汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目

生态环境影响报告书

（送审稿）

[redacted]

建设单位：汕尾市城区牧海投资发展有限公司

评价单位：广东绿鑫环保工程有限公司

[redacted]

2026年11月

建设单位责任声明

我单位汕尾市城区牧海投资发展有限公司（统一社会信用代码91441502MAEFQXFG40）郑重声明：

一、我单位对汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目建设项目环境影响报告书（项目编号：85hcl7，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。

[redacted]

建设单位（盖章）：汕尾市城区牧海投资发展有限公司

法定代表人（签字/签章）：[redacted]

2026 年 11 月 16 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91440106560222170O）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牧海投资发展有限公司（建设单位）的委托，主持编制了汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目建设项目环境影响影响报告书（项目编号：85hcl7，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）：[redacted]

2026年11月16日

打印编号：1793443358000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	85hcl7
建设项目名称	汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）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）	汕尾市城区牧海投资发展有限公司
统一社会信用代码	91441502MAEFQXFG40
法定代表人（签章）	陈志超
主要负责人（签字）	陈志超
直接负责的主管人员（签字）	洪喆聪
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	91440106560222170O
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
范瑞雪	环境影响经济损益分析、环境管理与监测计划	BH054971	
冀倩	建设项目概况与工程分析、环境现状调查与评价	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	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	

编号：S0612019124137G(2-1)

统一社会信用代码

91440106560222170O

营业执照

（副 本）

扫描二维码登录'国家企业信用信息公示系统'了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名　　称　广东绿鑫环保工程有限公司

类　　型　其他有限责任公司

法定代表人　曾建威

经营范围　生态保护和环境治理业（具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询，网址：http://www.gsxt.gov.cn/。依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

注册资本　肆仟壹佰万元（人民币）

成立日期　2010年08月18日

住　　所　广州市天河区大灵山路11号4栋4楼（仅限办公）（不可作厂房使用）

登记机关　广州市天河区行政审批局

2023 年 12 月 20 日

受控文件
仅用于汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南块（A、B、C、D、E、F区）项目生态环境影响报告书

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.

中华人民共和国人力资源和社会保障部

approved & authorized by

Ministry of Human Resources and Social Security

The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部

approved & authorized by

Ministry of Environmental Protection

The People's Republic of China

编号：[redacted]

No.：

[redacted]

姓名：

Full Name 李学鹏

性别：

Sex 男

出生年月：

Date of Birth [redacted]

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

[redacted]

签发单位盖章：

Issued by

人事考试中心 人事局

签发日期：2008 年 11 月 17 日

Issued on

管理号

File No. [redacted]

A、B、C、D、E、F区）项目生态环境影响报告书 江苏如东洋口港经济开发区化工园区（

[redacted]

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
202511 - 202610	广州市:广东绿鑫环保工程有限公司	12	12	12
截止	2026-11-16 09:37 ，该参保人累计月数合计	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

1.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。

2.证明右上角的条形码18位数字为验伪码，可通过广东省人力资源和社会保障厅网上服务平台自助验证，具体路径为：ggfw.hrss.gd.gov.cn/gdggfw/index，选择其他-综合服务-自助打印单据验证。本验伪码有效期至2027年05月16日。

证明机构名称（证明专用章） 证明时间 2026-11-16 09:37

[redacted]

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	范瑞雪		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
202511	-	202610	广州市[redacted]广东绿鑫环保工程有限公司	12	12	12
截止			2026-11-16 09:41 ，该参保人累计月数合计	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

1.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。

2.证明右上角的条形码18位数字为验伪码，可通过广东省人力资源和社会保障厅网上服务平台自助验证，具体路径为：ggfw.hrss.gd.gov.cn/gdggfw/index，选择其他-综合服务-自助打印单据验证。本验伪码有效期至2027年05月16日。

证明机构名称（证明专用章）　　证明时间　　2026-11-16 09:41

[redacted]

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
202511	-	202610	广州市:广东绿鑫环保工程有限公司	12	12	12
截止			2026-11-16 09:38 ，该参保人累计月数合计	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

1.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。

2.证明右上角的条形码18位数字为验伪码，可通过广东省人力资源和社会保障厅网上服务平台自助验证，具体路径为：ggfw.hrss.gd.gov.cn/gdggfw/index，选择其他-综合服务-自助打印单据验证。本验伪码有效期至2027年05月16日。

证明机构名称（证明专用章） 证明时间 2026-11-16 09:38

[redacted]

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
202511	-	202610	广州市:广东绿鑫环保工程有限公司	12	12	12
截止			2026-11-16 09:39 ，该参保人累计月数合计	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月	实际缴费12个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

1.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。

2.证明右上角的条形码18位数字为验伪码，可通过广东省人力资源和社会保障厅网上服务平台自助验证，具体路径为：ggfw.hrss.gd.gov.cn/gdggfw/index，选择其他-综合服务-自助打印单据验证。本验伪码有效期至2027年05月16日。

证明机构名称（证明专用章）　　证明时间　　2026-11-16 09:39

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.....8
2.1 编制依据.....8
2.2 功能区划及评价标准.....12
2.3 评价等级和评价范围.....18
2.4 海洋生态敏感区.....22
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.....56
3.3 污染源源强核算.....59
3.4 工程阶段环境影响分析.....69
3.5 与相关规划和政策的相符性分析.....70
4 环境现状调查与评价.....88
4.1 自然环境概况.....88
4.2 区域自然资源概况.....104
4.3 海域开发利用现状.....114
4.4 环境质量现状调查与评价.....117
5 环境影响预测与评价.....266
5.1 海洋环境影响预测与评价.....266
5.2 大气环境影响分析.....316
5.3 声环境影响预测与评价.....317
5.4 固体废物影响评价.....320
5.5 生态环境影响预测与分析.....321

5.6 环境风险预测与分析.....330

6 环境保护措施及其可行性论证.....346

6.1 海洋生态环境保护措施.....346

6.2 水环境影响减缓措施.....347

6.3 大气环境保护措施.....351

6.4 声环境保护措施.....351

6.5 固体废物环境保护措施.....352

6.6 环境风险防范措施及其可行性分析.....353

7 环境影响经济损益分析.....357

7.1 环境保护投资.....357

7.2 环境影响经济损益分析.....358

7.3 经济与社会效益分析.....358

7.4 环境保护技术经济合理性.....358

8 环境管理与监测计划.....360

8.1 环境保护管理.....360

8.2 环境监测计划.....362

8.3 污染物排放清单.....364

8.4 竣工环境保护“三同时”验收内容.....368

9 环境影响评价结论.....369

9.1 项目概况.....369

9.2 环境质量现状.....369

9.3 环境影响预测分析与评价结论.....376

9.4 主要环境保护措施.....380

9.5 公众意见采纳情况.....383

9.6 环境影响经济损益分析.....383

9.7 环境管理与监测计划.....383

9.8 综合结论.....383

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。

《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。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 547.2668 公顷（约 8209.002 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《中华人民共和国生态环境法典》《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。

受汕尾市城区牧海投资发展有限公司委托，广东绿鑫环保工程有限公司承担汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）项目环境影响评价工作，在接受了生态环境影响评价工作的委托后，立即组织项目组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《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）项目生态环境影响报告书（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南侧方向，中心地理坐标约为 115°10'18.05"E、22°41'51.66"N，项目地理位置详见附图 1。主要建设内容为周长 160m 方形网格重力式网箱 4 组；周长 90m 重力式圆形网箱 300 个；1 个 20×20m 的养殖平台；同时配备养殖船、导助航系统等设施设备。

项目用海总面积为 547.2668 公顷，主要养殖海鲷鱼、鲅鱼、金鲳鱼等，预计年产量为 78311.12t。

本项目总投资 76978.87 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 2026 年 10 月 9 日委托广东绿鑫环保工程有限公司承担汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）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《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）项目生态环境影响报告书（送审稿）》。

本项目环境影响评价具体工作程序如图 1.3-1 所示：

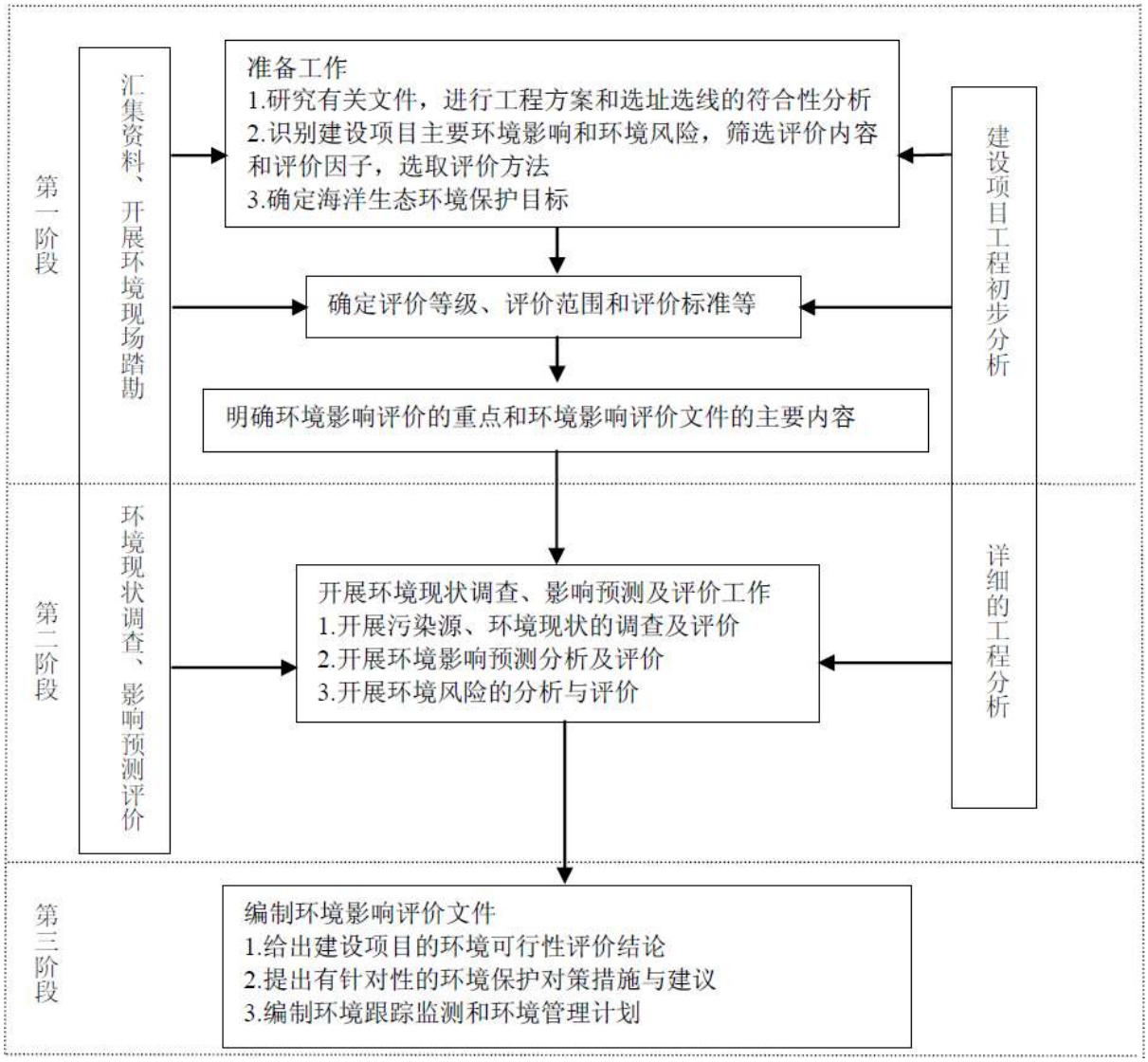


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

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，对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3.5.2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）》《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《汕尾市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《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“珠海-潮州近海农渔业区（深圳范围）（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，随着施工作业的结束，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较小，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)《中华人民共和国生态环境法典》（2026年8月15日施行）；

(2)《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日施行）；

(3)《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；

(4)《中华人民共和国水土保持法》（2026年11月6日修改）；

(5)《中华人民共和国野生动物保护法》（2026年11月6日修改）；

(6)《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）；

(7)《中华人民共和国农业法》（2012年12月28日修订）；

(8)《中华人民共和国循环经济促进法》（2018年10月26日修正）；

(9)《中华人民共和国海上交通安全法》（2021年4月29日修订）；

(10)《中华人民共和国港口法》（2018年12月29日修正）；

(11)《中华人民共和国湿地保护法》（2026年11月6日修改）；

(12)《中华人民共和国海岛保护法》（2026年11月6日修改）。

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)《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2005〕152号）；

(10)《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）；

(11)《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》（环海洋〔2022〕3号）；

(12)《产业结构调整指导目录（2024年本）》；

(13)《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》（2026 年 8 月 15 日施行）；

(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》（2026年8月15日施行）；

(5)《广东省固体废物污染环境防治条例》（2026年8月15日施行）；

(6)《广东省大气污染防治条例》（2026年8月15日施行）；

(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》（GB3552-2018）；

(15)《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T0341-2022）；

(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)《广东省人民政府关于延长<广东省“三线一单”生态环境分区管控方案>有效期的通知》（粤府函〔2025〕248 号）；

(8)《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》（粤农农〔2021〕354 号）；

(9)《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）；

(10)《汕尾市人民政府关于印发《汕尾市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》的通知》（汕府〔2026〕8 号）；

(11)《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）；

(12)《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）；

(13)《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）；

(14)《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）；

(15)《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）；

(16)《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）；

(17)《汕尾市生态环境局关于优化建设项目环境影响评价文件审批层级的通知》，2024年12月27日。

2.1.6 技术文件

(1) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园江牡岛南域A区项目海域使用论证报告表》（报批稿），广东华地自然空间规划研究有限公司，2025年10月；

(2) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园江牡岛南域B区项目海域使用论证报告表》（报批稿），广东华地自然空间规划研究有限公司，2025年10月；

(3) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园江牡岛南域C区项目海域使用论证报告表》（报批稿），广东华地自然空间规划研究有限公司，2025年10月；

(4) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园江牡岛南域D区项目海域使用论证报告表》（报批稿），广东华地自然空间规划研究有限公司，2025年10月；

(5) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园江牡岛南域E区项目海域使用论证报告表》（报批稿），广东华地自然空间规划研究有限公司，2025年10月；

(6) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园江牡岛南域F区项目海域使用论证报告表》（报批稿），广东华地自然空间规划研究有限公司，2025年10月；

(7) 《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目可行性研究报告》，锦辉项目管理集团有限公司，2026年7月；

(8) 项目宗海位置图；

(9) 《关于对<关于提请批复汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目工程可行性研究报告的请示>的批复》（汕市区农农水〔2026〕186号）。

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5。

（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海洋预留区，海洋预留区严禁随意开发；已存在的开发利用活动可保留现状，新增用海活动经科学论证后可准入，保障海洋牧场用海需求，可兼容海底电缆管道用海，见附图 6。

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“珠海-潮州近海农渔业区（深圳范围）（编号：HY44150030104）”，见附图7。

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《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类标准。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	℃	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1℃，其它季节不超过2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地4℃	
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
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	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	%	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$
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

项目所在海域执行《海洋生物质量标准》（GB18421-2001）表 1 海洋贝类生物质量标准值（鲜重）中第一类标准限值，见**表 2.2-4**。

本项目的甲壳类、鱼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，具体标准值如**表 2.2-5** 所示。

表 2.2-4　海洋贝类生物质量标准值（鲜重）　单位：mg/kg

项目		第一类	第二类	第三类
感官要求		贝类的生长和活动正常，贝体不得沾粘油污等异物，贝肉的色泽、气味正常，无异色、异臭、异味		贝类能生存，贝肉不得有明显异色、异臭、异味
粪大肠菌群（个/kg）	≤	3000	5000	—
麻痹性贝毒	≤	0.8		
总汞	≤	0.05	0.10	0.30
镉	≤	0.2	2.0	5.0
铅	≤	0.1	2.0	6.0
铬	≤	0.5	2.0	6.0
砷	≤	1.0	5.0	8.0
铜	≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌	≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃	≤	15	50	80
六六六	≤	0.02	0.15	0.50
滴滴涕	≤	0.01	0.10	0.50

表 2.2-5　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》（GB3095-2026）二级标准。具体标准值见**表 2.2-6**。

表 2.2-6　环境空气质量标准（GB3095-2026）摘录

污染物项目	平均时间	过度阶段浓度限值	浓度限值	单位
		二级	二级	
二氧化硫（SO_2）	年平均	60	20	μg/m³
	24 小时平均	150	50	

污染物项目	平均时间	过度阶段浓度限值	浓度限值	单位
		二级	二级	
	1 小时平均	500	150	
二氧化氮（NO_2）	年平均	40	30	
	24 小时平均	80	50	
	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	160	160	$\mu g/m^3$
	1 小时平均	200	200	
颗粒物（粒径小于等于 10μm）	年平均	60	50	
	24 小时平均	120	100	
颗粒物（粒径小于等于 2.5μm）	年平均	30	25	
	24 小时平均	60	50	
TSP	年平均	200	200	
	24 小时平均	300	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 2.2-7**。

表 2.2-7　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 2.2-8**，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 2.2-8　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 SO_2、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 2.2-9　《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 2.2-10　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≤0.5%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≤0.1%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装油发动机重大改装、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≥30L 的船用柴油发电机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求

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 2.2-6　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其贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

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 547.2668 公顷，评价等级为 1 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（$10^4m^3/d$）[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（$10^4m^3/d$）[b]		不涉及
泥浆及钻屑排放量 Q（$10^4m^3/d$）		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（$104m^3/d$）[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]	1（S>200）
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 10^4m^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 1 级，评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。根据《汕尾城区江牡岛南域 A 区、C 区、E 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》，本项目所在海域潮流主流向为南北向，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 20km，垂直潮流主流向拓展 18km，并根据海岸线、施工影响范围适当调整，评价范围面积约 1234.56km^2。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

本项目在江牡岛南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 300t 浮吊船，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 0.85t/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

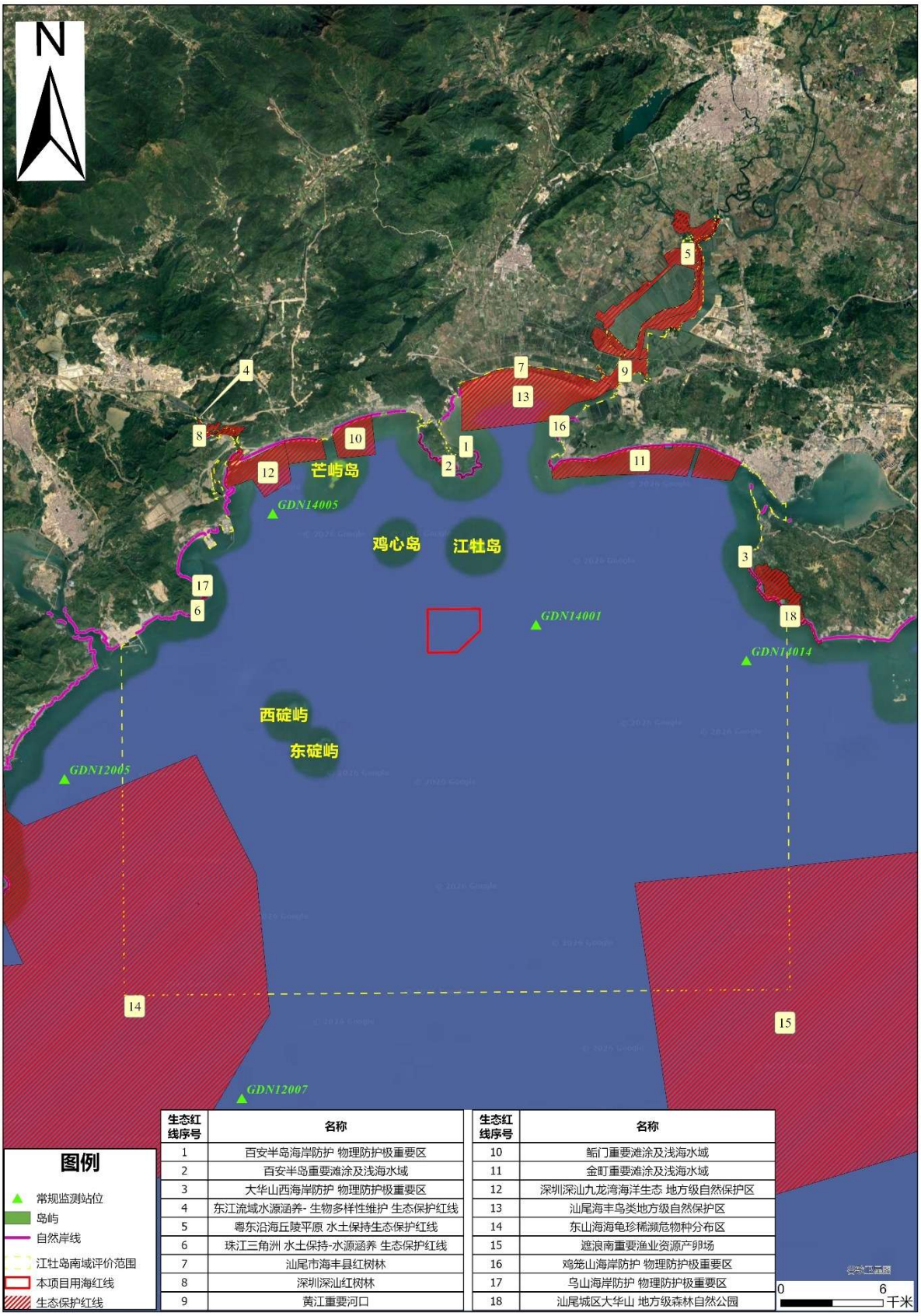
本项目海洋生态与海洋环境风险的评价范围一致，其中涉及的海洋生态敏感区（环境敏感目标）情况一览表见**表2.4-1**，海洋生态敏感区（环境敏感目标）位置分布图见**图2.4-1~图2.4-5**。

表2.4-1　海洋生态敏感区（环境敏感目标）一览表

序号	敏感区名称	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	生态保护红线	重要敏感区	北侧7.9km，见图2.4-1	重要滩涂及浅海水域
2	金町重要滩涂及浅海水域			东北侧8.7km，见图2.4-1	
3	百安半岛海岸防护物理防护极重要区			北侧7.6km，见图2.4-1	百安半岛海岸
4	鲘门重要滩涂及浅海水域			西北侧9.6km，见图2.4-1	重要滩涂及浅海水域
5	鸡笼山海岸防护物理防护极重要区			东北侧10.9km，见图2.4-1	鸡笼山海岸
6	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	生态保护红线、自然保护区		北侧10.4km，见图2.4-1	海水水质、生态环境、鸟类
7	深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区			西北侧11.0km，见图2.4-1	海水水质、生态环境
8	乌山海岸防护物理防护极重要区	生态保护红线		西侧12.8km，见图2.4-1	乌山海岸
9	汕尾城区大华山地方级森林自然公园	生态保护红线、自然公园		东侧16.3km，见图2.4-1	森林生态环境

序号	敏感区名称	类别	级别	方位距离	保护对象
10	大华山西海岸防护物理防护极重要区	生态保护红线		东侧 16.2km，见图 2.4-1	大华山西海岸
11	粤东沿海丘陵平原水土保持生态保护红线	生态保护红线		东侧 16.6km，见图 2.4-1	生态环境
12	珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线	生态保护红线		西侧 12.9km，见图 2.4-1	生态环境
13	汕尾市海丰县红树林	生态保护红线、红树林		西北侧 13.8km，见图 2.4-1	红树林
14	深圳深汕红树林			西北侧 16.8km，见图 2.4-1	红树林
15	黄江重要河口	生态保护红线		东北侧 14.8km，见图 2.4-1	海水水质、生态环境
16	东山海海龟珍惜濒危物种分布区	生态保护红线、濒危物种分布区		西南侧 14.9km，见图 2.4-1	海龟
17	遮浪南重要渔业资源产卵场	生态保护红线、重要渔业资源产卵场		东南侧 17.1km，见图 2.4-1	海水水质、生态环境、鱼类资源
18	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	生态保护红线		西北侧 17.1km，见图 2.4-1	生态环境
19	江牡岛	海岛、自然岸线	一般敏感区	北侧约 3.3km 见图 2.4-1	岛屿、海岸及地形地貌冲淤环境
20	鸡心岛			西北侧约 4.2km 见图 2.4-1	
21	芒屿岛			西北侧约 9.1km 见图 2.4-1	
22	西碇屿			西南侧约 9.2km 见图 2.4-1	
23	东碇屿			西南侧约 8.8km 见图 2.4-1	
24	红海湾	海湾		项目占用 见图 2.4-1	海水水质、生态环境
25	大陆自然岸线、严格保护岸线	自然岸线		与项目最近距离为北侧约 7.7km 见图 2.4-4	海岸
26	南海北部幼鱼繁育场保护区	三场一通道		项目占用，见图 2.4-2	海水水质、生态环境、幼鱼繁育场
27	南海区幼鱼幼虾保护区			项目占用，见图 2.4-3	
28	黄花鱼幼鱼保护区			项目占用，见图 2.4-4	
29	蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区				
30	珊瑚群落	珍惜濒危生物		与本项目用海范围最近距离约 3.7km	珊瑚
31	监测站位 GDN14001	常规监测站	环保	与项目最近距离为	海水水质

序号	敏感区名称	类别	级别	方位距离	保护对象
		位	关注点	东侧约 3.2km	
32	监测站位 GDN14005			与项目最近距离为西北侧约 10.7km	
33	监测站位 GDN14014			与项目最近距离为东侧约 15.8km	



生态红线序号	名称	生态红线序号	名称
1	百安半岛海岸防护 物理防护极重要区	10	鲘门重要滩涂及浅海水域
2	百安半岛重要滩涂及浅海水域	11	金町重要滩涂及浅海水域
3	大华山西海岸防护 物理防护极重要区	12	深圳深汕九龙湾海洋生态 地方级自然保护区
4	东江流域水源涵养- 生物多样性维护 生态保护红线	13	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区
5	粤东沿海丘陵平原 水土保持生态保护红线	14	东山海海龟珍稀濒危物种分布区
6	珠江三角洲 水土保持-水源涵养 生态保护红线	15	遮浪南重要渔业资源产卵场
7	汕尾市海丰县红树林	16	鸡笼山海岸防护 物理防护极重要区
8	深圳深汕红树林	17	乌山海岸防护 物理防护极重要区
9	黄江重要河口	18	汕尾城区大华山 地方级森林自然公园

图 2.4-1　项目评价范围内海洋生态敏感区（环境敏感目标）分布图

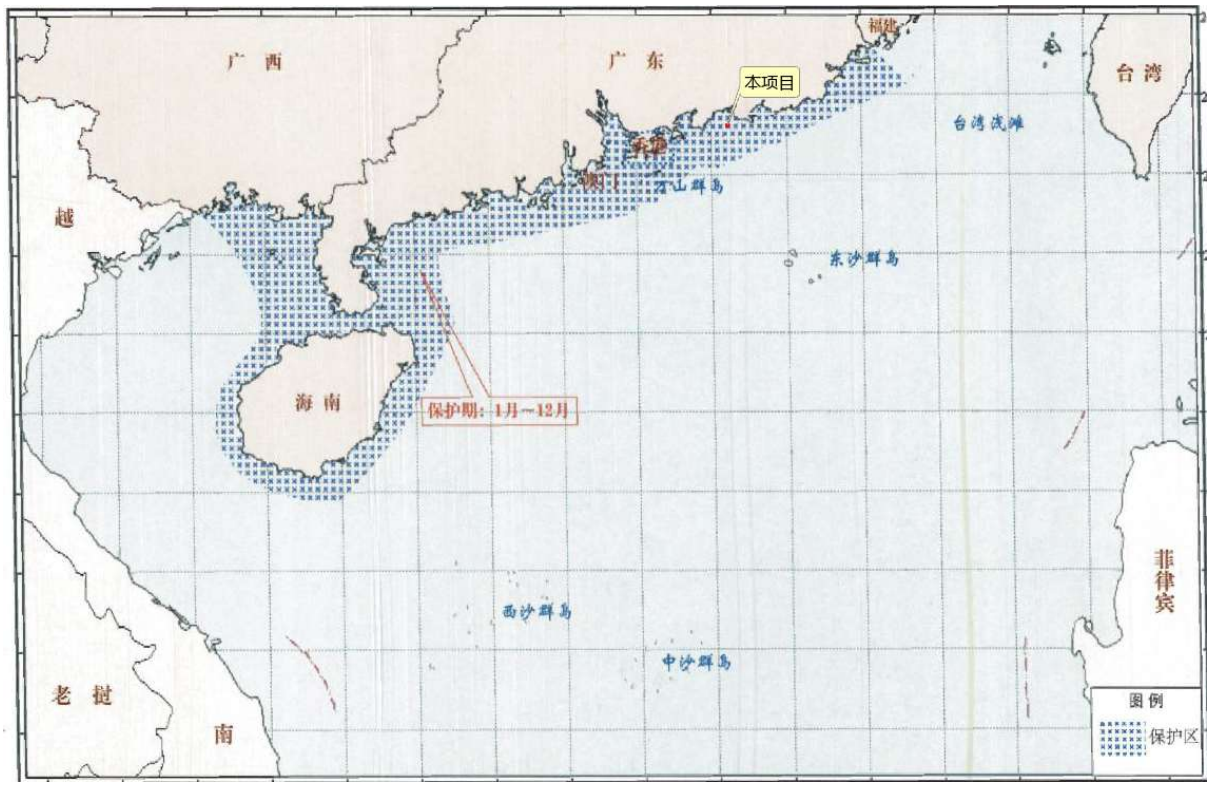


图 2.4-2　项目与南海北部幼鱼繁育场保护区关系图

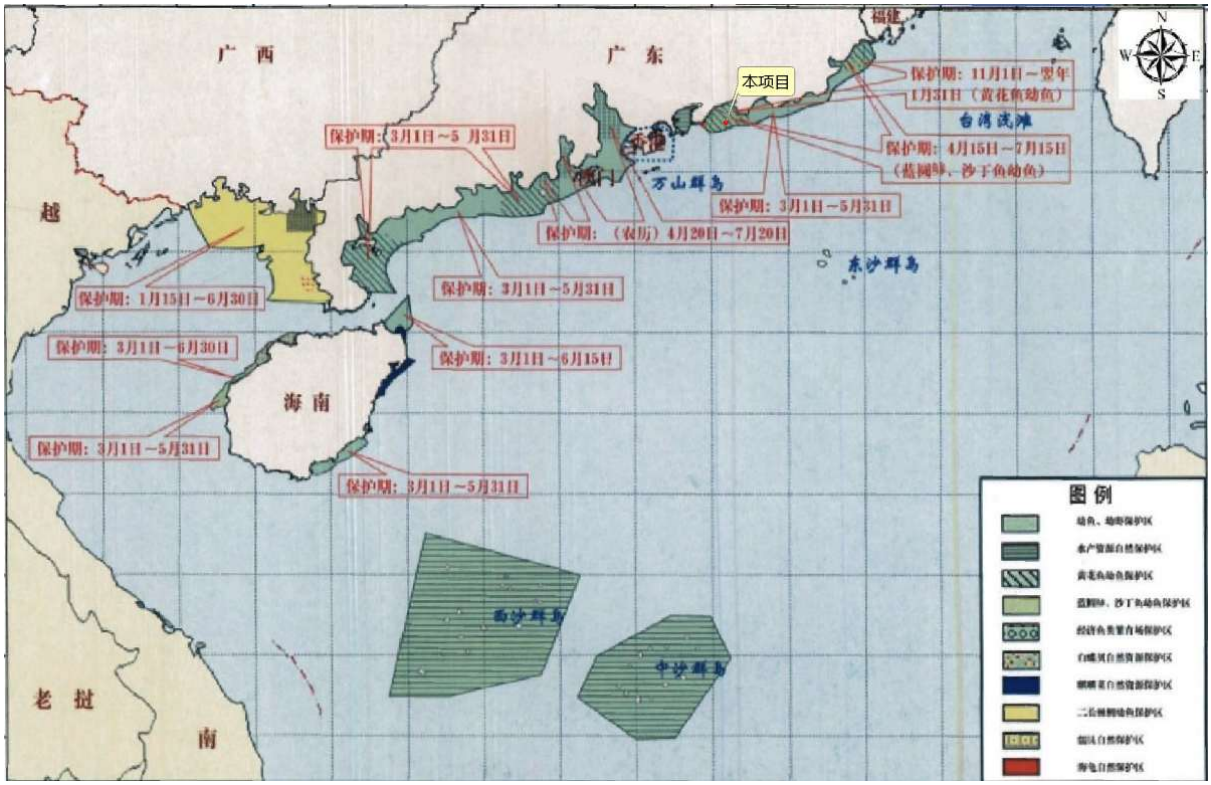


图 2.4-3　项目与南海幼鱼幼虾保护区关系图

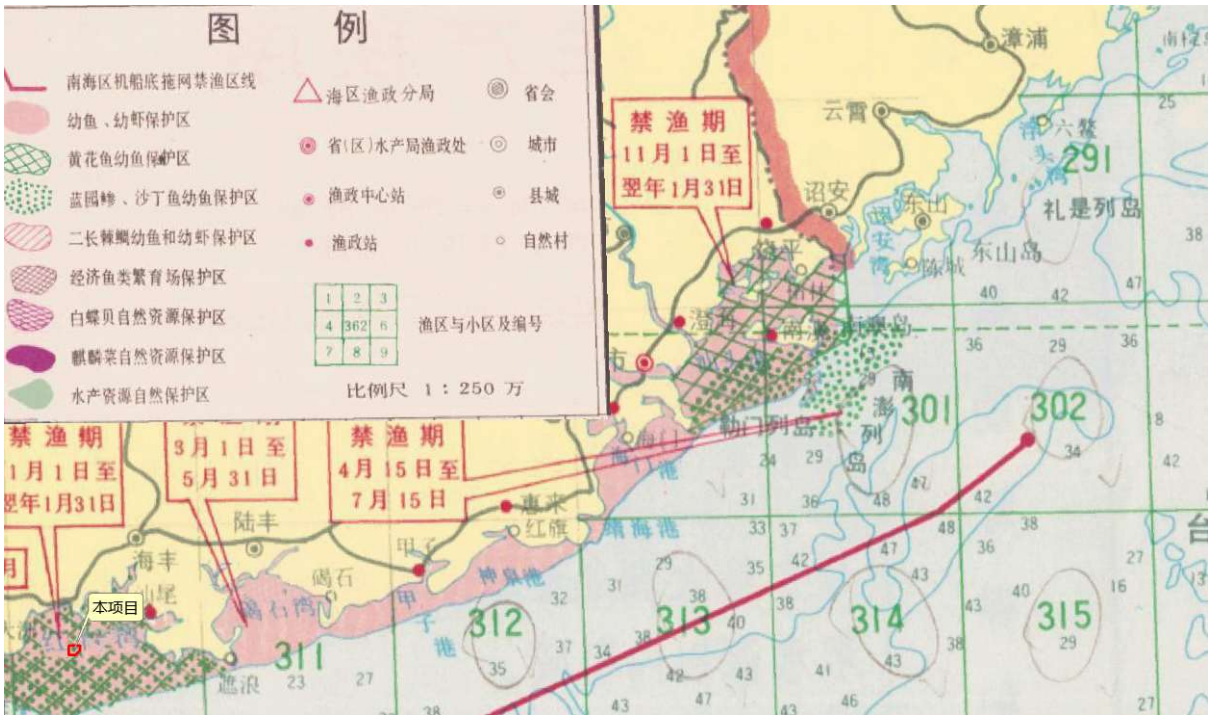


图 2.4-4　项目与南海国家级及省级渔业品种保护区关系图

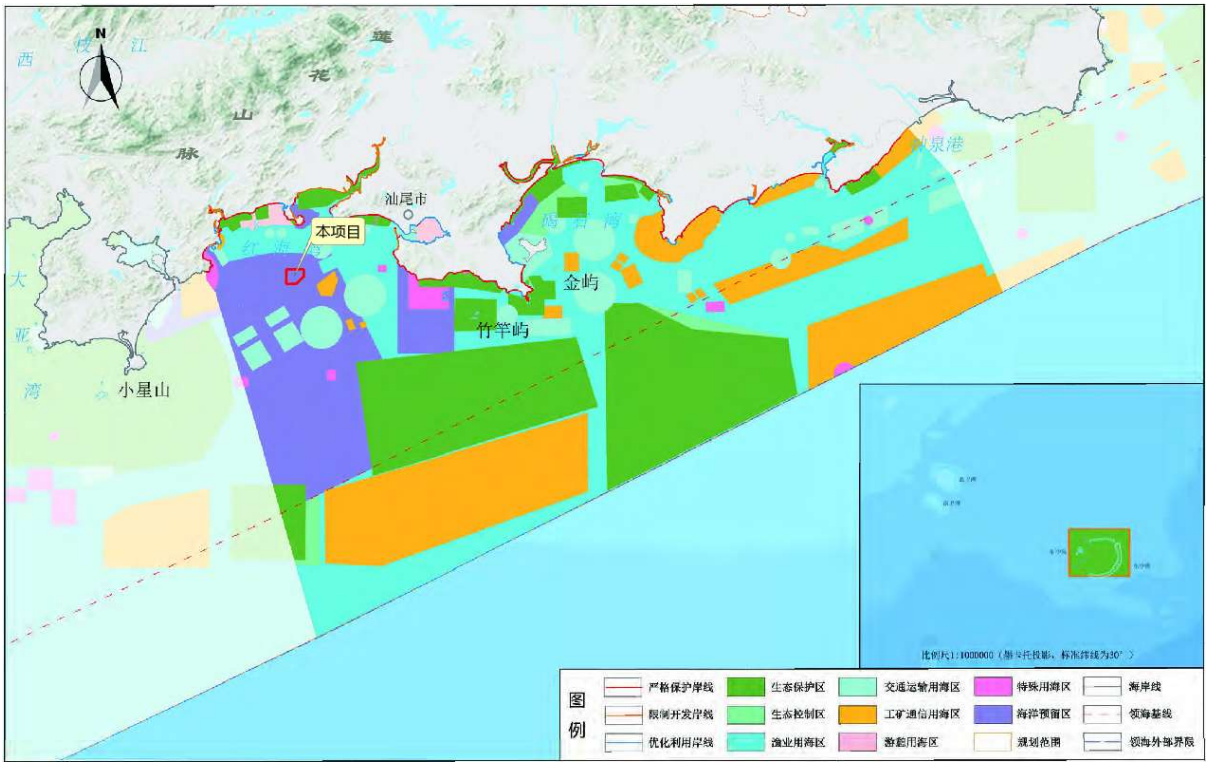


图 2.4-5　项目与严格保护岸线关系图

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：汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目

建设单位：汕尾市城区牧海投资发展有限公司

建设性质：新建

地理位置：项目位于广东省汕尾市城区江牡岛南侧海域，中心地理坐标约为115°10’18.05”E、22°41’51.66”N；项目距离马宫渔港约10.7km，地理位置图详见附图1。

建设内容及规模：

本项目拟投资 76978.87 万元在广东省汕尾市城区江牡岛南侧海域建设一个采用深水网箱养殖的现代化海洋牧场。主要建设内容为设方形网格重力式网箱4组（单组网箱周长160m），周长90m圆形重力式网箱300个（一体式100个，周组装式200个），养殖平台1座（20m×20m），配备养殖船、导助航系统等设施设备，项目6个区用海共547.2668公顷。项目主要经济技术指标详见u-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	组	4	单组周长160m
2	圆形重力式网箱	个	300	一体式100个，周组装式200个
3	养殖平台	座	1	20m×20m
4	用海面积	公顷	547.2668	

养殖品种及产量：主要为海鲷鱼、鲅鱼、金鲳鱼等，预计年产量为25973.19t。

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，其中平台建造与调试时间约为18个月，海上安装与试运转时间约为4个月。

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547.2668公顷，申请用海期限为15年。

辅助设施：①辅助附属用房：位于养殖平台的北侧，包括员工休息区、控制中心、仓库等，均为1F建筑物，可满足生产需要。②根据养殖和装卸的需要，配备36m养殖船1艘、31.2m养殖船1艘、23.8m养殖船5艘、21m养殖船4艘，且各船只和平台均各配备吊机1台；配备自动投饵机1台。

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547.2668公顷，位于东山海-红海湾海洋预留区
		工程规模	计划投入方形网格重力式网箱4组（单组网箱周长160m），周长90m圆形重力式网箱300个（一体式100个，周组装式200个），养殖平台1座（20m×20m）。
		养殖规模	主要养殖海鲷鱼、鲅鱼、金鲳鱼，预计年产量为25973.19t。
辅助工程	辅助生产设备		36米养殖船1艘、31.2米养殖船1艘、23.8米养殖船5艘、21米养殖船4艘，且各船只和平台均各配备吊机1台；配备自动投饵机1台。
	生产与生活设施		建设员工休息区、控制中心、仓库等建筑物，总建筑面积约为112.84m^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。其中光伏储能部分由甲方委托专业公司设计，初步考虑设置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、撒装物料遮盖等措施
		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

工程类别			建设内容与规模
		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
		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	制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

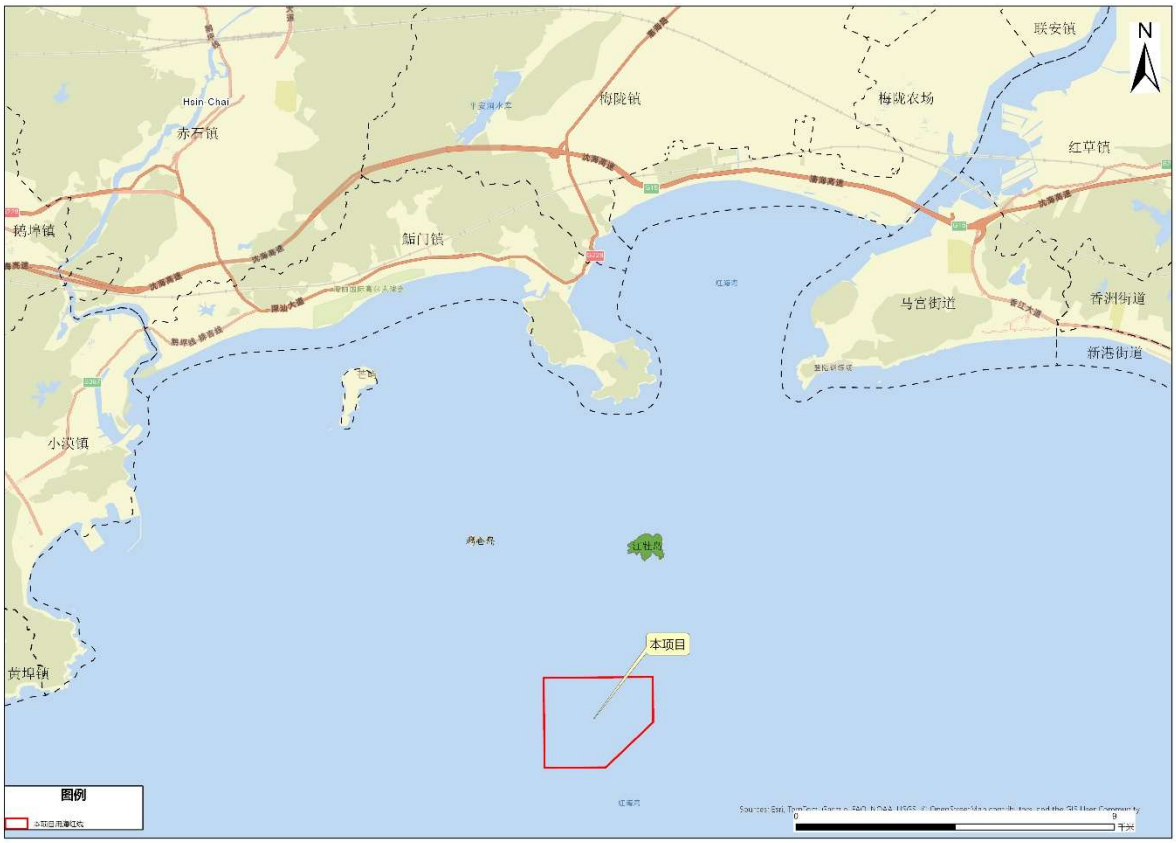


图 3.1-1　项目地理位置图

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南侧方向海域，中心地理坐标约为115°10'18.05"E、22°41'51.66"N，距离江牡岛直线距离约3.3公里。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，建造方形透水构筑物工作平台。

结合海洋牧场海域范围内的水深、风浪等自然条件以及项目生产需求综合判断，项目总体上分为6个区，包括北侧、南侧各3个区。项目北侧3个区自西向东依次为A区、B区、C区，每个区域均布置C90网箱53个，C160网箱1组。项目南侧3个区自

西向东依次为 D 区、E 区、F 区；其中 D 区布置 C90 网箱 53 个，C160 网箱 1 组，水上平台 1 个，平台位于 D 区西南角；E 区布置 C90 网箱 54 个，F 区布置 C90 网箱 34 个。项目共布设周长 160m 方形网格重力式网箱（C160 网箱）4 组，周长 90m 圆形重力式网箱（C90 网箱 300 个，水上平台 1 座（20m×20m）。主要项目总平面布置见附图 2。

3.1.3 结构和尺寸

3.1.3.1 90m 周长圆形网箱

圆形网箱在 A、B、C、D、E、F 共 6 个区内均有分布，其中 A~D 区各布设 53 个，E 区布设 54 个，F 区布设 34 个。

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≥50kN。

锚泊系统：本项目圆形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 Φ28.65m，每个网箱采用 12 根锚绳连接 750 公斤铁锚固定，锚绳为 φ52mm 聚乙烯绳索。

圆形网箱示意及详见图 3.1-2、图 3.1-3。

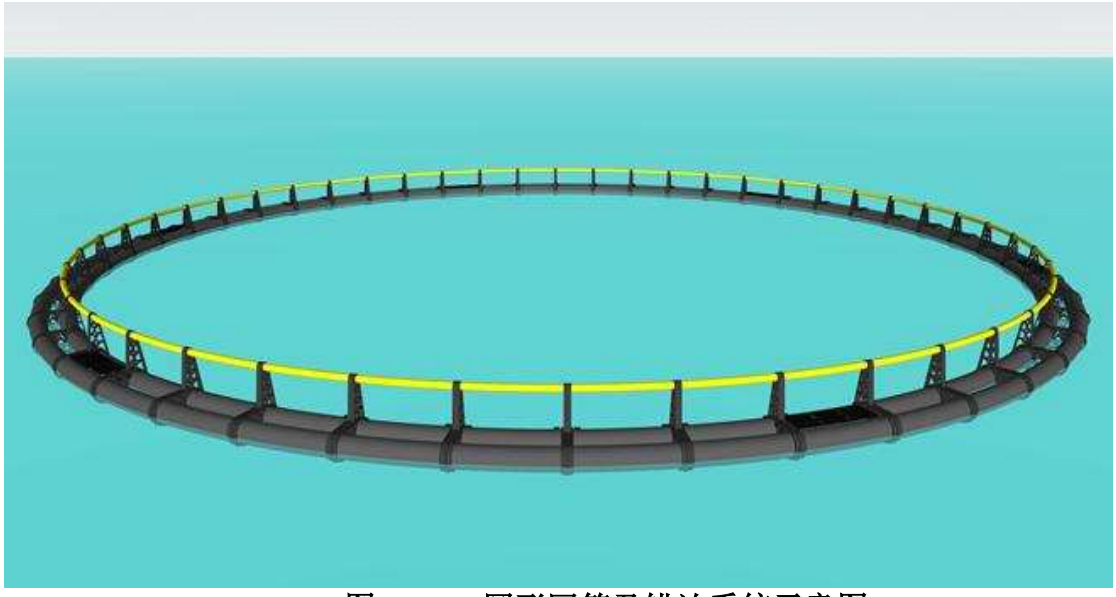


图 3.1-2　圆形网箱及锚泊系统示意图

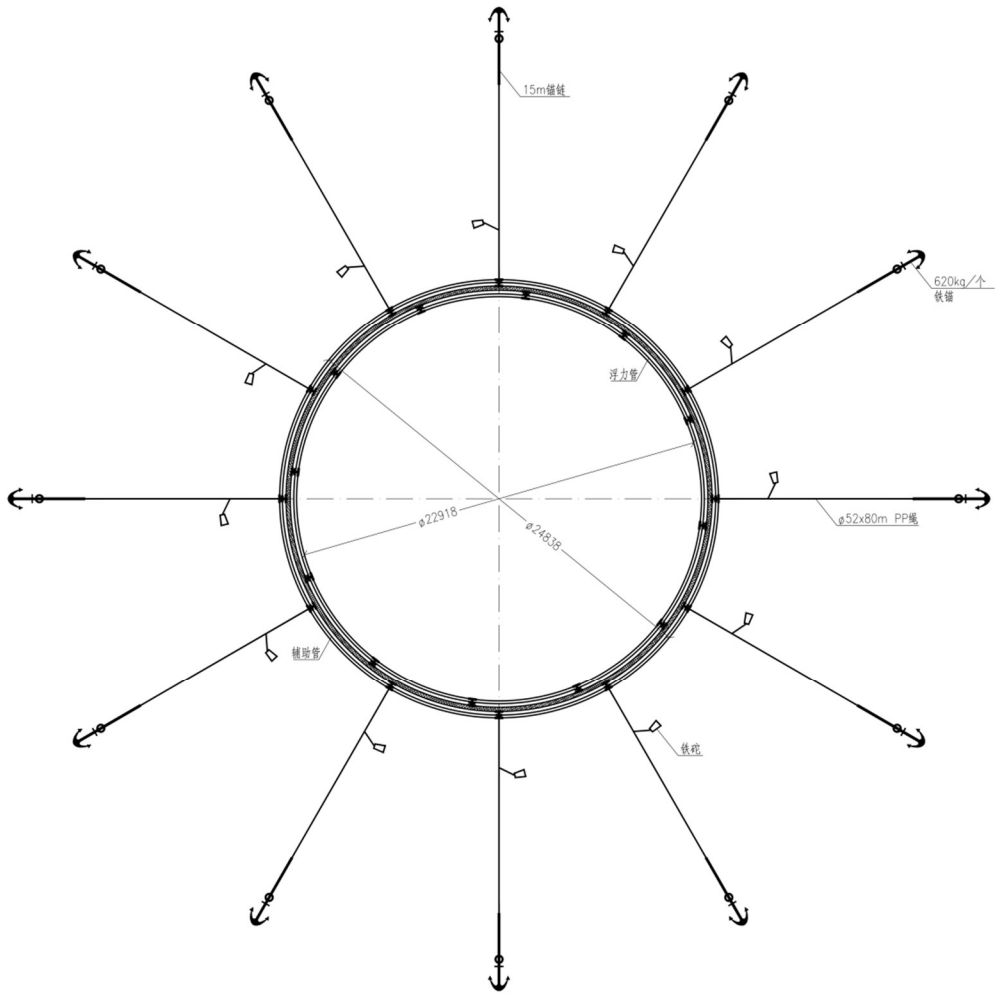


图 3.1-3　圆形网箱锚泊系统示意图

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 A~D 区各区中北部，每区 1 组，共 4 组，每组尺寸为 40m×40m，周长 160m，每组 4 个，共 16 个。

框架系统：采用析架式或箱式结构，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。网目根据养殖鱼类规格调整（如 5～15cm），兼顾防逃与水流交换。

配重系统：底部沉子采用混凝土块或铸铁链，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 Φ38mm 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 3.1-4、图 3.1-5。



图 3.1-4　方形网箱示意图

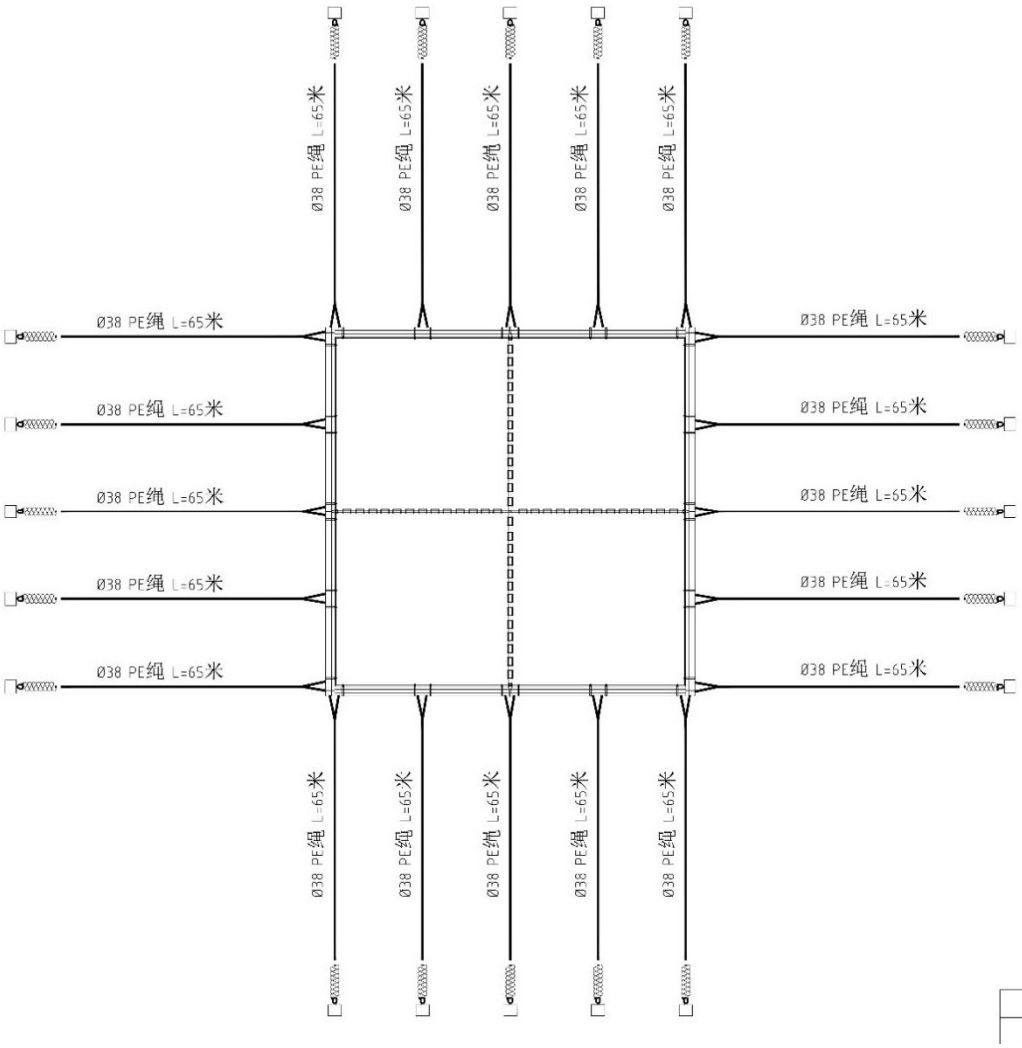


图 3.1-5　方形网箱锚泊系统示意图

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。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。为使海洋牧场顺利运作，根据业务、作业及各方面功能要求，在水工平台上设置员工休息区、控制中心、仓库等建筑物，总建筑面积约为112.84m^2，并在平台上设置投喂区，以满足生产需要。

1、平面布置及尺寸

工作平台布置于D区西南角，平台尺寸为20m×20m，在平台的北侧设置员工休息区、控制中心、仓库等建筑物，呈一字形排列，总建筑面积为112.84m^2，均为1F建筑物。另外在平台上设置自动投料区。

2、平台结构情况

工作平台尺寸为20m×20m，周长80m，均由榀144排排架与纵向梁格组成空间钢结构环形钢架体系。下部桩基结构由15根Φ1200×25的钢管桩组成，钢管桩之间均采用Z型D600×30圆管支撑连接。上部排架主横梁和纵梁均采用热轧HN650×300H型钢，排架之间采用X型热轧HM440×300H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、支撑连接形成稳定钢架体系，平台面板由75mm钢格栅面板与横纵梁、支撑焊接连接。

桩间焊接D280×25圆管斜撑，平台东侧靠船桩竖向设置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《涂覆涂料前钢材表面处理》（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 80μm），棕红云铁环氧中间漆（厚度不小于40μm），氟碳面漆（厚度不小于60μm）进行处理，该过程在钢结构厂内完成。

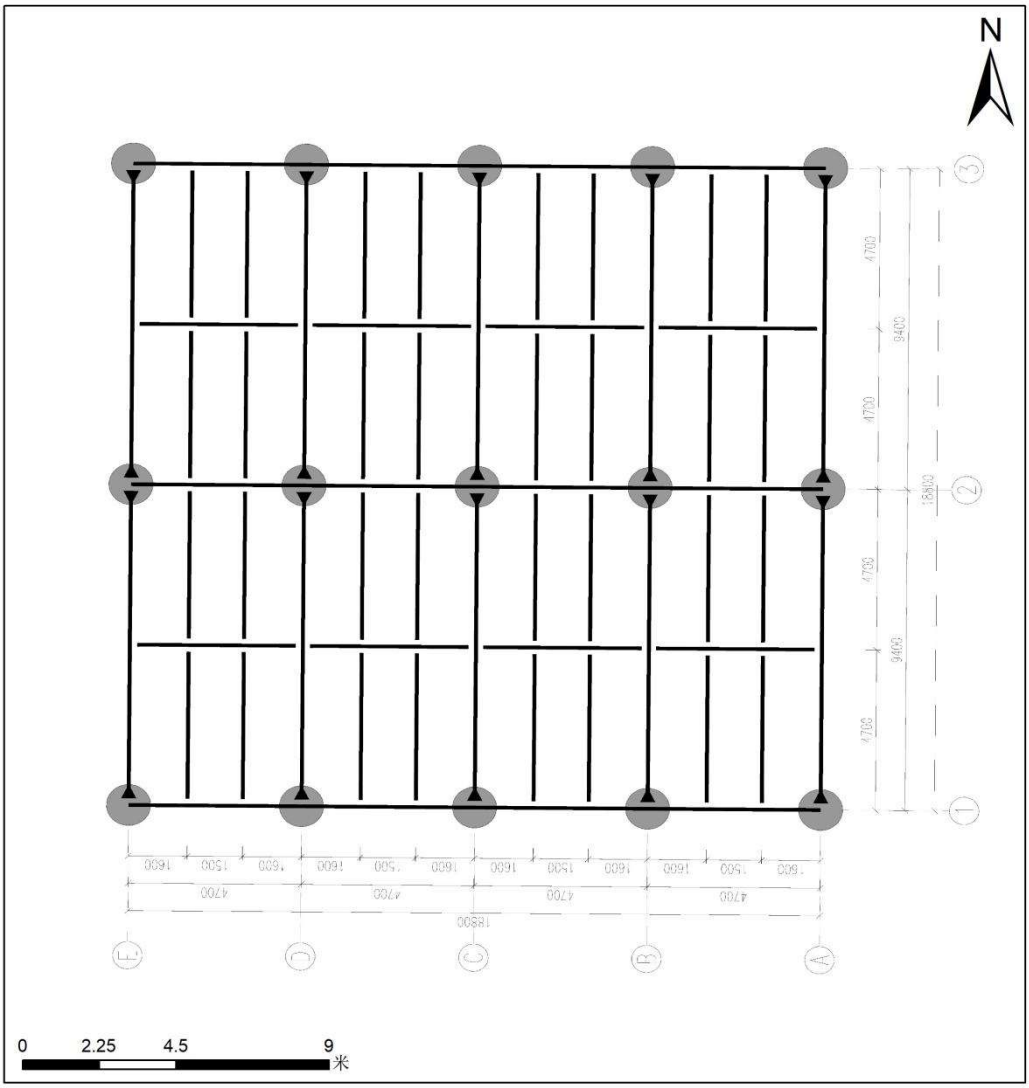


图 3.1-6 上部平台结构平面图

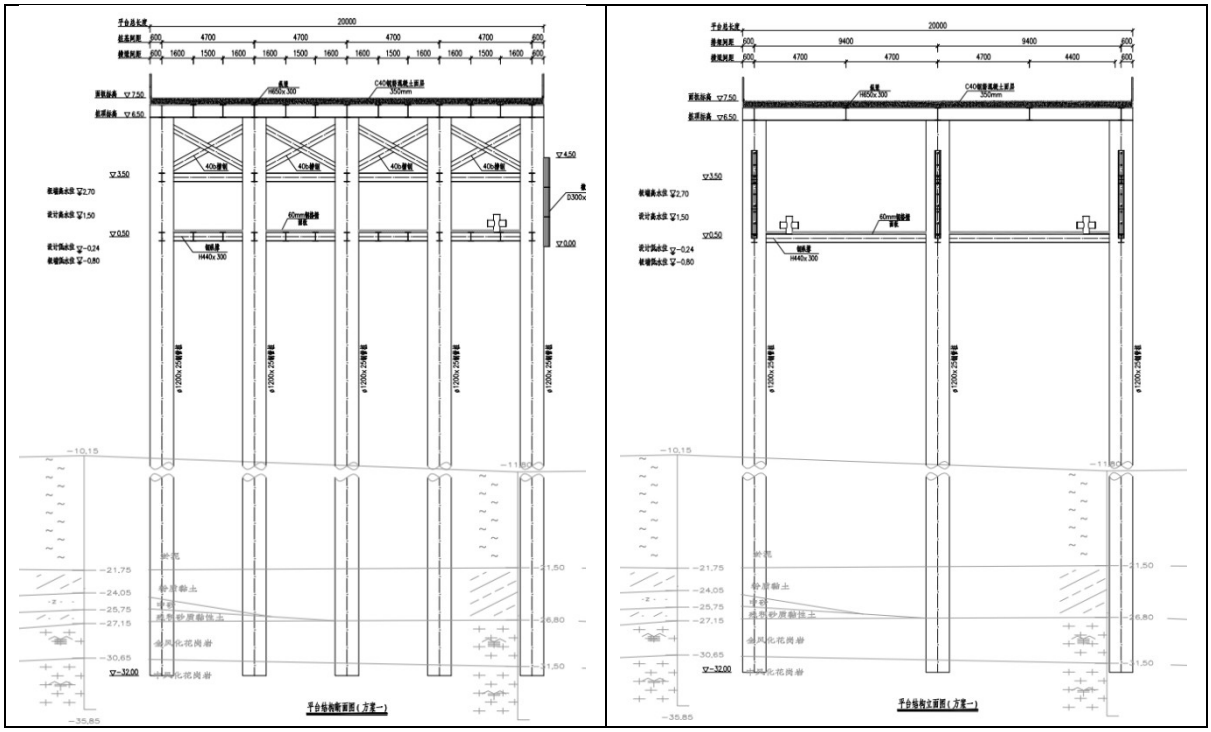


图 3.1-7 平台结构断面图

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，在水上平台设置各种相应功能建、构筑物。主要的建筑物有员工休息区、控制中心、仓库等，自西向东成1字型布置，总建筑面积约112.84m^2。具体建设情况详见下表：

表3.1-3 项目生产辅助建构筑物一览表

序号	建筑物名称	占地面积（m^2）	建筑面积（m^2）	层数
1	员工休息区	37.61	37.61	1
2	控制中心	37.61	37.61	1
3	仓库	37.61	37.61	1
4	合计	112.84	112.84	1

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，项目拟配备36m养殖船1艘、31.2m养殖船1艘、23.8m养殖船5艘、21m养殖船4艘。具体船舶设置情况如下：

（1）36m养殖船（辅助渔船）

36m养殖船船型尺度为36m×7.8m×2.85m（船长×船宽×型深），设计吃水2m。

表3.1-4 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	31.70m
3	水线间长	34.536m
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	主机型号	X6170ZC580-3

12	主机额定功率	426kw
13	主机转速	1350r/mn
14	设计航速	8kn
15	续航力	300 海里
16	自持力	20 天
17	满载排水量	408t
18	总量	232t

（2）31.2m 养殖船（辅助渔船）

31.2m 养殖船船型尺度为 31.2×10m×3m（船长×船宽×型深），设计吃水 2.2m。

表 3.1-5　31.2m 辅助渔船主要性能参数表

序号	指标	参数
1	总长	31.2m
2	设计水线长	29.23m
3	垂线间长	30.00m
4	型宽	10.00m
5	型深	3.00m
6	设计吃水	2.2m
7	工作吃水	1.80m
8	肋距	0.50m
9	梁拱	0.2m
10	航速	9.5kn
11	航区	沿海
12	定员	4P

（3）23.8m 养殖船（辅助渔船）

23.8m 养殖船船型尺度为 23.8m×6.8m×2.6m（船长×船宽×型深），设计吃水 1.80m。

表 3.1-6　23.8m 辅助渔船主要性能参数表

序号	指标	参数
1	总长	23.80m

序号	指标	参数
2	船长	20.98m
3	垂线间长	20.70m
4	设计水线	21.72m
5	型宽	6.8m
6	型深	2.6m
7	设计吃水	1.80m
8	设计排水量	143.40t
9	梁拱	0.1m
10	肋距	0.425~0.56m
11	船员	4 人
12	航区	沿海
13	主机额定功率	405kw
14	总量	103t

（4）21m 养殖船（辅助渔船）

21m 养殖船船型尺度为 21m×5.5m×1.4m（船长×船宽×型深），吃水 0.80m。

表 3.1-7　21m 辅助渔船主要性能参数表

序号	指标	参数
1	总长	21.00m
2	船长	19.80m
3	垂线间长	19.80m
4	水线间长	19.63m
5	型宽	5.50m
6	型深	1.40m
7	吃水	0.80m
8	肋距	0.50m
9	梁拱	0.11m
10	船员	2 人
11	航速	10kn
12	满载排水量	71.9t

2、装卸物资设备

项目装卸除可采用平台配备的吊机外，配置的辅助渔船均配置船用吊机，可满足采样鱼货、饲料及其他物资的调拨装卸需求。

3、饲喂设备

项目的工作平台可搭载自动投料机，通过 PE 管或不锈钢管连接到各个饲料舱，可就地和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，显著提升投饵效率，减少人力投入。

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。光伏储能部分委托专业公司设计；同时配备 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。

生活用水明敷给水管呈枝状布置，管网上设置必要的阀门等附属管件；消防给水取自海水，给水管网呈枝状布置，管网上设置室内消火栓。新建一座给水泵站，泵房内设置1座10m^{3}不锈钢生活水箱和两套加压泵组。生活给水泵组，流量4.0m^3/h，扬程0.28MPa；消防给水泵组，流量 54m^3/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24℃至30℃。为广盐性鱼类，适宜盐度4‰-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。根据调查，项目位于江牧岛南侧海域，根据2024年4月、2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据，项目附近海域水温为 24.5℃~27.9℃，盐度为31.066‰~33.978‰，项目所在海域条件满足鱼类适宜水质条件要求。



2、鲅鱼

鲅鱼又称米鱼、鲅状黄姑鱼，是鲈形目石首鱼科鲅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，颏部及上、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‰。根据调查，项目位于江牧岛南侧海域，根据2024年4月、2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据，项目附近海域水温为24.5℃~27.9℃，盐度为31.066‰~33.978‰，项目所在海域条件满足鱼类适宜水质条件要求。



3、金鲳鱼（卵形鲳鲹）

金鲳鱼是鲹科、鲳鲹属鱼类。体高而侧扁；尾柄细短，侧扁。头小，高大于长，枕骨嵴明显。尾鳍分叉。背部蓝青色，腹部银色。体侧无黑点，奇鳍边缘淡黑色。经济价值较高，被列为名贵食用鱼类。金鲳鱼是一种暖水性中上层洄游鱼类，在幼鱼阶段，每年春节后常栖息在河口海湾，群聚性较强，成鱼时向外海深水移动。其适温范围为16~36℃，生长的最适合水温为22~28℃，该鱼属广盐性鱼类，适盐范围3%～35%，盐度20%以下生长快速，在高盐度的海水中生长较慢。该鱼耐低温能力差，通常当水温下降至16℃以下，卵形鲳鲹停止摄食，存活的最低临界温度为14℃，2天的14℃以下温度累积出现死亡。根据调查，项目所在海域水温和盐度条件满足鱼类适宜水质条件要求。根据调查，项目位于江牧岛南侧海域，根据2024年4月、2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据，项目附近海域水温为24.5℃~27.9℃，盐度为 31.066‰~33.978‰，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→起捕直接作为商品鱼销售或外售给深加工企业进行深加工。

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

投放的苗种优先选择苗种畸形率低、抗逆性强的台湾屏东等地的优质苗种，苗种放养规格约为1kg/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℃~30℃。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1kg/尾，放养密度宜为3~4 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3～5kg/m^3，本项目满足要求。

（2）鲅鱼

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 尾/m^3（小苗），随生长降至150~300 尾/m^3（成鱼），按照《深水网箱养殖技术》（DB44/T742-2010）要求，放养密度在3～5kg/m^3之间。

（3）金鲳鱼

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。鱼苗规格体长 10 厘米左右，苗种放养规格为 40~50 尾/立方米，按照广东省农业农村厅网站上发布的《深水网箱养殖技术》要求，放养密度在 3～5 千克/立方米之间。

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，可就地和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。本项目计划以商业配合饲料为主，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。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）海鳊鱼

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℃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）鲶鱼

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）金鲳鱼

全程使用优质海水鱼膨化配合饲料（浮性颗粒饲料），蛋白质含量要求较高（前期>45%，中后期>40%），脂肪含量适宜（8-12%）。避免使用冰鲜杂鱼（易污染水质、传播病害）。鱼苗期（<50g）每天 4-6 次；中成鱼期（50-300g）每天 2-3 次；育肥期（>300g）每天 1-2 次。一般在日出后和日落前水温适宜时投喂。一般日投饵率为鱼体重的 3%-8%（小规格鱼比例高，大规格鱼比例低）。以大部分鱼吃饱游走、少量剩余为宜（投喂后观察 10-15 分钟）。养殖周期一般半年。

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，严格按相关技术操作规范开展相应工作。

（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固牢坚硬等，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示标志和灯具，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 1 至 3 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，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）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，通过优化种质资源、强化养殖管理、提升养殖对象抗病性能等综合措施，构建以生态健康为核心的养殖模式，从而实现可持续发展的健康养殖目标。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的种类、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到马宫渔港上岸，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 3.1-8　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

项目所在的江牡岛南侧海域水域开阔，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南侧海域，水流状况稳定，水深条件较好，在 12.6~14.2m 之间，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

工作平台通常由专业单位完成施工设计，施工单位根据设计单位提供的经审核的图进行生产设计以及钢板、设备、材料等物资采购，然后利用生产设施进行机械化的钢板切割和加工、分段制作、涂装以及设备安装调试等工作。

（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，具体桩基施工如下：

1）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。

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坐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，由主任工程师审核。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）

项目平台由榀 144 排排架与纵向梁格组成空间钢结构环形钢架，钢架为施工单位根据设计单位提供的经审核的图进行生产设计以及钢板、设备、材料等物资采购，然后利用施工单位厂区内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	平板驳	1000t	1	网箱运输
4	网箱安装船	/	4	网箱安装
5	机动艇	载重 400kg	2	应急、救援、辅助
6	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，其中平台建造与调试时间约为 18 个月，海上安装与试运转时间约为 4 个月。

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 547.2668 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 3.1-9.1~图 3.1-9.6。项目用海界址点坐标详见表 3.1-9。

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域A区宗海位置图



图 3.1-9.1　**项目宗海位置图（A 区）**

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域B区宗海位置图



图 3.1-9.2　项目宗海位置图（B 区）

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域C区宗海位置图



图 3.1-9.3　项目宗海位置图（C 区）

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域D区宗海位置图



图 3.1-9.4　项目宗海位置图（D 区）

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域E区宗海位置图



图 3.1-9.5　项目宗海位置图（E 区）

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域F区宗海位置图



图 3.1-9.6　项目宗海位置图（F 区）

表 3.1-9　项目用海界址点坐标表

区域	序号	经度	纬度
A 区	1		
	2		
	3		
	4		

区域	序号	经度	纬度
B区	1	[redacted]	
	2		
	3		
	4		
C区	1		
	2		
	3		
	4		
D区	1		
	2		
	3		
	4		
E区	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
F区	1		
	2		
	3		
	4		

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、项目建设是认真贯彻国家政策精神的需要

水产品是人类食物的重要组成部分，其富含丰富的蛋白质和微量元素，已成为继谷物、牛奶之后食物蛋白的第三大来源，占全球总蛋白供应量的6.5%，占动物蛋白总供应量的16.4%。

我国是世界第一水产养殖大国，但与人民日益增长的美好生活需要相比，仍不能完

全自给，其中海水养殖产量仅占水产养殖总量的8%，潜力巨大。中国是一个有着14亿多人口的大国，解决好吃饭问题、保障粮食安全，要树立大食物观，既向陆地要食物，也向海洋要食物，耕海牧渔，建设海上牧场、“蓝色粮仓”。种业是现代农业、渔业发展的基础，要把这项工作做精做好。要大力发展深海养殖装备和智慧渔业，推动海洋渔业向信息化、智能化、现代化转型升级。因此，本项目实施海洋牧场开放式养殖，提供更多水产品，为居民提供优质蛋白质，符合国家推进海洋牧场建设的政策要求。

本项目的实施是落实省委、省政府《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035年）》《关于加快海洋渔业转型升级促进现代化海洋牧场高质量发展的若干措施》《广东省促进海洋经济高质量发展条例》等海洋牧场建设政策的具体举措，有利于广东省海洋渔业转型升级，将海洋资源优势转化为海洋经济优势，对渔民增收、渔村发展具有重要意义。

2、是新质生产力发展推动深远海养殖走向规模化、信息化、智能化的需要

新质生产力发展推动深远海养殖走向规模化、信息化、智能化。新一代信息技术、生物技术、智能制造、人工智能等新技术的进步和应用，不断推动海洋渔业科技变革。抗风浪深水网箱、桁架类深远海养殖平台、养殖工船等大型养殖装备、无人投喂船等辅助养殖设备和远程管理、实时监测、自动收洗投喂等新装备、新技术的运用引领海水养殖走向深远海。海水养殖优良品种培育、高效生态健康养殖模式构建等关键核心技术持续取得重大突破，传统渔业由原来的小、散、乱模式，不断向资金链、产业链、服务链一体化发展的现代渔业发展模式转型。

本项目应用先进养殖技术，针对海域开展鱼类养殖，旨在通过生态化、智能化手段实现优质海水鱼的规模化养殖与资源可持续利用。

3、是实现海水养殖业健康发展的必然选择

近三十年来，深水网箱在全球范围内得到快速发展，尤其是在欧洲挪威、英国，美洲的美国等地区，深水网箱技术十分发达，已经从离岸管理逐渐过渡到海洋平台管理和自动化控制，极大地提高了养殖生产效率和成品鱼质量。日本及澳大利亚等地区不断改进养殖基地，提升养殖装备和技术，建设海洋牧场，为探索新世纪食物来源不断努力。据挪威官方网站数据显示，挪威的深水网箱鲑鳟鱼产量已经占全球深水网箱鲑鳟鱼养殖总产量的一半，单个网箱平均每立方水体产出鱼数量已达 25.6 公斤。全球海水网箱养殖技术和养殖规模已经呈现集约化、科技化的特点，海水养殖效率不断提高。

本项目可实现联农带农大小联动，营建全链发展“共富海”。发挥一级开发主体在现代化海洋牧场建设中的整合带动作用，积极推行“大渔带小渔”的联农带农合作模式，

实现县、镇、村联动高质量发展。以渔港为基点，推动向海一侧发展深水网箱、休闲渔业，向陆一侧发展绿色健康海水养殖、精深加工、休闲渔业等，实现全产业链综合效益最大化，以更加扎实有效的举措推动海洋渔业信息化、智能化、现代化转型升级，发挥粮食安全重要压舱石作用，打造“蓝色粮仓”。

4、实现渔民转产转业的重要途径

发展深海网箱养殖业，不仅能产出数量更多的优质海鱼，还能有效解决传统内湾养鱼存在的病害频发、经济效益差、环境污染等问题。发展深蓝渔业是实现产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的现代化渔业发展的必由之路，也是助力海洋大市向海洋强市转变的有效抓手。

引导传统渔民减少近岸传统网箱养殖，向蓝色深海出发，开展深海网箱养殖，科学合理开展利用海洋生物资源，充实“蓝色粮仓”。深海网箱养殖可充分发挥现代渔业人才科研优势的同时主动吸纳本地渔民入职转为产业工人，发展“公司+渔户”合作模式、推广“健康、高效、安全”养殖模式、打造集“生产、加工、销售”于一体的现代涉海农业龙头企业。而随着越来越多的深水网箱养殖企业落户汕尾，汕尾必将改变传统渔业格局，创新渔业增长模式，促进渔民转产转业及海洋产业转型升级。

3.1.10.2 项目用海的必要性

海水养殖是汕尾海域的传统支柱性产业之一，是汕尾市广大渔民群众的主要经济来源，深水网箱养殖则是我国发展现代海洋农业的有效途径。本项目在汕尾市江牡岛南侧开展现代化海洋牧场开放式养殖，所养殖生物为金鲳鱼等常见鱼种，因此深水网箱占据海域是不可避免的。

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。

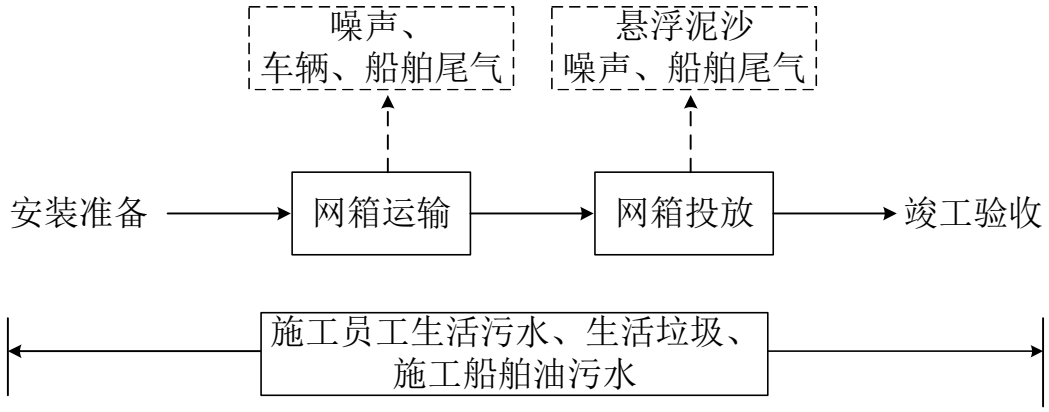


图 3.2-1　网箱施工期工艺流程图

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。

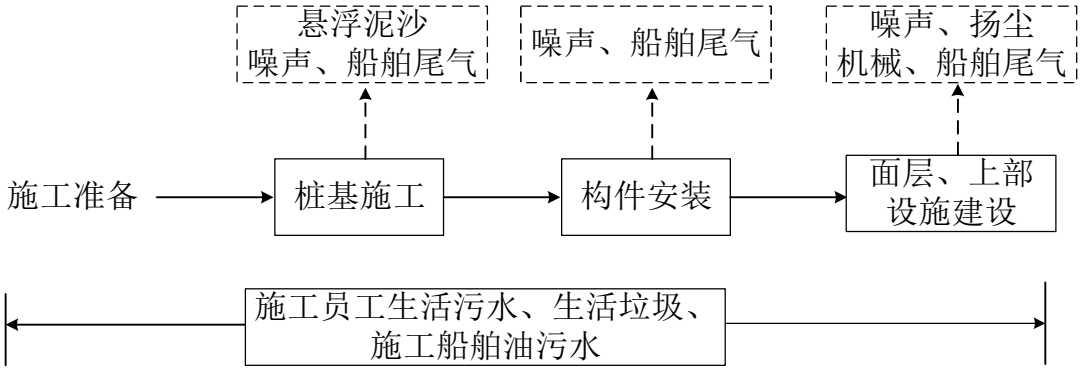


图 3.2-2　海上平台施工期工艺流程图

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泥沙，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	网箱锚泊构件投放、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	NOx、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	

环境要素	主要污染源	主要环境影响因子	影响性质、程度
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

项目运营期主要工艺为养殖前准备、鱼苗运输、网箱投放饲料、养殖设施维护、收成运输等。

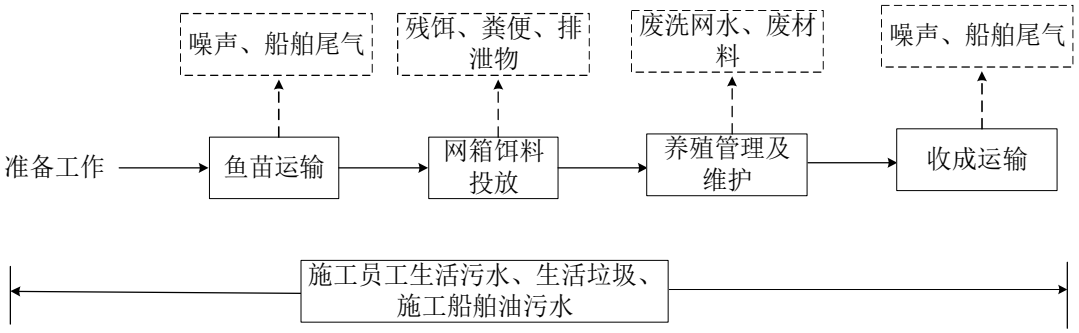


图 3.2-3　运营期工艺流程图

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	
	海上工作人员生活污水	BOD_5、COD、SS、NH_3-N 等	
废气	运输船舶废气	NOx、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、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0.14m^3/d艘计，载重500~1000t之间的船舶舱底油污水产生量按0.27m^3/d艘计。项目平台建造与调试时间约18个月（其中打桩时间为6个月，打桩船施工时间按照6个月考虑），海上安装与试运转时间约4个月，且打桩与网箱按照时间不同时，其他船舶作业时间按照18个月考虑，据此计算单日作业船舶产生的含油污水最大量为1.25t/d，整个施工期各类船舶产生的含油污水总量为465t。处理前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2.5kg/d，合计930kg。

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	25.2
80t吊船	80	1	0.14	0.14	75.6
1000t平板驳	1000	1	0.27	0.27	145.8
网箱安装船	小于100	4	0.14	0.56	67.2
机动艇	小于100	2	0.14	0.28	151.2
合计				1.25	465

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20

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2.7m^3/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250mg/L，BOD_5特征浓度为150mg/L，SS特征浓度为220mg/L，氨氮特征浓度为40mg/L，动植物油特征浓度为30mg/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
2.7m^3/d	产生浓度（mg/L）	250	150	220	40	30
	产生量（kg/d）	0.675	0.405	0.594	0.108	0.081

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榀144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，桩基础为15根Φ1200mm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，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垢工量的5%估算。

表3.3-3　钢管桩振沉引起的悬浮泥沙源强

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）
钢管桩	1.2	18	1103	1122.15	2400	0.4676

（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 300 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）4 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 620kg/个，则每个锚块投放过程中悬浮泥沙产生量为 3.1kg。每个锚块投放时间约为 5min，则锚锭投放产生的悬浮泥沙瞬时源强为 0.0103kg/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，建议建设单位选用优质燃油，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、堆放过程中产生扬尘。因施工活动性质、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/m³）	0.37~1.10	0.31~0.98	0.21~0.76	0.18~0.27
平均浓度（mg/m³）	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85dB（A），水下桩机船打桩作业时产生的噪声可达213dB(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（dB(A)）	备注
1	打桩船	5	199~213	为水下打桩噪声
2	80t吊船	5	80	
3	1000t平板驳	5	85	
4	网箱安装船	5	80	
5	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20人，则施工船舶工作人员每天产生约30kg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、包装袋等，均应全部回收，上岸后综合利用；另一部分碎砖头、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	含油	石油类	施工船舶	污水量：465m^3/d	委托有能力接收单位处

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
水	污水			石油类：2.5kg/d	理
	生活污水	COD、BOD_5、SS、氨氮、动植物油	施工人员	2.7m^3/d	收集暂存，上岸后交由污水处理单位处置
	悬浮泥沙	SS	平台桩基	0.4676kg/s	加强施工管理，间断自然排海
		SS	铁锚、水泥锚施工	0.0103kg/s	文明施工，自然排海沉降
废气	燃油尾气	SO_2、NOx 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	30kg/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、包装袋等	施工过程	少量	全部回收，上岸后综合利用
		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《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牧岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目可行性研究报告》（锦辉项目管理集团有限公司，2026 年 7 月），项目达产后，可年产海鲷鱼、鲅鱼、金鲳鱼等 25973.19t，养殖的海鲷鱼、鲅鱼、金鲳鱼的饲料系数为 1.8，则饲料投放量为 46751.742t。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）	46751.742
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）	7012.7613
进入水体的鱼粪量（t/a）	4768.6777
源强合计（t/a）	11781.4390
每天摄食时长（h）	4
源强（g/s）	2241.5219

（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、鲅鱼、金鲳鱼类，根据《汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牧岛南域（A、B、C、D、E、F区）项目可行性研究报告》（锦辉项目管理集团有限公司，2026 年 7 月），项目达产后，可年产海鲷鱼、鲅鱼、金鲳鱼等 25973.19t。

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、鲅鱼、金鲳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

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
25973.19	排污系数（kg/t）	1.86	0.1	32.06	2.73
	排污量（t/a）	48.3101	2.5973	832.7005	70.9068
	产生速率（g/s）	1.5319	0.0824	26.4048	2.2484

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 300 个圆形网箱和 4 个方形网箱养殖区悬浮物的总排放速率为 2241.5219g/s，COD 的总排放速率为 1.5319g/s，总氮总排放速率为 26.4048g/s，总磷总排放速率为 2.2484g/s，根据项目建设内容，项目圆形网箱的周长为 90m，方形网箱的周长为 160m，养殖网箱深度相同，因此，单个方形网箱的养殖量是圆形网箱的 2.48 倍，因此单个方形网箱污染物的排放量约为单个圆形网箱污染物排放量的 2.48 倍。由此可知，单个圆形网箱悬浮物的排放速率为 7.2324g/s，COD 的排放速率为 0.0049g/s，总磷排放速率为 0.0073g/s，总氮排放速率为 0.0852g/s；单个方形网箱悬浮物的排放速率为 17.9525g/s，COD 的排放速率为 0.0123g/s，总磷排放速率为 0.0180g/s，总氮排放速率为 0.2115g/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 l：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
单个圆形网箱排放源强（g/s）	7.2324	0.0020	0.0656	0.0058
单个方形网箱排放源强（g/s）	17.9525	0.0049	0.1628	0.0144

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 1 个月～3 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。即对网衣平铺晒干，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 304 个网箱，每个网衣按照每 2 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 1.5m^3/次，则清洗用水量约为 2736m^3/a，产物系数取 90%，则清洗废水产生量约为 2462.4m^3/a。马宫渔港位于汕尾市区西区污水处理厂范围，本项目网箱分片区进行情况，1 次更换 1 个片区，单片区 1 次清洗废水产生量按照 54 个网箱考虑，约为 72.9m^3，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2.025m^3/d。生活污水主要污染物因子为COD_{Cr}、BOD_5、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养殖船1艘、31.2米养殖船1艘、23.8米养殖船5艘、21米养殖船4艘，按每天最大船舶使用量11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0.14m^3/d·艘计，项目营运期含油污水产生量为1.54m^3/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3.08kg/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

营运期主要为渔船行驶过程中排放的少量船舶尾气，主要污染物为NO_x、SO_2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，建议建设单位选用优质燃油，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2t/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/m^2，本环评取中间值300g/m^{2}作为附着物重量。本项目网箱口至网箱底共约7m，据此估算网衣的面积约为393351m^2，则附着物产生量约为393351×300/1000000=118.005t，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。养殖过程中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：48.3101t/a；氨氮：2.5973t/a；总氮：832.7005t/a；总磷：70.9068t/a；悬浮物：11781.439t/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	2462.4m^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、SS、氨氮、动植物油	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水处理厂处理
	含油污水	石油类	船舶	污水量：1.54m^3/d 石油类：3.08kg/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，选用符合国家标准的燃油
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	2t/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	118.005t/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	按规范要求进行无害化处理

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，圆柱桩群对泥沙冲於的影响与桩直径、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）》限制准入和禁止类项目，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，有利于促进当地海洋经济综合发展，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和渔业资源优势，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南侧海域，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。

3.5.2.3 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》（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南侧方向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，对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，营运期主要为网箱养殖产生一定的污染物，但基本不会对红海湾海水水质产生明显不利影响。

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。

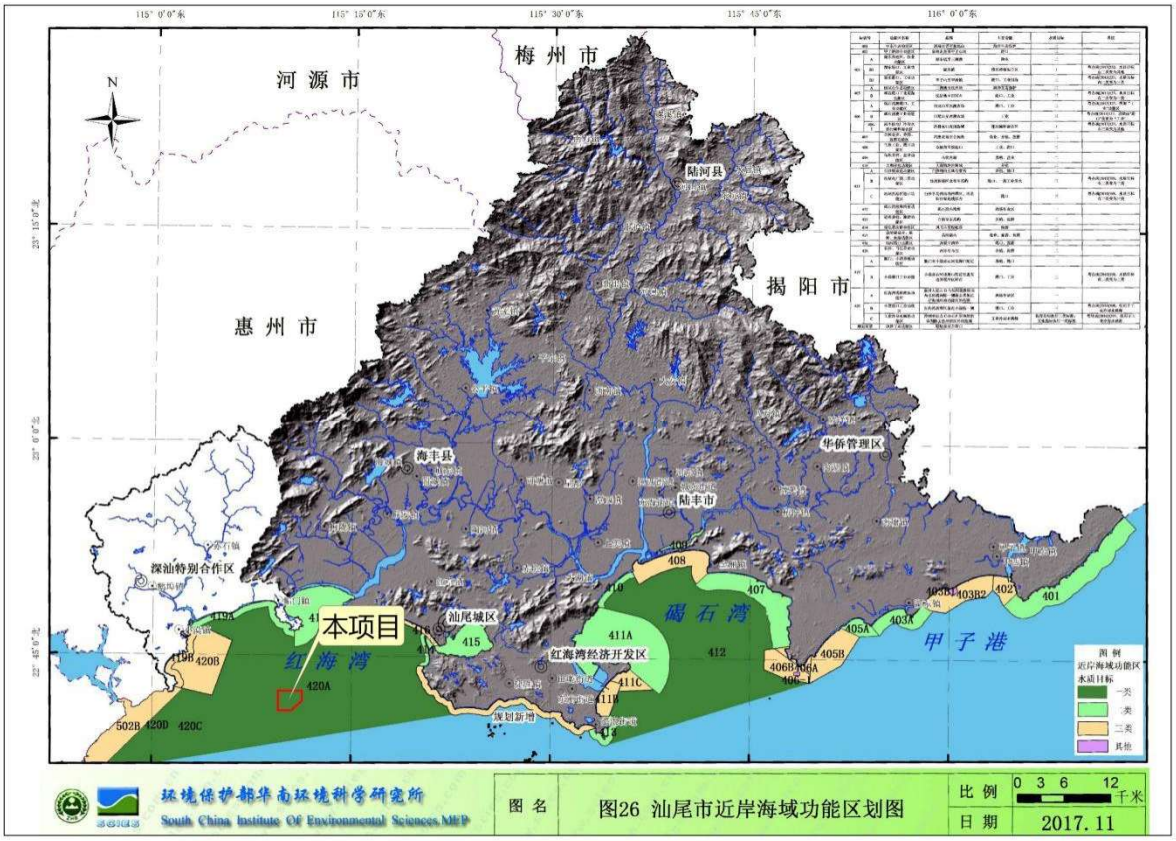


图 3.5-1　项目所在近岸海域环境功能区示意图

3.5.2.4　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南侧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。

3.5.2.5 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南侧方向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。

3.5.2.6 与《广东省人民政府关于印发<广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要>的通知》（粤府〔2026〕24号）的符合性

根据《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》：坚持陆海统筹、山海互济，优化海洋生产力布局，提升海洋资源开发利用水平，打造海洋经济发展高地。以海岸带为主轴，串联“六湾区一半岛"，合理配置资源和产业，促进港产城联动，推动港口群、产业群、城市群协同发展，科学开发大鹏半岛、稔平半岛、遮浪半岛。推动深圳建设全球海洋中心城市、广州建设彰显海洋特色的现代化城市，支持珠海、汕头、汕尾、阳江、湛江等建设特色型海洋城市，支持具备条件的沿海县域打造海洋经济强县、滨海乡镇、美丽渔村。以东江、西江、北江、韩江、鉴江等水系为天然纽带，深化山海协作、江海联动，探索“飞海”模式，推动非沿海地区积极参与海洋强省建设，形成全域参与、全域行动的海洋经济发展格局。推进现代化海洋牧场提质增效。坚持“疏近用远、生态发展”，全链条发展种业、装备、养殖、加工、销售，提升现代化海洋牧场专业化、规模化、体系化发展水平。加快升级改造近岸传统养殖设施，创新生态化、立体化养殖模式。支持发展现代化海洋牧场种业，聚焦优势养殖品种，加快适养品种研发。推动深远海养殖装备研发制造，支持建设现代化海洋牧场技术创新中心，提升养殖、冷链、加工等装备专业化水平，建设一批水产品精深加工产业园，推进深远海养殖基地建设。推广“现代化海洋牧场+”融合发展模式，加快推进国家级沿海渔港经济区建设，打造一三

产融合发展的现代化海洋牧场产业集群。大力发展远洋渔业，参与极地渔业资源开发利用，支持深圳加快建设国家远洋渔业基地。

本项目为汕尾市江牡岛南侧方向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，项目属于规划纲要中支持发展的产业，正是响应规划的相关精神，因此，项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》的要求。

3.5.2.7 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、硇洲族大黄鱼、鲷鱼、鲅鱼、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，能实现鱼类健康高效生产。项目位于汕尾市江牡岛南侧海域，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）》。

3.5.2.8 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。

江牡岛为无居民海岛，海洋发展方向为游憩用岛，本项目距离江牡岛约为 3.3km，距离较远，项目所有的养殖活动均在项目用海范围内，不涉及登岛生产、建设、旅游等活动，对其影响较小。项目与《中华人民共和国海岛保护法》不相冲突。

3.5.2.9 与《汕尾市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》的符合性

根据《汕尾市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》，建设现代化海洋产业体系。坚持优旧育新、三产联动、走向深远海，构建以海洋渔业、海洋能源、海工装备、港口航运、滨海旅游为主体的现代化海洋产业体系，打造具有国际影响力的海洋经济创新发展基地。推动“海上粮仓”提质向新。科学利用近岸养殖海域，加快推进深远海养殖发展，强化马宫渔港、陆丰渔港等陆基配套产业空间协同。积极推动渔业与旅游业深度融合，探索“海上平台+深水养殖+休闲旅游”海上综合体模式。到 2030 年，全市投入重力网箱超 1000 个，海水养殖总产量突破 50 万吨，深水远岸养殖面积占比达 2%，海产品加工率达 40%。

本项目为汕尾市江牡岛南侧方向海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目的建设是建设现代化海洋产业体系的重要组成部分，是推动渔业与旅游业深度融合的代表，项目建设与规划纲要精神相契合。

3.5.2.10 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）》提出在 10 米等深线以深或离岸（大陆及有居民海岛岸线）3 千米以上的海域划定深远海养殖适宜区 2495 平方千米。其中临近渔港与海岛等陆基支点、海况温和、与其他海上功能区无冲突的近期适宜开发海域划定为一级适宜区，面积约为 824 平方千米。深水远岸、海况相对复杂或与其他海上功能区有条件兼容的远期适宜开发海域划定为二级适宜区，面积约为 1534 平方千米。

鼓励在深远海养殖适宜区内谋划现代化海洋牧场项目，重点布局重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台等大型渔业装备，以园区化管理和标准化服务为特点，集中开展规模化养殖活动。

本项目位于规划中的 03 江牡岛南海域启动区，项目开展现代化海洋牧场建设，实施网箱养殖，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）》。

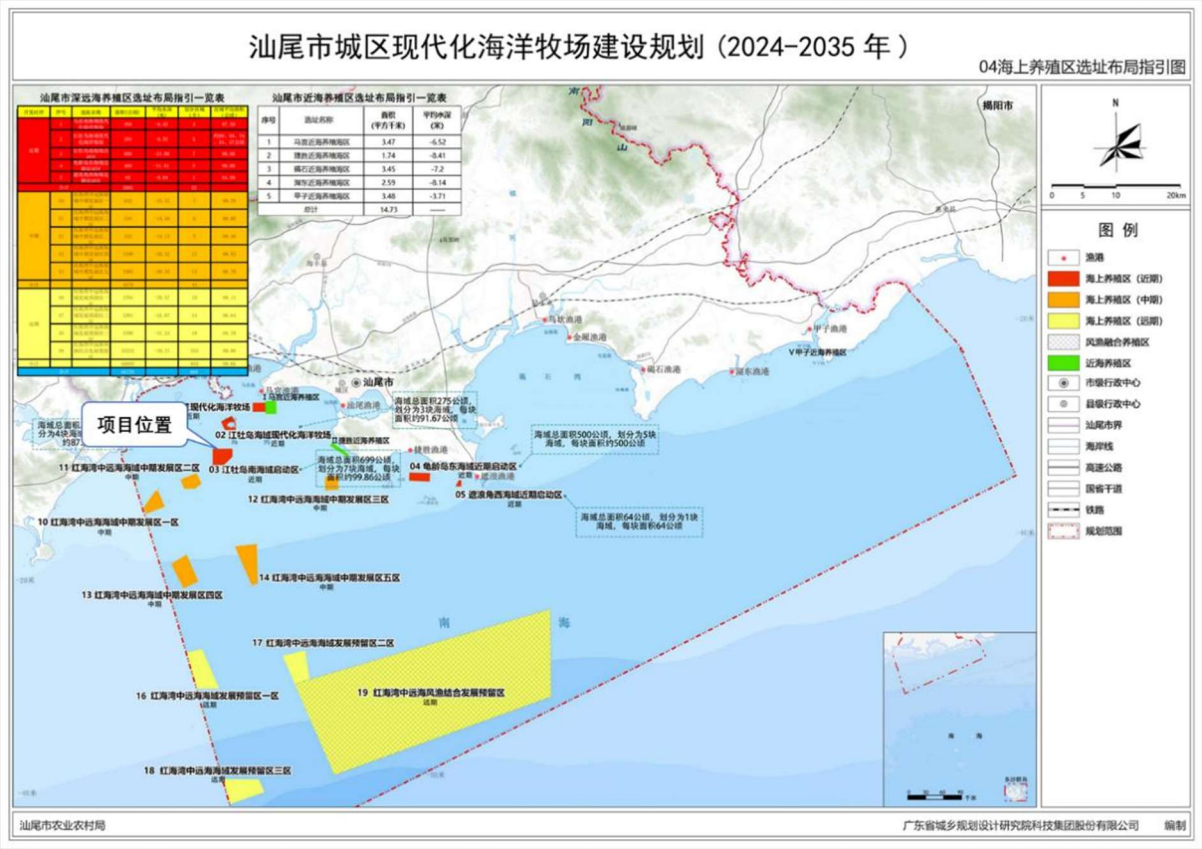


图 3.5-2　项目与海上养殖选址指引关系图

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

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 04 海域：位于江牡岛南面海域，用海面积约 3245 公顷。在水质、水深条件适宜的深海海域合理布设深水抗风浪网箱，并通过应用水下动态遥感监测、自动投饵、网衣清洗等养殖技术，实现渔业养殖的智能化和无污染化，达到提升渔业生产产量的同时，兼顾海域渔业绿色可持续发展的目的。依托深水网箱平台，打造海洋智能化加工平台、海洋智慧渔业产业基地，开展海产品初加工，实现区域生产、加工、流通全面发展，同时为养殖产品提供临时存放空间。在该区域可规划建设约 2000 口深水网箱。在该海域以经济养殖为导向，重点发展深水网箱养殖与海洋牧场养殖。适宜用海类型为深水养殖产业类。聚焦发展市场适销对路、经济价值较

高的石斑鱼、鲈鱼、紫菜等主导品种，积极引进美国红鱼、大黄鱼、鲷鱼、海带、江蓠、蛤、蚶等优势特色品种。养殖方式以底播式、投礁式、装备式等为主。重点项目为深水网箱产业基地、海洋牧场示范基地、海洋渔业科技生产基地、海洋智慧渔业产业基地。

本项目位于江牡岛南海域增养殖用海区，规划养殖区的编号 04 海域，主要开展深水网箱养殖，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。

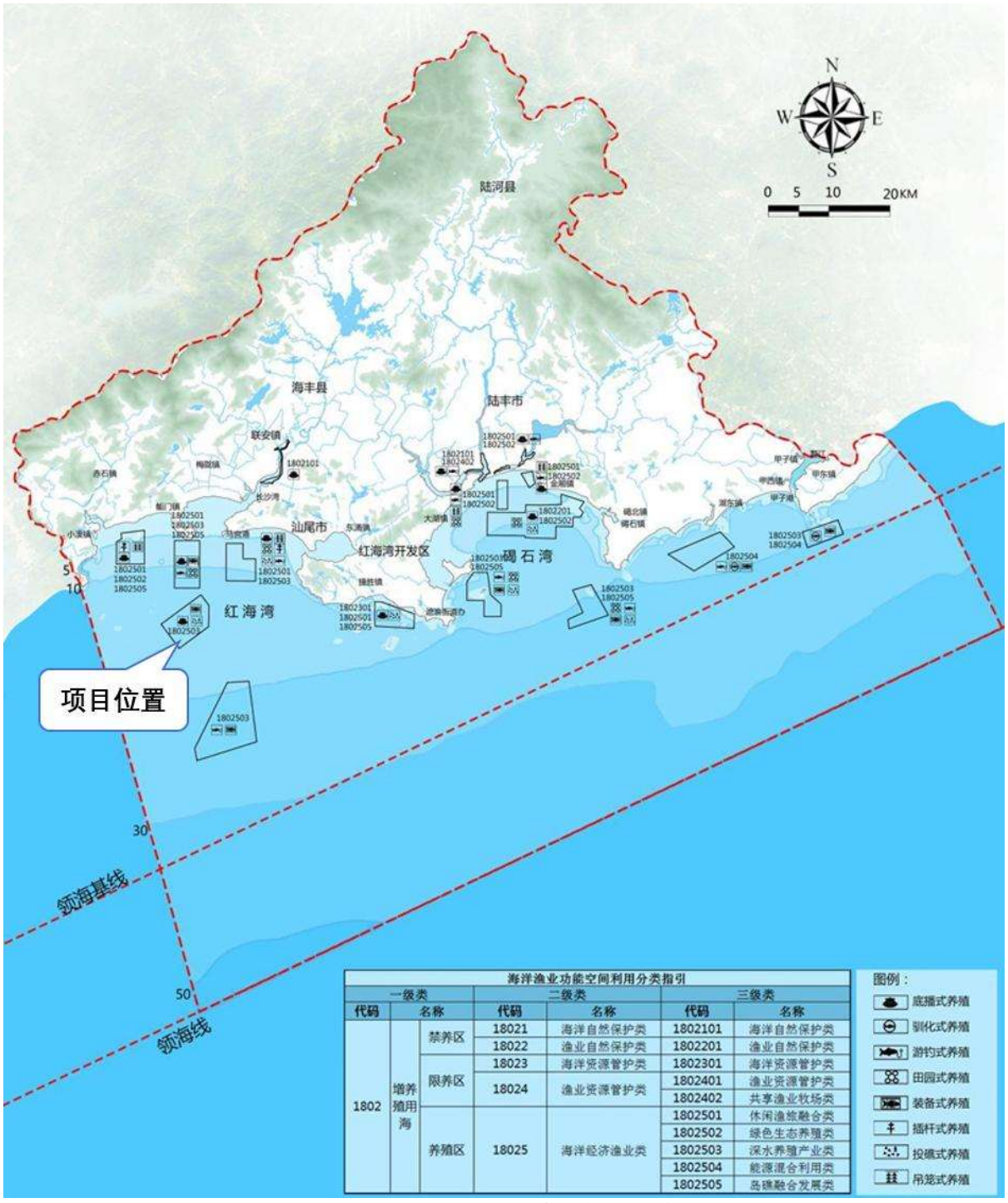


图 3.5-3　项目与海洋养殖发展规划关系图

3.5.2.12 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。

本项目位于养殖水域滩涂规划的养殖区内，与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》相符合。

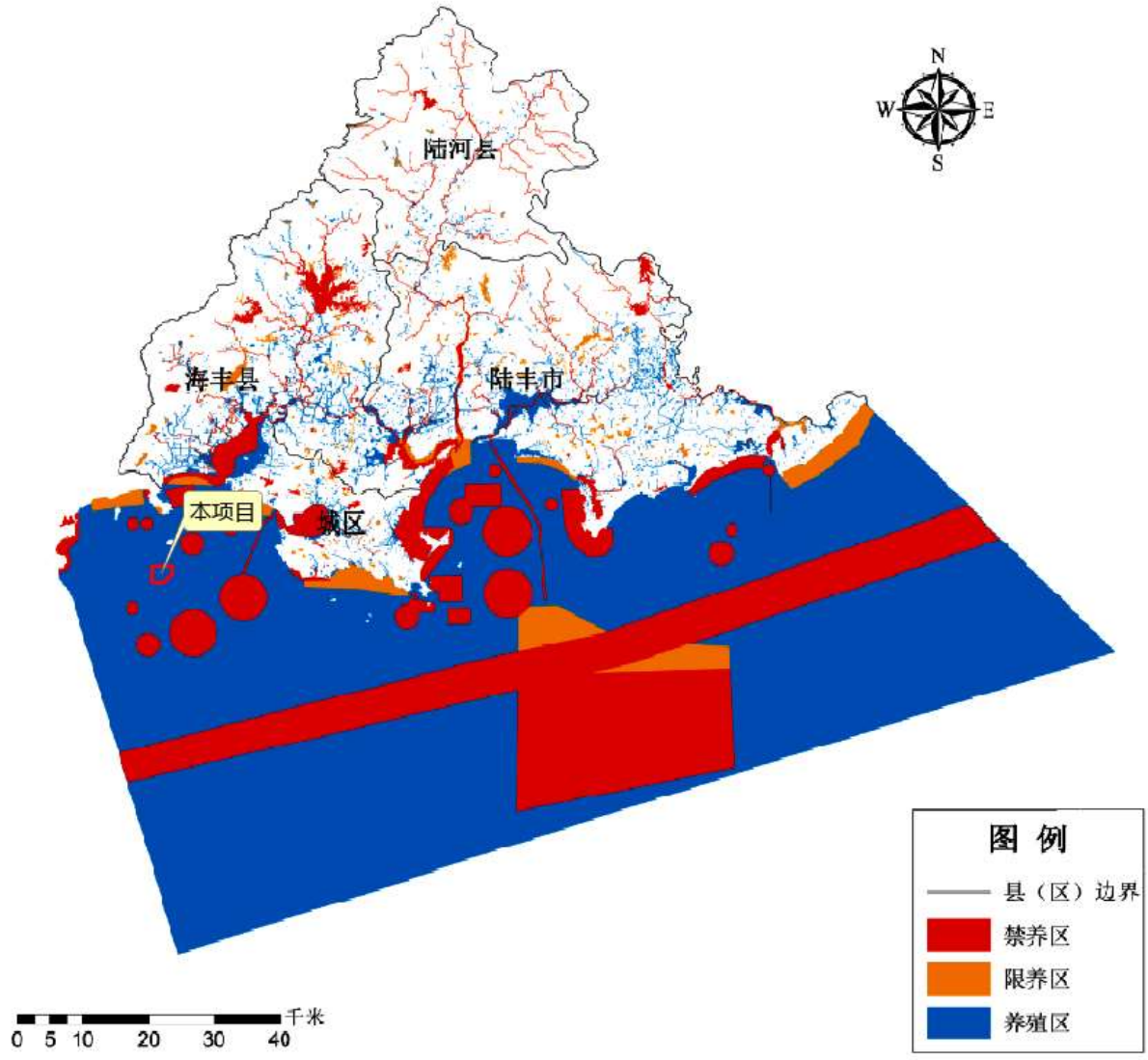


图 3.5-4　与汕尾养殖水域滩涂规划关系图

3.5.2.13 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0.8km^2。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、鰤鱼、金枪鱼等名优海水鱼的养殖。

本项目位于养殖水域滩涂规划的养殖区内，项目位于江牡岛南海域，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）》。

3.5.2.14 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

本项目的建设与《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公里以上海域	原则上布设在20米等深线以深或离岸（大陆海岸线）10公里以上的海域	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米等深线以深的海域	需严格执行，当一个海洋产业园（海洋牧场类）出现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”	本项目投放304个重力式深水网箱，本项目所在海域水深12.6m~14.2m，距离江牡岛约3.3km，距离大陆自然岸线约7.7km，与该控制性指标适宜。
已开发利用海域		不位于已开发利用海域内（养殖用海除外）				用海区域属于未开发利用海域
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		项目位于《汕尾市城区养殖水域滩涂规划（2018—203年）》中的养殖区内

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300个周长90m重力式圆形网箱，4个周长160m方形重力式深水网箱，锚索按照3倍水深，约42m，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1：15.45；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1：9.61，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：立足海岸线、河口海湾和海岛资源丰富的优势，坚持保护与开发并重，以“六湾区一半岛五岛群”海洋空间格局统筹优化海洋空间布局，提高海洋资源开发能力，推动形成开放活力的海洋空间。

实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾倒区，严格海洋倾废监管。

优化海岸线管控和利用。严格保护岸线要禁止开展损害海岸地形地貌和生态环境的活动。限制开发岸线要严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动。优化利用岸线要提高海岸线利用的准入门槛。划定海岸建筑退缩线，加强自然岸线保护，实行多样化岸线占补模式。

本项目位于汕尾市城区江牡岛南侧海域，位于《规划》中的海洋开发利用空间内，

不在海洋生态保护空间和海洋生态保护红线范围内。项目属于开放式养殖项目，养殖区深海离岸布置，不占用海岸线。

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

根据《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035年）》，坚持陆海统筹、生态优先、协调发展，衔接省级国土空间总体规划和海岸带专项规划，在汕尾市海域划定生态保护区、生态控制区和海洋发展区，促进陆海协调及人海和谐共生，保障区域高质量发展和人民高品质生活所需的海洋空间。在海洋发展区内，进一步细化功能分区，统筹安排工矿通信用海、交通运输用海、游憩用海、渔业用海、特殊用海等用海区和海洋预留区。其中渔业用海区的用海指引：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。

本项目位于海洋预留区，项目主要建设现代化海洋牧场，开展深水网箱养殖，项目符合“积极参与构建“一核一带一区”区域发展格局，按照生态优先、陆海统筹的原则，汕尾形成“一核、三带、五区”的海洋经济发展空间格局。”要求。本项目为开放式养殖用海，项目不占用岸线，养殖密度和养殖规模适宜，充分利用汕尾市城区江牡岛附近海域、满足集约节约利用岸线和海域空间，控制养殖密度和规模的渔业用海指引要求。综上，本项目建设符合《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》。

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3.5-5显示，本项目位于汕尾市城区江牡岛南侧海域，位于大红海湾区中的

东山海-红海湾海洋预留区，登记表代码为660-044（详见图3.5-5），项目主要建设现代化海洋牧场，开展深水网箱养殖，属于海上增养殖，不影响海底电缆管道用海，符合空间准入类别要求，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，对生态系统服务功能、海岸地形、水动力环境影响较小，符合利用方式的要求。本项目养殖规模、密度和结构均适宜，属于可持续发展的开放式养殖用海项目，不涉及占用岸线，不涉及填海等改变潮间带功能等的开发活动；项目位于水深超过 10m 的海域，对水文动力的影响较小，不会造成砂质海岸侵蚀等，无炸礁等活动，不会改变基岩海滩现状，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。

序号：[614]

名称		东山海-红海湾海洋预留区		代码	660-044	功能区位置图
分区类型		海洋预留区		位置	经度：115° 8′ 33.052″ E 纬度：22° 32′ 56.954″ N	
地理范围		惠州市东山海至太平岭沿海海域以及红海湾南部海域				
空间资源现状	岸线长度（千米）	4.6653				
	潮间带面积（公顷）	36.4118				
	海域面积（公顷）	76709.5098				
	海岛数量（个）	有居民海岛	0	无居民海岛	3	
开发利用现状		1. 已确权海底电缆管道，东山海至太平岭有太平岭核电站一期工程确权用海； 2. 红海湾南部海域分布有公共航道； 3. 有渔业养殖活动。				
岸线类型	严格保护岸段	位置（岸段序号）	44130010, 44130011, 44130012, 44130099, 44130100, 44130101, 44130102, 44130103	长度（千米）	4.6653	
	限制开发岸段		——		0	
	优化利用岸段		——		0	
有居民海岛主体功能		——				功能区空间范围图
无居民海岛（名称）	生态保护区内	西碗屿、东碗屿、西虎屿				
	生态控制区内	——				
	海洋发展区内	——				
管控要求	空间准入	严禁随意开发；已存在的开发利用活动可保留现状，新增用海活动经科学论证后可准入，保障海洋牧场用海需求，可兼容海底电缆管道用海。				
	利用方式	允许适度改变海域自然属性，集约节约用海，严格论证用海方式合理性，降低对生态系统服务功能、海岸地形、水动力环境等的影响。				
	保护要求	1. 河口海域项目建设应维护防洪纳潮功能，保障行洪安全；坚持集约节约用海用岸； 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. 保护基岩岸滩、砂质海岸及其生境。				
	其他要求	1. 重点防范风暴潮灾害风险； 2. 保障临海工业（核电）的温排水需求。				

图3.5-2 《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 项目用海与东山海-红海湾海洋预留区（代码：660-044）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	严禁随意开发；已存在的开发利用活动可保留现状，新增用海活动经科学论证后可准入，保障海洋牧场用海需求，可兼容海底电缆管道用海。	本项目为海洋牧场项目，实施开放式养殖用海，属于海上增养殖。不影响海底电缆管道用海	符合
利用方式	允许适度改变海域自然属性。集约节约用海，严格论证用海方式合理性，降低对生态系统服务功能、海岸地形、水动力环境等的影响。	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，对生态系统服务功能、海岸地形、水动力环境影响较小	符合

管控要求		用海分析	相符性
保护要求	1.河口海域项目建设应维护防洪纳潮功能，保障行洪安全；坚持集约节约用海用岸； 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.保护基岩岸滩、砂质海岸及其生境。	本项目养殖规模、密度和结构均适宜，属于可持续发展的开放式养殖用海项目，不涉及占用岸线，不涉及填海等改变潮间带功能等的开发活动。项目位于水深超过 10m 的海域，对水文动力的影响较小，不会造成砂质海岸侵蚀等，无炸礁等活动，不会改变基岩海滩现状	符合
其他要求	1.重点防范风暴潮灾害风险； 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，位于江牡岛南侧水深约 12.6~14.2m 的海域，远离大陆岸线和临海工业区，不会影响临海工业的温排水需求；本项目按照要求重点做好风暴潮灾害风险防范。	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）》。

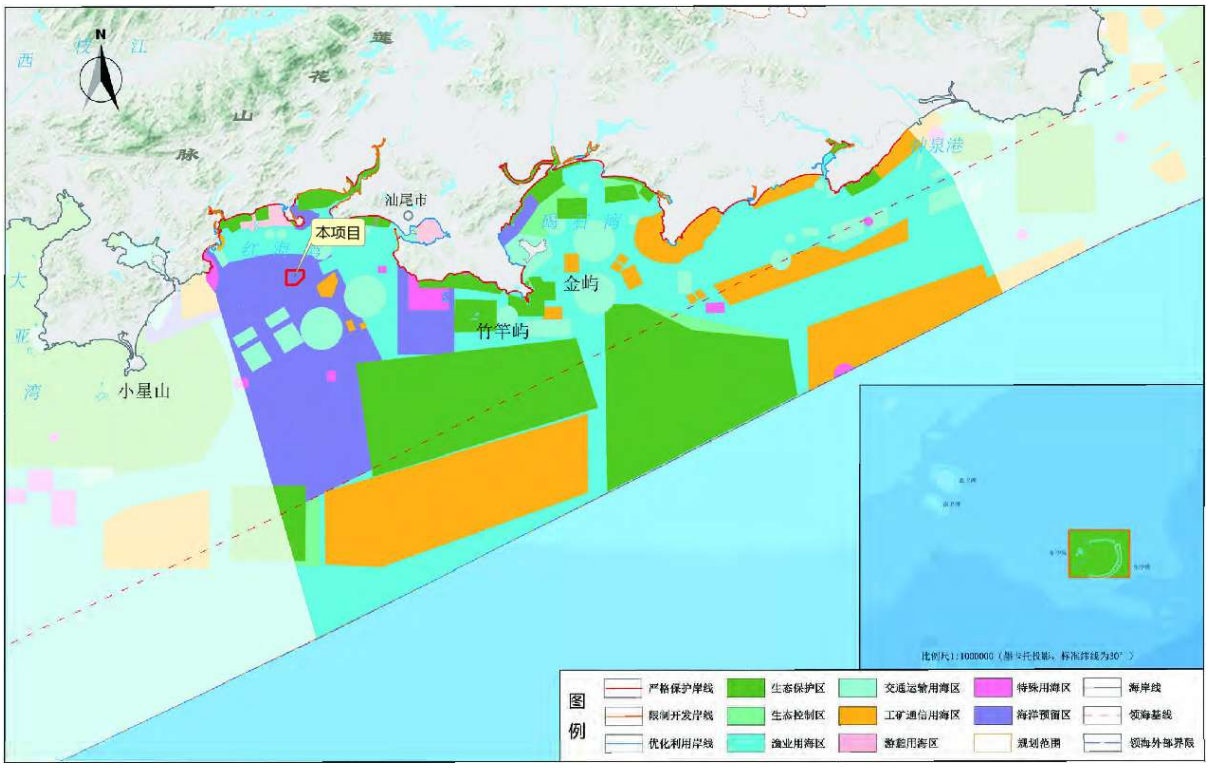


图 3.5-6　项目周边海岸线分类图

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。

项目主要开展深水网箱养殖，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。

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：百安半岛重要滩涂及浅海水域（项目北侧约7.9km）、金町重要滩涂及浅海水域（项目东北侧约8.7km）、百安半岛海岸防护物理防护极重要区（项目北侧约7.6km）、鲘门重要滩涂及浅海水域（项目西北侧约9.6km）、鸡笼山海岸防护物理防护极重要区（项目东北侧约10.9km）、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区（项目北侧约10.4km）、深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区（项目西北侧约11.0km）、遮浪南重要渔业资源产卵场（项目东南侧约17.1km）。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，对评价区域内的生态保护红线影响是可接受的。因此，本项目的建设与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，远离大陆自然岸线，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。

3.5.4.3 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达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“珠海-潮州近海农渔业区（编号：HY44150030104）”。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、海滨风景名胜区、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
HY44150030104（HYB-8）	珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元	区域布局管控	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。	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
		污染物排放管控	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。	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
		环境风险防控	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。	符合。本项目属于养殖业，不涉及该要求
		能源资源利用	设立禁渔区、禁渔期和增殖放流等措施，保护海洋渔业资源。	符合。本项目属于养殖业，不涉及该要求

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 5271km^2（不含东沙群岛 1.8km^2），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 km^2，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南侧方向海域，中心地理坐标约为 115°10'18.05"E、22°41'51.66"N，距离江牡岛直线距离约 3.3km。

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 2005~2024 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（2005~2024 年）

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温（℃）		23.0		
累年极端最高气温（℃）		35.6	2005.7.18	38.0
累年极端最低气温（℃）		6.1	2018.7.21	0.0
多年平均气压（hPa）		1011.11		
多年平均相对湿度（%）		76.6		
多年平均降雨量（mm）		1893.2		
多年平均最大日降雨量（mm）		163.99	2020.6.8	291.8
灾害天气	多年平均沙尘暴日数（d）	0.0		
	多年平均雷暴日数（d）	51.8		

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
统计	多年平均冰雹日数（d）	0.7		
	多年平均大风日数（d）	3.4		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		24.4	2013.9.2	52.5NE
多年平均风速（m/s）		2.31		
多年主导风向、风向频率（%）		ENE19.4		
多年平均静风频率（风速≤0.2m/s）（%）		2.7		

汕尾市地处我国大陆东南部沿海，属南亚热带季风气候区，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（28.9℃），1月气温最低（15.4℃），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2018年7月21日（0.0℃）。

表4.1-2 2005~2024年汕尾气象站平均气温的月变化单位：℃

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度	15.4	16.4	18.9	22.3	25.6	27.9	28.9	28.6	28.1	25.4	21.8	17.0

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，每年上升0.07%，2024年年平均气温最高（23.9℃），2011年年平均气温最低（22.1℃），周期为3~4年。



图 4.1-1　汕尾（2005-2024）年平均气温（单位：℃，虚线为趋势线）

4.1.2.1　相对湿度

1、月平均相对湿度

汕尾气象站 6 月平均相对湿度最大（85.5%），12 月平均相对湿度最小（65.2%）。

表 4.1-3　2005~2024 年汕尾气象站平均相对湿度的月变化单位：%

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
相对湿度	69.8	75.9	76.9	80.1	83.1	85.5	82.5	82.6	76.9	70.4	70.8	65.2

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，2012 年年平均相对湿度最大（81.0%），2009 年年平均相对湿度最小（73.0%），周期为 5 年。

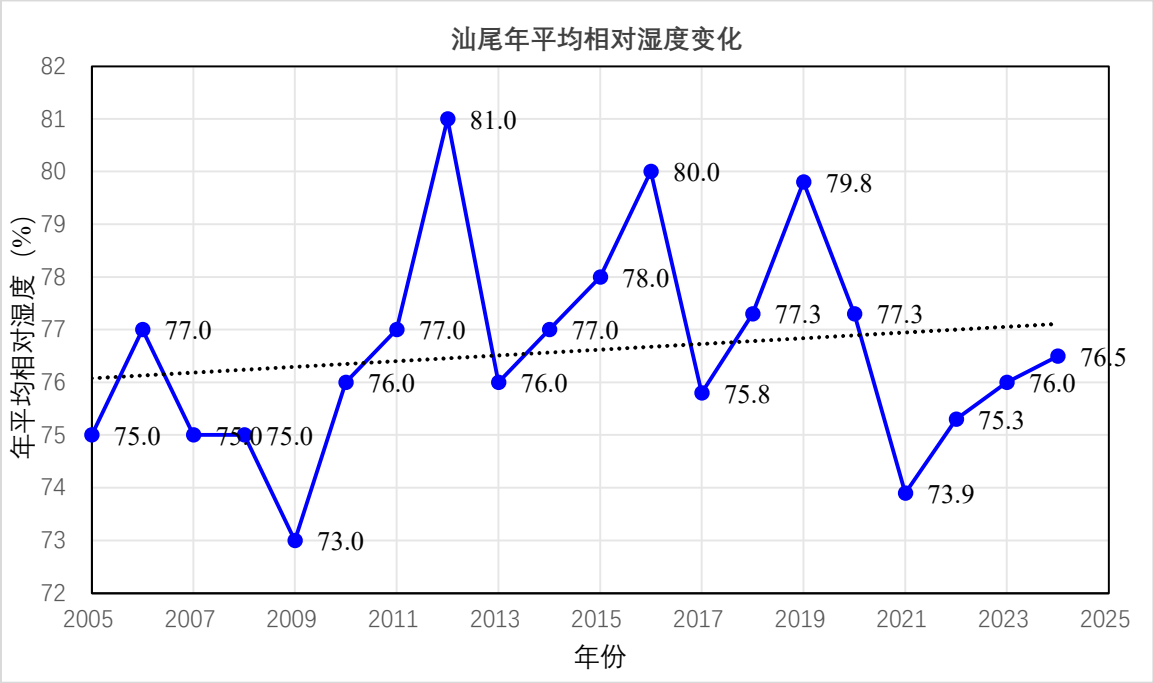


图 4.1-2　汕尾（2005-2024）年平均相对湿度（单位：%，虚线为趋势线）

4.1.2.2　降水

1、月平均降水与极端降水

汕尾气象站 6 月降水量最大（467.5mm），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）。

表 4.1-4　2005~2024 年汕尾气象站平均降水的月变化　单位：mm

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
降雨量	30.4	33.7	65.4	164.1	282.5	467.5	268.1	281.8	172.5	66.7	46.4	25.6

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（1111.5mm），周期为 2-3 年。

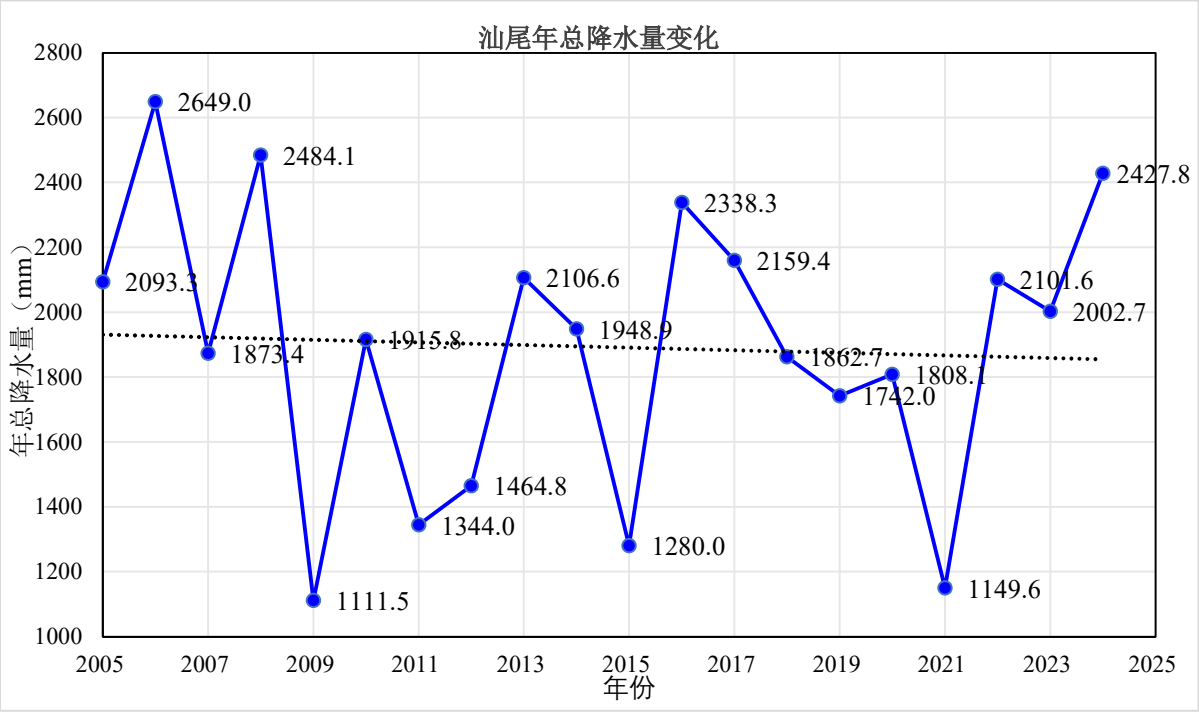


图 4.1-3　汕尾（2005-2024）年总降雨量（单位：mm，虚线为趋势线）

4.1.2.3　日照

1、月日照时数

根据汕尾气象站记录的近 20 年资料分析，汕尾气象站 7 月日照最长（221.6 小时），月日照最短（111.6 小时）。

表 4.1-5　2005~2024 年汕尾气象站月平均日照时数统计　单位：小时

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
日照时数	154.7	111.6	113.8	119.8	141.4	147.6	221.6	201.4	201.2	199.3	171.1	165.1

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），周期为 2-3 年。

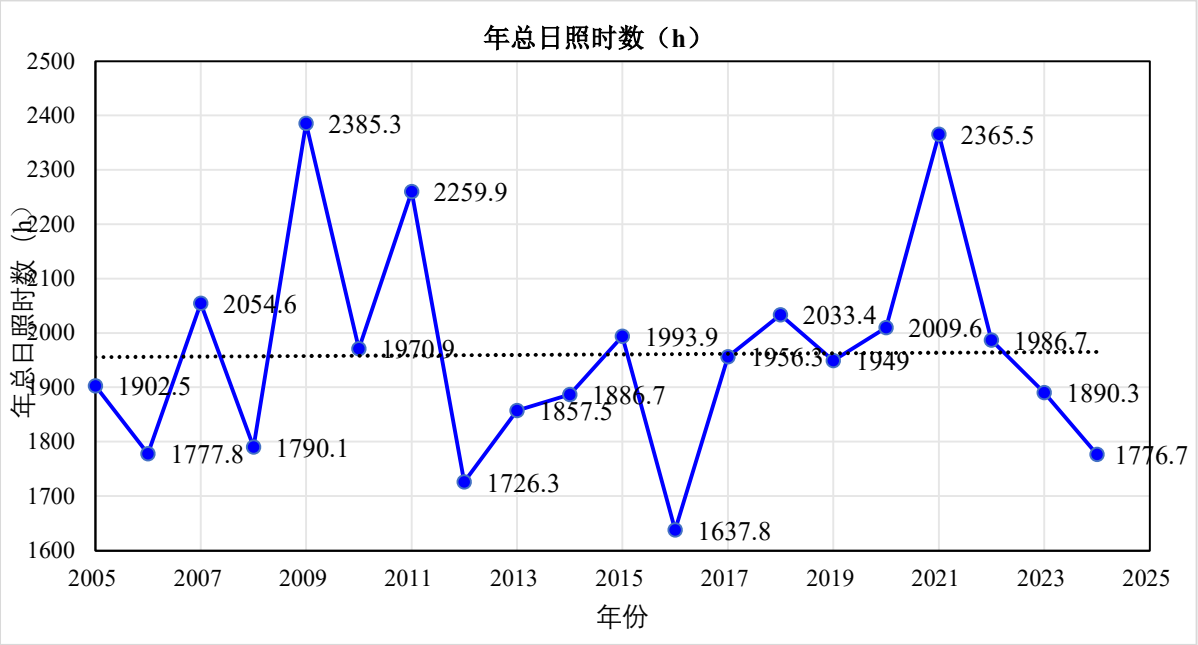


图 4.1-4　汕尾（2005-2024）年日照时长（单位：h，虚线为趋势线）

4.1.2.4　风况

1、月平均风速

汕尾气象站 6 月平均风速最大（2.6m/s），1 月风最小（2.1m/s）。

表 4.1-6　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	2.1	2.1	2.1	2.2	2.4	2.6	2.6	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1

2、风向特征

根据汕尾气象站记录的近 20 年资料分析，汕尾气象站主要风向为 ENE 和 E、NE、ESE，占 56.3%，其中以 ENE 为主风向，占到全年 19.4%左右。

表 4.1-7　汕尾气象站月风向频率统计（2005 年-2024 年）　单位：%

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
N	5.8	4.6	2.9	2.4	1.9	1.8	2.0	3.0	4.6	6.6	5.8	6.5	4.0
NNE	12.7	10.1	6.5	5.1	4.4	2.5	3.3	4.2	7.2	12.5	12.4	19.4	8.4
NE	17.5	13.3	13.1	10.5	8.7	5.8	6.8	7.1	12.0	15.2	17.4	18.1	12.1
ENE	23.0	20.0	23.9	19.0	17.1	9.7	10.4	10.6	22.2	28.0	26.0	23.2	19.4
E	15.0	18.9	19.7	17.4	16.1	9.0	8.0	9.0	16.0	16.8	17.6	13.3	14.7
ESE	9.5	14.3	13.8	11.8	12.2	10.3	9.9	8.6	9.9	6.7	7.5	5.7	10.0
SE	2.6	3.7	3.4	3.4	2.4	3.4	3.4	2.6	2.3	2.4	2.2	2.0	2.8
SSE	0.5	0.6	0.5	0.7	1.2	1.3	1.5	0.7	0.7	0.5	0.2	0.3	0.7

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
S	0.4	0.6	0.9	2.3	2.9	4.4	2.8	1.7	1.1	0.4	0.4	0.2	1.5
SSW	1.3	1.5	2.5	5.8	9.4	15.5	9.6	7.5	2.9	1.1	1.0	0.6	4.9
SW	2.3	3.2	2.7	7.9	11.3	20.2	20.4	17.8	6.8	2.1	2.4	2.3	8.3
WSW	2.7	2.2	3.4	4.9	5.0	7.7	11.6	11.9	3.8	2.2	1.5	1.4	4.9
W	1.0	1.3	1.9	2.0	2.3	2.9	4.5	5.0	2.2	0.1	0.7	0.7	2.1
WNW	0.3	0.7	0.6	1.1	0.6	1.3	1.4	2.7	2.4	0.4	0.2	0.3	1.0
NW	0.7	0.6	0.9	1.2	0.8	1.4	1.8	2.6	1.8	1.0	0.5	0.5	1.2
NNW	0.8	1.2	0.9	1.3	1.4	1.3	1.4	1.9	2.3	1.3	1.1	1.1	1.3
C	3.8	3.2	2.3	3.2	2.3	1.4	1.2	3.1	1.8	2.7	2.9	4.2	2.7

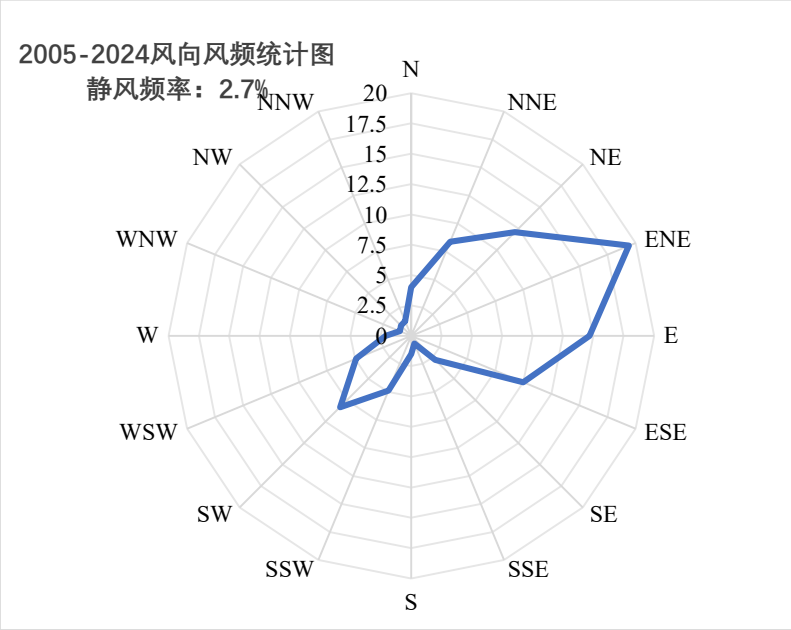
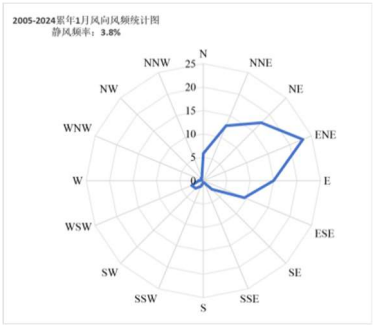
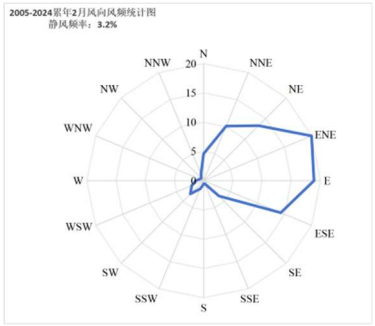
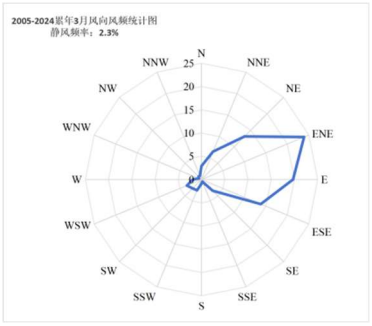


图 4.1-5　汕尾年风向玫瑰图







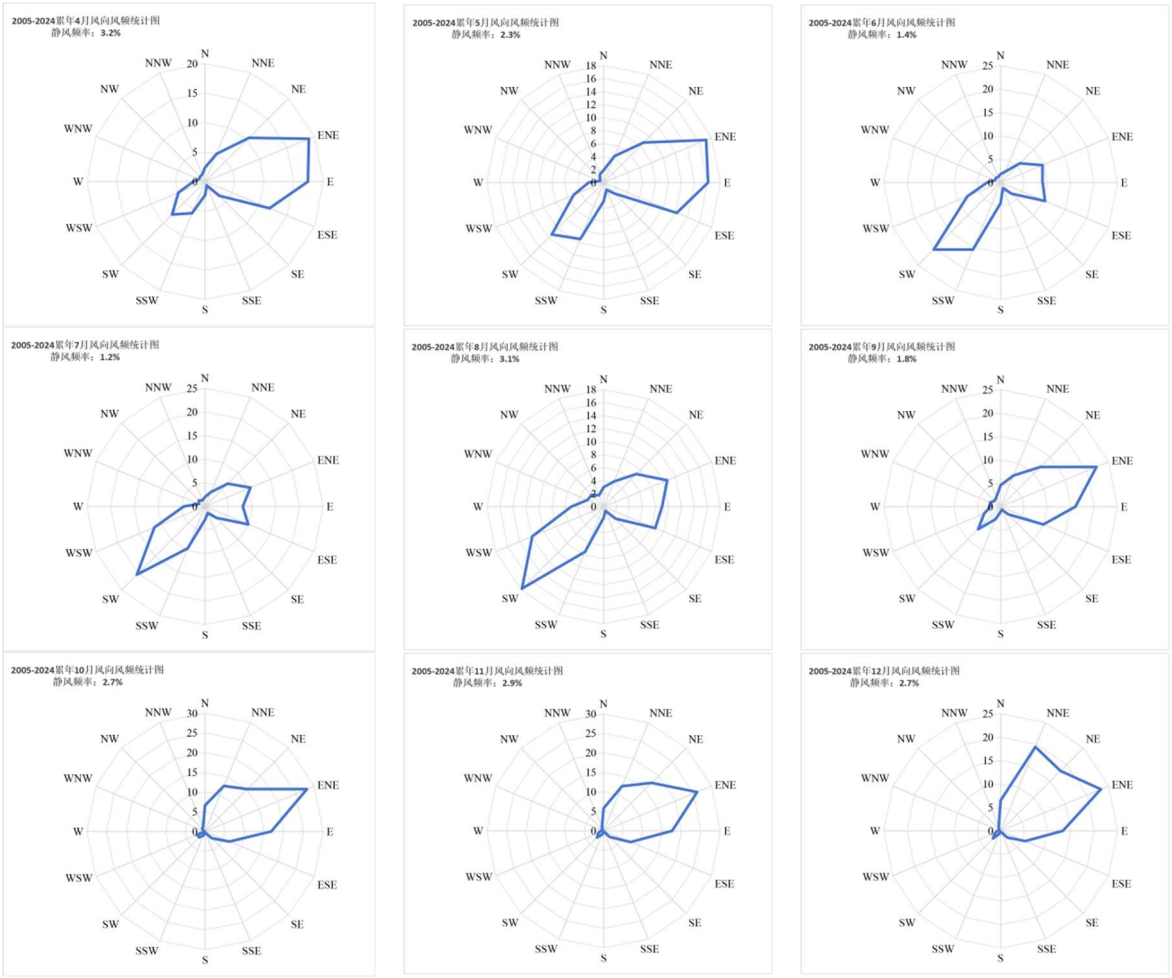


图 4.1-6　汕尾月风向玫瑰图

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 地形地貌

本项目区域海底地形变化比较平缓，测区水深在 12.6m～14.2m 之间变化，范围内北侧水深为 12.6m 左右，南侧水深为 14.2m 左右；地形由北向南水深逐渐变深，

4.1.3.2 沉积物类型

根据历史资料和钻孔资料，汕尾江牡岛周边海域沉积物类型主要有以下几种：

砂质沉积物分布区域：通常在靠近海岸以及岛屿周边水动力条件相对较强的区域较为常见，如江牡岛的东北部、西南部等海岸地带。形成原因：一方面，河流携带的泥沙在入海口附近沉积，部分较粗的颗粒在海浪和潮汐的作用下，被搬运到江牡岛周边海域，形成砂质沉积物；另一方面，岛屿自身的岩石风化破碎后，经海浪侵蚀、搬运和筛选，

也会在周边海域堆积形成砂质沉积物。

粉砂质沉积物分布区域：主要分布在砂质沉积物向泥质沉积物过渡的区域，以及一些水动力条件相对较弱的海湾、河口附近，如江牡岛北部靠近大陆海岸的海域。形成原因：河流输入的大量细颗粒泥沙，在海流、潮汐等作用下，在合适的水动力条件下沉积下来。此外，海洋中的生物碎屑经过分解和破碎，也会形成粉砂质的颗粒，参与到粉砂质沉积物的组成中。

4.1.3.3 冲淤现状和冲淤变化特征

项目海域由于水深超过 10m 离岸距离较远，常风下海床表面的水动力条件较弱，难以引起海床泥沙起动，加之周围无大量泥沙输入，因此认为海床地形整体处于相对稳定的状态。

4.1.3.4 地质条件

1、区域大地构造

汕尾市地处广东省南部东江之滨，珠江三角洲东北端。在大地构造上为中国东部新华夏系第二隆起带与南岭纬向构造带的复合部位，也是华夏地向斜的东南延伸部分。本项目场址附近的区域性深大断裂主要有：汕头-惠来深断裂、潮州－普宁深断裂、莲花山深断裂、滨海大断裂。对各深大断裂特征描述如下：

1）汕头-惠来深断裂

该断裂带自福建延伸入饶平钱东镇，经澄海，汕头、潮阳至惠来，于陆丰甲子镇潜入南海，广东陆地部分长 150km，走向北东 40°~60°，倾向东，倾角 60°~70°，系左旋走滑断层。沿断裂常见动力变质带，花岗岩挤压破碎带和糜棱岩化，以及构造透镜体，挤压带宽数十米至数百米，砂页岩、火山岩强烈片理及揉皱，并伴有硅化现象。根据粤东核电工程对惠来—汕头深断裂带的南西段的调查结果，在基岩出露区北东向构造形迹微弱，调查中发现的北东向小断裂没有切割 K2 花岗斑岩和北西向燕山晚期闪长玢岩脉，没有第四纪活动迹象。第四系和全风化层底界基岩面连续，上覆第四系没有变动，不存在第四纪活动迹象。

2）潮州－汕尾深断裂

该断裂带经潮州、揭阳、普宁至汕尾延伸入海，往东北延伸到福建境内，总体走向北东 40°~50°，主要倾向南东，倾角 50°~80°，长 300km 左右，沿断面发育糜棱岩、断层角砾岩、碎裂岩、蚀变花岗岩、硅化岩。

据已有资料，断层物质 TL 测年结果是 12 万年（中国地震局地球物理研究所等，

2005），即最新活动时代为中更新世晚期，与中国地震局地质研究所（2002）确定的断裂最新活动时代一致。沿断裂地震活跃，从1067年以来，发生4级以上地震7次，其中6级地震3次，最大为1067年潮州6级地震，其次为1895年揭阳6级地震和1911年红海湾6级地震。近年来小震也不断。

3）莲花山深断裂

莲花山断裂是一条强烈的挤压破碎带，由120多条断裂组成，广东境内长约500km，宽20～40km，局部可达60km，它呈N40°E左右展布。地貌上表现为地垒山系。地垒两侧分别为五华—深圳断裂（北侧主干断裂）和大埔—海丰断裂（南侧主干断裂）。

莲花山断裂带具有多期次活动特征，成生于震旦纪，经过加里东、印支、燕山等构造运动，形成了一条复杂的构造岩浆带，动热变质带，复式的褶皱带和对冲的构造断裂带。新构造期，断裂的性质发生了明显的变化。由原来的对冲挤压变成了中部隆起两侧成正断层错落。其北界为五华—深圳断裂，总体走向N45°E，倾向NW，断裂两侧地形反差明显，下盘为莲花山山脉，上盘发育一系列晚白垩世～早第三纪初的红盆，地形上表现为下盘抬升，上盘陷落的正断层。根据古夷平面分析。显示断裂下盘新生代才开始抬升，抬升高度自东向西逐渐变缓。如山脉主峰高度在铜鼓嶂为1526m，往西鸿图嶂为1265m，莲花山为1028m，再向西逐渐变成低丘，最后沉没于海平面之下。据14C测定自海丰至深圳一带断块抬升速率均不大，海丰 1.38mm/a，惠东大洲岛 1.33mm/a 和1.39mm/a，宝安南头为0.14mm/a，显然，抬升高差与速率都有自东往西而变小的趋势。南侧的大埔—海丰断裂，倾向SE，上盘下降，亦分布有大小不等的中新代盆地。

莲花山深断裂带的西南段又称为深圳断裂带，深圳断裂带自淡水、横岗经深圳进入香港地区，长约100多公里。深圳断裂带在印支运动显露雏形，燕山晚期活动最为强烈，挽近时期活动性变弱。深圳断裂带较强烈的最后构造活动期为早—中更新世，具有以水平扭动为主的活动特征，并伴有微震发生，活动期的早期以北东向压扭性断裂为主，晚期以北西向扭压性断裂活动为主。区内尚未发现第四纪全新世的沉积层有被断裂割切的现象，说明晚更新世以来，整个深圳断裂带的构造活动已显著减弱。

莲花山深断裂带地震活动水平不高，震级一般较小，多呈NE向排列。断裂北支集中在西南端珠海、高栏一带，最大震级为1905年磨刀门5.0级地震；南支集中在东北段的海丰地区最大震级4级，于1693年和1874年发生。

4）滨海大断裂

该断裂展布于东南沿海地区的滨海地带，大致位于海水等深线 30～50m 处，其卫星遥感线性信息清晰可辨。在航磁图上，表现为一条十分醒目的剧变负异常带。在海磁

图上，东部香港至南澳一带，显示为变化的负磁场带，并以升高和降低的异常带频繁交替变化为特点，西部担杆列岛至涠洲岛一带，则表现为剧烈变化的负异常和锯齿状异常为主。在重力图上，该断裂带正好处于布格重力带中正负异常转换的过渡范围内。

岛屿考察证实，在珠江口外的担杆列岛，有走向北东 70°左右，倾向南东，倾角约 85°的挤压带分布，带宽 5～30m。在粤东南彭列岛的顶澎岛，见走向北东 55°，倾向南西，倾角 75°的强烈挤压并遭受错切的断裂构造带。样品经分析鉴定为石英角砾重熔硅化构造岩，带宽约 20m。在福建的兄弟屿，也见岛上出露走向北东 50°~55°的强烈动力变质混合岩构造带。断裂在地貌上形成陡峭的断层崖。可以认为，出露在上述岛屿的断层，应为展布于这些岛屿南部海域的滨海断裂带的次级断裂的反映（国家地震局地壳应力研究所，1993）。南澎列岛海域人工地震探测反射剖面印证了该断裂带的存在。该断裂带是东南沿海地区一条重要的地震构造线，也是新第三纪以来陆地隆起与海域沉降的交替地带。

第四纪以来，断裂仍强烈活动。根据 1980 年南彭列岛海底地质调查发现，沿断裂线两侧海底地貌和沉降物迥然不同，北侧属大陆继承性地形，起伏较大，其上岛屿、礁石星罗棋布、水下谷地、洼地交错其间，并分布泥质细粒沉积物；南侧岛屿消失，地势平坦，分布含砾粗砂沉积物。根据水深线 30m 处沉积砂层颗粒的磨圆度和含有仅适合于淡水河口或潮间带生活的大量生物遗体来看，南海岛至兄弟屿一线，应是古海岸线的分界，由于断裂两侧地壳发生差异性垂直活动，以及水动力条件等原因，使原来分布于古海岸潮间带一侧的砂层被淹没于 30m 深处，这些粗砂沉积物形成于更新世某一时期。据中国科学院南海研究所与石油工业南海地质研究所在南澎列岛海域的人工地震综合剖面，以及大鹏湾南部地震勘探剖面，均证实该断裂已切割了新第三纪至第四纪地层。

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。

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），76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。

1979年8月2日在深圳登陆的7908号台风产生的波浪最大，遮浪波浪观测站记录的H1/10为8.5m，最大波高为9.5m，相应波向SE，周期9.1s，而当时风速大于40m/s，因风浪大而缺测，可见实际波高比以上记录更大。

表4.1-8　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（％）。

近年影响本工程区的台风主要还有2013年第19号台风“天兔”、2016年第22号

台风“海马”以及 2018 年第 22 号台风“山竹”。“天兔”在 2013 年 9 月 16 日凌晨生成于菲律宾以东的西太海域，随后持续向西北移动，经历约 2d 后由热带低压发展为 CAT4 台风，并维持 CAT4 台风级别约 12h，“天兔”在 2013 年 9 月 19 日 12:00 达到最大强度，最低中心气压为 922hPa，中心最大风速为 73m/s，“天兔”穿过吕宋海峡后，开始逐渐减弱，以台风级别 CAT1 于 9 月 22 日 19:00 登陆广东汕尾，登陆时其最低中心气压为 979hPa，中心最大风速为 31m/s。而后减弱为热带低压进入广西境内，并逐渐消散；2016 年第 22 号超强台风“海马”10 月 21 日 12 时 40 分前后在广东省汕尾市海丰县鲘门镇登陆，登陆前中心附近最大风力有 14 级（42 米/秒），是有气象记录以来 10 月下旬以后登陆广东的最强台风；2018 年第 22 号超强台风“山竹”，在 9 月 16 日 11 时其台风中心位于汕尾西南海域约 200 公里处，中心附近最大风速 48m/s，中心最低气压 945 百帕。







图 4.1-7　对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋路径图

4.1.4.2　风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降，是一种严重的海洋灾害，主要危害沿海地区。在广东地区，台风暴潮灾害的特点是：发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

2023 年，广东省共发生风暴潮过程（蓝色预警级别及以上）4 次，其中 2 次造成损失，“苏拉”台风风暴潮造成的直接经济损失约占总直接经济损失的 57%；近海发生灾害性海浪过程 12 次，海浪灾害过程 1 次。

4.1.4.3　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。

4.1.4.4　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。

4.1.4.5　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℃或其以上（或 48h 内下降 10℃或其以上），同时过程最低气温≤5℃，寒潮出现后天气回暖到日平均气温≥12℃，同时极端最低气温>5℃，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℃，过程最低气温3.9℃。汕尾气象站，24小时内日平均气温下降了11.8℃，过程最低气温也是3.9℃，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≤12℃，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。

4.1.4.6 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。

4.1.4.7 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。

4.1.4.8 赤潮

1、赤潮发生情况

据不完全统计，2014-2023年间广东沿海共发生赤潮95起。近10年来，我省沿海年均发现10起左右赤潮事件，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4.1-8　2014~2023年广东沿海有记录的赤潮灾害次数

年份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
次数	15	7	13	10	7	3	6	14	14	6

2023年，广东省沿海共发现赤潮6次，累计面积20.00平方千米。其中，发现有害赤潮3次，未发现有毒赤潮。上述赤潮过程监测区域水面，均未发现死亡鱼类。与近十

年平均状况相比，2023 年赤潮发现次数、累计面积均低于平均值（9.5 次、347.80 平方千米），分别为平均值的 63%和 6%。2014-2023 年广东省海域赤潮发现次数和累计面积情况见图 4.1-7。



图 4.1-7　2014-2023 年广东省海域赤潮发现次数和累计面积情况

2023 年，广东省海域引发赤潮的优势生物共 4 种。其中球形棕囊藻引发赤潮的次数最多（3 次）、累计面积最大（超 12.00 平方千米）。2023 年广东省海域发现的部分赤潮优势生物实验室镜检照片见图 4.1-8。

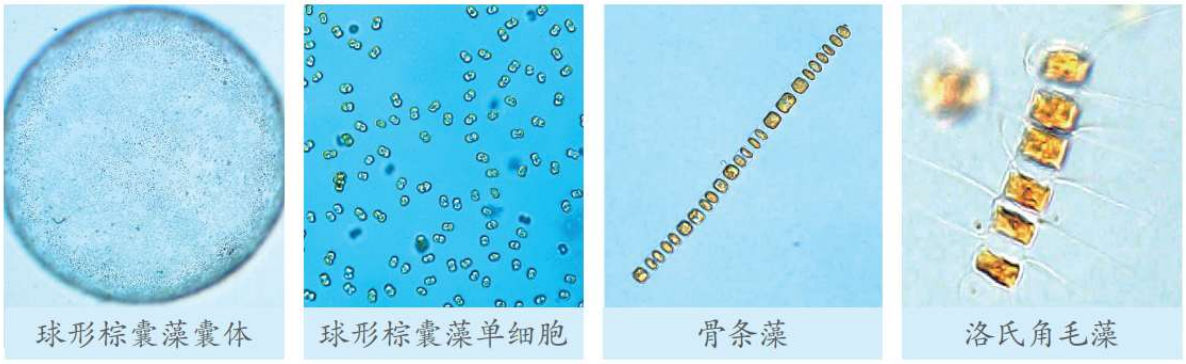


图 4.1-8　2023 年广东省海域发现的部分赤潮优势生物实验室镜检照片

从区域分布来看，湛江市海域发现赤潮次数最多、累计面积最大，为 4 次和 19.00 平方千米，分别占全省全年赤潮发现次数、累计面积的 67%和 95%。从时间分布来看，1-2 月发现赤潮次数最多、累计面积最大，分别为 2 次和 12.00 平方千米。

2023 年单次持续时间最长的赤潮过程于 4 月 14 日-5 月 10 日发生在湛江金沙湾附近海域，持续 27 天，引发赤潮的优势生物为骨条藻。单次面积最大的赤潮过程于 2 月 20-21 日发生在湛江渔港公园附近海域、湛江金沙湾、官渡养殖区附近海域，最大成灾

面积为10.00平方千米，引发赤潮的优势生物为球形棕囊藻（有害）。

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(*Alexandriumcatenella*)、塔马亚历山大藻(*Alexandriumtamarense*)、具尾鳍藻(Dinophysiscaudata)、具毒冈比亚藻（*Gambierdiscumstoxincus*）、多边舌甲藻（*Hngulodiniumpolyedrum*）、多纹膝沟藻（*Gonyaulaxpolygramma*）、短凯伦藻（*Kareniabreve*）、链状裸甲藻（*Gymnodiniumcatenatum*）、米氏凯伦藻（*Kareniamikimotoi*）、海洋卡盾藻（*Chattonellamarina*）、海洋原甲藻（*Prorocentrummicans*）、球形棕囊藻(*Phaeocystisglobosa*)、尖刺拟菱形藻（*Pseudo-nitzschiapungens*）等。

3、赤潮的危害

赤潮是海水中某些微型藻、原生生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；赤潮生物的异常暴发性繁殖，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。

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，风光琦旎，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3m^{2}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）莱屿岛

莱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、内巳仔、大印、印仔7岛和众多礁石组成，岛屿总面积0.4km^2。

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、鲘门、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、鲇鱼、大眼鲷（红目鲢）、大甲鲹、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。

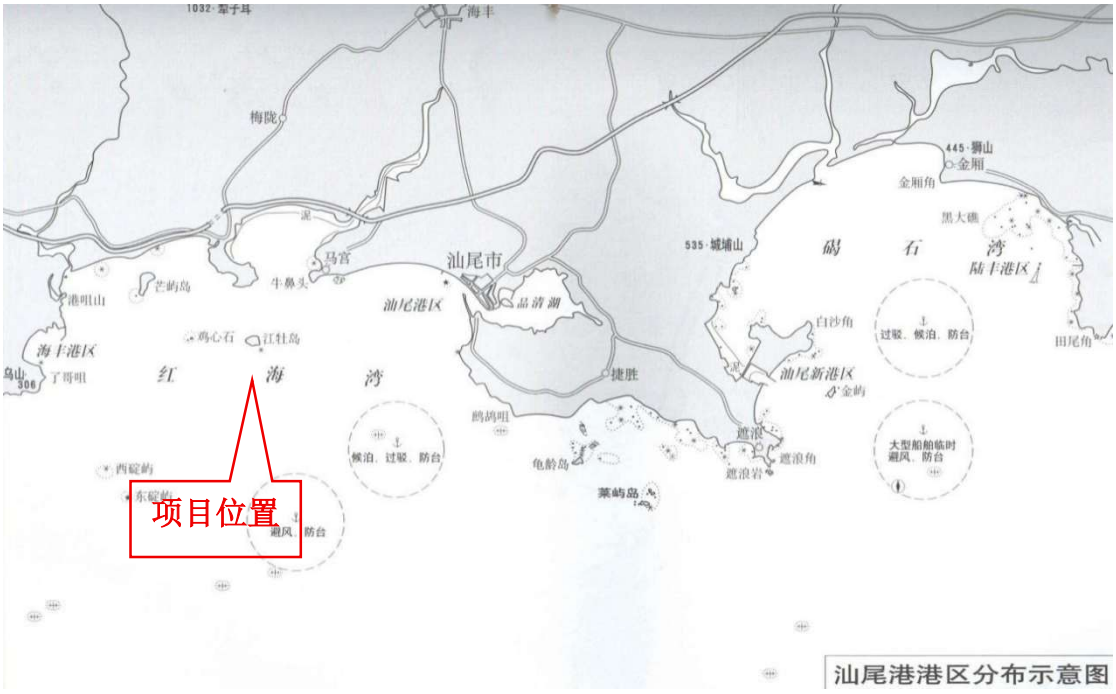


图4.2-1　汕尾港港区分布示意图

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

序号	名称	中心地点	半径/海里	用途
1	大型船舶临时避风锚地	115°13′00.00″E，22°37′00.00″N	2	避风、防台
2	过驳锚地	115°17′30.00″E，22°40′00.00″N	2	侯泊、过驳、防台
3	引航锚地	115°13′00.00″E，22°44′30.00″N	1	引航、防台
4	检疫锚地	115°16′30.00″E，22°45′30.00″N	0.5	检疫、防台
5	装运危险货物船舶锚地	115°17′36.00″E，22°46′18.00″N	0.5	装运危险货物船舶侯泊
6	检疫锚地	115°09′00.00″E，22°45′60.00″N	0.5	检疫、防台
7	装运危险货物船舶锚地	115°07′48.00″E，22°45′60.00″N	0.5	装运危险货物船舶侯泊
8	引航检疫锚地	115°31′60.00″E，22°38′00.00″N	1	引航、检疫、防台
9	大型船舶临时避风锚地	115°41′00.00″E，22°40′00.00″N	2	避风、防台
10	过驳锚地	115°41′00.00″E，22°45′00.00″N	2	过驳、侯泊、防台
11	引航检疫锚地	115°45′00.00″E，22°47′00.00″N	0.5	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	115°40′00.00″E，22°49′60.00″N	0.5	引航、检疫、防台
13	引航检疫锚地	116°04′23.00″E，22°49′54.00″N	0.5	引航、检疫、防台
14	引航检疫锚地	115°07′40.00″E，22°38′60.00″N	0.5	引航、检疫、防台
15	引航检疫锚地	115°09′00.00″E，22°36′00.00″N	1	引航、检疫、防台



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鳀龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲳、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鳓、印度鳓、黄鲫、鳗鲇、黄鳍鲷、大黄鱼、四指马鲅、六指马鲅、银牙鲳、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、鲨鱼类、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

4.2-3），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。

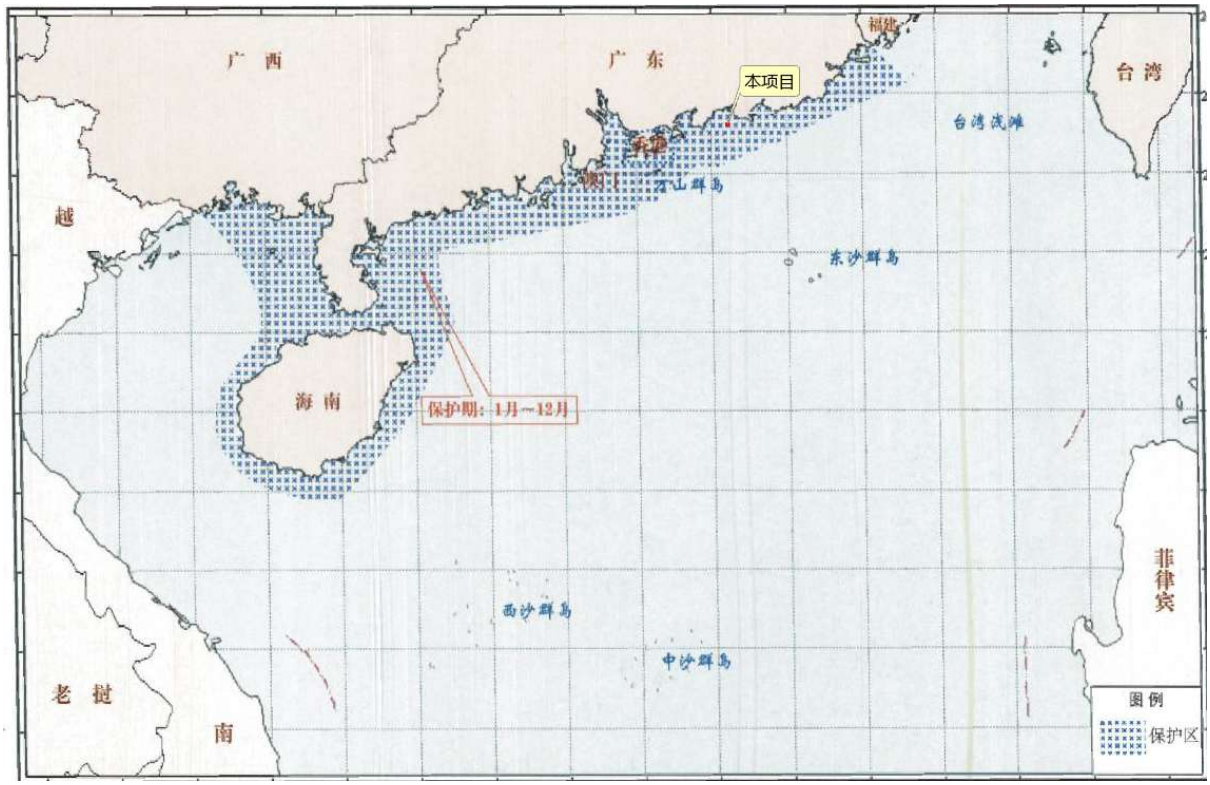


图 4.2-4　项目与南海北部幼鱼繁育场保护区关系图

（2）南海幼鱼幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。该保护区主要功能为渔业水域，保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。

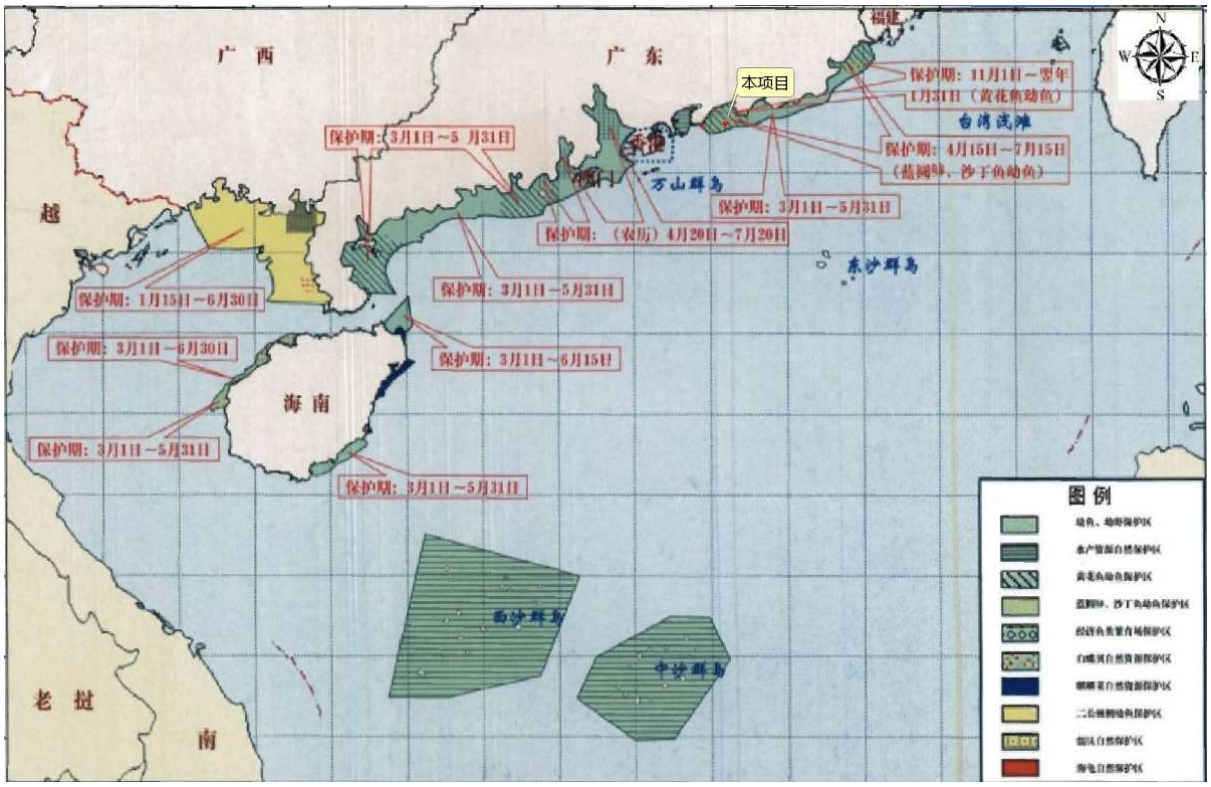


图4.2-5　项目与南海幼鱼幼虾保护区关系图

（3）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。

（4）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，保处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。

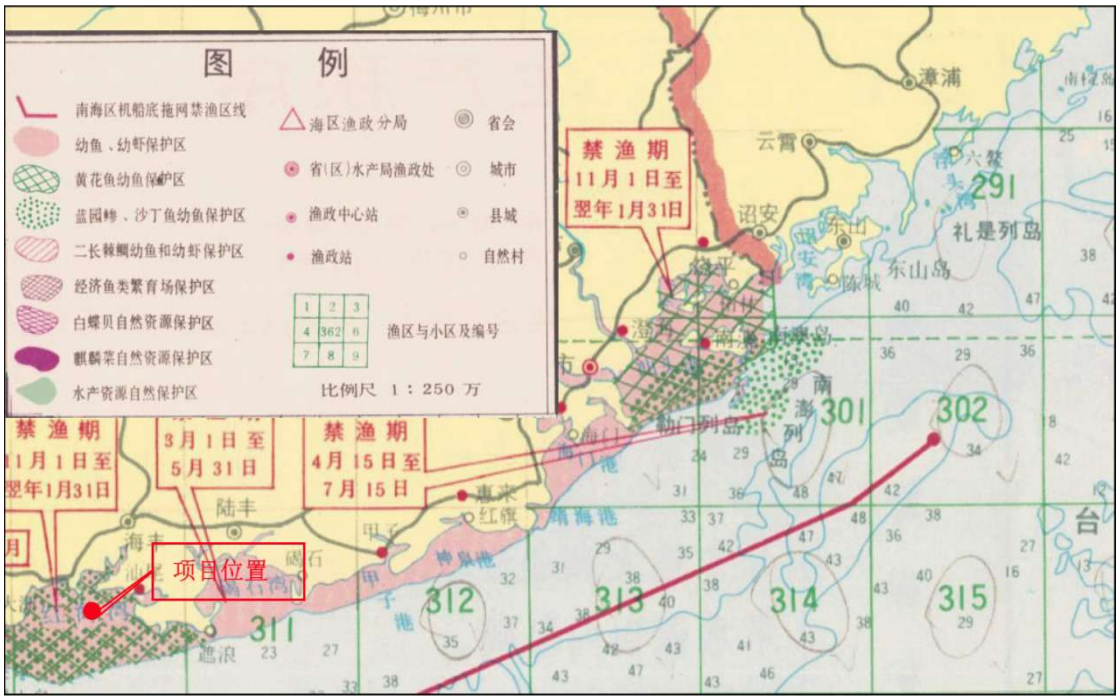


图 4.2-6　项目与南海国家级及省级渔业品种保护区关系图

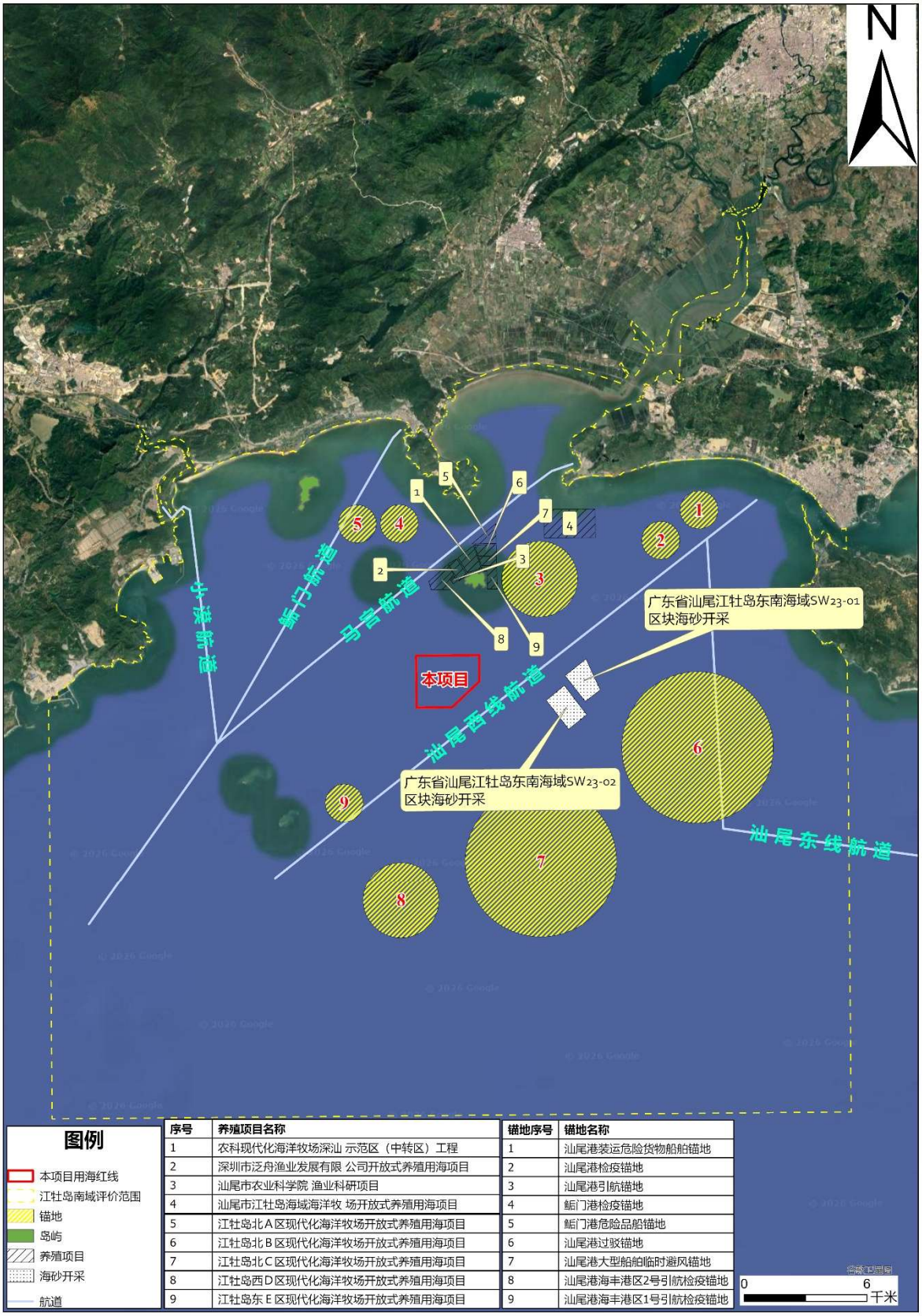
4.3　海域开发利用现状

本项目位于汕尾市城区江牡岛南侧海域，根据搜集的历史资料、遥感影像资料和现场勘察资料成果，本项目论证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。

表 4.3-1　项目评价范围内开发利用现状分布表

类别	编号	项目名称	与本项目位置关系	用海类型
养殖项目	1	农科现代化海洋牧场深汕示范区（中转区）工程	北侧约 4.0km	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	北侧约 3.7km	渔业用海
	3	汕尾市农业科学院渔业科研项目	北侧约 3.5km	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 6.6km	渔业用海
	5	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	北侧约 5.4km	渔业用海
	6	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	北侧约 4.8km	渔业用海
	7	汕尾城区江牡岛北 C 区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目	北侧约 4.4m	渔业用海
	8	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	北侧约 3.2m	渔业用海
	9	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	北侧约 3.3km	渔业用海
航道	1	鲘门航道	西北侧约 6.4km	交通运输用海

类别	编号	项目名称	与本项目位置关系	用海类型
	2	马宫航道	西北侧约 2.9km	交通运输用海
	3	汕尾西线航道	东南侧约 300m	交通运输用海
	4	汕尾东线航道	东侧约 11.5km	交通运输用海
锚地	1	汕尾港装运危险货物船舶锚地	东北侧约 12.0km	交通运输用海
	2	汕尾港检疫锚地	东北侧约 9.6km	交通运输用海
	3	汕尾港引航锚地	东北侧约 2.9km	交通运输用海
	4	鲘门港检疫锚地	北侧约 5.6km	交通运输用海
	5	鲘门港危险品船锚地	西北侧约 6.1km	交通运输用海
	6	汕尾港过驳锚地	东南侧约 7.5km	交通运输用海
	7	汕尾港大型船舶临时避风锚地	东南侧约 5.0km	交通运输用海
	8	汕尾港海丰港区 2 号引航检疫锚地	南侧约 7.6km	交通运输用海
	9	汕尾港海丰港区 1 号引航检疫锚地	西南侧约 4.9km	交通运输用海
采砂	1	广东省汕尾江牡岛东南海域 SW23-01 区块海砂开采	东侧约 4.2km	采砂用海
	2	广东省汕尾江牡岛东南海域 SW23-02 区块海砂开采	东南侧约 3.4km	采砂用海



序号	养殖项目名称
1	农科现代化海洋牧场深汕 示范区（中转区）工程
2	深圳市泛舟渔业发展有限 公司开放式养殖用海项目
3	汕尾市农业科学院 渔业科研项目
4	汕尾市江牡岛海域海洋牧 场开放式养殖用海项目
5	江牡岛北A区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目
6	江牡岛北B区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目
7	江牡岛北C区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目
8	江牡岛西D区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目
9	江牡岛东E区现代化海洋牧场开放式养殖用海项目

锚地序号	锚地名称
1	汕尾港装运危险货物船舶锚地
2	汕尾港检疫锚地
3	汕尾港引航锚地
4	鲘门港检疫锚地
5	鲘门港危险品船锚地
6	汕尾港过驳锚地
7	汕尾港大型船舶临时避风锚地
8	汕尾港海丰港区2号引航检疫锚地
9	汕尾港海丰港区1号引航检疫锚地

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 水文动力环境现状调查

水文动力环境现状情况引用2024年8月4日~18日和2024年12月3日~17日广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的水文监测资料进行评价。

4.4.1.1 观测站位

根据资料，水文观测共布设连续观测站6个，站位号为SWL1~SWL6，观测内容包括流速流向、悬沙、温盐、风速风向等，同时布设临时潮位观测站2个。水文观测站点布设详见图4.4-1。水文观测站坐标和观测内容见表4.4-1。

表4.4-1 水文观测站坐标和观测内容

站位	经纬度		调查内容
	东经	北纬	项目
SWL1	[redacted]		海流、悬沙、粒径、温盐
SWL2			海流、悬沙、粒径、温盐、风速风向
SWL3			海流、悬沙、粒径、温盐
SWL4			海流、悬沙、粒径、温盐
SWL5			海流、悬沙、粒径、温盐、风速风向
SWL6			海流、悬沙、粒径、温盐
SWC1			潮位
SWC2			潮位

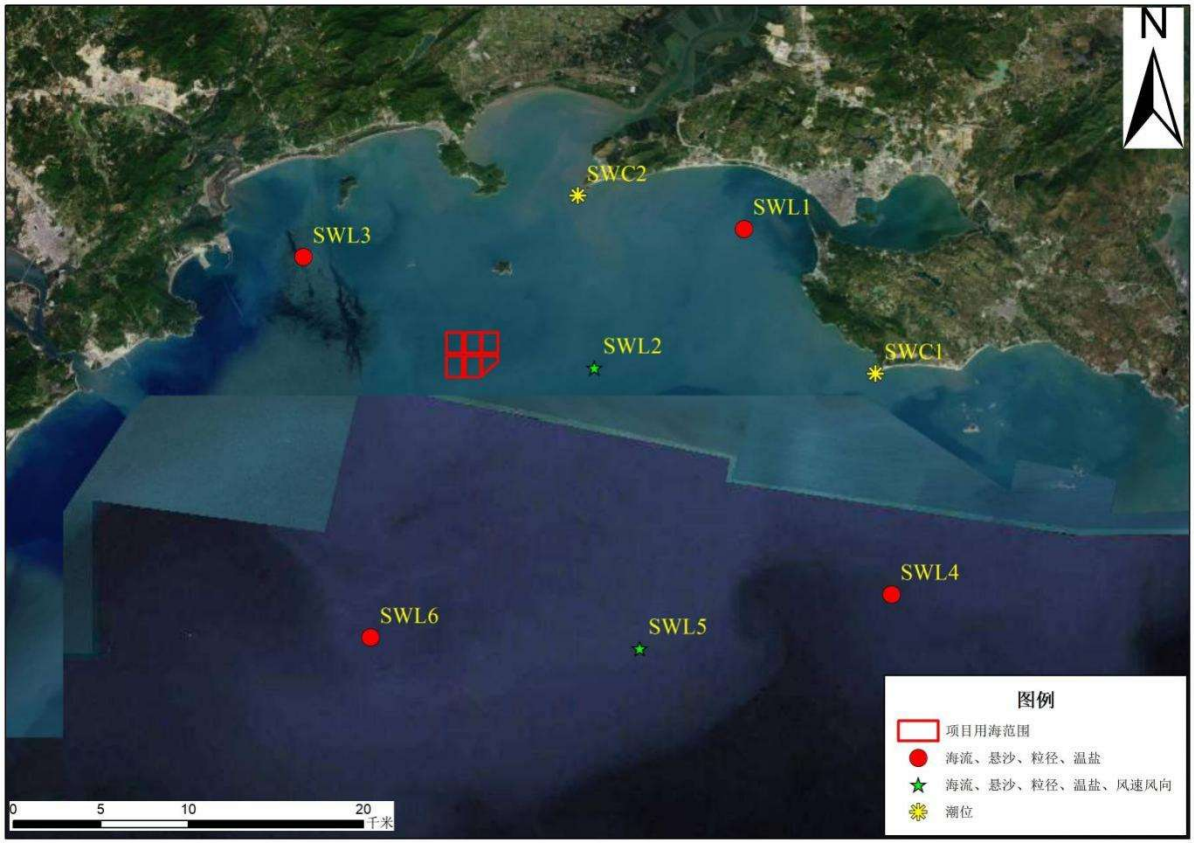


图 4.4-1　水文监测站位布设示意图

4.4.1.2　风向风速

1、2024 年 8 月本次水文观测期间，风向以西南风为主，风速在 3.0m/s~7.0m/s。观测海域的平均风速大小为 4.9m/s。各站点风速以及风向变化不大，观测海区的整体水深较浅，且观测区域位于湾内，故各个站位的风速接近一致。SWL1、SWL2 和 SWL3 站的海况等级为 1 级，其余站位的海况等级为 2 级。

2、2024 年 12 月

本次水文观测期间，风向以东北风为主，风速在 4.2m/s~9.0m/s。观测海域的平均风速大小为 6.1m/s，观测海区的整体水深较深，海面上并无明显的遮挡物，故各个站位的风速接近一致。各个站位海况均为 2 级。

4.4.1.3　潮汐

1、2024 年 8 月

1）实测潮位统计分析

根据 SWC1 和 SWC2 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得到的潮位资料时间为 2024 年 08 月 04 日 00 时至 2024 年 08 月 18 日 23 时（15 天），如图 4.4-2 至 4.4-3 所示（黑色线段表示 15 天的观测潮位数据，红色线段表示海流观测时间段的潮位

数据）。为了验证潮位资料的真实有效性，同时展示观测海域附近的两个潮位观测点：汕尾站和遮浪站，其中黑色的线表示汕尾站和遮浪站，红色表示 SWC1 站的潮位，蓝色表示 SWC2 站的潮位，绘制时间为 2024 年 07 月 27 日 0 时至 2024 年 08 月 26 日 23 时（一个月），其数据来自国家海洋信息中心，如图 4.4-4 至图 4.4-5 所示。需要说明的是，SWC1 和 SWC2 均是以国家 1985 高程为起算面，而汕尾站和遮浪站是以水尺零点为起算面。

由图表可知，各个站位的潮汐基本一样，在一个朔望月中的大多数日子里具有全日潮特征，但有少数日子则具有半日潮特征。

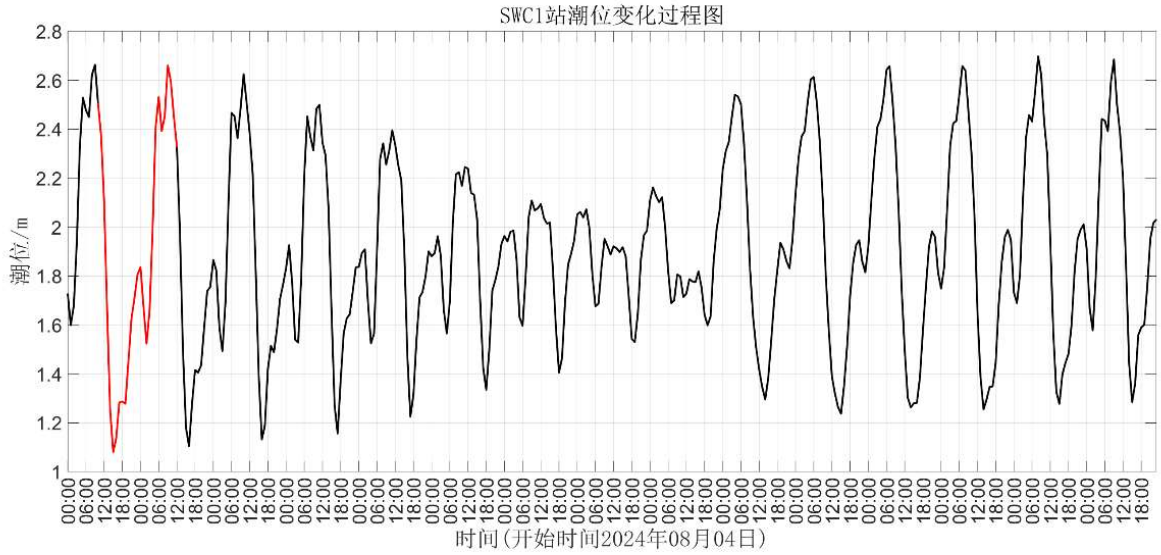


图 4.4-2　SWC1 站潮位过程曲线

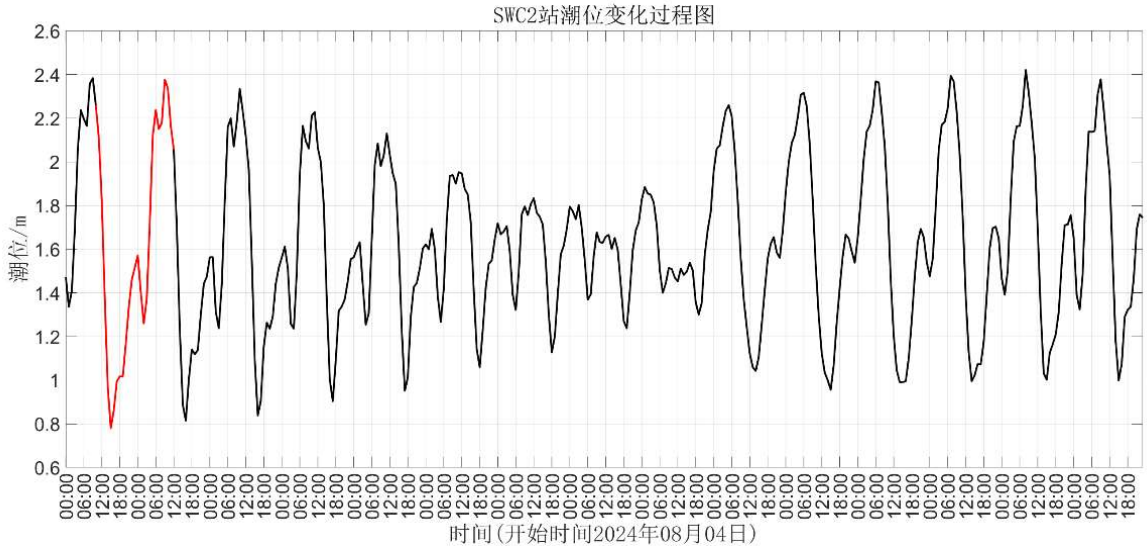


图 4.4-3　SWC2 站潮位过程曲线

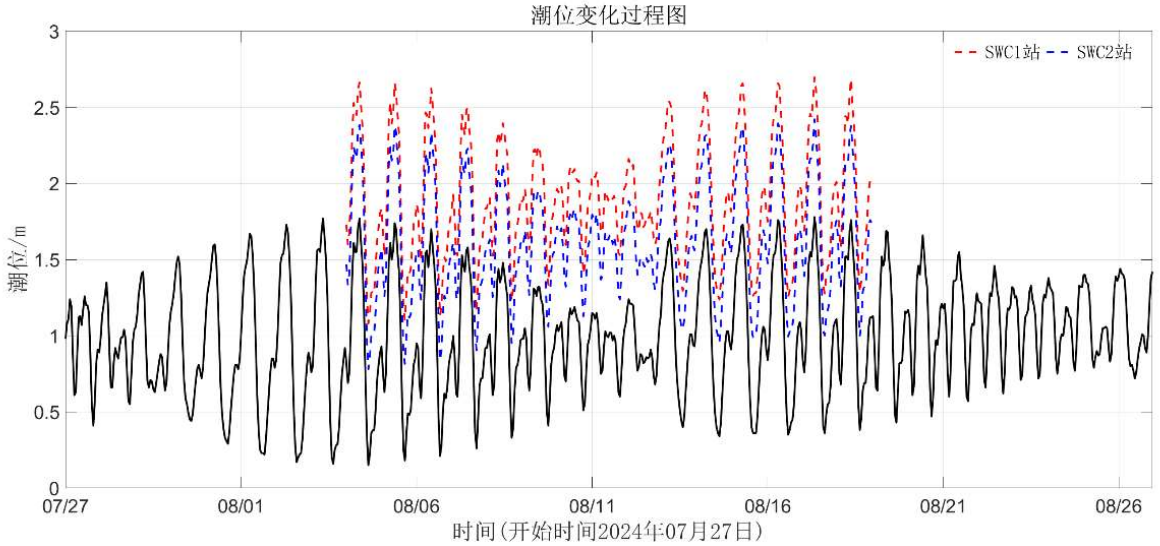


图 4.4-4　汕尾站潮位过程曲线

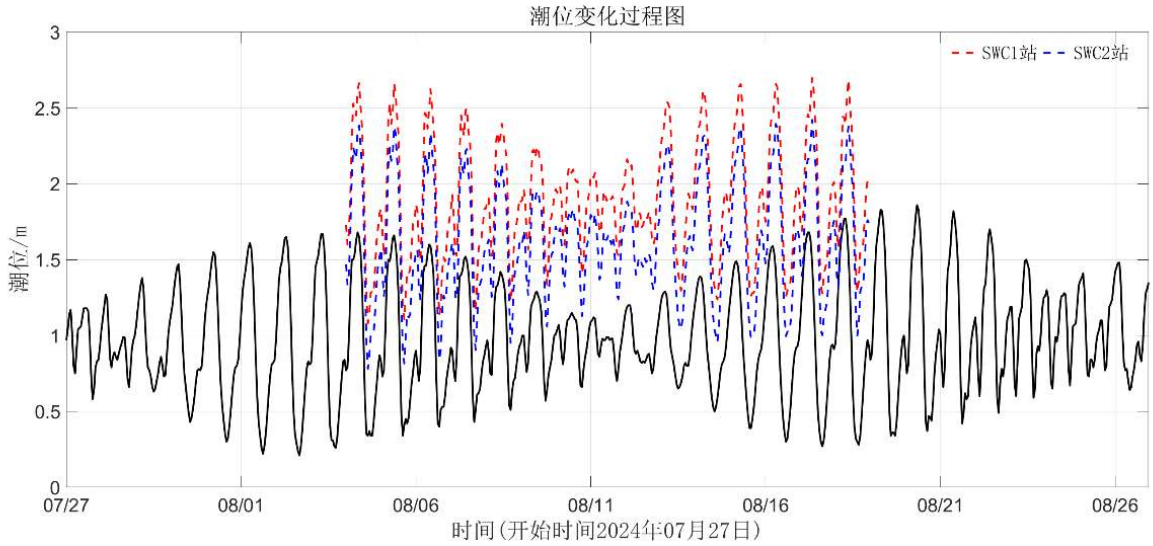


图 4.4-5　遮浪站潮位过程曲线

2）潮汐调和分析

潮汐调和常数是进行潮汐预报和潮汐特性分析的基本参数，它的准确性十分重要。本报告根据收集的 SWC1 和 SWC2 连续 15 天潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用引入差比数（采用了汕尾站的差比关系）的最小二乘法对潮位进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 4.4-2 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 4.4-2　调查海区调和常数统计分析（基于 15 天）

分潮	SWC1		SWC2	
	振幅（cm）	迟角（°）	振幅（cm）	迟角（°）
O1	[redacted]			
K1				

分潮	SWC1		SWC2	
	振幅（cm）	迟角（°）	振幅（cm）	迟角（°）
M2	[redacted]			
S2				
M4				
MS4				

由表可知，临时潮位站的分潮中K1分潮振幅皆最大，其中SWC1的K1分潮振幅为约为31.16cm，迟角为320°；SWC2的K1分潮振幅约为31.15cm，迟角为320°。

3）潮汐性质和潮汐特征值

采用主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F=\left(H_{O_1}+H_{k^1}\right)/H_{M_2}$ 作为划分潮汐性质的判据：

F<0.5	正规半日潮
0.5≤F<2.0	不正规半日潮
2.0≤F<4.0	不正规全日潮
4.0≤F	正规全日潮

对SWC1和SWC2潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析，结果如表4.4-3所示，临时潮位观测站的潮汐性质系数F值皆为2.19，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。同时，通过汕尾站和遮浪站的一个月的潮位数据，计算两个潮位观测站的潮汐性质系数，其结果分别为 2.24 和 3.02；而测量海区更靠近汕尾站。因此SWC1和SWC2站为不正规全日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为2.70m，最低潮位为0.78m，最大涨潮潮差为1.03m，最大落潮潮差为1.60m。

表 4.4-3　测验所设潮位站潮汐特征值统计

特征值	SWC1	SWC2
最高潮位（m）	[redacted]	
最低潮位（m）		
平均潮位（m）		
最大涨潮潮差（m）		
最大落潮潮差（m）		
平均涨潮历时（h）		

特征值	SWC1	SWC2
平均落潮历时（h）		
潮汐性质系数F		
潮汐类型		

4）基准面关系和平均潮差

基准面关系在工程设计中占有比较重要的地位，因此确定工程水域平均海面、理论深度基面、高程基准面之间的换算关系是非常必要的。理论深度基准面又称海图深度基准面，它是通过理论可能最低潮面的计算来确定的，是一个具有一定安全保证率、人为规定的深度起算面，通常它的保证率为98%左右。“1985国家高程基准”是采用青岛验潮站1953年至1979年验潮资料计算确定的，1987年5月经国务院国测发[1987]198号文批准，全国统一启用“1985国家高程基准”，依此基准推算全国各类水准点高程成果，并逐步归算至“1985国家高程基准”。

本报告按照国家标准《海道测量规范》（GB12327-1998）所规定的十三分潮方法，采用SWC1临时潮位站实测潮位资进行调和分析，求得其11个分潮（O1、K1、P1、Q1、M2、S2、N2、K2、M4、M6、MS4）的振幅和迟角，从而计算出SWC1临时潮位站的理论深度基准面（最低天文潮位）为平均海面以下1.74m，SWC1临时潮位站的最高天文潮位为平均海面以上0.80m；SWC2临时潮位站的理论深度基准面（最低天文潮位）为平均海面以下1.71m，SWC2临时潮位站的最高天文潮位为平均海面以上0.80m。

潮差是标志潮汐强弱的重要指标，指某一定时期内的潮差的平均值，是潮汐的一个重要特征值，潮差不仅反映了海水在周期性涨落中的变幅，还能揭示出不同海域潮汐的活跃程度。在潮汐观测中，潮差的变化往往受到天文因素的影响，如太阳和月球的引力作用。通常情况下，大潮期间（如朔望潮），由于日月引潮力叠加，潮差达到最大值；而在小潮期间（如弦潮），潮差则相对较小。因此，通过分析某一时期内的潮差平均值，不仅可以了解海区的潮汐特性，还能推测出季节性变化以及潜在的异常现象。经计算SWC1和SWC2站的平均潮差分别为0.47m和0.48m。

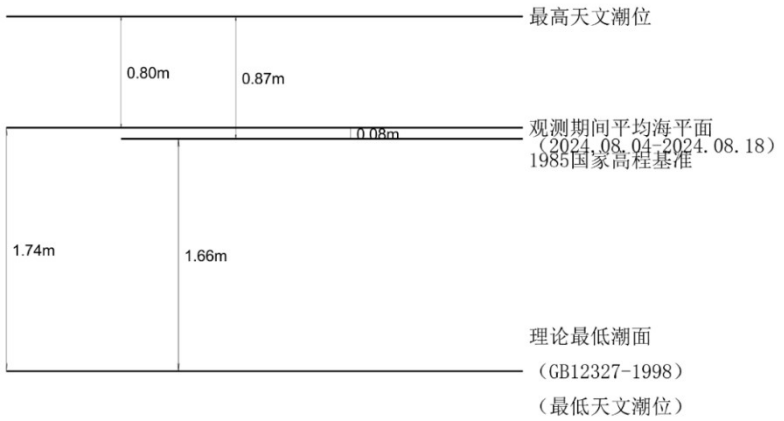


图 4.4-6　SWC1 临时潮位站各基准面的相互关系

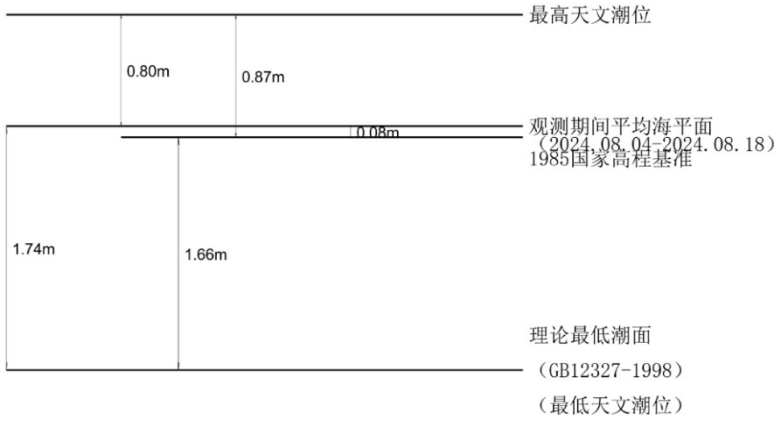


图 4.4-7　SWC2 临时潮位站各基准面的相互关系

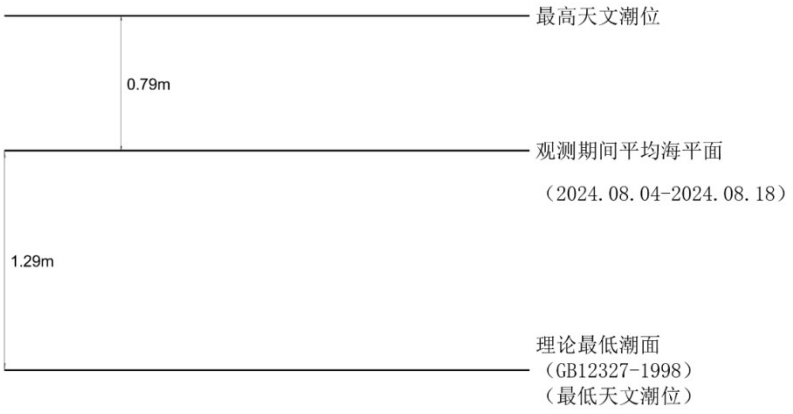


图 4.4-8　汕尾站位站基准面的相互关系



图 4.4-9　遮浪站位站基准面的相互关系

2、2024 年 12 月

1）实测潮位统计分析

根据 SWC1 和 SWC2 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得到的潮位资料时间为 2024 年 12 月 03 日 00 时至 2024 年 12 月 17 日 23 时（15 天），如图 4.4-10 至 4.4-11 所示（黑色线段表示 15 天的观测潮位数据，红色线段表示海流观测时间段的潮位数据）。为了验证潮位资料的真实有效性，同时展示观测海域附近的两个潮位观测点：汕尾站和遮浪站，其中黑色的线表示汕尾站和遮浪站，红色表示 SWC1 站的潮位，蓝色表示 SWC2 站的潮位，绘制时间为 2024 年 11 月 25 日 0 时至 2024 年 12 月 25 日 23 时（一个月），其数据来自国家海洋信息中心，如图 4.4-12 至图 4.4-13 所示。需要说明的是，SWC1 和 SWC2 均是以国家 1985 高程为起算面，而汕尾站和遮浪站是以水尺零点为起算面。

由图表可知，各个站位的潮汐基本一样，在一个朔望月中的大多数日子里具有全日潮特征，但有少数日子则具有半日潮特征。

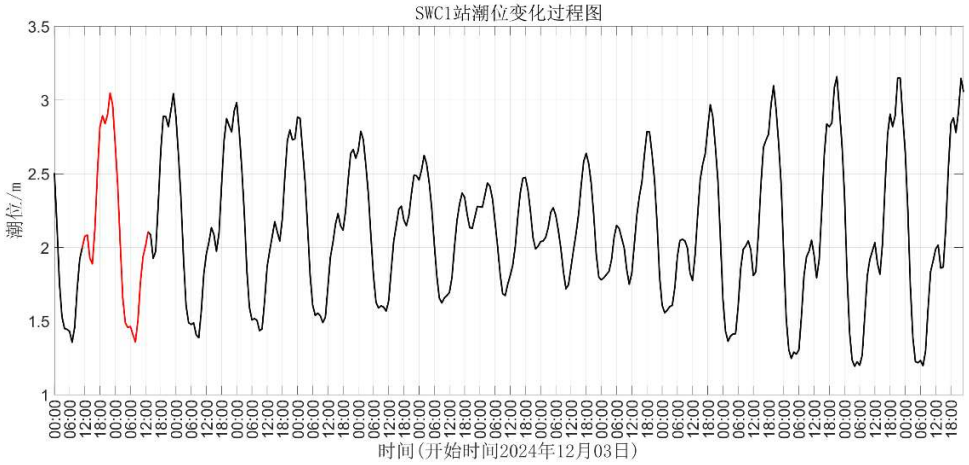


图 4.4-10　SWC1 站潮位过程曲线

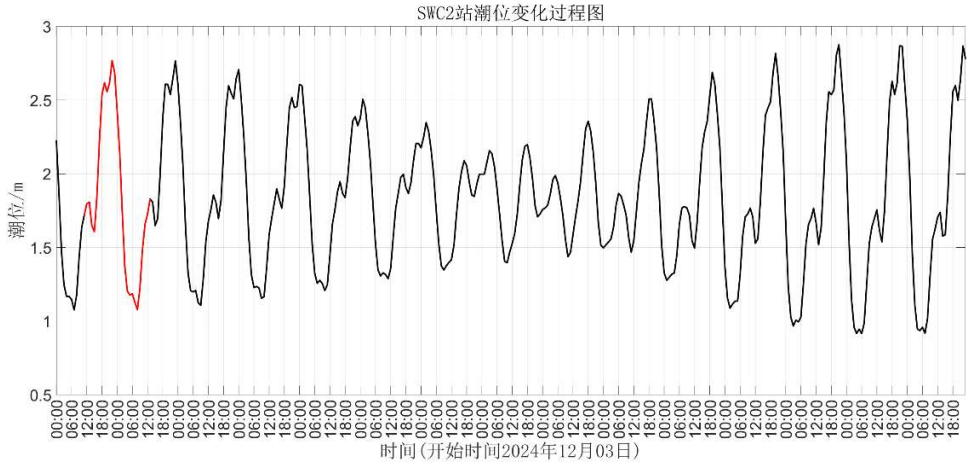


图 4.4-11　SWC2 站潮位过程曲线

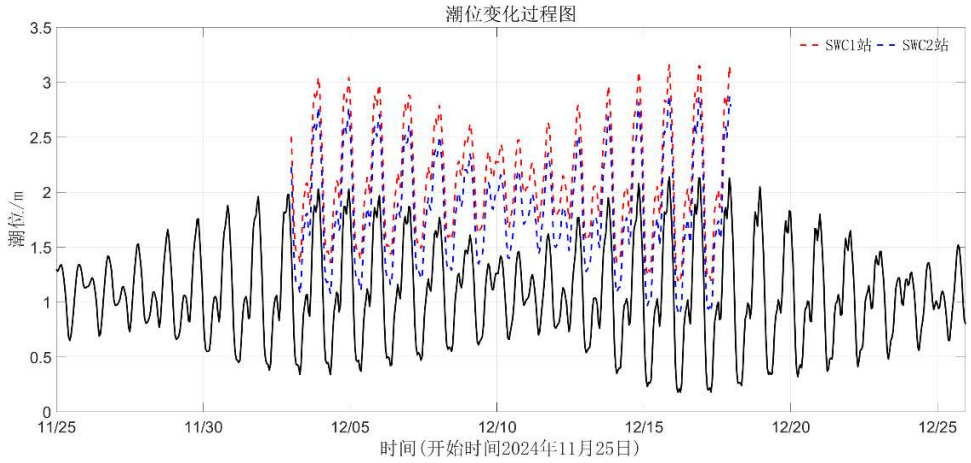


图 4.4-12　汕尾站潮位过程曲线

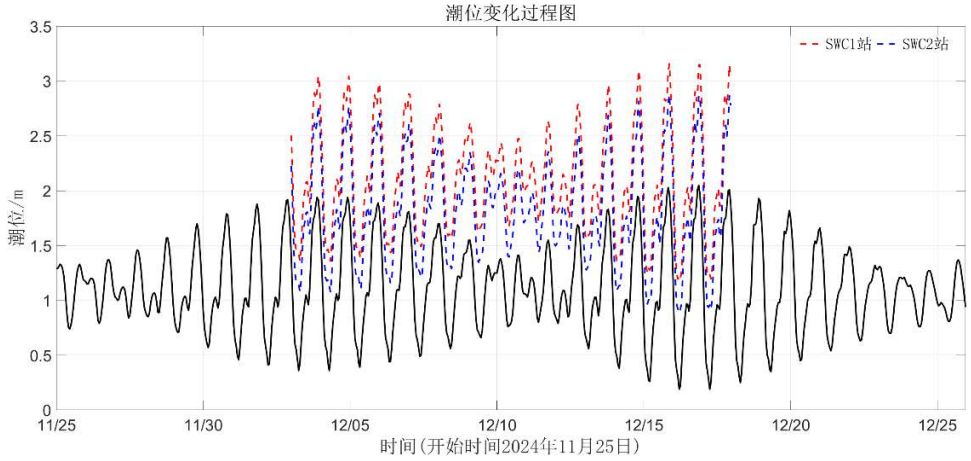


图 4.4-13　遮浪站潮位过程曲线

2）潮汐调和分析

潮汐调和常数是进行潮汐预报和潮汐特性分析的基本参数，它的准确性十分重要。本报告根据收集的 SWC1 和 SWC2 连续 15 天潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，采用引入差比数（采用了汕尾站的差比关系）的最小二乘法对潮位进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 4.4-4 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 4.4-4　调查海区调和常数统计分析（基于 15 天）

分潮	SWC1		SWC2	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
O1	[redacted]			
K1				
M2				
S2				
M4				
MS4				

由表可知，临时潮位站的分潮中 K1 分潮振幅皆最大，其中 SWC1 的 K1 分潮振幅为约为 44.22cm，迟角为 289°；SWC2 的 K1 分潮振幅约为 44.22cm，迟角为 289°。

3）潮汐性质和潮汐特征值

采用主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F=\left(H_{O_1}+H_{k^1}\right)/H_{M_2}$ 作为划分潮汐性质的判据：

F<0.5	正规半日潮
0.5≤F<2.0	不正规半日潮

2.0≤F<4.0	不正规全日潮
4.0≤F	正规全日潮

对 SWC1 和 SWC2 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析，结果如表 4.4-5 所示，临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值皆为 2.42，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。同时，通过汕尾站和遮浪站的一个月的潮位数据，计算两个潮位观测站的潮汐性质系数，其结果分别为 2.36 和 3.05；而测量海区更靠近汕尾站。因此 SWC1 和 SWC2 站为不正规全日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为 3.16m，最低潮位为 0.92m，最大涨潮潮差为 1.29m，最大落潮潮差为 1.97m。

表 4.4-5　测验所设潮位站潮汐特征值统计

特征值	SWC1	SWC2
最高潮位（m）		
最低潮位（m）		
平均潮位（m）		
最大涨潮潮差（m）		
最大落潮潮差（m）		
平均涨潮历时（h）		
平均落潮历时（h）		
潮汐性质系数F		
潮汐类型		

4）基准面关系和平均潮差

基准面关系在工程设计中占有比较重要的地位，因此确定工程水域平均海面、理论深度基面、高程基准面之间的换算关系是非常必要的。理论深度基准面又称海图深度基准面，它是通过理论可能最低潮面的计算来确定的，是一个具有一定安全保证率、人为规定的深度起算面，通常它的保证率为 98%左右。“1985 国家高程基准”是采用青岛验潮站 1953 年至 1979 年验潮资料计算确定的，1987 年 5 月经国务院国测发[1987]198 号文批准，全国统一启用“1985 国家高程基准”，依此基准推算全国各类水准点高程成果，并逐步归算至“1985 国家高程基准”。

本报告按照国家标准《海道测量规范》（GB12327-1998）所规定的十三分潮方法，采用 SWC1 临时潮位站实测潮位资进行调和分析，求得其 11 个分潮（O1、K1、P1、Q1、M2、S2、N2、K2、M4、M6、MS4）的振幅和迟角，从而计算出 SWC1 临时潮位站的理论深度基准面（最低天文潮位）为平均海面以下 1.74m，SWC1 临时潮位站的最高天文

潮位为平均海面以上0.80m；SWC2临时潮位站的理论深度基准面（最低天文潮位）为平均海面以下1.71m，SWC2临时潮位站的最高天文潮位为平均海面以上0.80m。

潮差是标志潮汐强弱的重要指标，指某一定时期内的潮差的平均值，是潮汐的一个重要特征值，潮差不仅反映了海水在周期性涨落中的变幅，还能揭示出不同海域潮汐的活跃程度。在潮汐观测中，潮差的变化往往受到天文因素的影响，如太阳和月球的引力作用。通常情况下，大潮期间（如朔望潮),由于日月引潮力叠加，潮差达到最大值；而在小潮期间（如弦潮)，潮差则相对较小。因此，通过分析某一时期内的潮差平均值，不仅可以了解海区的潮汐特性，还能推测出季节性变化以及潜在的异常现象。经计算SWC1和SWC2站的平均潮差分别为0.47m和0.48m。

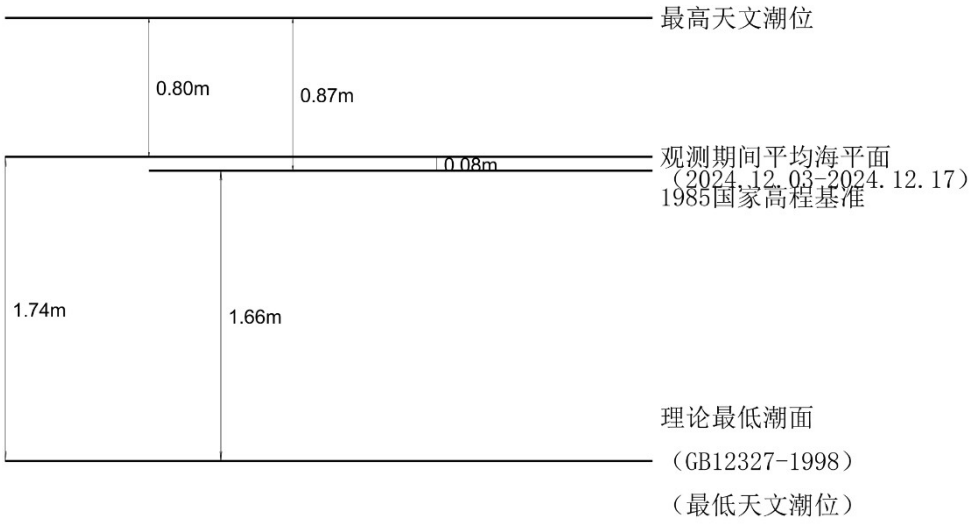


图 4.4-14　SWC1 临时潮位站各基准面的相互关系

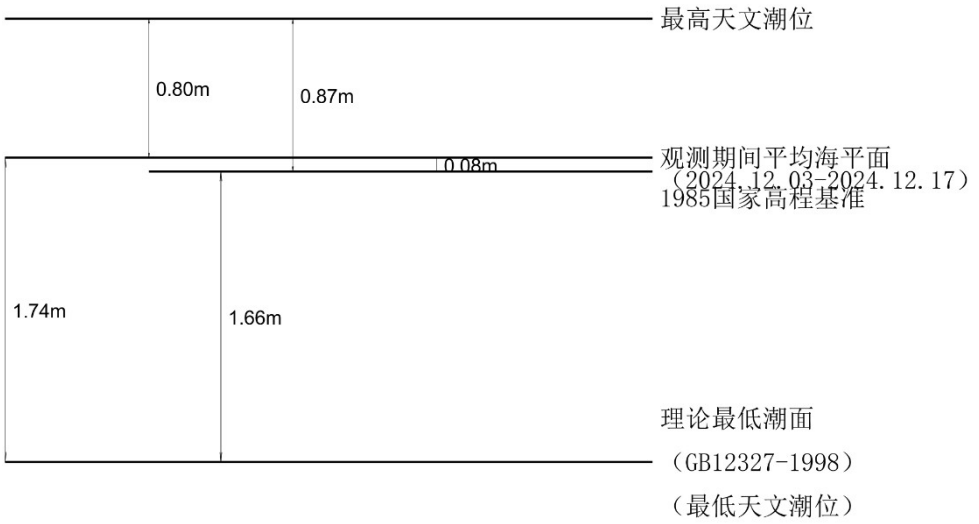


图 4.4-15　SWC2 临时潮位站各基准面的相互关系

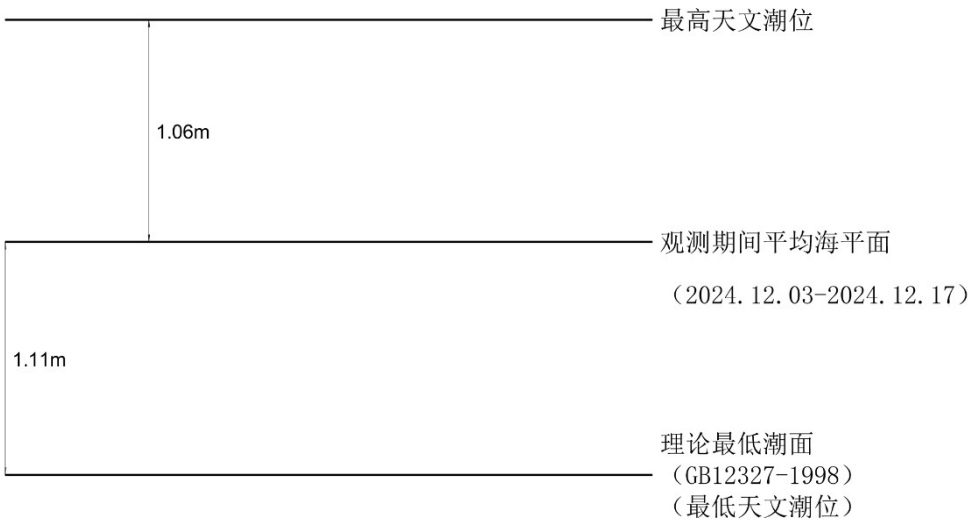


图 4.4-16　汕尾站位站基准面的相互关系

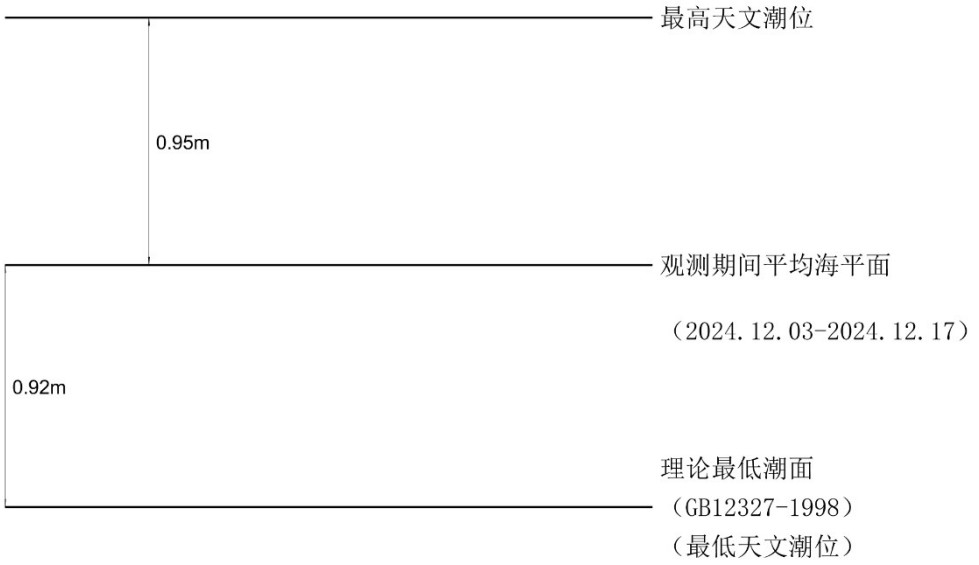


图 4.4-17　遮浪站位站基准面的相互关系

4.4.1.4　实测海流

1、2024 年 8 月

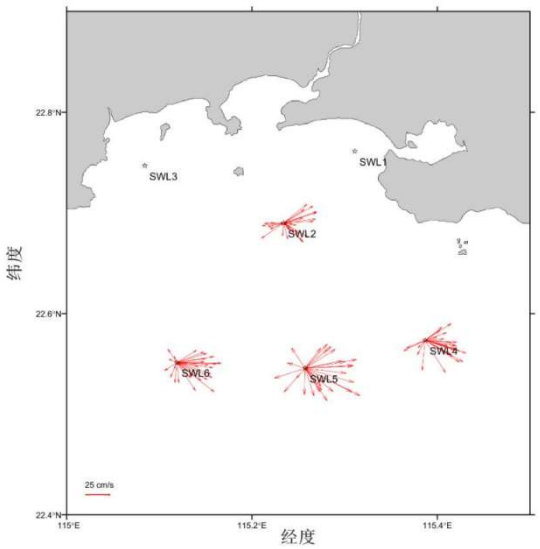
海洋中由各种因素引起的海水运动称之为海流。通常又将海流分为由天体引潮力引起的潮流和由水文、气象等非天文因素引起的非潮流。它们在海洋中所占的成分因地因时而异。一般来说，大洋中的海流以非潮流为主，而我国近海的海流以潮流为主。海流是塑造海底地形演变的主要外动力，它对海洋工程基础设施影响较大。

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4.4-18，图4.4-19至图4.4-24为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表4.4-6为涨、落潮流统计表。需要说明的

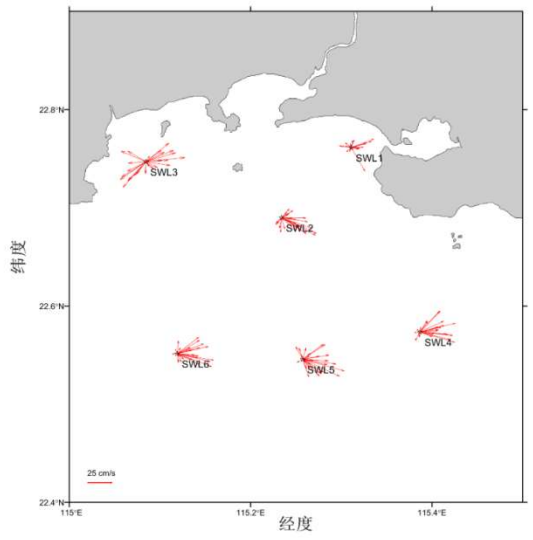
是，海流三层观测时所采用的“表层—中层（0.6H）—底层”与规范中规定的“0.2H-0.6H-0.8H”具有等价意义。

从海流的运动状态来看，观测期内各站点海流表现出了明显的东向流的特征，从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐和风生流（西南风）的影响；在垂向结构上看，流速随着深度加深而减小。

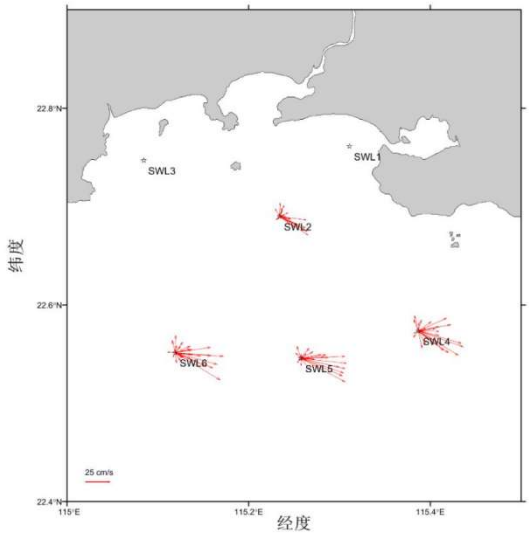
观测期间最大涨潮流速为 52.6cm/s（方向为 117°），最大落潮流速为 61.0cm/s（方向为 116°)，都出现在 SWL5 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 37.3cm/s（方向为 98°)和 32.3cm/s（方向为 116°),都出现在 SWL5 站表层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，受西南风的风场控制，观测海域的流以东向流为主。同时靠近外海的 SWL4、SWL5 和 SWL6 站受风场的影响更大，近岸的点位由于陆地的阻挡作用，受风场的影响较小，其潮流特征更为明显。

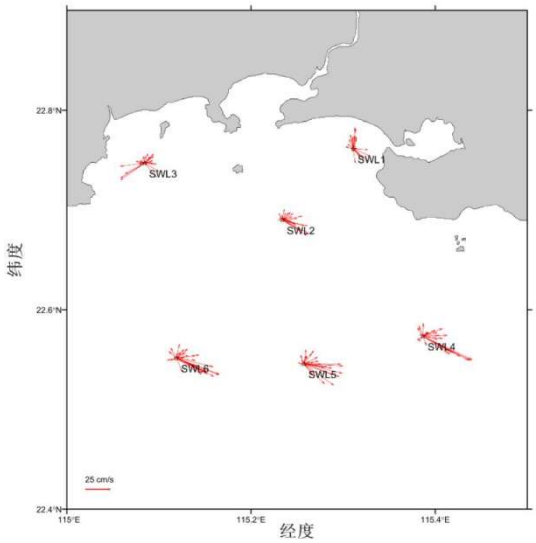


表层海流平面分布矢量图

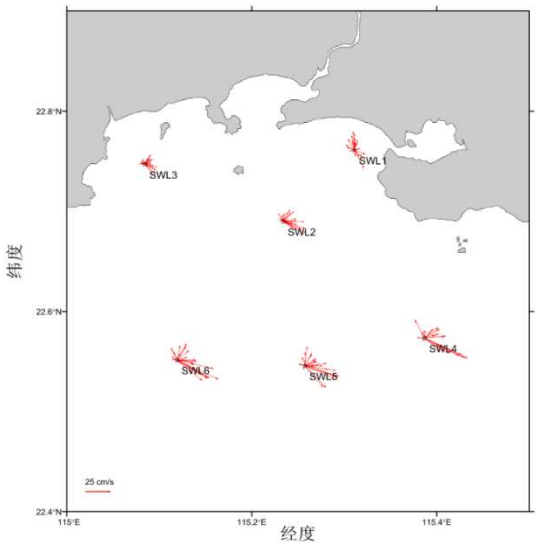


0.2H 层海流平面分布矢量图

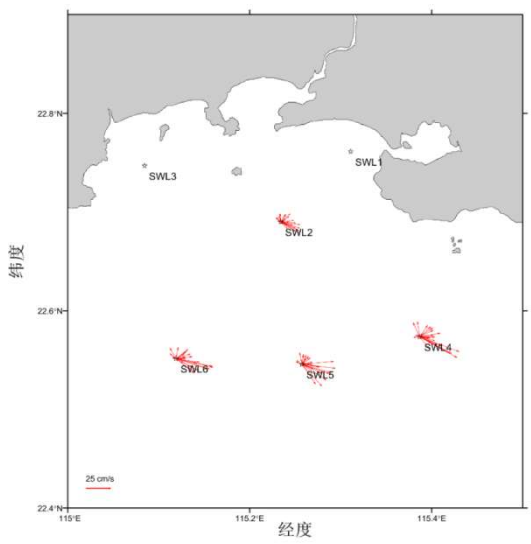




0.4H 层海流平面分布矢量图



0.6H 层海流平面分布矢量图



0.8H 层海流平面分布矢量图

底层海流平面分布矢量图

图 4.4-18　海流平面分布矢量图

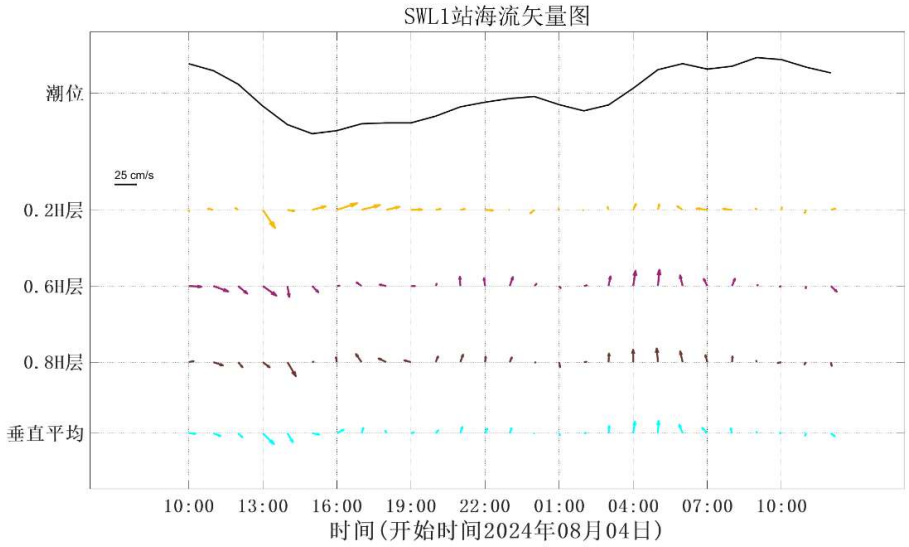


图 4.4-19　SWL1 站海流矢量图

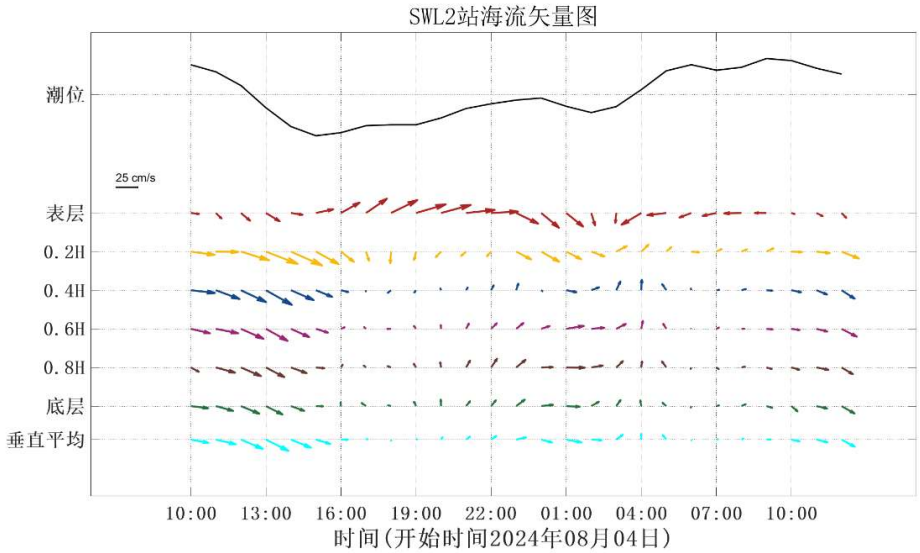


图 4.4-20　SWL2 站海流矢量图

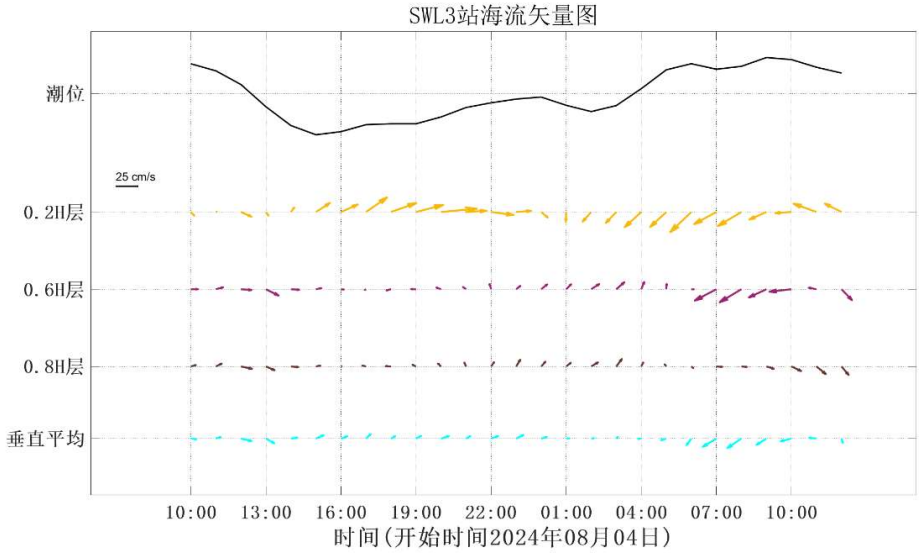


图 4.4-21　SWL3 站海流矢量图

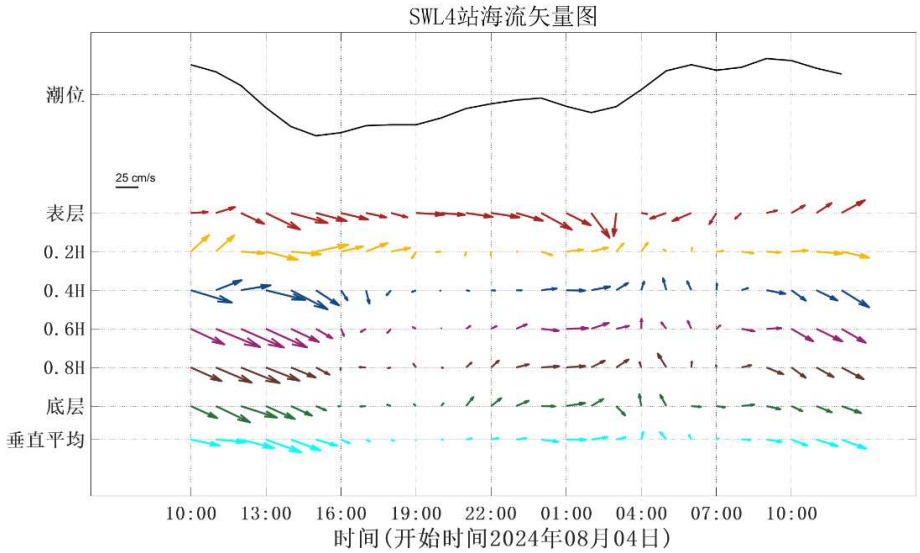


图 4.4-22　SWL4 站海流矢量图

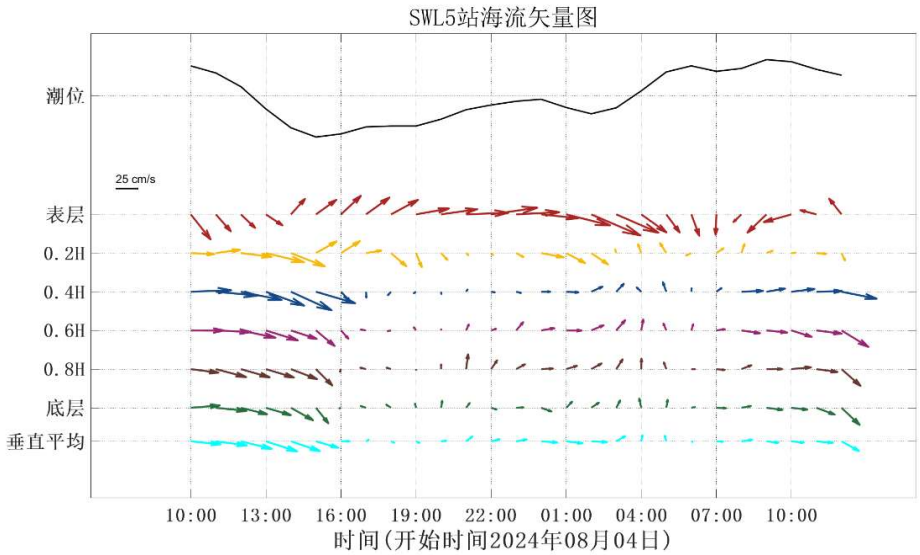


图 4.4-23　SWL5 站海流矢量图

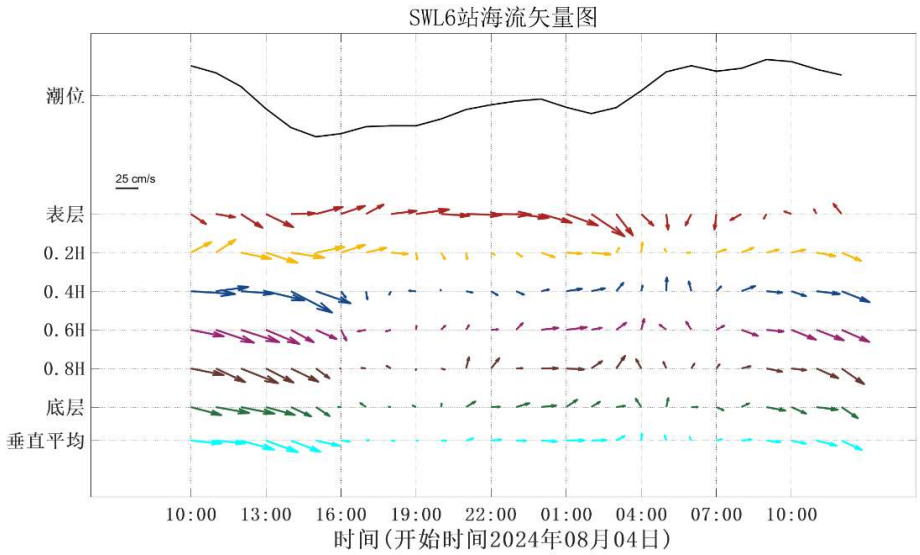


图 4.4-24　SWL6 站海流矢量图

表 4.4-6　大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	层次	流速（cm/s）、流向(°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
SWL1	0.2H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	垂线平均								
SWL2	表层								
	0.2H 层								
	0.4H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	底层								
	垂线平均								
SWL3	0.2H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	垂线平均								
SWL4	表层								
	0.2H 层								

站位	层次	流速（cm/s）、流向(°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
	0.4H层	[redacted]							
	0.6H层								
	0.8H层								
	底层								
	垂线平均								
SWL5	表层								
	0.2H层								
	0.4H层								
	0.6H层								
	0.8H层								
	底层								
	垂线平均								
SWL6	表层								
	0.2H层								
	0.4H层								
	0.6H层								
	0.8H层								
	底层								
	垂线平均								

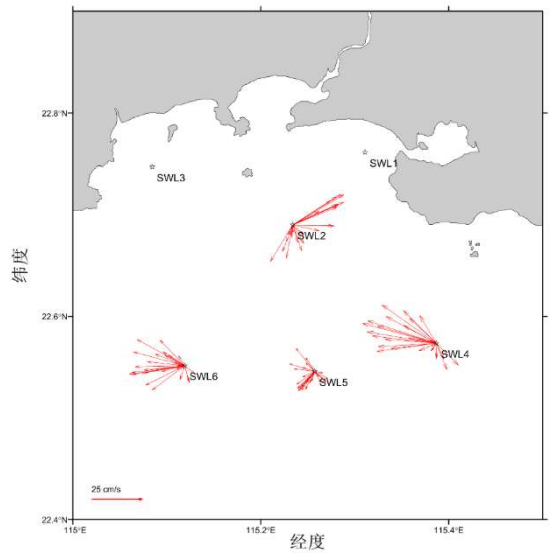
2、2024年12月

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因时而异。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。

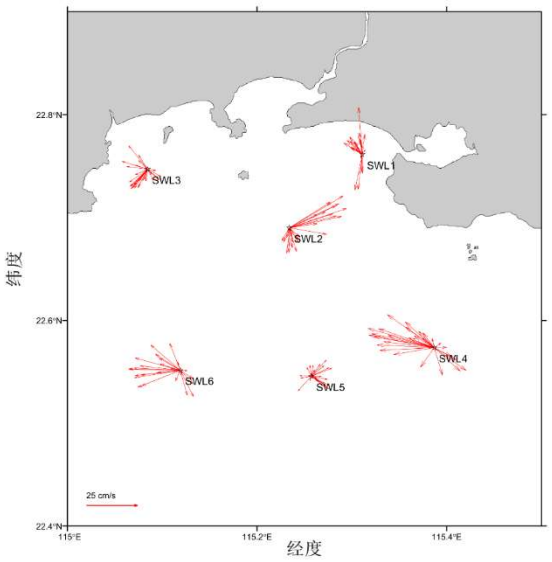
本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图4.4-25所示，图4.4-26~图4.4-31为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表4.4-7为涨、落潮流统计表。需要说明的是，海流三层观测时所采用的“表层—中层（0.6H）—底层”与规范中规定的“0.2H—0.6H—0.8H”具有等价意义。

从海流的运动状态来看，观测期内各站点海流表现出了明显的西南向流的特征，从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向主要受局地的背景流和风生流（东北风）的影响；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

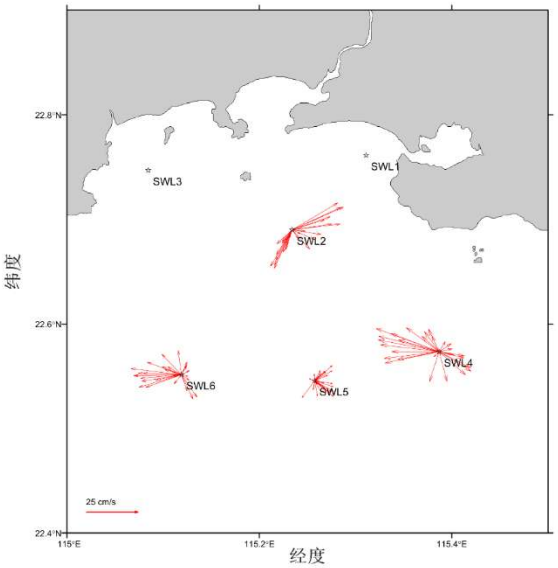
观测期间最大涨潮流速为 37.5cm/s（方向为 285°),最大落潮流速为 31.7cm/s（方向为 277°),均出现在 SWL4 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 22.2cm/s（方向为 286°)和 17.5cm/s（方向为 179°)，出现在 SWL4 站表层和 SWL4 站 0.8H 层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，由于 SWL1-SWL3 站的水深较浅，受地形效应的影响大，可以看到 SWL1-SWL3 站的潮流主轴平行岸线。同时观测海域的 SWL2 站点有明显的分层流现象，尤其是在该海域涨潮时特点明显；涨潮时表层的流向为东北方向，而中低层的流向为西南方向，这与该站点的特殊地形有关。



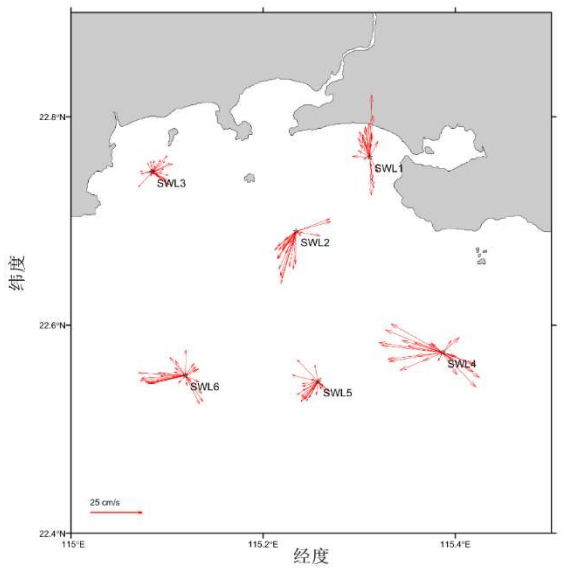
表层海流平面分布矢量图



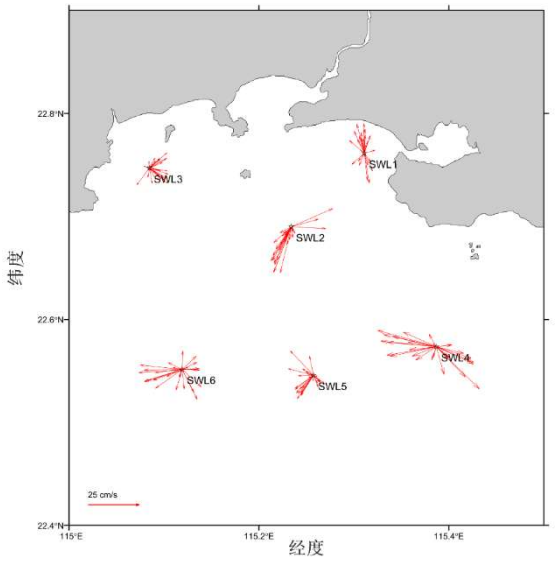
0.2H 层海流平面分布矢量图

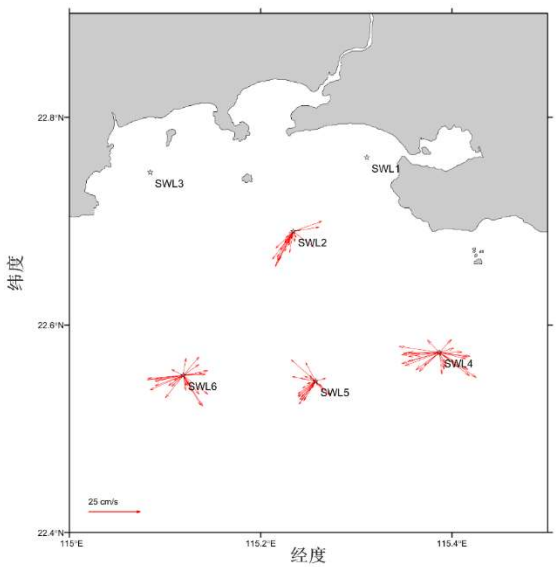


0.4H 层海流平面分布矢量图



0.6H 层海流平面分布矢量图





0.8H 层海流平面分布矢量图　　底层海流平面分布矢量图

图 4.4-25　海流平面分布矢量图

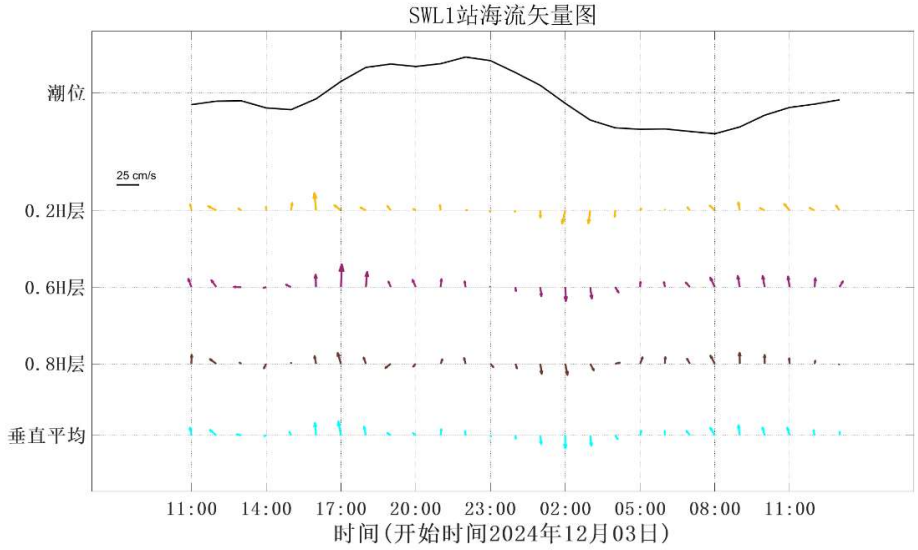


图 4.4-26　SWL1 站海流矢量图

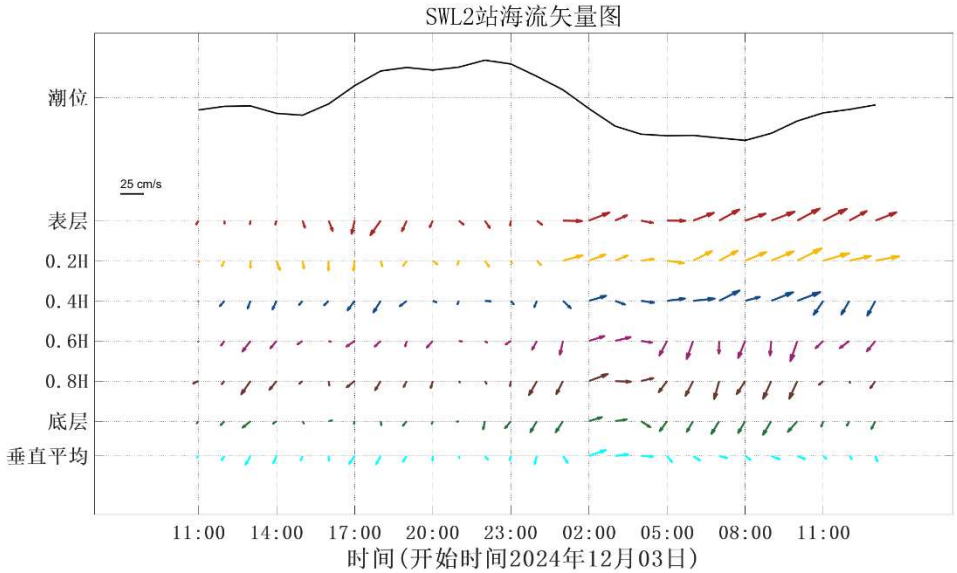


图 4.4-27　SWL2 站海流矢量图

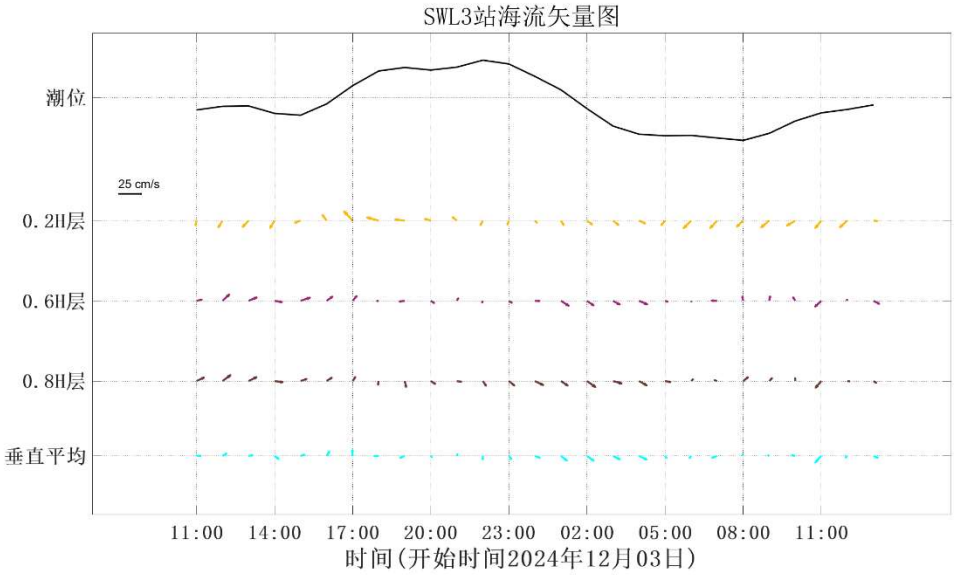


图 4.4-28　SWL3 站海流矢量图

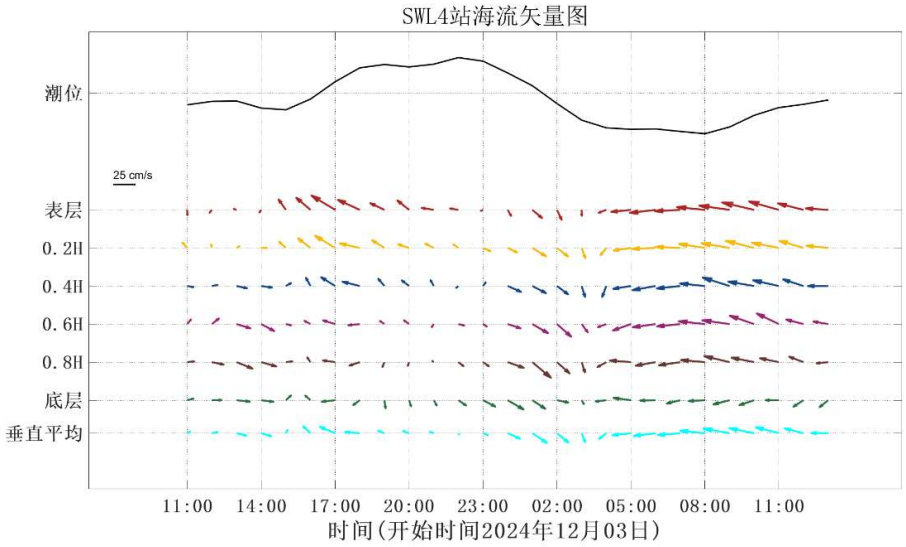


图 4.4-29　SWL4 站海流矢量图

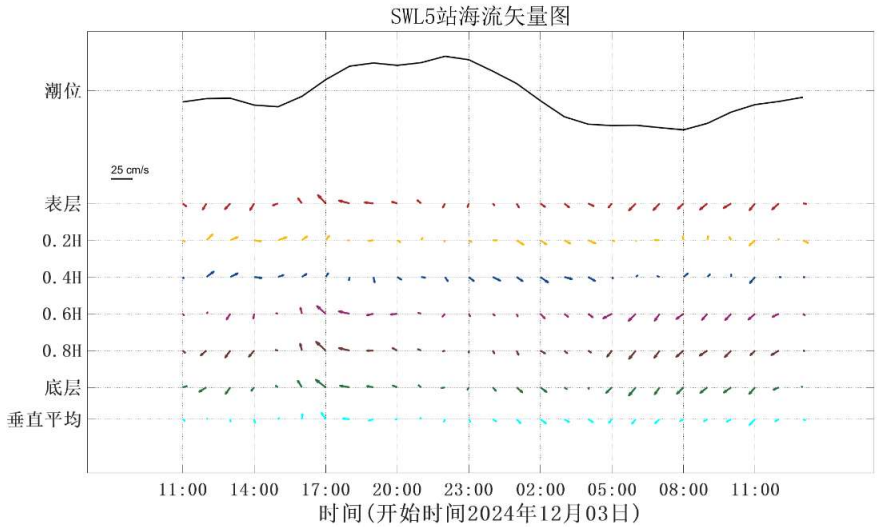


图 4.4-30　SWL5 站海流矢量图

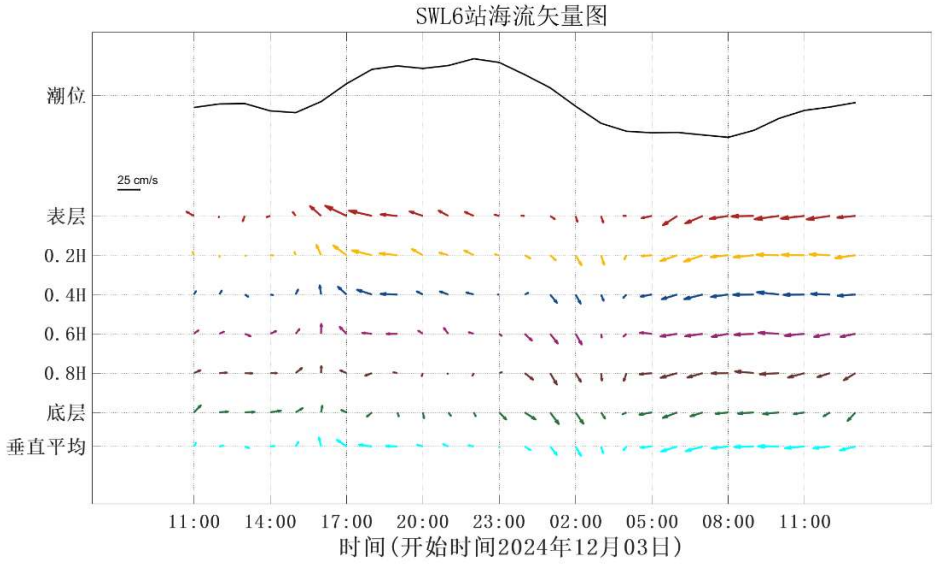


图 4.4-31　SWL6 站海流矢量图

表 4.4-7　大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	层次	流速（cm/s）、流向（°）							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
SWL1	0.2H 层	[redacted]							
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	垂线平均								
SWL2	表层								
	0.2H 层								
	0.4H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	底层								
	垂线平均								
SWL3	0.2H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	垂线平均								
SWL4	表层								

站位	层次	流速（cm/s）、流向（°）							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
	0.2H 层	[redacted]							
	0.4H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	底层								
	垂线平均								
SWL5	表层								
	0.2H 层								
	0.4H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	底层								
	垂线平均								
SWL6	表层								
	0.2H 层								
	0.4H 层								
	0.6H 层								
	0.8H 层								
	底层								
	垂线平均								

4.4.1.5 潮流

1、2024 年 8 月

（1）潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F=(W_{O_1}+W_{k_1})/W_{M_2}$ 作为判别标准：

$F \le 0.5$　　正规半日潮流

$0.5 < F \le 2.0$　　不正规半日潮流

$2.0 < F \le 4.0$　　不正规全日潮流

$4.0 < F$　　正规全日潮流

其中 W_{O_1} 为主要太阴日分潮流 O_1 的最大流速，W_{K_1} 为主要太阴太阳合成日分潮流 K_1 的最大流速，W_{M_2} 为主要太阴半日分潮流 M_2 的最大流速。

各站各层潮流性质系数 F 值见表 4.4-8。根据潮流调和分析结果，各观测点各层次主要表现出不正规全日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。

表 4.4-8　潮流性质系数表

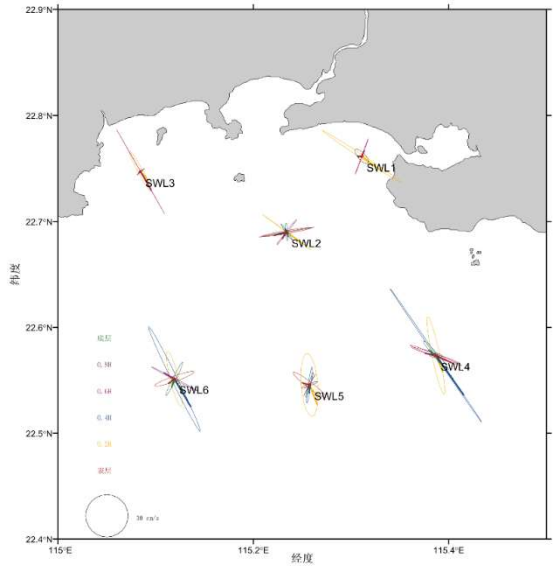
站位	层位	特征值 F	潮型
SWL1	0.2H 层	[redacted]	
	0.6H 层		
	0.8H 层		
SWL2	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
	底层		
SWL3	0.2H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
SWL4	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
	底层		
SWL5	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		

站位	层位	特征值 F	潮型
	0.8H 层		
	底层		
SWL6	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
	底层		

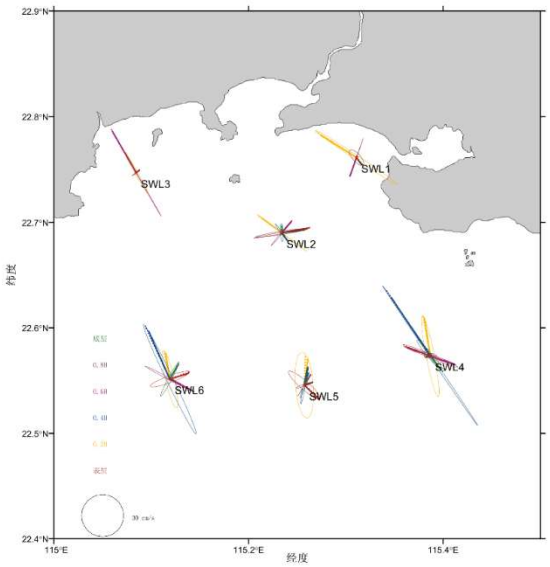
（2）潮流的运动形式及潮流椭圆要素

调查海区各站各层 M_2、S_2、K_1、O_1、M_4 和 MS_4 的潮流椭圆图如图 4.4-32 所示，椭圆要素如表 4.4-9 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述，k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1～1 之间。k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

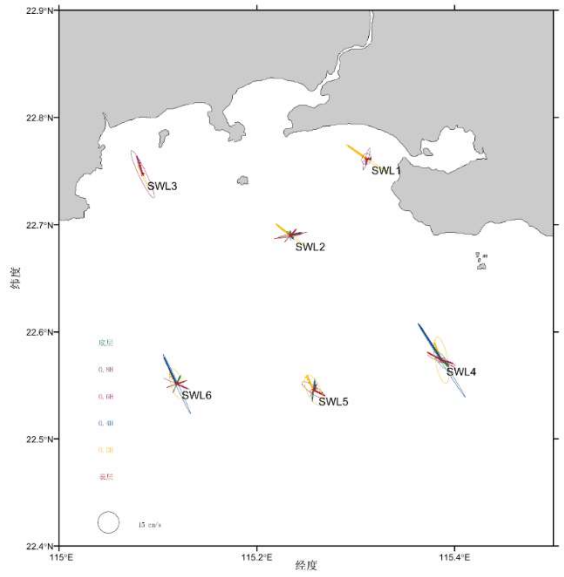
本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占优，M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 SWL3 站 0.6H 层，流速为 72.0cm/s。



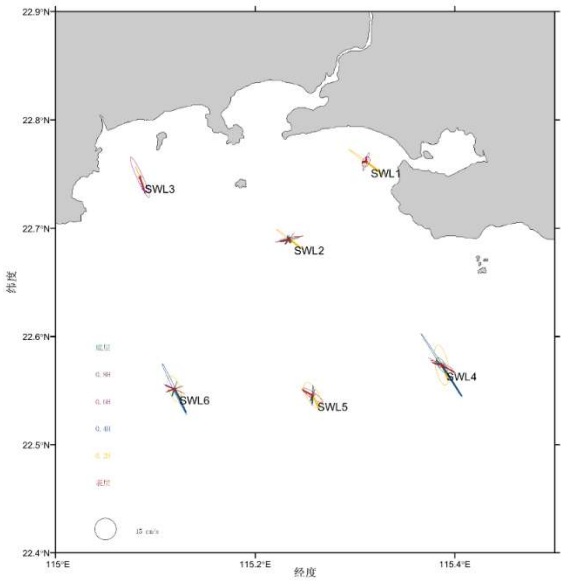
各站各层 O_1 分潮椭圆图



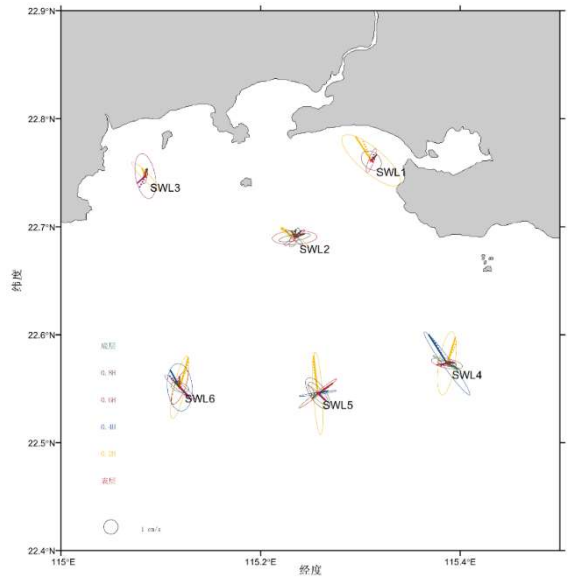
各站各层 K_1 分潮椭圆图



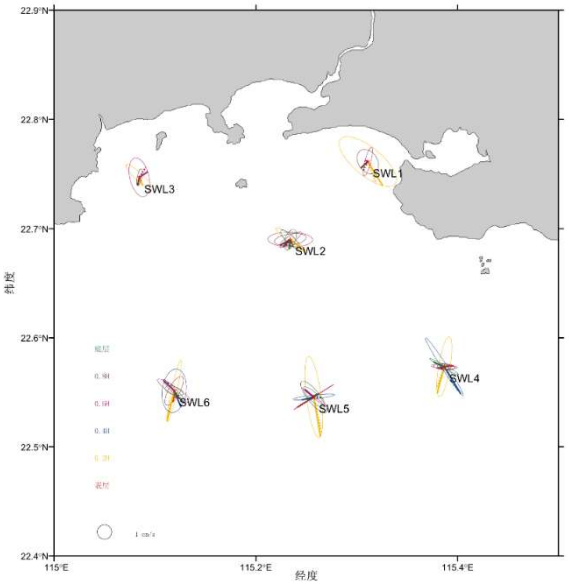
各站各层 M_2 分潮椭圆图



各站各层 S_2 分潮椭圆图



各站各层 M_4 分潮椭圆图



各站各层 MS_4 分潮椭圆图

图 4.4-32　各站各层 M_2、S_2、K_1、O_1、M_4 和 MS_4 的潮流椭圆图

表 4.4-9　各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
SWL1-0.2H	O_1	[redacted]			
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL1-0.6H	O_1				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL1-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
SWL2-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL3-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL3-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	MS_4				
SWL3-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.2H	O_1				
	K_1				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				

（3）理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

根据《港口与航道水文规范》（JTS 145-2015）规定，可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速。

潮流和风海流为主的近岸海区，海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。潮流的可能最大流速可按下列规定计算。

1）对规则半日潮流海区可按下式计算：

$$\vec{V}_{\max}=1.295\vec{W}_{M_2}+1.245\vec{W}_{S_2}+\vec{W}_{K_1}+\vec{W}_{O_1}+\vec{W}_{M_4}+\vec{W}_{MS_4} \quad （式 4-1）$$

2） 对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max}=\vec{W}_{M_2}+\vec{W}_{S_2}+1.600\vec{W}_{K_1}+1.450\vec{W}_{O_1} \quad （式 4-2）$$

式中$\vec{V}_{max}$——潮流的可能最大流速（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{M_2}$——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速 ：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{S_2}$——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{K_1}$——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{O_1}$——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{M_4}$——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{MS_4}$——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

3）对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用式（4-1）和式（4-2）中的较大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算：

1）规则半日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max}=184.3\vec{W}_{M_2}+171.2\vec{W}_{S_2}+274.3\vec{W}_{K_1}+295.9\vec{W}_{O_1}+71.2\vec{W}_{M_4}+69.9\vec{W}_{MS_4} \quad （式 4-3）$$

2）规则全日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max}=142.3\vec{W}_{M_2}+137.5\vec{W}_{S_2}+438.9\vec{W}_{K_1}+429.1\vec{W}_{O_1} \quad （式 4-4）$$

式中$\vec{L}_{\max}$——潮流水质点的可能最大运移距离（距离：m，方向：°）

$\vec{W}_{M_2}$——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速 ：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{S_2}$——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{K_1}$——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{O_1}$——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{M_4}$——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{MS_4}$——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

3）对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用(式 4-3）和(式 4-4）中的较大值。

根据各站层的潮流性质（表 4.4-9），按式（4-1）至式（4-4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.4-10 中，由表 4.4-10 可见，项目海域潮流可能最大流速为 64.4cm/s（方向为 304°），出现在 SWL4 站 0.4H 层，各站层可能最大流速介于 4.4cm/s-64.4cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 15389.52m，出现在 SWL4 站 0.4H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 301.27m~ 15389.52m 之间。

表 4.4-10　各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速（cm/s）	方向（度）	距离（m）	方向（度）
SWL1	0.2H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
SWL2	表层				
	0.2H 层				
	0.4H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
	底层				
SWL3	0.2H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
SWL4	表层				
	0.2H 层				

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速（cm/s）	方向（度）	距离（m）	方向（度）
	0.4H层				
	0.6H层				
	0.8H层				
	底层				
SWL5	表层				
	0.2H层				
	0.4H层				
	0.6H层				
	0.8H层				
	底层				
SWL6	表层				
	0.2H层				
	0.4H层				
	0.6H层				
	0.8H层				
	底层				

2、2024年12月

（2）潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F=(W_{O_1}+W_{k_1})/W_{M_2}$ 作为判别标准：

$F \le 0.5$ 正规半日潮流

$0.5 < F \le 2.0$ 不正规半日潮流

$2.0 < F \le 4.0$ 不正规全日潮流

$4.0 < F$ 正规全日潮流

其中 W_{O_1} 为主要太阴日分潮流 O_1 的最大流速，W_{K_1} 为主要太阴太阳合成日分潮流 K_1 的最大流速，W_{M_2} 为主要太阴半日分潮流 M_2 的最大流速。

各站各层潮流性质系数F值见表4.4-11。根据潮流调和分析结果，各观测点各层次主要表现出不正规半日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规半日潮流。

表 4.4-11　潮流性质系数表

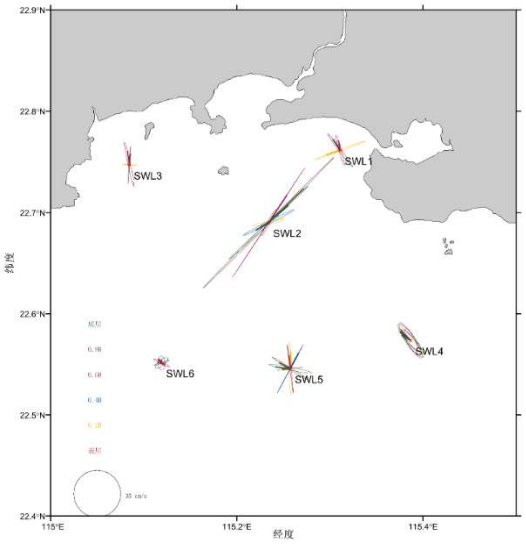
站位	层位	特征值 F	潮型
SWL1	0.2H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
SWL2	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
	底层		
SWL3	0.2H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
SWL4	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
	底层		
SWL5	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		
	底层		
SWL6	表层		
	0.2H 层		
	0.4H 层		
	0.6H 层		
	0.8H 层		

站位	层位	特征值 F	潮型
	底层	[redacted]	

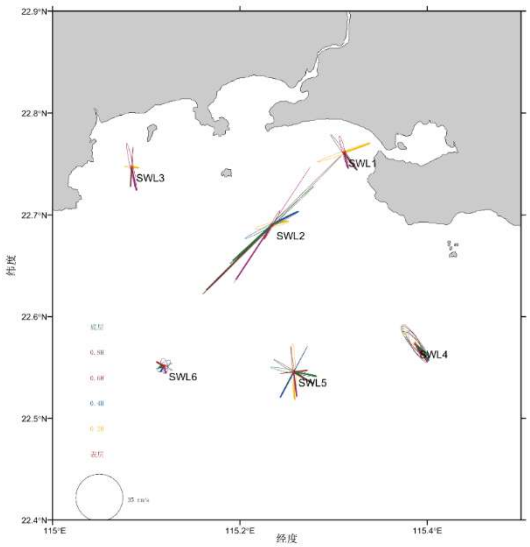
（2）潮流的运动形式及潮流椭圆要素

调查海区各站各层 M_2、S_2、K_1、O_1、M4 和 MS4 的潮流椭圆图如图 4.4-33 所示，椭圆要素如表 4.4-12 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述，k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1～1 之间。k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

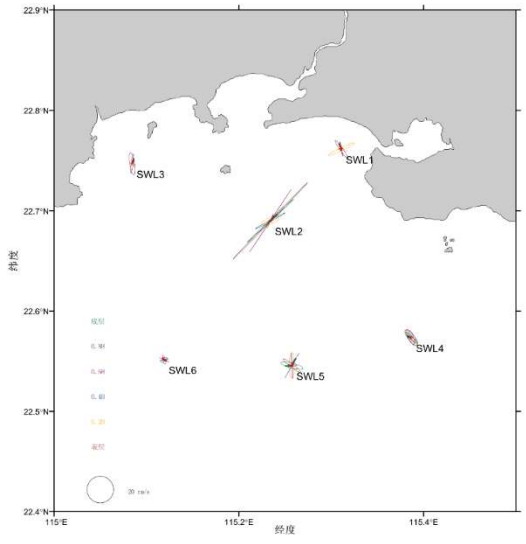
本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占优，M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 SWL2 站 0.8H 层，流速为 77.5cm/s。



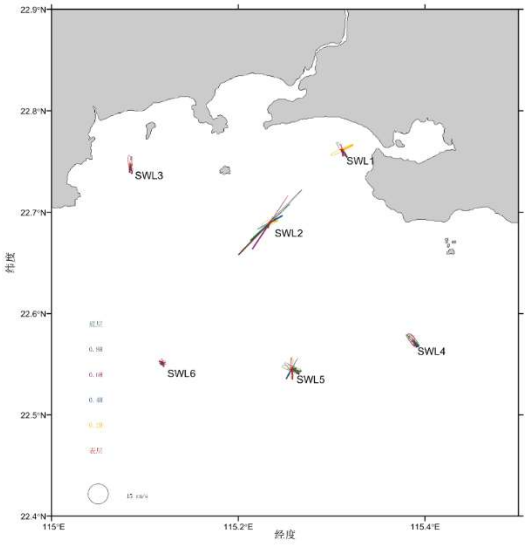
各站各层 O_1 分潮椭圆图



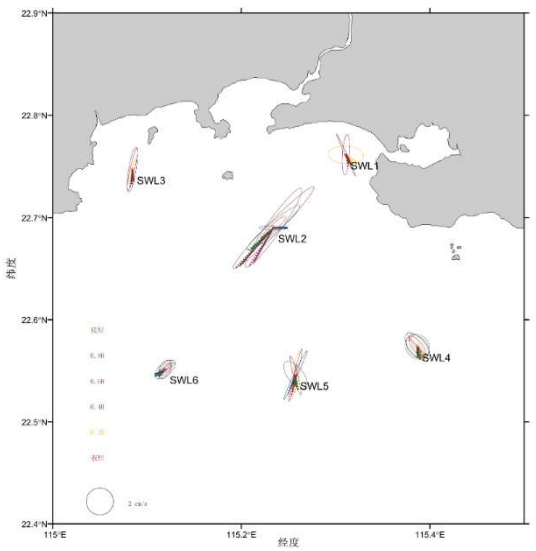
各站各层 K_1 分潮椭圆图



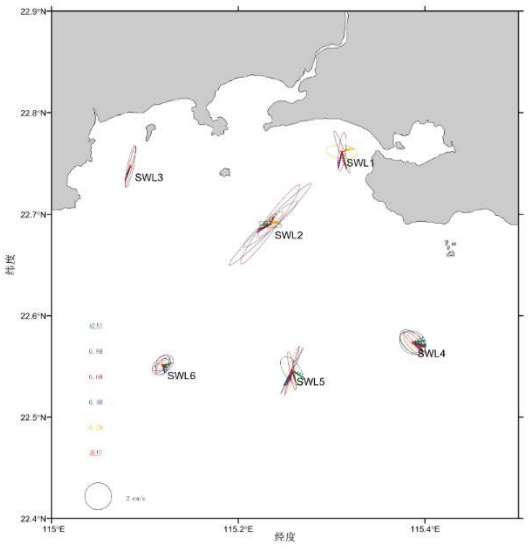
各站各层 M_2 分潮椭圆图



各站各层 S_2 分潮椭圆图



各站各层 M4 分潮椭圆图



各站各层 MS4 分潮椭圆图

图 4.4-33　各站各层 M_2、S_2、K_1、O_1、M_4 和 MS_4 的潮流椭圆图

表 4.4-12　各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
SWL1-0.2H	O_1	[redacted]			
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL1-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL1-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	MS_4				
SWL2-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL2-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	M_4				
	MS_4				
SWL2-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL3-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL3-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL3-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL4-底层	O_1				
	K_1				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-0.8H	O_1				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL5-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-表层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.2H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.4H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				

站位层次	分潮	最大潮流（cm/s）	最小潮流（cm/s）	椭圆率 k	最大潮流方向（°）
SWL6-0.6H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-0.8H	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				
SWL6-底层	O_1				
	K_1				
	M_2				
	S_2				
	M_4				
	MS_4				

（3）理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

根据各站层的潮流性质（表 4.4-12），按式（4-1）至式（4-4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.4-13 中，由表 4.4-13 可见，项目海域潮流可能最大流速为 78.4cm/s（方向为 45°），出现在 SWL2 站 0.8H 层，各站层可能最大流速介于 4.2cm/s~78.4cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西为主；水质点可能最大运移距离为 18641.44m，出现在 SWL2 站 0.8H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 744.23m~18641.44m 之间。

表 4.4-13　各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速（cm/s）	方向（度）	距离（m）	方向（度）
SWL1	0.2H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
SWL2	表层				
	0.2H 层				
	0.4H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
	底层				
SWL3	0.2H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
SWL4	表层				
	0.2H 层				
	0.4H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
	底层				
SWL5	表层				
	0.2H 层				
	0.4H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				
	底层				
SWL6	表层				
	0.2H 层				
	0.4H 层				
	0.6H 层				
	0.8H 层				

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速（cm/s）	方向（度）	距离（m）	方向（度）
	底层	[redacted]			

4.4.1.6 余流

1、2024 年 8 月

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 4.4-14，大潮期余流的分布图见图 4.4-34。

由图表可知，调查海区观测期间余流流速主要介于 0.6cm/s～24.7cm/s。最大余流为潮流 SWL5 站（表层，24.7cm/s，106°），最小余流为潮流 SWL3 站（0.6H 层，0.6cm/s，298°）。各个站点的余流流速表层最大，随着深度加深而减小。SWL1 站位各层的余流方向主要为北方向；SWL3 站位表层的余流方向主要为东北方向，中层和底层的余流方向主要为东南方向；其余站位各层的余流方向主要为东方向。

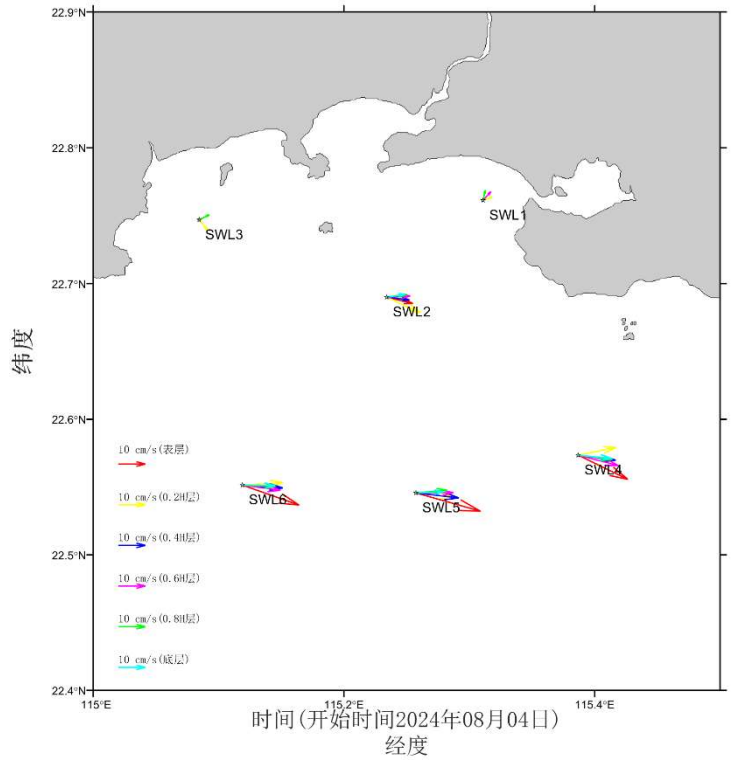


图 4.4-34　观测期各站余流图

表 4.4-14　观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速（cm/s）	流向（°）
SWL1-0.2H	[redacted]	

站位及层次	观测期间余流	
	流速（cm/s）	流向（°）
SWL1-0.6H	[redacted]	
SWL1-0.8H		
SWL2-表		
SWL2-0.2H		
SWL2-0.4H		
SWL2-0.6H		
SWL2-0.8H		
SWL2-底		
SWL3-0.2H		
SWL3-0.6H		
SWL3-0.8H		
SWL4-表		
SWL4-0.2H		
SWL4-0.4H		
SWL4-0.6H		
SWL4-0.8H		
SWL4-底		
SWL5-表		
SWL5-0.2H		
SWL5-0.4H		
SWL5-0.6H		
SWL5-0.8H		
SWL5-底		
SWL6-表		
SWL6-0.2H		
SWL6-0.4H		
SWL6-0.6H		
SWL6-0.8H		
SWL6-底		

1、2024年12月

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4.4-15，大潮期余流的分布图见图4.4-35。

由图表可知，调查海区观测期间余流流速主要介于2.9cm/s～13.8cm/s。最大余流为潮流SWL4站（表层，13.8cm/s，279°），最小余流为潮流SWL5站（0.2H层，2.9cm/s，87°）。各个站点的表层余流流速最大，随着深度余流流速逐渐变小。SWL1的余流方向主要为北方向，SWL4和SWL6站位各层的余流方向主要为西方向，其余站点的余流方向主要分为东和西南方向。

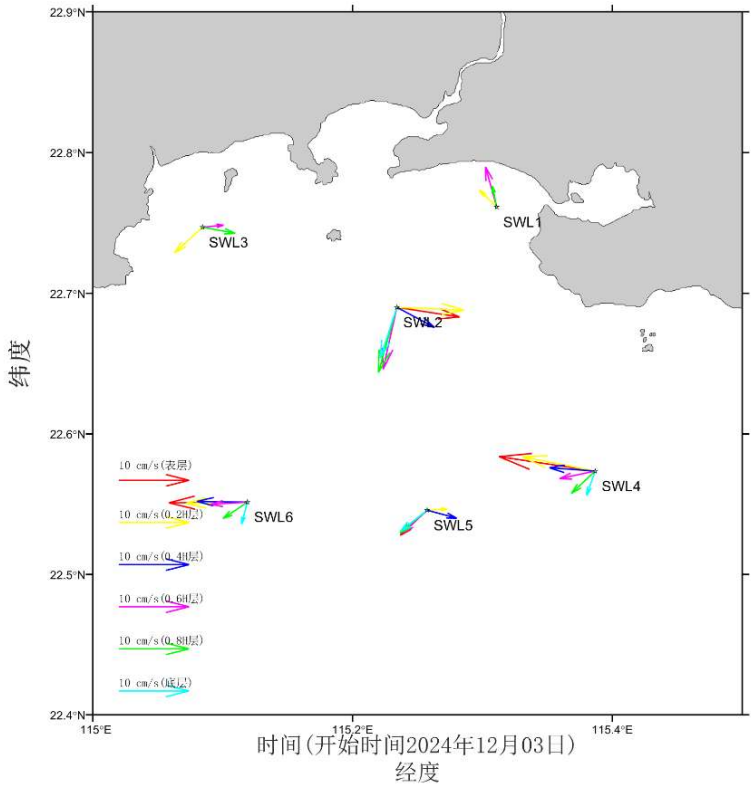


图4.4-35　观测期各站余流图

表4.4-15　观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速（cm/s）	流向（°）
SWL1-0.2H	[redacted]	
SWL1-0.6H		
SWL1-0.8H		
SWL2-表		
SWL2-0.2H		

站位及层次	观测期间余流	
	流速（cm/s）	流向（°）
SWL2-0.4H	[redacted]	
SWL2-0.6H		
SWL2-0.8H		
SWL2-底		
SWL3-0.2H		
SWL3-0.6H		
SWL3-0.8H		
SWL4-表		
SWL4-0.2H		
SWL4-0.4H		
SWL4-0.6H		
SWL4-0.8H		
SWL4-底		
SWL5-表		
SWL5-0.2H		
SWL5-0.4H		
SWL5-0.6H		
SWL5-0.8H		
SWL5-底		
SWL6-表		
SWL6-0.2H		
SWL6-0.4H		
SWL6-0.6H		
SWL6-0.8H		
SWL6-底		

4.4.1.7 温度、盐度

1、2024 年 8 月

本次水文观测期间，温度、盐度时间过程曲线如图 4.4-36~图 4.4-41 所示，温度、盐度统计如表 4.4-16 所示。

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 32.15℃，出现在 SWL1 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 22.15℃，出现在 SWL6 站 0.6H 层、SWL6 站 0.8H 层和 SWL6 站底层；观测海区整体较浅，同时由于夏季太阳辐射增强，不断加热表层海水，温度高的海水（密度小）浮在上面，而冷水沉在底部，形成了这种上暖下冷的稳定结构。观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.44，出现在 SWL3 站 0.8H 层；测得盐度的最小值为 24.96，出现在 SWL1 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区整体较浅，同时由于夏季降雨频繁，表层海水被稀释，盐度下降；也形成了上淡下盐度高的稳定结构（盐度越高，密度越大）。同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。各站的盐度没有明显的分层。

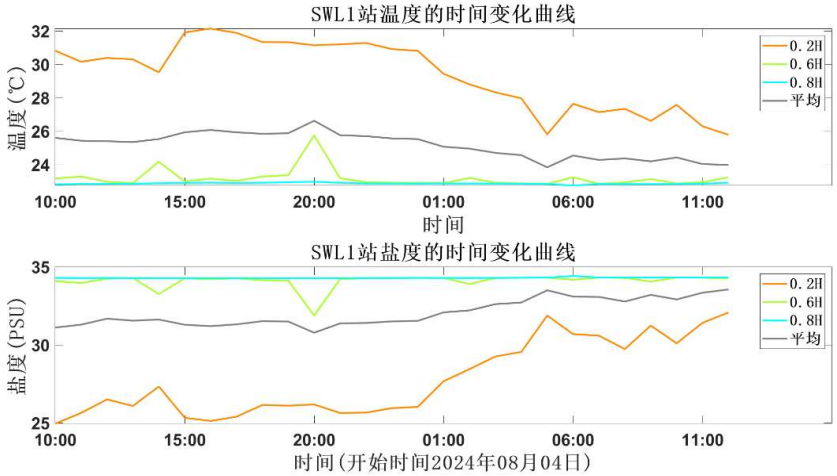


图 4.4-36　SWL1 站各层温度、盐度时间过程曲线

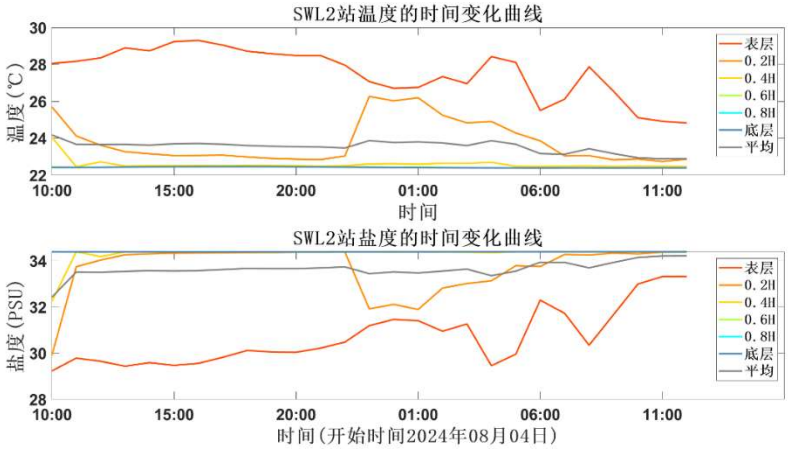


图 4.4-37　SWL2 站各层温度、盐度时间过程曲线

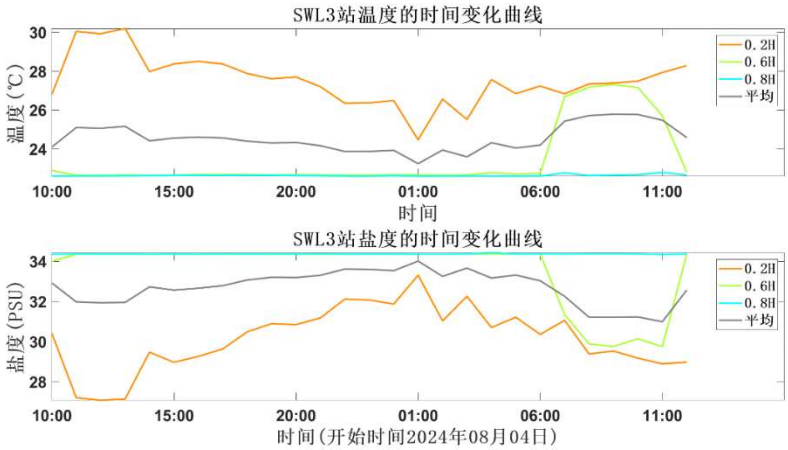


图 4.4-38　SWL3 站各层温度、盐度时间过程曲线

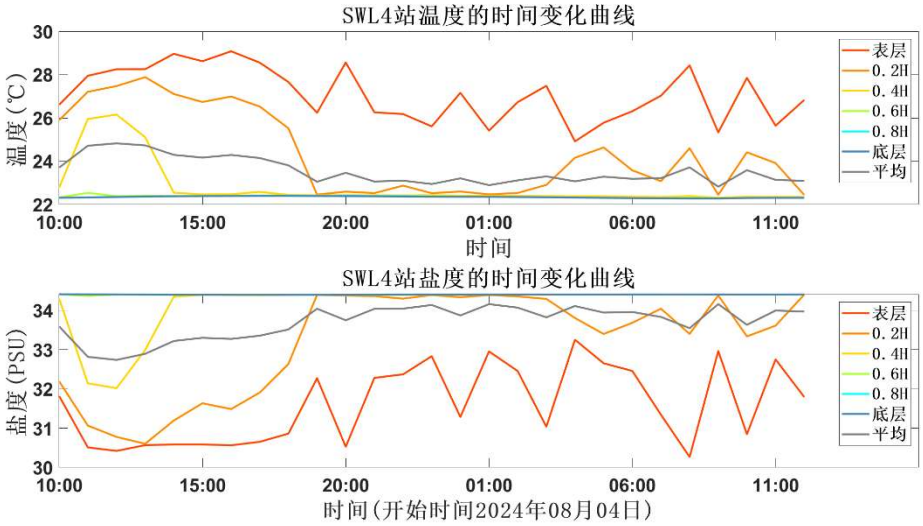


图 4.4-39　SWL4 站各层温度、盐度时间过程曲线

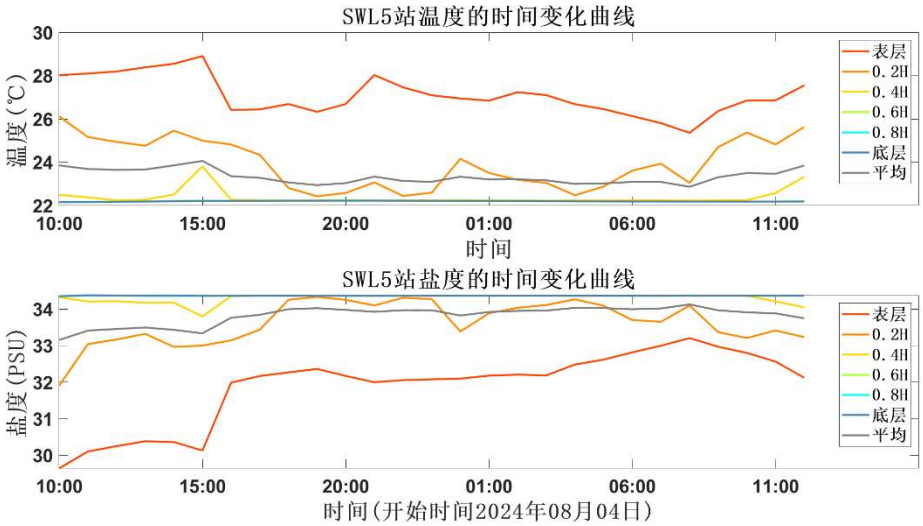


图 4.4-40　SWL5 站各层温度、盐度时间过程曲线

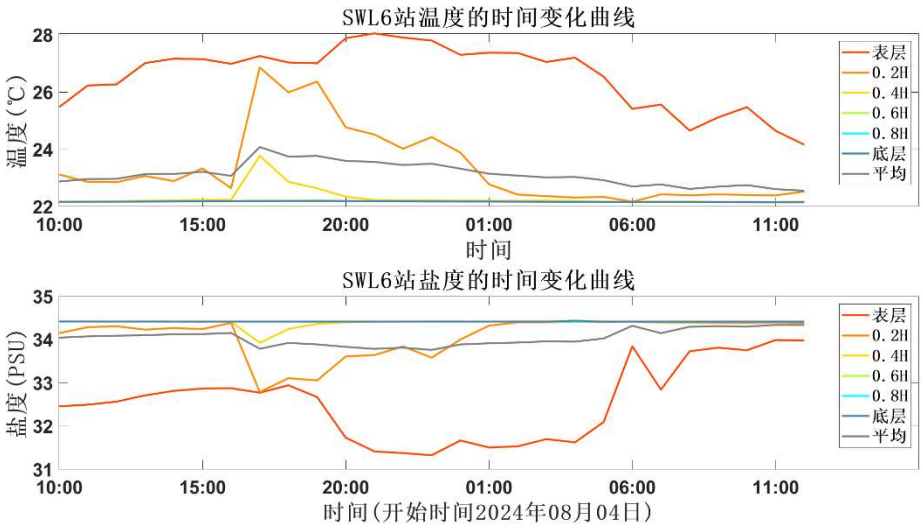


图 4.4-41　SWL6 站各层温度、盐度时间过程曲线

表 4.4-16　各站温度、盐度统计表

站位	层位	温度（℃）			盐度（PSU）		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
SWL1	0.2H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
SWL2	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
	底层						
SWL3	0.2H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
SWL4	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						

站位	层位	温度（℃）			盐度（PSU）		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
	底层						
SWL5	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
	底层						
SWL6	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
	底层						

2024 年 12 月

本次水文观测期间，温度、盐度时间过程曲线如图 4.4-42 至图 4.4-47 所示，温度、盐度统计如表 4.4-17 所示。

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 23.09℃，出现在 SWL3 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 20.81℃，出现在 SWL1 站 0.8H 层；观测海区整体较浅，海水整体并无明显的温度分层。同时由于冬季垂向混合均匀，尤其是在涨潮期间特征更为明显；在涨潮期间温度从表层到底层基本一致。除此之外，温度整体表现出随着深度加深，温度降低。观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 31.88，出现在 SWL2 站表层、SWL2 站 0.2H 层、SWL2 站 0.4H 层、SWL2 站 0.6H 层、SWL2 站 0.8H 层和 SWL2 站底层；测得盐度的最小值为 31.36，出现在 SWL3 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区整体较浅，海水整体并无明显的盐度分层，这是由于冬季的垂向混合作用增强，海水混合均匀。同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。盐度整体表现出随着深度加深，盐度增高。各站的盐度没有明显的分层。

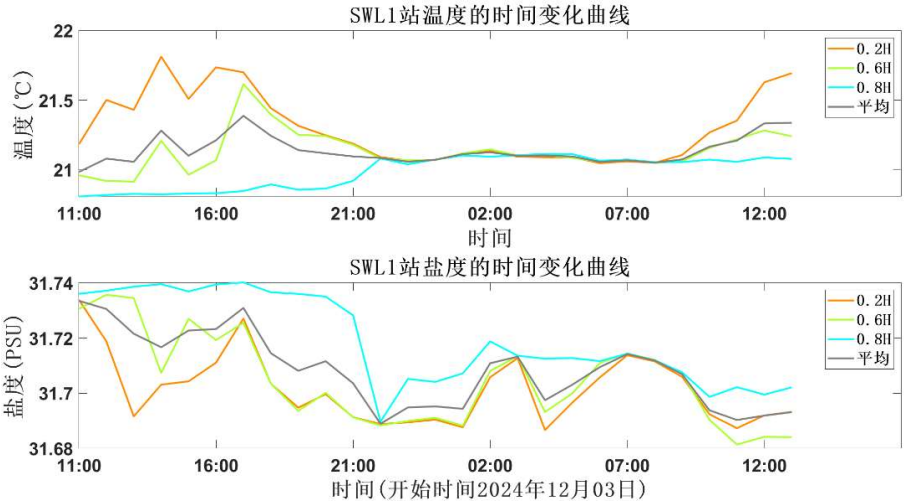


图 4.4-42　SWL1 站各层温度、盐度时间过程曲线

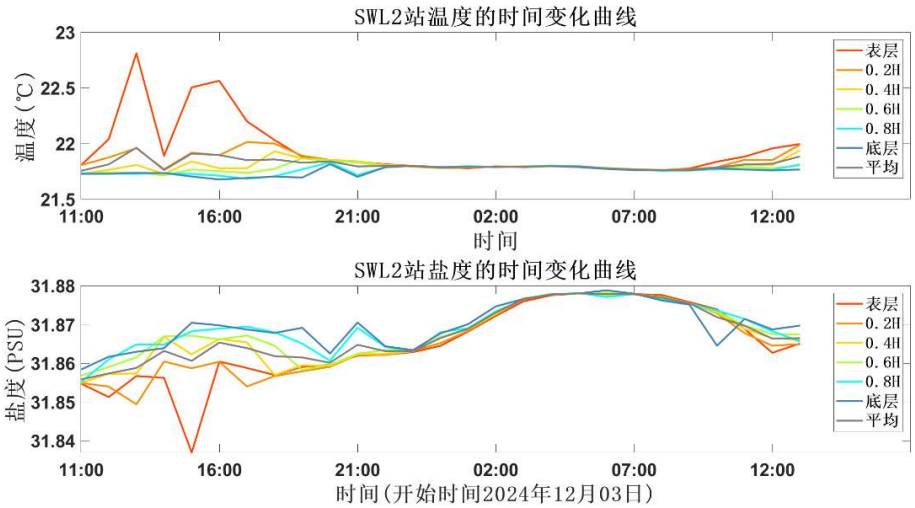


图 4.4-43　SWL2 站各层温度、盐度时间过程曲线

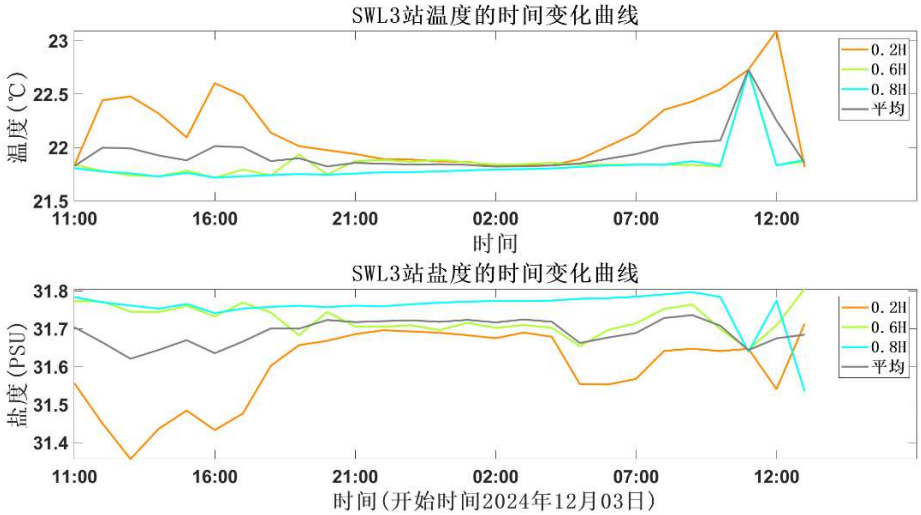


图 4.4-44　SWL3 站各层温度、盐度时间过程曲线

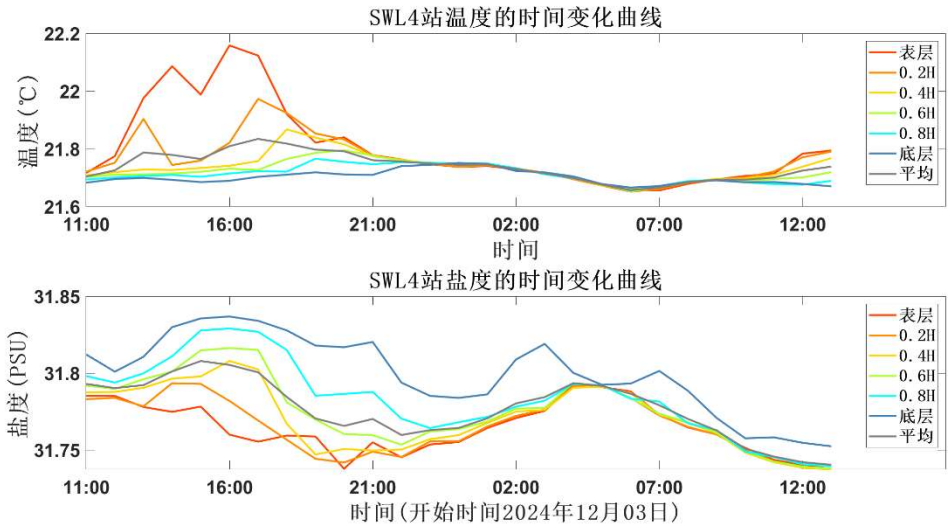


图 4.4-45　SWL4 站各层温度、盐度时间过程曲线

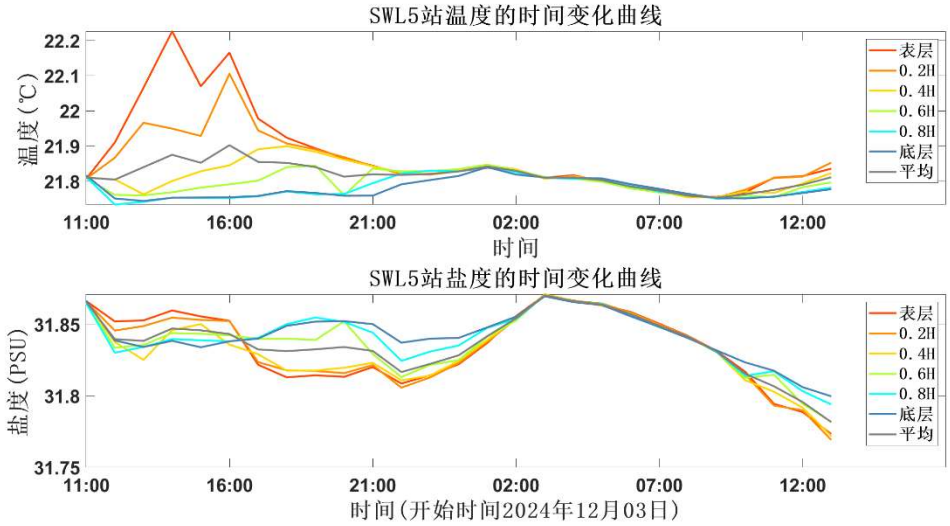


图 4.4-46　SWL5 站各层温度、盐度时间过程曲线

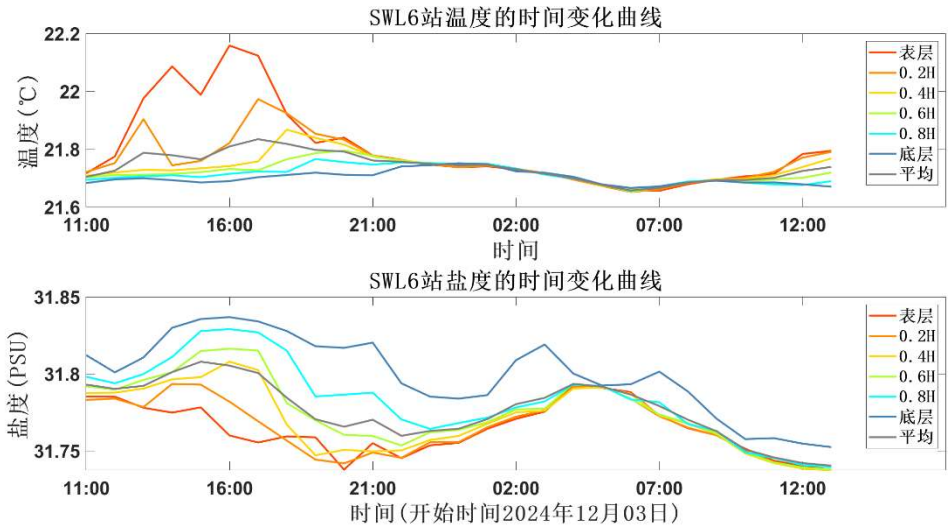


图 4.4-47　SWL6 站各层温度、盐度时间过程曲线

表 4.4-17　各站温度、盐度统计表

站位	层位	温度（℃）			盐度（PSU）		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
SWL1	0.2H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
SWL2	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
	底层						
SWL3	0.2H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
SWL4	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
	底层						
SWL5	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						
	0.8H 层						
	底层						
SWL6	表层						
	0.2H 层						
	0.4H 层						
	0.6H 层						

站位	层位	温度（℃）			盐度（PSU）		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
	0.8H 层	[redacted]					
	底层						

4.4.1.8 悬沙泥沙

1、2024 年 8 月

（1）悬浮泥沙浓度

本次水文观测期间，各站悬沙浓度过程曲线如图 4.4-48~图 4.4-53 所示，各站悬沙浓度范围如表 4.4-18 所示。

由图表结果可知：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 1mg/L~48mg/L，SWL1 站底层的悬沙浓度最大（48mg/L），SWL2 站整层 SWL3 站整层、SWL4 站整层、SWL5 站整层和 SWL6 站表层的悬沙浓度最小（1mg/L）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近;（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。

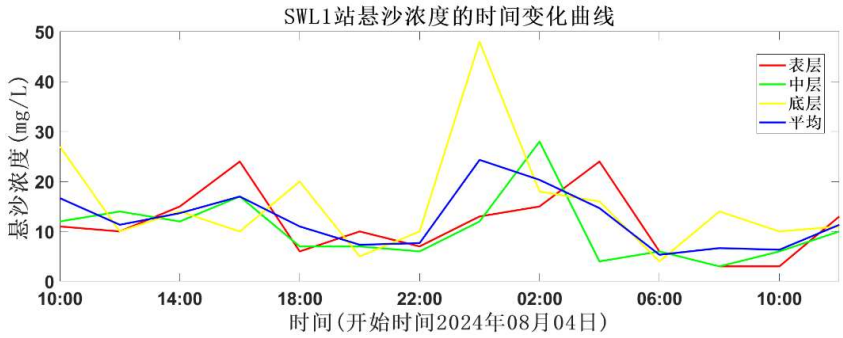


图 4.4-48　SWL1 站悬沙浓度时间过程曲线图

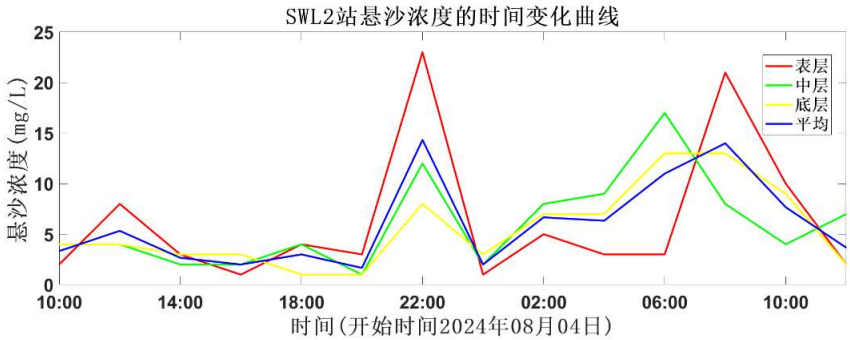


图 4.4-49　SWL2 站悬沙浓度时间过程曲线图

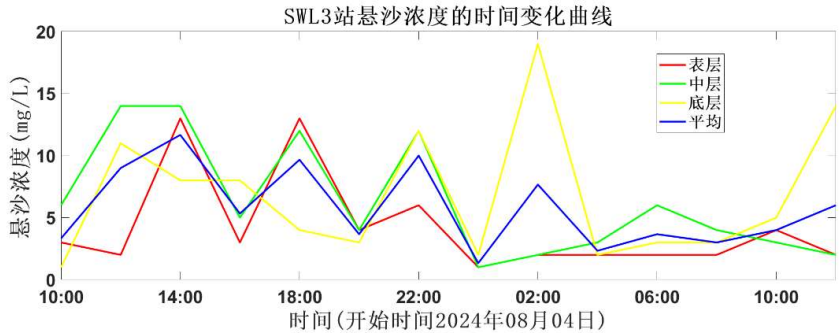


图 4.4-50　SWL3 站悬沙浓度时间过程曲线图

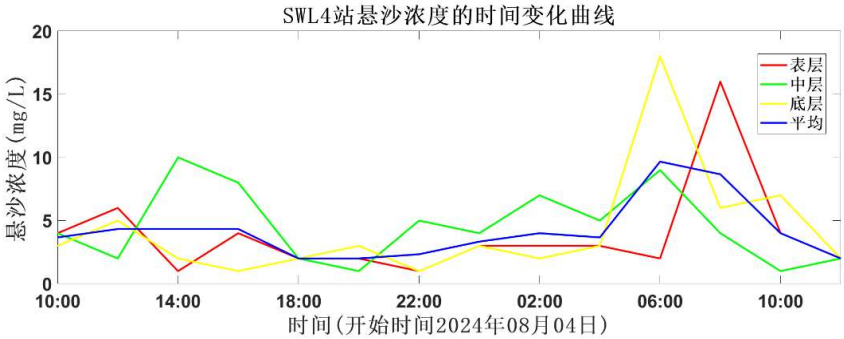


图 4.4-51　SWL4 站悬沙浓度时间过程曲线图

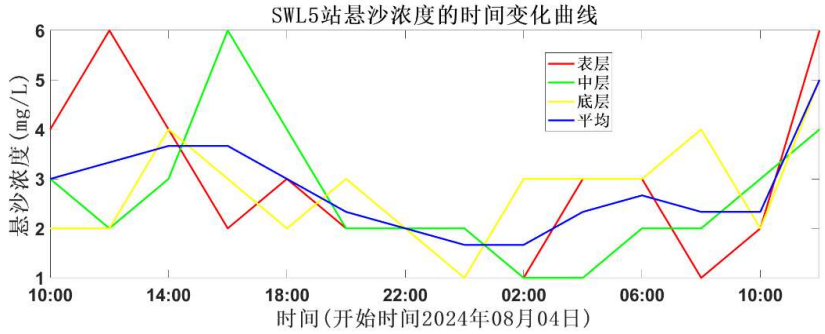


图 4.4-52　SWL5 站悬沙浓度时间过程曲线图

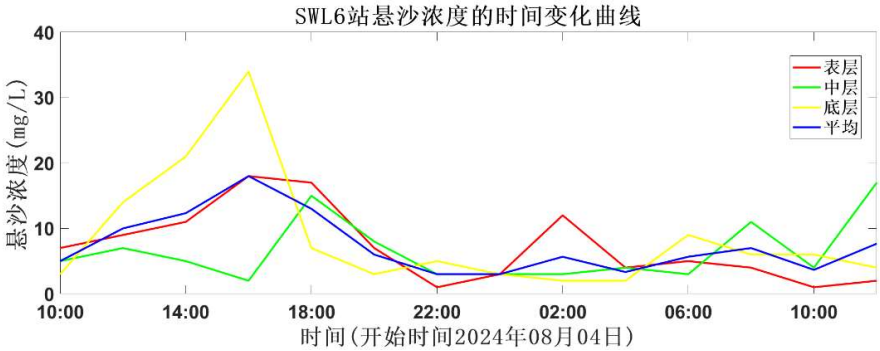


图 4.4-53　SWL6 站悬沙浓度时间过程曲线图

表 4.4-18　各站悬沙浓度情况表

项目		悬沙浓度（mg/L）			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
SWL1	表层	[redacted]			
	中层				

项目		悬沙浓度（mg/L）			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
	底层				
SWL2	表层				
	中层				
	底层				
SWL3	表层				
	中层				
	底层				
SWL4	表层				
	中层				
	底层				
SWL5	表层				
	中层				
	底层				
SWL6	表层				
	中层				
	底层				

（2）输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表4.4-19列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果，图4.4-54为各站净输沙示意图。

涨潮期最大单宽输沙量为0.68t/m，方向96°，出现在SWL6站；落潮期最大单宽输沙量为1.64t/m，方向113°，出现在SWL6站；最大单宽净输沙量为2.30t/m，方向108°，出现在SWL6站。各个站点的净输沙方向主要以东方向为主。

表 4.4-19　各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	（t/m）	（°）	（t/m）	（°）	（t/m）	（°）
SWL1	[redacted]					
SWL2						
SWL3						
SWL4						
SWL5						
SWL6						

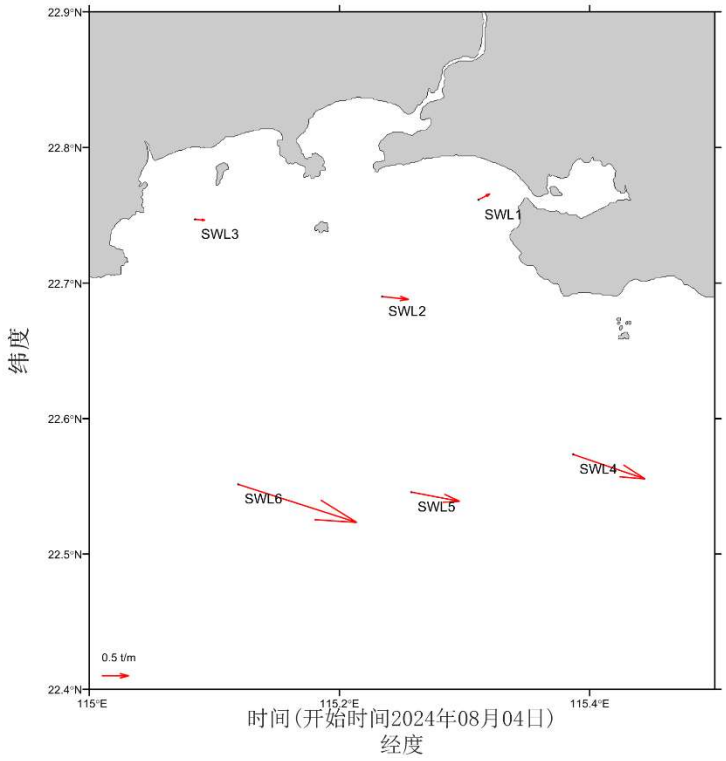


图 4.4-54　净输沙示意图

（3）悬沙粒度分析

①悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范（GB/T12763.8—2007）》粒级间隔为 1φ，粒级组成为 1φ~11φ。悬沙样的分析统计结果及粒级组成见表 4.4-20 和表 4.4-21。

由表可知调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00%～10.67%，平均值为 0.88%，粉砂含量在 53.98%～

80.58%之间，平均值为68.05%，粘土含量在19.42%～46.02%之间，平均值为31.08%；悬沙样品类型为粘土质粉砂(20/24)，粉砂(4/24)，共2种样品类型。

表 4.4-20　悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量（N=24）

潮 次	变 化 范 围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	粘土含量 (%)	平均粒径 M_z(Φ)	分选系数 σ_i(Φ)	偏态 S_{ki}	峰态 Kg	中值粒径 M_d(μm)
大 潮 (N=24)	最大值	[redacted]							
	最小值								
	平均值								

表 4.4-21　悬沙粒级组成和各粒级含量（N=24）

潮 次	粒　级	砂					粉　砂				粘　土		
	(粒径，mm)	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.063	0.063~0.032	0.032~0.016	0.016~0.008	0.008~0.004	0.004~0.002	0.002~0.001	＜0.001
	(粒径，φ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
大 潮 (N=24)	最大值(%)	[redacted]											
	最小值(%)												
	平均值(%)												
	累　计(%)												

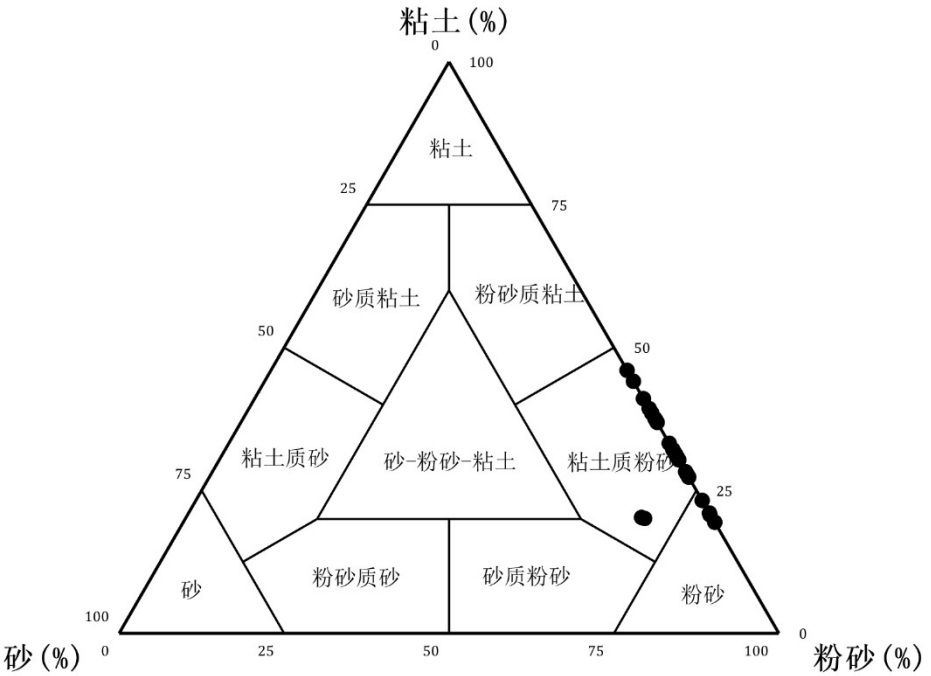


图 4.4-55　悬沙所有样品谢帕德三角图分布（N=24）

②中值粒径（Md，μm）

中值粒径（M_d，μm）是在绘制颗粒粒径分布概率累积曲线图中读取含量50%的对应粒径值，各站大潮各个时刻（落急、落憩、涨急、涨憩）中值粒径情况详见表4.4-22。由表可知，航次测区悬沙中值粒径变化范围在4.46μm～11.99μm之间，平均值为7.24μm。SWL4测站落憩最粗（11.99μm），SWL3测站涨急最细（4.46μm）。

表4.4-22　悬沙中值粒径（M_d，μm）统计

站点	潮汛	落急	落憩	涨急	涨憩	平均
SWL1	大潮	[redacted]				
SWL2	大潮					
SWL3	大潮					
SWL4	大潮					
SWL5	大潮					
SWL6	大潮					

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用，泥沙颗粒起、落情况复杂，本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为8.04μm、7.11μm、7.32μm、6.50μm。

③平均粒径（Mz，φ）

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在5.78φ～7.42φ之间，平均值为6.87φ。平均粒径的空间分布为：SWL3站的涨急最大，为7.42φ；SWL4站的落憩最小，为5.78φ。

④分选系数（σi，φ）

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为0.005φ～0.024φ，平均值为0.008φ。

⑤偏态（Ski）

测区悬沙偏态系数变化范围为0.18～0.66，平均值为0.40。

⑥峰态（Kg）

测区悬沙峰态系数的变化范围为0.90～1.94，平均值为1.07。

2、2024年12月

（1）悬浮泥沙浓度

本次水文观测期间，各站悬沙浓度过程曲线图4.4-56~图4.4-61所示，各站悬沙浓度范围表4.4-23所示。

由图表结果可知：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为1mg/L~37mg/L，SWL4站表层的悬沙浓度最大（37mg/L），SWL5站表层的悬沙浓度最小（1mg/L）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。

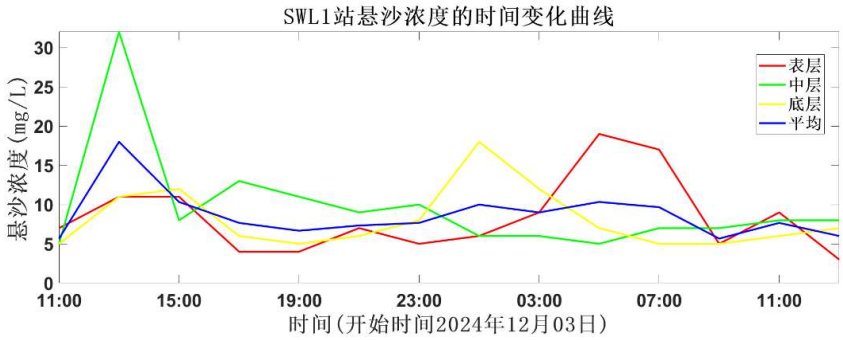


图 4.4-56　SWL1 站悬沙浓度时间过程曲线图

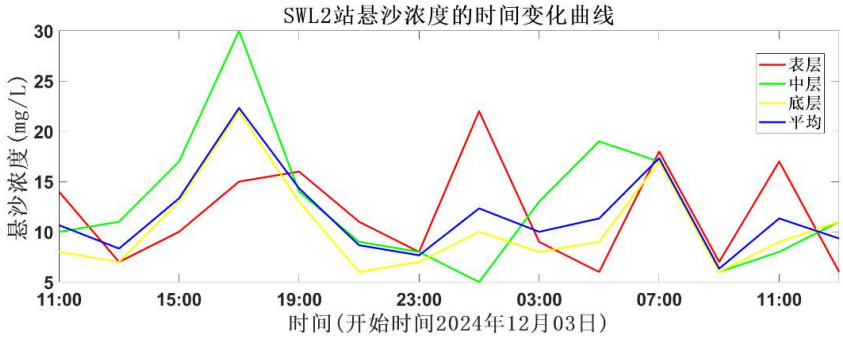


图 4.4-57　SWL2 站悬沙浓度时间过程曲线图

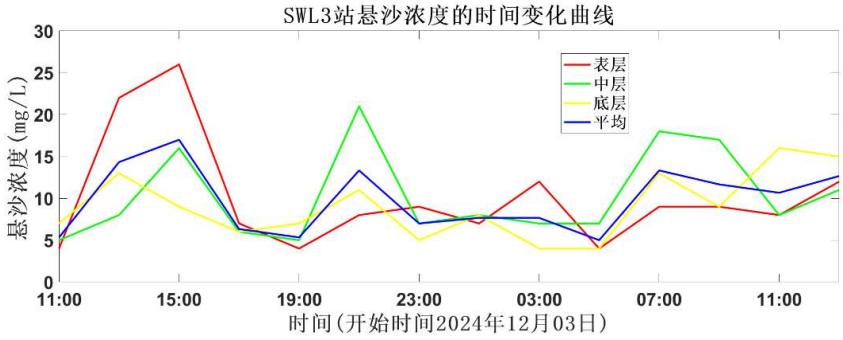


图 4.4-58　SWL3 站悬沙浓度时间过程曲线图

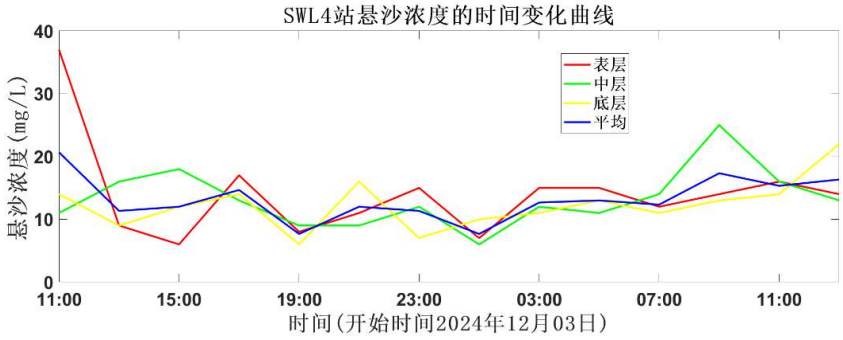


图 4.4-59　SWL4 站悬沙浓度时间过程曲线图

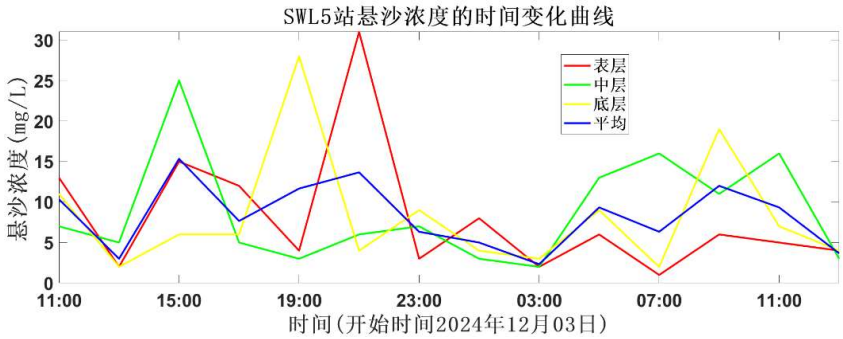


图 4.4-60　SWL5 站悬沙浓度时间过程曲线图

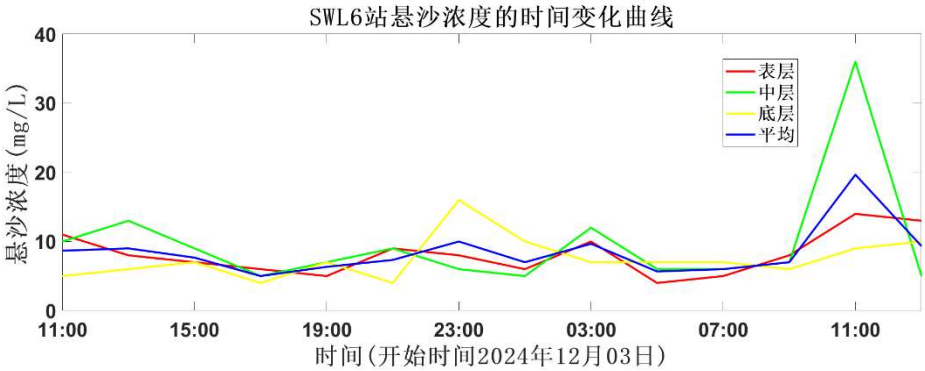


图 4.4-61　SWL6 站悬沙浓度时间过程曲线图

表 4.4-23　各站悬沙浓度情况表

项目		悬沙浓度（mg/L）			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
SWL1	表层	[redacted]			
	中层				
	底层				
SWL2	表层				
	中层				
	底层				
SWL3	表层				
	中层				
	底层				
SWL4	表层				
	中层				
	底层				
SWL5	表层				
	中层				

项目		悬沙浓度（mg/L）			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
	底层	[redacted]			
SWL6	表层				
	中层				
	底层				

（2）输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表4.4-24列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果，图4.4-62为各站净输沙示意图。

涨潮期最大单宽输沙量为2.15t/m，方向281°，出现在SWL4站；落潮期最大单宽输沙量为0.64t/m，方向233°，出现在SWL4站；最大单宽净输沙量为2.62t/m，方向271°，出现在SWL4站。SWL1站的净输沙方向主要以北方向为主，SWL2和SWL3站的净输沙方向主要以南方向为主，其余站点的净输沙方向主要以西方向为主。

表4.4-24　各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量（t/m）	方向（°）	输沙量（t/m）	方向（°）	输沙量（t/m）	方向（°）
SWL1	[redacted]					
SWL2						
SWL3						
SWL4						
SWL5						
SWL6						

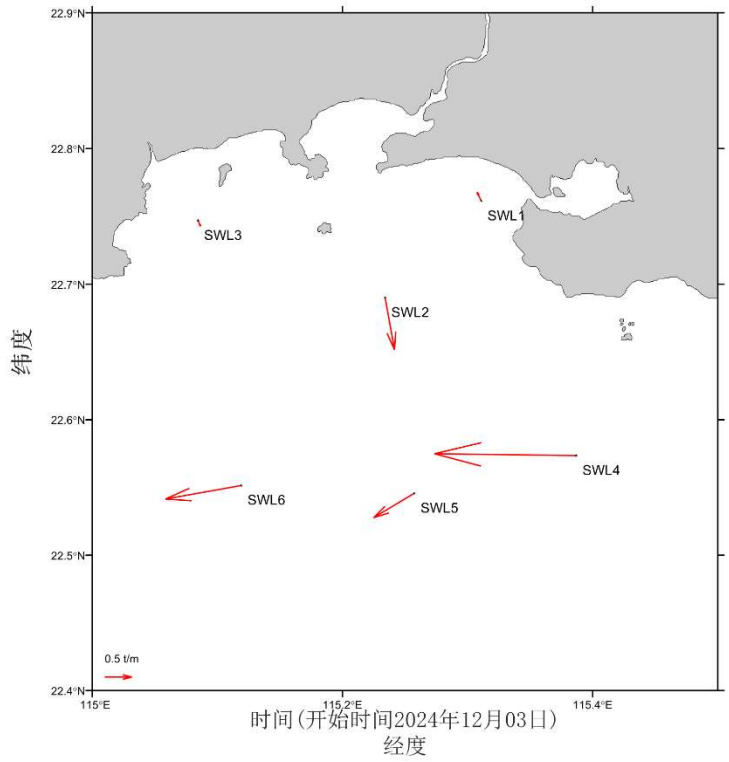


图 4.4-62　净输沙示意图

（3）悬沙粒度分析

①悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范（GB/T12763.8—2007）》粒级间隔为 1φ，粒级组成为 1φ~11φ。悬沙样的分析统计结果及粒级组成见表 4.4-25 和表 4.4-26。

由表可知调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00%～6.98%，平均值为 0.47%，粉砂含量在 51.46%～78.99%之间，平均值为 63.22%，粘土含量在 14.03%～48.54%之间，平均值为 36.31%；悬沙样品类型为粘土质粉砂(22/24)，粉砂(2/24)，共 2 种样品类型。

表 4.4-25　悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量（N=24）

潮 次	变 化 范 围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	粘土含量 (%)	平均粒径 M_z(Φ)	分选系数 σ_i(Φ)	偏态 S_{ki}	峰态 Kg	中值粒径 M_d(μm)
大 潮 (N=24)	最大值								
	最小值								
	平均值								

表 4.4-26　悬沙粒级组成和各粒级含量（N=24）

潮 次	粒 级	砂					粉 砂				粘 土		
	(粒径，mm)	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.063	0.063~0.032	0.032~0.016	0.016~0.008	0.008~0.004	0.004~0.002	0.002~0.001	＜0.001
	(粒径，φ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
大 潮 (N=24)	最大值(%)	[redacted]											
	最小值(%)												
	平均值(%)												
	累 计(%)												

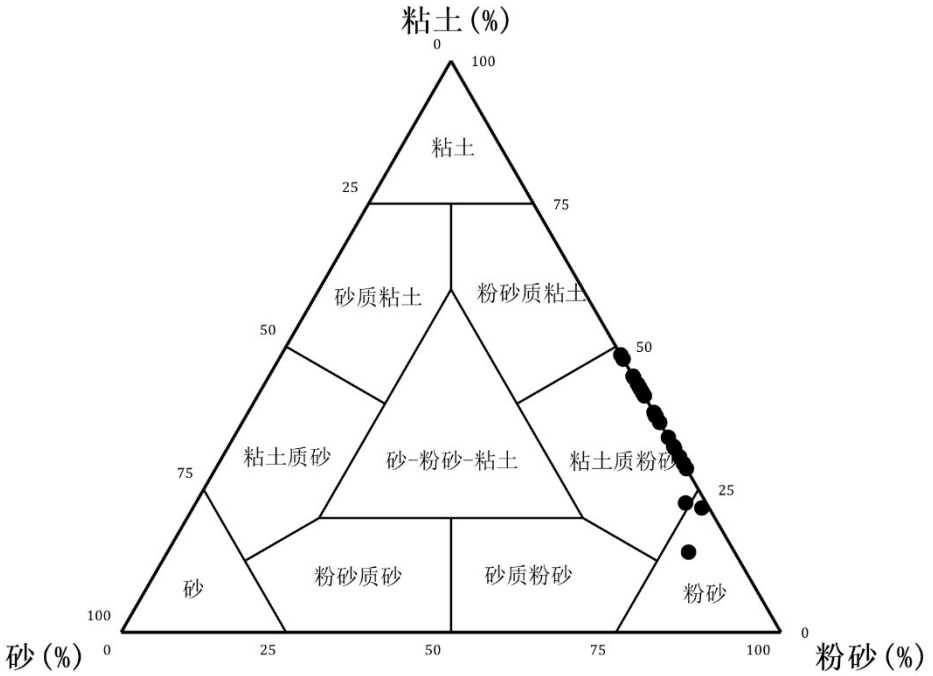


图 4.4-63　悬沙所有样品谢帕德三角图分布（N=24）

②中值粒径（Md，μm）

中值粒径（M_d，μm）是在绘制颗粒粒径分布概率累积曲线图中读取含量 50%的对应粒径值，各站大潮各个时刻（涨急、涨憩、落急、落憩）中值粒径情况详见表 4.4-27。由表可知，航次测区悬沙中值粒径变化范围在 4.13μm～18.28μm 之间，平均值为 6.28μm。SWL5 测站落急最粗（18.28μm），SWL1 测站落急最细（4.13μm）。

表 4.4-27　悬沙中值粒径（M_d，μm）统计

站点	潮汛	涨急	涨憩	落急	落憩	平均
SWL1	大潮	[redacted]				
SWL2	大潮					

SWL3	大潮	[redacted]
SWL4	大潮	
SWL5	大潮	
SWL6	大潮	

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用，泥沙颗粒起、落情况复杂，本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次涨急、涨憩、落急、落憩时中值粒径的平均值分别为5.83μm、5.47μm、6.39μm、7.41μm。

③平均粒径（Mz，φ）

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在5.48φ～7.60φ之间，平均值为7.06φ。平均粒径的空间分布为：SWL1站的落急最大，为7.60φ；SWL5站的落急最小，为5.48φ。

④分选系数（σi，φ）

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为0.004φ～0.007φ，平均值为0.007φ。

⑤偏态（Ski）

测区悬沙偏态系数变化范围为0.35～0.62，平均值为0.47。

⑥峰态（Kg）

测区悬沙峰态系数的变化范围为0.96～1.42，平均值为1.11。

4.4.1.9 总结

1、2024年8月

1、本次水文观测期间，风向以西南风为主，风速在3.0m/s~7.0m/s。观测海域的平均风速大小为4.9m/s。各站点风速以及风向变化不大，观测海区的整体水深较浅，且观测区域位于湾内，故各个站位的风速接近一致。SWL1、SWL2和SWL3站的海况等级为1级，其余站位的海况等级为2级。

2、临时潮位观测站的潮汐性质系数F值皆为2.19，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。临时潮位站的分潮中K_1分潮振幅皆最大，其中SWC1的K_1分潮振幅为约为31.16cm，迟角为320°；SWC2的K_1分潮振幅约为31.15cm，迟角为320°。由表可知，观测期间调查海区最高潮位为2.70m，最低潮位为0.78m，最大涨潮潮差为1.03m，最大落潮潮差为1.60m。距离调查海区最近的汕尾站的潮汐性质系数F值为2.24，佐证调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。

3、观测期间最大涨潮流速为52.6cm/s（方向为117°），最大落潮流速为61.0cm/s

（方向为 116°），都出现在 SWL5 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 37.3cm/s（方向为 98°）和 32.3cm/s（方向为 116°），都出现在 SWL5 站表层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，受西南风的风场控制，观测海域的流主要以东向流为主。同时靠近外海的 SWL4、SWL5 和 SWL6 站受风场的影响更大，近岸的点位由于陆地的阻挡作用，受风场的影响较小，其潮流特征更为明显。

4、本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占优，M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 SWL3 站 0.6H 层，流速为 72.0cm/s。根据各站层潮流性质，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，根据计算，项目海域潮流可能最大流速为 64.4cm/s（方向为 304°），出现在 SWL4 站 0.4H 层，各站层可能最大流速介于 4.4cm/s-64.4cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 15389.52m，出现在 SWL4 站 0.4H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 301.27m~15389.52m 之间。

5、调查海区观测期间余流流速主要介于 0.6cm/s～24.7cm/s。最大余流为潮流 SWL5 站（表层，24.7cm/s，106°），最小余流为潮流 SWL3 站（0.6H 层，0.6cm/s，298°）。各个站点的余流流速表层最大，随着深度加深而减小。SWL1 站位各层的余流方向主要为北方向；SWL3 站位表层的余流方向主要为东北方向，中层和底层的余流方向主要为东南方向；其余站位各层的余流方向主要为东方向。

6、温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 32.15℃，出现在 SWL1 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 22.15℃，出现在 SWL6 站 0.6H 层、SWL6 站 0.8H 层和 SWL6 站底层；观测海区整体较浅，同时由于夏季太阳辐射增强，不断加热表层海水，温度高的海水（密度小）浮在上面，而冷水沉在底部，形成了这种上暖下冷的稳定结构。

7、盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.44，出现在 SWL3 站 0.8H 层；测得盐度的最小值为 24.96，出现在 SWL1 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区整体较浅，同时由于夏季降雨频繁，表层海水被稀释，盐度下降；也形成了上淡下盐度高的稳定结构（盐度越高，密度越大）同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。

8、悬沙浓度分析结果：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 1mg/L~48mg/L，SWL1 站底层的悬沙浓度最大（48mg/L），SWL2 站整层 SWL3 站整层、SWL4 站整层、SWL5 站整层和 SWL6 站表层的悬沙浓度最小（1mg/L）；（2）在垂向上，各站表层和

底层悬沙浓度较为接近;（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度；涨潮期最大单宽输沙量为 0.68t/m，方向 96°，出现在 SWL6 站；落潮期最大单宽输沙量为 1.64t/m，方向 113°，出现在 SWL6 站；最大单宽净输沙量为 2.30t/m，方向 108°，出现在 SWL6 站。各个站点的净输沙方向主要以东方向为主。

9、测区悬沙类型，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。各站大潮期间砂含量为 0.00%～10.67%，平均值为 0.88%，粉砂含量在 53.98%～80.58%之间，平均值为 68.05%，粘土含量在 19.42%～46.02%之间，平均值为 31.08%；悬沙样品类型为粘土质粉砂(20/24)，粉砂(4/24)，共 2 种样品类型。航次测区悬沙中值粒径变化范围在 4.46μm～11.99μm 之间，平均值为 7.24μm。SWL4 测站落憩最粗（11.99μm），SWL3 测站涨急最细（4.46μm）。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为 8.04μm、7.11μm、7.32μm、6.50μm。测量期间测区平均粒径在 5.78φ～7.42φ之间，平均值为 6.87φ。平均粒径的空间分布为：SWL3 站的涨急最大，为 7.42φ；SWL4 站的落憩最小，为 5.78φ。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 0.005φ～0.024φ，平均值为 0.008φ。测区悬沙偏态系数变化范围为 0.18～0.66，平均值为 0.40。测区悬沙峰态系数的变化范围为 0.90～1.94，平均值为 1.07。

2、2024 年 12 月

1、本次水文观测期间，风向以东北风为主，风速在 4.2m/s~9.0m/s。观测海域的平均风速大小为 6.1m/s，观测海区的整体水深较深，海面上并无明显的遮挡物，故各个站位的风速接近一致。各个站位海况均为 2 级。

2、临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值皆为 2.42，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。临时潮位站的分潮中 K_1 分潮振幅皆最大，其中 SWC1 的 K_1 分潮振幅为约为 44.22cm，迟角为 289°；SWC2 的 K_1 分潮振幅约为 44.22cm，迟角为 289°。由表可知，观测期间调查海区最高潮位为 3.16m，最低潮位为 0.92m，最大涨潮潮差为 1.29m，最大落潮潮差为 1.97m。距离调查海区最近的汕尾站的潮汐性质系数 F 值为 2.36，佐证调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。

3、观测期间最大涨潮流速为 37.5cm/s（方向为 285°），最大落潮流速为 31.7cm/s（方向为 277°），都出现在 SWL4 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 22.2cm/s（方向为 286°）和 17.5cm/s（方向为 179°），出现在 SWL4 站表层和 SWL4 站 0.8H 层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，由于 SWL1-SWL3 站的水深较浅，受地形效应的影响大，可以看到 SWL1-SWL3 站的潮流主轴平行岸线。同时观测海域的 SWL2 站点有明显的分层流现

象，尤其是在该海域涨潮时特点明显；涨潮时表层的流向为东北方向，而中低层的流向为西南方向，这与该站点的特殊地形有关。

4、本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占分潮优，M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 SWL2 站 0.8H 层，流速为 77.5cm/s。根据各站层潮流性质，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，根据计算，项目海域潮流可能最大流速为 78.4cm/s（方向为 45°），出现在 SWL2 站 0.8H 层，各站层可能最大流速介于 4.2cm/s-78.4cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西为主；水质点可能最大运移距离为 18641.44m，出现在 SWL2 站 0.8H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 744.23m~ 18641.44m 之间。

5、调查海区观测期间余流流速主要介于 2.9cm/s～13.8cm/s。最大余流为潮流 SWL4 站（表层，13.8cm/s，279°），最小余流为潮流 SWL5 站（0.2H 层，2.9cm/s，87°）。各个站点的表层余流流速最大，随着深度余流流速逐渐变小。SWL1 的余流方向主要为北方向，SWL4 和 SWL6 站位各层的余流方向主要为西方向，其余站点的余流方向主要分为东和西南方向。

6、温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 23.09℃，出现在 SWL3 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 20.81℃，出现在 SWL1 站 0.8H 层；观测海区整体较浅，海水整体并无明显的温度分层。同时由于冬季垂向混合均匀，尤其是在涨潮期间特征更为明显；在涨潮期间温度从表层到底层基本一致。除此之外，温度整体表现出随着深度加深，温度降低。

7、盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 31.88，出现在 SWL2 站表层、SWL2 站 0.2H 层、SWL2 站 0.4H 层、SWL2 站 0.6H 层、SWL2 站 0.8H 层和 SWL2 站底层；测得盐度的最小值为 31.36，出现在 SWL3 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区整体较浅，海水整体并无明显的盐度分层，这是由于冬季的垂向混合作用增强，海水混合均匀。同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。盐度整体表现出随着深度加深，盐度增高。

8、悬沙浓度分析结果：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 1mg/L~37mg/L，SWL4 站表层的悬沙浓度最大（37mg/L），SWL5 站表层的悬沙浓度最小（1mg/L）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。涨潮期最大单宽输沙量为 2.15t/m，方向 281°，出现在 SWL4 站；落潮期最大单宽输沙量为 0.64t/m，方向 233°，出现在 SWL4 站；最

大单宽净输沙量为2.62t/m，方向271°，出现在SWL4站。SWL1站的净输沙方向主要以北方向为主，SWL2和SWL3站的净输沙方向主要以南方向为主，其余站点的净输沙方向主要以西方向为主。

9、测区悬沙类型，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。各站大潮期间砂含量为 0.00%～6.98%，平均值为 0.47%，粉砂含量在 51.46%～78.99%之间，平均值为63.22%，粘土含量在14.03%～48.54%之间，平均值为36.31%；悬沙样品类型为粘土质粉砂(22/24)，粉砂(2/24)，共2种样品类型。航次测区悬沙中值粒径变化范围在4.13μm～18.28μm之间，平均值为6.28μm。SWL5测站落急最粗（18.28μm），SWL1测站落急最细（4.13μm）。本航次涨急、涨憩、落急、落憩时中值粒径的平均值分别为5.83μm、5.47μm、6.39μm、7.41μm。测量期间测区平均粒径在5.48 φ～7.60φ之间，平均值为7.06φ。平均粒径的空间分布为：SWL1站的落急最大，为7.60φ；SWL5站的落急最小，为5.48φ。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为0.004φ～0.007φ，平均值为0.007φ。测区悬沙偏态系数变化范围为0.35～0.62，平均值为0.47。测区悬沙峰态系数的变化范围为0.96～1.42，平均值为1.11。

4.4.2 海水水质现状调查与评价

在本项目评价范围内涉及海水水质国控监测点位3处，本项目采用国控断面和2024年4月、2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据进行评价。具体情况如下：

4.4.2.1 国控断面监测数据与评价

1、评价范围内国控断面情况

经核对共有3个近岸海域国控站位在项目评价范围内，站位基本信息如表4.4-28和图4.4-64。

表4.4-28 项目评价范围内的近岸海域国控站位基本信息一览

序号	监测站位	经度°	纬度°
1	GDN14001	[redacted]	
2	GDN14005		
3	GDN14014		

2、执行标准

根据国控站位所在功能区图，国控站位GDN14001、GDN14014所在海域执行《海

水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准；国控站位 GDN14005 所在海域执行《海水水质标准》（GB3097-1997）三类水质标准。

3、数据来源

广东省生态环境厅发布的《2023 年~2025 年近岸海域海水水质监测信息》。

4、监测数据与结果分析

监测结果见表 4.4-29，由表可知：GDN14001、GDN14014 站位的监测因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准要求；GDN14005 站位的监测因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）三类标准要求。

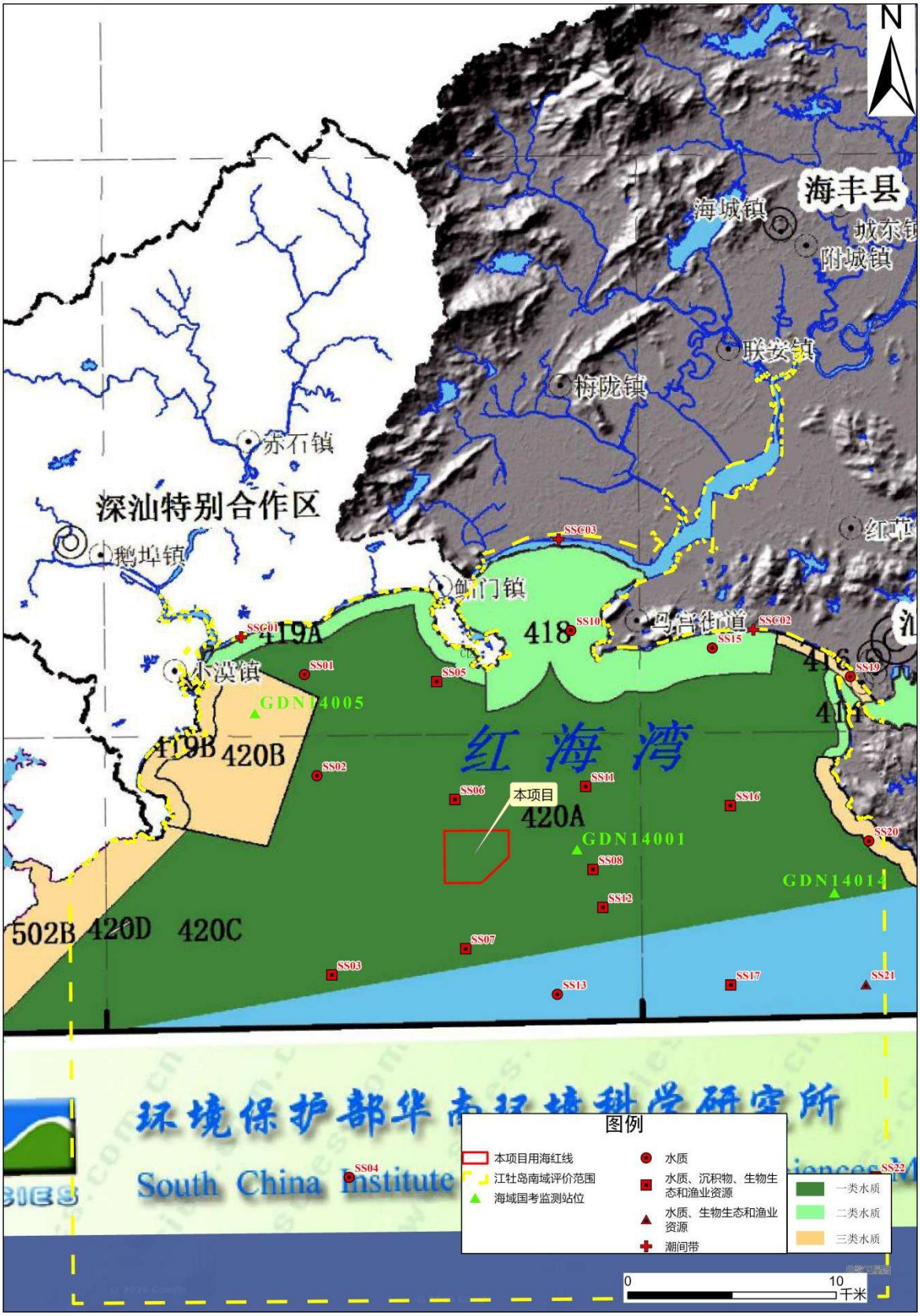


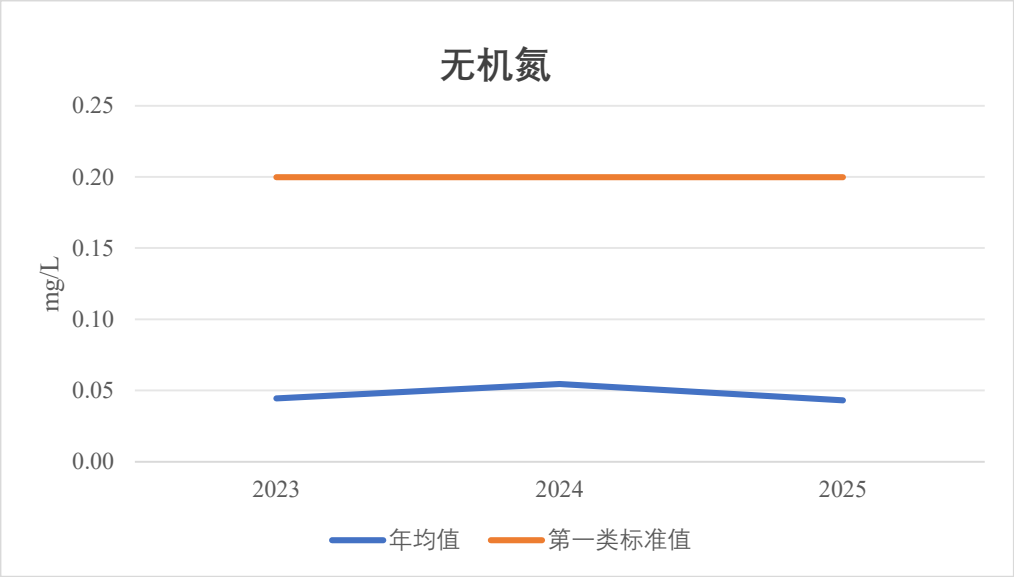
图 4.4-64　国控及监测站位所在功能区图

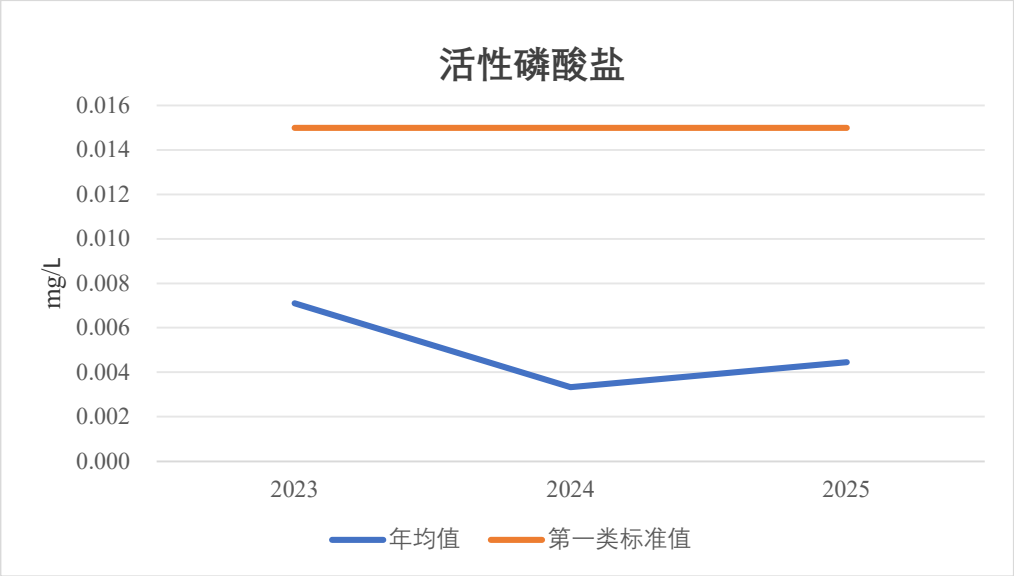
表 4.4-29　项目附近近岸海域监测国控站位水质监测结果 单位：mg/L

站位	项目	监测结果									标准值
		第一期			第二期			第三期			
		2023 年	2024 年	2025 年	2023 年	2024 年	2025 年	2023 年	2024 年	2025 年	
GDN14001	无机氮	[redacted]									
	活性磷酸盐										
	COD_{Mn}										
GDN14005	无机氮										
	活性磷酸盐										
	COD_{Mn}										
GDN14014	无机氮										
	活性磷酸盐										
	COD_{Mn}										

5、水质年际变化趋势及特征

项目评价范围内 3 个近岸海域国控站，2023 年~2025 年的监测年均值变化趋势图见图 4.4-65，由图可知，2023 年~2025 年间活性磷酸盐、化学需氧量监测年均值总体呈先下降后上升趋势，无机氮监测年均值总体呈先上升后下降趋势，但三年的监测年均值均满足海水水质第一类标准。综上所述，2023 年~2025 年评价范围内的水质波动变化，总体水质趋好。





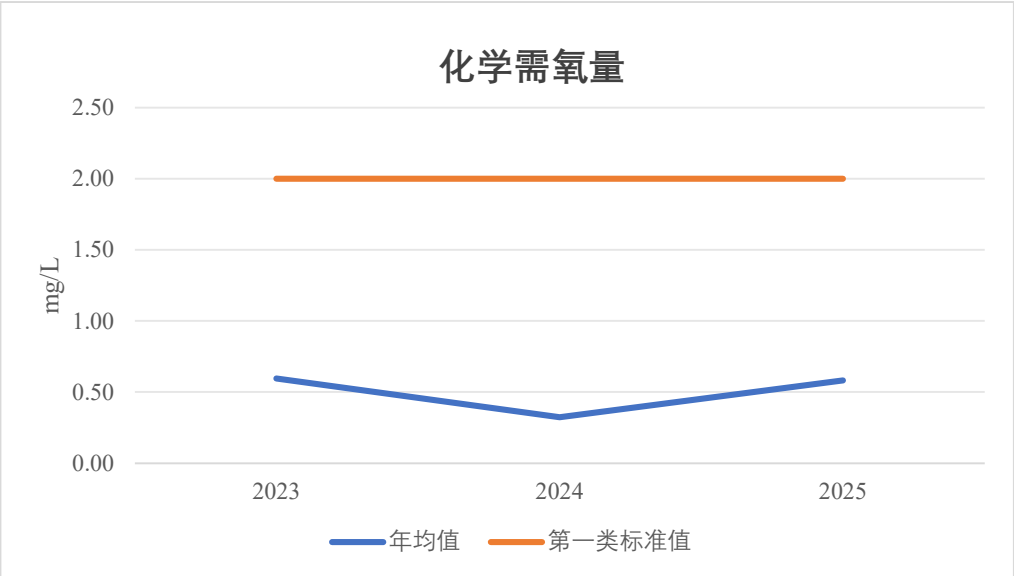


图 4.4-65　2023 年~2025 年水质变化趋势图

4.4.2.2 海水水质现状调查与评价

本次引用2024年4月、2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据进行评价。

1、调查概况

（1）2024年4月

广州海兰图检测技术有限公司于2024年4月11日、4月17日、4月22日～4月23 日对项目附近海域开展环境现状调查。本次调查共设水质调查站位22个，沉积物监测站位11个，海洋生物生态与渔业资源调查站位14个。地理坐标和监测类别见表4.4-30，监测站位见图4.4-66。

表4.4-30 2024年4月海洋环境现状调查站位

序号	站位	经度E	纬度N	调查项目
1	SS01	[redacted]		水质
2	SS02			水质
3	SS03			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
4	SS04			水质
5	SS05			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
6	SS06			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
7	SS07			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
8	SS08			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
9	SS09			水质、生物生态和渔业资源
10	SS10			水质
11	SS11			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
12	SS12			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
13	SS13			水质
14	SS14			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
15	SS15			水质
16	SS16			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
17	SS17			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
18	SS18			水质、生物生态和渔业资源
19	SS19			水质

20	SS20	[redacted]	水质
21	SS21		水质、生物生态和渔业资源
22	SS22		水质、沉积物、生物生态和渔业资源

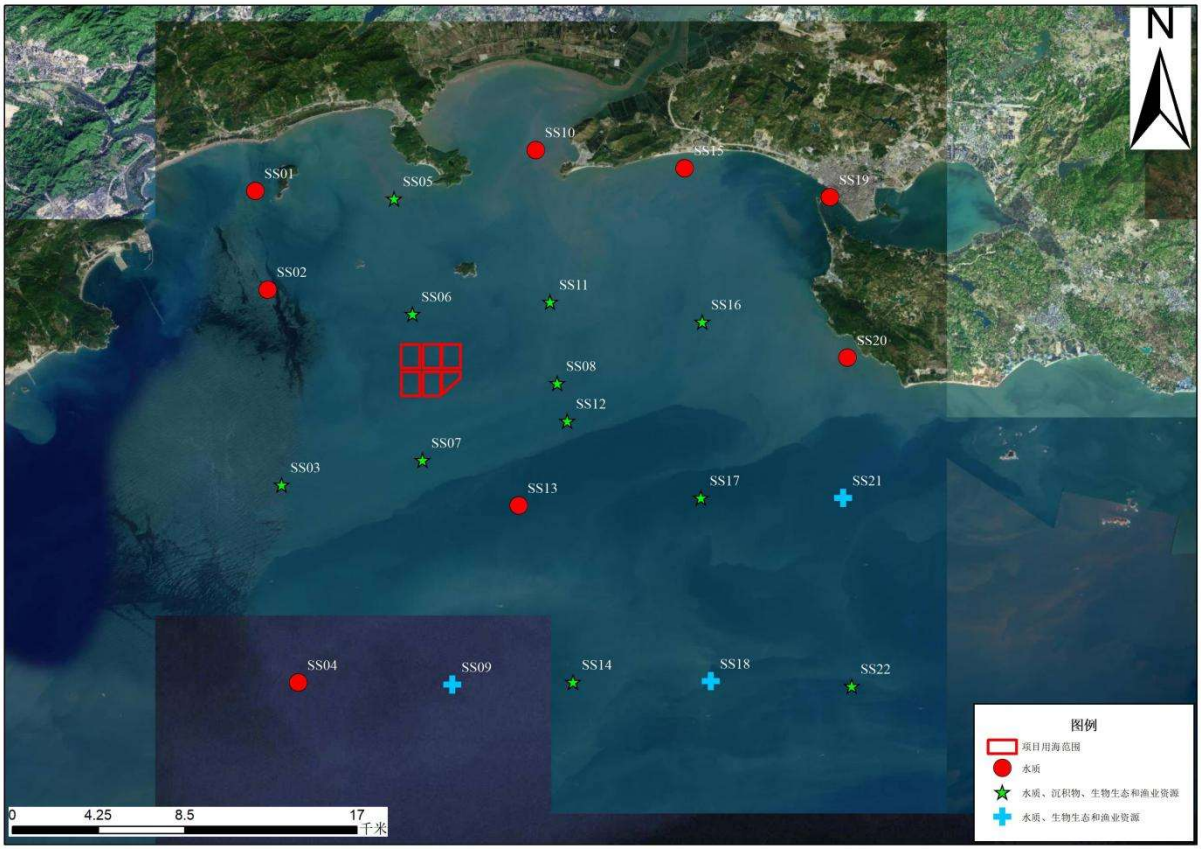


图 4.4-66　2024 年 4 月调查站位布置图

（2）2024 年 10 月~11 月

广州海兰图检测技术有限公司于 2024 年 10 月 21 日～10 月 22 日、11 月 2 日～11 月 3 日、11 月 29 日～11 月 30 日对项目附近海域开展环境现状调查。本次调查共设 22 个海水水质监测站位，海洋生物生态与渔业资源调查站位 14 个。地理坐标和监测类别见表 4.4-31，监测站位见图 4.4-67。

表 4.4-31　2024 年 10 月~11 月海洋环境现状调查站位

序号	站位	经度E	纬度N	调查项目
1	SS01	[redacted]		水质
2	SS02			水质
3	SS03			水质、生物生态和渔业资源
4	SS04			水质
5	SS05			水质、生物生态和渔业资源
6	SS06			水质、生物生态和渔业资源
7	SS07			水质、生物生态和渔业资源
8	SS08			水质、生物生态和渔业资源
9	SS09			水质、生物生态和渔业资源

序号	站位	经度E	纬度N	调查项目
10	SS10	[redacted]		水质
11	SS11			水质、生物生态和渔业资源
12	SS12			水质、生物生态和渔业资源
13	SS13			水质
14	SS14			水质、生物生态和渔业资源
15	SS15			水质
16	SS16			水质、生物生态和渔业资源
17	SS17			水质、生物生态和渔业资源
18	SS18			水质、生物生态和渔业资源
19	SS19			水质
20	SS20			水质
21	SS21			水质、生物生态和渔业资源
22	SS22			水质、生物生态和渔业资源

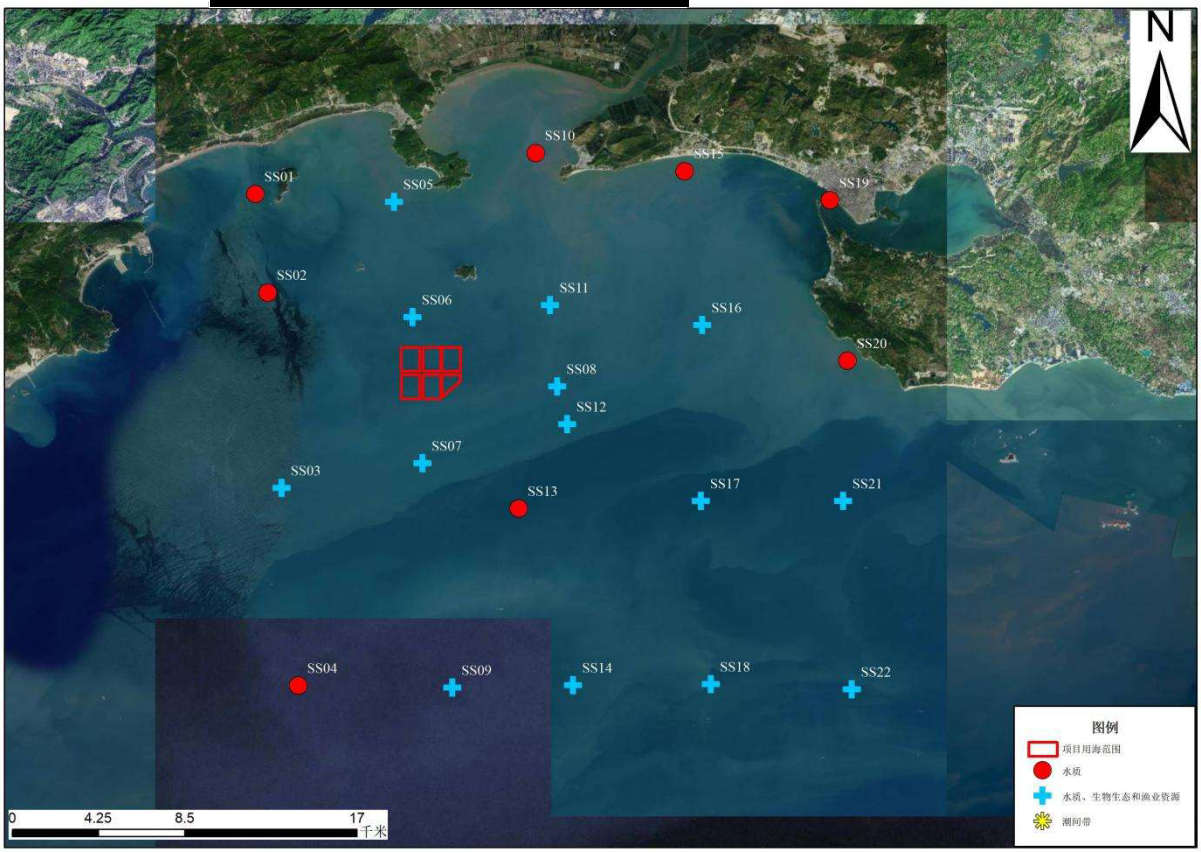


图 4.4-67　2024 年 10 月~11 月调查站位布置图

2、调查项目

pH、水温、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、无机氮、活性磷酸盐、石油类、汞、砷、铜、锌、铅、镉、总铬、硫化物、挥发酚、氰化物、氟化物。

3、采样与分析方法

（1）采用方法

1）水样采集通用方法

①按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中的要求执行；

②使用 GPS 定位导航调查船只进入预定站位后开始测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，当站位水深浅于 10m 时（以现场水深为准，下同），仅采表层水样一个；当站位水深在 10m～25m 时，分别采集表层和底层水样各一个；其中表层为距表面 0.1m～1m，底层为离底 2m，具体如表 4.4-32。

表 4.4-32　采样层次表

水深范围/m	标准层次	底层与相邻标准层最小距离/m
小于10	表层	/
10~25	表层、底层	/
25~50	表层、10m、底层	/
50~100	表层、10m、50m、底层	5
100以上	表层、10m、50m、以下水层的酌情加层、底层	10

注1：表层系指海面以下0.1m~1m；
注2：底层，对河口及港湾海域最好取离海底2m的水层，深海或大风浪时可酌情增大离底层的距离。

③采用向风逆流采样，严格控制来自船体自身的污染，采样时严禁船舶排污，采样位置远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输；

④对无法现场分析的样品，按《海洋监测规范》（GB17378-2007）加固定剂后带回实验室分析；

⑤水文气象观测执行《海洋调查规范第 3 部分：海洋气象观测》（GB/T12763.3-2020）、《海洋调查规范第 2 部分：海洋水文观测》（GB/T12763.2-2007））和《海洋观测规范第 2 部分：海滨观测》（GB/T14914.2-2019）。

2）特殊指标水样采集方法

①溶解氧样品的采集：将乳胶管的一端接上玻璃管，另一端套在采水器的出水口，放出少量水样，洗水样瓶两次。将玻璃管插到水样瓶底部慢慢注入水样，待水样装满并溢出约为瓶子体积的 50%时，将玻璃管慢慢抽出盖上瓶盖，再取下瓶盖，立即用自动加液器(管尖靠近液面)依次注入 1.00mL 氯化锰溶液和 1.00mL 碱性碘化钾溶液。塞紧瓶塞并用手抓住瓶塞和瓶底，将瓶缓慢地上下顺倒 20 次，使样品与固定液充分混匀。待样品瓶内沉积物降至瓶体60%以下时方可进行分析。如样品瓶浸泡在水中，允许存放24h，避免阳光直射和温度剧烈变化，如温差较大，应在 12h 内测定。

②pH 样品的采集：样品瓶洗净后，用海水浸泡 1d。采样时需用采样点的海水洗涤两次，再装入水样瓶固定，盖好瓶盖混合均匀，待测，允许保存 48h。

③浑浊度、悬浮物样品的采集：水样采集后，应尽快从采样器中放出样品；在水样装瓶的同时摇动采样器，防止悬浮物在采样器内沉降；除去非代表性杂质如树叶、柱状物等。

④营养盐样品采集：营养盐采样器应尽量采用一次性合格的样品瓶；若重复使用，应该在使用前，用 1mol/L 盐酸溶液漂洗，依次再用自来水、去离子水洗净，采样时须用海水漂洗，最好将采样器放在较深处，然后提到采样深度。采用多通道 CTD 采样器采样时，应按照操作说明提供的清洗方式清洗，并避免污染；采样时，要常换手套；应防止船上排污水的污染、船体的扰动；要防止空气污染，特别是防止船烟和吸烟者的污染。

⑤重金属样品的采集：水样采集后，要有防止现场大气降尘带来的污染措施，并尽快从采样器中放出样品；防止采样器内样品中所含污染物随悬浮物的下沉而降低含量，灌装样品时必须边摇动采水器边灌装，立即用 0.45μm 滤膜过滤处理，过滤水样用 HNO_3 酸化至 pH 值小于 2，塞上塞子，存放在洁净环境中。

⑥石油类样品的采集：测定水中油含量应用单层采水器固定样品瓶在水体中直接灌装，采样后立即提出水面，在现场用石油醚(或正己烷)萃取或者在现场采集油类样品后，加 0.1mol/L 硫酸固定，带回实验室萃取；测定油类样品的容器禁止预先用海水冲洗。

⑦汞样品的采集：样品用硬质玻璃瓶装水样，要采取严格的防沾污措施，避免来自周围环境的污染。水样用硫酸酸化至 pH<2，塞紧塞子后存放在洁净的环境中。

⑧挥发性有机化合物样品的采集：灌装水样应尽量避免产生气泡和搅动，并且使水样充满瓶体，不留顶部空间，如有余氯可添加抗坏血酸除去，并用盐酸酸化至 pH<2，然后用带聚四氟乙烯衬垫的螺旋盖封瓶，放入冷藏箱保存。

（2）分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，各项目的分析方法如表4.4-33。

表4.4-33 海水调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	水温	《海洋调查规范第2部分：海洋水文观测》GB/T12763.2-2007/5.2.1	CTD法	/
2	pH	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/26	pH计法	/
3	盐度	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/29.1	盐度计法	2‰
4	溶解氧	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/31	碘量法	0.11mg/L
5	悬浮物	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/27	重量法	/
6	化学需氧量	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/32	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
7	硝酸盐氮	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/38.1	镉柱还原法	0.0010mg/L
8	亚硝酸盐氮	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/37	萘乙二胺分光光度法	0.0002mg/L
9	氨氮	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/36.1	靛酚蓝分光光度法	0.0004mg/L
10	无机氮	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/35	/	/
11	活性磷酸盐	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/39.1	磷钼蓝分光光度法	0.0006mg/L
12	挥发酚	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/19	4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
13	石油类	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/13.2	紫外分光光度法	0.0035mg/L
14	汞	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/5.1	原子荧光法	0.007μg/L
15	砷	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/11.1	原子荧光法	0.5μg/L
16	铜	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
17	铅	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
18	镉	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
19	锌	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.0031mg/L
20	总铬	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L
21	硫化物	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/18.1	亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
22	氰化物	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/20.1	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.0005mg/L

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
23	氟化物	《水质氟化物的测定离子选择电极法》GB/T7484-1987	离子选择电极法	0.05mg/L

4、评价方法与评价标准

（1）评价方法

采用单因子污染指数法（标准指数法）进行评价。

其中：单项水质评价因子（参数）i 在第 j 点的标准指数：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{i,o}$$

$S_{i,j}$——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质内容因子超标；$C_{i,j}$——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{i,o}$——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

对于溶解氧，DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \qquad DO_j \le DO_f$$

$$S_{DO,j}=\frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s} \qquad Doj>DOf$$

式中：$S_{Do,j}$—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制，mg/L；

DO_f—饱和溶解氧浓度，mg/L，DO_f=（491-2.65S）/（33.5+T）

S—实用盐度符号，量纲一；

T——水温，℃。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH}=\frac{7.0-pH}{7.0-pH_{sd}},pH\le 7.0;\quad S_{pH}=\frac{pH-7.0}{pH_{su}-7.0},pH>7.0$$

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_{su}—pH 评价标准的上限值；

pH_{sd}—pH 评价标准的下限值；

水质评价因子的标准指数＞1，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

（2）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）及《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》(粤府函[2013]127号)，各调查站位执行水质标准见表4.4-34。

表4.4-34　调查站位所处广东省近岸海域水质执行标准

站位	执行水质标准
SS01、SS02、SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16	一类水质目标
SS10、SS15	二类水质目标
SS19、SS20	三类水质目标

注：其余站位不在近岸海域范围内，其无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析。

5、调查结果与评价

（1）2024年4月

①调查结果

调查海域中22个站位的水质监测结果分别见表4.4-35。

海水的pH变化范围为8.12~8.17，平均为8.15，其中SS03站位表层和SS04站位底层等海水的pH值最高，SS01站位表层和SS05站位表层等海水的pH值最低。

海水的盐度值变化范围为31.066‰~33.978‰，平均为33.453‰，其中SS22站位底层海水的盐度值最高，SS10站位表层海水的盐度值最低。

海水的溶解氧含量变化范围为6.54mg/L~7.86mg/L，平均为7.09mg/L，其中SS18站位表层海水的溶解氧含量值最高，SS22站位底层海水的溶解氧含量值最低。

海水的悬浮物含量变化范围为10.8mg/L~18.2mg/L，平均为13.5mg/L，其中SS18站位表层海水的悬浮物含量值最高，SS12站位底层海水的悬浮物含量值最低。

海水的氟化物含量变化范围为0.50mg/L~0.57mg/L，平均为0.54mg/L，其中SS17站位底层海水的氟化物含量值最高，SS10站位表层海水的氟化物含量值最低。

海水的化学需氧量含量变化范围为0.21mg/L~1.53mg/L，平均为0.69mg/L，其中SS10站位表层海水的化学需氧量含量值最高，SS06站位表层海水的化学需氧量含量值最低。

海水的无机氮含量变化范围为0.0730mg/L~0.262mg/L，平均为0.110mg/L，其中SS10站位表层海水的无机氮含量值最高，SS09站位底层海水的无机氮含量值最低。

海水的活性磷酸盐含量变化范围为0.0032mg/L~0.0194mg/L，平均为0.0068mg/L，其中SS10站位表层海水的活性磷酸盐含量值最高，SS09站位底层海水的活性磷酸盐含量值最低。

海水的氰化物含量均为0.0005Lmg/L。

海水的石油类含量变化范围为0.0081mg/L~0.0240mg/L，平均为0.0137mg/L，其中SS22站位表层海水的石油类含量值最高，SS12站位表层海水的石油类含量值最低。

海水的锌含量变化范围为0.0039mg/L~0.0148mg/L，平均为0.0088mg/L，其中SS06站位表层和底层海水的锌含量值最高，SS03站位表层和底层海水的锌含量值最低。

海水的挥发酚含量变化范围为1.1Lμg/L~1.7μg/L，平均为0.7μg/L，其中SS19站位表层和SS05站位表层等海水的挥发酚含量值最高。

海水的硫化物含量变化范围为0.2Lμg/L~0.5μg/L，平均为0.3μg/L，其中SS10站位表层和SS19站位表层等海水的硫化物含量值最高。

海水的汞含量变化范围为0.007Lμg/L~0.013μg/L，平均为0.007μg/L，其中SS19站位表层海水的汞含量值最高。

海水的砷含量变化范围为0.9μg/L~1.3μg/L，平均为1.0μg/L，其中SS14站位底层海水的砷含量值最高，SS15站位表层海水的砷含量值最低。

海水的铜含量变化范围为0.5μg/L~4.2μg/L，平均为1.4μg/L，其中SS03站位底层海水的铜含量值最高，SS06站位表层海水的铜含量值最低。

海水的铅含量变化范围为0.15μg/L~0.67μg/L，平均为0.35μg/L，其中SS12站位底层海水的铅含量值最高，SS08站位底层和SS12站位表层海水的铅含量值最低。

海水的镉含量变化范围为0.13μg/L~0.70μg/L，平均为0.40μg/L，其中SS01站位表层海水的镉含量值最高，SS06站位表层海水的镉含量值最低。

海水的铬含量变化范围为0.5μg/L~2.0μg/L，平均为1.0μg/L，其中SS20站表层海水的铬含量值最高，SS08站位底层海水的铬含量值最低。

②评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表4.4-37（a）、表4.4-37（b）、表4.4-37（c）、表4.4-37（d）。

调查海域执行海水水质第一类标准要求的调查站位有：SS01、SS02、SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的调查站位有：SS10、SS15。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

调查海域执行海水水质第三类标准要求的调查站位有：SS19、SS20。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

SS04、SS09、SS13、SS14、SS17、SS18、SS21、SS22站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

（2）2024年10月~11月

①调查结果

调查海域中22个站位的水质监测结果分别见表4.4-36。

海水的pH变化范围为8.15~8.20，平均为8.18，其中SS03站位表层和SS04站位底层等海水的pH值最高，SS15站位表层海水的pH值最低。

海水的盐度值变化范围为31.237‰~33.730‰，平均为33.262‰，其中SS09站位底层海水的盐度值最高，SS10站位表层海水的盐度值最低。

海水的溶解氧含量变化范围为6.50mg/L~7.14mg/L，平均为6.94mg/L，其中SS09站位表层和SS14站位表层海水的溶解氧含量值最高，SS07站位底层海水的溶解氧含量值最低。

海水的悬浮物含量变化范围为8.9mg/L~25.9mg/L，平均为12.6mg/L，其中SS10站位表层海水的悬浮物含量值最高，SS17站位表层海水的悬浮物含量值最低。

海水的化学需氧量含量变化范围为0.26mg/L~1.48mg/L，平均为0.99mg/L，其中SS15站位表层和SS20站位表层海水的化学需氧量含量值最高，SS04站位底层海水的化学需氧量含量值最低。

海水的无机氮含量变化范围为0.0603mg/L~0.251mg/L，平均为0.120mg/L，其中SS19站位表层海水的无机氮含量值最高，SS18站位底层海水的无机氮含量值最低。

海水的活性磷酸盐含量变化范围为0.0035mg/L~0.0223mg/L，平均为0.0081mg/L，其中SS19站位表层海水的活性磷酸盐含量值最高，SS18站位表层海水的活性磷酸盐含量值最低。

海水的氟化物含量变化范围为0.54mg/L~0.64mg/L，平均为0.58mg/L，其中SS12站位表层海水的氟化物含量值最高，SS15站位表层海水的氟化物含量值最低。

海水的氰化物含量均为0.0005Lmg/L。

海水的石油类含量变化范围为0.0047mg/L~0.0212mg/L，平均为0.0111mg/L，其中SS19站位表层海水的石油类含量值最高，SS02站位表层海水的石油类含量值最低。

海水的锌含量变化范围为0.0034mg/L~0.0136mg/L，平均为0.0070mg/L，其中S22站位底层海水的锌含量值最高，SS15站位表层和SS19站位表层海水的锌含量值最低。

海水的挥发酚含量变化范围为1.1Lμg/L~2.0μg/L，平均为1.0μg/L，其中SS05站位表层海水的挥发酚含量值最高。

海水的硫化物含量变化范围为0.2Lμg/L~0.7μg/L，平均为0.2μg/L，其中SS20站位表层海水的硫化物含量值最高。

海水的汞含量变化范围为0.007Lμg/L~0.013μg/L，平均为0.007μg/L，其中SS08站位表层海水的汞含量值最高。

海水的砷含量变化范围为0.8μg/L~2.5μg/L，平均为1.0μg/L，其中SS06站位底层海水的砷含量值最高，SS04站位底层和SS07站位底层等海水的砷含量值最低。

海水的铜含量变化范围为0.8μg/L~3.6μg/L，平均为2.3μg/L，其中SS06站位表层和SS18站位底层海水的铜含量值最高，SS11站位表层海水的铜含量值最低。

海水的铅含量变化范围为0.22μg/L~0.97μg/L，平均为0.68μg/L，其中SS07站位底层海水的铅含量值最高，SS01站位表层海水的铅含量值最低。

海水的镉含量变化范围为0.19μg/L~0.80μg/L，平均为0.46μg/L，其中SS13站位底层海水的镉含量值最高，SS10站位表层海水的镉含量值最低。

海水的铬含量变化范围为0.4μg/L~3.2μg/L，平均为1.5μg/L，其中SS18站底层和表层海水的铬含量值最高，SS12站位表层和SS13站位表层等海水的铬含量值最低。

②评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表4.4-38（a）、表4.4-38（b）、表4.4-38（c）、表4.4-38（d）。

调查海域执行海水水质第一类标准要求的调查站位有：SS01、SS02、SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的调查站位有：SS10、SS15。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

调查海域执行海水水质第三类标准要求的调查站位有：SS19、SS20。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

SS04、SS09、SS13、SS14、SS17、SS18、SS21、SS22站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

表 4.4-35　2024 年 4 月海水水质监测结果

站位	层次	水温	水深	pH	盐度	溶解氧	悬浮物	氟化物	化学需氧量	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
		℃	m	/	‰	mg/L												μg/L							
SS01	表层	[redacted]																							
SS02	表层																								
SS03	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS04	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS05	表层																								
SS06	表层																								
	底层																								
SS06	平均值																								
SS07	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS08	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS09	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS10	表层																								
SS11	表层																								
SS11	底层																								
	平均值																								
SS12	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS13	表层																								

站位	层次	水温	水深	pH	盐度	溶解氧	悬浮物	氟化物	化学需氧量	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
		℃	m	/	‰	mg/L												μg/L							
	底层																								
	平均值																								
SS14	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS15	表层																								
SS16	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS17	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS18	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS19	表层																								
SS20	表层																								
SS21	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS22	表层																								
	底层																								
	平均值																								
最大值																									
最小值																									
平均值																									

注：①包含“L”

②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。

③石油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

表 4.4-36　2024 年 10 月~11 月海水水质监测结果

站位	层次	水温	水深	pH	盐度	溶解氧	悬浮物	化学需氧量	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	无机氮	活性磷酸盐	氟化物	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
		℃	m	/	‰	mg/L												μg/L							
SS01	表层																								
SS02	表层																								
SS03	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS04	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS05	表层																								
SS06	表层																								
	底层																								
SS06	平均值																								
SS07	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS08	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS09	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS10	表层																								
SS11	表层																								
SS11	底层																								
	平均值																								
SS12	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS13	表层																								

站位	层次	水温	水深	pH	盐度	溶解氧	悬浮物	化学需氧量	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	无机氮	活性磷酸盐	氟化物	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
		℃	m	/	‰	mg/L												μg/L							
	底层																								
	平均值																								
SS14	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS15	表层																								
SS16	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS17	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS18	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS19	表层																								
SS20	表层																								
SS21	表层																								
	底层																								
	平均值																								
SS22	表层																								
	底层																								
	平均值																								
最大值																									
最小值																									
平均值																									

注：①包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于1/2，取1/2检出限值参与计算，若未检出率大于1/2，取1/4检出限值参与计算。
②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。
③石油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

表 4.4-37（a） 春季海水水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
SS01	[redacted]															
SS02																
SS03																
SS05																
SS06																
SS07																
SS08																
SS11																
SS12																
SS16																
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.4-37（b） 春季海水水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
SS10	[redacted]															
SS15																
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.4-37（c） 春季海水水质监测站位（执行第三类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
SS19	[redacted]															
SS20																
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.4-37（d） 春季海水水质监测站位（水质类别符合性分析）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
类别	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
SS04	[redacted]															
SS09																
SS13																
SS14																
SS17																
SS18																
SS21																
SS22																

表 4.4-38（a） 秋季海水水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
SS01																
SS02																
SS03																
SS05																
SS06																
SS07																
SS08																
SS11																
SS12																
SS16																
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.4-38（b） 秋季海水水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
SS10																
SS15																
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.4-38（c） 秋季海水水质监测站位（执行第三类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
SS19	[redacted]															
SS20																
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.4-38（d） 秋季海水水质监测站位（水质类别符合性分析）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	氰化物	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	总铬
类别	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
SS04	[redacted]															
SS09																
SS13																
SS14																
SS17																
SS18																
SS21																
SS22																

4.4.3 海洋沉积物质量现状调查与评价

本次引用2024年4月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋沉积物调查数据，以及2025年5月6日广州海兰图检测技术有限公司在项目附近海域补充潮间带沉积物调查数据进行评价。

4.4.3.1 调查站位

海洋沉积物共设置11个监测站位，现状调查点位详见表4.4-30，监测站位见图4.4-66。潮间带沉积物调查共设调查断面 3 条。潮间带监测站位详见表 4.4-39。监测站位见图4.4-68。

表4.4-39 2025年5月潮间带调查站位

序号	站位	经度E	纬度N	调查项目
23	SSC01	[redacted]		潮间带
24	SSC02			潮间带
25	SSC03			潮间带

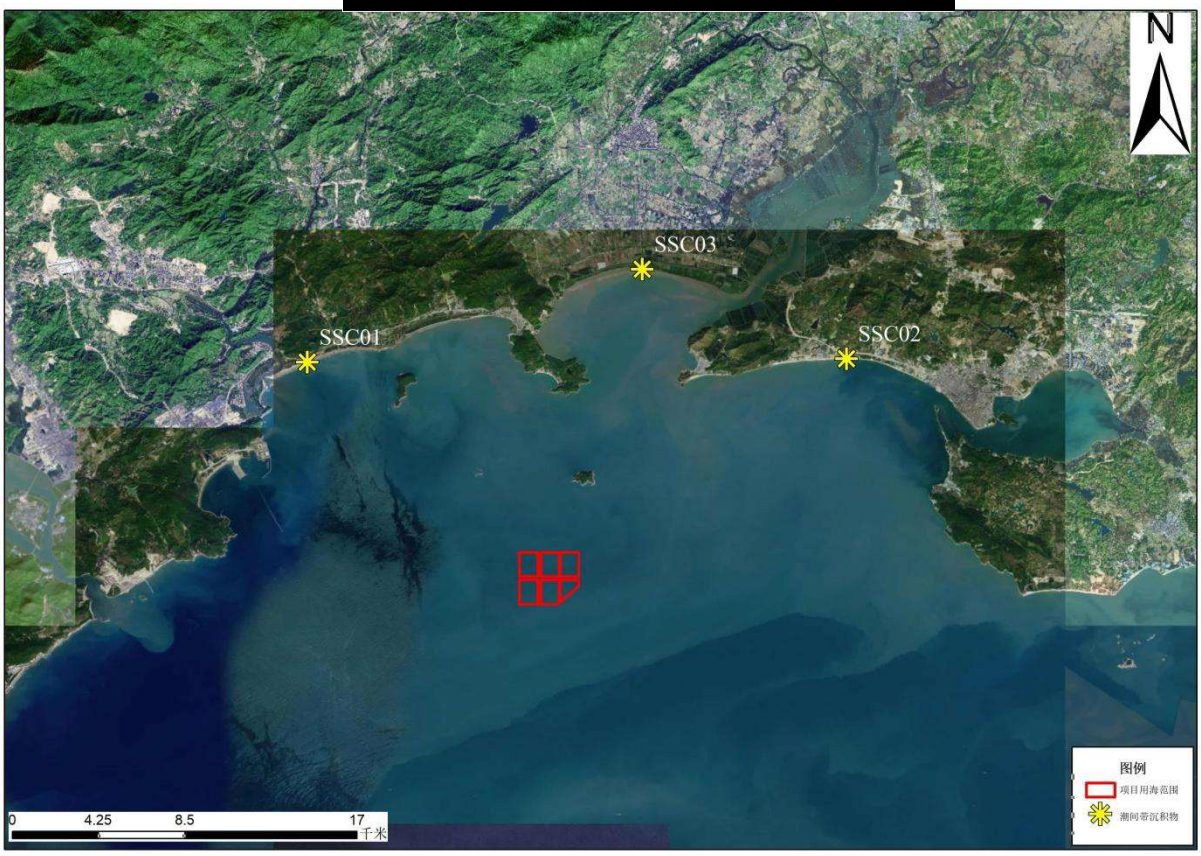


图4.4-68 2025年5月潮间带监测站位图

4.4.3.2 调查项目

pH、含水率、粒度、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、汞、铬、砷。

4.4.3.3 采样与分析方法

1、采样方法

根据《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《近岸海域环境监测技术规范第四部分：近岸海域沉积物监测》（HJ442.4-2020）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。

（1）到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与0.05m^{2}抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底3m～5m时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料刀或勺从采泥器耳盖中仔细取上部0cm～1cm的沉积物。如遇砂砾层，可在0cm～3cm层内混合取样；

（2）样品从海底至船甲板，应立即进行现场样品状态描述（颜色、气味、厚度）；

（3）取样和处理样品时，注意层次，结构和代表性，同一采样点采集3～6次，将样品混合均匀分装。现场记录底质类型，并分装与处理、保存；

（4）稠度和粘性描述：流动、半流动、软泥、致密和固结，强粘性、弱粘性和无粘性的描述；

（5）分装顺序：常规指标用聚乙烯袋分装大约600g；取大约100g湿样，盛入已洗净的250mL棕色玻璃瓶内，再加入约5ml醋酸锌，使样品隔离空气，供硫化物分析所用；再取200～300g湿样，盛入已洗净的250mL棕色玻璃瓶内，供有机碳等指标分析所用。

（6）分装要求：样品瓶（袋）要贴标签，并将样品瓶号及样品箱号记入现场描述记录表内，在柱状样品的取样位置上放入标签，其编号与瓶（袋）号一致。认真作好采样详细记录。

（7）采样完毕，打开采泥器，弃去残留沉积物，用海水冲洗。

2、分析办法

样品的分析按照《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》（GB17378.5-2007）和《海洋调查规范第8部分海洋地质地球物理调查》（GB/T12763.8-2007）进行，各项目的分析方法如表4.4-40。

表 4.4-40　沉积物项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	含水率	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/19	重量法	/
2	有机碳	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/18.1	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.02%
3	石油类	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/13.1	荧光分光光度法	1.0mg/kg
4	硫化物	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/17.1	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
5	铜	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/6.2	火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
6	铅	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/7.2	火焰原子吸收分光光度法	3.0mg/kg
7	镉	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
8	锌	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg
9	汞	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
10	铬	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
11	砷	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/11.1	原子荧光法	0.06mg/kg
12	pH	《海洋调查规范第8部分：海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007/6.7.2	pH 计法	/
13	粒度	《海洋调查规范第8部分海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007/6.3	激光粒度分布仪法	/

4.4.3.4　评价方法与评价标准

1、评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用以下公式计算：

$$Pi=Ci/Csi。$$

式中：Pi 为第 i 种评价因子的质量指数；

Ci 为第 i 种评价因子的实测值；

Csi 为第 i 种评价因子的标准值。

沉积物评价因子的标准指数＞1，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

2、评价标准

采用现状评价依据标准《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）进行评价。

对于近岸海域环境功能区划覆盖的区域，沉积物质量标准执行较海水水质标准高一级的沉积物质量评价标准，最高为一类沉积物质量标准。

表 4.4-41　各站位执行的沉积物质量标准要求一览表

调查站位	海水水质标准	海洋沉积物质量标准
SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16	执行海水水质第一类标准	执行海洋沉积物第一类标准
SSC01、SSC02、SSC03	执行海水水质第二类标准	执行海洋沉积物第一类标准

注：其他调查站位不位于近岸海域功能区划中，无沉积物质量目标管理要求，按沉积物质量类别符合性分析。

4.4.3.5　调查结果与评价

1、调查结果

2024 年 4 月 11 个站位的海洋沉积物监测结果见表 4.4-41，2025 年 5 月 3 个断面的潮间带沉积物监测结果见表 4.4-42。

表 4.4-42　海洋沉积物质量监测结果

站位	pH	风干样含水率	湿样含水率	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
	/	$\times10^{-2}$			$\times10^{-6}$								
SS03	[redacted]												
SS05													
SS06													
SS07													
SS08													
SS11													
SS12													
SS14													
SS16													
SS17													
SS22													
最小值													
最大值													
平均值													

注：①包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于1/2，取1/2检出限值参与计算，若未检出率大于1/2，取1/4检出限值参与计算。

表 4.4-43　潮间带沉积物质量监测结果

站位		含水率	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
		%	%	×10^{-6}								
SSC01	高潮带	[redacted]										
	中潮带											
	低潮带											
SSC02	高潮带											
	中潮带											
	低潮带											
SSC03	高潮带											
	中潮带											
	低潮带											

注：检测结果低于方法检出限时，以“检出限+L”表示。

2、评价结果

（1）2024 年 4 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 4.4-44。

调查海域执行海洋沉积物质量第一类标准的站位：SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16；SS14、SS17、SS22 站位不位于近岸海域功能区划中，无沉积物质量目标管理要求，按沉积物质量类别符合性分析。由监测结果及标准指数表结果可知：近岸海域功能区划范围内所有调查站位的沉积物监测因子均符合所在功能区相应海洋沉积物质量标准，近岸海域功能区划范围外的站位均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

表 4.4-44（a）　海洋沉积物监测站位（执行第一类海洋沉积物质量）各要素标准指数

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
SS03	[redacted]									
SS05										
SS06										
SS07										
SS08										

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
SS11										
SS12										
SS16										
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.4-44（b） 海洋沉积物监测站位（沉积物类别符合性分析）各要素标准指数

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
SS14										
SS17										
SS22										

（2）2025 年 5 月

调查海域所有潮间带沉积物站位均执行海洋沉积物质量第一类标准。由监测结果及标准指数表结果可知：所有沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

表 4.4-45 潮间带沉积物监测站位（执行第一类海洋沉积物质量）各要素标准指数

站位		有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
SSC01	高潮带										
	中潮带										
	低潮带										
SSC02	高潮带										
	中潮带										
	低潮带										
SSC03	高潮带										
	中潮带										
	低潮带										
超标率%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.4.3.6 海洋沉积物粒度监测结果

按《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T12763.8-2007）粒级

间隔为1φ，粒级组成为1~>11φ。沉积物样品的分析统计结果及粒级组成见表4.4-46。

该项目海域海洋沉积物砂含量在3.95%～45.92%，平均值为14.57%，粉砂含量在43.59%～75.04%，平均值为67.28%，粘土含量在10.49%～22.67%，平均值为18.16%。

调查站位沉积物样品类型为粉砂T的有：SS12站位；调查站位沉积物样品类型为粉砂质砂TS的有SS14站位；调查站位沉积物样品类型为粉砂质砂TS的有：SS09、SS22站位；调查站位沉积物样品类型为粘土质粉砂YT的有：SS03、SS05、SS07、SS08、SS11、SS16、SS17站位。

表4.4-46　海洋沉积物粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量

站位	砂含量(%)	粉砂含量(%)	粘土含量(%)	平均粒径Mz(Φ)	分选系数σi(Φ)	偏态Ski	峰态Kg	中值粒径Md(μm)	沉积物名称及代号
SS03									
SS05									
SS06									
SS07									
SS08									
SS11									
SS12									
SS14									
SS16									
SS17									
SS22									

4.4.4 海洋生物质量现状调查与评价

本项目引用2024年春秋两季广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋生物质量现状调查数据进行评价。

4.4.4.1 调查站位

海洋生态环境现状调查点位详见表4.4-30和表4.4-31，监测站位见图4.4-66和图4.4-67。

4.4.4.2 调查项目

铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃。

4.4.4.3 采样与分析方法

1、采样方法

根据《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中的要求，在项目海域指定站点使用拖网等方式采集生物体后，选取具有代表性的样品进行分析检测。

虾与中小型鱼类：按要求选取足够数量的完好生物样，放入干净的聚乙烯袋中，应防止袋子被刺破。挤出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

2、分析方法

生物体样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如下表。

表 4.4-47 海洋生物质量调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	石油烃	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg
2	铜	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
3	铅	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
4	镉	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.005mg/kg
5	总汞	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
6	砷	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/11.1	原子荧光法	0.2mg/kg
7	锌	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
8	铬	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg

4.4.4.4 评价方法与评价标准

1、评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式 Pi=Ci/Csi。

式中：Pi 为第 i 种评价因子的质量指数；

Ci 为第 i 种评价因子的实测值；

Csi 为第 i 种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数＞1，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

2、评价标准

鱼类、甲壳类、软体类采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录C其他海洋生物质量参考值中的标准进行评价。

4.4.4.5 调查结果与评价

1、2024年4月

（1）调查结果

海洋生物体样品来源于游泳动物底拖网统一采集，14 个调查站位的海洋生物体监测结果见表4.4-48。

表4.4-48 海洋生物质量监测结果（湿重） 单位：mg/kg

站位	品种	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
SS03	刀额新对虾	甲壳类								
SS05	口虾蛄	甲壳类								
SS06	颈斑项鳊	鱼类								
SS07	带鹑螺	软体类								
SS08	拉氏狼牙虾虎鱼	鱼类								
SS09	截尾白姑鱼	鱼类								
SS11	杜氏枪乌贼	软体类								
SS12	佩氏骨鳎	鱼类								
SS14	锈斑蟳	甲壳类								
SS16	伍氏平虾蛄	甲壳类								
SS17	隆线强蟹	甲壳类								
SS18	竹荚鱼	鱼类								
SS21	印度猛虾蛄	甲壳类								
SS22	拟目乌贼	软体类								
最小值										
最大值										
平均值										

注：①包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于1/2，取1/2检出限值参与计算，若未检出率大于1/2，取1/4检出限值参与计算。

（2）评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点生物体评价因子的标准指数见表 4.4-49。

评价结果显示，SS03、SS05、SS14、SS16、SS17 和 SS21 站位内采集到的甲壳类、SS07 和 SS21 站位采集到的软体类生物体内的砷含量超标，超标率为 57.1%，其余调查站位内采集到的鱼类、甲壳类和软体类的生物体内污染物质均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 其他海洋生物质量参考值中的标准限值。

超标原因分析：根据生态毒理学报告 2019 年第 14 卷第 1 期《海洋生物体内砷含量及其形态研究进展》（张伟等），由于海洋环境污染，且海洋生物对砷具有较强的富集能力，在摄食过程中会不断积累砷，随着食物链的传递，砷在生物体内的浓度逐渐升高。

表 4.4-49　海洋生物监测站位各要素标准指数

站位	品种	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
SS03	刀额新对虾	甲壳类								
SS05	口虾蛄	甲壳类								
SS06	颈斑项鳊	鱼类								
SS07	带鹑螺	软体类								
SS08	拉氏狼牙虾虎鱼	鱼类								
SS09	截尾白姑鱼	鱼类								
SS11	杜氏枪乌贼	软体类								
SS12	佩氏骨鳎	鱼类								
SS14	锈斑蟳	甲壳类								
SS16	伍氏平虾蛄	甲壳类								
SS17	隆线强蟹	甲壳类								
SS18	竹荚鱼	鱼类								
SS21	印度猛虾蛄	甲壳类								
SS22	拟目乌贼	软体类								
超标率%										

注：“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。

2、2024 年 10 月~11 月

（1）调查结果

海洋生物体样品来源于游泳动物底拖网统一采集，14 个调查站位的海洋生物体监测结果见表 4.4-50。

表 4.4-50　海洋生物质量监测结果（湿重，单位：mg/kg）

站位	种名	类群	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
SS03	长叉三宅虾蛄	甲壳类								
SS05	屈氏叫姑鱼	鱼类								
SS06	龙头鱼	鱼类								
SS07	口虾蛄	甲壳类								
SS08	红星梭子蟹	甲壳类								
SS09	金带小沙丁鱼	鱼类								
SS11	黑口鰯	鱼类								
SS12	葛氏似口虾蛄	甲壳类								
SS14	食蟹豆齿鳗	鱼类								
SS16	黄鲫	鱼类								
SS17	猛虾蛄	甲壳类								
SS18	逍遥馒头蟹	甲壳类								
SS21	中华管鞭虾	甲壳类								
SS22	杜氏枪乌贼	软体类								
最小值										
最大值										
平均值										

注：①包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于1/2，取1/2检出限值参与计算，若未检出率大于1/2，取1/4检出限值参与计算。

（2）评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点生物体评价因子的标准指数见表 4.4-51。

评价结果显示，SS03、SS07 和 SS8 站位内采集到的甲壳类生物体内的砷含量超标，超标率为 57.1%，其余调查站位内采集到的鱼类、甲壳类和软体类的生物体内污染物质均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 其他海洋生物质量参考值中的标准限值。

超标原因分析：根据生态毒理学报告 2019 年第 14 卷第 1 期《海洋生物体内砷含量及其形态研究进展》（张伟等），由于海洋环境污染，且海洋生物对砷具有较强的富集

能力，在摄食过程中会不断积累砷，随着食物链的传递，砷在生物体内的浓度逐渐升高。

表 4.4-51　海洋生物监测站位各要素标准指数

站位	种名	类群	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
SS03	长叉三宅虾蛄	甲壳类								
SS05	屈氏叫姑鱼	鱼类								
SS06	龙头鱼	鱼类								
SS07	口虾蛄	甲壳类								
SS08	红星梭子蟹	甲壳类								
SS09	金带小沙丁鱼	鱼类								
SS11	黑口鰯	鱼类								
SS12	葛氏似口虾蛄	甲壳类								
SS14	食蟹豆齿鳗	鱼类								
SS16	黄鲫	鱼类								
SS17	猛虾蛄	甲壳类								
SS18	逍遥馒头蟹	甲壳类								
SS21	中华管鞭虾	甲壳类								
SS22	杜氏枪乌贼	软体类								
超标率%										

注：“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。

4.4.5 海洋生态环境现状调查与评价

本项目引用 2024 年春秋两季广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋生态环境现状调查数据进行评价。

4.4.5.1 调查站位

海洋生态环境现状调查点位详见表 4.4-30 和表 4.4-31，监测站位见图 4.4-66 和图 4.4-67。

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 采集与处理方法

1、采样方法

（1）叶绿素*a* 和初级生产力

采样层次与水质采样层次相同，用采水器采集水样，采集 2L~5L 海水样品后，加入 3mL 碳酸镁悬浮液，混匀，并现场抽滤至 0.45μm 孔径的纤维素酯微孔滤膜，过滤负压不超过 50kPa，冷藏保存，上岸后立即运回室内检测，采用分光光度法测定叶绿素 a 的含量。初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

（2）浮游生物

①浮游植物：浮游植物定量分析样品用浅水 III 型浮游生物网（加重锤）自底至表层作垂直拖网进行采集。垂直拖网时，落网速度不超过 1m/s，起网为 0.5m/s。样品用鲁哥氏碘液固定，加入量为每升水加入 6.00mL～8.00mL。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

②浮游动物：浮游动物样品用浅水 I 型浮游生物网（加重锤）从底层至表层垂直拖曳采集。采得的样品在现场用 5%的中性甲醛溶液固定。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

（3）大型底栖生物

定量样品采用 0.05m^2 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，放入 500mL 样品瓶中，加入体积分数为 5%～7%的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

（4）鱼卵仔稚鱼

调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量采样：网具使用浅水I型浮游生物网（水深＜30m）， 由海底至海面垂直拖网，水深较浅时采用水平拖网的方式采集样品。定性采样：采用水平拖网法，网具采用大型浮游生物网，于表层水平拖曳 10min 取得，拖速保持在 1kn～2kn。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

（5）潮间带生物

①在调查海区内选择不同生境（如泥滩、沙滩和岩滩）的潮间带断面，断面位置有陆上标志，走向与等深线垂直，选择在滩面底质类型相对均匀、潮带较完整、无人为破坏或人为扰动较小且相对较稳定的地点或调查断面，在每个剖面的高滩、中滩和低滩采集样品；

②泥、沙等软相底质的生物取样，用滩涂定量采样框。其结构包括框架和挡板两部分，均用 1.5～2.0mm 厚的不锈钢板弯制而成。规格：25cm×25cm×30cm。配套工具是平头铁锹。岩石岸生物取样采用岩石定量采样框，一般用 25cm×25cm 的定量框。若生物栖息密度很高，且分布较均匀，可采用 10cm×10cm 的定量框。滩涂和岩滩定量取样用对应的定量框，通常高潮区布设 2 站、中潮带 3 站，低潮带 2 站（生物量较大时 1 个站），每站取 4～8 个样方（依据现场生物量大小而定）；为防止人为因素干扰，样方位置用标志绳索（每隔 5m 或 10m 有一标志）于站位两侧水平拉直，各样方位置严格取在标志绳索所标位置，无论该位置上生物多寡，均不能移位；在滩涂取样时，先将取样器挡板插入框架凹槽，用臂力或脚力将其插入滩涂内；继而观察记录框内表面可见的生物及数量；后用铁锹清除挡板外侧的泥沙再拔去挡板，以便铲取框内样品；铲取样品时，若发现底层仍有生物存在，将取样器再往下压，直至采不到生物为止；若需分层取样，视底质分层情况确定；岩滩确定样方位置应在宏观观察基础上选取能代表该水平高度上生物分布特点的位置。取样时，应先将框内的易碎生物（如：牡蛎、藤壶等）加以计数，并观察记录优势种的覆盖面积。然后再用小铁铲、凿子或刮刀将框内所有生物刮取干净；

③用筛网孔目为 1.0mm 和 0.5mm 的过筛器进行生物样品筛选；

④为全面反映各断面的种类组成和分布，在每站定量取样的同时，应尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全，以作分析时参考，定性样品务必与定量样品分装，切勿混淆；

⑤滩涂定量调查，未能及时处理的余渣，拣出肉眼可见的标本后把余渣另行装瓶（袋），便于回实验室在双筒解剖镜下仔细挑拣。

⑥取样时，测量各潮区优势种的垂直分布高度和滩面宽度，描述生物分布带的特征；样品存放于 500mL～1000mL 样品瓶中，加入体积分数为 5%～7%的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。

（6）游泳动物

游泳生物调查按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

①调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

②调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置2n mile~3n mile处放网，拖速控制在2kn～3kn左右，经0.5～1h后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

③样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在40kg以下时，全部取样分析；渔获物大于40kg时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

2、分析方法

样品的分析采用《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）和《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）进行，各项目的分析方法如表4.4-52。

表 4.4-52　海洋生态调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法
1	浮游植物	《海洋监测规范 第7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/5	浓缩计数法
2	浮游动物	《海洋监测规范 第7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/5	镜检法
3	大型底栖生物	《海洋监测规范 第7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/6	镜检法
4	潮间带生物	《海洋监测规范 第7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/7	镜检法
5	游泳动物	《海洋调查规范 第6 部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/14	目测法
6	鱼类浮游生物（鱼卵仔稚鱼）	《海洋调查规范 第6 部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/9	镜检法
7	叶绿素 *a*	《海洋监测规范 第7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/8.2	分光光度法

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：

$$P = C_a \, QL_t / 2$$

式中：*P*—初级生产力（mg•C/m^2•d）；

C_a—叶绿素a含量（mg/m^3）；

Q—同化系数（mg•C/(mgChl-a•h)），根据南海水产研究所以往调查结果取值，见表4.4-43；

L—真光层的深度（m）；

t—白昼时间（h），根据南海水产研究所以往调查结果取值，见表4.4-53。

表4.4-53 南海北部海域初级生产力估算系数

月份	季度	光照时间（h）*t*	转化系数（同化系数）*Q*
3-5	春	11	3.32
6-8	夏	13	3.12
9-11	秋	10.5	3.42
12-2	冬	9.5	3.52

（2）优势度(*Y*)：

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

（3）Shannon-Weaver 多样性指数(*H'*)：

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \log_2 P_i$$

（4）Pielou 均匀度指数(*J*)：

$$J = H' / \log_2 S$$

（5）Margalef 丰富度指数(*D*)：

$$D = （S-1）/ \log_2 N$$

上述（2）~（5）式中：

ni—第*i*种的个体数量（ind）；

N—某站总生物数量（ind）；

fi—某种生物的出现频率（%）；

Pi—第*i*种的个体数与总个体数的比值；

S—出现生物总种数。

（6）鱼卵仔稚鱼密度：

垂直拖网密度计算：

$$N = \frac{n}{S \times L}$$

式中：*N*—鱼卵仔稚鱼密度（ind/m^3）；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为（ind）；

S—网口面积（m^2），$S_{浅水I型网}$=0.2m^2；

L—采样绳长（m），垂直拖网 L=水深-2m。

（7）渔业资源：

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

$$S=(y)/a(1-E)$$

式中：*S*—重量密度（kg/km^2）或个体密度（ind/km^2）；

a—底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮纲长度的 2/3）；

y—平均重量渔获率（kg/h）或平均个体渔获率（ind/h）；

E—逃逸率（取 0.5）。

（8）游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 *IRI*，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI=（N+W）F$$

式中：*N*—某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

4.4.5.5 调查结果

1、叶绿素 a 和初级生产力

（1）2024 年春季

本次调查结果显示，各站表层叶绿素 a 变化范围在（0.45~4.75）mg/m^3，平均为 1.46mg/m^3；底层叶绿素 a 含量变化范围在（0.40~2.40）mg/m^3，平均为 0.90mg/m^3。以

各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度，各站叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.43~4.75）mg/m^3，平均为 1.31mg/m^3，SS05 站位叶绿素 a 平均值最高，SS12 和 SS18 站位叶绿素 a 平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围在（98.933~518.876）mg·C/(m^2·d)之间，平均值为 257.055mg·C/（m^2·d），其中 SS11 站位初级生产力值最高，SS12 站位初级生产力值最低。

表 4.4-54　2024 年春季叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	透明度（m）	叶绿素 a（mg/m^3）		站位叶绿素 a 均值（mg/m^3）	初级生产力 mg·C/(m^2·d)
		表	底		
SS03	[redacted]				
SS05					
SS06					
SS07					
SS08					
SS09					
SS11					
SS12					
SS14					
SS16					
SS17					
SS18					
SS21					
SS22					
均值					

注：“/”表示该层未采样。

（2）2024 年秋季

本次调查结果显示，各站表层叶绿素 a 变化范围在（1.25~8.90）mg/m^3，平均为 3.75mg/m^3；底层叶绿素 a 含量变化范围在（1.17~7.69）mg/m^3，平均为 3.17mg/m^3。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度，各站叶绿素 a 浓度的变化范围为

（1.21~8.24）mg/m^3，平均为3.39mg/m^3，SS09站位叶绿素a平均值最高，SS08站位叶绿素a平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围在（112.039~2041.699）mg·C/(m^2·d)之间，平均值为808.783mg·C/（m^2·d），其中SS09站位初级生产力值最高，SS0站位初级生产力值最低。

表4.4-55　2024年秋季叶绿素a和初级生产力测定结果

站位	透明度（m）	叶绿素a（mg/m^3）		站位叶绿素a均值（mg/m^3）	初级生产力 mg·C/(m^2·d)
		表	底		
SS03	[redacted]				
SS05					
SS06					
SS07					
SS08					
SS09					
SS11					
SS12					
SS14					
SS16					
SS17					
SS18					
SS21					
SS22					
均值					

注：“/”表示该层未采样。

1、浮游植物

（1）2024年春季

①种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物4门5纲13目27科124种。硅藻门种类最多，共有14科81种，占总种类数的65.32%；甲藻门种类次之，出现11科40种，占总种类数的

32.26%；蓝藻门出现 1 科 2 种，占总种类数的 1.61%；金藻门出现 1 科 1 种，占总种类数的 0.81%。

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 2 种，分别为旋链角毛藻（*Chaetoceroscurvisetus*）和劳氏角毛藻（*Chaetoceroslorenzianus*），其中旋链角毛藻为第一优势种，优势度为 0.688，平均密度为 57110.452×10^3cells/m^3，占各站位平均密度的 81.19%。

②类群密度及占比

调查区域内各站位浮游植物密度变化范围在（77.139~551837.488）×10^3cells/m^3 之间，平均值为 70337.952×10^3cells/m^3，最高密度出现在 SS05 站位，最低密度出现在 SS18 站位。

从门类来看，14 个调查站位中均采集到硅藻门，硅藻门密度范围在（18.957~551175.842）×10^3cells/m^3 之间，平均值为 70193.714×10^3cells/m^3；硅藻门各站位密度的占比在 24.58%~99.90%之间，各站位占比平均值为 91.79%。甲藻门密度范围在（1.141~607.999）×10^3cells/m^3 之间，平均值为 124.227×10^3cells/m^3；各站位密度百分比在 0.10%~4.39%之间，占比平均值为 1.98%；其他类群（包括金藻门和蓝藻门）密度范围在（0~57.041）×10^3cells/m^3 之间，平均值为 20.011×10^3cells/m^3；各站位密度百分比在 0~73.95%之间，占比平均值为 6.23%。

表 4.4-56　2024 年春季浮游植物各类群密度

站位	总密度	硅藻门		甲藻门		其他类群	
		密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比
SS03	[redacted]						
SS05							
SS06							
SS07							
SS08							
SS09							
SS11							
SS12							
SS14							
SS16							

SS17	1312.389	1213.275	92.45	44.425	3.39	54.689	4.17
SS18							
SS21							
SS22							
平均值							

注：密度单位为×10^3cells/m^3，百分比单位为%。

3）浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为38~65种。多样性指数范围在0.844~4.024之间，平均值为 2.653，多样性指数以 SS22 站位最高，SS16 站位最低；均匀度指数范围在0.153~0.673 之间，平均值为0.452，均匀度指数以SS22站位最高，SS16站位最低；丰富度指数范围在 1.601~3.074 之间，平均值为2.523，丰富度指数以SS17站位最高，SS16站位最低。

（2）2024年秋季

①种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物3门4纲12目23科105种。硅藻门种类最多，共12科76种，占总种类数的72.38%；甲藻门种类次之，出现10科27种，占总种类数的25.71%；蓝藻门出现1科2种，占总种类数的1.90%。

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现3种，分别为中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）、菱形海线藻（*Thalassionema nitzschioides*）和尖刺伪菱形藻（*Pseudo-nitzschia pungens*），其中中肋骨条藻为第一优势种，优势度为0.634，平均密度为12529.258×10^3cells/m^3，占各站位平均密度的63.89%。

②类群密度及占比

调查区域内各站位浮游植物密度变化范围在（807.962~68807.626）×10^3cells/m^3 之间，平均值为19610.813×10^3cells/m^3，最高密度出现在SS22站位，最低密度出现在SS11站位。

从门类来看，14 个调查站位中均采集到硅藻门，硅藻门密度范围在（774.676~65973.536）×10^3cells/m^3 之间，平均值为19193.872×10^3cells/m^3；硅藻门各站位密度的占比在 82.44%~99.74%之间，各站位占比平均值为 96.03%。甲藻门密度范围在（16.318~2677.373）×10^3cells/m^3 之间，平均值为332.866×10^3cells/m^3；各站位密度百

分比在0.14%~13.62%之间，占比平均值为2.95%；蓝藻门密度范围在（5.032~324.889）×10^3cells/m^3之间，平均值为84.075×10^3cells/m^3；各站位密度百分比在0.02%~3.94%之间，占比平均值为1.02%。

表4.4-57　2024年秋季浮游植物各类群密度

站位	总密度	硅藻门		甲藻门		蓝藻门	
		密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比
SS03	[redacted]						
SS05							
SS06							
SS07							
SS08							
SS09							
SS11							
SS12							
SS14							
SS16							
SS17							
SS18							
SS21							
SS22							
平均值							

注：密度单位为×10^3cells/m^3，百分比单位为%。

3）浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为34~57种。多样性指数范围在0.953~4.205之间，平均值为2.540，多样性指数以SS08站位最高，SS16站位最低；均匀度指数范围在0.170~0.757之间，平均值为0.457，均匀度指数以SS08站位最高，SS16站位最低；丰富度指数范围在1.688~2.250之间，平均值为2.027，丰富度指数以SS06站位最高，SS11站位最低。

3、浮游动物

（1）2024年春季

①种类组成和优势种

本次调查共记录浮游动物5门9纲14目28科67种（包括浮游幼体14种）。分属1个不同类群，即水母类、被囊类、有尾类、腹足类、毛颚类、介形类、桡足类、樱虾类、枝角类和浮游幼体。其中，以桡足类最多，为31种，占总种类数的46.27%；浮游幼体次之，出现14种，占总种类数的20.90%；其他类群出现种类较少。

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游动物优势种共3种。分别为鸟喙尖头溞（*Penilia avirostris*）、异体住囊虫（*Oikopleura dioica*）和长尾类幼虫（*Macrura larva*），其中鸟喙尖头溞为第一优势种，优势度为0.729，平均密度为1214.879ind/m^3，占各站位平均密度的73.71%，出现频率100%。

②密度与生物量

14个调查站位浮游动物生物量变化范围在（45.21~170.05）mg/m^3之间，平均值为81.71mg/m^3，其中SS22站位生物量最高，SS1站位生物量最低；浮游动物密度变化范围在（426.946~2958.665）ind/m^3之间，平均值为1648.116ind/m^3，其中SS22站位密度最高，SS09站位密度最低。从类群密度分布来看，本次调查枝角类平均密度最高，为1223.095ind/m^3，占比为74.21%；其次是浮游幼体，平均密度为158.177ind/m^3，占比为9.60%。

表4.4-58　2024年春季浮游动物生物量统计

站位	全网数量	密度	生物量
SS03			
SS05			
SS06			
SS07			
SS08			
SS09			
SS11			
SS12			
SS14			
SS16			
SS17			

站位	全网数量	密度	生物量
SS18			
SS21			
SS22			
平均值			

注：全网数量单位为ind，密度单位为ind/m^3，生物量单位为mg/m^3。

③浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为11~36种。浮游动物多样性指数变化范围在0.823~3.497之间，平均值为1.855，其中SS14站位最高，SS03站位最低；均匀度指数变化范围在0.190~0.676之间，平均值为0.410，其中SS14站位最高SS03站位最低；丰富度指数范围在0.814~2.879之间，平均值为1.786，丰富度指数以SS14站位最高，SS07站位最低。

（2）2024年秋季

①种类组成和优势种

本次调查共记录浮游动物5门8纲11目25科66种（包括浮游幼体15种）。分属9个不同类群，即水母类、被囊类、有尾类、腹足类、毛颚类、桡足类、端足类、枝角类和浮游幼体。其中，以桡足类最多，为41种，占总种类数的62.12%；浮游幼体次之，出现15种，占总种类数的22.73%；其他类群出现种类较少。

以优势度Y≥0.02为判断标准，本次调查浮游动物优势种共7种。分别为桡足幼体（*Copepoda larvae*）、异体住囊虫（*Oikopleura dioica*）、尖额谐猛水蚤（*Euterpina acutifrons*）、无节幼体（*Anemia nauplius*）等，其中桡足幼体为第一优势种，优势度为0.468，平均密度为11654.378ind/m^3，占各站位平均密度的50.89%，出现频率100%。

②密度与生物量

14个调查站位浮游动物生物量变化范围在（248.10~566.33）mg/m^3之间，平均值为358.92mg/m^3，其中SS05站位生物量最高，SS18站位生物量最低；浮游动物密度变化范围在（12840.385~49081.633）ind/m^3之间，平均值为22899.500ind/m^3，其中SS05站位密度最高，SS09 站位密度最低。从类群密度分布来看，本次调查浮游幼体平均密度最高，为14659.703ind/m^3，占比为64.02%；其次是桡足类，平均密度为6585.920ind/m^3，占比为28.76%。

表 4.4-59　2024 年秋季浮游动物生物量统计

站位	全网数量	密度	生物量
SS03			
SS05			
SS06			
SS07			
SS08			
SS09			
SS11			
SS12			
SS14			
SS16			
SS17			
SS18			
SS21			
SS22			
平均值			

注：全网数量单位为 ind，密度单位为 ind/m^3，生物量单位为 mg/m^3。

③浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为 21~35 种。浮游动物多样性指数变化范围在 1.792~3.769 之间，平均值为 2.897，其中 SS14 站位最高，SS05 站位最低；均匀度指数变化范围在 0.408~0.735 之间，平均值为 0.599，其中 SS14 站位最高，SS05 站位最低；丰富度指数范围在 1.405~2.321 之间，平均值为 1.897，丰富度指数以 SS14 站位最高，SS05 站位最低。

1、大型底栖生物

（1）2024 年春季

①种类组成和优势种

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 8 门 11 纲 24 目 49 科 64 种，分属 8 个不同类群，即环节动物、棘皮动物、脊索动物、节肢动物、软体动物、纽形动物、刺胞动物和星虫动物。其中环节动物种类数最多，为 28 种，占种类总数的 43.75%。

以优势度指数 Y≥0.02 为判断标准，本次调查的优势种共 4 种，分别为光滑倍棘蛇尾（*Amphioplus laevis*）、阳遂足科（*Amphiu ridae*）、肥胖樱蛤（*Pinguitellin pinguis*）和倍棘蛇尾属（*Amphioplus sp.*），其中光滑倍棘蛇尾为第一优势种，优势度为 0.173。

②生物量和栖息密度

a.生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 14 个站位大型底栖生物的生物量范围在（1.065~87.835）g/m^2 之间，平均生物量为 12.593g/m^2，其中 SS05 站位的生物量最高，SS07 站位生物量最低；栖息密度范围在（25.00~290.000）ind/m^2 之间，平均栖息密度为 99.286ind/m^2，其中 SS05 站位的栖息密度最高，SS17 站位栖息密度最低。

b.类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看，本次大型底栖生物调查中软体动物平均生物量最高，平均生物量为 6.215g/m^2，占比为 49.35%；其次为环节动物，平均生物量为 3.543g/m^2，占比为 28.13%，最低为纽形动物，平均生物量为 0.010g/m^2，占比为 0.08%。

棘皮动物平均栖息密度最高，为 42.857ind/m^2，占比为 43.17%；其次为环节动物，平均栖息密度为 24.643ind/m^2，占比为 24.82%，最低为脊索动物，平均栖息密度为 0.357ind/m^2，占比为 0.36%。

表 4.4-60　2024 年春季大型底栖生物生物量分布

站位	环节	软体	节肢	棘皮	星虫	纽形	脊索	刺胞	合计
SS03	[redacted]								
SS05									
SS06									
SS07									
SS08									
SS09									
SS11									
SS12									
SS14									
SS16									
SS17									
SS18									
SS21									

SS22	[redacted]
合计	
平均值	
平均值占比	

注：生物量单位为g/m^2。

表 4.4-61　2024 年春季大型底栖生物栖息密度分布

站位	环节	软体	节肢	棘皮	星虫	纽形	脊索	刺胞	合计
SS03	[redacted]								
SS05									
SS06									
SS07									
SS08									
SS09									
SS11									
SS12									
SS14									
SS16									
SS17									
SS18									
SS21									
SS22									
合计									
平均值									
平均值占比									

注：栖息密度单位为 ind/m^2。

③大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 3~17 种，多样性指数变化范围在1.557～3.482 之间，平均值为 2.716，其中 SS16 站位最高，SS07 站位最低；均匀度指数变化范围在 0.815～1.000 之间，平均值为 0.907，其中 SS22 站位最高，SS21 站位最低；

丰富度指数范围在0.712~3.006之间，平均值为1.980，丰富度指数以SS11站位最高，SS07站位最低。

（2）2024年秋季

①种类组成和优势种

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物7门10纲23目44科64种，分属7个不同类群，即环节动物、棘皮动物、脊索动物、节肢动物、软体动物、纽形动物和星虫动物。其中环节动物种类数最多，为36种，占种类总数的56.25%。

以优势度指数 $Y \geqslant 0.02$ 为判断标准，本次调查的优势种共2种，分别为光滑倍棘蛇尾（*Amphioplus laevis*）和毛头梨体星虫（*Apionsoma trichocephala*），其中光滑倍棘蛇尾为第一优势种，优势度为0.107。

②生物量和栖息密度

a.生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 14 个站位大型底栖生物的生物量范围在（1.435~30.495）g/m^{2}之间，平均生物量为8.007g/m^2，其中SS08站位的生物量最高，SS22站位生物量最低；栖息密度范围在（20.00~175.000）ind/m^{2}之间，平均栖息密度为87.500ind/m^2，其中SS06站位的栖息密度最高，SS16站位栖息密度最低。

b.类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看，本次大型底栖生物调查中环节动物平均生物量最高，平均生物量为 3.291g/m^2，占比为 41.10%；其次为软体动物，平均生物量为 2.281g/m^2，占比为28.49%，最低为纽形动物，平均生物量为0.034g/m^2，占比为0.43%。

环节动物平均栖息密度最高，为38.929ind/m^2，占比为44.49%；其次为棘皮动物，平均栖息密度为 21.786ind/m^2，占比为 24.90%，最低为脊索动物，平均栖息密度为0.357ind/m^2，占比为0.41%。

表 4.4-62　2024年秋季大型底栖生物生物量分布

站位	环节动物	软体动物	节肢动物	棘皮动物	星虫动物	纽形动物	脊索动物	合计
SS03	[redacted]							
SS05								
SS06								
SS07								
SS08								

站位	环节动物	软体动物	节肢动物	棘皮动物	星虫动物	纽形动物	脊索动物	合计
SS09								
SS11								
SS12								
SS14								
SS16								
SS17								
SS18								
SS21								
SS22								
平均值								
平均值占比								

注：生物量单位为 g/m^2。

表 4.4-63　2024 年秋季大型底栖生物栖息密度分布

站位	环节动物	软体动物	节肢动物	棘皮动物	星虫动物	纽形动物	脊索动物	合计
SS03								
SS05								
SS06								
SS07								
SS08								
SS09								
SS11								
SS12								
SS14								
SS16								
SS17								
SS18								
SS21								
SS22								
平均值								

站位	环节动物	软体动物	节肢动物	棘皮动物	星虫动物	纽形动物	脊索动物	合计
平均值占比	[redacted]							

注：栖息密度单位为 ind/m^2。

③大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 4~18 种，多样性指数变化范围在1.662～3.687 之间，平均值为 2.593，其中 SS18 站位最高，SS05 站位最低；均匀度指数变化范围在 0.643～1.000 之间，平均值为 0.863，其中 SS16 站位最高，SS05 站位最低；丰富度指数范围在 0.991~3.431 之间，平均值为 1.985，丰富度指数以 SS18 站位最高，SS05 站位最低。

1、潮间带生物

（1）2024 年春季

①潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：SSC01、SSC02 断面为沙滩断面，SSC03 断面为泥滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 4 门 5 纲 10 目 1 科 21 种，其中包括节肢动物 8 种、软体动物 8 种、环节动物 4 种和脊索动物 1 种，分别占种类总数的 38.10%、38.10%、19.05%及 4.76%。

②潮间带各断面优势种

以优势度指数 Y≥0.02 为判断标准，本次调查区域潮间带生物优势种共有 3 种，分别为狄氏斧蛤（Donax dysoni）、中国蛤蜊（Mactra chinensis）和韦氏毛带蟹（Dotilla wichmanni）。其中狄氏斧蛤为第一优势种，优势度为 0.235。

③潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为 144.626g/m^2，平均栖息密度为 84.074ind/m^2。SSC02 断面的生物量最大，为 250.019g/m^2；SSC01 断面的栖息密度最大，为 141.778ind/m^2。

从类群分布来看，3 个断面中软体动物的平均生物量和平均栖息密度最高，其次是节肢动物。

表 4.4-64　2024 年春季潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	环节	节肢	脊索	软体	合计
SSC01	栖息密度	[redacted]				
	生物量					
SSC02	栖息密度					

断面	项目	环节	节肢	脊索	软体	合计
	生物量					
SSC03	栖息密度					
	生物量					
平均值	栖息密度					
	生物量					

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

④潮间带各站位生物量及栖息密度分布

3 个调查断面中，SSC02 断面的低潮带生物量最高，为 347.956g/m^2；其次是 SSC01 断面的低潮带，生物量为 308.820g/m^2；SSC03 断面的中潮带生物量为最低，为 4.955g/m^2。SSC01 断面低潮带的栖息密度最高，为 276.000ind/m^2；其次是 SSC02 断面的低潮带，栖息密度为 136.000ind/m^2；SSC03 断面的中潮带的栖息密度最低，为 6.667ind/m^2。

表 4.4-65　2024 年春季潮间带各站位生物量和栖息密度分布

采样点	项目	环节动物	节肢动物	脊索动物	软体动物	总计
SSC01高潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC01中潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC01低潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC02高潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC02中潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC02低潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC03高潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC03中潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC03低潮带	栖息密度					

	生物量	[redacted]

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

⑤潮间带断面水平分布和垂直分布

本次潮间带生物调查从水平分布上看，生物量由高到低排序为 SSC02＞SSC01>SSC03，栖息密度由高到低排序为 SSC01＞SSC02＞SSC03。

本次潮间带生物调查从垂直分布上看，生物量由高到低排序为低潮带＞中潮带>高潮带，栖息密度由高到低排序为低潮带＞中潮带＞高潮带。

⑥潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 1.593～2.018 之间，平均值为 1.849；均匀度指数的变化范围在 0.582～0.686 之间，平均值为 0.635；丰富度指数范围在 0.832~1.208 之间，平均值为 1.078。

（2）2024 年秋季

①潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：SSC01、SSC02 断面为沙滩断面，SSC03 断面为泥滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 4 门 4 纲 6 目 10 科 16 种，其中包括节肢动物 7 种、软体动物 6 种、脊索动物 2 种和环节动物 1 种，分别占种类总数的 43.75%、37.50%、12.50%及 6.25%。

②潮间带各断面优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查区域潮间带生物优势种共有 7 种，分别为韦氏毛带蟹（*Dotilla wichmanni*）、文蛤（*Meretrix meretrix*）、北方招潮（*Uca borealis*）等。其中韦氏毛带蟹为第一优势种，优势度为 0.116。

③潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为 16.823g/m^2，平均栖息密度为 21.037ind/m^2。SSC01 断面的生物量最大，为 35.897g/m^2；SSC01 断面的栖息密度最大，为 39.555ind/m^2。

从类群分布来看，3 个断面中软体动物的平均生物量和平均栖息密度最高，其次是节肢动物。

表 4.4-66　2024 年秋季潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	节肢动物	软体动物	脊索动物	环节动物	合计
SSC01	栖息密度	[redacted]				
	生物量					

SSC02	栖息密度	[redacted]
	生物量	
SSC03	栖息密度	
	生物量	
平均值	栖息密度	
	生物量	

注：生物量单位为g/m^2，栖息密度单位为ind/m^2。

④潮间带各站位生物量及栖息密度分布

3个调查断面中，SSC01断面的低潮带生物量最高，为68.960g/m^2；其次SSC01断面的中潮带，生物量为38.666g/m^2；SSC02断面的高潮带生物量为最低，为1.678g/m^2。SSC01断面低潮带的栖息密度最高，为64.000ind/m^2；其次是SSC01断面的中潮带，栖息密度为38.666ind/m^2；SSC02断面的高潮带的栖息密度最低，为8.000ind/m^2。

表4.4-67　2024年秋季潮间带各站位生物量和栖息密度分布

采样点	项目	节肢动物	软体动物	脊索动物	环节动物	总计
SSC01高潮带	栖息密度	[redacted]				
	生物量					
SSC01中潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC01低潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC02高潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC02中潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC02低潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC03高潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC03中潮带	栖息密度					
	生物量					
SSC03低潮带	栖息密度					

	生物量	[redacted]

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

⑤潮间带断面水平分布和垂直分布

本次潮间带生物调查从水平分布上看，生物量由高到低排序为 SSC01＞SSC03>SSC02，栖息密度由高到低排序为 SSC01＞SSC03＞SSC02。

表 4.4-68　2024 年秋季潮间带生物水平分布

项目	SSC01	SSC02	SSC03
栖息密度	[redacted]		
生物量			

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

本次潮间带生物调查从垂直分布上看，生物量由高到低排序为低潮带＞中潮带>高潮带，栖息密度由高到低排序为低潮带＞中潮带＞高潮带。

表 4.4-69　2024 年秋季潮间带生物垂直分布

项目	高潮带	中潮带	低潮带
栖息密度	[redacted]		
生物量			

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

⑥潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 1.574～2.181 之间，平均值为 1.811；均匀度指数的变化范围在 0.678～0.844 之间，平均值为 0.787；丰富度指数范围在 0.698~1.223 之间，平均值为 0.891。

1、鱼卵仔稚鱼

（1）2024 年春季

①种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，共出现了鱼卵 14 种，其中包括鲈形目 9 种，鲱形目和鲽形目各 2 种，鳗鲡目 1 种；仔稚鱼 11 种，其中包括鲈形目 6 种，鳀形目 2 种，鲽形目、鲱形目和颌针鱼目各 1 种。

②数量分布

调查 14 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 60ind，仔稚鱼 14ind；鱼卵平均密度为 1.541ind/m^3，仔稚鱼平均密度为 0.329ind/m^3。SS16 站位鱼卵密度最高，密度为 2.106ind/m^3，其次是 SS21 站位，密度为 2.098ind/m^3，共 14 个站位采获到鱼卵；SS12 站位仔稚鱼密度最高，密度为 0.752ind/m^3，其次是 SS21 站位，密度为 0.700ind/m^3，共 10 个站位采获到仔稚鱼。

表 4.4-70　2024 年春季鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵	仔稚鱼
SS03		
SS05		
SS06		
SS07		
SS08		
SS09		
SS11		
SS12		
SS14		
SS16		
SS17		
SS18		
SS21		
SS22		
均值		
范围		

注：鱼卵密度单位 ind/m^3，仔稚鱼密度单位为 ind/m^3。

③主要种类的数量分布（水平拖网）

鲱科（Clupeidae）

鲱科鱼类我国沿海各地均产，是近海中、上层鱼类。食物以鱼类和无脊椎动物为主。鲱科鱼类在历史上产量波动很大，捕捞有拖网和围网，具有很高的经济价值。体内多脂肪，供鲜食或制罐头食品，鱼卵巢大，富营养价值，为重要出口水产品之一。本

次水平拖网调查出现的鲱科鱼卵共有20479粒，出现在11个站位，鲱科鱼卵在调查海域中SS08站位数量最多。

鲹科（Carangidae）

鲹科鱼类分布于印度洋、太平洋、大西洋热带和亚热带水域，在世界海洋渔业中占有重要地位，是世界重要暖水性和暖温性海洋经济鱼类，在渔业生产上有重要经济价值。本次调查出现的鲹科鱼卵共有5930粒，出现在14个站位，鲹科鱼卵在调查海域中SS09站位数量最多。

笛鲷科（Lutjanidae）

广泛分布于世界三大洋之热带及亚热带海域，少数可生活于淡水。笛鲷由于习惯在礁区附近活动，并具有领域性，因此体型大的笛鲷常无法以底拖网或围网大量渔获，多半只能在沿岸利用传统的渔具、渔法，如一支钓、笼具、刺网、小型网具，或潜水镖射等方法来采捕。不过因其肉多、味美、数量少，所以在所有笛鲷分布的国家都是十分重要的当地消费鱼种。本次水平拖网调查出现的笛鲷科鱼卵共有9422粒，出现在13个站位，笛鲷科鱼卵在调查海域中SS06站位数量最多。

鳎科（Leiognathida*e*）

鳎鱼分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、中国台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于热带海洋的近岸或稍碱的水域。主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在1-40公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。以流刺网或岸边滩钓均有可能捕获。本次水平拖网调查出现的鳎科鱼卵共有7200粒，出现在11个站位，鳎属鱼卵在调查海域中SS03站位数量最多。

（2）2024年秋季

①种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，共出现了鱼卵8种，其中包括鲈形目6种，鲱形目和鲽形目各1种；仔稚鱼11种，其中包括鲈形目8种，鲽形目2种和鲱形目1种。

②数量分布

调查14个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵30ind，仔稚鱼9ind；鱼卵平均密度为0.861ind/m^3，仔稚鱼平均密度为0.223ind/m^3。SS08站位鱼卵密度最高，密度为1.640ind/m^3，其次是SS06站位，密度为1.579ind/m^3，共13个站位采获到鱼卵；SS06站位仔稚鱼密度最高，密度为1.053ind/m^3，其次是SS14站位，密度为0.512ind/m^3，共7个站位采获到仔稚鱼。

表 4.4-71　2024 年秋季鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵	仔稚鱼
SS03	[redacted]	
SS05		
SS06		
SS07		
SS08		
SS09		
SS11		
SS12		
SS14		
SS16		
SS17		
SS18		
SS21		
SS22		
均值		

注：鱼卵密度单位 ind/m^3，仔稚鱼密度单位为 ind/m^3。

③主要种类的数量分布（水平拖网）

鳀科（Engraulidae）

鳀科鱼类广泛分布于全球各大海域，是海洋中掠食者所捕食的饵料生物。其中鳀鱼是一种高蛋白、富含不饱和脂肪酸和鲜味组分的营养健康的美味食品，可用来加工为海产休闲食品，具有经济及商业价值。本次调查出现的鳀科鱼卵共有 2436 粒，出现在 12 个站位，鳀科鱼卵在调查海域中 SS08 站位数量最多。鳀科仔稚鱼共有 4 尾，出现在 3 个站位。

鲹科（Carangidae）

鲹科鱼类分布于印度洋、太平洋、大西洋热带和亚热带水域，在世界海洋渔业中占有重要地位，是世界重要暖水性和暖温性海洋经济鱼类，在渔业生产上有重要经济价值。本次调查出现的鲹科鱼卵共有 467 粒，出现在 13 个站位，鲹科鱼卵在调查海域中 SS16 站位数量最多。

鳐科（Leiognathidae）

鳐鱼分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、中国台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于热带海洋的近岸或稍碱的水域。主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1-40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。以流刺网或岸边滩钓均有可能捕获。本次水平拖网调查出现的鳐科鱼卵共有 778 粒，出现在 13 个站位，鳐属鱼卵在调查海域中 SS16 站位数量最多。

1、游泳动物

（1）2024 年春季

①种类组成和优势种

此次项目船号为粤陆渔 51020，使用的网具为网口宽 17m、网衣长 40m、网口目 40mm、网囊目 20mm 的底拖网，平均拖网船速 2.8kn。

本次游泳动物调查共捕获 3 门 3 纲 14 目 58 科 160 种，其中：鱼类 96 种，占总种类数的 60.00%，虾类 26 种（其中虾蛄类 8 种），占总种类数的 16.25%，蟹类 27 种，占总种类数的 16.88%，头足类 11 种，占总种类数的 6.88%。

相对重要性指数显示，本次调查游泳动物优势种（*IRI*≥1000）共 2 种，分别为隆线强蟹(*Eucrate crenata*)和伍氏平虾蛄（*Erugosquilla woodmasoni*）。隆线强蟹为第一优势种，其总渔获重量为 7.820kg，占游泳动物总渔获重量的 7.51%；隆线强蟹的总尾数渔获量为 626 个，占游泳动物总渔获尾数数的 10.93%。

②渔获率

a.尾数渔获率

本次调查该海区 14 个站位的游泳动物平均尾数渔获率为 409ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为 183ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 44.72%；虾类平均尾数渔获率为 112ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 27.38%；蟹类平均尾数渔获率 103ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 25.06%；头足类的平均尾数渔获率为 12ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 2.84%。

表 4.4-72　2024 年春季各站位尾数渔获率及类群所占比例

站位	尾数渔获率	尾数渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03	[redacted]								
SS05									

站位	尾数渔获率	尾数渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS06									
SS07									
SS08									
SS09									
SS11									
SS12									
SS14									
SS16									
SS17									
SS18									
SS21									
SS22									
平均值									

注：尾数渔获率单位为 ind/h。

②重量渔获率

本次调查该海区 14 个站位的平均重量渔获率为 7.436kg/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 3.647kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 49.04%；虾类平均重量渔获率为 1.770kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 23.80%；蟹类平均重量渔获率 1.403kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 18.87%；头足类的平均重量渔获率为 0.616kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 8.28%。

表 4.4-73　2024 年春季各站位重量渔获率及类群所占比例

站位	重量渔获率	重量渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03									
SS05									
SS06									
SS07									
SS08									

SS09	[redacted]
SS11	
SS12	
SS14	
SS16	
SS17	
SS18	
SS21	
SS22	
平均值	

注：重量渔获率单位为kg/h。

c.各类群幼体比例

游泳动物幼体渔获总体占比为22.53%，其中虾类幼体比例最高，为41.36%；其次是鱼类，幼体比例为38.49%；蟹类幼体比例为15.67%；头足类为0。

表 4.4-74　2024年春季游泳动物各类群幼体渔获

类群	鱼类	虾类	蟹类	头足类	合计
总渔获尾数	[redacted]				
幼体渔获尾数					
幼体比例（%）					

③渔业资源密度

a.尾数资源密度

本次调查14个站位尾数资源密度范围在（3.335～19.489）×10^3ind/km^2之间，平均值为9.312×10^3ind/km^2，尾数资源密度最高的站位为SS12站位，最低为SS14站位。

其中，鱼类尾数资源密度分布范围在（0.233~9.486）×10^3ind/km^2之间，平均值为4.111×10^3ind/km^2，其中SS03站位最高，SS16站位最低；虾类尾数资源密度分布范围在（0~6.734）×10^3ind/km^2之间，平均值为2.585×10^3ind/km^2，其中SS12站位最高，SS06站位最低；蟹类尾数资源密度分布范围在（0.044~6.098）×10^3ind/km^2之间，平均值为2.350×10^3ind/km^2，其中SS12站位最高，SS06站位最低；头足类尾数资源密度分布范围在（0~0.930）×10^3ind/km^2之间，平均值为0.266×10^3ind/km^2，其中SS11站位最高。

表 4.4-75　2024 年春季各站位尾数资源密度

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03					
SS05					
SS06					
SS07					
SS08					
SS09					
SS11					
SS12					
SS14					
SS16					
SS17					
SS18					
SS21					
SS22					
平均值					

注：尾数资源密度单位为×10^3ind/km^2。

②重量资源密度

本次调查 14 个站位渔业资源重量资源密度范围在（91.157~235.017）kg/km^2 之间，平均值为 167.603kg/km^2，SS21 站位最高，SS18 站位最低。

其中，鱼类重量资源密度变化范围在（2.626~150.348）kg/km^2 之间，平均值为 81.677kg/km^2，其中 SS11 站位最高，SS16 站位最低；虾类重量资源密度变化范围在（0~113.262）kg/km^2 之间，平均值为 40.625kg/km^2，其中 SS21 站位最高，SS06 站位最低；蟹类重量资源密度变化范围在（0.350~90.755）kg/km^2 之间，平均值为 31.633kg/km^2，其中 SS16 站位最高，SS06 站位最低；头足类重量资源密度变化范围在（0~62.148）kg/km^2 之间，平均值为 13.668kg/km^2，其中 SS22 站位最高。

表 4.4-76　2024 年春季各站位重量资源密度

站位	重量资源密度	重量资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03	[redacted]				
SS05					
SS06					
SS07					
SS08					
SS09					
SS11					
SS12					
SS14					
SS16					
SS17					
SS18					
SS21					
SS22					
平均值					

注：重量资源密度单位为kg/km^2。

④游泳动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查区域游泳动物生物种类数范围在 26~69 种，多样性指数变化范围 2.765～4.814 之间，平均值为 4.047，其中 SS09 站位最高，SS06 站位最低；均匀度指数变化范围在 0.569～0.856 之间，平均值为 0.735，其中 SS18 站位最高，SS11 站位最低；丰富度指数范围在 3.127~7.096 之间，平均值为 5.291，丰富度指数以 SS12 站位最高，SS06 站位最低。

⑤主要经济种类规格和分布

a.主要经济鱼类

佩氏骨鲻（*Osteomugil perusii*）

地理分布：分布印度-西太平洋海域，东至非洲马利安纳群岛，北至日本南部，南至澳洲等，在我国分布南海、东海。

生活习性：主要栖息于沿岸砂泥底质海域，以底泥中有机碎屑或水层中的浮游生物为食。

本次调查的佩氏骨鳎体长范围为85~159mm，体重范围为10.13~52.01g，平均体重为24.50g。

颈斑项鳎（*Leiognathus nuchalis*）

地理分布：颈斑项鳎分布于西北太平洋区，包括日本、台湾及中国等海域。台湾北部、东北部有产。

生活习性：主要栖息于砂泥底质的沿海地区，亦可生活于河口区，甚至河川下游。群游性，一般皆在底层活动，活动深度较浅。肉食性，以小型甲壳类、多毛类及小鱼为食。

本次调查的颈斑项鳎体长范围为58~100mm，体重范围为4.67~22.27g，平均体重为11.69g。

b.主要经济虾类

伍氏平虾蛄

地理分布：主要分布于西印度洋至印尼、越南、香港、台湾、中国、日本、菲律宾及澳洲。

生活习性：栖息于50公尺以下之平坦沙泥底浅水海湾或近岸水域。

本次调查的伍氏平虾蛄体长范围为15~39mm，体重范围为5.35~50.87g，平均体重为21.89g。

c.主要经济蟹类

隆线强蟹

地理分布：隆线强蟹分布朝鲜海峡、日本、泰国、印度、红海以及中国大陆的广东、福建、山东、渤海等地。

生活习性：隆线强蟹生活环境为海水，栖息于30-100m深的泥沙质海底，常见于拖网渔获中。

本次调查的隆线强蟹体长范围为 13~37mm，体重范围为 1.49~66.37g，平均体重为12.49g。

d.主要经济头足类

杜氏枪乌贼（*Uroteuthisduvauceli*）

地理分布：分布在印度洋沿岸海域，南海至中国台湾北部附近海域，以及菲律宾群岛海域。

生活习性：浅海性种类。有明显的趋光性，主食甲壳类（糠虾、磷虾和介形类）、小鱼和头足类，同类残食现象普遍。

本次调查的杜氏枪乌贼体长范围为25~156mm，体重范围为1.87~83.86g，平均体重为39.97g。

（2）2024年秋季

①种类组成和优势种

此次项目船号为粤陆渔53100，使用的网具为网口宽8m、网衣长30m、网口目40mm、网囊目20mm的底拖网，平均拖网船速为3.0kn。

本次游泳动物调查共捕获3门4纲14目50科129种，其中：鱼类82种，占总种类数的63.57%，虾类18种（其中虾蛄类7种），占总种类数的13.95%，蟹类23种，占总种类数的17.83%，头足类6种，占总种类数的4.65%。

相对重要性指数显示，本次调查游泳动物优势种（IRI≥1000）共5种，分别为口虾蛄（Oratosquilla oratoria）、红星梭子蟹（Portunus sanguinolentus）、葛氏似口虾蛄（Oratosquillina gravieri）等。口虾蛄为第一优势种，其总渔获重量为12.316kg，占游泳动物总渔获重量的12.19%；隆线强蟹的总尾数渔获量为787个，占游泳动物总渔获尾数数的12.16%。

②渔获率

a.尾数渔获率

本次调查该海区14个站位的游泳动物平均尾数渔获率为462ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为110ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的23.88%；虾类平均尾数渔获率为236ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的51.10%；蟹类平均尾数渔获率为107ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的23.12%；头足类的平均尾数渔获率为9ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的1.90%。

表4.4-77　2024年秋季各站位尾数渔获率及类群所占比例

站位	尾数渔获率	尾数渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03	[redacted]								
SS05									
SS06									
SS07									
SS08									
SS09									

站位	尾数渔获率	尾数渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS11	[redacted]								
SS12									
SS14									
SS16									
SS17									
SS18									
SS21									
SS22									
平均值									

注：尾数渔获率单位为ind/h。

b.重量渔获率

本次调查该海区 14 个站位的平均重量渔获率为 7.216kg/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 2.423kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 33.57%；虾类平均重量渔获率为 2.411kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 33.40%；蟹类平均重量渔获率为 2.253kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 31.22%；头足类的平均重量渔获率为 0.130kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 1.80%。

表 4.4-78　2024 年秋季各站位重量渔获率及类群所占比例

站位	重量渔获率	重量渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03	[redacted]								
SS05									
SS06									
SS07									
SS08									
SS09									
SS11									
SS12									
SS14									

站位	重量渔获率	重量渔获率				渔获率占比（%）			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS16	[redacted]								
SS17									
SS18									
SS21									
SS22									
平均值									

注：重量渔获率单位为kg/h。

c.幼体比例

本次调查区域游泳动物幼体渔获总体占比为 34.22%，其中鱼类幼体比例最高，为40.58%，其次是蟹类，幼体比例为 33.22%，虾类幼体比例为 32.97%，头足类幼体比例为0。

表 4.4-79　2024 年秋季游泳动物各类群幼体渔获

类群	鱼类	虾类	蟹类	头足类	合计
总渔获尾数	[redacted]				
幼体渔获尾数					
幼体比例（%）					

③渔业资源密度

a.尾数渔获密度

本次调查 14 个站位尾数资源密度范围在（5.445～42.568）×10^3ind/km^2 之间，平均值为 20.795×10^3ind/km^2，尾数资源密度最高的站位为 SS08 站位，最低为 SS05 位。

其中，鱼类尾数资源密度分布范围在（2.115~8.954）×10^3ind/km^2 之间，平均值为4.966×10^3ind/km^2，其中 SS09 站位最高，SS05 站位最低；虾类尾数资源密度分布范围在（1.575~30.598）×10^3ind/km^2 之间，平均值为 10.626×10^3ind/km^2，其中 SS07 站位最高，SS05 站位最低；蟹类尾数资源密度分布范围在（1.755~12.554）×10^3ind/km^2 之间，平均值为 4.808×10^3ind/km^2，其中 SS17 站位最高，SS05 站位最低；头足类尾数资源密度分布范围在（0~0.900）×10^3ind/km^2 之间，平均值为 0.395×10^3ind/km^2，其中 SS03 站位最高。

表 4.4-80　2024 年秋季各站位尾数资源密度

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03					
SS05					
SS06					
SS07					
SS08					
SS09					
SS11					
SS12					
SS14					
SS16					
SS17					
SS18					
SS21					
SS22					
平均值					

注：尾数资源密度单位为×103ind/km^2。

b.重量资源密度

本次调查 14 个站位渔业资源重量资源密度范围在（79.778~664.643）kg/km^2 之间，平均值为 324.707kg/km^2，SS17 站位最高，SS05 站位最低。

其中，鱼类重量资源密度变化范围在（51.431~197.849）kg/km^2 之间，平均值为 109.004kg/km^2，其中 SS09 站位最高，SS05 站位最低；虾类重量资源密度变化范围在（9.494~250.675）kg/km^2 之间，平均值为 108.467kg/km^2，其中 SS07 站位最高，SS05 站位最低；蟹类重量资源密度变化范围在（18.853~268.269）kg/km^2 之间，平均值为 101.380kg/km^2，其中 SS17 站位最高，SS05 站位最低；头足类重量资源密度变化范围在（0~18.898）kg/km^2 之间，平均值为 5.856kg/km^2，其中 SS03 站位最高。

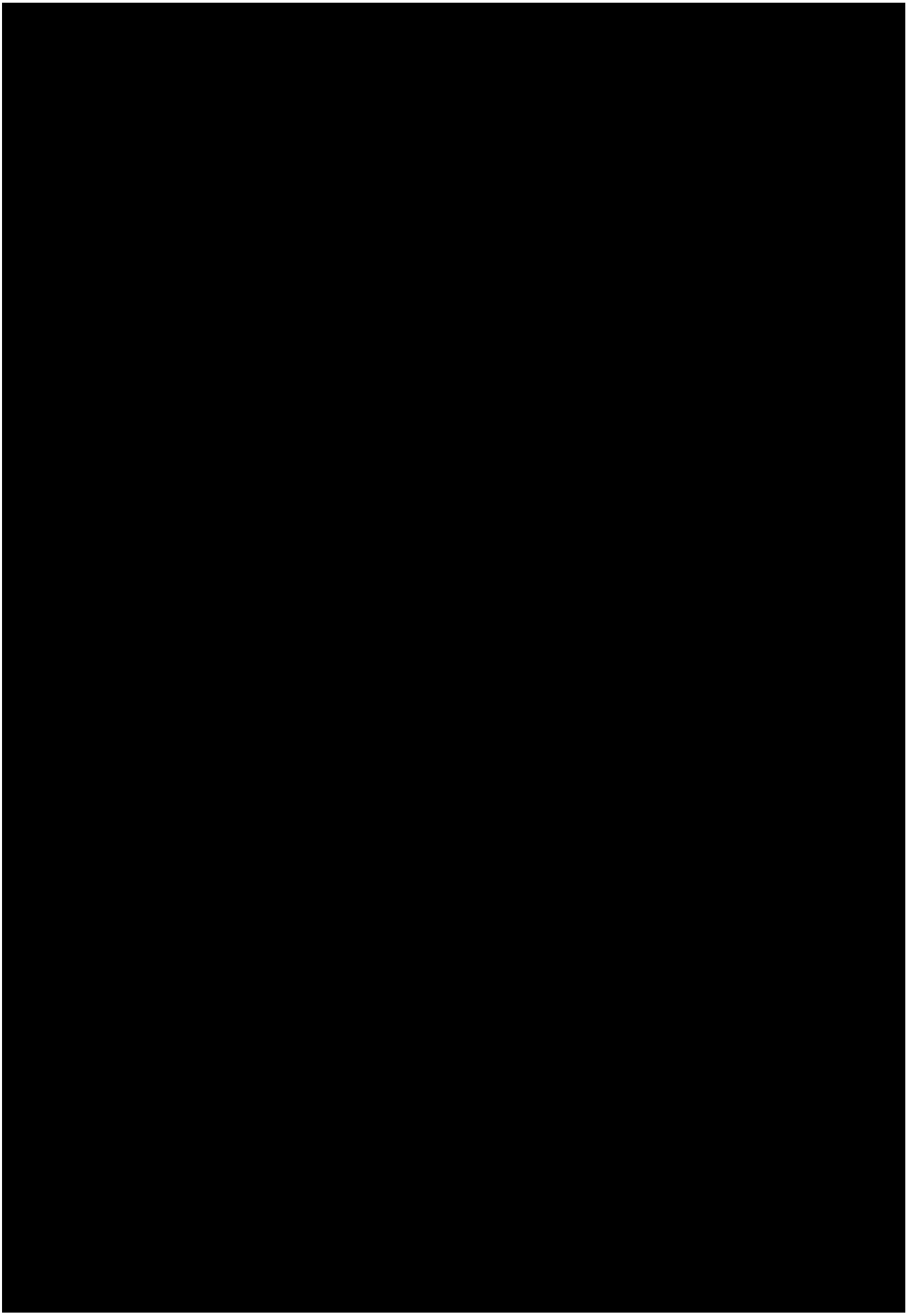
表 4.4-81　2024 年秋季各站位重量资源密度

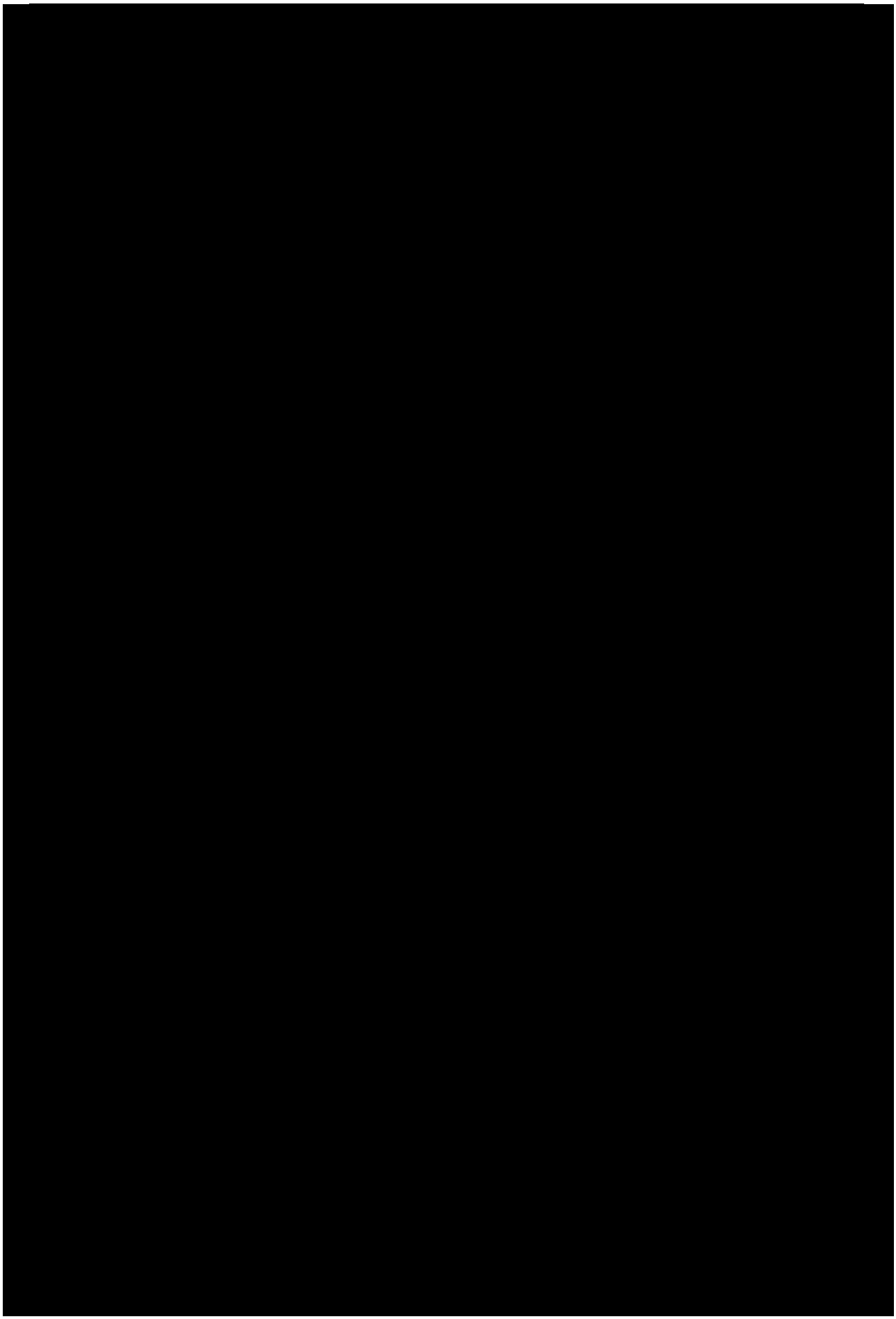
站位	重量资源密度	重量资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
SS03	[redacted]				
SS05					
SS06					
SS07					
SS08					
SS09					
SS11					
SS12					
SS14					
SS16					
SS17					
SS18					
SS21					
SS22					
平均值					

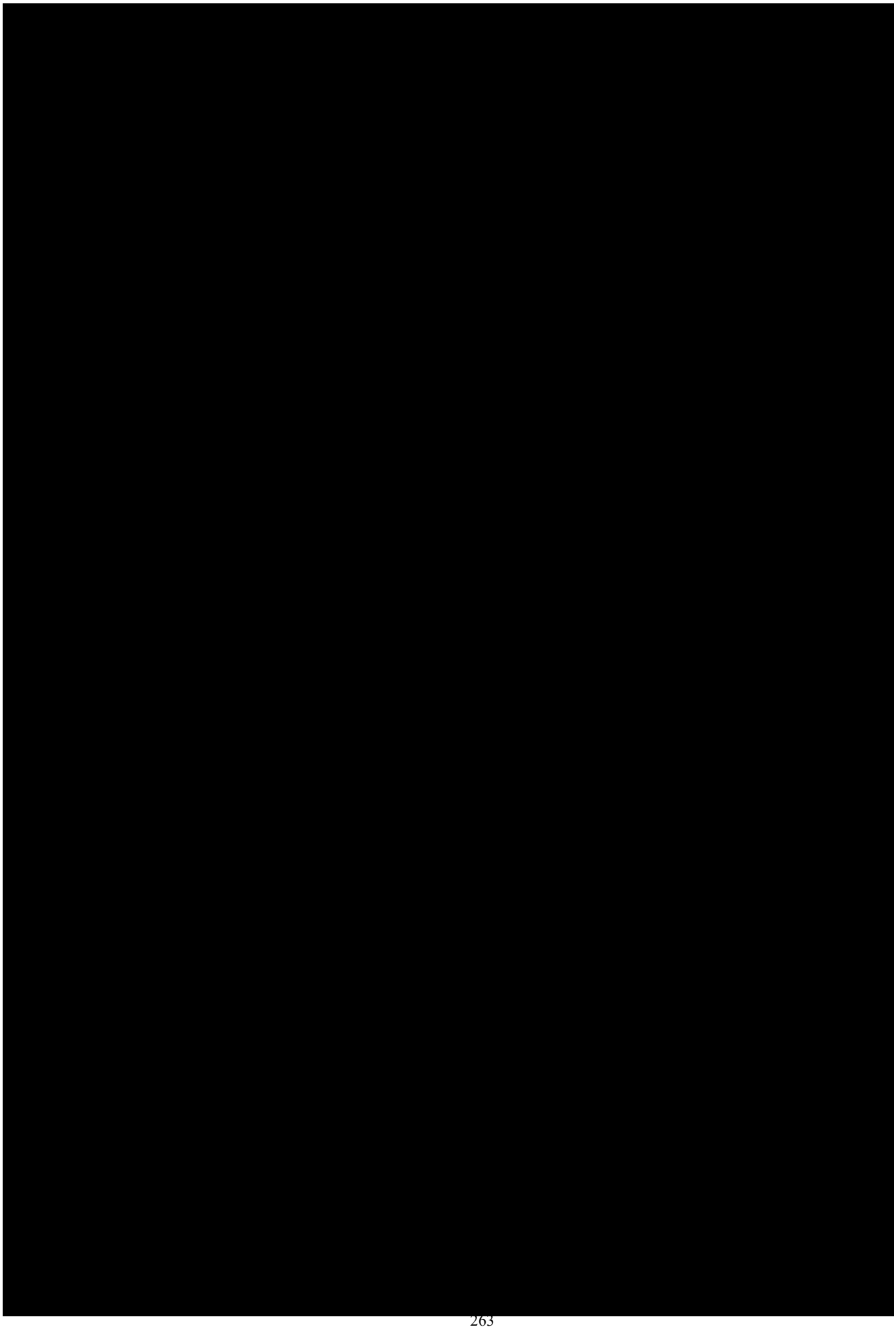
注：重量资源密度单位为kg/km^2。

4.4.6 珊瑚礁现状调查

[redacted]









造礁石珊瑚分布在北侧和南侧，而江牡岛珊瑚主要分布在海岛的西南侧和东北侧。

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4.4-86。

表4.4-86 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/m³	7	60	11.67	达标
2	NO_2	年均浓度	μg/m³	10	40	25	达标
3	PM_{10}	年均浓度	μg/m³	26.5	60	44.17	达标
4	$PM_{2.5}$	年均浓度	μg/m³	17.7	30	59.00	达标
5	CO	24小时第95百分位数平均值	mg/m³	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/m³	135	160	84.38	达标

根据上表可知，汕尾市区2024年空气SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3六项污染物监测结果均满足《环境空气质量标准》GB3095-2026）过渡阶段浓度限值二级标准要求，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

潮流数值计算是研究评价海域现状潮流场及预测潮流场分布的一个重要手段，是海洋环境影响评价工作的基础。在此基础上可以预测评价海域因工程实施而引起的海水水质及水动力条件的变化，进而预测工程对海洋环境产生的影响。本项目位于汕尾市城区江牡岛南部，项目附近水深为12.75m~14.25m，与潮波波长相比很小，考虑到周边的地形特征以及当地的海水运动以潮汐、潮流为主，采用三维数值模式来进行潮流场的数值模拟。

5.1.1.1 水动力控制方程

（1）基本方程

MIKE3模型的数学基础是雷诺平均化的N-S方程，它包括了紊流影响以及密度变化，控制方程包括下列动量方程、连续方程和密度方程：

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=S$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u^2}{\partial x}+\frac{\partial vu}{\partial y}+\frac{\partial wu}{\partial z}$$
$$=fv-g\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x}d_z-\frac{1}{\rho_0 h}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right)+F_u$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t\frac{\partial u}{\partial z}\right)+u_sS$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial v^2}{\partial x}+\frac{\partial vu}{\partial y}+\frac{\partial wv}{\partial z}$$
$$=-fu-g\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y}d_z-\frac{1}{\rho_0 h}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right)+F_v$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t\frac{\partial v}{\partial z}\right)+v_sS$$

其中，x、y、z分别表示东西向，南北向和垂直方向坐标轴；u、v、w分别为x、y、z方向的速度分量，d为水深，η为表面高程，T为温度；ρ为密度；P为压强；f为科氏参量；g为重力加速度；s_{xx}、s_{xy}、s_{yx}、s_{yy}是辐射应力张量的分

量；v_t为垂直湍流（或涡流）粘度；P_a为大气压力；ρ_0为水的参考密度；S为电源引起的放电幅度；（u_s, v_s）为排入环境中水的速度。

$$F_u = \frac{\partial}{\partial x}\left(2A\frac{\partial u}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(A\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right)$$

$$F_v = \frac{\partial}{\partial x}\left(A\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(2A\frac{\partial v}{\partial y}\right)$$

其中，*A* 为衰减水平涡流粘度。

（2）初始条件

初始速度场、水位场（开边界除外）均为 0。

（3）边界条件

u、*v* 和 *w* 的表面和底部边界条件：

当 z=*η* 时，

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u\frac{\partial \eta}{\partial x} + v\frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z}\right) = \frac{1}{\rho_0 v_t}\left(\tau_{sx}, \tau_{sy}\right)$$

当 z=-*d* 时，

$$u\frac{\partial d}{\partial x} + v\frac{\partial d}{\partial y} + w = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z}\right) = \frac{1}{\rho_0 v_t}\left(\tau_{bx}, \tau_{by}\right)$$

其中，$\left(\tau_{sx}, \tau_{sy}\right)$和$\left(\tau_{bx}, \tau_{by}\right)$是表面风和底部应力在 *x* 和 *y* 方向上的分量。

5.1.1.2 模型设置

（1）计算范围与网格设置

本项目模型采用非结构三角形结构，模型的计算范围和网格见图 1.1-1，网格节点数 14454 个，网格单元数 28033 个，外海边界最大水深处约为 500m，模型网格分辨率局部加密至 20m。垂向采用 σ 坐标，更好的模拟近岸和浅海区域。模型范围涵盖项目附近及其周边水域内水动力、水质、泥沙易受本项目影响的水域，可满足项目水动力环境、水质环境分析的要求。模型计算时间步长为 30s，总共模拟时间为 15 天，模拟结果输出的时间间隔为 1 小时。

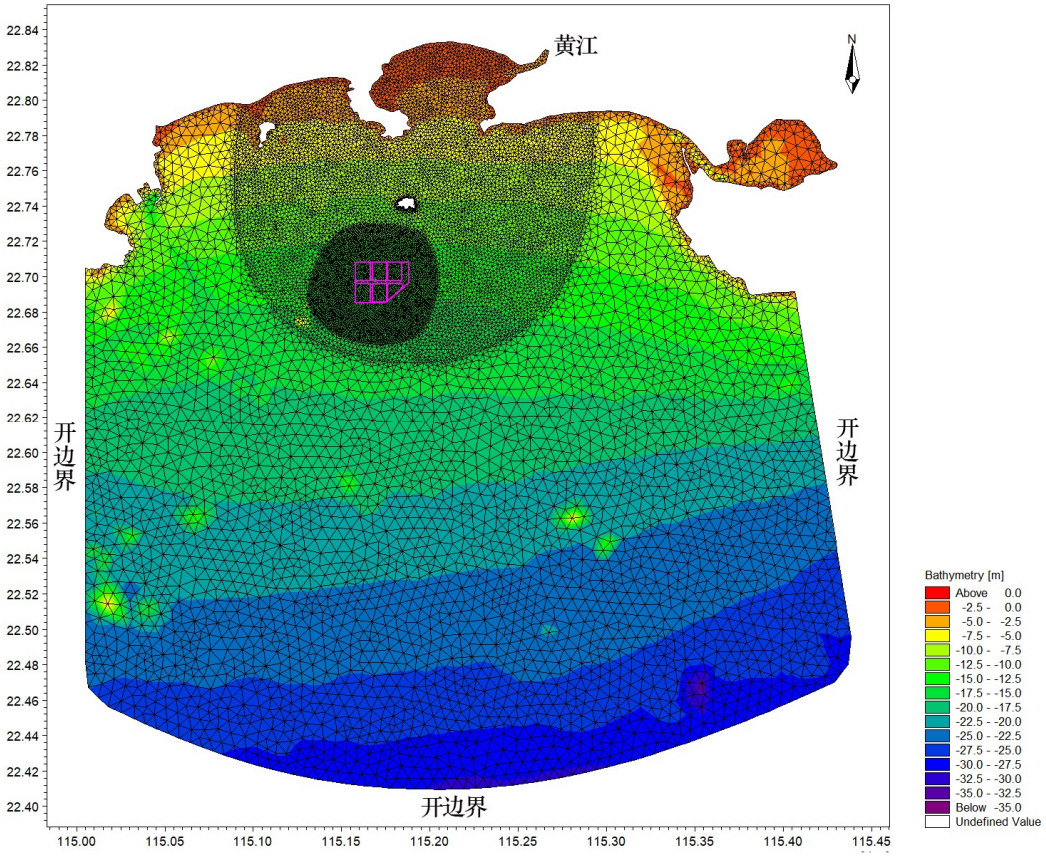


图 5.1-1　模型计算网格以及边界示意图

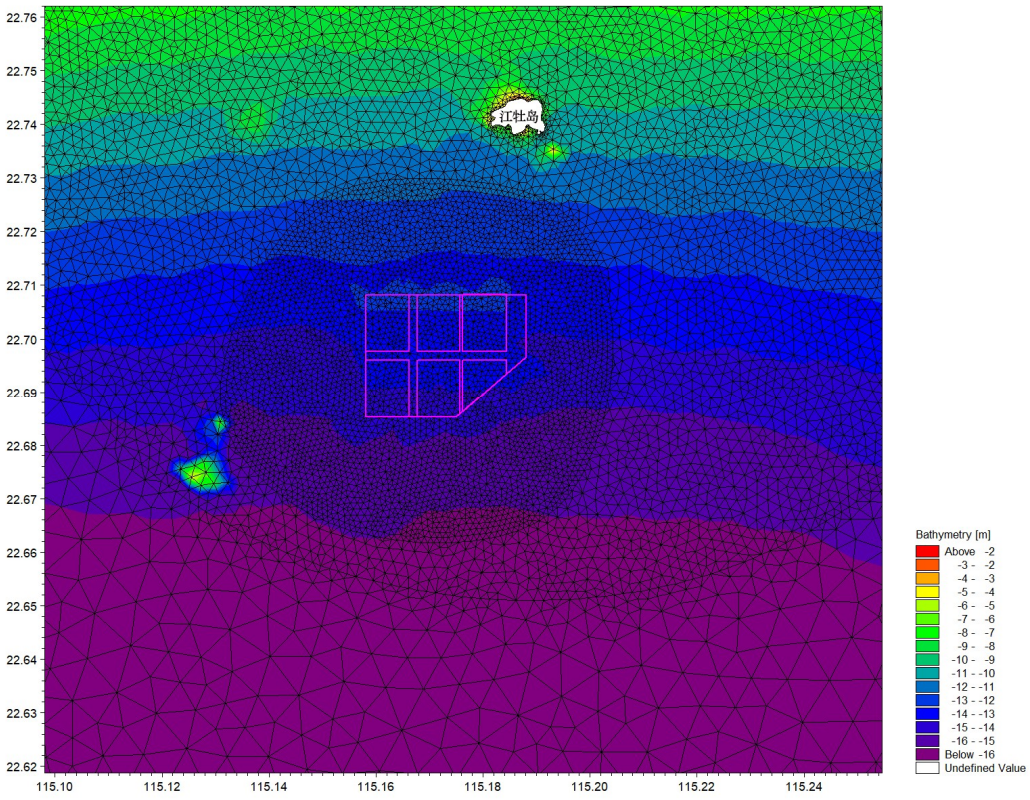


图 5.1-2　模型计算网格（项目附近局部放大图）

（2）计算参数

三维水动力模型考虑垂向分层使用 Sigma 坐标，模型层数分为 5 层，表中底对应的每层厚度均为 0.2H，计算三维变量，按稳定性要求$\frac{\Delta t}{2}<\frac{\alpha\cdot\Delta s}{\sqrt{gH_{max}}}$，a=1~3，水流数学模型的计算步长为动态时间步长，取 0.1s~30s。

计算海域的糙率是个综合影响因素，是数值计算中十分重要的参数，与水深、床面形态、植被条件等因素有关，经调试，糙率 n 取值为 0.001。涡粘系数采用 Smagorinsky 公式确定。

$$A=C\Delta x\Delta y\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2+\frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

式中：u，v—x，y 方向的流速分量（m/s）；

x—x 方向网格尺寸；

A—y 方向网格尺寸；

C—常数，计算时通过输入 C 的值来计算涡粘系数，C 可以取 0.25 到 1.0 之间的数，本报告取模型默认参数为 0.28。

（3）模拟时间

本评价主要收集了汕尾陆丰碣石湾海域（2021 年 10 月）的潮位和潮流监测数据，作为所构建模型的水动力验证数据，综合考虑水文动力验证数据监测时段，本次评价模型计算时间为 2021 年 10 月 15 日 00:00～2021 年 10 月 31 日 00:00，以此进行模型的验证。基于验证可靠的水动力模型，设置不同的模拟情景，加载相应的数值计算模块，以模拟评价不同情境下的水环境影响。

3、水深地形资料

模型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实测地形数据进行校正。

在上述海图资料基础上，结合最新的卫星图件、水深数据对岸线、水深进行微调整，以当地理论最低潮面为统一基准面，评价所选用的 MIKE3 模型采用的非结构网格及其局部加密功能，使构建的模型网格能更好地拟合局地岸线，因此，模型总体上能较好地反映真实的岸线和水下地形状态。

4、边界条件

本次评价主要考虑上游径流及外海潮汐，大尺度水动力数值模型上游边界为

河流边界，河流开边界为河流年均径流量，外海潮汐边界水位，由中国海洋大学研发的中国近海潮汐预测程序（China Tide）提供，该潮汐预测程序由 8 个分潮的调和常数进行叠加而获得潮位，对中国近岸海域的潮汐水位预报具有较高精度。由于外海边界跨度较大，因此根据外海均匀分布的边界点分别给定潮位数据，以确保其插值数据的准确、稳定考虑到计算水域内部分区域浅滩较多，模拟计算时将开启干湿网格判断功能模块，以体现水动力模拟过程中的漫滩和露滩效果。

5.1.1.3 模型验证

模型的验证分两个部分：潮位验证和潮流验证，设定每小时输出水位、流速用于模型验证。基于本项目所收集的潮位和潮流资料的实际观测时间，模型计算时间分别为 2024 年 12 月 1 日 00:00～2024 年 12 月 20 日 00:00（冬季）和 2024 年 8 月 3 日 00:00～2024 年 8 月 19 日 00:00（夏季），潮位和潮流观测站数量分别为 2 个（SWC1~SWC2）和 6 个（SWL1~ SWL6）。模型验证点位分布详见表 5.1-1 和图 5.1-3。

表 5.1-1 潮位与潮流观测站信息一览表

序号	站位	经度°E	纬度°N	观测项目
1	SWL1	[redacted]		潮流
2	SWL2			潮流
3	SWL3			潮流
4	SWL4			潮流
5	SWL5			潮流
6	SWL6			潮流
7	SWC1			潮位
8	SWC2			潮位

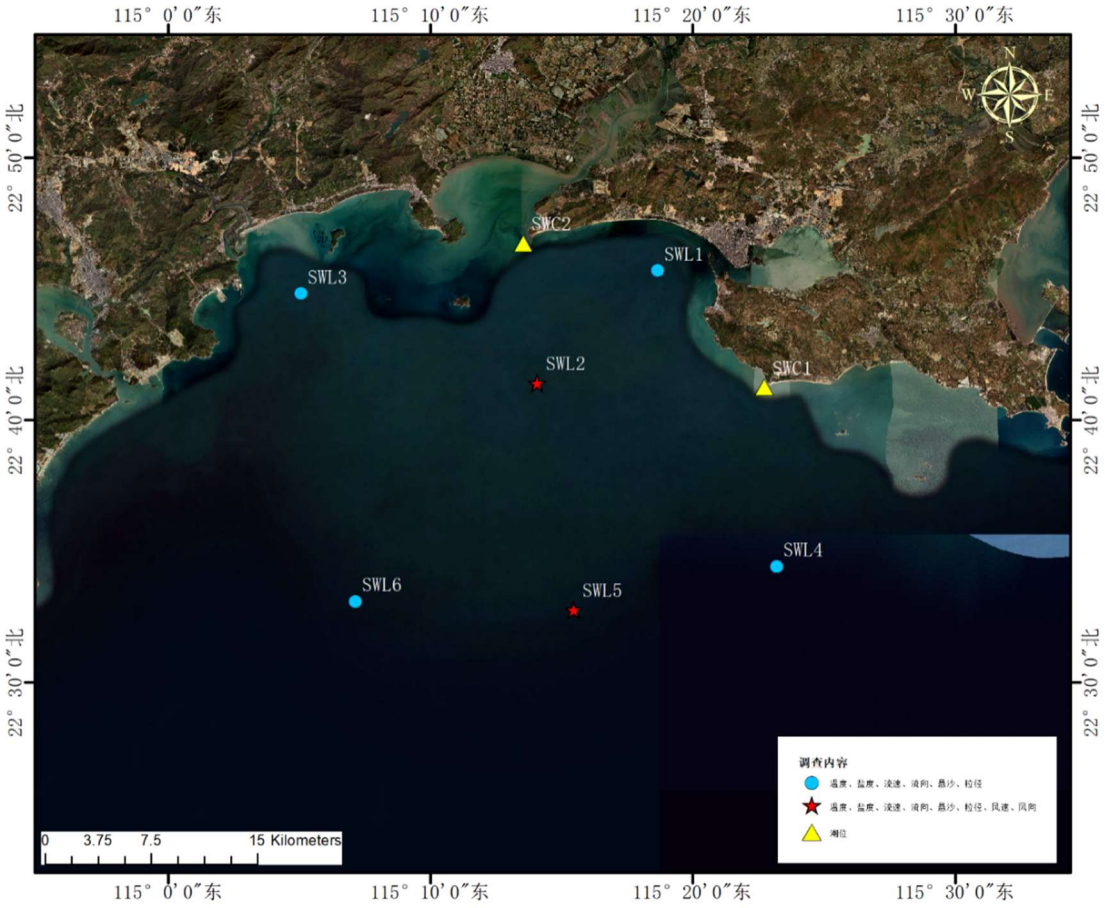


图 5.1-3　模型潮位和潮流观测站分布图

模型计算时间分别为 2024 年 12 月 1 日 00:00～2024 年 12 月 20 日 00:00（冬季）和 2024 年 8 月 3 日 00:00～2024 年 8 月 19 日 00:00（夏季），附近海域 2 个潮位站（SWC1~SWC2）的验证结果见图 5.1-4.1、图 5.1-4.2，从图中可以看出：计算潮位过程与实测过程总体吻合良好，个别时刻出现一定的偏差，偏差幅度基本控制在 0.1m 范围内，无明显相位差，模型整体把握了海域内的潮汐水位涨落过程，满足导则附录 D 要求。

附近海域 6 个潮流站（SWL1~ SWL6）的验证结果见图 5.1-5.1~图 5.1-5.4，从图中可以看出：除部分时刻的流速、流向与实测潮流有一定偏差外，模拟的流速、流向整体与实测潮流较为吻合，流速大小的变化过程与各潮流特征时刻对应，流向的变化把握了监测站位往复潮流的流态特征，近岸海域的水动力场能得到较好的复演，满足导则附录 D 要求。模型验证误差分析详见表 5.1-2。

表 5.1-2　模型验证误差分析一览表

率定验证项	2024 年 8 月	2024 年 12 月
高低潮位时间相位差（h）		

率定验证项	2024年8月	2024年12月
高低潮潮位偏差（m）	[redacted]	
流速时间相位差（h）		
流向时间相位差（h）		
平均流速偏差（m/s）		
平均流向差（°）		

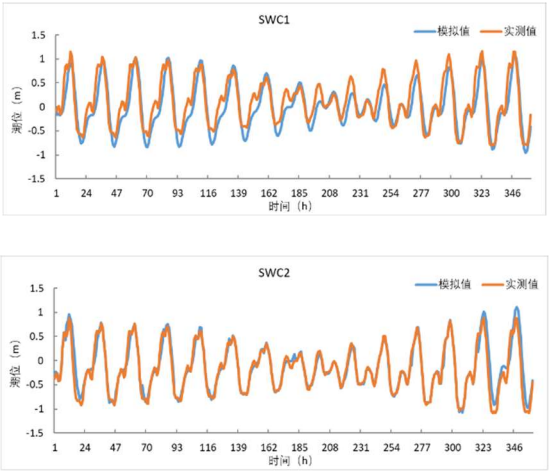


图 5.1-4.1　SWC1、SWC2 站潮位验证图（冬季）

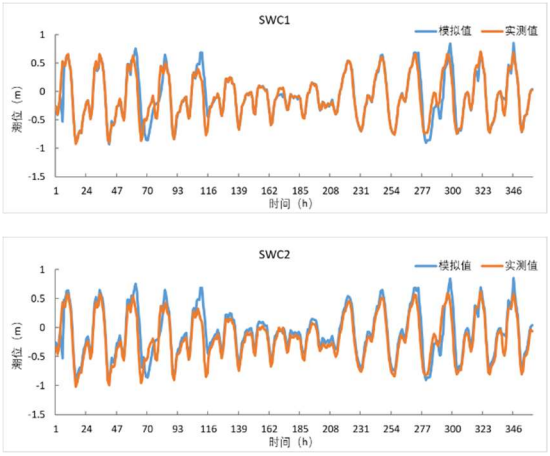


图 5.1-4.2　SWC1、SWC2 站潮位验证图（夏季）



图 5.1-5.1　SWL1~SWL6 站流速、流向验证图（冬季表层）



图 5.1-5.2　SWL1~SWL6 站流速、流向验证图（冬季中层）



图 5.1-5.3　SWL1~SWL6 站流速、流向验证图（冬季底层）

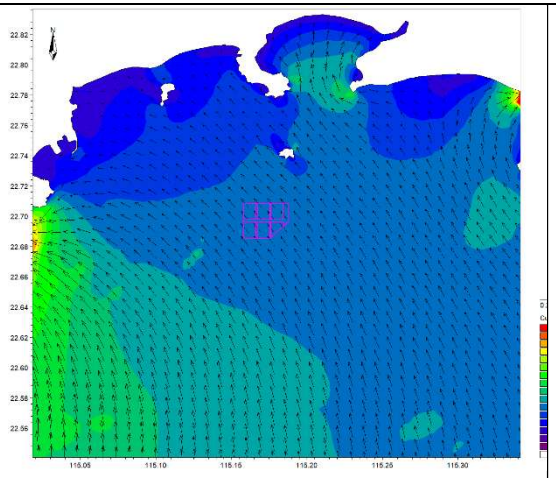


图 5.1-5.4　SWL1~SWL6 站流速、流向验证图（夏季中层）

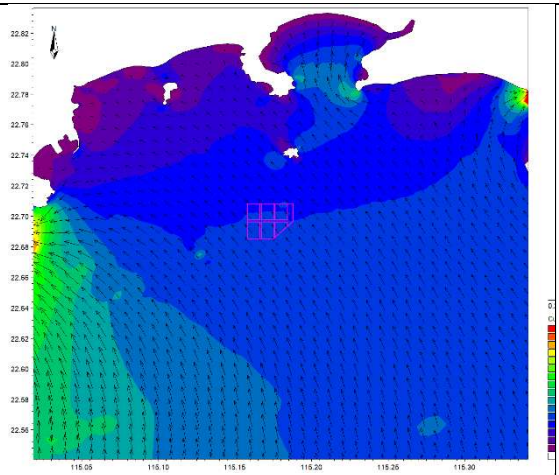
5.1.1.4 工程前水动力环境分析

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 5.1-6是项目附近海域冬季和夏季的大潮期涨急、落急流场图，由于计算网格空间尺度较小，为了使结果更加直观，对流场结果进行稀疏处理。

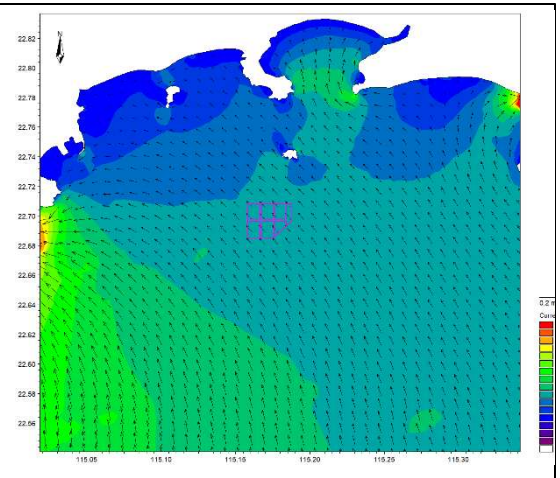
表、中、底层潮流流向存在一定差异，但总体偏转角度不大，流速随水深增大而减少，呈现表层流速>中层流速>底层流速的规律。大潮期间涨急时，模拟海域潮流整体为自东南向西北方向，项目附近表层平均流速约为 0.08 m/s。大潮期间落急时，潮流流向则相反，模拟海域潮流整体为自西北向东南，项目附近表层平均流速约为 0.13m/s。



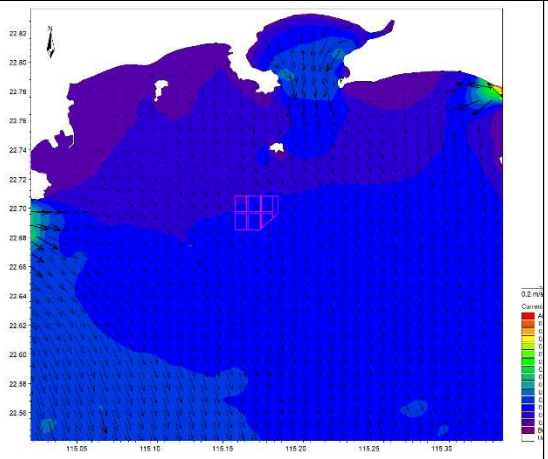
冬季大潮涨急流场图（表层）



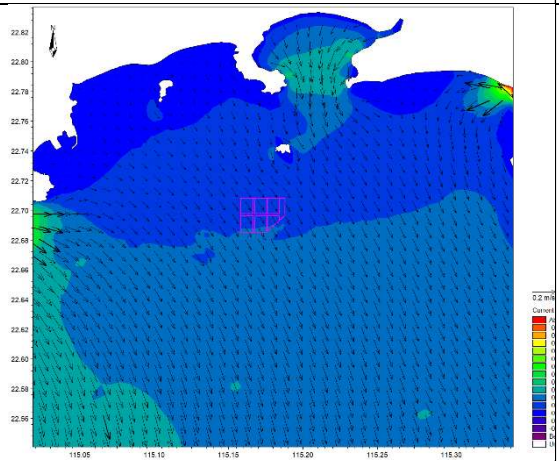
冬季大潮涨急流场图（中层）



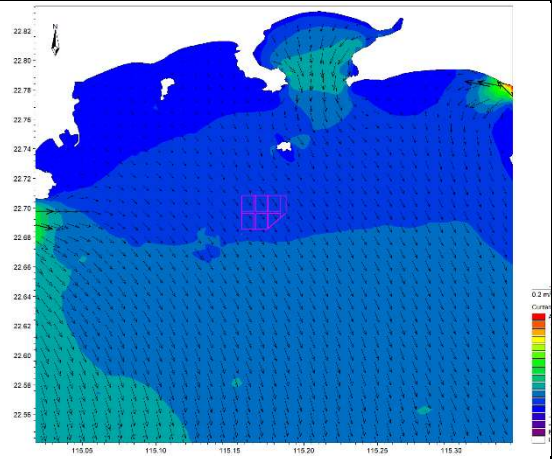
冬季大潮涨急流场图（底层）



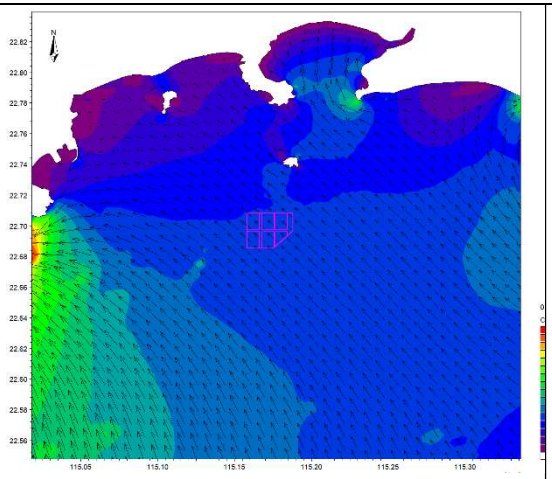
冬季大潮落急流场图（表层）



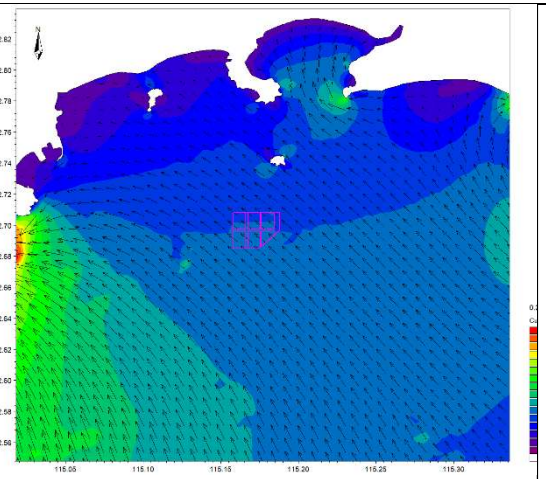
冬季大潮落急流场图（中层）



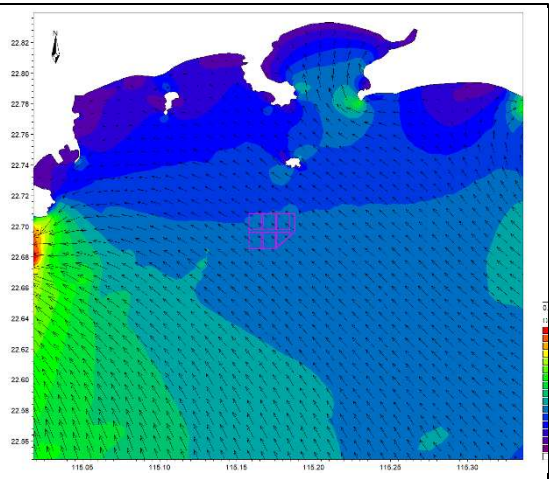
冬季大潮落急流场图（底层）



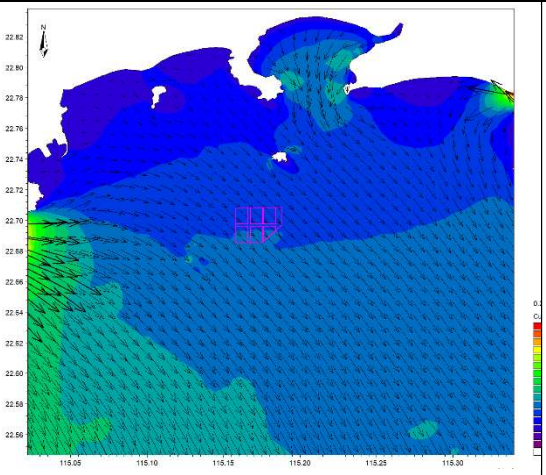
夏季大潮涨急流场图（表层）



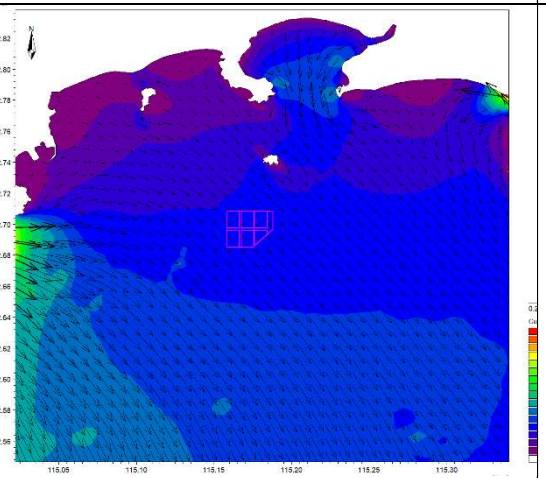
夏季大潮涨急流场图（中层）



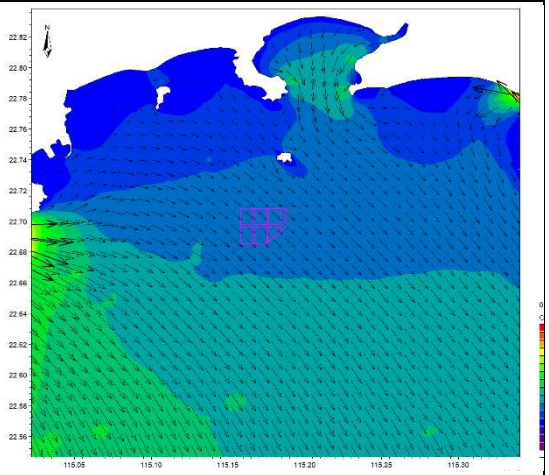
夏季大潮涨急流场图（底层）



夏季大潮落急流场图（表层）



夏季大潮落急流场图（中层）



夏季大潮落急流场图（底层）

图 5.1-4　附近海域冬季和夏季的大潮期涨急、落急流场图

5.1.1.5 工程后水动力环境变化

模型在计算过程中，水流受网箱的影响通过拖曳力模拟，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 5.1-8～图 5.1-19为施工后工程附近大潮涨落急流场图。为了定量分析养殖区附近海域水动力环境的影响，工程附近布置 30 个代表点，代表点位置见图 5.1-7。将施工前后各代表点中层大潮涨落急流速流向变化情况分别列于表 5.1-3、表 5.1-3.2，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）项目实施前养殖区附近海域各代表点冬季大潮涨急流速为0.08m/s~0.10m/s，涨急流向为 316.00°~325.77°，大潮落急流速为 0.12m/s ~0.14m/s，落急流向为 133.94°~142.52°。夏季大潮涨急流速为 0.11m/s~0.13m/s，涨急流向为291.24°~299.96°，大潮落急流速为 0.15m/s ~0.18m/s，落急流向为 125.38°~135.77°。

（2）工程实施后，养殖区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，由于网箱的主流作用，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。冬季养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.0069m/s~0.0039m/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-0.0038m/s~0.0033m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-1.29°~2.07°之间。夏季养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.0110m/s ~0.0017m/s 之间，大潮涨急流向变化值位于-3.16°~4.95°之间，大潮落急流速变化值位于-0.0081m/s~0.0038m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-1.66°~2.60°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。

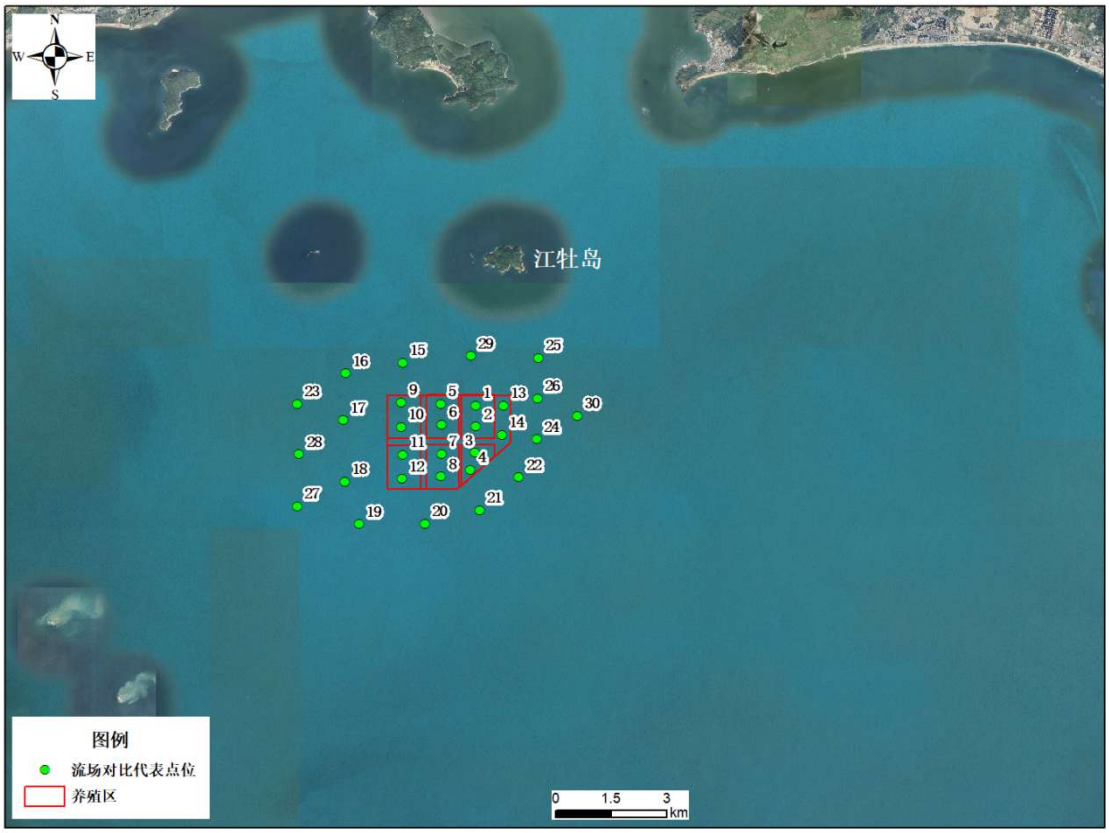


图 5.1-5　养殖区附近潮流对比代表点位置图

表 5.1-3.1　工程前后中层对比点的流速、流向及其变化幅度统计表（冬季）

点位	涨急时刻						落急时刻					
	流速（m/s）			流向（°）			流速（m/s）			流向（°）		
	工程前	工程后	差值	工程前	工程后	差值	工程前	工程后	差值	工程前	工程后	差值
1	[redacted]											
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												



表 5.1-4.2　工程前后中层对比点的流速、流向及其变化幅度统计表（夏季）

点位	涨急时刻						落急时刻					
	流速（m/s）			流向（°）			流速（m/s）			流向（°）		
	工程前	工程后	差值	工程前	工程后	差值	工程前	工程后	差值	工程前	工程后	差值
1	[redacted]											
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												



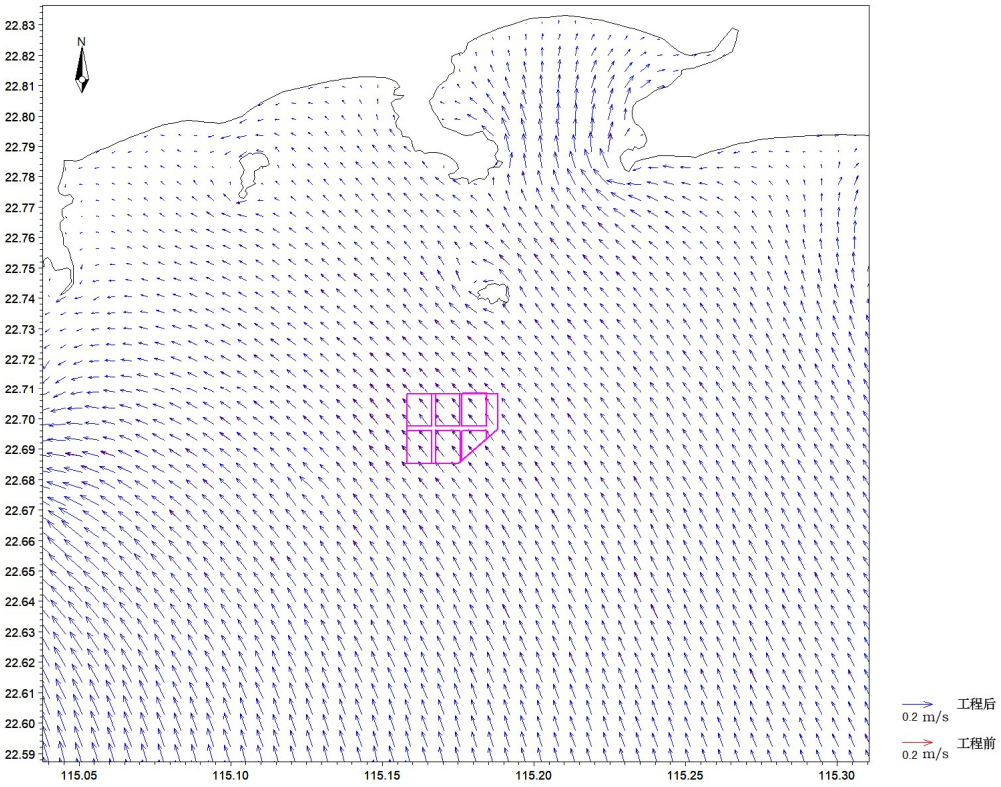


图 5.1-8　工程实施前后养殖区附近海域涨急流速对比图（冬季表层）

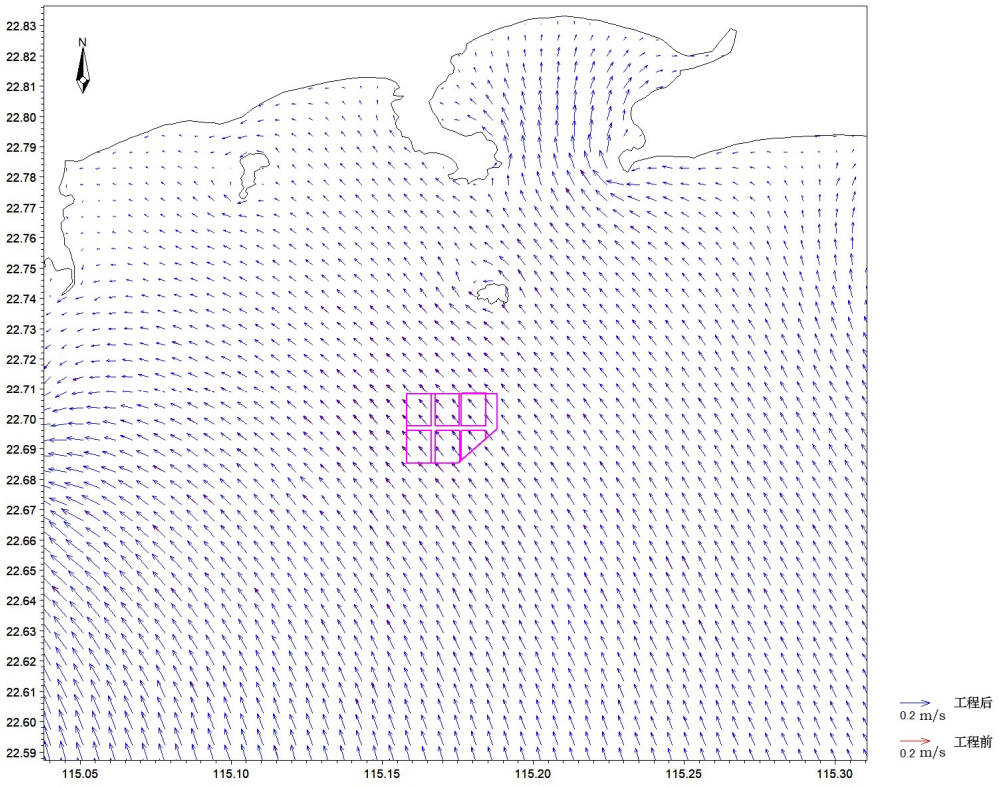


图 5.1-9　工程实施前后养殖区附近涨急流速对比图（冬季中层）

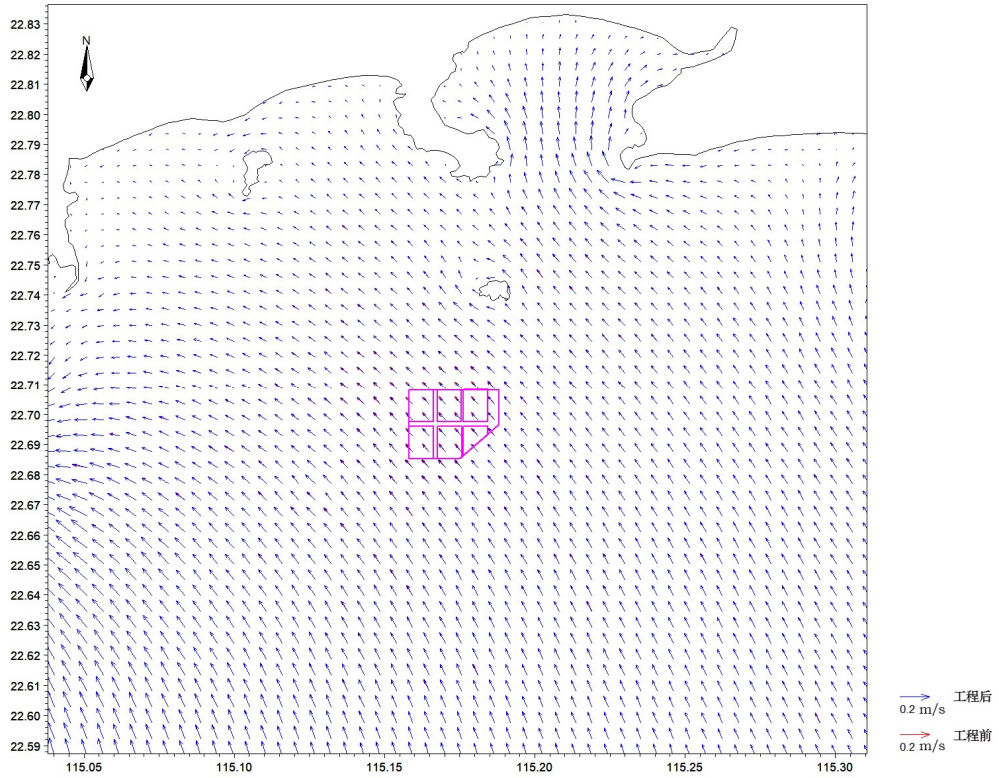


图 5.1-6　工程实施前后养殖区附近涨急流速对比图（冬季底层）

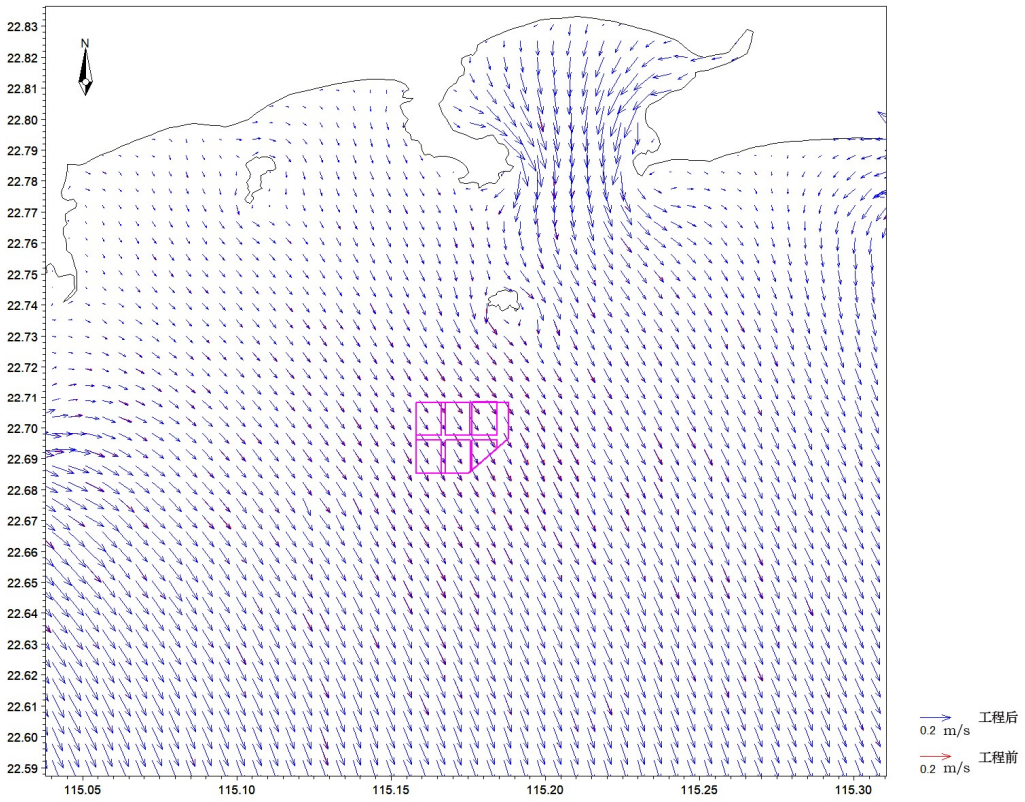


图 5.1-7 工程实施前后养殖区附近海域落急流速对比图（冬季表层）

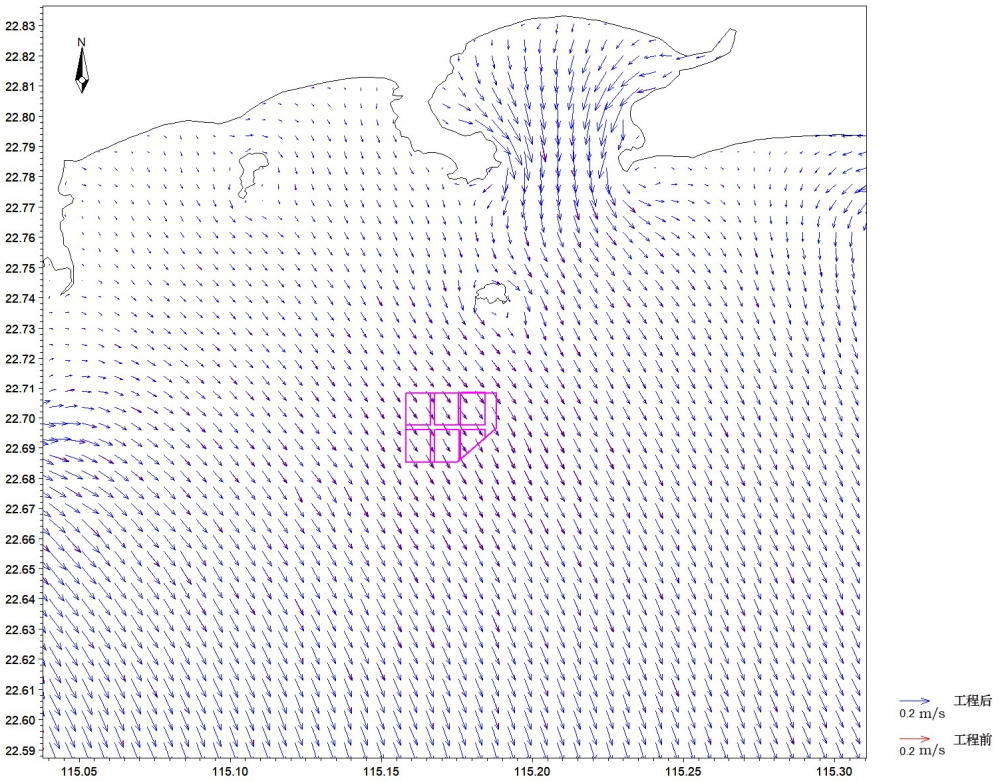


图 5.1-8 工程实施前后养殖区附近海域落急流速对比图（冬季中层）

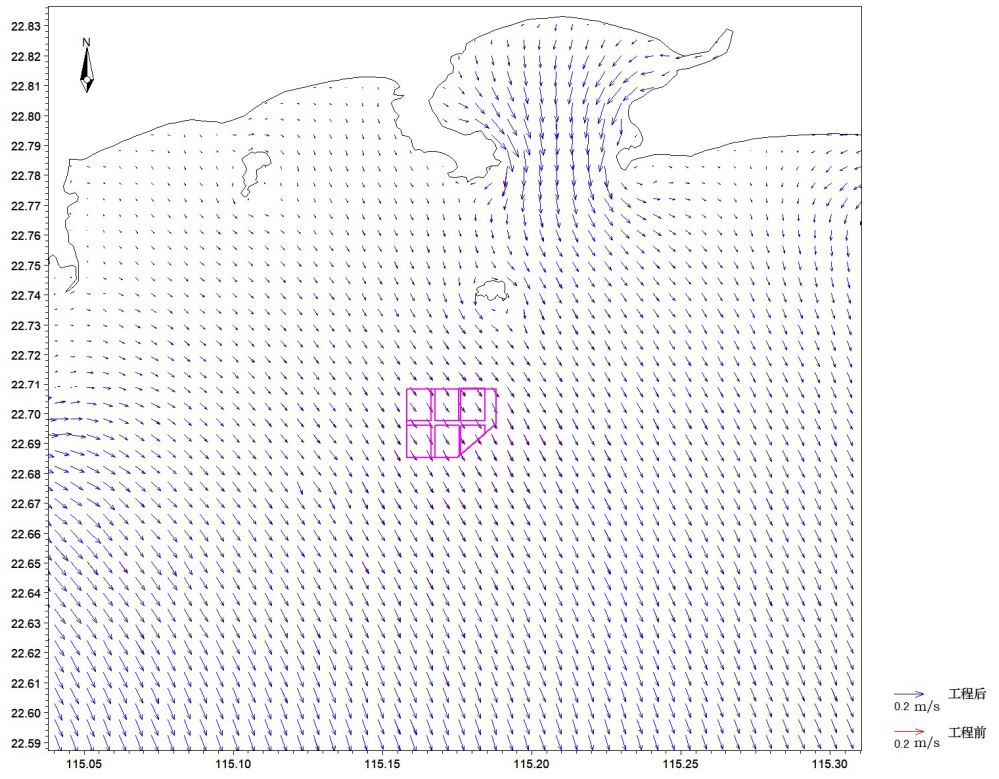


图 5.1-9　工程实施前后养殖区附近落急流速对比图（冬季底层）

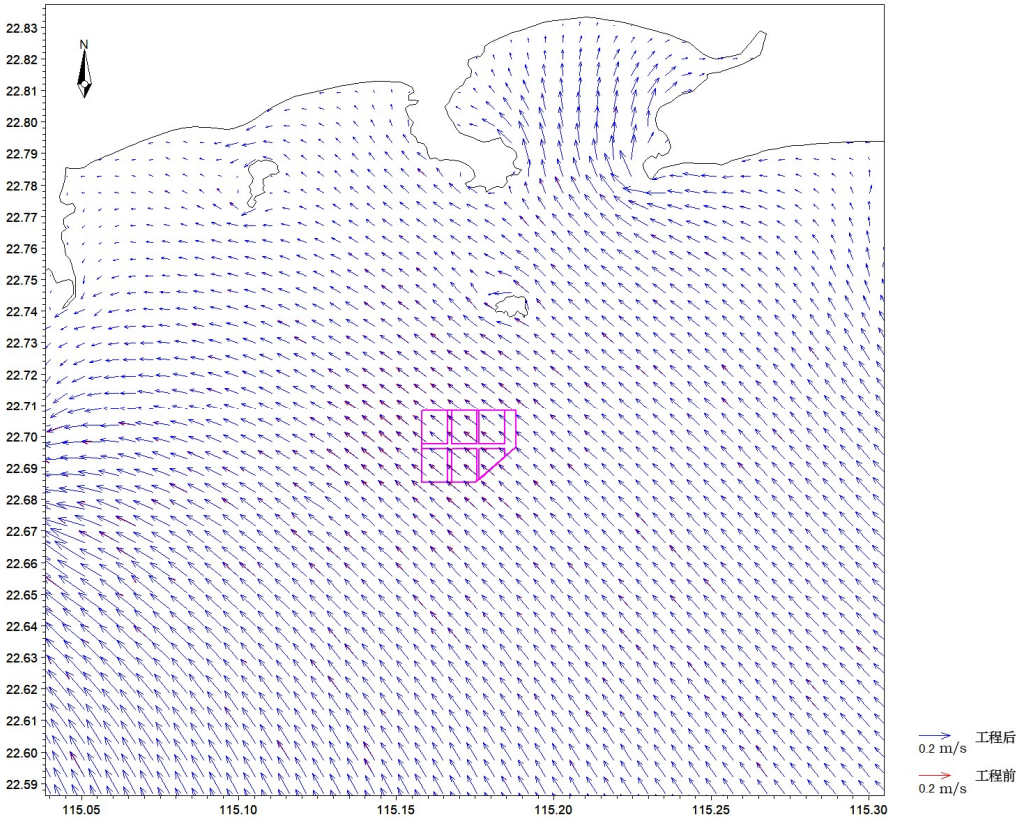


图 5.1-10　工程实施前后养殖区附近涨急流速对比图（夏季表层）

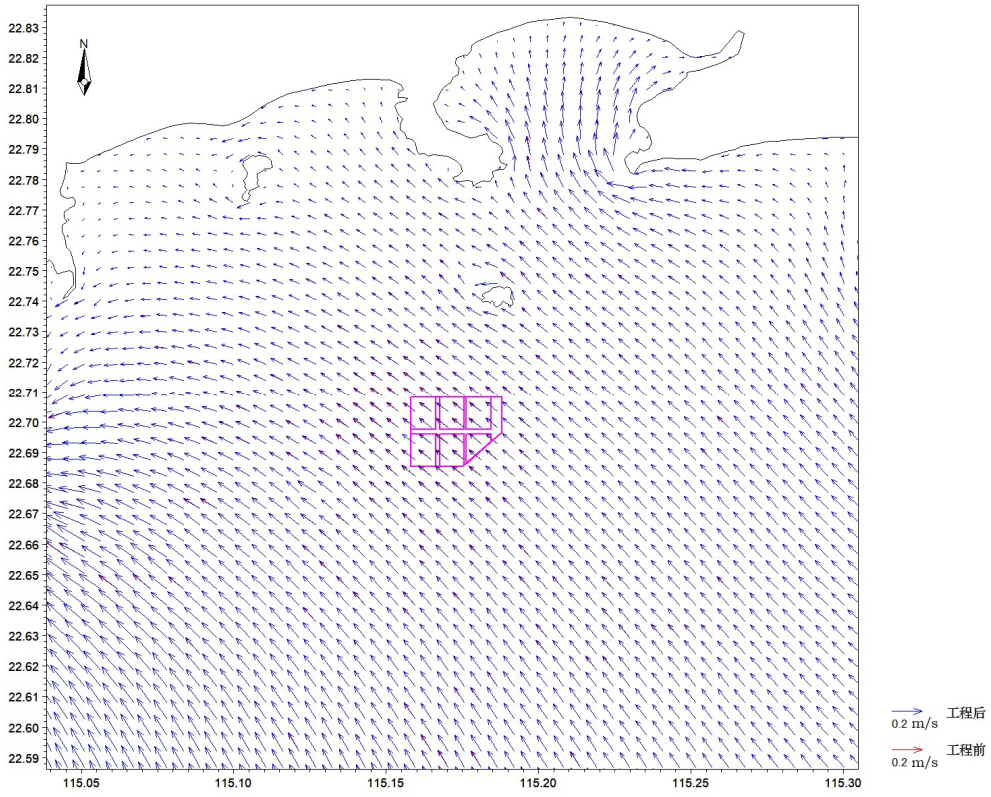


图 5.1-11　工程实施前后养殖区附近涨急流速对比图（夏季中层）

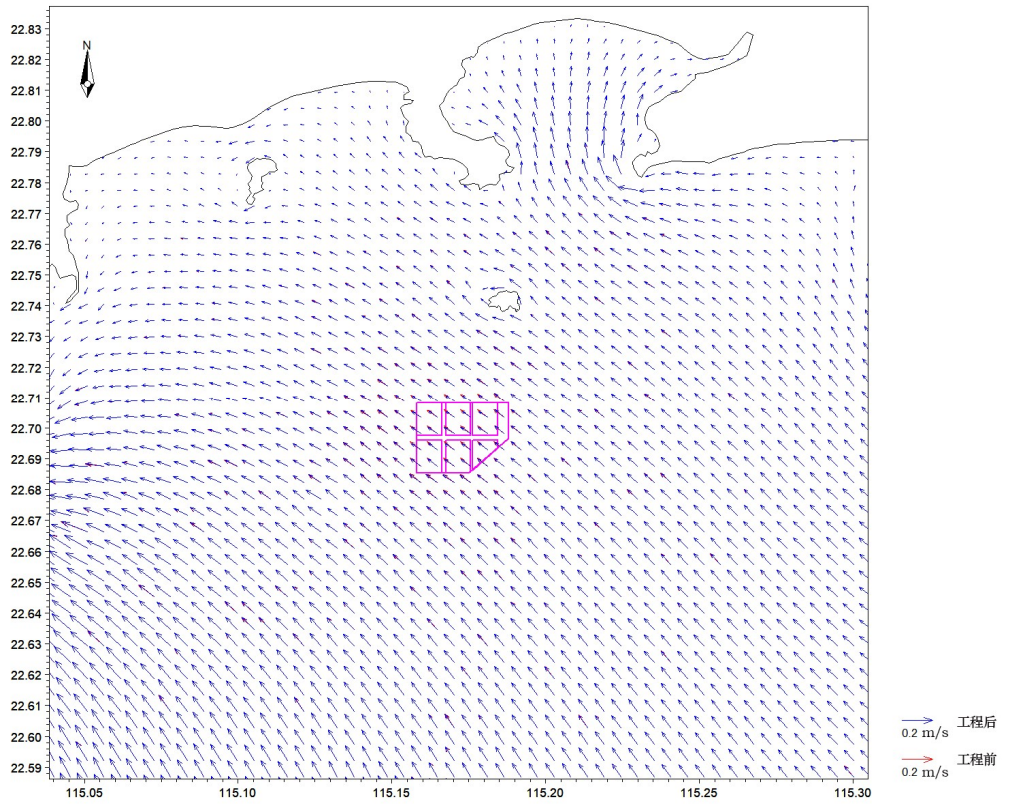


图 5.1-12　工程实施前后养殖区附近涨急流速对比图（夏季底层）

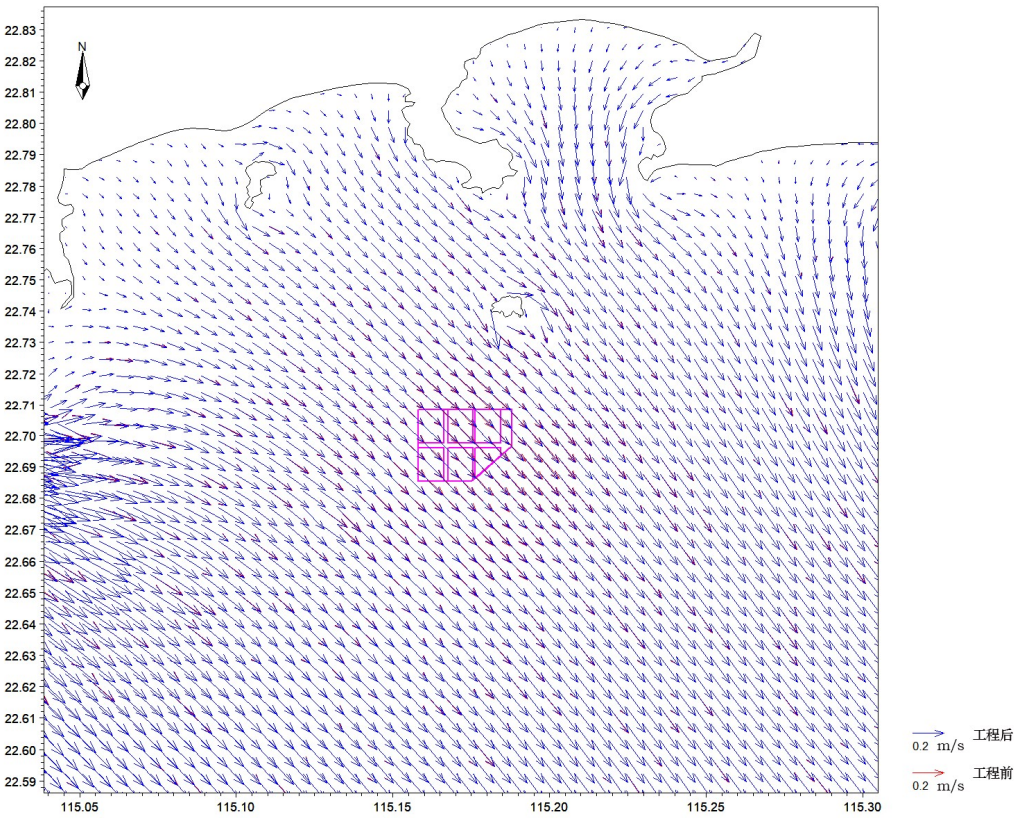


图 5.1-13　工程实施前后养殖区附近落急流速对比图（夏季表层）

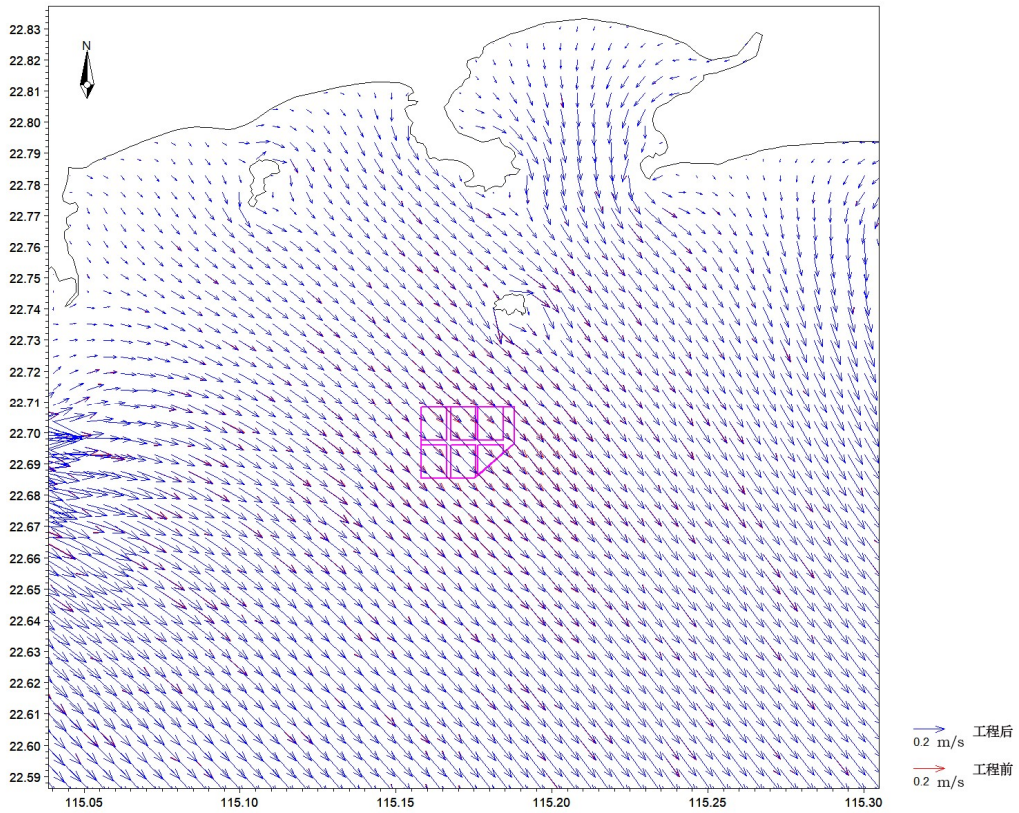


图 5.1-14　工程实施前后养殖区附近落急流速对比图（夏季中层）

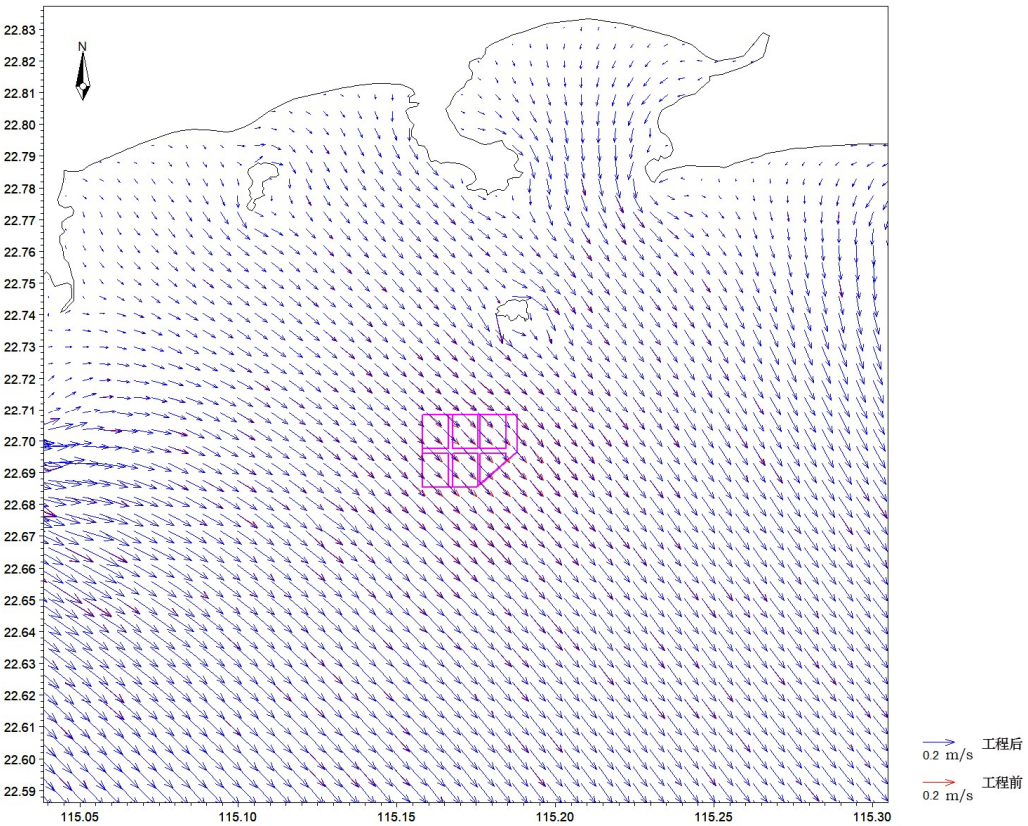


图 5.1-15　工程实施前后养殖区附近落急流速对比图（夏季底层）

5.1.2 养殖地形地貌与冲淤环境影响分析

基于冬季水动力结果计算了工程实施前后养殖区年冲淤变化，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/m^3）；

△t 为淤积历时（s）；

γ_0 为淤积物干容重（kg/m^3）；

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，由于受网箱阻挡影响，网箱区域潮流影响以流速减小为主，因此养殖区范围内主要呈淤积态势，最大淤积厚度约为 0.05m/a，项目东北侧和西南侧呈冲刷态势，东北侧最大冲刷强度约为 0.03m/a，西南侧最大冲刷强度约为 0.02m/a。

图 5.1-20 为项目实施后附近海域年冲淤变化图。

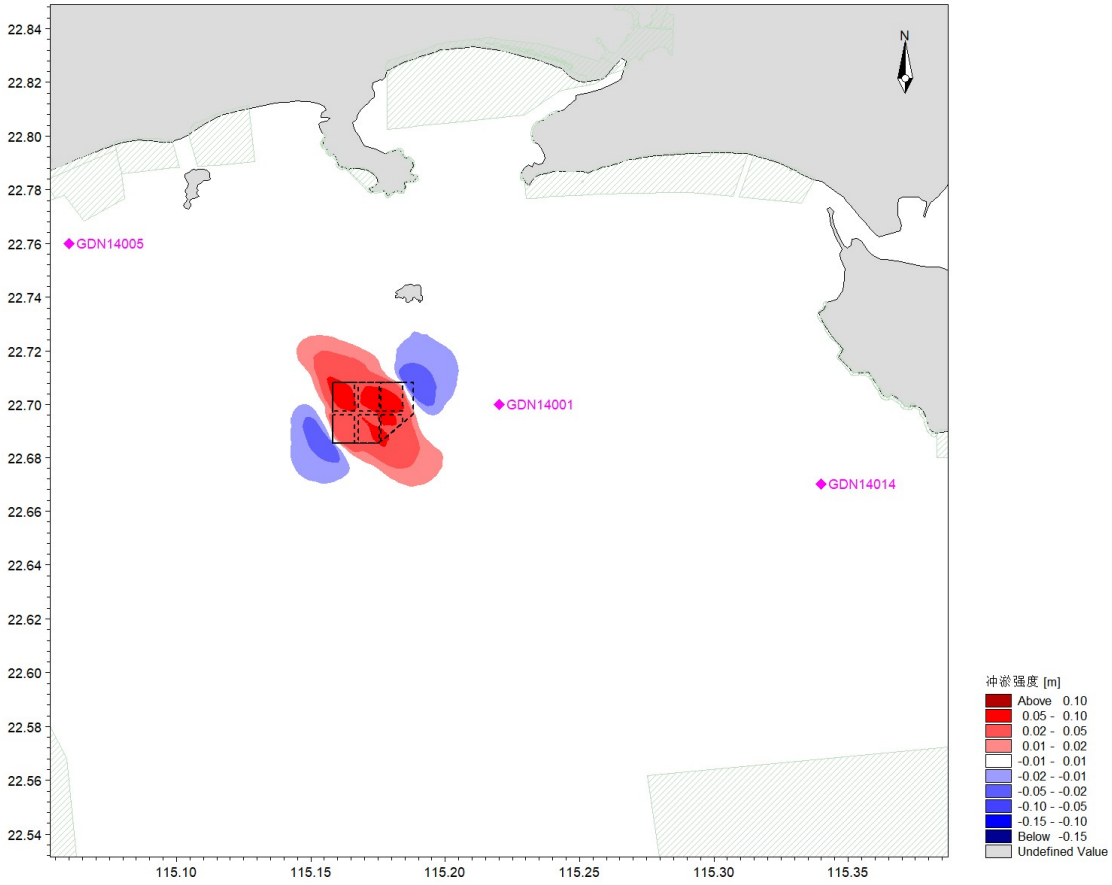


图 5.1-20　工程实施前后养殖区附近海域年冲淤变化图（红色淤积，蓝色冲刷）

5.1.3 水环境影响预测与评价

本项目对水质影响主要考虑施工期网箱抛锚固定产生的悬浮泥沙的影响，以及营运期网箱养殖产生的饵料及鱼类排泄物的影响，悬浮物输运扩散对水质环境的影响采用悬浮物扩散方程进行预测。

5.1.3.1 施工期水环境影响分析

1、三维潮流泥沙输运方程

（1）基本方程

采用 Sigma 坐标系下的三维泥沙数学模型对施工造成的悬沙影响进行计算，三维泥沙数学模型的控制方程如下：

$$\frac{\partial CD}{\partial t}+u\frac{\partial CD}{\partial x}+v\frac{\partial CD}{\partial x}+w_f\frac{\partial C}{\partial \sigma}$$
$$=K_M\frac{\partial}{\partial x}\left(D\frac{\partial C}{\partial x}\right)+K_M\frac{\partial}{\partial y}\left(D\frac{\partial C}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(\frac{K_v}{D}\frac{\partial C}{\partial \sigma}\right)+DS_c$$

式中，C 为水体悬沙含量，S_c为输入源强，w_f为泥沙有效沉速，$w_f=w-w_s$，

w_s为泥沙静水中沉速。

K_M为水平扩散系数，采用欧拉公式

$K_{MX} = 5.93\sqrt{g}H|v|/C_Z$　　$K_{MY} = 5.93\sqrt{g}H|v|/C_Z$

C_Z为 chezy 系数，K_V为垂直扩散系数。

岸界边界条件：$\frac{\partial C}{\partial \vec{n}} = 0$

（2）初始场与边界

由于主要考虑施工期引起的悬浮物增值变化，因此计算区域内悬沙初始场为0，且无外界泥沙输入。

（3）计算参数

1）糙率

同水动力模型预测中取值。

2）模型计算时间步长

模型采用的时间步长△t＝30s。

3）泥沙沉降速度：

泥沙沉降速度是计算泥沙淤积的主要参数，对于粒径小于 0.03mm 泥沙颗粒在海水中表现为絮凝状态，其沉降速度为 0.0004m/s~0.0005m/s，对于大于 0.03mm 泥沙颗粒在海水中不在絮凝，其沉降速度可按单颗粒沉速考虑。本次计算以保守沉速 0.05cm/s 作为泥沙沉降速度的取值

2、悬浮泥沙预测

（1）计算采用的水动力条件

采用 2024 年 12 月 1 日～2024 年 12 月 20 日包含大、中、小潮的潮汐过程。

（2）悬浮物源强

本项目海上工作平台由榀 144 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，桩基础为 15 根 Φ1200mm 钢管桩。根据悬沙源强计算结果单桩振沉悬浮物源强为 0.4676kg/s。

本项目共设置周长 90m 圆形网箱 300 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）4 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620kg/个，则每个锚块投放过程中悬浮泥沙产生量为3.1kg。每个锚块投放时间约为5min，则锚锭投放产生的悬浮泥沙瞬时源强为0.0103kg/s。

模型层数分为5层，由于平台桩基打桩、桩腿固定产生的悬浮泥沙主要在底部扩散，因此，源强设置为底层释放。平台桩基打桩的每个源强点持续40min停止释放，网箱的每个源强点持续5min停止释放。

表5.1-4　钢管桩振沉引起的悬浮泥沙源强

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）
钢管桩	1.2	18	1103	1122.15	2400	0.4676

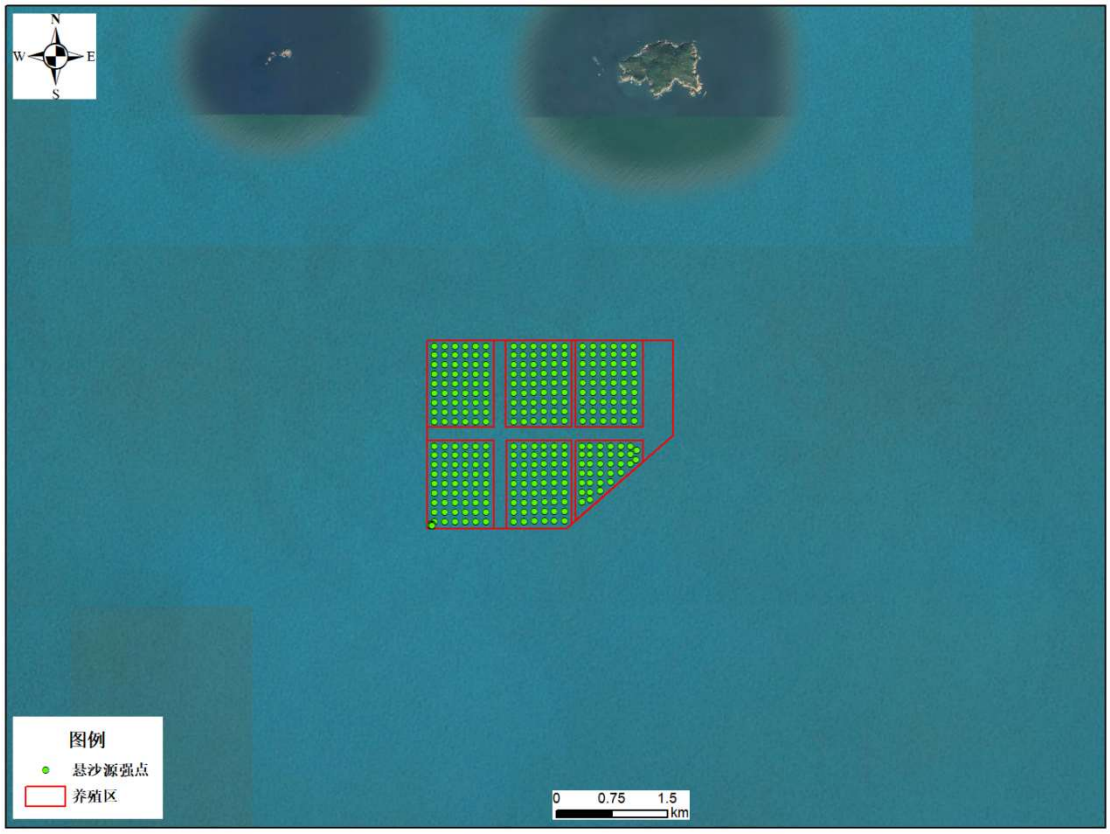


图5.1-21　施工期项目源强点分布图

（3）悬沙预测结果

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300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）4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 5.1-22~图 5.1-27，根据模拟结果分析，桩基施工和投放水泥墩锚块会短期改变养殖区及附近底层的悬浮物浓度，悬沙在水流作用下沿着涨落潮方向扩散，从垂向上看，由于水平向潮流作用，表层悬沙扩散面积最小，底层面积最大。整体上看，悬沙扩散浓度均在 5mg/L 以内，垂线平均浓度大于 1mg/L 的包络线面积为 0.005km^2。施工造成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、海岛等海洋环境保护目标产生影响。悬浮泥沙增量影响的水域面积统计详见表 5.1-5。

表 5.1-5　施工期悬浮泥沙（SS）增量包络面积（km^2）

时期	悬沙增量	>1mg/L	>2mg/L	>5mg/L	>10mg/L
冬季	表层	0	0	0	0
	中层	0	0	0	0
	底层	0.013	0.007	0	0
	垂向平均	0.004	0.002	0	0
夏季	表层	0	0	0	0
	中层	0	0	0	0
	底层	0.0015	0.008	0	0
	垂向平均	0.005	0.003	0	0

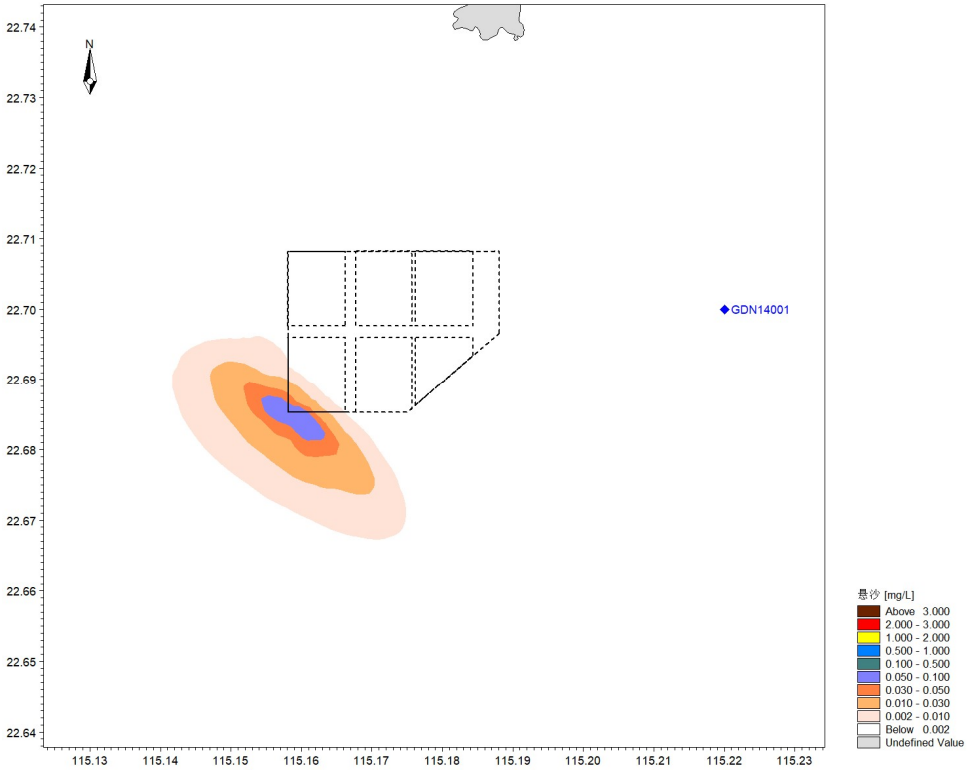


图 5.1-162　项目施工产生悬沙增量包络线图（冬季表层）

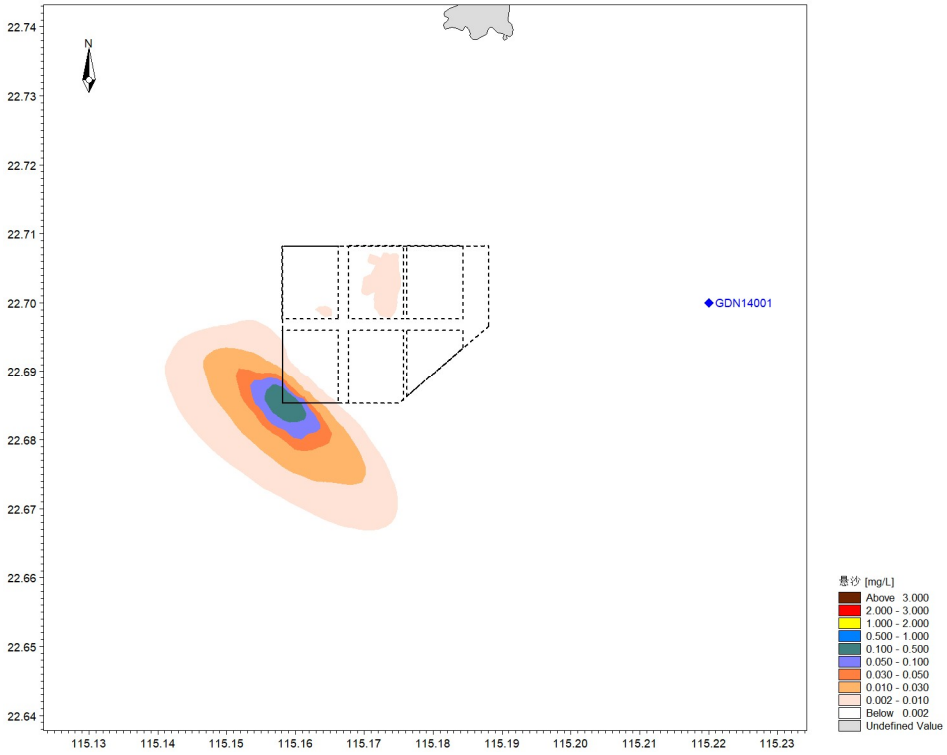


图 5.1-23　项目施工产生悬沙增量包络线图（冬季中层）

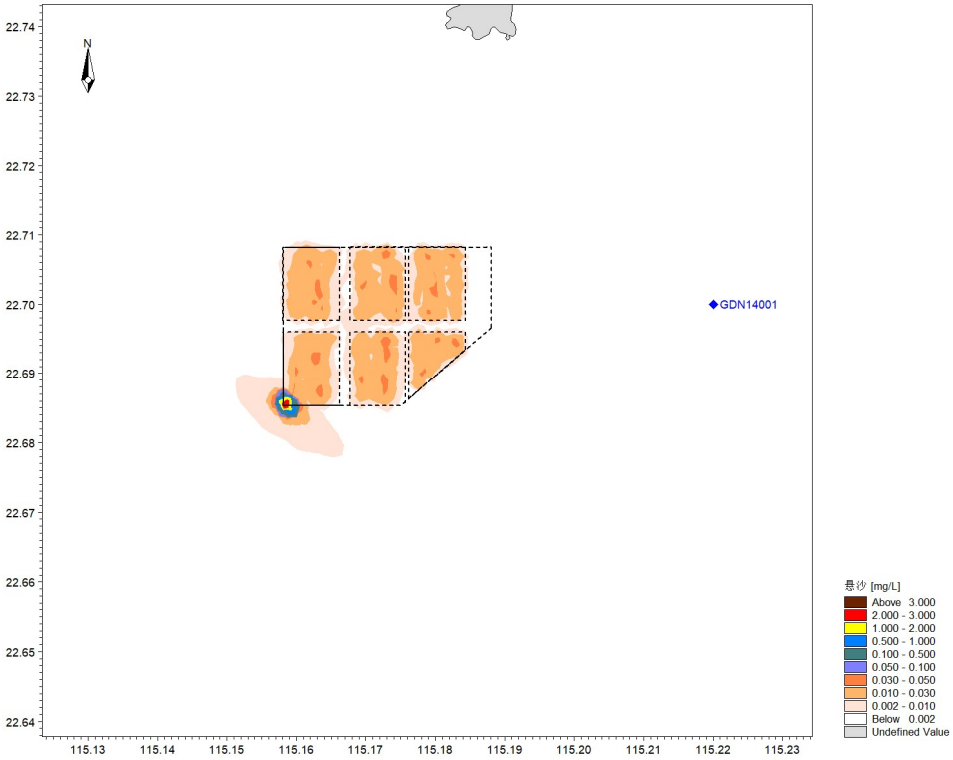


图 5.1-24　项目施工产生悬沙增量包络线图（冬季底层）

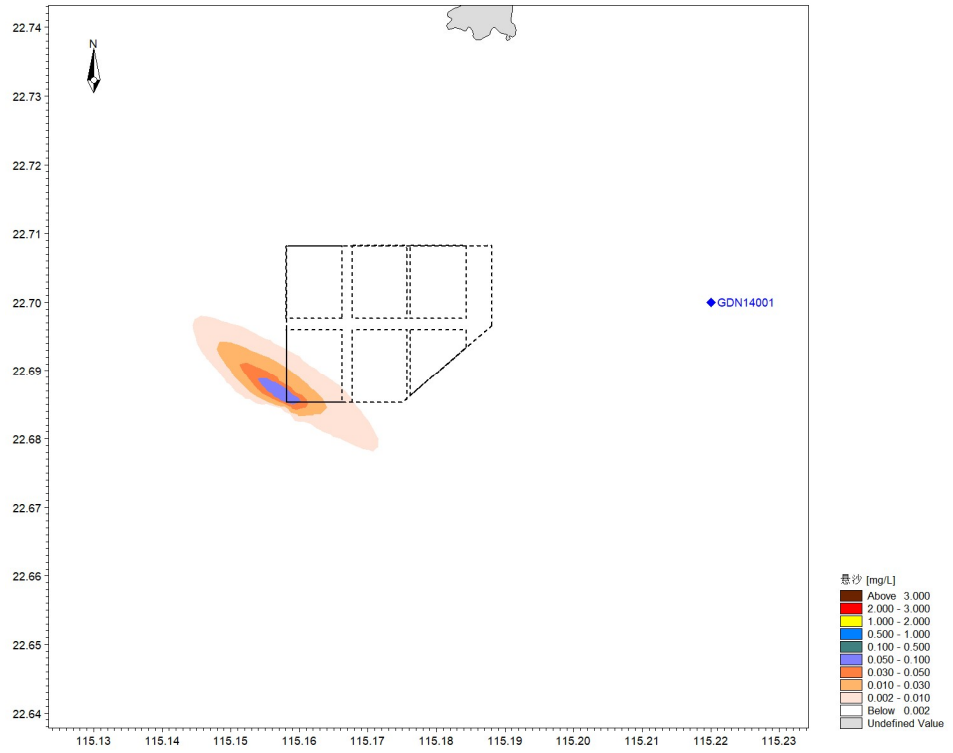


图 5.1-175　项目施工产生悬沙增量包络线图（夏季表层）

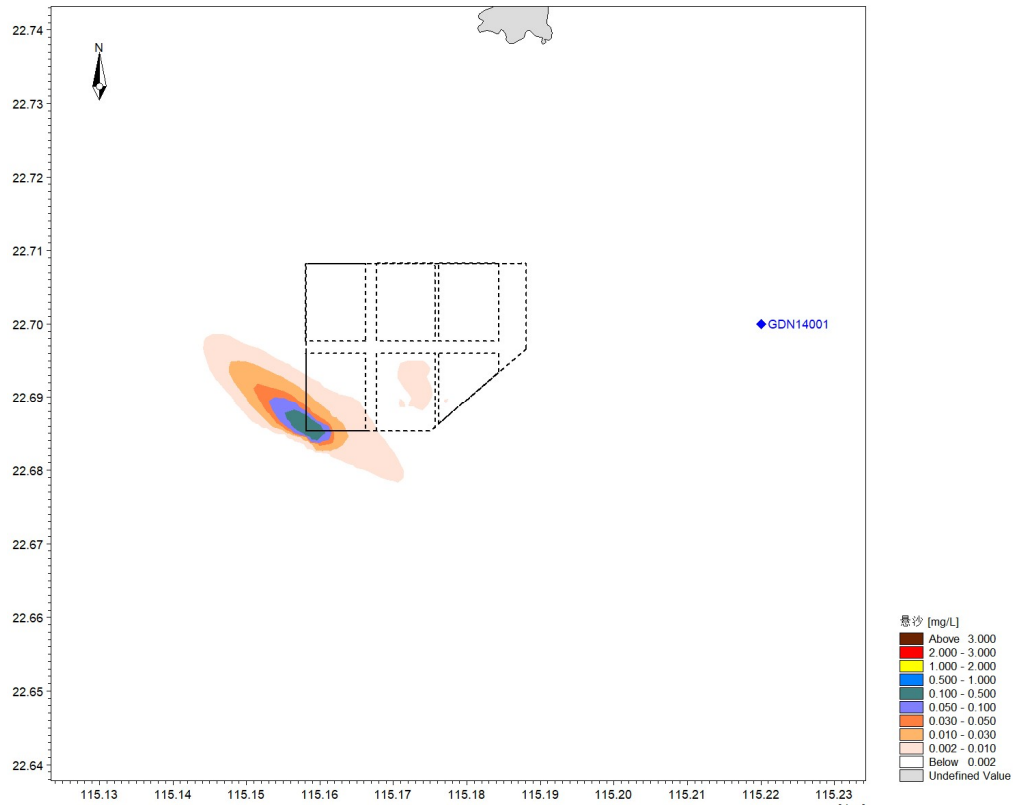


图 5.1-26　项目施工产生悬沙增量包络线图（夏季中层）

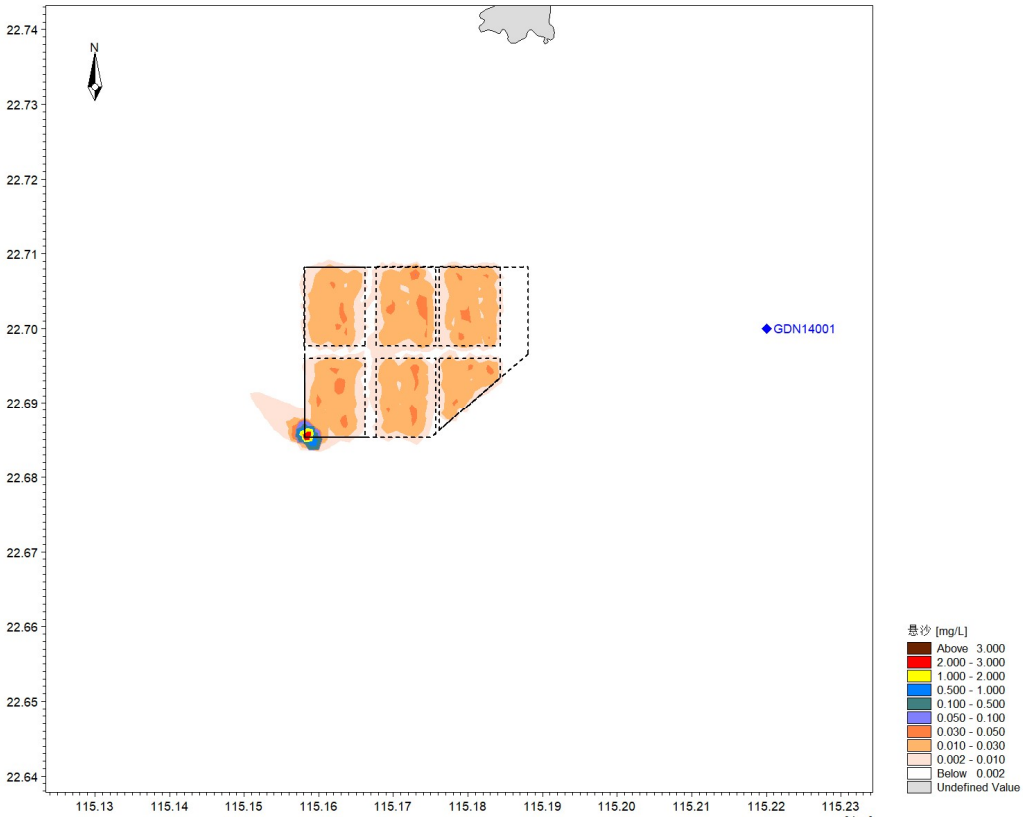


图 5.1-27　项目施工产生悬沙增量包络线图（夏季底层）

5.1.3.2 营运期水环境预测

1、基本方程

与三维水动力数值模型对应，采用三维水质数值模型模拟评价水域污染物浓度的时空变化，其控制方程如下：

$$\frac{\partial h\bar{C}}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}\bar{C}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}\bar{C}}{\partial y}+\frac{\partial h\bar{w}\bar{C}}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}(hE_x\frac{\partial\bar{C}}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(hE_y\frac{\partial\bar{C}}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}\left(hE_z\frac{\partial\bar{C}}{\partial z}\right)+S$$

式中，$\overline{C}$ 为水深平均的污染物的浓度，mg/L；

$\bar{u}$、$\bar{v}$、$\bar{w}$为沿 x、y、z 方向的流速分量，m/s；

E_x、E_y、E_z为 x、y、z 方向的扩散系数，m^2/s；

S 为源（汇）项，$g/m^2/s$。

岸边界条件采用污染物通量为零的条件。考虑到流场的岸边界条件已采用法向流速为零的条件，污染物浓度的岸边界为无梯度条件。

岸边界条件：$\frac{\partial S}{\partial n}=0$

其中，*n* 与岸边界垂直的额单位法向矢量。

开边界条件：开边界条件:流出区域，满足扩散方程为 0；入流边界，不考虑外界环境影响，故入流边界设定入流 *S*=0。

初始条件：本次主要预测污染物排海后在环境中所起的浓度增量，计算的初始条件选为零初始条件。

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、悬浮物。

根据工程分析，本项目 300 个圆型网箱和 4 个方型网箱养殖区悬浮物的总排放速率为 2241.5219g/s，COD 的总排放速率为 1.5319g/s，总氮总排放速率为 26.4048g/s，总磷总排放速率为 2.2484g/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 7.2324g/s，COD 的排放速率为 0.0049g/s，总磷排放速率为 0.0073g/s，总氮排

放速率为 0.0852g/s；单个方型网箱悬浮物的排放速率为 17.9525g/s，COD 的排放速率为 0.0123g/s，总磷排放速率为 0.0180g/s，总氮排放速率为 0.2115g/s。：

表 5.1-6　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）	48.3101	832.7005	70.9068	
产生速率（g/s）	1.5319	26.4048	2.2484	24.7686

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，$COD_{Mn}=0.4COD_{Cr}$。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 l：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 5.1-7　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）	0.0020	0.0656	0.0058	7.2324
单个方型网箱排放源强（g/s）	0.0049	0.1628	0.0144	17.9525

（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 1.3-3 所示。

表 5.1-8　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 0.023～0.076d^{-1} 之间，活性磷酸盐的降解系数一般在 0.005d^{-1}～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 0.121～0.269d^{-1}，均值为 0.225d^{-1}，活性磷酸盐的降解系数在 0.031～0.179d^{-1}，均值为 0.08d^{-1}；台山市广海湾 COD_{Mn}、无机氮的降级系数分别为 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 0 d^{-1}。

（3）预测工况和源强设置

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，在养殖区范围内对应网箱所在位置共布设 304 个源强点，运营期源强点分布图见图 5.1-28。为了考虑养殖的最大影响，模型选择养殖末期的源强进行计算，模型考虑垂向分层使用 Sigma 坐标，模型层数分为 5 层，考虑饵料匀速沉降，污染物垂向均匀分布，将各层源强分配比例设置为 0.2。

考虑养成期间一般每天早、晚各投喂一次，饵料散失产生的 SS 考虑每天释放 2 次，每次 1 小时，释放间隔 12 小时进行预测，鱼类粪便产生的 SS 连续释放进行预测。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、化学需氧量考虑连续释放进行预测。

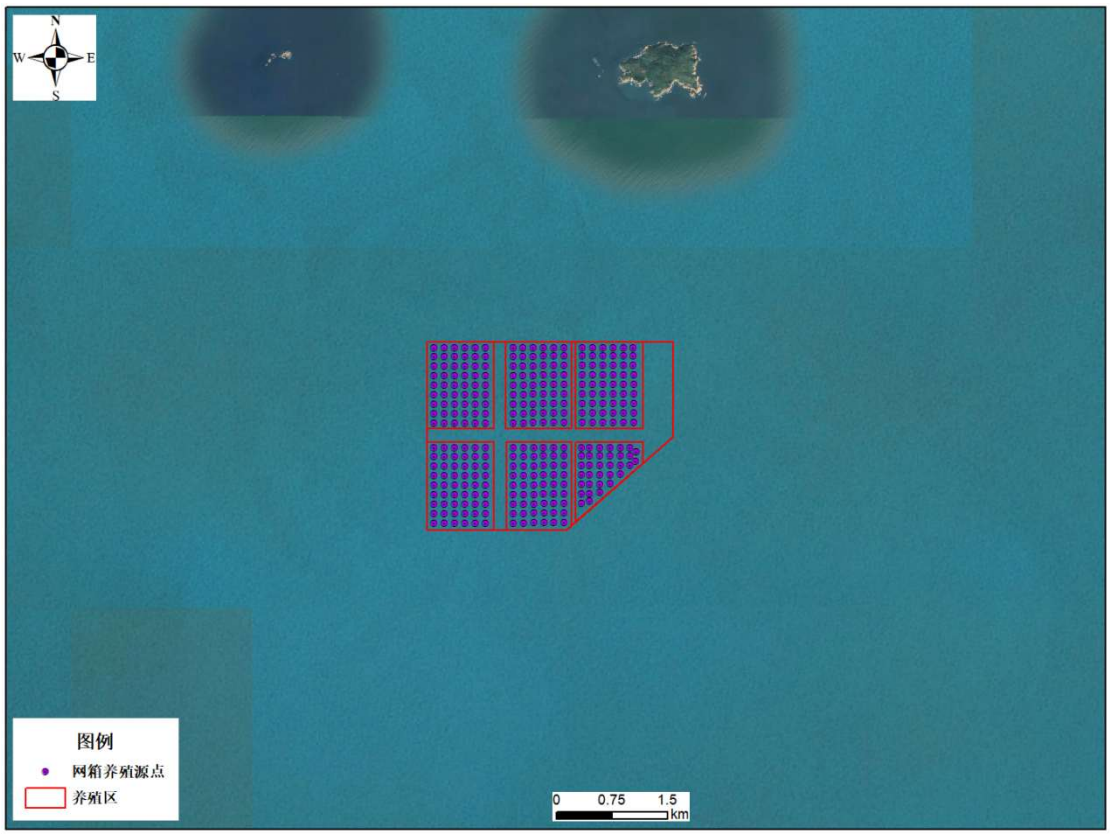


图 5.1-28　项目营运期源强点分布图

（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。

距离养殖区最近的国控监测点位为 GDN14001，选取该站位（GDN14001）2023 年~2025 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~2025 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（最大值）分别为 0.83mg/L、0.133mg/L、0.014mg/L，具体如下：

表 5.1-9　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

监测时间	选取站位	预测因子背景值（mg/L）			水质目标
		化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	
2023	GDN14001	0.83	0.094	0.014	第一类
2024		0.29	0.133	0.008	
2025		0.56	0.074	0.009	
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	/

3、模拟结果

（1）冬季预测结果

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 5.1-29~图 5.1-32。

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0.00001mg/L、0.00032mg/L 和 0.00003mg/L、0.035mg/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 1.08mg/L、0.145mg/L 和 0.0086mg/L，均没有超过第一类海水水质标准的范围。

根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物扩散到最近国控点位 GDN14001 的最大浓度叠加站位背景值浓度后的结果见表 5.1-10，根据预测结果可知，项目网箱养殖实施后，预测离网箱最近的 GDN14001 站位浓度可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。

表 5.1-10　项目实施后对附近海域国控监测站位的浓度影响　单位：mg/L

排放工况	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
网箱处	化学需氧量	1.08	0.00001	1.08	2	达标
	无机氮	0.145	0.00032	0.145	0.2	达标
	活性磷酸盐	0.0086	0.00003	0.0086	0.015	/
	悬浮物	13.0	0.035	0.035*	10	达标
GDN14001	化学需氧量	0.83	1.83×10^{-17}	0.83	2	达标
	无机氮	0.133	6.06×10^{-16}	0.133	0.2	达标
	活性磷酸盐	0.014	5.31×10^{-17}	0.014	0.015	达标
	悬浮物	/	3.75×10^{-14}	3.75×10^{-14}*	10	达标

注：*依据《海水水质标准》（GB3097-1997），叠加值中的悬浮物指标为“人为增加的量”。

（2）夏季预测结果

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 5.1-33~图 5.1-36。

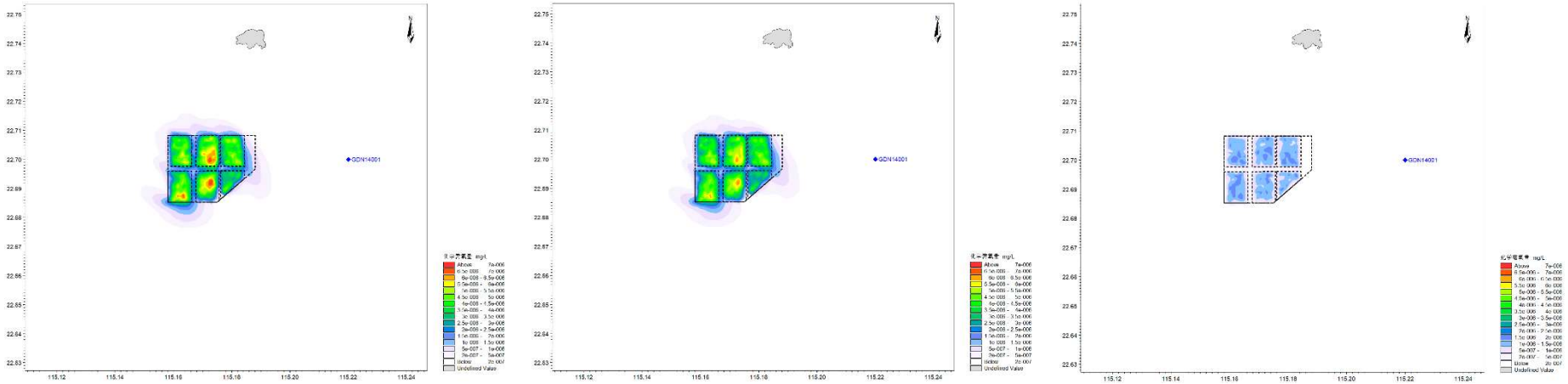
网箱养殖处化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、悬浮物最大浓度增量分别为0.00002mg/L、0.00045mg/L 和 0.000043mg/L、0.048mg/L，叠加环境本底值后，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度分别为1.08mg/L、0.145mg/L和0.0086mg/L，均没有超过第一类海水水质标准的范围。

根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物扩散到最近国控点位 GDN14001 的最大浓度叠加站位背景值浓度后的结果见表 5.1-11，根据预测结果可知，项目网箱养殖实施后，预测离网箱最近的 GDN14001 站位浓度可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质。

表 5.1-11　项目实施后对附近海域国控监测站位的浓度影响　单位：mg/L

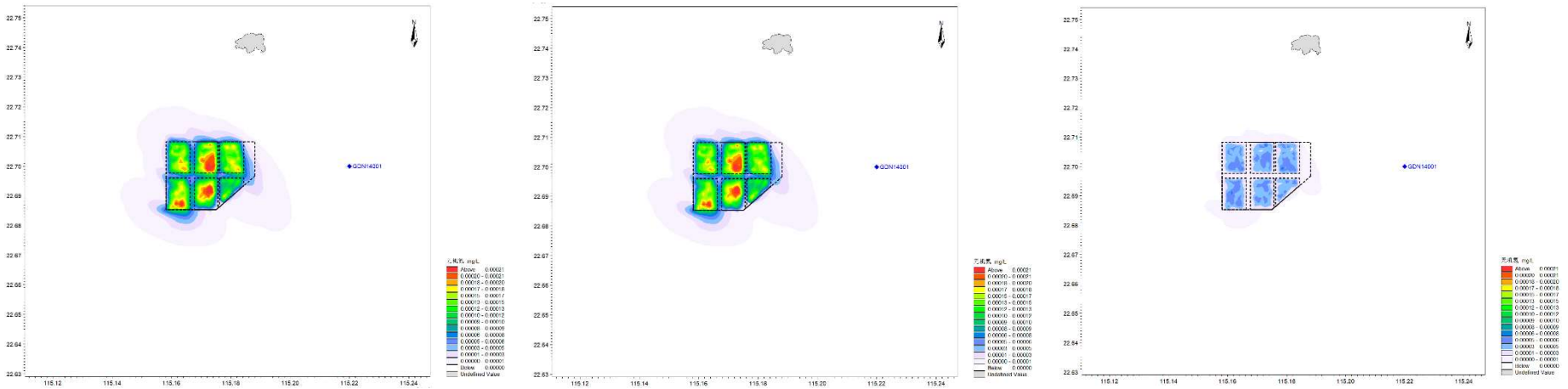
排放工况	污染因子	背景浓度	最大扩散浓度	叠加值	一类水质标准	达标情况
网箱处	化学需氧量	1.08	0.00002	1.08	2	达标
	无机氮	0.145	0.00045	0.145	0.2	达标
	活性磷酸盐	0.0086	0.00004	0.0086	0.015	/
	悬浮物	13.0	0.048	0.048*	10	达标
GDN14001	化学需氧量	0.83	7.94×10^{-17}	0.83	2	达标
	无机氮	0.133	2.63×10^{-15}	0.133	0.2	达标
	活性磷酸盐	0.014	2.30×10^{-16}	0.014	0.015	达标
	悬浮物	/	2.95×10^{-13}	2.95×10^{-13}*	10	达标

注：*依据《海水水质标准》（GB3097-1997），叠加值中的悬浮物指标为“人为增加的量”。



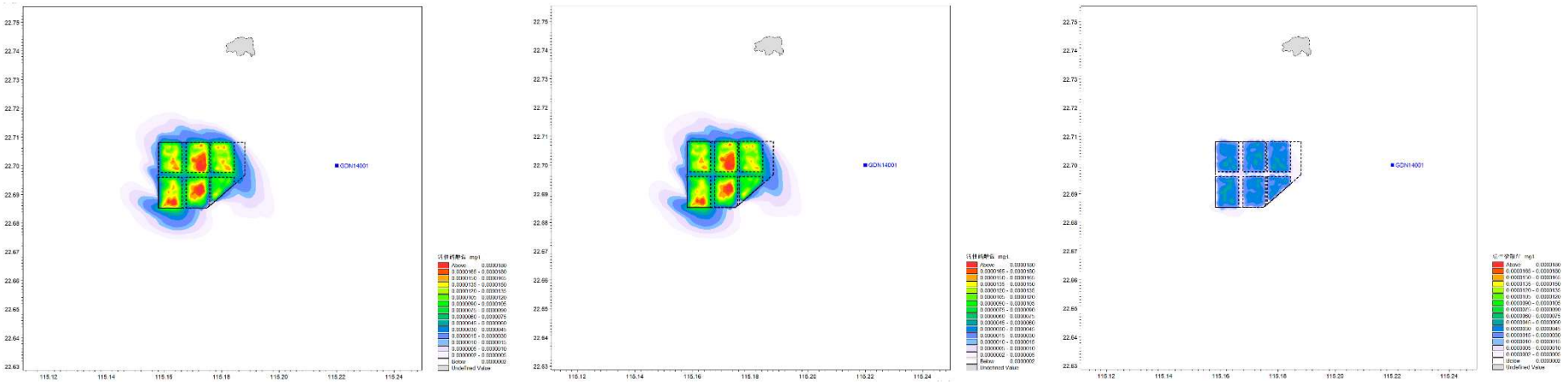
表层　　中层　　底层

图 5.1-29　项目营运期化学需氧量增量包络线图（冬季）



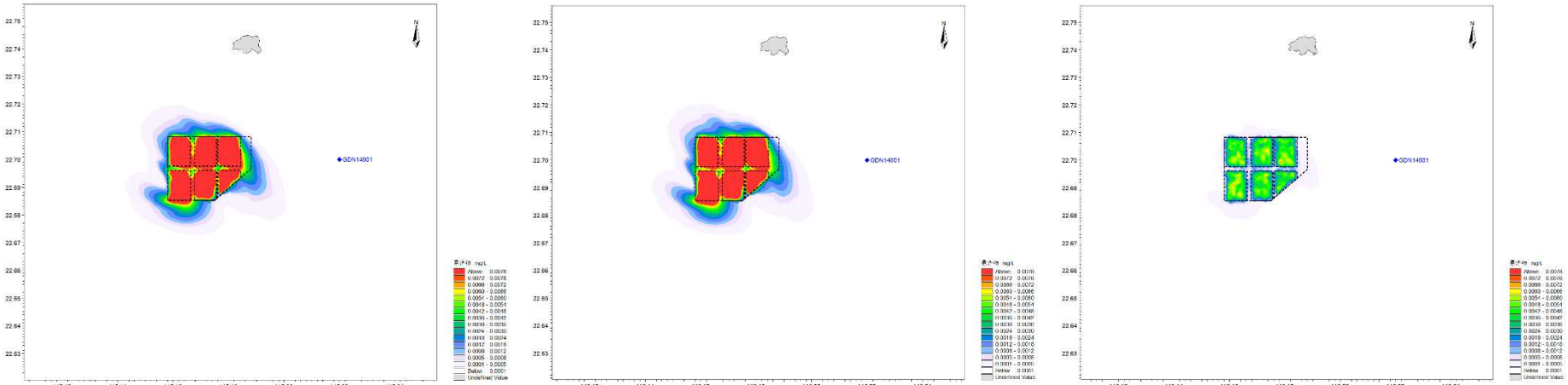
表层　　中层　　底层

图 5.1-30　项目营运期无机氮增量包络线图（冬季）



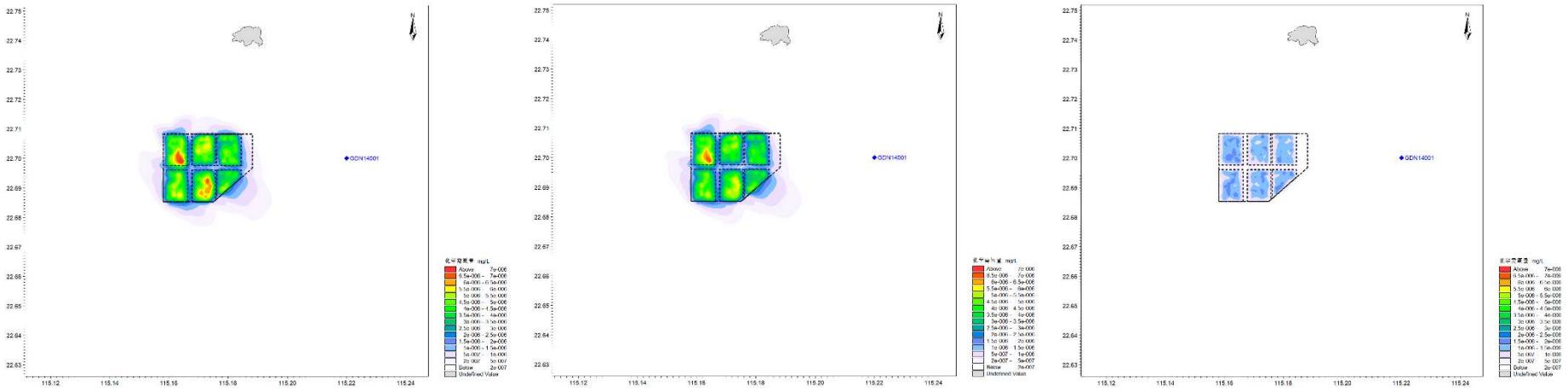
表层　　中层　　底层

图 5.1-31　项目营运期活性磷酸盐增量包络线图（冬季）



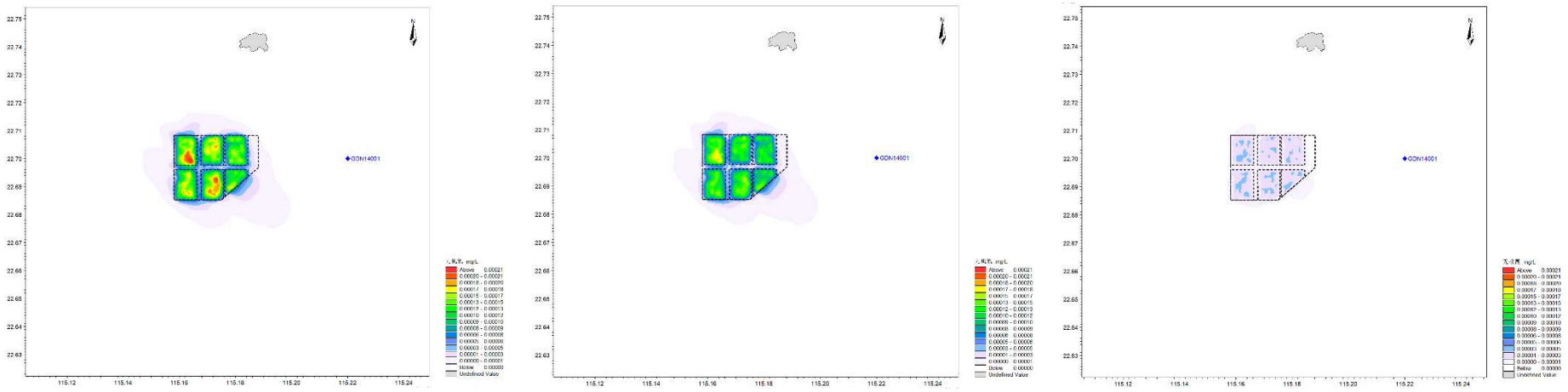
表层　　中层　　底层

图 5.1-32　项目营运期悬浮物增量包络线图（冬季）



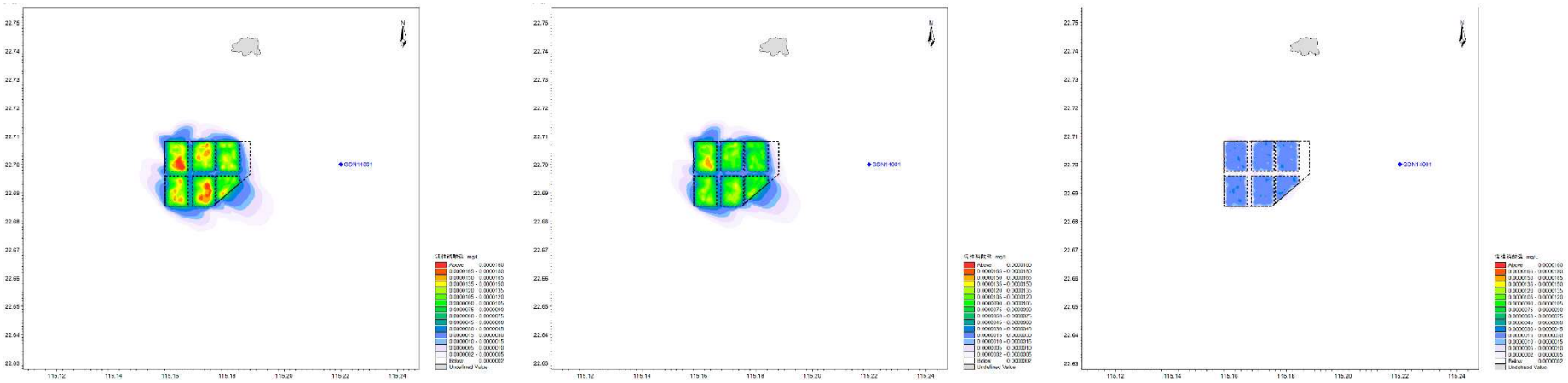
表层　　中层　　底层

图 5.1-33　项目营运期化学需氧量增量包络线图（夏季）



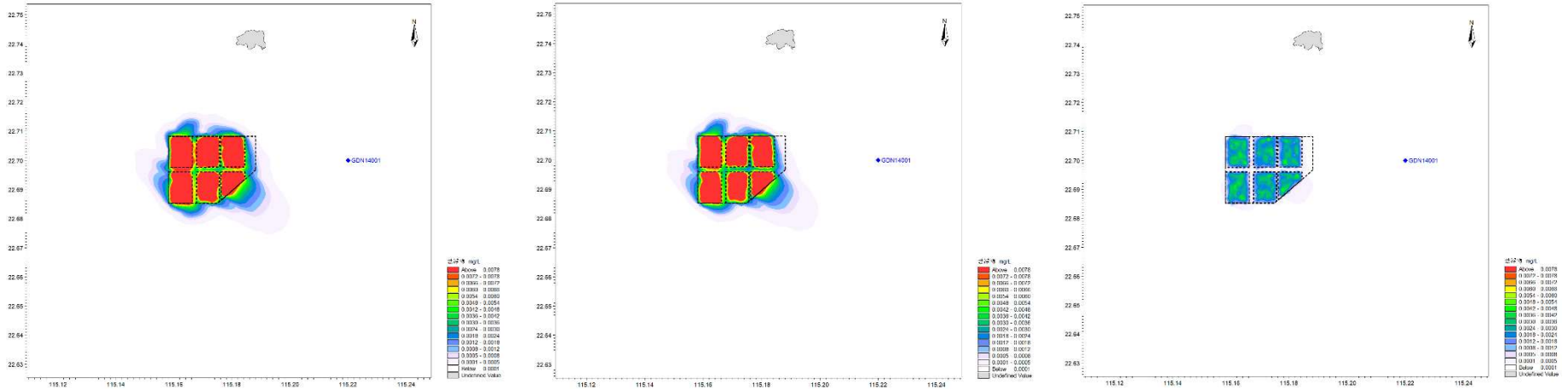
表层　　中层　　底层

图 5.1-34　项目营运期无机氮增量包络线图（夏季）



表层　　中层　　底层

图 5.1-35　项目营运期活性磷酸盐增量包络线图（夏季）



表层　　中层　　底层

图 5.1-36　项目营运期悬浮物增量包络线图（夏季）

5.1.3.3 营运期对水质的影响分析

（1）工作人员生活污水

本工程运营期间约有 15 名工作人员在海上工作平台进行日常管理，工作人员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 304 个网箱，每个网箱的网衣按照每 2 个月更换一次，清洗废水产生量约为 2462.4m^3/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

项目营运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 3kg/m^2·a，而在网箱底部的沉积速率可高达 10kg/m^2·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、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）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]或千克每平方千米（kg/km^2）。在此为底栖生物生物的平均生物量。

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（km^2）或立方

千米（km^3）。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300个圆形网箱，每个网箱采用12个640kg，单位面积约1.1m^2的铁锚固定；本项目设置4个方形网箱，每个网箱采用20个640kg，单位面积约1.1m^2的铁锚固定，项目网箱养殖铁锚占用面积约为300×12×1.1+4×20×1.1=4048m^2；海上工作平台使用15根Φ1200mm的钢管桩，海上工作平台桩基占海面积约为3.14×0.6×0.6×15=16.956m^2，则项目占海总面积约为4064.956m^2。本项目海洋生物资源生物量以2024年春秋两季调查数据的平均值进行估算，底栖生物的生物量取距离项目较近点位SS06两季度的平均生物量11.42g/m^2。由此，计算出本项目底栖生物损失量约为46.42kg。

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，造成呼吸因难；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2mg/L的垂向平均最大包络线面积为0.003km^2，未产生悬沙增量大于5mg/L、10mg/L的区

域，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/km^2）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

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增量大于 1mg/L 等值线所围最大垂向平均面积为 0.005km^2，无大于 5mg/L、10mg/L 区域，因此，悬浮物浓度增量分区数为 I 区。

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 5.1-12 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插。

表 5.1-12　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	≤20	/	Bi≤1 倍	5	0.5
II区	20~50	/	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 6 个月（即 180 天），污染物浓度增量影响的持续周期数为 12（15 天为 1 个周期），悬沙扩散范围内的海域平均水深约为 13.50m。渔业资源密度按调查期间的最大值据进行估算，游泳动物的平均资源密度为 197.849kg/km^2，鱼卵的平均资源密度为 1.640 个/m^3，仔鱼的平均资源密度为 1.053 个/m^3。

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＝197.849×0.005×0.5%×1×12＝0.059kg；

鱼卵损失量=1.640×0.005×10^6×13.50×5%×1×12＝66420 粒；

仔鱼损失量=1.503×0.005×10^6×13.50×5%×1×12＝60872 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 0.059kg，鱼卵 66420 粒，仔鱼 60872 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 46.42kg，游泳生物直接损失量为 0.059kg，鱼卵直接损失量为 66420 粒，仔鱼直接损失量为 60872 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：

$$Mi = Wi \times Ei$$

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 2.1603 万元。

表 5.1-13　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）	累计补偿额（万元）
底栖生物	46.42kg	15 元/kg	/	0.070	15	1.050
游泳生物	0.059kg	20 元/kg	/	0.0001	3	0.0003
鱼卵	66420 粒	1 元/尾	1%	0.066	3	0.198
仔鱼	60872 尾	1 元/尾	5%	0.304	3	0.912
合计	/	/	/	0.4401	/	2.1603

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/m³）	0.37~1.10	0.31~0.98	0.21~0.76	0.18~0.27
平均浓度（mg/m³）	0.74	0.64	0.48	0.22

本项目海上平台涉及土建工程较少，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

营运期主要为渔船行驶过程排放的少量船舶尾气，主要污染物为NO_x、SO_2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：

$$L_A（r）=L_A（r_0）-20\lg（r/r_0）-△L$$

式中：L_A（r）—距离声源 r（m）处的 A 声级；

L_A（r_0）—距离声源 r_0（m）处的 A 声级；

△L—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，施工船舶在露天的环境中进行施工，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：

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

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：

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

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：

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

L—浅海混合层深度，单位为米（m），2m；

a_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	沙底	泥底	沙底	泥底	沙底	泥底	沙底	泥底	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	沙底	泥底	沙底	泥底	沙底	泥底	沙底	泥底	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，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海洋，以免造成环境卫生问题。

海上工作平台上部结构施工过程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，严禁死鱼外溢出网箱，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”中生态保护红线的影响分析

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7.9km）、金町重要滩涂及浅海水域（项目东北侧8.7km）、百安半岛海岸防护物理防护极重要区（项目北侧约7.6km）、鲘门重要滩涂及浅海水域（项目西北侧约9.6km）、鸡笼山海岸防护物理防护极重要区（项目东北侧10.9km）、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区（项目北侧约10.4km）、深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区（项目西北侧 11.0km）、乌山海岸防护物理防护极重要区（西侧12.8km）、汕尾城区大华山地方级森林自然公园（东侧16.3km）、大华山西海岸防护物理防护极重要区（东侧16.2km）、粤东沿海丘陵平原水土保持生态保护红线（东侧16.6km）、珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线（西侧12.9km）、汕尾市海丰县红树林（西北侧13.8km）、深圳深汕红树林（西北侧16.8km）、黄江重要河口（东北侧 14.8km）、东山海海龟珍惜濒危物种分布区（西南侧14.9km）、浪南重要渔业资源产卵场（项目东南侧17.1km）、东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线（西北侧17.1km）。

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 5mg/L、10mg/L 的区域，大于2mg/L 浓度区包络线面积约为 0.005km^2，大于 1mg/L 浓度区包络线面积约为0.013km^2，且施工造成1mg/L悬沙增量仅影响平台周边范围，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 5mg/L、10mg/L 的区域，大于 2mg/L 浓度区包络线面积约为 0.005km^2，大于 1mg/L 浓度区包络线面积约为 0.013km^2，且施工造成 1mg/L 悬沙增量仅影响平台周边范围，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

项目养殖区距离北侧江牡岛约 3.3km，距离西北侧鸡心岛约 4.2km，距离西北侧芒屿岛约 9.1km，距离西南侧东碇屿约 9.2km，距离西南侧西碇屿约 8.8km。

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 5mg/L、10mg/L 的区域，大于 2mg/L 浓度区包络线面积约为 0.005km^2，大于 1mg/L 浓度区包络线面积约为 0.013km^2，且施工造成 1mg/L 悬沙增量仅影响平台周边范围，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（*Rosenfeldet 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”中生态保护红线的影响分析

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7.9km）、金町重要滩涂及浅海水域（项目东北侧8.7km）、百安半岛海岸防护物理防护极重要区（项目北侧约7.6km）、鲘门重要滩涂及浅海水域（项目西北侧约9.6km）、鸡笼山海岸防护物理防护极重要区（项目东北侧10.9km）、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区（项目北侧约10.4km）、深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区（项目西北侧 11.0km）、乌山海岸防护物理防护极重要区（西侧12.8km）、汕尾城区大华山地方级森林自然公园（东侧16.3km）、大华山西海岸防护物理防护极重要区（东侧16.2km）、粤东沿海丘陵平原水土保持生态保护红线（东侧16.6km）、珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线（西侧12.9km）、汕尾市海丰县红树林（西北侧13.8km）、深圳深汕红树林（西北侧16.8km）、黄江重要河口（东北侧 14.8km）、东山海海龟珍惜濒危物种分布区（西南侧14.9km）、浪南重要渔业资源产卵场（项目东南侧17.1km）、东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线（西北侧17.1km）。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7.6km。

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0.00001mg/L、0.00032mg/L和0.00003mg/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0.035mg/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最近的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，亦不会对最近的7.6km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 7.6km 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 营运期对红海湾的影响分析

项目营运期间，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0.00001mg/L、0.00032mg/L 和 0.00003mg/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 0.035mg/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最近的 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 营运期对项目周边岛屿的影响分析

项目养殖区距离北侧江牡岛约 3.3km，距离西北侧鸡心岛约 4.2km，距离西北侧芒屿岛约 9.1km，距离西南侧东碇屿约 9.2km，距离西南侧西碇屿约 8.8km。

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 营运期对“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 0.00001mg/L、0.00032mg/L 和 0.00003mg/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 0.035mg/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最近的 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 营运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 0.00001mg/L、0.00032mg/L 和 0.00003mg/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0.05m/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以下的事故发生概率为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
事故类型	操作性事故	12	4	2	5	1	24
	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	28
	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	36
	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 溢油环境风险影响分析

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：

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt}\right)=K_{\alpha}A_{oil}^{1/3}\left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right)^{4/3}$$

式中，A_{oil}—油膜面积，$A_{oil}=\Pi R^2_{oil}$，R_{oil} 为油膜直径；

K_{α}—系数；

t—时间；

油膜体积为 $V_{oil}=\Pi R^2_{oil}\cdot h_s$；

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℃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：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot P_i^{SAT} / RT \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \cdot \left[m^3 / m^2 s \right]$$

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，水流的紊动能量将油膜撕裂成油滴，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：

$$\frac{dV_{oil}}{d_t} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

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：

$$\frac{dy_w}{d_t} = R_1 - R_2$$

R_1、R_2 分别为水的吸收速率和释出速率。

（3）溶解。溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{dsi}}{d_t} = Ks_i \cdot C_i^{sat} \cdot X_{moli} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil}$$

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，

Ks_i—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 245m^3，单舱燃油量不超过 31m^3，本项目吨位最大的 1000t 平板驳单舱燃油量按照 31m^3 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，最大吨位约为 232t，水上

事故溢油量取单艘辅助渔船最大存在量，即 19.72t。

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。

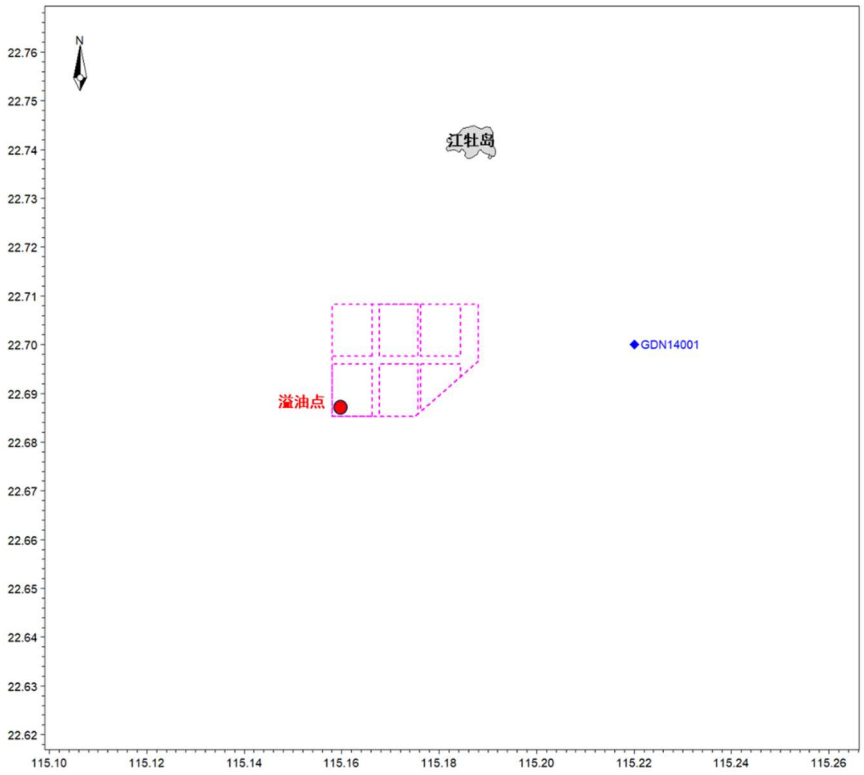


图 5.6-1　养殖区溢油发生点位置

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。考虑养殖区西北侧为深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区，北侧为百安半岛海岸防护物理防护极重要区，因此不利风向取 ESE 风向和 S 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（115.158734°E, 22.685728°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 S	13.8 m/s	大潮涨初
				不利风向 ESE	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，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先向西北方向扩散，后向东南方向扩散，而后持续向西飘移，油粒子 1h、12h、24h、48h 扫海面积分别为 0.053km^2、0.87km^2、2.59km^2、11.48 km^2，48h 溢油残留量为 6.94 吨。落潮时油粒子先向东南方向扩散，而后一路向西扩散，油粒子 1h、12h、24h、48h 扫海面积分别为 0.032km^2、1.41km^2、3.15km^2、15.91 km^2，48h 溢油残留量为 7.75t。

（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先向北扩散，后向东南方向扩散，而后持续向东飘移，35h30min 后抵达国控点位 GDN14001，油粒子 1h、12h、24h、48h 扫海面积分别为 0.090km^2、2.24km^2、3.25km^2、7.24km^2，48h 溢油残留量为 8.75 吨。落潮时油粒子下先向东南方向扩散，后向东北方向扩散，而后持续向东飘移，油粒子 1h、12h、24h、48h 扫海面积分别为 0.142km^2、1.82km^2、3.37km^2、7.81km^2，48h 溢油残留量为 8.75t。

（3）不利风 S 风情况下

在不利风 S 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，8h15min 后到达汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，8h20min 后开始抵岸吸附，油粒子 1h、12h、24h、48h 扫海面积分别为 0.358km^2、0.64km^2、6.34km^2、6.36km^2，48h 溢油残留量为 18.20t。

（4）不利风 ESE 风情况下

在不利风 ESE 风和涨潮流的作用下，油粒子一路向西北扩散，由于风速较大，油膜破碎衰减也较快，10h35min 后到达深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区，13h15min 后开始抵岸吸附，油粒子 1h、12h、24h、48h 扫海面积分别为 0.299km^2、6.25km^2、8.16km^2、8.16km^2，48h 溢油残留量为 10.85t。

表 5.6-5　溢油事故预测一览表

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 风（平均风速 2.2m/s）	1 h	0.38	0.053	0.049	24.31	0.04	0.032	0.026	24.55
	12 h	1.14	0.87	0.052	17.35	2.40	1.41	0.069	18.23
	24 h	4.06	2.59	0.268	11.28	4.25	3.15	0.362	13.42
	48 h	8.13	11.48	1.176	6.94	8.64	15.91	1.905	7.75
SW 风（平均风速 2.6m/s）	1 h	0.50	0.090	0.063	25.02	0.142	0.33	0.095	25.12
	12h	3.28	2.24	0.112	20.32	1.82	2.52	0.145	20.99
	24 h	4.10	3.25	0.138	14.68	3.37	3.97	0.140	15.45
	48 h	7.95	7.24	0.263	8.75	7.81	8.22	0.289	9.48
S 风（不利风速 13.8m/s）	1 h	2.04	0.358	0.231	25.75	—	—	—	—
	12 h	10.79	0.64	0.066	20.32	—	—	—	—
	24 h	11.12	6.34	0.065	18.25	—	—	—	—
	48 h	11.15	6.36	0.065	18.20	—	—	—	—
ESE 风（不利风速 13.8m/s）	1 h	1.93	0.299	0.232	20.05	—	—	—	—
	12 h	13.45	6.25	1.623	15.96	—	—	—	—
	24 h	15.34	8.16	0.103	12.84	—	—	—	—
	48 h	15.34	8.16	0.103	10.85	—	—	—	—

表 5.6-6　油膜到达敏感目标时间

编号	敏感目标	风向 NE		风向 SW		风向 S	风向 ESE
		风速 2.2m/s		风速 2.6m/s		风速 13.8m/s	风速 13.8m/s
		涨潮期	落潮期	涨潮期	涨潮期	涨潮期	涨潮期
		到达时间	到达时间	到达时间	到达时间	到达时间	到达时间
1	自然岸线	/	/	/	/	8h20min	13h15min
2	GDN14001	/	/	35h30min	/	/	/
3	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	/	/	/	/	8h15min	/
4	深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区	/	/	/	/	/	10h35min
5	鸡心岛	/	/	/	/	/	/
6	江牡岛	/	/	/	/	/	/

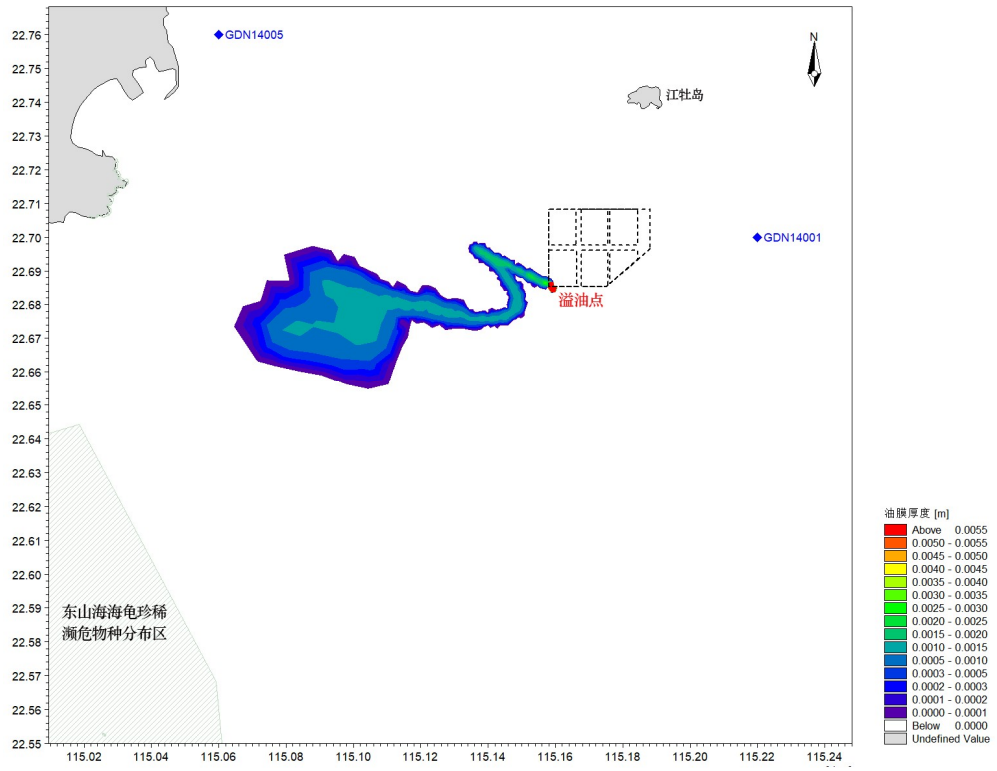


图 5.6-2　冬季大潮涨潮溢油扫海图（NE 风向，2.2 m/s）

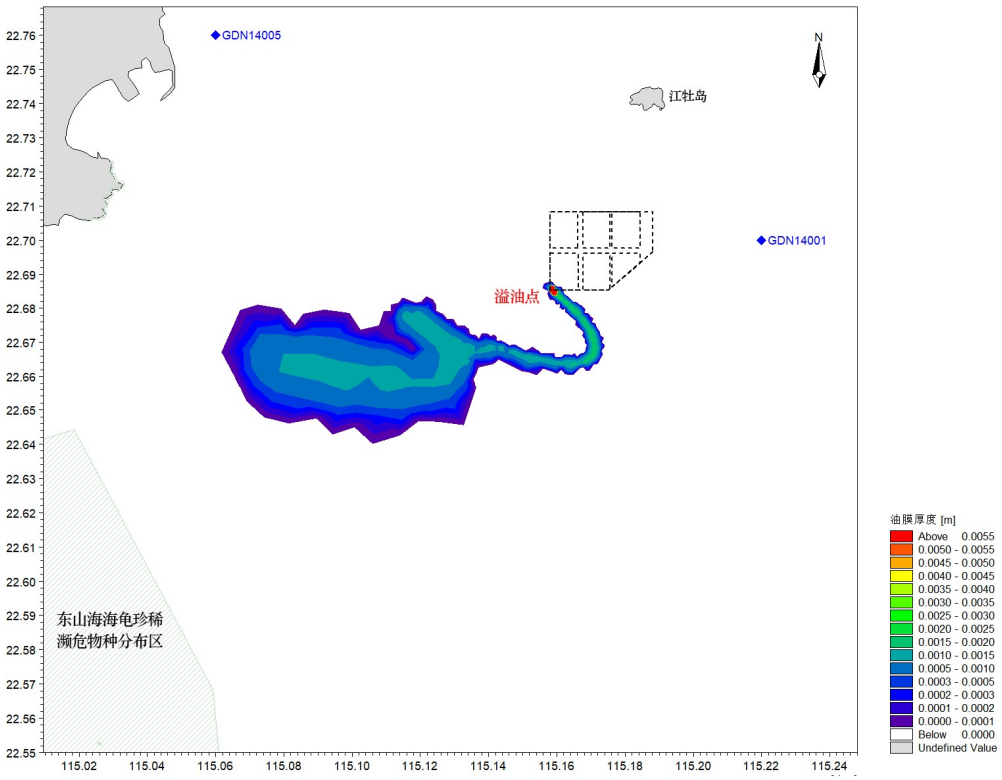


图 5.6-3　冬季大潮落潮溢油扫海图（NE 风向，2.2 m/s）

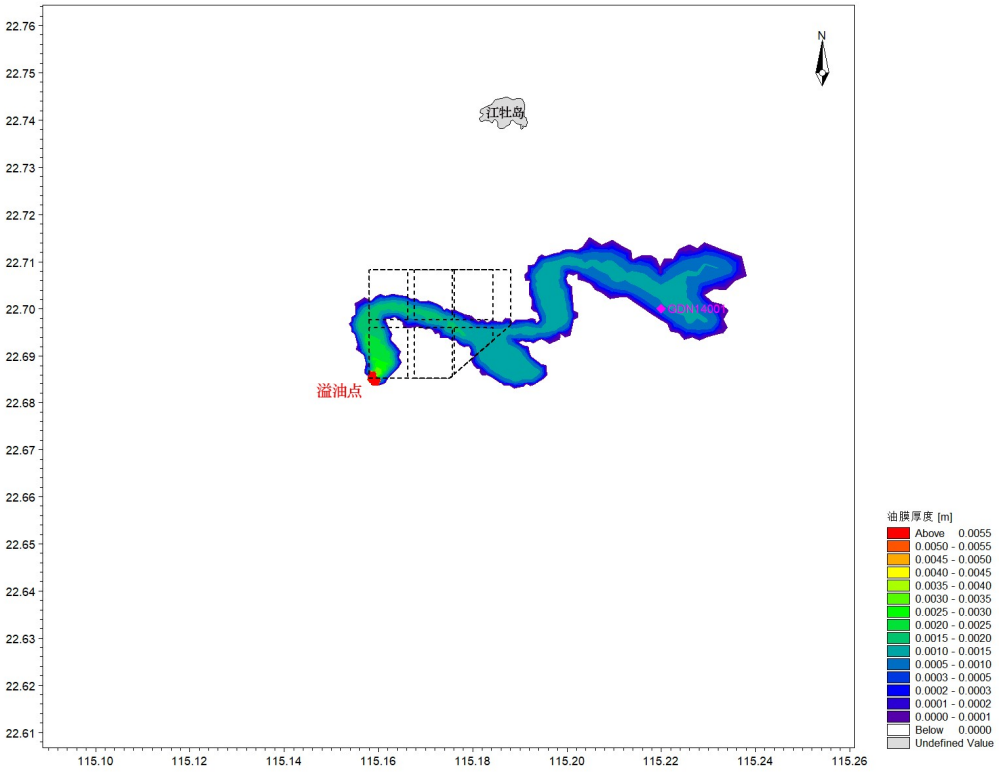


图 5.6-4　夏季大潮涨潮溢油扫海图（SW 风向，2.6 m/s）

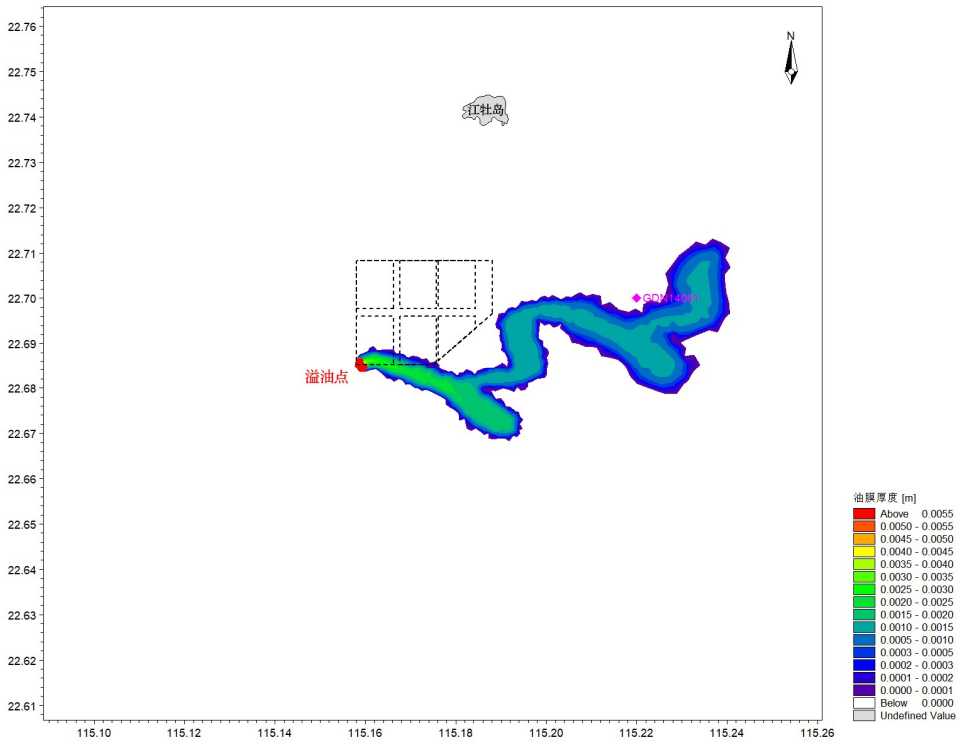


图 5.6-5　夏季大潮落潮溢油扫海图（SW 风向，2.6 m/s）

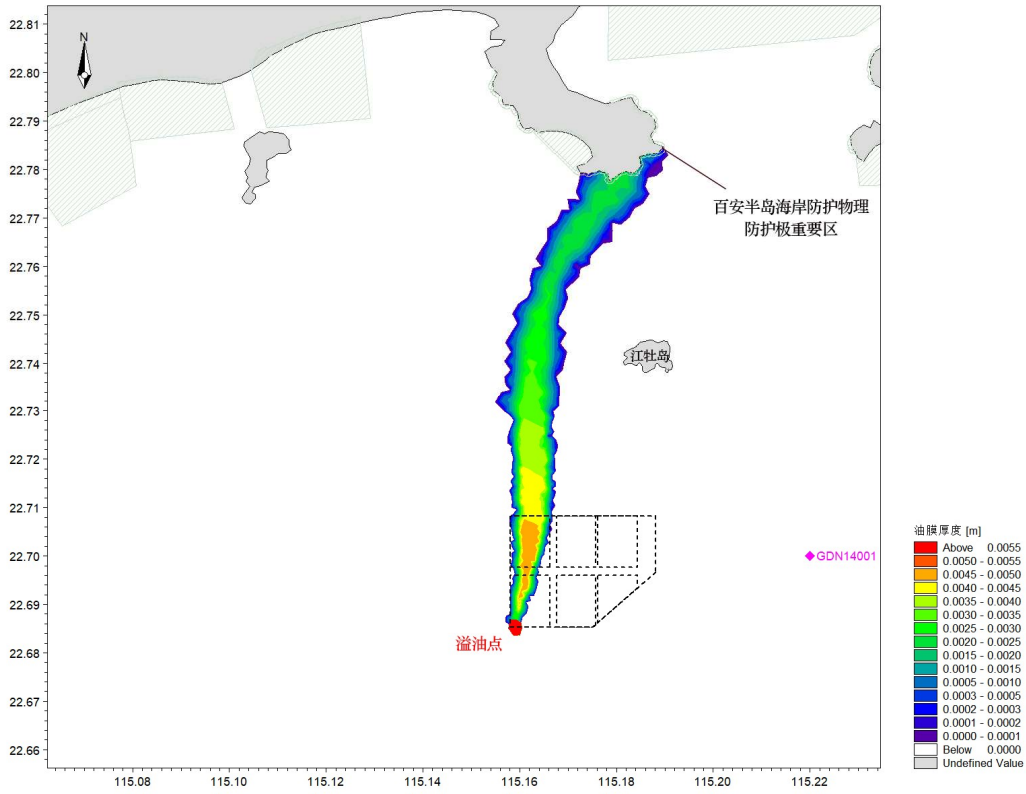


图 5.6-6　不利风大潮涨潮溢油扫海图（S 风向，13.8 m/s）

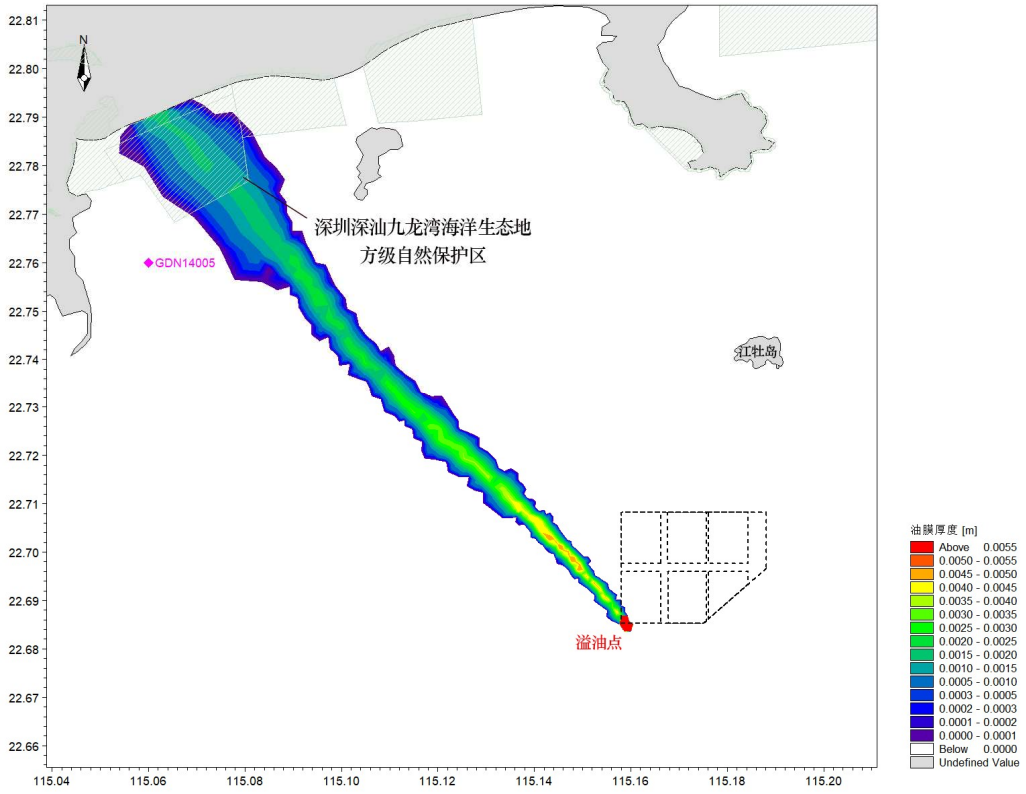


图 5.6-7　不利风大潮涨潮溢油扫海图（ESE 风向，13.8 m/s）

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）网箱养殖污染物防治措施

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 12m，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，水流通畅，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/m^3~50 尾/m^3 之间。本项目采用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2462.4m^3/a，单日最大产生量约为 6.74m^3/d；生活污水产生量约为 2.025m^3/d。则本项目日最大污水排放量为8.765m^3/d，占剩余西区污水处理厂污水处理规模（15000t/d）的0.058%，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°1956.2943"；22°47'20.6603"），占地面积为48000平方米，总设计规模为50000m^3/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35000m^3/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 营运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，一般使用厢式货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，检测合格后方能上市销售，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，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 31m^3。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 76978.87 万元，其中环保投资为 210.1603 万元，约占总投资的 0.27%，具体投资项目情况见表 7.1-1。

表 7.1-1 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	15	移交有处理能力单位处理
	2	施工人员生活污水处理	8	运至污水处理厂处理费用
	3	施工固体废物处理	6	清运及处置
	4	海洋生态环境监测	30	交有能力处理单位处理
	5	溢油应急设备	8	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	20	移交有处理能力单位处理
	2	工作人员生活污水处理	6	运至污水处理厂处理费用
	3	养殖固体废物处理	15	清运及处置
	4	风险防范措施	25	配备溢油处置设施 制定应急预案
	5	死亡鱼类处置	5	按规范处置
	6	海洋生态环境监测	50	交有能力处理单位处理
	7	生态损失补偿	2.1603	生物损失补偿
	8	不可预见费用	20	
合计			210.1603	

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 C160 的方形网格和 C90 圆形重力式网箱，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。

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，建设单位应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地运行；

（6）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在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.施工物料堆放、装卸、运输是否按对策措施要求落实；

b.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；

c.施工粉尘、噪声是否得到有效防治；

d.施工期各类废水和垃圾是否进行妥善处置；

e.落实施工期环境监理制度是否落实；

f.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。

②制定和实施环境监测计划

组织环境监测计划的制定，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。

③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。

④宣传、教育和培训

对职工进行环境保护方面的宣传和教育，培养大家爱护环境、防止污染的意识。对于环保设施管理与维护人员，定期参加上级主管机构和各级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，共布设6个监测点位，其中5个位于项目四周，一个位于项目中心点。

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）

站位	经度	纬度	调查因子
P1	[redacted]		水质、沉积物、海

站位	经度	纬度	调查因子
P2	[redacted]		洋生物
P3			
P4			
P5			



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。

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　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	--	--	--
		平台桩基打桩	SS	加强施工管理，间断自然排海	--	0.4676kg/s	--
		铁锚、水泥锚施工	SS			0.0103kg/s	
	大气环境	施工船舶燃油尾气	SO_2、NOx 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)，水下噪声源强约为	--	--

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
					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	--
			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：48.3101t/a； 氨氮：2.5973t/a； 总氮：832.7005t/a； 总磷：70.9068t/a； 悬浮物：11781.439t/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	--	2462.4m^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、NOx 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	--
		附着物		网易清洗	--	0	--
		病死鱼		按规范要求进行无害化处理	--	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，在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
	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	
	网衣清洗附着物	全部回收，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 76978.87 万元在广东省汕尾市城区江牡岛南侧海域建设一个采用深水网箱养殖的现代化海洋牧场。主要建设内容为设方形网格重力式网箱 4 组（单组网箱周长 160m），周长 90m 圆形重力式网箱 300 个（一体式 100 个，周组装式 200 个），养殖平台 1 座（20m×20m），配备养殖船、导助航系统等设施设备，项目 6 个区用海共 547.2668 公顷。

9.2 环境质量现状

9.2.1 海洋水文动力

1、2024 年 8 月

a、本次水文观测期间，风向以西南风为主，风速在 3.0m/s~7.0m/s。观测海域的平均风速大小为 4.9m/s。各站点风速以及风向变化不大，观测海区的整体水深较浅，且观测区域位于湾内，故各个站位的风速接近一致。SWL1、SWL2 和 SWL3 站的海况等级为 1 级，其余站位的海况等级为 2 级。

b、临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值皆为 2.19，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。临时潮位站的分潮中 K_1 分潮振幅皆最大，其中 SWC1 的 K_1 分潮振幅为约为 31.16cm，迟角为 320°；SWC2 的 K_1 分潮振幅约为 31.15cm，迟角为 320°。由表可知，观测期间调查海区最高潮位为 2.70m，最低潮位为 0.78m，最大涨潮潮差为 1.03m，最大落潮潮差为 1.60m。距离调查海区最近的汕尾站的潮汐性质系数 F 值为 2.24，佐证调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。

c、观测期间最大涨潮流速为 52.6cm/s（方向为 117°），最大落潮流速为 61.0cm/s（方向为 116°），都出现在 SWL5 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 37.3cm/s（方向为 98°）和 32.3cm/s（方向为 116°），都出现在 SWL5 站表层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，受西南风的风场控制，观测海域的流主要以东向流为主。同时靠近外海的 SWL4、SWL5 和 SWL6 站受风场的影响更大，近岸的点位由于陆地的阻挡作用，受风场的影响较小，其潮流特征更为明显。

d、本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占优，M_2 分潮和 S_2 分

潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 SWL3 站 0.6H 层，流速为 72.0cm/s。根据各站层潮流性质，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，根据计算，项目海域潮流可能最大流速为 64.4cm/s（方向为 304°），出现在 SWL4 站 0.4H 层，各站层可能最大流速介于 4.4cm/s-64.4cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 15389.52m，出现在 SWL4 站 0.4H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 301.27m~15389.52m 之间。

e、调查海区观测期间余流流速主要介于 0.6cm/s～24.7cm/s。最大余流为潮流 SWL5 站（表层，24.7cm/s，106°），最小余流为潮流 SWL3 站（0.6H 层，0.6cm/s，298°）。各个站点的余流流速表层最大，随着深度加深而减小。SWL1 站位各层的余流方向主要为北方向；SWL3 站位表层的余流方向主要为东北方向，中层和底层的余流方向主要为东南方向；其余站位各层的余流方向主要为东方向。

f、温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 32.15℃，出现在 SWL1 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 22.15℃，出现在 SWL6 站 0.6H 层、SWL6 站 0.8H 层和 SWL6 站底层；观测海区整体较浅，同时由于夏季太阳辐射增强，不断加热表层海水，温度高的海水（密度小）浮在上面，而冷水沉在底部，形成了这种上暖下冷的稳定结构。

g、盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.44，出现在 SWL3 站 0.8H 层；测得盐度的最小值为 24.96，出现在 SWL1 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区整体较浅，同时由于夏季降雨频繁，表层海水被稀释，盐度下降；也形成了上淡下盐度高的稳定结构（盐度越高，密度越大）同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。

h、悬沙浓度分析结果：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 1mg/L~48mg/L，SWL1 站底层的悬沙浓度最大（48mg/L），SWL2 站整层 SWL3 站整层、SWL4 站整层、SWL5 站整层和 SWL6 站表层的悬沙浓度最小（1mg/L）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近;（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度；涨潮期最大单宽输沙量为 0.68t/m，方向 96°，出现在 SWL6 站；落潮期最大单宽输沙量为 1.64t/m，方向 113°，出现在 SWL6 站；最大单宽净输沙量为 2.30t/m，方向 108°，出现在 SWL6 站。各个站点的净输沙方向主要以东方向为主。

i、测区悬沙类型，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。各站大潮期间砂含量为0.00%～10.67%，平均值为0.88%，粉砂含量在53.98%～80.58%之间，平均值为68.05%，

粘土含量在19.42%～46.02%之间，平均值为31.08%；悬沙样品类型为粘土质粉砂(20/24)，粉砂(4/24)，共2种样品类型。航次测区悬沙中值粒径变化范围在4.46μm～11.99μm之间，平均值为7.24μm。SWL4测站落憩最粗（11.99μm），SWL3测站涨急最细（4.46μm）。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为8.04μm、7.11μm、7.32μm、6.50μm。测量期间测区平均粒径在5.78φ～7.42φ之间，平均值为6.87φ。平均粒径的空间分布为：SWL3站的涨急最大，为7.42φ；SWL4站的落憩最小，为5.78φ。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为0.005φ～0.024φ，平均值为0.008φ。测区悬沙偏态系数变化范围为0.18～0.66，平均值为0.40。测区悬沙峰态系数的变化范围为0.90～1.94，平均值为1.07。

2、2024年12月

a、本次水文观测期间，风向以东北风为主，风速在4.2m/s~9.0m/s。观测海域的平均风速大小为6.1m/s，观测海区的整体水深较深，海面上并无明显的遮挡物，故各个站位的风速接近一致。各个站位海况均为2级。

b、临时潮位观测站的潮汐性质系数F值皆为2.42，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。临时潮位站的分潮中K_1分潮振幅皆最大，其中SWC1的K_1分潮振幅为约为44.22cm，迟角为289°；SWC2的K_1分潮振幅约为44.22cm，迟角为289°。由表可知，观测期间调查海区最高潮位为3.16m，最低潮位为0.92m，最大涨潮潮差为1.29m，最大落潮潮差为1.97m。距离调查海区最近的汕尾站的潮汐性质系数F值为2.36，佐证调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。

c、观测期间最大涨潮流速为37.5cm/s（方向为285°），最大落潮流速为31.7cm/s（方向为277°），都出现在SWL4站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为22.2cm/s（方向为286°）和17.5cm/s（方向为179°），出现在SWL4站表层和SWL4站0.8H层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，由于SWL1-SWL3站的水深较浅，受地形效应的影响大，可以看到SWL1-SWL3站的潮流主轴平行岸线。同时观测海域的SWL2站点有明显的分层流现象，尤其是在该海域涨潮时特点明显；涨潮时表层的流向为东北方向，而中低层的流向为西南方向，这与该站点的特殊地形有关。

d、本次观测所有站位各层次潮流中，其中K_1分潮和O_1分潮占分潮优，M_2分潮和S_2分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率k绝对值小于0.5，主要表现为往复流的特征。最大K_1分潮流出现在SWL2站0.8H层，流速为77.5cm/s。根据各站层潮流性质，计算了

各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，根据计算，项目海域潮流可能最大流速为78.4cm/s（方向为45°），出现在SWL2站0.8H层，各站层可能最大流速介于4.2cm/s-78.4cm/s之间，各站潮流的可能最大流速方向以西为主；水质点可能最大运移距离为18641.44m，出现在SWL2站0.8H层，各站层水质点可能最大运移距离介于744.23m~ 18641.44m之间。

e、调查海区观测期间余流流速主要介于2.9cm/s～13.8cm/s。最大余流为潮流SWL4站（表层，13.8cm/s，279°），最小余流为潮流SWL5站（0.2H层，2.9cm/s，87°）。各个站点的表层余流流速最大，随着深度余流流速逐渐变小。SWL1的余流方向主要为北方向，SWL4和SWL6站位各层的余流方向主要为西方向，其余站点的余流方向主要分为东和西南方向。

f、温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为23.09℃，出现在SWL3站0.2H层；测得水温的最小值为20.81℃，出现在SWL1站0.8H层；观测海区整体较浅，海水整体并无明显的温度分层。同时由于冬季垂向混合均匀，尤其是在涨潮期间特征更为明显；在涨潮期间温度从表层到底层基本一致。除此之外，温度整体表现出随着深度加深，温度降低。

g、盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为31.88，出现在SWL2站表层、SWL2站0.2H层、SWL2站0.4H层、SWL2站0.6H层、SWL2站0.8H层和SWL2站底层；测得盐度的最小值为31.36，出现在SWL3站0.2H层。统计结果表明，观测海区整体较浅，海水整体并无明显的盐度分层，这是由于冬季的垂向混合作用增强，海水混合均匀。同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。盐度整体表现出随着深度加深，盐度增高。

h、悬沙浓度分析结果：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为1.3mg/L~37.0mg/L，SWL4站表层的悬沙浓度最大（37.0mg/L），SWL5站表层的悬沙浓度最小（1.3mg/L）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。涨潮期最大单宽输沙量为2.15t/m，方向281°，出现在SWL4站；落潮期最大单宽输沙量为0.64t/m，方向233°，出现在SWL4站；最大单宽净输沙量为2.62t/m，方向271°，出现在SWL4站。SWL1站的净输沙方向主要以北方向为主，SWL2和SWL3站的净输沙方向主要以南方向为主，其余站点的净输沙方向主要以西方向为主。

i、测区悬沙类型，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。各站大潮期间砂含量

为0.00%～6.98%，平均值为0.47%，粉砂含量在51.46%～78.99%之间，平均值为63.22%，粘土含量在14.03%～48.54%之间，平均值为36.31%；悬沙样品类型为粘土质粉砂(22/24)，粉砂(2/24)，共2种样品类型。航次测区悬沙中值粒径变化范围在4.13μm～18.28μm之间，平均值为6.28μm。SWL5测站落急最粗（18.28μm），SWL1测站落急最细（4.13μm）。本航次涨急、涨憩、落急、落憩时中值粒径的平均值分别为5.83μm、5.47μm、6.39μm、7.41μm。测量期间测区平均粒径在5.48φ～7.60φ之间，平均值为7.06φ。平均粒径的空间分布为：SWL1站的落急最大，为7.60φ；SWL5站的落急最小，为5.48φ。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为0.004φ～0.007φ，平均值为0.007φ。测区悬沙偏态系数变化范围为0.35～0.62，平均值为0.47。测区悬沙峰态系数的变化范围为0.96～1.42，平均值为1.11。

9.2.2 海洋水质

1、2024年4月监测数据

根据引用的2024年4月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据：

调查海域执行海水水质第一类标准要求的调查站位有：SS01、SS02、SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的调查站位有：SS10、SS15。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

调查海域执行海水水质第三类标准要求的调查站位有：SS19、SS20。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

SS04、SS09、SS13、SS14、SS17、SS18、SS21、SS22站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

1、2024年10月~11月监测数据

根据引用的2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋环境调查数据：

调查海域执行海水水质第一类标准要求的调查站位有：SS01、SS02、SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的调查站位有：SS10、SS15。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

调查海域执行海水水质第三类标准要求的调查站位有：SS19、SS20。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

SS04、SS09、SS13、SS14、SS17、SS18、SS21、SS22 站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

9.2.3 海洋沉积物

1、2024 年 4 月监测数据

根据引用的 2024 年 4 月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋沉积物调查数据：

调查海域执行海洋沉积物质量第一类标准的站位：SS03、SS05、SS06、SS07、SS08、SS11、SS12、SS16；SS14、SS17、SS22 站位不位于近岸海域功能区划中，无沉积物质量目标管理要求，按沉积物质量类别符合性分析。由监测结果及标准指数表结果可知：近岸海域功能区划范围内所有调查站位的沉积物监测因子均符合所在功能区相应海洋沉积物质量标准，近岸海域功能区划范围外的站位均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

1、2025 年 5 月监测数据

根据引用的 2025 年 5 月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的潮间带沉积物调查数据：所有沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

9.2.4 海洋生物体质量

1、2024 年 4 月监测数据

根据引用的 2024 年 4 月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的海洋生物体质量调查数据：

SS03、SS05、SS14、SS16、SS17 和 SS21 站位内采集到的甲壳类、SS07 和 SS22 站位采集到的软体类生物体内的砷含量超标，超标率为 57.1%，其余调查站位内采集到的鱼类、甲壳类和软体类的生物体内污染物质均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 其他海洋生物质量参考值中的标准限值。

1、2024 年 10 月~11 月监测数据

根据引用的2024年10月~11月广州海兰图检测技术有限公司对项目附近海域进行的生物体质量调查数据：

SS03、SS07和SS8站位内采集到的甲壳类生物体内的砷含量超标，超标率为21.4%，其余调查站位内采集到的鱼类、甲壳类和软体类的生物体内污染物质均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录C其他海洋生物质量参考值中的标准限值。

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

春季调查资料：

调查海域表层叶绿素a浓度范围0.45~4.75mg/m^3；底层叶绿素a浓度范围0.40~2.40mg/m^3；共鉴定出浮游植物4门5纲13目27科124种；浮游动物5门9纲14目28科67种；大型底栖生物8门11纲24目49科64种；潮间带生物4门5纲10目1科21种；记录到鱼卵14种；游泳动物3门3纲14目58科160种。

秋季调查资料：

调查海域表层叶绿素a浓度范围1.25~8.90mg/m^3；底层叶绿素a浓度范围1.17~7.69mg/m^3；共鉴定出浮游植物3门4纲12目23科105种；浮游动物5门8纲11目25科66种；大型底栖生物7门10纲23目44科64种；潮间带生物4门4纲6目10科16种；记录到鱼卵8种；游泳动物3门4纲14目50科129种。

2、珊瑚群落调查结果

红海湾江牡岛和鸡心石周边海域珊瑚群落的调查资料显示，鸡心石记录到的造礁石珊瑚物种数量9种，江牡岛记录到的造礁石珊瑚物种数量6种。鸡心石岛群造礁石珊瑚分布在北侧和南侧，而江牡岛珊瑚主要分布在海岛的西南侧和东北侧。

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SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3六项污染物监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段浓度限值二级标准要求，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，由于网箱的主流作用，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。冬季养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.0069m/s～0.0039m/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-0.0038m/s~0.0033m/s之间，大潮落急流向变化值位于-1.29°~2.07°之间。夏季养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.0110m/s～0.0017m/s 之间，大潮涨急流向变化值位于-3.16°~4.95°之间，大潮落急流速变化值位于-0.0081m/s~0.0038m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-1.66°~2.60°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。

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，项目实施后不会产生剧烈的冲淤变化。养殖工程实施后，由于受网箱阻挡影响，网箱区域潮流影响以流速减小为主，因此养殖区范围内主要呈淤积态势，最大冲淤厚度约为0.05m/a，，项目东北侧和西南侧呈冲刷态势，东北侧最大冲刷强度约为0.03m/a，西南侧最大冲刷强度约为0.02m/a。

9.3.3 海水水质环境影响

整体上看，本项目施工期悬浮泥沙扩散浓度均在5mg/L以内，垂线平均浓度大于1mg/L的包络线最大面积为0.005km^2，浓度增量大于1mg/L的最大包络线面积为0.015km^2（夏季底层），施工造成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（均为夏季）分别0.00002mg/L、0.00045mg/L和0.00004mg/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1.08mg/L、0.145mg/L和0.0086mg/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（夏季）为0.048mg/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最近的GDN14001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；根据海上平台桩基施工产生悬浮物的预测结果，增量均在 5mg/L 以内，垂线平均浓度大于 1mg/L 的包络线最大面积为 0.005km^2，浓度增量大于 1mg/L 的最大包络线面积为 0.015km^2（夏季底层），且施工造成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 0.00002mg/L、0.00045mg/L 和 0.00004mg/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0.048mg/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最近的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，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

营运期主要为渔船行驶过程排放的少量船舶尾气，主要污染物为NO_x、SO_2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，施工船舶在露天的环境中进行施工，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，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

本项目在江牡岛南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。结合本项目实际情况，以燃料油作为油品的主要代表，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。当发生船舶燃料油泄漏事故时，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生物资源海岸造成一定的影响。

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 5mg/L 的区域，大于 1mg/L 的增量包络线面积约为 0.005km^2，浓度增量大于 1mg/L 的最大包络线面积为 0.015km^2（夏季底层），且施工造成悬沙增量仅影响平台周边范围，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 0.00002mg/L、0.00045mg/L 和 0.00004mg/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 0.048mg/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最近的 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，一般使用厢式货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。

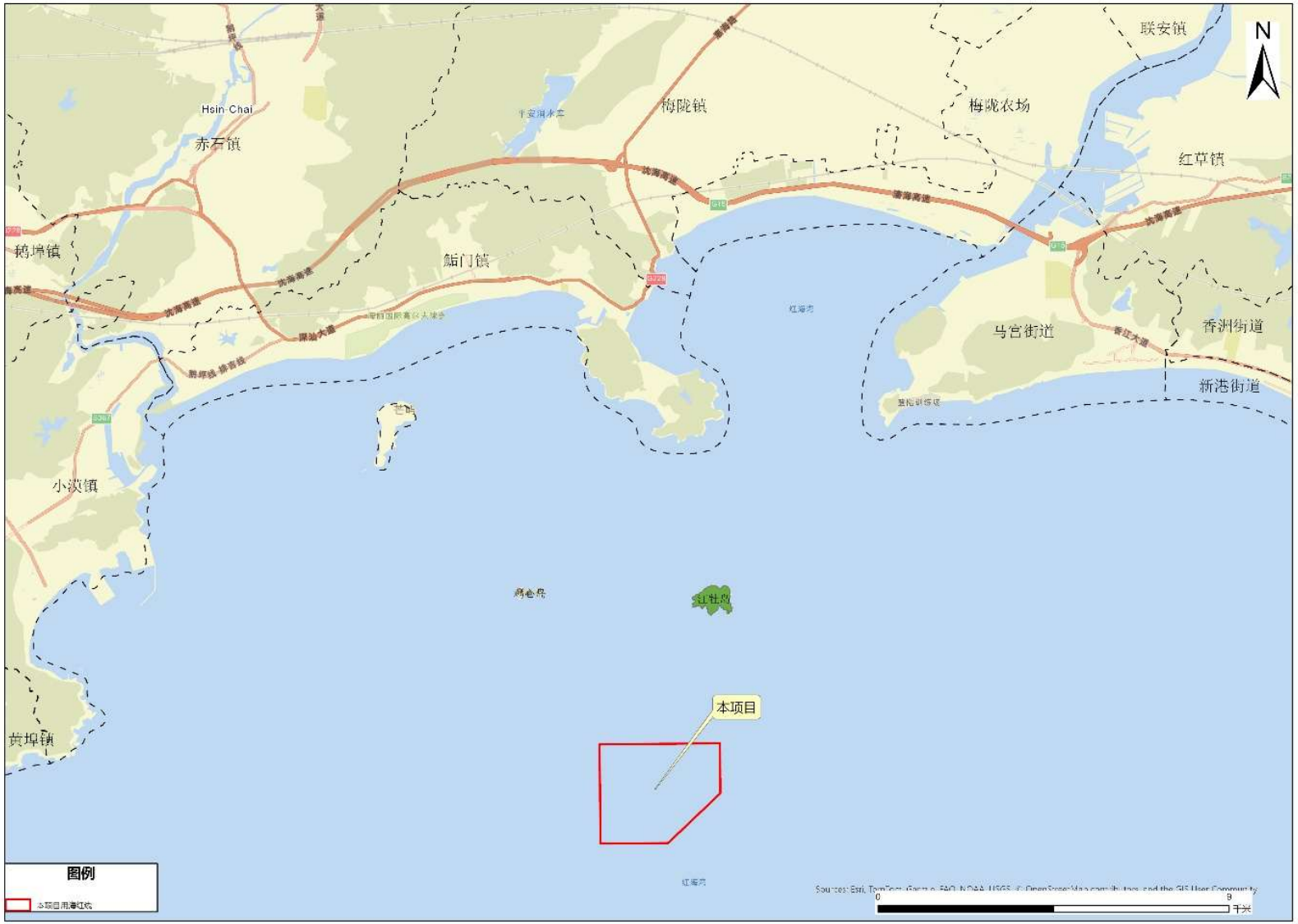
9.8 综合结论

汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）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，汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）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，汕尾市红海湾现代化海洋牧场创新园-江牡岛南域（A、B、C、D、E、F 区）项目可行。

附图 1　项目地理位置图


N
联安镇
Hsin-Chai
赤石镇
梅陇镇
梅陇农场
红草镇
鹅埠镇
鮜门镇
马宫街道
香洲街道
新港街道
小漠镇
黄埠镇
本项目
图例
本项目用海红线
0
9
千米