

# 汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目

## 环境影响报告书

(公示稿)

建设单位：汕尾市百千万农业投资发展有限公司

编制单位：北京地海环保科技有限公司

二〇二五年七月



## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	7gm3ow		
建设项目名称	汕尾市07号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目		
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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	汕尾市百千万农业投资发展有限公司		
统一社会信用代码	91441500MAD896EA4L		
法定代表人 (签章)	张泽锋		
主要负责人 (签字)	张泽锋		
直接负责的主管人员 (签字)	张泽锋		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	北京地海环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91110114MA008FFJ28		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
白媛媛	2015035120352014120176000302	BH033202	白媛媛
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王会霞	区域环境概况、环境保护的技术经济合理性、环境管理与监测计划	BH051868	王会霞
赵琼	程分析、环境影响预测与评价、环境风险分析与评价、环境保护对策措施	BH040414	赵琼
白媛媛	概述、总则、工程概况、环境质量现状调查与评价、工程规划符合性及选址合理性分析、环境影响评价结论	BH033202	白媛媛

# 建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 北京地海环保科技有限公司（统一社会信用代码 91110114MA008FFJ28）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 汕尾市07号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 白媛媛（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2015035120352014120176000302，信用编号 BH033202），主要编制人员包括 白媛媛（信用编号 BH033202）、赵琼（信用编号 BH040414）、王会霞（信用编号 BH051868）（依次全部列出）等 3 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):

2025年6月24日





统一社会信用代码  
91110114MA008FFJ28

# 营业执照

(副本) (1-1)



名称 北京地海环保科技有限公司  
类型 有限责任公司(自然人独资)  
法定代表人 李成斌

注册资本 500万元  
成立日期 2016年09月20日  
营业期限 2016年09月20日至 2066年09月19日  
住所 北京市昌平区东小口镇天通东苑一区88号楼230

经营范围 技术咨询、技术服务；水污染治理；环境监测；工程设计；销售机械设备、五金交电（不含电动自行车）、建筑材料；生产林木种子、销售林木种子。（市场主体依法自主选择经营项目，开展经营活动；生产林木种子、销售林木种子以及依法须经批准的项目，经相关部门批准后依批准的内容开展经营活动；不得从事国家和本市产业政策禁止和限制类项目的经营活动。）



登记机关



2020年08月11日

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过  
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

<http://www.gsxt.gov.cn>

国家企业信用信息公示系统网址：

国家市场监督管理总局监制



北京市社会保险个人权益记录(单位职工缴费信息)

社会保险登记号:91110114MA008FFJ28

校验码: zzfr91

统一社会信用代码(组织机构代码): 91110114MA008FFJ28

查询流水号: 11011420250712193017

单位名称:北京地海环保科技有限公司

查询日期: 2025年01月至2025年06月

序号	姓名	社会保障号码	险种	缴费情况		本单位实际 缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	白媛媛	152223198509160303	养老保险	2025年01月	2025年05月	5
			失业保险	2025年01月	2025年05月	5
			工伤保险	2025年01月	2025年05月	5
			医疗保险	2025年01月	2025年05月	5
			生育保险	2025年01月	2025年05月	5
2	赵琼	130203198307011544	养老保险	2025年01月	2025年05月	5
			失业保险	2025年01月	2025年05月	5
			工伤保险	2025年01月	2025年05月	5
			医疗保险	2025年01月	2025年05月	5
			生育保险	2025年01月	2025年05月	5
3	王会霞	412702199105203147	养老保险	2025年01月	2025年05月	5
			失业保险	2025年01月	2025年05月	5
			工伤保险	2025年01月	2025年05月	5
			医疗保险	2025年01月	2025年05月	5
			生育保险	2025年01月	2025年05月	5

备注:

- 1.如需鉴定真伪,请30日内通过登录 <http://fuwu.rsj.beijing.gov.cn/bjdkhy/ggfw/>, 进入“社保权益单校验”, 录入校验码和查询流水号进行甄别, 黑色与红色印章效力相同。
- 2.为保证信息安全,请妥善保管个人权益记录。
- 3.养老、工伤、失业保险相关数据来源于社保经办机构, 医疗、生育保险相关数据来源于医保经办机构。

北京市昌平区社会保险事业管理中心

日期: 2025年07月12日



姓名: 白媛媛  
 Full Name \_\_\_\_\_  
 性别: 女  
 Sex \_\_\_\_\_  
 出生年月: 1985年09月  
 Date of Birth \_\_\_\_\_  
 专业类别: \_\_\_\_\_  
 Professional Type \_\_\_\_\_  
 批准日期: 2015年5月24日  
 Approval Date \_\_\_\_\_

持证人签名:  
 Signature of the Bearer

签发单位盖章:  
 Issued by



签发日期: 2015年12月10日  
 Issued on

管理号:  
 File No. 2015035120352014120176000302

**注意事项**

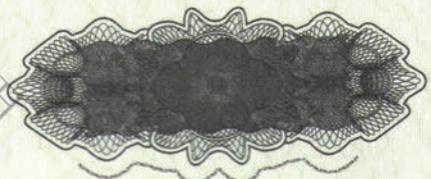
一、本证书为从事相应专业或技术岗位工作的重要依据，持证人应妥为保管，不得损毁，不得转借他人。

二、本证书遗失或破损，应立即向发证机关报告，并按规定程序和要求办理补、换发。

三、本证书不得涂改，一经涂改立即无效。

Notice

- I. The Certificate is an important document for assuming a professional or technical post. The bearer should take good care of it without damaging or lending it.
- II. In case it is lost or damaged, the bearer should immediately report to the issuing organ, and apply for amendment or change of certificate in accordance with stipulated procedures and requirements.
- III. The Certificate shall be invalid if altered.



## 编制人员承诺书

本人白媛媛（身份证件号码152223198509160303）

郑重承诺：本人在北京地海环保科技有限公司单位（统一社会信用代码91110114MA008FFJ28）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第8项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

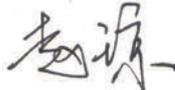
承诺人(签字): 白媛媛

2022年4月20日

## 编制人员承诺书

本人赵琼（身份证件号码130203198307011544）郑重承诺：本人在北京地海环保科技有限公司单位（统一社会信用代码91110114MA008FFJ28）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第8项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字): 

2022 年 4 月 20 日

## 编制人员承诺书

本人王会霞（身份证件号码412702199105203147）郑重承诺：  
本人在北京地海环保科技有限公司单位（统一社会信用代码91110114MA008FFJ28）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第1项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字): 王会霞

2022年2月9日

# 目 录

1	概述 .....	1
1.1	项目背景 .....	1
1.2	建设项目特点 .....	2
1.3	评价工作过程 .....	3
1.4	分析判定相关情况 .....	4
1.5	关注的主要环境问题及环境影响 .....	6
1.6	环境影响评价的主要结论 .....	7
2	总则 .....	8
2.1	编制依据 .....	8
2.2	环境影响识别与评价因子筛选 .....	14
2.3	评价等级、评价范围及评价时段 .....	15
2.4	环境功能区划 .....	21
2.5	评价标准 .....	28
2.6	生态环境保护目标 .....	32
3	工程概况 .....	40
3.1	项目基本情况 .....	40
3.2	项目平面布置 .....	42
3.3	结构和尺度 .....	44
3.4	辅助工程 .....	49
3.5	临时工程 .....	49
3.6	依托工程 .....	51
3.7	养殖生产工艺 .....	52
3.8	施工工艺与方法 .....	60
3.9	占用海岸线和海域情况 .....	64
4	工程分析 .....	67
4.1	生产工艺过程与产污环节分析 .....	67
4.2	污染源强分析 .....	68
4.3	工程建设非污染因素分析 .....	75

5	区域环境概况 .....	78
5.1	自然环境概况 .....	78
5.2	海域资源概况 .....	87
5.3	养殖产业现状 .....	90
5.4	环境保护目标概况 .....	91
5.5	开发利用现状 .....	94
6	环境质量现状调查与评价 .....	97
6.1	水文动力环境现状调查 .....	97
6.2	地形地貌与冲淤环境现状 .....	116
6.3	水质现状调查与评价 .....	119
6.4	沉积物现状调查与评价 .....	136
6.5	海洋生态现状调查与评价 .....	143
6.6	渔业资源现状调查与评价 .....	155
6.7	生物质量现状调查与评价 .....	162
6.8	陆域生态环境现状 .....	166
6.9	声环境质量现状 .....	167
7	环境影响预测与评价 .....	169
7.1	水文动力环境影响分析 .....	169
7.2	海水水质环境影响预测与评价 .....	182
7.3	沉积物环境影响分析 .....	189
7.4	海洋生态环境影响分析 .....	191
7.5	其他环境影响分析 .....	198
7.6	对主要生态环境敏感目标的影响分析 .....	199
8	环境风险分析与评价 .....	201
8.1	风险调查 .....	201
8.2	风险识别 .....	201
8.3	事故概率和源项分析 .....	203
8.4	船舶溢油风险预测分析 .....	205
8.5	自然灾害环境风险分析 .....	214
8.6	环境风险防控方案 .....	216

9	环境保护对策措施 .....	225
9.1	污染防治措施及可行性分析 .....	225
9.2	生态保护措施 .....	229
9.3	环境保护设施和对策措施一览表 .....	230
10	环境保护的技术经济合理性 .....	233
10.1	环境保护措施的费用估算 .....	233
10.2	环境损益分析 .....	234
10.3	经济效益分析 .....	236
10.4	环境保护的技术经济合理性 .....	236
11	工程规划符合性及选址合理性分析 .....	237
11.1	与国家产业政策符合性 .....	237
11.2	与国土空间规划符合性 .....	238
11.3	与“三线一单”符合性分析 .....	239
11.4	与区域水产养殖行业规划的符合性 .....	242
11.5	与生态保护红线的符合性分析 .....	245
11.6	与其他相关环保规划的符合性 .....	246
11.7	工程选址合理性 .....	249
12	环境管理与监测计划 .....	252
12.1	环境管理 .....	252
12.2	环境监测 .....	254
13	环境影响评价结论 .....	257
13.1	工程概况 .....	257
13.2	工程分析结论 .....	257
13.3	环境现状调查结论 .....	258
13.4	环境影响及环保措施评价结论 .....	260
13.5	生态环境风险结论 .....	263
13.6	建设项目环境可行性总结论 .....	263

# 1 概述

## 1.1 项目背景

海洋牧场是基于海洋生态系统原理，在特定海域，通过人工鱼礁、增殖放流等措施，构建或修复海洋生物繁殖、生长、索饵或避敌所需的场所，增殖养护渔业资源，改善海域生态环境，实现渔业资源可持续利用的渔业模式。我国的海洋牧场建设理念可以追溯到上世纪 40 年代，海洋生物学家首次提出“水是鱼的牧场”，倡导“种鱼与开发水上牧场”。1978 年，曾呈奎院士提出海洋农牧场构想，通过海水养殖实现农化，通过人工鱼礁和增殖放流实现牧化，使海洋成为藻类和贝类的农场、鱼虾的牧场，达到耕海的目的。随着海洋牧场概念的不断演化和完善，目前，根据不同的功能，我国的海洋牧场主要可划分为渔业增养殖型海洋牧场、生态修复型海洋牧场、休闲观光型海洋牧场、种质保护型海洋牧场、综合性海洋牧场五种主要类型。

现代化海洋牧场是基于海洋生态系统，利用现代科学技术支撑和运用现代化管理理念与方法进行管理，最终实现生态良好、资源丰富，产品安全的可持续发展的现代海洋渔业生产方式，是适合现代可持续发展战略的新型海洋生物资源开发模式。建设现代化海洋牧场，既能养护生物资源，又能修复生态环境，是实现我国近海渔业资源恢复，产业提质增效和可持续发展的重要方式，对促进海洋经济持续健康发展以及海洋强国战略的稳步实施有重要意义。

2017 年、2018 年、2019 年中央一号文件分别提到“发展现代化海洋牧场”、“建设现代化海洋牧场”和“推进海洋牧场建设”。2022 年，党的二十大报告中指出，发展海洋经济，保护海洋生态环境，加快建设海洋强国。2023 年中央一号文件再次指出，建设现代海洋牧场，发展深水网箱、养殖工船等深远海养殖。2023 年 6 月 3 日，农业农村部、工业和信息化部、国家发展改革委、科技部、自然资源部、生态环境部、交通运输部、中国海警局联合印发《关于加快推进深远海养殖发展的意见》。同年 9 月，广东省委农办、省农业农村厅印发《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》，推动全省海洋渔业转型升级，促进现代化海洋牧场高质量发展，积极建设现代化海洋牧场，打造“粤海粮仓”。

汕尾渔业生产历史悠久，海洋渔业资源丰富，品种繁多，是南海主要优良渔场之一，发展现代化海洋牧场潜力巨大。全市海域面积 2.39 万平方公里，海岸线长 455 公里，位居全省第二、粤东首位。为系统性盘活汕尾海域、海岛、岸线等资源，汕尾市坚持规划先行，编制了《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024—2035 年）》，组织有关部门积极开展渔业资源调查、海洋生态环境调查等工作，做足现代化海洋牧场选址前期工作，并结合农业农村部等 8 部委《关于加快推进深远海养殖发展的意见》，最终初步规划 22 片海洋牧场选址，面积共计 739.16 平方公里。其中近期启动区 9 片，面积 35.1 平方公里；中期发展区 7 片，面积 55.27 平方公里；远期发展预留区 6 片，面积 648.79 平方公里。

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目为规划的近期启动区项目之一，项目建设单位为汕尾市百千万农业投资发展有限公司。项目建设内容为深水养殖网箱，用海面积约 624.6308 公顷（合计 9369.46 亩）。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 682 号）等法律的要求，本项目须执行环境影响评价制度。

受汕尾市百千万农业投资发展有限公司委托，我公司（北京地海环保科技有限公司）承担了该项目环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），本项目属于“三、渔业 04—4 海水养殖 0411”中的“用海面积 1000 亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖），需编制环境影响报告书。

## 1.2 建设项目特点

本项目位于碣石湾南侧，距离陆丰碣石镇田尾山约 5.4 公里海域，用海区水深 16.5m 至 21.8 m，总用海面积为 624.6308 公顷，为渔业用海中的开放式养殖用海。项目共布置 272 个 C90 型重力式网箱，网箱周长 90 m，直径 28.66 m，网箱养殖总面积为 175168m<sup>2</sup>，网箱平均深度约 15m，养殖水体容量 262.75 万 m<sup>3</sup>；另布置桁架式网箱 2 个，分别为 1 个半潜式网箱养殖平台和 1 个坐底式网箱养殖平台，网箱单体面积 5000 m<sup>2</sup>，半潜式网箱养殖平台网箱深度约 10m，坐底式网箱养殖平台网箱深度约 20m，养殖水体容量为 15.0 万 m<sup>3</sup>。项目养殖水体总容量合计约 277.75 万 m<sup>3</sup>。适养鱼种包括章红鱼、金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼、大黄鱼等，预计年渔获物产出量约 4200 万公斤。

项目总施工期 12 个月。

综合项目实施方案、施工及养殖工艺、环境影响等方面，分析本项目主要特点如下：

1、项目选址与建设内容符合区域水产养殖布局规划和发展方向，且区域外部养殖上下游配套条件好，产业要素规划完备，具备形成水产养殖产业链模式发展的条件，能够保障项目后续顺利落地实施。

2、项目建设规模较大，但施工方法相对较为简单，项目采用的养殖设施是目前深水网箱养殖普遍采用的设施设备，运营期养殖生产工艺国内已有多个成熟运营案例，比较成熟。项目养殖规模在区域养殖容量范围内。从环境影响角度，施工期环境影响要素易识别，对海洋环境扰动时间相对较短；运营期养殖活动与周边海域环境交互作业机制主要是养殖过程中营养物质的动态迁移和转化，难以定量评估，需严格跟进监测措施，不断优化养殖方案。

3、区域配套环保、应急资源具备可依托性。区域船舶污染物接收及处理企业运营多年，有完备的作业规程，施工及运营期船舶依托码头附近有城镇污水处理厂、垃圾中转站等，距离项目拟依托港区也较近，污染物能够得以妥善处理。

4、项目养殖活动区域在水上，虽然施工及运营期作业船舶以小型船机为主，但因周边存在航道、采砂及渔业捕捞活动等，仍存在一定的船舶碰撞溢油事故风险。此外，对深水养殖项目来说，典型自然灾害等外环境要素对养殖活动也存在一定的风险。目前汕尾市区域政府部门相关环境风险应急预案比较全面，基本能够覆盖项目可能发生的各类风险事故，且用海区周边环境风险应急资源较为丰富，可依托性良好，建设单位需严格落实风险防范和应急防控措施，项目风险总体是可控的。

### 1.3 评价工作过程

2025 年 5 月，汕尾市百千万农业投资发展有限公司委托我公司（北京地海环保科技有限公司）开展本项目环境影响评价工作。我公司在接受委托后，立即组织相关人员成立了项目组，按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）要求，按三个工作阶段开展了本项目环境影响评估工作。

在评估工作的第一阶段，项目组首先对项目有关初步实施方案和相关设计标准进行了研究，根据技术导则要求确定了评价工作等级、范围。根据本项目行业特点并结

合同类报告，识别出评价需重点关注的环境要素，开展了初步工程分析，同时识别了项目周边主要环境敏感目标，并收集了工程海域海洋环境质量现状调查成果以及与相关的行业规划、国土空间规划等文件。

在评估工作的第二阶段，项目组依据细化后的项目实施方案，针对工程特点和区域海洋水质、生态环境现状及主要环境敏感目标等，对项目建设产生的环境影响开展了全过程预测、分析和评价工作。

在评估工作的第三阶段，根据项目环境影响预测结果提出了有针对性的污染防治措施、生态保护措施以及环境管理与监测措施要求，并在规划层面上论述了项目与产业政策、国空规划、区域养殖规划、环保规划的符合性，明确了建设项目可行与否的结论，编制完成了《汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书》（送审稿）。

## 1.4 分析判定相关情况

### （1）与产业政策的符合性

本项目为“汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目”，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“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—海洋牧场”，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规〔2022〕397 号），本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

### （2）与国土空间规划的符合性

《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》将汕尾市海域（不含深汕特别合作区海）划定为生态保护区、生态控制区和海洋发展区。在海洋发展区内，进一步细化功能分区，将海洋发展区划分为工矿通信用海、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。规划提出，海洋发展区是以海域和海洋活动为主的地区，应对海洋资源和生态环境进行严格管控。除国家重大项目外，严禁围填海。

本项目位于规划的渔业用海区和工矿通信用海区。本项目不占用海岸线，主要建设现代化海洋牧场，开展深水网箱养殖，符合项目所在渔业用海区以渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等为主要功能导向的要求。本项目涉及的碣石湾工矿通讯用海区未被开发利用，可兼容开放式养殖等增殖用海，符合该功能区的空间准入。项目建设

符合《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求。

### （3）与“三线一单”分区管控方案的符合性

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》中海域环境管控单元，本项目位于“珠海-潮州近海农渔业区”一般管控单元（环境管控单元编码：HY44150030007）。

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目选址区位于“珠海-潮州近海农渔业区”一般管控单元（环境管控单元编码：HY44000030004）。

项目选址符合区域布局管控要求，养殖用海面积符合相关规范及深水养殖集约用海要求，满足海洋空间资源利用要求，通过采取各项环境保护措施及风险防范措施，可以落实污染物排放管控要求和环境风险防控要求。

因此，项目建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》、《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

### （4）与生态保护红线管控要求的符合性

本项目用海范围未占用生态保护红线，距离项目最近的生态保护红线为“碣石湾海马珍稀濒危物种分布区”生态保护红线区，距离约为 4.0km。

本项目施工期悬浮泥沙源强很小，施工结束后即可消除。营运期内将科学确定投喂量，尽量提高饲料利用率，能够缓解养殖外源营养物质向周边海域输入带来的影响。但少量残饵可能被野生水生生物摄食。此外，各类船舶污染物全部上岸处理，不排海。项目建设实施和养殖活动不会对周边生态保护红线区产生明显不利影响。

项目未占用生态保护红线，也不会对周边生态保护红线区产生明显不利影响，符合生态保护红线的管控要求。

### （5）与区域养殖规划的符合性

1)《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023-2035 年）》提出，广东省现代化海洋牧场总体发展格局为：构建三条陆海接力发展带、打造十八片岸海联动功能圈、建设四个现代化海洋牧场发展核心和建设多个各具特色的现代化海洋牧场发展基地。

本项目选址区所在的汕尾市是规划中的现代化海洋牧场发展基地，项目建设与总体规划发展总体格局一致。

2)《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》将汕尾市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，并对各类养殖区提出了常规管理措施。

本项目选址区位于该规划中的碣石湾深海养殖开发区，本项目建设内容即为深水养殖网箱，养殖过程中能够落实规划提出的管理措施要求，控制养殖规模和养殖密度，

使用符合无公害养殖标准的饲料和药品等。项目建设符合养殖功能区布局规划要求和管理措施要求。

3)《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》通过综合国土、海洋、生态等各类规划,科学划定了海上养殖适宜区域,并规划了 22 片深远海养殖区,采用“标准园”模式进行统一规划和管理。项目位于该规划中的深远海养殖区近期开发区中的“07 号碣石湾海域启动区二区”,项目建设与规划发展总体布局一致。

综上,项目建设符合《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023-2035 年）》、《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》。

## 1.5 关注的主要环境问题及环境影响

### （1）施工期主要环境问题及影响

施工期主要环境影响为网箱固定系统锚泊构件投放扰动海床产生悬浮物对工程周边海域的水质、海洋生态环境产生的影响；水上作业产生的船舶垃圾、船舶污水对环境的影响；施工船舶溢油事故风险对海水水质和海洋生态的影响；陆上网箱组装产生的作业人员生活污水、生活垃圾的影响。

评价认为,施工期施工方法简单,悬浮沙源强较小,作业结束后影响即可消除,属于短期影响。船舶污染物全部上岸处理,不排海,对海域环境无不利影响。施工期溢油事故发生概率较低,可通过常规防范措施予以减缓。陆上作业污染物经外委处理后不会对作业区环境造成不利影响。

### （2）运营期主要环境问题及影响

运营期主要环境影响为养殖过程多余饵料、鱼类排泄物对养殖区周边海域的水质、底质、海洋生态环境的长期累积影响；养殖船往来养殖区产生的船舶垃圾、船舶污水对环境的影响；作业船舶溢油事故风险对海水水质和海洋生态的影响。

评价认为,项目本身为深水网箱养殖,属于生态养殖,相对传统近海粗放养殖来说,项目实施有利于区域水产养殖产业绿色转型发展。选址区水动力条件良好,养殖水污染物扩散条件好,养殖营养物质在底质和周边海域的累积性影响相对较小,通过提高饵料利用率、网箱交替休养、定期监测等措施可以进一步缓解,养殖活动对周边海域影响在可接受水平。

### （3）污染防治措施及风险防控方案的可行性

污染防治措施重点关注船舶污废水、垃圾上岸接收处置的可行性及污染物最终合理处置的可依托性。针对潜在溢油事故，重点关注风险应急措施的合理性、周边应急资源的可达性及风险影响的可接受性。

评价认为，项目船舶污染物接收处置有保障，能够实现规范交接，妥善处置。周边海域应急资源丰富，在短时间内可达项目海域参与应急，项目溢油事故风险总体可控。

### （4）对周边环境保护目标的影响

项目所在碣石湾生态环境敏感，分布有生态保护红线、水产种质资源保护区、国家级海洋牧场以及鸟类自然保护区、海水浴场等多种生态环境敏感区，环境保护要求高。但项目选址于碣石湾南侧，距离湾内环境敏感目标相对较远，距离湾外敏感区也有一定缓冲距离，对周边远距离环境保护目标基本无影响，对附近及所在环境保护目标影响可接受。

## 1.6 环境影响评价的主要结论

本项目建设符合国家产业政策，符合国土空间规划及相关环保规划要求；项目未占用生态保护红线区，项目实施符合所在区域“三线一单”生态环境分区管控要求。

项目选址合理，满足深水养殖环境要求，施工方法相对简单，养殖工艺成熟，设备先进，拟采取的各项污染防治措施可操作性强，各类污废水及固体废物均能得到妥善处置；项目实施对海洋生态环境影响程度可接受，不会对海域生态健康产生重大不利影响，不存在重大环境制约因素。

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水平；在加强环境风险防范、落实风险防控方案的情况下，本项目环境风险也是可控的。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 法律法规、部门规章与规范性文件

(1)《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过修订，2015 年 1 月 1 日起施行；

(2)《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订，2024 年 1 月 1 日起施行；

(3)《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正施行；

(4)《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2002 年 1 月 1 日起施行；

(5)《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修正，2018 年 1 月 1 日起施行；

(6)《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修改施行；

(7)《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021 年 12 月 24 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022 年 6 月 5 日起施行；

(8)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订，2020 年 9 月 1 日起施行；

(9)《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正施行；

(10)《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，2021 年 9 月 1 日起施行；

(11)《中华人民共和国海岛保护法》，2009 年 12 月 26 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2010 年 3 月 1 日施行；

(12)《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 2 月 29 日第十一届全国人民

代表大会常务委员会第二十五次会议修订，2012 年 7 月 1 日起施行；

（13）《中华人民共和国野生动物保护法》，2022 年 12 月 30 日修订，2023 年 5 月 1 日起施行；

（14）《中华人民共和国突发事件应对法》，2007 年 8 月 30 日第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过；

（15）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日国务院令 682 号国务院修订，2017 年 10 月 1 日起施行；

（16）《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 日国务院令 698 号修改施行；

（17）《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日国务院令 698 号修改施行；

（18）《中华人民共和国船舶和海上设施检验条例》，2019 年 3 月 2 日国务院令 709 号修订；

（19）《中华人民共和国自然保护区条例》，2017 年 10 月 7 日国务院令 687 号修改施行；

（20）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日修订；

（21）《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2020 年 11 月 30 日生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；

（22）《环境影响评价公众参与办法》，2018 年 7 月 16 日生态环境部令 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行；

（23）《近岸海域环境功能区管理办法》，1999 年 12 月 10 日原国家环保总局第 8 号令公布施行；

（24）《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》交通运输部 2017 年第 15 号令修改，2017 年 5 月 23 日施行；

（25）《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》，交通运输部 2021 年第 24 号令，2021 年 9 月 1 日起施行；

（26）《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》交通运输部 2019 年第 40 号令修订，2019 年 11 月 28 日施行；

（27）《交通运输突发事件应急管理规定》，交通运输部 2011 年第 9 号令，2012 年 1 月 1 日起施行；

（28）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展改革委令 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行；

（29）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（厅字〔2017〕2 号），2017 年 2 月 7 日印发；

（30）《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（中办发〔2019〕48 号），2019 年 10 月 25 日印发；

（31）《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发〔2006〕9 号），2006 年 2 月 14 日印发；

（32）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，（自然资发〔2022〕142 号），2022 年 8 月 16 日印发；

（33）《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），2022 年 10 月 14 日印发；

（34）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77 号），2012 年 7 月 3 日发布；

（35）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号），2012 年 8 月 7 日发布；

（36）《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），2013 年 8 月 5 日发布；

（37）《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号），2016 年 10 月 26 日发布；

（38）《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），2018 年 11 月 30 日发布；

（39）《交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅关于建立完善船舶水污染物转移处置联合监管制度的指导意见》（交办海〔2019〕15 号），2019 年 1 月 31 日发布；

（40）《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部 2002 年第 189 号公告），2002 年 2 月发布；

（41）《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（农办渔〔2018〕50 号），2018 年 6 月 29 日发布；

（42）《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号），2022年1月13日发布；

（43）《农业农村部关于加强水生生物资源养护的指导意见》（农渔发〔2022〕23号），2022年11月22日发布；

（44）《农业农村部办公厅关于进一步做好水生生物增殖放流工作的通知》（农办渔〔2024〕5号），2024年05月12日；

（45）《农业农村部办公厅关于实施2020年水产绿色健康养殖“五大行动”的通知》（农办渔〔2020〕8号）；

（46）《生态环境部 农业农村部关于加强海水养殖生态环境监管的意见》（环海洋〔2022〕3号），2022年1月5日 生态环境部 农业农村部发布；

（47）《农业农村部 工业和信息化部 国家发展改革委 科技部 自然资源部 生态环境部 交通运输部 中国海警局关于加快推进深远海养殖发展的意见》（农渔发〔2023〕14号）。

### 2.1.2 地方法规与规范性文件

（1）《广东省环境保护条例》，2019年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修改施行；

（2）《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》，2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修改施行；

（3）《广东省大气污染防治条例》，2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，2019年3月1日施行；

（4）《广东省水污染防治条例》，2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正施行；

（5）《广东省固体废物污染环境防治条例》，2022年11月30日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议修正；

（6）《广东省渔业管理条例》，2019年9月25日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议修正；

（7）《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

（8）《广东省人民政府 国家海洋局关于印发广东省海岸带综合保护与利用总体

规划的通知》（粤府〔2017〕120号），2017年10月27日印发；

（9）《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（2021-2035年）的通知》（粤自然资〔2025〕1号），2025年1月23日印发；

（10）《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），2020年12月29日印发；

（11）《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29号），2021年7月5日印发；

（12）《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），2022年4月29日发布；

（13）《广东省生态环境厅 广东省农业农村厅 关于印发〈加强海水养殖生态环境监管实施方案〉的函》（粤环函〔2022〕404号），2022年6月22日印发；

（14）《广东省自然资源厅关于加强自然资源要素保障 助力实施“百县千镇万村高质量发展工程”的通知》（粤自然资规字〔2023〕4号），2023年8月29日发布；

（15）《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（粤自然资规字〔2023〕3号），2023年7月1日发布；

（16）《广东省生态环境厅关于优化环境影响评价管理促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（粤环函〔2023〕418号），2023年8月4日发布。

### 2.1.3 功能区划与相关规划

（1）《广东省国土空间规划（2021-2035）》（国函〔2023〕76号）

（2）《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（国函〔2012〕182号），2016年10月11日修改；

（3）《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）；

（4）《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）；

（5）《广东省生态环境厅关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634号）；

（6）《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10号）

（7）《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2022〕7号）；

（8）《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（粤自然资〔2025〕1号）；

(9)《汕尾市国土空间规划（2021-2035）》；

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

(11)《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035年）》，2022年10月汕尾市人民政府办公室印发；

(12)《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，2019年8月汕尾市农业农村局印发；

(13)《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》，2022年3月汕尾市人民政府印发；

(14)《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035年）》，汕尾市农业农村局，2025年1月。

#### 2.1.4 技术规范与相关标准

(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

(2)《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

(3)《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

(4)《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

(5)《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

(6)《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

(7)《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；

(8)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；

(9)《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》（海船舶〔2011〕588号）；

(10)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002年4月）；

(11)《海水重力式网箱设计技术规范》（GB/T 40749-2021）；

(12)《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；

(13)《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；

(14)《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

(15)《渔业水质标准》（GB 11607-89）；

(16)《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；

(17)《海洋生物质量》（GB18421-2001）；

(18)《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)。

### 2.1.5 工程资料

(1) 委托单位提供的工程资料和矢量资料。

## 2.2 环境影响识别与评价因子筛选

### 2.2.1 环境影响要素识别

海水养殖活动的环境影响评价可以分为三个主要阶段：施工阶段、运营阶段和废弃阶段。本次环境影响评价主要对施工阶段和运营阶段进行分析评价。

施工阶段，网箱安装，尤其是系泊锚的投放作业会搅动海底泥沙，导致悬浮物浓度增高，影响水质，进而扰动海洋生态环境，对海洋生物资源造成损失。水上施工船舶的柴油机废气排放还会对海上环境空气造成小范围、短时影响。

在运营阶段，重力式网箱采用浮式网箱养殖方案，网箱依靠浮力和重力的作用张紧网衣并悬空在水中，对水文动力、地形地貌与冲淤环境基本无影响；桁架式网箱一个为半潜式，一个为坐底式，工程规模均较小，且为透水结构，对水文动力、地形地貌与冲淤环境影响很小。但海水养殖过程中产生的残饵、粪便等有机物质会进入海水中造成水质污染，未利用和未溶解部分还会对底质造成累积影响。

此外，施工过程及养殖过程中作业船舶可能发生船舶碰撞溢油风险事故，一旦发生溢油事故将对事故周边水域海洋环境造成严重影响，油品挥发及处理过程还会对环境空气造成一定影响。

### 2.2.2 评价因子筛选

根据本项目环境影响特征、工程建设特点，结合项目周边海域海洋环境功能区环境保护要求及相关评价标准，筛选本项目环境影响评价因子如下。

(1) 污染影响评价因子

海水水质：pH、悬浮物、化学需氧量 (COD)、溶解氧 (DO)、无机氮 (DIN)、活性磷酸盐 (PO<sub>4</sub>-P)、石油类、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、汞 (Hg)、锌 (Zn)、总铬 (Cr)、砷 (As)。

海洋沉积物：石油类、汞 (Hg)、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、铬 (Cr)、砷 (As)。

环境空气：硫氧化物、氮氧化物、颗粒物。

噪声：声压级。

(2) 生态环境评价因子

本项目位于碣石湾南侧，距离湾内各环境敏感目标较远，受影响对象主要是用海区海洋生物生态环境以及重要水生生物“三场一通道”。参考《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 A，同时结合项目情况，对本项目生态影响评价因子进行筛选，具体见下表。

表 2.2-1 本项目生态环境评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	施工期		运营期	
		工程内容	影响方式/ 影响性质	工程内容	影响方式/ 影响性质
初级生产力	叶绿素 a	网箱系泊锚 投放作业、 网箱组装、运 输、挂网等施 工作业	间接/ 短期、可逆	养殖活动	累积生态 影响、长期
浮游植物、浮游动物	种类组成、生物量、 密度、优势种、群落 特征指数等				
游泳动物	种类组成、资源密度、 优势种				
重要渔业水域	分布范围、保护期			网箱占海	直接、长期
底栖生物	种类组成、生物量、 密度(丰度)、优势种、 群落特征指数等			锚碇、沉块及 坐底网箱占 海	直接、长期

## 2.3 评价等级、评价范围及评价时段

### 2.3.1 评价等级

(1) 海洋生态环境

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），建设项目海洋生态环境影响评价工作等级根据海洋生态环境影响类型和影响程度确定。

本项目类别为海水养殖，根据导则附录 B，项目影响类型为“其他用海”，本项目用海面积 624.6308 hm<sup>2</sup>，根据导则确定本项目海洋生态环境评价等级均为 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（节选）

评价等级 判定依据		1	2	3
		用海面积 S (hm <sup>2</sup> )	S ≥ 100	S < 100
	围海	S ≥ 100	S < 100	/
	填海	S ≥ 50	S < 50	/
	其他用海 <sup>g</sup>	S ≥ 200	100 ≤ S < 200	S < 100

注：其他用海主要指海上风电、海上光伏发电、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）大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），大气环境影响评价工作等级根据项目污染源正常排放的主要废气污染物的最大浓度占标率确定。

本项目施工期作业船和运营期养殖工船航行时会产生少量的柴油机废气，对海上环境空气造成短时影响。养殖网箱建成后本身无废气排放；此外，施工期临时施工场地运输车辆会产生短时扬尘污染，施工结束后即消除，故本次不对大气评价确定评价工作等级，仅对施工期和运营期大气环境影响进行简要分析。

## （3）声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），声环境影响评价工作等级划分依据包括：a) 建设项目所在区域的声环境功能区类别；b) 建设项目建设前后所在区域的声环境质量变化程度；c) 受建设项目影响人口的数量。

项目施工期水上作业船舶在海上航行，船舶通航时将产生机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，考虑到施工区未划定声环境功能区，养殖网箱投放后养殖过程中用海区域声环境质量无变化，因此本次不对水上作业区声环境评价确定评价工作等级。

项目施工期陆域施工场地所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 2 类地区，施工结束后噪声即消除，项目周边 200m 内无声环境保护目标，根据导则规定，本次声环境影响评价确定为二级。

## （4）陆域生态环境

根据《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ 19-2022），项目临时施工场地位于陆域，生态环境影响评价等级需依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度确定。

项目陆域生态影响范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境，也不涉及自然公园，不涉及陆域生态保护红线。工程无永久占地，临时占地面积 0.0224km<sup>2</sup>，项目陆域生态不属于导则 6.1.2 中 a)、b)、c)、d)、e)、f) 的情形，陆域生态环境评价等级为三级。

## （5）地下水环境

本项目施工场地用水不开采、利用地下水；生活污水收集后拉运处理，不排入附近水体，不回灌地下水。根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）

附录 A“地下水环境影响评价行业分类表”，本项目属于为“16、海水养殖工程—报告书类别，同时考虑到临时施工场地仅进行网箱组装作业，无危险物质贮存等生产工艺，本次不开展地下水环境影响评价。

#### （6）土壤环境

根据《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》表 A.1 土壤环境影响评价项目类别，本项目行业类别属于“农林牧渔—其他”，项目类别 IV 类，且项目在陆域施工场地内仅为网箱材料组装、材料切割作业，无土壤环境影响源，故本次不开展土壤环境影响评价。

#### （7）海洋生态环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）对于适用范围的规定，该导则适用于涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存的建设项目可能发生的突发性事故的环境风险评价。本工程建设实施对环境潜在风险主要是船舶作业过程中使用的船舶燃料油可能发生的泄露事故。故本次参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），确定本项目施工期船舶溢油风险评价工作等级。

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），建设项目环境风险评价等级划分按内容进行划分见表 2.3-2。

表 2.3-2 建设项目环境风险评价等级划分

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

备注：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，见附录 A。

环境风险潜势划分依据见表 2.3-3。其中危险物质及工艺系统危险性（P）的分级根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M）值确定。

表 2.3-3 建设项目环境风险潜势划分

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

注：IV+为极高环境风险。

根据本项目船舶计划投入情况，本项目施工阶段主要是网箱拖放和安装施工，最大施工船舶为桁架网箱基础安装时 1000t 起重船；运营期现阶段考虑使用 200t 小型养

殖工船为主。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，非油轮船舶燃油量最大携带量可用船舶总吨位推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的 8~12%，本次取 12%，则本项目最大作业船载油量为施工期起重船，约为 120t。

本次油类物质参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 G，即油类物质临界量为 100t，由此计算危险物质数量与临界量比值 Q 为 1.2。又根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附表 C.1 和附录 G，本项目危险物质及工艺系统危险性等级为 P4，环境敏感程度分级为 E1。再按照导则附录 D 进行判断本项目环境风险潜势为 III 级。

由表 2.3-2 确定本项目环境风险评价工作等级确定为二级。

### 2.3.2 评价范围

#### （1）海洋生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境影响评价范围应覆盖建设项目整体实施后可能对海洋生态环境造成影响的范围。根据评价等级、工程特点、生态敏感区分布情况确定评价范围。评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级、2 级和 3 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km、5km~15km、1km~5km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力、水质影响范围比较大的项目，评价范围应根据污染因子扩散距离、水文动力条件、海域环境特征等情况，适当扩展。

本项目海洋生态环境评价工作等级为 1 级，类比相似规模同类项目，海水养殖对海洋生态环境的影响一般局限在项目用海区周边。本项目选址于碣石湾南侧，距离海湾内生态敏感区较远，但距离湾外的生态环境保护目标相对较近。此外，从水动力调查结果来看，项目海域附近潮流方向以涨潮流主轴主要偏向 N，落潮流偏向 S 为主，综合考虑项目周边生态敏感区分布情况及工程海域潮流特征，确定本项目评价范围为：以项目用海区外缘线向西北-东南、东北-西南方向各扩展 15km，后与法定海岸线所围合的海域范围。

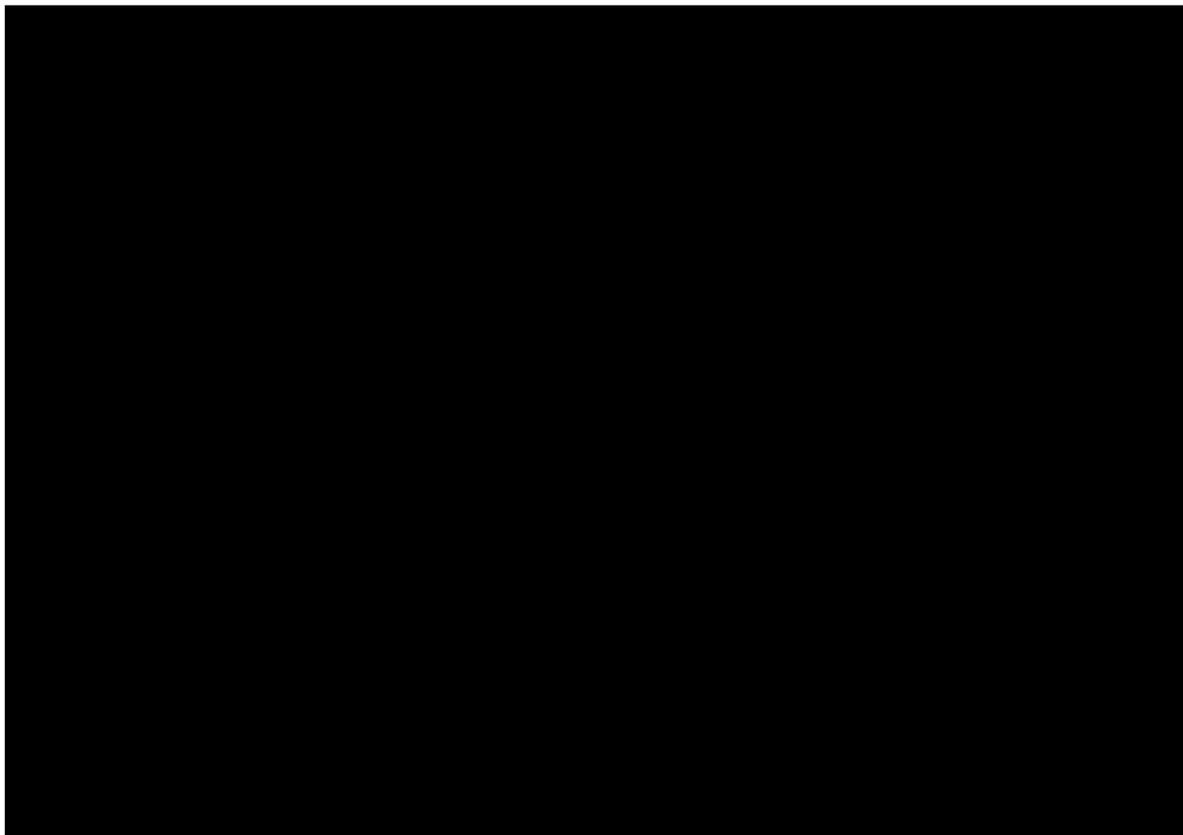


图 2.3-1 本项目海洋生态环境评价范围图

### （2）声环境评价范围

本项目陆域施工场地所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 2 类地区，声环境影响评价确定为二级。根据施工噪声影响特征，确定评价范围为以施工场地及进场道路边线向四周扩展 200m 范围（南侧以海岸线为界）。

### （3）陆域生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ 19-2022），本项目陆域临时施工场地生态影响范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境，也不涉及自然公园，不涉及陆域生态保护红线。工程无永久占地，临时占地面积 0.0224km<sup>2</sup>，陆域生态环境评价等级为三级。

结合施工场地周边现状，本次陆域生态环境评价范围确定为：北至施工场地后方丹东线，东、西至场地两侧道路，南至海岸线，评价范围长约 550m，宽约 330m，面积约 0.2km<sup>2</sup>。

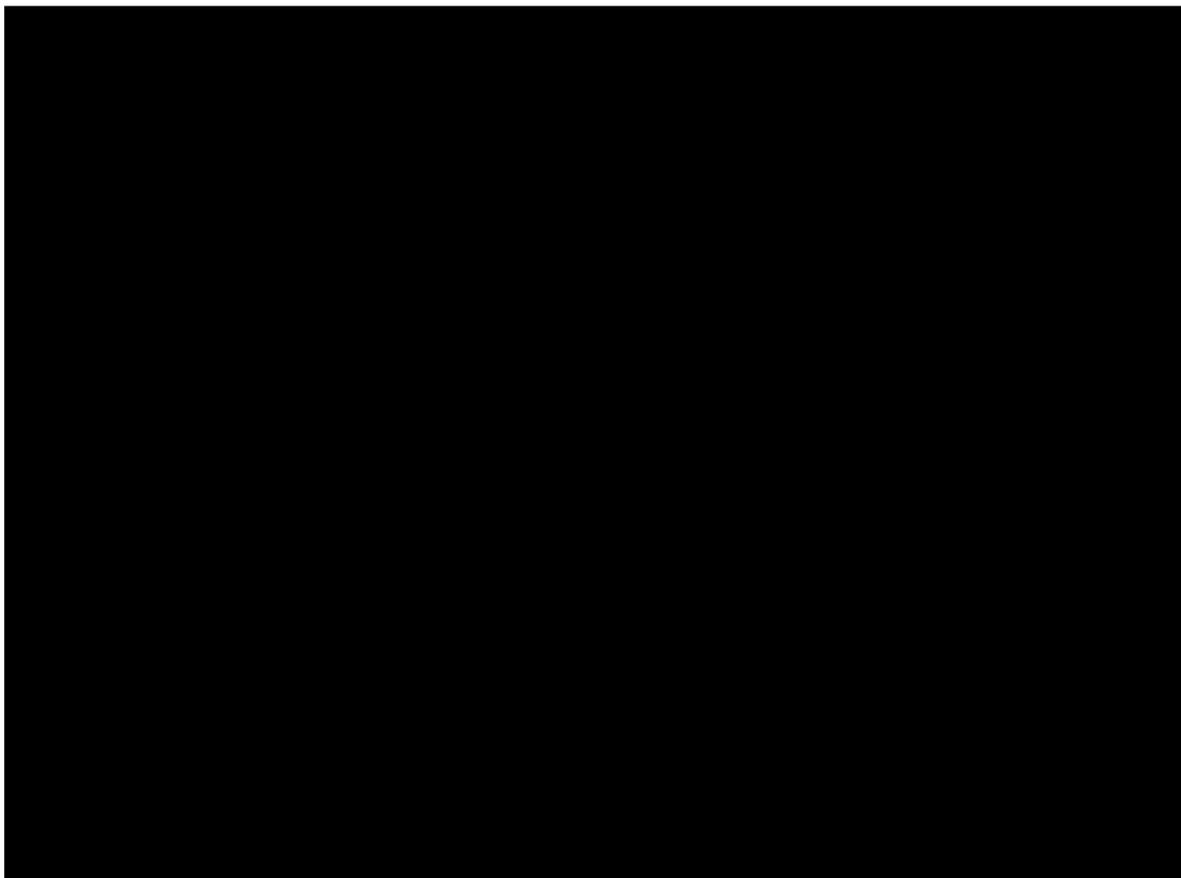


图 2.3-2 本项目陆域生态环境评价范围图

#### （4）海洋生态环境风险评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72 h 、48h 扩散范围确定，并可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

本项目海洋生态环境风险评价等级为二级，考虑到项目海域特征及周边生态敏感区分布情况，本次船舶溢油事故风险评价范围在确保不小于本项目海洋生态环境影响评价范围基础上，按项目施工期发生水上溢油事故可能影响到的空间范围确定，具体为以溢油事故可能发生点为源点，在海上通过典型情景模拟统计法模拟 72h 内溢油可能到达的边界，以及最不利气象条件下溢油可能影响到主要环境敏感保护目标所在海域。

### 2.3.3 评价时段

本项目位于碣石湾内，距离陆丰碣石镇田尾山西南侧约 5.4 公里，为沿岸海域范

围。项目海洋生态环境影响评价时等级为 1 级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 2，沿岸海域 1 级评价的评价时段应选择春季和秋季。本次选取 2023 年 5 月作为春季代表时段，选择 2022 年 11 月作为秋季代表时段。

## 2.4 环境功能区划

### 2.4.1 海洋环境功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目位于“珠海-潮州近海农渔业区”，邻近“田尾山工业与城镇用海区”、“碣石湾农渔业区”等。项目周边海域的海洋功能区划情况见表 2.4-2。

本项目选址区与周边海洋功能区相对位置见表 2.4-1。功能区分布见图 2.4-1。

表 2.4-1 本项目周边海洋功能区情况

序号	代码	海洋功能区名称	功能区类型	与项目选址相对位置
1	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	农渔业区	位于其中
2	A1-16	碣石湾农渔业区	农渔业区	项目北侧
3	A1-17	田尾山-石碑山农渔业区	农渔业区	项目东北侧
4	A5-29	金厢旅游休闲娱乐区	旅游休闲娱乐区	项目北侧
5	B6-32	碣石湾近海海洋保护区	海洋保护区	项目南侧
6	B6-30	遮浪南海洋保护区	海洋保护区	项目西南侧
7	B6-31	遮浪海洋保护区	海洋保护区	项目西侧
8	B4-2	遮浪矿产与能源区	矿产与能源区	项目西南侧
9	A3-26	田尾山工业与城镇用海	工业与城镇用海区	项目东北侧

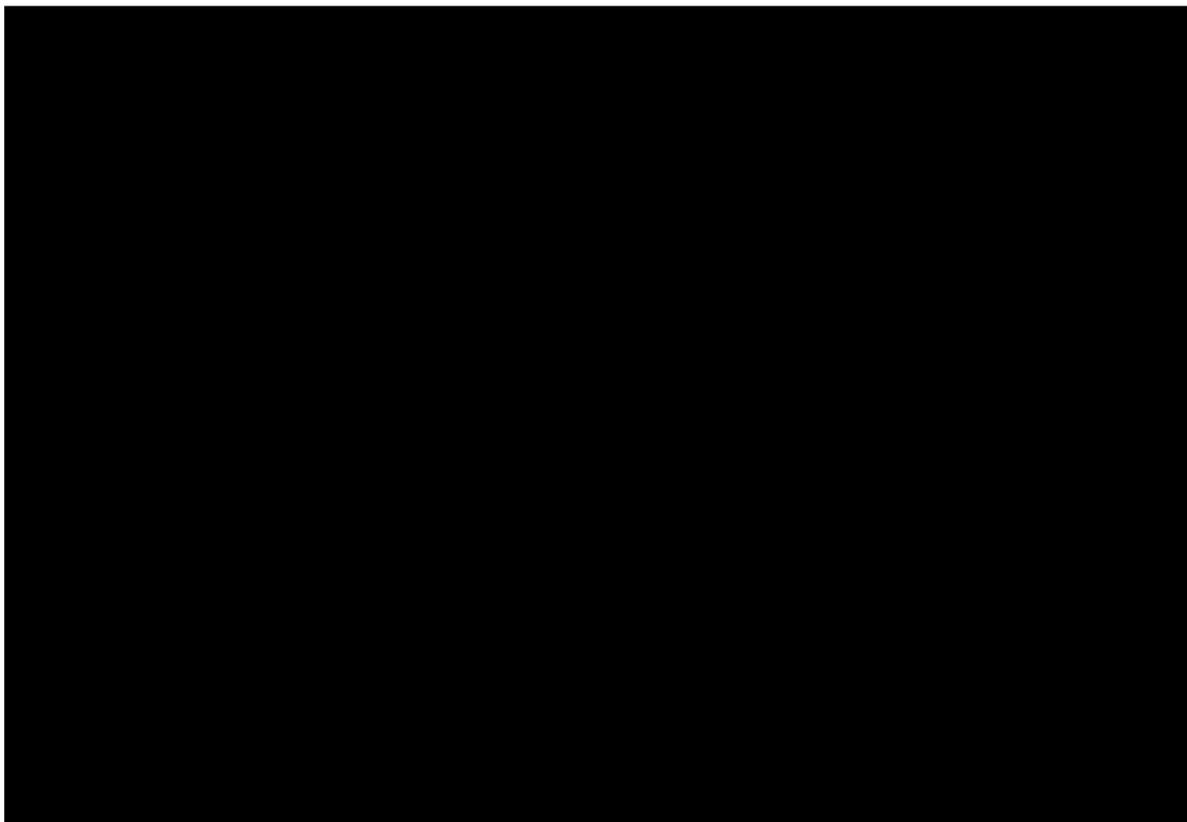


图 2.4-1 项目所在海域海洋功能区划图

表 2.4-2 本项目选址区所在及周边海域海洋功能区划登记表（节选）

代码	功能区名称	地理范围	地理范围	功能区类型	面积（公顷）岸线长度（米）	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至:117°31'36" 西至:114°26'02" 南至:21°49'34" 北至:23°35'10"	农渔业区	1271896	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2.禁止炸岛等破坏性活动； 3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序； 4.经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求； 5.优先保障军事用海需求。	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至:115°49'00" 西至:115°31'21" 南至:22°45'11" 北至:22°54'24"	农渔业区	17434 91757	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2.保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求； 3.保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海； 4.经过严格论证，保障核电等工业发展的用海需求； 5.严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海； 6.合理控制养殖规模和密度； 7.维护河口海域防洪纳潮功能，维持航道畅通。	1.保护碣石湾生态环境； 2.保护鲍、海马等重要渔业品种； 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 4.加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

代码	功能区名称	地理范围	地理范围	功能区类型	面积（公顷） 岸线长度（米）	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
A1-17	田尾山-石碑山农渔业区	汕尾市、揭阳市	东至:116°30'23" 西至:115°49'43" 南至:22°43'05" 北至:22°59'33"	农渔业区	44281 128331	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；</li> <li>2.严格保护石碑山角领海基点；</li> <li>3.保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求；</li> <li>4.适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求；</li> <li>5.适当保障港口航运用海需求；</li> <li>6.经严格论证后，适当保障海上风电用海需求；</li> <li>7.严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通；</li> <li>8.合理控制养殖规模和密度；</li> <li>9.保障国防安全用海需求。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种；</li> <li>2.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；</li> <li>3.加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；</li> <li>4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>
A5-29	金厢旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至:115°46'23" 西至:115°42'33" 南至:22°49'58" 北至:22°51'06"	旅游休闲娱乐区	411 7277	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海；</li> <li>2.保障碣石渔港、人工鱼礁用海需求；</li> <li>3.禁止在沙滩上建设永久性构筑物，保护砂质海岸；</li> <li>4.依据生态环境的承载力，合理控制旅游开发强度。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.保护近岸海域生态环境；</li> <li>2.生产废水、生活污水须达标排海；</li> <li>3.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>
B6-32	碣石湾近海海洋保护区	汕尾市	东至:116°01'33" 西至:115°42'00" 南至:22°21'15" 北至:22°34'00"	海洋保护区	48115	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；</li> <li>2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.保护海马及其生境；</li> <li>2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

代码	功能区名称	地理范围	地理范围	功能区类型	面积（公顷） 岸线长度（米）	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
B6-30	遮浪南海保护区	汕尾市	东至:115°41'10" 西至:115°32'03" 南至:22°27'29" 北至:22°35'50"	海洋保护区	15552	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2.按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1.严格保护遮浪上升流海洋生态系统； 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
B6-31	遮浪海洋保护区	汕尾市	东至:115°36'19" 西至:115°34'18" 南至:22°39'42" 北至:22°42'10"	海洋保护区	819	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1.保护人工鱼礁礁体及海域生态环境； 2.加强保护区海洋生态环境监测； 3.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
B4-2	遮浪矿产与能源区	汕尾市	东至:115°37'38" 西至:115°35'37" 南至:22°37'26" 北至:22°38'48"	矿产与能源区	857	1.相适宜的海域使用类型为工业用海； 2.通过论证，合理安排波浪能相关开发活动，维持航道畅通。	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
A3-26	田尾山工业与城镇用海	汕尾市	东至:115°50'30" 西至:115°45'56" 南至:22°42'55" 北至:22°48'35"	工业与城镇用海区	4183 15382	1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2. 保障核电用海需求，在基本功能未利用前，保留浅海增养殖等渔业用海； 3. 适当保障港口航运用海需求； 4. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 5. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响； 6. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	1. 加强海洋环境监测，建立完善的应急体系； 2. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准； 3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

## 2.4.2 近岸海域功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、《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）《广东省生态环境厅关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634号），本项目选址区位于“碣石湾浅海渔业功能区”（标识号412），水质保护目标为一类。

项目周边海域涉及的近岸海域功能区有“田尾山生态功能区”、“碣石港口工业功能区”、“碣石浅澳港口、工业功能区”、“碣石浅澳工业功能区”、“陆风核电厂冷却水排污稀释混合区”、“碣石湾东浅海渔业功能区”。详见表 2.4-3。

表 2.4-3 本项目周边近岸海域环境功能区划情况

标识号	环境功能区名称	主导功能	水质保护目标	与项目相对位置
405A	田尾山生态功能区	海洋生态保护	二类(水温指标执行三类标准)	东北侧
405B	碣石港口工业功能区	港口、工业	三类	东北侧
406A	碣石浅澳港口、工业功能区	港口、工业	三类	东北侧
406B	碣石浅澳工业功能区	工业	三类	东北侧
406C	陆风核电厂冷却水排污稀释混合区	排污稀释混合区	除水温不执行水质标准外,其他指标执行三类标准	东北侧
412-1	碣石湾东浅海渔业功能区	渔场作业区	一类(水温指标执行三类标准)	东北侧
412	碣石湾浅海渔业功能区	渔场作业区	一类	在其中

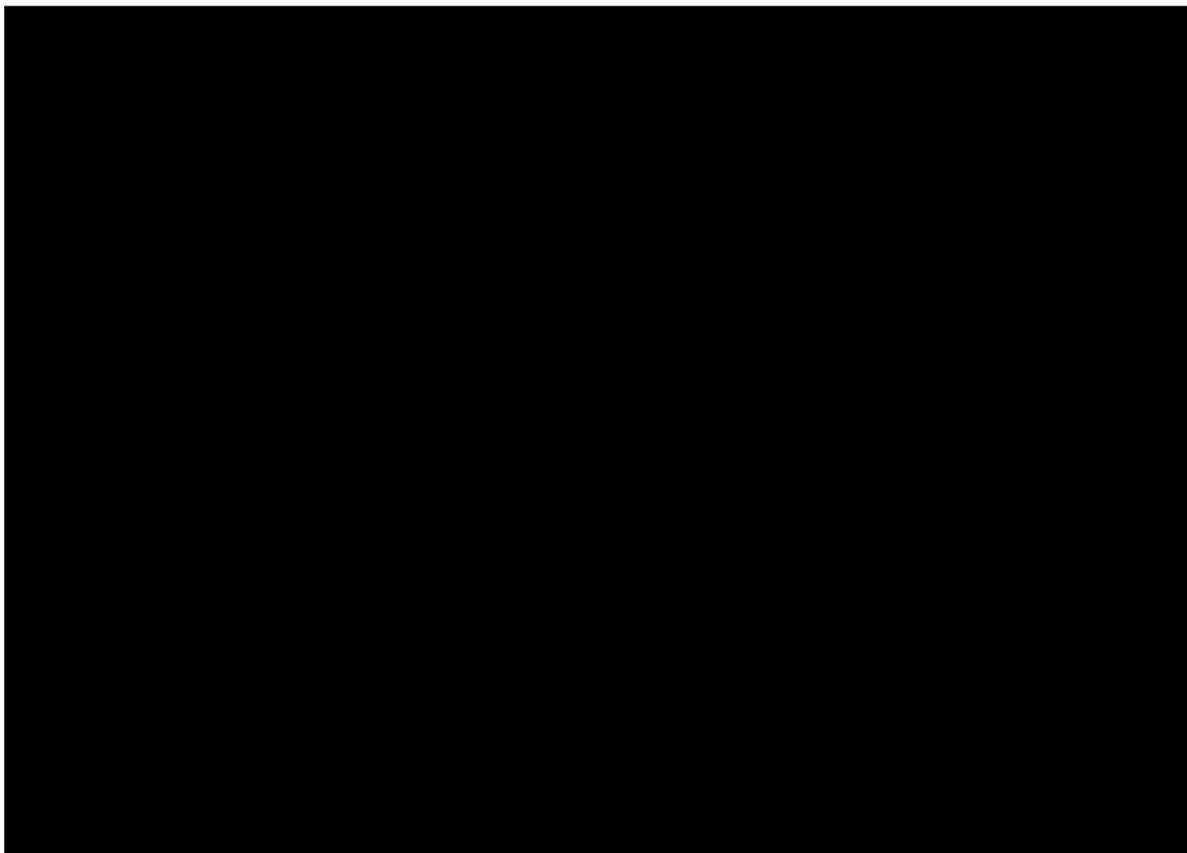


图 2.4-2 本项目所在海域近岸海域环境功能区划图（2013 年调整）

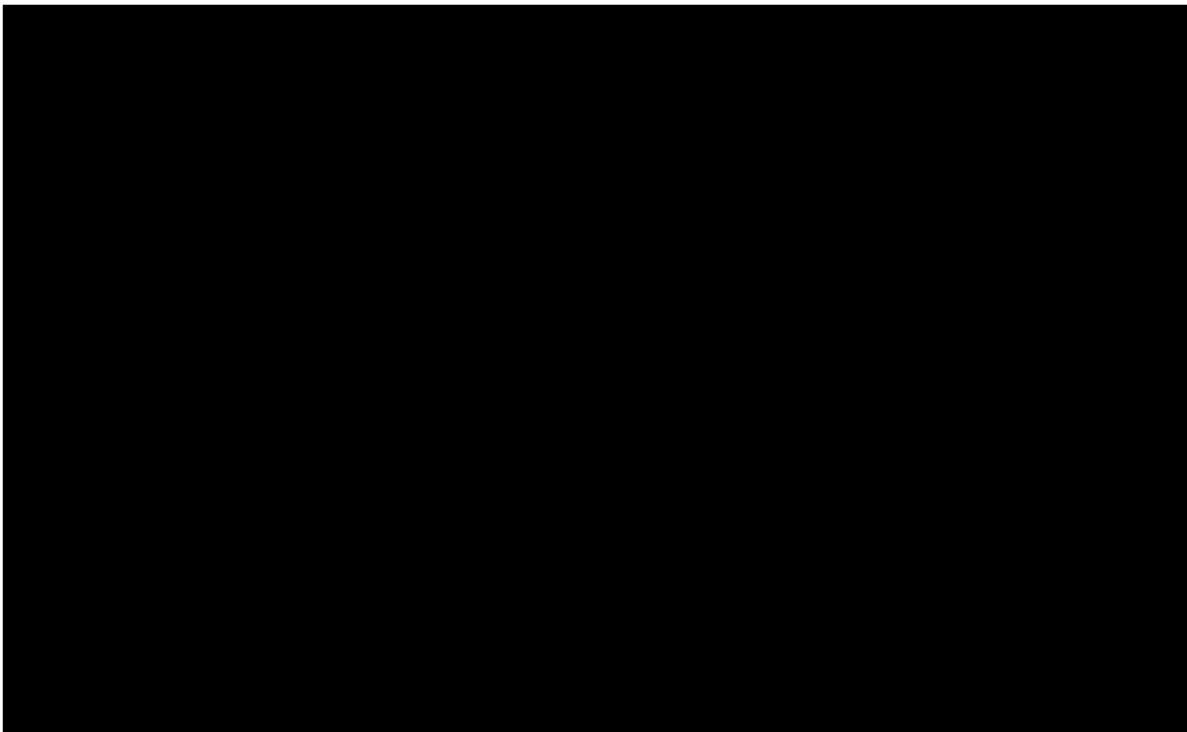


图 2.4-3 本项目所在海域近岸海域环境功能区划图（2021 年调整）

## 2.5 评价标准

### 2.5.1 生态环境质量标准

#### （1）水质标准

本项目为海水养殖项目，从海域使用功能角度，项目用海区海水水质需满足相应海水水质标准和渔业水质标准。

#### 1) 海水水质标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（国函〔2012〕182号）、《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）以及《广东省生态环境厅关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634号），各环境功能区内环境质量标准按照从严原则执行。具体如下：

各调查站位位于《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中“珠海-潮州近海农渔业区”、“碣石湾近海海洋保护区”、“遮浪南海洋保护区”、“遮浪海洋保护区”的，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准，位于“田尾山-石碑山农渔业区”的调查站位，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准，位于“田尾山工业与城镇用海区”的调查站位，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）三类标准，

调查站位位于“碣石湾农渔业区”、“金厢旅游休闲娱乐区”的，考虑其位于近岸海域功能区划中的“碣石湾浅海渔业功能区”，故按执行《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准。

具体标准值见表 2.5-1。

表 2.5-1 海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH（无量纲）	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量≤	2	3	4	5
无机氮（以 N 计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐（以 P 计）≤	0.015	0.030	0.030	0.045
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.01	0.01
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
铜≤	0.005	0.010	0.050	0.050

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
砷≤	0.020	0.030	0.050	
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
硫化物（以 S 计）≤	0.02	0.05	0.10	0.25
石油类	0.05		0.3	0.5

## 2) 渔业水质标准

本项目运营期从事网箱养殖活动，养殖用海范围内的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，具体详见表 2.5-2。

表 2.5-2 渔业水质标准 单位：mg/L

序号	项目	标准值
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 值	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	汞	≤0.0005
5	镉	≤0.005
6	铅	≤0.05
7	铬	≤0.1
8	铜	≤0.01
9	锌	≤0.1
10	砷	≤0.05
11	硫化物	≤0.2
12	石油类	≤0.05
13	挥发酚	≤0.005

## (2) 海洋沉积物

本次沉积物环境质量标准根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》确定，调查站位位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中“珠海-潮州近海农渔业区”、“田尾山-石碑山农渔业区”、“碣石湾农渔业区”、“金厢旅游休闲娱乐区”“碣石湾近海海洋保护区”、“遮浪南海洋保护区”、“遮浪海洋保护区”的，沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准，调查站位位于“田尾山工业与城镇用海区”的调查站位，沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）二类标准。

具体标准值见表 2.5-3。

表 2.5-3 海洋沉积物质量标准

项目	第一类	第二类	第三类
汞 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	0.20	0.50	1.00

项目	第一类	第二类	第三类
镉 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.50	1.50	5.00
铅 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	60.0	130.0	250.0
锌 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	150.0	350.0	600.0
铜 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	35.0	100.0	200.0
铬 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	80.0	150.0	270.0
砷 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	20.0	65.0	93.0
石油类 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0

### (3) 生物质量

贝类生物（双壳类）：农渔业区、海洋保护区、旅游休闲娱乐区内，海洋贝类（双壳类）生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）一类标准，工业与城镇用海区海洋贝类（双壳类）生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）二类标准。具体标准值见表 2.5-4。

其他海洋生物：其他海洋生物（包括软体动物、甲壳动物和定居性鱼类）体内的重金属、石油烃评价标准参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 中海洋生物质量参考值。具体标准值见表 2.5-5。

**表 2.5-4 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
总汞 $\leq$	0.05	0.10	0.30
镉 $\leq$	0.2	2.0	5.0
铅 $\leq$	0.1	2.0	6.0
铬 $\leq$	0.5	2.0	6.0
砷 $\leq$	1.0	5.0	8.0
铜 $\leq$	10	25	50（牡蛎 100）
锌 $\leq$	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃 $\leq$	15	50	80

**表 2.5-5 其他海洋生物质量参考值（鲜重）单位：mg/kg**

生物类别 评价因子	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2.0	0.6
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

## 2.5.2 污染物排放标准

### （1）废水污染物

海上作业船舶废水主要是船舶机舱油污水和船舶作业人员生活污水。废水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中第 4.1 条、5.1.1 a）条要求，利用船载收集装置收集，排入岸上接收设施，不得直接排入环境水体。具体标准值见表 2.5-6。

本项目施工期和运营期船舶污水（包括含油废水、生活污水）随船携带，严禁排海，全部交由具有船舶污染物接收处置能力的单位接收处理，不排海。施工船舶靠港后，将含油污水抽至罐车后，再汽运至具有船舶污染物接收处置能力的单位进行处理。

表 2.5-6 船舶水污染物排放控制要求

污染物	水域类别	船舶类别	排放控制要求	
机器处所油污水	沿海	400 总吨及以上船舶	油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L（排放应在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。	
		400 总吨以下非渔业船舶		
船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内海域	400 总吨及以上的船舶，以及 400 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶	不得直接排入环境水体	利用船载收集装置收集，排入接收设施；

### （2）废气污染物

作业船舶产生的废气污染物主要为硫氧化物、氮氧化物和颗粒物。废气污染物排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168 号）要求。本项目位于该实施方案沿海控制区范围。废气污染物排放控制要求如下：

#### 1) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求：

①海船进入排放控制区，应使用硫含量不大于 0.5% $m/m$  的船用燃油或使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施。

#### 2) 氮氧化物排放控制要求：

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，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130kW 的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段 NO<sub>x</sub> 排放限值要求。

### （3）噪声

本项目施工及运营阶段作业船舶活动范围主要为碣石湾海域，周边为开阔海域。船舶噪声不做排放控制要求。

施工期陆上施工场地噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间 $\leq 70$  dB（A），夜间 $\leq 55$  dB（A）。

#### （4）固体废弃物

施工期固体废弃物主要为水上施工作业产生的船舶垃圾，包括结构材料保护套、绑扎料、包装袋等生产废料以及生活废弃物；运营期固体废弃物主要为船舶生活垃圾和养殖废弃物。

船舶生活垃圾统一收集在随船携带的垃圾收集桶内，船舶靠岸后，用专业垃圾运输车转运至附近垃圾中转站接收处理，严禁随意丢弃入海。

养殖废弃物主要有废弃旧网衣、饲料包装袋、鱼药包装袋等，其中废弃旧网衣更换后由厂家回收或外售给废品收购站，饲料和鱼药包装袋运回陆地，船舶靠泊后再汽运至附近垃圾中转站处理。

## 2.6 生态环境保护目标

本项目位于碣石湾南侧，经识别，评价范围内主要生态环境保护目标包括：生态保护红线、水产种质资源保护区、国家级海洋牧场、近岸海域国控监测站位、重要渔业水域、海水浴场以及确权和待确权养殖区。除此之外，考虑发生溢油等风险事故时，可能对碣石湾内和外海方向敏感区产生不利影响，识别本项目生态环境风险敏感目标主要是周边的生态保护红线。

具体海洋生态环境保护目标基本情况见表 2.6-1，海洋生态环境评价范围外的环境风险保护目标见表 2.6-2。

表 2.6-1 本项目生态环境保护目标一览表

序号	生态环境保护目标		位置关系		备注（来源）
	类型	名称	方位	距离(km)	
1	海洋生态保护红线区	金厢重要渔业资源产卵场	北	10.54	广东省“三区三线”中海洋生态保护红线划定成果
2		金厢海岸防护物理防护极重要区	北	10.08	
3		碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	西北	10.72	
4		遮浪南重要渔业资源产卵场	西南	15.0	
5		汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区	西南	13.6	
6		碣石湾海马珍稀濒危物种分布区	南	3.96	
7	水产种质资源保护区	汕尾碣石湾鲷鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	西北	10.63	原农业部第 1873 号公告-国家级水产种质资源保护区名单（第六批）
8	近岸海域国控监测站位	GDN14013	西北	10.49	生态环境部国控水站监测实时数据发布系统
9		GDN14004	西北	15.0	
10		GDN14015	东北	8.36	
11	国家级海洋牧场示范区	陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目	西北	11.76	国家海域海岛动态监管系统
12	养殖区	陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目	北	9.56	
13		陆丰市新立渔农业专业合作社海上养殖项目	北	7.94	
14		陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目	北	7.94	

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

序号	生态环境保护目标		位置关系		备注（来源）
	类型	名称	方位	距离(km)	
15		陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区	北	11.17	
16		陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目	北	8.74	
17		陆丰盛风蚝业水产养殖项目	西北	10.07	
18		陆丰蚝之发水产科技养殖项目	西北	9.57	
19		金厢南人工鱼礁区	北	10.57	未确权
20		陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目	北	8.51	已批复用海，尚未确权
21		陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目	西北	9.15	
22	海水浴场	海纳金滩海水浴场项目	北（东）	14.11（0.25）	国家海域海岛动态监管系统
23	重要渔业水域	南海北部幼鱼繁育场保护区	在其中		原农业部，2002 年 2 月 189 号公告
24		南海区幼鱼幼虾保护区	在其中		

备注：第 22 项，位置关系中括号内为距离临时施工场地的方位和距离。

表 2.6-2 海洋生态评价范围外风险敏感目标

序号	生态环境保护目标		位置关系	
	类型	名称	方位	距离(km)
1	生态保护红线	广东遮浪半岛国家海洋自然公园	西南	17.0
2		金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区	西北	19.07
3		乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区	西北	19.77
4		汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	西北	18.56

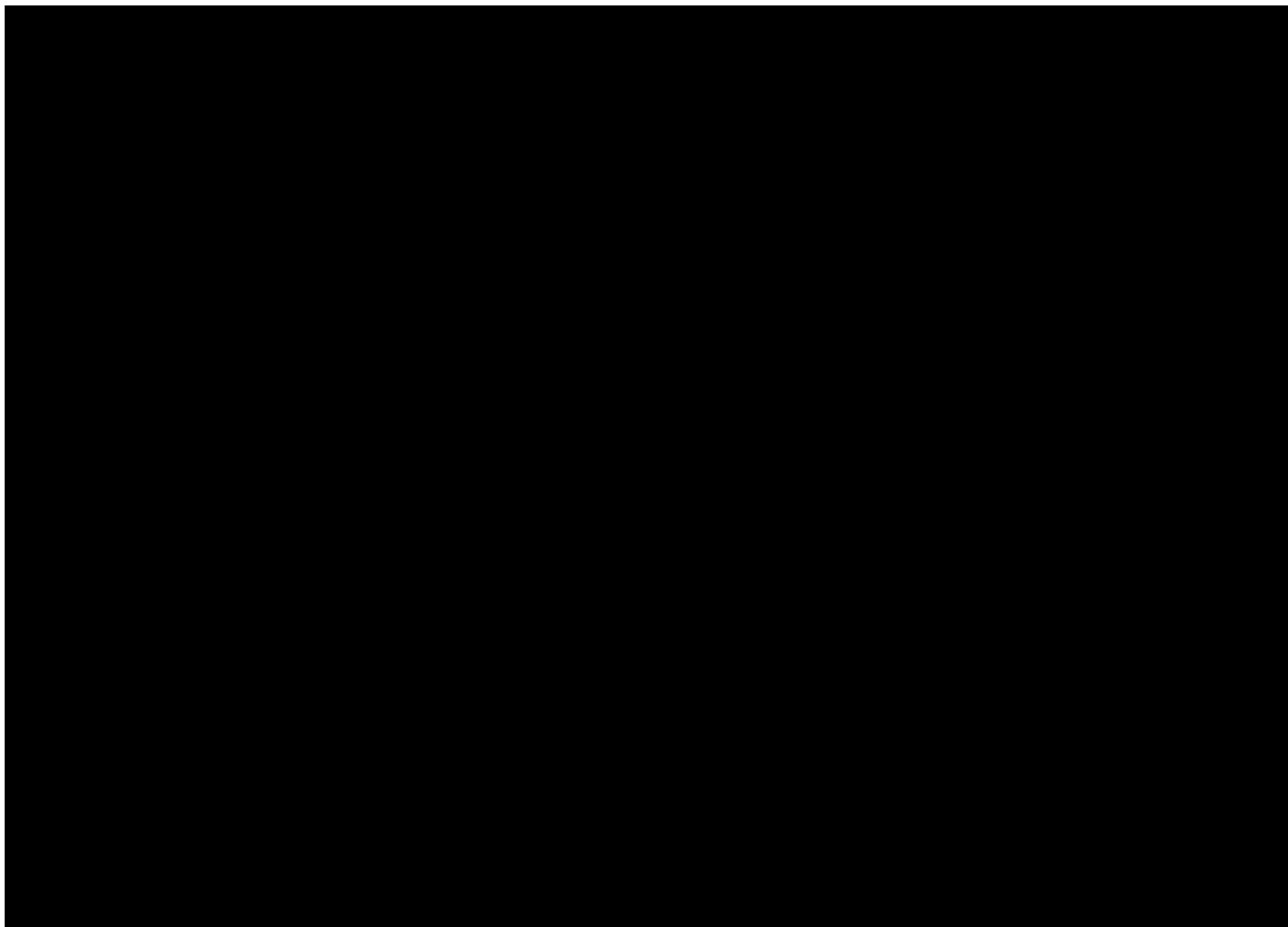


图 2.6-1 本项目生态环境保护目标分布图（1-6）

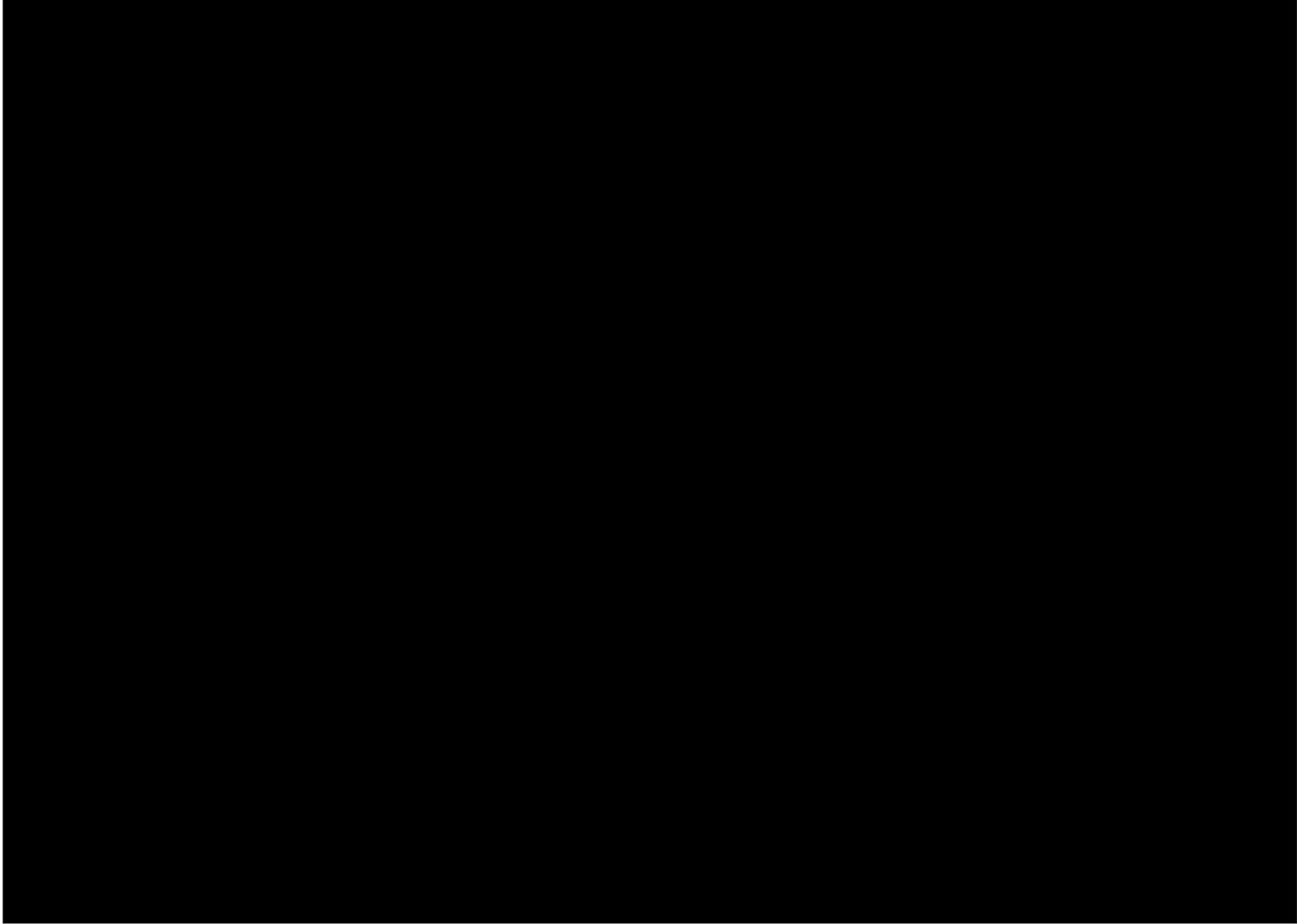


图 2.6-2 本项目生态环境保护目标分布图（7-11）

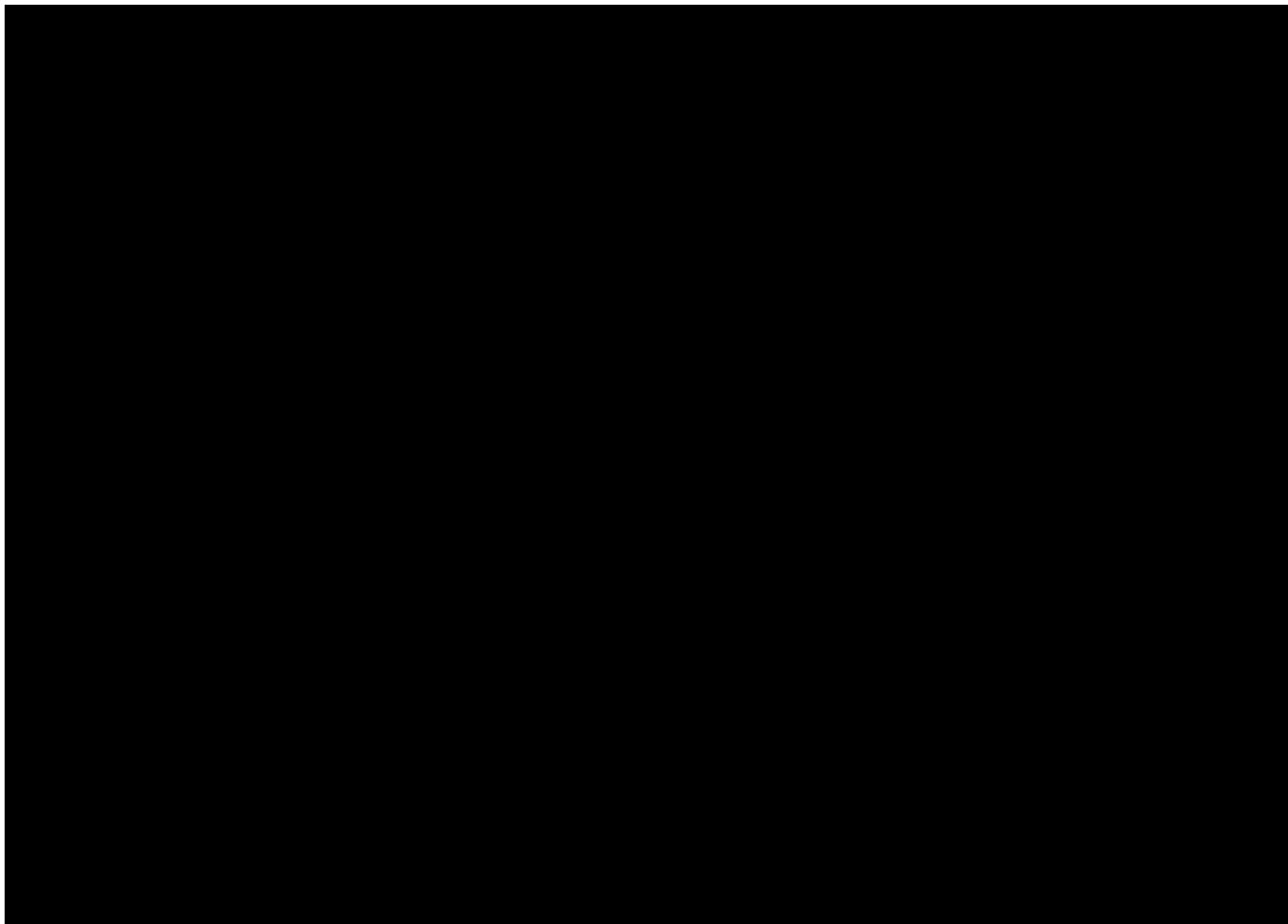


图 2.6-3 本项目生态环境保护目标分布图（12-23）

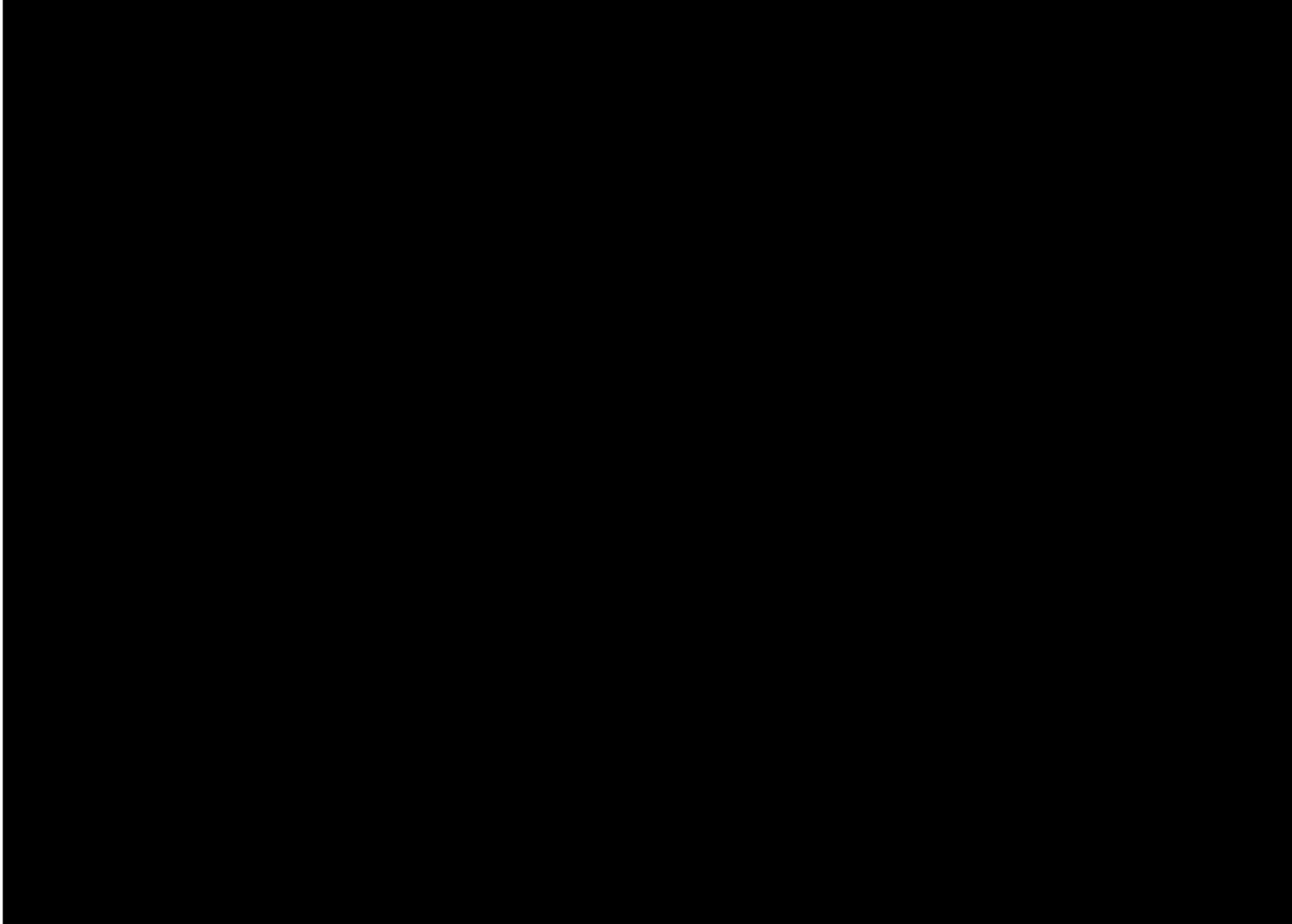


图 2.6-4 本项目环境风险保护目标分布图（海洋生态环境评级范围外）

### 3 工程概况

#### 3.1 项目基本情况

**项目名称：**汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目

**项目性质：**新建

**建设单位：**汕尾市百千万农业投资发展有限公司

**建设地点：**项目用海位于广东省汕尾市碣石湾南侧，距离陆丰碣石镇田尾山西南侧约 5.4 公里，水深 16.5m 至 21.8 m，项目位置见图 3.1-1。

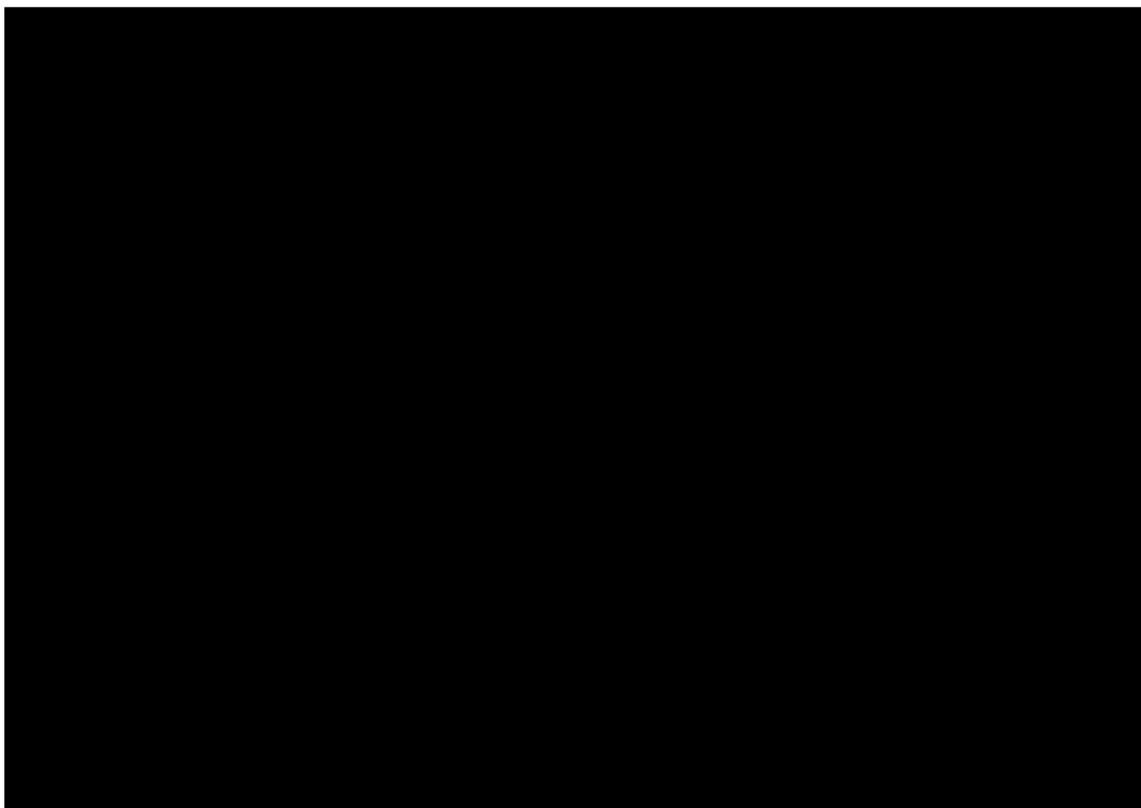


图 3.1-1 项目位置示意图

**建设内容与建设规模：**本项目申请用海总面积为 624.6308 公顷，用海区内拟布置 272 个 C90 型 HDPE 浮式重力式网箱，网箱周长 90 m，直径 28.66 m，单口网箱面积 644 m<sup>2</sup>，重力网箱养殖总面积为 175168m<sup>2</sup>，网箱深度约 15m，养殖水体容量 262.75 万 m<sup>3</sup>；另布置桁架式网箱 2 个，分别为 1 个半潜式网箱养殖平台和 1 个坐底式网箱养殖平台，网箱单体面积 5000 m<sup>2</sup>，半潜式网箱养殖平台网箱深度约 10m，坐底式网箱

养殖平台网箱深度约 20m，养殖水体容量为 15.0 万 m<sup>3</sup>。项目养殖水体总容量合计约 277.75 万 m<sup>3</sup>。适养鱼种包括章红鱼、金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼、大黄鱼等，预计年渔获物产出量约 4200 万公斤。

**总投资：**项目总投资约 15000 万元，其中环保投资 234.89 万元，占比 1.6%。

**劳动定员及生产作业制度：**年运营 360 天，劳动定员 70 人。

**施工工期：**12 个月。

**表 3.1-1 项目组成表**

组成	项目	建设内容
主体工程	海水养殖	重力式网箱
	桁架式网箱	272 个 C90 型 HDPE 浮式重力式网箱，网箱周长 90 m，直径 28.66 m，单口网箱面积 644 m <sup>2</sup> ，重力网箱养殖总面积为 175168m <sup>2</sup> ，网箱深度约 15m，养殖水体容量 262.75 万 m <sup>3</sup> 。
辅助工程	警示浮标	1 个半潜式网箱养殖平台和 1 个坐底式网箱养殖平台，网箱单体面积 5000 m <sup>2</sup> ，半潜式网箱养殖平台网箱深度约 10m，坐底式网箱养殖平台网箱深度约 20m，养殖水体容量为 15.0 万 m <sup>3</sup> 。
依托工程	船舶停靠码头	在养殖区的边界节点分别设置 1 座警示浮标，并配养殖区标牌及太阳能警示灯。
临时工程	网箱组装施工场地	项目施工期重力式网箱浮运主要是从临时施工场地至项目用海区，桁架式网箱浮运主要是从预制构件厂家托运至项目用海区。施工船非作业时间需依托附近鱼港（碣石鱼港或金厢鱼港）港口码头停靠。
配套工程	养殖区交通	项目运营期养殖产品运输、养殖维护船舶停靠依托乌坎港原海关码头。
环保工程	废水处理	设置 1 处临时施工场地，位于陆丰市金厢镇萧厝村海边沙滩后方，临时施工长度面积约 0.0224km <sup>2</sup> 。
		项目租用或直接配置小型养殖工作船进行养殖区养殖生产作业，以满足养殖过程巡逻、运输饵料、换网等作业需求。
	废气处理	船舶生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托第三方采用槽罐车拉运至附近污水处理厂处理；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，交由有资质单位接收处理。
		陆域施工场地生活污水经收集后委托有资质公司拉运至附近污水处理厂处理。
	噪声治理	施工期、运营期船舶燃料油采用低硫、轻质柴油，降低氮氧化物、硫氧化物、颗粒物排放量。
		施工期运输车辆选用优质燃油，加强车辆检修和维护，运输道路定期洒水降尘。
	固体废物	强化施工船舶组织协调，对船舶航行进行合理的水上交通管理，做好船舶调度疏导工作，禁止船舶无故鸣笛。
陆域施工场地内尽量采用低噪声的施工设备，加强设备的维护和保养。		
船舶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。		
网箱组装现场设置生活垃圾储存箱，生活垃圾统一收集后交环卫部门处理。		
	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。	
	病死鱼及时捞出，装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置。	

## 3.2 项目平面布置

本项目申请用海总面积为 624.6308 公顷，用海区域呈近似矩形，南北向最长约 3.87km，东西平均宽约 1.8km。

根据广东省《深水网箱养殖技术规范》（DB44T 742-2010），网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%，网排与网排之间应留间距 100m 以上宽度的养殖区主通道；根据《广东省农业农村厅关于印发〈现代化海洋牧场生态养殖工作指引（试行）〉的通知》（粤农农函〔2023〕915 号），重力式深水网箱、桁架类深水网箱的养殖投影面积不宜超过养殖用海的 10%。

根据集约用海原则，同时考虑前述要求，本次养殖区域内设计按照网箱间距 136m 均匀布置 272 个 C90 型 HDPE 浮式重力式网箱。另在项目用海区中部及南部分别布置 1 个半潜式网箱养殖平台和 1 个坐底式网箱养殖平台。平面布置示意图见图 3.2-1。

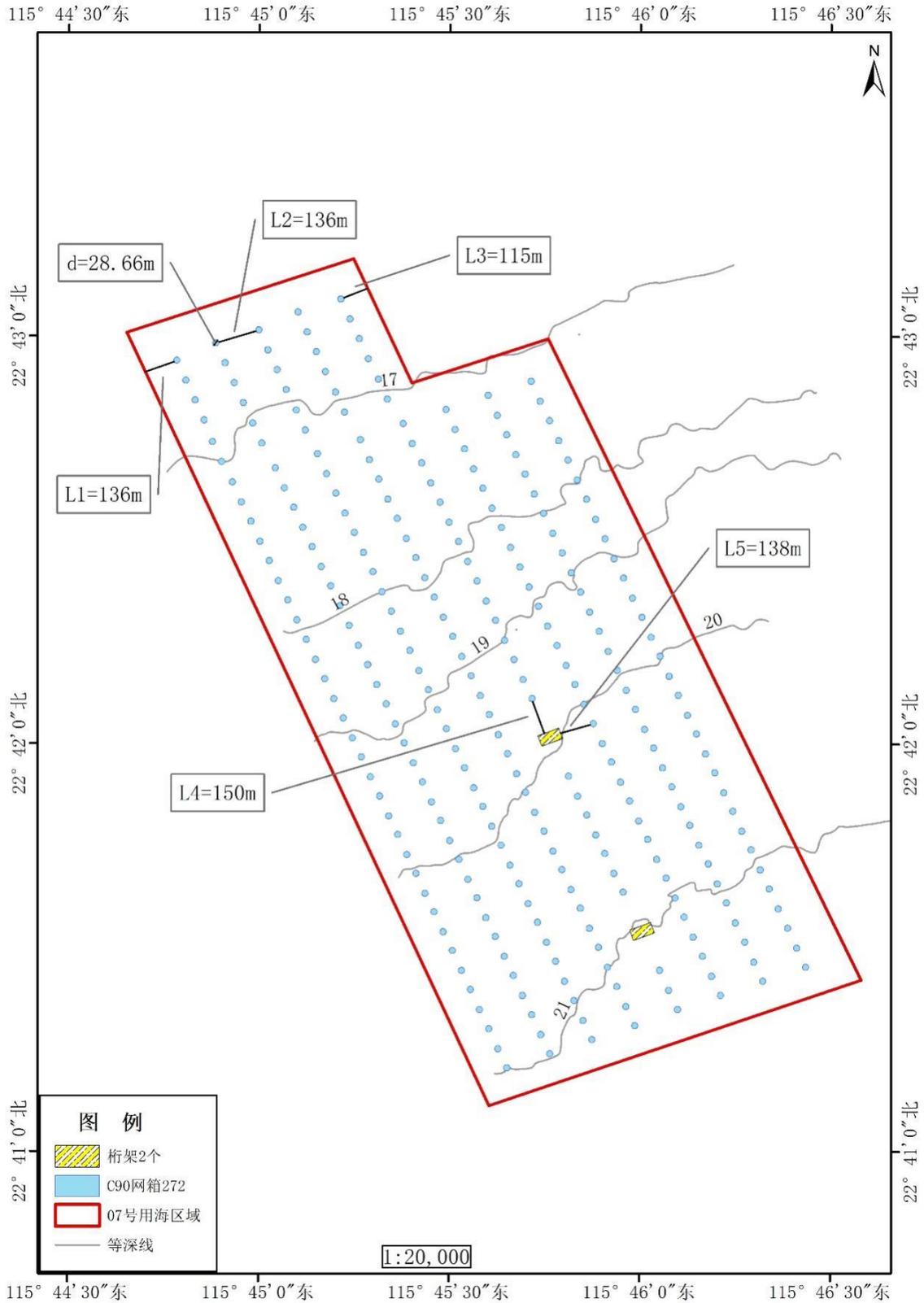


图 3.2-1 养殖区水深及平面布置示意图

### 3.3 结构和尺度

#### 3.3.1 重力式网箱

项目设计的深水网箱采用目前较为成熟、常见的 HDPE 浮式圆形网箱。该类网箱规格较多，根据周长 80m、90m、100m 和 120m（简称 C80、C90、C100 和 C120）型深水网箱。本次根据用海区养殖水域情况，拟全部采用 C90 型深水网箱。

C90 型深水网箱采用单口一组。网箱系统由①网箱框架系统；②网衣系统；③系泊系统组成，形成了一个可以在水中固定并用于养殖鱼类或其他水生动物的封闭空间。网箱结构及主要尺度见图 3.3-1。

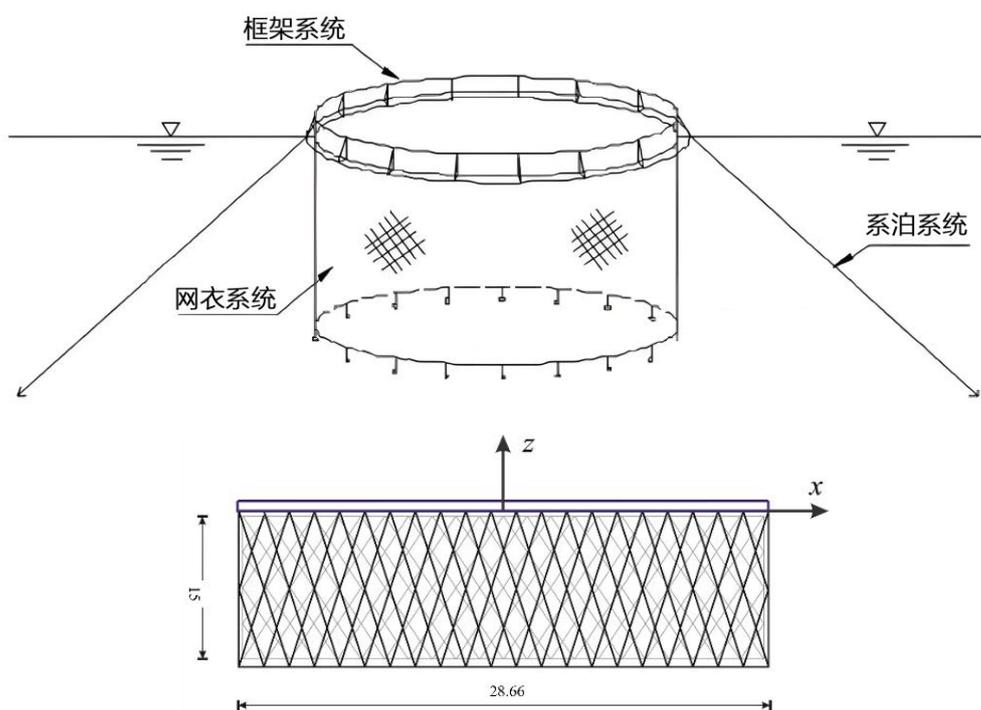


图 3.3-1 本项目采用的 C90 重力网箱结构示意图

①框架系统：在海面上所见到的就是框架系统，即浮架系统。它是由三条圆形（下面两条较粗、上面一条较细）、内空、全封闭的聚乙烯塑料管，通过“L”形支柱连接而构成的框架，具体上可分为扶手管、主浮管、支柱及相关配件。扶手管为圆柱状环形空心管，周长与内主浮管相同，用于内挂网衣与生产操作安全防护；主浮管为圆柱状环形空心管，其大小可视网箱规模而定，管径一般为 250~400mm。支柱用于内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接。

由于该框架全部采用高密度、耐冲击、耐腐蚀、抗磨损工程塑料制成，充分把材料的柔韧性和高强度有机结合起来使得网架不仅可以随波逐流，还具有抗击台风巨浪

的能力；同时对网架材料进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的工艺处理，使用寿命在 10 年以上。

框架系统示意图见图 3.3-2。

②网衣系统：抗风浪深水网箱的网衣系统主要由主体网衣、网盖等部件组成。主体网衣为双层式结构，网体层与层之间相互独立，其中内网体上网纲采用绳环连接在浮架内圈下部，下网纲采用绳环与底钢圈连接；外网体上网纲采用绳环连接在浮架外圈下部，下网纲采用绳环与配重块体连接。

外网体网绳线径 6mm，网目边长 20cm。内层网体为绞编网或有结编织网，网目边长 3.5cm，网绳线径 3mm；加强筋采用  $\phi 16\text{mm}$  的超高分子量聚乙烯绳，间隔距离是 2m。网体上网盖和网体下网盖采用相同的规格尺寸，共有 8 条加强筋将网盖分成角度约为  $45^\circ$  的扇形。所有的网衣材料均加有对鱼无害的防污损涂层，可以有效防污损和防生物附着保护。网衣经过抗紫外线工艺处理，可以有效地防止网衣的老化。

网衣系统示意图见图 3.3-3。



图 3.3-2 框架系统示意图



图 3.3-3 网衣系统示意图

## ②系泊系统：

水下系泊系统是为了保护网箱，防止风浪较大时的相撞损坏而专门设计的，可以使每个网箱都固定在各自的框架之内。

目前国内深水网箱锚碇系统主要有三种方式：铁锚，依靠动态锚抓力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力；水泥墩锚，依靠水泥墩的自重力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力；桩锚，依靠桩与海底底质的摩擦力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力。一般岩石底质需采用桩锚固定法，而泥沙底质采用铁锚或水泥墩锚固定法。根据本项目附近海域沉积物调查结果，项目用海区表层沉积物以泥沙和粉砂为主，结合项目用海区同类项目施工经验，本项目初步暂定选择铁锚（双齿犁锚）固定系统方案。

网箱系泊系统采用斜拉锚固定，总共 12 个斜拉锚（双齿犁锚），每个锚重量 1000 kg，锚绳采用尼龙材质，线径  $\phi 40$  mm。抛锚距离按实际水深的 5 倍计算，如水深为 20m，即抛锚位置距离网箱框架 100 m。此结构可以确定固定系统的各点受力平衡，能够保证最大程度上把网箱所受到的力均匀分配到各支点上，而不是集中在某一点受力，从而大大地减少了网箱损坏几率，这也为网箱的安全提供了重要保证。

系泊系统及锚件示意图见图 3.3-4。

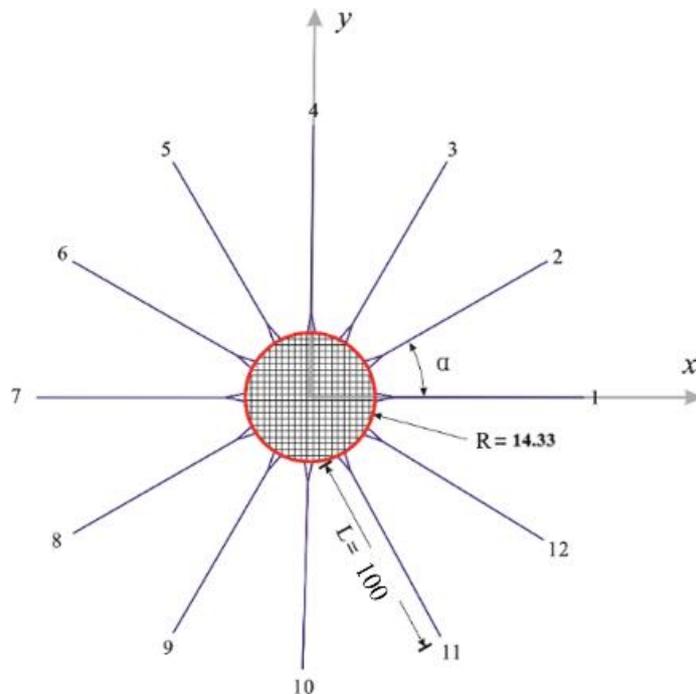


图 3.3-4 本项目网箱系泊系统布置示意图（单位：米）

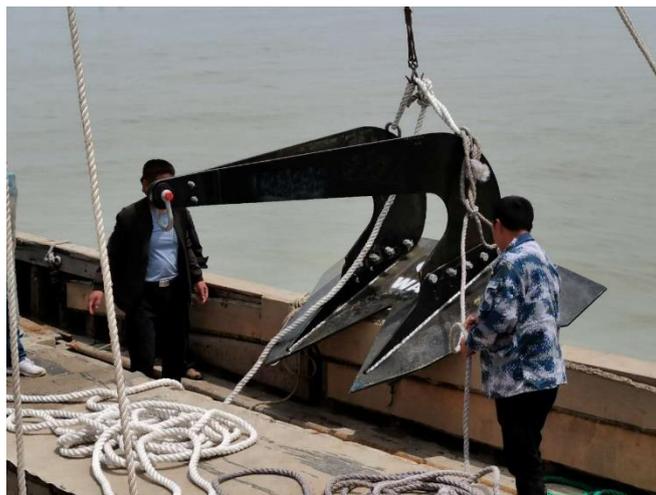


图 3.3-5 重力式网箱双齿梨锚

### 3.3.2 桁架式网箱

本项目拟布置 1 个半潜式网箱养殖平台和 1 个坐底式网箱养殖平台。

#### (1) 半潜式网箱养殖平台

半潜式养殖平台指用立柱或沉箱将上壳体连接到下壳体或柱靴上的结构型式。半潜式网箱可以通过平台浮潜系统应对海洋风暴的威胁，并有利于养殖环境的调节，目前已成为较多大型养殖平台的选型方案之一。

半潜式养殖平台是一种集海工装备、渔业养殖装备、潜降系统、锚泊系统信息传导与智能控制系统、能源系统及水产加工装备于一体的综合性平台。半潜式养殖平台的结构多种多样，但基本都属于桁架式结构，即采用钢梁或拉索构建成具有一定刚性支撑的框架，以连接支撑网衣形成养殖空间。

浮态时，半潜式养殖平台的上层部分即操作平台高出水面一定高度，以避免波浪的冲击，上层平台设计有作业平台、生产生活设施，同时搭载自动化养殖装备与信息控制装备等。平台的防腐蚀技术是保证平台整体结构强度的重要环节主要包括潜降系统与管线的内部腐蚀、平台结构水上部分的大气腐蚀及平台水下腐蚀等。

半潜式养殖平台的潜降系统是实现平台在水中升降的核心装备，主要包括：浮舱、压载舱及水控制系统。浮舱为平台提供固定浮力，保证平台的浮性和稳性，风浪作用下的复原性；压载舱及水控制系统是通过压载舱内的水容量控制，调整平台的纵、横向平稳性及安全的稳心高度，确定平台的吃水深度，实现平台的潜降。

半潜式养殖平台的锚泊定位系统主要可分为永久锚泊定位系统和移动式锚泊定位系统。移动式锚泊定位系统，即悬链式锚泊定位系统，其利用锚链悬垂曲线的位能

变化来调节平台在波浪中的运动能量。一般适用于水深 300 米以内、底质具备锚泊抓力的海域。对于水深较深的海域，悬链式锚泊定位系统较难满足定位要求。

表 3.3-1 半潜式网箱主要参数（拟定）

序号	名称	单位	数量
1	总长 (Loa)	m	100
2	船体长度 (Lh)	m	100
3	型宽 (B)	m	50
4	作业吃水 (Td)	m	15
5	抗台吃水	m	13
6	养殖水体	万 m <sup>3</sup>	5



图 3.3-6 半潜式网箱示意图

### (2) 坐底式网箱养殖平台

坐底式网箱通过压舱水、重力、锚链等作用，使得网箱桩脚坐落在海床上，此种网箱结构安全，可配备生产管理服务设施以及旅游设施。利用平台上搭载的工具和设备，工作人员可以对海洋牧场进行全面看护和综合管理，通过分析平台上的调查数据和资料，对海域的环境质量和生态生物资源进行评价和预测，并以此为基础进行苗种投放、海产品捕捞等增养殖活动，能够促进海洋牧场渔业生产活动与海域生态环境协调发展。能抵抗 17 级台风。

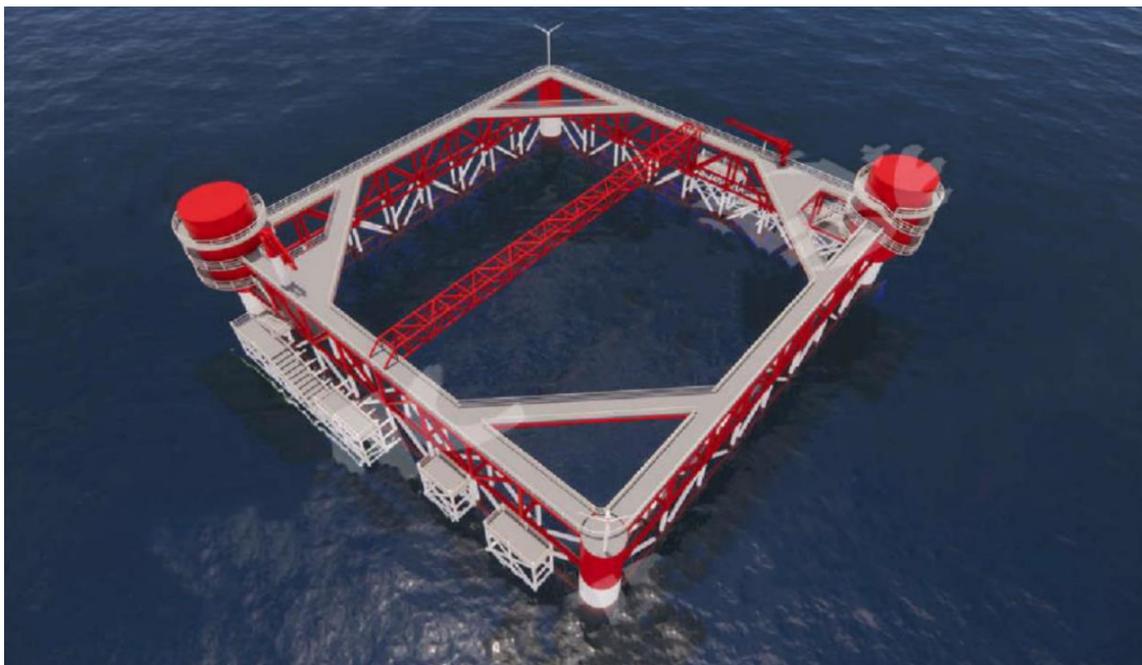


图 3.3-7 坐底式网箱示意图

### 3.4 辅助工程

为标示本项目养殖用海区边界位置，便于管理以及对过往船只起到警示作用避免引发海上事故，按渔业行业相关标准，在养殖区的边界节点设置水上浮标 4 座，以提示或警告其他船只谨慎驶入。根据水上专用浮标位置的水深、水文、气象条件，浮标拟采用 HF2.4-D1 钢质浮标，安装 LED 航标灯、太阳能电源和顶标，标体为黄色。

表 3.4-1 浮标图形标志表

用途种类	标记		灯质			用途
	颜色	图形标志	光色	闪光节奏	周期(s)	
水产作业区	黑		黄色	莫尔斯信号“F”	12	标识养殖场范围

根据浮标所在位置自然条件和浮标规格，本工程锚链为直径 42mm 的钢质锚链。工程浮标设置水域水深约为 20m，锚链长度一般为水深的 2.5 倍，故锚链长度应 60m。沉块选用重 10t 的 C40 混凝土块。

### 3.5 临时工程

项目施工时需在临时施工场地完成网箱材料组装，组装完成后由作业船直接拖拽至项目用海区。根据网箱组装数量及规模要求，本次就近设置 1 处临时施工场地，位

于陆丰市金厢镇萧厝村海边沙滩后方，临时施工场地面积约 0.02km<sup>2</sup>，施工场地长度约 250m，宽度约 80m。根据网箱框架安装需求，施工场地内主要作业区包括：

- (1) 自来水及供电区；
- (2) 生活区；
- (3) 车辆驶入口；
- (4) 网箱材料堆放区；
- (5) 网箱材料安装区；
- (6) 网箱下海区。

此外，为满足网箱材料运输需求，需对现状小道进行整平，道路整平长度约 300m，宽 8m，面积约 0.0024km<sup>2</sup>。

施工场地内布置见图 3.5-1。

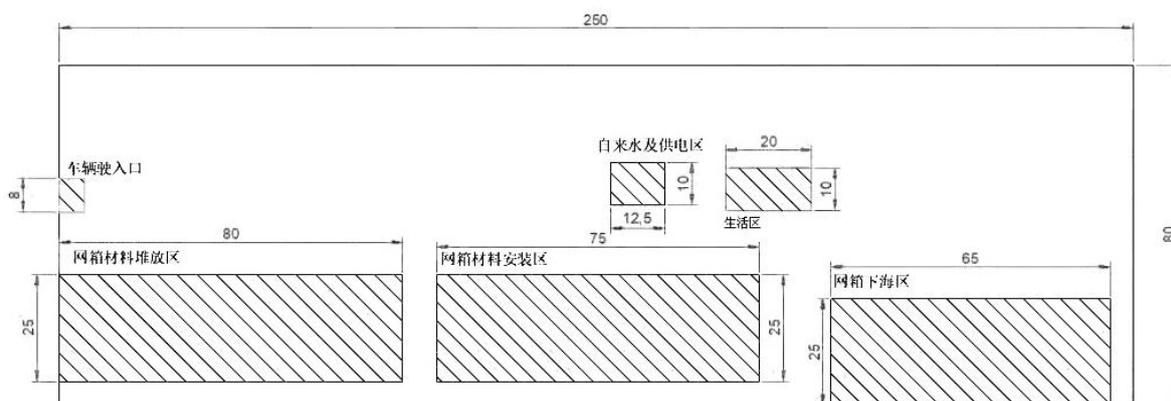


图 3.5-1 临时施工场地布置示意图



图 3.5-2 网箱水上输运路线图

### 3.6 依托工程

项目施工期重力式网箱浮运主要是从临时施工场地至项目用海区，桁架式网箱浮运主要是从预制构件厂家托运至项目用海区。施工船非作业时间需依托附近鱼港（金厢鱼港、碣石鱼港等）港口码头停靠。

项目运营期养殖维护船需依托码头停靠，并进行养殖产品上岸作业。运营期船舶靠港拟依托乌坎港原海关码头。



图 3.6-1 本项目运营期依托码头示意图

### 3.7 养殖生产工艺

本节仅为现阶段初步设计方案，具体养殖方案以后续运营商实际采用养殖方案为准。

#### （1）生产工艺

高附加值鱼类品种选定→大规格健康苗种选购→苗种陆域海域运输→深水网箱养殖→投饵→日常管理→起捕销售。

#### （2）养殖品种

养殖品种是实现深远海养殖效益的核心要素，深远海养殖品种选择既要考虑品种特性，同时要考虑消费市场和消费文化等因素，还要在苗种繁育、养殖生产、饲料、病害防控等方面具备完整的养殖产业链。综合考虑汕尾市海域资源条件、海水养殖产业成熟度、养殖品种生活习性、下游市场需求等，本项目可选品种有：高体鲷（章红鱼）、卵形鲳鲹（金鲳鱼）、军曹鱼、石斑鱼、大黄鱼等鱼类。本节对高体鲷（章红鱼）、卵形鲳鲹（金鲳鱼）、军曹鱼、石斑鱼、大黄鱼等海水鱼类品种特性

及适养性进行详细阐述。

#### ①高体鰺

高体鰺，俗名章红鱼，红甘鱼，红鲷，红甘鲷，勘八鱼，属鲷科、鰺属，是暖水性中上层鱼类，栖息水深 18-36m 之间，常结群活动于浅水域，摄食甲壳类、头足类和小鱼。一般体长在 35~50cm，大型的可达 1.5m，其腥味较淡，是上等的刺身食材，味道甘甜清爽，口感紧实弹牙，比三文鱼更有嚼劲，深受消费者喜爱。高体鰺生存的水温为 9-33℃，适温为 20-30℃。低温致死的水温界限为 9℃以下。摄食的水温范围为 14-31℃，水温为 11-12℃时，高体鰺可 1 个月左右不摄食，但不死亡。耐受养殖盐度范围为 7-40‰，其中最适盐度为 25-35‰。目前，高体鰺已突破了人工繁育技术，为其开展深远海养殖提供了可能。



图 3.7-1 高体鰺

#### ②卵形鲳鲹（金鲳鱼）

卵形鲳鲹，俗称金鲳，为暖水性、广盐性中上层洄游性鱼类，适宜生长水温范围为 14-36℃，最适水温为 22-28℃，盐度适应范围为 3-33‰，在盐度 20~30‰ 时生长最快。卵形鲳鲹具有肉质鲜美、生长速度快（半年可达上市规格）等特点，此外，其具有不断游泳的特性，可充分利用养殖空间，是开展深远海养殖的优选品种。自 2003 年实现了苗种规模化生产后，卵形鲳鲹在我国广东、广西、海南和福建等华南沿海省份和地区广泛养殖，2007-2008 年间初具规模。近年来，随着苗种繁育技术日趋成熟以及人工配合饲料广泛应用，卵形鲳鲹养殖产业快速发展。



图 3.7-2 卵形鲳鲹

### ③军曹鱼

军曹鱼，又名海竺鱼、海鲷，属鲈形目、军曹鱼科、军曹鱼属。广泛分布于印度洋、太平洋和大西洋。我国产于南海、东海与黄海。为暖水性底层鱼类。栖息于热带及亚热带较深海区，以虾、蟹和小型鱼类为食，故生长速度极快。军曹为热带海水鱼类，不耐低温。经试验，胚胎发育适宜水温在 24°C-31°C 之间；仔鱼阶段(体重 10 克-15 克)，水温低至 20°C-21°C，摄食量明显降低，19°C 不摄食，17°C-18°C 活动减弱，静止于水底，16°C 开始死亡，水温 22°C-34°C 有明显的索饵活动，当水温升到 36°C 时，虽有摄食行动，但开始死亡。军曹鱼为广盐性鱼类，适宜盐度 8‰-35‰，较大的军曹鱼对低盐度的忍受力较低，盐度低于 8‰，即没有摄食活动。作为食用鱼养殖，海水盐度以保持在 10‰ 以上为宜。



图 3.7-3 军曹鱼

### ④石斑鱼

石斑鱼为我国南海沿海养殖的重要经济品种，南海海域辽阔，海洋资源独特，为海水养殖业提供了丰富保障。近年来，石斑鱼价格持续看好、销路顺畅，网箱鱼排养殖规模迅速扩大。。养殖区宜选避风、浪小、底质为沙质、砾质或礁石质的水域，低潮时水深应在 4 m 以上，冬季最低水温不低于 15°C，22°C-28°C 水温天数不少于 200

天；水质清新，适宜盐度 25-32‰，pH=7-9，溶氧量在 5 mg/L 以上，无污染区域。



图 3.7-4 石斑鱼

#### ⑤大黄鱼

大黄鱼属于亚热带、暖温性中下层洄游鱼类，一般栖息于水深不超过 60~80m 的海区，适温范围 8-32℃；适盐范围 6.5-34‰，通常水温小于 12℃停止摄食，食性广，可食饵料上百种，主要摄食各种小型鱼类，虾类，蟹类和糠虾类。我国大黄鱼主要有岱衢族大黄鱼、闽-粤东族大黄鱼和硃洲族大黄鱼三大种群，分别分布于黄海南部和东海、福建至珠江口以东、珠江口以西至琼州海峡 60m 等深线以内海域。大黄鱼经济价值高，肉质鲜嫩，富含蛋白质，是鲜食佳品，既适合鲜销，也适合深加工。鱼鳔可以干制成名贵食品“鱼肚”，又可制成黄鱼胶，为工业用高级胶合剂的原料。同时，大黄鱼具有一定的药用价值，市场前景可观。闽-粤东族大黄鱼在粤东地区已形成一定规模，适合本项目网箱布放海域养殖。



图 3.7-5 大黄鱼

#### (3) 苗种来源

本项目适养鱼种养殖区域主要集中在广东粤东地区以及福建等，项目所需养殖鱼苗种均从种业基地采购，项目本身不涉及苗种存放、标粗。

#### (4) 运输方法及密度

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：可使用船只和汽车运输，海上运输宜选择风浪较小时进行，以活水船运输为好。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。如运输距离在 8 小时距离内、鱼种规格在 50g/尾左右的鱼，一般活水船最大运输密度为 400~600 尾/m<sup>3</sup>。敞口容器汽车运输，具充气设备，最大运输密度可适当加大。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。实际运输密度根据具体鱼种的放养规格确定。

#### （5）放养规格、放养密度、放养时间

放养规格：高体鰺放养规格为 200g/尾，金鲳放养规格为体长 10cm/尾，军曹鱼、石斑鱼放养规格为 150-200g/尾，大黄鱼放养规格为 150g/尾。

放养密度：根据鱼的种类、苗种及商品鱼出箱要求的规格、养殖条件及管理水平而定。本项目初定放养密度如下：高体鰺放养密度为 15 尾/ m<sup>3</sup>，金鲳鱼放养密度为 40-50 尾/m<sup>3</sup>，军曹鱼、石斑鱼放养密度为 15-25 尾/m<sup>3</sup>；大黄鱼放养密度为 10 尾/ m<sup>3</sup> 水体。

放养时间：选择潮流平缓时，低温季节宜选择在晴好天气的午后，高温季节宜选择在阴凉的早晚进行，鱼种运输抵达目的地以后，保留连续充气，按 NY5071 使用准则对鱼体进行消毒处理。放养时，搬运工具应用柔软的网具，水温和网箱水温温差控制在±2℃以内。

#### （6）养殖周期

各适养鱼种养殖周期约 1-1.5 年，养殖过程中采取合理的分箱养殖和投饵方式，控制养殖容量、交替使用网箱、各养殖网箱交替进行不同养殖品种养殖使海域达到交替休养效果。

#### （7）饲料投喂

##### ①饲料类型

使用渔用饲料应当符合《饲料和饲料添加剂管理条例》和农业部《无公害食品渔用配合饲料安全限量》（NY5072 - 2002）。饲料以人工配合饵料为主，本地天然野杂鱼和鱼糜为辅。人工饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工饵料应营养齐全，在水中稳定性较好。

##### ②投喂方式

重力式网箱养殖区域采用传统的人工投喂方式进行。桁架式网箱养殖区与采用平

台搭载的智能自动投喂方式进行。

### ③投饲要点

#### 1.重力式网箱投饲

鱼种入箱 2-3 天后开始投饲；小潮汛在清晨和傍晚投饲，大潮汛应选择平潮或缓潮时投饲，阴雨天可隔日投喂。宜采取少量多次投饲；一般日投喂 1~3 次，投喂采取“慢一快一慢”的方式，待鱼群抢食完再投。投喂时尽量撒开、撒匀，尽可能使鱼都有摄食的机会。每次投喂前可发出投喂信号，并逐渐形成习惯。投饵量应按照鱼体的规格而定，一般情况下 100g 以下为鱼体重的 4-6%；100-300g 为鱼体重的 3-4%；300g 以上为鱼体重的 2-3%，鱼类的饱食率控制在 70-80%。

#### 2.桁架式网箱投饲

网箱设有一套自动投饵系统。自动投饵系统是一套远程智能分配气力输送系统，它包括储料舱、上料系统、输送系统、喂料系统、控制系统、分配器和抛投机构。网箱系统中，投饵装置布置在网箱顶端的平台上。饵料仓固定于顶端平台中央，饵料仓能储存三天以上的饵料，在遇到台风时能保证有足够的饵料。风箱和控制箱置于平台上饵料仓一侧，控制箱与触发断口和各控制部件连接。风箱通过输料管传输饵料，喷口设在水下 0.5m 左右。

### （8）鱼病防治

①预防：对于病害的防治需要坚持预防为主、治疗为辅的原则。鱼种放养前，在种业基地内对鱼体进行药浴，可以有效预防疾病。鱼种放养后，不允许投放变质饵料，在病害流行季节做好疾病预防工作，在预混合配合饲料粉料中添加大蒜素、免疫多糖或中草药制剂，加工制成软颗粒饲料投喂。

②治疗：发现养殖鱼发生疾病，立即准确诊断，及时治疗，使用的药物应符合《无公害食品渔用药物使用准则》（NY 5071-2002）的规定。

网箱常见鱼病治疗方法及所涉及的渔药见下表。

表 3.7-1 深水网箱常见鱼病的治疗方法

鱼病名称	发病季节 (月)	症状	治疗方法
肠炎病	5~11	病鱼腹部膨胀积水,轻按腹部,肛门有淡黄色粘液流出。有的病鱼皮肤出血,鳍基部出血;解剖病鱼,肠道发炎,肠壁发红变簿。	大蒜素 1.0-2.0g/kg 鱼体重,拌饵通用 3-5 天;土霉素 50mg/kg 鱼体重,拌饵连用 4-6 天。

鱼病名称	发病季节 (月)	症状	治疗方法
溃疡病	4~11	病鱼体表皮肤褪色，鳃盖出血，鳍腐烂,有的在体表出现疥疮或溃烂。解剖病鱼,幽门垂出血，肠道内充满土黄色的黏液,直肠内为白色黏液，肝脏暗红色或淡黄色。	三黄粉 30-50g/kg 饲料，拌饵连用 3~天；五倍子粉 2-4mg/L，连续泼洒天；三氯异氰尿酸 0.3-0.6mg/L 全箱泼洒；二氧化氯 0.3-0.6 mg/L 全箱泼洒。
弧菌病	常年	感染初期，体色多呈斑块状褪色，食签下振，缓慢地浮于水面，有时回旋状法永，随着病情发展，鳞片脱落，吻端、吉膜烂掉,眼内出血，肛门红肿扩张，常有黏液流出。	聚维酮碘 0.1-0.3mg/L 全箱泼洒；二溴海因 0.2-0.3 mg/L 全箱泼洒。四烷基季铵盐络合碘 0.3 mg/L 全箱泼洒。
病毒性疾病	常年	病鱼体表两侧充血、出血、上下颌、吻部出血:有的鳍条有血丝，鳞片脱落，严重时形成溃疡。有的鱼体各部位繁生念珠状物，病灶的颜色由白色、淡灰色变为粉红色，成熟的肿物可出现轻微的出血。	聚维酮碘 0.1-0.3mg/L 全箱泼洒；二典海因 0.2-0.3 mg/L 全箱泼洒。四烷基季铵盐络合碘 0.3 mg/L 全箱泼洒。
寄生虫、真菌等引起的疾病	3~11	病鱼体表皮肤、鳃、眼角膜、口腔和养鱼的肝、脾等处，肉眼可见许多白色的点状囊孢，病鱼瘦弱、鳃部贫血、体表黏液增多，食欲不振，游泳无力，活动异常，严重者体表出血、溃荡，腹部膨胀，眼球突出充血。	四烷基季铵盐络合碘 0.3 mg/L 全箱泼洒；硫酸铜 0.8-1.2 mg/L 全箱泼洒；硫酸铜+硫酸亚铁 0.8-1.2mg/L 全箱泼洒。

③死鱼处理：一旦发现死鱼，由专人负责收集在专用容器内，带到陆地，按照《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》进行无害化（如深埋）处置。

## （9）日常管理

### ①检查与记录

定期检查并记录水温、盐度、天气、风浪等环境因子；记录饲料投喂种类、数量、鱼的活动、摄食情况、鱼类健康状况；记录病害防治情况及死鱼、病鱼数量；定期对网箱安全程度等进行观察和检测，做好养殖日志。

### ②换、洗网箱

#### 1.重力式网箱投饲

在养殖过程中，随着鱼的生长需要更换网衣和清洗网箱附着物来保证网箱内的养殖环境。网箱置于海水中一段时间后，极易被一些生物所附着，不仅增加了网箱的重量，而且影响了网箱内水体的交换，故需定期清洗和更换。

换网时，必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡，具体操作方法通常为以下两种：一是先将网坠撤除，把网箱的旧网衣提升至距水面 1m 左右，再将新（清洁无破损）网衣从底下套入，最后撤回旧网衣；二是先将网坠撤除，把养殖网的一边从网箱筏架上解下来，然后把准备替换的网衣从旧网衣腾出的一边依次栓好，再将两个网衣对接，并在新旧网衣对接处系两个坠石、放沉，最后把鱼赶入新网衣，最后拆除旧网衣。

网衣清洗可选择由潜水员水下完成清洗，或将拆除后的网衣拉至码头采用高压水枪方法进行清洗，采用潜水员水下冲洗时从网衣内部向外冲洗，以使清除的污损生物掉落在网衣外部。码头清洗时需设置临时过滤沉淀拦网，晒干后留待下次使用。

## 2. 桁架式网箱

桁架式网箱设有一套便捷移动式的高压射流式水下洗网机。网衣清洁率最大为 93.7%（平均值 85.2%），最大射流压力 5.5MPa。平台设有多个网衣起网装备。利用多个起网机同步匀速提升网衣，实现便捷的网衣脱离。整套洗网装备体积小，重量轻，操作简单方便，整个网衣清洗作业仅需 1~2 名工人就可实现。

### ③ 安全生产

养殖过程中经常检查网箱的安全。在灾害性天气出现之前应采取在网箱上加盖网；检查和调整锚绳的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物；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网箱有无损坏，发现问题及时修复。

### （10） 成鱼收获

项目鱼类养殖周期 1~1.5 年，当鱼体达到商品规格时即可收获。起捕前停饵 2~3 天。起捕时将鱼群聚集于网箱一角，用活鱼起捕机或捞网进行收获。

### （11） 生产定员与船舶配置

本项目运营期生产定员与船舶配置方案后续由运营方确定，现阶段暂按外包或合同雇佣 70 名管理和维护人员，租用或直接配置 20 条小型养殖工船考虑，以满足养殖过程巡逻、运输饵料、换网等作业需求。

### 3.8 施工工艺与方法

#### 3.8.1 施工条件

##### （1）自然条件

项目所在的碣石湾海域水域开阔，当地气候适宜，无严冬酷暑，项目水域位于碣石湾南侧，位于陆丰碣石镇田尾山西南侧约 5.4 公里海域，水深 16.5m 至 21.8 m，水流状况稳定，海况条件较好，适合施工。

临时施工场地距离附近村庄较近，具备通水通电条件。

##### （2）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任务。

##### （3）材料供应、运输及存放

网箱养殖材料由本项目建设单位就近购买，由汽运道路直达临时施工场地后进行存放、组装，目前陆丰市金厢镇对外陆路交通方便快捷，可满足运输需要。本次仅对需进场路进行扩宽整平。

##### （4）材料水上出运

网箱养殖材料需由临时施工场地直接下水，由作业船直接拖拽至项目用海区，项目施工作业船舶主要为中小型作业船，项目海域开阔，水深优良，可满足各种施工船舶的水上通行要求。

#### 3.8.2 施工工艺流程

##### 3.8.2.1 重力式网箱施工方法

项目采用 C90 型重力式网箱，采用常规深水网箱安装作业流程，按照网箱组装→安装锚泊系统→箱体系统浮运投放→网箱位置调试流程作业。



图 3.8-1 本项目重力养殖网箱施工流程框图

##### （1）网箱组装

严格按照施工图纸进行安装，先进行主浮管的熔接，根据工序安排，同时完成支

架定位、绑绳套筒定位及限位块的固定熔接，扶手管熔接同步安装于支架上，完成主浮管与扶手管所有接口后，开始放置踏板，利用踏板穿管固定踏板位置并打上销钉。网框完成组装后，待所有接口冷却完成，确认无误后，根据海域情况完成下水工作，下水后需要进行 12 个小时的观察及调试，确保主浮管接口无入水后，方可浮运至项目海区。

#### （2）水下施工准备

对安装海域进行勘查，了解海底地形、水流、风浪等自然条件，确定安装位置和施工方案。

#### （3）锚位固定

在工作船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，在辅助小艇上通过差分式定位仪（DGPS）或全球卫星定位仪（GPS）找出预先计算好的坐标锚位，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 个沉子作为一组网箱的 12 个锚位点。依水面上定位浮球位置和 12 个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）抛锚及锚位校正

选择顺风流合压差方向安装作业，平潮时选择顺风方向进行固定系统安装作业，风力影响不大时在顺流向安装作业。顺序投放与风流合压差流（风）向平行的纵向、横向锚块及锚绳。

系统中相同部位的绳子长度相同，但锚位所处的水深可能不一样，因此投锚后系统中锚绳的绷紧程度也可能不同，加上投放时的锚位误差值，均可通过预先系在锚尾部的绳索进行拖拽校正，直至观察到连接网格锚泊系统在水面上的浮子分布方正，以及系统中各绳子绷紧程度适中为止，至此即整个锚泊系统安装调试完毕，下一步是将网箱系于网格锚泊系统上。

#### （5）网箱安装与固定

网箱安装：将在陆上组装好的网箱浮运至项目用海区固定系统区域内，运抵标记位置后经观察及调试，确保主浮管接口无入水后，方可进行网箱固定工作。用固定缆绳将网箱框架固定，并收紧绳索。安装完毕后，重复检查固定系统各部件情况，适当做出姿态调整，依框架在水面的状态，通过缆绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

#### （6）放置网衣

网衣的具体挂装方式取决于具体的施工条件和网箱设计要求，可以在浮运前或浮运后进行挂装。如采用水下挂网需利用工作船上的吊机进行。将网衣放入网箱框架内，围绕网箱按顺序拴好即可。在网衣的底部绑系沉子，沉子的数量根据网衣大小规格选用，沉子固定在网衣底部，使网箱下水后能充分展开，保证实际使用体积和不磨损网箱。沉子类型为水泥坠子。

#### （7）调试与验收

对电子设备进行调试，确保其正常运行并满足使用要求。根据设计要求和相关标准进行验收，合格后交付使用，验收过程需记录相关数据并出具验收报告。

### 3.8.2.2 桁架式网箱施工方法

#### （1）半潜式桁架式网箱

半潜式桁架式网箱在厂家生产安装完毕后，直接从厂家所在海域的港口拖运至项目海域，施工方法较为简单，与重力式网箱相似，主要施工流程如下：

##### 1) 施工准备

对安装海域进行勘查，了解海底地形、水流、风浪等自然条件，确定安装位置和施工方案。

##### 2) 网箱建造与运输

网箱将在船厂内严格按照船舶及海工装备的建造标准进行施工建造、检验。网箱在船厂建造完成后，由专用拖船将其从船厂码头拖航至预定养殖海域。

##### 3) 网箱抛锚作业

根据现场勘测数据，计算出锚位的经纬坐标，并由专用起重船进行抛锚作业。

#### （2）坐底式桁架式网箱

坐底式桁架式网箱在厂家生产安装完毕后，直接从厂家所在海域的港口拖运至项目海域。网箱到定位点以后，再缓速放下网箱，不发生拖拽行为，主要施工流程如下：

##### 1) 施工准备

对选址区进行详细的海底地质勘察，确定海床是适合坐底的平坦、稳定地质，确定安装位置和施工方案。同时根据选址勘察数据，复核网箱结构设计参数。

##### 2) 网箱建造与运输

在船厂或大型钢结构加工厂进行网箱陆上预制与组装，按照设计图纸，焊接或组

装网箱的主框架，制造设计好的坐底基础结构。

### 3) 基础安装

运输船舶将坐底基础结构运输到位，使用起重船将钢结构底座（拟定）精确吊放到预定位置，吊放完成后实施检查，确保所有基础结构安装水平、位置准确、承载力满足要求。

### 4) 网箱框架运输与安装

使用大型驳船或半潜船将预制好的网箱框架分段或整体运输到目标海域，到达目标海域后，精确调整位置，将网箱框架调整至基础结构正上方。通过向框架浮管内注水（或使用辅助压载）逐步增加重量，使框架缓慢、可控地下沉，下沉过程需确保姿态平稳。也可使用大型起重船将框架吊起，精准下放到基础结构上。调平后进行网箱框架与基础结构的连接，潜水员或 ROV 通过水下焊接、螺栓连接或专用快速接头，将网箱框架牢固地固定在坐底基础上。确保连接能传递所有环境载荷。

### 5) 网衣安装

如果网衣未在陆上安装，则在框架固定后进行。通常由工作船配合潜水员完成。将网衣吊放入水，由潜水员在水下将其悬挂、绑扎或夹紧到框架的系挂点上。网衣底部需妥善固定并压牢，防止被潮流掀起。

### 6) 调试与验收

调整框架内的压载水，使网箱达到设计要求的浮态。对所有连接点、网衣状态、锚泊系统、安全设施等进行全面检查。

## 3.8.2.3 浮标投放施工

在项目选址区 4 个角点投放水上专用浮标。浮标安装时，首先由作业船将符合设计和规范要求制作的浮标托运到现场后，用 DGPS 进行定位，潜水员水下探测地形后抛设标志和调整位置，当浮标坐标符合设计允许误差范围内，再进行灯器、电池等安装，每个浮标使用 3m×3 m×1.5m 混凝土块海底固定。

## 3.8.3 船机设备配置

### (1) 重力式网箱施工设备

主要采用的施工机械有：拖轮、工作船、机动艇、GPS 定位仪、潜水设备等。

表 3.8-1 项目主要施工船机表

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	拖箱船	艘	6	100t	网箱拖航
2	挂网船	艘	3	100t	网衣运输与安装
3	驳船	艘	6	500 t	锚位固定、锚块及沉子运输
4	指挥船	艘	3	0.5t	指挥作业
5	机动艇	艘	3	0.5t	应急、救援等
6	GPS定位仪	台	6	定位仪	施工定位导航
7	潜水设备	套	6	/	投抛锚位前后校准

### （2）桁架式网箱施工设备

主要采用的施工机械有：拖轮、起重船、机动艇、GPS 定位仪、潜水设备等。

表 3.8-2 项目主要施工船机表

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	拖船	艘	2	5000 马力	钢结构框架、基础结构拖航
2	机动艇	艘	1	载重 500kg	应急、救援等
3	起重船	艘	1	全回转式, 1000t	基础结构吊放
4	GPS	台	1	定位仪	施工定位导航
5	潜水设备	套	2	/	水下辅助网箱框架与基础连接作业

### 3.8.4 施工进度计划

综合考虑本工程施工方案及工程量，将建设总工期拟定为 12 个月。包括施工前准备、网箱制作、网箱运输及安装、竣工验收等。网箱各系统材料在厂家预制后，网箱框架在施工场地组装完成，预计水上浮运及安装工期约为 5 个月。

施工进度计划见表 3.8-3。

表 3.8-3 施工进度表

序号	项目名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	施工准备	■	■										
2	网箱制作		■	■	■	■	■	■					
3	网箱运输、安装						■	■	■	■	■		
4	试运行、竣工验收											■	■

### 3.9 占用海岸线和海域情况

本项目不占用岸线。

**海域使用类型：**根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（2023 年 11 月）》，本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的增养殖用海（二级类）。

**用海方式：**根据《海域使用分类》（HY/T-2009）、《海域使用论证技术导则》（GB/T52361-2023）和《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（粤自然资规字〔2023〕3 号），本项目用海方式为：开放式（一级方式）中的开放式养殖（二级方式）。

**申请用海面积。**本项目申请用海面积 624.6308 公顷。**申请用海期限：**15 年。

本项目宗海位置图及界址图见图 3.9-1 和图 3.9-2。

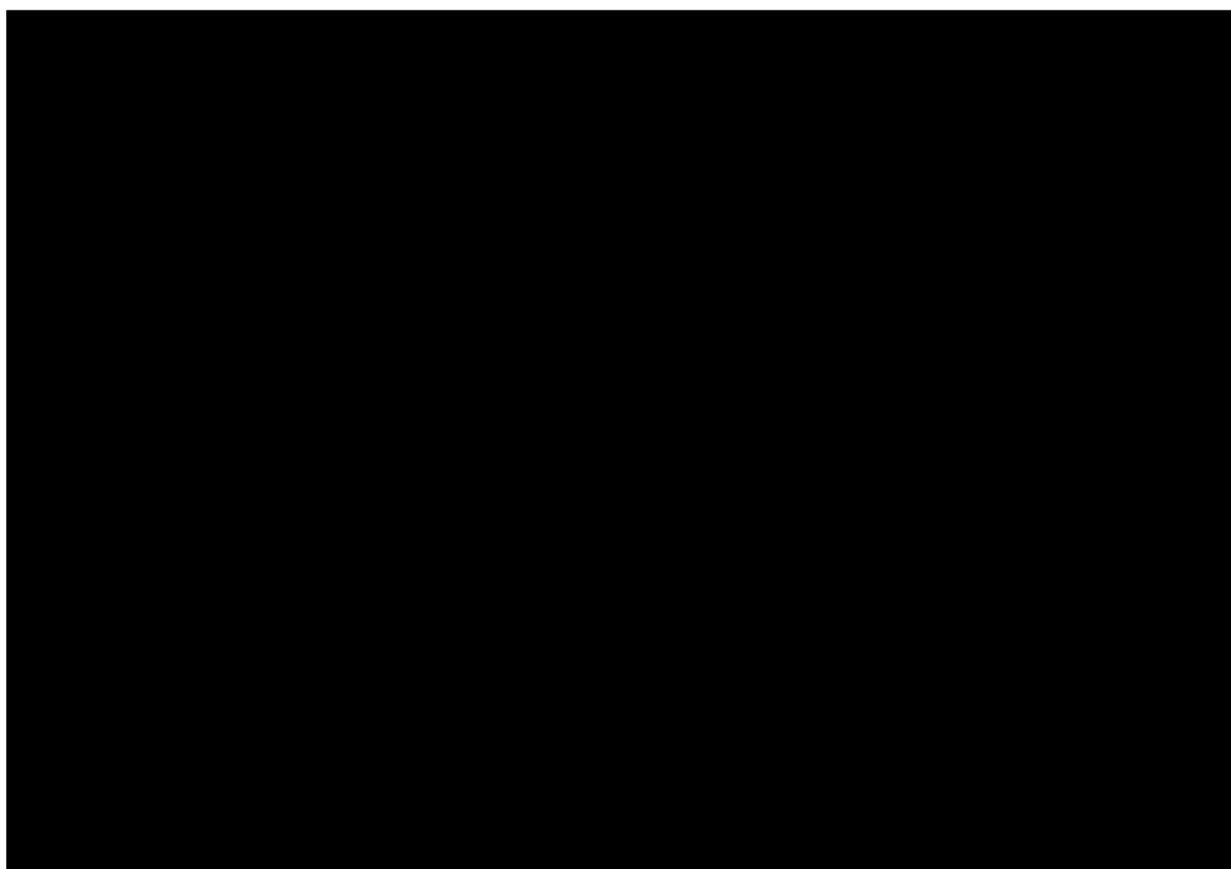


图 3.9-1 本项目宗海位置图

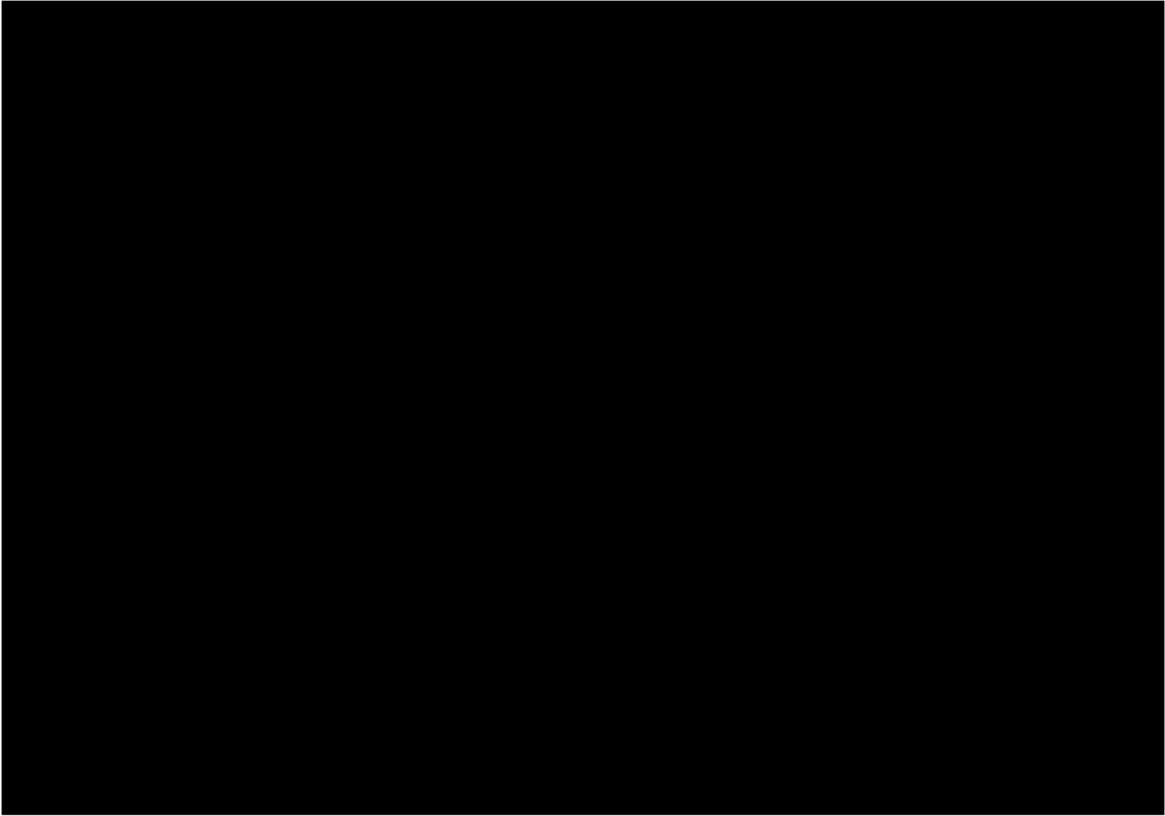


图 3.9-2 本项目宗海界址图

## 4 工程分析

### 4.1 生产工艺过程与产污环节分析

#### 4.1.1 施工期

本项目主体工程为网箱系泊锚的投放和网箱安装，工程施工主要污染源包括：系泊锚构件投放环节会产生一定量的入海悬浮沙；施工过程中作业船舶产生的噪声、废气、废水（包括含油污水和生活污水）、船舶垃圾；网箱在后方码头组装过程产生的施工人员生活污水、生活垃圾及废弃材料。

工程施工期主要产污环节如图 4.1-1 所示。

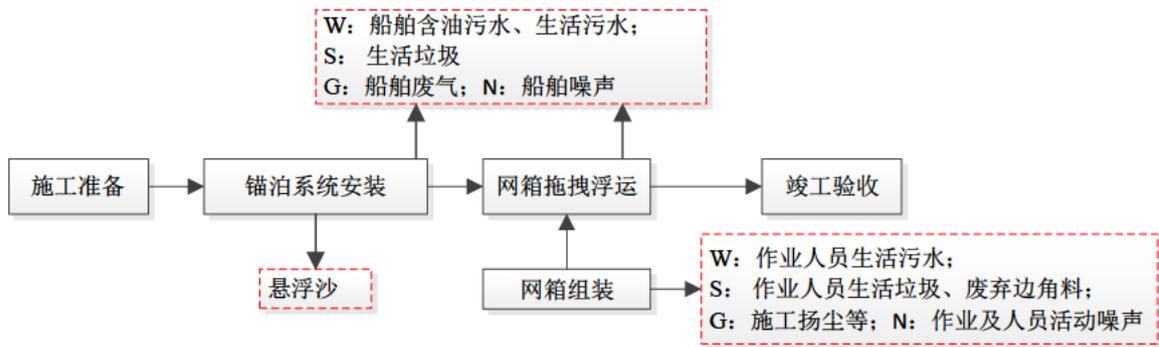


图 4.1-1 项目施工期施工工序及产排污环节

#### 4.1.2 运营期

本项目运营期开展高值品种、经济品种鱼类的网箱增养殖，网箱养殖生产过程较为简单，养殖活动主要污染源包括：养殖残饵、鱼类排泄物等引起的营养盐；养殖活动产生的各类固体废弃物；网箱养殖工船污废水、噪声、垃圾及船舶废气。

项目运营期养殖活动产污环节示意图见图 4.1-2。

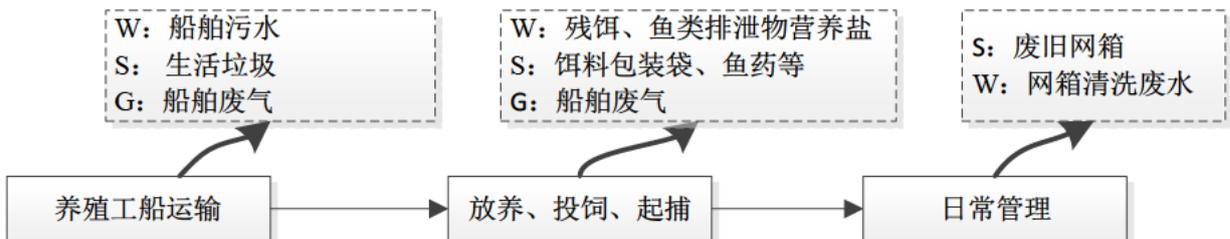


图 4.1-2 运营期养殖过程中产排污环节

## 4.2 污染源强分析

### 4.2.1 施工期污染源强分析

#### 4.2.1.1 悬浮沙源强

本项目网箱系泊系统采用斜拉锚固定，每个重力式网箱周围均匀布置 12 根系泊缆绳，抛锚位置距离网箱框架 50 m。采用双齿犁锚固定，双齿犁锚重量约 1000kg。双齿犁锚投放时，施工船航行至事先标记锚位的水面浮球处，然后作业人员在施工船上将锚用绳带绑扎牢固，然后吊机吊起至侧舷后，施工人员拉紧缓慢投放至海中，直至到达海床。

参考抛石挤淤引起的悬浮沙源强计算方法，将本项目重力式网箱所采用的双齿犁锚折算为同质量的石块（石块密度一般在  $2.5\sim 3\text{g}/\text{cm}^3$  之间，本次取  $2.5\text{ g}/\text{cm}^3$ ），计算悬浮沙源强如下：

$$S=(1-\theta_1) \times \rho_1 \times \alpha_1 \times P$$

式中：S 为抛石挤淤的悬浮物源强（kg/s）； $\theta_1$  为海底沉积物天然含水率（%）； $\rho_1$  为海底泥沙中颗粒物的天然湿密度（ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）； $\alpha_1$  为泥沙悬浮颗粒物所占百分率（%）；P 为平均挤淤强度（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）。

根据项目海区附近其他工程 2023 年 5 月地勘及表层沉积物调查成果，项目海域表层淤泥天然状态性质指标如下：含水率  $\theta_1$  取 49.07%、天然湿密度  $\rho_1$  取  $1660\text{ kg}/\text{m}^3$ 。 $\alpha_1$  取经验值 10%，网箱锚泊件入水后按半小时投放完成，则重力式网箱所采用的双齿犁锚投放悬浮沙源强估算值约为： $S=(1-49\%) \times 1660 \times 10\% \times (1000/2500)/1800=0.02\text{kg}/\text{s}$ 。

单个网箱源强共 12 个锚泊件，悬浮沙源强为： $0.04 \times 12=0.24\text{kg}/\text{s}$ 。

结合项目用海区平面布置及施工安排，所有 272 口网箱锚泊件需在 3 个月内可全部投放完成。六艘拖网船交替作业，以 15 天为一个污染周期，则一个污染周期内单艘作业船需投放完成约 15 个网箱，即一个污染周期内悬浮沙源强为： $0.24 \times 15=3.60\text{kg}/\text{s}$ 。

#### 4.2.1.2 废水源强分析

施工期废水主要在水上作业区及后方陆域网箱安装作业区。

##### （1）水上作业区废水

###### ①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，包括拖箱船、驳船、指挥船、起重船等，除起重船超过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》（JTS 149 - 2018），500t级及以下船舶机舱含油污水产生量按0.14 t/d·艘计，500-1000t级船舶机舱含油污水产生量为0.14-0.27t/d·艘，网箱水上浮运及安装施工约5个月。据此计算单日作业船舶产生的含油污水量为3.5 t/d，整个施工期各类船舶产生的含油污水总量为447.9t，主要污染物为石油类，浓度取2000mg/L。

表 4.2-1 船舶油污水产生情况

施工内容	设备名称	规格型号	数量	t/d·艘	天	t
重力式网箱	拖箱船	100t	6	0.14	150	126
	挂网船	100t	3			63
	驳船	500 t	6			126
	指挥船	0.5t	3			63
	机动艇	0.5t	3			63
桁架式网箱	拖船	5000 马力	2	0.14	10	2.8
	机动艇	载重 500kg	1			1.4
	起重船	全回转式, 1000t	1	0.27	10	2.7
总计						447.9

船舶机舱含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）4.1 条的要求执行，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，待船舶靠港后，交由有资质单位进一步接收处理，严禁排入海。

### ②船舶生活污水

本项目水上作业期约为150天，高峰期船舶作业50人，参考《港口和船舶污染物接收转运及处置设施建设方案编制指南》附件2，取单位船员生活污水日产生量0.03t/d，估算施工期生活污水产生量约为225t。船舶生活污水的主要污染物为BOD<sub>5</sub>、SS和大肠菌群，污染物浓度约为BOD<sub>5</sub>：200mg/L、SS：250mg/L、大肠菌群2.4×10<sup>5</sup> pcs/L。

生活污水由船舶自备的污水储存柜收集，待船舶靠港后，交由第三方有资质的环卫公司采用槽罐车拉运至附近污水处理厂处理，严禁排入海。

### （2）陆上施工场地生活污水

后方陆域作业内容主要是网箱的组装。施工高峰期时，作业人员可达 30人。根据《用水定额DB44T1461.3-2021 第3 部分：生活》，施工人员生活用水量按140L/(人·d)

计，排水系数按0.9计，则陆域施工人员日生活污水产生量为4.2m<sup>3</sup>/d。

作业现场设置环保型移动厕所，施工人员生活污水经收集后委托第三方有资质的环卫公司拉运至附近污水处理厂处理。

#### 4.2.1.3 噪声污染源强分析

水上作业区噪声主要是船舶噪声，船舶通航时噪声包括机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，其中机械噪声和螺旋桨噪声为主要噪声源。声源特性与船舶通航速度有关，为确保网箱拖航过程的稳定性和安全性，拖航速度一般不超过 5.0 节，船舶噪声源强通常为 75-100dB 之间。

陆域作业区噪声主要是网箱组装人员活动噪声，因网箱各部件均为厂家提前预制构件，仅在陆域作业区由小型手持机械组装即可，不涉及大型机械，作业时噪声较小，人员活动及作业噪声在 60-70 dB 之间。

#### 4.2.1.4 大气污染源强分析

水上作业区施工期产生的废气主要来源于参与作业船舶柴油发动机所排放的尾气，主要污染物为 NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 和烃类物质，本项目施工期很短，且作业船以小型作业船居多，马力较小，废气排放源强较小，且水上施工区海域宽阔，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。

陆域施工场地内作业内容主要是网箱材料装卸、搬运、堆放及组装，网箱材料主要为高密度聚乙烯（HDPE）和镀锌钢管等，不涉及土石方颗粒料，扬尘产生量极小。陆域施工废气主要来源于运输车行驶过程产生的扬尘、车辆尾气以及机械烟气。

#### 4.2.1.5 固体废弃物源强分析

##### （1）生活垃圾

施工人员生活垃圾主要包括废弃食品袋、塑料制品、废包装袋、废弃食物等。

海上施工人员约50人，参考《港口和船舶污染物接收转运及处置设施建设方案编制指南》附件2，取单位船员生活垃圾日产生量1.0kg/d，估算生活垃圾产生量为50kg/d（合计7.5t），生活垃圾在各类施工船上分别收集后随船携带，船舶靠岸后交由有资质的第三方单位转运至附近垃圾中转站。

陆域作业人员高峰期约30人，生活垃圾产生量为30kg/d，作业区设生活垃圾储存箱，生活垃圾统一收集后交环卫部门处理。

## （2）生产作业垃圾

生产作业垃圾主要是网箱组装和安装时产生的各类废弃料。

网箱各部件包装材料，如塑料薄膜、木箱、泡沫等将在组装作业区拆除废弃，组装网箱框架时，环形浮管等管材需要根据设计尺寸进行切割，切割过程中会产生边角料，网衣也需要根据网箱尺寸进行裁剪，裁剪过程中会产生多余的网衣和纲绳，卡箍连接件和扶手栏杆等配件装配时会产生多余的连接件或损坏的部件；网箱安装过程中借助吊机、浮球定位等材料，作业时会产生少量的吊绳、捆扎绳、废弃浮球等。

以上各类废弃料能回收的尽量回收利用，不能回收的外售给废品收购站或交由环卫部门处理，严禁随意丢弃。

### 4.2.2 运营期污染源强分析

本项目运营期主要是用海区内的养殖活动以及网箱定期维护（清洗、更换等）作业。运营期养殖人员陆上暂不考虑建设办公、住宿等土建构筑物。运营期噪声、大气主要来源于养殖船航行噪声及轮机废气，污染源强同施工期，影响较小，本节不再赘述。

本节主要对运营期养殖污水、废水及固体废弃物源强开展分析。

#### 4.2.2.1 养殖污染

网箱养殖属于投饵集约化养殖，饵料的投入、残饵的生成以及养殖水产品的粪便及排泄物是促成养殖自身污染的一个因素，主要产生的污染物为氨氮、总氮、总磷、COD 等。

本项目网箱养殖水污染物采用《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（2021）》中《农业源产排污核算系数手册》中产排污系数法核算，具体核算公式见如下：

$$Q_j = q \times e_j \times 10^{-3}$$

式中： $Q_j$  为水产养殖第  $j$  项水污染物排放量（t）； $q$  为水产养殖的水产品产量（t）； $e_j$  为水产养殖第  $j$  项污染物排放系数（kg/t）。

本项目网箱养殖主要适养鱼种包括高体鲮、卵形鲳鲹、军曹鱼、石斑鱼、大黄鱼。按每年生产一季、单位水体产出 15 公斤计算，年渔获产出约 4200 万公斤。根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（2021）》中《农业源产排污核算系数手册》数据，广东省水产养殖业排污系数为：化学需氧量（ $\text{COD}_{\text{Cr}}$ ）13.468kg/t，氨氮 0.462 kg/t，总氮 2.689kg/t，总磷 0.522 kg/t。据此计算得出本项目网箱养殖水污染物排放情况见下

表。

表 4.2-2 运营期养殖排污污染物排放量核算表

水产品产量 (t/a)	污染物	排污系数 (kg/t)	排放量 (t/a)
42000	COD <sub>Cr</sub>	13.468	565.66
	氨氮	0.462	19.40
	总氮	2.689	112.94
	总磷	0.522	21.92

#### 4.2.2.2 废水源强分析

##### (1) 船舶污水

本项目运营期拟由运营方租用或直接配置 20 条小型养殖工船（兼作起捕船、日常养护船）。

##### ①船舶含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149 - 2018)，运营期船舶含油污水产生量按 0.14 t/d·艘计，根据网箱养殖经验，一艘养殖船每天能够负责网箱数量通常在 10~20 个左右，本项目共布设 272 个网箱，故本次养殖工船按每日出航 15 艘船计，据此计算运营期养殖船舶产生的含油污水总量为 2.10t/d（约合 756t/a）。

##### ②船舶生活污水

运营期养殖运营方暂按外包或合同雇佣 60 名管理和维护人员。生活污水计算方法同施工期船舶生活污水，估算运营期船舶生活污水日产生量约为 1.8 t（648t/a）。

船舶含油污水及生活污水处置方案同施工期船舶污水处置方案，即由船舶自带收集装置收集，船舶回港后，船舶含油污水定期抽至具有船舶污染物接收资质的单位接收设施，最终由有资质单位处理；生活污水定期交由环卫公司采用槽罐车拉运至附近污水处理厂处理，严禁排放入海。

表 4.2-3 运营船舶污水产生量核算表

船舶类型	运营天数	人数	产生负荷		产生量	
			生活污水	含油污水	生活污水	含油污水
			t/(人·天)	t/d·艘	t/a	t/a
养殖工船	360	60	0.03	0.14	648	756

##### (2) 网箱清洗污水

目前网衣清洗可选择由潜水员水下完成清洗或拉运至码头清洗。水下冲洗时由潜水员使用高压水枪自内向外喷射网衣，污损生物掉落在网衣外，向自然海水

中扩散，无废物产生；采用拉运至码头清洗时，将会产生少量清洗废水，

根据养殖经验，夏季水温高时至少平均每个月需进行 2 次人工清洗网衣，其他季节按 1 个月 1 次，单次冲洗用水约  $0.5\text{m}^3$ 。单条养殖工船配置 4~6 人，一天可以更换 3~4 张网，按单日 15 艘养殖维护船共更换 50 张网计，估算清洗网衣废水产生量最大约  $25\text{m}^3/\text{d}$ 。清洗废水中含有从网衣上去除的污损生物、藻类、浮游生物、贝类等附着物，清洗时需设置临时过滤沉淀拦网拦截，清洗废水经过滤沉淀处理后回用于绿化或道路洒水抑尘，网衣晒干后留待下次使用。

#### 4.2.2.3 固体废弃物源强分析

本项目运营期固体废物主要来自船舶生活垃圾和养殖废弃物（包括残饵、死鱼、废旧生产物资）。

##### （1）船舶生活垃圾

本项目运营期租用或直接配备养殖船 20 条，按每天最大船舶使用量 15 艘考虑，船舶生活垃圾产生量约  $90\text{kg}/\text{d}$ （合  $32.4\text{t}/\text{a}$ ），生活垃圾处置方案同施工期船舶污水处理方案，即在养殖船上收集后随船携带，船舶靠港后定期交由有资质的第三方单位转运至附近垃圾中转站。

##### （2）养殖废弃物

###### ①残饵

养殖过程中，饵料的形态、投喂方式、风和水流的影响都会造成饲料的部分损失。在早期的网箱养殖中，饵料的利用率较低，只有 70%~85%，随着饲料质量的提高、养殖管理技术和饲料投喂方法的改进，饲料利用率有所增加，绝大部分能被鱼类摄食。本项目适养鱼种较多，由于现阶段无法确定各鱼种的数量分配，本次暂按各适养鱼种数量平均分配估算，饲料系数取 2.0，则项目每年投喂的饵料约为  $68445\text{t}$ ，假设本项目网箱养殖残饵占所投饲料的比例为 10%，则一年残饵量为  $6844.5\text{t}/\text{a}$ 。

残饵中通常含有氮、磷和有机物等营养物质，主要以颗粒态的形式进入水体和沉积物中，下降过程中部分溶解于水体中。本项目采用人工饲料为主，本地天然野杂鱼和鱼糜为辅。饲料向网箱周边下沉过程中会有大量野生鱼类被吸引到网箱附近对残饵进行摄食，实际溶解至水中及下沉的残饵量会有所减少。

###### ②病死鱼

参考同类项目专家咨询结果，以幼鱼成活率 90%作保守估计，估算本项目死鱼产

生量约为 770t/a。养殖工作船上应设收集容器，将病死鱼收集并带到陆地后，按照《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》（农业农村部令 2022 年第 3 号）要求进行无害化处置。

### ③废弃生产物资

养殖废弃生产物资主要是废旧网衣、网绳等聚乙烯材料，以及投饲、用药过程产生的废弃包装袋等，废旧网衣、网绳全部由厂家回收或再利用，饲料和渔药包装袋直接运回靠泊渔港后，与船舶生活垃圾一同由第三方环卫部门转运至附近垃圾中转站。

## 4.2.3 污染物排放汇总

施工期污染源估算情况汇总见表 4.2-4。

表 4.2-4 施工期污染物排放汇总表

污染项目	污染源	主要污染物	污染源强	排放方式
悬浮泥沙	系泊锚投放	SS	3.60kg/s	自然排放
废水	船舶含油污水	石油类	3.50t/d	船舶油污水收集舱收集，船舶靠港后交由交有船舶污染物接收资质的单位接收，严禁排海。
	船舶生活污水	COD、SS、大肠菌群	1.5t/d	经船载污水储存柜收集，船舶靠港后交由第三方有资质的环卫公司拉运处理，严禁排海。
	陆域作业人员生活污水		4.2m <sup>3</sup> /d	收集后委托第三方有资质的环卫公司拉运至附近污水处理厂
噪声	船舶噪声	75~100dB	等效连续 A 声级	自然传播衰减
	人员活动噪声	60~70 dB		
固体废物	船舶生活垃圾	废弃食品袋、塑料制品等	50kg/d	随船携带，船舶靠岸后交由有资质的第三方单位转运至附近垃圾中转站，严禁排海
	陆域人员生活垃圾		30kg/d	尽量回收利用，不能回收的外售给废品收购站或交由环卫部门处理
	生产作业垃圾	废弃包装材料、废弃切割料、裁剪边角料、废浮球等	少量	
废气	施工船舶废气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物、CO	少量	无组织排放

	陆域作业废气	颗粒物	少量	无组织排放
--	--------	-----	----	-------

运营期污染源估算情况汇总见表 4.2-5。

表 4.2-5 运营期污染物排放汇总表

污染项目	污染源	主要污染物	污染源强	排放方式
废气	施工船舶废气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物、CO	少量	无组织排放
废水	养殖水污染物	COD、氨氮、总氮、总磷	COD:565.66 t/a 氨氮:19.40 t/a 总氮:112.94 t/a 总磷:21.92t/a	养殖海域自然扩散
	船舶含油污水	石油类	2.10t/d	船舶油污水收集舱收集，船舶靠港后交由交有船舶污染物接收资质的单位接收，严禁排海。
	船舶生活污水	COD、SS、大肠菌群	1.8t/d	经船载污水储存柜收集，船舶靠港后交由第三方有资质的环卫公司拉运处理，严禁排海。
	网箱清洗污水	污损生物、藻类、浮游生物、贝类等附着物	25m <sup>3</sup> /d	过滤沉淀处理后回用于绿化或道路洒水抑尘
固体废物	船舶生活垃圾	废弃食品袋、废弃食物等	90kg/d	随船携带，船舶靠岸后交由环卫部门处置。
	养殖废弃物	残饵	6844.5t/a	自然消减
		病死鱼	770t/a	工作船收集上岸后，按照《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》要求进行无害化处置。
	废弃生产物资（废旧网衣、网绳等）	少量	收集上岸，由第三方环卫部门转运至附近垃圾中转站	

### 4.3 工程建设非污染因素分析

#### (1) 对水文动力、地形地貌和冲淤环境的影响

本项目在海水中的养殖设施主要是网箱和系泊系统。相对于自然状态，网箱设施的建设不可避免的会对用海区水流运动造成一定的阻滞作用，但项目选址区位于碣石湾南侧，用海区水域非常开阔，且养殖网箱为透水结构，海流流通性良好，网箱之间又有足够的间距，因此对水动力环境影响很小。此外，网箱通过锚链+双齿犁锚锚固方式，该锚型投放时能够借助其特殊的形状设计和自身重力快速嵌入海床。相对于传统的水泥墩锚块，双齿犁锚对锚固件周边水域绕流改变影响幅度更小，加之本项目各

重力网箱锚固件距离较远，约 30m，因此不会对项目水域整体水动力流场造成显著的改变。

用海区内布置 2 个桁架式网箱，1 个半潜式，1 个为坐底式。半潜式和坐底式养殖平台设施体量都比较小，且下部网箱为透水结构，也不会引起水动力条件的显著变化。

## （2）对海洋生态环境的影响

项目对海洋生态环境的影响一方面是施工期系泊锚投放悬浮沙对海洋生物生态的直接和间接影响，另一方面则是运营期养殖活动排污对用海区周边海洋生态的影响。

### 1) 施工期悬浮沙对海洋生物生态的影响

施工期网箱锚固件和浮标沉块投放引起的悬浮物会对施工水域浮游生物、游泳生物以及底栖生物栖息生境造成一定影响。锚固件投放作业会在水体中产生悬浮物，在施工作业点周围形成一定范围的悬浮物高密度分布区域，降低水体透光率，从而造成水体浮游植物生产力下降，从水生生态系食物链角度看，初级生产力下降将影响正常食物链的传递，造成浮游动物、游泳生物数量的减低。对鱼类而言，悬浮物还可能因粘附在其身体表面干扰其感觉功能发生损害。此外，工程投放的锚固件和沉块底部将占用工程海域局部区域底栖生物的栖息环境，使底栖生物资源受到一定影响。

本项目锚固件和浮标沉块尺寸较小，对底栖生物的伤害很小。针对悬浮沙影响，由于施工作业是短期性的，其对水体透明度造成的影响是暂时的、局部的、可逆的，随着工程施工的结束，影响随即消除，浮游生物的生产力和浮游动物和游泳生物的数量将逐渐恢复，游泳生物将重新回到项目区域栖息活动。

### 2) 运营期养殖活动对海洋生物生态的影响

海水养殖过程中，大量投喂的饵料不能完全被完全摄食，形成残饵。同时，养殖鱼类新晨代谢过程将排放排泄物（如粪便）。这些残饵和排泄物中的有机质在微生物的作用下会逐步降解，释放出溶解性有机质、氮、磷等化合物。这些物质不仅会增加水体的有机负荷，还会使得水中氮磷渐增，加速富营养化进程，导致周边局部海域营养盐条件改变，从而对浮游生物、游泳生物等群落特征（包括种类、分布、优势种等）产生影响；沉降到海底的残饵和鱼类粪便还会改变表层沉积物组分，进而对底栖生物造成累积性影响。此外，养殖过程中飘到网箱外的残饵会吸引天然鱼类来觅食，进而改变野生鱼类觅食行为。

### （3）对通航环境的影响

本工程位于陆丰碣石镇田尾山西南侧约 5.4 公里海域，施工活动主要影响航道是乌坎东线航道和碣石航道。但碣石航道为碣石湾油库码头成品油船舶运输习惯航路，后因碣石湾油库码头停产，航道已基本不使用。本项目施工主要是对乌坎东线航道的通航影响。根据初步实施方案，项目施工及营运期作业船舶在金厢港和项目用海区之间往来，将在鱼港附近直接穿越乌坎东线航道。势必会增加该航道周边海域的通航密度，对该航道通航船只的海上通航安全造成一定程度的干扰影响。但本项目水上输运路线与乌坎东线航道呈近乎 90 度的大角度交越，作业船可快速通过航道区，对该航道通航环境影响有限，可通过加强通航管理降低对其干扰影响，进而防范船舶碰撞风险事故。

## 5 区域环境概况

### 5.1 自然环境概况

#### 5.1.1 气候气象

本次采用遮浪海洋站（115° 34' E，22° 39' N）的实测资料分析结果（统计时间：1999 年 01 月--2019 年 12 月），遮浪海洋站距离本项目用海区约 20km，可代表项目所在位置的气候与气象特征。

##### （1）气候特征

本项目所在的陆丰市位于广东省东部，北回归线以南的低纬度地区，地处亚热带，属亚热带季风性气候，光热充足，气候温和，雨量充沛，但降雨量的年内分配很不均匀，其中汛期的 4~9 月约占全年降雨量的 85.6%，降雨多属锋面雨和热带气旋雨，前汛期（6 月以前）以锋面雨为主，雨面广，降雨量大后汛期以台风雨为主，降雨强度大。季风盛行，全年盛行偏东风，年内风向随季节转换明显，大致 6~8 月盛行西南风，9~翌年 3 月盛行东北偏北风。每年的夏、秋季节常受强烈热带风暴的影响。

##### （2）气温

历年最高气温 37.8℃ 历年最低气温 0.9℃ 多年平均气温 21.9℃

##### （3）降水

本海域受海洋暖湿气流影响，降水主要来自季风、热带气旋和热带辐合等多种系统形成的降水条件，年降水量相对丰富，各月均有降水。

根据遮浪海洋站资料，其年平均降水量为 1539.6mm，降水量的季节变化非常明显，夏季降水量多，冬季降水量少。每年 4~10 月为雨季，集中了全年 85% 以上的降水量，4~10 月间，各月平均降水量均超过 89.9mm，其中 6 月受季风影响降水量最大，超过 319mm。11 月至翌年 3 月为旱季，降水量仅占全年 15%，1 月降水量最少仅 18.4mm；日降水量最大值出现在 1975 年 10 月 14 日，达 260.4mm。年平均降水日数为 113.7 天，年最多为 140 天（1975 年），年最少为 83 天（1967 年），年较差 57 天。

##### （4）风况

本海域地处季风区，风向和风速随季节变化明显。冬季盛行东北风，夏季盛行西南季风，冬季风速大于夏季风速。根据遮浪海洋站风况统计资料，风速多年平均值为 6.4m/s，具有明显的季节变化。秋、冬季风速较大，其中 10 月和月多年平均风速分别为 7.6m/s 和 7.3m/s。春夏季风速较小，其中 7 月风速最小，多年平均值为 5.2m/s。历年最大风速为 61.0m/s，风向 NE，出现在 1979 年 8 月 2 日，为 7908 号台风所致。

从风向来看，年常风向为 ENE 和 E 向，年出现频率为 19%，ENE 和 E 方向平均风速分别为 8.0m/s 和 8.5m/s，最大风速分别为 40m/s 和 35m/s。最少风向是 NNW 和 NW，其出现频率均不到 1%，对应方向的平均风速分别为 4.1m/s 和 2.8m/s，最大风速分别为 20m/s 和 12m/s。风向也具有明显的季节变化，秋冬季以 ENE 向为主，春季以 E 向风为主，夏季以 WSW 向风出现频率最高。

一年四季均可出现大风（小级），大风日数年平均 57.7 天。各月大风日数见下表，以 11 月份最多，6 月份最少。

表 5.1-1 遮浪海洋站各月平均风速、最大风速、最多风向及频率

各月		1	2	3	4	5	6	/
平均风速 (m/s)		6.9	7.1	6.7	6	5.7	5.4	/
最多风向频率		ENE	ENE	E	ENE	E	SW	/
(%)		24	24	27	25	21	21	/
取大风速	风速	24	24	28	20	40	/	/
	风向	N	ENE	ENE	NE ENE	S	/	/
	年份	1962	1961	1963	61, 63	1961	/	/
各月		7	8	9	10	11	12	全年
平均风速 (m/s)		5.2	5.4	6.2	7.6	7.3	7.2	6.4
最多风向频率		WSW	WSW	E	ENE	ENE	NNE	ENE, E
(%)		15	13	19	26	24	24	19
取大风速	风速	36	61	>40	>40	20	24	61
	风向	W	NE		SSE	ENE	ENE	NE
	年份	1969	1979	62, 64	1964	1961	1963	1979

表 5.1-2 遮浪海洋站各向年平均风速、最大风速与频率

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSW
平均风速 (m/s)	5.6	5.9	5.7	8	8.5	7	4.4	4.2
最大风速 (m/s)	24	46	61	40	35	34	44	40
频率 (%)	4	10	12	19	19	7	3	2
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
平均风速 (m/s)	3.8	4.3	5.2	5.5	4.9	3.9	2.8	4.1

最大风速 (m/s)	40	34	24	21	36	17	12	20
频率 (%)	2	3	5	5	3	1	1	1

表 5.1-3 遮浪海洋站各月大风日数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	5.9	5.4	6.7	4	2.5	2.4	2.8	2.8	4.8	6.4	7.4	6.3	57.7

### （5）相对湿度与雾

本海域气候湿润，根据遮浪海洋站资料，其相对湿度多年平均值为 82%，2~9 月相对湿度较大，月平均在 80% 及其以上，其中 5~6 月最大，月平均在 88%。10 月至翌年 1 月较小，其中 11 月最小，月平均在 73%。本海域以平流雾为主，也有锋面雾，雾日较少，主要出现在冬、春季（1 月至 5 月），夏季和秋季极少有雾，9 月~11 月没有雾的观测记录。累年平均雾日为 18.2 天。雾日的年际变化较大，年最多雾日数为 29 天（发生在 1969 年）。

## 5.1.2 地质地貌

### （1）区域地质构造

汕尾市处于华南褶皱系大地构造单元，地质构造和地层岩性较复杂。根据区域地质资料，陆丰的地层主要属新华夏和东西构造运动所形成。地质构造以北东走向断裂构造为主，褶皱次之，该区地层与岩石多变，区内主要分布花岗岩等岩浆岩及沉积岩，伴随断裂带分布有构造角砾岩、碎裂岩、硅化岩等动力变质岩，在平原谷地及南部沿海一带，分布有粘性土、淤泥质砂土等海陆相沉积物。

新构造运动，该区属于我国东南地洼区的东部，经历过加里东期、印支期、燕山期等多期次构造变动，新构造运动使老构造进一步复杂化。第三纪以来的地壳构造运动具有明显的继承性和一定的新生性。继承性主要表现在运动承袭燕山运动以来地壳的构造格局，以大面积抬升伴随频繁的断块差异运动，岩浆活动为主，构造线仍以属于老构造的北东东走向和近北西走向为主。

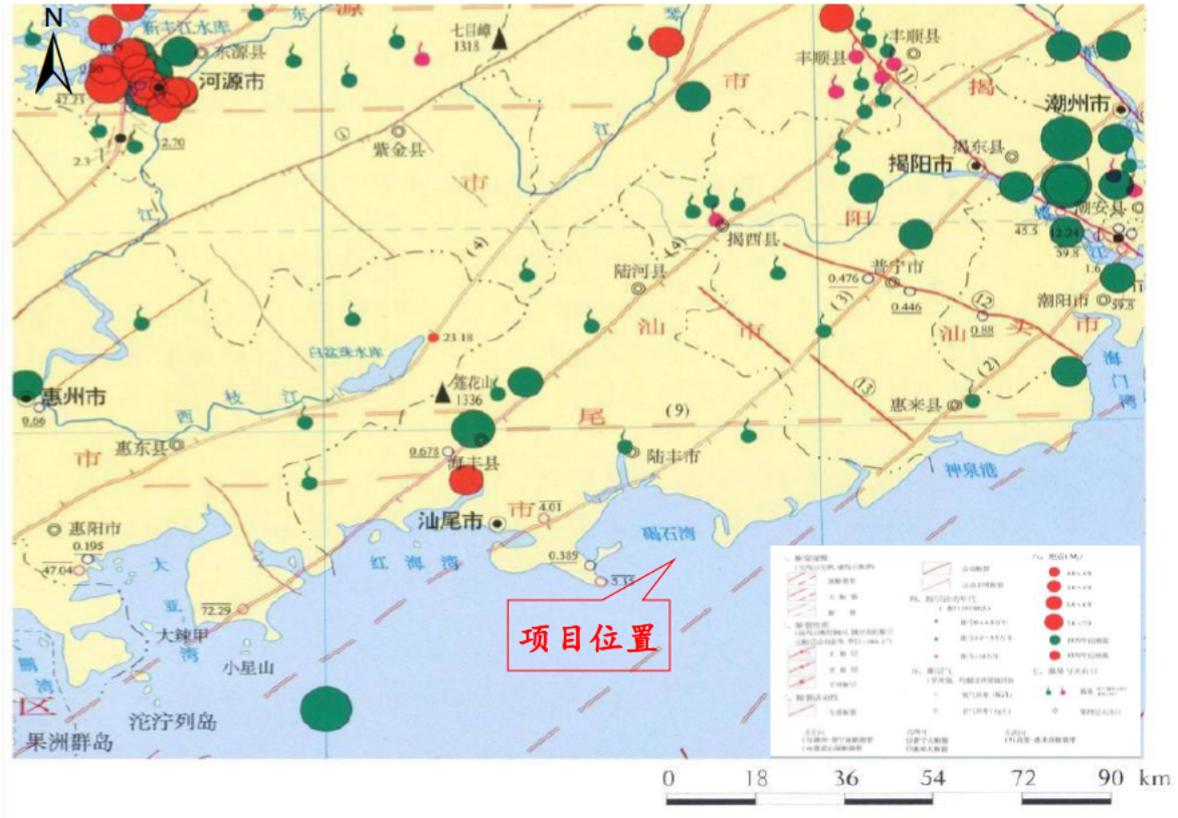


图 5.1-1 项目附近断裂分布图（广东省地震局，2000）

## (2) 区域地形地貌

本项目位于碣石湾海域，碣石湾是粤东较大的海湾之一，碣石湾湾口东起田尾角，西至遮浪角，湾口朝南，口宽 27km，呈开敞的新月形海湾，岸线较为平直，但湾内有港、岬角之间还有许多小海湾。湾的顶端陆地地势低平，东部和西部较高，湾的两个岬角相对于顶端高，但对于东部和西部而言，显得低平。

碣石湾海岸地貌呈现平直的沙坝泻湖平原和三角洲冲积平原岸与曲折的基岩港湾岸相间分布的形势。海岸动态颇为复杂，湾内堆积作用明显，海岸堆积形态多样，岬角海蚀作用强烈。海湾北部海岸为砂质海岸及沙滩。田尾角至新村一段海岸为砂质海岸和岩石海岸交替出现，近岸礁石密布。白沙半岛至海丰县界一带海岸，岩石海岸与沙质海岸相间并存。

## 5.1.3 工程地质

本次引用项目用海区北侧约 160m 处“汕尾华电现代化海洋牧场项目”场址区场址勘察成果。由广东省岩土工程勘察院有限公司于 2024 年 8 月编制完成《汕尾市华电现代化海洋牧场项目岩土调查报告》，本次勘察在场址区完成 1 个钻孔的取样工作。

本次钻探揭露岩土层主要有第四系全新统海相沉积层（ $Q^{mc}$ ）淤泥质细砂、中砂、

淤泥、粉质黏土，白垩纪燕山期花岗岩（ $\gamma K1$ ），各土层岩性特征及分布特点分述如下：

1) 第四系全新统坡积层（ $Q^{dl}$ ）

①淤泥质砂土<1-1>：灰黑色，饱和，松散，主要为石英质砂，分选性一般，含少量淤泥质土，具腥臭味。钻孔所在地段厚度较薄~较厚。钻孔揭露到层厚 4.00m，层顶埋深 11.50m（标高-7.70m），层底埋深 15.50m（标高-11.70m）。

②淤泥质土<1-3>：灰黑色，饱和，流塑状，含少量有机质及少量贝壳，具有腥臭味，局部含有少量砂。场内广泛分布，钻孔所在地段厚度较薄~较厚。钻孔揭露到层厚 6.80m，层顶埋深 15.50m（标高-11.70m），层底埋深 22.30m（标高-18.50m）。

③粉质黏土<1-4>：浅灰色，湿，可塑，主要成分为黏粒，含大量细中砂颗粒，土质不匀，韧性及干强度较差。场内广泛分布，钻孔所在地段厚度较薄~较厚。钻孔揭露到层厚 13.20m，层顶埋深 22.30m（标高-18.50m），层底埋深 35.50m（标高-1.70m）。

2) 白垩纪燕山期花岗岩（ $\gamma K1$ ）

强风化花岗岩<3-2>：褐黄、褐红色，岩芯呈半岩半土状，局部呈碎块状，原岩结构大部分已破坏，风化裂隙发育，遇水易软化。场内分布较广泛，钻孔所在地段厚度较薄~较厚。钻孔揭露到层厚 1.00m，层顶埋深 35.50m（标高-31.70m），层底埋深 36.50m（标高-32.70m）

中风化花岗岩<3-3>：褐红、灰色，岩芯呈块状~短柱状，原岩结构清晰，裂隙较发育，锤击声哑。RQD 约 78%。场内分布较广泛，钻孔所在地段厚度较薄~较厚。钻孔揭露到层厚 6.00m，层顶埋深 36.50m（标高-32.70m），层底埋深 42.50m（标高-38.70m）。取岩样 2 件。天然单轴抗压强度值为 27.6~33.6MPa，平均值为 30.6MPa。饱和单轴抗压强度值为 26.7~32.6MPa，平均值为 29.6MPa。

勘查场址区钻孔柱状图见图 5.1-2。

# 钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

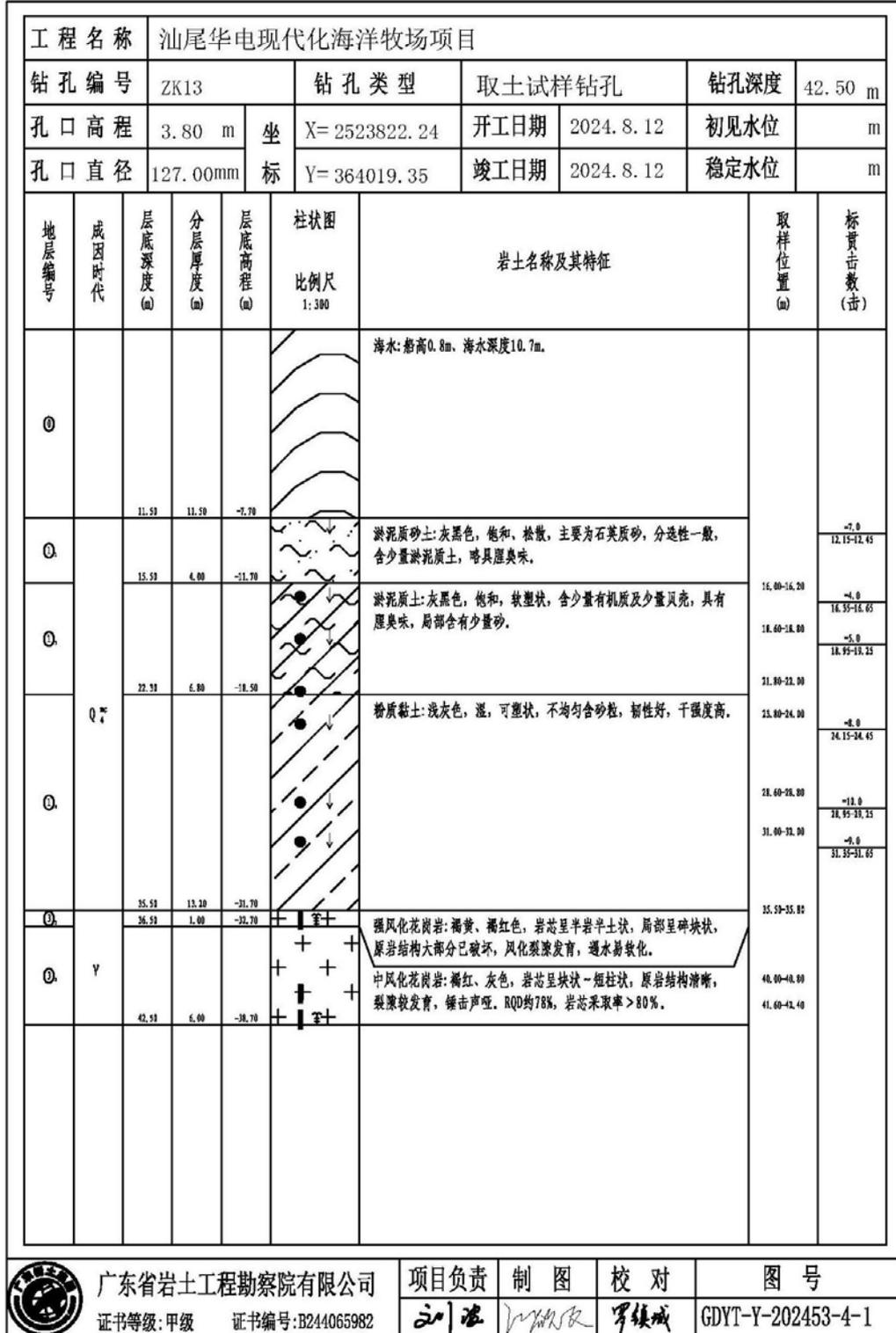


图 5.1-2 勘察场址区钻孔柱状图

## 5.1.4 主要海洋灾害

### （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，1949~2019年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有195个，年平均2.7个，年最多为9个（1999年），71年间仅1989年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋7~8月出现最多，占24%，其次是9月占23%，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~2019年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有23个，强台风24个，台风36个，强热带风暴38个，热带风暴54个，见表 5.1-4。

表 5.1-4 1949~2019 年热带气旋中心经过 114.3~118.3° E、20.9~24.9° N 个数统计

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	合计
01	0	0	0	0	2	5	2	8	2	1	0	0	20
02	0	0	0	0	1	13	12	8	14	4	2	0	54
03	0	0	0	0	1	4	9	13	11	0	0	0	38
04	0	0	0	1	3	3	12	8	6	3	0	0	36
05	0	0	0	0	1	2	3	5	9	3	1	0	24
06	0	0	0	1	0	0	7	6	3	4	2	0	23
07	0	0	0	2	8	27	45	46	43	14	5	0	195
08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.7	0.6	0.2	0.1	0.0	2.7
09	0	0	0	1	4	14	24	24	23	7	3	0	100

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

1949~2019年期间，对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋有10个，遮浪海洋站记录的风速均在33 m/s以上，分别是6903、7908、8805、9009、9509、2000年13号、2003年13号台风、2013年19号台风、2017年13号台风和2018年22号台风。

影响汕尾沿岸海岛海域的西太平洋台风，7908号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979年8月2日13~14时，7908号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达55m/s，中心气压940hPa（资料来自上海台风研究所），1979年8月1日24时~2日12时，汕尾沿岸海岛海域平均风力12级以上（遮浪海洋站1979年8月2日实测风速61m/s，风向东北，汕尾气象站实测阵风风速60.4m/s），8级以上大风时间持续24个小时，12级大风时间持续

12个小时。汕尾港妈屿站出现3.81米（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出1.78米，妈屿站最大增水2.51米，出现在1979年8月2日10时00分，汕尾市区大部分街道受浸，水深0.3~1.0米，7908号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济担失和人员伤亡。

9509号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海岛海域的台风（见图 5.1-3），其特点是：也是风力强、范围广、破坏力强。1995年8月31日15时前后，9509号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速59.7m/s，风向东北，汕尾市46.0m/s，海丰、惠东县39.0m/s，惠来35.0m/s，惠阳34.0m/s，澄海31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受9509号台风影响，国民经济直接损失38.62亿元和重大人员伤亡。

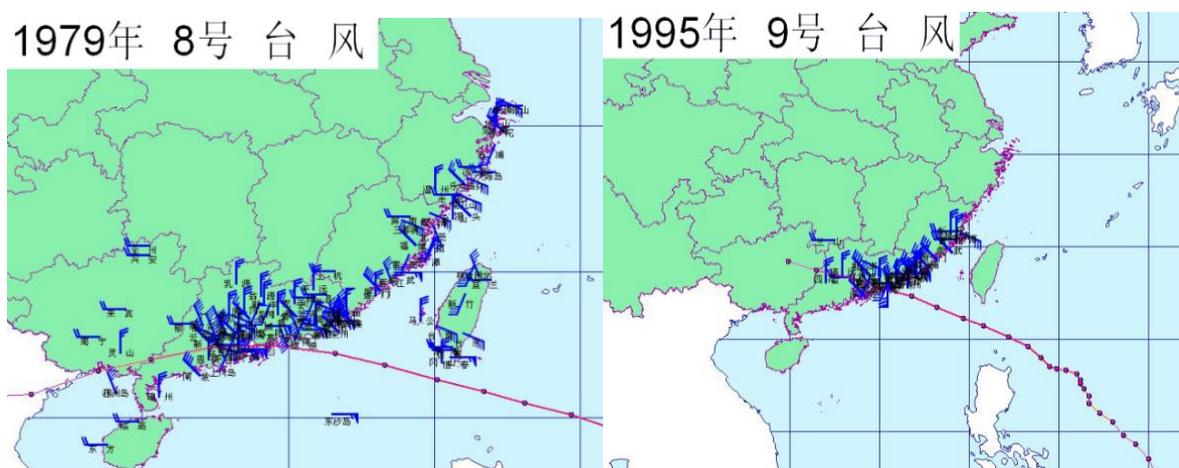


图 5.1-3 对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋路径图

## （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。

通常为天文潮、风暴潮、海啸及其它长波振动引起海面变化的综合特征。观测期间影响本海区的台风主要有：莲花、浪卡、莫拉菲、天鹅、莫拉克、巨爵和凯撒娜。经过实测潮位值与天文潮的对比，得到它们引起的增水情况列于表 5.1-5。

表 5.1-5 台风引起的增水

名称/编号	登陆地点	日期	台风引起的增水（m）
莲花（Linfa）/03	福建晋江	2009.6.20	0.34

名称/编号	登陆地点	日期	台风引起的增水 (m)
浪卡 (Nangka) /04	广东平海	2009.6.26	0.52
莫拉菲 (Molave) /06	广东徐闻	2009.7.19	0.83
天鹅 (Goni) /07	广东台山	2009.8.5	0.38
莫拉克 (Morakot) /08	福建霞浦	2009.8.9	0.38
巨爵 (Koppu) /15	广东台山	2009.9.14	0.51
凯撒娜 (Ketsana) /16	越南广义	2009.9.29	0.68

### (3) 大风

由于汕尾沿岸海岛地处南海的北部，1995 年 07 月~2019 年 12 月，一年四季均可出现大风（ $\geq 8$  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) 雷暴

本海域的雷暴主要由热力条件引起，闷热的夏天，雷暴容易发生。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，遮浪海洋站海域历年平均发生雷暴日数为 52.5 天。

### (5) 赤潮

根据《广东省海洋灾害公报》中2013~2022年的赤潮灾害数据，10年间广东省海域共发生赤潮95次,年平均9.5次，主要发生时间集中在1-4月。空间分布上,赤潮发生次数最多的主要位于珠三角海域,赤潮面积发生最大的则位于粤西海域。粤东地区赤潮主要发生在汕头市和汕尾市海域。

汕尾市海域2013~2022年10年间共发生赤潮8次，单次发生面积小于10km<sup>2</sup>共4次，10~50km<sup>2</sup>共2次，50~100 km<sup>2</sup>共2次。其中红色赤潮藻引发赤潮次数最多，达4次。近5年来，汕尾地区赤潮共发生3次，具体如下：

2023 年，广东省沿海共发现赤潮6 次，主要发生在湛江、茂名及深圳海域，汕尾沿海区域未发生赤潮。

2022年，广东省沿海共发现赤潮14次，汕尾沿海区域未发生赤潮。

2021年1月26日~31日，汕尾市海域发生赤潮，分布面积约80km<sup>2</sup>，赤潮生物包括红色赤潮藻、叉状角藻和中肋骨条藻。

2020年12月2日~8日，汕尾站验潮井附近海域发生赤潮，分布面积50km<sup>2</sup>，赤潮生物为球形棕囊藻，为2020年单次面积最大的赤潮。

2019年6月4日~6日，汕尾陆丰碣石镇附近海域发生赤潮，分布面积10km<sup>2</sup>，赤潮

生物为丹麦细状藻。

## 5.2 海域资源概况

### 5.2.1 岸线与滩涂资源

汕尾拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市沿海岸线资源丰富，海岸线总长 455.2 公里，占全省岸线 11.06%，居全省第二位、粤东地区第一位。岸线分布范围广，对腹地经济发展起到良好促进作用，但是岸线集约化和开发利用程度不高，深水岸线资源没有充分发挥。本项目所在的碣石湾东起田尾角，西至遮浪岩，整体呈新月形，湾口宽 25 公里，纵深 21 公里，面积约 345 平方公里，岸线总长约 40.3 公里。碗内海滩以沙白、水清、浪小著称，是理想的天然游泳海滩。如观音岭下的海滩长达 8 公里，海中距岸 100 米处水深仅 1.5 米，距岸 200 米水深 2 米。

根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》（汕尾市农业农村局 2019 年 8 月），汕尾市大陆架内（即 200 米水深以内）海域 2.39 万  $\text{km}^2$ ，相当于陆地面积的 4.5 倍。其中，80m~200m 水深的中外渔场 1.38 万  $\text{km}^2$ ，40m~80m 水深的近海渔场 4800  $\text{km}^2$ ，40m 以内浅海的沿岸渔场 5300  $\text{km}^2$ 。10m 等深线内浅海、滩涂 6.96 万公顷，其中浅海 6.66 万公顷，滩涂 3000 公顷，目前已开发利用的有 2.45 万公顷。另外，沿海岸还有 1600 公顷的沙荒地，可用于建设高标准池塘养殖鱼虾贝类。

### 5.2.2 岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。根据《中国海岛志·广东卷》记载，汕尾市近海海域有岛（礁）311 个，其中有居民岛 2 个，无居民岛（礁）309 个。海岛总面积 79.6  $\text{km}^2$ ，岛岸线长 12.82  $\text{km}$ ，面积大于或等于 500  $\text{m}^2$  的岛（礁）93 个。根据 2007 年版《陆丰县志》记载，陆丰县共有岛屿 17 个，具体名称是：甲子屿岛、叠石岛、东白礁岛屿、大礁母岛、宫仔岛、赤礁东岛、大士岛、羊仔岛、北士岛、渔翁礁、眼礁岛、东桔礁岛、西桔礁岛、刺礁岛、头干岛、白礁岛、黑大礁岛。

碣石湾内的岛礁主要分布在湾的东、西两侧，本项目用海区东侧与无居民海岛西桔礁相邻。

### 5.2.3 港航资源

#### （1）港口资源

汕尾港是广东沿海的地区性重要港口，是汕尾市发展现代物流和临港工业的重要基础，规划以能源物资、原材料及通用散杂货运输为主，兼顾集装箱喂给运输，发展为多功能的综合性港口。根据 2014 年 5 月广东省人民政府同意批复的《汕尾港总体规划》，汕尾港划分为海丰港区、汕尾港区、汕尾新港区、陆丰港区等 4 个港区。主要分布于红海湾和碣石湾内，本项目所在海域为汕尾港陆丰港区附近。

根据《汕尾港陆丰港区规划调整方案》（2020 年），陆丰港区位于螺河口至甲子角之间，原有泊位 5 个，集疏运的方式为公路。规划陆丰港区由乌坎、碣石、湖东三个作业区以及田尾山港点组成。

乌坎作业区现有码头为乌坎货运码头，码头长度 125m，共有 2 个 500 吨级泊位。

碣石作业区位于碣石镇以西，金鼎山南部约 2 公里，规划布置 4 个 10000 吨级通用泊位。

田尾山港点位于田尾角，其中西侧为田尾山西港点，为已建碣石核电厂重件码头；东侧为田尾山东港点，规划布置 2 个 5000~10000 吨级风电专用泊位。

湖东作业区规划布置 2 个 100000~150000 吨级散货泊位和 1 个 3000 吨级重件泊位。

#### （2）航道资源

本项目附近的航道主要有乌坎西线航道、乌坎东线航道、碣石航道、甲子航道及大星山甲子航道。乌坎西线航道、乌坎东线航道、碣石航道、呈“三角形”分布。

乌坎东线航道、乌坎西线航道现状均为 500 吨级集装箱航道，主要是近海习惯航路航行的船舶转向进入碣石湾，沿东口或西口进入乌坎作业区。

碣石航道为 5000 吨级液化气船航路，该航道原为碣石湾油库码头成品油船舶运输习惯航路，后由于中国石化燃料油销售有限公司广东分公司碣石湾油库码头自 2001 年停产至今，码头钢引桥栈桥年久失修已损坏，且码头前沿回淤，航道已基本不使用。

甲子航道现状可通航 300 吨级杂货船舶。

表 5.2-1 本项目附近航道信息汇总表

航道名称	起点	终点	起点坐标	终点坐标	航道里程 (km)	航道保护范围宽度 (m)
大星山甲子航道	遮浪角	田尾角	N:22°35'40" E:115°33'00"	N:22°41'00" E:115°50'00"	31	2657
	田尾角	甲子林公礁	N:22°41'00" E:115°50'00"	N:22°47'25" E:116°10'00"	36	
碣石航道	遮浪	碣石油气码头	N:22°38'48" E:115°35'00"	N:22°47'34.5" E:115°47'39.1"	27.2	994
乌坎西线航道	遮浪	乌坎码头	N:22°38'48" E:115°35'00"	N:22°53'06.3" E:115°40'06.7"	34.8	837
乌坎东线航道	田尾角	新开河口灯桩	N:22°41'00" E:115°50'00"	N:22°52'25.5" E:115°39'43.4"	29.2	837
甲子航道	田尾角	甲子杂货码头	N:22°41'00" E:115°50'00"	N:22°52'45.1" E:116°04'37.5"	34.6	630

### 5.2.4 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。本项目位于陆丰市碣石镇田尾山西南侧，工程附近有汕尾港 9#、10#、11#、12#锚地。碣石湾内锚地信息列表见表 5.2-2。

表 5.2-2 汕尾港碣石湾内锚地信息表

序号	名称	中心地点	半径	用途
9	大型船舶临时避风锚地	115°41'00"E 22°40'00"N	2 海里	避风、防台
10	过驳锚地	115°41'00"E 22°45'00"N	2 海里	过驳、候泊、防台
11	引航检疫锚地	115°45'00"E 22°47'00"N	0.5 海里	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	115°40'00"E 22°50'00"N	0.5 海里	引航、检疫、防台

本施工期间不涉及特大型施工船舶，作业船防台可就近选择碣石渔港内避风港、金厢渔港内避风。

### 5.2.5 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。本项目所在的碣石湾海滩素有“粤东黄金海岸”之称，以“神、海、沙、

石”四者兼备而闻名遐迩。现有观音岭、玄武山两处旅游景点。

观音岭位于碣石镇北与金厢交界之处，因岭上有观音禅淙堂（水月宫）而得名。岭下海滩长达 8km，海中距岸 100m 处水深才 1.5m，距岸 200m 水深 2m。沙白、水清、浪小，是一个理想的天然游泳海滩。玄武山位于碣石镇，元山寺建在玄武山南麓，占地 15 公顷，是佛道两教合一的宗教活动场所；也是汕尾地区一处历史悠久、驰名海内外尤其是东南亚的名胜古迹。

### 5.3 养殖产业现状

#### （1）产业现状

目前，汕尾市海水养殖初具规模，养殖资源品种丰富。2023 年，汕尾水产品总产量 61.76 万吨，渔业经济总产值 168.61 亿元，其中海水养殖产品产量 37.63 万吨，海水养殖总产值 75.93 亿元。汕尾市为全省海水鱼类主产区之一，海水鱼类养殖产量 10.23 万吨，占全省产量 12.34%，主要养殖品种包括海鲈（花鲈）、石斑鱼、鲷鱼、大黄鱼、金鲳鱼（卵形鲳鲹）、鰺鱼等。海水甲壳类总产量 7.97 万吨，占全省产量 10.53%，主要养殖品种包括南美白对虾、斑节对虾、日本对虾、梭子蟹、青蟹等。海水贝类养殖产量 19.39 万吨，主要养殖品种包括牡蛎（生蚝）、鲍鱼、螺、蚶、贻贝、扇贝、蛤等。海水藻类养殖规模较少，以紫菜为主。

全市已建成多条配套完善的水产品深加工生产线，以冻鱼和鱼丸、鱼饺等鱼糜制品加工为主。汕尾冷链骨干网建设起步，城区、海丰县、陆丰市、陆河县、华侨管理区等 5 个冷链骨干网投产运营，具备海产品产地商品化处理和加工流通能力。陆丰海洋工程基地是国内最大的海上风电母港之一，海工装备制造产业优势为深远海养殖设施装备制造与组装提供坚实的基础。

#### （2）养殖容量

根据《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024—2035 年）》环境影响说明，根据《深水网箱养殖技术规范》（DB 44/T 742-2010）第 6.1.3 条“深水网箱养殖区的养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%”以 C100 型重力式深水网箱，按苗种放养密度 5—10 kg/m<sup>3</sup>，苗种重量 17 g/尾估算汕尾市适养海域总可养殖鱼苗数量约为 535.73 亿尾，可养成鱼 91.07 万吨。

## 5.4 环境保护目标概况

### （1）海洋生态保护红线区

根据广东省 2021 版生态保护红线矢量，本项目用海区未占用生态保护红线。项目距离南侧碣石湾海马珍稀濒危物种分布区生态保护红线区最近，距离约为 4.0km，项目周边生态保护红线区情况见表 5.4-1。

表 5.4-1 项目海域生态保护红线一览表

序号	名称	红线类型	面积 (m <sup>2</sup> )
1	金厢重要渔业资源产卵场	重要渔业资源产卵场	15490140.92
2	碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场		18722576.72
3	金厢海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	9029038.37
4	金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区		573799.60
5	乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区		3726314.48
6	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	重要滩涂及浅海水域	16588617.61
7	碣石湾海马珍稀濒危物种分布区	珍稀濒危物种分布区	678643315.67

### （2）水产种质资源保护区

汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区是原农业部第 1873 号公告的第六批国家级水产种质资源保护区之一。

汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区总面积 1800 公顷，其中核心区面积 675 公顷，实验区面积 1125 公顷。核心区特别保护期为每年 2 月 1 日-4 月 30 日和 10 月 1 日-12 月 31 日。保护区位于广东省东部汕尾市碣石湾内，以界址点 1、（22°49'08"E，115°37'22"N）；2、（22°47'13"E，115°37'22"N）；3、（22°47'13"E，115°40'26"N）；4、（22°49'08"E，115°40'26"N，）四点连线围成。核心区由以下四点连线范围内区域，经纬度坐标分别为：1、（22°48'39"E，115°37'55"N）；2、（22°47'34"E，115°37'55"N）；3、（22°47'34"E，115°40'00"N）；4、（22°48'39"E，115°40'00"N）。实验区为保护区内除核心区以外的区域。保护区主要保护对象为鲮、长毛对虾，其他保护对象包括海鳗、赤点石斑鱼、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等物种。

### （3）近岸海域国控监测站位

根据调查，碣石湾内设有 3 个近岸海域海水水质国控监测站位，分别为：

GDN14013（经度 115.67°，纬度 22.83°）；

GDN14004（经度 115.67°，纬度 22.77°）；

GDN14015（经度 115.78°，纬度 22.79°）。

根据生态环境部国控水站监测实时数据发布系统，本次收集了生态环境部海水水质国控站监测实时数据发布系统发布的 2023 年、2024 年 2 个年度共 6 期水质监测结果，监测结果见表 5.4-2。

表 5.4-2 2023~2024 年近海海域国控监测站监测结果表

点位编码	监测时间	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	水质类别
		无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
GDN14004	2023-10	8.31	6.96	0.55	0.047	0.004	0.002	一类
GDN14004	2023-07	8.28	7.06	1.50	0.053	0.013	0.003	一类
GDN14004	2023-04	8.11	6.45	未检出	0.021	0.005	0.004	一类
GDN14004	2024-07	8.08	6.03	0.28	0.108	0.003	0.003	一类
GDN14004	2024-04	8.05	6.24	0.24	0.021	0.003	0.002	一类
GDN14013	2023-04	8.16	6.88	0.27	0.021	0.003	0.005	一类
GDN14013	2024-04	8.07	6.26	0.4	0.23	未检出	0.002	一类
GDN14013	2023-10	8.33	7.49	1.10	0.059	未检出	0.003	一类
GDN14013	2023-07	8.21	7.42	1.54	0.046	0.002	0.002	一类
GDN14013	2024-07	8.22	6.40	0.87	0.137	0.002	0.003	一类
GDN14015	2023-10	8.13	7.14	0.78	0.065	0.005	0.001	一类
GDN14015	2023-07	8.17	6.63	1.56	0.008	0.001	0.003	一类
GDN14015	2024-07	8.24	6.28	0.36	0.149	0.001	0.003	一类

由上表监测数据可见，2023~2024 年各国控水质监测站水质均能够稳定达一类海水水质标准。

#### （4）海水浴场

陆丰海纳金滩海水浴场项目主要包含“海水浴场”及配套的“临时浮式水上平台”。海水浴场长 300m，宽约 176m；临时浮式水上平台是 T 型结构，采用高分子聚乙烯材料制作的水上浮筒拼接而成，T 型水上平台尺寸为 77m×24m×4m。救生瞭望台采用可移动钢构成品，均布在海水浴场岸滩。

#### （5）国家级海洋牧场示范区

广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目在示范区内建设人工鱼礁区 1 座，布设 4 个人工鱼礁群，每个鱼礁群鱼布设礁单体个数为 456 个，共投放鱼礁单体 1824 个，礁型以钢筋混凝土和钢结构预制件为主，适当结合旧船等多种礁材、礁型，成礁体总空方量 49248m<sup>3</sup>；建设礁区海上警示浮标 4 座，礁区陆地警示牌（标示牌和标示石碑）2 座；建设礁区在线自动监控系统 1 套。

#### （6）重要渔业水域

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 等深线水域、17 个基点连线以内水域，保护期为（1-12）月。该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

南海区幼鱼幼虾保护区：位于广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内海域的保护区内，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。

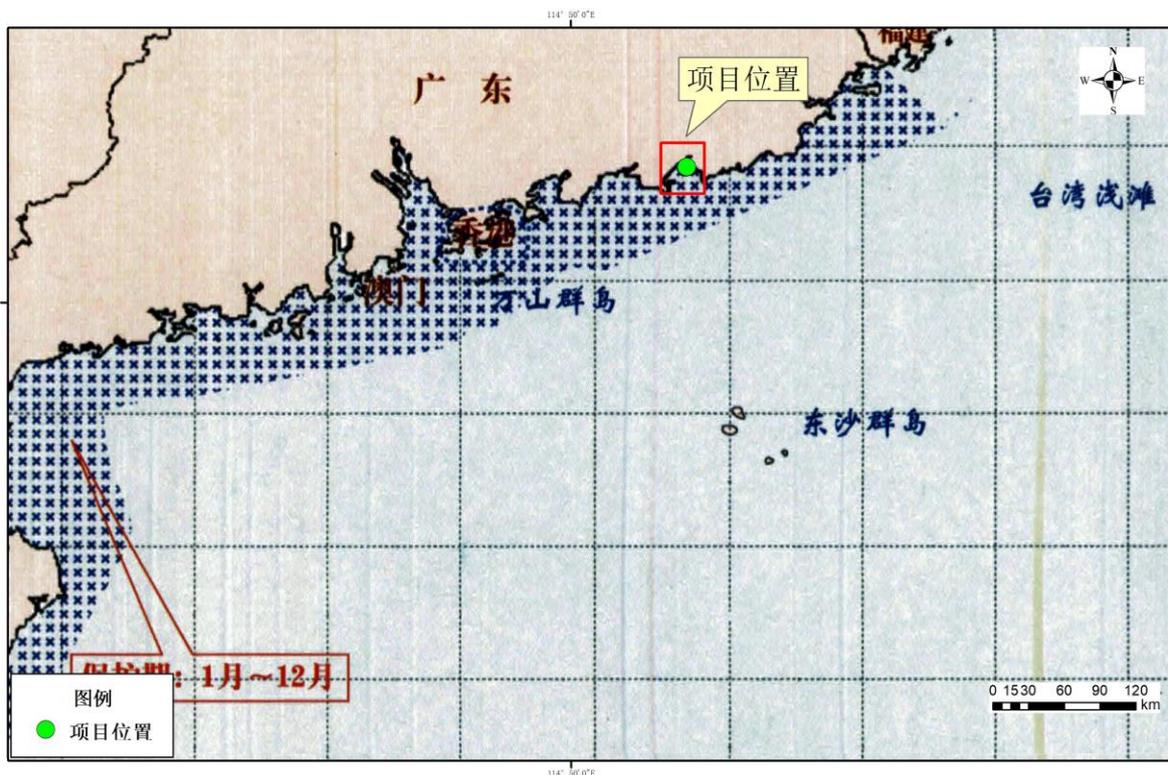


图 5.4-1 项目与南海北部幼鱼繁育场保护区位置关系示意图

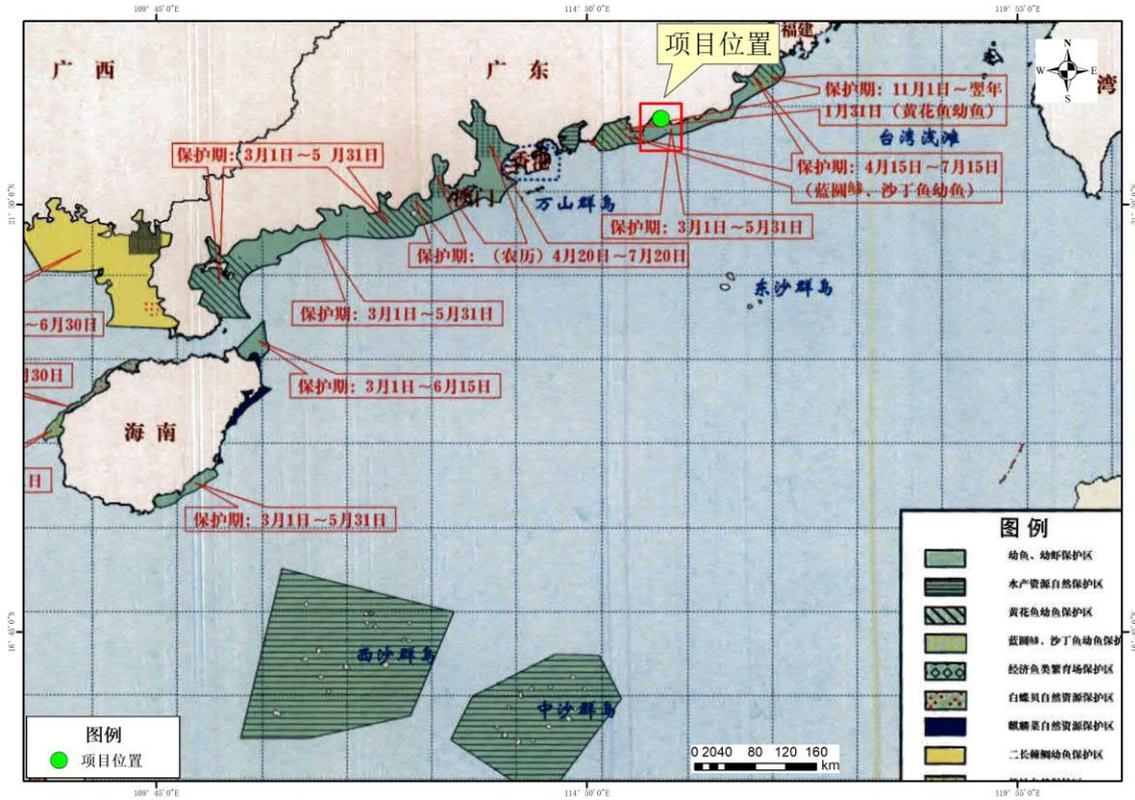


图 5.4-2 项目与幼鱼幼虾保护区位置关系示意图

## 5.5 开发利用现状

### 5.5.1 海域开发利用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目周边海域开发利用现状主要有航道航路、锚地、开放式养殖用海、核电项目等。周边项目所在海域周边开发利用现状及位置信息详见图 5.5-1 和表 5.5-1。

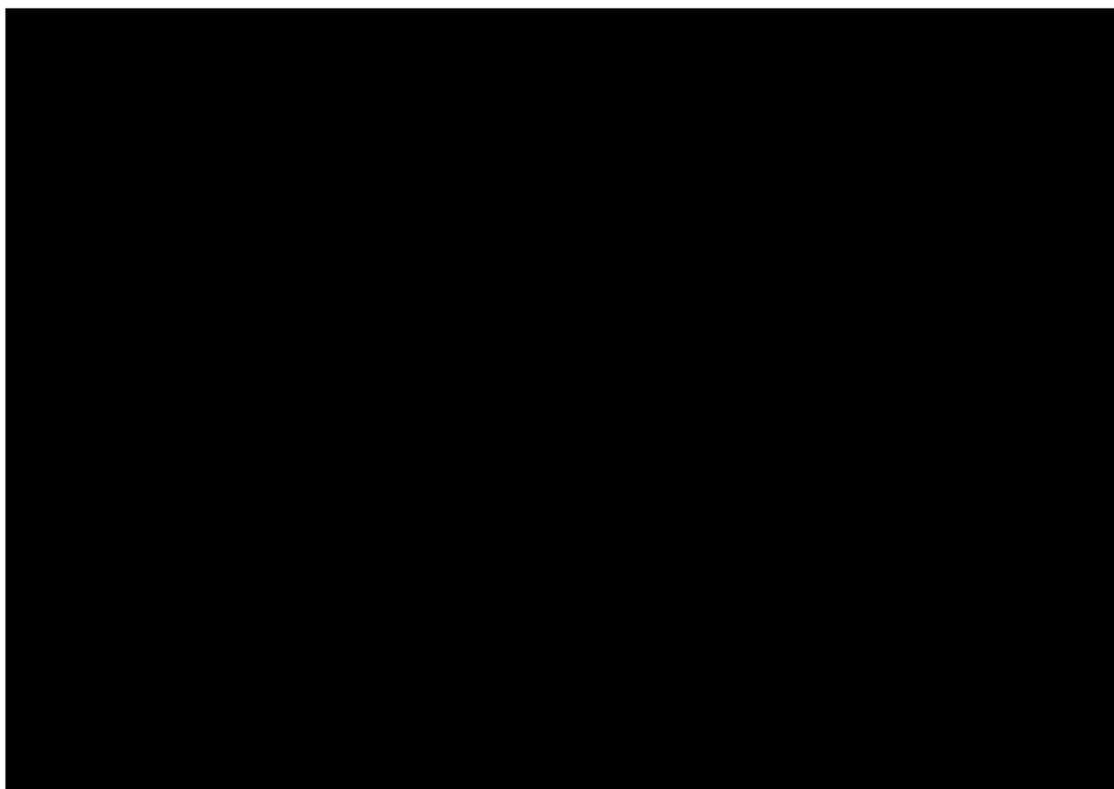


图 5.5-1 项目周边海域开发使用现状图

表 5.5-1 项目周边海域开发利用现状一览表

编号	海域开发活动	与项目的相对位置、最短距离
1	乌坎东线航道	项目用海范围东北侧 3.2km
2	碣石航道	项目用海范围西北侧 4.7km
3	大星山甲子航道	项目用海范围南侧 2.1km
4	粤东沿海近岸航道	项目用海范围南侧 1.9km
5	9#锚地	项目用海范围西侧 4.3km
6	10#锚地	项目用海范围西北侧 3.6km
7	新增 15#锚地	项目用海范围东侧 5.0km
8	广东陆丰核电站 5、6 号机组项目	项目用海范围东北侧 4.1km
9	汕尾华电现代化海洋牧场项目	项目用海范围东北侧 0.03km

(1) 航道航路

本项目附近的航道主要有乌坎东线航道、碣石航道、大星山甲子航道、粤东沿海近岸航路。本项目未占用航道。

（2）锚地

项目周边有 3 个锚区，分别为 9#锚地、10#锚地、新增 15#锚地。本项目未占用锚地。

（3）开放式养殖用海

项目周边海域存在 1 个开放式养殖用海项目，为汕尾华电现代化海洋牧场项目（拟申请），距离为 0.03km。

（4）核电项目

项目东侧有广东陆丰核电站 5、6 号机组项目，其排水隧洞距离本项目海上养殖区最近约 4.1km。

### 5.5.2 海域使用权属现状

根据本项目周边海域使用权属状况的资料收集情况及走访调查结果，本项目用海区边界外扩 5km 范围内已确权用海活动有：广东陆丰核电站 5、6 号机组项目、汕尾华电现代化海洋牧场项目（正在申请用海中），其位置示意图见图 5.5-1，相关权属信息见表 5.5-2。

表 5.5-2 项目周边海域使用权属信息一览表

序号	项目名称	使用权人	海域管理编号	用海类型	用海方式	宗海面积/公顷	用海期限
1	广东陆丰核电站 5、6 号机组项目	中广核陆丰核电有限公司	2022A44158101342	工业用海	海底电缆管道	65.1463	2022.11.22-2072.11.21
2	汕尾华电现代化海洋牧场项目（正在申请用海中）	汕尾华电能源有限公司	——	渔业用海、游憩用海	开放式养殖、海底电缆、游乐场、透水构筑物	17.0116	——

## 6 环境质量现状调查与评价

### 6.1 水文动力环境现状调查

本次水文动力现状调查采用广州海兰图检测技术有限公司在碣石湾海域开展的水文动力现场调查数据，调查时间为 2021 年 5 月 27~5 月 28 日，数据时效性符合技术导则要求。

#### 6.1.1 调查概况

本次水动力调查在碣石湾海域设置了水文测站 6 个，分别为 SW2-1~SW2-6 号站；潮位站 2 个，分别为 SWC3 站和 SWC4 站。

潮位观测时间为 2021 年 5 月 27 日 1 时~2021 年 5 月 29 日 23 时，采样频率为 5 分钟一次。潮流观测时间为 2021 年 5 月 27 日 22 时~2021 年 5 月 28 日 23 时，观测频率为每小时一次。

潮流、潮位站具体位置见表 6.1-1 和图 6.1-1。

表 6.1-1 水文调查各测站坐标和观测项目

站位	东经 E (°)	北纬 N (°)	调查内容
SW2-1	115°51'30"	23°28'30"	潮流
SW2-2	115°51'30"	23°28'30"	潮流
SW2-3	115°51'30"	23°28'30"	潮流
SW2-4	115°51'30"	23°28'30"	潮流
SW2-5	115°51'30"	23°28'30"	潮流
SW2-6	115°51'30"	23°28'30"	潮流
SWC3	115°51'30"	23°28'30"	潮位
SWC4	115°51'30"	23°28'30"	潮位

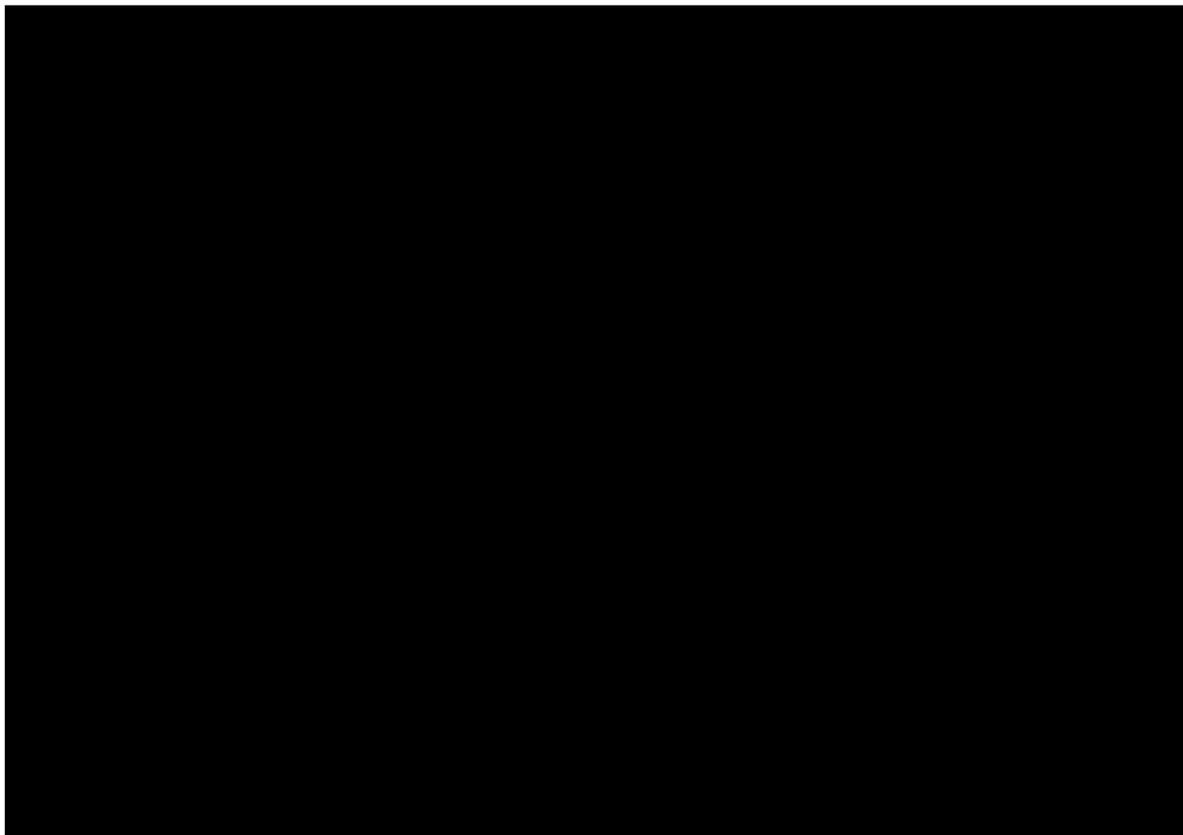


图 6.1-1 水文动力调查测站位置图

### 6.1.2 潮汐特征

地球上的海水，受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

#### (1) 潮汐特征值

对SWC3和SWC4两个潮位站的观测潮位进行分析，并绘制潮位过程曲线，SWC3潮位站的最高潮位为0.84m，最低潮位为-0.77m，最大潮差1.58m；SWC4潮位站的最高潮位为0.79m，最低潮位为-0.72m，最大潮差1.48m；平均涨潮历时大于平均落潮历时。

表 6.1-2 各站实测潮汐特征值统计

项目	潮位特征值	SWC3	SWC4
潮 位 (m)	最高潮位	0.84	0.79
	最低潮位	-0.77	-0.72
	平均高潮位	0.77	0.71
	平均低潮位	-0.74	-0.34

项目	潮位特征值	SWC3	SWC4
	平均潮位	0.00	0.00
潮 差 (m)	最大潮差	1.58	1.48
	最小潮差	1.47	1.38
	平均潮差	1.52	1.45
历时 (h)	平均涨潮历时	14.5	14.5
	平均落潮历时	10.3	10.3



图 6.1-2 短期潮位站逐时潮位过程曲线

(2) 潮汐调和分析

对SWC3站和SWC4站2021年5月27日1:00至5月29日23:00连续71小时的潮位资料进行准调和分析，得到6个主要分潮的振幅和迟角，见表 6.1-3。

表 6.1-3 潮位站主要分潮调和常数表

分潮	SWC3		SWC4	
	振幅(CM)	迟角(°)	振幅(CM)	迟角(°)
O1	31.8	266	30.0	266
K1	35.4	273	32.9	274
M2	19.8	274	18.7	274
S2	11.0	205	10.4	205
M4	9.3	208	9.0	207
MS4	1.7	136	1.7	126

### 6.1.3 海流特征

#### 6.1.3.1 实测流场分析

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

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 6.1-3~图 6.1-6所示，从海流的流态来看，观测期内除SW2-6测站外，其他五个测站海流的旋转流特性较为明显。其中SW2-1、SW2-2 和SW2-3 站离岸线较近，海流偏小，SW2-4、SW2-5 和SW2-6 站靠外，受到风和沿岸流的影响，流速较大，且流向指向东北方向。

从各站海流过程矢量图可以看出，（1）SW2-1 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向N，落潮流偏向S；（2）SW2-2 站表层、中层涨潮流主轴主要偏向N，底层则偏向SE，落潮流偏向S；（3）SW2-3 站表层、中层和底层涨潮流主轴主要偏向N，落潮流偏向SE；（4）SW2-4 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向N，落潮流偏向SW；（5）SW2-5 站表层、中、底层涨潮流主轴主要偏向N，落潮流偏向S；（6）SW2-6 站表层、中、底层涨潮流主轴主要偏向N，落潮流偏向S。

表 6.1-4、表 6.1-5为涨、落潮流统计表。从垂向平均流速来看，各站点的涨落潮流流速相差不大。观测期间最大涨潮流速为65.9m/s，最大落潮流速为58.2cm/s，分别为SW2-4 站表层（SW2-5站表层）和SW2-6 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为36.9cm/s 和25.9cm/s，出现在SW2-6 站表层。在垂向上，SW2-4、SW2-5和SW2-6 站的中层流速均比表层和底层小，其他测站则是表层最大，中层次之，底层最小。在水平上，各站点的数值差异不是很大，在表层SW2-5 站流速最大，SW2-1站最小；在中层SW2-4 站流速最大，SW2-1 站最小；在底层SW2-5 站流速最大，SW2-6 站最小。

表 6.1-4 各站实测最大涨、落潮流（cm/s、°）

测站	涨、落潮	表 层		中 层		底 层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW2-1	落潮流	16.7	79.7	15.8	137.2	21	244.5	12.7	102.7
	涨潮流	21.1	259.4	20.6	245.9	37.8	270.8	22.9	253
SW2-2	落潮流	45.8	128	21.2	89.1	30.4	284.3	22.9	106.3
	涨潮流	32	111.7	23.6	107.9	38.6	283.3	23.2	104.9
SW2-3	落潮流	29.1	118.1	37.6	216.6	31.6	225.3	29.3	139.5

测站	涨、落潮	表 层		中 层		底 层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW2-4	涨潮流	33	227.9	22.3	142.4	20.2	355.2	22	141.8
	落潮流	55	63	33.4	169.5	38.9	71.8	38.3	65.5
	涨潮流	65.9	197.3	58.9	38.7	60.9	200.5	54.6	42.4
SW2-5	落潮流	45.5	57	47.2	79.9	43.6	46.1	34.1	45.9
	涨潮流	65.9	197.3	53.7	40.4	60.9	200.5	53.3	199.4
SW2-6	落潮流	58.2	92.9	34.4	84.8	52	99.4	40.2	102.3
	涨潮流	44.7	89.2	29	68	28.9	95.8	31.1	84.7

表 6.1-5 各站实测平均涨、落潮流 (m/s、°)

测站	涨、落潮	表 层		中 层		底 层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW2-1	落潮流	7.8	137.8	2.7	168.3	6.6	242.1	3.7	179.5
	涨潮流	6.2	203.1	8.8	236.5	11.8	256.6	8.4	237.8
SW2-2	落潮流	15.7	126.9	9.4	125.8	4.6	141.1	9.8	128.5
	涨潮流	10.5	117.5	3.5	24.5	7.5	320.2	2.5	51.6
SW2-3	落潮流	17.3	117.3	19.8	148.4	15.8	148.3	17.3	139.5
	涨潮流	8	143	7.8	134.5	6.7	123.7	7.5	134.4
SW2-4	落潮流	14.5	67.3	6.4	83.5	25.5	53	14.3	62.5
	涨潮流	13.1	102.7	6.5	98.5	6.6	98.7	8.5	100.5
SW2-5	落潮流	24.8	57.8	12.2	93.3	21.1	54.2	17.9	65.6
	涨潮流	17.5	95.3	6.3	124.8	9.1	97.6	10.3	102.9
SW2-6	落潮流	36.9	97.2	21	86.1	31.5	91.8	28.8	92.2
	涨潮流	25.9	101	11.5	98.8	19.8	79.1	18.1	93.4

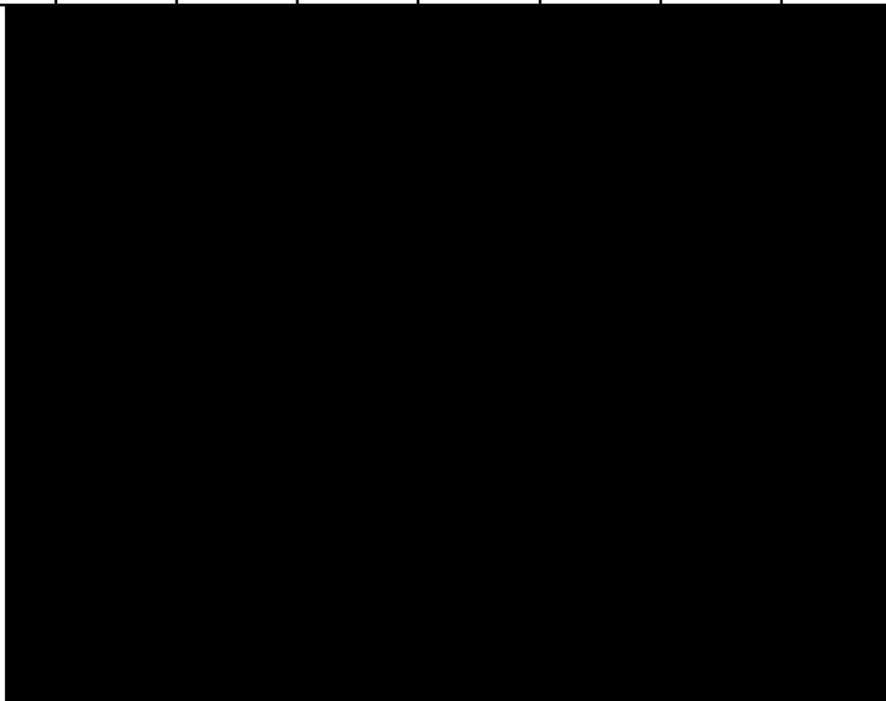


图 6.1-3 各站表层海流平面分布矢量图

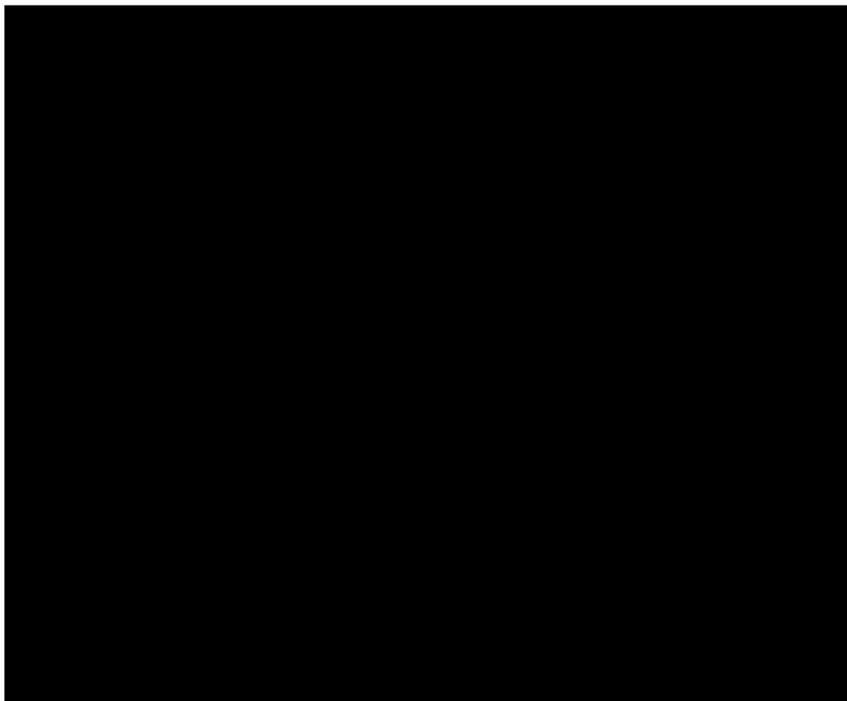


图 6.1-4 各站中层海流平面分布矢量图

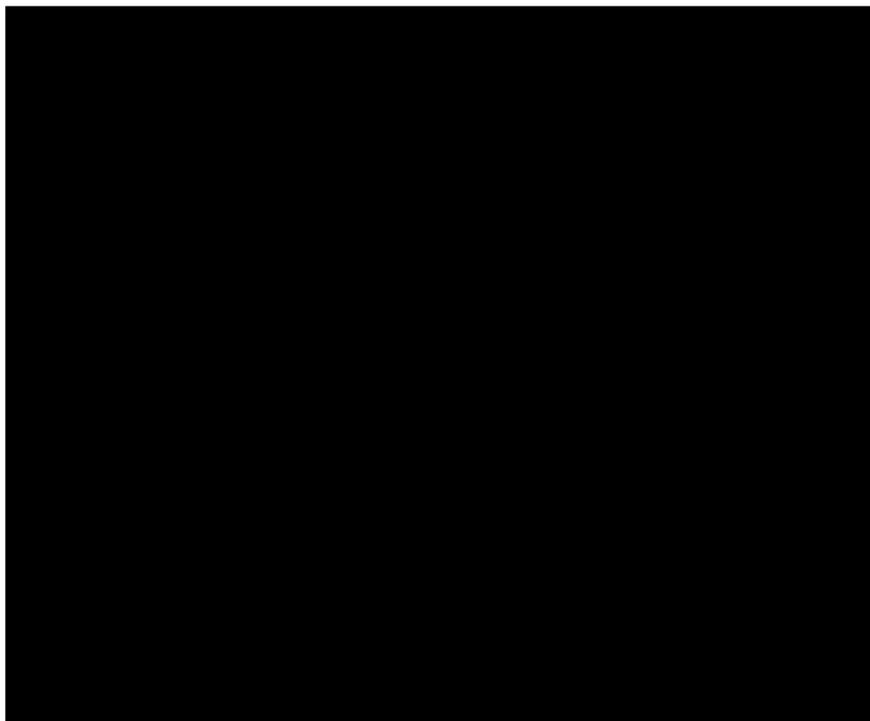


图 6.1-5 各站底层海流平面分布矢量图

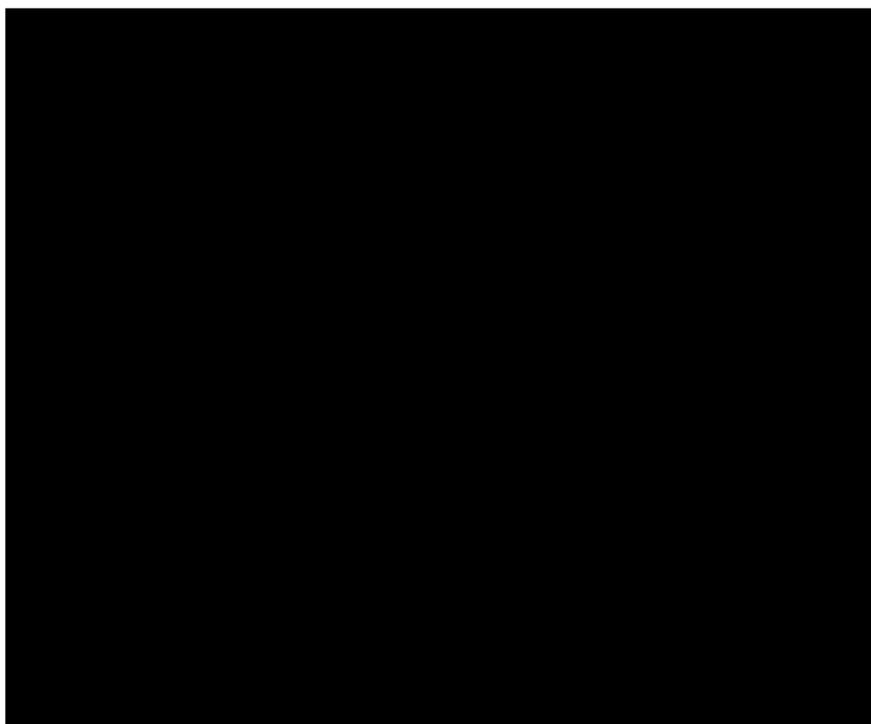


图 6.1-6 各站垂向平均海流平面分布矢量图

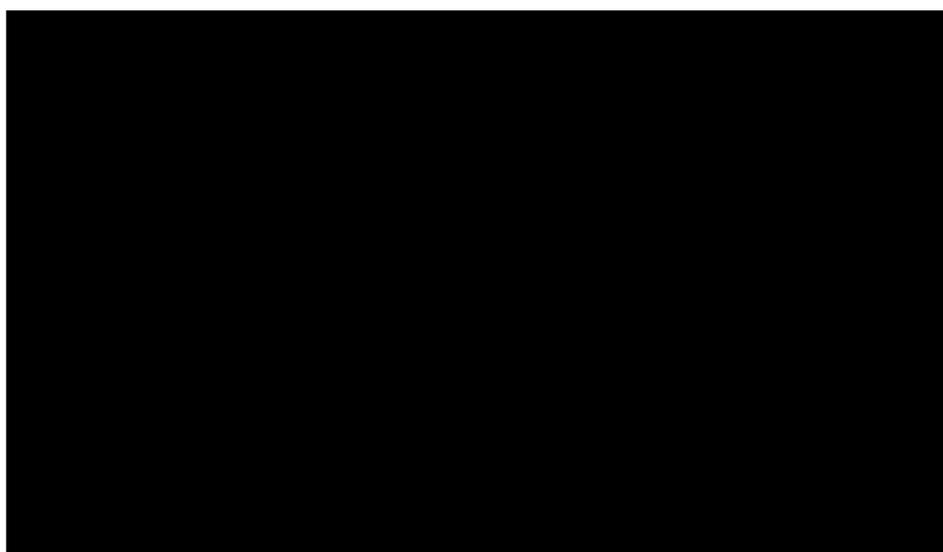


图 6.1-7 SW2-1 站海流矢量图

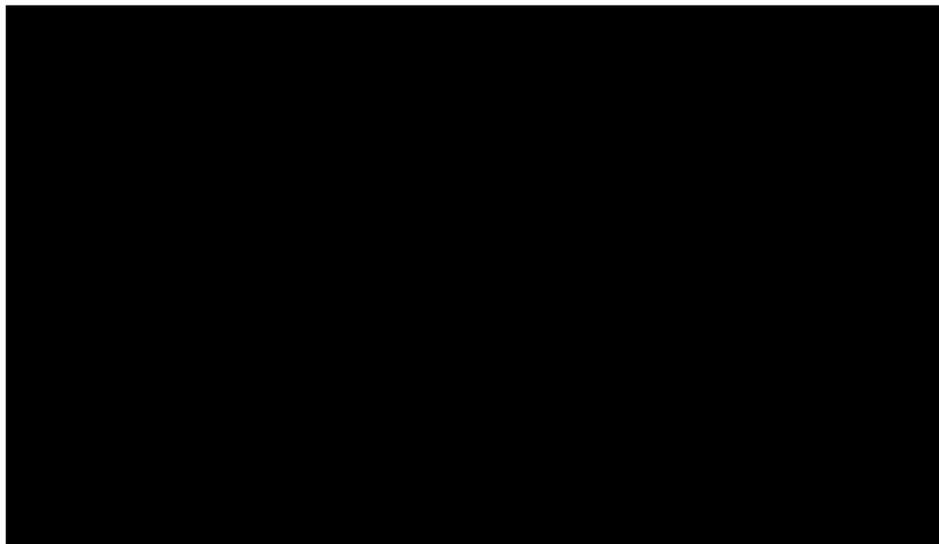


图 6.1-8 SW2-2 站海流矢量图

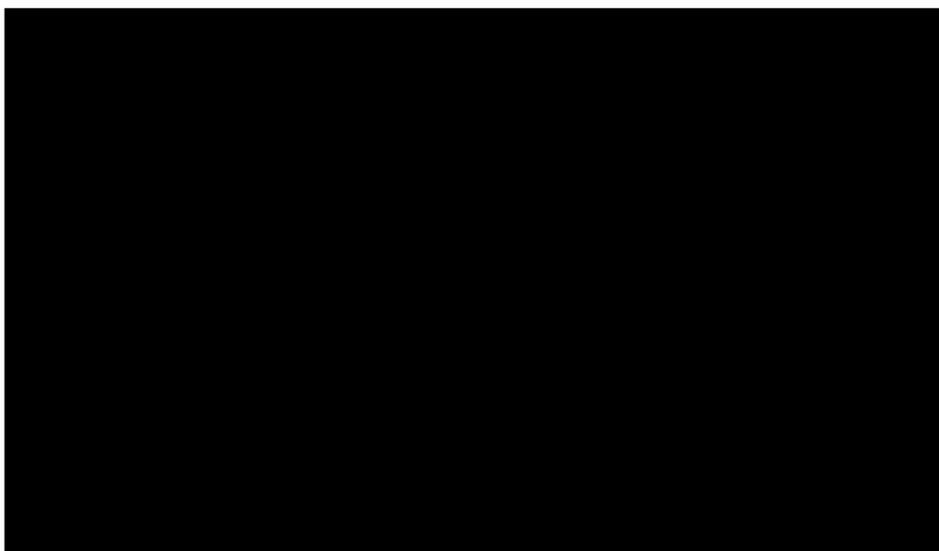


图 6.1-9 SW2-3 站海流矢量图

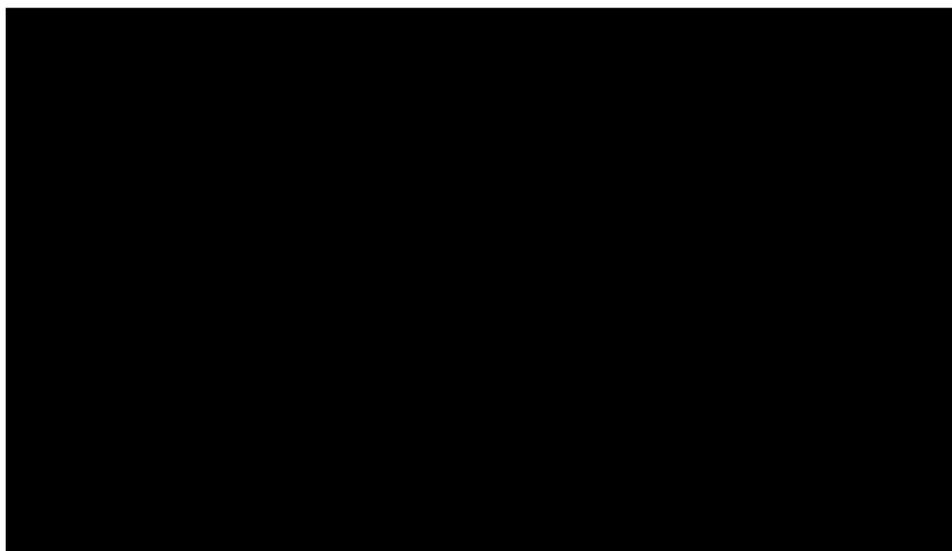


图 6.1-10 SW2-4 站海流矢量图

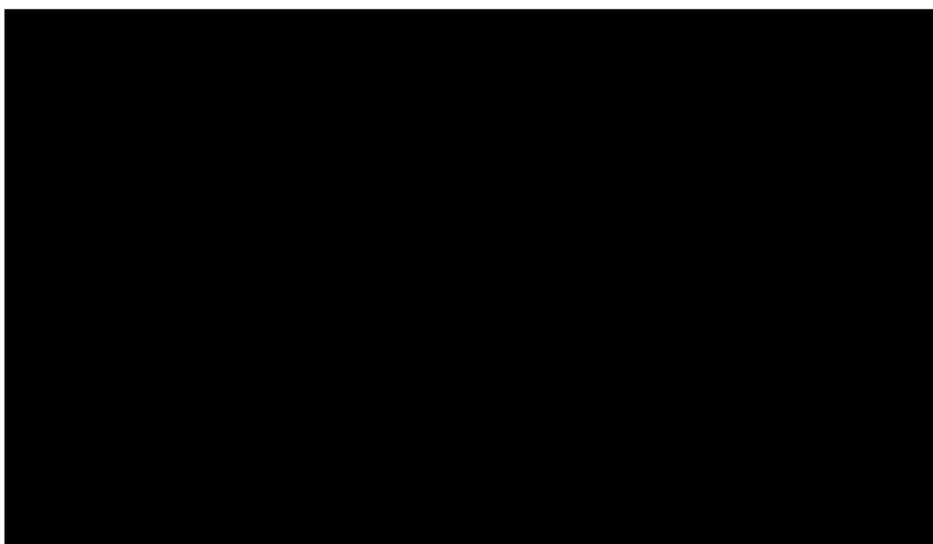


图 6.1-11 SW2-5 站海流矢量图

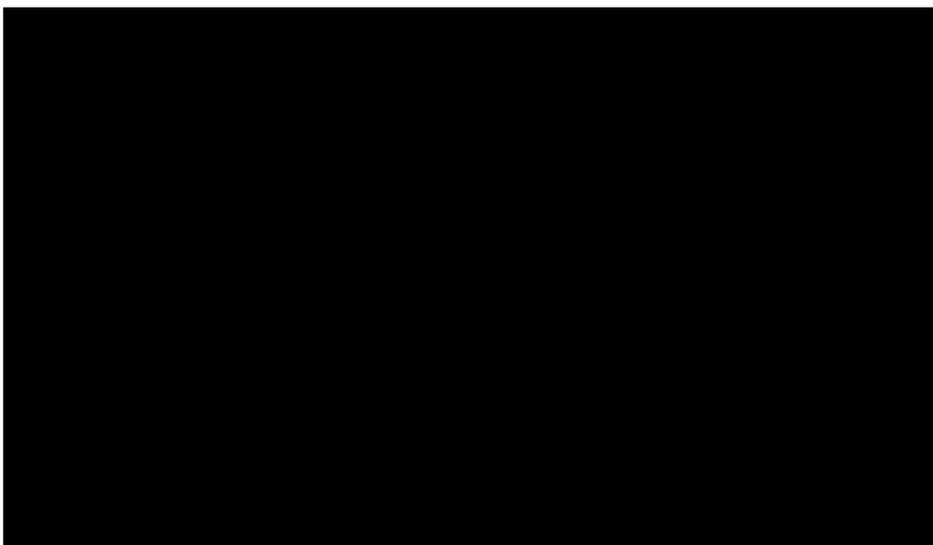


图 6.1-12 SW2-6 站海流矢量图

### 6.1.3.2 潮流的运动形式及椭圆要素

调查海区各站各层 $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$  和 $O_1$  的潮流椭圆要素见表 6.1-6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均表现为 $S_2$ 和 $M_2$  分潮流占优。最大 $M_2$  分潮流出现在SW2-4 站中层，流速为61.089cm/s。各站各层潮流均表现为 $M_2$  分潮流占优，大部

分测站的 $M_2$  分潮流的 $k$  值均较大，绝对值大于0.25，均表现为旋转流的特征；个别测站个别层次 $M_2$  分潮流 $k$ 值绝对值小于0.25，表现为往复流的特征。

本海区的各分潮最大流速方向主要受附近地形的影响，各个分潮流流向几乎与岸线平行，个别测站分潮流流向与岸线存在一定的夹角，在各测站表中底层差异较小。

表 6.1-6 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 (°)	站位层次	分潮	最大潮 流(cm/s)	最小潮 流(cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
SW2-1-表	O1 分潮	8.7416	0.6091	-0.0697	297.2	SW2-4-表	O1 分潮	11.794	5.362	-0.4546	263.6
	K1 分潮	5.672	2.391	-0.4215	93.1		K1 分潮	12.7583	3.0335	-0.2378	41.5
	M2 分潮	10.4819	4.2459	-0.4051	156.4		M2 分潮	39.0067	1.8303	-0.0469	215.2
	S2 分潮	14.9994	1.0296	-0.0686	346.6		S2 分潮	31.3053	5.0243	-0.1605	213.8
	M4 分潮	18.3837	0.1787	0.0097	247		M4 分潮	14.609	6.6018	0.4519	294.6
	MS4 分 潮	19.731	1.5845	-0.0803	245.7		MS4 分潮	20.2652	0.0576	-0.0028	92
SW2-1-中	O1 分潮	6.5963	4.7312	-0.7173	337.5	SW2-4-中	O1 分潮	29.8993	3.8179	0.1277	214.4
	K1 分潮	7.8085	2.9029	-0.3718	82.4		K1 分潮	23.3618	5.7643	0.2467	31.6
	M2 分潮	17.1385	9.2383	-0.539	258.2		M2 分潮	61.089	15.4755	0.2533	220.2
	S2 分潮	21.755	11.6408	-0.5351	73.5		S2 分潮	74.2099	25.2957	0.3409	209.2
	M4 分潮	16.8493	1.2593	-0.0747	274.9		M4 分潮	17.3681	6.7583	-0.3891	31.3
	MS4 分 潮	18.3562	3.3965	-0.185	276.1		MS4 分潮	14.749	5.3868	-0.3652	45.5
SW2-1-底	O1 分潮	14.104	1.1387	-0.0807	133.4	SW2-4-底	O1 分潮	17.2349	8.8129	-0.5113	178.6
	K1 分潮	11.4248	1.4091	-0.1233	300.7		K1 分潮	18.878	5.0687	-0.2685	357.3
	M2 分潮	28.7215	1.6671	-0.058	296.8		M2 分潮	28.4789	1.2062	-0.0424	192.3
	S2 分潮	40.2941	4.131	-0.1025	123.1		S2 分潮	32.3792	14.3528	-0.4433	181.8
	M4 分潮	9.4063	2.1729	0.231	72.1		M4 分潮	14.3565	10.4111	-0.7252	310.7
	MS4 分 潮	9.1591	0.5412	-0.0591	229.6		MS4 分潮	28.0384	14.627	-0.5217	37.5
SW2-2-表	O1 分潮	21.1005	6.1373	0.2909	132.2	SW2-5-表	O1 分潮	27.8759	1.5596	-0.0559	248.9
	K1 分潮	11.9127	4.2653	0.358	329.6		K1 分潮	24.436	3.5449	-0.1451	61.4
	M2 分潮	28.9849	8.6032	0.2968	310.5		M2 分潮	39.4318	12.1757	-0.3088	225.2

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

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 (°)	站位层次	分潮	最大潮 流(cm/s)	最小潮 流(cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	S2 分潮	38.7175	11.3673	0.2936	132.2		S2 分潮	55.8463	9.6642	-0.1731	237.3
	M4 分潮	42.6087	5.9324	-0.1392	347.1		M4 分潮	30.8657	1.8535	0.0601	33.5
	MS4 分潮	52.8303	8.9499	-0.1694	166.9		MS4 分潮	30.755	4.8532	0.1578	32.1
SW2-2-中	O1 分潮	20.5984	8.7768	-0.4261	291.6	SW2-5-中	O1 分潮	40.1057	0.6204	0.0155	201
	K1 分潮	12.8523	4.3672	-0.3398	92.8		K1 分潮	33.8949	0.6115	-0.018	18.4
	M2 分潮	34.3142	3.5829	0.1044	96.8		M2 分潮	54.5231	3.7915	0.0695	20.6
	S2 分潮	55.593	4.3879	0.0789	271.3		S2 分潮	100.1644	5.1545	-0.0515	198.8
	M4 分潮	41.678	14.0839	0.3379	112.1		M4 分潮	15.4241	8.6081	-0.5581	63.4
	MS4 分潮	53.2388	14.889	0.2797	291.1		MS4 分潮	21.2107	5.3322	-0.2514	73.4
SW2-2-底	O1 分潮	26.4516	9.5178	-0.3598	95.3	SW2-5-底	O1 分潮	11.4092	4.7584	-0.4171	146.4
	K1 分潮	19.417	8.6152	-0.4437	270.9		K1 分潮	15.7606	4.1993	-0.2664	342
	M2 分潮	17.8666	6.0417	0.3382	355.1		M2 分潮	28.9481	7.3577	-0.2542	216.8
	S2 分潮	31.3498	1.0588	0.0338	194.4		S2 分潮	27.3446	7.4576	-0.2727	220.1
	M4 分潮	13.5496	3.1945	-0.2358	105.8		M4 分潮	18.8069	0.6577	0.035	308.4
	MS4 分潮	28.1339	4.8434	-0.1722	280.5		MS4 分潮	21.2859	12.6568	-0.5946	303
SW2-3-表	O1 分潮	10.409	5.1686	-0.4965	314.7	SW2-6-表	O1 分潮	18.1533	3.5948	-0.198	232.7
	K1 分潮	12.1406	5.9043	-0.4863	110.3		K1 分潮	11.4825	0.1796	-0.0156	65
	M2 分潮	16.9999	11.6332	-0.6843	138.5		M2 分潮	12.9176	6.3355	0.4905	267.9
	S2 分潮	27.6896	9.8441	-0.3555	349.9		S2 分潮	12.3699	2.8627	0.2314	216.4
	M4 分潮	13.2058	4.9163	-0.3723	77.1		M4 分潮	12.8828	1.3066	-0.1014	148.4
	MS4 分潮	15.5345	9.3356	-0.601	246		MS4 分潮	18.545	0.7496	-0.0404	336.9
SW2-3-中	O1 分潮	6.8205	2.7023	-0.3962	234.4	SW2-6-中	O1 分潮	6.9521	4.5852	-0.6595	117.8

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

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 (°)	站位层次	分潮	最大潮 流(cm/s)	最小潮 流(cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	K1 分潮	8.4742	1.599	-0.1887	101		K1 分潮	5.9723	1.5931	-0.2667	267.4
	M2 分潮	14.2847	1.2578	-0.0881	283		M2 分潮	7.7776	0.6875	0.0884	273
	S2 分潮	12.0075	1.3288	-0.1107	251.8		S2 分潮	15.3016	1.7967	-0.1174	60.5
	M4 分潮	18.8545	13.808	0.7323	65.3		M4 分潮	21.8583	2.2737	-0.104	172.1
	MS4 分 潮	22.3996	13.4725	0.6015	254.4		MS4 分潮	31.5604	1.2041	0.0382	356.8
SW2-3-底	O1 分潮	8.7238	2.2816	-0.2615	203.7	SW2-6-底	O1 分潮	26.8585	4.8192	-0.1794	152.8
	K1 分潮	3.4657	1.7124	-0.4941	64.3		K1 分潮	18.927	0.6838	-0.0361	332.3
	M2 分潮	7.1367	0.8592	-0.1204	275.4		M2 分潮	16.6993	5.583	0.3343	172.4
	S2 分潮	7.9407	1.6828	-0.2119	170.2		S2 分潮	32.3313	8.8983	0.2752	143.1
	M4 分潮	18.7101	1.1516	0.0615	81.7		M4 分潮	13.0475	3.9366	0.3017	19.6
	MS4 分 潮	25.0053	0.3922	0.0157	93.6		MS4 分潮	14.7037	1.8417	0.1253	204.2

### 6.1.3.3 潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数  $F = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$  作为判别标准：

$F \leq 0.5$	正规半日潮流
$0.5 < F \leq 2.0$	不正规半日潮流
$2.0 < F \leq 4.0$	不正规全日潮流
$4.0 < F$	正规全日潮流

其中  $W_{O1}$  为主要太阴日分潮流  $O1$  的最大流速， $W_{K1}$  为主要太阴太阳合成日分潮流  $K1$  的最大流速， $W_{M2}$  为主要太阴半日分潮流  $M2$  的最大流速。

各站各层潮流性质系数  $F$  值见表 6.1-7。根据潮流调和分析结果，调查海区潮流类型主要表现为正规全日潮流。

表 6.1-7 潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
SW2-1	表层	5.36	正规全日潮流
	中层	4.73	正规全日潮流
	底层	4.82	正规全日潮流
SW2-2	表层	4.73	正规全日潮流
	中层	4.76	正规全日潮流
	底层	4.59	正规全日潮流
SW2-3	表层	4.53	正规全日潮流
	中层	4.55	正规全日潮流
	底层	4.36	正规全日潮流
SW2-4	表层	4.44	正规全日潮流
	中层	4.46	正规全日潮流
	底层	4.67	正规全日潮流
SW2-5	表层	4.38	正规全日潮流
	中层	4.35	正规全日潮流
	底层	4.61	正规全日潮流
SW2-6	表层	4.71	正规全日潮流
	中层	4.68	正规全日潮流
	底层	4.7	正规全日潮流

### 6.1.3.4 理论最大可能潮流

根据《港口与航道水文规范》JTS 145-2-2015 的规定，对于不正规半日潮流和不正规全日潮的海区，最大可能潮流  $V_{max}$  取下列公式计算中的大值：

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

$$\vec{V}_{max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.45\vec{W}_{O_1} \quad (\text{式 4-2})$$

上式中 $\vec{W}_{M_2}$ 、 $\vec{W}_{S_2}$ 、 $\vec{W}_{K_1}$ 、 $\vec{W}_{O_1}$ 、 $\vec{W}_{M_4}$ 、 $\vec{W}_{MS_4}$ 分别为M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>、K<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、M<sub>4</sub>和MS<sub>4</sub>这6个主要分潮潮流椭圆长半轴矢量，计算结果列于表 6.1-8中。

由表可知，理论最大可能潮流流速的最大值出现在SW2-5站的中层，最大可达197.18cm/s，流向为东偏北方向。SW2-1、SW2-2和SW2-6底层大于表层，其余均是表层大于底层。SW2-5测站中层最大。

表 6.1-8 各站潮流可能最大流速及流向

站位	层位	可能最大流速 (cm/s)	流向 (°)
SW2-1	表层	47.23182	223.325
	中层	60.95174	187.9
	底层	107.7461	213.5
SW2-2	表层	117.3584	226.125
	中层	140.3386	188.125
	底层	118.6384	228.925
SW2-3	表层	79.20751	228.35
	中层	56.19673	216.1
	底层	57.0399	199.45
SW2-4	表层	106.8931	153.475
	中层	161.6742	139.55
	底层	96.31879	193.425
SW2-5	表层	149.1249	143.25
	中层	197.1819	68.025
	底层	93.71894	194.65
SW2-6	表层	84.30994	217.15
	中层	51.76351	248.775
	底层	124.3625	253.575

### 6.1.4 余流分析

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。观测期间余流的分布图见图 6.1-13。

由图可知，调查海区观测期间余流主要介于3.04m/s~30.61cm/s。最大余流为潮流SW2-6站（表层，30.61cm/s，98.6°），最小余流为潮流SW2-2站（底层，3.04cm/s，

310.6°)。各测站余流的方向基本都是与岸线平行，方向为东南或偏东方向，SW2-1 为西南偏南方向。

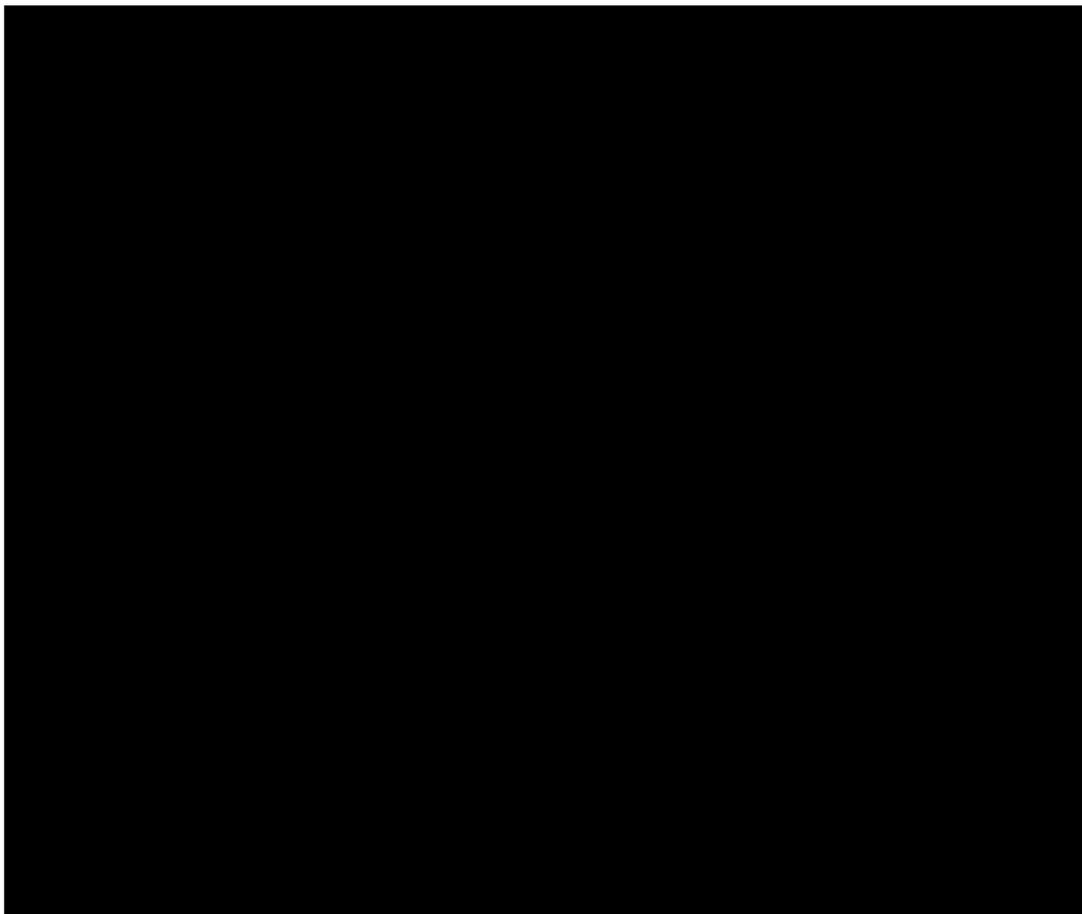


图 6.1-13 观测期间余流的分布图

表 6.1-9 观测期各站各层余流对比表

站位及层位		观测期间余流	
		流速 (cm/s)	流向 (°)
SW2-1	表层	5.75	166.2
	中层	5.54	220.6
	底层	9.65	252.8
	垂向平均	5.67	222.0
SW2-2	表层	11.93	123.6
	中层	3.44	95.9
	底层	3.04	310.6
	垂向平均	3.96	112.7
SW2-3	表层	11.83	127.2
	中层	12.87	144.4
	底层	10.08	139.7
	垂向平均	11.62	138.0
SW2-4	表层	12.79	89.7
	中层	5.95	100.1
	底层	13.74	65.3

站位及层位		观测期间余流	
		流速 (cm/s)	流向 (°)
SW2-5	垂向平均	10.01	82.4
	表层	19.32	77.8
	中层	8.19	106.6
	底层	12.73	71.6
	垂向平均	12.52	83.1
SW2-6	表层	30.61	98.6
	中层	15.00	90.3
	底层	24.65	85.4
	垂向平均	22.46	92.0

### 6.1.5 悬浮泥沙

#### (1) 含沙量

本次水文观测期间，各站含沙量过程曲线如图 6.1-14 至图 6.1-19 所示，各站含沙量范围如表 6.1-10 所示。

由图表结果可知：观测期间（1）调查海区含沙量范围为 22mg/L~54mg/L，SW2-2 站表层含沙量最大（54mg/L），其次是 SW2-3 站表层含沙量（50 mg/L），SW2-2 站底层含沙量最小（22mg/L）；（2）在空间分布上各个测站含沙量相差不大；（3）在垂向上，各站各层含沙量呈现底层含沙量大于中表层大于表层的趋势，SW2-2 除外。

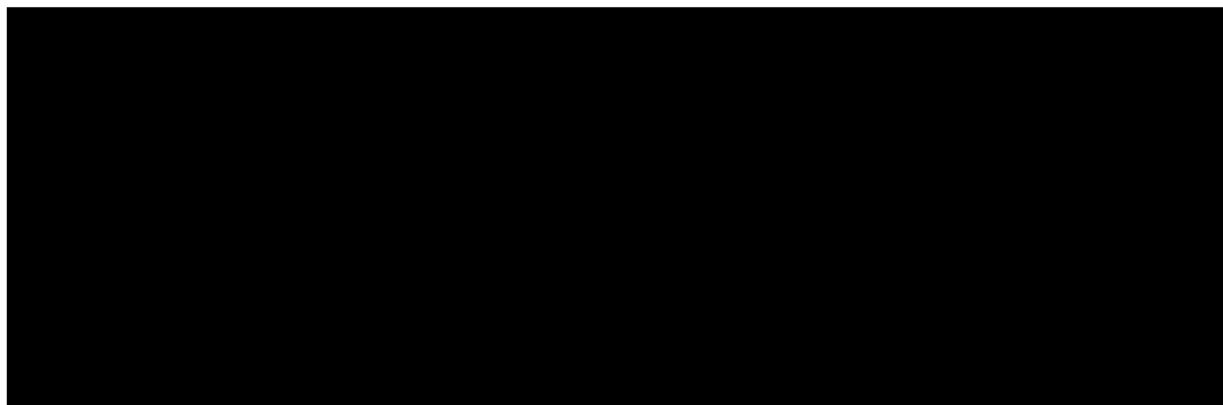


图 6.1-14 SW2-1 站含沙量过程曲线

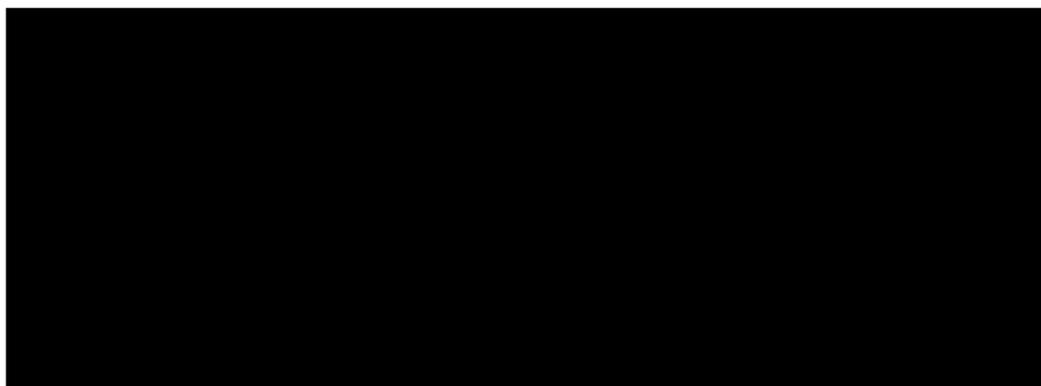


图 6.1-15 SW2-2 站含沙量过程曲线



图 6.1-16 SW2-3 站含沙量过程曲线

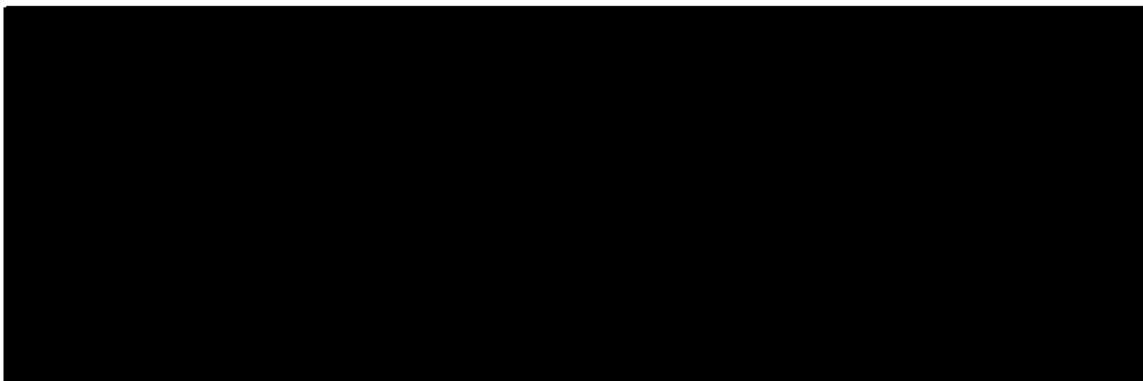


图 6.1-17 SW2-4 站含沙量过程曲线

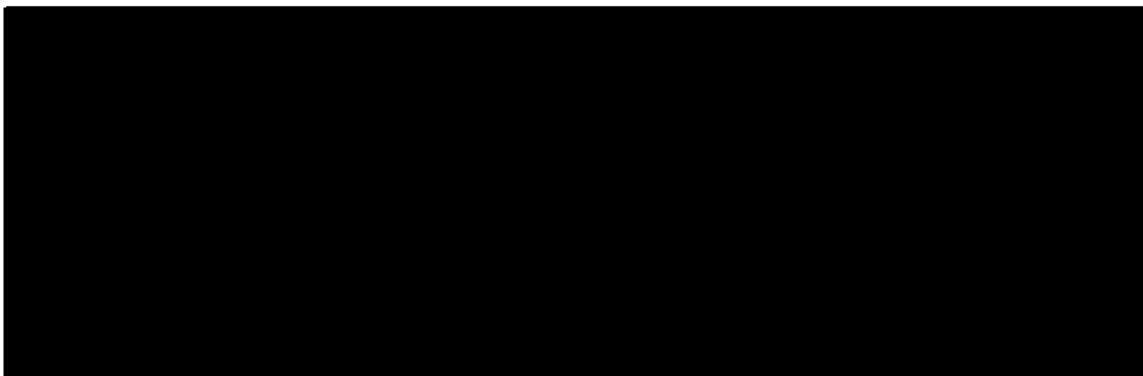


图 6.1-18 SW2-5 站含沙量过程曲线

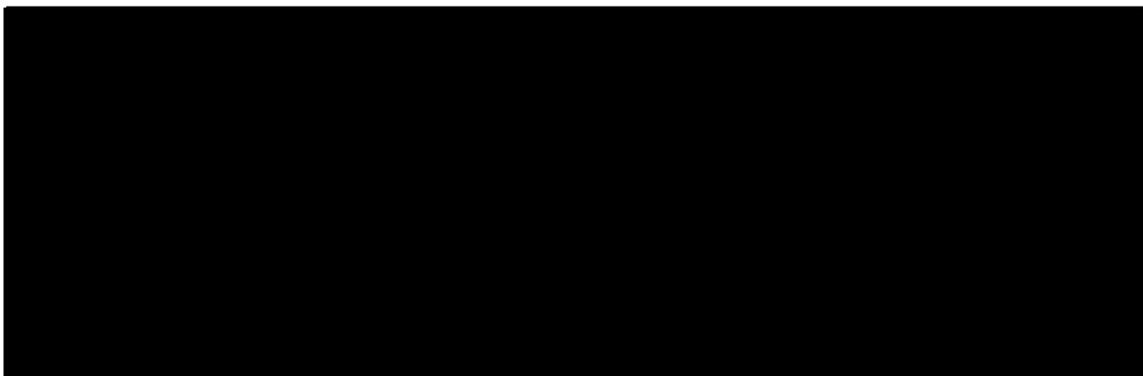


图 6.1-19 SW2-6 站含沙量过程曲线

表 6.1-10 各测站含沙量统计

站点	层	含沙量 (kg/m <sup>3</sup> )			
		最大	最小	平均	垂向平均
SW2-1	表层	0.038	0.023	0.031	0.032
	中层	0.044	0.023	0.032	
	底层	0.046	0.026	0.035	
SW2-2	表层	0.054	0.03	0.038	0.038
	中层	0.046	0.031	0.038	
	底层	0.047	0.022	0.038	
SW2-3	表层	0.050	0.027	0.039	0.038
	中层	0.049	0.028	0.038	
	底层	0.049	0.024	0.037	
SW2-4	表层	0.046	0.03	0.036	0.038
	中层	0.047	0.029	0.040	
	底层	0.049	0.027	0.038	
SW2-5	表层	0.047	0.03	0.037	0.041
	中层	0.048	0.038	0.043	
	底层	0.049	0.029	0.042	
SW2-6	表层	0.042	0.024	0.033	0.036
	中层	0.046	0.024	0.036	
	底层	0.048	0.028	0.038	

(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 6.1-11 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的单日单宽输沙量统计结果。

涨潮期最大单日单宽输沙量为 10.06 t/m，方向 51.1°；落潮期最大单日单宽输沙量为 6.24t/m，方向 191.5°；均出现在 SW2-4 站。最大单日单宽净输沙量为 11.31 t/m，方向 91.9°，出现在 SW2-6 站。

表 6.1-11 各站单日单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向

	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
SW2-1	0.18	275.9	1.09	205.4	1.16	213.7
SW2-2	1.01	328.9	2.55	130.6	1.62	119.2
SW2-3	0.32	338.8	3.70	140.0	3.40	138.2
SW2-4	10.06	51.1	6.24	191.5	6.59	88.3
SW2-5	8.94	51.8	4.93	171.4	7.78	85.1
SW2-6	5.53	75.7	6.20	106.3	11.31	91.9

## 6.2 地形地貌与冲淤环境现状

### 6.2.1 地形地貌

#### (1) 地貌特征

图 6.2-1 为碣石湾的地貌类型分布图。该图显示海湾东西两侧由花岗岩等岩石构成的丘陵和台地，海岸突出形成基岩岬角，海湾内凹呈新月形，开放宽阔，湾顶为滨岸沙坝泻湖平原和冲海积（三角洲）平原。沿岸沙堤、沙坝和连岛沙洲等堆积地貌发育，是一个面向南海的开敞的新月形海湾、海蚀和海积地貌形态交错分布。本海湾现代海蚀和海积地貌发育，相间分布，海蚀地貌多见于岬角和海岸突出部，主要形态有海蚀残丘、海蚀崖和岩滩等。海积地貌见于湾岸内，主要有泥滩、沙滩、沙堤、沙坝和沙咀等形态多样。

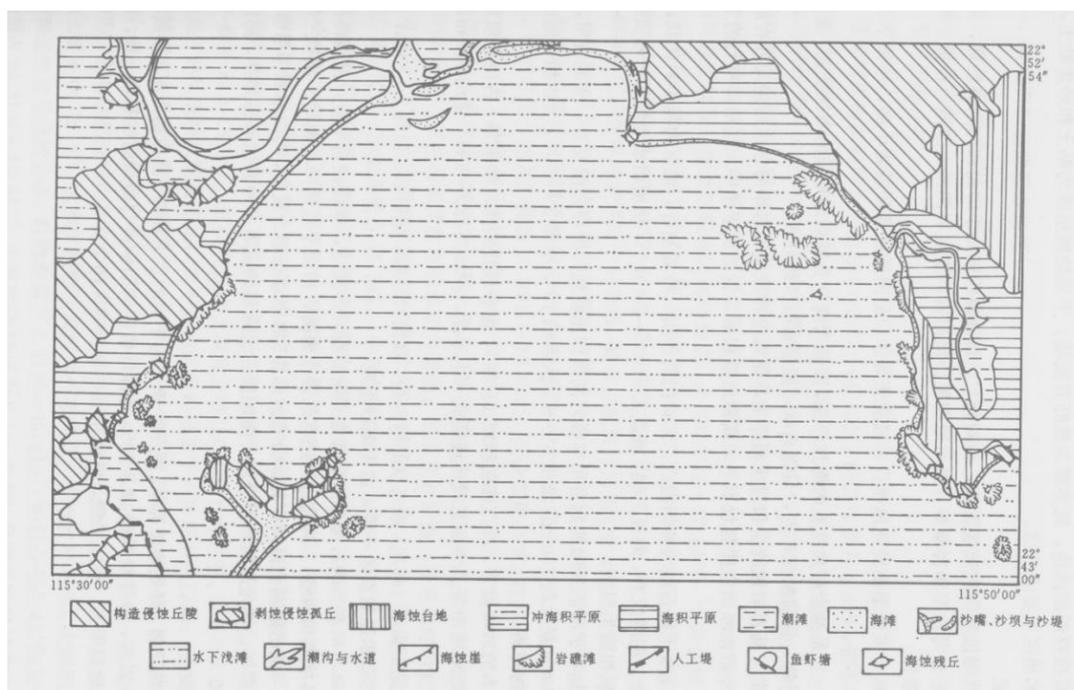


图 6.2-1 碣石湾地貌类型分布图

（2）水下地形特征

图 6.2-2 为碣石湾水下地形图，湾内等深线稀疏，1m~10m 等深线横穿湾的中央与海岸轮廓线基本一致，未见冲刷槽等海蚀地貌形态，海底平缓，坡度在  $1 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$ 。本项目位于碣石湾内，距离陆丰金厢镇南侧虎尾山 5.4 公里海域，水深约 10 m。项目用海区水深情况见图 6.2-3。

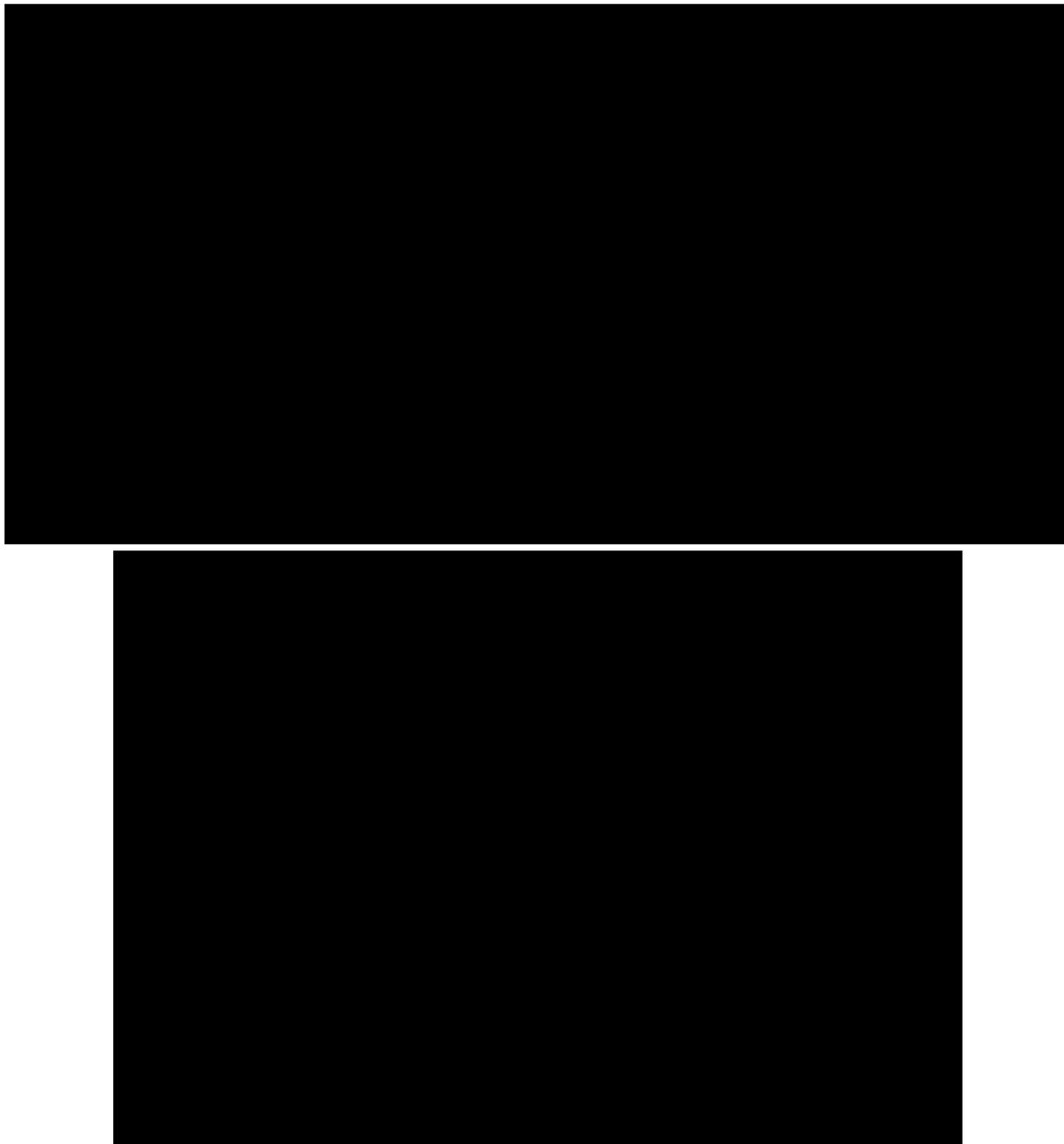


图 6.2-3 项目用海区水下地形图

## 6.2.2 沉积物类型

### （1）区域沉积物的类型

碣石湾表层沉积物分为 8 种类型，分别受到地貌形态及水深变化的制约，所以其沉积类型的分布具有一定的规律性。

粗砂（CS）主要分布在湾的东北侧近岸及潮间带，湾的西侧局部潮间带及湾的东侧近口部，从该类沉积物粒度组分特征可知，该类沉积物是在水动力强劲的环境下经过了良好的分选形成的。

细砂（FS）主要分布在湾的西北侧近岸及潮间带，湾的东侧近岸及潮间带。这类沉积物以细砂为主，从该类沉积物粒度组分特征可知，该类沉积物分选良好，是在以波浪作用为主的高能水动力环境下形成的。

粉砂质砂（TS）这类沉积物所覆盖的范围较小，仅在湾顶、湾的中部和西侧有小面积出现。由于这类沉积物是属于细砂（FS）和砂-粉砂-粘土的过渡型，所以其粒度参数的变化范围较大。沉积物粒度组分反映出同是该类沉积物但是却分别存在着截然不同的水动力环境，在湾顶和湾的西侧水动力较强，所以其分选性为好至很好均有出现。

砂质粉砂（ST）这类沉积物仅在湾的中部有出现，沉积物粒度组分特征显示这类沉积物是在中低能水动力环境下形成的。

粉砂（T）这类沉积物仅在湾的西侧近岸带有出现，沉积物粒度组分特征反映了该类沉积物是在潮流往复作用下形成的，分选性中等。

砂—粉砂—粘土（STY）这类沉积物在该湾分布最广，除了湾的中、西部有大面积出现外，在其他地方亦呈斑块状随处可见。由于这类沉积物是属于一种混杂沉积物，所以其粒度参数变化范围较大，频率曲线呈多峰形，表明该类沉积物是在水动力较弱的中低能环境形成的。

粘土质粉砂（YT）这类沉积物在该湾内分布较广，在湾的东半部有大面积出现，在湾的西侧和北侧均呈带状分布。砂的含量占 2.41%~19.61%，粉砂含量占 43.08%~68.93%，粘土含量占 23.31%~46.55%，中值粒径  $Md\phi$  为 6.58~7.87，分选系数  $Qd\phi$  为 1.10~2.17，频率曲线呈多峰平坦形，表明该类沉积物是在水动力较弱的中低能环境下形成的，所以沉积物分选性中等。

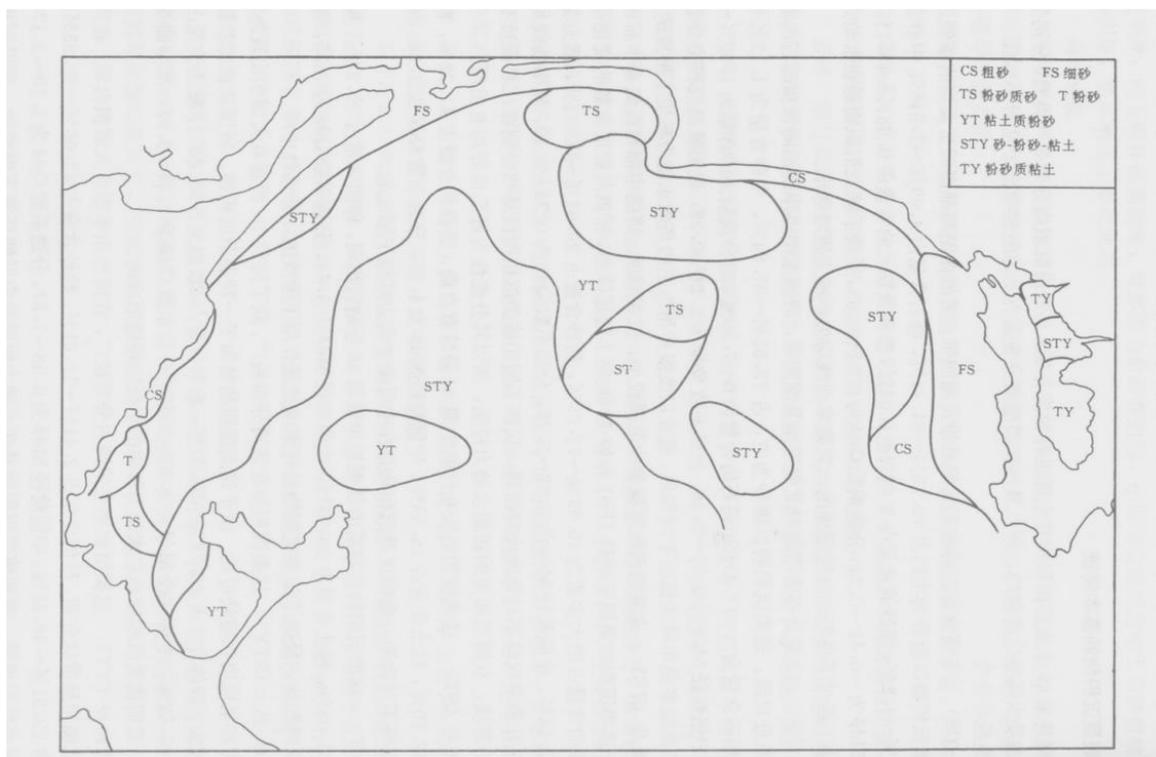


图 6.2-4 碣石湾沉积物类型图

(2) 项目区沉积物类型

根据国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2023 年春季在项目所在海域碣石湾开展的沉积物粒度调查资料，具体站位信息表 6.2-1。由该表可知，项目周边海域表层沉积物粒度类型以粘土质粉砂（YT）为主，部分站位表层沉积物粒度类型为砂质粉砂（ST），与历史对区域沉积物类型研究成果一致。

表 6.2-1 表层沉积物粒度调查结果

序号	站位	层次 (cm)	粒级含量 (%)				名称及代号
			砾 >2 mm	砂 0.063~2mm	粉砂 0.004~0.063mm	粘土 <0.004 mm	
1	J1	0~2	0.00	24.70	59.32	15.98	砂质粉砂 ST
2	J6	0~2	0.00	19.25	63.34	17.41	砂质粉砂 ST
3	J11	0~2	0.00	0.00	64.13	35.87	粘土质粉砂 YT
4	J12	0~2	0.00	1.33	71.04	27.63	粘土质粉砂 YT

### 6.3 水质现状调查与评价

#### 6.3.1 调查概况

本次采用汕尾环境监测中心站于2023年5月在项目所在海域碣石湾开展的海洋环境质量现状调查资料，调查时间为2023年5月。



序号	站位	东经 (E)	北纬 (N)	监测项目
■	■	■	■	■
		■	■	
■	■	■	■	■
		■	■	
■	■	■	■	■
		■	■	
■	■	■	■	■
		■	■	
■	■	■	■	■
		■	■	
■	■	■	■	■
		115°53.640'	22°36.721'	

备注：渔业资源（游泳动物）各调查断面为起点、终点坐标。

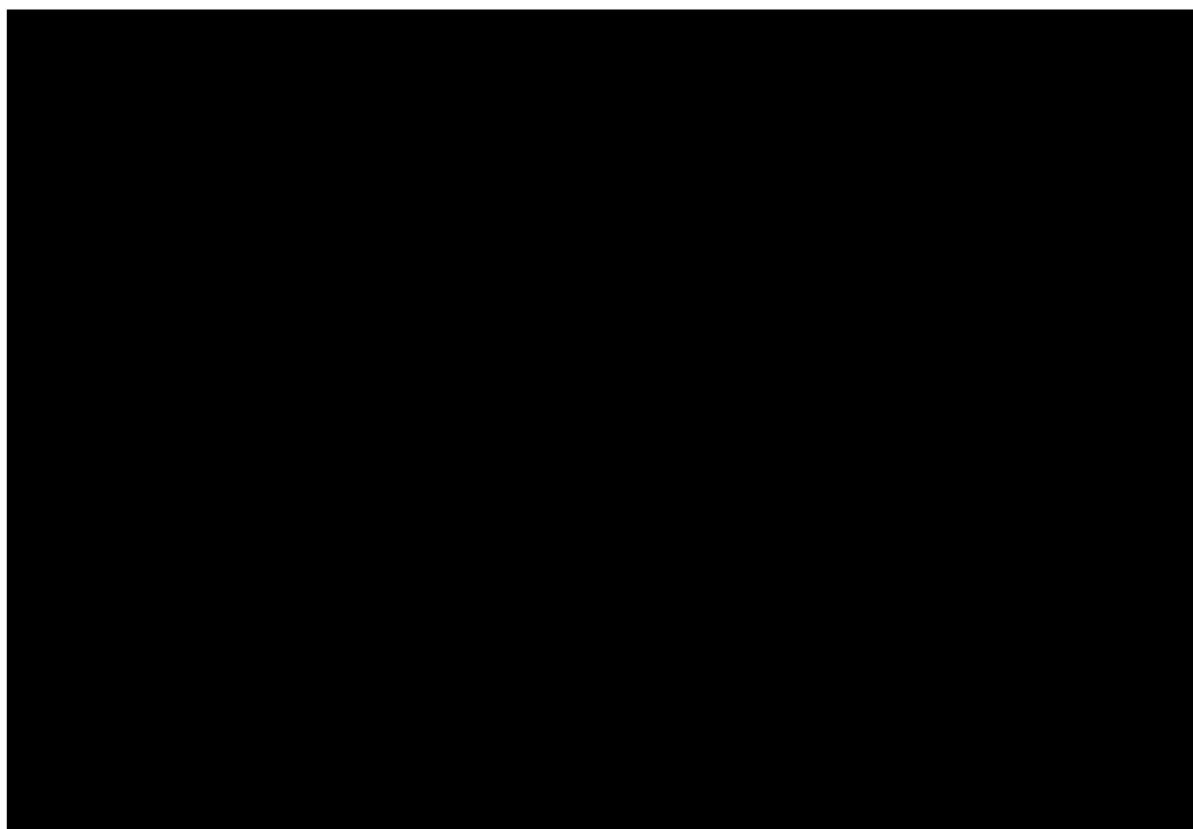


图 6.3-1 2023 年 5 月监测站位分布图

表 6.3-2 2022 年 11 月监测站位经纬度及内容

站位	东经 (E)	北纬 (N)	监测项目
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■



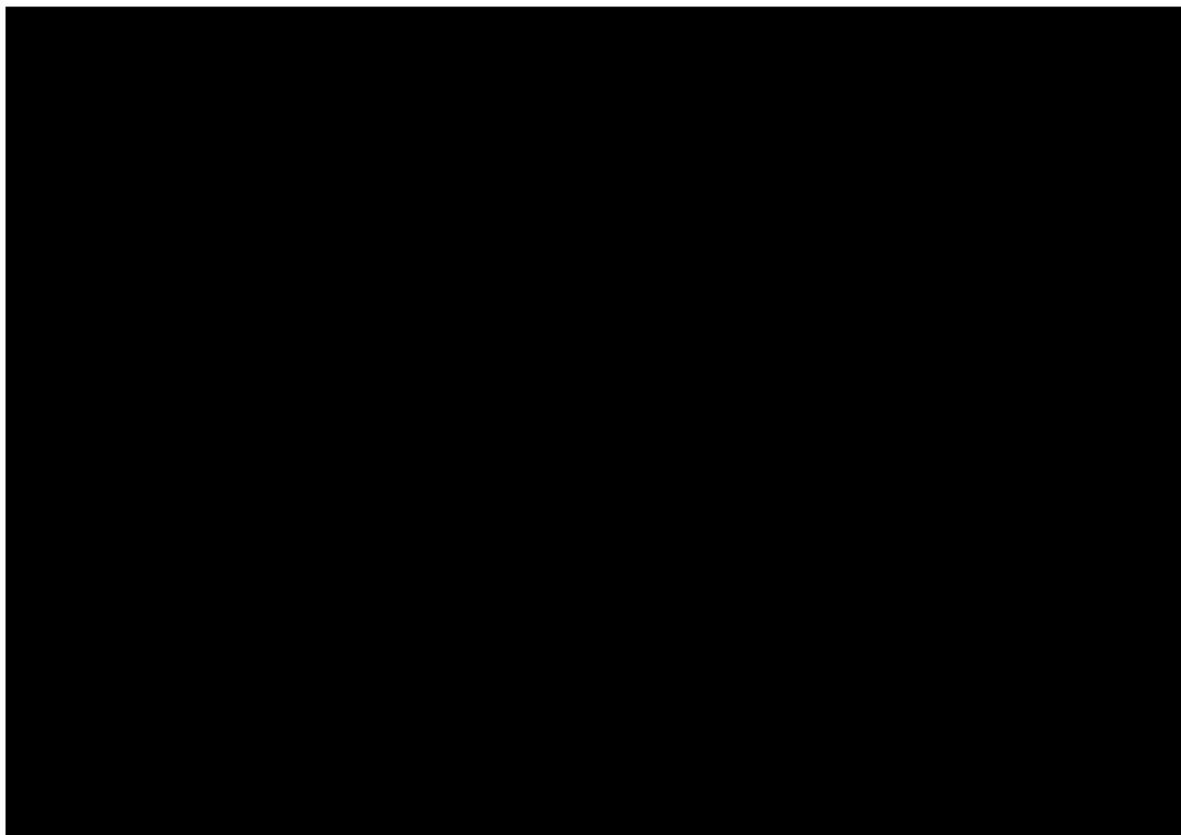


图 6.3-2 2022 年 11 月监测站位分布图

### 6.3.2 调查内容

海水水质调查内容包括：水温、盐度、水深、透明度、水色、pH、溶解氧、化学需氧量、无机磷、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、悬浮物、油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、生化需氧量。

### 6.3.3 采样与分析方法

#### （1）样品采集方法

水质的调查方法为现场监测法。调查中水质采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

①样品的采集、贮存、运输、分析全过程必须严格按照《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋观测规范 第2部分：海滨观测》（GB/T14914.2-2019）的有关要求进行；

②采样层次：当水深 $\leq 10\text{m}$ ，采集表层； $10\text{m} < \text{水深} \leq 25\text{m}$ ，采集表、底两层； $25\text{m} < \text{水深} \leq 50\text{m}$ ，采集表、10m、底层共三层。表层为距表面0.5m，底层为离底2.0m。海水温度、海水盐度样品与水质样品同步采集。油类样品采用表层油类采水器采集。

③对无法现场分析的样品，按《海洋监测规范》的要求加固定剂后带回实验室分析

(2) 检测分析方法

海水监测项目分析方法具体见表 6.3-3。

表 6.3-3 海水水质分析方法

项目	分析方法	检出限	分析仪器
pH	26 pH 计法	/	PHS-3F 实验室 pH 计/ 600811N0015020115
溶解氧	31 碘量法	0.02 mg/L	数显滴定仪/17C27585
化学需氧量	32 碱性高锰酸钾法	0.1 mg/L	
生化需氧量	33.1 五日培养法	/	数显滴定仪/17C27585、霉菌培养箱 /150306395
无机磷	39.1 磷钼蓝分光光度法	1.4 µg/L	UV-2350
亚硝酸盐	37 萘乙二胺分光光度法	0.5 µg/L	紫外可见分光光度计/ KBT1610020
硝酸盐	38.1 镉柱还原法	5.0 µg/L	
氨	36.2 次溴酸盐氧化法	5.0 µg/L	
汞	5.1 原子荧光法	0.007 µg/L	AFS-8330 原子荧光光度计/ 8330-1304084Z9
锌	9.2 阳极溶出伏安法	1.0 µg/L	797 VA Computrace
铜	6.2 阳极溶出伏安法	0.5 µg/L	伏安极谱仪/1797001027124
铅	7.2 阳极溶出伏安法	0.5 µg/L	
镉	8.2 阳极溶出伏安法	0.05 µg/L	
油类	13.2 紫外分光光度法	3.5 µg/L	UV-2800 紫外可见分光光度计/ SQU1411011
砷	11.1 原子荧光法	0.5 µg/L	AFS-8330 原子荧光光度计/ /8330-1304084Z9
悬浮物	27 重量法	/	ES1035A 电子分析天平
			DHG-9053A 电热恒温鼓风干燥箱

6.3.4 调查与评价结果

6.3.4.1 调查结果

2023年5月海水水质调查结果见表 6.3-4。

2022年11月海水水质调查结果见表 6.3-5。

表 6.3-4 2023 年 5 月海水水质现状调查结果表

站号	层次	水温	盐度	pH	悬浮物	DO	COD	BOD <sub>5</sub>	油类	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机磷	锌	镉	铅	铜	汞	砷
	(m)	(°C)																	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

站号	层次	水温	盐度	pH	悬浮物	DO	COD	BOD <sub>5</sub>	油类	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机磷	锌	镉	铅	铜	汞	砷
	(m)	(°C)																	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 6.3-5 2022 年 11 月海水水质现状调查结果表

站号	采样层次	pH	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD <sub>Mn</sub>	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		/	℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L
01	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
01	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
01	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
02	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
02	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
02	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
03	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
03	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
03	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
04	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
04	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
04	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
05	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
05	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
05	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
06	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
06	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
06	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
07	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
07	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
07	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
08	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
08	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
08	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
09	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
09	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
09	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
10	表层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
10	中层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100
10	底层	7.8	28.5	32.5	0.05	0.1	4.5	0.02	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	100

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

站号	采样层次	pH	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD <sub>Mn</sub>	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群	
		/	℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

备注：ND 为未检出。

### 6.3.4.2 评价标准与评价方法

#### (1) 评价因子

海水水质评价因子包括：pH、DO、COD、BOD<sub>5</sub>、无机氮、活性磷酸盐、总汞、铜、锌、铅、镉、砷、石油类、粪大肠菌群共14项等。

#### (2) 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》、《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）、《关于同意调整广东陆丰核电近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2021〕634号）与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，按照就高不就低原则，确定各站位各调查站位的评价执行标准见表 6.3-6、表 6.3-7。

**表 6.3-6 2023 年 5 月各调查站位水质执行标准**

站位	海洋环境功能区	近岸海域功能区	执行标准
J2	珠海-潮州近海农渔业区	白沙湖养殖功能区	一类
J6、J7、J11、J12	珠海-潮州近海农渔业区	碣石湾浅海渔业功能区	一类
J1、	碣石湾农渔业区	碣石湾浅海渔业功能区	一类
J5、J10	碣石湾农渔业区	金厢盐业、养殖、旅游功能区	二类
J16	田尾山工业与城镇用海区	/	二类
J19	田尾山-石碑山农渔业区	/	二类
J3、J8、J9、、J13、J14、J15、J17、J18、J20、J21	珠海-潮州近海农渔业区	/	一类
J4	遮浪南海洋保护区	/	一类

**表 6.3-7 2022 年 11 月各调查站位水质执行标准**

站位	海洋环境功能区	近岸海域功能区	执行标准
L4、L7、L11	碣石湾农渔业区	碣石湾浅海渔业功能区	一类
L14		碣石浅澳港口功能区	二类
L10		金厢盐业、养殖、旅游功能区	
L6、L51		乌坎工业、港口功能区	
L2、L3		乌坎养殖、盐业功能区	
L1		大湖养殖功能区	
L53		/	
L5	珠海-潮州近海农渔业区	大湖养殖功能区	一类
L17		/	
L8、L9、L12、L13、L15、L16		碣石湾内浅海功能区	
L18		田尾山工业与城镇用海区	碣石浅澳港口功能区

### （3）评价方法

评价方法采用标准指数法，当标准指数  $P_i$  值大于 1 时，表示第  $i$  项因子超出了其相应的评价标准，即表明该因子不能满足评价海域水质标准要求。标准指数法的计算方法如下：

#### 1) 一般污染物

$$P_i = \frac{C_i}{C_o}$$

式中： $P_i$ —第  $i$  种污染物的污染指数； $C_i$ —第  $i$  种污染物的实测浓度值（mg/L）； $C_o$ —第  $i$  种污染物的评价标准限值（mg/L）。

#### 2) pH

$$P_i = 7.0 - pH_i / 7.0 - pH_x \quad pH_i \leq 7.0$$

$$P_i = pH_i - 7.0 / pH_s - 7.0 \quad pH_i > 7.0$$

式中： $P_i$ —pH 的污染指数； $pH_i$ —pH 的实测浓度值； $pH_x$ —评价标准中 pH 值下限； $pH_s$ —评价标准中 pH 值上限。

#### 3) DO

$$S_{DO_j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

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

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，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

$S$ ——实用盐度符号，量纲为 1；

$T$ ——水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

### 6.3.4.3 评价结果

#### （1）2023年5月

本次海水水质评价结果见表 6.3-8。

由评价结果可知：调查海域海水 pH、COD、BOD<sub>5</sub>、油类、无机氮、锌、镉、铜、汞、砷均符合所在海域海洋功能区划环境质量标准要求，DO、铅、无机磷存在超标。

其中DO仅2个站位超标，最大超标倍数0.56倍，铅超标率为17.0%，最大超标倍数1.13倍，无机磷的超标率为6.4%，最大超标倍数0.23倍。

（2）2022年11月

本次海水水质评价结果见表 6.3-9。

由评价结果可知：调查海域海水水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。活性磷酸盐、石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象。其中活性磷酸盐的超标率28.6%，最大超标倍数1.6倍，铅超标率为60.7%，最大超标倍数3.62倍，无机磷的超标率为3.6%，最大超标倍数0.9倍，石油类的超标率为14.3%，最大超标倍数1.1倍。

表 6.3-8 2023 年 5 月海水水质现状评价结果表

站号	层次	pH	DO	COD	BOD <sub>5</sub>	油类	无机氮	无机磷	锌	镉	铅	铜	汞	砷
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■





站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD <sub>Mn</sub>	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■■■■■■■■■■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■■■■■■■■■■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## 6.4 沉积物现状调查与评价

### 6.4.1 调查内容

沉积物监测项目包括：粒度、pH、有机碳、硫化物、总汞、砷、铬、铜、锌、铅、镉、石油类、氧化还原电位。

### 6.4.2 采样与分析方法

#### （1）样品采集方法

沉积物的调查方法为现场监测法。调查中沉积物的采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

①样品的采集、贮存、运输、分析全过程必须严格按照《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的有关要求进行；

②表层沉积物表层样采（0~2）cm 沉积物，使用抓斗式采泥器采集；

③对无法现场分析的样品，按《海洋监测规范》的要求加固定剂后带回实验室分析。

#### （2）检测与分析方法

海洋沉积物监测项目分析方法具体见表 6.4-1。

表 6.4-1 海洋沉积物监测项目分析方法

项目	分析方法	检出限（ $\mu\text{g/g}$ ）	分析仪器
粒度	6.3.2.3 激光法	0.00002 mm	TopSizer 激光粒度分析仪/336160096
pH	6.7.2 pH 值测定（电位法）	/	PHS-3F 实验室 pH 计/ 600811N0015020115
含水率	19 重量法	/	BS224S 电子天平/23590378
氧化还原电位	20 氧化还原电位-电位计法	/	BPH-610CK 氧化还原电位计/ BELL-20081416
有机碳	18.1 重铬酸钾氧化—还原容量法	/	数显滴定仪/11L12768、BS224S 电子天平/23590378
硫化物	17.3 碘量法	4	数显滴定仪/ 11L12768、BS224S 电子天平/ 23590378
总汞	5.1 原子荧光法	0.002	AFS-8330 原子荧光光度计 /8330-1304084Z9
砷	11.1 原子荧光法	0.06	
锌	9 火焰原子吸收分光光度法	$6.0 \times 10^{-6}$	AAS ZEE nit 700P
铜	6.1 无火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$	原子吸收分光光度计/150Z7P0379
铅	7.1 无火焰原子吸收分光光度法	$1.0 \times 10^{-6}$	

项目	分析方法	检出限 (μg/g)	分析仪器
镉	8.1 无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10 <sup>-6</sup>	
铬	10.1 无火焰原子吸收分光光度法	2.0×10 <sup>-6</sup>	
油类	13.2 紫外分光光度法	3	UV-2800 紫外可见分光光度计/ SQU1411011、BS224S 电子天平 /23590378

### 6.4.3 调查与评价结果

#### 6.4.3.1 调查结果

2023年5月海洋沉积物调查结果见表 6.4-2。

2022年11月海洋沉积物调查结果见表 6.4-3。

表 6.4-2 2023 年 5 月海洋沉积物现状调查结果表

站位	层次	pH	氧化还原电位	含水率	有机碳	油类	硫化物	锌	铜	铅	镉	铬	汞	砷
	(cm)		(mV)	(%)	( $\times 10^{-2}$ )	( $\times 10^{-6}$ )								
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 6.4-3 2022 年 11 月海洋沉积物现状调查结果表

站号	类型	pH 值	含水率	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
		/	%	%	mg/kg								
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### 6.4.3.2 评价标准与评价方法

#### （1）评价因子：

沉积物质量评价因子包括：有机碳、总汞、铜、锌、铅、镉、铬、砷、油类、硫化物等10项。

#### （2）评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》，本次调查站位所处区域的海洋功能区包括农渔业区、海洋保护区、工业与城镇用海区等，具体如图3.3-2所示。根据各个站位所处海洋功能区的海洋环境保护执行标准，按《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中相应海洋沉积物评价标准对其进行评价。各调查站位的评价执行标准如表 6.4-4、表 6.4-5所示。

**表 6.4-4 2023 年 5 月各调查站位海洋沉积物执行标准**

站位	所属功能区	海洋沉积物标准要求
J2、J3、J6、J7、J8、J9、J11、J12、J13、J14、J15、J17、J18、J20、J21	珠海-潮州近海农渔业区	一类
J4	遮浪南海洋保护区	一类
J1、J5、J10	碣石湾农渔业区	一类
J16	田尾山工业与城镇用海区	基本功能未利用前一类， 工程建设期及建设完成后二类
J19	田尾山-石碑山农渔业区	一类

**表 6.4-5 2022 年 11 月各调查站位海洋沉积物执行标准**

站位	所属功能区	海洋沉积物标准要求
L4、L7、L11、L14、L10、L6、L51、L2、L3、L1、L53	碣石湾农渔业区	一类
L5、L17、L8、L9、L12、L13、L15、L16	珠海-潮州近海农渔业区	一类
L18	田尾山工业与城镇用海区	二类

#### （3）评价方法

沉积物评价采用单项分标准指数法，计算公式与水质评价的一般污染物计算公式相同。

### 6.4.3.3 评价结果

#### （1）2023年5月

本次海洋沉积物质量现状评价结果见表 6.4-6。

由评价结果可知：调查海域海洋沉积物有机碳、油类、硫化物、锌、镉、铅、铜、铬、汞、砷均符合所在海域海洋功能区划环境质量标准要求。

#### （2）2022年11月

本次海洋沉积物质量现状评价结果见表 6.4-7。

由评价结果可知：调查海域海洋沉积物有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求。L7 站位的铅有超标现象，铅超标倍数为 0.15，但符合第二类沉积物标准。



## 6.5 海洋生态现状调查与评价

### 6.5.1 调查内容

海洋生态调查项目包括叶绿素和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

### 6.5.2 采样与分析统计方法

#### （1）样品采集方法

海洋生物的调查方法为现场监测法。调查中生物样品的采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

①采样层次：叶绿素a站位采集与生物样品同步采集，采样层次与水质采样要求一致。

②粪大肠菌群：采集表层海水样品。采样前需将采样瓶进行灭菌处理（121°C经15min高压灭菌），瓶口用铝箔或厚的牛皮纸包裹，并用绳子将瓶顶和瓶颈裹好；开瓶盖时要连同铝箔或牛皮纸一起拿开，并迅速将采集的水样品转移至无菌瓶内，以免沾污。水样不少于100mL，水样瓶内要留下足够的空间以备在检验前摇荡混匀。

③浮游植物：样品采集采用浅水III型浮游生物网由底层至表层做一次垂直拖网的方法采集。采集到的样品按照《海洋调查规范》的规定，用5%的甲醛（福尔马林）固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数。

④浮游动物：样品采用浅水I型浮游动物网采集，每站取自底层至表层做一次垂直拖网的方法采集浮游动物样品。采集到的样品用5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行湿重生物量称重，并用镜检分析法和个体计数法进行浮游动物的种类鉴定和计数。

⑤大型底栖生物（定量）：定量分析样品利用抓斗式采泥器（0.05 m<sup>2</sup>）采集，每站采集至少3斗沉积物样品后，泥样倒入孔径为1mm的套筛中用海水冲洗，拣出所有生物样品，用5%的甲醛溶液固定，分瓶编号登记，带回实验室种类鉴定、计数、称重。

⑥潮间带生物调查：本次潮间带生物调查断面主要分布在砂质岸滩上，在大潮期间开展样品采集。根据现场潮带划分，在各断面的高潮带、中潮带和低潮带分别采集1个定性样品，在各断面的高潮带布设2站，中潮带布设3站，低潮带布设2站，每站随机布设4个样方使用定量框（25cm×25cm×30cm）进行定量样品采集。采集样品用5%

的甲醛固定，带回实验室进行种类分析、栖息密度、生物量计算并分析其分布特征。

(2) 检测与分析方法

海洋生物生态分析方法见表 6.5-1。

表 6.5-1 海洋生物项目分析方法

项目	检测方法	仪器设备
叶绿素-a	8.2 分光光度法	UV-2800 紫外可见分光光度计/ SQU1411011
初级生产力	根据叶绿素 a 同化系数换算	/
浮游植物	5 浮游生物生态调查	Nikon AZ100 生物显微镜/2006789
浮游动物		LEICA M165C 荧光体视显微镜/5933696
		MP2002 电子天平/SHP0100278828
大型底栖生物	6 大型底栖生物调查	OLYMPUS SZ2-ILST 显微镜/7D11885
		MP2002 电子天平/ SHP0100278828
潮间带生物	7 潮间带生物调查	OLYMPUS SZ2-ILST 显微镜/7D11885
		MP2002 电子天平/ SHP0100278828
粪大肠菌群	9.1 发酵法	SPX-80B 生化培养箱/20031427

(3) 统计方法

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，根据联合国教科文组织（UNESCO）推荐的 cadée（1975）公式估算：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：P——现场初级生产力（mg·C/（m<sup>2</sup>·d））；

Chla——平均叶绿素 a 的含量（mg/m<sup>3</sup>）；

Q——不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；

D——昼长时间（h），根据季节和海域情况取 12 小时；

E——真光层深度（m），取透明度\*2.7。

多样性指数、均匀度、丰富度和单纯度是生物群落特征数值的研究指标。一般情况下，种类越丰富，种间数量分布越均匀，多样性指数值就越高，也就预示生物群落受外界干扰越少或生物群落较为稳定。一般来说，在水体交错区或稳定成熟发展的水体中，浮游植物的多样性高。文中计算公式如下：

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

$$P_i = n_i/N$$

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

$$d = (S-1) / \log_2 N;$$

$$C = \text{Sum} (n_i/N)^2$$

式中：S 为种类数；C 为单纯度；H' 为多样性指数；J' 为均匀度；d 为丰富度；n<sub>i</sub> 是第 i 个物种的个体数；N 是全部物种的个体数。

### 6.5.3 叶绿素 a 和初级生产力

#### (1) 2023 年 5 月

本次调查共采集 12 个站位的叶绿素 a 样品。各站位表层海水中叶绿素 a 含量为 (0.38~2.17) mg/m<sup>3</sup>，均值为 1.29 mg/m<sup>3</sup>；中层海水中叶绿素 a 含量为 (0.41~1.38) mg/m<sup>3</sup>，均值为 0.93 mg/m<sup>3</sup>；底层海水中叶绿素 a 含量为 (0.36~1.40) mg/m<sup>3</sup>，均值为 1.00 mg/m<sup>3</sup>。整体看来，海水中叶绿素 a 含量表现为：表层>底层>中层。

各站位初级生产力范围为 (270.13~1353.89) mg·C/(m<sup>2</sup>·d)，均值为 798.59 mg·C/(m<sup>2</sup>·d)。见表 6.5-2。

表 6.5-2 各站位叶绿素 a 含量及初级生产力

站位	叶绿素 (mg/m <sup>3</sup> )				透明度 (m)	初级生产力 (mg·C/(m <sup>2</sup> ·d))
	表层	中层	底层	均值		
J1	1.04	—	—	1.04	4	270.13
J3	1.46	—	1.4	1.39	15	1353.89
J6	1.15	—	1.27	1.16	5	376.62
J8	1.23	—	1.02	1.1	12	857.14
J9	2.03	0.99	1.38	1.27	16	1319.48
J11	0.95	—	1.19	1.02	5	331.17
J12	1.48	—	1.34	1.36	12	1059.74
J13	1.23	—	0.36	0.78	12	607.79
J14	0.75	—	0.72	0.72	14	654.54
J16	2.17	—	0.95	1.52	11	1085.71
J17	1.6	1.38	0.75	1.21	15	1178.57
J20	0.38	0.41	0.65	0.47	16	488.31
最小值	0.38	0.41	0.36	0.47	4	270.13
最大值	2.17	1.38	1.4	1.52	16	1353.89
均值	1.29	0.93	1	1.09	11.4	798.59

#### (2) 2022 年 11 月

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 3.37mg/m<sup>3</sup>，变化范围为 1.37~9.99mg/m<sup>3</sup>，变幅大。本次调查时区域叶绿素 a 含量总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。其中 L16 站位叶绿素含量最低，L5 站位叶绿素含量最高（见表 6.5-3）。

调查监测区内平均初级生产力为 208.86 mg·C/m<sup>2</sup>·d，区域变化范围在 34.59 ~ 629.37mg·C/m<sup>2</sup>·d 之间，变幅较大。其中 L14 站位初级生产力最低，L5 站位初级生产力最高。

表 6.5-3 各站位叶绿素 a 含量及初级生产力

站位	叶绿素 a (mg/m <sup>3</sup> )	初级生产力 (mg·C/m <sup>2</sup> ·d)
L2	3.96	199.58
L3	3.94	248.22
L5	9.99	629.37
L6	4.87	184.09
L7	2.8	229.32
L8	2.61	213.76
L12	1.92	181.44
L13	1.71	161.6
L14	1.83	34.59
L15	2.05	103.32
L16	1.37	112.2
变化范围	1.37 ~ 9.99	34.59 ~ 629.37
平均值	3.37	208.86

## 6.5.4 浮游植物

### (1) 2023 年 5 月

#### ①种类组成

调查中，共鉴定出 4 门 127 种（含变种、变型）。其中，硅藻种类最多，97 种，占总种类数的 76.38%；甲藻 27 种，占总种类数的 21.26%，金藻 1 种，蓝藻 2 种。调查中，各站位浮游植物种类数的变化范围为 38~60，最大值出现在 J8 站位，最小值出现在 J9 站位。

#### ②密度

调查中，各站位浮游植物细胞密度的变化范围为 (79.95~3082.30) ×10<sup>3</sup> cell/m<sup>3</sup>，平均每个站位的浮游植物细胞密度为 624.73×10<sup>3</sup> cell/m<sup>3</sup>，最大值出现在 J6 站位，最小值出现在 J3 站位。

表 6.5-4 各站位浮游植物主要生态参数

站位	细胞密度	单纯度	多样性指数	均匀度	丰富度
	(×10 <sup>3</sup> cell/m <sup>3</sup> )	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>
J1	2556.25	0.14	3.56	0.67	1.83
J3	79.95	0.09	4.14	0.77	2.46
J6	3082.3	0.16	3.63	0.62	2.69

站点	细胞密度	单纯度	多样性指数	均匀度	丰富度
	( $\times 10^3$ cell/m <sup>3</sup> )	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>
J8	145.23	0.07	4.62	0.78	3.44
J9	187.14	0.15	3.64	0.69	2.11
J11	277.2	0.09	3.91	0.72	2.38
J12	168.43	0.06	4.79	0.84	2.88
J13	159.88	0.1	4.18	0.75	2.66
J14	239.6	0.08	4.39	0.78	2.74
J16	312.45	0.09	4.34	0.77	2.74
J17	127.02	0.06	4.51	0.82	2.6
J20	161.29	0.07	4.45	0.84	2.25
最小值	79.95	0.06	3.56	0.62	1.83
最大值	3082.3	0.16	4.79	0.84	3.44
均值	624.73	0.1	4.18	0.75	2.57

### ③优势种

调查结果显示：浮游植物优势种共 8 种，硅藻 7 种，甲藻 1 种。日本星杆藻 (*Asterionella japonica*) 为调查海区的第一优势种，

### ④多样性指数

调查海域浮游植物单纯度的变化范围为 0.06~0.16，均值为 0.10；多样性指数的变化范围为 3.56~4.79，均值为 4.18；均匀度的变化范围为 0.62~0.84，均值为 0.75；丰富度的变化范围为 1.83~3.44，均值为 2.57。

## (2) 2022 年 11 月

### ①种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 4 门 24 属 43 种（含 3 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 15 属 24 种，占总种类数的 55.81%；甲藻门种类次之，出现 4 属 14 种，占总种类数的 32.56%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 4.65%；金藻门出现 3 属 3 种，占总种类数的 6.98%。出现种类较多的属为角藻属（10 种）。

### ②优势种

以优势度 *Y* 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 6 种，分别为伏氏海毛藻 (*Thalassiothrix frauenfeldii*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、微囊藻 (*Microcystis*)、梭角藻 (*Ceratium fusus*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*) 和洛氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)。这 6 种优势种丰度占调查海域总丰度的 45.80%。其中伏氏海毛藻为第一优势种，其优势度为 0.218，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.053，占总丰度的 6.51%。

### ③密度

调查区域内浮游植物细胞密度的变化范围为 97.12 ~ 861.68×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>，均值为 247.22×10<sup>4</sup> cell/m<sup>3</sup>（见表 3.3-13）。不同站位之间的细胞密度差异一般，其中最大值出现在 L5；L48 次之，其细胞密度为 251.21×10<sup>4</sup> cells/m<sup>3</sup>，最低值出现在 L13 站点。

表 6.5-5 各站位浮游植物主要生态参数

站位	细胞密度	种类数	多样性指数	均匀度指数
	(×10 <sup>3</sup> cell/m <sup>3</sup> )	/	<i>H'</i>	<i>J'</i>
L2	196.3	29	4.014	0.74
L3	148.09	31	4.341	0.8
L5	861.68	27	3.07	0.566
L6	231.82	25	3.951	0.728
L7	197.78	30	4.614	0.85
L8	251.21	34	4.582	0.844
L12	224.35	28	4.253	0.784
L13	97.12	25	4.075	0.751
L14	125	20	3.897	0.718
L15	234.68	29	4.28	0.789
L16	151.34	33	3.755	0.692
平均值	247.22	/	4.076	0.751

④多样性指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 20 种~34 种，平均 28 种。多样性指数范围为 3.070 ~ 4.614，平均为 4.076。均匀度指数范围为 0.566 ~ 0.850，平均为 0.751。多样性指数和均匀度指数均以 L7 最高，L5 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

### 6.5.5 浮游动物

#### (1) 2023 年 5 月

##### ①种类组成

浮游动物经鉴定共有 98 种（包括属以上），分类学上隶属于 12 个类群。此次调查中，桡足类最多，25 种，占总种类数的 25.51%；水母类 16 种，占总种类数的 16.33%；被囊类 10 种，多毛类、毛颚类、翼足类各 4 种，原生动物、介形类、樱虾类、枝角类、异足类各 2 种。此外，共鉴定浮游幼体（包括鱼卵仔稚鱼）25 种。调查中，各站位浮游动物种类数的变化范围为 40~73，最大值出现在 J12 站位，最小值出现在 J1 站位。

##### ②栖息密度和生物量

调查中，各站位浮游动物总密度的变化范围为（63.04~368.57）ind./m<sup>3</sup>，平均每个站位的浮游动物密度为 165.00 ind./m<sup>3</sup>，最大值出现在 J12 站位，最小值出现在 J9

站位。

调查中，各站位浮游动物生物量的变化范围为（101.94~1535.40）mg/m<sup>3</sup>，均值为 285.74 mg/m<sup>3</sup>。最大值出现在 J14 站位，最小值出现在 J16 站位。

表 6.5-6 各站位浮游动物主要生态参数

站位	总密度	单纯度	多样性指数	均匀度	丰富度	生物量
	(ind./m <sup>3</sup> )	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>	(mg/m <sup>3</sup> )
J1	135.83	0.07	4.63	0.87	5.5	425
J3	246.49	0.35	2.93	0.49	7.55	113.51
J6	101.33	0.07	4.62	0.84	6.75	119.47
J8	203.08	0.22	3.44	0.57	8.74	120.51
J9	63.04	0.08	4.62	0.79	9.7	112.5
J11	335.5	0.25	3.3	0.56	6.79	275
J12	368.57	0.21	3.47	0.56	8.44	160.71
J13	112.99	0.13	4.2	0.7	9.24	227.94
J14	105.09	0.11	4.32	0.73	9.08	1535.4
J16	125	0.09	4.46	0.75	8.9	101.94
J17	110.69	0.1	4.5	0.73	10.46	131.05
J20	72.35	0.08	4.56	0.79	8.74	105.88
最小值	63.04	0.07	2.93	0.49	5.5	101.94
最大值	368.57	0.35	4.63	0.87	10.46	1535.4
均值	165	0.15	4.09	0.7	8.33	285.74

③ 优势种

浮游动物优势种共 7 种（类）。其中，桡足类 3 种，原生动物、枝角类、毛颚类、浮游幼体各 1 种。鸟喙尖头蚤（*Penilia avirostris*）为调查海区第一优势种。

④ 多样性指数

调查中，各站位浮游动物单纯度的变化范围为 0.07~0.35，均值为 0.15；多样性指数的变化范围为 2.93~4.63，均值为 4.09；均匀度的变化范围为 0.49~0.87，均值为 0.70；丰富度的变化范围为 5.50~10.46，均值为 8.33。

(2) 2022 年 11 月

① 种类组成

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 58 种（类），种类一般，分属 11 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游海樽类、浮游毛颚类、浮游桡足类、浮游幼体、浮游枝角类、浮游端足类、浮游磷虾类、介形类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 19 种，占总种类数的 32.76%；浮游幼体次之，出现 16 种（27.59%）；其他类群出现种类较少。

② 优势种

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查出现优势种 6 种，分别为桡足类幼体 (*Copepoda larvae*)、多毛类幼体 (*Polychaeta larvae*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*)、瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiemis*) 和拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*)。这 6 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.230，海域平均栖息密度为  $164.72 \text{ ind./m}^3$ ，占浮游动物总栖息密度的 22.96%，在 16 个站位均有出现。

### ③ 栖息密度与生物量

11 个调查站位浮游动物密度变化范围为  $305.04 \sim 1581.20 \text{ ind./m}^3$ ，均值  $674.56 \text{ ind./m}^3$ ，变幅一般。16 个站位中以 L6 最高、L14 次之，L5 最低。

16 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为  $103.89 \sim 1082.62 \text{ mg/m}^3$ ，均值  $379.22 \text{ mg/m}^3$ ，变幅一般。以 L6 最高，L14 ( $659.34 \text{ mg/m}^3$ ) 次之，L5 最低。具体见表 6.5-7。

表 6.5-7 各站位浮游动物主要生态参数

站位	密度	总生物量	种类数	多样性指数	均匀度指数
	$\text{ind./m}^3$	$\text{mg/m}^3$	/	( $H'$ )	( $J$ )
L2	977.94	551.58	21	3.98	0.68
L3	533.33	297.44	18	3.69	0.63
L5	305.04	103.89	14	3.58	0.61
L6	1581.2	1082.62	19	3.89	0.66
L7	396.83	190.78	17	3.67	0.63
L8	524.17	284.77	23	3.81	0.65
L12	489.51	260.3	16	3.71	0.63
L13	407.63	210.39	20	3.94	0.67
L14	1269.84	659.34	16	3.59	0.61
L15	515.7	269.37	18	3.74	0.64
L16	418.92	260.92	19	3.9	0.67
平均值	674.56	379.22	18.27	3.77	0.64

### ④ 多样性指数

本次调查，各站平均出现浮游动物 58 种（类）；浮游动物多样性指数中等，均值为 3.77，变幅较小，变化范围为 3.58 ~ 3.98，以 L2 最高，L13 (3.94) 次之，L5 最低；均匀度指数变化范围为 0.61 ~ 0.68，均值为 0.64，海区均匀度中等，变幅较小，以 L2 最高，L3 和 L14 最低。

## 6.5.6 底栖生物

### (1) 2023 年 5 月

①种类组成

在定量样品分析中，调查海域共获底栖生物 8 大类 18 种。其中，环节动物 6 种，节肢动物 4 种，软体动物、棘皮动物各 2 种，动物 6 种，刺胞动物、纽形动物、星虫动物、蠕虫动物各 1 种。

②生物量与栖息密度

调查海域底栖生物各站位定量样品分析中，平均生物量为 8.68 g/m<sup>2</sup>，组成以棘皮动物为主，其中，棘皮动物>环节动物>蠕虫动物>节肢动物>软体动物>星虫动物>刺胞动物>纽形动物。平均栖息密度为 32.3 ind./m<sup>2</sup>，组成以棘皮动物为主，其中，棘皮动物>环节动物>节肢动物>星虫动物=软体动物=纽形动物=蠕虫动物>刺胞动物。

表 6.5-8 各站位底栖生物的生物量 (g/m<sup>2</sup>) 和栖息密度 (ind./m<sup>2</sup>)

站位	J9	J20	J16	J17	J14	J13	均值
栖息密度	20	6.7	33.3	20.1	26.8	33.3	
生物量	3.8	0.13	3.93	3	9.94	7.6	
站位	J12	J8	J3	J11	J1	J6	32.3
栖息密度	26.7	13.3	53.4	53.5	66.8	33.4	
生物量	4.0	2.8	8.93	25.6	22.4	12	
							8.68

表 6.5-9 底栖生物各类群平均生物量 (g/m<sup>2</sup>) 和栖息密度 (ind./m<sup>2</sup>)

类群	棘皮动物	节肢动物	环节动物	软体动物	刺胞动物	纽形动物	蠕虫动物	星虫动物	合计
平均	15.6	2.2	9.5	1.1	0.6	1.1	1.1	1.1	32.3
栖息密度	48.17%	6.91%	29.33%	3.46%	1.73%	3.46%	3.46%	3.46%	100%
平均	4.67	0.75	1.01	0.62	0.33	0.02	0.87	0.42	8.68
生物量	53.76%	8.64%	11.58%	7.10%	3.84%	0.26%	9.98%	4.80%	100%

③优势种

底栖生物优势种共 2 种（类）。其中，棘皮动物、环节动物各 1 种。光滑倍棘蛇尾 (*Amphioplus laevis*) 为调查海区绝对优势种。

④多样性指数

调查海域底栖生物单纯度的变化范围为 0.14~1.00，均值为 0.55；多样性指数的变化范围为 0.54~2.92，均值为 1.60；均匀度的变化范围为 0.54~1.00，均值为 0.91；丰富度的变化范围为 0.17~1.15，均值为 0.50。

(2) 2022 年 11 月

①种类组成

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 29 种。其中环节动物和软体动

物为主要生物群，分别 8 科 10 种和 7 科 10 种，均占种类总数的 34.48%，其次为节肢动物 5 科 5 种，占种类总数的 17.24%。

②优势种

本次调查，出现的 29 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 3 种，分别为毛头梨体星虫 (*Apionsoma trichocephala*)、花冈钩毛虫 (*Sigambra hanaokai*) 和奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*)；这 3 种生物的优势度范围为 0.133 ~ 0.208。

③生物量与栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 367.50 ind./m<sup>2</sup>，总平均生物量为 66.31 g/m<sup>2</sup>。栖息密度主要以环节动物为优势，栖息密度为 226.67 ind./m<sup>2</sup>，占 61.68%；其次为星虫动物，栖息密度为 82.50 ind./m<sup>2</sup>，占 22.45%。生物量的组成以软体动物为主，生物量为 40.93 g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 61.73%；其次为节肢动物，生物量为 10.19 g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 15.37%（见表 6.5-10）。

表 6.5-10 底栖生物平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
栖息密度 (ind./m <sup>2</sup> )	32.5	1.67	17.5	226.67	82.5	6.67	367.5
栖息密度 比例 (%)	8.84	0.45	4.76	61.68	22.45	1.81	100
生物量 (g/m <sup>2</sup> )	40.93	4.36	10.19	6.31	1.12	3.4	66.31
生物量 比例 (%)	61.73	6.57	15.37	9.52	1.68	5.13	100

④生物多样性指数

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 2.09~2.79 之间，平均为 2.44，多样性指数 L8 站位最高，L6 站位最低；均匀度分布范围在 0.43~0.58 之间，均值为 0.50。

### 6.5.7 潮间带生物

(1) 2023 年 5 月

①种类组成

本次潮间带生物监测定量样品经鉴定共有 3 门 11 种。种类组成以软体动物为主，6 种，节肢动物 3 种，环节动物 2 种。

②生物量和栖息密度

定量调查中，平均栖息密度为 45.3 ind./m<sup>2</sup>，软体动物最高，为 32.6 ind./m<sup>2</sup>，节肢动物为 11.4 ind./m<sup>2</sup>，环节动物为 1.3 ind./m<sup>2</sup>；平均生物量为 55.06 g/m<sup>2</sup>，软体动物最高，为 53.45 g/m<sup>2</sup>，节肢动物为 1.42 g/m<sup>2</sup>，环节动物为 0.19 g/m<sup>2</sup>。水平分布上，潮间带断面生物栖息密度、生物量均表现为 CJ2>CJ3>CJ1；垂直分布上，潮间带断面生物栖息密度表现为高潮带>低潮带>中潮带，生物量表现为低潮带>中潮带>高潮带。

表 6.5-11 各断面潮间带生物栖息密度(ind./m<sup>2</sup>)和生物量(g/m<sup>2</sup>)的水平分布

断面	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	合计
CJ1	栖息密度	19.8	1.3	2.2	23.3
	生物量	21.22	0.16	0.35	21.73
CJ2	栖息密度	74.7	10.7	0.9	86.2
	生物量	118.04	0.22	0.2	118.46
CJ3	栖息密度	3.3	22.2	0.7	26.2
	生物量	21.08	3.89	0.03	25
均值	栖息密度	32.6	11.4	1.3	45.3
	生物量	53.45	1.42	0.19	55.06

表 6.5-12 潮间带生物栖息密度(ind./m<sup>2</sup>)和生物量(g/m<sup>2</sup>)的垂直分布

潮带	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	合计
高潮带	栖息密度	42.0	19.3	0.0	61.3
	生物量	22.15	3.45	0.00	25.60
中潮带	栖息密度	19.1	14.2	1.8	35.2
	生物量	61.95	0.01	0.37	62.33
低潮带	栖息密度	36.7	0.7	2.0	39.3
	生物量	76.25	0.81	0.20	77.26
均值	栖息密度	32.6	11.4	1.3	45.3
	生物量	53.45	1.42	0.19	55.06

③优势种

定量调查中，监测区域潮间带生物的优势种共 8 种。其中，软体动物 5 种，节肢动物 2 种，环节动物 1 种。紫藤斧蛤（*Donax semigranosus*）为该调查区域第一优势种。

④多样性指数

定量调查中，潮间带生物各断面种类数的变化范围为 5~9，均值为 7；单纯度的变化范围为 0.29~0.38，均值为 0.34；多样性指数的变化范围为 1.75~2.17，均值为 1.90；均匀度的变化范围为 0.68~0.76，均值为 0.71；丰富度的变化范围为 0.88~1.24，均值为 1.06。

表 6.5-13 潮间带生物主要生态参数

断面	种类数	单纯度	多样性指数	均匀度	丰富度
	S	C	H'	J'	d
CJ1	5	0.36	1.76	0.76	0.88
CJ2	9	0.29	2.17	0.69	1.24
CJ3	6	0.38	1.75	0.68	1.06
均值		0.34	1.90	0.71	1.06

(2) 2022 年 11 月

①种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 3 门 5 科 6 种。三个现场断面均为沙质断面，采集到环节动物、软体动物和节肢动物，生物数量和种类均一般。其中，软体动物有 3 科 4 种，占种类总数的 66.66%；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种，占种类总数的 16.67%。

②生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 21.75g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为 35.56 ind./m<sup>2</sup>，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 6.5-14。

表 6.5-14 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
生物量(g/m <sup>2</sup> )	20.81	0.56	0.38	21.75
生物量百分比 (%)	95.69	2.56	1.76	100
栖息密度(ind./m <sup>2</sup> )	34.22	0.89	0.44	35.56
栖息密度百分比 (%)	96.25	2.5	1.25	100

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ4 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 121.15 g/m<sup>2</sup>；其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，其生物量为 22.74 g/m<sup>2</sup>，最高生物量是最低生物量的 38.1 倍；栖息密度以 CJ4 号断面的低潮区最高；栖息密度为 148 ind./m<sup>2</sup>，其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 64 ind./m<sup>2</sup>，最高栖息密度是最低栖息密度的 37 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 6.5-15。

表 6.5-15 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ2 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ2 中潮区	生物量	16.6	/	/	16.6
	栖息密度	40	/	/	40
CJ2 低潮区	生物量	22.74	/	/	22.74
	栖息密度	64	/	/	64
CJ3 高潮区	生物量	/	/	/	/

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
	栖息密度	/	/	/	/
CJ3 中潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ3 低潮区	生物量	12	/	/	12
	栖息密度	12	/	/	12
CJ4 高潮区	生物量	3.18	/	/	3.18
	栖息密度	4	/	/	4
CJ4 中潮区	生物量	16.6	/	3.44	20.04
	栖息密度	48	/	4	52
CJ4 低潮区	生物量	116.15	5	/	121.15
	栖息密度	140	8	/	148

### ③生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围较小，在 0.235~0.918 之间，平均值为 0.634；均匀度的变化范围为 0.091~ 0.355，平均值为 0.245。

## 6.6 渔业资源现状调查与评价

### 6.6.1 调查内容

渔业资源调查项目包括鱼卵仔稚鱼和游泳动物。

### 6.6.2 调查与统计方法

#### (1) 调查方法

鱼类浮游生物（鱼卵、仔稚鱼）：定量分析样品采用浅水I型浮游动物网采集，每站取自底层至表层做一次垂直拖网的方法采集浮游动物样品。定性分析样品采用大型浮游生物网于表层水平拖曳10分钟取得，拖速约1.5节。采集到的样品用5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行湿重生物量称重，并用镜检分析法和个体计数法进行浮游动物的种类鉴定和计数。

游泳动物：采用单拖渔船进行捕获，拖网调查时间均于白天进行，每站拖曳时间为 1 小时，每次下网 6 个，每个网宽 3m，按规定方向进行，拖网速度控制在 3kn 左右。收网后，把网囊里的全部渔获物倒在甲板上，准确记录该站位的渔获总质量（kg）。取样分析的样品带回实验室鉴定种类、测量长度、测定体重和统计个数。分析其种类组成、渔获物生物学特征、优势种分布、渔获量分布和资源密度（重量、尾数）。

#### (2) 统计方法

##### ①资源密度

调查采用扫海面积法（密度指数法），估算评价海区的资源密度，求算公式为：

$$D=C/Q \cdot A$$

其中：D——渔业资源密度，单位为  $\text{kg}/\text{km}^2$ ；

C——平均每小时拖网渔获量，单位为  $\text{kg}/\text{网} \cdot \text{h}$ ；

A——每小时网具取样面积，单位为  $\text{km}^2/\text{网} \cdot \text{h}$ ；

Q——网具渔获率（取 0.5）。

### ③相对重要性指数 IRI

利用相对重要性指数 IRI 分析渔获物在群体数量组成中的生态地位，依次确定优势种。公式如下：

$$\text{IRI} = (\text{N} + \text{W}) \cdot \text{F}$$

式中：N——某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

W——某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F——某一种类出现的频率。

## 6.6.3 游泳生物

### (1) 2023 年 5 月

#### 1) 种类组成

调查海区内共捕获游泳生物 21 种，其中鱼类隶属于 3 目 13 科 16 种，甲壳类隶属于 2 目 2 科 4 种，头足类隶属于 1 目 1 科 1 种。

甲壳类在渔获物中占优势，鱼类次之，头足类最少。调查海区出现的主要经济种类有口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、白姑鱼 (*Argyrosomus argentatus*)、长蛇鲻 (*Saurida elongata*)、中国枪乌贼 (*Loligo chinensis*)、拟矛尾虾虎鱼 (*Parachaeturichthys polynema*)、善泳螳 (*Charybdis natator*) 等。

#### 2) 渔获率、资源密度

游泳生物的总渔获量为 43.105 kg，平均渔获率为 7.184 kg/h。其中，DJ1 站位渔获率最高，为 9.925 kg/h；DJ5 站位渔获率最低，为 5.000 kg/h。

甲壳类的平均渔获率为 4.690 kg/h，总渔获量为 28.140 kg，占 65.28%。鱼类的平均渔获率为 1.968 kg/h，总渔获量为 11.805 kg，占游泳动物总渔获量的 27.39%。头足类的平均渔获率为 0.527 kg/h，总渔获量为 3.160 kg，占 7.33%。

本次调查各站位游泳生物尾数渔获率范围为 (165~329) ind./h，平均尾数渔获率为 230 ind./h；各站位游泳生物重量渔获率为 (5.000~9.925) kg/h，平均重量渔获率

为 7.184 kg/h。各站位尾数资源密度范围为  $(3.300\sim 6.580)\times 10^3 \text{ ind.km}^{-2}$ ，平均尾数资源密度为  $4.603\times 10^3 \text{ ind.km}^{-2}$ ；各站位重量资源密度范围为  $(100.0\sim 198.5) \text{ kg/km}^2$ ，平均重量资源密度为  $143.7 \text{ kg/km}^2$ 。各站位重量资源密度组成见下表。

表 6.6-1 游泳生物渔获率分布

站位	尾数渔获率 (ind./h)	重量渔获率 (kg/h)	尾数资源密度( $\times 10^3$ ind./km <sup>2</sup> )	重量资源密度 (kg/km <sup>2</sup> )
DJ1	329	9.925	6.580	198.5
DJ2	194	7.225	3.880	144.5
DJ3	301	9.050	6.020	181.0
DJ4	220	6.635	4.400	132.7
DJ5	165	5.000	3.300	100.0
DJ6	172	5.270	3.440	105.4
最小值	165	5.000	3.300	100.0
最大值	329	9.925	6.580	198.5
均 值	230	7.184	4.603	143.7

表 6.6-2 各站位重量资源密度 (kg/km<sup>2</sup>) 组成

站位	甲壳类	鱼类	头足类	合计
DJ1	172.3	26.2	0	198.5
DJ2	66.1	56.4	22	144.5
DJ3	152.6	28.4	0	181
DJ4	63.8	49.9	19	132.7
DJ5	50	38	12	100
DJ6	58	37.2	10.2	105.4
最小值	50	26.2	0	100
最大值	172.3	56.4	22	198.5
均 值	93.8	39.4	10.5	143.7

### 3) 优势种

监测海区渔获物中 IRI 大于 0.02 的游泳动物共有 11 种，鱼类 7 种，甲壳类 3 种，头足类 1 种。口虾蛄为绝对优势种。

表 6.6-3 渔获重量和个体数量渔获率及组成

序号	中文名	拉丁名	平均个体渔获率 (ind./h)	平均重量渔获率 (kg./h)	数量百分比 (%)	重量百分比 (%)	出现频率	IRI
1	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	148.3	3.850	64.44	53.59	100	1.18
2	锈斑蟊	<i>Charybdis feriatus</i>	2.2	0.099	0.94	1.38	66.67	0.02
3	善泳蟊	<i>Charybdis</i>	17.5	0.683	7.60	9.51	33.33	0.06

序号	中文名	拉丁名	平均个体渔获率 (ind./h)	平均重量渔获率 (kg/h)	数量百分比 (%)	重量百分比 (%)	出现频率	IRI
		<i>natator</i>						
4	白姑鱼	<i>Argyrosomus argentatus</i>	7.7	0.339	3.33	4.72	100	0.08
5	长蛇鲻	<i>Saurida elongata</i>	7.0	0.497	3.04	6.91	83.33	0.08
6	颈斑鲻	<i>Leiognathus nuchalis</i>	5.8	0.143	2.53	2.00	33.33	0.02
7	褐蓝子鱼	<i>Siganus fuscescens</i>	4.2	0.185	1.81	2.58	66.67	0.03
8	沙带鱼	<i>Lepturacanthus savala</i>	4.5	0.278	1.95	3.87	66.67	0.04
9	细鳞鲷	<i>Therapon jarbua</i>	4.8	0.234	2.10	3.26	66.67	0.04
10	拟矛尾虾虎鱼	<i>Parachaeturichthys polynema</i>	9.5	0.104	4.13	1.45	100	0.06
11	中国枪乌贼	<i>Loligo chinensis</i>	11.2	0.527	4.85	7.33	66.67	0.08

#### 4) 鱼类的资源状况

海区共捕获鱼类 16 种，分属于 3 目 13 科。以鲈形目的种类数最多，共捕获 13 种。鱼类的平均重量资源密度为 39.4 kg/km<sup>2</sup>。其中，DJ2 站位鱼类的重量资源密度最高，为 56.4 kg/km<sup>2</sup>；DJ1 站位鱼类重量资源密度最低，为 26.2 kg/km<sup>2</sup>。大部分站位主要由白姑鱼、长蛇鲻组成。

调查中，白姑鱼的平均重量渔获率为 0.339 kg/h，占总渔获量的 4.72%；其平均个体渔获率为 7.7 ind./h，占总渔获数量的 3.33%；长蛇鲻的平均重量渔获率为 0.497 kg/h，占总渔获量的 6.91%，渔获重量居第四位；其平均个体渔获率为 7.0 ind./h，占总渔获数量的 3.04%。

#### 5) 甲壳类的资源状况

海区共捕获甲壳类 4 种，分属于 2 目 2 科。十足目种类数最多，捕获 3 种。

甲壳类的平均重量资源密度为 93.8 kg/km<sup>2</sup>。其中，DJ1 站位甲壳类的重量资源密度最高，为 172.3 kg/km<sup>2</sup>；DJ5 站位甲壳类重量资源密度最低，为 50.0 kg/km<sup>2</sup>。大部分站位主要由口虾蛄组成。

调查中，口虾蛄为调查海区游泳动物绝对优势种。平均渔获率为 3.850 kg/h，占总渔获量的 53.59%，渔获重量居第一位。平均个体渔获率为 148.3 ind./h，占总渔获数量的 64.44%，渔获数量居第一位。

6) 头足类的资源状况

海区共捕获头足类 1 种，为中国枪乌贼。

头足类的平均资源密度为 10.5 kg/km<sup>2</sup>。其中，DJ2 站位头足类资源密度最高，为 22.0 kg/km<sup>2</sup>，DJ1、DJ3 站位未捕获到头足类。

调查中，中国枪乌贼平均渔获率为 0.527 kg/h，占总渔获重量的 7.33%，渔获重量居第三位。平均个体渔获率为 11.2 ind./h，占总渔获数量的 4.85%，渔获数量居第三位。

(2) 2022 年 11 月

1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 28 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类共 9 种（其中虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是鳓、龙头鱼、火枪乌贼、中国枪乌贼、中华管鞭虾和口虾蛄等。

6 个断面的种类数相对差别一般，其中 SF3 断面的种类数量相对较多为 13 种；SF6 断面种类数量最少，为 8 种。

2) 渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 0.41 ~ 0.85 kg/h，平均重量渔获率为 0.61 kg/h；个体渔获率变化范围为 49 ~ 75 ind./h，平均个体渔获率为 60.50 ind./h（表 3.3-27）。其中，甲壳类个体渔获率为 28.50 ind./h，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率为 0.34 kg/h，占总重量渔获率的大部分。

表 6.6-4 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	鱼类		甲壳类		头足类		合计	
	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
SF1	36	0.4	17	0.19	1	0.02	54	0.61
SF2	18	0.2	33	0.21	0	0	51	0.41
SF3	25	0.29	30	0.24	6	0.07	61	0.6
SF4	17	0.23	25	0.1	7	0.1	49	0.43
SF5	31	0.45	40	0.29	4	0.11	75	0.85
SF6	35	0.49	26	0.12	12	0.17	73	0.78
平均值	27	0.34	28.5	0.19	5	0.08	60.5	0.61

3) 鱼类的资源状况

本次调查捕获的鱼类共 16 种。鱼类的资源密度见表 6.6-5，其平均重量密度为 36.93 kg/km<sup>2</sup>，平均个体密度为 2916 ind./km<sup>2</sup>。

表 6.6-5 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (ind./km <sup>2</sup> )
SF1	43.03	3888
SF2	21.44	1944
SF3	30.89	2700
SF4	24.41	1836
SF5	48.92	3348
SF6	52.92	3780
平均	36.93	2916

4) 头足类资源密度

本次调查海域内捕获到中国枪乌贼、火枪乌贼和金乌贼 3 种头足类。本次调查捕获头足类动物种类较少，6 个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表 6.6-6，其平均重量密度和平均个体密度分别为 8.23 kg/km<sup>2</sup> 和 540 ind./km<sup>2</sup>。

表 6.6-6 头足类资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (ind./km <sup>2</sup> )
SF1	1.62	108
SF2	0	0
SF3	7.13	648
SF4	10.96	756
SF5	11.56	432
SF6	18.14	1296
平均	8.23	540

5) 甲壳类资源状况

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 9 种，其中：虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种。本次调查甲壳类的资源密度见表 3.3-29，其平均重量密度和平均个体密度分别为 20.79kg/km<sup>2</sup> 和 3078 ind./km<sup>2</sup>。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的是 SF5 断面，分别为 31.53 kg/km<sup>2</sup> 和 4320 ind./km<sup>2</sup>。

表 6.6-7 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (ind./km <sup>2</sup> )
SF1	20.09	1836
SF2	23.06	3564
SF3	26.24	3240
SF4	11.18	2700
SF5	31.53	4320
SF6	12.63	2808
平均	20.79	3078

## 6.6.4 鱼卵仔鱼

### (1) 2023 年 5 月

#### 1) 鱼卵

本次调查水平拖网中捕获鱼卵 4 种（包括属以上）376 粒。各站位鱼卵数量变化范围为（0~159）粒，均值为 31 粒。最大值出现在 J16 站位。垂直拖网中捕获鱼卵 5 种（包括属以上）74 粒。各站位鱼卵密度变化范围为（0.536~5.000）ind./m<sup>3</sup>，均值为 2.027 ind./m<sup>3</sup>，最大值出现在 J11 站位。

#### 2) 仔稚鱼

本次调查水平拖网中捕获仔稚鱼 4 种（包括属以上）25 尾，均为鲱科仔稚鱼。各站位仔稚鱼数量变化范围为（0~10）尾，均值为 2 尾。最大值出现在 J16 站位。垂直拖网中捕获仔稚鱼 4 种（包括属以上）16 尾。各站位仔稚鱼密度变化范围为（0.000~1.351）ind./m<sup>3</sup>，均值为 0.412 ind./m<sup>3</sup>，最大值出现在 J3 站位。

表 6.6-8 鱼类浮游生物各站位分布

站位	定量调查		定性调查	
	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
	(ind./m <sup>3</sup> )	(ind./m <sup>3</sup> )	(ind.)	(ind.)
J1	1.667	0	1	1
J3	4.054	1.351	71	2
J6	3.982	0.442	0	1
J8	1.282	0.256	76	1
J9	0.536	0	0	0
J11	5	1	7	1
J12	2.857	0.714	50	1
J13	1.225	0.49	2	2
J14	0.664	0	4	2
J16	1.457	0.485	159	10
J17	1.008	0.202	6	4
J20	0.588	0	0	0
均值	2.027	0.412	31	2

### (2) 2022 年 11 月

调查 16 个站位共采到鱼卵 43 粒，仔稚鱼 13 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 3.610 粒/m<sup>3</sup>。在调查期间 16 个站位中仅 L2、L3、L5、L6、L14、L47、L49 和 L52 站位有采到鱼卵，数量分布差别较大。以 L2 站位数量最多，密度为 44.397 粒/m<sup>3</sup>，其次是 L49 站位密度为 30.303 粒/m<sup>3</sup>，详见表 6.6-9。

仔稚鱼捕获数量一般，所有站位中仅在 L2、L3、L5、L6、L14、L49 和 L52 站位有出现，平均密度为 1.091 尾/m<sup>3</sup>，以 L49 站位数量最多，密度为 15.152 尾/m<sup>3</sup>，其次是 L2 站位，密度为 8.457 尾/m<sup>3</sup>。

表 6.6-9 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (ind./m <sup>3</sup> )
L2	44.397	8.457
L3	3.636	1.818
L5	3.135	2.351
L6	20.202	5.051
L7	/	/
L8	/	/
L12	/	/
L13	/	/
L14	10.823	2.165
L15	/	/
L16	/	/
L47	6.061	/
L49	30.303	15.152
L51	/	/
L52	7.576	7.576
L53	/	/
平均	3.61	1.091

## 6.7 生物质量现状调查与评价

### 6.7.1 调查内容

生物质量调查内容包括：海洋生物体内铜、铅、锌、镉、总汞、砷、石油烃含量。

### 6.7.2 采样与分析方法

#### (1) 样品采集方法

使用阿氏拖网采集生物质量样品，每站选取该站重要经济生物中的1~2种进行生物体中的铜、铅、锌、镉、汞、砷和石油烃等8项的分析，尽量选择贝类样品；当分析样品量不够时，从游泳生物拖网样品中选取有代表性的种类替代分析。样品运输前根据采样记录和样品登记表清点样品，填好装箱单和送样单，由专人负责将样品送回实验室冷冻保存。样品放在聚乙烯袋中，压出袋内空气，将袋口打结，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口、冷冻保存。

#### (2) 检测与分析方法

海洋生物体质量监测项目分析方法具体见下表。

表 6.7-1 海洋生物体质量分析方法

调查项目	分析方法	检出限	执行标准	分析仪器/出厂编号
锌	9.1 火焰原子吸收分光光度法	$0.4 \times 10^{-6}$	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）	AAS ZEE nit 700P 原子吸收分光光度计/150Z7P0379
铜	6.1 无火焰原子吸收分光光度法	$0.4 \times 10^{-6}$		
铅	7.1 无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$		
镉	8.1 无火焰原子吸收分光光度法	$0.005 \times 10^{-6}$		
总汞	5.1 原子荧光法	$0.002 \times 10^{-6}$		AFS-8330 原子荧光光度计/8330-1304084Z9
砷	11.1 原子荧光法	$0.06 \times 10^{-6}$		RF-5301PC 荧光分光光度计/A40194702535SA
石油烃	13 荧光分光光度法	$0.2 \times 10^{-6}$		

### 6.7.3 调查与评价结果

#### 6.7.3.1 调查结果

2023年5月海洋生物质量调查结果见下表。

表 6.7-2 海洋生物质量调查结果表

站位	类别	名称	锌	铜	铅	镉	总汞	砷	石油烃
			( $\times 10^{-6}$ )						
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

备注：未检出样品用“<检出限”表示。

2022年11月海洋生物质量调查结果见下表。

表 6.7-3 生物体中污染物检测项目结果

断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	锌
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■



表 6.7-5 海洋生物质量评价结果表（2022 年 11 月）

序号	断面	样品类型	名称	评价结果					
				石油 烃	铜	铅	镉	汞	锌
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■	■	■	■
■				■	■	■	■	■	■
■				■	■	■	■	■	■

调查海域中 SF4 断面的软体类动物火枪乌贼的石油烃超出标准限值，其他项目均符合标准要求。其他断面生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平均低于相应标准限值，符合所在海洋功能区标准要求。

## 6.8 陆域生态环境现状

本项目陆域施工场地位于陆丰市金厢镇萧厝村海边沙滩后方，场地开阔，地势较为平坦，地面上散布着杂草和渔民生产垃圾，呈自然未经人工改造状态。

经现场踏勘，场地地面覆盖着一些低矮的植被，主要是草本和藤本植物，主要包括木麻黄群落、马尾松群落。

总体来看，本工程施工作业所在区域陆域生态系统类型单一，结构简单，未发现重点保护野生动植物。

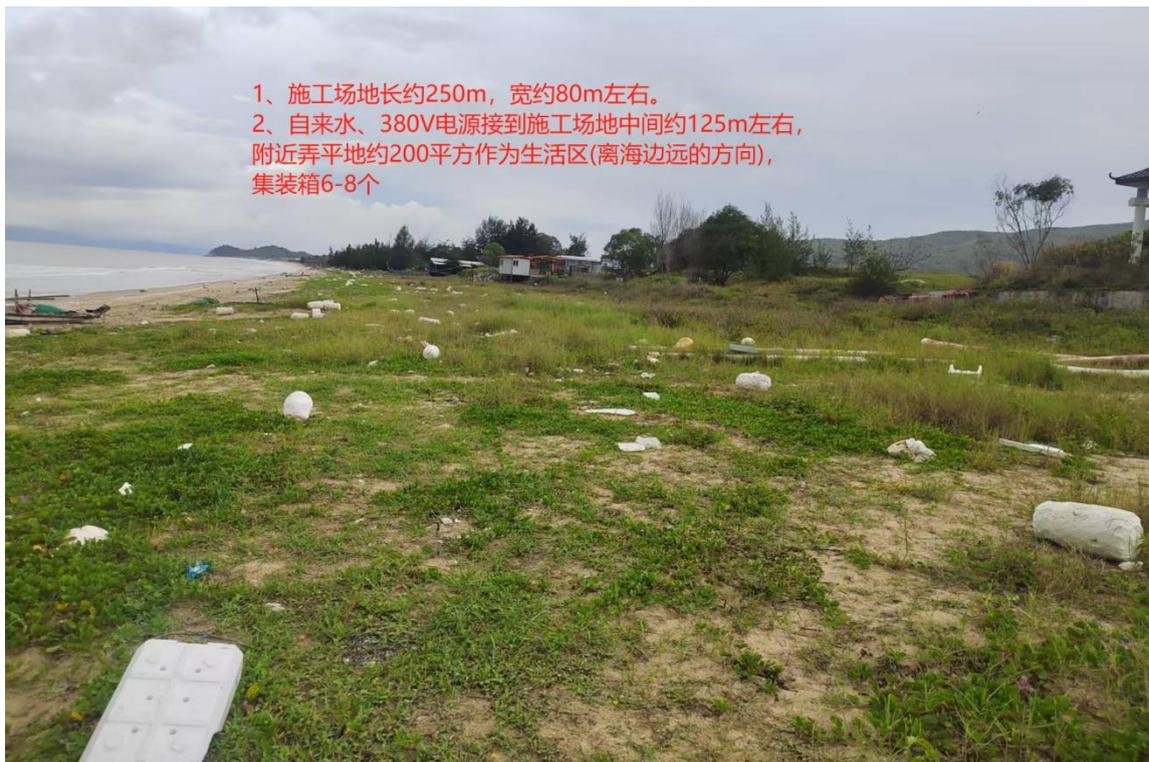


图 6.8-1 临时施工场地现状实景图

## 6.9 声环境质量现状

本项目陆域临时施工场地位于 2 类声环境功能区，施工场地周边 200m 范围内无声环境敏感目标。

根据《2024 年汕尾市生态环境状况公报》，截至 2024 年年底，汕尾市区建成区面积约为 41.63 平方公里，设有 5 个功能区噪声监测点位、105 个区域环境噪声监测点位、26 个道路交通噪声监测点位。

### （一）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。

### （二）城市区域总体噪声水平

2024 年度全市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》（GB 3096-2008）中的一般水平，达到国家规定标准，与 2023 年相比下降 0.2 分贝。

（三）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》（GB 3096-2008）中的好水平，达到国家规定标准。

本项目施工场地位于陆丰市金厢镇萧厝村海边，周边无固定声源，场地北侧约 200m 为国道丹东线（G228），连接了陆丰市的多个重要区域，车流量一般。场地开阔，现场声环境主要为自然海浪声，无其他噪声源，声环境质量现状较好。

## 7 环境影响预测与评价

### 7.1 水文动力环境影响分析

#### 7.1.1 水动力模型简介

工程对水动力环境的影响采用平面三维数值模型来进行预测与分析。该模型采用非结构三角网格剖分计算域，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密，该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点。采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

##### （1）控制方程

质量守恒方程：

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

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fu - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \\ \frac{g}{\rho_0} \int_{-z}^{\eta} \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left( \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = -fv - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \\ \frac{g}{\rho_0} \int_{-z}^{\eta} \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left( \frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S \end{aligned}$$

式中：t——时间；

P——水压力；

h——水深， $h=\eta+d$ ；

u、v、w 分别为 x、y、z 方向垂向平均流速；

g——重力加速度；

f——科氏力参数（ $f = 2\omega \sin \varphi$ ， $\varphi$  为计算海域所处地理纬度）；

$s_x$ 、 $s_y$ ——x、y 方向水平涡动粘滞系数。

## （2）定解条件

初始条件：

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0 \end{cases}$$

边界条件

固定边界取法向流速为零，即  $\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$ ；在潮滩区采用动边界处理；水边界采用

预报潮位控制： $\zeta = A_0 + \sum_{i=1}^{11} H_i F_i \cos[\sigma_i t - (v_0 + u)_i + g_i]$ ， $A_0$  为平均海面， $F_i$ 、 $(v_0 + u)_i$  为天文要素， $H_i$ 、 $g_i$  为某分潮调和常数，即振幅与迟角。

## 7.1.2 计算域和网格设置

### （1）计算域设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见图 7.1-1。模拟采用三角网格，用动边界的方法对干、湿网格进行处理。整个模拟区域内由 6487 个节点和 11865 个三角单元组成，最小空间步长约为 5m。数值模拟计算海域网格分布见图 7.1-1。

### （2）水深和岸界

水深：选取中国人民解放军海军航海保证部制作的海图以及工程附近海域水深地形测量资料。

岸界：采用以上海图中岸界及工程附近海岸线勘测资料。

### （3）大海域模型水边界输入

开边界：利用潮波模型求得的  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$  和  $O_1$  四个主要分潮调和常数值输入计算。

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

式中：

$f_i$ 、 $\sigma_i$ —第  $i$  个分潮（这里共取四分潮： $M_2$ 、 $S_2$ 、 $O_1$  和  $K_1$ ）的交点因子和角速度；

$H_i$  和  $G_i$  是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角；

$V_{oi} + V_i$ —分潮的幅角。

闭边界：以大海域和工程周边岸线作为闭边界。

#### （4）计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时间步长 1s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼宁系数  $n$  取  $60\sim 80\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

#### （5）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中：

$c_s$ —常数；

$l$ —特征混合长度，由  $S_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$  ( $i, j = 1, 2$ ) 计算得到。

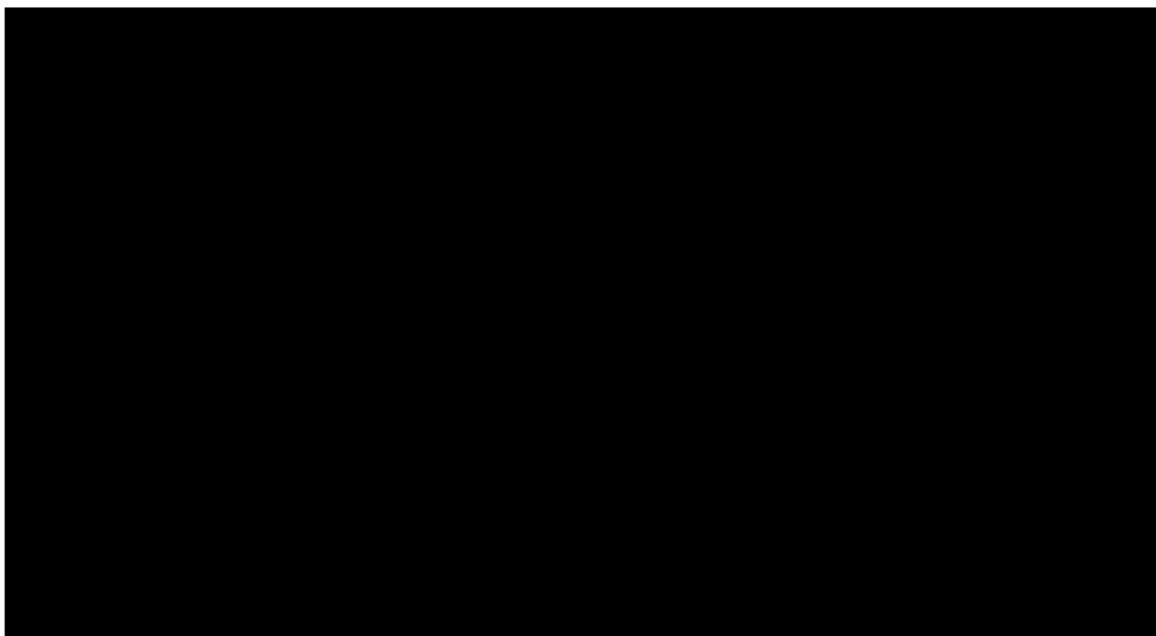


图 7.1-1 数值模拟计算域及网格

### 7.1.3 潮流数值模型及验证

#### （1）验证站位

潮位验证采用 2021 年 5 月 27 日~29 日（大潮）用海区周边海域 2 个站位同步连续观测数据。潮流验证采用广州海兰图检测技术有限公司于 2011 年 5 月 27 日~28 日（大潮）在用海区周边海域 4 个站位 25 小时单周日海流同步连续观测数据。

模拟区内潮位验证点表 7.1-1 及图 7.1-2。

表 7.1-1 潮位和潮流验证点坐标

测点	北纬	东经	观测项目
██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████

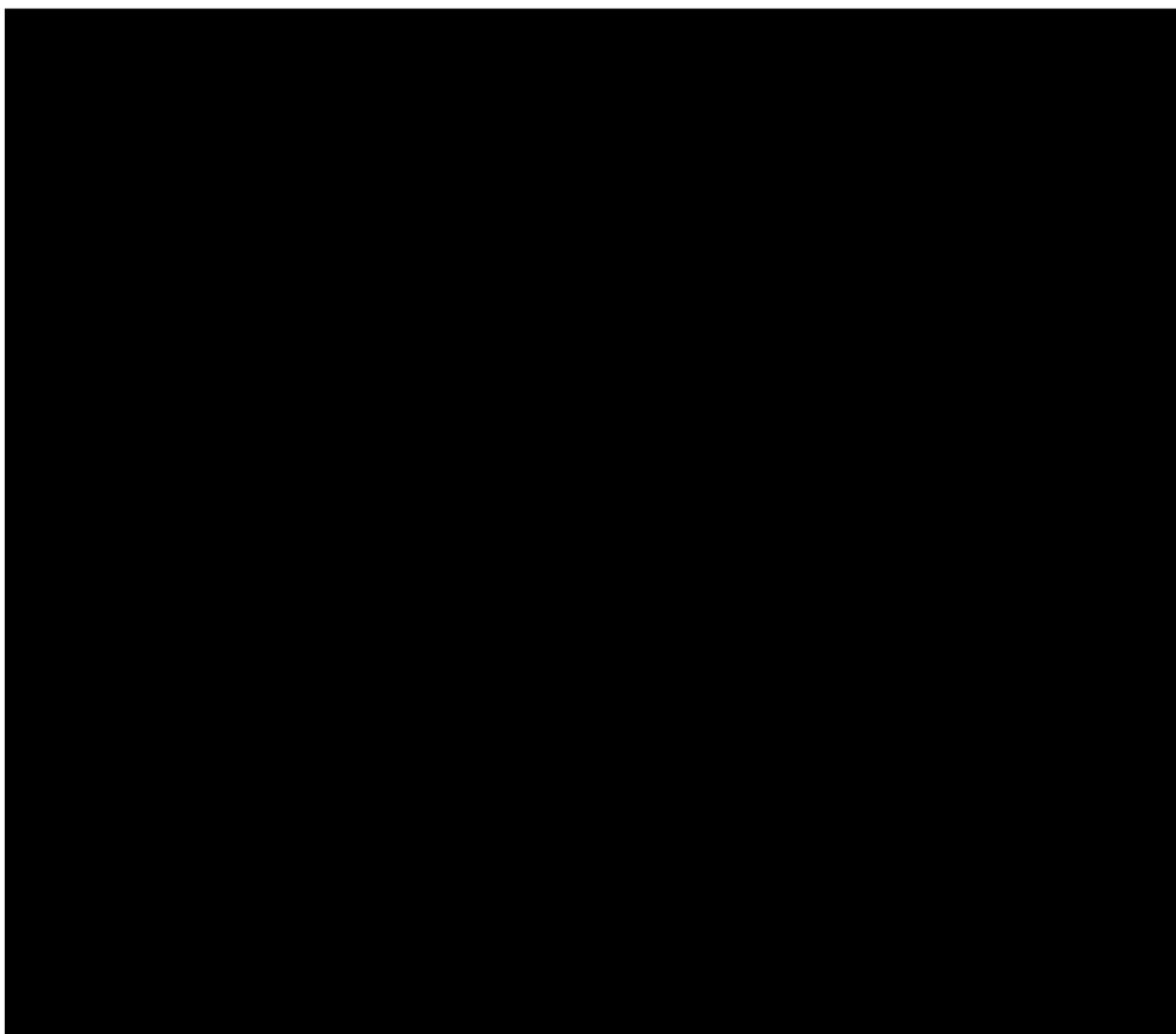


图 7.1-2 潮流验证点位置图

## (2) 验证结果

潮位验证曲线见图 7.1-3。潮流验证曲线见错误!未找到引用源。。

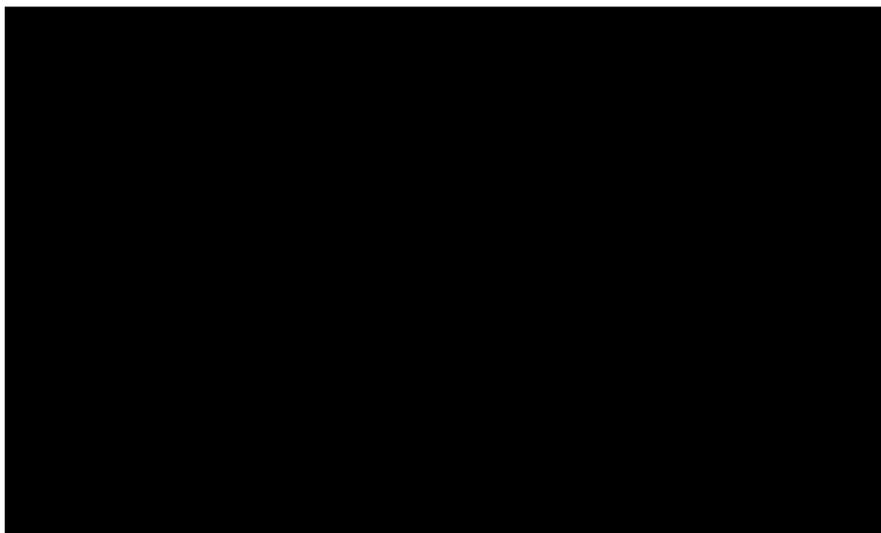


图 7.1-3a 潮位验证曲线 (SWC3)

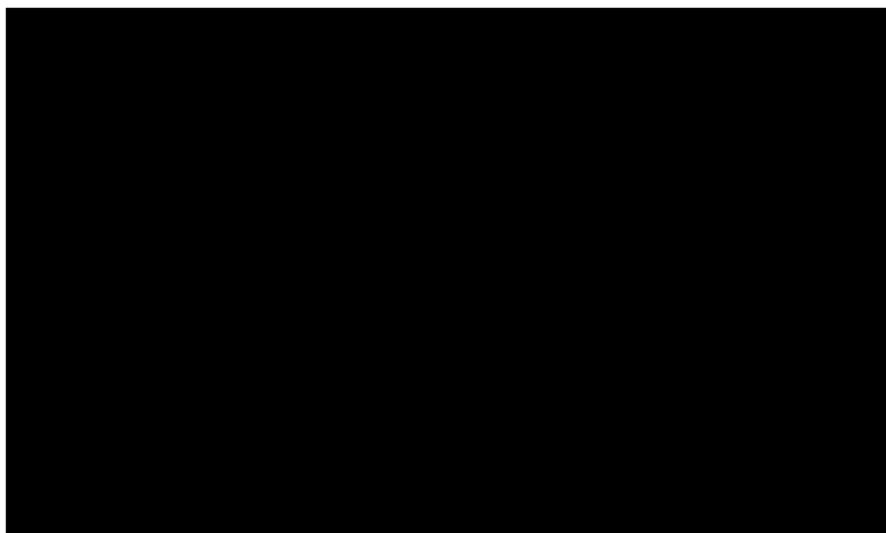


图 7.1-3b 潮位验证曲线 (SWC4)

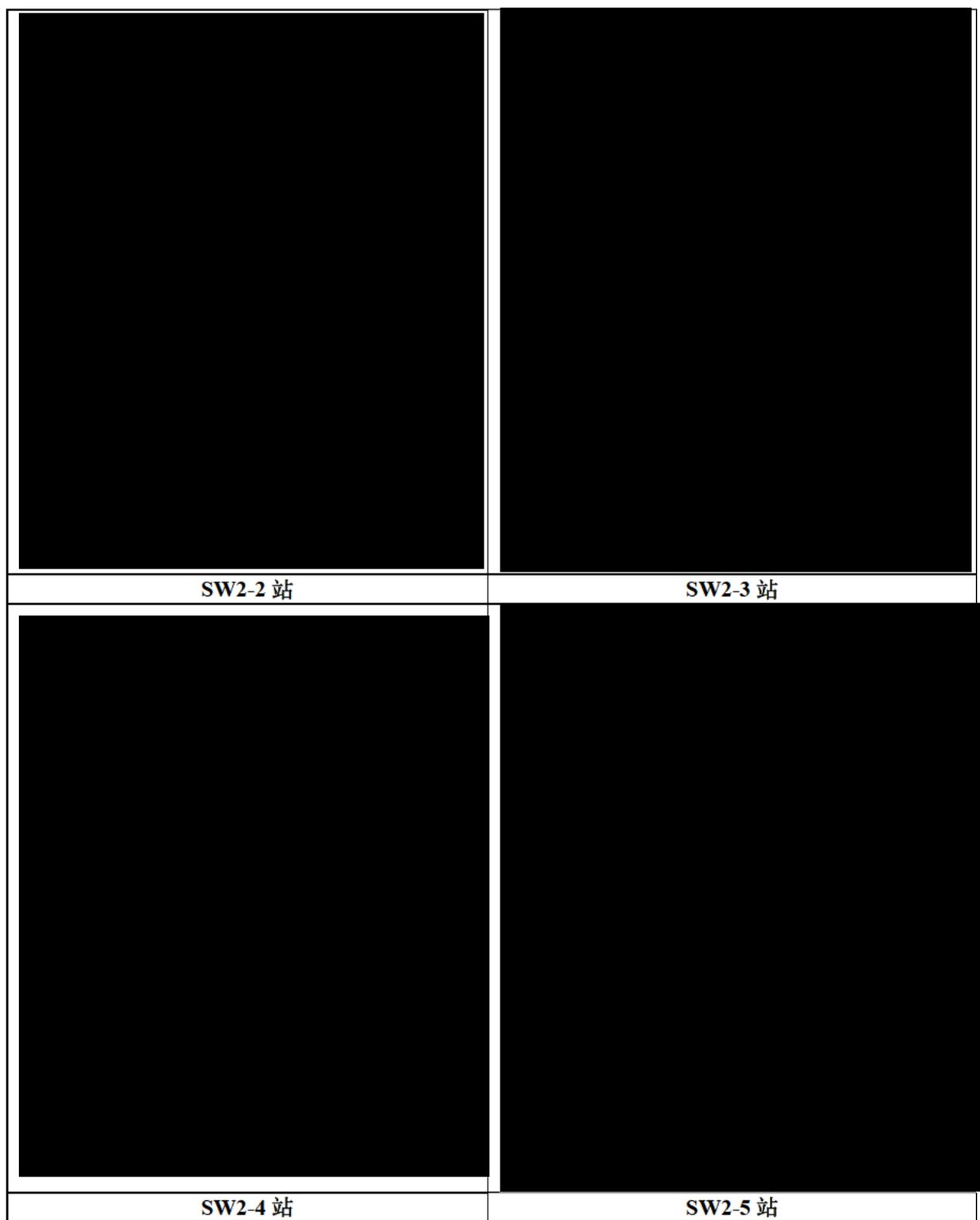


图 7.1-4 潮流验证曲线

以上潮位和潮流验证结果表明，潮流实测值和模拟值流速平均误差为 0.07m/s，潮位平均误差为 0.04m。相应验证点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTS/T231-2-2010）的要求，能够较好地反映用海区周边海域潮流状况。

#### 7.1.4 工程前水动力环境分析

大海域潮流场数值模拟分析结果如下，分析中潮位时刻采用工程附近海域潮位时刻。

##### （1）大海域潮流场数值模拟

图 7.1-5 是的大海域大潮期间涨潮中间时刻潮流场，计算域内潮流整体由 NE 向 SW 流，流速较小，基本在 40cm/s 以下，在湾内流速更小，基本在 15cm/s 以下。

图 7.1-6 是的大海域大潮期间落潮中间时刻潮流场，计算域内潮流整体由 SW 向 NE 流，流速基本和涨潮基本一致，方向相反，基本在 40cm/s 以下，在湾内流速更小，基本在 15cm/s 以下。

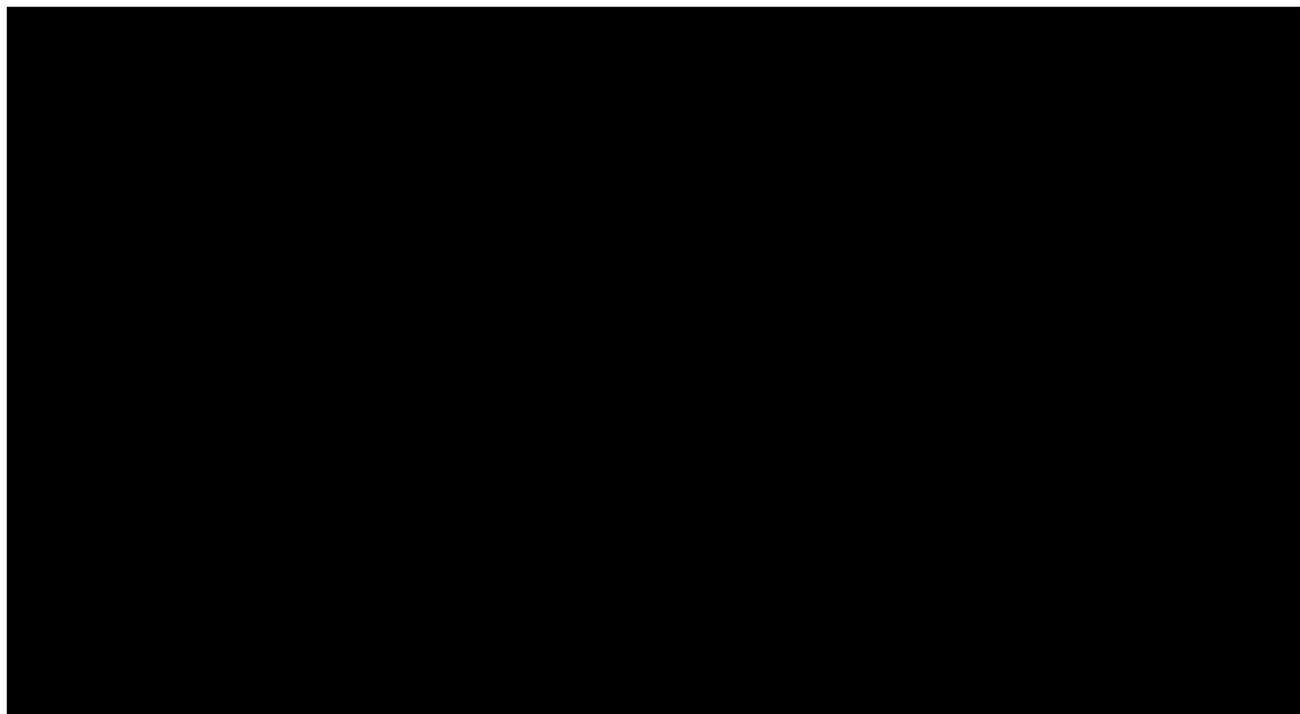


图 7.1-5a 大海域计算潮流场（涨潮中间时，表层）

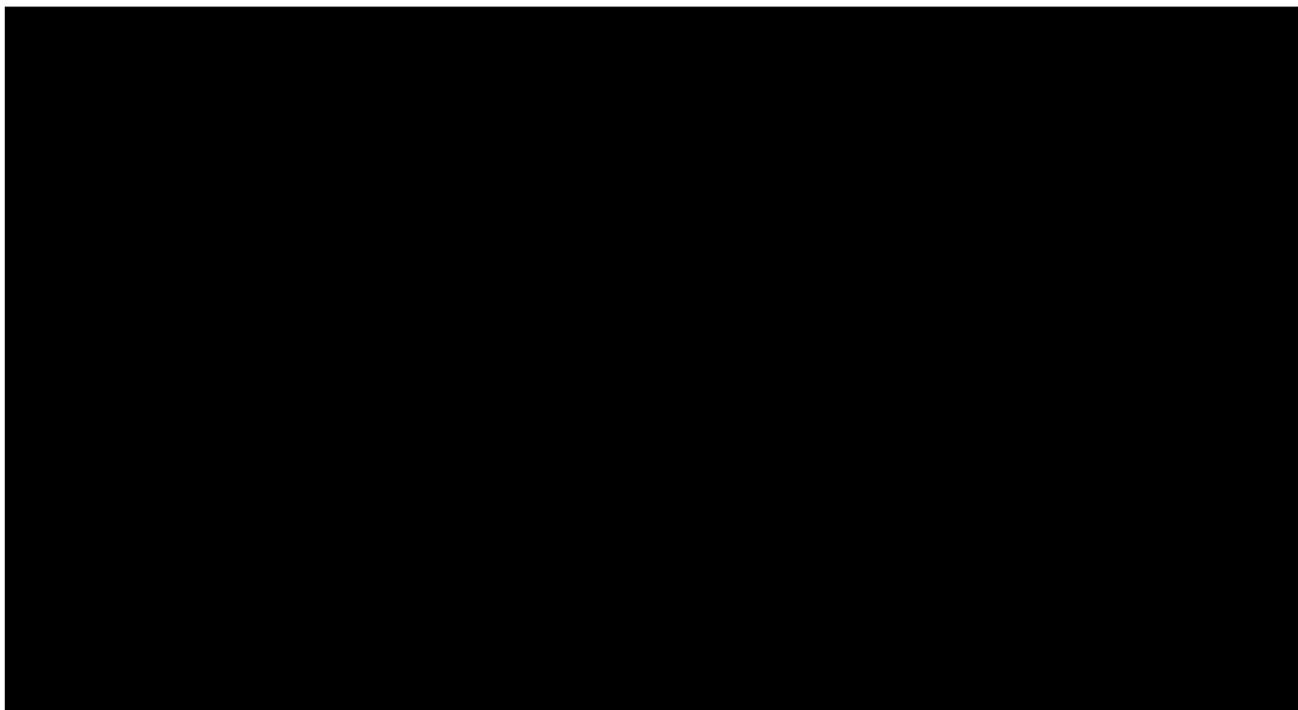


图 7.1-5b 大海域计算潮流场（涨潮中间时，中层）

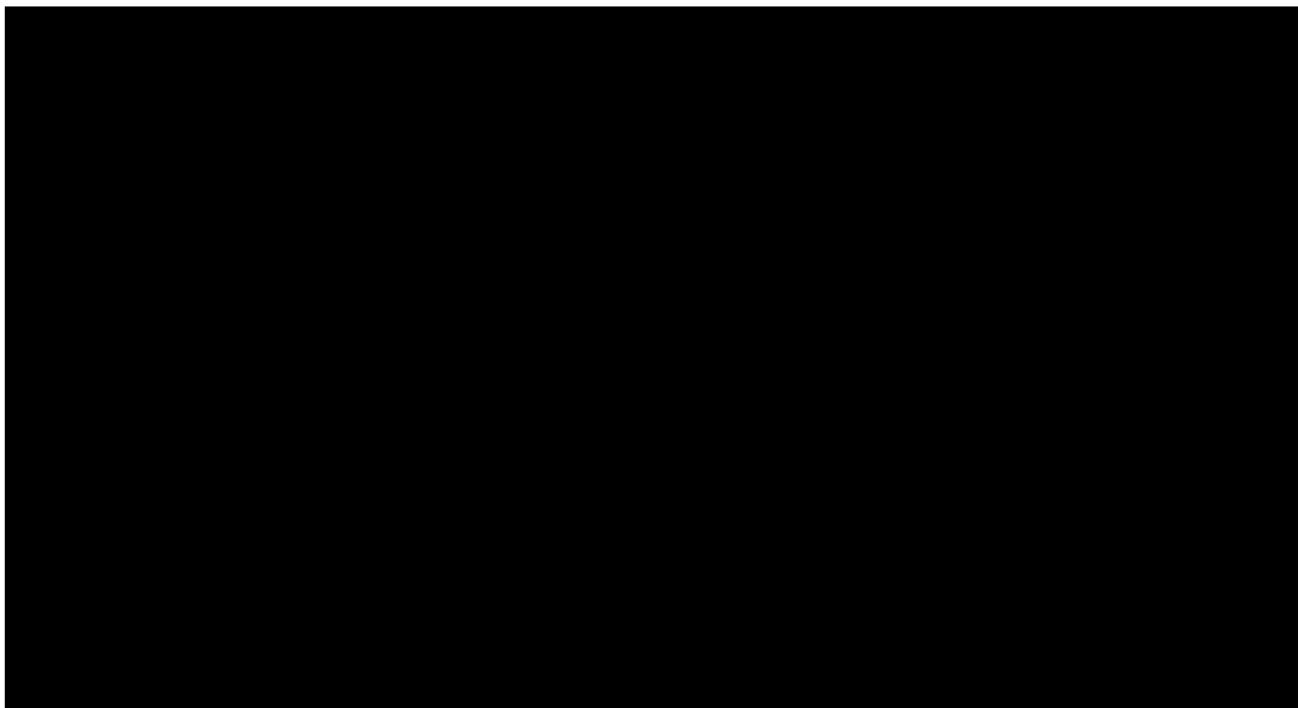


图 7.1-5c 大海域计算潮流场（涨潮中间时，底层）

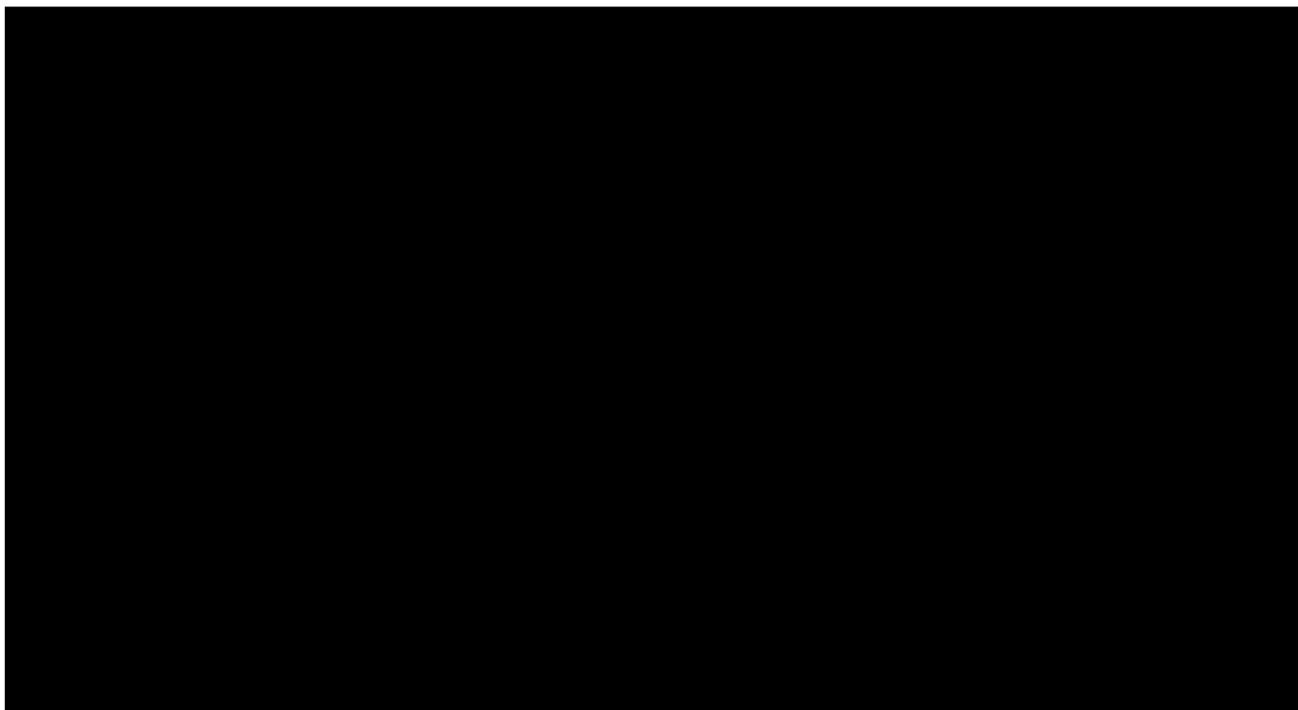


图 7.1-6a 大海域计算潮流场（落潮中间时，表层）

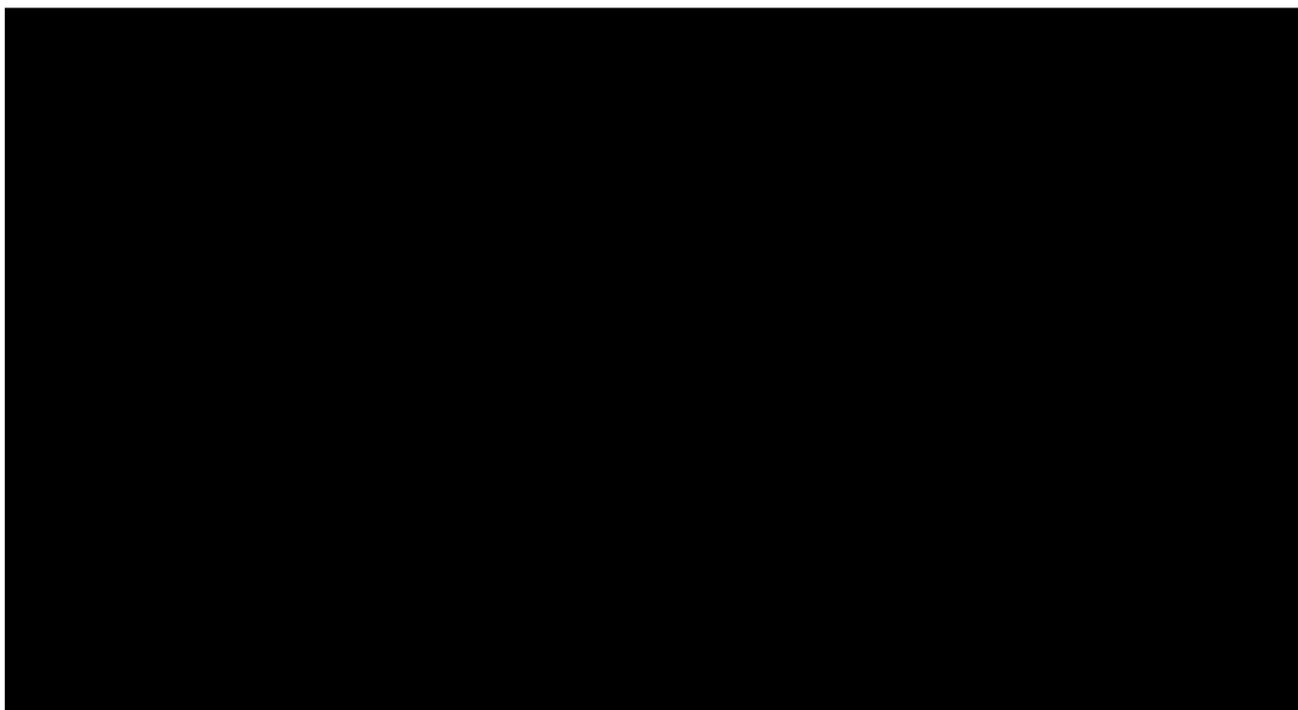


图 7.1-6b 大海域计算潮流场（落潮中间时，中层）

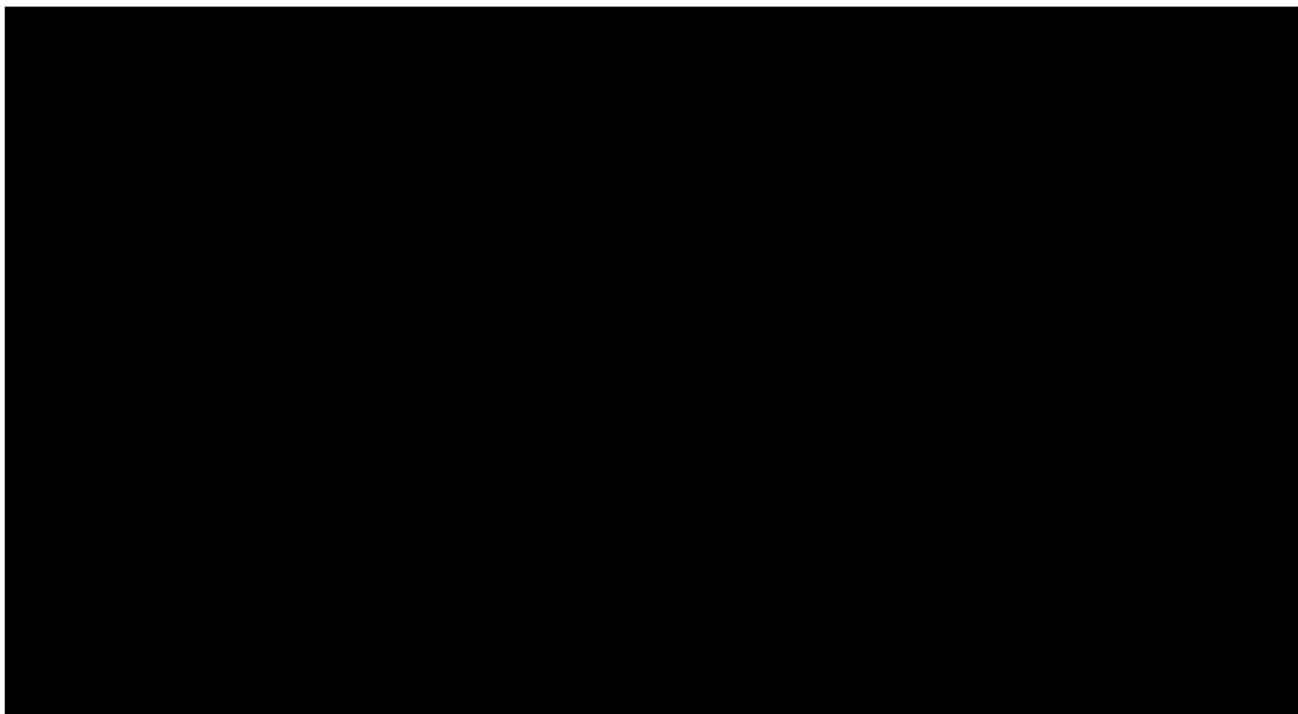


图 7.1-6c 大海域计算潮流场（落潮中间时，底层）

**（2）工程海域潮流场现状数值模拟**

图 7.1-7 是工程海域涨潮中间时潮流场，涨潮中间时,工程区流速在 0.15-0.25m/s 之间，模拟区内潮流基本上西北向流。

图 7.1-8 是工程海域落潮中间时潮流场，工程区流速在 0.20-0.33m/s 之间，模拟区内潮流整体东南向流。

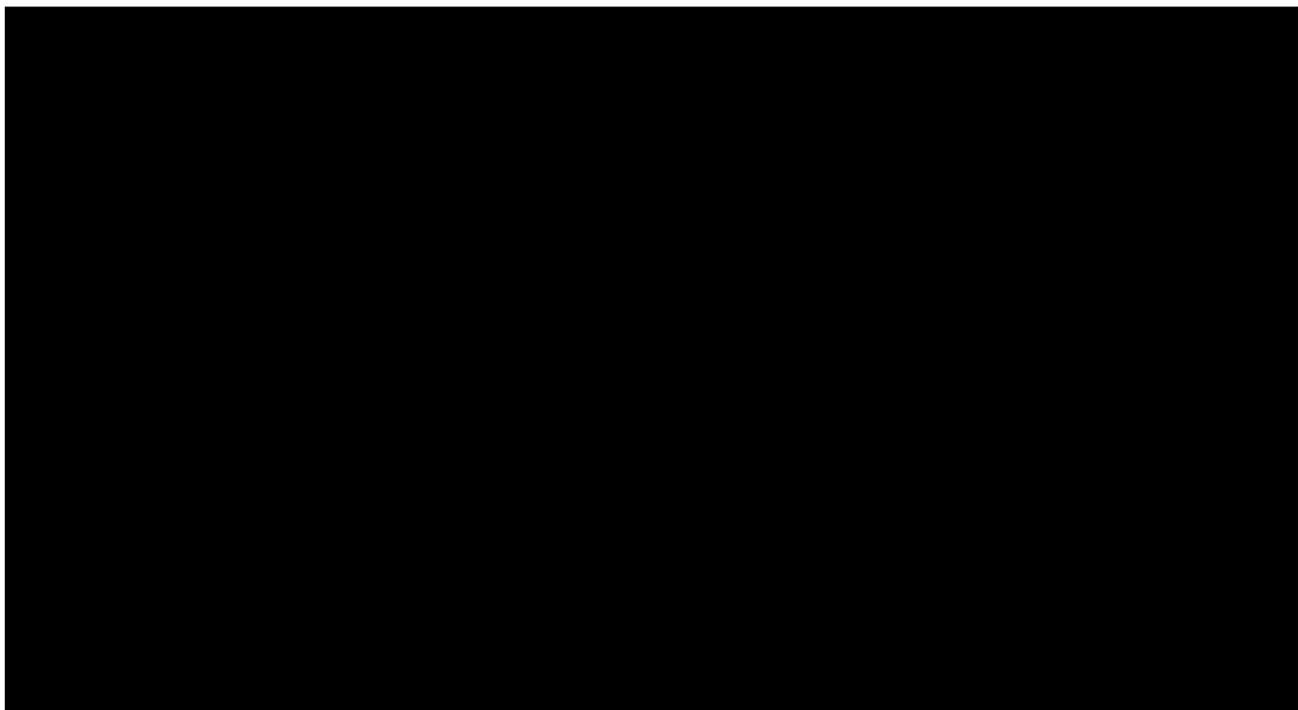


图 7.1-7a 工程海域现状潮流场（涨潮中间时、表层）

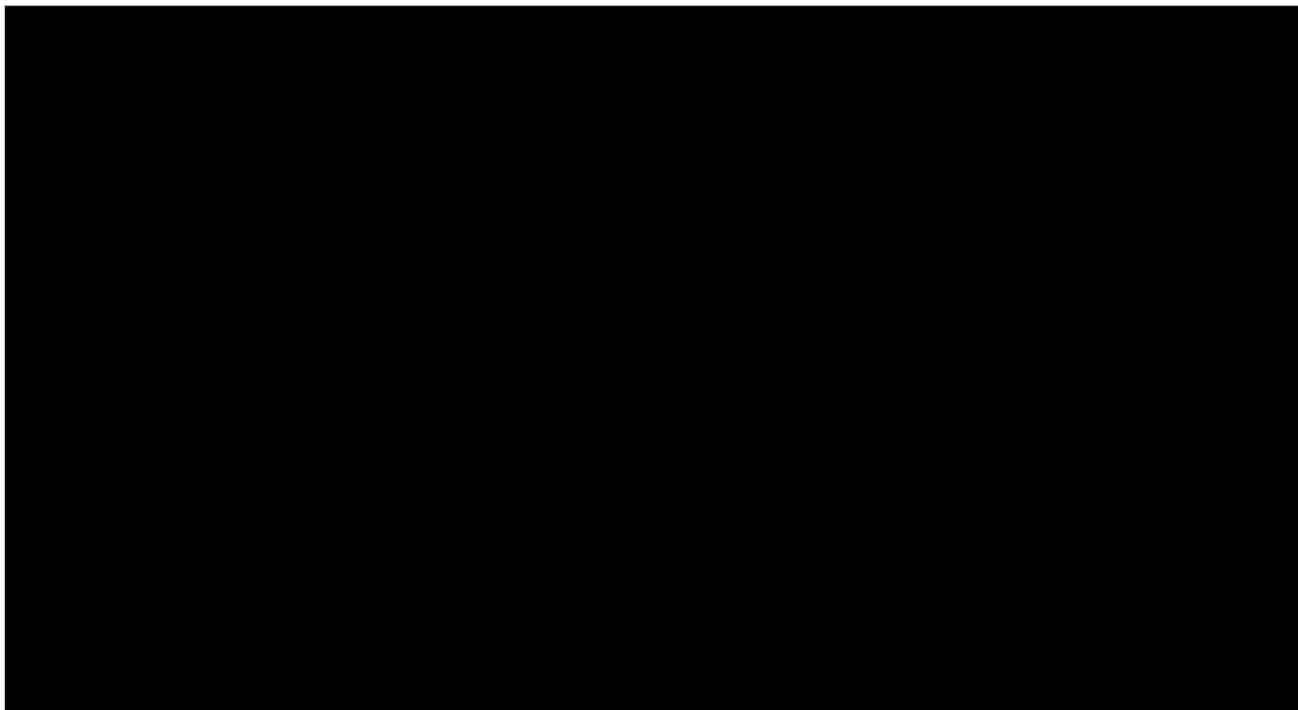


图 7.1-7b 工程海域现状潮流场（涨潮中间时、中层）

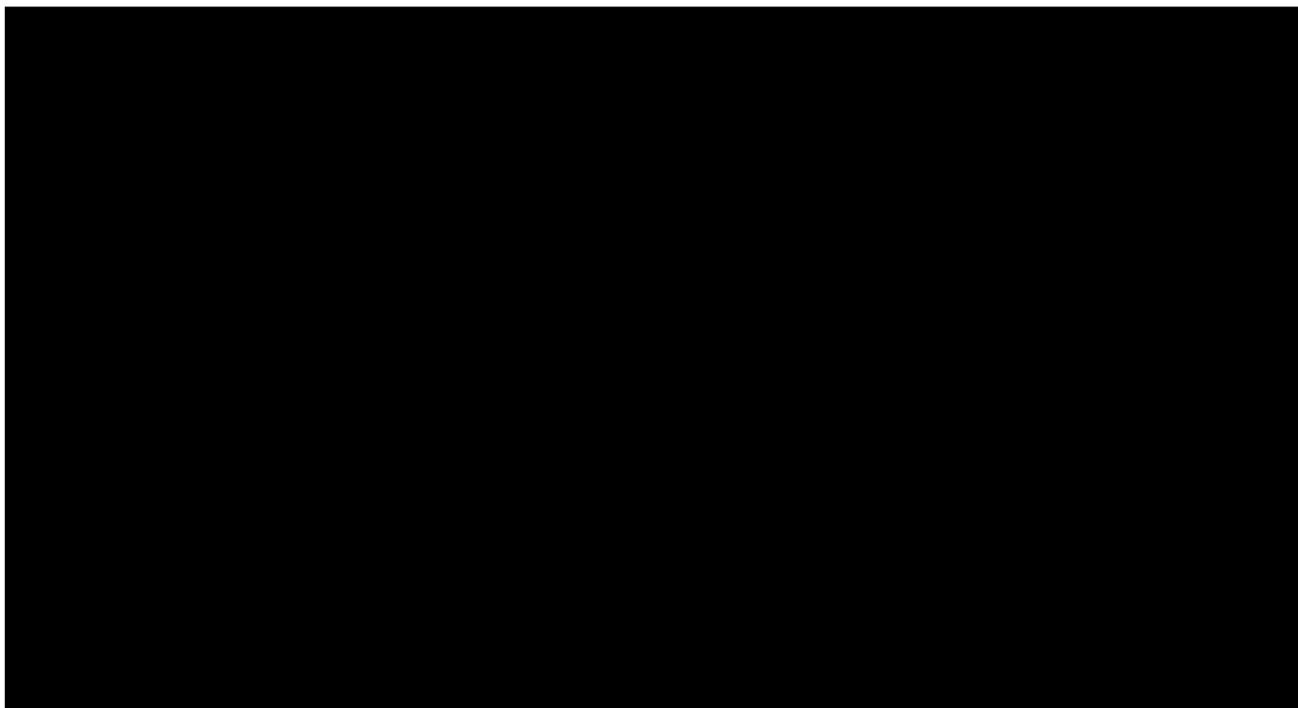


图 7.1-7c 工程海域现状潮流场（涨潮中间时、底层）

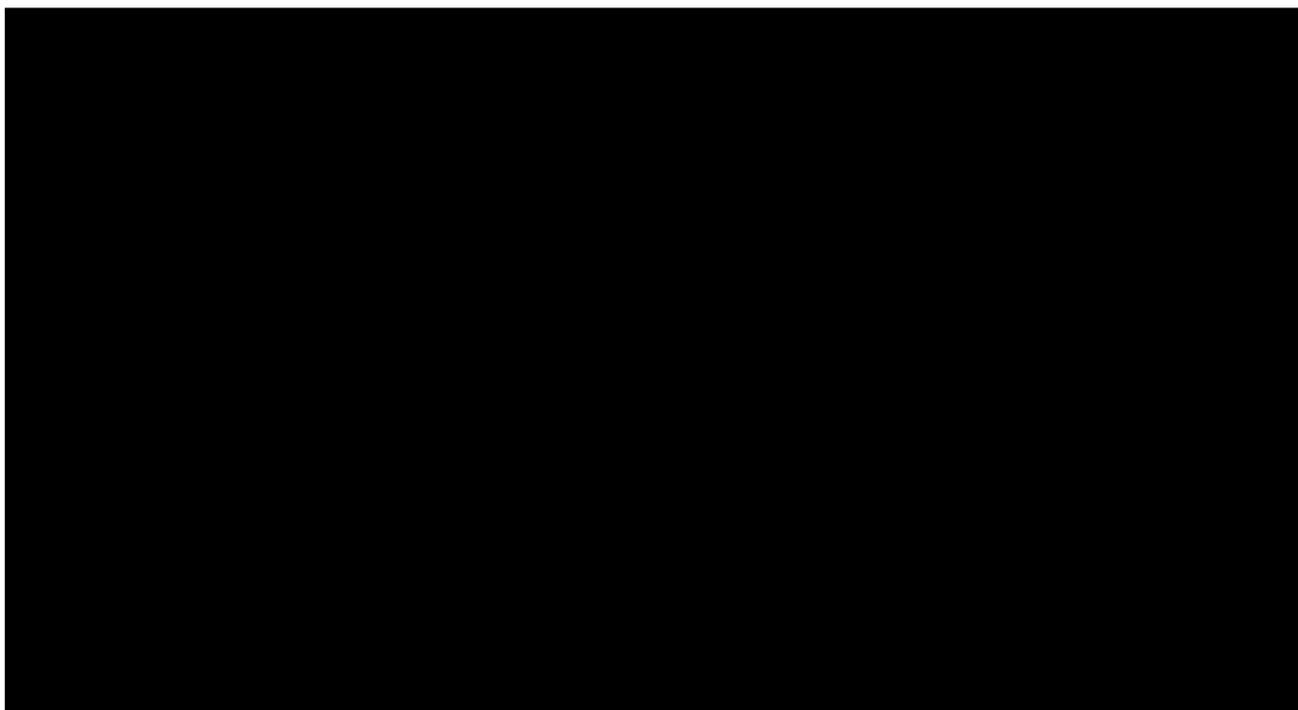


图 7.1-8a 工程海域现状潮流场（落潮中间时、表层）

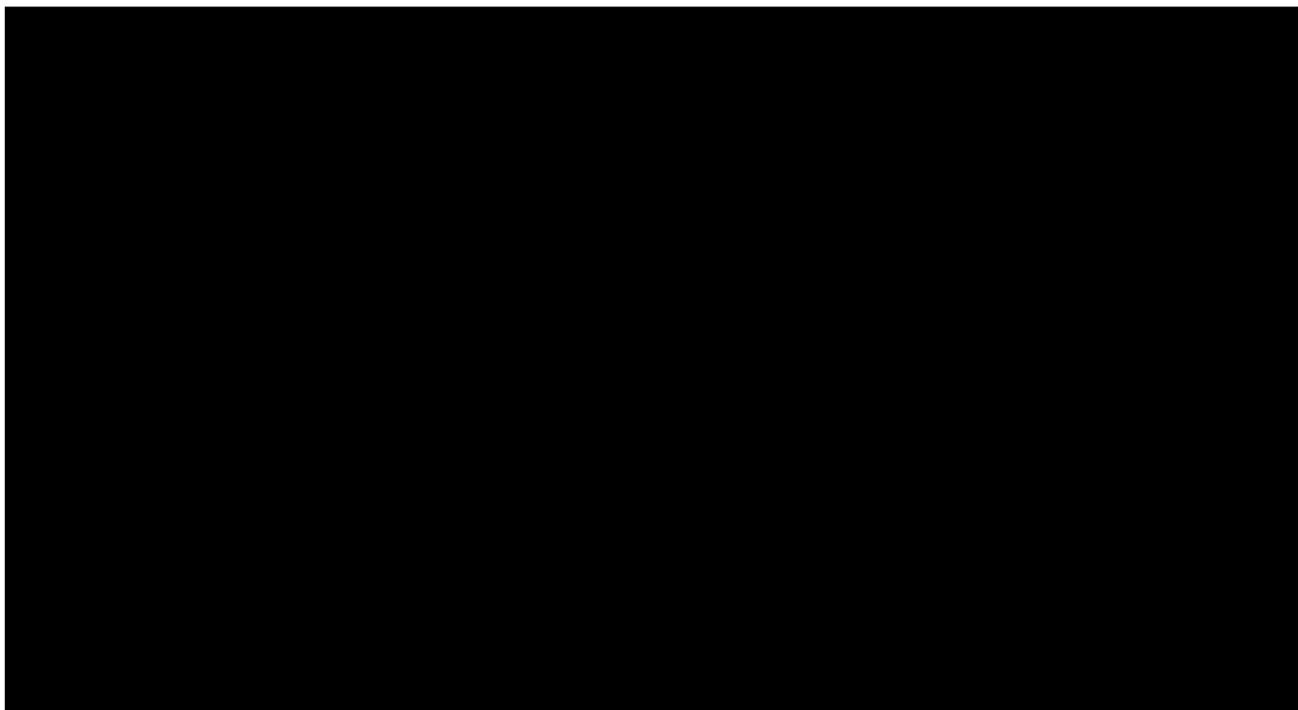


图 7.1-8b 工程海域现状潮流场（落潮中间时、中层）

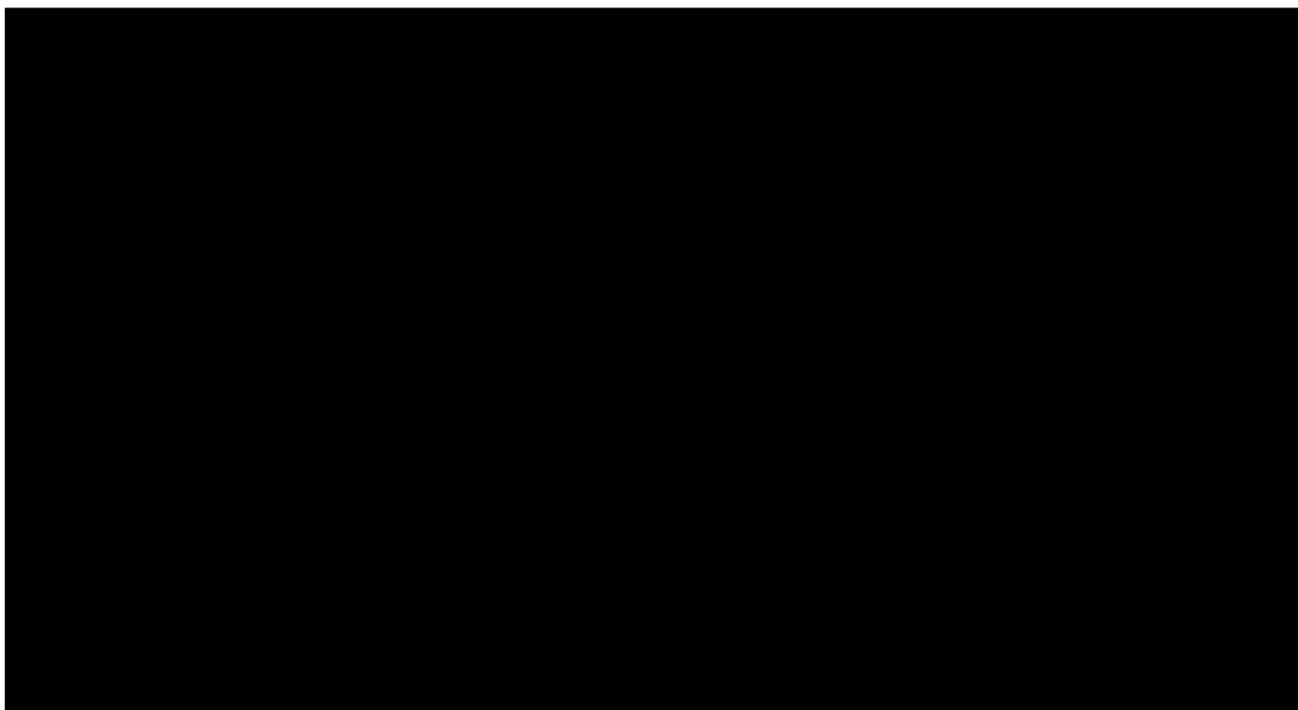


图 7.1-8c 工程海域现状潮流场（落潮中间时、底层）

### 7.1.5 工程后水动力与冲淤环境分析

本项目在海水中的养殖设施主要是网箱和系泊系统。相对于自然状态，网箱设施的建设不可避免的会对用海区水流运动造成一定的阻滞作用，但项目选址区为较开阔的海湾，从现状潮流特征来看，主潮流方向较显著，且养殖网箱为透水结构，海流流

通性良好，网箱之间又有足够的间距，因此对水动力环境影响很小。此外，重力网箱通过锚链+双齿犁锚锚固方式，相对于传统的水泥墩锚块，该锚型投放时能够借助其特殊的形状设计和自身重力快速嵌入海床，对锚固件周边水域绕流改变影响幅度小，加之本项目各锚固件距离较远，约 30m，因此不会对项目水域整体水动力流场和冲淤积环境造成显著的改变。

用海区布置 2 个桁架式网箱，1 个半潜式，1 个为坐底式。半潜式和坐底式养殖平台设施体量都比较小，且下部网箱为透水结构，也不会引起水动力条件的显著变化。

## 7.2 海水水质环境影响预测与评价

### 7.2.1 水质预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

（1）三维对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial uc}{\partial x} + \frac{\partial vc}{\partial y} + \frac{\partial wc}{\partial z} - \frac{\partial w_s c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{u_{Tx}}{\sigma_{Tx}} \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{u_{Ty}}{\sigma_{Ty}} \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{u_{Tz}}{\sigma_{Tz}} \frac{\partial c}{\partial z} \right) + S$$

$c$  为悬浮物浓度， $W_s$  为泥沙沉速， $u_{Tx}, u_{Ty}, u_{Tz}$  为各向异性涡粘系数，海缆项目取值为 0.01， $\sigma_{Tx}, \sigma_{Ty}, \sigma_{Tz}$  为湍流 Schmidt 数， $S$  为源汇项。其余各项同水动力控制方程。

$S = S_m + S_v$ ，其中  $S_m$  是悬浮物排入的源强，而  $S_v$  是悬浮物的海底垂直通量，表示由于沉降和再悬浮随机过程对源强的修正。

$$S_v = \alpha W (\beta S_* - \gamma C)$$

其中： $\beta = 1$ ，当  $u, v \geq u_c$  时； $\beta = 0$ ，当  $u, v < u_c$  时。

$\gamma = 1$  当  $u, v \leq u_f$  时； $\gamma = 0$  当  $u, v > u_f$  时。

$\alpha$ ：泥沙颗粒沉降几率，决定于湍流强度和悬浮质点粒径；

$u_f$ ：扬动流速；

$u_c$ ：起动流速；

$S_*$ ：水流挟沙能力；

$W$ ：悬浮颗粒的沉降速度，按下列公式求得：

$$W = \sqrt{(13.95 \frac{\eta}{d})^2 + 1.09 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} gd} - 13.95 \frac{\eta}{d}$$

$\eta$  是海水分子运动粘性系数，取  $1.007 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ， $d$  是  $d_{50}$ ，为沙粒中径。

$u_c$  和  $u_f$  分别是起动流速和扬动流速。据窦国仁公式

$$u_c = 2.72 \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} gd + 0.19 \frac{\varepsilon_k + g\delta H}{d}}$$

$\rho$  为海水密度， $\varepsilon_k$  为粘结力系数， $\varepsilon_k = 2.56 \text{cm}^3/\text{L}^2$ ， $\delta$  为薄膜水厚度， $\delta = 0.213 \times 10^{-4} \text{cm}$ ，

据海缆项目海域的  $H$  值、泥沙粒径和泥沙密度求得  $u_c$ 。

悬浮物的淤落条件，决定于水流速度和悬浮颗粒的扬动流速。利用扬动流速  $u_f$  的计算公式：

$$u_f = 12.76 \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} gd}$$

可求的颗粒的扬动速度  $u_f$ 。

悬浮物造成底床变形方程：

$$\gamma_0 \frac{\partial \eta_s}{\partial t} = \alpha \omega (C - S_*)$$

式中， $\eta_s$  为悬沙引起的海底床面冲淤厚度， $\gamma_0$  为悬沙干容重， $S_*$  为挟沙能力，分别由以下两式计算：

$$\gamma_0 = 1750 d_{50}^{0.183}$$

$$S_* = \alpha_0 \frac{\rho_0 \rho_s}{\rho_s - \rho_0} \left( \frac{(\sqrt{u^2 + v^2})^3}{c^2 (h + \zeta) \omega} + \beta_0 \frac{H^2}{(h + \zeta) T \omega} \right)$$

$d_{50}$  为悬浮物中值粒径(mm)，本次计算悬浮物平均中值粒径取  $0.018 \text{mm}$ ，因此， $\gamma_0 \approx 839 \text{kg}/\text{m}^3$ 。 $\rho_s$  为泥沙容重， $2650 \text{kg}/\text{m}^3$ ， $\rho_0$  为海水的容重， $1025 \text{kg}/\text{m}^3$ ，

$\alpha_0 = 0.016$  ,  $\beta_0 = 4.65 \times 10^{-5} h^{-1.43}$  ,  $c$  为 Chezy 系数,  $c = h^{1/6} / n$  ,  $n$  为 Manning 糙率系数, 本文根据验证情况进行调整。

(2) 边界条件

岸边界条件: 浓度通量为零;

开边界条件:

入流:  $C|\Gamma = P_0$  , 式中  $\Gamma$  为水边界,  $P_0$  为边界浓度, 模型仅计算增量影响, 取  $P_0=0$ 。

出流:  $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n^w} = 0$  , 式中  $U_n$  边界法向流速,  $n$  为法向。

(3) 初始条件

$$C(x, y)|_{t=0} = 0$$

## 7.2.2 施工期悬浮沙影响分析

(1) 悬浮泥沙源强计算

根据前述工程分析章节, 本项目施工期单个网箱锚固件投放悬浮沙源强为 0.24kg/s。结合项目用海区平面布置及施工进度安排, 所有 272 口网箱锚泊件需在 3 个月内可全部投放完成。六艘拖网船交替作业, 以 15 天为一个污染周期, 则一个污染周期内单艘作业船需投放完成约 15 个网箱, 即一个污染周期内悬浮沙源强为:  $0.24 \times 15 = 3.60 \text{kg/s}$ 。

(2) 源强位置

项目用海区内网箱锚固设施均匀分布, 不同点位施工产生的悬浮物影响范围不同, 结合同类项目经验, 本次结合网箱平面布置情况选取了 12 个代表点, 预测不同点位施工的悬浮物最大影响范围, 悬浮物预测点位见图 7.2-1。

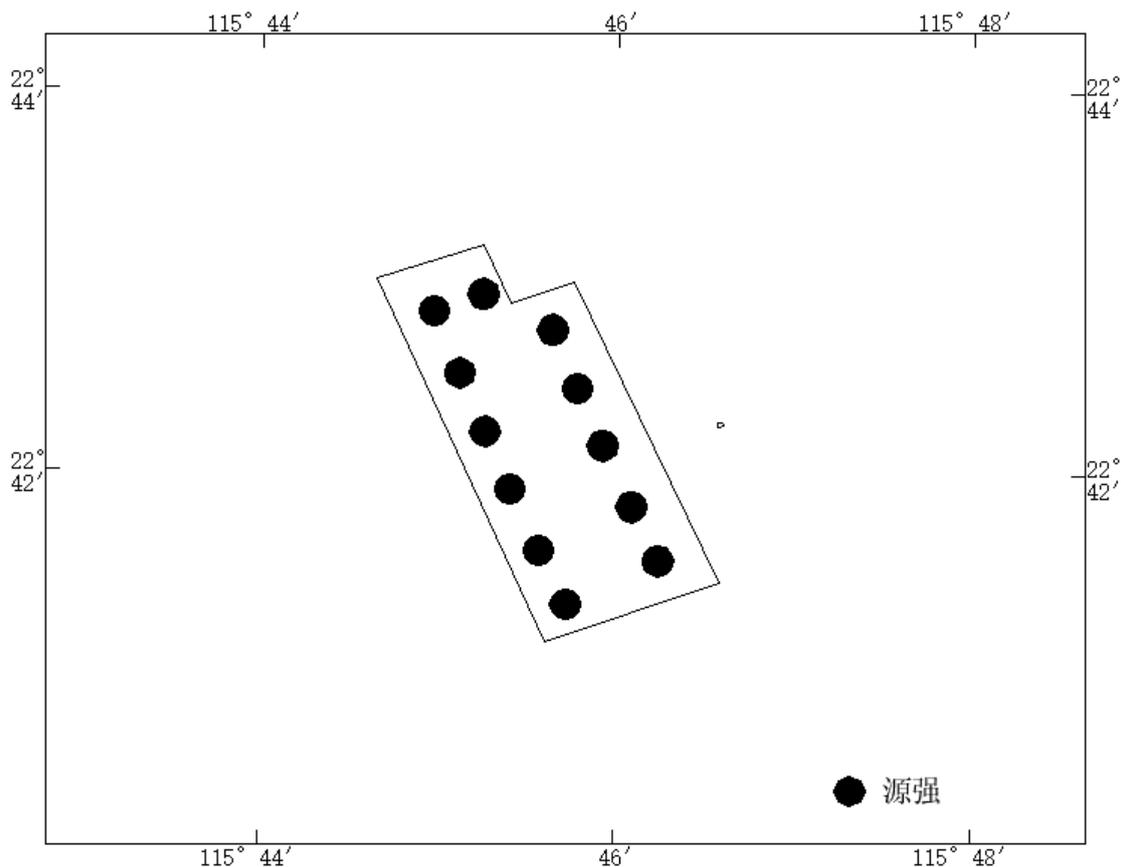


图 7.2-1 悬浮泥沙发生代表点位置图

(3) 悬浮泥沙影响预测结果

计算工况考虑大潮、小潮和全潮期，预测在不同潮期产生悬浮物的扩散范围和浓度，统计分析悬浮物的最大影响范围。

图 7.2-2 为根据悬浮物单点预测结果绘制的悬浮物影响包络线，由最大包络范围图可知，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 影响范围叠加约为 2.96km<sup>2</sup>，悬浮物浓度大于 20mg/L 影响范围叠加约为 1.23km<sup>2</sup>，悬浮物浓度增量大于 50mg/L 的影响范围为 0.21km<sup>2</sup>，悬浮物浓度增量大于 100mg/L 的影响范围为 0.03 km<sup>2</sup>。

本节对悬浮物扩散范围预测为保守考虑，根据施工规划，悬浮物浓度增量可较短时间内减低至 10mg/L 以内。因此，悬浮沙实际影响是暂时的，随着工程结束，悬浮物对水环境的影响也将消失。

表 7.2-1 施工悬浮物增量影响范围单位：km<sup>2</sup>

项目	≥10mg/L	≥20mg/L	≥50mg/L	≥100mg/L	≥150mg/L
系泊锚构件投放	2.96	1.23	0.21	0.03	0

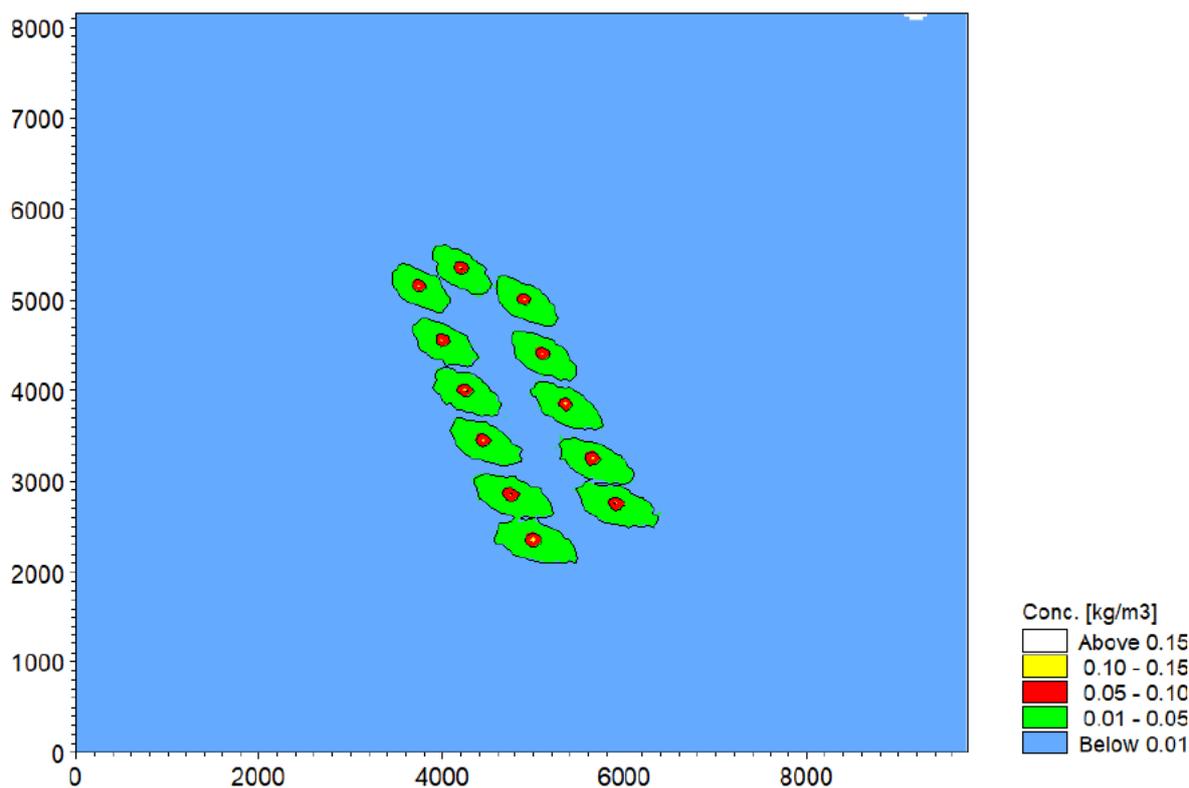


图 7.2-2 锚固构件投放悬浮物影响范围（全潮）

### 7.2.3 运营期养殖污染影响分析

#### (1) 预测因子及源强

选取  $COD_{Mn}$ 、氨氮、无机氮、活性磷酸盐作为影响预测因子，预测本项目网箱养殖污染物浓度分布。

由于表 4.2-2 中 COD 采用铬法测定，海水 COD 采用锰法测定，因此存在  $COD_{Cr}$  法和  $COD_{Mn}$  法之间的转换关系，鉴于项目海域水质 COD 含量较低，本次取  $COD_{Mn}=4/5COD_{Cr}$ ；总磷中一部分沉降进入底泥，一部分进入水中。Kapsar 等的研究表明，饵料中有 3/4 的总磷排入了周围的环境水域中，其中 35%溶解于水体中，65%沉入了海底。Walain 等研究了养殖过程中磷的物质平衡，饵料中的磷被鱼类利用的仅占 15%~30%，溶于水中的占 16%~26%，以颗粒态形式存在的则占 50%以上。本次进入水中的活性磷酸盐的折算系数取：活性磷酸盐/总磷=0.3，无机氮排污按氨氮占无机氮约 80~90%估算(85%)，则折算后污染物入海量见下表。

表 7.2-2 运营期养殖排污污染物预测源强核算表

养殖区	污染物	排放量 (t/a)	排放源强 (g/s)	单个网箱污染物产生源强 (g/s)
07 号启动区二区	$COD_{Mn}$	452.52	7.52	0.050

	氨氮	19.40	0.32	0.002
	无机氮	22.83	0.38	0.003
	活性磷酸盐	6.58	0.11	0.001

### (2) 工况设置

本项目用海区块内设置 272 口网箱，2 个桁架式网箱按用海面积折算等效为 14 个重力网箱。工况设置见下表。

表 7.2-3 预测工况设置一览表

养殖区	单个网箱源强		预测源强	备注
07 号启动区二区	COD <sub>Mn</sub>	0.050	1.164	按 24 个网箱一个源强，07 区块内一共 12 个预测点
	氨氮	0.002	0.048	
	无机氮	0.003	0.06	
	活性磷酸盐	0.001	0.016	

### (3) 预测结果

#### (1) COD 浓度分布情况

图 7.2-3 为连续排放时的 COD 浓度包络线。污水排放 COD 最大浓度为 0.05mg/L，根据现场水质调查资料可知，水质 COD 背景最大浓度为 0.90mg/L，因此污染物排放叠加背景值后最大为 0.95 mg/L，因此不产生超一类水质面积。

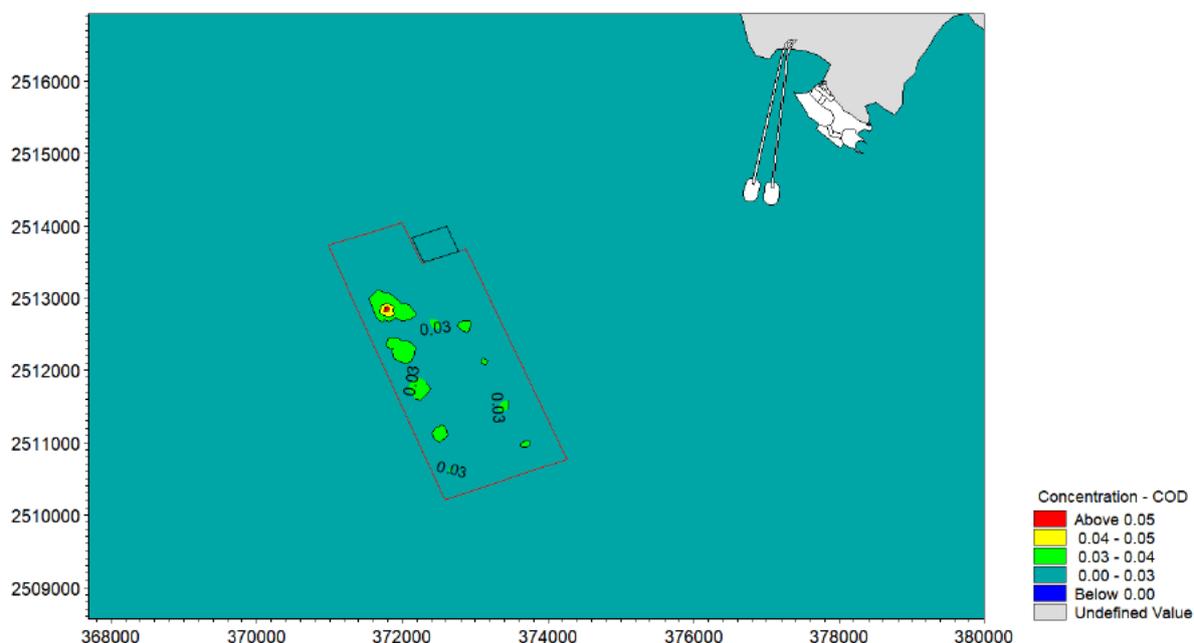


图 7.2-3 COD 影响范围(全潮)

#### (2) 氨氮浓度分布情况

图 7.2-4 为连续排放时的氨氮浓度包络线。污水排放氨氮最大浓度为 0.002mg/L，

根据现场水质调查资料可知，水质氨氮背景最大浓度为 0.031mg/L，因此污染物排放叠加背景值后最大为 0.033 mg/L，换算为非离子氨为 0.001 mg/L，因此不产生超一类水质面积。

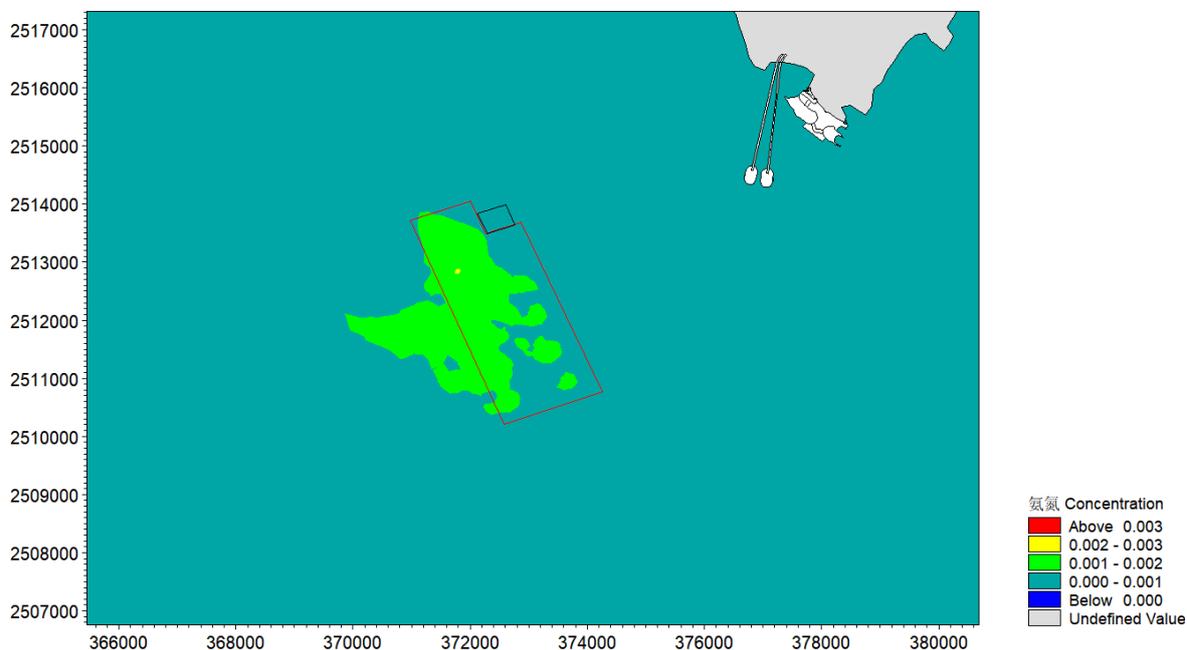


图 7.2-4 氨氮影响范围(全潮)

(3) 无机氮浓度分布情况

图 7.2-5 为连续排放时的无机氮浓度包络线。污水排放无机氮最大浓度为 0.002mg/L，根据现场水质调查资料可知，水质无机氮背景最大浓度为 0.09mg/L，因此污染物排放叠加背景值后最大为 0.092 mg/L，因此不产生超一类水质面积。

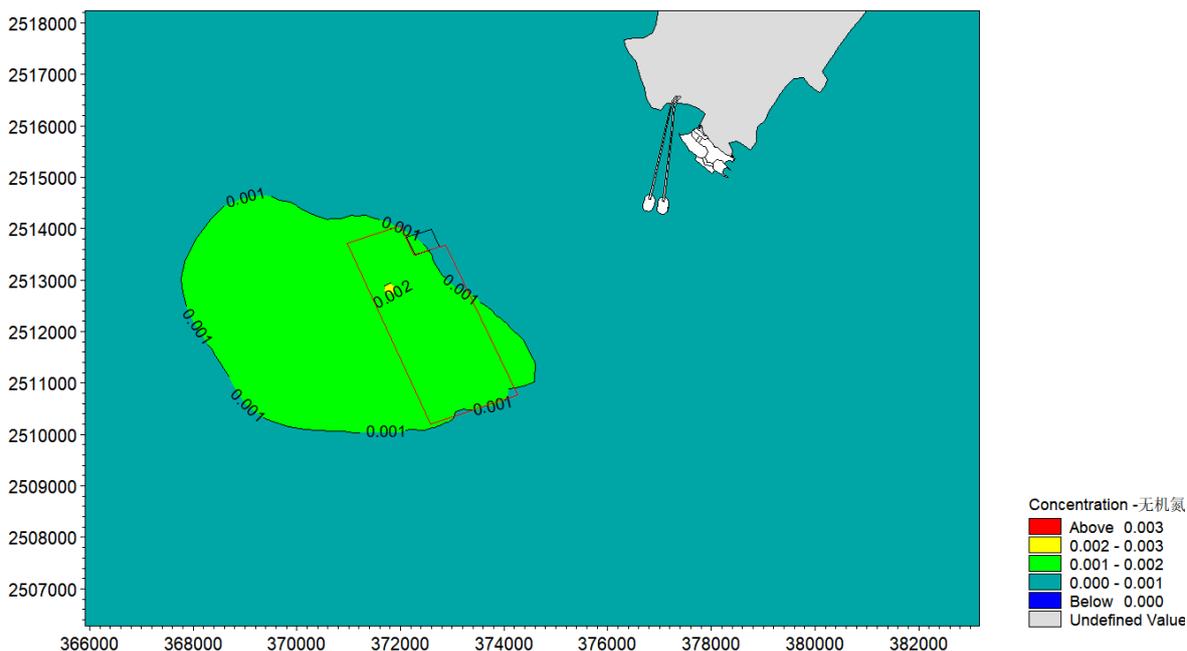


图 7.2-5 无机氮影响范围(全潮)

(4) 活性磷酸盐浓度分布情况

图 7.2-6 为连续排放时的活性磷酸浓度包络线。污水活性磷酸盐排放最大浓度为 0.0006mg/L，根据现场水质调查资料可知，水质活性磷酸盐背景最大浓度为 0.01mg/L，因此污染物排放叠加背景值后最大为 0.0106 mg/L，因此不产生超一类水质面积。

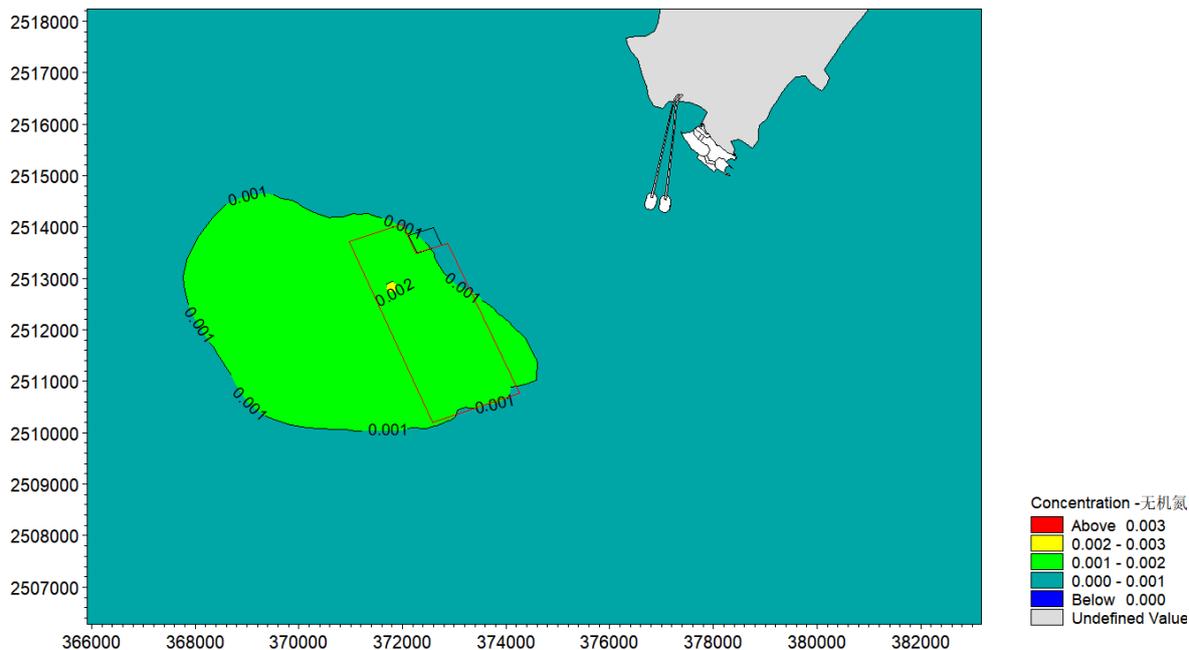


图 7.2-6 活性磷酸盐排放影响范围(全潮)

## 7.3 沉积物环境影响分析

### 7.3.1 施工期沉积物影响分析

施工期对海洋沉积物的影响主要来自是重力网箱固定系统施工过程中对底质的扰动。锚泊投放时虽然会引起沉积物泥沙的扩散，但从数值模型预测结果来看，锚固构件投放掀起的悬浮泥沙量很小，扩散范围极其有限，投放作业完成后短时间内即可消除。

此外，项目所在及周边海域的沉积物环境质量现状良好，绝大部分能够符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中所在海域海洋功能区划环境质量标准要求，而施工过程中产生的悬浮泥沙均来自本海区，对底质的直接影响就是冲起和覆盖，不会对沉积物性质和质量产生明显影响，沉积物的环境质量仍可保持现有水平。

### 7.3.2 运营期沉积物影响分析

本项目主要养殖方式为网箱养殖，主要污染物为鱼类的排泄物及残余饵料，对沉积物环境的污染因素主要为有机质和营养盐等直接和间接影响。当进入沉积物中的污染物质超过了底栖生物及微生物分解能力或分解速率较低时，就会造成沉积物中总磷、总氮、总有机物、硫化物显著升高，碳氮比、氧化还原电位降低。

根据有关研究，残饵和粪便沉降导致的有机质、氮、磷、有机物、硫化物对沉积物环境影响特征如下。

**有机质：**在养殖过程中，大多数环境影响都起源于有机物质的过度排放。残饵、养殖生物的排泄物、死亡有机体的残骸分解物等不断的在沉积物中积累，并导致其物理、化学、生物特性的改变。

**氮（N）：**会在沉积物中积累，但仅有总输入氮的12%-20%在底泥中积累；N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。

**磷（P）：**在网箱养殖区沉积物中的磷随着沉积物的积累而浓度逐渐升高，这可作为网箱养殖中沉积物积累的最好的指标。据调查，珠江口牛头岛深湾网箱养殖区的上覆水与底质中磷酸盐含量相差很大，两者相差两个数量级。瑞典的网箱养殖海区的调查也发现，网箱下面沉积物中平均净积累两相当于总输入P的51%~57%。但有人认为，由于养殖活动造成水体富营养化而导致沉积物出现无氧状况，经过一段时间的无氧状态后，沉积物溶解态P重新释放到上覆水体中，该部分磷约占总磷的18%。

**硫化物（S<sup>2-</sup>）：**微生物的活动加强，造成沉积物层的缺氧。而沉积层的无氧或缺氧又促进了微生物的脱氮和硫的还原反应，沉积物中硫酸盐还原菌作用使沉积物发黑、发臭。造成沉积物中硫化物含量升高；

**溶解氧（DO）：**残饵、粪便等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的迅速增长，导致沉积层中的耗氧大大增加，很多研究发现，网箱养殖及筏式养殖附近富含C、N、P的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区。

从以上既往研究可见，养殖活动会底质环境会产生一定影响，需指出的是，养殖活动对沉积物的此种累积效应普遍被认为与养殖数量、养殖密度密切相关。养殖数量越大、养殖密度越高，则残饵和鱼类排泄物就会越多，对底质环境影响也就越大。本工程养殖密度、养殖面积的确定符合《深水网箱养殖技术规范》（DB44T 742-2010）、

《广东省农业农村厅关于印发〈现代化海洋牧场生态养殖工作指引（试行）〉的通知》中相关养殖面积、养殖密度要求，项目实施后养殖量仍在汕尾市海洋牧场养殖容量范围内。此外，养殖活动对底质的影响范围一般认为是从养殖区域中心向周围递减，约在 100m 左右消失。因此评价认为本工程建设对沉积物的影响是可以接受的。

## 7.4 海洋生态环境影响分析

### 7.4.1 施工期生态影响分析

#### （1）对浮游生物影响分析

本项目网箱固定系统双齿锚投放作业引起海底泥沙再悬浮，形成一定范围的悬浮物高密度分布区域，从而引起水体悬浮物浓度增加，降低水体透光率，造成水体浮游植物生产力下降。一般而言，悬浮物的浓度增加量 10 mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响；当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加量在 50 mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量较高，海水透光性极差，浮游植物生长将受显著抑制。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。

本项目网箱锚件投放施工悬浮沙产生速率很小，此外，根据施工方案，网箱固定系统系泊锚投放约 90 天，据此测算 15 天内完成 45 个网箱的系泊锚投放工作，即单日仅完成 3 个网箱的固定系统水下作业。根据数值模拟结果，项目施工期悬浮沙扩散距离有限，集中在项目用海区，施工结束几小时内即可消除，不会对产生持续性影响，可见，受悬浮沙影响的浮游植物及以其为食料的浮游动物影响范围有限，且为一次性损害影响，不会产生长期不利影响。

#### （2）对底栖生物影响分析

工程建设对底栖生物的影响主要是重力网箱锚泊件、半潜桁架网箱锚泊件、浮标沉块以及坐底式桁架网箱结构对底栖生物栖息环境的长期彻底侵占，锚件嵌入海床对底栖生物的破坏作用是永久性的、不可恢复的。此外，投放过程中扰动底泥造成的泥沙悬浮在重力作用下又会回落覆盖周边底栖生物生境，但因用海区底质主要为砂、粉砂，起悬量本身小，沉降厚度一般不会超过 2cm，即使是活动较弱的底栖生物，也不

会因网箱系泊锚投放引起的悬浮沙而受到显著覆盖影响。

### （3）对渔业资源影响分析

本项目建设实施对渔业资源的影响主要是施工悬浮沙影响。悬浮物在许多方面对鱼类产生不同的影响。主要体现在：悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，或因阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱并最终导致死亡；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。

一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多，施工过程中，大部分成鱼可以回避，但幼体由于运动能力较弱无法及时有效躲避高浓度悬浮物水体，会出现一定比例的死亡。尤其当水体中SS浓度大于100mg/L时，将对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，甚至导致死亡。

本项目施工期投入6艘拖网船交替进行锚件投放作业，对各施工船来说，作业为点状施工，作业导致施工水域悬浮沙浓度升高范围很小，活动性较强的游泳生物能够暂时游至周边海域进行躲避。由施工悬浮沙扩散预测结果来看，作业导致的入海悬浮沙未出现浓度大于100mg/L的水域范围，且施工结束后短时间内即可恢复。通过合理安排施工期，尽量避开鱼类繁育季节，提高作业规范性，可以大大降低对渔业资源的损害程度。

## 7.4.2 运营期生态影响分析

运营期项目对海洋生态环境的影响主要是网箱养殖饵料投放所致残饵和网箱内鱼类排泄物的漂移、沉降、降解过程会引起海水和沉积物中有机物质和营养盐物质含量升高，从而对项目所在海域浮游生物、底栖生物、渔业资源等栖息生境、生存行为及生态群落结构产生一定的影响。

### （1）对浮游生物影响分析

在养殖过程中需投放大量的饵料，饵料中含有氮、磷等营养元素，多余的饵料和鱼类排泄物进入水体后，以有机或无机态形式存在于水体中，增加了水体中的氮、磷等营养元素的含量。这种由于人为原因造成的水中营养元素含量的增加一方面会促进浮游植物的生长，增加水体初级生产力，另一方面当增加的营养物质一旦超过了水体

的自净能力后则可能导致水体富营养化。从养殖阶段来看，表现为养殖初期浮游植物开始大量繁殖，随着养殖时间的延伸和规模的不断扩大，输入到水体中的外源营养物质不断增多，若养殖密度、投饲量等控制不当则可能引发水体富营养化。当达到一定的条件时，水体由富营养化状态还可能转变成赤潮等灾害。

浮游动物是海洋次级生产力，是浮游食物网中承上启下的重要一环，受到海水和食物化学元素变化的影响。作为消费者角色，浮游动物主要以浮游植物为食，养殖初期浮游植物大量繁殖，浮游动物食物来源充分。但长期来看，浮游植物的数量往往并不是决定浮游动物生物量的关键因子，浮游动物会通过选择性摄食、调节自身代谢或空间迁移来保持自身稳态性，研究发现其营养结构特别是磷的含量对浮游动物才是至关重要的。饵料中磷含量的变化直接影响着浮游动物的生长速率，在低 C: N 和 C: P 的高质食物源区，往往出现高磷含量、高生长率的浮游动物。因此，饵料的成分和营养结构可在一定程度上改变浮游动物的种群动态和群落结构。同时，根据水生生物间的摄食粒径关系，当粒径大于 160  $\mu\text{m}$  的浮游动物穿过网箱时，会被网箱养殖区内的鱼摄食。

此外，杜萍等人通过对象山港不同养殖方式对浮游动物群落的影响研究中指出，浮游动物群落结构与养殖规模、水交换条件以及季节性养殖行为等有关。该项研究中发现，除秋季浮游动物出现了优势种的改变外，网箱养殖方式对研究区内浮游动物的生物量、丰度和多样性均未产生明显影响。研究认为这可能与养殖规模小、水交换条件好、季节性养殖有关。当水动力条件较好、流速和水交换量较大时，污染物的迁移扩散能力较强，即使鱼类生长代谢率高，但只要养殖规模控制得当，污染物就可以及时扩散，不足以造成养殖区内外环境因子的较大差异。当低温季节时，网箱内鱼类生物代谢率较慢，此时养殖区内外的各项环境因子也均无明显差异。

本项目位于碣石湾中部开放海域，从水动力现状调查来看，湾内水动力条件良好，项目进行网箱养殖活动时，尽量实施轮作养殖，使海域得以休养，同时降低外源营养物质的过量输入，同时定期对养殖区开展水质和对海洋生态环境监测，通过采取系列措施，能够有效避免水体富营养化，最大程度降低养殖活动对浮游生物的影响。

## （2）对底栖生物影响分析

底栖生物在海洋生态环境中起着重要作用，如分解碎屑、物质循环等。养殖过程中过量的饵料及养殖生物的代谢物等固体颗粒物沉积于养殖区域的沉积物中，这些颗粒态有机物在沉积物中富集，使底泥中氮、磷、硫化物、有机质等大量富集，从而会

促使分解有机物质的微生物群落的生长。耗氧微生物的活动加强，又会造成沉积物层缺氧，而沉积物层的无氧或缺氧会促进微生物的脱氮和硫还原反应，使表层沉积物中硫化物含量趋于增高，影响了底栖生物的生存条件，影响底栖生物优势种及群落结构。

一般认为养殖活动对底栖生物的此种影响是局部的，在养殖区域周围 15m 的范围内，这种变化可能是永久性的。网箱附近（<3m）的底栖群落的多样性减少，优势生物都是一些机会种；3m~15m 的过渡区为底栖生物的生长提供了丰富的食物和良好的生境。一般来说，离网箱 15m 的地方生物多样性最高，生物量和丰度也最大，耐有机污染种类占优势；随着距离的进一步加大，底栖生物的种类组成、优势种等与非养殖区水域差异越来越小，因此网箱养殖对底栖生物的影响范围可以认为是有限的。

### （3）对渔业资源影响分析

本项目养殖活动对渔业资源的影响是多方面的，既有消极的一面，也有积极的一面。

网箱养殖过程中产生的残饵会飘散到网箱外，这些残饵富含营养物质，能够吸引大量野生鱼类前来觅食。这种聚集效应使得野生鱼类的活动范围和觅食区域更加集中于网箱周边，更多地依赖网箱残饵作为食物来源，而减少对其他天然食物的摄取，从而改变了它们原本的自然觅食行为，影响其在生态系统中的角色和功能。但随着养殖活动的进行，项目用海区周边海域一定范围内会逐渐形成一个相对稳定的生态系统。

本项目采用目前海水养殖中应用较普遍的 C90 型重力式网箱，该网箱使用年限长、防污损生物附着能力强、抗风浪能力强、养殖容量大、效率高、养殖品质高等特点，能够使区域海洋渔业资源开发由粗放经营向集约化生产转变，达到增殖渔业资源的目的，从而减少对野生渔业资源的捕捞需求，促进渔业资源的可持续利用。

## 7.4.3 生物资源损失量估算

### 7.4.3.1 底栖生物损失量估算

本项目重力式网箱为非触底式网箱，网箱设计与布局充分考虑了养殖水域的水深条件。用海区域水深约为 16.5m 至 21.8 m，养殖活动主要集中在水体表层至 15m 水深范围内，网箱底部距离海床保持了 2~5m 的间距，未与海床直接接触，因此不会直接侵占底栖生物栖息环境。但固定锚泊件、浮标沉块长期占压海域底质损害了底栖生物栖息生境。

此外，项目设置 1 个半潜式桁架网箱和 1 个坐底式桁架网箱。其中半潜式桁架网箱未与海床直接接触，也不会直接侵占底栖生物栖息环境，仅锚泊件占压海域损害底栖生境。坐底式桁架网箱基础框架占海范围底栖生境将遭受永久性损害。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），底栖生物资源受损量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），在这里指底栖生物资源受损量。

$D_i$ ——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<sup>2</sup>]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km<sup>3</sup>]或千克每平方千米（kg/km<sup>2</sup>）。在此为底栖生物或潮间带生物密度。

$S_i$ ——第  $i$  种生物占用的水域面积或体积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）或立方千米（km<sup>3</sup>）。

根据设计方案：

① 本项目重力式网箱单个犁锚正射投影面积为 1.33m×2.18m=2.90m<sup>2</sup>，锚链系统共有 272×12=3264 个，则锚泊构件占用海域面积为 9465.6m<sup>2</sup>。

② 本项目用海区 4 个浮标沉块投影面积为 3.0m×3.0m=9.0m<sup>2</sup>，共有 4 个，则浮标沉块占用海域面积为 36.0m<sup>2</sup>。

③ 本项目半潜式桁架网箱锚泊件（结构未定，参考同类网箱锚泊件）正射投影面积为 5m×10m=50m<sup>2</sup>，锚链系统共有 4 个，则锚泊构件占用海域面积为 200m<sup>2</sup>。

④ 本项目坐底式桁架网箱基础（结构未定，参考同类网箱锚泊件）占用海域面积按正射投影面积，即 100m×50m=500m<sup>2</sup> 估算。

结合项目污染影响范围及项目周边环境特点，底栖生物资源量选用项目附近站位（J12 站）的底栖生物平均生物量的平均值 4.0g/m<sup>2</sup>。则本项目造成的底栖生物损失量为：

网箱犁锚及浮标沉块占海造成的底栖生物损失量：  
 $(9465.6+36.0+200+500) \times 4.0 \times 10^{-6} = 0.04t$

### 7.4.3.2 渔业资源损失量估算

海上作业活动时，在施工悬浮物影响范围内，大部分成鱼可以回避，游泳能力相对较差的鱼类会受到一定损害，此外幼体由于运动能力较弱无法及时有效躲避高浓度悬浮物水体，也会出现一定比例的死亡。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），渔业资源损害量采用污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估法。按如下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

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<sup>2</sup>）；

$S_j$ ——某以污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）；

$K_{ij}$ ——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。

根据本次开展的水质环境影响预测，项目施工产生的悬浮泥沙对渔业资源的影响主要是考虑施工悬浮泥沙扩散范围，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 影响范围叠加约为 2.96km<sup>2</sup>，悬浮物浓度大于 20mg/L 影响范围叠加约为 1.23km<sup>2</sup>，悬浮物浓度增量大于 50mg/L 的影响范围为 0.21km<sup>2</sup>，悬浮物浓度增量大于 100mg/L 的影响范围为 0.03 km<sup>2</sup>。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》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 7.4-1 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 7.4-1 本工程悬浮物对各类生物损失率参数

悬沙增值浓度 (mg/L)	污染物 $i$ 的超标倍 数 ( $B_i$ )	平均扩散面积 (km <sup>2</sup> )	各类生物损失率 (%)	
			鱼卵和仔稚鱼	成体

10~20	$B_i \leq 1$ 倍	1.73	5	1
20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	1.02	5	5
50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	0.18	30	15
>100	$B_i \geq 9$ 倍	0.03	50	40

本项目所有 272 口网箱锚泊件需在 90 天内可全部投放完成，按 15 天为一个污染周期考虑，故污染物浓度增量影响持续周期数按 6 计。根据水深测量资料，悬浮悬沙扩散范围内的海域平均水深以 20m 计算。渔业资源密度根据 2023 年春季在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据，取游泳生物的平均重量密度为  $143.7\text{kg}/\text{km}^2$ 、鱼卵的平均密度为  $2.027\text{ind}/\text{m}^3$ 、仔稚鱼的平均密度为  $0.412\text{ind}/\text{m}^3$ 。

则项目施工悬浮泥沙造成渔业资源损失量为：

$$\text{游泳生物} = 143.7 \times 20 \times (1.73 \times 1\% + 1.02 \times 5\% + 0.18 \times 15\% + 0.03 \times 40\%) \times 10^{-3} = 46.26\text{kg}$$

$$\text{鱼卵} = 2.027 \times 10^6 \times 6 \times 20 \times (1.73 \times 5\% + 1.02 \times 5\% + 0.18 \times 30\% + 0.03 \times 50\%) \times 10^6 = 2.51 \times 10^7 \text{粒}$$

$$\text{仔稚鱼} = 0.412 \times 10^6 \times 6 \times 20 \times (1.73 \times 5\% + 1.02 \times 5\% + 0.18 \times 30\% + 0.03 \times 50\%) \times 10^6 = 5.10 \times 10^6 \text{尾}$$

因此，项目施工造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 46.26kg、鱼卵  $2.51 \times 10^7$  粒、仔稚鱼  $5.10 \times 10^6$  尾。

## 7.5 其他环境影响分析

### 7.5.1 环境空气影响分析

本项目临时施工场地内主要进行网箱组装，无土石方材料装卸、堆放等，环境空气影响主要来自陆域施工场地网箱材料运输车辆产生的扬尘和小型手持机具的设备烟气。

对运输车辆扬尘来说，在同样的路面条件下，车速越快，扬尘量越大；在同样的车速情况下，路面越脏，扬尘量越大。建筑工地施工车辆一般限速在 20km/h 以下，本项目施工场地后方周边现有丹东线可达施工场地附近，至施工区 300m 需拓宽建设临时施工便道，施工期通过采取对工区内运输道路定期洒水抑尘等措施，能够控制车辆行驶扬尘产生量。

此外，网箱组装过程中涉及切割机等小型机具，使用运作过程中会产生少量机械烟气，主要污染物为 CO、NO<sub>x</sub>、THC 等。施工场地空旷，设备非连续使用，废气很快就会自然扩散，且随着施工期的结束而消失，因此设备烟气排放对周边大气环境的影响比较小。

综上，施工场地网箱组装作业废气对周边环境空气影响属于短期、轻微的影响，该影响会随着施工作业结束而逐步消失，处于可接受水平。

### 7.5.2 施工场地声环境影响分析

临时场地内作业内容主要是网箱组装，陆域作业区的噪声影响主要源自于网箱组装过程中的人员活动和小型手持机械操作。

手持机械噪声：组装网箱时使用的手持机械，如电动螺丝刀、小型切割机等，虽然体积小，但在操作过程中也会产生一定的噪声。这类机械的噪声通常在 60~70 分贝之间，经自然衰减后，约 50m 即可达到 40~50 分贝。

人员活动噪声：在组装过程中，工人之间的交流、指令传达以及移动工具和材料时产生的声响构成了人员活动噪声的主要部分。这种噪声通常不会超过 60 分贝，通过加强管理，可以将噪声影响进一步降低。

综上分析，陆域网箱组装施工噪声源较小，场地作业可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，且场地周边 200m 范围内无声环境敏感目标。施工结束后噪声影响即可消除，不会对场地声环境造成长期不利影响，对所在的声功

能区的声环境质量影响处于可接受水平。

### 7.5.3 陆域生态环境影响分析

本项目临时施工场地占地面积很小，仅 0.0224km<sup>2</sup>，场地内布置网箱材料堆放区、安装区、下海区以及配套的自来水及供电区、生活区。为确保网箱材料无损安装，作业前各功能区范围内植被需予以清除。现场踏勘可见，施工场地选址区地表主要为当地滨海地带常见草本植被，无珍稀濒危物种。施工结束后通过撒播草籽可进行迹地恢复，不会对施工场地生态环境产生长期不利影响。

## 7.6 对主要生态环境敏感目标的影响分析

本项目用海区距离周边生态环境敏感目标大多数较远，且项目位于碣石湾开阔海域，项目建设内容为现代化海洋牧场，主要从事深水网箱养殖。从前述各要素环境影响分析可见，施工期环境影响主要是网箱锚泊投放悬浮沙影响以及临时施工场地噪声、生态影响，影响范围均较小，局限在作业区周边；运营期环境影响则主要是养殖过程产生的营养盐污染影响，项目确定的养殖规模、养殖密度合理，网箱现代化养殖方式对养殖污染可控性也更强，各类养殖水污染物浓度仍可达到所在功能区水质目标要求，用海区周边很小的范围基本即可维持背景水平。

### （1）水上作业对生态环境敏感目标的影响分析

由数值模型定量模拟预测结果来看，水上作业时，施工悬浮沙及运营期养殖排污影响范围均局限在项目用海区周边，远未达到周边海洋生态保护红线区、水产种质资源保护区、近岸海域国控监测站位、国家级海洋牧场示范区、养殖区、海水浴场等，不会对这些环境敏感目标造成不良影响。

但项目用海区位于重要渔业水域（南海北部幼鱼繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区）内，施工及运营会对该生态环境保护目标产生一定影响。分析如下：

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 等深线水域，全年均为保护期（1~12月）；南海区幼鱼幼虾保护区位于广东省沿海20米水深以内海域，保护期为每年的3月1日~5月31日。

项目施工过程中产生的少量悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，将影响浮游生物的生长，进而对幼鱼、幼虾摄食等生长活动造成阻碍，造成一定的生物量损失。但本项目施工过程中产生的悬浮泥沙的影响范

围面积占繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区的面积比例非常小，随着施工期的结束不利影响将逐渐消失。

为降低施工对渔业资源影响，在制定施工计划时，应将主要产生悬浮沙的施工环节（即锚件投放）避开3~5月。此外，针对施工造成的渔业资源损失，建设单位也将采取生态补偿措施，可将项目施工过程中对南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。

## （2）陆上作业对生态环境敏感目标的影响分析

本项目临时施工场地选址于陆丰市金厢镇萧厝村海边沙滩后方，场地内主要进行网箱组装作业，无土石方装卸、堆放作业，不新建房建设施，施工场地对环境的影响主要是运输车辆行驶扬尘和机具烟气、作业和人员活动噪声影响。

施工场地周边 200m 范围无声环境保护目标，距离东侧的陆丰海纳金滩海水浴场约 250m。经分析，施工场地汽车运输扬尘通过洒水抑尘能够得以缓解，作业噪声无高噪设备，经短距离衰减后可达标，对陆丰海纳金滩海水浴场休闲环境无直接影响，

但项目网箱采用 C90 深水网箱，网箱设备整体体量较大，网箱材料堆放和安装会明显被附近游客视觉注意，施工期会直接破坏陆丰海纳金滩海水浴场周边自然景观，一定程度上降低游客体验感受，但施工结束后即可消除，属于可接受的、短期影响。评价建议在施工场地东侧设置围挡，以缓解景观不利影响。

此外，施工场地海侧紧邻金厢海岸防护物理防护极重要区红线区，但施工场地位于沙滩后方，网箱组装完成后趁高潮时直接下水由工作船拖拽，不破坏海岸地形地貌，对该红线区无不利影响。

## 8 环境风险分析与评价

### 8.1 风险调查

#### 8.1.1 项目风险源调查

本项目为海洋养殖工程类别，工程建设内容为养殖网箱，项目工程设施及养殖工艺本身不涉及危险物质，仅在施工期水上作业及运营期养殖活动涉及船舶燃料油，属易燃易爆类危险物质，无其他非自然风险源。

#### 8.1.2 风险敏感目标调查

海洋生态环境风险敏感目标调查应包括环境风险评价范围内的所有海洋生态环境保护目标以及评价范围外可能受环境风险影响的重要生态敏感区。

经识别，本项目海洋生态环境风险敏感目标见表 2.6-1 和图 2.6-1。

### 8.2 风险识别

#### 8.2.1 风险事故类型识别

项目用海风险一般来自两个方面。一方面是项目自身建设及运营过程中引起的环境风险事件，如船舶溢油事故；另一方面来源于热带气旋、风暴潮和赤潮等海洋灾害引发的风险事故。

#### 8.2.2 物质危险性识别

根据《船用燃料油》（GB17411-2015），船用燃料油分为 D 组（馏分燃料）和 R 组（残渣燃料）。馏分燃料油根据密度和十六烷值等质量指标分为 DMX、DMA、DMZ、DMB 4 种，按照硫含量可细分为 I、II、III 3 个等级。根据质量和粘度分为 RMA、RMB、RMD、RME、RMG 和 RMK 6 种，RMA 和 RMB 按照硫含量可细分为 I、II、III 3 个等级，RMD、RME、RMG 和 RMK 按照硫含量可细分为 I 和 II 2 个等级。其中，馏分燃料油适用于中、高速柴油机，主要为短途航行的中小船舶如客运班轮、作业船、滚装船主机以及船用发动机组等提供燃料；残渣燃料油适用低速柴油机，主要为油船、干散货船、集装箱等 3 大主力远洋船舶以及航行于沿海沿江的大型船舶的燃料。本项

目施工船舶燃料油主要为 D 组（馏分燃料），属轻质燃油。

燃料油理化性质及其危险有害特性见表 8.2-1

表 8.2-1 燃料油理化性质与危险有害特性识别表

	中文名称：燃料油	英文名：fuel oil	危险性类别：可燃液体
理化性质	外观与性状：有色透明液体，挥发。		主要用途：用于柴油机。
	熔点（℃）无资料		溶解性：不溶于水，溶于醇等溶剂。
	沸点（℃）360-460		相对密度（水=1）0.87-0.88
	燃烧热（kJ/l）30000-46000		相对密度（空气=1）1.59-4
	闪点（℃）≥60		引燃温度（℃）250
燃烧爆炸危险性	稳定性：常温常压下稳定		燃烧分解产物：一氧化碳二氧化碳
	混合物：由各族烃类和非烃类组成。		禁忌物：强氧化剂。
	有害物成分：烷烃、环烷烃和芳香烃、含硫、氧、氮化合物。		
	危险特性：其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氧化剂可发生反应。流速过快，容易产生和积聚静电。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
毒性	灭火方法：尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。用雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土灭火。		
	吸入高浓度蒸气，常先有兴奋，后转入抑制，表现为乏力、头痛、酩酊感、神志恍惚、肌肉震颤、共济运动失调；严重者出现定向力障碍、意识模糊等；蒸气可引起眼及呼吸道刺激症状，重者出现化学性肺炎。吸入液态煤油可引起吸入性肺炎，严重时可发生肺水肿。摄入引起口腔、咽喉和胃肠道刺激症状，可出现与吸入中毒相同的中枢神经系统症状。		
环境危害	对环境有危害。对大气可造成污染。		

### 8.2.3 影响途径和危害识别

溢油发生后，燃料油瞬间进入海洋环境，并迅速扩散在海面上形成一层厚厚的油层。受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响海-气之间的交换，致使溶解氧减小，使其下面的大面积海域严重缺氧，同时光照减弱，从而影响水的物理化学和生物化学过程，进而影响浮游生物的生长，导致浮游生物、鱼虾缺氧而死。

#### （1）溢油对海洋浮游生物的影响

浮游生物是最容易受污染的海洋初级生物，一方面它们对油类的毒性特别敏感，即使在溢油浓度很低的情况下它们也会被污染；另一方面浮游生物与水体是连成一体的，海面浮油会被浮游生物大量吸收，并且它们又不可能像海洋动物那样避开污染区。

另外，海面油膜对阳光的遮蔽作用影响着浮游植物的光合作用，会使其腐败变质。一旦浮游生物受到污染，其他较高级的海洋生物也会由于可捕食物的污染而受到威胁。

#### （2）溢油对渔业的影响

鱼类是海洋中主要的游泳生物，成鱼有着非常敏感的器官，它们对油污染的抵抗能力比其他生物较强，一旦嗅到油味，会很快地游离溢油水域。但是对于幼小的鱼苗，它们的敏感程度比成鱼高，而且它们不能像成体那样避开被油污染的水域，因此当油类物质，尤其是高浓度油品进入到幼鱼分布的浅水区时，不论是自然原因还是使用消油剂，都会对该水域的幼鱼造成多方面的危害。

#### （3）溢油对鸟类的危害

对于鸟类等海洋脊椎动物，它们虽能逃离污染区，但是如果是在生殖季节，油类污染了正在栖息生殖的海滩，他们将极易受到伤害，它们的幼体有被窒息的危险，溢油还会污染它们的皮毛，甚至眼睛、鼻孔和嘴，造成不同程度的伤害，威胁其生命。

#### （4）溢油对岸线的影响

浮油如果扩散到海岸，将对岸线沙滩造成污染威胁，污染滨海旅游区，直接影响到旅游业。如果油污清理不及时，还极易引起爆炸和火灾，导致严重后果。

综上，一旦发生溢油事故后，未得到及时有效的处理，那么油膜扫过海域的海水水质、水生生物资源、岸线都将造成严重影响。

## 8.3 事故概率和源项分析

### 8.3.1 事故概率分析

#### （1）我国近海船舶溢油事故统计

据统计，1974 年~2018 年间，我国近海 50t 及以上海洋溢油事故共计 117 次，其中 50t 以上不足 500t 溢油事故 92 次，500t 及以上溢油事故 25 次。

在溢油事故次数方面：1）1974 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。1993~1994 年事故次数明显增加。1994~1997 年为事故高发期，其中 1996 年最高达到 8 次；2009 年后事故次数明显减少，2010~2018 年为事故低发期，其中 2014~2017 年事故次数为 0。2）1974~2018 年我国近海 500t 及以上海洋溢油事故中，1984 年最高达 3 次，1985~1995 年和 2006~2018 年事故次数较少。

在溢油总量方面：1）连续大规模溢油事故出现在 1996~2005 年；2）2018 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）500t 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%。

在溢油事故原因方面，统计资料表明，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。

### （2）广东省内船舶溢油事故统计

根据广东省海事局 2007~2011 年度的溢油事故资料进行分析，2007~2011 年，广东省共发生船舶污染事故 44 起，其中操作性事故 24 起，海损性事故 19 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%；10~50t、100~500t 的各 3 起，各占 6.8%；500~1000t、1000~10000t 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%。

全省溢油污染事故为频率为 8.8 次/年，其中 10 吨以下频率为 7.2 次/年，10~50 吨，100~500 吨事故发生频率约为 0.6 次/年（约 1 年一遇）。

### （3）项目区近海船舶溢油事故统计

本工程所在水域水上交通安全状况总体良好，近三年没有发生登记在册的船舶碰撞溢油事故。

因本次未收集到前述我国近海及广东省船舶溢油统计年份船舶艘次数据，无法计算溢油事故概率，从工程所在海域今年水上交通安全情况来看，项目施工及运营期发生船舶碰撞溢油的概率极低。

## 8.3.2 事故源强分析

本项目施工阶段主要是网箱拖放和安装施工，重力式网箱安装施工共需投入 15 艘船舶（包括拖箱船 6 艘、挂网船 3 艘、驳船 3 艘、指挥船及机动艇各 3 艘）；桁架式网箱安装施工共需投入 4 艘船舶（包括拖箱船 2 艘、起重船 1 艘、机动艇 1 艘），最大施工船

船为1000t起重船。

根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，非油轮船舶燃油量最大携带量可用船舶总吨位推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的8~12%，本次取10%，则本项目最大施工船舶载油量约为120t。参考《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），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。因此，本次船舶溢油量取1个油舱油量，考虑到非油轮船舶一般设有8~10个油料油舱，本次按8个油舱计算施工溢油源强为15t。

## 8.4 船舶溢油风险预测分析

### 8.4.1 预测模型

溢油在海洋水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流、湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩散过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。本报告采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的时空行为，用随机方法模拟扩散过程，用定性方法模拟平流过程。

#### （1）动力学过程

动力学过程包括平流过程和扩散过程，溢油在每一瞬时的三维空间位置和分布状态则是各种运动过程的综合作用结果。

##### ① 漂移过程（平流运动）

漂移过程是油膜在外界动力场（如风应力，油水界面切应力等）驱动下的整体运动。海流的预测模式选择上述垂向积分的浅水方程组作为海流的控制方程。

##### ② 扩展过程

扩展过程是油料溢出到海面上，受到惯性力、重力、粘性力和表面张力共同作用，使油与海水产生了不平衡的压力分布面向四周扩散，分为惯性—重力阶段、重力—粘性阶段和粘性—表面张力阶段。对实际溢油事件的观察发现，在溢油的最初数小时里，扩展过程占支配地位。

扩散速度分量可以通过用拉格朗日独立粒子（随机游动）算法来模拟粒子云团在水中扩散，在 $\Delta t$ 时间内平均移动为：

$$S_{rmsL} = \sqrt{2 * D_L * \Delta t} \quad S_{rmsT} = \sqrt{2 * D_T * \Delta t} \quad (\text{式 8.4-1})$$

式中： $S_{rmsL}$  和  $S_{rmsT}$  分别是纵向和横向方向上的距离的平均平方根， $D_L$  和  $D_T$  是水平扩散系数， $\Delta t$  为时间步长。

## （2）非动力学过程

非动力学过程包括蒸发和乳化作用。

### ① 蒸发

蒸发是由于石油烃类从液态向气态的相变而造成的油膜与空气之间的物质交换。溢油的组份、表面积及其物理特征、风速、海气温度、海况以及太阳辐射的强度等都影响蒸发的速率。低烃类组份有较高的饱和蒸发压，因此有较高的蒸发速率，蒸发后溢油中的低沸点烃类迅速减少。

蒸发率随着溢油区域的厚度变化。

对于溢油厚的部分：

$$F = (1/C) [\ln P_0 + \ln (K_m A v t C / RTV + 1/P_0)] \quad (\text{式 8.4-2})$$

式中： $F$ —蒸发部分； $V$ —溢出体积（ $\text{m}^3$ ）； $R$ —空气常数； $C$ —常数；

$A$ —溢油面积（厚部分）（ $\text{m}^2$ ）； $T$ —海表温度（ $\text{K}$ ）； $v$ —摩尔体积；

$t$ —时间；

$K_m$ —质量输运系数，与  $U_{0.78}$  成比例， $U$  为风速；

$$P_0 = C_r \cdot \exp\left(1 - \frac{T_0}{T}\right), \quad C_r \text{ 为常数, } T_0 \text{ 为油的沸点 (K)}。$$

对于溢油薄的部分：

$$R_{eva} = C_{eva} (t/t_{max}^c) \quad (\text{式 8.4-3})$$

式中： $R_{eva}$ —蒸发率； $C_{eva}$ —系数；

$t_{max}^c$ —蒸发的最大时间，决定于溢油的组份。

### ② 乳化作用

溢油在海水中乳化，形成毫米量级的乳化物（油包水颗粒）。海况能影响乳化的速度，但最终的乳化总量与海况无关，而仅取决于溢油中乳化剂的含量。形成的乳化物具有较高的密度和粘性，可以影响溢油的扩散过程。轻质的易挥发的油很少形成乳化物，重质燃料油或原油会形成相当大量的乳化物。当乳化颗粒与碎屑或生物残骸结合而重量增加时，将沉降到海底。

计算乳化物含水量的公式（Mackay 等 1980）为：

$$Y_w = \frac{1}{K_B} (1 - e^{-K_A K_B (1+U_w) 2t}) \quad (\text{式 8.4-4})$$

式中： $Y_w$  为乳化物的含水量（%）； $K_A=4.5 \times 10^{-6}$ ； $U_w$  为风速；

$$K_B = \frac{1}{Y_w^F} \approx 1.25; \quad Y_w^F \text{ 是最终含水量； } t \text{ 为时间。}$$

◆ 密度变化

乳化对油密度的影响表示为：

$$\rho_e = (1 - Y_w) \rho_0 + Y_w \rho_w \quad (\text{式 8.4-5})$$

式中： $\rho_e$  为乳化后油的密度； $\rho_0$  为乳化前油的初始密度； $\rho_w$  为海水密度； $Y_w$  为乳化物含水量。

蒸发对油密度的影响表示为：

$$\rho = (0.6 \rho_0 - 0.34) F + \rho_0 \quad (\text{式 8.4-6})$$

综合两者的影响，油的密度表达为：

$$\rho = (1 - Y_w) [(0.6 \rho_0 - 0.34) F + \rho_0] + Y_w \rho_w \quad (\text{式 8.4-7})$$

◆ 粘性变化

溢油在风化过程中粘性会增加，主要是由于蒸发和乳化，此外粘性很大程度上与油面温度有关。

用 Hossain and Mackay 提出的方程在实际温度和水含量下计算油面粘性。

$$\eta = \eta^{oil} \exp \frac{2.5 y_w}{1 - 0.654 y_w} \quad (\text{式 8.4-8})$$

式中： $\eta$  为乳化后油的运动粘性系数；

$\eta^{oil}$  为乳化前油的运动粘性系数；

$y_w$  为乳化物含水量。

蒸发也可以引起粘性的增加，计算为：

$$\eta^{oil} = \eta_0^{oil} \exp(C_4 F_e) \quad (\text{式 8.4-9})$$

式中： $C_4$  为油中无量纲量[wt%]；

$F_e$  为油蒸发的部分。

乳化和蒸发两种影响结合起来运算如下，它是两种影响不同形式的总和：

$$\frac{d\eta^{oil}}{dt} = C_4\eta_0^{oil} \frac{1}{V_{oil}^0} \frac{dV_e}{dt} + \frac{2.5\eta^{oil}}{(1 - y_w^{max} y_w)^2} \frac{dy_w}{dt} \quad (\text{式 8.4-10})$$

### （3）模型参数设定

根据相关文献推荐值，模型中相关参数取值见表 8.4-1。

表 8.4-1 部分模型参数设置

参数	过程	系数过程取值
风漂移系数 cw	对流	0.035
油的最大含水率 $y_w^{max}$	乳化	0.85
油的最大含水率 (K1)	乳化	$5 \times 10^{-7}$
释出系数 (K2)	乳化	$1.2 \times 10^{-5}$
传质系数 KSi	溶解	$2.36 \times 10^{-6}$
蒸发系数 k	蒸发	0.029
油辐射率 loil	热量迁移	0.82
水辐射率 lwater	热量迁移	0.95
大气辐射率 lair	热量迁移	0.82
漫射系数 (Albedo) $\alpha$	热量迁移	0.1

模型中水平（横向和纵向）扩散系数  $D_L$  和  $D_T$  的取值非常重要，反映了油粒子在水体中的扩散强度和随机紊动强度，对模拟结果影响较大，而且不同的应用场合下取值范围很大，其中本次评价  $D_L$  和  $D_T$  取值为  $0.5m^2/s$ 。模型采用的是油粒子模型，其中的扩散系数概念与常规的对流扩散模型有所不同，体现在：1）油粒子只在水体表面运动；2）粒子不按水动力模型中设定的网格运移，而是按实际运移路径准确计算，扩散系数取值与模型网格布置方式和时间步长关系不大。

### （4）溢油预测时长

由于选取的溢油位置周边溢油应急力量配备充足，船舶碰撞导致的泄漏溢油量有限，同时，按《水上溢油环境风险评估技术导则》中要求，选择 72 小时作为溢油预测时长。

## 8.4.2 预测模型中有关参数的设定

### （1）溢油位置

考虑各项目施工水运线路与周边航道交越情况，同时考虑各用海区周边环境敏感目标分布、开发活动情况，本次选择项目用海区中心（即  $115^{\circ}40'36''$ ， $22^{\circ}47'45''$ ）作

为溢油发生位置。

(2) 溢油发生时刻

有研究表明，短期内 (<24h) 不同特征潮对溢油后油膜的运动有影响，涨憩时刻溢油油膜往下游漂移的距离最长，落憩时刻溢油油膜对上游影响距离最大，但不同特征潮对溢油油膜面积基本无影响。本评价常规工况考虑溢油事故发生在高低潮时油膜随落潮流和涨潮流运动油膜输移的过程，不利工况根据溢油点与敏感目标的相对位置确定溢油发生时刻。

(3) 风速取值

根据遮浪海洋站多年气象数据统计结果，累年平均风速6.6m/s，年主导风向为东和东北东向。秋、冬、春季盛行东和东北东向风，夏季盛行西南季风，西南风频率较大，达20%。本次选取E、SW 两个主导风向进行预测。

针对主要环境敏感目标的不利工况，其风向根据敏感目标与本工程的位置关系确定，选取N、SE两个主导风向进行预测。风速取施工船舶抗风等级，即六级风13.8m/s。

综合考虑风场、溢油时刻等影响因素，溢油预测最终设定的计算工况见**错误!书签自引用无效**。

表 8.4-2 溢油计算工况

工况	事故点	溢油量 (t)	风向	风速 (m/s)	选择原因	溢油开始时刻 潮流状况
1	项目区 中心点	15.0	E	6.6	年主导风向、冬季主导风向	涨潮
						落潮
2			SW	5.8	夏季主导风向	涨潮
						落潮
3			N	13.8	不利风向	落潮
4			SE	13.8	不利风向	涨潮

8.4.3 溢油预测结果

(1) E 向平均风情况下

E 向平均风 (6.6m/s) 落潮发生溢油 72 小时，在风和潮流的共同作用下油膜主体向西扩散，在西向最远扩散距离为 28.4km，最大扫海面积 28.5km<sup>2</sup>。溢油对广东遮浪半岛国家海洋自然公园造成影响。溢油扩散范围和油粒子运动轨迹见图 8.4-1。

E 向平均风 (6.6m/s) 涨潮发生溢油 72 小时，在风和潮流的共同作用下油膜主体向西扩散，在西向最远扩散距离为 19.5km，最大扫海面积 24.7km<sup>2</sup>。溢油对汕尾红海

湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成影响。溢油扩散范围和油粒子运动轨迹见图 8.4-2。

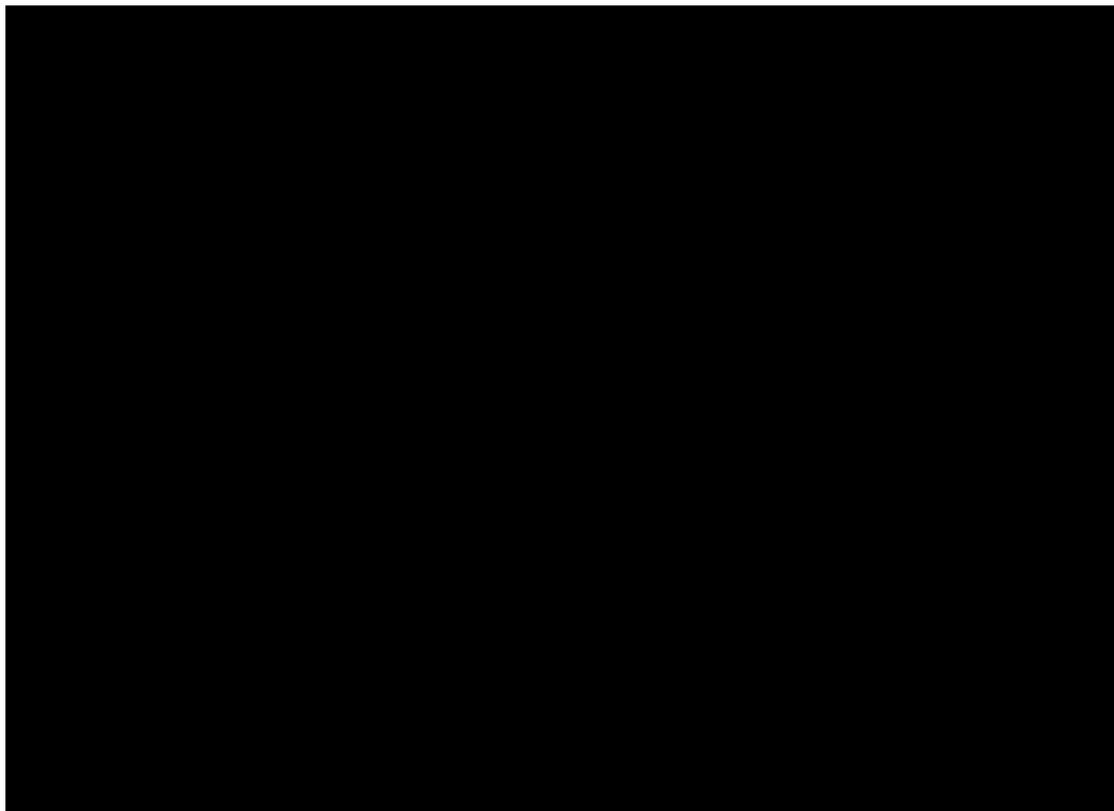


图 8.4-1 溢油 72 小时油膜扩散范围图（E 向平均风，落潮）

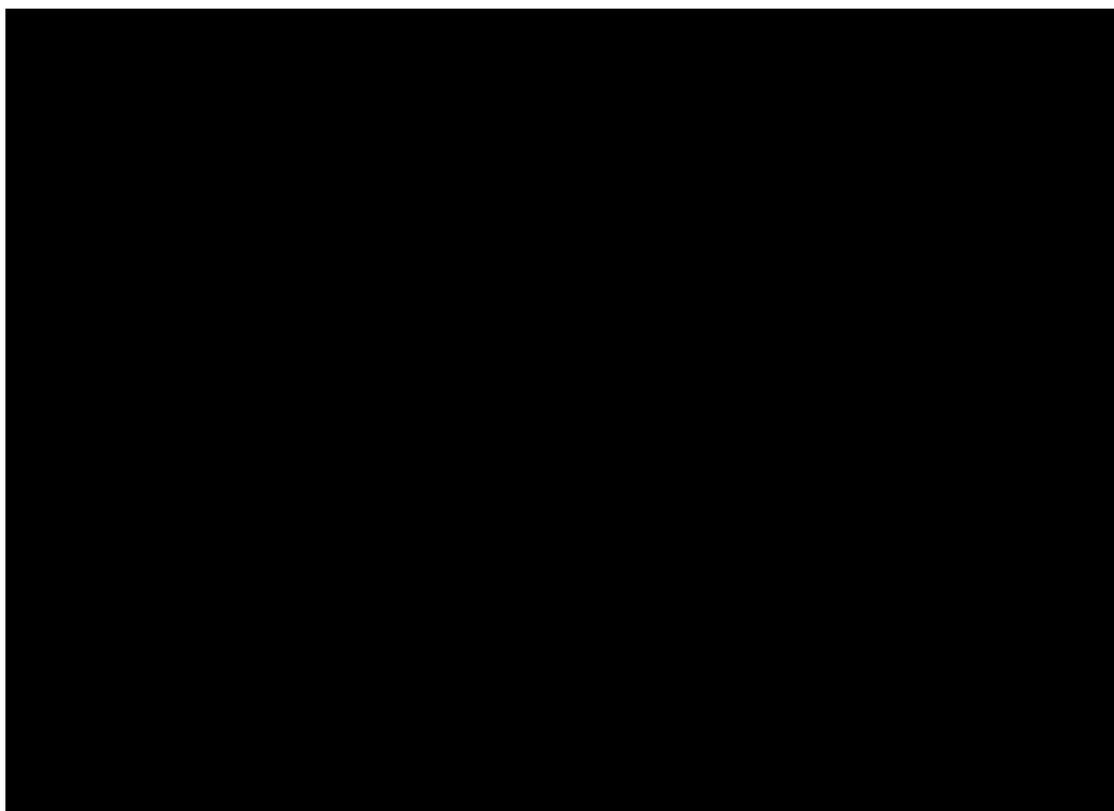


图 8.4-2 溢油 72 小时油膜扩散范围图（E 向平均风，涨潮）

（2）SW 向平均风情况下

SW 向平均风（5.8m/s）落潮发生溢油 72 小时，在风和潮流的共同作用下油膜主体向东北扩散，东北向最远扩散距离为 9.5km，最大扫海面积 21.1km<sup>2</sup>。溢油对敏感区无影响。溢油扩散范围和油粒子运动轨迹见图 8.4-3。

SW 向平均风（5.8m/s）涨潮发生溢油 72 小时，在风和潮流的共同作用下油膜主体向东北扩散，东北向最远扩散距离为 11.4km，最大扫海面积 14.9km<sup>2</sup>。溢油对敏感区无影响。溢油扩散范围和油粒子运动轨迹见图 8.4-4。

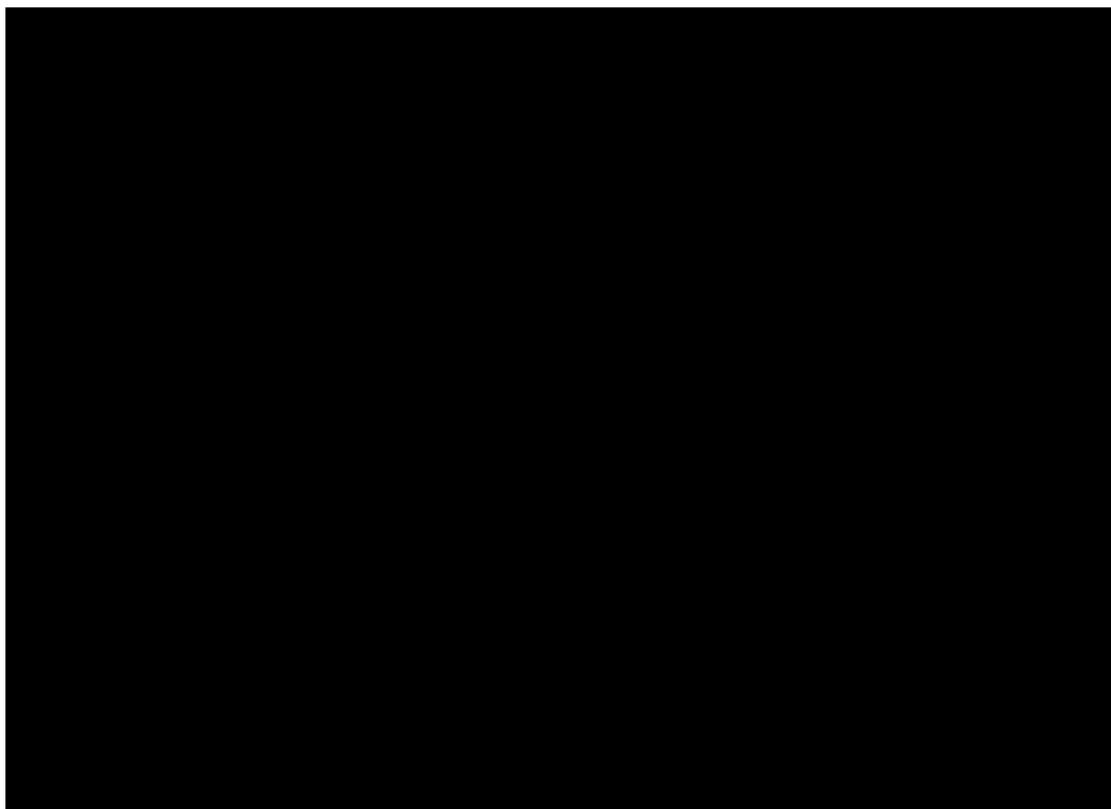


图 8.4-3 溢油 72 小时油膜扩散范围图（SW 向平均风，落潮）

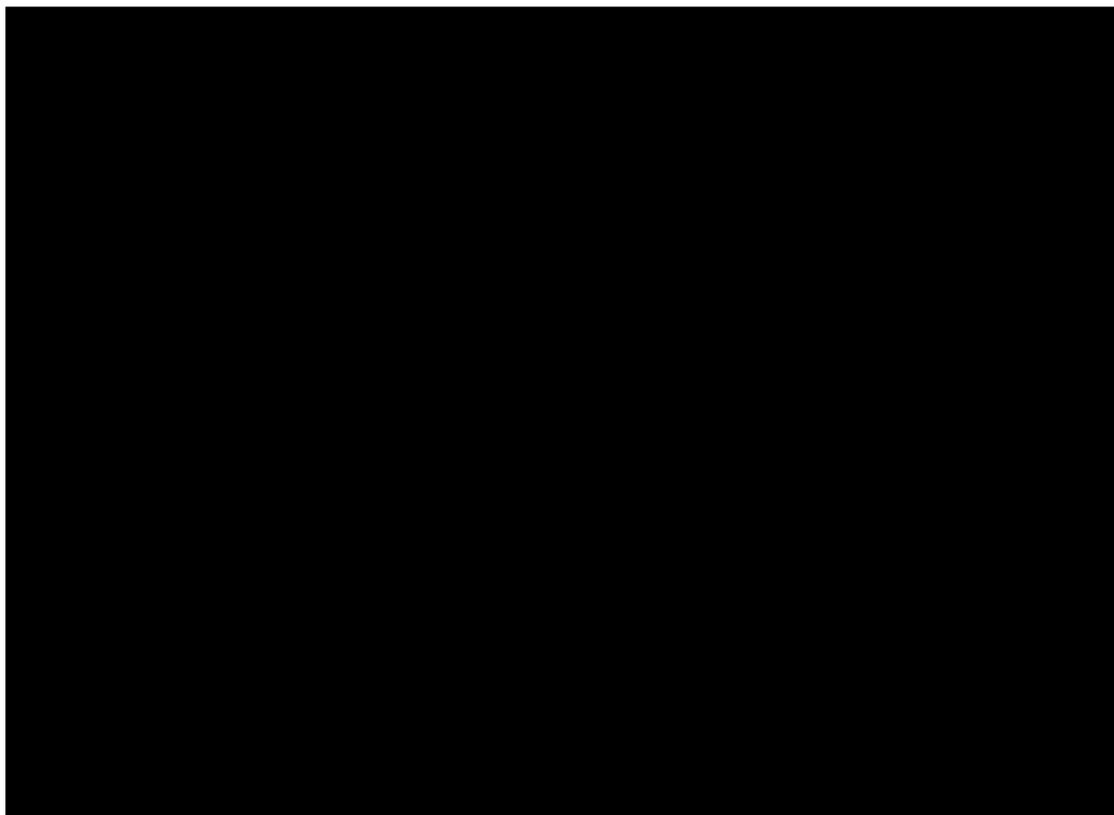


图 8.4-4 溢油 72 小时油膜扩散范围图（SW 向平均风，涨潮）

(3) N 向不利风情况下

N 向不利风（13.8m/s）涨潮发生溢油 72 小时，在风和潮流的共同作用下油膜主体向南扩散，南向最远扩散距离为 35.6km，最大扫海面积 27.2km<sup>2</sup>。溢油对碣石湾海马珍稀濒危物种分布区造成影响。溢油扩散范围和油粒子运动轨迹见图 8.4-5。

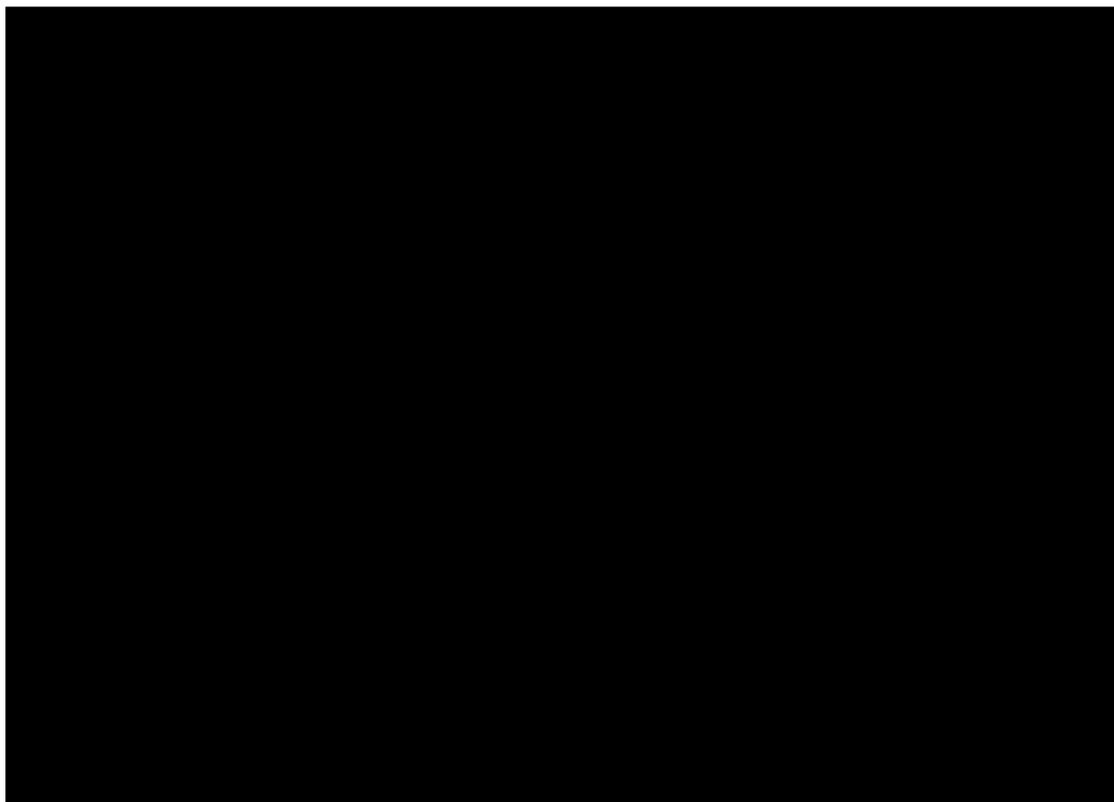


图 8.4-5 溢油 72 小时油膜扩散范围图（N 向不利风，涨潮）

（4）SE 向不利风情况下

SE 向不利风（13.8m/s）落潮发生溢油 72 小时，在风和潮流的共同作用下油膜主体向西北扩散，在西北向最远扩散距离为 22.5km，最大扫海面积 24.7km<sup>2</sup>。溢油对汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场业资源产卵场造成影响。溢油扩散范围和油粒子运动轨迹见图 8.4-6。

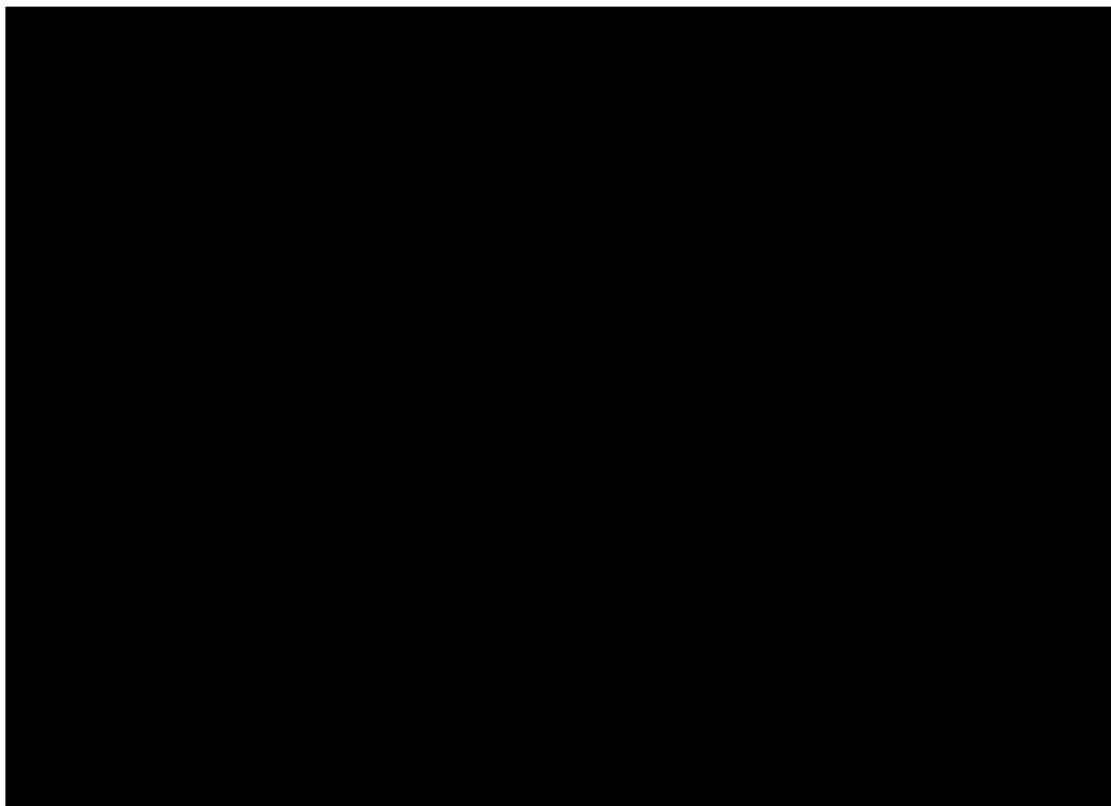


图 8.4-6 溢油 72 小时油膜扩散范围图（SE 向不利风，落潮）

表 8.4-3 不同风向、风速情况下溢油漂移距离（km）与扫海面积（km<sup>2</sup>）

风向	时刻	风速 (m/s)	漂移最大距离 km	扫海面积 km <sup>2</sup>	残油量	影响的敏感区
E 向平均风	落潮	6.6	28.4	28.5	8.6	溢油对广东遮浪半岛国家海洋自然公园造成影响
	涨潮	6.6	19.5	24.7	9.2	溢油对汕尾红海湾遮浪角东人工鱼礁地方级自然保护区造成影响
SW 向平均风	落潮	5.8	9.5	21.1	8.9	溢油对敏感区无影响
	涨潮	5.8	11.4	14.9	9.6	溢油对敏感区无影响
N 向不利风	涨潮	13.8	35.6	27.2	6.8	溢油对碣石湾海马珍稀濒危物种分布区造成影响
SE 向不利风	落潮	13.8	22.5	24.7	7.2	溢油对汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场、业资源产卵场造成影响

## 8.5 自然灾害环境风险分析

### （1）热带气旋、风暴潮影响分析

热带气旋是一种在热带海洋上生成的强烈气旋性涡旋，是影响华南沿海地区最大的

灾害性天气。汕尾海域的热带气旋来自西太平洋和南海，1949~2019 年期间，登陆或影响汕尾地区海域的热带气旋共有 195 个，年平均 2.7 个，年最多为 9 个。风暴潮则是由强烈的大气扰动所引起的海面异常升高现象，其伴随着天文潮、短周期的海浪而来，常常使潮位暴涨，甚至令海水漫溢，2022 年~2024 年，汕尾地区曾多次遭受风暴潮灾害，造成了一定的经济损失。

汕尾地区位于广东省东南沿海，因地理位置特殊，易受热带气旋和风暴潮影响，热带气旋、风暴潮灾害突发性强，往往在几小时内就酿成巨大灾害。对海水网箱养殖工程来说，热带气旋、风暴潮一旦发生，将带来严重的负面影响。首先，热带气旋和台风带来的强风会直接冲击网箱，可能导致网箱结构损坏、变形甚至冲走，使养殖的鱼类逃逸，造成巨大的经济损失。其次，热带气旋、风暴潮等会使沿海水位急剧上升，淹没网箱养殖区域，改变水体理化性质，如溶解氧降低、水质恶化、温度和盐度变化，从而引发海水网箱养殖鱼类发生强烈的应激反应，导致鱼类呼吸困难、免疫力下降、行为异常等，干扰养殖生物的正常生长和摄食。

## （2）赤潮灾害影响识别

根据相关研究，广东省 2013 ~2022 年共发生赤潮 95 次，其中汕尾市海域共发生 8 次。全省引发赤潮的生物共有 26 种，其中硅藻门 13 种，甲藻门 10 种，定鞭藻门、黄藻门和原生动物门各 1 种。引发赤潮次数最多的是夜光藻（*Noctiluca scintillans*）和红色赤潮藻（*Akashiwo sanguinea*），分别发生 23 次和 22 次。发生年份最多的是中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）和球形棕囊藻（*Phaeocystis globosa*）在 10 年中的 7 年均均有发生。引发赤潮面积最大的是球形棕囊藻（*Phaeocystis globosa*），发生赤潮面积达 1175.66km<sup>2</sup>，其次为红色赤潮藻（*Akashiwo sanguinea*），发生赤潮面积达 1005.35km<sup>2</sup>。从地域分布来源，汕尾市海域引发赤潮的生物种类最多的是红色赤潮藻（*Akashiwo sanguinea*）。

红色赤潮藻（*Akashiwo sanguinea*）是一种混合营养型甲藻，其对水生生物有明显的致害作用，如对共存浮游植物的生长均具有明显的抑制效应。此外，红色赤潮藻对贝类、甲壳类及鱼类也有不同程度的致死效应。根据丁西飞等人研究，以海洋青鳞鱼仔鱼作为鱼类代表对象，红色赤潮藻毒素粗提物达到一定浓度时对其有明显的致死效应。添加藻毒素粗提物浓度为 8‰、1‰和 2‰时对实验目标仔鱼并产生明显的毒害作用；添加藻毒素粗提物浓度为 3‰时实验目标仔鱼立即表现出急躁、游动加速的逃逸状态，随后逐渐缓慢至静止不动，呼吸急促，30 min 后逐渐恢复正常游动状态，但在

12 h 后出现陆续死亡的现象；添加藻毒素粗提物浓度为 4% 时实验目标仔鱼立即表现出毒害效应，先沿着孔板壁加速游动，随后游动逐渐缓慢至静止不动，身体开始失去平衡，侧身扭动抽搐，口呈张开状态，呼吸困难濒临死亡，在 24 h 死亡率即达 100%；添加藻毒素粗提物浓度为 5% 时对实验目标仔鱼的毒害效应与毒素浓度为 4% 的毒性效应相似，但仔鱼发生毒害致死的作用时间更短，在 10~30 min 内即显示出强烈的毒害作用，在 12 h 的死亡率即达 100%。

由上可知，汕尾地区典型赤潮生物毒素达到一定浓度后对鱼类有明显的损害效应，随着作用时间的延长，致死效应将逐渐升高，致死浓度随时间延长也将逐渐降低。

本项目用海区周边区域一旦发生赤潮现象，工程海域内的养殖生产会受到严重影响。建议建设单位将赤潮风险纳入本项目环境风险应急预案，指派专人持续关注相关部门发布的赤潮灾害预警信息，掌握赤潮灾害动态信息。

## 8.6 环境风险防控方案

### 8.6.1 风险事故防范措施

#### 8.6.1.1 船舶碰撞防范措施

(1) 建设单位施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生。

(2) 施工时船舶管理人员需定期检查船舶状况，察看机械设备的磨损、漏油、漏水、漏气、漏电情况，查看监控设备、动力设备、锚泊设备是否正常运转，减少船舶自身存在的安全隐患，使船舶设备始终保持良好的工作状态，确保船舶能够安全地航行，减轻由于船舶设备老化损坏等因素所带来的潜在风险。

(3) 施工船舶应限定在批准的水域内进行作业，设置警戒区，工程区域设置醒目的安全标志；施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

(4) 施工船舶穿越乌坎东线航道时，应提前减速，并保持正规瞭望，综合考虑“人、机、环境”要素，灵活掌握安全航速，与他船保持足够的安全距离。使用 VHF 通信时，需谨慎对待，避免因沟通不畅导致避让行动不协调。

(5) 施工船舶进出靠泊渔港时，应当遵守渔港章程、避碰规则和渔业船舶进出

渔港报告等规定，向海洋综合执法部门申请办理进出港报告手续，并接受安全检查。

（6）船舶在渔港内航行、作业、停泊，须按顺序进行，严禁船舶追越、争档抢位和在航道内锚泊。

（7）建设单位要制订海上突发事件应急预案和防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效的处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

#### 8.6.1.2 自然灾害防范措施

##### （1）热带气旋、风暴潮灾害防范对策

1）建立防台抗台应急管理制度，正对不同等级的台风制定应急预案，常态化、制度化开展防台抗台工作。

2）加强与当地政府主管部门、气象和海洋预报部门、海事管理机构等的沟通联系，及时接收台风预报预警信息和防抗台风工作部署要求。

3）养殖运营单位应密切关注台风动向和发展趋势，适时启动防台抗台预案，指导督促深远海养殖设施工作人员落实各项防台抗台要求和措施。

4）养殖设施工作人员根据台风预警信息，提前开展相关工作。绑扎固定移动设备物资和养殖设施设备。并在饲料中适当添加抗细菌感染药物，连续投喂 3~5 天药物饲料进行预防，增强养殖鱼类体质与抗应激能力。

5）热带气旋或风暴潮过后，根据气象条件或主管部门许可指令，及时组织工作人员安全前往查看养殖设施，开展设施设备的检查与维护。重点检查养殖设施网箱浮管、网衣、锚泊系统等；检查养殖鱼类健康状态，对死亡鱼类及时处理。

##### （2）赤潮灾害防范措施

1）及时关注海洋环境预报部门发布的赤潮预警信息，赤潮灾害预警信息发布后，养殖运营单位应对工程海域进行连续的跟踪监测，掌握养殖海域的水质变化情况，特别是藻类密度，一旦发现异常，及时报告相关管理部门，为预报赤潮的发展动向提供信息。

2）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；

3）赤潮灾害结束后，及时清理网箱内的死亡鱼类，防止其腐烂后进一步污染水体，并需对养殖水产品进行抽样毒素检测，确认安全后方可上市。

## 8.6.2 风险事故应急预案

### 8.6.2.1 区域应急预案

#### （1）船舶污染事故应急预案

2021 年汕尾市人民政府办公室印发实施《汕尾市处置船舶污染事故应急预案》（修订）（汕府办函〔2021〕90 号）。该预案适用于发生在汕尾市辖区水域内的，以及发生在汕尾市辖区水域外，造成或可能造成辖区水域污染损害的船舶污染事故和险情的应急处置工作。

预案建立了市处置船舶污染事故应急指挥部，明确了总指挥及成员单位。预案还明确了县（市、区）应急指挥机构、现场应急指挥机构、专家咨询组和应急救援队伍的职责。预案规定了监控预警、应急处置、信息发布和后期处置等运行机制。监控预警包括船舶污染监控、预警发布和预警行动。应急处置涵盖信息报告、预测评估、分级响应、处置措施、社会动员、区域协作和应急终止。后期处置包括事故调查、征用补偿、总结评估和污染物处置。

根据溢油事故的规模，船舶污染事故等级分为特别重大（溢油量 1000 吨以上）、重大（溢油量 500 吨以上不足 1000 吨）、较大（溢油量 100 吨以上不足 500 吨）、一般（溢油量不足 100 吨）污染事故。应急响应相应分为 I 级、II 级、III 级和 IV 级。

结合本项目溢油事故分析，本节重点介绍预案中一般污染事故应急响应。根据预案，发生一般船舶污染事故，市应急指挥部立即组织成员单位及专家进行分析研判，对船舶污染事故影响及其发展趋势进行综合评估，由市应急指挥部总指挥启动相应应急响应。在市应急指挥部的指挥下，各有关单位按照职责开展应急处置和救援行动。

关于应急先期处置，预案提出，污染事故发生后，发生事故船舶应立即向市应急指挥部办公室报告，同时采取有效措施，组织现场应急力量实施应急处置，防止污染扩大。

综上，汕尾市已按照有关要求建立健全了船舶污染事故应急机制，能够快速、有序、高效地组织船舶污染事故应急行动，最大程度地控制、减轻、消除船舶污染事故对水域环境的危害。

#### （2）自然灾害应急预案

2022 年 6 月 10 日，汕尾市人民政府印发《汕尾市气象灾害应急预案》（汕府函〔2022〕228 号）。预案适用于影响汕尾行政区域和所辖海域的台风、暴雨、寒冷、干

旱、高温、大雾、灰霾、道路结冰、海上大风、强对流（雷雨大风、冰雹、龙卷风）等气象灾害防范和应对工作。预案明确了市气象灾害应急指挥部的组织架构和职责分工，建立了从监测预警、应急响应到后期处置的全流程工作机制。通过分级响应机制，能够确保在不同级别气象灾害发生时，各相关部门能够迅速、有序地开展应急处置工作。

2021 年 4 月 16 日，汕尾市人民政府印发《汕尾市海上险情应急预案》（汕尾〔2021〕21 号）。该预案适用于由汕尾市海上搜救分中心承担的海上搜救责任区内海上险情应急处置工作，以及发生在本搜救责任区以外的海上险情。预案旨在及时救助海上遇险人员，减少人员伤亡，规定了海上险情的分级标准，并对不同等级的险情制定了相应的应急响应措施，能够在发生海上人员遇险时快速响应。

### 8.6.2.2 项目应急预案

海上溢油事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染损失、消除污染等均起到关键的作用，因此，制定快速有效科学的环境风险应急是非常重要的。

本项目施工区和养殖区作为可能的风险事故发生源本身应按《建设项目环境风险评价技术导则》的要求，编制《环境风险应急预案》。在制定预案时，应注意与《汕尾市处置船舶污染事故应急预案》（修订版）相衔接，针对可能发生的各类环境风险事故，明确应急组织机构、职责、应急启动及报告程序、污染事故先期处置方法，并配备一定的应急物资。需指出的是，本评价报告仅对应急预案提出原则性要求，不代替业主单位的应急预案报告的编制内容。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》要求，本项目的环境风险应急预案编制内容包括但不限于预案适用范围、应急组织机构与职责、环境事件分类与分级响应条件、应急处置措施、应急救援保障、善后处置、预案管理与演练等内容。

本项目环境风险事故应急预案主要纲要见表 8.6-2，供制订具体预案参考。

表 8.6-1 本项目应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	明确编制目的、编制依据、工作原则
2	适用范围	应能够适用于本项目施工现场和养殖活动所发生的各类污染事故（包括船舶碰撞溢油事故、海损性溢油事故、赤潮等自然灾害等）的应急工作。
3	应急计划区	养殖区及周边海域

4	应急组织机构与职责	建立本项目应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，明确各组织机构职责
5	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故。污染事故发生后，按照汕尾市有关船舶污染分级响应要求，报告并启动相应应急预案。
6	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式，明确相关信息报送方通讯联络方式
7	应急处置措施	制订应对各种风险事故的一般处置措施与程序
8	应急救援保障	主要依靠汕尾市海事局、周边企业及社会应急力量，同时施工期自备一定应急物资，运营期明确依托应急物资
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序；规定事故现场善后处理，恢复措施；规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
10	应急联动	提出应急预案与相关上位应急预案相衔接要求
11	应急培训计划	制订培训与演练计划
12	附件	应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式

### （1）应急机构及职责

建设单位应成立专门的污染事故应急指挥领导小组，下设风险防范应急小组。当现场发生污染事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急小组为救援骨干，负责污染事故的先期处置。

指挥领导小组的职责：负责应急预案的制订；组建风险防范应急小组，并组织培训、演练和实施；检查督促做好施工期环境风险事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

应急小组的职责：各小组全体人员都负有事故应急救援的责任；担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

### （2）应急通讯联络方式

为确保船舶突发性污染事故、海损事故或自然灾害事故的报告、报警和通报以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，建设单位必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络。包括与汕尾海事局、气象局、汕尾市海上搜救分中心应急反应指挥系统的联络，以便建设单位、施工单位、汕尾海事局等部门采取相应的行动。

### （3）应急处置措施

#### 1) 污染事故现场先期处置控制措施

①作业期间施工船舶应防止溢油事故的发生。一旦发生漏油污染水域事故，应及

时采取有效应急措施制止漏油，立即报告海事部门。同时及时采取措施，收集溢油，缩小溢油的污染范围。

②对漏油船舶立即查找泄漏污染源，关闭阀门，封堵甲板出水孔（缝），并投放吸油毡、棉胎、木屑等吸附材料，收集泄漏油污。

③迅速调集本项目其他作业船舶投入防污抢险，及时运送防污器材和救援队伍到达现场，在海事人员的组织下，进行协调作战，以最低限度地减少油污泄漏。并做好防火准备工作。

④对油污泄漏区域进行铺设围缆绳，投放吸油材料及消油剂，并及时回收泄漏的污油和已吸附的吸油材料，防止污染面积的扩展。

⑤因船舶碰撞引起的污染，应迅速控制当事船舶污染源，必要时应将泄漏船舶拖至岸边围清，并派潜水员封关油箱管道阀门，进行善后处理。

## 2) 事故发生后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

### ①污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故做出以下评估：1.可能受到威胁的环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；2.本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

### ②应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即做出事故防控的应急对策：指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；如果船舶发生了溢出事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

## 3) 污染清除及恢复措施

溢出事故清除作业应在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业实际发生在两种场合，一是海上清除作业，一是岸线清除作业，根据具体情况选择清除作业方法和使用的设备。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学消油剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法。

## （4）应急救援保障

本项目运营期开展养殖活动，工程体量不大，海上污染事故应急主要依托海事、

企业及社会的应急设备，为有效开展污染事故现场先期处置，施工船舶应配备少量吸油毡、围缆绳等必要的应急物资，并与当地船舶污染应急清污公司和应急设备库保持联络机制。当发生溢油事故时，应按应急预案要求利用自备应急物资开展初期清污，并迅速将事故信息上报有关海事部门；如自身应急能力不足，应请求海事等部门统一调配或周边应急力量开展事故应急处置工作，或要求协议船舶污染应急单位到达那个进行处置工作。

#### （5）与上位应急预案衔接

预案的编制过程应充分考虑与地方相关上位应急预案的衔接，重点是与《汕尾市处置船舶污染事故应急预案》、《汕尾市气象灾害应急预案》以及《汕尾市海上险情应急预案》的衔接，建立应急联动机制。

### 8.6.2.3 溢油处置方法

溢油处理方法很多。针对海上的溢油应急情况可选择一些溢油控制方案，但必须考虑到所需设备、环境因素以及应急响应的时效性，因此要注意优先权的选择。针对本项目，潜在溢油发生点位于碣石湾内，周边生态环境敏感目标较多，但作业船舶均为小型船舶，溢油发生源强一般较小，建议根据应急目标分别选择适宜的控制措施。

#### （1）事故发生海域

针对溢油海域，考虑到项目施工及运营期涉及船舶均为小型作业船，溢油发生源强不大，溢油处置措施优先级以吸油毡吸油>围控和机械回收原则确定。

##### ①吸油毡吸油

使用吸油毡时，操作人员可以在船上向水面抛洒。最好能将吸油毡直接投放在溢油上，尽量向溢油多的地方投放，并且最好加以搅动以便吸收更多的溢油。投放吸油毡应适量，使吸油毡处于吸油饱和状态。吸油毡的吸油量达到饱和后，应尽快捞出水面，避免长时间停留在水中。使用吸油毡时，不能同时使用溢油分散剂，以免降低吸油毡的吸油能力。溢油事故发生后，应依据溢出油量、海况与气象，流速与流向、及时使用和及时回收吸油毡，少量吸油毡可乘小船人工捕捞。投放吸油毡数量大时，可用作业船拖带网袋进行回收。

##### ②围控和机械回收

将溢油控制在较小范围并阻止其进一步扩散和漂移所采取的措施称为溢油围控。围油栏对溢油具有围控、导流和防范作用，需通过适当的布放形式来实现。在开阔水

域布放围油栏，主要采用两船拖带和三船拖带方式，具体还要根据实际情况而定。当溢油发生后，应根据溢油量的大小、溢油的扩散方向、气象及海况条件等，迅速围控溢油方向和面积，缩小围圈，用收油船最大限度地回收海上溢油，必要时加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。

#### （2）生态环境敏感区

针对周边环境风险敏感目标，应以溢油防控为目标，优先采用围油栏物理隔离进行防控。对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区采取优先保护措施，尤其是事故点发生海域溢油控制无效时，应在油膜到达敏感目标前，在敏感区外围设围油栏，防止油类泄漏物进入生态敏感区。

#### 8.6.2.4 溢油应急资源

针对项目建设及运营期可能发生的溢油事故，周边可依托的社会应急资源较丰富，主要分布在碣石湾、红海湾、甲湖湾沿岸码头。考虑项目位置位于碣石湾口，且潜在溢油量较小，溢油应急以主要依托周边应急资源为主，主要有广东万聪船舶修造有限公司、广东红海湾发电有限公司以及陆丰宝丽华新能源有限公司应急物质，见表 8.6-2。

表 8.6-2 项目可依托的溢油应急防备物资储备表

序号	设备名称	型号	单位	数量	存放地点
一	广东红海湾发电有限公司				
1	固体浮子 PVC 围油栏	WGV900	米	750	红海湾电厂 码头仓库
2	吸油毡	PP-2	吨	1	
3	收油网	SW3	套	1	
4	环保型消油剂	GM2	吨	0.8	
5	喷洒装置	便携式 PS40	套	1	
6	轻便式储油罐	QG10	m3	1	
二	广东万聪船舶修造有限公司				
1	围油栏	固体浮子式总高 900m	米	120	船厂仓库
2	吸油毡	PP-2	吨	0.15	
3	消油剂	GM2	吨	0.1	
三	陆丰宝丽华新能源有限公司				

序号	设备名称	型号	单位	数量	存放地点
1	吸油毡	PP-2	吨	1	甲湖湾电厂码头仓库
2	PVC 围油栏	WGV1100	米	1200	
3	收油网	SW3	套	1	
4	环保型消油剂	GM2	吨	0.5	

备注：金厢鱼港应急物资为拟配置。

### 8.6.3 小结

本工程风险事故种类主要是：船舶碰撞导致的溢油事故以及突发性自然灾害风险事故。根据溢油数值模拟结果，在选定的典型情境下，溢油事故发生后，用海区周边生态环境风险敏感目标很快就会受到溢油污染影响。建设单位应落实报告书提出的风险防范和应急措施，与用海区周边应急力量积极沟通，确保事故发生后能够降低污染后果，将溢油风险控制在环境可接受范围内。同时考虑到养殖设施常年在海上，需将用海区典型自然灾害一并纳入环境风险应急预案。

评价认为，在切实落实各项风险防范措施，制定完善的应急措施和联动、互助机制或购买应急服务的前提下，本项目环境风险水平是可控的。

## 9 环境保护对策措施

### 9.1 污染防治措施及可行性分析

#### 9.1.1 施工期污染防治措施

##### 9.1.1.1 水污染防治措施

（1）施工悬浮沙污染：①合理安排施工计划，根据季节性海流条件，优化施工计划，将网箱锚固构件投放作业环节尽量安排在风浪相对小、潮流相对弱等不利于悬沙扩散的潮期内；②根据网箱布局，优化网箱双齿锚投放方案，在满足施工进度的前提下，避免一次性投放大量锚件，采用分批次、小批量投放方案，减少瞬间产生的悬浮沙量；③提高施工精度，网箱铁锚投放由经验丰富的操作人员进行，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，减少因投放偏差导致的海底底质的反复扰动。

（2）船舶含油污水：施工船舶上设油污水收集罐，船舶油污水不得在工程海域内排放，含油污水在船上收集，待船舶靠岸后交由有船舶油污水接收资质的单位接收处理，严禁排海。

（3）船舶生活污水：施工人员生活污水由船舶自备的污水储存柜收集上岸后，由槽车直接拉运至附近污水处理厂处理。

（4）网箱陆域组装现场设置环保型移动厕所，施工人员生活污水拉运至附近污水处理厂处理。

（5）加强对施工人员的管理，禁止将生产废料、生活废弃物丢弃水域。

##### 9.1.1.2 大气污染防治措施

（1）施工船投入作业前，检查作业船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）。

（2）加强施工船舶管理，避免施工区域船舶拥堵从而加剧船舶废气污染物产生。

（3）网箱组装作业时，提高作业工效，避免在风力较大时段进行切割、材料运输等易产生废气的作业。

（4）选用污染物排放量少的运输车辆，并选用优质燃油，加强车辆检修和维护，使车辆运行良好，对运输道路定期洒水降尘，减少车辆尾气和运输扬尘对项目周围大气环境的影响。

#### 9.1.1.3 噪声污染防治措施

（1）网箱组装施工选用符合国家有关标准的施工机具，尽量采用低噪声的施工设备，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持设备的良好运转，以便降低噪声源强。

（2）强化施工船舶组织协调，对船舶航行进行合理的水上交通管理，做好船舶调度疏导工作，及时维护施工区警示标识，提示过往船只严格遵守航行规则，减少鸣笛。禁止船舶无故鸣笛。

#### 9.1.1.4 固体废弃物污染防治措施

（1）施工船舶上设置固体废物收集箱，施工人员生活垃圾经统一收集后运回陆地，严禁随意丢弃入海，待船舶靠岸后交由环卫部门，并最终运至附近垃圾中转站统一清运处理。

（2）网箱组装现场设置生活垃圾储存箱，生活垃圾统一收集后交环卫部门处理。

（3）网箱组装和安装时产生的各类废弃料尽量回收利用，不能回收的外售给废品收购站或交由环卫部门处理，严禁随意丢弃。

### 9.1.2 运营期污染防治措施

运营期主要生产过程为网箱养殖活动，废气、噪声主要来自养殖船柴油机废气和通航噪声，废气、噪声污染防治措施同施工期。本节重点对运营期废水及固体废弃物污染提出防治措施要求。

#### 9.1.2.1 水污染防治措施

（1）加强养殖工船的日常管理，严禁船舶带“病”作业，建立船舶维修保养制度，防止发生船舶污水跑、冒、滴、漏。

（2）船舶含油污水：养殖船上设油污水收集罐，船舶含油污水严禁在养殖海域内排放，待船舶靠岸后交由有船舶污水物接收资质的单位接收处理。

（3）船舶生活污水：施工人员生活污水由船舶自备的污水储存柜收集上岸后，

委托有生活污水运输资质的单位接收转运至附近污水处理厂处理。

（4）严禁向养殖船停靠鱼港内排放任何种类的船舶水污染物，强化船舶各类污染物接收作业规范性。

（5）控制养殖规模，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，同时科学用药，不滥用渔药，优先使用针对性强、存留期短、高效低毒的病害防治药物，保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。

（6）开展养殖区及周边海域环境质量的跟踪监测，掌握项目区及周边海域环境质量变化趋势，并根据跟踪监测结果，动态优化养殖方案，必要时调整网箱密度，更换饵料类型，优化养殖环境，使水域保持良好环境。

（7）采用防污网衣，勤洗网、换网，保持网箱养殖区水流畅通。当采用陆上清洗网衣时，清洗废水应经过滤沉淀处理后回用于绿化或道路洒水抑尘。

#### 9.1.2.2 固体废弃物污染防治措施

（1）所有养殖船上均应设置固体废物收集箱，工作人员生活垃圾放入收集箱中，集中装箱运回陆地，然后由当地环卫部门统一清运集中处理。严禁随意丢弃入海。

（2）加强养殖人员海上养殖活动过程中固体废物管理，严禁在海上随意抛弃网箱材料、旧料和其它杂物（如废旧网衣、网绳、鱼药包装袋、饵料包装袋等），养殖废弃物收集上岸后，能回收利用的（如废旧网衣、网绳）进行资源化再利用，不能回收利用的交环卫部门转运至附近垃圾中转站。

（3）对发现的病死鱼，及时捞出，放在船载专用密封容器中，装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置。

#### 9.1.3 污染防治措施可行性分析

本项目采取的废水、废气、噪声及固体污染防治措施均是常规的环保措施，在同类工程中应用广泛，措施具备可行性。本节重点对水污染防治措施进行外委处理的可行性分析。

##### （1）船舶油污依托处理可行性

据调查，目前碣石湾附近水域从事船舶污染物接收服务的单位主要为汕尾晓光环保服务有限公司。公开资料显示，汕尾晓光环保服务有限公司是经汕尾市交通运输局备案，从事经营汕尾港及其附近水域码头船舶污染物接收等港口服务。公司于 2011 年 12 月取得经中华人民共和国广东海事局颁布的船舶污染清除单位资质证书二级能

力等级，具备收集船舶含油污水、船舶垃圾、防污应急等服务能力。公司已制定船舶污染物接收方案处置方案。在按规范做好收集后，污染物处置去向总体策略为：

1.液体污染物交惠州 TCL 环境科技有限公司或其他有资质单位处置。惠州 TCL 环境科技有限公司是专业从事收集、处理船舶及港口废弃物的单位，是通过广东省环保局认可，并持有危险废弃物经营许可证（证书编号：441302191226）的环保企业，能够确保液体污染物得到合理合法的处理。

2.固体污染物交汕尾市城区新港街道经济发展服务中心指定的垃圾处理中心或汕尾三峰环保发电有限公司进行无害化处理，能保证回收的废弃物得以合法合规地进行各种减量化、无害化、资源化处理，能够避免固体污染物二次污染产生。

## （2）生活污水污染防治措施

### 1）施工期生活污水依托处理可行性

本项目施工期重力式网箱浮运主要是从临时施工场地至项目用海区，桁架式网箱浮运主要是从预制构件厂家托运至项目用海区。施工船非作业时间需依托附近鱼港（金厢鱼港、碣石鱼港等）港口码头停靠

目前碣石鱼港内有陆丰市碣石铭豪污水处理厂，该污水处理厂于 2019 年 10 月 1 日正式实现商运，其收水范围主要为碣石镇城镇生活污水，据调查，该污水厂设计处理规模为 3.0 万 t/d，现状处理规模为 2.6 万 t/d，采用 AAO 氧化沟工艺，出水水质满足国家城镇污水排放标准一级 A 标及广东省地方污水排放标准较严值的要求；金厢鱼港内现有金厢城镇污水处理厂，污水处理工艺主要采用“调节+沉砂+A<sup>2</sup>O 氧化池+MBR 生化池+消毒”，污水处理规模为 2000m<sup>3</sup>/d，服务范围为金厢镇镇区，可以满足本项目船舶生活污水处理需求。

### 2）运营期生活污水依托处理可行性

项目运营期养殖维护船需依托乌坎港原海关码头停靠，并进行养殖产品上岸作业。

目前乌坎港附近有陆丰市第二污水处理厂，位于陆丰市东海镇上海村西北侧，距离乌坎港码头约 5.6 公里，一期工程设计处理规模为 5 万吨/天。截至 2024 年 8 月，该污水处理厂一期工程及配套管网项目已进入通水调试阶段。

预计至本项目运营期，该污水处理厂可实现正式运营；如项目运营时污水厂尚未实现正式商运，船舶生活污水可委托船舶污染物接收单位接收处理。

## 9.2 生态保护措施

### 9.2.1 生态保护措施

#### 9.2.1.1 施工期生态保护措施

（1）合理制定施工计划，目前本项目预计总施工期 12 个月，其中水上作业约 5 个月，结合项目周边生态环境敏感性，评价要求水上施工避开 3~5 月，尽量缩短网箱锚泊件投放作业期，最大限度减少扰动时间，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

（2）严格落实水污染防治措施，确保悬浮沙对海洋生态环境的影响范围和影响程度控制，确保船舶油污水和生活污水全部收集后交有资质单位处理。

（3）提高施工作业精度，减少因作业不规范造成的反复工作量，降低对底栖生物的影响范围。

（4）开展施工期环境监测，注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现因施工引起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。

（5）陆上施工场地严格控制临时占地范围，严禁破坏施工场地及拓宽道路以外的地表植被。施工结束后，对占地范围撒播草籽，恢复地表植被。

#### 9.2.1.2 运营期生态保护措施

（1）进一步优化养殖容量，通过量化研究确定水体的养殖规模和养殖密度。

（2）优化养殖环境，养殖过程中，保持养殖水域水质环境。优先选用防污网衣，勤洗网、换网，减少网衣附着生物量，同时保持网箱水流畅通。

（3）优化饵料营养结构组成。尽量使用人工配合饲料，积极应用“软颗粒饲料”、“膨化饲料”等能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的系列配合饲料，提高饲料利用率，减少外源营养物质输入。

（4）监控饵料摄入情况，科学确定投喂方式和投喂量。结合鱼类物种习性、季节性生长特点动态确定适宜的投饵量，使投喂的饵料大部分都能被鱼摄入，减少饲料损失，减少残饵和散饵进入到水中和沉积在网箱底部的数量。

（5）禁止各种养殖废弃物直接向养殖水域丢弃，及时收集、清运各类废弃物并带回陆上处理。

（6）控制养殖容量，尽量交替使用网箱，实行交叉“休息”制度，连续几年进行养殖的水体可“休息”1年，使底质环境得到逐步恢复，同时各养殖网箱也交替进行不同养殖品种养殖使海域达到交替休养效果。

（7）开展养殖区及附近水域的生态环境跟踪监测工作，根据监测数据，及时调整养殖密度、投饵量等管理措施，并对监测数据进行长期记录和分析，以评估养殖活动对生态环境的长期影响，避免对环境造成负面影响。

### 9.2.2 生态补偿措施

本项目重力网箱锚泊件、半潜桁架网箱锚泊件、浮标沉块以及坐底式桁架网箱结构将占用一定面积的底栖生境，且构件投放时产生的悬浮物会减弱浮游植物光合作用能力，影响水域的初级生产能力，并导致作业水域浮游动物数量的减少，通过食物链效应造成渔业资源（包括鱼卵仔稚鱼及游泳生物）的损失。建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，对项目建设造成的生物资源的损失按照生态补偿原则予以补偿。根据损失量估算结果，本项目需进行生物资源损害赔偿额为 153.39 万元。

根据农办渔〔2018〕50号文件要求，建设单位是涉渔工程水生生物资源保护和补偿的主体，应制定具体的实施方案，并组织落实水生生物资源保护和补偿措施。此外，各地渔业部门也可根据实际情况，对流域性的水生生物资源保护和补偿措施进行统筹。考虑到本工程实施对海洋生物资源损害量较小，且碣石湾内渔业增养殖工程较多，本项目单独实施增殖放流生态补偿措施难以达到最佳修复效果。评价建议建设单位积极与渔业主管部门沟通商定具体补偿方案，并积极落实缴纳生态补偿款事项。生态补偿方案制定过程中充分结合汕尾市沿岸海域实际情况和生态保护要求，采取多样化的生态补偿修复措施，包括资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、岸滩清理整治、海洋环境监测、岸线生态修复、海草床生态系统修复、渔民退补以及执法监管能力建设等。渔业部门可根据实际情况和工作需要，进一步创新方式方法，开展探索性研究与实践，在确保补偿资金使用规范的前提下，对流域性的水生生物资源保护和补偿措施进行统筹，确保区域生态补偿工作取得切实效果。

## 9.3 环境保护设施和对策措施一览表

本项目各阶段主要环境保护措施一览表见表 9.3-1 和表 9.3-2。

表 9.3-1 施工期主要环保措施一览表

项目	环保措施
水环境	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合理安排施工计划，网箱锚泊件投放尽量选择不利于悬沙扩散的潮期施工。结合海流条件和网箱布局优化作业方案，分批投放，减少瞬间产生的悬浮沙量。</li> <li>2. 船舶含油污水由船载油污水收集罐收集，船舶靠港后交由有船舶含油污水接收资质的单位接收处理，严禁排海。</li> <li>3. 船舶生活污水由船舶自备的生活污水储存柜收集，船舶靠港后由槽车运输至附近污水处理厂处理，严禁排海。</li> </ol>
环境空气	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工船舶应选用符合国家标准燃油，保持良好的工作状态，减少船舶废气排放量。</li> <li>2. 网箱陆上组装作业时，提高作业工效，洒水抑尘，避免在风力较大时段进行切割、材料运输等易产生作业</li> </ol>
噪声	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对船舶航行进行合理的水上交通管理，做好船舶调度疏导工作，禁止船舶无故鸣笛。</li> <li>2. 网箱陆上组装施工采用低噪声施工设备，加强设备维护和保养，保持设备的良好状态。</li> </ol>
固体废物	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工船舶上设置固体废物收集箱，施工人员生活垃圾经统一收集后运回陆地，严禁随意丢弃入海，</li> <li>2. 陆上网箱组装现场设置生活垃圾储存箱，生活垃圾统一收集后交环卫部门处理。</li> <li>3. 网箱组装废弃料尽量回收利用，不能回收的外售给废品收购站或交由环卫部门处理，严禁随意丢弃。</li> </ol>
生态环境	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合理制定施工计划，目前本项目预计总施工期 10 个月，其中水上作业避开 3~5 月，尽量缩短网箱锚泊件投放作业期，最大限度减少扰动时间。</li> <li>2. 严格落实水污染防治措施，确保悬浮沙对海洋生态环境的影响范围和影响程度可控，确保船舶油污水和生活污水全部收集后交由资质单位处理。</li> <li>3. 提高施工作业精度，减少因作业不规范造成的反复工作量，降低对底栖生物的影响范围。</li> <li>4. 开展施工期环境监测，注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现因施工引起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。</li> <li>5. 陆上施工场地严格控制临时占地范围，施工结束后，对占地范围撒播草籽，恢复地表植被。</li> </ol>

表 9.3-2 运营期主要环保措施一览表

项目	环保措施
水环境	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加强养殖工船的日常管理，严禁船舶带“病”作业，建立船舶维修保养制度，防止发生船舶污水跑、冒、滴、漏。</li> <li>2. 船舶含油污水由船载油污水收集罐收集，船舶靠港后交由有船舶含油污水接收资质的单位接收处理；</li> <li>3. 船舶生活污水由船舶自备的生活污水储存柜收集，船舶靠港后由槽车运输至附近污水处理厂处理。严禁向海域和停靠鱼港内排放任何种类的船舶水污染物。</li> <li>4. 控制养殖规模，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，同时科学用药，优先使用针对性强、存留期短、高效低毒的病害防治药物，保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。</li> <li>5. 开展养殖区及周边海域环境质量的跟踪监测，根据跟踪监测结果，动态优化养殖方案，优化养殖环境，使水域保持良好环境。</li> <li>6. 采用防污网衣，勤洗网、换网，保持网箱养殖区水流畅通。当采用陆上清洗网衣时，清洗废水应经过滤沉淀处理后回用于绿化或道路洒水抑尘。</li> </ol>

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

项目	环保措施
固体废物	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.所有养殖船上均应设置固体废物收集箱，工作人员生活垃圾放入收集箱中，集中装箱运回陆地交环卫部门处理。</li> <li>2.加强养殖过程中固体废弃物管理，严禁在海上随意抛弃养殖废料，养殖废弃物收集上岸后，优先进行资源化再利用，不能回收利用的交环卫部门转运至附近垃圾中转站。</li> <li>3.病死鱼收集在养殖船载专用密封容器中运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置。</li> </ol>
海洋生态	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.进一步优化养殖容量，通过量化研究确定水体的养殖规模和养殖密度。</li> <li>2.优化饵料营养结构组成。尽量使用人工配合饲料，提高饲料利用率，减少外源营养物质输入。</li> <li>3.监控饵料摄入情况，科学确定投喂方式和投喂量。结合鱼类物种习性、季节性生长特点动态确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵进入到水中和沉积在网箱底部的数量。</li> <li>4.禁止各种养殖废弃物直接向养殖水域丢弃，及时收集、清运各类废弃物并带回陆上处理。</li> <li>5.控制养殖容量，交替使用网箱，实行交叉“休息”制度，连续几年进行养殖的水体可“休息”1年，使底质环境能得到逐步恢复，同时各养殖网箱也交替进行不同养殖品种养殖使海域达到交替休养效果。</li> <li>6.开展养殖区及附近水域的生态环境跟踪监测工作，根据监测数据，及时调整养殖密度、投饵量等管理措施，并对监测数据进行长期记录和分析，以评估养殖活动对生态环境的长期影响，避免对环境造成负面影响。</li> </ol>

## 10 环境保护的技术经济合理性

环境保护的技术经济合理性分析是环境影响评价的一项重要工作内容，其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

### 10.1 环境保护措施的费用估算

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水污染和固体废物污染的防治措施，以及非污染生态保护措施，较为清楚、具体，能够有效落实，以达到环境保护的要求。

以确保评价所提出的措施顺利实现为目的，对项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算见表 10.1-1。

表 10.1-1 环境环保投资费用估算一览表

	项目	费用(万元)	备注
施工期	船舶污水接收处理费	10.0	船舶含油污水交有资质单位处理费用
	生活污水接收处理费	2.0	生活污水交第三方拉运至污水处理厂处理费用
	固体废物处理费	2.5	船舶垃圾、网箱组装生产废料等交环卫处理费用
	生态资源补偿	153.39	
	溢油应急设备	8.0	作业船上配备吸油毡、消油剂等溢油应急物资费用
	环境监理	5.0	含人员培训
	环境监测	5.0	
运营期	环境跟踪监测	16.0	8.0 万元/次, 1 年 2 次
	船舶污水、生活污水处理费	25.0	交有资质单位处理费用
	固体废物处理费	8.0	船舶垃圾、养殖废料等交环卫处理费用
	合计	234.89	

备注：运营期跟踪监测计算单个年度费用。

## 10.2 环境损益分析

### 10.2.1 环境损失分析

在海洋工程的建设过程中，不可避免地会对周边的海洋生态环境产生干扰和破坏。由于海洋生态系统极其复杂，作业过程造成的环境损失往往难以进行精确量化。考虑到施工活动对海洋生物资源造成的损害是环境损失中尤为突出的一部分，且定量货币化计算方法成熟，因此海洋工程环境损失中往往以海洋生物资源损失作为环境损失的重要一部分。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），估算本项目施工造成的生物资源损失经济价值。

#### （1）生物资源经济价值计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），各类生物资源经济价值计算方法如下：

##### 1) 鱼卵、仔稚鱼经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼经济价值采用下式计算：

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

式中， $M$  为鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元；

$W$  为鱼卵和仔稚鱼的损失量，单位为个（尾）；

$P$  为鱼卵和仔稚鱼折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，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

$E$  为鱼苗的商品价格，单位为元/尾。

##### 2) 游泳生物/底栖生物经济价值计算

游泳生物/底栖生物经济价值采用下式计算：

$$M=W \times E$$

式中： $M$  为游泳生物资源/底栖生物的经济损失额，单位为元；

$W$  为游泳生物资源/底栖生物的损失量，单位为 kg；

$E$  为游泳生物资源/底栖生物资源的商品价格，单位为元/kg。

#### （2）生物资源价格核定方法

参考 2024 年 10 月广东省农业农村厅发布的《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》（以下简称《指南》），生物资源商品价格核定采用基准数据法，

即根据现状调查和专家评估的价格为定价基准数据，最终由基准价格乘以居民消费价格指数（CPI）得出其生态补偿标准核定价格，采用以下公式计算：

$$P_{i+1} = P_i \times (1 + CPI_j)$$

式中， $P_i$  为指南发布后渔业资源第  $i$  年价格（评估报告评审年份），

当  $i=0$  时价格为渔业资源基准价格（指南发布年份），鱼苗 1.0 元/尾、游泳动物 20 元/kg、底栖生物 15 元/kg；

$CPI_j$  为指南发布后  $J$  年的价格指数，以国家统计局年度统计数据确定的价格指数为参考依据。

考虑本项目评审时间自《指南》发布后未满一年，且自 2024 年 10 月~2025 年 5 月各月 CPI 变化较小，故本次取渔业资源价格取基准价格，即取鱼苗 1.0 元/尾、游泳动物 20 元/kg、底栖生物 15 元/kg。

### （3）海洋生物资源补偿经济价值汇总

经计算，本工程施工期生物资源直接经济损失总计约为 50.79 万元。按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。本项目网箱锚固结构件和浮标沉块用海破坏底质和渔业资源空间对生物造成了不可逆影响，生物资源损害的补偿年限应不低于 20 年，按 20 年进行赔偿。施工引起的悬浮泥沙对海洋生物损害按 3 年进行补偿。由此计算，本工程造成的生态损失总赔偿额为 153.39 万元。具体见表 10.2-1。

表 10.2-1 海洋生物资源损失汇总及生态赔偿额估算

影响因素	生物资源	直接损失量		单价	直接经济损失额（万元）	补偿年限	经济赔偿额（万元）
锚泊构件、浮标沉块、坐底网箱基础占海	底栖生物(t)	0.04		1.5 万元/t	0.06	20	1.20
悬浮沙	鱼卵（粒）	2.51E+07	5.06E+05 尾	1.0 元/尾	50.64	3	152.19
	仔鱼（尾）	5.10E+06					
	游泳生物(kg)	46.26	46.26	20 元/kg	0.09		
合计					50.79	/	153.39

### 10.2.2 环境效益分析

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。对本工程来说，环境经济效益主要是由间接效益组成得。

根据本报告前述分析可知，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增大，资源的损失和环境污染损失也同样会增加；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。

### 10.3 经济效益分析

本项目选址于汕尾陆丰市，项目建设内容为深水网箱养殖，具有显著的社会经济效益。主要体现在以下几方面：一方面，深水网箱养殖能够充分利用海洋空间资源，提高渔业产量，为市场提供丰富的优质海产品，满足人们对高品质水产品的需求，促进渔业产业的升级和可持续发展。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，项目具有良好的经济和社会效益。

### 10.4 环境保护的技术经济合理性

本项目采用 C90 浮式重力网箱和桁架式网箱，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。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。

## 11 工程规划符合性及选址合理性分析

### 11.1 与国家产业政策符合性

#### （1）与国家产业政策的符合性

本项目为海洋牧场项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“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—海洋牧场”，项目本项目建设内容为深水养殖网箱，用海区平均水深约 16.5m~21.8 m，通过科学布局 and 合理控制养殖密度，能够减轻近海养殖环境压力，推动陆丰市水产养殖业的绿色可持续发展。因此，本项目建设符合国家产业政策要求。

#### （2）与《市场准入负面清单》（2022 年版）的符合性

根据《市场准入负面清单》（2022 年版），项目不属于禁止准入类。本项目涉及的与市场准入相关的禁止性规定为：禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模。

本项目不占用海洋生态红线区，项目建设内容为养殖网箱，不涉及围填海、采挖海砂，不新增入海陆源工业直排口。项目选址于碣石湾，该海湾开阔直面外海，海域水体交换能力总体较好。同时，本项目养殖规模较小，通过合理控制养殖密度，能够有效控制项目用海区外源营养输入，不会对周边海域造成不利影响。项目施工产生的悬浮泥沙也属于短期影响，施工结束后可以很快恢复至本底值。

**表 11.1-1 与市场准入相关的禁止类规定（节选）**

禁止措施	设立依据	管理部门
禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模。	《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》	生态环境部、自然资源部

综上，本项目不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》禁止类项目，为许可准入类项目，项目符合《市场准入负面清单》（2022 年版）。

## 11.2 与国土空间规划符合性

2023 年 9 月，广东省人民政府批复《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035 年）》（粤府函〔2023〕237 号）。规划坚持陆海统筹、生态优先协调发展，因地制宜在汕尾市海域（不含深汕特别合作区海）划定了生态保护区、生态控制区和海洋发展区。其中生态保护区海域面积 2554.9 平方千米，占总海域面积的 35.50%；生态控制区划定海域面积 327.50 平方千米，占总海域面积的 4.55%；海洋发展区划定海域面积 4313.58 平方千米，占总海域面积的 59.94%。

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，渔业用海区规划 5 处，分别为：螺河渔业用海区、遮浪渔业用海区、红海湾-碣石湾渔业用海、黄江渔业用海区、九龙湾渔业用海区。

本项目在海洋功能分区上位于渔业用海区和工矿通信用海区。本项目不占用海岸线，主要建设现代化海洋牧场，开展深水网箱养殖，符合项目所在渔业用海区以渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等为主要功能导向的要求。本项目涉及的碣石湾工矿通信用海区未被开发利用，可兼容开放式养殖等增殖用海，符合该功能区的空间准入。综上，本项目建设符合《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）

27 市域国土空间规划分区图

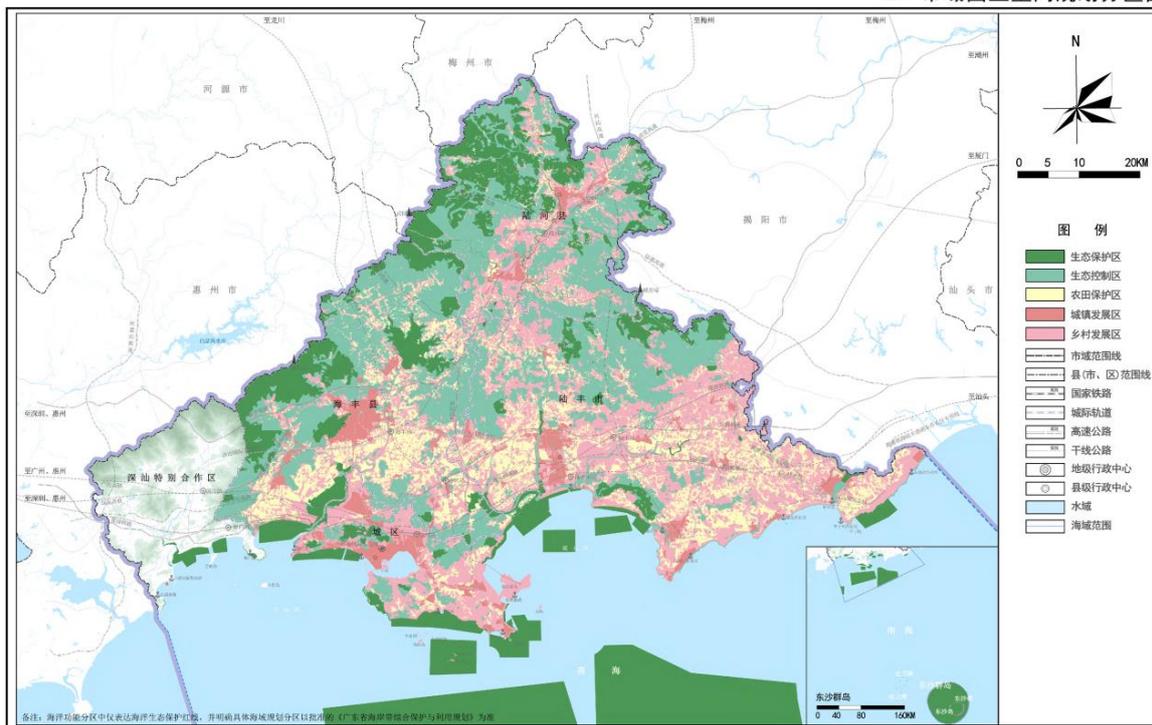


图 11.2-1 本项目与汕尾市国土空间规划分区叠置图

### 11.3 与“三线一单”符合性分析

#### 11.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性

广东省人民政府于2020年12月29日，发布了《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71号）。方案提出将从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控和环境风险防控等方面明确准入要求，建立“1+3+N”三级生态环境准入清单体系。“1”为全省总体管控要求，“3”为“一核一带一区”区域管控要求，“N”为1912个陆域环境管控单元和471个海域环境管控单元的管控要求。

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》中海域环境管控单元，本项目位于“珠海-潮州近海农渔业区”一般管控单元（环境管控单元编码：HY44150030007）。

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，对照全省总体要求、“一核一带一区”区域管控要求、以及环境管控单元总体管控要求，本项目符合性分析见表 11.3-1。

表 11.3-1 项目与广东省“三线一单”符合性分析

汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目环境影响报告书（公示稿）

类别	项目与“三线一单”管控要求相符性分析	是否相符	
全省	区域布局管控要求	本项目选址于汕尾市陆丰市碣石湾规划海洋养殖先行利用发展区内，项目选址有利于区域传统渔业的产业升级。	是
	能源资源利用要求	项目选址未占用生态保护红线。 设计采用浮式重力式网箱和桁架式网箱，均为透水结构，且网箱养殖主要为水面至 15m 水深区，未占用底栖生境，对用海区水动力、地形地貌与冲淤环境不会产生明显不良影响。 项目选址于陆丰碣石镇田尾山西南侧约 5.4 公里海域，用海区水深约 16.5m~21.8 m，有利于拓展深远海养殖产业发展。项目网箱养殖面积未超过可养殖海区面积的 5%，符合集约用海要求，项目建设符合资源利用上线的要求。	是
	污染物排放管控要求	本项目施工和运营期污染物主要是船舶污染物和养殖污染物，包括各类污水（船舶含油污水、船舶生活污水、养殖水污染物）、固体废物（包括船舶垃圾、养殖生产废料），船舶污染物和养殖生产废料全部由船舶拉运上岸处理，严禁向海排放。 鱼类养殖过程中饵料投放将结合适养鱼种的不同生长发育阶段科学搭配并投喂饲料，避免导致饵料一次性投入过量或投喂过多造成的饵料直接污染。饵料经鱼类代谢后产生的 COD、氨氮、活性磷酸盐污染影响很小，能够确保用海区海洋环境质量符合相应环境标准要求。	是
	环境风险防控要求	针对本项目施工期及运营期可能发生的船舶碰撞溢油事故，本次评价已提出采用风险防范措施，同时提出了相应风险应急预案要求，并与相关应急预案相衔接，能够有效防控环境风险。	是
“一核一带一区”区域管控要求	区域布局管控要求	本项目位于沿海经济带一东西两翼地区。项目选址区未占用滨海湿地，符合区域布局管控要求。	是
	能源资源利用要求	本项目网箱养殖面积符合集约用海要求；采用的网箱以浮式非坐底网箱为主，坐底式网箱仅 1 个，且养殖平台规模较小，项目锚泊构件和网箱永久占用海域面积很小；项目后方依托鱼港将配套建设的水产交易设施等能够为项目提供充分的保障，实现区域上下游资源的协同利用，符合能源资源利用要求。	是
	污染物排放管控要求	本项目施工期、运营期各类作业船舶严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）“利用船载收集装置收集，排入上岸接收设施，不得直接排入环境水体”要求，严禁排海。 运营期鱼类养殖通过控制饵料投放和养殖密度控制污染物排放量，确保养殖区域水质符合《渔业水质标准》（GB 11607-89）要求。	是
	环境风险防控要求	本次不涉及饮用水水源地环境风险、石化园区环境风险，评价已提出建立相应风险应急预案要求，风险防控可依托当地船舶溢油应急资源。	是
环境管控单元总体管控要求	一般管控单元	本项目用海面积 624.6308 公顷。项目选址于规划的海洋养殖先行利用发展区内，运营期科学确定养殖密度，控制养殖规模，能够维持碣石湾海域海洋生态环境功能稳定。	是

### 11.3.2 与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性

2021年7月，汕尾市人民政府印发《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》（汕府〔2021〕29号）。方案落实了生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线要求，编制了生态环境准入清单，实施生态环境分区管控。

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，汕尾市共划定海域环境管控单元54个，其中海域优先保护单元37个，面积为2526.10平方公里，占海域面积的35.31%，主要分布在海洋生态保护红线所在的海域；海域重点管控单元7个，面积为129.19平方公里，占海域面积的1.81%，主要分布在用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域；海域一般管控单元10个，面积为4497.88平方公里，占海域面积的62.88%，为优先保护单元及重点管控单元以外的海域。

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目选址区位于“珠海-潮州近海农渔业区”一般管控单元(环境管控单元编码:HY44000030004),见图 11.3-1。

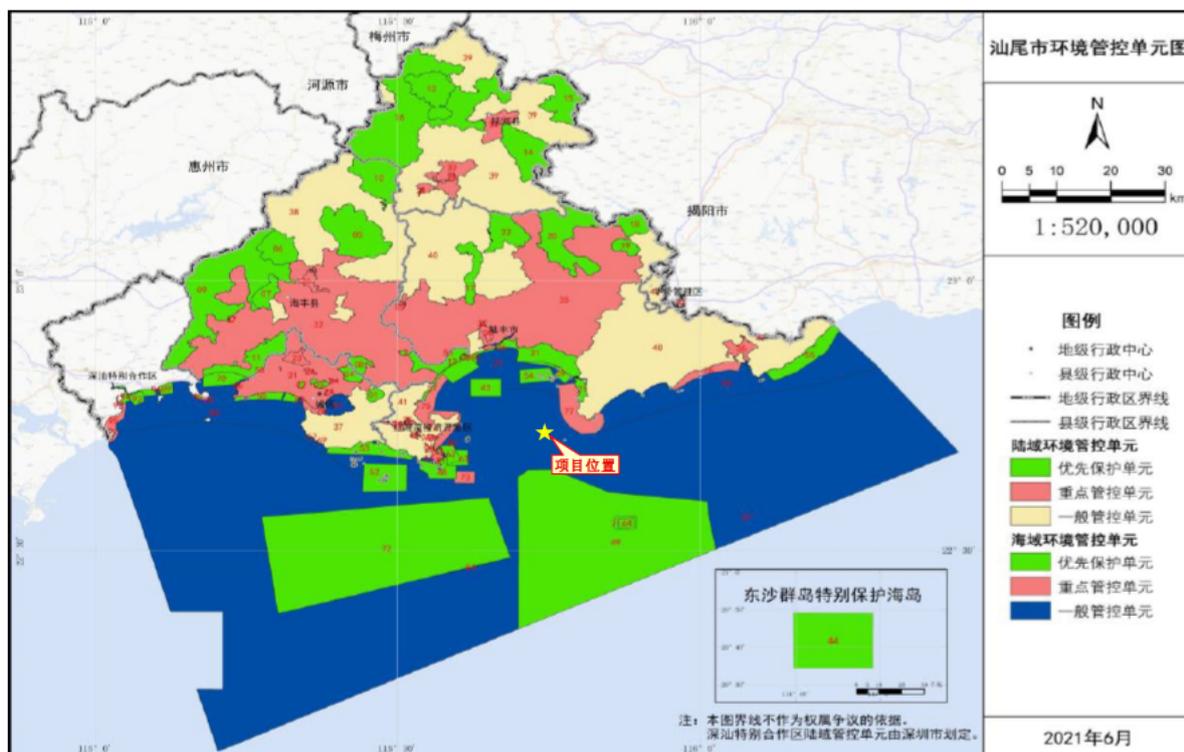


图 11.3-1 本项目与汕尾市“三线一单”位置关系图

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目与所在生态环境管控单元的符合性分析见表 11.3-2。

表 11.3-2 项目与所在“三线一单”管控要求符合性分析

管控维度	管控要求	项目符合性
区域布局管控	1-1.以保护海洋生态为前提,合理保障渔业用海,交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求。	本项目建设内容为现代化海洋牧场,有利于区域传统渔业的转型升级,符合海水养殖业海洋生态保护要求。项目用海为渔业用海,可以保证周边开发活动用海需求。
	1-2.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。	项目选址未占用碣石湾内渔业资源产卵场,对重要渔业品种的三场一通道无影响。
能源资源利用	2-1.严格控制近海捕捞强度,严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	本项目仅对养殖网箱内成品鱼类进行捕捞,不对非用海区实施渔业捕捞。
污染物排放管控	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度,并应当合理投饵、施肥,正确使用药物,防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。	本项目海洋牧场实施方案科学确定养殖密度,项目建设及运营期无生产、生活废弃物弃置入海。

经分析,项目符合《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》中项目所在“珠海-潮州近海农渔业区”一般管控区的管控要求。

## 11.4 与区域水产养殖行业规划的符合性

### 11.4.1 与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023-2035 年）》符合性

为科学指导全省现代化海洋牧场发展与建设工作,按照省委、省政府工作部署,广东省农业农村厅组织编制了《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023—2035 年）》,该规划是科学指导广东省现代化海洋牧场发展的纲领性文件,是沿海地市开展现代化海洋牧场规划和建设的基本依据。根据《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023-2035年）》（公众版）,广东省现代化海洋牧场总体发展格局为三带十八片,四核多基地,包括构建三条陆海接力发展带、打造十八片岸海联动功能圈、建设四个现代化海洋牧场发展核心和建设多个各具特色的现代化海洋牧场发展基地。

本项目选址区位于的总体规划中的“岸港岛海”联动圈中的第 13 个,项目建设区域所在的汕尾市也是总体规划中的现代化海洋牧场发展基地,项目建设与总体规划发展总体格局一致。因此,项目建设符合《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023—2035 年）》。

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

2019年8月，汕尾市农业农村局发布《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）。

规划将汕尾市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。养殖区分为海水养殖和淡水养殖功能区。其中海水养殖功能区分为深海养殖开发区、浅海滩涂养殖区和海水陆地池塘养殖区。浅海滩涂养殖指水深10m以内的潮下带，以传统近岸网箱鱼类养殖和浅海滩涂贝类养殖为主。主要开发区域有：马宫-红草、捷胜、金厢、湖东、甲子、大湖、红海湾开发区、碣石、遮浪角东、新港街道等地区；深海养殖通常是指等深线10米以外的深海水域养殖。深海养殖具有与其他产业在海域利用上的矛盾小、可利用海域广阔以及水交换能力强等优势，为各种功能区域中水质环境最佳且未来潜在污染程度最小和生产效益较好的功能区域。深海养殖的品种以鱼类为主，其次是贝类。养殖生产方式以发展深水网箱为主。主要开发区域有：碣石湾—遮浪角南邻近海域（龟龄岛）—江牡岛海域。

根据规划，各类养殖区常规管理措施包括：1.严格管理养殖网箱。网箱设计、布局、经营模式等均按照统一规划布置，由各县（市、区）人民政府核发养殖许可证，予以规范管理。网箱、生活污水、垃圾及废弃物品纳入管理范围，严格控制管理。2.开展无公害养殖。从事水产养殖的单位或个人必须做好生产记录，养殖过程中所使用的饲料和药品必须符合无公害养殖标准，严禁施用对人体有害的鱼药和高毒、高残留的农药。3.加强环境监控。定期监测水质、底质，养殖废水排放必须符合《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）和《海水池塘养殖水排放要求》（SCT 9103-2007），根据环境的评估结果，调节养殖规模，实现养殖的动态控制。4.强化安全监管。渔业行政主管部门要加强对流域内网箱的安全监管工作实行目标责任制，开展经常性的安全宣传教育，贯彻水上交通安全法规，开展安全监督检查工作。加强渔业执法，查处无证养殖，对非法侵占养殖水域及滩涂行为进行处理，规范开发利用秩序。引导网箱所有人、经营人按规定参加保险。5.建立制度保障。完善养殖水域使用审批制度，健全使用权的招、拍、挂等交易制度，推进养殖水域及滩涂承包经营权的确权工作，规范水域滩涂养殖发证登记工作。

本项目用海区水深约16.5m~21.8 m，属于规划的碣石湾深海养殖开发区，养殖方式为深水网箱养殖，符合规划中的养殖功能区布局。项目施工期及运营期产生的各类

船舶污水、船舶垃圾及养殖固体废弃物均统一收集后上岸处理或由厂家回收，不排海；养殖过程中将严格控制养殖规模和养殖密度，使用符合无公害养殖标准的饲料和药品，严禁施用对人体有害、高毒、高残留的鱼药，属于无公害养殖，养殖活动对环境的影响不大。项目建成后定期开展环境跟踪监测，项目建设符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》。

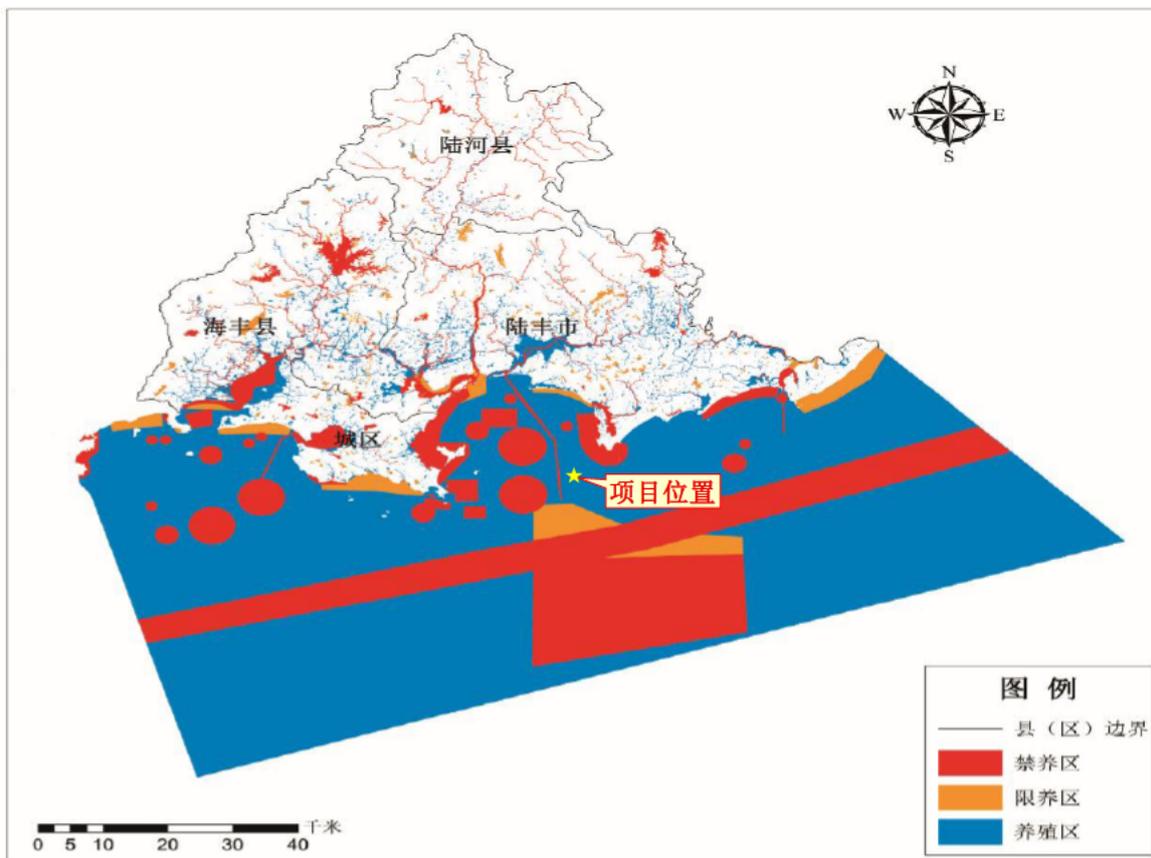


图 11.4-1 本项目与汕尾市水域滩涂规划叠置图

### 11.4.3 与《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024—2035 年）》的符合性

2025 年 1 月 6 日，汕尾市人民政府批复《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》（以下简称《规划》）（汕府函〔2025〕4 号）。作为广东省全省首个市级海洋渔业全产业发展规划，《规划》立足汕尾海域资源优势，提出“多规联动、全链联动、陆海联动”三大策略，明确以“一带两湾四区”为总体格局，构建“生态优先、创新驱动、三产融合”的现代化海洋牧场体系，着力打造“粤东海洋经济崛起示范区”。其中，“一带”为陆海接力创新发展带；“两湾”为红海湾与碣石湾两大海湾；“四区”为四个全链完备、陆海联动、分工协作的现代化海洋牧场高质量发展区，推动陆基、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》通过综合国土、海洋、生态等各类规划，科学划定了 2332 平方公里的海上养殖适宜区域，并规划了 22 片深远海养殖区，总面积达 743 平方公里，采用“标准园”模式进行统一规划和管理。

本项目是《规划》中的深远海养殖区近期开发区中的“07 碣石湾海域启动区二区”，项目建设与规划发展总体布局一致，项目建设符合《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024—2035 年）》。

## 11.5 与生态保护红线的符合性分析

### （1）本项目与生态保护红线的位置关系

根据广东省“三区三线”中海域生态保护红线划定，本项目用海范围未占用生态保护红线，本项目与周边生态保护红线位置关系详见错误!未找到引用源。。

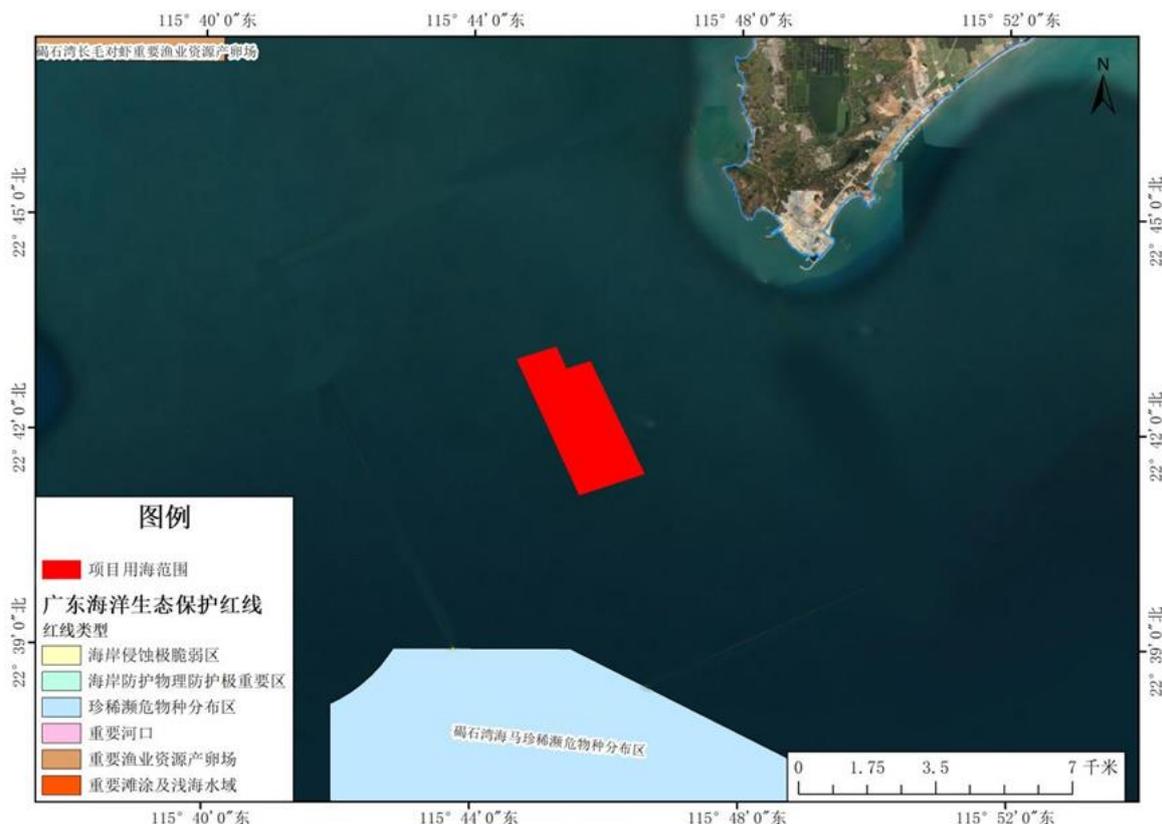


图 11.5-1 项目与周边海洋生态保护红线的位置关系图

### （2）本项目对生态保护红线区的影响分析

本项目不占用海洋生态保护红线，距离项目最近的生态保护红线为“碣石湾海马珍稀濒危物种分布区”生态保护红线区，距离约为 4.0km。根据本报告前述影响分析，本项目施工期悬浮泥沙源强很小，施工结束后作业区水质会逐渐恢复原有的水平。营

运期内养殖带来的外源营养物质主要影响范围局限在项目用海范围周边，

养殖过程中将定期监控养殖生物饵料摄入情况，以科学确定投喂量，可以提高饲料利用率，进一步降低不利影响。少量残饵可能被野生水生生物摄食，在一定范围内改变野生水生生物觅食行为，但随着养殖活动的进行，项目用海区周边海域会逐渐形成一个相对稳定的生态系统。此外，施工和养殖期作业船舶各类污废水均收集岸上处理，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。

综上，项目建设不占用生态保护红线，项目施工期和营运期均不会对生态保护红线区产生明显不利影响，因此，项目建设符合生态保护红线的管控要求。

## 11.6 与其他相关环保规划的符合性

### 11.6.1 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性

2025 年 1 月 23 日，广东省自然资源厅印发《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，以下简称《规划》。

《规划》承接《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》空间布局和沿海县（市、区）主体功能定位，依据海岸带资源禀赋、生态功能、环境现状和经济社会发展需求，细化海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区，明确海洋功能区管理要求。

依据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》规划分区，本项目未占用海洋生态空间，项目所在海域涉及规划的海洋发展区中“渔业用海区”和“工矿通信用海区”。

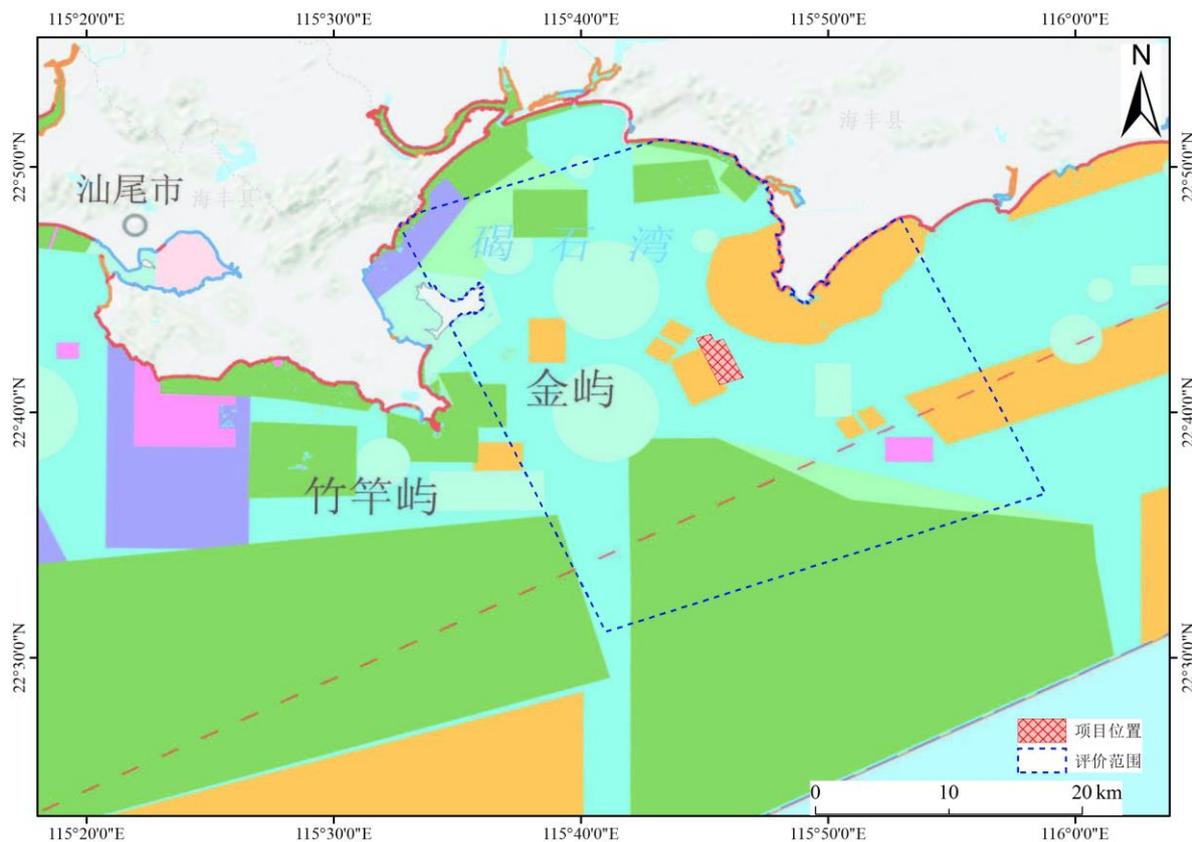


图 11.6-1 本项目与海岸带分区发展及管控规划叠置图

据《规划》“渔业用海区”和“工矿通信用海区”的空间准入要求如下：

(1) “渔业用海区”的空间准入要求

空间准入：渔业用海区允许渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用，可兼容不影响渔业用海区基本功能的用海类型，鼓励开放式养殖、捕捞生产等空间的立体利用。

利用方式要求：除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性。

生态保护要求：积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动。鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展。

(2) “工矿通信用海区”的空间准入要求

空间准入：工矿通信用海区允许盐业、固体矿产开采、油气开采、船舶工业、电力工业、海水综合利用等工业用海，电缆管道、海底隧道、海底场馆等海底工程用海。在开发利用前可兼容开放式养殖、浴场、游乐场用海；在开发利用后，有条件兼容人工鱼礁、开放式养殖用海、游乐场用海、路桥和航道用海。

利用方式要求：坚持节约集约用海，严格论证用海方式合理性，降低对生态系统

服务功能、海岸地形的影响，构筑物等用海方式要避让海底电缆管道区域。

生态保护要求：工业用海必须配套建设污水和生活垃圾处理设施，实现达标排放和科学处置。海上矿产、能源开发利用过程中应加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测。

本项目建设内容为深水养殖网箱，属于渔业增养殖设施，项目用海类型属于开放式养殖用海，符合《规划》对“渔业用海”提出的空间准入和利用方式要求。项目选址区水深约 16.5m~21.8 m，水动力条件良好，养殖过程可以充分利用自然水流的交换作用，同时该类网箱养殖空间较大，能够在一定程度上提高单位水域的养殖产量。通过合理控制养殖规模和养殖密度，可以将养殖活动对用海区海洋生态的影响控制在可接受水平，有利于促进当地渔业生态养殖产业的发展。因此，项目符合对“渔业用海”提出的生态保护要求。此外，项目涉及的碣石湾工矿通讯用海区未被开发利用，可兼容开放式养殖等增殖用海。

综上，项目建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

### 11.6.2 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》

2022年8月，汕尾市生态环境局印发《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》。

规划以海洋生态环境整体改善为核心，从海洋环境质量改善、海洋生态保护修复和公众临海亲海空间3方面确定了可落地、可执行、可考核的9项规划指标，促进全市海洋生态环境保持优良。规划从坚持绿色引领、落实三个治污、整体保护修复、坚持系统治理、防范环境风险以及坚持陆海统筹六个方面提出了重点任务。

在落实三个治污中，规划明确以品清湖、入海河流、海水养殖为重点，分类实施污染源整治，加强海洋塑料垃圾防治，深入打好近岸海域污染防治攻坚战，持续改善近岸海域环境质量。在加强海水养殖污染防控方面，规划要求严格环评管理，优化空间布局；实施养殖排污口排查整治；强化监测监管。规划指出，针对网箱、筏式、底播等开放性海水养殖，依据环境承载力合理确定养殖规模和密度，督促养殖主体科学投放饵料和药物，鼓励在深远海、水动力扩散条件好的海域开展养殖。

本项目建设内容为海洋牧场，主要发展网箱养殖。项目选址区位于16.5m~21.8 m水深以外水域，选址区水动力扩散条件好，养殖过程中将密切关注鱼类生长状态、合理控制养殖规模、科学确定投喂量、科学用药，同时养殖过程中产生的各类船舶污水和养殖废弃料全部运回陆地交由有资质单位接收处理或由厂家回收，严禁向海排

放，能够保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。此外，项目选址区符合国土空间规划布局要求及生态环境分区管控要求。综上，项目符合《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》。

## 11.7 工程选址合理性

针对本项目的用海特点，拟从自然资源环境条件、区位和社会条件、区域生态环境、与周边海洋开发活动的适宜性等方面分析本项目选址的合理性。

### 11.7.1 自然环境条件适宜性

#### （1）水文动力条件适宜性

潮汐、潮流、波浪、悬沙、海水温度、盐度等海洋水文和海水理化特点，决定了鱼、虾、贝、藻等海洋生物生存、栖息和活动情况，是开展海水养殖要考虑的重要因素。深水网箱拟养殖区需要一定的流速，以利于减少自身污染、改善水质、提高养殖品种的品质，但流速不能过大，以免损害养殖设施、减少有效养殖水体、损害养殖物种、影响养殖生产。对于圆形网箱和浮绳式网箱而言，根据《深水网箱养殖技术规范》（DB44T742-2010）及经验数据，最大流速一般不超过 0.8m/s。项目附近海域流速整体较小，主流向呈 NW~SE，遮浪岬角外侧海域流速明显增强较大，主流向呈 NE~SW，整体上，拟选海域的水流条件适宜开展深水网箱养殖。项目所在海域水深 16.5~21.8 m，潮差较小，水流条件开敞，水体交换能力强，海水环境容量大，适合开展深水网箱养殖。

#### （2）水温和盐度的适宜性

根据《深水网箱养殖技术规范》（DB44T742-2010），适宜开展深水网箱养殖海域的水环境因子要求为：水温 12~32℃，盐度表层为 13~32‰。项目所在海区的表层水温年度变化范围约为 19~29℃，海水盐度通常在 32~33‰，根据 2023 年 5 月项目周边海域海洋环境现状调查结果，水温变化范围为 25.8~29.7℃，盐度变化范围为 31.054~33.790‰，整体上为适宜鱼类生长的水温盐度范围，本海区海洋经济水产品种类丰富，数量较多，因此项目的选址是适宜的。

#### （3）水质、生态环境条件的适宜性

水质对生物的生长和繁殖有重要影响。养殖区水质要求符合渔业水质标准，并在网箱养殖使用期内水质不易受到污染。《深水网箱养殖技术规范》（DB44T742-2010）

中要求，水质环境应符合《无公害食品海水养殖用水水质》（NY5052）的规定，根据规定，石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌等项目的标准限值均宽松于国家海水二类水质标准的限值，水环境 pH 值应符合 7.8~8.6。根据 2023 年 5 月对项目周边海域海水水质的调查结果，本项目养殖区附近海域水质质量较好，适宜开展深水网箱养殖，本项目周边海域 pH 值为 8.10~8.33，满足海水养殖需求。

选址区域所在海域是传统的鱼类作业区。根据 2023 年 5 月海洋环境现状调查结果，本项目养殖区附近生物种类丰富，生态环境较好，适宜进行网箱养殖。

因此，选址区域水质环境及生物资源满足海水养殖需求。

### 11.7.2 区位和社会条件的适宜性

本项目所在地汕尾陆丰位于粤东沿海经济带核心区位，是深汕特别合作区的重要联动发展区，可充分借力粤港澳大湾区和深圳先行示范区的双重政策红利，高效承接产业转移资源，全面激活区域发展战略价值。作为闻名遐迩的海鲜之都，当地以优质水产品著称，已形成完善的干脯类水产品市场和现代化物流体系。在海洋捕捞业转型升级的背景下，水产养殖业迎来重大发展契机。项目选址的碣石湾海域具有得天独厚的优势：优质的水热条件、丰富的水生生物资源、优良的海域生态环境，且远离工农业污染源，水域滩涂承载能力强，是开展规模化、高品质海水养殖的理想之地。本项目规划在碣石湾海域发展深水网箱养殖，该区域已被纳入海洋牧场规划和养殖水域滩涂规划，是汕尾市建设现代化海洋牧场、打造“蓝色粮仓”的战略支点，契合广东省海洋经济发展战略和汕尾市产业转型升级方向，将为区域经济社会高质量发展注入新动能。

项目位于汕尾碣石湾南部海域，水域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利开展多个作业面。水运可依托周边港口，交通便捷，建筑材料、设备等可以直接运到现场。因此，项目建设依托交通条件十分理想。

项目东北侧为碣石渔港，选址区域位于渔港核心辐射范围内，碣石渔港可作为本项目海上养殖的物资补给、冷链物流及加工销售的重要陆基支撑。由此可见，项目选址兼具近岸配套便利性与离岸养殖适宜性，符合国家级海洋牧场示范区关于“岸基支撑有力、海域空间优化”的选址标准。

综上所述，本项目选址与当地社会经济发展条件相适宜，所在地的外部协作条件较好，可以满足项目建设的需要。

### 11.7.3 与周边用海活动的适宜性

根据项目与周边开发利用活动的位置关系，与本项目最近海洋开发利用活动有汕尾华电现代化海洋牧场项目（拟申请）、陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目、陆丰盛风蚝业水产养殖项目、陆丰蚝之发水产科技养殖项目和陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目。本项目属于开放式养殖用海，不改变海域自然属性，施工对周边开发活动水质的影响主要是网箱锚泊设施投放过程造成局部水体悬浮物浓度增加的影响，其影响是暂时的，施工结束后即可恢复。项目运营期间养殖规模和养殖密度均较小，且将通过养殖鱼类生长情况及海域水生态情况动态优化，对周边海洋生态环境的影响很小，不会影响到周边的海域活动。

项目施工期、营运期间往来陆地和养殖区船舶可能会对海上的通航环境产生一定程度的影响。因此，项目建设单位必须做好通航和安全保障措施，与海事部门做好协调，按照海事部门的要求做好通航保障工作。在此前提下，本项目的建设与周围的利益相关者具有可协调性，项目选址与周边海域开发利用活动相适宜。

综上所述，本项目所在海域自然条件良好，具备建设深水养殖区的条件；区域外部配套条件完备，相关产业支撑要素有保障，符合项目实施要求；项目与周边利益相关者及海域开发活动具有良好的协调性，项目选址是合理的、可行的。

## 12 环境管理与监测计划

### 12.1 环境管理

#### 12.1.1 环境管理体系

本项目环境管理体系包括建设方内部及相关方环境管理体系及国家生态环境相关职能部门之间的管理体系。项目建设相关的环境管理机构包括：项目建设单位、施工单位的环境管理机构、施工期环境监理单位、环境监测机构。



图 12.1-1 本项目环境管理体系图

#### 12.1.2 环境管理机构

##### 12.1.2.1 建设单位环境管理机构

本项目的环境保护工作由建设单位负责，建设单位应设立内部环境保护管理机构，专人负责环境保护工作，实行岗位责任制，负责项目建设及后期运营全程的全部环境管理工作。

建设单位环境管理机构的主要职责包括：

- （1）对项目范围内的环境保护实行统一管理，贯彻执行国家和地方的有关环境保护法规；
- （2）加强建设项目的环境管理，督导施工单位严格执行本报告提出的污染防治措施和对策；
- （3）加强与环境保护管理部门的沟通和联系，主动接受主管部门的管理、监督

和指导；

（4）组织项目海域的环境监测工作，建立监控档案；

（5）做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和服务人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心。

#### 12.1.2.2 施工单位环境管理机构

施工单位应设立内部环境保护管理机构，由施工单位各作业区主要负责人组成，负责落实建设单位提出的环境保护管理要求，确保各项环境保护措施得到切实有效的落实。

施工单位环境管理机构的主要职责包括：

（1）根据建设单位环境管理制度要求，制定施工单位内部环境保护管理规章制度；

（2）负责与建设单位环境管理机构对接，定期汇报与本项目施工有关的污染控制措施和风险防控措施的实施情况；

（3）根据建设单位提出的环境保护措施要求，编制详细的施工期环境保护措施落实计划，并组织制定施工风险事故应急计划；

（4）建立本项目施工过程环境管理工作台账，详细记录各项环境保护措施的落实情况是否到到位，定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生；

（5）施工前组织对作业人员开展环境教育和宣传工作，提高各级施工管理人员和具体施工人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心。

#### 12.1.2.3 环境监理机构

工程施工期建议实施环境监理制度，建设单位应聘请有资质的施工监理机构承担，主要职责包括：

（1）依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以本项目环境影响评价文件及批复要求及施工合同中环境保护相关条款为依据，审查施工承包商采取的施工工艺和采用的船机设备是否满足相关要求。

（2）监督、检查施工承包商对污染防治措施和生态保护措施的实施进度、质量及效果。结合本项目施工特点，建议环境监理重点工作应覆盖以下方面：①施工船舶污染物贮存设施的配备情况是否符合分类收集要求，是否应收尽收；②船舶污染物上

岸接收时，接收单位是否具备相关污染物接收资质或能力要求，交接过程中操作是否规范，双方是否详细记录交接时间、地点、污染物种类和数量等信息；③海上施工是否按照环评文件批复要求，落实施工时段尽量避开敏感期、施工潮期尽量选择平潮等不利于悬沙扩散的海流条件作业；④陆上网箱组装区是否落实了生产废弃物、生活垃圾等“工完、料净、场地清”。

（3）对在监理过程中发现的环境问题，及时与业主和施工单位沟通，并以书面形式通知施工单位进行限期处理改进，并监督监理整改情况。

（4）按照监理制编制监理月报、监理报告，定期向建设单位汇报监理工作情况。

#### 12.1.2.4 环境监测机构

环境监测工作需要委托具备相关资质的环境监测单位或环保监测站承担，由建设单位的环境管理机构监督执行。

环境监测的技术要求按照有关环境监测规范的规定执行，并在施工完成后及时向生态环境主管部门提交符合要求的跟踪监测计量认证分析测试报告备案。

## 12.2 环境监测

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施工期、营运期对海洋环境的影响程度，以便及时发现对可能产生明显环境影响的关键环节并反馈调整，使可能造成环境影响的因素得以控制，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。

### 12.2.1 施工期环境监测计划

项目施工环境影响主要是网箱锚泊设施投放过程产生的悬浮物对海洋环境产生的不利影响。考虑作业海域周边生态环境敏感性，本次环境监测重点是对网箱锚泊投放施工过程引起的水质环境进行监测。

#### （1）监测站位

项目施工期环境监测主要是针对本项目施工水域以及周边环境敏感目标海域进行。施工期拟布设 3 个站位，分别为：项目施工水域南、北侧各 1 个，用海区南侧距离“碣石湾海马珍稀濒危物种分布区”生态保护红线约 2km 处布设站位 1 个。

表 12.2-1 施工期海洋环境跟踪监测站位表

■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■

注：以上监测站位可根据实际情况适当调整

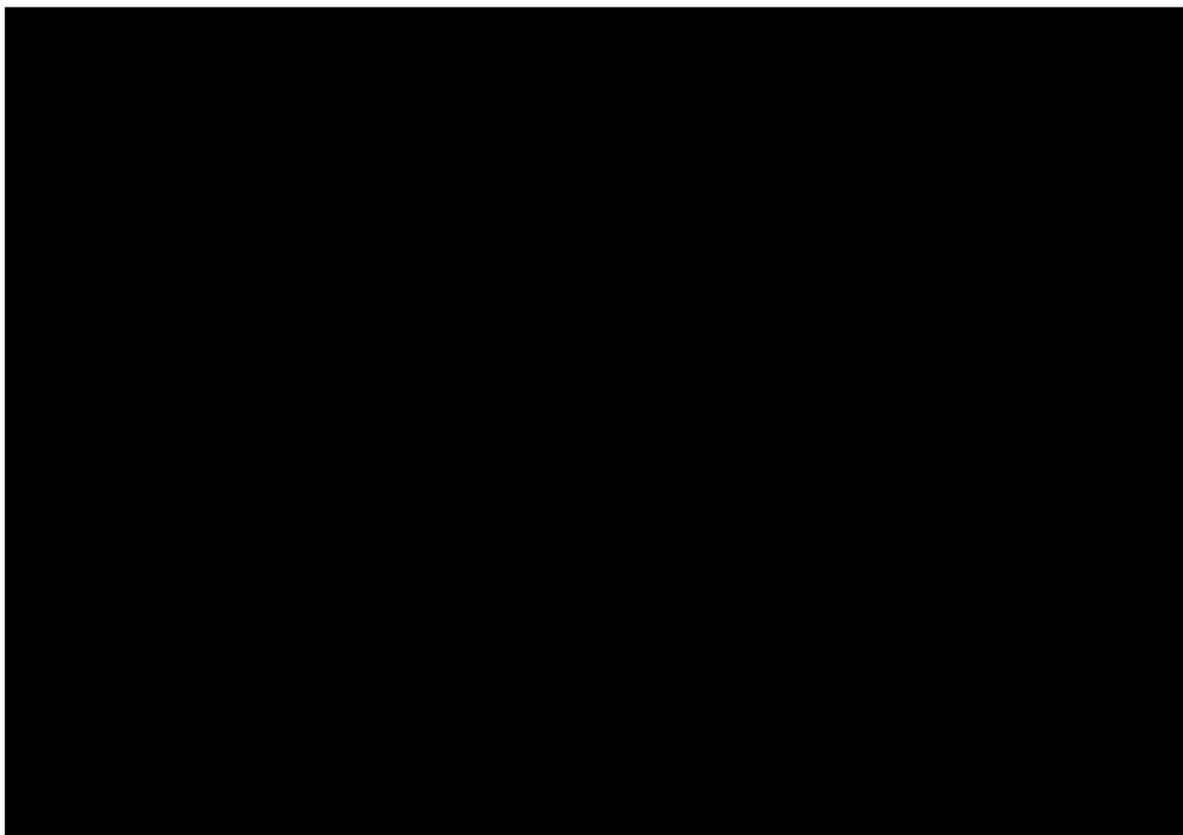


图 12.2-1 施工期环境监测站位示意图

(2) 监测项目

水质：pH、悬浮物、透明度、化学需氧量、石油类；

海洋生态：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔鱼。

(3) 监测频率

考虑本项目规模较小且锚泊件施工期较短，施工期内监测一次即可，选择水下锚泊件投放作业高峰期开展监测，需委托有资质的监测单位进行。

(4) 监测方法

各监测项目的具体采样与监测方法参照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)《海洋监测规范》(GB17378.4-2007)。

### 12.2.2 运营期环境监测计划

#### （1）监测站位

项目运营期监测站位与施工期监测点位相同，具体见错误!未找到引用源。。

#### （2）监测项目

水质：pH、溶解氧、COD、BOD、无机氮、氨氮、活性磷酸盐、SS、石油类等 9 项；

沉积物：活性磷酸盐、无机氮、氨氮、硫化物、有机质；

海洋生态：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔鱼。

#### （3）监测频次

每半年（春季、秋季）监测一次，需委托有资质的监测单位进行。

#### （4）监测方法

各监测项目的具体采样与监测方法参照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）《海洋监测规范》（GB17378.4-2007）。

建议将运营期环境监测计划与网箱养殖区自身养殖环境指标的的日常监测计划相结合。根据监测结果动态调整监测站位，必要时增加特定监测项目。

## 13 环境影响评价结论

### 13.1 工程概况

本项目（即“汕尾市 07 号碣石湾海域启动区二区现代化海洋牧场项目”）位于陆丰碣石镇田尾山西南侧约 5.4 公里海域，用海区水深约 16.5m 至 21.8 m，总用海面积为 624.6308 公顷，为渔业用海中的开放式养殖用海。

项目用海区内拟布置 272 个重力式网箱，重力网箱养殖水体容量 262.75 万  $m^3$ ；另布置桁架式网箱 2 个，分别为 1 个半潜式网箱养殖平台和 1 个坐底式网箱养殖平台，桁架式网箱养殖水体容量为 15.0 万  $m^3$ 。项目养殖水体总容量合计约 277.75 万  $m^3$ 。适养鱼种包括章红鱼、金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼、大黄鱼等，预计年渔获物产出量约 4200 万公斤。

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的增养殖用海（二级类）。用海方式为开放式（一级方式）中的开放式养殖（二级方式）。申请用海期限 15 年，项目总投资约 15000 万元。

### 13.2 工程分析结论

#### 13.2.1 施工期

本项目施工期污染源主要来自网箱安装及锚泊件投放过程产生的悬浮沙、船舶废水（包括含油污水和生活污水）、船舶垃圾、船舶轮机废气和噪声；此外，后方陆域网箱组装过程中也会产生少量的作业人员生活垃圾及废弃边角料。其中，单个网箱源强锚泊件投放悬浮沙产生率为 0.24kg/s，船舶机舱含油污水产生总量约为 447.9t，船舶生活污水产生总量约为 225t，船舶垃圾产生总量约 7.5t。施工船舶噪声在 75~100dB 之间，船舶废气为少量的  $SO_2$ 、 $NO_x$  和烃类物质。后方陆域网箱组装施工区生活污水产生量为 4.2 $m^3$ /d，生活垃圾产生量为 30kg/d，人员活动噪声在 60~70 dB 之间，废气为少量扬尘。

项目施工造成的非污染环境的影响主要为锚泊件投放产生的悬浮沙对海洋浮游生物、底栖生物和游泳生物栖息生境的影响。

### 13.2.2 运营期

本项目运营期污染源主要来自网箱养殖活动产生的各类污染源，包括养殖残饵、鱼类排泄物等引起的水体营养盐污染；养殖活动产生的各类固体废弃物；网箱养殖工船污废水、噪声、船舶垃圾及船舶废气。其中，养殖水污染物排放量为 COD<sub>Cr</sub>565.66 t/a、氨氮 19.40 t/a、总氮 112.94 t/a、总磷 21.92 t/a；船舶机舱含油污水产生总量约为 756t/a，船舶生活污水产生总量约为 648 t/a；船舶垃圾产生总量约 32.4t/a。此外，高峰期网箱清洗废水产生量 25m<sup>3</sup>/d。

项目养殖活动造成的非污染影响主要是养殖残饵及鱼类排泄物使得水体有机质、氮、磷含量增加引起的生物群落结构特征的变化，以及沉降的残饵和鱼类粪便对网箱底部沉积环境和底栖生境的改变。此外，还可能对网箱周边野生鱼觅食行为有一定的影响。

## 13.3 环境现状调查结论

### 13.3.1 海水水质

春季调查结果显示：调查海域海水 pH、COD、BOD<sub>5</sub>、油类、无机氮、锌、镉、铜、汞、砷均符合所在海域海洋功能区划环境质量标准要求，DO、铅、无机磷存在超标。其中 DO 仅 2 个站位超标，最大超标倍数 0.56 倍，铅超标率为 17.0%，最大超标倍数 1.13 倍，无机磷的超标率为 6.4%，最大超标倍数 0.23 倍。

秋季调查结果显示：调查海域海水 pH、DO、COD、挥发酚、硫化物、铜、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群均符合所在海域海洋功能区划环境质量标准要求，活性磷酸盐、石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象。其中活性磷酸盐的超标率 28.6%，最大超标倍数 1.6 倍，铅超标率为 60.7%，最大超标倍数 3.62 倍，无机磷的超标率为 3.6%，最大超标倍数 0.9 倍，石油类的超标率为 14.3%，最大超标倍数 1.1 倍。

### 13.3.2 海洋沉积物

春季调查结果显示：调查海域海洋沉积物有机碳、油类、硫化物、锌、镉、铅、铜、铬、汞、砷均符合所在海域海洋功能区划环境质量标准要求，区域沉积物质量好。

秋季调查结果显示：调查海域海洋沉积物有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬

检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求。1个站位的铅有超标现象，铅超标倍数为 0.15，但符合第二类沉积物标准。

### 13.3.3 海洋生态环境

#### 1) 浮游植物

春季调查：调查海域浮游植物种类较多，共鉴定出 4 门 127 种，硅藻门是主要的组成门类；浮游植物平均细胞密度为  $624.73 \times 10^3 \text{ cell/m}^3$ 。日本星杆藻（*Asterionella japonica*）为调查海区的第一优势种，调查海域浮游植物多样性指数均值为 4.18；均匀度指数均值为 0.75；丰富度指数均值为 2.57。

秋季调查：调查海域浮游植物共鉴定 4 门 24 属 43 种，以硅藻门种类为主；浮游植物平均细胞密度为  $243.84 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 。浮游植物优势种共出现 6 种，其中伏氏海毛藻为第一优势种。调查海域浮游植物多样性指数均值为 4.026，均匀度指数均值为 0.742。

整体而言，调查海域浮游植物种类一般，除个别站位外，调查站位浮游植物丰度占比较为平均，浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

#### 2) 浮游动物

春季调查：调查海域浮游动物种类较多，鉴定共有 98 种，主要由桡足类、水母类、被囊类和浮游幼体组成；浮游动物平均密度为  $165.00 \text{ ind./m}^3$ ，平均生物量为  $285.74 \text{ mg/m}^3$ 。浮游动物优势种共 7 种。鸟喙尖头蚤（*Penilia avirostris*）为调查海区第一优势种。调查海域浮游动物多样性指数均值为 4.09，均匀度均值为 0.70，丰富度均值为 8.33。

秋季调查：调查海域浮游动物鉴定出 58 种，以桡足类出现种类最多；浮游动物平均密度为  $717.40 \text{ ind./m}^3$ ，平均生物量为  $375.86 \text{ mg/m}^3$ ；浮游动物优势种共 6 种，以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物多样性指数均值为 3.48，均匀度均值为 0.59，浮游动物多样性和均匀度处于中等水平。

#### 3) 底栖生物

春季调查：调查海域底栖生物共鉴定有 18 种，底栖生物平均栖息密度为  $32.3 \text{ ind./m}^2$ ，平均生物量为  $8.68 \text{ g/m}^2$ ，组成以棘皮动物为主。优势种有 2 种，光滑倍棘蛇尾（*Amphioplus laevis*）为调查海区绝对优势种。调查海域底栖生物多样性指数平均值为 1.600.91，处于较低水平，均匀度平均值为 0.92，处于较高水平。

秋季调查：调查海域底栖生物共鉴定出 29 种，以环节动物和软体动物出现种类最多；底栖生物平均栖息密度为 367.50 ind./m<sup>2</sup>，平均生物量为 66.31 g/m<sup>2</sup>。底栖生物多样性指数平均为 2.32；均匀度平均为 0.48。

#### 4) 生物质量

2023 年 5 月调查结果显示，调查海域中仅 1 个站位口虾姑的铜指标出现超标 1.42 倍，其他各站位鱼类、甲壳类、软体类的锌、镉、铅、总汞、石油烃含量水平均符合相应标准限值。

2022 年 11 月调查结果显示，调查海域中 1 个调查断面的软体类动物火枪乌贼的石油烃超标 0.88 倍，其他项目均符合标准要求。其他断面生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平均符合相应标准限值。

## 13.4 环境影响及环保措施评价结论

### 13.4.1 水文动力及地貌、冲淤影响

本项目以采用浮式重力式网箱为主，网箱为透水结构，海流流通性良好，网箱之间间距较大，对水动力环境影响很小。此外，网箱通过锚链+双齿犁锚锚固方式，相对于传统的水泥墩锚块，双齿锚因嵌入海床因而对周边水域绕流改变很小，且各锚固件距离较远，不会对用海区水动力流场和地貌形态造成显著改变。此外，用海区内布置了 2 个桁架式网箱，养殖平台设施体量都比较小，且下部网箱均为透水结构，也不会引起水动力条件的显著变化。

### 13.4.2 水质影响及环保措施结论

#### 13.4.2.1 施工期

本项目施工过程对水质影响主要为网箱固定系统锚件投放产生的入海悬浮沙以及船舶污水。

采用三维潮流泥沙输运扩散模型预测结果显示：锚件投放产生的悬浮物浓度增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 影响范围分别为 2.96km<sup>2</sup>、1.23km<sup>2</sup>、0.21km<sup>2</sup>、0.03 km<sup>2</sup>。

针对悬浮沙水质影响，施工通过合理安排施工计划、优化网箱锚泊构件投放方案、提高施工精度等措施，可以最大限度的减少悬浮物对海洋环境的影响程度。

施工过程中各类船舶污水严禁排海，船舶含油污水收集后上岸交由有船舶油污水接收资质的单位接收处理，船舶生活污水收集后，上岸由槽车直接拉运至附近污水处理厂处理；后方陆域网箱组装现场设置环保型移动厕所，作业人员生活污水与船舶生活污水一同拉运至附近污水处理厂处理。

经采取以上措施后，本项目施工建设对海水水质影响程度可接受。

#### 13.4.2.2 运营期

本项目运营期养殖活动对水质影响主要为养殖活动产生的水污染物以及往来养殖船排污影响。

根据分析，本项目运营期各个养殖网箱 COD<sub>Mn</sub>、氨氮浓度、活性磷酸盐以及无机氮浓度均较小，且项目选址区水域开阔，水动力交换条件较好，饵料残渣和鱼类排泄物能够较快地随海水扩散，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，总体来看项目建设对周边海域海水水质影响较小。

本工程运营期养殖人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集，船舶油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，待船舶靠港后，各类污水均上岸处理，其中船舶含油污水交由有资质单位接收处理，生活污水上岸由槽车直接拉运至附近污水处理厂处理。后方网箱清洗废水经沉淀处理后回用于绿化或抑尘。

综上，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，船舶污水能够得到妥善处置，不会对项目海域周边水质产生明显不良影响。

为进一步降低养殖活动对区域海水水质影响，评价提出以下污染防治措施，主要有：加强养殖工船的日常管理，防止发生船舶污水跑、冒、滴、漏；严格落实船舶污水上岸处理措施，同时强化船舶污染物接收作业规范性；控制养殖规模，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式、科学用药；开展养殖区及周边海域环境质量跟踪监测，根据跟踪监测结果，动态优化养殖方案，使水域保持良好环境。

经采取以上措施后，本项目养殖活动对海水水质影响可以控制在可接受水平。

### 13.4.3 沉积物影响分析结论

#### 13.4.3.1 施工期

本项目网箱固定系统施工工程量较小，施工期短，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。且工程施工过程产生的悬浮物主要来自本

海区，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，施工完毕后影响将不再持续，能保持沉积物环境质量的原有水平。

#### 13.4.3.2 运营期

项目养殖活动对沉积物环境的影响主要是残料和鱼类排泄物产生的有机质和氮、磷营养盐物质沉积对底质的长期影响，此种影响与养殖数量、养殖密度密切相关。本工程养殖密度、养殖面积符合相关养殖技术要求，项目实施后养殖量仍在汕尾市规划海洋牧场养殖容量范围内。且养殖活动对底质的影响范围一般自养殖区域中心向周围递减，约在 100m 左右消失。因此评价认为本工程建设对沉积物的影响是可以接受的。

### 13.4.4 生态环境影响及保护措施结论

#### 13.4.4.1 施工期

项目施工期对海洋生物生态的影响主要是施工悬浮沙和锚固设施和坐底网箱结构占海对作业水域浮游生物、游泳生物以及底栖生物栖息生境造成的影响。

施工过程产生的悬浮泥沙源强比较小，造成渔业资源损失也比较小。经估算，项目施工悬浮沙造成渔业资源直接损失量为：项目施工悬浮沙造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 46.26kg、鱼卵  $2.51 \times 10^7$  粒、仔稚鱼  $5.10 \times 10^6$  尾；网箱锚泊构件、浮标沉块及坐底网箱结构占海造成的底栖生物损失 0.04t。

针对施工造成的生物生态影响，评价本着最大程度降低生态不利影响的原则，提出了以下生态保护措施和补偿措施，包括：结合项目周边生态环境敏感性优化制定施工计划，水上作业避开 3~5 月，尽量缩短锚泊件投放作业期，最大限度减少扰动时间；提高施工作业精度，减少反复施工作业量，降低对底栖生物的扰动影响程度；严格落实水污染防治措施，确保船舶油污水和生活污水全部收集后上岸处理；开展施工期环境监测，注意施工区及其周边海域的水质变化；对施工作业造成的生物资源进行补偿。

综上，项目施工不可避免的会对海洋生物生态造成一定影响，应采取一定的措施予以缓解和最小化，同时对项目施工造成的生物资源损失进行补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。经采取措施后，项目施工对海洋生态影响较小。

#### 13.4.4.2 运营期

运营期项目对海洋生态环境的影响主要是网箱养殖饵料投放所致残饵和网箱内鱼类排泄物的漂移、沉降、降解过程会引起海水和沉积物中有机物质和营养盐物质含量

升高，从而对项目所在海域浮游生物、底栖生物、渔业资源等栖息生境、生存行为及生态群落结构产生一定的影响。

评价分析认为，项目运营期养殖活动对底栖生物的影响是局部性影响，在距离网箱达到一定距离后养殖区与周边水域几乎无明显差异，且项目选址区水动力条件较好，养殖污染物能够较快稀释扩散，虽然对在一定范围内改变野生鱼觅食行为，但随着养殖活动的进行，项目用海区周边海域一定范围内会逐渐形成一个相对稳定的生态系统。此外，项目采用的深水网箱养殖模式有利于区域海洋渔业资源由粗放经营向集约化生产转变，达到增殖渔业资源的目的，有利于减少对野生渔业资源的捕捞，促进渔业资源的可持续利用。

针对运营期养殖生态影响，评价提出以下生态保护措施，主要包括：通过量化研究进一步优化养殖容量；优先选用防污网衣，勤洗网、换网，减少网衣附着生物量；优化饵料营养结构组成，监控饵料摄入情况，科学确定投喂方式和投喂量，提高饲料利用率；禁止各种养殖废弃物直接向养殖水域丢弃；控制养殖容量，尽量交替使用网箱，实行交叉“休息”制度；开展养殖区及附近水域的生态环境跟踪监测工作，根据监测数据动态调整优化养殖方案。

经采取措施后，能够将项目运营期养殖活动对海洋生态环境的影响控制在可接受水平。

### 13.5 生态环境风险结论

本项目的环境风险主要为船舶碰撞事故溢油风以及热带气旋、风暴潮、赤潮等自然灾害对本项目造成的风险。

根据溢油数值模拟结果，在选定的典型情境下，溢油事故发生后，在不采取任何应对措施情况下，油膜在风和潮流的共同作用下将很快抵达生态敏感区并造成严重污染。项目周边海域应急资源相对充足，但项目仍应严格加强安全管理，制定环境风险应急预案，建立联动、互助机制或购买应急服务，则本项目环境风险可控。

### 13.6 建设项目环境可行性总结论

本项目建设符合国家产业政策，符合国土空间规划及相关环保规划要求；项目未占用生态保护红线区，项目实施符合所在区域“三线一单”生态环境分区管控要求。

项目选址合理，满足深水养殖环境要求，施工工艺简单，养殖工艺成熟，拟采取的各项污染防治措施可操作性强，各类污废水及固废废物均能得到妥善处置；项目实施对海洋生态环境影响程度可接受，不会对海域生态健康产生重大不利影响，不存在重大环境制约因素。

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、落实风险防控方案的情况下，本项目环境风险也是可控的。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。