

汕尾城区江牡岛西D区现代化海洋牧场

开放式养殖用海项目

环境影响报告书

(报批稿)



建设单位：汕尾市城区国有资产管理中心

评价单位：广东绿鑫环保工程有限公司

2026年3月

建设单位责任声明

我单位汕尾市城区国有资产管理中心（统一社会信用代码12441502722935553L）郑重声明：

一、我单位对汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目建设项目环境影响报告书（项目编号：d0768f，以下简称“报告书”）承担主体责任，并对报告书内容和结论负责。

二、在本项目环评编制过程中，我单位如实提供了该项目相关基础资料，加强组织管理，掌握环评工作进展，并已详细阅读和审核过报告书，确认报告书提出的污染防治、生态保护与环境风险防范措施，充分知悉、认可其内容和结论。

三、本项目符合生态环境法律法规、相关法定规划及管理政策要求，我单位将严格按照报告书及其批复文件确定的内容和规模建设，并在建设和运营过程严格落实报告书及其批复文件提出的防治污染、防止生态破坏的措施，落实环境环保投入和资金来源，确保相关污染物排放符合相关标准和总量控制要求。

四、本项目将按照《排污许可管理条例》、《固定污染源排污许可分类管理名录》有关规定，在启动生产设施或者发生实际排污之前申请取得排污许可证或者填报排污登记表。

五、本项目建设将严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，并按规定接受生态环境主管部门日常监督检查。在正式投产前，我单位将对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，向社会公开验收结果。

建设单位（盖章）：汕尾市城区国有资产管理中心

法定代表人（签字/签章）：

2021年12月9日

编制单位责任声明

我单位 广东绿鑫环保工程有限公司（统一社会信用代码 914401065602221700）郑重声明：

一、我单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。

二、我单位受 汕尾市城区国有资产管理中心（建设单位）的委托，主持编制了 汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目 建设项目环境影响影响报告书（项目编号：d0768f，以下简称“报告书”）。在编制过程中，坚持公正、科学、诚信的原则，遵守有关环境影响评价法律法规、标准和技术规范等规定。

三、在编制过程中，我单位建立和实施了覆盖本项目环境影响评价全过程的质量控制制度，落实了环境影响评价工作程序，并在现场踏勘、现状监测、数据资料收集、环境影响预测等环节以及环境影响报告书编制审核阶段形成了可追溯的质量管理机制。

四、我单位对报告书的内容和结论承担直接责任，并对报告书内容的真实性、客观性、全面性、规范性负责。

编制单位（盖章）：广东绿鑫环保工程有限公司

法定代表人（签字/签章）：

2025 年 12 月 12 日

打印编号: 1765184877000

编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|----------------|------------------------------------|----------|----|
| 项目编号 | d0768f | | |
| 建设项目名称 | 汕尾城区江牡岛西D区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目 | | |
| 建设项目类别 | 03--004海水养殖 | | |
| 环境影响评价文件类型 | 报告书 | | |
| 一、建设单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 汕尾市城区国有资产管理中心 | | |
| 统一社会信用代码 | 12441502722935553L | | |
| 法定代表人 (签章) | 林寒财 | | |
| 主要负责人 (签字) | 陈志超 | | |
| 直接负责的主管人员 (签字) | 陈志超 | | |
| 二、编制单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 广东绿鑫环保工程有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 914401065602221700 | | |
| 三、编制人员情况 | | | |
| 1. 编制主持人 | | | |
| 姓名 | 职业资格证书管理号 | 信用编号 | 签字 |
| 李学鹏 | | BH017251 | |
| 2. 主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
| 冀倩 | 建设项目概况与工程分析、环境现状调查与评价、环境管理与监测计划 | BH008217 | |
| 李学鹏 | 环境影响预测与评价、环境保护措施及其可行性论证、环境影响经济损益分析 | BH017251 | |
| 李锶源 | 概述、总则、环境影响评价结论、附图、附件、附表、附录 | BH044275 | |

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位广东绿鑫环保工程有限公司（统一社会信用代码914401065602221700）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的汕尾城区江牡岛西D区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为李学鹏（环境影响评价工程师职业资格证书管理号08352143505210318，信用编号BH017251），主要编制人员包括李学鹏（信用编号BH017251）、冀倩（信用编号BH008217）、李锶源（信用编号BH044275）（依次全部列出）等3人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)：广东绿鑫环保工程有限公司

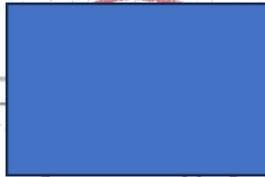
2025年12月8日

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



编号:
No.:



姓名:

Full Name

李学鹏

性别:

男

出生年月:

Date of Birth

专业类别:

Professional Type

批准日期:

Approval Date 2008年05月11日

持证人签名:

Signature of the Bearer



签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2008年11月1日

Issued on

管理号:
File No.:





广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广东省参加社会保险情况如下：

| | | | | | | | | |
|--------|-----|------------------|------------------|--------------|----|----------------|----------------|----------------|
| 姓名 | 李学鹏 | | 证件号码 | [Redacted] | | | | |
| 参保险种情况 | | | | | | | | |
| 参保起止时间 | | 单位 | | 参保险种 | | | | |
| | | | | 养老 | 工伤 | 失业 | | |
| 202509 | - | 202602 | 广州市:广东绿鑫环保工程有限公司 | 6 | 6 | 6 | | |
| 截止 | | 2026-03-16 10:09 | | , 该参保人累计月数合计 | | 实际缴费6个月, 缓缴0个月 | 实际缴费6个月, 缓缴0个月 | 实际缴费6个月, 缓缴0个月 |

备注：
本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。



证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2026-03-16 10:09



广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

| | | | | | | |
|--------|-----|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 姓名 | 李锶源 | | 证件号码 | [Redacted] | | |
| 参保险种情况 | | | | | | |
| 参保起止时间 | | 单位 | | 参保险种 | | |
| | | | | 养老 | 工伤 | 失业 |
| 202509 | - | 202602 | 广州市:广东绿鑫环保工程有限公司 | 6 | 6 | 6 |
| 截止 | | 2026-03-16 10:07 | | , 该参保人累计月数合计 | | |
| | | | | 实际缴费 6个月, 缓 缴0个月 | 实际缴费 6个月, 缓 缴0个月 | 实际缴费 6个月, 缓 缴0个月 |

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

网办业务专用章

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2026-03-16 10:07



广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

| | | | | | | |
|--------|----|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 姓名 | 冀倩 | | 证件号码 | [Redacted] | | |
| 参保险种情况 | | | | | | |
| 参保起止时间 | | 单位 | | 参保险种 | | |
| | | | | 养老 | 工伤 | 失业 |
| 202509 | - | 202602 | 广州市:广东绿鑫环保工程有限公司 | 6 | 6 | 6 |
| 截止 | | 2026-03-16 10:05 | | , 该参保人累计月数合计 | | |
| | | | | 实际缴费 6个月, 缓 缴0个月 | 实际缴费 6个月, 缓 缴0个月 | 实际缴费 6个月, 缓 缴0个月 |

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

网办业务专用章

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2026-03-16 10:05

目 录

| | | |
|----------|--------------------------|------------|
| 1 | 概述 | 1 |
| 1.1 | 项目背景..... | 1 |
| 1.2 | 建设项目特点..... | 2 |
| 1.3 | 环境影响评价工作过程..... | 2 |
| 1.4 | 分析判定相关情况..... | 3 |
| 1.5 | 关注的主要环境问题及环境影响..... | 5 |
| 1.6 | 综合评价结论..... | 7 |
| 2 | 总则 | 9 |
| 2.1 | 编制依据..... | 9 |
| 2.2 | 功能区划及评价标准..... | 12 |
| 2.3 | 评价等级和评价范围..... | 19 |
| 2.4 | 海洋生态敏感区..... | 23 |
| 3 | 建设项目概况与工程分析 | 28 |
| 3.1 | 项目概况..... | 28 |
| 3.2 | 工程分析..... | 58 |
| 3.3 | 污染源源强核算..... | 60 |
| 3.4 | 工程阶段环境影响分析..... | 71 |
| 3.5 | 与相关规划和政策的相符性分析..... | 72 |
| 4 | 环境现状调查与评价 | 98 |
| 4.1 | 自然环境概况..... | 98 |
| 4.2 | 区域自然资源概况..... | 112 |
| 4.3 | 海域开发利用现状..... | 121 |
| 4.4 | 环境质量现状调查与评价..... | 124 |
| 5 | 环境影响预测与评价 | 200 |
| 5.1 | 海洋环境影响预测与评价..... | 200 |
| 5.2 | 大气环境影响分析..... | 232 |
| 5.3 | 声环境影响预测与评价..... | 233 |
| 5.4 | 固体废物影响评价..... | 237 |
| 5.5 | 生态环境影响预测与分析..... | 237 |

| | | |
|----------|---------------------------|------------|
| 5.6 | 环境风险预测与分析..... | 245 |
| 6 | 环境保护措施及其可行性论证..... | 258 |
| 6.1 | 海洋生态环境保护措施..... | 258 |
| 6.2 | 水环境影响减缓措施..... | 259 |
| 6.3 | 大气环境保护措施..... | 262 |
| 6.4 | 声环境保护措施..... | 263 |
| 6.5 | 固体废物环境保护措施..... | 264 |
| 6.6 | 环境风险防范措施及其可行性分析..... | 265 |
| 7 | 环境影响经济损益分析..... | 268 |
| 7.1 | 环境保护投资..... | 268 |
| 7.2 | 环境影响经济损益分析..... | 269 |
| 7.3 | 经济与社会效益分析..... | 269 |
| 7.4 | 环境保护技术经济合理性..... | 269 |
| 8 | 环境管理与监测计划..... | 271 |
| 8.1 | 环境保护管理..... | 271 |
| 8.2 | 环境监测计划..... | 273 |
| 8.3 | 污染物排放清单..... | 275 |
| 8.4 | 竣工环境保护“三同时”验收内容..... | 279 |
| 9 | 环境影响评价结论..... | 280 |
| 9.1 | 项目概况..... | 280 |
| 9.2 | 环境质量现状..... | 280 |
| 9.3 | 环境影响预测分析与评价结论..... | 282 |
| 9.4 | 主要环境保护措施..... | 286 |
| 9.5 | 公众意见采纳情况..... | 288 |
| 9.6 | 环境影响经济损益分析..... | 288 |
| 9.7 | 环境管理与监测计划..... | 289 |
| 9.8 | 综合结论..... | 289 |

附表 海洋生态环境影响评价自查表

附图 1 项目地理位置图

1 概述

1.1 项目背景

建设海洋强国是以习近平同志为核心的党中央作出的重大决策部署。党的十九届五中全会明确指出，要坚持陆海统筹，发展海洋经济，建设海洋强国。2020年12月28日，习近平在中央农村工作会议中指出：加快乡村产业，立足当地特色资源，优化产业布局，让农民更多分享产业增值收益；2021年中央一号文件《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农村现代化的意见》文件有关精神，提出要推进水产绿色健康养殖。

2023年3月，广东省现代化海洋牧场建设推进会在广州召开，提出现代化海洋牧场建设是落实粮食安全战略，践行大食物观的重要举措，是推动经济高质量发展的重要突破口。会议强调，要高标准谋划推进现代化海洋牧场建设，突出规划引领，以顶层设计引领产业发展；突出产业融合，树立全产业链理念，围绕“养殖-加工-物流-销售”，不断拓展产业增值增效空间；突出龙头带动，坚持培育扶持和招大引强并重，以“大渔带小渔”组建联合体，带动形成产业集聚效应；突出项目落地，坚持工业化思维，实施滚动推进，推动模式创新，形成热火朝天干起来的良好氛围；突出科技创新，加强品种培育、设备研发、科研平台建设，提供有力的科技支撑；突出要素保障，千方百计保用地、强投入、降风险，助推现代化海洋牧场建设高质量发展。

《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035年）》提出规划打造马宫岸港岛海联动发展区，打造创新应用海区与中间培育的重要枢纽，发挥江牡岛区位优势，结合海水养殖的阶段特征，近期开展筏式贝类、底播贝类、深水网箱、综合平台等方面的工作，分期向南部外围海域拓展养殖空间，开展重力式网箱养殖规模化应用。开展抗风浪网箱、减浪防盗等安全生产关键技术装备的设计、建造和海上试验验证。探索推进养殖工船发展，在深远海海域预留季节性锚泊及游弋养殖空间，发展以深远海封闭式、阶段式养殖为主体，兼具海产品加工、储运、捕捞渔船中转等功能的全流程游弋养殖模式。为进一步拓展汕尾市海洋养殖产业，推动汕尾海洋养殖产业转型升级发展。汕尾市城区国有资产管理中心拟在江牡岛西侧海域实施现代化海洋牧场开放式养殖用海项目。本项目将推动汕尾市海洋牧场的发展，带动闲置渔民就业，推进渔村振兴，助力水产养殖产业结构调整，促进休闲渔业及海洋经济发展等方面发挥巨大作用。

本项目养殖区涉及用海面积为86.5905公顷（约1298.86亩），由于项目施工和运营将引起海域水文动力的变化，并对周边海域的冲淤环境产生一定的影响；同时，施工过

程和建成后产生的污染物不可避免的对海洋生态环境产生一定影响。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目项目类别为“三、渔业 4 海水养殖”中“用海面积 1000 亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）；围海养殖”，本项目应编制环境影响评价报告书。

受汕尾市城区国有资产管理中心委托，广东绿鑫环保工程有限公司（以下简称“公司”）承担汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响评价工作。公司在接受了环境影响评价工作的委托后，立即组织项目参评人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解本工程内容，并收集了大量相关信息资料，按照相关法律法规和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）等的要求，结合项目的特点，编制完成了《汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书（送审稿）》。

1.2 建设项目特点

本项目位于广东省汕尾市城区江牡岛西侧海域，中心地理坐标约为 115°10'14.07"E、22°44'30.32"N，项目地理位置详见图 3.1-1。主要建设内容为周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，单个方形网箱尺寸为 40m×40m，间距 160m；布置周长 90m 重力式圆形网箱 32 个，单个网箱间距为 100m；同时，配置 1 个直径为 410m、周长 1288m 的工作平台。

项目用海总面积为 86.5905 公顷，主要养殖海鲷鱼、鮰鱼、云龙石斑鱼等，预计年产量为 2441.36t。

本项目总投资 3300 万元，申请用海期限为 15 年。

1.3 环境影响评价工作过程

建设单位在了解有关环保法规的基础上，于 2025 年 8 月 26 日委托广东绿鑫环保工程有限公司承担汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目的环境影响评价工作。广东绿鑫环保工程有限公司接受委托后，立即成立项目环评课题组，组织有关技术人员进行现场踏勘，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，开展了项目区域环境现状调查、环境质量现状监测和环境影响预测与评价等工作，编制完成了《汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书》。

本项目环境影响评价具体工作程序如图 1.3-1 所示：

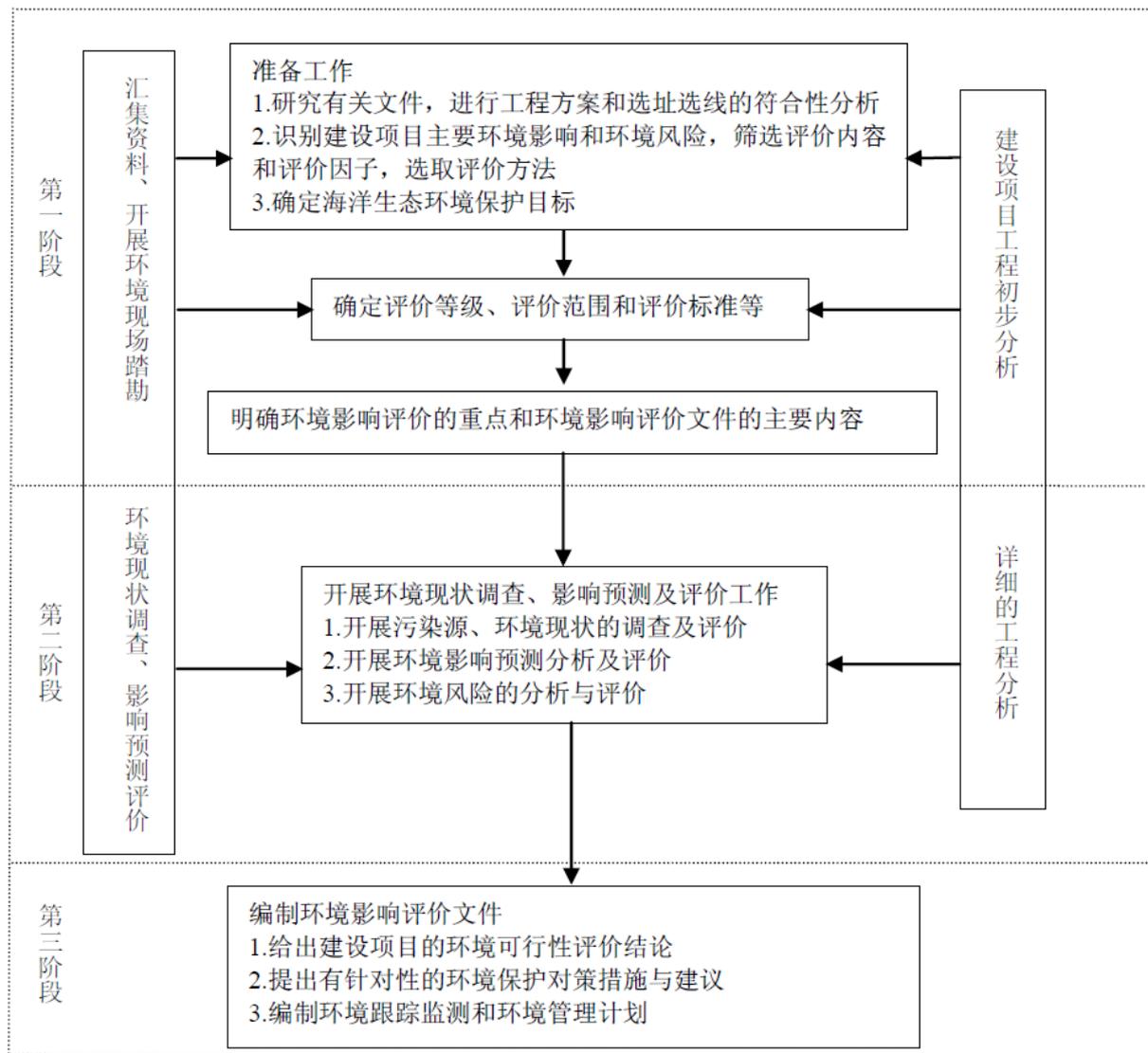


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

1.4 分析判定相关情况

(1) 产业政策相符性分析

拟建项目为开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类中的“一、农林牧渔业 14.现代畜牧业及水产生态健康养殖”，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号），本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

(2) 海域相关规划相符性分析

本项目养殖用海所在的海洋功能区为红海湾农渔业区，项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。

本项目选址不涉及城镇开发边界、永久基本农田及生态保护红线，项目建设与“三区三线”成果不冲突。本项目采用网箱养殖方式，利用海域天然环境进行养殖，养殖过程投加符合《无公害食品渔用药物使用准则》(NY5071-2002)的人工饵料，所造成的海洋环境影响较小，对项目周边生态保护红线的影响可接受，不会引起周边生态保护红线的生态环境恶化，不会对生态保护红线的保护及管理造成阻碍。因此，项目建设符合“三区三线”的要求。详细分析见第3.5.3.1小节。

(3) 相关规划、环保法规符合性分析

本项目建设与《广东海洋经济综合试验区发展规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030年)》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省近岸海域环境功能区划》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》《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》《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》《汕尾市国土空间总体规划(2021-2035年)》《汕尾市海洋养殖发展规划(2021-2030年)》《汕尾市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》等相关环保法规、政策的要求，详细分析见第3.5小节。

(4) “三线一单”符合性分析

1) 生态保护红线

根据《广东省国土空间规划(2020-2035年)》的“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线。

2) 环境质量底线

大气环境：项目施工期及运营期产生的废气主要为作业船只排放的尾气和少量的扬尘，船只采用符合要求的燃料，施工平台上定期洒水降尘，对撒物料加强遮盖，对周围大气环境产生影响较小。

声环境：施工水下噪声对生物生态的影响是暂时的，施工期间应加强对机械设备的维护保养和正确操作，保证在良好的条件下使用，减少运行噪声。营运期主要是船舶交通噪声，对周边环境影响较小。

水环境：本项目主要开展深水网箱养殖，属于开放式养殖用海，网箱养殖设施、工作平台等施工悬浮物扩散范围较小且施工期影响是暂时的，随施工结束，悬浮泥沙的影响也将较快消失。项目施工船舶生活污水和船舶含油污水禁止排入海，污水由船舶油污接收设施统一收集后，上岸交由有处理能力的单位接收处理。营运期间养殖人员污水、船舶污水、垃圾统一收集上岸处理，均不向海域排放，防止污水和各种生活垃圾对

环境的污染和破坏。项目网箱养殖为生态化养殖方式，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法对周边海域的影响较小。

综上，项目在采取各项污染防治措施后，不会突破区域环境质量底线。

3) 资源利用上线

本项目为开放式养殖项目，项目主要包括网箱开放式养殖和海上工作平台的建设，为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。项目在用海批复范围内使用海域资源，不占用生态保护红线及自然岸线。因此，本项目符合资源利用上线的要求。

4) 生态环境准入符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154 号），本项目位于海域一般管控单元中的“红海湾农渔业区（编码：HY44150030103）”和“珠海-潮州近海农渔业区（编号：HY44150030104）”。

本项目属于开放式养殖项目，不涉及海洋自然保护区、海滨风景名胜区、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域。项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，能控制养殖自身污染和水体富营养化，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，进一步减少水体富营养化的几率；项目施工期船舶污染物和运营期洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等污染物全部收集后上岸处理，不向海洋排放，不会对海洋环境造成影响。因此，本项目与负面清单相符。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》中所列负面清单项目，综合分析，本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案》及 2023 年度动态更新成果的要求。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

1.5.1 施工期

1.5.1.1 污染环节及环境影响

(1) 废水

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶排放的舱底含油污水，网箱固定、海上工作平台桩基施工产生的悬浮物。计算结果显示，施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的

范围主要是在工程周边很小的范围内，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，交由有能力处理单位处理。

(2) 废气

大气污染主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘等；施工单位应通过选用污染物排放量少的运输车辆、船舶和机械，做好相关保养工作等减少施工车辆、船舶和机械的尾气排放量，同时，应采取加设维护、洒水抑尘等措施降低扬尘排放量，将对周边大气环境的影响降至最低。

(3) 噪声

噪声污染主要为施工期间施工机械和施工船舶噪声。项目施工单位优先选取低噪声、低振动的施工机械、施工船舶和运输车辆，改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动，加强机械、车辆和船舶的维修保养工作，加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛，将本项目施工噪声可能产生的影响降至最低。

(4) 固体废物

固体废物污染主要包括施工船舶施工人员生活垃圾、建筑垃圾等；项目施工人员生活垃圾集中收集上岸后，交由环卫部门接收，最终送城市垃圾处理厂处理。建筑垃圾运至政府部门指定的位置处置或综合利用。

经采取措施后，本项目施工期固体废物不会对周边环境产生不良影响。

1.5.1.2 海洋生态环境影响

施工期的网箱固定和海上工作平台桩基施工对海洋水动力环境及冲淤环境、海洋生态、渔业资源和港区通航等影响。

1.5.2 运营期

1.5.2.1 污染环节及环境影响

(1) 废水

运营期，本项目产生的污染物包括网箱养殖污染物，主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物等；污废水主要为海上工作平台工作人员生活污水、工作船舱底含油污水、网衣清洗废水等。项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，经预测，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。海上工作平台产生的生活污水应配备专门

的容器集中收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，船舶含油污水收集上岸后，交有能力处理单位处理。

(2) 废气

废气主要为工作船舶废气。营运期采用环保型高效工作船运输，动力燃料选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

(3) 噪声

噪声污染主要为工作船产生的噪声。营运期加强各类工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声，安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭。

(4) 固体废物

固体废物主要包括生活垃圾、废弃养殖材料。营运期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

(5) 环境风险事故污染

本项目的环境风险主要为自然灾害对本项目造成的危害风险、船舶溢油事故环境风险，其中以溢油环境风险为主，发生溢油事故后，油膜可到达周边敏感目标，将对敏感目标及岸线等造成一定的影响，且溢油事故的应急处置工作难度较大。因此，项目应严格加强施工的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

1.5.2.2 海洋生态环境影响

工程建成后将在一定程度上导致海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的变化，另外，运营期溢油风险事故亦可对周围海域海洋生态环境造成影响。

1.6 综合评价结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。项目产生的废水等收集上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，对周围环境的影响较小；产生的固体废物能得到妥善处理处置；本项目可能对海洋环境产生的水质、海洋沉积物和海洋生态环境影响，经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后，可降至最低。经预测，项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别；公众参与调查期间，均未收到公众意见。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目的建设和运营对外环境的影

响处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目运营期的环境风险可得到有效控制。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；
- (3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023年10月24日修订，2024年1月1日起施行）；
- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日施行）；
- (5) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修正）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修订）；
- (8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日施行）；
- (9) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日实施）；
- (10) 《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日实施）；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2022年12月30日修订，2023年5月1日起施行）；
- (12) 《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）；
- (13) 《中华人民共和国农业法》（2012年12月28日修订）；
- (14) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月29日修订）；
- (15) 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018年10月26日修正）；
- (16) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021年4月29日修订）；
- (17) 《中华人民共和国港口法》（2018年12月29日修正）；
- (18) 《中华人民共和国湿地保护法》（2022年6月1日施行）；
- (19) 《中华人民共和国海岛保护法》（2010年3月1日施行）。

2.1.2 法规、部门规章和规范性文件

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年7月16日修订）；
- (2) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日修订）；
- (3) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修订）；

- (4) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月19日修订);
- (5) 《中华人民共和国渔业法实施细则》(2020年11月29日修订);
- (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部令 第16号);
- (7) 《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第3号);
- (8) 《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第15号);
- (9) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98号);
- (10) 《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2005〕152号);
- (11) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86号);
- (12) 《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》(环海洋〔2022〕3号);
- (13) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》;
- (14) 《市场准入负面清单(2025年版)》。

2.1.3 地方法规及规范性文件

- (1) 《广东省环境保护条例》(2022年11月30日修正);
- (2) 《广东省河口滩涂管理条例》(2019年9月25日修正);
- (3) 《广东省海域使用管理条例》(2021年9月29日修正);
- (4) 《广东省水污染防治条例》(2021年9月29日修正);
- (5) 《广东省固体废物污染环境防治条例》(2022年11月30日修正);
- (6) 《广东省大气污染防治条例》(2019年3月1日实施);
- (7) 《广东省航道管理条例》(1996年1月1日施行);
- (8) 《广东省野生动物保护管理条例》(2020年3月31日修订);
- (9) 《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);
- (10) 《广东省自然资源厅关于印发我省海岸线修测成果的通知》(粤自然资函〔2022〕51号)。

2.1.4 技术导则、标准和规范

- (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 生态影响》(HJ19-2022);

- (3) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025);
- (4) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018);
- (5) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (6) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 2002年);
- (7) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007, 中华人民共和国农业农村部, 2008年3月);
- (8) 《海洋监测规范》(GB17378.4-2007);
- (9) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007);
- (10) 《海洋生物质量监测技术规程》(HY/T078-2005);
- (11) 《海洋生态损害评估技术指南(试行)》(国家海洋局, 2013年8月);
- (12) 《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T28058-2011);
- (13) 《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》(GB15097-2016);
- (14) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018);
- (15) 《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》(HY/T 0341-2022);
- (16) 《深水网箱养殖技术》(DB44/T742-2010)。

2.1.5 功能区划和相关规划

- (1) 《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》(粤府〔2012〕120号);
- (2) 《广东省近岸海域环境功能区》(粤府办〔1999〕68号);
- (3) 《广东省自然资源厅关于印发<广东省海岸带及海洋空间规划(2021-035年)>的通知》(粤自然资发〔2025〕1号);
- (4) 《广东省人民政府关于印发广东省国土空间规划(2021-2035年)的通知》(粤府〔2023〕105)号;
- (5) 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目名录(2024年本)的通知》(粤环〔2024〕394号);
- (6) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号);
- (7) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》(粤府办〔2021〕33号);
- (8) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2022〕7号);
- (9) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2021〕10号);

- (10) 《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》（粤农农〔2021〕354号）；
- (11) 《广东省人民政府关于〈汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）〉的批复》（粤府函〔2023〕237号）；
- (12) 《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》（汕府〔2021〕23号）；
- (13) 《汕尾市生态环境局关于印发〈汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）〉的通知》（汕环〔2024〕154号）；
- (14) 《深圳市人民政府关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（深府〔2021〕41号）；
- (15) 《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案2023年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154号）；
- (16) 《关于印发〈汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）〉的通知》（汕农农〔2019〕140号）；
- (17) 《关于印发〈汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035）〉的通知》（汕农农〔2025〕18号）；
- (18) 《汕尾市农业农村局关于印发〈汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）〉的通知》（汕农农〔2021〕263号）。

2.1.6 技术文件

- (1) 《汕尾城区江牡岛西D区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目海域使用论证报告表》（报批稿），广州翔曦科技有限公司，2025年5月；
- (2) 《汕尾城区江牡岛西D区现代化海洋牧场项目工程可行性研究报告》，大洲设计咨询集团有限公司，2025年8月；
- (3) 项目宗海位置图；
- (4) 广东省投资项目代码。

2.2 功能区划及评价标准

2.2.1 功能区划

2.2.1.1 海洋环境功能区划

- (1) 《广东省近岸海域环境功能区划》
根据《广东省近岸海域环境功能区》（粤府办〔1999〕68号）、《广东省人民政府关

于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127号），项目位于红海湾浅海渔业功能区，主要功能为渔场作业区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准，详见附图10。

（2）《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目位于大红海湾区中的渔业用海区，渔业用海区允许渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用，可兼容不影响渔业用海区基本功能的用海类型，鼓励开放式养殖、捕捞生产等空间的立体利用，见附图11。

③生态环境管控区

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案2023年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154号），本项目位于海域一般管控单元中的“红海湾农渔业区（编码：HY44150030103）”和“珠海-潮州近海农渔业区（编号：HY44150030104）”，见附图12。

2.2.1.2 大气环境功能区划

根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020年）》，本项目所在海域未划分环境空气功能区，项目依托码头（马宫港）陆域属于二类环境空气功能区，因此，本项目参照执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）以及修改单（生态环境部公告2018年第29号）的二级标准。

2.2.1.3 声环境功能区划

根据《汕尾市生态环境局关于印发〈汕尾市声环境功能区区划方案〉的通知》（汕环〔2021〕109号）以及《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》，本项目所在海域未划分声环境功能区，港口码头的区域划分为4a类声环境功能区。本项目依托马宫港停靠及运输，因此本项目声环境功能参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准。

2.2.2 评价标准

2.2.2.1 环境质量标准

（1）海洋环境

①海水水质标准

根据《广东省海岸带及海洋空间规划》（粤自然资发〔2025〕1号）、《广东省近岸海

域环境功能区》(粤府办〔1999〕68号)、《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤办函〔2013〕127号)等文件,本项目所在海域应执行海水水质一类标准,周边海域海水水质执行一类和二类标准。详见表 2.2-1。

表 2.2-1 海水水质标准

| 项目 | 单位 | 《海水水质标准》 | | | |
|-------------------|------|-------------------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| | | 一类标准 | 二类标准 | 三类标准 | 四类标准 |
| pH | / | 7.8~8.5 | 7.8~8.5 | 6.8~8.8 | 6.8~8.8 |
| 水温 | °C | 人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1°C, 其它季节不超过 2°C | | 人为造成的海水温升不超过当时当地 4°C | |
| SS≤ | mg/L | (10) 人为增加的量 | (10) 人为增加的量 | (100) 人为增加的量 | (150) 人为增加的量 |
| DO> | mg/L | 6 | 5 | 4 | 3 |
| COD≤ | mg/L | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 无机氮≤ (以 N 计) | mg/L | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| 活性磷酸盐≤ (以 P 计) | mg/L | 0.015 | 0.030 | 0.030 | 0.045 |
| 石油类≤ | mg/L | 0.05 | 0.05 | 0.30 | 0.50 |
| 铜≤ | mg/L | 0.005 | 0.010 | 0.050 | 0.050 |
| 铅≤ | mg/L | 0.001 | 0.005 | 0.010 | 0.050 |
| 锌≤ | mg/L | 0.020 | 0.050 | 0.10 | 0.50 |
| 镉≤ | mg/L | 0.001 | 0.005 | 0.010 | 0.010 |
| 汞≤ | mg/L | 0.00005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0005 |
| 砷≤ | mg/L | 0.020 | 0.030 | 0.050 | 0.050 |
| 总铬 | mg/L | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.50 |

②渔业水质标准

本项目为海水养殖项目,养殖水体水质应符合《渔业水质标准》(GB11607-89)中各因子的标准限值要求,具体标准限值见下表 2.2-2。

表 2.2-2 渔业水质标准

| 序号 | 项目 | 标准值 (mg/L) |
|----|------|---|
| 1 | 悬浮物质 | 人为增加的量不得超过 10, 而且悬浮物质沉积于底部后, 不得对鱼、虾、贝类产生有害的影响 |
| 2 | pH | 淡水 6.5~8.5, 海水 7.0~8.5 |
| 3 | 溶解氧 | 连续 24h 中, 16h 以上必须大于 5, 其余任何时候不得低于 3, 对于鲑科鱼类栖息水域冰封期其余任何时候不得低于 4 |

| 序号 | 项目 | 标准值 (mg/L) |
|----|------------------|-----------------|
| 4 | BOD ₅ | 不超过 5, 冰封期不超过 3 |
| 5 | 汞 | ≤0.0005 |
| 6 | 镉 | ≤0.005 |
| 7 | 铅 | ≤0.05 |
| 8 | 铬 | ≤0.1 |
| 9 | 铜 | ≤0.01 |
| 10 | 锌 | ≤0.1 |
| 11 | 砷 | ≤0.05 |
| 12 | 硫化物 | ≤0.2 |
| 13 | 石油类 | ≤0.05 |
| 14 | 挥发酚 | ≤0.005 |

③海洋沉积物质量标准

本项目所在海洋功能区划的海洋沉积物质量要求执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 第一类标准, 具体标准值见表 2.2-3。

表 2.2-3 海洋沉积物质量标准

| 标准值 | Cu | Pb | Zn | Cd | Hg | As | 有机碳 | 硫化物 | 石油类 | Cr |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 单位 | ×10 ⁻⁶ | % | ×10 ⁻⁶ | ×10 ⁻⁶ | ×10 ⁻⁶ |
| 一类标准 | ≤35.0 | ≤60.0 | ≤150.0 | ≤0.50 | ≤0.20 | ≤20.0 | ≤2.0 | ≤300.0 | ≤500.0 | ≤80.0 |

④海洋生物质量标准

本项目所在海域甲壳类、鱼类生物体内污染物含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025) 中表 C.1 其他海洋生物质量参考值。具体标准值如表 2.2-4 所示。

表 2.2-4 生物体内污染物评价标准 (mg/kg)

| 生物类别 | Cu | Pb | Cd | Zn | Hg | As | Cr | 石油烃 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 鱼类 | 20 | 2.0 | 0.6 | 40 | 0.3 | 1 | / | 20 |
| 甲壳类 | 100 | 2.0 | 2.0 | 150 | 0.2 | 1 | / | 20 |

注：“/”表示该项指标无评价标准。

(2) 环境空气

本项目位于海域，环境空气质量参照依托码头陆域所在环境功能区类别执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及其修改单。具体标准值见表 2.2-5。

表 2.2-5 环境空气质量标准（GB3095-2012）摘录

| 污染物项目 | 平均时间 | 一级限值 | 二级限值 | 单位 |
|------------------------|------------|------|------|-------------------|
| 二氧化硫（SO ₂ ） | 年平均 | 20 | 60 | μg/m ³ |
| | 24 小时平均 | 50 | 150 | |
| | 1 小时平均 | 150 | 500 | |
| 二氧化氮（NO ₂ ） | 年平均 | 40 | 40 | |
| | 24 小时平均 | 80 | 80 | |
| | 1 小时平均 | 200 | 200 | |
| 一氧化碳（CO） | 24 小时平均 | 4 | 4 | mg/m ³ |
| | 1 小时平均 | 10 | 10 | |
| 臭氧（O ₃ ） | 日最大 8 小时平均 | 100 | 160 | μg/m ³ |
| | 1 小时平均 | 160 | 200 | |
| 颗粒物（粒径小于等于 10μm） | 年平均 | 40 | 70 | |
| | 24 小时平均 | 50 | 150 | |
| 颗粒物（粒径小于等于 2.5μm） | 年平均 | 15 | 35 | |
| | 24 小时平均 | 35 | 75 | |
| TSP | 年平均 | 80 | 200 | |
| | 24 小时平均 | 120 | 300 | |

(3) 声环境

本项目所在海域未划分声环境功能区划，项目参照依托码头陆域所在功能区类别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，详见下表 2.2-6。

表 2.2-6 声环境质量标准（GB3096-2008）

| 声环境功能区类别 | 昼间 dB(A) | 夜间 dB(A) |
|----------|----------|----------|
| 4a 类 | 70 | 55 |

2.2.2.2 污染物排放标准

(1) 废水排放标准

本项目建设期和运营期产生的废水有船舶含油污水和人员生活污水。船舶含油污水

和生活污水排放执行生态环境部发布的《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)，具体标准限值见表 2.2-7，本项目要求施工期和运营期船舶含油污水和生活污水经船载收集装置分类收集后，交有能力处理单位处理。

表 2.2-7 船舶水污染物排放控制标准

| 污水类别 | 船舶类别/排放水域 | | 排放控制要求 |
|------------|---|------------------------|---|
| 机器处所含油污水 | 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，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。 |
| | 400 总吨以下船舶 | | 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，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。 |
| 含货物残余物的油污水 | 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，或在船舶航行中排放，并同时满足下列条件： (1) 油船距最近陆地 50 海里以上；(2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里；(3) 排入海中油污水含油量不得超过货油含量的 1/30000；(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 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶 | 距最近陆地 3 海里以内（含）的海域 | 自 2018 年 7 月 1 日起，应利用船载收集装置收集，排入接收设施或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 |
| | | 3 海里<与最近陆地间距离<12 海里的海域 | 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；(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允许排放速率 |
| | | 与最近陆地间距离>12 海里的海域 | 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允许排放速率 |

(2) 大气污染物排放标准

本项目废气主要为船舶废气，主要污染因子 SO₂、CO、NO_x 等，均为无组织排放，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浓度限值。

表 2.2-8 《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)

| 污染物名称 | 无组织排放监控浓度限值 | |
|-------|-------------|-------------------------|
| | 监控点 | 浓度 (mg/m ³) |
| 颗粒物 | 周界外浓度最高点 | 0.40 |
| 氮氧化物 | | 0.12 |
| 一氧化碳 | | 8 |

船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物还应满足《船舶大气污染物排放控制区实施

方案》《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）排放控制要求及《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）的相关要求。

表 2.2-9 船舶废气污染物排放控制标准

| 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 $\leq 0.5\% \text{m/m}$ 的船用燃油 |
| | 2022年1月1日起 | 海船进入沿海控制区域，使用硫含量 $\leq 0.1\% \text{m/m}$ 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；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、进入沿海控制区海南水域的中国籍国内航行船舶 | 单缸排量 $\geq 30\text{L}$ 的船用柴油发电机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第 |

3、噪声

施工期施工场界噪声执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）。

表 2.2-10 建筑施工噪声排放标准 单位：dB(A)

| 时段 | 昼间 | 夜间 |
|----|----|----|
| 限值 | 70 | 55 |

4、固体废物控制标准

船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中船舶垃圾排放控制要求；生活垃圾统一收集后交由环卫部门处理；项目产生的废弃养殖设施等一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

2.3 评价等级和评价范围

2.3.1 海洋生态环境影响评价等级和评价范围

2.3.1.1 海洋生态环境影响评价等级

本项目属于开放式海水养殖项目。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)表 1 的注释 e (见表 2.3-1),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;本项目位于红海湾,用海面积 86.5905 公顷,评价等级为 3 级。

表 2.3-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

| 影响类型 | | 评价等级 |
|---|-------------------|---------------------|
| 废水排放量 Q (10 ⁴ m ³ /d) ^a | 含 A 类污染物 | 不涉及 |
| | 含 B 类污染物 | 不涉及 |
| | 含 C 类污染物 | 不涉及 |
| 水下开挖/回填量 Q (10 ⁴ m ³ /d) ^b | | 不涉及 |
| 泥浆及钻屑排放量 Q (10 ⁴ m ³ /d) | | 不涉及 |
| 挖沟埋设管缆总长度 L (km) ^c | | 不涉及 |
| 水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q (10 ⁴ m ³ /d) ^d | | 不涉及 |
| 入海河口(湾口)宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 R% | | 不涉及 |
| 用海面积 S (hm ²) | 围海 | 不涉及 |
| | 填海 | 不涉及 |
| | 其他用海 ^e | 3 (S<100) |
| 线性水工构筑物轴线长度 L (km) | 透水 | 不涉及 |
| | 非透水 | 不涉及 |
| 人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10 ⁴ m ³) | | 不涉及 |

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。

2.3.1.2 海洋生态环境影响评价范围

根据评价等级、工程特点、生态敏感区分布情况，本项目评价等级为 3 级，评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 1km~5km，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，且评价范围内涉及生态敏感区，故评价范围在 5km 基础上适当扩展，确定项目评价范围为：以项目用海外缘线向潮流主流向扩展 10km，垂直潮流主流向拓展 5.3km，并根据海岸线、施工影响范围适当调整，评价范围面积约 220.02km²。具体范围见图 2.3-1 所示。



图 2.3-1 评价范围示意图

2.3.2 海洋环境风险评价等级和评价范围

2.3.2.1 海洋环境风险评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，采用 HJ 169 的判定方法，分析建设项目环境风险潜势，判定风险评价等级。建设项目的海洋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，再根据表 2.3-2 确定环境风险评价等级。风险潜势为 IV 级以上，进行一级评价；风险潜势为 III，进行二级评价；风险潜势为 II，进行三级评价；风险潜势为 I，可开展简单分析。

表 2.3-2 环境风险评价工作等级划分

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

^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明

本项目在江牡岛西侧海域进行开放式海上养殖，项目建设及营运期间不会产生有毒有害及可燃和易燃的危险品物质，项目主要风险物质为施工期、运营期船舶所用的燃料柴油。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录 G.2 危险物质数量与临界量比值(Q)，当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q ；本项目施工期及运营期的船舶吨位最大的为 1000t 平板驳，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)附录 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系，小于 5000t 级驳船燃油舱单舱燃油量不超过 31m^3 ，燃油总量不超过 245m^3 ，柴油密度按 $0.85\text{t}/\text{m}^3$ 计，则燃油总量约为 208.25t；根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录 G.1 油类物质的临界量为 100t（船舶在线量按单个船舶所载货油或船用燃料油全部仓容的数量确定）；则危险物质数量与临界量比值 (Q) = $208.25/100=2.0825>1$ 。

行业及生产工艺(M)：根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)“表 C.1 行业及生产工艺(M)”，本项目属于“涉及危险物质使用、贮存的项目”的“其他”行业， $M=5$ ；

危险物质及工艺系统危险性(P)：根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)“C2 危险物质及工艺系统危险性等级判断(P)”，对应 P4；

环境敏感程度：根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表“G.3 环境敏感程度（E）的分级”，属于E1；

环境风险潜势：根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）“表2 建设项目环境风险潜势划分”，本项目建设项目环境风险潜势划为III级；

评价工作等级：依据表2.3-2，本项目海洋环境风险评价等级为二级。

2.3.2.2 海洋环境风险评价范围

依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），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。本项目的海洋环境风险评价范围与海洋生态评价范围一致，详见图2.3-1。

2.4 海洋生态敏感区

本项目海洋生态与海洋环境风险的评价范围一致，其中涉及的海洋生态敏感区（环境敏感目标）情况一览表见表2.4-1，海洋生态敏感区（环境敏感目标）位置分布图见图2.4-1、图2.4-2和图2.4-3。

表 2.4-1 海洋生态敏感区（环境敏感目标）一览表

| 序号 | 海洋生态敏感区 | 类别 | 级别 | 方位距离 | 保护对象 |
|----|------------------|------------|-------|--------------------------------|----------------|
| 1 | 百安半岛重要滩涂及浅海水域 | 生态红线 | 重要敏感区 | 北侧约 3.5km 见图 2.4-1 | 重要滩涂及浅海水域 |
| 2 | 鲕门重要滩涂及浅海水域 | | | 西北侧约 6.5km 见图 2.4-1 | |
| 3 | 百安半岛海岸防护物理防护极重要区 | | | 北侧约 3.2km 见图 2.4-1 | 百安半岛海岸 |
| 4 | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区 | 生态红线、自然保护区 | | 北侧约 6.0km 见图 2.4-1 | 海水水质、生态环境、鸟类 |
| 5 | 红海湾 | 海湾 | 一般敏感区 | 项目占用 见图 2.4-1 | 海水水质、生态环境 |
| 6 | 江牡岛 | 海岛、自然岸线 | | 东侧约 606m 见图 2.4-1 | 岛屿、海岸及地形地貌冲淤环境 |
| 7 | 鸡心岛 | | | 西侧约 2.3km 见图 2.4-1 | |
| 8 | 大陆自然岸线、严格保护岸线 | 自然岸线 | | 与项目最近距离为西北侧约 3.5km 见图 2.4-1 | 海岸 |
| 9 | 严格保护岸线 | 自然岸线 | | 与项目最近距离为西北侧约 3.5km 见图 2.4-4 | 海岸 |
| 10 | 南海北部幼鱼繁育场 | 三场一通道 | | 项目占用 | 海水水质、生 |

| 序号 | 海洋生态敏感区 | 类别 | 级别 | 方位距离 | 保护对象 |
|----|---------------------|------------|----|-------------------------------------|---------------|
| | 保护区 | | | 见图 2.4-2 | 态环境、幼鱼 繁育场 |
| 11 | 黄花鱼幼鱼保护区 | | | 项目占用 见图 2.4-3 | |
| 12 | 蓝圆鲹、金色小沙丁 鱼幼鱼保护区 | | | | |
| 13 | 南海幼鱼幼虾保护区 | | | 项目占用 | 幼鱼幼虾 |
| 14 | 珊瑚礁 | 特殊生境 | | 江牡岛与鸡心岛周 边海域，与本项目 最近距离约 540km | 珊瑚礁生境 |
| 15 | 监测站位 GDN14001 | 常规监测站 位 | | 与项目最近距离为 东南侧约 6.1km 见图 2.4-1 | 海水水质 |



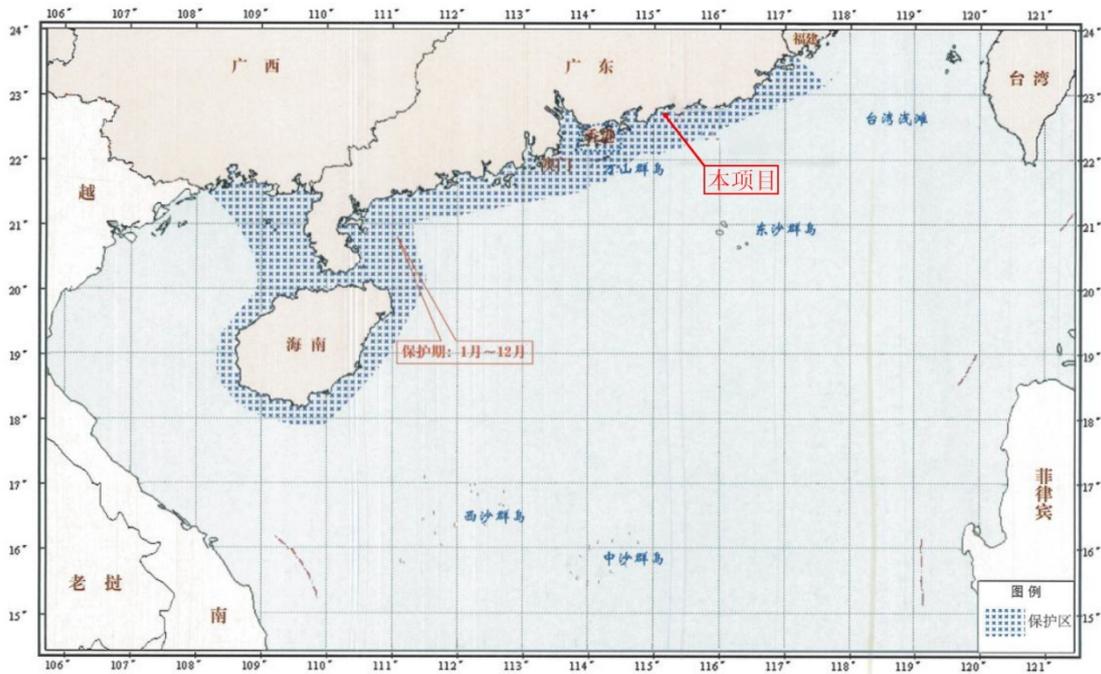


图 2.4-2 项目与南海北部幼鱼繁育场保护区关系图

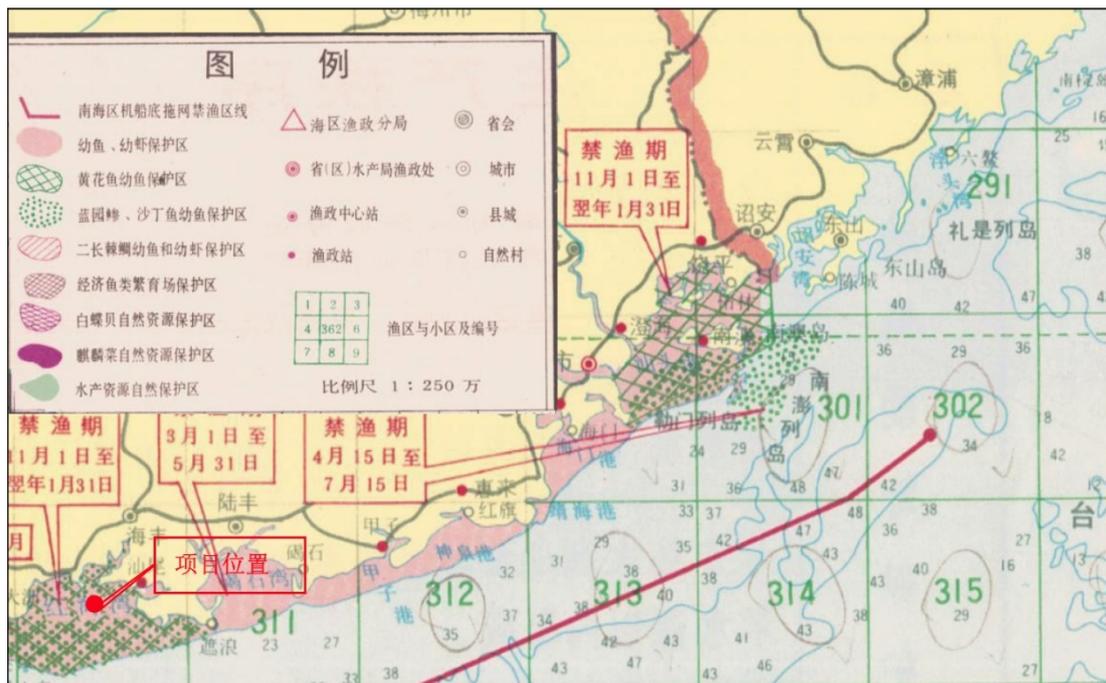


图 2.4-3 项目与南海国家级及省级渔业品种保护区关系图

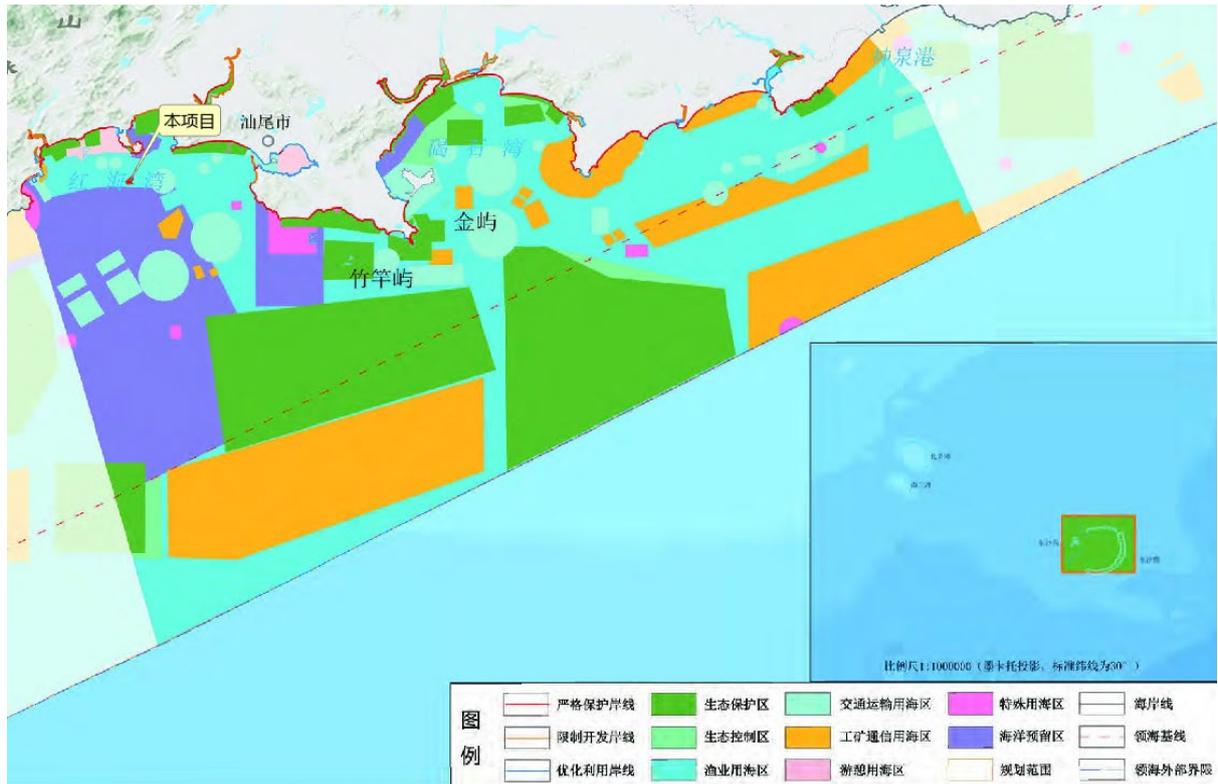


图 2.4-4 项目与严格保护岸线关系图

3 建设项目概况与工程分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目基本情况

项目名称：汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目

建设单位：汕尾市城区国有资产管理中心

建设性质：新建

地理位置：本项目位于广东省汕尾市城区江牡岛西侧海域，中心地理坐标约为 115°10'14.07"E、22°44'30.32"N；项目距离马宫渔港约 7.8km。项目地理位置图详见图 3.1-1。

建设内容及规模：

本项目拟投资 3300 万元在广东省汕尾市城区江牡岛西侧海域建设一个采用深水网箱养殖的现代化海洋牧场。主要建设内容为周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，单个方形网箱尺寸为 40m×40m，间距 160m；布置周长 90m 重力式圆形网箱 32 个，单个网箱间距为 100m；同时，配置 1 个直径为 410m、周长 1288m 的工作平台（用于投喂、采收等养殖管理以及休闲垂钓）。项目主要经济技术指标详见表 3.1-1。

表 3.1-1 项目主要技术经济指标一览表

| 序号 | 项目 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|-----------|----|---------|------------------|
| 1 | 方形网格重力式网箱 | 个 | 6 | 单个周长 160m |
| 2 | 圆型重力式网箱 | 个 | 32 | 单个网箱周长 90m |
| 3 | 工作平台 | 个 | 1 | 直径 410m，周长 1288m |
| 4 | 用海面积 | 公顷 | 86.5905 | |

养殖品种及产量：主要为海鲷鱼、鮰鱼、云龙石斑鱼等，预计年产量为 2441.36t。

劳动定员：项目劳动定员约为 15 人，在养殖区内主要进行装卸、看护管理等工作。

建设周期：本项目总工期为 24 个月，包括施工前准备、平台设计、平台设备采购、建造及安装、竣工验收等，其中海上施工作业时间约 1 年。

用海概况：网箱养殖使用类型为“渔业用海”中的“开放式养殖用海”，方式为“开放式用海”中的“开放式养殖用海”；海上工作平台使用类型为“渔业用海”中的“渔业基础设施用海”，用海方式为“构筑物用海”中的“其他透水构筑物用海”。总用海面积 86.5905 公顷，申请用海期限为 15 年。

辅助设施：①辅助附属用房：包括食堂、员工宿舍、仓库、发电机房、电池机房、消防泵房、自动投料区、员工休息区、控制中心以及钓鱼平台等，可满足生产生活和休闲娱乐的需要。②根据养殖和装卸的需要，配备36m辅助船2艘、2艘快艇、固定式吊机1台、自动投饵机1台；为保证船舶航行的安全设置灯桩4座，并配置航标灯。

项目组成情况详见表3.1-2。

表3.1-2 项目组成一览表

| 工程类别 | | 建设内容与规模 | |
|--------|---------------|--|--|
| 主体工程 | 养殖布置 | 养殖面积 | 总用海面积 86.5905 公顷，位于红海湾浅海渔业功能区 |
| | | 工程规模 | 计划投入周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，周长 90m 重力式圆形网箱 32 个，搭配 1 个直径为 410m、周长 1288m 的工作平台 |
| | | 养殖规模 | 主要养殖海鲷鱼、鲹鱼、云龙石斑鱼等，预计年产量为 2441.36t。 |
| 辅助工程 | 辅助生产设备 | 固定式吊机 1 台，自动投饵机 1 台，灯桩 4 座，36m 辅助船 2 艘，快艇 2 艘 | |
| | 生产与生活以及休闲娱乐设施 | 建设食堂、员工宿舍、仓库、发电机房、电池机房、消防泵房、自动投料区、员工休息区、控制中心等建筑物，总建筑面积约为 1240m ² ； | |
| 公用工程 | 供电照明 | 380V 电源拟采用光伏发电与柴油发电机组混合供电系统，以光伏发电为主，柴油发电机组供电为辅。初步考虑设置 1000 平方米光伏组件作为主用电源和 1 台 120kW 柴油发电机组作为备用电源 | |
| | 给排水 | 生活给水由船舶定期定时运送淡水资源至海洋牧场上的淡水罐储存，消防用水取自海水。 | |
| 环保工程 | 施工期 | 网箱锚固、平台基础沉桩等施工过程中产生的悬浮泥沙 | 自然沉降 |
| | | 施工船舶含油污水 | 经船舶含油污水收集舱收集，船舶靠岸后，交有能力处理单位处理，禁止排海 |
| | | 船舶施工人员生活污水 | 船舶生活污水先储存在船舱，上岸后抽至专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，禁止排海 |
| | | 施工扬尘 | 洒水降尘、散装物料遮盖等措施 |
| | | 施工噪声 | 合理安排施工时间，选用低噪声设备，加强设备维修等措施 |
| | | 海上施工固废 | 暂存于驳船上，上岸处理 |
| | 运营期 | 网箱养殖污染物 | 自然排放 |
| | | 网衣清洗废水 | 网衣拉运至马宫渔港，太阳暴晒后再进行清洗，清洗废水与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网，输送至汕尾市区西区污水处理厂处理 |
| 船舶生活污水 | | 船舶生活污水先储存在船舱，上岸后抽至专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理 | |
| 船舶油污水 | | 经船舶含油污水收集舱收集，船舶靠岸后，交有能力处理单位处理 | |

| 工程类别 | | 建设内容与规模 |
|------|------|---|
| | 固体废物 | 工作平台设置生活垃圾筒、密闭的病死鱼收集容器以及一般固体废物暂存区，定期运至岸上处理，其中生活垃圾交由环卫部门清运，废弃管铁绳线边角料、废弃网衣可回收的尽量回收综合利用，不可回收的交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置，病死鱼按照相关规定进行无害化处理。 |
| | 环境风险 | 指定溢油风险事故应急预案 |
| 生态补偿 | | 建议采用增殖放流或其他方式进行生态补偿 |



图 3.1-1 项目地理位置图

3.1.2 项目平面布置

本项目位于广东省汕尾市城区江牡岛西侧海域，中心地理坐标约为 115°10'14.07"E、22°44'30.32"N。项目距离马宫渔港约 7.8km。总平面布置依据本项目海域红线，本着海域合理利用原则，结合实际需求及网箱的间距要求，布置重力式深水网箱，同时考虑削浪和养殖要求，建造圆形透水构筑物平台。

结合海洋牧场海域范围内的水深、风浪等自然条件综合判断，项目南侧布置直径 410m、周长 1288m 的工作平台 1 个，周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，布置于平台内部，布置周长 90m 重力式圆形网箱 32 个，布设于工作平台四周，主要项目总平面布置见图 3.1-2。

3.1.3 结构和尺寸

3.1.3.1 90m 周长圆形网箱

圆形网箱主要布置于工作平台四周，共 32 个，网箱距离工作平台约 52m，单个网箱间距为 100m。

框架结构：采用高密度聚乙烯（HDPE）管材构建环形框架：上层作平台，中层为 15° 锥角圆台过渡段，下层为刚性底圈。通过 HDPE 支撑杆连接。关键系泊点配置 HDPE 加强套管，有效分散应力集中。

网底：网底呈“米”字形加强结构，边缘预留 4m 浮力管拴绳和 1.5m 坠石拴绳。网衣与框架采用双线交叉三次扎结工艺，抗拉力 $\geq 50\text{kN}$ 。

锚泊系统：本项目圆型网箱固定采用单个网箱锚定的方式，网箱受力均具有相对的独立性，不易产生群体性破坏，每个网箱占用海域尺寸为 $\Phi 28.65\text{m}$ ，每个网箱采用 12 个 750 公斤 AC-14 铁锚固定，锚绳为 $\phi 48\text{mmPP}$ 绳索。

圆形网箱及锚泊系统示意及详见图 3.1-3、图 3.1-4。

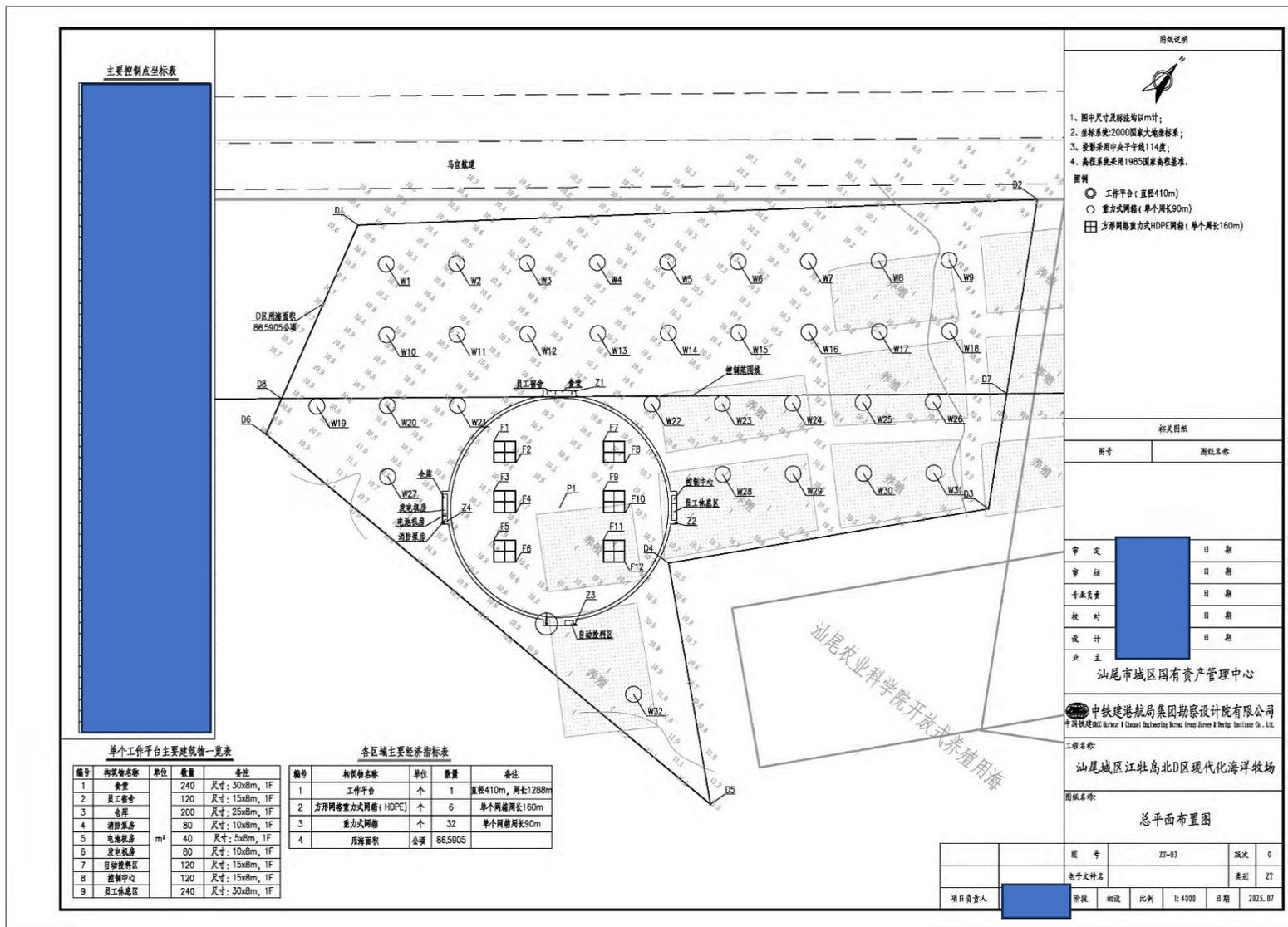


图 3.1-2 项目平面布置图

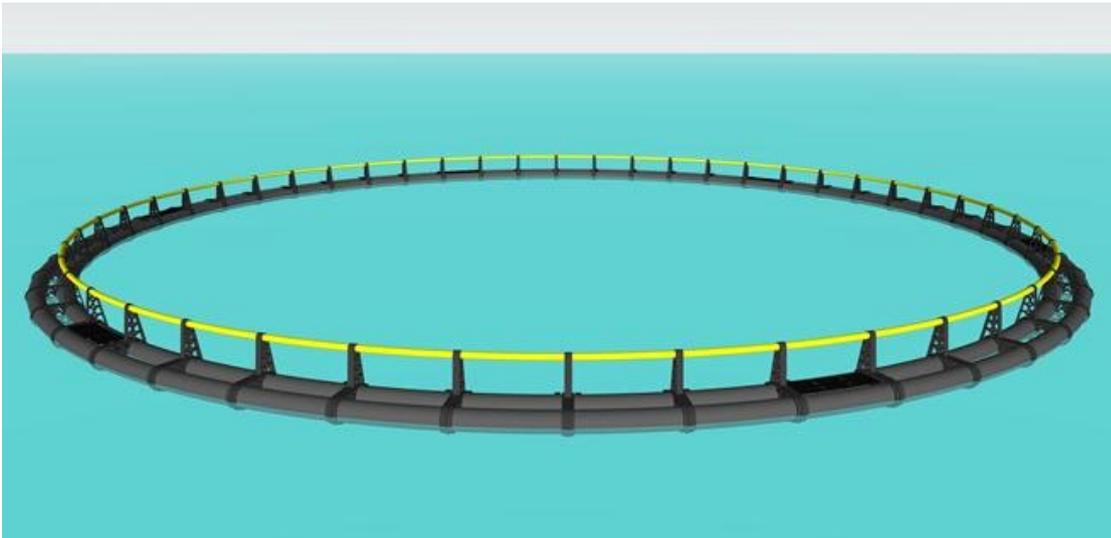


图 3.1-3 圆型网箱示意图

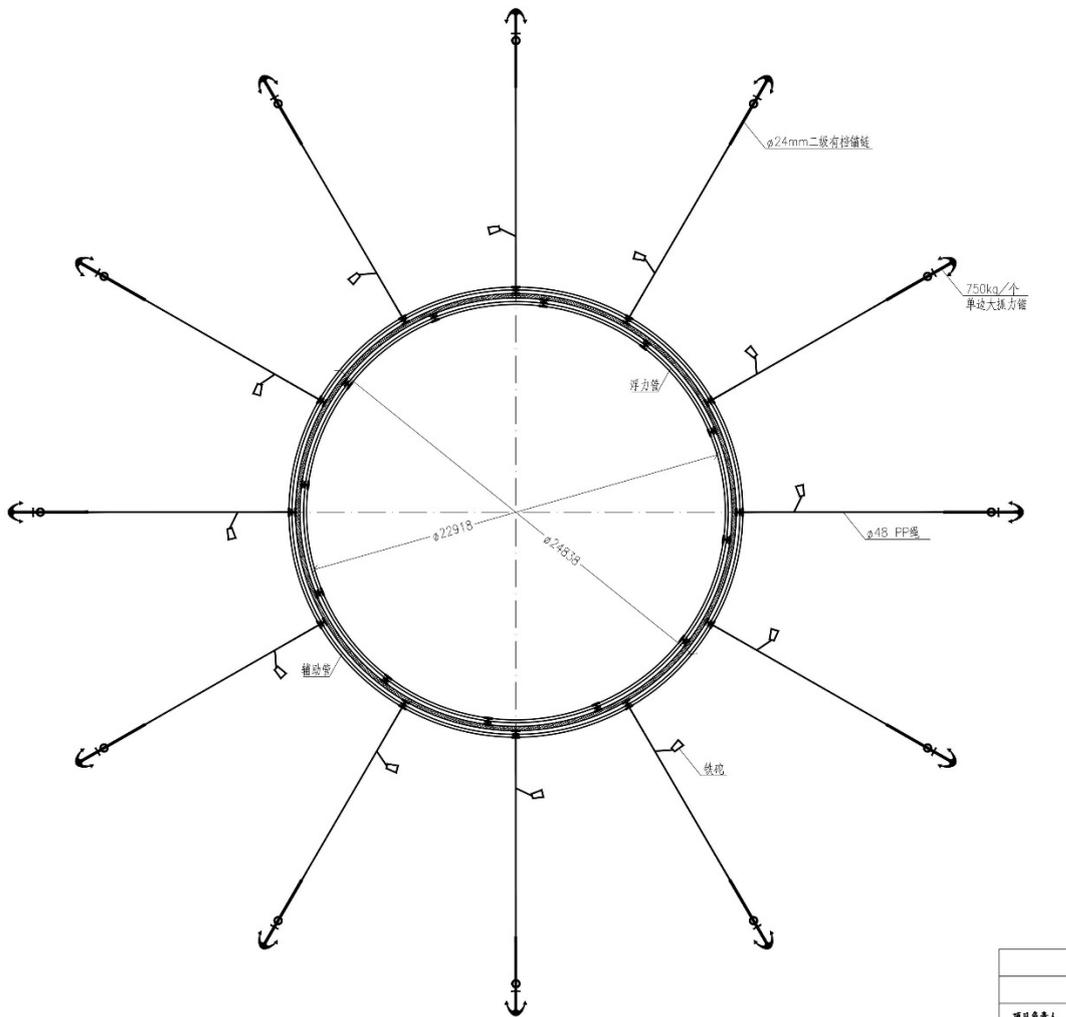


图 3.1-4 圆型网箱锚泊系统示意图

3.1.3.2 方形网格重力式 HDPE 网箱

方形网格重力式网箱布置于工作平台中央,共 6 个,尺寸为 40m×40m,周长 160m; 每个网箱纵向间距为 50m, 横向间距为 160m; 网箱距离工作平台内边缘为 37.8m。

框架系统：采用桁架式或箱式结构，确保整体刚度，材料采用混凝土浮体（高密度、耐腐蚀性强）或钢材（轻便、易加工）。

网衣系统：采用高强度聚乙烯（PE）或尼龙，抗紫外线、耐磨损。根据养殖鱼类规格调整（如5~15cm），兼顾防逃与水流交换。

底部沉子：混凝土块或铸铁链，提供垂直拉力防止网箱上浮。

锚泊系统：锚链与锚碗结合，每个网箱锚链采用20根尺寸为 $\Phi 38\text{mm}$ 的PE绳，有效长度为65m，配合系泊套管和800kg的混凝土配重块，固定网箱位置。

方形网箱及锚泊系统示意及详见图3.1-5、图3.1-6。



图 3.1-5 方型网箱示意图

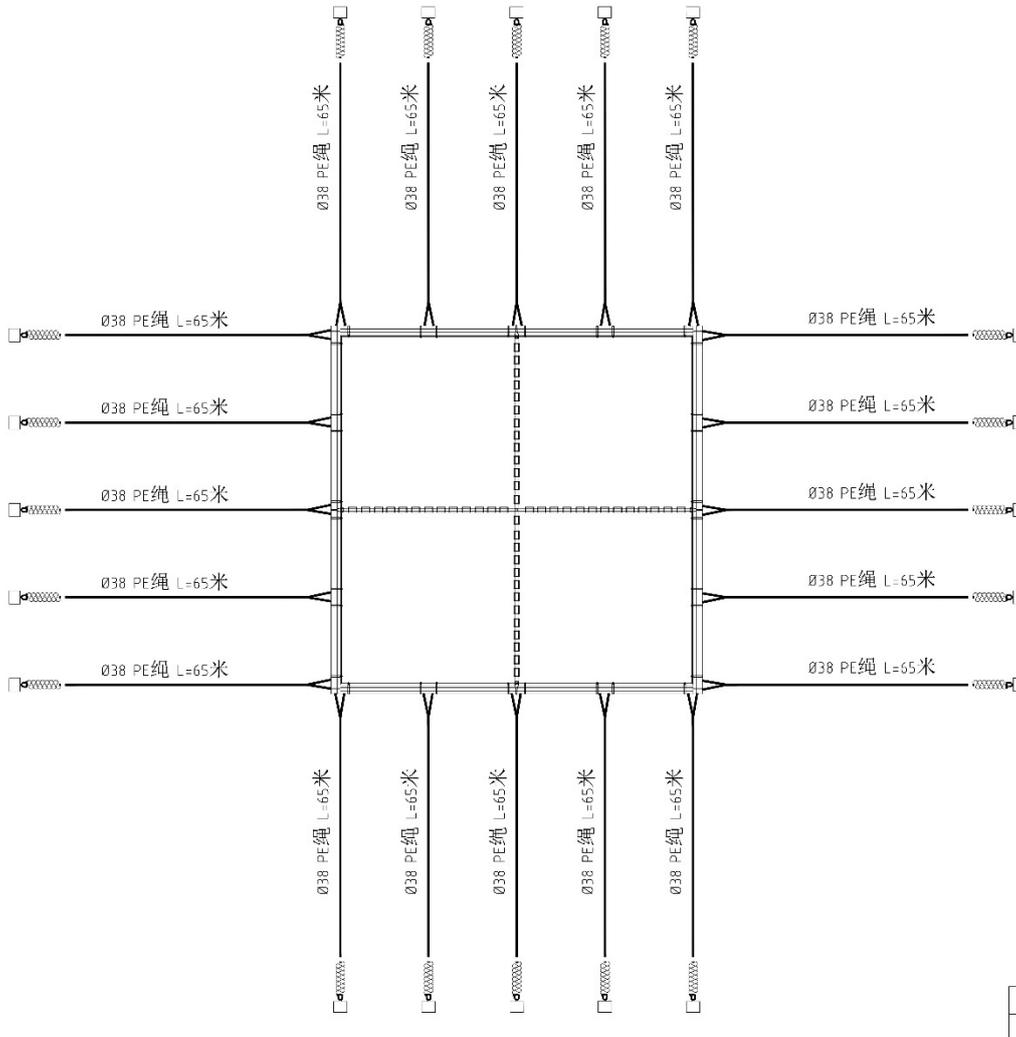


图 3.1-6 方型网箱锚泊系统示意图

3.1.3.3 工作平台

构建桩基式养殖工作平台，利用桩基将工作平台稳定地固定在水中，形成一个封闭的养殖区域。通过采用创新结构设计，具备一定抗风消浪能力，以应对养殖海域台风等复杂的海域情况。围栏内部可以设置饲料投喂及生活附属设施等以便于养殖管理及保障工作。同时，考虑结合休闲旅游需求，平台上设置休闲垂钓区，将渔旅与渔业产业高质量发展有效结合。

1、平面布置及尺寸

工作平台布置于 D 区南侧，工作平台直径 410m，周长 1288m，走道宽度 6m，建筑区宽度 15m，建筑区域平台尺寸为 60m×15m，面积为 900m²；工作平台总面积为 9951m²，平台占用海域面积约为 13.4 万 m²；平台共设置 16 个垂钓点（垂钓人员当天来回，不涉及平台过夜），绕平台环形布置；平台上设置 4 个建筑区，其中东南侧设置自动投料区，尺寸为 15m×8m；西北侧设置员工宿舍及食堂，员工宿舍尺寸为 15m×8m，

食堂尺寸为 30m×8m；东北侧设置控制中心及员工休息区，控制中心尺寸为 15m×8m，员工休息区尺寸为 30m×8m；西南侧分别设置仓库、发电机房、电池机房及消防泵房，仓库尺寸为 25m×8m，发电机房尺寸为 10m×8m，电池机房尺寸为 5m×8m，消防泵房尺寸为 10m×8m；在自动投料区旁边设置楼梯，下方设置靠泊平台。平台高程 7.5m，建筑区高程 10m。

工作平台示意及平面布置详见图 3.1-7、图 3.1-8。

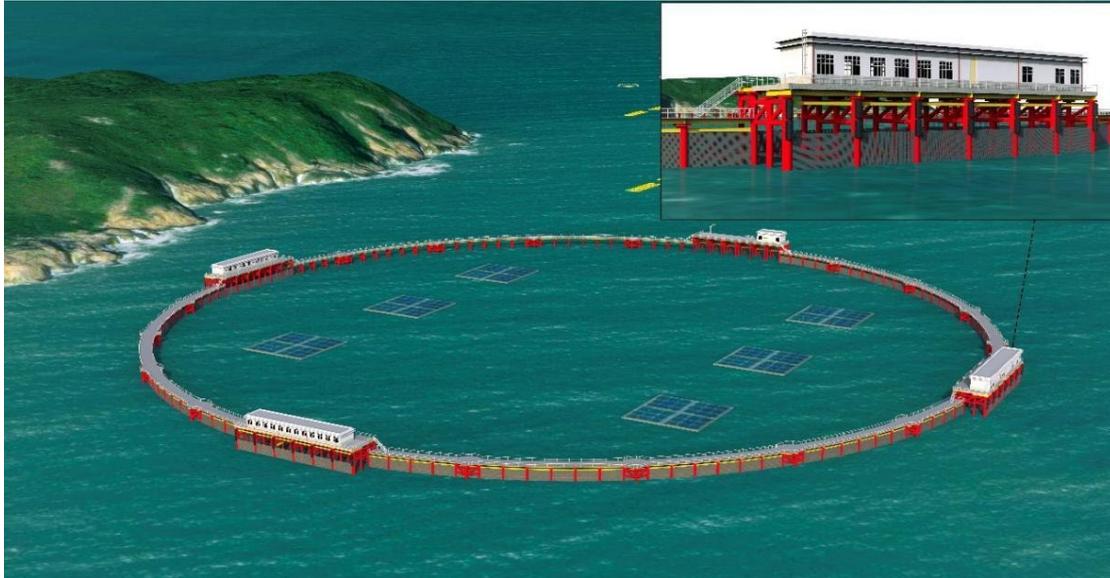
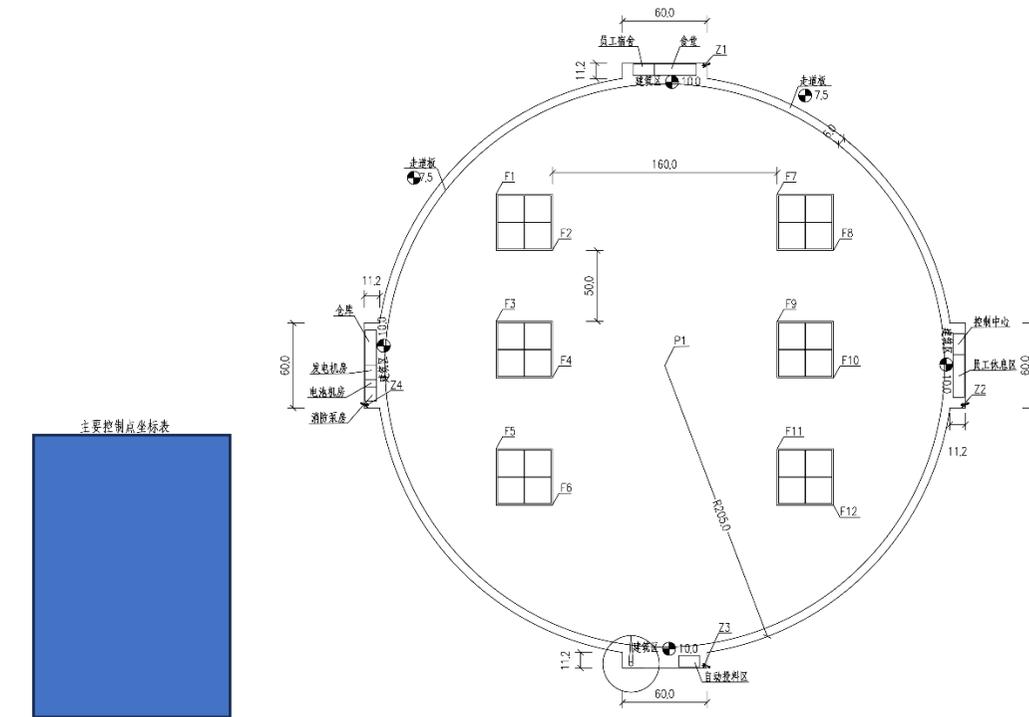


图 3.1-7 工作平台示意图



单个工作平台主要建筑一览表

| 编号 | 构筑物名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|-------|----------------|-----|---------------|
| 1 | 食堂 | | 240 | 尺寸: 30x8m, 1F |
| 2 | 员工宿舍 | | 120 | 尺寸: 15x8m, 1F |
| 3 | 仓库 | | 200 | 尺寸: 25x8m, 1F |
| 4 | 消防泵房 | | 80 | 尺寸: 10x8m, 1F |
| 5 | 柴油机房 | m ² | 40 | 尺寸: 5x8m, 1F |
| 6 | 发电机房 | | 80 | 尺寸: 10x8m, 1F |
| 7 | 自动检测区 | | 120 | 尺寸: 15x8m, 1F |
| 8 | 控制中心 | | 120 | 尺寸: 15x8m, 1F |
| 9 | 员工休息区 | | 240 | 尺寸: 30x8m, 1F |

图 3.1-8 工作平台平面布置图

2、平台结构情况

工作平台直径 410m，周长 1288m。由樁 145 排排架与纵向梁格组成空间钢结构环形刚架体系，排架间距为 8.88m，主体排架宽度为 6m，其中共设置 4 个宽度为 15m 的加宽平台和 16 个钓鱼平台。下部桩基结构由 $\Phi 820\text{mm}\times\delta 25\text{mm}$ 钢管桩和 $\Phi 1200\text{mm}\times\delta 25\text{mm}$ 靠船桩组成，6m 排架布置 2 根钢管桩，15m 排架布置 4 根钢管桩，钢管桩之间均采用 Z 型 D600 \times 30 圆管支撑连接。上部排架主横梁和纵梁均采用热轧 HN650 \times 300H 型钢，排架之间采用 X 型热轧 HM440 \times 300H 型钢支撑和双拼工 45b 环向连系梁连接。横梁首先与桩基顶部垫板牢固焊接形成抗侧力体系，再与纵梁、支撑连接形成稳定刚架体系，平台面板由 75mm 钢格栅面板与横纵梁、支撑焊接连接。加宽平台前沿 $\Phi 1200\text{mm}\times\delta 25\text{mm}$ 靠船桩竖向设置 2 套 DA-A400-L2000 标准反力型橡胶护舷，前沿桩侧焊接钢牛腿设置系缆，采用 150kN 系船柱。

平台钢结构在制作前，对表面彻底除锈，除锈等级达到 Sa2.5 级且钢构件表面的除锈方法应符合《涂装前型钢材料表面处理》(GB/T8923.1~4) 的规定。除锈后涂装特制环氧富锌防锈底漆 2 道(总厚度不小于 80 μm)，棕红云铁环氧中间漆(厚度不小于 40 μm)，氟碳面漆(厚度不小于 60 μm) 进行处理，该过程在船舶海工制造企业船厂完成。

表 3.1-3 工作平台工程量一览表

| 序号 | 工程项目 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|--------------------------|----------------|---------|--------------------------------------|
| 1 | 钢管桩 $\Phi 820\text{mm}$ | t | 7413.52 | 共 354 根 |
| 2 | 钢管桩 $\Phi 1200\text{mm}$ | t | 985.22 | 共 32 根 |
| 3 | D280 \times 25 圆管斜撑 | t | 1276.63 | 4650m |
| 4 | D600 \times 30 平联 | t | 975.63 | 2313.5m |
| 5 | 透空肖浪金属网 | t | 1121.75 | 单块尺寸 1095 \times 900 \times 10mm |
| 6 | 横梁 HN650 \times 300 | t | 242.42 | 1526m |
| 7 | 纵梁 HN650 \times 300 | t | 504.54 | 3176m |
| 8 | HM440 \times 300 型钢斜撑 | t | 316.91 | 2620.8m |
| 9 | 双拼工 45b 环向连系梁 | t | 486.92 | 2784m |
| 10 | 面板 75mm 钢格栅 | t | 121 | 2000m ² |
| 11 | C40 混凝土现浇面板 | m ³ | 1740 | |
| 12 | HRB400 钢筋 | t | 43.5 | |
| 13 | DA-A400L2000 橡胶护舷 | 套 | 64 | |

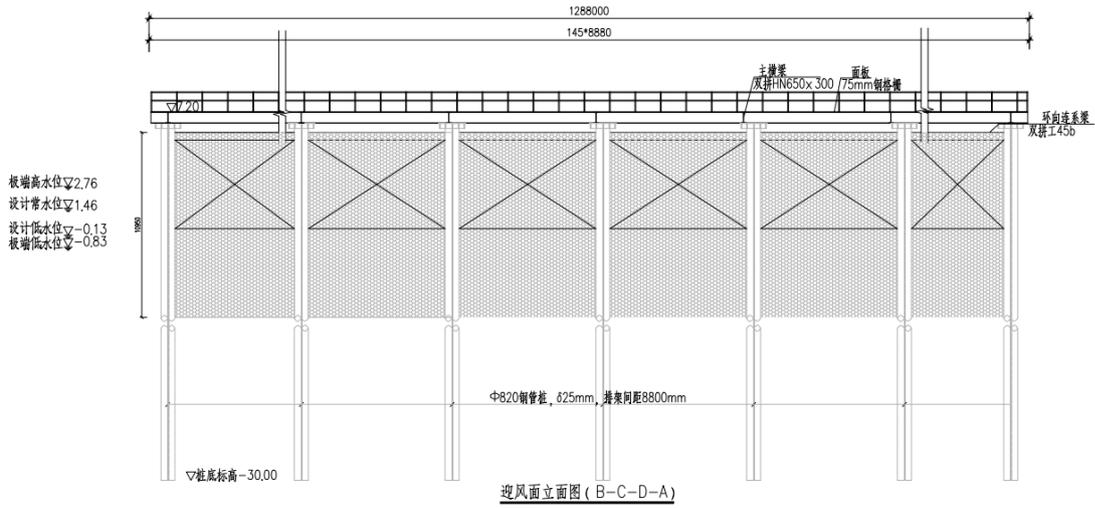


图 3.1-9 迎风面立面图 (B (投料区)-C (仓库+发电机房)-D (食堂+宿舍)-A (控制中心+休息区))

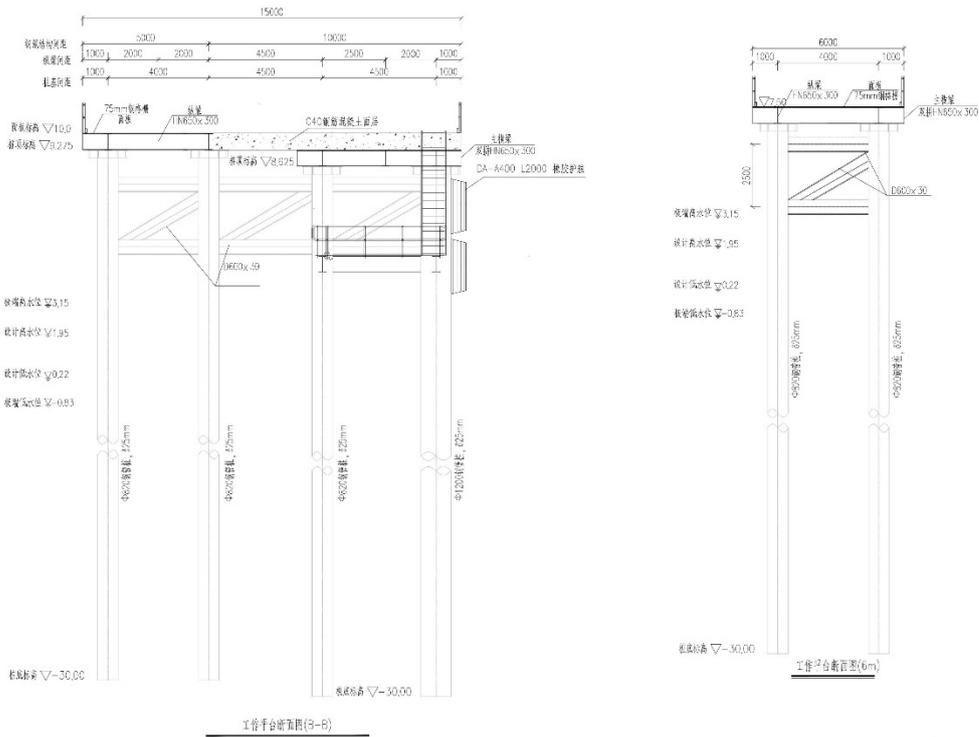


图 3.1-10 工作平台加宽 B 区 (投料区) + 工作平台断面图

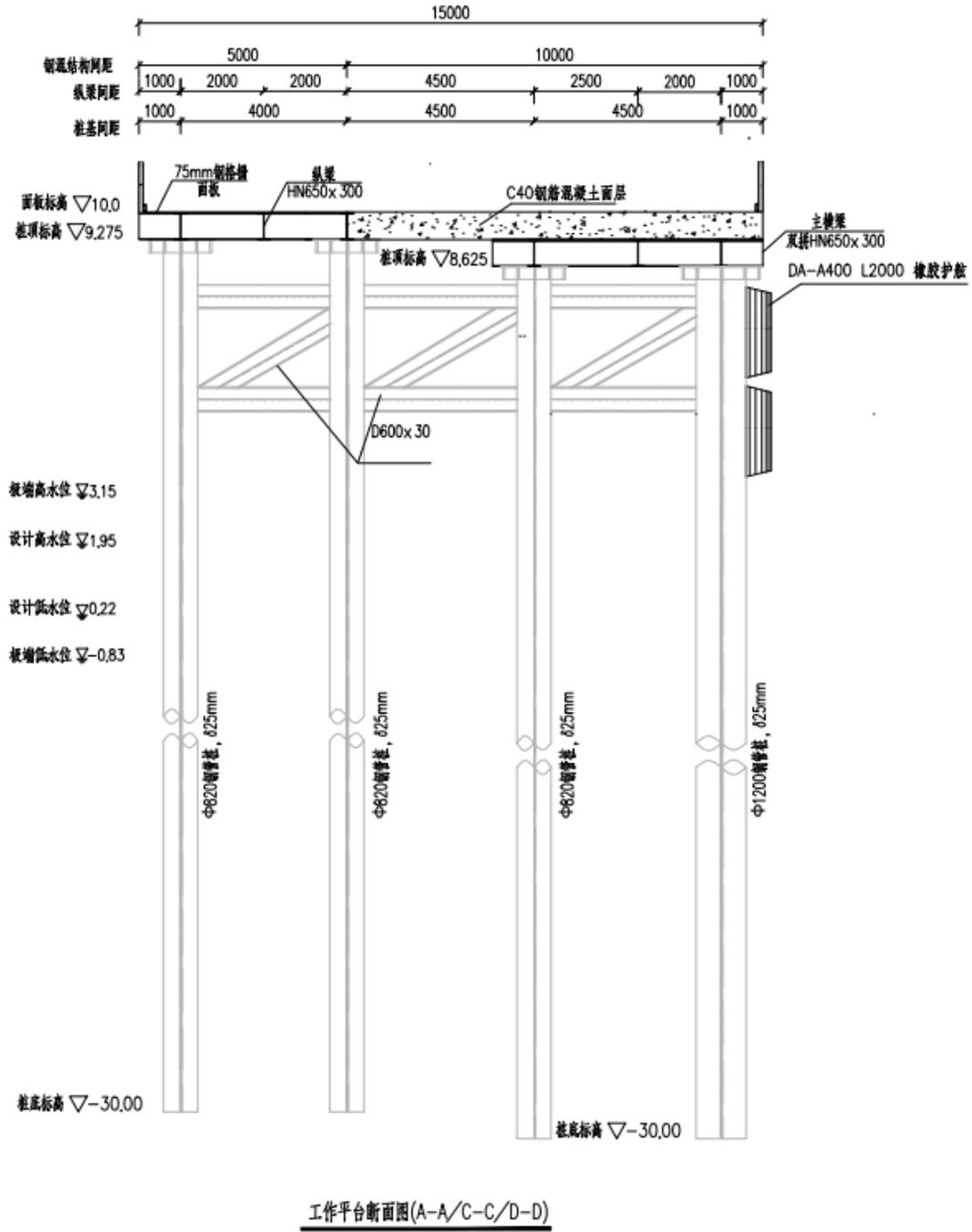
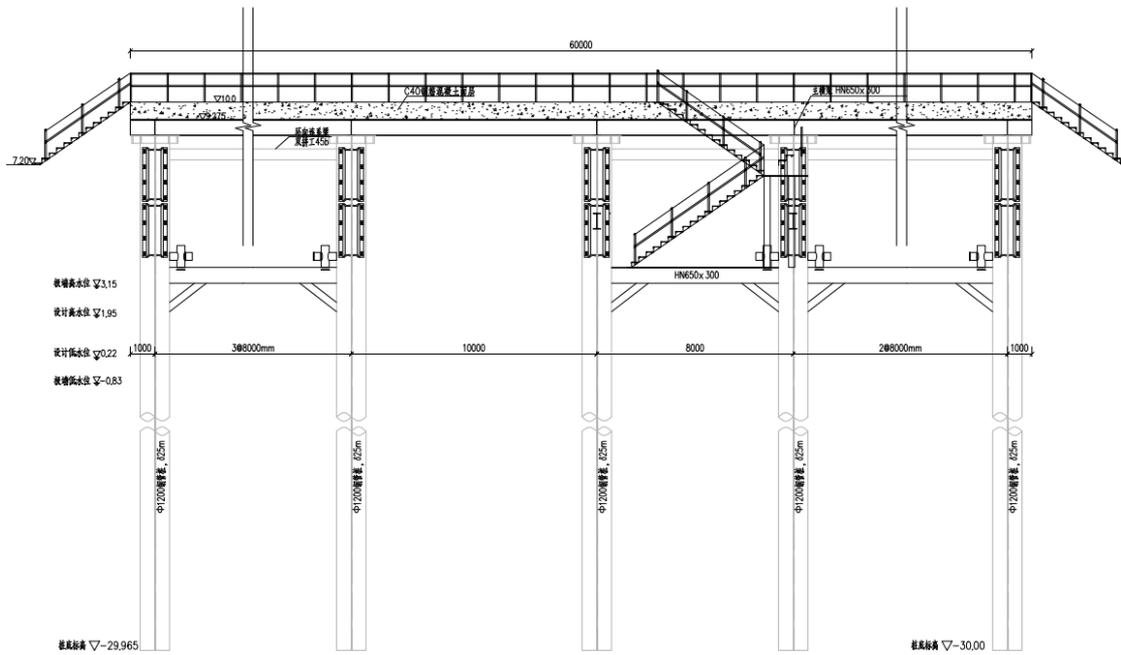
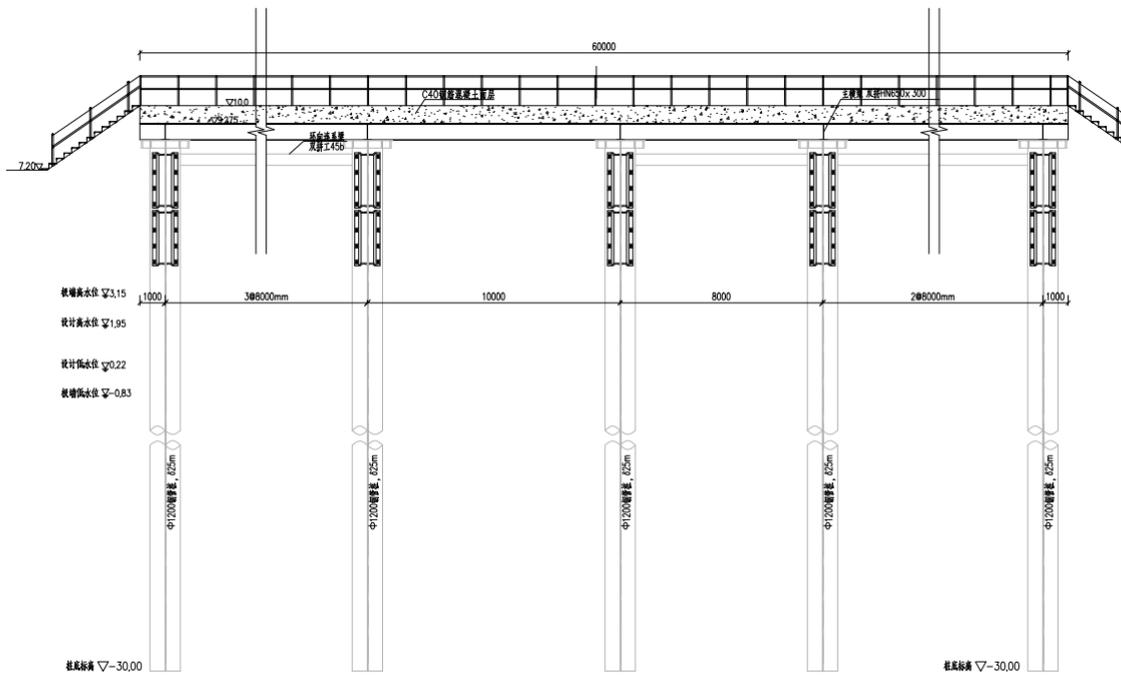


图 3.1-11 C（仓库+发电机房）、D（食堂+宿舍）、A（控制中心+休息区）断面图



加宽平台立面图(B-B)

图 3.1-12 工作平台加宽 B 区（投料区）立面图



工作平台立面图(A-A/C-C/D-D)

图 3.1-13 C（仓库+发电机房）、D（食堂+宿舍）、A（控制中心+休息区）立面图

3.1.4 辅助工程

3.1.4.1 生产与辅助建筑物

为使海洋牧场顺利运作，根据业务、作业及各方面功能要求，在水工平台上设置各

种相应功能建、构筑物。主要的建筑物有食堂、员工宿舍、仓库、发电机房、电池机房、消防泵房、自动投料区、员工休息区、控制中心等，总建筑面积约 1240m²。具体情况详见下表：

表 3.1-4 项目生产辅助建构物一览表

| 序号 | 建筑物名称 | 占地面积 (m ²) | 建筑面积 (m ²) | 层数 | 建筑高度 (m) | 总平面 尺寸 |
|----|-----------------------|---------------------------|---------------------------|----|-------------|-----------|
| 1 | 食堂+员工宿舍 | 360 | 360 | 1 | 6 | 45m×8m |
| 2 | 仓库+发电机房+电池机房+ 消防泵房 | 400 | 400 | 1 | 6 | 50m×8m |
| 3 | 自动投料区 | 120 | 120 | 1 | 6 | 15m×8m |
| 4 | 员工休息区+控制中心 | 360 | 360 | 1 | 6 | 45m×8m |

3.1.4.2 其他配套设备

1、船舶设备

为了满足本项目生产生活的需要，本项目拟配备 36m 辅助渔船 2 艘及 2 艘快艇。其中，卸渔采用 36m 辅助渔船，船型尺度为 36m×7.8m×2.85m（船长×船宽×型深），设计吃水 2m，船中部吊机起重量 16t。

表 3.1-5 36m 辅助渔船主要性能参数表

| 序号 | 指标 | 参数 |
|----|--------|----------|
| 1 | 总长 | 36m |
| 2 | 两柱间长 | 33.08m |
| 3 | 水线间长 | 34.91m |
| 4 | 型宽 | 7.8m |
| 5 | 型深 | 2.85m |
| 6 | 设计吃水 | 2m |
| 7 | 肋距 | 0.55m |
| 8 | 船员 | 6P |
| 9 | 梁拱 | 0.1m |
| 10 | 航区 | 近海 |
| 11 | 主机额定功率 | 426kw |
| 12 | 主机转速 | 1350r/mn |
| 13 | 设计航速 | 8kn |
| 14 | 续航力 | 1100 海里 |

| | | |
|----|-------|------|
| 15 | 自持力 | 30 天 |
| 16 | 满载排水量 | 390t |
| 17 | 总量 | 210t |

2、装卸物资设备

本项目工艺设备主要用于物资的装卸，按照平台的性质和功能，装卸物资均是小吨位件杂货，属于渔业生产、生活需要的配套设施，采用 5t 固定式吊机作业。

表 3.1-6 固定式吊机主要性能参数表

| 序号 | 指标 | 参数 |
|----|--------|--------------|
| 1 | 最大起重重量 | 5T |
| 2 | 工作最大幅度 | 25m |
| 3 | 回转速度 | ≥1r/min |
| 4 | 回转角度 | 3600 |
| 5 | 回转动力 | 液压回转 |
| 6 | 起升速度 | ≥20m/min |
| 7 | 起升动力 | 液压绞车 |
| 8 | 变幅速度 | ≥25m/min |
| 9 | 上仰角度 | ≥750 |
| 10 | 俯仰动力 | 液压油缸 |
| 11 | 动力来源 | 液压系统 |
| 12 | 臂架 | 可伸缩 |
| 13 | 操作方式 | 全液压/手控换向阀控制 |
| 14 | 电源 | 3-AC380V50Hz |

3、饲喂设备

在自动投料区设置一种矩阵式自动投饵机，料仓容重 500kg，最大投送距离 150m，采用先进的气送技术，利用气流将饲料快速输送至各个指定区域，整个系统与养殖水体物理隔离，有效防止饲料受潮及设备受湿气影响，运行稳定、维护便捷，可实现对多个养殖单元的精准、远程、集中式投喂，显著提升投饵效率，减少人力投入。

表 3.1-7 自动投饵机主要性能参数表

| 序号 | 指标 | 参数 |
|----|--------|------|
| 1 | 最大投送距离 | 150m |

| | | |
|---|-------|-------------|
| 2 | 投料速度 | 1.5~8kg/min |
| 3 | 料饵粒径 | 3~12mm |
| 4 | 出料口 | 25 个 |
| 5 | 料仓容量 | 500kg |
| 6 | 称重传感器 | 精度±5g |
| 7 | 风机功率 | 7.5kw |

3.1.5 公用工程

3.1.5.1 供电照明

本工程位于汕尾城区江牡岛附近，周边无市电可用，380V 电源供电拟采用光伏发电与柴油发电机组混合供电系统，承担本工程所有负荷。以光伏发电为主，柴油发电机组供电为辅，为负载供电，并将多余电能储存。初步考虑设置 1000 平方米光伏组件作为主用电源和 1 台 120kW 柴油发电机组作为备用电源。

电源电压：三相，交流，50Hz，10kV。

配电电压：三相，交流，50Hz，10kV、0.38kV/0.22kV。

3.1.5.2 给排水

本工程生活给水水源由船舶定期定时运送淡水资源至海洋牧场上的淡水罐储存，水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）。本工程消防用水取自海水。

生活明敷给水管采用内筋嵌入式衬塑钢管，卡环或法兰连接。消防明敷给水管采用热浸镀锌镀锌钢管。新建一座给水泵站，泵房内设置 1 座 10m³ 不锈钢生活水箱和两套加压泵组。生活给水泵组，流量 4.0m³/h，扬程 0.28MPa；消防给水泵组，流量 54m³/h，扬程 0.40MPa。

排水体制采用雨污分流制。海洋牧场雨水自然排放入海。设置污水舱两座分别用于储存海洋牧场工作人员及旅客所产生的生活污水，收集后运至陆上经专用污水转运车运输至汕尾城区西区污水处理厂处理。

3.1.6 养殖工艺

3.1.6.1 养殖品种

1、海鲷鱼

海鲷是鲈形目军曹鱼科军曹鱼属鱼类，又称军曹鱼。体延长，近圆筒形，微侧扁，躯干部较粗；尾部逐渐变细；尾柄侧扁；头平扁，顶部宽；吻大，眼小，侧上位；下颌稍长于上颌，上下颌、犁骨、腭骨及舌面有绒毛状齿带，鳃孔大，鳃盖膜不与鳃峡相连；

圆鳞小；侧线在胸鳍上方呈弧状弯曲，其余稍呈波状；第一背鳍有鳍棘，短而强，相互分离；尾鳍在幼时呈新月形，成鱼呈浅叉形。背部和鳍黑褐色，腹面灰白色。在中国主要分布于南海、东海，黄海、渤海。具有索饵洄游和生殖洄游习性。性凶猛。幼鱼主要摄食小型甲壳类、枝角类、虾类及头足类，成鱼捕食中小型鱼类为主，人工养殖条件下可完全化摄食配合颗粒饲料。

军曹鱼为热带海水鱼类，不耐低温，水温适宜范围为 20℃至 30℃。为广盐性鱼类，适宜盐度 8‰-35‰，较大的军曹鱼对低盐度的忍受力较低，盐度低于 8‰，即没有摄食活动。作为食用鱼养殖，海水盐度以保持在 10‰以上为宜。项目位于红海湾海域，根据广东未来环境监测有限公司出具的《汕尾城区江牡岛北 B 区和西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目海洋水文气象观测技术报告》（2025 年 06 月），项目附近海域水温在 20.4℃~22.0℃。盐度为 33.1‰~33.7‰。项目所在海域条件满足鱼类适宜水质条件要求。



2、鮨鱼

鮨鱼又称米鱼、鮨状黄姑鱼，是鲈形目石首鱼科鮨属暖温性中下层鱼类。身体延长而侧扁，有 4 个须孔；耳石椭圆形，背面有许多颗粒状突起，腹面有蝌蚪形印迹；身体灰褐色，颈部及上、下颌无鳞；吻部、鳃盖骨及各鳍基部被小圆鳞，体被栉鳞，侧线完全；鳃大，圆锥状，前端不突出形成短囊；各鳍褐色，末端深褐色；背鳍连续，鳍棘部与鳍条部之间有一个深凹刻；胸鳍尖而长，尾鳍楔形。最适温度范围 18℃~28℃，最适盐度 13‰~35‰。项目位于红海湾海域，根据广东未来环境监测有限公司出具的《汕尾城区江牡岛北 B 区和西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目海洋水文气象观测技术报告》（2025 年 06 月），项目附近海域水温在 20.4℃~22.0℃。盐度为 33.1‰~33.7‰。项目所在海域条件满足鱼类适宜水质条件要求。



3、云龙石斑鱼

石斑鱼是石斑鱼亚科(*Epinephelinae*)鱼类的总称,隶属于硬骨鱼纲(*Osteichthyes*)、辐鳍亚纲(*Neopterygii*)、棘鳍总目(*Acanthopterygii*)、鲈形目(*Perciformes*)、鲈亚目(*Percoidei*)、鲷科(*Serranidae*),为暖水性的大中型海产鱼类,广泛分布于热带和亚热带海域,在我国主要分布于台湾海峡以及南海海域。体一般呈椭圆或长椭圆形,侧扁;头长大于体高;背鳍棘部强大,与鳍条部相连,背鳍棘 7~11 根,鳍条 10~21 根;臀鳍棘 3 根,一般第 2 根最为强大,臀鳍条数 7~13 根;胸鳍宽大,位低,一般呈圆形;腹鳍位于胸鳍下方;口大,两颌齿内行齿倾倒;体被小栉鳞;侧线达尾鳍基部;尾鳍圆形、截形或凹型。不同种类的石斑鱼体型差异较大,30%以上的石斑鱼种类体长可达 1m 以上,超大体型者可超过 2m,如鞍带石斑鱼(*E.lanceolatus*)、伊氏石斑鱼(*E.itajara*)、东太平洋石斑鱼(*E.quinquefasciatus*)等,而体型小者甚至小于 20cm,如红鳍九棘鲈(*Cephalopholis aitha*)、短身石斑鱼(*E.trophis*)、多斑九棘鲈(*C.polyspila*)等。石斑鱼属(*Epinephelus*)作为石斑鱼科中种类最多的属,其体型大小变化较大,从小型到大型均有分布;而另一种类数较多的九棘鲈属(*Cephalopholis*)除了红九棘鲈(*C.sonnerati*)外都是体长小于 50cm 的小型石斑鱼。此外,石斑鱼类的仔稚鱼发育过程中存在背鳍棘和腹鳍棘显著延长及收缩的现象,这是石斑鱼类发育过程中较为独特的一个特征。

石斑鱼为底栖性鱼类,其成鱼主要栖息于珊瑚礁及近岸岩礁区域,也有部分栖息于底质为沙质、泥质或淤泥质的海域,如青铜石斑鱼(*E.aeneus*)、褐石斑鱼(*E.bruneus*)及宝石石斑鱼(*E.arenolatus*)等,其幼鱼则偏爱选择海草床、红树林等生境。石斑鱼类一般栖息于 100m 以浅的水域,如白线光腭鲈(*Anyperodon leucogrammicus*)和横带九棘鲈(*C.boenak*)等,也有一些种类栖息于 100~200m 的水层中,如橙点九棘鲈(*C.aurantia*)。大多数石斑鱼为独居性鱼类,除了在繁殖期集群外一般不成群;但也有些种类的生活方式为一尾雄鱼和若干尾雌鱼组成的小群体,如横带九棘鲈和青星九棘鲈(*C.miniata*)。一些研究表明石斑鱼类通常可在特定的礁区定居较长的一段时间,这种定居习性及其较长的生活史等特征使得石斑鱼类易受到过度捕捞的影响。最适温度范围 20°C~31.5°C,最适盐度 22‰~35‰。项目位于红海湾海域,根据广东未来环境监测有限公司出具的《汕尾城区江牡岛北 B 区和西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目海洋水文气象观测技术报告》(2025 年 06 月),项目附近海域水温为 20.4~22.0°C,盐度为 33.1‰~33.7‰。项目所在海域条件满足鱼类适宜水质条件要求。



3.1.6.2 养殖工艺

大致流程为：高附加值鱼类品种选定→大规格健康苗种选购→苗种运输→深水网箱养殖→投饵→日常管理→起捕销售或进入养殖车间继续养殖至商品鱼出售。

1、鱼苗运输

(1) 运前准备

制订运输计划，内容包括：运输鱼种的种类、规格、数量和质量；运输工具、运输方式、运输时间、运输路线、运输密度；装运工具的检查、清洗；押运和装卸人员；了解水温、气温和天气状况。

(2) 验收、检疫

鱼种采购前，应根据供需双方的协议进行验收，验收合格的鱼种方可外运。鱼种异地运输应进行检疫，凭检疫证方可运输。

(3) 运输方法和密度

运输方法：采用塑料袋密封充氧、敞口容器充氧和活水仓等多种方法。

运输工具：使用船只运输，海上运输宜选择风浪较小时进行，以活水船运输。长途运输有专人押运，经常检查运输工具和鱼种的活动情况，发现问题及时采取有效措施进行处理。鱼种运输要求快装、快运、快卸，谨慎操作。

运输密度：视运输距离与鱼种规格而定。运输距离在八小时距离内、鱼种规格在 100g/尾，活水船最大运输密度为 0.3×10^4 尾/ m^3 ；敞口容器汽车运输，具充气设备，运输密度 0.2×10^4 尾/ m^3 。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。

2、鱼苗投放

(1) 海鲷鱼

投放的苗种应种质优良、体质健壮、规格整齐、无病、无伤、无畸形，苗种放养规格为 500g/尾~1500g/尾。鱼种运输抵达目的地以后，保留连续充气，投放时间应选择潮流平缓期，选择在晴天 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。放养时，搬运工具应用柔软的网具。放养密度应根据海水水质环境条件、养殖技术和日常管理水平、饲料来源及产量和规格等情况来决定。每口网箱放养的鱼种规格要一致，规格宜为 500g/尾，放养密度宜为 8 尾/ m^3 。参照《深

水网箱养殖技术》(DB44/T742-2010),一般讲来,深水网箱的苗种放养密度以 $3\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$,本项目满足要求。

(2) 鮠鱼

投放的苗种应体型匀称、无伤无病,规格整齐。鱼种运输抵达目的地以后,保留连续充气,投苗宜选小潮汛平潮期,低温季晴天午后、高温季早晚操作。放养时,搬运工具应用柔软的网具。初始密度 $1000\text{尾}/\text{m}^3$ (小苗),随生长降至 $20\sim 30\text{尾}/\text{m}^3$ (成鱼),按照《深水网箱养殖技术》(DB44/T742-2010)要求,放养密度在 $3\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 之间。

(3) 石斑鱼

购进的苗健康无伤,暂养20天左右,挑出壮苗作为种苗。4~5月放养,放粗苗(200~250g/尾),规格均匀,一次放足。尾重200~250g的苗种,每立方米放养14尾,随鱼体长大密度保持在每立方米11~13尾。满足《深水网箱养殖技术》(DB44/T742-2010)要求,放养密度在 $3\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 之间。

3、投喂

项目工作平台设置自动投料机,通过PE管或不锈钢管连接到各个饲料舱,可就地远程设定并监控投料速度和投喂量,实现定时、定量、定速的精准投喂。

在鱼类养殖实践中,常用的饵料主要分鲜活饵料、冷冻保鲜饵料和人工配合饵料三种。本项目计划以配合饲料为主,将根据养殖品种的营养需求标准和生长阶段特点,采购专业配方的全价配合饲料。置于干燥、通风良好的专门饲料舱,合理采购,避免因库存积压导致产品过期、霉变、串味或虫蛀。

(1) 海鲷鱼

饲料宜采用新鲜小杂鱼和软颗粒饲料,符合《饲料卫生标准》(GB13078-2017)的要求。

在鱼苗投放后即可投喂新鲜小杂鱼。投饵量以鱼抢食停止为准,正常情况下日投喂量宜为鱼体重的4%~6%,鱼类的饱食率控制在70%~80%。小潮汛多投,大潮汛少投;透明度大时多投,浑浊时少投;水温适宜时多投,反之少投;换网前一天不投饲。投饲时间正常情况下,日投喂1~2次为宜。小潮汛时在清晨和傍晚投饲,大潮汛时应选择平潮或缓潮时投饲,阴雨天可隔日投喂,水温低于 20°C 不宜投饲。投喂方法,饵料投放速度按慢—快—慢的节奏进行,每次投喂时间宜在0.5h左右。养殖周期一般1年。

(2) 鮠鱼

幼鱼选择鱼糜+幼鳗饲料(粒径3mm),投喂频率为2~4次/日;中成鱼选择软性配合饲料(蛋白40%~45%)或混合饲料(动物性料40%~45%+植物性料50%~55%),投

喂频率为早晚各1次（晚上占日粮2/3）。水温18℃~28℃时日投饵率3%~5%，29℃以上或14℃以下降至1%~2.5%。养殖周期一般1年。

（3）石斑鱼

石斑鱼为肉食性鱼类，4~10月强化养殖，投喂新鲜小杂鱼并辅以加有药物、生长素等的人工配合饲料，日投喂两次，上午8时和下午5时，量为鱼体总重量的6%~8%；11月后改为3日投喂一次，上午10时进行。恶劣天气减少投饵量。养殖周期一般1年。

4、养殖日常管理

养殖日常管理包括检查、记录、清理、调整等工作，严格按相关技术规范开展相应工作。

（1）日常管理

加强检查鱼类养殖设施有无损坏、破裂，尤其在台风过后，检查网箱有无破损、逃鱼的现象发生；针对网箱锚泊系统，定期参照厂家提供的用户手册对各部件进行安全检查，检查项目包括浮筒、缆绳、结点枢纽等。网箱下海一段时间，有污损生物附着在网箱主浮管和网衣上，要及时清除或换网。建立养殖日志做好生产记录，内容包括但不限于：苗种的来源、规格、数量、健康状况和检疫情况等；记录天气、风浪、水温、盐度等环境因子；投饵种类、数量；鱼的活动、摄食、病害防治、病鱼数、死鱼数等监控状况，定期随机取样测量体长和体重，网箱完好情况和平台安全程度；收获时间、数量和销售等。

（2）安全生产措施

在海水网箱养殖过程中要经常检查网箱的安全。应采用水面、水中观察相结合的方法经常检查网箱系统的附着情况，网箱有否破损、各种缆绳骨有否磨损、网箱系统的固定设施是否牢固坚硬等，发现问题采取相应措施及时处理，防患于未然。在灾害性天气出现之前应采取在网箱上加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物；沉降网箱；养殖人员、船只迁移至避风港等措施。在强风暴过后应及时检查养殖区各系统及其锚固设施安全情况，并及时修复松动、破损设施设备。在网箱养殖区安装警视标志和灯具，防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害，及时清除垃圾和大型漂浮物。

（3）网衣换洗管理

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，进行网衣的更换和清洗，一般3至6个月换网一次，换网时先把旧网囊拉至水深2m~3m处，把新网囊套在旧网囊外面，挂在网箱框架上，然后把旧网囊解开，慢慢驱赶鱼群进入新网囊，最后把旧网囊卸下。换网时

必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。换下的网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港，太阳暴晒后再进行清洗。清洗网衣时首先将其清空，卸下配重沉子和网囊分别进行清洗，对网衣平铺晒干，然后用橡胶锤敲打网衣上的附着物，再用高压水枪直接冲洗，晒干后留待下次使用。捶打下或冲洗下的附着物经清扫收集后交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置。清洗废水与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网，输送至汕尾市区西区污水处理厂处理，不直接排入海域，不会对海水水质产生不利影响。

（4）分箱管理

当网箱内鱼体总量超过网箱的单位养殖容量时，应根据鱼体生长和个体差异进行分箱、分级。鱼种在小网箱养殖，宜15日分疏一次，规格相近的鱼种分在同一网箱，分疏2次~3次可以移入大网箱养殖，网箱内养殖鱼的密度一般不超过 $4\text{kg}/\text{m}^3$ 。

（5）养殖病害防治

针对深远海平台养殖中存在的用药困难及操作不便问题，本项目养殖过程中不加药，将疾病防控重心前移，在鱼类养殖过程中，应贯彻预防为主疾病防控理念。通过定期在饲料中添加适量列入《饲料添加剂品种目录》，且产品标签、生产许可证、批准文号齐全的维生素和乳酸菌，符合农业农村部《关于加强水产养殖用投入品监管的通知》（农渔发〔2021〕1号）相关规定要求，可有效调节肠道菌群平衡，改善消化吸收功能，从而达到预防消化道疾病、增强机体免疫力的健康管理目标。利用监控设备每日观察鱼群摄食情况，快速判断其健康水平。建立常态化监测机制，实施定期抽样检测，实现疾病预防与早期筛查，确保及时干预治疗，有效提升养殖成活率。在出塘前7天，通过提高饲料蛋白含量和添加多维营养素来强化鱼体体质。出塘前3天，利用养殖平台进行升降训练以增强鱼群抗应激能力。

另外，针对病死鱼，要立刻查找原因，及时打捞死鱼，严禁死鱼外溢出网箱，对环境造成污染。养殖过程死亡的养殖鱼应按照农业农村部渔业渔政管理局发布的《关于印发〈水产养殖动物疫病防控指南（试行）〉的通知》（农渔养函〔2022〕116号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T7015-2022）等相关要求，采用密闭容器盛放在平台仓库内，并及时运到岸上进行无害化处理，严禁海抛、食用、做养鱼饲料。

（6）环境保护

网箱养殖区的生活污水、废弃物、垃圾、病鱼、死鱼等不得直接丢弃于养殖海区，应设收集容器，专人负责收集处理。同时建立台账，详细记录病鱼和病鱼种类、数量

(重量)来源、运输车辆、交接人员和交接时间、处理产物销售情况等信息。

(7) 成鱼收获

养殖成鱼出框时,将鱼群聚于网箱一角,即可收获。起捕前停饵1~2天。出鱼前一周加大饵料营养,增强鱼体质。出鱼前通过平台的升降进行抗应激锻炼。通过拉网、吊机等捕鱼工具进行捕捞。活鱼运输船或者保温箱装箱保存转运至加工厂进行深加工或者直接销售。运输过程中注意做好保温、遮阳等工作,保质保量。

(8) 网箱拆除

解开从固定系统引出并缚在网箱上的绳索,提起网衣上的重物,提起网衣。用多功能工程船将网箱拖至岸边。

3.1.7 运输路线

①材料运输路线

HDPE 管材框架:拆分为模块化组件(如浮管、连接件),通过重型卡车陆运至重件出运码头,再以工程驳船拖运至目标海域。

网衣:超高分子量聚乙烯网衣喷涂抗黏附涂层后,卷成筒状陆运至港口码头,由工作船运至牧场现场。

②鱼苗及饲料运输

鱼苗主要依托捷胜渔港苗种资源,鱼苗在渔港转入活鱼船送至深水网箱。

③成鱼运输

达到规格的成鱼由活鱼运输船从网箱直接运往市场。采用活鱼运输船或恒温箱将活体转运马宫渔港上岸,可进行深加工或直接上市销售,运输全程需落实温度控制、防晒保护等措施,确保产品品质与存活率。

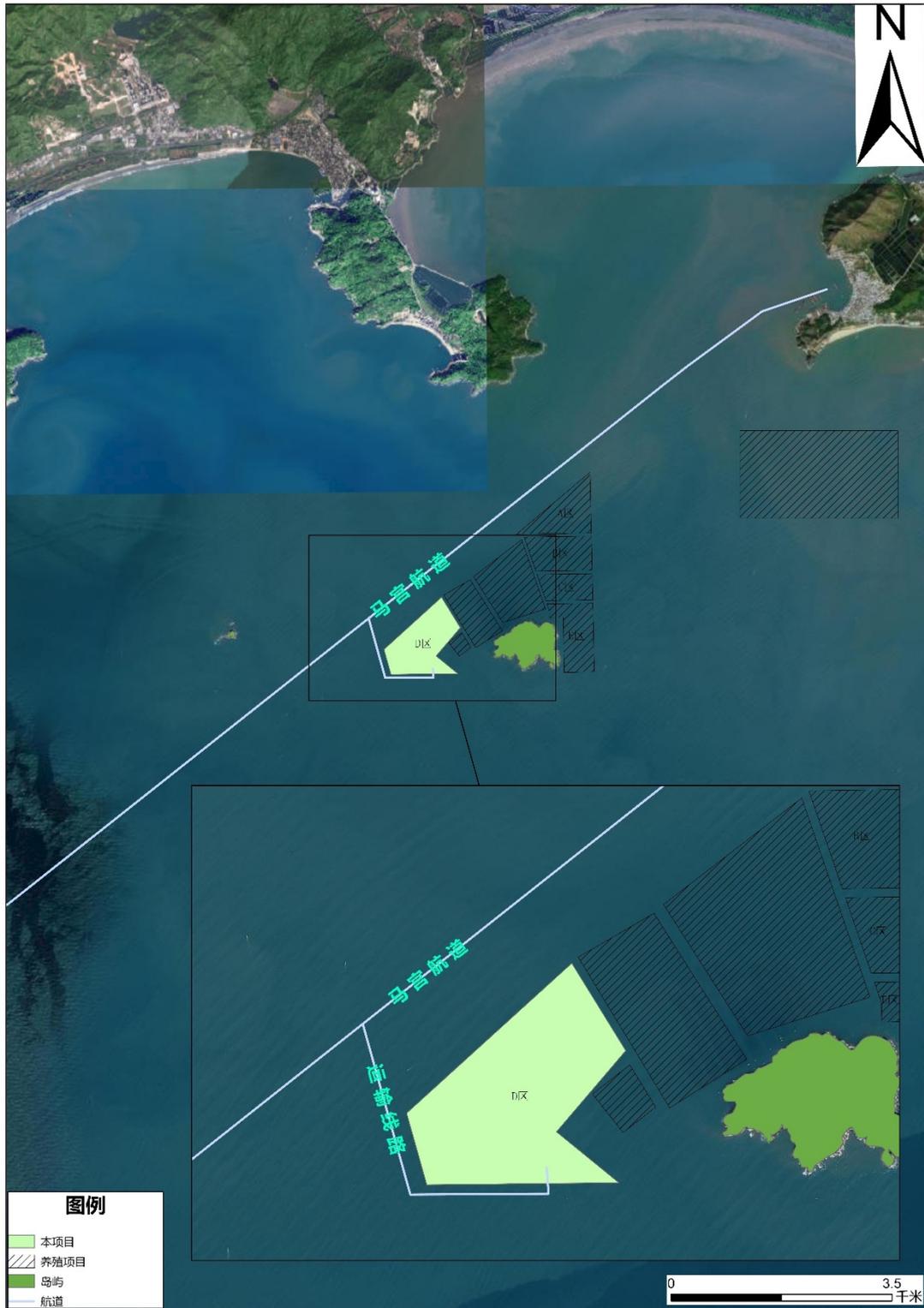


图 3.1-14 运输路线

3.1.8 施工工艺与方法

3.1.8.1 施工条件

1、自然条件

项目所在的江牡岛海域水域开阔，当地气候适宜，无严冬酷暑，适合施工。

2、施工场地

项目水域位于江牡岛西面海域，水流状况稳定，水深条件较好，在 10m 左右，适合深水网箱养殖。

3、施工力量

工程所在区域有长期从事海洋工程建设的施工队伍，其技术力量雄厚，施工技术和设备先进，完全可承担本工程施工任务。

4、材料供应、施工水电条件

重力式网箱由网箱生产单位提供浮架系统、锚泊系统以及网衣和附属件，制作完成后一般选择离投放海域较近的码头岸线，完成框架系统组装，通过施工船舶将网箱拖航至投放海域。

5、交通条件

材料由道路直达保障基地，其对外陆路交通方便快捷。本项目海域开阔，水深优良，另外距离马宫航道较近，可依托现有航道，满足各种施工船舶的水上通行要求。

总之，本工程施工干扰较小，除施工应避开热带气旋、台风、暴雨、风暴潮等灾害天气外，其它各方面施工条件均较好。

3.1.8.2 施工工艺及方案

1、重力式网箱施工工艺

重力式网箱由网箱生产单位提供浮架系统、锚泊系统以及网衣和附属件，制作完成后一般选择离投放海域较近的码头岸线，完成框架系统组装，通过施工船舶将网箱拖航至投放海域。施工步骤如下：

1) 锚位预定。根据现场勘测数据，计算出每个锚位的经纬坐标，用浮标标示出每个锚位的预定位置。

2) 锚泊系统预连接。将作业船开往预先测定锚点的工作位置，在工作船上将锚、卸扣、锚绳、浮球等各部件预先连接完成，且在每个锚的尾部都系有带浮球的锚位校正绳。

3) 抛锚作业：在辅助小艇上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，投下沉子作为第一个网箱锚位点。根据网箱固定锚泊系统的布局及锚位间距，依次重复以上步骤，按顺序投放 12 或 20 个铁锚作为一个网箱的锚位点。依水面上定位浮球位置和一个网箱锚位点位置坐标进行校正，使浮球在纵、横向均排列整齐。最后可

将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

4) 锚位调整。锚位投放完毕后,对锚位进行调整。锚位调整可使用工作船拖曳技术完成,并通过锚泊系统上的浮标来观察锚位是否正确。至此即整个锚泊系统安装完毕,下一步将网箱系于锚泊系统上。

5) 系挂网箱框架。用安装船将网箱框架(框架连接绳可提前连接)拖至固定系统的区域内,用锚绳将网箱框架固定,并收紧绳索。

6) 网衣安装。网衣挂在双浮管的内管,防跳网沿扶手管架设,并在扶手栏杆上绑缚固定;在网衣的底部沿圆周竖纲位置处绑系沉子。

7) 挂网整体调试。网箱框架挂网后,确定网箱外加重力参数,使网箱整体达到最佳稳定状态。

2、平台施工工艺

工作平台由船舶海工制造企业完成施工设计和建造调试工作。

(1) 桩基施工

海上工作平台采用经防腐处理后的透水构筑物钢管桩,根据设计共需要 354 根尺寸 $\Phi 0.82\text{m}$ 的钢管桩和 32 根尺寸为 $\Phi 1.2\text{m}$ 的钢管桩。具体桩基施工如下:

1) 打桩定位

打桩测量:打桩时,用三台经纬仪测量控制,其中两台用于定位,一台用于校核,标高测量用水准仪。

打桩测量程序:

①由打桩主管工程师编制打桩顺序;

②测量工程师根据打桩顺序依次计算每根桩的座标及各个测站的测量控制数据,打桩主管工程师复核测量内业计算成果,主任工程师审核。将有关资料报监理工程师审批;

③将打桩测量控制数据交给负责各测站司测的测量员进行现场测量;

④测量工程师及主管工程师在打桩船上随时对打桩测量过程中出现的问题进行处理。

2) 沉桩

沉桩前,先根据桩位布置图结合沉桩允许偏差,校核各桩;对施工区域原有障碍物进行探明及清理;桩机就位,然后吊机吊起桩体,桩尖就位,对中调直之后启动压桩机使桩入土 1m,然后经布置成垂直方向的两台经纬仪调整桩身垂直度。桩身垂直度 $< 0.5\%$ 桩长;通过夹持机夹紧之后,启动压桩机沉桩。压桩过程中,需仔细记录桩入土深度和压力表读数,以判断桩身质量及压入阻力的变化,施压过程中,应随时注意保持桩

的轴心受压，若有偏移，要及时调整。

(2) 上部排架（在造船厂内）

项目平台上面由橛 145 排排架与纵向梁格组成空间钢结构环形刚架，钢架为建造船厂根据设计单位提供的经船级社审核的退审图进行生产设计以及钢板、设备、材料等物资采购，然后利用船厂的生产设施进行机械化的钢板切割和加工、分段制作完成，接着开展分段涂装工作，整体打砂油漆。最后按照进度要求开展整船分段合拢搭载和机电设备的安装调试，完成后即可交付。并采用平板驳运送至现场进行吊装固定。

3.1.8.3 施工机械设备

本项目主要施工机械设备见表 3.1-8。

表 3.1-8 项目主要施工机械表

| 序号 | 名称 | 型号 | 数量 | 用途 |
|----|---------|----------|-----|----------|
| 1 | 打桩船 | 200t | 1 艘 | 打桩 |
| 2 | 吊船 | 80t | 1 艘 | 吊装 |
| 3 | 起重船 | 100t | 1 艘 | 起重 |
| 4 | 平板驳 | 1000t | 1 | 网箱运输 |
| 5 | 网箱安装船 | / | 4 | 网箱安装 |
| 6 | 机动艇 | 载重 400kg | 2 | 应急、救援、辅助 |
| 7 | GPS 定位仪 | / | 4 | 网箱安装及固定 |

3.1.8.4 施工进度计划

本项目总工期为 24 个月，包括施工前准备、平台设计、平台设备采购、建造及安装、竣工验收等，其中施工建设期约为 1 年。

3.1.9 占用海岸线和海域情况

本项目网箱养殖的海域使用类型均为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式均为开放式用海（一级方式）中的开放式养殖用海（二级方式）；海上工作平台的海域使用类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），海方式为构筑物用海（一级方式）中的其他透水构筑物用海（二级方式）。

项目建设单位申请海域使用面积为 86.5905 公顷，项目不占用海岸线。本项目为开放式养殖用海项目，根据《中华人民共和国海域使用管理法》，“第二十五条 海域使用权最高期限：养殖用海十五年”，申请者提出项目的申请用海期限为 15 年。项目申请宗海位置图见图 3.1-15。项目用海界址点坐标详见表 3.1-9。

汕尾城区江牡岛西D区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目宗海位置图



图 3.1-15 项目宗海位置图

表 3.1-9 项目用海界址点坐标表

| 序号 | 经度 | 纬度 |
|----|----|----|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |

3.1.10 项目建设用海的必要性

3.1.10.1 项目建设的必要性

1、是响应国家海洋强国战略的需要

党的党的二十大报告提出“发展海洋经济，保护海洋生态环境，加快建设海洋强国”的战略部署，将海洋经济发展与生态环境保护置于同等重要的战略位置，强调在推进海洋经济高质量发展过程中必须同步加强生态环境保护。这一重要论述深刻体现了发展与

保护并重的生态文明理念，为新时代海洋事业发展指明了方向。《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017-2025)》明确以生态修复和产业升级为目标，计划建设 500 个示范区，形成“生态优先、陆海统筹”的发展格局。智慧化养殖方面，通过应用深海网箱、水下监测系统等装备，实现精准投喂与环境调控。

我国水产品占居民动物蛋白供给的 1/3，海洋牧场可缓解近海资源衰退压力，保障优质蛋白供应。海洋牧场通过生境修复优化海域生态系统，促进生物多样性恢复。此外海洋牧场的建设还可推动渔业向智能化、休闲化升级，衍生出海洋装备制造、生态旅游等新业态。

海域牧场建设通过“资源养护—生态修复—产业升级”的协同路径，不仅为海洋强国战略提供了资源保障与生态基底，更通过科技创新与产业融合开辟了海洋经济高质量发展新空间。因而，本项目建设是响应国家海洋强国战略的需要。

2、是推动区域经济发展，激活汕尾“蓝色引擎”的需要

汕尾拥有广东第二长海岸线、2.39 万 km² 海域及 881 个岛屿，具有将海洋资源转化为发展优势的潜力。作为广东省现代化海洋牧场先行示范区之一，项目的开发建设直接投资超 2 亿元。在产业升级上，构建“养殖—加工—物流”全产业链，推动传统渔业向高附加值转型，带动冷链物流、精深加工、海洋装备制造等关联产业的提升，形成“养殖装备—运维服务—技术输出”产业闭环。

海洋牧场通过增殖放流等手段，恢复渔业资源并提升海域生产力，为“蓝色粮仓”建设提供支撑。

3、是产业动能转换和渔民增收的需要

项目建设推动渔业从“捕捞为主”向“养殖为主”转型通过海域立体确权，破解传统粗放用海困局，减轻近海捕捞压力，保护渔业资源可持续性。

海洋牧场建设是区域渔民增收的核心驱动力，通过就业扩容、产业升级、政策保障等多元路径实现渔民收入结构优化与生活水平提升。项目建设通过深水网箱与智能装备的引入，实现养殖模式的升级。通过病害预警等技术保障，市场订单的接入，部署渔业大数据平台，实时推送鱼价波动、病害预警、气象风险等信息减少渔民经营性风险。项目的开发建设帮助渔民从捕捞到高附加值养殖，实现传统渔业的转型升级。

海洋牧场为渔民提供养殖管理、设备运维、生态监测等新型岗位，帮助渔民实现岗位扩容与技能提升。通过“拆船转岗”政策，渔民报废渔船可获得补偿金，并可参与海洋牧场运营。

3.1.10.2 项目用海的必要性

海上工作平台主要靠泊小型工作船舶，为项目网箱养殖区提供饲料，养殖收获，建设海上工作平台，对养殖区水上水下视频监控、水质实时测量等提供辅助生产经营、日常管理，同时兼具休闲娱乐和海上研学的综合性平台，海上工作平台采用透水高桩梁板结构，平台需要占用一定的海域，其建设、用海是必要的。

同时，本项目网箱养殖为一种开放式海水养殖项目，且需要水深在一定程度上、水质天然无污染，海水流动性好、自净化能力强的海域中，因此，项目需要占用一定的海域空间。本项目开放式海水养殖符合当前的产业政策和发展方向，项目对汕尾市传统近岸网箱养殖的转型升级具有良好的示范、推广作用，对汕尾市的海洋经济、对海洋生态养殖产业化发展，对汕尾市城市品牌的创建和提升，对汕尾第三产业的发展都具有积极的作用。项目具有良好的社会效益、经济效益和产业集群效益。因此，本项目网箱养殖用海也是必要的。

综上所述，本项目用海是必要的。

3.2 工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响分为施工期和营运期两个阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

3.2.1 施工期工艺过程及产污环节

1、施工工艺

本项目施工期总体分为两大块：网箱安装施工和海上工作平台施工。根据施工进度计划，各大块总体的施工流程可按如下顺序开展：

网箱安装施工：安放准备工作→抗风浪深水网箱运输→深水网箱投放→竣工验收。

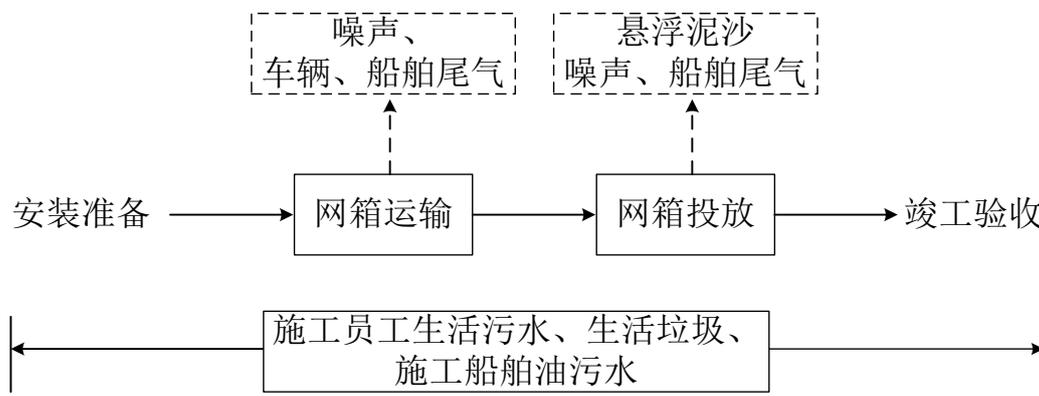


图 3.2-1 网箱施工期工艺流程图

海上工作平台施工：施工准备→桩基施工→构件安装→现浇面层砼施工→上部设施安装。

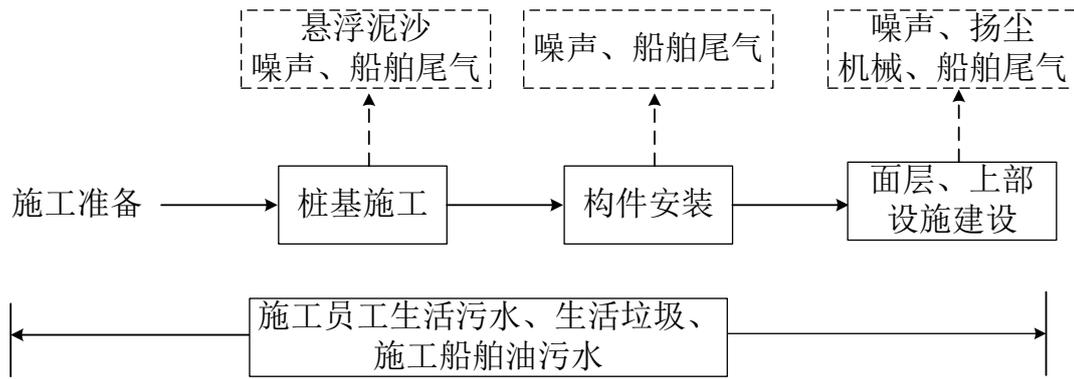


图 3.2-2 海上平台施工期工艺流程图

2、产污环节

施工过程中产生的污染因子主要为网箱锚泊构件投放、海上工作平台打桩过程将产生少量悬浮沙，施工人员产生的生活污水和生活垃圾，施工船舶含油废水和尾气，海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放等产生的扬尘以及施工设备产生的施工噪声和废弃建筑垃圾等。施工期主要污染影响因子识别见表 3.2-1。

表 3.2-1 施工期主要污染影响因子识别表

| 环境要素 | 主要污染源 | 主要环境影响因子 | 影响性质、程度 |
|------|-----------------------------------|---|----------|
| 水质 | 网箱锚泊构建投放、海上工作平台打桩 | SS | 暂时 轻微 |
| | 船舶油污水 | 石油类 | |
| | 生活污水 | BOD ₅ 、COD、SS、NH ₃ -N 等 | |
| 废气 | 施工船舶和运输车辆、施工机械废气 | NO _x 、SO ₂ 等和烟尘 | |
| | 海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输过程中产生的少量扬尘 | 扬尘 | |
| 噪声 | 施工船舶、施工设备产生的噪声 | 噪声 | |
| 固体废物 | 海上工作平面上部结构施工产生的少量建筑垃圾、船舶生活垃圾、作业废料 | 生活垃圾、废弃边角料、建筑垃圾 | |

3.2.2 运营期工艺过程及产污环节

1、施工工艺

项目运营期主要养殖前准备、鱼苗运输、网箱投放饲料、养殖设施维护、收成运输等过程。

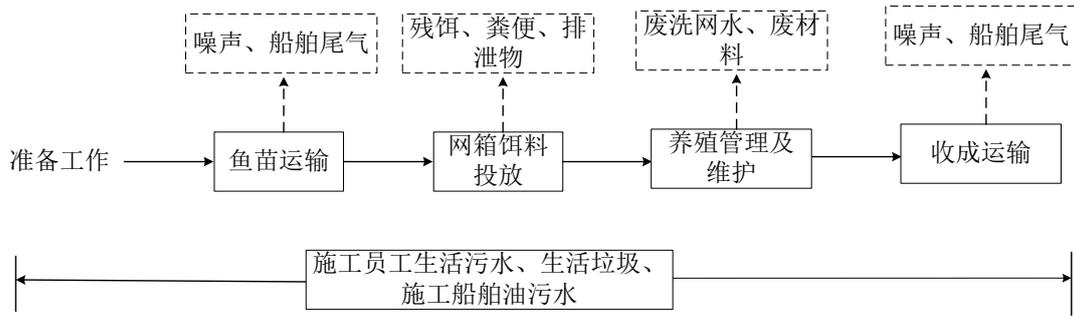


图 3.2-3 运营期工艺流程图

2、产污环节

项目运营期对环境的影响主要为网箱养殖投放的多余饵料、网衣清洗废水以及鱼类排泄物、网衣更换对海洋环境和生态的影响，以及养殖运输船舶和海上工作人员的日常管理活动和养殖活动产生的少量废气、废水、噪声、废弃养殖材料等。运营期主要污染影响因子识别见表 3.2-2。

表 3.2-2 运营期主要污染影响因子识别表

| 环境要素 | 主要污染源 | 主要环境影响因子 | 影响性质、程度 |
|------|--------------------|---|---------|
| 水质 | 网箱养殖残留饵料、养殖生物代谢排泄物 | 有机物 COD、氮、磷等 | 长期轻微 |
| | 船舶油污水 | 石油类 | |
| | 网衣更换 | SS | |
| | 网衣清洗废水 | SS、COD、BOD ₅ 等 | |
| | 海上工作人员、垂钓人员生活污水 | BOD ₅ 、COD、SS、NH ₃ -N 等 | |
| 废气 | 运输船舶废气 | NO _x 、SO ₂ 等 | |
| 噪声 | 运输船舶行驶噪声 | 噪声 | |
| 固体废物 | 船舶生活垃圾、废弃养殖材料 | 生活垃圾、废弃养殖材料 | |
| | 网衣清洗 | 附着物 | |
| | 养殖过程 | 死鱼 | |

3.3 污染源源强核算

3.3.1 施工期污染源强核算

3.3.1.1 水环境污染源强核算

1、施工船舶含油污水

船舶含油污水主要来自施工船舶产生的机舱油污水，项目施工期拟投入多种类型船舶，包括打桩船、吊船、起重船、平板驳、网箱安装船等，除平板驳超过 500t 外，其他

均以小型作业船为主。根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018), 载重 500t 以下的船舶舱底油污水产生量按 $0.14\text{m}^3/\text{d}$ 艘计, 载重 500~1000t 之间的船舶舱底油污水产生量按 $0.27\text{m}^3/\text{d}$ 艘计。项目平台建造、调试以及海上安装时间约为 12 个月, 其中打桩时间为 3 个月, 因此, 打桩船施工时间按照 3 个月考虑, 其他船舶作业时间按照 12 个月考虑, 据此计算单日作业船舶产生的含油污水量为 $1.53\text{t}/\text{d}$, 整个施工期各类船舶产生的含油污水总量为 513t。处理前油污水含油浓度约按 $2000\text{mg}/\text{L}$ 计算, 则船舶含油污水中石油类产生量为 $3.06\text{kg}/\text{d}$, 合计 1026kg。

表 3.3-1 施工期船舶油污水产生情况一览表

| 施工船舶 | 吨位 (t) | 数量 (艘) | t/d·艘 | 每天产生量 (t/d) | 总产生量 (t) |
|-----------|--------|--------|-------|-------------|----------|
| 打桩船 | 200 | 1 | 0.14 | 0.14 | 12.6 |
| 80t 吊船 | 80 | 1 | 0.14 | 0.14 | 50.4 |
| 100t 起重船 | 100 | 1 | 0.14 | 0.14 | 50.4 |
| 1000t 平板驳 | 1000 | 1 | 0.27 | 0.27 | 97.2 |
| 网箱安装船 | 小于 100 | 4 | 0.14 | 0.56 | 201.6 |
| 机动艇 | 小于 100 | 2 | 0.14 | 0.28 | 100.8 |
| 合计 | | | | 1.53 | 1026 |

依据《防治船舶污染海洋环境管理条例》(国务院令 第 561 号)及《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)中的相关要求, 禁止船舶向沿海海域排放油类污染物, 本项目船舶含油污水拟经船舶含油污水收集舱收集, 船舶靠岸后, 交有能力处理单位处理, 项目含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。

2、生活污水

生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水。本工程水上施工人员约为 50 人, 根据《用水定额 第 3 部分: 生活》(DB44/T1461.3-2021), 施工人员用水量按每人每天 150L 计, 排污系数按 90%计, 则施工人员生活污水产生量约 $6.75\text{m}^3/\text{d}$ 。根据《排水工程》(下册)中典型生活污水中常浓度水质进行估算, 污水中主要污染因子 COD 特征浓度为 $250\text{mg}/\text{L}$, BOD_5 特征浓度为 $150\text{mg}/\text{L}$, SS 特征浓度为 $220\text{mg}/\text{L}$, 氨氮特征浓度为 $40\text{mg}/\text{L}$, 动植物油特征浓度为 $30\text{mg}/\text{L}$ 。则施工期生活污水污染物产生量见下表:

表 3.3-2 生活污水污染物产生量一览表

| 污水量 | 项目内容 | COD | BOD_5 | SS | 氨氮 | 动植物油 |
|---------------------------|-------------|--------|----------------|-------|------|--------|
| $6.75\text{m}^3/\text{d}$ | 产生浓度 (mg/L) | 250 | 150 | 220 | 40 | 30 |
| | 产生量 (kg/d) | 1.6875 | 1.0125 | 1.485 | 0.27 | 0.2025 |

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后,经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理,对附近海域水环境的影响不大。

3、施工悬浮泥沙

(1) 海上工作平台桩基施工悬浮物

本项目海上工作平台由樁 145 排排架与纵向梁格组成空间钢结构环形钢架体系,下部采用桩基础形式,其中平台采用 354 根 $\Phi 820\text{mm}$ 钢管桩和 32 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩。桩基施工过程中会扰动局部水域,产生一定量的悬浮泥沙,悬浮沙影响主要发生在沉桩过程中,沉桩时振动锤击打桩身会对作业点周边表层沉积物造成冲击扰动,造成悬浮泥沙浓度增大。该过程中产生的悬浮泥沙可采用下式进行计算:

$$M=0.25\times\pi\times d^2\times h\times p\times n$$

式中: M ——施工时产生的泥沙量;

d ——钢管桩直径;

h ——入泥深度,根据工作平台断面图,桩底标高为-30,平台区水深约为 10.6m,则平均入泥深度约为 19.4m;

P ——覆盖层泥沙干密度,按照公式 $1750D_{50}^{0.183}$ 计算, D_{50} 为泥沙中值粒径(该海域河床质沙粒相对较细,中值粒径在 0.0091~0.1514mm 之间,平均值为 0.08mm),由此估算覆盖层泥沙干密度为 1103kg/m^3 ;

n ——泄漏量,单桩泄漏量进入水体环境的泄漏量按照坭工量的 5%估算。

表 3.3-3 钢管桩振沉引起的悬浮泥沙源强

| 工程内容 | 桩基类型 | 直径(m) | 平均泥下深度(m) | 覆盖层泥沙干密度(kg/m^3) | 单桩产生量(kg) | 单桩作业时间(s) | 单桩振沉悬浮物源强(kg/s) |
|------|------|-------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| 平台外桩 | 钢管桩 | 1.2 | 19.4 | 1103 | 1210.04 | 1900 | 0.6369 |
| 其他桩基 | 钢管桩 | 0.82 | 19.4 | 1103 | 565.02 | 1800 | 0.3139 |

(2) 网箱固定产生的悬浮泥沙

本项目网箱安装固定系统铁锚或水泥锚块施工过程中会产生悬浮泥沙。由于工程所处海域水深较大,抛锚时锚锭主要与底质表层接触,故施工过程中对泥沙扰动较小,悬浮泥沙主要在底部扩散,因此,产生的悬浮泥沙浓度较小。

目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究,根据其作业方式与抛石施工接近,因此,借鉴抛石过程的源强进行悬浮泥沙扩散的预测。锚锭投放产生的水体悬浮物包括两部分,一部分为锚锭自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物,一部分为投放锚锭时扰动底床产生的悬浮物。

本项目共设置周长 90m 圆形网箱 32 个，每个网箱采用 12 个铁锚固定；周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，每个网箱采用 20 个水泥锚块固定。因此本项目抛掷的锚固本身无携带泥土，主要为锚固触底后投放产生的悬浮泥沙。投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量很小，按照投放量的 0.5% 计算，锚锭规格约为 $4.2\text{m}^3/\text{个}$ ，则每个锚块投放过程中悬浮泥沙产生量为 0.021m^3 。每个锚块投放时间约为 5min，悬浮泥沙干容重 $1103\text{kg}/\text{m}^3$ ，则锚锭投放产生的悬浮泥沙瞬时源强为 $0.0772\text{kg}/\text{s}$ 。

3.3.1.2 大气环境污染源强核算

1、燃油尾气

本项目施工、运输、日常维护等船舶均以柴油作为动力燃料，行驶会产生少量的船舶尾气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘，均为无组织排放。由于项目所在海域宽阔，施工船舶尾气容易扩散，故基本不会对周围环境产生明显影响。同时，建议建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

2、扬尘

海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘。因施工活动的性质、范围以及天气情况的不同，扬尘产生量有较大差别。扬尘浓度随距离变化情况见表 3.3-4。

表 3.3-4 扬尘浓度随距离变化情况一览表

| 与扬尘点的距离 (m) | 25 | 50 | 100 | 200 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 浓度范围 (mg/m^3) | 0.37~1.10 | 0.31~0.98 | 0.21~0.76 | 0.18~0.27 |
| 平均浓度 (mg/m^3) | 0.74 | 0.64 | 0.48 | 0.22 |

3.3.1.3 噪声污染源强

施工期噪声主要来自各类施工船舶所携带的施工机械产生的噪声，其中水上噪声最大值为 $85\text{dB}(\text{A})$ ，水下桩机船打桩作业时产生的噪声可达 $213\text{dB}(\text{A})$ 。不同的施工船舶携带的施工机械产生的噪声声压级见表 3.3-5。

表 3.3-5 施工船舶 5m 处声级值

| 序号 | 施工船舶 | 距离 (m) | 噪声级 ($\text{dB}(\text{A})$) | 备注 |
|----|--------|--------|-------------------------------|---------|
| 1 | 打桩船 | 5 | 199~213 | 为水下打桩噪声 |
| 2 | 80t 吊船 | 5 | 80 | |

| | | | | |
|---|-----------|---|----|--|
| 3 | 100t 起重船 | 5 | 80 | |
| 4 | 1000t 平板驳 | 5 | 85 | |
| 5 | 网箱安装船 | 5 | 80 | |
| 6 | 机动艇 | 5 | 80 | |

3.3.1.4 固体废物

1、生活垃圾

施工期固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，施工船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本项目拟定水上施工人员约为 50 人，则施工船舶工作人员每天产生约 75kg 的生活垃圾。船舶生活垃圾应全部回收，待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，不得随意堆放和倾倒海洋，以免造成环境卫生问题。

2、建筑垃圾

海上工作平台上部结构施工过程中会产生少量建筑垃圾，如建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等，均应全部回收，上岸后综合利用；另一部分建筑碎片、碎砖头、废水泥、石子、泥土等少量废弃建筑材料应全部回收，上岸后运至政府部门指定的位置处置或综合利用。

网箱设施施工过程中产生少量的废弃绳索、浮漂等废弃聚乙烯材料，均应全部回收，上岸后可交由回收公司回收利用或交由环卫部门处置。

3.3.1.5 施工期主要污染物汇总

项目施工期主要环境污染物的产生及排放情况见表 3.3-6。

表 3.3-6 施工期污染物产排一览表

| 类别 | 污染物种类 | 主要污染因子 | 产污环节 | 污染物源强 | 处理方式/排放去向 |
|----|-------|----------------------------------|------------|---|--------------------|
| 废水 | 含油污水 | 石油类 | 施工船舶 | 污水量：1.53m ³ /d 石油类：3.06kg/d | 委托有能力接收单位处理 |
| | 生活污水 | COD、BOD ₅ 、SS、氨氮、动植物油 | 施工人员 | 6.75m ³ /d | 收集暂存，上岸后交由污水处理单位处置 |
| | 悬浮泥沙 | SS | 平台外桩打桩 | 0.6369kg/s | 加强施工管理，间断自然排海 |
| | | | 其他桩基打桩 | 0.3139kg/s | |
| | SS | 铁锚、水泥锚施工 | 0.0772kg/s | 文明施工，自然排海沉降 | |

| 类别 | 污染物种类 | 主要污染因子 | 产污环节 | 污染物源强 | 处理方式/排放去向 |
|------|--------|---------------------------------------|------------|-------------|------------------------------|
| 废气 | 燃油尾气 | SO ₂ 、NO _x 和 烟尘 | 施工船舶、施工机械 | 少量 | 无组织排放；加强船舶管理，选用符合国家标准 的燃油 |
| | 扬尘 | 颗粒物 | 工作平台上部结构施工 | 少量 | 洒水降尘、无组织排放 |
| 噪声 | 施工船舶噪声 | 等效声级 | 施工船舶 | 80~213dB(A) | 间断排放；合理安排施工时间 |
| 固体废物 | 生活垃圾 | 生活垃圾 | 施工人员 | 75kg/d | 全部回收，上岸后交由环卫部门处置 |
| | 建筑垃圾 | 建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等 | 施工过程 | 少量 | 全部回收，上岸后综合利用 |
| | | 建筑碎片、碎砖头、废水泥、石子、泥土等 | | | 全部回收，上岸后运至政府部门指定的位置处置或综合利用 |
| | 施工废弃物 | 废弃绳索、浮漂等废弃聚乙烯材料 | 养殖设施安装过程 | 少量 | 全部回收，上岸后可交由回收公司回收利用或交由环卫部门处置 |

3.3.2 运营期污染源强核算

3.3.2.1 水环境污染源强核算

1、养殖污染物

项目网箱养殖设施在运营期如管理不当，将有可能对环境造成不利影响。主要的影响是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，会局部增加水域污染物浓度，对海水水质造成一定的影响，主要产生的污染物为总氮、总磷、COD、悬浮物。

(1) 悬浮物

人工饲料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工饲料应营养齐全，在水中稳定性好。由于局部投饵的结果，网箱内营养物质的含量明显高于网箱外，然而所投的营养物质并不能被鱼类完全消化吸收，从而对水体造成局部乃至大面积影响。根据《网箱养殖对水环境的影响及解决办法》（陈苏维，朱文东 安康学院，陕西安康 725000），在所投喂的 100%饲料中，有 13~15%的饲料直接散失于水体中，85~87%的饲料被鱼摄食。在摄食的饲料中，有 25~35%饲料被鱼体用于增加体重；41.6~48%的饲料被鱼体用于维持生命，其排泄物以氮的形式进入水体；10.4~12%的饲料未被鱼类消化吸收，以鱼粪的形式进入水体。

根据《汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场项目工程可行性研究报告》（大洲设计咨询集团有限公司，2025 年 8 月），项目达产后，可年产海鲷鱼、鮨鱼、石斑鱼等 2441.36t，养殖的海鲷鱼、鮨鱼的系数为 1.8，石斑鱼的饲料系数为 2，按照最不利饲料投放量考虑，饲料系数取 2，则饲料最大投放量为 4882.72t。以此计算项目养殖污染物中的悬浮物源强，详见表 3.3-7。

表 3.3-7 项目网箱养殖污染物中悬浮物的产排情况一览表

| | |
|----------------|-----------|
| 饲料用量 (t/a) | 4882.72 |
| 饵料直接散失率 (%) | 15% |
| 鱼类摄食率 (%) | 85% |
| 鱼粪量入水率 (%) | 12% |
| 饵料日散失量 (t/a) | 732.408 |
| 进入水体的鱼粪量 (t/a) | 498.0374 |
| 源强合计 (t/a) | 1230.4454 |
| 每天摄食时长 (h) | 2 |
| 源强 (g/s) | 468.2060 |

(2) 总氮、总磷、COD

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大，所排泄和产生的营养物质越多。这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物多量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低。本项目网箱养殖主要适养鱼种包括海鲷鱼、鮨鱼、石斑鱼类，根据《汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场项目工程可行性研究报告》（大洲设计咨询集团有限公司，2025 年 8 月），项目达产后，可年产海鲷鱼、鮨鱼、石斑鱼等 2441.36t。

海水养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD 等，参照《第二次全国污染源普查产排污系数手册（农业源）》，（生态环境部第二次全国污染源普查工作办公室，2020 年），按照最不利考虑，本项目海鲷鱼、鮨鱼、石斑鱼产污系数参照军曹鱼海水网箱养殖业排污系数，详见表 3.3-8。据此计算得出本项目运营期网箱养殖污染物排放情况见表 3.3-9。

表 3.3-8 海水养殖网箱养殖业排污系数 单位: g/kg

| 省份 | 养殖水体 | 养殖模式 | 鱼类 | 总氮 | 总磷 | 氨氮 | COD |
|----|------|------|-----|-------|------|------|------|
| 广东 | 海水养殖 | 网箱养殖 | 军曹鱼 | 32.06 | 2.73 | 0.10 | 1.86 |
| 广东 | 海水养殖 | 网箱养殖 | 石斑鱼 | 17.59 | 1.43 | 0.04 | 0.46 |

表 3.3-9 运营期深水养殖排污污染物排放量核算表

| 水产品产量 (t/a) | 项目内容 | COD | 氨氮 | 总氮 | 总磷 |
|-------------|-------------|--------|--------|---------|--------|
| 2441.36 | 排污系数 (kg/t) | 1.86 | 0.1 | 32.06 | 2.73 |
| | 排污量 (t/a) | 4.5409 | 0.2441 | 78.2700 | 6.6649 |
| | 产生速率 (g/s) | 0.1440 | 0.0077 | 2.4819 | 0.2113 |

根据本项目养殖污染的特点并结合海水水质标准的水质指标,选择悬浮物、COD、总氮、总磷作为水环境影响预测评价因子。根据上述计算,本项目 32 个圆型网箱和 6 个方型网箱养殖区悬浮物的总排放速率为 468.2060g/s, COD 的总排放速率为 0.1440g/s, 总磷总排放速率为 0.2113g/s, 总氮总排放速率为 2.4819g/s, 根据项目建设内容,项目圆型网箱的周长为 90m, 方型网箱的周长为 160m, 养殖网箱深度相同, 因此, 单个方型网箱的养殖量是圆型网箱的 2.48 倍, 因此单个方型网箱污染物的排放量约为单个圆型网箱污染物排放量的 2.48 倍。由此可知, 单个圆型网箱悬浮物的排放速率为 9.9873g/s, COD 的排放速率为 0.0031g/s, 总磷排放速率为 0.0045g/s, 总氮排放速率为 0.0529g/s; 单个方型网箱悬浮物的排放速率为 24.7686g/s, COD 的排放速率为 0.0076g/s, 总磷排放速率为 0.0112g/s, 总氮排放速率为 0.1313g/s。

考虑到《第二次全国污染源普查产排污系数手册(农业源)》中计算出来的 COD 为 COD_{Cr} , 而海水水质预测因子采用 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐, 因此, 需将 COD_{Cr} 、总氮、总磷换算成 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐计算, COD_{Cr} 换算参考国家“七五”科技攻关产业园“珠江三角洲河网典型区域水环境容量开发利用研究及推广”、国家“十五”科技攻关产业园“流域水污染物总量控制技术与示范研究”等研究成果, $COD_{Mn}=0.4COD_{Cr}$ 。总氮、总磷换算参考《珠海市养殖水域滩涂规划(2022-2030 年)环境影响报告书》, 无机氮占总氮的比例为 60%, 即无机氮=0.6×总氮; 总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 0.8, 即活性磷酸盐=0.8×总磷。参考珠海重点海域入海通量评估报告入海河涌和入海排污口调查结果看, 无机氮/总氮的浓度均值比 74%~77%; 有关海域调查结果总磷/活性磷酸盐约为 1.5。取上述研究成果换算结果按保守计算, 即无机氮: 总氮

=0.77: 1; 总磷: 活性磷酸盐=1: 0.8。转换后的养殖污染物排放量如下表:

表 3.3-10 单个养殖设施悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、COD_{Mn} 排放源强

| 项目内容 | 悬浮物 | COD _{Mn} | 无机氮 | 活性磷酸盐 |
|------------------|---------|-------------------|--------|--------|
| 单个圆型网箱排放源强 (g/s) | 9.9873 | 0.0012 | 0.0408 | 0.0036 |
| 单个方型网箱排放源强 (g/s) | 24.7686 | 0.0030 | 0.1011 | 0.0089 |

2、网衣清洗

在网箱养殖中,网衣的清洗和更换是非常重要的工作。在海水中浸泡了一定时间的网箱系统,会或多或少地附着藤壶、牡蛎等贝类和各种藻类,这在一定程度上阻碍了水流的畅通和水体的交换,从而影响了养殖鱼类的生长和加重了网箱系统的下沉力。因此,在日常管理工作中,要根据网衣上附着生物量及养殖鱼类情况进行换网和清洗,一般 3 个月~6 个月换一次网。

(1) 换网悬浮物

项目换网时先把旧网囊拉至水深 2m~3m 处,把新网囊套在旧网囊外面,挂在网箱框架上,然后把旧网囊解开,慢慢驱赶鱼群进入新网囊,最后把旧网囊卸下。换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。本项目更换过程中可能会使附着在网囊上的附着物掉落,造成海水悬浮物增大,但是该过程缓慢,附着物附着相对牢固,附着物掉落量很少,且具有短暂性,对海水浊度影响很小。

(2) 换网清洗废水

项目定期换下的网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港,太阳暴晒后再进行清洗。

清洗网衣时首先将其清空,卸下配重沉子和网囊分别进行清洗,对网衣平铺晒干,然后用橡胶锤敲打网衣上的附着物,附着物经清扫收集后交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置。然后采用高压水枪直接冲洗,项目共设置 38 个网箱,每个网衣按照每 3 个月更换一次,根据建设单位提供资料,每个网衣清洗用水量约为 1.5m³/次,则清洗用水量约为 228m³,产物系数取 90%,则清洗废水产生量约为 205.2m³/a。马宫渔港位于汕尾市区西区污水处理厂范围,本项目一次清洗废水产生量不大,且清洗废水主要是冲洗网衣上的附着物,它们来自海洋,污染物浓度较低,水质简单,其水质可达到广东省地方标《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段三级标准及汕尾市西区污水处理厂设计进水水质的较严者的要求,可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池,接入市政污水管网,输送至汕尾市区西区污水处理厂处理,不排入海域,不会对海水水质产生不利影响,同时也不会对污水处理厂造成较大冲击。

3、工作人员及垂钓人员生活污水

本项目拟定工作人员共计 15 人，根据《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44/T1461.3-2021)，工作人员用水量按每人每天 150L 计，排污系数按 90%计，则工作人员生活污水产生量约 2.025m³/d；项目工作平台共设置 16 个垂钓点，垂钓人员当天来回，不涉及平台过夜，垂钓人员按照每个垂钓点 1 人考虑，共 16 人。垂钓人员生活用水量参照《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44/T1461.3-2021) 中国国家行政机构办公楼无食堂和浴室用水定额的先进值 (10m³/a·人) 考虑，则垂钓人员生活用水量为 160m³/a，生活用水排污系数按 90%计，则垂钓人员生活污水产生量约为 144m³/a。

工作人员集垂钓人员的生活污水中主要污染物因子为 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮等，均由船舶自备的临时污水储存柜收集，在马宫渔港码头上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，不会对项目所在海域的水环境造成影响。

4、船舶含油污水

营运期船舶污水主要为船舶舱底含油污水。本项目运营期共配备有 36m 辅助渔船 2 艘、快艇 2 艘，按每天最大船舶使用量 4 艘考虑，根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，载重 500t 以下的船舶舱底油污水产生量按 0.14m³/d·艘计，项目营运期含油污水产生量为 0.56m³/d，处理前船舶舱底油污水含油浓度约按 2000mg/L 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 1.12kg/d。

舱底含油污水应严格按照《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。本项目营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，交有能力处理单位处理，对海洋环境基本无影响。应在作业前明确指定所委托的船舶含油污染物接收单位。

3.3.2.2 大气环境污染源强核算

营运期主要为渔船、快艇行驶过程排放的少量船舶尾气，主要污染物为 NO_x、SO₂ 和烟尘等，呈无组织排放。由于项目所在海域宽阔，船舶尾气容易扩散，基本不会对周围环境产生明显影响。同时，建议建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

3.3.2.3 噪声污染源强

项目运营过程中，噪声污染源主要来源于渔船、快艇行驶产生的噪声，噪声源约 85dB(A)。

3.3.2.4 固体废物

1、生活垃圾

本项目日常管理工作人员为 15 人，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，生活垃圾产生量约为 22.5kg/d，生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，不可随意堆放和倾倒，不会对周边环境造成影响。

2、废弃管铁绳线边角料、废弃网衣

项目运营期间换网、网箱维护产生的废弃管铁、绳线边角料、废弃网衣，经初步估算，产生量约为 3.5t/a，经收集后交由相关单位收购处理。

3、网衣清洗附着物

项目更换下的网衣拉到马宫渔港进行曝晒清除附着物，类比国内相关网箱附着物调查结果，网衣上附着物的重量一般在 100~500g/m²，本环评取中间值 300g/m² 作为附着物重量。本项目网箱距离海底距离≥1.5m，据此估算网衣的面积约为 62877m²，则附着物产生量约为 62877×300/1000000=18.863，这些附着物主要是藤壶、藻类、贝类等，全部收集，交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置。

4、死鱼

网箱养殖不可能完全杜绝不发生死鱼现象，网箱内一旦出现死鱼，要立刻查找原因，及时打捞死鱼，严禁死鱼外溢出网箱，对环境造成污染。养殖过程死亡的养殖鱼类应按照农业农村部渔业渔政管理局发布的《关于印发<水产养殖动物疫病防控指南（试行）>的通知》（农渔养函（2022）116 号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T7015-2022）等相关要求，及时进行无害化处理。严禁海抛、食用、做养鱼饲料。

表 3.3-11 运营期污染物产排一览表

| 类别 | 污染物种类 | | 主要污染因子 | 产污环节 | 污染物源强 | 处理方式/排放去向 |
|----|-------|--------|------------------------|-------------|---|---|
| 废水 | 养殖污染物 | 网箱养殖 | COD、氨氮、总氮、总磷 | 残料、鱼类粪便、排泄物 | COD: 4.5409t/a; 氨氮: 0.2441t/a; 总氮: 78.2700t/a; 总磷: 6.6649t/a; 悬浮物: 1230.4454t/a | 严格控制养殖密度、合理安排养殖规模，加强养殖日常管理，自然排海，对海洋环境影响不大 |
| | | 网衣清洗废水 | SS、COD _{Cr} | 洗网箱 | 205.2m ³ /a | 与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，通过市政污水管道进入汕尾市区西区污水处理厂处理 |
| | | 生活污水 | COD、BOD ₅ 、 | 管理人员 | 2.025m ³ /d | 收集暂存上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污 |

| | | | | | |
|------|-----------------|--------------------------------------|------|---|--------------------------------|
| | | SS、氨氮、动植物油 | | | 水处理厂处理 |
| | | COD、BOD ₅ 、SS、氨氮 | 垂钓人员 | 144m ³ /a | |
| | 含油污水 | 石油类 | 船舶 | 污水量：0.56m ³ /d 石油类：1.12kg/d | 交有能力处理单位处理 |
| 废气 | 船舶燃油尾气 | SO ₂ 、NO _x 、烟尘 | 船舶行驶 | 少量 | 无组织排放；加强船舶管理，选用符合国家标准燃油 |
| 噪声 | 施工船舶噪声 | 等效声级 | 船舶行驶 | 85dB(A) | 选用低噪声的设备，控制鸣笛 |
| 固体废物 | 生活垃圾 | 生活垃圾 | 管理人员 | 22.5kg/d | 运至陆上后交由环卫部门处置 |
| | 废弃管铁、绳线边角料、废弃网衣 | | 运营维护 | 3.5t/a | 全部回收，上岸后交由相关回收单位回收综合利用 |
| | 附着物 | | 网衣清洗 | 18.863t/a | 全部收集，交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置 |
| | 死鱼 | 死鱼 | 养殖 | 少量 | 按规范要求无害化处理 |

3.4 工程阶段环境影响分析

3.4.1 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响分析

网箱养殖布置和日常养殖活动，将会对海流造成一定程度的阻碍，引起养殖区内海域水动力条件的改变，对工程附近海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境可能产生一定的影响。由于网箱养殖为透空式结构，水流可以自由通过，固定铁锚及锚泊系统根部直径都较小，因此对水动力和地形地貌环境的影响很小。

项目海上工作平台为高桩梁板结构，管桩采用钢管桩。项目水工建筑物桩柱导致水流绕流，在背流面产生多涡旋的紊乱复杂局部流场，根据相关研究结果，圆柱桩群对泥沙冲淤的影响与桩直径、间距、迎水角度、水深、流速、涨落潮动力强弱差别等因素均有关系。一般而言，桩群迎流面易出现冲刷而背流面易出现淤积。由于本项目海上工作平台的的桩基数量有限，且占用海床底土面积较小，对附近海域水动力环境和冲淤环境影响不大。

3.4.2 对海洋生态环境的影响分析

在项目建设中，网箱养殖设施固定系统施工、海上工作平台桩基施工，桩基、铁锚占用海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，导致底栖生物的数量和种类减少。

营运期，网箱养殖过程中残余饵料、排泄分泌物等可能造成海域 COD、氮、磷的

含量增加，可能引发富营养化，对浮游生物产生一定的影响。养殖污染物沉积于养殖区内海底中，对底质环境造成改变，从而影响底栖生物的生存与分布。此外，网箱养殖需要投放大量的鱼苗，会改变局部海域原有的生物群落，从而影响生物的多样性，养殖鱼类的逃逸对周边海洋生态的影响和可能造成基因污染等。

3.4.3 项目建设对通航环境的影响分析

项目养殖区距离马宫航道较近，项目施工及营运期利用马宫航道往来养殖区的工作船舶数量增多，增加马宫航道周边海域的通航密度，对马宫航道往来船只的海上通航安全会造成一定程度的影响。

3.5 与相关规划和政策的相符性分析

3.5.1 产业政策相符性分析

本项目建设内容为在海域进行开放式深水网箱养殖活动，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类“一、农林牧渔业 14. 现代畜牧业及水产生态健康养殖：畜禽标准化规模养殖技术开发与应用，农牧渔产品绿色生产技术开发与应用，畜禽养殖废弃物处理和资源化利用（畜禽粪污肥料化、能源化、基料化和垫料化利用，病死畜禽无害化处理），远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程、绿色环保功能性渔具示范与应用，新能源渔船，淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场”中的海洋牧场。

本项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》限值准入和禁止类项目，为允许准入类项目。

综上，本项目符合相关产业政策要求。

3.5.2 相关规划、环保法规符合性分析

3.5.2.1 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性分析

2011 年 7 月国务院批复的《广东海洋经济综合试验区发展规划》（国函〔2011〕81 号）要求，“加快海洋牧场建设”，“加强海洋生物多样性和重要海洋生态环境保护，开展人工鱼礁建设”，“依托丰富的岸线、人文、海洋文化等资源优势，推进旅游业信息化，提高旅游业发展水平。着力打造高端旅游业，建成国际高端滨海旅游目的地”。重点建设“红海湾等一批海洋综合旅游区，继续推进广东省国民旅游休闲计划滨海旅游示范景区建设。创建以休闲度假、会议商务等为主要特色的滨海旅游产品”。

本项目为现代海洋牧场项目，对当地的旅游业具有一定的促进作用，有利于促进海

洋经济综合发展试验区试点建设，项目建设符合《广东海洋经济综合试验区发展规划》的要求。

3.5.2.2 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》相符性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》第四章第三节提出“打造现代海洋渔业产业集群。高质量建设“粤海粮仓”，布局珠三角沿海和粤东粤西两翼深水网箱产业集聚区、海洋牧场示范区建设，加快形成产值超千亿元的海洋渔业产业集群。聚焦种业“卡脖子”关键问题，实施“粤种强芯”工程，实现建设水产种业强省目标。持续推进深水网箱养殖，以抗风浪网箱养殖为纽带形成深水网箱制造、安置、苗种繁育、大规格鱼种培育、成鱼养殖、饲料营养、设施配套等环节的产业链条，实现规模化、集约化、产业化经营。支持建设一批深水网箱养殖基地、现代化海洋牧场、水产特色养殖示范基地、休闲渔业示范基地等，重点建设海洋牧场 14 个。加快饶平、徐闻等 17 个渔港经济区建设，完善渔港配套设施。规范有序发展远洋渔业，统筹远洋捕捞作业区开发与海外综合性基地建设，加快深圳国家远洋渔业基地（国际金枪鱼交易中心）项目建设。培育若干渔业龙头企业和一批渔业产品知名品牌，大力发展海产品精深加工，延伸海洋渔业产业链条，提高海产品附加值。完善水产品冷链物流体系，提升专业水产品检验检疫水平。”

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括网箱开放式养殖和海上工作平台的建设，属于“支持建设一批深水网箱养殖基地、现代化海洋牧场、水产特色养殖示范基地、休闲渔业示范基地等”。

因此，本项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的规划要求。

3.5.2.3 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性

2017 年 10 月，广东省人民政府以粤府〔2017〕119 号印发《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》，规划指出，推进科学养殖，构建以品种为单位，涵盖基础研究、新品种培育、苗种扩繁和市场化推广及种质测试评估、公共服务平台建设等全产业链的现代种业体系。推广绿色生态养殖模式，以市场需求为导向，运用生态技术措施改善养殖水质和生态环境。发展深蓝渔业，推进深水网箱产业化基地和园区建设，开发海洋牧场，把发展深水网箱养殖作为调整优化粤东、粤西渔业产业结构的战略重点。充分发挥粤东、粤西的沿海区位优势 and 渔业资源优势，发展集约化高效清洁养殖，支持深水抗风浪网箱养殖和工厂化循环水养殖，推动深水网箱养殖的产业化、集群化。

规划要求优化沿海经济带农业和渔业产业结构，发展农业和渔业新业态，提高综合效益和竞争力，推动农业和渔业现代化发展。科学养护海水养殖区和传统渔场海洋生物

资源，合理控制增养殖密度和规模，改善近岸养殖用海生态环境，提升资源增殖效果和海岸生态修复效果。重点建设惠州稔平半岛、江门镇海湾、黄茅海—磨刀门、汕头南澳—饶平、汕尾、阳江海陵湾、湛江雷州半岛东部和西部、茂名博贺等近岸海洋增养殖基地。

本项目位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛西侧海域，项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，开展深水网箱养殖，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出贡献，与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》的要求是相符的。

3.5.2.4 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》第四章 第二节提出：大力推进海水养殖污染治理，强化船舶和港口的污染防治和监管，建立健全海洋垃圾清理与监管机制。

强化海水养殖污染治理。优化海水养殖布局，落实省农业农村厅等 10 部门联合印发的《关于加快推进水产养殖业绿色发展的实施意见》和各级养殖水域滩涂规划，严格执行禁止养殖区、限制养殖区和生态红线区的管控要求，依法规范和整治滩涂与近海水养殖。推广健康生态水产养殖模式，提高养殖设施和装备水平，加强养殖投饵和用药管理。开展珠三角百万亩养殖池塘生态化升级改造行动，实施集中连片养殖池塘标准化升级改造和尾水综合治理。支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设。制定水产养殖尾水排放标准和水产养殖尾水治理适宜性技术推荐目录，加强工厂化和集中连片养殖池塘尾水的排放监测，加大监管执法力度，提升养殖尾水综合治理水平。2023 年，制定出台广东省水产养殖尾水排放标准。

本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，开展深水网箱养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，本项目位于海水养殖区，不在禁养区和限养区内，也不在生态红线区内，项目建设符合“支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设”。

因此，本项目建设《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的规划要求。

3.5.2.5 与《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）符合性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）、《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127 号）和《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》，项目位于“红海湾浅海渔场功能区（标识号 420）”，主要功能为渔场作业区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准，项目与功能区叠图详见 3.5-1。

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括网箱开放式养殖和海上工作平台的建设，提高海洋内的渔业资源密度，带动现代渔业发展具有重要意义，符合红海湾浅海渔场功能区定位。

本项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海，在项目施工过程中，会产生少量悬浮物对周围海水水质产生一定影响，施工悬浮物扩散范围主要集中在项目附近，其它海洋功能区距离较远，基本上不会产生影响；施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放不会对周围生态环境造成不利影响。项目运营期对环境的影响主要为网箱养殖投放的多余饵料、网衣清洗废水以及鱼类排泄物对海洋环境和生态的影响。项目深水网箱养殖为生态化养殖，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，对周边水质和沉积物等环境的影响较小；运营期产生的洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等全部收集后上岸处理，不向海洋排放。

综上所述，本项目施工和运营期间不排放和倾废有毒有害污染物，施工悬浮物扩散影响范围较小，运营期主要为网箱养殖产生一定的污染物，根据运营期水质预测结果，项目产生的污染物叠加背景浓度后，养殖区附近海域化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均满足第一类海水水质标准要求，基本不会对红海湾海水水质产生不利影响。

综上，本项目符合《广东省近岸海域环境功能区划》的功能区管控要求。

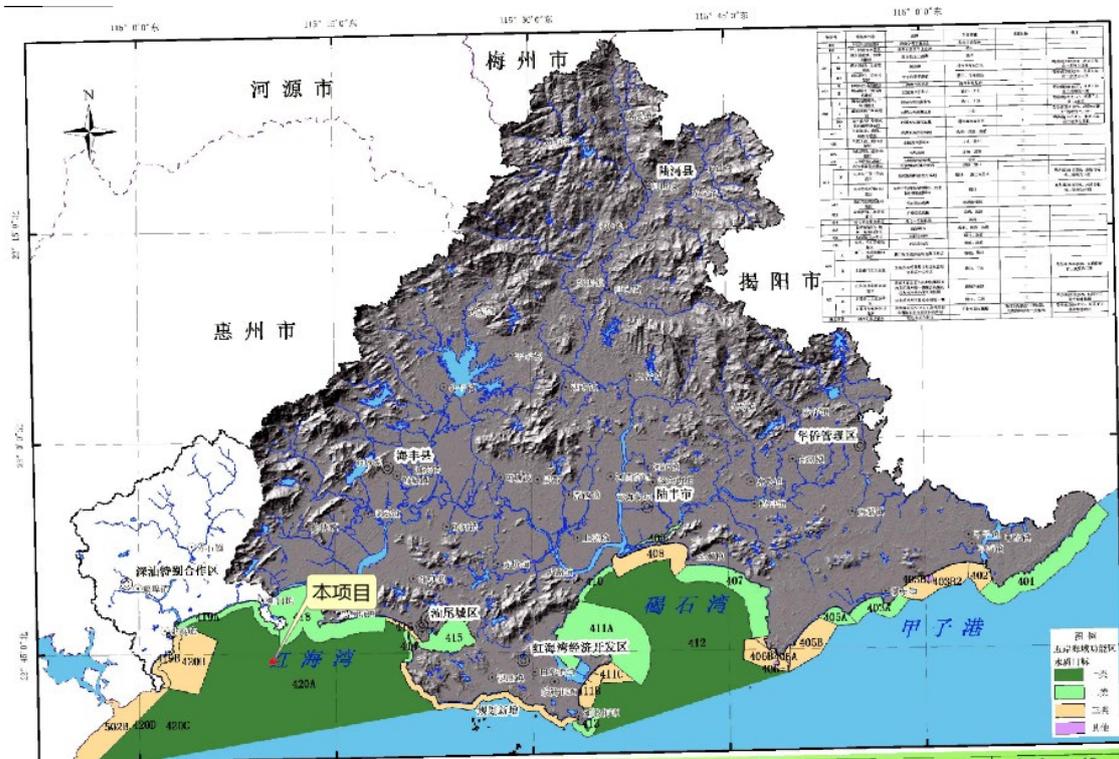


图 3.5-1 项目所在近岸海域环境功能区示意图

3.5.2.6 与《关于加强养殖用海管理工作的通知》符合性分析

根据《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅 广东省生态环境厅 广东省海洋综合

执法总队关于加强养殖用海管理工作的通知》（粤自然资源〔2021〕960号）“三、强化管控分类施策，全面加强养殖用海管理。（九）严格管控围海养殖。地级以上市、县（市、区）应充分利用养殖用海调查成果，妥善处理围海养殖历史遗留问题。对位于新修测海岸线向海一侧，严重破坏海洋生态环境或已闲置废弃的围海养殖项目，应及时组织拆除围堤，落实“退围还海、退养还滩”；对未办理用海审批手续的围海养殖项目，符合国土空间规划管控要求及相关管理规定的，应依法补办用海审批手续，颁发不动产权属证书。未经省人民政府批准，严禁新增围海养殖围堤建设。（十）分类处置养殖用海历史问题。地级以上市、县（市、区）应积极稳妥处理不符合海洋生态保护红线或自然保护地管控要求的养殖用海。对生态保护红线或自然保护地划定前已办理用海审批手续和养殖证的，可依法通过调整用海和养殖范围、有偿收回海域使用权、不动产权属证书和养殖证到期后不再办理续期等方式，有序退出占用海洋生态保护红线或自然保护地的海域。对生态保护红线或自然保护地划定后仍违规批准海域使用或办理养殖证的，依法依规清理整改。”

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，养殖不涉及生态保护红线，不属于围海养殖，与养殖用海管理工作的通知相符。

3.5.2.7 与《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》的符合性

根据《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》（粤府办〔2022〕15号），“加快运用现代化渔业设施装备，加强自动饲喂环境调控、水产品收集、疫病防治等设施装备研发和生产”，“支持深远海养殖渔场和海洋牧场建设。科学布局建设深远海大型智能养殖渔场和海洋牧场，选育适合深远海养殖的品种，发展以重力式深水网箱、桁架式养殖设备为主体的深远海养殖，探索“深水网箱+风电”“深远海养殖+休闲海钓”及海洋牧场、深远海养殖渔场与海上风电融合发展模式。

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，建设内容为重力式网箱和透水性海上工作平台，采用“深远海养殖+休闲海钓”的现代化海洋牧场的发展模式，同时，项目将配备自动投喂措施，与意见相符。

3.5.2.8 与《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》的符合性

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》：坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓

展蓝色经济发展空间。优化“六湾区一半岛”海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，引导海洋产业集聚发展。聚焦近海向陆区域，合理开展能源开发和资源利用，重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业，加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度。实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地；扶持远洋渔业发展，支持建设海外渔业基地，提高海产品加工能力，积极打造“粤海粮仓”。建设海洋强省。打造具有国际竞争力的海洋产业发展高地，重点发展海洋油气、海洋高端装备、海洋生物等产业集群，培育天然气水合物等海洋新兴产业，推进海洋交通运输、船舶制造、临海石化钢铁等产业转型升级。积极建设海洋牧场。加快推进建设滨海旅游公路，发展国际邮轮母港，建设以海岛旅游为主的海洋旅游产业集群。推进海洋科技创新，支持深圳建设全球海洋中心城市。加强自然岸线资源管控，强化海岸带、近海海域和海岛等生态系统保护与修复。

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括网箱开放式养殖和海上工作平台的建设，项目建设符合“实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地”，正是响应《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》的相关精神，因此，项目建设符合《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》的要求。

3.5.2.9 与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035）》符合性分析

2024 年 11 月，广东省人民政府正式批复《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035 年）》（粤府函〔2024〕237 号），规划提出构建“三带二十区”总体发展格局，实现陆基、渔港、海岛、近海和深远海生产要素联动发展与空间资源优化配置。

规划提出优化近海养殖空间布局。根据国土空间规划、海岸带及海洋空间规划、“三线一单”、养殖水域滩涂规划等管控要求，结合资源环境承载能力、开发适宜性评价和海域开发利用现状，在 10 米等深线以浅且离岸（大陆及有居民海岛岸线）3 千米以内的海域划示近海养殖规划区约 1640 平方千米。合理优化增养殖布局，保障渔民传统养殖空间，稳步推进海域使用权证和水域滩涂养殖证“双证”核发工作。

持续做强海水鱼类养殖。各市根据海域资源条件和养殖、加工等产业基础，合理配置满足多层次市场需求的养殖品种，制定“一域一策，多元发展”的发展策略。针对不同养殖设施装备和养殖海域条件，合理确定鱼种养殖密度，科学制定投喂策略，实现金

鲳鱼、鲈鱼、石斑鱼、军曹鱼、硃洲族大黄鱼、鲷鱼、鳓鱼、章红鱼、巴浪鱼等适养鱼类健康高效生产。到2035年，全省海水鱼类养殖总产量达到200万吨以上。

在沿海地市指引方面，汕尾市重点任务之一：建设高品质海产品养殖园区。推动建设高品质海产品深远海养殖区，引入先进养殖管理技术应用示范，引领发展高品质海产品精细化养殖管理模式。重点发展红海湾、碣石湾、甲子湾等海域的海上养殖区。

本项目建设现代化海洋牧场，开展深水网箱鱼类养殖，项目选址符合养殖水域滩涂规划等管控要求，符合优化近海养殖空间布局要求。项目养殖密度合理，养殖方式科学，能够实现鱼类健康高效生产。项目位于红海湾江牡岛附近海域，属于汕尾市重点发展的海上养殖区域。因此，本项目建设符合《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035年）》。

3.5.2.10 与《中华人民共和国海岛保护法》的相符性分析

根据保护法：第十六条 禁止改变自然保护区内海岛的海岸线。禁止采挖、破坏珊瑚和珊瑚礁。禁止砍伐海岛周边海域的红树林。第二十八条 未经批准利用的无居民海岛，应当维持现状；禁止采石、挖海砂、采伐林木以及进行生产、建设、旅游等活动。第二十九条 严格限制在无居民海岛采集生物和非生物样本；因教学、科学研究确需采集的，应当报经海岛所在县级以上地方人民政府海洋主管部门批准。第三十条 从事全国海岛保护规划确定的可利用无居民海岛的开发利用活动，应当遵守可利用无居民海岛保护和利用规划，采取严格的生态保护措施，避免造成海岛及其周边海域生态系统破坏。第三十五条在依法确定为开展旅游活动的可利用无居民海岛及其周边海域，不得建造居民定居场所，不得从事生产性养殖活动；已经存在生产性养殖活动的，应当在编制可利用无居民海岛保护和利用规划中确定相应的污染防治措施。

本项目距离江牡岛约为606m，但本项目所有的养殖活动、休闲垂钓活动等均在项目用海范围内，不涉及登岛生产、建设、旅游等活动。江牡岛为无居民海岛，海洋发展方向为游憩用岛，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目位于红海湾海域中的渔业用海区，登记表代码为610-075，空间准入中允许渔业寄出设施、增养殖、捕捞等用海，因此，本项目所在区域可从事生产性养殖活动。且根据收集资料，项目用海范围距离珊瑚礁最近距离约540m，不涉及占用珊瑚礁，在运营期合理布置养殖设施空间分布，控制网箱密度和养殖密度，科学投放优质的饲料，减少投喂过程产生剩余饲料，网衣定期进行清洗和更换等措施等情况下，项目不会对珊瑚礁及周边环境产生明显不利影响。

综上，本项目与《中华人民共和国海岛保护法》相符。

3.5.2.11 与《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》的符合性

根据《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》，大力发展海洋经济。坚持陆海统筹、港产联动，推动海洋经济高质量发展。合理开发利用岸线、海域、海岛等资源，培育海洋优势产业，促进海上风电、海洋电子信息、海洋工程装备、海洋生物医药、海洋可再生能源、海水综合利用等产业规模化发展，构建具有较强竞争力的现代海洋产业体系。推动建设特色鲜明的渔港经济区，打造现代海洋渔业基地，大力发展远洋捕捞、海洋牧场、休闲渔业、水产品加工业等产业。加快推进建设滨海旅游公路，大力发展滨海旅游业。加强海洋综合治理，全面推进生态海岸带建设，提高海洋环境防风险能力。

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目的建设是“推动建设特色鲜明的渔港经济区，打造现代海洋渔业基地，大力发展远洋捕捞、海洋牧场、休闲渔业、水产品加工业等产业”，正是响应《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的建议》的相关精神，因此，项目建设符合第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议。

3.5.2.12 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的符合性

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》提出：加强海水养殖污染防控。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划》（2018-2030年）及各县级养殖规划，完善水产养殖基础设施建设，支持水产养殖池塘标准化升级改造。合理控制近海集约化养殖密度，鼓励深水抗风浪网箱等深远海养殖设施装备建设。研究推动养殖环境管理相关规定及排放标准制定，加强海水养殖尾水排放监控，防控排放量大养殖单位养殖尾水直接排海。发展绿色健康养殖，组织水产健康养殖示范，强化养殖投入品管理，加强水产养殖环节用药的监督抽检。

本项目施工和运营期间不排放和倾废有毒有害污染物，施工悬浮物扩散影响范围较小，营运期主要为网箱养殖产生一定的污染物，根据营运期水质预测结果，项目产生的污染物叠加背景浓度后，养殖区附近海域化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均满足第一类海水水质标准要求。同时，本项目养殖过程中不加药，将疾病防控重心前移，通过定期在饲料中添加适量列入《饲料添加剂品种目录》，且产品标签、生产许可证、批准文号齐全的维生素和乳酸菌，符合农业农村部《关于加强水产养殖用投入品监管的通知》

(农渔发〔2021〕1号)相关规定要求,可有效调节肠道菌群平衡,改善消化吸收功能,从而达到预防消化道疾病、增强机体免疫力。综上,项目养殖与规划相符。

3.5.2.13 与《汕尾市现代化海洋牧场建设规划(2024-2035)》符合性分析

《汕尾市现代化海洋牧场建设规划(2024-2035年)》提出构建汕尾市现代化海洋牧场“一带两湾四区”的总体发展格局,其中“两湾”为红海湾与碣石湾两大海湾。以汕尾(马宫)渔港经济区为红海湾片区综合服务核心,率先开展深远海规模化养殖示范,发展种苗繁育、精深加工与展销贸易等配套产业,推动观光渔业、渔事体验、休闲垂钓、文化健康等渔旅深度融合。以陆丰渔港经济区为碣石湾片区综合服务核心,着力推动海洋渔业一二三产融合,加快构建集种业、养殖、装备、精深加工等环节于一体的现代化海洋牧场全产业链,深度探索现代化海洋牧场与海上风电等其他产业融合发展模式。

“四区”中规划打造马宫岸港岛海联动发展区,该区发展路径:打造创新应用海区与中间培育的重要枢纽,发挥江牡岛区位优势,结合海水养殖的阶段性特征,近期开展筏式贝类、底播贝类、深水网箱、综合平台等方面的工作,分期向南部外围海域拓展养殖空间,开展重力式网箱养殖规模化应用,结合滨海旅游、科研探索发展多功能桁架类养殖装备平台。大力推动“海洋牧场+海上风电”融合发展,支持在红海湾海上风电场址内建设一体化风渔智能综合平台。开展抗风浪网箱、减浪防盗等安全生产关键技术装备的设计、建造和海上试验验证。探索推进养殖工船发展,在深远海海域预留季节性锚泊及游弋养殖空间,发展以深远海封闭式、阶段式养殖为主体,兼具海产品加工、储运、捕捞渔船中转等功能的全流程游弋养殖模式。

科学选址深远海养殖区。从养殖环境、运营管理、适养品种需求出发,在海况较温和、区位条件较好的深远海养殖适宜区中规划 22 片深远海养殖区,加快探索建设汕尾市现代化海洋牧场海上“标准园”,加快推进海上养殖区一级开发,开展养殖区集中申请、规划、设计、建设,实行统一标准化运作和管理。以经济可行、管理便利为原则,向深水远岸依次确定开发时序,近期规划深远海养殖区约 40.06km²,中期约 59.64km²,远期约 644.09km²,总用海面积约 743.79km²。

本项目位于规划中的马宫岸港岛海联动发展示范区中一级深远海养殖适宜区,属于规划 22 片深远海养殖区中的江牡岛海域现代化海洋牧场中的一块,项目开展深水网箱养殖,兼顾休闲垂钓,符合所在规划区的发展路径和发展指引的要求,项目建设符合《汕尾市现代化海洋牧场建设规划(2024-2035年)》。

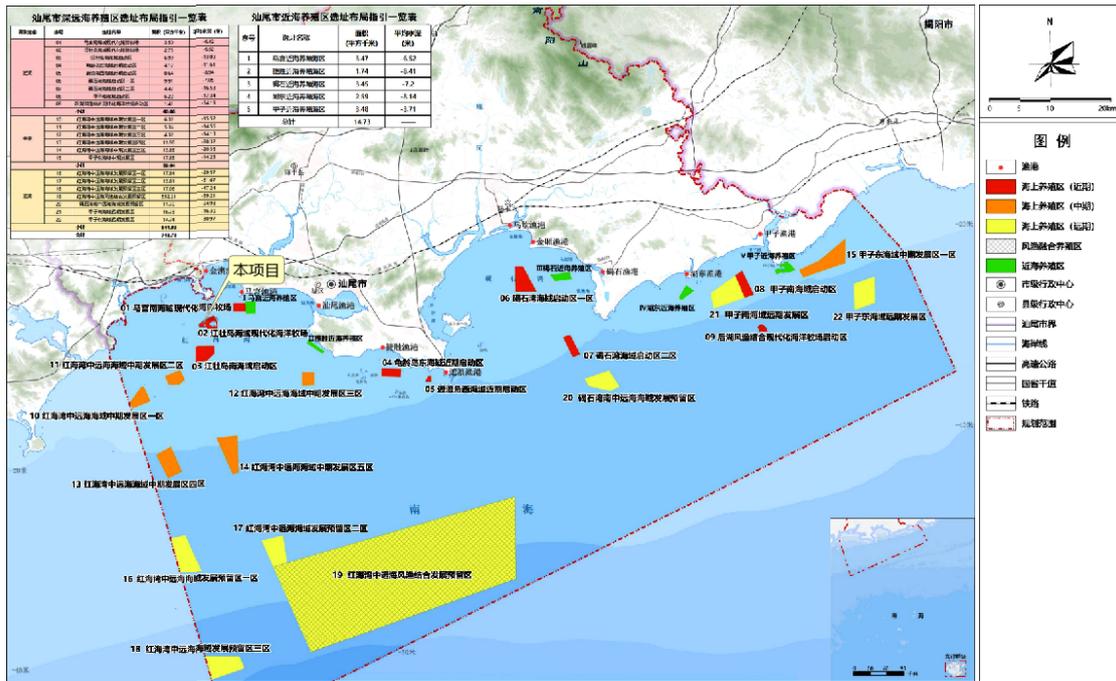


图 3.5-2 项目与海上养殖选址指引关系图

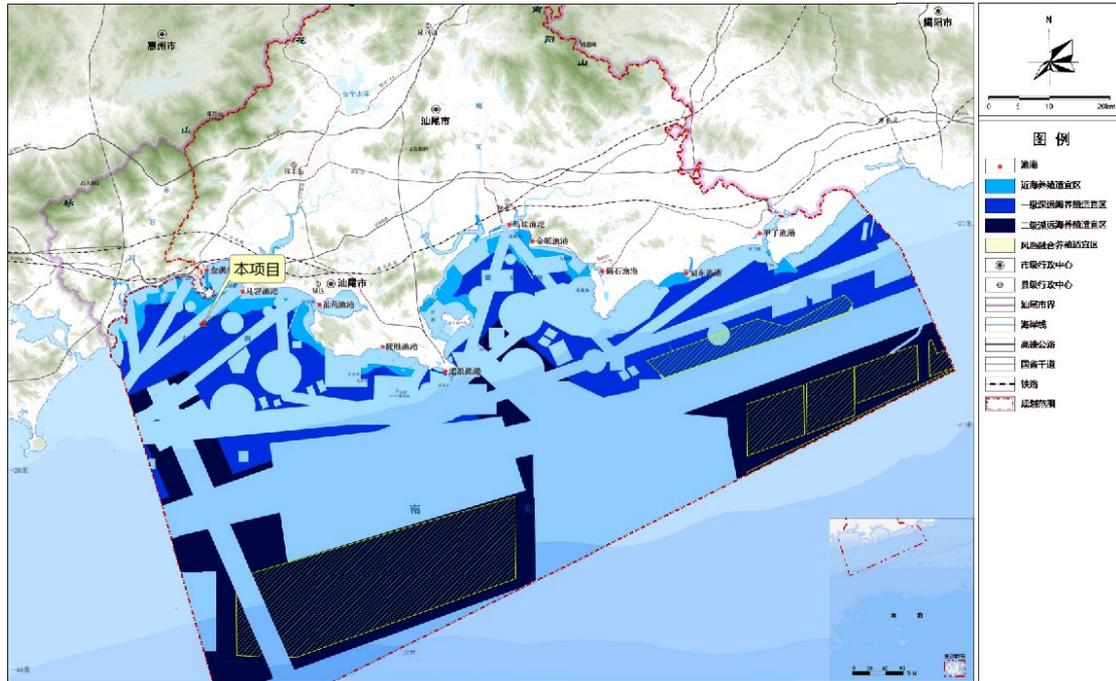


图 3.5-3 项目与海上养殖适宜区关系图

3.5.2.14 与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030）》符合性分析

《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》提出，以构建国家农业绿色发展先行区为目标，推动汕尾市现代海洋渔业绿色创新与高质量发展，全面构建“一核·一带·两湾一角·多点”的总体发展格局。其中“泛红海湾片区”依托红海湾优越的经济区位和海洋渔业资源优势，以海洋绿色养殖为基调，多模式、多功能、多元化融合为发展导向，结合滨海城市发展需要，针对滨海休闲渔业、海洋运动娱乐、旅游休闲度假、科研科普教育等需求，对标特色需求与现实需要，创建海洋资源管护类、共享渔业牧场类、岛礁

融合发展类、深水网箱养殖类、休闲渔旅融合类等多类别用海模式，全面打造具有标杆示范的产业园区，在泛红海湾片区重点发展石斑鱼、鲈鱼、美国红鱼、卵形鲳鲹等经济鱼类养殖品种，全面打造构建为集绿色养殖、休闲、娱乐、资源保护功能于一体的海洋城市新型渔业发展集群区。

规划在汕尾市增养殖用海上细分海洋渔业利用空间，确定海洋渔业一级用海功能分为三大类：禁养区、限养区、养殖区。其中编号 02 海域：江牡岛附近海域增养殖用海发展规划：位于江牡岛及附近海域，用海面积约 2800 公顷。依托岛上现有码头，加强码头建设标准，增设海上冷链物流中心，海上应急避难场所，并在海上配套海洋渔业科技生产基地，实现区域生产、加工、流通全面发展。在水深 10~15m 的海域，选定水质良好、水文条件适宜的区域建设深水网箱产业基地，在该区域可规划建设约 780 口深水网箱，并以深水网箱为载体，同时开展美景观赏、休闲垂钓等相关休闲渔业项目。在该海域以经济养殖开发为主，适度进行休闲渔业开发，重点发展深水网箱养殖，并依托江牡岛等岛礁资源发展岛礁融合类生产基地。适宜用海类型为休闲渔旅融合类、深水养殖产业类、岛礁融合发展类。聚焦发展经济价值较高、市场前景良好的扇贝、蛭、蛤蜊、石斑鱼、鲈鱼等，积极引进大黄鱼、美国红鱼、鲷鱼、贻贝等优势特色养殖品种。养殖方式以底播式、游钓式、田园式、装备式等为主。重点项目为海洋渔业科技生产基地、深水网箱产业基地、生态渔业岛礁产业基地、海上应急避难场所。

本项目位于规划养殖区的编号 02 海域内，项目主要开展深水网箱养殖，同时建设海洋平台，兼具日常养殖管理和休闲垂钓，符合该养殖区的重点发展方向，与该区域的用海发展规划相一致，与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》相符合。



图 3.5-4 项目与海洋养殖发展规划关系图

3.5.2.15 与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》的符合性分析

《汕尾市海洋养殖发展规划（2018-2030年）》将全市水域滩涂划分为三类：禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，其中养殖区分为海水养殖区和淡水养殖区。规划提出陆丰市重点发展品种如对虾、石斑鱼、卵形鲳鲹、牡蛎、珍珠贝、海胆等。

汕尾城区养殖功能区分深海养殖区、浅海滩涂养殖区、海水陆地养殖区和淡水养殖

区，深海养殖区位于碣石湾-遮浪南海域范围，总面积约 1000 公顷，其中适宜养殖面积 500 公顷。在捷胜龟龄岛海域、马官江牡岛海域、新港街道对面海域设定为养殖区。在遮浪南附近海域，大力发展抗风浪网箱养殖，是开辟中深海养殖的重要手段，可重点发展卵形鲳鲹、石斑鱼、军曹鱼等名优海水鱼的养殖。

本项目位于马官江牡岛海域，属于规划养殖区，与《汕尾市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)》相符合。

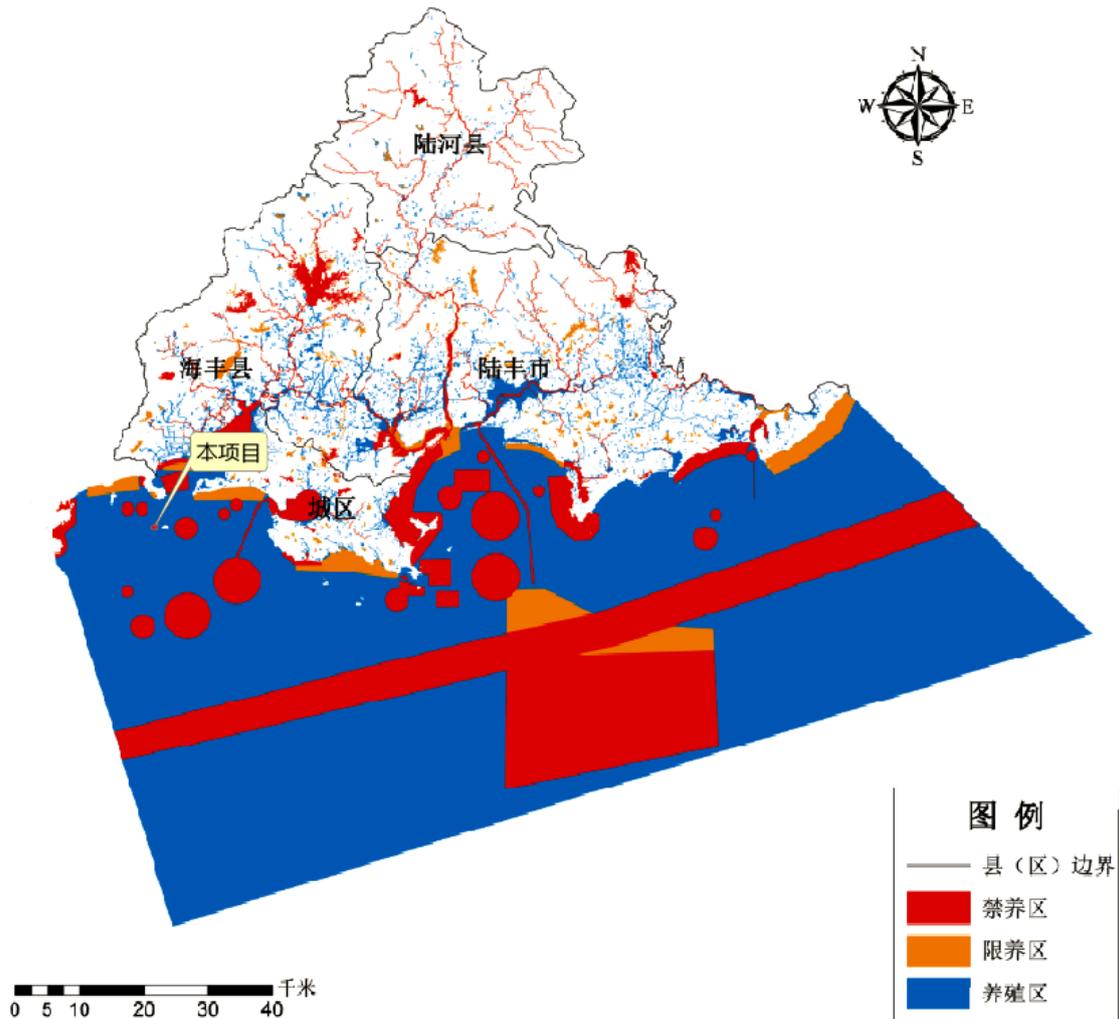


图 3.5-5 与汕尾养殖水域滩涂规划关系图

3.5.2.16 与《汕尾市城区养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析

根据《汕尾市城区养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，养殖水域滩涂功能区分为禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。其中海水养殖区，包括海上养殖区、滩涂及陆地养殖区。海上养殖区包括近岸网箱养殖、深水网箱养殖、吊笼（筏式）养殖和底播养殖等，滩涂及陆地养殖包括池塘养殖、工厂化等设施养殖和潮间带养殖等。

规划深海养殖区包括：

江牡岛，位于红海湾正中，马宫镇西南面，东北面距马宫镇 3.7km。岛长 1050m，

最宽 800m，最窄 200m，面积 0.8km²。岛的周围礁石生长有紫菜等海藻类，岛周围水深约 10 米，适合网箱养殖，最大容量 50 只。深水网箱基地参照养殖容量的估算，调整网箱数量和布局。可重点发展卵形鲳鲹、石斑鱼、石首鱼、军曹鱼、鲷鱼、金枪鱼等名优海水鱼的养殖。

本项目位于江牡岛附近海域，属于养殖水域滩涂规划的养殖区。项目主要建设深水网箱养殖，符合规划对该区域的功能布局要求，项目建设符合《汕尾市城区养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》。

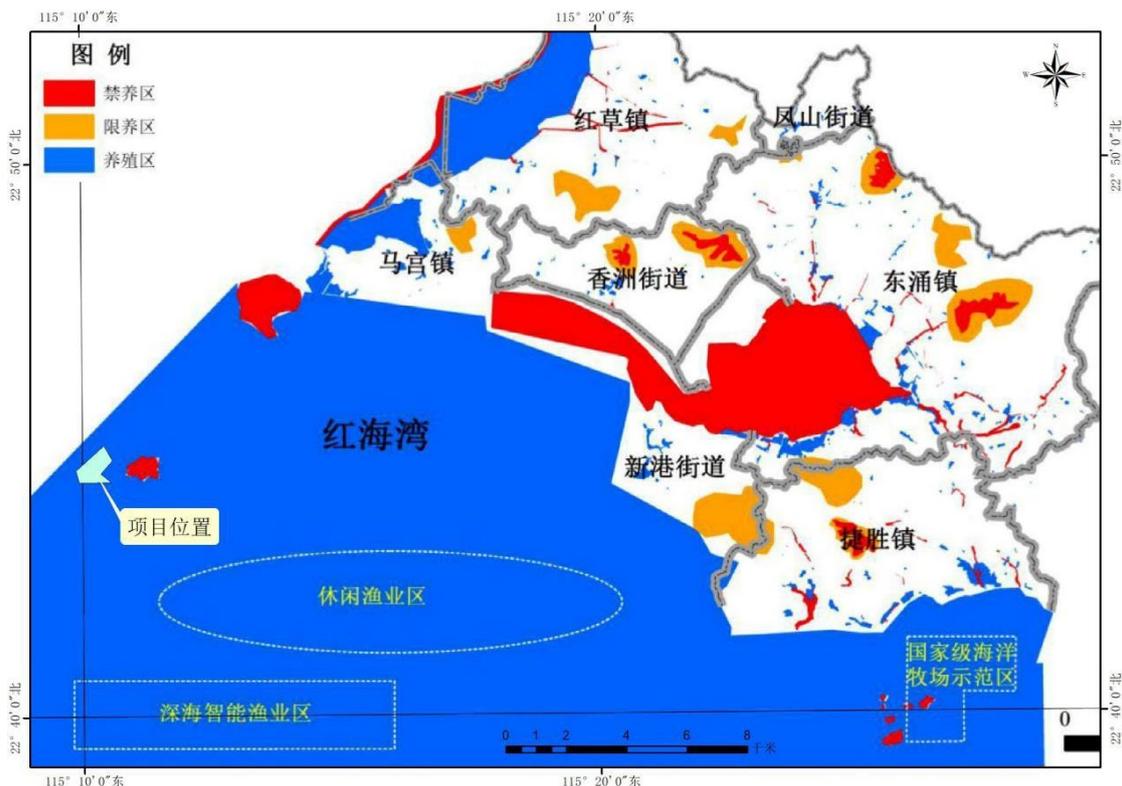


图 3.5-6 与城区养殖水域滩涂规划关系图

3.5.2.17 与《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》的符合性分析

本项目的建设符合《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》的要求相符，具体分析见下表：

表 3.5-1 项目与海洋产业园（海洋牧场类）用海选址的相符性分析表

| 控制性指标 | 类型 | | | 要求 | 本项目与控制性指标参数适宜性 |
|---------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| | 重力式深水网箱型 | 桁架类网箱及养殖平台型 | 投礁型 | | |
| 离岸距离和水深 | 原则上布设在 15 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）3 公里以上海 | 原则上布设在 20 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）10 公里以上的海 | 原则上布设在 15 米等深线以深，或离岸（大陆海岸线）3 公里以上且 6 | 需严格执行，当一个海洋产业园（海洋牧场类）出现 | 本项目投放 38 个重力式深水网箱，本项目所在海域水深 9.9m~11.1m，离岸约 3.5km，与该控制性指标适宜。 |

| | | | | | | |
|---------|------------|--------------------------------|---|-----------|---|--|
| | | 域 | 域 | 米等深线以深的海域 | 多种海洋牧场类型时，单项指标按照最高标准执行，当不满足任一指标条件时，实行“一票否决” | |
| 已开发利用海域 | | 不位于已开发利用海域内（养殖用海除外） | | | | 本项目位于养殖用海 |
| 规划符合性 | 国土空间规划 | 应符合国土空间规划分区的用途管制和生态保护红线管控要求 | | | | 本项目符合国土空间规划分区的用途管制和生态保护红线管控要求 |
| | 海岸带及海洋空间规划 | 应符合海岸带规划分区的管控要求 | | | | 本项目不位于海岸带规划分区内。 |
| | 养殖水域滩涂规划 | 应符合养殖水域滩涂功能分区的管控要求，不位于禁止养殖区海域内 | | | | 本项目属于规划养殖区，符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》 |

表 3.5-2 项目与海洋产业园（海洋牧场类）用海面积的相符性分析表

| 类型 | | 最大水深 h (m) | 用海面积控制要求 | 本项目与用海面积参数适宜性 |
|-----|-------------|------------|--|---|
| 装备型 | 重力式深水网箱型 | ≤20 | 外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m ² 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷（包含锚泊系统）以内 | 本项目投放 32 个周长 90m 重力式圆形网箱，6 个周长 160m 方形重力式深水网箱，锚索按照 3 倍水深，约 30m，计算出周长 90m 网箱的养殖装备垂直投影面积与外缘包络海域面积比为 1: 9.57；周长 160m 网箱的养殖装备垂直投影面积与外缘包络海域面积比为 1: 6.25，满足用海面积要求 |
| | | >20 | 外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m ² 养殖装备垂直投影面积控制在 36+h-20 公顷（包含锚泊系统）以内 | |
| | 桁架类网箱及养殖平台型 | - | 外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m ³ 养殖水体控制在 4 公顷（包含锚泊系统）以内 | |
| 投礁型 | | - | 外缘边线包络海域面积原则上每 1 万空 m ³ 人工鱼礁控制在 10 公顷以内 | |
| 组合型 | | - | 对于组合型海洋牧场，用海方式不同的类型，用海面积分别控制；用海方式相同的类型，用海面积一起控制，最大用海面积为各个类型的最大用海面积之和 | |

3.5.3 与国土空间规划的相符性分析

3.5.3.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》“三区三线”符合性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》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”“广东省要充分发挥海洋作为高质量发展的战略要地作用，陆海统筹推进海洋空间保护与利用，加强海岸带综合管理，维护绿色安全海洋生态，打造现代化沿海经济带，全面建设海洋强省。

根据《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的“三区三线”成果（图 3.5-7），本

项目选址不涉及城镇开发边界、永久基本农田及生态保护红线，项目建设与“三区三线”成果不冲突。本项目采用网箱养殖方式，利用海域天然环境进行养殖，养殖过程投加符合《无公害食品渔用药物使用准则》(NY5071-2002)的人工饵料，所造成的海洋环境影响较小，对项目周边生态保护红线的影响可接受，不会引起周边生态保护红线的生态环境恶化，不会对生态保护红线的保护及管理造成阻碍，因此，本项目建设符合国土空间中的强化底线约束和空间管控要求。项目建设有利于汕尾渔业增养殖发展，创造更多的就业机会，助力汕尾市现代化海洋牧场高质量发展。因此，本项目与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》“三区三线”是相符合的。



图 3.5-7 与“三区三线”关系图

3.5.3.2 与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析

本项目位于汕尾市江牡岛附近海域，根据图 3.5-8 可知，本项目位于《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》规划中的渔业用海区。规划对海洋发展空间用海做出指引，其中渔业用海区的用海指引为：采用“分类管理+用海准入”的方式进行管理；集约节约利用岸线和海域空间，控制养殖密度和规模；保护重要渔业品种产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道；防治海水养殖污染，防范外来物种侵害，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。

落实省下发大陆自然岸线保有率指标，将汕尾市大陆海岸线分为以下三种类型：严格保护岸线、限制开发岸线、优化利用岸线，实施分类分级管控。其中优化利用岸线为

产城发展提供空间，做好统筹规划、绿色发展。严控污染产业项目，提升海岸带利用效率和环境水平。优化利用岸线应集中布局确需占用海岸线的建设项目，严格控制占用岸线长度，提高投资强度和利用效率，优化海岸线开发利用格局。因此，本项目的建设符合《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》是相符合的。

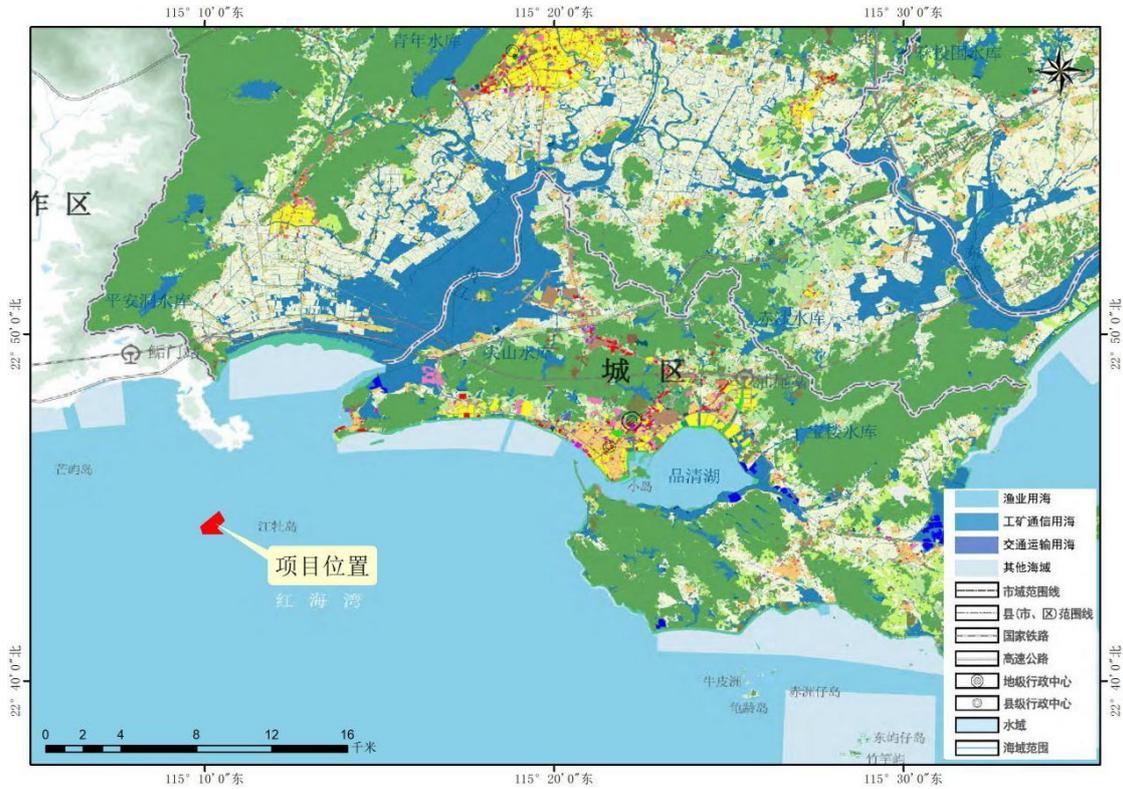


图 3.5-8 与汕尾市国土空间规划关系图

3.5.3.3 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》符合性分析

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，渔业用海区包括渔业基础设施区、增养殖区和捕捞区，总面积 29255.77 平方千米，主要分布于安铺港-海康港、乌石-西连、雷州湾、南三-王村港、电白-江城、沙扒港、川山群岛、黄茅海、湛江-珠海、考洲洋、红海湾、碣石湾、海门湾- 广澳湾、珠海-潮州等海域。

根据图 3.5-10 显示，本项目位于汕尾市城区江牡岛西侧海域，位于红海湾海域中的渔业用海区，登记表代码为 610-075（详见图 3.5-9），项目主要建设现代化海洋牧场，开展深水网箱养殖，兼顾休闲垂钓，符合用于养殖等渔业利用的空间准入要求，用海方式为开放性养殖用海和透水构筑物用海，基本不会改变海域自然属性，符合利用方式的要求。项目通过科学合理确定网箱密度和养殖密度，科学投放优质的饲料，减少投喂过程产生剩余饲料，网衣定期进行清洗和更换等措施，减少对海洋环境的影响。运营期会产生一定的死鱼和饵料废袋及旧渔网，通过运维船只及时清理收集上岸进行无害化处

理后，对海域环境影响较小，不影响周边其他项目用海。同时营运期工作人员产生的生活污水和生活垃圾，由建设单位将统一收集后进行处理，能使营运期的负面影响有效降低。因此，本项目符合所在功能区的生态保护要求。

本项目与红海湾近岸渔业用海区的符合性分析见表 3.5-3。



图 3.5-9 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》功能区登记表

表 3.5-3 项目用海与红海湾渔业用海区（代码：610-075）管控要求的符合性分析

| | 管控要求 | 用海分析 | 相符性 |
|----------|---|---|-----|
| 空间 准入 | 1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海； 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； 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； 4.优先保障军事用海及军事设施安全，保障小漠渔港、马宫渔港用海需求。 | 本项目用海类型为渔业用海，属于开放式养殖项目兼顾休闲垂钓，符合空间准入要求 | 符合 |
| 利用 方式 | 1.允许适度改变海域自然属性； 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； 3.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能； 4.优化渔港平面布局，鼓励构筑物采用透水方 | 本项目为海水养殖项目，用海方式为开放性养殖用海和透水构筑物用海，基本不会改变海域自然属性，不占用海岸线、不侵占航道、渔港及锚地 | 符合 |

| 管控要求 | | 用海分析 | 相符性 |
|-------------|---|---|-----|
| | 式建设，降低对周边海域水动力的影响； 5.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营。 | | |
| 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； 2.切实保护严格保护岸线； 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； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护红树林、基岩岸滩、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生境。 | 本项目位于江牡岛西侧水深约9.9~11.1m的海域，不占用岸线，为海洋开放式养殖项目，兼顾休闲垂钓，不涉及江牡岛上岸活动。项目按照相关养殖技术规范合理设置养殖规模及密度，保障渔业资源可持续发展 | 符合 |
| 其他要求 | 1.重点防范风暴潮和海平面上升灾害风险； 2.保障临海工业（核电）的温排水需求。 | 本项目为海洋开放式养殖项目，位于江牡岛西侧水深约9.9~11.1m的海域，远离大陆岸线和临海工业区，养殖方式采用深水网箱，平台采用透水构筑物方式，区域海水流速不大，项目建设对区域水流，水位影响不大。 | 符合 |

综上，本项目的建设满足海岸线精细化管控和海域规划分区的管控要求，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》。

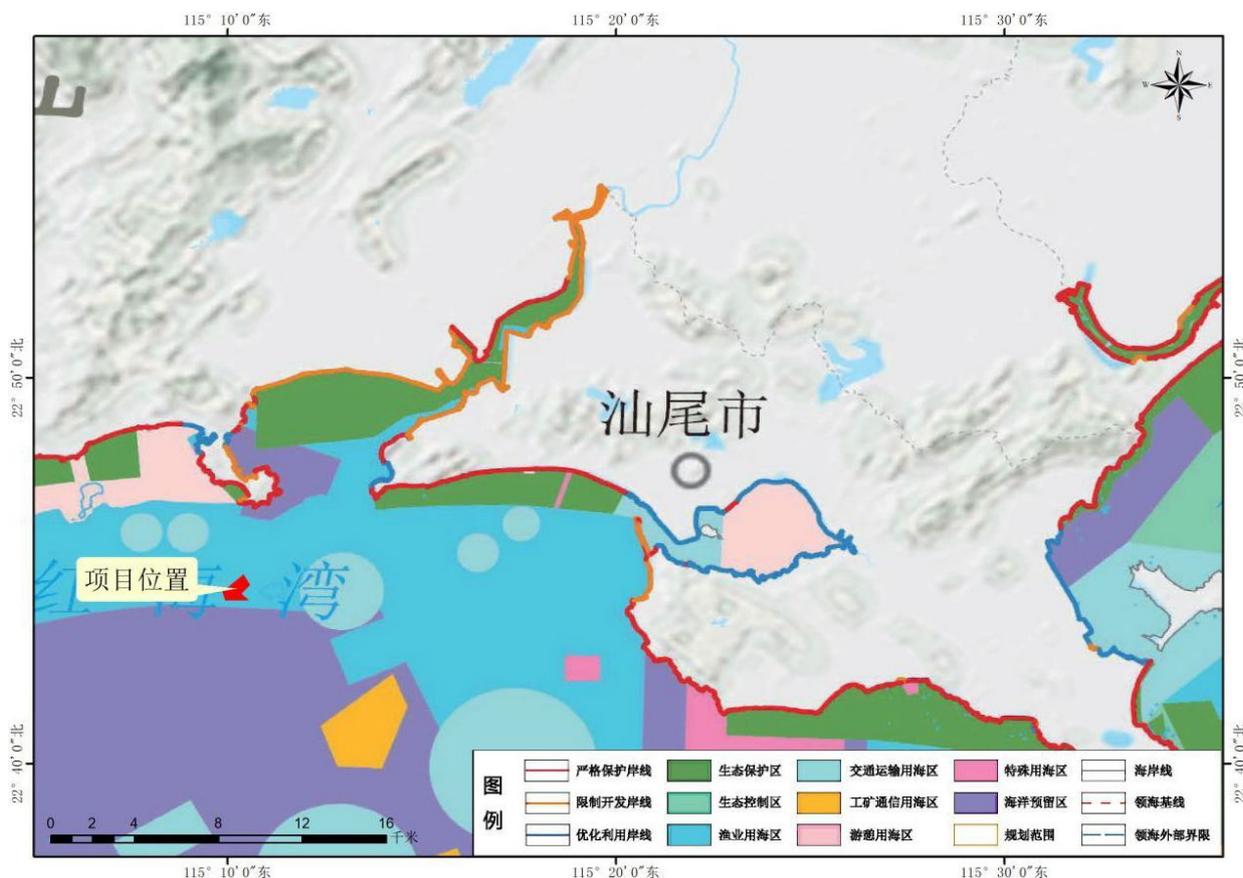


图 3.5-10 项目周边海岸线分类图

3.5.3.4 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》符合性分析

《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》提出蓝色海洋生态屏障保护和修复重大工程规划，以“蓝色海湾”综合整治、海岸带保护和修复重大工程、红树林保护修复专项行动计划为抓手，统筹推进海岸带生态保护修复。加强海岸线保护与利用管理，推进海岸线生态修复，实现海岸线占补平衡。对严格保护岸线重点加强自然岸线生态修复，对限制开发岸线重点加强人工岸线的改造，对优化利用岸线重点开展生态化建设。推动红树林、珊瑚礁、海草床等重要海洋生态系统修复，创建万亩级红树林示范区，巩固提升海洋生态系统碳汇能力。保护修复珍稀濒危物种关键栖息地，开展水鸟廊道、鱼类洄游通道等生态廊道建设，保护本土生物物种，防治入侵物种灾害，加强有害生物防控。推进海堤生态化，构筑海岸生态防线，完善沿海防护林体系，提升海岸带防灾减灾能力。

本项目位于汕尾市红海湾海域，规划对项目附近红海湾滨海湿地保护修复：退塘营造红树林，修复现有红树林湿地，提升鸟类栖息地质量，最大程度恢复黄江河口、大湖、白沙湖湿地公园、海丰国际滨海湿地生态系统结构和功能。

以金町湾至品清湖海岸带为重点加强海岸生态系统保护修复。加强护岸修复，推进

防护林修复工程和海堤生态化建设,形成滨海生态安全防护屏障。控制陆源入海污染物,恢复螺河口生态系统结构和功能。

项目主要开展深水网箱养殖兼顾休闲垂钓,用海方式属于开放式养殖用海和透水构筑物用海,桩基、网箱养殖设施等施工悬浮物扩散范围较小且施工期影响是暂时的,随施工的结束,悬浮泥沙的影响也将较快消失。项目施工船舶生活污水和船舶含油污水禁止排放入海,污水由船舶油污接收设施统一收集后,上岸交有能力处理单位处理。营运期间养殖人员污水、船舶污水、垃圾统一收集上岸处理,均不向海域排放,防止污水和各种生活垃圾对环境的污染和破坏。项目为网箱养殖,为生态化养殖方式,通过控制养殖密度,应用科学的养殖方法同时项目所在海域开阔,水质扩散和净化能力强,因此,本项目施工期和营运期对水质环境的影响很小,不会影响到周边“红海湾-碣石湾滨海湿地保护修复”区域内的滨海湿地系统建设和其他生态修复工程的实施。

综上,本项目建设符合《广东省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》的要求。



图 3.5-11 项目周边国土空间生态修复规划分布图

3.5.4 与“三线一单”管控要求符合性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号)、《深圳市人民政府关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管

控方案》的通知) (深府〔2021〕41号)、《深圳市生态环境局关于印发深圳市环境管控单元生态环境准入清单的通知》(深环〔2021〕138号)、《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》(深环〔2024〕154号), 本项目与“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线”相关规定的相符性分析如下:

3.5.4.1 与生态保护红线符合性分析

经核对, 本项目用海范围不占用广东省生态保护红线。项目周边海域的生态保护红线主要有: 百安半岛海岸防护物理防护极重要区(项目北侧约 3.2km)、百安半岛重要滩涂及浅海水域(项目北侧约 3.5km)、鲘门重要滩涂及浅海水域(项目西北侧约 6.5km)。项目主要开展深水网箱养殖, 属于开放式养殖用海, 网箱养殖设施等施工悬浮物扩散范围较小且施工期影响是暂时的, 随施工的结束, 悬浮泥沙的影响也将较快消失。项目施工船舶生活污水和船舶含油污水禁止排放入海, 污水由船舶油污接收设施统一收集后, 上岸交由有处理能力的单位接收处理。营运期间养殖人员污水、船舶污水、垃圾统一收集上岸处理, 均不向海域排放, 防止污水和各种生活垃圾对环境的污染和破坏。项目为网箱养殖, 为生态化养殖方式, 通过控制养殖密度, 应用科学的养殖方法同时项目所在海域开阔, 水质扩散和净化能力强。因此, 本项目建设在落实各类环保措施的前提下, 对邻近的生态保护红线影响是可接受的。因此, 本项目的建设符合生态保护红线相关规定及要求是相符的。

3.5.4.2 与环境质量底线符合性分析

大气环境: 项目施工期及运营期产生的废气主要为作业船只排放的尾气和少量的扬尘, 船只采用符合要求的燃料, 施工平台上定期洒水降尘, 对撒物料加强遮盖, 对周围大气环境产生影响较小。

声环境: 项目位于海域, 距离最近陆域约 3.5km, 周边无声环境敏感区。施工水下噪声对生物生态的影响是暂时的, 施工期间应加强对机械设备的维护保养和正确操作, 保证在良好的条件下使用, 减少运行噪声。营运期主要是船舶交通噪声, 对周边环境影响较小。

水环境: 本项目主要开展深水网箱养殖, 属于开放式养殖用海, 网箱养殖设施、工作平台等施工悬浮物扩散范围较小且施工期影响是暂时的, 随施工的结束, 悬浮泥沙的影响也将较快消失。项目施工船舶生活污水和船舶含油污水禁止排放入海, 污水由船舶

污水接收设施统一收集后，上岸交由有处理能力的单位接收处理。营运期间养殖人员污水、船舶污水、垃圾统一收集上岸处理，均不向海域排放，防止污水和各种生活垃圾对环境的污染和破坏。项目网箱养殖为生态化养殖方式，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法对周边海域的影响较小。

综上，项目在采取各项污染防治措施后，不会突破区域环境质量底线。

3.5.4.3 与资源利用上线的符合性分析

资源利用上线要求：强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、岸线资源、能源消耗等达到或优于国家和省下发的总量和强度控制目标。按国家、省规定年限实现碳达峰。

本项目为开放式养殖项目，项目主要包括网箱开放式养殖和海上工作平台的建设，为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。项目在用海批复范围内使用海域资源，不占用生态保护红线及自然岸线。因此，本项目符合资源利用上线的要求。

3.5.4.4 与生态环境准入清单的相符性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154 号），本项目位于海域一般管控单元中的“红海湾农渔业区（编码：HY44150030103）”和“珠海-潮州近海农渔业区（编号：HY44150030104）”，详见图 3.5-11、图 3.5-12。本项目与所在管控单元准入清单的符合性分析见表 3.5-4。

由分析结果可知，本项目属于开放式养殖项目，不涉及海洋自然保护区、海滨风景名胜、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域。通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，能控制养殖自身污染和水体富营养化，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，进一步减少水体富营养化的几率；项目施工期船舶污染物和运营期洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等污染物全部收集后上岸处理，不向海洋排放，不会对海洋环境造成影响。因此，本项目与负面清单相符。

综合分析，本项目的建设符合《深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案》及 2023 年度动态更新成果的要求。

表 3.5-4 项目与涉及的深圳市“三线一单”生态环境分区管控单元相符性分析

| 编码 | 管控单元名称 | 管控要求 | 相符性判定 |
|----|--------|------|-------|
|----|--------|------|-------|

| | | | | |
|--|---|--------------------------|--|---|
| <p>HY44150 030103 (HYB-7)</p> | <p>红海湾 农渔业 区一般 管控单 元</p> | <p>区域布 局管控</p> | <p>在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜区、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动</p> | <p>符合。本项目不涉及海洋自然保护区、海滨风景名胜区，位于重要渔业水域，但本项目不属于污染环境、破坏景观的海岸工程项目或其他活动</p> |
| | | <p>污染物 排放管 控</p> | <p>科学控制海湾养殖规模和密度，防治养殖自身污染和水体富营养化</p> | <p>符合。本项目采取网箱养殖，可通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，减小对环境的影响</p> |
| | | <p>环境风 险防控</p> | <p>①加强环境应急能力标准化建设，发展应急机动观测，提升海洋应急观测能力；②加强对海浪、海啸等海洋灾害的监测，提高海洋灾害预警预测能力，保障航海安全</p> | <p>符合。本项目属于养殖业，不涉及该要求</p> |
| | | <p>能源资 源利用</p> | <p>设立禁渔区、禁渔期和增殖放流等措施，保护海洋渔业资源</p> | <p>符合。本项目属于养殖业，不涉及该要求</p> |
| <p>HY44150 030104 (HYB-8)</p> | <p>珠海- 潮州近 海农渔 业区一 般管控 单元</p> | <p>区域布 局管控</p> | <p>在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜区、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动。</p> | <p>符合。本项目不涉及海洋自然保护区、海滨风景名胜区，位于重要渔业水域，但本项目不属于污染环境、破坏景观的海岸工程项目或其他活动</p> |
| | | <p>污染物 排放管 控</p> | <p>科学控制海湾养殖规模和密度，防治养殖自身污染和水体富营养化。</p> | <p>符合。本项目采取网箱养殖，可通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，减小对环境的影响</p> |
| | | <p>环境风 险防控</p> | <p>①加强环境应急能力标准化建设，发展应急机动观测，提升海洋应急观测能力；②加强对海浪、海啸等海洋灾害的监测，提高海洋灾害预警预测能力，保障航海安全。</p> | <p>符合。本项目属于养殖业，不涉及该要求</p> |
| | | <p>能源资 源利用</p> | <p>设立禁渔区、禁渔期和增殖放流等措施，保护海洋渔业资源。</p> | <p>符合。本项目属于养殖业，不涉及该要求</p> |

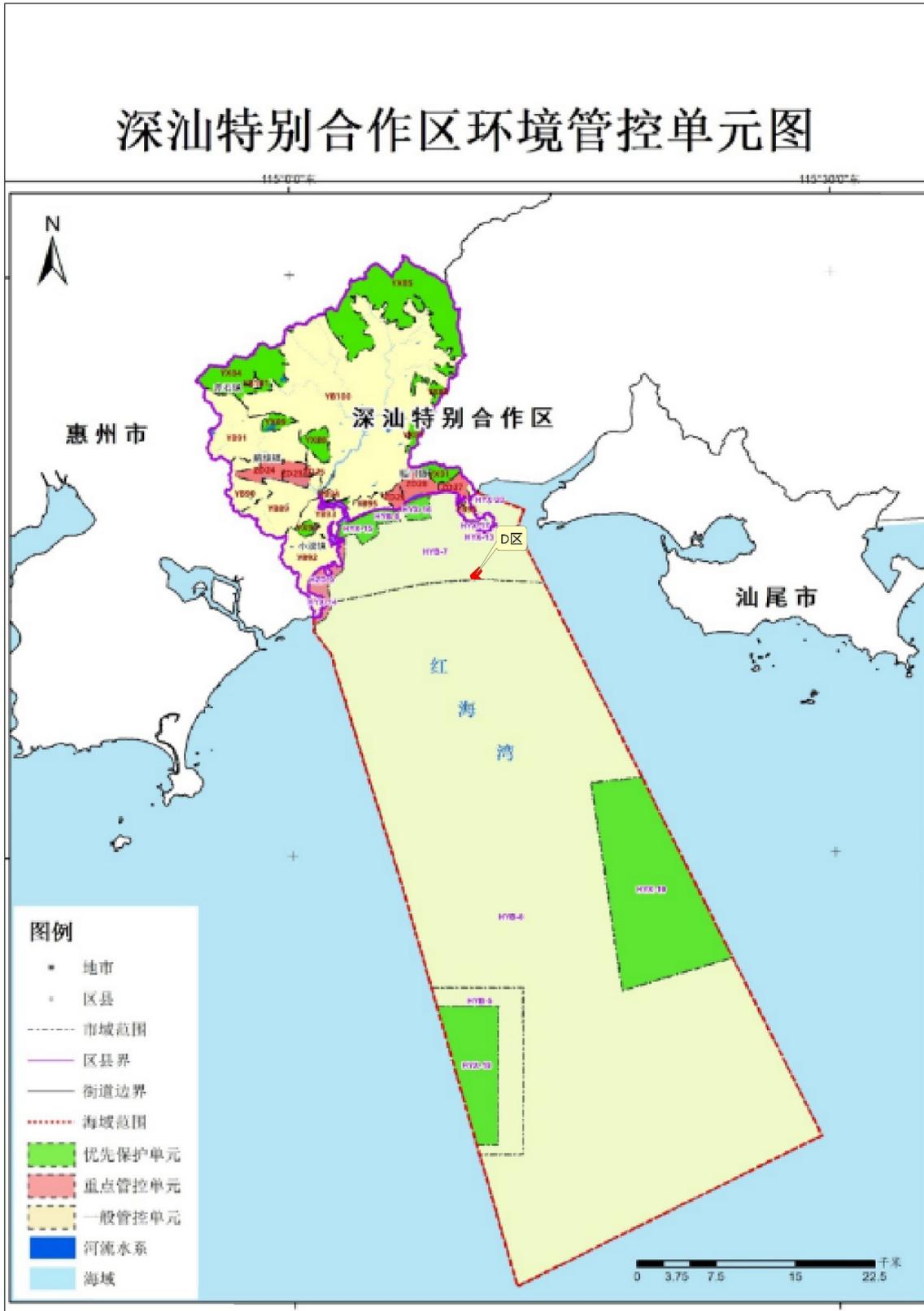


图 3.5-12 项目与深汕特别合作区环境管控单元位置关系图

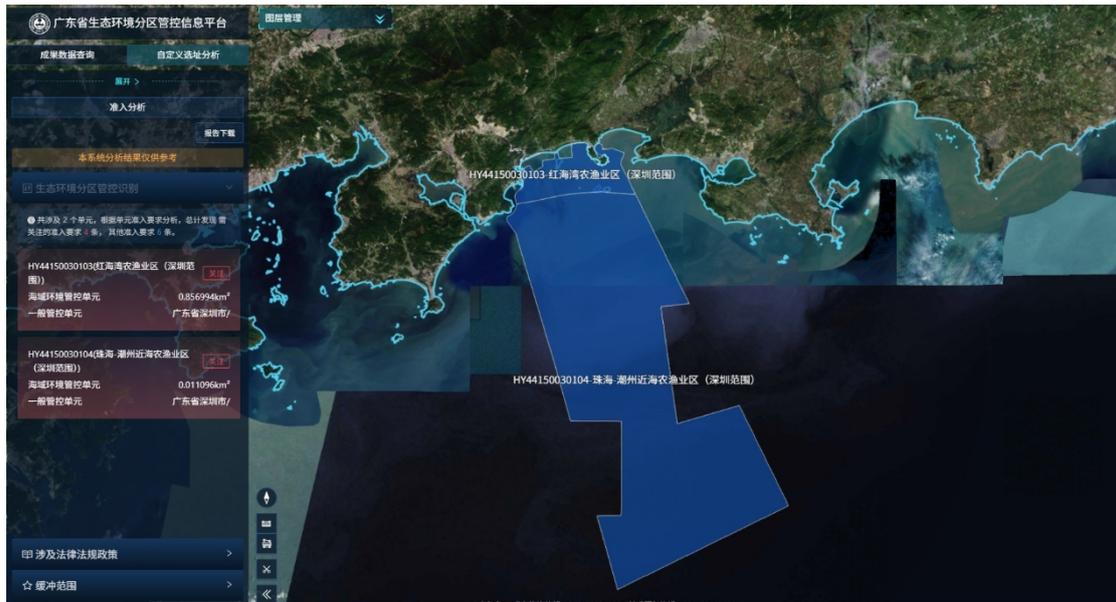


图 3.5-13 项目与广东省“三线一单”应用平台环境管控单元的位置关系图

4 环境现状调查与评价

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沿海，在北纬 20°27'~23°28'和东经 114°54'~116°13'之间。东同揭阳市惠来县交界；西与惠州市惠东县接壤；北接河源市紫金县；南濒南海，与香港隔海相望。陆域界线南北最宽处 90km，东西最宽处 132km，总面积 5271km²（不含东沙群岛 1.8km²），占全省总面积的 2.93%。全市海岸线长 468.3km，占全省岸线 11.37%，居全省第二位、粤东地区第一位；辖内海域有 426 个岛屿，约占全省海岛总数的 21.8%。汕尾市沿海 200m 等深线内属全市所辖海洋国土面积 2.38 万平方公里，占全省海洋国土面积的 14%。

本项目位于广东省汕尾市城区江牡岛附近，中心地理坐标约为 115°10'14.07"E、22°44'30.32"N。项目距离马宫渔港约 7.8km。

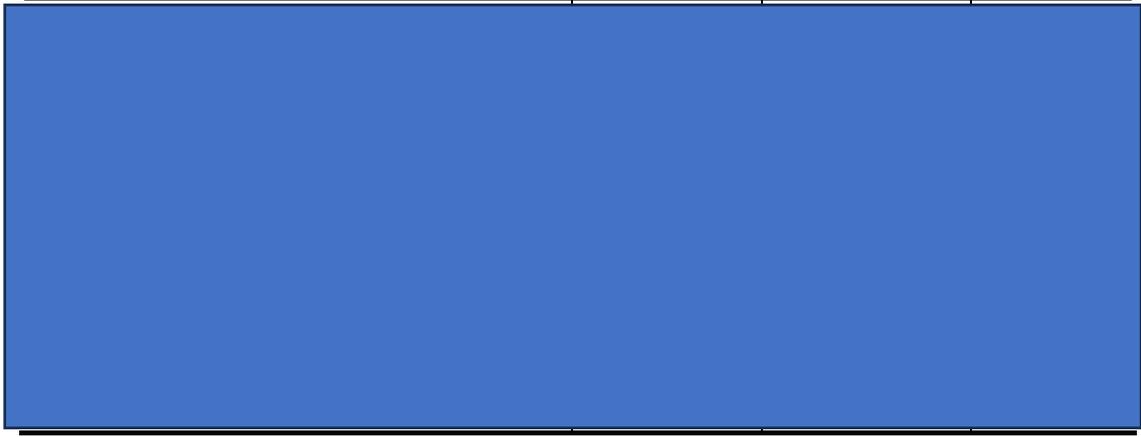
4.1.2 气候气象

4.1.2.1 气候特征

本节引用汕尾气象站（59501）资料，气象站位于广东省汕尾市城区，站点类型为基点站，地理坐标为 115.37°E，22.8°E，海拔高度 16.7m。汕尾气象站是国家气象站，拥有长期的气象观测资料，以下资料根据 2004~2023 年气象数据统计分析。

表 4.1-1 汕尾气象站常规气象项目统计（2004~2023 年）

| | |
|---|--|
| [Table content is obscured by a large blue rectangle] | |
|---|--|



汕尾市地处我国大陆东南部沿海，属亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点为：气候温暖，雨量丰沛，干湿明显，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春早，常有发生，夏涝风灾，危害严重。除个别年份外，属春秋相连长夏无冬。

4.1.2.2 气温

1、月平均气温与极端气温

汕尾气象站 7 月气温最高（28.82℃），1 月气温最低（15.34℃），近 20 年极端最高气温出现在 2005 年 7 月 18 日（38.0℃），近 20 年极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日（2.2℃）。

2、温度年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年气温呈现上升趋势，2021 年年平均气温最高（23.83℃），2011 年年平均气温最低（22.12℃）。

4.1.2.3 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（455.52mm），12 月降水量最小（25.6mm），近 20 年极端最大日降水出现在 2020 年 6 月 8 日（291.8mm）。

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（2649mm），2009 年年总降水量最小（1111.7mm）。

4.1.2.4 日照

1、月日照时数

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

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(2385.3h)，2016 年年日照时数最短 (1637.8h)。

4.1.2.5 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%)。

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 年年相对湿度最小 (73.00%)，2012 年年平均相对湿度最大 (81.25%)。

4.1.2.6 风况

1、月平均风速

汕尾气象站 6 月平均风速最大 (2.67m/s)，1 月风最小 (2.12m/s)。

表 4.1-2 汕尾气象站月平均风速统计 (单位: m/s)

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 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

汕尾气象站主要风向为 ENE、ENE、ESE，占 54.98%，其中以 ENE 为主风向，占到全年 18.23%左右。

表 4.1-3 汕尾市近 20 年月均、年均风向风频统计一览表

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全年 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N | 5.52 | 4.62 | 3.68 | 3.37 | 2.45 | 2.32 | 2.53 | 3.6 | 4.71 | 6.48 | 4.98 | 7.73 | 4.39 |
| NNE | 11.3 | 10.3 | 6.73 | 5.94 | 4.97 | 4.07 | 4.73 | 5.37 | 7.4 | 10.9 | 10.1 | 15.0 | 8.08 |
| NE | 15.9 | 13.6 | 12.5 | 11.4 | 9.86 | 7.92 | 8.46 | 9.12 | 12.2 | 15.5 | 16.5 | 17.1 | 12.3 |
| ENE | 22.0 | 19.7 | 21.8 | 18.6 | 16.6 | 12.3 | 12.9 | 13.4 | 20.9 | 24.7 | 24.7 | 20.4 | 18.2 |
| E | 15.2 | 17.0 | 18.4 | 16.0 | 14.7 | 10.6 | 10.7 | 10.8 | 14.2 | 14.6 | 16.7 | 13.0 | 14.4 |
| ESE | 10.4 | 12.7 | 12.5 | 11.6 | 11.2 | 9.63 | 9.2 | 8.65 | 10.4 | 9.12 | 9.49 | 7.99 | 10.0 |
| SE | 3.02 | 3.44 | 3.83 | 3.56 | 3.22 | 2.97 | 2.92 | 2.94 | 2.91 | 2.6 | 2.61 | 2.56 | 2.79 |
| SSE | 0.49 | 0.54 | 0.64 | 0.81 | 1.12 | 0.99 | 1.02 | 0.95 | 0.67 | 0.47 | 0.44 | 0.46 | 0.76 |
| S | 0.71 | 0.93 | 1.25 | 2.28 | 2.86 | 3.64 | 2.4 | 2.19 | 1.32 | 0.68 | 0.62 | 0.6 | 1.72 |
| SSW | 1.85 | 2.14 | 2.83 | 5.11 | 8.4 | 11.5 | 9.23 | 6.94 | 3.76 | 1.88 | 1.7 | 1.74 | 5 |

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全年 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SW | 3.82 | 4.45 | 4.93 | 8.39 | 12.3 | 19.1 | 18.2 | 15.2 | 7.65 | 3.62 | 3.28 | 3.37 | 8.73 |
| WS | 2.75 | 3.02 | 3.68 | 4.76 | 5.34 | 6.92 | 8.57 | 8.55 | 4.52 | 2.52 | 2.4 | 2.56 | 4.59 |
| W | 1.34 | 1.54 | 1.96 | 2.13 | 2.1 | 2.79 | 3.12 | 3.98 | 2.38 | 1.02 | 1.08 | 1.23 | 2.13 |
| WN | 0.56 | 0.58 | 0.94 | 0.97 | 1 | 1.31 | 1.58 | 1.91 | 1.35 | 0.51 | 0.49 | 0.48 | 1.1 |
| NW | 0.69 | 0.85 | 0.92 | 1.02 | 1.1 | 1.02 | 1.36 | 1.91 | 1.59 | 0.76 | 0.57 | 0.69 | 1.16 |
| NN | 1.2 | 1.2 | 1.16 | 1.27 | 1 | 1.1 | 1.21 | 1.87 | 1.76 | 1.63 | 1.07 | 1.31 | 1.38 |
| 静风 | 3.61 | 3.43 | 2.68 | 2.92 | 2.24 | 2.01 | 2.23 | 2.94 | 2.34 | 3.12 | 3.26 | 3.95 | 2.23 |

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（2.54m/s），2012 年年平均风速最小（2.17m/s）。

4.1.3 地质地貌

4.1.3.1 区域大地构造

本区域构造划在东南沿海断褶皱带内的紫惠坳断东（三级）中部偏东端，主要构造线方向为北东向，燕山期断裂和褶皱构成了本区地质构造的主体，北东向纵断裂和北西向横断裂成斜交断裂相互交切，沿大断裂有大面积的火山喷出岩分布，加之后期多次大规模的岩浆活动，破坏了早期的构造形态，形成了本区特殊的断块构造。

根据区域资料，该区主构造带为早期新华夏系莲花山断裂构造带，该构造带以强大的断裂束及其所夹持的动力变质带为主；晚期新华夏系构造带主要有北东向的紫金—惠东断裂及华阳—平海断裂构造穿插其中，顺线尚有北西向松坑—惠东压扭性断裂存在。由于第四系覆盖层较厚，难于作进一步地质构造调查，而根据周边地方钻探资料揭露，未发现工程区内有大的构造迹象存在。详见图 4.1-1。

4.1.3.2 工程区域岩土分布及特征

本节引用《汕尾市江牡岛海域海洋牧场开发式养殖用海项目岩土工程勘察报告》（深圳市协鹏工程勘察有限公司，2023 年 6 月）中的相关勘察结果进行论述。

据钻孔揭露，场地内地层在钻探深度内自上而下可分为：人工填土层（O）第四系海陆交互相层（Q）、第四系残积层（Q）、下伏基岩为燕山期花岗岩基岩层（yK）。现自上而下按层序分述如下：

（1）第四系海陆交互相沉积层（O）

淤泥（层号 1-1）：灰黑色，饱和，流—软塑状，含多量有机质及少量贝壳，具有腥

臭味，局部含有少量砂。岩芯采取率平均 84%。该层整个场地钻孔均见及，层厚 2.50~3.70m，平均厚度 3.18m，层顶埋深 7.20~8.90m，层顶标高-7.58~-5.96m 该层进行标准贯入试验 8 次，实测锤击数 N' 为 3.0~4.0 击，平均值 3.3 击。

粗砾砂（层号 1-2）：灰褐色，饱和，稍密—中密，颗粒成分以石英为主，级配不良，局部含有多量粘粒。岩芯采取率平均 75%。该层整个场地钻孔均见及，层厚 1.00~3.10m，平均厚度 1.89m，层顶埋深 10.30~12.30m，层顶标高-10.67~-9.32m 该层进行标准贯入试验 4 次，实测锤击数 N' 为 15.0~19.0 击，平均值 17.0 击。

粉质粘土（层号 1-3）：浅灰色，湿，可塑状，不均含砂粒，韧性好，干强度高。岩芯采取率平均 80%。该层整个场地共有 ZK2、ZK4 及 ZK5~ZK8 等 6 个钻孔见及，层厚 3.00~4.90m，平均厚度 4.03m，层顶埋深 11.60~14.30m，层顶标高-12.52~-10.60m。该层进行标准贯入试验 5 次，实测锤击数 N' 为 8.0~11.0 击，平均值 9.6 击。

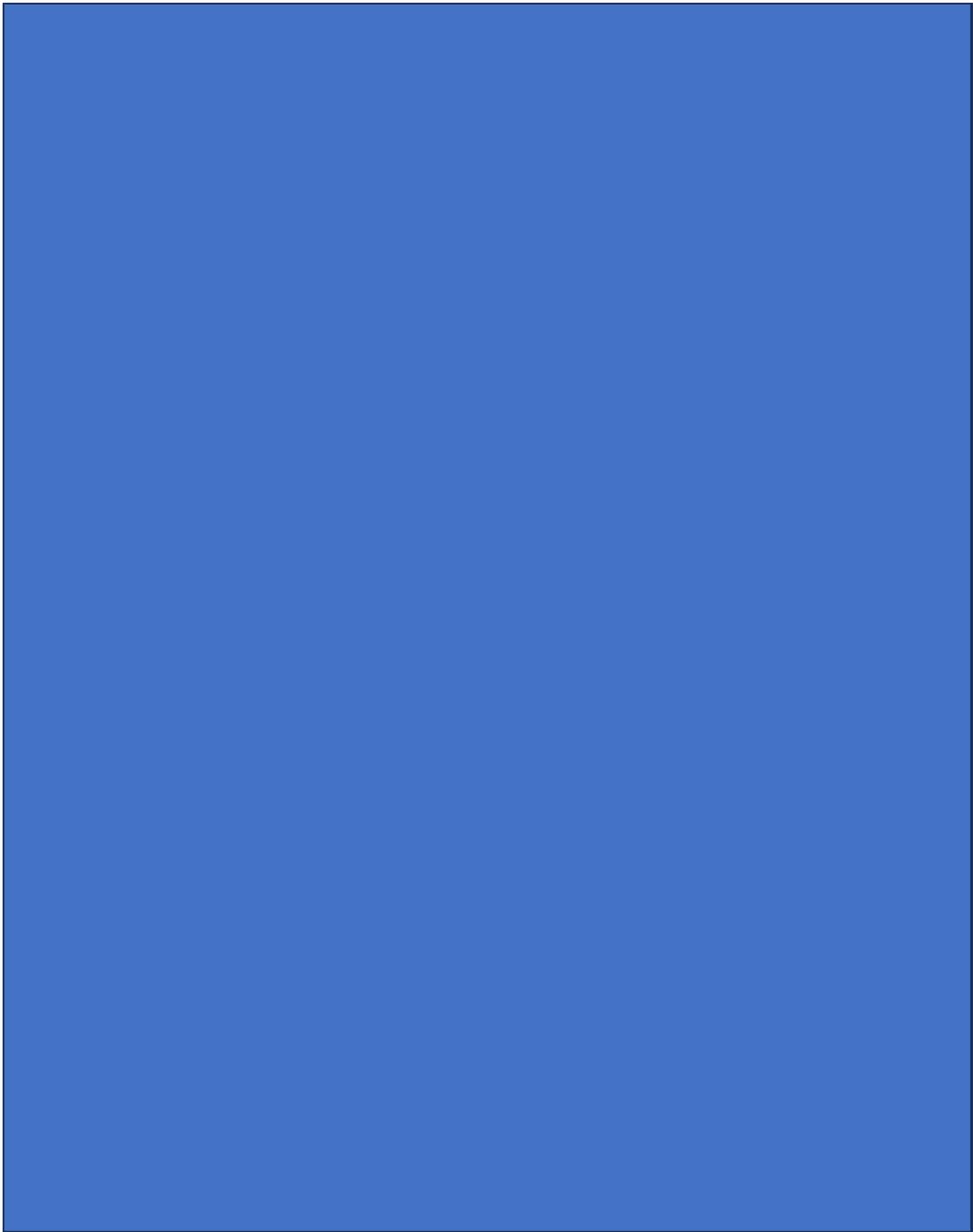


图 4.1-1 项目附近断裂分布图（广东省地震局，2000）

(2) 第四系残积层 (Oe)

砾质黏性土 (层序号 2): 褐黄色, 湿, 可塑状, 由花岗岩风化残积而成, 遇水易崩解。岩芯采取率平均 86%。该层整个场地钻孔均见及, 层厚 1.10~5.70m, 平均厚度 2.99m, 层顶埋深 12.90~18.10m, 层顶标高-16.32~-11.58m。该层进行标准贯入试验 7 次, 实测锤击数 N' 为 19.0~32.0 击, 平均值 24.7 击。

(3) 燕山期花岗岩层 (YK)

全风化花岗岩(层序号 3-1): 褐黄色, 灰黄色, 原岩结构基本破坏, 岩芯呈石柱状, 岩质松软, 遇水软化, 岩心采取率 80%。属极软岩, 岩体极破碎, 岩体基本质量等级为 V 级。该层整个场地共有 ZK2~ZK7 等 6 个钻孔见及, 层厚 1.00~2.20m, 平均厚度 1.57m, 层顶埋深 18.30~20.70m, 层顶标高-18.92~-16.81m。该层进行标准贯入试验 2 次, 实测锤击数 N 为 45.0~46.0 击, 平均值 45.5 击。

强风化花岗岩(层序号 3-2): 褐黄色, 原岩结构大部分破坏, 芯呈半岩半石状, 碎块状, 岩质松软, 手可扳断, 遇水崩解, 岩芯采取率 72%。属软岩, 岩体极破碎, 岩体基本质量等级为 V 级。该层整个场地钻孔均见及, 层厚 1.10~3.00m, 平均厚度 1.75m, 层顶埋深 18.60~22.10m, 层顶标高-20.32~-17.28m。该层进行标准贯入试验 6 次, 实测锤击数 N 为 71.0~76.0 击, 平均值 73.1 击。

中风化花岗岩(层序号 3-3): 褐黄色, 青灰色, 岩石结构清晰, 岩芯呈块状风化裂隙发育, 岩质较硬, 锤击声哑, 岩芯采取率 70%。RQD 值 0%。属较软岩岩体较破碎, 岩体基本质量等级为 IV 级。该层整个场地共有 ZK1 及 ZK4~ZK6 等 4 个钻孔见及, 层厚 0.2m, 平均厚度 0.2m, 层顶埋深 21.20~23.30m, 层顶标高-21.52~-20.20m。

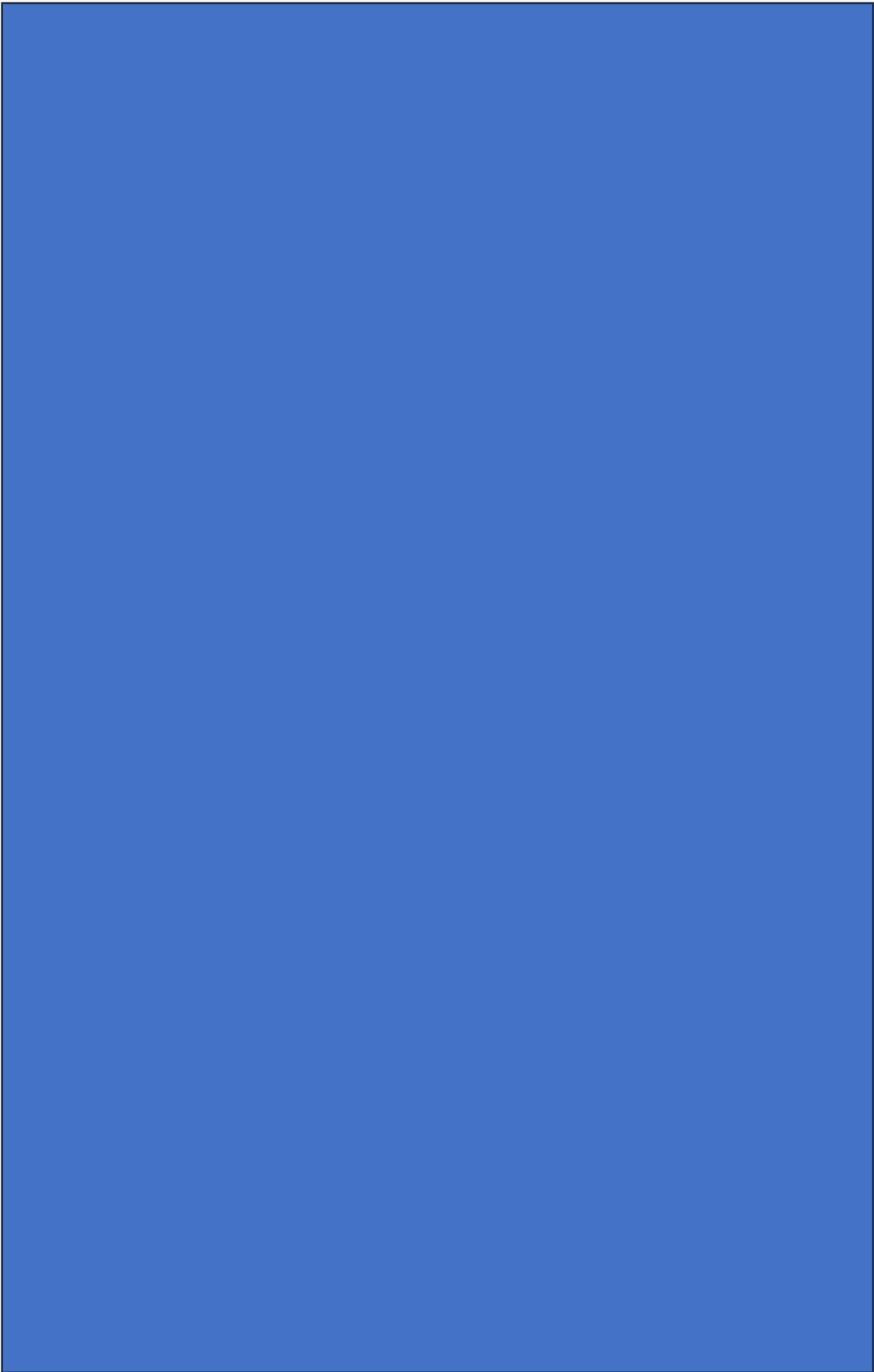
微风化花岗岩(层号 3-4): 青灰色, 岩石结构清晰, 岩芯呈短柱状, 质新鲜坚硬, 锤击声脆。岩芯采取率 80%。ROD 值 50%~70%。属较硬~坚硬岩, 岩体较完整, 岩体基本质量等级为 III 级。该层整个场地钻孔均揭露, 该层揭露厚度 1.10~1.70m, 平均厚度 1.36m, 层顶埋深 21.40~23.50m, 层顶标高-21.72~-20.12m。

(4) 场地适宜性及稳定性评价

根据区域地质资料及勘察结果, 场地未发现活动断裂, 本地区的区域地壳稳定性等级属基本稳定区: 场地未发现土洞塌陷、地面沉降等其他不良地质作用和地质灾害, 拟建场地稳定性较好、适宜性一般, 经过适当的处理后, 可以建筑。根据勘察结果, 场地位于平坦地带, 除上部淤泥的强度低, 其余各岩土层的工程地质性质均较好, 亦未见埋藏的河道、沟滨、防空洞、溶洞等对工程不利的埋藏物。

根据勘察结果, 场地主要为第四系覆盖层的淤泥、粗砾砂、粉质粘土、砾质性土及全~微风化花岗岩。根据场地工程地质条件, 结合拟建构筑物的规模和特征: 由于海上风浪大, 为了更好的稳固及支撑海上工作平台和网箱, 建议采用预应力管桩以全或强风化花岗岩作为桩端持力层。

综上所述, 拟建场地上部地基稳定性较差, 下部稳定性较好, 经合适的基础选型后, 地基不会发生失稳, 其稳定性较好。



4.1.3.3 项目所在海域的水深地形

由 4.1-4 可见，项目拟选海域的海底地势平缓，坡度小，随着离岸距离的增大，水深缓慢逐渐增大，本项目工程附近海域的水深约为 9.9~11.1m。



图 4.1-2 项目附近水深地形图

4.1.4 自然灾害

灾害性天气是指对人民生命财产有严重威胁，对工农业生产、交通运输和资源环境等会造成重大损失的天气。如干旱、大风、暴雨、热带气旋、沙尘暴、冰雹、龙卷风、寒潮和强冷空气活动、霜冻、降雪、大雾等。可发生在不同季节，一般具有突发性。灾害性天气是造成海洋灾害的直接原因。研究灾害性天气的形成机理和变化规律，监测灾害性天气形成发展过程，是进行海洋灾害预测预报、防灾减灾的前提和基础。

中国地域辽阔，自然条件复杂，而且属于典型的季风气候区，因此灾害性天气种类繁多，不同地区又有很大差异。而南海是台风、季风潮等热带天气系统活跃的区域，灾害性天气频繁发生，其中影响我国的热带气旋有 50%以上都是在南海生成或经过南海北上的。南海区域的灾害性天气对南海沿岸省份海洋经济发展、南海海洋资源开发、海洋捕捞、海岸带滩涂养殖和海上运输构成较大威胁。

4.1.4.1 热带气旋

汕尾沿岸海岛海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西

太平洋和南海，热带气旋分为热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）和超强台风（SuperTY）六个等级。

1、热带气旋发生情况

以遮浪海洋站风速达6级，台风中心位置进入20.9°N~24.9°N，114.3°E~118.3°E区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949~2024年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有209个，年平均2.79个，年最多为9个（1999年），75年间仅1989年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋7~9月出现最多，占69.86%，其次是6月占13.88%，最早出现在4月10日（受6701强台风影响），最晚出现在12月2日（受7427强台风影响），1月至3月没有热带气旋影响本海域，1949年~2024年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有25个，强台风24个，台风43个，强热带风暴41个，热带风暴55个。

表 4.1-4 1949-2024 年热带气旋中心经过 20.9°N~24.9°N，114.3°E~118.3°E 区域个数统计

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
|----|---|---|---|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|----|------|
| 01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 2 | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 | 21 |
| 02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 12 | 8 | 14 | 4 | 2 | 0 | 55 |
| 03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 9 | 15 | 11 | 1 | 0 | 0 | 41 |
| 04 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 14 | 8 | 8 | 5 | 1 | 0 | 43 |
| 05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 5 | 9 | 3 | 1 | 0 | 24 |
| 06 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 6 | 4 | 4 | 2 | 0 | 25 |
| 07 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 29 | 48 | 50 | 48 | 18 | 6 | 0 | 209 |
| 08 | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0.11 | 0.39 | 0.64 | 0.67 | 0.64 | 0.24 | 0.08 | 0 | 2.79 |
| 09 | 0 | 0 | 0 | 0.96 | 3.83 | 13.88 | 22.97 | 23.92 | 22.97 | 8.61 | 2.87 | 0 | 100 |

注：01-热带低压；02-热带风暴；03-强热带风暴；04-台风；05-强台风；06-超强台风；07-合计；08-年平均；09-频率（%）。

1949~2024年期间，对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋有10个，遮浪海洋站记录的风速均在33m/s以上，分别是6903、7908、8805、9009、9509、2000年13号、2003年13号台风、2013年19号台风、2017年13号台风和2018年22号台风。

影响汕尾沿岸海岛海域的西太平洋台风，7908号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979年8月2日13~14时，7908号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达55m/s，中心气压940hPa（资料来自上海台风研究所），1979年8月1日24时~2日12时，汕尾沿岸海岛海域平均风力12级以上，8级以上大风时间持续24个小时，12级大风时间持续12

个小时。汕头市妈屿站出现 3.81m（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出 1.78m，妈屿站最大增水 2.51m，出现在 1979 年 8 月 2 日 10 时 00 分，汕尾市区大部分街道受浸，水深 0.3~1.0m，7908 号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济损失和人员伤亡。

9509 号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海岛海域的台风（见图 4.1-5），其特点是：也是风力强、范围广、破坏力强。1995 年 8 月 31 日 15 时前后，9509 号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速 59.7m/s，风向东北，汕尾市 46.0m/s，海丰、惠东县 39.0m/s，惠来 35.0m/s，惠阳 34.0m/s，澄海 31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受 9509 号台风影响，国民经济直接损失 38.62 亿元和重大人员伤亡。

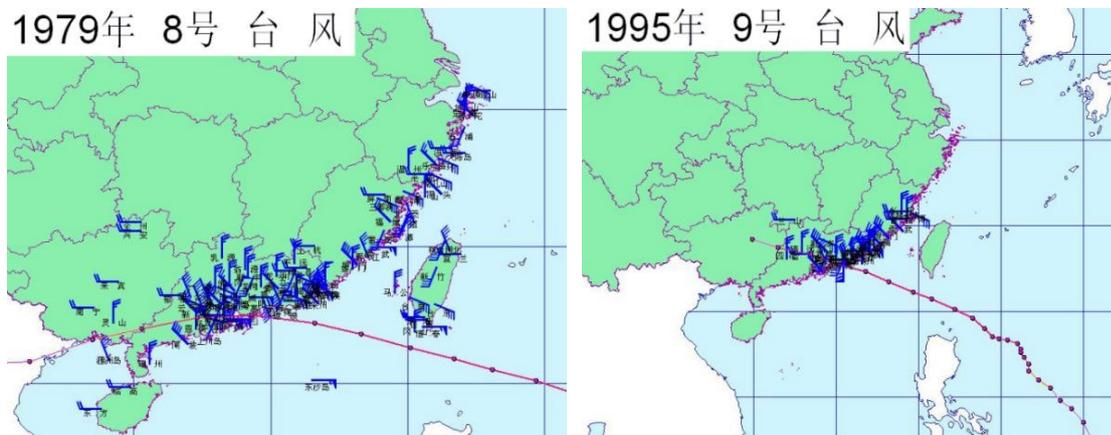


图 4.1-3 对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋路径图

2、灾害

风暴潮是由于热带气旋、温带天气系统、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。风暴潮主要表现为：海水异常升高，风大浪急、潮位太高，损坏渔船、冲毁养殖筏架。施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，海水异常升高，风大浪急，会对施工船舶造成损坏，并危及施工人员的人身安全，施工期间应及时关注天气及潮位信息，避开台风季节，选择合适的天气及潮位条件，避免风暴潮天气施工。运营期间，当风暴潮发生时，可能会损毁作业船舶，导致网箱体积的变形，网箱随波浪的起伏、纵倾以及垂直方向的振动，网衣的撕裂，连接结构的疲劳破坏与松动，锚绳的断裂以及走锚，造成养殖产品的流失或是大量死亡，对养殖户将造成巨大的经济损失。此外，台风的发生有可能会使所处海域水质受到破坏，导致养殖贝类死亡，无法打捞，腐烂后将会造成水底污染，很难恢复再生产，同时，对海域环境造成严重的破坏。

台风海浪是由热带气旋引起的海浪，它和热带气旋强降水一样都可以引发严重的灾

害。何洁琳和管兆勇指出强度大、移速快的台风容易造成较大的变压梯度，导致过程性大风的出现，而移速慢、逗留时间过程的台风也会导致严重风灾。灾害性海浪通常指波高达到 4m 以上的海浪，可引起海上船舶倾覆、折断和触礁，摧毁海上平台，对海上运输和施工、渔业捕捞等带来很大的灾害。海浪灾害是造成我国人员伤亡最严重的海洋灾害，同时还是最频繁发生的海洋灾害，月均 3~4 次。《2023 年中国海洋灾害公报》显示，2023 年我国近海发生 4 米（含）以上海浪过程 28 次，5 次造成灾害，直接经济损失约 2600 万元，死亡失踪 8 人。

4.1.4.2 大风

由于汕尾沿岸地处南海的北部，1995 年 07 月~2024 年 12 月，一年四季均可出现大风（ ≥ 8 级），大风日数年平均 8.1 天，2008 年出现大风的大风日数最多达 17 天。虽然风能丰富，但大风造成的灾害也是严重的。

4.1.4.3 雷暴

汕尾沿岸，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4~9 月，汕尾沿岸历年平均发生雷暴 54 天。

4.1.4.4 寒潮及低温阴雨

根据《广东省各类主要灾害性天气标准》的规定，单站寒潮指标为：日平均气温在 24h 内下降 8°C 或其以上（或 48h 内下降 10°C 或其以上），同时过程最低气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ，寒潮出现后天气回暖到日平均气温 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ ，同时极端最低气温 $> 5^{\circ}\text{C}$ ，作为寒潮结束。遮浪海洋站有气象记录以来有寒潮过程记录，发生在 1991 年 12 月 27~31 日，24 小时内日平均气温下降了 10.9°C ，过程最低气温 3.9°C 。汕尾气象站，24 小时内日平均气温下降了 11.8°C ，过程最低气温也是 3.9°C ，其降温幅度和最低温度均达到了寒潮过程的标准。

气象上表征低温阴雨天气有下列标准：（1）日平均气温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ ，连续 3d 或 3d 以上；凡在 2 月 1 日（可上跨）至 4 月 30 日期间，出现的天气过程符合上述要求，即统计为一次低温阴雨过程。汕尾沿岸的低温阴雨天气出现次数，累年平均低温阴雨过程为 0.7 次，平均每次过程持续 5.7 天，最长为 17 天（1968 年 2 月），最短为 3 天，最多的年份有 3 次（1968 年），低温阴雨最早为 2 月 1 日，最晚为 3 月 3 日，有 24 年没有出现低温阴雨天气，约 51% 年份会出现低温阴雨天气。汕尾沿岸倒春寒天数最长的是 1970，共计 8 天。

4.1.4.5 干旱

对于海岛来讲，干旱是一种极为普遍的灾害，以小岛为例，首先是汕尾沿岸海岛的

降水量不多，累年平均降水量为 1598.1mm，，不仅降水量少，且它的年际变化也大，最大年降水量为 2496.0mm（1968 年），最小年降水量为 815.0mm（1963 年），年内降水量的分配既不均匀，又不稳定，另外，由于岛上多丘陵地形，而无江河湖泊，降水容易流失，汕尾沿岸海岛年平均蒸发量较大，所以，一旦降水偏少，容易出现干旱。

4.1.4.6 地震

按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），场地抗震设防烈度为VIII度，设计基本地震加速度为 0.10g，设计地震分组属一组。特征周期值为 0.35S。

4.1.4.7 赤潮

1、赤潮发生情况

据不完全统计，2012-2021 年间广东沿海共发生赤潮 97 起。近 10 年来，我省沿海年均发现 10 起左右赤潮事件（见表 4.1-5），但大规模、有危害的赤潮发生次数相对较少。深圳、惠州、湛江、珠海、汕尾和汕头海域是我省主要的赤潮多发区。

表 4.1-5 2012~2021 年广东沿海有记录的赤潮灾害次数

| 年份 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 次数 | 16 | 6 | 15 | 7 | 13 | 10 | 7 | 3 | 6 | 14 |

2021 年，全省海域发现赤潮事件 14 次，累计面积约 196.47km²，未发现有毒赤潮。以上赤潮发生期间均未收到附近海域出现养殖鱼类和海洋生物异常死亡的报告。与近 5 年相比，2021 年广东省赤潮发现次数高于平均值，为平均值（8 次）的 1.75 倍；赤潮累计面积为平均值（307.73km²）的 64%。2017~2021 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况见图 4.1-4。



图 4.1-4 2017~2021 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况

2021年，广东省海域引发赤潮的生物共11种，其中红色赤潮藻引发赤潮的次数最多、累计面积最大，分别为7次和111.45km²。2021年广东省海域发现的部分赤潮生物显微镜下照片见图4.1-5。

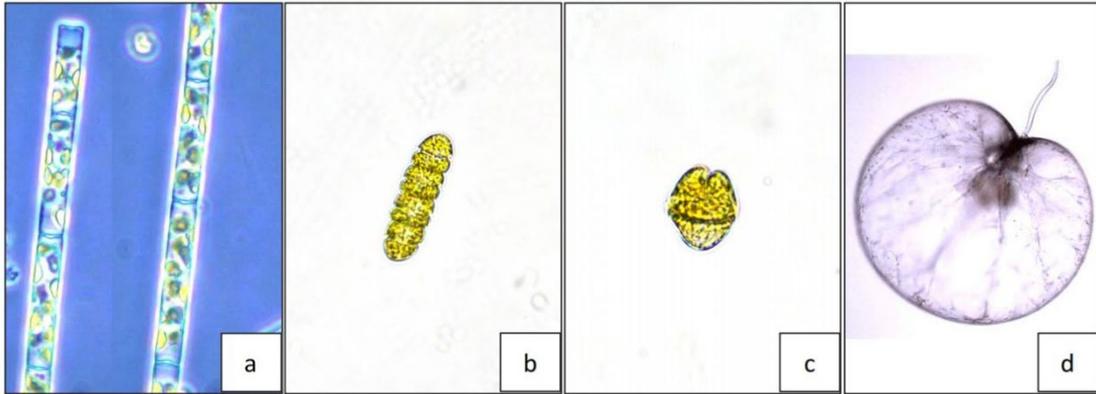


图4.1-5 2021年广东省海域发现的部分赤潮生物显微镜下照片
(a: 丹麦细柱藻, b: 链状裸甲藻, c: 红色赤潮藻, d: 夜光藻)

从区域分布来看，深圳市海域发现赤潮次数最多，为8次，占全省全年赤潮发现次数的57%，汕尾市海域发现赤潮累计面积最大，达到80.00km²，为全省全年赤潮累计面积的41%。从时间分布来看，1~2月是发现赤潮次数最多和累计面积最大的月份，分别为7次和110.90km²。

2021年单次持续时间最长的赤潮过程于1月25日~2月24日发生在珠海市淇澳岛东部和海滨浴场海域，持续31天，引发赤潮的生物为夜光藻、球形棕囊藻和红色赤潮藻。单次面积最大的赤潮过程于1月26日~1月31日发生在汕尾市附近海域，最大成灾面积为80.00km²，引发赤潮的生物为红色赤潮藻。

根据汕尾市海洋环境监测中心站2017~2021年对汕尾海域赤潮监测结果表明：2017~2021年汕尾海域共发生赤潮4次，累计面积超过177.8km²。赤潮生物主要有4种，分别为锥状斯克里普藻、丹麦细柱藻、球形棕囊藻、红色赤潮藻。2020年，持续时间最长和单次面积最大的赤潮过程均发生在汕尾品清湖近岸水域，持续时间7天，为12月2日~12月8日，最大面积为50km²。2021年单次面积最大的赤潮过程于1月26日~1月31日发生在汕尾市附近海域，最大成灾面积为80.00km²，引发赤潮的生物为红色赤潮藻。

2、广东沿海赤潮生物

广东沿海赤潮生物种类繁多，已记录的有170种（包括孢囊种类），约占全国赤潮生物种类的90%以上，包括有毒种类，如链状亚历山大藻(*Alexandrium catenella*)、塔马亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*)、具尾鳍藻(*Dinophysis caudata*)、具毒冈比亚藻

(*Gambierdiscus toxicus*)、多边舌甲藻 (*Hngulodinium polyedrum*)、多纹膝沟藻 (*Gonyaulax polygramma*)、短凯伦藻 (*Karenia breve*)、链状裸甲藻 (*Gymnodinium catenatum*)、米氏凯伦藻 (*Karenia mikimotoi*)、海洋卡盾藻 (*Chattonella marina*)、海洋原甲藻 (*Prorocentrum micans*)、球形棕囊藻 (*Phaeocystis globosa*)、尖刺拟菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens*) 等。

3、赤潮的危害

赤潮是海水中某些微型藻、原生动物或细菌在一定的环境条件下爆发性增殖或聚集致水体变色的一种生态异常现象。赤潮生物的异常性增殖,会导致海域生态平衡被打破,海洋浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物相互间的食物链关系和相互依存、相互制约的关系异常或者破裂,大大破坏了主要经济渔业种类的饵料基础,破坏了海洋生物食物链的正常循环,造成鱼、虾、蟹、贝类索饵场丧失,渔业产量锐减;赤潮生物的异常爆发性繁殖,可引起鱼、虾、贝等经济生物瓣鳃机械堵塞,造成这些生物窒息而死;赤潮后期,赤潮生物大量死亡,在细菌分解作用下,可造成区域性海洋环境严重缺氧或者产生硫化氢等有害化学物质,使海洋生物缺氧或中毒死亡;另外,有些赤潮生物的体内或代谢产物中含有生物毒素,能直接毒死鱼、虾、贝类等生物。

赤潮一般分为有毒赤潮和无毒赤潮两类,无毒赤潮基本不产生毒害作用,而有毒赤潮的危害较大。海洋浮游藻中有 300 多种能够形成赤潮,其中有 70 多种能产生毒素。当无毒赤潮发生时,对本项目养殖基本无影响,当有毒赤潮发生时,可能对养殖产品造成一定的影响。

4.2 区域自然资源概况

4.2.1 旅游资源

汕尾市海岸线上分布着众多沙滩、奇岩、岛礁、古迹等滨海迷人风光,“神、海、沙、石”兼备,具有“阳光、沙滩、海水、空气、绿色”5 个旅游资源基本要素,历史、人文内容也十分丰富,适于开发观光旅游、购物旅游、宗教旅游。金厢、遮浪、捷胜等地海滩连绵,安全系数高、沙质细软,海水水质好,开发滨海旅游条件得天独厚,是海水浴场、日光浴场、水上运动场优良场所,其中以遮浪和金厢旅游资源开发潜力最大。遮浪山、海、湖、角风光旖旎,是国家重点海水浴场之一;观音岭金厢滩沙白、水清、浪小,岭前奇石众多,是一个理想的滨海度假胜地。龟龄岛、小岛等海岛风光旅游资源也具有很大的开发潜力。

红海湾旅游资源分为如下的 8 个主类、28 个亚类、78 个基本类型。基本类型中人

文活动、地文景观、水域风光占有较大的优势。旅游资源单体共 119 个，其中建筑与设施类 43 个位居第一层次：地文景观 22 个、人文活动 19 个、遗迹遗址 14 个、水域风光 8 个和天象与气候 5 个，位居第二层次：旅游商品和生物景观各个，单体较少湾交接处突入海的一个半岛，素称“粤东麒麟角”，又称岩岛，因为它名副其实是由礁岩构成的。景点位于红海湾旅游区位于汕尾市区以东 18km 处，湾内有多洁白柔软的沙滩，还有神秘岛、龟龄岛等数个秀丽的岛屿。海滨自然景光迷人，风光旖旎，区内有唐公墓，郑祖嬉纪念庙古迹。遮浪半岛突入海面，有如屏障似地挡住了东西两面风浪，在半岛两侧不管风向何方，景象迥然不同，当一边波涛滚滚，巨浪排空，万马奔腾，另一边则风平浪静，一碧万顷，波光粼粼，遮浪因而得名。半岛南面有灯塔岛，建有国际航标灯塔；半岛两侧海滩各连绵约 2km，沙白水清，是海水浴理想处。

4.2.2 岸线资源

汕尾市岸线资源丰富，根据广东省最新修测岸线数据，汕尾拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市海岸线长 468.3km，占全省岸线 11.37%，居全省第二位、粤东地区第一位，其中人工岸线 249.8km，自然岸线 212.4km，其他岸线 6.1km。

4.2.3 岛屿资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岛共 426 个，为全省最多，约占全省海岛总数的 21.8%，其中包括有居民海岛 2 个，无居民海岛 424 个。根据行政区划，全市 2 个有居民海岛均属于村级岛，即小岛和施公寮岛。

全市海岛总面积约 14 平方千米，占全省海岛总面积的 1.0%，其中面积大于 1 万平方米的海岛共 23 个。全市海岛岸线总长约 107 千米，占全省海岛岸线总长度的 4.5%。

(1) 江牡岛

江牡岛位于汕尾市红海湾中部，马宫港西面，距陆地直线距离 3.8 公里，地理坐标为 22°44'16"N~22°44'41"N，115°10'53"E~115°11'29"E。江牡岛距离本项目 0.6km，位于项目东侧。江牡岛面积 45.6904 公顷。汕尾江牡岛土地类型主要为基岩山地，最高海拔 31m，位于海岛东北部。由花岗岩构成，有山峰 3 座，东西走向，东北高西南低，表层的乔木和灌木丛茂盛，覆盖率约 85%。岛岸曲折陡峭，多为石质岸，南岸多峭壁。汕尾江牡岛的岸线总长度 4716m。按海岛岸线类型分，汕尾江牡岛的岸线由基岩岸线、砂质岸线和构筑物岸线组成。其中汕尾江牡岛主要岸线类型为基岩岸线，长度 4466m，占全岛岸线的 94.7%；砂质岸线长度 107m，占全岛岸线的 2.3%；构筑物岸线长度 143m，

占全岛岸线的 3.0%。

江牡岛海产有马鲛、鲳鱼、石斑、海胆、海藻等。20 世纪六十年代，马宫镇深海渔民及居民等单位曾到岛上开荒造田，种植作物，开办农场。岛上有淡水。汕尾江牡岛已进行一定程度的渔业开发利用，包括西南侧登岛码头、沿岸防护栏、海岛小路、科研养殖公司、海洋观察室、西北侧扇贝养殖场、西北侧破损码头、太阳能装置等；海岛周边海域的有南侧的开放式养殖用海权属、北侧及西北侧的大量开放式养殖及海洋牧场等。

(2) 南澳半岛

南澳半岛，又称遮浪半岛，是红海湾和碣石湾交界的突出部，濒临南海，素称“粤东麒麟角”，是汕尾八景之一，全省十大最迷人的滨海旅游景区之一，是汕尾市旅游龙头景区。音乐大师马思聪、书画大家赖少其、革命文学先驱者丘东平、民俗学大师钟敬文、中国散文诗泰斗柯蓝、音乐家施光南等文化名流曾到此揽胜采风，触发创作灵感。

(3) 龟龄岛

该岛造型奇特，地貌丰富。岛上两座同峰分踞东西两侧，东侧主峰海拔 53.6m，山体形若龟背，并向东南蜿蜒入海，极象龟背；西端为次高峰，海拔 22.8m，状若龟头，其下侧有一高出海面面积约为 3m² 的海蚀平台。次峰为花岗岩，风化形成巨石垒叠，形象逼真的风景地貌有：南天门、羊回头、卧佛、蘑菇石等。

(4) 菜屿岛

菜屿岛座落于汕尾市遮浪角西南，红海湾东南角。为汕头至广东、香港航线必经地。由竹竿屿、马屿、白担、内已仔、大印、印仔 7 岛和众多礁石组成，岛屿总面积 0.4km²。

4.2.4 港湾资源

汕尾拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市海岸线长 468.3km，占全省岸线 11.06%，居全省第二位、粤东地区第一位，尚可开发岸线 221.2 公里，占总长 48.59%，具有较大发展空间。拥有海岛 426 个，居全省第一，其中 500 平方米以上岛屿 133 个（含东沙岛）。较大岛屿有龟龄、屿仔、江牡、芒屿、菜屿、金屿等。沿岸拥有小漠、鲛门、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。

4.2.5 水产资源

主要海洋经济水产品种有 14 类，107 科，173 种，其中年产量超过 2000t 有 20 多种。上述水产品种中，有相当一部分属于中上层鱼类，集中在辽阔中深海渔场，尚有开发余地。龙虾、膏蟹、鲍鱼、鱿鱼等名贵水产种类繁多，渔业产值居全省之首。境内鱼、虾、蟹、贝、藻类齐全，渔业生产已有数百年历史。一般具有捕捞价值的鱼类达 200 多

种。大量生产的有蓝圆鲹（巴浪鱼）、海鲶（赤鱼）、竹夹鱼、鲑鱼、大眼鲷（红目鲢）、大甲鲈、石斑等。甲壳类有墨吉对虾、近缘新对虾等。贝壳有近江牡蛎（蚝）、翡翠贻贝、蓝蛤等。藻类有广东紫菜、鹅掌菜等。

4.2.6 港口、航道和锚地

4.2.6.1 港口资源

汕尾港位于广东省东南沿海，分布在红海湾和碣石湾内。该港地处汕头港至珠江口之间海岸线的中部，地理位置优越。东距汕头港 117 海里；西距香港维多利亚港 81 海里、广州港黄埔港区 163 海里，地理位置优越，是粤东地区重要的对外贸易口岸和渔业基地之一。

汕尾市大陆岸线长 468.3 千米，东起陆丰甲子角，西至海丰小漠螺丝头，辖红海湾、碣石湾两大海湾，辖区水域广阔，自然条件通航里程达 165 海里。汕尾市目前有汕尾港区、汕尾新港区（红海湾）、海丰港区和陆丰港区共 4 个港区，截至 2013 年，该港拥有各类生产泊位 28 个。汕尾港具有航道短、波浪小、泥沙少、岸线稳定等特点，港口设备完善，陆上交通便利，附近有很多可利用的港湾。

汕尾市作为连接珠三角和粤东地区的重要沿海港口城市，是全国首批对外开放的 16 个港口之一，国家一类港口，是广东沿海重要外贸口岸和物资集散枢纽，港口经济发展条件优越。



图 4.2-1 汕尾港港区分布示意图

从地理位置上看，本项目位于汕尾市城区江牡岛西侧，与汕尾各港区码头距离较远，

相互影响不大。汕尾港主要码头汇总如下表所示：

表 4.2-1 汕尾港主要码头一览表

| 序号 | 码头名称 | 所属单位 | 码头长度 (m) | 水深 (m) | 用途 | 靠泊能力 (t) |
|----|-------------|--------------------|-------------|-----------|----------|-------------|
| 1 | 广石化鲘门油库码头 | 汕尾运通达石化发展有限公司 | 56.4 | 5.5 | 汽油、柴油 | 1500 |
| 2 | 小漠华城液化气码头 | 海丰华都能源有限公司 | 140 | 6.8 | 液化气 | 3000 |
| 3 | 红海湾发电厂煤码头 | 广东红海湾发电有限公司 | 280 | 15.2 | 煤炭 | 70000 |
| 4 | 红海湾发电重件码头 | 广东红海湾发电有限公司 | 132 | 6.8 | 重件 | 3000 |
| 5 | 红海湾发电厂油码头 | 广东红海湾发电有限公司 | 90 | 5.3 | 油码头 | 1000 |
| 6 | 港务局新码头 | 市港务局 | 255 | 7.5 | 集装箱 | 5000 |
| 7 | 港务局老码头 | 市港务局 | | 4.7 | 集装箱 | 1000 |
| 8 | 万聪供油站码头 | 万聪实业发展有限公司 | 80 | 5.8 | 渔业后勤供油 | 3000 |
| 9 | 万聪船厂杂货码头 | 市运红海湾万聪船舶修造有限公司 | 120 | 6.8 | 杂货 | 2000 |
| 10 | 鸿业船厂码头 | 市鸿业船舶修造有限公司 | 60 | 4.0 | 船厂专用 | 1000 |
| 11 | 汕尾市新城发电厂油码头 | 市新城发电厂 | 300 | 3.4 | 汽油、柴油、重油 | 1000 |
| 12 | 炮台油库码头 | 中石化广东汕尾石油分公司 | 48 | 5.5 | 汽油、柴油 | 2000 |
| 13 | 深汕石油储存公司油码头 | 市城区深汕石油储存公司 | | 4.2 | 成品油 | 1000 |
| 14 | 中油汕尾销售分公司油库 | 中国石油天然气股份有限公司汕尾分公司 | 24 | 4.5 | 成品油 | 1500 |
| 15 | 甲子货渔码头 | 陆丰甲子镇搬运公司 | 60 | 2.6 | 杂货（货渔共用） | 300 |
| 16 | 碣石液化气成品油码头 | 陆丰市华陆石油集团公司 | 170 | 5.2 | 液化气、成品油 | 5000 |
| 17 | 乌坎货运码头 | 陆丰市港务公司 | 125 | 3.0 | 集装箱 | 500 |
| 18 | 东洲港码头 | 汕尾红海湾天源投资有限公司 | 150 | 6 | 件杂货 | 3000 |

4.2.6.2 航道资源

根据《汕尾港总体规划》（2021~2035年），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、鲘门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见图 4.2-2 所示。

汕尾市港口目前共有 7 条航道：

(1) 汕尾港航道：汕尾港航道分外航道和港内航道两部分，①汕尾港外航道：自引航锚地至三点金灯桩东南 0.5 海里处，为人工疏浚航道，全长 2.55 海里，设计航道底宽 75m，基准水深-5.2~-7.0m，可供 5000t 级船舶进出港。②汕尾港内航道：由沙舌北端至港内东端码头之间的水道（即涨落潮流冲刷的深槽线），可航水域宽 100m~200m，泥沙底，设有港内引航灯桩。自然航道，基准水深在-3.5~-7.0m。

(2) 马宫港航道：自然航道，基准水深-3.0~-4.5m，可航水域宽度 120m，泥沙底；

(3) 鲘门港航道：自然航道，基准水深-2.8~-4.5m，可航水域宽 120m，泥沙底；

(4) 甲子港航道：长度为 1.46 海里，水深最浅处为-2.8m，可航水域最窄处约为 60m，泥沙底；

(5) 碣石港航道：长度为 2.8 海里，水深最浅处为-5.1m，可航水域最窄处为 60m，泥沙底；

(6) 乌坎港航道：航道为人工疏浚航道，自 22°52'26"N/115°39'42"E 处入口至乌坎码头总长度为 1.13 海里，基准水深-2.7~-6.0m，泥沙底。

(7) 红海湾发电厂码头航道：航道总长 2.22 海里，其中外航道（北拦沙堤堤头以外）1.72 海里，内航道（北拦沙堤堤头至港池）0.5 海里，航道水深 15.7m，宽 300m。



图 4.2-2 汕尾港附近航道图

4.2.6.3 锚地资源

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。汕尾港总体规划现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，锚地信息列表见表 4.2-3，汕尾港 1~15 号锚地位置如图 4.2-3 所示。距离本项目最近锚地为 3 号锚地和 6 号锚地。

表 4.2-2 汕尾港锚地规划表





图 4.2-3 锚地位置图

4.2.7 “三场一通道”

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近底层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距离的洄游，只是随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水处往近岸浅水处往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一种类，地方性特征十分明显。常年栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鯧龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲷、圆腹鲱、丽叶鲆、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鳓、印度鳓、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、大黄鱼、四指马鲛、六指马鲛、银牙鲛、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其它大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲻、花斑蛇鲻、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、刺鲳、带鱼、鲨鱼、鳐类等。头足类中除火枪乌贼、田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼和湾斑蛸等分布于沿岸、河口之外，其他大多数种分布范围较广，可分布至大陆架海域以内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵场和索饵场。

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。

（1）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 等深线以内水域（图

4.2-4)，保护期为（1-12）月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目在南海北部幼鱼繁育场保护区内。

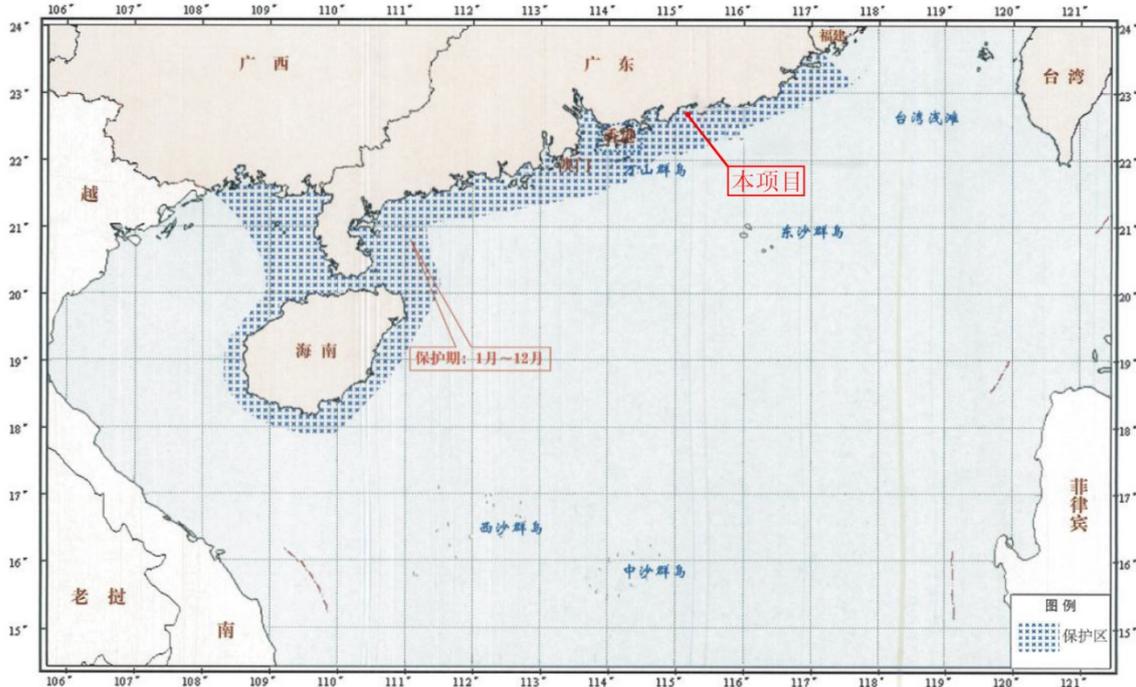


图 4.2-4 项目与南海北部幼鱼繁育场保护区关系图

(2) 黄花鱼幼鱼保护区

本项目在黄花鱼幼鱼保护区范围内，该处保护区范围为海丰县遮浪横至惠东县平海角 20 米水深以内海域，保护期为每年的 11 月 1 日至翌年 1 月 31 日。

(3) 蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区

本项目在蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区内，保护区范围为珠江口担杆岛至海丰县遮浪横 20m 水深以内海域，保护期为每年的 4 月 15 日至 7 月 15 日。

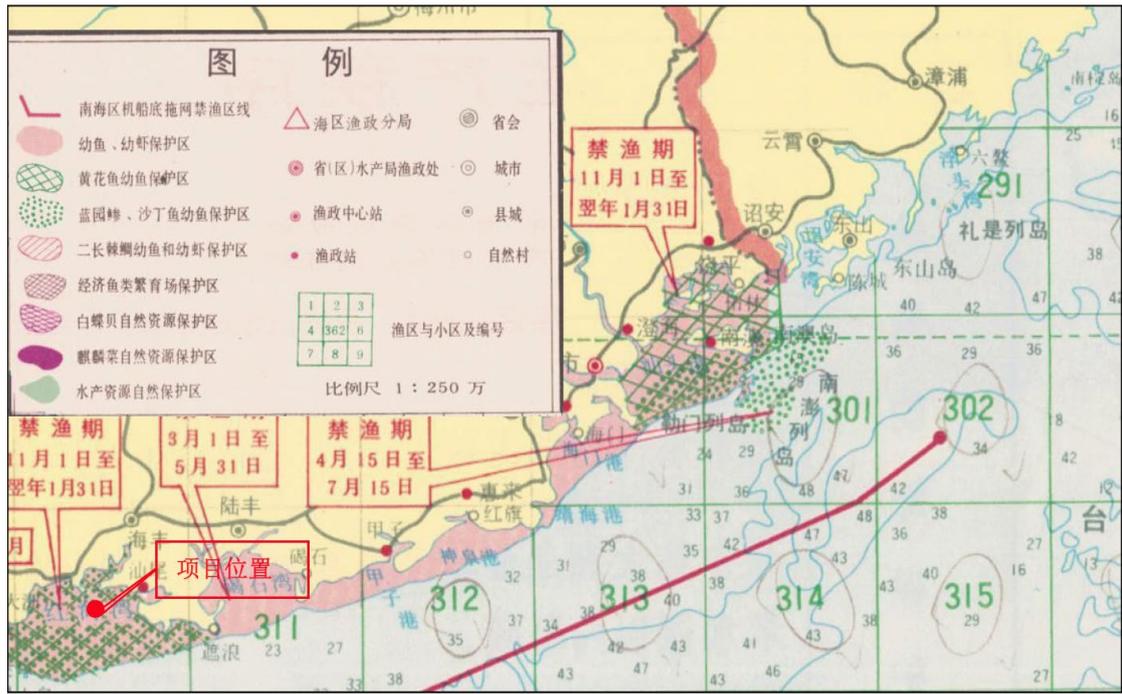


图 4.2-5 项目与南海国家级及省级渔业品种保护区关系图

4.3 海域开发利用现状

本项目位于汕尾市城区江牡岛西侧海域，根据搜集的历史资料、遥感影像资料和现场勘察资料成果，本项目评价范围内的海洋开发利用活动主要为开放式养殖、航道、锚地等。项目所在海域开发利用现状见表 4.3-1 和图 4.3-1。

表 4.3-1 项目评价范围内开发利用现状分布表

| 序号 | 项目名称 | 与本项目位置关系 | 用海类型 |
|----|---------------------------------|------------|--------|
| 1 | 农科现代化海洋牧场深汕示范区（中转区）工程 | 东侧约 608m | 渔业用海 |
| 2 | 深圳市泛舟渔业发展有限公司开放式养殖用海项目 | 东侧约 55m | 渔业用海 |
| 3 | 汕尾市农业科学院渔业科研项目 | 东南侧约 100m | 渔业用海 |
| 4 | 汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目 | 东北侧约 4.8km | 渔业用海 |
| 5 | 鲘门航道 | 西北侧约 5.2km | 交通运输用海 |
| 6 | 马宫航道 | 西北侧约 480m | 交通运输用海 |
| 7 | 汕尾西线航道 | 东南侧约 5.0km | 交通运输用海 |
| 8 | 3 号引航锚地 | 东侧约 2.4km | 交通运输用海 |
| 9 | 6 号检疫锚地 | 西北侧约 2.2km | 交通运输用海 |
| 10 | 7 号危险货物锚地 | 西北侧约 3.7km | 交通运输用海 |
| 11 | 汕尾城区江牡岛北 A 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目（拟申 | 东北侧约 1.6km | 渔业用海 |

| 序号 | 项目名称 | 与本项目位置关系 | 用海类型 |
|----|------------------------------------|------------|------|
| | 请) | | |
| 12 | 汕尾城区江牡岛北 B 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目 (拟申请) | 东北侧约 1.5km | 渔业用海 |
| 13 | 汕尾城区江牡岛西 C 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目 (拟申请) | 东侧约 1.4m | 渔业用海 |
| 14 | 汕尾城区江牡岛东 E 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目 | 东侧约 1.5km | 渔业用海 |

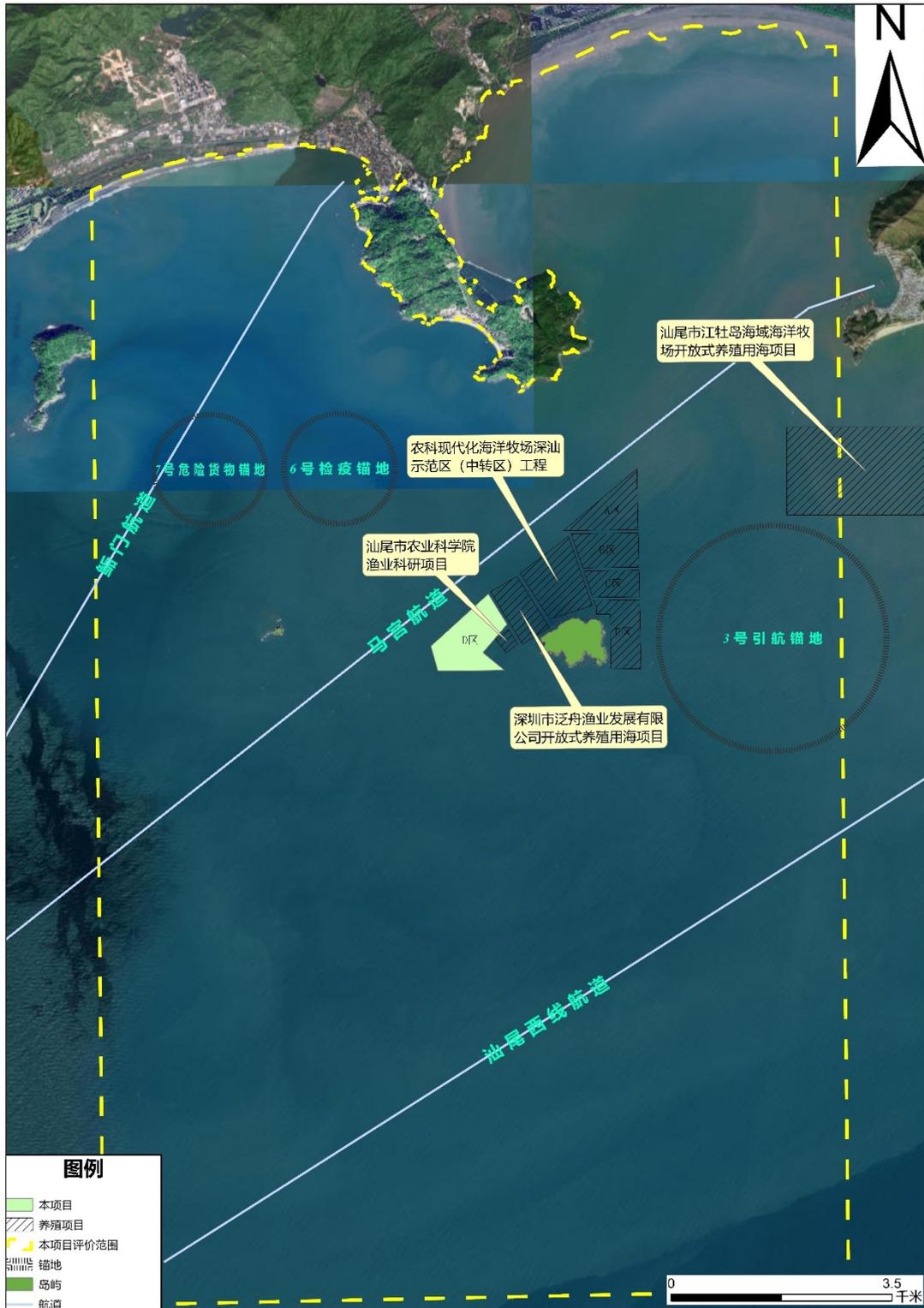


图 4.3-1 评价范围内海域开发利用现状图

4.4 环境质量现状调查与评价

4.4.1 水文动力状况

4.4.1.1 基面关系

项目水下地形与地貌测量以当地理论最低潮面起算，汕尾站各个基面换算关系如图 4.1-1 所示。

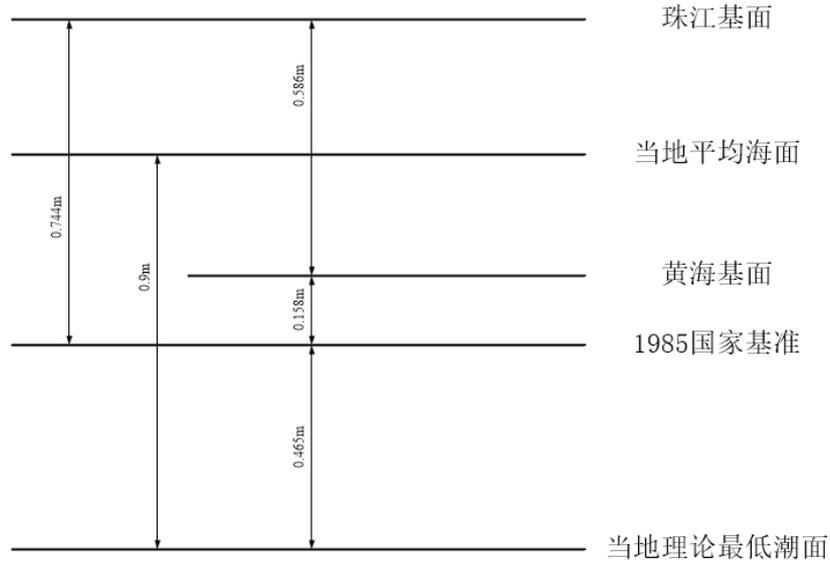


图 4.4-1 汕尾站各基面关系图

4.4.1.2 水文动力环境现状调查与评价

本内容引用自《汕尾江牡岛附近海域海洋水文气象观测技术报告》（广东未来环境监测有限公司，2025 年 6 月）于 2025 年 4 月 15 日~16 日在汕尾江牡岛附近海域进行的水文观测资料，在海区内共布设水文连续观测站 4 个，编号为 J1~J4。布设大潮期临时潮位观测 2 个，设在 JT1 和 JT2 站。调查站位布设见表 4.1-1 和图 4.1-2。调查内容包括：海流（流速、流向）、温度、盐度、悬沙含量、气象参数（风速、风向）等。调查方法依照《海洋调查规范-海洋水文观测》（GB/T12763.2-2007）的要求执行。

海流观测于 2025 年 4 月 15 日 9 时~2025 年 4 月 16 日 10 时期间进行。

表 4.4-1 水文观测实际站位坐标表

| |
|-----------------------------|
| (Table content is redacted) |
|-----------------------------|

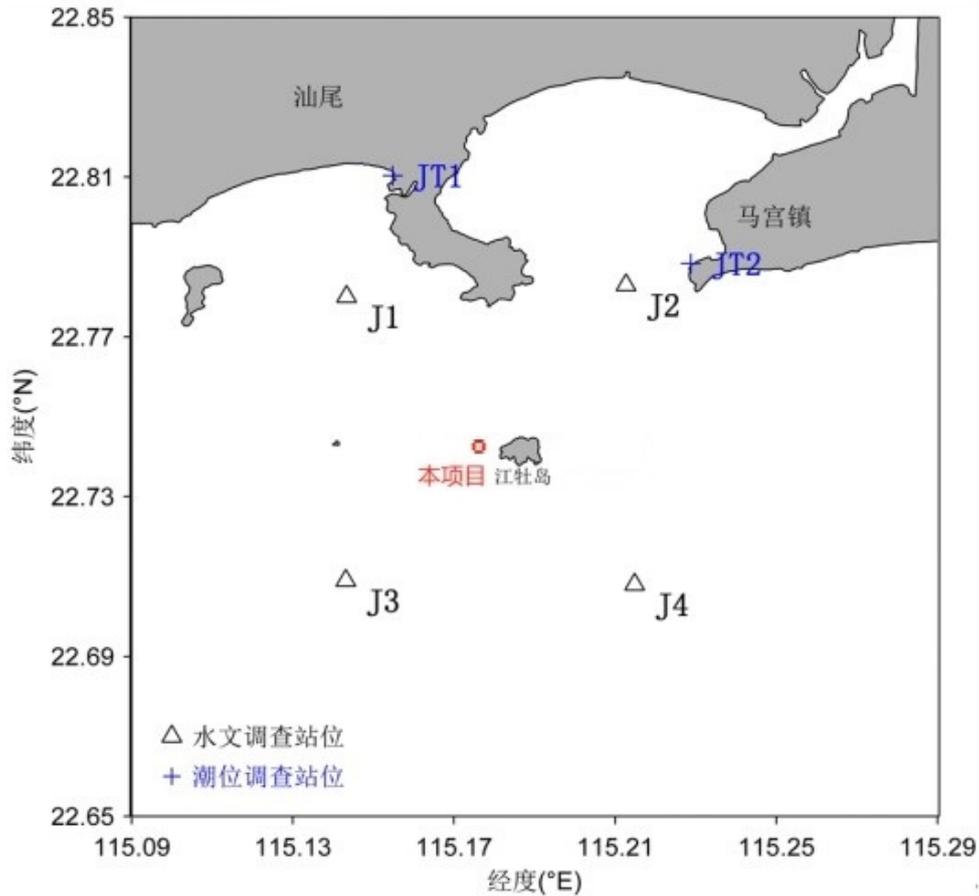


图 4.4-2 水文观测实际站位图

1、气象

本次水文观测期间，选取代表性的站点 J2 和 J3 站进行气象观测。大潮各站风速风向矢量过程如图 4.4-3 至图 4.4-4 所示，由结果可知：（1）观测期间，4 月 15~16 日各站风向以东北风或东南风为主；（2）J2 和 J3 站平均风速分别为 1.7m/s、2.7m/s，风速变化范围为 0.6m/s-4.6m/s。

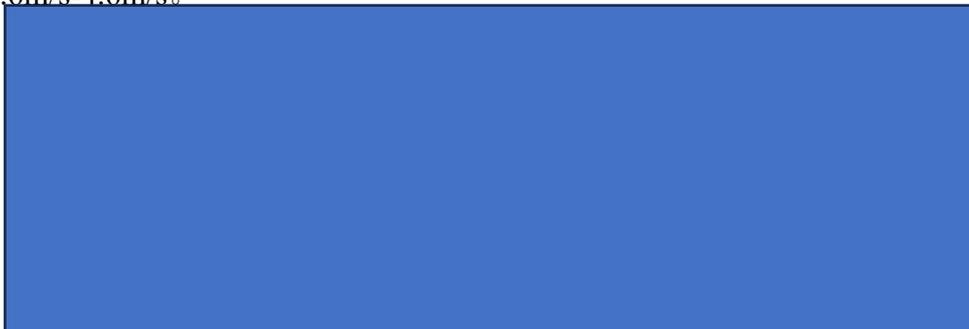


图 4.4-3 大潮期 J2 站风速风向矢量过程图

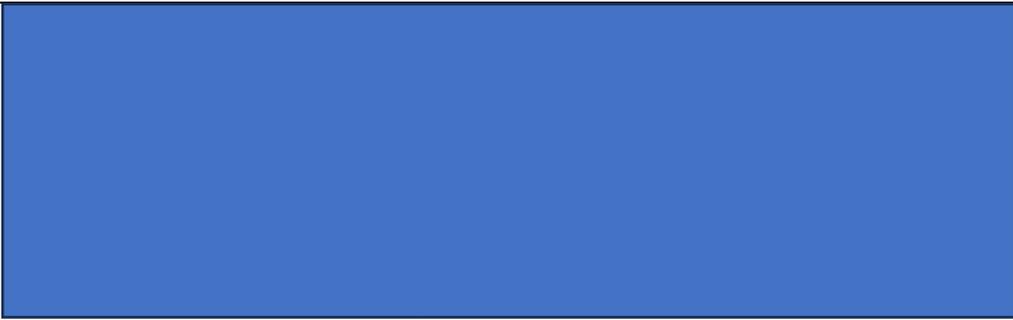


图 4.4-4 大潮期 J3 站风速风向矢量过程图

2、潮位

根据 JT1、JT2 潮位观测站的实测潮位资料绘制潮位过程曲线(1985 国家高程基准)，JT1、JT2 站观测时间为 2025 年 4 月 14 日 16 时至 4 月 29 日 16 时，历时 15 天，如图 4.4-5 至 4.4-6 所示。

由图表可知，调查海区的潮汐在半月内多数天在一个太阴日内会出现两次高潮和两次低潮的不规则半日潮，少数几天在一个太阴日内会出现一次高潮和一次低潮的不规则全日潮，且相邻两个高（低）潮潮高不等，潮汐不等现象显著，调查海区的潮汐总体表现为不规则全日潮的特征。



图 4.4-5 JT1 站潮位过程曲线

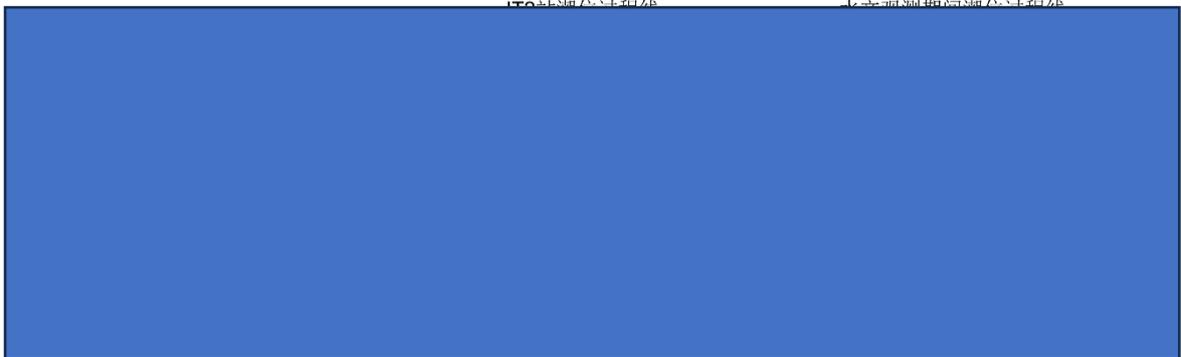


图 4.4-6 JT2 站潮位过程曲线

3、潮汐特征值

对各潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析，结果如表4.4-2和4.4-3所示，JT1、JT2站的潮汐性质系数F值分别为2.21、2.26，说明观测海区的潮汐类型为不正规全日潮。由表4.4-3可知，观测期间观测海区最高潮位为1.44m，最低潮位为-0.39m，最大

涨潮潮差为1.31m，最大落潮潮差为1.64m；各站位平均涨潮历时大于平均落潮历时。

表 4.4-2 潮位站主要分潮调和常数表



表 4.4-3 各潮位站潮汐特征值统计



4、海流

海洋中由各种因素引起的海水运动称之为海流。通常又将海流分为由天体引潮力引起的潮流和由水文、气象等非天文因素引起的非潮流。它们在海洋中所占的成分因地而异。一般来说，大洋中的海流以非潮流为主，而我国近海的海流以潮流为主。海流是塑造海底地形演变的主要外动力，它对海洋工程基础设施影响较大。

本次大潮期水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 4.4-7 至图 4.4-13 所示，图 4.4-14 至图 4.4-17 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 4.4-4 为涨、

落潮流统计表。

从海流的流态来看，大潮期内 J1 站表现为旋转流特性，J3 和 J4 站主要表现为往复流，J2 站部分层次表现为旋转流，部分层次表现为往复流。

从各站海流过程矢量图可以看出，大潮观测期间，各站实测海流总体呈现不正规半日潮流特征：

- (1) J1 站各层涨潮流主轴主要偏向 NW，落潮流方向不固定；
- (2) J2 站各层涨潮流主轴主要偏向 NW，落潮流主要偏向 SSW；
- (3) J3 站各层涨潮流主轴主要偏向 ENE，落潮流主要偏向 ESE；
- (4) J4 站各层涨潮流主轴主要偏向 ENE，落潮流主要偏向 ESE。

从流速来看，J1、J2 站各层总体呈现涨潮平均流速大于落潮平均流速的趋势，J3、J4 站各层呈现涨潮平均流速小于落潮平均流速的趋势。观测期间最大涨潮流速为 37.58cm/s，流向为 47°，出现在 J2 站底层；最大落潮流速为 33.04cm/s，流向为 121°，出现在 J2 站底层。空间分布上，J1 站流速量值最小，其余站位流速量值接近；在数值上，海区垂向平均流速、平均流向与海区 0.6H 层平均流速、平均流向相近。

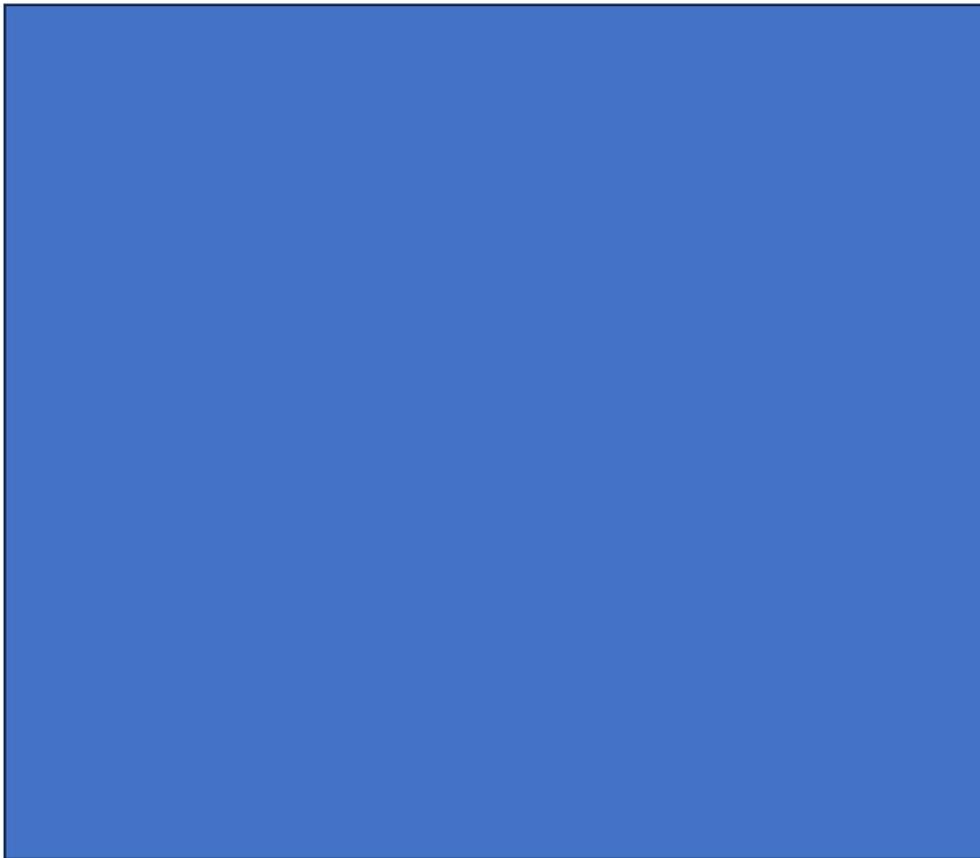


图 4.4-7 大潮期表层海流平面分布矢量图

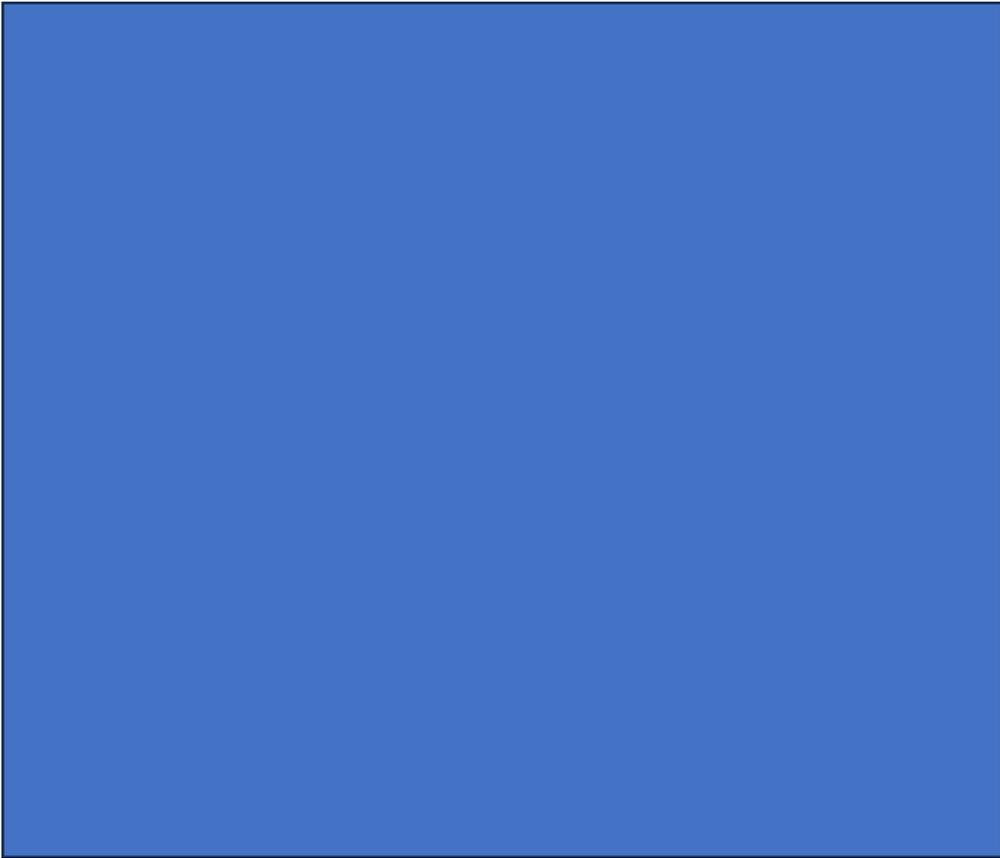


图 4.4-8 大潮期 0.2H 海流平面分布平面图

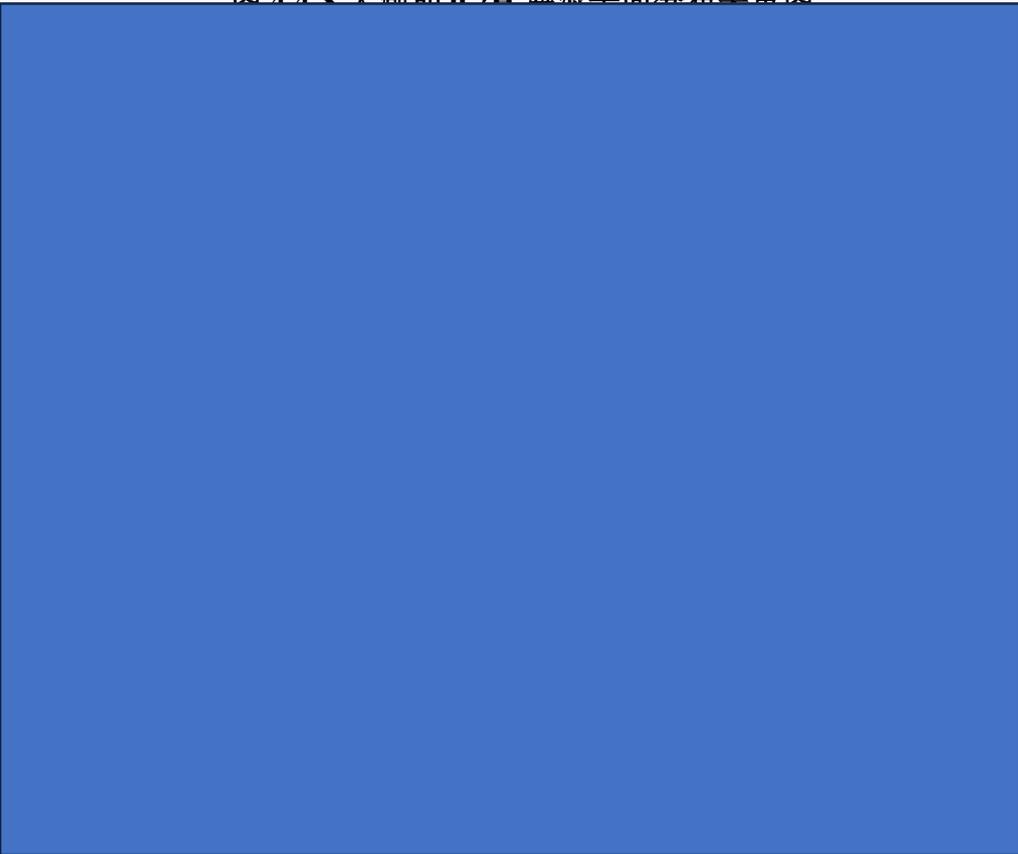


图 4.4-9 大潮期 0.4H 海流平面分布矢量图



图 4.4-10 大潮期 0.6H 海流平面分布矢量图

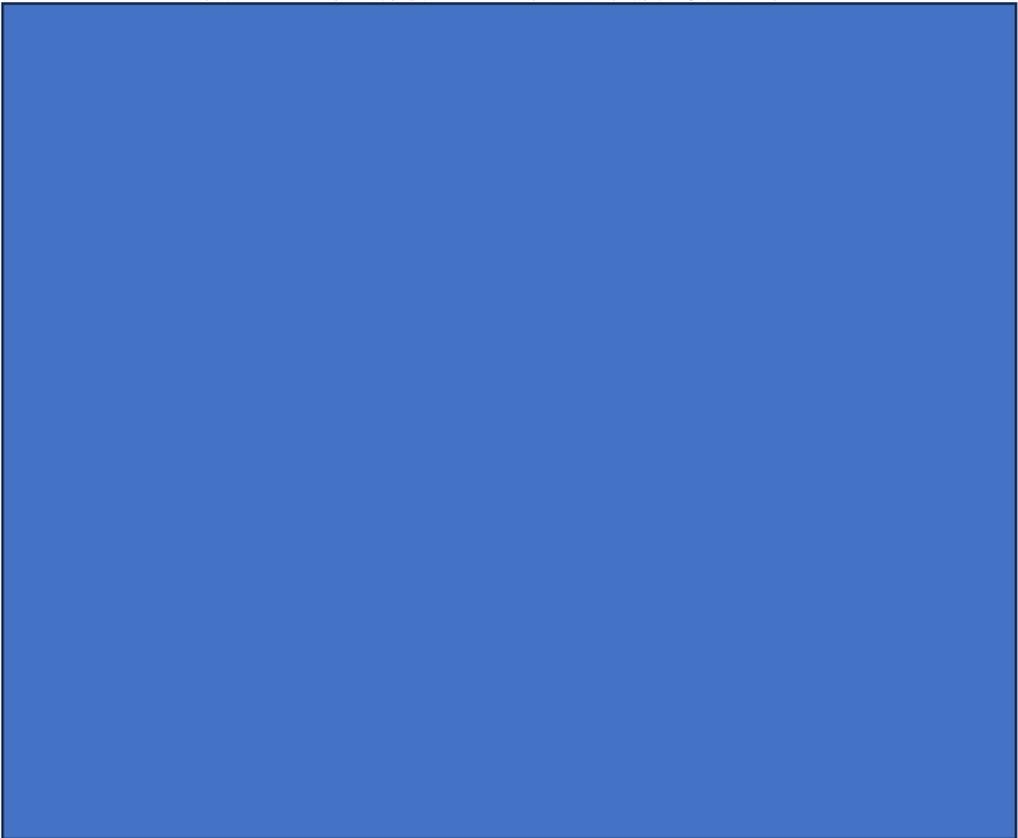


图 4.4-11 大潮期 0.8H 海流平面分布矢量图



图 4.4-12 大潮期低平海流平面分布矢量图

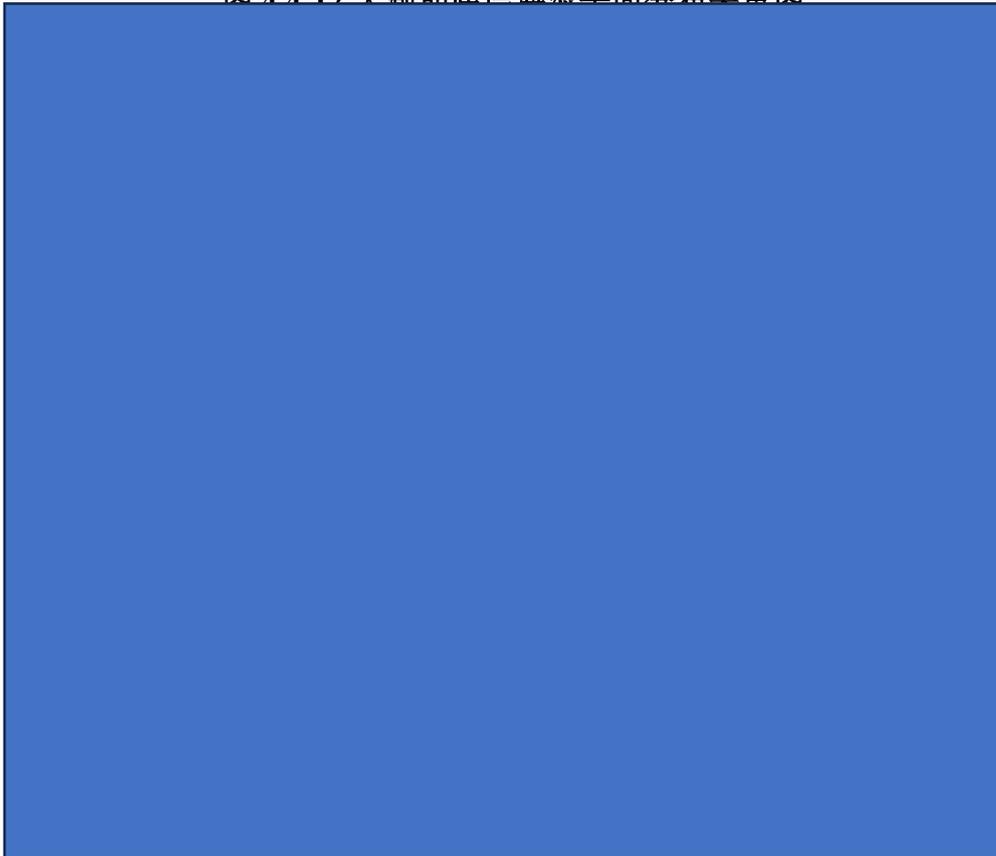


图 4.4-13 大潮期垂线平均海流平面分布矢量图

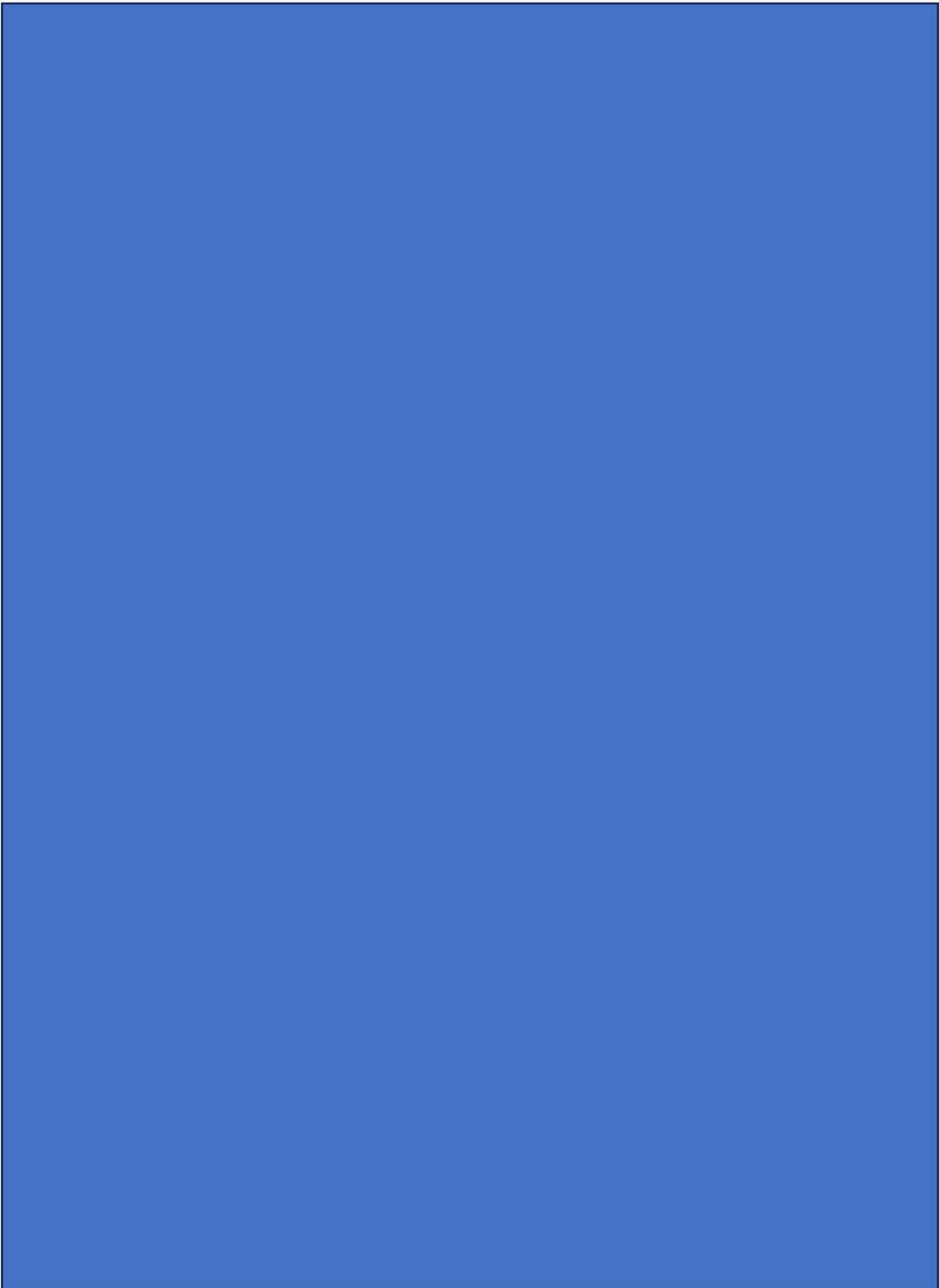


图 4.4-14 J1 站大潮海流矢量过程图

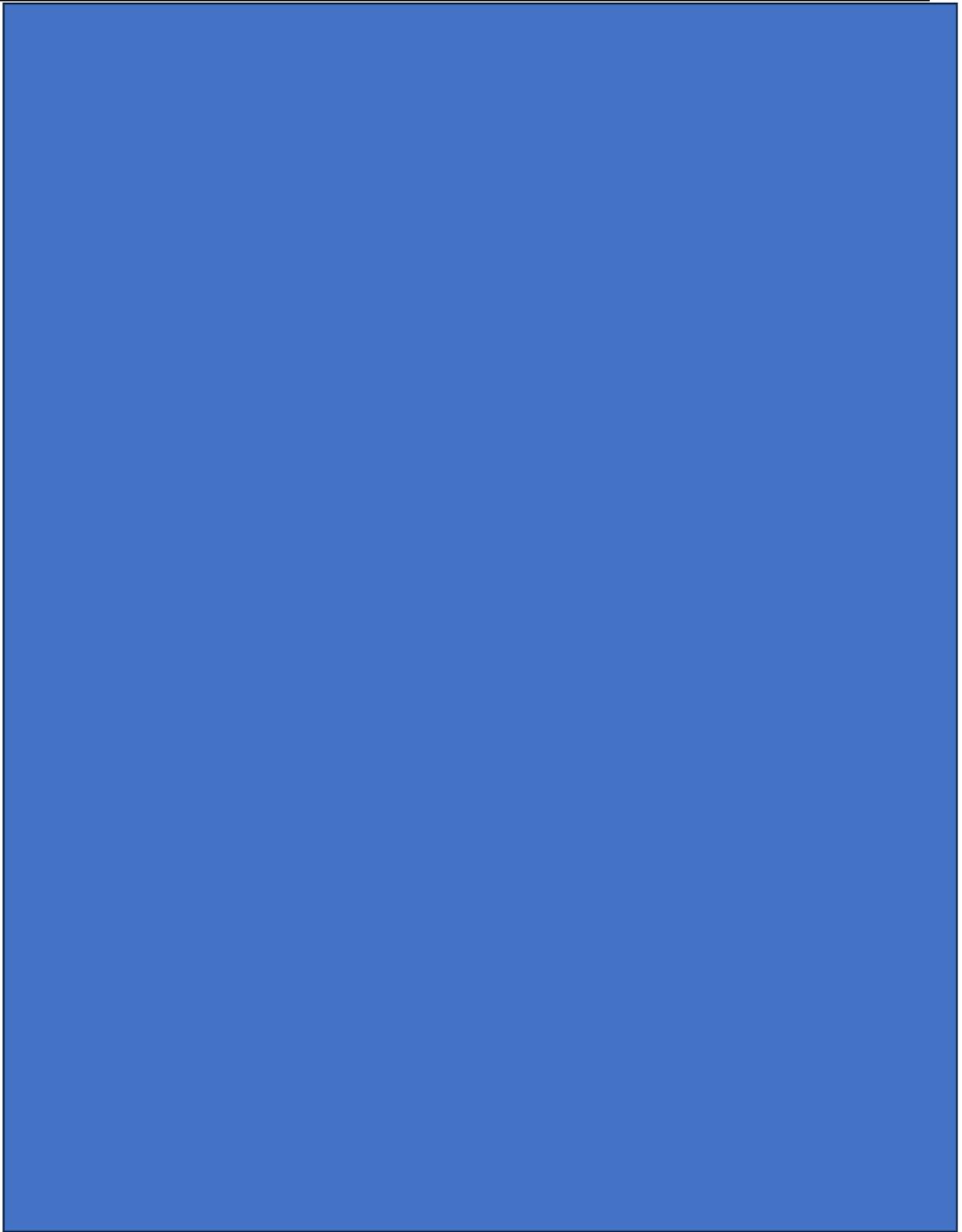


图 4.4-15 J2 站大潮海流矢量过程图

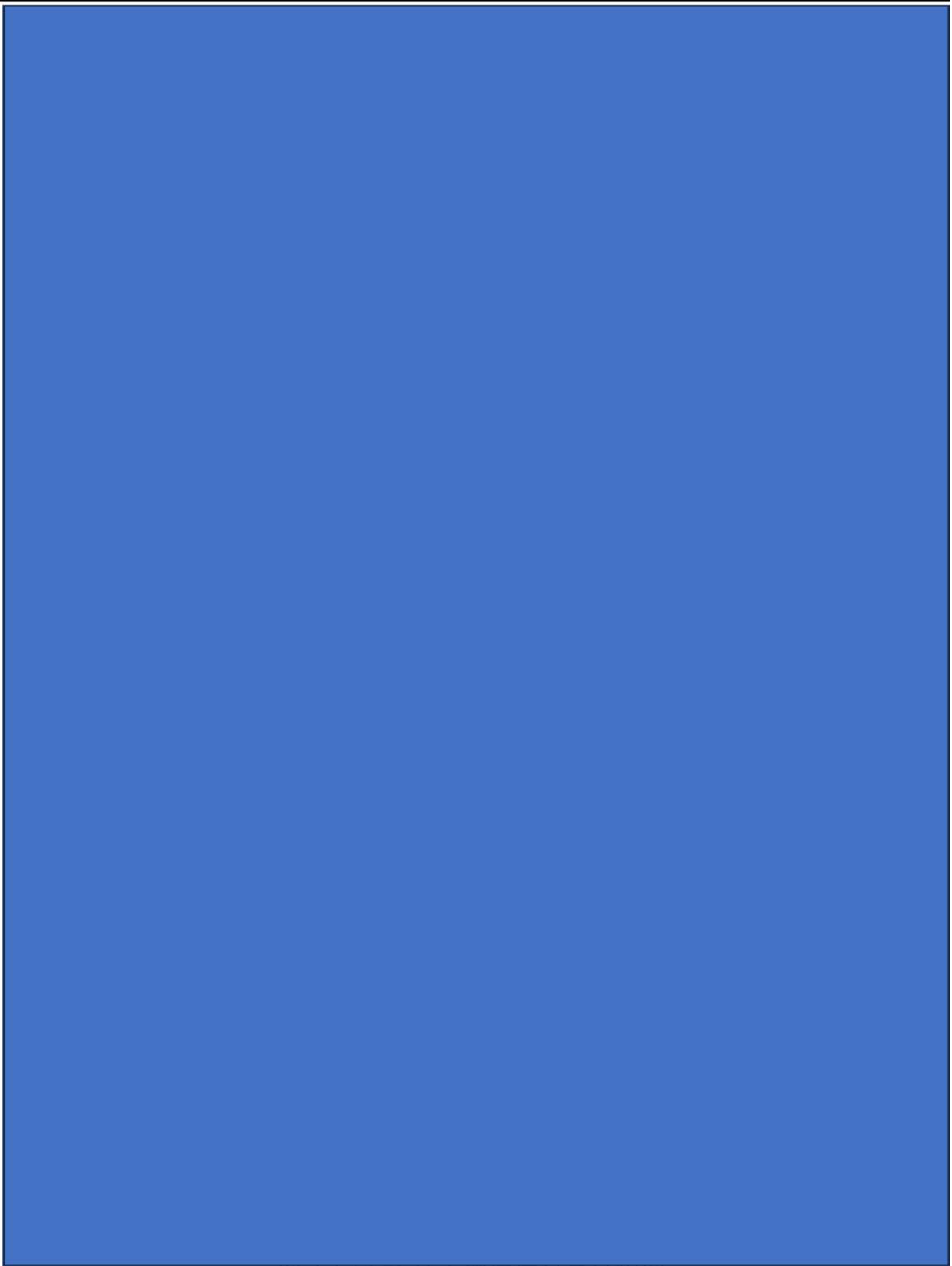


图 4.4-16 J3 站大潮海流矢量过程图

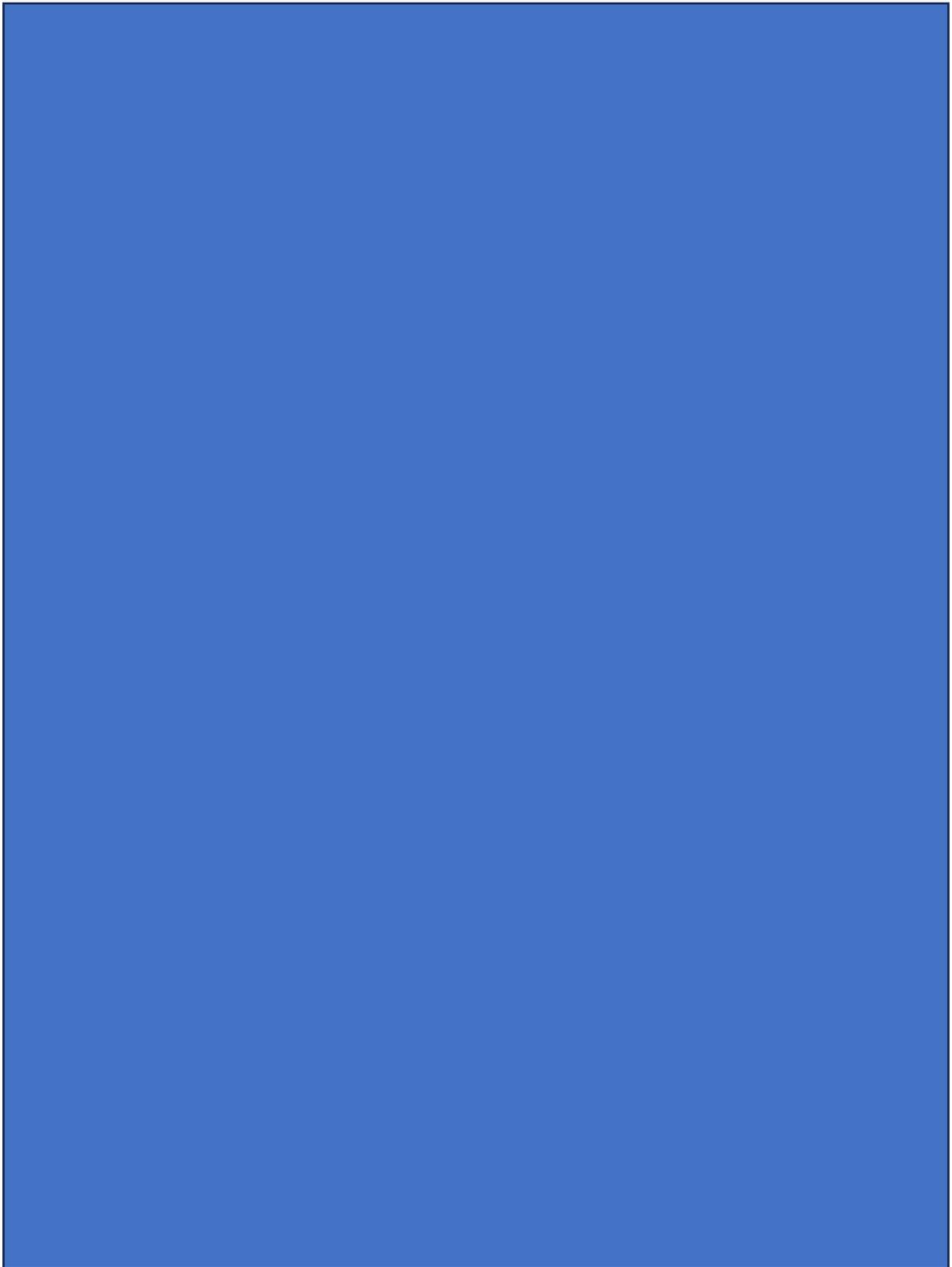
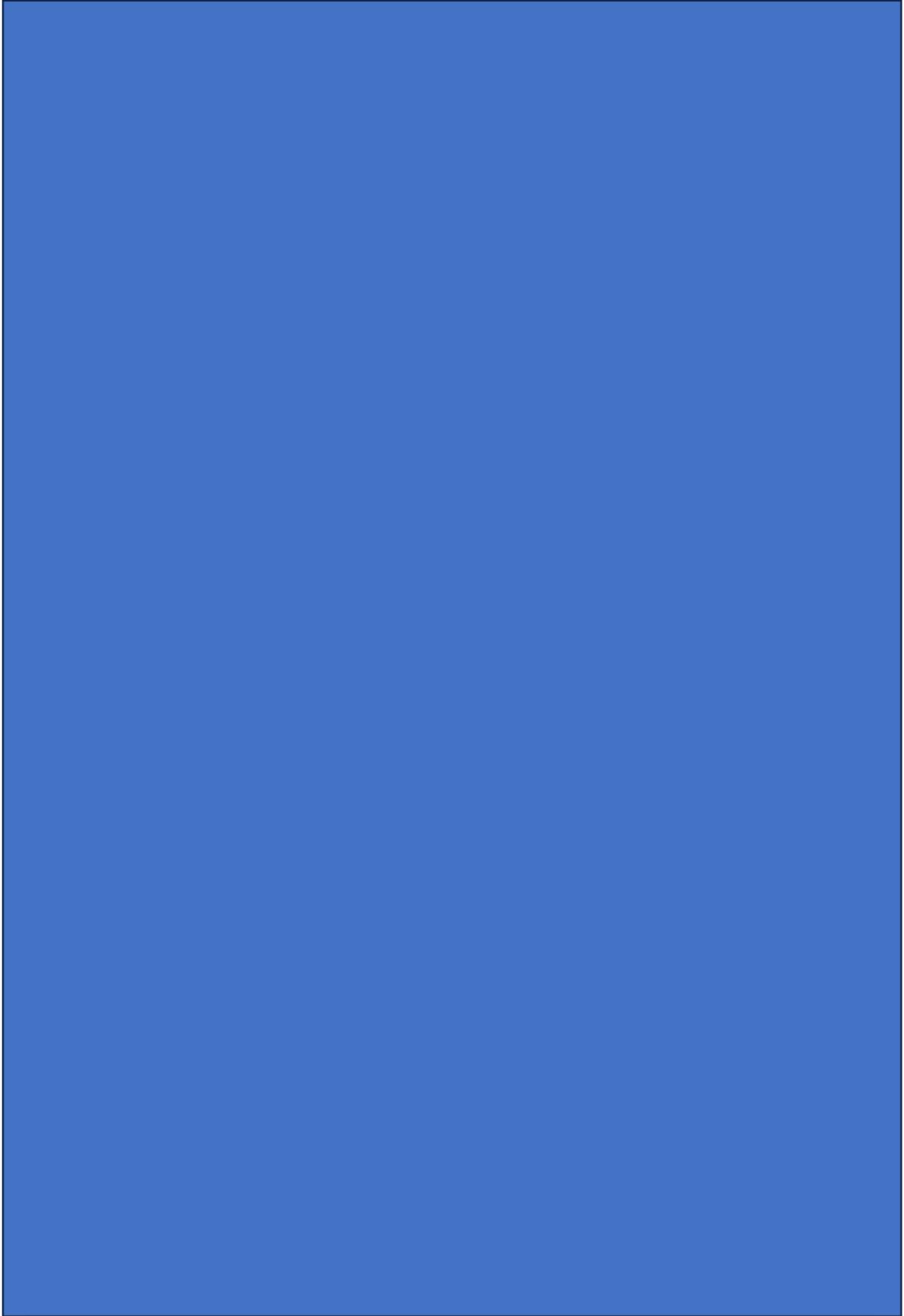


图 4.4-17 J4 站大潮海流矢量过程图

表 4.4-4 大潮期涨、落潮流对比统计表

The table content is completely redacted with a solid blue fill. No data or structure is visible.

5、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，各站各层潮流性质系数 F 值见表 4.4-5。根据潮流调和和分析结果，除 J3 站表层和 J4 站 0.4H 层 F 值大于 2，潮流类型为不正规全日潮，其余各站各层 F 值大于 0.5 且小于 2.0，潮流类型为不正规半日潮流。由此可见，观测海区潮流类型主要为不正规半日潮流。

表 4.4-5 潮流性质系数表

(2) 潮流的运动形式及潮流椭圆要素

观测海区各站各层 M_2 、 K_1 、 O_1 的潮流椭圆图如图 4.4-18~4.4-20 所示，椭圆要素如表 4.4-6 所示（采用引入差比数方法计算 O_1 、 S_2 、 MS_4 分潮的潮流椭圆要素，差比关系引自附近水文站长期潮位观测数据）。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：

除 J1 站底层 M_4 分潮占优，J3 站表层、0.4H 层和 J4 站 0.4H 层 K_1 分潮占优外，其余各站各层潮流 M_2 分潮占优。最大 M_2 分潮流出现在 J2 站 0.6H 层，流速为 9.68cm/s。

J1 站各层 M_2 分潮流的 k 值绝对值大于 0.25，表现为旋转流；J2 站表层和 0.8H 层

的 M₂ 分潮流，表现为旋转流，其余层次 k 值绝对值小于 0.25，表现为往复流；J3 站 0.4H 层的 K₁ 分潮流的 k 值绝对值大于 0.25，表现为旋转流，其余层次 k 值绝对值小于 0.25，表现为往复流；J4 站各层次 k 值绝对值均小于 0.25，表现为往复流。

本海区的主要分潮最大流速方向主要受附近地形的影响，方向多数与岸线或等深线平行，且近表层大于近底层分潮最大流速。



图 4.4-18 各站各层 M₂ 分潮长轴分布图

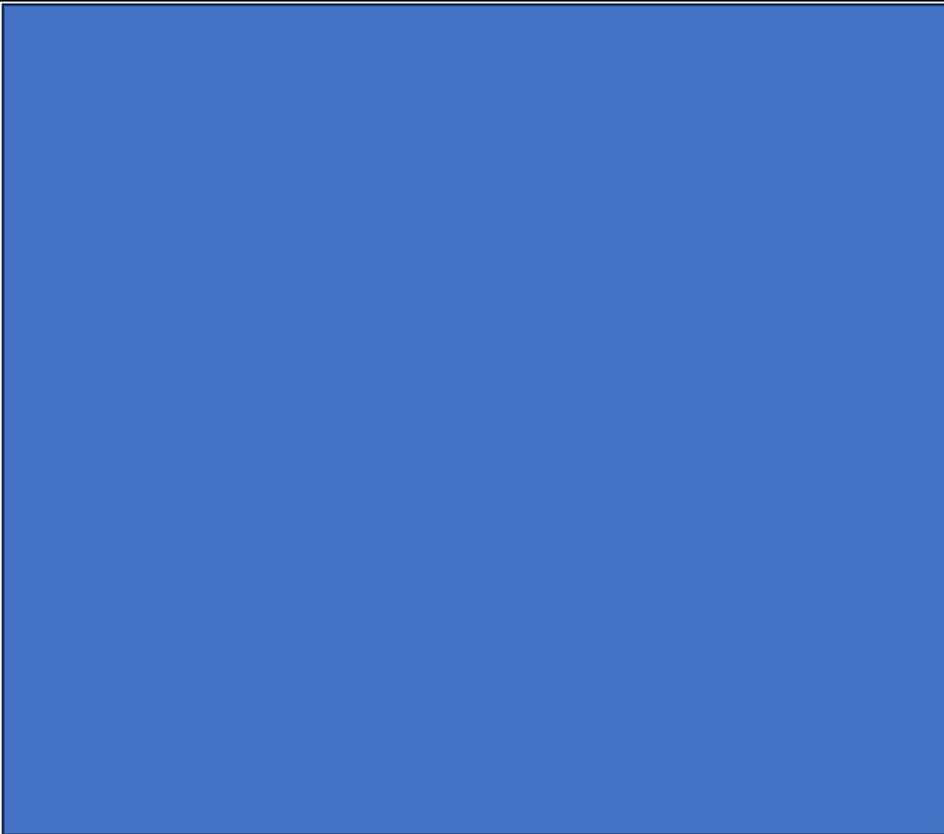


图 4.4-19 各站各层 K1 分潮长轴分布图

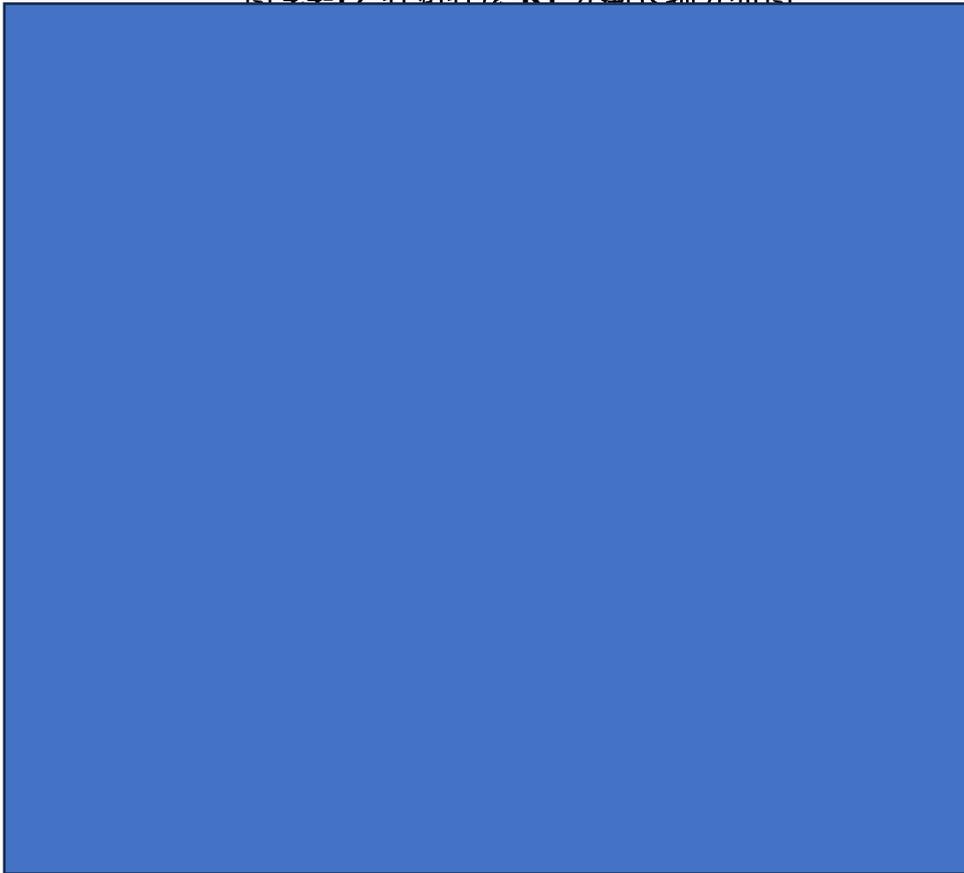
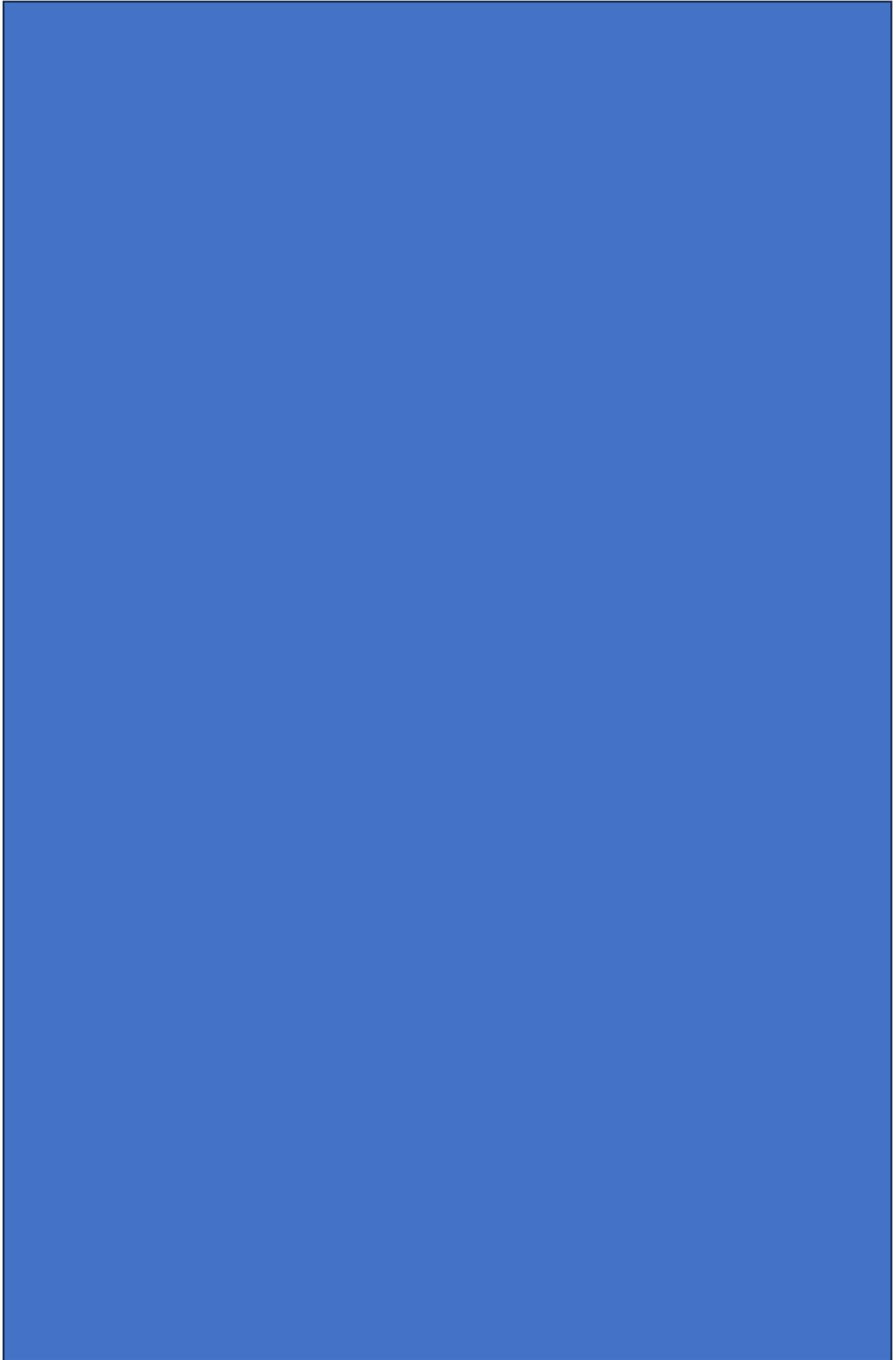
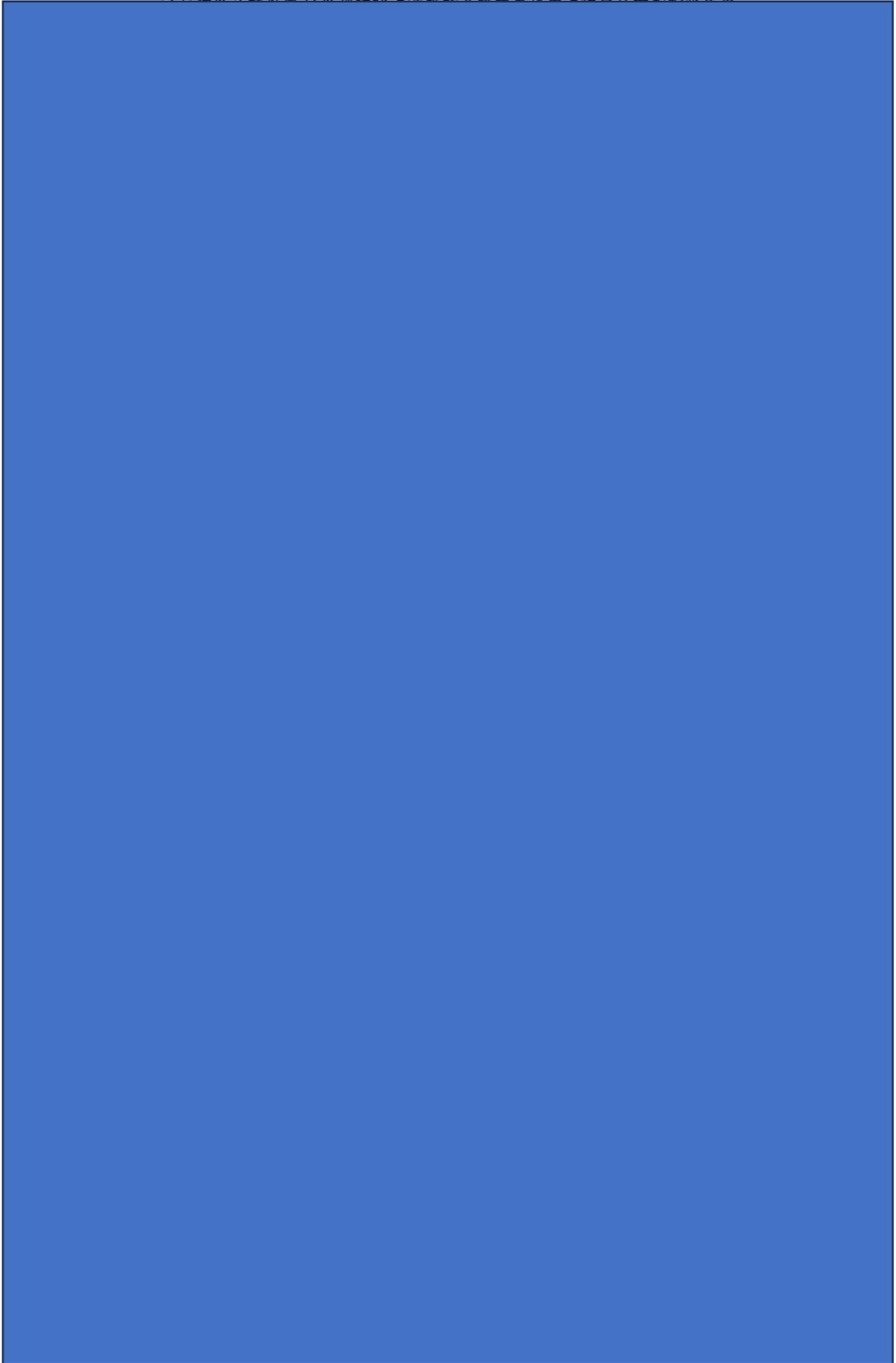
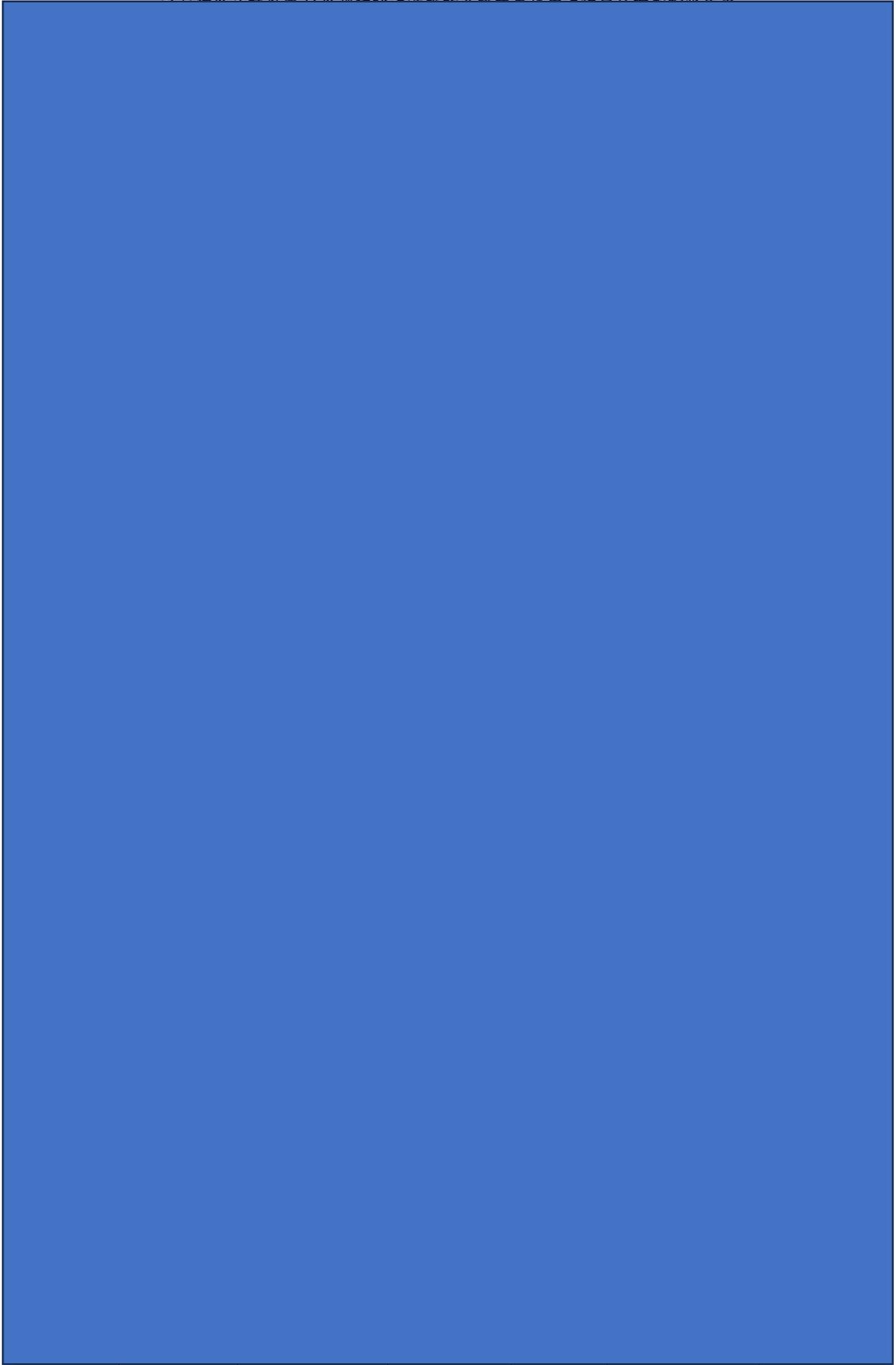


图 4.4-20 各站各层 O1 分潮长轴分布图









6、余流

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。大潮期水文观测各站各层余流对比见表 4.4-8，大潮期余流的分布图见图 4.4-21。

由图表可知，观测海区大潮期间余流主要介于 1.88cm/s~10.22cm/s。最大余流出现在 J4 站（0.6H 层，10.22cm/s，109°），最小余流出现在 J2 站（0.6H 层，1.88cm/s，342°），总体而言近表层余流流速大于近底层余流，这是由于底摩擦耗能的结果，近海海底余流要小于表层；观测海区余流方向 J1、J2 站主要为偏 WNW 向或 NNE 向，J3、J4 站主要为偏 ESE 向，这可能与该海区径流、风场和地形作用等相关。

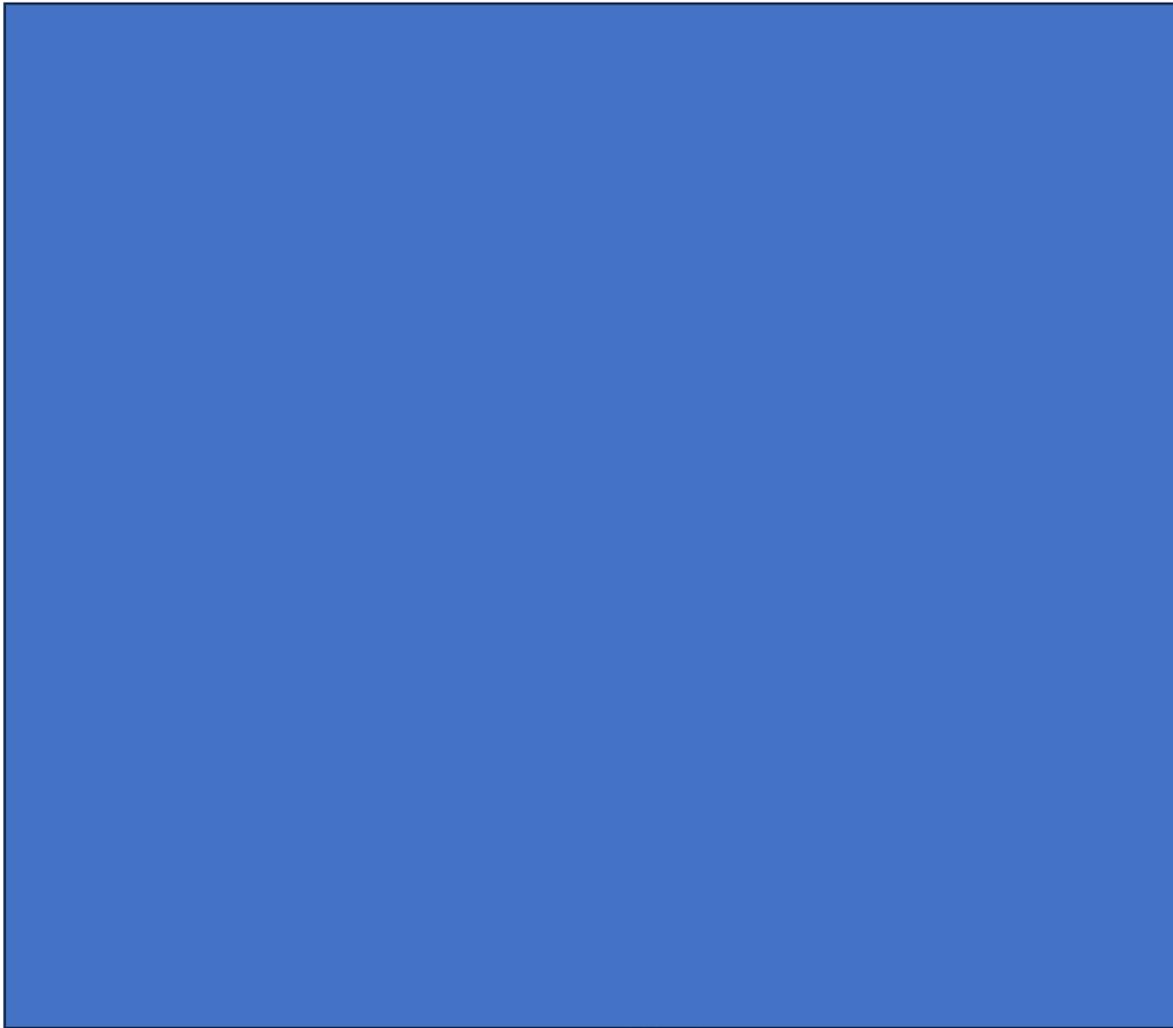


图 4.4-21 大潮期各站余流图

表 4.4-8 大潮期各站各层余流对比表



7、温度和盐度

本次水文观测期间，温度、盐度时间过程曲线如图 4.4-22 至图 4.4-25 所示，温度、盐度统计如表 4.4-9 所示。

温度结果：（1）J1-J4 站垂线平均温度分别为 21.7°C、22.0°C、20.5°C和 20.4°C，各站点温度相近，由近岸向外海略微降低；（2）在垂向上，温度基本呈现由表层到底层略微降低的趋势，垂向上温度存在一定差异；（3）本次大潮观测期间水温日变化较为明显，午后表层温度较高，夜间表层温度有所降低。

盐度结果：（1）J1-J4 站垂线平均盐度分别为 33.3、33.1、33.7 和 33.7，由近岸向外海站点平均盐度值呈现略微增加的趋势；（2）在垂向上，近岸站点 J1 和 J2 站观测期间盐度量值由表层到底层略微增加的趋势，靠近外海的站点相比近岸站点的盐度垂向差异微小，外海站点垂向混合加强。

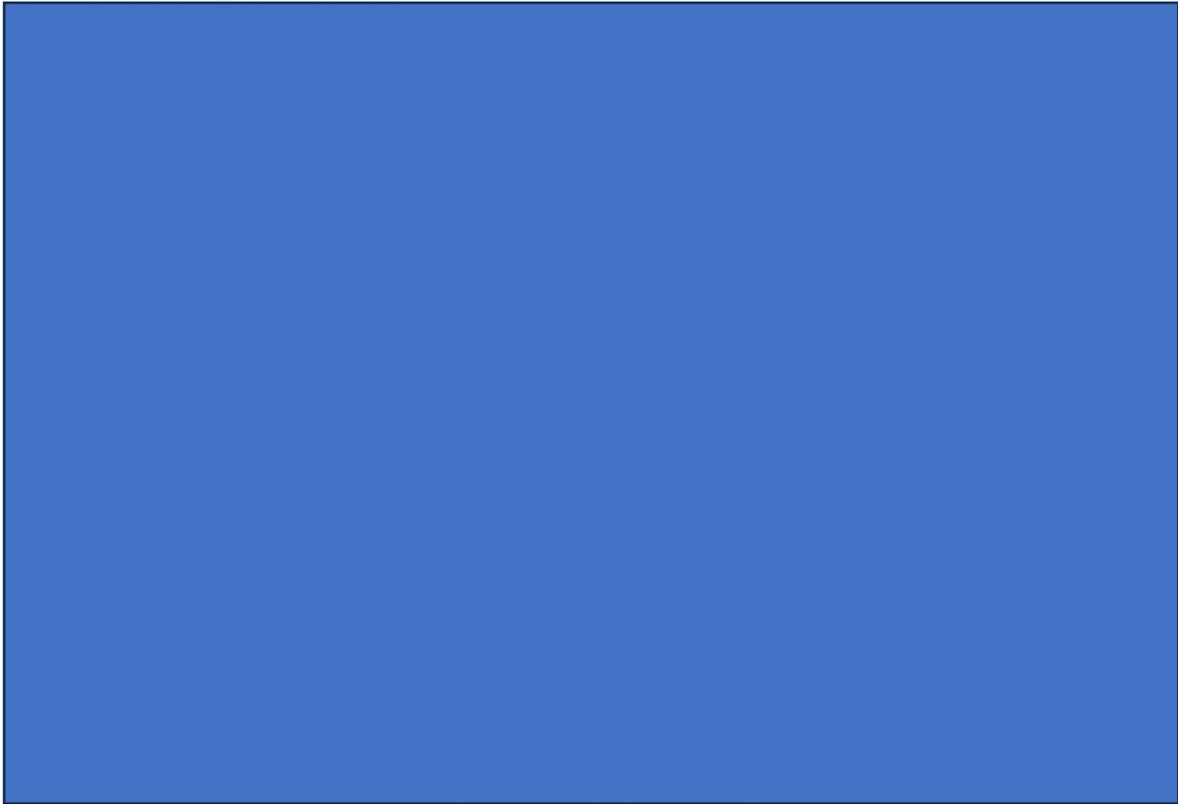


图 4.4-22 大潮期 J1 站各层温度、盐度时间过程曲线



图 4.4-23 大潮期 J2 站各层温度、盐度时间过程曲线



图 4.4-24 大潮期 J3 站各层温度、盐度时间过程曲线



图 4.4-25 大潮期 J4 站各层温度、盐度时间过程曲线

表 4.4-9 大潮期各站温度、盐度统计



8、悬浮泥沙

本次水文观测期间，各站悬沙含量过程曲线如图 4.4-26 至图 4.4-29 所示，大潮各站悬沙含量范围如表 4.4-10 所示。

由图表结果可知，大潮期间：（1）观测海区悬沙含量范围为 $0.005\text{kg/m}^3\sim 0.039\text{kg/m}^3$ ，J1 站底层悬沙含量最大（ 0.039kg/m^3 ）；（2）在空间分布上，靠近外海站点 J3、J4 站悬沙含量量值相对较小，近岸 J1、J2 站点量值相对较大；在时间序列上，悬沙含量与流速的关系较为密切，一般流速增大，悬沙含量通常要增加，这主要是流速增大时，沉积于床底的泥沙重新被冲刷起，悬浮于水中，导致水体悬沙含量增加。但由于冲刷滞后效应，流速增大时，并不是悬沙含量立即增大，而往往要滞后 1~2h 才出现；（3）在垂向上，各站各层悬沙含量呈现底层悬沙含量大于中表层的趋势。



图 4.4-26 大潮期 J1 站悬沙含量时间过程曲线图

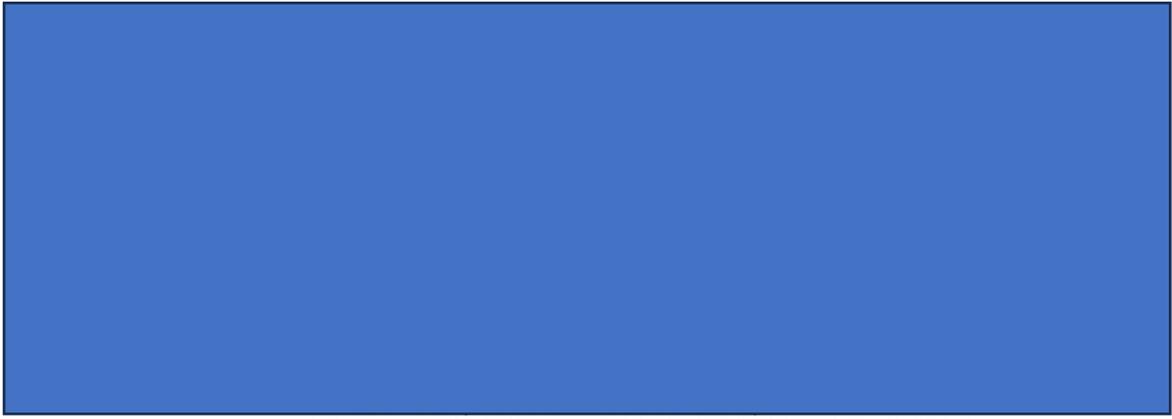


图 4.4-27 大潮期 J2 站悬沙含量时间过程曲线图



图 4.4-28 大潮期 J3 站悬沙含量时间过程曲线图



图 4.4-29 大潮期 J4 站悬沙含量时间过程曲线图

表 4.4-10 大潮期各站悬沙含量范围

4.4.1.3 小结

1、4月15~16日各站风向以东北风或东南风为主；J2和J3站平均风速分别为1.7m/s、2.7m/s，风速变化范围为0.6m/s-4.6m/s。

2、观测海区的潮汐总体表现为不规则全日潮的特征，分潮中以K1分潮为主。JT1、JT2站的潮汐性质系数F值分别为2.21、2.26，说明观测海区的潮汐类型为不正规全日潮。观测期间观测海区最高潮位为1.44m，最低潮位为-0.39m，最大涨潮潮差为1.31m，最大落潮潮差为1.64m；各站位平均涨潮历时大于平均落潮历时。

3、大潮期内J1站表现为旋转流特性，J3和J4站主要表现为往复流，J2站部分层次表现为旋转流，部分层次表现为往复流。J1、J2站各层总体呈现涨潮平均流速大于落潮平均流速的趋势，J3、J4站各层呈现涨潮平均流速小于落潮平均流速的趋势。观测期间最大涨潮流速为37.58cm/s，流向为47°，出现在J2站底层；最大落潮流速为33.04cm/s，流向为121°，出现在J2站底层。空间分布上，J1站流速量值最小，其余站位流速量值接近；在数值上，海区垂向平均流速、平均流向与海区0.6H层平均流速、平均流向相近。

4、根据潮流调和分析结果，除J3站表层和J4站0.4H层F值大于2，潮流类型为不正规全日潮，其余各站各层F值大于0.5且小于2.0，潮流类型为不正规半日潮流。除J1站底层M4分潮占优，J3站表层、0.4H层和J4站0.4H层K1分潮占优外，其余各站各层潮流M2分潮占优。最大M2分潮流出现在J2站0.6H层，流速为9.68cm/s。J1站各层M2分潮流的k值绝对值大于0.25，表现为旋转流；J2站表层和0.8H层的M2分潮流，表现为旋转流，其余层次k值绝对值小于0.25，表现为往复流；J3站0.4H层的K1分潮流的k值绝对值大于0.25，表现为旋转流，其余层次k值绝对值小于0.25，

表现为往复流；J4 站各层次 k 值绝对值均小于 0.25，表现为往复流。本海区的主要分潮最大流速方向主要受附近地形的影响，方向多数与岸线或等深线平行，且近表层大于近底层分潮最大流速。

5、观测海区大潮期间余流主要介于 1.88cm/s~10.22cm/s。最大余流出现在 J4 站（0.6H 层，10.22cm/s，109°），最小余流出现在 J2 站（0.6H 层，1.88cm/s，342°），总体而言近表层余流流速大于近底层余流，这是由于底摩擦耗能的结果，近海海底余流要小于表层；观测海区余流方向 J1、J2 站主要为偏 WNW 向或 NNE 向，J3、J4 站主要为偏 ENE 向，这可能与该海区径流、风场和地形作用等相关。

6、温度结果：（1）J1-J4 站垂线平均温度分别为 21.7°C、22.0°C、20.5°C 和 20.4°C，各站点温度相近，由近岸向外海略微降低；（2）在垂向上，温度基本呈现由表层到底层略微降低的趋势，垂向上温度存在一定差异；（3）本次大潮观测期间水温日变化较为明显，午后表层温度较高，夜间表层温度有所降低。盐度结果：（1）J1-J4 站垂线平均盐度分别为 33.3、33.1、33.7 和 33.7，由近岸向外海站点平均盐度值呈现略微增加的趋势；（2）在垂向上，近岸站点 J1 和 J2 站观测期间盐度量值由表层到底层略微增加的趋势，靠近外海的站点相比近岸站点的盐度垂向差异微小，外海站点垂线混合加强。

7、悬沙含量分析结果：（1）观测海区悬沙含量范围为 0.005kg/m³~0.039kg/m³，J1 站底层悬沙含量最大（0.039kg/m³）；（2）在空间分布上，靠近外海站点 J3、J4 站悬沙含量量值相对较小，近岸 J1、J2 站点量值相对较大；在时间序列上，悬沙含量与流速的关系较为密切，一般流速增大，悬沙含量通常要增加，这主要是流速增大时，沉积于床底的泥沙重新被冲刷起，悬浮于水中，导致水体悬沙含量增加。但由于冲刷滞后效应，流速增大时，并不是悬沙含量立即增大，而往往要滞后 1-2 小时才出现；（3）在垂向上，各站各层悬沙含量呈现底层悬沙含量大于中表层的趋势。

4.4.2 海水水质现状调查与评价

在本项目评价范围内距离本项目约 6.1km 处有海水水质国控监测点位 1 处，编号位 GDN14001（115.22° E，22.7° N），本项目采用该国控断面和 2025 年 4 月 10 日委托广东未来环境监测有限公司在该项目所在海域的水质调查数据进行评价。具体情况如下：

4.4.2.1 国控断面监测数据与评价

1、执行标准

根据国控站位所在功能区图，国控站位 GDN14001 所在海域执行《海水水质标准》

(GB3097-1997) 一类水质标准。

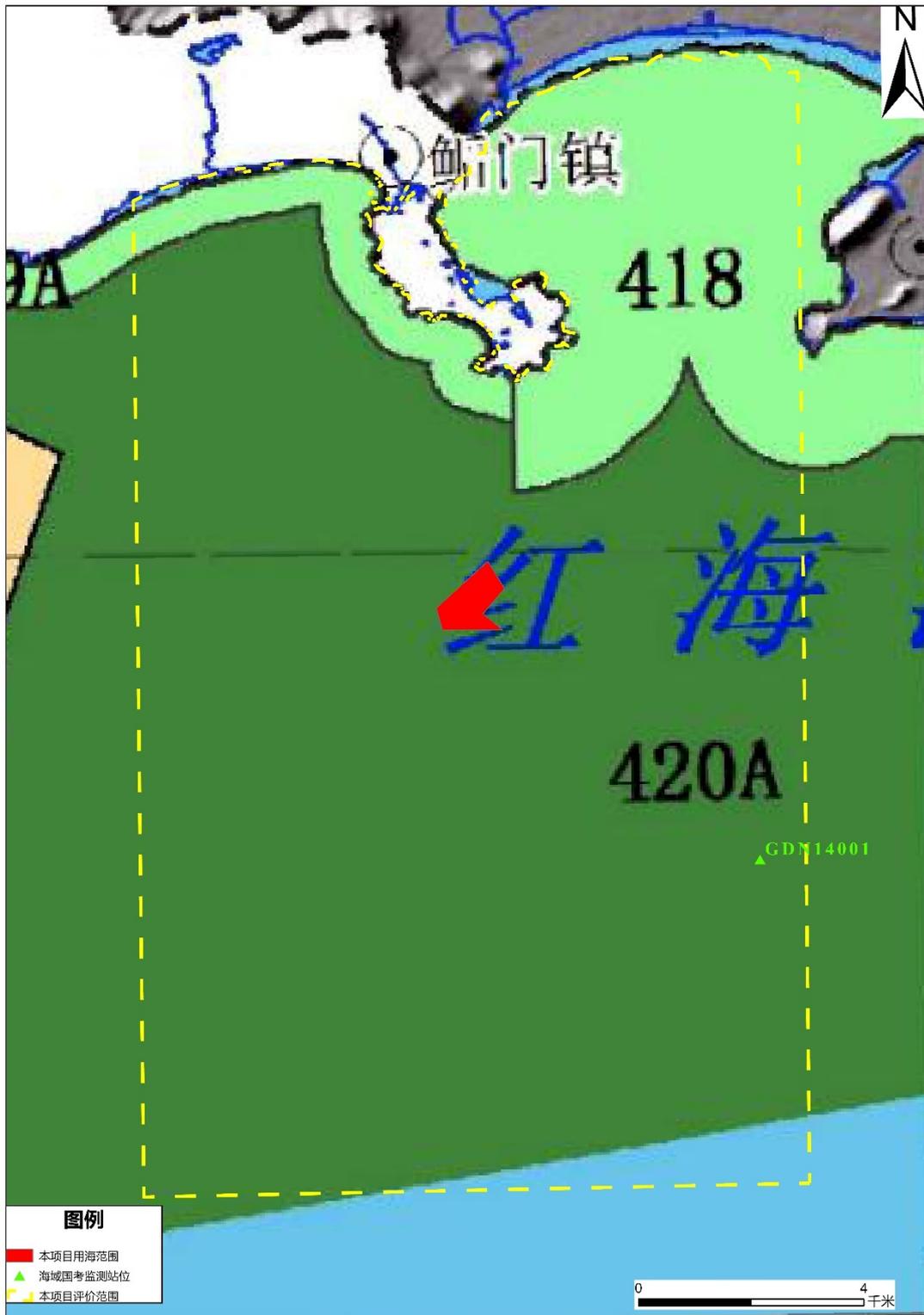


图 4.4-30 国控站位所在功能区图

2、数据来源

广东省生态环境厅发布的《2023 年~2024 年近岸海域海水水质监测信息》

3、监测数据与结果分析

监测结果见表 4.4-11，由表可知：GDN14001 站位的监测因子均符合《海水水质标

准》(GB3097-1997)一类标准要求。

表 4.4-11 项目附近近岸海域监测国控站位 GDN14001 水质监测结果 单位: mg/L

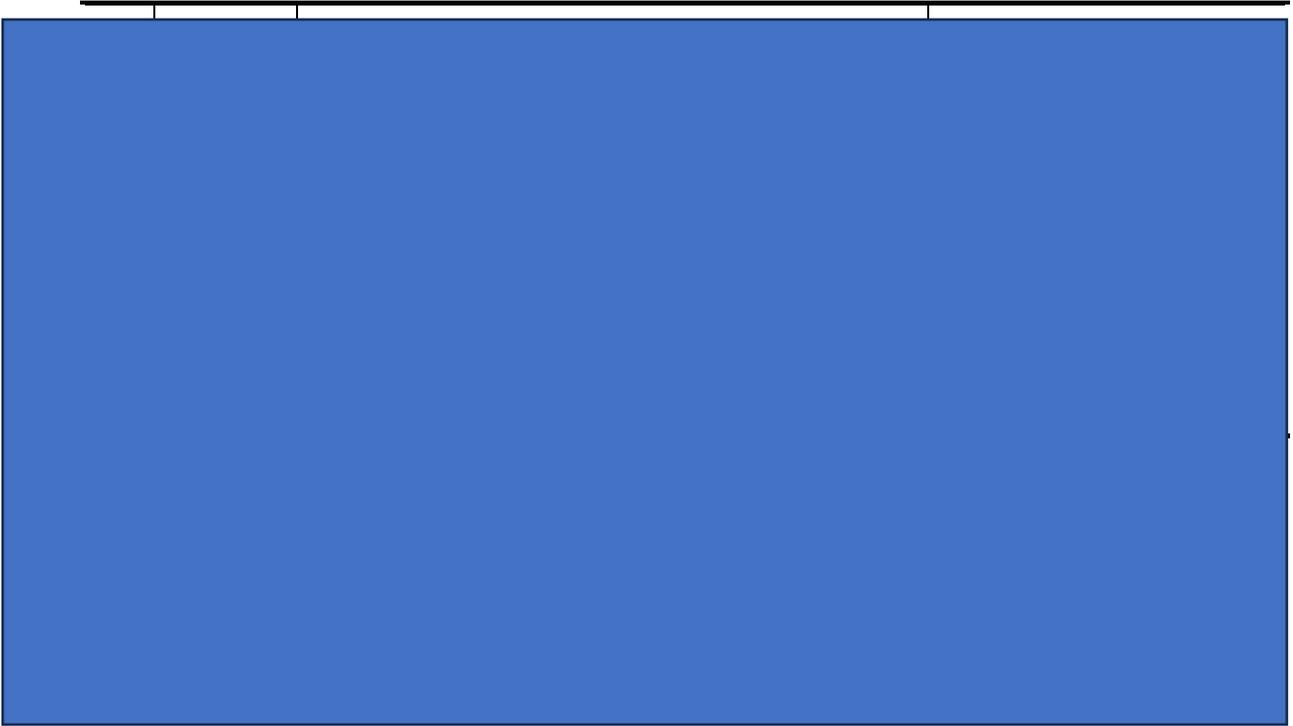
| 项目 | 监测结果 | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 春季 | | 夏季 | | 秋季 | |
| | 2023 年 | 2024 年 | 2023 年 | 2024 年 | 2023 年 | 2024 年 |
| 无机氮 | 0.012 | 0.008 | 0.012 | 0.133 | 0.094 | 0.052 |
| 活性磷酸盐 | 0.004 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.014 | 0.008 |
| COD _{Mn} | 0.28 | 0.22 | 0.83 | 0.18 | 0.47 | 0.29 |

4.4.2.2 水质现状监测数据与评价

1、调查概况

本项目委托广东未来环境监测有限公司于 2025 年 4 月 10 日在项目附近海域进行海洋环境现状监测,本次调查共布设 10 个水质监测站位、5 个海洋沉积物监测站位、6 个海洋生态调查站位以及 2 个潮间带调查站位和 6 条游泳动物调查断面。调查站位坐标信息和具体监测项目见表 4.4-12, 站位分布见图 4.4-31。

表 4.4-12 调查站位信息一览表



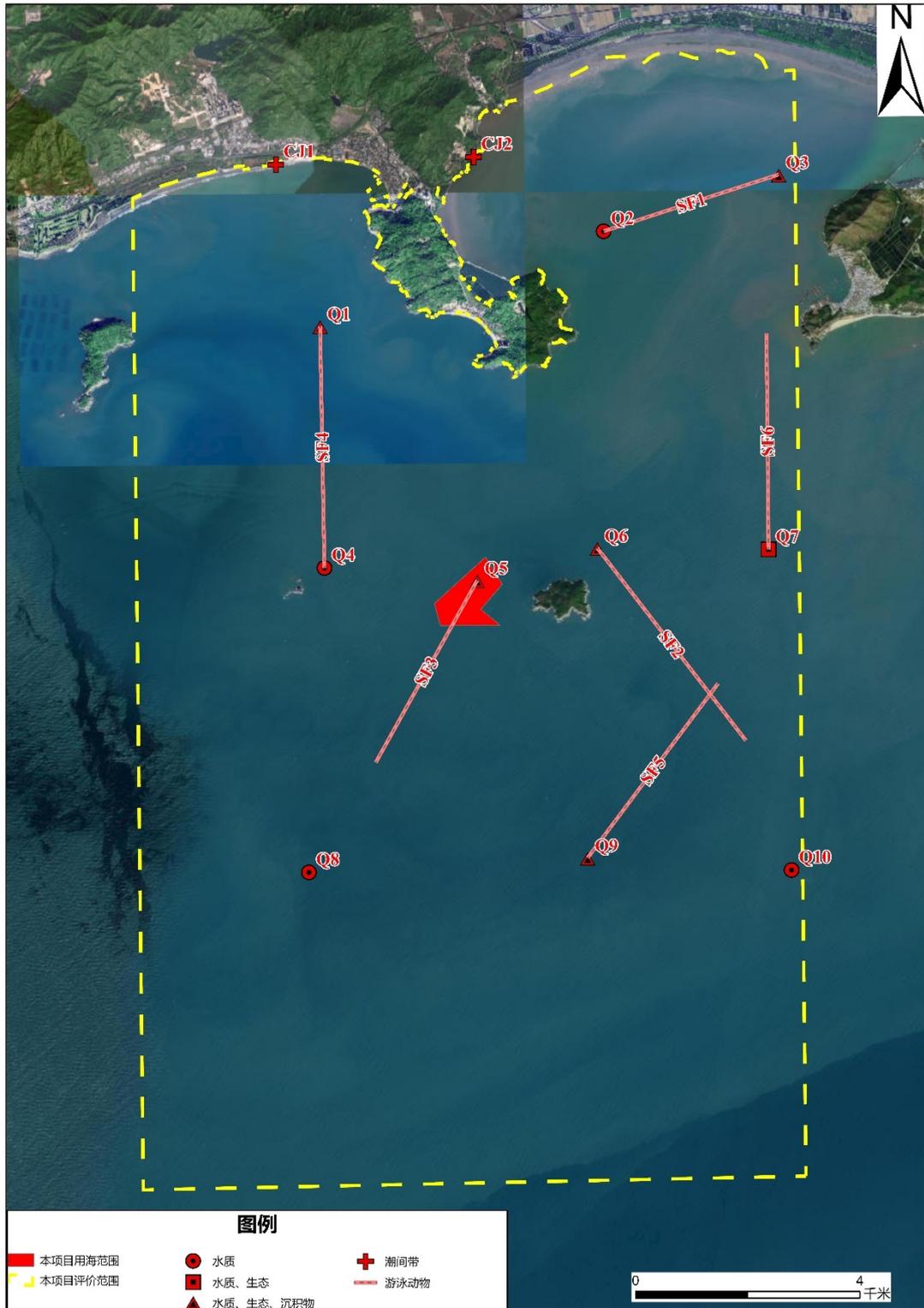


图 4.4-31 调查站位示意图

2、调查内容与方法

1) 调查内容

本次水质现状调查的调查内容包括：pH、水温、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、重金属（铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷）共 17 项。

2) 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)进行,超出的项目参照其他行业标准测试,各项的分析方法如表4.4-13。

表 4.4-13 监测分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 使用仪器设备 | 检出限 |
|----------------|---------------------------------------|-----------------------|------------|
| 水温 | 表层水温法/GB17378.4-2007 | 表层水温计/WQG-17 | / |
| pH | pH 计法/GB17378.4-2007 (26) | pH 计/PHS-3C | 无量纲 |
| 悬浮物 | 重量法/GB17378.4-2007 (27) | 电子天平/PT-104/55S | 0.5mg/L |
| 化学需氧量 | 碱性高锰酸钾法/GB17378.4-2007 (32) | 滴定管 | 0.12mg/L |
| 溶解氧 | 碘量法/GB17378.4-2007 (31) | 滴定管 | / |
| 无机氮 | 分光光度法 GB17378.4-2007 (35) | 可见分光光度计/722 | --- |
| 硝酸盐氮/ 亚硝酸盐氮 | 分光光度法 GB17378.4-2007 (38) | 紫外分光光度计/UV-9600 | 0.0014mg/L |
| 氨 | 分光光度法 GB17378.4-2007 (36.1) | 可见分光光度计/722 | 0.0018mg/L |
| 活性磷酸盐 | 抗坏血酸还原磷钼蓝法 /GB/T12763.4-2007 (9) | 可见分光光度计/722 | 0.001mg/L |
| 油类 | 紫外分光光度法 /GB17378.4-2007 (13.2) | 紫外分光光度计/UV-9600 | 0.0035mg/L |
| 硫化物 | 亚甲基蓝分光光度法 /GB17378.4-2007 (18.1) | 可见分光光度计/722 | 0.2μg/L |
| 挥发性酚 | 4-氨基安替比林分光光度法 /GB17378.4-2007 (19) | 紫外分光光度计/UV-9600 | 0.001mg/L |
| 铜 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.4-2007 (6.1) | 原子吸收分光光度计 /WFX-200 | 0.2μg/L |
| 铅 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.4-2007 (7.1) | 原子吸收分光光度计 /WFX-200 | 0.03μg/L |
| 镉 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.4-2007/8.3 | 原子吸收分光光度计 /WFX-200 | 0.01μg/L |
| 汞 | 原子荧光法 /GB17378.4-2007 (5.1) | 原子荧光光度计/AFS-8520 | 0.007μg/L |
| 锌 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.4-2007/9 | 原子吸收分光光度计 /WFX-200 | 3.1μg/L |
| 总铬 | 二苯碳酰二肼分光光度法 /GB17378.4-2007 (10.2) | 可见分光光度计/722 | 0.3μg/L |
| 砷 | 原子荧光法 /GB17378.4-2007 (11.1) | 原子荧光光度计/AFS-8520 | 0.5μg/L |

3、评价标准与方法

1) 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68号)等相关要求,确定本次调查站位环境评价执行标准。调查站位与近岸海域功能区划叠加示意图见图4.4-32,

确定各调查站位执行水质标准要求（见表 4.4-14），评价标准采用《海水水质标准》（GB3097-1997）。

本项目为渔业养殖项目，为防止和控制渔业水域水质污染，保证鱼类正常生长、繁殖和水产品质量，项目所在海域水质还需满足《渔业水质标准》（GB11607-89）中的水质标准限值要求。

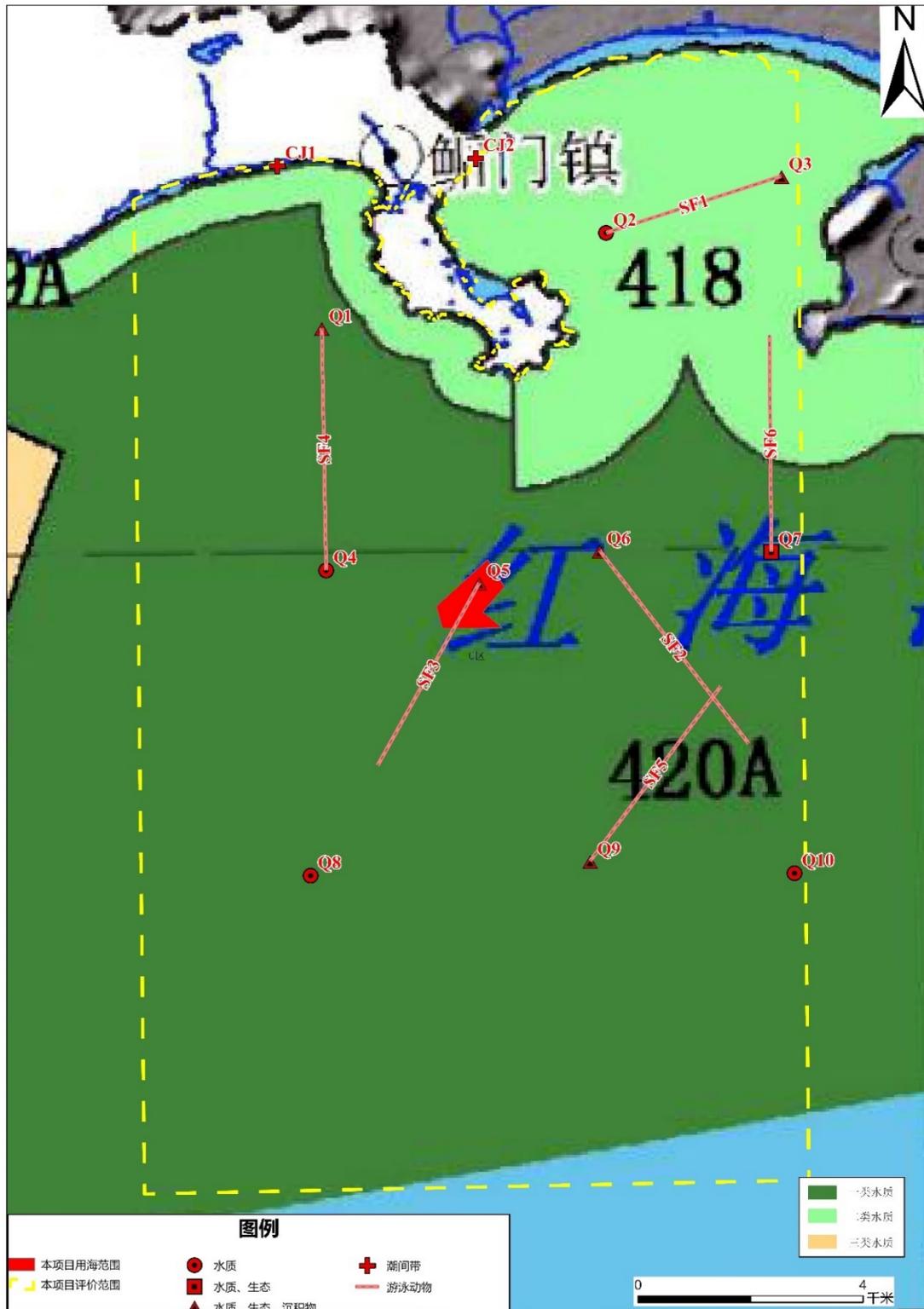


图 4.4-32 调查站位与近岸海域环境功能区划叠加示意图
表 4.4-14 调查站位执行标准一览表

| 站位 | 水质执行标准 (GB3097-1997) |
|--------------------------|----------------------|
| Q1、Q4、Q5、Q6、Q7、Q8、Q9、Q10 | 执行海水水质一类标准 |
| Q2、Q3 | 执行海水水质二类标准 |

2) 评价方法

海水水质环境质量评价方法采用单因子标准指数法:

①一般性水质因子的指数计算公式:

$$S_{ij} = C_{ij}/C_{si}$$

式中: S_{ij} ——评价因子 i 的水质指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

C_{ij} ——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。

②溶解氧 (DO) 的标准指数计算公式:

$$S_{DOj} = \frac{DO_s}{DO_j} \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DOj} = \frac{|DO_f - DO_j|}{(DO_f - DO_s)} \quad DO_j > DO_f$$

式中: S_{DOj} ——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, 量纲为 1;

T ——水温, °C。

③pH 的标准指数计算公式:

$$S_{pH, j} = \frac{(7.0 - pH_j)}{(7.0 - pH_{sd})} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH, j} = \frac{(pH_j - 7.0)}{(pH_{su} - 7.0)} \quad pH_j > 7.0$$

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。

④富营养化状况

水质富营养化状况按富营养化指数评价，富营养化指数按以下公式计算，当大于等于 1 时进行富营养化评价。

富营养化指数 $E = (\text{化学需氧量} \times \text{无机氮} \times \text{活性磷酸盐}) \times 10^6 / 4500$

式中：化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度单位为 mg/L 。

表 4.4-15 水质等级对照表

| 水质等级 | 轻度富营养化 | 中度富营养化 | 重度富营养化 |
|------|---------|-------------------|---------|
| 指数 E | $E < 3$ | $3 \leq E \leq 9$ | $E > 9$ |

4、监测结果与评价

本项目所在海域海水水质监测结果见表 4.4-16。

a、海水水质与《海水水质标准》（GB3097-1997）的符合性分析

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状监测结果进行标准指数计算，各调查站位水质评价因子的标准指数见表 4.4-17。

根据评价结果，本项目所在海域各监测站位的各监测因子均满足相应功能区海水水质标准要求。

b、海水水质与《渔业水质标准》（GB11607-89）的符合性分析

本项目海水水质调查结果按照《渔业水质标准》（GB11607-89）进行评价，评价结果如表 4.4-18。由评价结果可知，10 个站位均未超过渔业水质的标准限值。

综上，本项目营运期间应保护好养殖水域的生态环境，加强养殖水域的环境监测，在采取一定的污染防治措施后，本项目所在海域的水质状况基本适合海水养殖。根据项目位置附近的调查站位监测与评价结果可知，本项目所在海域的海水水质适宜开展渔业养殖。

表 4.4-16 海水水质调查结果统计表

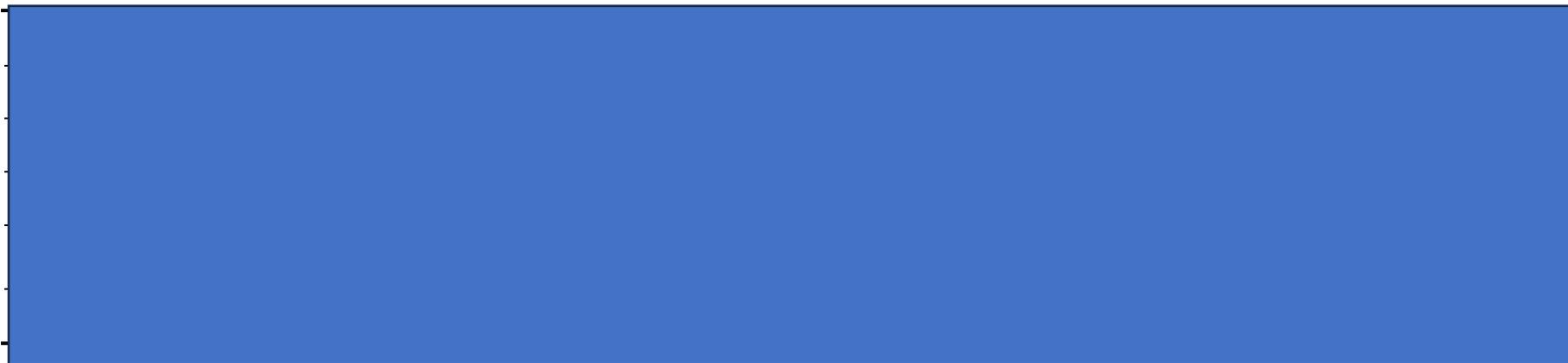
The table content is completely redacted with a solid blue fill. No data or structure is visible.

表 4.4-17 调查海域海水水质指数（对标 GB3097-1997）



表 4.4-18 调查海域渔业水质指数（对标 GB11607-89）





4.4.2.3 小结

2023年~2024年GDN14001站位各监测因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准要求。

2025年4月10日在项目附近海域布设的10个监测站位的海水水质监测数据表明，本项目所在海域各监测站位的pH、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、重金属（铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷）的监测结果均满足所在海洋功能区的相应《海水水质标准》（GB3097-1997）要求；均未超过《渔业水质标准》（GB11607-89）的标准限值。

综上，本项目所在海域的海水水质适宜开展渔业养殖。

4.4.3 沉积物环境质量现状调查与评价

4.4.3.1 调查站位

本次海洋沉积物调查共设置 5 个沉积物调查站位，站位坐标及位置见表 4.4-12 和图 4.4-31。

生物体质量、潮间带沉积物监测数据引用《汕尾城区江牡岛南域现代化海洋牧场开放式养殖用海项目》（2025 年 8 月）中 7 个生物体质量调查站位数据以及 2 个潮间带沉积物监测站位的数据，站位均位于本项目海洋生态环境影响评价范围内，潮间带沉积物和生物体质量调查站位坐标信息见表 4.4-19，站位分布见图 4.4-33。

表 4.4-19 生物体质量调查站位信息一览表（引用）



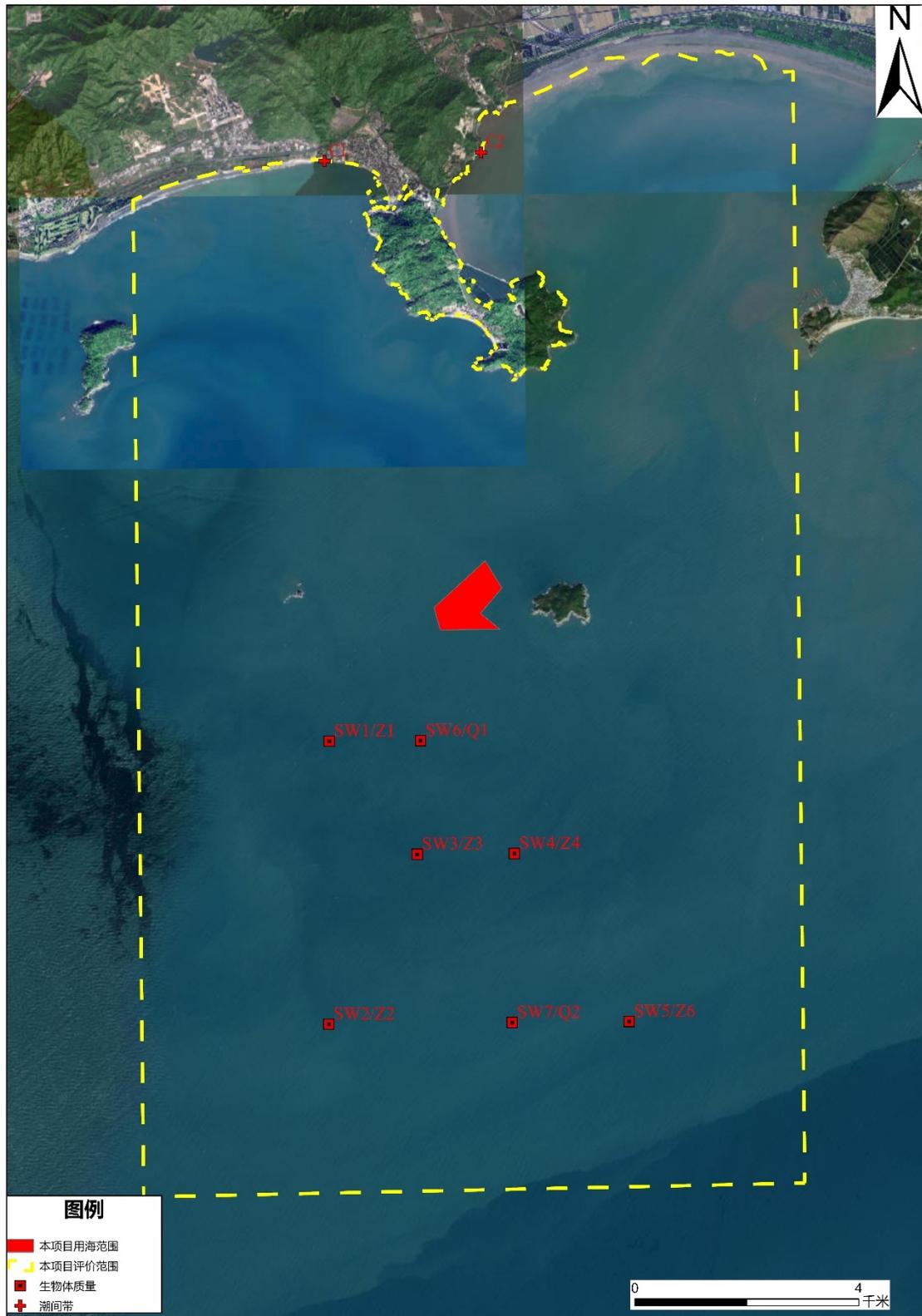


图 4.4-33 海洋生物体质量与潮间带沉积物调查站位示意图

4.4.3.2 调查内容和方法

1、调查内容

本次沉积物调查项目包括硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷等共10项。

2、分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.8-2007)和《海洋监测规范》(GB 17378.5-2007)进行,各项目的分析方法如表4.4-20。

表 4.4-20 监测分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 使用仪器设备 | 检出限 |
|------|-----------------------------------|-------------------|------------|
| 有机碳 | 重铬酸钾氧化-还原容量法/GB 17378.5-2007/18.1 | 滴定管 | --- |
| 硫化物 | 亚甲基蓝分光光度法/GB 17378.5-2007 (17.1) | 可见分光光度计/722 | 0.3mg/kg |
| 油类 | 紫外分光光度法/GB 17378.5-2007/13.2 | 紫外分光光度计/UV-9600 | 3.0mg/kg |
| 汞 | 原子荧光法/GB 17378.5-2007 (5.1) | 原子荧光光度计/AFS-8520 | 0.002mg/kg |
| 铜 | 原子吸收分光光度法/GB 17378.5-2007 (6.1) | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 0.5mg/kg |
| 铅 | 原子吸收分光光度法 GB 17378.5-2007 (7.1) | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 1.0mg/kg |
| 镉 | 原子吸收分光光度法/GB 17378.5-2007/8.1 | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 0.04mg/kg |
| 锌 | 原子吸收分光光度法/GB 17378.5-2007/9 | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 6.0mg/kg |
| 铬 | 二苯碳酰二肼分光光度法/GB 17378.5-2007/10.2 | 可见分光光度计/722 | 2.0mg/kg |
| 砷 | 原子荧光法/GB 17378.5-2007 (11.1) | 原子荧光光度计/AFS-8520 | 0.06mg/kg |

4.4.3.3 评价方法及评价标准

1、评价标准

沉积物评价标准采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002),在本次海洋环境质量现状调查中各沉积物调查站位均执行海洋沉积物一类标准。

2、评价方法

评价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。

4.4.3.4 评价结果

本次调查海域海洋沉积物质量监测与评价结果见表 4.4-21 和表 4.4-22。

根据评价结果，本项目所在海域表层海洋沉积物所检项目检测结果均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准要求。

表 4.4-21 项目海洋沉积物现状调查结果

表 4.4-22 项目海洋沉积物调查评价指数

4.4.3.5 小结

2025年4月10日在项目附近海域布设的5个沉积物监测点位（Q1、Q3、Q5、Q6、Q9）以及引用《汕尾城区江牡岛南域现代化海洋牧场开放式养殖用海项目》（2025年8月）中2个潮间带沉积物监测站位（C、C2）的沉积物现状监测数据表明，本项目所在海域海洋沉积物各站位的监测因子硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准要求，说明该海域沉积物环境质量良好。

4.4.4 生物质量现状调查与评价

本次引用《汕尾城区江牡岛南域现代化海洋牧场开放式养殖用海项目》（2025年8月）中生物体质量监测数据对本项目周边海洋生物质量现状进行评价，调查采集了鱼类、甲壳类共7个样品，样品站位情况详见表4.4-19和图4.4-33。

4.4.4.1 调查内容及分析方法

1、调查内容

调查项目包括物种体内的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃共8种。

2、分析方法

现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋监测技术规程》（Y/T147.3-2013）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。各项目的分析方法如表4.4-23。

表 4.4-23 监测分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 使用仪器设备 | 检出限 |
|------|--------------------------------------|-------------------|------------|
| 铜 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.6-2007（6.1） | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 0.4mg/kg |
| 铅 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.6-2007（7.1） | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 0.04mg/kg |
| 锌 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.6-2007（9.1） | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 0.4mg/kg |
| 镉 | 原子吸收分光光度法 /GB17378.6-2007（8.1） | 原子吸收分光光度计/WFX-200 | 0.005mg/kg |
| 总汞 | 原子荧光法 /GB17378.6-2007（5.1） | 原子荧光光度计/AFS-8520 | 0.002mg/kg |
| 砷 | 原子荧光法 /GB17378.6-2007（11.1） | 原子荧光光度计/AFS-8520 | 0.2mg/kg |
| 铬 | 二苯碳酰二肼分光光度法 /GB17378.6-2007（10.2） | 可见分光光度计/722 | 0.40mg/kg |

| 检测项目 | 检测方法 | 使用仪器设备 | 检出限 |
|------|---|-------------|----------|
| 石油烃 | 《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 荧光分光光度法 13 | 荧光分光光度计/960 | 0.2mg/kg |

4.4.4.2 评价方法及评价标准

1、现状评价标准

鱼类、甲壳类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中表C.1其他海洋生物质量参考值执行。

2、评价方法

评价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。

4.4.4.3 评价结果

海洋生物质量现状见表 4.4-24，评价指数见表 4.4-25。

调查结果显示，调查海域中鱼类和甲壳类动物均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）中表 C.1 其他海洋生物质量参考限值。

表 4.4-24 海洋生物体质量监测结果（湿重） 单位：mg/kg

表 4.4.25 海洋生物体质量监测结果评价指数

4.4.4.4 小结

本次引用《汕尾城区江牡岛南域现代化海洋牧场开放式养殖用海项目》(2025 年 8 月)中生物体质量监测数据对本项目周边海洋生物质量现状进行评价,调查采集了鱼类、甲壳类共 7 个样品,调查结果显示,调查海域中鱼类和甲壳类动物体内的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)中表 C.1 其他海洋生物质量参考限值。

4.4.5 海洋生态概况

4.4.5.1 调查站位

海洋生物现状调查点位详见表 4.4-12 和图 4.4-31。

4.4.5.2 调查项目

包括海洋生态和渔业资源调查,具体情况如下:

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:游泳动物、鱼卵仔鱼。

4.4.5.3 调查监测方法和依据

海洋生态和渔业资源各项的现场调查、采样、样品保存和实验室分析测试等均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)执行,具体方法如

下:

1、叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a 用丙酮溶液提取, 采用可见分光光度计在 664nm 波长下测定吸光度, 计算叶绿素 a 的含量; 初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

2、浮游植物

浮游植物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测 (5) --浮游生物 (浮游植物) 生态调查的规定进行。使用浅水 III 型浮游生物网垂直拖网采样, 样品收集完毕后, 加入鲁哥氏液固定, 带回实验室进行鉴定分析。

3、浮游动物

浮游动物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测 (5) --浮游生物 (浮游动物) 生态调查的规定进行。使用浅水 I 型浮游生物网垂直拖网采样, 样品收集完毕后, 加入甲醛溶液固定, 带回实验室进行鉴定分析。

4、大型底栖生物

大型底栖生物采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测 (6) --大型底栖生物生态调查的规定进行。采样用面积为 0.025m² 的采泥器, 每个站采样 5 次。标本处理和分析均按《海洋监测规范》进行。

5、鱼类浮游生物 (鱼卵仔鱼)

鱼类浮游生物采样方法是按《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 海洋生物调查 (9) --鱼类浮游生物调查的规定进行。鱼卵和仔稚鱼定量的采集采用浅水 I 型浮游生物网垂直拖网采得, 鱼卵和仔稚鱼密度分别用 ind./m³ 表示; 鱼卵和仔稚鱼定性的采集采用大型浮游生物网水平拖网采得, 鱼卵和仔稚鱼密度分别用 ind.表示。

6、游泳动物

游泳动物调查租用渔船粤番渔 01361 完成; 网具规格: 网上纲 3.0m, 网衣长 8.0m, 网口目 40mm, 网囊目 20mm。渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行, 调查均于白天进行, 每个站位拖网 1 次, 每次放网 1 张, 拖时为 1 小时, 拖速为 2kn。

7、潮间带生物:

(1) 生物样品的采集方法

1) 定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

2) 滩涂定量采样用面积为 25cm×25cm 的定量框，礁石定量采样用面积为 10cm×10cm 的定量框；取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

(2) 生物样品处理与保存

1) 采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。

2) 定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣。

3) 按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定。

4) 对受刺激易引起收缩或自切的种类（如腔肠动物、纽形动物），先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定；某些多毛类（如沙蚕科、吻沙蚕科），先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定；对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。

4.4.5.4 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：

$$P = \frac{C_a Q L t}{2}$$

式中， P —初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)；

C_a —表层叶绿素 a 含量 (mg/m^3)；

Q —同化系数 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl}\cdot\text{a}\cdot\text{h})$)，采用闽南——台湾浅滩近海水域平均同化系数 3.5；

L —真光层的深度 (m)； L =透明度×3

t —白昼时间 (h)，均为白昼时间，这里取 12。

2、优势度 (Y):

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

式中: n_i —第 i 种的个体数 (ind./m³);

f_i —是该种在各站中出现的频率 (%);

N —所有站每个种出现的总个体数 (ind./m³)。

3、Shannon-Wiener 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, 即 $P_i = n_i/N$ 。

4、Pielou 均匀度指数:

$$J = \frac{H'}{H_{max}}$$

式中: $H_{max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数。

5、渔业资源密度:

渔业资源密度 (kg/km²) 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 (kg/h)

A —每小时扫海面积 (km²/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

6、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。

7、丰富度：

$$D = (S - 1) / \ln N$$

式中： S —为群落中物种数目；

N —为观察到的个体总数。

8、生物质量：

海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。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 ，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

4.4.5.5 调查结果

1、叶绿素 a 和初级生产力

本次调查海域 6 个站点表层水体叶绿素 a 及初级生产力含量的变化如表 4.4-26，其中 Q3 站叶绿素 a 含量最高，值为 2.16 $\mu\text{g/L}$ ，Q7 叶绿素 a 含量最低，值为 0.66 $\mu\text{g/L}$ ，其余点位叶绿素 a 含量介于 1.00~1.96 $\mu\text{g/L}$ 。其中 Q9 站初级生产力含量最高，值为 226.3 $\text{mg.C/m}^2.\text{d}$ ，Q7 初级生产力含量最低，值为 71.4 $\text{mg.C/m}^2.\text{d}$ ，其余点位初级生产力含量介于 115.4~218.2 $\text{mg.C/m}^2.\text{d}$ 。

表 4.4-26 叶绿素 a 及初级生产力测定结果



2、浮游植物

(1) 种类组成

本次生态调查在调查水域共鉴定出浮游植物 40 种，隶属于 3 大门类（附录 II）；如图 4.4-34，其中以硅藻门为主，硅藻门有 30 种，占总种数的 75.00%；甲藻门有 9 种，占总种数的 22.5%；蓝藻门有 1 种，占总种数的 2.5%。



图 4.4-34 调查水域浮游植物类群组成情况

(2) 个体数量

本次调查浮游植物种类数空间分布如表 4.4-27 所示，总体看来浮游植物在各站位空间分布有差异不大；其中 Q5 和 Q7 发现浮游植物种类数最多，有 27 种。Q1 发现浮游植物种类数最少，有 17 种。其余点位浮游植物种类数介于 18~22 种。

表 4.4-27 调查水域浮游植物各类群种类数分布情况

| | |
|--|--|
| Table content is obscured by a large blue rectangle. | |
|--|--|



图 4.4-35 调查水域浮游植物种类数空间分布

(3) 密度

本次调查水域浮游植物密度空间分布如表 4.4-28 所示，调查水域 Q3 浮游植物的密度最高，为 $326.67 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ；Q9 浮游植物的密度最低，为 $55.40 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。其余点位浮游植物密度介于 $(83.38 \sim 176.62) \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。

表 4.4-28 调查水域浮游植物各类群密度分布情况 单位： $\times 10^3 \text{ cells/m}^3$

| | | | |
|--------------------------|--|--|--|
| [Redacted Table Content] | | | |
|--------------------------|--|--|--|



图 4.4-36 调查水域浮游植物密度分布图

(4) 多样性指数与均匀度

调查水域浮游植物种类多样性水平计算结果见表 4.4-29，其中 *Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q5，值为 3.15；多样性指数最低值出现在 Q1，值为 2.10；其余点位多样性指数介于 2.19~2.78；*Pielou* 均匀度指数 (*J*) 最高值出现在 Q6，值为 0.67；最低值出现在 Q1，值为 0.51；其余点位 *Pielou* 均匀度指数 (*J*) 介于 0.54~0.64；丰富度 (*d*) 最高值出现在 Q5，值为 2.76；最低值出现在 Q1，值为 1.73；其余点位丰富度(*d*)介于 1.87~2.69。

表 4.4-29 调查水域浮游植物多样性水平

(5) 优势种

本次浮游植物优势种情况见表 4.4-30，按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查水域内的浮游植物的优势种有 5 种，分别是拟菱形藻属、并基角毛藻、束毛藻属、夜光藻、波状石丝藻。拟菱形藻属优势度指数最高，为 0.359。

表 4.4-30 调查水域浮游植物优势种情况

3、浮游动物

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查水域发现浮游动物由 7 大类群组成，共计 28 种（附录I），如图 4.4-37。其中浮游幼体的种数最多，有 11 种，占浮游动物总种数的 39.29%；桡足类有 10 种，占浮游动物总种数的 35.71%；腔肠动物有 3 种，占浮游动物总种数的 10.71%；十足类、被囊类、毛颚类和枝角类各有 1 种，占浮游动物总种数的 3.57%。



图 4.4-37 调查水域浮游动物类群组成情况

(2) 数量

浮游动物种类空间分布如图 4.4-38 所示。Q5 浮游动物种类数最多，为 19 种；Q1 发现的浮游动物种类数最少，为 10 种，其余点位浮游动物种类数介于 12-16 种。



图 4.4-38 调查水域各个站位浮游动物种类组成情况

(3) 密度

本次调查水域范围内各站位浮游动物密度空间分布如表 4.4-31 所示，Q3 浮游动物的密度最高，为 233.33ind./m³；Q9 浮游动物的密度最低，为 66.79ind./m³；其余点位浮游动物密度介于 89.89~147.14ind./m³。

表 4.4-31 调查水域浮游动物各类群栖息密度的空间分布 单位：ind./m³

(4) 多样性水平与均匀度

调查水域浮游动物种类多样性水平计算结果见表 4.4-32，其中 *Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q5，值为 3.15；多样性指数最低值出现在 Q1，值为 2.05；其余点位多样性指数介于 2.31~3.03；*Pielou* 均匀度指数 (*J*) 最高值出现在 Q9，值为 0.80；最低值出现在 Q6，值为 0.59；其余点位 *Pielou* 均匀度指数 (*J*) 介于 0.62~0.79；丰富度 (*d*) 最高值出现在 Q5，值为 2.34；最低值出现在 Q1，值为 1.44；其余点位丰富度(*d*)介于 1.73~2.05；湿重最高值出现在 Q7，值为 1.441g；最低值出现在 Q1，值为 0.268g；其余点位湿重介于

0.525~1.398g；湿重生物量最高值出现在 Q3，值为 1750.00mg/m³；最低值出现在 Q1，值为 394.12mg/m³；其余点位湿重生物量介于 472.31~809.55mg/m³。

表 4.4-32 调查水域浮游动物多样性水平

(5) 优势度

本次浮游动物优势种情况见表 4.4-33，按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查水域内的浮游动物的优势种有 7 种，分别是太平洋纺锤水母、桡足类幼体、鱼卵、桡足类无节肢幼体、亚强次真哲水蚤、水螅水母幼体、箭虫幼体。太平洋纺锤水母优势度指数最高，为 0.311。

表 4.4-33 调查水域浮游动物优势种情况

4、底栖生物

(1) 种类组成

本次调查出现底栖动物有 4 大类群 18 种（附录 III）；如图 4.4-39，其中软体动物种类数最多，有 9 种，占总种数的 50.00%；环节动物有 7 种，占总种数 38.89%；棘皮动物和

腔肠动物各有 1 种，占总种数 5.56%。

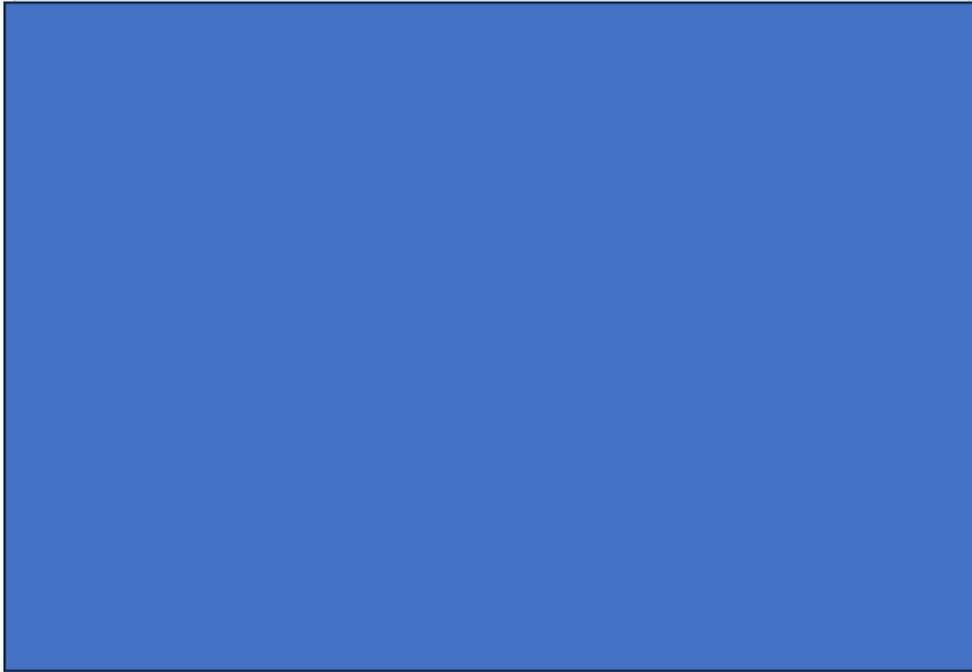


图 4.4-39 调查水域底栖动物类群组成情况

本次调查水域内底栖动物类群种数及空间分布情况如表 4.4-34 所示。Q6、Q9 和 Q7 的底栖动物种类数最多，有 6 种；Q3 和 Q1 底栖动物种类数最少，有 4 种。

表 4.4-34 水域底栖动物各类群栖息密度分布情况





图 4.4-40 调查水域底栖动物种类组成的空间分布

(2) 栖息密度

调查水域 Q9 底栖动物栖息密度最高，为 152.00ind./m²；Q1 底栖动物栖息密度最低，为 64.00 ind./m²；其余点位底栖动物栖息密度介于 80.00~128.00ind./m²。

表 4.4-35 底栖动物各类群栖息密度分布情况 单位：ind./m²

| | |
|--------------------------|--|
| [Redacted Table Content] | |
|--------------------------|--|

(3) 多样性水平与生物量

调查水域底栖动物种类多样性水平计算结果见表 4.4-36，其中 *Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q6，值为 2.49；多样性指数最低值出现在 Q3，值为 1.50；其余点位多样性指数介于 1.85~2.36。*Pielou* 均匀度指数 (*J*) 最高值出现在 Q7，值为 0.97；最低值出现在 Q9，值为 0.91，其余点位介于 0.93~0.96。丰富度 (*d*) 最高值出现在 Q6，值为 1.22；最低值出现在 Q1，值为 0.90，其余点位介于 1.00~1.14。生物量最高值出现在 Q7，值为

53.096g/m²，最低值出现在 Q3，值为 15.088g/m²，其余点位介于 21.032~30.856g/m²。

表 4.4-36 调查水域底栖动物多样性水平

(4) 优势种

本次底栖生物优势种情况见表 4.4-37，按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查水域内的底栖生物的优势种有 6 种，分别是彩虹明樱蛤、缢旋吻沙蚕、日本倍棘蛇尾、双鳃内卷齿蚕、笋螺属、中蚓虫属。彩虹明樱蛤优势度指数最高为 0.085。

表 4.4-37 调查水域底栖生物优势种情况

5、潮间带生物

(1) 种类组成

本次调查出现潮间带生物有 3 大类群 15 种（附录 IV）；如图 4.4-41，其中软体动物有 9 种，占总种数的 60.00%，节肢动物有 5 种，占总种数的 33.33%，刺胞动物有 1 种，占总种数的 6.67%。



图 4.4-41 调查水域潮间带生物类群组成情况

(2) 群种数与空间分布

本次调查水域内潮间带生物类群种数及空间分布情况如表 4.4-38 所示。CJ2 全潮带生物种类数最多，有 13 种；CJ1 中高潮带生物种类数最少，有 5 种。

表 4.4-38 调查水域潮间带生物各类群种类数分布情况

(3) 栖息密度

本次调查水域 CJ1 潮间带生物平均密度为 65.11 ind./m^2 。其中低潮带生物栖息密度最高，为 136.00 ind./m^2 ；高潮带生物栖息密度最低，为 22.00 ind./m^2 。CJ2 潮间带生物平均密度为 58.22 ind./m^2 。其中低潮带生物栖息密度最高，为 100.00 ind./m^2 ；中潮带生物栖息密度最低，为 30.67 ind./m^2 。

表 4.4-39 调查水域潮间带生物各类群栖息密度分布情况 单位: ind./m²



(4) 多样性指数与均匀度

本次调查水域内的 CJ1 潮间带生物 *Shannon-Wiener* 多样性指数 (H') 平均值为 2.18; 低潮带多样性指数最高, 为 2.70; 中潮带多样性指数最低, 为 2.05。*Pielou* 均匀度指数 (J) 数值平均值为 0.94; 高潮带均匀度指数最高, 为 0.99; 中潮带均匀度指数最低, 为 0.88。丰富度 (d) 平均值为 1.00, 低潮带丰富度 (d) 值最高, 为 1.18, 中潮带丰富度 (d) 值最低, 为 0.83。平均生物量为 48.028g/m²。

CJ2 潮间带生物 *Shannon-Wiener* 多样性指数 (H') 平均值为 2.64; 中潮带多样性指数最高, 为 2.74; 低潮带多样性指数最低, 为 2.52。*Pielou* 均匀度指数 (J) 数值平均值为 0.96; 中潮带均匀度指数最高, 为 0.98; 高潮带均匀度指数最低, 为 0.94。丰富度 (d) 平均值为 1.25, 高潮带丰富度 (d) 值最高, 为 1.35, 低潮带丰富度 (d) 值最低, 为 1.08。平均生物量为 87.554g/m²。

表 4.4-40 调查水域潮间带生物多样性水平





(5) 优势种

本次潮间带生物优势种情况见表 4.4-41，按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查水域内的潮间带生物的优势种有 7 种，分别是粗糙拟滨螺、单齿螺、龟足、棘刺活额寄居蟹、塔结节滨螺、藤壶、小结节滨螺。藤壶优势度指数最高，为 0.1712。

表 4.4-41 调查水域底栖生物优势种情况

2、渔业资源

(1) 鱼卵仔鱼调查结果

①种类组成

本次调查捕获到的鱼卵经鉴定为 2 目 2 科 1 种，仔鱼经鉴定为 1 目 1 科 1 种（附录 VI）；

②密度

本次定量调查鱼卵仔鱼分布情况见表 4.4-42，本次调查 Q5 鱼卵密度最高，为 15.385 ind./m^3 ，Q9 鱼卵密度最低，为 0.730 ind./m^3 ，其余点位鱼卵密度介于 $0.769 \sim 7.865 \text{ ind./m}^3$ 。Q3 仔鱼密度最高，为 3.333 ind./m^3 ，Q9 仔鱼密度最低，为 0.365 ind./m^3 ，Q6、Q5、Q1 和 Q7 点位未发现仔鱼。

表 4.4-42 定量调查水域鱼卵仔鱼分布情况

③数量

本次定性调查鱼卵仔鱼分布情况见表 4.4-43。本次调查 Q1 鱼卵全网数量最高，为 35ind./net，Q6 鱼卵密度最低，为 6ind./net，其余点位鱼卵全网数量介于 7~31ind./net。Q1 和 Q7 仔鱼数量为 2 ind./net，Q6 仔鱼数量为 1 ind./net，Q3、Q5 和 Q9 点位未发现仔鱼。

表 4.4-43 定性调查水域鱼卵仔鱼分布情况

(2) 游泳动物调查结果

本次捕获到的游泳动物经鉴定为 10 目 16 科 19 种（附录 V）。

①种类及数量

本次游泳动物数量分布情况见表 4.4-44，本次调查水域 Q5 游泳动物种类数最多，为 16 种，Q7 游泳动物种类数最少，为 12 种。其余点位游泳动物种类数介于 14~15 种。

②重量

本次游泳动物重量分布情况见表 4.4-45，本次调查水域 Q5 游泳动物重量最高，为 9556.75g，Q7 游泳动物重量最低，为 7277.79g。其余点位游泳动物重量介于 8530.90~9511.87g。

表 4.4-44 调查水域游泳动物种类数分布情况



表 4.4-45 调查水域游泳动物重量分布情况 单位: g



③多样性

调查水域游泳动物种类多样性水平计算结果见表 4.4-46, 其中 *Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q5, 值为 2.40; 多样性指数最低值出现在 Q7, 值为 1.99; 其余点位多样性指数介于 2.23~2.34; *Pielou* 均匀度指数 (*J*) 最高值出现在 Q6 和 Q5, 值为 0.60; 最低值出现在 Q7, 值为 0.56; 其余点位 *Pielou* 均匀度指数 (*J*) 介于 0.58~0.59; 丰富度 (*d*) 最高值出现在 Q5, 值为 1.45; 最低值出现在 Q7, 值为 1.08; 其余点位丰富度 (*d*) 介于 1.26~1.36。尾数资源密度最高值出现在 Q5, 值为 14932ind/km²; 最低值出现在 Q7, 值为 13457ind/km²; 其余点位尾数资源密度介于 14222~14797ind/km²。资源密度最高值出现在 Q5, 值为 215kg/km²; 最低值出现在 Q7, 值为 163kg/km²; 其余点位资源密度介于 192~214kg/km²。

表 4.4-46 调查水域游泳动物多样性水平

④优势种

本次游泳动物优势种情况见表 4.4-47, 按照相对重要性指数 $IRI \geq 900$ 来确定本次调查水域内的游泳动物的优势种有 11 种, 分别是鲷鱼、黄姑鱼、颈带鳊、口虾姑、龙头鱼、鹿斑仰口鳊、卵鳎、日本蟳、硬头骨鲻、长棘银鲈、周氏新对虾。鲷鱼相对重要性指数最高, 为 28609.54。

表 4.4-47 调查水域游泳动物优势种情况

4.4.5.6 小结

本次调查海域叶绿素 a 的浓度范围为 0.66 ~2.16 $\mu\text{g/L}$ ，其中 Q3 站叶绿素 a 含量最高，值为 2.16 $\mu\text{g/L}$ ，Q7 叶绿素 a 含量最低，值为 0.66 $\mu\text{g/L}$ ；初级生产力含量的含量范围为 71.4~226.3 $\text{mg.C/m}^2\cdot\text{d}$ ，其中 Q9 初级生产力含量最高，值为 226.3 $\text{mg.C/m}^2\cdot\text{d}$ ，Q7 初级生产力含量最低，值为 71.4 $\text{mg.C/m}^2\cdot\text{d}$ 。

本次调查海域共鉴定出浮游植物 40 种，隶属于 3 大门类；浮游植物中以硅藻门为主，硅藻门有 30 种，甲藻门有 9 种，蓝藻门有 1 种。总体看来浮游植物在各站位空间分布有差异不大；其中 Q5 和 Q7 发现浮游植物种类数最多，有 27 种；Q1 发现浮游植物种类数最少，有 17 种；其余点位浮游植物种类数介于 18~22 种。优势种有 5 种，分别是拟菱形藻属、并基角毛藻、束毛藻属、夜光藻、波状石丝藻，优势度指数依次为 0.359、0.042、0.307、0.080、0.039。密度范围为 $55.40\times 10^3\sim 326.67\times 10^3\text{cells/m}^3$ ，其中调查水域中 Q3 点位浮游植物的密度最高，为 $326.67\times 10^3\text{cells/m}^3$ ；Q9 点位浮游植物的密度最低，为 $55.40\times 10^3\text{cells/m}^3$ ；其余点位浮游植物密度介于 $(83.38\sim 176.62)\times 10^3\text{cells/m}^3$ 。*Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q5，值为 3.15，多样性指数最低值出现在 Q1，值为 2.10，其余点位多样性指数介于 2.19~2.78；丰富度 (d) 最高值出现在 Q5，值为 2.76，最低值出现在 Q1，值为 1.73，其余点位丰富度 (d) 介于 1.87~2.69；*Pielou* 均匀度指数 (J) 最高值出现在 Q6，值为 0.67，最低值出现在 Q1，值为 0.51，其余点位 *Pielou* 均匀度指数 (J) 介于 0.54~0.64。

本次调查海域发现浮游动物由 7 大类群组成，共计 28 种，其中 Q5 浮游动物种类数最多，为 19 种；Q1 发现的浮游动物种类数最少，为 10 种，其余点位浮游动物种类数介于 12-16 种。优势种有 7 种，分别是太平洋纺锤水母、桡足类幼体、鱼卵、桡足类无节肢幼体、亚强次真哲水蚤、水螅水母幼体、箭虫幼体，优势度指数依次为 0.311、

0.182、0.084、0.031、0.023、0.021、0.036。密度范围为 66.79~233.33 ind./m³，Q3 浮游动物的密度最高，为 233.33 ind./m³；Q9 浮游动物的密度最低，为 66.79 ind./m³，其余点位浮游动物密度介于 89.89~147.14 ind./m³。湿重生物量最高值出现在 Q3，值为 1750.00 mg/m³；最低值出现在 Q1，值为 394.12 mg/m³；其余点位湿重生物量介于 472.31~809.55 mg/m³。*Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q5，值为 3.15，多样性指数最低值出现在 Q1，值为 2.05，其余点位多样性指数介于 2.31~3.03；丰富度 (*d*) 最高值出现在 Q5，值为 2.34，最低值出现在 Q1，值为 1.44，其余点位丰富度 (*d*) 介于 1.73~2.05；*Pielou* 均匀度指数 (*J*) 最高值出现在 Q9，值为 0.80，最低值出现在 Q6，值为 0.59，其余点位 *Pielou* 均匀度指数 (*J*) 介于 0.62~0.79。

本次调查海域出现底栖动物有 4 大类群 18 种；底栖生物中软体动物种类数最多，有 9 种，环节动物有 7 种，棘皮动物和腔肠动物各有 1 种。其中，Q6、Q9 和 Q7 的底栖动物种类数最多，有 6 种；Q3 和 Q1 底栖动物种类数最少，有 4 种。优势种有 6 种，分别是彩虹明樱蛤、缢旋吻沙蚕、日本倍棘蛇尾、双鳃内卷齿蚕、笋螺属、中蚓虫属，优势度指数依次为 0.085、0.021、0.030、0.058、0.021、0.045。密度范围为 64~152 ind./m²，其中，调查水域 Q9 底栖动物栖息密度最高，为 152.00 ind./m²；Q1 底栖动物栖息密度最低，为 64.00 ind./m²；其余点位底栖动物栖息密度介于 80.00~128.00 ind./m²。生物量最高值出现在 Q7，值为 53.096 g/m²，最低值出现在 Q3，值为 15.088 g/m²，其余点位介于 21.032~30.856 g/m²。*Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q6，值为 2.49，多样性指数最低值出现在 Q3，值为 1.50，其余点位多样性指数介于 1.85~2.36；丰富度 (*d*) 最高值出现在 Q6，值为 1.22，最低值出现在 Q1，值为 0.90，其余点位介于 1.00~1.14；*Pielou* 均匀度指数 (*J*) 最高值出现在 Q7，值为 0.97，最低值出现在 Q9，值为 0.91，其余点位介于 0.93~0.96。

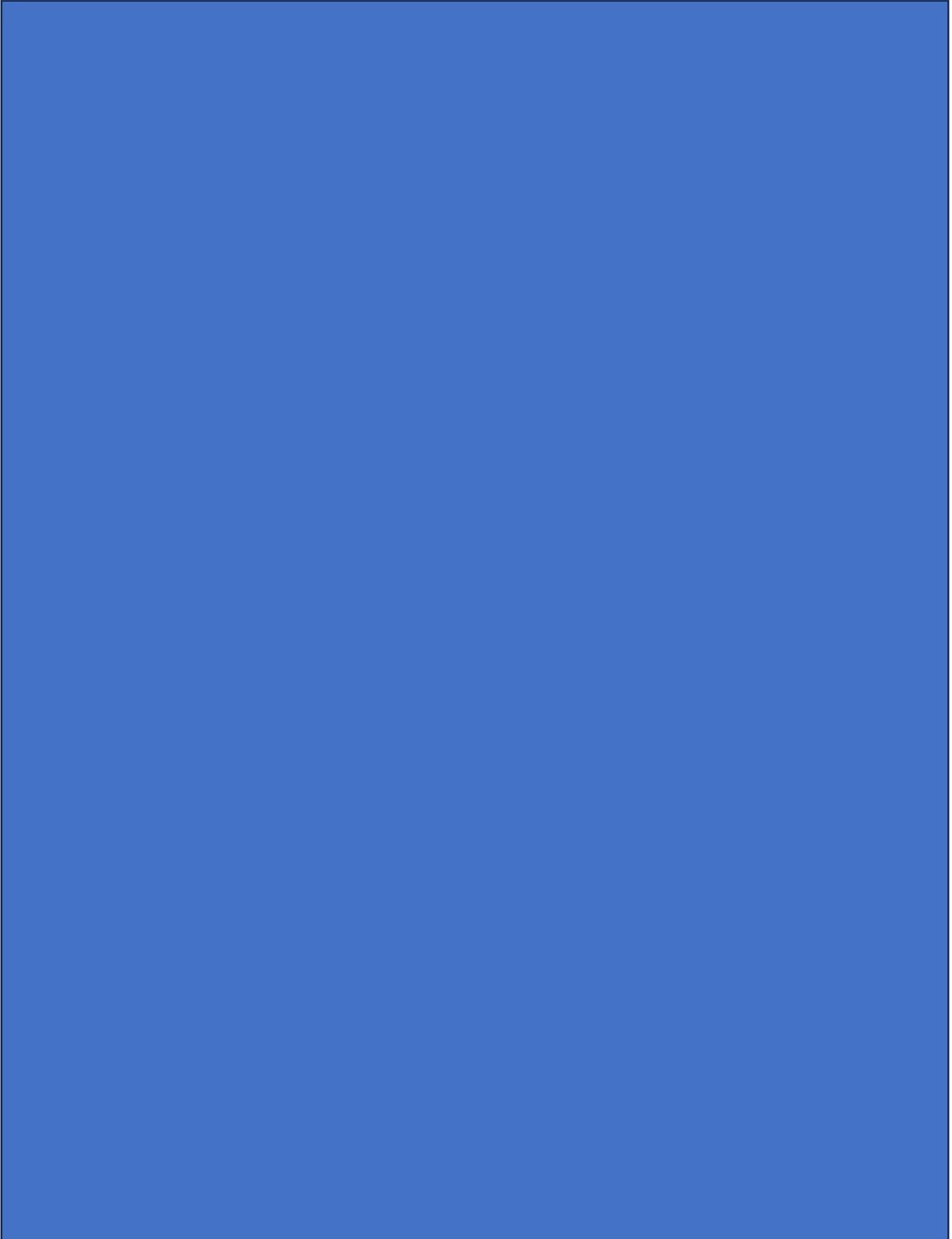
本次调查出现潮间带生物有 3 大类群 15 种，潮间带生物中软体动物有 9 种，节肢动物有 5 种，刺胞动物有 1 种，其中 CJ2 全潮带生物种类数最多，有 13 种；CJ1 中高潮带生物种类数最少，有 5 种。优势种有 7 种分别是粗糙拟滨螺、单齿螺、龟足、棘刺活额寄居蟹、塔结节滨螺、藤壶、小结节滨螺，优势度指数依次为 0.0324、0.0865、0.0781、0.0270、0.0523、0.1712、0.0459。调查水域 CJ1 潮间带生物平均密度为 65.11 ind./m²，其中低潮带生物栖息密度最高，为 136.00 ind./m²；高潮带生物栖息密度最低，为 22.00 ind./m²。CJ2 潮间带生物平均密度为 58.22 ind./m²，其中低潮带生物栖息密度最高，为 100.00 ind./m²；中潮带生物栖息密度最低，为 30.67 ind./m²。调查水域 CJ1 潮间带生物平均生物量为 48.028 g/m³，其中低潮带生物量最高，为 385.96 g/m³；高潮带生物

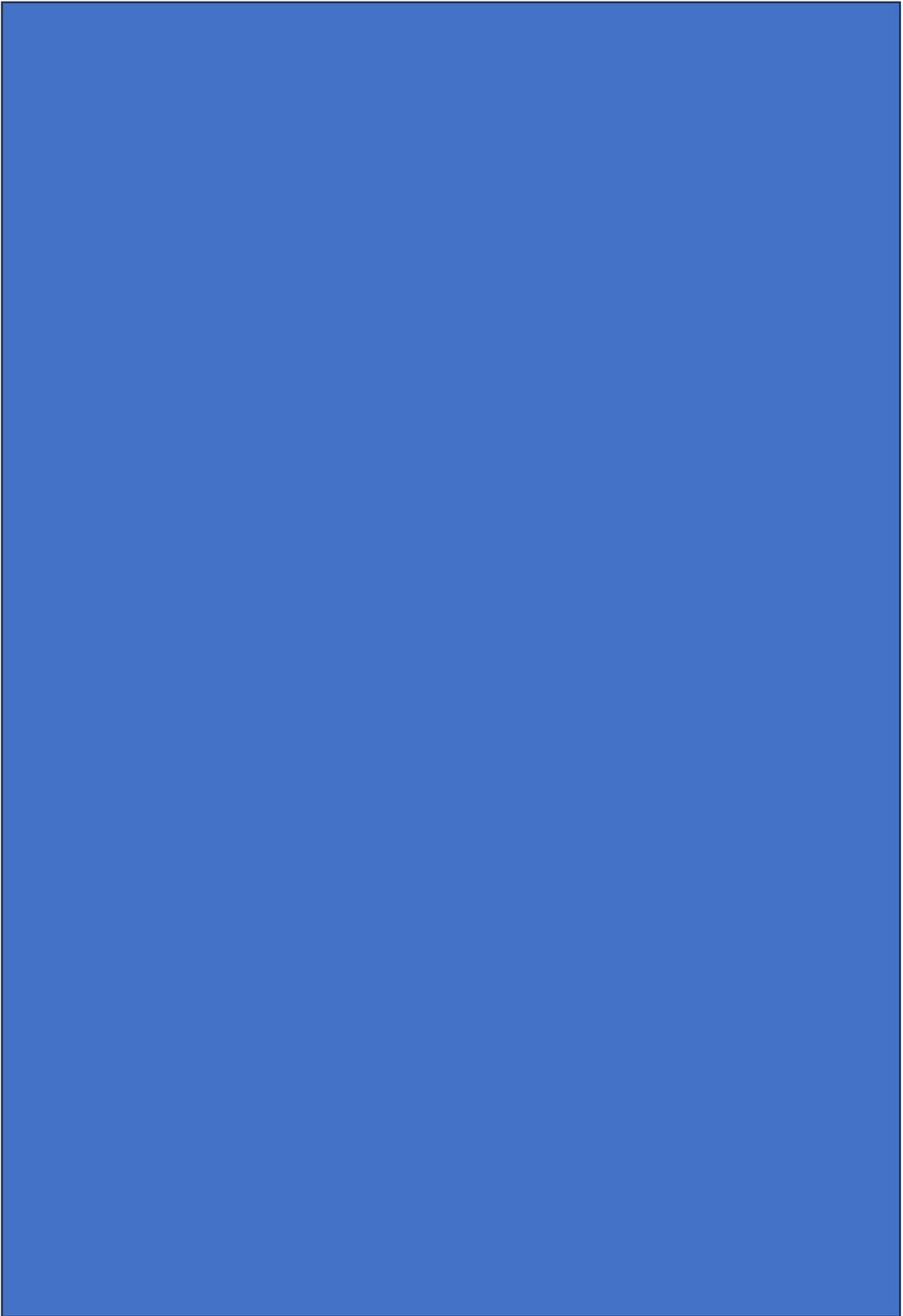
量最低,为 $30.602\text{g}/\text{m}^3$ 。CJ2 潮间带生物平均生物量为 $87.554\text{g}/\text{m}^3$,其中低潮带生物量最高,为 $141.56\text{g}/\text{m}^3$;高潮带生物量最低,为 $49.378\text{g}/\text{m}^3$ 。CJ1 潮间带生物 *Shannon-Wiener* 多样性指数 (H') 平均值为 2.18,低潮带多样性指数最高,为 2.70,中潮带多样性指数最低,为 2.05; *Pielou* 均匀度指数 (J) 数值平均值为 0.94,高潮带均匀度指数最高,为 0.99,中潮带均匀度指数最低,为 0.88;丰富度 (d) 平均值为 1.00,低潮带丰富度 (d) 值最高,为 1.18,中潮带丰富度 (d) 值最低,为 0.83。CJ2 潮间带生物 *Shannon-Wiener* 多样性指数 (H') 平均值为 2.64,中潮带多样性指数最高,为 2.74,低潮带多样性指数最低,为 2.52; *Pielou* 均匀度指数 (J) 数值平均值为 0.96,中潮带均匀度指数最高,为 0.98,高潮带均匀度指数最低,为 0.94;丰富度 (d) 平均值为 1.25,高潮带丰富度 (d) 值最高,为 1.35,低潮带丰富度 (d) 值最低,为 1.08。

本次捕获到的游泳动物经鉴定为 10 目 16 科 19 种,其中, Q5 游泳动物种类数最多,为 16 种, Q7 游泳动物种类数最少,为 12 种,其余点位游泳动物种类数介于 14~15 种。优势种有 11 种,分别是鲷鱼、黄姑鱼、颈带蝠、口虾姑、龙头鱼、鹿斑仰口蝠、卵鳎、日本蟳、硬头骨鲻、长棘银鲈、周氏新对虾,资源密度在 $13457\sim 14932\text{ind}/\text{km}^2$ 之间,最高值出现在 Q5,值为 $14932\text{ind}/\text{km}^2$,最低值出现在 Q7,值为 $13457\text{ind}/\text{km}^2$,其余点位尾数资源密度介于 $14222\sim 14797\text{ind}/\text{km}^2$ 。调查水域 Q5 游泳动物重量最高,为 9556.75g , Q7 游泳动物重量最低,为 7277.79g 。其余点位游泳动物重量介于 $8530.90\sim 9511.87\text{g}$ 。*Shannon-Wiener* 多样性指数最高值出现在 Q5,值为 2.40,多样性指数最低值出现在 Q7,值为 1.99; *Pielou* 均匀度指数 (J) 最高值出现在 Q6 和 Q5,值为 0.60,最低值出现在 Q7,值为 0.56;丰富度 (d) 最高值出现在 Q5,值为 1.45,最低值出现在 Q7,值为 1.08。

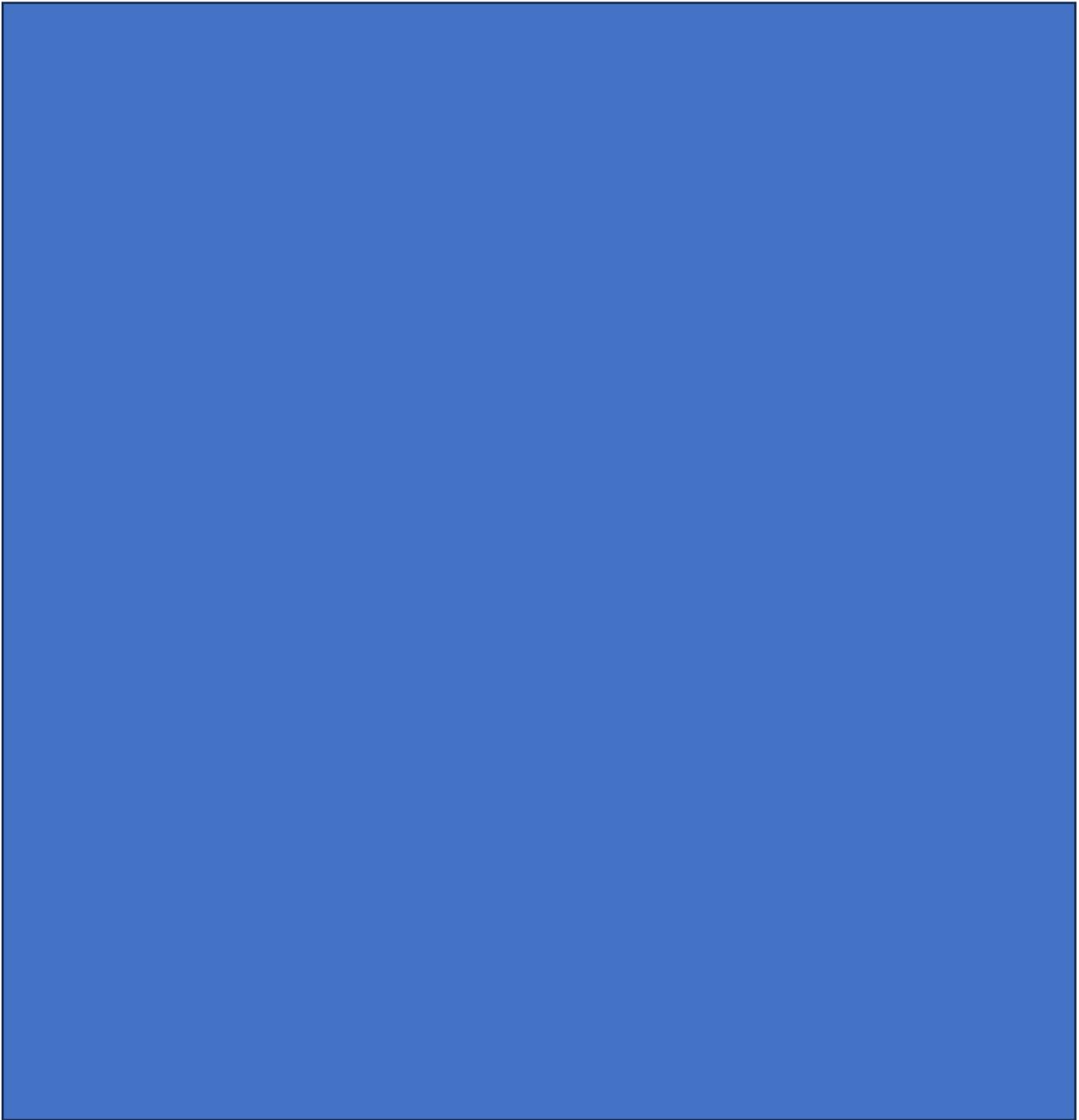
本次调查捕获到的鱼卵经鉴定为 2 目 2 科 1 种,仔鱼经鉴定为 1 目 1 科 1 种;本次调查 Q5 鱼卵密度最高,为 $15.385\text{ind.}/\text{m}^3$, Q9 鱼卵密度最低,为 $0.730\text{ind.}/\text{m}^3$; Q3 仔鱼密度最高,为 $3.333\text{ind.}/\text{m}^3$, Q9 仔鱼密度最低,为 $0.365\text{ind.}/\text{m}^3$, Q6、Q5、Q1 和 Q7 点位未发现仔鱼。本次调查 Q1 鱼卵全网数量最高,为 $35\text{ind.}/\text{net}$, Q6 鱼卵密度最低,为 $6\text{ind.}/\text{net}$; Q1 和 Q7 仔鱼数量为 $2\text{ind.}/\text{net}$, Q6 仔鱼数量为 $1\text{ind.}/\text{net}$, Q3、Q5 和 Q9 点位未发现仔鱼。

4.4.6 珊瑚礁现状调查









的珊瑚距离本项目最近，与本项目用海范围最近距离约为 540m。

4.4.7 环境空气质量调查与评价

为了解本项目所在区域环境质量现状，本报告引用汕尾市生态环境局发布的《2024年汕尾市生态环境状况公报》中空气质量监测数据对项目所在区域进行评价，汕尾市2024年环境空气质量现状监测结果见表 4.4-47。

表 4.4-52 汕尾市环境质量现状监测结果（2024 年）

| 序号 | 污染物 | 评价指标 | 单位 | 现状浓度 | 标准值 | 占标率/ (%) | 达标情况 |
|----|-----------------|------|-------------------|------|-----|----------|------|
| 1 | SO ₂ | 年均浓度 | μg/m ³ | 7 | 60 | 11.67 | 达标 |

| 序号 | 污染物 | 评价指标 | 单位 | 现状浓度 | 标准值 | 占标率/ (%) | 达标情况 |
|----|-------------------|--------------------|-------------------|------|-----|----------|------|
| 2 | NO ₂ | 年均浓度 | μg/m ³ | 10 | 40 | 25 | 达标 |
| 3 | PM ₁₀ | 年均浓度 | μg/m ³ | 26.5 | 70 | 37.86 | 达标 |
| 4 | PM _{2.5} | 年均浓度 | μg/m ³ | 17.7 | 35 | 50.57 | 达标 |
| 5 | CO | 24小时第95百分位数平均值 | mg/m ³ | 0.8 | 4 | 20 | 达标 |
| 6 | O ₃ | 日最大8小时均值第90百分位数平均值 | μg/m ³ | 135 | 160 | 84.38 | 达标 |

根据上表可知，汕尾市区2024年空气SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃六项污染物监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准，即项目所在区域为环境空气达标区，说明项目所在区域环境空气质量较好。

4.4.8 声环境质量现状调查与评价

根据汕尾市生态环境局发布的《2024年汕尾市生态环境状况公报》：

①声环境功能区达标情况

2024年度，5个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1类声功能区噪声昼间均值为52.8分贝，2类声功能区噪声昼、夜间均值分别为52.3分贝、45.3分贝，3类声功能区噪声昼、夜间均值为54.6分贝、47.7分贝，4类声功能区1#噪声昼间均值为66.8分贝，4类声功能区2#噪声昼间均值为67.9分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是1类声功能区噪声夜间均值45.3分贝，超标0.3分贝；4类声功能区1#噪声夜间均值62.7分贝，超标7.7分贝，4类声功能区2#噪声夜间均值为64.2分贝，超标9.2分贝。

②城市区域总体噪声水平

2024年度城市区域环境噪声昼间均值为55.9分贝，属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的一般水平，达到国家规定标准。

③道路交通噪声现状

2024年度交通噪声昼间均值为66.9分贝，属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的好水平，达到国家规定标准。

5 环境影响预测与评价

5.1 海洋环境影响预测与评价

5.1.1 水动力环境影响预测与评价

本项目养殖模式为重力式深水网箱，位于汕尾市城区江牡岛附近，项目海洋生态环境影响评价等级为 3 级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，3 级评价项目应半定量或定性分析对海水水质的影响，为进一步定量分析网箱养殖对海水环境产生的影响，本项目采用数值模拟法进行预测，养殖区北侧水深小于 10m，南侧水深大于 10m，项目附近平均水深小于 10m，且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀，故采用二维数值模型。

5.1.1.1 水动力控制方程

(1) 基本方程

对于宽浅型水域且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀的近岸海域或河口、海湾，其水动力特性可平面二维数值模型近似描述。以静水压力取代动水压力，并沿水深方向积分 N-S 方程，可以得到平面二维水动力模型的控制方程。

连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} - f\bar{v}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{gh^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + A_x + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + f\bar{u}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{gh^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + A_y + hv_s S$$

式中： t 为时间；

x, y, z —右手 Cartesian 坐标系；

d —静止水深；

$h = \eta + d$ 为总水深；

η —水位；

u, v, w —流速在 x, y, z 方向上的分量；

ρ —水的密度， ρ_0 则是参考水密度；

p_a —当地的大气压；

$f = 2\Omega \sin \phi$ 为 Coriolis 参数 (Ω 是地球自转角速率, ϕ 为地理纬度);

$f\bar{v}$ 和 $f\bar{u}$ —地球自转引起的加速度;

A_x 、 A_y —应力项;

S —源汇项, (u_s, v_s) 源汇项水流流速。横线表示深度的平均值。例如, \bar{u} 和 \bar{v} 平均深度的速度, 被定义为

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, \quad h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

应力项 A_x 、 A_y 为包括水平粘滞应力、表面风应力、底部切应力和波浪辐射应力。其方程如下:

$$A_x = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{bx} - \tau_{sx} + \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy})$$

$$A_y = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{by} - \tau_{sy} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy})$$

(2) 数值解法

模型的空间离散是使用单元中心有限体积法。空间离散是由连续离散细分成非重叠的单元, 在水平面上非结构化网格是用三角形单元组成。方程离散时, 结果矢量参数 u 、 v 位于单元中心上。中心上的变量通过该三角形三边的净通量来计算, 而节点上变量的计算是通过与该点相连的三角形中心和边中心连线的净通量进行。跨边界通量的计算采用 *Riemann* 近似求解。

模型的时间差分格式采用显式迎风格式。模型中使用了动态时间步长, 依据网格大小在保证模型收敛的条件 ($CFL < 1$) 下自动调整。

$$CFL = (\sqrt{gh} + |u|) \frac{\Delta t}{\Delta x} + (\sqrt{gh} + |v|) \frac{\Delta t}{\Delta y}$$

式中, Δt —时间步长;

Δx 、 Δy —每个单元 x 和 y 方向上的特征长度比例。

5.1.1.2 模型设置

(1) 地形条件

模型外海地形来源于中国人民解放军海军司令部航海保证部最新版海图资料读取, 项目附近水深采用海洋牧场开放式养殖用海区 2015 年 1 月实测地形数据进行校正。

(2) 边界条件

模型上游河流开边界为河流年均径流量, 模型外海开边界由全球潮汐预报系统提供。

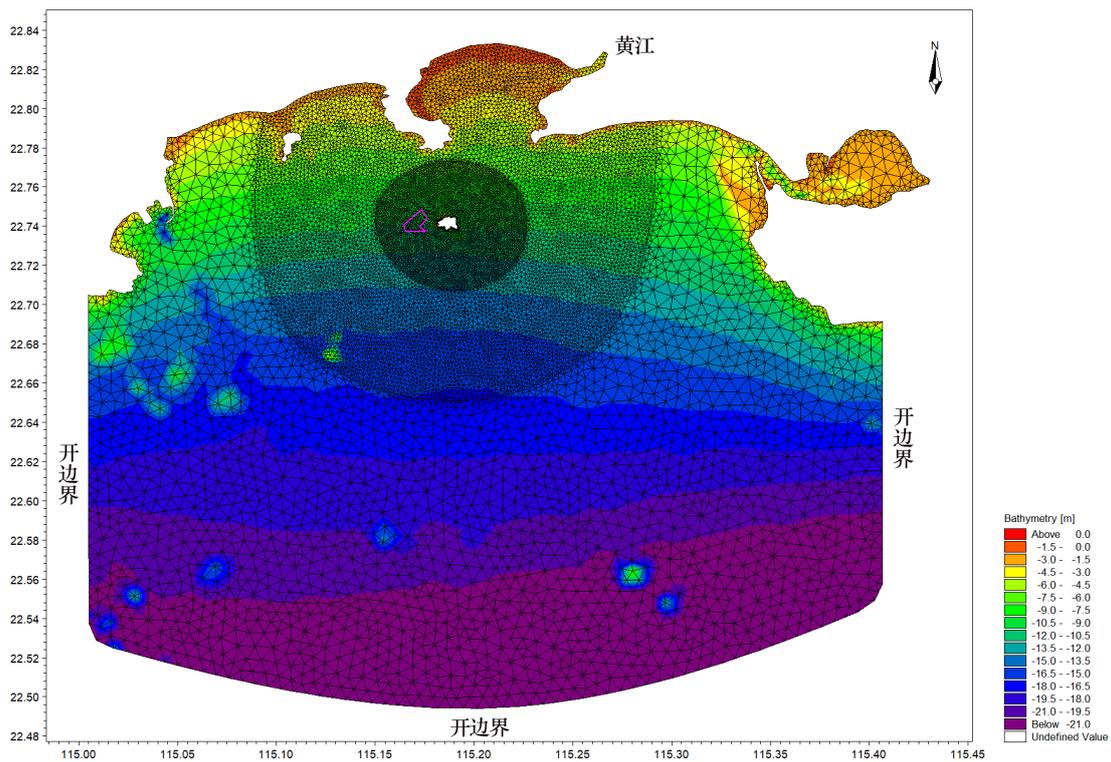
(3) 时间步长

根据模型网格大小、水深条件动态调整模型计算时间步长，使 CFL 数小于 0.8，满足模型稳定的要求，本文时间步长设置为 30s。

(4) 计算范围及网格划分

模型求解采用非结构网格中心网格有限体积法求解，其优点为计算速度较快，非结构网格可以拟合复杂地形。牧场区模型共布置 25975 个网格，13412 个节点，采用三角形网格离散计算区域，最大网格尺寸为 500m，工程海域最小网格尺寸为 40m。

模型计算范围及网格布置详见图 5.1-1。



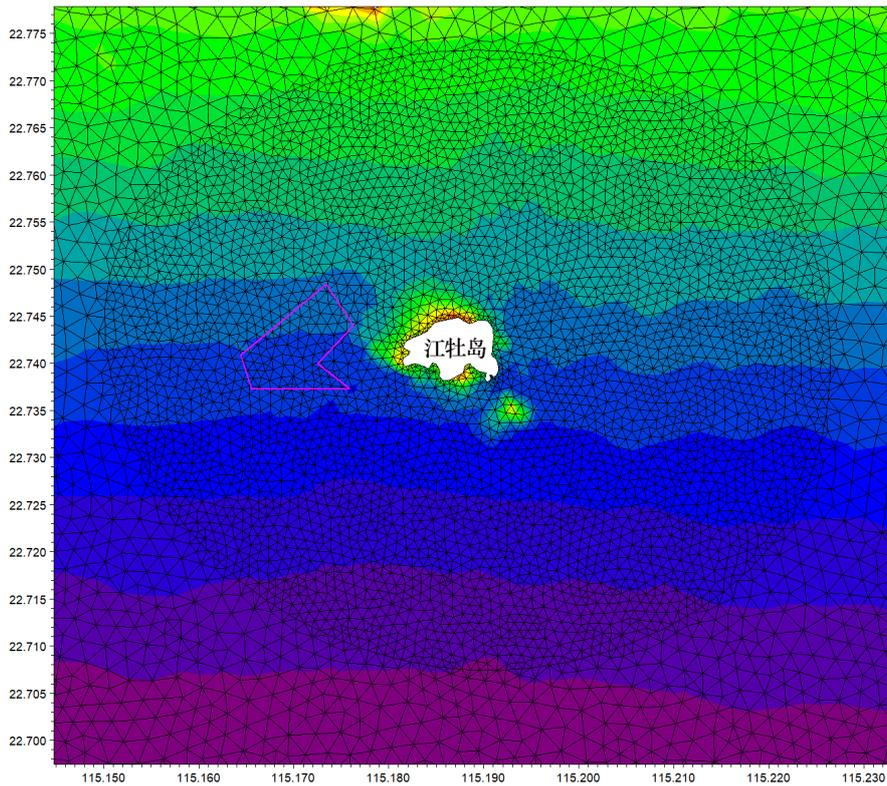


图 5.1-1 模型计算范围

5.1.1.3 模型验证

模型计算时间为 2025 年 4 月 10 日 0:00~2025 年 4 月 30 日 00:00，模型采用 2025 年 4 月 10 日 0:00~2025 年 4 月 30 日 00:00 工程附近海域 JT1~JT2 测站的潮流资料以及 2025 年 4 月 15 日 9:00 至 4 月 16 日 10:00 工程附近海域 J1~J4 四个潮位测站观测资料进行验证，验证点位置见图 5.1-2。图 5.1-3 给出了三个实测潮位站潮位过程计算值与实测值的比较图。图 5.1-4 给出了 4 个潮流实测站位流速、流向计算值与实测资料的对比图。

率定和验证结果表明：工程附近的潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，实测潮位与模拟潮位平均绝对误差均在 0.10m 以内。从图和误差分析表可以看出，模拟潮位与实测潮位基本吻合，误差主要出现在高高、低低潮时刻。工程海域 4 个潮流点的计算流速、流向和实测值也吻合较好，相位差基本控制在 0.5h 以内，表明所建潮流数学模型能够反映工程附近海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。总体而言，计算区域内潮汐和潮流模拟验证较好，计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。



图 5.1-2 验证点位置图



图 5.1-3 JT1、JT2 站潮位验证图



图 5.1-4 J1~J4 站流速、流向验证图

5.1.1.4 工程前水动力环境分析

采用经过验证的潮流数学模型，计算了本工程附近水域的潮流场。图 5.1-5~图 5.1-8 是江牡岛西 D 区养殖区附近海域大潮期涨急、落急流场图。从计算结果可知，江牡岛西 D 区养殖区附近海域涨潮流速略大于落潮流速，落急时刻流速为 0.15m/s 左右，涨急时刻为 0.13m/s 左右。实测资料和流场的数值计算结果表明，项目所在位置周边海域海流较强，海流方向多变化，情况复杂，江牡岛养殖区附近海域涨潮流向基本为 NW 走向，落潮流向基本为 SE 走向。

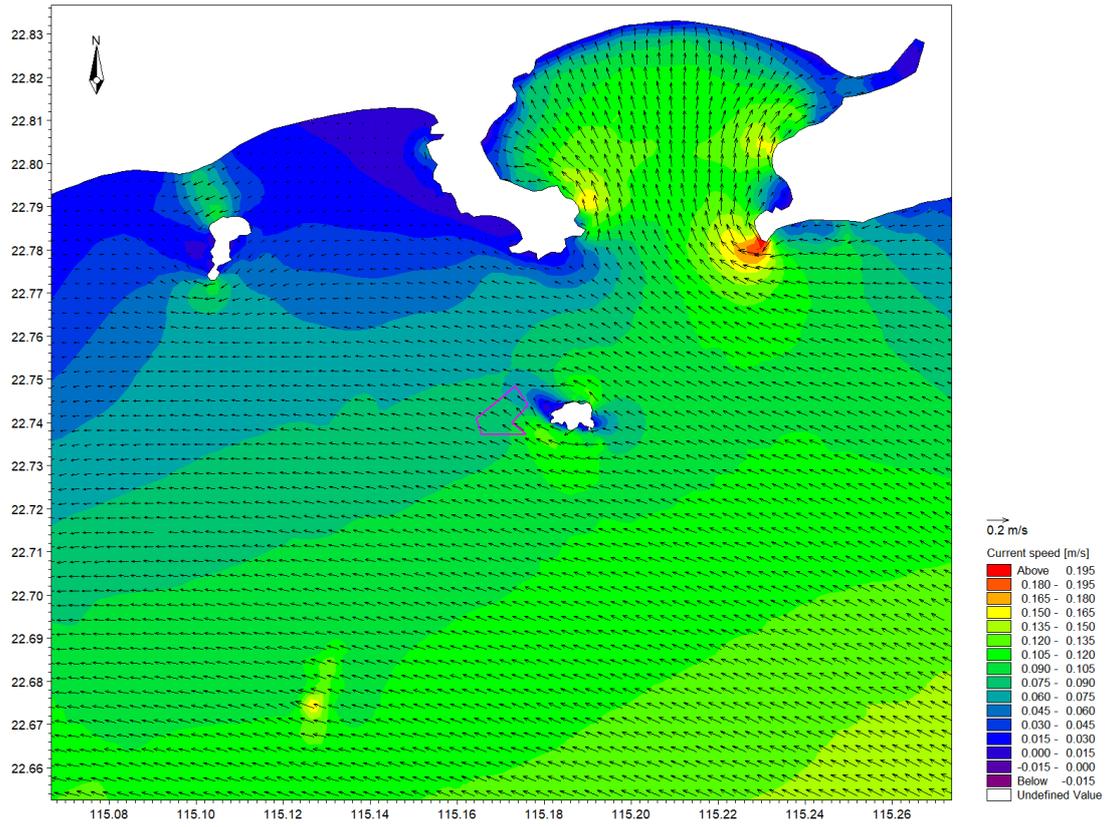


图 5.1-5 工程前江牡岛西 D 区附近养殖海域涨急流场图

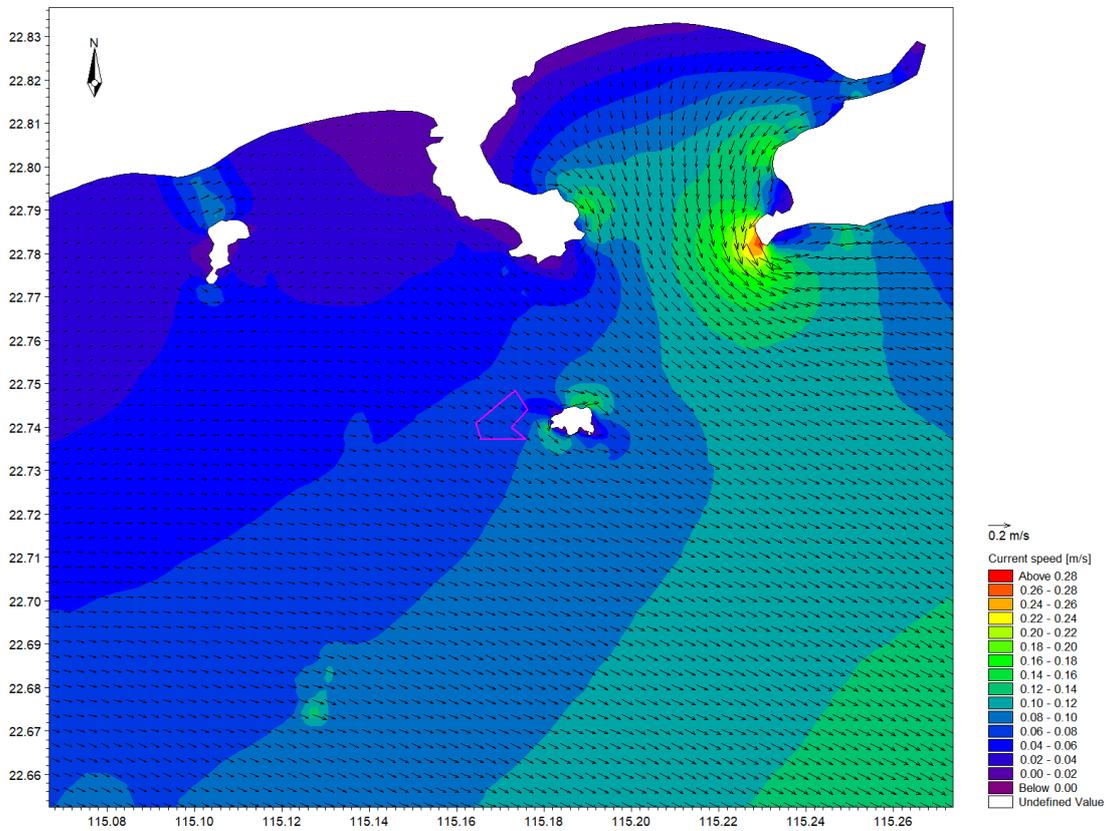


图 5.1-6 工程前江牡岛西 D 区附近养殖海域落急流场图

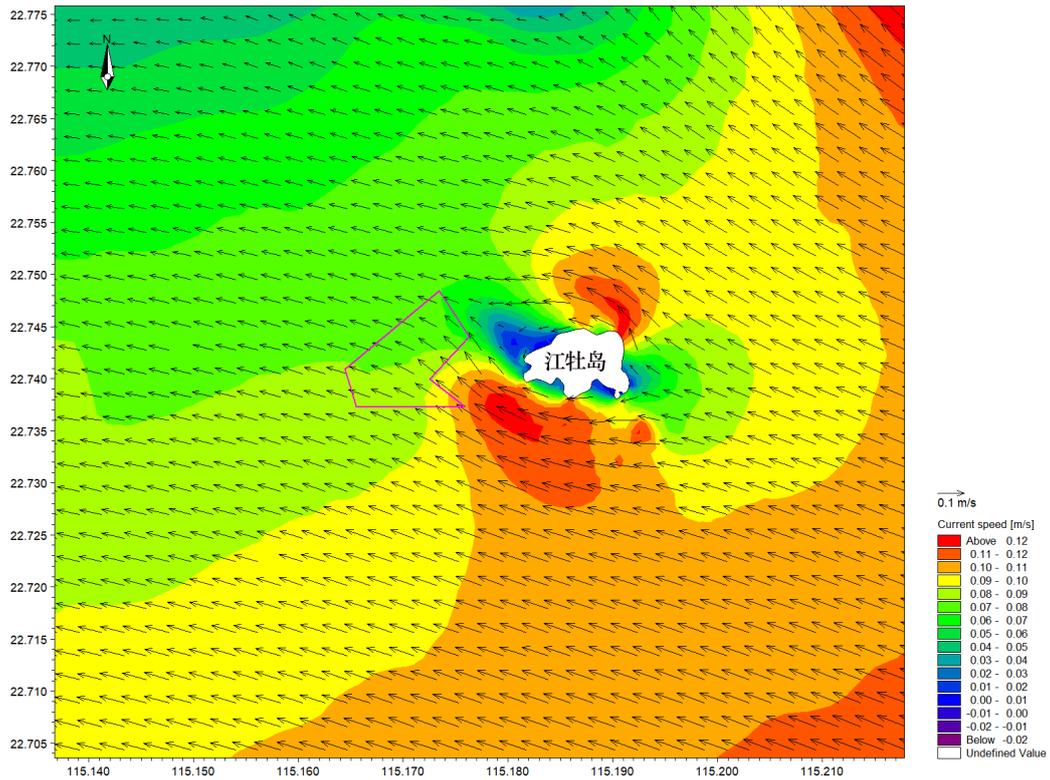


图 5.1-7 工程前江牡岛西 D 区近养殖海域涨急流场图（局部）

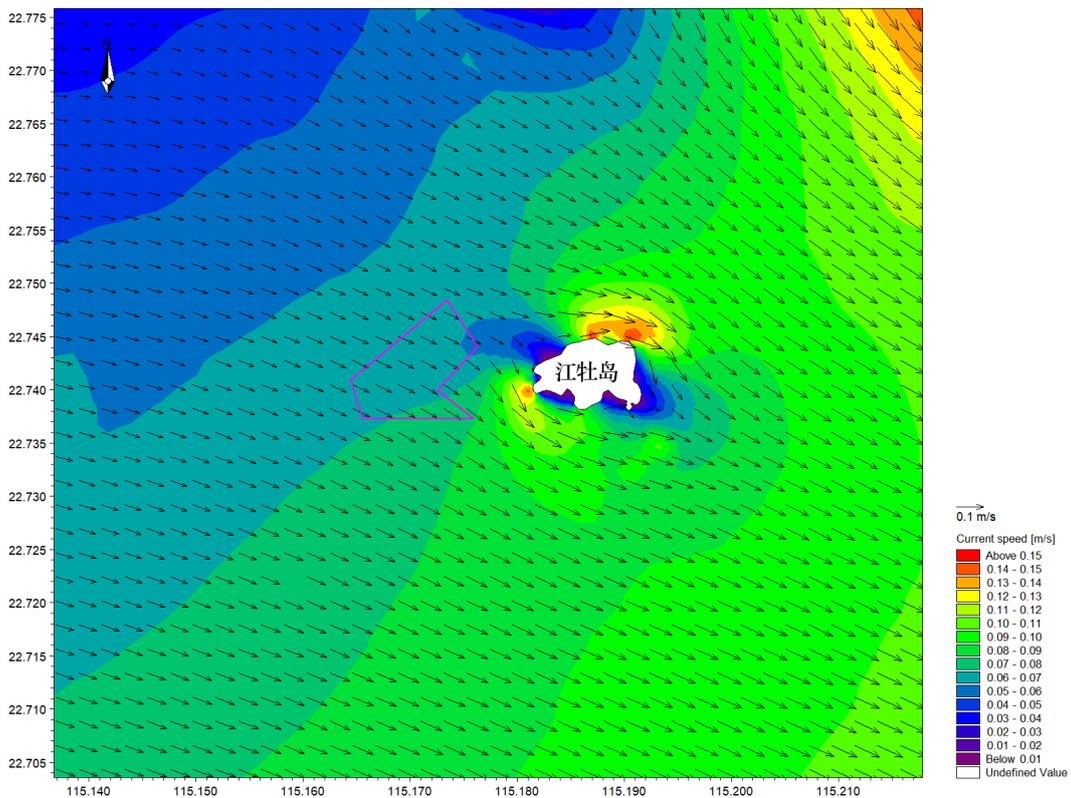


图 5.1-8 工程前江牡岛西 D 区附近养殖海域落急流场图（局部）

5.1.1.5 工程后水动力环境变化

模型在计算过程中采用养殖区局部加糙的方法模拟网箱养殖对水流的阻流作用，预测工况为本项目实施后水动力环境预测结果。

在模型验证的基础上对工程附近的潮流场进行了计算，图 5.1-10~图 5.1-13 为施工后工程附近大潮涨落急流场图。为了定量分析江牡岛附近海域水动力环境的影响，工程附近布置 40 个代表点，代表点位置见 5.1-9。将施工前后各代表点大潮涨落急流速流向变化情况分别列于表 5.1-1，从图可见，工程方案实施后流场变化仅限于工程附近。以下为实施后工程附近海域涨落急流速流向变化情况：

(1) 项目实施前江牡岛西 D 区养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速为 0.06m/s~0.15m/s，涨急流向为 298.00°~327.57°，大潮落急流速为 0.06m/s~0.13m/s，落急流向为 128.25°~154.37°。

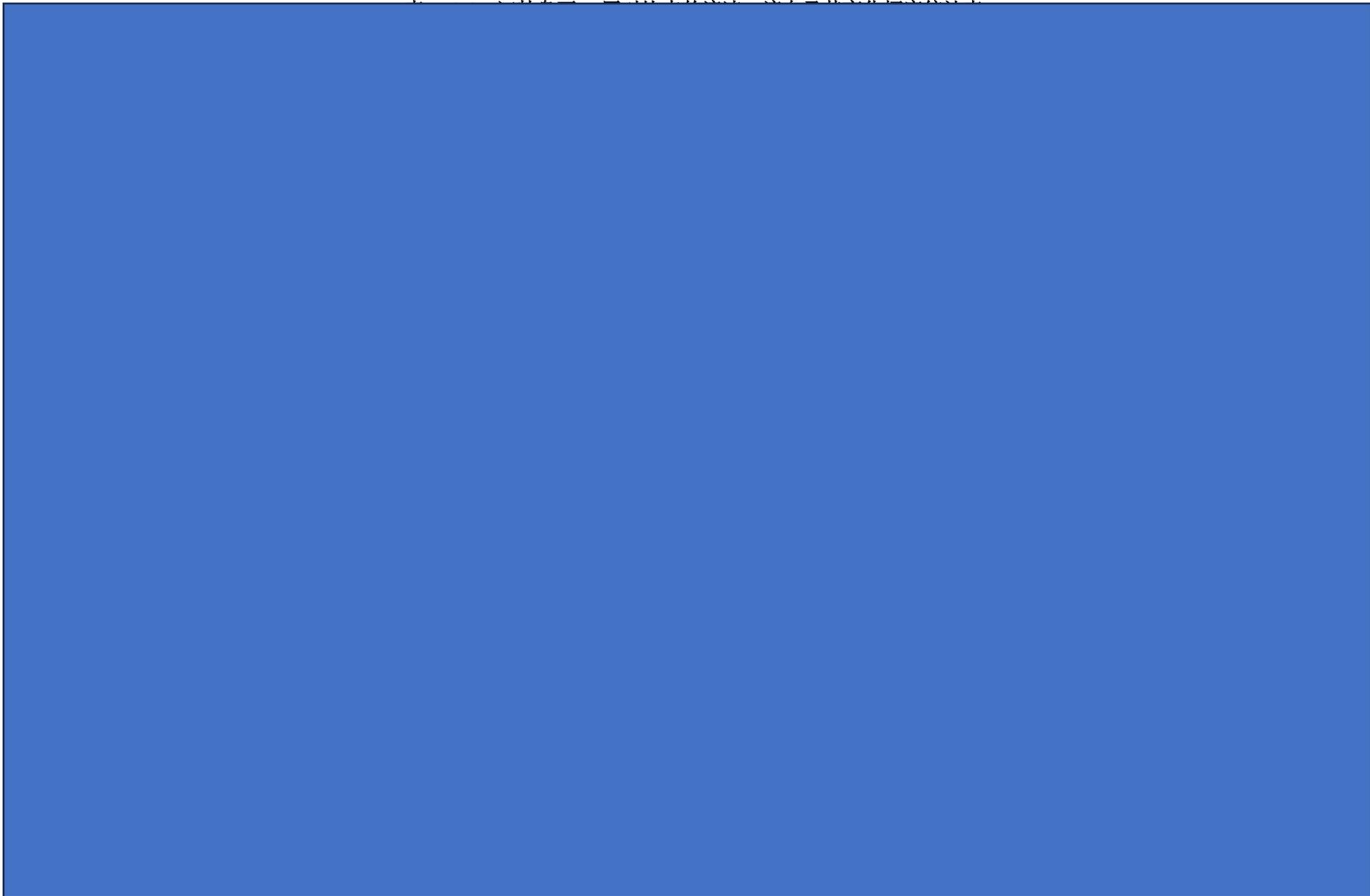
(2) 工程实施后，项目附近海域涨落潮流速、流向都发生了不同程度的变化，以下为工程实施后项目附近海域涨、落急流速流向变化情况：

养殖工程实施后，由于网箱的阻流作用，养殖区内水流会发生一定幅度的减小，因此，工程区内各代表点流速以减小为主。江牡岛西 D 区养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.0086m/s~0.0086m/s 之间，大潮涨急流向变化值位于-2.79°~6.61° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.005m/s~0.0034m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-1.48°~2.48° 之间。

总体上看，养殖工程实施后，项目附近海域水动力环境变化幅度较小，且主要集中于养殖区，由于养殖区为透水构筑物，工程实施后对附近水动力环境影响有限，基本不会对所在海域水动力环境产生影响。



图 5.1-9 江牡岛西 D 区养殖区潮流对比代表点位置图





| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 33 | 0.1007 | 0.1019 | 0.0012 | 302.67 | 302.25 | -0.41 | 0.0816 | 0.0822 | 0.0007 | 131.18 | 130.77 | -0.41 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|



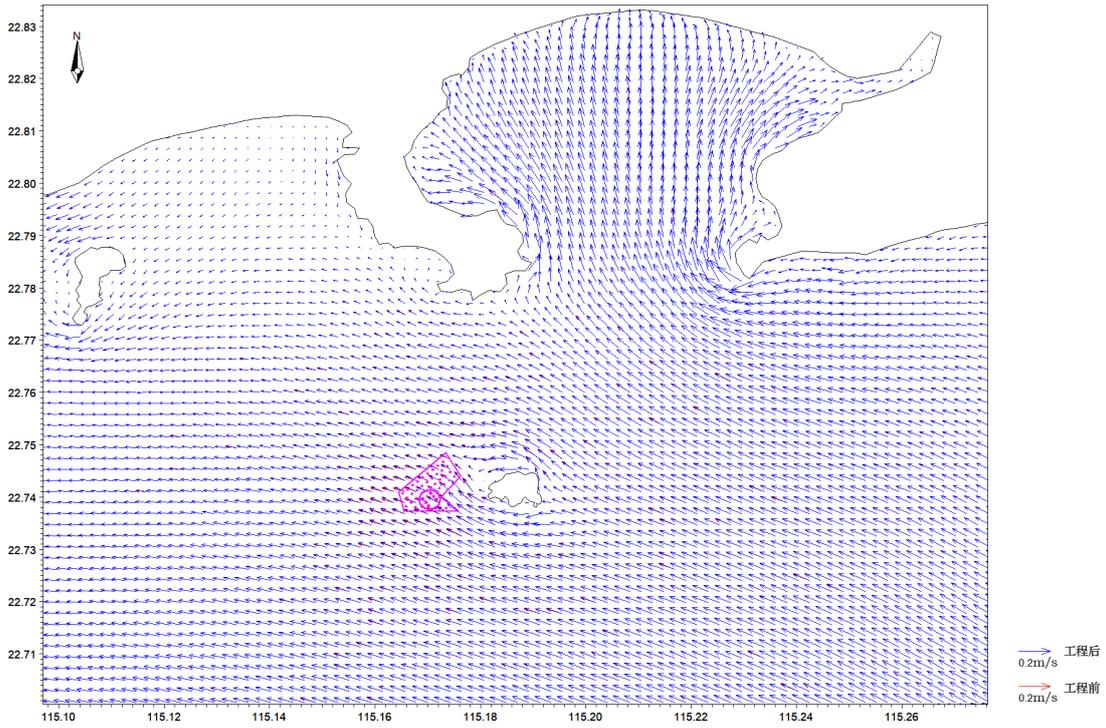


图 5.1-10 工程实施前后江牡岛西 D 区附近海域涨急流速对比图

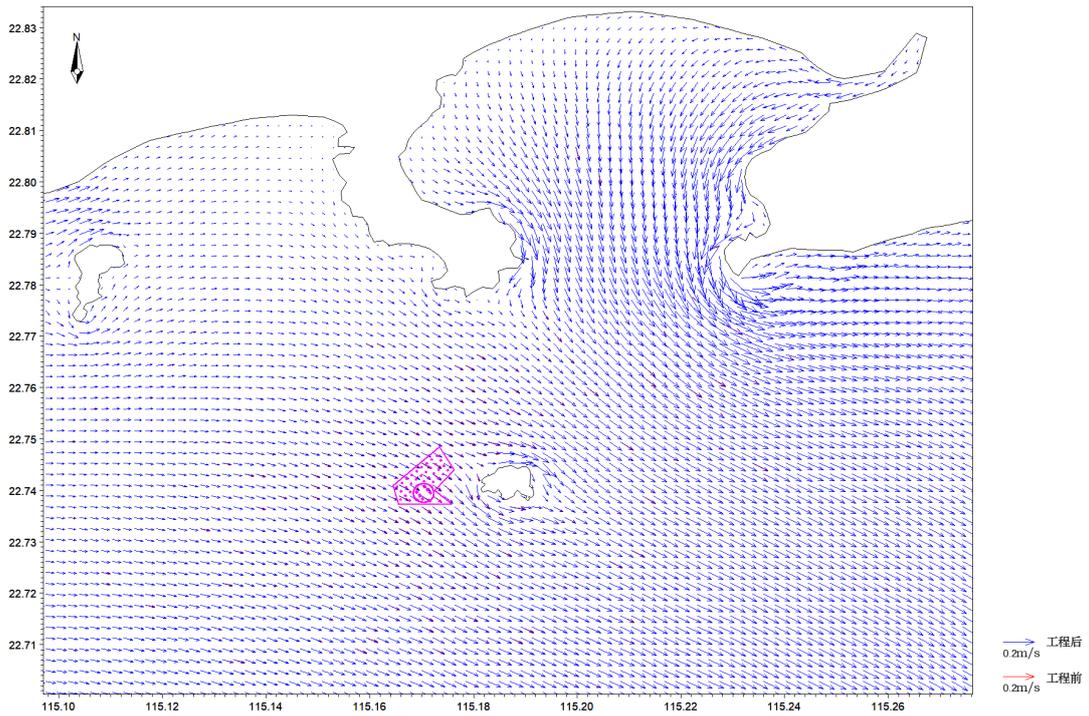


图 5.1-11 工程实施前后江牡岛西 D 区附近海域落急流速对比图

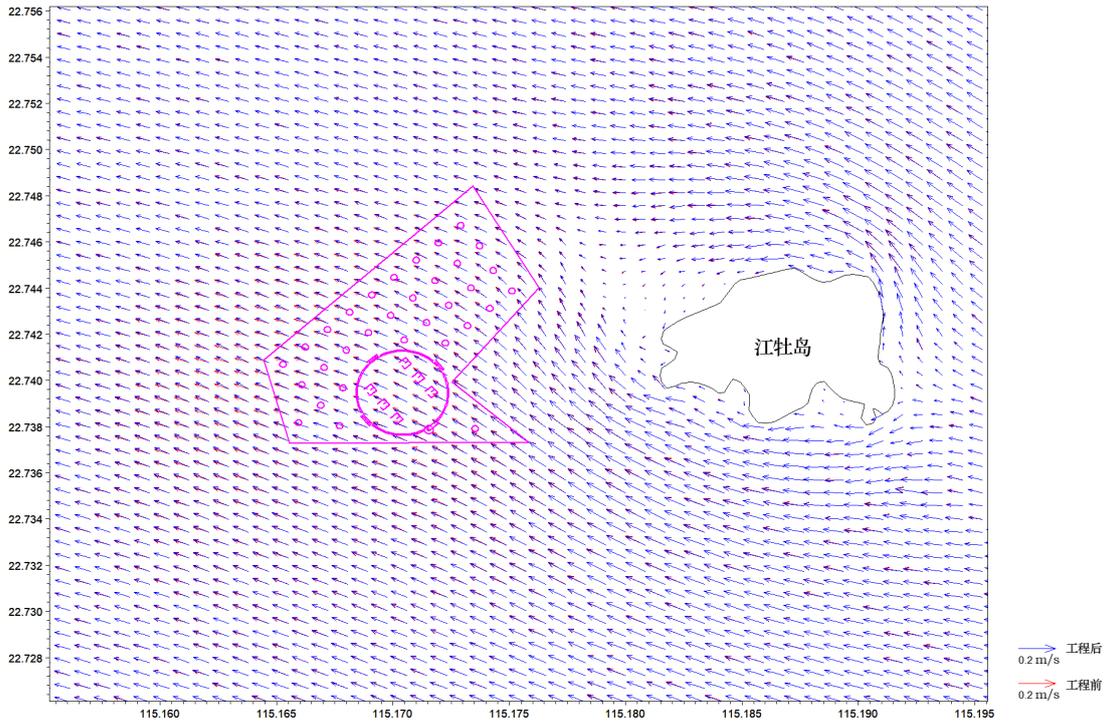


图 5.1-12 工程实施前后江牡岛西 D 区附近涨急流速对比图

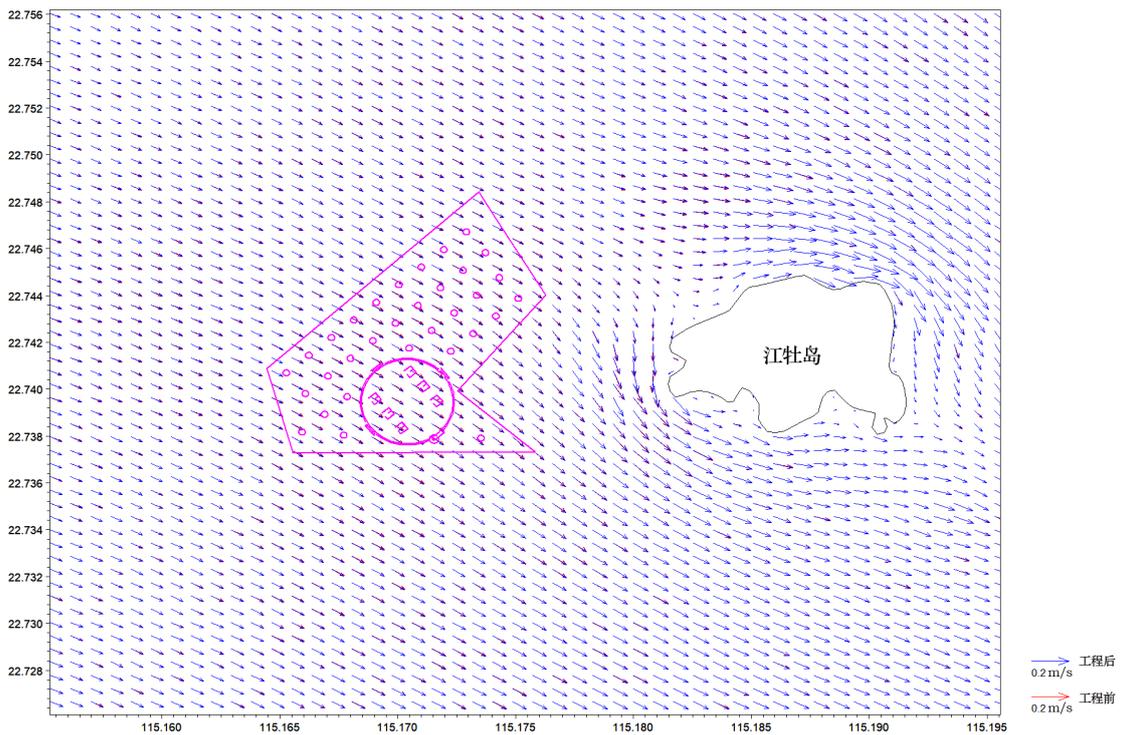


图 5.1-13 工程实施前后江牡岛西 D 区附近落急流速对比图

5.1.2 养殖地形地貌与冲淤环境影响分析

基于夏季水动力结果计算了工程实施前后江牡岛西 D 区养殖区年冲淤变化，本节采用近岸海域海洋工程已有广泛应用的半经验半理论的回淤强度公式进行冲淤估算。

冲淤强度的计算公式如下：

$$\Delta H = \frac{\alpha W_s S \Delta t}{\gamma_0} \cdot \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \cdot \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \right]$$

式中： ΔH 为时间 Δt 内床底的淤积强度，当 Δt 为一年时，称年淤积强度（m/a）；

α 为悬沙沉降机率，取值为0.6；

W_s 为海水中悬浮泥沙的絮凝沉降速度（m/s）；

S 为工程后的瞬时含沙量（kg/m³）；

Δt 为淤积历时（s）；

γ_0 为淤积物干容重（kg/m³）；

V_1 为工程前流速（m/s），由数模计算流场提供；

V_2 为工程后流速（m/s），由数模计算流场提供；

h_1 为工程前水深（m）；

h_2 为工程后水深（m）。

由计算结果可知，由于工程区无河流携带泥沙入海，且附近海域悬浮泥沙含量很低，因此，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化。养殖工程实施后，养殖区附近海域最大冲淤厚度约为±0.07m/a。

图 5.1-14 为项目实施后附近海域年冲淤变化图。

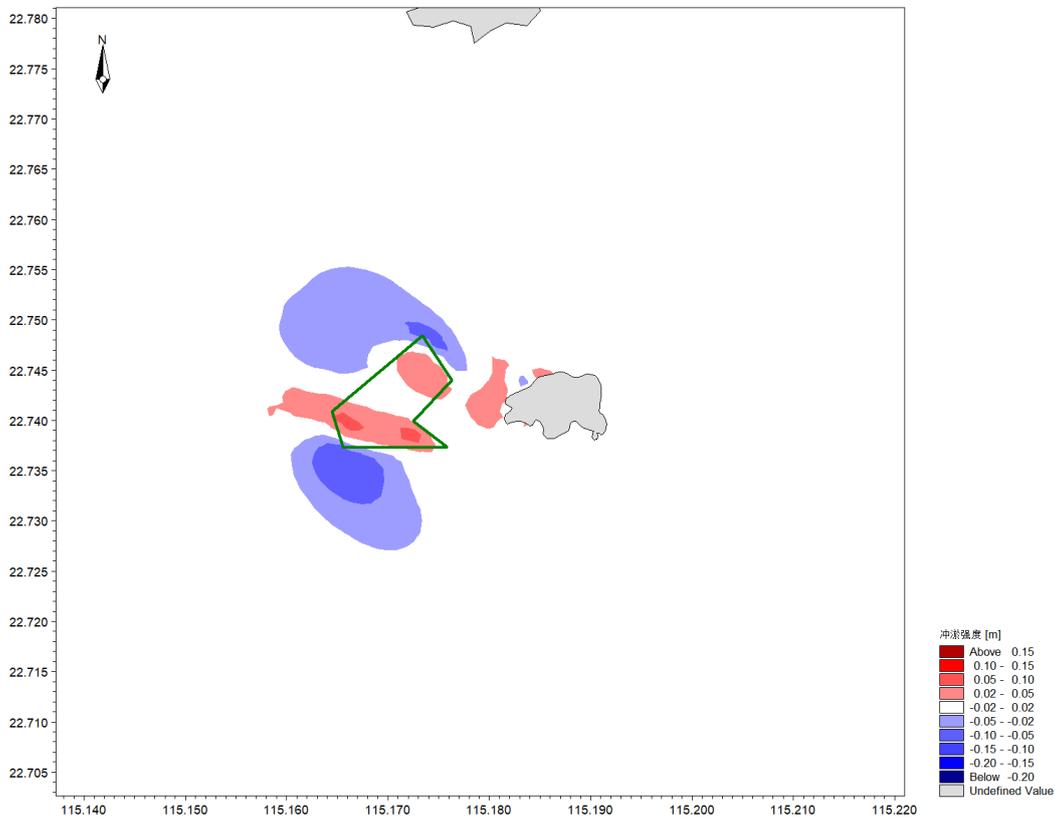


图 5.1-14 工程实施前后养殖区附近海域年冲淤变化图（红色淤积，蓝色冲刷）

5.1.3 水环境影响预测与评价

5.1.3.1 施工期水环境影响分析

1、二维潮流泥沙输运方程

本次预测采用悬浮泥沙对流扩散二维数学模型来计算泥沙输运及泥沙冲淤，其悬沙输移扩散方程如下：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x H \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y H \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

式中， \bar{c} —悬沙含量的垂向平均值（mg/L）；

u 、 v —东向、北向的水平流速分布（m/s）；

D_x 、 D_y — x 、 y 方向的泥沙扩散系数（m²/s）；

h —水深（m）；

S —代表底床泥沙侵蚀和淤积的冲淤函数（g/m³/s）；

Q_L —单位面积内的点源排放量（m³/s/m²）；

C_L —点源泥沙浓度（g/m³），悬移质泥沙的输运采用被动分量输运求解程序（对流扩散模块）。

泥沙沉速由 Stoke 沉速公式计算得到，如下：

$$w_s = \frac{1}{18} \frac{\Delta \rho g d^2}{\nu}$$

其中： W_s 为泥沙沉速（m/s），相对容重为 1.65（泥沙容重为 2650kg/m³）；

g 为重力加速度，取 9.81m²/s；

d 为泥沙平均粒径（m）；

ν 为水体运动粘滞系数，一般取 1.006×10⁻⁶ m²/s。

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。

2、悬浮泥沙预测

(1) 计算采用的水动力条件

采用 2025 年 4 月 10 日~2025 年 4 月 30 日包含大、中、小潮的潮汐过程。

(2) 悬浮物源强

本项目施工产生悬浮物的主要环节是海上工作平台桩基打桩和网箱固定，各工艺的悬浮泥沙源强如下：

本项目海上工作平台由橛 145 排排架与纵向梁格组成空间钢结构环形钢架体系，下

部采用桩基础形式，其中平台采用 354 根 $\Phi 820\text{mm}$ 钢管桩和 32 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩。桩基施工过程中会扰动局部水域，产生一定量的悬浮泥沙，悬浮沙影响主要发生在沉桩过程中，沉桩时振动锤击打桩身会对作业点周边表层沉积物造成冲击扰动，造成悬浮泥沙浓度增大。该过程中产生的悬浮泥沙可采用下式进行计算：

$$M=0.25\times\pi\times d^2\times h\times p\times n$$

式中： M —施工时产生的泥沙量；

D —钢管桩直径；

h —入泥深度，根据工作平台断面图，垂钓点平均入泥深度约为 26m；其他工作平台平均入泥深度约为 18m；

P —覆盖层泥沙干密度，按照公式 $1750D_{50}^{0.183}$ 计算， D_{50} 为泥沙中值粒径（该海域海床质沙粒相对较细，中值粒径在 0.0091~0.1514mm 之间，平均值为 0.08mm），由此估算覆盖层泥沙干密度为 1103kg/m^3 。

n —泄漏量，单桩泄漏量进入水体环境的泄漏量按照垢工量的 5%估算。

表 5.1-2 钢管桩振沉引起的悬浮泥沙源强

| 工程内容 | 桩基类型 | 直径 (m) | 平均泥下深度 (m) | 覆盖层泥沙干密度 (kg/m^3) | 单桩产生量 (kg) | 单桩作业时间 (s) | 单桩振沉悬浮物源强 (kg/s) |
|------|------|--------|------------|------------------------------|------------|------------|-----------------------------|
| 平台外桩 | 钢管桩 | 1.2 | 19.4 | 1103 | 1210.04 | 1900 | 0.6369 |
| 其他桩基 | 钢管桩 | 0.82 | 19.4 | 1103 | 565.02 | 1800 | 0.3139 |

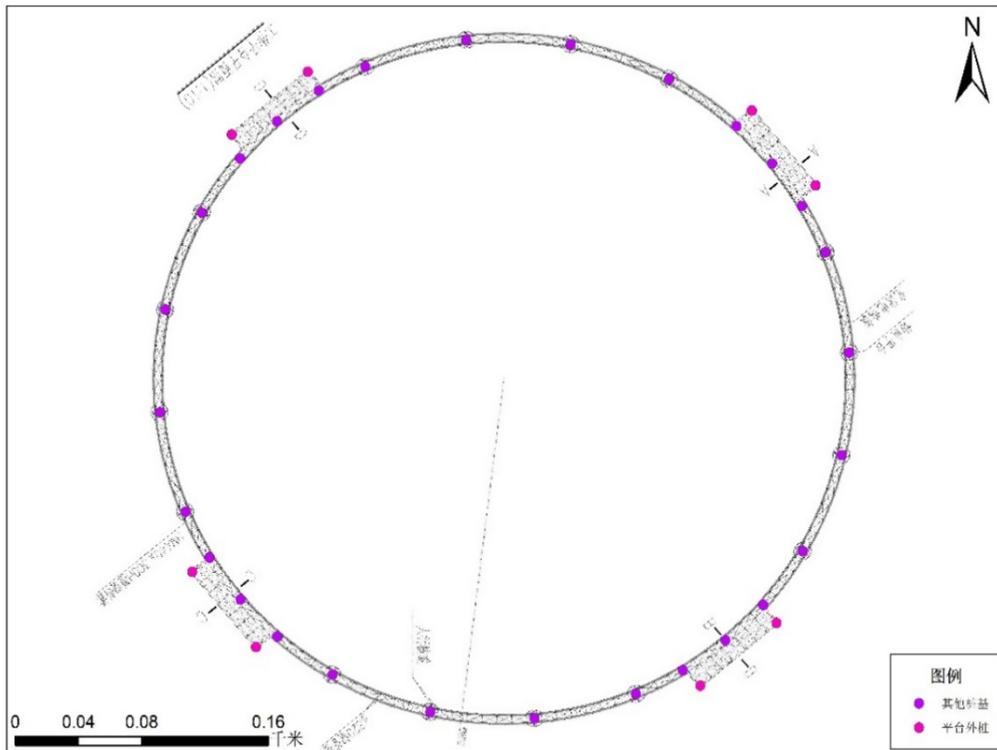


图 5.1-154 施工期项目源强点分布图

本项目网箱安装固定系统铁锚或水泥锚块施工过程中会产生悬浮泥沙。本项目共设置周长 90m 圆形网箱 32 个，每个网箱采用 12 个铁锚固定；周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，每个网箱采用 20 个水泥锚块固定。总的来说，项目养殖规模比较小，铁锚固定所占面积较小，且每个锚块的投放需要定位后由绳子连接吊投，该过程比较缓慢，锚碇块主要与底质表层接触，投放过程中对泥沙扰动较小，产生的悬浮泥沙浓度小，除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，相较于该海域悬浮泥沙的本底浓度，铁锚投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。

项目施工期悬浮泥沙扩散结果见图 5.11-1，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 5.1-33。

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 0.097km²，扩散最远距离为平台中心东侧 330m、西侧 404m、南侧 394m、北侧 427m。施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响养殖区范围，不会对周边的保护区、海洋生态保护红线、国控站位、海岛等保护目标产生影响。

表 5.1-3 施工期悬浮泥沙 (SS) 增量包络面积 (km²)

| 悬沙增量 | >10mg/L | >20mg/L | >50mg/L | >100mg/L |
|------|---------|---------|---------|----------|
| 面积 | 0.097 | 0.023 | 0 | 0 |

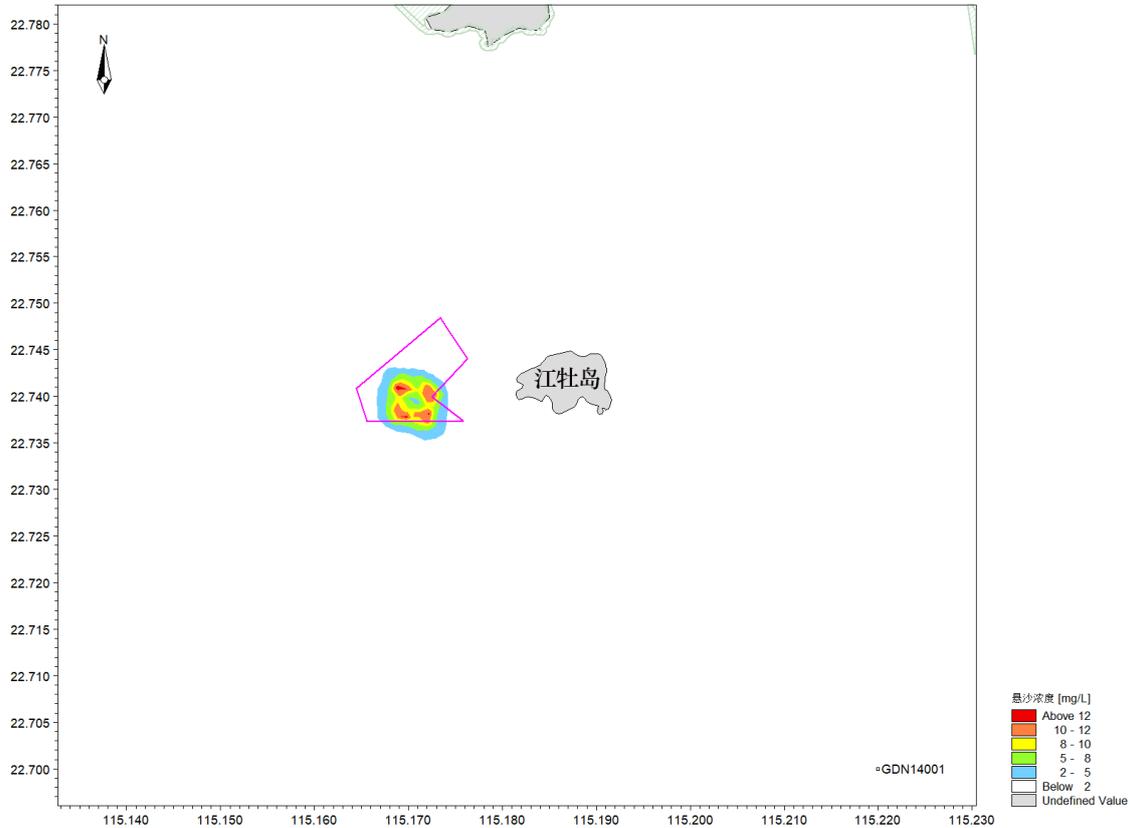


图 5.11-15 项目施工产生悬沙增量包络线

5.1.3.2 营运期水环境预测

1、基本方程

(1) 水质模型基本方程

$$\frac{\partial h\bar{C}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{C}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{C}}{\partial y} = h \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(E_x \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y \frac{\partial}{\partial y} \right) \right] \bar{C} + S$$

式中, \bar{C} —水深平均的污染物的浓度, mg/L;

\bar{u} 、 \bar{v} —沿 x 、 y 方向的流速分量, m/s;

E_x 、 E_y — x 、 y 方向的扩散系数, m²/s;

S —源 (汇) 项, g/m²/s。

(2) 水质模型初始、边界条件

初始条件: 污染物初始浓度取零, 即 $S(x,y,0) = 0$ 。

边界条件, 分以下两种类型:

闭边界：法线 n 方向的污染物浓度为零，即 $\frac{\partial S}{\partial n} = 0$ 。

开边界条件：流入时， $S(x,y,t) = 0$ ；流出时， $\frac{\partial S}{\partial t} + v_x \frac{\partial S}{\partial x} = 0$ 。

2、源强分析

(1) 预测因子

本次水环境影响预测主要考虑网箱养殖过程产生的污染物对水环境的影响，海水水质预测因子采用 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐及悬浮物。

根据工程分析，本项目 32 个圆型网箱和 6 个方型网箱养殖区悬浮物的总排放速率为 468.2060g/s，COD 的总排放速率为 0.1440kg/h，总磷总排放速率为 0.2113kg/h，总氮总排放速率为 2.4819kg/h，根据项目建设内容，项目圆型网箱的周长为 90m，方型网箱的周长为 160m，养殖网箱深度相同，因此，单个方型网箱的养殖量是圆型网箱的 2.48 倍，因此单个方型网箱污染物的排放量约为单个圆型网箱污染物排放量的 2.48 倍。由此可知，单个圆型网箱 COD 的排放速率为 0.0031kg/h，总磷排放速率为 0.0045kg/h，总氮排放速率为 0.0529kg/h，悬浮物的排放速率为 9.9873g/s；单个方型网箱 COD 的排放速率为 0.0076kg/h，总磷排放速率为 0.0112kg/h，总氮排放速率为 0.1313kg/h，悬浮物的排放速率为 24.7686g/s。7 个网箱养殖设施 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐排放量如下：

表 5.1-4 网箱养殖设施总氮、总磷、 COD_{Cr} 排放源强

| 项目内容 | COD_{Cr} | 总氮 | 总磷 | 悬浮物 |
|-------------|--------------------------|---------|--------|-----------|
| 排污系数 (kg/t) | 1.86 | 32.06 | 2.73 | / |
| 排污量 (t/a) | 4.5409 | 78.2700 | 6.6649 | 1230.4454 |
| 产生速率 (g/s) | 0.1440 | 2.4819 | 0.2113 | 468.2060 |

将 COD_{Cr} 、总氮、总磷换算成 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐计算， COD_{Cr} 换算国家“七五”科技攻关产业园“珠江三角洲河网典型区域水环境容量开发利用研究及推广”、国家“十五”科技攻关产业园“流域水污染物总量控制技术与示范研究”等研究成果， $\text{COD}_{\text{Mn}} = 0.4\text{COD}_{\text{Cr}}$ 。总氮、总磷换算参考《珠海市养殖水域滩涂规划（2022-2030 年）环境影响报告书》，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6×总氮；总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 0.8，即活性磷酸盐=0.8×总磷。参考珠海重点海域入海通量评估报告入海河涌和入海排污口调查结果看，无机氮/总氮的浓度均值比 74%~77%；有关海域调查结果总磷/活性磷酸盐约为 1.5。取上述研究成果换算结果按保守计算，即无机氮：总氮=0.77: 1；总磷：活性磷酸盐=1: 0.8。转换后的养殖污染物排放量如下表：

表 5.1-5 单个养殖设施无机氮、活性磷酸盐、COD_{Mn} 排放源强

| 项目内容 | COD _{Mn} | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 悬浮物 |
|------------------|-------------------|--------|--------|---------|
| 单个圆型网箱排放源强 (g/s) | 0.0012 | 0.0408 | 0.0036 | 9.9873 |
| 单个方型网箱排放源强 (g/s) | 0.0030 | 0.1011 | 0.0089 | 24.7686 |

(2) 降解系数

预测过程中应考降解系数。污染物降解系数对预测因子及周边海域影响的计算至关重要，COD_{Cr} 降解系数参考广东省各流域的规划、报告研究成果如表 5.1-6 所示。

表 5.1-6 广东省重点研究成果采用的衰减系数 单位：1/d

| 项目名称 | 承担单位 | COD _{Cr} 降解系数 |
|-----------------|------------|------------------------|
| 珠江三角洲水环境容量与水质规划 | 华南环境科学研究所 | 0.08~0.45 |
| 韩江流域水质保护规划 | 华南环境科学研究所 | 0.15 |
| 东江流域水污染综合防治研究 | 华南环境科学研究所 | 0.1~0.4 |
| 北江流域水质保护规划 | 华南环境科学研究所 | 0.08~0.1 |
| 鉴江水质保护规划 | 中山大学 | 0.2 |
| 练江流域水质保护规划 | 广东省环境监测中心站 | 0.3~0.55 |
| 珠江三角洲环境保护规划研究 | 中国环境规划院 | 0.2 |

另外，查找相关文献对海洋污染物降解系数的研究：杭州湾海域无机氮和活性磷酸盐的实际降解系数分别为 $0.21d^{-1}$ 、 $0.05d^{-1}$ ；渤海湾COD_{Mn}的降解系数在 $0.023\sim 0.076d^{-1}$ 之间，活性磷酸盐的降解系数一般在 $0.005d^{-1}\sim 0.243d^{-1}$ 范围内，均值为 $0.062d^{-1}$ ；乐清湾在悬浮物浓度较高情况下的活性磷酸盐降解系数为 $0.0075d^{-1}$ ，无机氮降解系数为 $0.005d^{-1}$ ；上海金山区近岸海域无机氮的生物降解系数在 $0.121\sim 0.269d^{-1}$ ，均值为 $0.225d^{-1}$ ，活性磷酸盐的降解系数在 $0.031\sim 0.179d^{-1}$ ，均值为 $0.08d^{-1}$ ；台山市广海湾COD_{Mn}、无机氮的降解系数分别为 $0.08d^{-1}$ 、 $0.07d^{-1}$ 。

参考以上文献及规划、报告研究成果，模型对COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐进行率定基础上，选取的降解系数值分别为： $0.08d^{-1}$ 、 $0.07d^{-1}$ 、 $0.02d^{-1}$ ，悬浮物降解系数为 $0d^{-1}$ 。

(3) 工况和源强设置

水环境影响预测工况为本项目实施后水环境预测，根据养殖设施平面布置，在江牡岛西 D 区养殖区运营期源强点分布图见图 5.1-6。

由于氮、磷、有机物等污染物来源于饵料及鱼类排泄物，因此悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、COD_{Mn} 考虑连续释放进行预测。

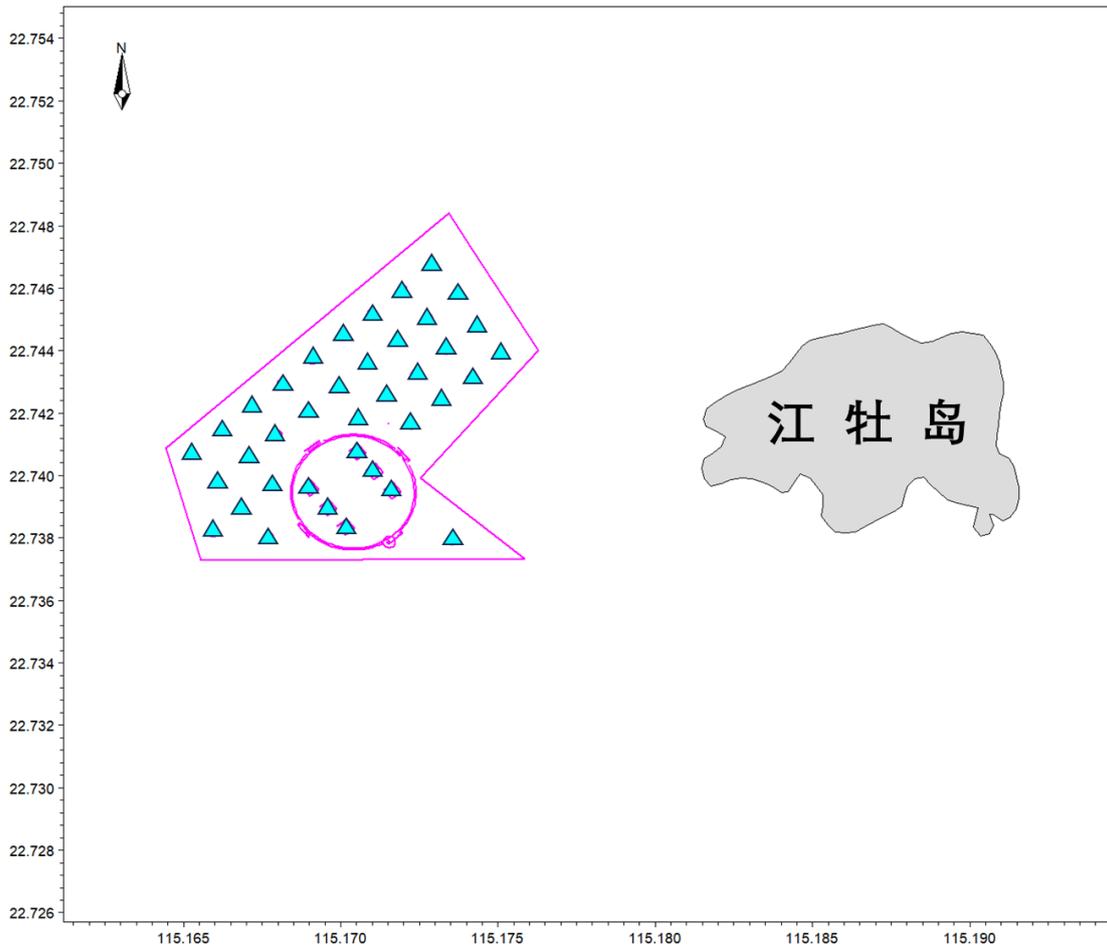


图 5.1-16 项目营运期源强点分布图

(4) 环境本底值

本项目位于近岸海域环境功能区划“420A 红海湾浅海渔场功能区”，海域水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 第一类标准。

距离江牡岛养殖区最近的国控监测点位为 GDN14001，选取该站位 (GDN14001) 2023 年~2024 年化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度季节平均最大值作为本项目环境质量现状值，根据广东省生态环境厅发布的《2023 年~2024 年广东省近岸海域海水水质监测信息》，确定化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐背景值分别为 0.83mg/L、0.133mg/L、0.014mg/L，详见表 5.1-7。

表 5.1-7 国控站位 GDN14001 水质监测结果 单位: mg/L

| 监测时间 | 选取站位 | 预测因子背景值 | | | 水质目标 |
|------------|----------|---------|-------|-------|------|
| | | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | |
| 2024-04-19 | GDN14001 | 0.22 | 0.008 | 0.002 | 第一类 |
| 2024-07-19 | | 0.18 | 0.133 | 0.006 | |
| 2024-10-18 | | 0.29 | 0.052 | 0.008 | |

| | | | | | |
|------------|--|------|-------|-------|---|
| 2023-04-19 | | 0.28 | 0.012 | 0.004 | |
| 2023-07-21 | | 0.83 | 0.012 | 0.005 | |
| 2023-10 | | 0.47 | 0.094 | 0.014 | |
| 背景值确定结果 | | 0.83 | 0.133 | 0.014 | / |
| 海水第一类标准 | | 2 | 0.20 | 0.015 | / |
| 海水第二类标准 | | 3 | 0.30 | 0.030 | / |

2、模拟结果

项目营运期产生的污染物在潮流的作用下扩散，造成水体混浊水质下降，污染物浓度增量包络情况见图 5.1-17~图 5.1-20。

网箱养殖处化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、悬浮物最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L、0.0008mg/L 和 5.53mg/L，叠加环境本底值后，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度分别为 0.83074mg/L、0.158mg/L 和 0.0148mg/L，均满足第一类海水水质标准的要求；悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L，满足第一类海水水质标准的要求。

根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物扩散范围内主要涉及 GDN14001 站位，项目产生的污染物对项目区域及扩散到附近国控点位的最大浓度叠加站位背景值浓度后的结果见表 5.1-8。由表 5.1-8 可知，项目网箱养殖实施后，预测网箱区域及附近的 GDN14001 站位浓度可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。

表 5.1-8 项目实施后对项目区域及附近近岸海域国控监测站位的浓度影响 单位：mg/L

| 预测区域 | 污染因子 | 背景浓度 | 最大扩散浓度 | 叠加值 | 一类水质标准 | 达标情况 |
|----------|-------|-------|-----------------------|---------|--------|------|
| 项目网箱处 | 化学需氧量 | 0.83 | 0.00074 | 0.83074 | 2 | 达标 |
| | 无机氮 | 0.133 | 0.025 | 0.158 | 0.2 | 达标 |
| | 活性磷酸盐 | 0.014 | 0.0008 | 0.0148 | 0.015 | / |
| | 悬浮物 | / | 5.53 | / | 10 | 达标 |
| GDN14001 | 化学需氧量 | 0.83 | 3.58×10^{-8} | 0.83 | 2 | 达标 |
| | 无机氮 | 0.133 | 1.37×10^{-6} | 0.133 | 0.2 | 达标 |
| | 活性磷酸盐 | 0.014 | 2.24×10^{-7} | 0.014 | 0.015 | 达标 |
| | 悬浮物 | / | 6.67×10^{-4} | / | 10 | 达标 |

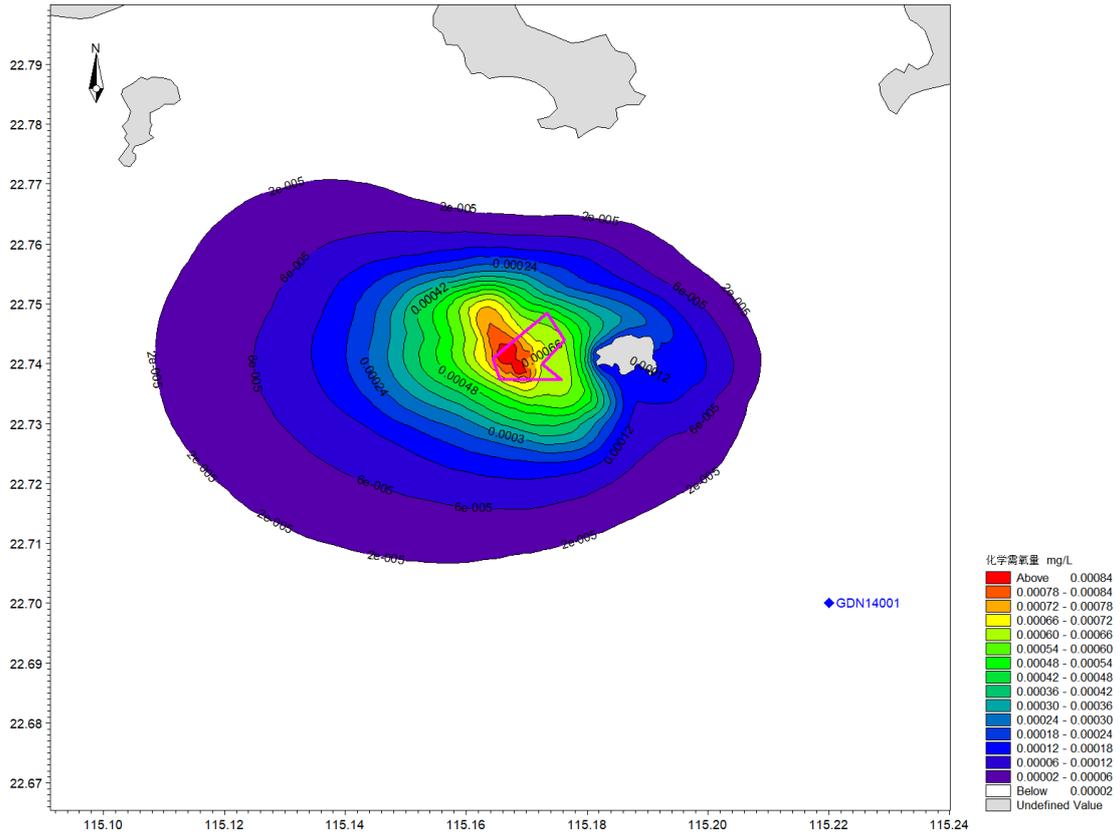


图 5.1-17 项目营运期化学需氧量增量包络线图

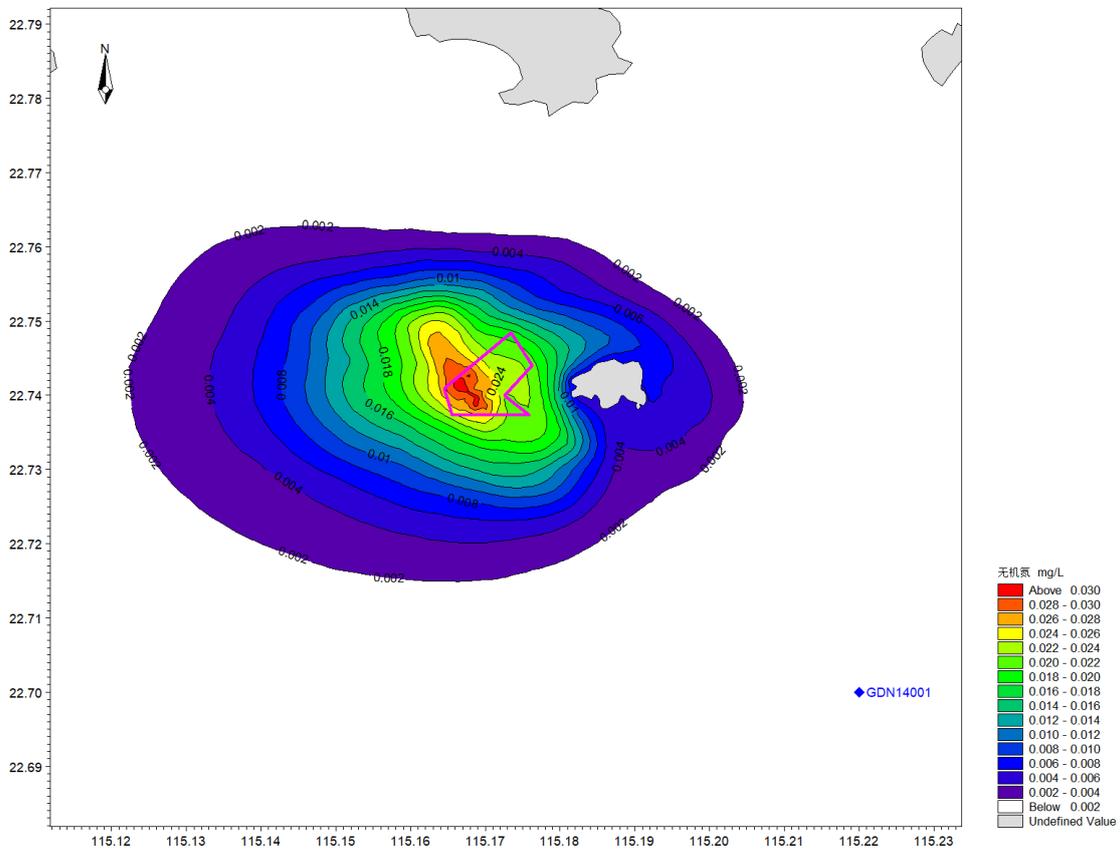


图 5.1-18 项目营运期无机氮增量包络线图

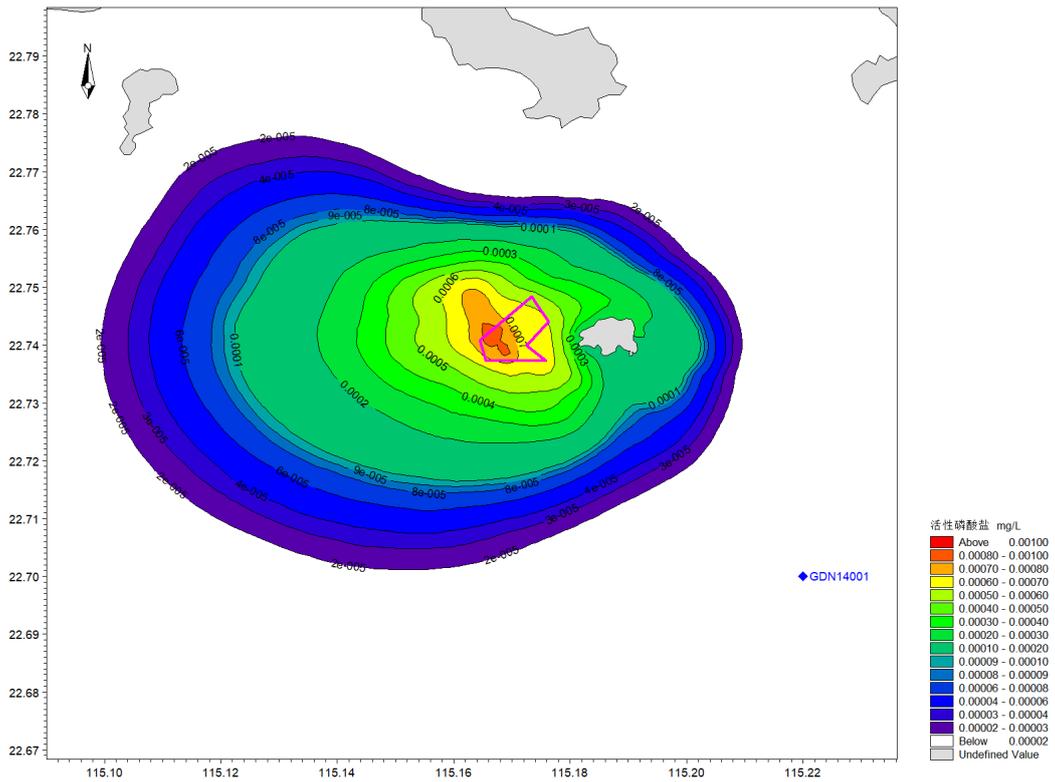


图 5.1-19 项目营运期活性磷酸盐增量包络线图

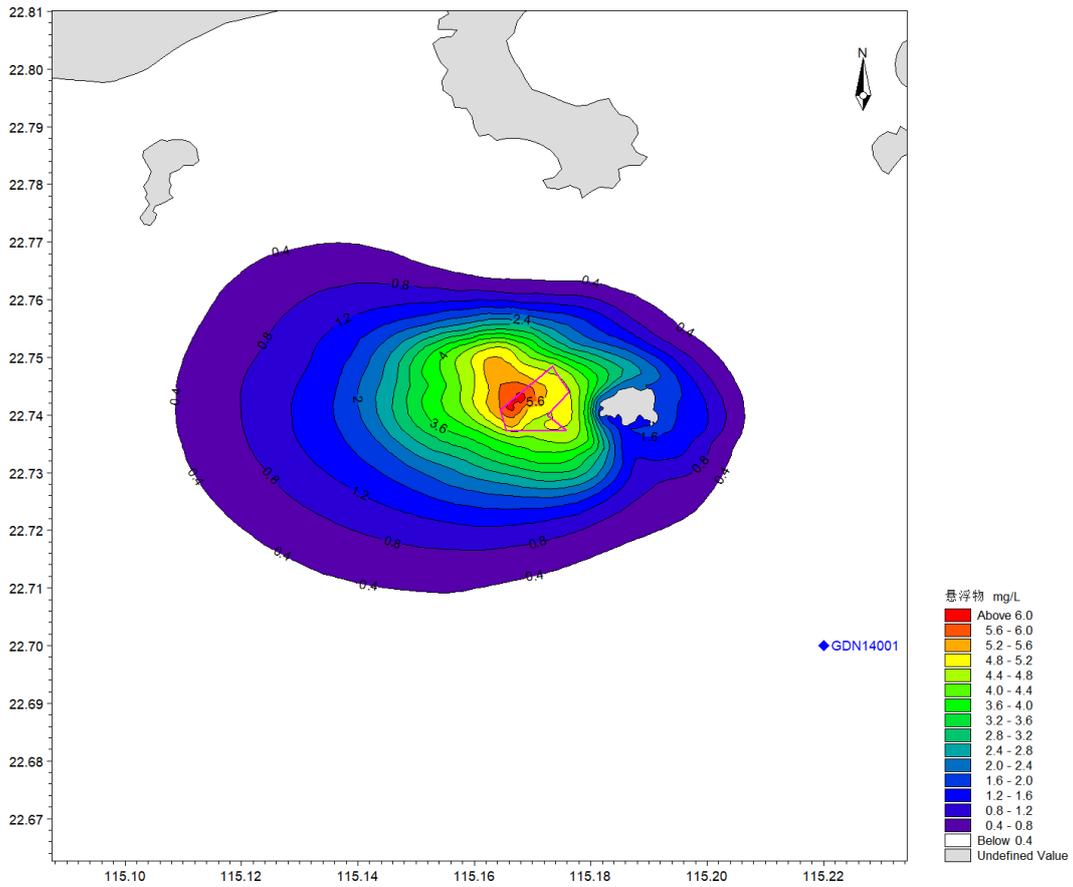


图 5.1-20 项目营运期悬浮物增量包络线图

5.1.3.3 营运期对水质的影响分析

(1) 工作及垂钓人员生活污水

本工程运营期间约有 15 名工作人员及 16 名垂钓人员在海上工作平台进行日常管理和垂钓,工作及垂钓人员产生的生活污水收集后由船舶运输上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理,本项目生活污水采取上述处理措施后对项目所在海域水环境造成的影响很小。

(2) 含油废水

本工程运营期间工作船、运输船会产生少量的机舱含油废水,含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集,待工作船、运输船靠岸后,含油废水交有能力处理单位处理,经上述措施处理后对海洋环境影响较小。

(3) 网衣更换对水质的影响分析

本项目网衣更换过程中可能会使附着在网囊上的附着物掉落,造成海水悬浮物增大,但是该过程缓慢,附着物附着相对牢固,附着物掉落量很少,且具有暂时性,对海水浊度影响很小。

(4) 网衣清洗废水

本项目定期换下的网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港,太阳暴晒后再进行清洗。项目共设置 38 个网箱,每个网箱的网衣按照每 3 个月更换一次,清洗废水产生量约为 $205.2\text{m}^3/\text{a}$ 。马宫渔港位于汕尾市区西区污水处理厂范围,本项目一次清洗废水产生量不大,且清洗废水主要是冲洗网衣上的附着物,它们来自海洋,污染物浓度较低,水质简单,可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池,接入市政污水管网,输送至汕尾市区西区污水处理厂处理,不排入海域,不会对海水水质产生不利影响,同时也不会对污水处理厂造成较大冲击。

(5) 钢结构的防腐措施对水环境的影响

钢桩结构的防腐措施对水环境的影响主要体现在施工期与长期运行两个阶段。传统方法如防腐涂层可能在施工阶段因溶剂渗出或涂层颗粒扩散直接污染水体,而阴极保护中牺牲阳极的金属离子(如锌、铝)持续溶出,或含防污剂涂层的毒性浸出,则构成长期累积性生态威胁,可能干扰水生生物并改变局部沉积物环境。为最大限度的降低防腐涂层溶出对水环境影响,本项目采用岸上预制施工最大限度隔绝施工污染,同时采用低毒性、高耐久性绿色材料以削减源头风险,并通过定期维护来防控长期影响。通过将防腐设计、施工管控与生态保护要求深度整合,能够在保障基础设施耐久性的同时,有效减轻对水环境的负面影响。

5.1.4 海洋沉积物环境影响分析

5.1.4.1 施工期海洋沉积物影响分析

本项目施工过程对海洋沉积物的可能影响主要来自海上工作平台桩基施工、养殖设施锚泊固定施工作业产生的悬浮泥沙的扩散和沉降。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。

根据本项目工程特点，本项目海上工作平台桩基施工和网箱固定系统施工工程量均较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在项目附近。海上工作平台桩基、铁锚占用海域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏，但由于工程施工过程产生的悬浮物均来自本海区，因此，经扩散和沉降后，项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。

5.1.4.2 运营期海洋沉积物影响分析

项目运营期工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，生活垃圾等打包交由环卫部门处置；网衣拉运至马宫渔港暴晒后清洗，清洗废水产生量较少，水质简单，可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网，输送至汕尾市区西区污水处理厂处理；船舶含油废水将集中收集上岸后，交有能力处理单位处理；废弃管铁绳线边角料、废弃网衣分类收集，可回收的尽量回收综合利用，不能回收的委托具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置；养殖过程死亡的养殖鱼类应按照农业农村部渔业渔政管理局发布的《关于印发〈水产养殖动物疫病防控指南（试行）〉的通知》（农渔养函〔2022〕116号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T7015-2022）等相关要求，及时进行无害化处理，对周边海洋沉积物环境基本没有影响。

项目网箱养殖将投喂人工饵料，人工饲料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。饵料一般不会被养殖鱼类完全摄食，相当一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部。

据估算,有机废物在养殖点附近水体中沉积速率约为 $3\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{a}$,而在网箱底部的沉积速率可高达 $10\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 。另外,养殖鱼类产生的排泄物,除了一部分溶于水中,另一部分被水流带走外,其余的也会在底泥里富积。沉积物积聚约 18%~23%的总输入碳,在沉积物表层 3cm 内含有有机碳 21%~30%,随着深度的增加略有增加,有研究表明,碳的污染存在着区域性,沉积物中的碳含量从 3m 处的 9.35%减少至 15m 处的 3.99%。此外,经微生物的活动,沉积物中的微量元素如铁、锰等将进一步释放到水域。这些微量金属元素含量的增加是导致养殖海域形成赤潮的重要原因。有研究表明,水产养殖过程中,输入水体的 TN、TP 和颗粒物分别有 24%、84%和 93%沉积在底泥里,而富集在底泥里的这些污染物,在一定条件下又会重新释放出来,污染水质,成为养殖水环境污染的重要的内源。有机物质在沉积物中的堆积促使底栖生物和分解有机物质的微生物群落迅速增长,导致沉积层中的好氧大大增加,网箱下部沉积物中其耗氧率比网箱外要高 2~5 倍。很多研究发现,网箱附近富含 C、N、P 的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区当有机质的沉积速率大于营养物质的同化速率时,有机质在分解时会消耗大量的氧,造成缺氧环境,这样的缺氧环境会导致底栖生物群落结构变化,降低底栖生物多样性,甚至造成底栖动物死亡和绝迹。养殖网箱下的沉积物中丰富的有机质,再加上缺氧的环境,加速了厌氧性硫酸盐还原菌的增殖,于是导致了沉积物中硫化物含量的升高与累积。硫化物可与养殖生物血液中的血红蛋白结合产生硫血红蛋白,降低机体中血液的携氧能力。硫化物对养殖生物的鳃组织具有很强的刺激和腐蚀作用,可使组织产生凝血性坏死,引起生物呼吸困难窒息死亡。有研究表明,在沉积环境中硫化物含量与有机负荷量呈正相关,与生物量呈负相关,并对耗氧速率产生很大影响。在网箱养殖区沉积物中的磷随着沉积物的积累浓度逐渐升高,这可作为网箱养殖中沉积物积累的最好的指标,据调查,珠江口牛头岛探湾网箱养殖海域的调查也发现,每 1000m^2 的网箱下面沉积物中评价净累计 1300kg 磷,相当于总输入磷的 51%~57%,由于养殖活动造成水体富营养化而导致沉积物无氧状况,微生物的活动可加速无机盐从底质向上覆水的释放,加快了水体营养盐的循环速度,颗粒物重新悬浮的比例还要高一些,尤其在污染严重的养殖区。氮也会在沉积物中累计,但仅有运输入氮的 12%~20%底泥中积累,且在沉积物中的污染也具有区域性,在离网箱 200m 处氮的沉积率仅为网箱下方的 1/10。微生物的活动导致氨氮在沉积物中积累,而且是底质溶液中无机氮的主要存在形态。对间隙水的氨氮浓度分析表明,网箱下面大大高于其它区域。

另外,网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水体中悬浮物的量,这些污染物落淤在网箱水下及其周围海底,形成污染物堆积体,并不断释放出各种污染物(如氮、磷)。

在底层海流的作用下，污染物不断向四周迁移扩散，污染范围不断扩大，形成以养殖网箱为中心的底层污染区。悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处，为 200m 左右，故受影响的水质和沉积物较为有限。

养殖过程中采用先进的自动投喂机，利用气流将饲料快速输送至各个指定区域，整个系统与养殖水体物理隔离，精准、适量投喂，减少残饵和散饵数量，减少饲料损失，使投喂的饵料大部分都被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。同时，仔细监控食物摄入，及时调整投喂量。通过采取以上措施后，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

5.1.5 施工期生物损失量及生态补偿

5.1.5.1 底栖生物损失量分析

本项目在工程建设中，由于网箱养殖设施固定系统和吊养养殖固定铁锚施工、海上工作平台桩基施工，桩基、铁锚占用海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，导致生物资源损失。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指生物资源受损量。

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）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物、潮间带生物的平均生物量。

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（km²）或立方千米（km³）。本报告中指网箱养殖设施固定系统铁锚、吊养养殖锚固铁锚和海上平台桩基占用海域面积。

根据工程设计方案，本项目养殖区共设置 32 个圆形网箱，每个网箱采用 12 个 800kg，单位面积约 1.1m² 的铁锚固定；本项目设置 6 个方形网箱，每个网箱采用 12 个 800kg，单位面积约 1.1m² 的铁锚固定，项目网箱养殖铁锚占用面积约为 38×12×1.1=501.6m²；海上工作平台使用 354 根 Φ820mm 的钢管桩和 32 根 Φ1200mm 的钢管桩，海上工作平台桩基占海面积约为 3.14×0.41×0.41×354+3.14×0.6×0.6×32=223.026m²，则项目占海总面

积约为 724.626m²。本项目海洋生物资源生物量以 2025 年 4 月 10 日的调查数据进行估算，底栖生物的生物量取距离江牡岛较近点位 Q5 的生物量 27.288g/m²。由此，计算出本项目底栖生物损失量约为 19.77kg。

5.1.5.2 渔业资源损失量分析

渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔稚鱼。

对于部分游泳生物来讲，施工过程中的悬浮物影响较为显著。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，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达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

根据水质预测结果可知，本项目施工引起的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的包络线面积为 0.097km²，未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，影响主要在项目海洋工作平台区。因此，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，通过合理安排施工期，尽量避开鱼类繁育季节，优化施工工艺，提高作业精度，可以大大降低对渔业资源的损害程度，但施工期内会造成渔业资源一定量的损失。

按照《规程》，施工产生的悬浮物在扩散范围内对海洋生物产生持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克 (kg)；

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克(kg)；

T ——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} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米 (kg/km²)；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米 (km²)；

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之(%)；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

保守起见，浓度增量面积取包络线面积，根据水质预测结果，本项目施工引起的悬浮泥沙大于 10mg/L、小于 20mg/L 等值线所围面积为 0.097km²，大于 20mg/L、小于 50mg/L 等值线所围面积为 0.023km²，无大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区。因此，悬浮物浓度增量分区数为 2。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 5.1-9 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 5.1-9 本工程悬浮物对各类生物损失率

| 分区 | 各污染区内悬浮物浓度增量范围 (mg/L) | 各污染区的面积 (km ²) | 污染物 i 的超标倍数 (Bi) | 各类生物损失率 (%) | |
|------|-----------------------|----------------------------|------------------|-------------|-----|
| | | | | 鱼卵和仔稚鱼 | 成体 |
| I区 | 10~20 | 0.070 | Bi ≤ 1 倍 | 5 | 0.5 |
| II区 | 20~50 | 0.011 | 1 < Bi ≤ 4 倍 | 17.5 | 1 |
| III区 | 50~100 | / | 4 < Bi ≤ 9 倍 | 40 | 10 |
| IV区 | >100 | / | Bi ≥ 9 倍 | 75 | 20 |

根据项目施工进度计划，本项目打桩时间为 3 个月（即 90 天），污染物浓度增量影响的持续周期数为 6（15 天为 1 个周期），悬沙扩散范围内的海域平均水深以 10.0m 计算。渔业资源密度取 2025 年 4 月 10 日~4 月 12 日的调查数据进行估算，游泳动物的平均资源密度为 200kg/km²，鱼卵的平均资源密度为 5.966 个/m³，仔鱼的平均资源密度为 0.616 个/m³。

则可计算得本项目施工时的生物量损失如下：

游泳生物损失量 = $200 \times 0.097 \times 0.5\% \times 6 + 200 \times 0.023 \times 1\% \times 6 = 0.858\text{kg}$ ；

鱼卵损失量 = $5.966 \times 0.097 \times 10^6 \times 10 \times 5\% \times 6 + 5.966 \times 0.023 \times 10^6 \times 10 \times 17.5\% \times 6 = 3.18 \times 10^6$ 粒；

仔鱼损失量 = $0.616 \times 0.097 \times 10^6 \times 10 \times 5\% \times 6 + 0.616 \times 0.023 \times 10^6 \times 10 \times 17.5\% \times 6 = 3.28 \times 10^5$ 尾；

则可计算得本项目悬浮泥沙造成的渔业资源损失为：游泳生物 0.858kg，鱼卵 3.18×10^6 粒，仔鱼 3.28×10^5 尾。

5.1.5.3 施工期海洋生态补偿分析

根据项目对底栖生物以及渔业资源造成的生物资源损失分析，本项目底栖生物直接损失量为 19.77kg，游泳生物直接损失量为 0.858kg，鱼卵直接损失量为 3.18×10^6 粒，仔鱼直接损失量为 3.28×10^5 尾。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

底栖生物经济损失计算公式：

$$M = W \times E$$

式中：M——经济损失额，元；

W——生物资源一次性损失总量，千克（kg）；

E——生物资源的价格，元/kg，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》（广东省农业农村厅，2024年10月）中的基准数据法进行核算，底栖生物的基准价格按照 15 元/kg。

鱼卵和仔鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式如下：

$$M = W \times P \times E$$

式中：M——鱼卵和仔鱼经济损失额，元；

W——鱼卵和仔鱼损失量，单位为（个）、尾（尾）；

P——鱼卵和仔鱼则算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，取 1 元/尾。

成体生物资源经济价值按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：M_i——第 i 种生物成体生物资源经济损失额，元；

W_i —第 i 种生物成体生物资源损失的资源量，千克 (kg)；

E_i —第 i 种生物成体生物资源的商品价格，元/kg，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》（广东省农业农村厅，2024 年 10 月）种的基准数据法进行核算，游泳动物的基准价格按照 20 元/kg。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），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；占用渔业水源的生物资源损害补偿占用年限低于 3 年的按照 3 年补偿；占用年限 3~20 年的按实际占用年限补偿；持续性生物资源损害影响年限低于 3 年的按照 3 年补偿，实际影响年限为 3~20 年的按照实际影响年限补偿。

本项目养殖用海申请年限为 15 年，因此，项目海上工作平台桩基和深水网箱铁锚占用海域造成海域生物资源累计损失量按 15 年补偿；悬浮泥沙扩散导致的海洋生物资源累计损失量按 3 年进行补偿，由此计算出本项目造成的生物损失总赔偿额为 14.916 万元。

表 5.1-10 海洋生物资源损失汇总表

| 生物资源 | 直接损失量 | 单价 | 生产到商品鱼苗成活率 | 直接经济损失额 (万元) | 补偿年限 (年) | 累计赔偿额 (万元) |
|------|--------------------|---------|------------|--------------|----------|------------|
| 底栖生物 | 19.77kg | 15 元/kg | / | 0.030 | 15 | 0.450 |
| 游泳生物 | 0.858 | 20 元/kg | / | 0.002 | 3 | 0.006 |
| 鱼卵 | 3.18×10^6 | 1 元/尾 | 1% | 3.18 | 3 | 9.54 |
| 仔鱼 | 3.28×10^5 | 1 元/尾 | 5% | 1.64 | 3 | 4.92 |
| 合计 | / | / | / | 4.852 | / | 14.916 |

5.2 大气环境影响分析

5.2.1 施工期大气环境影响分析

①燃油尾气

本项目施工、运输、日常维护等船舶均以柴油作为动力燃料，行驶会产生少量的船舶尾气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘，均为无组织排放。由于项目所在海域宽阔，施工船舶尾气容易扩散，故基本不会对周围环境产生明显影响。同时，建议建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

②扬尘

海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘。因施工活动的性质、范围以及天气情况的不同，扬尘产生量有较大差别。扬尘浓度随距离变化情况见表 5.2-1。

表 5.2-1 扬尘浓度随距离变化情况一览表

| 与扬尘点的距离 (m) | 25 | 50 | 100 | 200 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 浓度范围 (mg/m ³) | 0.37~1.10 | 0.31~0.98 | 0.21~0.76 | 0.18~0.27 |
| 平均浓度 (mg/m ³) | 0.74 | 0.64 | 0.48 | 0.22 |

本项目海上平台涉及土建工程较少，仅平台东、南、西、北四个方向的建筑区，通过洒水降尘，做好散装建筑材料的遮盖等措施后，扬尘对周边环境的影响不大，且随着施工期结束而消失。

5.2.2 营运期大气环境影响分析

营运期主要为渔船、快艇行驶过程排放的少量船舶尾气，主要污染物为 NO_x、SO₂ 和烟尘等，呈无组织排放。由于项目所在海域宽阔，船舶尾气容易扩散，基本不会对周围环境产生明显影响。同时，建议建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

5.3 声环境影响预测与评价

5.3.1 施工期声环境影响分析

1、水上噪声

施工期水上噪声主要来自各类施工船舶产生的噪声，施工期间所产生的噪声值在 80~85dB(A)之间。这些噪声源类似于固定源，根据点声源衰减模式，估算出离声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

室外点声源在传播距离 r 处的噪声级预测公式为：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中：L_A(r) — 距离声源 r (m) 处的 A 声级；

L_A(r₀) — 距离声源 r₀ (m) 处的 A 声级；

ΔL — 噪声传播路径上因遮挡物、空气和地面状况引起的附加衰减。

计算表明，施工期间离噪声源不同距离处的噪声值见下表：

表 5.3-1 施工期间噪声随距离衰减变化情况 单位: dB(A)

| 机械名称 | 5m 处声级 | 边界外距离 (m) | | | | | | | |
|-----------|--------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| 80t 吊船 | 80 | 68.0 | 61.9 | 58.4 | 55.9 | 54.0 | 50.5 | 48.0 | 46.0 |
| 100t 起重船 | 80 | 68.0 | 61.9 | 58.4 | 55.9 | 54.0 | 50.5 | 48.0 | 46.0 |
| 200t 运输船 | 80 | 68.0 | 61.9 | 58.4 | 55.9 | 54.0 | 50.5 | 48.0 | 46.0 |
| 1000t 平板驳 | 85 | 73.0 | 66.9 | 63.4 | 60.9 | 59.0 | 55.5 | 53.0 | 51.0 |
| 机动艇 | 80 | 68.0 | 61.9 | 58.4 | 55.9 | 54.0 | 50.5 | 48.0 | 46.0 |
| 网箱安装船 | 80 | 68.0 | 61.9 | 58.4 | 55.9 | 54.0 | 50.5 | 48.0 | 46.0 |

一般而言,施工船舶在露天环境中进行施工,通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理,因此本项目施工期产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影响,在施工场地边界噪声级将不能满足《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)标准要求。从上表的预测结果来看,平板驳在 29m 处可满足《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)标准外,其他的施工船舶在 16m 处就能满足《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)标准要求。同时,本项目施工噪声具有短期性、局部性特点,将随着项目的完成而消失,并且项目所在海域周边无声环境保护目标,项目施工区域远离居民区,同时本项目工期较短,工程量较小,船舶噪声间歇排放,在合理安排作业时间及采取必要的降噪措施后,对周边环境产生的影响并不明显。

2、水下噪声

水下施工噪声主要为水下沉桩噪声,噪声源强在 199~213dB(A)之间,噪声对鱼类的影响较大,根据《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》(HY/T0341-2022)中声能传播损失计算公式:

$$\begin{cases} TL = 20\log_{10}(r) + \alpha r + 60 - k_L & r < R \\ TL = 15\log_{10}(r) + \alpha r + a_T \left(\frac{r}{H} - 1\right) + 5\log_{10}(H) + 60 - k_L & R \leq r \leq 8R \\ TL = 10\log_{10}(r) + \alpha r + a_T \left(\frac{r}{H} - 1\right) + 10\log_{10}(H) + 64.5 - k_L & 8R < r \end{cases}$$

式中: TL —传播损失,单位为分贝 (dB);

r —距声源的距离,单位为千米 (km);

α —海水吸收系数,单位为分贝每千米 (dB/km),由下式计算:

$$\alpha = \frac{0.102f^2}{1+f^2} + \frac{40.7f^2}{4100+f^2} + 3.06 \times 10^{-4} f^2$$

f —频率，单位为千赫兹 (kHz)，本项目取 0.2kHz (参考《近海风电场水下打桩辐射噪声特性测量分析》，在打桩过程中 1、5m 水深处接收到的水下噪声峰值声压级均位于 200Hz 频率)；

k_L —近场传播异常修正值，单位为分贝 (dB)，见表 5.3-2；

R —距离参数，单位为千米 (km)，由下式计算：

$$R = \left[\frac{1}{3}(H + L) \right]^{1/2}$$

L —浅海混合层深度，单位为米 (m)，2m；

α_T —浅海界面衰减系数，单位为分贝每千米 (dB/km)，见表 5.3-3；

H —水深，单位为米 (m)，根据水文监测数据，本项目周边海域水深 10m。

表 5.3-2 近场传播异常修正值

| 海况/ 频率 kHz | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 沙底 | 泥底 |
| 0.1 | 7.0 | 6.2 | 7.0 | 6.2 | 7.0 | 6.2 | 7.0 | 6.2 | 7.0 | 6.2 | 7.0 | 6.2 |
| 0.2 | 6.2 | 6.1 | 6.2 | 6.1 | 6.2 | 6.1 | 6.2 | 6.1 | 6.2 | 6.0 | 6.2 | 6.0 |
| 0.4 | 6.1 | 5.8 | 6.1 | 5.8 | 6.1 | 5.8 | 6.1 | 5.8 | 6.1 | 5.8 | 4.7 | 4.5 |
| 0.8 | 6.0 | 5.7 | 6.0 | 5.6 | 5.9 | 5.6 | 5.3 | 5.0 | 4.3 | 3.9 | 3.9 | 3.6 |
| 1.0 | 6.0 | 5.6 | 5.9 | 5.5 | 5.7 | 5.3 | 4.6 | 4.2 | 4.1 | 3.7 | 3.8 | 3.4 |
| 2.0 | 5.8 | 5.4 | 5.3 | 4.9 | 4.2 | 3.8 | 3.8 | 3.4 | 3.5 | 3.1 | 3.1 | 2.8 |
| 4.0 | 5.7 | 5.1 | 3.9 | 3.5 | 3.6 | 3.1 | 3.2 | 2.8 | 2.9 | 2.4 | 2.6 | 2.2 |
| 8.0 | 4.3 | 3.8 | 3.3 | 2.8 | 2.3 | 2.5 | 2.6 | 2.2 | 2.3 | 1.9 | 2.1 | 1.7 |
| 10.0 | 3.9 | 3.4 | 3.1 | 2.6 | 2.7 | 2.2 | 2.4 | 2.0 | 2.2 | 1.7 | 2.0 | 1.6 |

注：本项目施工期间选择海况较好的时间段施工，海况选 1 级、泥底。

表 5.3-3 浅海界面衰减系数值

| 海况/ 频率 kHz | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 沙底 | 泥底 |
| 0.1 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 1.3 |
| 0.2 | 1.3 | 1.7 | 1.3 | 1.7 | 1.3 | 1.7 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.7 | 1.4 | 1.7 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.4 | 1.6 | 2.2 | 1.6 | 2.2 | 1.6 | 2.2 | 1.6 | 2.2 | 1.7 | 2.4 | 2.2 | 3.0 |
| 0.8 | 1.8 | 2.5 | 1.8 | 2.5 | 1.9 | 2.6 | 2.2 | 3.0 | 2.4 | 3.8 | 2.9 | 4.0 |
| 1.0 | 1.8 | 2.7 | 1.9 | 2.7 | 2.1 | 2.9 | 2.6 | 3.7 | 2.9 | 4.1 | 3.1 | 4.3 |
| 2.0 | 2.0 | 3.0 | 2.4 | 3.5 | 3.1 | 4.4 | 3.3 | 4.7 | 3.5 | 5.0 | 3.7 | 5.2 |
| 4.0 | 2.3 | 3.6 | 3.5 | 5.2 | 3.7 | 5.5 | 3.9 | 5.8 | 4.1 | 6.2 | 4.3 | 6.4 |
| 8.0 | 3.6 | 5.3 | 4.3 | 6.3 | 4.5 | 6.7 | 4.7 | 6.9 | 5.0 | 7.3 | 5.1 | 7.5 |
| 10.0 | 4.0 | 5.9 | 4.5 | 6.8 | 4.8 | 7.2 | 5.0 | 7.5 | 5.2 | 7.8 | 5.3 | 8.0 |

注：本项目施工期间选择海况较好的时间段施工，海况选 1 级、泥底

计算表明，施工期间离噪声源不同距离处的噪声值见下表：

表 5.3-4 施工期间水下噪声随距离衰减变化情况 单位：dB(A)

| 机械名称 | 5m 处声级 | 边界外距离 (m) | | | | | | | |
|------|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 200 | 300 | 500 |
| 打桩船 | 213 | 193 | 187 | 184 | 181 | 179 | 173 | 170 | 165 |

从上表的预测结果来看，打桩水下噪声在 40m 处可达《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》(HYT0341-2022) 中“人为水下噪声对鱼类影响的 TTS 阈值”。

根据设计方案，本项目平台桩基沉桩施工期约 2~3 个月。考虑到项目附近有重要渔业资源产卵场分布，平台桩基施工应合理作业计划，尽可能的避开渔业敏感季节。其次，打桩作业前根据场址详勘成果，逐桩细化沉桩要求，并合理选择打击力度。打桩施工前，应首先对鱼类安全距离范围内实施驱鱼，或采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，以驱使鱼类离开施工水域远离项目。作业尽量由经验丰富的施工队伍和操作人员进行操作，辅以精确的设备控制，提高打桩作业施工质量和作业效率，最大程度减少扰动时间和扰动强度。通过采取以上措施，能够将海洋平台桩基作业噪声对渔业资源的不利影响最小化。

5.3.2 营运期声环境影响分析

项目运营过程中，噪声污染源主要来源于渔船、快艇行驶产生的噪声，噪声源约 85dB(A)。

项目位于海域，周边无声环境敏感目标，运营过程中选用低噪声船舶设备，做好日常船舶维护，减少发动机异常引起的非正常噪声，且要求运营人员文明行驶，减少不必要的鸣笛。在落实上述措施的基础上，项目运营期的噪声影响是可接受的。

5.4 固体废物影响评价

5.4.1 施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体污染物为生活垃圾和少量建筑垃圾。

本项目施工期生活垃圾产生量共 75kg/d，船舶生活垃圾待船舶靠岸后，收集上岸交由环卫部门清运处理，不得随意堆放和倾倒入海，以免造成环境卫生问题。

海上工作平台上部结构施工过程中会产生少量建筑垃圾，如建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等，均应全部回收，上岸后综合利用；另一部分建筑碎片、碎砖头、废水泥、石子、泥土等少量废弃建筑材料应全部回收，上岸后运至政府部门指定的位置处置或综合利用。

网箱设施施工过程中产生少量的废弃绳索、浮漂等废弃聚乙烯材料，均应全部回收，上岸后可交由回收公司回收利用或交由环卫部门处置。

通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

5.4.2 运营期固体废物环境影响分析

本项目运营期间产生的固体污染物主要有生活垃圾、废弃养殖材料和死鱼等。

运营期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，不可随意堆放和倾倒，不会对周边环境造成影响。

项目运营期间换网、网箱维护产生的废弃管铁、绳线边角料、废弃网衣，经收集后交由相关单位收购处理，更换下的网衣拉到岸上陆域配套场所或临时租用场地进行曝晒清除附着物，这些附着物主要是藤壶、藻类、贝类等，全部回收，上岸后可回收的尽量回收综合利用，不可回收的交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

网箱养殖一旦出现死鱼，要立刻查找原因，及时打捞死鱼，严禁死鱼外溢入网箱，对环境造成污染。养殖过程死亡的养殖鱼类应按照《水产养殖动物疫病防控指南(试行)》以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》等相关要求，采用密闭容器盛放在平台仓库内，并及时运到岸上进行无害化处理，严禁海抛、食用、做养鱼饲料。

5.5 生态环境影响预测与分析

本项目海洋保护目标包括重要敏感区和一般敏感区，其中重要敏感区主要为生态保护红线、珊瑚礁，一般敏感区为红海湾、江牡岛、鸡心岛、三场一通道。

5.5.1 施工期对海洋保护目标的影响分析

5.5.1.1 施工期对“三区三线”中生态红线的影响分析

根据与各生态保护红线的叠图分析,本项目未占用生态保护红线,评价范围内的涉及的生态保护红线包括百安半岛重要滩涂及浅海水域(项目北侧约 3.5km)、鲗门重要滩涂及浅海水域(项目西北侧约 6.5km)、百安半岛海岸防护物理防护极重要区(项目北侧约 3.2km)、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区(项目北侧约 6.0km)。其中百安半岛海岸防护物理防护极重要区距离本项目最近,约为 3.2km。

根据施工期悬浮泥沙影响分析,养殖锚固系统固触底后投放产生的悬浮泥沙量很小,除对海底沉积物和底层水质有一定影响外,对海洋中、上层水质影响不大,而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个,铁锚投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。同时,根据海上工作平台桩基施工产生悬浮物的预测结果,海上工作平台未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区,大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.023km²,大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.097km²,且施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响养殖区范围,不会对周边生态保护红线区造成影响。从整体分布趋势看,对海域污染的范围主要是在工程周边很小的范围内,且随着施工结束,悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失,悬浮泥沙对该海域水质环境质量的影响较小,项目施工产生的悬浮泥沙扩散不会对周边生态保护红线区造成影响。施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后,经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理,不向海洋排放;含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集,施工船舶靠岸后,交有处理能力的单位进一步进行处理。生活垃圾收集后,交由环卫部门清运处理,施工废弃物能资源回收的交由回收公司回收利用,不能回收的交由环卫部门处置。因此,项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置,不向海洋排放,基本不会对生态保护红线区水质和生态环境产生影响。

此外,本项目为海上养殖,不占用海岸线,项目采用深水网箱养殖方式,网箱为透空式,间距较大,海区水动力条件较好,对海底地形地貌和冲淤环境影响很小。项目的建设符合海岸防护物理防护极重要区的管控要求,基本不会对海岸防护物理防护极重要区产生影响。

5.5.1.2 施工期对红海湾的影响分析

本项目位于红海湾农渔业区内,海上工作平台桩基施工、养殖设施锚系统固定,将改变此区域生物原有的生境,对其海洋生物资源的生存环境等造成一定的破坏,从而造

成一定的生物量损失。另外，本项目海上工作平台桩基施工、水生养殖系统锚固定将产生一定的悬浮泥沙，也将造成一定的渔业资源损失。

根据施工期悬浮泥沙影响分析，项目养殖规模比较小，铁锚固定所占面积较小，且每个锚块的投放需要定位后由绳子连接吊投，该过程比较缓慢，锚碇块主要与底质表层接触，投放过程中对泥沙扰动较小，产生的悬浮泥沙浓度小，影响范围主要集中在养殖用海区，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小；同时，根据海上工作平台桩基施工产生悬浮物的预测结果，海上工作平台未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.023km²，大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.097km²，且施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响养殖区范围，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。对项目占海和施工悬浮泥沙造成的生物量损失进行核算，进行生态补偿。施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，交由处理能力的单位进一步进行处理。生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理，施工废弃物能资源回收的交由回收公司回收利用，不能回收的交由环卫部门处置。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对红海湾农渔业区的水质和生态环境产生影响。

5.5.1.3 施工期对项目周边岛屿的影响分析

项目养殖区距离东侧江牡岛约 606m，距离西侧鸡心岛约 2.3km。

本项目打桩、投锚过程中会改变海底地形地貌，对冲淤造成一定影响，但本项目海上工作平台为高桩梁板结构，管桩采用钢管桩，对附近海域泥沙冲淤影响不大；养殖设置固定系统采用铁锚和水泥锚，采用锚定系统较小，数量较少，加之准确、合理的投放方式，项目不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变。项目养殖用海对周边海域的地形地貌与冲淤环境影响很小，对周边岛屿的影响不大。但由于项目选址与江牡岛距离较近，项目建设单位在网箱投放过程中仍需密切注意与江牡岛保留安全距离。

5.5.1.4 施工期对“三场一通道”的影响分析

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、黄花鱼幼鱼保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区及南海幼鱼幼虾保护区内。

根据施工期悬浮泥沙影响分析，项目养殖规模比较小，铁锚固定所占面积较小，且

每个锚块的投放需要定位后由绳子连接吊投，该过程比较缓慢，锚碇块主要与底质表层接触，投放过程中对泥沙扰动较小，产生的悬浮泥沙浓度小，影响范围主要集中在养殖用海区。同时，根据海上工作平台桩基施工产生悬浮物的预测结果，海上工作平台未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.023km²，大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.097km²，且施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响养殖区范围，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，交由处理能力的单位进一步进行处理。生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理，施工废弃物能资源回收的交由回收公司回收利用，不能回收的交由环卫部门处置。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对南海北部幼鱼繁育场保护区、黄花鱼幼鱼保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区及南海幼鱼幼虾保护区的水质和生态环境产生影响。

5.5.1.5 施工期对珊瑚礁的影响分析

水体浑浊将会对造礁石珊瑚生理学（如钙化、生长、光合作用效率和异养代谢等）产生重要的影响（*Rogers 1990*）。光照强度的减弱会显著影响珊瑚共生藻的光合作用效率，减少共生体能量的获取；颗粒物在珊瑚表面沉积时，造礁石珊瑚一般会通过驱赶和排放黏液的方式应对，但是这将大大增加造礁石珊瑚的能量输出；最终的结果将会对造礁石珊瑚的钙化能力和生长造成负面的影响，更严重的则会导致珊瑚群体的部分死亡或死亡（*Stafford smith 1993*）。不同珊瑚种类应对能力不同，如珊瑚可以通过增加异养代谢水平来弥补光合能量的降低，达到一个平衡（*Rosenfeld et al. 1999*）。

有研究表明，造礁石珊瑚不仅可以通过体内共生藻进行光合自养，还可以捕食水体中的浮游动物、有机颗粒物等进行异养代谢，并且不同珊瑚之间这种异养能力差异较大（*Anthony and Fabricius 2000*）。正是由于造礁石珊瑚应对沉积物的驱赶方法、耐受机理以及捕食能力的不同，从而表现出巨大的耐受能力的差异，高水体的颗粒物沉积胁迫最终将导致珊瑚种类多样性的降低和珊瑚群落结构的改变，而只留下一些耐受能力比较强的珊瑚种类。因此，水体浑浊会对造礁石珊瑚群落分布产生重要的影响。

本项目合理布局，悬浮泥沙主要为桩基施工及抛锚过程中产生的少量悬浮泥沙，产生量较小，除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，铁锚投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。另外，根据平台悬浮物预测结果图，悬浮物浓度大于 5mg/L 的包络线在项目平台周边，距离珊瑚礁位置较远，因此，项目施工期悬浮泥沙对珊瑚礁影响较小。但施工期仍应在距离珊瑚礁较近区域设置警示标，严格控制施工范围；避开避免在台风、风暴潮等不利海况条件下施工，防止悬浮泥沙扩散至附近海域珊瑚礁区域内；加强施工人员教育，注意珊瑚礁的保护。

此外，研究发现，珊瑚幼虫和一些鱼类一样，需要依靠声音辨别方向，从而寻找到栖息地。施工高噪音污染将影响到珊瑚礁的生长，因此，项目施工期应合理安排施工期，选用低噪声设备，尽可能避免高噪声设备同时施工对珊瑚礁造成的不利影响。

5.5.2 营运期对海洋保护目标的影响分析

5.5.2.1 营运期项目对“三区三线”中生态红线的影响分析

根据与各生态保护红线的叠图分析，本项目未占用生态保护红线，评价范围内的涉及的生态保护红线包括百安半岛重要滩涂及浅海水域（项目北侧约 3.5km）、鲘门重要滩涂及浅海水域（项目西北侧约 6.5km）、百安半岛海岸防护物理防护极重要区（项目北侧约 3.2km）、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区（项目北侧约 6.0km）。其中百安半岛海岸防护物理防护极重要区距离本项目最近，约为 3.2km。

本项目网箱养殖主要的影响是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，会局部增加水域污染物浓度。根据水质预测结果，项目养殖造成海水中化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L 和 0.0008mg/L，叠加环境本底值后，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均没有超过第一类海水水质标准的范围；悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L，没有超过第一类海水水质标准的范围；同时，项目产生的污染物扩散到附近的 GDN14001 国控站位浓度仍可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，不会对周边海域水质环境不会产生明显的不良影响，亦不会对 3.2km 外的生态保护红线区水质造成明显影响。

项目营运期网衣清洗不在海域范围进行，网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港，太

阳暴晒后再采用高压水枪直接冲洗，本项目清洗废水产生量较少，且清洗废水主要是冲洗网衣上的附着物，污染物浓度较低，水质简单，可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网，输送至汕尾市区西区污水处理厂处理；工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理；生活垃圾交由环卫部门处置；废弃管铁绳线边角料、废弃网衣分类收集，可回收的尽量回收综合利用，不能回收的委托具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置；养殖过程死亡的养殖鱼类应按照《水产养殖动物疫病防控指南（试行）》以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》等相关要求，及时进行无害化处理；船舶含油废水将集中收集上岸后，交由有能力处理单位处理。项目运营期产生的洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，不会对 3.2km 外的生态保护红线区水质和生态环境造成明显影响。

5.5.2.2 运营期对红海湾的影响分析

项目运营期间，网箱养殖会对红海湾农渔业区生态环境有一定的影响，会增加水体中的总氮、总磷、COD 含量，消耗溶解氧，降低透明度。根据水质预测结果，项目养殖污染物排放后在海水净化作用下，项目造成海水中化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L 和 0.0008mg/L，叠加环境本底值后，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均没有超过第一类海水水质标准的范围；悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L，没有超过第一类海水水质标准的范围；另外，项目产生的污染物扩散到附近的 GDN14001 国控站位浓度仍可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。由此可见，项目实施后工程海域产生的污染物非常小，基本不会对红海湾农渔业区水质产生大的影响。

项目运营期网衣清洗不在海域范围进行，网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港，太阳暴晒后再采用高压水枪直接冲洗，本项目清洗废水产生量较少，且清洗废水主要是冲洗网衣上的附着物，污染物浓度较低，水质简单，可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网，输送至汕尾市区西区污水处理厂处理；工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理；生活垃圾交由环卫部门处置；废弃管铁绳线边角料、废弃网衣分类收集，可回收的尽量回收综合利用，不能回收的委托具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置；养殖过程死亡的养殖鱼类应按照《水产养

殖动物疫病防控指南（试行）》以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》等相关要求，及时进行无害化处理；船舶含油废水将集中收集上岸后，交有能力处理单位处理。项目运营期产生的洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对红海湾农渔业区的水质和生态环境产生影响。

5.5.2.3 运营期对项目周边岛屿的影响分析

本项目养殖区距离东侧江牡岛约 606m，距离西侧鸡心岛约 2.3km。

本项目可充分利用江牡岛的防风浪作用，但不会占用江牡岛的岸线等自然资源，不会影响江牡岛的生态系统功能。

本项目网箱养殖为开放式养殖用海，项目养殖用海不改变海域自然属性，项目所在海区水动力条件较好，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变。项目养殖用海对周边海域的地形地貌与冲淤环境影响很小，对周边岛屿的影响不大。

但由于项目选址与江牡岛距离较近，项目建设单位在网箱投放及维护等过程中，仍需密切注意，与江牡岛保留安全距离，在此基础上，项目对江牡岛生态系统不会产生大的影响。

5.5.2.4 运营期对“三场一通道”的影响分析

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、黄花鱼幼鱼保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区及南海幼鱼幼虾保护区内。

项目营运期间，网箱养殖产生的污染物造成海水中化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L 和 0.0008mg/L，叠加环境本底值后，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均没有超过第一类海水水质标准的范围；悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L，没有超过第一类海水水质标准的范围；另外，项目产生的污染物扩散到附近的 GDN14001 国控站位浓度仍可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对和鱼类保护区造成影响。另外，项目运营期产生的洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对南海北部幼鱼繁育场保护区、黄花鱼幼鱼保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区及南海幼鱼幼虾保护区的水质和生态环境产生影响。

总的来说,项目开展网箱养殖活动,项目不进行拖鱼和捕捞等损害渔业资源的活动,基本不会对幼鱼幼虾等产生影响。

5.5.2.5 运营期对珊瑚礁的影响分析

本项目网箱养殖会增加水体中的总氮、总磷、COD 含量,消耗溶解氧,降低透明度,进而对珊瑚礁造成影响。根据水质预测结果,项目养殖污染物排放后在海水净化作用下,项目造成海水中化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L 和 0.0008mg/L,叠加环境本底值后,化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均没有超过第一类海水水质标准的范围;悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L,没有超过第一类海水水质标准的范围。另外,项目网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港,太阳暴晒后再采用高压水枪直接冲洗,清洗废水产生量较少,污染物浓度较低,水质简单,可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池,接入市政污水管网,输送至汕尾市区西区污水处理厂处理;工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸,生活污水收集上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理;生活垃圾交由环卫部门处置;废弃管铁绳线边角料、废弃网衣分类收集,可回收的尽量回收综合利用,不能回收的委托具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置;养殖过程死亡的养殖鱼类应按照《水产养殖动物疫病防控指南(试行)》以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》等相关要求,及时进行无害化处理;船舶含油废水将集中收集上岸后,交有能力处理单位处理。项目运营期产生的洗网废水、生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置,不向海洋排放,不会对周边水质和生态环境产生明显影响。

一般波浪和海流有利于造礁珊瑚的生长,但大浪会折断珊瑚躯干和枝体或将生长珊瑚的砾石翻动,使珊瑚体被碾碎或反扣砾下,或被碎屑物覆盖而死亡。如果流速较低,水交换量较小,不利于沉降悬浮物流动分散和清除,不利于珊瑚生长,反之流速过大会减小珊瑚附着机会,降低该区域的珊瑚补充量。而潮汐限制了其生长空间的上限而具有特殊温盐结构的上升流经常出现的地方对珊瑚的生长一般也有良好的影响。根据项目对水动力环境影响分析,由于项目为开放式用海和透水构筑物用海,不会对海域水流产生阻滞作用,基本不会改变海域自然属性,项目对附近海域流场影响不大。

此外,根据前文地形地貌与冲淤模拟结果,项目建设后对海域冲淤环境的影响主要集中在项目附近,养殖工程实施后,养殖区附近海域最大冲淤厚度约为 $\pm 0.07\text{m/a}$,因此,项目建设后不会明显改变珊瑚礁的生境,不会对珊瑚礁产生影响。

5.6 环境风险预测与分析

5.6.1 环境风险事故识别

本项目建设的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害。另一方面是用海项目自身引起的突发事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期和运营期。

自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋、风暴潮、暴雨和地震等自然灾害所产生，自然灾害会给工程施工期及运营期带来船舶碰撞等风险。依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的适用范围，不包括人为破坏及自然灾害引发的事故，因此，自然灾害引发的事故，不在本评价范围内。

本项目的环境风险主要来自项目自身引起的突发事件，包括项目施工船舶和运营期进出码头和养殖区工作船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、加之轮机失控，造成船舶触礁、搁浅或与其他过往船舶发生碰撞事故，有可能发生单方或双方船体的燃料油舱破损导致燃油溢出事故。

因此，本项目的环境风险为船舶溢油事故对海洋环境的影响和损害。

5.6.2 事故概率分析

码头与船舶航行时发生风险事故的概率是指在特定的时间内，事故可能出现的次数。本评价采用资料类比法，在统计分析国内外溢油事故的类型和规模的基础上，分析本项目不同类型和规模的溢油事故发生概率。

（1）ITOPF船舶污染事故统计与分析

据ITOPF（International Tanker Owners Pollution Federation Ltd）1970年~2020年统计资料，50年间发生油品船舶泄漏事故1万多次，其中泄漏量大于700t的事故次数为466次，7~700t的事故次数1381次，泄漏量小于7t的事故大于80%。

根据表5.6-1、表5.6-2，7~700t溢油事故以碰撞导致的事故数量最多，占26.5%；其次是搁浅，占19.6%；大于700t的事故中，以搁浅和碰撞导致的居多，分别占32.2%、29.8%。

表 5.6-1 7~700t 溢油事故原因统计（1970 年~2020 年）

| 事故原因 | 装货/卸货 | 加油 | 其他操作 | 未知 | 合计 |
|------|-------|----|------|-----|-----|
| 碰撞 | 5 | 0 | 61 | 300 | 366 |
| 搁浅 | 0 | 0 | 27 | 244 | 271 |
| 船体受损 | 37 | 4 | 15 | 45 | 101 |

| | | | | | |
|--------|------|-----|------|------|------|
| 设备故障 | 148 | 7 | 18 | 39 | 212 |
| 火灾/爆炸 | 9 | 0 | 15 | 26 | 50 |
| 其他 | 98 | 13 | 39 | 28 | 178 |
| 未知 | 99 | 9 | 14 | 81 | 203 |
| 合计 | 396 | 33 | 189 | 763 | 1381 |
| 占比 (%) | 28.7 | 2.4 | 13.7 | 55.2 | 100 |

表 5.6-2 大于 700t 溢油事故原因统计 (1970 年~2020 年)

| 事故原因 | 抛锚 (内陆/限制陆域) | 抛锚 (开放水域) | 在航 (内陆/限制区域) | 在航 (开放水域) | 装货/卸货 | 加油 | 其他操作事故/未知 | 合计 |
|--------|--------------|-----------|--------------|-----------|-------|-----|-----------|-----|
| 碰撞 | 7 | 5 | 35 | 67 | 2 | 0 | 23 | 139 |
| 搁浅 | 5 | 1 | 46 | 68 | 2 | 0 | 28 | 150 |
| 船体受损 | 2 | 1 | 0 | 49 | 0 | 0 | 8 | 60 |
| 设备故障 | 0 | 0 | 0 | 6 | 11 | 0 | 1 | 18 |
| 火灾/爆炸 | 2 | 2 | 1 | 25 | 13 | 1 | 9 | 53 |
| 其他 | 2 | 0 | 0 | 16 | 8 | 0 | 7 | 33 |
| 未知 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 6 | 13 |
| 合计 | 18 | 9 | 82 | 232 | 42 | 1 | 82 | 466 |
| 占比 (%) | 3.9 | 1.9 | 17.6 | 49.8 | 9.0 | 0.2 | 17.6 | 100 |

(2) 中国近海沿岸海洋溢油事故统计

根据《中国近海沿岸海洋溢油事故研究》(陈勤思 胡松, 海洋开发与管理2020年第12期P49-53), 据统计, 1974年~2018年我国近海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。

在溢油事故次数方面:

①1974年~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年~1994年事故次数明显增加, 1994年~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年~2018年为事故低发期, 其中2014年~2017年事故次数为0。

②1974年~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年~1995年和2006年~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年~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%。

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。

根据上述结果，将溢油事故的原因分为非船舶源溢油、船舶碰撞溢油和其他船舶事故溢油3个部分，进一步分析各种原因导致溢油事故次数的年际变化，并作阶段性统计。结果表明：

①船舶碰撞溢油和其他船舶事故溢油的发生次数均呈先增后减的态势，其中船舶碰撞溢油在2000年~2009年发生次数最多（26次），其他船舶事故溢油在1990年~1999年发生次数最多（18次）；

②船舶源溢油一直是海洋溢油事故发生的主要原因，但2010年后发生次数显著减少，态势得到有效控制；

③非船舶源溢油发生次数较少，1980年~1989年最高达到7次，之后保持在4次左右，且未见改善。

（3）广东海域海洋溢油事故统计

收集广东省海事局2007年~2011年度近5年的溢油资料作类比分析，统计如表5.6-3所示。

统计结果显示，这五年，广东省共发生船舶污染事故44起，其中操作性事故24起（包括加油事故、装卸事故和误排机舱水事故），海损性事故19起，其他事故1起。事故发生在港内的居多，占63.6%；其次为近海，占22.7%；发生在锚地和其他区域的各3起。

溢油量以小于10t的居多，共36起，占81.8%；10t~50t、100t~500t的各3起，各占6.8%；500t~1000t、1000t~10000t的各1起，各占2.3%。其中海损性事故（共19起）中，沉没6起，占31.6%；碰撞5起，占26.3%；触礁、触损和船体破损各2起，各占10.5%；搁浅、火灾爆炸各1起，各占5.3%。操作性事故中（24起），由装卸作业导致的共15起，加油作业导致的2起，其他作业导致的7起，分别占62.5%、8.3%、29.2%。

已知溢油量的海损性事故，溢油量为0.003t~1755t，平均溢油量142.5t。操作性事故溢油量为0.006t~3t，平均0.5t。

统计结果显示,广东省溢油污染事故发生概率为8.8次/a,其中10t以下事故的发生概率为7.2次/a,10t~50t、100t~500t、500t~1000t、1000t~10000t事故发生概率分别为0.6次/a(约1a一遇)、0.6次/a(约1a一遇)、0.2次/a(5a一遇)、0.2次/a(5a一遇)。

表 5.6-3 广东辖区 2007 年~2011 年船舶水上污染事故分析表

| 统计年份 事故类型 | | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 | 合计 |
|--------------|-------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | | 操作性事故 | 12 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| 事故类型 | 海损性事故 | 6 | 4 | 5 | 4 | 0 | 19 |
| | 其他/未知 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 小计 | 18 | 9 | 7 | 9 | 1 | 44 |
| | 事故地点 | 港内 | 13 | 6 | 4 | 5 | 0 |
| 事故地点 | 航道 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 锚地 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| | 近海 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| | 其他/未知 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| | 小计 | 18 | 9 | 7 | 9 | 1 | 44 |
| | 溢油量 | 小于 10t | 17 | 8 | 4 | 6 | 1 |
| 10t~49t | | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 50t~99t | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 100t~499t | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 500t~999t | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1000t~9999t | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 10000t 以上 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 未知 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 小计 | | 18 | 9 | 7 | 9 | 1 | 44 |
| 海损性 事故类型 | 碰撞 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 5 |
| | 搁浅 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 触礁 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 触损 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| | 沉没 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 6 |
| | 火灾/爆炸 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|----|
| 船体破损 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 其他/未知 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 小计 | 6 | 4 | 5 | 4 | 0 | 19 |

5.6.3 溢油模型

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)和《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017),对本项目可能的船舶溢油风险进行预测与分析。

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} —油膜面积, $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$, R_{oil} 为油膜直径;

K_a —系数;

t —时间;

油膜体积为 $V_{oil} = \pi R_{oil}^2 \cdot h_s$;

h_s —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} —油粒子总漂移速度;

c_w —风漂移系数，取值一般为 0.03~0.04 之间；

U_w —水面上 10m 处的风速；

U_s —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 α 方向上可能的扩散距离 S_α 可表示为：

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \cdot \sqrt{6D_\alpha \cdot \Delta t_p}$$

式中， $[R]_{-1}^1$ —-1 到 1 的随机数；

D_α — α 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：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot P_i^{SAT} / RT \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \cdot [m^3 / m^2 s]$$

式中， N —蒸发率；

k_e —物质输移系数；

P^{SAT} —蒸汽压；

R —气体常数；

T —温度；

M —分子量；

ρ —油组分的密度；

i —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：

$$D = D_a \cdot D_b$$

式中， D_a —进入到水体的分量；

D_b —进入到水体后没有返回的分量。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oi}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

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：

$$\frac{dV_{di}}{dt} = K_{Si} \cdot C_i^{sat} \cdot X_{moli} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil}$$

式中， C_i^{sat} —组分 i 的溶解度；

X_{moli} —组分 i 的摩尔分数；

M_i —组分 i 的摩尔重量，

K_{Si} —溶解传质系数。

5.6.4 溢油模拟预测输入条件

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，模型计算时间为 2025 年 4 月 15 日 00:00~2025 年 4 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。

1、油种和油量

本项目在江牡岛西侧海域进行开放式海上养殖，项目建设及营运期间不会产生有毒有害及可燃和易燃的危险品物质，项目主要风险物质为施工期、运营期船舶所用的燃料柴油。

根据工程资料，本项目施工期吨位最大的为 1000t 平板驳，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)，水运工程建设项目的最大可能水上溢油事故溢油量，按照代表船型一个货油边仓或燃料油边仓的容积确定。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017) 附录 C，本项目施工期吨位最大的为 1000t 平板驳，小于 5000t，则燃油总量不超过 245m³，单舱燃油量不超过

31m³，本项目吨位最大的1000t平板驳单舱燃油量按照31m³计算，则最大水上事故溢油量26.35t。

项目运营期均为小型船，吨位最大的为辅助渔船，吨位约为300t，水上事故溢油量取单艘辅助渔船最大存在量，即25.5t。

本项目综合考虑，仅对溢油量较大的施工期船舶溢油风险进行预测与分析，溢油量26.35t。

2、溢油发生点

发生溢油事故的可能位置选取靠船桩附近。

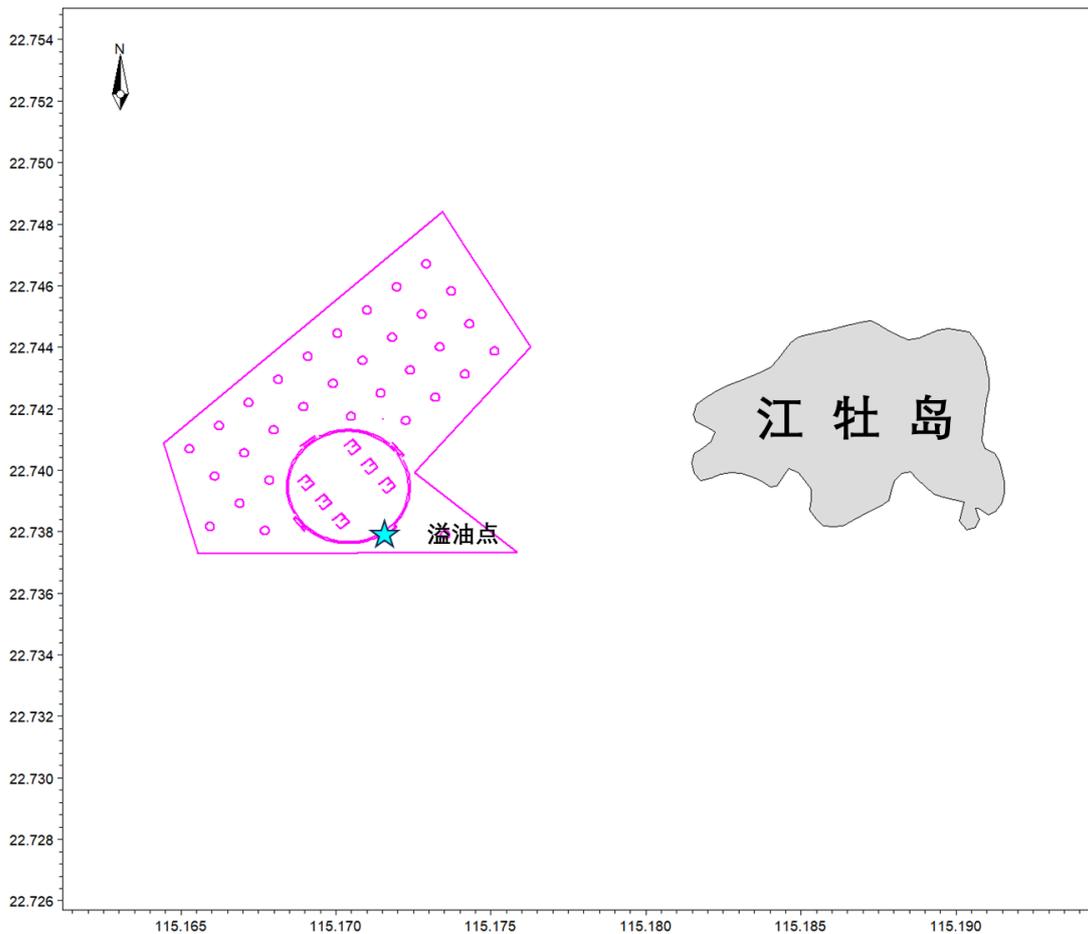


图 5.6-1 D 区养殖区溢油发生点位置

5.6.5 预测工况

根据汕尾气象站近20年（2001年~2020年）的风速和风向频率数据，养殖区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2.2m/s，夏季常风向为西南向风（SW向），风速为2.6m/s。考虑养殖区东北侧为汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，因此不利风向取SSW风向，不利风速取为六级风的最大值，约为13.8m/s。

结合本项目实际情况，预测以燃料油作为油品的主要代表，并假设1h内漏完，以

大潮作为主要的潮流形式，溢油发生时刻分涨潮初期和潮初期两种时刻。模拟工况组合情况见下表：

表 5.6-4 溢油预测工况一览表

| 事故类型 | 泄漏点 | 泄漏种类 | 泄漏规模 | 风向 | 风速 | 潮期 |
|----------|------------------------------------|------|--------|--------------|--------|------|
| 溢油事故 | 靠船桩 115.171562°E 22.737840°N | 柴油 | 26.35t | 冬季主导风向 NE | 2.2m/s | 大潮涨初 |
| | | | | | | 大潮落初 |
| | | | | 夏季主导风向 SW | 2.6m/s | 大潮涨初 |
| | | | | | | 大潮落初 |
| 不利风向 SSW | 13.8 m/s | 大潮涨初 | | | | |

5.6.6 预测结果

预测结果表明，养殖区发生泄漏事故时，油膜的扩展轨迹受风和潮流的共同影响，会对本项目周边海域及海岸造成一定的影响。油膜最大漂移距离、扫海面积统计见表 5.6-5、表 5.6-6。

1、冬季 NE 风情况下

冬季风作用下，涨潮时，油粒子在风和涨潮流的作用下向西扩散，油粒子在 17h10min 后一部分油粒子开始抵岸吸附，一部分油粒子继续向西扩散，48h 油膜扫海面积最大为 44.75km²。落潮时油粒子一路向西南方向扩散，48h 扫海面积最大为 32.45km²。

2、夏季 SW 风情况下

夏季风作用下，涨潮时，油粒子在风和涨潮流的作用下向东北方向扩散，油粒子在 1h15min 后油粒子开始抵达江牡岛，在 18h50min 后一部分油粒子开始抵岸吸附，一部分油粒子继续向东扩散，油膜扫海面积最大为 74.88km²。落潮时油粒子向东北方向扩散，油粒子在 1h10min 后油粒子开始抵达江牡岛，12h 内全部抵岸吸附，油膜扫海面积最大为 0.52km²。

3、不利风 SSW 风情况下

在不利风 SSW 风和涨潮流的作用下，油粒子一路向北扩散，由于风速较大，油膜破碎衰减也较快，1h50min 后到达汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，2h30min 后开始抵岸吸附，油膜扫海面积最大为 7.94km²。

表 5.6-5 溢油事故预测工况一览表

| 风况 | 溢油持续时间 | 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 ²) | 扩散面积 (km ²) | 残余油量 (t) | 最大漂移距离 (km) | 扫海面积 (km ²) | 扩散面积 (km ²) | 残余油量 (t) |
| NE (平均风速 2.2m/s) | 12h | 11.51 | 31.25 | 2.36 | 18.25 | 13.42 | 21.23 | 2.15 | 19.19 |
| | 24 h | 16.46 | 39.94 | 2.97 | 12.57 | 16.87 | 32.45 | 2.58 | 14.03 |
| | 48 h | 16.87 | 44.75 | 6.49 | 7.63 | 16.87 | 32.45 | 6.87 | 8.44 |
| SW (平均风速 2.6m/s) | 12h | 11.16 | 24.36 | 1.58 | 21.08 | 1.09 | 0.52 | 0 | 22.54 |
| | 24 h | 18.66 | 51.92 | 2.27 | 15.64 | 1.09 | 0.52 | 0 | 22.51 |
| | 48 h | 27.93 | 74.88 | 8.34 | 9.27 | 1.09 | 0.52 | 0 | 22.50 |
| SSW (不利风速 13.8m/s) | 12h | 12.36 | 7.94 | 0 | 20.73 | — | — | — | — |
| | 24 h | 12.36 | 7.94 | 0 | 19.87 | — | — | — | — |
| | 48 h | 12.36 | 7.94 | 0 | 19.54 | — | — | — | — |

表 5.6-6 油膜到达敏感目标时间

| 编号 | 敏感目标 | 风向 NE (风速 2.2m/s) | | 风向 SW (风速 2.6m/s) | | 风向 SSW (风速 13.8m/s) |
|----|----------------|-------------------|------|-------------------|---------|---------------------|
| | | 涨潮期 | 落潮期 | 涨潮期 | 落潮期 | 涨潮期 |
| | | 到达时间 | 到达时间 | 到达时间 | 到达时间 | 到达时间 |
| 1 | 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区 | — | — | — | — | 1h50min |
| 2 | 自然岸线 | 17h10min | — | 18h50min | 12h | 2h30min |
| 3 | GDN14001 | — | — | — | — | — |
| 4 | 鸡心岛 | — | — | — | — | — |
| 5 | 江牡岛 | — | — | 1h15min | 1h10min | — |

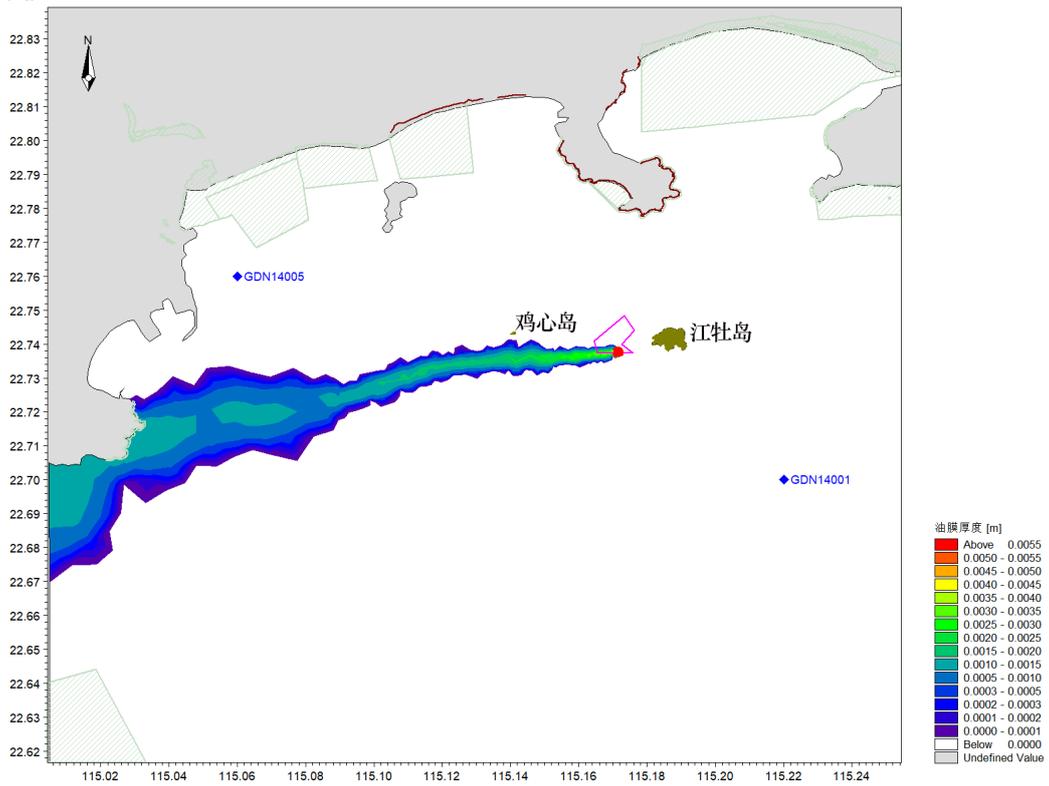


图 5.6-2 冬季大潮涨潮溢油扫海图 (NE 风向, 2.2m/s)

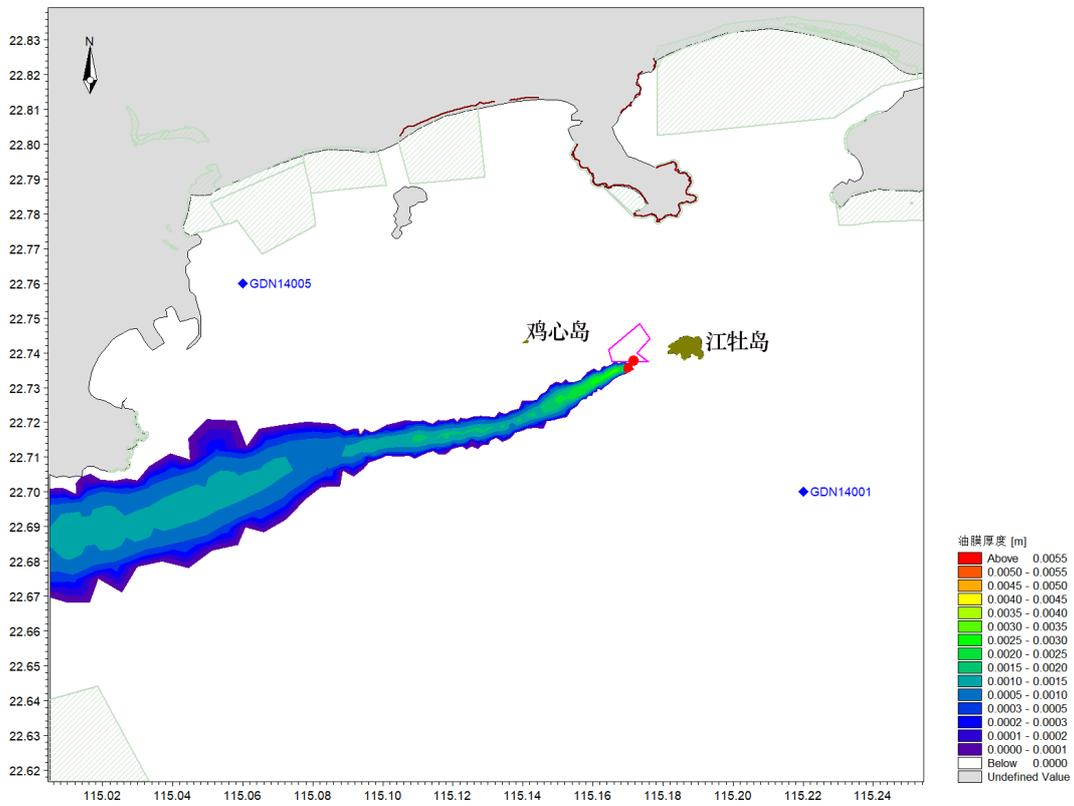


图 5.6-3 冬季大潮落潮溢油扫海图 (NE 风向, 2.2m/s)

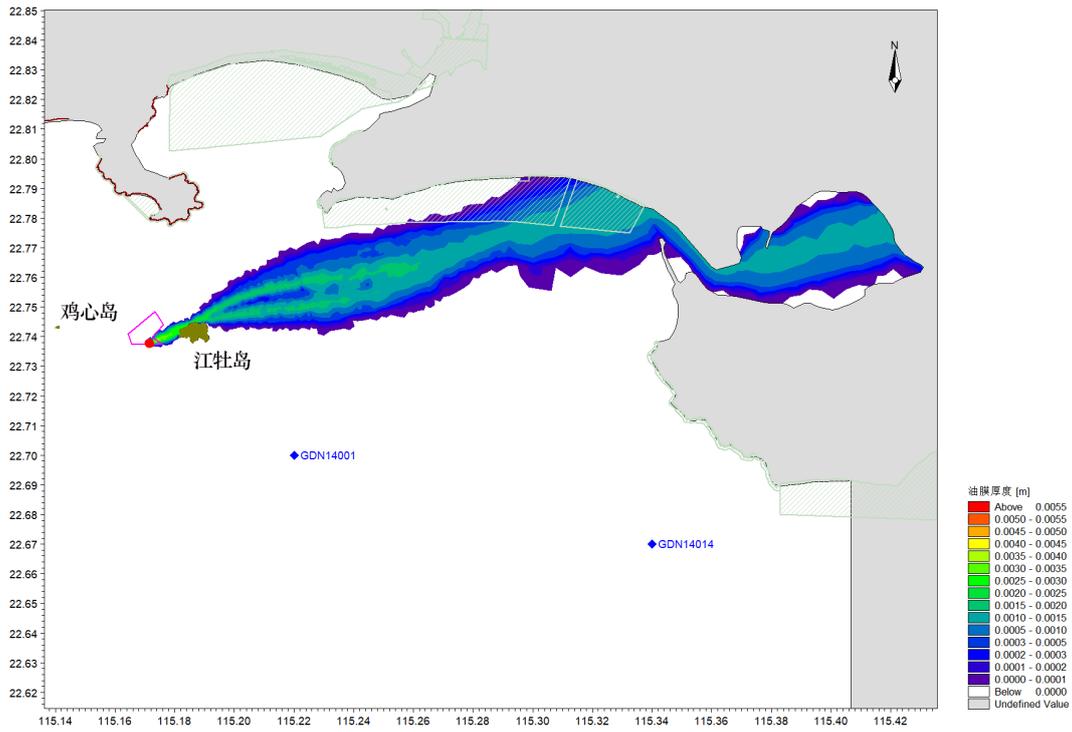


图 5.6-4 夏季大潮涨潮溢油扫海图 (SW 风向, 2.6m/s)

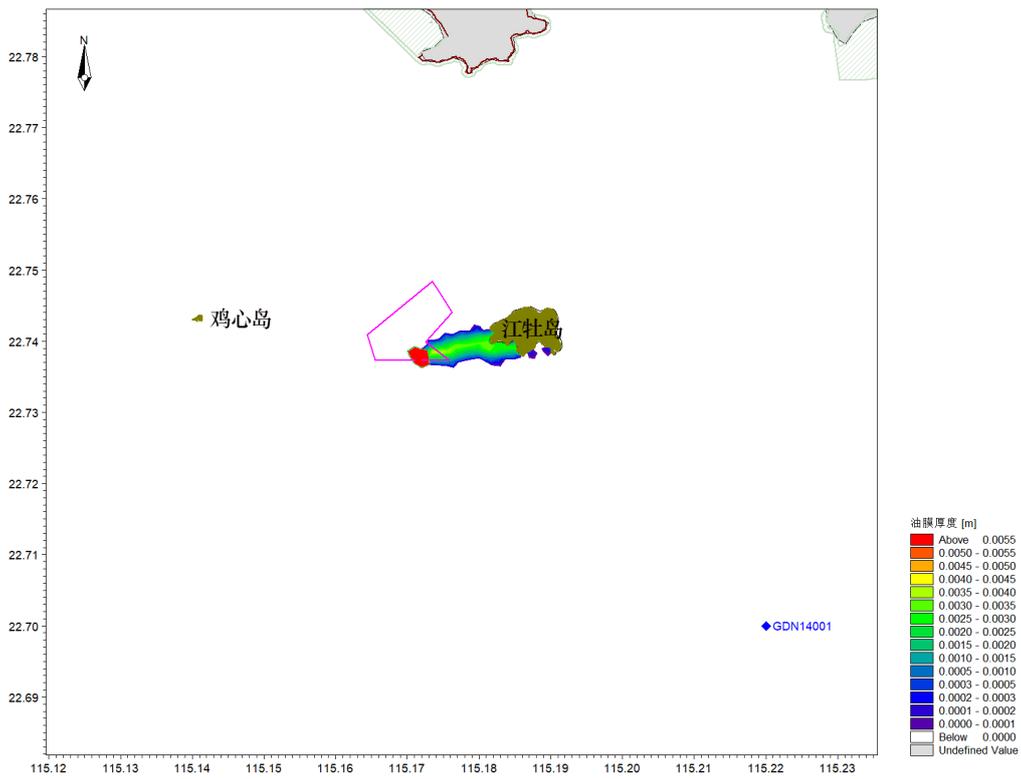


图 5.6-5 夏季大潮落潮溢油扫海图 (SW 风向, 2.6m/s)

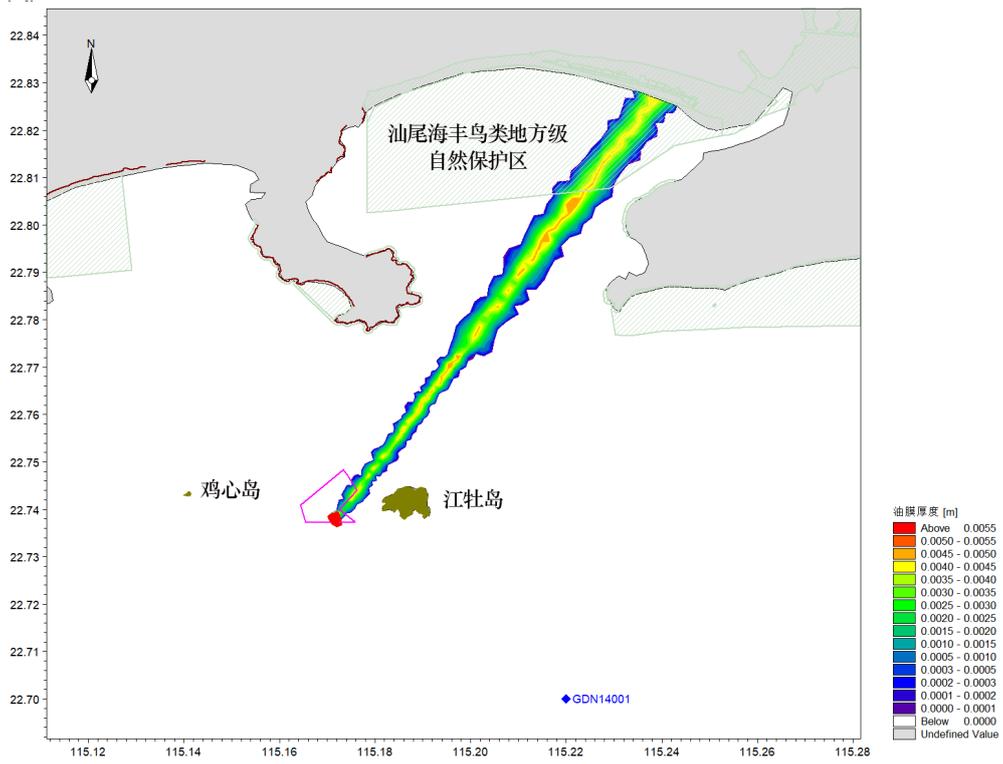


图 5.6-6 不利风大潮涨潮溢油扫海图 (SSW 风向, 13.8m/s)

6 环境保护措施及其可行性论证

6.1 海洋生态环境保护措施

6.1.1 施工期

(1) 加强施工期的监督管理，严格控制施工范围，养殖网箱应严格按照确定的用海范围，精准布放，减少对海床的扰动。

(2) 优化平面布局，使平台区、网箱养殖区尽可能的远离珊瑚礁区域，降低对珊瑚礁的影响。

(3) 合理安排施工计划，根据季节性海流条件，优化调整作业区施工计划，将重点悬浮泥沙产生作业环节尽量安排在风浪相对小、潮流相对弱等不利于悬浮泥沙扩散的潮期内，减少施工过程中产生的悬浮泥沙对周边海域的影响。

(4) 养殖网箱的铁锚投放应由经验丰富的专业操作人员进行，配合精确的定位控制，尽量减少铁锚刮擦海床走行距离和锚具对海床的刮擦强度，降低抛锚悬浮沙对海床表层沉积物的扰动。

(5) 尽量避免在本项目所在海域主要经济鱼类的产卵期(3月~5月)进行施工作业；选用低噪声设备，优化施工方案，打桩作业前根据场址详勘成果，逐桩细化沉桩要求，并合理选择打击力度。打桩施工前，应首先对鱼类安全距离范围内实施驱鱼，或采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，以驱使鱼类离开施工水域远离项目；作业尽量由经验丰富的施工队伍和操作人员进行，辅以精确的设备控制，提高打桩作业施工质量和作业效率，最大程度减少扰动时间和扰动强度；同时，应尽量缩短工期，最大限度降低对扰动范围，以减轻施工可能带来的对海洋生物的影响。

(6) 施工期加强固体废物管理，严禁向海域内随意排放和丢弃污染物，避免对海洋生态环境造成影响。

(7) 施工期船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集后上岸处理，不得排海。

(8) 所有施工船舶含油污舱底油污水，收集上岸后委托有能力的处理单位处理，不得在工程附近海域内排放。

(9) 制定完善的环境风险应急措施，发生燃油泄漏事故及其他导致水质不达标事故时，及时治理，降低石油类及其他污染物入海对海洋生态环境的影响。

(10) 开展施工期环境监测，施工过程中需密切注意施工区域及其周边海域的水质变化，如发现因施工引起海水水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

(11) 施工作业期间所有施工船舶须按照交通运输部信号管理规定显示信号，在工程区附近设置相应的警示浮标和警示牌，当有船舶通过时，提前采取避让的措施。另外，施工时应专门船只进行监护，避免施工船舶进入航道影响过往船舶航行。

6.1.2 营运期

(1) 网箱养殖区域不得超出批准的养殖用海范围；合理控制养殖规模、密度；选择健康的鱼苗投放；科学投饵，提高饵料利用率，减少饵料散失，从而降低残饵产生量；根据养殖监控数据反馈，调节养殖规模，实现养殖的动态控制。

(2) 本项目养殖过程中不添加药剂，将疾病防控重心前移，在鱼类养殖过程中，通过定期在饲料中添加适量维生素或乳酸菌制剂，可有效调节肠道菌群平衡，改善消化吸收功能，从而达到预防消化道疾病、增强机体免疫力的健康管理目标。利用监控设备每日观察鱼群摄食情况，快速判断其健康水平。

(3) 定期检查、维护养殖设施，及时更换破损绳索、网衣等，避免跑锚、养殖设施移位，对海洋生态环境及通航造成不利影响。

(4) 关注养殖区域及周边水域的水质变化，落实环境跟踪监测项目，防止污染所在海域水环境。对项目及其周边的海洋生态环境进行跟踪监测，掌握海洋生态环境的发展变化趋势，以便及时采取相应的调控措施。

6.2 水环境影响减缓措施

6.2.1 施工期水环境影响减缓措施

(1) 船舶施工人员生活污水：船舶施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理。

(2) 施工期含油污水：本项目含油废水主要有施工船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，交有能力处理单位处理。

(3) 施工产生的悬浮泥沙降低措施

A) 合理制定施工计划，尽量缩短工期，减少网箱锚固及沉桩时施工产生的悬浮物对水质的影响。项目施工必须避开繁殖期和幼鱼、幼虾生长期等生长繁育关键阶段，因此需做好施工时间安排。

B) 应采用先进的施工工艺和设备, 合理安排施工顺序和进度, 选择中、小潮、海况好的时间, 文明施工, 以减小底泥扰动的影响范围。

C) 建立严格的施工操作制度, 开工前应对施工设备, 做好施工设备的日常维修检查工作。

D) 提高防患意识, 密切关注天气预报, 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。

6.2.2 运营期水环境影响减缓措施及可行性分析

1、水环境影响减缓措施

(1) 网箱养殖污染防治措施

网箱养殖易造成水体的富营养化, 增加水体中有机质的含量, 降低透明度和溶氧量, 从而影响鱼类生长和食用品质。针对上述问题, 提出以下几点污染防治对策:

1) 合理布设网箱

进行网箱养殖, 首先要选取合理的水域, 禁止在旅游区、主航道和锚地区投放网箱, 并尽可能在自净能力强的水域布设, 而且要考虑底质类型、水位变化、水流等方面的因素。底质类型不同, 对污染物的吸附和释放能力也不同, 砂质底质在释放污染物方面大于粉砂和粘土, 所以应为首选。并且要选择水流畅通, 流速达 0.5m/s 的水域。另外水位变化不宜过于剧烈, 一般为 1~2m。水不能太浅 (>8m), 要保证箱底始终不接触底泥, 以便箱内残饵及鱼的粪便随时排出箱外。

本项目网箱养殖区水域水深大于 10m, 位于红海湾海域, 黄江入海河口下游、水体交换自净能力较好, 水流畅通, 箱底距离海底大于 2m, 有利于养殖污染的净化, 可满足养殖要求。

2) 控制网箱养殖规模

对网箱设置数量的多少要根据海区情况及养殖容量的调查研究进行, 在合理的范围内养殖生产, 以减少养殖自身污染的发生。为了确定其养殖容量, 了解网箱养殖对环境影响的效应, 必须对养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究。

根据现有网箱养殖技术, 养殖密度大概为 40 尾/m³~50 尾/m³ 之间。本项目网箱养殖密度大约为 8 尾/m³~30 尾/m³, 低于现有行业内一般的养殖密度, 因此, 本项目已在较大程度上控制了养殖的规模和密度, 进行生态养殖, 控制养殖污染。

3) 优化养殖环境

在养殖过程中, 必须保持养殖海域的良好环境, 如使用防污网衣, 洗网换网, 以减

少网衣附着生物的危害；保持网箱内水流畅通，营造良好的养殖环境。

4) 缩短养殖时间

研究表明，长期（一般 5 年以上）网箱养殖会使营养盐对其间海水造成污染，而短期养殖则影响较小。本项目养殖期限仅为 1 年，养殖时间较短，网箱养殖污染的影响也会较小。

5) 选择合适的饵料，正确进行投喂，避免饲料浪费对水体造成污染

本项目养殖品种选用优质配方的浮性饲料，有效减少饲料中氮的排泄。在投喂方式上，尽量避免一次投放大量饵料的情况，采用多次少量投料的方法，投料后观察海上漂浮饵料的情况和鱼类捕食情况，使投放的饵料基本上能全部被鱼类捕食，减小饵料浪费带来的养殖污染。

6) 加强水质监测和养殖管理

在海上工作平台安装网箱养殖自动水质监测设备，密切注意养殖区域及周边水域的水质变化。如发生鱼类等死亡现象，应尽快将死亡个体从养殖网箱清理到工作船上，转送到陆地进行无害化处理，严禁直接在海上抛弃。做好日常养殖巡查、监视监测工作，一旦发生异常，应立即通知相关主管部门和技术单位进行相应的处理。

(2) 生活污水

海上工作平台作业人员生活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理。

(3) 船舶污水

本项目营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，交有能力处理单位处理。

2、可行性分析

工作船舶的含油污舱底油污水收集上岸后，委托有能力的处理单位处理，不得在工程附近海域内排放；项目网衣从网箱中移出后转移到马宫渔港，太阳暴晒后再进行清洗，清洗废水产生量较少。根据收集到的相关资料，马宫渔港属于综合性港口渔业港区，总体面积 50 万 m^2 ，水域面积 40 万 m^2 ，码头长 1340m，配套有渔业基础设施、海产品交易区，码头面积较大，负责整个码头渔业的装卸、转运等业务，收集池有足够容积可容纳本项目产生的少量清洗废水。且本项目清洗废水水质较为简单，污染物浓度较低，因此本项目网衣清洗废水可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网，输送至汕尾市区西区污水处理厂处理，不排入海域；工作人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集后在马宫渔港码头上岸后经专用污水运输

车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理，不得排海。由此可见，本项目外排废水主要为网衣清洗废水和工作、人员生活污水，其中，网衣清洗废水量约为 $205.2\text{m}^3/\text{a}$ ，单日最大产生量约为 $13.5\text{m}^3/\text{d}$ （按照每日清洗 10 个网衣计）；生活污水产生量约为 $2.42\text{m}^3/\text{d}$ 。则本项目日最大污水排放量为 $15.92\text{m}^3/\text{d}$ ，占剩余西区污水处理厂污水处理规模（ $15000\text{t}/\text{d}$ ）的 0.1061%，因此，项目废水纳入汕尾市西区污水处理厂处理在水量上可行。

西区污水处理厂位于汕尾市城区通航路霞洋村靠海地段（ $115^{\circ}19'56.2943''$ ； $22^{\circ}47'20.6603''$ ），占地面积为 48000 平方米，总设计规模为 $50000\text{m}^3/\text{d}$ 。汕尾市建设局委托环评单位编制《汕尾市区污水处理厂工程环境影响报告书》并于 2002 年获得环评批复（汕环函〔2002〕18 号）。污水厂于 2010 年建设完成并投入正式运行，获得环保验收批复（汕环函〔2010〕92 号）。污水厂于 2019 年获得排污许可证（证号：91441500688666133N001Z）。目前日处理污水量约为 $35000\text{m}^3/\text{d}$ ，其污水收集范围为海滨大道包围着的已建城区，汕尾大道以西，山河以南，是排水合流片区。马宫渔港在该污水处理厂纳污范围内。

本项目网衣清洗在马宫渔港内进行，清洗废水水量较少，废水中主要为网衣上的附着物，它们来自海洋，污染物浓度较低，水质简单，其水质可达到广东省地方标《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准及汕尾市西区污水处理厂设计进水水质的较严者的要求，可与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池，接入市政污水管网。另外，本项目生活污水水质简单，水质亦可达到广东省地方标《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准及汕尾市西区污水处理厂设计进水水质的较严者的要求直接拉运至污水处理厂。汕尾市西区污水处理厂采用 A^2/O 微曝氧化沟为主体工艺，尾水排放指标稳定，达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准的较严值的要求，最终汇入汕尾港。

综上所述，项目排放的综合废水从水质和水量方面分析，排入汕尾市西区污水处理厂进行处理是可行的。汕尾市西区污水处理厂总体运行良好，出水水质稳定，可以稳定达标排放，不会对汕尾港的水质造成影响。

6.3 大气环境保护措施

6.3.1 施工期大气污染防治措施

施工过程中的大气污染物主要来源于施工船舶产生的废气，其污染因子主要为 SO_2 、

CO、NO_x等，均为无组织排放。为减轻对环境空气的影响，应采取以下措施：

(1) 施工船投入作业前，检查作业船舶相关型式检验参数文件，船舶燃料需选择低硫燃油，并留存供油单被查，确保船舶排放废气符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）的相关要求。

(2) 应选用先进的施工机械和设备、采用清洁燃油，并加强对施工船舶的维修保养，使其排放的废气符合国家有关标准。

(3) 对施工的船舶设备进行管理，定期检查设备是否合格，尽量减少施工设备产生的燃油废气。

6.3.2 运营期大气污染防治措施

本项目运营期产生的废气主要有船舶、机械等燃油废气以及商品成鱼收获上岸后产生的臭气，本项目大气污染防治主要采取以下几方面措施：

(1) 工作船舶、机械使用的燃料应使用符合标准的燃油，加强对船舶的日常维修保养。

(2) 商品成鱼收获上岸后，直接出售至第三方收购公司转运，一般使用厢式卡车进行海鲜产品运输，运输过程为封闭环境，可有效减轻臭气对环境造成的影响。

6.4 声环境保护措施

6.4.1 施工期声环境影响减缓措施

本项目施工噪声主要污染环节是施工作业机械的机械噪声和船舶、交通车辆的交通噪声。拟采取的环保措施和建议如下：

(1) 优先选取低噪声、低振动的施工机械和船舶，对于高噪声设备使用消声器，消声管、减震部件等方法降低噪声。

(2) 改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动。

(3) 闲置的设备应予以关闭或减速。

(4) 做好施工机械和船舶的调度和交通疏导工作，严格控制船舶鸣笛，降低噪声影响。

(5) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减少因机械磨损而增加的噪声。

(6) 施工单位应合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，尽量减少同时运行动力机械设备的数量，尽可能使动力机械设备均匀地使用，并避免在同一时间

使用大量高噪音设备。

(7) 采用预制桩，减少现场打桩时间；改进桩锤，比如加消声罩或噪声衬垫，能有效降低噪声；采用预钻孔辅助沉桩等新工艺，减少直接冲击。

(8) 打桩施工前，应首先对鱼类安全距离范围内实施驱鱼，或采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，以驱使鱼类离开施工水域远离项目。

(9) 加强员工环境保护意识教育，做到文明施工。

6.4.2 营运期噪声控制措施

项目营运期噪声源主要来自于投饵船、工作船行驶，拟采取以下污染防治措施：

(1) 加强投饵船、工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声。

(2) 投饵船、工作船安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭，不得乱鸣。

6.5 固体废物环境保护措施

6.5.1 施工期固体废物处置措施

施工期产生的固体废物主要由施工人员产生的生活垃圾及施工过程中的建筑材料构成。固体废物作为一种累积性污染物，若不加以妥善处理处置或随意堆放，将会对周围环境造成污染，因此对固体废物的处置是重要的环保措施。

(1) 强化施工期的环境管理，倡导文明施工。施工期间产生的建筑、生活垃圾不得随意堆放和抛弃，应定点堆放收集、及时清运。禁止向海域随意倾倒垃圾和废弃材料。

(2) 废弃模板、塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用。

(3) 船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

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，具有合理可行性。

6.5.2 营运期固体废物处置措施

根据工程分析，营运期间的固体废弃物污染源主要为生活垃圾、废弃养殖材料。建议采取以下措施降低污染物对海洋环境的影响。

(1) 在工作船舶上的工作人员产生的生活垃圾集中收集上岸，打包后交由环卫部门处置；

(2) 废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃；

(3) 网衣清洗产生的附着物全部收集后交由有相应接受处理能力的环保服务公司统一外运处置；

(4) 养殖过程产生的死鱼按规范要求进行无害化处理。

6.6 环境风险防范措施及其可行性分析

6.6.1 养殖病害、外来物种入侵风险防范措施

1、养殖病害风险防范措施

养殖鱼类病害主要是微生物性病原体引起的，感染原因多种，主要是海区病原体繁殖导致养殖病害蔓延。具体防护措施如下：

(1) 控制养殖密度，保障水体流通。

(2) 严格落实环境保护措施，船舶固体废物及船舶污水应及时收集处置，不得在海区随意排放。

(3) 选择健康鱼苗，选购种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形的鱼苗，进行健康监测，以确认鱼苗的健康程度。

(4) 做好养殖病害预防，加强日常监管，及时、妥善处置病害鱼类，防止病害扩散。

养殖鱼类若出现死亡个体，应按照农业农村部渔业渔政管理局发布的《关于印发<水产养殖动物疫病防控指南（试行）>的通知》（农渔养函〔2022〕116号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T7015-2022）等相关要求，及时进行无害化处理。

(5) 加强养殖人员对养殖病害的知识教育，科普鱼类养殖病害的主要种类、诊断及防治方法，配备相关专业人员。

2、外来物种入侵风险防范措施

通过严格控制养殖项目鱼苗，养殖鱼苗投放前，严格检查、控制养殖品种，杜绝投放外来物种，以降低外来物种入侵风险。

6.6.2 赤潮风险防范措施

赤潮的发生原因是多方面的，其中赤潮生物的存在及特性和水体富营养化是主要原因，此外还有发生海区的水文、气象、理化因子以及当地气候和海水动力状况等多种因素。赤潮会对海水养殖造成物理性危害、缺氧性危害、天然饵料危害、毒性危害等。

为减少赤潮对养殖区的危害，应在养殖区采取科学养殖，在赤潮发生时采取应急处理措施。

1、科学养殖，保护养殖区海水水质。养殖密度过大，也会对周边海洋环境造成影响，因此，为了减少海水养殖带来水体富营养化问题，必须根据自然环境，对浅海和滩涂进行合理开发，合理安排养殖方式和养殖规模，控制养殖密度，普及科学养殖。

2、及时关注赤潮信息，采取应对措施。加强养殖区水质监测工作，及时有效地开展养殖区赤潮灾害预防、控制和治理。密切关注赤潮发生情况，若发现需及时发布赤潮信息，以多样的信息传递方式，将赤潮监测信息发给养殖户，做好赤潮防范，减少损失。

3、定期做好环境现状监测，对赤潮的防治主要是通过加强海洋生态环境保护以防止养殖区海水的富营养化，防止赤潮的发生。

4、采取措施，减少赤潮危害。在赤潮发生时，可用围隔栅装置阻止赤潮生物涌入养殖区，或将网箱加盖并下沉至较深水层，避开赤潮生物密集的表层水体；赤潮期间停止或减少投饵，避免残饵加剧水体富营养化。

5、对于被有毒赤潮污染的养殖鱼类进行无害化处理，禁止上市；成品鱼类上岸应做产品质量检测，为保障食品安全，对赤潮发生区养殖的成品鱼类上市前必须进行安全检测，检测合格后方可上市销售，以确保商品鱼类的食品安全。

6.6.3 自然灾害防范对策措施

(1) 掌握天气实时情况，及时掌控台风动态信息及预警信息，随时注意台风中心位置、强度、移动方向等，及早做出防台风的对策措施。增强防灾减灾意识，充分准备抗台风物料，做好应急物资准备。减少养殖存量，对达到上市规格的养殖水产品提前收捕，尽量减少损失。及时检查锚碇系统松紧程度，避免走锚及养殖设施位移，做好养殖设施加固工作。

(2) 养殖作业期间应尽量选择避开台风季节，若台风季节进行放苗和采捕应做好各项防台、抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

(3) 建设单位需做好安全检查工作。经常检查网箱质量，如发现异常现象，要及时更换或疏解。养殖期间应注意天气的变化，加强检查及时做好养殖设施检修、加固。可采取减漂、压石等办法对网箱进行防护。强风强流过后，要及时检查抢修受损设施，检查养殖设施偏离情况和是否存在跑锚问题，并进行修正。

(4) 台风期间，严禁人员、船只出海作业，直至台风警报解除，且海况条件符合海上作业要求。

(5) 台风过后进行网箱养殖安全检查，及时排除现场存在的安全隐患；检查网箱框架、网衣及锚泊系统有无损坏，确保现存鱼类安全。清捞养殖区内杂物，积极组织养殖现场复工及设备维修；无害化清除被掩埋的死鱼，减轻对养殖环境的影响；采用投饵采食量来估算存鱼数量，合理安排后续养殖投喂。

6.6.4 溢油事故风险防范措施

施工作业期间所有施工船舶必须按照交通运输部信号管理规定显示信号，互相沟通，并在作业区周围设置警示标志，尽量与锚地内的船舶保持距离，并应避开大风浪季节开展船舶作业；施工期配置 0.2t 的吸油毡放置在施工船舶上，要求将围油栏常置于应急船上，确保在应急响应时间内赶到施工溢油事故现场及敏感保护目标处；运营期，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），本项目船舶燃油量小于 31m³。参照《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）表 4 海港其它码头水上溢油应急设备、设备、物资配备要求，拟在平台上配置围油栏（大于最大设计船长的 3 倍为 108m，预计配备 200m 围油栏）及吸油材料 0.2t 等。同时，建设单位应制定船舶碰撞溢油应急预案，成立应急组织指挥体系，负责船舶碰撞溢油事故的防范、应急和善后，并与相关单位就溢油事故应急设施等达成协议。溢油事故发生后，应立即报告应急指挥部，应急指挥部接到事故报告后，应立即下达指令启动应急程序，采取措施控制事态发展，控制溢油影响范围，减少事故损失；同时应及时向海事部门报告，取得专业指导和支持。

此外，根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002 年 4 月）要求，为及时了解和掌握建设项目在施工期、运营期对海洋水质、沉积物和海洋生物等的影响，建设单位应对可能产生明显海洋生态环境影响的关键环节事先采取制度性的监测，使可能造成海洋生态环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工期和运营期对海洋生态环境产生的影响进行跟踪监测。

6.6.5 通航环境保护对策措施

项目营运期间主要为工作船舶航行秩序和养殖设施脱锚对周围通航环境的影响。因此，本项目针对海域通航环境提出相应的保护对策措施。

①建设单位需布置合理的航线及标志，具体事宜应主动与当地航道管理部门联系，维护好通航秩序，加强通航安全管理工作，避免出现船舶碰撞事故。

②做好防台抗台的准备，在台风来临前，及时做好养殖设施的固定工作，加强养殖生产管理，及时回收漂流在海上的废弃养殖设施，防止废弃养殖设施威胁周边通航安全。

7 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析主要是衡量项目的环保投资所能收到的环境效益经济效益，建设项目应力争达到社会效益、环境效益、经济效益的统一，这样才能符合可持续发展的要求，实现经济的持续发展和环境质量的不断改善。本项目在养殖过程中主要产生养殖污染物和清洗废水等，项目建设在一定程度上给周围海洋环境质量带来一些负面影响，因此有必要进行经济效益、社会效益、环境效益的综合分析，使本项目的建设论证更加充分可靠，工程的设计和实施更加完善，以实现社会的良性发展、经济的持续增长和环境质量的保持与改善。

7.1 环境保护投资

本报告提出的各项环保措施主要针对项目施工及运营对环境造成影响的废水、固体废物及风险防范等措施，较为清楚、具体，能够有效落实，以达到环境保护的要求。

本项目总投资额为3300万元，其中环保投资为79.916万元，约占总投资的2.42%，具体投资项目情况见表7.1-1。

表 7.1-1 建设项目环保投资一览表

| 时期 | 序号 | 环保措施 | 金额（万元） | 备注 |
|-----|----|------------|--------|--------------------|
| 施工期 | 1 | 施工船舶含油污水处理 | 3 | 移交有处理能力单位处理 |
| | 2 | 施工人员生活污水处理 | 1 | 运至污水处理厂处理费用 |
| | 3 | 施工固体废物处理 | 3 | 清运及处置 |
| | 4 | 海洋生态环境监测 | 10 | 交有能力处理单位处理 |
| | 5 | 溢油应急设备 | 2 | 作业船上配备吸油毡溢油应急物资费用 |
| 运营期 | 1 | 生产船舶含油污水处理 | 6 | 移交有处理能力单位处理 |
| | 2 | 工作人员生活污水处理 | 4 | 运至污水处理厂处理费用 |
| | 3 | 养殖固体废物处理 | 2 | 清运及处置 |
| | 4 | 风险防范措施 | 3 | 配备溢油处置设施 制定应急预案 |
| | 5 | 死亡鱼类处置 | 2 | 按规范处置 |
| | 6 | 海洋生态环境监测 | 24 | 交有能力处理单位处理 |
| | 7 | 生态损失补偿 | 14.916 | 生物损失补偿 |
| | 8 | 不可预见费用 | 5 | |
| 合计 | | | 79.916 | |

7.2 环境影响经济损益分析

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的适当排出所削减的环境经济损失。对本建设工程来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加；在采取环境保护措施后，可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设工程污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

7.3 经济与社会效益分析

本工程的实施，能产生较大的社会效益和经济效益，项目建设是充分利用汕尾海洋资源优势，打造汕尾深海养殖基地，推进海洋综合开发示范区建设，以科技创新能力促进传统海洋渔业向现代海洋渔业升级。项目通过基地化、健康化、集约化的海水养殖基地以及国家级标准化健康养殖示范基地示范推广，带动汕尾近岸海水网箱养殖产业集群逐步向深水海区转移，形成健康、安全、高效，科技含量高、经济价值高的深水网箱养殖产业集群，加快汕尾海洋经济发展，推进海洋经济强市建设。

另一方面，该产业的发展能够为当地创造就业机会，包括网箱操作、饲料供应、产品加工与销售等多个环节，带动了渔民增收和农村经济发展。此外，深水网箱养殖还推动了相关产业的协同发展，如海洋工程设备制造、冷链物流等，促进了区域经济的多元化发展，综上，本项目具有良好的社会效益。

7.4 环境保护技术经济合理性

本项目采用 C90 圆形和 C160 的方形浮式重力网箱，该类型网箱已在国内深水养殖行业普遍采用，具备养殖容量大、抗风能力强、结构简单、操作方便等优势，适合深远海生态养殖。

本报告提出的项目建设及养殖过程中的各类污染防治措施具备可行性，从工程经济和技术上是可行的。通过各项环保措施的落实，可以减小项目建设过程中各环境污染因子产生的强度，使养殖区附近海域水环境和生态环境得到有效保护，将项目建设可能产生的环境影响降到最低，从而有效的保护生态环境。

综上所述，本项目建设具有良好的经济效益和社会效益，在采取有效的环保措施和

生态保护措施后，对环境的损失可得到有效的控制，项目建设可达到经济、社会和环境协调发展。因此，该项目环境保护在技术经济方面是合理的。

8 环境管理与监测计划

为了更好地对本项目在建设阶段和建成投产后的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作小组，制定相应的环境保护管理制度，全面管理本项目的有关环境问题，以满足区域环境保护的要求，并不断改善自身环境，达到发展经济、保护环境的目的。

8.1 环境保护管理

8.1.1 管理机构及职责

本工程环境管理由建设单位设立的环境管理机构负责，建设单位业务上接受生态环境部门的指导和监督。环保管理机构承担以下环境管理职责：

- (1) 贯彻执行环境保护政策、法规及环境保护标准；
- (2) 建立并完善公司环境保护管理制度，同时监督检查使相关制度能够有效实施；
- (3) 搞好环境保护教育和宣传，增强职工的环境保护意识；
- (4) 领导并组织公司的环境监测工作，建立环境监控档案；
- (5) 制定污染治理设备设施操作规程和检修计划，检查、记录污染治理设施运行及检修情况，确保环境治理设施正常稳定的运行；
- (9) 协助环保行政管理部门对企业的环境管理与监督。

8.1.2 初步设计及施工前环境管理

(1) 环境监理根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采取的治理技术是否先进、可行。污染物的最终处置方法和去向，应按有关文件规定，并符合处置要求。

(2) 签订施工承包合同中应包括有关环境保护的条款，并在施工过程中据此加强监督、检查，减少施工期对环境的污染影响。

8.1.3 施工期环境管理

施工期的环境管理主要由施工单位具体实施，其在环境管理、污染控制及防治措施实施等方面将起到关键作用，因此，选择正规、有经验的施工单位，并将施工期的环境管理工作纳入到合同内容中是确保环境管理计划实施的前提。除此之外，委托有能力的监理单位进行施工期的环境监理，环境监理是实现项目的全过程环境管理的手段。

施工期环境管理的具体要求如下：

①施工单位和监理单位施工之前对相关人员开展环境保护的宣传和教育培训工作；

②施工单位需严格落实环评报告提出的环保措施，监理单位应做好施工现场的巡视检查、发现存在的环境问题并及时提出，对环保措施的落实情况进行监督。该工程施工期拟落实的主要污染防治措施包括：

A.网箱养殖锚块固定和海上工作平台桩基是否采取降低悬浮物的浓度和控制悬浮物扩散的措施；

B.施工物料堆放、装卸、运输是否按对策措施要求落实；

C.施工过程中使用的各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染；

D.施工粉尘、噪声是否得到有效防治；

E.施工期各类废水和垃圾是否进行妥善处置；

F.落实施工期环境监理制度是否落实；

G.施工期监测制度是否落实等。

③监理单位编制环境监理报告（环境监理月报、季度报告及监理总结报告），报送建设单位、施工单位和生态环境主管部门，反映施工期环境保护措施的落实情况，这即是施工期环境管理的重要成果，又是工程竣工环境保护验收的重要材料。

8.1.4 验收阶段环境管理

①落实环保投资，确保治理措施执行“三同时”和各项环保治理措施达到设计要求；

②组织开展该工程环保设施的竣工验收手续，开展竣工验收监测、编制环保竣工验收报告等工作。

8.1.5 运营期环境管理

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，同时上报生态环境主管部门。

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地方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培训，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生态环境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。

8.2 环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期、运营期对海洋水质、沉积物和海洋生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先采取制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工和运营对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

8.2.1 监测机构

建设单位应委托有资质单位实施监测，具体根据实际情况调整，并将监测费用纳入项目环保管理资金中。

8.2.2 施工期监测计划

为了及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况，项目建设单位应定期委托有资质的环境监测部门对施工期主要污染源排放的污染物进行监测。

监测点位：主要选择在工程区附近海域进行监测，具体见表 8.2-1 和图 8.2-1。

监测因子：

水质——悬浮物、化学需氧量、石油类。

沉积物——石油类、有机碳；

海洋生物——叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔稚鱼、底栖生物和游泳生物。

监测频次：水质、沉积物、海洋生物：施工期每半年监测一次，竣工后环保验收前，进行一次后评估监测。

表 8.2-1 监测站位坐标信息（建议）

| |
|---|
| (Table content is obscured by a blue box) |
|---|

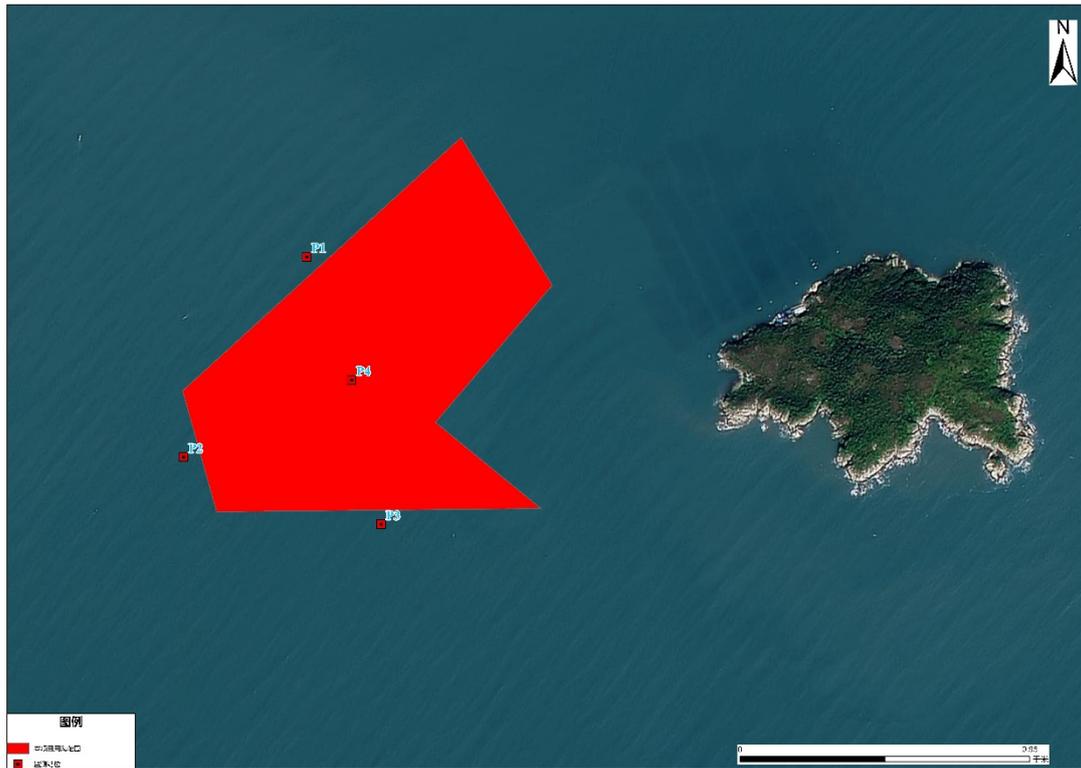


图 8.2-1 监测站位示意图

8.2.3 营运期监测计划

项目海域监测站位与施工期监测点位相同，见图 8.2-1 和表 8.2-1。

监测内容包含水质、沉积物、海洋生物质量等。

水质监测项目包括：COD、无机氮、活性磷酸盐、SS、石油类、硫化物、粪大肠菌群、病原体 8 项；

沉积物监测项目包括：硫化物、石油类、有机碳等 3 项；

海洋生物质量包括：底栖生物、浮游动物、浮游植物、鱼卵仔鱼、游泳生物等 5 项。

监测频次：其中水质每半年（春季、秋季）监测一次；海洋沉积物、海洋生态质量、每年秋季监测一次。

实施单位：委托有资质的监测单位进行监测。

建议将营运期环境监测计划纳入海域常规跟踪监测计划和养殖区自身养殖环境指

标的日常监测计划中。

8.2.4 监测资料建档及报告提交

- (1) 对原始记录应完整保留备查；
- (2) 及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统，定期总结；
- (3) 环境管理与监测情况应随时接受环保主管部门的检查和监督。

8.3 污染物排放清单

本项目施工期和运营期污染物排放清单见下表：

表 8.3-1 本项目污染物排放清单一览表

| 时期 | 类别 | 污染源 | 主要污染因子 | 防治措施 | 排放浓度 | 排放量 | 执行标准 |
|-----|-------------|----------|--------------------------------------|--|------|------------|--|
| 施工期 | 水环境 | 船舶含油污水 | 石油类 | 船舶收集上岸后，交有能力处理单位处理，不得向海域排放 | -- | -- | -- |
| | | 船舶生活污水 | COD、BOD ₅ 、SS、氨氮、动植物油 | 污水储存柜（船舶）收集上岸后，交由专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理 | -- | -- | -- |
| | | 平台外桩打桩 | SS | 加强施工管理，间断自然排海 | -- | 0.6369kg/s | -- |
| | | 平台其他桩基打桩 | | | | 0.3139kg/s | |
| | | 铁锚、水泥锚施工 | SS | | | 0.0772kg/s | |
| | 大气环境 | 施工船舶燃油尾气 | SO ₂ 、NO _x 和烟尘 | 加强船舶管理，选用符合国家标准的燃油 | -- | -- | 广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值、《船舶大气污染物排放控制区实施方案》《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）排放控制要求及《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）的相关要求 |
| | | 施工扬尘 | 颗粒物 | 洒水降尘 | -- | -- | 广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值 |
| 噪声 | 施工船舶噪声、施工机械 | 等效声级 | 间断排放，合理安排施工时间，软启动驱鱼 | 水上距施工机械 5m 处约 80~85dB(A)，水下噪声 | -- | -- | |

| 时期 | 类别 | 污染源 | 主要污染因子 | 防治措施 | 排放浓度 | 排放量 | 执行标准 |
|-----|------|-------------|----------------------------------|--|--------------------------|---|---|
| | | | | | 源强约为 199~213dB (A) | | |
| | 固体废物 | 生活垃圾 | 生活垃圾 | 全部回收, 上岸后交由环卫部门处置 | -- | 0 | -- |
| | | 建筑垃圾 | 建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋等 | 全部回收, 上岸后综合利用 | -- | 0 | -- |
| | | | 建筑碎片、废水泥、石子、泥土等 | 全部回收, 上岸后运至政府部门指定的位置处置或综合利用 | -- | 0 | -- |
| | | 施工废弃物 | 废弃绳索、浮漂等废弃聚乙烯材料 | 全部回收, 上岸后可交由回收公司回收利用或交由环卫部门处置 | -- | 0 | -- |
| 运营期 | 水环境 | 残料、鱼类粪便、排泄物 | COD、氨氮、总氮、总磷、SS 等 | 严格控制养殖密度、合理安排养殖规模, 加强养殖日常管理, 自然排海 | -- | COD: 4.5409t/a; 氨氮: 0.2441t/a; 总氮: 78.2700t/a; 总磷: 6.6649t/a; 悬浮物: 1230.4454t/a | -- |
| | | 网衣清洗废水 | SS、COD _{Cr} 等 | 与马宫港渔业码头冲洗废水一起进入码头污水收集沟和收集池, 通过市政污水管道进入汕尾市区西区污水处理厂处理 | -- | 205.2m ³ /a | 广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段三级标准及汕尾市西区污水处理厂设计进水水质的较严值 |
| | | 生活污水 | COD、BOD ₅ 、SS、氨氮、动植物油 | 污水储存柜(船舶)收集上岸后, 交由专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理 | -- | -- | -- |
| | | 含油污水 | 石油类 | 船舶收集上岸后, 交有能力处理单位处理, 不得向海域排放 | -- | -- | -- |

| 时期 | 类别 | 污染源 | 主要污染因子 | 防治措施 | 排放浓度 | 排放量 | 执行标准 |
|----|------|-----------------|--------------------------------------|---|------|-----|--|
| | 大气环境 | 施工船舶燃油尾气 | SO ₂ 、NO _x 和烟尘 | 加强船舶管理，选用符合国家标准的燃油 | -- | -- | 广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值、《船舶大气污染物排放控制区实施方案》《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）排放控制要求及《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）的相关要求 |
| | 噪声 | 船舶行驶 | 等效声级 | 选用低噪声的设备，控制鸣笛 | -- | -- | -- |
| | 固体废物 | 生活垃圾 | 生活垃圾 | 运至陆上后交由环卫部门处置 | -- | 0 | -- |
| | | 废弃管铁、绳线边角料、废弃网衣 | | 全部回收，上岸后可回收的尽量回收综合利用，不可回收的交由具有相应接收处理能力的环保服务公司 | -- | 0 | -- |
| | | 病死鱼 | | 按规范要求进行了无害化处理 | -- | 0 | -- |

8.4 竣工环境保护“三同时”验收内容

根据生态环境部关于建设项目环境保护设施竣工验收管理规定及竣工验收监测的有关要求，本项目建成试运行期间，开展建设项目环保“三同时”验收监测和调查工作，根据本项目的工程建设内容及污染物排放情况，本项目竣工环境保护验收一览表如下：

表 8.4-1 本项目“三同时”竣工环保设施验收一览表

| 类别 | 验收类别 | 治理措施内容 | 预期效果 |
|------|-------------------------|--|----------------|
| 废水 | 施工、运营船舶含油污水 | 船舶收集上岸后，交有能力处理单位处理 | 不排海 |
| | 施工、运营生活污水 | 污水储存柜（船舶）收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理 | 运至污水处理厂处理，不排海 |
| | 施工产生的悬浮泥沙 | 维持施工船舶正常工作状态，做好施工区域环保措施，控制施工进度，合理安排施工计划 | -- |
| | 网箱养殖活动 | 根据《深水网箱养殖技术规范》(DB44/T742-2010)合理控制本项目养殖规模和密度。网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的5% | 不恶化区域及周边海域水质环境 |
| | 网衣清洗废水 | 在马宫渔港进行清洗，依托马宫渔港污水收集池，收集后通过污水管道进入汕尾市区西区污水处理厂处理 | 不排入海 |
| 噪声 | 船舶、机械 | 尽可能的选用低噪声设备，采用静压打桩锤，打桩采用软起动驱鱼措施；加强施工设备维护保养，发生故障应及时维修；缩短沉桩时长，完善沉桩作业施工组织，提高作业效率；加强管理，禁止夜间施工；做好施工机械、船舶的调度和交通疏导工作，减少船舶鸣笛，降低施工噪声。 | -- |
| 固体废物 | 建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋等建筑垃圾 | 全部回收，上岸后综合利用 | 不排入周边水体环境 |
| | 建筑碎片、废水泥、石子、泥土等 | 全部回收，上岸后运至政府部门指定的位置处置或综合利用 | |
| | 施工废弃绳索、浮漂等废弃聚乙烯材料 | 全部回收，上岸后可交由回收公司回收利用或交由环卫部门处置 | |
| | 生活垃圾 | 全部回收，上岸后交由环卫部门处置 | |
| | 养殖过程中产生的废弃管铁、绳线边角料、废弃网衣 | 全部回收，上岸后可回收的尽量回收综合利用，不可回收的交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置 | |
| | 病死鱼 | 按规范要求进行了无害化处理 | |
| 环境风险 | 船舶碰撞溢油 | 配置围油栏、吸油毡等溢油应急物资；制定环境风险应急预案 | 尽可能的降低对周边环境的影响 |

9 环境影响评价结论

9.1 项目概况

本项目拟投资 3300 万元在广东省汕尾市城区江牡岛西侧海域建设一个采用深水网箱养殖的现代化海洋牧场。主要建设内容为周长 160m 方形网格重力式网箱（HDPE）6 个，单个方形网箱尺寸为 40m×40m，间距 160m；布置周长 90m 重力式圆形网箱 32 个，单个网箱间距为 100m；同时，配置 1 个直径为 410m、周长 1288m 的工作平台（用于投喂、采收等养殖管理以及休闲旅游和海上研学活动）。

9.2 环境质量现状

9.2.1 海洋水文动力

本项目的水文动力观测站位风向以东北风或东南风为主；J2 和 J3 站平均风速分别为 1.7m/s、2.7m/s，风速变化范围为 0.6m/s-4.6m/s；观测海区的潮汐总体表现为不规则全日潮的特征，最高潮位为 1.44m，最低潮位为-0.39m，最大涨潮潮差为 1.31m，最大落潮潮差为 1.64m；最大涨潮流速为 37.58cm/s，流向为 47°；最大落潮流速为 33.04cm/s，流向为 121°；大潮期间余流主要介于 1.88cm/s~10.22cm/s；J1-J4 站垂线平均温度分别为 21.7°C、22.0°C、20.5°C和 20.4°C，各站点温度相近，由近岸向外海略微降低；垂线平均盐度分别为 33.3、33.1、33.7 和 33.7，由近岸向外海站点平均盐度值呈现略微增加的趋势；悬沙含量范围为 0.005kg/m³~0.039kg/m³。

9.2.2 海洋水质

本项目的海洋环境现状调查监测结果显示，项目所在海域各监测站位的 pH、水温、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、重金属（铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷）的监测结果均满足所在海洋功能区的相应《海水水质标准》（GB3097-1997）要求，均未超过《渔业水质标准》（GB11607-89）的标准限值。

9.2.3 海洋沉积物

本项目沉积物监测数据表明，项目所在海域海洋沉积物各站位的监测因子硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准要求，说明该海域沉积物环境质量良好。

9.2.4 海洋生物体质量

本项目的生物体质量调查监测数据显示，调查海域中鱼类和甲壳类动物体内的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）中表 C.1 其他海洋生物质量参考限值。

9.2.5 海洋生态

本次海洋生态调查包括海洋生态、渔业资源调查及珊瑚群落调查。

1、海洋生态、渔业资源调查结果

调查海域叶绿素 a 的浓度范围为 0.66~2.16 $\mu\text{g/L}$ ；共鉴定出浮游植物 40 种，隶属于 3 大门类；浮游动物 7 大类群 28 种；底栖动物有 4 大类群 18 种；潮间带生物有 3 大类群 15 种；游泳动物经鉴定为 10 目 16 科 19 种；鱼卵经鉴定为 2 目 2 科 1 种，仔鱼经鉴定为 1 目 1 科 1 种。

2、珊瑚群落调查结果

的珊瑚距离本项目最近，与本项目用海范围最近距离约为 540m。

9.2.6 区域环境空气质量现状

根据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》，汕尾市区 2024 年空气 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃ 六项污染物监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中的二级标准，即项目所在区域为环境空气达标区，说明项目所在区域环境空气质量较好。

9.2.7 区域声环境质量现状

根据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》，2024 年度城市区域环境噪声昼间均值为 55.9 分贝，属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的一般水平，达到国家规定标准。2024 年度交通噪声昼间均值为 66.9 分贝，属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的好水平，达到国家规定标准。

9.3 环境影响预测分析与评价结论

9.3.1 水动力环境影响

本项目实施后,由于网箱的阻流作用,养殖区内水流会发生一定幅度的减小,因此,工程区内各代表点流速以减小为主。附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.0086m/s~0.0086m/s之间,大潮涨急流向变化值位于-2.79°~6.61°之间,大潮落急流速变化值位于-0.005m/s~0.0034m/s之间,大潮落急流向变化值位于-1.48°~2.48°之间。

总体上看,养殖工程实施后,项目附近海域水动力环境变化幅度较小,且主要集中在养殖区,由于养殖区为透水构筑物,工程实施后对附近水动力环境影响有限,基本不会对所在海域水动力环境产生影响。

9.3.2 地形地貌与冲淤环境影响

由于工程区无河流携带泥沙入海,且附近海域悬浮泥沙含量很低,因此,本项目实施后不会产生剧烈的冲淤变化。养殖工程实施后,养殖区附近海域最大冲淤厚度约为 $\pm 0.07\text{m/a}$,对地形地貌冲淤环境环境影响很小。

9.3.3 海水水质环境影响

本项目施工期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0.097km²,扩散最远距离为平台中心东侧330m、西侧404m、南侧394m、北侧427m,施工造成10mg/L悬沙增量仅影响养殖区范围,不会对周边的保护区、海洋生态保护红线、国控站位、海岛等保护目标产生影响;项目营运期产生的化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为0.00074mg/L、0.025mg/L和0.0008mg/L,叠加环境本底值后,化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度分别为0.83074mg/L、0.158mg/L和0.0148mg/L,均没有超过第一类海水水质标准的范围;悬浮物最大浓度增量为5.53mg/L,没有超过第一类海水水质标准的范围;项目产生的污染物扩散到附近国控点位的最大浓度叠加站位背景值浓度后可符合《海水水质标准》(GB3097-1997)第一类海水水质。

9.3.4 海洋沉积物环境影响

本项目海上工作平台桩基施工和网箱固定系统施工工程量均较小,施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小,影响范围仅集中在项目附近。海上工作平台桩基、铁锚占用海域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏,但由于工程施工过程产生的悬浮物均来自本海区,因此,经扩散和沉降后,项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化,且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的,一旦施工完毕,这种影响将不再持续。

运营期网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水体中悬浮物的量,这些污染物落淤在网箱水下及其周围海底,形成污染物堆积体,在底层海流的作用下,污染物不断向四周迁移扩散,污染范围不断扩大,形成以养殖网箱为中心的底层污染区。悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处,为 200m 左右,故受影响的沉积物较为有限;养殖过程中采用先进的自动投喂机,减少残饵和散饵数量,减少饲料损失,使投喂的饵料大部分都被鱼吃掉,不致于浪费和沉到水底淤积。通过采取以上措施后,可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

9.3.5 海洋生态环境影响

本项目施工期锚固系统固触底后投放产生的悬浮泥沙量很小,除对海底沉积物和底层水质有一定影响外,对海洋中、上层水质影响不大;根据海上工作平台桩基施工产生悬浮物的预测结果,增量大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.097km²,且施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响养殖区范围,不会对周边海洋生态敏感区造成影响。

运营期网箱养殖主要的影响是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便,经过海流扩散稀释、溶化分解,氮、磷等污染物排放到海水中,根据水质预测结果,项目养殖造成海水中化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L 和 0.0008mg/L,叠加环境本底值后,化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均没有超过第一类海水水质标准的范围;悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L,没有超过第一类海水水质标准的范围;同时,项目产生的污染物扩散到附近的 GDN14001 国控站位浓度仍可符合《海水水质标准》(GB3097-1997)第一类海水水质。由此可见,项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小,不会对周边海域水质环境不会产生明显的不良影响,亦不会对周边的海洋生态敏感区造成明显影响。

9.3.6 大气环境影响

1、施工期

本项目海上平台涉及土建工程较少,仅平台东、南、西、北四个方向的建筑区,通过洒水降尘,做好散装建筑材料的遮盖等措施后,扬尘对周边环境的影响不大,且随着施工期结束而消失。

2、营运期

营运期主要为渔船、快艇行驶过程排放的少量船舶尾气,主要污染物为 NO_x、SO₂ 和烟尘等,呈无组织排放。由于项目所在海域宽阔,船舶尾气容易扩散,基本不会对周围环境产生明显影响。

9.3.7 声环境影响

1、施工期

①水上噪声

一般而言，施工船舶在露天环境中进行施工，通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理，因此本项目施工期产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影响。从预测结果来看，平板驳在 29m 处可满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准外，其他的施工船舶在 16m 处就能满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准要求。本项目施工噪声具有短期性、局部性特点，将随着项目的完成而消失，并且项目所在海域周边无声环境保护目标，项目施工区域远离居民区，同时本项目工期较短，工程量较小，船舶噪声间歇排放，在合理安排作业时间及采取必要的降噪措施后，对周边环境产生的影响并不明显。

②水下噪声

水下施工噪声主要为水下沉桩噪声，噪声源强在 199~213dB（A）之间，噪声对鱼类的影响较大，根据设计方案，本项目平台桩基沉桩施工期约 2~3 个月。考虑到项目附近有重要渔业资源产卵场分布，平台桩基施工应合理作业计划，尽可能的避开渔业敏感季节。其次，打桩作业前根据场址详勘成果，逐桩细化沉桩要求，并合理选择打击力度。打桩施工前，应首先对鱼类安全距离范围内实施驱鱼，或采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，以驱使鱼类离开施工水域远离项目。作业尽量由经验丰富的施工队伍和操作人员进行操作，辅以精确的设备控制，提高打桩作业施工质量和作业效率，最大程度减少扰动时间和扰动强度。通过采取以上措施，能够将海洋平台桩基作业噪声对渔业资源的不利影响最小化。

2、营运期

项目位于海域，周边无声环境敏感目标，运营过程中选用低噪声船舶设备，做好日常船舶维护，减少发动机异常引起的非正常噪声，且要求运营人员文明行驶，减少不必要的鸣笛。在落实上述措施的基础上，项目运营期的噪声影响是可接受的。

9.3.8 固体废物环境影响

1、施工期

施工期的固体污染物为生活垃圾和少量建筑垃圾。生活垃圾待船舶靠岸后，收集上岸交由环卫部门清运处理；建筑材料应全部回收，上岸后运至政府部门指定的位置处置或综合利用；

通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

2、营运期

本项目运营期间产生的固体污染物主要有生活垃圾、废弃养殖材料和死鱼等。运营期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，不可随意堆放和倾倒，不会对周边环境造成影响。

项目运营期间换网、网箱维护产生的废弃养殖材料收集上岸后可回收的尽量回收综合利用，不可回收的交由具有相应接收处理能力的环保服务公司统一外运处置，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

网箱养殖一旦出现死鱼，要立刻查找原因，及时打捞死鱼，采用密闭容器盛放在平台仓库内，并及时运到岸上进行无害化处理，严禁海抛、食用、做养鱼饲料。

9.3.9 环境风险影响

本项目可能的船舶溢油风险的预测结果表明：冬季风作用下，涨潮时，油粒子在风和涨潮流的作用下向西扩散，油粒子在 17h10min 后一部分油粒子开始抵岸吸附，一部分油粒子继续向西扩散，48h 油膜扫海面积最大为 44.75km²，落潮时油粒子一路向西南方向扩散，48h 扫海面积最大为 32.45km²；夏季风作用下，涨潮时，油粒子在风和涨潮流的作用下向东北方向扩散，油粒子在 18h50min 后一部分油粒子开始抵岸吸附，一部分油粒子继续向东扩散，油膜扫海面积最大为 74.88km²，落潮时油粒子向东北方向扩散，油粒子在 1h10min 后油粒子开始抵达江牡岛，12h 内全部抵岸吸附，油膜扫海面积最大为 0.52km²；在不利风 SSW 风和涨潮流的作用下，油粒子一路向北扩散，由于风速较大，油膜破碎衰减也较快，1h50min 后到达汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，2h30min 后开始抵岸吸附，油膜扫海面积最大为 7.94km²。

9.3.10 海洋环境保护目标影响

1、施工期

根据施工期悬浮泥沙影响分析，养殖锚固系统固触底后投放产生的悬浮泥沙量很小，除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，铁锚投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。同时，根据海上工作平台桩基施工产生悬浮物的预测结果，海上工作平台未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.023km²，大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.097km²，且施工造成 10mg/L 悬沙增量仅影响养殖区范围，不会对周边海洋环境保护目标造成影响。

2、营运期

本项目网箱养殖主要的影响是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，会局部增加水域污染物浓度。根据水质预测结果，项目养殖造成海水中化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐最大浓度增量分别为 0.00074mg/L、0.025mg/L 和 0.0008mg/L，叠加环境本底值后，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐均没有超过第一类海水水质标准的范围；悬浮物最大浓度增量为 5.53mg/L，没有超过第一类海水水质标准的范围；同时，项目产生的污染物扩散到附近的 GDN14001 国控站位浓度仍可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，不会对周边海域水质环境不会产生明显的不良影响，亦不会对周边海洋环境保护目标造成明显影响。

9.4 主要环境保护措施

9.4.1 生态环境影响减缓措施

1、施工期

(1) 优化平面布局，使平台区、网箱养殖区尽可能的远离珊瑚礁区域，降低对珊瑚礁的影响。

(2) 合理安排施工计划，根据季节性海流条件，优化调整作业区施工计划，将重点悬浮泥沙产生作业环节尽量安排在风浪相对小、潮流相对弱等不利于悬浮泥沙扩散的潮期内，减少施工过程产生的悬浮泥沙对周边海域的影响。

(3) 尽量避免在本项目所在海域主要经济鱼类的产卵期（3月~5月）进行施工作业；选用低噪声设备，优化施工方案，打桩作业前根据场址详勘成果，逐桩细化沉桩要求，并合理选择打击力度。打桩施工前，应首先对鱼类安全距离范围内实施驱鱼，或采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，以驱使鱼类离开施工水域远离项目；作业尽量由经验丰富的施工队伍和操作人员进行，辅以精确的设备控制，提高打桩作业施工质量和作业效率，最大程度减少扰动时间和扰动强度；同时，应尽量缩短工期，最大限度降低对扰动范围，以减轻施工可能带来的对海洋生物的影响。

(4) 开展施工期环境监测，施工过程中需密切注意施工区域及其周边海域的水质变化，如发现因施工引起海水水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

2、营运期

(1) 网箱养殖区域不得超出批准的养殖用海范围；合理控制养殖规模、密度；选择健康的鱼苗投放；科学投饵，提高饵料利用率，减少饵料散失，从而降低残饵产生量；根据养殖监控数据反馈，调节养殖规模，实现养殖的动态控制。

(2) 本项目养殖过程中不添加药剂，定期检查、维护养殖设施，及时更换破损绳索、网衣等，避免跑锚、养殖设施移位，对海洋生态环境及通航造成不利影响。

(3) 关注养殖区域及周边水域的水质变化，落实环境跟踪监测项目，防止污染所在海域水环境。对项目及其周边的海洋生态环境进行跟踪监测，掌握海洋生态环境的发展变化趋势，以便及时采取相应的调控措施。

9.4.2 水环境影响减缓措施

1、施工期：船舶施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，交有能力处理单位处理；合理制定施工计划，尽量缩短工期、采用先进的施工工艺和设备、合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮、海况好的时间施工，降低施工产生的悬浮泥沙。

2、营运期：通过合理布设网箱、控制网箱养殖规模、优化养殖环境、缩短养殖时间、选用优质配方的浮性饲料等综合措施可有效控制网箱养殖污染物对海水水质的影响；海上工作平台作业、垂钓人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集后，上岸后经专用污水运输车运输至汕尾市区西区污水处理厂处理；工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，交有能力处理单位处理。

9.4.3 大气环境保护措施

施工期选用先进的施工机械、设备及清洁燃料，加强对施工船舶和、设备管理，确保船舶排放废气满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）相关要求。

营运期工作船舶、机械使用的燃料应使用符合标准的燃油，加强对船舶的日常维修保养；商品成鱼收获上岸后，直接出售至第三方收购公司转运，一般使用厢式卡车进行海鲜产品运输，运输过程为封闭环境，减轻臭气对环境造成的影响。

9.4.4 声环境影响减缓措施

施工期优先选取低噪声的施工机械和运输船舶，对于高噪声设备使用消声器，消声

管、减震部件等方法降低噪声；改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动；闲置的设备应予以关闭或减速；做好施工机械和运输船舶的调度和交通疏导工作，严格控制船舶鸣笛，降低噪声影响；合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，尽量减少同时运行动力机械设备的数量，尽可能使动力机械设备均匀地使用，并避免在同一时间使用大量高噪音设备。

营运期加强工作船等的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声；传播安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭，不得乱鸣。

9.4.5 固体废物处置措施

施工期产生的建筑、生活垃圾定点堆放收集、及时清运；废弃模板、塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用；船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

营运期产生的生活垃圾集中收集上岸，打包后交由环卫部门处置；废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。

9.4.6 风险事故防控与应急措施

施工作业期间所有施工船舶必须按照交通运输部信号管理规定显示信号，互相沟通，并在作业区周围设置警示标志，尽量与锚地内的船舶保持距离，并应避开大风浪季节开展船舶作业；施工期应配置吸油毡放置在施工船舶上，要求将围油栏常置于应急船上，确保在应急反应时间内赶到施工溢油事故现场及敏感保护目标处；运营期应在平台上配置围油栏及吸油材料等应急设施，同时，建设单位应制定船舶碰撞溢油应急预案，成立应急组织指挥体系，负责船舶碰撞溢油事故的防范、应急和善后，并与相关单位就溢油事故应急设施等达成协议。

9.5 公众意见采纳情况

本项目的建设单位已依照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第4号）的要求，开展了相应的公众参与工作，期间未收到公众反馈意见。

9.6 环境影响经济损益分析

本项目建设具有良好的经济效益和社会效益，在采取有效的环保措施和生态保护措施后，对环境的损失可得到有效的控制，项目建设可达到经济、社会和环境的协调发展。因此，该项目环境保护在技术经济方面是合理的。

9.7 环境管理与监测计划

本项目在施工期和运营期应设立环境管理机构，制定相应的环境保护管理制度，全面管理本项目的有关环境问题，确保项目的环境保护措施的落实；根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，制定环境监测计划，并委托有资质单位实施监测，及时了解和掌握项目在施工期、运营期对海洋水质、沉积物和海洋生物的影响，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，避免对海洋环境造成不利影响。

9.8 综合结论

汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目符合国家和地方的产业政策要求，不占用《广东省国土空间规划（2020~2035）》“三区三线”中生态保护红线，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》等相关规划要求。

本报告认为，汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目的实施将一定程度上增加区域生态环境保护、环境风险防范的压力，但在严格落实本报告提出的各项环境影响减缓措施、环境风险事故预防和应急措施的前提下，项目实施不会对环境造成显著不良影响。

综上所述，从环境影响角度分析，汕尾城区江牡岛西 D 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目可行。

附表 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 type="checkbox"/> ； 线性水工构筑物 <input type="checkbox"/> ；投放固体物 <input type="checkbox"/> ；重要生境 <input type="checkbox"/> ； | | |
| | 生态敏感区 | 百安半岛重要滩涂及浅海水域，北侧约 3.5km； 鲗门重要滩涂及浅海水域，西北侧约 6.5km； 百安半岛海岸防护物理防护极重要区，北侧约 3.2km； 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，北侧约 6.0km； 江牡岛，东侧约 606m； 鸡心岛，西侧约 2.3km； 大陆自然岸线、严格保护岸线，西北侧约 3.5km； 严格保护岸线，西北侧约 3.5km； 珊瑚礁，西侧约 540km； 监测站位 GDN14001，东南侧约 6.1km； 红海湾、南海北部幼鱼繁育场保护区、黄花鱼幼鱼保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区、南海幼鱼幼虾保护区，占用。 | | |
| | 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 type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 评价范围 | | 主流向（10）km，垂直主流向（5.5）km；管缆类（/）km | | |
| 评价时期 | | 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input 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 type="checkbox"/> ； 拟建 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> | 环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ； 既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input checked="" type="checkbox"/> ； 入海排污口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input 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 type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> | | 水温、pH、盐度、SS、COD _{Cr} 、 DO、无机氮、活性磷酸盐、石 油类、硫化物、挥发酚、铜、铅、 镉、汞、锌、总铬、砷，18 项 | （10）个 |
| | 评价因子 | pH、SS、COD _{Cr} 、DO、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发 酚、铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷，16 项 | | |
| | 评价标准 | 第一类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第二类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> | | |
| | 评价结论 | 海洋环境功能区水质达标情况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> ，超标因子（） 功能区外海域环境质量现状：符合第（2）类 | | |
| 海洋沉积 物 | 调查站位 | （5）个 | | |
| | 调查因子 | 硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷，10 项 | | |
| | 评价标准 | 第一类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> | | |
| | 评价结论 | 符合第（1）类，超标因子（） | | |
| 海洋生态 | 调查断面或 点位 | （6）个 | | |

| 工作内容 | | 自查项目 | |
|---------------|------|--|------------|
| | 调查因子 | 叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）、潮间带生物、底栖生物 | |
| | 评价标准 | 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"/> | |
| | 评价结论 | 符合第（附录 C）类，超标因子（） | |
| 影响预测及评价 | | | |
| 预测时期 | | 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> ； | |
| 预测情景 | | 建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> | |
| 海水水质环境影响预测与评价 | 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"/> ； 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性技术指南的要求，环境影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 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"/> ； 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"/> ； 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"/> ； 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 checked="" 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 type="checkbox"/> | |
| | 影响评价 | 造成的生物资源损失量可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 对评价海域生物多样性的影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 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"/> ； 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 type="checkbox"/> ； 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 type="checkbox"/> ； 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"/> ； 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"/> ； 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 | 燃油 | |
| | 存在总量 | 208.25t（施工期） | 25.5t（运营期） |
| 物质及工 | Q 值 | Q<1 <input type="checkbox"/> ；1≤Q<10 <input checked="" type="checkbox"/> ；10≤Q<100 <input type="checkbox"/> ；Q≥100 <input type="checkbox"/> | |

| 工作内容 | | 自查项目 | | |
|-----------------------|--------|---|---|--|
| 艺系统危险性 | M 值 | M1 <input type="checkbox"/> ; M2 <input type="checkbox"/> ; M3 <input type="checkbox"/> ; M4 <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | P 值 | P1 <input type="checkbox"/> ; P2 <input type="checkbox"/> ; P3 <input type="checkbox"/> ; P4 <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 环境敏感程度 | | E1 <input checked="" type="checkbox"/> ; E2 <input type="checkbox"/> ; E3 <input type="checkbox"/> | | |
| 环境风险潜势 | | IV ⁺ <input type="checkbox"/> ; IV <input type="checkbox"/> ; III <input checked="" type="checkbox"/> ; II <input type="checkbox"/> ; I <input type="checkbox"/> | | |
| 评价等级 | | 一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> ; 易燃易爆 <input type="checkbox"/> | | |
| | 环境风险类型 | 泄漏 <input checked="" type="checkbox"/> ; 火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放 <input type="checkbox"/> | | |
| 风险事故情形分析 | 源强设定方法 | 计算法 <input checked="" type="checkbox"/> ; 类比估算法 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> | | |
| | 预测模型 | 溢油粒子模型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 污染物扩散的数值模拟 <input type="checkbox"/> | | |
| 风险预测与评价 | | 最近敏感目标 (6.0) km, 抵达时间 (1.5) h | | |
| 重点风险防范措施 | | 作业区周围设置警示标志, 尽量与锚地内的船舶保持距离, 并应避开大风浪季节开展船舶作业; 制定船舶碰撞溢油应急预案, | | |
| 评价结论 | | 本项目施工和运营船舶数量十分有限, 因此, 船舶溢油污染事故的发生几率非常小。加强生产指挥与调度管理, 工作人员严格遵守操作规程, 避免恶劣天气条件下作业, 使溢油风险的几率降至最低 | | |
| 主要污染物排放总量核算 | 污染物名称 | 排放量 | 排放浓度 | |
| | / | / | / | |
| 污染物削减替代 | 污染物名称 | 排放量 | 排放浓度 | |
| | / | / | / | |
| 污染防治和生态修复措施 | | 污水处理设施 <input type="checkbox"/> ; 生态修复措施 <input type="checkbox"/> ; 区域削减 <input type="checkbox"/> ; 依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> | | |
| 监测计划 | 内容 | 环境质量 | 污染源 | |
| | 监测方式 | 手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input type="checkbox"/> | 手动 <input type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | 监测点位 | P1~P4, 4 个点位 | | |
| | 监测因子 | 水质、沉积物、海洋生物 | | |
| | 监测频次 | 施工期: 每半年监测一次; 运营期: 水质每半年监测一次, 沉积物、海洋生物每年秋季一次 | | |
| 总体结论 | | 可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不可接受 <input type="checkbox"/> | | |
| 注 1: M、P 的确定参照 HJ169。 | | | | |

附图1 项目地理位置图

