |
| 14 | 0.01              | 315.30 | 0.01 | 311.98 | 0.0008  | -3.32  | 0.01              | 131.81 | 0.01 | 123.04 | -0.0001 | -8.77  |
| 15 | 0.01              | 254.77 | 0.01 | 257.65 | 0.0001  | 2.88   | 0.02              | 134.91 | 0.02 | 135.64 | -0.0009 | 0.73   |
| 16 | 0.01              | 226.80 | 0.01 | 224.68 | -0.0002 | -2.12  | 0.03              | 76.56  | 0.03 | 78.68  | -0.0002 | 2.13   |
| 17 | 0.03              | 232.08 | 0.03 | 229.62 | -0.0001 | -2.46  | 0.05              | 51.05  | 0.05 | 51.40  | -0.0005 | 0.35   |
| 18 | 0.06              | 246.52 | 0.06 | 245.48 | 0.0000  | -1.04  | 0.07              | 58.26  | 0.07 | 57.82  | -0.0004 | -0.44  |
| 19 | 0.10              | 251.86 | 0.10 | 251.61 | -0.0004 | -0.24  | 0.10              | 73.72  | 0.10 | 73.46  | -0.0006 | -0.26  |
| 20 | 0.12              | 263.26 | 0.12 | 263.28 | -0.0003 | 0.02   | 0.11              | 86.94  | 0.11 | 86.88  | -0.0002 | -0.06  |
| 21 | 0.10              | 264.11 | 0.10 | 264.21 | -0.0004 | 0.10   | 0.10              | 89.62  | 0.10 | 89.61  | -0.0002 | -0.02  |
| 22 | 0.08              | 253.21 | 0.08 | 253.31 | -0.0004 | 0.10   | 0.09              | 82.27  | 0.09 | 82.11  | 0.0001  | -0.17  |
| 23 | 0.08              | 241.97 | 0.08 | 241.72 | -0.0011 | -0.25  | 0.10              | 78.34  | 0.10 | 77.89  | -0.0002 | -0.44  |

| 站位 | 涨急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |       | 落急时刻（流速：m/s、流向：°） |       |      |       |         |       |
|----|-------------------|--------|------|--------|---------|-------|-------------------|-------|------|-------|---------|-------|
|    | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |       | 工程前               |       | 工程后  |       | 差值      |       |
|    | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向    | 流速                | 流向    | 流速   | 流向    | 流速      | 流向    |
| 24 | 0.04              | 238.68 | 0.04 | 238.75 | -0.0004 | 0.07  | 0.06              | 64.89 | 0.06 | 64.23 | -0.0001 | -0.66 |
| 25 | 0.03              | 245.66 | 0.03 | 245.78 | -0.0004 | 0.12  | 0.05              | 66.63 | 0.05 | 66.08 | 0.0004  | -0.55 |
| 26 | 0.03              | 234.51 | 0.03 | 233.79 | 0.0014  | -0.72 | 0.03              | 38.37 | 0.03 | 39.52 | 0.0004  | 1.16  |

表 6.2-4 工程实施前后各对比点中层流速、流向及其变化幅度统计表

| 站位 | 涨急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        | 落急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        |
|----|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|
|    | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        |
|    | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     |
| 1  | 0.04              | 334.88 | 0.01 | 299.62 | -0.0273 | -35.26 | 0.04              | 158.74 | 0.01 | 115.17 | -0.0347 | -43.57 |
| 2  | 0.02              | 289.90 | 0.01 | 284.70 | -0.0064 | -5.20  | 0.02              | 123.26 | 0.01 | 120.28 | -0.0072 | -2.97  |
| 3  | 0.02              | 285.88 | 0.02 | 293.29 | -0.0086 | 7.42   | 0.03              | 91.64  | 0.02 | 88.55  | -0.0092 | -3.09  |
| 4  | 0.03              | 317.68 | 0.01 | 299.83 | -0.0187 | -17.85 | 0.04              | 146.14 | 0.02 | 138.75 | -0.0187 | -7.39  |
| 5  | 0.04              | 296.13 | 0.02 | 303.53 | -0.0115 | 7.40   | 0.04              | 115.42 | 0.03 | 123.30 | -0.0119 | 7.88   |
| 6  | 0.03              | 330.25 | 0.03 | 337.99 | -0.0043 | 7.74   | 0.04              | 122.40 | 0.03 | 122.99 | -0.0077 | 0.58   |
| 7  | 0.03              | 253.95 | 0.02 | 256.82 | -0.0039 | 2.87   | 0.04              | 59.79  | 0.03 | 66.97  | -0.0074 | 7.18   |
| 8  | 0.03              | 256.28 | 0.03 | 259.40 | -0.0031 | 3.12   | 0.04              | 47.14  | 0.03 | 50.83  | -0.0069 | 3.69   |
| 9  | 0.03              | 264.96 | 0.03 | 267.74 | -0.0027 | 2.79   | 0.05              | 46.09  | 0.05 | 47.46  | -0.0068 | 1.37   |
| 10 | 0.06              | 286.79 | 0.06 | 288.50 | -0.0014 | 1.71   | 0.07              | 53.96  | 0.07 | 55.73  | -0.0064 | 1.77   |
| 11 | 0.07              | 260.68 | 0.07 | 261.77 | -0.0028 | 1.09   | 0.11              | 61.37  | 0.10 | 61.86  | -0.0057 | 0.50   |
| 12 | 0.08              | 270.93 | 0.08 | 271.14 | -0.0002 | 0.21   | 0.12              | 69.67  | 0.12 | 69.69  | -0.0002 | 0.02   |
| 13 | 0.27              | 332.36 | 0.27 | 329.85 | -0.0012 | -2.51  | 0.26              | 151.93 | 0.26 | 150.63 | -0.0026 | -1.30  |
| 14 | 0.01              | 319.03 | 0.01 | 314.53 | -0.0002 | -4.50  | 0.01              | 136.91 | 0.01 | 126.11 | 0.0007  | -10.79 |
| 15 | 0.01              | 284.08 | 0.01 | 290.38 | -0.0003 | 6.30   | 0.01              | 89.83  | 0.01 | 90.94  | -0.0001 | 1.11   |
| 16 | 0.02              | 244.81 | 0.02 | 240.99 | -0.0006 | -3.82  | 0.02              | 42.68  | 0.02 | 43.64  | -0.0005 | 0.96   |



| 站位 | 涨急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |       | 落急时刻（流速：m/s、流向：°） |       |      |       |         |       |
|----|-------------------|--------|------|--------|---------|-------|-------------------|-------|------|-------|---------|-------|
|    | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |       | 工程前               |       | 工程后  |       | 差值      |       |
|    | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向    | 流速                | 流向    | 流速   | 流向    | 流速      | 流向    |
| 17 | 0.03              | 254.02 | 0.03 | 250.78 | -0.0013 | -3.24 | 0.05              | 34.60 | 0.05 | 34.92 | -0.0001 | 0.32  |
| 18 | 0.06              | 268.25 | 0.05 | 267.15 | -0.0009 | -1.10 | 0.09              | 47.38 | 0.09 | 47.07 | 0.0001  | -0.31 |
| 19 | 0.08              | 264.68 | 0.08 | 264.52 | -0.0005 | -0.16 | 0.12              | 63.64 | 0.12 | 63.35 | -0.0004 | -0.29 |
| 20 | 0.09              | 276.39 | 0.09 | 276.42 | -0.0001 | 0.03  | 0.14              | 75.86 | 0.14 | 75.78 | -0.0003 | -0.08 |
| 21 | 0.08              | 279.35 | 0.08 | 279.46 | 0.0000  | 0.10  | 0.12              | 76.61 | 0.12 | 76.57 | -0.0004 | -0.04 |
| 22 | 0.06              | 266.89 | 0.06 | 266.93 | 0.0002  | 0.03  | 0.10              | 68.80 | 0.10 | 68.65 | -0.0003 | -0.15 |
| 23 | 0.07              | 247.23 | 0.07 | 246.83 | -0.0002 | -0.40 | 0.11              | 66.36 | 0.11 | 65.92 | -0.0009 | -0.43 |
| 24 | 0.04              | 259.10 | 0.04 | 259.26 | -0.0001 | 0.16  | 0.06              | 46.03 | 0.06 | 45.68 | -0.0002 | -0.35 |
| 25 | 0.03              | 267.03 | 0.03 | 266.91 | 0.0003  | -0.12 | 0.05              | 52.67 | 0.05 | 52.35 | -0.0001 | -0.32 |
| 26 | 0.02              | 263.81 | 0.02 | 262.25 | -0.0001 | -1.56 | 0.04              | 36.22 | 0.05 | 36.97 | 0.0015  | 0.75  |

表 6.2-5 工程实施前后各对比点底层流速、流向及其变化幅度统计表

| 站位 | 涨急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        | 落急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        |
|----|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|
|    | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        |
|    | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     |
| 1  | 0.02              | 340.89 | 0.01 | 294.79 | -0.0139 | -46.10 | 0.03              | 167.03 | 0.00 | 113.31 | -0.0259 | -53.72 |
| 2  | 0.01              | 278.45 | 0.01 | 277.64 | -0.0024 | -0.80  | 0.01              | 137.15 | 0.00 | 131.62 | -0.0046 | -5.53  |
| 3  | 0.02              | 286.61 | 0.01 | 292.90 | -0.0043 | 6.29   | 0.01              | 88.41  | 0.01 | 80.00  | -0.0046 | -8.41  |
| 4  | 0.03              | 325.35 | 0.01 | 292.98 | -0.0168 | -32.37 | 0.01              | 171.86 | 0.01 | 151.79 | -0.0063 | -20.07 |
| 5  | 0.03              | 298.09 | 0.02 | 302.15 | -0.0065 | 4.06   | 0.02              | 112.89 | 0.01 | 125.03 | -0.0058 | 12.14  |
| 6  | 0.03              | 321.39 | 0.03 | 324.61 | -0.0034 | 3.21   | 0.02              | 177.14 | 0.01 | 177.59 | -0.0044 | 0.46   |
| 7  | 0.07              | 224.29 | 0.05 | 226.99 | -0.0162 | 2.70   | 0.02              | 186.28 | 0.02 | 184.27 | -0.0048 | -2.01  |
| 8  | 0.08              | 221.13 | 0.07 | 222.77 | -0.0137 | 1.65   | 0.03              | 190.74 | 0.02 | 189.26 | -0.0039 | -1.48  |
| 9  | 0.09              | 222.83 | 0.08 | 223.61 | -0.0132 | 0.77   | 0.03              | 186.48 | 0.02 | 184.70 | -0.0036 | -1.78  |

| 站 位 | 涨急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |       | 落急时刻（流速：m/s、流向：°） |        |      |        |         |        |
|-----|-------------------|--------|------|--------|---------|-------|-------------------|--------|------|--------|---------|--------|
|     | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |       | 工程前               |        | 工程后  |        | 差值      |        |
|     | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向    | 流速                | 流向     | 流速   | 流向     | 流速      | 流向     |
| 10  | 0.10              | 241.32 | 0.09 | 243.50 | -0.0093 | 2.18  | 0.03              | 161.33 | 0.02 | 159.25 | -0.0018 | -2.08  |
| 11  | 0.16              | 234.08 | 0.15 | 234.49 | -0.0087 | 0.41  | 0.03              | 144.00 | 0.03 | 143.28 | -0.0017 | -0.72  |
| 12  | 0.16              | 239.17 | 0.16 | 239.11 | -0.0006 | -0.06 | 0.05              | 136.66 | 0.05 | 136.53 | 0.0000  | -0.12  |
| 13  | 0.04              | 320.47 | 0.03 | 311.34 | -0.0052 | -9.13 | 0.31              | 142.09 | 0.30 | 142.25 | -0.0037 | 0.17   |
| 14  | 0.00              | 307.42 | 0.00 | 301.18 | 0.0005  | -6.23 | 0.00              | 133.09 | 0.00 | 89.52  | 0.0002  | -43.56 |
| 15  | 0.04              | 231.32 | 0.03 | 232.47 | -0.0018 | 1.15  | 0.02              | 196.71 | 0.02 | 195.79 | 0.0001  | -0.92  |
| 16  | 0.06              | 210.23 | 0.06 | 209.45 | -0.0001 | -0.78 | 0.03              | 184.06 | 0.03 | 184.15 | 0.0003  | 0.09   |
| 17  | 0.09              | 212.61 | 0.09 | 211.24 | 0.0002  | -1.36 | 0.03              | 188.87 | 0.03 | 188.46 | 0.0003  | -0.41  |
| 18  | 0.12              | 223.99 | 0.12 | 223.14 | 0.0003  | -0.85 | 0.02              | 150.99 | 0.02 | 150.95 | -0.0001 | -0.04  |
| 19  | 0.16              | 235.27 | 0.16 | 234.93 | -0.0006 | -0.35 | 0.04              | 127.70 | 0.04 | 127.61 | -0.0001 | -0.08  |
| 20  | 0.17              | 244.52 | 0.17 | 244.49 | -0.0003 | -0.03 | 0.06              | 132.96 | 0.06 | 132.92 | -0.0001 | -0.04  |
| 21  | 0.16              | 243.07 | 0.16 | 243.11 | -0.0004 | 0.04  | 0.06              | 143.30 | 0.06 | 143.28 | -0.0001 | -0.02  |
| 22  | 0.15              | 235.49 | 0.15 | 235.59 | 0.0001  | 0.11  | 0.04              | 150.35 | 0.04 | 150.61 | -0.0004 | 0.26   |
| 23  | 0.17              | 235.22 | 0.17 | 235.00 | -0.0003 | -0.22 | 0.04              | 157.88 | 0.04 | 159.20 | -0.0008 | 1.32   |
| 24  | 0.11              | 223.43 | 0.11 | 223.43 | 0.0000  | 0.00  | 0.04              | 190.41 | 0.04 | 191.39 | 0.0000  | 0.98   |
| 25  | 0.09              | 232.03 | 0.09 | 232.11 | 0.0005  | 0.07  | 0.03              | 200.76 | 0.03 | 202.09 | 0.0003  | 1.33   |
| 26  | 0.06              | 222.47 | 0.06 | 222.03 | 0.0008  | -0.44 | 0.02              | 221.60 | 0.01 | 221.44 | -0.0010 | -0.16  |

### 6.2.2工程实施对冲淤环境的影响分析

鉴于泥沙输运的复杂性和目前泥沙输运基本理论的不成熟,造成研究床面淤积的计算方法出现多样性,本小节采用床面冲淤的计算模型,具体如下:

根据泥沙运动理论中的输沙平衡原理,则潮流的挟沙能力为:

$$S^* = k \frac{V^2}{gH}$$

式中:  $H$  为实际水深,  $g$  为重力加速度,  $k$  为挟沙系数, 取为  $0.5 \sim 0.6$ ,  $V$  为出现平均流速  $m/s$ 。在实际悬沙浓度大于时  $S^*$ , 则泥沙发生沉降过程。若工程前, 水体的泥沙处于冲淤平衡状态, 那么工程后, 由于部分水域流速的衰减, 导致潮流挟沙能力减弱, 使水体的泥沙发生沉降。根据这一原理, 可以估算工程后水体泥沙的冲淤厚度。

选用半经验半理论的回淤强度公式, 预测工程后的海床地形:

$$\Delta H = \frac{\alpha w}{y'_s} (S^* - S') \Delta t = \frac{\alpha w_s S \Delta t}{y'_s} \left[ 1 - \left[ \frac{v_2}{v_1} \right]^2 \left[ \frac{h_1}{h_2} \right] \right]$$

式中:  $\alpha$  为悬沙沉降机率, 取为  $0.6 \sim 0.7$ ;  $w_s$  为沉降速度, 根据上文计算, 取为  $0.0002896 m/s$ ;  $y'_s$  为淤积物的干容重,  $y'_s = 1750 d_{50}^{0.183} = 1750 \exp(\ln(0.006003 \times 0.183)) = 686.24 kg/m^3$ ;  $h_1$  为工程前的水深  $m$ ;  $h_2$  为工程后的水深  $m$ ;  $S'$  为挟沙能力  $kg/m^3$ ;  $\Delta t$  为时间  $s$ ;  $S$  为工程后的瞬时含沙量  $kg/m^3$ , 取观测时期的平均值  $0.02 kg/m^3$ ;  $v_2$  为工程后的流速  $m/s$ ;  $v_1$  为工程前的流速  $m/s$ 。

根据以上参数, 以 2021 年 10 月 15 日~2021 年 10 月 30 日包含大、中、小潮的潮汐过程为代表动力过程, 计算得到正常天气情况下本项目建设后桥位附近海域的海床冲淤变化情况, 见图 6.2-38。

本工程完成以后, 疏浚区域呈现明显的淤积态势, 主要由于疏浚水深增大导致港池及前沿水域流速减弱, 携沙能力降低, 潮流携带的悬浮物更易沉降, 形成淤积区, 淤积厚度  $0.01 \sim 0.16 m/a$ , 最大淤积厚度出现在码头前沿水域。港池内侧及口门两侧局部冲刷深度在  $0.01 \sim 0.20 m/a$  之间。

结合前文“4.2.1.3 港口、航道、锚地资源”节中白沙湖作业区现有港池及航道淤积情况分析对比, 本项目冲淤预测结果中的淤积范围与其基本吻合, 因本项目港池疏浚施工范围主要集中在其港池之外, 因此淤积强度存在部分偏差, 但最大淤积强度与其基本一致。

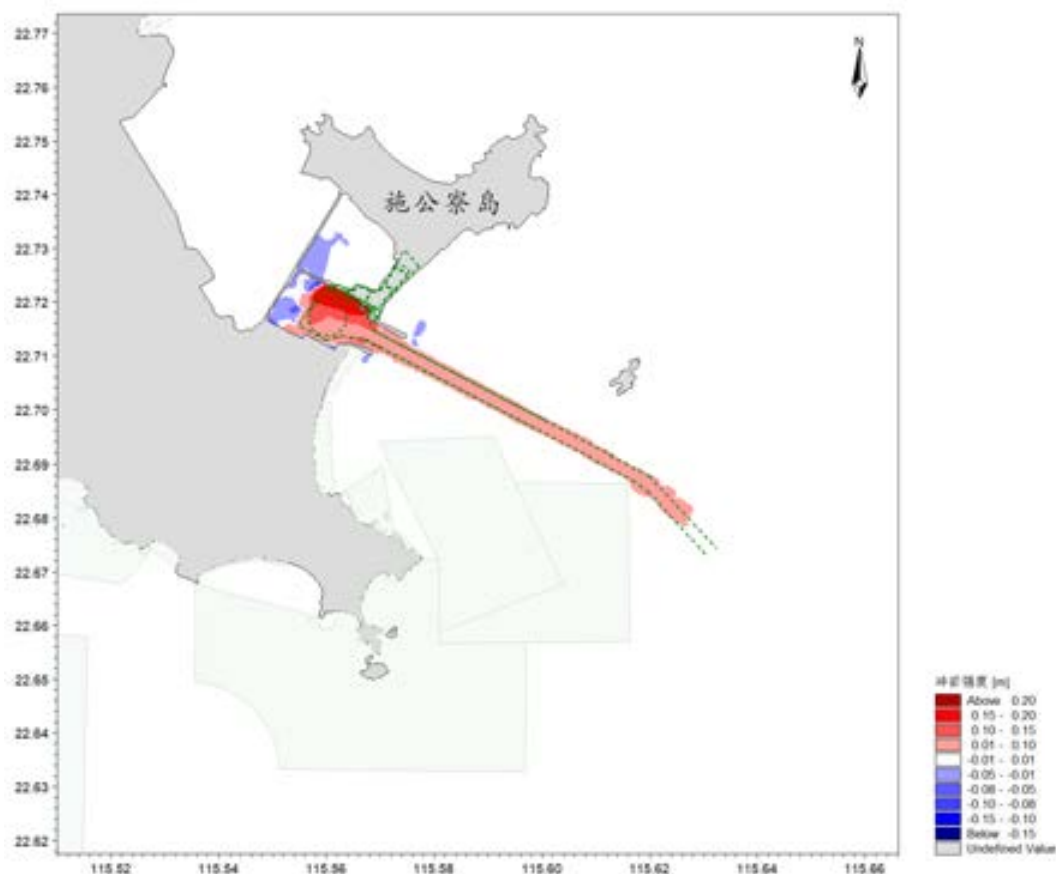


图 6.2-38 工程后附近海区冲淤图（红色淤积、蓝色冲刷）

### 6.2.3 工程实施对海水水质的影响分析

本项目对水质的影响主要考虑施工期间港池疏浚、桩基打桩和拔除等对周边区域海床沉积物扰动产生的悬浮泥沙扩散影响，项目带来的悬浮物输运扩散对水质环境的影响采用悬浮物扩散方程进行预测。

#### 6.2.3.1 三维潮流泥沙输运方程

##### (1) 基本方程

采用 Sigma 坐标系下的三维泥沙数学模型对施工造成的悬沙影响进行计算，三维泥沙数学模型的控制方程如下：

$$\begin{aligned} \frac{\partial CD}{\partial t} + u \frac{\partial CD}{\partial x} + v \frac{\partial CD}{\partial y} + w_f \frac{\partial C}{\partial \sigma} \\ = K_M \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial C}{\partial x} \right) + K_M \frac{\partial}{\partial y} \left( D \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left( \frac{K_v}{D} \frac{\partial C}{\partial \sigma} \right) + DS_c \end{aligned}$$

式中， $C$  为水体悬沙含量， $S_c$  为输入源强， $w_f$  为泥沙有效沉速， $w_f = w - w_s$ ， $w_s$  为泥沙静水中沉速。

$K_M$ 为水平扩散系数，采用欧拉公式

$$K_{MX} = 5.93\sqrt{gH}|v|/C_Z \quad K_{MY} = 5.93\sqrt{gH}|v|/C_Z$$

$C_Z$ 为 chezy 系数， $K_V$ 为垂直扩散系数。

岸界边界条件： $\frac{\partial c}{\partial n} = 0$

## (2) 初始场与边界

由于主要考虑施工期引起的悬浮物增值变化，因此计算区域内悬沙初始场为 0，且无外界泥沙输入。

## (3) 计算参数

### 1) 糙率

同水动力模型预测中取值。

### 2) 模型计算时间步长

模型采用的时间步长 $\Delta t=30s$ 。

### 3) 泥沙沉降速度：

泥沙沉速由 Stoke 沉速公式计算得到，如下。其中： $W_s$ 为泥沙沉速（m/s），相对容重为 1.65（泥沙容重为 2650kg/m<sup>3</sup>）， $g$ 为重力加速度，取 9.81 m<sup>2</sup>/s， $d$ 为泥沙平均粒径（m）， $\nu$ 为水体运动粘滞系数，一般取  $1.006 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s。

$$w_s = \frac{1}{18} \frac{\Delta \rho g d^2}{\nu}$$

## 6.2.3.2 悬浮泥沙预测

### 1、计算采用的水动力条件

采用 2021 年 10 月 15 日~2021 年 10 月 30 日包含大、中、小潮的潮汐过程。

### 2、悬浮泥沙产生源强

根据前文施工悬浮泥沙源强分析，本项目海工施工产生悬浮物的主要环节是港池、航道疏浚、码头平台、桩基施工。

### 3、计算工况设置

本次悬浮泥沙预测工况设置如下：

(1) 典型工况一：考虑到本项目主要常规水下施工区域共三处，分别为码头区（含抛石、打桩、拔桩等施工活动）、港池区域疏浚和航道疏浚，因此分别

对各区域设置典型工况。其中：

①码头前沿施工内容主要包含施工平台钢管桩打设与拔除、码头钢管桩沉桩、接岸平台抛石填筑等工序，各施工环节产生的悬浮泥沙均源自海域底层。本码头采用分段渐进式施工模式，将码头整体划分为若干施工区段，按施工平台钢管桩打设、平台平面搭设、码头桩基础施工、码头面层结构施工的顺序依次推进；各施工区段存在同步作业的可能性。因此，本次模拟的情形设置结合各施工活动的悬浮泥沙产生强度，选取泥沙强度最大的码头钢管桩打桩施工为代表。码头钢管桩日最大施工时间为 16h，单桩打入时间约为 1h，则本预测工况在码头前沿均匀布置 16 个预测点位（1#~16#），每个预测点释放源强为 2.417kg/s，按照每天 16 个小时持续释放进行模拟。

②本项目疏浚区域包括港池及航道，其中港池疏浚采用 4 艘 18m<sup>3</sup> 抓斗船配备 8 艘 1000m<sup>3</sup>泥驳船进行施工，根据前文分析，本项目港池疏浚量共 825.94 万 m<sup>3</sup>，日最大疏浚量为 2.4 万 m<sup>3</sup>/天，则按此情形下的作业时间为 11.5 个月（345 天），本项目港池疏浚面积为 116.43 万 m<sup>2</sup>，折算为日最大疏浚面积约为 3375m<sup>2</sup>，将其概化为面积 3375 m<sup>2</sup> 的正方形，边长为 58m，此外，因本项目港池水域较为封闭，本次评价对于港池疏浚的代表性工况确定为：在港池疏浚区中心处设置一个 60m×60m 的代表作业区域，按照 30m 间距设置 9 个预测代表点（17#~26#），释放源强为 5.56kg/s（按照底层、中层和表层悬浮泥沙源强分别为 3.89kg/s、1.11kg/s、0.56kg/s），每天 16 个小时持续释放进行模拟。

③本项目航道疏浚采用 1 艘 8000m<sup>3</sup> 耙吸船作业，采用往返耙吸作业方式，耙吸时航速为 2~3 节，单一作业航次需要 3 小时可耙吸至满仓，因此，按照作业时航速 2.5 节（4.6km/h），则单一航次可耙吸的作业段长度为 13.8km，本项目航道疏浚长度约为 8km，单一航次的作业区域可覆盖航道疏浚范围。因此，本项目航道疏浚典型工况设置为：在航道南侧轴线按照 50m 间隔均匀设置一系列预测点位（点位数量共 165 个），预测点释放源强为 14.44kg/s（其中底层和表层悬浮泥沙源强分别为 11.11kg/s 和 3.33kg/s），按照移动源设定，此外，根据前文“3.3.5.4 疏浚及炸礁施工效率”分析，耙吸船作业至满仓需要 3 小时，往返抛泥区并完成抛泥预计需要 5.2 小时，考虑中间修整等，本次模型在每天 9-11、17-19 时两个时段进行释放，每个时段内每个点位持续释放 1 分钟进行模拟。

(2) 典型工况二：本项目炸礁区位于港池回旋水域处及航道拐角处，距离较远，采取分期分片区炸礁开挖。炸礁施工配备 1 艘钻爆船施工爆破，爆破后采用 1 艘抓斗船配合清岩上岸处理，因此同时施工区仅 1 处，爆破完成后使用抓斗船抓取清礁后再开展下一批次爆破，日作业次数取 6.5 次（最大取 7 次）。因炸礁施工具有释放强度大、释放时间短的特性，可概化为瞬时释放源强点。根据前文分析，本项目炸礁爆破悬浮泥沙源强为 960.87kg/s，持续时间为 3S。因炸药同时起爆时会对炸礁范围内形成紊流，悬浮泥沙扩散不规律，因此本次模拟在模型中将单次爆破产生的悬浮泥沙总量均匀分配至 10s 释放，模型中释放源强为 288.26kg/s，每天 7 次（8、10、12、14、16、18、20 时），每次瞬时释放，持续 10s。

(3) 最大包络情形：因疏浚施工范围大、跨度长，且悬浮泥沙产生强度大，因此最大包络情形在疏浚区域内按照各疏浚网格点的工程量，按照 50~80m 间隔设置代表预测点位，点位总数为 239 个，按照每个预测点每天释放 24h 进行模拟。

表 6.2-6 悬浮泥沙预测工况一览表

| 工况     | 作业方式 | 预测点位                   | 输入源强 (kg/s)                                          | 备注                                              |
|--------|------|------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 典型工况一  | 码头打桩 | 1#~16#                 | 2.417（全部为底层释放）                                       | 按照每天 16 小时施工进行释放。                               |
|        | 港池疏浚 | 17#~25#                | 5.56（其中底层、中层和表层悬浮泥沙源强分别为 3.89kg/s、1.11kg/s、0.56kg/s） |                                                 |
|        | 航道疏浚 | 航道南侧轴线按照 50m 间距设置一系列点位 | 14.44（其中底层和表层悬浮泥沙源强分别为 11.11kg/和 3.33kg/s）           | 设定为移动源，按照每天 9-11、17-19 时两个时段，每个时段内每个点位持续释放 1 分钟 |
| 典型工况二  | 炸礁   | 26#、27#                | 288.26kg/s（全部为底层释放）                                  | 每天 7 次（8、10、12、14、16、18、20 时），每次持续释放 10 秒       |
| 最大包络情形 | 港池疏浚 | 港池                     | 5.56（其中底层、中层和表层悬浮泥沙源强分别为 3.89kg/s、1.11kg/s、0.56kg/s） | 按照每天 24 小时施工进行释放。                               |
|        | 航道疏浚 | 航道                     | 14.44（其中底层和表层悬浮泥沙源强分                                 |                                                 |



| 工况 | 作业方式 | 预测点位 | 输入源强 (kg/s)               | 备注 |
|----|------|------|---------------------------|----|
|    |      |      | 别为 11.11kg/和<br>3.33kg/s) |    |

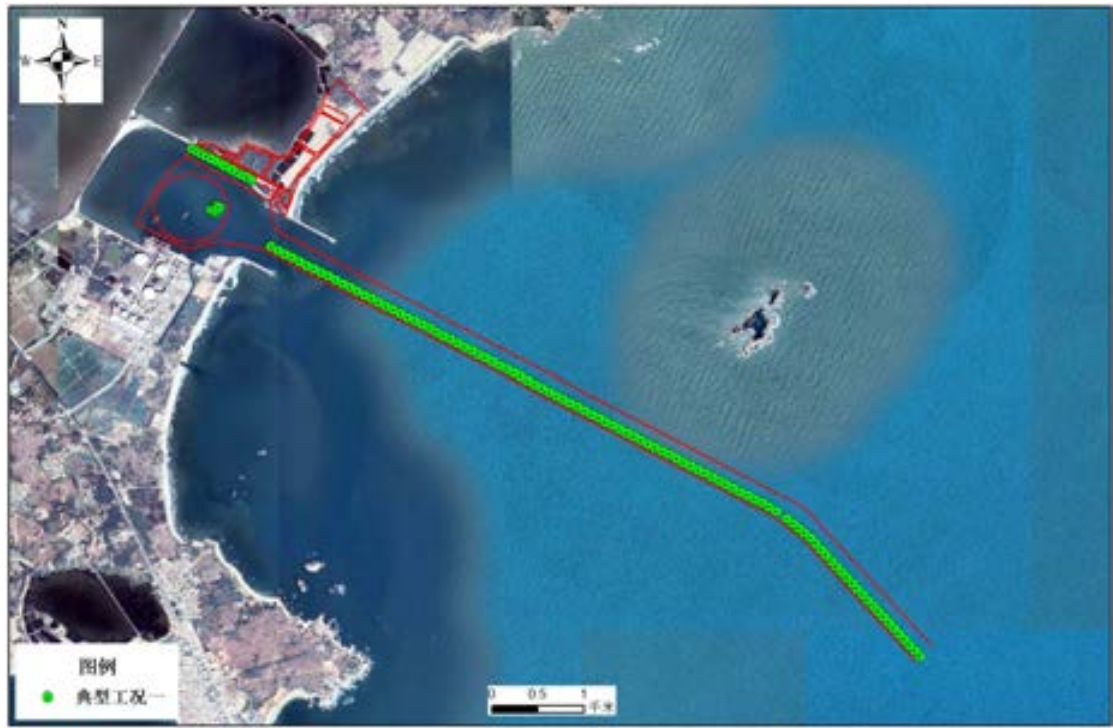


图 6.2-39 施工期典型工况一源强点分布图

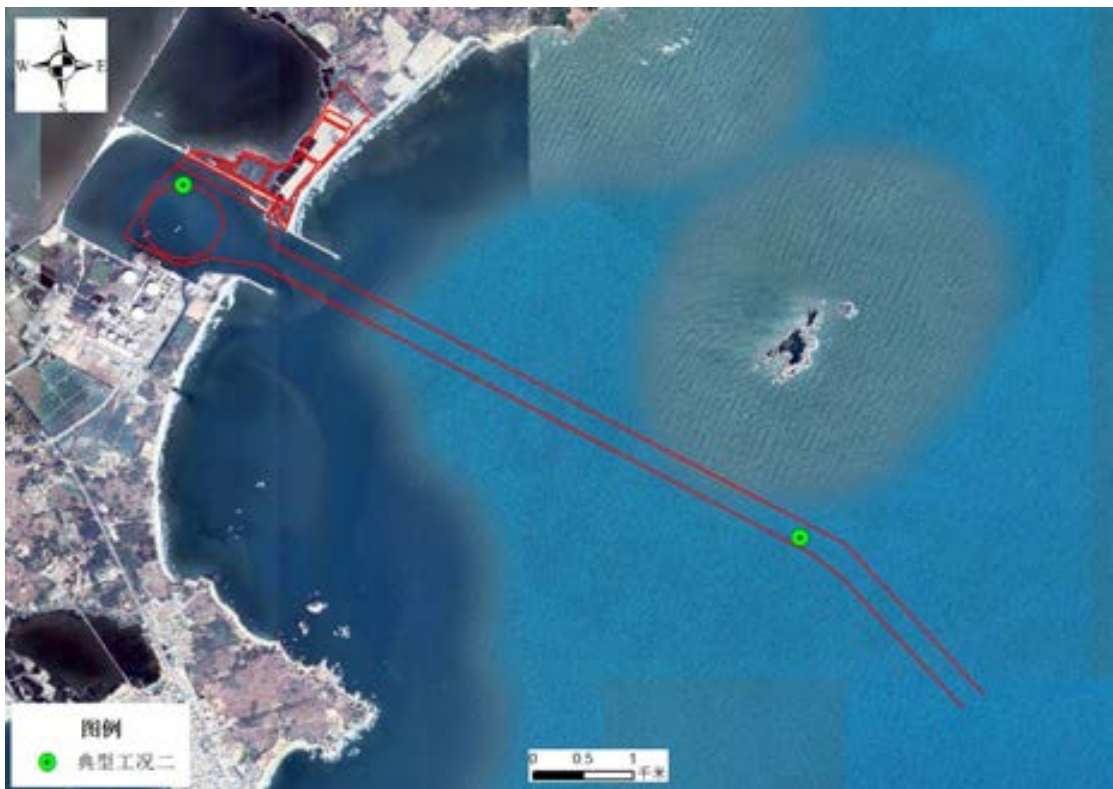


图 6.2-40 施工期典型工况二源强点分布图



图 6.2-41 施工期最大包络情形源强点分布图

### 6.2.3.3 模拟结果

潮流是悬浮物输运、扩散的“载体”，施工产生的悬浮物除因自身重力发生沉降外，主要受潮流作用，进行输运、稀释和扩散。悬浮物计算时，首先进行水动力场计算，然后再施加悬浮物源强，计算出模拟时段内各计算网格点的悬浮物增量浓度，最后统计各计算网格点在模拟时段内的悬浮物增量浓度最大值，利用各网格点的最大值绘制出悬浮物增量浓度包络线图。

项目施工期悬沙增值结果显示，悬沙扩散方向基本与潮流流向一致，由于本项目施工产生的悬浮泥沙源强相对较小，且项目附近海域潮流动力条件较弱，其悬浮物扩散较慢，大多数悬浮物都在项目工程周边海域沉降。悬浮泥沙增量影响的水域面积统计详见表 6.2-7 和表 6.2-8。

各工况的悬沙增量浓度大于 10mg/L 的影响范围均呈现表层、中层、底层依次增大的规律。底层悬浮泥沙扩散达到标准浓度值（10mg/L）的最大外包络线面积为 5.44 平方公里，扩散区域覆盖整个港池、航道，最远距离为航道西侧约 495m、东侧约 313m。施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响施工区范围，对红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成的悬沙最大增量浓度为 162mg/L，除此之外，

10mg/L 悬沙增量包络范围未影响到周边其它生态保护红线、国控站位等保护目标。

表 6.2-7 施工期悬浮泥沙（SS）增量包络面积（km<sup>2</sup>）

| 悬沙增量   | 层次   | >10mg/L | >20mg/L | >50mg/L | >100mg/L | >150mg/L |
|--------|------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 典型工况一  | 表层   | 3.785   | 2.277   | 1.235   | 0.821    | 0.662    |
|        | 中层   | 3.304   | 0.368   | 0.094   | 0.04     | 0.016    |
|        | 底层   | 1.995   | 1.343   | 1.132   | 1.097    | 0.946    |
|        | 垂向平均 | 3.028   | 1.329   | 0.820   | 0.653    | 0.541    |
| 典型工况二  | 表层   | 0.015   | 0.0005  | 0       | 0        | 0        |
|        | 中层   | 0.063   | 0.025   | 0.002   | 0        | 0        |
|        | 底层   | 0.263   | 0.088   | 0.033   | 0.015    | 0.007    |
|        | 垂向平均 | 0.114   | 0.038   | 0.012   | 0.005    | 0.002    |
| 最大包络情形 | 表层   | 8.117   | 5.834   | 2.284   | 2.571    | 2.436    |
|        | 中层   | 3.905   | 2.714   | 1.757   | 1.385    | 1.321    |
|        | 底层   | 7.361   | 5.622   | 3.765   | 2.846    | 2.615    |
|        | 垂向平均 | 6.461   | 4.723   | 2.602   | 2.267    | 2.124    |

表 6.2-8 典型工况一悬浮泥沙（SS）增量包络面积（km<sup>2</sup>）

| 悬沙增量 | 层次   | >10mg/L | >20mg/L | >50mg/L | >100mg/L | >150mg/L |
|------|------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 码头打桩 | 表层   | 0.039   | 0.032   | 0.031   | 0.025    | 0.022    |
|      | 中层   | 0.095   | 0.056   | 0.049   | 0.021    | 0.012    |
|      | 底层   | 0.089   | 0.083   | 0.079   | 0.065    | 0.064    |
|      | 垂向平均 | 0.074   | 0.057   | 0.053   | 0.037    | 0.033    |
| 港池疏浚 | 表层   | 0.193   | 0.072   | 0.021   | 0.017    | 0.015    |
|      | 中层   | 0.094   | 0.064   | 0.045   | 0.019    | 0.004    |
|      | 底层   | 0.039   | 0.038   | 0.036   | 0.034    | 0.033    |
|      | 垂向平均 | 0.109   | 0.058   | 0.034   | 0.023    | 0.017    |
| 航道疏浚 | 表层   | 3.553   | 2.173   | 1.183   | 0.779    | 0.625    |
|      | 中层   | 3.115   | 0.248   | 0       | 0        | 0        |
|      | 底层   | 1.867   | 1.222   | 1.017   | 0.998    | 0.849    |
|      | 垂向平均 | 2.845   | 1.214   | 0.733   | 0.592    | 0.491    |

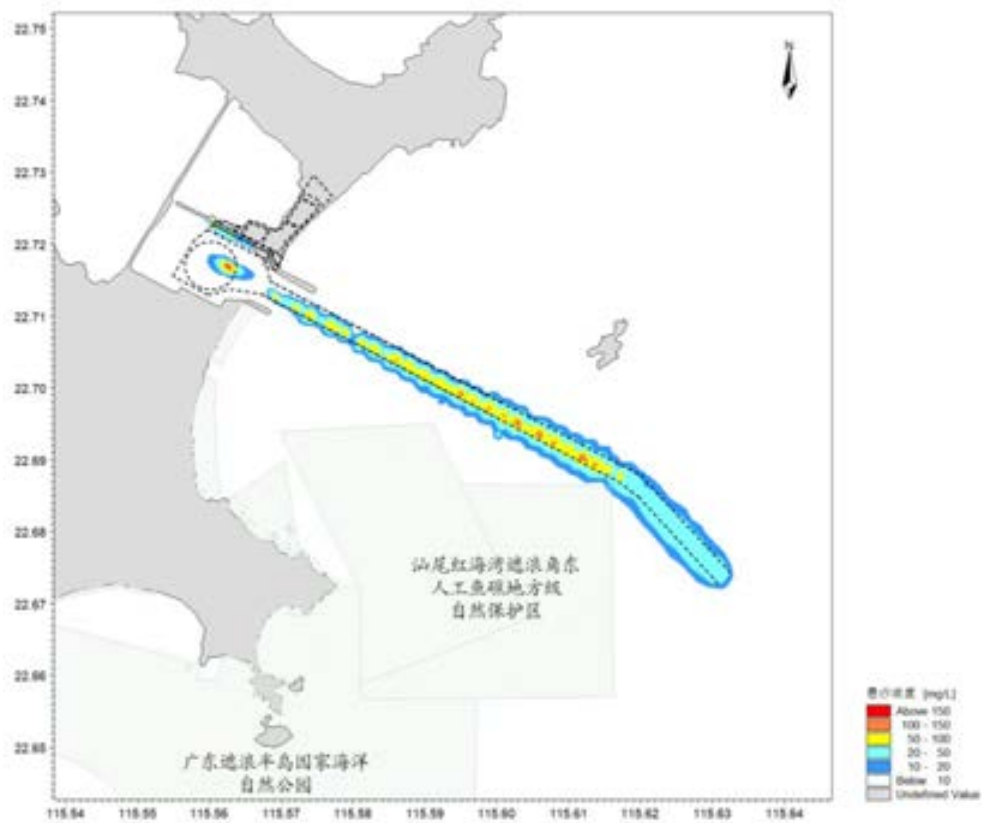


图 6.2-42 典型工况一产生悬沙增量包络线（表层）

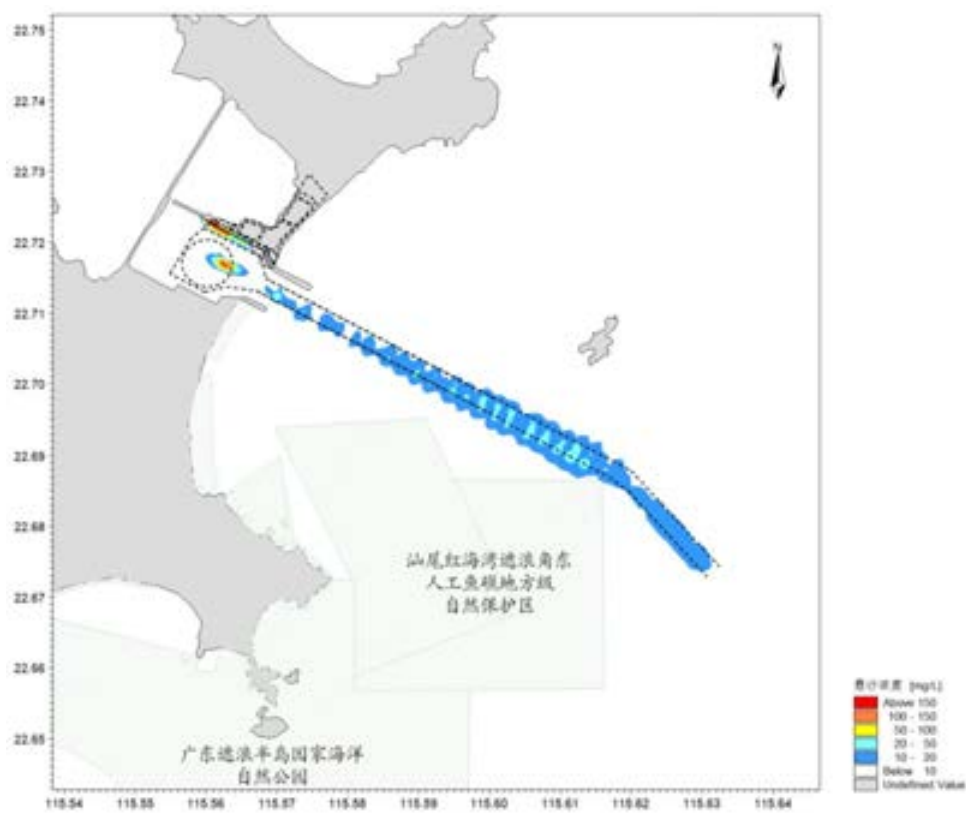


图 6.2-43 典型工况一产生悬沙增量包络线（中层）



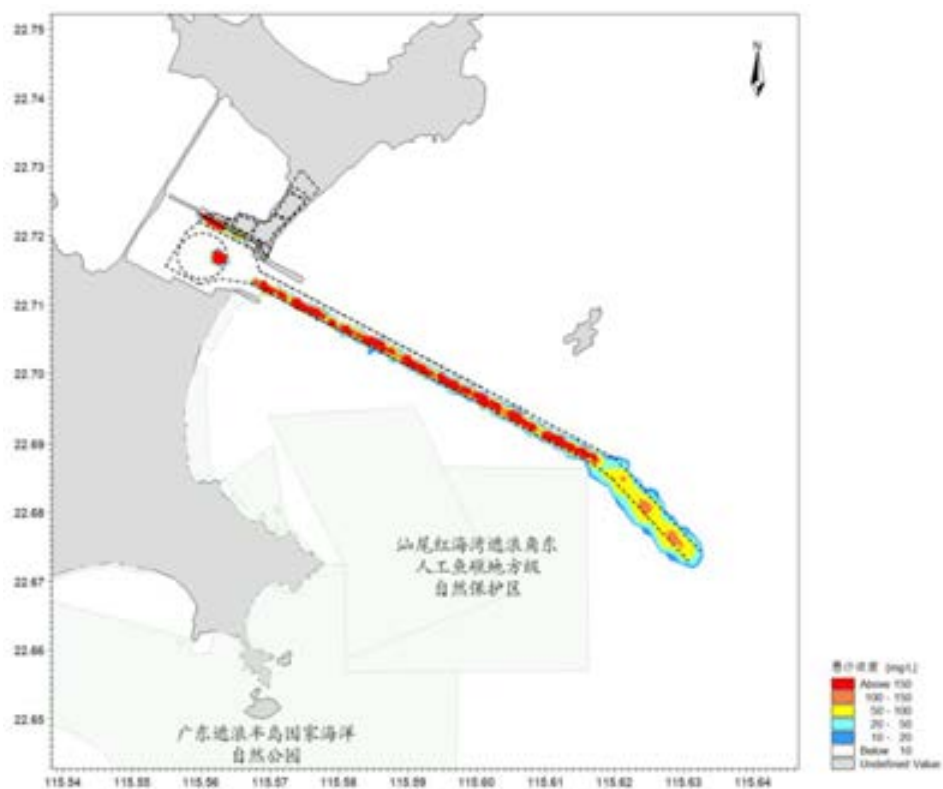


图 6.2-44 典型工况一产生悬沙增量包络线（底层）

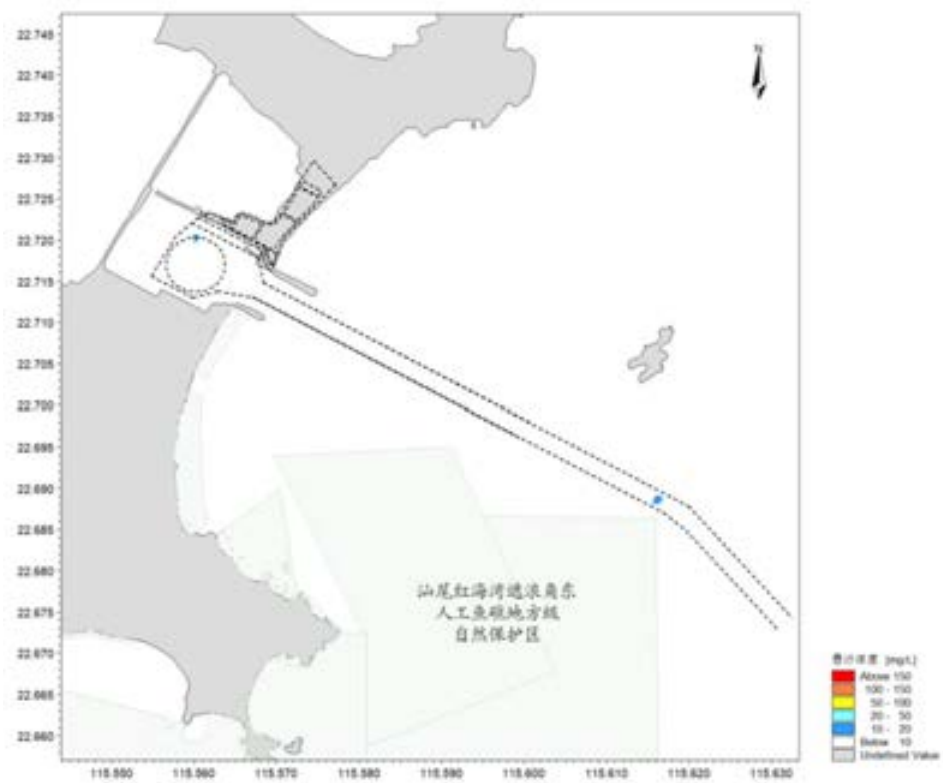


图 6.2-45 典型工况二产生悬沙增量包络线（表层）

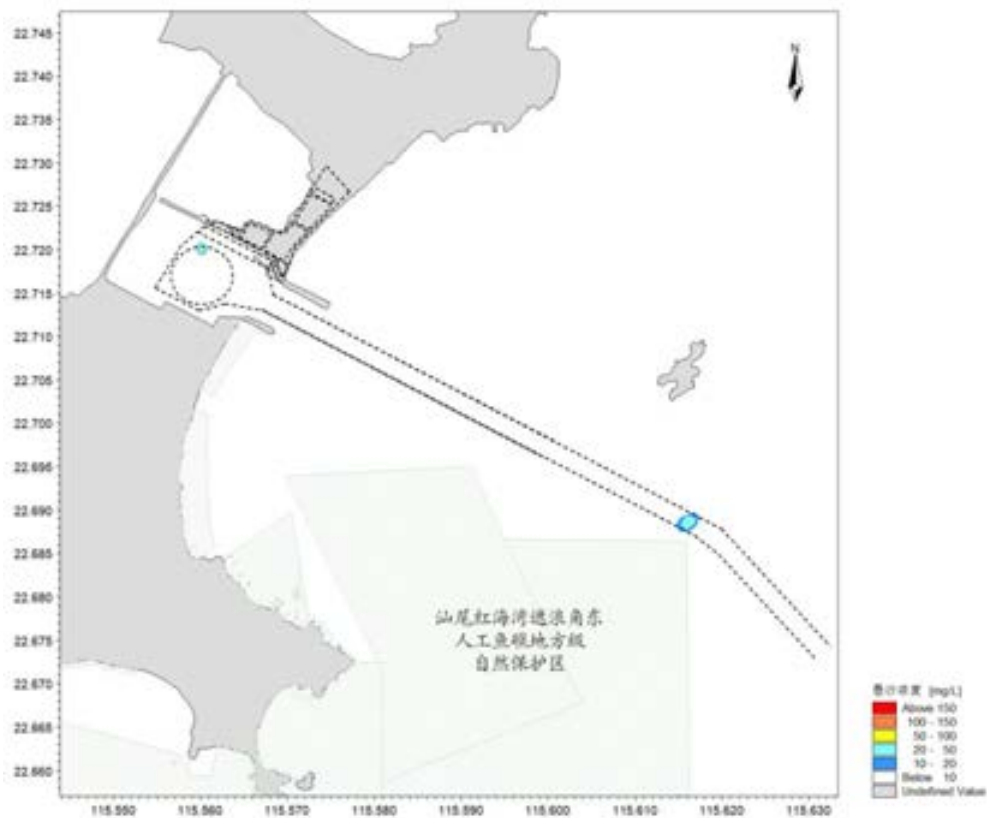


图 6.2-46 典型工况二产生悬沙增量包络线（中层）

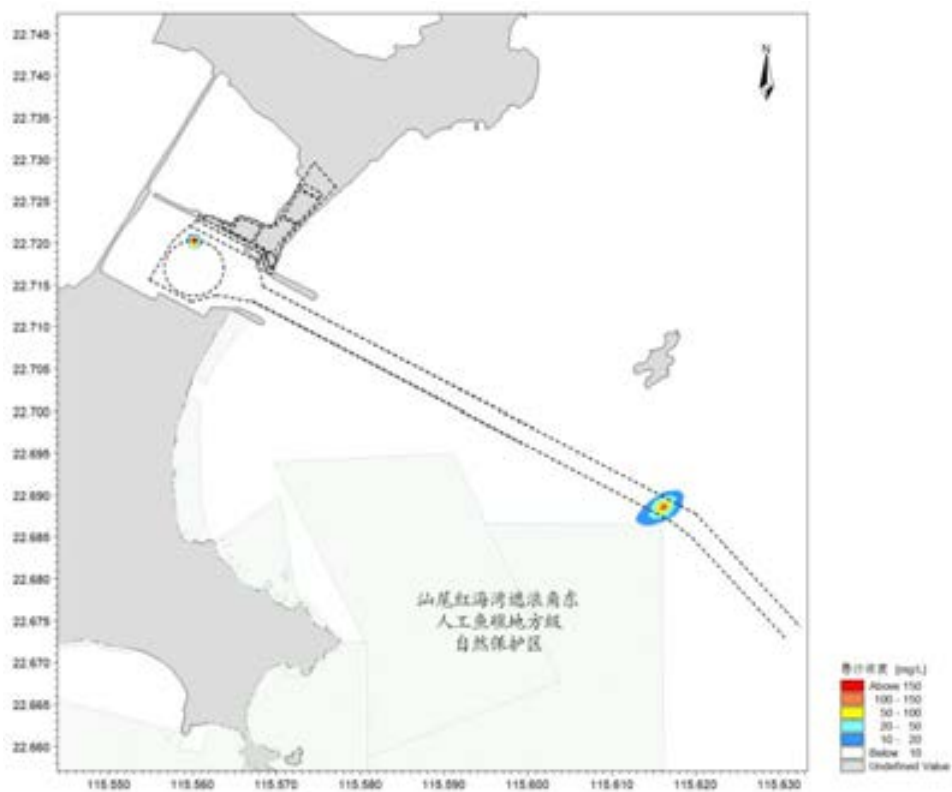


图 6.2-47 典型工况二产生悬沙增量包络线（底层）

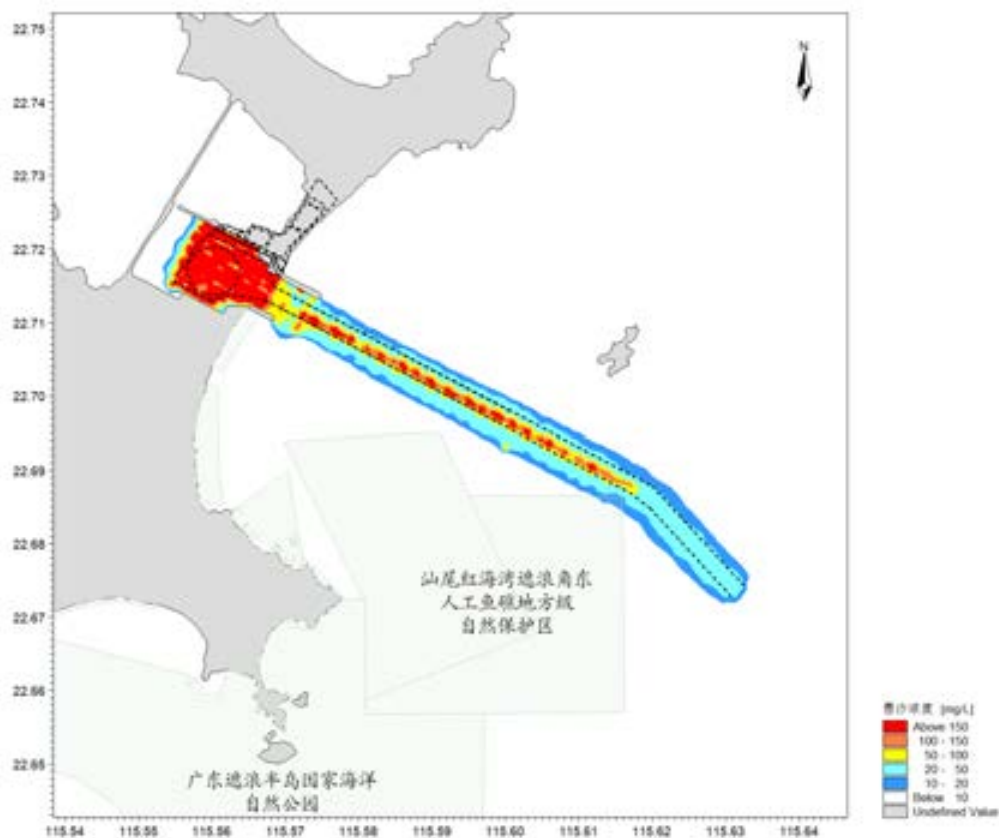


图 6.2-48 最大包络情形产生悬沙增量包络线（表层）

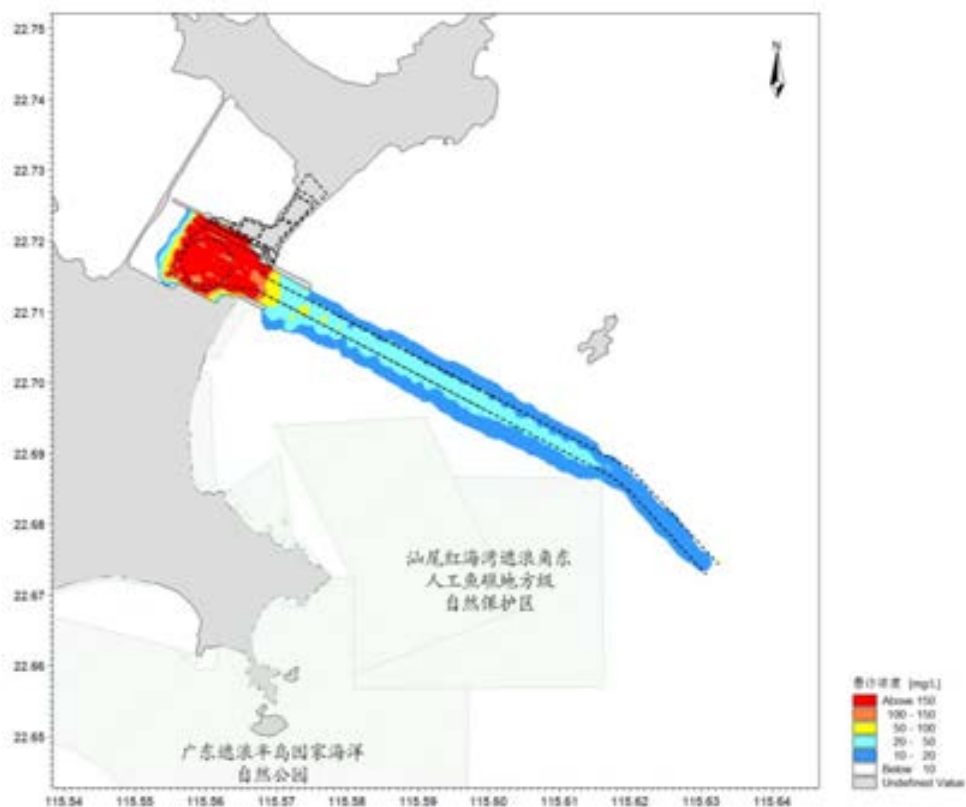


图 6.2-49 最大包络情形产生悬沙增量包络线（中层）



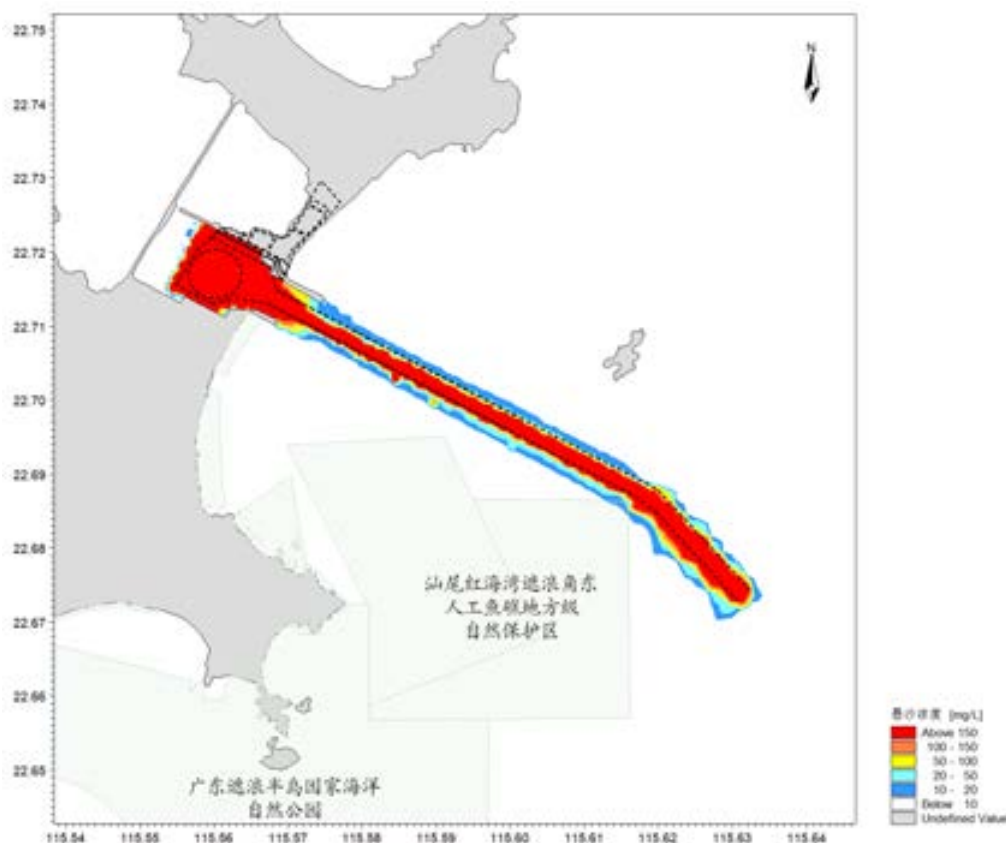


图 6.2-50 最大包络情形产生悬沙增量包络线（底层）

## 6.2.4 海洋沉积物环境影响分析

本项目施工对海洋沉积物环境质量的影响主要是水工工程施工作业对底质环境的改变以及涉水作业施工、水域疏浚、水下炸礁过程中产生的悬浮物扩散和沉降导致。

施工期水工构筑物永久占用的海域底土上的沉积物环境将被破坏。疏浚施工作业改变了开挖区域的沉积物环境，开挖区域范围内的沉积物环境也将被破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征，过程较为缓慢，周边海域的沉积物环境也将因施工干扰而受到一定的影响，但随着施工结束将逐渐恢复。

涉水作业施工、水域疏浚、水下炸礁过程中产生的悬浮物沉降可能影响周边海域的沉积物环境。根据前文的海洋生态环境现状调查章节，项目所在海域的沉积物质量状况较好，沉积物质量均满足《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应标准限值要求，没有出现超标情况。因此，本项目施工过程中产生的悬浮物扩散和沉降后，海洋沉积物的环境质量不会产生严重变化，仍可基本保持现有的水

平。

清挖出来的礁石通过泥驳运至岸边，然后用挖机上岸，后续作为建筑材料用于项目的建设，不对项目所在海域的沉积物环境造成影响。

本项目严格按照《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知（粤海监函〔2019〕99号）》等相关要求合理处置疏浚物，根据《疏浚物海洋倾倒分类和评价程序》（国海环字〔2002〕398号）进行检测鉴别疏浚物的疏浚物类别，依法办理废弃物海洋倾倒许可证后进行施工。

船舶舱底油污水、施工船舶生活污水、陆域施工人员生活污水、施工废水、工船舶垃圾、陆域施工人员生活垃圾、废弃泥浆、钻渣均能得到有效收集处置后不排海，对海洋沉积物的环境质量不会造成影响。

6.2.5海洋生态和生物资源影响分析

6.2.5.1海洋生态影响分析

本项目施工期对生态环境的影响途径主要包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要项目水工工程直接占用生物生境、水域疏浚、水下炸礁等直接破坏生物生境，掩埋生物栖息地等。间接影响主要体现在涉水工程施工、水域疏浚、水下炸礁等过程致使施工区域及其附近局部海域悬浮物增加，造成海洋生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链（网）和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰富度下降。本项目施工期海洋生态影响情况详见表 6.2-9。

表 6.2-9 施工期海洋生态影响情况一览表

| 影响方式 | 影响区域        | 影响原因                               | 生物表现                               |
|------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 直接影响 | 港池、航道       | 水域疏浚、水下炸礁                          | 底栖生物栖息地被占用或破坏，生物消失                 |
|      | 水工工程        | 水工工程占用海域                           |                                    |
| 间接影响 | 施工区域及附近局部海域 | 涉水工程施工、水域疏浚、水下炸礁等过程导致悬浮物增加，海水透明度降低 | 阻碍浮游植物光合作用、部分浮游动物、游泳生物、鱼卵仔鱼等生活环境破坏 |

（1）对潮间带、底栖生物的影响分析

本项目码头水工工程占用海域、水域疏浚、水下炸礁破坏海域底土环境，施工过程中除少量活动能力强的底栖生物逃往他处外，大部分的潮间带生物、底栖生物被掩埋、覆盖而灭亡。因此，本项目码头建设对占用海域潮间带生物、底栖生物的影响是不可逆的。本项目疏浚施工过程中，施工作业对潮间带生物、底栖

生物的直接影响首先表现在开挖范围内的潮间带生物、底栖生物将被彻底地损伤破坏，底质开挖所激起的悬浮泥沙的二次沉淀将掩埋挖泥区两侧的潮间带生物、底栖生物，此外，由于挖泥机械搅动，使得海底淤泥和细砂悬混上浮，从而在作业区内生一条羽状浑浊带，对海洋生物，特别是对潮间带生物、底栖生物造成较大的影响，将导致大量潮间带生物、底栖生物死亡。

### **(2) 对浮游植物影响分析**

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响；当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。

在海洋食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

### **(3) 对浮游动物的影响分析**

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，将使阳光的透射率下降，从而使该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化

器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。从水质环境影响预测结果来看，各工况的悬沙增量浓度大于 10mg/L 的影响范围均呈现表层、中层、底层依次增大的规律。底层悬浮泥沙扩散达到标准浓度值（10mg/L）的最大外包络线面积为 5.44 平方公里，扩散区域覆盖整个港池和航道，最远距离为航道西侧约 495m、东侧约 313m。施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响施工区范围，对红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成的悬沙最大增量浓度为 162mg/L，除此之外，10mg/L 悬沙增量包络范围未影响到周边其它生态保护红线、国控站位等保护目标。

施工产生的悬浮泥沙对浮游生物的影响较小，且这种影响只是暂时的和局部的，当施工结束后，这种影响也随着结束。

**（4）对鱼卵仔鱼、渔业生产的影响分析**

**A 直接导致鱼类和其他水生生物死亡**

水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明，前鳞鲷幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息，镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面，也会干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表 6.2-10。

**表 6.2-10 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度（mg/L）**

| 种类 | 成体    |        | 幼体   |        |
|----|-------|--------|------|--------|
|    | 致死浓度  | 明显影响浓度 | 致死浓度 | 明显影响浓度 |
| 鱼类 | 52000 | 500    | 250  | 125    |
| 虾类 | 8000  | 500    | 400  | 125    |
| 蟹类 | 9200  | 4300   | 700  | 125    |
| 贝类 | 700   | 500    | 250  | 125    |

不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据,悬浮物质的含量水平为 80000mg/L 时,鱼类最多只能存活一天;含量水平为 6000mg/L 时,最多能存活一周;含量水平为 300mg/L 时,若每天作短时间搅拌,使沉淀的淤泥泛起,保持悬浮物质含量达到 2300mg/L,则鱼类能存活 3~4 周。通常认为,悬浮物质的含量在 200mg/L 以下及影响较短期时,不会导致鱼类直接死亡。但在疏浚中心区域附近的鱼类,即使高浓度的悬浮物质未能引起死亡,但其鳃部会严重受损,从而影响鱼类今后的存活和生长。

#### B 对鱼类行为的影响分析

鱼类和其他水生生物较易适应水环境的缓慢变化,对环境的急剧变化敏感。疏浚工程使作业区和附近的水体悬浮物含量增加,水体的浑浊度起了变化,从而导致鱼类和其他游泳动物的行为变化,多数鱼类喜爱清水环境而规避浑浊水域,此外还有作业工程产生的扰动、噪声等干扰因素,施工作业对这些鱼类动物产生“驱赶效应”。繁殖群体的局部产卵通道同样可能受阻,导致产卵亲鱼受到干扰、阻碍,从而产生回避反应。

#### C 对鱼类繁殖(鱼卵仔鱼)的影响分析

水体中过高的和细小的悬浮物颗粒会粘附于鱼卵表面,妨碍鱼卵的呼吸,不利于鱼卵的成活、孵化,从而影响鱼类繁殖。悬浮物浓度增加导致海水水质变差,鱼卵和仔稚鱼将受到悬浮物的影响而死亡。悬浮物对鱼卵的影响很大,水体中若含有过量的悬浮固体,细微颗粒会粘附在鱼卵的表面,妨碍鱼卵呼吸,不利于鱼卵的孵化,从而影响鱼类繁殖。据研究,当悬浮固体物质含量大到 1000mg/L 以上,鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。工程悬浮物对鱼卵仔鱼影响随着施工作业结束,影响将逐渐减轻。

#### D 减弱海域的饵料基础

水体悬浮颗粒的增加阻碍了光的透射,减弱真光层厚度,影响光合作用,因而使水域的浮游植物量减少、初级生产力下降,以浮游植物为饵料的浮游动物生物量下降,而捕食浮游动物为生的鱼类由于饵料减少,其丰度也会随之下降,掠食鱼类的大型鱼类又因上一级生产者资源下降寻觅不到食物。水体中悬浮物含量增加,对整个水域食物链的影响是多方面的。

#### (5) 施工噪声对鲱科、石首鱼科的影响

根据项目所在海域海洋生态现状调查结果，项目所在海域游泳生物主要包括鲱科、石首鱼科，根据《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T0341-2022），鲱科、石首鱼科属于“有鱼鳔、鱼鳔与听力相关，并且与内耳物理连接类型”，人为水下噪声对鱼类影响阈值详见表 6.2-11。

表 6.2-11 人为水下噪声对鱼类影响阈值

| 听力分组        | 致死或潜在致死                                              | 损害                                                   |                           |        | 行为响应   |
|-------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|--------|--------|
|             |                                                      | 物理损害                                                 | TTS                       | 声掩蔽    |        |
| 有鱼鳔、鱼鳔与听力相关 | 207 dB SEL <sub>cum</sub> 或 207 dB SPL <sub>pk</sub> | 203 dB SEL <sub>cum</sub> 或 207 dB SPL <sub>pk</sub> | 186 dB SEL <sub>cum</sub> | (近) 高  | (近) 高  |
|             |                                                      |                                                      |                           | (中) 高  | (中) 高  |
|             |                                                      |                                                      |                           | (远) 中等 | (远) 中等 |

本项目水下噪声主要来源于项目桩基施打。根据《冲击沉桩水下噪声特性分析》（中国水运，戴坤城等，2023 年），水下打桩噪声声源声暴露级为 206.7±3.6 dB SEL。声暴露级计算公式如下：

$$SEL = 206.7 - 17.99lg r$$

式中：

*SEL*——人为水下噪声声暴露级，dB；

*r*——预测点与声源的距离，m。

根据上述公式计算得，本项目施工期桩基施工过程中，距离声源 1m 处可满足“有鱼鳔，鱼鳔与听力相关”的致死或潜在致死声暴露级（207dBSEL<sub>cum</sub>），2m 处可满足物理损伤声暴露级（203dBSEL<sub>cum</sub>），14m 处可满足暂时阈值漂移（TTS）声暴露级（186dBSEL<sub>cum</sub>）。

由于施工噪声有间歇性，且声波在水中的传播随距离衰减，因此影响的范围非常有限，主要局限在工程附近水域。为减缓水下噪声对附近水生生物的影响，一般采用软启动作业，打桩锤低能量缓慢启动过程中，让打桩点附近的鱼类，逃离危险区域。噪声属无残留污染，施工结束噪声污染也随之结束，周围声环境即可恢复至现状水平。在 5-7 月鱼类产卵季节，应在驱赶的基础上，控制施工强度，在打桩时尽量减少每分钟的打桩次数。在进行首次水下打时先进行小强度的“软启动”，以驱赶海洋鱼类游离作业区。

本项目所在海域为港口用海，船舶活动影响显著，珍稀保护动物基本不会在项目所在海域周边活动，距离本项目最近的珍稀濒危物种分布区为碣石湾海马珍

稀濒危物种分布区，位于项目的东南向，距离为 8.00km，项目施工产生的水下噪声不会对珍稀保护动物造成明显不良影响，本项目施工前应采取驱赶措施，预防水下施工噪声影响。

#### （6）施工噪声对珍稀海洋生物（中华白海豚）的影响分析

根据汕尾市区域的相关报道，发现中华白海豚 2024 年 3 月曾在红海湾出没。根据前文调查结果，2024 年 10 月，汕尾市润邦检测技术有限公司于项目周边海域开展的秋季海洋调查环境现状调查，2025 年 4 月，广州海兰图检测技术有限公司于项目周边海域开展的春季海洋调查环境现状调查，两期调查数据均未发现中华白海豚分布。

根据相关研究结果表明，当海豚听觉系统所接收到水下噪声的有效声压级超过 180dB 时，其听觉系统有可能会出现暂时性听力损失。根据施工期噪声源强分析，本项目施工期打桩使用的设备打桩船最大噪声源强约为 110dB（A）（距声源距离为 5m），水下爆破使用的钻爆船最大噪声源强约为 80 dB（A）（距声源距离为 1m）。

本项目桩基施工位于现有港口海域范围，中华白海豚出现在此的概率极低，正常情况下，本项目施工产生的水下噪声不会对中华白海豚等珍稀海洋生物造成影响。

#### 6.2.5.2 项目用海对海洋生物资源损耗分析

##### 1、项目施工对潮间带、底栖生物影响损失量估算

##### （1）桩基占用造成的潮间带生物和底栖生物损失量

本项目桩基结构直接占用海域，彻底改变底栖生物、潮间带生物原有的栖息环境，除少量活动能力强的动物逃往他处外，大部分种类将被挖走、掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类如贝类、多毛类、线虫类等都将难以存活，而且上述影响是不可逆的。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）（以下简称《规程》），潮间带生物和底栖生物资源资源损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

$W_i$ ——第  $i$  种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg）。



$D_i$ ——评估区域内第  $i$  种生物资源密度, 单位为尾(个)每平方千米(尾(个)/ $\text{km}^2$ )、尾(个)每立方千米(尾(个)/ $\text{km}^3$ )或千克每平方千米( $\text{kg}/\text{km}^3$ )。

$S_i$ ——第  $i$  种生物占用的渔业水域面积或体积, 单位为平方千米( $\text{km}^2$ )或立方千米( $\text{km}^3$ )。

根据 2024 年秋季、2025 年春季的现状调查资料, 潮间带生物选取各站位平均生物量, 因底栖生物移动缓慢, 选取项目附近两季调查最近的 3 个站位的平均生物量进行计算, 平均生物量统计结果如下表。

表 6.2-12 底栖生物生物量计算一览表

| 调查时间           | 潮间带生物 ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) |
|----------------|---------------------------------|
| 2024 年秋季平均资源密度 | 16.02                           |
| 2025 年春季平均资源密度 | 112.544                         |
| 平均值            | 64.28                           |

表 6.2-13 底栖生物生物量计算一览表

| 调查时间     |      | 底栖生物 ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) |
|----------|------|--------------------------------|
| 2024 年秋季 | Q9   | 10.25                          |
|          | Q10  | 14.33                          |
|          | Q11  | 28.64                          |
| 2025 年春季 | BS08 | 1.615                          |
|          | BS11 | 50.38                          |
|          | BS12 | 0.035                          |
| 平均值      |      | 17.54                          |

扣除海岸线以内的桩基外, 本项目拟建 745 根桩基, 桩基占用造成的潮间带、底栖生物损失量详见下表, 本项目桩基占用造成潮间带损失 5.95kg, 底栖生物损失 4.35kg。

表 6.2-14 桩基占用造成的潮间带、底栖生物损失量一览表

| 工程   | 密度 (g/m <sup>2</sup> ) |       | 桩直径<br>/mm | 工程量/根 |        | 破坏面积 (m <sup>2</sup> ) |        | 生物损失量 (kg) |      |
|------|------------------------|-------|------------|-------|--------|------------------------|--------|------------|------|
|      | 潮间带生物                  | 底栖生物  |            | 潮间带海域 | 非潮间带海域 | 潮间带海域                  | 非潮间带海域 | 潮间带生物      | 底栖生物 |
| 桩基施工 | 64.28                  | 17.54 | 1200       | 257   | 541    | 92.52                  | 194.76 | 5.95       | 3.42 |
|      |                        |       | 1400       | 0     | 109    | 0                      | 53.41  | 0.00       | 0.94 |
| 小计   |                        |       |            |       |        |                        |        | 5.95       | 4.35 |

(2) 疏浚、炸礁工程造成的潮间带生物和底栖生物损失量

本项目疏浚、炸礁等施工过程会对区域内的潮间带生物、底栖生物造成损害。水下炸礁范围均位于疏浚范围内，在此不重复计算，则因疏浚、炸礁等施工过程造成的海洋生物损失量计算结果如下，本项目建设造成潮间带损失 340.87kg，底栖生物损失 5777.85kg。

表 6.2-15 疏浚、炸礁造成的潮间带生物和底栖生物损失量

| 工程 | 密度 (g/m <sup>2</sup> ) |       | 破坏面积 (m <sup>2</sup> ) |            | 生物损失量 (kg) |         |
|----|------------------------|-------|------------------------|------------|------------|---------|
|    | 潮间带生物                  | 底栖生物  | 潮间带海域                  | 非潮间带海域     | 潮间带生物      | 底栖生物    |
| 疏浚 | 64.28                  | 17.54 | 5302.78                | 3293749.05 | 340.87     | 5777.85 |

注：部分桩基用海位于疏浚范围内，为避免重复计算损失量，此处破坏面积为扣除重叠区域后的面积。

### (3) 项目施工对潮间带、底栖生物影响损失量

综上，本项目施工共造成潮间带生物损失 346.82kg，底栖生物损失 57782.2kg。

### 2、施工悬浮泥沙对渔业资源影响损失量

综合考虑施工成本、效率、安全等多方面因素，科学合理安排的施工工况。考虑施工成本与实际情况，本评价以正常施工工况即最大包络情形算本次生态补偿。

按照《规程》，悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_i \times K_{ij}$$

式中：

$M_i$ 为第 i 种生物资源累计损害量；

$W_i$ 为第 i 种生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克 (kg)；

$T$ 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个；

$D_{ij}$ 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾/km<sup>2</sup>、个/km<sup>2</sup>或 kg/km<sup>2</sup>；

$S_i$ 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km<sup>2</sup>；

$K_{ij}$ 为某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，单位为%；

$n$ 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

(1) 污染物浓度增量区面积 ( $S_i$ ) 和分区总数 ( $n$ )

根据本报告 6.1 小节中悬浮泥沙预测结果，本项目各施工典型工况下引起的悬浮泥沙增量包络面积在垂向平均分布面积及分区见下表。

表 6.2-16 不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积

| 分区    | 超标倍数<br>( $B_i$ )  | 悬浮物浓度<br>增量范围<br>(mg/L) | 影响面积 $S_i$ (km <sup>2</sup> ) |       |       |       |
|-------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|       |                    |                         | 码头打桩                          | 港池疏浚  | 航道疏浚  | 炸礁    |
| I 区   | $B_i \leq 1$ 倍     | 10~20                   | 0.017                         | 0.051 | 1.631 | 0.076 |
| II 区  | $1 < B_i \leq 4$ 倍 | 20~50                   | 0.004                         | 0.024 | 0.481 | 0.026 |
| III 区 | $4 < B_i \leq 9$ 倍 | 50~100                  | 0.016                         | 0.011 | 0.141 | 0.007 |
| IV 区  | $B_i \geq 9$ 倍     | $\geq 100$              | 0.037                         | 0.023 | 0.592 | 0.005 |

注：各污染区面积取垂线平均值。

(2) 生物资源损失率 ( $K_{ij}$ )

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数  $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$  倍、 $4 < B_i \leq 9$ 、 $B_i > 9$  倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率，详见表 6.2-17。

表 6.2-17 本工程悬浮物对各类生物损失率

| 超标倍数<br>( $B_i$ )  | 《规程》中污染物对各类生物损失率<br>(%) |           | 本工程悬浮物对各类生物资源损失率<br>取值 (%) |     |
|--------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|-----|
|                    | 鱼卵和仔稚鱼                  | 成体        | 鱼卵和仔稚鱼                     | 成体  |
| $B_i \leq 1$ 倍     | 5                       | $< 1$     | 5                          | 0.5 |
| $1 < B_i \leq 4$ 倍 | 5~30                    | 1~10      | 17.5                       | 5   |
| $4 < B_i \leq 9$ 倍 | 30~50                   | 10~20     | 40                         | 15  |
| $B_i \geq 9$ 倍     | $\geq 50$               | $\geq 20$ | 50                         | 20  |

(3) 持续周期数 ( $T$ ) 和计算区水深

根据工期安排，本项目码头区域各水下施工活动、港池疏浚、航道疏浚、炸礁工期分别为 180 天、450 天、450 天和 180 天，港池疏浚、航道疏浚工期超过 1 年，污染物浓度增量影响的持续周期数按 24 计（15 天为 1 个周期）。码头打

桩、炸礁污染物浓度增量影响的持续周期数均为 12。各施工工况水深按施工区域平均水深计算。

（4）生物资源密度

生物资源密度选取 2024 年秋季、2025 年春季两季调查全部站位的平均生物量进行计算，见表 6.2-18。

表 6.2-18 选取站位的渔业资源密度取值

| 调查时间               | 鱼卵（粒/m³） | 仔稚鱼（尾/m³） | 游泳生物（kg/km²） |
|--------------------|----------|-----------|--------------|
| 2024 年秋季平均<br>资源密度 | 2.373    | 0.356     | 235.75       |
| 2025 年春季平均<br>资源密度 | 3.88     | 0.254     | 382.978      |
| 平均值                | 3.13     | 0.31      | 309.36       |

（5）悬浮泥沙扩散导致生物量损失情况

由下表计算可知，桩基、疏浚施工在典型工况产生的悬浮泥沙造成鱼卵损失  $6.53 \times 10^8$  粒，仔稚鱼损失  $6.37 \times 10^7$  尾、游泳生物损失 1421.62kg。

表 6.2-19 施工期悬浮物扩散影响下鱼卵、仔稚鱼累计损害量计算

| 情景   | 分区   | 悬浮沙增量<br>浓度<br>(mg/L) | 影响面积 Si<br>(km <sup>2</sup> ) | 生物资源损失率 Kij | 生物资源密度 Dij                |                             | 水深<br>(m) | 影响的持<br>续周期数<br>T (个) | 累计损害量 Mi  |          |
|------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------|
|      |      |                       |                               | 鱼卵和仔稚鱼      | 鱼卵<br>(粒/m <sup>3</sup> ) | 仔稚鱼 (尾<br>/m <sup>3</sup> ) |           |                       | 鱼卵 (粒)    | 仔稚鱼 (尾)  |
| 码头打桩 | I区   | 10~20                 | 0.017                         | 5%          | 3.13                      | 0.31                        | 2         | 12                    | 65031     | 6344     |
|      | II区  | 20~50                 | 0.004                         | 17.50%      |                           |                             |           |                       | 52525     | 5124     |
|      | III区 | 50~100                | 0.016                         | 40%         |                           |                             |           |                       | 480230    | 46848    |
|      | IV区  | ≥100                  | 0.037                         | 50%         |                           |                             |           |                       | 1388166   | 135420   |
|      | 合计   |                       |                               |             |                           |                             |           |                       | 1985953   | 193736   |
| 港池疏浚 | I区   | 10~20                 | 0.051                         | 5%          | 3.13                      | 0.31                        | 14.5      | 24                    | 2756322   | 268888   |
|      | II区  | 20~50                 | 0.024                         | 17.50%      |                           |                             |           |                       | 4569692   | 445788   |
|      | III区 | 50~100                | 0.011                         | 40%         |                           |                             |           |                       | 4642227   | 452864   |
|      | IV区  | ≥100                  | 0.023                         | 50%         |                           |                             |           |                       | 12693590  | 1238300  |
|      | 合计   |                       |                               |             |                           |                             |           |                       | 24661832  | 2405840  |
| 航道疏浚 | I区   | 10~20                 | 1.631                         | 5%          | 3.13                      | 0.31                        | 16        | 24                    | 97886963  | 9549184  |
|      | II区  | 20~50                 | 0.481                         | 17.50%      |                           |                             |           |                       | 101058485 | 9858576  |
|      | III区 | 50~100                | 0.141                         | 40%         |                           |                             |           |                       | 67712486  | 6605568  |
|      | IV区  | ≥100                  | 0.592                         | 50%         |                           |                             |           |                       | 355570592 | 34687040 |
|      | 合计   |                       |                               |             |                           |                             |           |                       | 622228526 | 60700368 |
| 炸礁   | I区   | 10~20                 | 0.076                         | 5%          | 3.13                      | 0.31                        | 8.75      | 24                    | 1244738   | 121428   |
|      | II区  | 20~50                 | 0.026                         | 17.50%      |                           |                             |           |                       | 1503260   | 146648   |
|      | III区 | 50~100                | 0.007                         | 40%         |                           |                             |           |                       | 875420    | 85400    |
|      | IV区  | ≥100                  | 0.005                         | 50%         |                           |                             |           |                       | 820706    | 80063    |
|      | 合计   |                       |                               |             |                           |                             |           |                       | 4444124   | 433538   |
| 总计   |      |                       |                               |             |                           |                             |           |                       | 653320436 | 63733482 |

表 6.2-20 施工期悬浮物扩散影响下游泳生物累计损害量计算一览表

| 情景   | 分区   | 悬浮沙增量浓度<br>(mg/L) | 影响面积 Si<br>(km²) | 生物资源损失率 Kij | 生物资源密度 Dij    | 影响的持续周<br>期数 T (个) | 累计损害量 Mi  |
|------|------|-------------------|------------------|-------------|---------------|--------------------|-----------|
|      |      |                   |                  |             | 游泳生物 (kg/km²) |                    | 游泳生物 (kg) |
| 码头打桩 | I区   | 10~20             | 0.017            | 0.50%       | 309.36        | 12                 | 0.32      |
|      | II区  | 20~50             | 0.004            | 5%          |               |                    | 0.74      |
|      | III区 | 50~100            | 0.016            | 15%         |               |                    | 8.91      |
|      | IV区  | ≥100              | 0.037            | 20%         |               |                    | 27.47     |
|      | 合计   |                   |                  |             |               |                    | 37.45     |
| 港池疏浚 | I区   | 10~20             | 0.051            | 0.50%       | 309.36        | 24                 | 1.88      |
|      | II区  | 20~50             | 0.024            | 5%          |               |                    | 8.91      |
|      | III区 | 50~100            | 0.011            | 15%         |               |                    | 11.88     |
|      | IV区  | ≥100              | 0.023            | 20%         |               |                    | 34.65     |
|      | 合计   |                   |                  |             |               |                    | 57.32     |
| 航道疏浚 | I区   | 10~20             | 1.631            | 0.50%       | 309.36        | 24                 | 60.54     |
|      | II区  | 20~50             | 0.481            | 5%          |               |                    | 178.56    |
|      | III区 | 50~100            | 0.141            | 15%         |               |                    | 157.03    |
|      | IV区  | ≥100              | 0.592            | 20%         |               |                    | 879.58    |
|      | 合计   |                   |                  |             |               |                    | 1275.72   |
| 炸礁   | I区   | 10~20             | 0.076            | 0.50%       | 309.36        | 12                 | 1.41      |
|      | II区  | 20~50             | 0.026            | 5%          |               |                    | 4.86      |
|      | III区 | 50~100            | 0.007            | 15%         |               |                    | 3.71      |
|      | IV区  | ≥100              | 0.005            | 20%         |               |                    | 3.71      |
|      | 合计   |                   |                  |             |               |                    | 13.69     |
| 总计   |      |                   |                  |             |               |                    | 1421.62   |

### 3、水下爆破造成的海洋生物损失量

#### (1) 冲击波峰值压力与渔业生物致死率

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 根据水下爆破方式、一次起爆药量、爆破条件、地质和地形条件、水域以及边界条件, 通过冲击波峰值压力与致死率计算, 分析、评估水下爆破对游泳生物的影响。冲击波峰值压力按下式计算:

$$P = 287.3(Q^{1/3} / R)^{1.33}$$

式中:

P—冲击波峰值压力, 单位千克每平方厘米 (kg/cm<sup>2</sup>);

Q—一次起爆药量, 单位千克 (kg) (Q<250kg);

R—爆破点距测点距离, 单位米 (m) (R<700m)。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 中附录 C 的规定, 根据冲击波峰值压力值推算渔业生物致死率, 详见表 6.2-21。

表 6.2-21 最大峰值压力与受试生物的致死率的关系

| 距爆破中心 (m)                   | 100  | 300  | 500   | 700   |
|-----------------------------|------|------|-------|-------|
| 最大峰压值 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 7.27 | 1.69 | 0.745 | 0.577 |
| 鱼类 (石首科除外) 致死率 (%)          | 100  | 20   | 10    | 3     |
| 石首科鱼类致死率 (%)                | 100  | 100  | 50    | 15    |
| 虾类致死率 (%)                   | 100  | 20   | 6.6   | 0     |

注: 本表参数是根据炸药采用 ML-I 型岩石乳化炸药 (每节 0.8m, 直径 0.1m, 净重 7.5kg), 炸药爆速≥3200m/s, 猛度≥12mm, 殉爆距离≥3cm, 作功能力≥260mL; 雷管采用 8#非电毫秒延期导爆管雷管, 单段一次起爆药量为 250kg 得出的。

#### (2) 水下爆破对生物资源的损害评估

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 水下爆破对生物资源的损害评估按以下公式计算:

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_i \times K_{ij} \times T \times N$$

式中:

$W_i$ —第  $i$  种类生物资源累计损失量, 单位为尾 (尾)、个 (个)、千克 (kg);

$D_{ij}$ —第  $j$  类影响区中第  $i$  种类生物的资源密度, 单位为尾每平方千米 (尾/km<sup>2</sup>)、个每平方千米 (个/km<sup>2</sup>)、千克每平方千米 (kg/km<sup>2</sup>);

$S_j$ —第  $j$  类影响区面积, 单位为平方千米 (km<sup>2</sup>);



$K_{ij}$ —第  $j$  类影响区第  $i$  种类生物致死率，单位为百分比（%）；

$T$ —第  $j$  类影响区的爆破影响周期数（以 15 天为一个周期）；

$N$ —15 天为一个周期内爆破次数累积系数，爆破 1 次，取 1.0，每增加一次增加 0.2；

$n$ —冲击波峰值压力值分区总数。

根据施工进度计划，本项目水下炸礁工期约 6 个月（180 天），则  $T=12$  个，根据前文分析，本项目平均每次爆破可清除礁石量为  $120\text{m}^3$ ，港池礁石量为 21.91 万  $\text{m}^3$ ，需要爆破次数为 1826 次，则其一个周期内爆破次数累积系数  $N=1+0.2*(1826\div 180\times 15-1)=31.23$ ；航道礁石量为 6.05 万  $\text{m}^3$ ，需要爆破次数为 505 次，则其一个周期内爆破次数累积系数  $N=1+0.2*(505\div 180\times 15-1)=9.22$ 。

（3）生物资源密度（ $D_{ij}$ ）

本项目游泳动物生物资源选取 2024 年秋季、2025 年春季两季调查全部站位的平均生物量进行计算，详见表 6.2-22。

表 6.2-22 选取站位游泳生物资源密度取值

| 调查时间           | 游泳生物    | 鱼类      | 甲壳类     | 头足类   |
|----------------|---------|---------|---------|-------|
| 2024 年秋季平均资源密度 | 235.75  | 125.14  | 110.54  | 0.07  |
| 2025 年春季平均资源密度 | 382.978 | 150.598 | 226.468 | 5.912 |
| 平均值            | 309.36  | 137.87  | 168.50  | 2.99  |

表 6.2-23 破坏面积计算过程一览表

| 炸药<br>用量 | 冲击波最大<br>峰值<br>( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) | 鱼类致死率 | 虾类致死率 | 作用半径<br>( $\text{m}$ ) | 面积 ( $\text{km}^2$ ) |       |
|----------|--------------------------------------------|-------|-------|------------------------|----------------------|-------|
|          |                                            | (%)   | (%)   |                        | 港池炸礁                 | 航道炸礁  |
| 250kg    | 7.27                                       | 100   | 100   | 100                    | 0.232                | 0.112 |
|          | 1.69                                       | 20    | 20    | 300                    | 0.295                | 0.366 |
|          | 0.745                                      | 10    | 6.6   | 500                    | 1.636                | 0.617 |
|          | 0.577                                      | 3     | 0     | 700                    | 2.687                | 0.869 |

（4）水下爆破造成的海洋生物损失量

由下表计算可知，水下爆破在典型工况下造成损失为鱼类 31821.79kg、甲壳类 29411.66kg、头足类 522.07kg。

（5）生态资源损失总结

综上，本项目建设造成潮间带生物损失 346.82kg，底栖生物损失 57782.20kg。

桩基、疏浚施工及水下爆破等施工共造成鱼卵损失  $6.53 \times 10^8$  粒, 仔稚鱼损失  $6.37 \times 10^7$  尾、游泳生物损失 63177.14kg。

表 6.2-24 水下爆破对鱼卵、仔稚鱼、游泳动物累计损害量计算

| 情景   | 作用半径<br>(m) | 影响面积 S             | 各类生物致死率<br>K <sub>ij</sub> (%) |     | 资源密度 D                |       |      | 影响周期数 T<br>(个) | 累计系数 N | 水深  | 累计损害量 W <sub>i</sub> |          |        |
|------|-------------|--------------------|--------------------------------|-----|-----------------------|-------|------|----------------|--------|-----|----------------------|----------|--------|
|      |             |                    | 鱼类                             | 甲壳类 | 鱼类                    | 甲壳类   | 头足类  |                |        |     | 鱼类                   | 甲壳类      | 头足类    |
|      |             | (km <sup>2</sup> ) |                                |     | (kg/km <sup>2</sup> ) |       |      |                |        |     | (kg)                 |          |        |
| 港池炸礁 | 100         | 0.232              | 100                            | 100 | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 31.23  | 1.5 | 11981.73             | 14644.12 | 259.94 |
|      | 100~300     | 0.295              | 20                             | 20  | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 31.23  | 1.5 | 3051.38              | 3729.40  | 66.20  |
|      | 300~500     | 1.636              | 10                             | 6.6 | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 31.23  | 1.5 | 8454.20              | 6819.62  | 121.05 |
|      | 500~700     | 2.687              | 3                              | 0   | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 31.23  | 1.5 | 4165.24              | 0.00     | 0.00   |
|      | 小计          |                    |                                |     |                       |       |      |                |        |     | 27652.55             | 25193.14 | 447.19 |
| 航道炸礁 | 100         | 0.112              | 100                            | 100 | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 9.22   | 16  | 1713.47              | 2094.21  | 37.17  |
|      | 100~300     | 0.366              | 20                             | 20  | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 9.22   | 16  | 1116.61              | 1364.72  | 24.22  |
|      | 300~500     | 0.617              | 10                             | 6.6 | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 9.22   | 16  | 941.65               | 759.59   | 13.48  |
|      | 500~700     | 0.869              | 3                              | 0   | 137.87                | 168.5 | 2.99 | 12             | 9.22   | 16  | 397.50               | 0.00     | 0.00   |
|      | 小计          |                    |                                |     |                       |       |      |                |        |     | 4169.24              | 4218.52  | 74.88  |
| 合计   |             |                    |                                |     |                       |       |      |                |        |     | 31821.79             | 29411.66 | 522.07 |

### 6.2.5.3 基于影响年限的海洋生物资源累积损耗分析

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 7.2 生物资源损害赔偿和补偿年限(倍数)的确定,具体如下:

(1) 各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的,其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算;

(2) 占用渔业水域的生物资源损害赔偿,占用年限低于 3 年的,按 3 年补偿;占用年限 3 年~20 年的,按实际占用年限补偿;占用年限 20 年以上的,按不低于 20 年补偿;

(3) 一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍;

(4) 持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形,实际影响年限低于 3 年的,按 3 年补偿;实际影响年限为 3 年~20 年的,按实际影响年限补偿;影响持续时间 20 年以上的,补偿计算时间不应低于 20 年。

结合前文的施工计划,本项目各用海活动对海洋生物资源的补偿年限取值依据如下:

桩基占用属于工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的,补偿年限取不低于 20 年,本项目补偿年限取 20 年。本项目疏浚工期为 450 天,属于占用年限低于 3 年的情形,因此按 3 年补偿。水下炸礁工期为 180 天,码头打桩、疏浚、水下爆破等作业引起的悬浮物影响,其中疏浚和水下爆破工期总计 630 天,实际影响年限低于 3 年,因此按 3 年补偿。水下爆破作业冲击波影响属于一次性生物资源损害,按一次性损害额的 3 倍进行补偿。

基于影响年限的海洋生物资源累积损失补偿量计算情况详见表 6.2-25。

综上,基于影响年限本项目各用海活动对海洋生物资源累积造成潮间带生物损失 1141.57kg、底栖生物损失 173420.61kg、鱼卵  $1.96 \times 10^9$  粒、仔稚鱼  $1.91 \times 10^8$  尾、游泳生物 189531.41kg。

表 6.2-25 基于影响年限的海洋生物资源累积损失补偿量一览表

| 类别       |      | 单位 | 直接损失量    | 补偿年限<br>(年)/倍数 | 累积损失补偿量   |
|----------|------|----|----------|----------------|-----------|
| 桩基<br>占用 | 潮间带  | kg | 5.95     | 20             | 118.95    |
|          | 底栖生物 | kg | 4.35     | 20             | 87.07     |
| 疏浚       | 潮间带  | kg | 340.87   | 3              | 1022.62   |
|          | 底栖生物 | kg | 57777.85 | 3              | 173333.54 |

| 类别       |      | 单位 | 直接损失量              | 补偿年限<br>(年)/倍数 | 累积损失补偿量            |
|----------|------|----|--------------------|----------------|--------------------|
| 悬沙       | 鱼卵   | 粒  | $6.53 \times 10^8$ | 3              | $1.96 \times 10^9$ |
|          | 仔稚鱼  | 尾  | $6.37 \times 10^7$ | 3              | $1.91 \times 10^8$ |
| 水下<br>爆破 | 游泳生物 | kg | 1421.62            | 3              | 4264.85            |
|          | 游泳生物 | kg | 41464.27           | 3              | 185266.56          |
| 合计       | 潮间带  |    |                    |                | 1141.57            |
|          | 底栖生物 |    |                    |                | 173420.61          |
|          | 鱼卵   |    |                    |                | $1.96 \times 10^9$ |
|          | 仔稚鱼  |    |                    |                | $1.91 \times 10^8$ |
|          | 游泳生物 |    |                    |                | 189531.41          |

本项目渔业资源损失补偿核算工作严格按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)规范执行。项目建成后,生态补偿将纳入环保“三同时”验收工作内容,以切实减少对海洋环境的影响。生态补偿费用严格按照《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》执行,具体补偿费用将与渔业主管部门沟通确定。

#### 6.2.5.4对海域生物多样性的影响分析

根据 2024 年 10 月汕尾市润邦检测技术有限公司于项目周边海域开展的秋季海洋调查环境现状调查数据,共记录了浮游植物 3 门 28 属 57 种 (含 2 个变种及变型)、浮游动物 42 种 (类)、大型底栖生物 6 门 29 科 36 种、潮间带生物 3 门 9 科 10 种、鱼卵仔稚鱼 3 目 7 科 8 种、游泳动物 31 种等。根据 2025 年 4 月广州海兰图检测技术有限公司于项目周边海域开展的春季海洋调查环境现状调查数据,共记录了浮游植物 5 门 6 纲 13 目 25 科 117 种、浮游动物 6 门 10 纲 15 目 23 科 42 种 (包括浮游幼体 11 种)、大型底栖生物 6 门 6 纲 15 目 36 科 52 种、潮间带生物 6 门 8 纲 18 目 31 科 44 种、鱼卵 13 种、仔稚鱼 8 种、游泳动物 14~41 种等。

本项目码头水工工程直接占用生物生境、水域疏浚、水下炸礁等直接破坏生物生境,掩埋生物栖息地等。本项目建成后,按照相关要求落实生态补偿等修复措施,本项目对生物资源造成的影响可通过生态修复措施进行恢复。

因此,本项目实施对评价海域生物多样性的影响可接受。

6.2.6爆破施工对海洋环境影响分析

6.2.6.1爆破振动安全允许距离

爆破作业时产生的振动，会对周围在爆破振动安全允许距离内的建（构）筑物产生不利影响。

根据《爆破安全规程》（GB6722-2023），爆破地震安全距离可按下式计算：

$$R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \cdot Q^{\frac{1}{3}}$$

式中：

- R——爆破振动安全允许距离，m；
- Q——炸药量，kg；齐发爆破取总炸药量；延时爆破取最大一段药量；
- V——地震安全速度，cm/s；
- K、α——与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数。取坚硬岩石中间值，即 K=100、α=1.4。

施工采用水下钻孔爆破法，单次爆破药量为 250kg，将有关参数代入上式，得不同药量下的安全距离 R 如表 6.2-26 所示。村庄距离炸礁点在安全距离之外，因此炸礁引起的地基震动对居民的住宅不会造成影响。

距离炸礁区域现状最近的码头为汕尾电厂码头，距离约为 0.86km，采用小药量爆破不会对其结构造成破坏性影响。因此，水下爆破对周边建筑物影响较小。本项目应制定详细的炸礁施工方案，炸礁施工过程中采取多方位钻孔集中爆破的施工方法，并严格保证一次起爆总药量控制在设计要求以内，避开同时炸礁作业，采用“少量多次”的方法，合理控制单段药量和分段起爆的顺序，遵循由近及远的方式，或者应采取气泡帷幕等防护技术，削减水中冲击波强度，确保不对周边项目结构安全造成危害。

表 6.2-26 不同药量下的安全距离

| 建筑物性质      | V<br>(cm/s) | R (m)  |       |       |       |       |       |      |
|------------|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|            |             | Q=1000 | Q=500 | Q=400 | Q=300 | Q=200 | Q=100 | Q=50 |
| 毛石屋、土坯房    | 1           | 268    | 214   | 199   | 180   | 158   | 125   | 99   |
| 一般砖房、护岸及油罐 | 2           | 164    | 131   | 121   | 109   | 96    | 76    | 60   |

|                           |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 钢筋混凝土、<br>框架房、一般<br>重力式码头 | 5 | 85 | 68 | 63 | 57 | 50 | 40 | 31 |
| 重力式抗震码<br>头               | 8 | 61 | 49 | 45 | 41 | 36 | 28 | 22 |

#### 6.2.6.2爆破冲击波环境影响分析

水下钻孔爆破作业产生的冲击波会危及施工船舶、人员的安全。根据《爆破安全规程》(GB6722-2023)，在水深不大于 30m 的水域内，爆破装药量为  $50\text{kg}<Q<200\text{kg}$  时，水中冲击波的安全允许距离木船为 150m、铁船为 100m、人员为 700m（游泳）和 900m（潜水）。爆破装药量为  $200\text{kg}<Q<1000\text{kg}$  时，水中冲击波的安全允许距离木船为 250m、铁船为 150m、人员为 1100m（游泳）和 1400m（潜水）。

本项目进行水下钻孔爆破作业时，控制单一区域单次爆破炸药用量为 250kg，对周边船体的影响距离最大为 250m，对水中的人员最大影响距离可达 1400m。因此，本项目炸礁施工前应提前告知周边相关单位及作业船只和人员，严格遵守有关规程，确保施工船舶、人员应处于水中冲击波的安全允许距离之外，以保证安全。

#### 6.2.6.3爆破飞石环境影响分析

根据《爆破安全规程》(GB6722-2023)，露天钻孔爆破时产生的飞石对人员、船舶、设备和建筑物的安全允许距离为 300m；水下钻孔爆破时，若水深  $>6\text{m}$ ，可以不考虑飞石对地面或水面以上的影响。本项目港池炸礁水域水深约为 1.5m，航道炸礁水域水深约为 16m，本项目炸礁施工前应提前告知周边相关单位及作业船只和人员，严格遵守有关规程，确保施工船舶、人员应处于水中冲击波的安全允许距离之外，以保证安全。在采取相应措施后，水下飞石不会对周边建筑物及船只和人员造成较大影响。

#### 6.2.6.4爆破产生的噪声环境影响

爆破噪声属于空气动力性噪声，其实质是炸药在介质中爆炸所产生的能量向四周传播时形成的爆炸声。工程爆破噪声会影响工作人员健康和周围环境安全。其直接影响是爆破的巨大声响使人的听力受到损害，动物受到惊吓所导致的损害；其次爆破的低频噪音使周围建筑物产生裂缝受到损坏。根据《爆破安全规程》，



爆破噪声为间歇性脉冲噪声，在城镇爆破中每一个脉冲噪声应控制在 120dB 以下。复杂环境条件下，噪声控制由安全评估确定。因此本项目在进行爆破作业时，应严格遵守有关规程，严格控制单位耗药量、单孔药量和一次起爆药量，安排合理的爆破时间，以保证周围人员及环境的安全。

#### **6.2.6.5 爆破对海水水质影响**

根据相关资料表明，水下爆炸后，水体中重金属含量、COD 和 TOC 的浓度、无机氮的浓度以及 pH 和 DO 均有所变化，但对水环境影响不大。水下爆炸对海水的影响主要是浑浊度和悬浮体的增高，如在某海域长期进行水下爆炸，产生的高浑浊水团由于潮流产生的输移、扩散和沉降作用，会影响周围生态系统，威胁海洋生物资源。

水下爆破时，周围的水介质虽然限制了爆炸产物的散射，但其爆炸能却充分地作用于水，不仅产生水中冲击波，还产生气泡的脉动压力；同时，由于水是一种密度比空气大得多且压缩性很小的液体，故其在传递爆炸能量时的能量损耗很少，水中爆炸荷载衰减得慢、传得远，对周围环境的危害范围比陆地爆破要大得多。

根据炸礁施工的悬沙预测结果，悬浮泥沙扩散达到标准浓度值（10mg/L）的最大外包络线面积为 0.114 平方公里，扩散范围仅局限在爆破区域周边，对红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成的悬沙最大增量浓度小于 20mg/L，且对该保护区的影响面积很小，包络范围未影响到其他周边生态保护红线、自然保护区、国控站位等保护目标。

#### **6.2.6.6 爆破对渔业资源影响分析**

水下爆破过程可分为三个阶段，即炸药的爆轰、冲击波的形成和传播、气泡的振荡和上浮。爆轰阶段将引发水中悬浮物增量瞬间出现较大的增加，悬浮颗粒粘附在动物体表面，将会干扰其正常的生理功能，造成内部消化系统紊乱而出现致死现象。本项目航道水下炸礁施工在港池区域覆盖层清淤疏浚后进行，爆轰时海床表面以裸露基岩为主，泥沙含量很小，因此，爆破后水中悬浮沙增量很小，故本次不考虑水下爆破引起悬浮沙增量对渔业资源的损害。根据相关研究，水下爆破过程中，在距爆炸点一定距离范围内，爆炸的主要特征为冲击波，冲击波随着离爆破中心距离的增大而逐渐衰减，渔业生物受冲击波影响，将会产生一定的

生物致死效应，但渔业生物由于种类、个体的差异对爆破产生的冲击波敏感性有所不同，以鱼类和虾类对爆破产生的效应较敏感，致死率较高，其中石首科鱼类因特殊的耳石结构，对冲击波的敏感性较其他科的鱼种较高，致死率相对较大。

此外，爆破后引起的气泡的振荡和上浮形成的脉动水压力也会对海洋渔业生物噪声损害甚至致死效应。

研究显示，水下爆破对渔业生物的影响与选用的炸药类型、爆破方式、炸药当量密切相关，如在相同的起爆药量下，采用延时爆破产生的水下冲击波因部分吸收，对渔业生物的影响较齐发爆破的影响要小；乳化炸药较硝酸铵 TNT 炸药的做功能力小，对渔业资源损害相对小；采用大当量的炸药对渔业资源的影响相对较大。

### （1）冲击波

当炸药在水中爆炸时，会瞬间释放出大量能量，其周围介质会直接受到具有高温、高速、高压的爆炸产物作用。在炸药和介质的界面处，爆炸产物以极高的速度向周围扩散。它如同一个超音速活塞，强烈地压缩着相邻的水，使其压力、密度、温度突跃式地升高，从而形成初始的冲击波。当冲击波到达鱼体与水交界面时，由于鱼体的密度和水的密度接近，一般会直接通过鱼体向前传播。但是当冲击波穿过流体组织（如脂肪组织、血液）与气腔的界面时，因为空气的可压缩性，冲击波通过时会导致空腔壁的撕裂或破碎，以及气体器官如鳔震动，从而挤压周围的其他组织。因此，鱼体最容易受到损伤的是有鳔鱼类的鳔和血管。此外，还有鱼类的肝、脾、肾等内部器官。当鱼离爆炸物较近时，除对鱼类的内部器官造成损害外，对鱼的身体外部也会造成损伤。

### （2）噪音

鱼类能够辨别多种强度和频率的声音信号，包括人为噪音、海浪声、雨声等，以此来与种群其他个体进行信息交流、确定周围食物及敌人的存在及方位。巨大的爆破噪音会使水环境变得十分嘈杂，使鱼类无法辨别声音信号，甚至破坏鱼类的听力系统。一旦它们的听力丧失或者被破坏，与此相关的觅食、攻击、保卫领域、防卫、生殖等行为活动都会受到影响。噪音除了造成鱼类的听力损伤外，还会对爆炸水域的鱼类造成一定程度上的驱赶作用。

### （3）水质改变

水下爆破会使水体中的重金属、有机物、无机氮、悬浮物、浑浊度、pH 值等指标发生变化，从而影响成鱼的呼吸、摄食以及鱼类的孵化率和成活率。成鱼的游泳能力较强，施工作业造成的高浓度悬浮物质一般会使爆破水域的成鱼自动避开，从而导致成鱼资源量大大减少、渔场外移。

#### （4）气泡脉冲、掩埋

除了冲击波、噪音、水质改变会对渔业资源造成影响外，由爆破产生的气泡脉冲、泥沙石块也会对水生动物造成伤害。冲击波过后，爆轰产物形成高温高压气泡，气泡在重力、静水压力以及自身惯性作用下形成滞后流、射流，并产生脉动压力。因此，在水下爆破施工中，渔业生物除了受到冲击波造成的损伤外，还将受到气泡载荷的损伤。水下爆破时，只有少数活动能力较强的底栖种类能够逃离爆破现场而存活，而位于爆炸中心的贝类和其他底栖生物一部分因受强声压的影响会当场死亡，另一部分致昏而处于半致死状态的贝类和其他底栖生物，在遭到由爆炸激起的大量泥沙沉降掩埋之后，也难逃窒息死亡的命运。同时，由于爆炸范围内的底质环境被完全破坏，会对潮间带和底栖生物群落造成不可逆转的影响。

本工程为减少爆破对渔业资源的影响，严格控制单段炸药量，爆破前采取小型爆破措施驱赶鱼群，避开禁渔期和捕捞旺季、规划保护区和保护期，采用钻孔爆破，减少水击波超压，必要时采用气泡幕防护措施。

#### 6.2.6.7 水下爆破对珍稀海洋生物（中华白海豚）影响分析

根据汕尾市区域的相关报道，发现中华白海豚 2024 年 3 月曾在红海湾出没过。2024 年 10 月，汕尾市润邦检测技术有限公司于项目周边海域开展的秋季海洋调查环境现状调查，2025 年 4 月，广州海兰图检测技术有限公司于项目周边海域开展的春季海洋调查环境现状调查，两期调查数据均未发现中华白海豚分布。

水下爆破对中华白海豚的影响主要为以下两方面：（1）生理性损伤（直接伤害）：①听觉系统损伤：爆破产生的极高强度声音脉冲（可达 250-270dB）会直接导致其内耳毛细胞和听觉神经受损，造成暂时性或永久性听力丧失（TTS/PTS）。失去听力对海豚而言等同于失明，无法生存。②气压伤：冲击波通过水体传播，会引起海豚体内空腔器官（如肺部、肠道）的剧烈共振和塌陷，导致内部出血、组织撕裂等致命伤害。③致命性伤害：在极近爆破点范围内，个体可能会被直接

炸死或震死。(2) 行为干扰(间接影响): ①驱离效应: 爆破产生的巨大噪音会迫使海豚逃离其传统的栖息地、觅食场和育幼场。长期的爆破活动可能导致栖息地碎片化甚至被永久废弃。②觅食中断: 爆破会吓走鱼类, 同时巨大的噪音会干扰海豚的回声定位, 使其无法有效捕食, 导致饥饿、营养不良, 尤其对怀孕和哺乳期的母豚及幼豚影响更大。③通讯障碍: 噪音会掩盖海豚之间的社交叫声, 干扰母子间的联系, 可能导致幼豚走失, 破坏其社会结构。④应激反应: 长期或反复暴露在爆破噪音下会引起慢性应激反应, 导致免疫力下降、繁殖率降低等种群水平的长远负面影响。

东海水产研究所 2003 年 11 月在杭州湾大洋山附近进行的爆破对渔业资源影响的试验, 使用 250kgML-1 型岩石乳化炸药的延迟爆破试验, 结果表明: 爆破对受试生物的影响随距离爆破点的距离的加大而逐渐减小, 300m 各生物致死率在 20%左右, 500m 各生物致死率为 5~10%, 500m 外爆破对受试生物影响较小。交通部天津水运工程科学研究所洋山港航道水下炸礁对渔业资源影响研究中发现: 水下爆破对海洋生物 100%致死率半径为距离爆破中心 100m; 50%致死率为距离爆破中心 160m; 距离爆破中心 500m 外, 对生物影响很小。

为减小水下爆破对中华白海豚可能产生的影响, 本项目可采取以下保护措施:

(1) 制定详细的炸礁施工方案, 炸礁施工过程中采取多方位钻孔爆破的施工方法, 减少单孔装药量, 并严格保证一次起爆总药量控制在设计要求以内, 避开同时炸礁作业, 采用“少量多次”的方法, 合理控制单段药量和分段起爆的顺序, 显著降低峰值压力和脉冲宽度。(2) 爆破点应尽量远离已知的海豚核心栖息地, 避开中华白海豚的繁殖高峰季。(3) 爆破前监测: 在预定起爆前, 观察员在爆破现场范围内(通常为 500~1000 米半径)利用望远镜进行至少 30-60 分钟的目视观察。(4) 施工期应采用“软启动”方式, 在正式起爆前, 先使用声学驱赶装置(ARD)或“seal scarer”发射一系列由弱渐强的警告声脉冲, 将范围内的海洋动物驱离危险区域。

### 6.2.7 工程实施对主要环境敏感区的影响分析

根据前文分析, 本项目周边主要环境保护目标包括海洋生态保护红线、自然保护区、红树林、珊瑚等, 本项目主要海洋环境影响包括施工期悬浮泥沙扩散和炸礁爆破冲击等, 相关活动环境影响范围与环境敏感区的位置关系如下图。本项

目对相关环境敏感区影响分析如下：

### 6.2.7.1对生态保护红线的影响分析

本项目不占用生态保护红线，本项目周边近距离的生态保护红线包括汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区（西南侧，约 0.10km）、遮浪长沟村海岸防护物理防护极重要区（西南侧，约 0.16km）等，评价范围内生态保护红线具体如下：

表 6.2-27 评价范围内生态保护红线分布图

| 序号 | 名称                    | 相对项目位置关系 |        |
|----|-----------------------|----------|--------|
|    |                       | 方位       | 距离（km） |
| 1  | 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区 | SW       | 0.10   |
| 2  | 遮浪长沟村海岸防护物理防护极重要区     | SW       | 0.16   |
| 3  | 施公寮海岸防护物理防护极重要区       | SW       | 1.25   |
| 4  | 遮浪重要滩涂及浅海水域           | SW       | 2.07   |
| 5  | 遮浪半岛海岸侵蚀极脆弱区          | SW       | 3.11   |
| 6  | 广东遮浪半岛国家海洋自然公园        | SW       | 3.22   |
| 7  | 捷胜海岸侵蚀极脆弱区            | SW       | 5.15   |
| 8  | 大湖镇湖仔村海岸防护物理防护极重要区    | NW       | 6.17   |
| 9  | 捷胜重要渔业资源产卵场           | SW       | 7.55   |
| 10 | 碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场      | NE       | 7.78   |
| 11 | 碣石湾海马珍稀濒危物种分布区        | SE       | 8.00   |
| 12 | 遮浪南重要渔业资源产卵场          | S        | 8.52   |
| 13 | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区        | N        | 8.97   |
| 14 | 螺河重要河口                | N        | 12.73  |
| 15 | 乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区    | NE       | 14.09  |
| 16 | 金厢重要渔业资源产卵场           | NE       | 15.73  |
| 17 | 金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区    | NE       | 18.34  |
| 18 | 金厢海岸防护物理防护极重要区        | NE       | 18.46  |

遮浪角东海洋生态自然保护区位于遮浪角东北部海域，由汕尾市于 2006 年批准建立，批复面积约 810 公顷。根据《汕尾市自然保护地规划(2023-2035 年)》，该自然保护区经优化后，面积为 1444.39 公顷。

遮浪角东海洋生态自然保护区保护对象为遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境。保护区范围包括 A：115°3'41"E，22°04'138"N；B：115°3433"E，22°39'24"N；C：115°35'51"，E22°40'28"N；D：115°35'14"E，22°41'41"N 四点连线内的水域，面积 810hm<sup>2</sup>，水深范围在 10~21m。

### （1）悬浮泥沙的影响

根据本项目最大包络情形的悬浮泥沙预测结果，大于 10mg/L 增量浓度最大扩散范围主要集中在港池及航道范围内，因水下施工区域距离较近，悬浮泥沙 10mg/L 增量浓度扩散至汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区（同为海洋生态保护红线），对红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成的悬沙最大增量浓度为 162mg/L，除此之外，10mg/L 悬沙增量包络范围未进入周边其它生态保护红线区域。

施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。此外，施工期涉水作业产生悬浮物对环境影响的准确预测是较为复杂的。主要原因是现场施工工艺变化导致悬浮物源强与计算取值产生差异，而且施工过程是动态的，所以造成泥沙悬浮浓度和悬浮量难以精确统计。潮型、潮期施工，均直接影响悬浮物的漂移沉降，导致扩散范围的不同，但对其影响范围的整体把握是可行的，建设单位在施工期间应委托监测单位对施工期悬浮物浓度进行实地监测，以准确分析施工期影响，及时调整和控制施工扩散影响，对汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区的影响降至最低。

### （2）水下爆破冲击波、噪声对生态保护红线的影响

本项目航道处存在天然礁石，拟通过爆破施工去除，根据前文分析，本项目航道礁石区位于生态保护红线（汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区）北侧约 100m，爆破产生的水下冲击波可能会对海洋生态保护红线内的人工鱼礁产生影响，本项目施工过程中，在临近海洋生态保护区的区域采取多方位钻孔集中爆破的施工方法，并严格保证一次起爆总药量控制在设计要求以内，避开同时炸礁作业，采用“少量多次”的方法，合理控制单段药量和分段起爆的顺序，遵循由近及远的方式，或者应采取气泡帷幕等防护技术，削减水中冲击波强度，确保不对海洋生态保护红线造成危害。

### （3）冲淤环境变化

根据本项目冲淤环境预测结果，本项目完成以后，疏浚区域呈现明显的淤积态势，主要由于疏浚水深增大导致港池及前沿水域流速减弱，携沙能力降低，潮流携带的悬浮物更易沉降，形成淤积区，淤积厚度 0.01~0.16 m/a，最大淤积厚度出现在码头前沿水域，为 0.16m/a。港池内测及口门两侧局部冲刷深度在

0.01~0.20m/a 之间。

冲淤的范围及强度均较弱，不会对码头前沿水域、港池外其他海域冲淤环境造成较大影响。本次计算的冲淤强度为工程刚实施后的冲淤强度，随着冲淤过程的深入，地形向适应工程后水动力环境方向调整，冲淤强度将逐年减小，本项目的建设基本不会引起区域地形地貌、冲淤的变化。

综上，本项目的建设对周边海洋生态红线的影响较小。

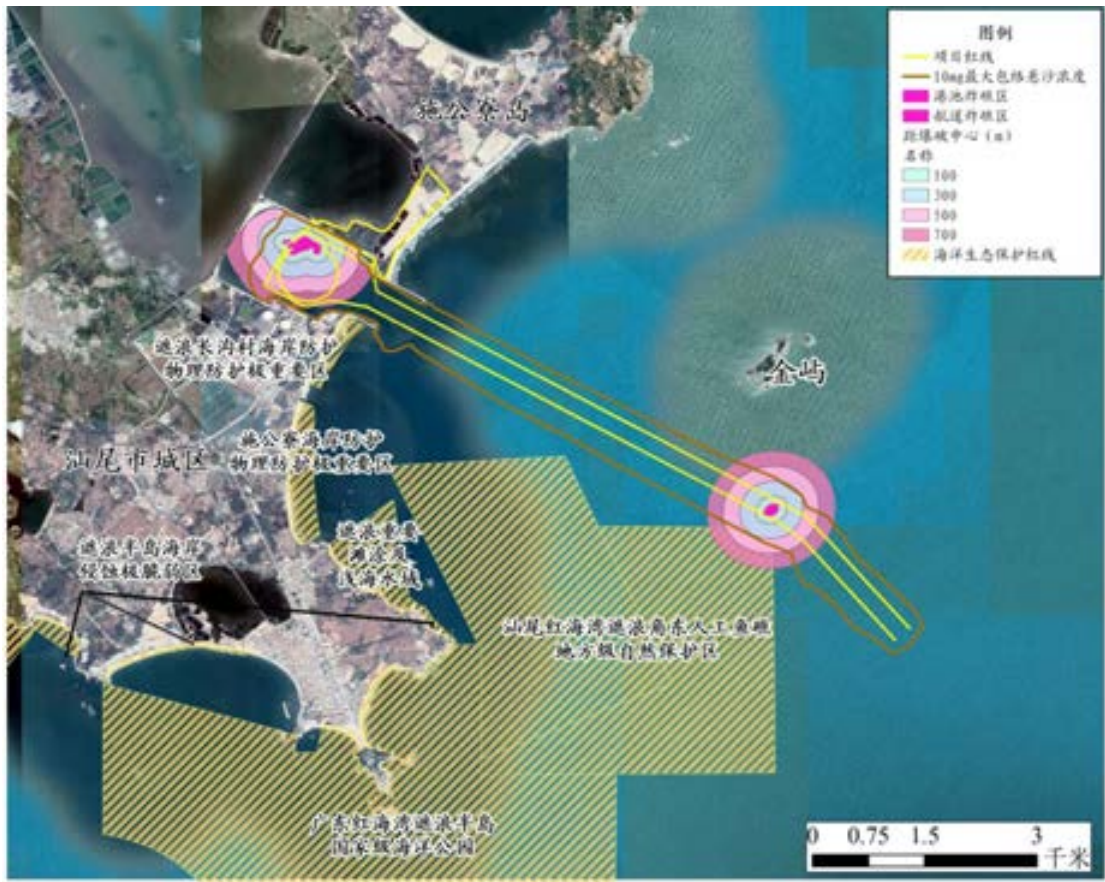


图 6.2-51 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与生态保护红线位置关系图

6.2.7.2对自然保护地的影响分析

根据《关于汕尾市自然保护地进一步整合优化有关情况的公示》（汕尾林业局，2025 年 6 月）、《汕尾市自然保护地整合优化预案》《汕尾市自然保护地规划（2023-2035 年）》（汕尾林业局，2024 年 10 月），整合优化前，本项目评价范围内的自然保护地共有 5 个，包括汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区（西南向、0.10km）、广东遮浪半岛国家海洋自然公园（西南向、3.22km）、汕尾海丰鸟类省级自然保护区（北向、11.53km）、汕尾陆丰玄武山-金厢滩省级风景名胜区（东北向、18.61km）、陆丰碣石湾湿地自然保护区（东北向、22.95km）。



整合优化后，本项目评价范围内的自然保护地共有 3 个，包括广东遮浪半岛国家级海洋公园（西南向、3.22km）、汕尾海丰鸟类自然保护区（北向、8.97km）、汕尾陆丰玄武山-金厢滩风景名胜区（东北向、20.19km）。

本项目不占用自然保护区。工程建设对自然保护地影响仅为施工期产生的悬浮泥沙，在施工过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散。

根据本项目最大包络情形的悬浮泥沙预测结果，大于 10mg/L 增量浓度最大扩散范围主要集中在港池及航道范围内，因水下施工区域距离较近，悬浮泥沙 10mg/L 增量浓度扩散至整合优化前的汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区（优化后已取消）；除此之外，10mg/L 悬沙增量包络范围未进入其他周边整合优化前各类自然保护地区域。同时，本项目悬浮泥沙 10mg/L 增量浓度扩散范围不涉及整合优化后的自然保护地。

施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。此外，施工期涉水作业产生悬浮物对环境影响的准确预测是较为复杂的。主要原因是现场施工工艺变化导致悬浮物源强与计算取值产生差异，而且施工过程是动态的，所以造成泥沙悬浮浓度和悬浮量难以精确统计。潮型、潮期施工，均直接影响悬浮物的漂移沉降，导致扩散范围的不同，但对其影响范围的整体把握是可行的，建设单位在施工期间应委托监测单位对施工期悬浮物浓度进行实地监测，以准确分析施工期影响，及时调整和控制施工扩散影响，对汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区的影响降至最低。

综上，本项目的建设对自然保护区的影响较小。

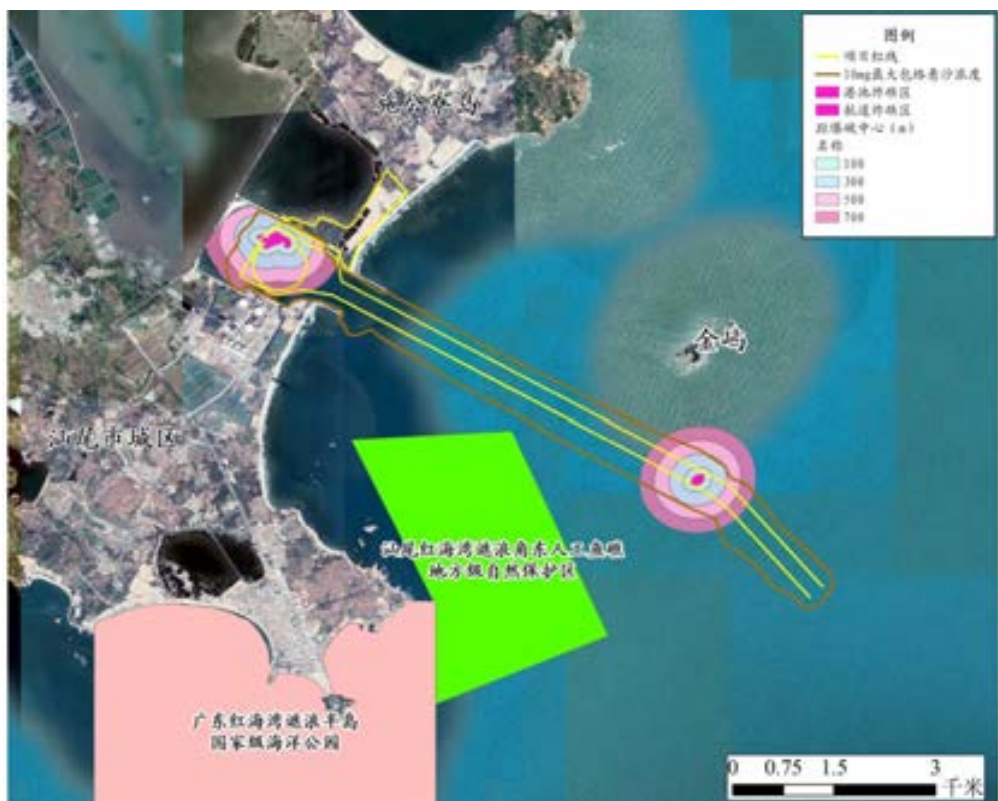


图 6.2-52 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与自然保护地（整合优化前）位置关系图

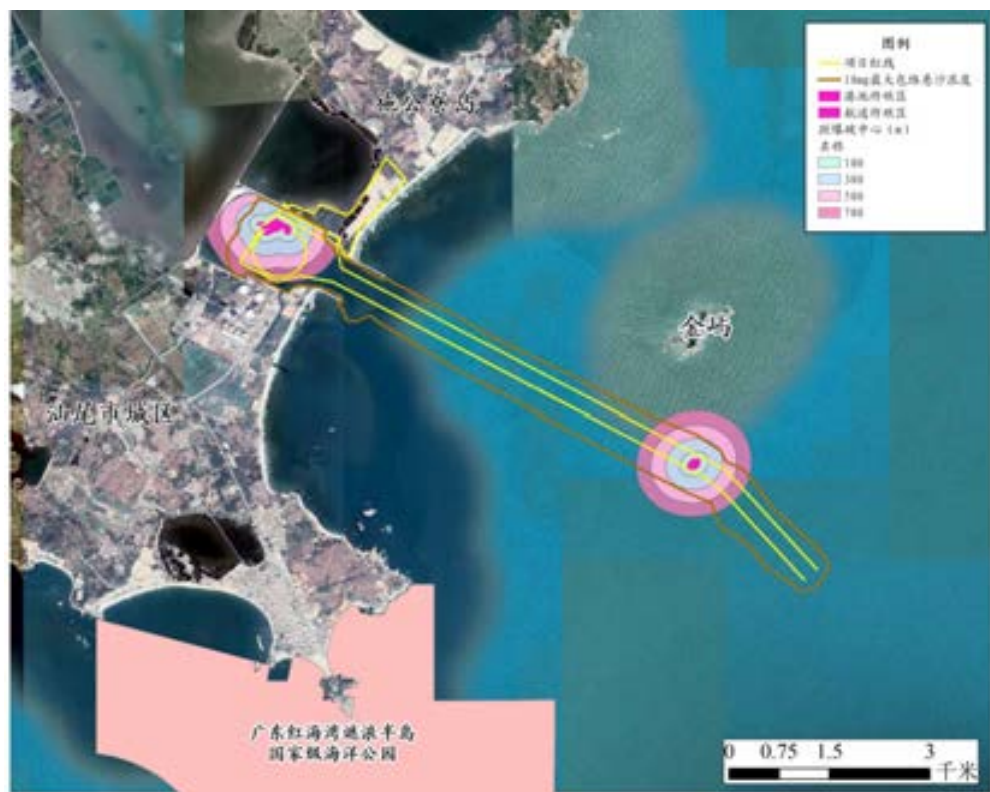


图 6.2-53 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与自然保护地（整合优化后）位置关系图

### 6.2.7.3对珊瑚的影响分析

根据调查，本项目不涉及珊瑚，距离本项目最近的珊瑚群落及其生境为金屿珊瑚群落、珊瑚礁（东北侧、1.15km）。

#### （1）珊瑚典型生态系统概况

项目评价范围内分布有珊瑚典型生态系统，与本项目的距离约 1.15km，与航道炸礁区最近距离为 1.65km，主要在金屿周边。金屿周边海域活造礁石珊瑚覆盖度为 3%~4.6%，平均为 3.7%。

根据《自然资源部办公厅关于加强珊瑚礁保护修复的通知》（自然资办发〔2024〕27号）要求“（三）强化珊瑚礁生态系统整体保护。严格落实生态保护红线制度，对生态保护红线内的珊瑚礁实行严格保护；（四）加强涉及珊瑚礁生态系统的项目用海用岛管控，避免用海用岛占用珊瑚分布区”。

本项目评价范围内的金屿珊瑚群落、珊瑚礁不属于生态保护红线范围内。

#### （2）珊瑚生活习性

珊瑚生长对环境条件的要求相当严格，海水温度、盐度、光照、深度、基底和海水动力条件等多种因素都对珊瑚的生长有影响，而且这些影响是综合性的。

按照珊瑚的生长环境，又可将珊瑚分为浅水珊瑚及冷水珊瑚两类。浅水珊瑚主要生活在水温高于 20 度、水深低于 200 米的热带、亚热带浅海地区。冷水珊瑚对水深及温度要求较低，因此分布范围更加广泛，从赤道到两极，甚至几千米以下的海域都曾发现过冷水珊瑚的踪迹。

珊瑚是生活在温带和热带海水中的古生代生物，是会分泌碳酸钙沉淀或骨针的腔肠动物。珊瑚虫属于腔肠动物的珊瑚虫纲，多数为聚集生长，会结合成形如树枝的群体。大多数珊瑚是易于传播的雌雄同体产卵者，会释放大批有活力并富含脂质的卵和精子。珊瑚按照形态功能可以划分为造礁珊瑚和非造礁珊瑚，其中造礁珊瑚有单细胞的中黄藻与之共生，钙化生长速度较快；它们可以分泌碳酸钙形成外骨骼世代交替增长，是构成珊瑚礁生态系统的基础。石珊瑚是珊瑚生态系统的基础，为各种海洋生物提供生物栖息地。珊瑚的健康对于维持和发展珊瑚礁框架以及生态系统的长期繁荣至关重要。

#### ①海水温度

热带海洋造礁珊瑚由于其独特的生物和生态学特性，珊瑚骨骼生长明显呈条

带状分布，具有年周期的变化特征。海水表面温度的季节性变化决定了滨珊瑚骨骼密度的季节性变化和年生长层的形成，即夏季形成高密度带，冬季形成低密度带。气候变化引起的海水表层温度上升被认为是珊瑚白化的关键因素。

## ②海水酸化

海洋酸化不仅能导致珊瑚礁系统中钙化生物钙化率的降低，还会促进珊瑚礁系统内的溶解现象。研究表明，溶解现象在健康的珊瑚礁区也会发生，而且伴随钙化过程同时发生，只是由于钙化率大于溶解率，整个礁区通常表现为净钙化。但随着海洋酸化的进一步加剧，珊瑚礁的溶解速率不断升高，当溶解速度达到或超过其钙化速度，某些珊瑚礁将可能出现负生长。

## （3）施工悬浮泥沙对金屿珊瑚群落、珊瑚礁的影响

根据本项目最大包络情形的悬浮泥沙预测结果，大于 10mg/L 增量浓度最大扩散范围主要集中在港池及航道范围内，10mg/L 悬沙增量包络范围未进入金屿珊瑚群落、珊瑚礁。

## （4）水下爆破冲击波、噪声对金屿珊瑚群落、珊瑚礁的影响

经叠图分析，本次航道礁石清理爆破作业点与附近珊瑚群落直线距离约 1.65km，距爆破区域冲击波作用半径 700m 影响范围内不涉及金屿珊瑚群落、珊瑚礁。

水下爆破产生的冲击波、振动及水下噪声随传播距离增加呈指数级衰减，在长距离传播过程中能量大幅耗散。根据水下爆炸压力场与声传播规律，当传播距离达到千米级时，冲击波峰值压力、振动加速度及噪声声压级均已降至较低水平，不足以对珊瑚造成机械损伤、组织剥离或骨骼破裂。

同时，珊瑚对水下噪声与振动的胁迫响应存在明显阈值效应。在 1.65km 远距离条件下，爆破引发的水体振动与噪声强度已远低于导致珊瑚虫应激、虫黄藻逃逸、白化及生长抑制的有效作用范围，不会造成珊瑚生理胁迫、钙化速率下降及幼体发育异常等生态影响。

综合距离衰减效应、爆破能量规模及珊瑚生态响应特征分析，本次爆破作业因与珊瑚群落距离较远，对周边珊瑚群落整体影响较小，不会造成明显的珊瑚损伤或珊瑚礁生态退化。

因此，本项目水下爆破冲击波、噪声对金屿珊瑚群落、珊瑚礁的影响在可控

范围内。

(5) 冲淤环境变化对金屿珊瑚群落、珊瑚礁的影响

根据本项目冲淤环境预测结果，本项目引起的淤积厚度 0.01~0.16 m/a，最大淤积厚度出现在本码头前沿水域，为 0.16 m/a。港池内测及口门两侧局部冲刷深度在 0.01~0.20m/a 之间。本项目冲刷、淤积影响范围不涉及金屿珊瑚群落、珊瑚礁。

综上所述，本项目建设对珊瑚典型生态系统的影响较小。

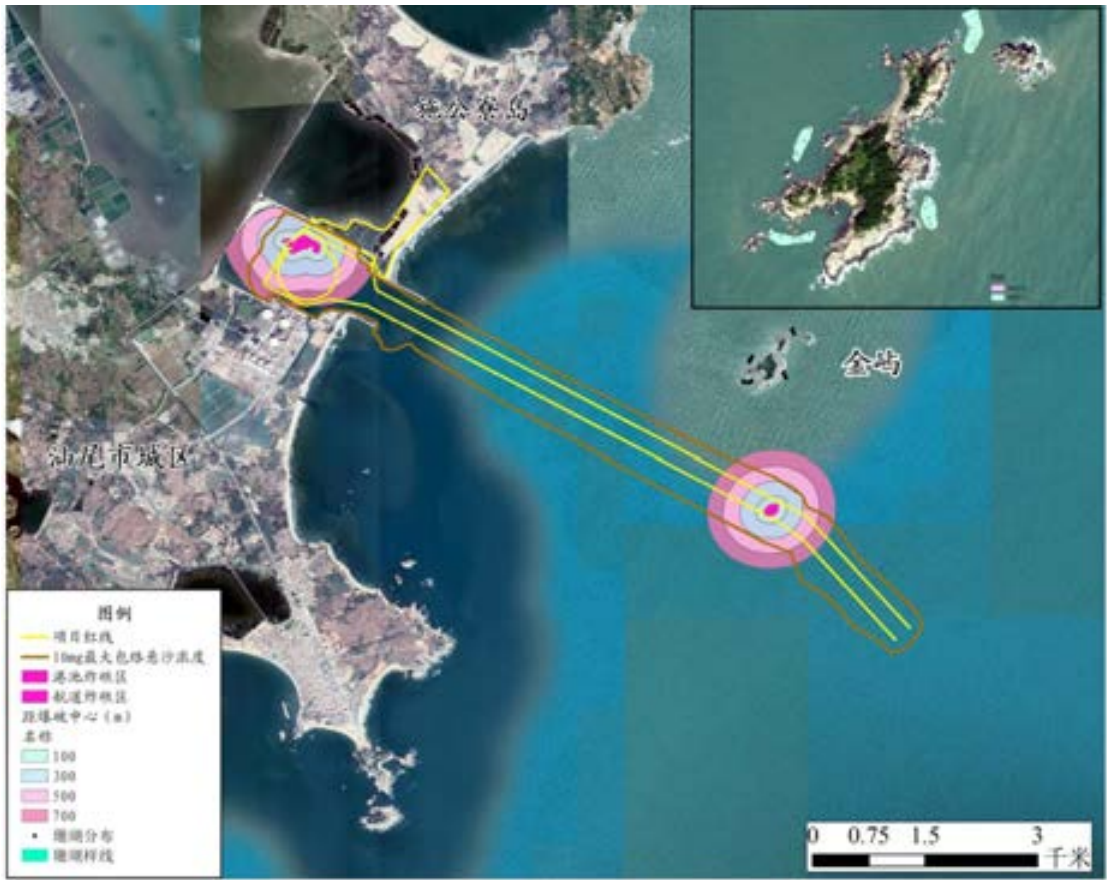


图 6.2-54 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与珊瑚典型生态系统位置关系图

6.2.7.4对红树林的影响分析

红树林植被是一个复杂的综合生态系统，它在海岸带区域发挥这重要的生态功能。红树林植被发展和海湾的淤泥环境息息相关，红树植物的根系可以固定淤泥，同时淤泥为红树植物提供了很好的生长环境。正常的红树林发展进程是将海湾的淤泥不断固定、累积和堆积，逐渐形成半陆地状态，以适应不同潮汐水位的变化环境。红树林生态系统相对比较脆弱，受海湾立地环境、潮汐带环境、人类活动等影响明显，在当前海岸经济发展迅速的环境下，红树林植被受到人为活动



的干扰破坏日益严重。

根据调查，本项目不占用红树林典型生态系统，距离本项目最近的红树林分布在项目西北侧的 4.14km 处，项目建设造成的海洋水文环境、冲淤环境和悬浮泥沙扩散影响范围均不涉及红树林，本项目的建设对红树林的影响较小。



图 6.2-55 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与红树林位置关系图

6.2.7.5对珍稀海洋生物的影响分析

本项目所在海域为港口用海，船舶活动影响显著，距离本项目最近的珍稀濒危物种分布区为碣石湾海马珍稀濒危物种分布区，位于项目的东南向，距离为 8.00km。珍稀保护动物基本不会在项目所在海域周边活动，因此，本项目建设对碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的影响较小。

根据汕尾市区域的相关报道，发现中华白海豚 2024 年 3 月曾在红海湾出没过。2024 年 10 月，汕尾市润邦检测技术有限公司于项目周边海域开展的秋季海洋调查环境现状调查，2025 年 4 月，广州海兰图检测技术有限公司于项目周边海域开展的春季海洋调查环境现状调查，两期调查数据均未发现中华白海豚分布。

在施工期采取相关驱赶措施的前提下，本项目的建设对珍稀海洋生物的影响较小。

6.2.7.6对自然岸线的影响分析

本项目周边自然岸线主要分布在港池口两侧，港池及构筑物占用自然岸线约109m，将对所在岸线资源造成一定影响。根据预测结果可知，因两侧原有防沙堤阻隔，本项目对自然岸线的潮流场和冲淤环境均不造成明显影响。

本项目所在区域规划为港口岸线，本项目建设2个15万吨级集装箱泊位，在尽量采用对所在海岸线影响的情况下，为船舶提供靠泊服务，增加港口的停泊能力和作业效率，实现海岸线的高效利用。根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书（报批稿）》（2025年10月，广东海兰图环境技术研究有限公司），本项目建设完成后，将改变所占用海岛岸线的自然属性，为此，项目建设完成后需落实相关修复措施，最大程度减小对占用海岛岸线的影响。

综上，本项目建设对自然岸线的影响较小。

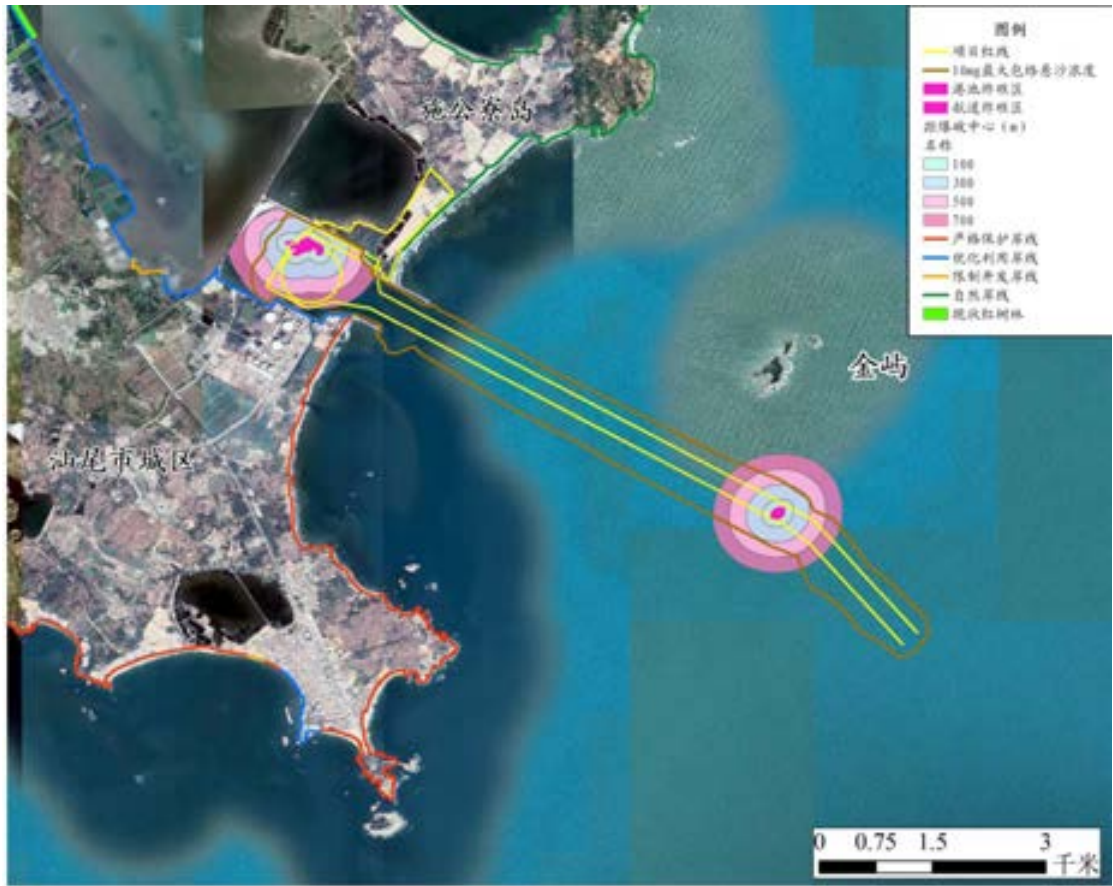


图 6.2-56 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与其他敏感区位置关系图

6.2.7.7对严格保护岸线的影响分析

本项目不涉及占用严格保护岸线，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021



—2035 年)》，项目距离最近的大陆海岸线分类保护利用规划中的“严格保护岸线”约 0.15km。根据本项目海洋水文动力环境预测结果，工程实施后，流速、流向变化较大的区域主要集中在港池疏浚区，对周边水域流速的影响较小，不会对严格保护岸线产生明显影响，不会引起海岸的岸滩演变。

综上，本项目建设对严格保护岸线的影响较小。

6.2.7.8对养殖区的影响

本项目不涉及养殖区，距离本项目最近的养殖区分布在项目西南侧的 8.39km 处，项目建设造成的海洋水文环境、冲淤环境和悬浮泥沙扩散影响范围均不涉及养殖区，本项目的建设对养殖区的影响较小。



图 6.2-57 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围、炸礁影响范围与养殖区位置关系图

6.2.7.9对海岛的影响分析

本项目位于施公寮岛，为有居民海岛。本项目的建设，将占用海岛陆域及岸线资源。本项目所在区域已规划为港口作业区，项目的建设是落实区域港口规划的需要，通过建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位，在尽量采用对所在海岸线影响的情况下，为船舶提供靠泊服务，增加港口的停泊能力和作业效率，实现海岸线的高效利用。

综上，本项目建设对海岛的影响较小。

#### 6.2.7.10对人工鱼礁的影响分析

本项目不涉及占用人工鱼礁，根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》，距离本项目最近的人工鱼礁为遮浪角东人工鱼礁区，位于项目西南侧，距离为 0.56km，保护对象为渔业资源。

本项目建成后，按照相关要求落实生态补偿等修复措施，本项目对生物资源造成的影响可通过生态修复措施进行恢复。

综上，本项目建设对人工鱼礁的影响较小。

#### 6.2.7.11对国控监测站位水质影响

项目附近海域有 5 个国控监测点位，位于汕尾市，编号分别为 GDN14010、GDN14004、GDN14013、GDN14002、GDN14015。其中 GDN14010 位于项目南侧，距离为 8.55km。GDN14004 位于项目东北侧，距离为 10.78km。GDN14013 位于项目东北侧，距离为 15.55km。GDN14002 位于项目东南侧，距离为 15.74km。GDN14015 位于项目东北侧，距离为 20.09km。

根据本项目在最不利情景叠加工况下的悬浮泥沙预测结果，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散范围主要集中于项目港池、航道周边范围，不会对国控监测站位水质造成不良影响。

### 6.3运营期环境影响分析

#### 6.3.1运营期海洋生态环境影响分析

##### 6.3.1.1海水水质影响分析

本项目运营期产生的废水包括机修含油污水、初期雨水、生活污水、船舶压载水等。

本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

生活污水设置了一套 10m<sup>3</sup>/h 生活污水处理设施，处理工艺为“调节+AO+混

凝+双滤料过滤”，生活污水经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒，不对外排放。

机修含油污水和初期雨水等采用排水明沟收集，汇流到港区设置的 2m<sup>3</sup>/h 含油污水处理站进行处理，含油废水处理工艺为“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”。经处理达标后回用于港区绿化和道路喷洒，不对外排放。

综上，各类废水均合理处理，不会对海水水质环境产生明显不良的影响。因此本工程建成投产后，正常运营过程对海水水质不产生影响。

### 6.3.1.2 海洋沉积物影响分析

根据前文分析，本项目运营期废水经处理后全部回用于场内生产，不排放，不会对周边海洋沉积物产生明显不良影响。

### 6.3.1.3 海洋生态影响分析

#### 1、对海洋生物的影响

项目建成后，运营期间航运量增加对区域海洋生物的潜在影响主要表现为生境损失、船舶噪声、废水排放、灯光及运营期货物运输等几个方面：

#### （1）生境损失

水工建筑物永久占海对浅海底栖生态环境会产生不可逆的影响。主要影响包括以下几个方面：改变了浅海的自然属性，被占区域内无逃避能力的物种将遭到直接危害，如底栖生物、潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔鱼和无脊椎动物等；使一些生物赖以生存的生境部分永久性丧失；占海区域失去了纳污自净的功能；该海域的初级生产力有所减少。

可见，项目桩基永久性占海造成的直接生态影响是对浅海底栖生物的彻底破坏，是环境资源不可恢复的损失。但一般项目桩基占海面积较小，相对整个海域来说影响较小，通过生态补偿等措施后，不会对区域海洋生态造成明显影响。

#### （2）水污染

①运营过程中，船舶等水上设备的含油废水、船舶上和陆上职工生活污水等若处置不当，易造成废水溢流，污染水体，影响水生生态环境，可能产生的影响有：对水生生物如鱼、虾等的运动造成直接影响，降低其生长速度和降低对疫病的抵抗力；妨碍水生生物卵和幼体的正常发育；限制水生生物的正常活动路线；使水生生物得不到充足的食物等。因而必须加强管理，防止废水溢流现象发生。

本项目建成后应加强废水污染治理,确保船舶含油废水、项目废水得到有效处理,避免未经处理排海,进而对海域环境产生不良影响。

②运输船舶运行对水域有一定扰动,造成浅水区域水中悬浮物浓度增加,水体透明度降低,间接影响水中浮游动植物、鱼类等,但运输船舶航行路线水域较深,扰动产生的悬浮物有限。

③工程建成运行后造成项目所在海域船舶数量增加,由此产生的生活污水及其它生活垃圾也将增加,这些污染物特别是生活污水如果直接排放将可能导致评价区水质的恶化,鱼类等水生生物的生活环境将发生改变。但由于增加数量较少,通航量增加对评价区影响有限。运营期通过合理处理生活垃圾和废水等,可减少或避免项目实施对评价区的水生态环境带来的影响。

### (3) 船舶噪声

项目运营期运输船舶和装卸产生噪声会对评价区鱼类产生一定干扰。船舶吨位、数量和船运次数的增加必然会导致该区域内船舶航行噪声增加,不同种类鱼的听觉敏感度和可听频率范围有所差别,长期的噪声干扰可能会导致鱼类听力受损,影响仔鱼幼鱼的生长发育,高强度的噪声甚至可能会对鱼类造成肝脏充血、鱼鳔破裂、鱼体内部出血等不同程度的伤害;船舶噪声的增加可能会对鱼类行为造成影响,改变鱼类的集群行为,降低其捕食效率,甚至可能直接造成鱼类死亡。

当噪声声压级<60dB 时,幼鱼趋避游泳行为不强烈;但随着声压级增大,开始呈现出不同强度的趋避行为,依次表现出:游泳速度加快、鱼与鱼之间发生碰撞、瞬间反应无序、跳跃等行为;当声压级在 120dB 和 150dB 短期单次和多次刺激下,幼鱼血浆中的皮质醇、血糖、血红蛋白和乳酸这 4 个与应激相关的生理指标均显著上升,其中皮质醇、血糖和乳酸上升幅度尤为明显。另外,皮质醇单次刺激后即达到峰值,而多次刺激后反而较单次刺激有所下降;血糖、血红蛋白和乳酸则具有累加效益,多次刺激要高于单次刺激。在 120dB 长期(30d)刺激下,幼鱼生长明显减缓,血浆中部分免疫指标(免疫球蛋白 M,干扰素- $\alpha$ ,白介素-1 $\beta$ 和肿瘤坏死因子- $\alpha$ )明显降低,肠道菌群也发生显著变化,突出表现为部分益生菌如芽孢杆菌、乳杆菌等相对丰度明显降低。摄食行为影响方面,研究发现幼鱼能准确识别噪声源的位置,并具有一定的记忆性。

项目运营期间的噪声主要来源于各类装卸设备和船舶等,在通过采取隔声、

消声和减振等综合治理，能有效降低船舶噪声，从而降低对鱼类的影响。

（4）船舶光照

运营期夜间码头和船舶的光照会在一定程度上影响码头附近水域中的鱼类正常栖息环境，对其产生驱赶作用。光照节律的变化也可能会影响到亲鱼内分泌、性成熟度和产卵活动，突然的光照改变也会导致鱼类一定程度的应激反应。此外，孵化出的仔鱼对光照具有一定的选择性，项目运营期的夜间照明会改变临近水域的光强度和光节律，进而对仔鱼和繁殖期的鱼类产生一定影响。

（5）溢油等风险事故

船舶碰撞、船舶舱底油污水事故等风险增加，对评价区鱼类的危害将会增加，较现状船舶碰撞发生概率增加。

（6）生物入侵

除了港口运营日常的油类污水和其他生活污水污染可能对海洋生物群落组成产生一定程度的影响，船舶压载水中的外来生物是可能造成生物群落产生重大变化的潜在威胁。船舶当空载或低负荷航行时必须进行压载，这是船舶安全航行的必备条件。目前普遍采用海水作为压载物质，一般取于船舶卸货港口及其附近水域，水中含有当地的水生生物体和细菌。这种生物被船舶运到一个新的地方后，随压载水一起被排出，从而使该水域引进了外来生物。压载水引发外来生物入侵，已成为全世界航运国共同面临的威胁。据 IMO 估计，船舶每年将约 120 亿吨压载水带到世界各地，每天压舱水中至少有七千至一万多种海洋微生物和动植物在全球流动。这些外来海洋生物一旦入侵到新的适宜生存的区域中，就能发生不可控制的“雪崩式”大量繁殖，造成有害寄生虫和病原体大面积迅猛传播，甚至引发本地物种灭绝，压载水已成为造成海洋间有害生物传播的最主要途径。

船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称 BWMS）自行处理达标排放，应急情况下，外轮在码头需紧急排压载水的，本项目设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

表 6.3-1 建设项目海洋生态环境影响评价自查表

| 工作内容 |      | 自查项目                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 影响识别 | 影响类型 | 直接向海洋排放废水 <input type="checkbox"/> ；短期内产生大量悬浮物 <input checked="" type="checkbox"/> ；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例 <input type="checkbox"/> ；直接占用海域面积 <input checked="" type="checkbox"/> ；线性水工构筑物 <input type="checkbox"/> ；投放固体物 <input type="checkbox"/> |

| 工作内容    |                                                                                                                                          | 自查项目                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|         | 生态敏感区                                                                                                                                    | 生态敏感区（自然保护地），相对位置（位于项目周边，最近的汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区位于项目西南侧0.10km）                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         |                                                                                                                                          | 生态敏感区（三场一通道），相对位置（本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼、幼虾保护区内）                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 影响因子                                                                                                                                     | 海水水质 <input checked="" type="checkbox"/> ；海洋沉积物 <input checked="" type="checkbox"/> ；海洋生态 <input checked="" type="checkbox"/> ；环境风险 <input checked="" type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 评价等级    |                                                                                                                                          | 一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>                                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 评价范围    |                                                                                                                                          | 主流向（15）km，垂直主流向（）km；管缆类（）km                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 评价时期    |                                                                                                                                          | 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>                                |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 现状调查及评价 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 海水水质    | 区域污染源                                                                                                                                    | 调查项目                                                                                                                                                                    | 数据来源                                                                                                                                                                                                                     |         |
|         |                                                                                                                                          | 已建 <input checked="" type="checkbox"/> ；在建 <input checked="" type="checkbox"/> ；<br>拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>      | 环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input checked="" type="checkbox"/> ；现场监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；入海排污口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> |         |
|         | 调查时期                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                         | 调查因子                                                                                                                                                                                                                     | 调查断面或点位 |
|         | 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                         | 水深、pH、盐度、水温、悬浮物、COD、溶解氧、BOD <sub>5</sub> 、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮）、活性磷酸盐、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、铜、锌、镍、氰化物、硫化物、氟化物、挥发性酚、石油类、阴离子表面活性剂                                                                                                    | （20）个   |
|         | 评价因子                                                                                                                                     | pH、盐度、悬浮物、COD、溶解氧、BOD <sub>5</sub> 、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮）、活性磷酸盐、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、铜、锌、镍、氰化物、硫化物、氟化物、挥发性酚、石油类、阴离子表面活性剂                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 评价标准                                                                                                                                     | 第一类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/>                            |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 评价结论                                                                                                                                     | 海洋环境功能区水质达标状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> ，超标因子（/）<br>功能区外海域环境质量现状：符合第（/）类                                                     |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 海洋沉积物   | 调查站位                                                                                                                                     | （10）个                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 调查因子                                                                                                                                     | （含水率、pH、粒度、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、石油类、有机碳、硫化物）                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 评级标准                                                                                                                                     | 第一类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第二类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/>                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 评价结论                                                                                                                                     | 符合第（/）类，超标因子（/）                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 海洋生态    | 调查断面或点位                                                                                                                                  | （12）个（其中海洋生物质量调查站位12个）                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 调查因子                                                                                                                                     | （叶绿素a和初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖动物、潮间带生物和游泳生物（含鱼卵仔鱼））                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |         |
|         | 评级标准                                                                                                                                     | 第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；附录C <input checked="" type="checkbox"/>                                       |                                                                                                                                                                                                                          |         |

| 工作内容        |          | 自查项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
|-------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|             | 评价结论     | 符合第 ( / ) 类, 超标因子 ( / )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
| 影响预测及评价     |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |
| 预测时期        |          | 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |
| 预测情景        |          | 建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生产运行期 <input type="checkbox"/> ; 服务期满后 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
| 海水水质影响预测与评价 | 预测方法     | 数值模拟 <input checked="" type="checkbox"/> ; 类比分析 <input type="checkbox"/> ; 近似估算 <input type="checkbox"/> ; 物理模型 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |
|             | 影响评价     | 污染控制措施及入海排污口排放浓度限值应满足国家和地方排放标准 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>达标区的建设项目, 选择废水处理措施或方案应满足行业污染防治可行技术指南的要求, 环境影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>不达标区的建设项目, 选择废水处理措施或方案时, 应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求, 确保废水污染物达到最低排放强度和浓度, 且环境影响可接受 <input type="checkbox"/> ;<br>新设或调整入海排污口的建设项目, 入海排污口位置、排放方式、排放规模具有环境合理性 <input type="checkbox"/> ;<br>对海水水质产生重大不利影响 <input type="checkbox"/> 。                                                                                                                                                                                |   |
| 海洋沉积物影响评价   | 评价方法     | 定量预测 <input type="checkbox"/> ; 半定量分析 <input type="checkbox"/> ; 定性分析 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
|             | 影响评价     | 海洋沉积物质量的影响范围、影响程度可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>海洋沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
| 海洋生态影响预测与评价 | 预测方法     | 类比分析法 <input type="checkbox"/> ; 图形叠置法 <input type="checkbox"/> ; 生态机理分析法 <input type="checkbox"/> ; 海洋生物资源影响评价法 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/> (定性分析)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
|             | 影响评价     | 造成的生物资源损失量可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>对评价海域生物多样性的影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响, 以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>对重要湿地、特殊生境 (红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场) 等的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>对自然保护地、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ;<br>产生重大的海洋生态和生物资源损害, 造成或加剧区域的重大生态环境问题, 存在不可承受的损害或潜在损害 <input type="checkbox"/> 。 |   |
| 环境风险        |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |
| 危险物质        | 名称       | 油类物质                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | / |
|             | 存在总量 (t) | 168.21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | / |
| 物质及工艺系统危害   | Q 值      | Q < 1 <input type="checkbox"/> ; 1 ≤ Q < 10 <input type="checkbox"/> ; 10 ≤ Q < 100 <input type="checkbox"/> ; Q ≥ 100 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |
|             | M 值      | M1 <input type="checkbox"/> ; M2 <input type="checkbox"/> ; M3 <input checked="" type="checkbox"/> ; M4 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |



| 工作内容                  |        | 自查项目                                                                |     |                                     |
|-----------------------|--------|---------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|
| 危险性 <sup>1</sup>      | P 值    | P1□; P2☑; P3□; P4□                                                  |     |                                     |
| 环境敏感程度                |        | E1☑; E2□; E3□                                                       |     |                                     |
| 环境风险潜势                |        | IV+□; IV☑; III□; II□; I□                                            |     |                                     |
| 评价等级                  |        | 一级☑; 二级□; 三级□; 简单分析□                                                |     |                                     |
| 风险识别                  | 物质危险性  | 有毒有害□; 易燃易爆☑                                                        |     |                                     |
|                       | 环境风险类型 | 泄漏☑; 火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放□                                             |     |                                     |
| 事故情形分析                | 源强设定方法 | 计算法☑; 类比估算法□; 其他☑                                                   |     |                                     |
|                       | 预测模型   | 溢油粒子模型☑; 污染物扩散的数值模拟□                                                |     |                                     |
| 风险预测与评价               |        | 最近敏感目标（汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区）km，抵达时间（5）min                          |     |                                     |
| 重点风险防范措施              |        | 项目拟配备围油栏 1200m、油拖网 1 套、收油机 1 台、吸油材料 1.4t、溢油分散剂 1.1t、溢油分散剂喷洒装置 1 套等。 |     |                                     |
| 评价结论                  |        | 项目施工期及运营期的环境风险在可控范围内                                                |     |                                     |
| 主要污染物排放量核算            |        | 污染物名称                                                               | 排放量 | 排放浓度                                |
|                       |        | /                                                                   | /   | /                                   |
| 污染物削减替代               |        | 污染物名称                                                               | 削减量 | 来源                                  |
|                       |        | /                                                                   | /   | /                                   |
| 污染防治和生态修复措施           |        | 污水处理设施□; 生态修复措施□; 区域削减□; 依托其他工程措施□; 其他□                             |     |                                     |
| 监测计划                  | 内容     | 环境质量                                                                |     | 污染源                                 |
|                       | 监测方式   | 手动☑; 自动□; 无监测□                                                      |     | 手动☑; 自动□; 无监测□                      |
|                       | 监测点位   | 3                                                                   |     | S1、S2                               |
|                       | 监测因子   | 温度、盐度、DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、铜、锌、镍                  |     | DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、Pb、Zn、Cu、Cd |
|                       | 监测频次   | 1 次/年                                                               |     | 每年一次                                |
| 总体评价结论                |        | 可接受☑; 不可接受□                                                         |     |                                     |
| 注 1: M、P 的确定参照 HJ169。 |        |                                                                     |     |                                     |

### 6.3.2运营期环境空气影响分析

本项目运营期产生的废气主要有食堂油烟和港外运输车辆尾气等。

食堂油烟采用油烟净化器处理后通过排放筒排放，可达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）排放限值的要求，运输车辆尾气为无组织排放，通过控制车速等措施，可达到《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时

段无组织排放监控限值的要求。

综上，各类废气均妥善处理，且项目位于海边，地势平坦，大气扩散条件较好，项目运行不会对大气环境产生明显不良的影响。

表 6.3-2 大气环境影响评价自查表

| 工作内容         |                                      | 自查项目                                                                                                                                |                               |                                                     |                                    |                                                                                                                |                               |                                                     |  |
|--------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| 评价等级与范围      | 评价等级                                 | 一级 <input type="checkbox"/>                                                                                                         |                               | 二级 <input type="checkbox"/>                         |                                    |                                                                                                                |                               | 三级 <input checked="" type="checkbox"/>              |  |
|              | 评价范围                                 | 边长=50km <input type="checkbox"/>                                                                                                    |                               | 边长 5~50km <input type="checkbox"/>                  |                                    |                                                                                                                |                               | 边长=5km <input type="checkbox"/>                     |  |
| 评价因子         | SO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> 排放量 | ≥2000t/a <input type="checkbox"/>                                                                                                   |                               | 500~2000t/a <input type="checkbox"/>                |                                    |                                                                                                                |                               | <500t/a <input checked="" type="checkbox"/>         |  |
|              | 评价因子                                 | 基本污染物：SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、CO、O <sub>3</sub><br>其他污染物：NO <sub>x</sub> 、HC<br>食堂油烟 |                               |                                                     |                                    | 包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/><br>不包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input checked="" type="checkbox"/> |                               |                                                     |  |
| 评价标准         | 评价标准                                 | 国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                            |                               | 地方标准 <input type="checkbox"/>                       |                                    | 附录 D <input checked="" type="checkbox"/>                                                                       |                               | 其他标准 <input type="checkbox"/>                       |  |
| 现状评价         | 环境功能区                                | 一类区 <input type="checkbox"/>                                                                                                        |                               | 二类区 <input checked="" type="checkbox"/>             |                                    |                                                                                                                |                               | 一类区和二类区 <input type="checkbox"/>                    |  |
|              | 评价基准年                                | (2024) 年                                                                                                                            |                               |                                                     |                                    |                                                                                                                |                               |                                                     |  |
|              | 环境空气质量现状调查数据来源                       | 长期例行监测数据 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                        |                               | 主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>       |                                    |                                                                                                                |                               | 现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>          |  |
|              | 现状评价                                 | 达标区 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                             |                               |                                                     |                                    | 不达标区 <input type="checkbox"/>                                                                                  |                               |                                                     |  |
| 污染源调查        | 调查内容                                 | 本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/><br>本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/><br>现有污染源 <input type="checkbox"/>                |                               | 拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>                    |                                    | 其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>                                                                          |                               | 区域污染源 <input type="checkbox"/>                      |  |
| 大气环境影响预测与评价  | 预测模型                                 | AERMOD <input type="checkbox"/>                                                                                                     | ADMS <input type="checkbox"/> | AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>                 | EDMS/AEDT <input type="checkbox"/> | CALPUFF <input type="checkbox"/>                                                                               | 网格模型 <input type="checkbox"/> | 其他 <input type="checkbox"/>                         |  |
|              | 预测范围                                 | 边长≥50km <input type="checkbox"/>                                                                                                    |                               | 边长 5~50km <input type="checkbox"/>                  |                                    |                                                                                                                |                               | 边长=5km <input type="checkbox"/>                     |  |
|              | 预测因子                                 | 预测因子：/                                                                                                                              |                               |                                                     |                                    | 包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/><br>不包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/>            |                               |                                                     |  |
|              | 正常排放短期浓度贡献值                          | C <sub>本项目</sub> 最大占标率≤100% <input type="checkbox"/>                                                                                |                               |                                                     |                                    | C <sub>本项目</sub> 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>                                                           |                               |                                                     |  |
|              | 正常排放年均浓度贡献值                          | 一类区                                                                                                                                 |                               | C <sub>本项目</sub> 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/> |                                    |                                                                                                                |                               | C <sub>本项目</sub> 最大标率>10% <input type="checkbox"/>  |  |
|              |                                      | 二类区                                                                                                                                 |                               | C <sub>本项目</sub> 最大占标率≤30% <input type="checkbox"/> |                                    |                                                                                                                |                               | C <sub>本项目</sub> 最大占标率>30% <input type="checkbox"/> |  |
| 非正常排放1h 浓度贡献 | 非正常持续时长 (/) h                        | C <sub>非正常</sub> 占标率≤100% <input type="checkbox"/>                                                                                  |                               |                                                     |                                    | C <sub>非正常</sub> 占标率>100% <input type="checkbox"/>                                                             |                               |                                                     |  |

| 工作内容                                                |                   | 自查项目                                                                    |                                                                      |                                              |                              |
|-----------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
|                                                     | 值                 |                                                                         |                                                                      |                                              |                              |
|                                                     | 保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值 | C <sub>叠加</sub> 达标 <input type="checkbox"/>                             |                                                                      | C <sub>叠加</sub> 不达标 <input type="checkbox"/> |                              |
|                                                     | 区域环境质量的整体变化情况     | k≤-20% <input type="checkbox"/>                                         |                                                                      | k>-20% <input type="checkbox"/>              |                              |
| 环境监测计划                                              | 污染源监测             | 监测因子：/                                                                  | 有组织废气监测 <input type="checkbox"/><br>无组织废气监测 <input type="checkbox"/> |                                              | 无监测 <input type="checkbox"/> |
|                                                     | 环境质量监测            | 监测因子：/                                                                  | 监测点位数（/）                                                             |                                              | 无监测 <input type="checkbox"/> |
| 评价结论                                                | 环境影响              | 可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/> |                                                                      |                                              |                              |
|                                                     | 大气环境保护距离          | 无需设置                                                                    |                                                                      |                                              |                              |
|                                                     | 污染源年排放量           |                                                                         |                                                                      |                                              |                              |
|                                                     |                   |                                                                         |                                                                      |                                              |                              |
| 注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，填“√”；“（/）”为内容填写项 |                   |                                                                         |                                                                      |                                              |                              |

### 6.3.3运营期地下水环境影响分析

#### 1、正常状况影响分析

本项目地下水污染防治措施应遵循“源头控制，分区防治，污染监控、风险应急”的原则。本项目地下水污染防治措施均为较为成熟的技术，可满足 GB18597、GB18599 等相关标准防渗效果要求。

船舶压载水设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。生活污水设置了一套 10m<sup>3</sup>/h 生活污水处理设施，处理工艺为“调节+AO+混凝+双滤料过滤”，生活污水经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒，不对外排放。机修含油污水和初期雨水等采用排水明沟收集，汇流到港区设置的 2m<sup>3</sup>/h 含油污水处理站进行处理，含油废水处理工艺为“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”。经处理达标后回用于港区绿化和道路喷洒，不对外排放。本项目污水处理设施及厂区内污水连接管道均按照相关技术规范进行防渗漏处理，严格按照施工规范施工，保证施工质量，可避免污水处理设施建设及运营中对地下水水质的影响。

因此，在正常工况下，本项目生产废水不会渗漏进入地下水，不会对地下水

造成污染。

## 2、非正常状况影响预测分析

### (1) 情景设定

该项目非正常状况主要包括：废水治理设施发生故障导致污水泄漏、下渗，污染地下水。污水处理站含有大量废水，废水浓度较高，且废水池体防渗层发生破损较难发现，对地下水环境影响相对较大。因此，在非正常状况下，假定废水池底或池壁破裂引发泄漏，废水经过包气带进入含水层中，导致地下水污染。非正常状况下形成点状污染源，污染物通过包气带进入含水层，并通过地下径流向外扩散，污染该区地下水。

### (2) 地下水预测范围

地下水环境影响预测范围与调查评价范围一致。

### (3) 地下水预测时段

预测时间节点分别选污染发生后 100d、1000d 的重要时间节点。

### (4) 预测因子

综合考虑本项目废水特征污染物、污染物浓度、地下水环境质量标准等因素，选取污染物 COD<sub>Cr</sub>、石油类作为预测因子。

### (5) 预测模型

本次考虑污染物泄漏最差环境，假设污染物泄漏后全部进入孔隙含水层中，采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)推荐的“一维无限长多孔介质柱体，示踪剂瞬时注入”，预测数学模型为：

$$C(x, t) = \frac{m/w}{2\eta_e \sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}}$$

式中：

x——距注入点的距离，m； t——时间，d； C(x, t)——t时刻 x 处的示踪剂浓度，g/L； m——注入的示踪剂质量，kg； w——横截面面积，m<sup>2</sup>； u——水流速度，m/d；  $\eta_e$ ——有效孔隙度，无量纲；  $D_L$ ——纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；  $\pi$ ——圆周率。

#### 1) 地下水流速度 (u)

地下水流速度计算公式如下：

$$u=KI/\eta_e$$

式中：

K——渗透系数，m/d；I——水力坡度； $n_e$ ——有效孔隙度。

建设项目所在区域潜水含水层以上部人工填土层为主，参照《环境影响评级技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)附录 B 中的粉砂，渗透系数 K 取 1.5 m/d；根据地下水监测结果中 GW1、GW2 监测点的水位监测结果与监测点距离，计算得区域平均水力坡度取 0.24%；根据土壤环境现状调查数据，有效孔隙度取  $n_e=0.32$ 。计算得，地下水流速度  $u=KI/n_e=0.0115\text{m/d}$ 。

## 2) 横截面面积 w

项目所在区域潜水含水层以人工填土层为主，厚度约 1.35m。污染带宽度取 5m，则横截面面积为  $6.75\text{m}^2$ 。

## 3) 纵向弥散系数 $D_L$

纵向弥散系数  $D_L$  由公式  $D_L=u \alpha_L$  确定，通过查阅相关文献资料，弥散系数确定相对较难，通过对以往研究者不同岩性的分析选取，从保守角度考虑  $\alpha_L$  取 10m，由此求得纵向弥散系数  $D_L$  为  $0.115\text{m}^2/\text{d}$ 。

## (6) 预测结果分析与评价

污染物进入潜层含水层后，分别预测污染物自开始渗漏起第 100 天、1000 天含水层中 COD、石油类的预测浓度。项目下游无地下水环境敏感点，预测中仅给出地下水中各污染因子的浓度贡献值随距离的变化情况。

COD、石油类事故泄漏情况下，COD 自开始渗漏起第 100 天、1000 天，污染物最大迁移距离分别为 17.5m、60m。石油类自开始渗漏起第 100 天、1000 天后，污染物最大迁移距离为 7.5m，30m。COD、石油类浓度随距离变化情况见表 6.3-3~表 6.3-4、图 6.3-1~图 6.3-2。

表 6.3-3 污水处理站泄露情况下地下水 COD 浓度与距离关系（单位：mg/L）

| x/m  | t=100d | t=1000d |
|------|--------|---------|
| 0    | 0.437  | 0.107   |
| 2.5  | 0.432  | 0.119   |
| 5    | 0.326  | 0.130   |
| 7.5  | 0.187  | 0.138   |
| 10   | 0.081  | 0.142   |
| 12.5 | 0.027  | 0.142   |
| 15   | 0.007  | 0.138   |
| 17.5 | 0.001  | 0.131   |

| x/m  | t=100d | t=1000d |
|------|--------|---------|
| 20   | 0.000  | 0.121   |
| 22.5 | 0.000  | 0.109   |
| 25   | 0.000  | 0.095   |
| 27.5 | 0.000  | 0.081   |
| 30   | 0.000  | 0.067   |
| 32.5 | 0.000  | 0.054   |
| 35   | 0.000  | 0.042   |
| 37.5 | 0.000  | 0.032   |
| 40   | 0.000  | 0.024   |
| 42.5 | 0.000  | 0.017   |
| 45   | 0.000  | 0.012   |
| 47.5 | 0.000  | 0.008   |
| 50   | 0.000  | 0.006   |
| 52.5 | 0.000  | 0.004   |
| 55   | 0.000  | 0.002   |
| 57.5 | 0.000  | 0.001   |
| 60   | 0.000  | 0.001   |
| 62.5 | 0.000  | 0.000   |
| 65   | 0.000  | 0.000   |
| 67.5 | 0.000  | 0.000   |
| 70   | 0.000  | 0.000   |
| 72.5 | 0.000  | 0.000   |
| 75   | 0.000  | 0.000   |
| 77.5 | 0.000  | 0.000   |
| 80   | 0.000  | 0.000   |
| 82.5 | 0.000  | 0.000   |
| 85   | 0.000  | 0.000   |
| 87.5 | 0.000  | 0.000   |
| 90   | 0.000  | 0.000   |
| 92.5 | 0.000  | 0.000   |
| 95   | 0.000  | 0.000   |
| 97.5 | 0.000  | 0.000   |
| 100  | 0.000  | 0.000   |

表 6.3-4 污水处理站泄露情况下地下水石油类浓度与距离变化情况

| x/m | t=100d | t=1000d |
|-----|--------|---------|
| 0   | 0.161  | 0.012   |
| 2.5 | 0.151  | 0.023   |
| 5   | 0.032  | 0.036   |
| 7.5 | 0.001  | 0.049   |
| 10  | 0.000  | 0.058   |

| x/m  | t=100d | t=1000d |
|------|--------|---------|
| 12.5 | 0.000  | 0.059   |
| 15   | 0.000  | 0.051   |
| 17.5 | 0.000  | 0.038   |
| 20   | 0.000  | 0.025   |
| 22.5 | 0.000  | 0.014   |
| 25   | 0.000  | 0.007   |
| 27.5 | 0.000  | 0.003   |
| 30   | 0.000  | 0.001   |
| 32.5 | 0.000  | 0.000   |
| 35   | 0.000  | 0.000   |
| 37.5 | 0.000  | 0.000   |
| 40   | 0.000  | 0.000   |
| 42.5 | 0.000  | 0.000   |
| 45   | 0.000  | 0.000   |
| 47.5 | 0.000  | 0.000   |
| 50   | 0.000  | 0.000   |
| 52.5 | 0.000  | 0.000   |
| 55   | 0.000  | 0.000   |
| 57.5 | 0.000  | 0.000   |
| 60   | 0.000  | 0.000   |
| 62.5 | 0.000  | 0.000   |
| 65   | 0.000  | 0.000   |
| 67.5 | 0.000  | 0.000   |
| 70   | 0.000  | 0.000   |
| 72.5 | 0.000  | 0.000   |
| 75   | 0.000  | 0.000   |
| 77.5 | 0.000  | 0.000   |
| 80   | 0.000  | 0.000   |
| 82.5 | 0.000  | 0.000   |
| 85   | 0.000  | 0.000   |
| 87.5 | 0.000  | 0.000   |
| 90   | 0.000  | 0.000   |
| 92.5 | 0.000  | 0.000   |
| 95   | 0.000  | 0.000   |
| 97.5 | 0.000  | 0.000   |
| 100  | 0.000  | 0.000   |



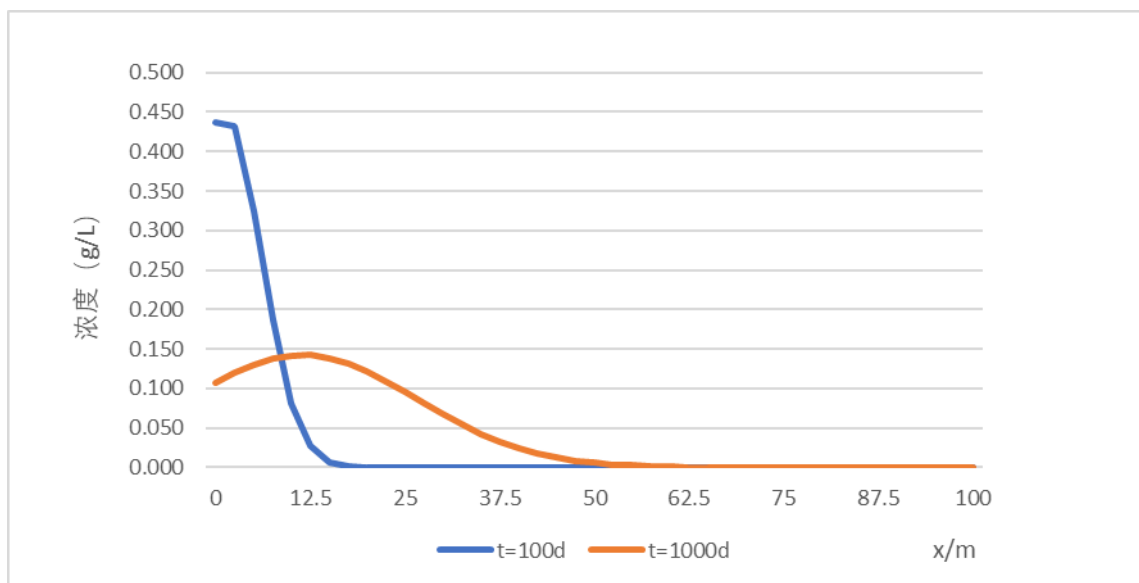


图 6.3-1 污水处理站泄露情况下地下水 COD 浓度与距离变化情况

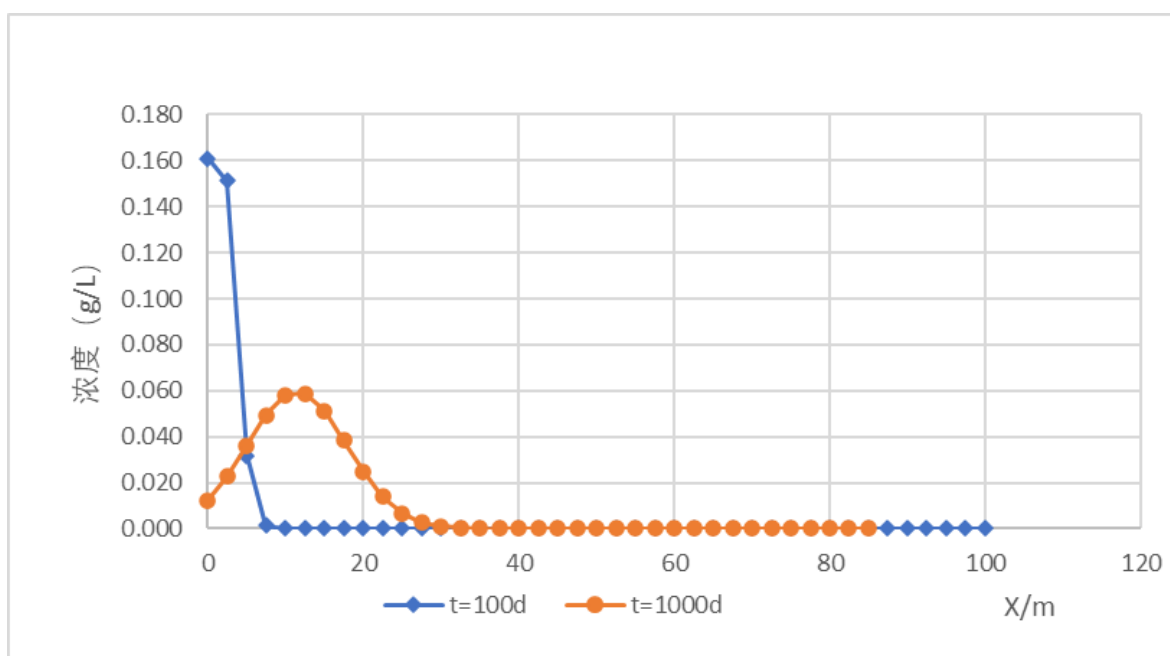


图 6.3-2 污水处理站泄露情况下地下水石油类浓度与距离关系（单位：mg/L）

综上所述，在本项目分区防渗措施到位，运行正常的情况下，污水、事故废水发生渗漏的可能性很小，地下水基本不会受到污染。废水在下渗过程中通过土壤对污染物的阻隔、吸收和降解作用，污染物浓度会进一步降低，即使有微量废水渗入地下水后对区域内地下水的水质影响也很微弱，不会改变区域地下水的现状使用功能。在确保各项防渗、防泄漏措施得以落实的前提下，可有效控制场区内的废水污染物下渗或外溢现象，避免加重污染地下水，因此，本项目对区域地

下水环境产生影响较小，建设项目地下水环境影响是可接受的。

### 6.3.4运营期噪声影响分析

#### 6.3.4.1噪声源强

本项目噪声源包括到港船舶噪声和港作设备运行噪声。

本项目到港船舶依托拖轮进出港，因此船舶噪声主要为鸣笛，为偶发噪声，发生频率较低，一般不会扰乱周围居民的正常生活，本项目运营过程中应采取管理措施，要求船舶尽量减少船舶鸣笛次数，夜间禁止船舶鸣笛等措施。

本项目运营期港作设备产生的噪声主要来源于起重机、叉车、堆高机等，噪声源强详见表 6.3-5。

表 6.3-5 工业企业噪声源强调查清单（室外声源）

| 序号 | 声源名称     | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                   |                | 声源控制措施                                | 运行时段                                              |
|----|----------|----------|---------|-----|------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
|    |          | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB(A)/m) | 声功率级<br>/dB(A) |                                       |                                                   |
| 1  | 岸桥       | 815.48   | -393.09 | 0.5 | 92~103/1               | /              | 加强交通管理、港区限速行驶，同时选用低噪音设备，并加装消声器等噪声防治措施 | 昼间：<br>6:00~20:00<br>；<br>夜间：<br>20:00~次日<br>6:00 |
| 2  | 岸桥       | 182.87   | -46.49  | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 3  | 岸桥       | 250.74   | -85.27  | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 4  | 岸桥       | 323.45   | -121.63 | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 5  | 岸桥       | 393.74   | -160.41 | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 6  | 岸桥       | 464.03   | -199.19 | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 7  | 岸桥       | 544.01   | -242.82 | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 8  | 岸桥       | 614.3    | -281.6  | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 9  | 岸桥       | 687.02   | -320.38 | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 10 | 岸桥       | 769.43   | -366.43 | 0.5 | 92~103/1               | /              |                                       |                                                   |
| 11 | 轨道式龙门起重机 | 371.93   | -82.85  | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |
| 12 | 轨道式龙门起重机 | 552.24   | -176.49 | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |
| 13 | 轨道式龙门起重机 | 652.73   | -238.32 | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |
| 14 | 轨道式龙门起重机 | 572.82   | -129.69 | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |
| 15 | 轨道式龙门起重机 | 679.53   | -183.04 | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |
| 16 | 轨道式龙门起重机 | 598.47   | -67.1   | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |
| 17 | 轨道式龙门起重机 | 708.25   | -123.53 | 0.5 | 91/1                   | /              |                                       |                                                   |

| 序号 | 声源名称      | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                   |                | 声源控制措施 | 运行时段 |
|----|-----------|----------|---------|-----|------------------------|----------------|--------|------|
|    |           | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB(A)/m) | 声功率级<br>/dB(A) |        |      |
| 18 | 轨道式龙门起重机  | 836.19   | -341.44 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 19 | 轨道式龙门起重机  | 942.56   | -399.06 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 20 | 轨道式龙门起重机  | 864.26   | -286.78 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 21 | 轨道式龙门起重机  | 970.63   | -348.83 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 22 | 轨道式龙门起重机  | 896.76   | -239.5  | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 23 | 轨道式龙门起重机  | 998.7    | -295.64 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 24 | 轨道式龙门起重机  | 923.35   | -183.36 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 25 | 轨道式龙门起重机  | 1028.25  | -245.41 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 26 | 轨道式龙门起重机  | 960.29   | -131.65 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 27 | 轨道式龙门起重机  | 1062.23  | -195.18 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 28 | 轨道式龙门起重机  | 1081.43  | -133.13 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 29 | 轨道式龙门起重机  | 1109.51  | -84.38  | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 30 | 轨道式龙门起重机  | 1136.1   | -38.58  | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 31 | 电动叉车      | 1461.73  | 555.91  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 32 | 电动叉车      | 1561.54  | 490.12  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 33 | 低门架叉车     | 642.69   | -39.76  | 0.5 | 80~86/1                | /              |        |      |
| 34 | 低门架叉车     | 883.49   | -111.05 | 0.5 | 80~86/1                | /              |        |      |
| 35 | 空箱堆高机（电动） | 220.78   | 11.06   | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 36 | 空箱堆高机（电动） | 942.04   | -537.88 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |

| 序号 | 声源名称      | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                   |                | 声源控制措施 | 运行时段 |
|----|-----------|----------|---------|-----|------------------------|----------------|--------|------|
|    |           | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB(A)/m) | 声功率级<br>/dB(A) |        |      |
| 37 | 空箱堆高机（电动） | 1201.78  | 33.55   | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 38 | 空箱堆高机（电动） | 1242.6   | 85.5    | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 39 | 空箱堆高机（电动） | 1283.41  | 156     | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 40 | 空箱堆高机（电动） | 1339.07  | 226.5   | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 41 | 空箱堆高机（电动） | 1374.12  | 280.77  | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 42 | 空箱堆高机（电动） | 1402.81  | 336.1   | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 43 | 空箱堆高机（电动） | 1442.97  | 400.9   | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 44 | 空箱堆高机（电动） | 968.87   | -530.33 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 45 | 正面吊（电动）   | 846.85   | -420.38 | 0.5 | 83/2                   | /              |        |      |
| 46 | 电动人工集卡    | 105.6    | 14.92   | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 47 | 电动人工集卡    | 130      | -2.82   | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 48 | 电动人工集卡    | 154.4    | -13.91  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 49 | 电动人工集卡    | 183.23   | -27.22  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 50 | 电动人工集卡    | 203.19   | -42.74  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 51 | 电动人工集卡    | 227.59   | -53.83  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 52 | 电动人工集卡    | 251.99   | -64.92  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |

| 序号 | 声源名称   | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                   |                | 声源控制措施 | 运行时段 |
|----|--------|----------|---------|-----|------------------------|----------------|--------|------|
|    |        | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB(A)/m) | 声功率级<br>/dB(A) |        |      |
| 53 | 电动人工集卡 | 285.25   | -87.1   | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 54 | 电动人工集卡 | 311.87   | -95.97  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 55 | 电动人工集卡 | 334.05   | -109.28 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 56 | 电动人工集卡 | 358.45   | -127.02 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 57 | 电动人工集卡 | 387.28   | -138.11 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 58 | 电动人工集卡 | 418.33   | -153.64 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 59 | 电动人工集卡 | 447.16   | -173.6  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 60 | 电动人工集卡 | 472.67   | -184.44 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 61 | 电动人工集卡 | 511.48   | -206.87 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 62 | 电动人工集卡 | 529      | -216.85 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 63 | 电动人工集卡 | 603.9    | -255.16 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 64 | 电动人工集卡 | 582.46   | -244.57 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 65 | 电动人工集卡 | 555.47   | -229.05 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 66 | 电动人工集卡 | 625.53   | -270.19 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 67 | 电动人工集卡 | 642.77   | -280.53 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 68 | 电动人工集卡 | 661.74   | -291.74 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 69 | 电动人工集卡 | 682.42   | -302.94 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 70 | 电动人工集卡 | 701.39   | -314.15 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 71 | 电动人工集卡 | 727.2    | -329.16 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 72 | 电动人工集卡 | 747.36   | -336.58 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |

| 序号 | 声源名称   | 空间相对位置/m |         |     | 声源源强                   |                | 声源控制措施 | 运行时段 |
|----|--------|----------|---------|-----|------------------------|----------------|--------|------|
|    |        | X        | Y       | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB(A)/m) | 声功率级<br>/dB(A) |        |      |
| 73 | 电动人工集卡 | 778.13   | -349.32 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 74 | 电动人工集卡 | 806.78   | -369.48 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 75 | 电动人工集卡 | 822.7    | -374.78 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 76 | 电动人工集卡 | 847.1    | -387.52 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 77 | 电动人工集卡 | 880      | -407.68 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 78 | 电动人工集卡 | 917.14   | -426.78 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 79 | 电动人工集卡 | 944.72   | -442.69 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 80 | 电动人工集卡 | 963.82   | -452.24 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 81 | 电动人工集卡 | 998.84   | -419.35 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 82 | 电动人工集卡 | 1017.94  | -374.78 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 83 | 电动人工集卡 | 1033.86  | -348.26 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 84 | 电动人工集卡 | 1054.02  | -298.39 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 85 | 电动人工集卡 | 1079.48  | -257    | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 86 | 电动人工集卡 | 1117.68  | -210.31 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 87 | 电动人工集卡 | 1171.8   | -161.5  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 88 | 电动人工集卡 | 1218.49  | -115.88 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 89 | 电动人工集卡 | 1255.62  | -69.19  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 90 | 电动人工集卡 | 1301.25  | -18.26  | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 91 | 电动人工集卡 | 1359.61  | 56.02   | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 92 | 电动人工集卡 | 1337.33  | 24.19   | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |

| 序号 | 声源名称      | 空间相对位置/m |        |     | 声源源强                   |                | 声源控制措施 | 运行时段 |
|----|-----------|----------|--------|-----|------------------------|----------------|--------|------|
|    |           | X        | Y      | Z   | 声压级/距声源距离<br>(dB(A)/m) | 声功率级<br>/dB(A) |        |      |
| 93 | 电动人工集卡    | 1403.55  | 102.62 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 94 | 电动人工集卡    | 1436.18  | 140.69 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 95 | 电动人工集卡    | 1494.91  | 197.25 | 0.5 | 78~92/1                | /              |        |      |
| 96 | 电动双梁桥式起重机 | 713.83   | -60.16 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |
| 97 | 电动双梁桥式起重机 | 763.92   | -90.27 | 0.5 | 91/1                   | /              |        |      |

备注：表中坐标以项目红线范围西南角为坐标原点建立的坐标系。

#### 6.3.4.2 噪声预测模式

与 6.1.3.2 章节一致。

#### 6.3.4.3 预测结果与分析

本项目运营期声环境评价范围内无声环境敏感目标，此外，项目东、南、西边界均为现状海域，因此对北厂界噪声贡献值进行预测。预测结果如下所示，由预测结果可知，本项目运营期噪声经噪声防治措施处理后，可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的 4 类标准限值。

表 6.3-6 项目边界噪声预测结果与达标情况 单位： dB（A）

| 预测点   | 预测时段 | 贡献值   | 标准限值 | 达标情况 |
|-------|------|-------|------|------|
| 项目北厂界 | 昼间   | 49.41 | 70   | 达标   |
|       | 夜间   | 49.41 | 55   | 达标   |



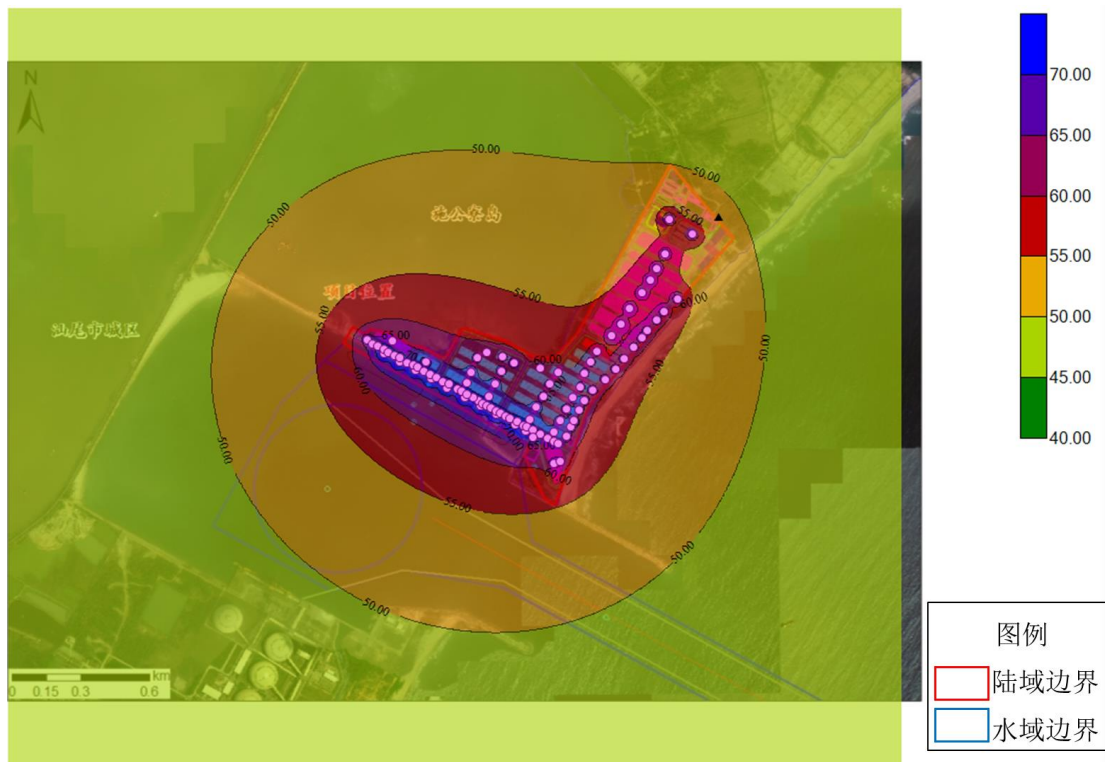


图 6.3-3 本项目运营期噪声贡献值等值线图（昼、夜间）

表 6.3-7 声环境影响评价自查表

| 工作内容        |             | 自查项目                             |       |          |       |          |        |
|-------------|-------------|----------------------------------|-------|----------|-------|----------|--------|
| 评价等级<br>与范围 | 评价等级        | 一级□                              |       | 二级□      |       | 三级☑      |        |
|             | 评价范围        | 200m☑                            |       | 大于 200m□ |       | 小于 200m□ |        |
| 评价因子        | 评价因子        | 等效连续 A 声级☑ 最大 A 声级□ 计权等效连续感觉噪声级□ |       |          |       |          |        |
| 评价标准        | 评价标准        | 国家标准☑                            |       | 地方标准□    |       | 国外标准□    |        |
| 现状评价        | 环境功能区       | 0 类区□                            | 1 类区□ | 2 类区☑    | 3 类区□ | 4a 类区☑   | 4b 类区□ |
|             | 评价年度        | 初期□                              |       | 近期□      |       | 中期□ 远期□  |        |
|             | 现状调查方法      | 现状实测法☑ 现场实测加模型计算法□ 收集资料□         |       |          |       |          |        |
|             | 现状评价        | 达标百分比                            |       |          | 100%  |          |        |
| 噪声源调查       | 噪声源调查方法     | 现场实测□                            |       | 已有资料□    |       | 研究成果□    |        |
| 声环境影响预测与评价  | 预测模型        | 导则推荐模型☑                          |       |          |       | 其他□      |        |
|             | 预测范围        | 200m☑                            |       | 大于 200m□ |       | 小于 200m□ |        |
|             | 预测因子        | 等效连续 A 声级☑ 最大 A 声级□ 计权等效连续感觉噪声级□ |       |          |       |          |        |
|             | 厂界噪声贡献值     | 达标☑                              |       |          | 不达标□  |          |        |
|             | 声环境保护目标处噪声值 | 达标□                              |       |          | 不达标□  |          |        |

| 工作内容                        |              | 自查项目                           |             |      |
|-----------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|------|
| 环境监测计划                      | 排放监测         | 厂界监测☑ 固定位置监测□ 自动监测□ 手动监测□ 无监测□ |             |      |
|                             | 声环境保护目标处噪声监测 | 监测因子：（    ）                    | 监测点数：（    ） | 无监测☑ |
| 评价结论                        | 环境影响         | 可行☑                    不可行□    |             |      |
| 注：“☑”为勾选项，可√；“（    ）”为内容填写项 |              |                                |             |      |

### 6.3.5运营期土壤环境影响分析

土壤污染是指人类活动所产生的物质（污染物），通过多种途径进入土壤，其数量和速度超过了土壤的容纳能力和净化速度的现象。土壤污染可使土壤的性质、组成及性状等发生变化，使污染物质的积累过程逐渐占据优势，破坏了土壤的自然动态平衡，从而导致土壤自然正常功能失调，土壤质量恶化，影响作物的生长发育，以致造成产量和质量的下降，并可通过食物链引起对生物和人类的直接危害，甚至形成对有机生命的超地方性的危害。

#### 6.3.5.1影响源及影响因子

本项目陆域开发活动为建设集装箱码头后方配套的道路和堆场等设施，对土壤环境的影响主要为改变原有土壤为混凝土结构，不会对土壤原有的酸、碱度及含盐量，不涉及土壤生态影响。本项目对土壤环境的影响主要为正常工况下运输汽车尾气通过大气沉降对土壤环境造成的影响，非正常情况下生产废水（机修含油废水、初期雨水）及其他污染物质通过垂直下渗等途径进入土壤环境。本项目土壤环境影响源及影响因子识别结果表 6.3-9。

表 6.3-8 建设项目土壤环境影响类型与影响途径表

| 不同时段  | 污染影响型 |      |      |    | 生态影响型 |    |    |    |
|-------|-------|------|------|----|-------|----|----|----|
|       | 大气沉降  | 地面漫流 | 垂直入渗 | 其他 | 盐化    | 碱化 | 酸化 | 其他 |
| 建设期   | /     | /    | /    | /  | /     | /  | /  | /  |
| 运营期   | √     | √    | √    | /  | /     | /  | /  | /  |
| 服务期满后 | /     | /    | /    | /  | /     | /  | /  | /  |

表 6.3-9 本项目土壤影响类型与途径表

| 污染源  | 节点 | 污染途径 | 全部污染物指标                               | 特征因子 | 备注      |
|------|----|------|---------------------------------------|------|---------|
| 运输汽车 | 装卸 | 大气沉降 | SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物 | 颗粒物  | 正常工况，连续 |

|      |          |      |     |     |       |
|------|----------|------|-----|-----|-------|
| 尾气   |          |      |     |     |       |
| 含油废水 | 废水<br>输送 | 垂直入渗 | 石油类 | 石油类 | 事故污染源 |

### 6.3.5.2正常工况环境影响分析

正常工况下，运输汽车尾气产生的大气污染物主要是 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物等，本项目用地范围基本实现硬化，废气扩散后，基本不会通过大气沉降的途径对土壤造成累积性影响。因此，在正常工况下，运输汽车尾气大气沉降对土壤环境难以产生影响，故本次不再进行正常状况情景下预测分析。

### 6.3.5.3非正常工况环境影响预测与分析

#### 1、情景设定

本项目产生的生产废水（机修含油废水、初期雨水）收集至“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”废水处理设施处理达标后回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等环节。

本项目预测情景选择废水处理设施底部破裂后发生泄露，破裂处长时间未进行处理，会通过垂直下渗形式进入废水处理设施周边的土壤，从而使局部土壤环境质量逐步受到污染影响。本项目生产废水中主要污染物包括 SS、COD<sub>cr</sub>、石油类等，其中废水中石油类在土壤中不易被自然淋溶迁移，因此，选取石油类作为预测因子。

#### 2、预测方法

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）要求，本项目土壤环境评价等级为二级，预测方法选用导则附录 E 的预测方法二对生产废水中的石油类垂直下渗对土壤环境的影响深度进行分析。

（1）一维非饱和溶质垂向运移控制方程：

$$\frac{\partial (\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \theta D \frac{\partial c}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qc)$$

式中： $c$ ——污染物介质中的浓度，mg/L；

$D$ ——弥散系数，m<sup>2</sup>/d；

$q$ ——渗流速率，m/d；

$z$ ——沿  $z$  轴的距离，m；

$t$ ——时间变量，d；

$\theta$ ——土壤含水率，%。

(2) 初始条件

$$c(z, t) = 0 \quad t=0, L \leq z < 0$$

(3) 边界条件

第一类 Dirichlet 边界条件，其中 E.6 适用于连续点源情景，E.7 适用于非连续点源情景。

$$c(z, t) = c_0 \quad t > 0, z = 0 \tag{E.6}$$

$$c(z, t) = \begin{cases} c_0 & 0 < t \leq t_0 \\ 0 & t > t_0 \end{cases} \tag{E.7}$$

第二类 Neumann 零梯度边界。

$$-\theta D \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \quad t > 0, z = L \tag{E.8}$$

3、参数设定

预测采用 HYDRUS-1D 软件进行预测，该软件为美国农业部盐田实验室创建的土壤物理模拟软件，可用于模拟与计算微观和宏观尺度上的饱和及非饱和介质中的水分运动、溶质运移、热量传输及根系吸水的一维运动。

方程参数：根据土壤环境质量现状监测中的 T2 项目场地内空地，土壤类型为砂土，该处土壤类型、土壤参数详见表 6.3-10。

表 6.3-10 本项目土壤下渗影响预测参数取值表

| 深度      | 土壤类型 | 土壤容重*<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 渗透系数<br>Ks<br>(cm/d) | 土壤残余<br>含水率 $\theta_r$<br>(%) | 土壤饱和<br>含水率 $\theta_s$<br>(%) | 弥散系数<br>D<br>(m <sup>2</sup> /d) |
|---------|------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 0-120cm | 砂土   | 1.53                          | 712.8                | 4.5                           | 43                            | 10                               |

注：土壤容重为土壤环境质量现状监测数据，其余参数为模型中土壤质地对应参数。

初始条件设定：根据工程分析，本项目生产废水中石油类的产生浓度为 500mg/L。

边界条件：由于废水渗漏事故不易发现，事故的持续时间较长，上边界采用连续点源情景，选择浓度通量边界，下边界选择零浓度梯度边界。

表 6.3-11 垂直下渗预测参数一览表

| 参数 | 单位                | 意义        | 数值  | 取值依据          |
|----|-------------------|-----------|-----|---------------|
| c  | mg/L              | 污染物介质中的浓度 | 500 | 根据工程分析废水的特性给出 |
| D  | m <sup>2</sup> /d | 弥散系数      | 10  | 经验值           |

|   |     |          |      |                   |
|---|-----|----------|------|-------------------|
| q | m/d | 渗流速率     | 0.11 | 根据土壤类型理论值给出       |
| z | m   | 沿 z 轴的距离 | 1    | 本次预测设定，按泄漏点预测影响深度 |
| t | d   | 时间变量     | 100  | 本次预测设定            |

#### 4、预测结果及分析

根据预测结果，第 100 天时，在下渗深度 18cm，深度与浓度的梯度为  $1.09 \times 10^{-29}$ ，接近于 0，即本项目废水渗漏后石油类可能影响的深度为 18cm。

表 6.3-12 土壤中各污染物浓度变化与垂向深度关系表

| 深度/cm | 100 天时浓度 (mg/kg) |
|-------|------------------|
|       | 石油类              |
| 0     | 3.79E-05         |
| -1    | 1.13E-06         |
| -2    | 5.70E-08         |
| -3    | 3.18E-09         |
| -4    | 1.83E-10         |
| -5    | 1.04E-11         |
| -6    | 5.76E-13         |
| -7    | 3.09E-14         |
| -8    | 1.58E-15         |
| -9    | 7.73E-17         |
| -10   | 3.59E-18         |
| -11   | 1.58E-19         |
| -12   | 6.59E-21         |
| -13   | 2.60E-22         |
| -14   | 9.70E-24         |
| -15   | 3.43E-25         |
| -16   | 1.15E-26         |
| -17   | 3.66E-28         |
| -18   | 1.09E-29         |
| -19   | 0.00E+00         |

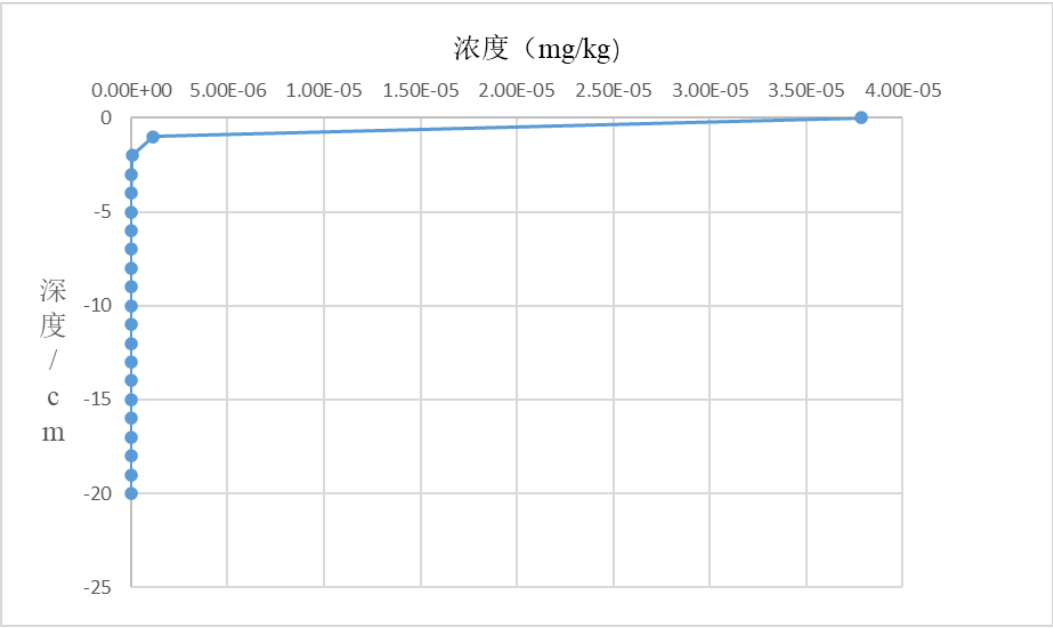


图 6.3-4 石油类污染物浓度与垂向深度变化曲线图

6.3.5.4土壤影响分析小结

本项目建成后对土壤产生影响的途径主要为垂直入渗，主要影响区域为废水产生区域、污水收集管网、污水处理系统、危废暂存间等。项目废水治理设施池体均已做好硬底化和防渗措施，污水管道尽量采用材质较好的管道，减少污染物跑、冒、滴、漏现象的发生。项目危废暂存间严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）有关规范，加强危废暂存间的防渗设计，防渗系数达到规范设计的要求，危废暂存间地面设置水泥硬底化，并铺设环氧树脂防渗层，暂存场所周边设置截污沟，一旦发现废液泄漏，通过截污沟排入事故应急池，以便采取相应的处理处置措施，防止污染周边土壤环境。

综上所述，项目在运营期采取的防渗措施较全面，可有效减少污水、废液事故排放对土壤环境的影响，在充分落实以上环保措施的情况下，本项目对土壤环境影响的风险较小。

表 6.3-13 土壤环境影响评价自查表

| 工作内容 |        | 完成情况                                                                                                                                          | 备注 |
|------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 影响识别 | 影响类型   | 污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态影响型 <input type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>                                      |    |
|      | 土地利用类型 | 建设用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；农用地 <input type="checkbox"/> ；未利用地 <input type="checkbox"/>                                         |    |
|      | 占地规模   | (57.65) hm <sup>2</sup>                                                                                                                       |    |
|      | 敏感目标信息 | 敏感目标 (/)、方位 (/)、距离 (/)                                                                                                                        |    |
|      | 影响途径   | 大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地面漫流 <input type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input checked="" type="checkbox"/> ；地下水位 <input type="checkbox"/> ；其他 ( ) |    |

| 工作内容   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 完成情况                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |       | 备注   |       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------|-------|
|        | 全部污染物                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | /                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |       |      |       |
|        | 特征因子                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | /                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |       |      |       |
|        | 所属土壤环境影响评价项目类别                                                                                                                                                                                                                                                                                              | I类□；II类☑；III类□；IV类□                                                                                                                                                                                                                                            |                 |       |      |       |
|        | 敏感程度                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 敏感□；较敏感☑；不敏感☑                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |       |      |       |
| 评价工作等级 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 一级□；二级☑；三级□                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |       |      |       |
| 现状调查内容 | 资料收集                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | a) 土地利用现状图、土地利用规划图、土壤类型分布图☑；<br>b) 气象资料、地形地貌特征资资料、水文及水文地质资料等☑；<br>c) 土地利用历史情况□；<br>d) 与建设项目土壤环境影响评价相关的其他资料☑                                                                                                                                                    |                 |       |      |       |
|        | 理化特性                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 项目                                                                                                                                                                                                                                                             | 单位              | 数值    |      |       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | pH 值                                                                                                                                                                                                                                                           | -               | /     |      |       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 渗滤率                                                                                                                                                                                                                                                            | cm/s            | /     |      |       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 土壤容重                                                                                                                                                                                                                                                           | g/cm³           | /     |      |       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 阳离子交换量                                                                                                                                                                                                                                                         | cmol (+)<br>/kg | /     |      |       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 总孔隙度                                                                                                                                                                                                                                                           | 体积%             | /     |      |       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 氧化还原电位                                                                                                                                                                                                                                                         | mV              | /     |      |       |
|        | 现状监测点位                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                | 占地范围内           | 占地范围外 | 深度   | 点位布置图 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 表层样点数                                                                                                                                                                                                                                                          | 1               | 2     | 0.5m |       |
| 柱状样点数  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                              | /               | 3.0m  |      |       |
| 现状监测因子 | pH 值、镉、汞、砷、铜、锌、铅、镍、六价铬、石油烃（C10~C40）、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘 |                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |       |      |       |
| 现状评价   | 评价因子                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | pH 值、镉、汞、砷、铜、锌、铅、镍、六价铬、石油烃（C10~C40）、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1 二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a） |                 |       |      |       |



| 工作内容                                                                           |        | 完成情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |       | 备注 |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|----|
|                                                                                |        | 芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、苯                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |       |    |
|                                                                                | 评价标准   | GB15618☑；GB36600☑；表 D.1☐；表 D.2☐；其他（      ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |       |    |
|                                                                                | 现状评价结论 | 达标                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |       |    |
| 影响预测                                                                           | 预测因子   | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |       |    |
|                                                                                | 预测方法   | 附录 E☐；附录 F；其他（      ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |       |    |
|                                                                                | 预测分析内容 | 影响范围（      ）<br>影响程度（      ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |               |       |    |
|                                                                                | 预测结论   | 达标结论：a）建设项目各不同阶段，土壤环境敏感目标处且占地范围内各评价因子均满足 8.6 中相关标准要求的☐；<br>b）生态影响型建设项目各不同阶段，出现或加重土壤盐化、酸化、碱化等问题，但采防控措施后，可满足相关标准要求☐；<br>c）污染影响型建设项目各不同阶段，土壤环境敏感目标处或占地范围内有个别点位、层位或评价因子出现超标，但采取必要措施后，可满足 GB15618、GB36600 或其他土壤污染防治相关管理规定的☐<br>不达标结论：a）生态影响型建设项目：土壤盐化、酸化、碱化等对预测评价范围内土壤原有生态功能造成重大不可逆影响的☐；<br>b）污染影响型建设项目各不同阶段，土壤环境敏感目标处或占地范围内多个点位、层位或评价因子出现超标，采取必要措施后，仍无法满足 GB15618、GB36600 或其他土壤污染防治相关管理规定的☐ |               |       |    |
| 防治措施                                                                           | 防控措施   | 土壤环境质量现状保障☑；源头控制☑；过程防控☑；其他（      ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |       |    |
|                                                                                | 跟踪监测   | 监测点数                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 监测指标          | 监测频次  |    |
|                                                                                |        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 建设用地 45 项基本因子 | 5 年/次 |    |
|                                                                                | 信息公开指标 | 采取的污染防治措施、跟踪监测点位及监测结果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |       |    |
| 评价结论                                                                           |        | 土壤环境影响可接受                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |       |    |
| 注 1：“☐”为勾选项，可√；“（      ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。<br>注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作得，分别填写自查表。 |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |       |    |

### 6.3.6运营期固体废物影响分析

本项目运营期产生的固体废物主要为员工生活垃圾、船舶生活垃圾、一般固体废物和危险废物。

#### 1、港区员工生活垃圾

本项目定员约 500 人，生活垃圾产生量共计 180t/a，统一收集后交由环卫部

门处置，不会对周边环境造成不利影响。

## 2、船舶生活垃圾

本项目不设置船舶维修业务，因此不产生船舶维修废弃物。船舶靠港期间产生的固体废物主要为船舶生活垃圾。到港船舶生活垃圾产生量为 16.6t/a，委托有能力的船舶污染物处置单位接收，本项目同步设置了船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形，不会对周边环境造成不利影响。

## 3、一般固体废物

本项目一般固体废物为生活污水处理产生的生化污泥，产生量约 1t/a，委托有关单位定期抽吸外运处置。码头产生的破损箱体和货物等由货主自行清运处置，不会对周边环境造成不利影响。

## 4、危险废物

本项目产生的危险废物包括：维修垃圾、污油及油泥、废铅蓄电池，以及废含油抹布、废吸附介质等吸附介质，产生量共 22t/a。

本项目设有 1 座危废间，按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 要求设置防渗漏、防雨淋、防扬散措施，并设置危险废物标识和警示牌。项目危险废物经分类收集后暂存于危险废物暂存间，委托具备相关危废处理资质的单位定期拉运处置，对周边环境影响较小。

综上所述可知，采取上述防治和处置措施后，本项目运营期产生的各种固体废物均得到合理的处理处置，对周边环境影响较小。

### 6.3.7运营期陆域生态影响分析

本项目建设完成后，将对现有用地范围内的下垫面属性和生态系统类型，用地范围内的原有植被将被全部移除，由原灌丛、草地生态系统转变为城镇生态系统。本项目位于汕尾港规划范围，项目建设符合规划相关要求，是保证规划实施的重要阶段。

#### 6.3.7.1对植物的影响分析

##### (1) 林缘效应对植物群落演替的影响

项目建成后，永久占地范围内原有林地植被将被移除，取而代之的是码头作业区、堆场，林地转化为建设用地，使森林群落产生林缘效应，从森林边缘向林内，光辐射、温度、湿度、风等因素都会发生改变，而这种小气候的变化会导致

森林边缘的植物、动物和微生物等沿林缘至林内的发生一定程度的变化。

(2) 植被绿化的正效应

堆场四周设置植草边坡。这为植被的次生演替奠定了一定的基础，随着时间的推移，植被恢复区段群落结构会逐渐复杂，同时生态系统的抵抗力增强，抗干扰能力增加。

6.3.7.2对陆生动物资源的影响分析

本项目运营期对陆生动物的影响源主要为设备噪声等。本项目运营期装卸设备、车辆在运行过程中将产生设备噪声，对周边生活的动物产生一定的影响，主要是驱赶、迫使动物迁移他处。大多数动物对噪声较为敏感，特别是在植被状况较好的区域，噪声将使动物远离道路两侧栖息，缩小其生境范围。鸟类对噪声最为敏感，且分布广，相对来说对鸟类影响程度最大。项目运行后，在噪声的叠加影响下，附近的鸟类会暂时远离评价区域活动，由于项目运营噪声持续时间较长，鸟类对长期而无害的噪声会有一定适应性，项目运营一段时间后，这种驱赶影响会慢慢减弱，鸟类又会回到原来栖息地生活。

6.3.7.3对公益林的影响

本项目用地范围内占用公益林。根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程用地预审选址意见报告书》（2025年7月，广东粤盛空间规划咨询有限公司），本项目用地范围内涉及11.2838公顷国家级公益林，保护等级Ⅱ级。本项目属于基础设施，目前，红海湾经济开发区管委会正在按照《中华人民共和国森林法》和《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第35号）等相关要求，办理林地使用申请手续。

公益林的保护对象为森林植被资源，项目运营过程中对公益林的主要影响为运输车辆尾气。项目运营过程中，加强绿化面积、增加多次洒水抑尘等措施，在严格落实上述措施的基础上，本项目运营对公益林的影响是可以接受的。

表 6.3-5 生态影响评价自查表

| 工作内容   |        | 自查项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生态影响识别 | 生态保护目标 | 重要物种 <input type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ；自然公园 <input type="checkbox"/> ；世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要生境 <input type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> |
|        | 影响方式   | 工程占用 <input checked="" type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                           |
|        | 评价因子   | 物种 <input type="checkbox"/> （）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| 工作内容                                            |           | 自查项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 |           | 生境 <input type="checkbox"/> （）<br>生物群落 <input type="checkbox"/> （）<br>生态系统 <input type="checkbox"/> （）<br>生物多样性 <input type="checkbox"/> （）<br>生态敏感区 <input type="checkbox"/> （）<br>自然景观 <input type="checkbox"/> （）<br>自然遗迹 <input type="checkbox"/> （）<br>其他 <input checked="" type="checkbox"/> （） |
| 评价等级                                            |           | 一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                      |
| 评价范围                                            |           | 陆域面积： <input type="text"/> km <sup>2</sup> ；水域面积： <input type="text"/> km <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                |
| 生态现状调查与评价                                       | 调查方法      | 资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ；遥感调查 <input type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input type="checkbox"/> ；调查点位、断面 <input checked="" type="checkbox"/> ；专家和公众咨询法 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>                                                                                |
|                                                 | 调查时间      | 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/><br>丰水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/>                                                                  |
|                                                 | 所在区域的生态问题 | 水土流失 <input type="checkbox"/> ；沙漠化 <input type="checkbox"/> ；石漠化 <input type="checkbox"/> ；盐渍化 <input type="checkbox"/> ；生物入侵 <input type="checkbox"/> ；污染危害 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                         |
|                                                 | 评价内容      | 植被/植物群落 <input type="checkbox"/> ；土地利用 <input type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>                                           |
| 生态影响预测与评价                                       | 评价方法      | 定性 <input type="checkbox"/> ；定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                 | 评价内容      | 植被/植物群落 <input type="checkbox"/> ；土地利用 <input type="checkbox"/> ；生态系统 <input type="checkbox"/> ；生物多样性 <input type="checkbox"/> ；重要物种 <input type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input type="checkbox"/> ；生物入侵风险 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>                                |
| 生态保护对策措施                                        | 对策措施      | 避让 <input type="checkbox"/> ；减缓 <input type="checkbox"/> ；生态修复 <input type="checkbox"/> ；生态补偿 <input type="checkbox"/> ；科研 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                           |
|                                                 | 生态监测计划    | 全生命周期 <input type="checkbox"/> ；长期跟踪 <input type="checkbox"/> ；常规 <input type="checkbox"/> ；无 <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                     |
|                                                 | 环境管理      | 环境监理 <input type="checkbox"/> ；环境影响后评价 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                          |
| 评价结论                                            | 生态影响      | 可行 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可行 <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                  |
| 注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；（）为内容填写项。 |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

6.3.8项目对现有码头航行和作业的影响

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程航道通航条件影响评价》（报批稿，2025 年 11 月，中交四航局港湾工程设计院有限公司）及其审查意见“粤交许可(航评)〔2025〕614 号”，项目对现有码头航行和通航安全的影响具体如下：

（1）项目对航道条件的影响

本项目建成后港区内船舶进出港流量会有所增加，现状航道的通航等级和里程提高，而本码头需要与相邻电厂码头、公用码头 1#~3#泊位共用进港航道，本项目建成后，除通航等级提升和航道延长外，白沙湖作业区内船舶的进出港航路

基本不变。

根据本项目泊位建设布局要求，码头结构采用高桩透空疏水结构，且处于陆域与防波堤包围的湾内，水流平缓，码头建设对水流条件、海床演变、航道布置、航标配布以及航道整治工程影响不大。

业主单位应与相邻码头建立进出港调度机制，协调处理好进出港调度安排，合理安排船舶进出港交通组织及船舶调度管理。码头建设对航道通航条件影响可控。

## （2）项目对通航安全的影响

项目现状海域宽阔，码头建成营运期间到港作业船舶增加不大，对项目海域船舶通航影响较小。建设单位应通过加强作业船舶的管理，设置必要的水上交通安全措施，并制定与码头作业相关的应急措施与预案。项目建设应确保水上交通安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。因此，项目对通航安全的影响是可控的。

# 7环境风险评价

## 7.1风险调查

### 7.1.1风险源识别

本项目为集装箱港口码头项目，涉及的有毒有害物质包括燃料油以及危险货物锂电池，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目燃料油和锂电池具有可燃、爆炸、有毒等危险特性。

### 7.1.2环境敏感目标调查

本项目海洋风险敏感目标包括生态保护红线、自然保护区等重要敏感区及红树林、珊瑚、海岛、三场一通道等，大气环境风险敏感目标包括居住区、学校、行政办公区等，不涉及地下水敏感目标。

## 7.2环境风险评价等级

根据报告 2.6.7 章节分析，本项目海洋环境风险评价等级为一级，大气环境风险评价等级为二级，地下水环境风险评价等级为二级，因此，本项目的环境风险评价等级为一级。

## 7.3环境风险识别

### 7.3.1物质危险性识别

项目运营过程中危险物质主要为船舶贮存的燃油以及堆存的锂电池。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），对本项目涉及的危险物质进行识别。

#### 7.3.1.1燃料油

燃料油具有易燃、易爆、持久性污染环境等危险有害特性，其理化性质见表 7.3-1。

表 7.3-1 燃料油主要特性参数

| 类别                     | 380#燃料油  | 180#燃料油  | 4#燃料油 |
|------------------------|----------|----------|-------|
| 密度（kg/m <sup>3</sup> ） | 970（15℃） | 991（50℃） | 940   |
| 闪点（℃）                  | ≥66      | ≥66      | ≥65   |

| 类别        | 380#燃料油  | 180#燃料油  | 4#燃料油                 |
|-----------|----------|----------|-----------------------|
| 危险类别      | 丙        | 丙        | 丙                     |
| 倾点（℃）     | ≤18      | ≤24      | ≤23                   |
| 残碳（%）     | ≤17      | ≤16      | ≤0.5                  |
| 灰分（%）     | ≤0.045   | ≤0.15    | ≤0.06                 |
| 水分（%）     | ≤0.05    | ≤0.5     | ≤1.0                  |
| 含硫（%）     | ≤2.9     | ≤3.5     | ≤3.5                  |
| 机械杂质（%）   | ≤0.02    | ≤0.1     | ≤0.1                  |
| 运动黏度（cst） | 380（50℃） | 180（50℃） | 20.5（50℃） 33.6（37.8℃） |

### 7.3.1.2 危险货物

危险货物种类按照《国际海运危险货物规则》（以下简称《国际危规》）中的分类标准和要求，分为 9 大类 20 个小类。本项目共涉及其中第 9 类中的 1 个货种。本项目危险品箱为第 9 类锂电池，堆存在重箱堆场外侧区域，堆高不超过三层，单独设置一台起重机进行装卸作业，设计吞吐量为 4.75 万 TEU。

第 9 类杂项危险物质和物品具有以下危险特性：

第 9 类危险货物的危险特性较轻微，但却稍高于普通货物，因此仍按危险货物进行管理，但也有其特殊性。

根据《港口作业安全要求第 3 部分：危险货物集装箱》（GB16994.3-2021）标准第 7.6 条规定：装载锂金属电池组、锂离子电池组的危险货物集装箱不应与易燃易爆危险货物集装箱堆存在同一个堆存区域。根据《港口作业安全要求第 3 部分：危险货物集装箱》（GB16994.3-2021）标准第 7.7 条规定：装载 8 类、9 类固态危险货物的集装箱，当所载货物无副危险性，包装类非 I、II 类且不属于危险化学品时，可与普通货物集装箱混堆。



表 7.3-2 代表性危险货物中主要危险物质一览表

| 序号 | 储存物质                                             | UN 号和危险特性                 | 健康危害                                                | 物态 | 外观和性状                                                                                | 相对密度<br>(水=1) | 溶解性<br>(水) | 毒理学<br>数据 | 生态学<br>数据 | 灭火<br>介质 |
|----|--------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|-----------|-----------|----------|
| 1  | 锂金属电池（包括锂合金电池）                                   | UN 3090 属于锂电池，有电解液泄漏、自燃风险 | 漏液腐蚀皮肤；                                             | 固态 | 金属外壳，表面标有电压和容量，电极暴露处可见金属光泽常见货物：汽车动力电池                                                | /             | /          | /         | /         | 水、砂等     |
| 2  | 装在设备中的锂金属电池（包括锂合金电池）；同设备包装在一起的锂金属电池（包括锂合金电池）     | UN 3091 属于锂电池，有电解液泄漏、自燃风险 | 短路时可能爆炸，释放有毒氟化物烟雾，燃烧产生有毒烟雾。大规模热失控可释放大量有毒气体（如 CO、HF） | 固态 | 装在设备中的锂金属电池（包括锂合金电池）的设备外壳包裹，仅可见电池接口部分；包括同设备包装在一起的锂金属电池（包括锂合金电池）的电池包装多为塑料。常见货物：汽车动力电池 | /             | /          | /         | /         |          |
| 3  | 锂离子电池（包括聚合物锂离子电池）                                | UN 3480 属于锂电池，有电解液泄漏、自燃风险 | 。锂电池内约 15%电解液，其中溶剂占 85%，                            | 固态 | 一般为扁平方形或圆柱形，外壳多为铝塑膜或金属。                                                              | /             | /          | /         | /         |          |
| 4  | 装在设备中的锂离子电池（包括聚合锂离子电池）；同设备包装在一起的锂离子电池（包括聚合锂离子电池） | UN 3481 属于锂电池，有电解液泄漏、自燃风险 | 主要成分碳酸二甲酯，碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸乙烯酯；溶质 15%为锂盐               | 固态 | 装在设备中的锂离子电池（包括聚合锂离子电池）；同设备包装在一起的锂离子电池（包括聚合锂离子电池）                                     | /             | /          | /         | /         |          |

注：外观和性状：物质的外观可能因具体型号或品牌存在差异，表中的描述为典型特征。

### 7.3.2生产系统危险性识别

#### 7.3.2.1生产系统及工艺流程

(1) 集装箱船←→堆场

①集装箱船←→岸桥←→集装箱牵引半挂车←→RMG/空箱堆高机←→重箱堆场或冷藏箱堆场/空箱堆场

(2) 堆场←→货主

①重箱堆场或冷藏箱堆场/空箱堆场←→RMG/空箱堆箱机←→货主集装箱牵引半挂车←→货主

②第 9 类危险货物集装箱堆存区←→RMG←→货主集装箱牵引半挂车←→货主

#### 7.3.2.2风险环节分析

(1) 水上运输

本项目水上运输过程主要为船舶航行过程、到港停靠等，可能发生的水上污染事故主要包括溢油事故、危险货物泄漏事故，多为船舶交通事故引起。本项目所有危险货物均为固态，不涉及液态危险货物，因此主要考虑油污染物事故。根据以往事故发生的规律，船舶事故主要发生在港区码头和航道。船舶污染事故典型事故地点和诱因见表 7.3-3。

表 7.3-3 水上运输风险环节分析一览表

| 发生地点         | 发生源 | 风险事故类型 | 发生原因             |
|--------------|-----|--------|------------------|
| 航道           | 船舶  | 燃料油泄漏  | 船舶碰撞             |
| 码头前沿、回旋水域、港池 | 船舶  |        | 船舶碰撞、船与码头碰撞、操作失误 |

(2) 装卸和堆存

集装箱运输本身就是比较安全的运输形式，发生在装卸环节的大规模集装箱污染事故很少发生。根据本项目危险货物装卸的特点，该过程可能发生的污染事故及原因见表 7.3-4。

表 7.3-4 码头装卸和堆场堆存的风险环节分析一览表

| 事故原因                                   | 风险事故类型        | 危害                                   |
|----------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| 操作失误、设备故障、技术缺陷导致箱体破损，在极端条件下引发危险物质火灾和爆炸 | 危险货物火灾和爆炸次生污染 | 气态危险货物由大气扩散或火灾、爆炸产生二次污染物由大气扩散导致周围人员中 |

| 事故原因                                      | 风险事故类型 | 危害                        |
|-------------------------------------------|--------|---------------------------|
| 管理不善或喷淋设备故障导致危险货物箱温度过高，引发危险货物自燃，进而导致火灾和爆炸 |        | 毒；次生消防废水泄漏随雨水排口排入海洋引起水体污染 |

A、由于装卸机械、吊具等故障造成危险货物箱的脱落、摔坏，导致危险货物挤压变形等，引发生火灾、爆炸次生污染事故；

B、由于装卸司机及集装箱半挂牵引车司机违章作业或误操作，发生危险货物箱在装卸过程摔落或车辆相撞造成危险货物挤压变形等，引发火灾、爆炸次生污染事故；

C、由于管理不善导致危险货物箱温度过高，或者锂电池发生短路，引发危险货物自燃，进而导致火灾、爆炸次生污染事故；

D、危险货物箱在极端条件下引发火灾和爆炸，造成二次污染。

### (3) 其他

雷击、地震、台风、人为破坏、外界火源等事故也可能诱发船舶发生泄漏、火灾和爆炸危险，进而导致有毒有害物质进入环境内。

(4) 辅助区：危废暂存间涉及废矿物油，废矿物油可燃，可能发生火灾爆炸事故。

本项目主要环境风险致因分析见图 7.3-1。

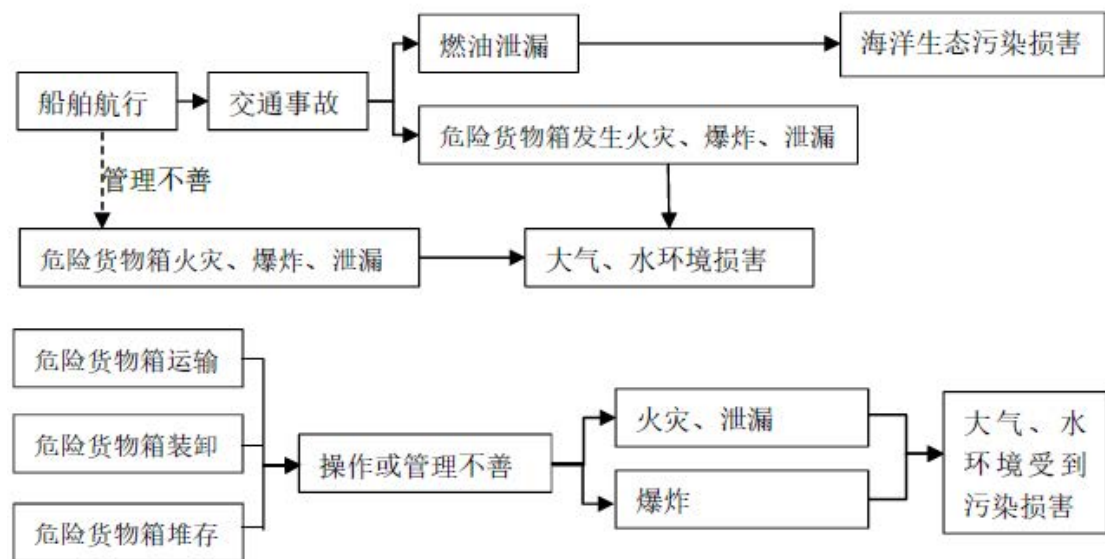


图 7.3-1 环境风险致因分析图

### 7.3.3有毒有害物质扩散途经识别

本项目危险货种为第 9 类固态危险货物集装箱，在水上运输过程中如发生箱体落水，可整箱打捞，一般不会存在危险物质泄漏的情况。

#### 7.3.3.1 泄漏

本项目危险货种为第 9 类固态危险货物集装箱，集装箱对货物有保护作用，且货种为固态，其内部物质泄露风险极小。

危废暂存间废矿物油可能存在泄露风险。泄漏后，有毒有害物质的扩散途径主要是大气、地表水及地下水。一方面将可能通过雨水管网进入碣石湾海域，另一方面则可能渗入土壤，对地下水环境造成威胁。

#### 7.3.3.2 火灾和爆炸伴生污染

在装卸、运输和堆存过程中，危险货物可能发生火灾及爆炸，同时，危废暂存间废矿物油可能发生火灾及爆炸。火灾爆炸事故发生后，气态有毒有害物质（包括次生污染物）将在风的作用下在空气中迁移扩散；消防废水含危险物质，并考虑极端状况下的雨水的次生事故废水。次生事故废水一方面将可能通过雨水管网进入碣石湾海域，另一方面则可能渗入土壤，对地下水环境造成威胁。

在水上运输过程中发生火灾爆炸，次生事故废水将可能直接进入碣石湾海域。

### 7.3.4 风险类型及危害分析

本项目运营期可能存在的环境风险事故主要为燃油泄漏、火灾爆炸事故，风险类型及危害分析见表 7.3-5。

表 7.3-5 本项目环境风险类型及危害分析

| 风险类型 | 风险因素          | 事故危害                                                                                                             | 发生概率 |
|------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 泄漏   | 水上泄漏事故        | 燃油泄漏进入海域，污染海水水质，并对海洋生物质量、海洋生态造成伤害。                                                                               | 小    |
| 火灾爆炸 | 船舶海上火灾爆炸事故    | 火灾对人员的伤害主要来自燃烧爆炸的高温辐射和燃烧产物的烟气毒性；爆炸主要以冲击波的形式对人员、设备及环境造成伤害与破坏。<br>火灾爆炸事故引发伴生/次生污染物排放，可能导致更大规模的泄漏等污染事故，并制约防污应急反应行动。 | 小    |
|      | 码头、堆场火灾爆炸     |                                                                                                                  | 小    |
|      | 港区内运输车辆火灾爆炸   |                                                                                                                  | 小    |
|      | 危废暂存间油类泄露火灾爆炸 |                                                                                                                  | 小    |

### 7.3.5可能受影响的环境保护目标

项目周边环境敏感目标详见表 7.3-6。

表 7.3-6 建设项目环境敏感特征表

| 类别       | 环境敏感特征       |            |      |      |      |       |
|----------|--------------|------------|------|------|------|-------|
| 环境<br>空气 | 厂址周边 5km 范围内 |            |      |      |      |       |
|          | 序号           | 敏感目标名称     | 相对方位 | 距离/m | 属性   | 人口数   |
|          | 1            | 新围村        | 西北   | 390  | 居住区  | 50    |
|          | 2            | 施公寮村       | 东北   | 1330 | 居住区  | 500   |
|          | 3            | 红海湾海事处     | 西北   | 1377 | 行政办公 | /     |
|          | 4            | 施公寮学校      | 东北   | 1610 | 文化教育 | 4978  |
|          | 5            | 西湖村        | 西北   | 1847 | 居住区  | 306   |
|          | 6            | 金屿旅游区      | 西南   | 1928 | 旅游区  | 964   |
|          | 7            | 芝兰港村       | 东北   | 2022 | 居住区  | 300   |
|          | 8            | 径尾村        | 西南   | 2160 | 居住区  | 36    |
|          | 9            | 石鼓村        | 西南   | 2374 | 居住区  | 1350  |
|          | 10           | 长沟村        | 西南   | 2705 | 居住区  | 149   |
|          | 11           | 钟秀园村       | 西南   | 2797 | 居住区  | 2463  |
|          | 12           | 前山江村       | 西南   | 2944 | 居住区  | 364   |
|          | 13           | 长沟小学       | 西南   | 2981 | 文化教育 | 2600  |
|          | 14           | 饶潭村        | 西南   | 3003 | 居住区  | 260   |
|          | 15           | 东洲街道       | 西南   | 3182 | 居住区  | 25000 |
|          | 16           | 西地村        | 西南   | 3214 | 居住区  | 76    |
|          | 17           | 长新村        | 西南   | 3375 | 居住区  | 190   |
|          | 18           | 新沟村        | 西南   | 3531 | 居住区  | 29    |
|          | 19           | 狮岭村        | 西南   | 3626 | 居住区  | 1200  |
|          | 20           | 新岭村        | 西南   | 3763 | 居住区  | 204   |
|          | 21           | 东洲中心小学     | 西南   | 3777 | 文化教育 | 1500  |
|          | 22           | 东洲中学       | 西南   | 3798 | 文化教育 | 3000  |
|          | 23           | 田寮村        | 南    | 3821 | 居住区  | 960   |
|          | 24           | 张静中学       | 西南   | 3853 | 文化教育 | 2608  |
|          | 25           | 鹧湖小学       | 西南   | 3864 | 文化教育 | 2296  |
|          | 26           | 田寮学校       | 南    | 3873 | 文化教育 | 3500  |
|          | 27           | 东尾村        | 西南   | 3909 | 居住区  | 1936  |
|          | 28           | 东风村        | 西南   | 4118 | 居住区  | 312   |
|          | 29           | 南联村        | 西    | 4376 | 居住区  | 2347  |
|          | 30           | 遮浪街道       | 南    | 4490 | 居住区  | 30000 |
|          | 31           | 东联村        | 西南   | 4511 | 居住区  | 123   |
|          | 32           | 红海湾开发区人民医院 | 西南   | 4668 | 医疗卫生 | /     |
|          | 33           | 南联学校       | 西    | 4695 | 文化教育 | 2663  |

|                 |                    |                |                       |    |              |           |           |        |
|-----------------|--------------------|----------------|-----------------------|----|--------------|-----------|-----------|--------|
|                 | 34                 | 内寮村            |                       | 西  | 4764         | 居住区       | 300       |        |
|                 | 35                 | 红海湾旅游区         |                       | 南  | 4810         | 旅游区       | /         |        |
|                 | 36                 | 湖尾村            |                       | 西南 | 4950         | 居住区       | 380       |        |
|                 | 37                 | 遮浪街道规划城镇用地 1   |                       | 南  | 3880         | 居住区       | /         |        |
|                 | 38                 | 遮浪街道规划居住教育用地 2 |                       | 西南 | 3133         | 居住区       | /         |        |
|                 | 39                 | 遮浪街道规划医疗卫生用地 3 |                       | 西南 | 3723         | 医院用地      | /         |        |
|                 | 40                 | 遮浪街道规划居住教育用地 4 |                       | 西南 | 3782         | 居住教育      | /         |        |
|                 | 41                 | 东洲街道规划居住教育用地 6 |                       | 西南 | 3849         | 居住教育      | /         |        |
|                 | 42                 | 田墘街道规划居住教育用地 7 |                       | 西北 | 4832         | 居住教育      | /         |        |
|                 | 厂址周边 500m 范围内人口数小计 |                |                       |    |              |           | 50        |        |
|                 | 厂址周边 5km 范围内人口数小计  |                |                       |    |              |           | 70444     |        |
|                 | 大气环境敏感程度 E 值       |                |                       |    |              |           | E1        |        |
|                 | 海洋生态环境             | 受纳水体           |                       |    |              |           |           |        |
|                 |                    | 序号             | 受纳水体名称                |    |              | 排放点水域环境功能 |           | 海水水质分类 |
|                 |                    | 1              | 411B 汕尾电厂段三类功能区       |    |              | 港口、一般工业用水 |           | 第三类    |
|                 |                    | 2              | 412 碣石湾海洋渔业功能区        |    |              | 渔业作业区     |           | 第一类    |
| 海洋生态环境评价范围内敏感目标 |                    |                |                       |    |              |           |           |        |
| 序号              |                    | 敏感目标名称         |                       |    | 环境敏感特征       | 水质目标      | 与排放点距离/km |        |
| 1               |                    | 生态保护红线         | 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区 |    | 重要渔业资源产卵场    | /         | 0.30      |        |
| 2               |                    |                | 遮浪长沟村海岸防护物理防护极重要区     |    | 海岸防护物理防护极重要区 | /         | 0.72      |        |
| 3               |                    |                | 施公寮海岸防护物理防护极重要区       |    | 海岸防护物理防护极重要区 | /         | 1.41      |        |
| 4               |                    |                | 遮浪重要滩涂及浅海水域           |    | 重要滩涂及浅海水域    | /         | 3.01      |        |
| 5               |                    |                | 广东遮浪半岛国家海洋自然公园        |    | 海岸防护物理防护极重要区 | /         | 4.01      |        |
| 6               |                    |                | 遮浪半岛海岸侵蚀极脆弱区          |    | 海岸侵蚀极脆弱区     | /         | 4.29      |        |
| 7               |                    |                | 捷胜海岸侵蚀极脆弱区            |    | 海岸侵蚀极脆弱区     | /         | 5.20      |        |
| 8               |                    |                | 大湖镇湖仔村海岸防护物理防护极重要区    |    | 海岸防护物理防护极重要区 | /         | 6.88      |        |
| 9               |                    |                | 捷胜重要渔业资源产卵场           |    | 重要渔业资源产卵场    | /         | 7.62      |        |
| 10              | 碣石湾海马珍稀濒危物种分布区     |                | 珍稀濒危物种分布区             | /  | 9.95         |           |           |        |
| 11              | 碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场   |                | 重要渔业资源产卵场             | /  | 10.16        |           |           |        |
| 12              | 遮浪南重要渔业资源产卵场       |                | 重要渔业资源产卵场             | /  | 10.20        |           |           |        |
| 13              | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区     |                | 重要滩涂及浅海水域             | /  | 11.02        |           |           |        |

|  |    |        |                    |                        |                |   |       |
|--|----|--------|--------------------|------------------------|----------------|---|-------|
|  | 14 |        | 螺河重要河口             |                        | 重要河口           | / | 14.35 |
|  | 15 |        | 金厢重要渔业资源产卵场        |                        | 重要渔业资源产卵场      | / | 15.98 |
|  | 16 |        | 乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区 |                        | 海岸防护物理防护极重要区   | / | 16.34 |
|  | 17 |        | 金厢海岸防护物理防护极重要区     |                        | 海岸防护物理防护极重要区   | / | 19.78 |
|  | 18 |        | 金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区 |                        | 海岸防护物理防护极重要区   | / | 20.66 |
|  | 19 | 自然保护地  | 整合优化前              | 汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区 | 人工鱼礁、重要渔业资源产卵场 | / | 2.25  |
|  | 20 |        |                    | 广东红海湾遮浪半岛国家级海洋公园       | 海岸防护物理防护极重要区   | / | 4.21  |
|  | 21 |        |                    | 广东海丰鸟类省级自然保护区          | 鸟类、重要滩涂及浅海水域   | / | 13.20 |
|  | 22 |        |                    | 汕尾陆丰玄武山-金厢滩省级风景名胜区     | 风景名胜区、自然公园     | / | 20.02 |
|  | 23 |        |                    | 陆丰碣石湾湿地自然保护区           | 湿地、自然保护区       | / | 23.11 |
|  | 24 |        | 整合优化后              | 广东遮浪半岛国家级海洋公园          | 海岸防护物理防护极重要区   | / | 4.01  |
|  | 25 |        |                    | 汕尾海丰鸟类自然保护区            | 鸟类、重要滩涂及浅海水域   | / | 11.02 |
|  | 26 |        |                    | 汕尾陆丰玄武山-金厢滩风景名胜区       | 风景名胜区、自然公园     | / | 21.05 |
|  | 27 | 红树林    | 红树林                |                        | 红树林及其生境        | / | 4.61  |
|  | 28 | 珊瑚     | 金屿珊瑚群落             |                        | 珊瑚群落及其生境       | / | 1.72  |
|  | 29 | 珍稀海洋生物 | 海马                 |                        | 海马及其生境         | / | /     |
|  | 30 | 三场一通道  | 幼鱼、幼虾保护区           |                        | 幼鱼、幼虾          | / | 位于    |
|  | 31 |        | 南海北部幼鱼繁育场保护区       |                        | 经济鱼类           | / | 位于    |
|  | 32 | 自然岸线   | 自然岸线               |                        | 砂质岸线、基岩岸线、泥质岸线 | / | 0.72  |
|  | 33 | 严格保护岸线 | 严格保护岸线             |                        | 岸线生态、长度、性质     | / | 0.72  |
|  | 34 | 海岛*    | 施公寮岛               |                        | 礁盘生态及自然岸线      | / | 0.98  |
|  | 35 |        | 大担石                |                        |                | / | 1.08  |
|  | 36 |        | 扁担头西岛              |                        |                | / | 1.19  |
|  | 37 |        | 扁担头石               |                        |                | / | 1.19  |

|             |                |                |           |            |      |             |               |
|-------------|----------------|----------------|-----------|------------|------|-------------|---------------|
|             | 38             |                | 扁担头东岛     |            | /    | 1.19        |               |
|             | 39             |                | 石鼓门石      |            | /    | 1.52        |               |
|             | 40             |                | 酒瓶咀仔岛     |            | /    | 1.73        |               |
|             | 41             |                | 酒瓶咀       |            | /    | 1.73        |               |
|             | 42             |                | 金屿四岛      |            | /    | 1.95        |               |
|             | 43             | 人工<br>鱼礁       | 遮浪角西人工鱼礁区 | 渔业资源       | /    | 9.03        |               |
|             | 44             |                | 遮浪角东人工鱼礁区 |            | /    | 2.25        |               |
|             | 45             |                | 金厢南人工鱼礁区  |            | /    | 17.17       |               |
|             | 46             | 养殖<br>区        | 现状养殖      | 渔业资源       | /    | 8.58        |               |
|             | 47             | 国控<br>监测<br>站位 | GDN14010  | 水质         | /    | 9.71        |               |
|             | 48             |                | GDN14004  |            | /    | 10.92       |               |
|             | 49             |                | GDN14013  |            | /    | 17.38       |               |
|             | 50             |                | GDN14002  |            | /    | 17.59       |               |
|             | 51             |                | GDN14015  |            | /    | 20.34       |               |
|             | 52             | 海湾             | 碣石湾       | 海湾         | /    | 位于          |               |
|             | 海洋生态环境敏感程度 E 值 |                |           |            |      |             | E1            |
| 地<br>下<br>水 | 序<br>号         | 环境敏感区名称        |           | 环境敏<br>感特征 | 水质目标 | 包气带防<br>污性能 | 与下游厂<br>界距离/m |
|             | /              | /              | /         | /          | /    | /           | /             |
|             | 地下水环境敏感程度 E 值  |                |           |            |      |             | E2            |

注：\*评价范围内共分布有 250 个海岛，该表中仅列出距离溢油点 2km 范围内的海岛。

### 7.3.6 环境风险识别结果

经分析，本项目主要包括 7 个危险单元，分别为水运航线及港池水域、码头前沿、港区内运输路线、油污水处理站、生活污水处理站、危险废物暂存间。

(1) 水运航线及回旋水域：水上溢油，重点是对海洋生态环境的影响；

(2) 码头前沿：水上溢油及火灾爆炸，包括了对海洋生态环境和大气环境的影响；

(3) 第 9 类危险货物集装箱堆场：危险货物火灾爆炸，主要为对大气环境的影响；

(4) 港区内运输路线：危险货物火灾爆炸，包括了对地下水环境和大气环境的影响；

(5) 油污水处理站：含油污水发生渗漏，主要为对地下水环境的影响；

(6) 生活污水处理站：陆域生活污水发生渗漏，主要为对地下水环境的影响；



(7) 危废暂存间：废矿物油等危险废物发生泄漏或发生火灾，包括了对地下水环境和大气环境的影响。

环境风险识别汇总具体见表 7.3-7，危险单元分布具体见图 7.3-2。

表 7.3-7 建设项目环境风险识别表

| 序号 | 危险单元           | 风险源       | 主要危险物质          | 环境风险类型             | 环境影响途径      | 可能受影响的环境敏感目标 |
|----|----------------|-----------|-----------------|--------------------|-------------|--------------|
| 1  | 水运航线及港池水域      | 船舶油舱、危险货物 | 船舶燃油、危险货物中的危险物质 | 燃料油泄漏              | 海洋生态环境      | 见表 7.3-6     |
| 2  | 码头前沿           | 船舶油舱、危险货物 |                 | 燃料油泄漏、火灾爆炸及次生环境污染  | 海洋生态环境、大气环境 |              |
| 3  | 第 9 类危险货物集装箱堆场 | 危险货物集装箱存放 | 危险货物中的危险物质      | 火灾爆炸及次生环境污染        | 大气环境        |              |
| 4  | 港区内运输路线        | 危险货物      | 危险货物中的危险物质      | 火灾爆炸及次生环境污染        | 大气环境、地下水环境  |              |
| 5  | 油污水处理站         | 油污水       | /               | 含油污水渗漏             | 地下水环境       |              |
| 6  | 生活污水处理站        | 生活污水      | /               | 陆域生活污水渗漏           | 地下水环境       |              |
| 7  | 危废暂存间          | 废矿物油      | 油类物质            | 废矿物油等危险废物发生泄漏或发生火灾 | 大气环境、地下水环境  |              |



## 7.4 风险事故情形分析

根据 7.1 节风险识别，并结合项目特点，选择对环境影响较大并具有代表性的事故类型。

### 7.4.1 同类工程事故调查

#### 7.4.1.1 水上交通事故发生统计

根据广东省海事局在 2021 年~2023 年期间发布的《海上接警处置和险情分析》，2021 年，广东省海上搜救中心共接报各类海（水）上报警事件 358 宗，接报海（水）上遇险人员 2661 人，经全力组织救援，获救 2588 人，人命救助成功率 97.26%；遇险船舶 428 艘，获救船舶 380 艘，沉没船舶 48 艘。

2022 年，广东省海上搜救中心共接报各类海（水）上报警事件 378 宗，其中：伤病 107 宗，其他 87 宗，碰撞 65 宗，搁浅 54 宗，机损 29 宗，自沉 18 宗，火灾/爆炸 11 宗，触礁 5 宗，风灾 2 宗。海上遇险人员 2083 人，协调组织派出参与救助船舶 7689 艘次，协调组织派出救助飞机 124 架次，救起 2011 人，搜救成功率为 96.5%。

2023 年上半年，广东省海上搜救中心共接到各类遇险报警 129 宗，协调派出救助船舶 579 艘次，救助飞机 17 架次；遇险人员 1075 人，获救 1058 人，人命搜救成功率 98.4%，同比上升了 1.9 个百分点；遇险船舶 145 艘，获救 127 艘，船舶获救成功率 87.6%，同比下降了 1.2 个百分点。

#### 7.4.1.2 溢油事故统计与分析

项目运营后会增加局部航道的船舶密度，易发生施工船舶与其他过往船只碰撞事故。相关研究表明，施工船舶在雾中和能见度不良区域发生碰撞事故占全部碰撞事故数量的 30%~40%；大潮汛日前后 3d~4d 内碰撞事故频发，流速大、流态紊乱水域，导致操纵困难，碰撞事故较多，日常睡眠时间内事故较多，高峰为 23:00~5:00，次高峰为 13:00~15:00。

根据项目所处环境的实际情况，一旦发生船舶撞击事件，极有可能会导致溢油事故的发生。类比我国近岸海域溢油污染事故的发生状况，分析本项目船舶碰撞最大可信事故确定依据。

##### 1、国际船舶溢油事故统计

根据 2024 年全球油轮泄漏事故统计，过去半个世纪以来，油轮漏油量超过

7 吨的事故频率统计数据呈现出明显的下降趋势。自 20 世纪 70 年代以来，超过 7 吨漏油量的事故减少了 90%以上，泄漏数量逐渐减少。

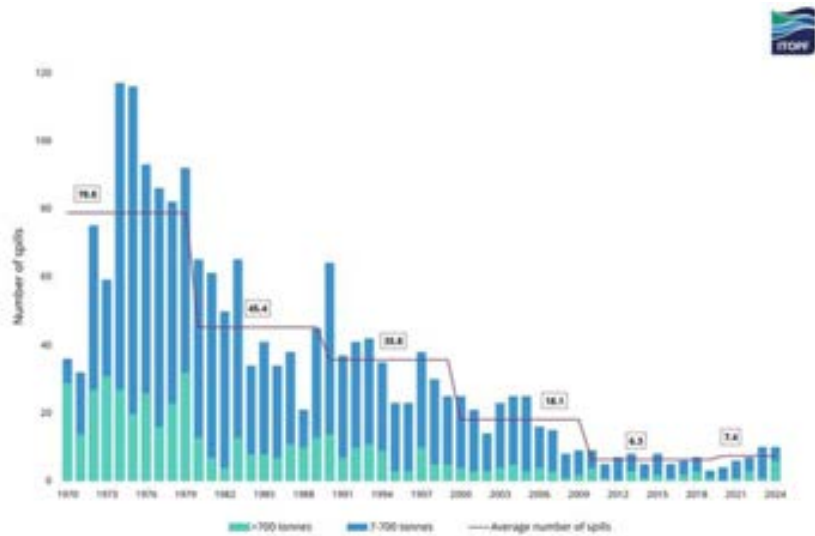


图 7.4-1 1970-2024 年中型（7-700 吨）和大型（>700 吨）油轮漏油量

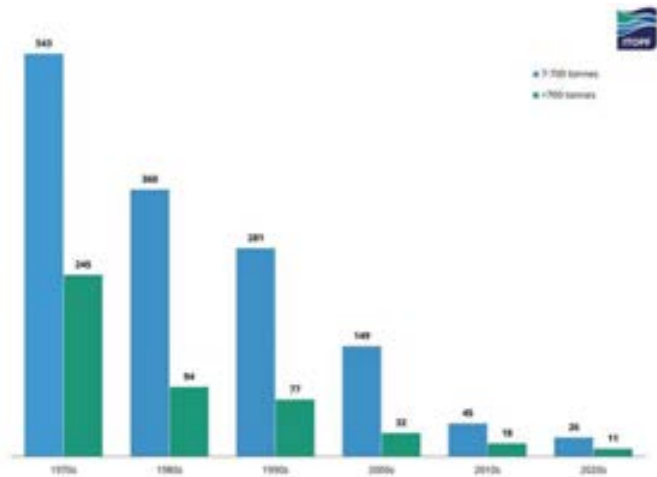


图 7.4-2 1970 年至 2024 年每十年中型（7-700 吨）和大型（>700 吨）油轮泄漏数量

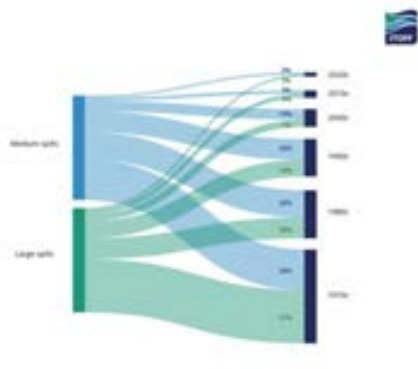


图 7.4-3 1970 年-2024 年中型（7-700 吨）和大型（>700 吨）油轮泄漏占每十年记录的百分比

所有记录中漏油量超过 7 吨的事故中,有四分之一属于大型油轮(>700 吨)。这些大型油轮泄漏事故中超过一半（51%）发生在 20 世纪 70 年代。

20 世纪 90 年代发生了 358 起 7 吨及以上的泄漏事故，导致 113.4 万吨石油流失；其中 73%的泄漏量仅由 10 起事故造成。在 2000 年代，发生了 181 起 7 吨及以上的泄漏事故，导致 19.6 万吨石油损失；其中 75%的泄漏量仅由 10 起事故造成。在 2010 年代，发生了 63 起 7 吨及以上的泄漏事故，导致 16.4 万吨石油流失；其中 91%的泄漏量仅发生在 10 起事故中。其中有一起事故约占泄漏石油总量的 70%。到目前为止，在 21 世纪 20 年代，已经发生了 37 起 7 吨及以上的泄漏事故，导致 3.8 万吨石油损失。其中 91%可归因于 10 起大型事故，9%可归因于其余 27 起事故。

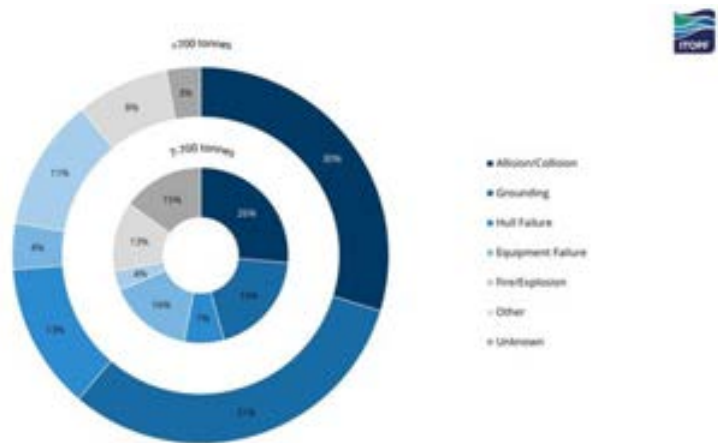


图 7.4-4 1970-2024 年期间，油轮泄漏的原因

根据统计，1970 年至 2024 年间记录的大多数漏油事故（>7 吨）是由碰撞/撞击和搁浅引起的，因此得出结论碰撞、搁浅等海损事故是船舶溢油事故的主要危险源。

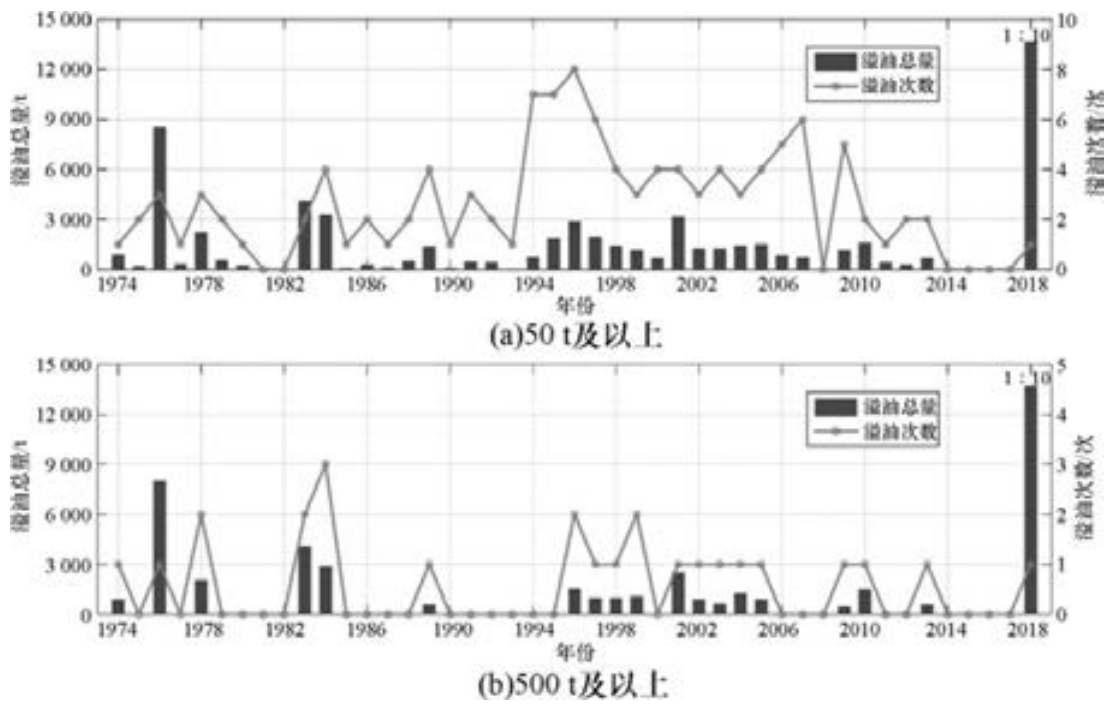
2、国内船舶溢油事故统计

从 1974~2018 年近 30 年以来，我国近海 50t 及以上海洋溢油事故共计 117 次，其中 50t 及以上溢油事故 92 次、500t 及以上溢油事故 24 次、3.4 万 t 及以上溢油事故 1 次；共造成油品损失 186105t。3 类溢油事故的年际变化如图 4.3.1-1 所示。

在溢油事故次数方面：①1974~2018 年我国近海 50t 及以上海洋溢油事故次数总体呈先增后减的态势。1993~1994 年事故次数明显增加，1994~1997 年为

事故高发期，其中 1996 年最高达到 8 次；2009 年后事故次数明显减少，2010～2018 年为事故低发期，其中 2014～2017 年事故次数为 0。②1974～2018 年我国近海 500t 及以上海洋溢油事故中，1984 年最高达到 3 次，1985～1995 年和 2006～2018 年事故次数较少。

在溢油总量方面：①连续大规模溢油事故出现在 1996～2005 年；②2018 年“桑吉”号溢油事故以高达 137000t 的溢油总量占历年溢油总量的 74%，成为我国历史上首次也是唯一一次灾难性海洋溢油污染事故（3.4 万 t 以上）；③500t 及以上溢油事故的溢油总量占比为 17%，50t 及以上溢油事故的溢油总量占比仅为 9%。



注：2018 年的溢油总量已按 1：10 的比例缩减展示

图 7.4-5 1974～2018 年我国海洋溢油事故次数与溢油总量的年际变化

发生海洋溢油事故的原因多种多样，1974～2018 年我国 50t 及以上海洋溢油事故发生原因主要是船舶在航行、靠离码头时，由于碰撞、触礁、搁浅、爆炸、船体破损、管道断裂、井喷等事故造成溢油。

经统计分析，我国海域发生的重大溢油事故中，船舶碰撞是我国海洋溢油事故发生的主要原因，触礁和沉没也是船舶溢油事故发生的常见原因，其中碰撞事故导致的溢油总量最大，触礁次之。其中，碰撞是导致海洋溢油事故次数最多（58 次）和溢油总量最大（159987t）的因素；触礁导致海洋溢油事故的溢油总量达到

10967t,仅次于碰撞;沉没和管道导致海洋溢油事故次数分别达到15次和10次,但溢油总量较小,分别为3903t和4465t。

据国内外溢油事故统计资料表明,船舶碰撞发生溢油事故最主要的原因是船舶突遇恶劣天气,风大、流急、浪高,加之轮机失控,造成船舶触礁和搁浅,引发重大溢油事故发生,事故发生地点主要在河口、港湾、沿海等近岸水域。

### 3、广东省内船舶交通事故统计

《广东水上交通安全情况新闻发布会》(2024年1月10日)上的公开资料显示2023年,广东2023年全年没有发生较大等级及以上水上交通事故,水上交通事故“四项指标”(水上交通事故起数、死亡失踪人数、沉船艘数、直接经济损失)同比全面下降,比2022年分别下降了31.0%、64.2%、55.6%、85.7%,事故四项指标低位运行,水上交通安全形势总体稳定。商渔船碰撞事故起数和死亡失踪人数同比下降33%、55%,商渔船碰撞事故得到有效遏制。

根据《2023年上半年辖区水上交通安全形势分析报告》,2023年上半年,辖区列入统计范围的水上交通事故5起,死亡失踪6人,沉船1艘,经济损失约882万元,与2022年上半年相比较,事故四项指标三降一升。分别是:事故起数下降54.5%、死亡失踪人数下降25%、沉船艘数均下降66.7%,直接经济损失上升12.8%。与近三年同期相比全面下降:事故起数下降64.3%,死亡失踪人数下降64.0%,沉船艘数下降82.4%,直接经济损失下降60.7%;与近五年同期相比也是全面下降:事故起数下降68.4%,死亡失踪人数下降68.1%,沉船艘数下降82.1%,直接经济损失下降63.3%。

#### 7.4.1.3船舶火灾事故统计

根据《2024船舶安全风险报告》,船舶火灾每年都会造成人员伤亡和船舶本身的严重损坏,数据显示,船龄较大的船舶更容易发生机舱火灾,船龄介于25~30年的船舶发生火灾的频率达到顶峰。机舱是船舶动力的核心所在,不仅存在热源表面,又存在燃油、滑油和物料等易燃物品,还有复杂的电器设备。机舱作为船舶机器设备的主要集中地,如果船员对机舱机器设备管理不当,在运行过程中机器设备发生故障,极易引发火灾。一旦机舱发生火灾由于内部结构复杂且通道狭窄,扑救难度相当大,因此,船舶机舱火灾一直是行业内关注的重中之重。统计显示,2024年全球报告了165起船舶火灾事故,同比增长27%,为10年来最高,

主要为集装箱船舶火灾、爆炸等。

#### 7.4.1.4 集装箱船舶水域污染事故统计

对集装箱船、危险品箱、集装箱码头的突发性风险事故的典型案例分析，可以反映出在这些运输环节和某种特定的情况下，有可能发生的典型突发风险事故。以下这些事故是来自交通部海事局的典型案例，均属于国内曾经发生过的，具有代表性的事故案例。

##### （1）危险货物集装箱突然冒毒烟或漏液事故

2004 年 4 月 2 日，中国籍“中远汉堡”集装箱班轮，在行驶途中，危险货物集装箱突然冒毒烟，后经分析认定为氯化氢气体，系该集装箱运输货物中的甲基三氯硅烷泄漏所致。

2018 年 3 月 28 日凌晨，上海洋山港停泊的一艘外籍货轮“普埃洛”轮上一只 20 英尺集装箱发生泄漏，箱内当时载有 17.05 吨易燃液体“环己烷”。据船方估算泄漏速度达到每小时 40 升。

##### （2）集装箱落水事故

2000 年 8 月，一艘法国籍集装箱船在长江口遇台风袭击，船上三层以上 300 个集装箱落入海中，其中有危险货物集装箱，但无箱体破损。

2001 年 4 月 2 日，中国籍集装箱船“广源 9”在上海港黄浦江因与他船碰撞，致使集装箱落入江中，其中 3 只集装箱载剧毒危险货物，没有破损。

2003 年 11 月 5 日，长江安徽芜湖段，一艘集装箱因雾中紧急避让小船，导致船体倾斜，20 多只集装箱倾入长江，其中多个集装箱装有危险货物黄磷，无箱体破损。

2019 年 1 月 2 日凌晨，地中海航运旗下的一艘名为“MSC Zoe”超大型集装箱船在北海遭遇恶劣天气，超 270 个集装箱落水。其中三个集装箱装载了有机过氧化物。存在箱体破损。

##### （3）危险货物集装箱受热分解起火事故

2003 年 8 月 3 日，巴拿马籍集装箱船“意实”号在深圳大鹏湾海域起火，原因是船上集装箱内的物品受热分解引起内部起火。该艘外轮总吨位 69246 吨，船上共有 3709 个集装箱货柜，共装有 47 个危险货物集装箱，起火时正在大鹏湾的 4 号锚地待泊进港。起火点周边的 25 个集装箱中的 8 个打火机集装箱于 8 月



5 日安全过驳离，解除了集装箱爆炸的危险。深圳搜救机构出动了多艘消防船，使用高压消防喷水枪不停向船上的集装箱喷水降温，部分集装箱烧黑变形后发出刺鼻焦味。事故现场冒烟箱最多时约有 60 个，救助人员尽快吊离失火外轮上的集装箱，对于完好、燃烧不大的集装箱直接吊离。

2019 年 5 月 25 日泰国林查班港的“KMTCHONGKONG”号集装箱船发生爆炸和火灾事故，爆炸原因是储存有危险化学品集装箱发生自燃（为瞒报危险化学品）。初步调查发现总计有 18 个集装箱装有化学品，其中 13 个集装箱的含有次氯酸钙，5 个集装箱含有石蜡。爆炸和火灾导致 130 多人受伤，其中 50 人因烧伤而住院治疗。

#### （4）灾害天气致使大型装卸集装箱机械落海事故

1996 年 9 月 9 日，15 号台风正面袭击湛江港，风力 12 级以上，台风半径 112km，湛江港第一、三、五区和集装箱公司遭受建国以来最严重的台风袭击，损失严重。一台集装箱装卸桥和多台门式起重机落入海中（全损），55 台大型装卸机械不同程度受损，主要是在台风来临前，没有将机械设备做好稳固工作。这类事故不属于环境灾害事故。

### 7.4.1.5 陆域范围内污染事故统计与分析

#### 1、危险货物集装箱堆场事故案例分析

装卸和堆存过程潜在事故主要是有发生火灾爆炸次生污染。相对于水上污染事故而言，危险货物箱的岸上污染事故发生概率极低。近年来典型案例：

（1）2015 年 8 月 12 日，位于天津滨海新区塘沽开发区的天津东疆保税港区瑞海国际物流有限公司所属危险品仓库发生爆炸，事故造成 165 人遇难，8 人失踪 798 人受伤住院治疗；304 幢建筑物、12428 辆商品汽车、7533 个集装箱受损。事故起因是瑞海公司危险品仓库运抵区南侧集装箱内的硝化棉由于湿润剂散失出现局部干燥，在高温（天气）等因素的作用下加速分解放热，积热自燃，引起相邻集装箱内的硝化棉和其他危险化学品长时间大面积燃烧，导致堆放于运抵区的硝酸铵等危险化学品发生爆炸。通过分析事发时瑞海公司储存的 111 种危险货物的化学组分，确定至少有 129 种化学物质发生爆炸燃烧或泄漏扩散，其中，氢氧化钠、硝酸钾、硝酸铵、氰化钠、金属镁和硫化钠这 6 种物质的重量占到总重量的 50%。同时，爆炸还引燃了周边建筑物以及大量汽车、焦炭等普通货物。本

次事故残留的化学品与产生的二次污染物逾百种，对局部区域的大气环境、水环境和土壤环境造成了不同程度的污染。

(2) 2017 年 11 月 10 日 16 时 37 分，盐田港三期 20f47 间 4 行 4 个高的一条藏有电源适配器、锂电池等货物的 20 尺货柜发生起火(为瞒报的危险化学品)。

(3) 2024 年 8 月，盐田港装满电池货的 1x40 重柜在码头堆场发现起烟，卸货港:长滩，货名：锂离子蓄电池，UN 号：3480。盐田区消防和海事对该柜展开了应急处置，货物从柜里倒出之后出现明火燃烧，进行处置后状况稳定。火灾现场烧毁集装箱内锂电池等货物，过火面积约 8 平方米，无人员伤亡，起火原因因为锂电池热失控。

根据对同类集装箱码头发生的事故分析可，未发现在运输中的货柜式储能装置爆炸，主要是由于货柜式储能装置最贵、质量最可靠、最规范，其发生事故的极小；根据目前收集到的事故案例，主要还是小型的锂电池容易起火，主要是因为产品质量参差不齐，且由于小型锂电池较小，一般不会发生爆炸，主要是发生火灾，事故时烟气通过泄压安全阀排放。

## **2、危险货物集装箱堆存事故概率计算**

### **(1) 固态危险货物泄漏事故**

本项目所有危险货物均为固态，不涉及液态危险货物。固态危险货物在运输过程中需按照《国际危规》包装要求进行妥善包装，一般在独立小件包装的基础上再装入集装箱运输。发生箱体破裂且内包装泄漏的可能性很小，另外固体危险货物发生泄漏后一般能够及时进行清扫回收利用，泄漏后造成的影响较小。因此本评价中不作为最大可信事故。

### **(2) 火灾爆炸事故**

根据同类项目事故案例分析可知,锂电池在集装箱堆存或运输过程中发生的事故案例屡见不鲜，主要原因是锂电池的化学特性使其在高温、短路、挤压或不当操作下容易引发火灾或爆炸。本项目环境风险事故情形类型主要为：

火灾是工业生产过程常见的风险事故，锂电池等易燃物料易造成火灾并引起锂电池爆炸。锂电池内储存的电能在储运过程可能会发生引发爆炸事故。爆炸产生的破碎物四处飞散，产生的冲击波会毁坏周围的建筑及废气处理环境，导致危险物质进入大气环境和水环境，对周围环境产生严重危害。

火灾爆炸过程中的伴生/次生污染：火灾产生的烟尘、CO、NO<sub>2</sub>及其他有毒有害化学物质，对周围大气环境及人群产生影响。

### 3、陆域范围其他风险事故

危废贮存间暂存的危险废物主要为废矿物油，最大暂存量约 2t。危险贮存间严格按照规范进行了防腐、防渗、防泄漏措施，贮存间的危险废物严格按照规范进行收集、包装、贮存，且包装桶较小，发生事故的风险较低，且危害较小。

## 7.4.2代表性危险物质的确定

根据风险事故情景，筛选典型危险物质。

I.船舶燃料油泄漏，主要发生在海域范围，即航道和港池的事故情景。

II.危险货物发生火灾爆炸及伴生/次生污染，包括海域和陆域范围。

通过对本项目经营货种的分析，典型危险物质筛选通过对比分析各类货种的装卸量、毒性、水溶性、与水反应性、火灾危险性、腐蚀性、包装形式、临界量及大气终点浓度、预测参数的可得性等方面，筛选代表性危险物质。具体分析如下：

### 1、设计堆存数量

根据工程分析，本项目危险品箱为第 9 类锂电池，堆存在重箱堆场外侧区域，堆高不超过三层，单独设置一台起重机进行装卸作业，设计吞吐量为 4.75 万 TEU，最大暂存量为 100TEU。

### 2、包装形式

固态物质一般包装严密，即使因事故落入水中一般可以整箱打捞，箱体保持完整。固态物质的事故风险主要集中在储存环境变化或撞击可能导致危险货物火灾、甚至爆炸，并导致危险货物内的有毒有害物质、次生污染物暴露至环境中。

### 3、毒性

本项目港区周边 5km 范围内约 9.2 万人，以大气环境风险影响尤为突出。因此，本评价在筛选典型物质时重点关注化学品对人类呼吸的影响。经过筛选可知，本项目的经营货种不涉及列入国家剧毒化学品目录、危险化学品名录（2022 年版）中的物质和毒性气体。

### 4、火灾危险性

本项目的经营货种不涉及各类爆炸品和自反应物质。本项目火灾危险性主要

来源于以下方面：

锂电池等固态物质因储存环境变化导致物质自燃甚至爆炸，一般是在高温、短路、挤压或不当操作下容易引发火灾或爆炸。

5、临界量

对照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中附录 B (临界量)，优先筛选临界量较低的物质作为重点评价对象。

6、相关预测参数的可得性

考虑到需对典型物质进行进一步模式预测和分析,各类物质的理化特性参数的可得性也是重点考虑的因素之一。为了确保结果的准确性，优先选常见的、理化特性参数相对齐全的物质。

经过上述筛选,最终确定本项目涉及的危险货物所产生的主要风险具体见表 7.4-1。

表 7.4-1 本项目典型风险物质筛选一览表

| 风险单元                        | 典型物质                             | 独立包装量    | 关注的环境风险                         | 选取原因                         |
|-----------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------------|------------------------------|
| 水运航线及港池水域、码头前沿              | 船舶燃料油                            | 单舱，2452t | 燃料油泄漏对海洋生态环境的影响                 | 在一定可能性区间内发生的事故中，造成环境危害最严重的事故 |
| 码头前沿、第 9 类危险货物集装箱堆场、港区内运输路线 | 锂电池（UN3090、UN3091、UN3480、UN3481） | 箱装，20t   | 火灾爆炸及次生环境污染对大气环境的影响             |                              |
| 油污水处理站、生活污水处理站              | 石油烃                              | /        | 液体泄漏，对地下水环境的影响                  |                              |
| 危废暂存间                       | 废矿物油                             | 桶装，2t    | 泄漏对地下水环境的影响或发生火灾及次生环境污染对大气环境的影响 |                              |

7.4.3 风险事故情景（最大可信事故）的确定

根据上述危险源识别及国内外码头事故统计分析，确定本码头工程最大可信事故情景如下：

1、航道运输及港池的事故情景（海域范围），包括：

（1）航道运输、码头前沿操作性事故：

风险物质为船舶燃料油（不溶于水），考虑工况为夏季、冬季主导风向及不利风向，计算风速考虑各风向全年平均风速与允许作业的最大风速（六级风），重点分析对海洋生态环境造成的危害；

航道运输及港池和码头前沿操作性事故也可能发生危险货物燃烧、爆炸事故但考虑海上、港池距离居民点较远，且本项目的危险货物为固态物质，危险货物发生火灾爆炸事故对海洋的污染较小，因此航道运输及港池主要考虑溢油事故风险。

（2）陆域范围内的事故情景，可能发生在码头装卸、港区运输以及第 9 类危险货物集装箱堆场堆存，一般发现异常情况均移至应急处置区进行应急处置。主要考虑锂电池、废矿物油发生火灾、爆炸、泄漏事故，火灾、爆炸后产生的废气对大气环境的影响，消防废水对地下水环境的影响。

## 7.5源项分析

### 7.5.1海域事故源项分析

#### 1、货种选取

项目生产过程中可能涉及的风险物质为水运航线、码头区停泊船舶事故泄漏的燃料油。因此，本评价选择燃料油作为溢油风险事故的典型货种。

#### 2、泄漏位置

因碰撞和搁浅而导致的船舶溢油事故比例高达 55.3%，绝大部分都发生在近岸海域，回旋水域、进港航道交叉处、码头前沿为事故多发地，由于本项目回旋水域与码头前沿距离较近（<300m），本次评价选取更不利的回旋水域以及出港航道作为泄漏点位置，两个点位具有近岸海域船舶溢油事故的代表性，具体见图 7.5-1。

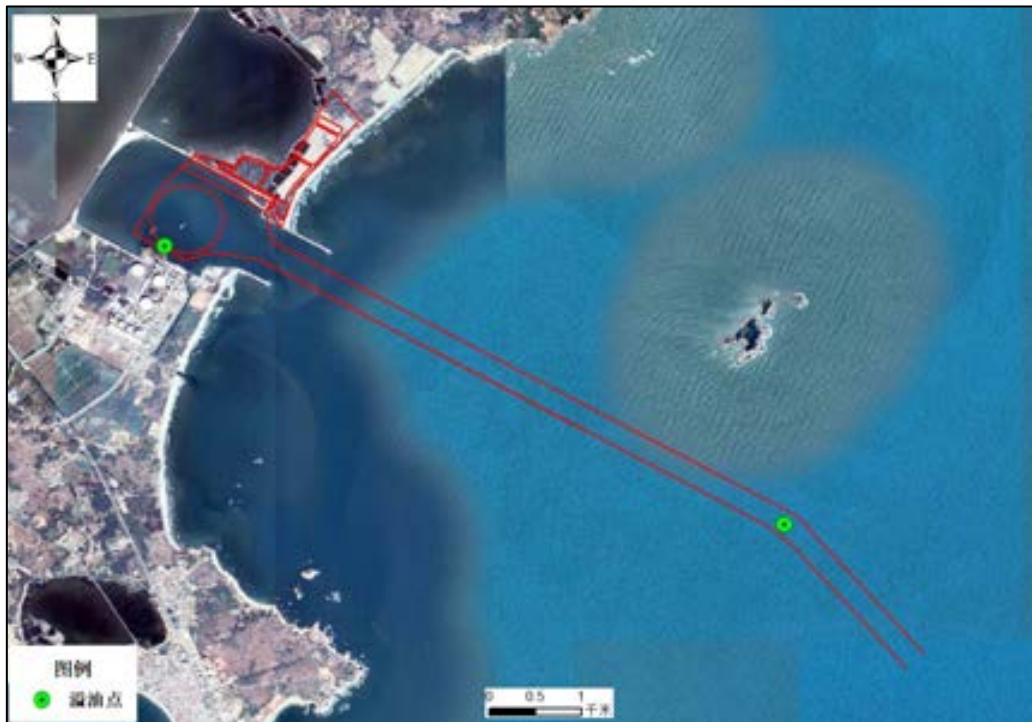


图 7.5-1 溢油源点位置示意图

### 3、泄漏量估算

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录 C 表 C.7，5.5~8.8 万吨级（GT）集装箱船燃油总舱容为 4400~10560 m<sup>3</sup>，单舱燃油量为 440~1408 m<sup>3</sup>，则 15 万吨级（DWT）集装箱船燃油总舱容为 22133m<sup>3</sup>，单舱燃油量为 3227 m<sup>3</sup>，载油率按 80%计，燃油密度按 0.95t/m<sup>3</sup> 计，则单艘船舶载油量为 16821t，单舱燃油量为 2452t。因此，假设项目码头前沿回旋水域船舶碰撞燃料油泄漏量为 2452t。

表 7.5-1 设计船型船舶载油量统计

| 船舶吨级（DWT）    | 燃油总舱容/m <sup>3</sup> | 单舱燃油量/m <sup>3</sup> | 燃油密度 t/m <sup>3</sup> | 载油率 | 单艘船舶载油量 t | 单舱燃油量/t |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----|-----------|---------|
| 15 万吨级集装箱船 1 | 22133                | 3227                 | 0.95                  | 80% | 16821     | 2452    |
| 15 万吨级集装箱船 2 | 22133                | 3227                 | 0.95                  | 80% | 16821     | 2452    |
| 合计           | 44267                | /                    | /                     | /   | 33643     | 4904    |

## 7.5.2陆域火灾事故次生污染源项的确定

本项目陆域事故主要考虑锂电池等发生火灾产生的次生污染物。正常情况下，集装箱装卸和堆存过程都有专人负责，且管理比较严格，火灾爆炸事故发生的可

能性较小，且即使事故发生，一般都会及时得到控制。本项目在第 9 类危险货物集装箱堆场旁设置有应急处置场地、应急处置池（有效容积 80m<sup>3</sup>）、雨水回用池（有效容积 300m<sup>3</sup>）及事故水池（有效容积 700m<sup>3</sup>），可有效迅速应对突发状况。

本项目第 9 类危险货物集装箱堆场室外消火栓流量为 40L/s，包含了灭火水量和对相邻集装箱降温的水量，因此多箱同时燃烧爆炸的事故概率较低。参照《港口危险货物集装箱堆场设计规范》（JTS176-2020），火灾延续时间不小于 3h，本评价按照燃烧 3h 计算次生污染物的总释放量。

根据对同类集装箱码头发生的事故分析可知，未发现在运输中的货柜式储能装置爆炸，主要是由于货柜式储能装置是最贵、质量最可靠、最规范的；根据目前收集到的事故案例，主要还是小型的锂电池容易起火，主要是因为产品质量参差不齐，且由于小型锂电池较小，一般不会发生爆炸，主要是发生火灾，事故时烟气通过泄压安全阀排放。本项目事故情景假设 1 个 20t/箱的小型锂电池集装箱发生火灾事故，火灾持续时间 3h。

同时锂电池燃烧产生的有毒烟雾和气体（如氟化物、一氧化碳等）对人体呼吸系统、消化系统和眼睛等造成损害，并可能导致组织缺氧、中毒等严重后果火灾或爆炸过程中释放的有毒烟雾和气体可能污染大气环境，影响空气质量。

1、物料火灾燃烧速度计算

考虑锂电池中主要可燃烧的物质是电解液中易燃成分，主要为碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲乙酯。

表 7.5-2 项目易燃物料含碳量一览表

| 物质    | 分子式                                           | 分子量    | 含碳量%   |
|-------|-----------------------------------------------|--------|--------|
| 碳酸二甲酯 | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>  | 90.08  | 40.00% |
| 碳酸二乙酯 | C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub> | 118.13 | 50.83% |
| 碳酸甲乙酯 | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>  | 104.10 | 46.14% |
| 碳酸乙烯酯 | C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>  | 88.06  | 40.91% |

碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲乙酯的沸点均高于环境温度其燃烧速度可根据下式进行计算：

$$\frac{dm}{dt} = \frac{0.001H_c}{C_p(T_b - T_a) + H_{vap}}$$

式中：dm/dt——燃烧速率，kg/（m<sup>2</sup>·s）；

$H_c$ ——液体燃烧热, J/kg;

$H_{vap}$ ——液体在常压沸点下的蒸发热 (气化热), J/kg;

$C_p$ ——恒压比热容, J/(kg·K);

$T_a$ ——环境温度, K。最不利气象条件下为 25℃, 即 298.15K。

$T_b$ ——液体的沸点, K。

注:  $H_c$ 、 $H_{vap}$ 、 $C_p$ 、 $T_b$  等参数参考《环境风险评价实用技术、方法和案例》(胡二邦 中国环境科学出版社)、《化学化工物性数据手册 有机化学(增订版)》及国家危险化学品安全公共服务互联网平台等相关资料查询。由于平台上并无碳酸甲乙酯液体燃烧热、液体蒸发热、恒压比热容等相关资料, 故仅计算碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯的燃烧速率。

表 7.5-3 项目火灾事故情形下物质的燃烧速率计算一览表

| 物质    | $H_c$<br>(J/kg) | $C_p$<br>J/(kg·K) | $T_b$<br>(K) | $T_a$<br>(K) | $H_{vap}$<br>(J/kg) | dm/dt<br>kg/(m <sup>2</sup> ·s) |
|-------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------------------|
| 碳酸二甲酯 | 14443           | 1832              | 363.15       | 298.15       | 1369.06             | 0.0001199                       |
| 碳酸二乙酯 | 22856175        | 1790              | 400.15       | 298.15       | 340303              | 0.0437118                       |
| 碳酸乙烯酯 | 9470815         | 1930              | 521.15       | 298.15       | 570066              | 0.0094665                       |

## 2、伴生/次生污染物产生量估算

火灾爆炸事故源强主要考虑发生火灾时在高温下迅速挥发释放至大气的未完全燃烧危险物质, 以及在燃烧过程中产生的伴生次生污染。本项目发生火灾事故, 火灾伴生/次生污染物中毒性较大的主要为物料不完全燃烧产生的 CO 以及电解液中的六氟磷酸锂热解或遇水分解产生氟化物。

### (1) 一氧化碳产生量估算

参照 HJ169-2018 中火灾伴生事故一氧化碳产生量计算方法如下:

$$G_{co}=2330qCQ$$

式中:

$G_{co}$ ——CO 的产生量, kg/s;

$C$ ——物质中碳的质量百分比含量, %;

$q$ ——化学不完全燃烧值, %。取 1.5%~6%, 本次取 6%;



$Q$ ——参与燃烧的物质质量，t/s。

由物质燃烧速度和燃烧面积确定。考虑一般是把集装箱中的锂电池倒出来进行燃烧，一个标准集装箱尺寸为长 5.69m× 宽 2.13m× 高 2.18m，燃烧面积按 2 倍的集装箱占比面积考虑，近似取 24m<sup>2</sup>。

据此计算，最不利气象条件下，CO 的产生量为 0.0118kg/s，按照燃烧 3h 计算的总释放量，0.1278t。

表 7.5-4 项目最不利气象条件下 CO 源强估算一览表

| 物质         | $C$   | $q$ | $Q$      | 燃烧面积           | 燃烧速率                   | $G$      | 总释放量     |
|------------|-------|-----|----------|----------------|------------------------|----------|----------|
| 单位         | %     | %   | t/s      | m <sup>2</sup> | kg/(m <sup>2</sup> ·s) | kg/s     | t        |
| CO (碳酸二甲酯) | 40    | 6   | 0.000003 | 24             | 0.00012                | 0.000161 | 0.001738 |
| CO (碳酸二乙酯) | 50.83 | 6   | 0.000097 | 24             | 0.043712               | 0.006909 | 0.074613 |
| CO (碳酸乙烯酯) | 40.91 | 6   | 0.000083 | 24             | 0.009466               | 0.004766 | 0.051473 |
|            |       |     |          |                | 0.053298               | 0.0118   | 0.1278   |

## (2) 氟化氢产生量估算

当 1 个 20t/箱的小型锂电池集装箱发生火灾事故、且电解液泄漏出来。暴露空气中或加热时六氟磷酸锂热解或遇水分解为氟化锂、氟元素，考虑 5 个氟元素出来。氟化氢的产生量按以下公式进行估算：

$$G_{HF} = qQ/19 \times 20$$

式中：

$G_{HF}$ ——HF 的产生量，kg/s；

$q$ ——六氟磷酸锂中热解或遇水分解出来的氟元素的占比，取 62.5%；

$Q$ ——六氟磷酸锂的物质质量，t/s。

经计算，一个 20t 箱的锂电池集装箱发生火灾释放的氟化氢源强为：最不利气象条件下，HF 的产生量为 0.0274kg/s，按照燃烧 3h 计算的总释放量为 0.2961t。

表 7.5-5 项目最不利气象条件下 HF 源强估算一览表

| 物质 | $Q\%$ | $Q$ (t/s) | $G$ (kg/s) | 总释放量 t |
|----|-------|-----------|------------|--------|
| HF | 62.5  | 0.000026  | 0.0274     | 0.2961 |

注：六氟磷酸锂中热解或遇水分解为氟化锂、氟元素，考虑 5 个氟元素出来；一般而言，

一次火灾燃烧不超过 3h，按照燃烧 3h 计算总释放量。

### 7.5.3 地下水环境风险事故源项分析

根据地下水污染源及污染途径分析，本项目地下水污染主要为点源或线源间断性或连续型污染，重点区域包括油污水处理站、生活污水处理站以及危废暂存间等。本次评价非正常状况主要包括：污水收集管道破裂、污水处理池体防渗层破损、危废暂存间泄漏等。

根据项目废水污染物产生情况，按照重金属、持久性有机污染物和其他类别对特征因子进行分类，并对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取标准指数最大的因子作为预测因子，本项目不涉及重金属、持久性有机污染物类别的污染物，因此本项目地下水环境影响预测选取  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  作为预测因子。

## 7.6 风险预测与评价

### 7.6.1 海洋生态环境风险评价

#### 7.6.1.1 溢油模型选取

##### 1、溢油模型简介

海上的溢油行为受气象条件和潮流特性等环境条件以及溢油本身化学性质的影响，会经历十分复杂的物理化学变化过程。溢油运动包括自身扩展、漂移和风化。油膜的扩展过程是由于其自身的重力、惯性力、粘性力以及表面张力相互作用的结果，可按主导作用力的不同将其划分为三个阶段。漂移运动是指溢油在风、潮流等环境因素作用下的对流过程和紊动扩散。风化作用包括了溢油的蒸发、乳化和溶解等生化反应。本溢油模型根据模拟得到的水动力基础数据建立项目所在海域溢油扩散预测模型。模拟溢油在海上的扩展、漂移和风化过程。

根据经过验证的水动力模型建立溢油扩散数学模型。采用拉格朗日随机走动法计算溢油漂移轨迹的“油粒子”模式，模拟溢油在海上的扩展、漂移和风化过程。

##### (1) 输移过程

油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程，这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

##### ① 扩展运动

采用修正的  $Fay$  重力-粘力公式计算油膜扩展过程：

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt}\right) = K_a A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right)^{4/3}$$

式中,  $A_{oil}$  为油膜面积,  $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ ,  $R_{oil}$  为油膜直径;  $K_a$  为系数;  $t$  为时间; 油膜体积为  $V_{oil} = \pi \cdot R_{oil}^2 \cdot h_s$ ;  $h_s$  为初始油膜厚度, 取 10cm。

### ②漂移运动

油粒子漂移的作用力主要为水流和风力, 油粒子总漂移速度计算公式如下:

$$U_{oil} = c_w \cdot U_w + U_s$$

式中,  $U_{oil}$  为油粒子总漂移速度;  $c_w$  为风漂移系数, 取值一般为 0.03~0.04 之间;  $U_w$  为水面上 10 米处的风速;  $U_s$  为表面流速。

### ③紊动扩散

假定水平扩散各向同性, 一个时间步长内  $\alpha$  方向上可能的扩散距离  $S_\alpha$  可表示为:

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \cdot \sqrt{6D_\alpha \cdot \Delta t_p}$$

式中,  $[R]_{-1}^1$  为 -1 到 1 的随机数,  $D_\alpha$  为  $\alpha$  方向上的扩散系数。

## (2) 风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程, 在这些过程中油粒子的组分发生改变, 但油粒子水平位置没有变化。

### ①蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定: 在油膜内部扩散不受限制 (气温高于 0°C 以及油膜厚度低于 5~10cm 时基本如此); 油膜完全混合; 油组分在大气中的分压与蒸汽压相比可忽略不计。蒸发率可由下式表示:

$$N_i^e = k_{ei} \cdot P_i^{SAT} / RT \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \cdot [m^3 / m^2 s]$$

其中  $N$  为蒸发率;  $k_e$  为物质输移系数;  $P^{SAT}$  为蒸汽压;  $R$  为气体常数;  $T$  为温度;  $M$  为分子量;  $\rho$  为油组分的密度;  $i$  为各种油组分。

### ②乳化

形成水包油乳化物过程, 油向水体中的运动机理包括溶解、扩散、沉淀等。

扩散是溢油发生后最初几周内最重要的过程。扩散是一种机械过程，水流的紊动能将油膜撕裂成油滴，形成水包油的乳化。这些乳化物可以被表面活性剂稳定，防止油滴返回到油膜。在恶劣天气状况下最主要的扩散作用力是波浪破碎，而在平静的天气状况下最主要的扩散作用力是油膜的伸展压缩运动。从油膜扩散到水体中的油分损失量计算公式如下：

$$D = D_a \cdot D_b$$

其中  $D_a$  是进入到水体的分量； $D_b$  是进入到水体后没有返回的分量。

油滴返回油膜的速率为

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

形成油包水乳化物过程

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$$

$R_1$ 、 $R_2$  分别为水的吸收速率和释出速率。

### ③溶解

溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{dsi}}{dt} = K_{Si} \cdot C_i^{sat} \cdot X_{moli} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil}$$

其中  $C_i^{sat}$  为组分  $i$  的溶解度； $X_{moli}$  为组分  $i$  的摩尔分数； $M_i$  为组分  $i$  的摩尔重量， $K_{Si}$  为溶解传质系数。

## 2、模型预测范围与计算参数

溢油模型的预测范围、边界条件与上文水动力模型一致，即采用非结构网格，计算时间为 2021 年 10 月 15 日 00:00~2021 年 10 月 30 日 00:00。燃料油以连续点源的形式泄漏，模型忽略油膜的初始重力扩展阶段。

### 7.6.1.2 溢油模拟预测输入条件

#### 1、油种和油量

燃料油泄漏量为 2452t。

#### 2、溢油发生点

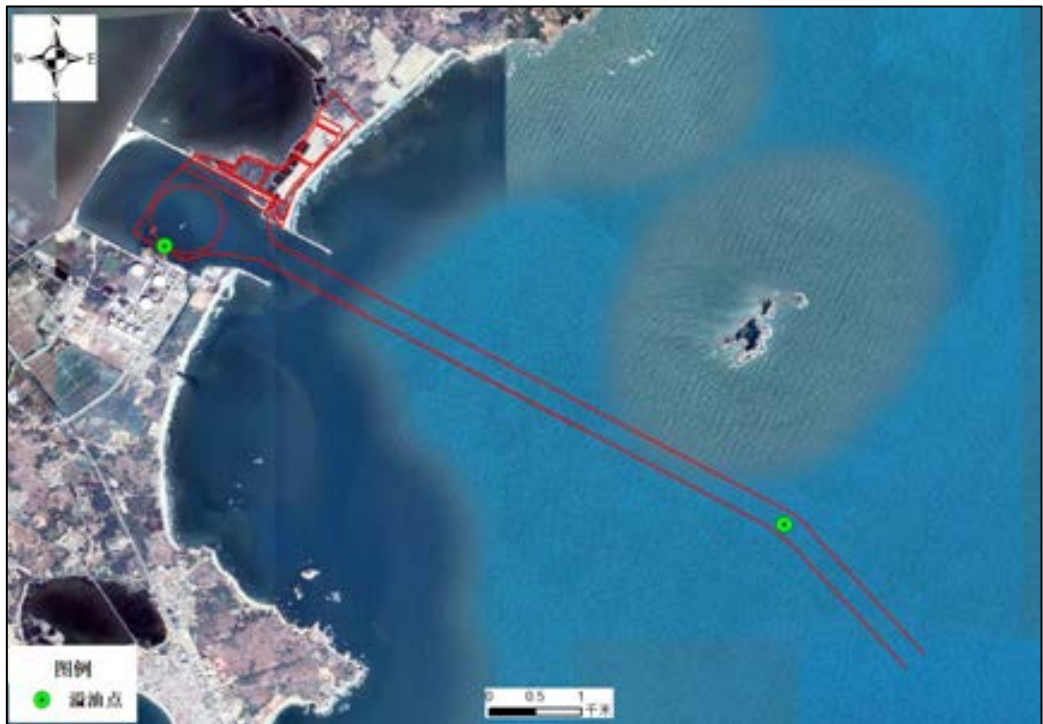


图 7.6-1 溢油源点位置示意图

### 3、风况选取

根据陆丰气象站近 20 年（2005 年~2024 年）的风速和风向频率数据，项目附近所在海区冬季的常风向为东北风向（NE 向），风速取多年平均风速为 2.5m/s，夏季常风向为西南向风（SW 向），风速为 2.4 m/s。项目南侧临近汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区，北侧有汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，因此该作业区溢油点 2 的最不利风向分别取 N 风向和 S 风向，不利风速取为六级风的最大值，约为 13.8m/s。

### 4、计算工况

结合本工程实际情况，预测以燃料油作为油品的主要代表，考虑连续 1h 溢油的情况，考虑到大潮期间潮流流速较大，油膜在大潮期扩散范围最大，选择大潮作为主要的潮流形式，溢油发生时刻分涨初和落初两种时刻。

各种风险条件及事故发生地点的情景组合情况如表 7.6-1 所示。

表 7.6-1 项目油品泄漏事故预测工况一览表

| 工况 | 溢油位置                           | 泄漏量 (t) | 风向        | 风速 (m/s) | 发生时刻 |
|----|--------------------------------|---------|-----------|----------|------|
| 1  | 回旋水域<br>(115.557952,22.714389) | 2452    | 夏季主导风向 SW | 2.4      | 大潮涨初 |
| 2  |                                |         |           |          | 大潮落初 |
| 3  |                                |         | 冬季主导风向 NE | 2.5      | 大潮涨初 |
| 4  |                                |         |           |          | 大潮落初 |

| 工况 | 溢油位置                           | 泄漏量 (t) | 风向        | 风速 (m/s) | 发生时刻 |
|----|--------------------------------|---------|-----------|----------|------|
| 9  | 进港航道<br>(115.618737,22.686996) | 2452    | 夏季主导风向 SW | 2.4      | 大潮涨初 |
| 10 |                                |         |           |          | 大潮落初 |
| 11 |                                |         | 冬季主导风向 NE | 2.5      | 大潮涨初 |
| 12 |                                |         |           |          | 大潮落初 |
| 13 |                                |         | 不利风向 SSE  | 13.8     | 大潮涨初 |
| 14 |                                |         |           |          | 大潮落初 |
| 15 |                                |         | 不利风向 NE   | 13.8     | 大潮涨初 |
| 16 |                                |         |           |          | 大潮落初 |

### 7.6.1.3溢油模型模拟结果

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，本报告选取大潮涨潮初期和落潮初期发生泄漏事故的情景进行计算，本项目海洋生态环境风险为一级评价，需计算给出 12h、24h、48h、72h 等不同代表性时刻的预测结果，统计油膜厚度大于 0.001mm 的影响范围、最大扫海面积和漂移距离，具体溢油事故模拟预测结果如下：

#### 一、回旋水域

在各风况情景下油膜漂移轨迹和扫海范围如图 7.6-2~图 7.6-5 所示，图中显示了当船舶在回旋水域处发生溢油事故时，油膜粒子经 72 小时后的漂移轨迹及扫海范围，表 7.6-2 列出了不同工况下溢油影响范围统计结果。

#### 1、夏季主导风向 (SW)

夏季风作用下，回旋水域发生溢油事故后，油粒子在风场和潮流作用下向东漂移，涨潮时油粒子在 1h10min 后开始抵岸吸附，3h15min 后全部吸附，此后油膜面积保持不变，72h 油膜最大扫海面积为 0.075 km<sup>2</sup>；涨潮时油粒子在 1h15min 后开始抵岸吸附，3h20min 后全部吸附，此后油膜面积保持不变，72h 油膜最大扫海面积为 0.069 km<sup>2</sup>。油膜扩散不会影响到周边的自然保护区、生态保护红线、国控点位等保护目标。

#### 2、冬季主导风向 (NE)

冬季风作用下，回旋水域发生溢油事故后，油粒子在风场和潮流作用下向西漂移，涨潮时油粒子在 15min 后开始抵岸吸附，此后油膜面积保持不变，72h 油膜最大扫海面积为 0.011 km<sup>2</sup>；落潮时油粒子在 15min 后开始抵岸吸附，此后油膜面积保持不变，72h 油膜最大扫海面积为 0.011 km<sup>2</sup>。油膜扩散不会影响到周边

的自然保护区、生态保护红线、国控点位等保护目标。

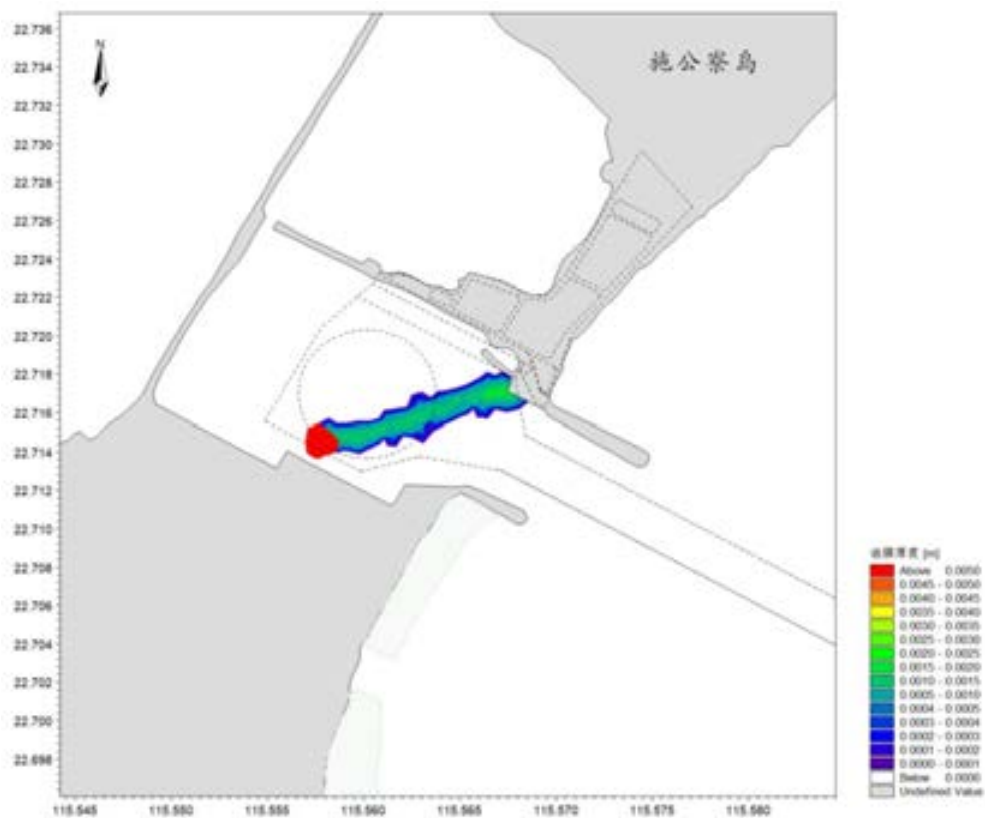


图 7.6-2 夏季风 2.4 m/s 回旋水域溢油 72h 扫海图（SW，涨潮）

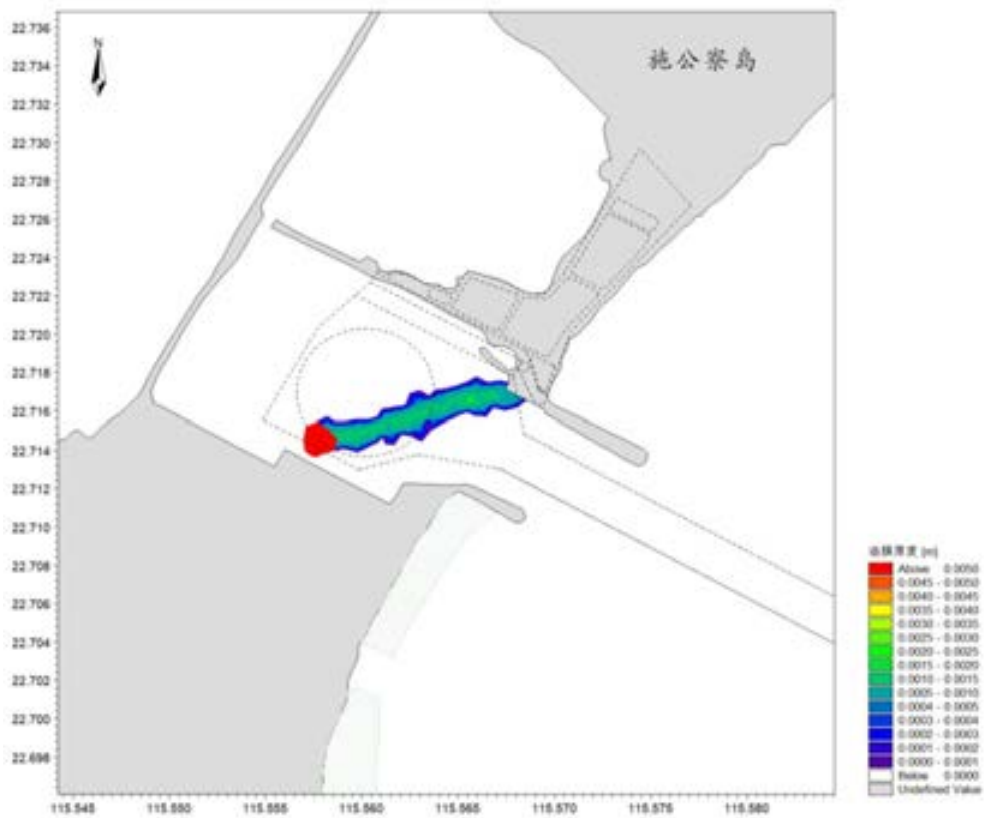


图 7.6-3 夏季风 2.4 m/s 回旋水域溢油 72h 扫海图（SW，落潮）

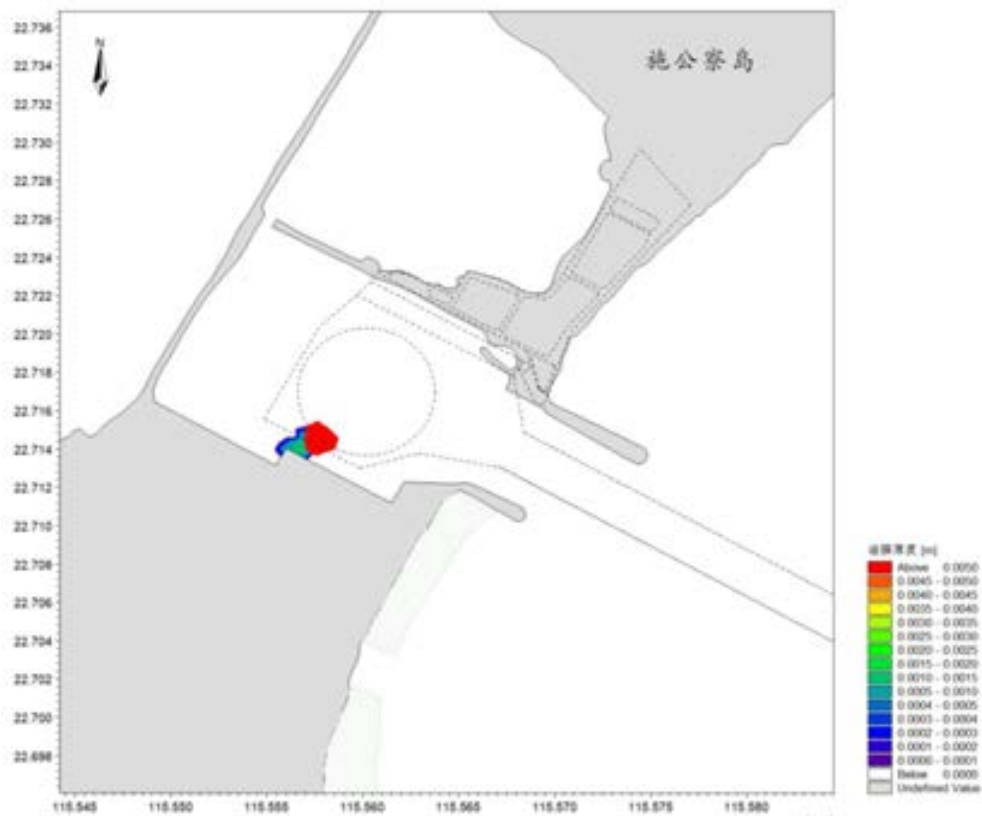


图 7.6-4 冬季风 2.5 m/s 回旋水域溢油 72h 扫海图（NE，涨潮）

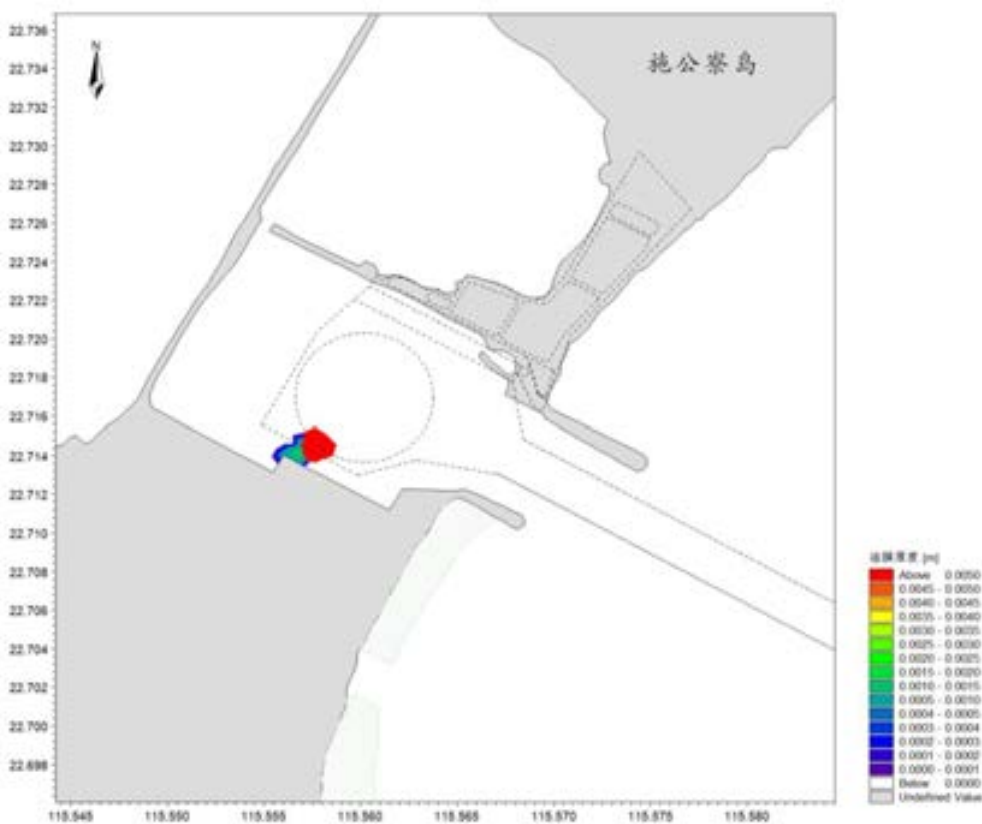


图 7.6-5 冬季风 2.5 m/s 回旋水域溢油 72h 扫海图（NE，落潮）



表 7.6-2 回旋水域发生溢油事故扫海面积、漂移距离及残余油量情况

| 风况                       | 溢油时刻 | 涨潮时发生溢油     |                         |                         |          | 落潮时发生溢油     |                         |                         |          |
|--------------------------|------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------|
|                          |      | 最大漂移距离 (km) | 扫海面积 (km <sup>2</sup> ) | 扩散面积 (km <sup>2</sup> ) | 残余油量 (t) | 最大漂移距离 (km) | 扫海面积 (km <sup>2</sup> ) | 扩散面积 (km <sup>2</sup> ) | 残余油量 (t) |
| SW 风<br>(平均风速<br>2.4m/s) | 12h  | 1.05        | 0.075                   | 0.019                   | 2257.65  | 1.08        | 0.069                   | 0.021                   | 2257.13  |
|                          | 24h  | 1.05        | 0.075                   | 0                       | 2255.23  | 1.08        | 0.069                   | 0                       | 2254.96  |
|                          | 48h  | 1.05        | 0.075                   | 0                       | 2254.47  | 1.08        | 0.069                   | 0                       | 2254.02  |
|                          | 72h  | 1.05        | 0.075                   | 0                       | 2251.79  | 1.08        | 0.069                   | 0                       | 2251.38  |
| NE 风 (平均风速<br>2.5m/s)    | 12h  | 0.31        | 0.011                   | 0.002                   | 2410.26  | 0.31        | 0.011                   | 0.002                   | 2410.23  |
|                          | 24h  | 0.31        | 0.011                   | 0                       | 2358.49  | 0.31        | 0.011                   | 0                       | 2358.47  |
|                          | 48h  | 0.31        | 0.011                   | 0                       | 2302.71  | 0.31        | 0.011                   | 0                       | 2302.67  |
|                          | 72h  | 0.31        | 0.011                   | 0                       | 2214.58  | 0.31        | 0.011                   | 0                       | 2214.53  |

## 二、进港航道

在各风况情景下油膜漂移轨迹和扫海范围如图 7.6-6~图 7.6-13 所示，图中显示了当船舶在出港航道处发生溢油事故时，油膜粒子经 72 小时后的漂移轨迹及扫海范围，表 7.6-3~表 7.6-4 列出了不同工况下溢油影响范围统计结果。

### 1、夏季主导风向 (SW)

夏季风作用下，进港航道发生溢油事故后，油粒子在风场和潮流作用下向东漂移，涨潮时油粒子在 29h45min 后开始抵岸吸附，30h30min 全部吸附，此后油膜面积保持不变，12h、24h、48h、72h 油膜最大扫海面积分别为 5.48 km<sup>2</sup>、12.47km<sup>2</sup>、16.96km<sup>2</sup>、16.96km<sup>2</sup>；落潮时油粒子在 26h 后开始抵岸吸附，27h45min 全部吸附，此后油膜面积保持不变，12h、24h、48h、72h 油膜最大扫海面积分别为 11.56 km<sup>2</sup>、19.12km<sup>2</sup>、22.37km<sup>2</sup>、22.37km<sup>2</sup>；

### 2、冬季主导风向 (NE)

冬季风作用下，进港航道发生溢油事故后，油粒子在风场和潮流作用下向西南漂移，涨潮时油粒子在 10min 后到达汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区，3h15min 后到达广东遮浪半岛国家海洋自然公园，7h15min 后全部抵岸吸附，72h 油膜最大扫海面积分别为 3.58km<sup>2</sup>；落潮时油粒子在 30min 后到达汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区，7h 后到达广东遮浪半岛国家海洋自然公园，8h45min 后全部抵岸吸附，72h 油膜最大扫海面积分别为 5.67km<sup>2</sup>。

### 3、不利风向 (SSE)

不利风 SSE 作用下，进港航道发生溢油事故后，油粒子在风场和潮流作用下向北漂移，涨潮时油粒子在 2h20min 后到达碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场，3h20min 后影响到汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，6h15min 后全部抵岸吸附，72h 油膜最大扫海面积分别为 3.96km<sup>2</sup>；落潮时油粒子在 2h10min 后到达碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场，3h10min 后影响到汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，6h15min 后全部抵岸吸附，72h 油膜最大扫海面积分别为 5.82km<sup>2</sup>。

#### 4、不利风向（NE）

不利风 NE 作用下，进港航道发生溢油事故后，油粒子在风场和潮流作用下向西南漂移，涨潮时油粒子在 5min 后到达汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区，55min 后到达广东遮浪半岛国家海洋自然公园，3h15min 后全部抵岸吸附，72h 油膜最大扫海面积分别为 1.13km<sup>2</sup>；落潮时油粒子在 8min 后到达汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区，1h 后到达广东遮浪半岛国家海洋自然公园，3h30min 后全部抵岸吸附，72h 油膜最大扫海面积分别为 1.09km<sup>2</sup>。

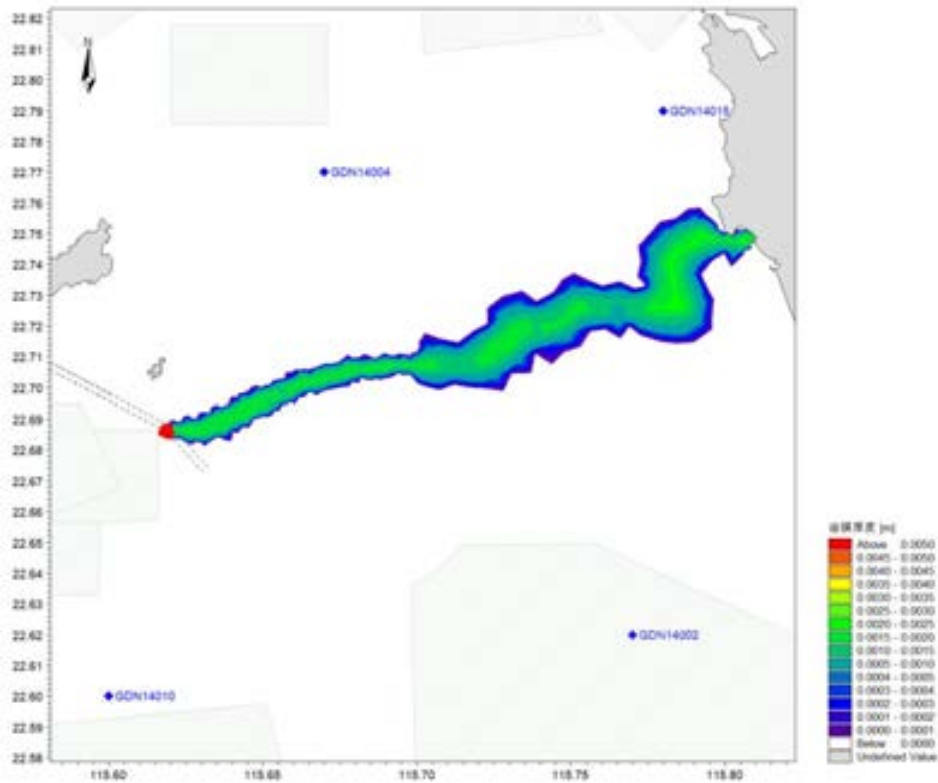


图 7.6-6 夏季风 2.4 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图（SW，涨潮）

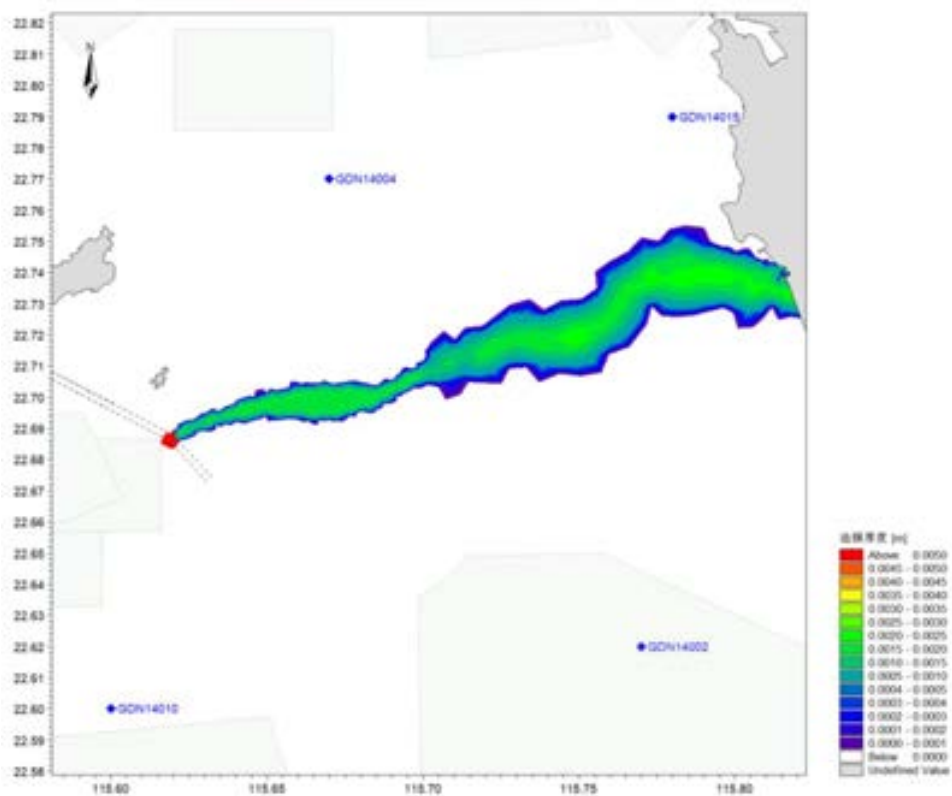


图 7.6-7 夏季风 2.4 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图 (SW, 落潮)

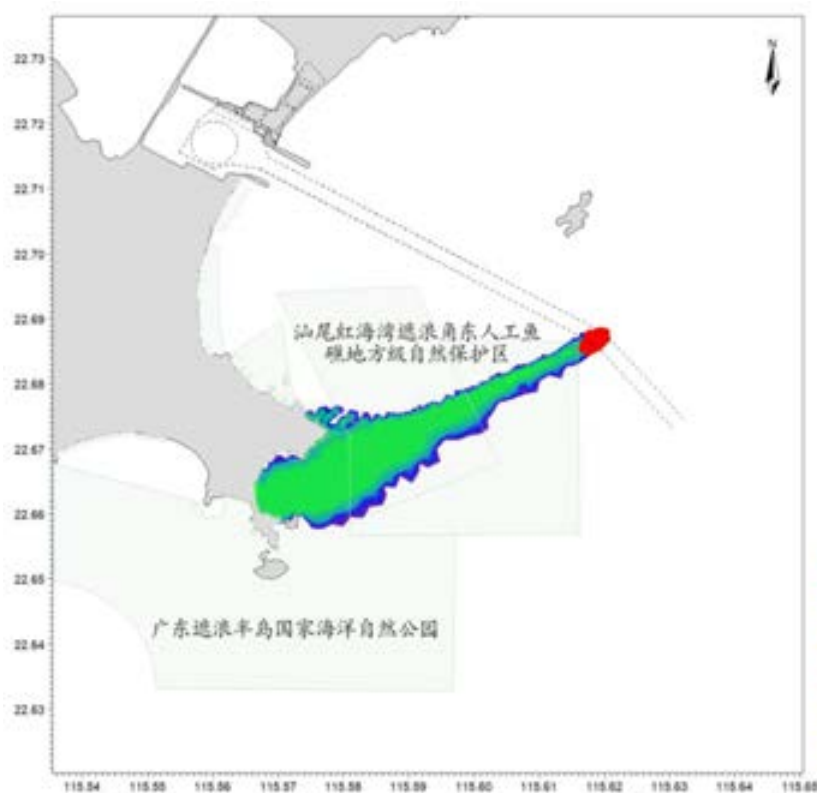


图 7.6-8 冬季风 2.5m/s 出港航道溢油 72h 扫海图 (NE, 涨潮)

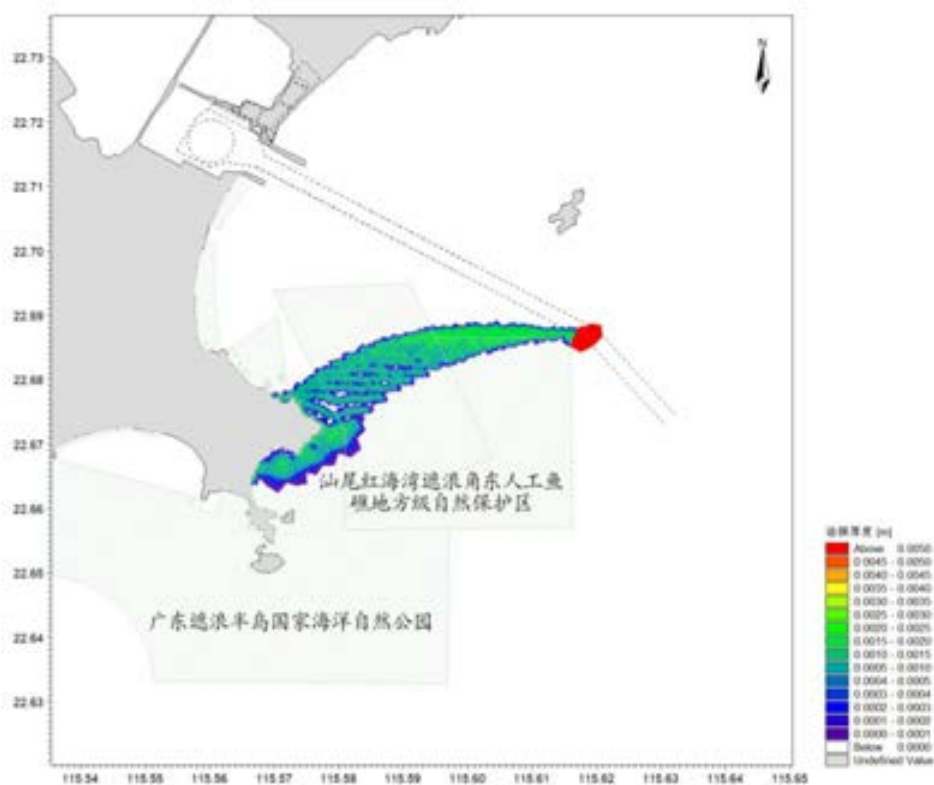


图 7.6-9 冬季风 2.5 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图 (NE, 落潮)

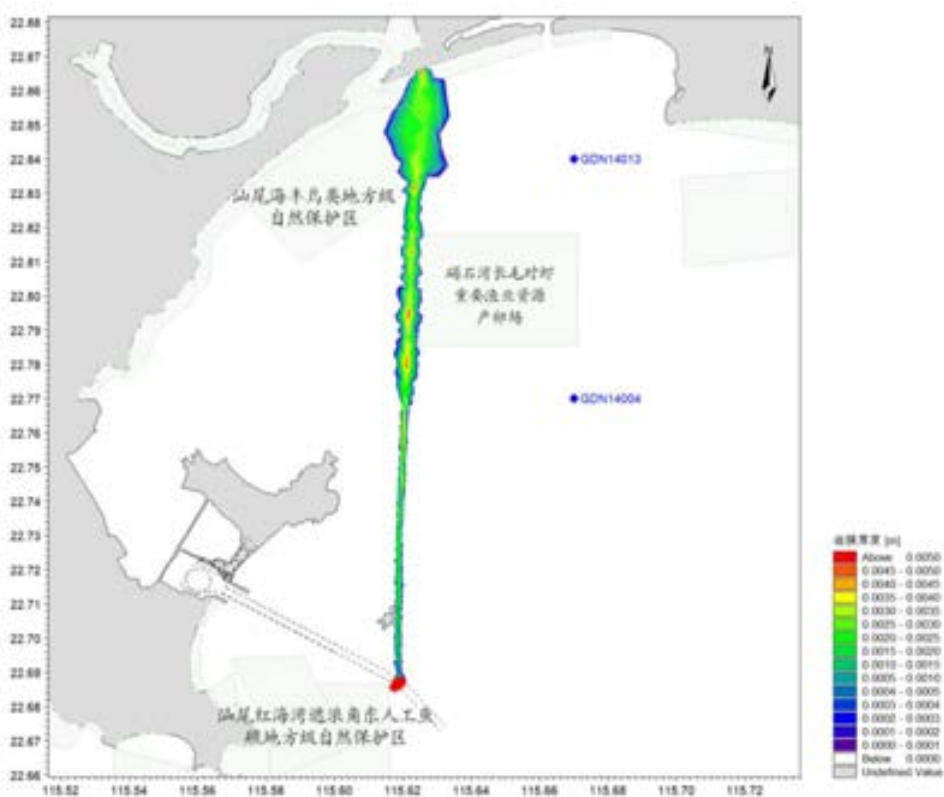


图 7.6-10 不利风 13.8 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图 (SSE, 涨潮)

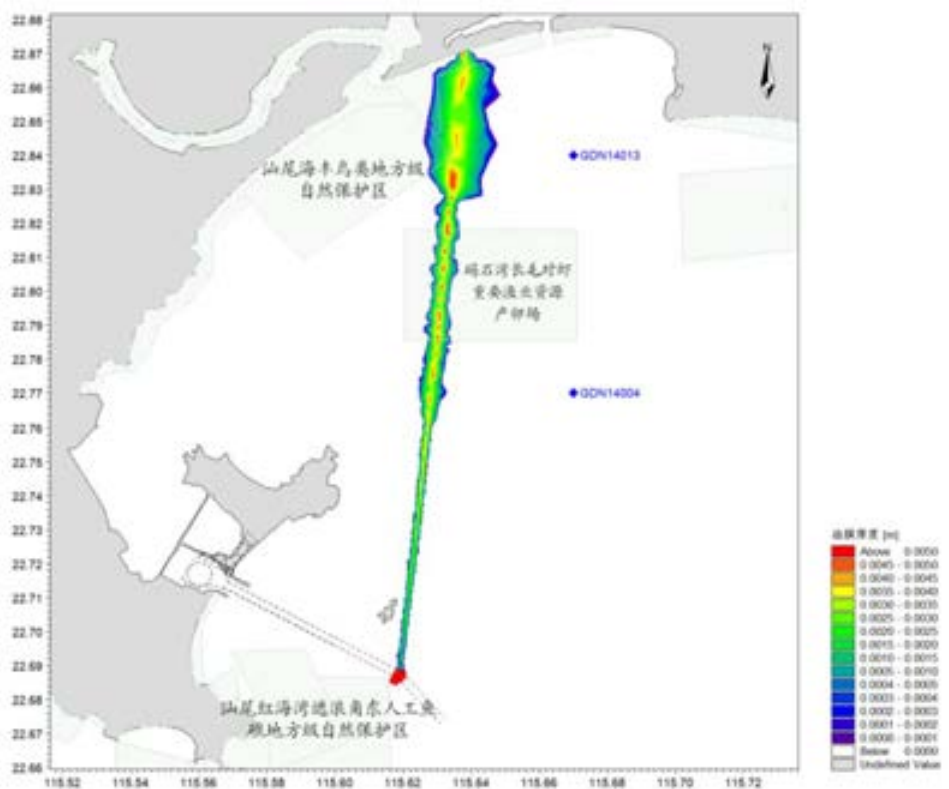


图 7.6-11 不利风 13.8 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图（SSE，落潮）

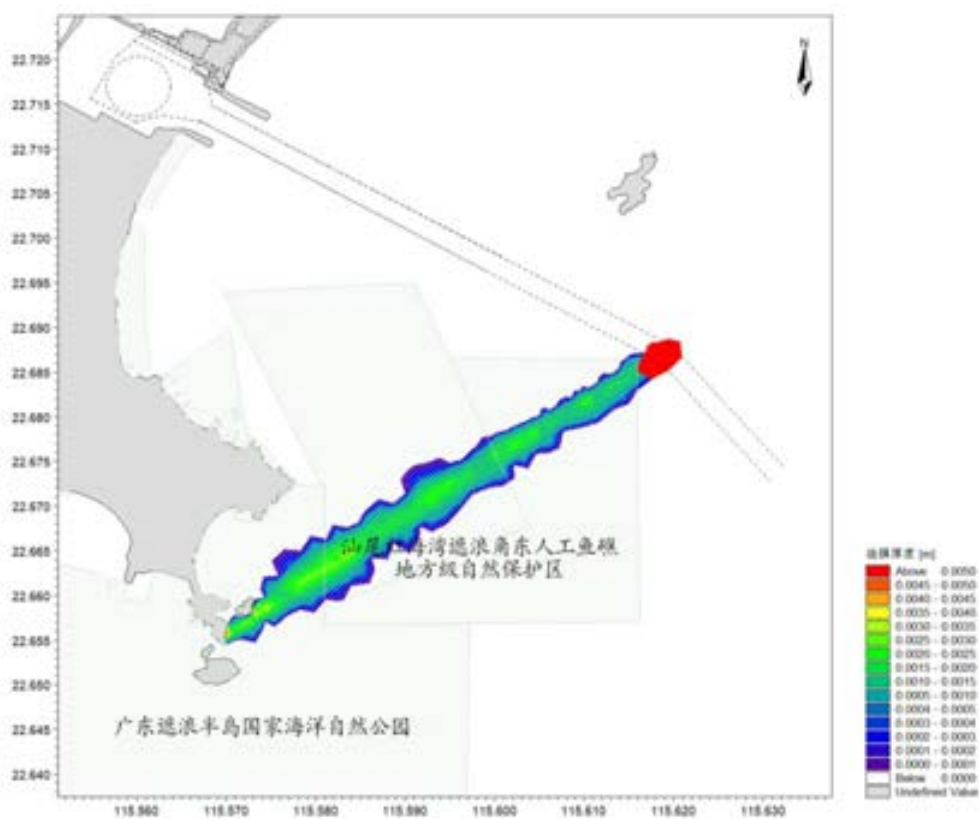


图 7.6-12 不利风 13.8 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图（NE，涨潮）

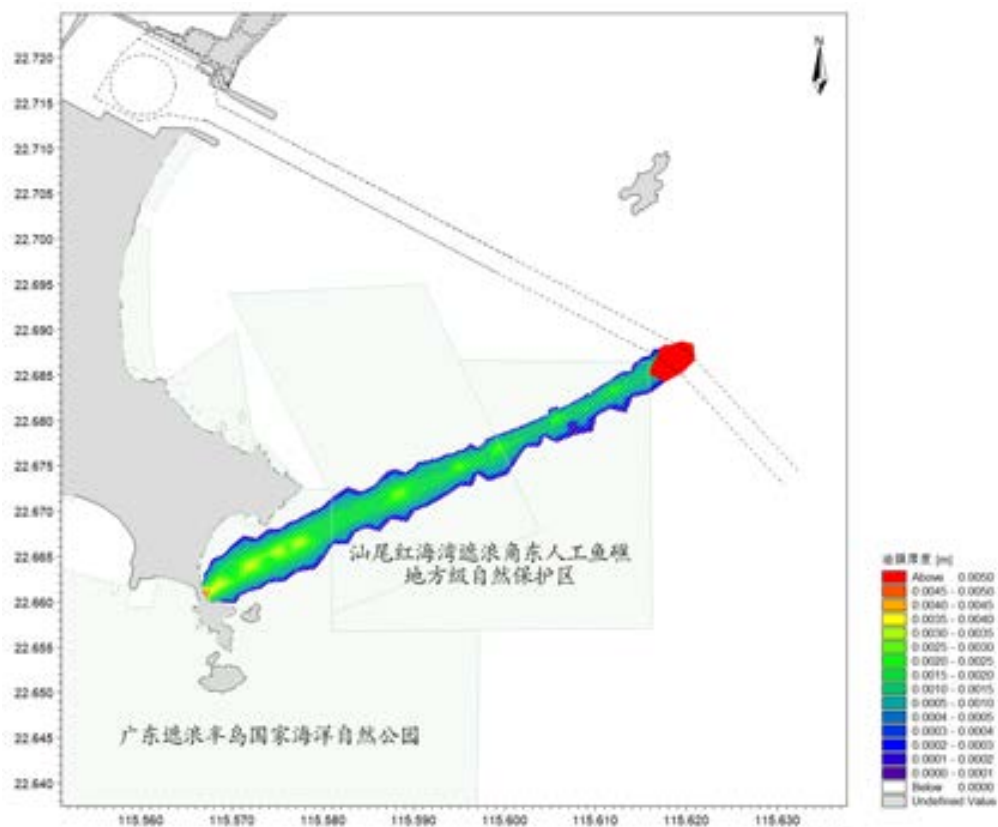


图 7.6-13 不利风 13.8 m/s 出港航道溢油 72h 扫海图（NE，落潮）

表 7.6-3 出港航道发生溢油事故扫海面积、漂移距离及残余油量情况

| 风况                       | 溢油时刻 | 涨潮时发生溢油     |                         |                         |          | 落潮时发生溢油     |                         |                         |          |
|--------------------------|------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------|
|                          |      | 最大漂移距离 (km) | 扫海面积 (km <sup>2</sup> ) | 扩散面积 (km <sup>2</sup> ) | 残余油量 (t) | 最大漂移距离 (km) | 扫海面积 (km <sup>2</sup> ) | 扩散面积 (km <sup>2</sup> ) | 残余油量 (t) |
| SW 风<br>(平均风速 2.4 m/s)   | 12 h | 11.07       | 5.84                    | 2.23                    | 2010.64  | 11.56       | 6.85                    | 2.73                    | 1984.49  |
|                          | 24 h | 18.62       | 12.47                   | 2.35                    | 1537.37  | 19.12       | 16.41                   | 4.28                    | 1481.97  |
|                          | 48 h | 21.72       | 16.96                   | 0                       | 1144.48  | 22.37       | 20.91                   | 0                       | 1173.69  |
|                          | 72 h | 21.72       | 16.96                   | 0                       | 1144.48  | 22.37       | 20.91                   | 0                       | 1173.69  |
| NE 风<br>(平均风速 2.5 m/s)   | 12 h | 6.05        | 3.58                    | 1.04                    | 1273.69  | 5.67        | 1.82                    | 1.01                    | 1256.08  |
|                          | 24 h | 6.05        | 3.58                    | 0                       | 1273.69  | 5.67        | 1.82                    | 0                       | 1256.08  |
|                          | 48 h | 6.05        | 3.58                    | 0                       | 1273.69  | 5.67        | 1.82                    | 0                       | 1256.08  |
|                          | 72 h | 6.05        | 3.58                    | 0                       | 1273.69  | 5.67        | 1.82                    | 0                       | 1256.08  |
| SSE 风<br>(不利风速 13.8 m/s) | 12 h | 19.85       | 3.96                    | 0.17                    | 1502.54  | 20.27       | 5.82                    | 0.07                    | 1573.18  |
|                          | 24 h | 19.85       | 3.96                    | 0                       | 1502.54  | 20.27       | 5.82                    | 0                       | 1573.18  |
|                          | 48 h | 19.85       | 3.96                    | 0                       | 1502.54  | 20.27       | 5.82                    | 0                       | 1573.18  |
|                          | 72 h | 19.85       | 3.96                    | 0                       | 1502.54  | 20.27       | 5.82                    | 0                       | 1573.18  |
| NE 风<br>(不利风速 13.8 m/s)  | 12 h | 6.16        | 1.13                    | 0.07                    | 1734.21  | 6.05        | 1.09                    | 0.03                    | 1718.95  |
|                          | 24 h | 6.16        | 1.13                    | 0                       | 1734.21  | 6.05        | 1.09                    | 0                       | 1718.95  |
|                          | 48 h | 6.16        | 1.13                    | 0                       | 1734.21  | 6.05        | 1.09                    | 0                       | 1718.95  |
|                          | 72 h | 6.16        | 1.13                    | 0                       | 1734.21  | 6.05        | 1.09                    | 0                       | 1718.95  |

表 7.6-4 出港航道发生溢油事故时油膜到达敏感点时间统计表

| 编号 | 敏感目标                  | 风向 SW     |      | 风向 NE     |         | 风向 SSE     |         | NE         |         |
|----|-----------------------|-----------|------|-----------|---------|------------|---------|------------|---------|
|    |                       | 风速 2.4m/s |      | 风速 2.5m/s |         | 风速 13.8m/s |         | 风速 13.8m/s |         |
|    |                       | 涨潮期       | 落潮期  | 涨潮期       | 落潮期     | 涨潮期        | 落潮期     | 涨潮期        | 落潮期     |
|    |                       | 到达时间      | 到达时间 | 到达时间      | 到达时间    | 到达时间       | 到达时间    | 到达时间       | 到达时间    |
| 1  | 汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区 | —         | —    | 10min     | 30min   | —          | —       | 5min       | 8min    |
| 2  | 广东遮浪半岛国家海洋自然公园        | —         | —    | 3h15min   | 7h      | —          | —       | 55min      | 1h      |
| 3  | 碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场      | —         | —    | —         | —       | 2h20min    | 2h10min | —          | —       |
| 4  | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区        | —         | —    | —         | —       | 3h20min    | 3h10min | —          | —       |
| 5  | 金屿岛珊瑚礁                | —         | —    | —         | —       | 25min      | —       | —          | —       |
| 6  | 岸线                    | 29h45min  | 26h  | 4h15min   | 6h30min | 4h10min    | 4h15min | 1h15min    | 1h20min |

## 7.6.2地下水环境风险评价

根据地下水环境污染识别，本项目对地下水产生威胁的污染源主要包括废水处理设施，若相应区域的地面未做好防渗措施，泄漏的污废水或固废渗滤液通过地面渗入包气带，进而污染地下水和土壤。

本项目地下水事故泄漏情景参考报告 6.7 运营期地下水环境影响分析中非正常状况预测分析的结果进行分析，非正常状况下，在污染物持续渗入地下水含水层的情况下，将对项目场区所在地及其下游地下水环境造成一定的影响，致使地下水中特征污染物超出《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III 类标准的要求，COD 自开始渗漏起第 100 天、1000 天，污染物最大迁移距离分别为 17.5m、60m。石油类自开始渗漏起第 100 天、1000 天后，污染物最大迁移距离为 7.5m，30m。影响范围随着泄漏时间的增加而增大，污染物浓度逐步降低。根据预测结果，除项目泄漏点及其下游一定范围以外地区，地下水特征污染物均满足 (GB/T14848-2017) III 类标准限值要求。建设单位要严格落实地下水环境预防措施，以杜绝出现废水处理系统防渗层破坏后出现的长时间泄漏情景，做到早发现、早反应。



### 7.6.3 大气环境风险评价

#### 7.6.3.1 预测模型筛选

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，需对风险情形对应的预测模型进行筛选。

##### (1) 连续排放还是瞬时排放判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，连续排放还是瞬时排放判定计算公式如下：

$$T=2X/U_r$$

式中：X——事故发生地与计算点的距离，m；

$U_r$ ——10m 高处风速，m/s。假设风速和风向的  $T$  时间段内保持不变。

当  $T_d > T$  时，可被认为是连续排放的；当  $T_d \leq T$  时，可被认为是瞬时排放。

表 7.6-5 连续排放或瞬时排放判定

| 风险事故情形描述           | 危险物质 | X-事故发生地与计算点距离(m) | $U_{t-10m}$ 高处风速(m/s) | T-到达时间(s) | $T_d$ -排放时间(s) | 判定   |
|--------------------|------|------------------|-----------------------|-----------|----------------|------|
| 锂电池火灾事故次生 CO、HF 排放 | CO   | 1214             | 1.5                   | 1619      | 10800          | 连续排放 |
|                    | HF   | 1214             | 1.5                   | 1619      | 10800          | 连续排放 |

注：本评价以最不利气象条件（F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%）进行后果预测，故  $U_{t-10m}$  高处风速取 1.5m/s。

##### ② 是否为重质气体判断

通常采用理查德森数（ $Ri$ ）作为标准进行判断，在连续排放情况下  $Ri$  计算公式为：

$$Ri = \frac{\left[ \frac{g(Q/\rho_{rel})}{D_{rel}} \times \left( \frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a} \right) \right]^{1/3}}{U_r}$$

式中： $\rho_{rel}$ ——排放物质进入大气的初始密度， $kg/m^3$ ；

$\rho_a$ ——环境空气密度， $kg/m^3$ ；

$Q$ ——连续排放烟羽的排放速率， $kg/s$ ；

$D_{rel}$ ——初始的烟羽宽度，即源直径，m；

$U_r$ ——10m 高处的风速，m/s。



计算所需的参数见表 7.6-6。

表 7.6-6 理查德森数 (Ri) 计算参数表

| 事故情形             | 危险物质 | Q (kg/s) | $\rho_{rel}$ (kg/m <sup>3</sup> ) | D <sub>rel</sub> (m) | $\rho_a$ (kg/m <sup>3</sup> ) | U <sub>r</sub> (m/s) | Ri    |
|------------------|------|----------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------|
| 锂电池火灾            | CO   | 0.0118   | 1.16                              | 5.69                 | 1.184                         | 1.5                  | -0.05 |
| 事故次生<br>CO、HF 排放 | HF   | 0.2378   | 0.818                             | 5.69                 | 1.184                         | 1.5                  | -0.18 |

注：25℃，1atm 状态下空气密度为 1.184g/cm<sup>3</sup>；初始的烟羽直径按着火面积/液池面积折算。

由计算可知，锂电池火灾事故次生 CO、HF 排放情形下，CO、HF 的理查德森数 Ri 均小于 1/6，因此均为轻质气体。

### 7.6.3.2 推荐模式选择

#### 1、预测模型

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)，AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟，因此本次 CO、HF 风险评价均采用 AFTOX 模型。

#### 2、网格设置及其他参数

X 坐标 (-6500, 5500) 范围、Y 坐标 (-6500, 5500) 范围，计算点设置 50m 间距，事故源每分钟 20 个烟团。

#### 3、事故源参数

由前文计算，本项目事故排放源强见表 7.6-7。

表 7.6-7 事故排放主要计算参数

| 参数指标   | 单位   | 锂电池火灾事故次生 CO、HF 排放 |                 |
|--------|------|--------------------|-----------------|
|        |      | CO                 | HF              |
| 释放高度   | m    | 1                  | 1               |
| 物质排放速率 | kg/s | 0.0118             | 0.2378          |
| 排放时长   | min  | 180                | 180             |
| 预测时长   | min  | 180                | 180             |
| 土地利用类型 | /    | 城市                 | 城市              |
| 预测模型   | /    | AFTOX 中短时间或持续泄漏    | AFTOX 中短时间或持续泄漏 |

#### 4、模型主要参数

模型主要参数详见表 7.6-8。

表 7.6-8 大气风险预测模型主要参数表

| 参数类型 | 选项        | 参数                 |
|------|-----------|--------------------|
| 基本情况 | 事故源经度/(°) | E115.571242°       |
|      | 事故源纬度/(°) | N22.722322°        |
|      | 事故源类型     | 锂电池火灾事故次生 CO、HF 排放 |
| 气象参数 | 气象条件类型    | 最不利气象              |
|      | 风速/(m/s)  | 1.5                |
|      | 环境温度/°C   | 25                 |
|      | 相对湿度/%    | 50                 |
|      | 稳定度       | F                  |
| 其他参数 | 地表粗糙度/m   | 1 (城市)             |
|      | 是否考虑地形    | 不考虑                |
|      | 地形数据经度/m  | /                  |

## 5、大气毒性终点浓度值选取

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 H, CO、SO<sub>2</sub>、的大气毒性终点浓度值见表 7.6-9。

表 7.6-9 污染因子大气毒性终点浓度值/评价浓度阈值

| 污染因子 | 毒性终点浓度-1/(mg/m <sup>3</sup> ) | 毒性终点浓度-2/(mg/m <sup>3</sup> ) |
|------|-------------------------------|-------------------------------|
| CO   | 380                           | 95                            |
| HF   | 36                            | 20                            |

注：毒性终点浓度来自《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 H。毒性终点浓度-1：当大气中危险物质浓度低于该限值时，绝大多数人员暴露 1h 不会对生命造成威胁，当超过该限值时，有可能对人群造成生命威胁；毒性终点浓度-2：当大气中危险物质浓度低于该限值时，暴露 1h 一般不会对人体造成不可逆的伤害，或出现的症状一般不会损伤该个体采取有效防护措施的能力。

## 6、预测结果表述

### (1) 下风向不同距离处有毒有害物质的最大浓度

锂电池火灾事故时，在最不利气象条件下，1 小时内下风向不同距离处污染物的最大浓度见表 7.6-10。

根据预测结果，发生锂电池火灾事故时，在最不利气象条件下，CO、HF 最大落地浓度为 1789.7 mg/m<sup>3</sup>、3221.2 mg/m<sup>3</sup>，下风向 CO 最大落地浓度大于 CO 的大气毒性终点浓度-1 (380mg/m<sup>3</sup>) 和大气毒性终点浓度-2 (95mg/m<sup>3</sup>)，下风向 HF 最大落地浓度大于 CO 的大气毒性终点浓度-1 (36mg/m<sup>3</sup>) 和大气毒性终点浓度-2 (20mg/m<sup>3</sup>)。

表 7.6-10 锂电池火灾事故伴生次生污染

| 污染物 | 气象条件    | 最大落地浓度及出现位置                |          | 最大影响范围（m）   |             |
|-----|---------|----------------------------|----------|-------------|-------------|
|     |         | 最大落地浓度（mg/m <sup>3</sup> ） | 下风向距离（m） | ≥大气毒性终点浓度-1 | ≥大气毒性终点浓度-2 |
| CO  | 最不利气象条件 | 1789.7                     | 10       | 30          | 90          |
| HF  | 最不利气象条件 | 3221.2                     | 10       | 220         | 320         |

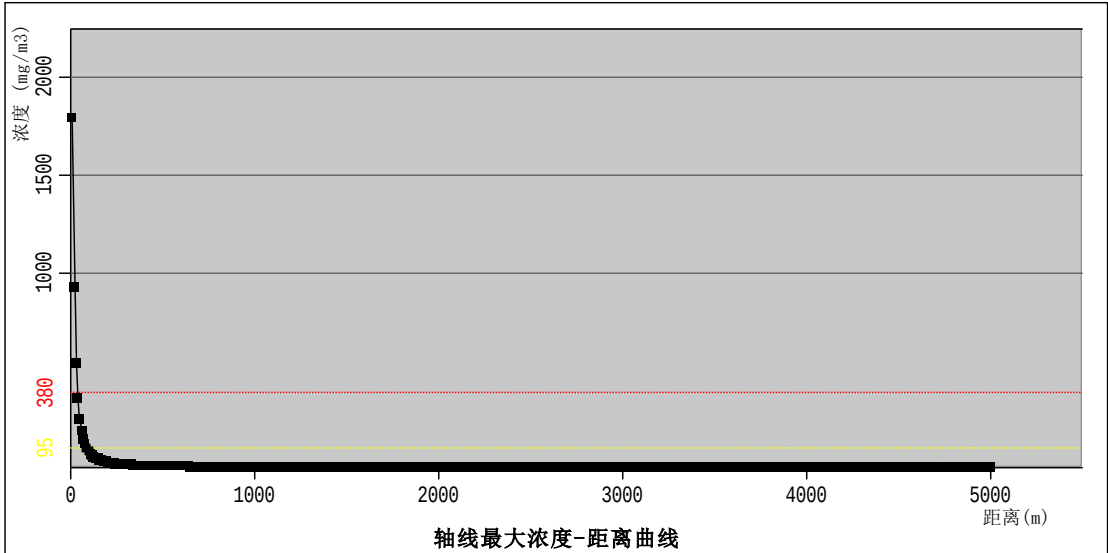


图 7.6-14 锂电池火灾事故排放 CO 在下风向不同距离处的最大浓度

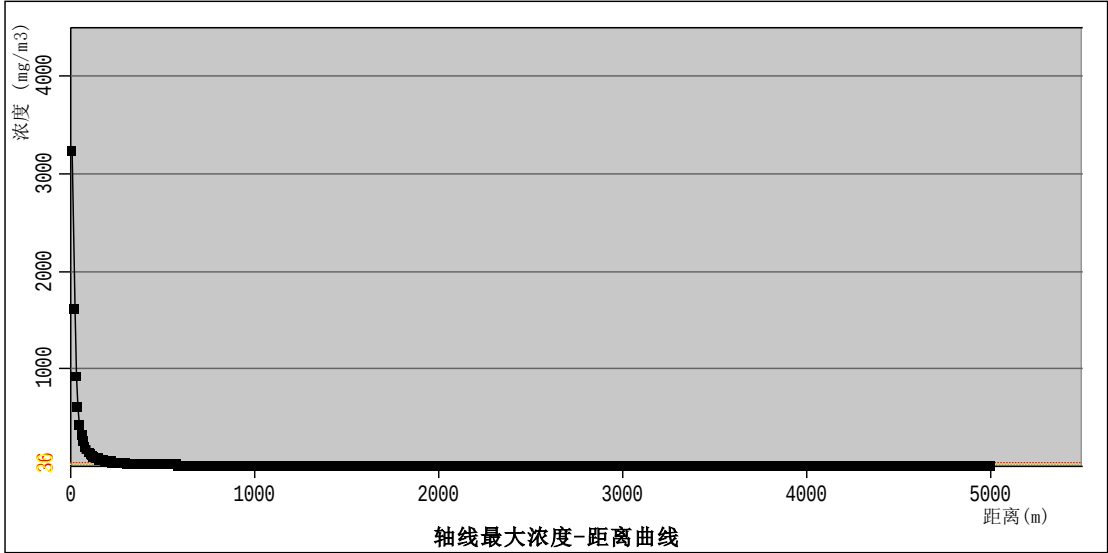


图 7.6-15 锂电池火灾事故排放 HF 在下风向不同距离处的最大浓度

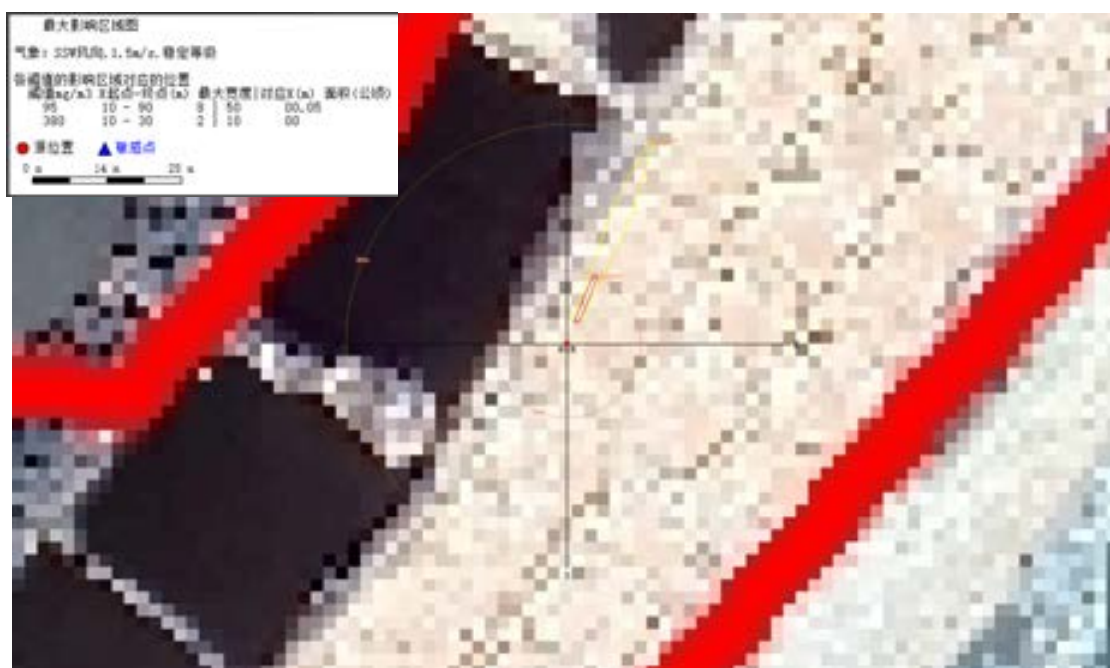


图 7.6-16 锂电池火灾事故排放次生/伴生 CO 最大影响区域图（最不利气象条件）



图 7.6-17 锂电池火灾事故排放次生/伴生 HF 最大影响区域图（最不利气象条件）

表 7.6-11 锂电池火灾事故排放次生/伴生 CO 下风向不同距离处最大浓度预测结果一览表（最不利气象条件）浓度单位：mg/m³

| 序号 | 名称             | 下风向距离/m | 最大浓度 时间（min） | 5min | 10min | 15min | 20min | 25min | 30min | 35min | 40min | 45min | 50min | 55min | 60min | 65min | 70min | 75min | 80min | 85min | 90min |
|----|----------------|---------|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 新围村            | 1214    | 1.29 15      | 0    | 0     | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  | 1.29  |
| 2  | 红海湾海事处         | 2045    | 0.61 25      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  | 0.61  |
| 3  | 施公寮村           | 2124    | 0.58 25      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  |
| 4  | 施公寮学校          | 2413    | 0.49 30      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  | 0.49  |
| 5  | 西湖村            | 2499    | 0.47 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.46  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  |
| 6  | 金屿旅游区          | 2605    | 0.44 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.37  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.44  |
| 7  | 径尾村            | 2828    | 0.39 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.05  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  |
| 8  | 芝兰港村           | 2862    | 0.39 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.03  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  |
| 9  | 石鼓村            | 3443    | 0.30 45      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.27  | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
| 10 | 长沟村            | 3528    | 0.29 45      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.21  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  | 0.29  |
| 11 | 长沟小学           | 3691    | 0.28 45      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.07  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  |
| 12 | 西地村            | 3916    | 0.26 50      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.21  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  |
| 13 | 遮浪街道规划居住教育用地 2 | 4027    | 0.25 50      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.14  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  |
| 14 | 饶潭村            | 4052    | 0.25 50      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.12  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  |
| 15 | 钟秀园村           | 4176    | 0.24 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.05  | 0.23  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  |
| 16 | 前山江村           | 4183    | 0.24 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.05  | 0.23  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  |
| 17 | 长新村            | 4196    | 0.24 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.04  | 0.23  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  | 0.24  |
| 18 | 新沟村            | 4277    | 0.23 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.21  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  |
| 19 | 狮岭村            | 4441    | 0.22 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.14  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  |
| 20 | 新岭村            | 4506    | 0.21 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.11  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  |
| 21 | 遮浪街道规划医疗卫生用地 3 | 4517    | 0.21 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  |
| 22 | 鹧湖小学           | 4567    | 0.21 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.07  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  |
| 23 | 东洲街道           | 4592    | 0.21 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.06  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  |
| 24 | 田寮学校           | 4622    | 0.21 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.05  | 0.2   | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  |
| 25 | 张静中学           | 4674    | 0.20 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.03  | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| 26 | 东尾村            | 4677    | 0.20 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.03  | 0.19  | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| 27 | 田寮村            | 4724    | 0.20 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.18  | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| 28 | 东洲中心小学         | 4870    | 0.19 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.13  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  |
| 29 | 东风村            | 4885    | 0.19 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.13  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  |
| 30 | 遮浪街道规划居住教育用地 4 | 4889    | 0.19 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.12  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  |
| 31 | 东洲中学           | 4929    | 0.19 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.11  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  | 0.19  |
| 32 | 东洲街道规划居住教育用地 6 | 5129    | 0.18 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.03  | 0.17  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  |
| 33 | 遮浪街道规划城镇用地 1   | 5287    | 0.18 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.13  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  | 0.18  |
| 34 | 东联村            | 5384    | 0.17 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.09  | 0.17  | 0.17  | 0.17  | 0.17  | 0.17  | 0.17  |
| 35 | 南联村            | 5678    | 0.16 70      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.13  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  |
| 36 | 湖尾村            | 5830    | 0.16 75      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.08  | 0.15  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  |
| 37 | 南联学校           | 5863    | 0.15 70      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.07  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  |
| 38 | 遮浪街道           | 5895    | 0.15 70      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.06  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  |

| 序号 | 名称             | 下风向距离/m | 最大浓度 时间（min） | 5min | 10min | 15min | 20min | 25min | 30min | 35min | 40min | 45min | 50min | 55min | 60min | 65min | 70min | 75min | 80min | 85min | 90min |
|----|----------------|---------|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 39 | 红海湾开发区人民医院     | 5904    | 0.15 70      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.06  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  |
| 40 | 内寮村            | 5982    | 0.15 75      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.04  | 0.14  | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  |
| 41 | 田墘街道规划居住教育用地 7 | 6275    | 0.14 75      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.08  | 0.14  | 0.14  | 0.14  | 0.14  |
| 42 | 红海湾旅游区         | 6566    | 0.13 80      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.11  | 0.13  | 0.13  | 0.13  |

表 7.6-12 锂电池火灾事故排放次生/伴生 HF 下风向不同距离处最大浓度预测结果一览表（最不利气象条件）浓度单位：mg/m³

| 序号 | 名称             | 下风向距离/m | 最大浓度 时间（min） | 5min | 10min | 15min | 20min | 25min | 30min | 35min | 40min | 45min | 50min | 55min | 60min | 65min | 70min | 75min | 80min | 85min | 90min | 95min |
|----|----------------|---------|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 新围村            | 1214    | 2.18 15      | 0    | 0     | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  | 2.18  |
| 2  | 红海湾海事处         | 2045    | 1.02 25      | 0    | 0     | 0     | 0     | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  | 1.02  |
| 3  | 施公寮村           | 2124    | 0.97 25      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  | 0.97  |
| 4  | 施公寮学校          | 2413    | 0.82 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0.08  | 0.81  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  | 0.82  |
| 5  | 西湖村            | 2499    | 0.78 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.74  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  | 0.78  |
| 6  | 金屿旅游区          | 2605    | 0.74 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.56  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  |
| 7  | 径尾村            | 2828    | 0.66 35      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.13  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  | 0.66  |
| 8  | 芝兰港村           | 2862    | 0.65 40      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.09  | 0.64  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  | 0.65  |
| 9  | 石鼓村            | 3443    | 0.51 45      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.42  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  | 0.51  |
| 10 | 长沟村            | 3528    | 0.50 45      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.33  | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| 11 | 长沟小学           | 3691    | 0.47 50      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.15  | 0.46  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  | 0.47  |
| 12 | 西地村            | 3916    | 0.43 50      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.33  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  | 0.43  |
| 13 | 遮浪街道规划居住教育用地 2 | 4027    | 0.42 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.23  | 0.41  | 0.42  | 0.42  | 0.42  | 0.42  | 0.42  | 0.42  | 0.42  | 0.42  | 0.42  |
| 14 | 饶潭村            | 4052    | 0.41 50      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.21  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.41  |
| 15 | 钟秀园村           | 4176    | 0.40 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.11  | 0.38  | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   |
| 16 | 前山江村           | 4183    | 0.40 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.11  | 0.37  | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   |
| 17 | 长新村            | 4196    | 0.40 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.37  | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   |
| 18 | 新沟村            | 4277    | 0.39 55      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.06  | 0.33  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  |
| 19 | 狮岭村            | 4441    | 0.37 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.22  | 0.36  | 0.37  | 0.37  | 0.37  | 0.37  | 0.37  | 0.37  | 0.37  | 0.37  |
| 20 | 新岭村            | 4506    | 0.36 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.18  | 0.35  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  |
| 21 | 遮浪街道规划医疗卫生用地 3 | 4517    | 0.36 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.17  | 0.35  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  | 0.36  |
| 22 | 鹧湖小学           | 4567    | 0.35 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.14  | 0.34  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  |
| 23 | 东洲街道           | 4592    | 0.35 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.12  | 0.33  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  |
| 24 | 田寮学校           | 4622    | 0.35 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.1   | 0.32  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  |
| 25 | 张静中学           | 4674    | 0.34 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.08  | 0.31  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  |
| 26 | 东尾村            | 4677    | 0.34 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.08  | 0.3   | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  |
| 27 | 田寮村            | 4724    | 0.34 60      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.06  | 0.28  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.34  |
| 28 | 东洲中心小学         | 4870    | 0.33 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.21  | 0.32  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  |
| 29 | 东风村            | 4885    | 0.33 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.2   | 0.32  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  |
| 30 | 遮浪街道规划居住教育用地 4 | 4889    | 0.33 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.02  | 0.2   | 0.32  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  | 0.33  |
| 31 | 东洲中学           | 4929    | 0.32 65      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.01  | 0.17  | 0.31  | 0.32  | 0.32  | 0.32  | 0.32  | 0.32  | 0.32  | 0.32  |

| 序号 | 名称             | 下风向距离/m | 最大浓度 时间（min） | 5<br>min | 10<br>min | 15<br>min | 20<br>min | 25<br>min | 30<br>min | 35<br>min | 40<br>min | 45<br>min | 50<br>min | 55<br>min | 60<br>min | 65<br>min | 70<br>min | 75<br>min | 80<br>min | 85<br>min | 90<br>min | 95<br>min |
|----|----------------|---------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 32 | 东洲街道规划居住教育用地 6 | 5129    | 0.31 65      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.07      | 0.26      | 0.31      | 0.31      | 0.31      | 0.31      | 0.31      | 0.31      | 0.31      |
| 33 | 遮浪街道规划城镇用地 1   | 5287    | 0.30 70      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.03      | 0.2       | 0.29      | 0.3       | 0.3       | 0.3       | 0.3       | 0.3       | 0.3       |
| 34 | 东联村            | 5384    | 0.29 70      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.01      | 0.15      | 0.28      | 0.29      | 0.29      | 0.29      | 0.29      | 0.29      | 0.29      |
| 35 | 南联村            | 5678    | 0.27 70      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.04      | 0.2       | 0.27      | 0.27      | 0.27      | 0.27      | 0.27      | 0.27      |
| 36 | 湖尾村            | 5830    | 0.26 75      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.02      | 0.14      | 0.25      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      |
| 37 | 南联学校           | 5863    | 0.26 75      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.01      | 0.13      | 0.24      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      |
| 38 | 遮浪街道           | 5895    | 0.26 75      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.01      | 0.11      | 0.24      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      |
| 39 | 红海湾开发区人民医院     | 5904    | 0.26 75      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.01      | 0.11      | 0.24      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      | 0.26      |
| 40 | 内寮村            | 5982    | 0.25 75      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.01      | 0.08      | 0.22      | 0.25      | 0.25      | 0.25      | 0.25      | 0.25      |
| 41 | 田墘街道规划居住教育用地 7 | 6275    | 0.24 80      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.02      | 0.13      | 0.23      | 0.24      | 0.24      | 0.24      | 0.24      |
| 42 | 红海湾旅游区         | 6566    | 0.23 85      | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.05      | 0.16      | 0.22      | 0.23      | 0.23      | 0.23      |

## (2) 关心点有毒有害物质浓度随时间变化情况

根据预测结果，锂电池发生火灾事故次生/伴生 CO、HF 时，在最不利气象条件下，在预测时段内，CO 网格点浓度出现了超过大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2，最大影响范围（m）分别为 30m、90m，均不涉及周边大气敏感点；HF 网格点浓度出现了超过大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2，最大影响范围（m）分别为 220m、320m，均不涉及周边大气敏感点。可见锂电池发生火灾事故会对周边空气质量造成短时的扰动，随事故的结束而结束，不涉及项目周边大气敏感点。建设单位应做好风险防范措施，若发生泄漏事故，应及时启动应急预案，将事故控制在可控范围内，尽量减少风险事故对周边环境的影响。

**表 7.6-13 事故源项及事故后果基本信息表**

| 风险事故情形分析 <sup>a</sup> |      |                         |                          |            |                           |
|-----------------------|------|-------------------------|--------------------------|------------|---------------------------|
| 代表性风险事故情形描述           |      | 锂电池发生火灾事故次生/伴生 CO、HF 排放 |                          |            |                           |
| 环境风险类型                |      | 火灾                      |                          |            |                           |
| 事故后果预测                |      |                         |                          |            |                           |
| 大气                    | 危险物质 | 大气环境影响                  |                          |            |                           |
|                       | CO   | 指标                      | 浓度值/（mg/m <sup>3</sup> ） | 最远影响距离/m   | 到达时间/min                  |
|                       |      | 大气毒性终点浓度-1              | 380                      | 30         | 0.33                      |
|                       |      | 大气毒性终点浓度-2              | 95                       | 90         | 100                       |
|                       |      | 敏感目标名称                  | 超标时间/min                 | 超标持续时间/min | 最大浓度/（mg/m <sup>3</sup> ） |
|                       |      | /                       | /                        | /          | /                         |
|                       | HF   | 指标                      | 浓度值/（mg/m <sup>3</sup> ） | 最远影响距离/m   | 到达时间/min                  |
|                       |      | 大气毒性终点浓度-1              | 36                       | 220        | 244                       |
|                       |      | 大气毒性终点浓度-2              | 20                       | 320        | 356                       |
|                       |      | 敏感目标名称                  | 超标时间/min                 | 超标持续时间/min | 最大浓度/（mg/m <sup>3</sup> ） |
|                       |      | /                       | /                        | /          | /                         |
| a 按选择的代表性风险事故情形分别填写。  |      |                         |                          |            |                           |



## 7.7环境风险管理

### 7.7.1环境风险管理目标

环境风险管理目标是采用最低合理可行原则管控环境风险，采取的环境风险防范措施应与社会经济技术发展水平相适应，运用科学的技术手段和管理方法，对环境风险进行有效地预防、监控、响应。

### 7.7.2环境风险管理措施

为避免风险事故发生和事故发生后对环境造成的污染，建设单位首先应树立环境风险意识，并在管理过程当中强化环境风险意识。在实际工作与管理过程当中应落实环境风险防范措施。

1、要严格遵照国家有关的法令、法规、设计规程、规范进行工程设计、施工、安装、建设。工程建成后，须经化工、劳动安全、消防、环保等有关部门全面验收合格后方可投入运行。

2、强化安全、消防和环保管理，建立管理机构，制订各项管理制度，加强日常监督检查。

3、普及在岗职工对有风险物质的性质、毒害和安全防护的基本知识，对操作人员进行岗位规范定期培训、考核，合格者方可上岗，并加强对职工和周围人员的自我保护常识宣传。

4、平时应注意对码头附属设施等的管理、养护，并定期制定设备维修保养计划，确保码头所有设备安全稳定运行，以保证系、靠船设施设备的有效性、安全性。

5、定期扫测码头泊位前沿水域水深，保障水深与船舶吃水相适应。

6、制定码头的巡查制度，船舶靠泊期间码头方要安排值班人员 24 小时巡查。

### 7.7.3环境风险防范措施

#### 7.7.3.1自然风险防范措施

为将自然灾害对项目的影响减至最低，建议本工程采取以下的措施：

(1) 各级防台风、防风暴潮指挥中心，应根据防台风、防风暴潮预报警报，迅速部署应急防范措施，及时向各有关部门、建设工作单位和施工船发布预警信息，并密切关注台风及风暴潮动向，保证通信联络畅通。

(2) 各级防台风、防风暴潮指挥中心应在台风、风暴潮影响前 24 小时落实好抢险救助船只、车辆，备足各种防灾抗灾物资，完成应急抢险与施救的准备工作。

(3) 所有船只应在台风及风暴潮影响前 24 小时就近择港避风，本地港口不符合避风条件的，要立即组织船只疏散转移至可避风的港湾。

(4) 使用经有关部门批准的专用防台锚地。

(5) 根据工程特点，编制台风等自然灾害防抗措施，并贯彻执行。

(6) 施工期间尽量避开台风季节，在台风季节施工应做好各项抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

(7) 为防止人为危害的发生，其它项目施工时，应对本工程管线位置做出标记，并派专人监督施工防止损坏污水管网。水下管道应设浮标标记，并在一定区域设置禁航区。

(8) 运营期间应密切关注天气状况，根据气候预报合理安排生产计划。遇台风、热带气旋等自然灾害天气，工作人员检查抢险所需的人、机、物准备情况，安排专职抢险车、安排专人值班，及时接收、传递信息，发生险情时，立即采取抢险措施，并迅速向主管和当地有关部门报告。

#### **7.7.3.2 总平面布置及建筑结构风险防范措施**

建议严格按照相关设计规范进行设计，平面布置风险防范措施如下：

- 1、码头结构、管道支架、支墩等附属构筑物采用不燃性材料；
- 2、码头采用不燃性（或阻燃性）材料；
- 3、护舷的设置对不同船型具有适应性，并与靠泊的船舶绝缘；
- 4、泊位与建筑物之间，按规范规定设置防火距离，防火安全距离均符合规范对防火间距的要求；
- 5、码头及引桥已设置明显的红灯信号；
- 6、码头上配备必要的无线电通信器材；
- 7、码头区建筑物耐火等级不低于二级，配备灭火器、消防沙；
- 8、各种管线有明显的标识；
- 9、危险场所、应急疏散通道设置醒目的安全标志和警示标志。

### 7.7.3.3油品泄漏风险防范措施

1、定期对员工进行培训，加强对作业人员的安全意识和责任心的培养，制定码头作业规章制度，严格按照规章制度进行作业，避免因操作不当造成油品的大量泄漏，污染周围环境。

2、进出港船舶须严格遵守水域船舶安全航行规定、船舶定线制规定，确保船舶航行及装卸时的安全。

3、船舶靠泊本项目码头时，应严格遵守海事行政主管部门的有关船舶在港停泊、作业的相关规定，加强值班，注意收听电台和气象台发布的相关信息，防范异常情况的发生。

4、码头设置阻燃型围油栏。围油栏布放时，在码头管理人员作出同意船舶入港通知后船舶靠泊并完成系缆，之后利用围油栏布放艇在船舶四周布放围油栏，并将围油栏合龙连接布锚定位，最后在围油栏接头处预留1艘围油栏布放艇，以备按事先制定的应急措施应对突发事件。在围油栏布设工作完成后，船舶装卸作业方可进行。待装卸作业完成、船舶准备离港时，撤开围油栏，船舶离港。

5、在码头附近设置防污材料堆放间，堆放吸油毡、吸油机器等以及其它清污设备，发生泄漏事故时可及时用于处理水面污染物，达到保护水环境的目的。

6、设置现代化通讯设备，使泄漏事故在极短的时间内得到控制和救援。

7、为减轻和控制泄漏污染，减少污染损害，根据作业水域的自然环境和资源状况制定物料泄漏应急计划。

8、当发生污染事故时，应立即向控制室报警，在迅速报警的同时应根据所泄漏危险性物料的物化特征、事故严重程度确定抢险方案。

### 7.7.3.4船舶载运危险货物集装箱进出港口管理要求

(1) 根据《中华人民共和国海洋环境保护法》：

第八十三条 载运具有污染危害性货物进出港口的船舶，其承运人、货物所有人或者代理人，应当事先向海事管理机构申报。经批准后，方可进出港口或者装卸作业。

第八十四条 交付船舶载运污染危害性货物的，托运人应当将货物的正式名称、污染危害性以及应当采取的防护措施如实告知承运人。污染危害性货物的单证、包装、标志、数量限制等，应当符合对所交付货物的有关规定。

需要船舶载运污染危害性不明的货物，应当按照有关规定事先进行评估。

装卸油类及有毒有害货物的作业，船岸双方应当遵守安全防污操作规程。

（2）根据《船舶载运危险货物安全监督管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2018 年第 11 号）：

第二条 船舶在中华人民共和国管辖水域载运危险货物的活动，适用本规定。

第三条 交通运输部主管全国船舶载运危险货物的安全管理工作。国家海事管理机构负责全国船舶载运危险货物的安全监督管理工作。各级海事管理机构按照职责权限具体负责船舶载运危险货物的安全监督管理工作。

第二十条 船舶载运危险货物进出港口，应当在进出港口 24 小时前（航程不足 24 小时的，在驶离上一港口前），向海事管理机构办理船舶载运危险货物申报手续，提交申请书和交通运输部有关规章要求的证明材料，经海事管理机构批准后，方可进出港口。

船舶在运输途中发生危险货物泄漏、燃烧或者爆炸等情况的，应当在办理船舶载运危险货物申报手续时说明原因、已采取的控制措施和目前状况等有关情况，并于抵港后送交详细报告。

定船舶、定航线、定货种的船舶可以办理定期申报手续。定期申报期限不超过 30 天。

第三十三条 载运危险货物的船舶应当遵守海事管理机构关于航路、航道等区域性的特殊规定。

第三十六条 载运危险货物的船舶发生水上险情、交通事故、非法排放、危险货物落水等事件，应当按照规定向海事管理机构报告，并及时启动应急预案，防止损害、危害的扩大。

海事管理机构接到报告后，应当立即核实有关情况，按照相关应急预案要求向上级海事管理机构和县级以上地方人民政府报告，并采取相应的应急措施。

依据以上法律、法规条文，船舶载运危险货物进出港口必须得到海事部门许可，经海事部门批准后，方可进出港口、过境停留或者装卸作业。安全环保责任主体是船舶或船公司。

（3）根据《港口危险货物安全管理规定》（2017 年 9 月 4 日交通运输部发布根据 2019 年 11 月 28 日《交通运输部关于修改〈港口危险货物安全管理规定〉

的决定》修正)：

第四十五条 危险货物港口经营人在危险货物港口装卸、过驳作业开始 24 小时前，应当将作业委托人以及危险货物品名、数量、理化性质、作业地点和时间、安全防范措施等事项向所在地港口行政管理部门报告。所在地港口行政管理部门应当在接到报告后 24 小时内作出是否同意作业的决定，通知报告人，并及时将有关信息通报海事管理机构。报告人在取得作业批准后 72 小时内未开始作业的，应当重新报告。未经所在地港口行政管理部门批准的，不得进行危险货物港口作业。时间、内容和方式固定的危险货物港口装卸、过驳作业，经所在地港口行政管理部门同意，可以实行定期申报。

第五十七条 所在地港口行政管理部门应当建立危险货物事故应急体系，制定港口危险货物事故应急预案。应急预案应当依法经当地人民政府批准后向社会公布。所在地港口行政管理部门应当在当地人民政府的领导下推进专业化应急队伍建设和应急资源储备，定期组织开展应急培训和应急救援演练，提高应急能力。

第五十八条 危险货物港口经营人应当制定本单位的危险货物事故专项应急预案和现场处置方案，依法配备应急救援人员和必要的应急救援器材、设备，每半年至少组织一次应急救援培训和演练并如实记录，根据演练结果对应急预案进行修订。应急预案应当具有针对性和可操作性，并与所在地港口行政管理部门公布的港口危险货物事故应急预案相衔接。

危险货物港口经营人应当将其应急预案及其修订情况报所在地港口行政管理部门备案，并向本单位从业人员公布。

第五十九条 危险货物港口作业发生险情或者事故时，港口经营人应当立即启动应急预案，采取应急行动，排除事故危害，控制事故进一步扩散，并按照规定向港口行政管理部门和有关部门报告。

危险货物港口作业发生事故时，所在地港口行政管理部门应当按规定向上级行政管理部门、当地人民政府及有关部门报告，并及时组织救助。

依据以上法规条文，港口危险货物作业必须得到所在地港口行政管理部门同意方可作业。港口危险货物作业的安全环保责任主体是码头。

船舶上载运的危险货物集装箱可分为在码头“装卸作业”和“过境停留”两种，“过境停留”危险货物集装箱简称“过境箱”，“过境箱”在船上不做任何移

动，由托运人或承运人承担全部责任。在码头方面，仅对“装卸作业”的危险货物集装箱负有安全生产的主体责任，具体监管措施有：

把好资料审核关。操作部根据“公司危险货物集装箱操作分类表”，审核船公司或其代理递交的申报信息，核实所申报的危险货物集装箱是否在所能接受的范围之内，然后向港口行政管理部门（交通局）申报，在得到批准后方可操作。

把好进港关。在危险货物集装箱卸船前或进闸前，指挥手、装卸工、理货员、现场指导员严格进行箱体检查，发现危标不全、不符或箱体有残损的不得卸船和进闸。要立即报告值班经理协调处理。

把好装卸关。操作部告知岸桥、场桥、正面吊，叉车等司机，并做好监护工作。装卸司机要严格按照危险货物集装箱装卸要求，按章操作。

把好运输关。拖车司机要严格按照危险货物集装箱运输要求，谨慎驾驶。

把好堆存和配载关。严格按照《危险货物集装箱港口作业安全规程》（JT397-2007）和《国际海运危险货物规则》（以下简称国际危规）的要求，做好隔离、堆码和积载安排。

把好检查关。操作部及安保部经常检查危险货物集装箱在场情况，发现异常及时报告值班经理和部门主管，值班经理应及时协调处理或启动预案。

把好开箱关。危险货物集装箱开箱前，作业指导员、拆装箱人员要依据“国际危规”或“化学品安全技术说明书”或“国际化学品安全卡”，清楚危险货物的危险危害性，掌握急救、消防或溢漏应急处置措施。根据需要穿戴好必要的个人防护用品，做好各项应急准备，易燃易爆集装箱在开箱门前，使用多气体检测仪对箱门附近的环境进行检测，确认安全后方可开箱门。

### **7.7.3.5船舶事故环境风险防范措施**

船舶在进出码头、靠停以及调头等都有可能发生事故，这与停泊时的地理条件、气象条件、船舶密度、导/助航条件以及船舶驾驶等因素有关，所以必须采取有效的防范措施减少风险事故发生的可能性。

1、码头要接受该辖区内海事局对船舶交通和船舶报告等方面的协调、监督和管理，在码头前沿和船舶调头区设置必要的助航等安全保障设施。

2、推进船舶交通管理系统建设，监控船舶航行和进出港，并提供船舶航行所需安全信息，以保障船舶交通安全，避免船舶碰撞事故、大型船舶搁浅等事故

发生，同时还可以提高港口效率，有效组织搜救行动和事故应急响应等。

3、为避免码头前沿航道内船舶发生碰撞事故，进出码头的船舶必须根据水域船舶动态安排时间，按照交通部信号管理规定显示信号，加强过往船舶的安全调度管理。

4、制定严格的操作规程，收集实时气象信息，确保进出码头、停靠的安全。

5、通过控制室监视船舶进出港过程，提早发现可能出现的事故隐患。

6、对进出港船舶涉及船员加强管理，提高船员素质，降低操作性失误。

7、注意气象和水流条件，密切关注航行条件，通过无线电、手机通信等通信手段提醒行驶船舶行驶条件，避免大风、大浪、大雨、大雾等恶劣天气造成事故发生的可能。

8、配备应急通讯设施，加强各单位涉及船员、人员的应急意识，一旦发生事故，可及时通知相关单位，启动应急预案。

#### **7.7.3.6船舶通航安全措施**

1、考虑到船舶的助航仪器的性能及通航条件，下列条件暂缓船舶进出码头作业：

①风力 6 级以上，船舶禁止靠泊作业；9 级风及以上风时，船舶禁止系泊码头应离港前往锚地避风；

②能见度低于 1000 米时；

③雷暴天不作业；

④波浪：顺浪 $\leq 0.6\text{m}$ ，横浪 $\leq 0.6\text{m}$ 。

2、船舶进出港时，应考虑船舶及船员的实际情况，必要时采取引水措施。

3、船舶航行应遵循《国际海上避碰规则》的有关规定，正确显示号灯、号型，加强了望，谨慎驾驶，随时注意周围环境和来往船舶的动态，以便对局面和碰撞危险充分的估计。

4、船舶航行时应使用安全航速，以便对周围的不良环境做出及时的反应，以防发生事故。安全航速应当根据当时的能见度、通航密度、船舶操纵性能、风、流及航道情况和周围环境等主要因素加以确定。

5、船舶靠泊操纵要领及注意事项

①船舶靠泊速度应控制在  $0.15\text{m/s}$  以内，不能超速靠泊。

②装卸作业风级 $\leq 6$ 级，风速  $V_w \leq 12.3\text{m/s}$ ；靠离泊作业期风级 $\leq 9$ 级，风速  $V_w \leq 22\text{m/s}$ ，9级以上风速，船舶必须离开码头避风。

③充分了解码头水域的信息（如航道、泊位、调头水域等）、水文气象信息（风、流、水深等），船舶信息（操纵性、吃水、载重状态等）。

④制定靠泊操作计划，正确选择靠泊方式，特别是靠泊过程中可能遇到的风险及预防、应急措施。

⑤靠泊前，应加强了望，按规定鸣放信号，在无碍顺航道船舶航行时，才能行动。

⑥靠泊过程中控制好靠泊速度、横距、角度。

#### 6、船舶离泊操纵要领及注意事项

①作好充分准备。如备车、检查舵机、锚机、信号设备、航行仪器是否正常。

②观察风、流等情况，泊位前后情况，抛锚情况。

③注意码头环境及附近船舶动态，如需调头，应在离码头前悬挂调头信号，并充分了解码头前沿水域的水深及宽度，保障船舶的吃水、旋回水域的水深与实际相一致。

④解去不受力的各缆，仅留必要的系缆，尾缆出水后，方可用车。

⑤确定操作方案，并做好应急预案。

⑥离泊过程要控制好驶离速度、角度、船舶前后移动，防止系缆绞缠螺旋桨。

7、若出现大雾、雷暴等能见度不良天气时，本码头船舶应按海事部门的雾航安全规定，停止航行和装卸作业。

#### 7.7.3.7船舶停泊期间风险防范措施

1、安排好靠泊期间的值班工作；

2、做好值班期间的通信联络，保持 VHF 的开通并注意及时收听相关安全信息；

3、按规定正确显示相关号灯、号型；

4、值班人员应加强了望，注意周围船舶动态，天气变化，做好应对措施；

5、在装卸货时，要注意船舶的吃水变化及浮态，及时调整系缆、锚链长度。

#### 7.7.3.8海洋环境风险事故应急措施

##### （一）风险应急措施



### （1）环境敏感资源保护次序

一旦发生水上油品泄漏风险事故，在进行事故的应急处理的同时，应立即对可能受到影响的敏感资源采取保护对策。建立与敏感资源管理部门的联络机制，一旦发生风险事故，第一时间通知敏感资源管理部门。接到事故警报后，相关部门在各敏感资源根据情况采取防范措施，例如根据事故发生地点和污染物漂移扩散的可能方向，在敏感资源外侧布设围油栏、投掷吸油毡、油拖网等防护措施，将污染危害降至最低限度。

### （2）应急反应措施

#### ①针对环境敏感区的应急措施

一旦发生水上油品泄漏风险事故，应立即采取有效措施封堵泄漏口，密切注意是否有发生火灾爆炸的危险；事故现场及周边区域全部禁止明火，注意消除其他能诱发火灾爆炸的因素；隔离和疏散可能受伤的人员，核实遇险人数、遇险水域的气象海况、水温及救助要求等情况；组织救助遇险人员，对受伤人员进行救护。

根据可能受到威胁的环境敏感区的优先保护次序，根据不同环境敏感资源的保护内容及特性制定有针对性的应急措施。

事故发生后，根据泄漏物料漂移轨迹，在可能受影响的保护区附近，沿保护区边界线布放围油栏，尽量避免或延缓其向保护区扩散，同时用浮油回收船、围油栏布放艇拖带导流型围油栏组成“V”字型高效应急组合，在下风向对泄漏物料进行回收处置。

鉴于保护区特殊的水质及海洋生态环境保护要求，严禁在保护区周围使用溢油分散剂，避免对保护区造成二次污染。

#### ②针对岛屿岸线的应急措施

采取围控措施，尽量控制泄漏油品在附近岛屿岸线登陆；根据模拟预测结果，在可能受污染的岸线，布设岸线型围油栏。调动区域应急力量，开展物料回收措施，最大限度减少影响面积。若油污着岸污染岸壁，可采用岸线刷链式收油机对泄漏油品/化学品进行回收，必要时使用高压热水清洗机对岸滩进行清洗，并对污水进行收集处理。

#### ③港池内污染围控与清除

码头前沿小规模泄漏事故可利用码头配备永久布防型围油栏对泄漏物料进行围控，确保泄漏影响范围可控制在港池水域，再利用收油设备，开展物料回收工作。

#### ④ 航道污染围控与清除

对于航道等区域发生泄漏事故，应采取主动围控措施。调用企业及港区内所有应急围油栏，在事故船舶外围布置 2~3 道封堵围油栏；若风力或水流速度较大，可能影响围控效果。为此，应采取下列处理方法：

一旦在航道、锚地海域发生油品/化学品泄漏事故，围控设备、清污设备应尽快到达事故现场。视风和流速情况，尽量采用围控方式，若溢油扩散出围控区域；应及时采用浮油回收船、围油栏布放艇拖带导流型围油栏组成“V”字型高效应急组合，在泄漏物料流向的下风向，迎着回收；根据现场情况随时调整角度及位置。

迅速调动其他或社会清污能力予以支援，组织另一组“高效应急组合”第二防线的回收作业，而后才组织其他清污处置。

吸油毡及化学品吸附材料应合理处置并回收，慎用高浓度溢油分散剂，确保周围保护区不受二次污染。

### （二）水上污染应急能力建设

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017），对新、改、扩建码头的溢油应急防备等级要求如表 7.7-1 所示；本工程可能最大水上溢油事故溢油量为 2452t 作为本工程的溢油应急防备目标，确定本工程一级防备应急能力目标占区域溢油应急防备目标的比例取 10%，不低于 245.2 吨。

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）“表 4 海港其他码头水上溢油应急设施、设备、物资配备要求”，10 万~15 万吨级（含）泊位的应急设施、设备、物资配备要求见表 7.7-2。

表 7.7-1 新、改、扩建码头水上溢油应急防备等级要求

| 应急防备等级 | 应急资源拥有方式        | 防备能力配备要求                       |                                | 自接到应急响应通知后应急反应时间最低要求（h） |
|--------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|        |                 | 占区域溢油应急防备目标的比例                 | 其中，满足浅水和岸线清污作业的占比 <sup>b</sup> |                         |
| 一级防备   | 自有、联防或者购买应急防备服务 | 5%~10%<br>（含基本防备） <sup>a</sup> | 20%                            | 4                       |

| 应急防备等级 | 应急资源拥有方式           | 防备能力配备要求             |                                 | 自接到应急响应通知后应急响应时间最低要求 (h) |
|--------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|
|        |                    | 占区域溢油应急防备目标的比例       | 其中, 满足浅水和岸线清污作业的占比 <sup>b</sup> |                          |
| 二级防备   | 与上级应急预案衔接或区域联防安排   | 50%~60% <sup>a</sup> | ——                              | 24                       |
| 三级防备   | 在应急预案中识别周边可协调的应急资源 | 40%~50% <sup>a</sup> | ——                              | 48                       |

注 a: 根据风险大小和周边区域现有水上污染事故应急防备能力情况在此区间取值, 风险低或现有能力强的, 取低值; 风险高或现有能力弱的, 取高值; 采用联防、购买服务方式满足一级防备要求的, 取高值; 三个防备等级的应急能力之和≥100%;

注 b: 指在配备的应急设施、设备和物资中, 可用于浅水和岸线清污作业的数量或回收清除能力占比。

表 7.7-2 本项目水上溢油应急设施、设备、应急物资配置

| 序号 | 名称        | 型号规格                  | 单位 | 数量   |
|----|-----------|-----------------------|----|------|
| 1  | 应急型围油栏    | WQJ1500               | m  | 1200 |
| 2  | 收油机       | 能力 9m <sup>3</sup> /h | 套  | 1    |
| 3  | 油拖网       | SW3                   | 套  | 1    |
| 4  | 吸油毡       | PP-2                  | 吨  | 1.4  |
| 5  | 溢油分散剂     |                       | 吨  | 1.1  |
| 6  | 溢油分散剂喷洒装置 | PSC40                 | 套  | 1    |
| 7  | 轻便储油罐     | QG10                  | 套  | 1    |
| 8  | 充气式围油栏集装箱 | WX3600                | 套  | 6    |
| 9  | 充气式围油栏动力站 | PK2060D               | 套  | 3    |

### 7.7.3.9 危险货物集装箱装、卸车作业安全防范措施

(1) 本工程危险货物集装箱的装卸必须严格按照《国际海运危险货物规则》和我国《水运危险货物运输规则》执行, 危险货物集装箱在装船或卸船前, 检查系泊是否安全, 同时在船舶四周敷设围油栏。作业方应会同船方对集装箱外观进行检查, 重点检查集装箱结构是否有损坏、有无洒漏或渗漏现象。发现异常应通知有关部门处理。在未处理之前不得装卸。尚在船舶上的危险货物发生包装破损、渗漏、受到污染或不符合有关规定时, 不得进行装卸, 由货物业主单位采取应急堵漏措施。

(2) 根据《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014), 为避免电气设备故障产生的火花, 可能引燃引爆危险货物, 限制岸边集装箱装卸桥的

作业位置,使岸边集装箱装卸桥支腿距最近的码头前沿高压接电箱的距离大于20米。建设单位应在码头上标识出岸边集装箱装卸桥可装卸危险货物集装箱的区域,在运营船舶靠泊之前岸边集装箱装卸桥应根据船舶装载危险货物集装箱的情况移动至相应区域,在进行易燃易爆危险货物或与其他物质会产生易燃易爆危险货物的集装箱装卸作业时岸边集装箱装卸桥不得行走,确保处于区域之内的行走机构的供电电源处于切断状态;当装卸危险货物集装箱为非易燃易爆危险货物的集装箱时,电气设备可以不进行改造或限制作业位置措施。

(3) 装卸危险货物集装箱的作业指挥人员及司机,要做到小心作业、稳起稳落,严禁拖、碰、撞集装箱。

(4) 装卸危险货物,应根据货物性质选用合适的装卸机具。装卸易燃、易爆货物,装卸机械应安置火星熄灭装置,禁止使用非防爆型电气设备;装卸易燃危险货物集装箱期间,不得进行加油、加水(岸上管道加水除外)等作业;易燃易爆危险货物集装箱装卸时,距装卸地点50m范围内为禁止明火作业区域;危险货物集装箱作业、堆存区域不得进行车辆维修、保养等工作。

(5) 从事危险货物集装箱装、卸作业人员,应熟知各类危险货物的性质,并经港口有关部门的培训,经考核合格者,方可参加作业。作业前,应详细了解所装卸危险货物的性质、危险程度、安全和医疗急救措施,并严格照有关操作规程作业。

(6) 在装卸作业中,双方密切配合,严格执行操作规程,掌握作业进度,防止事故的发生。

(7) 操作前,对危险货物集装箱等仔细检查,作业时,由专人负责正常巡视,发现泄漏及时处理。

(8) 雷电和暴风雨天气以及附近有火情时停止装卸作业。

(9) 船舶装卸危险货物集装箱时应严格船公司提供的配载图进行配载,不得随意变更配载位置。

(10) 对装卸和运输危险货物集装箱的燃油车辆和机械安装有火星熄灭器和车辆静电拖地带。

(11) 集装箱装卸作业应符合《集装箱港口装卸作业安全规程》(GB11602-2007)的要求。

(12) 作业前应对作业机械、工属具与作业现场进行全面的安全检查，确保安全后方可进行作业。

(13) 作业前应明确集装箱的类型及装载情况，对于超限箱等有特殊作业要求的集装箱，应制定周密、可靠的装卸作业方案，注重工属具的配备、计量装置的使用和管理，避免超负荷作业。

(14) 严格按照操作规程作业，严禁违章作业，如拖曳、超速起吊、超负荷起吊等。

(15) 各种流动机械司机应严格遵守司机安全操作规程，出车前进行车辆的各项安全检查，特别是刹车系统的检查，严禁车辆带病运转。

(16) 应结合港口大型机械的抗风等级、各种自然条件的具体情况制定合理可行的大风情况下允许作业操作规程。大型机械作业完毕，应对大型机械采取有效的防风措施。当风力影响到船舶安全靠泊或装卸的安全操作时，必须停止作业。风暴过后，要对起重机械、集装箱吊具、工属具、配电线路、轨道进行安全检查。

(17) 对于空箱专用堆场的堆码应采取有效的预防措施，包括：限制堆高层数、紧密堆装、使集装箱组成刚性整体、与地面固定物连接等。

(18) 带缆作业人员和甲板作业人员配备救生衣和防滑鞋等特殊防护用品。

(19) 大型集装箱船靠泊前，码头岸桥应停到适当位置，避让靠泊船只。

(20) 集装箱装、卸船顺序应按配载图严格规范作业。

(21) 作业人员上下集装箱或在箱顶操作时，应制定安全作业规程和采取安全措施。例如：作业人员在未离开箱顶或作业箱区域前，起重机械严禁在该区域内作业；为高处作业人员配备防坠落装置等。

(12) 所有车辆必须在划出的车道线内按车流图行驶，并按规定的位置停车，出入大门按规定的通道通过检查口，在启运转弯时，要有行车警告信号，严禁超速驾驶。

#### **7.7.3.10 运输系统风险防范措施**

(1) 危险货物从码头装卸区进出港区应严格按照厂内规定的运输路线，设置专用的危险货物装卸区及危险货物集装箱专用通道。

(2) 危货集装箱运输车辆应满足《道路危险货物运输管理规定》（交通运输部令 2013 年第 2 号）等相关规范要求，坚决杜绝车辆带病运营，保证危货集装

箱运输车辆状况符合安全要求。

(3) 危货集装箱运输人员、押运人员应当经交通运输主管部门考核合格，取得从业资格。

(4) 提高应急处置能力，建立有效的应急小组，加强对应急人员技能培训。

(5) 建设单位不负责堆场至厂外企业的危险货物运送工作，但建设单位要求货主提供运输车辆信息进行备案。建设单位严格按照国家有关危险化学品运输的规定进行管理，对运送单位资质、运输人员资质、货物装载、运输路线等严格把关，确保安全作业要求、运输和装卸的安全质量管理等满足规定要求。禁止不符合化学危险货物运输技术条件的货车从事危险货物运输。

### 7.7.3.11 事故废水环境风险防范措施

参照《水体污染防控紧急措施设计导则》（中国石化建标〔2006〕43号），事故废水量计算公式如下：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3)_{\text{max}} + V_4 + V_5$$

式中：

$V_1$ ——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量， $\text{m}^3$ 。

$V_2$ ——发生事故的储罐或装置的消防水量， $\text{m}^3$ 。

$V_3$ ——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量， $\text{m}^3$ 。

$V_4$ ——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量， $\text{m}^3$ 。

$V_5$ ——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量， $\text{m}^3$ 。

$$V_2 = Q_{\text{消}} \cdot t_{\text{消}}$$

式中：

$Q_{\text{消}}$ ——发生事故的储罐或装置的同时使用的消防设施给水流量， $\text{m}^3/\text{h}$ 。

$t_{\text{消}}$ ——消防设施对应的设计消防历时， $\text{h}$ 。

$$V_5 = 10qf$$

式中：

$q$ ——降雨强度， $\text{mm}$ 。

$f$ ——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积， $\text{ha}$ 。汇水面积按项目第9类危险货物集装箱堆场面积计，约0.535 $\text{ha}$ 。

$$q=q_n/n$$

式中：

$q_n$ ——一年平均降雨量，mm。根据项目所在区域陆丰气象站近 20 年（2005~2024 年）的气候统计资料，年平均降雨量为 2057.87 mm。

$n$ ——一年平均降雨日数，为 120d。

根据上述公式进行核算，本项目消防废水量为 432m<sup>3</sup>（表 7.7-3），进入事故废水收集系统的降雨量为 52.43m<sup>3</sup>（表 7.7-4），事故废水量  $V_{总}$  为 484.43 m<sup>3</sup>（表 7.7-5）。

表 7.7-3 项目消防废水量核算

| 室外消防栓设计流量 L/s | 消防栓延续时间/h | V2（消防废水量）/m3 |
|---------------|-----------|--------------|
| 40            | 3         | 432          |

表 7.7-4 项目进入事故废水收集系统的降雨量核算

| $q_n$ / mm | $n$ / d | $q$ / mm | $f$ / ha | $V_5$ /m <sup>3</sup> |
|------------|---------|----------|----------|-----------------------|
| 2057.87    | 210     | 9.80     | 0.535    | 52.43                 |

表 7.7-5 项目事故废水量核算

| $V_1$ /m <sup>3</sup> | $V_2$ /m <sup>3</sup> | $V_3$ /m <sup>3</sup> | $(V_1+V_2-V_3)_{max}$ /m <sup>3</sup> | $V_4$ /m <sup>3</sup> | $V_5$ /m <sup>3</sup> | $V_{总}$ /m <sup>3</sup> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 0                     | 432                   | 0                     | 432                                   | 0                     | 52.43                 | 484.43                  |

本项目拟在第 9 类危险货物集装箱堆场旁设置应急处置场地、应急处置池（有效容积 80m<sup>3</sup>）、雨水回用池（有效容积 300m<sup>3</sup>）及事故水池（有效容积 700m<sup>3</sup>）。事故水池有效容积 700m<sup>3</sup> >  $V_{总}$ （484.43 m<sup>3</sup>），因此，一般事故情况下可以保障火灾事故下的消防水不外排。本项目在应急处置场地四周设置排水沟，在沟的末端设置 2 个电动闸阀，通过切换闸板阀的启闭来实现水流向的改变。其中，清洁雨水和喷淋降温水进入雨水回用池，然后排入港区雨水管网；事故状态下的泄漏废水、雨水和消防用水经收集后汇至事故水池，事故水池及应急处置池的事故污水委托有危险废物处置资质的单位接收处理。

### 7.7.3.12 锂电池集装箱堆场火灾风险防范措施

针对锂电池集装箱堆场的火灾风险，制定以下风险防范措施：

1、合理的物理布局是防止事故扩大的第一道防线，核心目的是将火灾限制在最小单元内。本项目设置第 9 类危险货物集装箱堆场单独堆放锂电池集装箱，

堆场做好硬化及防渗措施，危险货物集装箱限高 3 层。

2、保证防火间距：危险货物集装箱堆垛之间应留有足够的安全通道和间距，防止火焰蔓延。

3、本项目拟在锂电池集装箱堆场旁设置应急处置场地、应急处置池（有效容积  $80\text{m}^3$ ）、雨水回用池（有效容积  $300\text{m}^3$ ）及事故水池（有效容积  $700\text{m}^3$ ）。事故水池有效容积  $700\text{m}^3 > V_{\text{总}} (484.43\text{m}^3)$ ，因此，一般事故情况下可以保障火灾事故下的消防水不外排。在应急处置场地四周设置排水沟，在沟的末端设置 2 个电动闸阀，通过切换闸板阀的启闭来实现水流向的改变。正常情况下，混堆区域雨水进入雨水回用池（ $300\text{m}^3$ ，临时储存雨水，可同步用作消防水），然后排入港区雨水管网；事故状态下的泄漏废水和消防用水等经收集后汇至事故水池及应急处置池，事故水池及应急处置池的事故污水委托有危险废物处置资质的单位接收处理。

4、利用 CCTV 系统对堆场进行无死角监控，尤其是针对高温、雷雨等异常天气的实时监控，确保操作人员能在第一时间发现冒烟、火花等异常情况。

5、现场设置消防管网，布置消火栓、灭火器等消防应急器材。火栓给水系统采用临高压给水系统，水源由市政管网提供，经供水加压站消火栓泵组加压后供给各个室内、外消火栓，管网呈环状布置，管道敷设在道路边沿。

6、强化日常巡查与应急准备，实行现场值班与防火巡查制度，重点监测温度异常和电解液泄漏，使用红外测温仪或固定式热成像摄像头扫描集装箱表面，定位内部可能存在的过热点，做到提前干预。

7、禁止携带易燃易爆品进入危险货物集装箱所在区域，现场应备有防毒面具、干粉灭火器、灭火毯、吸附棉及耐高温防护服等专用应急物资，并制定针对锂电池集装箱堆场火灾事故应急处置预案，并定期组织实战演练。

8、严禁非专业扑救：在未查明情况或缺乏防护装备时，严禁任何人员盲目打开冒烟的集装箱门，这可能导致爆燃伤人。即使明火扑灭，锂电池内部仍可能发生化学反应。灭火后必须持续监测温度，并将电池置于水中或空旷处观察 24 小时以上。

9、建立“入库申报+在库巡查+出库核销”的全流程台账制度，明确安全责任人，并对操作人员进行专业的搬运、装卸及应急处置培训。



### 7.7.3.13管理措施

(1) 港口、码头、泊位应具备的有关法律、行政法规规定的港口经营许可证、港口危险货物作业附证；

(2) 企业应当遵守安全和防污染操作规程，建立并落实船岸安全检查表制度，并严格按照船岸安全检查表的内容要求进行检查和填写；

(3) 改扩建项目港区内禁止载运危险货物的船舶在港口水域内从事危险货物过驳作业；

(4) 载运危险货物的船舶发生水上险情、交通事故、超标排放、危险货物落水等事件，应当按照规定向海事管理机构报告，并及时启动应急预案，防止损害、危害的扩大；

(5) 载运危险货物的船舶装卸或者停泊时，应当悬挂专用的警示标志，按照规定显示专用信号；

(6) 企业不得从事除附表IX中所列危险货种外的其他危险货物的装卸活动，如需增加货种，需另行办理环评等相关手续；

(7) 危险货物港口作业监测。实时监测高温天气下危险货物集装箱温度变化情况。加强危险货物罐柜的实时监测及防火防爆、防雷、防静电、防自燃等安全设备设施的运行管理，强化设备设施的安全检查和维护；

(8) 危险货物港口作业现场管理。船舶危险货物装卸作业前，港口企业要与作业船舶按照有关规定认真进行安全检查，确认作业的安全状况和应急措施；

(9) 严格落实防汛防台等有关安全制度，对防风装置和防风应急物资进行定期检查。企业按照相关规定做好大型机械的防台风工作，合理安排港口作业，做好人员避险、设备避风、货物避水工作，特别是遇水燃烧爆炸危险货物和大型港口机械防台风工作，切实落实各项防灾措施。

(10) 企业应对作业车辆、机械及工属具的安全状况进行检查，发现故障应立即排除。

(11) 危险货物集装箱装卸船前，港口作业方应会同船方确认作业的安全状况和应急措施。装船前和卸船后应对危险货物集装箱外观进行检查。

检查内容包括但不限于：

①港口作业委托人提供的危险货物信息与所装卸的危险货物集装箱标志、标

牌一致；

②集装箱结构无损坏，无洒漏或渗漏现象；

③集装箱箱封无损坏或缺失；

④拟交付船舶载运的危险货物包件、中型散装容器、大宗包装、货物运输组件，应当按照规定显示所装危险货物特性的标志、标记和标牌；

（12）检查发现危险货物集装箱存在异常情况的，应及时采取措施，按规定报有关部门处理。未处理之前，不得进行装卸。

（13）装卸易燃易爆危险货物集装箱期间，作业船舶不应进行加油、加气、加水（岸上管道加水除外）、接解岸电、污染物接收等作业。

（14）危险货物集装箱运输车辆应遵守企业有关危险货物车辆运行路线、时间及速度等规定，按照交通信号通行；遇有现场指挥时，应按照指令通行。非危险货物运输车辆在未设置交通信号的交叉路口遇到危险货物集装箱运输车辆时，应停车让行。

#### **7.7.3.14人员疏散和撤离**

为防止一旦发生风险事故，对影响范围内人员的影响，对于人员的疏散和撤离，要求如下：

（1）疏散、撤离负责人事故发生后，由各负责人作为疏散、撤离组织负责人。

（2）撤离路线：建设单位在应急预案中应制定人员应急疏散路线。相应负责人应将发生事故的场所，设施及周围情况、化学品的性质和危害程度，以及当时的风向（根据设立的风向标）等气象情况向应急指挥部作详细报告后确定疏散、撤离路线。为使疏散计划执行期间港区内员工能从容撤离灾区，要随时了解员工状况，采取必要之应变措施，根据疏散路线，员工按照指示迅速撤离、疏散至指定集合地点并清点人数。

（3）事故现场人员清点、撤离方式、方法当发生重大泄漏事故时，由应急指挥部实施紧急疏散、撤离计划。事故区域所有员工必须执行紧急疏散、撤离命令。疏散和撤离的路线上可设立指示牌，指明方向，指导警戒区内的员工有序的离开。警戒区域内的负责人应清点撤离人员，检查确认区域内确无任何人滞留后，向指挥组汇报撤离人数，进行最后撤离。人员不要在低洼处滞留；要查清是否有

人留在泄漏区或污染区。如有没有及时撤离人员，应由配戴适宜防护装备的抢险队员两人进入现场搜寻，并实施救助。

（4）项目建设方应加强对该范围内人群的环境风险和安全宣教，对项目可能对周围环境造成的影响进行客观的宣传。

（5）周边区域的工厂、社区人员的疏散发生重大事故时，可能危及周边区域的单位、社区安全时，根据当时的气象条件、污染物可能扩散的区域和污染物的性质，由应急指挥部决定是否需要向周边地区发布信息，并与政府有关部门联系。政府部门根据实际需要对周边区域的工厂，社区和村落的人员进行疏散时，由公安、民政部门、街道组织抽调力量负责组织实施，立即组织广播车辆和专业人员协助公安及其他政府有关部门的人员进行动员和疏导，使周边区域的人员安全疏散。

（6）人员在撤离、疏散后的报告事故现场、非事故现场和周边区域的人员按指挥组命令撤离、疏散至安全地点集中后，由相关负责人清点、统计人数后，及时向指挥组报告。

#### **7.7.3.15应急响应程序**

应急响应流程由应急指挥中心组织实施，程序和内容见下图。

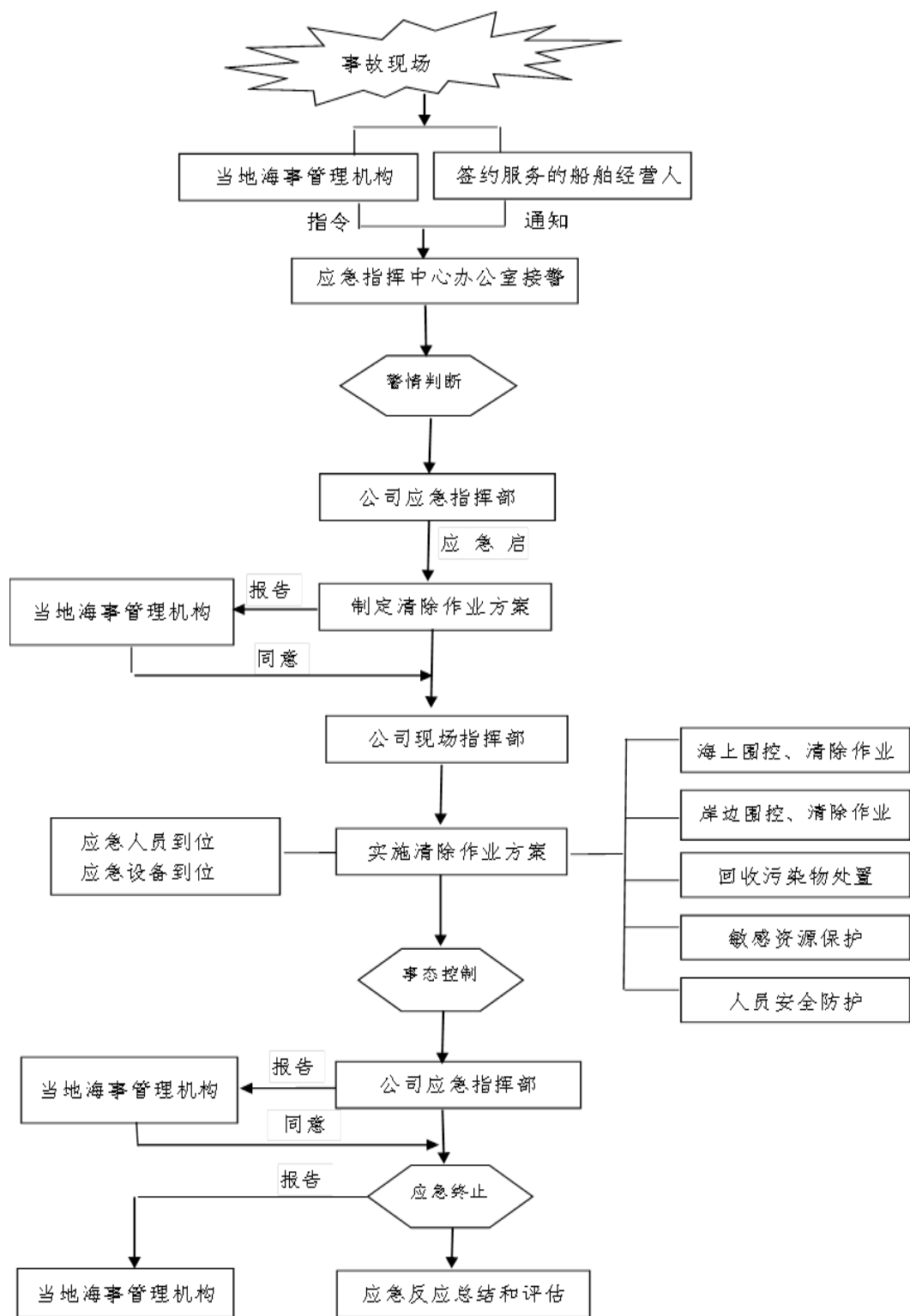


图 7.7-1 应急响应程序

## 7.8环境风险应急预案

企业应严格落实各项环境风险防范与应急措施，建立健全环境事故，按照国家、地方和相关部门要求对企业突发环境事件应急预案要求尽快完成突发环境事

件应急预案，加强环境风险防范和应急工作。

根据《广东省企业事业单位突发环境应急预案编制指南（试行）》，应急预案主要编制内容要求如下：

**表 7.8-1 突发环境应急预案主要编制内容要求**

| 序号 | 项目      |        | 主要内容要求                                                                                                |
|----|---------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 总则      | 编制目的   | 说明企业编制应急预案的目的、作用等。                                                                                    |
|    |         | 编制依据   | 列明企业应急预案编制所依据的法律法规、规章、上位预案，以及有关行业管理规定、技术规范 and 标准等。                                                   |
|    |         | 适用范围   | 说明预案适用的主体、范围，以及事件类型、工作内容。                                                                             |
|    |         | 事件分级   | 根据企业的实际情况，按照突发环境事件的性质、严重程度、可控性、影响范围等，采用定量与定性相结合的分级标准，进行事件分级。                                          |
|    |         | 工作原则   | 说明企业开展环境应急处置工作应遵循的总体原则。                                                                               |
|    |         | 应急预案体系 | 说明企业应急预案体系的构成情况，明确综合预案、专项预案、应急处置卡片等预案的名称、数量，以及采用专章或专篇的形式。                                             |
| 2  | 基本情况    |        | 简要说明企业基本信息和环境风险现状，可包含以下内容：基本信息、装置及工艺、“三废”情况、批复及实施情况、环境功能区划情况、周边环境风险受体、环境风险物质、环境风险单元、历史事故分析、环境风险防范措施等。 |
| 3  | 组织体系和职责 |        | 明确企业内部应急组织机构的构成。                                                                                      |
| 4  | 预防与预警机制 | 预防     | 明确企业突发环境事件预防措施。                                                                                       |
|    |         | 预警     | 指示企业内部相关部门和人员做好突发环境事件防范和应对准备的响应机制。                                                                    |
| 5  | 应急响应    | 分级响应程序 | 按照分级响应的原则，确定不同级别的现场组织机构和负责人。明确应急指挥机构应急启动、应急资源调配、应急救援、扩大应急等响应程序和步骤。                                    |
|    |         | 信息报告   | 明确信息报告责任人、时限和发布的程序、内容和方式                                                                              |
|    |         | 应急处置措施 | 制定相应的应急处置措施，明确处置原则和具体要求                                                                               |
|    |         | 应急监测   | 明确应急监测方案。                                                                                             |
| 6  | 应急终止    |        | 明确应急终止责任人、终止的条件和应急终止的程序；同时在明确应急状态终止后，应继续进行环境跟踪监测和评估。                                                  |
| 7  | 善后处置    |        | 明确现场污染物的后续处置措施以及环境应急相关设施、设备、场所的维护。必要时配合有关部门对环境污染事件的中长期环境影响进行评估。                                       |
| 8  | 保障措施    | 应急通讯   | 明确与应急工作相关的单位和人员联系方式及方法，并提供备用方案。                                                                       |
|    |         | 应急队伍保  | 明确环境应急响应的人力资源，包括环境应急专家、专业                                                                             |

| 序号 | 项目       |          | 主要内容要求                                                                                                                                                                                   |
|----|----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |          | 障        | 环境应急队伍、兼职环境应急队伍等人员的组织与保障方案。                                                                                                                                                              |
|    |          | 应急装备保障   | 明确企业应急处置过程中需要使用的应急物资和装备的类型、数量、性能、存放位置、管理责任人及其联系方式等内容。                                                                                                                                    |
|    |          | 其他保障     | 根据环境应急工作需求，确定其他相关保障措施。                                                                                                                                                                   |
| 9  | 预案管理     | 预案培训     | 明确对员工开展的应急培训计划、方式和要求。                                                                                                                                                                    |
|    |          | 预案演练     | 明确不同类型环境应急预案演练的形式、范围、频次、内容及演练评估、总结等要求。                                                                                                                                                   |
|    |          | 预案修订     | 明确预案评估、修订、变更、改进的基本要求、时限及采取的方式等。                                                                                                                                                          |
| 10 | 附则       | 预案的签署和解释 | 明确预案签署人，预案解释部门。                                                                                                                                                                          |
|    |          | 预案的实施    | 明确预案实施时间。                                                                                                                                                                                |
| 11 | 附件       |          | 1.企业应急通讯录；<br>2.外部单位（政府有关部门、救援单位、专家、环境风险受体等）通讯录；<br>3.企业四至图、区域位置图、环境风险受体分布图、周边水系图；<br>4.企业内部人员撤离路线；<br>5.环境风险单元分布图；<br>6.应急物资装备清单、分布图；<br>7.企业雨水、清浄下水和污水收集、排放管网图，应标注应急池位置、容量、控制阀节点等详细情况。 |
| 12 | 专项预案编制要点 |          | 针对某一类型突发环境事件制定的应急预案，主要包括突发环境事件特征、监控预警措施、组织机构及职责、应急处置措施、应急终止等内容。                                                                                                                          |
| 13 | 应急处置卡    |          | 针对主要情景、关键岗位、重要设施（如围堰、应急池、雨水污水排放口闸门等）设置相应应急处置卡片，明确特定环境事件的现场处置措施的整套流程及相应部门，包括风险描述、报告程序、上报内容、预案启动、排查、控源截污、监测、后勤保障、后期处置、恢复处置和注意事项等方面内容，并在重要位置粘贴上墙。                                           |

## 7.9环境风险评价结论

### 1、项目危险因素

物质危险性识别，本项目的危险物质主要为油类物质和锂电池，具有易燃和有毒有害的危险特性。根据本项目工程特点，共分为7个危险单元，分别为水运航线及港池水域、码头前沿、港区内运输路线、油污水处理站、生活污水处理站、

危险废物暂存间。本项目主要环境风险事故为事故溢油、火灾伴生/次生污染物。

2、环境敏感性及事故环境影响

本项目位于汕尾市红海湾经济区，码头周边 5km 范围内分布有多个行政街道和村庄，范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人。本项目环境风险最大可信事故为溢油事故及易燃物质火灾伴生/次生污染物。

根据溢油预测结果，在选定的典型情境下，溢油预测结果如下：各预测工况条件下，溢油事故发生后最快 5min 内即可到达环境敏感区，最大漂移距离为 22.37km，最大扫海面积为 20.91km<sup>2</sup>，最大扩散面积为 4.28km<sup>2</sup>。易燃物质火灾伴生/次生污染物扩散预测结果可知：在最不利气象条件下，CO、HF 最大落地浓度为 1789.7mg/m<sup>3</sup>、3221.2mg/m<sup>3</sup>，CO 网格点浓度出现了超过大气毒性终点浓度-1，最远影响距离 30m，不涉及敏感点，超过大气毒性终点浓度-2 最远影响距离 90m；HF 网格点浓度出现了超过大气毒性终点浓度-1，最远影响距离 220m，不涉及敏感点，超过大气毒性终点浓度-2 最远影响距离 320m。

3、环境风险防范措施和应急预案

本项目应加强环境风险事故应急监测系统的建立，系统可在发生环境风险事故时与地方环境保护监测站的应急监测系统联动，对环境风险事故造成的影响进行实时监控，为应急指挥中心迅速、准确提供事故影响程度和范围的数据资料，保证应急指挥中心准确实施救援决策。项目建成后，企业应根据国家关于突发环境事件应急预案的相关要求更新环境应急预案。

4、环境风险评价结论与建议

本评价经过环境风险识别、风险事故情景设定、源项分析，开展了预测与评价，结果表明，在建设单位认真按照码头的相关规范运行、按要求配置相关应急设施建设、制定完善的应急预案的前提下，本项目的环境风险可以防控。建设单位须加强日常运营管理，并与企业附近的消防部门保持密切联系。

表 7.9-1 环境风险评价自查表

| 工作内容 |      | 完成情况  |                         |     |                           |
|------|------|-------|-------------------------|-----|---------------------------|
| 风险调查 | 危险物质 | 名称    | 燃料油                     | 锂电池 | 废矿物油                      |
|      |      | 存在量/t | 2452t                   | 20t | 2t                        |
|      | 环境   | 大气    | 500m 范围内人口数 <u>50</u> 人 |     | 5km 范围内人口数 <u>70444</u> 人 |

|                                                          |                                          |                                                   |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 工作内容                                                     |                                          | 完成情况                                              |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
|                                                          | 敏感性                                      |                                                   | 每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）                                          |                                                       |                                                | <u>  /  </u> 人                         |
|                                                          |                                          | 地表水                                               | 地表水功能敏感性                                                         | F1 <input type="checkbox"/>                           | F2 <input type="checkbox"/>                    | F3 <input type="checkbox"/>            |
|                                                          |                                          |                                                   | 环境敏感目标分类                                                         | S1 <input type="checkbox"/>                           | S2 <input type="checkbox"/>                    | S3 <input type="checkbox"/>            |
|                                                          |                                          | 地下水                                               | 地下水功能敏感性                                                         | G1 <input type="checkbox"/>                           | G2 <input type="checkbox"/>                    | G3 <input checked="" type="checkbox"/> |
|                                                          |                                          |                                                   | 包气带防污性能                                                          | D1 <input checked="" type="checkbox"/>                | D2 <input type="checkbox"/>                    | D3 <input type="checkbox"/>            |
| 物质及工艺系统危险性                                               | Q 值                                      | Q<1 <input type="checkbox"/>                      | 1≤Q<10 <input type="checkbox"/>                                  | 10≤Q<100 <input checked="" type="checkbox"/> （大气、地下水） | Q>100 <input checked="" type="checkbox"/> （海洋） |                                        |
|                                                          | M 值                                      | M1 <input type="checkbox"/>                       | M2 <input type="checkbox"/>                                      | M3 <input checked="" type="checkbox"/>                | M4 <input type="checkbox"/>                    |                                        |
|                                                          | P 值                                      | P1 <input type="checkbox"/>                       | P2 <input checked="" type="checkbox"/> （海洋）                      | P3 <input checked="" type="checkbox"/> （大气、地下水）       | P4 <input type="checkbox"/>                    |                                        |
| 环境敏感程度                                                   | 大气                                       | E1 <input checked="" type="checkbox"/>            | E2 <input type="checkbox"/>                                      |                                                       | E3 <input type="checkbox"/>                    |                                        |
|                                                          | 海洋生态环境                                   | E1 <input checked="" type="checkbox"/>            | E2 <input type="checkbox"/>                                      |                                                       | E3 <input type="checkbox"/>                    |                                        |
|                                                          | 地下水                                      | E1 <input type="checkbox"/>                       | E2 <input checked="" type="checkbox"/>                           |                                                       | E3 <input type="checkbox"/>                    |                                        |
| 环境风险潜势                                                   | IV <sup>+</sup> <input type="checkbox"/> | IV <input checked="" type="checkbox"/> （海洋）       | III <input checked="" type="checkbox"/> （大气、地下水）                 | II <input type="checkbox"/>                           | I <input type="checkbox"/>                     |                                        |
| 评价等级                                                     | 一级 <input checked="" type="checkbox"/>   |                                                   | 二级 <input type="checkbox"/>                                      | 三级 <input type="checkbox"/>                           | 简单分析 <input type="checkbox"/>                  |                                        |
| 风险识别                                                     | 物质危险性                                    | 有毒有害 <input type="checkbox"/>                     |                                                                  | 易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>              |                                                |                                        |
|                                                          | 环境风险类型                                   | 泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>            |                                                                  | 火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/> |                                                |                                        |
|                                                          | 影响途径                                     | 大气 <input checked="" type="checkbox"/>            |                                                                  | 地表水 <input checked="" type="checkbox"/>               | 地下水 <input checked="" type="checkbox"/>        |                                        |
| 事故情形分析                                                   | 源强设定方法 <input type="checkbox"/>          | 计算法 <input checked="" type="checkbox"/>           | 经验估算法 <input checked="" type="checkbox"/>                        | 其他估算法 <input type="checkbox"/>                        |                                                |                                        |
| 风险预测与评价                                                  | 大气                                       | 预测模型                                              | SLAB <input type="checkbox"/>                                    | AFTOX <input checked="" type="checkbox"/>             | 其他 <input type="checkbox"/>                    |                                        |
|                                                          |                                          | 预测结果                                              | 大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 <u>220</u> m<br>大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 <u>320</u> m |                                                       |                                                |                                        |
|                                                          | 海洋生态环境                                   | 最近环境敏感目标_汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区_，到达时间 <u>5 min</u> |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
|                                                          | 地下水                                      | 下游厂区边界到达时间 <u>  /  </u> 年                         |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
|                                                          |                                          | 最近环境敏感目标 <u>  /  </u> ，到达时间 <u>  /  </u> d        |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
| 重点风险防范措施                                                 | 详见 7.5 小节。                               |                                                   |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
| 评价结论与建议                                                  | 在认真落实报告书提出的各项风险防范与应急措施后，项目存在的环境风险是可控的。   |                                                   |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |
| 注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，“ <u>      </u> ”为填写项 |                                          |                                                   |                                                                  |                                                       |                                                |                                        |



## 8环境保护措施及其可行性论证

### 8.1施工期环保措施及可行性论证

#### 8.1.1施工期水环境保护措施及可行性论证

本项目施工期产生的废水主要包括悬浮泥沙、船舶舱底油污水和船舶生活污水、陆域生活污水、施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水等。

##### 8.1.1.1悬浮泥沙污染防治措施

(1) 为减少施工活动的影响程度、范围和时间，施工单位应合理制定施工计划、合理安排施工进度和合理划定施工范围。

(2) 本工程拟采用的疏浚船本身建议配备先进的定位系统、航行记录器和溢流门自控装置，以保证精确开挖和保证挖泥船满舱溢流后能自动关闭溢流门，防止疏浚物在装运过程中发生洒漏。在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对施工设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时修复。

(3) 挖泥作业前检查挖泥船舱门的密闭性，抛泥船必须严格按照规定的承载量装载，防止发生船运泥沙外溢现象，造成悬浮物的增加量，开挖的疏浚物运至合法倾倒区进行抛填，严禁抛泥船随意倾倒泥沙。

(4) 为有效控制疏浚施工对周围环境的影响，建设单位在施工过程中应强化落实施工期环境监测，尽量减少对该区生物资源和海洋环境的破坏。

(5) 疏浚物倾倒过程中应严格倾倒过程的监督和管理，泥驳到位倾倒，控制作业时间。

(6) 加强职工技能和环保培训，确保挖泥船的正确操作，既保证作业效率，又减少对挖泥区水体及底质的扰动。

##### 8.1.1.2水下炸礁作业污染防治措施

(1) 制定合理的炸礁施工工作方案，征得有关部门批准，办理有关手续后，方可施工。

(2) 在爆破施工前发布公告，对周边单位进行预通知，其内容包括爆破地点、每次爆破起爆时间、安全警戒范围、警戒标志和起爆信号等。并按照《爆破安全规程》(GB6722-2014) 设置爆破安全允许距离，爆破前应对安全允许距离区域进行爆破清场。

(3) 必须严格按《爆破安全规程》和《水运工种爆破技术规范》(JTS204-2008) 的有关规定进行炸礁，确保海面船只、人员的安全。炸礁采用毫秒微差延期爆破法，严格控制一次爆破的总药量和微差爆破的单段最大药量，使用爆速较低的炸药等办法，并尽量分层、分片实施，以减小地震波和水下冲击波对岸上构筑物、防波堤和海洋生物的影响，两次爆破之间应有一定的时间间隔，以减少冲击波的叠加，降低水下冲击波对他类及比它海洋生物生境的影响。建议采用延时爆破方式，并根据实际情况调整起爆药量，可有效降低爆破水击波及爆破地震水压力对鱼类的影响。

(4) 炸礁前应先对礁石表面的附着物及泥沙进行清污。

(5) 每次爆破前，可采用小药量试爆，以驱赶鱼群，可减少了对渔业资源的影响。施工初期爆破选用较小药量在杀伤半径内试爆，以便鱼类远离爆破区后再逐次增大爆破药量，并根据现场爆破影响试验实际监测结果观察，来决定是否减少最大起爆药量。

(6) 桩基施工时，打桩船、钻机产生的噪声以及大面积水花有驱赶鱼类远离施工区域的效果，因此应尽量在桩基施工结束后立即进行爆破。若打桩船、钻机停止运转时间较长，则建议在引爆前应重新启动设备 10 分钟以达到驱赶鱼类离开爆破区的目的。

(7) 爆破后清礁时要按设计的范围进行，尽量减小清礁的幅度，以减小清礁过程中悬浮泥沙的产生量

(8) 炸礁作业应避开在鱼类集中出没的时段和鱼类洄游、产卵繁殖期，同时尽量缩短工期，力争将施工对环境造成的不利影响降到最低。

(9) 定期对作业区域及周边的海洋生态环境进行监测，包括水生生物的种类、数量、分布等，及时掌握生态系统的变化情况，若发现异常及时采取干预措施；

(10) 合理安排施工进度，施工单位在制定施工计划、安排施工进度时，应

充分注意到附近水域的生态环境保护问题，港池航道疏浚施工时在鱼类繁育高峰期应尽量降低疏浚强度，从而优化施工进度计划。项目扰动海域较大的疏浚作业应合理安排施工作业期。根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部，2002 年 2 月）的资料显示，本项目所在海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内，位于南海幼鱼、幼虾保护区，该保护区每年的保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，本项目炸礁施工应避让幼鱼幼虾保护期。

（11）临近自然保护区炸礁施工时，减少炸药单次用量，合理控制单段药量和分段起爆的顺序，显著降低峰值压力和脉冲宽度，必要时应采取气泡帷幕等防护技术，削减水中冲击波强度，或在临近自然保护区采取凿礁等环境影响更小的施工工艺，确保不对海洋生态保护目标造成危害。

#### **8.1.1.3 船舶舱底油污水**

施工船舶舱底油污水及时收集上岸，委托有处理能力的单位接收处理。

（1）对于本项目所采用的各类施工船舶，在水上作业时应遵照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》、《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）以及交通部发布的《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》中对海上施工船舶的要求管理，即限制船舶油类污染物排放专项铅封行动要求，禁止直接向海域水体排放机舱所处的舱底含油污水、倾倒生活垃圾。含油污水收集暂存于船上专门的容器（密封桶等），定期由施工单位上岸后交由有能力处理的单位处理，禁止直接排入海水中，船长和接收单位负责人应做好接收污染物记录，以备核查。

（2）施工船舶定期检修及维护保养，防止泄漏油，杜绝施工船舶出现跑、冒、滴、漏现象。若出现跑、冒、滴、漏，建议采取集中处理的方法，将含油污水收集后定时清运，以减少含油污水对周围水体的影响。

（3）通过建立有关制度、完善设备，提高人员素质和制定溢油应急计划，采取适当的控制溢油事故措施，以控制溢油事故的污染。

#### **8.1.1.4 船舶生活污水**

施工船舶产生的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等船舶污染物，由施工方委托有处理能力的单位接收处理。陆域生活污水经移动环保厕所收集后定期通过

槽罐车运至当地污水处理厂处理。施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水经沉淀、隔油后回用于场地洒水抑尘、车辆冲洗等。

#### **8.1.1.5陆域施工人员生活污水污染防治措施**

陆域生活污水经移动环保厕所收集后定期通过槽罐车运至当地污水处理厂处理。

#### **8.1.1.6施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水**

施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水经沉淀、隔油后回用于场地洒水抑尘、车辆冲洗等。

### **8.1.2施工期大气环境保护措施及可行性论证**

本项目施工期产生的废气主要包括施工扬尘、施工机械和施工车船燃油废气和装修废气等。本项目施工期大气环境保护措施具体如下：

（1）施工工地周围设置连续、密闭的围挡，缩小施工扬尘的扩散范围。对施工现场进行科学管理，统一堆放施工材料，设置防尘或围栏防护设施，避免露天长期堆放易起尘的弃土和物料，减少扬尘或粉尘污染。

（2）施工现场场地应当进行硬化处理，场地的厚度和强度应满足施工和行车需要。现场场地和道路平坦通畅，以减少施工现场道路运输车辆颠簸洒漏物料。

（3）未能做到硬化的部分施工场地要定期压实地面和洒水、清扫，减少扬尘污染。

（4）进出工地的物料、垃圾运输车辆，应当采用密闭车斗。确无密闭车斗的，装载高度最高点不得超过车辆槽帮上沿 40cm，两侧边缘应当低于槽帮上缘 10cm。车斗应用苫布覆盖，苫布边缘至少要遮住槽帮上沿以下 15cm。

（5）水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料，应安排在临时仓库内存放或严密遮盖，运输时防止洒漏、飞扬，卸运尽量在仓库内进行并洒水湿润。

（6）施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘。

（7）施工机械及船舶应选用耗油低、污染物排放量少的发动机，并使用低油，减少废气的排放。加强施工机械和船舶的日常维护保养，确保设备正常运行，避免不正常运行产生的废气。

（8）对入场施工机械进行管理，检查合格的机器才可进场作业，减少施工机器产生的燃油废气。

(9) 在装修施工中, 首先应该选择低挥发性有机物(低 VOCs)含量的涂料产品, 并加强通风。

综上所述, 施工期采用的大气环境保护措施技术难度不高、成本较低、经济合理、应用广泛, 在经济技术上可行。

### 8.1.3 施工期声环境保护措施及可行性论证

本项目施工期噪声源主要为施工机械设备、车辆及施工船舶等。施工期声环境保护措施具体如下:

(1) 优先选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆, 加强机械、车辆的维修、保养工作, 使其始终保持正常运行;

(2) 合理安排作业时间。特殊情况需连续作业的, 应尽量采取降噪措施, 并报工地所在地区环保相关部门批准方可施工, 高噪声作业内容应尽量不安排在午休时间进行;

(3) 做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作, 合理疏导进入施工区域的车辆, 禁止车辆鸣笛, 降低交通噪声。

(4) 砂石料运输车辆经过村庄时限制车速, 车辆速度控制在 20km/h 内;

(5) 码头施工噪声应严格按照《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025) 进行控制。

(6) 为减少对水生动物的干扰, 应对水下噪声加以控制。

施工期施工机械使用、运输车辆、施工船舶行驶等产生的噪声会对周围声环境产生一定影响, 但这种影响是暂时的, 随着工程完工, 影响将不存在。项目施工期声环境影响采用上述减缓措施, 技术难度不高、成本较低, 经济合理, 故项目采用以上施工期声环境影响减缓措施是可行的。

### 8.1.4 施工期固体废物环境保护措施及可行性论证

本项目施工期产生的固体废物主要为疏浚物、炸礁物、海堤拆除建筑废物、施工船舶生活垃圾、陆域施工人员生活垃圾等。

(1) 项目陆域施工过程中产生的生活垃圾经建设单位统一收集后, 交由环卫部门处理。船舶垃圾由施工船舶自行委托有处理能力的船舶污染物接受单位处置。

(2) 本项目产生的海堤拆除建筑废物由施工单位交由合法的处置场加工成

形成再生骨料，钢筋、金属碎片等可考虑回收利用，其余建筑垃圾运往指定的余泥渣土受纳场处置。

(3) 本项目严格按照《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知（粤海监函〔2019〕99号）》等相关要求合理处置疏浚物，根据《疏浚物海洋倾倒分类和评价程序》（国海环字〔2002〕398号）进行检测鉴别疏浚物的疏浚物类别，依法办理废弃物海洋倾倒许可证后进行施工。

(4) 合理安排施工船舶数量、位置、挖泥进度，尽量减少疏浚作业对底质的搅动强度和范围。

(5) 加强当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业，避免造成船舶事故。

(6) 为防止疏浚土运输途中的沿途泄漏，在恶劣天气条件下应采取必要的防护措施，超过10m/s风时，必须停止疏浚和运输作业。加强对挖泥船经常检查进行维修保养，保证挖泥船底部泥舱门系统密闭完好，装船作业后务必关严舱门，严防沿途泄漏。

(7) 本项目施工期产生的危险废物统一收集后交由具备危险废物处置资质的单位处理。

(8) 施工区内设置垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人和定期清扫的周期。

(9) 施工结束后，及时清理施工现场，拆除临时工棚等临时建筑物。

经采取上述措施后，本项目施工期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，具有合理可行性。

## **8.1.5 施工期生态环境保护措施及可行性论证**

### **8.1.5.1 施工期陆生生态环境保护措施及可行性论证**

#### **(1) 土地资源保护措施**

① 优化项目平面布局，减少边坡占地，减少占用林地资源。

② 严格划定施工活动范围，施工活动要保证在征地范围内进行，禁止施工人员、施工机械进入项目红线外的林地、农田。

③ 项目施工的临时堆料场、施工车辆和机械的放置均设置在永久占地内；利用项目道路毛路作为施工道路，不另建设施工便道。

#### **(2) 生态系统保护措施**

①加强对施工人员的环境保护和生物多样性保护的宣传教育,特别是有关法规、野生动植物的简易识别知识及保护方法,禁止施工人员捕杀、伤害野生动物。

②加强堆场的周边绿化,恢复林缘景观。以林地景观为背景,植物配置以乔-灌-草结合、常绿与落叶相结合、针叶与阔叶相结合、观赏与经济植物相结合,多树种、多层次和多样化的立体配置,尽量采用当地物种,对林区边缘采用加密绿化带,使项目区域与周边植被景观保持和谐统一。

### (3) 陆生植物保护措施

#### ①划定施工范围

建议施工时前划定施工活动范围,在工程邻近敏感区的区域设立警示标志,采取围栏、警戒线、施工红线等措施限定工程占用与扰动范围,同时对施工人员进行环境保护意识教育,宣传动植物保护法规,严禁随意扩大施工范围,禁止随意乱采乱伐等。

#### ②做好施工组织

施工区的临时堆料场、施工车辆尽量避免随处而放或零散放置,施工人员的生活垃圾应进行统一处理后,集中运出施工区以外,杜绝随意乱丢乱扔,压毁林地植被和农作物。

#### ③加强宣传教育

对施工人员进行环境教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育。教育施工人员,遵守国家和地方的法律及相关规定,自觉保护好周边动植物,维护自然景观。

④为防止施工占地区表层土的损耗,应对占地区林地的表层土予以收集保存,施工前应将表层土与下层土分开,要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离,集中堆存保护,施工场地应设置表土堆存场,表土不得作为弃渣弃入渣场,留存表土用于后期回填和绿化,以恢复土壤理化性质。表土堆存场应采取临时防护措施:设土袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或苫盖纤维布等其它覆盖物。

⑤实施二次清表,对第二次清表区域内的植被要尽可能保留。按乔木>灌木>草本>树桩的优先保护顺序进行植物资源的合理保护,对施工必须去除的乔木,移植至地块二道路两侧、地块三边坡种植或采取异地移栽保护。

⑥植被恢复应选用乡土物种,并在竣工验收前实施完成。通过野外调查,适

宜当地生长的优势种。协调性的具体考核指标可以为：因地制宜、优先种植本土植被。

⑦植被恢复应选用乡土物种，并在竣工验收前实施完成。通过野外调查，适宜当地生长的优势种。协调性的具体考核指标可以为：因地制宜、优先种植本土植被。

⑧在项目占地靠近一般生态空间、基本农田、公益林一侧设置施工围挡，降低施工扬尘和尾气污染对公益林内种植植物的影响。

#### （4）陆生动物保护措施

①建议工程施工前对施工区域周边野生动物进行驱赶，同时严禁烟火和狩猎，并以警戒线划分施工区域边界。

②合理安排桩基施工、开挖等高噪声作业时间，防治噪声对野生动物的惊扰。野生鸟类和兽类大多是早晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行大型机械施工产生的噪声影响等。

③工程完工后尽快做好堆场外侧生态环境的恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

④加强对工程施工人员的生态教育和野生动物保护教育。

#### （5）加强对工程施工人员的生态教育和野生动物保护教育。

①组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，加强对施工人员及施工活动的管理。禁止施工人员对植被滥砍滥伐，破坏沿线生态环境。

②加强生态管理，设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度。

③加强与当地部门的协调工作，征地前应联系当地林业部门对征地范围进行调查，同时加强对施工人员发现、识别重点保护植物的宣传教育工作，施工过程中若发现保护植物应上报上级主管部门，对其进行就地保护或迁地保护。

### 8.1.5.2 施工期海洋生态环境保护措施及可行性论证

本项目施工期对生态环境的影响途径主要包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要体现在项目范围内，表现为开挖疏浚等直接破坏生物生境，掩埋生物栖息地等。间接影响主要体现在水工工程施工、疏浚施工致使施工区域及其附近局部海域悬浮物增加，造成海洋生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链



（网）和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰富度下降。本项目施工期生态环境保护措施具体如下：

（1）合理安排施工进度，施工单位在制定施工计划、安排施工进度时，应充分注意到附近水域的生态环境保护问题，港池航道疏浚施工时在鱼类繁育高峰期应尽量降低疏浚强度，从而优化施工进度计划。项目扰动海域较大的疏浚作业应合理安排施工作业期。根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部，2002 年 2 月）的资料显示，本项目所在海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内，位于南海幼鱼、幼虾保护区，该保护区每年的保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，本项目炸礁施工应避让幼鱼幼虾保护期。

（2）生物栖息地的保护措施：对水生物栖息地造成影响的作业主要为疏浚施工引起的底质扰动和泥沙再悬浮等。施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围，尽量减少对底栖生物的影响。

（3）水体中悬浮物含量增加，将影响浮游生物的正常生长与发育，为减小对浮游生物和渔业资源的影响，施工应严格按照交通部《港池疏浚工程技术规范（JTJ319-99）》和《水域工程测量规范（JTJ203-2001）》执行。

（4）施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习《中华人民共和国海洋环境保护法》等有关法律法规，增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识；对于施工过程中可能出现的大型野生生物，严禁施工人员捕猎，遇有密集种群应尽可能设法予以避让；建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。

（5）为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对噪声大的施工作业应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工作业。另外也可以控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。

（6）项目建设对海洋生物资源与生态环境保护应按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损坏谁修复”的原则。根据影响评价的结果，制定可行的海洋生物资源保护措施，以建立完善的生态补偿机制。

（7）针对本项目造成不利影响的对象、范围、时段和程度，根据环境保护

目标的要求，提出预防、减缓、恢复、补偿、管理和监测等对策措施。

(8) 施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对渔业资源及生态环境产生的影响降至最低。

(9) 本项目评价范围内不涉及国家保护鸟类的集中栖息地。项目针对鸟类的生活习性，提出施工期鸟类的保护措施，具体如下：

①合理安排施工时间。在鸟类的繁殖期(通常是春夏季)和迁徙的高峰期(通常是春秋季节)尽量降低施工强度，同时合理布置施工运输路线，减小施工期对鸟类的影响。野生鸟类大多是早晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行大型机械施工产生的噪声影响等。

②落实施工期各项环保措施。防止施工废水、固体废物、船舶燃料油等进入水体。妥善处置施工垃圾，减少对捕食者吸引。

#### (10) 水生生态补偿措施

《中国水生生物资源养护行动纲要》(国发〔2006〕9号)明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：(1)经济补偿；(2)资源补偿：对重要生物资源(鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼)的损失应进行增殖放流补充；(3)生境补偿：对受到破坏的海洋生境(渔场、繁殖地、育幼场和索饵场)进行恢复与重建。

根据国务院《关于印发中国水生生物资源养护保护行动纲要的通知》(国发〔2006〕9号)精神，建设单位应当按照有关法律规定，制定项目对生态资源损失的生态补偿方案，采取增殖放流等修复措施，改善水域生态环境，实现渔业资源可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。本项目按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则，对工程造成的生态资源损失予以补偿。

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)的有关规定，

对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿，生态补偿金额以主要海洋生物资源损失量作为核算生态补偿额依据。

综上所述，本项目施工期采取的生态环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

### 8.1.6 施工期通航和安全作业保障措施

本项目施工期对航道和安全作业，提出了一系列保障措施：

（1）本项目在施工前，应按《中华人民共和国航道管理条例细则》中有关规定，办理有关审批手续和发布航道通告。

（2）施工过程中做好施工导助航指引，施工船舶与进入主航道时应注意与过往船舶避让。施工单位须做好相应的安全措施，如防台、避免施工照明影响船舶夜航等。

（3）施工期间，建设单位应与相邻汕尾电厂码头做好沟通，建立进出港调度机制，协调好两码头进出港船舶的调度管理，错开进出港时间，有序进出港，以保障工程海域的船舶通航安全。

（4）码头建成后，施工单位应该将各种施工遗留物彻底清除，并按要求在施工水域进行扫床，并把有关资料报航道部门，符合要求后才能交工。

（5）根据《中国海区水上助航标志》（GB4696-2016），并结合本项目航道、调头区及港池布置，并考虑周围海域状况设置导助航系统，施工期设置必要的助航标志。

（6）本项目水上施工期间采用的设备包括打桩船、起重船等，本项目通过合理安排施工时序，合理制定施工计划、合理安排施工进度和合理划定施工范围。

（7）相邻汕尾电厂有大型船舶进出港时，要求本项目的施工船舶避让，本工程对航道内船舶通行基本无影响，但应与相邻码头做好沟通，建立进出港调度机制，协调好码头进出港船舶的调度管理，错开进出港时间，有序进出港，以保障工程海域的船舶通航安全。

综上所述，本项目采取通航和安全作业保障措施在经济、技术等方面具有可行性。

## 8.2运营期环保措施及可行性论证

### 8.2.1运营期水环境保护措施及可行性论证

本项目运营期产生的废水包括机修含油污水、初期雨水、机械设备冲洗废水、生活污水、船舶压载水等。

本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与到港船舶产生的舱底油污水、生活污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，此外，本项目拟在码头处分别设置一个容积  $60\text{m}^3$  的船舶生活污水和船舶含油污水暂存池和船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶污染物处置单位无法及时到港使用。

船舶压载水设置了一套  $500\text{m}^3/\text{h}$  的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

生活污水设 1 套  $10\text{m}^3/\text{h}$  生活污水处理设施，处理工艺为“调节+AO+混凝+双滤料过滤”，生活污水经处理达标后，暂存在处理设施内的回用水池（容积  $150\text{m}^3$ ），回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等。

机修含油污水和初期雨水等采用排水明沟收集，汇流到港区设置的  $2\text{m}^3/\text{h}$  含油污水处理站进行处理，含油废水处理工艺为“隔油+混凝气浮+三滤料过滤”。经处理达标后，暂存在处理设施内的回用水池（容积  $150\text{m}^3$ ），回用于港区绿化灌溉、设备冲洗和道路洒水抑尘等。

运营期采取的水污染防治措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

### 8.2.2运营期大气环境保护措施及可行性论证

本项目运营期产生的废气主要有食堂油烟、运输车辆尾气等。

食堂油烟采用油烟净化器处理后通过排气筒排放，可达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）排放限值的要求，运输车辆尾气为无组织排放，通过洒水抑尘等措施，可达到《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控限值的要求。

运营期采取的大气污染防治措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

### 8.2.3运营期声环境保护措施及可行性论证

本项目运营期产生的噪声主要来源于起重机、叉车、堆高机等。

(1) 本项目的到港船舶使用岸电，机械设备选用低噪声设备，加强保养，配套消声器等措施降低噪声。

(2) 工程设计中选用的装卸机械等设备必须满足《工业企业噪声控制设计规范》(GB50087-2013)的有关要求。

(3) 加强机械和设备的保养维修、保持正常运行、正常运转，降低噪声。

(4) 对作业区的固定设备采取安装消声器、隔声等措施，减少设备运行噪声对作业区内装卸机械和其他生产设备，组织定期维修，保持其良好运行，淘汰落后和超期服务的设备设施，防止噪声超标。

运营期采取的声环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

### 8.2.4运营期固体废物环境保护措施及可行性论证

本项目运营期产生的固体废物包括船舶垃圾、码头职工生活垃圾、废机油、废机油桶、废含油抹布及手套等危险废物等。

(1) 船舶垃圾经收集后定期交由有能力的船舶污染物接收单位进行处理

(2) 码头职工生活垃圾统一收集后交由环卫部门处置。

(3) 项目危险废物经分类收集后暂存于危险废物暂存间，委托具备相关危废处理资质的单位定期拉运处置，

(4) 要求建设单位须尽快联系危废处置单位，签订危废协议并处置项目内暂存的危险废物。同时应当完善固体废物管理台账，详细统计固体废物的产生工序、形态、危险特性、收集方式、厂区内的转运方式、暂存方式、产生量、暂存量、处置量、处置周期以及最终处置去向等。

经采取上述措施后，本项目运营期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，具有合理可行性。

### 8.2.5运营期生态环境保护措施及可行性论证

#### 8.2.5.1运营期陆生生态环境保护措施及可行性论证

(1) 充分利用原有地形和植被，减少植被损失；绿化采用本土植物物种，

加强绿化维护。

(2) 采用多次喷淋洒水、防风抑尘网定期冲洗等措施，降低扬尘对周边的生态影响。

(3) 在项目堆场四周采用“乔-灌-草”结合的植被配置，恢复林缘景观，使项目区域与周边植被景观保持和谐统一。

(4) 在靠近国家公益林的位置分别设立警示牌。

(5) 加强运营期对职工进行环境教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育。教育职工，遵守国家和地方的法律及相关规定，自觉保护好周边动植物，维护自然景观。

#### **8.2.5.2运营期海洋生态环境保护措施及可行性论证**

(1) 本项目船舶压载水采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区绿化和道路喷洒，不对外排放。

(2) 项目护岸结构采用水上抛填护面块石、混合倒滤层、现浇 C20 砼稳定块，透水性好、无污染，并应种植适合生长、耐淹植物，如美人蕉、菖蒲、芦苇、香蒲等。

综上，在采取上述生态保护措施后，项目对周边生态环境影响较小，建设单位采用的生态保护措施可行。

# 9 环保政策及规划相符性分析

## 9.1 与产业政策相符性分析

### 9.1.1 与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相符性分析

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》由鼓励、限制和淘汰三类目录组成。不属于鼓励类、限制类和淘汰类，且符合国家有关法律、法规和政策规定的，为允许类，允许类不列入《产业结构调整指导目录》。

本项目为码头泊位建设项目，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中“二十五、水运”行业的“2.港口枢纽建设中的码头泊位建设”项目。鼓励类主要是对经济社会发展有重要促进作用，有利于节约资源、保护环境、产业结构优化升级，需要采取政策措施予以鼓励和支持的关键技术、装备及产品。

因此，本项目符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关要求。

### 9.1.2 与《市场准入负面清单（2025 年版）》相符性分析

根据《市场准入负面清单（2025 年版）》，该清单中包含禁止和许可两类事项。对禁止准入事项，市场主体不得进入，行政机关不予审批、核准，不得办理有关手续；对许可准入事项，包括有关资格的要求和程序、技术标准和许可要求等，由市场主体提出申请，行政机关依法依规作出是否予以准入的决定；对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。

本项目为集装箱专用码头，对照《市场准入负面清单（2025 年版）》，本项目属于《清单》中“（十九）《政府核准的投资项目目录（2016 年本）》明确实行核准制的项目（专门针对外商投资和境外投资的除外）”所规定的“未获得许可，不得投资建设特定交通运输项目”中的“集装箱专用码头：由省级政府按国家批准的相关规划核准”情形。本项目已于 2026 年 2 月 5 日取得《广东省发展和改革委员会关于汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程可行性研究报告的批复》（粤发改投审〔2026〕18 号），属于已获许可类项目。

因此，本项目符合《市场准入负面清单（2025 年版）》相关要求。

## 9.2与国土空间总体规划相符性分析

### 9.2.1与《广东省国土空间规划（2021-2035）》相符性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035）》（以下简称“省国土规划”）提出：按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序统筹划定落实三条控制线，把三条控制线作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。以三条控制线分别围合的空间为重点管控区域，统筹发展和安全，统筹资源保护利用，优化农业、生态、城镇等各类空间布局。以生态保护红线围合的空间为核心，整体保护和合理利用森林、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地等自然生态空间，全面改善自然生态系统质量，全力增强生态产品供给功能。

《省国土规划》要求：促进建设世界一流的海洋港口。保障主要港口配套设施建设，推动区域港口资源整合优化，构建以珠三角港口集群为核心，粤东、粤西港口集群为发展极的“一核两极”发展格局，打造“21世纪海上丝绸之路”国家门户。构建完善的海陆互联互通网络，大力发展以港口为枢纽、“一单制”为核心的多式联运，加强港口与中欧班列、西部陆海新通道、中欧陆海快线等衔接，推动形成陆海内外联动、东西双向互济的开放格局。强化重点海洋城市的综合枢纽功能，创新港口建设管理模式，打造一流的口岸营商环境，推动港产城深度融合发展。

《省国土规划》明确，实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、**交通运输**、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾倒区，严格海洋倾废监管。

其中的交通运输用海提出：合理安排广州港南沙、新沙、黄埔港区，深圳港盐田、南山、大铲湾港区，珠海港高栏、万山港区，汕头港广澳、海门港区，湛江港霞山、宝满、东海岛、徐闻、雷州港区，东莞港沙田港区，惠州港荃湾港区，江门港广海湾港区，茂名港博贺新港区、吉达港区，阳江港海陵湾港区，汕尾港小漠港区、**汕尾新港区**，潮州港金狮湾港区，揭阳港惠来沿海港区等重要港区交



通运输用海布局，落实沿海重要港区港口、航道、锚地和疏港铁路、滨海公路项目及重要跨江跨海通道建设用海需求，合理安排国家重大项目实施围填海。

《省国土规划》要求，优化海岸线管控和利用。严格保护岸线要禁止开展损害海岸地形地貌和生态环境的活动。限制开发岸线要严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动。优化利用岸线要提高海岸线利用的准入门槛。划定海岸建筑退缩线，加强自然岸线保护，实行多样化岸线占补模式。

**相符性分析：**根据《省国土规划》，海洋空间规划分区为：海洋生态保护红线、海洋生态保护空间、海洋开发利用空间。通过将项目用海区域与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》附图叠加分析可知，本项目所处位置为“海洋开发利用空间”，项目不涉及海洋生态保护红线和海洋生态保护空间。

本项目为码头泊位建设项目，主要从事集装箱货种装卸，符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》中的“海洋开发利用空间”的功能定位。

因此，本项目符合《广东省国土空间规划（2021-2035）》的相关要求。

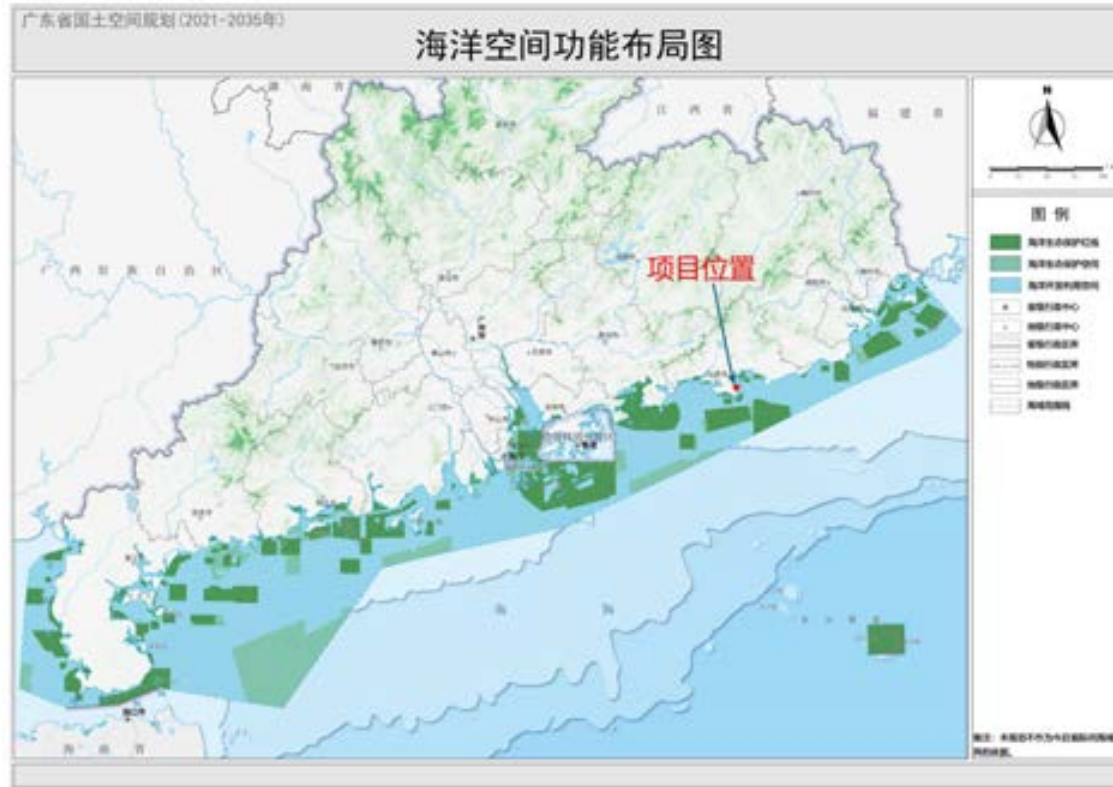


图 9.2-1 本项目与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》海洋空间功能布局位置关系图

### 9.2.2与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》相符性分析

根据《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（以下简称“市国土规划”）提出：汕尾港是广东沿海的地区性重要港口和地区综合运输体系的重要枢纽，是广东省“一核两极”港口布局中“一核”的重要组成部分。整合优化市域港口功能布局，探索汕尾港与深圳港广州港、惠州港合作，实现港口通关一体化，融入湾区组合港体系。规划形成四个港区，分别为汕尾港区、汕尾新港区、海丰港区、陆丰港区。完善港口作业区集疏运体系建设，围绕港口布局物流园区、产业片区，实现航运产业与城市功能布局的协调发展。规划至 2035 年，汕尾港货运吞吐量达 1 亿吨。

《市国土规划》要求，分类实施近期重点项目。近期重点推进汕尾新港白沙湖作业区码头、汕尾新材料产业园码头等一批专业大件运输码头建设与海工产业项目建设，全面提升汕尾港及其附属港口的软硬件实力。

《市国土规划》提出，适当推进海岛开发利用。有居民海岛作为陆域管理，遵循科学规划、保护优先、合理开发、永续利用的原则，与陆域空间进行统筹规划建设。海岛的开发、建设应当保护海岛及其周边海域生态系统，合理控制有居民海岛开发建设规模，着重改善小岛和施公寮岛的人居环境。

《市国土规划》提出，在海洋发展区内，进一步细化功能分区，统筹安排工矿通信用海、交通运输用海、游憩用海、渔业用海、特殊用海等用海区和海洋预留区。海洋发展区是以开发利用活动为主的地区，应对海洋资源和生态环境进行严格管控。除国家重大项目外，严禁围填海。

**相符性分析：**根据项目与汕尾市国土空间总体规划图位置关系图，本项目不涉及生态保护区和大陆海岸线。本项目位于汕尾港白沙湖作业区，项目类型为新建的码头泊位，属于《市国土规划》近期推进的重点项目。本项目位于施公寮岛，项目建设过程中遵循科学规划、保护优先、合理开发、永续利用等原则，并提升施公寮岛的人居环境。

因此，本项目符合《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的相关要求。



图 9.2-2 本项目与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》市域海岸带保护开发引导图位置关系图

## 9.3与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》相符性分析

### （1）与海洋功能分区管控要求相符性分析

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》，本项目港池位于“汕尾新港交通运输用海区”，航道分别位于“汕尾新港交通运输用海区”、“碣石湾近岸渔业用海区”和“汕尾南部渔业用海区”，本项目与各功能区管控要求的相符性分析详见表 9.3-1。

本项目建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中关于“汕尾新港交通运输用海区”、“碣石湾近岸渔业用海区”和“汕尾南部渔业用海区”的管控要求。

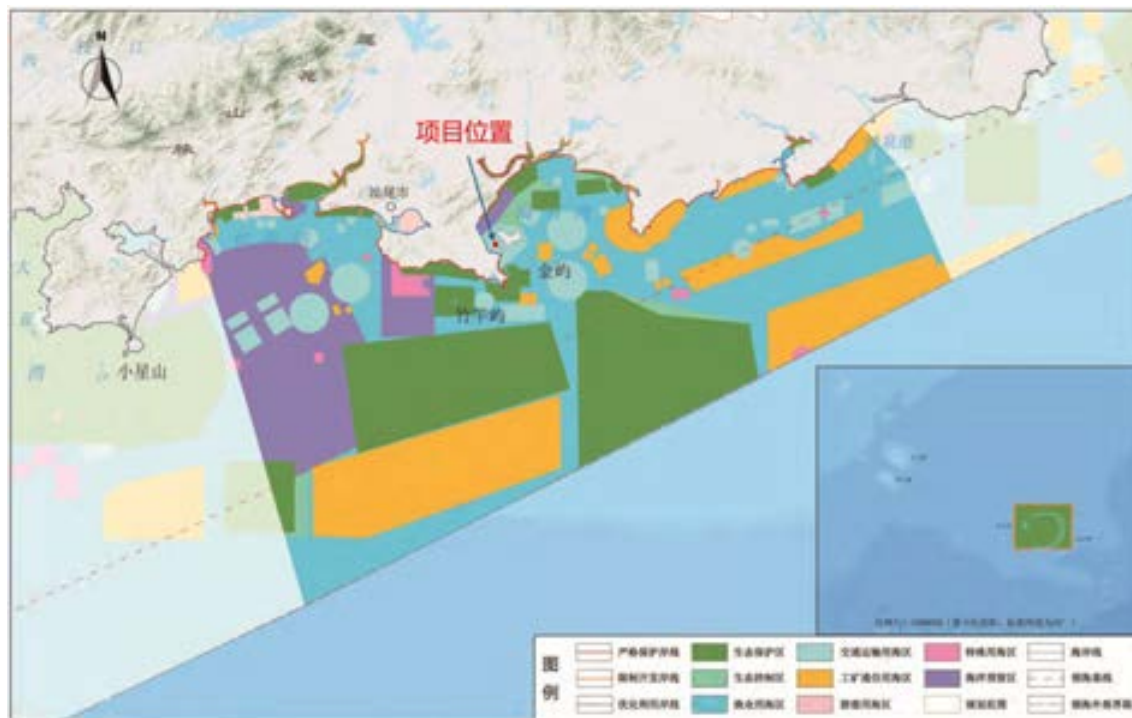


图 9.3-1 项目与广东省海岸带分区发展及管控规划的位置关系图

## (2) 岸线利用相符性分析

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》将全省大陆海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三类，实行分类分段精细化管理。本项目位于施公寮岛，属于海岛，未划定岸线类型。

根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书（报批稿）》（2025 年 10 月，广东海兰图环境技术研究有限公司），依据广东省政府 2022 年批复海岸线，项目实际建设占用海岛岸线 1365m（人工岸线约 1091m、自然岸线约 274m），本项目与广东汕尾电厂一期工程用海权属及其土地权属重叠，申请用海范围拟对其权属范围进行避让。避让后本项目申请用海范围占用广东省政府 2022 年批复海岛岸线 891m（人工岸线约 782m、自然岸线约 109m）。项目建设将对所在岸线资源造成一定影响。根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（粤自然资规字〔2025〕1 号）“建设占用海岛自然岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。”本项目将在征得当地人民政府同意的前提下，通过购买海岸线占补交易指标来补偿因项目建设造成的 274m 海岛自然岸线资源损失。



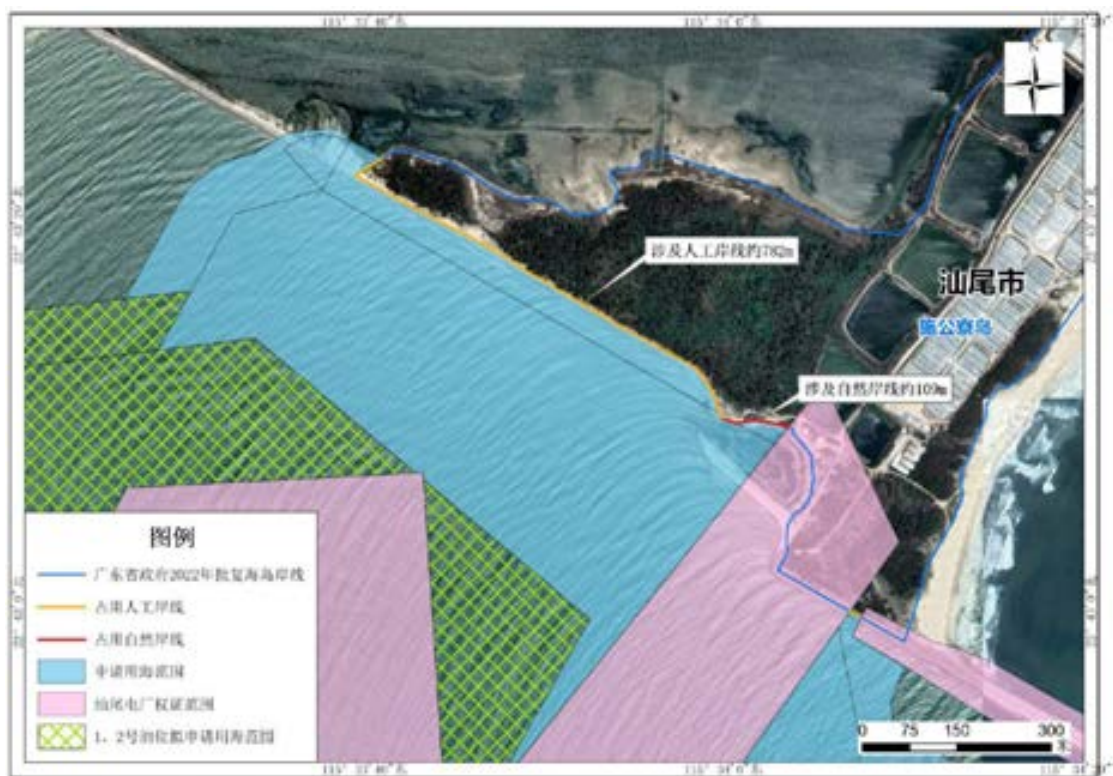


图 9.3-2 本项目申请用海范围占用岸线示意图

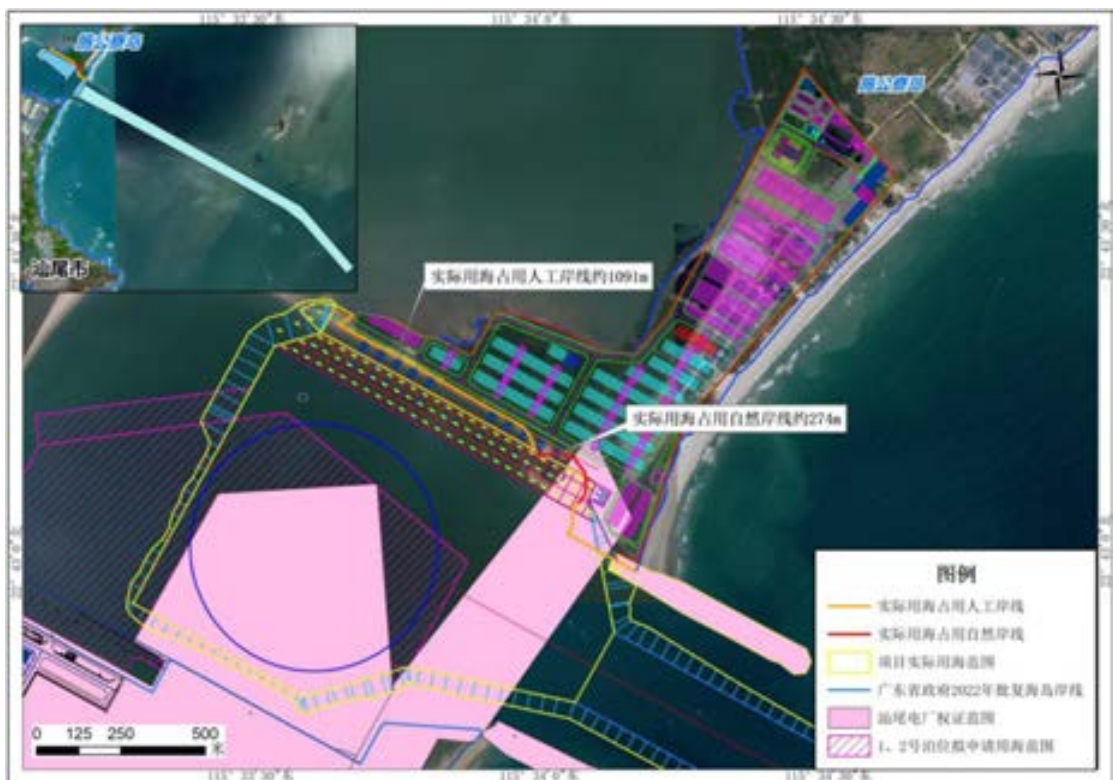


图 9.3-3 本项目实际建设范围占用岸线示意图

表 9.3-1 本项目与涉及海洋功能区管控要求相符性分析

| 名称   |      | 汕尾新港交通运输用海区                                                                                                                                                                                   | 代码 | 620-087                                 | 本项目                                                                                                                                                                                                                                    | 相符性 |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 分区类型 |      | 交通运输用海区                                                                                                                                                                                       | 位置 | 经度:115° 34'12.452"E, 纬度:22° 43'39.072"N |                                                                                                                                                                                                                                        |     |
| 管控要求 | 空间准入 | <b>1.允许港口、路桥、航运等用海；</b><br>2.可兼容工业、海底电缆管道、海洋保护修复及海岸防护工程、科研教育等用海；<br>3.在未开发利用之前可兼容开放式养殖等增殖用海、游乐场和浴场等文体休闲娱乐用海；<br>4.探索推进海域立体分层设权，交通运输与海底电缆管道等用海空间可立体利用；<br>5.优先保障军事用海及军事设施安全；保障施公寮围填海重大平台的用海需求。 |    |                                         | 本项目用海类型为港口用海，主要从事集装箱的装卸。本项目不属于军事用海。                                                                                                                                                                                                    | 相符  |
|      | 利用方式 | <b>1.港口用海允许适度改变海域自然属性；</b><br>2.优化港区平面布置，节约集约利用海域资源；<br>3.保障进出港航道畅通。                                                                                                                          |    |                                         | 本项目主要对港池及航道范围内进行浚深，以保证港口航运功能。                                                                                                                                                                                                          | 相符  |
|      | 保护要求 | <b>1.加强港口综合治理，减少对周边功能区环境影响。维护和改善港口用海区和航运用海区原有的水动力和泥沙冲淤环境；</b><br>2.切实保护严格保护岸线；<br>3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；<br>4.保护和合理利用无居民海岛资源。                                 |    |                                         | 1. 根据预测结果，项目建设对水文动力环境的影响主要集中在港池和码头前沿水域，淤积厚度为 0.01~0.16 m/a，最大淤积厚度出现在码头前沿水域，为 0.16 m/a。港池内测及口门两侧局部冲刷深度为 0.01~0.20m/a。冲淤的范围及强度均较弱，不会对码头前沿水域、港池外其他海域冲淤环境造成较大影响。本次计算的冲淤强度为工程刚实施后的冲淤强度，随着冲淤过程的深入，地形向适应工程后水动力环境方向调整，冲淤强度将逐年减小，本项目的建设基本不会引起区域 | 相符  |

|      |      |                                                                                                                                                                                       |    |                                           |                                                                                                                                                                          |     |
|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|      |      |                                                                                                                                                                                       |    |                                           | 地形地貌、冲淤的变化。<br>2.本项目不涉及严格保护岸线<br>3.本项目不涉及无居民海岛                                                                                                                           |     |
|      | 其他要求 | ——                                                                                                                                                                                    |    |                                           | /                                                                                                                                                                        | 相符  |
| 名称   |      | 碣石湾近岸渔业用海区                                                                                                                                                                            | 代码 | 610-081                                   | 本项目                                                                                                                                                                      | 相符性 |
| 分区类型 |      | 渔业用海区                                                                                                                                                                                 | 位置 | 经度:115° 41' 19.518"E, 纬度:22° 47' 35.783"N |                                                                                                                                                                          |     |
| 管控要求 | 空间准入 | 1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海;<br>2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海;<br>3.探索推进海域立体分层设权, 增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用;<br>4.优先保障军事用海及军事设施安全。                |    |                                           | 本项目用海类型为港口用海, 主要从事集装箱的装卸。本项目不属于军事用海。                                                                                                                                     | 相符  |
|      | 利用方式 | 1.渔业基础设施用海允许适度改变海域自然属性;<br>2.优化渔港平面布局, 鼓励构筑物采用透水方式建设, 降低对周边海域水动力的影响;<br>3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营;<br>4.严格控制河口海域的围海养殖, 维护河口防洪纳潮功能。                                                   |    |                                           | 本项目在该分区内主要进行航道升级及延长, 不设置构筑物, 不会对海域水文动力环境和防洪纳潮功能产生明显不良影响。                                                                                                                 | 相符  |
|      | 保护要求 | 1.积极防治海水污染, 禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动; 鼓励推广发展生态养殖模式, 合理规划养殖规模、密度和结构, 保障渔业资源可持续发展;<br>2.切实保护严格保护岸线;<br>3.严格保护岸线所在的潮间带区域, 以保护修复目标为主, 保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低;<br>4.保护和合理利用无居民海岛资源。 |    |                                           | 1.本项目为集装箱码头, 施工期间疏浚和除礁作业会产生悬浮泥沙, 通过在相关时段降低施工强度、及时开展海洋生态损失补偿工作等, 可减缓对渔业物种的影响。项目运行过程产生的废水经处理后回用于道路冲洗。正常情况下港船舶产生的生活污水自行处理, 或委托有能力的船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理, 本项目同步设置了船舶废水暂存设施, 备用 | 相符  |

|                  |      |                                                                                                                                                                |    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                  |      |                                                                                                                                                                |    |                                          | 于船舶废水接收单位无法及时到港情形。<br>一般情况下由船方配套的压载水处理系统自行处理达标排放，应急情况下，通过本项目设置的一套500m3/h 的压载水净化装置处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。船舶生活垃圾委托有能力的船舶污染物处置单位接收，本项目不接收处置。本项目运营期产生各类废水均合理处置，防止造成海洋环境污染。<br>2.不涉及严格保护岸线。<br>3.本项目不涉及该功能分区内的潮间带区域。<br>4.不涉及无居民海岛。 |     |
|                  | 其他要求 | ——                                                                                                                                                             |    |                                          | /                                                                                                                                                                                                                                 | 相符  |
| 名称               |      | 汕尾南部渔业用海区                                                                                                                                                      | 代码 | 610-083                                  | 本项目                                                                                                                                                                                                                               | 相符性 |
| 分区类型             |      | 渔业用海区                                                                                                                                                          | 位置 | 经度:115° 48'34.803"E, 纬度:22° 32' 50.472"N |                                                                                                                                                                                                                                   |     |
| 管<br>控<br>要<br>求 | 空间准入 | 1.允许增养殖、捕捞等用海；<br>2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；<br>3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用；<br>4.优先保障军事用海及军事设施安全。 |    |                                          | 本项目用海类型为港口用海，主要从事集装箱的装卸。本项目不属于军事用海。                                                                                                                                                                                               | 相符  |
|                  | 利用方式 | 1.严格限制改变海域自然属性；<br>2.增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；<br>3.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能；<br>4.捕捞海域严格限制改变海域自然属性。                                                      |    |                                          | 本项目在该分区内主要进行航道升级及延长，不设置构筑物，不会对海域水文动力环境和防洪纳潮功能产生明显不良影响。                                                                                                                                                                            | 相符  |



|  |      |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|--|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 保护要求 | <p>1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；</p> <p>2.保护和合理利用无居民海岛资源。</p> | <p>1. 本项目为集装箱码头，施工期间疏浚和除礁作业会产生悬浮泥沙，通过在相关时段降低施工强度、及时开展海洋生态损失补偿工作等，可减缓对渔业物种的影响。项目运行过程产生的废水经处理后回用于道路冲洗。正常情况下港船舶产生的生活污水自行处理，或委托有能力的船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理，本项目同步设置了船舶废水暂存设施，备用船舶废水接收单位无法及时到港情形。一般情况下由船方配套的压载水处理系统自行处理达标排放，应急情况下，通过本项目设置的一套500m<sup>3</sup>/h的压载水净化装置处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。船舶生活垃圾委托有能力的船舶污染物处置单位接收，本项目不接收处置。本项目运营期产生各类废水均合理处置，防止造成海洋环境污染。</p> <p>2.不涉及无居民海岛。</p> | 相符 |
|  | 其他要求 | ——                                                                                                              | /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 相符 |

## 9.4与行业发展政策及港口规划相符性分析

### 9.4.1与现行港口总体规划的符合性

港区布置规划方面。根据《汕尾港总体规划》（汕尾市人民政府，2014 年 6 月），本项目位于汕尾港汕尾新港区（红海湾）白沙湖作业区，白沙湖作业区规划作为装卸散货、集装箱和件杂货的大型综合作业区，规划期内建设 10~15 万 DWT 级集装箱泊位 3 个，10~15 万 DWT 通用泊位 4 个，10~15 万 DWT 散货泊位 2 个。本项目在白沙湖作业区规划的集装箱泊位区建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位，符合港区布置规划。

水域布置规划方面。白沙湖作业区规划进港航道等级标准为 5 万吨级满载不乘潮、10 万吨级散货船满载乘潮。本项目拟在现有航道上实施双向拓宽浚深，并在原航道终点处新建约 4.2km 的延长段，不符合现行规划。

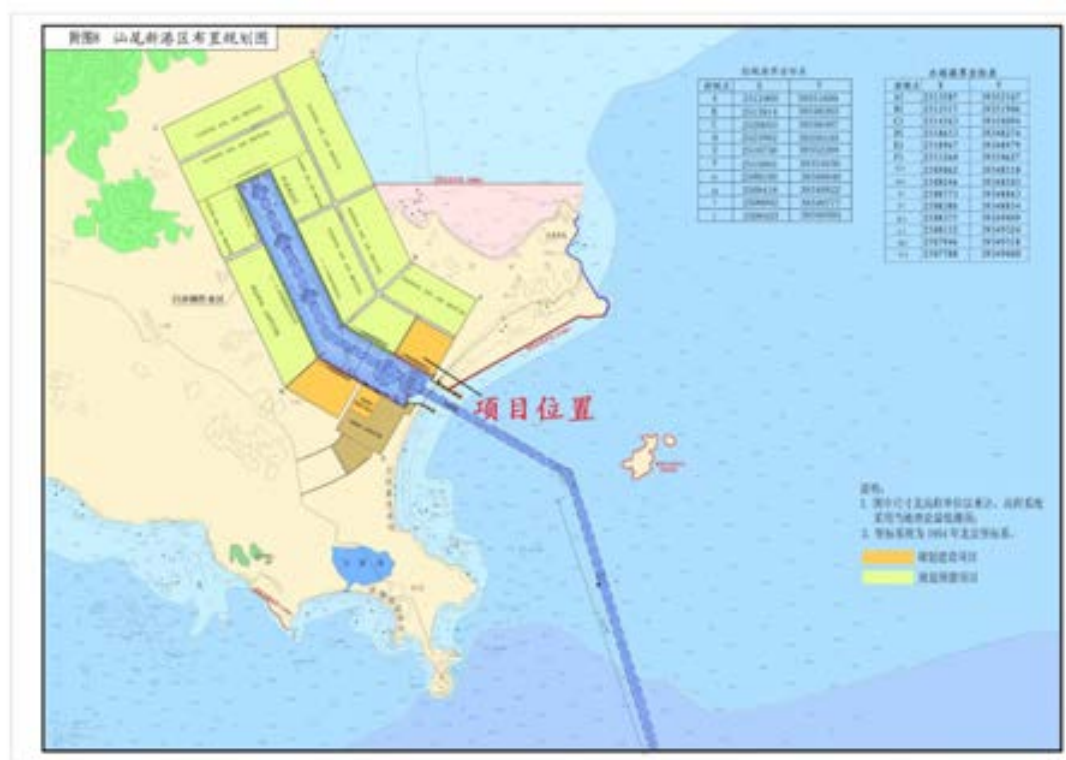


图 9.4-1 项目与《汕尾港总体规划》（汕尾市人民政府，2014 年 6 月）位置关系图

### 9.4.2与《广东省航道发展规划（2020—2035）》符合性

为深入贯彻《交通强国建设纲要》，抓住落实“一带一路”倡议，推进粤港澳大湾区建设，支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区，支持广州推动“四个出新出彩”实现老城市新活力，构建“一核一带一区”区域发展新格局等重大

历史机遇，充分发挥广东省沿海深水良港和内河港口资源优势，发展全球海运和内河航运，高效发挥水铁联运、江海联运功能，推进运输结构调整，构建服务全省辐射泛珠区域的大运量、绿色、经济、安全的水运体系，根据《中华人民共和国航道法》，广东省交通运输厅于 2020 年 12 月印发了《广东省航道发展规划（2020—2035 年）》（以下简称《规划》）粤交规〔2020〕786 号。

《规划》中指出：目前广东航道存在的主要问题，“主要河流港口规模化发展滞后。全省航道已建成西江、北江和珠江三角洲高等级航道网，内河港口基础设施建设滞后于航道发展。内河港口新建的规模化、专业化港区较少，大部分现有码头泊位设施水平均较为落后。港口能力的不完善制约了水运优势的进一步发挥和航道的发展，影响了水运与公路、铁路运输的顺畅衔接。”并提出“未来加强保障措施“加强航运和综合交通运输的衔接，争取港口码头和临港产业与航道升级同步实施和运营。”的保障措施。

**相符性分析：**本项目拟在现有航道上实施双向拓宽浚深，并在原航道终点处新建约 4.2km 的延长段，打造 15 万吨级航道，根据《广东省航道发展规划（2020—2035 年）》，汕尾新港区进港航道现状等级为 7 万吨级，发展规划技术等级为 15 万吨级，本项目航道拓宽符合其相关规划。



图 9.4-2 项目与《广东省航道发展规划（2020—2035）》位置关系图

9.4.3与正在修订的港口总体规划的符合性

目前，汕尾市正在开展港口总体规划修订工作，根据《汕尾港总体规划（2025-2035 年）》（报批稿），本项目选址处规划为施公寮岛西侧岸线，该段岸线共规划设置 1 个 2 万吨级及以下和 4 个 20 万及以下集装箱、多用途泊位，本项目符合所在港区布置规划调整。

水域布置规划调整方面。规划汕尾新港区航道近期维持现状，今后如需升级应先开展充分的论证并遵从相关规定和要求，开展项目环境影响评价等专题工作，符合各项要求后方可建设。规划远期汕尾新港区进港航道升级至 15~20 万吨级，规划航道尺度可在实施过程中作进一步优化。因此，本项目航道升级需经过充分论证后方可实施。

综上，本项目码头选址、数量及吨级符合现行及正在修订的汕尾港总体规划。拟升级航道虽与现有港口总体规划存在一定的不协调，但符合广东省航道发展规划中对于该航道的规划，且符合正在调整的港口总体规划，本项目的建设总体与港口总体规划相衔接。



图 9.4-3 项目与正在调整的汕尾港总体规划位置关系图

#### 9.4.4与《汕尾港总体规划环境影响报告书》及其审查意见相符性分析

根据《汕尾港总体规划环境影响报告书》及其审查意见“粤环审[2013]197号”，白沙湖作业区规划新建散货、通用、集装箱泊位，其规划环境准入条件如下：（1）煤炭装卸和堆存有严格的防尘措施，堆场应有防尘网或者封闭的煤炭仓库，满足周边敏感点环境空气质量的要求。（2）作业区排污口避开渔业功能区，加强施工期的生态防护措施，加强营运期污染防治措施和岸线生态环境保护，重点保护区域渔业资源、维护海洋生态系统，禁止破坏红树林和珊瑚礁。

本项目为集装箱码头，符合作业区规划港口类型。本项目施工期间疏浚和除礁作业会产生悬浮泥沙，通过在相关时段降低施工强度、及时开展海洋生态损失补偿工作等，可减缓对渔业物种的影响。项目运行过程产生的废水经处理后回用于道路冲洗。正常情况下港船舶产生的生活污水自行处理，或委托有能力的船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理，本项目同步设置了船舶废水暂存设施，备用船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统自行处理达标排放，应急情况下，通过本项目设置的一套500m<sup>3</sup>/h的压载水净化装置处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2标准后排放。船舶生活垃圾委托有能力的船舶污染物处置单位接收，本项目不接收处置。本项目运营期产生各类废水均合理处置，防止造成海洋环境污染。

综上，本项目符合《汕尾港总体规划环境影响报告书》及其审查意见的相关要求。

### 9.5与近岸海域管控要求相符性

根据《广东省近岸海域环境功能区划》，近岸海域环境功能区按照海域的不同使用功能划定功能区，并依据《海水水质标准》（GB3097-1997）确定功能区海水水质目标，以实施近岸海域水质目标分类管理的目的。

《海水水质标准》（GB3097-1997）将海水水质分为四类：第一类：适用于海洋水域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。第二类：适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及人类使用直接有关的工业用水区。第三类：适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。第四类：

适用于海洋港口水域，海洋开发作业区。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、《关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕398号）以及《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），本项目港池所在海域属于“411B 汕尾电厂段三类功能区”；航道所在海域涉及“411B 汕尾电厂段三类功能区”和“412 碣石湾海洋渔业功能区”。“411B 汕尾电厂段三类功能区”的主要功能为“港口、一般工业用水”，执行第三类水质标准；“412 碣石湾海洋渔业功能区”的主要功能为“渔业作业区”，执行第一类水质标准。

本项目为集装箱码头项目，码头水工工程建设和除礁工程位于“411B 汕尾电厂段三类功能区”，项目实施符合所在近岸海域主导功能“港口、一般工业用水”。

进港航道延长工程位于碣石湾海洋渔业功能区，工程实施可能导致海域悬浮物指标短期内骤增，短时间内对海水水质造成影响。本项目对渔业功能区水质、渔业资源影响是暂时性的，且处于可接受程度内。本项目赔付生态补偿金额或开展增殖放流方案，用以弥补造成的生态不利损害。

因此，本项目建设符合《广东省近岸海域环境功能区划》的要求。

9.6与生态环境分区管控方案相符性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境管控分区方案》（粤府〔2020〕71号）和《汕尾市“三线一单”生态环境管控分区方案（修订版）》（汕环〔2024〕154号），本项目不涉及各管控分区中的优先保护单元，与生态环境管控分区位置关系如表 9.6-1 所示，与其管控要求相符性分析见表 9.6-2 和表 9.6-3 所示，根据分析，本项目建设符合生态环境管控分区的各管控要求。

表 9.6-1 本项目与生态环境管控分区位置关系表

| 序号 | 管控分区    | 所在环境功能分区                              | 备注    |
|----|---------|---------------------------------------|-------|
| 1  | 环境管控单元  | 红海湾经济开发区一般管控单元（ZH44150230010）         | 陆域作业区 |
| 2  | 生态空间分区  | 红海湾经济开发区生态空间一般管控区（YS4415023110002）    | 陆域作业区 |
| 3  | 水环境管控分区 | 红海湾汕尾市田墘-东洲-遮浪街道管控分区（YS4415023210019） | 陆域作业区 |

|   |          |                                  |          |
|---|----------|----------------------------------|----------|
| 4 | 大气环境管控分区 | /（YS4415023310002，属于一般管控区）       | 陆域作业区    |
| 5 | 自然资源管控分区 | 城区高污染燃料禁燃区（YS4415022540001）      | 陆域作业区+港池 |
| 6 | 近岸海域管控分区 | 施公寮港口航运区（HY44150020002）          | 港池、航道    |
|   |          | 遮浪海洋保护区（HY44150030002）           | 航道       |
|   |          | 珠海-潮州近海农渔业区（汕尾范围）（HY44150030007） | 航道       |



表 9.6-2 本项目与环境管控制单元准入清单相符性分析

| 环境管控单元编码      | 单元名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 行政区划 |     |          | 管控单元分类 | 要素细类                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|----------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 省    | 市   | 区/县      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |     |
| ZH44150230010 | 红海湾经济开发区一般管控单元                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 广东省  | 汕尾市 | 红海湾经济开发区 | 一般管控单元 | 生态保护红线、一般生态空间、水环境一般管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气环境一般管控区、水资源一般管控区、土地资源优先保护区、土地资源一般管控区、高污染燃料禁燃区、矿产资源优先保护区、矿产资源一般管控区、江河湖库一般管控岸线                                                                                                                                                                   |  |     |
| 管控维度          | 管控要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |     |          |        | 本项目                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | 相符性 |
| 区域布局管控        | 1-1.单元内重点发展滨海旅游和康养等为主的产业以及临港产业（综合保税、临港物流、装备制造、海洋生物、海产品加工、冷链、能源）。优化单元内产业布局，引导单元内产业集聚发展，形成规模化、集群化的产业聚集区。<br>1-2.任何单位和个人不得在江河集水区域栽种速生丰产桉树等不利于水源涵养和生物多样性保护的树种。<br>1-3.单元内的生态保护红线严格按照国家、省有关要求管理。<br>1-4.单元内的一般生态空间，主导功能为水土保持，不得从事影响主导生态功能的建设活动，禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动，禁止毁林开荒、烧山开荒，保护和恢复自然生态系统。<br>1-5.大气环境布局敏感重点管控区内严格限制新建使用高挥发性有机物原辅材料项目，大力推进低挥发性有机物含量原辅材料替代，全面加强无组织排放控制，实施挥发性有机物重点企业分级管控；限制新建、扩建氮氧化物、烟（粉）粉尘排放较高的建设项目。<br>1-6.严禁以任何形式侵占河道、围垦水库、非法采砂。河道管理单位组织营造和管理后兰坑水库、湖东水库、湖尾水库等岸线护堤护岸林木，其他任何单位和个人不得侵占、砍伐或者破坏。 |      |     |          |        | 1.本项目从事集装箱装卸、储存，属于临港产业中的临港物流，符合区域产业布局。<br>2.本项目选址位于施公寮岛，不属于江河集水区，本项目用地范围内绿化为常见绿化树种，不种植桉树等不利于水源涵养的树种。<br>3.本项目用地红线范围内不涉及生态保护红线。<br>4.本项目用地范围内不涉及生态空间。<br>5.位于大气环境管控分区中的一般管控区。<br>6.本项目选址位于施公寮岛，用地范围不涉及江、河、湖、库范围。<br>7.本项目选址位于施公寮岛，用地范围不涉及江、河、湖、库范围。<br>8.本项目选址位于施公寮岛，用地范围不涉及江、河、湖、库范围。 |  | 符合  |



| 环境管控单元编码      | 单元名称                                                                                                                                                                                                                    | 行政区划 |     |          | 管控单元分类 | 要素细类                                                                                                                |     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|----------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|               |                                                                                                                                                                                                                         | 省    | 市   | 区/县      |        |                                                                                                                     |     |
| ZH44150230010 | 红海湾经济开发区一般管控单元                                                                                                                                                                                                          | 广东省  | 汕尾市 | 红海湾经济开发区 | 一般管控单元 | 生态保护红线、一般生态空间、水环境一般管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气环境一般管控区、水资源一般管控区、土地资源优先保护区、土地资源一般管控区、高污染燃料禁燃区、矿产资源优先保护区、矿产资源一般管控区、江河湖库一般管控岸线 |     |
| 管控维度          | 管控要求                                                                                                                                                                                                                    |      |     |          |        | 本项目                                                                                                                 | 相符性 |
|               | 1-7.严格控制跨库、穿库、临库建筑物和设施建设，确需建设的重大项目和民生工程，要优化工程建设方案，采取科学合理的恢复和补救措施，最大限度减少对水库的不利影响。严格管控库区围网养殖等活动。<br>1-8.河道管理范围内应当严格限制建设项目和生产经营活动，禁止非法占用水利设施和水域。利用河道进行灌溉、供水、渔业养殖等活动，应当符合河道整治规划、河道岸线保护和开发利用规划、水功能区保护要求，统筹兼顾，合理利用，发挥河道的综合效益。 |      |     |          |        |                                                                                                                     |     |
| 能源资源利用        | 2-1.继续推进灌区续建配套与节水改造，逐步提高农业用水计量率。结合高标准农田建设，加快田间节水设施建设。<br>2-2.严格保护永久基本农田，严格控制非农业建设占用农用地；提高土地节约集约利用水平。<br>2-3.禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。禁止任何单位和个人占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。                    |      |     |          |        | 1.本项目选址位于施公寮岛，不涉及农业灌溉区。<br>2.本项目选址不涉及永久基本农田。<br>3.本项目选址不涉及永久基本农田。                                                   | 符合  |
| 污染物排放管控       | 3-1.加快单元内城镇污水管网排查和修复，完善污水管网建设，推进雨污分流；加快单元内污水处理厂配套管网建设，完善红海湾污水处理厂配套管网建设，确保单元内城镇污水得到有效处理。<br>3-2.船舶的残油、废油应当回收，禁止排入水体；禁止向水体倾倒船舶垃圾。<br>3-3.沿海船舶排放含油污水、生活污水的，应当符合船舶污染物排放标准；船                                                 |      |     |          |        | 1.本项目不属于市政基础设施。<br>2.本项目建设及运营时期应严格按照《中华人民共和国海洋环境保护法》等法律法规要求，禁止船舶残油、废油和船舶垃圾等污染物入海。<br>3.本项目建设及运营时期应严格按照《中华人民共和       | 符合  |

| 环境管控单元编码      | 单元名称                                                                                                                                                                                                                                                       | 行政区划 |     |          | 管控单元分类 | 要素细类                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |     |  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|----------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----|--|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                            | 省    | 市   | 区/县      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |     |  |
| ZH44150230010 | 红海湾经济开发区一般管控单元                                                                                                                                                                                                                                             | 广东省  | 汕尾市 | 红海湾经济开发区 | 一般管控单元 | 生态保护红线、一般生态空间、水环境一般管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气环境一般管控区、水资源一般管控区、土地资源优先保护区、土地资源一般管控区、高污染燃料禁燃区、矿产资源优先保护区、矿产资源一般管控区、江河湖库一般管控岸线                                                                                                                                                         |  |     |  |
| 管控维度          | 管控要求                                                                                                                                                                                                                                                       |      |     |          |        | 本项目                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 相符性 |  |
|               | 舶装载运输油类或者有毒货物的，应当采取防止溢流和渗漏的措施，防止货物落水造成水污染。<br>3-4.重点对采石场、露天施工场地、水泥制品行业堆场地等扬尘面源加强控制，提高露天面源的精细化管理水平。<br>3-5.持续推进汕尾新港区堆场扬尘防治工作，白沙湖作业区作业采取喷淋、遮盖、密闭等扬尘污染防治技术性措施，强化扬尘综合治理。<br>3-6.禁止向后兰坑水库、湖东水库、湖尾水库等水体排放、倾倒生活垃圾、建筑垃圾或者其他废弃物。<br>3-7.持续落实广东红海湾发电有限公司汕尾发电厂污染排放管控。 |      |     |          |        | 国海洋环境保护法》等法律法规要求，到港船舶外排污染物应满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求。项目按照《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）要求配备相关应急物质。<br>4.本项目为集装箱专用码头，施工过程中通过设置喷淋、堆场覆盖等措施落实扬尘污染管控，港作设备均为电驱动，项目运行过程中粉尘主要产生于港作汽车扬尘，通过定期洒水减缓扬尘污染。<br>5.同上。<br>6.本项目选址位于施公寮岛，用地范围不涉及江、河、湖、库范围。<br>7.本项目与广东红海湾发电有限公司汕尾发电厂无关。 |  |     |  |
| 环境风险防控        | 4-1.禁止在江河集水区域使用剧毒和高残留农药。<br>4-2.生产经营活动涉及有毒有害物质的企业需持续防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。土壤环境污染重点监管单位涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当按照国家有关标准和规范的要求，设计、建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设                                                                                         |      |     |          |        | 1.本项目选址位于施公寮岛，用地范围不涉及江、河、湖、库范围。<br>2.本项目从事集装箱装卸、储存，主要有毒有害物质为第9类危险物质锂电池及船舶燃料油，锂电池为固体物质，正常情况下性质稳定，不会对土壤及地下水                                                                                                                                                                   |  | 相符  |  |

| 环境管控单元<br>编码  | 单元名称                                                                    | 行政区划    |         |                      | 管控单元<br>分类 | 要素细类                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|               |                                                                         | 省       | 市       | 区/县                  |            |                                                                                                                                                                                                          |     |
| ZH44150230010 | 红海湾经济开<br>发区一般管控<br>单元                                                  | 广东<br>省 | 汕尾<br>市 | 红海<br>湾经<br>济开<br>发区 | 一般管控<br>单元 | 生态保护红线、一般生态空间、水环境一般管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气环境一般管控区、水资源一般管控区、土地资源优先保护区、土地资源一般管控区、高污染燃料禁燃区、矿产资源优先保护区、矿产资源一般管控区、江河湖库一般管控岸线                                                                                      |     |
| 管控维度          | 管控要求                                                                    |         |         |                      |            | 本项目                                                                                                                                                                                                      | 相符性 |
|               | 施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水，并应定期对重点区域、重点设施开展隐患排查，发现污染隐患的，及时采取技术、管理措施消除隐患。 |         |         |                      |            | 产生不利影响；燃料油主要存在于到港船舶，主要风险为船舶溢油，主要影响海洋生态环境。本项目堆场区需满足大港作车辆和设备运行以及集装箱堆存要求，场地荷载要求较高，因此长度均采用高强度混凝土硬化，危废暂存间等重点防渗区域敷设防渗材料，正常情况下本项目运行不会对土壤及地下水环境产生明显不良影响。为杜绝非正常情况发生，本项目应定期对重点区域、设施开展隐患排查，发现污染隐患的，及时采取技术、管理措施消除隐患。 |     |

表 9.6-3 本项目与近岸海域管控分区准入清单相符性分析

| 环境管控单元<br>编码  | 环境<br>管控<br>单元<br>名称 | 管控单<br>元分类 | 管控要求       |                                                                            | 本项目                                                   | 相符<br>性       |
|---------------|----------------------|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------|
| HY44150020002 | 施公<br>寮港<br>口航       | 重点管<br>控单元 | 区域布<br>局管控 | 1-1.在施公寮半岛东部、北部海域未开发利用前，保留浅海增殖养殖等渔业用海及部分旅游娱乐用海。<br>1-2.保护基岩海岸及施公寮半岛北部砂质海岸。 | 1.本项目在该管控单元内实施港池和航道工程，为港口航运设施。<br>2.本项目港池位于施公寮岛南部，其岸线 | 无明<br>显制<br>约 |

|               |         |        |         |                                                                                                                                   |                                                                                                                                     |       |
|---------------|---------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|               | 运区      |        |         | <p>1-3.工程建设及营运期间采取有效措施降低对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区的影响。</p> <p>1-4.通过科学论证，合理保障工业用海，临海能源工业用海，港口航运用海需求，汕尾新港工程建设期间采取有效措施降低对周边功能区的影响。</p> | <p>类型为渔业基础设施岸线和海岸防护工程岸线，不属于基岩岸线和砂质岸线。</p> <p>3.根据前文 6.2.7 节分析，本项目建设不会对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区产生明显不良影响。</p> <p>4.本项目用海类型属于港口航运用海。</p> |       |
|               |         |        | 能源资源利用  | <p>2-1.深化港口岸线资源整合，推进沿海港口规模化、专业化协调发展；港口基础设施及临港配套设施建设应集约高效利用岸线资源和海域空间。</p>                                                          | <p>根据《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程海域使用论证报告书》，本项目利用现有设施、合理分区布局，结合地形、航道、水文等自然条件以及码头装卸工艺要求，合理确定码头前沿线位置及码头型式。本项目平面布置体现了节约集约用海的原则。</p>         | 无明显制约 |
|               |         |        | 污染物排放管控 | <p>3-1.船舶及有关作业活动应当遵守有关法律法规和标准，采取有效措施，防止造成海洋环境污染。</p>                                                                              | <p>本项目建设及运营时期应严格按照《中华人民共和国海洋环境保护法》等法律法规要求，到港船舶外排污染物应满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求，防止造成海洋环境污染。</p>                                 | 相符    |
|               |         |        | 环境风险防控  | <p>4-1.加强港口应急设施、预警和处置能力建设。</p>                                                                                                    | <p>本项目设计、施工考虑应急设施的建设，并落实相关应急措施，按照《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）要求配备相关应急物资。</p>                                                      | 相符    |
| HY44150030002 | 遮浪海洋保护区 | 一般管控单元 | 区域布局管控  | <p>1-1.在保护海洋生态的前提下，通过科学论证，合理安排航运用海需求，相关工程建设期间采取有效措施降低对周边功能区的影响。</p> <p>1-2.保护人工鱼礁礁体及海域生态环境。</p>                                   | <p>根据前文 6.2.7 节分析，本项目建设不会对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区产生明显不良影响。</p>                                                                       | 无明显制约 |

|               |                   |        |         |                                                                                               |                                                                                            |    |
|---------------|-------------------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|               |                   |        | 能源资源利用  | /                                                                                             | /                                                                                          | 相符 |
|               |                   |        | 污染物排放管控 | /                                                                                             | /                                                                                          | 相符 |
|               |                   |        | 环境风险防控  | /                                                                                             | /                                                                                          | 相符 |
| HY44150030007 | 珠海-潮州近海农渔业区（汕尾范围） | 一般管控单元 | 区域布局管控  | 1-1.以保护海洋生态为前提，合理保障渔业用海，交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求。<br>1-2.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。 | 1.本项目为交通运输用海。<br>2.项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区。通过在相关时段降低施工强度、及时开展海洋生态损失补偿工作等，可减缓对渔业物种的影响。 | 相符 |
|               |                   |        | 能源资源利用  | 2-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。                                                            | 本项目不从事渔业生产作业。                                                                              | 相符 |
|               |                   |        | 污染物排放管控 | 3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。                         | 本项目不从事渔业生产作业。                                                                              | 相符 |
|               |                   |        | 环境风险防控  | /                                                                                             | /                                                                                          | 相符 |

## 9.7与生态环境保护相关法规政策相符性分析

### 9.7.1与《中华人民共和国海洋环境保护法》的相符性分析

《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023年10月24日第二次修订）中相关要求如下：

第九条 从事影响海洋环境活动的任何单位和个人，都应当采取有效措施，防止、减轻海洋环境污染、生态破坏。排污者应当依法公开排污信息。

第六十一条 禁止在依法划定的自然保护地、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，违法建设污染环境、破坏生态的工程建设项目或者从事其他活动。

第六十四条 新建、改建、扩建工程建设项目，应当采取有效措施，保护国家和地方重点保护的野生动植物及其生存环境，保护海洋水产资源，避免或者减轻对海洋生物的影响。

第七十九条 在中华人民共和国管辖海域，任何船舶及相关作业不得违法向海洋排放船舶垃圾、生活污水、含油污水、含有毒有害物质污水、废气等污染物，废弃物，压载水和沉积物及其他有害物质。

船舶应当按照国家有关规定采取有效措施，对压载水和沉积物进行处理处置，严格防控引入外来有害生物。

从事船舶污染物、废弃物接收和船舶清舱、洗舱作业活动的，应当具备相应的接收处理能力。

第八十五条 ……港口、码头、装卸站和船舶修造拆解单位应当按照有关规定配备足够的用于处理船舶污染物、废弃物的接收设施，使该设施处于良好状态并有效运行。

第八十八条 ……港口岸电设施的供电能力应当与靠港船舶的用电需求相适应。船舶应当按照国家有关规定采取有效措施提高能效水平。具备岸电使用条件的船舶靠港应当按照国家有关规定使用岸电，但是使用清洁能源的除外。具备岸电供应能力的港口经营人、岸电供电企业应当按照国家有关规定为具备岸电使用条件的船舶提供岸电。

**相符性分析：**本项目在施工期、运营期均采取了相应的措施防止、减轻海洋环境污染、生态破坏。本项目内不涉及自然保护地、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域。本项目生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于

港区的绿化及道路喷洒，不对外排放。本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。本项目在 15 万吨级集装箱泊位码头前沿设置高压船岸供电设施，每泊位设置一套，每套按 5000kVA 容量考虑，可以满足 15 万吨级集装箱船靠泊接岸电的需求。

因此，本项目符合《中华人民共和国海洋环境保护法》的相关要求。

### 9.7.2 与《中华人民共和国自然保护区条例》的相符性分析

《中华人民共和国自然保护区条例》中相关要求如下：

第二十六条 禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。

第三十二条 在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。

在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理。

**相符性分析：**本项目不占用自然保护区。本项目周边的自然保护区有广东遮浪半岛国家海洋自然公园、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，分别位于本项目西南侧 3.2km、北侧 10.0km。根据前文预测结果，项目不会对上述两个区域的水动力环境、冲淤环境造成明显不良影响，施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响施工区范围，对汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成的悬沙最大增量浓度为 162mg/L，除此之外，10mg/L 悬沙增量包络范围未影响到周边其它自然保护区。

本项目航道礁石区位于汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区北

侧约 100m，爆破产生的水下冲击波可能会对保护区产生影响，本项目施工过程中，在临近保护区的区域采取多方位钻孔集中爆破的施工方法，并严格保证一次起爆总药量控制在设计要求以内，避开同时炸礁作业，采用“少量多次”的方法，合理控制单段药量和分段起爆的顺序，遵循由近及远的方式，或者应采取气泡帷幕等防护技术，削减水中冲击波强度，确保不对自然保护区造成危害。

综上，在采取本次环评提出的相关措施的前提下，本项目不会对自然保护区造成明显不良影响，符合《中华人民共和国自然保护区条例》的相关要求。

### 9.7.3 与《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》的相符性分析

《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》中相关规定如下：

第十四条 建设港口、码头，应当设置与其吞吐能力和货物种类相适应的防污设施。

港口、油码头、化学危险品码头，应当配备海上重大污染损害事故应急设备和器材。

第二十一条 兴建海岸工程建设项目，不得改变、破坏国家和地方重点保护的野生动植物的生存环境。不得兴建可能导致重点保护的野生动植物生存环境污染和破坏的海岸工程建设项目；确需兴建的，应当征得野生动植物行政主管部门同意，并由建设单位负责组织采取易地繁育等措施，保证物种延续。

**相符性分析：**针对码头吞吐能力、装卸货种、污染物产生量等设置了防污设施，并论证了环保保护措施具有可行性。本项目设计、施工考虑应急设施的建设，并落实相关应急措施，按照《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）要求配备相关应急物资。

因此，本项目符合《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》的相关要求。

### 9.7.4 与《广东省环境保护条例》的相符性分析

《广东省环境保护条例》中相关要求如下：

第四十五条 ……在生态保护红线区域内，实施严格的保护措施，禁止建设



污染环境、破坏生态的项目。

**第四十七条** 在依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动，严格控制人为因素破坏自然生态和文化自然遗产原真性、完整性，在进行旅游资源开发时应当同步建设完善污水、垃圾等收集清运设施，保护环境质量。

**相符性分析：**本项目不占用生态保护红线、各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，符合《广东省环境保护条例》的相关要求。

### 9.7.5与《港口工程建设管理规定》的相符性分析

《港口工程建设管理规定》中相关规定如下：

**第五条** ……新建、改建、扩建的码头工程应当规划、设计和建设岸基供电设施。已建成的码头应当逐步实施岸基供电设施改造。

港口工程应当按照法规和技术标准要求同时建设船舶污染物接收设施，并做好与城市公共转运、处置设施的衔接。

**相符性分析：**本项目生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒，不对外排放。本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积 $60\text{m}^3$ 的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套 $500\text{m}^3/\text{h}$ 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2标准后排放。本项目在15万吨级集装箱泊位码头前沿设置高压船岸供电设施，每泊位设置一套，每套按 $5000\text{kVA}$ 容量考虑，可以满足15万吨级集装箱船靠泊接岸电的需求。

因此，本项目符合《港口工程建设管理规定》的相关要求。

### 9.7.6与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

2021年11月，广东省生态环境厅印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》，规划立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，围绕美丽广东建设的宏伟蓝图，坚持战略引领，以“推动全省生态环境保护和绿色低碳发展走在全国前列、创造新的辉煌”为总目标，坚持“以高水平保护推动高质量发展为主线，以协同推进减污降碳为抓手，深入打好污染防治攻坚战，统筹山水林田湖草沙系统治理，加快推进生态环境治理体系和治理能力现代化”的总体思路，着眼长远、把握大势，系统谋划“十四五”时期全省生态环境保护工作的指导思想、基本原则、主要目标、重点任务和政策措施，奋力开创广东生态环境保护新局面，推动生态文明建设取得新进步。是“十四五”时期统筹推进我省生态环境保护工作的重要依据和行动指南。

规划要求，强化海域污染治理。深化港口船舶污染联防联控，推动港口、船舶修造厂加快船舶含油污水、洗舱水、生活污水和垃圾等污染物接收、转运及处置能力建设。推进船舶污染防治设施设备配备和改造升级，确保船舶水污染物达标排放。

**相符性分析：**本项目产生的生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区绿化和道路喷洒，不对外排放。本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积60m<sup>3</sup>的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套500m<sup>3</sup>/h的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2标准后排放。

因此，本项目符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

### 9.7.7与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》指出：坚持“三个治污”，持续改善近岸海域环境质量：深化陆源入海污染治理、强化海上污染协调治理、实施重点海域综合治理攻坚。其中强化海上污染协同治理包括：强化海水养殖污染

治理、深化船舶水污染物治理、开展渔港环境综合整治、推进海洋垃圾治理。

**深化船舶水污染物治理。**严格落实《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》，**完善船舶水污染物收集处理设施，提高港口接收转运能力**，补足市政污水管网与码头连接线。完善船舶水污染物联合监管制度，建设广东省船舶水污染物监管平台，全过程监督污染物的产生、接收、转运和处置。**严格执行国家《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018），限期淘汰水污染物排放不达标且不能整改的船舶，严厉打击船舶向水体超标排放污染物行为。**强化修造船厂的船舶水污染物管理，规范船舶水上拆解，禁止冲滩拆解。推进渔民减船转产和渔船更新改造。

**相符性分析：**本项目产生的生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区绿化和道路喷洒，不对外排放。船舶压载水设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

因此，本项目符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

#### 9.7.8 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》提出：加强船舶和港口污染防治……沿海港口、码头、装卸站、船舶修造厂要配套废油等危险废物规范化贮存设施，具备船舶含油污水、化学品洗舱水、生活污水和垃圾等接收、处理能力，并做好与市政公共处理设施的衔接，实现船舶危险废物规范化处置及各类污染物的达标排放或按规定处置。严格执行国家《船舶水污染物排放控制标准》，限期淘汰水污染物排放不达标且不能整改的船舶，严厉打击船舶向水体超标排放污染物行为。

加大自然岸线保护力度。严格落实《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，严格控制各种占用大陆和海岛自然岸线的建设活动，保护自然生境和自然岸线。限制开发岸线要以保护和修复生态环境为主，控制开发强度。建立自然岸线占补平衡制度，恢复岸线的自然和生态功能，探索建立先补后占机制。

**相符性分析：**本项目产生的生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区绿化和道路喷洒，不对外排放。本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生

活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积 60m<sup>3</sup> 的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。

本项目港池位于施公寮岛南部，其岸线类型为渔业基础设施岸线和海岸防护工程岸线，不属于基岩岸线和砂质岸线。

因此，本项目符合《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

### 9.7.9 与《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》的通知

《广东省交通运输厅 广东省工业和信息化厅广东省生态环境厅 广东省住房和城乡建设厅 广东海事局关于联合印发<广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案>的通知》（粤交港〔2021〕547 号）中相关要求如下：

加强船舶水污染物港口接收能力建设。……沿海港口靠泊内河船舶的，参照内河港口要求建设接收设施；鼓励沿海港口建设设施接收船舶水污染物。

完善船舶污水处理扩容设施建设。船舶生活污水上岸后应本地化处理，避免跨区域转移处置增加风险成本。广州、深圳、珠海、汕头、湛江、东莞、惠州、佛山、肇庆等主要港口和规模港口所在城市要在 2022 年前建成船舶含油污水处理扩容设施，加快补齐能力缺口，满足本地到港船舶含油污水的处理需求。

完善码头生活污水收集处理设施建设。码头位于城市建成区市政生活污水管网覆盖范围内的，应加快建设管网连接线，在办理相关排水许可手续后将生活污水接入市政生活污水管网……

加强船舶生活垃圾管理。按照《广东省城乡生活垃圾管理条例》，码头、船舶生活垃圾分类投放管理实行管理责任人制度，将生活垃圾交由符合规定的单位收集、运输和处理。内河码头应配套建设生活垃圾投放、收集设施，沿海大型码头还应建设生活垃圾转运站。内河码头接收的船舶生活垃圾，与港区生活垃圾同等方式依法处理。船舶产生的生活垃圾应落实源头减量，实施分类收集、运输和处理。

加强船舶生活污水接收处置的管理。支持内河码头产生的生活污水与接收的

船舶生活污水同等化处理；……国际航线船舶生活污水由码头自有设施接收或委托有资质的第三方接收。

加强船舶含油污水接收处置的管理。落实《指导意见》有关要求，船舶含油污水按废水实施管理，预处理后产生的废矿物油和含矿物油废物按《国家危险废物名录》HW08 类管理。支持船舶含油污水接收处理企业延长产业链，依法建设废矿物油等危险废物利用处置设施，申领危险废物经营许可证后开展含油污水预处理和后处理，减少处理成本。

严格港口经营管理。贯彻落实交通运输部《港口工程建设管理规定》，2018年后竣工验收的码头应建设运行船舶水污染物接收设施；已运营码头不具备船舶污染物接收设施能力或协议能力的，依照《港口经营管理规定》认定不具备经营资质；加强对船舶污染物第三方接收单位的事中事后监管，严厉打击签订协议不接收和委托协议空转的违规行为，一经查处按照港口信用管理的有关规定进行处理。

试行船舶水污染物港口免费接收。内河船舶的生活污水和生活垃圾由港口接收的，支持在2021-2023年期间实行免费接收服务，后期根据实施情况再行调整；支持沿海港口企业免费接收内贸航线船舶的生活垃圾和生活污水。沿海港口的船舶水污染物处理价格参照省发展改革委《市辖区污水处理收费标准》，坚决遏制以高定价达到不接收和少接收的现象。

**相符性分析：**本项目生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒，不对外排放。本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积60m<sup>3</sup>的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套500m<sup>3</sup>/h的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2标准后排放。

因此，本项目符合《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》的相关要求。

## 9.8与审批原则相符性分析

本项目与《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的相符性分析见表 9.8-1，经分析，本项目建设符合《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的要求。

**表 9.8-1 本项目与《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的相符性分析**

| 审批原则                                                                                                                                                                                                                                 | 本工程情况                                                                                                                                                                                                                | 是否<br>符合 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 项目符合环境保护相关法律法规和政策要求，与主体功能区规划、近岸海域环境功能区划、水环境功能区划、生态功能区划、海洋功能区划、生态环境保护规划、港口总体规划、流域规划等相协调，满足相关规划环评要求。                                                                                                                                   | 本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧，根据前文分析，本项目建设与汕尾港港口总体规划、《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省生态环境保护“十四五”规划》等相协调。                                                                                       | 符合       |
| 项目选址、施工布置不占用自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区以及其他生态保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域。通过优化项目主要污染源和风险源的平面布置，与居民集中区等环境敏感区的距离科学合理。                                                                                                                    | 项目选址、施工布置不占用自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区以及其他生态保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域。<br>本项目港区陆域涉及二级国家级公益林，《国家级公益林管理办法》规定，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设征收、征用、占用国家二级公益林，需开展用林审批及相关工作。<br>本项目为集装箱专用码头，主要风险源为船舶燃料油，发生风险事故情形主要为溢油事故，对居民集中区的影响程度较低。 | 符合       |
| 项目对鱼类等水生生物的洄游通道及“三场”等重要生境、物种多样性及资源量产生不利影响的，提出了工程设计和施工方案优化、施工噪声及振动控制、施工期监控驱赶救助、迁地保护、增殖放流、人工鱼礁及其他生态修复措施。对湿地生态系统结构和功能、河湖生态缓冲带造成不利影响的，提出了优化工程设计、生态修复等措施。对陆域生态造成不利影响的，提出了避让环境敏感区、生态修复等对策。在采取上述措施后，对水生生物的不利影响能够得到缓解和控制，不会造成原有珍稀濒危保护或重要经济水生 | 本项目已提出施工方案优化措施、施工噪声污染防治措施、生态补偿措施等生态修复措施，以降低项目对鱼类等水生生物的洄游通道及“三场”等重要生境、物种多样性及资源量的影响。在采取措施后，项目对水生生物的不利影响能够得到缓解和控制，不会造成原有珍稀濒危保护或重要经济水生生物在相关河段、湖泊或海域消失，不会对区域生态系统造成重大不利影响。                                                 | 符合       |

| 审批原则                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 本工程情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 是否符合 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 生物在相关河段、湖泊或海域消失，不会对区域生态系统造成重大不利影响。                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
| 项目布置及水工构筑物改变水文情势，造成水体交换、水污染物扩散能力降低且影响水质的，提出了工程优化调整措施。针对冲洗污水、初期雨污水、含尘废水、含油污水、洗箱（罐）废水、生活污水等，提出了收集、处置措施。在采取上述措施后，废（污）水能够得到妥善处置，排放、回用或综合利用均符合相关标准，排污口设置符合相关要求。                                                                                                                           | <p>根据前文预测结果，本项目对周边水体水文情势、水质影响较小。</p> <p>本项目生活污水、机修含油污水和初期雨水经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒，不对外排放。</p> <p>正常情况下港船舶产生的生活污水自行处理，或委托有能力的船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理，本项目同步设置了船舶废水暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。</p> <p>船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统自行处理达标排放，应急情况下，通过本项目设置的一套 500m<sup>3</sup>/h 的压载水净化装置处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。经上述治理设施收集处理后项目废（污）水能够得到妥善处置，不会对周边海洋环境产生明显影响。</p> | 符合   |
| <p>煤炭、矿石等干散货码头项目，综合考虑建设性质、运营方式、货种等特点，针对物料装卸、输送和堆场储存提出了必要可行的封闭工艺优化方案，以及防风抑尘网、喷淋湿式抑尘等措施。</p> <p>油气、化工等液体散货码头项目，提出了必要可行的挥发性气体控制、油气回收处理等措施。散装粮食、木材及其制品等采用熏蒸工艺的，提出了采用符合国家相关规定的工艺、药剂的要求以及控制气体挥发强度的措施。根据国家相关规划或政策规定，提出了配备岸电设施要求。</p> <p>在采取上述措施后，粉尘、挥发性气体等排放符合相关标准，不会对周边环境敏感目标造成重大不利影响。</p> | <p>本项目为集装箱专用码头，不属于煤炭、矿石等干散货码头、油气、化工等液体散货码头项目。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 符合   |
| 对声环境敏感目标产生不利影响的，提出了优化平面布置、选用低噪声设备、隔声减振等措施。按照国家相关规定，提出了一般固体废物、危险废物的收集、贮存、运输及处置要求。在采取                                                                                                                                                                                                  | <p>本项目声环境评价范围内无声环境保护目标。本项目已提出选用低噪声设备、隔声减振等措施。本项目已提出一般工业固体废物、危险废物收集、贮存、运输及处置要求。在采取上述措施后，本项目不会</p>                                                                                                                                                                                                                                                | 符合   |

| 审批原则                                                                                                                                                                     | 本工程情况                                                                                                                                                                                                                                                                      | 是否符合 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 上述措施后，噪声排放、固体废物处置等符合相关标准，不会对周边居民集中区等环境敏感目标造成重大不利影响。                                                                                                                      | 对周边居民集中区等环境敏感目标造成重大不利影响。                                                                                                                                                                                                                                                   |      |
| 根据相关规划和政策要求，提出了船舶污水、船舶垃圾、船舶压载水及沉积物等接收处置措施。                                                                                                                               | 本项目到港船舶产生的生活污水自行处理，如因处理设施故障等非正常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积 60m <sup>3</sup> 的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。船舶压载水设置了一套 500m <sup>3</sup> /h 的压载水净化装置，采用过滤+紫外线处理工艺处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放。 | 符合   |
| 项目施工组织方案具有环境合理性，对取、弃土（渣）场、施工场地（道路）等提出了水土流失防治和生态修复等措施。根据环境保护相关标准和要求，对施工期各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出防治或处置措施。其中，涉水施工对水质造成不利影响的，提出了施工方案优化及悬浮物控制等措施；针对施工产生的疏浚物，提出了符合相关规定的处置或综合利用方案。 | 项目对施工期各项污染提出了针对性治理措施，针对施工产生的疏浚物，提出了符合相关规定的处置或综合利用方案。                                                                                                                                                                                                                       | 符合   |
| 针对码头、港区航道等存在的溢油或危险化学品泄漏等环境风险，提出了工程防控、应急资源配备、事故池、事故污水处理等风险防范措施，以及环境应急预案编制、与地方人民政府及相关部门、有关单位建立应急联动机制等要求。                                                                   | 本项目按照《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）要求配备相关应急物资，并编制突发环境事件应急预案及备案。                                                                                                                                                                                                            | 符合   |
| 按相关导则及规定要求，制定了水生生态、水环境、大气环境、噪声等环境监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了开展环境影响后评价、根据监测评估结果优化环境保护措施的要求。根据需求和相关规定，提出了环境保护设计、开展相关科                                                      | 本项目已按要求制定水生生态、水环境、大气环境、噪声等环境监测计划。                                                                                                                                                                                                                                          | 符合   |



| 审批原则                                                       | 本工程情况                                         | 是否符合 |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|
| 学研究、环境管理等要求。                                               |                                               |      |
| 对环境保护措施进行了深入论证，建设单位主体责任、投资估算、时间节点、预期效果明确，确保科学有效、安全可行、绿色协调。 | 本项目已对环境保护措施进行深入论证，并明确建设单位主体责任、投资估算、时间节点、预期效果。 | 符合   |
| 按相关规定开展了信息公开和公众参与。                                         | 本项目已按相关规定开展信息公开和公众参与。                         | 符合   |
| 环境影响评价文件编制规范，符合相关管理规定和环评技术标准要求。                            | 本报告编制规范，符合相关管理规定和环评技术标准要求。                    | 符合   |

# 10环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析即是针对项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目环境影响范围内的环境影响总体作出经济评价。对建设项目进行环境影响经济损益分析，目的是为了衡量该建设项目投入的环保资金所能收到的环保效果，及可能产生的环境和社会效益，从而合理安排环保投资，在必要资金的支持下，最大限度地控制污染源，合理利用自然资源，以最少的环境代价取得最大的经济效益和社会效益。

## 10.1环保投资估算

项目拟建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施，年设计吞吐量为 190 万 TEU，其中危险品箱为第 9 类锂电池，设计吞吐量为 4.75 万 TEU。项目总投资 441859.08 万元，环保投资约 860 万元，占工程总投资的 0.19%。

表 10.1-1 本项目环保投资估算表

| 工程阶段 | 环境要素 | 环保措施建设内容                                       | 环保投资/万元 |
|------|------|------------------------------------------------|---------|
| 施工期  | 大气   | 作业船舶使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。                   | 纳入主体工程  |
|      |      | 道路硬化管理、边界围挡、裸露地面管理、建筑材料及废料管理、运输车辆管理、运输车辆机械冲洗等。 | 20      |
|      |      | 加强非道路移动机械、船舶的维护、保养。                            | 纳入主体工程  |
|      |      | 使用环保型涂料、粘合剂。                                   | 纳入主体工程  |
|      | 水    | 船舶生活污水、船舶含油废水：由施工船方自行委托相关单位接受后统一处理。            | 纳入主体工程  |
|      |      | 陆域施工生活污水：清运处理费用。                               | 20      |
|      |      | 施工机械及车辆冲洗废水：经沉淀、隔油后回用于场地洒水抑尘、车辆冲洗等。            | 20      |
|      |      | 暴雨径流：设截水沟和沉砂池。                                 | 20      |
|      | 声    | 选用低噪声设备，加强日常维护，合理安排作业时间，构件预制场设置隔声围挡            | 20      |
|      | 固体废物 | 陆域施工人员生活垃圾：统一收集并交由环卫部门处理。                      | 10      |
|      |      | 船舶生活垃圾：由施工船舶自行委托有能力的船舶污染物接受单位处置。               | 纳入主体工程  |
|      |      | 建筑垃圾：由施工单位交由合法的处置场加工成形                         | 30      |

| 工程阶段 | 环境要素 | 环保措施建设内容                                                                           | 环保投资/万元 |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|      |      | 成再生骨料，钢筋、金属碎片等可考虑回收利用，其余建筑垃圾运往指定的余泥渣土受纳场处置。                                        |         |
|      |      | 疏浚物：外抛至指定倾倒区。                                                                      | 纳入主体工程  |
|      |      | 废弃泥浆、钻渣：经沉淀处理后运往管理部门指定的余泥渣土受纳场进行处置。                                                | 30      |
|      |      | 危险废物：统一收集后交由具备危险废物处置资质的单位处理。                                                       | 10      |
|      | 生态   | 生态补偿。                                                                              | 纳入主体工程  |
|      | 环境风险 | 1、编制适宜的应急安全预案，应至少包含：施工船舶碰撞事故应急处置措施和施工船舶泄漏应急处置措施等；<br>2、施工船舶配备适量的溢油应急设备和器材等物资。      | 纳入主体工程  |
|      | 环境监测 | 施工期环境监测                                                                            | 50      |
| 运营期  | 大气   | 配套岸电设施。                                                                            | 纳入主体工程  |
|      | 地表水  | 职工生活污水：生活污水处理站。                                                                    | 30      |
|      |      | 含油废水、初期雨水：生产废水处理站                                                                  | 50      |
|      |      | 雨水回用池及配套管沟                                                                         | 20      |
|      |      | 船舶生活污水、含油废水暂存池，压载水处理设施                                                             | 80      |
|      | 声    | 选用低噪声设备，加强保养，建筑隔声，隔声处理。                                                            | 纳入主体工程  |
|      | 固体废物 | 码头职工生活垃圾：交由环卫部门处置。                                                                 | 20      |
|      |      | 危险废物：危废暂存间、委托处置费用。                                                                 | 30      |
|      | 生态   | 海洋生物资源补偿                                                                           | /       |
|      | 环境风险 | 1、配备风险应急设备及物资；<br>2、制定突发环境事件应急监测计划；<br>3、制定突发环境事件应急预案，含船舶溢油应急预案；<br>4、事故应急池、消防水池等。 | 300     |
|      | 环境监测 | 运营期环境跟踪监测。                                                                         | 100     |

## 10.2 社会与经济效益分析

建设项目生产在取得直接经济效益的同时，带来了一系列的间接经济效益和社会效益。

### 1、完善区域配套设施，促进经济健康持续发展

项目建成后，有利于振兴和发展汕尾港，完善粤东的港口布局，满足汕尾市水路运输发展的需要，缓解现有集装箱货运码头通过能力不足的局面，同时对拉

动汕尾地区物流业发展，促进汕尾市经济持续、健康发展具有重要意义。

## 2、增加就业和劳动力培训。

除新增直接就业岗位外，港口产业链长的优势将积极带动港口相关产业和配套服务业的发展，为在码头周边生活、工作的人群提供更多的就业岗位。

## 3、提升当地教育文化水平

本工程的建设有利于改善码头周边的交通、市政等配套设施水平，通过为周边居民提供更多的就业岗位实现收入的增长和劳动技能水平的提高，从而提升当地教育和文化水平。

本项目的负面社会影响效果主要体现在：项目施工期间会对环境产生一定的不利影响，包括水、大气、噪声、固体废弃物、生态等环境，以及由此给附近工作和生活的人群造成的影响。

# 10.3环境影响损益分析

## 10.3.1海洋生态环境损益分析

环境经济损失是指采取相应环保措施后工程仍然造成的环境损失，对于本项目而言，主要环境损失体现在三个方面：一是施工造成的浮游生物和潮间带、底栖生物等的损失；二是渔业资源量有一定减少；三是造成滩涂湿地面积减小；四是造成海洋生态系统服务价值一定损失。本项目造成的环境损失主要源于施工作业造成的海域面积减小，浮游动植物及底栖生物生物量损失，渔业资源损失等。

工程对工程海域的底栖生物生境造成破坏；施工悬浮物扩散导致一定短期内浮游动植物生长率、存活率、摄食率等的降低，并对水生生物和鱼类的正常生理过程造成一定的影响，但这种影响是暂时的、局部的、可逆的，施工活动结束后一定时间内随的底栖生物栖息地也逐渐得以修复，生物量得以逐步回升。纳潮量减小对渔业资源着悬浮物的沉降而减轻并较快恢复到本底水平，工程范围以外海域源有一定影响，但可以通过增殖放流等措施补偿，海洋生态系统损害可通过异地修复措施予以补偿。

总的来说，本项目对海域环境资源造成一定的损失，但可通过增殖放流、经济补偿等措施予以减缓或补偿，因此，工程造成的环境损失在可接受范围。

### 10.3.2水环境损益分析

项目建成后主要废水类型为：生活污水、含油污水、船舶污水和初期雨水。

生活污水采用管道收集，汇流到港区新建  $10\text{m}^3/\text{h}$  生活污水处理站进行处理，经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒。维修场地冲洗废水、含油雨污水等采用排水明沟收集，汇流到港区  $2\text{m}^3/\text{h}$  含油污水处理站进行处理，经处理达标后回用于港区道路喷洒。

船舶污水主要包括船舶舱底油污水、船舶生活污水。船舶生活污水经收集后汇流到港区生活污水收集池，然后泵送到后方港区生活污水处理站进行处理，船舶含油污水委托有资质单位接收处理。

项目设置独立的雨水管道系统，清洁雨水经雨水管网汇至码头前沿出水口直接排海。

项目对周边水体环境的影响较小，但应该注意的是，在出现事故时，事故废水未经处理溢流至周边水体将对水环境质量产生明显影响，引起比较大的水环境损失。

### 10.3.3大气环境损益分析

项目运营期无工艺废气产生。船舶进入码头前沿水域后，大型船舶需借助拖轮的作用力进入停泊水域。船舶进港完成系缆工作后，本项目在码头前沿设置了岸电箱，供船舶用电。项目装卸、水平运输等均为电驱动，无运输废气产生。

根据前文分析，项目建成后不增加废气污染物排放总量，项目位于海边扩散条件较好，同时加强港区道路的管理，定期清扫、洒水冲洗等，在做好相关污染防治措施要求基础上，项目运营期排放废气对周边区域环境空气的影响较小，造成的大气环境损益较小。

### 10.3.4声环境损益分析

项目运营期噪声源主要为码头进出港船舶航行及鸣笛声、码头装卸、车辆运输等产生的噪声。

根据生产设备产生噪声的特点，通过控制行车速度，采用低噪设备，定期维护设备使之处于良好的运行状态并在厂界充分进行绿化等降噪措施后，对环境的影响不显著，项目造成的声环境损失较小。

### **10.3.5固体废物的影响**

项目运营期产生的一般固废和生活垃圾由市政环卫公司处理，危险废物交由有资质单位处理。项目产生的固体废物得到妥当的处理，对周围环境影响不大。

### **10.4环境影响经济损益分析结论**

结合项目的社会经济效益、环保投入和环境损益进行综合分析得出，项目在创造良好经济效益和社会效益的同时，经采取污染防治措施后，对环境的影响较小，能够将工程带来的环境损失降到可接受程度。因此，项目可以实现经济效益与环保效益的相统一。

# 11环境管理与监测计划

通过实施环境管理，制定并落实建设项目环境监理、监测计划，对项目建设全过程进行环境管理和环境监测，及时发现与项目建设有关的环境问题，对环保措施进行修正和改进，保证全过程环保工程措施的有效运行，使项目的建设与环境、资源的保护相协调，保障经济和社会的可持续发展。

## 11.1环境管理

环境管理是对企业环境保护措施的实施进行管理，完善的环境管理是减少项目对周围环境的影响的重要条件。

项目在建设期或运行期会对周边环境产生一定影响，必须通过环境保护措施来减缓和消除不利影响，为了保证环保措施的切实落实，使项目的社会、经济和环境效益得到协调发展，必须加强环境管理，使项目建设符合国家要求的经济建设、社会发展和环境建设的同步规划、同步发展和同步实施的方针。

### 11.1.1环境管理机构

为有效保护环境和防止污染事故的发生，码头应设专职环境管理机构和专职环境管理人员，主要负责项目营运期环境保护方面的日常管理、污染产排监测、突发性环境污染事故以及协调和解决与环保部门及周围公众关系的环境管理工作。

环境管理机构应定期监督检查码头的生产状况，汇总生产中存在的各种环保问题，及时进行相应的纠偏和整改，并对整改结果进行监督检查，对可行的技术改造提出建议。同时环境管理人员应及时向当地环境保护主管部门申报登记污染物排放情况，积极配合政府环境监测部门的监督检查工作，并按要求上报各项环保工作的执行情况。

码头环保工作需接受市、县、镇环境保护部门的监督管理。码头除机构建设要搞好外，还要在分管环保的负责人领导下，建立库区各部门间相互协调、分工负责、互相配合的综合环境管理体系。各生产车间应设立兼职的环保员，将环境

的专业管理与群众管理有机地结合起来。

在营运期，该机构管理项目的环境管理工作，负责解决营运中出现的环境问题。

### **11.1.2管理机构职责与制度**

#### **11.1.2.1职责**

环境管理机构的基本任务是负责组织、落实、监督本码头的环保工作，其主要职责如下：

- (1) 建立健全环境保护工作规章制度，明确环保责任制及其奖惩办法。
- (2) 确定码头的环境目标管理，对各项操作进行监督与考核。
- (3) 在项目建设期间搞好环保设施的“三同时”的环境保护工作；建立环保档案，包括环评报告、环保工程验收报告、污染源监测报告、环保设备及运行记录、固废的转移记录以及其它环境统计资料。
- (4) 定期编制环境保护报表和年度环境保护工作报告，提交给上级和当地环境主管部门。
- (5) 加强环境管理人员、环境监测人员以及兼职环保员工的业务培训，组织职工的环保活动，搞好环境宣传。
- (6) 搞好环保设施与生产主体设备的协调管理，使污染防治设施的配备与生产主体设备相适应，并与主体设备同时运行及检修。污染防治设施出现故障时，环境管理机构应立即与生产部门共同采取措施，严防污染扩大，同时负责污染事故的处理。
- (7) 码头每个班次上，至少应有一名人员参与该环保工作。其任务除按岗位操作规范进行操作外，还应将当班环保设施运行情况记录在案，并及时向检查人员汇报情况。
- (8) 配合搞好废物的综合利用以及污染物排放总量控制。

#### **11.1.2.2制度**

为了落实各项污染防治措施，加强环境保护工作的管理，应根据公司的实际情况，不断完善和制定各类环保制度，如：环境保护管理办法、环境保护工作规章制度、环保设施检查、维护、保养规定、环保设施运行操作规程、公司环境检查制度、环境监测年度计划、环境保护工作实施计划、监督检查计划、环保技术



规程、环保知识培训计划等。

### **11.1.3环境管理要求**

要把环保工作纳入公司全面工作之中,把环保工作贯穿到公司管理的各个部门,环保工作要合理布置、统一安排,既要重视污染的末端治理,又要重视生产全过程控制;既要重视污染源削减,又要重视综合利用,使环境污染防范于未然,贯彻以防为主、防治结合的方针,实施污染物排放能够总量控制,公司的日常环境管理要有一整套行之有效的管理制度,落实具体责任和奖惩规定。环保管理机构要对环境保护统一管理、对各部门环保工作定期检查,并接受政府环保部门的监督。

### **11.1.4环境管理措施**

强化管理手段,将环保管理纳入制度管理轨道,建立环保管理小组以便开展管理工作,并及时实施相关监测计划,实施有效的质量控制,切实监督、落实执行所有规章制度。项目在营运期间,应把环保工作作为日常工作的重要环节纳入公司全面工作之中,把环保工作贯穿到项目管理的各个部门,环保工作要合理布置、统一安排,既要重视污染的末端治理,又要重视生产全过程控制;既要重视污染源削减,又要重视废物的综合利用,使环境污染防范于未然,贯彻以防为主、防治结合的方针。项目的日常环境管理要有一整套行之有效的管理制度,落实具体责任和奖罚规定。环保管理机构要对环境保护统一管理、对各部门环保工作定期检查,并接受政府环保部门的监督。

运营期环境管理的具体措施如下:

#### **(1) 监督环保设施的正常运行**

本工程建设单位应监督各项环保设施的正常运营,杜绝违法向环境排放污染物,对于事故情况下的污染物超标排放,采取及时有效的措施加以控制,同时上报地方环境保护行政主管部门。

#### **(2) 监督生态影响防治措施和生态影响补偿措施**

监督该工程生态影响防治措施和生态影响补偿措施的落实,包括措施的落实及落实后的跟踪监测等内容,是该工程环境管理最重要内容之一。

#### **(3) 制订和实施环境监测计划**

组织环境监测计划的制订,并做好日常的监测记录工作和定期监测上报工作,

通过污染物排放的环境监测来检测环保设施的运行效果，将环保工作落到实处。

#### （4）污染事故应急防范

对于突发性污染事故的应急防范，建设单位应成立应急反应指挥小组，制定和实施码头应急反应计划，配备适当数量的应急设备，将本工程的突发事故应急防范工作与汕尾港的突发事故应急防范工作相衔接，充分利用区域的应急资源，做好污染事故应急防范工作。

#### （5）宣传、教育和培训

对职工进行环境保护方面的宣传和教育，培养大家爱护环境、防止污染的意识。对于环保设施管理与维护人员，定期参加上级主管机构和各级环境保护行政主管部门组织的职业技术培训，提高其环境管理和技术水平。

### 11.1.5 排污口规范化建设

根据国家及省市环境保护主管部门的有关文件精神，项目污染物排放口必须根据国家及省市环境保护主管部门的有关文件精神，项目污染物排放口必须实行排污口规范化建设，该项工作是实施污染物总量控制的基础性工作之一。

根据前文分析，项目排污口规范化建设具体如下：

（1）按照《广东省污染源排污口规范化设置导则》（粤环〔2008〕42号）要求规范排污口建设。

（2）按照《环境保护图形标志 排放口（源）》（GB15562.1-1995）及《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的规定，设置相应的环境保护图形标志牌。标志牌设置位置在排污口（采样口）附近且醒目处，高度为标志牌上端离地面2米。排污口附近1米范围内有建筑物的，设平面式标志牌，无建筑物设立式标志牌。规范化排污口的有关设置（如图形标志牌、计量装置、监控装置等）属环保设施，排污单位必须负责日常的维护保养，任何单位和个人不得擅自拆除。

（3）按要求填写由国家环保部统一印制的《中华人民共和国规范化排污口标志登记证》并根据登记证的内容建立排污口档案。

（4）规范化整治排污口的有关设施纳入其设备管理，并选派责任心强、有专业知识和技能的专、兼职人员对排污口进行管理。

（5）固体废物贮存处置场所符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制

标准》(GB18599-2020)的要求。危废暂存间按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)要求设置,设有防渗漏、防雨淋、防扬散措施,并设置危险废物标识和警示牌。

| 排放口  | 提示图形符号                                                                              | 警告图形符号                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 废水   |    |    |
| 废气   |   |   |
| 噪声   |  |  |
| 一般固废 |  |  |

| 排放口  | 提示图形符号 | 警告图形符号                                                                             |
|------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 危险废物 | /      |  |

图 11.1-1 排污口图形标志

## 11.2环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段,可以通过其及时掌握项目建设对周围环境影响的变化情况,从而反馈给工程决策部门,为项目的环境管理提供科学依据。

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017)、《排污许可证申请与核发技术规范 码头》(HJ 1107-2020),项目主要监测计划如下:

### 11.2.1施工期环境监测计划

项目建设内容主要包括:新建 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施。

根据工程施工阶段的污染性质和可能的影响范围,制定本项目施工期环境监测计划如下:

#### 11.2.1.1施工期海洋生态环境监测

##### (1) 海水水质环境监测

①监测站位:在项目区域设置 4 个站位。

②监测项目:温度、盐度、DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、铜、锌、镍。

③监测频率:本项目施工期为 18 个月,因此水质监测在施工前监测一次,施工期间每半年监测一次,施工结束后进行一次后评估监测。

##### (2) 沉积物环境监测

①监测站位:与水质监测站位相同。

②监测项目:石油类、有机碳、硫化物、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷。

③监测频率:沉积物监测与水质监测同步。

### (3) 海洋生物监测

①监测站位：与水质监测站位相同。

②监测项目：叶绿素 a、初级生产力、底栖生物、浮游植物、浮游动物、游泳动物、鱼卵仔鱼。

③监测频率：海洋生物监测与水质监测同步。

### (4) 潮间带生物监测

①监测站位：在项目周边设置 1 个站位。

②监测项目：潮间带生物的种类组成、群落特征、分布特点、物种多样性指数等。

③监测频率：潮间带生物监测与水质监测同步。

### (5) 海底冲淤动态监测

①监测内容：剖面地形重复测量，根据重复监测资料分析本项目建设前后冲淤变化趋势；剖面水下地貌侧扫，分析本项目建设前后地貌演化特征；沿剖面采集表层样，分析本改建项目建设前后剖面上底质变化趋势。

②监测范围：从项目用海最外侧至淤积可能影响的区域。

③剖面布设：垂直岸线方向设置三条海底冲淤动态监测剖面。

④监测频率：施工前进行一次，施工结束后进行一次。



图 11.2-1 海洋环境跟踪监测站位布置示意图

11.2.1.2施工期环境空气监测

- (1) 监测点布设：施工场地厂界。
- (2) 监测项目：TSP。
- (3) 监测频次：施工初期、施工中期、施工末期共三次，监测采样频率为连续 3 天，每天采样时间应有 24 小时。
- (4) 监测采样及分析方法：《环境空气质量标准》(GB3095-2026)、《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ194-2017) 及其修改单。

11.2.1.3施工期场界噪声监测

- (1) 监测点位：施工场界外 1m 处。
- (2) 监测因子：等效连续 A 声级。
- (3) 监测频次：每月监测一次，监测时间分昼间、夜间两个时段。
- (4) 测量方法：《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)。

11.2.1.4固体废物监测

生活垃圾、一般工业固废、危险废物产生量与去向；监测方法为填写产生量报表并说明去向和处置情况。

11.2.2运营期环境监测计划

11.2.2.1运营期海洋环境监测

本项目运营期海洋环境监测计划如下表所示。监测采样及分析方法按《海洋调查规范》(GB/T12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB17378-2007) 进行，具体调查站位详见图 11.2-1。

表 11.2-1 运营期海洋环境跟踪监测计划

| 类别    | 监测站点        | 监测项目                                               | 监测频率                    |
|-------|-------------|----------------------------------------------------|-------------------------|
| 海水    | S1、S2、S3、S4 | 温度、盐度、DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、铜、锌、镍 | 前 3 年每年 1 次，其后每 2 年 1 次 |
| 沉积物   | S1、S2、S3、S4 | 石油类、有机碳、硫化物、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷                          | 每 2 年 1 次               |
| 海洋生物  | S1、S2、S3、S4 | 底栖生物、叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、游泳动物、鱼卵仔鱼               | 前 3 年每年 1 次，其后每 2 年 1 次 |
| 潮间带生物 | C1          | 潮间带生物的种类组成、群落特征、分布特点、物种多样性指数等                      |                         |

11.2.2.2运营期声环境监测

根据《排污许可证申请与核发技术规范 工业噪声》(HJ1301-2023)，制定本项目运营期厂界噪声监测计划如下：

表 11.2-2 运营期厂界噪声监测计划

| 项目 | 监测点位 | 监测指标                 | 监测频次          | 执行排放标准                                    |
|----|------|----------------------|---------------|-------------------------------------------|
| 噪声 | 项目厂界 | $L_{eq}$ 、 $L_{max}$ | 1 次/季度（昼间和夜间） | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）表 1 中 4 类标准 |

11.2.2.3运营期废水污染源监测

项目运营期时产生的废水种类主要包括生活污水、含油污水、船舶污水和清洁雨水。生活污水采用管道收集，汇流到港区新建 10m<sup>3</sup>/h 生活污水处理站进行处理，经处理达标后回用于港区的绿化及道路喷洒。

维修场地冲洗废水、含油雨污水等采用排水明沟收集，汇流到港区新建 2m<sup>3</sup>/h 含油污水处理站进行处理，经处理达标后回用于港区道路喷洒。

船舶污水主要包括船舶舱底油污水、船舶生活污水。船舶生活污水经收集后汇流到港区生活污水收集池，然后泵送到后方港区生活污水处理站进行处理，船舶含油污水委托有资质单位接收处理。项目设置独立的雨水管道系统，清洁雨水经雨水管网汇至码头前沿出水口直接排海。

监测点位：如果废水事故排放，废水应急监测应在雨水排放口设置采样点监测；如果发生溢油事故，则跟踪油膜漂移轨迹进行监控，在溢油轨迹中心轴线布 3-5 个点，四周布 4-8 个点。

监测项目：pH、石油类、COD<sub>Mn</sub>、DO、SS 等。

监测频次：每 4 小时采样 1 次直至达标。

监测采样及分析方法：《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)。

11.2.2.4运营期土壤污染源监测

(1) 监测点位：废水处理站。

(2) 监测因子

①重金属和无机物：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；

②挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-

四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；

③半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、蔡；

④其他项目：pH、石油烃（C<sub>10</sub>~C<sub>40</sub>）。

（3）监测频次：每5年监测一次。

（4）测量方法：《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）。

#### 11.2.2.5运营期地下水污染源监测

（1）监测点位：上游施工寮村、项目内废水处理站、下游裸地。

（2）监测因子

①八大离子：K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>；

②其他因子：pH、总硬度（以CaCO<sub>3</sub>计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类（以苯酚计）、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数、氨氮、硫化物、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物（以F<sup>-</sup>计）、汞、砷、镍、镉、铬（六价）、铅、石油烃。

（3）监测频次：因《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中未对地下水跟踪监测频次作要求，考虑地下水污染途径与土壤环境污染途径基本相同，故本次地下水污染源跟踪监测频次参考运营期土壤污染源监测频次，即本项目运营期地下水污染源监测频次为每5年监测一次。。

（4）测量方法：《地下水环境监测技术规范》。



## 11.3 污染物排放管理要求

### 11.3.1 污染物排放清单

项目运营期污染物排放清单见下表。

表 11.3-1 污染物排放清单

| 类别 | 污染源          | 项目                 | 环境保护措施                                                                                                             | 排放浓度（<br>mg/m <sup>3</sup> ） | 排放量（<br>t/a） | 排放标准                                                      |        | 总量<br>指标 |
|----|--------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|--------|----------|
|    |              |                    |                                                                                                                    |                              |              | 标准来源                                                      | 标准限值   |          |
| 废水 | 船舶生活<br>污水   | COD <sub>Cr</sub>  | 项目运营期生活污水经生活污水处<br>理站（10m <sup>3</sup> /h）处理达《城市污水再<br>生利用 城市杂用水水质》中“城市<br>绿化”和“道路清扫、消防”相应<br>标准后回用于港区的绿化及道路喷<br>洒 | /                            | /            | 《城市污水再生利用 城<br>市杂用水水质》（GB/T<br>18920-2020）中道路清扫<br>用水要求   | --     | /        |
|    |              | BOD <sub>5</sub>   |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | 10mg/L | /        |
|    |              | NH <sub>3</sub> -N |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | 8mg/L  | /        |
|    | 机修含油<br>污水   | COD <sub>Cr</sub>  | 维修场地冲洗废水、含油雨污水等<br>采用排水明沟收集，汇流到港区设<br>置的 2m <sup>3</sup> /h 含油污水处理站进行处<br>理，经处理达标后回用于港区道路<br>喷洒。                   | /                            | /            | 《城市污水再生利用 城<br>市杂用水水质》（<br>GB/T18920-2020）绿化及<br>道路喷洒水质标准 | --     | /        |
|    |              | BOD <sub>5</sub>   |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | 10mg/L |          |
|    |              | NH <sub>3</sub> -N |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | 8mg/L  |          |
|    |              | 石油类                |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | --     |          |
|    | 机械设备<br>冲洗废水 | COD <sub>Cr</sub>  |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | --     | /        |
|    |              | BOD <sub>5</sub>   |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | 10mg/L |          |
|    |              | NH <sub>3</sub> -N |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | 8mg/L  |          |
|    |              | 石油类                |                                                                                                                    | /                            | /            |                                                           | --     |          |
|    | 船舶舱底油污水、生活污水 |                    | 本项目到港船舶产生的生活污水自<br>行处理，如因处理设施故障等非正                                                                                 | /                            | /            | /                                                         | /      | /        |

| 类别 | 污染源   | 项目                     | 环境保护措施                                                                                                                                           | 排放浓度（<br>mg/m³）                | 排放量（<br>t/a） | 排放标准             |                                          | 总量<br>指标 |
|----|-------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------|------------------------------------------|----------|
|    |       |                        |                                                                                                                                                  |                                |              | 标准来源             | 标准限值                                     |          |
|    |       |                        | 常情况需要到港接收的，与船舶含油污水和生活垃圾等船舶污染物一并委托有能力的船舶污染物处置单位到港接收处置，本项目拟与区域具备船舶废水处理资质的单位签订合作协议，并同步分别设置了容积60m³的船舶生活污水和含油污水暂存池、船舶生活垃圾临时暂存设施，备用于船舶废水接收单位无法及时到港情形。  |                                |              |                  |                                          |          |
|    | 船舶压载水 | 最小尺寸≥50 μ m 的存活生物      | 禁止在码头区域排放未经处理的船舶压载水，船舶压载水一般情况下由船方配套的压载水处理系统（简称 BWMS）自行处理在港外达标排放，应急情况下，外轮在本项目码头紧急排压载水的，通过 500m³/h 的压载水净化装置（采用过滤+紫外线处理工艺）处理达到船舶压载水公约（BWM）D-2 标准后排放 | /                              | /            | 压载水公约（BWM）D-2 标准 | <10 个/m³                                 |          |
|    |       | 10 μ m≤最小尺寸<50μm 的存活生物 |                                                                                                                                                  |                                |              |                  | <10 个/ml                                 |          |
|    |       | 有毒霍乱弧菌（O1 和 O139）      |                                                                                                                                                  |                                |              |                  | <1 cfu/100ml（菌落形成单位）或<1 cfu/g 浮游动物样品（湿重） |          |
|    |       | 大肠杆菌                   |                                                                                                                                                  |                                |              |                  | <250 cfu/100ml                           |          |
|    |       | 肠道球菌                   |                                                                                                                                                  |                                |              |                  | <100 cfu/100ml                           |          |
|    | 废气    | 食堂油烟                   | 油烟                                                                                                                                               | 食堂配套安装油烟净化装置，油烟废气经厨房油烟净化装置处理后在 | /            | /                | 《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）            | 2.0      |

| 类别   | 污染源    | 项目   | 环境保护措施                | 排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )   | 排放量 (t/a) | 排放标准                                 |                             | 总量指标 |
|------|--------|------|-----------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------|------|
|      |        |      |                       |                             |           | 标准来源                                 | 标准限值                        |      |
|      |        |      | 食堂楼顶排放                |                             |           |                                      |                             |      |
| 固体废物 | 危险废物   | /    | 交由有资质单位处理             |                             |           | /                                    | /                           | /    |
|      | 一般工业固废 | /    | 相关单位清运处置              | /                           | /         | /                                    | /                           | /    |
|      | 生活垃圾   | /    | 环卫部门清运                | /                           | /         | /                                    | /                           | /    |
|      | 船舶生活垃圾 | /    | 委托船舶污染物处置单位在码头处收集运走处理 | /                           | /         | /                                    | /                           | /    |
| 噪声   | 作业机械   | 等效声级 | 选用低噪声设备, 采取隔声、消声等降噪措施 | 昼间≤70dB (A),<br>夜间≤55dB (A) |           | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 4 类标准 | 昼间≤70dB (A),<br>夜间≤55dB (A) | /    |

### 11.3.2信息公开方案

#### 1、公开建设项目开工前的信息

建设项目开工建设前，建设单位应当向社会公开建设项目开工日期、设计单位、施工单位和环境监理单位、工程基本情况、拟采取的环境保护措施清单和实施计划、由地方政府或相关部门负责配套的环境保护措施清单和实施计划等，并确保上述信息在整个施工期内均处于公开状态。

#### 2、公开建设项目施工过程中的信息

项目建设过程中，建设单位应当在施工中期向社会公开建设项目环境保护措施进展情况、施工期的环境保护措施落实情况、施工期环境监理情况、施工期环境监测结果等。

#### 3、公开建设项目建成后的信息。

建设项目建成后，建设单位应当向社会公开建设项目环评提出的各项环境保护设施和措施执行情况、竣工环境保护验收监测和调查结果。对主要因排放污染物对环境产生影响的建设项目，投入生产或使用后，应按《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819）进行自行监测信息公开，应当定期向社会特别是周边社区公开主要污染物排放情况。

建设单位应当向社会公开建设项目环评提出的各项环境保护设施和措施执行情况、竣工环境保护验收监测和调查结果。对主要因排放污染物对环境产生影响的建设项目，投入生产或使用后，应按《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819）进行自行监测信息公开，应当定期向社会特别是周边社区公开主要污染物排放情况。

### 11.3.3与排污许可制度衔接的要求

根据《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评〔2017〕84号）提出：

依据国家或地方污染物排放标准、环境质量和总量控制要求等管理规定，按照污染源源强核算技术指南、环境影响评价要素导则等技术文件，严格核定排放口数量、位置以及每个排放口的污染物种类、允许排放浓度和允许排放量、排放方式、排放去向、自行监测计划等与污染物排放相关的主要内容。

建设项目发生实际排污行为之前，排污单位应当按照国家环境保护相关法律法规以及排污许可证申请与核发技术规范要求申请排污许可证，不得无证排污或不按证排污。排污许可证执行报告、台账记录以及自行监测执行情况等应作为开展建设项目环境影响后评价的重要依据。

# 12评价结论

## 12.1项目概况

在汕尾市委市政府提出的“建设大通道、振兴大港航、发展大物流”战略态势下，针对汕尾港发展相对落后的局面，拟在汕尾红海湾经济开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧建设 2 个 15 万吨级公用码头泊位，为后方临港产业园区相关新能源及汽车产业提供生产性配套服务，提升汕尾新能源及汽车产业链、供应链安全的保障能力，支撑汕尾市经济社会高质量发展。汕尾新港投资有限公司拟建设汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程。

本项目拟建设 2 个 15 万吨级集装箱泊位及其配套设施，年设计吞吐量为 190 万 TEU，其中危险品箱为第 9 类锂电池，设计吞吐量为 4.75 万 TEU。工程分为码头前沿作业区、堆场区、生产辅助设施等部分组成。水域部分包括港池和进港航道，码头前沿停泊水域宽度为 102m，设计底高程-18.1m；回旋水域布置在停泊水域前方，设计直径取 734m，设计底高程取为-18.1m。航道设计在现有 10 万吨级航道基础上向东南延长 2.3km 并双向扩宽形成内段进港航道，航道挖槽底宽由 186m 拓宽至 236m，设计底高程由-16m 浚深至-18.3m；并在延长段终点新建 2km 的外段进港航道，轴线 140~320°，航道挖槽底宽 236m，设计底高程为-18.3m。本项目码头前沿水域及进港航道需进行疏浚，疏浚面积约为 329.93 万 m<sup>2</sup>，疏浚工程量约 1549.8 万方，清礁量约 27.96 万方。

## 12.2与相关规划和产业政策相符性分析结论

本项目的建设符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号）的要求，选址符合广东省及汕尾市近岸海域、环境空气等环境功能区划及相关管控要求，不涉及《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）与国土空间规划中的生态保护红线和永久基本农田，符合生态环境分区管控方案相关要求，并充分衔接汕尾市港口总体规划。

## 12.3 环境质量现状评价结论

### 12.3.1 海洋水文动力环境现状调查结论

本节水文观测资料引用自《汕尾陆丰碣石湾海域水文动力观测技术报告（秋季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2021 年 11 月）、《2024 年汕尾海砂项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 7 月）。广州海兰图检测技术有限公司分别于 2021 年 10 月及 2025 年 6 月在项目周边海域开展了两期水文动力现状调查，其中 2021 年 10 月调查共布设 6 个水文站位和 2 个潮位观测站位，2025 年 6 月调查共布设 7 个水文站位和 2 个潮位观测站位，观测内容包括温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向、海况等。以上水文站位和潮位观测站位均位于本项目海洋生态环境影响评价范围内。

2021 年 10 月观测期间调查海区观测期间最大涨潮流速为 38.33cm/s，最大落潮流速为 41.68cm/s。最大涨潮和落潮平均流速分别为 18.75cm/s 和 17.28cm/s。调查海区潮流类型主要表现为不规则半日潮。最大可能潮流流速的最大值可达 280.29cm/s，方向 285.77°。观测期间余流主要介于 2.11cm/s~16.68cm/s。

2025 年 6 月观测期间调查海区最高潮位为 1.82m，最低潮位为 0.13m，最大涨潮潮差为 1.13m，最大落潮潮差为 1.62m。最大涨潮流速为 57.4cm/s，最大落潮流速为 84.9cm/s。最大涨潮和落潮平均流速分别为 39.9cm/s 和 64.3cm/s。调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。最大可能潮流流速的最大值可达 57.1cm/s，流向为 363°。观测期间余流主要介于 1.9cm/s~47.4cm/s。

### 12.3.2 海水水质环境现状调查结论

根据《广东省 2023~2025 年近岸海域海水水质监测信息》，2022~2024 年，评价范围内国控站位近三年大部分月份海水水质类别为第一类，仅个别月份水质类别为第二类。其中，GDN14004、GDN14013、GDN14015 等 3 个站位海水水质达到第一类占比为 100%，GDN14002、GDN14010 站位海水水质达到一类水质占比为 88.9%。

引用自《汕尾电厂港池及航道维护性疏浚工程海洋环境现状调查与评价报告》（汕尾市润邦检测技术有限公司，2025 年 04 月），汕尾市润邦检测技术有限公司于 2024.10.18 在项目周边海域开展了海洋环境现状调查，该调查共布设 20 个

海水水质调查站位。执行海水水质第一类标准的 12 个调查站位中，Q4、Q13 站位出现活性磷酸盐超标，执行海水水质第二类标准 3 个调查站位各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中第二类标准限值要求，执行海水水质第三类标准 5 个调查站位（Q5、Q6、Q9、Q10、Q14）各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中第三类标准限值要求。超标原因可能与陆源污染物输入，以及部分海域的水产养殖活动有关。

引用自《汕尾新港区白沙湖作业区公用码头建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 04 月），广州海兰图检测技术有限公司于 2025.4.23~2025.4.26 及 2025.4.28~2025.4.29 在项目周边海域开展了海洋环境现状调查，该调查共布设水质监测站位 20 个。调查站位各监测因子水质现状均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应标准限值要求，没有出现超标情况。

### **12.3.3 海洋沉积物质量现状调查与评价结论**

引用自汕尾市润邦检测技术有限公司于 2024.10.18 在项目周边海域开展的海洋环境现状调查，该调查共布设 10 个沉积物调查站位，以及广州海兰图检测技术有限公司于 2025.4.23~2025.4.26 及 2025.4.28~2025.4.29 在项目周边海域开展的海洋环境现状调查，该调查共布设 10 个沉积物调查站位，两期调查沉积物质量均满足《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应标准限值要求，没有出现超标情况。

### **12.3.4 海洋生物质量现状调查与评价结论**

引用自汕尾市润邦检测技术有限公司于 2024.10.18 以及广州海兰图检测技术有限公司于 2025.4.23~2025.4.26 及 2025.4.28~2025.4.29 在项目周边海域开展的海洋生物质量调查结果，两期监测均设置了 12 个调查站位，根据评价结果可知，除 2025 年 4 月 BS12 站位（大头狗母鱼）、BS05 站位（口虾蛄）、BS11 站位（双斑蟳）体内砷超标及 BSC01 断面翡翠贻贝体内铬超过第一类海洋生物质量标准外，其他采样站位的海洋生物体内各项指标均满足相应标准限值。

### **12.3.5 海洋生态环境现状调查与评价结论**

引用自汕尾市润邦检测技术有限公司于 2024 年 10 月在项目周边海域开展

的海洋环境现状调查，该调查共布设 12 个海洋生态调查站位，本次调查海区表层水体叶绿素  $a$  含量的变化范围为  $0.0154\sim 2.05\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为  $116.19\text{ mg}/\text{m}^3$ ；初级生产力的变化范围为  $2.27\sim 307.42\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为  $116.19\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。本次调查共记录浮游植物 3 门 28 属 57 种、浮游动物 10 个生物类群 42 种、大型底栖动物 6 门 29 科 36 种、潮间带生物 3 门 9 科 10 种。鱼卵仔稚鱼 8 种。渔业资源共捕获游泳生物 31 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类共 14 种（其中虾类 4 种，蟹类 7 种、虾蛄类 3 种），头足类 1 种。

引用自广州海兰图检测技术有限公司于 2025 年 4 月在项目周边海域开展的海洋环境现状调查，该调查共布设 12 个海洋生态调查站位，本次调查海区表层水体叶绿素  $a$  含量的变化范围为  $0.50\sim 1.38\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为  $0.87\text{mg}/\text{m}^3$ ；初级生产力的变化范围为  $11.175\sim 153.822\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为  $60.541\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。本次调查共记录浮游植物 5 门 117 种、浮游动物 10 个生物类群 42 种、大型底栖动物 6 门 36 科 52 种、潮间带生物 6 门 31 科 44 种。鱼卵仔稚鱼 13 种。渔业资源共捕获游泳生物 100 种，其中鱼类 57 种，虾类 18 种（其中虾蛄类 8 种），蟹类 20 种，头足类 5 种。

### 12.3.6 环境空气质量调查与评价结论

根据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》中大气环境质量数据，结合生态环境部环境工程评估中心环境空气质量模型技术支持服务系统环境空气质量达标区判定，以 2024 年为基准年，汕尾市属于环境空气质量达标区。

广东智环创新环境科技有限公司于 2025 年 7 月 28 日~2025 年 8 月 3 日在项目所在区域进行了环境空气质量监测，评价区域内环境空气质量 TSP、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、臭气浓度均满足相应的环境质量标准要求。

### 12.3.7 声环境质量现状调查与评价结论

广东智环创新环境科技有限公司于 2025 年 7 月 28 日~2025 年 8 月 3 日对项目所在区域声环境质量进行一期现状补充监测，在项目各边界分别布设 1 个声环境监测点，共布设 4 个监测点。评价结果显示 N1 声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值，N2~N4 满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值。



### 12.3.8地下水环境质量现状调查与评价结论

广东智环创新环境科技有限公司于 2025 年 7 月 31 日~2025 年 8 月 2 日对项目所在区域地下水环境质量进行了一期现状补充监测,布设 10 个监测点位,其中 GW1~GW5 为水质、水位监测点, GW6~GW10 为水位监测点。

地下水质量调查及评价结果表明,调查点位 GW4、GW5 各监测项目均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准; GW1、GW2 除耗氧量外其余监测项目均满足III类标准; GW3 除总硬度、溶解性总固体、耗氧量、氨氮、氟化物、氯化物、硫酸盐、锰、钠外其余监测项目均满足III类标准。地下水中总硬度、溶解性总固体、锰超标是由于区域地质条件所致; 氯化物、硫酸盐、钠超标原因可能为海水入侵导致; GW3 点位临近养殖塘,耗氧量、氨氮超标可能受养殖塘富营养化导致; 氟化物超标主要受水化学过程影响,调查区域为碱性环境( $\text{pH}>7$ ),此条件下容易促进氟从矿物中解吸。

### 12.3.9土壤环境质量现状调查与评价结论

本项目位于汕尾市红海湾经济技术开发区遮浪街道以北的施公寮岛南侧,项目用地土地利用现状情况为农用地(不涉及占用耕地及永久基本农田)、建设用地及未利用地,主要为林地、草地和废弃坑塘水面等。用地区域用地性质为港口用地和防护绿地,项目周边土地利用规划主要有港口用地、防护绿地、工业用地、商业用地及仓储用地等。

广东智环创新环境科技有限公司于 2025 年 7 月 29 日~2025 年 7 月 31 日对项目所在区域土壤环境质量进行了一期现状补充监测,在项目占地范围内布设 3 个柱状样点, 1 个表层样点, 占地范围外 2 个表层样点。结果表明, T1~T4 点位符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地风险筛选值; T5~T6 点位符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)风险筛选值。本项目各监测点土壤中污染物含量均低于相应土壤污染风险筛选值,对人体健康的风险可以忽略。

## 12.4环境影响评价结论

### 12.4.1施工期环境影响评价结论

#### 1、施工期大气环境影响评价结论

本项目施工期产生的大气污染物主要来自施工扬尘与运输扬尘、施工机械排放的尾气，施工船舶排放的燃油废气，装修过程产生的挥发性有机物，主要的污染物为  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 。

上述污染物的释放会带来一定程度的空气污染，但属于短期的、暂时的；工程结束后，影响也将消失。

## 2、施工期废水环境影响评价结论

本项目施工期产生的废水主要包括船舶舱底油污水和船舶生活污水、陆域生活污水、施工机械设备的维修、清洗，离开项目区域的车辆冲洗，泥浆水等。在采取相应环保措施后，对项目所在海域水质环境质量基本不会产生明显影响。

## 3、施工期噪声环境影响评价结论

根据预测结果，在施工工况下，本项目施工区域边界四周贡献值满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）排放标准限值要求。

## 4、施工期固体废物影响评价结论

本项目施工期产生的固体废物主要为疏浚物、炸礁物、海堤拆除建筑废物、施工船舶生活垃圾、陆域施工人员生活垃圾等。本项目施工期产生的各类固体废物分类妥善处置，不会对周边环境产生二次污染影响，对环境的影响可接受。

# 12.4.2 工程实施对海洋环境影响结论

## 1、工程实施对海洋水文动力环境影响

港池和航道疏浚区域由于浚深，项目建成后区域水深增加，流速整体减小，涨急时刻，工程后表层流速最大变化量为  $0.037\text{m/s}$ ，流向变化为  $-34.87^\circ \sim 6.86^\circ$ ，落急时刻，工程后表层流速最大变化量为  $0.028\text{m/s}$ ，流向变化为  $-47.47^\circ \sim 8.49^\circ$ 。涨急时刻，工程后底层流速最大变化量为  $0.017\text{m/s}$ ，流向变化为  $-46.10^\circ \sim 6.29^\circ$ ，落急时刻，工程后底层流速最大变化量为  $0.026\text{m/s}$ ，流向变化为  $-53.72^\circ \sim 12.14^\circ$ 。

## 2、工程实施对冲淤环境的影响分析

本工程完成以后，疏浚区域呈现明显的淤积态势，主要由于疏浚水深增大导致港池及前沿水域流速减弱，携沙能力降低，潮流携带的悬浮物更易沉降，形成淤积区，淤积厚度  $0.01 \sim 0.16\text{m/a}$ ，最大淤积厚度出现在码头前沿水域。港池内测及口门两侧局部冲刷深度在  $0.01 \sim 0.20\text{m/a}$  之间。

## 3、工程实施对海水水质的影响分析

各工况的悬沙增量浓度大于 10mg/L 的影响范围均呈现表层、中层、底层依次增大的规律。底层悬浮泥沙扩散达到标准浓度值（10mg/L）的最大外包络线面积为 5.44 平方公里，扩散区域覆盖整个港池、航道，最远距离为航道西侧约 495m、东侧约 313m。施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响施工区范围，对红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成的悬沙最大增量浓度为 162mg/L，除此之外，10mg/L 悬沙增量包络范围未影响到周边其它生态保护红线、国控站位等保护目标。

#### 4、海洋沉积物环境影响分析

本项目施工对海洋沉积物环境质量的影响主要是水工工程施工作业对底质环境的改变以及水域疏浚、水下炸礁过程中产生的悬浮物扩散和沉降导致。

施工期水工构筑物永久占用的海域底土上的沉积物环境将被破坏。疏浚施工作业改变了开挖区域的沉积物环境，开挖区域范围内的沉积物环境也将被破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征，过程较为缓慢，周边海域的沉积物环境也将因施工干扰而受到一定的影响，但随着施工结束将逐渐恢复。

#### 5、海洋生态和生物资源影响分析

根据核算，本项目建设造成潮间带生物损失 346.82kg，底栖生物损失 57782.20kg。桩基、疏浚施工及水下爆破等施工共造成鱼卵损失  $6.53 \times 10^8$  粒，仔稚鱼损失  $6.37 \times 10^7$  尾、游泳生物损失 63177.14kg。

### 12.4.3运营期环境空气影响分析结论

本项目运营期产生的废气主要有食堂油烟和港外运输车辆尾气等。

食堂油烟采用油烟净化器处理后通过排放筒排放，可达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）排放限值的要求，运输车辆尾气为无组织排放，通过控制车速等措施，可达到《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二段无组织排放监控限值的要求。各类废气均合理处理，不会对大气环境产生明显不良的影响。

### 12.4.4运营期地下水环境影响分析结论

综上所述，在本项目分区防渗措施到位，运行正常的情况下，污水、事故废水发生渗漏的可能性很小，地下水基本不会受到污染。废水在下渗过程中通过土壤对污染物的阻隔、吸收和降解作用，污染物浓度会进一步降低，即使有微量废

水渗入地下水后对区域内地下水的水质影响也很微弱，不会改变区域地下水的现状使用功能。在确保各项防渗、防泄漏措施得以落实的前提下，可有效控制场区内的废水污染物下渗或外溢现象，避免加重污染地下水，因此，本项目对区域地下水环境产生影响较小，建设项目地下水环境影响是可接受的。

#### **12.4.5运营期噪声环境影响分析结论**

本项目噪声源包括到港船舶噪声和港作设备运行噪声。本项目到港船舶依托拖轮进出港，因此船舶噪声主要为鸣笛，为偶发噪声，发生频率较低，一般不会扰乱周围居民的正常生活，本项目运营过程中应采取管理措施，要求船舶尽量减少船舶鸣笛次数，夜间禁止船舶鸣笛等措施。

本项目运营期产生的噪声主要来源于起重机、叉车、堆高机等。本项目的到港船舶使用岸电，机械设备选用低噪声设备，加强保养，配套消声器等措施降低噪声。经预测，项目北厂界噪声贡献值可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的4类标准，对声环境的影响较小。

#### **12.4.6运营期土壤环境影响分析结论**

本项目建成后对土壤产生影响的途径主要为垂直入渗，主要影响区域为废水产生区域、污水收集管网、污水处理系统、危废暂存间等。项目废水治理设施池体均已做好硬底化和防渗措施，污水管道尽量采用材质较好的管道，减少污染物跑、冒、滴、漏现象的发生。项目危废暂存间严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）有关规范，加强危废暂存间的防渗设计，防渗系数达到规范设计的要求，危废暂存间地面设置水泥硬底化，并铺设环氧树脂防渗层，暂存场所周边设置截污沟，一旦发现废液泄漏，通过截污沟排入事故应急池，以便采取相应的处理处置措施，防止污染周边土壤环境。

综上，项目在运营期采取的防渗措施较全面，可有效减少污水、废液事故排放对土壤环境的影响，在充分落实以上环保措施的情况下，本项目对土壤环境影响的风险较小。

#### **12.4.7运营期固体废物影响分析结论**

本项目运营期产生的固体废物主要为员工生活垃圾、船舶生活垃圾、一般固体废物和危险废物。通过分别委托相关单位接受处置措施后，各种固体废物均得

到合理的处理处置，对周边环境影响较小。

## 12.5环境风险影响分析结论

### 1、项目危险因素

物质危险性识别，本项目的危险物质主要为油类物质和锂电池，具有易燃和有毒有害的危险特性。根据本项目工程特点，共分为7个危险单元，分别为水运航线及港池水域、码头前沿、港区内运输路线、油污水处理站、生活污水处理站、危险废物暂存间。本项目主要环境风险事故为事故溢油、火灾伴生/次生污染物。

### 2、环境敏感性及事故环境影响

本项目位于汕尾市红海湾经济区，码头周边 5km 范围内分布有多个行政街道和村庄，范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人。本项目环境风险最大可信事故为溢油事故及易燃物质火灾伴生/次生污染物。

根据溢油预测结果，在选定的典型情境下，溢油预测结果如下：各预测工况条件下，溢油事故发生后最快 5min 内即可到达环境敏感区，最大漂移距离为 22.37km，最大扫海面积为 20.91km<sup>2</sup>，最大扩散面积为 4.28km<sup>2</sup>。易燃物质火灾伴生/次生污染物扩散预测结果可知：在最不利气象条件下，CO、HF 最大落地浓度为 1789.7mg/m<sup>3</sup>、3221.2mg/m<sup>3</sup>，CO 网格点浓度出现了超过大气毒性终点浓度-1，最远影响距离 30m，不涉及敏感点，超过大气毒性终点浓度-2 最远影响距离 90m；HF 网格点浓度出现了超过大气毒性终点浓度-1，最远影响距离 220m，不涉及敏感点，超过大气毒性终点浓度-2 最远影响距离 320m。

### 3、环境风险防范措施和应急预案

本项目应加强环境风险事故应急监测系统的建立，系统可在发生环境风险事故时与地方环境保护监测站的应急监测系统联动，对环境风险事故造成的影响进行实时监控，为应急指挥中心迅速、准确提供事故影响程度和范围的数据资料，保证应急指挥中心准确实施救援决策。项目建成后，企业应根据国家关于突发环境事件应急预案的相关要求更新环境应急预案。

### 4、环境风险评价结论与建议

本评价经过环境风险识别、风险事故情景设定、源项分析，开展了预测与评价，结果表明，在建设单位认真按照码头的相关规范运行、按要求配置相关应急

设施建设、制定完善的应急预案的前提下，本项目的环境风险可以防控。建设单位须加强日常运营管理，并与企业附近的消防部门保持密切联系。

## 12.6 总量控制

根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10号），确定本项目的污染物总量控制指标为 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、氮氧化物和挥发性有机物。

### （1）水污染物总量控制指标

本项目各股废水通过相应的废水处理设施处理达标后，全部回用于厂区绿化灌溉和道路冲洗等环节，不外排。因此，本项目无需申请废水污染物排放总量。

### （2）大气污染物总量控制指标

本项目运行过程中不产生工艺废气，不需要申请大气污染物总量控制指标。

## 12.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

本项目施工期、营运期采取的污染防治措施，海洋生态保护措施以及非污染环境环境保护对策措施有效、可行，在技术、经济上是合理的、可行的。

## 12.8 公众参与

在报告书编制过程中，建设单位根据《环境影响评价公众参与办法》（自 2019 年 1 月 1 日起实施），采取网络公示、现场公示、登报公示等方式征求了周边公众、团体的意见，公示期间未收到公众的反馈意见，详见建设单位编制的《汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程环境影响评价公众参与说明》。

## 12.9 综合结论

汕尾港汕尾新港区白沙湖作业区公用码头二期工程的建设符合国家产业政策，选址符合国家和地方有关规定及相关规划。本项目废气、废水、噪声等经处理后达标排放，落实环境风险防范措施和应急预案、加强风险管理，对环境的影响可以满足环境功能区划的要求。因此，在项目建设严格执行“三同时”、落实各项环保措施和风险防范措施的基础上，从环境保护角度论证，本项目建设可行。