

编号: ox38iz

湛江市企水9号海域现代化海洋牧场
建设项目
环境影响报告书

建设单位: 湛江市蓝色海洋产业发展有限公司

编制单位: 湛江市环泽环保科技有限公司

编制时间: 2025 年 10 月

打印编号: 1745740918000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ox38iz		
建设项目名称	湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目		
建设项目类别	03—004海水养殖		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	湛江市蓝色海洋产业发展有限公司		
统一社会信用代码	91440800MACK9UPN58		
法定代表人（签章）	黄艺		
主要负责人（签字）	黄艺		
直接负责的主管人员（签字）	梁红玉		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	湛江市环泽环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91440800577856866P		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
门学慧	20220503537000000033	BH057378	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王晓玲	总则、建设工程分析、环境质量现状调查与评价、项目建设的合理合法性分析、附录	BH029931	
黄科	工程概况、海洋生态环境风险分析与评价、环境保护措施及其可行性分析、环境管理与监测计划、附件	BH074833	
门学慧	概述、环境影响预测与评价、环境影响经济损益分析、环境影响评价结论	BH057378	

建设项目环境影响报告书（表）

编制情况承诺书

本单位 湛江市环泽环保科技有限公司（统一社会信用代码 91440800577856866P）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 湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目 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 门学慧（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 202205035370000000033，信用编号 BH057378），主要编制人员包括 门学慧（信用编号 BH057378）、王晓玲（信用编号 BH029931）、黄科（信用编号 BH074833）（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)：湛江市环泽环保科技有限公司

2025 年 月 日

照 执 业 证



名称 唐山市环泽环保科技有限公司

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 王凤飞

范围

[illegible]

注册资本 人民币壹仟万元

成立日期 2011年06月22日

营业期限 长期

住所 湛江开发区海景路226号银湾居商住楼
B208C房



總行：上海
分行：北京、天津、漢口、廣州、香港、新加坡、檳榔嶼、仰光、馬尼拉、巴達維亞、泗水、三寶壟、巨港、棉蘭、望加錫、安汶、萬隆、日惹、梭羅、三寶壟、巨港、棉蘭、望加錫、安汶、萬隆、日惹、梭羅

登记机关

2021年04月30日



<http://www.daneshmandy.com>

國家市場監督管理總局

编制主持人环境影响评价职业资格证书



姓名: 门学慧

证件号码: 370686198404016520

性别: 女

出生年月: 1984年04月

批准日期: 2022年05月29日

管理号: 202205035170000000033

仅用于湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目
环境影响评价报告书审批事项

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

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



中华人民共和国人力资源和社会保障部
中华人民共和国生态环境部

编制主持人及主要编制人员目前全职情况证明



广东省社会保险个人参保证明

该参保人在湛江市参加社会保险情况如下：

姓名		门学慧		证件号码		370686198404016520		
参保险种情况								
参保起止时间			单位			参保险种		
						养老	工伤	失业
202301 - 202508			湛江市:湛江市环泽环保科技有限公司			32	32	32
截止			2025-09-25 15:47 ; 该参保人累计月数合计			32个月, 缓缴0个月	32个月, 缓缴0个月	实际缴费32个月, 缓缴0个月

备注：

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

仅用于湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目
环境影响评价报告书审批事项

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-09-25 15:47



202509259061479838

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广东省参加社会保险情况如下：

姓名		王晓玲		证件号码		440811199307070085		
参保险种情况								
参保起止时间			单位			参保险种		
						养老	工伤	失业
202501	-	202508	湛江市:湛江市环泽环保科技有限公司			8	8	8
截止			2025-09-25 15:39			该参保人累计月数合计		
						实际缴费8个月,缓缴0个月	实际缴费8个月,缓缴0个月	实际缴费8个月,缓缴0个月

备注：

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

仅用于湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目
环境影响评价报告书审批事项

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2025-09-25 15:39



202509259061479838

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广东省参加社会保险情况如下:

姓名		王晓玲		证件号码		440811199307070085		
参保险种情况								
参保起止时间			单位			参保险种		
						养老	工伤	失业
202501	-	202508	湛江市:湛江市环泽环保科技有限公司			8	8	8
截止			2025-09-25 15:39			该参保人累计月数合计		
						实际缴费8个月,缓缴0个月	实际缴费8个月,缓缴0个月	实际缴费8个月,缓缴0个月

备注:

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

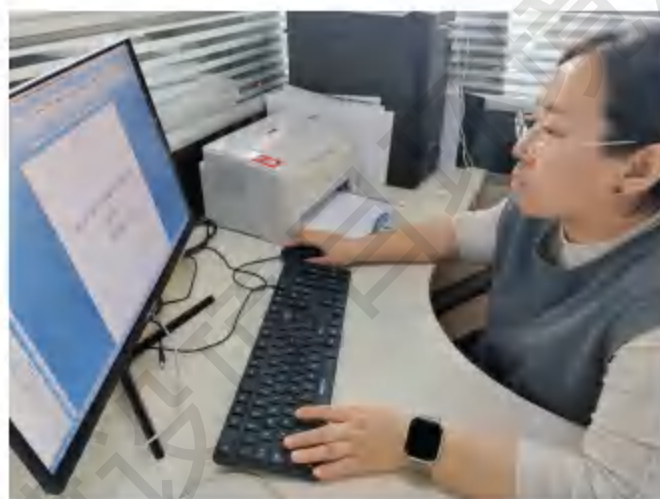
仅用于湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目
环境影响评价报告书审批事项

证明机构名称(证明专用章)

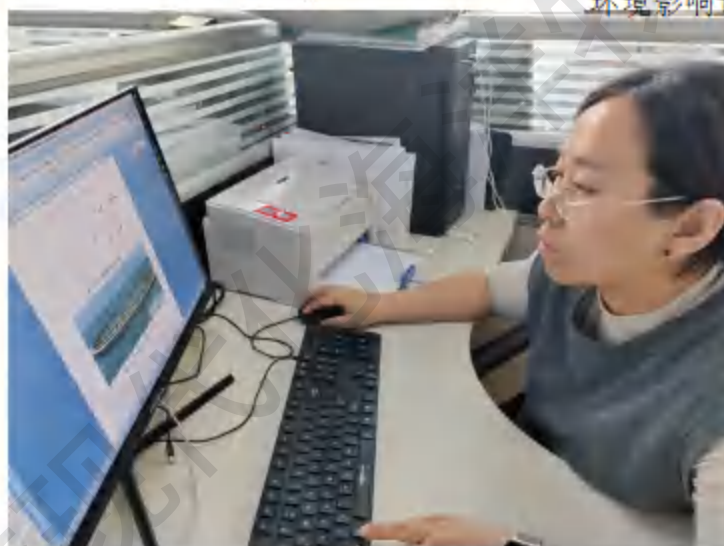
证明时间

2025-09-25 15:39

编制主持人全过程组织参与情况说明材料



仅用于湛江市企永9号海域现代化海洋牧场建设项目
环境影响评价报告书审批事项



编制单位编制质量控制记录表

项目名称	湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目		
文件类型	☒ 环境影响报告书 ☐ 环境影响报告表		项目编号 ox38iz
编制主持人	门学慧	主要编制人员	门学慧 王晓玲 黄科
初审（校核） 意见	1、核实项目用海面积是否全部为网箱养殖用海；说明除了底播、藻类养殖外的海水养殖面积； 2、根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）项目分类情况，分别判定环评类别； 3、修编版已经批复，修编后名称《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》，全文修改，并完善相符性分析； 4、补充《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》相关规划情况，水质、沉积物和生物质量执行几类标准建议参考《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》； 5、补充各类养殖品种养殖规模及产量分析； 6、补充各养殖类别分别涉及的施工机械设施； 7、新导则有给出了一张总包含了不同环境要素的自查表，更新一下。 审核人（签名）： 年 月 日		
审核意见	1、补充环境影响因素是表，其中海洋生态影响评价因子筛选见海洋导则表A.1，海洋生态影响程度划分见海洋导则表F.1； 2、双壳贝类采用GB 18421的标准值进行评价。其他软体动物、甲壳动物和定居性鱼类等的重金属、石油烃的评价标准参考导则附录C； 3、危险物质临界量和海洋环境敏感程度分级导则附录G有要求。对于油类物质临界量导则有自己的规定了，核实修改0值； 4、补充对总则中核实补充的环境敏感目标的影响分析，比如国控站位、红树林等典型生态系统、珍稀海洋生物等； 5、要核实补充锚碇尺寸和数量，补充占用底栖生物的损失量； 6、补充与《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》的符合性分析。 审核人（签名）： 年 月 日		
审定意见	该项目已完善相关修改意见，同意审核通过。 审核人（签名）： 年 月 日		

目 录

第1章 概 述	1
1.1 项目背景	1
1.2 环境影响评价工作过程	3
1.3 项目建设特点	4
1.4 分析判定相关情况	5
1.5 关注的主要环境问题及环境影响	6
1.6 环境影响评价结论	8
第2章 总 则	9
2.1 编制依据	9
2.2 评价原则和目的	17
2.3 环境功能区划	18
2.4 评价因子和评价标准	28
2.5 评价等级	37
2.6 评价范围及评价重点	44
2.7 环境保护目标	47
第3章 工程概况	54
3.1 项目工程概况	54
3.2 项目平面布置	63
3.3 养殖工艺和养殖技术	86
3.4 项目主要施工工艺和方法	100
3.5 占用（利用）海岸线、滩涂和海域情况	108
第4章 建设工程分析	112
4.1 工艺流程及主要产污环节	112
4.2 工程各阶段污染源强计算与环境影响分析	119
4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析	135
4.4 总量控制	136
第5章 环境质量现状调查与评价	137

5.1 自然环境现状调查与评价	137
5.2 水文动力环境现状调查与评价	154
5.3 海洋环境现状调查与评价	174
第6章 环境影响预测与评价	293
6.1 水文动力环境影响预测与评价	293
6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价	306
6.3 海洋水质环境影响预测与评价	306
6.4 沉积物环境影响预测与评价	317
6.5 海洋生态环境影响预测与评价	320
6.6 对环境敏感目标的影响分析	330
6.7 对通航环境的影响分析	332
6.8 大气环境影响预测与评价	337
6.9 噪声环境影响预测与评价	339
6.10 水环境影响预测与评价	340
6.11 固体废物环境影响分析	342
第7章 海洋生态环境风险分析与评价	345
7.1 环境风险事故识别	345
7.2 环境风险事故分析	346
7.3 环境风险防范措施	359
7.4 环境风险应急预案	364
7.5 环境风险评价结论	372
第8章 环境保护措施及其可行性分析	375
8.1 海水水质保护措施	375
8.2 海洋生态环境保护措施	376
8.3 噪声污染防治措施	378
8.4 大气污染防治措施	379
8.5 固体废物污染防治措施	380
8.6 环境保护对策措施一览表	381

第9章 环境影响经济损益分析	383
9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	383
9.2 环境保护的经济损益分析	384
9.3 环境经济损益分析结论	386
第10章 项目建设的合理合法性分析	387
10.1 产业政策相符性分析	387
10.2 与海域相关规划相符性分析	387
10.3 与相关政策、环保法规政策的相符性分析	397
10.4 与“三区三线”的相符性分析	408
10.5 与“三线一单”的相符性分析	410
第11章 环境管理与监测计划	418
11.1 环境管理	418
11.2 监测计划	420
11.3 污染物排放清单	425
11.4 竣工环保验收要求	428
11.5 小结	429
第12章 环境影响评价结论	430
12.1 项目概况	430
12.2 占用（利用）海岸线、滩涂和海域情况	430
12.3 环境现状调查结果与评价结论	431
12.4 环境影响预测分析与评价结论	434
12.5 环境风险评价结论	436
12.6 总量控制结论	436
12.7 区域规划和政策符合性分析	437
12.8 公众参与结论	437
12.9 综合结论	437

第 1 章 概 述

1.1 项目背景

广东省海洋自然资源禀赋突出，广东海洋渔业资源丰富，水质环境和气候条件优良，水产品市场需求量大，建设现代化海洋牧场的条件得天独厚，水产品总产量和水产养殖产量稳居全国第一。2023 年，广东省海水养殖产量 357.28 万吨，其中鱼类 90.38 万吨、甲壳类 80.75 万吨、贝类 180.00 万吨、藻类 5.29 万吨，已构建起一条从种业、养殖、装备到精深加工的现代化海洋牧场产业全链条。广东省海洋经济生产总值约占全省经济总量 1/6，“世界渔业看中国，中国渔业看广东”。近年来，广东大力实施“粤强种芯”工程，培育了一批海水优势鱼种，比如金鲳、花鲈、军曹鱼、石斑鱼、鲮鱼、章红等高品质高价值现代化海洋牧场养殖的优良品种。广东养殖装备总体水平国内领先，最早开启我国深水网箱养殖先河，并最早实现深水网箱装备国产化研制推广应用，养殖装备总体水平国内领先。如中国水产科学院南海水产研究所、南方海洋科学与工程广东省实验室(广州、珠海、湛江)、中国科学院广州能源研究所、中国船舶集团有限公司 605 研究院(广州船舶及海洋工程设计研究院)等高端科研单位集聚，突破了深远海养殖抗风浪等技术难题。2023 年 3 月，广东省现代化海洋牧场建设推进会在广州召开，会议指出，要依托广东沿海各县禀赋独特的海洋资源，发展各具特色的现代化海洋牧场，在近浅海上做“减法”，统筹提高岸线资源利用效率，适度控制近海养殖用海规模，促进浅海生态环境持续改善；在深远海上做“加法”，中远海大力发展养殖，远海重点发展远洋捕捞。同时，在综合开发利用上做“乘法”，推动水上、水面、水体、海床等立体开发，未来现代化海洋牧场发展要突出规划引领，构建“政府推动—市场主导—产业融合—科技金融—人才支撑”的产业新模式。要突出产业融合，围绕“养殖—加工—物流—销售”补链延链强链。

湛江三面临海，海岸线全省最长，拥有全省最大海域面积，是广东发展现代化海洋牧场、打造“蓝色粮仓”的天然主战场。近年来，湛江向海图强，充分发挥自然资源禀赋和水产产业基础优势，坚持工业化、生态化、数字化融合发展理念，以“一示范二中心三基地”为抓手，奋力打造全球水产产业高地。同时向深远海养殖智能化转型，推动形成千亿级产业集群，建设全国现代化海洋牧场先行示范市，努力建成全国渔业强市。湛江形成湛江湾、东海岛、西连、流沙、草潭五个深水网箱养殖园区，截至 2024 年 7 月，

湛江已拥有养殖网箱超 3532 个，占广东省约 70%，已投产桁架类网箱及养殖平台 5 座，近海养殖鱼排 8 万多个，网箱养殖产量 12 万多吨，建设国家级海洋牧场示范区 4 处。2022 年，湛江水产总产量 115.5 万吨，总产值 174.6 亿元，连续 20 多年居全省首位；全市建成水产苗种场 480 家，36 种水产动物人工繁育技术已攻克并投入生产应用，培育水产种苗 1622 亿尾，供全国沿海水产养殖和出口东南亚等国家。近年来，湛江大力发展深水网箱养殖，着力培育现代化海洋牧场全产业链，湛江水产产业链年产值 700 多亿元，产业链从业人员 100 多万人，水产养殖、水产种业、水产品流通加工、装备制造、进出口贸易、饲料辅料、配套服务等七大体系基本形成。湛江水产加工业水平全国领先，全市现有水产加工企业 218 家，拥有 10 亿元产值以上的水产相关企业 20 家，取得出口卫生注册的水产加工企业 30 多家，年加工能力 100 多万吨，年产水产饲料 90 多万吨。湛江现已成为全国重要的水产养殖、加工、流通和出口基地，被授予“中国对虾之都”“中国海鲜美食之都”“中国金鲳鱼之都”“中国水产预制菜之都”等美称。依托得天独厚的自然资源和扎实的产业基础，湛江将全力推进现代化海洋牧场建设，大力实施深海养殖和智慧渔业，加快推进湛江湾、雷州湾、吉兆湾、北部湾、流沙湾、粤琼海域等现代化海洋牧场海上养殖区建设，推动海洋渔业向信息化、智能化、现代化转型升级。

2023 年 3 月 10 日，广东省现代化海洋牧场建设推进会在广州召开，会议强调，现代化海洋牧场建设是落实粮食安全战略、践行大食物观的重要举措，是推动经济高质量发展的重要突破口，是推进“百县千镇万村高质量发展工程”促进城乡区域协调发展的有力抓手，要从战略和全局的高度深刻认识建设现代化海洋牧场的重大意义，切实把思想和行动统一到党中央决策部署和省委工作安排上来。要高标准谋划推进现代化海洋牧场建设，突出规划引领，明确发展目标、发展理念、发展路径，以顶层设计引领产业发展；突出产业融合，树立全产业链理念，围绕“养殖—加工—物流—销售”补链延链强链，不断拓展产业增值增效空间；突出龙头带动，坚持培育扶持和招大引强并重，以“大渔带小渔”组建联合体，带动形成产业集聚效应；突出项目落地，坚持工业化思维，抓好筑巢引凤，实施滚动推进，推动模式创新，形成热火朝天干起来的良好氛围；突出科技创新，加强品种培育、设备研发、科研平台建设，提供有力的科技支撑；突出要素保障，千方百计保用地、强投入、降风险，助推现代化海洋牧场建设高质量发展。要加强领导、

压实责任，坚持高位推动，强化真抓实干，抓好督促考核，确保现代化海洋牧场建设取得扎实成效。

2023年4月10日，习近平总书记在湛江市考察时提出，要树立大食物观，既向陆地要食物，也向海洋要食物，耕海牧渔，建设海上牧场、“蓝色粮仓”，做精做好种业，大力发展深海养殖装备和智慧渔业，推动海洋渔业向信息化、智能化、现代化转型升级。2023年的中央一号文件提到“建设现代海洋牧场，发展深水网箱、养殖工船等深远海养殖”。从2017年至2023年，连续多年的中央1号文件都高度重视建设“现代化海洋牧场”、提升渔业发展质量，充分彰显了国家对现代化渔业高质量发展的高度重视。2023年6月，农业农村部等八部委发布《关于加快推进深远海养殖发展的意见》（农渔发〔2023〕14号），明确提出“大力发展深远海养殖，对优化水产养殖空间布局、促进海洋渔业转型升级、确保国家粮食安全、改善国民膳食结构、实施健康中国战略均具有重要意义”。

为深入贯彻习近平总书记视察湛江的重要讲话、重要指示精神，落实习近平总书记关于立足大食物观建设“蓝色粮仓”的客观需要。推进广东省高标准现代化海洋牧场建设，向海图强，打造现代化海洋牧场先行示范市，闯出一条具有湛江特色的现代化海洋牧场发展之路。湛江市蓝色海洋产业发展有限公司拟在广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域建设湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目，本项目用海养殖面积合计662.9645公顷，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于三、渔业海水养殖 0411 用海面积 1000 亩及以上的海水养殖，需编制环境影响报告书。受湛江市蓝色海洋产业发展有限公司委托，湛江市环泽环保科技有限公司承担本项目环境影响评价工作，在接受委托后，评价单位组织技术人员认真研究了项目的工程资料，编制了《湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书（送审稿）》。

项目总投资10750万元，其中环保投资145万元，占总投资的1.35%。

1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》的规定，本项目必须执行环境影响评价制度。按照《建设项目环境保护管理条例》和《环境影响评价技术导则总纲》的要求，本项目环境影响评价工作分为准备、正式工作、报告书编制三个阶段。

湛江市蓝色海洋产业发展有限公司于2024年11月委托湛江市环泽环保科技有限公司承担本项目的环评文件编制工作。编制单位接受委托后，按照《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1-2016）环境影响评价工作程序的规定及《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）的具体规定，开展环境影响评价工作，建设项目环境影响评价工程程序见图1.2-1所示。

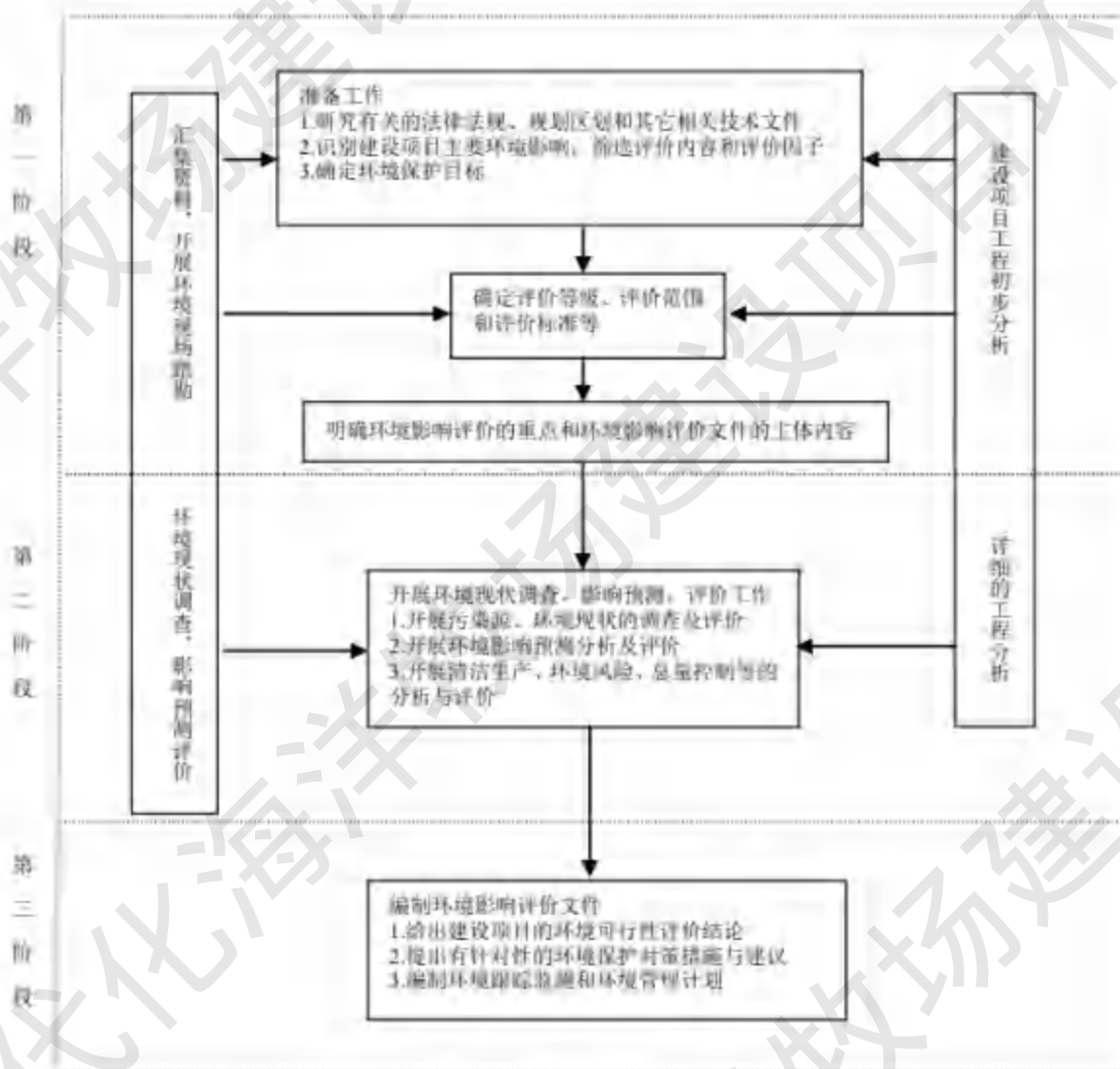


图 1.2-1 建设项目环境影响评价工作程序图

1.3 项目建设特点

湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目位于广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域，位于水深5~10m的区域，进行延绳式浮筏养殖、栅架式浮筏养殖及重力式网

箱养殖，共建设1片重力式网箱养殖区、1片延绳式浮筏养殖区和2片棚架式浮筏养殖区，共4片养殖区，主要养殖品种为金鲳鱼、石斑鱼、牡蛎及其他贝类。

本项目用海养殖面积662.9645公顷，申请用海期限15年。

1.4 分析判定相关情况

1.4.1 环评文件类别的判定

项目在建设过程中和建成运行后，可能会对周围环境产生一定的影响。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目总用海面积662.9645公顷，不涉及藻类养殖，深水网箱、延绳式浮筏及棚架式浮筏养殖总用海面积504.3045公顷，属“三、渔业+海水养殖0411，用海面积1000亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）；围海养殖”，应编制环境影响报告书；因此，本项目按照从严标准，需编制环境影响报告书。

1.4.2 产业政策相符性判定

1、经核对《产业结构调整指导目录（2024年本）》（国家发展和改革委员会令第7号），本项目属于“第一类 鼓励类”中“一、农林业”中的“4、现代畜牧业及水产生态健康养殖”，符合国家产业政策。

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

1.4.3 相关规划和环保政策相符性

本项目符合《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《广东省海洋主体功能区划》《广东省生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030年）》《湛江市国土空间总体规划（2021—2035年）》《湛江市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》（2024年）《湛江市生态环境保护“十四五”规划》《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018—2030年）》等规划要求。

1.4.4 “三线一单”与环境准入相符性

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“湛江—珠海近海农渔业区一般管控单元”，该管控单元管理要求如下：区域布局管控：

1-1 开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏；能源资源利用；2-1 保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源；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。3-2 污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域；环境风险防范；4-1 引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。根据分析，本项目建设符合《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》《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》管控要求。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

结合项目建设的特点，本项目环评关注的主要环境问题及环境影响主要为以下：

1、施工期

(1) 废水

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶产生的舱底含油污水，重力式网箱锚固施工产生的悬浮物。在施工过程中，由于锚体的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体浑浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物及海洋生物资源也产生一定的影响，主要污染物为 SS。计算结果显示，项目施工产生的悬浮物影响主要局限在周边很小的范围内，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；施工船舶生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置；施工船舶含油污水经设置的油污水桶收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有能力处理单位接收处置。

(2) 废气

大气污染主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及材料运输产生的扬尘等；施工单位应通过选用污染物排放量少的运输车辆、船舶和机械，做好

相关保养工作等减少施工车辆、船舶和机械的尾气排放量，同时，通过洒水抑尘等措施降低扬尘排放量，减小对周边大气环境的影响。

(3) 噪声

噪声污染主要为施工期间施工机械和施工船舶噪声。项目施工单位优先选取低噪声、低振动的施工机械、施工船舶和运输车辆，防止产生高噪声、高振动，加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛，减少本项目施工噪声可能产生的影响。

(4) 固体废物

固体废物污染主要包括施工人员生活垃圾、船舶生活垃圾和一般固废垃圾等；项目施工船舶生活垃圾上岸后，统一交由环卫部门接收处置。一般固废垃圾主要包括网箱安装过程中产生的塑料管（袋）、包装箱、网衣余废料等，一般固废分类收集后，交由环卫部门处置。项目施工期不产生危废。

经采取措施后，本项目施工期固体废物基本不会对周边环境产生不良影响。

2、营运期

(1) 废水

营运期，本项目产生的污染物包括网箱养殖污染物，主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物及病死鱼等；污水主要为重力式网箱平台工作人员生活污水、工作船舱底含油污水等。项目实施后工程海域产生的养殖污染物较小，经预测，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。重力式网箱平台工作人员产生的生活污水配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置；工作船舶污水经设置的油污水桶收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有能力处理单位接收处理。

(2) 废气

废气主要为工作船舶废气。营运期采用环保型高效投饵船、工作船运输、客船，动力燃料选优质燃油，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

(3) 噪声

噪声污染主要为工作船产生的噪声。营运期加强船舶管理，避免因不良运行产生的噪声，靠泊停泊时，应控制鸣笛，减少噪声对声环境的影响。营运期噪声对环境影响较小。

(4) 固体废物

固体废物主要包括生活垃圾、废弃养殖材料、病死鱼等。营运期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理；废弃养殖材料主要为网箱网衣拆除更换后产生的一般固废，收集上岸后交由环卫部门处置，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响；病死鱼收集后按要求进行无害化处置，禁止直接丢弃到海域。

(5) 环境风险

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

1.6 环境影响评价结论

本项目的建设符合国家及地方产业政策和环保政策要求，项目选址符合地方相关规划要求，符合广东省和湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。项目产生的污水等经采取相应的污染治理措施后排放，对周围环境可能产生的影响较小；产生的固体废物能得到妥善处理处置；本项目可能对海洋环境产生的水质、海洋沉积物和海洋生态环境影响，经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后，其影响可显著降低。经预测，项目建设不会降低评价区域原有环境质量造成明显不良影响；公众参与调查期间，均未收到公众意见。

评价认为：在严格遵守环保“三同时”制度，认真落实本评价报告所提出的污染防治和生态保护措施，加强环境风险防范，从环境保护的角度考虑，本项目建设是可行的。

第2章 总 则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规与部门规章

(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修订通过,自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日实施;

(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订通过,自2018年12月29日起施行);

(4) 《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第三次修订,自2018年10月26日起施行);

(5) 《中华人民共和国水法》(2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修改通过);

(6) 《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,自2018年1月1日起施行);

(7) 《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订通过,自2011年3月1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通过,自2020年9月1日起施行);

(9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2018年8月31日十三届全国人大常委会第五次会议通过,自2019年1月1日起施行);

(10) 《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改通过,自2012年7月1日起施行);

(11) 《中华人民共和国循环经济促进法》(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正通过,自2018年10月26日起施行);

(12) 《中华人民共和国节约能源促进法》(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第二次修正通过,自2018年10月26日起施行);

(13) 《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,自2022年6月5日起施行);

(14) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第682号文,2017年6月21日国务院第177次常务会议通过,自2017年10月1日起施行);

(15) 《排污许可证管理条例》(国务院令第736号,自2021年3月1日起施行);

(16) 《中华人民共和国动物防疫法》,2015年4月24日修订;

(17) 《排污许可管理办法》(环保部令 第32号)(2024年7月1日实施);

(18) 《全面实行排污许可制实施方案》(环环评〔2024〕79号);

(19) 《关于开展工业固体废物排污许可管理工作的通知》(环办环评〔2021〕26号);

(20) 《中华人民共和国野生动物保护法》,2022年12月30日修订;

(21) 《中华人民共和国农业法》,2013年1月1日实施;

(22) 《中华人民共和国渔业法》,2013年12月28日;

(23) 《中华人民共和国海域使用管理法》,自2002年1月1日起施行;

(24) 《中华人民共和国湿地保护法》,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;

(25) 《中华人民共和国渔业法实施细则》,根据2020年11月29日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订;

(26) 《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;

(27) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》,中华人民共和国农业部,2013年12月7日;

(28) 《中华人民共和国自然保护区条例》,根据2017年10月7日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订;

(29) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》,2013年3月19日修正;

(30) 《近岸海域环境功能区管理办法》,国家环境保护总局令第8号,1999年12月10日;

(31) 《环境影响评价公众参与办法》，2018年7月16日中华人民共和国生态环境部令第4号，自2019年1月1日起施行；

(32) 《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8日；

(33) 《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）；

(34) 《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，国家环境保护总局(环发〔2005〕152号)；

(35) 《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；

(36) 《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；

(37) 《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；

(38) 《生态环境部关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见》(试行)(环环评(2021)108号)；

(39) 《“十四五”全国渔业发展规划》(农业农村部，农渔发〔2021〕28号，2021年12月)；

(40) 《关于加快推进渔业转方式调结构的指导意见》，农渔发〔2016〕1号；

(41) 《国务院关于印发“十四五”推进农业农村现代化规划的通知》，国发〔2021〕25号；

(42) 《农业农村部生态环境部自然资源部国家发展和改革委员会财政部科学技术部工业和信息化部商务部国家市场监督管理总局中国银行保险监督管理委员会关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》农渔发〔2019〕1号；

(43) 《农业农村部关于进一步加快推进水域滩涂养殖发证登记工作的通知》，农渔发〔2020〕6号；

(44) 《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2022〕129号；

- (45) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资发(2023)89号；
- (46) 关于印发《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》的通知，国环规生态(2022)2号；
- (47) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021版)；
- (48) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日起施行；
- (49) 《市场准入负面清单(2025年版)》(发改体改规〔2025〕466号)；
- (50) 《第二次全国污染源普查产排污系数手册(农业源)》(生态环境部第二次全国污染源普查工作办公室，2020年)；
- (51) 《地下水管理条例》(中华人民共和国国务院令 第748号)，2021年9月15日；
- (52) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)；
- (53) 《关于进一步完善建设项目环境保护“三同时”及竣工环境保护自主验收监管工作机制的意见》(环执法〔2021〕70号)。

2.1.2 地方性法规依据

- (1) 《广东省环境保护条例》(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改通过)；
- (2) 《广东省大气污染防治条例》(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改通过)；
- (3) 《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改通过)；
- (4) 《广东省实施〈中华人民共和国土壤污染防治法〉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通过，自2019年3月1日实施)；
- (5) 《广东省水污染防治条例》(2020年11月27日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过，自2021年1月1日起施行，2021年9月29日修订)；
- (6) 《广东省自然资源厅广东省农业农村厅广东省生态环境厅广东省海洋综合执法总队关于加强养殖用海管理工作的通知》，粤自然资函〔2021〕960号；

(7) 《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；

(8) 《广东省环境保护厅广东省发展和改革委员会关于印发广东省主体功能区规划的配套环保政策的通知》(粤环〔2014〕7号)；

(9) 《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；

(10) 《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；

(11) 《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》，2022年6月22日；

(12) 《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68号，广东省政府，1999年)；

(13) 《广东省海洋主体功能区规划》(广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017年12月)；

(14) 《广东省海洋功能区划(2011—2020年)》(国函〔2012〕182号，国务院，2012年11月)；

(15) 广东省自然资源厅《广东省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》(2015年1月)；

(16) 《广东省航道管理条例》(1996年1月1日施行)；

(17) 《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》(粤府〔2012〕120号，2012年9月14日发布)；

(18) 《广东省人民政府关于印发广东省建设项目环境影响评价文件分级审批办法的通知》(粤府〔2023〕106号，自2024年1月19日起施行)；

(19) 《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)；

(20) 《广东省人民政府关于印发广东省“十四五”节能减排实施方案的通知》(粤府〔2022〕68号，2022年8月31日)；

- (21) 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响报告书(表)的建设项目名录(2024年本)的通知》(粤环函〔2024〕394号,自2024年12月10日起施行);
- (22) 《广东省生态环境厅关于加强建设项目环境保护“三同时”和竣工环境保护自主验收监管工作的通知》(粤环函〔2021〕308号,2021年5月11日);
- (23) 《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(湛府〔2021〕30号);
- (24) 关于印发《湛江市生态环境局审批环境影响评价文件的建设项目名录(2024年本)》的通知(自2025年1月1日起施行);
- (25) 《湛江市县(市)声环境功能区划》(湛江市生态环境局,2022年12月);
- (26) 《广东省大气污染防治强化措施及分工方案》(粤办函〔2017〕471号);
- (27) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》,粤府办〔2021〕33号,2021年9月30日;
- (28) 《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》,2022年2月22日;
- (29) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》,粤环〔2022〕7号,2022年9月;
- (30) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》,粤环〔2021〕10号,2021年11月9日;
- (31) 《广东省养殖水域滩涂规划(2021—2030年)》,粤农农〔2021〕354号,2021年12月23日;
- (32) 《湛江市人民政府办公室关于印发湛江市支持现代化海洋牧场高质量发展十五条措施的通知》,2023年8月29日;
- (33) 《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》,湛府〔2021〕36号,2021年8月;
- (34) 《湛江市养殖水域滩涂规划(2018—2030年)》,(湛府办函〔2019〕32号),2019年4月;
- (35) 《关于调整湛江近岸海域环境功能区划有关问题的复函》(粤办函〔2007〕344号);

- (36) 《湛江市生态环境保护“十四五”规划》，2022年3月；
- (37) 《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》，2022年9月；
- (38) 《广东省国土空间规划》（2021-2035）；
- (39) 《湛江市现代化海洋牧场建设规划》（2023-2035年）；
- (40) 《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》（粤府办〔2021〕31号）；
- (41) 广东省人民政府关于《湛江市国土空间总体规划（2020-2035）》，粤府函〔2023〕248号，2023年10月27日；
- (42) 《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》；
- (43) 《广东省实施<中华人民共和国噪声污染防治法>办法》2021年12月24日公布，2022年6月5日起施行；
- (44) 《广东省实施<中华人民共和国水法>办法》（2015年1月1日实施）；
- (45) 《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2015〕131号）；
- (46) 《广东省人民政府关于印发广东省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2016〕145号）；
- (47) 《广东省人民政府关于印发广东省突发环境事件应急预案的通知》（粤府〔2022〕54号）。

2.1.3 技术导则与技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (9) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）；
- (10) 《大气污染防治工程技术导则》（HJ2000-2010）；

- (11) 《水污染治理工程技术导则》(HJ2015-2012)；
- (12) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》(环境保护部公告 2017 年第 43 号, 2017 年 8 月 29 日发布)；
- (13) 《危险废物污染防治技术政策》(环发(2001) 199 号)；
- (14) 《固体废物分类与代码目录》(生态环境部公告 2024 年第 4 号)；
- (15) 《声环境功能区划分技术规范》(GB/T15190-2014)；
- (16) 《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ/T192-2015)；
- (17) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- (18) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 2002 年)；
- (19) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007, 农业部, 2008 年 3 月)；
- (20) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)；
- (21) 《海洋监测规范》(GB17378.4-2007)；
- (22) 《海洋调查规范》(GBT 12763-2007)；
- (23) 《海水水质标准》(GB3097-1997)；
- (24) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)；
- (25) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001)；
- (26) 《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001)；
- (27) 《用水定额第 3 部分: 生活》(DB44/T143-2021)；
- (28) 《海洋生物质量监测技术规程》(HY/T 078-2005)；
- (29) 《海洋生态损害评估技术指南(试行)》(国家海洋局, 2013 年 8 月)；
- (30) 《海洋生态资本评估技术导则》(GBT 28058-2011)；
- (31) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及 2018 年修改单；
- (32) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；
- (33) 《渔业水质标准》(GB11607-89)；
- (34) 《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》(GB15097-2016)；
- (35) 《水产养殖质量安全管理规范》(SC/T 0004-2006)。

2.1.4 基础资料

(1) 《湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目可行性研究报告》，广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司，2024年12月；

(2) 《湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目海域使用论证报告表》，广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司，2025年3月。

2.1.5 项目有关依据

- (1) 本项目环境影响评价委托书；
- (2) 建设单位提供的项目有关的其他资料、图纸、文件等。

2.2 评价原则和目的

2.2.1 评价原则

- 1、贯彻执行环境保护法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理，规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。
- 2、根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。提出切实可行、可稳定达标、经济合理的污染防治措施。

2.2.2 评价目的

- 1、通过对本项目所在地周围环境现状调查，明确评价范围内的环境敏感目标；通过环境质量现状的监测和调查，了解工程周围环境质量现状，说明区域目前存在的主要环境问题，并为工程的建设期和运行期的环境影响分析提供背景资料。
- 2、通过调研、类比分析和物料平衡等手段，分析本项目的“三废”产排污量和排放规律，为工程的环境影响预测及评价提供基础资料。
- 3、预测和评价项目实施后对项目所在区域环境的影响范围及程度。
- 4、根据环境影响分析预测，有针对性的提出工程建设与运营过程中减轻污染切实可行的环保工程措施及环境管理措施。
- 5、对项目可能造成的环境影响进行预测和评价，确定可能的影响范围和程度，计算对环境敏感目标的影响程度，提出相应的防范措施。

6、分析论证本项目与国家、地方的环保政策、环保规划以及地方城市发展总体规划的相容性，从环境保护角度对本项目建设的可行性做出明确结论，为当地生态环境主管部门和建设单位进行环境管理、优化设计提供科学的依据。

2.3 环境功能区划

2.3.1 海洋功能区划

(1) 《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（粤府〔2013〕9号）及广东省人民政府关于修改《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》的通知（粤府函〔2016〕328号），本项目位于“湛江—珠海近海农渔业区”，其海域使用管理要求如下：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、洄游、海底管线、保护区等用海需求；5.优先保障军事用海需求。其海洋环境保护要求如下：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。本建设项目所在海域海洋功能区划见图 2.3-1。

本项目附近的海洋功能区划有“江洪港西海洋保护区”、“企水-乌石海洋保护区”、“赤豆寮岛旅游休闲娱乐区”等。所在功能区及周边功能区要求见表 2.3-1。

表 2.3-1《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》部分摘录

代码	功能区名称	地区	功能区类型	面积（公顷）岸 段长度（米）	管理要求	
					海域使用管理	海洋环境保护
B1-1	湛江—珠海近海农渔业区	湛江市、茂名市、阳江市、江门市、珠海市	农渔业区	3053896	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、洄游、海底管线、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。
B6-1	江洪港西海洋保护区	湛江市	海洋保护区	690	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、法规和管理标准进行管理。	1.严格保护海洋生态系统；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。
A6-3	企水-乌石海洋保护区	湛江市	海洋保护区	43684	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；2.保障雷州白蝶贝国家级自然保护区管理设施建设的用海需求，保障防灾减灾体系建设的用海需求；3.保留非核心区内徐黄角、盐庭角围海养殖及乌石湾浅海养殖等渔业用海；4.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、法规和管理标准进行管理。	1.严格保护白蝶贝及其生境，保护乌石人工鱼礁礁体及其生态系统；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。
A5-1	赤豆寮岛旅游休闲娱乐区	湛江市	旅游休闲娱乐区	5181591	1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海；2.在基本功能未利用前，适当保障渔业用海需求；3.保护赤豆寮岛砂质海岸，禁止在沙滩上建设永久性构筑物；4.依据生态环境的承载力，合理控制旅游开发强度。	1.保护企水湾内红树林、海草床及其生态系统；2.生产废水、生活污水须达标排海，防止岛上池塘养殖污染；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。

2、《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》相关规划

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》作为国土空间规划体系下的专项规划，严格落实国家对海岸带及海洋空间规划有关要求，是《广东省国土空间规划（2021-2035年）》在海岸带及海洋空间的补充和细化，是一定时期内广东省海岸带及海洋空间开发保护的政策总纲。规划确定的有关功能分区及相应的管控规则将统筹纳入国土空间总体规划和详细规划。规划明确各类型海洋功能区空间分布及管控要求，提出陆海一体化空间划定内容及实施传导路径。生态环境保护包括构建陆海交互的生态网络，推进陆海一体化单元整体修复，加强海岸带环境综合治理，建立蓝碳生态产品价值实现机制等内容。产业布局优化提出从近岸海域、深远海域两个区域强化海洋产业布局引导，明确各类海洋产业发展的空间保障，为涉海重大平台、重大项目建设预留发展空间，保障以现代化海洋牧场为引领的海洋渔业空间，促进海洋生物资源合理利用；着力培育万亿级现代化海洋牧场产业集群，打造海上粮仓和海上药库。

本项目用海选址位于海洋发展分区的“渔业用海区”，未涉及其他海洋发展分区。本项目周边海域的海洋发展分区为“生态保护区”和“游憩用海区”，分别位于东侧 1100m 和东南侧 15000m 的海域。其中“渔业用海”为“湛江西侧渔业用海区”，空间准入要求允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海；可兼容固体矿产用海、海底电缆管道、航运、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；优先保障军事用海及军事设施安全；保障乌石油田群项目的用海需求。利用方式要求为允许适度改变海域自然属性，渔业基础设施用海要优化渔港平面布局，鼓励建设透水式构筑物，增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；捕捞海域禁止炸岛等破坏性活动；禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营；严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。生态保护要求为积极防治海水污染，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；切实保护严格保护岸线，严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少，生态功能不降低；保护和合理利用无居民海岛资源；保护红树林、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生境。

本项目开展延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及深水网箱。项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性，不涉及海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸

防护工程等用海，不涉及军事用海，不涉及岸线占用，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》海洋发展分区、海岸带分区发展及管控。本项目筏架吊养的牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。网箱养殖开展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，可保障渔业资源可持续发展，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。

2.3.2 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344号），项目位于湛江市近岸海域功能区划中的“G99 湛江近岸海域环境保护留用备择区”。本建设项目所在近岸海域海洋功能区划图见图 2.3-2。

2.3.3 海洋主体功能区划

根据《广东省海洋主体功能区规划》（2017），本项目位于“限制开发区域”中的“海洋渔业保障区”。其功能定位为我省重要的海洋渔业生产基地，重要的海洋生态环境保护地区，是保障海洋食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需求，是人与海洋和谐发展的重要载体。

本项目位置与广东省海洋主体功能区规划位置关系图详见图 2.3-3。

2.3.4 环境空气功能区划

本项目位于海域，无环境空气功能区划，项目所在区域不属于自然保护区、风景名胜區或旅游区，参照《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996）的相关要求，本项目不属于自然保护区、风景名胜區和其他需要特殊保护的地区，也不属于工业区，因此，本项目参照执行环境空气二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 年修改单中的二级标准。

2.3.5 声环境功能区划

项目位于海域，未划定声环境功能区，参照《声环境功能区划分技术规范》(GB/T 15190-2014)，本项目不属于需要维护、保持安全的区域、不属于交通道路范围内，因此本项目参照划分为声环境质量3类区，执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的3类标准。

2.3.6 生态管控单元

根据《广东省人民政府关于印发“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号)、《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(湛府〔2021〕30号)及《湛江市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》，本项目位于“一般管控单元”中的“湛江—珠海近海农渔业区”。

“湛江—珠海近海农渔业区”管控分区编码为HY44080030029。其布局管控要求如下：1-1.开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏；污染物排放管控要求如下：2-1.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。2-2.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域；环境风险防控要求如下：3-1.引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏；能源资源利用要求如下：4-1.保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源。

本项目与“三线一单”位置关系见图2.3-4。

2.3.7 小结

本项目位于广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域，项目评价区域所在功能区如表 2.3-2 所示。

表 2.3-2 本项目区域功能区划一览表

序号	类别	功能区划	划分依据	执行标准
1	海洋功能区划	湛江—珠海近海农渔业区	《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（粤府〔2013〕9 号）	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。
2	近岸海域环境	留用备择区	《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号） 《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344 号）	/
3	海洋主体功能区	海洋渔业保障区	《广东省海洋主体功能区规划》（2017）	/
4	环境空气	二类区	参照《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996），判定项目所在海域环境空气功能区划为二类区	执行环境空气质量标准(GB3095-2012) 及 2018 年修改单二级标准
5	声环境	3 类声环境功能区	《湛江市城市声环境功能区划分》（2020 年修订）没有对项目所在海域声环境进行功能区划分，参照《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014），项目所在海域声环境功能区为 3 类。	《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类
6	三线一单	“湛江—珠海近海农渔业区”一般管控单元	《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71 号）《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》	/

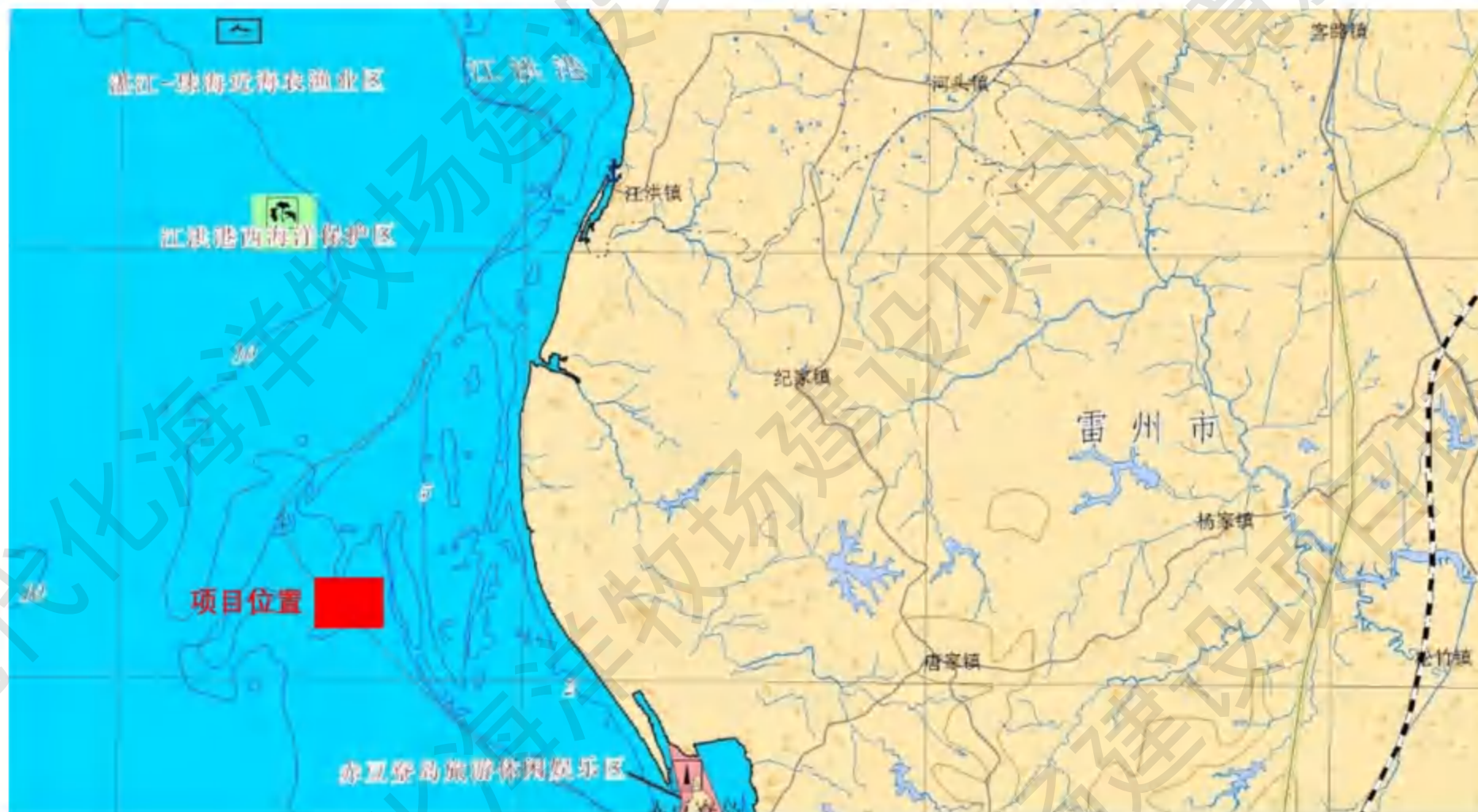


图 2.3-1 本项目与广东省海洋功能区划图



图2.3-2 本项目与近岸海域海洋功能区划图



图 2.3-3 本项目与广东省海洋主体功能区规划位置关系图

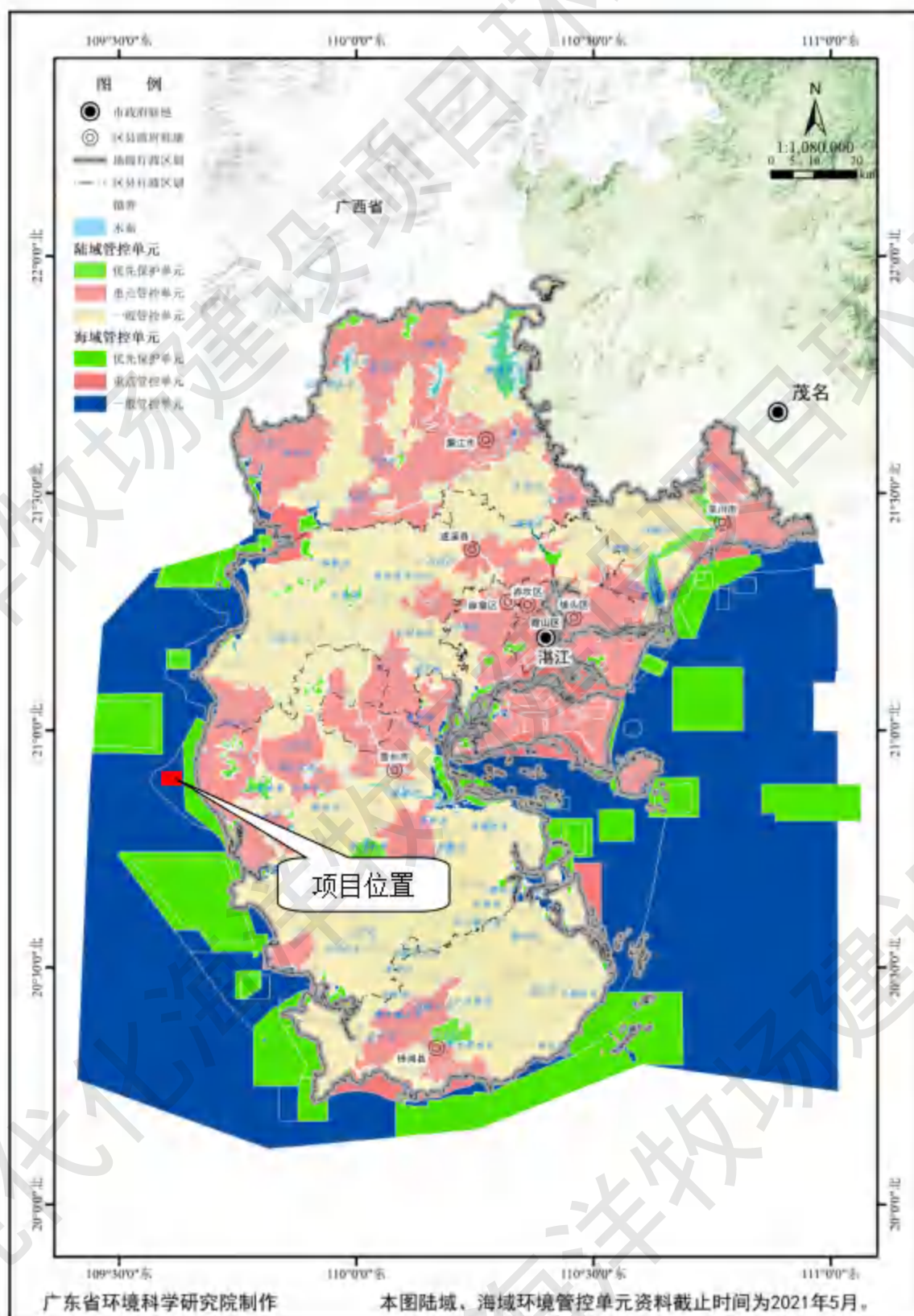


图 2.3-4 本项目与“三线一单”分区分管方案关系图

2.4 评价因子和评价标准

2.4.1 评价因子

根据工程分析及环境影响，确定本项目的环境影响要素识别分析表见表 2.4-1 所示，环境影响评价因子详见表 2.4-2 所示；海洋生态影响程度划分见表 2.4-3 所示。

表 2.4-1 环境影响要素识别分析表

评价时段	类别	评价（调查）因子	影响程度与分析深度
施工期	水环境	施工废水影响（石油类、BOD ₅ 、COD _{Cr} ）	-1S
	海洋沉积物	施工废水影响（石油类）	-1S
	海洋生态	施工废水排放影响、悬浮物排放影响（浮游生物、游泳生物、底栖生物及渔业资源等）	-1S
	环境空气	施工船舶废气（SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO）	-1S
	声环境	施工船舶噪声	-1S
	固体废物	施工船舶固废及施工人员生活垃圾	-1S
运营期	环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃	-1L
	声环境	L _{Aeq}	-1L
	水文动力	工程海域水文动力	-1S
	地形地貌与冲淤	地形地貌现状与变化、泥沙观测	-1S
	海洋水环境	水深、水温、pH、盐度、溶解氧、化学需氧量、石油类、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、悬浮物、铜、铅、镉、汞、砷和锌	-1S
	沉积物环境	有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬等	-1S
	海洋生物质量	石油烃、铜、铅、镉、锌、总汞	-1S
	海洋生态环境	叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔稚鱼和渔业资源	-1S
	固体废物	/	-1S

环境风险	-2S
------	-----

注：+表示正面影响，-表示负面影响；0表示无影响；1表示环境要素所受影响程度较小或轻微，进行影响描述；2表示环境要素所受影响程度为中等或较为敏感，进行重点评价；L长期影响，S短期影响。

表 2.4-2 环境影响评价因子筛选一览表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质及影响时段
初级生产力	叶绿素 a	间接影响	短期、施工期
浮游植物、浮游动物、潮间生物带、底栖生物、游泳生物（含鱼卵仔稚鱼）	种类组成、生物量、密度(丰度)、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等	间接影响	短期、施工期
珍稀濒危海洋生物及其生境	种类、数量、种群规模、结构、分布、行为特征、生境的面积、质量、连通性等	间接影响	短期、施工期
重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区	分布范围、生产力	间接影响	短期、施工期
重要湿地、特殊生境	分布面积、物种种类、物种盖度、生物多样性、生境稳定性、生态健康情况	间接影响	短期、施工期
自然保护地和生态保护红线	主要保护对象数量和种群规模、主要生态功能、物种栖息地连通性	间接影响	短期、施工期
自然岸线	长度、宽度、类型和功能	间接影响	短期、施工期

表 2.4-3 海洋生态影响程度划分表

影响强度 影响要素	强	中	弱	无
生态敏感区	受到永久占用，损害或阻隔，且造成主要保护对象数量和种群规模显著减少，或	受到临时占用，损害或阻隔，且造成主要保护对象数量和种群规模一定程度上减	受到间接扰动，主要保护种群规模略有减少，主要生态功能和物种	不受占用、损害，阻隔或干扰，主要保护对象数量和种群规模基本无

	主要生态功能和物种栖息地连通性受到严重破坏	少, 或主要生态功能和物种栖息地连通性受到一定程度干扰	栖息地连通性略受干扰	变化, 主要生态功能和物种栖息地连通性未受影响
生物资源	生物资源受损量大, 重要水生生物“三场一通道”受到严重破坏, 生产能力受到严重的不可恢复的损害	生物资源受到一定损失, 重要水生生物“三场一通道”受到一定程度的破坏, 生产能力受到一定的损害	生物资源略受损害, 重要水生生物“三场一通道”受到一定程度的干扰, 生产能力略受损害	生物资源未受损, 重要水生生物“三场一通道”未受破坏或干扰, 生产能力未受损害
重要物种	生物数量显著减少, 种群规模显著变小, 生境受到严重破坏, 活动空间显著受限, 饵料生物显著减少, 生物栖息繁衍(或生长繁殖)受到显著影响	生物数量一定程度减少, 种群规模一定程度变小, 生境受到一定程度的破坏, 活动空间一定程度受限, 饵料生物一定程度减少, 生物栖息繁衍(或生长繁殖)受到一定程度影响	生物数量略有减少, 种群规模略有变小, 生境受到间接干扰, 活动空间略有受限, 饵料生物略有减少, 生物栖息繁衍(或生长繁殖)略受影响	生物数量基本不变, 种群规模无变化, 生境和活动空间未受破坏或干扰, 饵料生物未减少, 生物栖息繁衍(或生长繁殖)未受影响
特殊生境	特殊生境受到严重破坏, 物种盖度、生物多样性显著下降, 生境稳定性难以维持	特殊生境受到一定程度的破坏, 物种盖度、生物多样性下降, 生境稳定性受到一定程度干扰	特殊生境受到间接干扰, 物种盖度、生物多样性略有下降, 生境稳定性略受干扰	特殊生境未受破坏或干扰, 物种盖度、生物多样性无变化, 生境稳定性未受影响

2.4.2 环境质量标准

1、海水水质标准

根据《广东省海洋功能区划(2011—2020年)》(粤府〔2013〕9号), 本项目位于“湛江-珠海近海农渔业区”, 项目所在海域执行海水水质第一类标准。

表 2.4-4 海水水质标准(GB3097-1997) 单位: mg/L (pH 除外)

序号	污染因子	单位	一类标准	二类标准	三类标准	四类标准
1	pH	无量纲	7.8~8.5		6.8~8.8	
2	溶解氧	mg/L	>6	>5	>4	>3
3	化学需氧量(COD)	mg/L	≤2	≤3	≤4	≤5
4	生化需氧量(BOD ₅)	mg/L	≤1	≤3	≤4	≤5
5	硫化物	mg/L	≤0.02	≤0.05	≤0.10	≤0.25
6	无机氮(以N计)	mg/L	≤0.2	≤0.3	≤0.4	≤0.5
7	石油类	mg/L	≤0.05		≤0.30	≤0.50
8	活性磷酸盐	mg/L	≤0.015	≤0.030		≤0.045
9	挥发酚	mg/L	≤0.005	≤0.005	≤0.010	≤0.010
10	总铬	mg/L	≤0.005	≤0.010	≤0.020	≤0.050
11	汞	mg/L	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
12	铜	mg/L	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
13	铅	mg/L	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
14	砷	mg/L	≤0.020	≤0.030	≤0.050	
15	镉	mg/L	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
16	锌	mg/L	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
17	硒	mg/L	≤0.010	≤0.020		≤0.050
18	粪大肠菌群	个/L	≤2000	≤2000	≤2000	-

2、海洋沉积物质量标准

根据《广东省海洋功能区划(2011—2020年)》(粤府(2013)9号),本项目位于“湛江-珠海近海农渔业区”,执行海洋沉积物第一类标准。

表 2.4-5 沉积物质量标准(GB18668-2002)单位:mg/kg($\times 10^{-6}$,有机碳为 $\times 10^{-2}$)

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	有机碳≤	2.0	3.0	4.0
2	石油类≤	500.0	1000.0	1500.0
3	硫化物≤	300.0	500.0	600.0
4	汞≤	0.20	0.50	1.0
5	砷≤	20.0	65.0	93.0
6	镉≤	0.50	1.50	5.00
7	铅≤	60.0	130.0	250.0

8	铜≤	35.0	100.0	200.0
9	锌≤	150.0	350.0	600.0

3、海洋生物体质量标准

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（粤府〔2013〕9号），本项目位于“湛江-珠海近海农渔业区”，执行海洋生物体第一类标准。

海洋生物（贝类）执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中规定的生物质量标准，海洋生物（鱼类、甲壳类和软体类等样品中石油烃）参考执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 中规定的生物质量标准。

表 2.4-6 海洋生物(贝类)质量标准(GB 18421-2001) (鲜重: $\times 10^{-6}\text{mg/kg}$)

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.1	0.3
砷≤	1.0	5.0	8.0
镉≤	0.2	2.0	5.0
铬≤	0.5	2.0	6.0
铅≤	0.1	2.0	6.0
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃≤	15	50	80

注：以贝类去壳部分的鲜重计

注：

第一类，适用于海洋渔业海域、海水养殖区、海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 2.4-7 其他海洋生物质量参考值（鲜重）（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

4、渔业水质质量标准

本项目利用天然海水养殖，不设置排污口等相关内容，不涉及污水排放。养殖海域水质应符合《渔业水质标准》（GB11607-89）的要求。

表 2.4-8 渔业水质标准（GB11607-89）节选单位：mg/L（pH 除外）

序号	项目	标准值
1.	色臭味	不得使鱼虾贝藻类带有异色、异臭、异味
2.	漂浮物质	水面不得出现明显油膜或浮沫
3.	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
4.	pH	7.0~8.5
5.	DO	连续 24h 中，16h 以上必须大于 5，其余时候不得低于 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
6.	BOD ₅	不超过 5，冰封期不超过 3
7.	总大肠菌群	不超过 5000 个/L，贝类养殖水质不超过 500 个/L
8.	Hg $\leq$	0.0005
9.	Cd $\leq$	0.005
10.	Pb $\leq$	0.05
11.	Cr $\leq$	0.1
12.	Cu $\leq$	0.01
13.	Zn $\leq$	0.1
14.	Ni $\leq$	0.05
15.	As $\leq$	0.05
16.	非离子氨 $\leq$	0.02
17.	凯氏氮 $\leq$	0.05
18.	挥发酚 $\leq$	0.005
19.	石油类 $\leq$	0.05

5、环境空气质量标准

SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中的二级标准。

上述环境空气质量评价标准详见表 2.4-9。

表 2.4-9 环境空气质量标准摘录一览表

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值(二级)	单位	备注
----	-------	------	----------	----	----

1	SO ₂	年平均	60	μg/m ³	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其 2018 年修改单中的二级标准
		24 小时平均	150		
		1 小时平均	500		
2	NO ₂	年平均	40	μg/m ³	
		24 小时平均	80		
		1 小时平均	200		
3	CO	24 小时平均	4	mg/m ³	
		1 小时平均	10		
4	O ₃	日最大 8 小时平均	160	μg/m ³	
		1 小时平均	200		
5	PM ₁₀	年平均	70	μg/m ³	
		24 小时平均	150		
6	PM _{2.5}	年平均	35	μg/m ³	
		24 小时平均	75		

6、声环境质量标准

本项目参照工业区分划为声环境质量3类区，声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)3类标准，详见表2.4-10。

表 2.4-10 《声环境质量标准》(GB3096-2008)一览表

声功能区划	执行的声环境质量标准	标准限值 (dB(A))	
		昼间	夜间
3类区	3类标准	65	55

2.4.3 污染物排放标准

1、大气污染物排放标准

本项目大气污染物主要为施工期汽车、施工机械、船舶产生的燃油废气、施工过程中产生的扬尘，营运期船舶燃油废气、行驶车辆尾气。

施工汽车、机械尾气及施工扬尘执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)中第二时段相应的无组织排放监控浓度限值，具体浓度限值如下表所示。

表 2.4-11 广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) (摘录)

污染物	无组织排放监控浓度限值		标准来源
	监控点	浓度限值	
SO ₂	周界外浓度最高点	0.4mg/m ³	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二
NO _x		0.12mg/m ³	

颗粒物		$1.0\text{mg}/\text{m}^3$	时段
-----	--	---------------------------	----

本项目位于沿海控制区范围内,项目产生的船舶尾气二氧化硫、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中硫氧化物和颗粒物排放控制要求与氮氧化物排放控制要求。

(一) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求。

1、2019年1月1日起,海船进入排放控制区,应使用硫含量不大于 0.5% 的船用燃油,大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油;其他内河船应使用符合国家标准的柴油。2020年1月1日起,海船进入内河控制区,应使用硫含量不大于 0.1% 的船用燃油。

2、2020年3月1日起,未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用按照本方案规定应当使用的船用燃油。

3、2022年1月1日起,海船进入沿海控制区海南水域,应使用硫含量不大于 0.1% 的船用燃油。

4、适时评估船舶使用硫含量不大于 0.1% 的船用燃油的可行性,确定是否要求自2025年1月1日起,海船进入沿海控制区使用硫含量不大于 0.1% 的船用燃油。

(二) 氮氧化物排放控制要求。

1、2000年1月1日及以后建造(以铺设龙骨日期为准,下同)或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。

2、2011年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

3、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130千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

4、2022年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶,所使用的单缸排量大于或等于30升

的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

5、适时评估船舶执行《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求的可行性，确定是否要求2025年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于30升的船用柴油发动机满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

同时应满足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）硫氧化物和颗粒物、氮氧化物排放控制要求。其排放限值标准见表2.4-12所示。

表 2.4-12 船机排气污染物第二阶段排放限值(单位: g/kWh)

施工机械	单缸排量	额定净功单 (kw)	CO	HC+NOx	CH ₄ (I)	PM
第I类	SV<0.9	P≥37	5.0	5.8	1.0	0.3

2、水污染物排放标准

(1) 船舶污水

船舶产生含油污水等暂存至船舶，交由具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处置，不在本项目周边水域排放。

满足《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 的排放控制要求，执行标准摘录见表 2.4-13。

表 2.4-13 船舶污水排放要求

污染源	第一类	排放浓度(mg/L)或要求
船舶生活污水	距离最近陆地 3 海里以内	COD≤125mg/L, BOD≤25mg/L, 悬浮物≤35mg/L, pH 值 6~8.5, 大肠菌群≤1000 个/L, 总余氯 ≤0.5mg/L。
	距最近陆地 3~12 海里	使用设备打碎固形物和消毒后排放；船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
	大于 12 海里	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率
含油污水	机器处所油污水：400 总吨及以上船舶，收集并接入接收设施或石油类含量小于 15mg/L 在船舶航行中排放。	石油类≤15mg/L

(2) 生活污水

项目施工期及营运期工作人员产生的生活污水，经船舶上的生活污水收集设施收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，不直接排放入海。

3、噪声排放标准

本项目位于海域，项目评价范围内涉及的噪声排放标准参照执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求，详见下表 2.4-14。

表 2.4-14 建设项目噪声排放标准摘录 单位：dB(A)

时段	执行标准	场（厂）界环境噪声排放限值	
		昼间	夜间
施工期	（GB12523-2011）	70	55

4、固体废物贮存与处置要求

施工期及营运期船舶生活垃圾污染物排放按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，收集上岸后由环卫部门统一处理；施工人员生活垃圾统一收集后交由环卫部门处理。施工期产生的少量施工材料，收集后交给环卫部门处置；营运期产生的废旧网衣等，由物资回收公司回收，采取资源化利用；营运期病死鱼进行无害化处置，禁止直接排入海域；养殖管理平台产生的废饲料包装袋外售给废品收购站；防疫药品中的废包装材料、废容器及废包装瓶等属于防疫废物，交由符合农业农村部门相关规定且有资质能力的单位处理；运输船舶等作业产生少量的废油及含油抹布，经收集上岸后交由有资质单位接收处理，不得排放入海；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关规定要求；一般工业固体废物在贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

2.5 评价等级

2.5.1 大气环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ 2.2-2018）中推荐的 AERSCREEN 估算模型，选择项目污染源正常排放的主要污染物及排放参数，计算项目污染源的最大环境影响，判别评价等级。根据初步工程分析，本项目建成后主要为船舶车辆排放的无组织废气，排放量较小，且项目周边均为海域，较空旷，有利于尾气扩散，因此，对周边环境影响较小。按照《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ 2.2-2018）导则要求的评价工作等级分级判据，确定本次环境空气影响评价的工作等级为三级。

2.5.2 地下水环境评价等级

本项目为深水网箱养殖项目，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附图 A 规定，本次评价内容属于IV类项目，可不开展地下水环境影响评价。

2.5.3 声环境评价等级

本项目位于湛江市雷州市企水镇西侧海域开展现代化海洋牧场，项目噪声主要为各类船舶、汽车及施工机械的噪声，无固定噪声排放源，且周围 200m 范围内无敏感目标。本项目区域无声环境功能区划，根据《声环境功能区划分技术规范》（GB T15190-2014），本项目参照划分为声环境质量 3 类区。根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB(A)以下（不含 3dB(A)），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。因此，确定本项目声环境影响评价等级为三级。

2.5.4 生态环境评价等级

本项目为海洋牧场建设项目，主要开展重力式网箱养殖、浮筏棚架养殖等，用海面积约 662.9645 公顷。本项目评价海域范围内涉及“湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区”“广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区”“广东湛江红树林国家级自然保护区”等敏感目标，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉及自然保护区，评价等级为一级。

本项目位于海域，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中海洋生态评价等级判定为一级，因此，综合判定本项目生态环境评价等级为一级。

2.5.5 土壤环境影响评价等级

依据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），海洋牧场建设项目属于附录 A 中行业类别中渔业的IV类项目类别，可不开展土壤环境影响评价。

2.5.6 海洋环境评价等级

根据项目养殖情况可知，项目筏式养殖不涉及投加饵料，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表1可知，其中不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为3级。

同时根据项目用海情况，项目属于开放式用海，用海面积662.9645hm²。依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表1，涉及多种影响类型的建设项目，应分别判定评价等级，取其中最高等级作为建设项目评价等级，本项目各影响类型评价等级皆为1级，详情见表2.5-1。因此，判定海洋生态环境影响评价等级均为1级。

表2.5-1 本项目海洋环境影响评价等级

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

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

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

c：挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。

d：爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。

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

2.5.7 地表水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018), 本项目既属于水污染影响型项目, 也属于水文要素影响型项目。

按照《环境影响评价技术导则—地表水环境》(HJ2.3-2018) 中的分级原则, 建设项目地表水环境影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。

(1) 水污染影响等级判定

本项目施工期和运营期船舶含油污水收集上岸委托有资质的单位接收处理, 船舶生活污水利用船载收集装置收集, 定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后, 交由有处理能力单位处理, 项目废水不直接排放, 根据导则要求, 判定为三级 B; 水污染影响型建设项目根据排放方式和废水排放量划分评价等级, 见表 2.5-2。

表 2.5-2 水污染型项目地表水环境影响评价项目类别

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放当量 $Q/(m^3/d)$ 水污染物当量数 $W/(t/a)$
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 6000000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

(2) 水文要素影响等级判定

水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定, 见表 2.5-3。

项目选址海域位于《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》中的“湛江—珠海近海农渔业区”, 使用现状为“渔业用海”, 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行第一类标准。根据导则表 2 的注 5 “允许在一类海域建设的项目, 评价等级为一级”, 因此本项目水文要素影响评价等级为一级。

表 2.5-3 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域	
	年径流量与总库容	兴利库容与年径流量百分比 $\beta\%$	取水量占多年平均	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/km^2$; 工程扰动水底面积	工程垂直投影面积及外扩范围

	百分比 $\alpha/\%$		径流量百分比 $\gamma/\%$	A2/km ² ; 过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例R/%		A1/km ² ; 工程扰动水底面积A2/km ²
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$; 或稳定分层	$\beta \geq 20$; 或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A1 \geq 0.3$; 或 $A2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 10$	$A1 \geq 0.3$; 或 $A2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 20$	$A1 \geq 0.5$; 或 $A2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$; 或不稳定分层	$20 > \beta > 2$; 或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A1 > 0.05$; 或 $1.5 > A2 > 0.2$; 或 $10 > R > 5$	$0.3 > A1 > 0.05$; 或 $1.5 > A2 > 0.2$; 或 $20 > R > 5$	$0.5 > A1 > 0.15$; 或 $3 > A2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$; 或混合型	$\beta \leq 2$; 或无调节	$\gamma \leq 10$	$A1 \leq 0.05$; 或 $A2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.05$; 或 $A2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.15$; 或 $A2 \leq 0.5$

注1: 影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标, 评价等级应不低于二级。

注2: 跨流域调水、引水式电站、可能受到大型河流感潮河段咸潮影响的建设项目, 评价等级不低于二级。

注3: 造成入海河口(湾口)宽度束窄(束窄尺度达到原宽度的5%以上), 评价等级应不低于二级。

注4: 对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防波堤、导流堤等), 其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于2km时, 评价等级应不低于二级。

注5: 允许在一类海域建设的项目, 评价等级为一级。

注6: 同时存在多个水文要素影响的建设项目, 分别判定各水文要素影响评价等级, 并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

2.5.8 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)及《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)进行评价等级的确定。

1、评价工作等级确定

表 2.5-4 建设项目环境风险潜势

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)
环境高敏感程度(E1)	IV+	IV	III	III
环境中敏感程度(E2)	IV	III	III	I

环境低敏感程度(E3)	III	III	I	I
-------------	-----	-----	---	---

注：IV+为极高环境风险

根据导则可知，环境风险评价等级由环境风险潜势决定，而环境风险潜势由环境敏感程度 E 及危险物质及工艺系统危险性 P 决定。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 2.5-5 确定评价工作等级。

表 2.5-5 环境风险评价等级划分

环境风险潜势	VI、VI ⁻	III	II	I
评价工作等级	—	二	三	简要分析 ^a

a 简要分析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、风险措施等方面给出定性的说明。

2、环境风险潜势判定

(1) 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

拟建项目存在的突发环境事件风险物质，仅包括施工船舶、运营期停靠渔船、工作船携带的燃料油；根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）油类物质临界量为 100t。其发生泄漏事故时，仅对海洋环境产生影响，不会对大气环境和地下水环境产生影响，因此不需判定大气环境和地下水环境的风险等级。

计算项目区危险物质在最大存量与对应临界量的比值 Q：

单元内存在的危险物质为单一品种，计算该物质的总量与临界量比值，即 Q；单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算物质的总量与临界量比值（Q）。

$$Q = \frac{w_1}{W_1} + \frac{w_2}{W_2} + \dots + \frac{w_n}{W_n} \quad (7-1)$$

式中：w₁, w₂, ..., w_n——每种风险物质的存在量，t；

W₁, W₂, ..., W_n——每种风险物质的临界量，t。

当 Q<1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：①1≤Q<10；②10≤Q<100；③Q≥100。

项目施工拟将使用施工船舶包含锚碇块投放船、网箱安装船（带有吊臂）、辅助小艇、拖船、起重船、辅助船及运输船，均为1艘。

表2.5-6 施工期及营运期船舶最大载油量估算

时段	设备名称	数量（艘）	载油量 ¹
施工期	锚碇块投放船	2	200
	网箱运输船（带有吊臂）	2	200
	辅助小艇	2	0.5
	拖船	2	500
	起重船	1	100
	机动艇	1	0.4
	运输船	1	200
营运期	养殖辅助船（投料等）	9	100
	渔获船	10	200
	管理船	5	50

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)，新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的1个货油边舱或燃料油边舱的容积确定，参照其“附录C表C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系”≤5000吨级驳船燃油舱单舱燃油量取31m³，5000-10000吨级驳船燃油舱单舱燃油量取25-99m³。

本项目施工和运营期采用的最大吨位船舶分别为500吨拖船及200吨渔获船，依据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)中小于5000吨级驳船燃油舱单舱燃油量31m³计算，燃油密度按980kg/m³计算，则本项目船舶可能最大水上溢油事故溢油量为30.38t。此外，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，根据船型的不同，一般取船舶总吨的8%-12%，本项目施工期及营运期最大的船舶总吨分别约为500t及200t，非油轮船舶一般设有10个燃油量最大携带量取船舶总吨的10%，则项目施工期、营运期单个船舶最大载油量分别为50t、20t。

依据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)，新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的1个货油边舱或燃料油边舱的容积确定，则本项目可能最大水上溢油事故溢油量为70吨。

综上，本项目可能最大水上溢油事故溢油量取70吨，则本项目所涉及的油类物质在船机的最大存在总量与对应临界量100t的比值Q为0.7。

经计算,项目 Q 值= $70t/100t=0.7<1$,项目环境风险潜势为I,可开展简单分析。

(2) 评价等级确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中评价工作等级划分表,本项目环境风险潜势为I,可开展环境风险简单分析。

2.6 评价范围及评价重点

2.6.1 评价范围

2.6.1.1 大气环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)大气环境影响评价范围的确定原则,确定本项目环境空气质量影响评价范围。本项目评价等级为三级,不需设置大气环境影响评价范围。

2.6.1.2 声环境影响评价范围

本项目声环境评价等级为三级,养殖区位于海域,周围 200m 范围内无声环境敏感目标,不设置评价范围。

2.6.1.3 地表水环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018),本项目水污染影响评价等级为三级 B,水文要素影响评价等级为一级。

另 HJ2.3-2018 的 5.3.2.1 点要求,“d 受纳水体为入海河口和近岸海域时,评价范围按照 GB/T19485 执行”。由于《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)已更新为《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025),因此本项目地表水环境影响评价范围根据 HJ1409-2025 确定。

根据 HJ1409-2025 的 5.2 点,一级评价项目“在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km,垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目,评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散等情况,适当扩展”。

因此考虑区域水文动力及环境特征后,确定项目地表水环境影响评价范围为:用海边界向北外扩 25km、向南外扩 25km、向西外扩 25km、向东外扩 25km。

本项目地表水主要为海水,评价范围与海洋评价范围一致。

2.6.1.4 海洋环境影响评价范围

本项目海洋环境影响评价为1级评价，在潮流主流向的扩展距离应不小于15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离1/2为宜。

考虑本项目所在海域较敏感，因此本次海洋环境影响评价范围综合确定为项目用海边界扩展25km，其中向北外扩25km，向南外扩25km，向东外扩25km，向西外扩25km，评价范围2493.37km²。

2.6.1.5 环境风险影响评价范围

风险评价范围应包括影响的范围和涉及的环境保护目标，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)并结合周边环境保护目标分布情况，确定为东西长15km，南北长10km，面积约150km²的海域。

2.6.2 评价重点

- (1) 项目建设对海水水质、沉积物、海洋生态环境及其生态系统的影响；
- (2) 项目建设对海洋水文动力、地形地貌及冲淤环境的影响；
- (3) 项目建设对环境敏感区、环境保护目标以及海上通航环境的影响；
- (4) 项目施工期及营运期采取的环境保护对策、措施；
- (5) 营运期游客对海洋环境的影响及环境保护对策、措施。

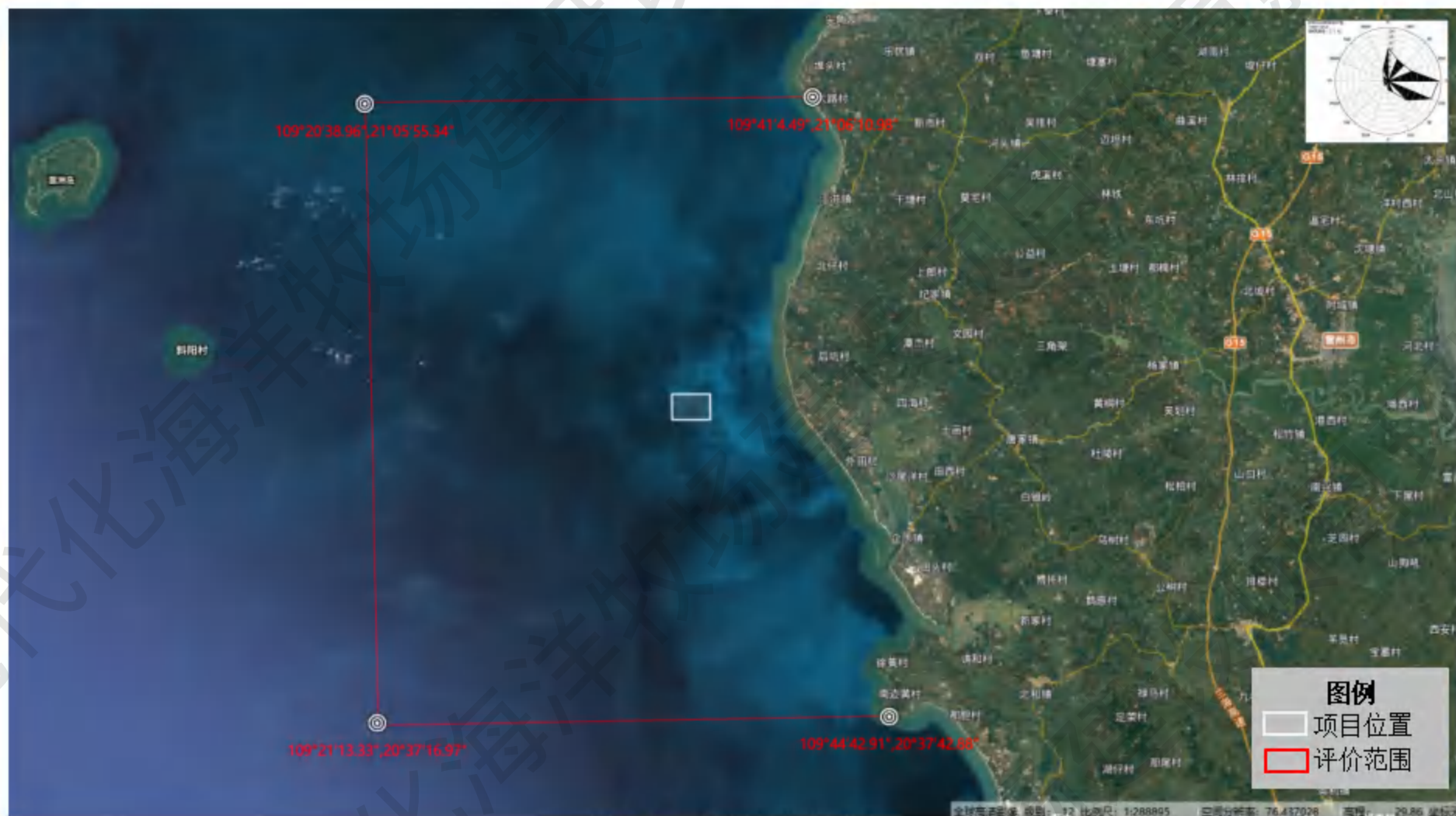


图 2.6-1 项目评价范围图

2.7 环境保护目标

通过对项目附近现场进行现场勘查和分析，结合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，《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）《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》，确定本项目评价范围内无海草床、珊瑚礁，主要环境保护目标和环境敏感区主要包括：

（1）三区三线

2023年10月12日，广东省人民政府正式批复《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》。根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》中生态保护红线的划分情况，本项目评价范围内生态保护红线分别为湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区（为重要滩涂及浅海水域）、赤豆寮沙源流失极脆弱区（为沙源流失极脆弱区）、广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区。

同时，湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护红线为《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》中市域自然保护地中的地方级自然保护区。

（2）海洋功能分区

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，项目用海位于湛江西侧渔业用海区，项目评价范围内分布有湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护区、湛江遂溪真鲷和二长棘鲷幼鱼地方级自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区及广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区。

（3）农业部划定渔业资源保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区、二长棘鲷幼鱼保护区。

（4）海洋牧场、养殖区等

湛江市粤耀水产养殖有限公司贝类底播养殖项目及《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035年）》规划建设的包金沙1号~4号、企水1号及3号~7号、江洪1号~2号、乐民4号~6号等。

（5）自然岸线

项目评价范围内沿岸陆域的自然岸线，相距较近，约7km。

通过对项目附近海域进行现场勘查和分析,结合生态保护红线,并考虑到项目用海要求及影响范围,确定本次海洋评价范围内的环境保护目标。

环境保护目标的方位、距离、保护目标等内容等见表 2.7-1 所示。环境保护目标的分布见图 2.7-1 所示。

表 2.7-1 项目周边海洋环境保护目标一览表

类型	序号	名称	方位	与本项目最近距离	保护目标
三区三线 生态保 护红线	1	湛江遂溪江洪海洋生态地方级 自然保护区	北侧	约 9.1km	珍稀濒危物种
	2	广东雷州珍稀海洋生物国家级 自然保护区	东南侧	约 13.8km	珍稀濒危物种
	3	赤豆寮沙源流失极脆弱区	东侧	约 10.9km	水土保持
海洋功能 分区自 然保护区	4	湛江遂溪真鲷和二长棘鲷幼鱼 地方级自然保护区	北侧	约 22km	真鲷、二长棘 鲷幼鱼等
	5	湛江遂溪江洪海洋生态市级自 然保护区	北侧	约 8.0km	珍稀濒危物种
	6	广东湛江红树林国家级自然保 护区	东南侧	约 13.8km	红树林
	7	广东雷州珍稀海洋生物国家级 自然保护区	南侧	约 12.4km	珍稀濒危物种
农业部划 定渔业资 源保护区	8	南海北部幼鱼繁育场保护区	占用	占用	幼鱼幼虾
	9	二长棘鲷幼鱼保护区	占用	占用	二长棘鲷幼鱼 保护区
近岸海域 国控水质 监测站位	10	GDN07009	东南侧	20.208km	水质
	11	GDN07010	西南侧	26.507km	水质
	12	GDN07026	西北侧	7.692km	水质
	13	GDN07019	东北侧	15.204km	水质
	14	GDN07013	东北侧	22.966km	水质
海洋牧场 养殖区	15	湛江市粤耀水产养殖有限公司	东南侧	约 2.9km	水质
	16	湛江市包金沙 1 号海域现代化海 洋牧场建设项目(规划建设)	西北侧	约 4.18km	水质
	17	湛江市包金沙 2 号海域现代化海 洋牧场建设项目(规划建设)	西北侧	约 1.69km	水质
	18	湛江市包金沙 3 号海域现代化海 洋牧场建设项目(规划建设)	南侧	约 8.57km	水质
	19	湛江市包金沙 4 号海域现代化海 洋牧场建设项目(规划建设)	西南侧	约 6.97km	水质
	20	湛江市企水 1 号海域现代化海洋 牧场建设项目(规划建设)	南侧	约 7.72km	水质
	21	湛江市企水 3 号海域现代化海洋 牧场建设项目(规划建设)	南侧	约 2.15km	水质

	22	湛江市企水 4 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	南侧	约 4.73km	水质
	23	湛江市企水 5 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	南侧	约 7.92km	水质
	24	湛江市企水 6 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	南侧	约 7.73km	水质
	25	湛江市企水 7 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	南侧	约 2.03km	水质
	26	湛江市江洪 1 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	北侧	约 10.42km	水质
	27	湛江市江洪 2 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	北侧	约 17.92km	水质
	28	湛江市乐民 4 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	西北侧	约 22.34km	水质
	29	湛江市乐民 5 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	北侧	约 21.46km	水质
	30	湛江市乐民 6 号海域现代化海洋牧场建设项目（规划建设）	北侧	约 23.48km	水质
重要物种	31	中华白海豚	湛江	/	中华白海豚种群及其生境



图 2.7-1 项目周边自然保护区、生态保护红线位置关系图



图 2.7-2 项目与国控点位位置关系图

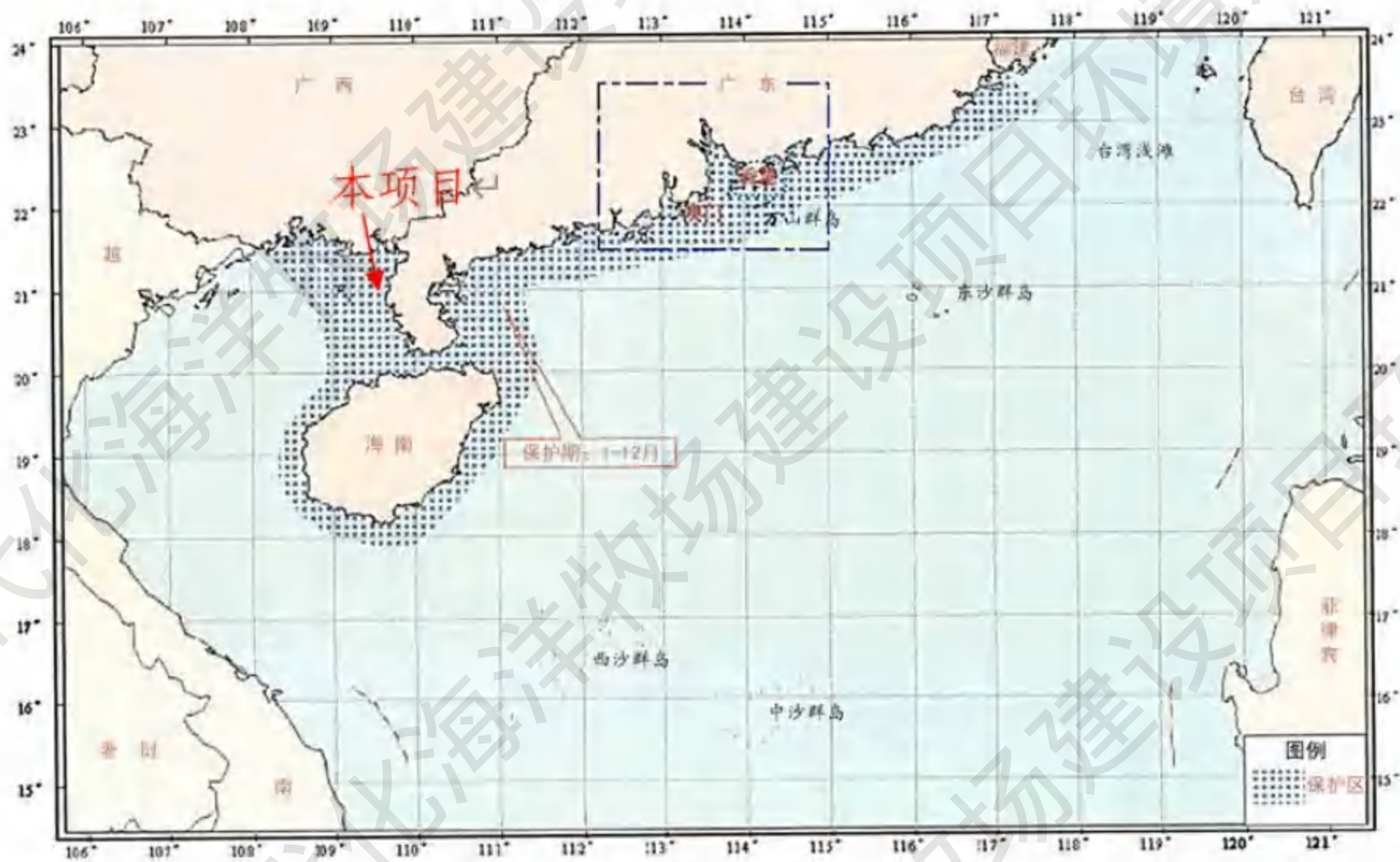


图 2.7-3 本项目与“三场一通”道（南海北部幼鱼繁育场保护区）位置关系图（一）

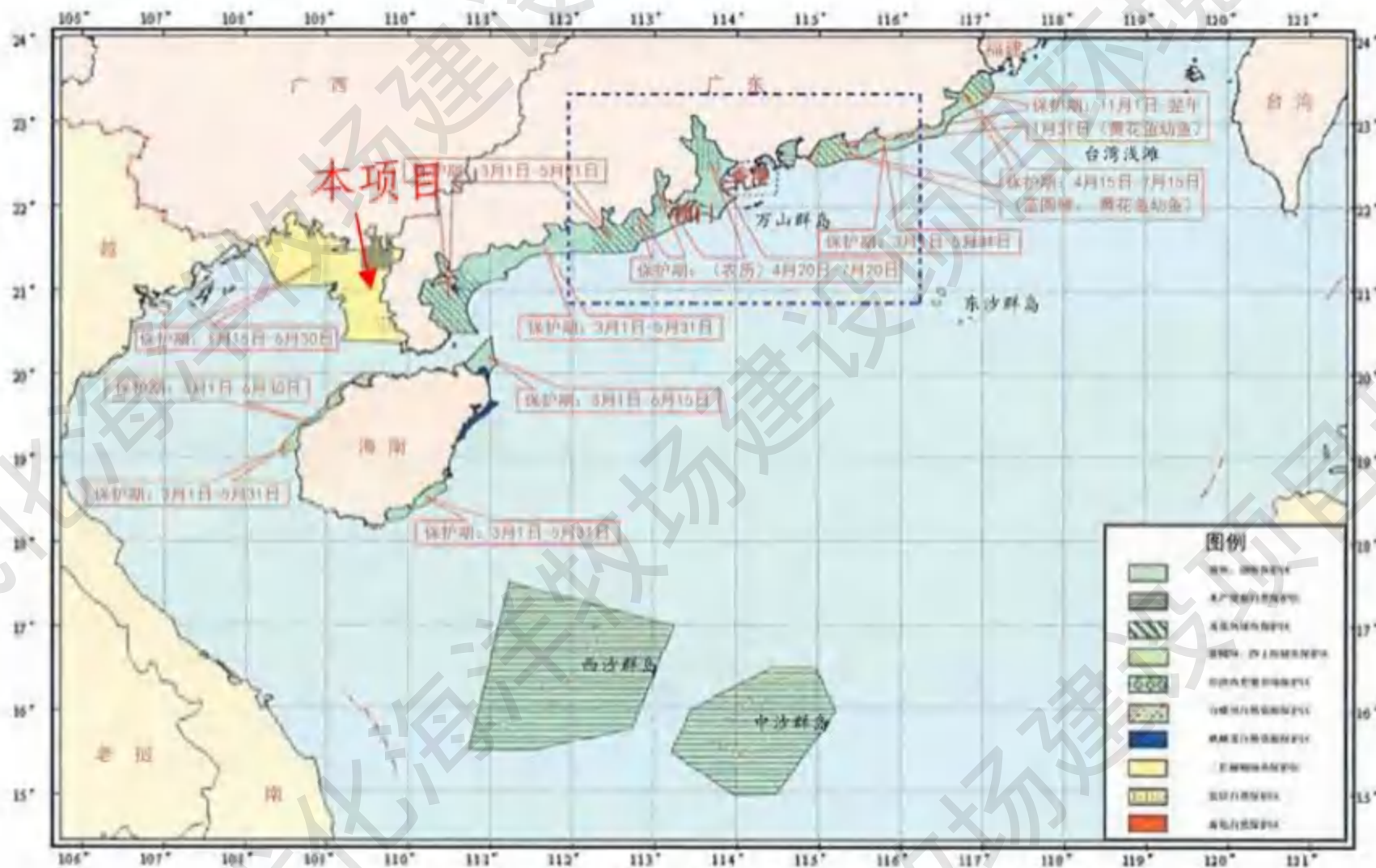


图 2.7-4 本项目与“三场一通”道（南海北部幼鱼繁育场保护区）位置关系图（二）

第3章 工程概况

3.1 项目工程概况

3.1.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

项目名称：湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目

建设单位：湛江市蓝色海洋产业发展有限公司

性质：新建

行业类别：A0411海水养殖

建设地点：广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域

建设规模：本项目用海内容为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖以及重力式网箱养殖，养殖用海面积 662.9645 公顷，共建设 4 片养殖区，包括 1 片重力式网箱养殖区、1 片延绳式浮筏养殖区和 2 片棚架式浮筏养殖区；项目分三期建设，建设期限为 2025~2027 年。

2025 年为第一期，用海面积为 245.61 公顷（深水网箱养殖区用海面积 187.25 公顷，棚架式浮筏养殖区面积 35.60 公顷，养殖通道用海面积 22.76 公顷）。包括完成项目用海边界 2 个警示浮标、1 个养殖管理平台、1 套智能养殖监控系统、3 艘养殖辅助船、6 套潜水工具等设施设备配置。

2026 年为第二期，用海面积为 248.95 公顷（延绳式浮筏养殖区 205.64 公顷，养殖通道用海面积 43.31 公顷）。包括完成 3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具、20 套养殖辅助设施等设施设备配置。

2027 年为第三期，用海面积为 168.40 公顷（棚架式浮筏养殖区用海面积 146.78 公顷，养殖通道用海面积 21.62 公顷）。包括完成项目用海边界 2 个警示浮标、3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具、7 套养殖辅助设施等设施设备配置。

养殖品种：主要养殖品种为金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼、三倍体牡蛎及其他贝类。

项目总投资：项目总投资 10750 万元，其中环保投资 145 万元，占总投资的 1.35%。

劳动定员：日常管理定员 36 人。

用海概况：本项目海域使用类型为“渔业用海”中的“开放式养殖用海”，用海方式为“开放式”用海中的“开放式养殖”用海，用海面积为 662.9645 公顷。

本项目地理位置图见图 3.1-1,项目四至点坐标见表 3.1-1,项目建设分期图见图 3.1-2
项目分期建设用海统计表见表 3.1-2, 项目建设规模统计表见表 3.1-3。

表 3.1-1 项目四至点坐标表

界点	北纬	东经	海域面积 (公顷)
1	20° 51' 20.259" N	109° 34' 45.098" E	662.9645
2	20° 52' 30.549" N	109° 34' 45.135" E	
3	20° 52' 30.892" N	109° 36' 30.784" E	
4	20° 51' 20.381" N	109° 36' 31.304" E	

表 3.1-2 项目分期建设用海统计表

序号	建设时序	用海面积 (公顷)				
		重力式网箱养 殖	延绳式浮筏养 殖	栅架式浮筏 养殖	养殖通道	合计
1	第一期	187.25	/	35.60	22.76	245.61
2	第二期	/	205.64	/	43.31	248.95
3	第三期	/	/	146.78	21.62	168.40
合计		187.25	205.64	182.38	87.69	662.96

表 3.1-3 项目建设规模统计表

序号	规划建设项目	第一期	第二期	第三期	合计
1	重力式网箱	54 个	/	/	54 个
2	延绳式浮筏养殖单元	/	56 个	/	56 个
3	栅架式浮筏养殖架	/	/	200 个	200 个
4	养殖管理平台	1 个	/	/	1 个
5	养殖辅助船	3 艘	3 艘	3 艘	9 艘
6	智能养殖监控系统	1 套	/	/	1 套
7	潜水工具	2 套	2 套	2 套	6 套
8	警示浮标	2 个	/	2 个	4 个
9	养殖辅助设施	6 套	20 套	7 套	33 套

10	船舶污水接收设施	1套	/	/	1套
11	垃圾收集系统	1套	/	/	1套



图3.1-1 项目地理位置图

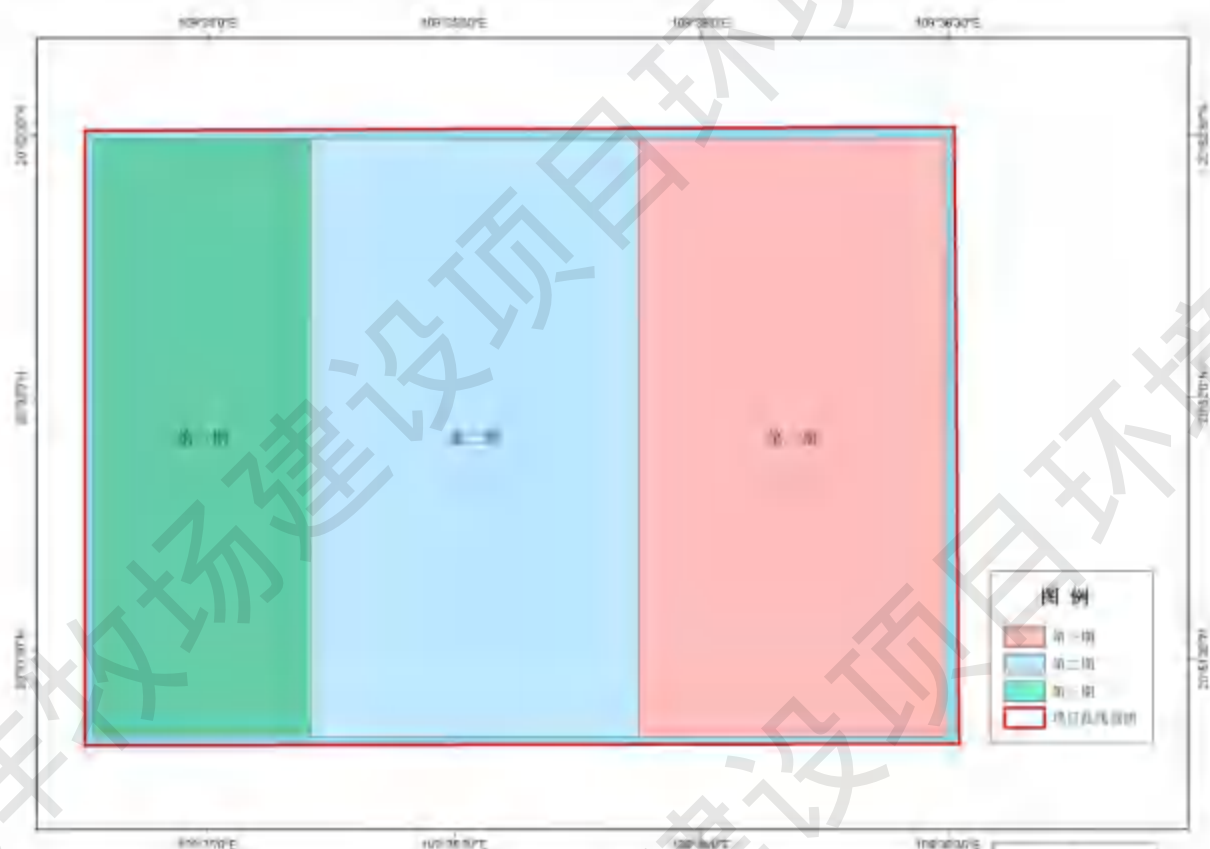


图 3.1-2 项目建设分期图

3.1.2 项目建设内容

计划建设 1 片重力式网箱养殖区、1 片延绳式浮筏养殖区和 2 片棚架式浮筏养殖区，共 4 片养殖区。延绳式浮筏养殖区内布置 56 个养殖单元，每个延绳式浮筏养殖单元中布置 13 个养殖单体。棚架式浮筏养殖区内共布置 200 个棚架式浮筏养殖架。重力式网箱养殖区布置 54 个重力式网箱，配备养殖管理平台 1 个、潜水工具 6 套、养殖辅助船 9 艘、智能养殖监控系统 1 套警示浮标 4 个。

本项目建设内容分三期建设。

(1) 第一期建设内容（2025 年）

开展项目前期工作，包括项目谋划和立项、资源环境调查、海域使用论证、环境影响评价、工程勘察、通航安全评估、社会稳定风险分析和评估、工程设计、工程招投标等内容，完成重力式网箱养殖区（54 个重力式网箱）建设，包括完成项目用海边界 2 个警示浮标、1 个养殖管理平台、1 套智能养殖监控系统、3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具等设施设备配置。

(2) 第二期建设内容 (2026 年)

完成延绳式浮筏养殖区 (56 个延绳式浮筏养殖单元), 包括 3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具等设施设备配置。

(3) 第三期建设内容 (2027 年)

完成栅架式浮筏养殖区 (200 个栅架式浮筏养殖单元) 建设, 包括完成项目用海边界 2 个警示浮标、3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具等设施设备配置。

项目分期建设图见图 3.1-3~3.1-5 所示。

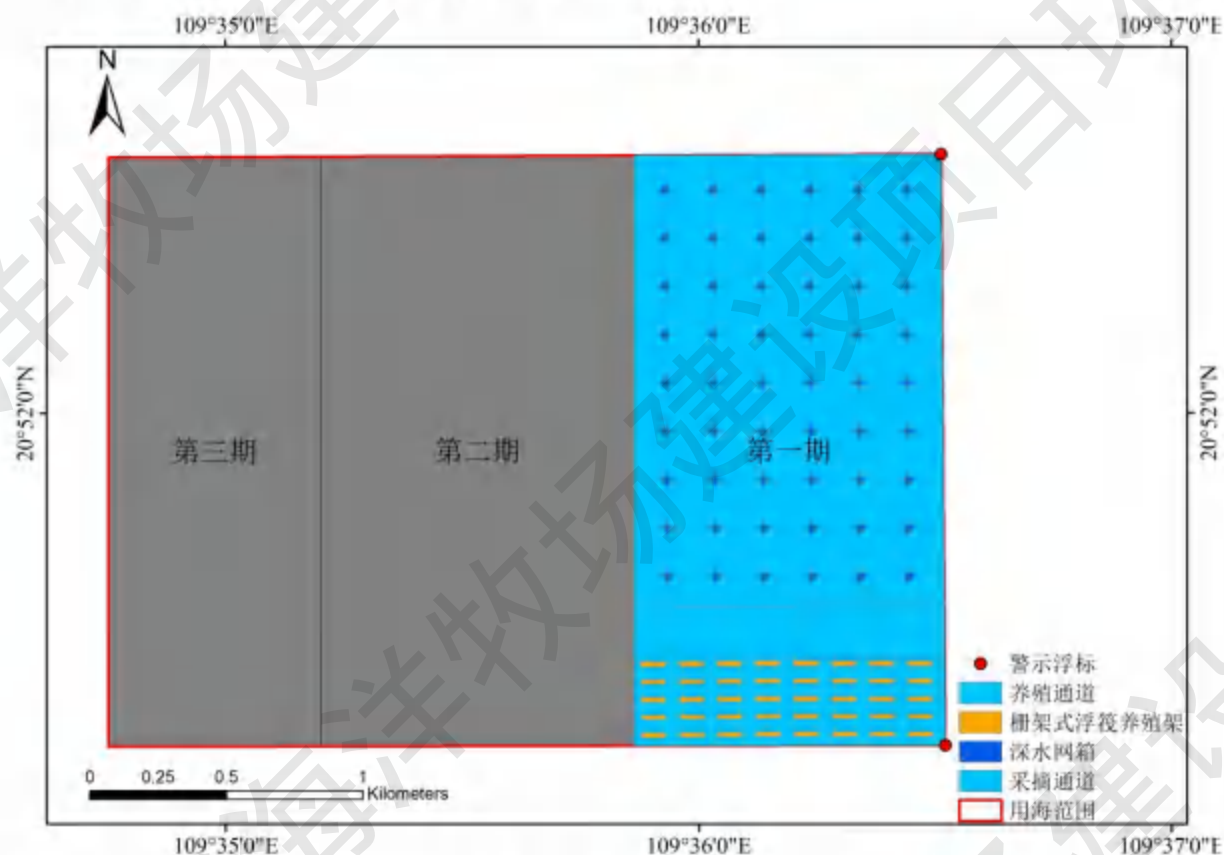


图 3.1-3 项目第一期建设图

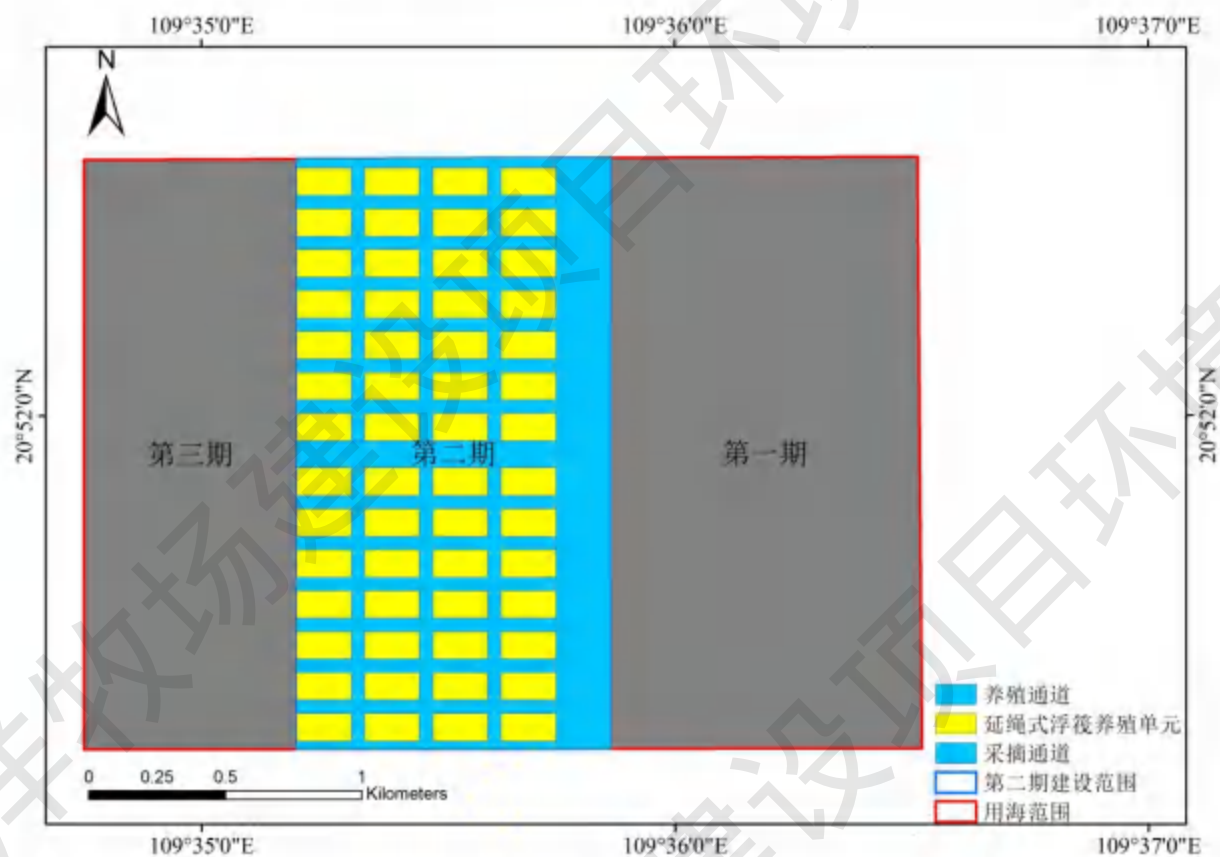


图3.1-4 项目第二期建设图

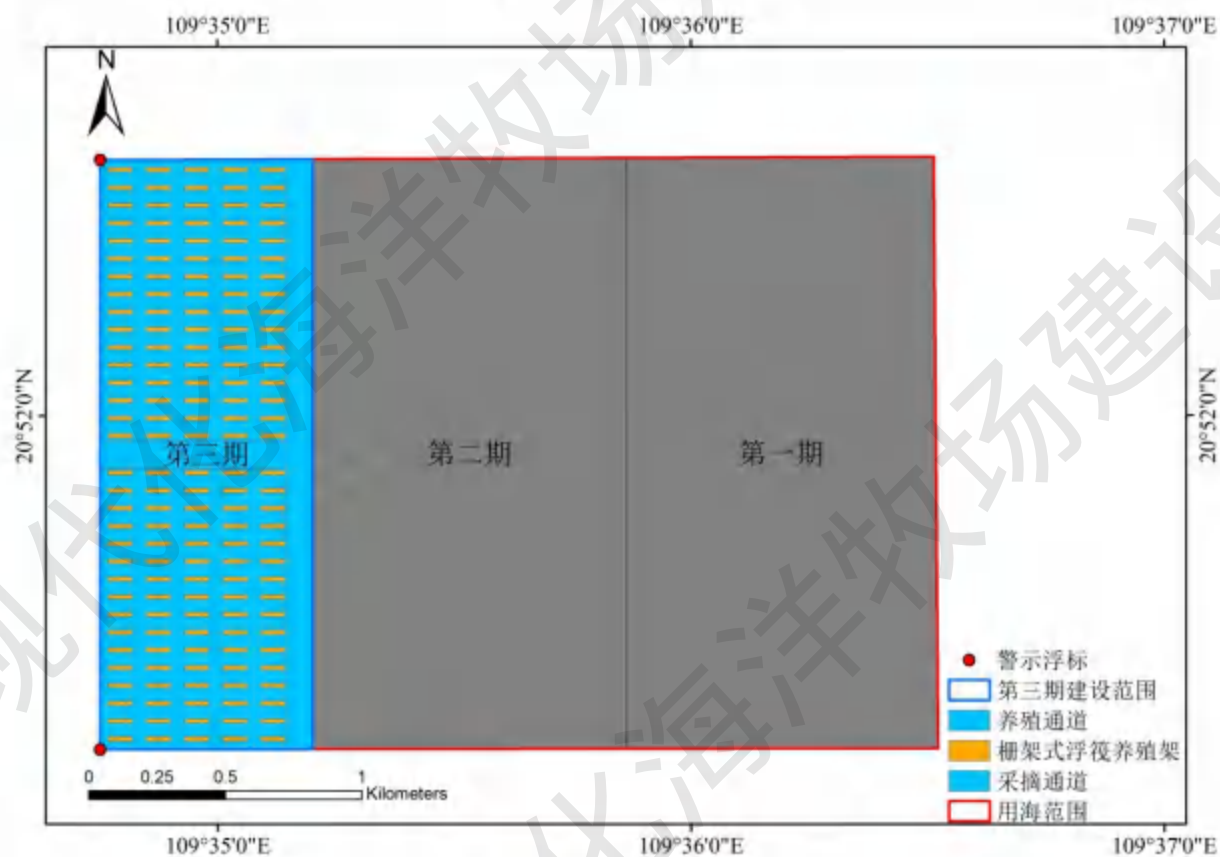


图3.1-5 项目第三期建设图

3.1.3 项目建设工程量

重力式网箱养殖环境优越、空间大，能够为养殖生物提供良好的生长条件，因此养殖产量相对较高；筏式养殖是应用最为广泛、效益最好的养殖模式，具有成本低、抗风浪强、操作简易等特点；贝类浮球养殖和筏式养殖海区不宜过浅，最低潮时水深能达到3.5m以上为好，无污染，水流畅通，盐度稳定，水质清新。

(1) 延绳式浮筏养殖系统

延绳式浮筏养殖小区内总计布置56个养殖单元，每个养殖单元规格为200m×100m，为了保障海水流动与交换，养殖单元之间设置横向间距为50m、纵向间距为50m，作为养殖区内部行船采摘通道，单个延绳式浮筏养殖系统工程量表见3.1-3。

表 3.1-3 单个延绳式浮筏养殖系统工程量表

序号	材料名称	规格	单位	数量
1	铁锚	75 千克/只	个	4
2	锚绳	直径 18mm×20m	条	4
3	纵主绳	直径 10mm×200m	条	2
4	横主绳	直径 18mm×2m	条	6
5	吊苗绳	直径 10mm×2m	条	125
6	苗绳	直径 3mm×2m	条	800
7	纵向浮子	500 克/只	只	200
8	横向浮子	3.0 千克/只	只	10
9	沉子	50 千克/只	只	14
10	沉子绳	直径 20mm×1m	条	14

(2) 棚架式浮筏养殖系统

总计布置200个棚架式浮筏养殖架。每个棚架式浮筏养殖架规格为90m×15m，为了保障海水流动与交换，每个养殖单体之间横向预留50m宽的行船采摘通道，纵向预留50m宽的行船采摘通道，单个棚架式浮筏养殖系统工程量表见3.1-4。

表 3.1-3 单个棚架式浮筏养殖系统工程量表

序号	材料名称	规格	单位	数量
----	------	----	----	----

1	支撑管	直径 110mm×90m	根	16
2	面管	直径 110mm×15m	根	201
3	踏板	40cm×75mm×10mm×75mm(宽度×厚度 ×四周壁厚×中间肋板厚)	平方米	180
4	浮筒	100cm×50cm×50cm(长度×宽度×高度)	个	825
5	绑绳	直径 10mm	米	7710
6	连接件		套	30
7	苗绳	直径 3mm×2m	条	2700
8	铁锚	75 千克/只	个	8
9	锚绳	直径 30mm×40m	条	8

(3) 重力式网箱养殖系统

重力式网箱养殖系统是由网箱框架系统、网衣系统和锚固系统构成，依靠网箱框架系统的浮力和网衣系统下部配重砣的重力张紧网衣，保持箱体形状，并通过锚固系统固定在养殖海域的网箱，单个重力式网箱养殖系统工程量表见 3.1-5。

表 3.1-5 单个重力式网箱养殖系统工程量表

序号	材料名称	规格	单位	数量
1	主浮管	HDPE C100/D400、SDR13.6，壁厚 29.4mm，纯黑	米	200
2	扶手管	HDPE C100/Φ125、SDR11，壁厚 11.4mm，黄色	米	100
3	三通竖管	HDPE C100/Φ140、SDR11，壁厚 12.7mm、黄色	米	50
4	圆头三通	HDPEΦ125，壁厚 13mm 注塑	个	46
5	平头三通	HDPE D125 注塑，壁厚 13mm	个	4
6	工字架	HDPEφ400、中心距 69cm 注塑，壁厚 22mm	个	50
7	套管	HDPE O450、SDR21、50cm，壁厚 21mm	个	24
8	限位块	HDPE C100/120mm×55mm×35mm	块	196
9	销钉	HDPE 100/D16mm 注塑	支	166
10	踏板	PE660mm×475mm×450mm，标配、可选配	个	16
11	穿踏板管材	HDPEφ50mm×9.2m	支	2

12	泡沫	334m×800m 20kg/m ³	条	125
13	太阳能警示灯	D12 太阳能自动发光	盏	2
14	网衣	聚乙烯或尼龙材质, 根据鱼类养殖周期选择, 一般为 2cm×2cm、5cm×5cm 和 8cm×8cm 各一套	套	2
15	配重砣	50kg	个	16
16	配重砣栓绳	高密度聚乙烯三股绳, 直径 18mm×1.5m	根	16
17	锚绳	高密度聚乙烯三股绳, 直径 42mm×100m	根	16
18	锚链	铁链, 直径≥20mm×10m	根	16
19	水泥锚	10t、4.37m ³ , 方台型 (1.05m (上顶) ×2.10m (下底) ×1.07m (高))	个	16
20	沉石	重量≥40kg, 直径 400mm, 高 350mm	个	16
21	配件	标配、可选配, 根据网箱实际情况选择	套	1

(4) 主要原辅材料消耗情况

表 3.1-6 项目主要原辅材料消耗情况一览表

序号	原辅材料	年用量 (t/a)	型态	规格/包装	最大储存量(t)	储存位置
1	饵料	4500	颗粒状	25kg/袋	100t	平台饲料舱
2	柴油	2000	液态	25kg/桶	350t	柴油储存舱

备注: 本项目不使用渔用药物

原辅料成分说明:

①柴油: 轻质石油产品, 是复杂的烃类混合物, 主要化学成分为烷烃、烯烃、环烷烃、芳香烃、多环芳烃与少量硫 (2~60g/kg)、氮 (<1g/kg) 及添加剂。其沸点范围和黏度介于煤油与润滑油之间的液态石油馏分。易燃易挥发, 不溶于水, 易溶于醇和其他有机溶剂。是组分复杂的混合物, 沸点范围有 180℃~370℃和 350℃~410℃两类。

②饵料: 全价配合饲料的主要成分包括蒸汽鱼粉、豆粕、花生粕、乌贼膏、高筋面粉、虾头粉、鱼油、植物油、复合矿物质和复合维生素。其产品成分百分比要求如下:

表 3.1-7 全价配合饲料产品成分分析保证百分比要求

粗蛋白≥	粗脂肪≥	粗纤维≥	粗灰分≥	总磷≥	赖氨酸≥	水分≤
40~42	5~6	3.5	18	0.8~2.5	2.10~2.20	11

从项目使用的饲料种类和成分来看,本项目按照《无公害食品渔用配合饲料安全限量》(NY5072-2002)的规定,选择以全价配合饲料为主,不使用鱼糜和杂鱼作为养殖饲料,不使用受到石油、农药、有害金属等污染的原料。项目饲料日常存放在恒温恒湿的饲料舱,不会使饲料受潮、发霉、生虫、腐败变质。养殖过程中会按照有关技术规范 and 标准,根据鱼类不同的成长时期和水温,合理控制饵料投放量,尽量减少饵料的损失。

(5) 养殖管理平台

养殖管理平台主要是通过安装集装箱功能房屋,不涉及桩基础,主要是作为饲料暂存、人员休息、淡水、应急救援物品及简单生活物品等物资存储。

3.2 项目平面布置

3.2.1 项目总平面布置

本项目位于雷州市企水镇西北部海域,养殖海域整体呈四边形,南北宽度为 2161m~2168m,东西宽度长度为 3054 m~3071 m,主要建设内容为重力式网箱、浮球延绳架、吊养筏架养殖区。本项目通过分析区域水深和养殖容量,计划建设 1 片重力式网箱养殖区、1 片延绳式浮筏养殖区和 2 片栅架式浮筏养殖区,共 4 片养殖区,重力式网箱养殖区与延绳式浮筏养殖区之间设置一条宽度 200m 的养殖通道,延绳式浮筏养殖区与筏架架吊养式养殖区之间设置一条宽度 100m 的养殖通道。规划用海面积总计 662.9645 公顷,养殖区距离项目边界保持 30 m 以上距离,在项目用海边界的 4 个拐点处分别设置警示浮标。

重力式网箱养殖区位于企水 9 号海域东北部,东西向长度为 1125~1137m,南北向长度为 1652~1658m,规划用海面积为 187.25 公顷,主要布置 C100 浮式圆形深水网箱,采用单网箱锚定方式布设,每个网箱占用海域尺寸为 170 m~170 m,本项目东西向布置了 9 行、南北向布置 6 列、共 54 个重力式网箱。

延绳式浮筏养殖区位于企水 9 号海域中部,两片延绳式浮筏养殖区的东西向长度为 950m,南北向长度为 2163 m~2166m,规划用海面积为 205.64 公顷,主要布置浮球延绳

式吊养设施,开展三倍体牡蛎、扇贝等贝类吊养。延绳式浮筏养殖区内布置 56 个养殖单元,每个延绳式浮筏养殖单元中布置 13 个养殖单体。

棚架式浮筏养殖区位于企水9号海域西部,西部棚架式浮筏养殖区的东西向长度为 679m,南北向长度为 2162 m~2163 m,规划用海面积为 146.78 公顷,东南部棚架式浮筏养殖区的东西向长度为 1139~1142m,南北向长度为 308 m~316 m,规划用海面积为 35.60 公顷,主要布置抗风浪塑胶筏架、抗风浪蚝排等贝类棚架式浮筏养殖设施,开展三倍体牡蛎、扇贝等贝类吊养。棚架式浮筏养殖区内共布置 160 个棚架式浮筏养殖架。

本项目总配备养殖管理平台 1 个、潜水工具 6 套、养殖辅助船 9 艘、智能养殖监控系统 1 套、警示浮标 4 个、养殖辅助设施 33 套。项目总平面布置图见 3.2-1 所示。

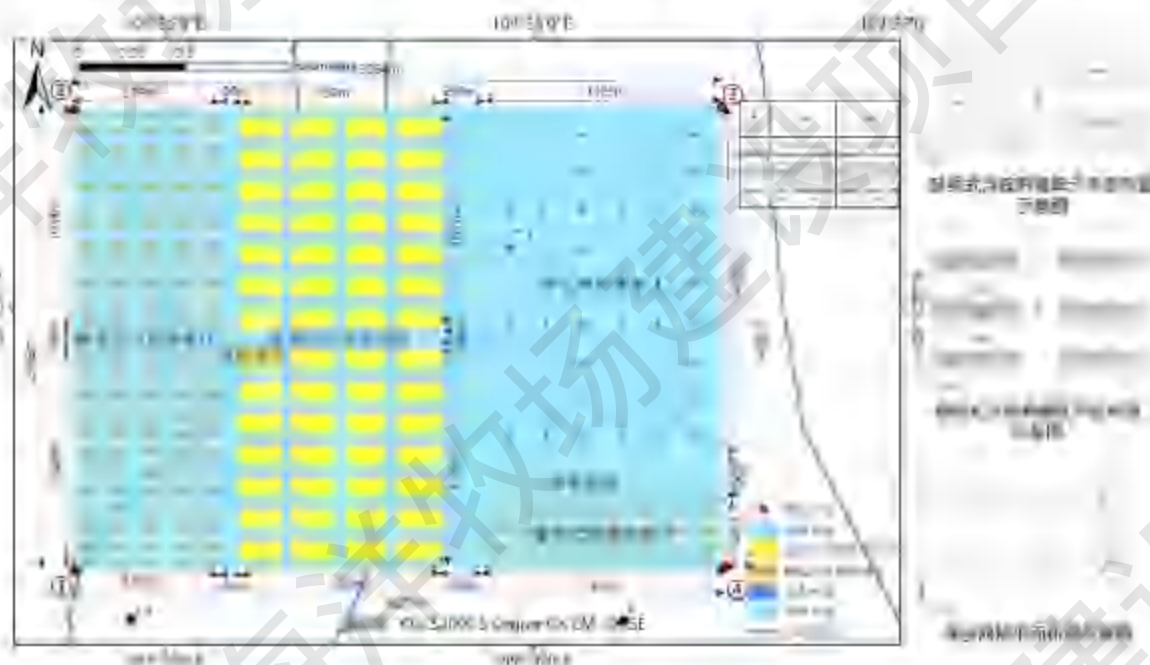


图 3.2-1 项目总平面布置图

3.2.2 项目附近地形地貌情况

雷州半岛西部近岸地貌多属于侵蚀-堆积岸坡,是水下堆积岸坡与侵蚀岸坡之间的过渡型岸坡。沉积物除部分源于大河补给外,主要来自近岸中、小河流和沿岸侵蚀物质。岸坡堆积作用和侵蚀作用之强弱与沉积物供给状况和波浪作用强度相关。一般在沿岸流途经范围堆积作用发育,其余则大多以侵蚀作用为主,坡面底质相应出现细(泥质粉砂)和粗(砂、泥质砂)的变化。雷州半岛及海南岛周边的水下侵蚀-堆积岸坡主要分布在环海南岛近岸海域,以及琼州海峡沿岸海域、雷州半岛西部近岸海域。水下岸坡相对较

陡，呈斜坡状，受波浪和近岸水流影响较大，海洋动力的改造作用较强，海底面常见中小型波痕存在。

内陆架平原属于现代海底沉积地貌单元，其范围为水下岸坡下界到 50m 等深线范围，其宽度在 10.0km~120.0km 之间，比降 2.35‰~0.3‰。大多数内陆平原比较平坦，个别地段稍陡。由于内陆架平原陆源物质比较丰富，因此，现代沉积作用比较强盛，主要沉积物类型为粘土质粉砂和细砂，有砂砾沉积。由于海面变化和动力影响，在该地貌单元内形成了繁多的地貌形态。包括海底沙波、潮流沙脊、水下三角洲等。

2023 年 11 月，中国水产科学研究所南海水产研究所对项目所在海域利用重锤或测深仪进行了水深地形测量工作，高程基准为 1985 国家高程基准。结合中华人民共和国海事局发布编号为 91001 的 2020 年最新海图，项目所在海域水深情况见下图所示，水深范围为 5~10m，水深中部浅，东西两侧深。

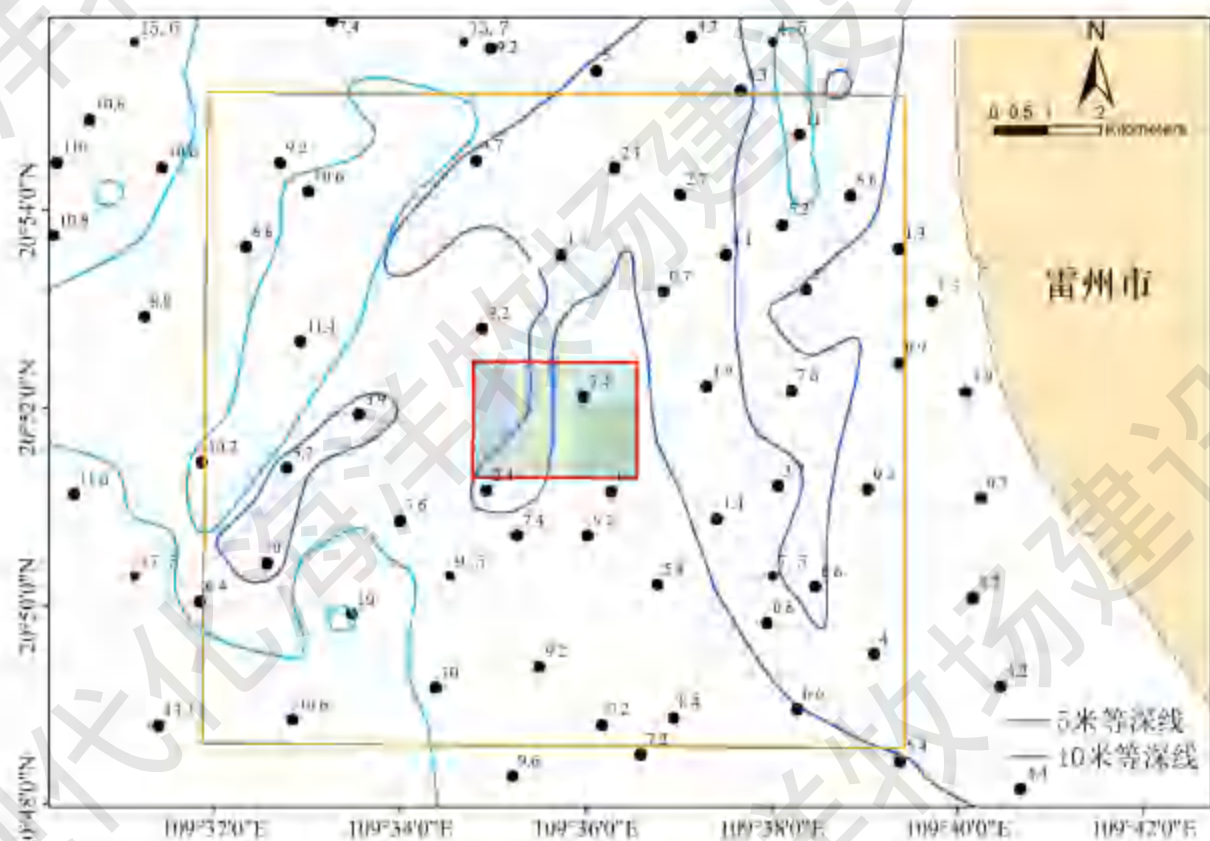


图 3.2-2 项目用海范围水深地形图

3.2.3 延绳式浮筏养殖平台结构、尺度

项目延绳式浮筏养殖系统主要由浮绳、铁锚、锚绳、浮球组成。项目养殖单元与内部的养殖单体结构设计见图 3.2-2 及 3.2-3 所示。



图 3.2-2 延绳式浮筏养殖单元平面布置示意图

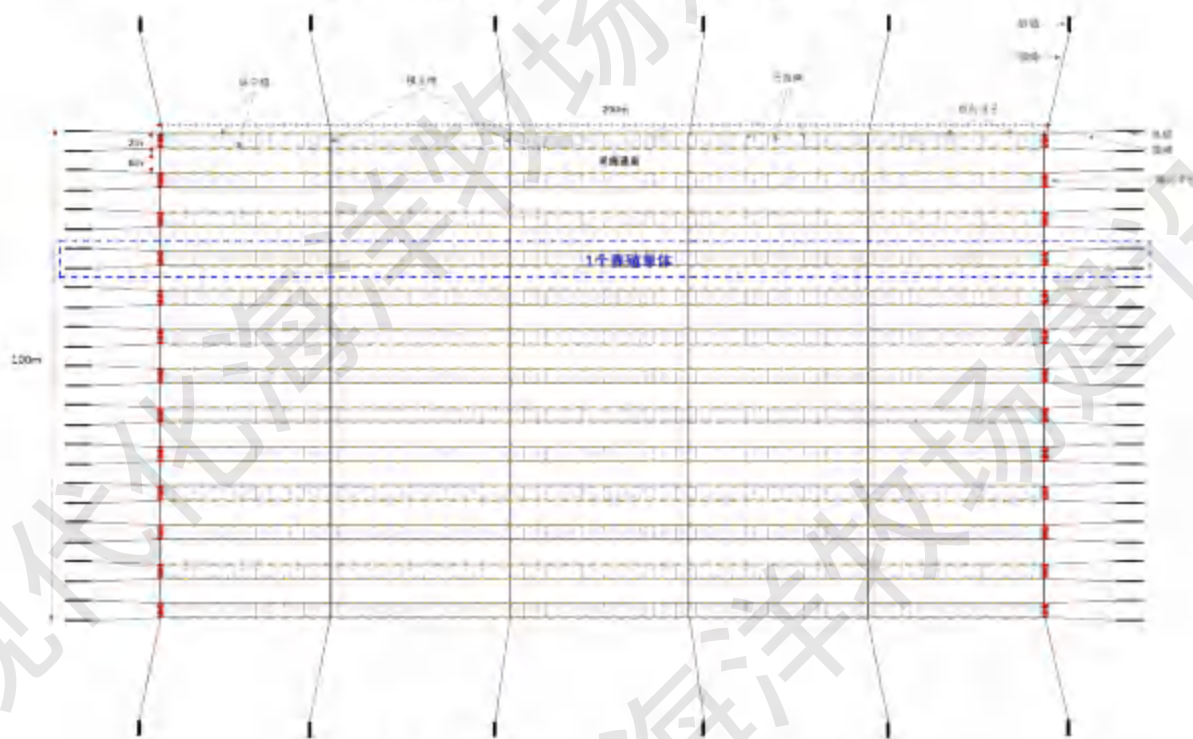


图 3.2-3 单个延绳式浮筏养殖单元平面示意图

延绳式浮筏养殖小区内总计布置56个养殖单元,每个养殖单元规格为200m×100m,为了保障海水流动与交换,养殖单元之间设置横向间距为50m、纵向间距为50m,作为养殖区内部行船采摘通道。

每个养殖单元中布置13个养殖单体,每个养殖单体规格为200m×2m。每个养殖单体之间预留6m宽的行船采摘通道。1个养殖单体由2条200m长的纵主绳和6条2m长的横主绳构成,每条纵主绳之间间隔为2m,每条横主绳之间间隔为40m,养殖单体间横主绳可共用(见图3.2-3)。每两条横主绳间每隔约1.6m布置一根2m长的吊苗绳,每个养殖单体中总计布置125根吊苗绳。每根吊苗绳上垂挂采苗器4串(采苗器长2m,每串贝壳8~10片),每个养殖单体总计挂500串,每个养殖单元总计挂6500串,单个栅架式浮筏养殖单体结构立体示意图见图3.2-4所示。

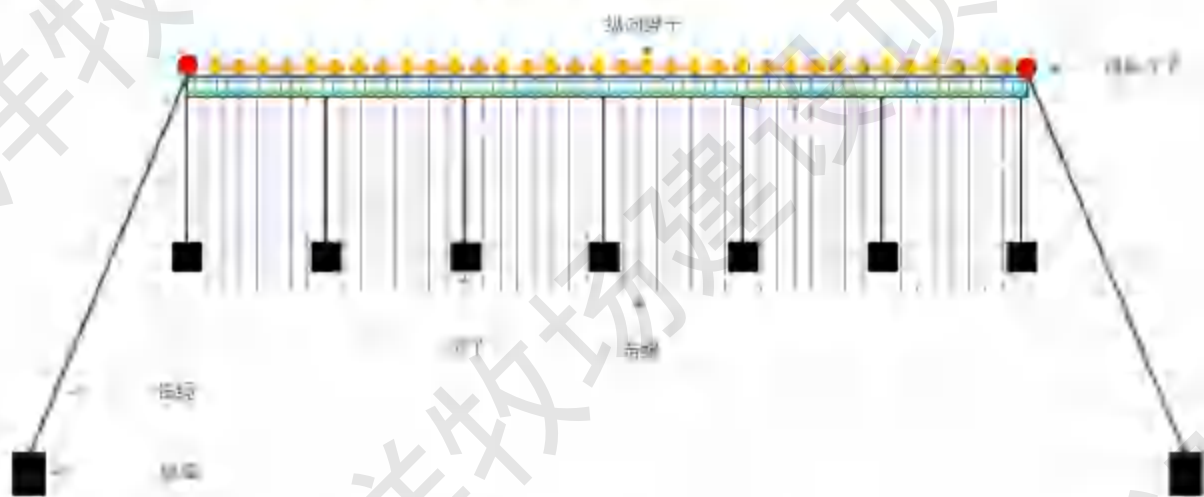


图 3.2-4 单个栅架式浮筏养殖单体结构立体示意图

(1) 浮绳

浮绳材料为聚乙烯化学纤维绳缆,纵主绳规格为直径10mm×200m,横主绳规格为直径18mm×2m,吊苗绳规格为直径10mm×2m,苗绳规格为直径3mm×2m。

(2) 铁锚

项目顺应风浪、潮流,单个养殖单体四角通过锚绳与铁锚连接,由养殖单体外侧纵主绳连接锚绳,横主绳上采用环保浮球提供浮力,两端通过锚绳与铁锚连接牢固。单个养殖单元最外侧两根纵主绳上分别布置6个铁锚,单个养殖单体四角布置4个铁锚,要求铁锚重量75kg。单个养殖单元总计布置64个75kg吨重的铁锚。

(3) 锚绳

锚绳直径为 18mm，长度随水深而异，一般是水深的两倍（锚绳：水深=2:1），风浪、浪流较大的海区为 2.5~3 倍（锚绳：水深=2.5~3:1）。本项目水深为 8~10m，因此锚绳长度选择 20m。单个养殖单体四角连接需要 4 条锚绳，单个养殖单元最外侧两根纵主绳上分别布置 6 条锚绳，单个养殖单体总计需要 64 条直径 18mm、长度 20m 的锚绳。

（4）沉子

在纵主绳上以每 30m 的间隔布置一个沉子，单个沉子重 50kg，在水下以 1m 处用直径 20mm 缆绳串接，单条纵主绳上布置 7 个沉子，一个养殖单元总计需要 182 个沉子。

（5）浮球

在养殖单体外围两侧横主绳上每隔 0.3m 布置一个横向浮子，单个养殖单体总计需 10 个 3kg 的横向浮子。纵主绳上每隔 2m 布置一个纵向浮子，单个养殖单体总计需要布置 200 个 500g 的纵向浮子。单个养殖单元总计需要 130 个横向浮子、2600 个纵向浮子。



图 3.2-5 延绳式浮筏养殖

3.2.4 栅架式养殖平台结构、尺度

本项目栅架式浮筏养殖架养殖系统主要由框架系统、浮筒、铁锚、锚绳组成，项目养殖区与内部的养殖单体结构设计见图 3.2-6 及 3.2-7 所示。

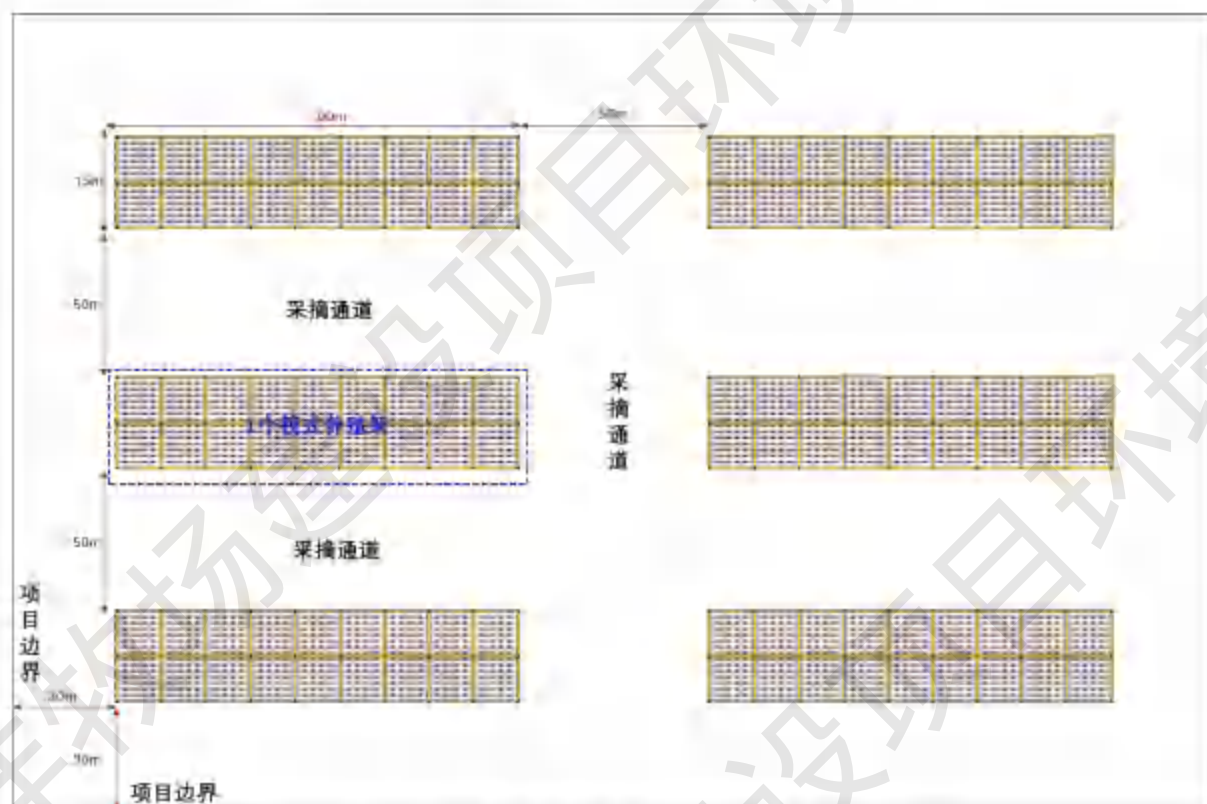


图 3.2-6 栅架式浮筏养殖区平面布置示意图

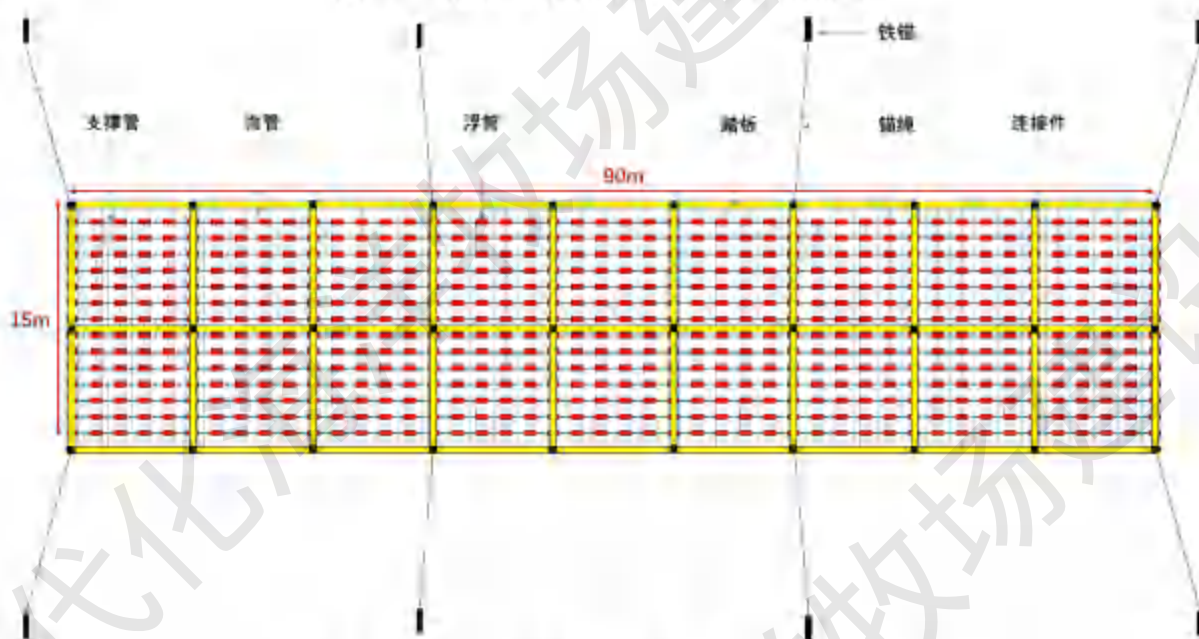


图 3.2-7 单个栅架式浮筏养殖架平面布置示意图

总计布置 200 个栅架式浮筏养殖架。每个栅架式浮筏养殖架规格为 $90\text{m} \times 15\text{m}$ ，为了保障海水流动与交换，每个养殖单体之间横向预留 50m 宽的行船采摘通道，纵向预留 50m 宽的行船采摘通道（见图 3.2-6）。1 个养殖单体由 15 根 90m 长的支撑管和 201 根 15m 长的面管构成，每条支撑管之间间隔为 100cm ，每条面管之间间隔为 50cm （见图

3.2-7)。每根面管上每隔 100cm 布置一串采苗器(采苗器长 2m, 每串贝壳 8~10 片), 1 个栅架式浮筏养殖架总计挂 2700 串。

(1) 框架系统

框架系统包括支撑管、面管、踏板等管材和连接件等内容。管材由高密度聚乙烯(HDPE)管材及高密度聚乙烯(HDPE)配件经热熔焊接、过盈配合、间隙配合和机械连接组装而成。管材长度根据项目确定, 支撑管规格为直径 110mm×90m, 管材厚度 $\geq 8.1\text{mm}$ 。面管规格为直径 110mm×15m, 管材厚度 $\geq 6.6\text{mm}$ 。踏板由高密度聚乙烯(HDPE)材料做成, 规格为 40cm×75mm×10mm×75mm(宽度×厚度×四周壁厚×中间肋板厚), 踏板与框架系统之间采用绑绳、不锈钢垫片、管卡及螺杆等连接件锁合紧实。踏板上表面离海面高度应 $\geq 150\text{mm}$ 。

(2) 浮筒

浮筒为高密度聚乙烯(HDPE)材质, 主要为框架系统提供浮力。规格为 100cm×50cm×50cm(长度×宽度×高度), 浮筒最小壁厚为 3mm。在支撑管上每 100cm 布置一个浮筒, 通过绑绳与支撑管固定。

(3) 铁锚

项目顺应风浪、潮流, 单个养殖单体通过锚绳与铁锚连接, 由养殖单体外侧的支撑管连接锚绳, 支撑管上采用新型材料环保浮筒提供浮力, 两端通过锚绳与铁锚连接牢固。根据筏架大小和项目海域水流速度、流向等因素, 在单个养殖单体最外侧两根支撑管上分别布置 4 个铁锚, 单个栅架式浮筏养殖架总计布置 8 个重量 75kg 的铁锚。

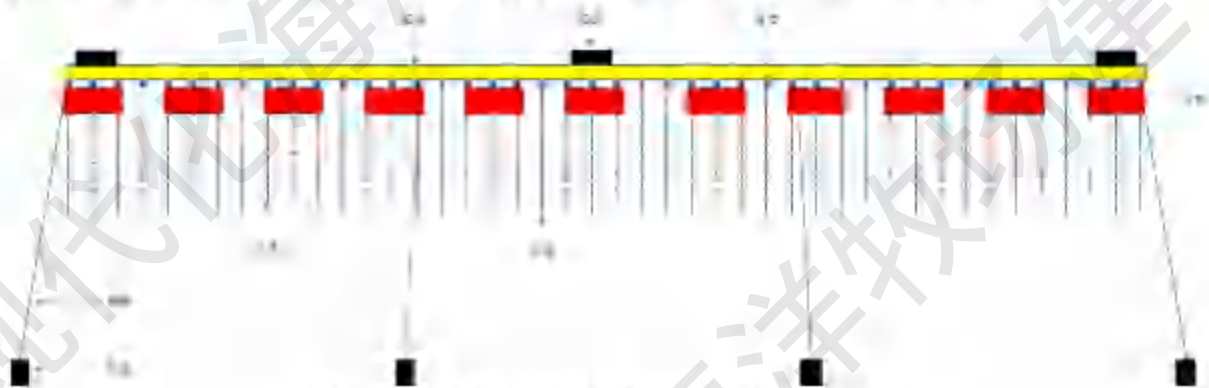


图 3.2-8 单个筏式吊养式养殖单体结构立体示意图

(4) 锚绳

锚绳为多股聚乙烯绳，直径为 30mm，长度随水深而异，潮流方向上锚绳长度要求为：最大流速 1m/s 以下海区，不低于水深的 4 倍；流速 1m/s~1.5m/s 的海区不低于水深的 5 倍；流速 1.5m/s~2m/s 的海区，不低于水深的 6 倍；流速 2/s 以上的海区，不低于水深 7 倍。本项目水深为 8~10 米，海水年均最大流速基本在 1m/s 以下，因此锚绳长度选择 40 米。锚绳方向应保持与流向平行布置，单个栅架式浮筏养殖架最外侧两根支撑管上分别布置 4 条锚绳，单个栅架式浮筏养殖架总计需要 8 条直径 30mm、长度 20m 的锚绳。

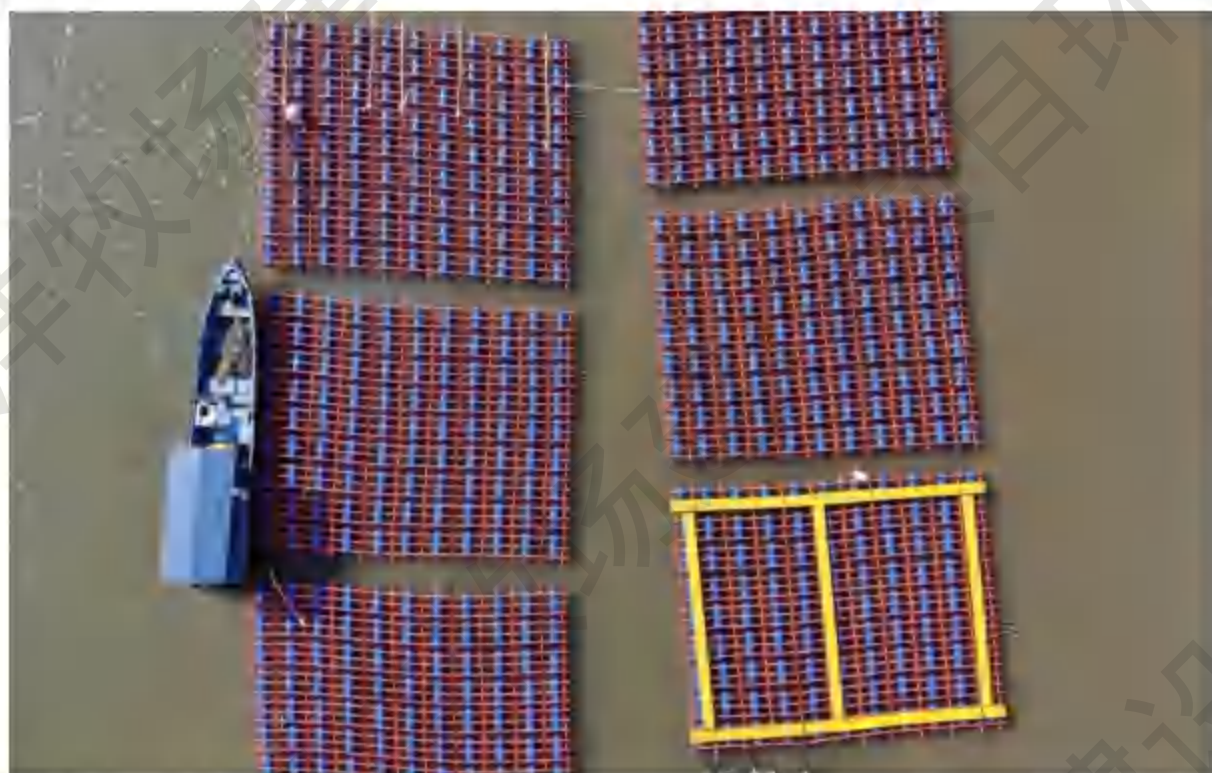


图 3.2-9 筏式养殖模式示意图 1

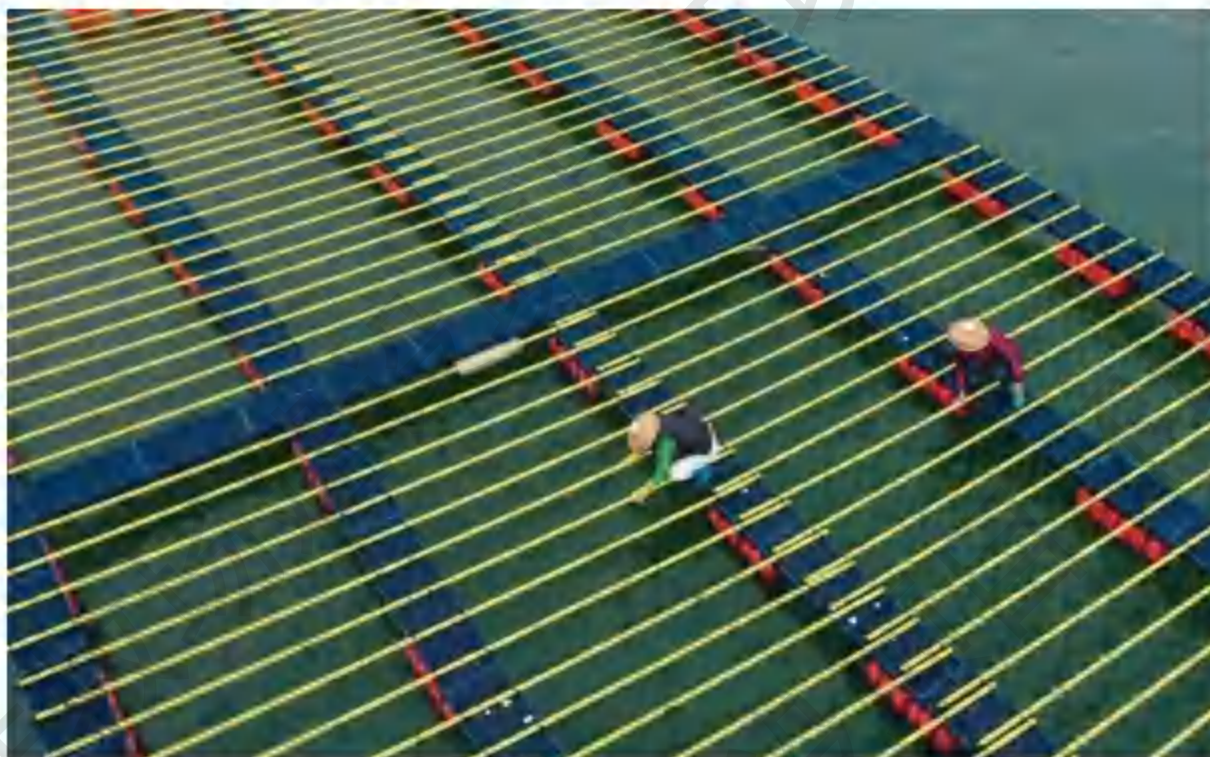


图 3.2-10 筏式养殖模式示意图 2



图 3.2-11 棚架式浮筏养殖架 1



图 3.2-12 栅架式浮筏养殖架 2

3.2.5 重力式深水网箱结构、尺度

本项目重力式网箱养殖系统是由网箱框架系统、网衣系统和锚固系统构成，依靠网箱框架系统的浮力和网衣系统下部配重砣的重力张紧网衣，保持箱体形状，并通过锚固系统固定在养殖海域的网箱。重力式网箱宜安装在海底地势平缓，底质为泥、泥沙、沙泥或细沙，海流通畅，流速 $0.5\text{m/s} \sim 1.5\text{m/s}$ ，最低潮时水深 $\geq 6\text{m}$ ，浪高 $< 3\text{m}$ 的半开放、不受淡水直接影响的海域。

根据企水海域实际海况和为保证网箱水体交换和鱼类养殖健康对水质的需要，本项目东西向布置了 9 行、南北向布置 6 列、共布置 54 个重力式网箱，每个重力式网箱占海域面积为 $170\text{m} \times 170\text{m}$ ，每个网箱养殖水体在 $4000\text{m}^3 \sim 6500\text{m}^3$ 之间，相邻两个重力式网箱框架边缘之间横向及纵向最近间距 145m ，既是为了避免锚绳相互交叉或网衣缠绕对网箱和养殖对象带来损坏，也是为了保证网箱水体交换和鱼类养殖健康对水质的需要，同时作为养殖区内部投料、养护、检查的行船通道（见图 3.2-12）。

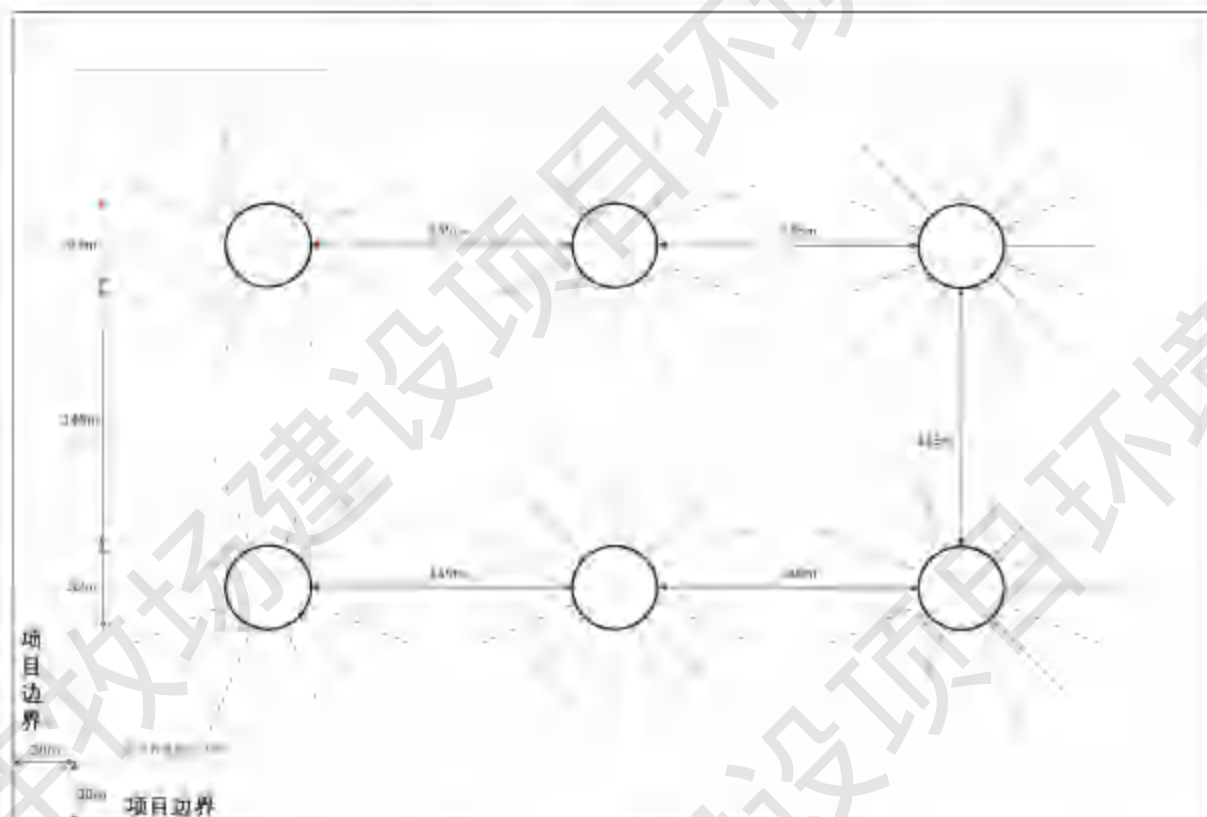


图 3.2-12 重力式网箱平面布置示意图

本项目主要采用目前较为成熟、常见的重力式网箱设备就是 HDPE 浮式 C100 重力式深水网箱，采用单口一组，每个网箱为单独锚放。网箱系统一般由①网箱框架系统、②网衣系统、③锚固系统等组成，随着技术进步，越来越多深水网箱还会配置④配套系统，包括水下洗网设备、水下自动远程投饵设备、水下监视系统、收鱼、起网设备等。在台风季节，网箱顶部加盖网盖，使网箱形成封闭状态防止鱼群逃逸。深水网箱设计抗风能力为 14 级以上，能抗击 5m 以上的大浪冲击，能有效避免台风带来的危害。本项目设计重力式网箱使用寿命在 15 年以上。

本项目重力式网箱周长 100m，网箱框架系统由 2 圈周长为 100m 的主浮管、1 圈周长为 100m 的扶手管、50 根扶手立管和 50 个工字架及相关配件组成。单个重力式网箱网衣系统中网墙高度为 4m~8m，网墙一般高出水面 0.8m，网墙顶层斜向内伸出 0.2m 防逃逸，网衣的底部沿圆周竖纲处绑系 16 个 50kg 的配重砣。单个重力式网箱锚固系统由 16 根 100m 长的锚绳、16 根 10m 长的锚链、16 个 10t 重的水泥锚、16 个 40kg 的沉石组成（见图 3.2-13），单口 HDPE 重力式网箱立体示意图见图 3.2-14 所示，单个 HDPE C100/400 重力式网箱主结构和参数见表 3.2-1 所示。



图 3.2-13 重力式网箱结构示意图

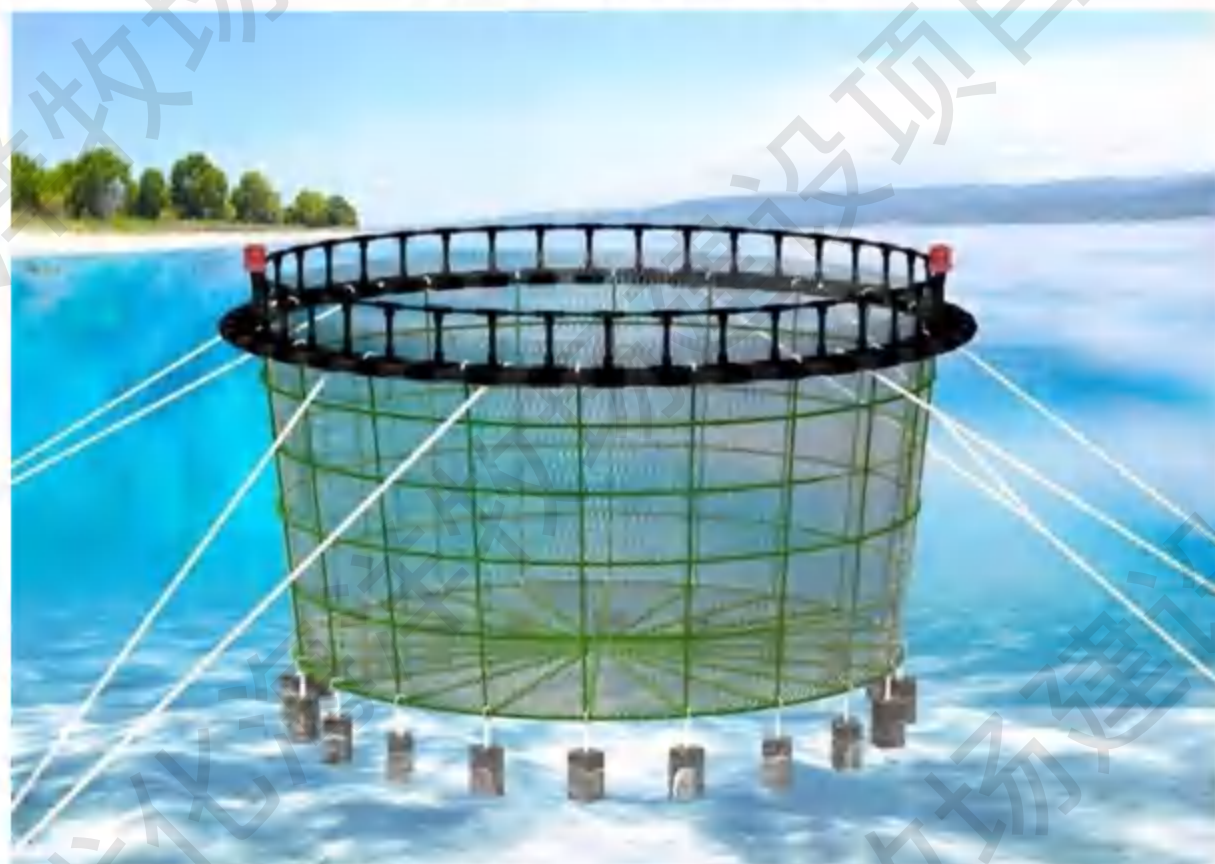


图 3.2-14 单口 HDPE 重力式网箱立体示意图

表 1.4-2 单个 HDPE C100/400 重力式网箱主结构和参数一览表

序号	项目	主要参数
1	网箱型号	HDPE C100/400
2	网箱浮管径	250mm~400mm
3	网箱周长	100m

4	网箱直径	32m
5	双浮管中心距	85cm
6	HDEP 注塑工字架	是
7	支架标距	2m
8	工字架立柱管径	125mm
9	扶手管直径	110mm
10	网衣挂钩	选配
11	浮管泡沫填充	可选、内管
12	加强链	可选、两浮管间
13	HDEP 强度	80~100
14	产品认证	ISO 9001:2000
15	浮管数量	2
16	踏板	标配、可选配
17	抗台风等级	14 级，可依设计
18	正常使用年限	15 年以上
19	养殖包围水体	4000-6500m ³

(1) 网箱框架系统

网箱框架由 HDPE 主浮管、扶手管、扶手立管、工字架、扶手管三通、隔仓、限位块、销钉等经组装而成。它是由三条圆形（下面两条较粗称为“主浮管”、上面一条较细称为“扶手管”）、中空、全封闭的聚乙烯塑料管，通过工字架连接而构成的框架，具体上可分为主浮管、扶手管、扶手立管及相关配件。扶手管为圆柱状环形空心管周长与内主浮管相同，都为 100m，用于内挂网衣与生产操作安全防护，扶手管管径外径一般为 110mm~140mm，本项目采取 140mm 管径的扶手管。主浮管为圆柱状环形空心管，管径外径一般为 250~400mm，其大小可视网箱规模而定，本项目采取 400mm。主浮管围合的环形圈数量为内外各 1 圈，周长根据不同网箱大小可分为 60m~120m 不等，本项目主要采用周长 100m 网箱。扶手立管是在内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接，扶手立管管径外径一般为 125mm~140mm，本项目采取 140mm 管径的扶手立管。工字架间距一般≤2m，本项目工字架间距取 2m。配件包括扶手管三通、隔仓、限位块、销

钉、螺栓、螺母、垫片、密封直接头、双色条形踏板等部件。扶手管三通主要用于连接扶手管和扶手立管；隔仓设计主要是为了增强网箱的结构稳定性和安全性；限位块的主要作用是限制网箱或其他部件的位置，确保它们不会移动超过设定的范围；销钉、螺栓、螺母、垫片主要用于固定网箱框架系统的各个部分，确保网箱的整体性和稳定性，主要是连接、固定的功能；密封直接头则是防止海水进入网箱框架系统的管材内部；双色条形踏板主要用于提供操作平台，便于工作人员在网箱内部进行操作和活动，重力式网箱框架系统主视图见图 3.2-15 所示，浮于水面的重力式网箱框架系统见图 3.2-16 所示。

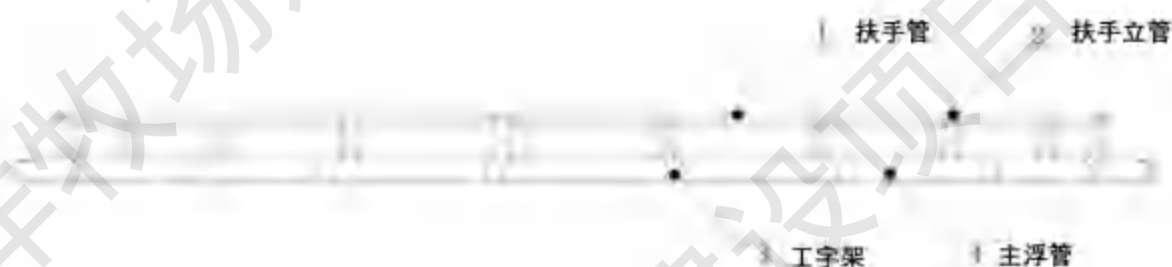


图 3.2-15 重力式网箱框架系统主视图



图 3.2-16 浮于水面的重力式网箱框架系统

(2) 网衣系统

重力式深水网箱的网衣系统主要由主体网衣、死鱼收集器、网盖等部件组成，材质通常有聚乙烯 (PE) 和尼龙 (PA) 两种。网衣用超高分子材料，网纲用直径 4mm、8mm

或 10mmPE 材料绳, 扎线用 PE12 股或 PA48 纱, 采用无结网衣。网目大小依据养殖对象及其规格而定, 以破一目不逃鱼为准, 网衣网目采用规格 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 到 $6\text{cm} \times 6\text{cm}$ 不等, 根据鱼体不同养殖期的大小调整不同网目的网衣, 鱼苗时期采用 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 网衣, 根据养殖对象生长周期和规格, 依据实际养殖情况定期更换 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 或 $6\text{cm} \times 6\text{cm}$ 网衣, 网衣使用寿命一般为一年。网衣高度一般为 $4\text{m} \sim 8\text{m}$, 网衣挂在主浮管上, 上缘系在扶手管上, 当风浪较大时, 应加上网罩, 防止养殖鱼类随着海浪冲击而逃出网箱, 网墙一般高出水面 0.8m , 网墙顶层斜向内伸出 0.2m 防跳网防逃逸, 防跳网沿扶手管架设, 并在扶手栏杆上绑缚固定。在网衣的底部沿圆周竖纲处绑系配重砣, 共 16 个, 主要作用是通过增加网箱底部的重量, 帮助稳定网箱, 防止其在强风或海流的作用下发生位移或倾覆; 最低潮位时, 底部距配重砣距离不少于 2m 。设计 4 道水平力纲和 16 道垂直力纲, 网底采用“米”字形, 预留浮力管栓绳 4m , 网口扶手管栓绳 1.5m , 网底配重砣栓绳 1.5m , 预留栓绳及力纲分布示意图见图 3.2-17 所示, 高出水面部分的网衣图见图 3.2-18 所示, 重力式网箱网衣模型图见图 3.2-19 所示。

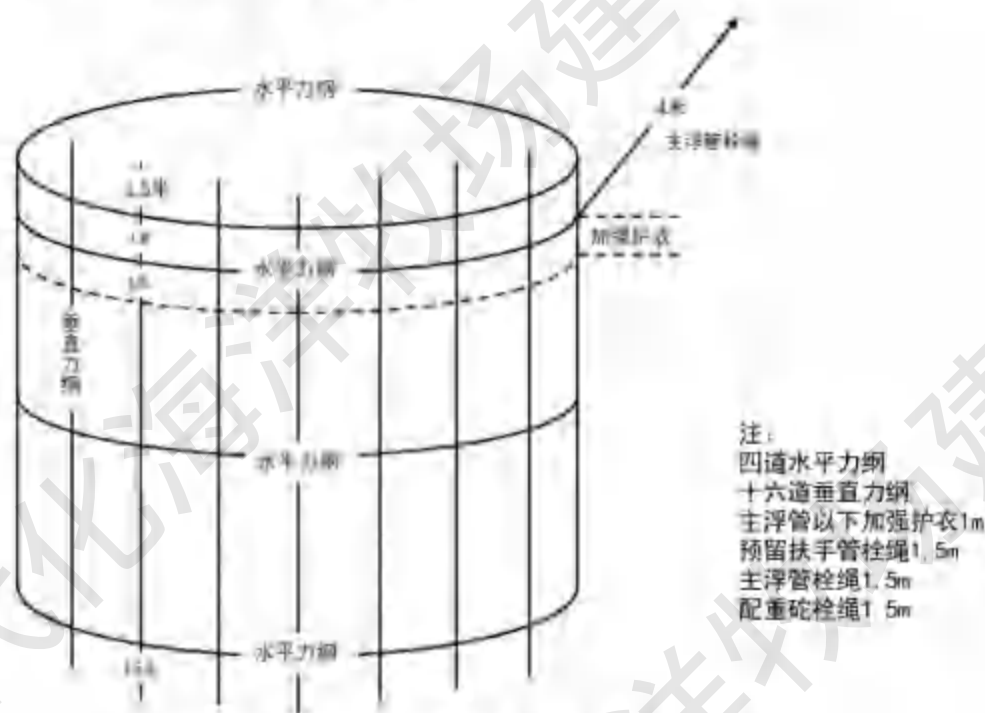


图 3.2-17 预留栓绳及力纲分布示意图



图 3.2-18 高出水面部分的网衣



图 3.2-19 重力式网箱网衣模型图

(3) 锚固系统

深水网箱的锚固系统主要由锚锭、锚链、锚绳、沉石等组成，用于固定网箱位置的结构。目前国内深水网箱锚定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。

抗风浪深水网箱的水下固定装置要根据养殖海区的海底构造，采用固定法或钢钎固定法，一般岩石底质需采用钢钎固定法，而泥沙底质采用锚固定法。根据本项目对雷州湾海域海底底质、海域沉积物调查结果和水流流速及特点，项目用海区表层沉积物为淤泥，因此本项目选用水泥墩锚作为保水网箱固定系统，采取 10t 重的水泥锚。

本项目的重力式网箱周长 100m，在安装前均制定详细的锚泊安装方案，确定每个网箱为单独锚放，网箱受力均具有相对的独立性，不易产生群体性破坏。根据实际海况，网箱布置的横向及纵向间距为 150m，既是为了避免锚绳相互交叉或网衣缠绕对网箱和养殖对象带来损坏，也是为了保证网箱水体交换和鱼类养殖健康对水质的需要，同时作为养殖区内部投料、养护、检查的行船通道。锚泊系统采用对称布置，避免锚泊受力不均导致走锚，根据本项目设计情况可知，项目布置 16 个锚位，布置 16 个 10t 重的水泥锚，每个水泥墩重 10 吨，体积为 4.37m^3 ，规格为 1.05m（上顶） $\times$ 2.1m（下底） $\times$ 1.7m（高）。

锚绳长度与海区水深比应 ≥ 4 ，在开放海域养殖，锚绳长度应该是水深的 5 倍以上，本项目区域水深 6m~8m，采用的 100 米周长重力式网箱为大规格网箱，在相同条件比小规格网箱承受更大波流力，需要更强的固定措施来保证其稳定性，因此锚绳长度取 100m，总计需要 16 根 100m 长的锚绳。锚绳的材料应为聚乙烯绳或聚丙烯绳，聚乙烯绳和聚丙烯绳为三股绳及八股绳，规格为：聚乙烯绳直径 $\geq 40\text{mm}$ ，聚丙烯绳直径 $\geq 40\text{mm}$ ，本项目采用高密度 42mm 的聚乙烯绳锚绳。各个锚位的锚绳分别与网箱框架连接，锚绳一端绑缚浮筒，并在每根锚绳上系挂一个重量 $\geq 40\text{kg}$ 的沉石，避免低潮位时锚绳浮于水面影响船只通航。每根锚绳与水泥锚之间用锚链连接，锚链主要用于保持网箱的平衡状态防止其漂移或失控，单根锚链长度 $\geq 10\text{m}$ ，锚链直径应 $\geq 20\text{mm}$ ，本项目锚链长度为 10m，单个重力式网箱总计需要 16 根 10m 长的锚链，重力式网箱锚定方式示意图见图 3.2-20 所示，HDPE C100 型重力式网箱锚定方式示意图见图 3.2-21 所示，10t 重水泥锚碇块大样图见 3.2-22 所示。

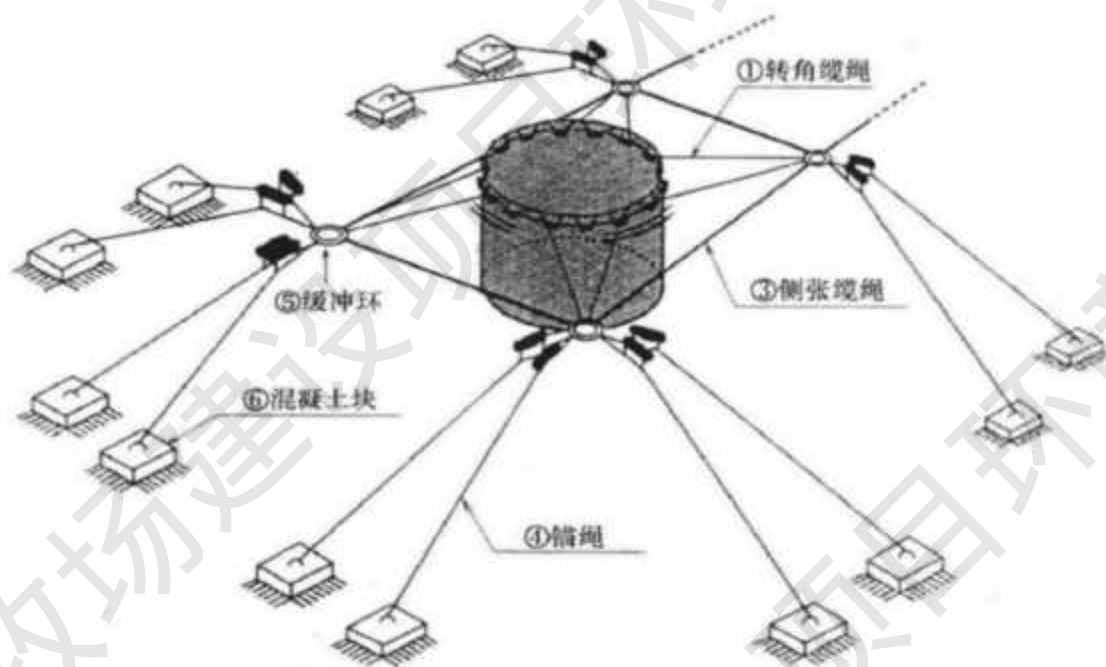


图 3.2-20 重力式网箱锚定方式示意图

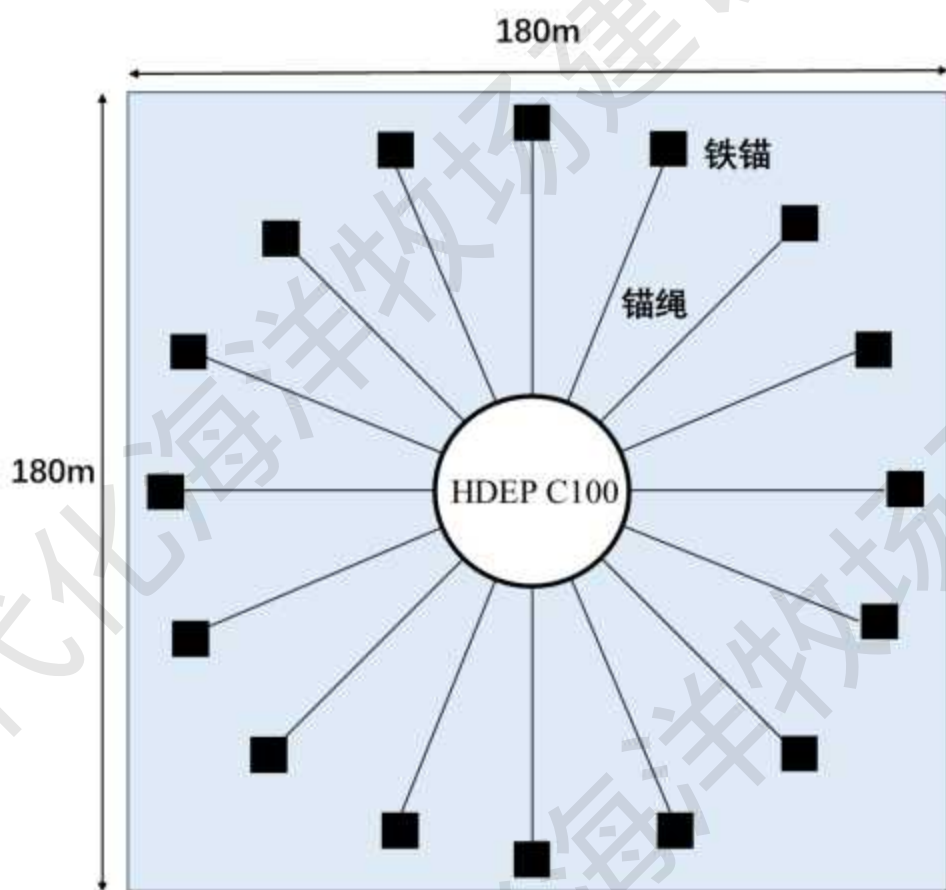


图 3.2-21 HDPE C100 型重力式网箱锚定方式示意图

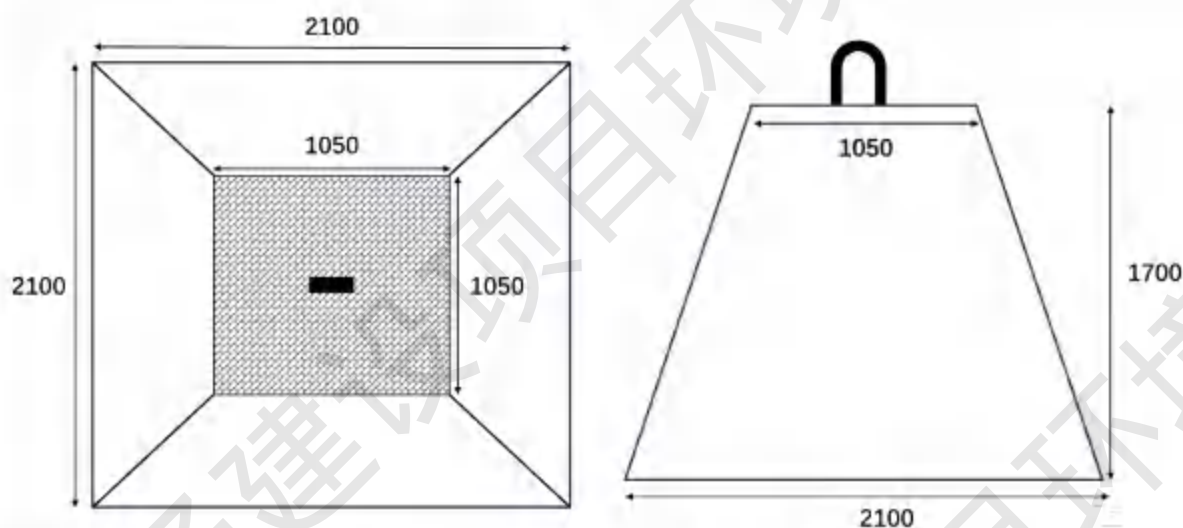


图 3.2-22 10t 重水泥锚碇块大样图

(4) 配套系统

重力式网箱的配套系统不是网箱本身系统组成部分，是作为助力深远海养殖高效、安全、健康地开展辅助系统，包括重力式网箱养殖区的水下洗网设备、水下自动远程投饵设备、水下监视系统、收鱼、起网设备等。该配套系统不是本项目的必须组成部分，可根据实际养殖需求和海域情况有选择性地进行配置。



图 3.2-23 重力式网箱养殖



图 3.2-24 重力式网箱养殖海域实景图



图 3.2-25 深水网箱下海、运输示意图



图 3.2-26 深水网箱收鱼示意图

3.3 养殖工艺和养殖技术

3.3.1 养殖品种

本项目养殖品种为湛江本地常见经济种，如金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼、三倍体牡蛎及扇贝等贝类。投放的苗种应种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形，应当经过检疫部门检疫。

深水网箱养殖区面积约 187.25 公顷，延绳式浮筏养殖区海域面积约 205.64 公顷，棚架式浮筏养殖区海域面积约 182.38 公顷；于本项目设置养殖区距离项目边界保持 30 米以上距离和养殖区内有养殖通道用海，因此实际养殖深水网箱养殖投影面积约 1.93 公顷，延绳式浮筏养殖投影面积约 29.12 公顷，棚架式浮筏养殖投影面积约 27.00 公顷。以养殖金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼等海水鱼类和三倍体牡蛎及其他贝类为例，年可产金鲳鱼等海水鱼类 2084 吨、三倍体牡蛎及扇贝等贝类 13969 吨，具体汇总如下表所示。

表 3.3-1 养殖品种、规模及产能一览表

序号	养殖品种	养殖规模 (hm ²)				产能 (t/a)
		合计	一期	二期	三期	
1	鱼类(金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼)	1.93	1.93			2084
2	三倍体牡蛎、扇贝	56.12		29.12	27.00	13969

(1) 海水鱼类

本项目重力式网箱养殖推荐品种包括：金鲳鱼、军曹鱼、石斑鱼等海水鱼类。

1) 金鲳鱼

金鲳鱼 (*Trachinotus ovatus*) 是鲈形目鲹科鲳属的暖水性中上层的大中型鱼类动物。其口小，微倾斜，前颌骨能伸缩，头体卵圆形，侧扁，长约为高的两倍以上，鳞片退化，细小，体银白泛金黄色，各鳍金黄色。金鲳鱼耐低温的能力不强，在咸淡水中都可生活，对盐度适应性广。金鲳鱼无肌间刺，肉质细嫩、味道鲜美，含有丰富的蛋白质、碳水化合物、不饱和脂肪酸以及微量元素等多种营养成分，历来被列为名贵食用鱼类。



图 3.3-1 金鲳鱼

根据广东省地方标准《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》(DB4408/T 16-2022), 深水网箱养殖的鱼种需从具有水产苗种生产许可证的苗种场购进, 要求鱼种种质优良、体格健康、规格整齐、无病无伤、无畸形, 鱼种规格一般为体长 5-8cm, 且需经过当地检疫部门检疫, 需检疫合格。

养殖品种的养殖环境需求适宜性:

金鲳鱼的养殖环境需求主要包括适宜的海区选择、水质条件、网箱设置、饲料投喂以及日常管理。

①海区选择: 金鲳鱼养殖的海区应选择在有一定挡风屏障或风浪相对较小的区域, 不受内港淡水和污染源的影响, 水质清爽, 环境相对稳定。如果为深水网箱, 可以设置在水深 20 米以上的海区, 保证在最低潮时, 网箱底到海底的距离至少应在 2m 以上。

②水质条件: 金鲳鱼养殖海区的水质应满足盐度 20~30, 水温 18℃~32℃, 酸碱度 7~9, 溶解氧 5 毫克/升以上。

③网箱设置: 养殖金鲳鱼的网箱一般由聚乙烯材料制成的网线编结而成, 网箱规格可以根据鱼苗的大小及实际情况调整, 随着深海网箱的普及应用, 金鲳鱼也适用于直径达 20 米以上由高强度聚乙烯 (PE) 制成的深水网箱进行养殖。

本项目网箱为弧形重力式网箱结构, 使用超高分子量聚乙烯材质。网衣规格可根据不同的养殖品种和养殖鱼类规格选择合适的网目, 养殖过程中也可根据需求成片更换网衣。

④饲料投喂: 根据金鲳鱼各生长阶段的营养需求与生活习性, 科学配方与加工工艺制成的, 具有营养全面、质量稳定、诱食性好等特点, 能够满足金鲳鱼的健康、快速生

长需要。本项目在养殖生产中采用少量多次的投喂方式，并根据养殖密度，科学合理地优化饵料营养结构和配比，采用科学投喂方式，这样不仅能够保证金鲳鱼快速增长，还能够保持有较好的均匀度。

⑤日常管理：网箱下海一段时间后，有污损生物附着在网箱上，要及时清除。要经常检查网箱，严防逃走漏，注意鱼情、水情及病害发生。

本项目在养殖过程中每隔 15-20 天测量一次鱼体的生长情况，以便掌握饵料的投喂适量，同时检查鱼体是否有伤。在夏季高温期，还需做好水质及温度的调节，给予金鲳鱼一个合适的生长环境。

2) 军曹鱼

军曹鱼 (*Rachycentron canadum*) 又名锡腊白、海干草、海丽鱼、海鲷，是鲈形目军曹鱼科军曹鱼属中上层洄游鱼类。身体延长，略呈圆柱状，稍侧扁，头平扁，下颌稍长于上颌，身体背部深褐色，腹部浅灰色。其栖息于泥沙、碎石、岩礁底质海域及珊瑚礁周围。军曹鱼肉质细嫩，味道鲜美，肌肉中氨基酸和多不饱和脂肪酸含量丰富，微量元素组成全面，具有较高的营养价值和药用价值。



图 3.3-2 军曹鱼

根据广东省地方标准《军曹鱼网箱养殖技术规范》(DB44/T 2380-2022)，深水网箱养殖的鱼种需从具有水产苗种生产许可证的苗种场购进，要求鱼种体质健壮、规格整齐、无病、无伤、无畸形的苗种，鱼种规格一般为 500g/尾~1500 g/尾。且需经过当地检疫部门检疫，需检疫合格。

养殖品种的养殖环境需求适宜性：

军曹鱼的养殖环境需求主要包括适宜的海区选择、水质条件、网箱设置、饲料投喂以及日常管理。

①海区选择：

宜选择有岛礁屏障的海域，海底地势平缓，底质为泥沙质的海区，选择浮式网箱要求水深 $\geq 12\text{ m}$ ，升降式网箱要求水深 $\geq 20\text{ m}$ 。潮流通畅，海区流速小于 1.0 m/s ，流向平直而稳定，网箱内流速小于 0.8 m/s 。周围无直接工业“三废”及农业、生活等污染源。养殖海区环境条件应符合 NY5362 的规定和广东省深水网箱养殖布局规划。

②水质条件：军曹鱼养殖海区的水质应符合 NY 5362 的规定：水温介于 $18^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ 之间；盐度范围为 $15\sim 35$ ；透明度 0.5 m 以上；pH 值范围 $7.5\sim 8.5$ ；溶解氧 $\geq 5\text{ mg/L}$ 。

③网箱设置：应根据网箱大小以及潮流和风浪的不同，可以单个网箱单独固定，或多个网箱组成网箱养殖区，网箱排列应与潮流相适应，网箱组与组之间，应留 30 m 以上的间距作为养殖区主通道。网箱养殖区的养殖面积不应超过可养殖海区面积的 15% 。

本项目网箱为弧形重力式网箱结构，使用超高分子量聚乙烯材质。网衣规格可根据不同的养殖品种和养殖鱼类规格选择合适的网目，养殖过程中也可根据需求成片更换网衣。

④饲料投喂：根据军曹鱼各生长阶段的营养需求与生活习性，宜采用新鲜小杂鱼和软颗粒饲料，符合 GB13078 的要求。

⑤日常管理：网箱下海一段时间后，有污损生物附着在网箱上，要及时清除。要经常检查网箱，严防逃走漏，注意鱼情、水情及病害发生。

3) 石斑鱼

石斑鱼 (Epinephelinae) 是石斑鱼亚科鱼类的泛称，属于鲈形目鮨科。其体长椭圆形稍侧扁，口大，具辅上颌骨，牙细尖，有的扩大成犬牙，体被小栉鳞，有时常埋于皮下，背鳍和臀鳍发达，尾鳍圆形或凹形，体色变异甚多，常呈褐色或红色，并具条纹和斑点。石斑鱼多栖息于热带及温带海洋，喜欢生活在沿岸岛屿附近的岩礁、砂砾、珊瑚礁底质的海区。石斑鱼为肉食性凶猛鱼类，以突袭方式捕食底栖甲壳类、各种小型鱼类和头足类。石斑鱼肉质细嫩洁白，类似鸡肉，素有“海鸡肉”之称。



图 3.3-3 石斑鱼

养殖品种的养殖环境需求适宜性:

石斑鱼的营养价值高,具有口感鲜美,富含高蛋白、高多不饱和脂肪酸(PUFA),必需氨基酸含量高等特点,是优质的食用鱼类,具有较高的食用价值与保健功用。石斑鱼常栖息于沿海各地岛屿岩礁附近。一般不结成大群。性凶猛,是肉食性鱼类,有互相残食现象,尤其在稚、幼鱼阶段,个体小的常被个体大的吞食;食物以虾、蟹等甲壳类为主。

石斑鱼体长椭圆形;头较大,大于体高,标准体长为体高之 2.7~3.3 倍。石斑鱼为海产名贵鱼类之一,肉细嫩,味鲜美,中国出产的石斑鱼除在国内鲜销外主要供出口,不仅畅销而且售价甚高,已成为一项创汇渔业。石斑鱼常栖息于珊瑚礁石砾底质、海水流畅的海区较多,喜栖息在光线较弱的区域,栖息水层随着水温的升降而有深浅的变化,春、夏、秋分布在 10m~30m 深处,盛夏在 2m~3m 处也有分布,秋冬季节水温下降,迁移到较深水域,一般幼鱼栖息的水层比成鱼浅,高龄鱼则较少移动。石斑鱼是广盐性鱼类,在盐度 11~41 的海水中都可以生存,最适盐度在 30 左右。

石斑鱼是肉食性鱼类,有互相残食现象,尤其在稚、幼鱼阶段,个体小的常被个体大的吞食;食物以虾、蟹等甲壳类为主,鱼类和软体动物次之,并随着个体的生长,食性不断转变,在自然海区中,幼鱼常以麦秆虫、虫戎等小型甲壳类为食,幼鱼到成鱼期,过渡到以虾、蟹、鱼类、头足类等为主食,同时石斑鱼属非洄游性鱼类,它的摄食种类在不同的栖息场所存在差异;石斑鱼一年摄食周期有两个高峰,第一个高峰出现在春季的 5 月,第二个高峰出现在秋季的 8 月以后。石斑鱼适宜水温为 22℃~30℃,在此水温下,该鱼最活跃,摄食量大,生长快,水温下降到 19℃以下时,摄食量明显减少,生长

速度减慢,活动情况随着水温的下降而减弱,在室内水池越冬时还观察到,水温降到 10°C 以下该鱼再不捕食死饵,但对活的甲壳类仍能选食,当水温下降到 7.5°C 以下时,石斑鱼停止摄食。处于静止状态,水温低于 5.5°C 或高于 35°C 时,出现死亡。石斑鱼耗氧量较高,在溶解氧含量为 5 毫克/升以上时,生长较快,低于 3.5 毫克/升时,容易缺氧死亡。石斑鱼亲鱼适合产卵的水温为 23.2°C ~ 23.4°C ,盐度 20~34‰,产卵期在 6、7 月份,通常在傍晚 6 到 8 时进行产卵,为分批多次产卵型,受精卵约在 27 小时后孵化成仔鱼。

(2) 海水贝类

本项目海水贝类推荐品种包括:三倍体牡蛎、扇贝等。

1) 三倍体牡蛎

三倍体牡蛎是为数不多的由人工诱导多倍体成功并实现产业化的水产品种,生长速度较二倍体普遍提高 30~80%,具有抗病、抗逆性强,存活率高,对环境污染小等优点,难以进行减数分裂形成配子,常不育,繁殖季节也能保持好的肉质,可全年上市。

三倍体牡蛎生长速度高于二倍体,单个重量在 100~300 克,其个体比二倍体增加 38% 以上,肉重增加 60% 以上,使养殖业户达到增产增收的效果。它不但个体大(是普通牡蛎的 2~3 倍),产于无污染的深水海湾,而且还富含糖原、氨基酸、牛磺酸等活性元素,是一种天然的具有食补作用的海洋珍品。经科学测定:在牡蛎中脂肪和胆固醇含量不仅很低,而且还富含很多不饱和脂肪酸、无机盐和钙、锌等微量元素,其中锌和硒元素含量居海产品之首,若食用 10~20 克牡蛎肉就能满足我国营养学会推荐的锌、硒的日需求量。牡蛎中含有十种人体所必需的氨基酸,其中它的糖原是人细胞新陈代谢的能源,牛磺酸可以调解人体机能,是促进小儿大脑发育的活性物质。牡蛎还具有补肾、益血、养颜等作用。而且可适用于多种烹调方式,如烧、炒、炖、蒸、煮、炸、白灼等。因此,三倍体牡蛎是一种老少皆宜的绿色食品。



图 3.3-4 三倍体牡蛎

2) 扇贝

贝是珍珠贝目海扇蛤科的软体动物。贝壳较大，近圆形；背缘直；壳顶近背缘中部；前后具耳，多数种前后两耳不等；一般右壳前耳下方具有足丝孔，其腹缘具数枚小栉齿；贝壳表面常有各种形状的放射肋，肋上具有鳞片或小棘；生长纹细密而规则。壳色多种多样；贝壳内面色浅而略具光泽，常有与壳表对应的内肋，肌痕较明显；内韧带褐色，位于三角形的韧带槽中。外套缘厚，有发达的外套眼和触手，无水管。扇贝肉味鲜美，营养丰富，闭壳肌肥大，经加工干制后，称为“干贝”或“带子”，是名贵的海珍品。贝壳美丽，丰富多彩，可供观赏或做装饰品，是雕刻工艺的原材料。有的种已成为药物研究开发的重要对象。扇贝又称海扇蛤，贝壳多呈圆盘或圆扇形；壳顶前后方有耳，两耳相等或不等，多数右壳前耳下方有明显的足丝孔和细栉齿。壳面具放射肋或同心片状雕刻。扇贝种类繁多，我国沿海已发现 50 余种。其中，最常见的重要经济扇贝品种主要包括栉孔扇贝（*Chlamys farreri*）、海湾扇贝（*Argopecten irradians*）、虾夷扇贝（*Patinopecten yessoensis*）和华贵栉孔扇贝（*Chlamys nobilis*）。扇贝长期以来是我国海水养殖的重要品种之一。我国扇贝产量主要来源于养殖，捕捞产量极少。



图 3.3-5 扇贝

3.3.2 浮球和筏架等筏式养殖工艺

(1) 苗种投放

苗种选择：选择有《水产苗种生产许可证》的育苗场的苗种，壳长不小于 2.0cm，投苗苗种规格一般为 2.0cm~6.0cm，质量应符合 SC/T2027 的规定。

苗种运输：宜采用制冷厢式货车运输，车厢内温度控制在 14℃~15℃，底部铺设木质隔板，将装有苗种的网袋直接铺放在隔板上，或将网袋装入带孔塑料周转箱堆放于隔板上，苗堆顶端距排风口的距离不小于 40cm。运输时间不超过 5h 时，可采用非制冷厢式货车运输。

苗种投放密度：根据《现代化海洋牧场生态养殖工作指引（试行）》（粤农农函〔2023〕915 号），贝藻类筏式实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的 60%。苗种投放的密度与苗种的大小以及笼具的大小有关，一般为规格小的苗种投放密度高，反之，规格大的苗种则投放密度要降低。

苗种播种方法：三倍体牡蛎、珍珠贝等贝类主要采用吊养方式养殖，直接将苗种放入贝壳或其他类型的载体内，再将载体吊养于筏架上。

①吊笼养殖：苗种运回后，集中吊养在海上适应和恢复 5 日~7 日，再分苗装笼。投苗苗种规格一般为 2.0cm~6.0cm，当苗种壳长为 2.0cm~4.0cm，网笼网目宜为 0.8cm~1.0cm，投苗量宜为 50 粒~80 粒/层，网笼间距不小于 1.5m；当苗种壳长为 4.0cm~6.0cm，网笼网目宜为 2.0cm~2.5cm，投苗量宜为 30 粒~50 粒/层，网笼间距不小于 1.5m。网笼顶端距水面 1m~5m，日常根据风浪和涌浪大小适当调整水层。在高温期，根据水深适当下降水层至 2m~8m。根据苗种生长情况和网笼污损程度，及时分苗倒笼，

避免在夏季高温期进行。根据苗种生长情况和网笼污损程度,及时分苗倒笼,避免在夏季高温期进行。

②吊绳养殖:苗绳的长度可根据设置浮筏的海区深度而定,一般3~4m。采苗器清洗干净后,用0.5%~1%的氢氧化钠溶液或2%的漂白粉(含氯量35%)溶液浸泡24h,再用砂滤海水冲洗干净待用。将附有10~20个贝壳的贝壳附在苗绳间,每片贝壳的间距20~30cm,牡蛎长到一定大小时互相挤插形成朵后,可较牢地固定在采苗器上,将采苗时的贝壳串采苗器拆开,重新把各个采苗器的间距扩大到20cm,串在吊苗绳上。养殖绳制成后,即可垂挂在浮筏上。苗绳上的第一个采苗器在水面下约20cm,各串苗绳之间的距离应大于50cm。

(2) 日常管理

①养殖管理:每3日~5日定期巡查一次,随着贝类的生长,应适时增加浮漂。养殖海域中的饵料、盐度、温度等环境因子对于牡蛎生长具有重要影响,根据水温变化,可以适当调整吊苗绳的高度;在赤潮高发季节,需要密切关注养殖海区的藻类组成情况,及时采取应对措施。捕捉清除肉食性腹足类及甲壳类,定期洗刷附着生物等;随着贝类生长应及时分苗,降低养殖密度;掌握海区中牡蛎、贻贝、藤壶等污损生物的附着时间和附着水层,及时下调养殖水层,并尽量避开附着物高峰期进行倒笼、海上冲洗网笼等生产操作,以减少敌害生物的附着,增加养殖网笼的透水性;附着生物大量繁殖季节,可以适当增加吊养水层,注意清除海螺、螃蟹、海星等敌害生物。当毗连或养殖海区发生有害赤潮、溢油、台风或者其它污染事件时,应该及时采取有力措施(收获或移到其他没有污染的海区),避免牡蛎受到污染和损失;牡蛎的代谢速率较高,对于水体中的溶解氧含量需求较高,需要对养殖区的溶解氧进行监测。

②安全管理:养殖期间应注意天气的变化,强风来临前,应注意浮筏的浮力不要过大,可采取减漂或调整浮漂(浮子)的系绳长度使浮筏适度下沉等办法对浮筏进行防护。强风过后,要及时检查,修整受损设施。在台风季节,加固养殖设施,降低生产风险。当台风过后,要及时抢救,扶植被埋没的锚碇器材,能回收利用尽量回收利用,若不能回收利用固废交由环卫部门处理,筏架拆除回收工艺与投放工艺基本相反。要求有专业的员工负责水上操作,员工应有良好的游泳技能,水上操作时应穿救生衣等防护服。潜水人员应具备相关技能。员工应熟练掌握救生设施的使用和突发事件的自救方法。从不

同渠道获取天气信息，根据天气情况采取相应的安全措施，在风暴潮或洪水来临之前应撤离。

③收获管理：三倍体牡蛎出肉率不小于 15%即可收获，可与二倍体牡蛎错峰上市，其他贝类。收获时，根据养殖品种的具体情况，控制采捕数量、采捕规格，确保资源可持续利用。收获工具不应对养殖水产品造成伤害，并保持工具的清洁卫生，防止二次污染及时清除病死养殖水产品，使其不混入收获产品中，由专门作业船舶进行采摘收货。

结合养殖产品上市时间和收获期，以及产品生长品质情况，确定采摘和方案。推动牡蛎打捞技术装备创新，提高采收效率；推动海水养殖实现机械化作业和管理。将吊养在海里的牡蛎等吊养贝类打捞到船上，然后运到码头边进行分拣、清洗、包装和过秤。这个过程需要确保牡蛎的完整性和清洁度，以便后续的销售和加工采收后的牡蛎需要迅速进行处理，包括清洗、分级和包装。

3.3.3 重力式网箱养殖工艺

(1) 鱼苗投放

需制订运输计划：运输密度视鱼种规格而定，体重 1.3g~1.7g 的小规格鱼种一般采用充气+纯氧的敞口容器汽车和充气运输船结合运输模式，充气+纯氧的敞口容器汽车运输密度宜为 $2.0 \times 10^4 \text{ ind/m}^3$ ；充气运输船的运输密度宜为 650 ind/m^3 。大规格鱼种宜采用活水船运输，运输密度约为 500 ind/m^3 。

放养规格和密度：根据《军曹鱼深水网箱养殖技术规程》(DB 44/T 2380-2022)、《卵形鲳抗风浪深水网箱养殖技术》(DB 46/T 195-2010)、《抗风浪深水网箱养殖技术规程》(DB 46/T 131-2008)、《军曹鱼深水网箱养殖技术规程》(DB 46/T 170-2009)，网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 15%；根据《现代化海洋牧场生态养殖工作指引(试行)》(粤农农函〔2023〕915号)，重力式深水网箱实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的 10%；根据《卵形鲳养殖技术规程深水网箱养殖》(DB 4408/T 16-2022)，网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%。网箱养殖区连续养殖 3 年后宜休养 1 年以上。本项目重力式深水网箱养殖区总面积为 83.70 公顷，养殖区内共布置 24 个 HDPE C100 型重力式网箱，根据湛江市最新的养殖密度要求 (DB 4408/T 16-2022)，重力式网箱养殖区最大可设置深水网箱面积为 4.185 公顷 (根据 5% 的养殖密度管控要求)。本项目重力式网箱总面积为 1.93 公顷，满足密度的要求。

鱼种必须从具有水产苗种生产许可证的苗场购进，要求鱼种体格健壮、规格整齐、无病无伤、无畸形。外购鱼种应经过当地有关检疫部门检疫，需检疫合格。鱼种体重 1.3g 以上，体色正常，鳍条、鳞被完整，活动有力，反应灵敏，体质健壮，规格整齐，无畸形，无明显外伤，伤残率 $\leq 2\%$ 。鱼种放养前，用消毒液消毒处理。

放养密度应根据海水水质环境条件、养殖技术和日常管理水平、饲料来源及产量和规格等情况来决定。一般当人工孵化的金鲳鱼鱼苗在标粗至 8~10 厘米左右进行投放，根据水源、水质和水流条件，鱼种体重 1.3g~1.7g 时，投放 $120 \text{ ind}/\text{m}^3$ ~ $160 \text{ ind}/\text{m}^3$ ；鱼种体重在 100g 以上时投放 $40 \text{ ind}/\text{m}^3$ ；大约 10 厘米长的鱼苗可以放在 $40 \text{ ind}/\text{m}^3$ ~ $50 \text{ ind}/\text{m}^3$ 的水中。军曹鱼苗种放养规格为 $500\text{g}/\text{ind}$ ~ $1500\text{g}/\text{ind}$ ，放养密度为 $5 \text{ ind}/\text{m}^3$ ~ $10 \text{ ind}/\text{m}^3$ 。鱼种的放养宜选择潮流平缓时投放鱼种，大潮开始 2 日~3 日期间不宜放苗。

(2) 日常管理

①投喂管理：根据鱼体大小确定饲料粒径，鱼体重 1.3g~2g，一般投喂专用幼鱼开口料；鱼体重 2g~40g，选用饲料粒径为 1.0mm；鱼体重 40g~80g，选用饲料粒径为 1.5mm；鱼体重 80g~125g，选用饲料粒径为 2mm；鱼体重 125g~175g，选用饲料粒径为 2.5mm；鱼体重 175g~225g，选用饲料粒径为 3.0mm；鱼体重 225g 以上，选用饲料粒径为 4.0mm；改用饲料期间，两种饲料合并投喂几天为宜。养殖前期（体重 $<150\text{g}/\text{ind}$ ）宜使用粗蛋白含量 43%~45%的海水鱼幼鱼配合饲料，养殖中后期（体重 $>150\text{g}/\text{ind}$ ）宜使用粗蛋白含量 40%~42%的海水鱼配合饲料。投喂时间选择在平潮潮流缓慢期间，放养即可喂食，鱼体重 80g 以下日投喂 3 次~4 次，鱼体重 80g 以上日投喂 2 次~3 次，根据水温、水质、天气、鱼的摄食情况灵活掌握。养殖前期（体重 $<150\text{g}/\text{ind}$ ）日投喂量为鱼体总重的 5%~6%；养殖中后期（体重 $>150\text{g}/\text{ind}$ ）日投喂量为鱼体总重的 2%~3%。早晨投喂日总投喂量的 30%~40%，中午投喂 20%~30%（如果水温过高，中午可不投喂），傍晚投喂 30%~40%。投喂量视天气、季节而定，高温、大雨、盐度太低等情况应适当少投或不投。

②网衣换洗管理：根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，宜 3~6 个月换一次洗网。根据网箱上附着生物量及鱼类驯养情况，一般 1 年换网一次，换网时用吊机把旧网囊拉至水深 2m~3m 处，把新网囊套在旧网囊外面，挂在网箱框架上，然后把旧网囊解开，慢慢驱赶鱼群进入新网囊，最后把旧网囊卸下。网衣清洗委托第三方单位处置，不在本项目评价范围内。

③分箱管理：当网箱内鱼体总量超过网箱的单位养殖容量时，应根据鱼体生长和个体差异进行分箱、分级。鱼种在小网箱养殖，宜15日分疏一次，将规格相近的鱼种分在同一网箱，分疏2次~3次可以移入大网箱养殖。网箱内养殖鱼的总重量，一般不超过 10kg/m^3 。

④安全管理：在养殖区安装警示性标志和灯具。台风来临之前检查和调整锚索的拉力，并加固网箱的拉绳和固定绳，在网箱上加盖网，尽量清除网箱框架上的暴露物，养殖人员撤离养殖区。台风过后应及时检查网箱损坏程度并及时修复。养殖区的生活垃圾、废弃物等不得直接丢弃养殖区，集中收集后运到陆地按规定处理。防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害。病鱼、死鱼及时捞出并做消毒处理后运到陆地按规定处理。

⑤日常管理：建立养殖日志及做好生产记录，内容包括但不限于：苗种的来源、规格、数量、健康状况和检疫情况等；记录天气、风浪、水温、盐度、pH值和溶解氧等环境因子（一般每天早、中、晚都应该测量水温、气温，每周应该测1次pH值，测2次透明度）；投饵种类、数量；鱼的活动、摄食、病害防治、病鱼数、死鱼数等健康状况，每10日~20日随机取样测量体长和体重；网箱完好情况和平台安全程度；收获时间、数量和销售等。

⑥网箱维护与回收管理：重力式网箱的维护以网箱和网衣的附着生物清理和清洗、网箱锚固系统的检查维修等为主。根据网箱上附着生物量数量多少及鱼类养殖生长情况，换网时先把旧网囊拉至水深2m~3m处，把新网囊套在旧网囊外面，挂在网箱框架上，然后把旧网囊解开，慢慢驱赶鱼群进入新网囊，最后把旧网囊卸下。换网时防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。清洗网箱时首先将其消空，卸下配重砣和网囊分别进行清洗，网衣的清洗是将网囊拉上岸基或海上管理平台，洗刷并平铺晒干，然后用橡胶锤敲打网衣上的附着物，或用高压水枪直接冲洗，晒干后留待下次使用。网箱锚固系统维护主要是检查绳和连接环扣、水泥墩等连接部件是否松动，绳索的受损情况等。一般易出现的情况是与环连接的绳子磨断，连接绳子和环的卸扣脱落等。检查时间间隔为6个月。维修操作一般为解开从锚定系统引出并缚在网箱上的绳索，提起网衣上的重物，提起网衣，用工作船舶将网箱拖至码头，进行维护处理。

⑦病害防控管理：鱼病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒，苗种投放前可以应该用淡水或每升0.1mg高锰酸钾的溶液浸洗鱼体

10~15分钟。本项目采取“预防为主”的鱼病防治措施，在投放前进行鱼苗的检验检疫，养殖过程中不再海域进行大面积投药治疗。病死鱼上岸后，委托第三方进行病死鱼无害化处置，禁止直接排入海域。

⑧收获管理：当鱼体达到商品规格时，经检测合格后，即可收获，起捕前停饵1日~2日。冰鲜鱼宜使用运输船加冰运输，活鲜鱼使用活水船运输。

3.3.4 养殖密度分析

目前我国网箱养殖没有国家级标准或者规范，主要为广东省编制的《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）。本报告可养数量和容量计算参照广东省编制的《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）执行。在严格执行《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）中关于养殖容量的规定时，则不会对养殖海域的海水水质、沉积物和生态环境造成大的不良影响。

根据《广东省农业农村厅关于印发〈现代化海洋牧场生态健康养殖工作指引（试行）〉的通知》（粤农农函〔2023〕915号），近岸普通网箱实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的5%，重力式深水网箱、桁架类深水网箱及养殖平台实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的10%，贝藻类式实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的60%。生态健康养殖对象的养殖容量确定应综合考虑自然种群特征、环境承载力、养殖产量限制、生态功能和经济效益等要素，科学确定养殖品种和容量，鱼类网箱养殖容量不宜超过 $20\text{kg}/\text{m}^3$ ，贝藻类筏式养殖容量不超过 $60000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

根据《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）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%”，养殖水域可养数量及容量计算见下表所示。

本项目申请养殖用海面积为662.9645公顷，该面积属于建设单位可养殖用海面积，本项目实际养殖按照网箱养殖投影面积计算，本项目拟建设24个C100重力式网箱，重力式网箱直径为30m，则24个重力式网箱养殖面积约83.70公顷；则本项目实际养殖面积约1.93公顷。由表可知，本项目用海规划设置的网箱数量在可养网箱数之内，满足《深水网箱养殖技术规范》要求，可使养殖水域保持相对可行的自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制指标。

表3.3-2 养殖区的养殖面积占可养殖区面积情况

序号	养殖类型	规划养殖水域面积 (公顷)	可养殖水域面积 (公顷)	实际养殖水域面积 (公顷)	实际投放占比 (%)	实际养殖区的养殖面积占规划养殖区面积的比例 (%)
1	网箱养殖	662.9645	83.7	1.93	2.31	0.29
2	筏式养殖		388.02	56.12	14.46	8.47

注：实际投放占比=实际布置养殖面积/可养殖面积 $\times 100\%$ 。

表 3.3-3 筏式养殖容量情况一览表

养殖类型	可养殖海域面积 (hm ²)	养殖产量 (t/a)	养殖容量 (kg/hm ²)
筏式养殖	388.02	13969	36000.7

表 3.3-4 网箱养殖容量情况一览表

养殖类型	养殖水体 (m ³)	养殖品种	养殖数量 (尾)	养殖重量 (kg)	养殖容量 (kg/m ³)
网箱养殖	5000	金鲳鱼	40000	35000	7.00
		石斑鱼	20000	70000	14.0
		军曹鱼	15000	49000	9.80

注：网箱养殖容量按单个养殖网箱计算；养殖重量按成鱼考虑。

由表可知，项目重力式深水网箱及养殖平台实际养殖投影面积占养殖用海的比例不超过 5%，贝藻类筏式实际养殖投影面积占养殖用海的比例不超过 60%；鱼类网箱养殖容量不超过 20kg/m³，贝藻类筏式养殖容量不超过 60000kg/hm²，满足《广东省农业农村厅关于印发〈现代化海洋牧场生态健康养殖工作指引(试行)〉的通知》（粤农农函〔2023〕915 号）和《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）要求。

3.3.5 加强水质产品监测

应根据养殖品种的生长与季节变化情况及时调整养殖水层和更换养殖器材。应制定水质采样计划，应至少包括：采集微生物水样以及对日常温度和盐度等进行监控的计划。应制定养殖水产品采样计划，定期、有针对性地对养殖产品进行检测，送至有资质的检测机构进行检测。

3.3.6 灾害防控管理

应制定灾害应急方案以应对赤潮、水华、富营养化、不明原因疾病、污染、风暴潮等突发事件。应以书面的形式确定灾害的防控方案，建立灾情通报制度。应以书面的形式确定养殖水产品病害的防控方案，建立疫病疫情通报制度。

3.3.7 病害防控管理

应加强养殖海域病害防控管理和监测，加强养殖设施设备消毒、防疫、病原监测等措施，特别关注微孢子虫寄生、弧菌病、牛普吸虫病、六鞭毛虫病等病害管理和防控。

3.4 项目主要施工工艺和方法

3.4.1 施工条件

①设备设施：本项目所需重力式网箱、网衣、锚绳、筏架、浮球等设备设施均可在湛江当地完成采购。

②施工地点：重力式网箱框架、延绳浮球和筏架等配套设施先在附近码头安装好后，通过拖船拖拽或是驳船运输至项目区，项目区附近码头有企水渔港或江洪渔港可供施工期临时使用。

③运输条件：工程区道路与镇区道路相连，镇区道路与县城各主干道相连，材料运输十分方便。配备GPS定位仪、工作船、快艇。拟采用企水渔港或江洪渔港等作为出运码头，运输路线依托现有航道，见图3.4-1所示。

依托江洪渔港工程概况：

江洪渔港现属广东省十大渔港之一。港池呈长方形，口门向北，港池面积30万平方米，水域平稳，且以带状的仙群岛为屏障，素为粤西著名的天然避风良港。

在省、市县各级职能部门的高度重视和大力支持下，江洪渔港各项设施不断完善，现有码头300米，护岸1100米，港内有效水域面积20万平方米，可抵抗15级台风，最多可容纳1500艘渔船安全避风。陆域面积8万平方米，冷库（冷藏间）面积2000平方米，冻结能力2000吨/日，储冰库面积1500平方米，储冰库储冰量400吨，油库区面积10000平方米，日供油量50吨/日，日供水量1000吨/日；水产品加工厂120个，面积6000平方米，水产品交易区面积30000平方米，水产品年交易量54000吨，物资供

应区面积 12000 平方米；年维修能力 6000 吨；配套垃圾清理转运、公厕等防污治污设施。江洪渔港属于公益事业性质的渔港，现为江洪镇政府管理，渔港主要为江洪镇渔民提供渔船避风、停泊场所。渔港内部水深约为 -2.0m~3.6m。渔港现有船只中，有证的国库船只 299 条船，其中，63 条 24 米大船，11 条中型船，其余 12 米以下船只 264 条；乡镇管理船只 478 艘，长度 5~24 米不等。

依托企水渔港工程概况：

企水渔港位于广东省雷州市企水镇，地理位置为东经 109°46′，北纬 20°49′。渔港北距江洪港 32 公里，南距乌石港 26 公里，距雷城 54 公里，水陆交通十分方便。企水镇以渔业为主，全镇有大小机动渔船 629 艘，12783 千瓦、7328 吨位，年海洋捕捞产值达 17315 万元。

2019 年，雷州市渔港建设服务中心开展了广东省雷州市企水渔港升级改造工程，该项目拟对企水渔港港池进行维护性疏浚，疏浚面积为 10.4785 公顷，疏浚量为 27.245 万 m³，新建了长 100m 的渔业码头，新建渔港码头主要为渔船回港后卸鱼使用，兼顾修船、物资补给和加冰加水等服务。

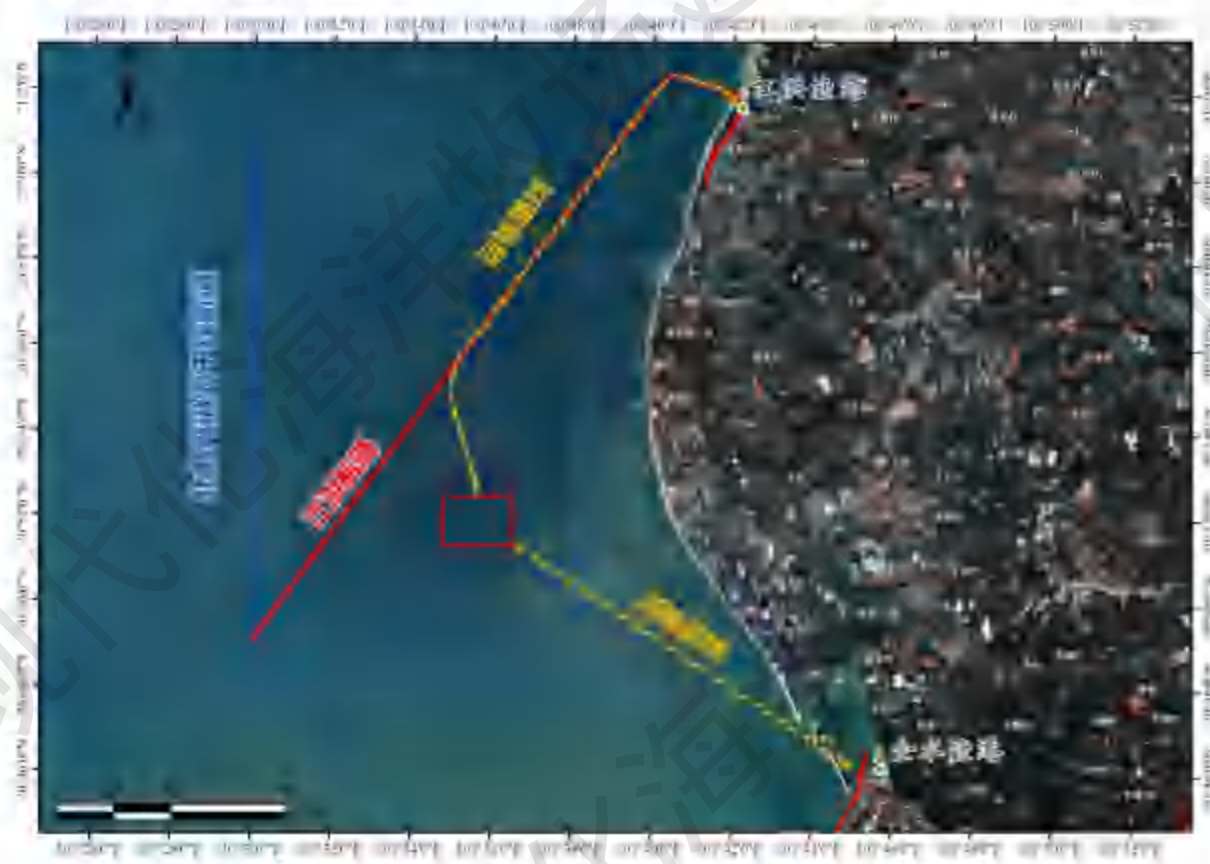


图 3.4-1 配套船只运输路线

④施工天气：本工程所在区全年无冰冻期，但受风、雨、高温的影响，特别是受台风的影响，年施工作业天数可达320天以上。

⑤水电条件：项目施工期水、电由施工船舶自备，拖船和驳船均配备发电机组，用水、用电可以得到保障。移动通讯设备在工程所在地均可正常使用。

⑥通信条件：电信条件良好，有线、无线电话普及率，能保证建设单位的通信要求。

⑦施工力量：广东和湛江市内水运事业发达、水运工程施工单位多，有大量的各级技术人员，有成熟的施工经验，本项目实施单位技术力量雄厚，有海洋牧场技术优势科研机构提供技术支撑，能确保所建项目的质量要求。

⑧施工工程量：本项目拟建设1片重力式网箱养殖区、1片延绳式浮筏养殖区和2片棚架式浮筏养殖区布置。重力式网箱养殖区内布置54个重力式网箱；每片棚架式浮筏养殖区内布置100个养殖架，总计布置200个棚架式浮筏养殖架；每片延绳式浮筏养殖区中布置28个延绳式浮筏养殖单元，总计布置56个延绳式浮筏养殖单元。配备养殖管理平台1个、潜水工具10套、养殖辅助船9艘、智能养殖监控系统1套、警示浮标4个。

总之，本工程施工干扰小，除施工应避开热带气旋、台风、暴雨、风暴潮等灾害性天气外，其它各方面施工条件均已具备，施工条件良好。

3.4.2 施工工艺和施工方法

(1) 延绳式浮筏养殖设施安装施工工艺

①主要施工器械及人员配备：GPS定位仪、工作船，配备船长、协调人员、指挥员、作业人员、潜水人员等。

施工应使用合法合规船舶，严格禁止三无船舶参与整个作业过程，以确保环境保护以及人员安全。施工前应将施工船舶、频次、期限、航线等信息等告知海事等有关部门，便于加强附近海域通航安全管理。工作船舶应按要求配备相关的导助航设备和生活污水、油污水等的防污染设备。作业船配备具有相关的船舶驾驶资格证书的驾驶员，船长和值班水手人员应持有基本安全培训合格证等，熟练掌握救生设施的使用方法，熟悉相关突发事件的应急预案和自救措施，并做好必要的准备工作。组装现场应设指挥员、技术和设备负责人、技术工人等。海上操作人员应严格遵守出海相关安全管理规章制度，应按照规定穿着救生衣，穿戴劳保靴子和安全头盔，符合海上安全作业生产的相关要求。

②施工流程

采购铁锚—浮球等设施采购—锚碇系统投放—安装。

③养殖设施搭建

根据生产季节提前1个月~2个月准备、建造浮球等设施，每个养殖单元规格为200m×100m，为了保障海水流动与交换，养殖单元之间设置横向间距为50m、纵向间距为50m，作为养殖区内部行船采摘通道。延绳式浮筏养殖采用铁锚固定，铁锚至少需提前1个月建造，重量根据养殖条件以稳固架为宜。

④设施固定项目顺应风浪、潮流布置，单个延绳式浮筏养殖单体四角通过锚绳与铁锚连接，由养殖单体外侧纵主绳连接锚绳；单个养殖单元最外侧两根纵主绳上分别布置6条锚绳。横主绳两端通过锚绳与铁锚连接牢固，纵主绳上每30m的间隔布置一个沉子。精准定位后，将铁锚绑好锚绳后抛入预定位置。

⑤安装浮球

本项目浮球全部使用符合环保要求的生态浮球，将浮球按照设计好的间距安装在主绳上。宜使用PE材质浮球，使用寿命宜在10年以上。横主绳上每隔0.3m布置一个横向浮子，纵主绳上每隔2m布置一个纵向浮子。

⑥安装其他设施

安装吊笼、苗绳或其他养殖设施，并确保正确地悬挂在主绳上。

⑦调整测试

安装完成后，需要对养殖设施进行调试，确保所有部件都牢固且能够承预期的海况，并且都能正常工作。这包括检查锚固系统、连接装置、浮球捆绑等。

(2) 棚架式浮筏养殖设施安装施工工艺

①主要施工器械及人员配备：GPS定位仪、工作船，配备船长、协调人员、指挥员、作业人员、潜水人员等。

施工应使用合法合规船舶，严格禁止三无船舶参与整个作业过程，以确保环境保护以及人员安全。施工前应将施工船舶、频次、期限、航线等信息告知海事等有关部门，便于加强附近海域通航安全管理。工作船舶应按要求配备相关的导助航设备和生活污水、油污水等的防污染设备。作业船配备具有相关的船舶驾驶资格证书的驾驶员，船长和值班水手人员应持有基本安全培训合格证等，熟练掌握救生设施的使用方法，熟悉相

关突发事件的应急预案和自救措施，并做好必要的准备工作。组装现场应设指挥员、技术和设备负责人、技术工人等。海上操作人员应严格遵守出海相关安全管理规章制度，应按照规定穿着救生衣，穿戴劳保靴子和安全头盔，符合海上安全作业生产的相关要求。

②施工流程

采购铁锚—管材、踏板、浮筒等设施采购—锚碇系统投放—安装筏架—绑绳。

③养殖设施搭建

根据生产季节提前1个月~2个月准备高密度聚乙烯材质的筏架、踏板、浮筒等设施，每个栅架式浮筏养殖架规格为90m×15m，为了保障海水流动与交换，养殖单元之间设置横向间距为50m、纵向间距为50m，作为养殖区内部行船采摘通道。栅架式浮筏养殖架采用铁锚固定，铁锚至少需提前1个月建造，重量根据养殖条件以稳固架为宜。

④设施固定

项目顺应风浪、潮流布置，单个栅架式浮筏养殖架通过锚绳与铁锚连接，由养殖单体外侧的支撑管连接锚绳，支撑管上采用新型材料环保浮筒提供浮力，两端通过锚绳与铁锚连接牢固。根据筏架大小和项目海域水流速度、流向等因素，在单个栅架式浮筏养殖架最外侧两根支撑管上分别布置4个铁锚。每条支撑管之间间隔为100cm，每条面管之间间隔为50cm。

⑤安装浮筒

将浮筒按照设计好的间距安装在主绳上。宜使用高密度聚乙烯材质浮筒，使用寿命宜在10年以上。在支撑管上每100cm布置一个浮筒，通过绑绳与支撑管固定。

⑥安装其他设施

安装支撑管、面管、踏板、连接件其他养殖设施配件，捆绑苗绳等。

⑦调整测试

安装完成后，需要对养殖设施进行调试，确保所有部件都牢固且能够承预期的海况，并且都能正常工作。这包括检查锚固系统、连接装置、浮筒捆绑等。

(3) 重力式网箱养殖设施安装施工工艺

①主要施工器械与人员配备

GPS定位仪、网箱安装船（带有吊机）、辅助小艇、锚碇块投放船，配备船长、协调人员、指挥员、作业人员、潜水人员等。

②施工流程

网箱、水泥锚等采购—网箱运输—锚碇系统投放—网箱投放—安装配套设施—竣工验收。（网箱装配不在本项目评价范围内，由生产厂家直接装好运过来）（水泥锚至少需提前1个月建造，尽量避开气温下降到接近或低于冰点的温度的冬天天气，延长水泥锚的凝固时间，从而影响水泥锚的强度和质量，因此一旦遇到极端低温天气，则需采取适当的保温和养护措施。水泥锚重量根据养殖条件以稳固架为宜。）

③抛锚作业

尽可能的在晴天、风平浪静的时候出海，选择顺风方向，船只倒行进行作业，避免已安装部分同船体进行接触而造成事故。根据网箱锚泊系统布置图和网箱设置海域界址坐标，计算出每个锚位的经纬度坐标，用浮球标识出每个锚位的预定位置。将作业船开往预先测定锚点的工作位置，摆正船头。在安装船上将锚、铁链、卸扣、锚绳、浮球等各部件预先连接完成，且在每个锚的尾部都系有带浮球的锚位校正绳。在辅助小艇上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，投下沉子作为第一个网箱锚位点。检查无误后，在顺风流方向选取三个锚位点逐个投放锚。横向锚泊投放，即与纵向锚泊绳垂直连接后顺序投放。使用吊机将组装后的锚吊起，放置于靠近投放点一侧的船舷。用直径20mm以上的双股绳穿过锚卸扣将锚固定在船舷固定点上，检查拉力强度，松开吊机绳，使锚和吊机分离。锚落水后会牵扯锚链一同落水，绑缚锚链的绳索通常会被扯断，若不能自行扯断，操作者要及时将其砍断。除操作者外，其他人员一律不得靠近船舷。

根据锚绳长度将锚绳与浮球、网箱连接好，以标识出网箱位置。根据网箱固定锚泊系统的布局及锚位间距，依次重复以上步骤投放其它锚位点的锚，按顺序投放16个沉子作为一组网箱的16个锚位点。依水面上定位浮球位置和16个锚位点位置坐标进行校正，使定位浮球在纵、横向均排列整齐。最后可将定位浮球在水面的位置即作为投锚时的参考投放位置。依次将各个锚位的锚绳分别与浮球、网箱框架连接。

④锚位调整

锚固系统投放结束后，对所有锚位进行核实，根据锚位的计算位置和系统整体性确定调整方案。锚位调整应先拉紧后调位，可通过工作船拖曳完成锚位调整。必要时由潜

水员深入水下检查固定锚泊系统各部件情况，并做好检查记录。锚位调整结束后，对所有锚位重新核实并记录在案。至此整个网箱锚固系统安装调整完毕。

⑤安装框架

安装船将网箱框架拖至固定系统的区域内，用锚绳将网箱框架固定并收紧绳索，绑缚好浮筒和沉石。

⑦挂网操作

固定系统安装调试完毕后，适时挂网，网衣挂在主浮管上，上缘系在扶手管上，防跳网沿扶手管架设，并在扶手栏杆上绑缚固定。在网衣的底部沿圆周竖纲处绑系配重砣，共16个。重复检查固定系统各部件情况。

(4) 辅助设施

在项目海边界位置建设海上警示浮标，方便对示范区进行管理，同时对过往船只起到警示作用。本项目海上警示浮标采用直径1.5m、高1.0m的浮鼓，水平高1.62m的塔身，塔顶配太阳能警示灯。浮标身根据航标规定为黄色。海上警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装，浮鼓配备相应锚链和锚块。

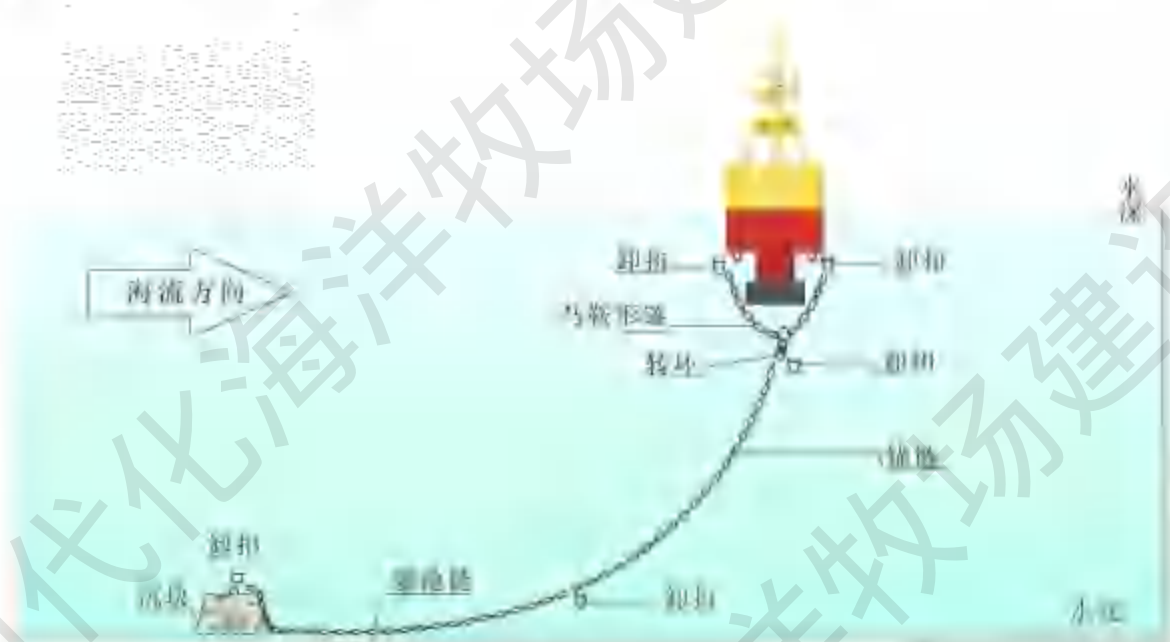


图 3.4-1 项目浮标效果图

(5) 施工设备清单

施工期施工设备清单表见表 3.4-1 所示。本项目严禁使用“三无”船舶作为施工船舶。

表 3.4-1 重力式网箱施工设备清单表

序号	名称	规格型号	数量	用途
1	锚碇块投放船	200t 级/艘	2	锚碇块施工
2	网箱安装船(带有吊臂)	200t 级/艘	2	1
3	辅助小艇	约 0.5t 级/艘	2	/
4	GPS 定位仪	定位仪	4	网箱安装及固定点定位

表 3.4-2 浮筏棚架及延绳养殖施工设备清单表

序号	名机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	拖船	艘	2	5000 马力	筏体拖航
2	机动艇	艘	1	载重 400kg	应急、救援等
3	起重船	艘	1	全回转式, 100t	抛锚作业
4	GPS 定位仪	台	1	定位仪	施工定位导航
5	浮标	个	4	1	边界定位、警示
6	潜水设备	套	2	/	投抛锚位前后校准
7	运输船	艘	1	200t 级/艘	运输管材等

注：起重船、网箱安装船（带有吊臂）等无动力船舶上的工作人员（非船员），必须经培训并持有符合水上水下作业要求的有关培训合格证书；同时，本项目使用的所有船舶、船员及船上工作人员均应符合项目水域相关要求，严禁使用不具备相应作业能力的船舶、船员和船上工作人员。

3.4.3 施工进度安排

本工程项目所在海域施工条件好，项目整体结构较为简单，从作、业受自然环境条件的影响程度、施工过程、工程数量和作业时间等方面分析，项目建设年限为 3 年，工程建设安排见表 3.4-3 所示。

表 3.4-3 项目实施进度计划表

工作内容	2024 年	2025 年		2026 年		2027 年	
	9~12 月	1~6 月	7-12 月	1~6 月	7-12 月	1~6 月	7-12 月
项目建设谋划							
项目申报立项							

资源环境调查							
海域使用论证							
环境影响评价							
工程勘察							
通航安全评估							
社会稳定风险分析、评估							
工程设计							
工程招投标							
工程监理							
深水网箱							
栅架筏架							
延绳筏架							
其它配套设施装备							
养殖辅助船							
智能养殖监控系统							
项目建设效果监测评估							
项目审计							
项目验收							

3.5 占用（利用）海岸线、滩涂和海域情况

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中海域使用论证等级判据和《海域使用分类体系》中的相关规定，本项目的用海类型为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式为开放式（一级类）中的开放式养殖（二级类）。申请用海总面积为 662.9645hm²，项目在用海范围内设置水下监控系统及在用海边界的 4 个拐点处分别设置警示浮标，用海方式为开放式养殖。

项目用海均不占用大陆岸线和海岛岸线。

根据本项目的用海类型和用海方式，依据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条第（五）款规定：养殖用海海域使用权最高期限为 15 年。

本项目用海类型为渔业用海，养殖模式为网箱养殖。为便于管理，本报告建议项目用海期限为15年。

本项目宗海位置图见下图3.5-1所示，宗海界址图见下图3.5-2所示。

湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目宗海位置图

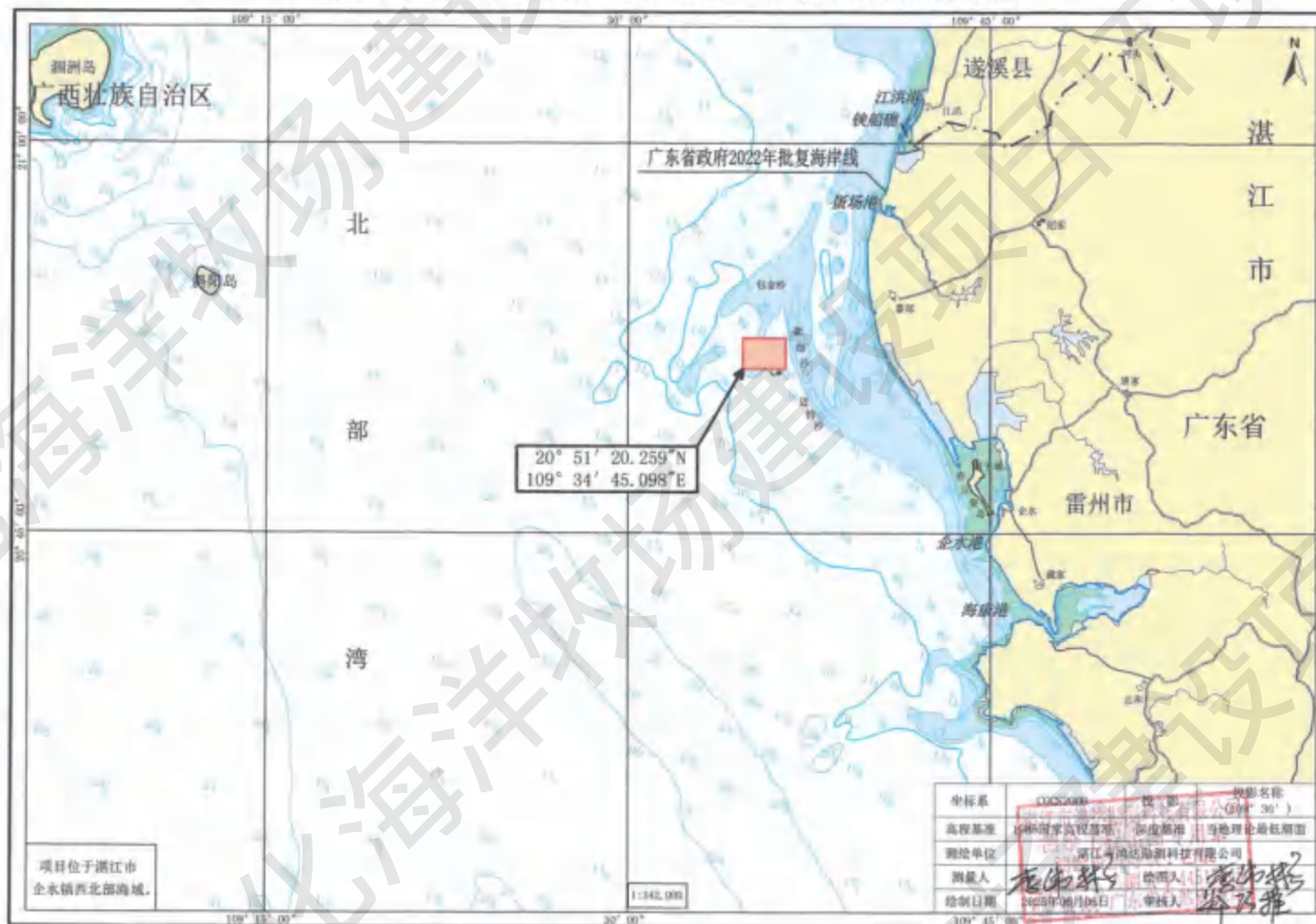


图 3.5-1 本项目宗海位置图

湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目宗海界址图

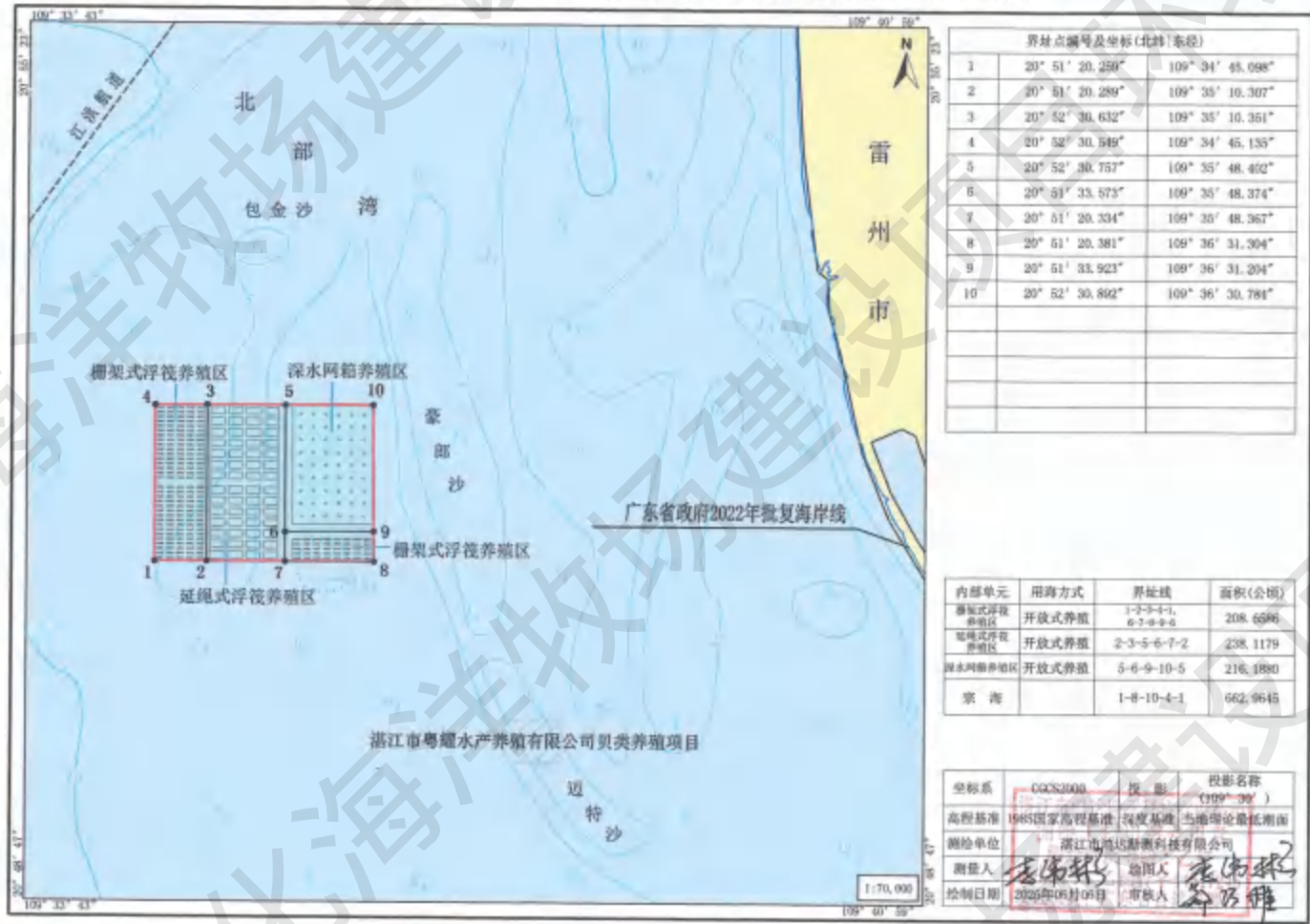


图 3.5-2 本项目宗海界址图

第4章 建设工程分析

4.1 工艺流程及主要产污环节

4.1.1 工艺流程

4.1.1.1 施工期工艺流程

(1) 延绳式浮筏养殖施工工艺流程

施工流程：预制铁锚→浮球等设施采购→锚碇系统投放→安装→竣工验收。

预制铁锚、浮球等设施采购：按照建设项目要求，进行铁锚预制、采购浮球等设施。

运输：采购完成，根据建设项目要求采用船舶运至项目指定地点。

锚碇系统投放：根据项目养殖方案布设情况和海域使用位置，海域作业人员于项目所在海域相关海域施工作业情况，进行海上定位，投放锚碇块体。

安装：安装相关配套设施。

竣工验收：检查数量、位置、规格、锚固情况等，按照要求完成验收。

项目施工期延绳式浮筏养殖工艺流程及产污环节如下图 4.1-1 所示。

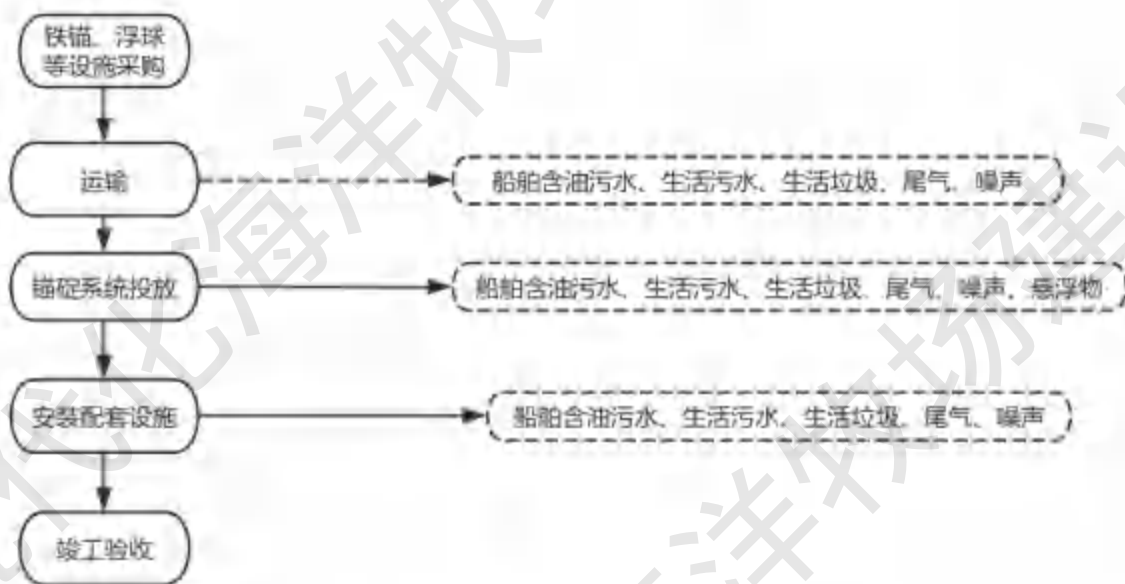


图 4.1-1 延绳式浮筏养殖施工工艺流程及产污环节示意图

(2) 棚架式浮筏养殖施工工艺流程

施工流程：预制铁锚→管材、踏板、浮筒等设施采购→锚碇系统投放→安装筏架→竣工验收。

预制铁锚、管材、踏板、浮筒等设施采购：按照建设项目要求，进行铁锚预制、采购管材、踏板、浮筒等设施。

运输：采购完成，根据建设项目要求采用船舶运至项目指定地点。

锚碇系统投放：根据项目养殖方案布设情况和海域使用位置，海域作业人员于项目所在海域相关海域施工作业情况，进行海上定位，投放锚碇块体。

安装筏架：在项目指定位置安装筏架，进行绑绳等工作。

竣工验收：检查数量、位置、规格、锚固情况等，按照要求完成验收。

项目施工期栅架式浮筏养殖工艺流程及产污环节如下图 4.1-2 所示。

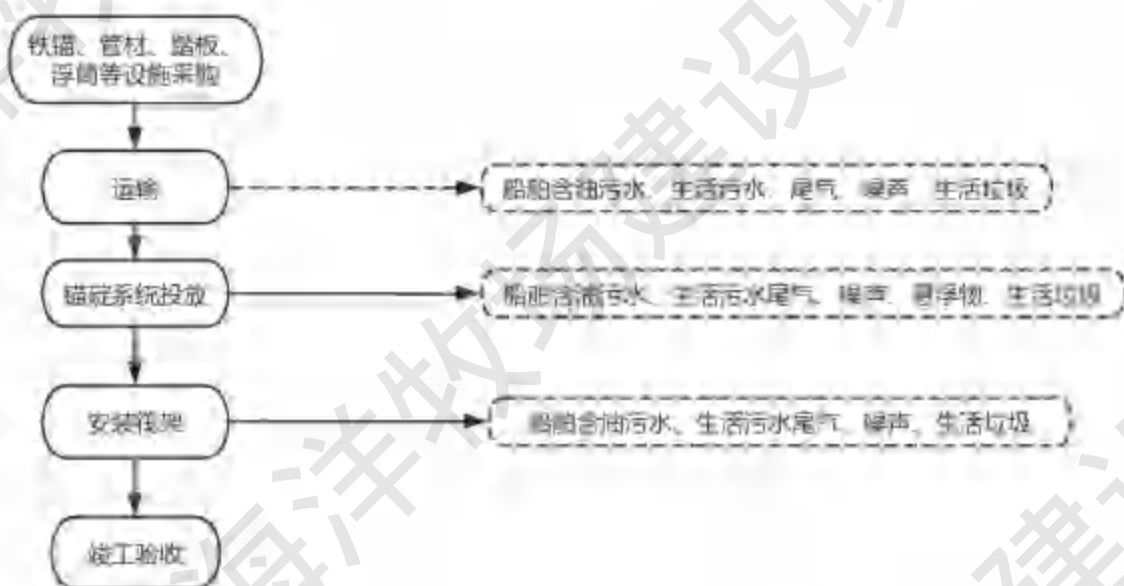


图 4.1-2 栅架式浮筏养殖施工工艺流程及产污环节示意图

(3) 重力式网箱养殖施工工艺流程

施工流程：施工准备（网箱、水泥锚等采购）→网箱装配、运输→锚碇系统投放→网箱投放→安装配套设施→竣工验收。

施工准备：首先根据项目养殖规模，外购网箱框架材料、网衣、稳定装置、固定装置等物料，租用船舶，洽谈相关施工方、施工人员和依托附近的企水渔港的相关管理情况，确定施工准备工作。

网箱装配、运输：网箱装配由厂家完成，不在本次评价范围内；网箱装配制作好后运至项目指定区域。

锚碇系统投放：根据项目养殖方案布设情况和海域使用位置，海域作业人员于项目所在海域相关海域施工作业情况，进行海上定位，投放锚碇块体。

网箱投放：将陆域装配好的网箱，通过船舶运输至网箱指定位置，投放网箱并连接锚碇块体锚固。

安装配套设施：网箱施工完成后，安装太阳能警示灯等设施。

竣工验收：检查网箱数量、位置、规格、锚固情况等，按照要求完成验收。

项目施工期重力式网箱工艺流程及产污环节如下图 4.1-3 所示。

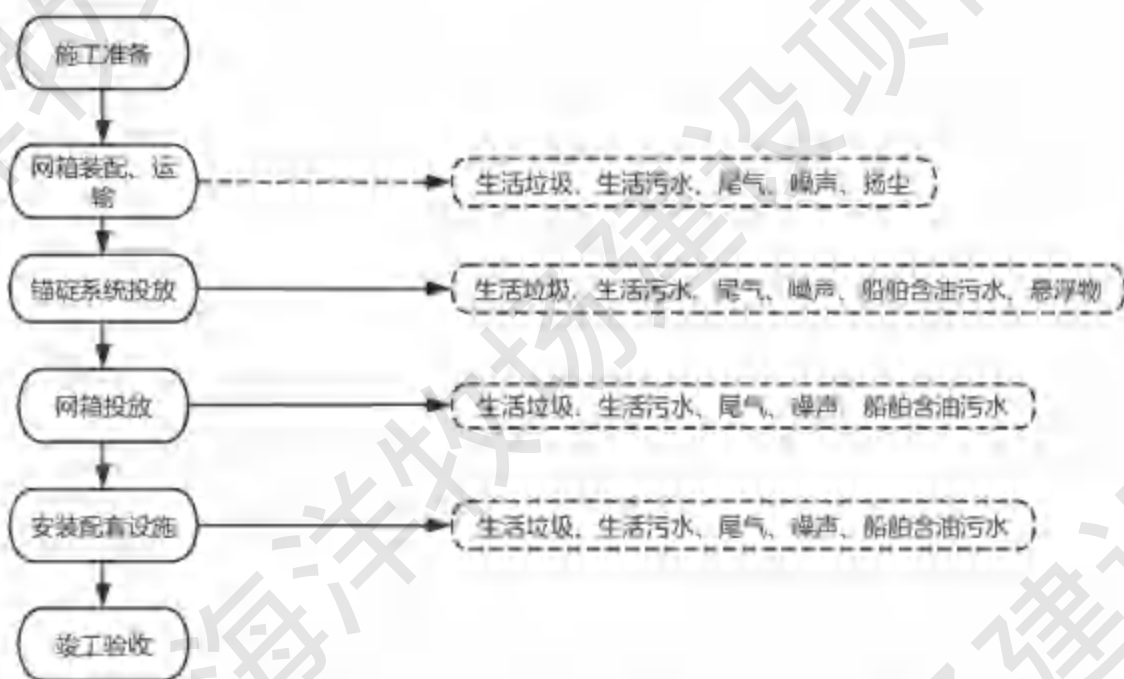


图 4.1-3 重力式网箱养殖施工工艺流程及产污环节示意图

4.1.1.2 运营期工艺流程

(1) 重力式网箱养殖工艺及产污环节

本项目的建设，项目运营期主要为养殖前准备工作，鱼苗、贝苗运输，网箱投放饵料，养殖设施维护，收获运输等过程。

鱼苗、贝苗运输：鱼苗、贝苗采用运输船运输至项目指定地点。

网箱投放饵料：本项目中延绳式浮筏、棚架式浮筏等筏式养殖时均不用投饵养殖，重力式网箱养殖需投饵养殖，运输船只运至网箱养殖区，进行深水网箱投放。

网衣更换、养殖设施维护：根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，一般宜3~6个月换一次洗网，洗网采用一套便捷移动式的高压射流式水下洗网机，主要是清理网衣上的附着生物。根据业主提供资料，本项目网箱上附着生物量及鱼类驯养情况，按照1年换网一次，换网时用吊机把旧网囊拉至水深2~3米处，把新网囊套在旧网囊外面，挂在网箱框架上，然后把旧网囊解开，慢慢驱赶鱼群进入新网囊，最后把旧网囊卸下。换网时必须防止鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。

收货运输：完成自然增殖过程的成品鱼，根据客户需要捕捞后直接外卖运出，不进行加工处理；随后待购买新一批苗种后，在深水网箱中投放后继续自然增殖。

对环境的影响主要为网箱养殖投放的多余饵料及鱼类排泄物对海洋环境和生态的影响，以及养殖辅助船舶工作人员的日常管理活动和养殖活动产生的少量废气、废水、噪声、生活垃圾、废弃养殖材料等。网衣清洗环节由养殖企业上岸处理，不在本次评价范围内。

项目营运期养殖过程中主要产污环节示意图见下图4.1-4所示。

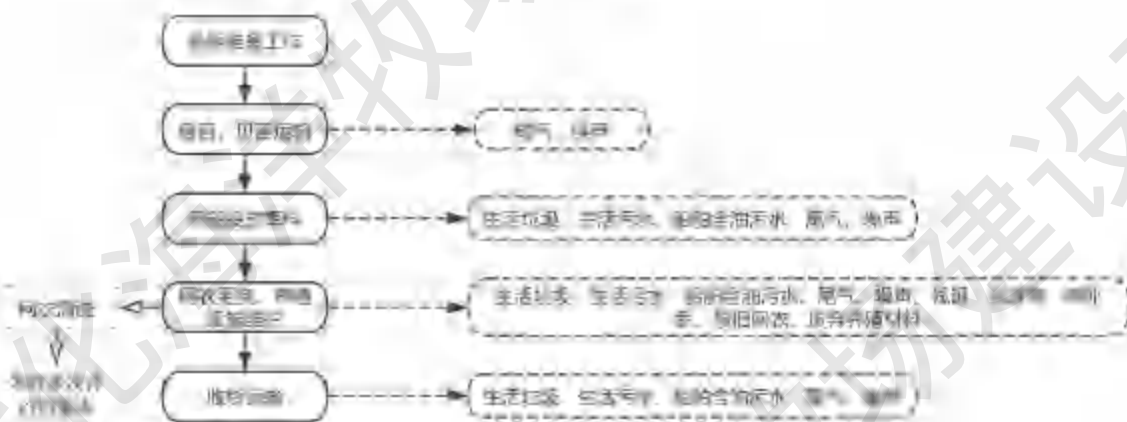


图 4.1-4 营运期项目养殖过程主要产污环节示意图

(2) 筏式养殖工艺及产污环节

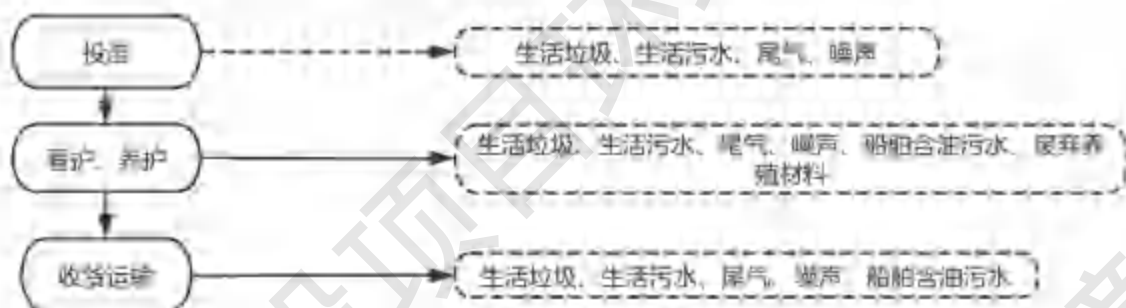


图 4.1-5 营运期筏式养殖过程主要产污环节示意图

投苗：贝苗采用运输船运输至项目指定地点进行投放。

看护、养护：工作人员将三倍体牡蛎利用船舶投放至海域后，自然增殖。项目运营期采用不投饵、不投药的生态养殖方式，看护、养护主要进行海域作业区的相关管理工作。

收获运输：完成自然增殖过程的牡蛎根据客户需要安排时间进行采收，人工将需要外售的产品拣出后等待销售。

4.1.2 主要产污环节

4.1.2.1 施工期

项目施工期的主要污染物为施工人员生活污水、生活垃圾、废气、噪声及扬尘，网箱施工过程中产生的少量悬浮泥沙及施工船舶产生的含油污水。

(1) 污水

1) 船舶生活污水

项目海上施工过程中，船上工作人员会产生一定的生活污水，主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、总磷、SS 等，船舶污水暂存至船舶配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，靠岸后交由有处理能力单位清运处理，船舶生活污水不外排。

2) 船舶含油污水

项目施工期会产生一定量的含油污水，含油污水禁止外排，经设置的油污水桶收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，上岸后交由有处理能力的单位统一处置。

4) 悬浮泥沙

项目延绳式浮筏养殖、栅架式浮筏养殖及网箱设施需要设置锚固定,水泥混凝土锚固定时扰动海底沉积物,会造成水体中悬浮物浓度增大。悬沙会引起水体浑浊,污染局部海水水质,并可能影响局部沉积物环境,主要污染物为 **SS**。排放方式为无组织自然排放。

(2) 固废

项目施工期产生的固体废物主要包括施工人员生活垃圾和一般固废。

生活垃圾主要包括果皮、食品残渣、包装袋等,一般固废主要为网箱包装材料等废料,生活垃圾和一般固废分类收集后统一交由环卫部门接收处置。

(3) 大气污染

项目施工期产生的大气污染物主要为施工运输物料车辆及船舶产生的燃油废气,主要污染物为 **CO**、**SO₂**、**NO** 等,以及施工过程中产生的少量扬尘,主要污染物为 **TSP**,通过无组织自然排放。

(4) 噪声污染

项目施工期产生的噪声主要为物料运输过程产生的车辆、机械噪声和施工船舶噪声等。

4.1.2.2 营运期

项目营运期的主要污染物为残饵和排泄物,工作人员可能产生一定量的生活垃圾和生活污水,以及运维船舶产生的含油污水。

(1) 污水

1) 排泄物、残饵

项目网箱养殖的污染物主要来自养殖残留饵料、养殖生物的代谢废物等,网箱养殖过程中进入水体的残饵、养殖生物排泄物主要污染物为总氮、总磷、氨氮和 **COD**。

2) 生活污水

项目营运期养殖维护人员将产生一定的生活污水,生活污水主要污染物为 **COD**、**BOD₅**、**NH₃-N**、**SS** 等。船舶产生的生活污水暂存于工作船舶中不排海,配备专门的容器集中收集,定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后,交由有处理能力单位接收处理。

3) 含油污水

施工期施工船舶会产生一定量的含油污水，含油污水禁止外排，上岸后交由有处理能力的单位统一处置。

4) 养殖管理平台产生的网箱清洗废水

养殖管理平台的废水主要为网箱清洗废水，在网箱养殖中，网箱的清洗和更换是非常重要的工作。本项目采用高压水枪喷洗网箱。借助工作船上的吊机，边起吊网箱边冲洗。工作时，先用吊机将网箱的一侧提出水面，用高压水枪冲洗，然后用同样的方法顺序清洗网箱的其他部位。根据建设单位提供的资料，一天能清洗网箱的数量大约 30 个，每个网箱清洗需要水量约 1.5m^3 ，则本项目清洗废水的产生量约为 $45\text{m}^3/\text{d}$ ，清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

(2) 固废

1) 生活垃圾

项目营运期生活垃圾主要为海上养殖维护人员产生的生活垃圾，船舶工作人员生活垃圾分类收集后，上岸交由环卫部门统一处理。

2) 养殖废弃物

废弃养殖材料主要为废旧网具（废弃绳索、废旧塑料管、网衣）及废栅架等。

本项目选用高质量网衣，网衣使用寿命按照 1 年计，本项目开展 54 个重力式网箱，每套网具重量约 0.1t，则每年废旧网具产生量约 5.4t/a；根据同类型项目运营资料，废栅架预计产生量为 0.3t/a，均作为一般固废，交由有处理能力单位回收利用。

3) 病死鱼

本项目养殖过程中会产生一定的病死鱼。病死鱼无害化处置，禁止直接排入海域。

项目完全投产后，营运期预计渔获量为 2084t/a，预计水产品投放、装卸及收获等环节产生病死鱼、贝类等固废，产生量约为渔获量的 0.1%，因此病死渔获约 0.21t/a。

4) 废弃防疫药物

本项目防疫药品中的废包装材料及废容器属于防疫废物，年产生量约为 0.5t/a，该类废物交由符合农业农村部门相关规定且有处理能力的单位处理。

5) 养殖管理平台产生的废饲料包装袋

养殖管理平台主要用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理，项目养殖期间投放饲料时会产生废饲料包装袋，为带塑料内衬的编织袋，预计产生量约为 15t/a，收集后运回陆地，外售给废品收购站，不在海丢弃。

(3) 废气

营运期废气主要为工作船舶及柴油发电产生的燃油废气，主要污染物为 CO 、 SO_2 、 NO_x ，通过无组织排放，对局部区域空气质量影响不大。

(4) 声环境

本项目营运期产生的噪声主要为运输工作船舶鸣笛声及船舶发动机噪声等。

4.2 工程各阶段污染源强计算与环境影响分析

4.2.1 施工期环境影响分析

4.2.1.1 大气污染源

项目施工期产生的大气污染物主要为施工运输物料车辆及船舶产生的燃油废气，主要污染物为 CO 、 SO_2 、 NO 等，以及施工过程中产生的少量扬尘，主要污染物为 TSP。

船舶废气排放参照《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB 15097—2016）执行。

车辆尾气排放参照《关于广东省提前执行第五阶段国家机动车大气污染物排放标准的通告》（粤环〔2015〕16号）《广东省人民政府关于全面推广使用国 VI 车用燃油的通知》（粤府函〔2018〕218号）文件要求执行。

本项目产生的燃油废气、车辆尾气及扬尘产生量较小，为无组织排放，排放量较小，对周边环境的影响较小。

4.2.1.2 水污染源

(1) 生活污水

本项目施工人员施工过程中将产生一定的生活污水，主要污染物为 COD_M 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、总磷、SS 等。根据本项目施工的工程量，船舶工作人员 50 人。

参照广东省地方标准《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3—2021），施工人员生活用水量按照 150L/d，排污系数按 90%计，根据施工进度计划，本项目施工周期 36 个月，每月工作按 30 天计，则船舶施工人员污水产生量约 7290t（6.75t/d）。

参照《废水污染控制技术手册》（化学工业出版社）典型生活污水水质，SS 一般不超过 150mg/L，BOD₅ 一般不超过 150mg/L，COD_{Cr} 一般不超过 250mg/L，氨氮一般不超过 20mg/L，动植物油一般不超过 20mg/L，本项目生活污水污染物浓度均取最高值进行计算。

参照海上工程经验，施工期船舶生活污水各污染物的产生情况见下表 4.2-1 所示。

表 4.2-1 施工期施工人员生活污水产生情况一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	动植物油
产生浓度 (mg/L)	250	150	150	20	20
船舶污染物产生量(t)	1.82	1.09	1.09	0.15	0.15

施工期船舶生活污水共产生 COD_{Cr}: 1.82t, BOD₅: 1.09t, SS: 1.09t, 氨氮: 0.15t, 动植物油: 0.15t。

施工期船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位处理，不直接排放入海。

(2) 含油污水

施工船舶施工过程中会产生一定量的含油污水，本项目海上施工强度最大时投入拟投入拖船、起重船、机动艇、锚碇块投放船等 11 艘施工船舶，单艘吨位均低于 500 吨，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），小型船舶的舱底含油污水产生量按 0.14t/d-艘计，则项目施工过程中工作船舶舱底含油污水产生量最大约为 1.54t/d，船舶舱底含油污水中石油类的浓度约为 2000~20000mg/L，本评价按 10000mg/L 进行计算，则项目施工工作船舶舱底含油污水中石油类的产生量约为 15.4kg/d。根据项目进度计划，项目施工周期为 36 个月，每月按照 30 天计，项目施工期产生的船舶含油污水量约 1663.2t。

船舶须执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）《防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院令第 561 号）等相关要求，禁止向沿海海域排放油类污染物，船舶油类污染物须委托有处理能力的单位定期接收处理。

本项目船舶含油污水统一交由有处理能力的单位接收处理。

(3) 悬浮泥沙

①重力式网箱悬浮泥沙源强

本项目施工过程不涉及土石方作业，无外来沉积物混入，网箱和筏架建设施工过程中锚链等的投放会使海底泥沙发生悬浮，但是海底扰动时间短，搅动海底沉积物在较短时间内沉积海底。网箱养殖对水质影响主要考虑网箱固定锚施工产生的悬浮物。网箱养殖在进行水泥锚抛沉施工时，悬浮物将对周围海水产生一定的影响，因此，在进行水泥锚施工时，应按照施工管理，减少悬浮物的扬起和对周围海水水质的影响。水泥锚施工悬浮物影响范围主要集中在养殖用海区，对周边的海区、养殖区水质影响较小。加之项目施工时间短，水泥锚施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是深水网箱安装时锚碇与底质接触产生的悬浮泥沙。由于工程所处海域水深较大，抛锚时锚碇主要与底质表层接触，故施工过程中对泥沙扰动较小，悬浮泥沙主要在底部扩散，因此产生的悬浮泥沙浓度小。目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究，根据其作业方式与抛石施工接近，因此，本报告参考抛石施工计算悬浮泥沙源强。

$$\Delta T = \frac{1}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \times h \times \rho$$

$$Q = M \times w \div T$$

式中：

M：指单个水泥锚碇工量；

S₁, S₂：水泥锚梯形台上底和下底面积，上底和下底分别为边长 1.05m、2.1m 的正方形；

h：河床覆盖层厚度，本项目约 1.7m；

ρ：覆盖层泥沙浓度，本次水域覆盖层泥沙干密度为取 1380kg/m³；

Q：悬浮泥沙源强；

w：可悬浮泥沙比率，取 0.5%；

T：单个锚块施工时间约 3 分钟。

则本工程施工期单个水泥锚抛锚产生的悬浮泥沙瞬时源强为 0.170kg/s。

②栅架式浮筏养殖悬浮泥沙源强

栅架式浮筏养殖总共设置 200 个，单个栅架式浮筏养殖设置 8 个铁锚锚碇块体，同深水网箱锚碇块体一样。

单个栅架式浮筏养殖通过铁锚固定，单个铁锚重量约 0.075t（约 0.01m³），铁锚按照全部投入底床挤淤产生悬沙扩散。其产生的源强按照下式计算。

$$Q=\rho V\omega/T$$

Q: 悬浮泥沙源强, kg/s;

V: 挤淤量, m³

ρ : 悬浮物密度: 取 1450kg/m³;

ω : 可悬浮泥沙的比例, 取 5%;

T: 锚块下沉挤淤至稳定时间, s。

项目锚固过程中, 按照每个锚碇块体同时抛投下沉, 锚碇块体抛投到海床至沉降挤淤稳定状态时间取 1 分, 稳定状态按锚碇块体全部沉入海床计, 则单个锚碇块体投放瞬时源强计算如下:

$$Q=(0.01\times1450\times0.05)/60=0.012\text{kg/s}。$$

③浮筏式养殖悬浮泥沙源强

浮筏式养殖总共设置 56 个养殖单元, 单个养殖单元设置 64 个铁锚锚碇块体, 同深水网箱锚碇块体一样。

单个栅架式浮筏养殖通过铁锚固定, 单个铁锚重量约 0.075t（约 0.01m³），铁锚按照全部投入底床挤淤产生悬沙扩散。其产生的源强按照下式计算。

$$Q=\rho V\omega/T$$

Q: 悬浮泥沙源强, kg/s;

V: 挤淤量, m³

ρ : 悬浮物密度: 取 1450kg/m³;

ω : 可悬浮泥沙的比例, 取 5%;

T: 锚块下沉挤淤至稳定时间, s。

项目锚固过程中, 按照每个锚碇块体同时抛投下沉, 锚碇块体抛投到海床至沉降挤淤稳定状态时间取 1 分, 稳定状态按锚碇块体全部沉入海床计, 则单个锚碇块体投放瞬时源强计算如下:

$$Q=(0.01\times1450\times0.05)/60=0.012\text{kg/s}。$$

④浮标锚固

本项目会投入一定量的警示浮标,本项目浮标量较少,每个浮漂采用锚定块体锚固,锚固过程中产生瞬时源强,抛锚结束后,影响很快消失。本项目仅投放4个边界警示浮标,该部分源强较小,可忽略不计。

4.2.1.3 噪声污染源

本项目产生的噪声污染源主要为进出工作汽车、船舶鸣笛声及船舶发动机噪声,参照《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013),主要设备噪声级见下表4.2-2所示。

表 4.2-2 主要设备噪声源

序号	机械名称	测点与声源距离(m)	噪声值 dB(A)
1	锚碇块投放船	5	90
2	网箱安装船(带有吊臂)	5	90
3	辅助小艇	5	80
4	拖船	5	100
5	机动艇	5	90
6	起重船	5	90
7	汽车	5	80

4.2.1.4 固废污染源

1) 生活垃圾

施工期固废主要为施工人员产生的生活垃圾,施工人数按50人计,参考《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018),生活垃圾人均产生量按1.0kg/d计,施工周期36个月,每个月施工30天,施工人员产生的生活垃圾为54.0t。

船舶生活垃圾分类收集后,上岸统一交由环卫部门处置。

2) 施工废弃物

施工过程产生的固废如废弃绳索、网具等,该部分产生量较少,作为一般固废由环卫部门接收处置。

3) 废油及含油抹布

施工船舶、机械设备作业产生少量的废油及含油抹布等危险废物，经收集上岸后交由有资质单位接收处理，不得排放入海。

4.2.1.5 施工期主要污染源汇总

施工期污染要素清单见表 4.2-3 所示。

表 4.2-3 施工期污染要素清单一览表

污染项目	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物产生量	处理方式/排放去向
废气	施工扬尘	TSP	施工车辆	少量	洒水抑尘；控制行车速度
	燃油尾气	SO ₂ 、NO ₂ 、CO 等	施工船舶、施工车辆	少量	采用油耗低的车辆和机械正常运行；保持施工机械正常运行施工垃圾应及时清运
废水	生活污水	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷	船舶施工人员	7290t	经船舶上的生活污水收集设施收集，配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位处理，不直接排放入海
	含油污水	石油类	施工船舶	1663.2t	委托有能力接收单位进行处理
	悬浮泥沙	SS	重力式网箱锚固过程产生	0.170kg/s	自然沉降
			栅架式浮筏养殖锚固过程产生	0.012kg/s	
			延绳式浮筏养殖锚固过程产生	0.012kg/s	
			浮标锚固过程	少量	

			产生		
噪声	锚碇块投放船	等效声级	施工船舶	90(dB(A))	选用低噪声的施工设备、控制鸣笛
	网箱安装船(带有吊臂)			90(dB(A))	
	辅助小艇			80(dB(A))	
	拖船			100(dB(A))	
	机动艇			90(dB(A))	
	起重船			90(dB(A))	
	汽车		施工车辆	80(dB(A))	
固体废弃物	生活垃圾	固废	海域施工人员	54.0t	分类收集上岸交由环卫部门处置
	废油及含油抹布	废油及含油抹布	施工船舶、机械设备作业	少量	经收集上岸后交由有资质单位接收处理
	施工废弃物	废弃绳索、网具等	养殖设施安装过程	少量	统一交由环卫部门处置

4.2.2 营运期环境影响分析

4.2.2.1 大气污染源

本项目营运期大气污染物主要为工作船舶产生的燃油废气,主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和 CO 等,此类废气为间断排放;网箱电气系统采用柴油发电和风光互补发电相结合的方式,柴油发电会产生少量的燃油废气,其主要污染物为 NO_x 、 SO_2 、CO 等;本项目养殖位于空旷海域,海域大气环境交换条件好,项目建设对大气环境影响整体较小。

营运期应控制燃油质量,严禁使用“三无”船舶和使用“三无”加油站燃油。

4.2.2.2 水污染源

(1) 生活污水

本项目运营期海上平台作业日常养护及管理共计投入 36 名工作人员,参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018),船员生活用水量按 150L/人·d,污水发生量按 90%计,年工作按照 350 天计,则工作人员产生的生活污水量约 1701.0m³/a。参照海

上工程经验，营运期工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见下表 4.2-4 所示：船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置，不直接排放入海。

参照《废水污染控制技术手册》（化学工业出版社）典型生活污水水质，SS 一般不超过 150mg/L，BOD₅ 一般不超过 150mg/L，COD_{Cr} 一般不超过 250mg/L，氨氮一般不超过 20mg/L，动植物油一般不超过 20mg/L，本项目生活污水污染物浓度均取最高值进行计算。

表 4.2-4 营运期工作人员生活污水各污染物产生情况统计一览表

污染物	COD	BOD ₅	SS	氨氮	动植物油
产生浓度 (mg/L)	250	150	150	20	20
污染物产生量 (t/a)	0.43	0.26	0.26	0.03	0.03

(2) 含油污水

工作船舶进行日常维护会产生少量的舱底油污水，本项目营运期共配备有 4 艘工作船及 2 艘工作艇定期对养殖海区进行巡视管理，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），小型船舶的舱底含油污水产生量按 0.14t/d-艘计，则项目营运期日常维护的工作船舶舱底含油污水产生量最大约为 0.84t/d，船舶舱底含油污水中石油类的浓度约为 2000~20000mg/L，本评价按 10000mg/L 进行计算，则项目营运期日常维护的工作船舶舱底含油污水中石油类的产生量约为 8.4kg/d，年工作天数按 350 天计，营运期日常维护含油污水产生量为 294t/a。舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2013）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶含油污水经配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置，委托有处理能力的单位进行处理。

(3) 养殖管理平台产生的网箱清洗废水

养殖管理平台的废水主要为网箱清洗废水，在网箱养殖中，网箱的清洗和更换是非常重要的工作。在海水中浸泡了一定时间的网箱系统，会或多或少地附着藤壶、牡蛎等贝类和各种藻类，这在一定程度上阻碍了水流的畅通和水体的交换，从而影响了养殖鱼类的生长和加重了网箱系统的下沉力。因此，在日常管理工作中，要根据网箱上附着生

物量及养殖鱼类情况进行换网和清洗。一般3个月~6个月换一次网，换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡，操作要细致。

本项目采用高压水枪喷洗网箱。借助工作船上的吊机，边起吊网箱边冲洗。工作时，先用吊机将网箱的一侧提出水面，用高压水枪冲洗，然后用同样的方法顺序清洗网箱的其他部位。采用海水进行清洗，网箱上的附着物被冲洗入海，冲洗水直接排海。根据建设单位提供的资料，一天能清洗网箱的数量大约10个，每个网箱清洗需要水量约 1.5m^3 ，则本项目清洗废水的产生量约为 $45\text{m}^3/\text{d}$ ，清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

(4) 养殖污染物

1) 网箱式养殖饵料散失源强

在养殖过程中，网箱养殖污染源主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的排泄物等。饵料投入网箱喂食鱼类，多余的饲料将沉淀于网箱底部，在水流作用下，不断自网箱析出，造成水体污染。由于本项目金鲳鱼、军曹鱼等鱼类是采用配合饲料投喂，加上大量野生鱼类被吸引到网箱附近对残饵进行摄食，因此实际残饵量会有所减少。

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大，所排泄和产生的营养物质越多。这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物多量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低。网箱养殖分为初期（幼鱼）、中期和末期（成鱼）共三期，3个养殖期的残余饵料和鱼类排泄物是不同的。不同养殖期间日投饵量见下表所示。一般每天早、晚各投喂一次，每天投放摄食时长共为2小时。

表 4.2-5 不同养殖期投饵量

规格（克/尾）	10~100	100~300	≥ 300
日投饵量占体重比例（%）	5~6	3~4	2~3

项目每年需投放饵料量约为4500t，网箱养殖期约3个月，在养殖过程中，产生悬浮物污染的主要来源有残余饵料和鱼类。采用物料衡算法计算，不同养殖期饵料散失量源强如下：

表 4.2-6 单个网箱养殖设施饵料散失量源强

养殖期	鱼体重 (t)	饵料日投放量 (t)	饵料直接散失率（%）	饵料散失量 (t/d)	每天摄食时长（h）	源强（kg/s）
-----	------------	---------------	------------	----------------	-----------	----------

重力式网箱（金鲳鱼）	初期（幼鱼）	4	0.140	15	0.0210	2	0.0029
	中期	12	0.300	14	0.0420	2	0.0058
	末期（成鱼）	20	0.500	13	0.0650	2	0.0090
重力式网箱（石斑鱼）	初期（幼鱼）	1	0.055	15	0.0083	2	0.0011
	中期	10	0.250	14	0.0350	2	0.0049
	末期（成鱼）	20	0.500	13	0.0650	2	0.0090
重力式网箱（军曹鱼）	初期（幼鱼）	3.75	0.131	15	0.0197	2	0.0027
	中期	54	1.350	14	0.1890	2	0.0263
	末期（成鱼）	105	2.625	13	0.3413	2	0.0474

注：

①重力式网箱设计养殖金鲳鱼、石斑鱼或军曹鱼，单个重力式网箱设计养殖金鲳鱼、石斑鱼或军曹鱼规模分别为4万尾、2万尾、1.5万尾；

②石斑鱼按初期（幼鱼）鱼体重为0.05kg，中期鱼体重0.5kg计算，末期（成鱼）鱼体重1kg；

③金鲳鱼按初期（幼鱼）鱼体重为0.1kg，中期鱼体重0.3kg计算，末期（成鱼）鱼体重0.5kg；

④军曹鱼按初期（幼鱼）鱼体重为0.25kg，中期鱼体重3.6kg计算，末期（成鱼）鱼体重7kg。

2) 鱼粪源强

网箱养殖除利用自然海水进行养殖外，还依靠饲料喂养，根据养殖方案，项目喂养饲料主要成分为鱼粉、鱼油、豆粕、面粉、磷酸二氢钙、硫酸锌、硫酸亚铁、维生素A、维生素C、维生素D₃、维生素E、叶酸等。投料时均匀从水面投放，所投喂的饲料大部分为箱体内养殖的鱼类采食，少部分饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食，剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积。饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的成分被排泄到水体中，将使区域水体中的COD、总氮、总磷等含量增加。

由于局部投饵的结果，网箱内营养物质的含量明显高于网箱外，然而所投的营养物质并不能被鱼类完全消化吸收。根据《网箱养殖对水环境的影响及解决办法》（陈苏维，朱文东；安康学院，陕西安康725000；安徽农业科学），在所投喂的100%饲料中，有13%~15%的饲料直接散失于水体中，85%~87%的饲料被鱼摄食。在摄食的饲料中，有25%~35%饲料被鱼体用于增加体重；41.6%~48%的饲料被鱼体用于维持生命，其

排泄物以氮的形式进入水体；10.4%~12%的饲料未被鱼类消化吸收，以鱼粪的形式进入水体。

王清印、孙莘溢等文献资料相关研究表明，大黄鱼从摄食后到开始排粪的时间为投喂后 4h，结束排粪的时间为投喂后 20h。卵形鲳在摄食第 19h 胃内含物为 0。综合考虑排粪时间为 16h。

表 4.2-7 单个网箱养殖设施养殖期间进入水体的鱼粪量源强

养殖期		鱼体重 (t)	饵料日投放 量 (t)	鱼类摄食率 (%)	鱼粪量入 水率 (%)	进入水体的 鱼粪量 (t/d)	排粪时长 (h)	源强 (kg/s)
重力式 网箱(金 鲳鱼)	初期(幼鱼)	4	0.140	85	12	0.0143	16	0.00025
	中期	12	0.300	86	12	0.0310	16	0.00054
	末期(成鱼)	20	0.500	87	12	0.0522	16	0.00091
重力式 网箱(石 斑鱼)	初期(幼鱼)	1	0.055	85	12	0.0056	16	0.00010
	中期	10	0.250	86	12	0.0258	16	0.00045
	末期(成鱼)	20	0.500	87	12	0.0522	16	0.00091
重力式 网箱(军 曹鱼)	初期(幼鱼)	3.75	0.131	85	12	0.0134	16	0.00023
	中期	54	1.350	86	12	0.1393	16	0.00242
	末期(成鱼)	105	2.625	87	12	0.2741	16	0.00476

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大，所排泄和产生的营养物质越多，这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物多量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低。在严格控制网箱养殖密度、合理控制养殖结构的前提下，严格控制投喂饵料、养殖密度，减少有机质的输入，探索立体生态养殖，充分利用饵料，提高养殖产量，减小因投饵对水质造成的影响。

3) 网箱养殖污染物

本文基于《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(公告 2021 年 第 24 号)中农业源产排污核算系数手册中表 6 水产养殖业排污系数-广东地区的数值计算，估算本项目养殖产排污情况。本项目各养殖品种无具体养殖规模，本项目以主要养殖品种网

箱养殖平均数计算本项目产排污情况。排污系数见表 4.2-8，本项目污染物排放情况表 4.2-9 见所示。

本项目建设深水网箱 54 个，本项目网箱养殖年产量约 2084t；通过计算，项目深水网箱养殖污染产排情况见表所示。

表 4.2-8 网箱养殖排污系数

地区	COD (千克/吨)	氨氮 (千克/吨)	总氮 (千克/吨)	总磷 (千克/吨)
广东省	13.468	0.462	2.689	0.522

表 4.2-9 项目网箱养殖排污量统计表

省份	养殖总量/t	排污量(t/a)			
		COD	氨氮	总氮	总磷
广东	2084	28.07	0.96	5.60	1.08

本报告选取总氮、总磷、COD 作为本项目主要养殖污染物的情况下估算，养殖特征污染物的排放源强。无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮；根据文献《南海海域海水中各形态磷的化学分布特征》中南海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 0.7，即活性磷酸盐=0.7*总磷。本项目数值计算各污染物源强：无机氮 0.107g/s，活性磷酸盐 0.024g/s，COD0.890g/s。

3) 延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖污染物

本项目牡蛎及扇贝等贝类养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。

参照《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（公告 2021 年 第 24 号）中农业源产排污核算系数手册中表 6 水产养殖业排污系数-广东地区的数值计算，则本项目底播养殖和筏架式养殖业排污系数参考上表 4.2-8。

完全建成后，本项目棚架式浮筏养殖区 182.38 公顷、延绳式浮筏养殖区 205.64 公顷。全年共采收牡蛎及扇贝等 13969t/a。

按照以上排污系数保守估算本项目筏架式养殖业年排污量，计算结果见下表。完全建成后，本项目浮球/筏架式养殖排污量为：COD337.15t/a、氨氮 11.56t/a、总磷 67.32t/a、总氮 13.07t/a。

表 4.2-10 底播养殖和筏架式养殖排污量统计一览表

养殖模式	养殖种类	产量(t/a)	排污量(t/a)			
			COD	氨氮	总氮	总磷
筏式养殖	牡蛎及扇贝	13969	188.13	6.43	37.56	7.29

4.2.2.3 噪声污染源

本项目营运期噪声主要为工作船舶鸣笛声及船舶发动机噪声等，工作船舶工作时将产生一定的噪声污染，主要设备噪声级见下表 4.2-11 所示。

表 4.2-11 营运期主要噪声源情况一览表

序号	机械名称	噪声值 dB(A)
1	船舶鸣笛声	100
2	船舶发动机	95

4.2.2.4 固废污染源

(1) 生活垃圾

本项目营运期日常维护投入工作人员 36 人，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，生活垃圾产生量按 1.0kg/d·人计，则本项目营运期船舶生活垃圾产生量为 36kg/d，年工作天数按照 350 天，则项目工作人员年产生的生活垃圾量约 12.6t/a。根据《固体废物分类与代码目录》(生态环境部 2024 年 4 号)，生活垃圾属于一般固废(废物种类：SW64 其他垃圾，废物代码：900-099-S64)，船舶工作人员产生的生活垃圾经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不排放入海。

(2) 病死鱼

本项目区域水质状况良好，且深水网箱水体交换好，其病死率整体较小，网箱养殖过程产生少量的病死鱼，出现病死鱼时应及时从网箱中转移出来，并放在干净、密封的容器中，避免病死鱼在暂存、运输过程中掉落或溢出，装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置，禁止直接排入海域。

项目完全投产后，营运期预计渔获量为 2084t/a，预计水产品投放、装卸及收获等环节产生病死鱼、贝类等固废，产生量约为渔获量的 0.1‰，因此病死渔获约 0.21t/a。根据《固体废物分类与代码目录》(生态环境部 2024 年 4 号)，病死鱼属于一般固废(废

物种类：SW83 渔业废物，废物代码：040-001-S83），病死鱼应按要求进行无害化处置，禁止直接排入海域。建设单位拟委托第三方有能力单位进行处置，第三方处置单位如：瀚湛江军创环保废弃物处理有限公司、瀚蓝驼王生物科技（湛江）有限公司、吴川市长岐镇康大动物无害化处理厂等，具体单位可根据实际情况进行调整。

（3）废弃养殖材料

废弃养殖材料主要为废棚架及废旧网具，根据《固体废物分类与代码目录》（生态环境部 2024 年 4 号），废棚架、废旧网具属于一般固废（废物种类：SW83 渔业废物，废物代码：040-001-S83）废旧网具包含废弃绳索、废旧塑料管、网衣等。网箱养殖过程中，会根据使用情况，更换清洗网具，部分网具破损经修补后继续使用，部分无法修补的网具损毁后无法继续使用作为一般固废，该部分网具交由资源回收利用企业回收利用。

本项目选用高质量网衣，网衣使用寿命按照 1 年计，本项目开展 54 个重力式网箱，每套网具重量约 0.1t，则每年废旧网具产生量约 5.4t/a，根据同类型项目运营资料，废棚架预计产生量为 0.3t/a，均作为一般固废，交由有处理能力单位回收利用。

（4）废弃防疫药物

本项目防疫药品中的废包装材料、废容器等属于防疫废物，年产生量约为 0.5t/a，根据《国家危险废物名录》（2025 年版）中，属于危险废物（HW01 医疗废物，危废代码：841-002-01）该类废物交由符合农业农村部门相关规定且有资质能力的单位处理。

5）养殖管理平台产生的废饲料包装袋

养殖管理平台主要用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理，项目养殖期间投放饲料时会产生废饲料包装袋，为带塑料内衬的编织袋，根据《固体废物分类与代码目录》（生态环境部 2024 年 4 号），废饲料包装袋属于一般固废（废物种类：SW80 农业废物，废物代码：010-004-S80），预计产生量约为 15t/a，收集后运回陆地，外售给废品收购站，不在海丢弃。

6）废油及含油抹布

营运期运输船舶等作业产生少量的废油，根据《国家危险废物名录》（2025 年版）废油及含油抹布属于危险废物，废油（危险废物类别：HW08，危险废物代码：900-249-08）

及含油抹布（危险废物类别：HW49，危险废物代码：900-041-49）经收集上岸后交由有资质单位接收处理，不得排放入海。

4.2.2.5 营运期主要污染源汇总

本项目营运期各类污染物产生量情况见下表 4.2-12 所示。

表 4.2-12 营运期污染要素清单一览表

污 染 项 目	污染物名称	主要污染因子		产污环节	污染物产生量	处理方式/排放去向
废 气	船舶燃油 尾气	SO ₂ 、NO、CO 等		营运船舶	—	采用低含硫燃料油；有条件使用清洁能源动力船舶
废 水	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷		工作人员 日常生活	1701.0m ³ /a	船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水配备专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海
	含油污水	石油类		营运船舶	294t/a	交由有能力单位处理
	饵料及鱼类排泄物	网箱式 养殖污 染物	饵料散失悬 浮物 鱼粪悬浮物	养殖过程	0.0011~0.0474kg/ s 0.00010~0.00476 kg/s	自然排海

			COD		28.07t/a	
			氨氮		0.96t/a	
			总氮		5.60t/a	
			总磷		1.08t/a	
		筏式养殖污染物	COD		188.13t/a	
			氨氮		6.45t/a	
			总氮		37.56t/a	
			总磷		7.29t/a	
	网箱清洗废水	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、氨氮		养殖管理平台	45m ³ /d	自然排海
噪声	船舶鸣笛声	等效声级	营运船舶	100dB(A)	控制鸣笛	
	船舶发动机			95dB(A)	选用低噪声的设备	
固废	生活垃圾	工作人员生活垃圾	生活垃圾	12.6t/a	经分类收集上岸后,由环卫部门清运处理,不排放入海	
	病死鱼	病死鱼	养殖过程	0.21t/a	装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置	
	废弃养殖材料	废旧网具	运营维护过程	5.4t/a	交由有处理能力单位回收利用	
		废栅架		0.3t/a		
	废弃防疫药物	危险废物	养殖过程	0.5t/a	交由符合农业农村部门相关规定且有资质能力的单位处理	
	废饲料包装袋	一般固废	养殖管理平台产生	15t/a	外售给废品收购站	
	废油及含	危险废物	营运期运	少量	经收集上岸后交由有	

油抹布		输船舶等 作业时		资质单位接收处理
-----	--	-------------	--	----------

4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

4.3.1 施工期非污染源生态环境影响分析

(1) 施工期对海洋水文动力的影响

本项目用海方式为开放式养殖用海，主要开展网箱养殖、延绳式浮筏养殖及棚架式浮筏养殖，项目施工过程中不建设构筑物，不改变区域地形地貌，主要影响表层水动力，会对海流造成一定程度的阻碍，引起养殖区内海域水动力条件的改变，对工程附近海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境可能产生一定的影响，其影响范围局限在养殖活动区域，对项目以外的海域潮流流态基本无影响。

(2) 施工期对海域生态环境的影响

本项目施工期不涉及疏浚等污染严重的施工项目，对区域水质环境、沉积物环境影响较小，基本不改变海域生态环境，施工期对海域生态环境影响较小，施工结束后，其影响基本消失。

(3) 施工期对航运的影响

本项目施工过程中将增加区域内船舶密度，对过往的渔船和货船的航行将产生一定的影响。根据《广东省粤西航道事务中心关于湛江市现代化海洋牧场近期建设海城选址方案（征求意见稿三稿）意见的复函》（粤西航道函〔2023〕187号），本项目不占用现状航道和沿海船舶公共航道，符合航道保护管理相关规定，且项目施工水域开阔，本项目不占用习惯航路和航道，只要正确显示施工信号，主动与过往船舶联系，注意避让，其影响是可控的。

4.3.2 营运期非污染源生态环境影响分析

本项目拟开展深水网箱养殖、延绳式浮筏养殖及棚架式浮筏养殖，营运期对海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境等影响较小，主要为营运维护等增加海域船舶流量，将对通航环境产生一定影响，可能引发海洋环境风险事故。

4.4 总量控制

为全面贯彻落实国家、自治区、市生态环境保护工作会议的精神和国务院《关于加强环境保护若干问题的决定》，湛江市“十四五”期间的生态环境保护目标，实施可持续发展的战略，需认真履行环境影响评价和“三同时”审批制度，大力倡导和推行清洁生产，对污染物排放量要从浓度控制转向总量控制，将污染物的排放总量控制作为建设项目防止污染、竣工验收和核发污染物排放许可证的依据。

本项目大气污染物主要为船舶尾气，主要污染因子为 SO_2 、 NO_x 、烟尘，产生量较少且不连续，因此，本项目不设置大气总量控制指标。

本工程营运期船舶含油污水及工作人员生活污水交由有能力处理的单位统一接收处理，不再申请总量控制指标。

根据工程分析，养殖过程产生 COD 排放总量约 216.2t/a，氨氮排放总量约 7.41t/a。根据有关规定，国家对已做出总量控制规定的海域需实施总量控制。由于广东省还未对海域污染物总量控制提出要求，因此经本项目暂不做污染物排放总量控制指标。

第5章环境质量现状调查与评价

5.1 自然环境现状调查与评价

5.1.1 地理位置

湛江位于中国大陆最南端、广东省西南部,介于东经 $109^{\circ}40'$ ~ $110^{\circ}58'$,北纬 $20^{\circ}13'$ ~ $21^{\circ}57'$ 之间,包括整个雷州半岛及半岛北部的一部分。东濒南海,南隔琼州海峡与海南省相望,西临北部湾,西北与广西壮族自治区的合浦、博白、陆川县毗邻,东北与本省茂名市的茂南区和电白、化州县接壤。市区位于雷州半岛东北部,介于东经 $110^{\circ}10'$ ~ $110^{\circ}39'$,北纬 $20^{\circ}51'$ ~ $21^{\circ}12'$ 之间。辖区总面积13263平方公里。

雷州市位于雷州半岛中部。东经 $109^{\circ}42'12''$ ~ $110^{\circ}23'34''$,北纬 $20^{\circ}26'08''$ ~ $21^{\circ}11'06''$ 。东濒南海,西靠北部湾,北与湛江市郊、遂溪县接壤,南与徐闻县毗邻。幅员辽阔,东西横亘67公里,南北纵贯83公里,总面积3664.44平方公里,海岸线长406公里。本项目位于广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域,用海面积约6.63平方千米,水深约5~10米,水流畅通。

5.1.2 地形地貌

湛江的陆地大部分由半岛和岛屿组成,地势大致是中轴高,东西两侧低,南北高而中间低,起伏和缓,多为平原和台地。全市土地总面积中,平原占66%,丘陵占30.6%,山区占3.4%。陆地水面(包括水库、山塘、池塘、江河)占6.4%。

湛江既有热带土壤基本类型,也有滨海地带土壤分布,共有赤红壤、砖红壤、滨海沙土、滨海盐渍沼泽土、滨海盐土、潮沙泥土、沼泽土、火山灰土、菜园土、水稻土等10个土类,以红壤居多,湛江因此有“红土地”之称。其分布大体是北纬 $20^{\circ}40'$ 以南地区为砖红壤,占土地总面积一半以上,是该市最主要的土壤类型;北纬 $20^{\circ}40'$ 以北地区为赤红壤;沿海地区为海滨沙土、滨海盐渍沼泽土和滨海盐土;九洲江和鉴江沿岸两侧为潮沙泥土。

湛江所辖五县四区均面向海洋，海岸线总长 2023.6 公里，其中大陆海岸线 1243.7 公里、岛岸线 779.9 公里，海岸线系数（海岸线长度与国土面积之比）为 0.16，即每平方公里国土的海岸线长 162 米。

湛江北部低丘陵区，地势最高为廉江市北部、西北部，以海拔 80~250 米的低丘陵为主，有湛江最高点双峰嶂（海拔 384 米）与数十座 100~300 米的峰岭并排，形成一道屏障。其余山地多呈扁馒头形小山丘，沟谷较宽，丘陵疏矮，起伏不大，坡度 8~15 度，相对高度在 30 米以下，海拔高度在 50~100 米之间，少数达 150 米。丘陵渐靠河谷，亦渐为低矮。其中穿插的沟谷，切割明显。

湛江的半岛缓坡台地，三面临海，台地略有起伏，无明显峰谷，地势较平缓，坡度 3~5 度。在大片缓坡地之间有水田、小溪或冲刷沟等切割。以火山喷发遗迹的小山较高，地势向四周逐渐变低。较高的山岭有螺岗岭（海拔 223 米）、仕礼岭（海拔 226 米）、石卵岭（海拔 259 米）、石板岭（海拔 245 米）。螺岗岭以南地势平缓，东西部皆为台地，台顶平坦，周边较陡。

湛江的沿海平原区，以河流冲积的滨海平原为主，部分为滨海台地，地势平缓，起伏极微，坡度 1~4 度。滨海平原海拔 0.8~3 米。

湛江主要岛屿有东海岛、南三岛、硃洲岛、特呈岛、调顺岛、东头山岛、南屏岛等。东海岛面积达 289 平方公里，为广东省最大的岛屿，是中国第五大岛屿。湛江南三岛面积 164 平方公里，为广东省第二大岛屿，是全国第七大岛屿。

1) 海底地形地貌

雷州半岛西部近岸地貌多属于侵蚀-堆积岸坡，是水下堆积岸坡与侵蚀岸坡之间的过渡型岸坡。沉积物除部分源于大河补给外，主要来自近岸中、小河流和沿岸侵蚀物质。岸坡堆积作用和侵蚀作用之强弱，与沉积物供给状况和波浪作用强度相关。一般在沿岸流途经范围堆积作用发育，其余则大多以侵蚀作用为主，坡面底质相应出现细（泥质粉砂）和粗（砂、泥质砂）的变化。雷州半岛及海南岛周边的水下侵蚀-堆积岸坡主要分布在环海南岛近岸海域，以及琼州海峡沿岸海域、雷州半岛西部近岸海域。水下岸坡相对较陡，呈斜坡状，受波浪和近岸水流影响较大，海洋动力的改造作用较强，海底面常见中小型波痕存在。

2) 海底底质特征

北部湾的沉积物主要是陆源碎屑物质，陆源碎屑主要由广西沿岸、雷州半岛西岸和海南岛北岸的入海河流贡献。沿华南大陆的粤西沿岸流携珠江流域物质终年自 NE 流向 WS，一部分进入北部湾，与红河流域的泥沙一起加入到全年逆时针流动的北部湾环流，影响到北部湾海域的物质沉积；此外，沿海南岛西岸向北的南海水团以及北部湾的沿岸水系也会对该区域的物质沉积产生一定作用。

结合海底地形和沉积物平均粒径的分布来看，沉积物类型从粒径最大的砾石到粒径最小的粘土质软泥均有分布，但以粉砂为主，大范围的砂质沉积物，粗砂、中沙、粉砂和细砂均有分布，具有岸边粒度较细，中央海域粒度较粗的特征。在湾内的不同海区，表层沉积物也存在很大差异。北部湾中部为古滨岸浅滩沉积，主要是细砂分布区，是一个底部平坦的40m~50m 的水下阶地，这片砂质沉积物分布区在陆架折处消失，并在出口处形成小型陆架扇；在环绕雷州半岛西侧为在波浪作用形成的水下岸坡砂砾质沉积带，在该带外侧为粘土质粉砂沉积的狭窄泥质沉积带。

3) 沿岸冲淤情况

所处岸段冲淤变化甚微，该段海岸具有台地溺谷型海岸地貌的特征，属于台地溺谷型海岸地貌，岸段陆域均由玄武岩构成，由 NNE、E、SE、S 向等风向和台风作用引起的波浪甚弱，沿岸输沙活动不剧烈，湾口海积地貌不甚发育。各海湾间有岬角存在，潮间带有巨砾堆积，对岸线起了保护作用，使得岸线没有大规模的蚀退现象而处于相对稳定状况。

5.1.3 气象气候

湛江地处北回归线以南的低纬地区，属于热带北缘季风气候，终年受海洋气候的调节，冬无严寒，夏无酷暑，年平均气温在 22.7℃~23.5℃，由北向南递增，南北相差 1.5℃。年平均雨量 1395.5~1723.1 毫米，年平均日照时数 1714.8~2038.2 小时。4-9 月为多雨季节，8 月雨量最多；10-3 月雨量较少。低压、热带风暴、台风登陆影响较为频繁。据气象局统计，从 1960~2018 年，登陆本市的台风 52 个，每年平均 0.9 个。

雷州市位于北纬 20°26'~21°11'，北回归线以南，纬度较低，属亚热带湿润性季风气候。光照充足、热量丰富。

1) 气温

雷州市日照年平均 2003.6 小时, 太阳年总辐射量 108~117 卡/平方厘米, 年平均气温 22°C, 最高气温 38.5°C (出现于 1977 年 6 月 8 日), 最低气温 0°C (出现于 1975 年 12 月 2 日和 29 日), 最热月份是 7 月, 平均气温 28.4°C, 最冷月份是 1 月, 平均气温 15.5°C。年温差明显, 为 12.9°C 左右。年积温约 8382.3°C。无霜期达 364 天。

2) 降水

雷州市年平均相对湿度为 84%, 雨量充沛, 干湿明显。年平均降雨日 135 天, 平均年降雨量为 1711.6 毫米。降雨年际变化大, 相对出现干湿季。雨季为 6~9 月, 旱季为 11 月至次年 3 月。市内区域降雨不均匀。东部、中部、北部为多雨区, 而西部、南部为少雨区, 内陆为多雨区, 沿海为少雨区。

3) 风况

湛江市多年平均风速为 3.2m/s, 3 月份平均风速最大为 3.7m/s, 6、8 月份平均风速最小为 2.7m/s。根据近 20 年资料分析, 湛江气象站风速呈现下降趋势, 2004 年年平均风速最大 (4.2 米/秒), 2011 年年平均风速最小 (2.6 米/秒)。

该地区全年盛行风向为 E、ESE、N 风, 年均频率合计为 45.5%。夏季偏东南风, 冬季盛行偏北风或偏东风, 静风年均频率为 1.1%。雷州市年风速 3.6 米/秒, 6~9 月以南风为主, 11~3 月以北风为主。

5.1.4 海洋水文

湛江境内河流较多, 但大部分源流短, 水量小, 落差不大。全市集水面积大于 1000 平方公里的有鉴江、九洲江、南渡河、遂溪河; 集水面积大于 100 平方公里的干支流有 40 条; 属独流入海的 22 条。

雷州市地表水较贫乏, 地下水资源较丰富。多年平均地表径流总量 19.64 亿立方米, 丰水年 31.9 亿立方米, 平水年 18.02 亿立方米, 枯水年 10.62 亿立方米。另外, 雷州青年运河一般年可供水 1.2 亿立方米。地表水特征是雨量集中, 具有明显季节性。秋季雨量多, 夏季次之, 春冬雨量少, 实际旱季长达 5 个月; 雨量分布空间不均, 差异明显, 东北部多, 西南部少。蒸发量大于降水量的年份多, 对农业生产很不利。河流短小, 降水利用率低。蓄水工程设计正常库容仅 3.73 亿立方米, 降水蓄积量少, 而且降雨时空分布不均, 常达不到蓄水指标。本市集雨面积 100 平方公里以上单独出海的河流有 8 条,

大量降水宣泄入海，降水利用率低。地下水源蕴藏较丰富，总蕴藏量 12.96 亿立方米。据供水规划的统计，平均年利用地下水量为 8710 万立方米，占地下水总量 6.75%。

雷州市地处雷州半岛腹部东西海岸线长达 406 公里，海滩涂面积 150.84 万亩。市内海湾有雷州湾、那沃湾、流沙湾，其中雷州湾和流沙湾都是雷州半岛较大的天然渔场。雷州有通明港、雷州港、蛋场港（北仔港）、豪郎港（豪郎港仔）、黑土港（外田港）、赤目塘港（赤毛塘）、企水港、山尾港、三吉港、南灶仔港、望楼港、康港、英楼港、港仔（白沙仔）、那胆港、乌石港（房参港）、后丰港（后港）、那沃港、流沙港、双溪口（双溪港）等大小 20 个港口。

海水温度、盐度、潮汐、水系、海流等海洋水文环境，与海洋生物生存、栖息、活动有直接关系，是研究海洋环境的重要因素。

1) 潮汐

2023 年 11 月，中国水产科学研究院南海水产研究所在雷州企水海域开展了 6 个站位的海流现场观测。

调查区域属于非正规全日潮。观测期间，各站海流流速较小。其中表层最大流速介于 $34.512\text{cm/s} \sim 56.204\text{cm/s}$ ，最大流速出现在 S17 站，对应流向为 179.98° ；中层最大流速介于 $32.998\text{cm/s} \sim 55.604\text{cm/s}$ ，最大流速出现在 S17 站，对应流向为 178.96° ；底层最大流速介于 $22.078\text{cm/s} \sim 55.096\text{cm/s}$ ，最大流速出现在 S17 站，对应流向为 176.96° 。在垂向上，S9、S15、S17 站最大流速出现在表层，S7、S1 站最大流速出中层，S6 站最大流速均出现在底层。

2) 余流

调查海域余流均较小，各站余流流速介于 $0.87 \sim 2.54\text{cm/s}$ 之间，最大余流流速位于 S15 站底层，流向为 78.37° ；最小余流流速位于 S7 站中层，流向为 80.35° 。S7 站余流流速最小出现在中层，余流流向为东北向；S1 站余流流速最大出现在表层，余流流速随着深度增加而减小，各层余流流向为东北向；S6 站余流流速最大出现在中层，各层余流流向为东北向；S9 站余流流速最大出现在中层，各层余流流向为东北向；S15、S17 站余流流速最大出现在底层，余流流速随深度增加而增加，各层余流流向为东北向。

3) 水温

在 20 个调查站位利用表层温度计测量表层（水面下 0.25m~0.5m）和底层（离海底 1m）的海水温度，调查实测结果表明：调查海域海水温度变化范围为 22.4~24.2℃，平均水温为 23.27℃，其中表层最高值为 S8 号站，最低值为 S2 号站，底层最高值为 S20 号站，最低值为 S13 号站。

4) 盐度

在 20 个调查站位利用盐度计测量表层（水面下 0.25m~0.5m）和底层（离海底 1m）的海水盐度。现场实测调查结果表明：调查海域海水盐度变化范围为 28.3~31.8，平均盐度为 30.72，其中表层最高盐度为 S12 号站，最低盐度为 S2 号站，底层最高盐度为 S11 号站，最低盐度为 S7 号站。

5.1.5 主要海洋灾害

1) 台风、风暴潮

湛江市沿海主要的灾害天气为热带风暴或台风。据湛江市气象台 30 年的统计资料，平均每年登陆或影响湛江市的台风有 3.93 次，其中登陆的强台风占 13.6%，台风占 10.2%，热带低压占 3.4%，受到影响的强台风、台风和热带低压分别占 31.4%、28%和 13.6%。东海岛地处南海之滨，是亚热带北上南下的必经之路。热带风暴和台风有 83% 在硃洲岛附近登陆，其中 36% 正面登陆，有 22% 徐闻以南登陆，有 42% 在电白以东登陆。热带风暴和台风登陆的路径有：正面登陆袭击硃洲岛海域；在硃洲岛以东登陆并向北偏移；徐闻以南登陆并向西偏移。

台风常带来暴雨和风暴潮，引发各种严重自然灾害。8007 号台风，南渡河口实际测得风暴潮 5.94m，最大增水 5.45m，为我国实测风暴潮记录以来所罕见。由于北部湾海域受到雷州半岛保护，总的来说受台风、风暴潮影响较小，但今年的台风“摩羯”出其不意正面袭击北部湾海域，为深远海养殖带来重创，因此也严重收到台风、风暴潮等灾害的威胁。

2) 赤潮

根据 2005~2017 年《湛江市海洋环境质量公报》和 2013~2021 年《广东省海洋灾害公报》的统计结果，在 2005~2021 年期间，湛江共发生赤潮 29 次，平均每年发生约 2 次。从季节分布来看，湛江附近海域记录的赤潮灾害有 12 次发生在春季，8 次发生在夏

季, 秋季和冬季发生的次数分别为 5 次和 4 次。赤潮灾害的多发期为每年的春季, 占全年的 41%, 而夏季、秋季和冬季较为平均。从赤潮灾害影响程度来看, 湛江附近海域发生的赤潮主要以无毒赤潮为主, 有毒赤潮鲜有发生, 中肋骨条藻是湛江沿海海区最常见的赤潮生物。29 次赤潮灾害中, 有 3 次对渔业资源造成了一定的影响。2006 年在角尾镇至乌石港附近海域发生的球形棕囊藻赤潮, 影响面积达到了 700 平方公里, 造成少量养殖鱼类和渔业资源损失; 2006 年湛江港发生的中肋骨条藻赤潮, 导致少量鱼类死亡, 造成约 10 万元的经济损失; 2008 年在湛江港附近海域及赤坎区金沙湾对出海域发生的球形棕囊藻和血红哈卡藻(红色赤潮藻)赤潮, 对天然渔业资源有一定影响。

5.1.6 自然资源概况

(1) 海岸线资源

雷州市海岸线总长达到 406 千米, 岸线资源丰富、蜿蜒曲折、形态各异, 具有很高的生态价值和开发潜力, 拥有广阔的海滩和丰富的海洋生物资源, 沿岸有雷州湾、那沃湾、流沙湾三大海湾, 以及众多大小岛屿和沙洲。雷州湾和流沙湾是雷州半岛较大的天然渔场。雷州湾位于雷州半岛东部, 东有硇洲岛, 北有东海岛, 西接雷州港。

(2) 滩涂资源

雷州市沿海滩涂宽阔平坦, -10 米等深线以内浅海滩涂面积达 150 万亩, 滩涂资源主要包括红树林、海湾、港口和各种海洋生物资源。

其中, 红树林以其独特的生态系统服务功能, 如防风固沙、净化海水等, 为当地提供了重要的生态保护。

(3) 港口资源

雷州有通明港、雷州港、蛋场港(北仔港)、豪郎港(豪郎港仔)、黑土港(外田港)、赤目塘港(赤毛塘)、企水港、山尾港、三吉港、南灶仔港、望楼港、康港、英楼港、港仔(白沙仔)、那胆港、乌石港(房参港)、后丰港(后港)、那沃港、流沙港、双溪口(双溪港)等大小 20 个港口, 其中流沙港、乌石港、企水港及三吉港为市内 4 大港口。乌石港、企水港分别为国家级中心渔港和省中心渔港, 流沙港为对外开放二类口岸, 货运国内航线可通达海口、广州、香港、澳门等沿海各大港口, 水陆空交通便利。

雷州市东西两面临海，项目所在西面大小船舶港口有企水、海康、乌石、流沙、下海等，较大的港口有乌石、企水、流沙，其中能停泊万吨轮船的有乌石，这些主要港口每年货物吞吐量达50万吨以上。

企水港位于雷州半岛西海岸，是北部湾中部的渔业中心基地港，港区面积约6平方公里，海岸线长达37公里，港内水域面积9.5平方公里。企水港具有深的港池和良好的避风条件，是广东省17个一级渔港之一，被列为国家一级渔港，对虾养殖、网箱养鱼、珍珠养殖等水产养殖业十分发达。

乌石港是一个有600年历史的渔港，2018年8月入选《中国国家地理》广东100个最美观景拍摄点^①。乌石渔港渔业资源丰富，主要盛产鳊鱼、红鱼、黄花鱼、石斑鱼、沙丁鱼、赤鱼、鱿鱼等优质海产品，还是中国海产珍珠最有名的“南珠”的主要开采地之一。

(4) 渔业资源

2023年11月，中国水产科学研究所南海水产研究所在项目所在区海域开展渔业资源（含鱼卵仔鱼）调查，共捕获渔业资源游泳生物种类15目52科78属111种，主要经济种类为鹿斑鲷、吐露赤虾、金线鱼、鳗鲡、宽突赤虾、长蛇鲻、远海梭子蟹、日本蟳、细纹鲷、二长棘鲷、月腹刺鲀、鳐、银光梭子蟹、龙头鱼、长毛对虾、矛形梭子蟹等。

本次水平拖网调查，共采获鱼卵647ind、仔稚鱼97ind，经鉴定隶属于1门16科25种。采获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是石首鱼科、鲷科、鲈科、鲱科、金线鱼科、鳊科、鲷科、鳗鲡科、鰕虎鱼科、鲳科、狗母鱼科、龙头鱼科、篮子鱼科、羊鱼科、鰕鰕虎鱼科、天竺鲷科。整个调查海区，鱼卵仔稚鱼采获数量范围为0~5ind/net，平均为2.75ind/net。

(5) 矿产资源

湛江市地形上呈向南突出的半岛。以近东西向遂溪断裂为界，可分为南、北两个构造单元。北部的廉江、吴川、遂溪（北部）和湛江坡头区（北部）位于粤西云开隆起区，属粤西成矿带；南部的遂溪（南部）、湛江市区、雷州、徐闻位于雷琼断陷区，属雷琼成矿带。

雷州市境内矿产资源有：铁、钛砂矿、铝土矿、锆英石、磷钇矿独居石、硅藻土、石英砂、膨润土、泥炭土、玄武岩、砖瓦用黏土、水泥配料黏土、建筑用砂、地下水、地下热水、矿泉水等。经地质勘查探明储量，具有较高的开发利用价值的主要矿产有硅藻土矿、石英砂矿。其中硅藻土矿储量 3000 多万吨，矿物物理化学性独特，是中国大型优质硅藻土矿床之一；石英砂矿储量 3 亿吨，具有二氧化硅含量高、含铁杂质少、颗粒均匀等优点，已发现石英砂、钛铁矿有 200 多处，其中企水镇、纪家镇两个主要矿区，面积达 270 平方公里。

(6) 旅游资源

雷州市旅游资源遍布全县各地，文物资源丰富，居广东省各县（市、区）之首，雷州市博物馆馆藏文物 5000 多件，其中国家一级文物 16 件，二级文物 100 多件，三级文物 400 多件，雷州石狗馆藏石狗 1000 多尊；雷州市古迹资源中较为著名的有：最早的纪念伏波将军挥师南下的“伏波祠”、始建于唐代的国家级文物保护单位雷祖祠，始建于宋代的“真武堂”“雷州西湖”，被誉为“南天一柱”的明代三元塔、“岭南三大清官”之一海瑞、宋代大学士苏东坡留下踪迹的“天宁禅寺”，以清代古民居著称的“中国十大古村”郭塘村以及一批特色文化村；雷州市历史名人资源有带来中原文化的宋代“十贤”、“三陈”：雷祖陈文玉、被清代康熙皇帝赞誉为“清廉之卓绝者”的陈瑛、大学昌齐；雷州寺院僧尼是广东最多的县级市，拥有天宁寺、高山寺、宝林禅寺等宗教新景点。雷州市享有“北部湾畔小蓬莱”的滨海休闲地——乌石天成台度假村、全国首个以红树林命名的湿地公园——雷州九龙山红树林国家湿地公园、中国珍珠第一村——流沙村，待于开发的纪家盘龙滩、企水赤豆寮岛等。

(7) 海岛资源

雷州市有三个无居民海岛：赤豆寮岛、石头墩岛、娘子墩岛。赤豆寮岛，位于广东省湛江市雷州市企水镇西北，距离陆地仅 500 米，面积为 0.3 平方公里，是附近渔民通往外海的必经之地，该岛上修有草寮，为了供赤豆村群众小憩用，故名赤豆寮岛。石头墩岛和娘子墩岛为当地群众的惯称。故得此名。其中赤豆寮岛和娘子墩岛为已开发无居民海岛，石头墩岛为未开发无居民海岛。



图 5.1-1 雷州市海岛分布图

(8) 红树林资源

根据《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》，2022 年湛江市现有红树林面积 7196.87 hm^2 ，其中红树林分布面积最大的是雷州市，红树林面积为 1711.97 hm^2 ，占湛江市红树林总面积的 24%。雷州市红树林树群类型包括：白骨壤 602.15 hm^2 ，无瓣海桑-秋茄-白骨壤 424.12 hm^2 ，无瓣海桑 262.66 hm^2 ，白骨壤-红海榄 73.32 hm^2 ，桐花树-秋茄 72.50 hm^2 ，无瓣海桑-拉关木 50.28 hm^2 ，无瓣海桑-桐花树-秋茄 41.77 hm^2 ，白骨壤-秋茄-红海榄 40.29 hm^2 ，秋茄-桐花树 37.08 hm^2 ，白骨壤-无瓣海桑 25.00 hm^2 ，白骨壤-桐花树 23.73 hm^2 ，白骨壤-桐花树-秋茄 22.70 hm^2 ，无瓣海桑-海漆-桐花树 20.29 hm^2 ，无瓣海桑-白骨壤 7.66 hm^2 ，海漆 3.00 hm^2 ，无瓣海桑-桐花树 2.49 hm^2 ，桐花树 2.36 hm^2 ，红海榄 0.58 hm^2 。本项目不占用该自然保护区。

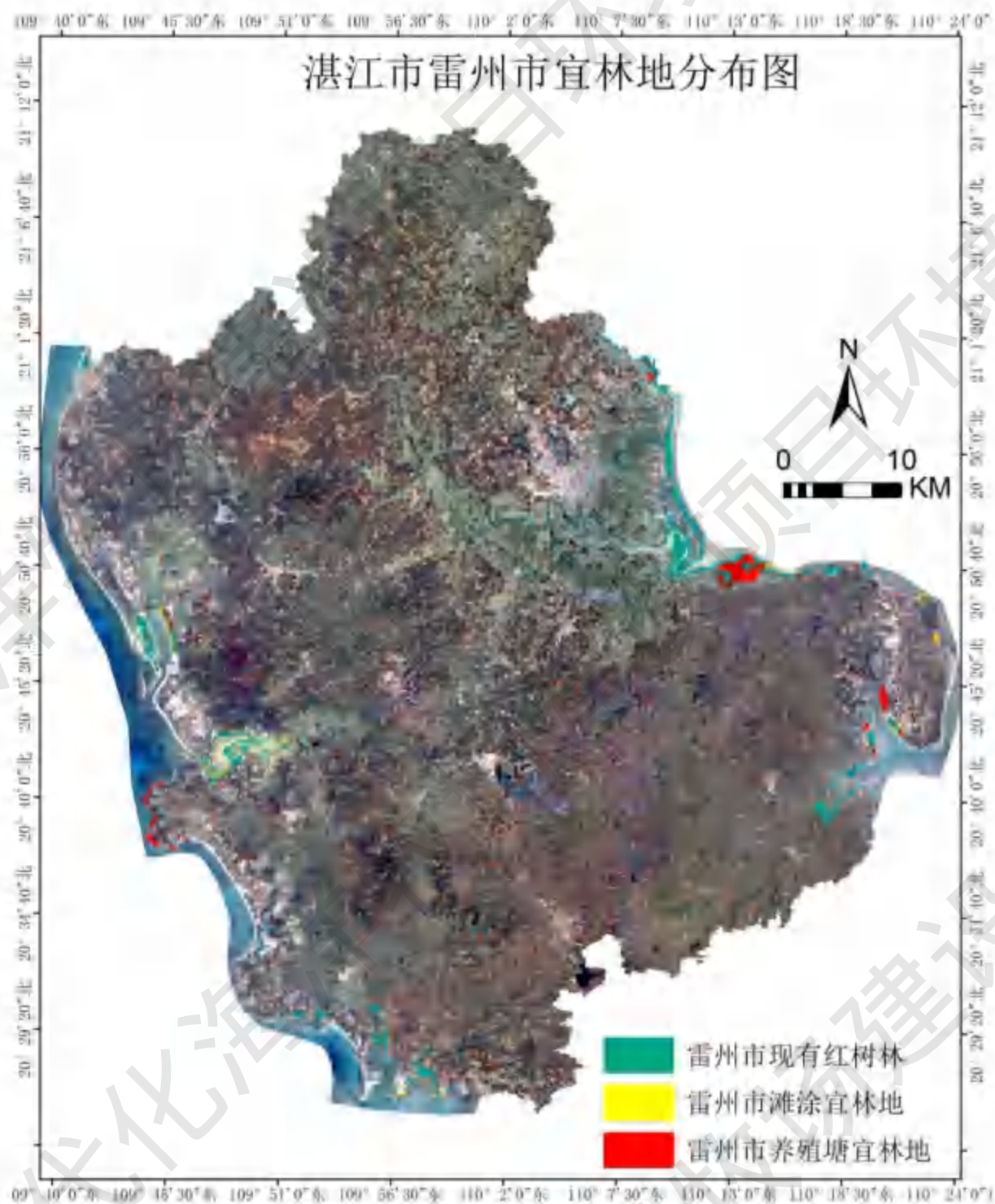


图 5.1-2 雷州市红树林分布图

(9) 主要经济鱼种“三场一通”分布

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近底层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距

高的洄游，只是随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水处往近岸浅水处往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鯢龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲳、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鳓、印度鳓、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、大黄鱼、四指马鲛、六指马鲛、银牙鲷、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其它大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲭、花斑蛇鲭、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、刺鲳、带鱼、鲨鱼、鳐类等。头足类中除火枪乌贼田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼和湾斑蛸等分布于沿岸、河口之外，其他大多数种分布范围较广，可分布至大陆架海域以内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵场和索饵场。

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下：

1) 南海鱼类产卵场

保护期为农历四月二十日至七月二十日。管理要求为禁渔期间禁止大缙、企门缙、装箩、掺缙、布罟、闸箔及机拖作业，本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内（图 5.1-3，图 5.1-4）。

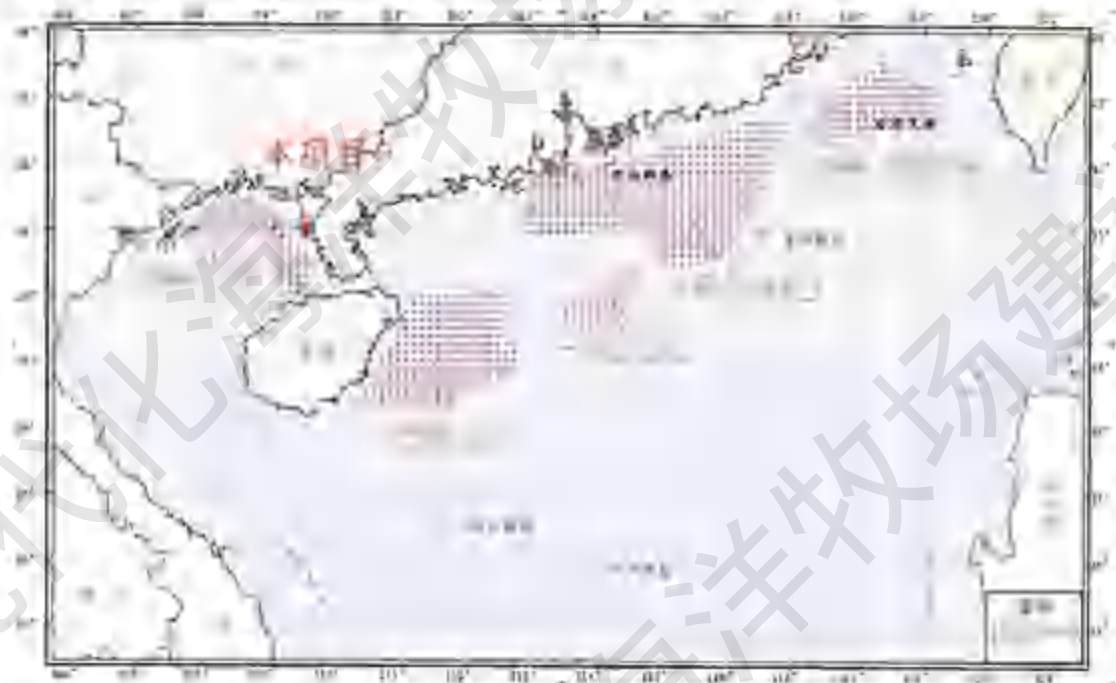


图 5.1-3 南海中上层鱼类产卵场示意图

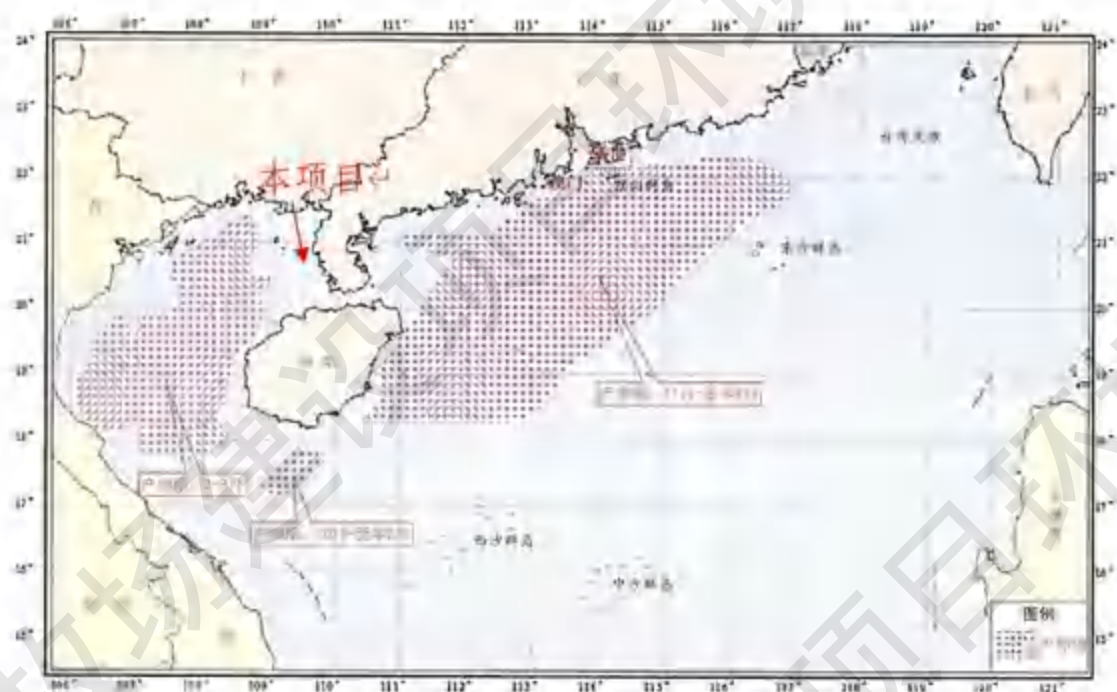


图 5.1-4 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域,保护期为(1~12)月,管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内(图 5.1-5)。

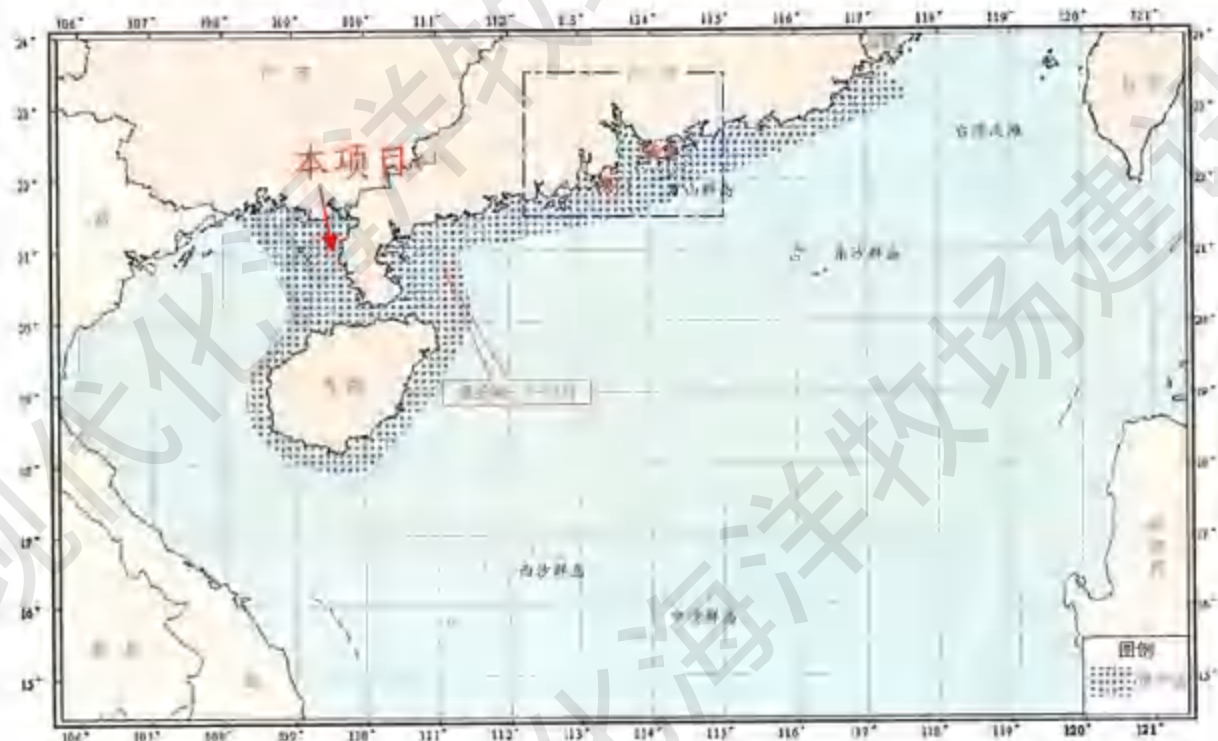


图 5.1-5 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

3) 南海区幼鱼、幼虾保护区

本项目位于北部湾涠洲岛北端的北纬 $21^{\circ}05'$ 线以北海域，连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域，保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日，见图 5.1-6。

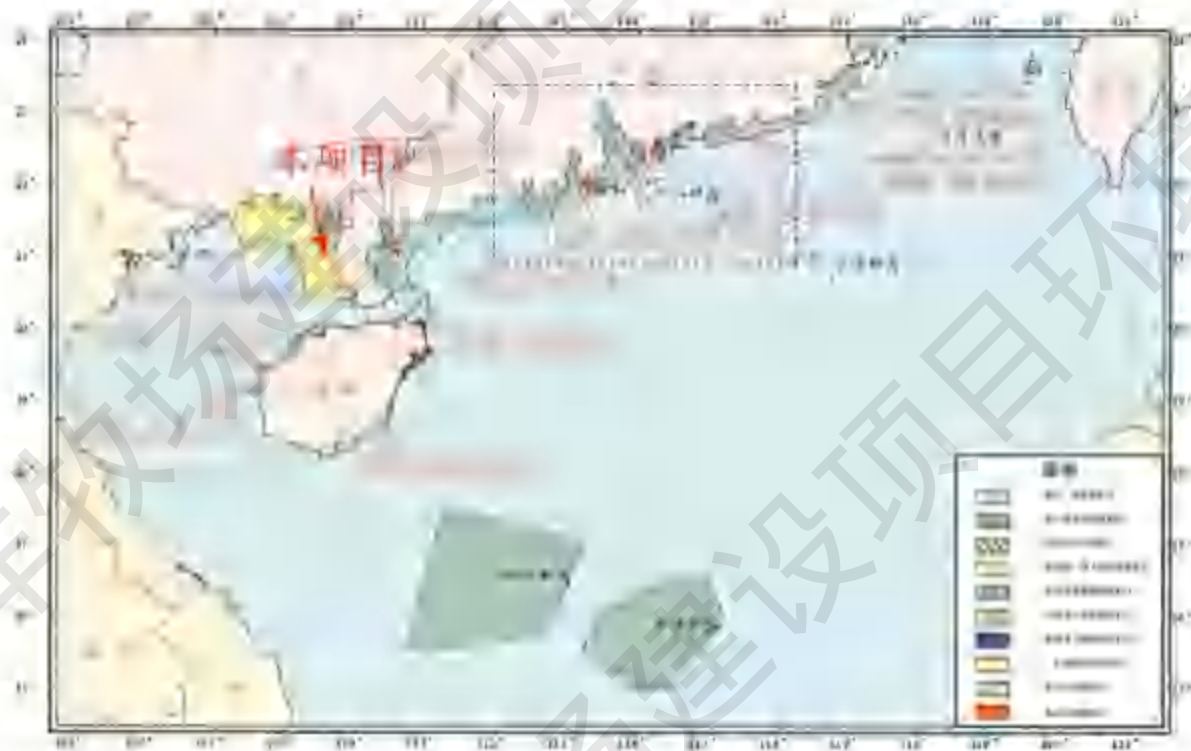


图 5.1-6 南海国家级及省级保护区分布示意图

(10) 中华白海豚

中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 分布于西太平洋和印度洋的亚热带和热带沿岸，生活在热带、亚热带温暖水域，栖息地类型包括开放的近海海域、海湾、港湾、沿海环礁湖、岩石或珊瑚礁海域、红树林湿地海域和河口地区。中华白海豚的分布与海洋生态条件有关。在水深超过 20 米处很少见到它们，一般发现于水深小于 10 米的海域。生活在近岸海域的中华白海豚易受到沿岸人类活动的影响，特别是栖息地退化的伤害，如污染、海岸和海床的变化、海水质量的下降、食物的短缺、船舶的干扰和撞击等。因此在它们的整个分布区都处在严重的威胁下。

2013 年的国际自然及自然资源保护联盟 (IUCN) 受胁物种红色名录把中华白海豚列为近危等级 (IUCN, 2013)。但是中国海域的中华白海豚处境濒危，已于 1988 年在《国家重点保护野生动物名录》列为国家 1 级重点保护野生动物。中华白海豚在中国主要分布在东南沿海，最北可达长江口，向南至福建、台湾、广东和广西沿岸，有时也会

进入江河,但是到达的位置一般都在潮汐可以影响到的地方,很少会逆流往上几千米远。有记录的进入长江最远距离约 200 km (周开亚等, 1997)。在黄海北部辽宁省沿岸偶有发现(王丕烈和韩家波, 2007)。福建、广东、广西沿海是中华白海豚种群的主要分布海域(张荔锋和唐森铭, 2008)。上世纪 70 年代以来,中国沿海地区经济的高速发展使得中华白海豚的栖息地退化和碎片化,把种群分割成少数更小的单位。已知的只有 5 个小种群幸存在东海和南海:(1) 厦门/金门种群,(2) 台湾西部种群,(3) 珠江口(珠江口/香港)种群,(4) 湛江种群,(5) 北部湾种群(刘文华和黄宗国, 2000; Wang et al., 2004; Zhou et al., 2007; Jefferson and Hung, 2004; Chen et al., 2009; Chen et al., 2010; 周开亚, 2004)

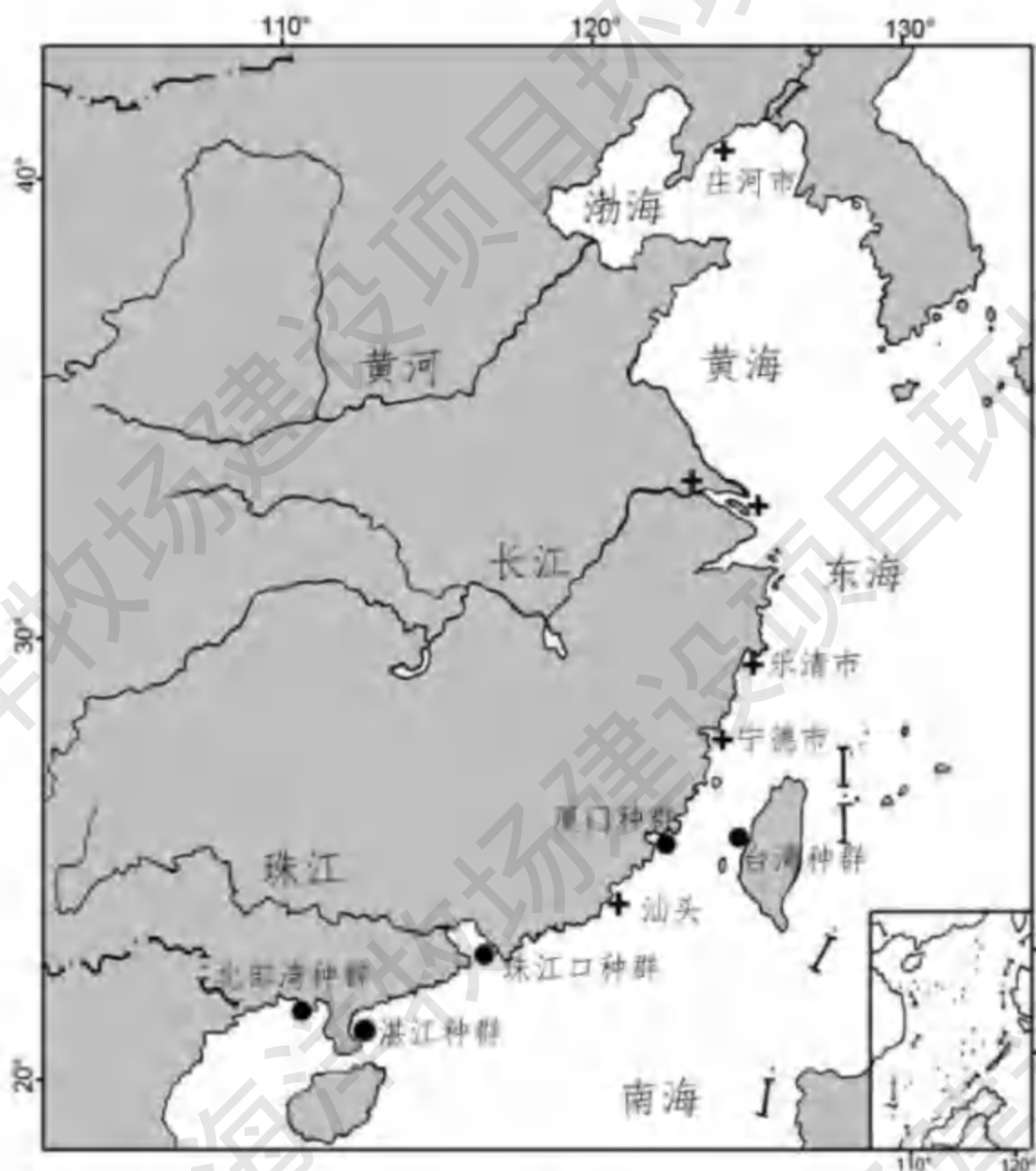


图 5.1-7 中国海域中华白海豚主要种群分布

(11) 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区位于广东湛江雷州市西部海域，即国家一级渔港企水港和国家级中心渔港乌石港之间，地理坐标介于东经 $109^{\circ}31' \sim 109^{\circ}48'$ ，北纬 $20^{\circ}32' \sim 20^{\circ}44'$ 之间，总面积 46864.67 公顷。

1983 年，广东省人民政府批准建立雷州白蝶贝省级自然保护区（即保护区前身）。

2002 年 4 月，由广东省机构编制委员会批准成立雷州白蝶贝省级自然保护区管理处。

2003年1月，保护区正式成立了雷州白蝶贝省级自然保护区管理处（为广东省海洋与渔业局直属事业单位）。

2007年，保护区成为“广东海洋大学海洋生物教习基地”，并于2010年正式挂牌。

2008年，经国务院办公厅批准，升格为国家级保护区，并更名为“雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区”，原保护区管理处晋升为管理局，并加入了“中国生物圈保护区网络（CAB）”。

2009年，保护区成立“广东省渔政总队雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区支队”和“中国海监广东省总队雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区支队”，与保护区管理局形成了三位一体的管理格局。并加入“全国水生野生动物保护分会”和“广东省水生野生动物救护网络”，成为“广东省水生野生动物救护基地”。

2012年，经广东省机构编制委员会批准，保护区更名为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，同时，管护机构更名为“广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区管理局”。

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区的主要保护对象为珍稀海洋生物及其栖息地，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区记录的各类水生动物物种总数为601种，分别列入7门、18纲、57目、209科，其中，鱼类247种，软体动物206种，节肢动物79种。包括儒艮、中华白海豚、大珠母贝（白蝶贝）、文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、江豚、宽吻海豚、热带点斑原海豚、真海豚、灰海豚、斑海豹、布氏鲸等国家I、II级重点保护动物。在区内记录的物种中，有6种被列入CITES公约附录I，20种被列入CITES公约附录II；有近40种被列入中国濒危物种红皮书和IUCN红皮书中的极危、濒危、易危物种名录。保护区海域的珍珠贝类有3种，其中，大珠母贝（白蝶贝）、珠母贝（黑蝶贝）、马氏珠母贝、长耳珠母贝、企鹅珍珠贝是重要的珠母贝资源，特别是白蝶贝所产的黑珍珠和黑蝶贝所产的黑珍珠是国际珠宝市场上最名贵的珍珠。

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区砂砾海底与成片的珊瑚礁、海藻场等，为许多鱼类提供了栖息环境，是鱼类的重要繁殖、生活场所。鱼类超过200种，初步评价出可列为主要种质资源的有20种左右，主要为石斑鱼类、鲷鱼类等名贵鱼类或经济类。

本项目不占用该自然保护区。

(12) 广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区

徐闻珊瑚礁国家级自然保护区位于广东省雷州半岛的西南部，分布在角尾、迈陈、西连的西部海区， $20^{\circ}10'36''\sim 20^{\circ}27'00''N$ ， $109^{\circ}50'12''\sim 109^{\circ}56'24''E$ 之间。保护区总面积14378.5公顷。本项目不占用该自然保护区，其最近距离约6.8km。

该保护区最早由徐闻县人民政府于1999年8月批准建立，2002年7月，由湛江市人民政府批准升级为市级珊瑚礁保护区，2003年6月由广东省人民政府升级为省级保护区，2007年4月由国务院升级为国家级自然保护区。

保护区内已经发现腔肠动物门珊瑚虫纲共3目19科32种，其中，软珊瑚目7科27种，群体海葵1科1属1种，石珊瑚目11科54种，这54种石珊瑚全部为国家Ⅱ级重点保护动物，并列入世界《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）公约。

保护区的渔业资源种类包括经济鱼类、头足类、甲壳类、贝类等共43科84种，其中青石斑鱼、方纹石斑鱼、赤点石斑鱼、长吻若鲹、五带笛鲷、弓纹盖鱼、黄斑篮子鱼、花斑裸胸鳝、康氏小公鱼、美蝴蝶鱼、朴蝴蝶鱼等是在珊瑚礁中观察识别的鱼类。紫红笛鲷、高体若鲹等其他鱼类是刺网或者其他渔具捕到的鱼类；所有贝类都是在珊瑚礁中采集到的种类；头足类和甲壳类均是刺网、拖网或其他渔具捕到的种类。在保护区海域还先后发现了白蝶贝、儒艮、海龟、海豚等珍稀濒危海洋动物。

5.2 水文动力环境现状调查与评价

5.2.1 潮汐

2023年11月，中国水产科学研究院南海水产研究所在雷州企水海域进行了海流现场观测，在S1、S6、S9、S15、S17、S7（引用草潭1号的S7号站数据）6个测站使用声学多普勒流速剖面仪（Flowquest）连续进行了25小时海流观测，海流测量在锚泊的渔船上进行，由笔记本电脑、固定支架和Flowquest流速剖面仪组成测量系统，按照《海洋调查规范—海洋水文观测》（GB12763.2—2007）执行，分表、中、底三层观测，仪器每1小时观测一次并记录数据。

表 5.2-1 水文调查站位表

站位	经度(E)	纬度(N)	调查内容
S1	109°28'46.47"	21°06'27.35"	潮流

S6	109°28'49.62"	210117.40"	潮流、潮位
S9	109939'20.95"	210122.71"	潮流
S15	109°2732.93"	20°50'16.50"	潮流
S17	109934'31.50"	20°5020.13"	潮流、潮位

(1) 潮位观测资料分析

在 S6、S17 站利用 KellerDCX-22 进行潮位实测。S6 站最高潮位为 1.0043 米，发生在 12 月 7 日 12:00:18；最低潮位为 -1.1336 米，发生在 12 月 6 日 21:00:18；平均超高 0.00002 米，最大潮差 2.1379 米，涨潮历时大于落潮历时。S17 站最高潮位为 1.2924 米，发生在 12 月 5 日 12:00:18；最低潮位为 -1.2284 米，发生在 12 月 6 日 20:00:18；平均超高 0.000024 米，最大潮差 2.5208 米，其中 12 月 5 日 20:00:18 至 12 月 6 日 10:00:18 涨潮，涨潮历时大于落潮历时，实测潮位表见下表 5.2-2 所示，S6J 及 S17 站位测潮位过程图见图 5.2-1 及图 5.2-2 所示。

表 5.2-2 实测潮位表 (单位: m)

站位	潮位			
	最高潮位	最低潮位	平均潮高	最大潮差
S6	1.0043	-1.1336	0.00002	2.1379
S17	1.2924	-1.2284	0.000024	2.5208

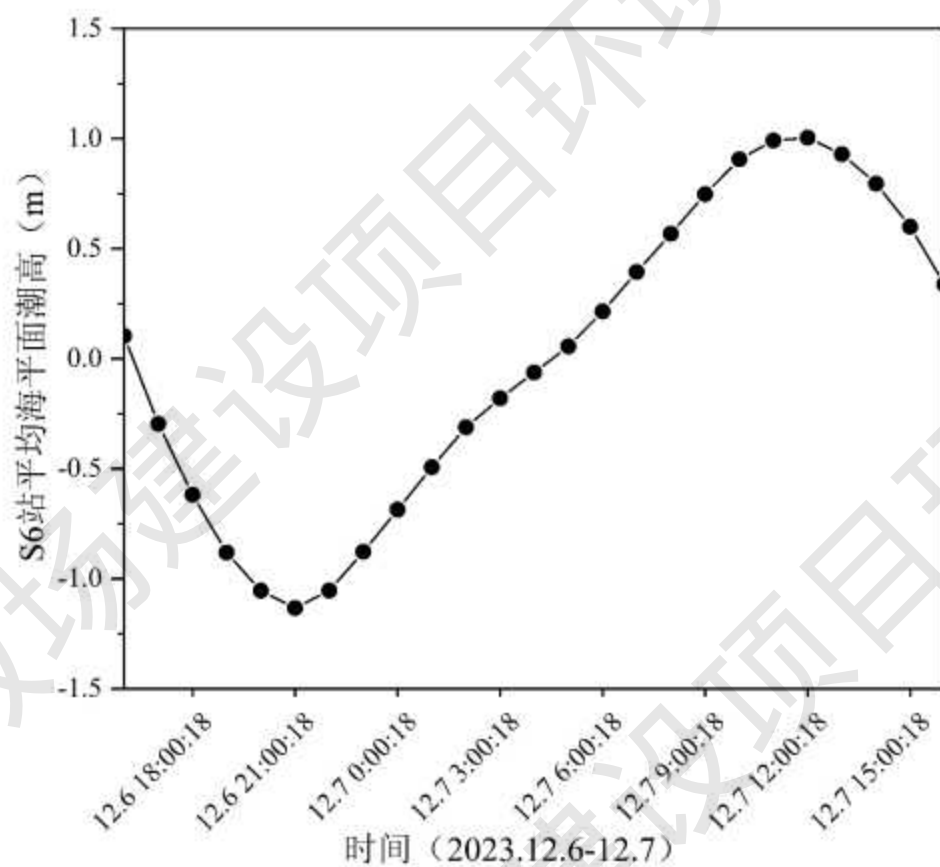


图 5.2-1 S6 站实测潮位过程图

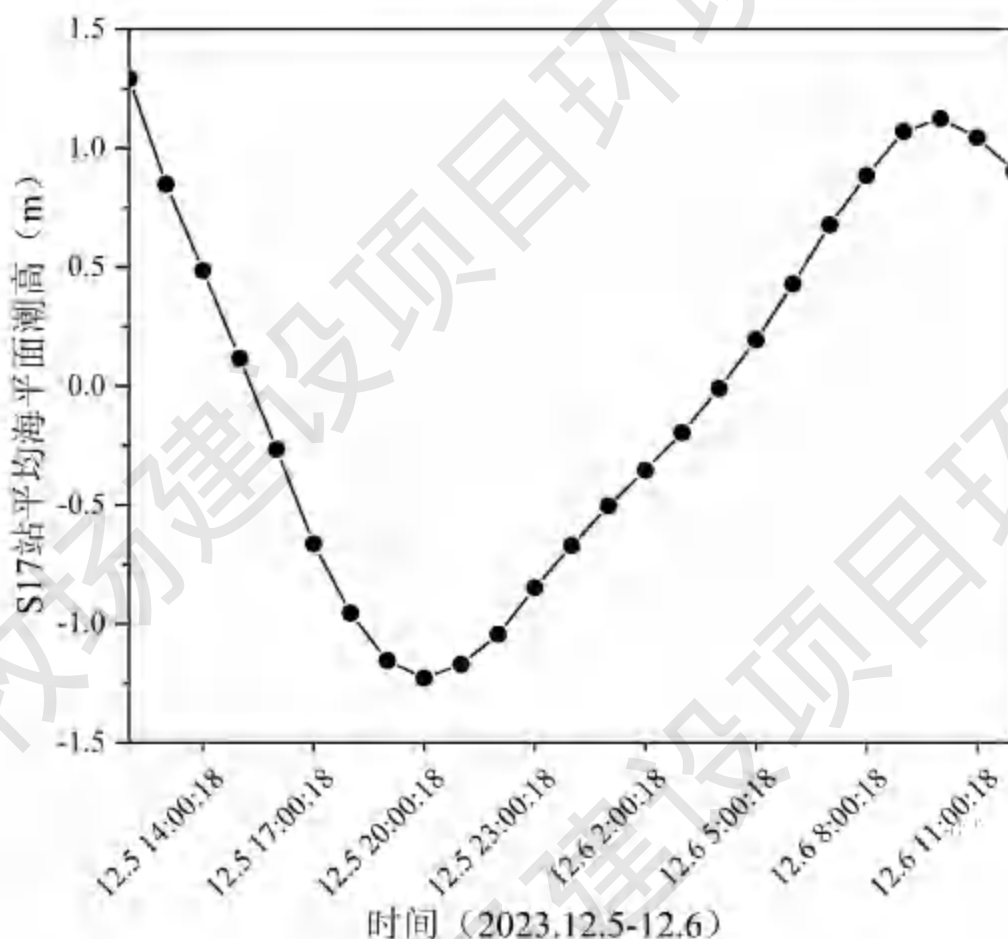


图 5.2-2 S17 站实测潮位过程图

在我国通常采用主要分潮流的振幅之比 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$, 式中 W 为分潮流椭圆长半轴, 作为划分潮流性质的依据。 $F \leq 0.5$ 为正规半日潮流, $0.5 < F \leq 2.0$ 为不正规半日潮流, $2.0 < F \leq 4.0$ 为不正规日潮流, $F > 4.0$ 为正规日潮流, 调查区域属于非正规全日潮。

2) 潮流观测数据分析

观测期间, 各站海流流速较小。其中表层最大流速介于 $34.512\text{cm/s} \sim 56.204\text{cm/s}$, 最大流速出现在 S17 站, 对应流向为 179.98° ; 中层最大流速介于 $32.998\text{cm/s} \sim 55.604\text{cm/s}$, 最大流速出现在 S17 站, 对应流向为 178.96° ; 底层最大流速介于 $22.078\text{cm/s} \sim 55.096\text{cm/s}$, 最大流速出现在 S17 站, 对应流向为 176.96° 。在垂向上, S9、S15、S17 站最大流速出现在表层, S7、S1 站最大流速出中层, S6 站最大流速均出现在底层, 实测最大潮流速及对应流向统计见表 5.2-3 所示。

表 5.2-3 实测最大潮流速及对应流向统计一览表

站位	表层		中层		底层	
	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
引 S7	41.306	239.72	38.268	89.14	31.058	58.58
S1	39.108	239.82	32.998	40.62	22.078	108.34
S6	34.512	189.5	34.948	220.66	34.838	92.46
S9	38.122	245	35.27	225.62	35.412	235.24
S15	56.38	282.26	47.67	210.48	37.7	265.44
S17	56.204	179.98	55.604	178.96	55.096	176.96

S7、S1、S6、S9、S15、S17 实测站点在观测期间的实测海流变化过程图见图 5.2-3~图 5.2-17 所示。

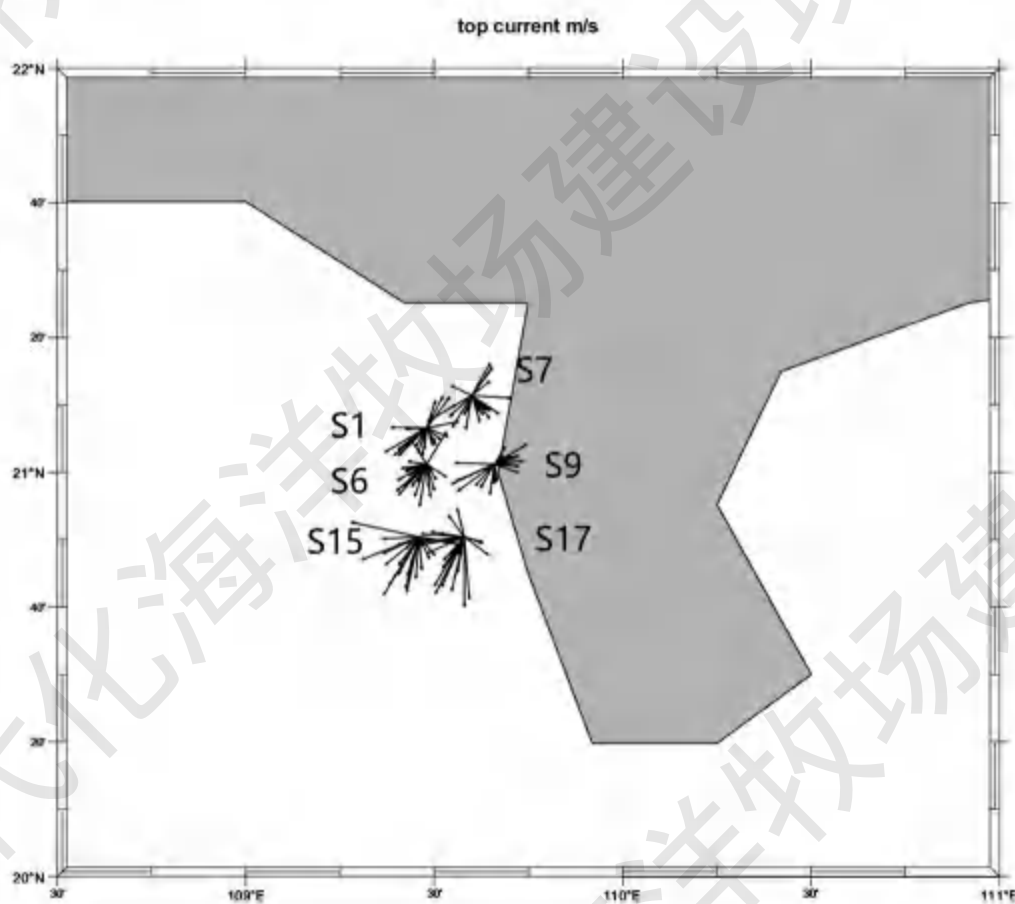


图 5.2-3 各站位实测表层海流矢量图

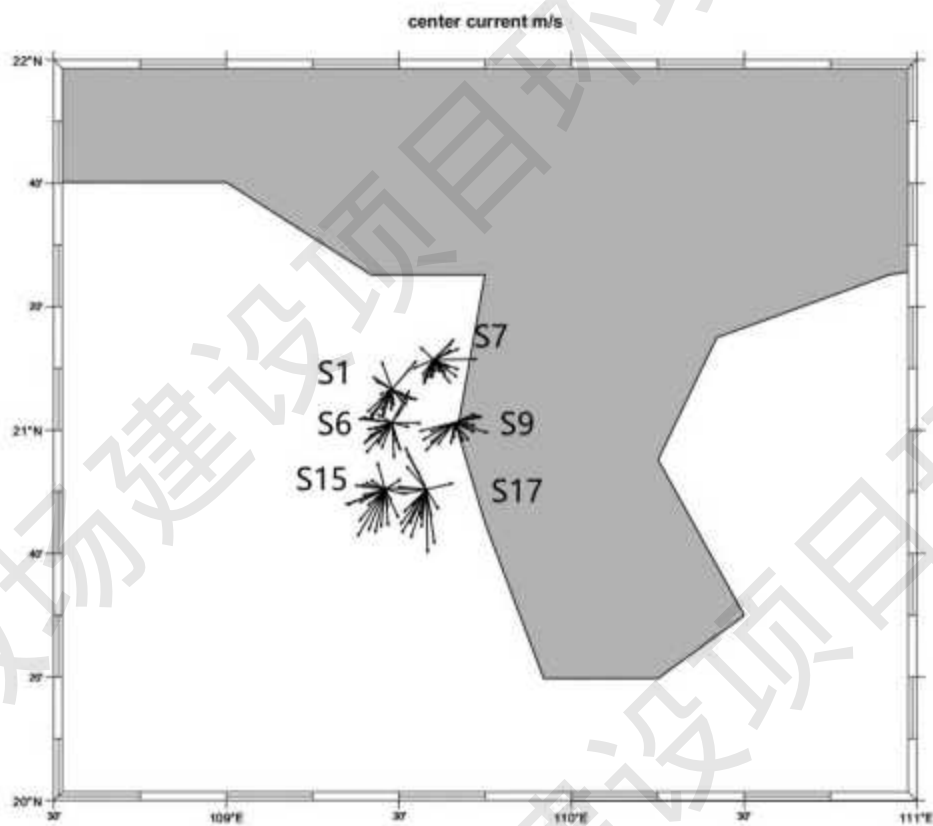


图 5.2-4 各站位实测中层海流矢量图

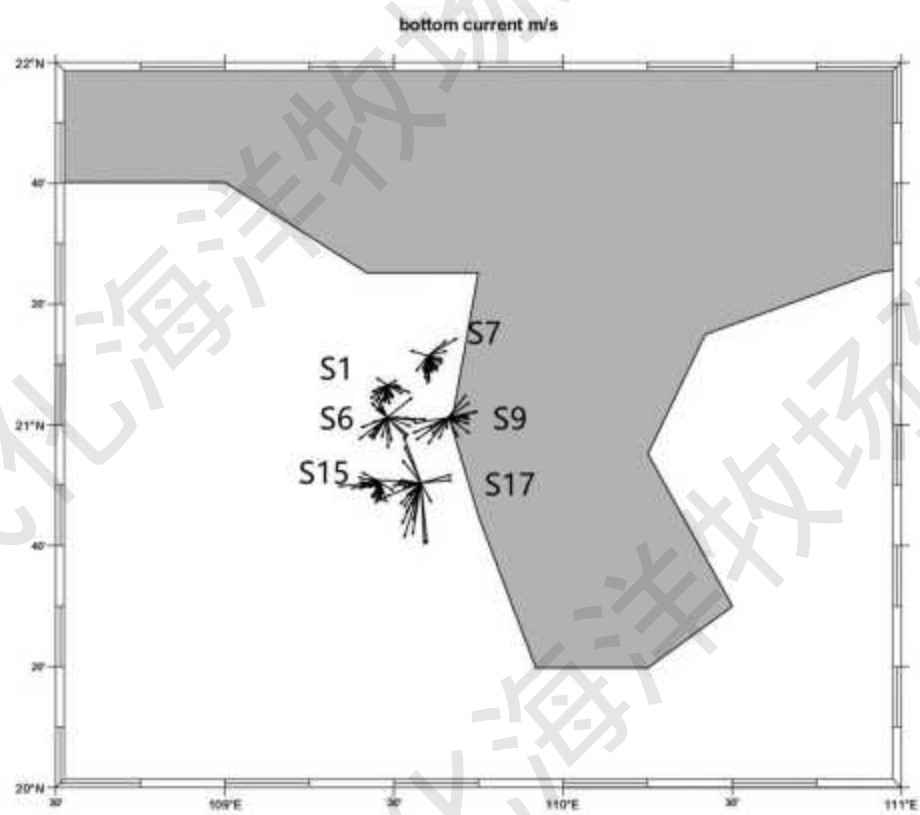


图 5.2-5 各站位实测底层海流矢量图

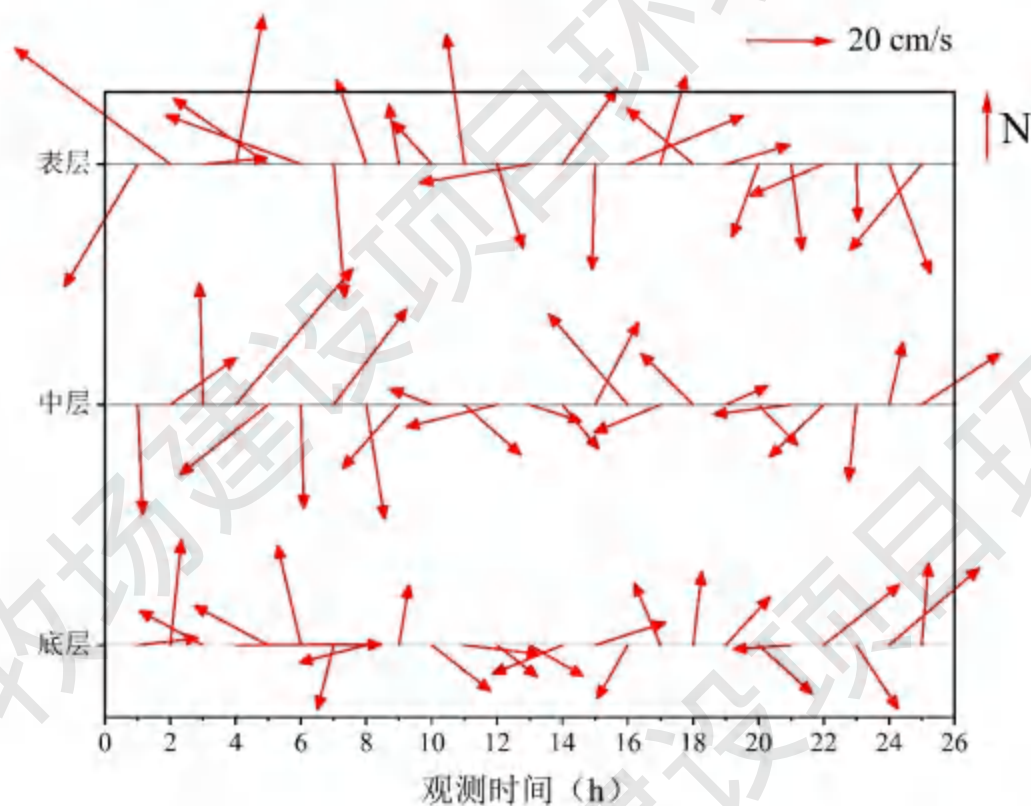


图 5.2-6 S7 站点实测海流矢量时间序列图

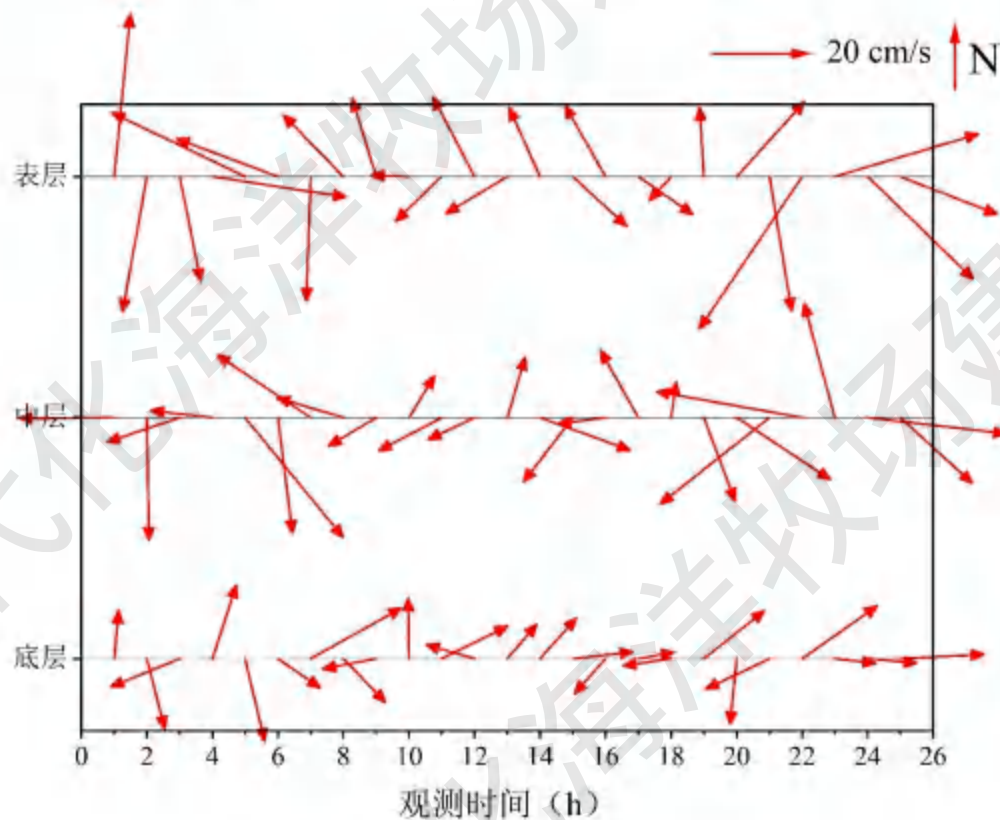


图 5.2-7 S1 站点实测海流矢量时间序列图

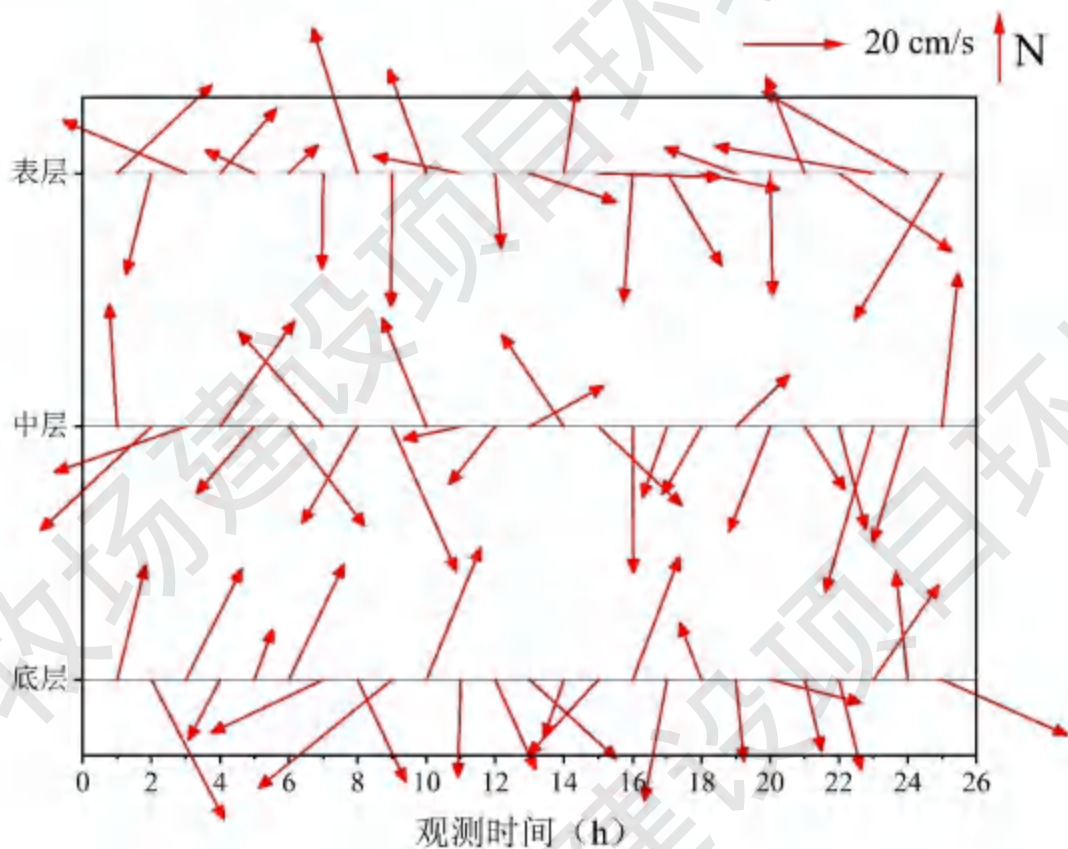


图 5.2-8 S6 站点实测海流矢量时间序列图

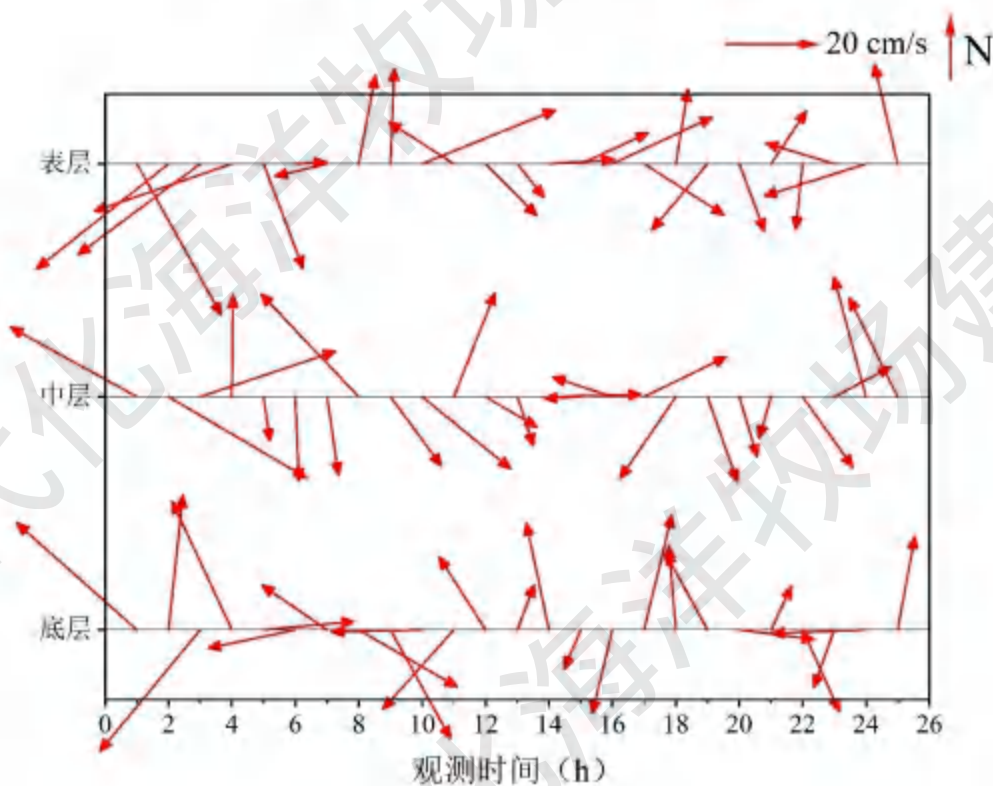


图 5.2-9 S9 站点实测海流矢量时间序列图

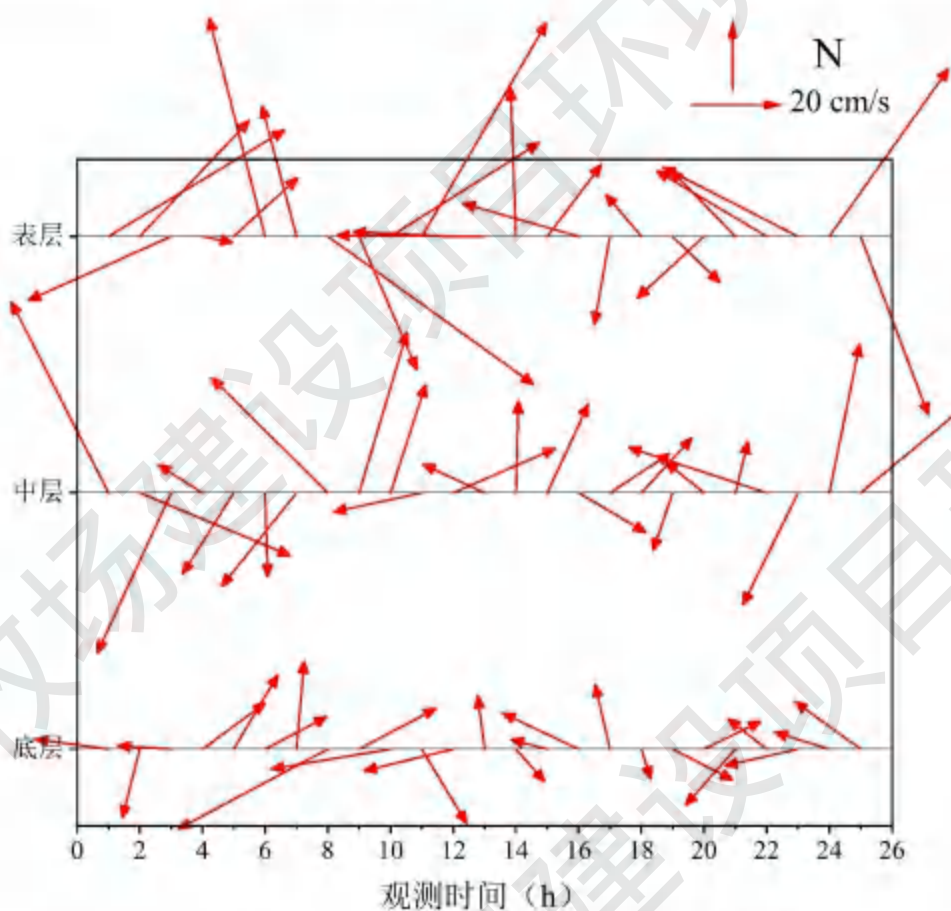


图 5.2-10 S15 站点实测海流矢量时间序列图

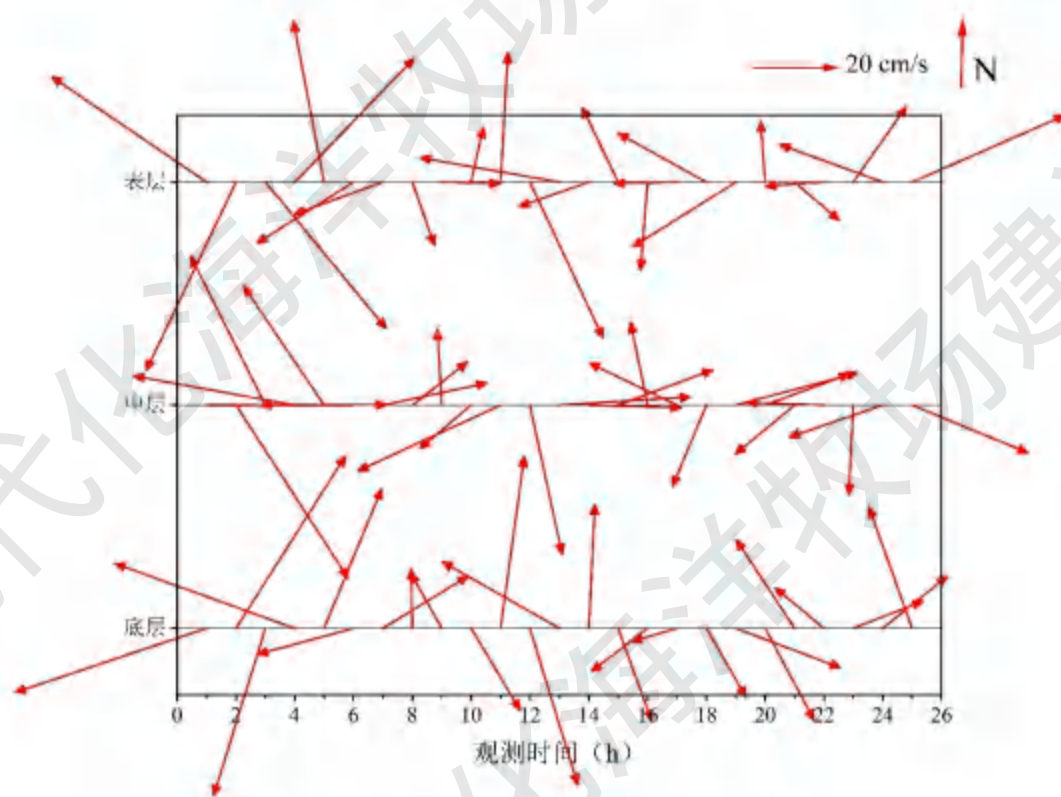


图 5.2-11 S17 站点实测海流矢量时间序列图

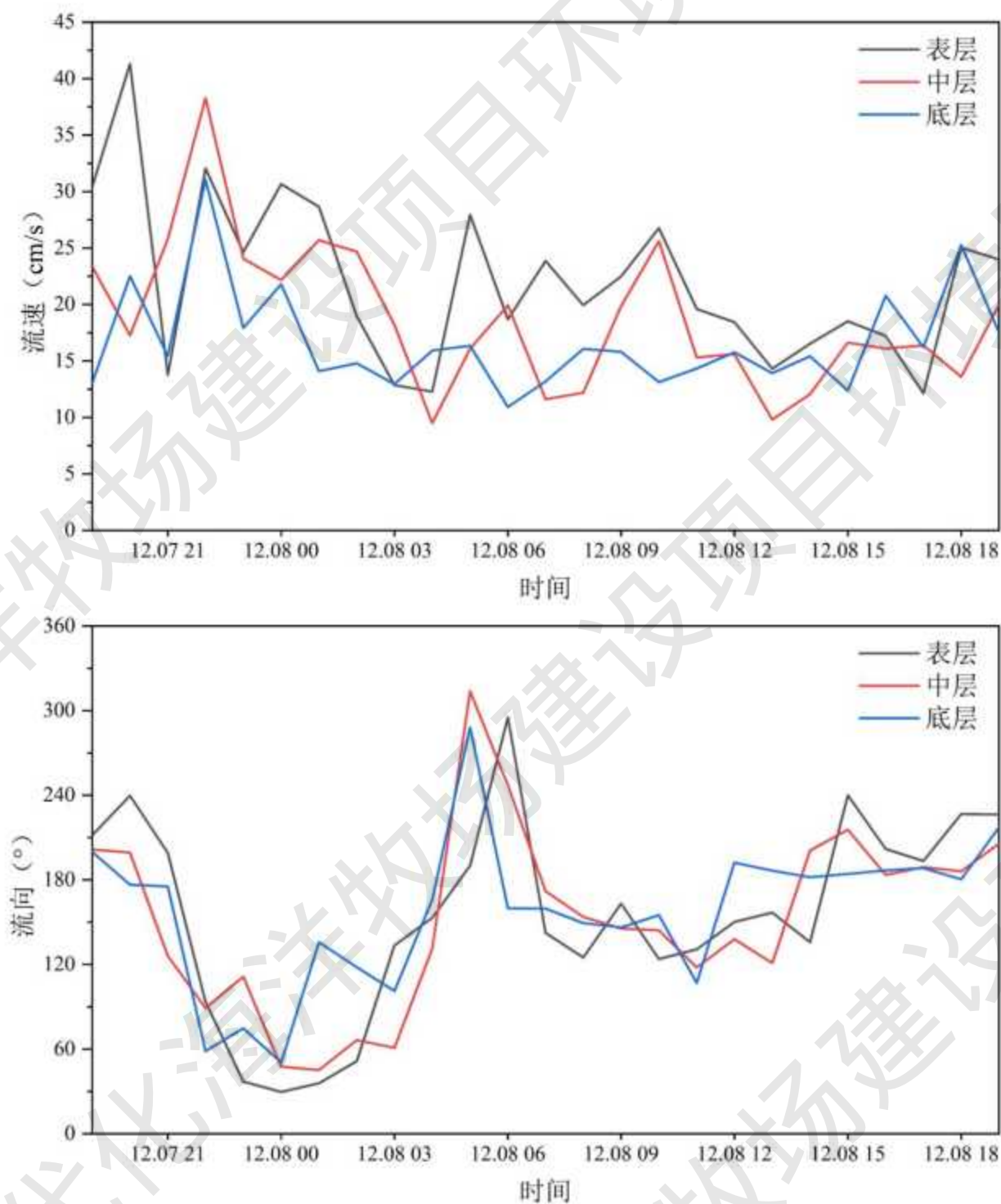


图 5.2-12 S7 站点实测海流流速过程图

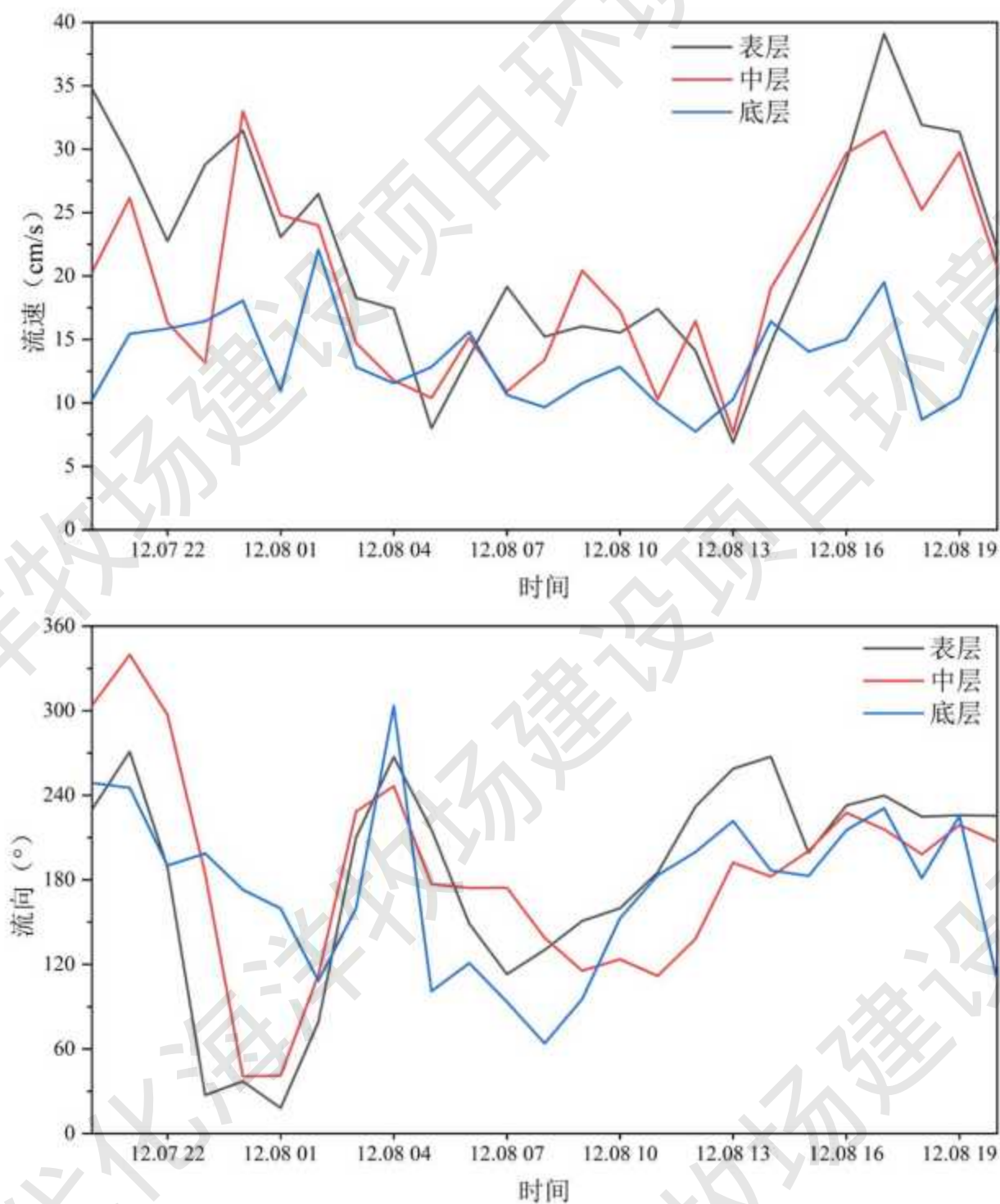


图 5.2-13 S1 站点实测海流流速过程图

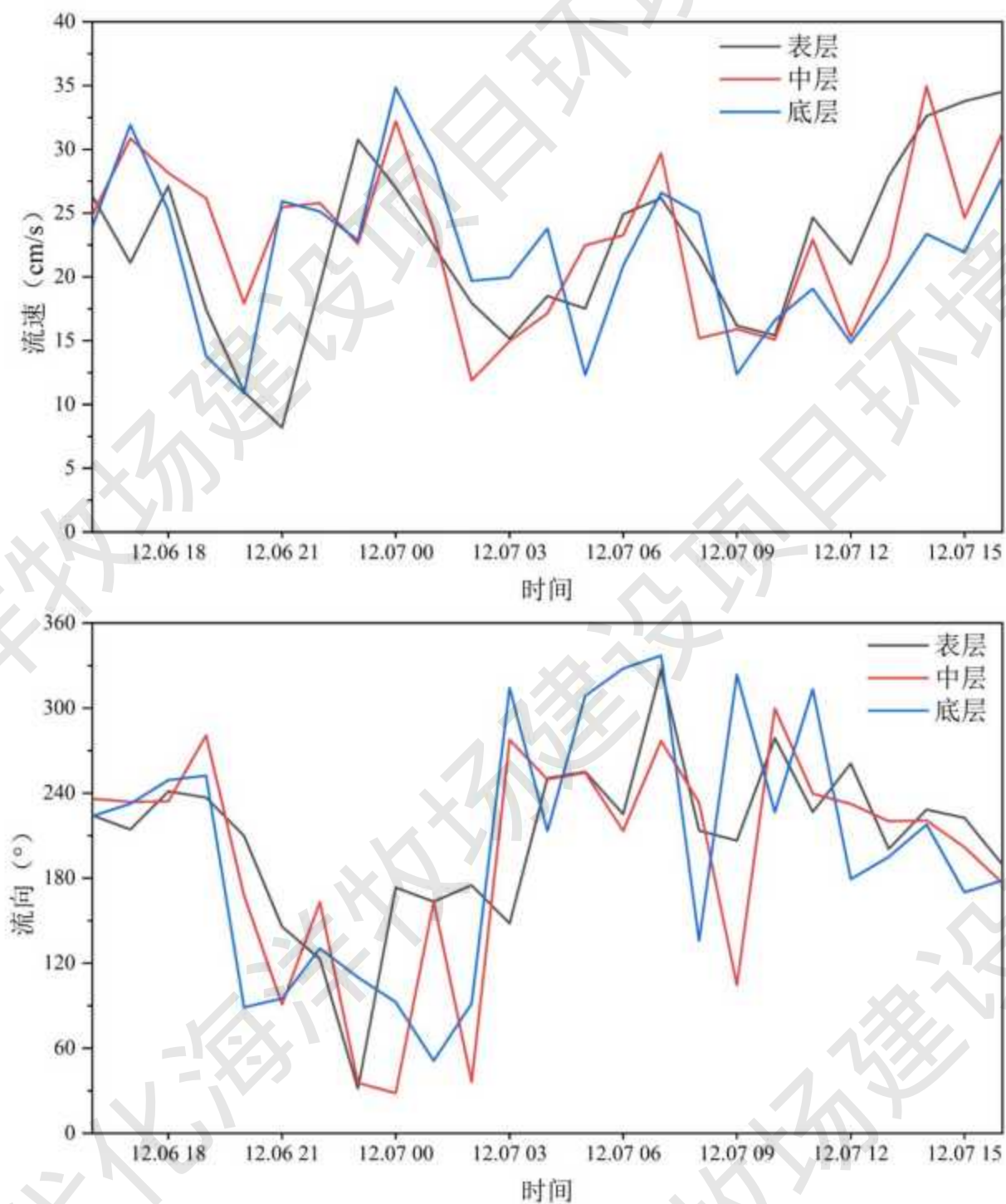


图 5.2-14 S6 站点实测海流流速过程图

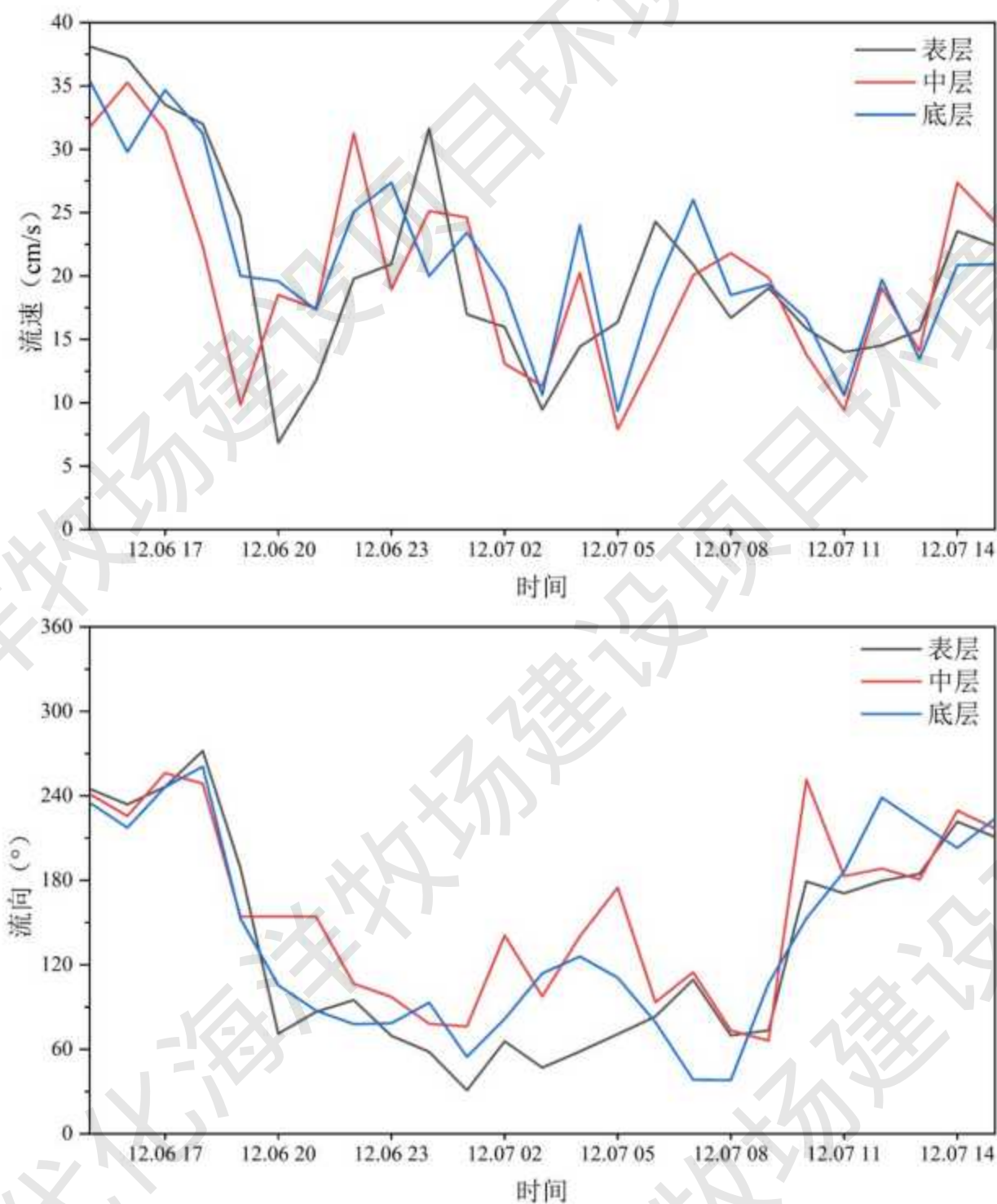


图 5.2-15 S9 站点实测海流流速过程图

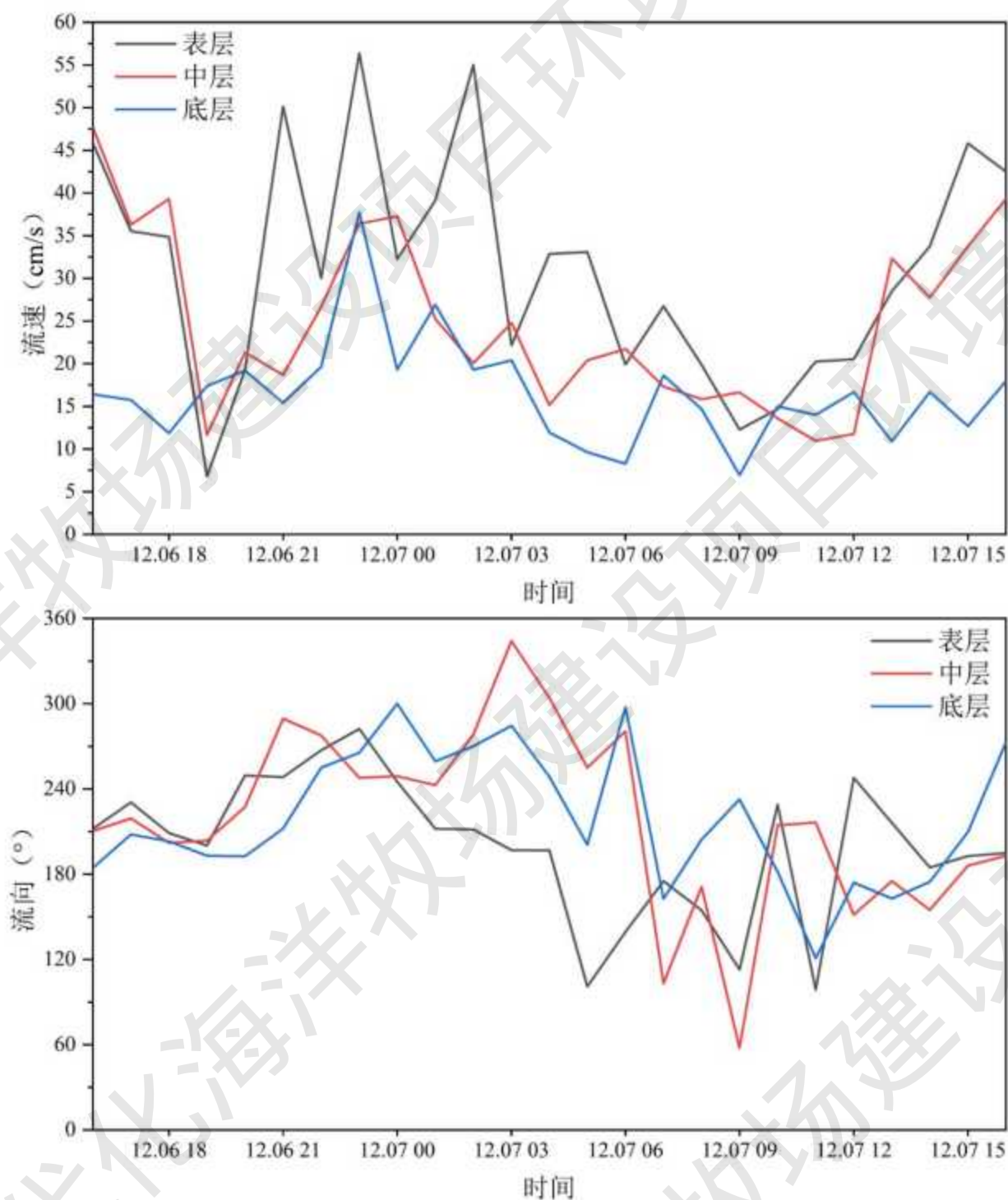


图 5.2-16 S15 站点实测海流流速过程图

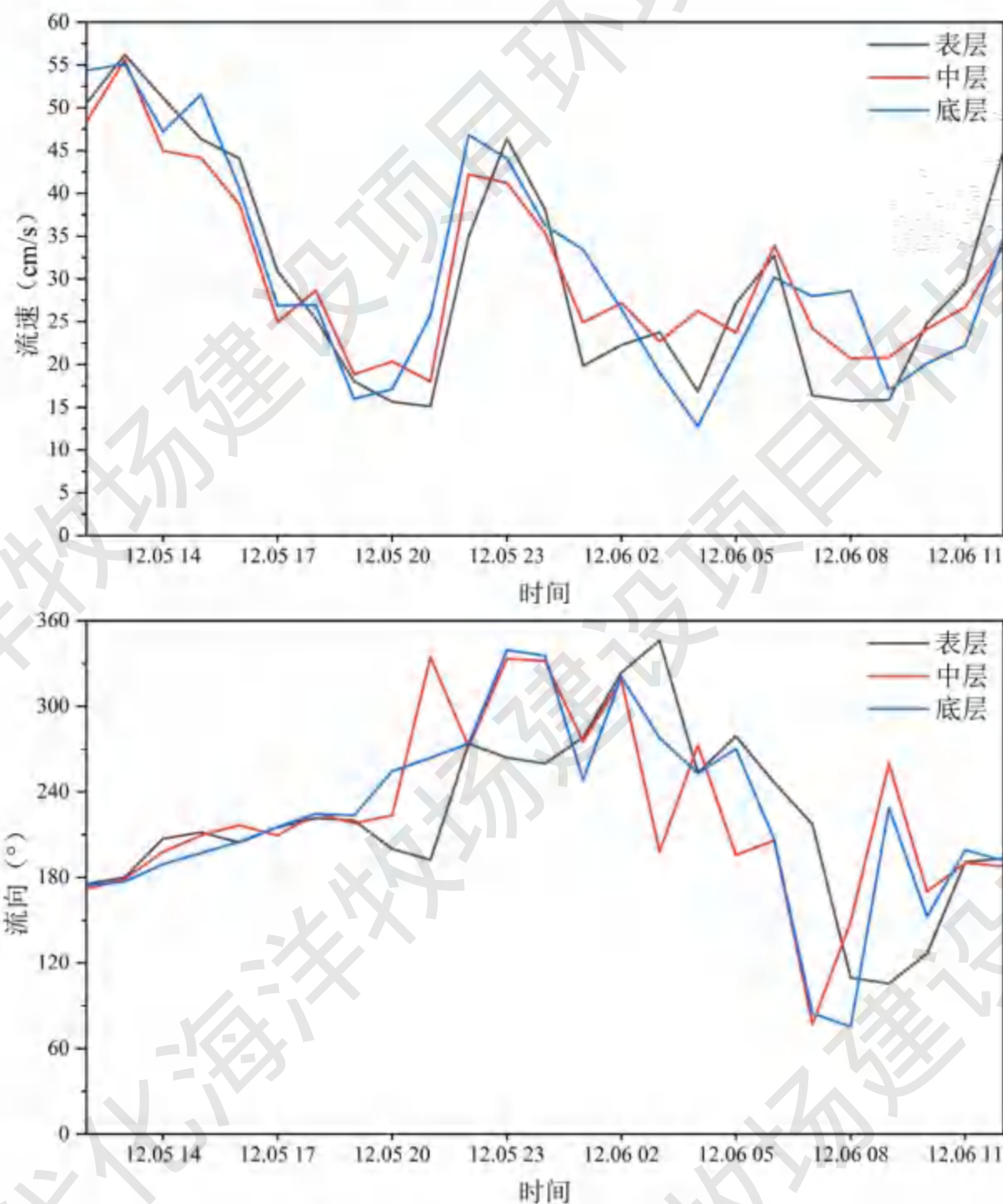


图 5.2-17 S17 站点实测海流流速过程图

5.2.2 余流

现场实测海流是包括潮流和非潮流（通常称为余流）成分在内的综合性流动，其速度大小和方向、以及成分的组成，在不同的海区不同。余流通常指实测海流中扣除了周期性的潮流后的剩余部分，一般取周日海流观测资料中消去潮流后的平均值，它是风海

流、密度流、潮汐余流等的综合反映，主要是由热盐效应、风、径流和地形等因素引起的流动。根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”计算椭圆要素。

调查海域余流均较小，各站余流流速介于 $0.87\sim 2.34\text{cm/s}$ 之间，最大余流流速位于 S15 站底层，流向为 78.37° ；最小余流流速位于 S7 站中层，流向为 80.35° 。S7 站余流流速最小出现在中层，余流流向为东北向；S1 站余流流速最大出现在表层，余流流速随着深度增加而减小，各层余流流向为东北向；S6 站余流流速最大出现在中层，各层余流流向为东北向；S9 站余流流速最大出现在中层，各层余流流向为东北向；S15、S17 站余流流速最大出现在底层，余流流速随深度增加而增加，各层余流流向为东北向，观测期间余流见下表 5.2-4 所示，见图 5.2-18 所示。

表 5.2-4 观测期间余流（流速 cm/s 流向 $^\circ$ ）

站位		表层	中层	底层
S7	流速	1.2482	0.8702	1.1626
	流向	81.0985	80.3487	79.3744
S1	流速	2.1796	1.7022	1.4459
	流向	80.5826	82.3041	81.8119
S6	流速	2.2003	2.3391	1.6753
	流向	75.0518	78.7450	85.0435
S9	流速	0.9995	1.2718	0.8812
	流向	85.3076	81.1694	83.3601
S15	流速	2.1152	2.3108	2.3403
	流向	66.9506	73.9608	78.3668
S17	流速	2.2391	2.2470	2.2798
	流向	69.1885	71.9343	73.2299

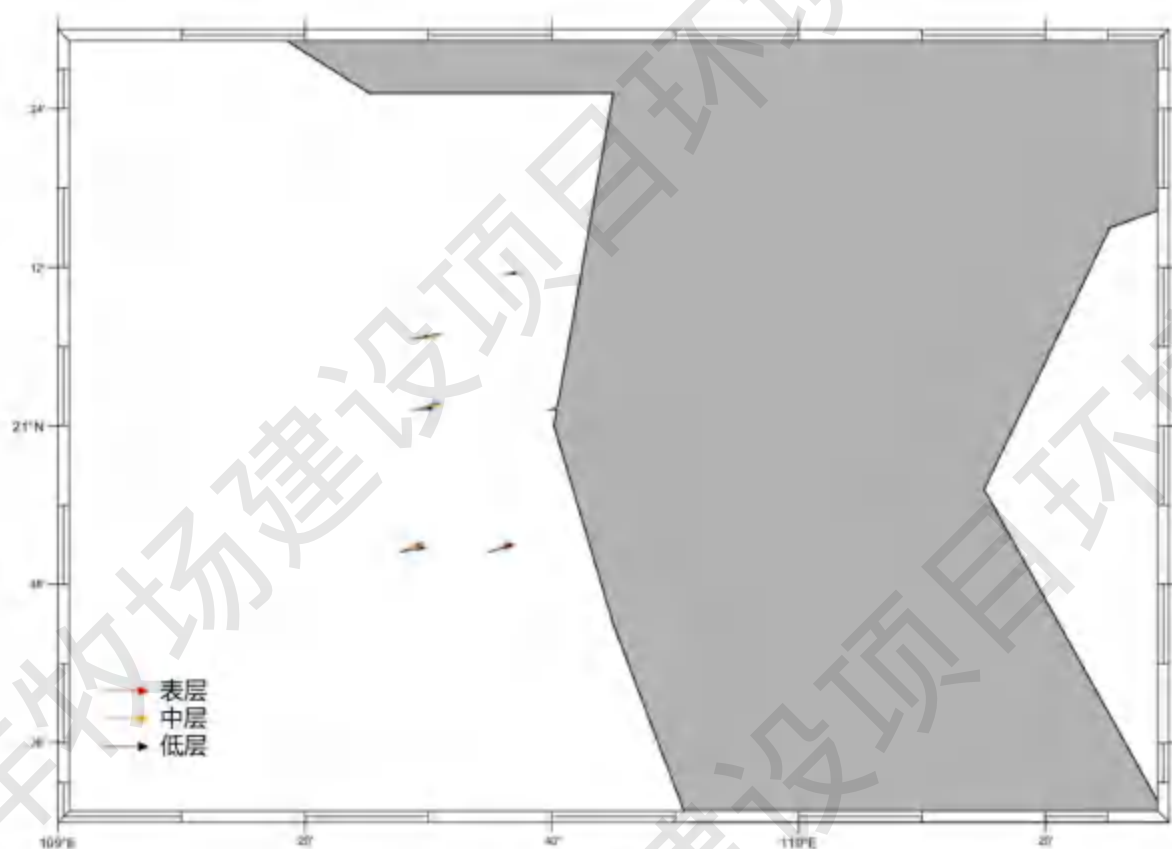


图 5.2-18 余流分布图

5.2.3 水温

在 20 个调查站位利用表层温度计测量表层（水面下 0.25m~0.5m）和底层（离海底 1m）的海水温度，调查实测结果表明：调查海域海水温度变化范围为 22.4~24.2℃，平均水温为 23.27℃，其中表层最高值为 S8 号站，最低值为 S2 号站，底层最高值为 S20 号站，最低值为 S13 号站，调查站位海水水温调查结果见下表 5.2-5 所示。

表 5.2-5 调查站位海水水温调查结果（℃）

站位	表层水温	低层水温
S1	23.5	23.6
S2	22.4	/
S3	23.3	/
S4	22.8	/
S5	23.2	23.3
S6	23.3	23.2

S7	23.5	23.3
S8	24.2	/
S9	23	/
S10	23.3	23.6
S11	23.3	23.5
S12	22.6	23.1
S13	22.8	22.8
S14	22.7	/
S15	23.3	23.4
S16	23.2	23.3
S17	23	/
S18	22.9	/
S19	23.7	23.8
S20	23.8	23.9

在 S6、S17 站进行水温时序观测。S6 站位水温最高为 21.0723℃，发生在 12 月 6 日 16:00:18；最低温为 20.7246℃，发生在 12 月 7 日 16:00:18；平均水温为 20.90℃。S17 站位水温最高为 22.2915℃，发生在 12 月 6 日 10:00:18；最低温为 21.5278℃，发生在 12 月 6 日 1:00:18；平均水温为 21.81℃，见下图 5.2-19 及 5-5.2-20 所示。

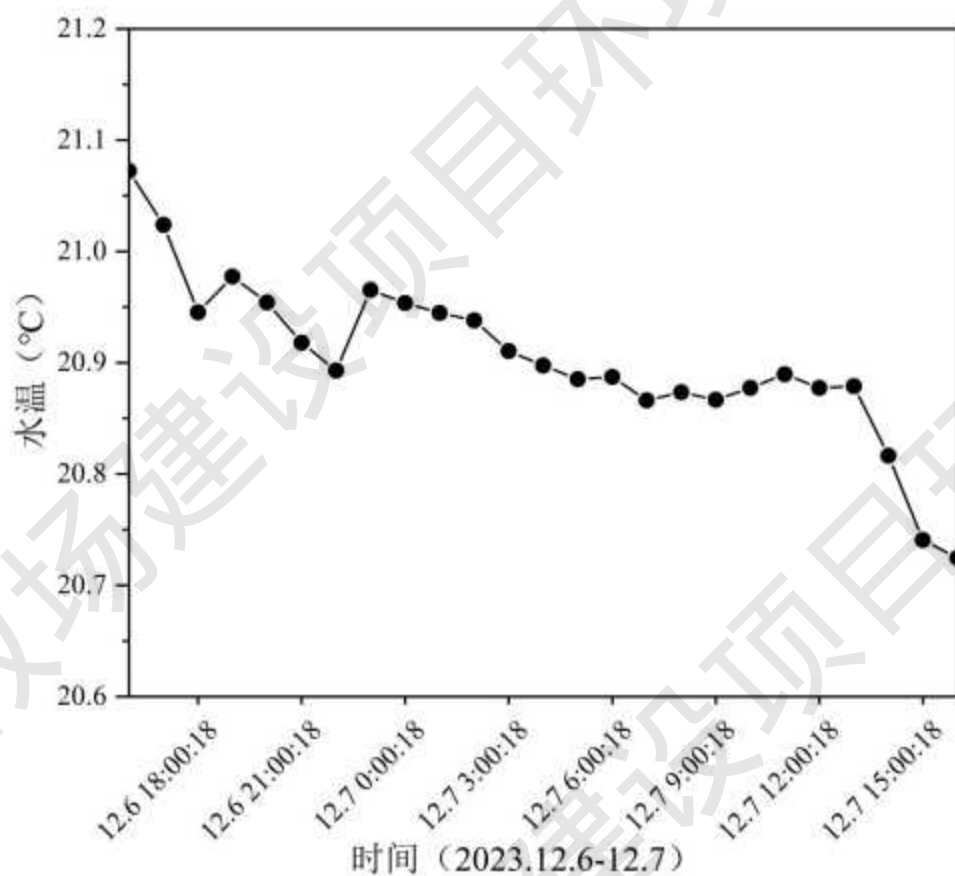


图 5.2-19 S6 站位水温

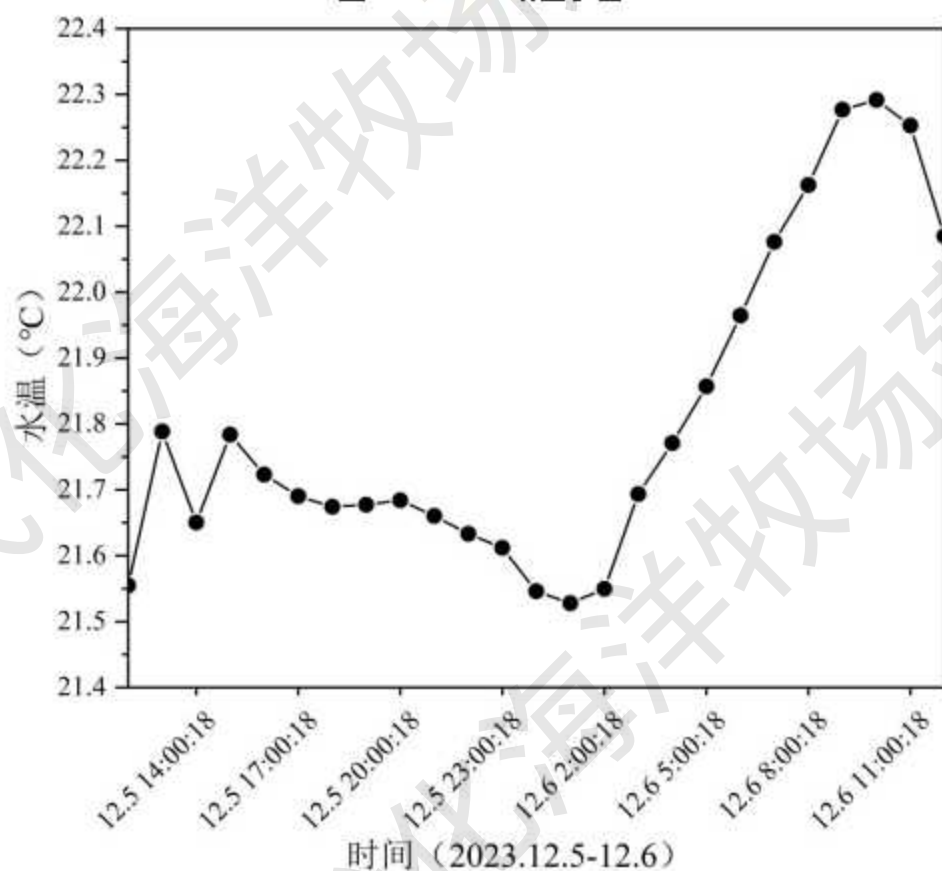


图 5.2-20 S17 站位水温

5.2.4 盐度

在 20 个调查站位利用盐度计测量表层（水面下 0.25m~0.5m）和底层（离海底 1m）的海水盐度。

现场实测调查结果表明：调查海域海水盐度变化范围为 28.3~31.8，平均盐度为 30.72，其中表层最高盐度为 S12 号站，最低盐度为 S2 号站，底层最高盐度为 S11 号站，最低盐度为 S7 号站，查站位海水盐度调查结果见下表 5.2-6 所示。

表 5.2-6 调查站位海水盐度调查结果（‰）

站位	表层盐度	底层盐度
S1	29.6	29.8
S2	28.3	/
S3	28.6	/
S4	28.9	/
S5	29.8	30.6
S6	30.1	30.7
S7	30.5	29.5
S8	30.1	/
S9	29.8	/
S10	31.4	31.7
Si1	31.5	31.8
S12	31.6	31.8
S13	31.2	31.3
S14	30.7	/
S15	31.5	31.8
S16	31.3	31.5
S17	30.9	/
S18	30.8	/
S19	31.4	31.5

S20	31.5	31.6
-----	------	------

5.3 海洋环境现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）可知，海洋环境现状调查相符性分析如下。

表 5.3 海洋环境现状数据调查分析一览表

评价内容	海域	评价等级			现状调查站位数量		
		1级	2级	3级	1级	2级	3级
海洋生态环境影响评价时段	河口	丰水期、枯水期	枯水期	任何一季	≥16	≥10	≥2
	海湾、沿岸海域	春季和秋季	春季或秋季		≥16	≥10	≥2
	除沿岸海域外的近岸海域	春季或秋季	任何一季		≥12	≥8	≥2
	其他海域	任何一季			≥8	≥4	≥2

注：本项目评价等级为级，且离岸距离约 7000m，则本项目海域定义为沿岸海域。

一级的沿岸海域海水水质现状调查站位数量≥16；1级和2级评价项目应开展海洋沉积物现状调查，调查站位宜与海水水质站位相同，数量不少于水质站位的50%，即≥8；生物生态和生物资源调查站位可与水质站位相同，站位数量不少于水质站位的60%，评价范围涉及海岸（岛岸）时，应开展潮间带生物调查，调查断面宜垂直于海岸（岛岸）布设，1级评价项目不少于3条；本项目共设置水质调查站位20个，海洋生物生态14个，沉积物调查站位13个，渔业资源调查站位12个，潮间带生物调查断面3个，因此本项目点位布设符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）相关要求。

本项目海洋环境质量现状调查引用2023年11月及2024年4月中国水产科学研究所南海水产研究所在项目所在区海域进行水质调查数据。秋季调查共布设水质调查站位20个，海洋生物生态14个，沉积物调查站位13个，渔业资源调查站位12个，潮间带生物调查断面3个；春季调查共布设水质调查站位20个，海洋生物生态14个，沉积物调查站位13个，渔业资源调查站位12个，潮间带生物调查断面3个。

1、调查方法

(1) 调查时间

1) 秋季调查：

海洋环境质量现状调查时间分别为 2023 年 11 月 29 日。

2) 春季调查：

海洋环境质量现状调查时间分别为 2024 年 4 月 18 日。

(2) 调查站位布设

秋季调查共布设调查水质调查站位 20 个，海洋生物生态 14 个，沉积物调查站位 13 个，渔业资源调查站位 12 个，潮间带生物调查断面 3 个；春季调查共布设水质调查站位 20 个，海洋生物生态 14 个，沉积物调查站位 13 个，渔业资源调查站位 12 个，潮间带生物调查断面 3 个。

海洋环境现状调查站位见下表 5.3-1 所示，调查站位图见下图 5.3-1 所示。

表 5.3-1 海洋环境现状调查站位

站位	东经	北纬	调查内容
S1	109°28'49.62"	21°01'17.40"	水文、水质
S2	109°35'58.89"	21°01'21.09"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S3	109°39'20.95"	21°01'22.71"	水文、水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S4	109°23'11.44"	20°55'38.13"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S5	109°27'29.62"	20°55'40.51"	水质
S6	109°31'04.47"	20°55'42.41"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S7	109°34'37.41"	20°55'44.23"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S8	109°37'56.67"	20°55'45.85"	水质
S9	109°27'32.93"	20°50'16.50"	水文、水质、环境生物、游泳生物
S10	109°31'07.64"	20°50'18.40"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S11	109°34'31.50"	20°50'20.13"	水文、水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S12	109°37'59.60"	20°50'21.83"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S13	109°27'35.87"	20°45'26.99"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S14	109°31'10.47"	20°45'28.88"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物

站位	东经	北纬	调查内容
S15	109°34'43.18"	20°45'30.68"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S16	109°38'02.21"	20°45'32.29"	水质、沉积物、环境生物、游泳生物
S17	109°42'30.14"	20°45'34.36"	水质、沉积物
S18	109°31'12.94"	20°41'15.03"	水文、水质
S19	109°34'45.54"	20°41'16.82"	水质、环境生物、游泳生物
S20	109°38'04.49"	20°41'18.42"	水文、水质
C1	109°40'50.95"	20°59'57.83"	潮间带生物
C2	109°39'59.66"	20°53'04.56"	潮间带生物
C3	109°43'52.88"	20°47'56.68"	潮间带生物

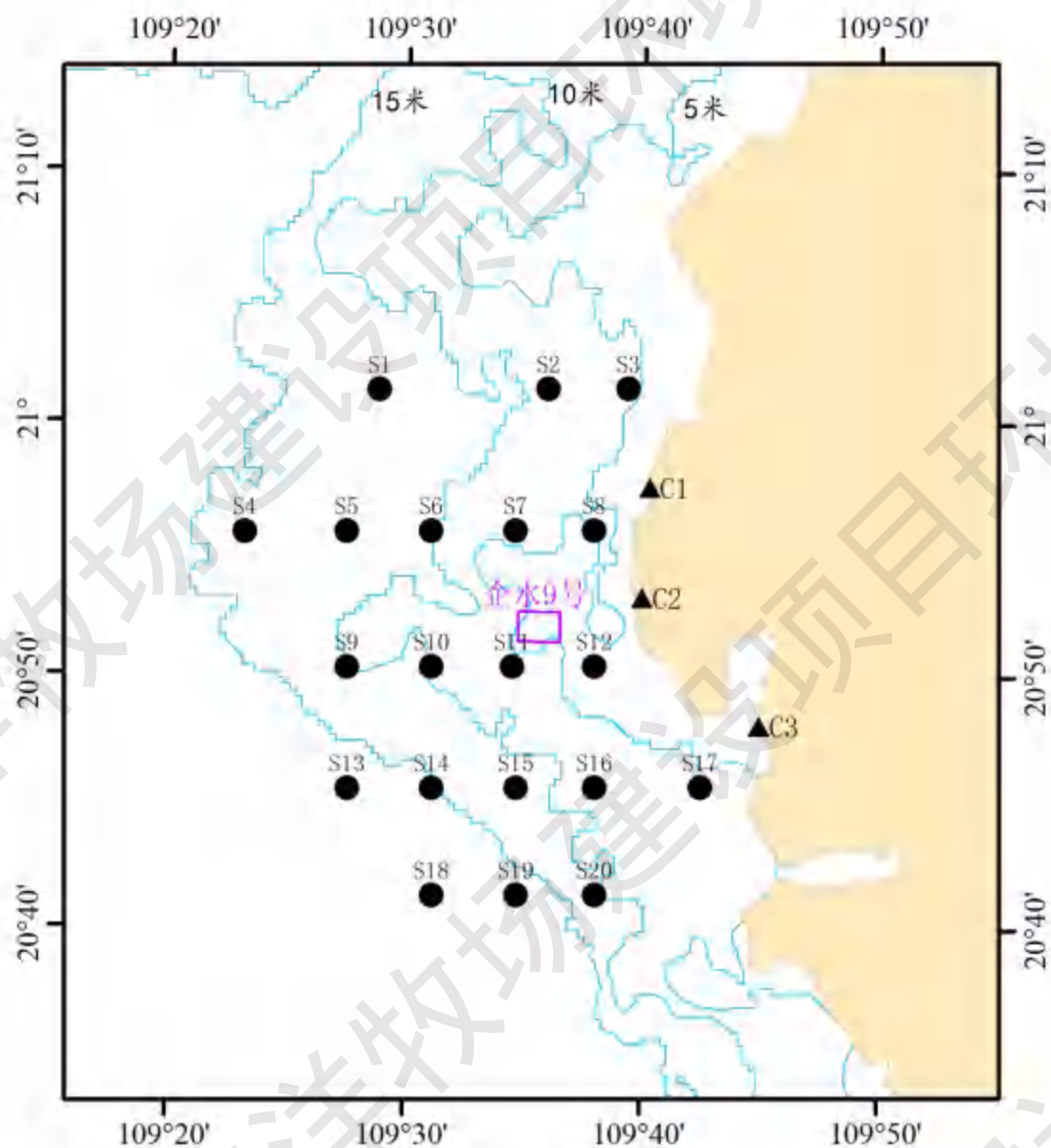


图 5.3-1 调查站位图

2、调查项目

本项目调查内容见下表 5.3-2 所示。

表 5.3-2 项目调查内容一览表

类别	监测项目	项数
海水水质	水深、透明度、水温、盐度、总悬浮物、pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD _{Mn})、营养盐 (NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P)、铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、汞 (Hg) 和石油类 (TPHs)	18
海洋沉积物	pH、铜、铅、锌、镉、汞、砷、有机碳、粒度、油类	10
海洋生物体	铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃	8

海洋生态	1、叶绿素 a、初级生产力；2、浮游植物(种类及组成、个体数量、分布、多样性和均匀度、优势种)；3、浮游动物(生物量、种类及组成、个体数量、分布、多样性和均匀度、优势种)；4、底栖生物(种类及组成、优势种、生物量、栖息密度和分布、多样性和均匀度)；5、潮间带生物(种类及组成、生物量、栖息密度和分布、多样性指数和均匀度)	5
渔业资源	1、鱼卵仔稚鱼(种类数、数量分布、主要种类等)；2、游泳动物(主要种类、优势种、渔获率及分布、资源密度及分布、分类别种类组成、分类别渔获率及分布、分类别资源密度及分布等)	2

3、调查分析方法与评价标准

(1) 水质调查分析方法

本次调查用容积为 5L 的有机玻璃采水器，在各相应调查站位分表层（水面下 0.25m~0.5m）和底层（离海底 1m）2 层采集海水样品进行测定。现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。

表 5.3-3 海水水质测定项目分析方法一览表

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
1	水深	现场测定	重锤或测深仪
2	透明度	现场测定	透明度盘法
3	pH	现场测定	pH 计法
4	水温	现场测定	表层温度计法
5	盐度	现场测定	盐度计法
6	溶解氧 (DO)	加 1mlMnCl ₂ 和 1ml 碱性碘化钾	碘量滴定法
7	化学需氧量 (COD _{Mn})	现场测定	碱性高锰酸钾法
8	营 养 盐	亚硝酸盐氮 (NO ₂ --N)	萘乙二胺分光光度法
9		硝酸盐氮 (NO ₃ --N)	铜镉柱还原法

10	氨氮 ($\text{NH}_4\text{-N}$)		次溴酸盐氧化法
11	活性磷酸盐 ($\text{PO}_4\text{-P}$)		磷钼蓝分光光度法
12	悬浮物 (SS)	0.45 μm , $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜现场过滤	重量法
13	石油类 (TPHs)	加 2ml(1+3)硫酸固定, 避光保存	紫外分光光度法
14	铜 (Cu)	用 0.45 μm , $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜过滤加 H_2SO_4 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
15	铅 (Pb)	用 0.45 μm , $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜过滤加 HNO_3 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
16	锌 (Zn)	用 0.45 μm , $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜过滤加 H_2SO_4 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
17	镉 (Cd)	用 0.45 μm , $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜过滤加 HNO_3 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
18	汞 (Hg)	加 H_2SO_4 至 $\text{pH}<2$	原子荧光分光光度法

项目所在海域执行海水水质一类标准和海洋沉积物质量一类标准, 根据本项目特点, 采用《海水水质标准》(GB3097-1997) 中相应的海水水质标准进行评价。如果评价因子的标准指数值 >1 , 则表明该因子超过了相应的水质评价标准, 已经不能满足相应功能区的使用要求。反之, 则表明该因子能符合功能区的使用要求。单项水质参数 i 在 j 点的标准指数为:

$$I_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中: $C_{i,j}$ 指水质评价因子 i 在第 j 取样点的实测浓度值, mg/l ; C_{si} 指水质评价因子 i 的评价标准, mg/l 。

$$Q_j = \frac{C_s}{C_j} \quad C_j \leq C_s$$

$$\text{DO 的标准指数为: } Q_1 = \frac{|C_j - D_j|}{C_s - C_1} \quad C_j > C_s$$

$$C_j = \frac{491 - 2.65S}{33.5 + T}$$

式中：C_j 指评价因子实测值；C_s 指评价因子的评价标准值；C_e 饱和溶解氧浓度；S 为盐度，量纲为 1；T 水温，°C。

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{su}} \quad pH_j \leq 7.0$$

pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

S_{pHj} 指 pH 在第 j 取样点的标准指数；pH_j 指 j 取样点水样 pH 实测值；pH_{su} 指评价标准规定的下限值；pH_{su} 指评价标准规定的上限值。

(2) 沉积物调查分析方法

用大洋 50 型采泥器采集调查海域共计 13 个调查站（S2、S3、S4、S6、S7、S10、S11、S12、S13、S14、S15、S16、S17 站，各项目采用的分析方法见下表 5.3-4 所示。

表 5.3-4 海底表层沉积物分析方法一览表

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
1	油类	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	紫外分光光度法
2	有机碳	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	重铬酸钾氧化-还原容量法
3	铜 (Cu)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
4	铅 (Pb)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
5	锌 (Zn)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
6	镉 (Cd)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
7	砷 (As)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	原子荧光法
8	汞 (Hg)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	原子荧光法
9	pH	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	pH 值测定 (电位法)
10	粒度	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	沉积物粒度分析筛析法

根据本项目特点，采用《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002) 中相应的沉积物标准进行评价。

沉积物现状以单因子指数法进行评价，计算方法如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i 指*i*项评价因子的标准指数； C_i 指*i*项评价因子的实测浓度； S_i 指*i*项评价因子评价标准。

(3) 海洋生态调查分析方法

海洋生态现状调查的采样和分析均按《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）中规定的方法进行，海洋生态调查分析方法见下表 5.3-5 所示。

表 5.3-5 海洋生物调查分析方法

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	样品测定方法
1	叶绿素 a	0.45μm 微孔滤膜过滤，滤膜对折，冷冻避光保存	分光光度法
2	初级生产力	—	根据叶绿素 a 同化系数换算
3	浮游植物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	显微镜鉴定；浓缩计数法计数
4	浮游动物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	计数框计数；体视显微镜鉴定；湿重法测定生物量
5	底栖生物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	人工鉴定种类、计数、测定生物量和栖息密度
6	鱼卵仔鱼	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	计数框计数；体视显微镜鉴定；计算丰度
7	游泳生物	现场分析和测定或者装入聚乙烯袋中冷冻保存	人工鉴定种类、计数、测定生物量

①浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。利用浮游生物浅水Ⅲ型浮游生物网，网口面积 0.1m²，采用垂直拖网法，站位绳长为 2.5~14.5m。样品现场用福尔马林固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，整片计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m³）。

②浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6-2007)中规定的方法进行。样品用中性甲醛溶液固定,加入量为样品体积的5%,带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

③底栖生物

采泥样面积每站不小于0.2平方米,套筛孔径上层2.0毫米~5.0毫米,中层1.0毫米,底层0.5毫米。拖网采样船速在2节左右,定量样品采用0.05平方米采泥器,在每站位连续采集样5次,经孔径为1.00毫米的筛网筛洗干净后,剩余物用中性甲醛溶液固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作,并计算多样性指数及均匀度。

④潮间带生物

潮间带生物的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6-2007)中有关潮间带生物的规定执行。样品用中性甲醛溶液固定,加入量为样品体积的5%,带回实验室分析鉴定和计数,测定分析种类组成、数量、分布、多样性指数和均匀度指数等。

⑤叶绿素a与初级生产力

用容积为5L的有机玻璃采水器,采集表层及水深超过10m站位底层0.5m的水样,用WhatmanGF/C25mm滤膜现场过滤并冷冻保存。在各相应调查站位进行水深和透明度调查,基于叶绿素a含量分析。

⑥鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼采集网具为浅水I型浮游生物网,进行水平采集,捕获样品及时用5%甲醛溶液固定,带回实验室整理,将鱼卵和仔鱼标本挑出,鉴定其种类,并作定性分析。鱼卵仔鱼样品的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6-2007)中规定的方法进行。采集网具为浅水I型浮游生物网,进行垂直采集,捕获样品及时用5%甲醛溶液固定,带回实验室整理,将鱼卵和仔鱼标本挑出,鉴定其种类,并作定量分析。

⑦游泳生物

本次游泳生物调查租用“桂北渔 92189”单拖网渔船进行，渔船马力 480 匹，排水量 110 吨。调查使用的网具为底拖网，网上纲 9.5 米、网下纲 12.5 米，网目 2.5 厘米~6 厘米。

游泳生物调查使用的网具为虾拖网。在各计划采样站位拖网采样 1 次，调查船在到调查站位前约 1~2 海里放网，每次放网 1 张，向预定站位方向拖曳 60 分钟，拖网时间的计算，从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起（为拖网开始时间）至停船起网绞车开始收曳纲时（为起网时间）止。每网次采样均分别测定和记录放网和起网时间、船位（经纬度）、平均拖速（节）和水深等参数。各网次采样的拖速按生产习惯拖速，尽量保持恒定，记取平均拖速。

各站位渔获样品在现场进行分析和测定。渔获样品较少（<20kg）时，将全部样品进行分析测定；渔获物较多时，先挑出大个体和稀有种类的样品，其余小杂鱼样品随机取样，再进行分析测定。各站位的游泳生物渔获样品均鉴定到种。渔获样品的分析按站位进行，分别测定和记录各渔获种类的重量、尾数和体长范围、体重范围，对各站位的主要经济种类进行生物学测定。

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = CaQLt/2$$

式中：Ca 指表层叶绿素 a 含量；Q 指同化系数；L 指真光层深度（m），取透明度 的 3 倍；t 指白昼时间（h），取 12h。

采用能反映生物群落特征的指数，优势度（Y）、多样性指数（H'）、均匀度（J）对浮游植物、浮游动物、大型底栖生物以及潮间带生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

优势度（Y）：

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

Shannon-Weaver 多样性指数（H'）：

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

Pielou 均匀度指数(J):

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

式中： $P_i = n_i / N$ ， n_i 指第*i*种的个体数量(ind/m³)； N 指某站总生物数量(ind/m³)； f_i 指某种生物的出现频率(%)； H_{max} 指最大多样性指数； S 指出现生物总种数。

海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。

渔业资源中的资源密度的评估根据底拖网扫海面积法(密度指数法)，来估算评价区内的游泳动物资源密度，求算公式：

$$D = \frac{C}{qa}$$

式中： D 指渔业资源密度，单位为尾每平方千米(尾/km²)或千克每平方千米(kg/km²)； C 指平均每小时拖网渔获量，单位为尾每网每小时(尾/网·h)或千克/小时(kg/网·h)； a 指每小时网具取样面积，单位为平方千米每网每小时(km²·网·h)； q 指网具捕获率(通常取0~1)。

渔业资源生物刺网渔获率采用单位时间刺网面积渔获量法估算，公式为：

$$D = \frac{C}{LHt}$$

式中： D 指刺网渔获率，单位为尾每公顷小时(尾/hm²·h)或千克每公顷小时(kg/hm²·h)； C 指刺网总渔获量，单位为尾(尾)或千克(kg)； L 指刺网长度，单位为千米(km)； H 指刺网高度，单位为千米(km)； t 指刺网放网时长，单位为小时(h)。

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用Pinkas等提出的相对重要性指数IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定优势种。IRI计算公式为

$$IRI = (N + W)F$$

式中： N 指某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比； W 指某一种类的重量占渔获总重量的百分比； F 指某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

5.3.1 海水水质环境现状调查与评价

5.3.1.1 近岸海域国控站位海水水质调查与评价

1、近岸海域国控水质监测站位概况

本项目评价范围内共计5个近岸海域国控水质监测站位，分别是GDN07009、GDN07010、GDN07013、GDN07019、GDN07026国控站位坐标表见表5.3-6所示。

表 5.3-6 项目评价范围内近岸海域国控水质监测站位坐标表

序号	点位	经度	纬度	与项目位置关系
1	GDN07009	109.749317	20.702036	东南侧约 20.208km
2	GDN07010	109.408730	20.675713	西南侧约 26.507km
3	GDN07013	109.672906	21.068900	东北侧约 22.966km
4	GDN07019	109.634609	21.015705	东北侧约 15.204km
5	GDN07026	109.502359	20.859030	西北侧约 7.692km



图 5.2.1-1 项目评价范围内近岸海域国控水质监测站位图

2、评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》近岸海域国控站位执行的水质标准见表 5.3-7、图 5.2.1-1。

表 5.3-7 项目评价范围内近岸海域国控站位所处广东省海洋功能区划水质执行标准

功能区名称	监测站位	海水水质标准
湛江-珠海近海农渔业区	GDN07009、GDN07010、 GDN07013、GDN07019、	执行海水水质第一类标准

	GDN07026	
--	----------	--

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办（1999）68号）《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函（2007）551号），近岸海域国控站位执行的标准见表 5.3-8、图 5.2.1-1。

表 5.3-8 近岸海域国控站位所处近岸海域水质执行标准

监测站位	海水水质标准
GDN7009、GDN7013	执行海水水质第二类标准
GDN07010、GDN07019、GDN07026	执行海水水质第三类标准

综上所述，项目评价范围内近岸海域国控站位按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办（1999）68号）《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函（2007）551号）管理规定，以海水水质较严者执行，执行标准详见表 5.3-9。

表 5.3-9 近岸海域国控站位执行水质标准一览表

监测站位	海水水质标准
GDN07010、GDN07019、GDN07026	执行海水水质第一类标准
GDN7009、GDN7013	执行海水水质第一类标准

3、调查结果与评价

（1）调查结果

项目评价范围 5 个近岸海域国控站 2022 年至 2024 年的监测和统计结果见表 5.3-10 所示。

表 5.3-10 5 个近岸海域国控站 2022 年至 2024 年的监测数据一览表

监测站位	监测时间	监测指标 (单位: pH 为无量纲, 其余为 mg/L)											
		pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
GDN07009	2022-05-04	8.11	0.070	0.005	0.002	7.05	0.34	/	/	/	/	/	/
GDN07010	2022-05-05	8.11	0.063	0.004	0.004	6.80	0.40	/	/	/	/	/	/
GDN07013	2022-05-05	8.07	0.022	0.002	0.002	6.85	0.35	/	/	/	/	/	/
GDN07019	2022-05-05	8.09	0.030	0.002	0.005	6.64	0.36	/	/	/	/	/	/
GDN07026	2022-05-05	8.08	0.056	0.004	0.002	6.40	0.35	/	/	/	/	/	/
GDN07009	2022-07-26	8.17	0.004	0.001	0.031	7.27	0.67	0.00037	0.000004	0.000016	0.00002	0.156	0.016
GDN07010	2022-07-25	8.15	0.003	0.002	0.020	6.27	0.29	0.00032	0.000004	0.000018	0.00002	0.068	0.009
GDN07013	2022-07-27	8.14	0.005	0.001	0.016	6.55	0.35	0.00035	0.000004	0.000021	0.00002	0.126	0.010
GDN07019	2022-07-27	8.11	0.007	0.002	0.028	6.14	0.35	0.00036	0.000004	0.000017	0.00002	0.128	0.012
GDN07026	2022-07-27	8.11	0.008	0.002	0.031	6.29	0.17	0.00032	0.000004	0.000016	0.00003	0.077	0.010
GDN07009	2022-10-15	8.09	0.042	0.003	0.002	7.00	0.32	/	/	/	/	/	/
GDN07010	2022-10-14	8.19	0.054	0.007	0.002	6.64	0.56	/	/	/	/	/	/
GDN07013	2022-10-15	8.12	0.006	0.002	0.002	6.99	0.40	/	/	/	/	/	/
GDN07019	2022-10-15	8.16	0.005	0.002	0.002	6.48	0.47	/	/	/	/	/	/
GDN07026	2022-10-15	8.10	0.067	0.009	0.002	6.67	0.64	/	/	/	/	/	/

GDN07009	2023-04-14	8.04	0.191	0.016	0.004	6.16	0.38	1	0	1	1	1	0
GDN07010	2023-04-14	8.18	0.081	0.007	0.004	6.61	0.50	1	0	1	1	1	0
GDN07013	2023-04-14	8.15	0.037	0.002	0.019	6.84	0.52	1	0	1	1	1	0
GDN07019	2023-04-14	8.14	0.056	0.004	0.002	6.86	0.28	1	1	1	1	1	0
GDN07026	2023-04-14	8.15	0.092	0.011	0.001	6.56	0.54	1	1	1	1	1	0
GDN07009	2023-07-24	8.00	0.079	0.001	0.012	6.73	1.98	0.00058	0.000004	0.000020	0.000002	0.342	0.040
GDN07010	2023-07-24	8.03	0.025	0.004	0.002	6.23	1.40	0.00037	0.000004	0.000020	0.000002	0.176	0.032
GDN07013	2023-07-24	8.16	0.012	0.001	0.024	7.43	1.82	0.00047	0.000004	0.000024	0.000002	0.178	0.015
GDN07019	2023-07-24	8.20	0.007	0.001	0.001	8.20	2.26	0.00044	0.000004	0.000020	0.000002	0.158	0.018
GDN07026	2023-07-24	7.97	0.066	0.010	0.001	6.51	1.49	0.00040	0.000004	0.000023	0.000002	0.308	0.024
GDN07009	2023-10-27	8.18	0.161	0.011	0.001	6.46	1.16	1	0	1	1	1	0
GDN07010	2023-10-27	8.15	0.100	0.009	0.001	6.24	0.39	1	0	1	1	1	0
GDN07013	2023-10-27	8.11	0.103	0.009	0.010	7.04	0.56	1	0	1	1	1	0
GDN07019	2023-10-27	8.10	0.090	0.009	0.003	6.76	0.65	1	1	1	1	1	0
GDN07026	2023-10-27	8.17	0.133	0.012	0.001	6.35	0.73	1	1	1	1	1	0
GDN07009	2024-05-13	8.01	0.026	0.001	0.002	6.22	0.65	1	1	1	1	1	0
GDN07010	2024-05-13	8.02	0.039	0.002	0.002	6.22	0.36	1	1	1	1	1	0
GDN07013	2024-05-13	7.97	0.027	0.001	0.009	6.26	0.56	1	1	1	1	1	0
GDN07019	2024-05-13	8.01	0.043	0.004	0.006	6.21	0.51	1	1	1	1	1	0

GDN07026	2024-05-13	8.02	0.033	0.003	0.004	6.15	0.29	/	/	/	/	/	/
GDN07009	2024-08-16	8.15	0.008	0.009	0.059	6.02	0.54	0.00040	0.000014	0.00002	0.00017	/	/
GDN07010	2024-08-16	8.16	0.012	0.007	0.027	6.08	0.43	0.00073	0.000019	0.00004	0.00033	/	/
GDN07013	2024-08-16	8.15	0.015	0.010	0.007	6.13	0.58	0.00067	0.000024	0.00002	0.00004	/	/
GDN07019	2024-08-16	8.19	0.014	0.007	0.004	6.04	0.45	0.00064	0.000021	0.00003	0.00004	/	/
GDN07026	2024-08-16	8.08	0.019	0.011	0.022	6.01	0.43	0.00064	0.000026	0.00002	0.00009	/	/
GDN07009	2024-11-11	8.11	0.053	0.005	0.003	6.57	0.59	/	/	/	/	/	/
GDN07010	2024-11-11	8.07	0.092	0.010	0.003	6.10	0.36	/	/	/	/	/	/
GDN07013	2024-11-10	8.08	0.013	0.004	0.001	6.45	0.75	/	/	/	/	/	/
GDN07019	2024-11-10	8.07	0.016	0.004	0.003	6.46	0.79	/	/	/	/	/	/
GDN07026	2024-11-10	8.05	0.091	0.010	0.001	6.42	0.44	/	/	/	/	/	/

(2) 评价结果

根据近3年水质调查结果,根据上述监测结果可知,5个近岸海域国控站2022年至2024年的评价结果除GDN07019在2023年7月监测期出现COD超标及GDN07009在2024年8月监测期出现石油类超标外,其他站位及其指数均未出现超标现象,说明本项目区域水质情况稳定良好。

5.3.1.2 2023年秋季海水水质现状调查与评价

(1) 海水水质监测结果

调查海域中20个站位的水质调查结果如下表5.3-11所示。

调查海域站位水深变化范围为4.5~21.4m,平均水深为13.79m,其中最大水深为S18号站,最小水深为S8号站。

调查海域站位透明度变化范围为0.5~2.5m,平均透明度为1.20m,其中最大透明度站为S1号站,最小透明度为S16、S17号站。

调查海域海水温度变化范围为22.6~24.2℃,平均水温为23.40℃,其中表层最高值为S18、S19号站,最低值为S6号站,底层最高值为S18号站,最低值为S7号站。

调查海域海水盐度变化范围为29.8~31.8,平均盐度为31.11,其中表层最高盐度为S14、S18号站,最低盐度为S3号站,底层最高盐度为S5、S9号站,最低盐度为S1号站。

调查海域海水pH值变化范围为7.65~8.10,平均值为7.81,其中表层最大值为S1号站,最小值为S4、S13号站,底层最大值为S1、S20号站,最小值为S5号站。

调查海域海水DO变化范围为6.7~7.6mg/L,平均值为7.12mg/L,表层最大值为S2、S8号站,最小值为S10、S14、S15号站,底层最大值为S7号站,最小值为S10号站。

调查海域海水COD变化范围为0.23~1.48mg/L,平均值为0.70mg/L,其中表层最大值为S3号站,最小值为S20号站,底层最大值为S7号站,最小值为S14号站。

调查海域海水无机氮含量的变化范围为0.0909~0.8390mg/L,平均值为0.5601mg/L,表层最大值为S6号站,最小值为S12号站,底层最大值为S19号站,最小值为S7号站。

调查海域海水磷酸盐含量的变化范围为 0.0323 ~ 0.1985mg/L，平均值为 0.0625mg/L，其中表层最大值为 S11 号站，最小值为 S12 号站，底层最大值为 S19 号站，最小值为 S1 号站。

调查海域海水石油类含量变化范围为 0.0047~0.114mg/L，平均值为 0.030mg/L，最大值为 S7 号站，最小值为 S16 号站。

调查海域海水表层悬浮物含量变化范围为 7.4~10.6mg/L，平均值为 8.53mg/L，表层最大值为 S5 号站，最小值为 S6 号站，底层最大值为 S19、S20 号站，最小值为 S1、S13 号站。

调查海域海水重金属铜含量的变化范围为 0.00457 ~ 0.0103mg/L，平均值为 0.0061mg/L，表层最大值为 S7 号站，最小值为 S19 号站，底层最大值为 S1 号站，最小值为 S19 号站。

调查海域海水重金属铅含量的变化范围为 0.00254 ~ 0.0199mg/L，平均值为 0.00800mg/L，表层最大值为 S9 号站，最小值为 S8 号站，底层最大值为 S15 号站，最小值为 S10 号站。

调查海域海水重金属锌含量的变化范围为 0.00717 ~ 0.0258mg/L，平均值为 0.0132mg/L，表层最大值为 S6 号站，最小值为 S20 号站，底层最大值为 S7 号站，最小值为 S18 号站。

调查海域海水重金属镉含量的变化范围为 0.00003 ~ 0.00041mg/L，平均值为 0.00012mg/L，表层最大值为 S17 号站，最小值为 S16 号站，底层最大值为 S1、S20 号站，最小值为 S4、S13 号站。

调查海域海水重金属汞含量未检出。

调查海域海水重金属砷含量的变化范围为 0.00241 ~ 0.00588mg/L，平均值为 0.00301mg/L，表层最大值为 S5 号站，最小值为 S10 号站，底层最大值为 S1 号站，最小值为 S10 号站。

表 5.3-11 海水水质调查结果一览表

调查站位	水深	透明度	水温	盐度	pH	DO	COD	无机氮(mg/L)			PO4-P	石油类	悬浮物	重金属(mg/L)					
	(m)	(m)	(°C)	(‰)		(mg/L)	(mg/L)	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	铜	铅	锌	镉	汞	砷
S1B	13.9	2.5	23.3	30.1	8.1	7.3	0.94	0.0994	0.2294	0.0009	0.0351	0.114	8.5	0.00572	0.00684	0.0144	0.00022	—	0.00302
S2B	9.5	2.1	24.2	30.1	7.79	7.6	1.18	0.0446	0.0081	0.0449	0.0988	0.0484	9.4	0.00592	0.00828	0.0256	0.00016	—	0.00291
S3B	7.5	1.8	23	29.8	7.82	7.5	1.48	0.0446	0.1346	0.0150	0.0513	0.0196	7.6	0.00699	0.0055	0.018	0.00018	—	0.00273
S4B	15.7	1.4	23.3	31.4	7.66	7.4	1.02	0.1141	0.5786	0.0011	0.0465	0.0204	9.6	0.006	0.00888	0.0199	0.00017	—	0.00317
S5B	15.4	1.4	23.3	31.5	7.94	7.3	1.1	0.1201	0.5308	0.0018	0.0437	0.0271	10.6	0.0058	0.0104	0.0124	0.00015	—	0.00335
S6B	15.6	1.4	22.6	31.6	7.74	7.2	0.68	0.1242	0.6102	0.1046	0.1985	0.0047	7.4	0.00617	0.0067	0.0258	0.0001	—	0.00276
S7B	13.7	1.6	22.8	31.2	7.65	7.41	1.1	0.0594	0.1426	0.0014	0.0484	0.111	8.2	0.00707	0.00829	0.0219	0.00013	—	0.00257
S8B	4.5	1.4	22.7	30.7	7.73	7.6	1.17	0.0814	0.3566	0.0666	0.0551	0.08	8.6	0.00826	0.00462	0.0126	0.00016	—	0.00255
S9B	18	0.8	23.3	31.5	7.93	7.1	0.26	0.1067	0.5196	0.0013	0.0598	0.0362	9.4	0.00547	0.0199	0.0104	0.00016	—	0.00301
S10B	17.5	0.8	23.2	31.3	7.81	6.9	0.37	0.1123	0.6021	0.0018	0.0579	0.0086	8.3	0.00567	0.00594	0.0137	0.00014	—	0.00332
S11B	9.5	1.2	23	30.9	7.75	7.1	0.68	0.0893	0.3330	0.0025	0.1605	0.0149	7.5	0.00568	0.0061	0.0101	0.00008	—	0.00271
S12B	7.5	1	22.9	30.8	7.73	7.02	0.38	0.0571	0.0322	0.0016	0.0323	0.0134	7.9	0.00566	0.0136	0.00896	0.00014	—	0.00309
S13B	18.7	1.2	23.7	31.4	7.66	7.1	0.54	0.1730	0.5624	0.0023	0.0522	0.0082	8.4	0.00514	0.00747	0.0127	0.00008	—	0.00293
S14B	19.5	1.1	23.8	31.5	7.69	6.9	0.3	0.1159	0.4992	0.0020	0.0456	0.0134	8	0.0056	0.00607	0.0113	0.00016	—	0.00292
S15B	16	0.8	23.4	30.3	7.94	6.9	0.49	0.0672	0.4911	0.0034	0.0399	0.0129	7.8	0.00588	0.00762	0.0117	0.0001	—	0.00278
S16B	9.8	0.5	23.4	30.3	7.74	7.2	0.44	0.1178	0.4750	0.0025	0.0551	0.0058	7.9	0.00534	0.00701	0.0121	0.00007	—	0.00278
S17B	9.2	0.5	22.8	30.3	7.83	7.1	0.54	0.1385	0.6102	0.0007	0.0522	0.0408	8.1	0.00546	0.0104	0.0165	0.00025	—	0.00294
S18B	21.4	1	23.9	31.5	7.7	7.3	1.06	0.0957	0.4440	0.0027	0.0456	0.0181	8.6	0.00601	0.00709	0.0112	0.00007	—	0.00272
S19B	19.5	0.8	23.9	31.4	7.86	7.1	0.23	0.0773	0.4198	0.0007	0.0513	0.0396	9.6	0.00472	0.00757	0.00803	0.00011	—	0.00311
S20B	13.4	0.7	23.8	30.9	7.87	6.9	—	0.0828	0.4186	0.0020	0.0636	0.0262	9.2	0.00528	0.00681	0.00717	0.00009	—	0.00241
S1D	7	7	23.2	30.7	8.01	6.9	0.82	0.1017	0.6108	0.0020	0.0408	7	7.6	0.0103	0.00546	0.00977	0.00009	—	0.00588
S4D	7	7	23.6	31.7	7.87	7.2	0.52	0.1302	0.5786	0.0014	0.0570	7	9.4	0.00796	0.00567	0.00842	<0.00003	—	0.00358
S5D	7	7	23.5	31.8	7.66	7.2	0.51	0.1302	0.6021	0.0258	0.0551	7	8.6	0.00793	0.00816	0.0168	0.00005	—	0.00327

S6D	/	/	23.1	31.8	7.86	7.1	0.78	0.1159	0.5227	0.0014	0.0551	/	8.4	0.00646	0.0107	0.0159	0.00013	—	0.00302
S7D	/	/	22.8	31.3	7.73	7.3	0.94	0.0488	0.0471	0.0013	0.0427	/	8.2	0.0083	0.00674	0.0172	0.00008	—	0.00248
S9D	/	/	23.4	31.8	7.75	6.9	0.55	0.1123	0.5345	0.0027	0.0646	/	8.3	0.00537	0.00624	0.0118	0.00007	—	0.00299
S10D	/	/	23.3	31.5	7.8	6.7	0.46	0.1445	0.5866	0.0016	0.0551	/	7.9	0.00481	0.00327	0.0108	0.00005	—	0.00241
S13D	/	/	23.8	31.5	7.69	6.88	0.69	0.1445	0.5314	0.0530	0.0703	/	7.6	0.00598	0.0114	0.00843	<0.00003	—	0.00372
S14D	/	/	23.9	31.6	7.74	6.84	0.25	0.1569	0.5153	0.0022	0.0465	/	8.9	0.00561	0.00741	0.0129	0.00006	—	0.00288
S15D	/	/	23.7	30.2	7.89	7.03	0.93	0.0856	0.4483	0.0016	0.0503	/	8.4	0.00549	0.0167	0.00935	0.00041	—	0.00279
S18D	/	/	24	31.2	7.99	7.2	0.7	0.0939	0.4837	0.0014	0.0380	/	8.5	0.00538	0.00254	0.00783	0.00005	—	0.00268
S19D	/	/	23.9	31.6	7.8	6.9	0.38	0.0672	0.5587	0.1328	0.1311	/	9.5	0.00457	0.00673	0.011	0.00003	—	0.00286
S20D	/	/	23.8	31.3	8.01	7	0.86	0.0833	0.5587	0.0826	0.1054	/	9.5	0.00585	0.008	0.0112	0.00009	—	0.0026
平均值	13.79	1.2	23.4	31.1	7.81	7.12	0.70	0.1012	0.4417	0.0173	0.0625	0.0332	8.5	0.00612	0.00800	0.01321	0.00012	—	0.00301
最大值	21.4	2.5	24.2	31.8	8.1	7.6	1.48	0.1730	0.6108	0.1328	0.1985	0.1140	10.6	0.01030	0.01990	0.02580	0.00041	—	0.00588
最小值	4.5	0.5	22.6	29.8	7.65	6.7	0.23	0.0446	0.0081	0.0007	0.0323	0.0047	7.4	0.00457	0.00254	0.00717	0.00003	—	0.00241

(2) 海水水质评价结果

根据调查采样样品的测定结果,利用《海水水质标准》(GB3097-1997)对调查海域海水水质进行质量评价,采用标准指数法计算出本次调查海水的质量指数。使用第一类、第二类海水水质标准进行评价,各标准下评价结果见下表5.3-12及5.3-13所示。

一类标准:

调查海域各站pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、镉、汞、砷均符合第一类海水水质标准;无机氮多站超出第一类海水水质标准,超标率为98%;活性磷酸盐含量多站超出第一类海水水质标准,超标率为95%;石油类在表层S1站位超出第一类海水水质标准,超标率为56%;重金属锌含量在表层S6、S7站超出第一类海水水质标准,超标率为30%;重金属铜和铅超出第一类海水水质标准的超标率为100%。

二类标准:

调查海域各站pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、无机氮、重金属铜、锌、镉、汞、砷均符合第二类海水水质标准。无机氮多站超出第二类海水水质标准,超标率为75%;石油类在表层S1、S7、S8站位超出第二类海水水质标准,超标率为65%;重金属铅含量除了在底层18站符合二类标准外,其余均超出第二类海水水质标准,表层超标率为100%,底层超标率为92.31%。

海水水质调查中无机氮、石油类等污染物超标可能与雷州市沿岸高位养殖水体排放,扩散至调查区域导致,而部分站位重金属铅含量超标,可能与调查过程中有船舶通过调查区域,通航船舶排放了铅含量较高的废水导致。同时根据前文分析,项目周边近岸海域国控站位基本满足第一类海水水质标准要求,说明项目区域水质优良,本次调查部分因子超标与调查时间沿岸区域污水排放、船舶航行等相关。

综上所述,根据水质监测结果显示,项目所在海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能分区“湛江-珠海近海农渔业区”、“英罗港-海康港农渔业区”海水一类标准要求。

表 5.3-12 调查海水水质质量指数（依据第一类海水水质标准评价的海水质量指数）

调查站位	pH	DO	COD	无机氮	PO4-P	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
S1B	0.73	1.22	0.47	1.65	2.34	2.28	1.14	6.84	0.72	0.22	/	0.15
S2B	0.53	1.27	0.59	0.49	6.58	0.97	1.18	8.28	1.28	0.16	/	0.15
S3B	0.55	1.25	0.74	0.97	3.42	0.39	1.40	5.50	0.90	0.18	/	0.14
S4B	0.44	1.23	0.51	3.47	3.10	0.41	1.20	8.88	1.00	0.17	/	0.16
S5B	0.63	1.22	0.55	3.26	2.91	0.54	1.16	10.40	0.62	0.15	/	0.17
S6B	0.49	1.20	0.34	4.20	13.23	0.09	1.23	6.70	1.29	0.1	/	0.14
S7B	0.43	1.24	0.55	1.02	3.23	2.22	1.41	8.29	1.10	0.13	/	0.13
S8B	0.49	1.27	0.585	2.52	3.67	1.60	1.65	4.62	0.63	0.16	/	0.13
S9B	0.62	1.18	0.13	3.14	3.99	0.72	1.09	19.90	0.52	0.16	/	0.15
S10B	0.54	1.15	0.185	3.58	3.86	0.17	1.13	5.94	0.69	0.14	/	0.17
S11B	0.50	1.18	0.34	2.12	10.70	0.30	1.14	6.10	0.51	0.08	/	0.14
S12B	0.49	1.17	0.19	0.45	2.15	0.27	1.13	13.60	0.45	0.14	/	0.15
S13B	0.44	1.18	0.27	3.69	3.48	0.16	1.03	7.47	0.64	0.08	/	0.15
S14B	0.46	1.15	0.15	3.09	3.04	0.27	1.12	6.07	0.57	0.16	/	0.15
S15B	0.63	1.15	0.245	2.81	2.66	0.26	1.18	7.62	0.59	0.1	/	0.14
S16B	0.49	1.20	0.22	2.98	3.67	0.12	1.07	7.01	0.61	0.07	/	0.14
S17B	0.55	1.18	0.27	3.75	3.48	0.82	1.09	10.40	0.83	0.25	/	0.15
S18B	0.47	1.22	0.53	2.71	3.04	0.36	1.20	7.09	0.56	0.07	/	0.14
S19B	0.57	1.18	0.115	2.49	3.42	0.79	0.94	7.57	0.40	0.11	/	0.16
S20B	0.58	1.15	/	2.52	4.24	0.52	1.06	6.81	0.36	0.09	/	0.12
S1D	0.67	1.15	0.41	3.57	2.72	/	2.06	5.46	0.49	0.09	/	0.29
S4D	0.58	1.20	0.26	3.55	3.80	/	1.59	5.67	0.42	/	/	0.18
S5D	0.44	1.20	0.255	3.79	3.67	/	1.59	8.16	0.84	0.05	/	0.16
S6D	0.57	1.18	0.39	3.20	3.67	/	1.29	10.70	0.80	0.13	/	0.15
S7D	0.49	1.22	0.47	0.49	2.85	/	1.66	6.74	0.86	0.08	/	0.12

S9D	0.50	1.15	0.275	3.25	4.31	/	1.07	6.24	0.59	0.07	/	0.15
S10D	0.53	1.12	0.23	3.66	3.67	/	0.96	3.27	0.54	0.05	/	0.12
S13D	0.46	1.15	0.345	3.64	4.69	/	1.20	11.40	0.42	/	/	0.19
S14D	0.49	1.14	0.125	3.37	3.10	/	1.12	7.41	0.65	0.06	/	0.14
S15D	0.59	1.17	0.465	2.68	3.36	/	1.10	16.70	0.47	0.41	/	0.14
S18D	0.66	1.20	0.35	2.89	2.53	/	1.08	2.54	0.39	0.05	/	0.13
S19D	0.53	1.15	0.19	3.79	8.74	/	0.91	6.73	0.55	0.03	/	0.14
S20D	0.67	1.17	0.43	3.62	7.03	/	1.17	8.00	0.56	0.09	/	0.13
是否超标	未超标	未超标	未超标	部分超标	超标	部分超标	部分超标	部分超标	部分超标	未超标	未超标	未超标

表 5.3-13 调查海水水质质量指数（依据第二类海水水质标准评价的海水质量指数）

调查站位	pH	DO	COD	无机氮	PO4-P	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
S1B	0.13	1.46	0.31	1.10	1.17	2.28	0.57	1.37	0.29	0.04	/	0.10
S2B	0.09	1.52	0.39	0.33	3.29	0.97	0.59	1.66	0.51	0.03	/	0.10
S3B	0.10	1.50	0.49	0.65	1.71	0.39	0.70	1.10	0.36	0.04	/	0.09
S4B	0.08	1.48	0.34	2.31	1.55	0.41	0.60	1.78	0.40	0.03	/	0.11
S5B	0.11	1.46	0.37	2.18	1.46	0.54	0.58	2.08	0.25	0.03	/	0.11
S6B	0.09	1.44	0.23	2.80	6.62	0.09	0.62	1.34	0.52	0.02	/	0.09
S7B	0.08	1.48	0.37	0.68	1.61	2.22	0.71	1.66	0.44	0.03	/	0.09
S8B	0.09	1.52	0.39	1.68	1.84	1.60	0.83	0.92	0.25	0.03	/	0.09
S9B	0.11	1.42	0.09	2.09	1.99	0.72	0.55	3.98	0.21	0.03	/	0.10
S10B	0.10	1.38	0.12	2.39	1.93	0.17	0.57	1.19	0.27	0.03	/	0.11
S11B	0.09	1.42	0.23	1.42	5.35	0.30	0.57	1.22	0.20	0.02	/	0.09
S12B	0.09	1.40	0.13	0.30	1.08	0.27	0.57	2.72	0.18	0.03	/	0.10
S13B	0.08	1.42	0.18	2.46	1.74	0.16	0.51	1.49	0.25	0.02	/	0.10
S14B	0.08	1.38	0.10	2.06	1.52	0.27	0.56	1.21	0.23	0.03	/	0.10
S15B	0.11	1.38	0.16	1.87	1.33	0.26	0.59	1.52	0.23	0.02	/	0.09
S16B	0.09	1.44	0.15	1.98	1.84	0.12	0.53	1.40	0.24	0.01	/	0.09
S17B	0.10	1.42	0.18	2.50	1.74	0.82	0.55	2.08	0.33	0.05	/	0.10
S18B	0.08	1.46	0.35	1.81	1.52	0.36	0.60	1.42	0.22	0.01	/	0.09

S19B	0.10	1.42	0.08	1.66	1.71	0.79	0.47	1.51	0.16	0.02	/	0.10
S20B	0.10	1.38	/	1.68	2.12	0.52	0.53	1.36	0.14	0.02	/	0.08
S1D	0.12	1.38	0.27	2.38	1.36	/	1.03	1.09	0.20	0.02	/	0.20
S4D	0.10	1.44	0.17	2.37	1.90	/	0.80	1.13	0.17	/	/	0.12
S5D	0.08	1.44	0.17	2.53	1.84	/	0.79	1.63	0.34	0.01	/	0.11
S6D	0.10	1.42	0.26	2.13	1.84	/	0.65	2.14	0.32	0.03	/	0.10
S7D	0.09	1.46	0.31	0.32	1.42	/	0.83	1.35	0.34	0.02	/	0.08
S9D	0.09	1.38	0.18	2.16	2.15	/	0.54	1.25	0.24	0.01	/	0.10
S10D	0.09	1.34	0.15	2.44	1.84	/	0.48	0.65	0.22	0.01	/	0.08
S13D	0.08	1.38	0.23	2.43	2.34	/	0.60	2.28	0.17	/	/	0.12
S14D	0.09	1.37	0.08	2.25	1.55	/	0.56	1.48	0.26	0.01	/	0.10
S15D	0.10	1.41	0.31	1.79	1.68	/	0.55	3.34	0.19	0.08	/	0.09
S18D	0.12	1.44	0.23	1.93	1.27	/	0.54	0.51	0.16	0.01	/	0.09
S19D	0.09	1.38	0.13	2.53	4.37	/	0.46	1.35	0.22	0.01	/	0.10
S20D	0.12	1.40	0.29	2.42	3.51	/	0.59	1.60	0.22	0.02	/	0.09
是否超标	未超标	未超标	未超标	部分超标	超标	部分超标	未超标	部分超标	未超标	未超标	未超标	未超标

5.3.13 2024年春季海水水质现状调查与评价

(1) 海水水质监测结果

调查海域中 20 个站位的水质调查结果如下表 5.3-14 所示。

调查海域站位水深变化范围为 7.5~16.7m，平均水深为 12.39m，其中最大水深为 S4 号站，最小水深为 S12 号站。

调查海域站位透明度变化范围为 1~2.8m，平均透明度为 1.715m，其中最大透明度站为 S4 号站，最小透明度为 S12、S17 号站。

调查海域海水温度变化范围为 25.4~28.3℃，平均水温为 26.49℃，其中表层最高值为 S4 号站，最低值为 S18、S19 号站，底层最高值为 S4 号站，最低值为 S18、S19 号站。

调查海域海水盐度变化范围为 32.57~33.54，平均盐度为 33.39，其中表层最高盐度为 S16 号站，最低盐度为 S9 号站，底层最高盐度为 S13 号站，最低盐度为 S20 号站。

调查海域海水 pH 值变化范围为 8.03~8.23，平均值为 8.17，其中表层最大值为 S19 号站，最小值为 S3 号站，底层最大值为 S7 号站，最小值为 S11 号站。

调查海域海水 DO 变化范围为 6.21~7.45mg/L，平均值为 6.79mg/L，表层最大值为 S4 号站，最小值为 S3 号站，底层最大值为 S4 号站，最小值为 S13 号站。

调查海域海水 COD 变化范围为 0.46~1.34mg/L，平均值为 0.80mg/L，其中表层最大值为 S6 号站，最小值为 S20 号站，底层最大值为 S13 号站，最小值为 S15 号站。

调查海域海水无机氮含量的变化范围为 0.0015~0.0067mg/L，平均值为 0.0033mg/L，表层最大值为 S1 号站，最小值为 S5 号站，底层最大值为 S14 号站，最小值为 S13 号站。

调查海域海水磷酸盐含量的变化范围为 0.0003~0.0022mg/L，平均值为 0.013mg/L，其中表层最大值为 S19 号站，最小值为 S12、S13 号站，底层最大值为 S1 号站，最小值为 S20 号站。

调查海域海水石油类含量变化范围为 0.0051~0.0289mg/L，平均值为 0.0149mg/L，最大值为 S2 号站，最小值为 S7、S17 号站。

调查海域海水表层悬浮物含量变化范围为 8.5~9.9mg/L, 平均值为 9.2mg/L, 表层最大值为 S4 号站, 最小值为 S3、S6、S7 号站, 底层最大值为 S5、S6、S13 号站, 最小值为 S1 号站。

调查海域海水重金属铜含量的变化范围为 0.0005~0.0019mg/L, 平均值为 0.010mg/L, 表层最大值为 S14 号站, 最小值为 S8 号站, 底层最大值为 S20 号站, 最小值为 S6、S7、S13、S14 号站。

调查海域海水重金属铅含量的变化范围为 0.0002~0.0036mg/L, 平均值为 0.0008mg/L, 表层最大值为 S17 号站, 最小值为 S10 号站, 底层最大值为 S10 号站, 最小值为 S15 号站。

调查海域海水重金属锌含量的变化范围为 0.0033~0.0100mg/L, 平均值为 0.0058mg/L, 表层最大值为 S3 号站, 最小值为 S8、S18 号站, 底层最大值为 S5 号站, 最小值为 S4、S9 号站。

调查海域海水重金属镉含量的变化范围为 0.00001~0.00009mg/L, 平均值为 0.00002mg/L, 表层最大值为 S3 号站, 最小值为 S8、S10、S19 号站, 底层最大值为 S10 号站, 最小值为 S6、S7 号站。

调查海域海水重金属汞含量的变化范围为 0.00001~0.00005mg/L, 平均值为 0.00002mg/L, 表层最大值为 S4、S5、S20 号站, 最小值为 S2、S3、S9、S10、S11、S13、S15、S17、S19 号站, 均未检出, 底层最大值为 S7 号站, 最小值为 S9、S10、S13、S14、S15 号站, 均未检出。

调查海域海水重金属铬含量的变化范围为 0.0007~0.0019mg/L, 平均值为 0.0013mg/L, 表层最大值为 S17 号站, 最小值为 S14 号站, 底层最大值为 S14 号站, 最小值为 S4 号站。

表 5.3-14 海水水质调查结果一览表

调查站位	水深	透明度	水温	盐度	pH	DO	COD	无机氮(mg/L)			PO4-P	石油类	悬浮物	重金属(mg/L)					
	(m)	(m)	(°C)	(‰)		(mg/L)	(mg/L)	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	铜	铅	锌	镉	汞	砷
S1B	14.3	2.1	26.5	33.43	8.07	7.18	0.96	0.0007	0.0023	0.0037	0.0014	—	9.2	0.0012	0.0005	0.0060	0.00002	0.00002	0.0012
S2B	9.6	1.4	26.8	33.48	8.13	6.77	0.79	0.0006	0.0005	0.0024	0.0013	0.025	9.1	0.0013	0.0007	0.0067	0.00002	未检出	0.0011
S3B	7.5	1.5	27.5	33.46	8.06	6.5	1.14	0.0007	0.0004	0.0010	0.0009	0.0209	8.7	0.0017	0.0008	0.0100	0.00004	未检出	0.0013
S4B	16.5	2.8	28	33.36	8.21	7.45	1.24	0.0006	0.0006	0.0009	0.0012	0.014	9.9	0.0016	0.0009	0.0058	0.00003	0.00001	0.0012
S5B	14.5	2.6	28.2	33.4	8.2	7.38	1.2	0.0006	0.0006	0.0005	0.0006	0.0227	9.8	0.0012	0.0011	0.0088	0.00003	0.00003	0.0012
S6B	13.8	2.4	26	33.33	8.16	6.93	1.34	0.0006	0.0005	0.0025	0.0012	0.0219	8.7	0.0018	0.0006	0.0082	0.00002	0.00003	0.0013
S7B	10	2.3	26.4	33.27	8.13	6.85	1.23	0.0006	0.0005	0.0022	0.0009	0.0051	8.7	0.0009	0.0004	0.0048	0.00003	0.00002	0.0013
S8B	8.5	1.8	26.5	33.4	8.16	6.73	0.46	0.0007	0.0005	0.0016	0.0013	0.0158	9.3	0.0005	0.0007	未检出	未检出	0.00001	0.0014
S9B	14.5	2.2	28.3	32.57	8.18	6.63	1.31	0.0006	0.0005	0.0035	0.0014	0.0124	9.5	0.0010	0.0005	0.0038	0.00002	未检出	0.0013
S10B	13.6	1.8	26.9	33.3	8.2	6.97	0.86	0.0005	0.0004	0.0018	0.0011	0.0289	8.9	0.0007	0.0003	0.0034	未检出	未检出	0.0014
S11B	9.5	1.6	26.8	33.4	8.21	6.77	0.7	0.0006	0.0006	0.0018	0.0012	0.0219	9.4	0.0007	0.0006	0.0055	0.00001	未检出	0.0014
S12B	7.8	1	27	33.11	8.19	6.71	0.6	0.0006	0.0005	0.0023	0.0019	—	8.8	0.0009	0.0005	0.0043	0.00001	0.00001	0.0013
S13B	16.4	1.6	27.5	33.22	8.2	6.75	0.7	0.0008	0.0004	0.0011	0.0019	0.0053	8.8	0.0018	0.0010	0.0080	0.00002	未检出	0.0014
S14B	14.9	1.5	27.6	33.15	8.21	6.88	0.62	0.0008	0.0004	0.0011	0.0017	—	9	0.0019	0.0036	0.0087	0.00003	0.00001	0.0007
S15B	12.3	1.6	26.4	33.31	8.21	7.17	0.75	0.0009	0.0004	0.0021	0.0016	—	9.4	0.0008	0.0006	0.0058	0.00001	未检出	0.0013
S16B	9.3	1.2	26.4	33.49	8.13	7.04	0.86	0.0010	0.0004	0.0024	0.0016	0.0088	9	0.0011	0.0006	0.0096	0.00003	0.00001	0.0012
S17B	8.7	1	26.5	33.32	8.15	6.91	1.08	0.0009	0.0005	0.0015	0.0011	0.0051	9.1	0.0011	0.0012	0.0048	0.00002	未检出	0.0016
S18B	16.7	1.4	25.4	33.48	8.17	6.98	0.62	0.0009	0.0004	0.0014	0.0005	—	8.8	0.0008	0.0006	未检出	0.00003	0.00002	0.0014
S19B	15.4	1.3	25.4	33.5	8.23	7.07	0.66	0.0009	0.0004	0.0014	0.0003	0.0053	9.5	0.0009	0.0004	0.0080	未检出	未检出	0.0013
S20B	14	1.2	25.7	33.39	8.14	6.92	0.58	0.0009	0.0004	0.0007	0.0005	0.0106	9	0.0009	0.0006	0.0058	0.00002	0.00003	0.0013
S1D	/	/	26.4	33.45	8.03	6.74	0.77	0.0006	0.0024	0.0021	0.0022	/	8.5	0.0008	0.0003	0.0039	0.00001	0.00003	0.0013
S4D	/	/	26.7	33.49	8.19	7.05	0.62	0.0006	0.0020	0.0025	0.0021	/	9.2	0.0008	0.0004	未检出	0.00001	0.00004	0.0012
S5D	/	/	26.5	33.45	8.2	6.55	0.58	0.0005	0.0012	0.0006	0.0014	/	9.9	0.0011	0.0010	0.0065	0.00002	0.00001	0.0013
S6D	/	/	25.9	33.49	8.17	6.38	0.83	0.0006	0.0015	0.0017	0.0019	/	9.9	0.0007	0.0004	0.0038	未检出	0.00004	0.0013

S7D	/	/	26.3	33.51	8.12	6.35	0.74	0.0006	0.0013	0.0007	0.0016	/	9.3	0.0008	0.0008	0.0046	未检出	0.00005	0.0013
S9D	/	/	26.1	33.53	8.2	6.83	0.61	0.0006	0.0014	0.0013	0.0019	/	9.2	0.0009	0.0010	未检出	0.00003	未检出	0.0013
S10D	/	/	26.2	33.5	8.19	6.54	0.6	0.0006	0.0006	0.0018	0.0012	/	9.7	0.0007	0.0017	0.0054	0.00009	未检出	0.0013
S13D	/	/	25.9	33.54	8.19	6.21	0.98	0.0005	0.0006	0.0005	0.0007	/	9.9	0.0007	0.0005	0.0043	0.00001	未检出	0.0013
S14D	/	/	25.9	33.51	8.2	6.37	0.58	0.0007	0.0025	0.0027	0.0009	/	9.7	0.0007	0.0008	0.0043	0.00002	未检出	0.0019
S15D	/	/	25.9	33.51	8.19	6.8	0.49	0.0007	0.0018	0.0013	0.0012	/	9	0.0007	0.0002	0.0033	0.00002	未检出	0.0014
S18D	/	/	25.5	33.53	8.2	6.37	0.83	0.0009	0.0018	0.0007	0.0011	/	9	0.0011	0.0005	0.0043	0.00002	0.00002	0.0013
S19D	/	/	25.5	33.52	8.22	6.6	0.5	0.0009	0.0013	0.0009	0.0009	/	9.6	0.0010	0.0005	0.0043	0.00001	0.00001	0.0013
S20D	/	/	25.6	33.37	8.17	6.6	0.61	0.0009	0.0018	0.0018	0.0008	/	9.1	0.0015	0.0009	0.0041	0.00001	0.00002	0.0013
平均值	12.39	1.715	26.5	33.39	8.17	6.79	0.80	0.0007	0.0009	0.0017	0.0013	0.0149	9.2	0.0010	0.0008	0.0058	0.00002	0.00002	0.0013
最大值	16.7	2.8	28.3	34.00	8.23	7.45	1.34	0.0010	0.0025	0.0037	0.0022	0.0289	9.9	0.0019	0.0036	0.0100	0.00009	0.00005	0.0019
最小值	7.5	1	25.4	32.57	8.03	6.21	0.46	0.0005	0.0004	0.0005	0.0003	0.0051	8.5	0.0005	0.0002	0.0033	0.00001	0.00001	0.0007

(2) 海水水质评价结果

根据调查采样样品的测定结果，利用《海水水质标准》(GB3097-1997)对调查海域海水水质进行质量评价，采用标准指数法计算出本次调查海水的质量指数。使用第一类、第二类海水水质标准进行评价，各标准下评价结果见下表 5.3-15 及 5.3-16 所示。

一类标准：

调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属铜、铅、锌、镉、汞、砷均符合第一类海水水质标准。

二类标准：

调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属铜、铅、锌、镉、汞、砷均符合第二类海水水质标准。

综上所述，根据水质监测结果显示，项目所在海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能分区“湛江-珠海近海农渔业区”、“英罗港-海康港农渔业区”海水一类标准要求。

表 5.3-15 调查海水水质质量指数（依据第一类海水水质标准评价的海水质量指数）

调查站位	pH	DO	COD	无机氮	PO4-P	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
S1B	0.71	1.20	0.48	0.0335	0.0962	/	0.2400	0.4900	0.3000	0.02300	0.3600	0.0600
S2B	0.75	1.13	0.40	0.0172	0.0861	0.5	0.2600	0.6600	0.3350	0.02000	/	0.0550
S3B	0.71	1.08	0.57	0.0106	0.0608	0.418	0.3400	0.7600	0.5000	0.03700	/	0.0650
S4B	0.81	1.24	0.62	0.0105	0.0823	0.28	0.3200	0.8600	0.2900	0.02600	0.1640	0.0600
S5B	0.80	1.23	0.60	0.0087	0.0412	0.454	0.2400	1.1000	0.4400	0.02600	0.6800	0.0600
S6B	0.77	1.16	0.67	0.0183	0.0823	0.438	0.3600	0.5500	0.4100	0.02000	0.5000	0.0650
S7B	0.75	1.14	0.62	0.0167	0.0608	0.102	0.1860	0.4300	0.2400	0.02800	0.3800	0.0650
S8B	0.77	1.12	0.23	0.0139	0.0886	0.316	0.0960	0.7100	/	/	0.2200	0.0700
S9B	0.79	1.11	0.66	0.0229	0.0962	0.248	0.1920	0.5100	0.1900	0.01900	/	0.0650
S10B	0.80	1.16	0.43	0.0137	0.0728	0.578	0.1320	0.2700	0.1700	/	/	0.0700
S11B	0.81	1.13	0.35	0.0151	0.0823	0.438	0.1380	0.6000	0.2750	0.01200	/	0.0700
S12B	0.79	1.12	0.30	0.0170	0.1235	/	0.1840	0.4800	0.2150	0.01400	0.1820	0.0650
S13B	0.80	1.13	0.35	0.0113	0.1298	0.106	0.3600	0.9700	0.4000	0.02300	/	0.0700
S14B	0.81	1.15	0.31	0.0112	0.1121	/	0.3800	3.6000	0.4350	0.02800	0.1660	0.0330
S15B	0.81	1.20	0.38	0.0170	0.1057	/	0.1520	0.5800	0.2900	0.01200	/	0.0650
S16B	0.75	1.17	0.43	0.0191	0.1057	0.176	0.2200	0.6400	0.4800	0.02600	0.2800	0.0600
S17B	0.77	1.15	0.54	0.0145	0.0728	0.102	0.2200	1.2000	0.2400	0.02400	/	0.0800
S18B	0.78	1.16	0.31	0.0136	0.0317	/	0.1680	0.5800	/	0.03100	0.3200	0.0700
S19B	0.82	1.18	0.33	0.0132	0.0196	0.106	0.1840	0.4100	0.4000	/	/	0.0650
S20B	0.76	1.15	0.29	0.0106	0.0317	0.212	0.1860	0.5500	0.2900	0.01600	0.5200	0.0650
S1D	0.69	1.12	0.39	0.0252	0.1494	/	0.1520	0.3300	0.1950	0.01400	0.5600	0.0650
S4D	0.79	1.18	0.31	0.0252	0.1374	/	0.1620	0.4200	/	0.01200	0.7000	0.0600
S5D	0.80	1.09	0.29	0.0114	0.0962	/	0.2240	1.0000	0.3250	0.02300	0.2200	0.0650
S6D	0.78	1.06	0.42	0.0187	0.1298	/	0.1380	0.4000	0.1900	/	0.8800	0.0650
S7D	0.75	1.06	0.37	0.0129	0.1057	/	0.1680	0.8400	0.2300	/	0.9200	0.0650
S9D	0.80	1.14	0.31	0.0164	0.1254	/	0.1720	1.0000	/	0.02900	/	0.0650
S10D	0.79	1.09	0.30	0.0149	0.0823	/	0.1400	1.7000	0.2700	0.09400	/	0.0650

S13D	0.79	1.04	0.49	0.0076	0.0494	/	0.1320	0.5100	0.2150	0.01200	/	0.0650
S14D	0.80	1.06	0.29	0.0295	0.0608	/	0.1320	0.7700	0.2150	0.01900	/	0.0950
S15D	0.79	1.13	0.25	0.0193	0.0823	/	0.1460	0.2200	0.1650	0.01500	/	0.0700
S18D	0.80	1.06	0.42	0.0170	0.0728	/	0.2200	0.5000	0.2150	0.01700	0.3600	0.0650
S19D	0.81	1.10	0.25	0.0154	0.0608	/	0.2000	0.5200	0.2150	0.01200	0.2800	0.0650
S20D	0.78	1.10	0.31	0.0222	0.0962	/	0.3000	0.8600	0.2050	0.01200	0.4600	0.0650
是否超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标

表 5.3-16 调查海水水质质量指数（依据第二类海水水质标准评价的海水质量指数）

调查站位	pH	DO	COD	无机氮	PO4-P	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
S1B	0.71	1.44	0.32	0.0224	0.0481	/	0.1200	0.0980	0.1200	0.00460	0.0900	0.0400
S2B	0.75	1.35	0.26	0.0115	0.0431	0.5	0.1300	0.1320	0.1340	0.00400	/	0.0367
S3B	0.71	1.30	0.38	0.0071	0.0304	0.418	0.1700	0.1520	0.2000	0.00740	/	0.0433
S4B	0.81	1.49	0.41	0.0070	0.0412	0.28	0.1600	0.1720	0.1160	0.00520	0.0410	0.0400
S5B	0.80	1.48	0.40	0.0058	0.0206	0.454	0.1200	0.2200	0.1760	0.00520	0.1700	0.0400
S6B	0.77	1.39	0.45	0.0122	0.0412	0.438	0.1800	0.1100	0.1640	0.00400	0.1250	0.0433
S7B	0.75	1.37	0.41	0.0111	0.0304	0.102	0.0930	0.0860	0.0960	0.00560	0.0950	0.0433
S8B	0.77	1.35	0.15	0.0093	0.0443	0.316	0.0480	0.1420	/	/	0.0550	0.0467
S9B	0.79	1.33	0.44	0.0153	0.0481	0.248	0.0960	0.1020	0.0760	0.00380	/	0.0433
S10B	0.80	1.39	0.29	0.0091	0.0364	0.578	0.0660	0.0540	0.0680	/	/	0.0467
S11B	0.81	1.35	0.23	0.0101	0.0412	0.438	0.0690	0.1200	0.1100	0.00240	/	0.0467
S12B	0.79	1.34	0.20	0.0113	0.0617	/	0.0920	0.0960	0.0860	0.00280	0.0455	0.0433
S13B	0.80	1.35	0.23	0.0075	0.0649	0.106	0.1800	0.1940	0.1600	0.00460	/	0.0467
S14B	0.81	1.38	0.21	0.0075	0.0560	/	0.1900	0.7200	0.1740	0.00560	0.0415	0.0220
S15B	0.81	1.43	0.25	0.0113	0.0529	/	0.0760	0.1160	0.1160	0.00240	/	0.0433
S16B	0.75	1.41	0.29	0.0127	0.0529	0.176	0.1100	0.1280	0.1920	0.00520	0.0700	0.0400
S17B	0.77	1.38	0.36	0.0097	0.0364	0.102	0.1100	0.2400	0.0960	0.00480	/	0.0533
S18B	0.78	1.40	0.21	0.0091	0.0158	/	0.0840	0.1160	/	0.00620	0.0800	0.0467
S19B	0.82	1.41	0.22	0.0088	0.0098	0.106	0.0920	0.0820	0.1600	/	/	0.0433
S20B	0.76	1.38	0.19	0.0071	0.0158	0.212	0.0930	0.1100	0.1160	0.00320	0.1300	0.0433

S1D	0.69	1.35	0.26	0.0168	0.0747	/	0.0760	0.0660	0.0780	0.00280	0.1400	0.0433
S4D	0.79	1.41	0.21	0.0168	0.0687	/	0.0810	0.0840	/	0.00240	0.1750	0.0400
S5D	0.80	1.31	0.19	0.0076	0.0481	/	0.1120	0.2000	0.1300	0.00460	0.0550	0.0433
S6D	0.78	1.28	0.28	0.0125	0.0649	/	0.0690	0.0800	0.0760	/	0.2200	0.0433
S7D	0.75	1.27	0.25	0.0086	0.0529	/	0.0840	0.1680	0.0920	/	0.2300	0.0433
S9D	0.80	1.37	0.20	0.0109	0.0627	/	0.0860	0.2000	/	0.00580	/	0.0433
S10D	0.79	1.31	0.20	0.0099	0.0412	/	0.0700	0.3400	0.1080	0.01880	/	0.0433
S13D	0.79	1.24	0.33	0.0051	0.0247	/	0.0660	0.1020	0.0860	0.00240	/	0.0433
S14D	0.80	1.27	0.19	0.0197	0.0304	/	0.0660	0.1540	0.0860	0.00380	/	0.0633
S15D	0.79	1.36	0.16	0.0128	0.0412	/	0.0730	0.0440	0.0660	0.00300	/	0.0467
S18D	0.80	1.27	0.28	0.0113	0.0364	/	0.1100	0.1000	0.0860	0.00340	0.0900	0.0433
S19D	0.81	1.32	0.17	0.0103	0.0304	/	0.1000	0.1040	0.0860	0.00240	0.0700	0.0433
S20D	0.78	1.32	0.20	0.0148	0.0481	/	0.1500	0.1720	0.0820	0.00240	0.1150	0.0433
是否超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标	未超标

5.3.2 海洋沉积物环境现状调查与评价

5.3.2.1 2023年秋季海洋沉积物现状调查与评价

(1) 海洋沉积物调查结果

本次调查海底表层沉积物调查结果如下表 5.3-17 所示。

调查结果显示海底表层沉积物 pH 的变化范围为 7.84~8.33，平均值为 8.08，S10 站最高，S15 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物油类含量的变化范围为 3.3~64.5，平均值为 34.7，S3 站最高，S4 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物有机碳含量的变化范围为 0.1~0.97，平均值为 0.46，其中 S13 站最高，S12 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铜含量的变化范围为 $2.2\sim9.7\times10^{-6}$ ，平均值为 6.9×10^{-6} ，其中 S13 站最高，S16 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铅含量的变化范围为 $5.6\sim25.6\times10^{-6}$ ，平均值为 15.3×10^{-6} ，其中 S14 站最高，S17、S11 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物锌含量的变化范围为 $13.7\sim59.7\times10^{-6}$ ，平均值为 32.8×10^{-6} ，其中 S14 站最高，S12 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物镉含量未检出。

调查结果显示海底表层沉积物汞含量的变化范围为 $0.003\sim0.057\times10^{-6}$ ，平均值为 0.022×10^{-6} ，其中 S13 站最高，S17 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物砷含量的变化范围为 $2.91\sim14.0\times10^{-6}$ ，平均值为 6.98×10^{-6} ，其中 S4 站最高，S12 站最低。

表 5.3-17 海底表层沉积物调查结果一览表

调查站位	pH	油类	有机碳	铜 ($\times 10^{-6}$)	铅 ($\times 10^{-6}$)	锌 ($\times 10^{-6}$)	镉 ($\times 10^{-6}$)	汞 ($\times 10^{-6}$)	砷 ($\times 10^{-6}$)
S2	7.93	44	0.35	7.1	16	25.4	—	0.017	4.66
S3	8.15	65	0.36	7.8	7.2	19.6	—	0.007	3.41
S4	8.13	3.3	0.56	6.5	24	36.3	—	0.034	14
S6	8.23	64.5	0.47	8	20.6	32.4	—	0.018	6.47
S7	8.21	22.9	0.15	7.1	5.6	23.1	—	0.004	3.19
S10	8.33	34.9	0.45	2.2	16.9	36.6	—	0.02	9.6
S11	8.31	19.2	0.22	7.1	5.6	22.3	—	0.005	6.81
S12	7.84	49.7	0.1	7.4	8.9	13.7	—	0.006	2.91
S13	7.94	36.8	0.97	9.7	24.3	58.4	—	0.057	10.5
S14	7.97	47.7	0.9	8.6	25.6	59.7	—	0.051	9.67
S15	7.92	22.4	0.62	6	20.2	44.5	—	0.035	8.81
S16	7.95	28.4	0.62	4.2	11.3	35.4	—	0.032	7.18
S17	8.16	11.9	0.21	8	12.3	18.8	—	0.003	3.52
变化范围	7.84~8.33	3.3~64.5	0.1~0.97	2.2~9.7	5.6~25.6	13.7~59.7	—	0.003~0.057	2.91~14
平均	8.08	34.7	0.46	6.9	15.3	32.8	—	0.022	6.98

(2) 海洋沉积物评价结果

根据测定结果,采用《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)中第一类标准对各站沉积物进行质量评价,确定海域各站沉积物各项评价指标隶属于海洋沉积物质量类别,评价结果见表 5.3-18 所示。

表 5.3-18 海底表层沉积物质量指数(依据第一类海洋沉积物质量标准评价的海底表层沉积物质量指数)

调查站位	油类	有机碳	铜	铅	锌	镉	砷	汞
S2	0.09	0.18	0.20	0.27	0.17	—	0.23	0.09
S3	0.13	0.18	0.22	0.12	0.13	—	0.17	0.04
S4	0.01	0.28	0.19	0.40	0.24	—	0.70	0.17
S6	0.13	0.24	0.23	0.34	0.22	—	0.32	0.09
S7	0.05	0.08	0.20	0.09	0.15	—	0.16	0.02
S10	0.07	0.23	0.06	0.28	0.24	—	0.48	0.10
S11	0.04	0.11	0.20	0.09	0.15	—	0.34	0.03
S12	0.10	0.05	0.21	0.15	0.09	—	0.15	0.03
S13	0.07	0.49	0.28	0.41	0.39	—	0.53	0.29
S14	0.10	0.45	0.25	0.43	0.40	—	0.48	0.26
S15	0.04	0.31	0.17	0.34	0.30	—	0.44	0.18
S16	0.06	0.31	0.12	0.19	0.24	—	0.36	0.16
S17	0.02	0.11	0.23	0.21	0.13	—	0.18	0.02
质量评价	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标

评价结果显示,调查海域海底表层沉积物各项评价指标中,油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、砷、汞的评价指标均达到第一类海洋沉积物质量标准,未发现超标现象。

5.3.2.2 2024 年春季海洋沉积物现状调查与评价

(1) 海洋沉积物调查结果

本次调查海底表层沉积物调查结果如下表 5.3-19 所示。

调查结果显示海底表层沉积物 pH 的变化范围为 7.88~8.32, 平均值为 8.18, S11 站最高, S14 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物油类含量的变化范围为 11.6~30.1, 平均值为 21.62, S14 站最高, S16 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物有机碳含量的变化范围为 0.11~0.59, 平均值为 0.28, 其中 S16 站最高, S10 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铜含量的变化范围为 $1.1\sim16\times10^{-6}$, 平均值为 3.89×10^{-6} , 其中 S3 站最高, S4 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铅含量的变化范围为 $2.4\sim27\times10^{-6}$, 平均值为 9.17×10^{-6} , 其中 S16 站最高, S12 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物锌含量的变化范围为 $6.9\sim120\times10^{-6}$, 平均值为 34.22×10^{-6} , 其中 S16 站最高, S4 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物只有 S17 站检出镉含量为 0.043×10^{-6} 。

调查结果显示海底表层沉积物汞含量的变化范围为 $0.006\sim0.017\times10^{-6}$, 平均值为 0.01×10^{-6} , 其中 S16 站最高, S4 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物砷含量的变化范围为 $1.5\sim18\times10^{-6}$, 平均值为 5.47×10^{-6} , 其中 S11 站最高, S4 站最低。

表 5.3-19 海底表层沉积物调查结果一览表

调查站位	pH	油类	有机碳	铜 ($\times 10^{-6}$)	铅 ($\times 10^{-6}$)	锌 ($\times 10^{-6}$)	镉 ($\times 10^{-6}$)	砷 ($\times 10^{-6}$)	汞 ($\times 10^{-6}$)
S2	8.29	23.9	0.23	1.8	6.2	20	—	2.2	0.013
S3	8.06	18	0.32	5.2	11	53	—	3.6	0.015
S4	8.27	17.4	0.24	1.1	2.7	6.9	—	1.5	0.006
S6	8.24	25.9	0.16	1.3	2.4	8	—	2.6	—
S7	8.19	26.2	0.2	1.9	5.4	19	—	4.1	0.0024
S10	8.23	19.3	0.11	3.4	23	32	—	3.8	0.0069
S11	8.32	24.9	0.22	1.6	5.5	24	—	18	0.0024
S12	8.3	15.8	0.17	1.3	5.1	16	—	4.4	—
S13	8.05	15	0.4	2.2	5.5	25	—	4.7	0.0093
S14	8.04	30.1	0.42	3.2	7.5	39	—	2.2	0.0094
S15	8.3	25	0.15	2.1	8.7	31	—	3.4	0.0063
S16	7.88	11.6	0.59	16	27	120	—	3.2	0.035
S17	8.16	28	0.43	9.5	17	51	0.043	7.2	0.017
变化范围	7.88~8.32	11.6~30.1	0.11~0.59	1.1~16	2.4~27	6.9~120	—	1.5~18	0.006~0.017

平均	8.18	21.62	0.28	3.89	9.17	34.22	—	5.47	0.01
----	------	-------	------	------	------	-------	---	------	------

(2) 海洋沉积物评价结果

根据测定结果,采用《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)中第一类标准对各站沉积物进行质量评价,确定海域各站沉积物各项评价指标隶属于海洋沉积物质量类别,评价结果见表 5.3-20 所示。

表 5.3-20 海底表层沉积物质量指数(依据第一类海洋沉积物质量标准评价的海底表层沉积物质量指数)

调查站位	油类	有机碳	铜	铅	锌	镉	砷	汞
S2	0.05	0.12	0.05	0.10	0.13	—	0.11	0.07
S3	0.04	0.16	0.15	0.18	0.35	—	0.18	0.08
S4	0.03	0.12	0.03	0.05	0.05	—	0.08	0.03
S6	0.05	0.08	0.04	0.04	0.05	—	0.13	/
S7	0.05	0.10	0.05	0.09	0.13	—	0.21	0.01
S10	0.04	0.06	0.10	0.38	0.21	—	0.19	0.03
S11	0.05	0.11	0.05	0.09	0.16	—	0.90	0.01
S12	0.03	0.09	0.04	0.09	0.11	—	0.22	/
S13	0.03	0.20	0.06	0.09	0.17	—	0.24	0.05
S14	0.06	0.21	0.09	0.13	0.26	—	0.11	0.05
S15	0.05	0.08	0.06	0.15	0.21	—	0.17	0.03
S16	0.02	0.30	0.46	0.45	0.80	—	0.16	0.18
S17	0.06	0.22	0.27	0.28	0.34	0.09	0.36	0.09
质量评价	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标

评价结果显示,调查海域海底表层沉积物各项评价指标中,油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、砷、汞的评价指标均达到第一类海洋沉积物质量标准,未发现超标现象。

5.3.3 海洋生态环境现状调查与评价

5.3.3.1 2023 年秋季海洋生态环境现状调查与评价

(1) 海洋生态环境调查结果

1) 叶绿素 a 与初级生产力

叶绿素和初级生产力的调查结果如表 5.3-21 所示。

本次调查海域，表层叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.96 \sim 2.66 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 2.12 mg/m^3 ，表层叶绿素 a 含量最高出现于 S4、S12 号站 (2.66 mg/m^3)，其次为 S6 号站 (2.54 mg/m^3)，最低出现于 S14 号站 (0.96 mg/m^3)。底层叶绿素 a 含量的变化范围为 $1.09 \sim 2.93 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 2.02 mg/m^3 ，底层叶绿素 a 含量最高出现于 S4 号站 (2.93 mg/m^3)，其次为 S6 号站 (2.71 mg/m^3)，最低出现于 S14 号站 (1.09 mg/m^3)。

调查海域叶绿素 a 含量的平面分布有一定的差异，水平分布总体表现为无规则的变化状态，表层叶绿素最高值约为最低值的 2.77 倍，底层叶绿素最高值约为最低值的 2.69 倍。

本次调查海域，初级生产力水平的变化范围为 $830.12 \sim 2288.80 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$ ，平均值为 $1488.00 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$ ，其中 S9 号站初级生产力水平最高 ($2288.80 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$)，其次为 S4 号站 ($2259.02 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$)，S3 号站初级生产力水平最低 ($830.12 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$)。初级生产力分布状况与叶绿素 a 的平面分布情况相似又有所差异，初级生产力最高值约为最低值的 2.76 倍。

比较 14 个调查站位表底层的叶绿素 a 含量与初级生产力水平发现，叶绿素 a 与初级生产力分布的最低站位及最高站位及整体变化趋势来说，两者的分布状况具有一定相似性，但同时存在一定差异，两者的水平变化均呈现无规则的分布状况。综合分析显示，调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力水平中等。

表 5.3-21 叶绿素 (mg/m^3) 和初级生产力 ($\text{mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$) 的调查结果一览表

调查站位	叶绿素 a		站位叶绿素 a 的均值	初级生产力
	表层	底层		
S2	2.08	—	2.08	1017.24
S3	2.15	—	2.15	830.12
S4	2.66	2.93	2.80	2259.02
S6	2.54	2.71	2.63	2108.11
S7	2.46	2.26	2.36	1664.45

S9	2.48	2.46	2.47	2288.80
S10	2.48	2.36	2.42	2180.18
S11	2.28	—	2.28	1115.06
S12	2.66	—	2.66	1027.03
S13	1.46	1.16	1.31	1261.11
S14	0.96	1.09	1.03	1028.96
S15	1.58	1.47	1.53	1256.11
S16	1.99	—	1.99	1003.96
S19	1.84	1.73	1.79	1791.89
范围	0.96~2.66	1.09~2.93	1.03~2.80	830.12~2288.80
平均	2.12	2.02	2.11	1488.00

2) 浮游植物

①密度和分布

调查监测结果显示,平均密度为 $87.12 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,其数量以硅藻类占优势,其密度为 $74.78 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,占总密度的 85.83%;其次为甲藻类,其密度为 $9.11 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,占总密度的 8.96%;其它为蓝藻和黄藻,其密度为 $1.18 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,占总密度的 10.46%。

水平分布方面,各站位密度差异不大,最高密度出现在 S3 号站,其密度为 $105.45 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$;其次为 S12 号站,其密度为 $104.14 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$;最低则出现在 S6 号站,其密度为 $59.66 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,最高密度是最低密度的 1.77 倍,其余调查监测站位的密度分布范围在 $66.48 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 98.95 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间(表 5.3-22)。

表 5.3-22 浮游植物密度、分布及组成(单位: $\times 10^4 \text{ cells/m}^3$)

站位	小计	硅藻	甲藻	其它
S2	98.95	75.33	15.52	4.13
S3	105.45	86.23	15.97	3.25
S4	66.48	59.36	6.10	1.02
S6	59.66	56.32	2.39	0.95
S7	86.00	78.65	6.46	0.89
S9	72.32	66.15	3.84	2.33

S10	90.34	79.56	9.16	1.62
S11	98.67	82.15	15.17	1.35
S12	104.14	93.12	9.54	1.48
S14	90.00	75.65	13.02	1.33
S15	73.18	69.51	3.32	0.35
S19	85.05	75.31	8.79	0.95
平均	87.12	74.78	9.11	3.23

②浮游植物的种类组成

本次浮游植物调查经初步鉴定有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共4大门类20科76种。其中硅藻门的种类最多，有9科49种，占总种类数的64.47%；其次是甲藻门，有8科21种，占总种类数的27.64%；蓝藻类有2科4种，占5.26%；黄藻类有1科2种，占总种类数的2.63%（详见表5.3-18）。最多主要是硅藻类的角毛藻属 *Chaetoceros* 和甲藻类的角藻属 *Ceratium*，分别出现8种，其次是硅藻类的圆筛藻属 *Coscinodiscus* 和甲藻类的多甲藻属 *Peridinium*，分别出现5种。

表 5.3-23 浮游植物种类分类统计表

门类	科数	种类数(含个别未定种的属)	属或种类所占比例(%)
硅藻	9	49	64.47
甲藻	8	21	27.64
蓝藻	2	4	5.26
黄藻	1	2	2.63
合计	20	76	100.00

硅藻类出现的主要代表种有中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、颗粒直链藻 *Melosira granulata*、蛇目圆筛藻 *Coscinodiscus argus*、中华盒形藻 *Biddulphia sinensis*、太平洋海链藻 *Thalassiosira pacifica*、颗粒盒形藻 *Biddulphia granulata*、克氏星脐藻 *Asteromphalus cleveanus*、膜质半管藻 *Hemiaulus membranaceus*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus*、窄隙角毛藻 *Chaetoceros affinis*、密聚角毛藻 *Chaetoceros coarctatus*、笔尖形根管藻 *Rhizosolenia styliformis*、日本星杆藻 *Asterionella japonica*、扭鞘藻 *Streptothecethamesis*、肘状针杆藻 *Synedra ulna*、优美菱形藻 *Pseudonitzschia delicatissima*、

异极藻 *Gomphonemasp* 和尖刺菱形藻 *Nitzschiapungens* 等, 这些种类在本水域有广泛的分布, 出现频率高, 生物量较大, 是本水域浮游植物群落的主要组成部份。

甲藻类出现的主要有夜光藻 *Noctiluca scintillans*、具尾鳍藻 *Dinophysis caudata*、纺锤角藻 *Ceratium fusus*、纤细角藻 *Ceratium tenue*、三叉角藻 *Ceratium Trichoceros*、大角藻 *Ceratium macroceros*、具齿原甲藻 *Prorocentrum dentatum*、五角多甲藻 *Peridinium pentagonum* 和扁平多甲藻 *Peridinium depressum* 等, 但数量相对较少。

蓝藻类出现的主要代表种有中华尖头藻 *Raphidiopsis sinensis*、红海束毛藻 *Trichodesmium erythraeum* 和颤藻 *Oscillatoria sp* 等, 而黄藻类则出现了小型黄丝藻 *Tribonema minus*, 它们在本调查水域也广泛出现, 但数量相对较少。

③生物多样性及均匀度

本次调查海域站位样方内浮游植物出现种类数范围为 17~25 种, 多样性指数分布范围在 3.113~3.522 之间, 平均为 3.322, 最高出现在 S4 号站, 其次为 S12 号站, 最低则出现在 S3 号站; 种类均匀度方面, 其分布范围在 0.684~0.832 之间, 平均为 0.753, 最高出现在 S12 号采样站, 最低出现在 S9 号采样站, 浮游植物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-24 所示。

表 5.3-24 浮游植物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
S2	18	3.182	0.763
S3	19	3.113	0.733
S4	27	3.522	0.741
S6	20	3.469	0.803
S7	20	3.149	0.729
S9	25	3.176	0.684
S10	22	3.164	0.709
S11	21	3.279	0.747
S12	18	3.468	0.832
S13	24	3.422	0.746
S14	22	3.408	0.764

S15	22	3.345	0.750
S16	20	3.389	0.784
S19	26	3.426	0.729
平均		3.389	0.784

④优势种

以优势度(Y)大于0.02为判断标准,本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是窄隙角毛藻、笔尖形根管藻、旋链角毛藻、密聚角毛藻和中肋骨条藻所组成,其优势度指数在0.02~0.16之间(如下表5.3-25所示)。本调查海区浮游植物的最大优势种是中肋骨条藻,主要分布在S9、S10、S13和S19采样站,密聚角毛藻主要分布在S2、S4、S7和S9采样站,旋链角毛藻主要分布在S10、S13、S14和S19采样站,笔尖形根管藻主要分布在S4、S4、S7和S14采样站,窄隙角毛藻主要分布在S11和S19采样站。

表5.3-25 浮游植物各站位主要优势种及优势度指数

优势种中文名称	拉丁文	优势度
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	0.02
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	0.03
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	0.06
密聚角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder	0.09
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cleve	0.16

3) 浮游动物

①种类组合及类群分布

本次调查的浮游动物经鉴定有6个生物类群,共38种,其中水母类3种,枝角类3种,介形类2种,桡足类20种,毛颚类4种,浮游幼虫6种。本调查区浮游动物以热带、暖温带种类占多数,如桡足类的中华哲水蚤、小拟哲水蚤、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、叉胸刺水蚤、瘦尾胸刺水蚤、丹氏纺缍水蚤、小纺缍水蚤、毛颚类的肥胖箭虫、强壮箭虫等。

浮游幼虫类平均密度为 $80.37 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$,占浮游动物总个体数的13.89%,是本海域浮游动物的主要组成部分,成为主导本海域浮游动物数量的主要类群。其中最为密集分布

于 S11 号采样站, 密度为 186.66 ind/m^3 , 其次是 S16 号采样站, 密度为 104.79 ind/m^3 , 其余 12 个采样站的密度在 $35.76 \sim 94.73 \text{ ind/m}^3$ 的范围之间变化。

桡足类平均密度为 387.25 ind/m^3 , 占浮游动物总个体数的 66.92%。其中主要分布于 S11 号采样站, 密度为 748.66 ind/m^3 , 其次是 S13 号采样站, 密度为 526.04 ind/m^3 , 其余 10 个采样站的密度在 $211.25 \sim 426.13 \text{ ind/m}^3$ 的范围之间变化。

其他种类如水母类、介形类、毛颚类等, 它们大部分属南海区系的普通种, 虽然出现的数量不多, 但在调查的海域内分布也较为广泛。

②生物量、密度及分布

本次调查结果显示, 本水域各采样站浮游动物生物量分布不均匀, 变化幅度为 $279.50 \sim 1354.00 \text{ mg/m}^3$, 平均生物量为 578.69 mg/m^3 。在密度分布方面, 变化幅度为 $321.9 \sim 1062.0 \text{ ind/m}^3$, 平均密度为 528.45 ind/m^3 。在整个调查区中, 生物量最高为 1354.00 mg/m^3 , 出现在 S15 号采样站, 其次为 852.00 mg/m^3 , 出现在 S13 号采样站, 最低为 279.50 mg/m^3 , 出现在 S7 号采样站, 最高生物量是最低生物量的 4.84 倍; 而最高密度为 1062.0 ind/m^3 , 出现在 S11 号采样站, 其次为 701.8 ind/m^3 , 出现在 S3 号采样站, 最低密度为 321.9 ind/m^3 , 出现在 S7 号采样站, 最高密度是最低密度的 3.30 倍, 浮游动物生物量及密度见下表 5.3.26 所示。

表 5.3-26 秋季浮游动物生物量及密度

站位	生物量 mg/m^3	密度 ind/m^3	全网数量 ind
S2	402.30	532.2	809
S3	385.00	701.8	772
S4	710.00	426.2	1236
S6	485.00	424.2	1001
S7	279.50	321.9	515
S9	346.40	368.4	921
S10	513.20	482.3	1119
S11	810.00	1062.0	1593
S12	284.20	563.8	654
S13	852.00	584.0	1682

S14	826.00	517.4	1335
S15	1354.00	518.4	1068
S16	302.00	541.1	790
S19	552.00	354.5	950
平均值	578.69	528.45	1032

③生物多样性水平

本次调查水域站位的浮游动物平均出现种类为 25 种，各站平均出现个体数量为 1028 个，多样性指数分布范围为 3.424~4.639 之间，平均为 4.193，最高出现在 S4 号采样站，其次为 S11 号采样站，最低则出现 S15 号采样站；种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其分布范围在 0.737~0.966 之间，平均为 0.901，最高出现在 S7 号采样站，其次为 S3 号采样站，最低出现在 S15 号采样站。浮游动物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-27 所示。

表 5.3-27 秋季浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	总个体数	多样性指数 H	均匀度 J
S2	24	809	4.250	0.927
S3	25	772	4.465	0.961
S4	33	1236	4.639	0.920
S6	25	1001	4.232	0.911
S7	20	515	4.173	0.966
S9	24	921	4.154	0.906
S10	28	1119	4.365	0.908
S11	32	1543	4.625	0.925
S12	19	654	3.973	0.935
S13	27	1682	4.139	0.871
S14	27	1335	4.047	0.851
S15	25	1068	3.424	0.737
S16	23	790	4.215	0.932
S19	25	950	3.998	0.861

平均值	26	1028	4.193	0.901
-----	----	------	-------	-------

④优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准,本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是由桡足类的中华哲水蚤、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、瘦尾胸刺水蚤、丹氏纺缍水蚤和浮游幼虫类的桡足类幼虫组成,其优势度指数在0.02~0.15之间(见下表5.2-28所示)。本调查海域的最大的优势种是桡足类的中华哲水蚤,主要分布在S3、S11、S12、S13、S14、S15号采样站,桡足类的亚强次真哲水蚤,主要分布在S11、S12、S13、S14、S15号采样站,桡足类幼虫主要分布在S9、S13、S16号采样站。

表 5.3-28 秋季浮游动物的优势种及优势度

优势种中文名称	拉丁文	优势度
中华哲水蚤	Calanussinicus	0.15
亚强次真哲水蚤	Eucalamussubcrassus	0.13
驼背隆哲水蚤	Acrocalanusgibber	0.08
瘦尾胸刺水蚤	Centropagestemuiremis	0.07
桡足类幼虫	Copepodslarva	0.02
丹氏纺缍水蚤	Acartiadanagiesbrecht	0.03

5) 底栖生物

进行了14个站位底栖生物定量采样,定量采样站编号分别为S2、S3、S4、S6、S7、S9、S10、S11、S12、S13、S14、S15、S16、S19号站位。

①种类组成和生态特征

本次底栖生物的定量调查,出现包括刺胞动物、纽形动物、环节动物、星虫动物、蠕虫动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物共9门26科31种。其中环节动物10科12种,占总种类数的38.71%;节肢动物3科6种,占总种类数的19.35%;软体动物6科6种,占总种类数的19.35%;刺胞动物和脊索动物2科2种,各占总种类数的6.45%;纽形动物、星虫动物、蠕虫动物和棘皮动物各1科1种,各占总种类数的3.22%。

②优势种和优势度

本次调查,出现的31种生物中,优势度在0.02以上的优势种2种,分别为棒锥螺和光滑倍棘蛇尾,这2种生物出现站位数和出现数量范围分别为8~9站和25~190个,优势度范围为0.116~0.884;其他29种生物出现站位数和数量范围分别为1~5站和1~10个,优势度为0.091~0.909。

③生物量及栖息密度

本次调查,底栖生物的平均生物量为 132.96g/m^2 ,平均栖息密度为 108.67个/m^2 。生物量的组成以软体动物最高,生物量为 123.99g/m^2 ,占总生物量的93.25%;其他8类生物的生物量较低,均未超过总生物量的5.00%。栖息密度方面,以软体动物较高,栖息密度为 52.00个/m^2 ,占总栖息密度的47.85%;其次为脊索动物,占总栖息密度的18.40%;再次为脊索动物,占总栖息密度的15.34%;其他6类生物的栖息密度相对较低,均未超过总栖息密度的10.00%。底栖生物的平均生物量及栖息密度见下表5.3-29所示。

表 5.3-29 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	生物量 (g/m^2)	生物量比例 (%)	栖息密度 (个/m^2)	栖息密度比例 (%)
棘皮动物	3.30	2.48	10	9.20
纽形动物	0	0	0	0
节肢动物	2.93	1.75	10	9.20
环节动物	1.54	1.16	16.67	15.34
脊索动物	1.80	1.35	20.00	18.40
软体动物	123.99	93.25	52.00	47.85
星虫动物	0	0	0	0
蠕虫动物	0	0	0	0
刺胞动物	0	0	0	0
总计	132.96	100	108.67	100

本次调查,各站位底栖生物的生物量差异较大,最高生物量出现在S14号站,其生物量为 944.60g/m^2 ;最低的是S13号站,为 6.80g/m^2 ;最高生物量是最低生物量的138.91倍。栖息密度方面,最高出现在S12号站,为 290.00个/m^2 ;最低栖息密度出现在S10、

S13号站,均为30.00个/m²;最高栖息密度是最低栖息密度的9.67倍,底栖生物的生物量及栖息密度分布见下表5.3-30所示。

表 5.3-30 底栖生物的生物量及栖息密度分布

站位	项目	棘皮动物	纽形动物	节肢动物	环节动物	脊索动物	软体动物	星虫动物	蠕虫动物	刺胞动物	总计
S2	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.40	1.40	0.00	45.90	0.00	0.00	0.00	47.70
	栖息密度(个/m ²)	0.00	0.00	10.00	50.00	0.00	150.00	0.00	0.00	0.00	210.00
S3	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.50	3.80	0.00	147.90	0.00	0.00	0.00	152.20
	栖息密度(个/m ²)	0.00	0.00	10.00	100.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	130.00
S4	生物量(g/m ²)	7.80	0.00	0.00	6.40	1.50	2.10	0.00	0.00	0.00	17.80
	栖息密度(个/m ²)	20.00	0.00	0.00	10.00	30.00	20.00	0.00	0.00	0.00	80.00
S6	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	4.90	0.00	0.40	15.20	0.00	0.00	0.00	20.50
	栖息密度(个/m ²)	0.00	0.00	10.00	0.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	40.00
S7	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	2.30	3.90	28.50	0.00	0.00	0.00	34.70
	栖息密度(个/m ²)	0.00	0.00	0.00	10.00	30.00	40.00	0.00	0.00	0.00	80.00
S9	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	1.10	1.40	2.50	0.00	0.00	0.00	5.00
	栖息密度(个/m ²)	0.00	0.00	0.00	20.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	40.00
S10	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	3.50	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.20
	栖息密度(个/m ²)	0.00	0.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
S11	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	214.80	0.00	0.00	0.00	216.10

	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
	生物量 (g/m ²)	2.10	0.00	0.00	0.60	0.00	93.20	0.00	0.00	0.00	95.90
S12	栖息密度 (个/m ²)	10.00	0.00	0.00	30.00	0.00	250.00	0.00	0.00	0.00	290.00
	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	5.90	0.00	0.00	0.00	6.80
S13	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	30.00
	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	944.60	0.00	0.00	0.00	944.60
S14	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	0.00	150.00
	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	715.30	0.00	0.00	0.00	715.50
S15	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	110.00	0.00	0.00	0.00	120.00
	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	203.10	0.00	0.00	0.00	203.10
S16	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.00	0.00	0.00	0.00	140.00
	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	60.80	0.00	0.00	0.00	62.40
S19	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	70.00	0.00	0.00	0.00	100.00

④生物多样性、均匀度及丰富度指数

本次调查,底栖生物多样性指数变化范围在 0~1.1667,平均为 0.4529;均匀度分布范围在 0~1.0000,平均为 0.7249;丰富度指数分布范围在 0~1.6675,平均为 0.9735,底栖生物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-31 所示。

表 5.3-31 底栖生物的多样性指数及均匀度

站位	种类数 (种)	个体数 (个)	多样性指数 (H)	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (d)
----	---------	------------	--------------	--------------	--------------

S2	5	21	0.5095	0.6078	0.9872
S3	5	13	0.2179	0.8778	1.4127
S4	6	8	0.1071	0.9306	1.6675
S6	4	4	0	1	1.3863
S7	5	8	0.1429	0.9284	1.4942
S9	3	4	1.1667	0.9464	1.0397
S10	3	3	0	1	1.0986
S11	6	10	0.1556	0.8982	1.6094
S12	4	29	0.7414	0.3928	0.5446
S13	2	3	0.3333	0.9183	0.6365
S14	2	15	0.8667	0.3533	0.2449
S15	2	12	0.8333	0.4138	0.2868
S16	1	14	1	0	0
S19	4	10	0.2667	0.8805	1.2206
平均	3.7143	11.0000	0.4529	0.7249	0.9735

6) 潮间带生物调查结果

①种类组成和生态特征

本次 12 个站位的潮间带生物的定性定量调查, 出现包括、环节动物、软体动物、节肢动物和脊索动物共 4 门 20 科 21 种。其中软体动物 8 科 9 种, 占总种类数的 42.86%; 环节动物 6 科 6 种, 占总种类数的 28.57%; 节肢动物 5 科 5 种, 占总种类数的 23.81%; 脊索动物 1 科 1 种, 占总种类数的 4.76%。

②优势种和优势度

本次 9 个站位的定量调查, 共出现 17 种生物, 优势度在 0.02 以上的优势种有 4 种, 分别为等边浅蛤、张玺圆滨蛤、和美虾(未定种)和长腕和尚蟹, 这 4 种生物出现站位数和出现数量范围分别为 3~4 站和 5~37 个, 优势度范围为 0.0200~0.1430; 其他 13 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~2 站和 1~9 个, 优势度均小于 0.02。

③生物量及栖息密度

本次调查,潮间带生物的平均生物量为 109.08g/m^2 , 平均栖息密度为 68.15 个 m^2 。生物量的组成以节軟體动物较高, 生物量为 59.68g/m^2 , 占总生物量的 54.71% ; 其次为节肢动物, 其生物量为 46.77g/m^2 , 占总生物量的 42.88% ; 其他 2 类动物的生物量较低, 均未超过占总生物量的 2.00% 。栖息密度方面, 以节肢动物较高, 栖息密度为 40.89 个 m^2 , 占总栖息密度的 60.00% ; 其次为軟體动物和环节动物, 分别占总栖息密度的 29.57% 和 9.57% ; 脊索动物的栖息密度相对稍低, 未超过总栖息密度的 1.00% 。潮间带生物的平均生物量及栖息密度见下表 5.3-32 所示。

表 5.3-32 潮间带生物的平均生物量及栖息密度

项目	环节动物	軟體动物	脊索动物	节肢动物	总计
生物量 (g/m^2)	1.77	59.68	0.87	46.77	109.08
生物量比例 (%)	1.62	54.71	0.79	42.88	100.00
栖息密度 (个 m^2)	6.52	20.15	0.59	40.89	68.15
栖息密度比例 (%)	9.57	29.57	0.87	60.00	100.00

本次调查,各站位潮间带生物的生物量差异较大,最高生物量出现在 C2 断面的高潮区,其生物量为 268.37g/m^2 ,最低的是 C3 断面的中潮区,为 7.25g/m^2 ,最高生物量是最低生物量的 37.00 倍。栖息密度方面,最高出现在 C2 断面的低潮区,为 165.33 个 m^2 ;最低栖息密度出现在 C3 断面的高潮区,为 16.00 个 m^2 ,最高栖息密度是最低栖息密度的 10.33 倍。潮间带生物的生物量及栖息密度分布见下表 5.3-33 所示。

表 5.3-33 潮间带生物的生物量及栖息密度分布

站位	项目	环节动物	軟體动物	脊索动物	节肢动物	总计
C1 高潮区	生物量 (g/m^2)	1.87	18.45	0.00	0.00	20.32
	栖息密度 (个 m^2)	5.33	26.67	0.00	0.00	32.00
C1 中潮区	生物量 (g/m^2)	1.65	162.88	7.79	0.00	172.32
	栖息密度 (个 m^2)	16.00	37.33	5.33	0.00	58.67
C1 低潮区	生物量 (g/m^2)	1.33	38.67	0.00	0.00	40.00
	栖息密度 (个 m^2)	16.00	16.00	0.00	0.00	32.00
C2 高潮区	生物量 (g/m^2)	0.00	0.00	0.00	268.37	268.37

	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	160.00	160.00
C2 中潮区	生物量 (g/m ²)	0.00	4.00	0.00	66.72	70.72
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	21.33	0.00	42.67	64.00
C2 低潮区	生物量 (g/m ²)	0.00	133.17	0.00	70.61	203.79
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	37.33	0.00	128.00	165.33
C3 高潮区	生物量 (g/m ²)	0.00	56.43	0.00	6.67	63.09
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	10.67	0.00	5.33	16.00
C3 中潮区	生物量 (g/m ²)	0.00	2.72	0.00	4.53	7.25
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	10.67	0.00	26.67	37.33
C3 低潮区	生物量 (g/m ²)	11.04	120.80	0.00	4.05	135.89
	栖息密度 (个/m ²)	21.33	21.33	0.00	5.33	48.00

在调查断面中, 生物量高低排序为 C2 断面>C1 断面>C3 断面, 栖息密度高低排序为 C2 断面>C1 断面>C3 断面。在垂直分布上, 生物量高低排序为低潮区>高潮区>中潮区, 栖息密度高低排序为低潮区>高潮区>中潮区。潮间带生物各断面和垂直分布见下表 5.3-34 所示。

表 5.3-34 潮间带生物各断面和垂直分布

项目	C1 断面	C2 断面	C3 断面	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	77.55	180.96	68.75	117.26	83.43	126.56
栖息密度 (个/m ²)	40.89	129.78	33.78	69.33	53.33	81.78

④生物多样性指数、均匀度及丰富度

本次调查, 潮间带生物多样性指数变化范围在 0.8631~2.2516, 平均为 1.5068; 均匀度指数分布范围在 0.5184~0.9697, 平均为 0.8514; 丰富度指数分布范围在 0.5139~2.2324, 平均为 1.2613, 潮间带生物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-35 所示。

表 5.3-35 潮间带生物的多样性指数及均匀度

站位	种类数 (种)	个体数 (个)	多样性指数 (H)	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (d)
C1 高潮区	3	6	1.4591	0.9206	1.1162
C1 中潮区	3	11	1.2407	0.7828	0.8341

C1 低潮区	5	6	2.2516	0.9697	2.2324
C2 高潮区	1	30			
C2 中潮区	4	12	1.7842	0.8921	1.2073
C2 低潮区	6	31	1.3399	0.5184	1.4560
C3 高潮区	2	3	0.9183	0.9183	0.9102
C3 中潮区	2	7	0.8631	0.8631	0.5139
C3 低潮区	5	9	2.1972	0.9463	1.8205
平均	3.44	12.78	1.5068	0.8514	1.2613

(2) 海洋生态环境评价结果

浮游植物共出现了有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共4大门类20科74种,其中以硅藻门的种类最多,其次是甲藻门。

本海域浮游植物密度分布范围在 $70.62 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 132.80 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间,平均为 $95.17 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,最高密度出现在 S9 号站,其次为 S12 号站,最低则出现在 S1 号站。

浮游植物密度以硅藻类居首位,其次为甲藻类。

浮游植物 Shannon-Weaner 多样性指数分布范围在 2.91~3.47 之间,平均为 3.23,均匀度的分布范围在 0.68~0.80 之间,平均为 0.74,丰富度指数 D 分布范围为 1.26~2.16,平均为 1.75。

本调查海区浮游植物最大优势种是中肋骨条藻,其次是密聚角毛藻,其他为旋链角毛藻、笔尖形根管藻和窄隙角毛藻。

本海域浮游动物经初步鉴定有6个生物类群,共37种。其中以桡足类最多,其次是浮游幼虫类的种类。

本海域浮游动物平均密度为 571.9 ind/m^3 ,最高密度出现在 S4 号采样站,其次为 S9 号采样站,最低则出现在 S1 号采样站。

Shannon-Weaner 多样性指数 H' 范围为 3.43~4.27 之间,平均为 3.97;均匀度 J 范围为 0.78~0.96 之间,平均为 0.90;丰富度指数 D 分布范围为 1.12~1.71,平均为 1.51。

最大优势种是桡足类的中华哲水蚤,优势地位突出,其次是桡足类的亚强次真哲水蚤,优势特征也比较明显。

本次底栖生物的定量调查,出现包括刺胞动物、纽形动物、环节动物、星虫动物、蠕虫动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物共9门26科31种。其中环节动物10科12种,占总种类数的38.71%;节肢动物3科6种,占总种类数的19.35%;软体动物6科6种,占总种类数的19.35%;刺胞动物和脊索动物2科2种,各占总种类数的6.45%;纽形动物、星虫动物、蠕虫动物和棘皮动物各1科1种,各占总种类数的3.22%。

本次调查,出现的31种生物中,优势度在0.02以上的优势种2种,分别为棒锥螺和光滑倍棘蛇尾,这2种生物出现站位数和出现数量范围分别为3~9站和25~190个,优势度范围为0.116~0.884;其他29种生物出现站位数和数量范围分别为1~5站和1~10个,优势度为0.091~0.909。

本次调查,各站位底栖生物的生物量差异较大,最高生物量出现在S14号站,其生物量为944.60g/m²;最低的是S13号站,为6.80g/m²;最高生物量是最低生物量的138.91倍。栖息密度方面,最高出现在S12号站,为290.00个/m²;最低栖息密度出现在S10、S13号站,均为30.00个/m²;最高栖息密度是最低栖息密度的9.67倍。

本次调查,底栖生物多样性指数变化范围在0~1.1667,平均为0.4529;均匀度分布范围在0~1.0000,平均为0.7249;丰富度指数分布范围在0~1.6673,平均为0.9735。

本次调查,底栖生物的平均生物量为132.96g/m²,平均栖息密度为108.67个/m²。生物量的组成以软体动物最高,生物量为123.99g/m²,占总生物量的93.25%;其他8类生物的生物量较低,均未超过总生物量的5.00%。栖息密度方面,以软体动物较高,栖息密度为52.00个/m²,占总栖息密度的47.85%;其次为脊索动物,占总栖息密度的18.40%;再次为脊索动物,占总栖息密度的15.34%;其他6类生物的栖息密度相对较低,均未超过总栖息密度的10.00%。

12个站位的定性定量调查,出现包括、环节动物、软体动物、节肢动物和脊索动物共4门20科21种。其中软体动物8科9种,占总种类数的42.86%;环节动物6科6种,占总种类数的28.57%;节肢动物5科5种,占总种类数的23.81%;脊索动物1科1种,占总种类数的4.76%。

9个站位的定量调查,共出现17种生物,优势度在0.02以上的优势种有4种,分别为等边浅蛤、张玺圆滨蛤、和美虾(未定种)和长腕和尚蟹,这4种生物出现站位数

和出现数量范围分别为 3~4 站和 5~37 个, 优势度范围为 0.0200~0.1430; 其他 13 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~2 站和 1~9 个, 优势度均小于 0.02。

9 个站位的定量调查, 潮间带生物的平均生物量为 109.08g/m^2 , 平均栖息密度为 68.15个/m^2 。生物量的组成以节软体动物较高, 生物量为 59.68g/m^2 , 占总生物量的 54.71%; 其次为节肢动物, 其生物量为 46.77g/m^2 , 占总生物量的 42.880%; 其他 2 类动物的生物量较低, 均未超过占总生物量的 2.00%。栖息密度方面, 以节肢动物较高, 栖息密度为 40.89个/m^2 , 占总栖息密度的 60.00%; 其次为软体动物和环节动物, 分别占总栖息密度的 29.57%和 9.57%; 脊索动物的栖息密度相对稍低, 未超过总栖息密度的 1.00%。

9 个站位的定量调查, 各站位潮间带生物的生物量差异较大, 最高生物量出现在 C2 断面的高潮区, 其生物量为 268.37g/m^2 , 最低的是 C3 断面的中潮区, 为 7.25g/m^2 , 最高生物量是最低生物量的 37.00 倍。栖息密度方面, 最高出现在 C2 断面的低潮区, 为 165.33个/m^2 ; 最低栖息密度出现在 C3 断面的高潮区, 为 16.00个/m^2 , 最高栖息密度是最低栖息密度的 10.33 倍。

在调查断面中, 生物量高低排序为 C2 断面>C1 断面>C3 断面, 栖息密度高低排序为 C2 断面>C1 断面>C3 断面。在垂直分布上, 生物量高低排序为低潮区>高潮区>中潮区, 栖息密度高低排序为低潮区>高潮区>中潮区。

9 个站位的定量调查, 潮间带生物多样性指数变化范围在 0.8631~2.2516, 平均为 1.5068; 均匀度分布范围在 0.5184~0.9697, 平均为 0.8514; 丰富度指数分布范围在 0.5139~2.2324, 平均为 1.2613。

5.3.3.2 2024 年春季海洋生态环境现状调查与评价

(1) 海洋生态环境调查结果

1) 叶绿素 a 与初级生产力

叶绿素和初级生产力的调查结果如表 5.3-36 所示。

本次调查海域, 表层叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.59\sim1.65\text{mg/m}^3$, 平均值为 0.96mg/m^3 , 表层叶绿素 a 含量最高出现于 S11 号站 (1.65mg/m^3), 其次为 S14 号站 (1.14mg/m^3), 最低出现于 S4 号站 (0.59mg/m^3)。底层叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.65\sim1.28\text{mg/m}^3$, 平均值为 0.92mg/m^3 , 底层叶绿素 a 含量最高出现于 S14 号站 (1.28mg/m^3), 其次为 S15 号站 (1.20mg/m^3), 最低出现于 S19 号站 (0.65mg/m^3)。

调查海域叶绿素 a 含量的平面分布有一定的差异, 水平分布总体表现为无规则的变化状态, 表层叶绿素最高值约为最低值的 2.80 倍, 底层叶绿素最高值约为最低值的 1.97 倍。

本次调查海域, 初级生产力水平的变化范围为 $394.88 \sim 1054.70 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$, 平均值为 $686.21 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$, 其中 S14 号站初级生产力水平最高 ($1054.70 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$), 其次为 S13 号站 ($1040.95 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$), S3 号站初级生产力水平最低 ($394.88 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$)。初级生产力分布状况与叶绿素 a 的平面分布情况相似又有所差异, 初级生产力最高值约为最低值的 2.67 倍。

比较 14 个调查站位表底层的叶绿素 a 含量与初级生产力水平发现, 叶绿素 a 与初级生产力分布的最低站位及最高站位及整体变化趋势来说, 两者的分布状况具有一定相似性, 但同时存在一定差异, 两者的水平变化均呈现无规则的分布状况。综合分析显示, 调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力水平中等。

表 5.3-36 叶绿素 (mg / m^3) 和初级生产力 ($\text{mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$) 的调查结果一览表

调查站位	叶绿素 a		站位叶绿素 a 的均值	初级生产力
	表层	底层		
S2	0.87	/	0.87	488.59
S3	0.90	/	0.90	394.88
S4	0.59	0.79	0.69	666.02
S6	0.97	0.71	0.84	678.13
S7	0.67	0.74	0.71	412.43
S9	0.76	0.97	0.87	733.74
S10	0.81	0.91	0.86	684.22
S11	1.65	/	1.65	916.99
S12	1.39	/	1.39	634.26
S13	1.10	1.07	1.09	1040.95
S14	1.14	1.28	1.21	1054.70
S15	1.06	1.20	1.13	813.09
S16	0.95	—	0.95	516.85
S19	0.62	0.65	0.64	572.07

范围	0.59~1.65	0.65~1.28	0.64~1.65	394.88~1054.70
平均	0.96	0.92	0.98	686.21

2) 浮游植物

①密度和分布

调查监测结果显示, 平均密度为 $183.72 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 其数量以硅藻类占优势, 其密度为 $152.84 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总密度的 83.19%; 其次为甲藻类, 其密度为 $20.61 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总密度的 11.22%; 其它为蓝藻和黄藻, 其密度为 $10.27 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总密度的 5.59%。

水平分布方面, 各站位密度差异不大, 最高密度出现在 S12 号站, 其密度为 $218.62 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$; 其次为 S10 号站, 其密度为 $216.55 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$; 最低则出现在 S19 号站, 其密度为 $144.48 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 最高密度是最低密度的 1.51 倍, 其余调查监测站位的密度分布范围在 $152.20 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 204.80 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间 (表 5.3-37)。

表 5.3-37 浮游植物密度、分布及组成 (单位: $\times 10^4 \text{ cells/m}^3$)

站位	小计	硅藻	甲藻	其它
S2	183.16	156.42	25.12	1.62
S3	237.82	196.34	23.45	18.03
S4	165.79	125.69	28.36	11.74
S6	152.20	136.25	10.25	5.7
S7	201.00	166.38	26.46	8.16
S9	159.04	135.62	10.96	12.46
S10	216.55	186.54	15.37	14.64
S11	204.80	190.10	15.17	-0.47
S12	218.62	186.22	25.63	6.77
S13	161.11	139.12	15.69	6.3
S14	182.95	154.62	25.24	3.09
S15	170.87	135.51	15.69	19.67
S16	173.70	125.69	25.45	22.56
S19	144.48	105.31	25.64	13.53
平均	183.72	152.84	20.61	10.27

②浮游植物的种类组成

本次浮游植物调查经初步鉴定有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共4大门类20科78种。其中硅藻门的种类最多，有9科50种，占总种类数的64.10%；其次是甲藻门，有8科22种，占总种类数的28.21%；蓝藻类有2科4种，占5.13%；黄藻类有1科2种，占总种类数的2.56%（详见表5.3-38）。最多主要是硅藻类的角毛藻属 *Chaetoceros* 和甲藻类的角藻属 *Ceratium*，分别出现8种，其次是硅藻类的圆筛藻属 *Coscinodiscus* 和甲藻类的多甲藻属 *Peridinium*，分别出现5种。

表 5.3-38 浮游植物种类分类统计表

门类	科数	种类数(含个别未定种的属)	属或种类所占比例(%)
硅藻	9	50	64.10
甲藻	8	22	28.21
蓝藻	2	4	5.13
黄藻	1	2	2.56
合计	20	78	100.00

硅藻类出现的主要代表种有中肋骨条藻 *Skeletonemacostatum*、颗粒直链藻 *Melosiragranulata*、蛇目圆筛藻 *Coscinodiscusargus*、中华盒形藻 *Biddulphiasinensis*、太平洋海链藻 *Thalassiosirapacifica*、颗粒盒形藻 *Biddulphisgranulate*、克氏星脐藻 *Asteromphaluscleveanus*、膜质半管藻 *Hemiaulusmenbranaceus*、旋链角毛藻 *Chaetoceroscurvisetus*、窄隙角毛藻 *Chaetocerosaffinis*、密聚角毛藻 *Chaetoceroscoarctatus*、笔尖形根管藻 *Rhizosoleniastyliiformis*、日本星杆藻 *Asterionellajaponica*、扭鞘藻 *Streptothecethamesis*、肘状针杆藻 *Synedraulna*、优美菱形藻 *Pseudonitzschiadelicatissima*、异极藻 *Gomphonemasp* 和尖刺菱形藻 *Nitzschiapungens* 等，这些种类在本水域有广泛的分布，出现频率高，生物量较大，是本水域浮游植物群落的主要组成部份。

甲藻类出现的主要有夜光藻 *Noctiluca scintillans*、具尾鳍藻 *Dinophysiscaudata*、纺锤角藻 *Ceratiumfusus*、纤细角藻 *Ceratiumtenue*、三叉角藻 *CeratiumTrichoceros*、大角藻 *Ceratiummacroceros*、具齿原甲藻 *Prorocentrumdentatum*、五角多甲藻 *Peridiniumpentagonum* 和扁平多甲藻 *Peridiniumdepressum* 等，但数量相对较少。

蓝藻类出现的主要代表种有中华尖头藻 *Raphidiopsis sinensis*、红海束毛藻 *Trichodesmium erythraeum* 和颤藻 *Oscillatoria* sp 等，而黄藻类则出现了小型黄丝藻 *Tribonema minus*，它们在本调查水域也广泛出现，但数量相对较少。

③生物多样性及均匀度

本次调查海域站位样方内浮游植物出现种类数范围为 22~31 种，多样性指数分布范围在 3.430~3.916 之间，平均为 3.717，最高出现在 S3 号站，其次为 S4 号站，最低则出现在 S6 号站；种类均匀度方面，其分布范围在 0.735~0.854 之间，平均为 0.790，最高出现在 S3 号采样站，最低出现在 S10 号采样站，浮游植物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-39 所示。

表 5.3-39 浮游植物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
S2	25	3.743	0.806
S3	24	3.916	0.854
S4	29	3.863	0.795
S6	25	3.430	0.739
S7	24	3.682	0.803
S9	29	3.803	0.783
S10	28	3.534	0.735
S11	26	3.697	0.786
S12	23	3.758	0.831
S13	31	3.967	0.801
S14	28	3.792	0.789
S15	25	3.574	0.770
S16	22	3.534	0.792
S19	29	3.749	0.772
平均	/	3.717	0.790

④优势种

以优势度(Y)大于0.02为判断标准,本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是窄隙角毛藻、笔尖形根管藻、旋链角毛藻、密聚角毛藻和中肋骨条藻所组成,其优势度指数在0.02~0.18之间(如下表5.3-40所示)。本调查海区浮游植物的最大优势种是中肋骨条藻,主要分布在S2、S4、S6、S11、S13和S14采样站,密聚角毛藻主要分布在S10和S14采样站,旋链角毛藻主要分布在S4、S9、S10、S13、S14和S15采样站,笔尖形根管藻主要分布在S7、S9和S10采样站,窄隙角毛藻主要分布在S6、S10、S13和S15采样站。

表5.3-40 浮游植物各站位主要优势种及优势度指数

优势种中文名称	拉丁文	优势度
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	0.04
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	0.02
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	0.09
密聚角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder	0.06
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cleve	0.18

3) 浮游动物

① 种类组合及类群分布

本次调查的浮游动物经鉴定有6个生物类群,共38种,其中水母类3种,枝角类3种,介形类2种,桡足类20种,毛颚类4种,浮游幼虫6种。本调查区浮游动物以热带、暖温带种类占多数,如桡足类的中华哲水蚤、小拟哲水蚤、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、叉胸刺水蚤、瘦尾胸刺水蚤、丹氏纺缍水蚤、小纺缍水蚤、毛颚类的肥胖箭虫、强壮箭虫等。

浮游幼虫类平均密度为80.37ind/m³,占浮游动物总个体数的13.89%,是本海域浮游动物的主要组成部分,成为主导本海域浮游动物数量的主要类群。其中最为密集分布于S11号采样站,密度为186.66ind/m³,其次是S16号采样站,密度为104.79ind/m³,其余12个采样站的密度在35.76~94.73ind/m³的范围之间变化。

桡足类平均密度为387.25ind/m³,占浮游动物总个体数的66.92%。其中主要分布于S11号采样站,密度为748.66ind/m³,其次是S13号采样站,密度为526.04ind/m³,其余10个采样站的密度在211.25~426.13ind/m³的范围之间变化。

其他种类如水母类、介形类、毛颚类等，它们大部分属南海区系的普通种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内分布也较为广泛。

②生物量、密度及分布

本次调查结果显示，本水域各采样站浮游动物生物量分布不均匀，变化幅度为 $118.40 \sim 254.20 \text{mg/m}^3$ ，平均生物量为 184.41mg/m^3 。在密度分布方面，变化幅度为 $383.58 \sim 858.18 \text{ind/m}^3$ ，平均密度为 516.79ind/m^3 。在整个调查区中，生物量最高为 254.20mg/m^3 ，出现在 S19 号采样站，其次为 246.30mg/m^3 ，出现在 S15 号采样站，最低为 118.40mg/m^3 ，出现在 S12 号采样站，最高生物量是最低生物量的 4.48 倍；而最高密度为 858.18ind/m^3 ，出现在 S3 号采样站，其次为 730.92ind/m^3 ，出现在 S1 号采样站，最低密度为 383.58ind/m^3 ，出现在 S19 号采样站，最高密度是最低密度的 2.24 倍，浮游动物生物量及密度见下表 5.3-41 所示。

表 5.3-41 秋季浮游动物生物量及密度

站位	生物量 mg/m^3	密度 ind/m^3	全网数量 ind
S2	180.50	730.92	1111
S3	227.40	858.18	944
S4	193.20	405.17	1175
S6	197.40	472.46	1115
S7	201.40	336.25	538
S9	156.50	419.20	1048
S10	195.00	543.10	1260
S11	160.20	653.33	980
S12	118.40	703.45	816
S13	174.30	405.90	1169
S14	155.00	386.43	997
S15	246.30	401.46	827
S16	122.00	535.62	782
S19	254.20	383.58	1028
平均值	184.41	516.79	985

③生物多样性水平

本次调查水域站位的浮游动物平均出现种类为 31 种, 各站平均出现个体数量为 985 个, 多样性指数分布范围为 3.266~4.698 之间, 平均为 4.181, 最高出现在 S9 号采样站, 其次为 S12 号采样站, 最低则出现 S15 号采样站; 种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似, 其分布范围在 0.756~0.927 之间, 平均为 0.856, 最高出现在 S3 号采样站, 其次为 S9 号采样站, 最低出现在 S15 号采样站。浮游动物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-42 所示。

表 5.3-42 秋季浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	总个体数	多样性指数 H	均匀度 J
S2	30	1111	4.036	0.822
S3	16	944	3.707	0.927
S4	39	1175	4.361	0.825
S6	34	1115	4.380	0.861
S7	22	538	3.834	0.860
S9	37	1048	4.698	0.902
S10	35	1260	4.429	0.864
S11	24	980	3.919	0.855
S12	34	816	4.520	0.888
S13	41	1169	4.514	0.843
S14	34	997	4.337	0.853
S15	20	827	3.266	0.756
S16	31	782	4.327	0.873
S19	30	1028	4.206	0.857
平均值	31	985	4.181	0.856

④优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是由桡足类的小哲水蚤、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、瘦尾胸刺水蚤、丹氏纺缍水蚤和浮游幼虫类的桡足类幼虫组成, 其优势度指数在 0.03~0.16 之间 (见下表 5.3-43 所示)。本调

查海域的最大的优势种是桡足类的中华哲水蚤，主要分布在 S2、S3、S4、S6、S10、S11、S13、S14、S15 和 S19 号采样站，桡足类的亚强次真哲水蚤，主要分布在 S3、S6、S9、S10、S19 号采样站，桡足类幼虫主要分布在 S9、S13、S16 号采样站。

表 5.3-43 秋季浮游动物的优势种及优势度

优势种中文名称	拉丁文	优势度
小哲水蚤	<i>Nannocalanus minor</i>	0.16
亚强次真哲水蚤	<i>Eucalamus subcrassus</i>	0.12
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>	0.07
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropage stemuiremis</i>	0.07
桡足类幼虫	<i>Copepod larva</i>	0.03
丹氏纺缍水蚤	<i>Acartiadanac</i> Giesbrecht	0.03

5) 底栖生物

进行了 14 个站位底栖生物定量采样，定量采样站编号分别为 S2、S3、S4、S6、S7、S9、S10、S11、S12、S13、S14、S15、S16、S19 号站位。

① 种类组成和生态特征

本次底栖生物的定量调查，出现包括刺胞动物、纽形动物、环节动物、星虫动物、蠕虫动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物共 9 门 21 科 22 种。其中环节动物 3 科 9 种，占总种类数的 40.91%；棘皮动物及节肢动物 2 科 2 种，各占总种类数的 9.09%；软体动物 6 科 7 种，占总种类数的 31.8%；刺胞动物、蠕虫动物和脊索动物各 1 科 1 种，各占总种类数的 4.55%。

② 优势种和优势度

本次调查，出现的 22 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种 2 种，分别为棒锥螺和光滑倍棘蛇尾，这 2 种生物出现站位数和出现数量范围分别为 8~10 站和 13~180 个，优势度范围为 0.061~0.845；其他 20 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~4 站和 1~8 个，优势度均小于 0.02。

③ 生物量及栖息密度

本次调查，底栖生物的平均生物量为 115.96g/m²，平均栖息密度为 212.21 个/m²。生物量的组成以刺胞和软体动物最高，生物量分别为 50g/m²、43.01g/m²，占总生物量的

43.12%、37.09%；其他7类生物的生物量较低，均未超过总生物量的10.00%。栖息密度方面，以软体动物较高，栖息密度为109.41个/m²，占总栖息密度的51.56%；其次为刺胞动物，占总栖息密度的15.32%；其他7类生物的栖息密度相对较低，均未超过总栖息密度的10.00%。底栖生物的平均生物量及栖息密度见下表5.3-44所示。

表 5.3-44 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	生物量 (g/m ²)	生物量比例 (%)	栖息密度 (个/m ²)	栖息密度比例 (%)
棘皮动物	5.28	4.55	16.25	7.66
纽形动物	0.40	0.34	10	4.71
节肢动物	9.74	8.40	11.11	5.24
环节动物	2.28	1.97	12.94	6.10
脊索动物	3.35	2.89	10	4.71
软体动物	43.01	37.09	109.41	51.56
星虫动物	1.90	1.64	10	4.71
蠕虫动物	0	0.00	0	0.00
刺胞动物	50	43.12	32.5	15.32
总计	115.96	100	212.21	100

本次调查，各站位底栖生物的生物量差异较大，最高生物量出现在S14号站，其生物量为944.60g/m²；最低的是S9号站，为5.00g/m²；最高生物量是最低生物量的188.92倍。栖息密度方面，最高出现在S12号站，为290.00个/m²；最低栖息密度出现在S10、S13号站，均为30.00个/m²；最高栖息密度是最低栖息密度的9.67倍，底栖生物的生物量及栖息密度分布见下表5.3-45所示。

表 5.3-45 底栖生物的生物量及栖息密度分布

站位	项目	棘皮动物	纽形动物	节肢动物	环节动物	脊索动物	软体动物	星虫动物	蠕虫动物	刺胞动物	总计
S2	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.40	1.40	0.00	45.90	0.00	0.00	0.00	47.70
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	10	50	0.00	150	0.00	0.00	0.00	210

S3	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.50	3.80	0.00	147.90	0.00	0.00	0.00	152.20
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	10	100	0.00	20	0.00	0.00	0.00	130
S4	生物量 (g/m ²)	7.80	0.00	0.00	6.40	1.50	2.10	0.00	0.00	0.00	17.80
	栖息密度 (个/m ²)	20	0.00	0.00	10	30	20	0.00	0.00	0.00	80
S6	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	4.90	0.00	0.40	15.20	0.00	0.00	0.00	20.5
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	10	0.00	10	20	0.00	0.00	0.00	40
S7	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	2.30	3.90	28.50	0.00	0.00	0.00	34.70
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	10	30	40	0.00	0.00	0.00	80
S9	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	1.10	1.40	10	0.00	0.00	0.00	5.00
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	20	10	2.50	0.00	0.00	0.00	40
S10	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	3.50	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.20
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	10	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30
S11	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	214.80	0.00	0.00	0.00	216.10
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	50	0.00	50	0.00	0.00	0.00	100
S12	生物量 (g/m ²)	2.10	0.00	0.00	0.60	0.00	93.20	0.00	0.00	0.00	95.90
	栖息密度 (个/m ²)	10	0.00	0.00	30	0.00	250	0.00	0.00	0.00	290
S13	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	5.90	0.00	0.00	0.00	6.80
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	20	0.00	10	0.00	0.00	0.00	30
S14	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	944.60	0.00	0.00	0.00	944.60

	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150	0.00	0.00	0.00	150
S15	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	715.30	0.00	0.00	0.00	715.50
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	10	0.00	110	0.00	0.00	0.00	120
S16	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	203.10	0.00	0.00	0.00	203.10
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140	0.00	0.00	0.00	140
S19	生物量 (g/m ²)	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	60.80	0.00	0.00	0.00	62.4
	栖息密度 (个/m ²)	0.00	0.00	0.00	30	0.00	70	0.00	0.00	0.00	100

④生物多样性、均匀度及丰富度指数

本次调查,底栖生物多样性指数变化范围在 0.0000~0.8867, 平均为 0.4123; 均匀度分布范围在 0.0672~1.0000, 平均为 0.4937; 丰富度指数分布范围在 0.2993~1.7479, 平均为 0.9762, 底栖生物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-46 所示。

表 5.3-46 底栖生物的多样性指数及均匀度

站位	种类数(种)	个体数(个)	多样性指数(H)	均匀度指数(J)	丰富度指数(d)
S2	7	39	0.5911	0.2567	0.9406
S3	5	18	0.5163	0.3324	0.9609
S4	3	8	0.5357	0.3538	0.7356
S6	2	3	0.3333	0.5794	0.6365
S7	4	4	0.0000	1.0000	1.3863
S9	4	6	0.1000	0.8277	1.3322
S10	6	5	0.0476	0.8982	1.7479
S11	4	22	0.6863	0.2192	0.6337
S12	3	4	0.1667	0.7500	1.0397
S13	3	26	0.8492	0.0996	0.3245

S14	5	86	0.8867	0.0672	0.2993
S15	6	10	0.2222	0.6505	1.4979
S16	4	12	0.5455	0.3368	0.8370
S19	5	11	0.2909	0.5399	1.2945
平均	4.36	18.14	0.4123	0.4937	0.9762

6) 潮间带生物调查结果

①种类组成和生态特征

本次3个调查断面的潮间带生物的定性定量调查,出现包括:环节动物、软体动物、和节肢动物共3门20科38种。其中软体动物8科20种,占总种类数的52.63%;环节动物6科7种,占总种类数的18.42%;节肢动物5科11种,占总种类数的28.95%。

②优势种和优势度

对各站位的定量调查,共出现17种生物,优势度在0.02以上的优势种有3种,分别为等边浅蛤、宽腿巴豆蟹和长腕和尚蟹,这3种生物出现站位数和出现数量范围分别为2~4站和10~84个,优势度范围为0.099~0.832;其他14种生物出现站位数和数量范围分别为1~2站和1~9个,优势度均小于0.02。

③生物量及栖息密度

本次调查,潮间带生物的平均生物量为58.76g/m²,平均栖息密度为71.36个/m²。生物量的组成以软体动物较高,生物量为38.49g/m²,占总生物量的65.50%;其次为节肢动物,其生物量为17.61g/m²,占总生物量的29.97%;环节动物的生物量较低,未超过占总生物量的5.00%。栖息密度方面,以节肢动物较高,栖息密度为34.07个/m²,占总栖息密度的47.75%;其次为软体动物和环节动物,分别占总栖息密度的30.63%和21.62%。潮间带生物的平均生物量及栖息密度见下表5.3-47所示。

表 5.3-47 潮间带生物的平均生物量及栖息密度

项目	环节动物	软体动物	节肢动物	总计
生物量(g/m ²)	2.66	38.49	17.61	58.76
生物量比例(%)	4.53	65.50	29.97	100.00
栖息密度(个/m ²)	15.43	21.86	34.07	71.36

栖息密度比例(%)	21.62	30.63	47.75	100.00
-----------	-------	-------	-------	--------

本次调查,各站位潮间带生物的生物量差异较大,最高生物量出现在 C3 断面的高潮区,其生物量为 $105.02\text{g}/\text{m}^2$,最低的是 C1 断面的低潮区,为 $1.00\text{g}/\text{m}^2$,最高生物量是最低生物量的 105.02 倍。栖息密度方面,最高出现在 C2 断面的高潮区,为 150 个 m^2 ;最低栖息密度出现在 C1 断面的高、低潮区,为 4 个 m^2 ,最高栖息密度是最低栖息密度的 37.5 倍。潮间带生物的生物量及栖息密度分布见下表 5.3-48 所示。

表 5.3-48 潮间带生物的生物量及栖息密度分布

站位	项目	环节动物	软体动物	节肢动物	总计
C1 高潮区	生物量 (g/m^2)	0.00	0.00	23.32	23.32
	栖息密度 (个 m^2)	0.00	0.00	4	4
C1 中潮区	生物量 (g/m^2)	0.00	60.84	2.26	63.1
	栖息密度 (个 m^2)	0.00	16	14	30
C1 低潮区	生物量 (g/m^2)	1.00	6.08	3.71	10.79
	栖息密度 (个 m^2)	24	4	22.67	50.67
C2 高潮区	生物量 (g/m^2)	0.00	81.40	18.36	99.76
	栖息密度 (个 m^2)	0.00	16	64	80
C2 中潮区	生物量 (g/m^2)	0.53	31.89	2.04	34.46
	栖息密度 (个 m^2)	6.20	11	26	43.2
C2 低潮区	生物量 (g/m^2)	10.32	35	3.76	49.08
	栖息密度 (个 m^2)	56	6	26	88
C3 高潮区	生物量 (g/m^2)	0.00	43.23	105.02	148.25
	栖息密度 (个 m^2)	0.00	26.67	150	176.67
C3 中潮区	生物量 (g/m^2)	5.24	24.66	0.00	29.9
	栖息密度 (个 m^2)	22.67	16.5	0.00	39.17
C3 低潮区	生物量 (g/m^2)	6.88	63.29	0.00	70.17
	栖息密度 (个 m^2)	30	100.57	0.00	130.57

在调查断面中,生物量高低排序为 C3 断面>C2 断面>C1 断面,栖息密度高低排序为 C3 断面>C2 断面>C1 断面。在垂直分布上,生物量高低排序为高潮区>低潮区>中潮区,栖息密度高低排序为高潮区>低潮区>中潮区。潮间带生物各断面和垂直分布见下表 5.3-49 所示。

表 5.3-49 潮间带生物各断面和垂直分布

项目	C1 断面	C2 断面	C3 断面	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	97.21	183.3	248.32	271.33	127.46	130.04
栖息密度 (个/m ²)	84.67	211.2	346.41	270.67	112.37	269.24

④生物多样性指数、均匀度及丰富度

本次调查,潮间带生物多样性指数变化范围在 0.525~2.121,平均为 1.562;均匀度指数分布范围在 0.415~1.928,平均为 0.876;丰富度指数分布范围在 0.334~2.646,平均为 1.419,潮间带生物的多样性指数及均匀度见下表 5.3-50 所示。

表 5.3-50 潮间带生物的多样性指数及均匀度

站位	种类数 (种)	个体数 (个)	多样性指数 (H)	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (d)
C11 高潮区	1	1	/	/	/
C1 中潮区	3	12	1.036	0.943	0.834
C1 低潮区	5	24	1.402	0.871	1.256
C2 高潮区	2	20	0.525	0.757	0.334
C2 中潮区	10	30	4.440	1.928	2.646
C2 低潮区	6	44	1.184	0.661	1.321
C3 高潮区	5	95	0.875	0.544	0.878
C3 中潮区	11	50	2.121	0.885	2.556
C3 低潮区	9	191	0.911	0.415	1.523
平均	5.789	51.78	1.562	0.876	1.419

(2) 海洋生态环境评价结果

浮游植物共出现了有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共 4 大门类 20 科 74 种,其中以硅藻门的种类最多,其次是甲藻门。

本海域浮游植物密度分布范围在 $70.62 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 132.80 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间, 平均为 $95.17 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 最高密度出现在 S9 号站, 其次为 S12 号站, 最低则出现在 S1 号站。

浮游植物密度以硅藻类居首位, 其次为甲藻类。

浮游植物 Shannon-Weaner 多样性指数分布范围在 2.91~3.47 之间, 平均为 3.23, 均匀度的分布范围在 0.68~0.80 之间, 平均为 0.74, 丰富度指数 D 分布范围为 1.26~2.16, 平均为 1.75。

本调查海区浮游植物最大优势种是中肋骨条藻, 其次是密聚角毛藻, 其他为旋链角毛藻、笔尖形根管藻和窄隙角毛藻。

本海域浮游动物经初步鉴定有 6 个生物类群, 共 37 种。其中以桡足类最多, 其次是浮游幼虫类的种类。

本海域浮游动物平均密度为 571.9 ind/m^3 , 最高密度出现在 S4 号采样站, 其次为 S9 号采样站, 最低则出现在 S1 号采样站。

Shannon-Weaner 多样性指数 H 范围为 3.43~4.27 之间, 平均为 3.97; 均匀度 J 范围为 0.78~0.96 之间, 平均为 0.90; 丰富度指数 D 分布范围为 1.12~1.71, 平均为 1.51。

最大优势种是桡足类的中华哲水蚤, 优势地位突出, 其次是桡足类的亚强次真哲水蚤, 优势特征也比较明显。

本次底栖生物的定量调查, 出现包括刺胞动物、纽形动物、环节动物、星虫动物、蠕虫动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物共 9 门 21 科 22 种。其中环节动物 8 科 9 种, 占总种类数的 40.91%; 棘皮动物及节肢动物 2 科 2 种, 各占总种类数的 9.09%; 软体动物 6 科 7 种, 占总种类数的 31.8%; 刺胞动物、蠕虫动物和脊索动物各 1 科 1 种, 各占总种类数的 4.55%。

本次调查, 出现的 22 种生物中, 优势度在 0.02 以上的优势种 2 种, 分别为棒锥螺和光滑倍棘蛇尾, 这 2 种生物出现站位数和出现数量范围分别为 8~10 站和 13~180 个, 优势度范围为 0.061~0.845; 其他 20 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~4 站和 1~8 个, 优势度均小于 0.02。

本次调查, 底栖生物的平均生物量为 115.96 g/m^2 , 平均栖息密度为 212.21 个/m^2 。生物量的组成以刺胞和软体动物最高, 生物量分别为 50 g/m^2 、 43.01 g/m^2 , 占总生物量的

43.12%、37.09%；其他7类生物的生物量较低，均未超过总生物量的10.00%。栖息密度方面，以软体动物较高，栖息密度为109.41个/m²，占总栖息密度的51.56%；其次为刺胞动物，占总栖息密度的15.32%；其他7类生物的栖息密度相对较低，均未超过总栖息密度的10.00%。

本次调查，各站位底栖生物的生物量差异较大，最高生物量出现在S14号站，其生物量为944.60g/m²；最低的是S9号站，为5.00g/m²；最高生物量是最低生物量的188.92倍。栖息密度方面，最高出现在S12号站，为290.00个/m²；最低栖息密度出现在S10、S13号站，均为30.00个/m²；最高栖息密度是最低栖息密度的9.67倍。

本次调查，采泥底栖生物多样性指数变化范围在0.7636~2.5850，平均为1.4152；均匀度分布范围在0.3289~1.0000，平均为0.7600；丰富度指数分布范围在0.9102~2.1640，平均为0.15663。

3个调查断面9个站位的潮间带生物的定性定量调查，出现包括：环节动物、软体动物、和节肢动物共3门20科38种。其中软体动物8科20种，占总种类数的52.63%；环节动物6科7种，占总种类数的18.42%；节肢动物5科11种，占总种类数的28.95%。

9个站位的定量调查，共出现17种生物，优势度在0.02以上的优势种有3种，分别为等边浅蛤、宽腿巴豆蟹和长腕和尚蟹，这3种生物出现站位数和出现数量范围分别为2~4站和10~84个，优势度范围为0.099~0.832；其他14种生物出现站位数和数量范围分别为1~2站和1~9个，优势度均小于0.02。

9个站位的定量调查，潮间带生物的平均生物量为58.76g/m²，平均栖息密度为71.36个/m²。生物量的组成以软体动物较高，生物量为38.49g/m²，占总生物量的65.50%；其次为节肢动物，其生物量为17.61g/m²，占总生物量的29.97%；环节动物的生物量较低，未超过占总生物量的5.00%。栖息密度方面，以节肢动物较高，栖息密度为34.07个/m²，占总栖息密度的47.75%；其次为软体动物和环节动物，分别占总栖息密度的30.63%和21.62%。

9个站位的定量调查，各站位潮间带生物的生物量差异较大，最高生物量出现在C3断面的高潮区，其生物量为105.02g/m²，最低的是C1断面的低潮区，为1.00g/m²，最高生物量是最低生物量的105.02倍。栖息密度方面，最高出现在C2断面的高潮区，为

150 个/m²；最低栖息密度出现在 C1 断面的高、低潮区，为 4 个/m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 37.5 倍。

在调查断面中，生物量高低排序为 C3 断面>C2 断面>C1 断面，栖息密度高低排序为 C3 断面>C2 断面>C1 断面。在垂直分布上，生物量高低排序为高潮区>低潮区>中潮区，栖息密度高低排序为高潮区>低潮区>中潮区。

9 个站位的定量调查，潮间带生物多样性指数变化范围在 0.525~2.121，平均为 1.562；均匀度指数分布范围在 0.415~1.928，平均为 0.876；丰富度指数分布范围在 0.334~2.646，平均为 1.419。

5.3.4 渔业资源现状调查结果与评价

5.3.4.1 2023 年秋季渔业资源现状调查与评价

(1) 渔业资源调查结果

1) 游泳生物

①种类组成和分布

游泳生物拖网采样，调查 14 站位，有效站位 14 次，共捕获渔业资源游泳生物种类 15 目 52 科 78 属 180 种(表 2.1-3、2.1-4)，其中鱼类的种类最多，达 111 种、占总种数的 61.67%，虾类 25 种、占总种数的 13.89%，蟹类 24 种、占总种数的 13.33%，虾蛄类 8 种、占总种数的 4.44%，头足类 12 种，占总种数的 6.67%。游泳生物调查渔获种类数见下表 5.3-51 所示，各站位各类游泳生物渔获种数分布见下表 5.3-52 所示。

表 5.3-51 游泳生物调查渔获种类数

游泳生物类群	种	属	科	目
鱼类	111	55	38	10
虾类	25	7	3	1
蟹类	24	7	6	
虾蛄类	8	3	1	1
头足类	12	6	4	3
合计	180	78	52	15

表 5.3-52 各站位各类游泳生物渔获种数分布

站位	总渔获(种)	鱼类(种)	虾类(种)	蟹类(种)	虾蛄类(种)	头足类(种)
S2	28	17	6	3	1	1
S3	20	9	2	8	0	1
S4	15	8	3	3	0	1
S6	15	8	3	3	1	0
S7	21	10	2	4	0	5
S9	30	19	3	4	1	3
S10	35	21	8	4	1	1
S11	32	15	6	6	2	3
S12	20	13	1	3	0	3
S13	38	22	5	6	2	3
S14	29	14	5	7	1	2
S15	28	21	4	1	2	0
S16	31	21	5	2	3	0
S19	25	15	2	5	1	2
合计	180	111	25	24	8	12

调查各站位总渔获种数范围为 15~35 种，平均每站位渔获 26 种，最低渔获种数出现在 S4、S6 号站位，最高渔获种数出现在 S10 号站位。鱼类出现 14 个站位，出现站位渔获种数范围为 8~22 种，各站位平均渔获 15 种，最低渔获种数出现在 S4、S6 号站位，最高渔获种数出现在 S13 号站位。虾类出现 14 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~8 种，各站位平均渔获 4 种，最低渔获种数出现在 S12 号站位，最高渔获种数出现在 S10 号站位。蟹类出现 14 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~8 种，各站位平均渔获 4 种，最低渔获种数出现在 S15 号站位，最高渔获种数出现在 S3 号站位。虾蛄类出现 10 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~1 种，各站位平均渔获 1 种，最低渔获种数出现在 S2、S6、S9、S10、S14、S19 号站位，最高渔获种数出现在 S16 号站位。头足类出现 11 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~5 种，各站位平均渔获 2 种，最低渔获种数出现在 S2、S3、S4、S10 号站位，最高渔获种数出现在 S7 号站位。

②多样性指数和均匀度

游泳生物的多样性指数分布范围在 0.962~3.519 之间, 游泳生物的多样性指数和均匀度见下表 5.3-53 所示, 平均为 2.287, 多样性指数最低值出现在 S16 号站位, 最高出现在 S11 号站位; 均匀度分布范围在 0.314~0.765 之间, 平均为 0.557, 均匀度最低出现在 S7 号站位, 最高值出现在 S13 号站位。

表 5.3-53 游泳生物的多样性指数和均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
S2	28	2.760	0.574
S3	20	2.156	0.499
S4	15	1.591	0.407
S6	15	1.632	0.418
S7	21	1.378	0.314
S9	30	2.646	0.539
S10	35	3.115	0.607
S11	32	3.519	0.704
S12	20	2.869	0.664
S13	38	1.231	0.765
S14	29	2.331	0.480
S15	28	2.674	0.556
S16	31	0.962	0.598
S19	25	3.148	0.678
平均	26	2.287	0.557

③优势种类和主要经济种类

按渔获率大小顺序, 鱼类的优势种为鹿斑蝠、金线鱼、鳗鲡、龙头鱼、长蛇、细纹蝠、二长棘鲷、月腹刺鲀、鳐、龙头鱼、菊黄东方鲀等, 虾类的优势种为吐露赤虾、宽突赤虾、长毛对虾、中华管鞭虾、近缘新对虾等, 蟹类优势种为远海梭子蟹、日本螺、银光梭子蟹、矛形梭子蟹、胜利黎明蟹、三疣梭子蟹等, 虾蛄类优势种为口虾蛄等, 头

足类优势种为杜氏枪乌贼、田乡枪乌贼、火枪乌贼、曼氏无针乌贼等，渔获样品优势种类和主要经济种类组成见下表 5.3-54 所示。

综合考虑各品种出现站位数、优势度、14 个站位平均渔获率大小、14 个站位平均尾数渔获率大小、经济价值高低和生物类型代表性的主要经济种类为鹿斑蝠、吐露赤虾、金线鱼、鳗鲡、宽突赤虾、长蛇、远海梭子蟹、日本、细纹蝠、二长棘鲷、月腹刺鲀、银光梭子蟹、龙头鱼、长毛对虾、矛形梭子蟹等。

表 5.3-54 渔获样品优势种类和主要经济种类组成

序号	种名	出现次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重 g/尾
				kg/h	%	ind/h	%	
1	鹿斑蝠	11	0.44065	3.012	16.861	330.7	31.925	3.6
2	吐露赤虾	5	0.19628	2.387	13.362	814	31.284	2.9
3	金线鱼	8	0.00363	1.619	9.063	9.4	0.361	171.9
4	鳗鲡	5	0.00615	1.565	8.761	25.5	0.980	61.4
5	宽突赤虾	6	0.06481	0.737	4.126	224	8.609	3.3
6	长蛇鲭	3	0.00046	0.741	4.148	3.2	0.123	233.8
7	远海梭子蟹	8	0.00431	0.727	4.070	11.2	0.430	65.1
8	日本蝠	8	0.01145	0.464	2.597	29.7	1.141	15.6
9	细纹蝠	10	0.02588	0.441	2.469	53.7	2.064	8.2
10	二长棘鲷	7	0.00276	0.452	2.530	8.2	0.315	55.3
11	月腹刺鲀	8	0.00244	0.402	2.250	6.3	0.242	63.4
12	鲷	7	0.01373	392	2194.357	40.7	1.564	9.6
13	银光梭子蟹	4	0.03051	0.377	2.110	158.2	6.080	2.4
14	龙头鱼	1	0.00026	0.338	1.892	5.3	0.204	63.4
15	长毛对虾	9	0.00354	0.301	1.685	8.2	0.315	36.9
16	矛形梭子蟹	5	0.01660	0.24	1.343	68.8	2.644	3.5
17	胜利黎明蟹	5	0.00261	0.23	1.288	10.8	0.415	21.3
18	菊黄东方鲀	4	0.00016	0.224	1.254	0.8	0.031	268.8
19	丽叶鲷	4	0.00154	0.22	1.232	8	0.307	27.4

20	口虾蛄	6	0.00367	0.221	1.237	12.7	0.488	17.4
21	杜氏枪乌贼	5	0.00245	212	1186.744	10.2	0.392	20.9
22	银鲳	6	0.00147	0.195	1.092	5.1	0.196	38.4
23	三疣梭子蟹	2	0.00006	0.177	0.991	0.7	0.027	264.8
24	田乡枪乌贼	3	0.00063	0.166	0.929	4.3	0.165	38.4
25	猛虾蛄	2	0.00047	0.141	0.789	4.8	0.184	29.2
26	火枪乌贼	3	0.00070	0.128	0.717	4.8	0.184	26.5
27	中华管鞭虾	2	0.00260	0.118	0.661	27	1.038	4.4
28	卵形鲳鲹	2	0.00006	0.111	0.621	0.7	0.027	166.5
29	近缘新对虾	4	0.00122	0.11	0.616	6.3	0.242	17.3
30	曼氏无针乌贼	3	0.00024	0.102	0.571	1.7	0.065	61.3

④渔获率分布

游泳生物调查 14 个站位，总渔获量共 250.089kg、35922 尾，总平均渔获率为 17.864kg/h，总平均尾数渔获率为 2602ind/h。各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、虾类、蟹类、头足类、虾蛄类。各类型游泳生物的平均尾数渔获率由高到低依次为虾类、鱼类、蟹类、头足类、虾蛄类。

表 5.3-55 游泳生物调查各站位渔获率(kg/h)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	13.917	7.854	2.263	2.144	1.624	0.032
S3	6.339	1.836	0.970	3.322	0.000	0.212
S4	5.345	1.793	1.170	2.180	0.000	0.202
S6	42.524	24.579	12.497	5.396	0.052	0.000
S7	46.468	27.761	13.573	2.244	0.000	2.890
S9	30.654	19.861	1.591	4.590	0.504	4.108
S10	15.020	7.128	4.988	1.042	1.648	0.214
S11	5.780	3.608	0.962	0.602	0.272	0.336
S12	10.978	8.614	0.576	1.518	0.000	0.270

S13	15.814	4.924	5.676	2.604	0.586	2.024
S14	17.299	10.497	3.748	2.767	0.214	0.073
S15	11.786	7.444	3.980	0.208	0.154	0.000
S16	17.034	8.703	3.329	3.546	1.456	0.000
S19	11.131	6.911	1.052	2.830	0.020	0.318
平均	17.864	10.108	4.027	2.500	0.466	0.763

表 5.3-56 游泳生物调查各站位尾数渔获率(ind/h)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	1170	602	380	128	56	4
S3	1218	662	324	226	0	6
S4	684	502	122	58	0	2
S6	6120	952	3344	1820	4	0
S7	11572	5754	5378	304	0	136
S9	2892	1666	668	418	24	116
S10	2290	488	1464	244	80	14
S11	752	330	304	70	20	28
S12	866	602	176	74	0	14
S13	3048	204	2628	110	60	46
S14	1242	286	824	106	16	10
S15	1540	676	830	24	10	0
S16	2280	974	478	710	118	0
S19	758	410	252	66	12	18
平均	2602	1008	1227	311	29	28

单种平均渔获率最高为鹿斑蝠的 3.012kg/h, 占总平均渔获率的 16.861%, 最低为深鰕虎鱼的 0.0003kg/h, 占总平均渔获率的 0.002%; 单种平均尾数渔获率最高为鹿斑蝠的 830.7ind/h、占总平均尾数渔获率的 31.925%, 最低为汉氏棱鲉、皮氏叫姑鱼、卵、纤羊

舌鲜等的 0.1ind/h, 占总平均尾数渔获率的 0.004%, 游泳生物调查渔获样品组成见下表 5.3-57 所示。

表 5.3-57 游泳生物调查渔获样品组成

序号	种名	出现次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重
				kg/h	%	ind/h	%	
1	鹿斑蝠	11	0.44065	3.012	16.861	830.7	31.925	3.6
2	吐露赤虾	5	0.19628	2.387	13.362	814	31.284	2.9
3	金线鱼	8	0.00363	1.619	9.063	9.4	0.361	171.9
4	鳗鲡	5	0.00615	1.565	8.761	25.5	0.980	61.4
5	宽突赤虾	6	0.06481	0.737	4.126	224	8.609	3.3
6	长蛇鲻	3	0.00046	0.741	4.148	3.2	0.123	233.8
7	远海梭子蟹	8	0.00431	0.727	4.070	11.2	0.430	65.1
8	日本蟳	8	0.01145	0.464	2.597	29.7	1.141	15.6
9	细纹鳃	10	0.02588	0.441	2.469	53.7	2.064	8.2
10	二长棘鲷	7	0.00276	0.452	2.530	8.2	0.315	55.3
11	月腹刺鲀	8	0.00244	0.402	2.250	6.3	0.242	63.4
12	鲳	7	0.01373	392	2194.357	40.7	1.564	9.6
13	银光梭子蟹	4	0.03051	0.377	2.110	158.2	6.080	2.4
14	龙头鱼	1	0.00026	0.338	1.892	5.3	0.204	63.4
15	长毛对虾	9	0.00354	0.301	1.685	8.2	0.315	36.9
16	矛形梭子蟹	5	0.01660	0.24	1.343	68.8	2.644	3.5
17	胜利黎明蟹	5	0.00261	0.23	1.288	10.8	0.415	21.3
18	菊黄东方鲀	4	0.00016	0.224	1.254	0.8	0.031	268.8
19	丽叶鲂	4	0.00154	0.22	1.232	8	0.307	27.4
20	口虾蛄	6	0.00367	0.221	1.237	12.7	0.488	17.4
21	杜氏枪乌贼	5	0.00245	212	1186.744	10.2	0.392	20.9
22	银鲳	6	0.00147	0.195	1.092	5.1	0.196	38.4

23	三疣梭子蟹	2	0.00006	0.177	0.991	0.7	0.027	264.8
24	田乡枪乌贼	3	0.00063	0.166	0.929	4.3	0.165	38.4
25	猛虾蛄	2	0.00047	0.141	0.789	4.8	0.184	29.2
26	火枪乌贼	3	0.00070	0.128	0.717	4.8	0.184	26.5
27	中华管鞭虾	2	0.00260	0.118	0.661	27	1.038	4.4
28	卵形鲳鲹	2	0.00006	0.111	0.621	0.7	0.027	166.5
29	近缘新对虾	4	0.00122	0.11	0.616	6.3	0.242	17.3
30	曼氏无针乌贼	3	0.00024	0.102	0.571	1.7	0.065	61.3
31	矛尾假虎鱼	3	0.00545	0.089	0.498	37.7	1.449	2.4
32	鲷	5	0.00050	0.088	0.493	2.1	0.081	42.3
33	海鳗	2	0.00004	0.088	0.493	0.4	0.015	210.4
34	直额蟳	2	0.00077	0.087	0.487	8	0.307	10.8
35	中国赤虾	1	0.00129	0.065	0.364	26.7	1.026	2.5
36	白姑鱼	7	0.00321	0.078	0.437	9.5	0.365	8.2
37	鹰爪虾	2	0.00244	0.075	0.420	25.3	0.972	3.0
38	细巧仿对虾	2	0.00109	0.072	0.403	11.3	0.434	6.4
39	善泳蟳	2	0.00027	0.059	0.330	2.8	0.108	20.9
40	海鲇	3	0.00008	0.059	0.330	0.6	0.023	100.5
41	大头白姑鱼	1	0.00013	0.059	0.330	2.7	0.104	22.1
42	斑鰾	3	0.00020	0.058	0.325	1.4	0.054	41.1
43	莱氏拟乌贼	2	0.00047	0.047	0.263	4.8	0.184	9.7
44	黄斑篮子鱼	4	0.00016	0.044	0.246	0.8	0.031	52.4
45	蓝圆鲹	3	0.00007	0.042	0.235	0.5	0.019	84.7
46	哈氏仿对虾	2	0.00095	0.036	0.202	9.8	0.377	3.7
47	淡鳔兔头鲈		0.00002	0.032	0.179	0.3	0.012	97.0
48	带鱼	3	0.00006	0.033	0.185	0.4	0.015	79.7
49	孔鳃虎鱼	2	0.00072	0.028	0.157	7.5	0.288	3.7

50	尖头斜齿鲨	1	0.00001	0.026	0.146	0.2	0.008	158.5
51	中国枪乌贼	1	0.00002	0.018	0.101	0.5	0.019	35.3
52	油鲳	1	0.00001	0.021	0.118	0.2	0.008	123.0
53	勒氏笛鲷	1	0.00001	0.015	0.084	0.2	0.008	90.0
54	针乌贼	1	0.00006	0.019	0.106	1.3	0.050	14.2
55	隆线强蟹	5	0.00060	0.018	0.101	2.5	0.096	7.2
56	柏氏四盘耳乌贼	3	0.00017	0.017	0.095	1.2	0.046	14.4
57	刀额仿对虾	1	0.00064	0.017	0.095	13.3	0.511	1.3
58	白鲳	2	0.00005	0.015	0.084	0.5	0.019	30.7
59	浅色黄姑鱼	1	0.00002	0.016	0.090	0.5	0.019	310
60	拟矛尾假虎鱼	4	0.00031	0.015	0.084	1.6	0.061	9.2
61	截尾白姑鱼	2	0.00006	0.014	0.078	0.7	0.027	20.4
62	短蛸	1	0.00001	0.013	0.073	0.2	0.008	75.0
63	脊条褶虾蛄	2	0.00010	0.012	0.067	1	0.038	11.8
64	多鳞鳢	2	0.00003	1	5.598	0.3	0.012	34.0
65	刺螯鼓虾	2	0.00010	0.012	0.067	1	0.038	11.6
66	长鳎	1	0.00005	0.011	0.062	1	0.038	11.0
67	黄鲫	2	0.00006	0.009	0.050	0.6	0.023	15.5
68	食蟹豆齿鳗	1	0.00001	0.008	0.045	0.2	0.008	46.0
69	杜氏叫姑鱼	2	0.00006	0.007	0.039	0.6	0.023	12.3
70	疣面关公蟹	3	0.00010	0.006	0.034	0.7	0.027	9.5
71	斑节对虾	1	0.00001	0.007	0.039	0.2	0.008	41.0
72	变态蟳	1	0.00001	0.007	0.039	0.2	0.008	41.0
73	黄带绯鲤	1	0.00001	0.007	0.039	0.2	0.008	40.0
74	勒氏蓑鲂	1	0.00002	0.006	0.034	0.3	0.012	19.0
75	多带拟鲈	2	0.00005	0.006	0.034	0.5	0.019	11.0

76	长丝假虎鱼	3	0.00007	0.005	0.028	0.5	0.019	9.6
77	白腹小沙丁鱼	1	0.00001	0.005	0.028	0.2	0.008	29.0
78	褐菖鲉	1	0.00001	0.005	0.028	0.2	0.008	29.0
79	亨氏仿对虾	3	0.00024	0.005	0.028	1.7	0.065	2.9
80	短脊鼓虾	3	0.00031	0.004	0.022	2.2	0.085	2.0
81	东亚单孔舌鳎	2	0.00003	0.004	0.022	0.3	0.012	12.0
82	强壮菱蟹	2	0.00003	0.003	0.017	0.3	0.012	10.3
83	斑头舌	2	0.00005	0.003	0.017	0.5	0.019	6.7
84	及达叶鲂	1	0.00001	0.004	0.022	0.2	0.008	22.0
85	锐齿鲷	1	0.00002	0.004	0.022	0.5	0.019	7.0
86	青石斑鱼	1	0.00001	0.003	0.017	0.2	0.008	19.0
87	汉氏梭	1	0.00000	0.003	0.017	0.1	0.004	39.0
88	乳香鱼	1	0.00001	0.003	0.017	0.2	0.008	18.0
89	毒鲉	1	0.00002	0.003	0.017	0.3	0.012	8.9
90	半滑舌鳎	1	0.00002	0.003	0.017	0.3	0.012	8.9
91	纤手梭子蟹	1	0.00001	0.003	0.017	0.2	0.008	17.0
92	日本红娘鱼	1	0.00001	0.003	0.017	0.2	0.008	16.0
93	印度鲷	1	0.00004	0.003	0.017	0.8	0.031	3.0
94	皮氏叫姑鱼	1	0.00000	0.002	0.011	0.1	0.004	28.0
95	四线天竺鲷	1	0.00001	0.002	0.011	0.2	0.008	13.0
96	须拟鲷	1	0.00001	0.002	0.011	0.2	0.008	10.0
97	青缨鲷	2	0.00003	0.002	0.011	0.3	0.012	5.7
98	阿氏强蟹	1	0.00001	0.002	0.011	0.2	0.008	9.6
99	蛇鲷	1	0.00001	0.002	0.011	0.2	0.008	9.3
100	短吻鳐	1	0.00001	0.002	0.011	0.2	0.008	9.0
101	鲜明鼓虾	2	0.00011	0.001	0.006	1.2	0.046	1.2

102	钝孔假虎鱼	1	0.00008	0.001	0.006	1.7	0.065	0.7
103	中华虎头蟹	1	0.00001	0.001	0.006	0.2	0.008	4.8
104	六带拟鲈	1	0.00001	0.001	0.006	0.2	0.008	4.2
105	细条天竺鱼	1	0.00002	0.001	0.006	0.5	0.019	1.7
106	卵鳎	1	0.000004	0.001	0.006	0.1	0.004	9.2
107	南方鲷	1	0.00003	0.001	0.006	0.7	0.027	1.1
108	纤羊舌鲆	1	0.000004	0.001	0.006	0.1	0.004	8.1
109	李氏鳎	1	0.00001	0.001	0.006	0.2	0.008	3.8
110	黄带鲆	1	0.00001	0.0004	0.002	0.2	0.008	2.5
111	深鰕虎鱼	1	0.00001	0.0003	0.002	0.2	0.008	1.5

⑤渔业资源密度分布

游泳生物调查总平均资源密度为 734.481kg/km^2 ，总平均资源尾数密度为 174406.7ind/km^2 。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、虾类、蟹类、头足类、虾蛄类（各站位游泳生物资源密度见下表 5.3-58 所示）；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为虾类、鱼类、蟹类、头足类、虾蛄类（各站位游泳生物资源尾数密度见下表 5.3-59 所示）。

表 5.3-58 各站位游泳生物资源密度 (kg/km^2)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	565.014	318.859	91.874	87.043	65.932	1.307
S3	327.560	94.846	50.120	171.639	0.000	10.954
S4	217.014	72.809	47.500	88.504	0.000	8.201
S6	1726.384	997.856	507.348	219.068	2.111	0.000
S7	1886.520	1127.032	551.040	91.102	0.000	117.345
S9	1244.507	806.322	64.600	186.346	20.462	166.778
S10	609.794	289.384	202.512	42.303	66.906	8.688
S11	234.674	146.479	39.056	24.456	11.043	13.641
S12	479.971	376.614	25.183	66.369	0.000	11.805

S13	641.013	200.693	230.436	104.922	23.791	82.171
S14	728.329	441.927	157.806	116.496	9.010	3.090
S15	478.507	302.230	161.581	8.444	6.252	0.000
S16	691.567	353.327	135.168	143.961	59.111	0.000
S19	451.883	280.558	42.709	114.893	0.812	12.910
平均	734.481	57951.758	164.781	104.682	18.959	31.206

表 5.3-59 各站位游泳生物资源尾数密度 (ind/km²)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	47500.0	24440.2	15427.3	5196.6	2273.5	162.4
S3	62934.7	34205.9	16741.2	11677.5	0.0	310.0
S4	27769.2	20380.3	4953.0	2354.7	0.0	81.2
S6	248461.3	38649.5	135760.6	73888.8	162.4	0.0
S7	469803.0	233602.4	218337.4	12341.9	0.0	5521.4
S9	1174102	67636.7	27119.6	16970.1	974.4	4709.4
S10	92970.0	19811.9	59435.8	9906.0	3247.9	5684
S11	30529.9	13397.4	12341.9	2841.9	812.0	1136.8
S12	37862.6	26320.2	7694.9	3235.4	0.0	612.1
S13	11123.922	104743.500	4547.005	2435.895	1867.520	11123.922
S14	52290.6	12041.1	34692.0	4462.8	673.6	421.0
S15	62521.3	27444.4	33696.6	974.4	4060	0.0
S16	93051.2	40029.9	19406.0	28824.8	4790.6	0.0
S19	30773.5	16645.3	10230.8	2679.5	487.2	730.8
平均	174406.7	48524.9	42884.6	12699.3	1382.1	2178.1

游泳生物调查, 单种平均资源密度最高为鹿斑蝠的 123.460kg/km², 占总平均资源密度的 16.809%, 最低为深鳃虎鱼的 0.010kg/km², 占总平均渔获资源密度的 0.001%; 单种平均资源尾数密度最高为鹿斑蝠的 34277.2ind/km², 占总平均资源尾数密度的

19.654%，最低为汉氏棱鲀、皮氏叫姑鱼、卵塌、纤羊舌鲜等的 $3.4\text{ind}/\text{km}^2$ ，占总平均资源尾数密度的 0.004%，游泳生物调查各品种资源密度见下表 5.3-60 所示。

表 5.3-60 游泳生物调查各品种资源密度

序号	种名	出现次数	优势度	平均资源密度		平均尾数密度		体重
				kg/km^2	%	ind/km^2	%	
1	鹿斑蝠	11	0.44065	123.46	16.809	34277.2	19.654	3.6
2	吐露赤虾	5	0.19628	96.922	13.196	33047	18.948	2.9
3	金线鱼	8	0.00363	66.286	9.025	388.4	0.223	171.9
4	鳗鲡	5	0.00615	63.523	8.649	1035.3	0.594	61.4
5	宽突赤虾	6	0.06481	30.365	4.134	9236	5.296	3.3
6	长蛇鲻	3	0.00046	30.063	4.093	128.6	0.074	233.8
7	远海梭子蟹	8	0.00431	29.93	4.075	459.9	0.264	65.1
8	日本蟳	8	0.01145	21.38	2.911	1383.7	0.793	15.6
9	细纹蝠	10	0.02588	18.853	2.567	2313.9	1.327	8.2
10	二长棘鲷	7	0.00276	18.544	2.525	334.4	0.192	55.3
11	月腹刺鲀	8	0.00244	16.762	2.282	263.7	0.151	63.4
12	鲷	7	0.01373	16.474	2.243	1718	0.985	9.6
13	银光梭子蟹	4	0.03051	15.425	2.100	6443.9	3.695	2.4
14	龙头鱼	1	0.00026	13.722	1.868	216.5	0.124	63.4
15	长毛对虾	9	0.00354	12.469	1.698	336.7	0.193	36.9
16	矛形梭子蟹	5	0.01660	9.757	1.328	2794.5	1.602	3.5
17	胜利黎明蟹	5	0.00261	9.731	1.325	457.5	0.262	21.3
18	菊黄东方鲀	4	0.00016	9.094	1.238	33.8	0.019	268.8
19	丽叶鲷	4	0.00154	9.003	1.226	328.4	0.188	27.4
20	口虾蛄	6	0.00367	8.999	1.225	516.2	0.296	17.4
21	杜氏枪乌贼	5	0.00245	8.635	1.176	414.3	0.238	20.9
22	银鲳	6	0.00147	8.431	1.148	214.7	0.123	38.4

23	三疣梭子蟹	2	0.00006	7.321	0.997	27.6	0.016	264.8
24	田乡枪乌贼	3	0.00063	6.761	0.921	176.9	0.101	38.4
25	猛虾蛄	2	0.00047	5.731	0.780	196.2	0.112	29.2
26	火枪乌贼	3	0.00070	5.197	0.708	196.2	0.112	26.5
27	中华管鞭虾	2	0.00260	4.793	0.653	1096.2	0.629	4.4
28	卵形鲳鲹	2	0.00006	4.682	0.637	28.1	0.016	166.5
29	近缘新对虾	4	0.00122	4.463	0.608	258.1	0.148	17.3
30	曼氏无针乌贼	3	0.00024	4.169	0.568	68.2	0.039	61.3
31	矛尾假虎鱼	3	0.00545	3.611	0.492	1529.5	0.877	2.4
32	鲷	5	0.00050	3.593	0.489	85.6	0.049	42.3
33	海鳗	2	0.00004	3.559	0.485	16.9	0.010	210.4
34	直额蜆	2	0.00077	3.519	0.479	324.8	0.186	10.8
35	中国赤虾	1	0.00129	3.376	0.460	1377.9	0.790	2.5
36	白姑鱼	7	0.00321	3.18	0.433	3889	2.230	8.2
37	鹰爪虾	2	0.00244	3.037	0.413	1028.5	0.590	3.0
38	细巧仿对虾	2	0.00109	3.015	0.410	464.1	0.266	6.4
39	善泳蜆	2	0.00027	2.497	0.340	1196	0.686	20.9
40	海鲇	3	0.00008	2.465	0.336	24.2	0.014	100.5
41	大头白姑鱼	1	0.00013	2.395	0.326	108.3	0.062	22.1
42	斑鰾	3	0.00020	2.365	0.322	57.5	0.033	41.1
43	莱氏拟乌贼	2	0.00047	1.901	0.259	1962	1.125	9.7
44	黄斑篮子鱼	4	0.00016	1.773	0.241	33.8	0.019	52.4
45	蓝圆鲹	3	0.00007	1.769	0.241	20.8	0.012	84.7
46	哈氏仿对虾	2	0.00095	1.462	0.199	399.2	0.229	3.7
47	淡鳍兔头鲈	1	0.00002	1.414	0.193	14.6	0.008	97.0
48	带鱼	3	0.00006	1.348	0.184	16.9	0.010	79.7
49	孔鰻虎鱼	2	0.00072	1.13	0.154	3045	1.746	3.7
50	尖头斜齿鲨	1	0.00001	1.072	0.146	6.8	0.004	158.5

51	中国枪乌贼	1	0.00002	0.913	0.124	25.8	0.015	35.3
52	油鲳	1	0.00001	0.832	0.113	6.8	0.004	123.0
53	勒氏笛鲷	1	0.00001	0.775	0.106	8.6	0.005	90.0
54	针乌贼	1	0.00006	0.769	0.105	54.1	0.031	14.2
55	隆线强蟹	5	0.00060	0.731	0.100	102	0.058	7.2
56	柏氏四盘耳乌贼	3	0.00017	0.708	0.096	49.2	0.028	14.4
57	刀额仿对虾	1	0.00064	0.704	0.096	541.3	0.310	1.3
58	白鲳	2	0.00005	0.663	0.090	21.6	0.012	30.7
59	浅色黄姑鱼	1	0.00002	0.629	0.086	20.3	0.012	31.0
60	拟矛尾假虎鱼	4	0.00031	0.591	0.080	64.3	0.037	9.2
61	截尾白姑鱼	2	0.00006	0.569	0.077	27.6	0.016	20.4
62	短蛸	1	0.00001	0.507	0.069	6.8	0.004	75.0
63	脊条褶虾蛄	2	0.00010	0.48	0.065	40.6	0.023	11.8
64	多鳞鳢	2	0.00003	0.473	0.064	14.1	0.008	34.0
65	刺螯鼓虾	2	0.00010	0.472	0.064	40.6	0.023	11.6
66	长鳎	1	0.00005	0.447	0.061	40.6	0.023	11.0
67	黄鲫	2	0.00006	0.367	0.050	23.7	0.014	15.5
68	食蟹豆齿鳗	1	0.00001	31	4.221	6.8	0.004	46.0
69	杜氏叫姑鱼	2	0.00006	0.296	0.040	23.9	0.014	12.3
70	疣面关公蟹	3	0.00010	0.293	0.040	32.6	0.019	9.5
71	斑节对虾	1	0.00001	0.277	0.038	6.8	0.004	41.0
72	变态蟳	1	0.00001	0.277	0.038	6.8	0.004	41.0
73	黄带绯鲤	1	0.00001	0.271	0.037	6.8	0.004	40.0
74	勒氏蓑鲈	1	0.00002	0.257	0.035	13.5	0.008	19.0
75	多带拟鲈	2	0.00005	0.223	0.030	20.3	0.012	11.0
76	长丝假虎鱼	3	0.00007	0.209	0.028	22.1	0.013	9.6
77	白腹小沙丁鱼	1	0.00001	0.196	0.027	6.8	0.004	29.0

78	褐菖鲉	1	0.00001	0.196	0.027	6.8	0.004	29.0
79	亨氏仿对虾	3	0.00024	0.194	0.026	67.7	0.039	2.9
80	短脊鼓虾	3	0.00031	0.174	0.024	88.5	0.051	2.0
81	东亚单孔舌鳎	2	0.00003	0.162	0.022	13.5	0.008	12.0
82	强壮菱蟹	2	0.00003	0.161	0.022	15.4	0.009	10.3
83	斑头舌	2	0.00005	0.151	0.021	22.1	0.013	6.7
84	及达叶鲔	1	0.00001	0.149	0.020	6.8	0.004	22.0
85	锐齿蝎	1	0.00002	0.142	0.019	20.3	0.012	7.0
86	青石斑鱼	1	0.00001	0.133	0.018	7	0.004	19.0
87	汉氏棱	1	0.00000	0.132	0.018	3.4	0.002	39.0
88	乳香鱼	1	0.00001	0.122	0.017	6.8	0.004	18.0
89	毒鲉	1	0.00002	0.12	0.016	13.5	0.008	8.9
90	半滑舌鳎	1	0.00002	0.12	0.016	13.5	0.008	8.9
91	纤手梭子蟹	1	0.00001	0.115	0.016	6.8	0.004	17.0
92	日本红娘鱼	1	0.00001	0.108	0.015	6.8	0.004	16.0
93	印度鲷	1	0.00004	0.101	0.014	33.8	0.019	3.0
94	皮氏叫姑鱼	1	0.00000	0.095	0.013	3.4	0.002	28.0
95	四线天竺鲷	1	0.00001	0.091	0.012	7	0.004	13.0
96	须拟鲉	1	0.00001	0.086	0.012	8.6	0.005	10.0
97	青缨鲷	2	0.00003	0.076	0.010	13.5	0.008	5.7
98	阿氏强蟹	1	0.00001	0.067	0.009	7	0.004	9.6
99	蛇鲉	1	0.00001	0.065	0.009	7	0.004	9.3
100	短吻鲷	1	0.00001	0.061	0.008	6.8	0.004	9.0
101	鲜明鼓虾	2	0.00011	0.055	0.007	47.4	0.027	1.2
102	钝孔假虎鱼	1	0.00008	0.049	0.007	67.7	0.039	0.7
103	中华虎头蟹	1	0.00001	0.041	0.006	8.6	0.005	4.8
104	六带拟鲈	1	0.00001	0.036	0.005	8.6	0.005	4.2

105	细条天竺鱼	1	0.00002	0.034	0.005	20.3	0.012	1.7
106	卵鳎	1	0.000004	0.031	0.004	3.4	0.002	9.2
107	南方鲷	1	0.00003	0.03	0.004	27.1	0.016	1.1
108	纤羊舌鲆	1	0.000004	0.027	0.004	3.4	0.002	8.1
109	李氏鳎	1	0.00001	0.026	0.004	6.8	0.004	3.3
110	黄带鲆	1	0.00001	0.017	0.002	6.8	0.004	2.5
111	深鰕虎鱼	1	0.00001	0.01	0.001	6.8	0.004	1.9

2) 鱼卵仔鱼资源状况

①鱼卵仔鱼的种类组成及数量分布

本次水平拖网调查,共捕获鱼卵 647ind、仔稚鱼 97ind;经鉴定隶属于 1 门 16 科 25 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类,主要是石首鱼科、鲷科、鲆科、鲽科、金线鱼科、参科、鲷科、鰕鳎科、假虎鱼科、鲳科、狗母鱼科、龙头鱼科、篮子鱼科、羊鱼科、鰕鰕虎鱼科、天竺鲷科。

本次水平拖网调查,捕获鱼卵 647ind,分属 15 科 17 种,分别为鲷科鲷属(未定种) 86ind、石首鱼科白姑鱼属(未定种) 74ind 和叫姑鱼属(未定种) 9ind、鲷科鲷科(未定种) 78ind、金线鱼科金线鱼属(未定种) 61ind、鲽科鲽属(未定种) 50ind 和鲽属(未定种) 9ind、参科参科(未定种) 59ind、鲷科鲷科(未定种) 45ind、鰕鳎科鰕鳎 44ind、鲳科银鲳 30ind、假虎鱼科鰕虎鱼科(未定种) 29ind、狗母鱼科蛇鲷属(未定种) 24ind、篮子鱼科黄斑篮子鱼 15ind、龙头鱼科龙头鱼 13ind、羊鱼科绯鲤属(未定种) 11ind、天竺鲷科天竺鱼属(未定种) 10ind。

本次水平拖网调查,捕获仔稚鱼 97ind,分属 8 科 9 种,分别为石首鱼科白姑鱼 15ind 和大头白姑鱼 13ind、鲽科 14ind、鰕虎鱼科矛尾鰕虎鱼 14ind、龙头鱼科龙头鱼 11ind、鲷科二长棘鲷 10ind、鰕假虎鱼科孔假虎鱼 10ind、金线鱼科金线鱼 6ind、鲷科棕斑腹刺鲷 4ind。

本次垂直拖网调查,共捕获鱼卵 20ind、仔稚鱼 13ind;经鉴定隶属于 1 门 9 科 14 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类,主要是鲽科、金线鱼科、石首鱼科、鲷科、鲷科、龙头鱼科、鰕鳎科、鰕鰕虎鱼科、鰕虎鱼科。

本次垂直拖网调查, 捕获鱼卵 20ind, 分属 8 科 8 种, 分别为鲱科属(未定种) 4ind、金线鱼科金线鱼属(未定种) 4ind、石首鱼科白姑鱼属(未定种) 3ind、鲷科鲷科(未定种) 3ind、蝠科蝠属(未定种) 2ind、鳗鲡科鳗鲡 2ind、龙头鱼科龙头鱼 1ind、鰕虎鱼科鰕虎鱼科(未定种) 1ind。

本次垂直拖网调查, 捕获仔稚鱼 13ind, 分属 6 科 7 种, 分别为鲱科 4 ind、金线鱼科金线鱼 3ind、石首鱼科白姑鱼 2ind 和大头白姑鱼 1ind、鲷科二长棘鲷 1ind、龙头鱼科龙头鱼 1ind、鰕虎鱼科孔鰕虎鱼 1ind。

②密度分布

本次水平拖网调查, 整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 20~147ind/net, 平均为 53.38ind/net; 整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~38ind/net, 平均为 8.54ind/net; 整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量范围为 20~147ind/net, 平均为 62.00ind/net, 最高出现在 S3 站位, 水平拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布见下表 5.3-61 所示。

表 5.3-61 水平拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布

站号	鱼卵数量(ind/net)	仔鱼数量(ind/net)	鱼卵仔稚鱼总数量(ind/net)
S2	20	0	20
S3	147	0	147
S4	54	14	68
S6	64	10	74
S7	50	3	53
S9	28	7	35
S10	67	38	105
S11	71	7	78
S12	56	5	61
S13	34	18	52
S14	53	4	57
S15	15	5	20
S16	35	0	35

S19	40	7	47
平均	53.38	8.54	62

本次垂直拖网调查, 鱼卵采获数量范围为 $0 \sim 7 \text{ ind/net}$, 平均为 2.14 ind/net ; 密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 598 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$, 平均为 $428 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$, 最高出现在 S19 站位; 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布见下表 5.3-62 所示。

表 5.3-62 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布

站号	数量 (ind/net)	滤水量 (m^3)	密度 ($\times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$)
S2	2	1.9	526
S3	0	/	/
S4	2	3.14	318
S6	2	3.12	321
S7	2	2.74	365
S9	1	3.6	278
S10	2	3.5	286
S11	2	1.9	526
S12	3	1.5	1000
S13	3	3.74	267
S14	1	3.9	256
S15	1	3.2	313
S16	2	1.96	510
S19	7	3.9	599
平均	2.14	2.93	428

本次垂直拖网调查, 仔稚鱼采获数量范围为 $0 \sim 5 \text{ ind/net}$, 平均为 1.43 ind/net ; 密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 667 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$, 平均为 $372 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$, 最高出现在 S12 站位; 垂直拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布见下表 5.3-63 所示。

表 5.3-63 垂直拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布

站号	数量 (ind/net)	滤水量 (m^3)	密度 ($\times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$)
----	--------------	----------------------	---

S2	0	1.9	/
S3	0	/	/
S4	2	3.14	318
S6	2	3.12	321
S7	1	2.74	365
S9	1	3.6	278
S10	3	3.5	286
S11	1	1.9	526
S12	1	1.5	667
S13	5	3.74	446
S14	2	3.9	256
S15	0	3.2	/
S16	0	1.96	/
S19	2	3.9	256
平均	1.43	2.93	372

本次垂直拖网调查, 鱼卵仔稚鱼捕获数量范围为 0~9ind/net, 平均为 2.93ind/net; 密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 1667 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 平均为 $714 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 最高出现在 S12 号站位。垂直拖网调查各采样站鱼卵仔稚鱼总密度分布见下表 5.3-64 所示。

表 5.3-64 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔稚鱼总密度分布

站号	数量 (ind/net)	滤水量 (m^3)	密度 ($\times 10^{-3} \text{ind/m}^3$)
S2	2	1.9	526
S3	0	/	/
S4	4	3.14	636
S6	4	3.12	642
S7	3	2.74	730
S9	2	3.6	556
S10	5	3.5	572

S11	3	1.9	1052
S12	4	1.5	1667
S13	8	3.74	713
S14	3	3.9	512
S15	1	3.2	313
S16	2	1.96	510
S19	9	3.9	855
平均	3.57	2.93	714

(2) 渔业资源评价结果

本次水平拖网调查，共捕获鱼卵 647ind、仔稚鱼 97ind；经鉴定隶属于 1 门 16 科 25 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是石首鱼科、科、鲷科、鲱科、金线鱼科、参科、鲷科、鳎鲆科、鳎虎鱼科、鲳科、狗母鱼科、龙头鱼科、篮子鱼科、羊鱼科、鳎鳎虎鱼科、天竺鲷科。

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 20~147ind/net，平均为 53.38ind/net；整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~38ind/net，平均为 8.54ind/net；整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量范围为 20~147ind/net，平均为 62.00ind/net，最高出现在 S3 站位。

本次垂直拖网调查，共捕获鱼卵 20ind、仔稚鱼 13ind；经鉴定隶属于 1 门 9 科 14 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是鲱科、金线鱼科、石首鱼科、鲷科、蝠科、龙头鱼科、鳎鲆科、鳎鳎虎鱼科、鳎虎鱼科。

本次垂直拖网调查，鱼卵捕获数量范围为 0~7ind/net，平均为 2.14ind/net；密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 598 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，平均为 $428 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，最高出现在 S19 站位。

仔稚鱼捕获数量范围为 0~5ind/net，平均为 1.43ind/net；密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 667 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，平均为 $372 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，最高出现在 S12 站位。

整个调查海区，鱼卵仔稚鱼捕获数量范围为 0~9ind/net，平均为 2.93ind/net；密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 1667 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，平均为 $714 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，最高出现在 S12 号站位。

5.3.4.2 2024 年春季渔业资源现状调查与评价

(1) 渔业资源调查结果

1) 游泳生物

①种类组成和分布

游泳生物拖网采样,调查14站位,有效站位14次,共捕获渔业资源游泳生物种类15目52科78属265种,其中鱼类的种类最多,达157种、占总种数的59.25%,虾类23种、占总种数的8.68%,蟹类50种、占总种数的18.87%,虾蛄类12种、占总种数的4.53%,头足类23种,占总种数的8.68%。游泳生物调查渔获种类数见下表5.3-65所示,各站位各类游泳生物渔获种数分布见下表5.3-66所示。

表 5.3-65 游泳生物调查渔获种类数

游泳生物类群	种	属	科	目
鱼类	157	55	38	10
虾类	23	7	3	1
蟹类	50	7	6	
虾蛄类	12	3	1	1
头足类	23	6	4	3
合计	265	78	52	15

表 5.3-66 各站位各类游泳生物渔获种数分布

站位	总渔获(种)	鱼类(种)	虾类(种)	蟹类(种)	虾蛄类(种)	头足类(种)
S2	12	8	1	1	1	1
S3	18	9	1	5	1	2
S4	24	14	2	5	1	2
S6	17	11	2	1	1	2
S7	20	9	1	6	2	2
S9	21	14	1	4	1	1
S10	20	12	1	4	1	2
S11	16	10	1	3	1	1
S12	22	13	2	3	1	3
S13	14	8	2	3	0	1

S14	23	14	2	5	0	2
S15	25	14	3	5	1	2
S16	33	21	4	5	1	2
S19	16	10	3	2	0	1
合计	265	157	23	50	12	23

调查各站位总渔获种数范围为 14~33 种, 平均每站位渔获 20 种, 最低渔获种数出现在 S13 号站位, 最高渔获种数出现在 S16 号站位。鱼类出现 14 个站位, 出现站位渔获种数范围为 8~21 种, 各站位平均渔获 12 种, 最低渔获种数出现在 S2、S13 号站位, 最高渔获种数出现在 S16 号站位。虾类出现 14 个站位, 出现站位渔获种数范围为 1~4 种, 各站位平均渔获 2 种, 最低渔获种数出现在 S2、S3、S7、S9、S10 号站位, 最高渔获种数出现在 S16 号站位。蟹类出现 14 个站位, 出现站位渔获种数范围为 1~6 种, 各站位平均渔获 4 种, 最低渔获种数出现在是 S2、S6 号站位, 最高渔获种数出现在 S7 号站位。虾蛄类出现 11 个站位, 出现站位渔获种数范围为 1~2 种, 各站位平均渔获 1 种, 最低渔获种数出现在 S2、S3、S4、S6、S9、S10、S11、S12、S15 及 S16 号站位, 最高渔获种数出现在 S7 号站位。头足类出现 14 个站位, 出现站位渔获种数范围为 1~3 种, 各站位平均渔获 2 种, 最低渔获种数出现在是 S2、S9、S11、S13 及 S19 号站位, 最高渔获种数出现在 S12 号站位。

②多样性指数和均匀度

游泳生物的多样性指数分布范围在 0.846~1.331 之间, 游泳生物的多样性指数和均匀度见下表 5.3-67 所示, 平均为 1.129, 多样性指数最低值出现在 S16 号站位, 最高出现在是 S7 号站位; 均匀度分布范围在 0.526~0.827 之间, 平均为 0.725, 均匀度最低出现在 S16 号站位, 最高值出现在 S7 号站位。

表 5.3-67 游泳生物的多样性指数和均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
S2	12	1.096	0.680
S3	18	1.269	0.788
S4	24	1.178	0.732
S6	17	1.120	0.696

S7	20	1.331	0.827
S9	21	1.023	0.636
S10	20	1.158	0.720
S11	16	1.130	0.702
S12	22	1.211	0.752
S13	14	1.116	0.805
S14	23	1.058	0.763
S15	25	1.232	0.765
S16	33	0.846	0.526
S19	16	1.042	0.752
平均	20	1.129	0.725

③优势种类和主要经济种类

按渔获率大小顺序, 鱼类的优势种为鹿斑蝠、杜氏赤虾、短吻蝠、丽叶鲮、龙头鱼、长蛇、细纹蝠、二长棘鲷、月腹刺鲀、鳎、龙头鱼、菊黄东方鲀等, 虾类的优势种为吐露赤虾、宽突赤虾、长毛对虾、中华管鞭虾、近缘新对虾等, 蟹类优势种为远海梭子蟹、日本螺、银光梭子蟹、矛形梭子蟹、胜利黎明蟹、三疣梭子蟹等, 虾蛄类优势种为口虾蛄等, 头足类优势种为杜氏枪乌贼、田乡枪乌贼、火枪乌贼、曼氏无针乌贼等, 渔获样品优势种类和主要经济种类组成见下表 5.3-68 所示。

综合考虑各品种出现站位数、优势度、14 个站位平均渔获率大小、14 个站位平均尾数渔获率大小、经济价值高低和生物类型代表性的主要经济种类为鹿斑蝠、杜氏赤虾、短吻蝠、丽叶鲮、宽突赤虾、长蛇、远海梭子蟹、日本、细纹蝠、二长棘鲷、月腹刺鲀、银光梭子蟹、龙头鱼、长毛对虾、矛形梭子蟹等。

表 5.3-68 渔获样品优势种类和主要经济种类组成

序号	种名	出现次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重 g/尾
				kg/h	%	ind/h	%	
1	鹿斑蝠	11	0.44065	1.733	3.511	830.7	15.641	3.6
2	杜氏赤虾	13	0.19628	6.429	13.024	814	15.327	2.9
3	短吻蝠	10	0.00363	6.368	12.901	9.4	0.177	171.9

4	丽叶鲆	12	0.00615	1.565	3.170	25.5	0.480	61.4
5	宽突赤虾	6	0.06481	0.737	1.493	224	4.218	3.3
6	长蛇	3	0.00046	0.741	1.501	3.2	0.060	233.8
7	远海梭子蟹	8	0.00431	0.727	1.473	11.2	0.211	65.1
8	日本蟳	8	0.01145	0.464	0.940	29.7	0.559	15.6
9	细纹鳐	9	0.02588	0.441	0.893	53.7	1.011	8.2
10	二长棘鲷	7	0.00276	0.452	0.916	8.2	0.154	55.3
11	月腹刺鲀	8	0.00244	0.402	0.814	6.3	0.119	63.4
12	鰺	8	0.01373	0.392	0.794	40.7	0.766	9.6
13	银光梭子蟹	13	0.03051	0.377	0.764	158.2	2.979	2.4
14	龙头鱼	1	0.00026	0.338	0.685	5.3	0.100	63.4
15	长毛对虾	9	0.00354	0.301	0.610	8.2	0.154	36.9
16	矛形梭子蟹	5	0.01660	0.24	0.486	68.8	1.295	3.5
17	胜利黎明蟹	5	0.00261	0.23	0.466	10.8	0.203	21.3
18	菊黄东方鲀	4	0.00016	0.224	0.454	0.8	0.015	268.8
19	口虾蛄	6	0.00367	0.221	0.448	12.7	0.239	17.4
20	杜氏枪乌贼	5	0.00245	0.212	0.429	10.2	0.192	20.9
21	银鲳	6	0.00147	0.195	0.395	5.1	0.096	38.4
22	三疣梭子蟹	2	0.00006	0.177	0.359	0.7	0.013	264.8
23	田乡枪乌贼	3	0.00063	0.166	0.336	4.3	0.081	38.4
24	猛虾蛄	2	0.00047	0.141	0.286	4.8	0.090	29.2
25	火枪乌贼	3	0.00070	0.128	0.259	4.8	0.090	26.5
26	中华管鞭虾	2	0.00260	0.118	0.239	27	0.508	4.4
27	卵形鲳鲆	2	0.00006	0.111	0.225	0.7	0.013	166.5
28	近缘新对虾	4	0.00122	0.11	0.223	6.3	0.119	17.3
29	曼氏无针乌贼	3	0.00024	0.102	0.207	1.7	0.032	61.3

④渔获率分布

游泳生物调查 14 个站位，总渔获量共 351.328kg、37574 尾，总平均渔获率为 49.362kg/h，总平均尾数渔获率为 5311ind/h。各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、虾类、蟹类、头足类、虾蛄类（游泳生物调查各站位渔获率见下表 5.3-69 所示）。各类型游泳生物的平均尾数渔获率由高到低依次为虾类、鱼类、蟹类、头足类、虾蛄类（游泳生物调查各站位尾数渔获率见下表 5.3-70 所示）。

表 5.3-69 游泳生物调查各站位渔获率(kg/h)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	87.732	59.608	25.856	0.3	0.864	1.104
S3	306.6288	275.8448	15.872	3.344	0.592	10.976
S4	11.5916	8.6672	0.44	0.4644	0.684	1.152
S6	15.372	11.1024	2.816	0.064	0.224	0.856
S7	50.208	35.304	9.344	0.856	0.736	2.944
S9	42.406	30.757	8.320	1.049	0.272	2.008
S10	27.307	11.134	11.776	0.436	0.140	3.820
S11	13.456	7.416	4.096	0.484	0.152	1.308
S12	31.187	25.305	0.616	0.514	0.084	4.668
S13	10.077	3.791	0.786	0.812	0.000	4.688
S14	21.254	6.255	1.776	1.556	0.000	11.548
S15	37.099	8.969	19.944	1.978	4.944	1.264
S16	19.316	10.076	4.567	1.596	1.080	1.996
S19	17.430	6.352	8.714	1.548	0.000	0.816
平均	49.362	35.756	8.209	1.072	0.698	3.511

表 5.3-70 游泳生物调查各站位尾数渔获率(ind/h)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	12016	5500	6400	12	60	44
S3	29104	22720	5632	336	48	368
S4	800	576	20	76	28	96

S6	1160	560	484	20	16	80
S7	4064	1512	2304	56	16	128
S9	3936	2132	1536	156	16	96
S10	4700	772	3840	48	16	24
S11	2592	476	2048	20	4	44
S12	1832	1152	136	76	4	464
S13	772	360	196	48	0	168
S14	1552	620	652	84	0	196
S15	6640	604	5400	328	272	36
S16	2480	1228	1040	124	52	36
S19	2700	348	2068	216	0	68
平均	5311	2754	2268	114	38	132

单种平均渔获率最高为鹿斑蝠的 3.012kg/h, 占总平均渔获率的 16.635%, 最低为深鰕虎鱼的 0.0003kg/h, 占总平均渔获率的 0.001%; 单种平均尾数渔获率最高为鹿斑蝠的 830.7ind/h、占总平均尾数渔获率的 32.047%, 最低为汉氏棱鯧、皮氏叫姑鱼、卵、纤羊舌鲜等的 0.1ind/h, 占总平均尾数渔获率的 0.003%, 游泳生物调查渔获样品组成见下表 5.3-71 所示。

表 5.3-71 游泳生物调查渔获样品组成

序 号	种 名	出现次 数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体 重
				kg/h	%	ind/h	%	
1	鹿斑蝠	11	0.44065	1.733	3.511	830.7	15.641	3.6
2	杜氏赤虾	13	0.19628	6.429	13.024	814	15.327	2.9
3	短吻蝠	10	0.00363	6.368	12.901	9.4	0.177	171.9
4	丽叶鲷	12	0.00615	1.565	3.170	25.5	0.480	61.4
5	宽突赤虾	6	0.06481	0.737	1.493	224	4.218	3.3
6	长蛇	3	0.00046	0.741	1.501	3.2	0.060	233.8
7	远海梭子蟹	8	0.00431	0.727	1.473	11.2	0.211	65.1

8	日本蟳	8	0.01145	0.464	0.940	29.7	0.559	15.6
9	细纹鳎	9	0.02588	0.441	0.893	53.7	1.011	8.2
10	二长棘鲷	7	0.00276	0.452	0.916	8.2	0.154	55.3
11	月腹刺鲀	8	0.00244	0.402	0.814	6.3	0.119	63.4
12	鲳	8	0.01373	0.392	0.794	40.7	0.766	9.6
13	银光梭子蟹	13	0.03051	0.377	0.764	158.2	2.979	2.4
14	龙头鱼	1	0.00026	0.338	0.685	5.3	0.100	63.4
15	长毛对虾	9	0.00354	0.301	0.610	8.2	0.154	36.9
16	矛形梭子蟹	5	0.01660	0.24	0.486	68.8	1.295	3.5
17	胜利黎明蟹	5	0.00261	0.23	0.466	10.8	0.203	21.3
18	菊黄东方鲀	4	0.00016	0.224	0.454	0.8	0.015	268.8
19	口虾蛄	6	0.00367	0.221	0.448	12.7	0.239	17.4
20	杜氏枪乌贼	5	0.00245	0.212	0.429	10.2	0.192	20.9
21	银鲳	6	0.00147	0.195	0.395	5.1	0.096	38.4
22	三疣梭子蟹	2	0.00006	0.177	0.359	0.7	0.013	264.8
23	田乡枪乌贼	3	0.00063	0.166	0.336	4.3	0.081	38.4
24	猛虾蛄	2	0.00047	0.141	0.286	4.8	0.090	29.2
25	火枪乌贼	3	0.00070	0.128	0.259	4.8	0.090	26.5
26	中华管鞭虾	2	0.00260	0.118	0.239	27	0.508	4.4
27	卵形鲳鲹	2	0.00006	0.111	0.225	0.7	0.013	166.5
28	近缘新对虾	4	0.00122	0.11	0.223	6.3	0.119	17.3
29	曼氏无针乌贼	3	0.00024	0.102	0.207	1.7	0.032	61.3
30	矛尾假虎鱼	3	0.00545	0.089	0.180	37.7	0.710	2.4
31	鲷	5	0.00050	0.088	0.178	2.1	0.040	42.3
32	海鳗	2	0.00004	0.088	0.178	0.4	0.008	210.4
33	直额蟳	2	0.00077	0.087	0.176	8	0.151	10.8
34	中国赤虾	1	0.00129	0.065	0.132	26.7	0.503	2.5

35	白姑鱼	7	0.00321	0.078	0.158	9.5	0.179	8.2
36	鹰爪虾	2	0.00244	0.075	0.152	25.3	0.476	3.0
37	细巧仿对虾	2	0.00109	0.072	0.146	11.3	0.213	6.4
38	善泳蜉	2	0.00027	0.059	0.120	2.8	0.053	20.9
39	海鲇	3	0.00008	0.059	0.120	0.6	0.011	100.5
40	大头白姑鱼	1	0.00013	0.059	0.120	2.7	0.051	22.1
41	斑鰾	3	0.00020	0.058	0.117	1.4	0.026	41.1
42	莱氏拟乌贼	2	0.00047	0.047	0.095	4.8	0.090	9.7
43	黄斑篮子鱼	4	0.00016	0.044	0.089	0.8	0.015	52.4
44	蓝圆鲹	3	0.00007	0.042	0.085	0.5	0.009	84.7
45	哈氏仿对虾	2	0.00095	0.036	0.073	9.8	0.185	3.7
46	淡鳔兔头鲈		0.00002	0.032	0.065	0.3	0.006	97.0
47	带鱼	3	0.00006	0.033	0.067	0.4	0.008	79.7
48	孔鳃虎鱼	2	0.00072	0.028	0.057	7.5	0.141	3.7
49	尖头斜齿鲨	1	0.00001	0.026	0.053	0.2	0.004	158.5
50	中国枪乌贼	1	0.00002	0.018	0.036	0.5	0.009	35.3
51	油鲳	1	0.00001	0.021	0.043	0.2	0.004	123.0
52	勒氏笛鲷	1	0.00001	0.015	0.030	0.2	0.004	90.0
53	针乌贼	1	0.00006	0.019	0.038	1.3	0.024	14.2
54	隆线强蟹	5	0.00060	0.018	0.036	2.5	0.047	7.2
55	柏氏四盘耳乌贼	3	0.00017	0.017	0.034	1.2	0.023	14.4
56	刀额仿对虾	1	0.00064	0.017	0.034	13.3	0.250	1.3
57	白鲳	2	0.00005	0.015	0.030	0.5	0.009	30.7
58	浅色黄姑鱼	1	0.00002	0.016	0.032	0.5	0.009	310
59	拟矛尾假虎鱼	4	0.00031	0.015	0.030	1.6	0.030	9.2
60	截尾白姑鱼	2	0.00006	0.014	0.028	0.7	0.013	20.4

61	短蛸	1	0.00001	0.013	0.026	0.2	0.004	75.0
62	脊条褶虾蛄	2	0.00010	0.012	0.024	1	0.019	11.8
63	多鳞鳢	2	0.00003	1	2.026	0.3	0.006	34.0
64	刺螯鼓虾	2	0.00010	0.012	0.024	1	0.019	11.6
65	长鳎	1	0.00005	0.011	0.022	1	0.019	11.0
66	黄鲫	2	0.00006	0.009	0.018	0.6	0.011	15.5
67	食蟹豆齿鳗	1	0.00001	0.008	0.016	0.2	0.004	46.0
68	杜氏叫姑鱼	2	0.00006	0.007	0.014	0.6	0.011	12.3
69	疣面关公蟹	3	0.00010	0.006	0.012	0.7	0.013	9.5
70	斑节对虾	1	0.00001	0.007	0.014	0.2	0.004	41.0
71	变态蟳	1	0.00001	0.007	0.014	0.2	0.004	41.0
72	黄带绯鲤	1	0.00001	0.007	0.014	0.2	0.004	40.0
73	勒氏菱鲂	1	0.00002	0.006	0.012	0.3	0.006	19.0
74	多带拟鲂	2	0.00005	0.006	0.012	0.5	0.009	11.0
75	长丝假虎鱼	3	0.00007	0.005	0.010	0.5	0.009	9.6
76	白腹小沙丁鱼	1	0.00001	0.005	0.010	0.2	0.004	29.0
77	褐菖鲉	1	0.00001	0.005	0.010	0.2	0.004	29.0
78	亨氏仿对虾	3	0.00024	0.005	0.010	1.7	0.032	2.9
79	短脊鼓虾	3	0.00031	0.004	0.008	2.2	0.041	2.0
80	东亚单孔舌鳎	2	0.00003	0.004	0.008	0.3	0.006	12.0
81	强壮菱蟹	2	0.00003	0.003	0.006	0.3	0.006	10.3
82	斑头舌	2	0.00005	0.003	0.006	0.5	0.009	6.7
83	及达叶鲂	1	0.00001	0.004	0.008	0.2	0.004	22.0
84	锐齿鲷	1	0.00002	0.004	0.008	0.5	0.009	7.0
85	青石斑鱼	1	0.00001	0.003	0.006	0.2	0.004	19.0
86	汉氏梭	1	0.00000	0.003	0.006	0.1	0.002	39.0

87	乳香鱼	1	0.00001	0.003	0.006	0.2	0.004	18.0
88	毒鲉	1	0.00002	0.003	0.006	0.3	0.006	8.9
89	半滑舌鳎	1	0.00002	0.003	0.006	0.3	0.006	8.9
90	纤手梭子蟹	1	0.00001	0.003	0.006	0.2	0.004	17.0
91	日本红娘鱼	1	0.00001	0.003	0.006	0.2	0.004	16.0
92	印度鲷	1	0.00004	0.003	0.006	0.8	0.015	3.0
93	皮氏叫姑鱼	1	0.00000	0.002	0.004	0.1	0.002	28.0
94	四线天竺鲷	1	0.00001	0.002	0.004	0.2	0.004	13.0
95	须拟鲉	1	0.00001	0.002	0.004	0.2	0.004	10.0
96	青斑	2	0.00003	0.002	0.004	0.3	0.006	5.7
97	阿氏强蟹	1	0.00001	0.002	0.004	0.2	0.004	9.6
98	蛇鲉	1	0.00001	0.002	0.004	0.2	0.004	9.3
99	短吻蝠	1	0.00001	0.002	0.004	0.2	0.004	9.0
100	鲜明鼓虾	2	0.00011	0.001	0.002	1.2	0.023	1.2
101	钝孔假虎鱼	1	0.00008	0.001	0.002	1.7	0.032	0.7
102	中华虎头蟹	1	0.00001	0.001	0.002	0.2	0.004	4.8
103	六带拟鲈	1	0.00001	0.001	0.002	0.2	0.004	4.2
104	细条天竺鱼	1	0.00002	0.001	0.002	0.5	0.009	1.7
105	卵鲷	1	0.000004	0.001	0.002	0.1	0.002	9.2
106	南方鲷	1	0.00003	0.001	0.002	0.7	0.013	1.1
107	纤羊舌鲆	1	0.000004	0.001	0.002	0.1	0.002	8.1
108	李氏鳗	1	0.00001	0.001	0.002	0.2	0.004	3.8
109	黄带鲈	1	0.00001	0.0004	0.001	0.2	0.004	2.5
110	深鰕虎鱼	1	0.00001	0.0003	0.001	0.2	0.004	1.5

⑤渔业资源密度分布

游泳生物调查总平均资源密度为 $2004.183\text{kg}/\text{km}^2$ ，总平均资源尾数密度为 $216120.7\text{ind}/\text{km}^2$ 。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、虾类、蟹类、头

足类、虾蛄类（各站位游泳生物资源密度见下表 5.3-72 所示）；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为虾类、鱼类、蟹类、头足类、虾蛄类（各站位游泳生物资源尾数密度见下表 5.3-73 所示）。

表 5.3-72 各站位游泳生物资源密度 (kg/km^2)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	3561.766	2419.981	1049.709	12.179	35.077	44.820
S3	12448.594	11198.818	644.376	135.761	24.034	445.606
S4	470.599	351.873	17.863	26.324	27.769	46.769
S6	624.076	463.307	114.325	2.598	9.094	34.752
S7	2038.357	1433.281	379.350	34.752	71.453	119.521
S9	1662.259	1205.630	326.130	41.127	10.662	78.710
S10	1108.608	452.037	478.085	17.717	5.684	155.085
S11	566.523	312.228	172.449	20.377	6.399	55.069
S12	1266.146	1027.331	25.009	20.884	28.094	189.513
S13	394.994	148.609	30.810	31.813	0.000	183.762
S14	862.892	253.934	72.103	68.043	0.000	468.812
S15	1561.930	377.603	839.663	83.294	208.152	53.217
S16	784.180	409.084	185.404	64.811	43.846	81.034
S19	707.644	257.880	353.789	62.846	0	11042.725
平均	2004.183	1450.828	334.933	44.466	33.590	928.528

表 5.3-73 各站位游泳生物资源尾数密度 (ind/km^2)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S2	487828.6	223290.4	259828.8	487.2	2435.9	1786.3
S3	1181571.6	922392.4	228649.4	13641.0	1948.7	14940.2
S4	32478.6	23384.6	812.0	3247.9	1136.8	3897.4
S6	47094.0	22735.0	19649.6	812.0	649.6	3247.9
S7	164991.3	61384.6	93538.4	2273.5	2598.3	5196.6

S9	154284.6	83570.8	60208.6	6114.9	627.2	3763.0
S10	190811.8	31341.9	155897.3	1948.7	649.6	974.4
S11	109128.1	20040.5	86224.7	842.0	168.4	1852.5
S12	74376.0	46769.2	5521.4	2435.9	812.0	18837.6
S13	30261.1	14111.4	7682.9	1881.5	0.0	6585.3
S14	63008.5	25170.9	26470.1	3410.3	0.0	7937.3
S15	279556.6	25429.5	227350.2	13809.4	11451.7	1515.7
S16	100683.7	49854.7	43222.2	5034.2	2111.1	1461.5
S19	109615.3	14128.2	83957.2	8769.2	0.0	2760.7
平均	216120.7	111686.0	92715.2	4622.0	1756.4	5341.2

游泳生物调查, 单种平均资源密度最高为鹿斑蝠的 $123.460\text{kg}/\text{km}^2$, 占总平均资源密度的 6.160%, 最低为深鳃虎鱼的 $0.017\text{kg}/\text{km}^2$, 占总平均渔获资源密度的 0.001%; 单种平均资源尾数密度最高为鹿斑蝠的 $34277.2\text{ind}/\text{km}^2$, 占总平均资源尾数密度的 15.860%, 最低为李氏鳊、乳香鱼、四线天竺鲷等的 $3.4\text{ind}/\text{km}^2$, 占总平均资源尾数密度的 0.002%, 游泳生物调查各品种资源密度见下表 5.3-74 所示。

表 5.3-74 游泳生物调查各品种资源密度

序号	种名	出现次数	优势度	平均资源密度		平均尾数密度		体重
				kg/km^2	%	ind/km^2	%	
1	鹿斑蝠	11	0.44065	123.46	6.160	34277.2	15.860	3.6
2	杜氏赤虾	13	0.19628	96.922	4.836	33047	15.291	2.9
3	短吻蝠	10	0.00363	66.286	3.307	388.4	0.180	171.9
4	丽叶鲷	12	0.00615	63.523	3.170	1035.3	0.479	61.4
5	宽突赤虾	6	0.06481	30.365	1.515	9236	4.274	3.3
6	长蛇	3	0.00046	30.063	1.500	128.6	0.060	233.8
7	远海梭子蟹	8	0.00431	29.93	1.493	459.9	0.213	65.1
8	日本蟳	8	0.01145	21.380	1.067	1383.7	0.640	15.6
9	细纹蝠	9	0.02588	18.853	0.941	2313.9	1.071	8.2

10	二长棘鲷	7	0.00276	18.544	0.925	334.4	0.155	55.3
11	月腹刺鲀	8	0.00244	16.762	0.836	263.7	0.122	63.4
12	鰺	8	0.01373	16.474	0.822	1718	0.795	9.6
13	银光梭子蟹	13	0.03051	15.425	0.770	6443.9	2.982	2.4
14	龙头鱼	1	0.00026	13.722	0.685	216.5	0.100	63.4
15	长毛对虾	9	0.00354	12.469	0.622	336.7	0.156	36.9
16	矛形梭子蟹	5	0.01660	9.757	0.487	2794.5	1.293	3.5
17	胜利黎明蟹	5	0.00261	9.731	0.486	457.5	0.212	21.3
18	菊黄东方鲀	4	0.00016	9.094	0.454	33.8	0.016	268.8
19	口虾蛄	6	0.00367	9.003	0.449	328.4	0.152	27.4
20	杜氏枪乌贼	5	0.00245	8.999	0.449	516.2	0.239	17.4
21	银鲳	6	0.00147	8.635	0.431	414.3	0.192	20.9
22	三疣梭子蟹	2	0.00006	8.431	0.421	214.7	0.099	38.4
23	田乡枪乌贼	3	0.00063	7.321	0.365	27.6	0.013	264.8
24	猛虾蛄	2	0.00047	6.761	0.337	176.9	0.082	38.4
25	火枪乌贼	3	0.00070	5.731	0.286	196.2	0.091	29.2
26	中华管鞭虾	2	0.00260	5.197	0.259	196.2	0.091	26.5
27	卵形鲳鲹	2	0.00006	4.793	0.239	1096.2	0.507	4.4
28	近缘新对虾	4	0.00122	4.682	0.234	28.1	0.013	166.5
29	曼氏无针乌贼	3	0.00024	4.463	0.223	258.1	0.119	17.3
30	矛尾假虎鱼	3	0.00545	4.169	0.208	68.2	0.032	61.3
31	鲷	5	0.00050	3.611	0.180	1529.5	0.708	2.4
32	海鳗	2	0.00004	3.593	0.179	85.6	0.040	42.3
33	直额蜆	2	0.00077	3.559	0.178	16.9	0.008	210.4
34	中国赤虾	1	0.00129	3.519	0.176	324.8	0.150	10.8
35	白姑鱼	7	0.00321	3.376	0.168	1377.9	0.638	2.5
36	鹰爪虾	2	0.00244	3.18	0.159	3889	1.799	8.2
37	细巧仿对虾	2	0.00109	3.037	0.152	1028.5	0.476	3.0

38	善泳蟳	2	0.00027	3.015	0.150	464.1	0.215	6.4
39	海鲇	3	0.00008	2.497	0.125	1196	0.553	20.9
40	大头白姑鱼	1	0.00013	2.465	0.123	24.2	0.011	100.5
41	斑鰹	3	0.00020	2.395	0.120	108.3	0.050	22.1
42	莱氏拟乌贼	2	0.00047	2.365	0.118	57.5	0.027	41.1
43	黄斑篮子鱼	4	0.00016	1.901	0.095	1962	0.908	9.7
44	蓝圆鲹	3	0.00007	1.773	0.088	33.8	0.016	52.4
45	哈氏仿对虾	2	0.00095	1.769	0.088	20.8	0.010	84.7
46	淡鳍兔头鲈		0.00002	1.462	0.073	399.2	0.185	3.7
47	带鱼	3	0.00006	1.414	0.071	14.6	0.007	97.0
48	孔鳃虎鱼	2	0.00072	1.348	0.067	16.9	0.008	79.7
49	尖头斜齿鲨	1	0.00001	1.13	0.056	3045	1.409	3.7
50	中国枪乌贼	1	0.00002	1.072	0.053	6.8	0.003	158.5
51	油鲳	1	0.00001	0.913	0.046	25.8	0.012	35.3
52	勒氏笛鲷	1	0.00001	832	41.513	6.8	0.003	123.0
53	针乌贼	1	0.00006	0.775	0.039	8.6	0.004	90.0
54	隆线强蟹	5	0.00060	0.769	0.038	54.1	0.025	14.2
55	柏氏四盘耳乌贼	3	0.00017	0.731	0.036	102	0.047	7.2
56	刀额仿对虾	1	0.00064	0.708	0.035	49.2	0.023	14.4
57	白鲳	2	0.00005	0.704	0.035	541.3	0.250	1.3
58	浅色黄姑鱼	1	0.00002	0.663	0.033	21.6	0.010	30.7
59	拟矛尾假虎鱼	4	0.00031	629	31.384	20.3	0.009	31.0
60	截尾白姑鱼	2	0.00006	0.591	0.029	64.3	0.030	9.2
61	短蛸	1	0.00001	0.569	0.028	27.6	0.013	20.4
62	脊条褶虾蛄	2	0.00010	0.507	0.025	6.8	0.003	75.0
63	多鳞鳢	2	0.00003	0.48	0.024	40.6	0.019	11.8
64	刺螯鼓虾	2	0.00010	0.473	0.024	14.1	0.007	34.0

65	长辐	1	0.00005	0.472	0.024	40.6	0.019	11.6
66	黄鲫	2	0.00006	0.447	0.022	40.6	0.019	11.0
67	食蟹豆齿鳗	1	0.00001	0.367	0.018	23.7	0.011	15.5
68	杜氏叫姑鱼	2	0.00006	31	1.547	6.8	0.003	46.0
69	疣面关公蟹	3	0.00010	0.296	0.015	23.9	0.011	12.3
70	斑节对虾	1	0.00001	0.293	0.015	32.6	0.015	9.5
71	变态蜆	1	0.00001	0.277	0.014	6.8	0.003	41.0
72	黄带绯鲤	1	0.00001	0.277	0.014	6.8	0.003	41.0
73	勒氏蓑鲂	1	0.00002	0.271	0.014	6.8	0.003	40.0
74	多带拟鲈	2	0.00005	0.257	0.013	13.5	0.006	19.0
75	长丝假虎鱼	3	0.00007	0.223	0.011	20.3	0.009	11.0
76	白腹小沙丁鱼	1	0.00001	0.209	0.010	22.1	0.010	9.6
77	褐菖鲉	1	0.00001	0.196	0.010	6.8	0.003	29.0
78	亨氏仿对虾	3	0.00024	0.196	0.010	6.8	0.003	29.0
79	短脊鼓虾	3	0.00031	0.194	0.010	67.7	0.031	2.9
80	东亚单孔舌鳎	2	0.00003	0.174	0.009	88.5	0.041	2.0
81	强壮菱蟹	2	0.00003	0.162	0.008	13.5	0.006	12.0
82	斑头舌	2	0.00005	0.161	0.008	15.4	0.007	10.3
83	及达叶鲔	1	0.00001	0.151	0.008	22.1	0.010	6.7
84	锐齿鲷	1	0.00002	0.149	0.007	6.8	0.003	22.0
85	青石斑鱼	1	0.00001	0.142	0.007	20.3	0.009	7.0
86	汉氏棱	1	0.00000	0.133	0.007	7	0.003	19.0
87	乳香鱼	1	0.00001	0.132	0.007	3.4	0.002	39.0
88	毒鲉	1	0.00002	0.122	0.006	6.8	0.003	18.0
89	半滑舌鳎	1	0.00002	0.12	0.006	13.5	0.006	8.9
90	纤手梭子蟹	1	0.00001	0.12	0.006	13.5	0.006	8.9
91	日本红娘鱼	1	0.00001	0.115	0.006	6.8	0.003	17.0

92	印度鰺	1	0.00004	0.108	0.005	6.8	0.003	16.0
93	皮氏叫姑鱼	1	0.00000	0.101	0.005	33.8	0.016	3.0
94	四线天竺鲷	1	0.00001	0.095	0.005	3.4	0.002	28.0
95	须拟鲷	1	0.00001	0.091	0.005	7	0.003	13.0
96	青缨鲆	2	0.00003	0.086	0.004	8.6	0.004	10.0
97	阿氏强蟹	1	0.00001	0.076	0.004	13.5	0.006	5.7
98	蛇鲷	1	0.00001	0.067	0.003	7	0.003	9.6
99	短吻鲷	1	0.00001	0.065	0.003	7	0.003	9.3
100	鲜明鼓虾	2	0.00011	0.061	0.003	6.8	0.003	9.0
101	钝孔假虎鱼	1	0.00008	0.055	0.003	47.4	0.022	1.2
102	中华虎头蟹	1	0.00001	0.049	0.002	67.7	0.031	0.7
103	六带拟鲈	1	0.00001	0.041	0.002	8.6	0.004	4.8
104	细条天竺鱼	1	0.00002	0.036	0.002	8.6	0.004	4.2
105	卵鲷	1	0.000004	0.034	0.002	20.3	0.009	1.7
106	南方鲷	1	0.00003	0.031	0.002	3.4	0.002	9.2
107	纤羊舌鲆	1	0.000004	0.03	0.001	27.1	0.013	1.1
108	李氏鲷	1	0.00001	0.027	0.001	3.4	0.002	8.1
109	黄带鲆	1	0.00001	0.026	0.001	6.8	0.003	3.8
110	深鰕虎鱼	1	0.00001	0.017	0.001	6.8	0.003	2.5

2) 鱼卵仔鱼资源状况

①鱼卵仔鱼的种类组成及数量分布

本次水平拖网调查，共采获鱼卵 4583ind、仔稚鱼 77ind；经鉴定隶属于 1 门 16 科 20 种。采获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是石首鱼科、鲷科、鲈科、鲱科、金线鱼科、鲹科、鲷科、鰕鲷科、鲷科、舌鲷科、鲷科、鰕虎鱼科、拟雀鲷科。

本次水平拖网调查，采获鱼卵 4583ind，分属 15 科 16 种，分别为鲷科鲷属（未定种）642ind、石首鱼科白姑鱼属（未定种）194ind、鲈科鲈科（未定种）221ind、金线鱼科乳香鱼 49ind、鲱科鲱属（未定种）339ind 和鲱属（未定种）38ind、鲹科鲹科（未定种）718ind、鲷科鲷科（未定种）455ind、鰕鲷科鰕鲷 108ind、鲷科刺鲷 26ind、舌鲷

科舌鳎属（未定种）179ind、合齿鱼科蛇鲻属（未定种）123ind、鲷科鲷属（未定种）125ind、鰕虎鱼科鰕虎鱼科（未定种）75ind、鲱科小沙丁鱼属（未定种）542ind、拟雀鲷科小沙丁鱼属（未定种）54ind。

本次水平拖网调查，捕获仔稚鱼 77ind，分属 4 科 4 种，分别为鲱科 18 ind、石首鱼科截尾白姑鱼 7ind、鲷科丽叶鲷 46ind、带鱼科竹筴鱼 6ind。

本次垂直拖网调查，共捕获鱼卵 13ind、仔稚鱼 4ind；经鉴定隶属于 1 门 8 科 17 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是鲱科、金线鱼科、石首鱼科、鲷科、鲷科、鲷科、鰕鳎科、竹筴鱼。

本次垂直拖网调查，捕获鱼卵 13ind，分属 8 科 13 种，分别为鲱科（未定种）17ind、金线鱼科金线鱼属（未定种）4ind、石首鱼科白姑鱼属（未定种）3ind、鲷科鲷科（未定种）3ind、鲷科鲷属（未定种）2ind、鰕鳎科鰕鳎 2ind、龙头鱼科龙头鱼 1ind、带鱼科竹筴鱼 2ind。

本次垂直拖网调查，捕获仔稚鱼 4ind，分属 4 科 4 种，分别为鲱科 5 ind、石首鱼科截尾白姑鱼 4ind、鲷科丽叶鲷 11ind、带鱼科竹筴鱼 2ind。

②密度分布

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 58~584ind/net，平均为 327.7ind/net；整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~21ind/net，平均为 5.14ind/net；整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量范围为 59~490ind/net，平均为 332.9ind/net，最高出现在 S16 站位，水平拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布见下表 5.3-78 所示。

表 5.3-78 水平拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布

站号	鱼卵数量(ind/net)	仔鱼数量(ind/net)	鱼卵仔稚鱼总数量(ind/net)
S2	318	3	321
S3	58	1	59
S4	396	21	417
S6	318	2	320
S7	465	3	468
S9	292	5	297
S10	417	1	418

S11	421	10	431
S12	474	8	482
S13	172	1	173
S14	109	0	109
S15	187	2	189
S16	485	5	490
S19	476	10	486
平均	327.7	5.14	332.9

本次垂直拖网调查,鱼卵采获数量范围为 0~4ind/net, 平均为 2.64ind/net; 密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 1495.7 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 平均为 $801.97 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 最高出现在 S12 站位; 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布见下表 5.3-79 所示。

表 5.3-79 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔鱼的密度分布

站号	数量 (ind/net)	滤水量 (m^3)	密度 ($\times 10^{-3} \text{ind/m}^3$)
S2	3	1.92	781.2
S3	0	/	/
S4	4	3.3	909
S6	4	2.76	905.8
S7	4	2	1125
S9	2	2.9	345
S10	3	2.72	490.2
S11	3	1.9	1052.7
S12	2	1.56	1495.7
S13	1	3.28	610
S14	1	2.98	336
S15	3	2.46	542.0
S16	4	1.86	1075.3
S19	3	3.08	757.7

平均	2.64	2.52	801.97
----	------	------	--------

本次垂直拖网调查, 仔稚鱼采获数量范围为 0~3ind/net, 平均为 1.00ind/net; 密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 806.5 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 平均为 $401.18 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 最高出现在 S16 站位; 垂直拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布见下表 5.3-80 所示。

表 5.3-80 垂直拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布

站号	数量 (ind/net)	滤水量 (m^3)	密度 ($\times 10^{-3} \text{ind/m}^3$)
S2	0	1.92	0
S3	0	/	/
S4	3	3.3	606
S6	0	2.76	0
S7	1	2	500
S9	1	2.9	690
S10	0	2.72	0
S11	2	1.9	789.5
S12	2	1.56	1282
S13	0	3.28	0
S14	0	2.98	0
S15	0	2.46	0
S16	2	1.86	806.5
S19	3	3.08	541.3
平均	1.00	2.52	401.18

本次垂直拖网调查, 鱼卵仔稚鱼采获数量范围为 0~75ind/net, 平均为 3.64ind/net; 密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 2071.2 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 平均为 $1160.22 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$, 最高出现在 S12 号站位。垂直拖网调查各采样站鱼卵仔稚鱼总密度分布见下表 5.3-81 所示。

表 5.3-81 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔稚鱼总密度分布

站号	数量 (ind/net)	滤水量 (m^3)	密度 ($\times 10^{-3} \text{ind/m}^3$)
S2	3	1.92	781.2

S3	0	1	782.2
S4	7	3.3	1389.2
S6	4	2.76	784.2
S7	5	2	1285.2
S9	3	2.9	1476.2
S10	3	2.72	787.2
S11	5	1.9	1577.7
S12	4	1.56	2071.2
S13	1	3.28	790.2
S14	1	2.98	791.2
S15	3	2.46	792.2
S16	6	1.86	1599.7
S19	6	3.08	1335.5
平均	3.64	2.52	1160.22

(2) 渔业资源评价结果

本次水平拖网调查，共捕获鱼卵 647ind、仔稚鱼 97ind；经鉴定隶属于 1 门 16 科 25 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是石首鱼科、科、鲷科、鲱科、金线鱼科、参科、鲷科、鳗鲡科、鳗虎鱼科、鲳科、狗母鱼科、龙头鱼科、篮子鱼科、羊鱼科、鳗鳗虎鱼科、天竺鲷科。

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 58~584ind/net，平均为 327.7ind/net；整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~21ind/net，平均为 5.14ind/net；整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量范围为 59~490ind/net，平均为 332.9ind/net，最高出现在 S16 站位。

本次垂直拖网调查，共捕获鱼卵 20ind、仔稚鱼 13ind；经鉴定隶属于 1 门 9 科 14 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是鲱科、金线鱼科、石首鱼科、鲷科、蝠科、龙头鱼科、鳗鲡科、鳗鳗虎鱼科、鳗虎鱼科。

本次垂直拖网调查，鱼卵捕获数量范围为 0~4ind/net，平均为 2.64ind/net；密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 1495.7 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，平均为 $801.97 \times 10^{-3} \text{ind/m}^3$ ，最高出现在 S12 站位。

仔稚鱼采获数量范围为 $0 \sim 3 \text{ ind/net}$ ，平均为 1.00 ind/net ；密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 806.5 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ ，平均为 $401.18 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ ，最高出现在 S16 站位。

整个调查海区，鱼卵仔稚鱼采获数量范围为 $0 \sim 75 \text{ ind/net}$ ，平均为 3.64 ind/net ；密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 2071.2 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ ，平均为 $1160.22 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ ，最高出现在 S12 号站位。

5.3.5 海洋生物质量现状调查与评价

5.3.5.1 2023 年秋季海洋生物质量现状调查与评价

(1) 海洋生物环境调查结果

本项目调查站位的海洋生物体监测结果见表 5.3-82。

表 5.3-82 秋季海洋生物质量监测结果单位：mg/kg

站位	种类	品种	石油烃	汞	镉	铅	砷	铜	锌
S3	鱼类	鳎鲆	3.5	0.001	<0.03	0.03	4.79	0.36	5.55
S3	甲壳类	杜氏赤虾	7	0.0018	<0.03	0.08	4.26	1.82	11.5
S4	鱼类	二长棘鲷	3.4	0.0019	<0.03	0.03	5.56	0.32	4.32
S4	甲壳类	宽突赤虾	4.1	0.0025	<0.03	0.1	9.18	5.37	14.7
S7	鱼类	丽叶鲷	6.9	0.0059	<0.03	0.04	2.74	0.91	11.8
S7	甲壳类	宽突赤虾	5.6	0.0027	0.04	0.12	5.96	1.96	12.5
S9	鱼类	二长棘鲷	2.6	0.0043	<0.03	<0.03	3.13	0.31	3.09
S9	甲壳类	宽突赤虾	5	0.001	<0.03	0.06	6.32	2.6	10.7
S11	鱼类	鲷	3.5	0.0059	<0.03	0.05	3.38	1.21	8.93
S11	甲壳类	宽突赤虾	3.8	0.0027	0.03	0.13	8.29	3.35	14.9
S13	鱼类	鳎鲆	5.4	0.0023	<0.03	<0.03	4.45	0.34	4.14
S13	甲壳类	宽突赤虾	3.2	0.004	0.04	0.1	7.32	6.15	12

S19	鱼类	海鳗	3.1	0.0057	<0.03	0.05	6.8	0.54	6.44
S19	甲壳类	近缘新对虾	7.3	0.0052	<0.03	0.07	8.37	4.29	15.1
最小值			2.6	0.001	0.03	0.03	2.74	0.31	3.09
最大值			7.3	0.0059	0.04	0.13	9.18	6.15	15.1
平均值			4.6	0.0034	0.04	0.07	5.75	2.11	9.69

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

(2) 海洋生物环境评价结果

(1) 现状评价

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，秋季各监测点生物体评价因子的标准指数见表5.3-83。

(2) 农渔业区

调查海域农渔业区有湛江-珠海近海农渔业区和英罗港-海康港农渔业区。湛江-珠海近海农渔业区有2个调查站位；英罗港-海康港农渔业区有5个调查站位。调查站位中采集到的海洋生物（贝类）执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中规定的生物质量标准，海洋生物（鱼类、甲壳类和软体类等样品中石油烃）参考执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录C中规定的生物质量标准。

由监测结果及标准指数表结果可知：本次农渔业区7个调查站位海洋生物质量超标率为0，没有出现超标现象。

表5.3-83 秋季海洋生物监测站位各要素标准指数

站位	种类	品种	石油烃	汞	镉	铅	砷	铜	锌
S3	鱼类	鳗鲡	0.175	0.003	0.030	0.02	/	0.013	0.139
S3	甲壳类	杜氏赤虾		0.006	0.008	0.04	/	0.018	0.077
S4	鱼类	二长棘鲷	0.17	0.006	0.030	0.02		0.016	0.108
S4	甲壳类	宽突赤虾		0.008	0.008	0.05	/	0.054	0.098

S7	鱼类	丽叶鲮	0.345	0.020	0.030	0.02	/	0.046	0.295
S7	甲壳类	宽突赤虾	/	0.009	0.020	0.06	/	0.020	0.083
S9	鱼类	二长棘鲷	0.13	0.015	0.030	0.01	/	0.016	0.077
S9	甲壳类	宽突赤虾	/	0.003	0.008	0.03	/	0.026	0.071
S11	鱼类	鲮	0.175	0.020	0.030	0.03	/	0.061	0.223
S11	甲壳类	宽突赤虾	/	0.009	0.008	0.07	/	0.034	0.099
S13	鱼类	鳎鲆	0.27	0.008	0.030	0.01	/	0.017	0.104
S13	甲壳类	宽突赤虾	/	0.013	0.020	0.05	/	0.062	0.080
S19	鱼类	海鳗	0.155	0.019	0.030	0.03	/	0.027	0.161
S19	甲壳类	近缘新对虾	/	0.017	0.008	0.04	/	0.043	0.101
超标率%			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：①“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。

5.3.5.2 2024年春季海洋生物质量现状调查与评价

(1) 海洋生物环境调查结果

本项目调查站位的海洋生物体监测结果见表 5.3-84。

表 5.7-84 春季海洋生物质量监测结果单位：mg/kg

站位	种类	品种	石油烃	汞	镉	铅	砷	铜	锌
S3	鱼类	丽叶鲮	2.310	0.021	0.025	0.020	0.336	1.232	21.280
S3	甲壳类	杜氏赤虾	5.476	0.012	0.013	0.056	0.293	2.926	11.704
S4	鱼类	黑鲷	6.907	0.136	0.005	—	0.109	0.485	8.778
S4	甲壳类	宽突赤虾	8.541	0.013	0.011	0.029	0.183	2.925	10.725
S7	鱼类	鳎鲆	5.357	0.038	0.012	0.038	0.161	2.880	10.560
S7	甲壳类	杜氏赤虾	11.574	0.013	0.011	0.038	0.144	3.060	9.540
S9	鱼类	丽叶鲮	7.371	0.030	0.062	—	0.323	1.264	23.403
S9	甲壳类	杜氏赤虾	6.443	0.013	0.011	0.049	0.175	3.276	9.282

S11	鱼类	丽叶鲮	3.832	0.026	0.021	0.013	0.295	1.045	19.028
S11	甲壳类	杜氏赤虾	6.831	0.012	0.010	0.050	0.228	5.175	11.385
S13	鱼类	丽叶鲮	1.883	0.034	0.024	—	0.247	0.890	24.969
S13	甲壳类	杜氏赤虾	5.586	0.014	0.010	0.038	0.197	4.830	12.390
S19	鱼类	短吻蝠	5.498	0.049	0.012	0.099	0.180	0.716	21.714
S19	甲壳类	杜氏赤虾	9.130	0.013	0.008	0.034	0.151	4.011	9.741
最小值			1.883	0.012	0.005	0.013	0.109	0.485	8.778
最大值			11.574	0.049	0.062	0.099	0.336	5.175	24.969
平均值			5.908	0.030	0.016	0.040	0.209	2.347	14.218

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

(2) 海洋生物环境评价结果

(1) 现状评价

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，春季各监测点生物体评价因子的标准指数见表5.3-85。

(2) 农渔业区

调查海域农渔业区有湛江-珠海近海农渔业区和英罗港-海康港农渔业区。湛江-珠海近海农渔业区有2个调查站位；英罗港-海康港农渔业区有5个调查站位。调查站位中采集到的鱼类、甲壳类的生物体内污染物质（石油烃除外）含量的评价标准参考《全国海岸和滩涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

由监测结果及标准指数表结果可知，本次农渔业区7个调查站位海洋生物质量超标率为0，没有出现超标现象。

表 5.3-85 春季海洋生物监测站位各要素标准指数

站位	种类	品种	石油烃	汞	镉	铅	砷	铜	锌
----	----	----	-----	---	---	---	---	---	---

S3	鱼类	丽叶鲮	0.116	0.071	0.042	0.010	/	0.062	0.532
S3	甲壳类	杜氏赤虾	0.274	0.062	0.007	0.028	/	0.029	0.078
S4	鱼类	黑鲷	0.345	0.454	0.008	/	/	0.024	0.219
S4	甲壳类	宽突赤虾	0.427	0.064	0.006	0.015	/	0.029	0.072
S7	鱼类	鳗鲡	0.268	0.128	0.020	0.019	/	0.144	0.264
S7	甲壳类	杜氏赤虾	0.579	0.067	0.005	0.019	/	0.031	0.064
S9	鱼类	丽叶鲮	0.369	0.099	0.103	/	/	0.063	0.585
S9	甲壳类	杜氏赤虾	0.322	0.066	0.006	0.025	/	0.033	0.062
S11	鱼类	丽叶鲮	0.192	0.088	0.036	0.006	/	0.052	0.476
S11	甲壳类	杜氏赤虾	0.342	0.060	0.005	0.025	/	0.052	0.076
S13	鱼类	丽叶鲮	0.094	0.115	0.039	/	/	0.044	0.624
S13	甲壳类	杜氏赤虾	0.279	0.072	0.005	0.019	/	0.048	0.083
S19	鱼类	短吻蝠	0.275	0.162	0.020	0.050	/	0.036	0.543
S19	甲壳类	杜氏赤虾	0.456	0.066	0.004	0.017	/	0.040	0.065
超标率%			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：①“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。

5.3.6 环境空气质量现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO和O₃等六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。根据国家或地方生态环境主管部门公开发布的城市环境空气质量达标情况，判断项目所在区域是否属于达标区。

本项目大气环境评价收集了《湛江市生态环境质量年报简报(2024年)》中的数据对比，详见表5.3-86所示。

表5.3-86 湛江市的环境空气质量状况一览表

污染物	年评价指标	二级标准 值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2024 年		
			现状浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率 %	达标 情况
SO ₂	年平均质量浓度	60	9	15.0	达标
NO ₂	年平均质量浓度	40	12	30.0	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	70	33	47.1	达标

PM _{2.5}	年平均质量浓度	35	21	60.0	达标
CO	第95百分位数日平均质量浓度	4mg/m ³	0.8	20.0	达标
臭氧	第90百分位数8h平均质量浓度	160	134	83.8	达标

根据上表可知，2024年湛江市的六项污染物全部达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准限值要求，由此判定2024年湛江市均属于环境空气质量达标区。

5.3.7 声环境质量现状调查与评价

湛江市市区共有198个区域环境声监测点位，2024年开展昼间及夜间区域环境噪声监测（夜间区域环境噪声每5年开展1次监测）。2024年，市区昼间区域环境噪声等效声级为54.7dB(A)，符合《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》(HJ640-2012)中城市区域环境噪声总体水平等级划分中昼间二级标准，声环境质量处于“较好”级别。与上年相比，昼间等效声级上升了0.3dB(A)，区域声环境质量状况变化不大。

区域环境噪声夜间监测每五年1次，在每个五年规划的第三年监测，由于2023年已开展夜间监测，故2024年不再开展。

3、道路交通噪声

湛江市市区共有82个道路交通噪声监测点位，2024年开展昼间及夜间道路交通噪声监测（夜间道路交通噪声每5年开展1次监测）。2024年，市区昼间道路交通噪声等效声级为68.7dB(A)，符合《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》(HJ640-2012)中道路交通噪声强度等级划分中昼间二级标准，声环境质量处于“较好”级别。与上年相比，昼间等效声级下降了0.8dB(A)，昼间道路交通噪声质量状况变化不大。

道路交通噪声夜间监测每五年1次，在每个五年规划的第三年监测，由于2023年已开展夜间监测，故2024年不再开展。

第6章环境影响预测与评价

6.1 水文动力环境影响预测与评价

6.1.1 水动力模型介绍

根据《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T 231-2021)的要求,建立工程海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散,得到离散方程组,从而得出流速、流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出,采用活动边界技术,以保证计算的精度和连续性。

控制方程:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (6.1-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + f_v + \tau_{ux} \quad (6.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - f_u + \tau_{vy} \quad (6.1-3)$$

式中: A_h 水平方向扩散系数, η 为平均海面起算的海面高度, u 、 v 为垂向平均流的东、北分量, $H = \eta + h$ 总水深, h 为平均海面起算的水深, f 为体现地球自转效应的科氏参数, R_b 为海底摩擦系数, g 为重力加速度,

τ_{ux} 、 τ_{vy} 为风对自由水面的剪切力在 X、Y 方向的分量;

$$\tau_{ux} = f_z \rho_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}, \quad \tau_{vy} = f_z \rho_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}$$

f_z 为风阻力系数; ρ_a 为空气密度, u_w 、 v_w 风速在 X、Y 方向的分量。

边界条件:

在本研究采用的数值模式中,需给定两种边界条件,即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件,可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案,计算域外海开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加,分潮振幅(H)和专用迟角(δ)只与地点有关,称为潮汐调和常数。从理论上讲,分潮的数目很多,但大部分影响不大,一般以 M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 分潮最大,本次潮流水动力模拟选取 8 个主要分潮做为外海开边界,各分潮的振幅和迟

角根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供,并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。

所谓闭边界条件即水陆交界条件,计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有:

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma_1} = \zeta^*(x, y, t) \quad (6.1-4)$$

或

$$\left. \begin{aligned} u(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= u^*(x, y, t) \\ v(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= v^*(x, y, t) \end{aligned} \right\} \quad (6.1-5)$$

计算水域与陆地交界的固边界上有:

$$\bar{U} \cdot \bar{n}|_{\Gamma_2} = 0 \quad (6.1-6)$$

式中: $\bar{n}$ 为固边界法向; $\zeta^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 和 $v^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)。式(6.1-6)中的 $\bar{U}$ 为流速矢量 ($|\bar{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$), 其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

初始条件:

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t)|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (6.1-7)$$

式中: $\zeta_0(x, y, t_0)$ 、 $u_0(x, y, t_0)$ 和 $v_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

活动边界处理:

本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界,在岸边界处,将邻近计算点的水位等值外推,根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系,当水深 $h \leq 0$ 时,潮滩露出,当水深 $h > 0$ 时,潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出,那么将此格点从有效计算域中去掉,同时,对流速做瞬时垂直壁处理,将与此水位点相邻的流速点设置为零流速;如果某个水位点判断为淹没,则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义,选取一个最小水深 $h_{\min}$ 作为判断值,若 $h \leq h_{\min}$,则认为格点干出。

6.1.2 模型建立

从满足工程研究需要出发, 选定计算域包括: 西边界到至 $108^{\circ} 49'$ 经度线, 东边界至 $111^{\circ} 46'$ 经度线, 北至 $21^{\circ} 43'$ 纬度线, 南至 $19^{\circ} 41'$ 纬度线。本模型采用三角形网格剖分计算域, 三角形网格节点数为 23712 个, 三角形个数为 42675 个, 相邻网格节点最大间距为 4500m, 分布在外海开边界处; 工程区域最小间距为 60m, 分布在工程区附近; 计算时间步长为 20s, 大范围模型网格剖分见图 3.2-1, 工程区域剖分网格见图 3.2-2。

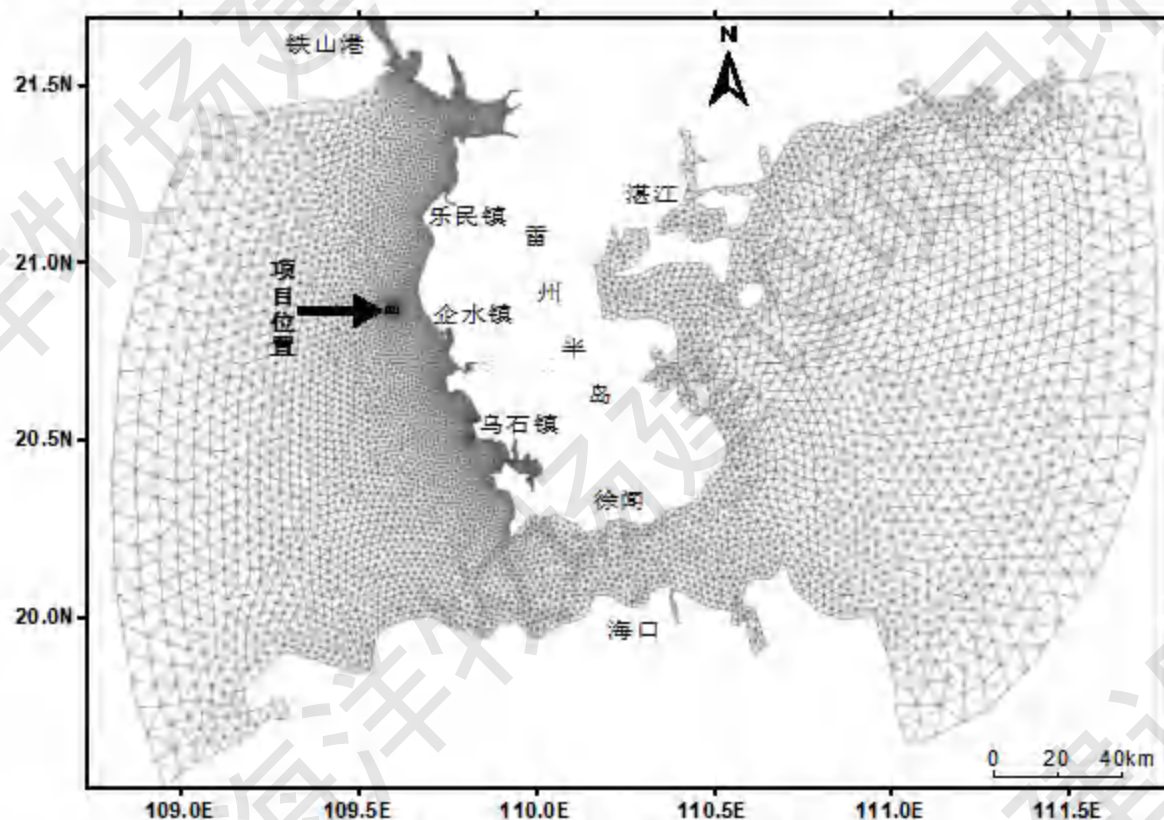


图 6.1.2-1 大范围模型计算网格

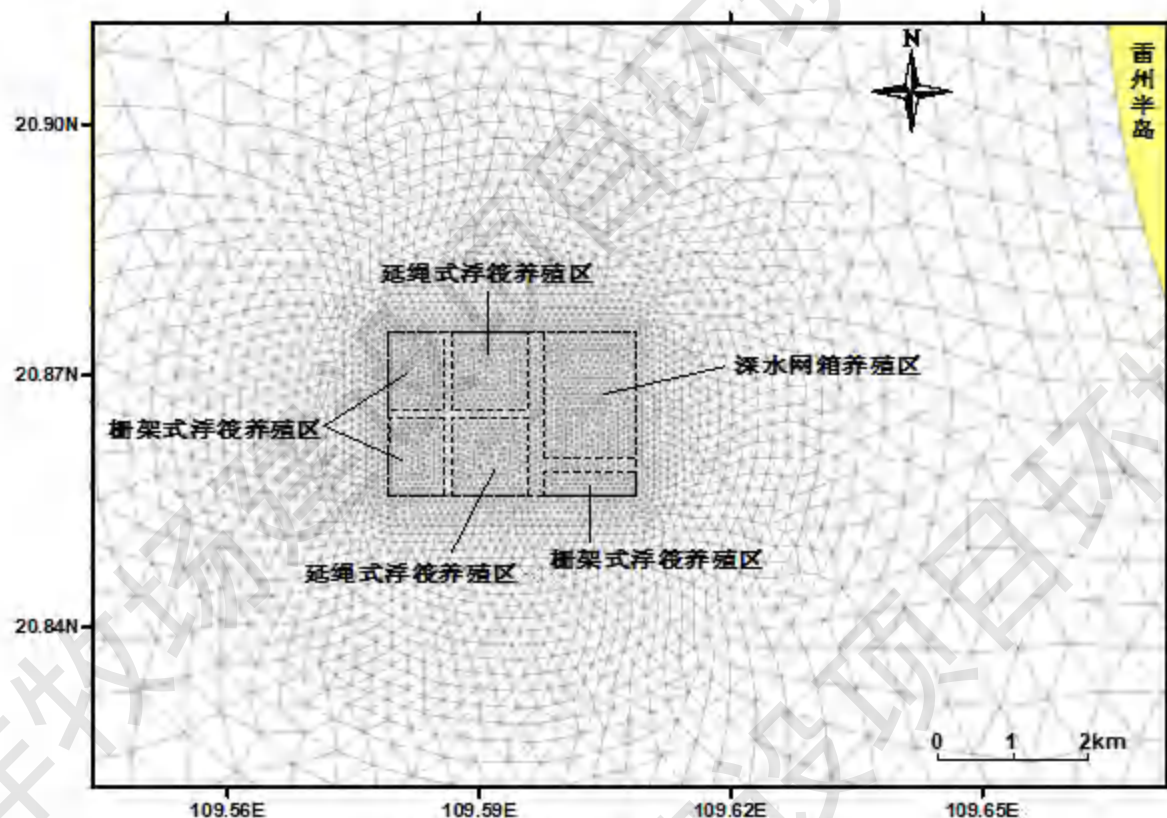


图 6.1.2-2 工程区域小范围网格剖分

大范围计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定：2021 年 1:60000 琼州海峡西半部（图号 15819）；2021 年 1:60000 琼州海峡东半部（图号 15799）；2022 年 1:20000 海口湾（图号 15831）；2021 年 1:150000 琼州海峡（图号 15770）；2021 年 1:120000 大放鸡至硃洲岛（图号 15710）；2021 年 1:25000 铺前湾（图号 15821），2022 年 1:150000 海康港至北海港（图号 91001，海事局发行）。项目附近区域的水深见图 6.1.2-3。

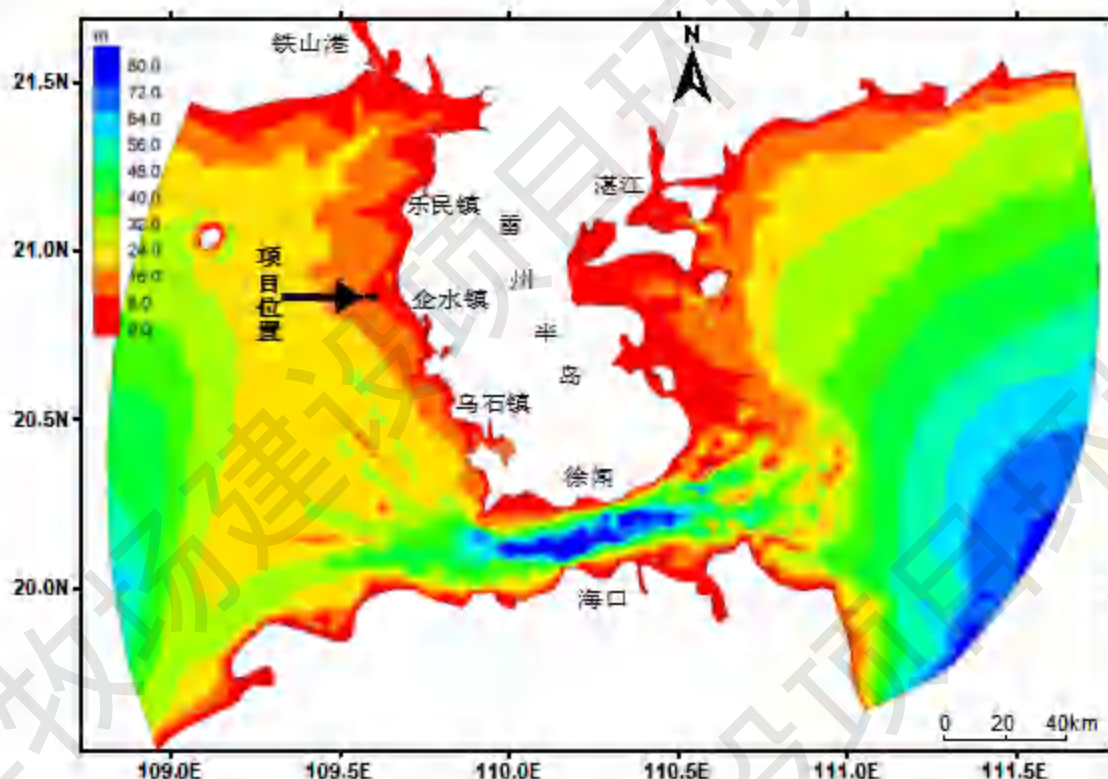


图 6.1.2-3 工程区域计算水深

6.1.3 模型结果验证

模型的验证有两部分,包括 2024 年 4 月 18 日~20 日在项目附近海域开展的 6 个潮流站点 (S1、S2、S3、S4、S5、S6) 和两个潮位站 (S1 和 S4 站) 的潮流观测成果与计算结果比较,调查站位见图 6.1.3-1,绘制潮位验证曲线图 6.1.3-2,流向、流速验证曲线图 6.1.3-3~图 6.1.3-8。实测流速流向为表、中、底三层或者表、底两层,比较时采用垂向平均流速、流向资料。

从验证结果可以看出,模拟计算潮位与实测潮位的绝对平均误差为 8.5cm,模拟计算流速流向与实测值的趋势大体一致,流速、流向模拟以最大流速时拟合较好,转流时刻拟合相对较差。总体来说,模型对于工程水域具有重现能力,能够反映工程区域的水动力特征。

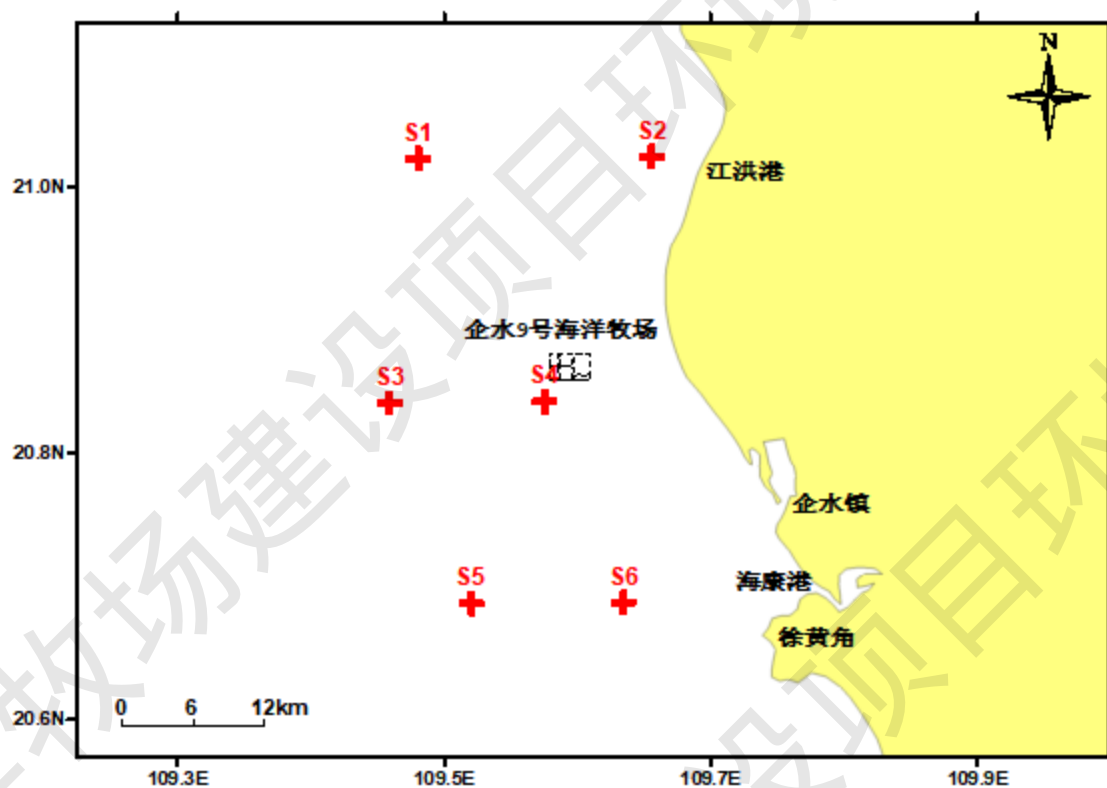


图 6.1.3-1 水文调查站位示意图

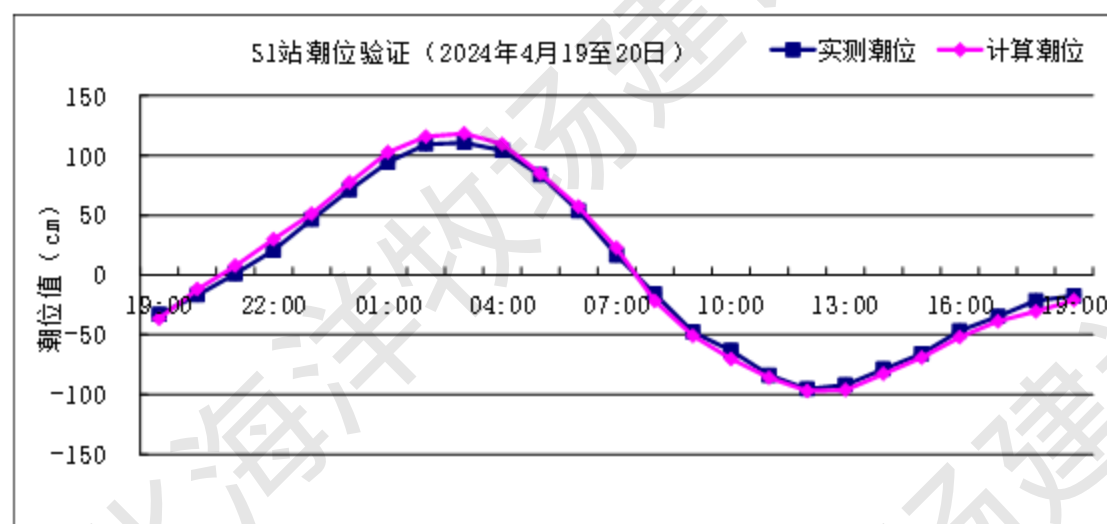


图 6.1.3-2a S1 站潮位验证曲线

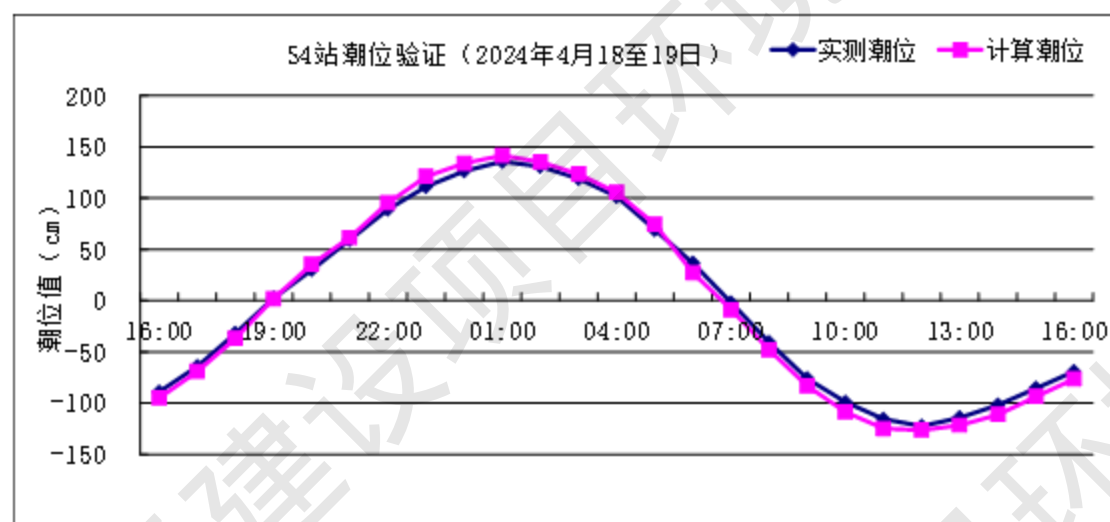


图 6.1.3-2b S4 站潮位验证曲线

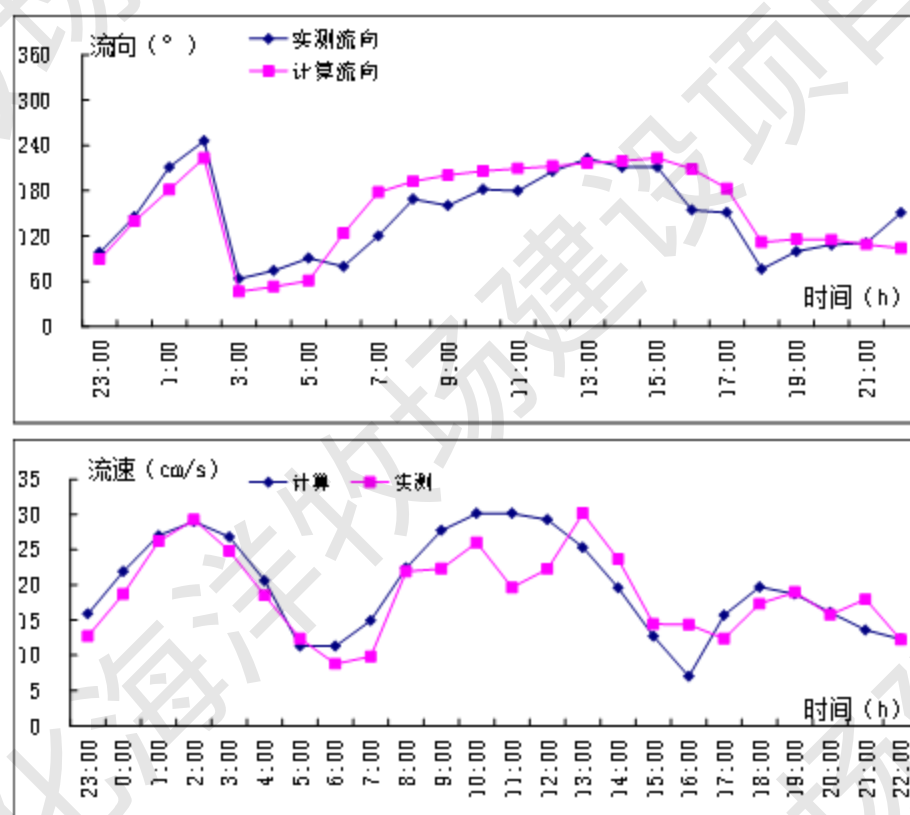


图 6.1.3-3 S1 站流速流向验证曲线 (2024 年 4 月 19-20 日)

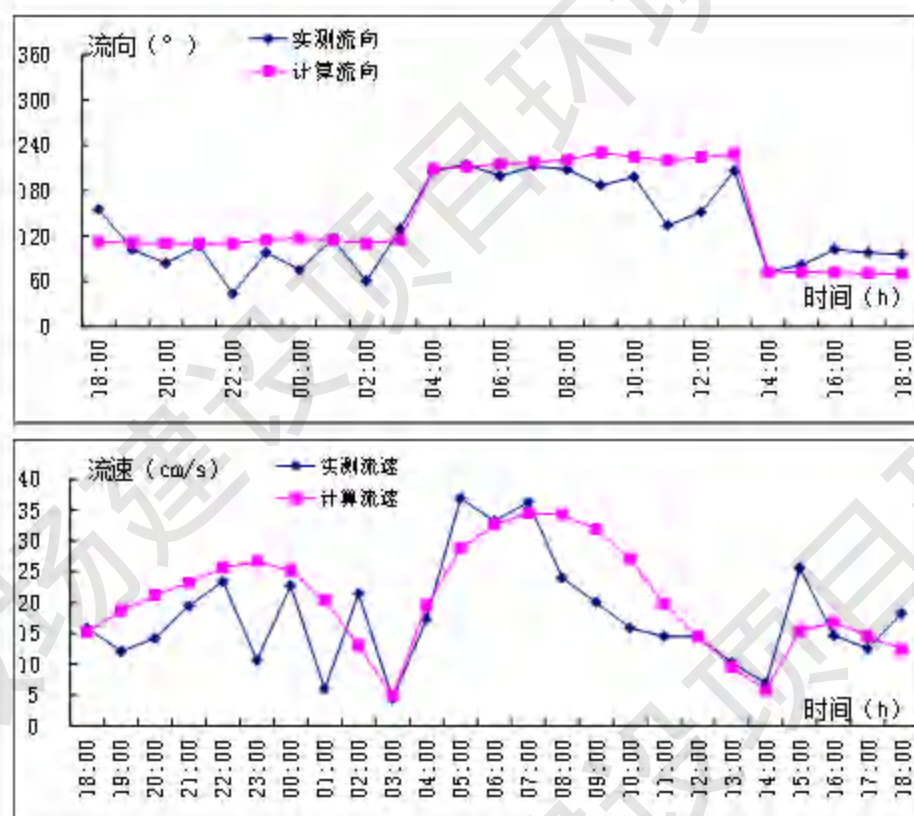


图 6.13-4 S2 站流速流向验证曲线 (2024 年 4 月 19-20 日)

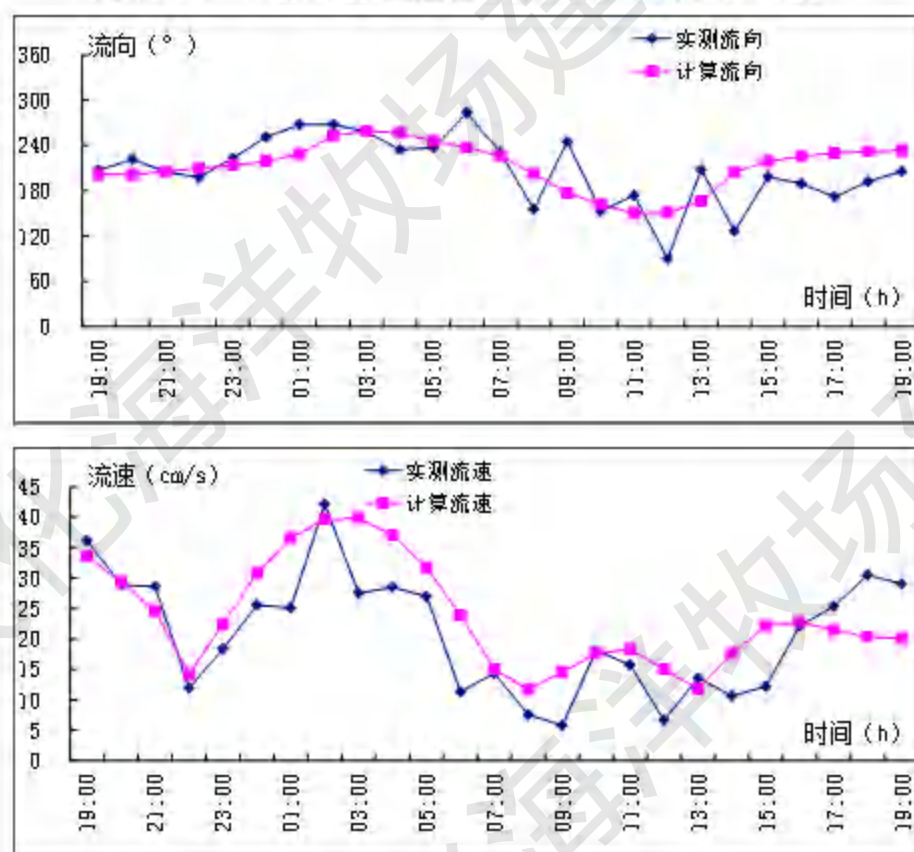


图 6.13-5 S3 站流速流向验证曲线 (2024 年 4 月 19-20 日)

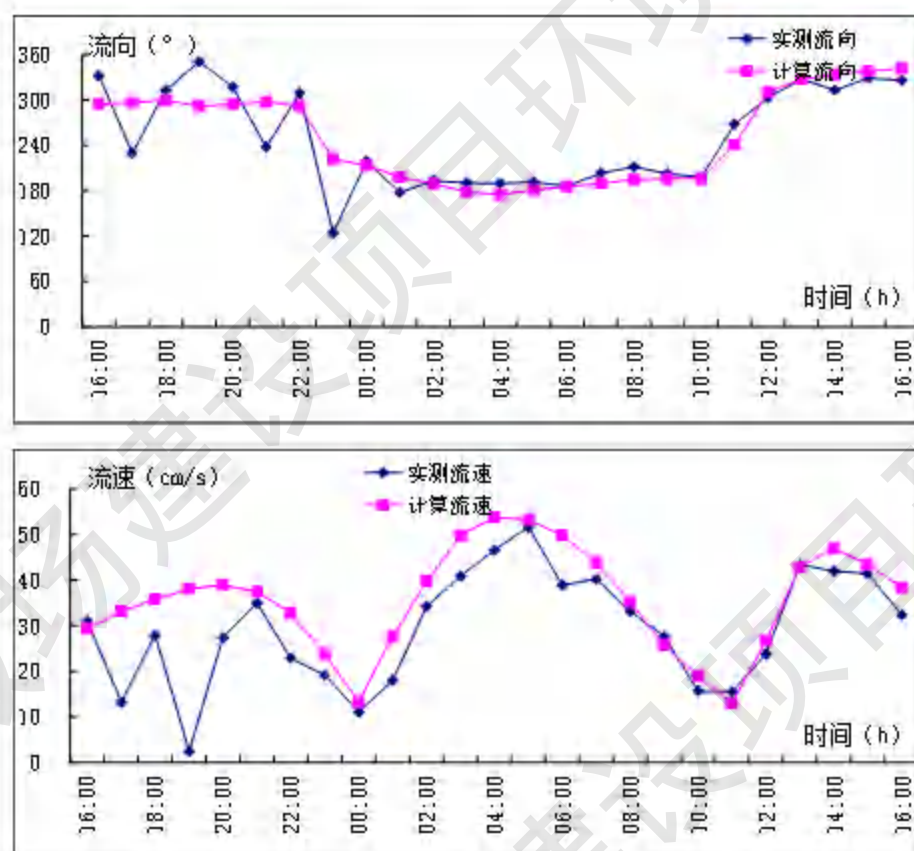


图 6.1.3-6 S4 站流速流向验证曲线 (2024 年 4 月 18-19 日)

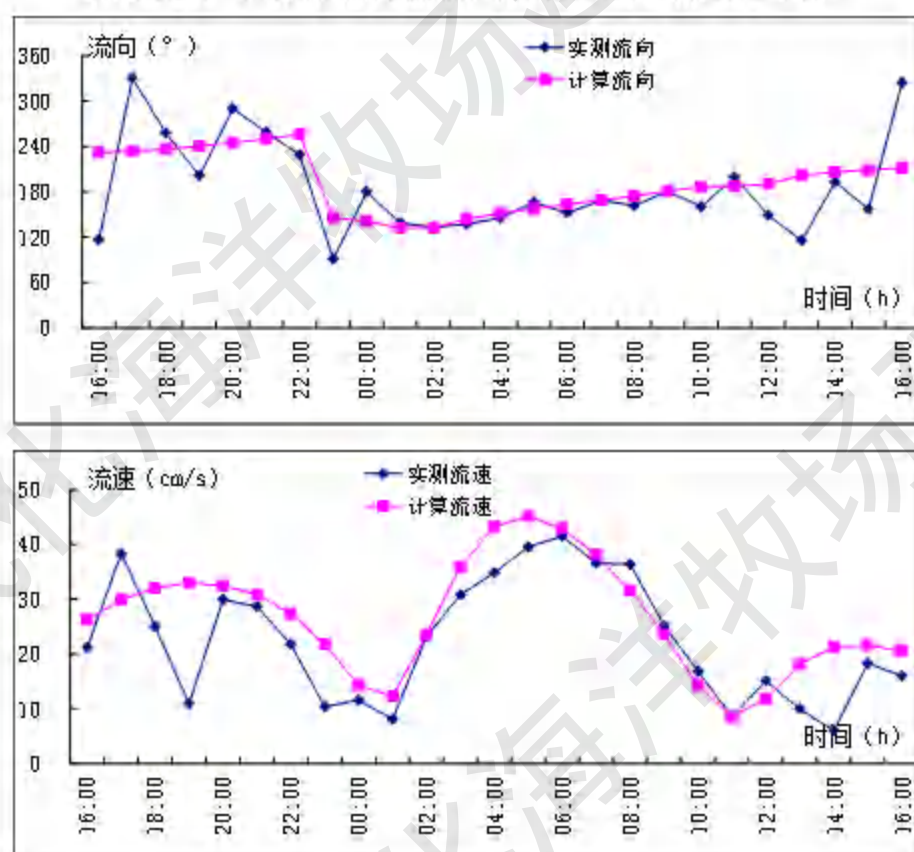


图 6.1.3-7 S5 站流速流向验证曲线 (2024 年 4 月 18-19 日)

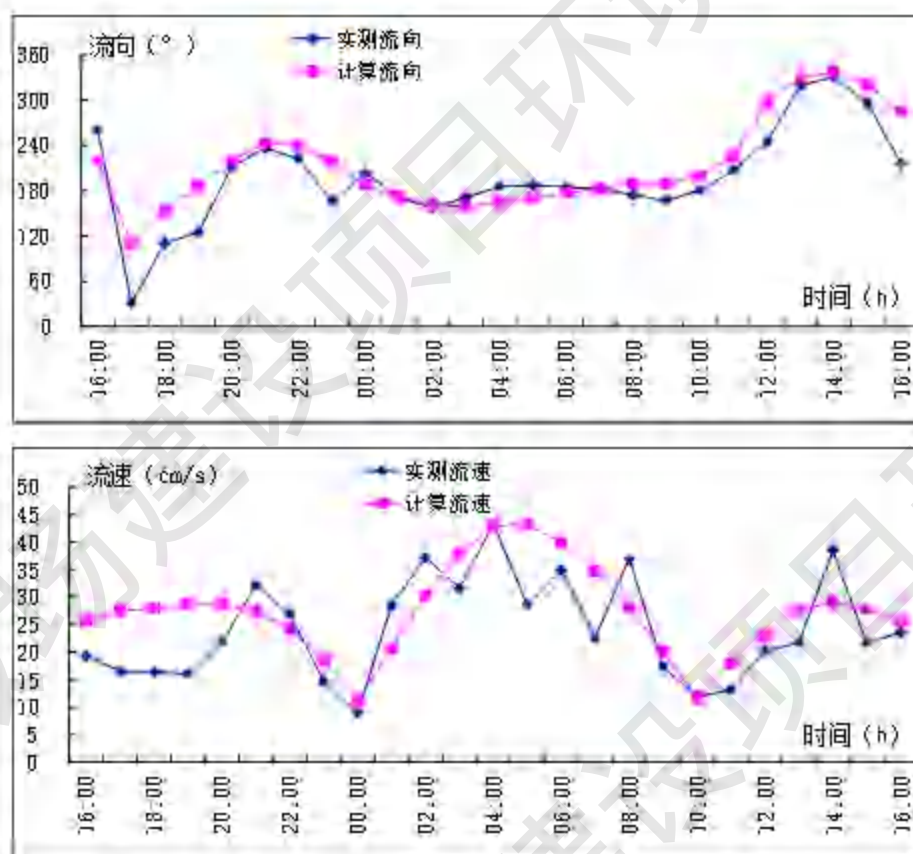


图 6.13-8 S6 站流速流向验证曲线 (2024 年 4 月 18-19 日)

6.1.4 工程前后潮流结果分析

本建设内容为重力式网箱养殖、延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖。筏式吊养为典型的柔性多自由度海上结构物，每个养殖单元之间设置横向间距为 50m、纵向间距为 30m，每个养殖单体之间预留 6m 宽的行船采摘通道，总体而言项目筏架和浮球对周边海域海流的阻力影响较小，造成的水动力环境影响较小。相比浮球和棚架式浮筏养殖，深水网箱网衣具有小尺度、高柔性的特点，在外力作用下网衣会产生大位移与变形，并改变养殖装备周围的潮流场。本报告在区域流场影响分析主要考虑重力式深水网箱网衣对水动力潮流场的影响。本报告模拟项目拟布置 54 个重力式深水网箱。

由本海区的实测水文资料分析可知，受地形边界条件的控制，本区域的潮流性质为不规则全日潮，即本海区的潮流主要受来自北部湾的全日潮的控制，但来自琼州海峡东口的半日潮的影响同样不可忽视，如本次实测水文资料的潮流流速即体现了半日潮特征。本报告给出大潮期一个潮周期内两个特征时刻的流场图，大范围的潮流场图见图 6.1.4-1 所示，数值模拟结果显示：

(1) 大潮期, 本海区的潮流具有较明显的往复流性质; 涨潮流以北向流为主, 落潮流以南向流为主; 转流持续时间较短, 大约为 1 个小时。开阔海区的落急最大流速可达到 50cm/s 左右, 而涨急最大流速一般在 45cm/s 左右, 落潮流一般大于涨潮流, 表现出一定的落潮优势。

(2) 本海区的潮流受到来自琼州海峡东口的半日潮和来自北部湾的全日潮的共同作用, 其中以来自北部湾的全日潮起主导作用。

(3) 从工程前后的流速改变图可以看出, 工程后网箱对水流产生一定的阻挡作用, 涨急流速最大减小幅度约为 8cm/s , 落急流速最大减小幅度约为 10cm/s 。网箱两侧的水动力略有增强, 涨急流速最大增加幅度为 3cm/s , 落急流速最大增加幅度为 5cm/s , 流速改变幅度大于 2cm/s 的范围与养殖区的最远距离约 1.6km 。

从水动力改变的幅度和范围来看, 本项目对水动力的影响只局限在养殖区的小范围内。

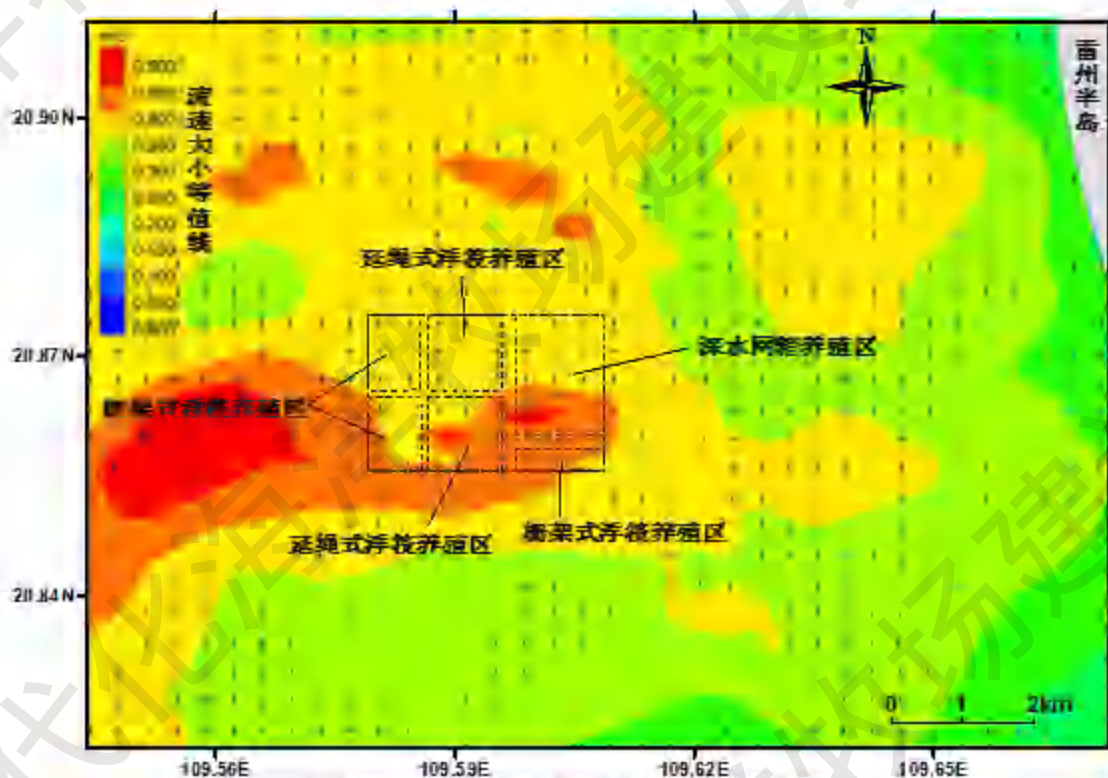


图 6.1.4-1a 现状项目附近海区涨急流场图

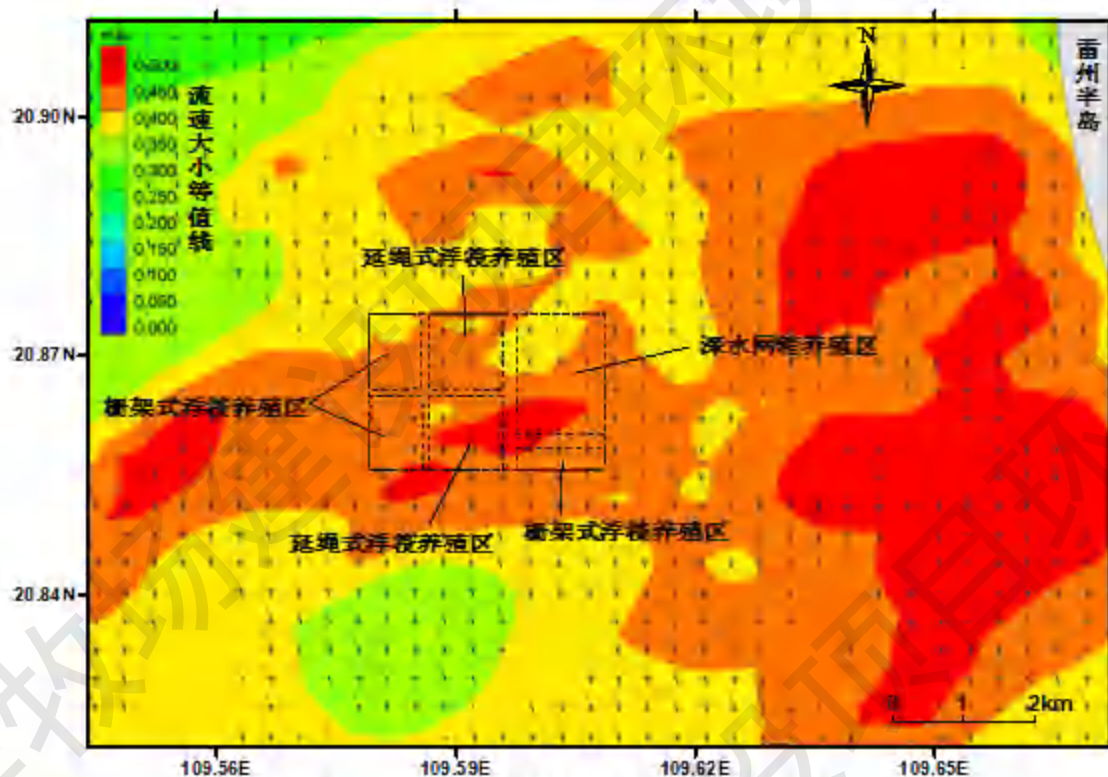


图 6.1.4-1b 现状项目附近海区落急流场图

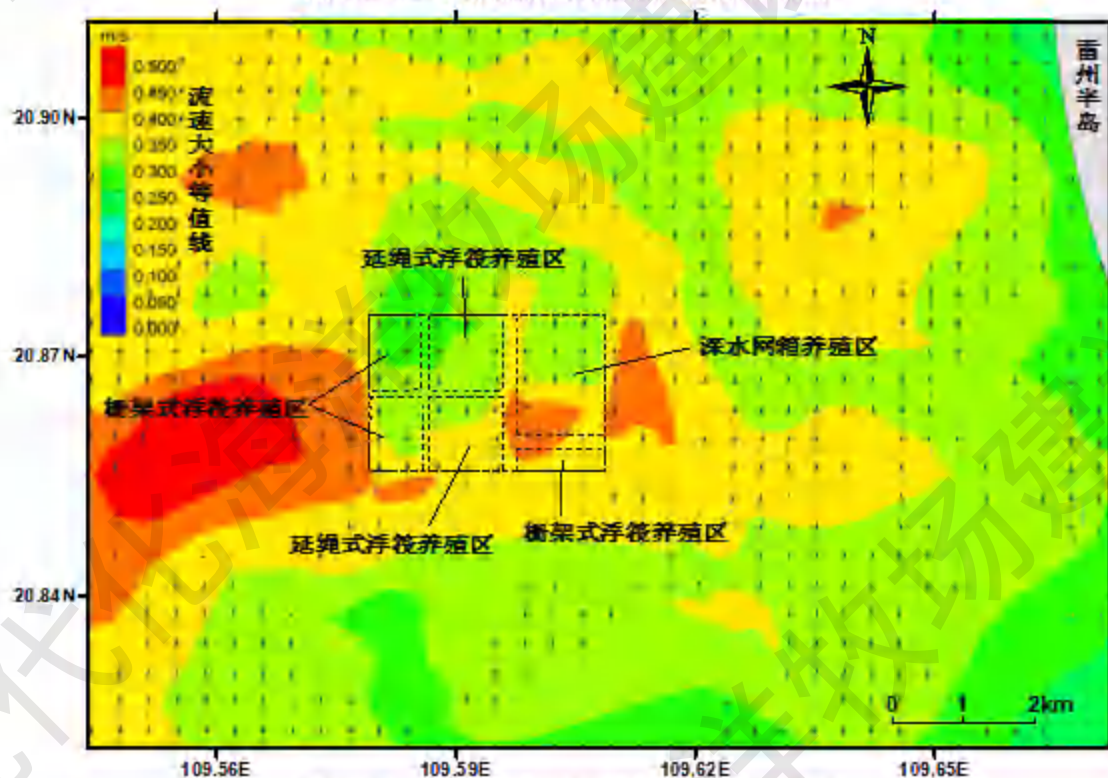


图 6.1.4-2a 工程后项目附近海区涨急流场图

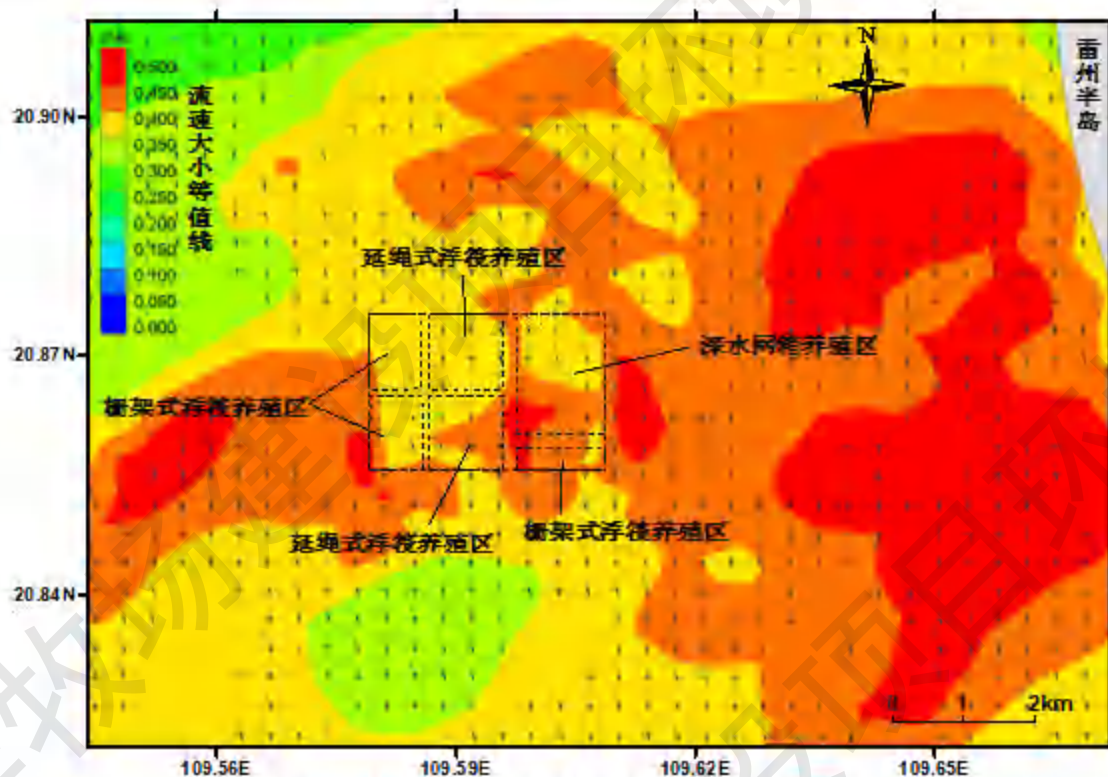


图 6.1.4-21b 工程后项目附近海区落急流场图

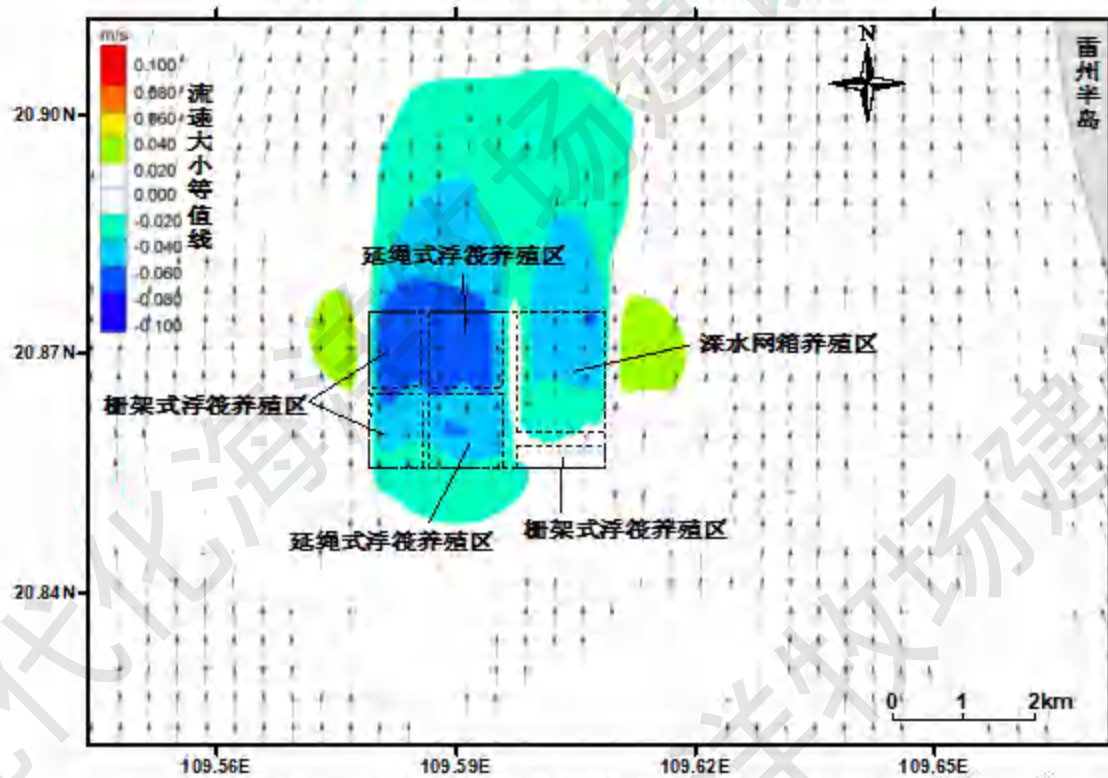


图 6.1.4-3a 工程前后项目附近海区涨急流速大小改变图

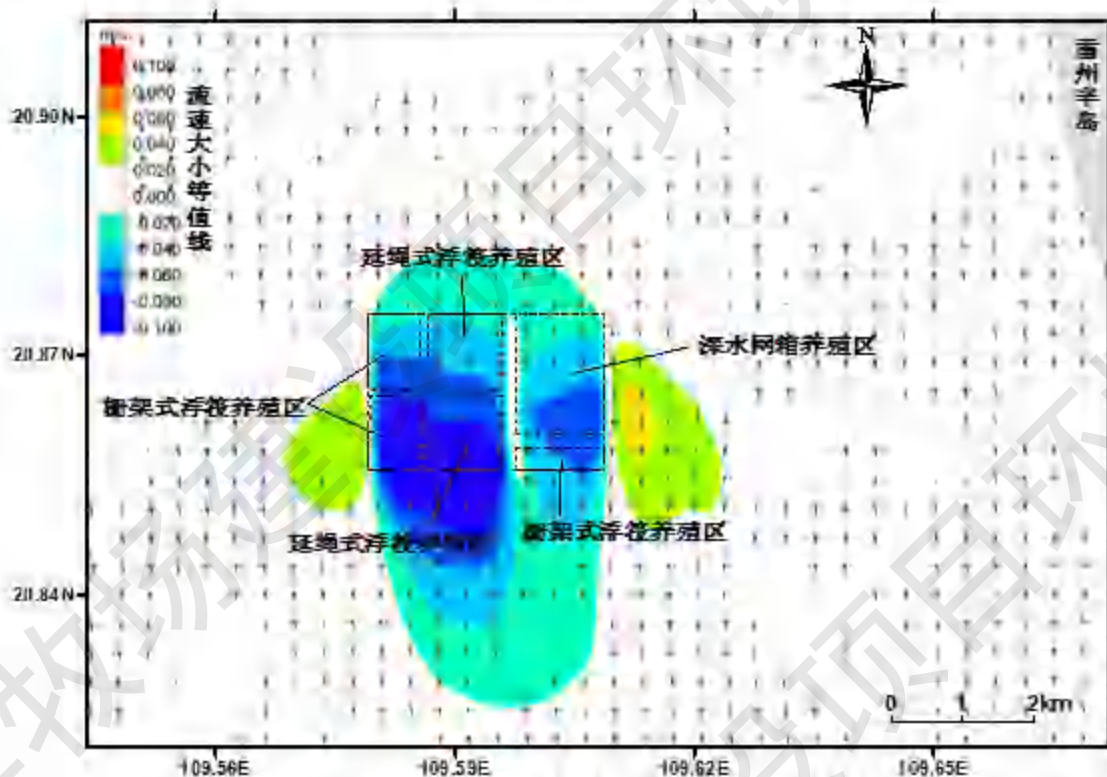


图 6.1.4-3b 工程前后项目附近海区落急流速大小改变图

6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，项目不涉及到海岸线的占用，也不会形成新的岸线，项目养殖区位于广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域，离岸距离约 7000m，项目开放性养殖不会影响海岸线的冲淤变化。项目重力式深水网箱养殖、延绳式浮筏养殖及栅架式浮筏养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。

本项目施工时，筏架和深水网箱抛锚会与海床接触产生悬浮泥沙，泥沙冲淤的影响可能主要体现在铁锚和水泥锚周围，且锚块与海底接触面积总体较小，因此对周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

6.3 海洋水质环境影响预测与评价

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。

二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

式中： D_x 、 D_y 为x、y方向的扩散系数；c为污染物浓度；F为衰减系数，模型中取F=0；s为污染物源强， $s=QSCS$ ，式中QS为排放量，CS为浓度。

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：入流 $C|_{\Gamma} = P_0$ ，式中 Γ 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 $\frac{\partial C}{\partial n} - U_n \cdot \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ ，式中 U_n 为边界法向流速，n为法向。

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

初始条件：

本项目施工期、营运期产生污染物，施工期产生的悬浮泥沙和运营期养殖污染物增加，均可能会对海水水质环境带来一定影响。

6.3.1 施工期对海洋水质环境影响预测与评价

6.3.1.1 二维潮流泥沙输运方程

● 悬浮物扩散数学模式

项目施工不涉及土石方作业，无外来沉积物混入，筏架和深水网箱抛锚产生悬浮泥沙，但是作用和影响时间短。筏架铁锚占用海底面积较小，引起的悬浮泥沙可忽略不计，本项目施工产生的悬浮泥沙主要考虑深水网箱水泥锚施工过程中产生的悬浮泥沙，水泥锚产生的悬浮泥沙影响范围主要集中在养殖用海区，对周边海区水质影响较小，加上项目施工时间短，悬浮泥沙随施工结束而消失。

根据《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T 231-2021)及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s / H + Q_s / H \quad (6.3-1)$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1-R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{g D_{50}}$$

S 为垂直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底施工产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度(取表层沉积物干密度为 1.68g/cm^3)； ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm^3)； γ 为海水分子运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$)； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率($0 \leq R \leq 1$)； D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho f_b U U \quad (6.3-2)$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时,水中泥沙处于落淤状态,则：

$$F_s = \alpha \omega S (1 - \frac{\tau}{\tau_d}) \quad (6.3-3)$$

当 $\tau_d < \tau < \tau_c$ 时,海底处于不冲不淤状态,则：

$$F_s = 0 \quad (6.3-4)$$

当 $\tau \geq \tau_c$ 时,海底泥沙处于起动状态,则：

$$F_s = -M (\frac{\tau}{\tau_c} - 1) \quad (6.3-5)$$

以上各式中： U 为平均流速；

ω 为泥沙沉降速度；

S 为水体含沙量；

α 为沉降几率；

τ_d 为临界淤积切应力；

τ_c 为临界冲刷切应力；

M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞瑾(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega = \sqrt{(13.95 \frac{v}{d_s})^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{v}{d_s} \quad (6.3-6)$$

其中, γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重; d_s 为悬浮泥沙的中值粒径; v 为黏滞系数。
关于临界淤积切应力 τ_d , 这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式:

$$\tau_d = \rho f_b U_c U_c \quad (6.3-7)$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma'_0} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + g h \delta (\delta / d_s)^{1/2}}{d_s}} \quad (6.3-8)$$

式中: $k=0.32$;

$d_* = 10$;

$\varepsilon_0 = 1.75 \text{ cm}^3 / \text{s}$, 为综合泥沙粘结力, 一般泥沙取该值;

$\delta = 2.31 \times 10^{-5} \text{ cm}$, 是薄膜水厚度参数;

γ_0 为海底泥沙干容重;

γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重;

h 为水深;

ρ_s 为泥沙密度;

$$d' = \begin{cases} 0.5 \text{ mm} & \text{当 } d \leq 0.5 \text{ mm 时} \\ d & \text{当 } 0.5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm 时} \\ 10 \text{ mm} & \text{当 } d \geq 10 \text{ mm 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0 \text{ mm} & \text{当 } d \leq 0.5 \text{ mm 时} \\ 2d & \text{当 } 0.5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10 \text{ mm 时} \end{cases}$$

(1) 定解条件

1) 初始条件

$$S(x, y, t)|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0) \quad (6.3-9)$$

式中: $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

2) 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有:

$$S(x, y, t)|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时}) \quad (6.3-10)$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时}) \quad (6.3-11)$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有:

$$\frac{\partial S}{\partial n} = 0 \quad (6.3-12)$$

式中: $S^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值), $\vec{n}$ 为陆地边界的单位法向量, 式(6.3-12)的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

(2) 数值方法

将一个时间步长分为两个半步长, 在每个半时间步长内, 依下述求解过程计算潮位及 x, y 方向流速。离散差分方程如下:

前半步长:

$$As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1 \quad (6.3-13)$$

后半步长:

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2 \quad (6.3-14)$$

上式中 $As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds1, Ds2$ 为已知系数。

6.3.1.2 施工期悬浮泥沙(SS)影响分析

本项目在施工中产生悬浮物的过程主要有重力式网箱锚碇施工和筏式养殖锚碇施工。

根据源强章节的计算, 重力式网箱锚碇施工产生的悬浮物源强为 0.17kg/s , 浮筏式养殖锚碇施工产生的悬浮物源强为 0.012kg/s 。

施工期悬沙扩散计算工况:

工况 1: 重力式网箱锚碇施工 120 个源点叠加, 单个源点的源强为 0.17kg/s ;

工况 2: 浮筏式养殖锚碇施工 16 个代表源点叠加, 单个源点的源强为 0.012kg/s 。

悬浮物扩散计算方法为单个源点单独计算, 再统计整个模拟计算时段内所有源点引起的每个网格点上出现的最大浓度, 即得到包络浓度和包络范围。模拟计算时长为 8 天, 包含完整的大中小潮全潮过程。

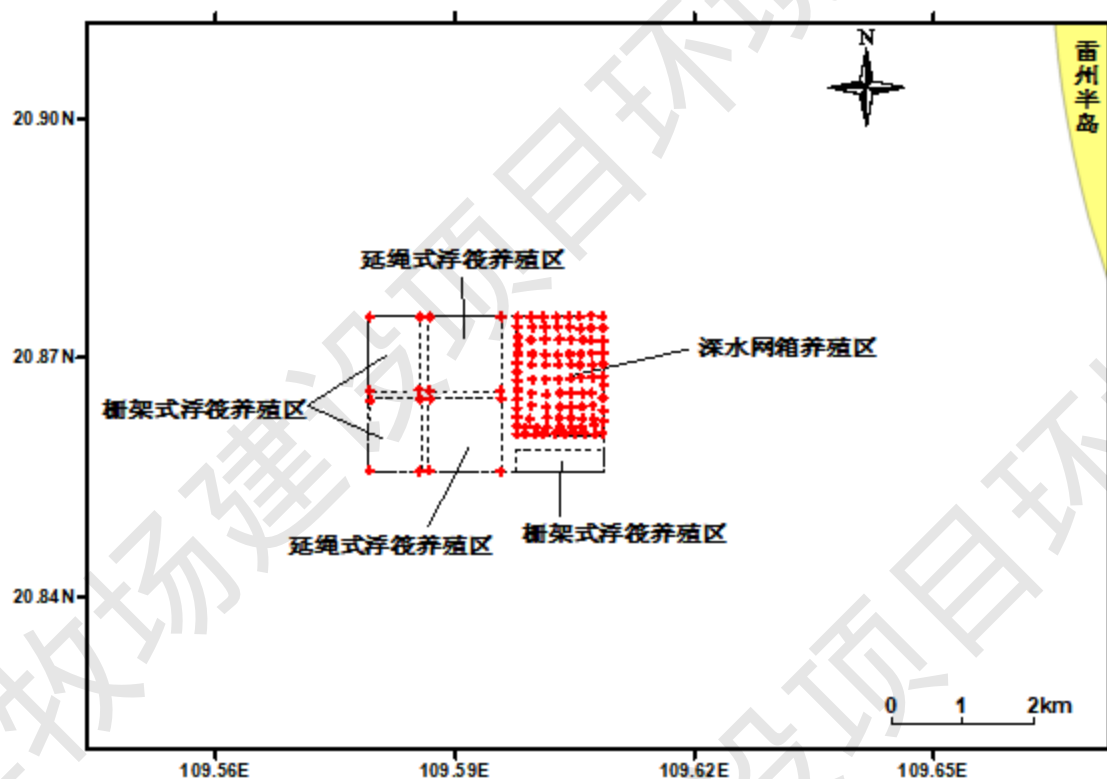


图 6.3.1-1 施工期悬浮泥沙源点位置示意图

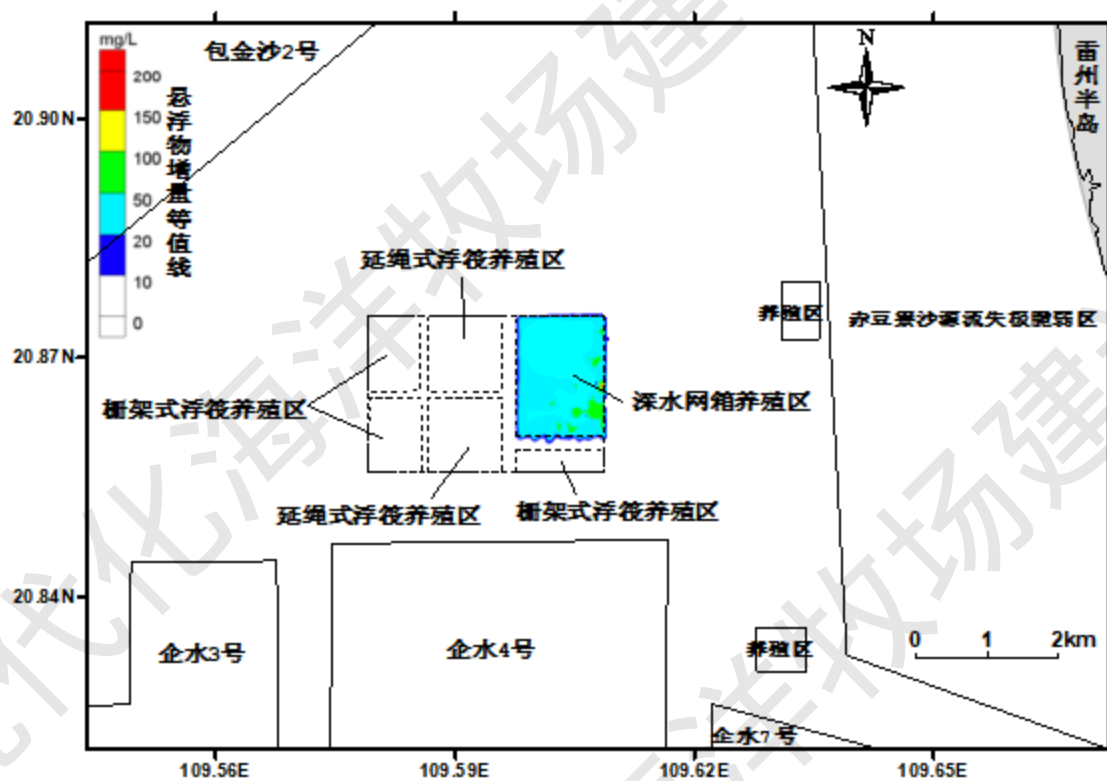


图 6.3.1-2A 工况 1, 深水网箱锚碇施工悬浮物扩散包络范围

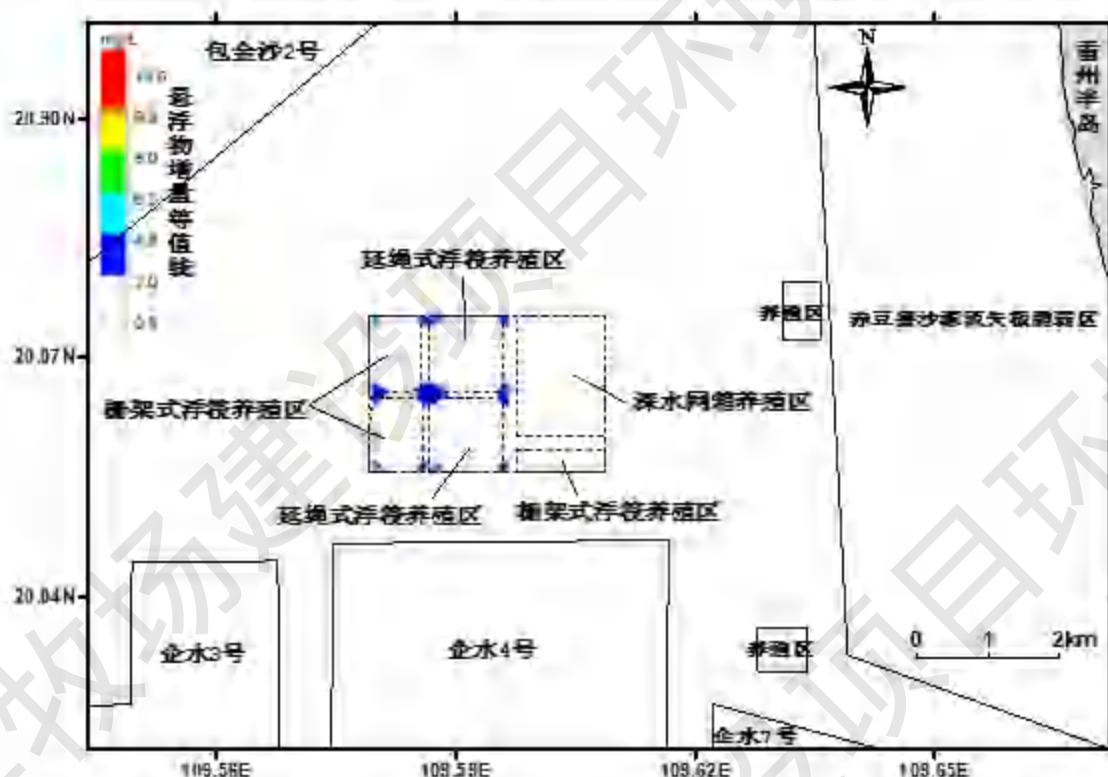


图 6.3.1-2B 工况 2，筏式网箱锚碇施工悬浮物扩散包络范围

图 6.3.1-2 是大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流方向相同，由于本项目施工过程的悬沙扩散源强较小，其悬沙扩散在二维平面上表现扩散面积较小。悬沙的扩散范围主要是顺着水流方向在源点周边的小范围内扩散。

由悬浮物扩散图可知，工况 1 即深水网箱施工过程产生的悬浮物浓度增量最大值为 55.2mg/L ；工况 2 即筏式养殖锚碇施工过程产生的悬浮物浓度增量最大值只有 3.6mg/L ，小于 10mg/L ，即工况 2 施工对海水环境的影响几乎可以忽略。因此只统计了工况 1 施工过程中产生的悬浮物增量扩散面积。

悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表 6.3.1-1。

表 6.3.1-1 施工期悬浮泥沙 (SS) 增量包络面积 (km^2)

浓度 工况	>10mg/L (超 I、II 类水质)	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L (超 III 类水质)	>150mg/L (超 IV 类水质)
工况 1	2.2978	1.9540	0.1112	0.000	0.000

工况 1：深水网箱锚碇施工过程中（120 个源点）产生的悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L 、大于 50mg/L 、大于 100mg/L （超 III 类海水水

质) > 150mg/L (超 IV 类海水水质) 的海域面积最大值分别为 2.2978km²、1.9540km²、0.1112km²、0.01km²、0.01km²。

需要指出的是, 上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的, 施工过程中悬浮泥沙对海水水质的影响, 时间是短暂的, 这种影响一旦施工完毕, 在较短的时间内 (2 个小时以内) 也就结束。

6.3.2 营运期对海洋水质环境影响预测与评价

本项目运营期共配备有养殖辅助船及管理船等进行运输和巡逻等日常管理。项目工作船舶应设临时污水储存柜, 在工作船舶上的工作人员产生的污水、生活垃圾等集中收集上岸, 船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水配备专门的容器集中收集, 定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后, 交由有处理能力单位接收处置, 交由有处理能力单位清运处理, 不直接排放入海, 生活垃圾等固废打包交由环卫部门处置; 船舶含油废水将集中收集后, 交由有资质的单位处理。采取相应的环保措施后, 本项目工作船舶和工作人员产生的污染物对养殖区及周边海域水环境造成的影响很小。

本项目浮球、筏式养殖主要养殖牡蛎及扇贝, 牡蛎及扇贝无需投喂任何人工饵料, 以水生微生物和鱼类排泄物为饵料, 可以对海区的自然环境起到净化水质的作用。本项目位于开阔的近海水域, 水体交换条件好, 水流流速平稳, 项目贝类养殖密度适中。贝类养殖对海洋水质环境的影响很小, 仅为贝类在生长过程中分泌排泄的少量 COD 的污染, 在科学合理的养殖情况下对水域水质的影响也大大降低。

本报告的预测中, 海洋环境影响主要考虑本项目附近水域的水质变化情况。

排放方式: 连续排放。

预测因子: 水环境影响预测因子为养殖产生的 COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐。

衰减系数: 从偏保守的角度进行预测, 即衰减系数为零。

预测源强: 根据工程各阶段污染源强计算结果, 本项目网箱养殖排污的总源强为无机氮 0.107g/s, 活性磷酸盐 0.024g/s, COD_{Mn} 0.890g/s, 本次模拟以每个网箱做为一个模拟源点, 将网箱养殖排污总源强转化成每口网箱的污染物排放源强即得到: COD_{Mn} 源强为 0.000016kg/s, 无机氮源强为 0.0000019kg/s, 活性磷酸盐源强为 0.00000042kg/s。

根据延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖污染物总量的计算结果, 本项目浮球、筏架式养殖排污总量为: COD337.15t/a、氨氮11.56t/a、总磷67.32t/a、总氮13.07t/a。浮筏养殖区以每公顷做为一个模拟源点, 将排污总量转化成每公顷的源强即得到: COD_{Mn}源强

为0.0000154kg/s, 无机氮源强为0.00000186kg/s, 活性磷酸盐源强为0.00000042kg/s。

可以看出, 浮筏养殖的源强和网箱养殖的源强基本相同。

环境背景值: 根据中国水产科学研究所南海水产研究所在项目所在区海域 2023 年 11 月开展的水质调查结果, 无机氮浓度为 0.0229 mg/L, 活性磷酸盐浓度为 0.0105mg/L, COD_{Mn} 浓度为 0.25mg/L。

预测时长: 计算时间为连续计算 8 天, 包括一个完整的大中小潮全潮期。

源点选取: 选取各养殖分区的 4 个角点做为代表性源点。

计算方法: 单个源点单独计算, 再统计整个计算时段内每个网格点上出现的最大浓度即得到浓度增量的包络浓度和范围。

预测工况:

工况 1: 拟建项目 COD_{Mn} 排放, 源强为 0.000016kg/s, 附近海域 COD_{Mn} 本底值为 0.25mg/L。

工况 2: 拟建项目无机氮排放, 源强为 0.0000019kg/s, 附近海域无机氮本底值为 0.0229 mg/L。

工况 3: 拟建项目活性磷酸盐排放, 源强为 0.00000042kg/s, 附近海域活性磷酸盐本底值为 0.0105 mg/L。

(1) 工况 1: 拟建项目 COD_{Mn} 排放扩散

拟建项目 COD_{Mn} 单个网箱排放源强为 0.000016kg/s, 项目附近海域的 COD_{Mn} 的环境本底值为 0.25mg/L。COD_{Mn} 污染物排放浓度增量等值线图如图 6.3.2-1 所示。

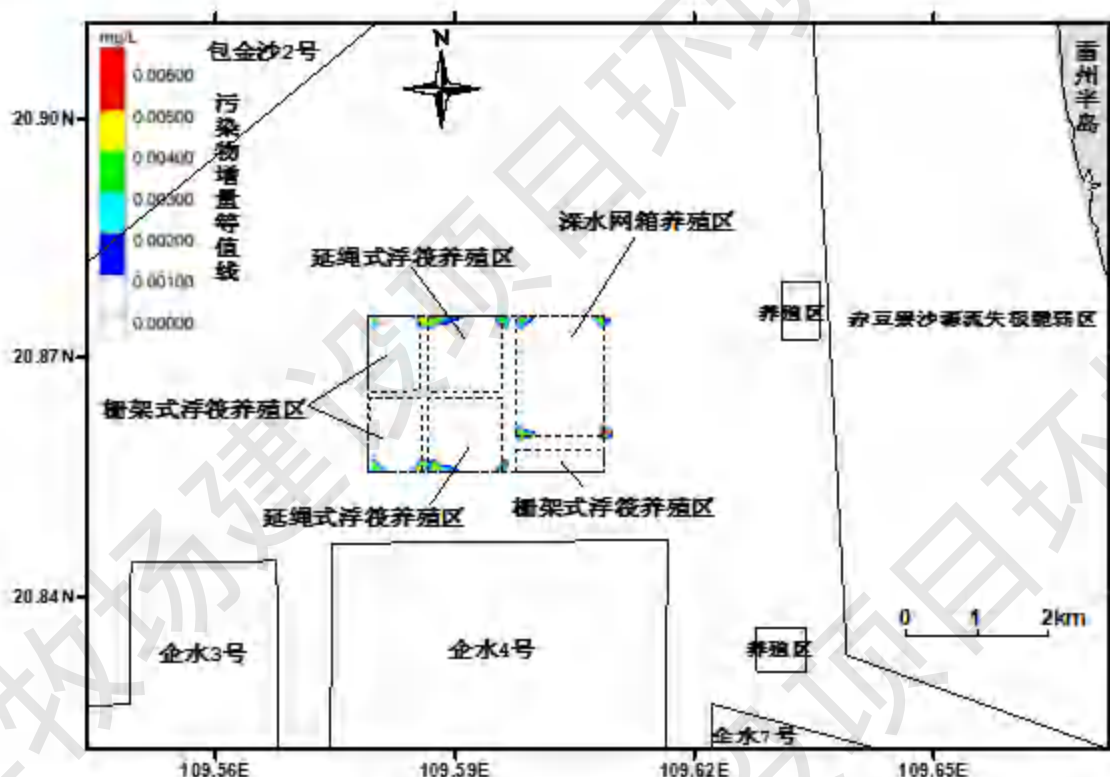


图 6.3.2-1 大中小全潮期，养殖排放 COD_{Mn} 浓度增量等值线图

由图 6.3.2-1 可知，大中小全潮期，本项目养殖排放引起的水体污染物 COD_{Mn} 浓度增量最大值为 0.0069mg/L ，浓度增量大于 0.001mg/L 的最远距离排放源点只有 180m 左右，本项目排放的 COD_{Mn} 浓度增量最大值只是环境本底浓度 (0.25mg/L) 的 2.76% ，因此，本项目实施后 COD_{Mn} 浓度将继续基本维持现状 I 类海水水质 (小于 2mg/L)，养殖区海域的水质不会发生明显改变。

根据以上的分析可知，本项目养殖排放 COD_{Mn} 对周边海域水质的影响范围和幅度都很小。

(2) 工况 2：拟建项目无机氮排放扩散

拟建项目无机氮单个网箱排放源强为 0.0000019kg/s ，项目附近海域的无机氮的环境本底值为 0.0229mg/L 。养殖排放无机氮污染物浓度增量等值线图如图 6.3.2-2 所示。



图 6.3.2-2 大中小全潮期，养殖排放无机氮浓度增量等值线图

由图 6.3.2-2 可知，大中小全潮期，本项目养殖排放引起的水体污染物无机氮浓度增量最大值为 0.00081mg/L ，浓度增量大于 0.0001mg/L 的最远距离排放源点只有 210m 左右，本项目排放的无机氮浓度增量最大值只是环境本底浓度 (0.0229mg/L) 的 3.54%，因此，本项目实施后无机氮浓度将继续基本维持现状 I 类海水水质 ($<0.2\text{mg/L}$)，养殖区海域的水质不会发生明显改变。

根据以上的分析可知，本项目养殖排放无机氮对周边海域水质的影响范围和幅度都很小。

(3) 工况 3：拟建项目活性磷酸盐排放扩散

拟建项目活性磷酸盐单个网箱排放源强为 0.00000042kg/s ，项目附近海域的活性磷酸盐的环境本底值为 0.0105mg/L 。养殖排放活性磷酸盐污染物浓度增量等值线图如图 6.3.2-3 所示。



图 6.3.2-3 大中小全潮期，养殖排放活性磷酸盐浓度增量等值线图

由图 6.3.2-3 可知，大中小全潮期，本项目养殖排放引起的水体污染物活性磷酸盐浓度增量最大值为 0.00018mg/L ，浓度增量大于 0.00003mg/L 的最远距离排放源点只有 190m 左右，本项目养殖排放的活性磷酸盐浓度增量最大值只是环境本底浓度

(0.0105mg/L) 的 1.71%，因此，本项目实施后活性磷酸盐浓度将继续基本维持现状 I 类海水水质 (小于 0.015mg/L)，养殖区海域的水质不会发生明显改变。

根据以上的分析可知，本项目养殖排放活性磷酸盐对周边海域水质的影响范围和幅度都很小。

6.4 沉积物环境影响预测与评价

6.4.1 施工期对沉积物环境的影响分析

本工程施工过程对海洋沉积物的可能影响主要来自养殖装备施工作业产生的悬浮泥沙的扩散和沉降。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较

小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。

根据本项目工程特点，本项目锚固系统施工工程量较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在项目养殖区附近。由于工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，因此，经扩散和沉降后，项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。

6.4.2 营运期对沉积物环境的影响分析

项目营运期养殖工作人员污水等均拟统一收集处理，不排入海域水体中，对周围水体的沉积物环境基本不会产生影响。工作人员产生的生活垃圾经收集后运至陆上垃圾处理场处理，垃圾均不入海，对周边海洋沉积物环境基本没有影响。养殖过程中产生的少量贝类残体会沉降至底质中，对沉积物环境造成一定的影响，但产生量较少，通过养殖工作人员的定期清理，也不会对沉积物环境产生大的影响。网箱运营过程中形成的残饵和排泄物向海水中输入总氮、总磷和颗粒物沉积在底泥，本项目通过监控饵料投放量，减少残饵数量，可有效降低项目对区域沉积物的影响。

深水网箱养殖产生的残饵、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，网箱下部沉积物中其耗氧率比网箱外要高2~5倍。很多研究发现，养鱼网箱附近富含碳、氮、磷的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区。网箱区域的沉积物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还原反应，沉积物中硫酸盐还原面作用使沉积物发黑、发臭鸡蛋味，并具有毒性。有些养殖区沉积物中硫化物含量比自然海区中的含量要高10倍多，表层沉积物中硫化物含量高是渔场老化的主要表现。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，每1000m³的网箱下面沉积物中平均净积累1300kg磷，相当于总输入磷的51%~57%，由于养殖活动造成水体富营养化而导致沉积物无氧状况，微生物的活动可加速无机盐从底质向上

覆水的释放，加快了水体营养盐的循环速度，颗粒瞬间重新悬浮的比例还要高一些，尤其在污染严重的养殖区。

氮也会在沉积物中积累，但仅有运输入氮的 12%~20% 底泥中积累；氮在沉积物中的污染也具有区域性，在离网箱 200m 处氮的沉积率仅为网箱下方的 1/10；微生物的活动导致氨氮在沉积物中积累，而且是底质溶液中无机氮的主要存在形态。对间隙水的氨氮浓度分析表明，网箱下面大大高于其它区域。沉积物还积聚约 18%~23% 的总输入的碳。在沉积物表层 3cm 内含有有机碳 21%~30%，随着深度的增加略有增加。有研究发现，饲料中 23% 的碳沉积在底泥中。与氮、磷相似，碳的污染也存在着区域性，沉积物中的碳含量从 3m 处的 9.35% 减少到 15m 处的 3.99%。此外，经微生物的活动，沉积物中微量元素如铁、锰等将进一步释放到水域。这些微量金属元素含量的增加是导致养殖海区形成赤潮的重要原因。

在投饵网箱养殖中，本项目网箱养殖将投喂天然饵料和人工饵料，其中，天然饵料以海洋捕捞的低值渔获物为主，人工饲料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料，饵料一般不会被养殖鱼类完全摄食。由于饵料不可能完全被养殖鱼类摄食，相当一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部；另外，养殖鱼类的排泄物除了一部分溶于水中，相当一部分被水流带走外，其余的也会在底泥里富积。有研究表明，水产养殖过程中，输入水体的总 N、总 P 和颗粒物分别有 24%、84% 和 93% 沉积在底泥里，而富集在底泥里的这些污染物，在一定条件下又会重新释放出来，污染水体，成为水体污染的最重要的内源。残饵和排泄物在底质堆积，形成污染物堆积体，促使了微生物活动的加强，也加速了营养盐的再生。在底层海流的作用下，沉积物会向四周迁移扩散，范围不断扩大，形成以养殖网箱为中心的底层沉积物扩散区。悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处，故受影响的水质和沉积物较为有限。

就本项目而言，在自净性能相对较强的水域环境进行布局设置，海域稀释扩散能力较强，对沉积物环境影响相对减小；同时利用智能化决策系统，调整智能化渔场的养殖规模和养殖搭配，降低残饵量。

深水网箱养殖过程中投喂浮性膨化配合饲料，养殖鱼类在摄食过程中吞食饲料，饵料系数低，产生的有机碎屑较少，随着水流会稀释和扩散。

由于智能化渔场所在位置远离岸边，且海水较深，本项目网箱间的距离较大，养殖密度较小，且所在海域开阔，扩散稀释能力强，对沉积物质量的影响很小。

养殖过程应优化饵料营养组成及投喂方式，饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率，通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比可以减少饲料中氮的排泄。对于投喂来讲，确定适宜的投喂量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常重要的。使用能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。通过采取以上措施后，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

6.5 海洋生态环境影响预测与评价

6.5.1 对海洋生物资源的影响分析

6.5.1.1 施工期环境影响分析

本项目养殖装备施工产生的悬浮泥沙会对渔业资源产生影响。项目施工产生的悬浮物会引起局部水域水质混浊，透明度降低，使海水的光线透射率下降，溶解氧降低，对海洋生物产生不同程度的影响。

悬浮物对鱼类的影响主要表现为直接杀死鱼类个体；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；改变其洄游习性；降低其饵料生物的密度；降低其捕食效率等。悬浮物对鱼卵的影响原理是水中含有过量的悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，过高的悬浮物浓度会降低鱼类的繁殖速率。

此外，悬浮泥沙对渔业的影响主要还体现在对浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，海水中悬浮物浓度过高，对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响。从食物链的角度对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定影响。悬浮泥沙对渔业的影响不是永久性的，而是可逆的，会随着施工结束而逐渐恢复。

根据有关研究资料，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。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。水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

本项目施工期短，产生的悬浮物量小，悬浮物对海洋生物的影响基本可以忽略，施工作业结束运营一段时间后，浮游生物和游泳生物种群数量、群落结构会逐步恢复，生物量也会趋于增加，因此在运营期内一定时间对部分水域采取增殖和禁捕等保护性措施，尽快恢复对渔业生产的不利影响。

6.5.1.2 运营期环境影响分析

项目运营期间深水网箱养殖会进行人工投饵，不能完全消化吸收的饵料和排泄物会引起水中氮、磷元素增加，造成水中浮游植物生长旺盛，可能会引起海水富营养化甚至赤潮灾害。同时残饵在潮流的作用下冲出网箱，吸引浮游生物和小型鱼、虾捕食，引起浮游生物的群集，因此在合理设置网箱密度和投放鱼苗密度的前提下，项目对海洋生物的生存和生长是有利的。

本项目浮球、筏式养殖主要养殖牡蛎及扇贝等贝类，贝类无需投喂任何人工饵料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，为底栖生物提供更加适宜的生存环境。

综上所述，在严格控制养殖密度，合理安排养殖规模结构，加强养殖日常管理的情况下，项目运营对海洋生物资源产生的影响较小。

6.5.1.3 对海洋生物资源损耗分析

本项目对底栖生物生物量产生影响的主要为网箱和筏式吊养装备锚固系统占海对底栖生物造成的损失。

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》）（SC/T 9110-2007），本项目养殖设施固定系统水泥墩锚和吊养养殖锚固系统占用海域造成的底栖生物资源损害量评估按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i 指第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里为底栖生物资源受损量；

D_i 指评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物密度；

S_i 指第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³），此为锚碇块体占用的面积。

项目占用海底面积统计如下表所示。

表 6.5-1 项目占用海底面积统计表

养殖设施	规格	单个占用海底面积	锚定块个数	占用海底面积 (m ²)
深水网箱-水泥锚	10t	1.05m(上顶)×2.1m(下底)×1.7m(高)=4.37m ²	16个/组×54网箱=864个	3775.68
深水网箱-沉石	40kg	0.15m ²	16个/组×54个网箱=864个	129.6
延绳式浮筏-铁锚	75kg	0.23m ²	64个/组×13个养殖单元=832个	191.36
延绳式浮筏-沉子	50kg	0.18m ²	182个/组×13个养殖单元=2366个	425.88
栅架式浮筏-铁锚	75kg	0.23m ²	8个/组×200个栅架筏=1600个	368
合计				4890.52

海洋工程建设对底栖生物最主要的影响是毁坏了底栖生物的栖息地，栖息空间受到了影响。2023年秋季调查中底栖生物的平均生物量为 132.96 g/m²，2024年春季调查中底栖生物的平均生物量为 115.96 g/m²，两季调查平均生物量为 124.46 g/m²。

采用上述公式计算，计算得本项目造成的底栖生物量损失统计见表 6.5-2 所示。

表 6.5-2 项目建设造成底栖生物损失估算表

项目	损失面积 (m ²)	生物量 (g/m ²)	直接损失 (kg)
养殖	4890.52	124.46	608.67

网箱和筏式锚固系统投放海中后，其周围流速变化，锚固系统区域流速较快，产生“冲淤”现象，区域内海底地质变粗，由于许多底栖生物的分布对泥沙粒径有选择性，所以底泥粒径的变化对底栖生物，特别是环节动物的分布产生了影响。

综上所述，本项目建设占用海底资源 4890.52m^2 ，对海洋生物资源造成的直接损失量为 608.67kg ，相对而言，本工程对底栖生物资源造成的损失不大。

6.5.2 对冲淤环境的影响分析

由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，项目不涉及到海岸线的占用，也不会形成新的岸线，项目养殖区位于广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域，离岸距离约 7000m ，项目开放性养殖不会影响海岸线的冲淤变化。项目重力式深水网箱养殖、延绳式浮筏养殖及棚架式浮筏养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。

本项目施工时，筏架和深水网箱抛锚会与海床接触产生悬浮泥沙，泥沙冲淤的影响可能主要体现在铁锚和水泥锚周围，且锚块与海底接触面积总体较小，因此对周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

6.5.3 对底栖生物的环境影响

6.5.3.1 施工期对底栖生物的影响分析

在项目建设中，由于养殖装备施工抛锚占用海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，且占用海域内的底栖生物栖息环境将被彻底破坏，而且是永久的、不可恢复的，施工产生的悬浮泥沙也会引起工程附近的底栖生物栖息环境发生改变，使得部分底栖生物逃亡他处，但因施工活动引起的工程附近的底栖生物栖息环境改变属于暂时性的，施工期结束后一段时期栖息环境将逐渐恢复。项目养殖设施施工将掩埋部分底栖生物，导致底栖生物的数量和种类减少。

此外，施工过程产生的悬浮泥沙也将影响项目附近海域的底栖生物、浮游生物和游泳生物的生存环境，施工产生的悬浮泥沙将使施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，导致局部海域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量

也相应地减少,以捕食鱼类为生的一些高级消费者,也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。同时,浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处,浮游动物将受到不同程度的影响。

6.5.3.2 营运期对底栖生物的影响分析

由于悬浮泥沙的影响仅在施工期,施工结束后,游泳生物将重新进驻项目附近海域,影响不大。

项目营运期对底栖生物的影响主要为网箱养殖对底栖生物的影响。网箱养殖过程中使用的鱼饲料成分中粗蛋白、脂肪、纤维等碳的含量均较高,会造成水体中碳含量的累积。一般情况下,碳不是水生生物生长的限制性因素,水体中碳的负荷大小与水体的碳输入、输出过程有关,如沉积、再悬浮、生物扰动、细菌降解及摄食等。水体中碳增加的影响有正负两方面,初期将会促进底栖生物群落的发展,但长期的高碳负荷会引起高的细菌丰度,即养殖区水体中的大量有机物质的存在会造成生物分解的加剧,导致水体中溶解氧含量下降,不管养殖时间长短,养殖区水体中的溶解氧及化学需氧量都会受到一定程度的影响。当水体中的溶解氧达到临界浓度($<4\text{mg/L}$)以下时,就会抑制生物的生长。

养殖期间,随着残饵和鱼类排泄物在底质中的累积,会产生一定量的有机质沉积,从而会促使分解有机物质的微生物群落的增长。耗氧微生物的活动加强,会造成沉积物层缺氧,而沉积物层的无氧或缺氧又促进了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,对底栖生物的长期生存是一个较大的考验。网箱养殖会对网箱下面及附近海域的大型底栖生物群落结构产生影响。在网箱下方,几乎没有大型底栖生物。在网箱周围,耐有机污染种类占优势。随着距离的向外扩散,底栖生物的种类组成会逐渐恢复到正常水域的状况。

6.5.4 对浮游生物的环境影响

6.5.4.1 施工期对浮游生物的影响分析

根据对本项目建设过程的分析,项目对浮游植物最主要的影响是施工过程中会扰动海底局部,从而产生一定的悬浮泥沙,水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性,进而影响了浮游植物的光合作用。已有很多国内外学者对光照强度与浮游植物的光合作用

之间的关系进行了研究,并且证明光强对浮游植物的光合作用有很强的促进作用。但是,工程建设过程中造成悬浮物浓度增加,水体透光性减弱,光强减少,将对浮游植物的光合作用起阻碍作用。

另外,贝类生长导致选择性觅食、营养盐浓度等的变化会对浮游植物的生物构成和密度产生影响,一些贝类的饵料浮游植物可能会出现减少的现象,生物多样性会受到影响。从现状调查结果可知,项目所处海域浮游植物群落相对稳定,浮游植物生物量较高,贝类生长产生的影响相对于整个海区影响不大。

项目施工过程中产生的悬浮泥沙对浮游生物将产生影响,但由于悬沙源强小,影响范围也仅在项目所在海域附近,且悬沙影响只是暂时的,作业结束后将逐渐恢复,对浮游生物的影响较小。

项目对浮游动物最主要的影响与浮游植物类似,水体中增加的悬浮物质和贝类生长的觅食都会对浮游动物产生一定的影响。

6.5.4.2 营运期对浮游生物的影响分析

筏式养殖过程中不需要投喂饵料,是通过藻类、贝类的滤食功能进行摄食,对项目所在海域及周边的浮游生物的栖息环境基本无影响。

网箱养殖的饲料被鱼摄食后,不能完全被消化吸收的蛋白成分被排泄到水体中,残饵中的蛋白也会被遗留在水体中,从而造成水体中氮含量的累积,而氮是生物所必需的元素,是海洋生态系统所必需的元素,也是海洋生态系或富营养生态系的限制性元素之一。水体中有丰富的无机氮,能促进浮游植物生长旺盛。

同时,饲料被鱼摄食后,不能完全被消化吸收的磷也被排泄到水体中,另外,残饵中的磷也会遗留在水体中,从而造成水体中磷含量的累积。在水生生态系统中,磷以颗粒态及溶解态两种方式存在。生物一般只利用溶解态的磷酸盐,但其在水体中的浓度很低。在网箱养殖中,磷的来源主要是饲料及粪便,高密度的鱼类养殖常造成环境中磷浓度的增加。其中颗粒态形式的太部分磷最终会沉积到海底。磷在沉积物中可以被底栖生物利用或重新悬浮进入水体中而再被生物利用,但所占比例很少,剩下大部分的磷积累于海底。项目网箱养殖的排污量并不算大,但由于磷是浮游植物生长的限制因子,其对浮游植物的影响不容忽视。网箱养殖过程中产生的氮、磷、悬浮物、碳含量的增加,对

水域生态系统直接的影响就是导致水体中溶解氧含量的下降,能够间接影响并诱发赤潮的发生。

本项目网箱中饲料的投放,会吸引周围鱼类过来进食,而鱼类产生的排泄物及过剩饲料的腐烂势必会引发浮游生物的群集。由于网箱布置海域为开阔海域,潮流较大,潮流会把投喂过程中产生的剩余饲料冲出网箱外,吸引其它鱼类前来摄食;此外,潮流还将网箱中养殖鱼类排泄的粪便冲出箱外并顺潮流扩散,被其它浮游生物和小型鱼、虾所利用,浮游生物和小型鱼、虾又被大型鱼类捕食。因此,在合理设置网箱密度和投放鱼苗密度的前提下,项目对海区生物的生存与生长是有利的。

6.5.5 对渔业资源的环境影响

项目对渔业资源的影响主要为悬浮物对渔业资源的影响。悬浮物对鱼类的影响主要表现为直接杀死鱼类个体;降低其生长率及其对疾病的抵抗力;干扰其产卵,降低孵化率和仔鱼成活率;改变其洄游习性;降低其饵料生物的密度;降低其捕食效率等。悬浮物对鱼卵的影响原理是水中含有过量的悬浮固体,细微的固体颗粒会粘附在鱼卵的表面,妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换,过高的悬浮物浓度会降低鱼类的繁殖速率。

此外,悬浮泥沙对渔业的影响主要还体现在对浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力,海水中悬浮物浓度过高,对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响。从食物链的角度对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用,对渔业资源带来一定影响。悬浮泥沙对渔业的影响不是永久性的,而是可逆的,会随着施工结束而逐渐恢复。作业结束运营一段时间后,浮游生物和游泳生物种群数量、群落结构会逐步恢复,生物量也会趋于增加,因此在运营期内一定时间对部分水域采取增殖和禁捕等保护性措施,尽快恢复对渔业生产的不利影响。

根据有关研究资料,水体中悬沙浓度大于 100 mg/L 时,水体浑浊度将比较高,透明度明显降低,若高浓度持续时间较长,将影响水生动、植物的生长,尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍,而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大,水体中若含有过量的悬浮固体,细微颗粒会粘附在鱼卵的表面,妨碍鱼卵呼吸,不利于鱼卵的孵化,从而影响鱼类繁殖。据研究,当悬浮固体物质含量达到 1000 mg/L 以上,鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

本项目施工时间较短，产生的悬浮泥沙量较少，主要扩散在项目周围海域，因此，游泳生物会由于作业影响范围内的悬沙增加而游离作业海域，作业完成后在很短的时间内，悬沙影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个作业过程，但作业结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但短期内会造成渔业资源一定量的损失。

本项目吊养养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖，牡蛎不需要投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，养殖过程中不会产生和排放污染物，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的浮游植物、浮游动物和游泳生物等海洋生物的栖息环境没有影响。

项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施，不排入海域中，因此项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

6.5.6 对自然保护区的影响分析

本项目附近有四个自然保护区：湛江遂溪真鲷和二长棘鲷幼鱼地方级自然保护区、湛江遂溪江洪海洋生态市级自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区。湛江遂溪真鲷和二长棘鲷幼鱼地方级自然保护区面积约 2300 公顷，主要保护对象为真鲷和二长棘鲷幼鱼及其生境，项目离该保护区距离约 28 千米；湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区面积约 23990 公顷，项目离该保护区距离约 8 千米；广东湛江红树林国家级自然保护区面积约 10170 公顷，项目离该保护区距离约 13.8 千米；广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区面积约 44065 公顷，项目离该保护区距离约 12.4 千米。



图 6.6-1 项目周边自然保护区位置图

本项目主要开展网箱养殖及筏式养殖，项目实施过程中，对海域内水动力环境、地形地貌冲淤环境影响较小。本项目虽距离湛江遂溪江洪海洋生态市级自然保护区较近，但施工作业产生悬浮泥沙基本发生在施工范围内，对海洋保护区的影响较小，且悬浮泥沙扩散影响随着施工结束而渐渐消失。且项目周边海域无军事设施，无军事用海。项目建设和营运期间作业船舶严格按照划定的航路航行，避免通过或进入自然保护区，因此项目施工时要严格按预定位置进行网箱、筏架等安装，严格管控作业船只作业范围。项目营运期间，做好养殖作业船只的管理。

整体而言，本项目建设对保护区的影响较小。

6.5.7 对生态保护红线的影响分析

生态保护红线管控要求：仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线依法划定后，生态保护红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。主要包括：管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾等活动及其相关的必要设施修筑；原住民和

其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修缮生产生活设施；经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘和文物保护活动；按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造、锚地升级改造；地质调查与矿产资源勘查开采；依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复；根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作；法律法规规定的其他人为活动。

本项目的建设不涉及海域生态保护红线占用。根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的生态保护红线数据，本项目周边距离最近的海洋生态红线区为赤豆寮沙源流失极脆弱区，距离项目东侧3100m；本项目作为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱，项目建设不涉及围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动；养殖过程中，无有毒、有害物质的排放，网箱布设是按照《深水网箱养殖技术规范》有关要求，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，确保养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。其规划规模、密度及结构是合理的。吊养养殖施工悬浮物影响范围主要集中在养殖区域，对周边的海域的影响较小。同时施工时间短，施工产生的悬浮泥沙可以扩散的范围十分有限。施工结束时，悬浮泥沙扩散产生的影响也会随之消失。建设项目吊养养殖主要为牡蛎，不涉及任何人工饵料和药物的投喂，以鱼类排泄物和水生微生物为饵料，对海域的自然环境可以实现净化水质的作用。本项目位于近海的开阔水域，水体交换条件好，水流流速平稳，项目贝类养殖密度适中。贝类养殖对海洋水质环境的影响很小，仅为贝类在生长过程中分泌排泄的少量COD的污染，在科学合理的养殖情况下对水域水质的影响也大大降低。本项目养殖工艺较为成熟，合理确定养殖密度，对周边海域的环境质量影响不大，运营过程产生的污水均交由有资质单位进行处理。因此，项目的建设对周边海洋生态红线的几乎没有影响。

6.6 对环境敏感目标的影响分析

6.6.1 对周边海洋区划的影响分析

项目选址位于“湛江—珠海近海农渔业区”，临近海洋区划还包括西北侧的“江洪港西海洋保护区”。

本项目用海类型为渔业用海，满足湛江—珠海近海农渔业区的功能区类型。在项目施工期间，施工船只严格遵守海上航行准则，建成后在项目边界设置警示浮标，则对海上航行的船只影响较小。本项目周边海域无军事设施，无军事用海。养殖单位积极沟通相关单位，在本项目用海范围的外围设置醒目的标志标识，警示提示往来船舶，防止发生船舶误入网箱养殖区内发生碰撞事故，造成经济损失。

本项目主要开展深水网箱养殖及筏式养殖，项目实施过程中，对海域内水动力环境、地形地貌冲淤环境影响较小。本项目虽距离江洪港西海洋保护区较近，但施工期铁锚放入海域产生悬浮泥沙基本发生在施工范围，对海洋保护区的影响较小，且悬浮泥沙扩散影响随着施工结束而渐渐消失。本项目周边海域无军事设施，无军事用海。项目建设和营运期间作业船舶严格按照划定的航路航行，避免通过或进入江洪港西海洋保护区，因此项目施工时要严格按预定位置进行浮球、筏架及网箱等安装，严格管控作业船只作业范围。项目营运期间，做好养殖作业船只的管理。

整体而言，本项目建设对区域海洋功能区划的影响较小。

6.6.2 对近岸水质国控点位的影响分析

本项目附近近岸海域国考水质监测站位共5个，分别为东南侧20.208km的GDN07009、西南侧26.507km的GDN07010、东北侧22.966km的GDN07013、东北侧15.204km的GDN07019和西北侧7.692km的GDN07026，本项目建设距离项目附近的近岸海域水质监测站位距离相对较远。

根据预测，项目建设影响范围主要局限在项目区域，对养殖范围以外的区域影响较小。项目施工期对水质的影响主要为悬浮泥沙，来源于养殖设施铁锚等固定环境，该部分基本为瞬时源强，其影响范围仅局限在选址附近，且施工期悬浮泥沙影响是短暂的，施工结束后其影响基本消失，对区域环境国控水质站位基本无影响。营运期鱼类及贝类具有削减区域氨氮、总磷等功能，利于水质提升。

综上，本项目施工期及营运期对近岸海域国考水质监测站位基本无影响。

6.6.3 对“三场一通道”的影响分析

根据中华人民共和国农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》（第一批）（农业部公告第 189 号），本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内，项目施工过程中产生的悬浮泥沙不会扩散至南海中上层鱼类产卵场和底层、近底层鱼类产卵场内，不会对其产生影响。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和幼鱼幼虾保护区范围以及二长棘鲷幼鱼保护区内，其中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，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业；二长棘鲷幼鱼保护区内保护区于北部湾涠洲岛北端的北纬 21°05'线以北海域，连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域，保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日，在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。

二长棘鲷幼鱼保护区为北部湾涠洲岛北端的北纬 21°05'线以北的海域，连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20m 水深以内的海域，保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。

南海北部幼鱼繁育场保护区为南海北部沿海 40m 等深线，17 个基点连线以内的水域，保护期为 1 月~12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

本项目为开放式养殖项目，施工期及运营期均不进行底拖网作业等渔业限制行为，符合保护区的管理要求。项目施工期产生的悬浮泥沙将不可避免地对幼鱼幼虾成长造成影响，从而造成一定的海洋生物量损失，但项目施工过程中投放人工鱼礁和水泥墩锚块的时间很短暂，投放结束后，悬浮泥沙将很快恢复至原来水平。运营期主要是深水网箱养殖产生的剩余饵料及鱼类排泄物会对幼鱼幼虾成长造成影响，本项目海域海水交换比较活跃，通过优化养殖环境，饵料营养组成及投喂方式，使水域保持良好环境，通过采取上述措施，项目建设对南海北部幼鱼繁育场保护区和幼鱼幼虾保护区的影响较小。

本项目对该保护区的影响主要为施工期悬浮泥沙，根据影响预测结果，施工期悬浮泥沙影响范围较小，基本在项目养殖区域范围内，施工期结束后其影响基本消失，对周围保护区海水水质影响较小。根据项目区环境现状调查，项目区域海水水质质量状况良好，本项目建设不会对区域水质产生明显恶化，营运期对区域水质环境影响较小。

整体而言，本项目建设对“三场一通道”的影响较小。

6.6.4 对中华白海豚、江豚影响分析

23年秋季和24年春季海洋调查未在评价海域内发现中华白海豚等重要物种。

6.6.4.1 施工期对中华白海豚的影响分析

1、水下噪声

本项目施工期噪声主要为施工噪声和非脉冲型的船舶噪声，周围海水水质基本无影响，不会导致区域鱼类减少，亦不会影响中华白海豚的觅食。

2、施工船舶的影响

(1) 机械噪声的影响

船舶噪声包括主机（柴油机、燃气轮机等）噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声。其中最主要的是主机和螺旋桨噪声。主机噪声分布在10Hz至5kHz频率范围内，螺旋桨空化噪声的频率范围较广，从50Hz开始扩展至100kHz。施工船舶作业产生的噪声会影响中华白海豚的活动，包括觅食、社会活动等行为。

(2) 含油污水、生活污水及垃圾的影响

养殖设施施工时需要动用船舶进行作业，施工过程中各种施工船只产生的废水、施工人员产生的生活污水及施工船只产生的油污水，若随意排放，会对周围的海洋生态环境造成影响，从而影响到中华白海豚的活动。本项目施工船舶产生的含油污水、船员生活污水、船舶生活垃圾、施工废料等均收集上岸处理，禁止在海域内直接排放，预计对中华白海豚基本无影响。

6.9.7.2 运营期对中华白海豚的影响分析

运营期影响主要来自运营船舶产生的船机噪声、船舶生活垃圾、含油污水、船员生活污水、废旧养殖设施等。本项目运营船舶产生的含油污水、船员生活污水、船舶生活垃圾、废旧养殖设施等均收集上岸处理，禁止在海域内直接排放。同时船舶加装卫星定位系统，加强管理，按照既定航线行驶，禁止随意驶入其他海域，预计运营期对中华白海豚基本无影响。

6.7 对通航环境的影响分析

本项目选址不占用现状航道，本项目距离江洪航道2900m，大于600m安全距离，江洪渔港现状为二级渔港，现有船型为100HP-600HP，100HP以下的渔船数量占总数

79%，江洪航道用于渔船通行，小型渔船较多，本项目不会对航道功能的发挥造成影响。同时本项目在施工和运营期间均在申请用海范围内，不会对其他项目造成影响。本项目施工期和运营期期间需要使用工作船舶，会增加养殖区附近海域的通航密度，对过往船舶通航安全产生临时性影响。因此需要采取一定的安全管理措施，通过对养殖区四周设置警示标识，避让周边渔船，防止船舶穿越等；设置符合规范要求的警示标志（渔业航标或沿海专用航标）标识海洋牧场的边界；按要求申请发布航行通告，公布海洋牧场的有关情况；按要求申请通航安全技术参数备案；建设衍架类网箱、养殖平台等施工作业的，按要求申请办理水上水下作业和活动许可等；同时建设单位针对项目施工期、营运期对通航环境的影响，应主动与当地海事部门进行沟通和协调，提出相应的安全防范措施并进行落实，同时根据本项目的施工情况、运营情况跟海事部门进行沟通，制定作业施工计划，发布施工公告，落实营运期安全通航保障措施，尽量减小项目实施对通航环境带来的不利影响。

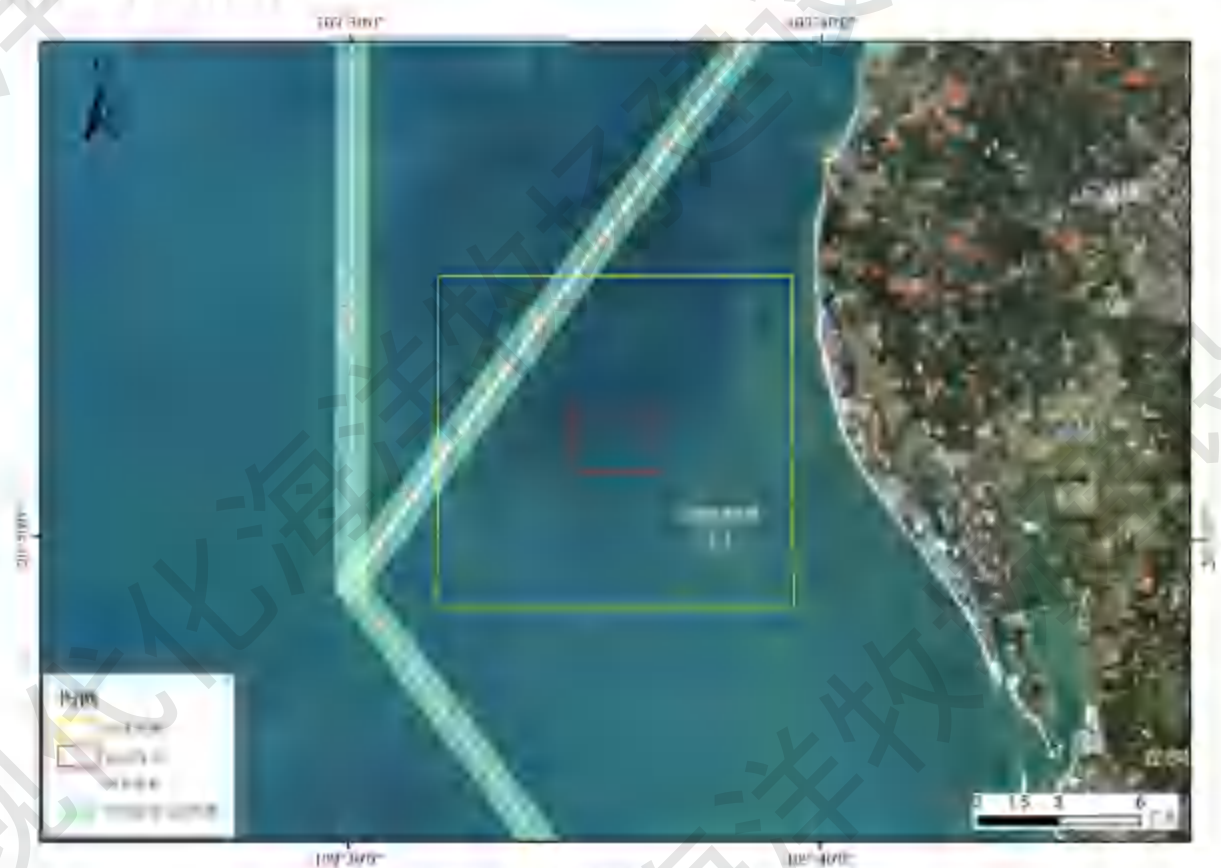


图 6.10-1 本项目海域开发活动的影响图

生态影响评价自查表

工作内容	自查项目
------	------

影响识别	影响类型	直接向海洋排放废水□；短期内产生大量悬浮物□；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例□；直接占用海域面积□；线性水工构筑物□；投放固体物□	
	生态敏感区	生态敏感区（广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区），相对位置（南侧）	
	影响因子	海水水质□；海洋沉积物□；海洋生态□；环境风险□	
评价等级	一级□；二级□；三级□		
评价范围	主流向（ ）km垂直主流向（25）km；管缆类（ ）km		
评价时期	春季□；夏季□；秋季□；冬季□		
现状调查及评价			
海水水质	区域污染源	调查项目	数据来源
		已建□；在建□； 拟建□；其他□	环评□；环保验收□； 既有实测□；现场监测□；入海排污口数据□；其他□
	调查时期	调查因子	调查断面或点位
	春季□； 夏季□； 秋季□； 冬季□	（水深、透明度、水温、盐度、总悬浮物、pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、营养盐（NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P）、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、汞（Hg）和石油类（TPHs））	（20）个
	评价因子	（水温、盐度、水深、透明度、pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、营养盐（NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P）、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、汞（Hg）和石油类（TPHs））	
	评价标准	第一类□；第二类□；第三类□；第四类□	
	评价结论	海洋环境功能区水质达标状况：达标□；不达标□，超标因子（无） 功能区外海域环境质量现状：符合第（二）类	
海洋沉积物	调查站位	（13）个	
	调查因子	（pH、铜、铅、锌、镉、汞、砷、有机碳、粒度、油类）	
	评价标准	第一类□；第二类□；第三类□	
	评价结论	符合第（二）类，超标因子（无）	
海洋生态	调查断面	（14）个	
	调查因子	（1、叶绿素a、初级生产力；2、浮游植物（种类及组成、个体数量、分布、多样性和均匀度、优势种）；3、浮游动物（生物量、种类及组成、个体数量、分布、多样性和均匀度、优势种）；4、底栖生物（种类及组成、优势种、生物量、栖息密度和分布、多样性和均匀度）；5、潮间带生物（种类及组成、生物量、栖息密度和分布、多样性指数和均匀度））	

	评价标准	第一类 ☒ ; 第二类 ☐ ; 第三类 ☐ ; 附录C ☒
	评价结论	符合第(一)类, 超标因子(无)
影响预测及评价		
预测时期	春季 ☒ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☒ ; 冬季 ☐	
预测情景	建设期 ☒ ; 生产运行期 ☒ ; 服务期满后 ☐	
海水水质影响预测与评价	预测方法	数值模拟 ☐ ; 类比分析 ☐ ; 近似估算 ☐ ; 物理模型 ☒ ; 其他 ☐
	影响评价	污染控制措施及入海排污口排放浓度限值应满足国家和地方排放标准☐; 达标区的建设项目, 选择废水处理措施或方案应满足行业污染防治可行技术指南的要求, 环境影响可接受☒; 不达标区的建设项目, 选择废水处理措施或方案时, 应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求, 确保废水污染物达到最低排放强度和浓度, 且环境影响可接受☐; 新设或调整入海排污口的建设项目, 入海排污口位置、排放方式、排放规模具有环境合理性☐; 对海水水质产生重大不利影响☐.
海洋沉积物影响评价	评价方法	定量预测 ☐ ; 半定量分析 ☐ ; 定性分析 ☒ ; 其他 ☐
	影响评价	海洋沉积物质量的影响范围、影响程度可接受☒; 海洋沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响可接受☒.
海洋生态影响预测与评价	影响评价	造成的生物资源损失量可接受☒; 对评价海域生物多样性的影响可接受☒; 对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受☒; 对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响, 以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受☒; 对重要湿地、特殊生境(红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场)等的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受☒; 对自然保护区、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受☒; 造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响可接受☒; 产生重大的海洋生态和生物资源损害, 造成或加剧区域的重大生态环境问题, 存在不可承受的损害或潜在损害☐.
环境风险		
危险物质	名称	燃料油
	存在总量	50t
物质及工艺系统危害	Q值	$Q < 1$ ☒ ; $1 \leq Q < 10$ ☐ ; $10 \leq Q < 100$ ☐ ; $Q \geq 100$ ☐
	M值	M1 ☐ ; M2 ☐ ; M3 ☐ ; M4 ☐

险性	F 值	P1 ☐ ; P2 ☐ ; P3 ☐ ; P4 ☐	
环境敏感程度	E1 ☐ ; E2 ☐ ; E3 ☐		
环境风险潜势	IV+ ☐ ; IV ☐ ; III ☐ ; II ☐ ; I ☒		
评价等级	一级 ☐ ; 二级 ☐ ; 三级 ☐ ; 简单分析 ☒		
风险识别	物质危险性	有毒有害 ☒ ; 易燃易爆 ☐	
	环境风险类型	泄漏 ☒ ; 火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放 ☐	
事故情形分析	源强设定方法	计算法 ☒ ; 类比估算法 ☐ ; 其他 ☐	
	预测模型	溢油粒子模型 ☒ ; 污染物扩散的数值模拟 ☐	
风险预测与评价	最近敏感目标（广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区 12.4）km，抵达时间（6）h		
重点风险防范措施	制定船舶碰撞溢油应急预案，并与相关单位就溢油事故应急设施等达成协议。		
评价结论	总体而言，只要加强管理，建立健全相应的风险防范管理、应急措施，并在管理及运行中认真落实相关安全生产管理规定、消防规定、环境风险评价中提出的措施和相关环保规定，确保安全运营，制定相应事故企业应急预案，则其运营期的环境风险是可接受的。		
主要污染物排放总量核算	污染物名称	排放量	排放浓度
	生活污水	1701.0m ³ /a	/
污染物削减替代	污染物名称	排放量	排放浓度
	/	/	/
污染防治和生态修复措施	污水处理设施 ☒ ; 生态修复措施 ☐ ; 区域削减 ☐ ; 依托其他工程措施 ☐ ; 其他 ☐		
监测计划	内容	环境质量	污染源
	监测方式	手动 ☒ ; 自动 ☐ ; 无监测 ☐	手动 ☐ ; 自动 ☐ ; 无监测 ☐
	监测点位	工程所在海域及邻近周围敏感目标处	/
	监测因子	海水水质：水温、pH、COD、SS、石油类、盐度、硫化物、无机氮、磷酸盐、重金属（铜、铅、锌、镉等）； 海洋沉积物：有机碳、硫化物、石油类、重金属（铜、铅、锌、镉等）； 海洋生态：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔鱼、底栖生物、渔业资源； 海洋生物体质量：石油烃、Cu、Pb、Cd、Zn、Hg、As 和 Cr	/
	监测频次	一年一次	/

总体评价结论	可接受☑；不可接受☐
注 1: M、P 的确定参照 HJ169。	

6.8 大气环境影响预测与评价

6.8.1 施工期大气环境影响分析

本项目施工期间产生的大气污染主要为施工机械设备和车辆及施工船舶产生的燃油尾气、施工产生的少量施工扬尘。

(1) 施工机械、车船燃油尾气

施工船舶、施工机械和运输车辆的燃油尾气主要污染物为 SO_2 、 CO 、 NO_x ，此类废气为间断排放。为减小施工船舶、施工机械、车辆对环境的影响，采用合规燃料油。

本项目作业时间相对有限，施工船舶和施工车辆影响均为临时的，燃油消耗量少，其烟气产生量相对较少，随着施工的结束将消失。

(2) 施工扬尘

扬尘主要来自物料运输和堆积扬尘，扬尘发生为无组织排放。施工期物料运输、装卸及堆放均为临时的，施工完成后，其影响基本消失。通过洒水防尘措施后，施工期产生的扬尘较少，可忽略不计。

6.8.2 营运期大气环境影响分析

营运期大气环境污染主要为船舶、车辆在营运期间产生的燃油废气。燃油废气主要污染物为 SO_2 、 NO 、 CO 等，因影响范围及时间有限，且项目所在位置处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，因此，通过自然排放对周边环境的影响较小。

燃油尾气控制措施主要从管理入手，应制定船舶及汽车准入条件，要求所使用船舶性能符合《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)，船舶燃料油需满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发〔2018〕168号)等要求；使用汽车性能符合《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》(GB18352-2001)及《车用压燃式发动机污染物排放限值及测量方法》(GB17691-2001)的要求，不符合上述性能的船舶和汽车禁止使用。对流动机械和运输机动车进行定期保养，保证其处于良好的运转工况，可减少废气污染物的排放。

综上所述，营运期制定船舶、车辆准入限制条件，经过大气稀释扩散后，对周边环境影响较小。

建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级□		三级☑		
	评价范围	边长=50km□		边长 5~50km□		边长=5km□		
评价因子	SO ₂ +NO _x +CO排放量	≥2000t/a		500~2000t/a		≤500t/a☑		
	评价因子	基本污染物（SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、CO） 其他污染物（ ）				包括二次PM _{2.5} □ 不包括二次PM _{2.5} ☑		
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准□	附录 D□	其他标准□			
现状评价	环境功能区	一类区□		二类区□		一类区和二类区☑		
	评价基准年	(2024) 年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据☑		现状补充监测□		
	现状评价	达标区☑				不达标区□		
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源□ 本项目非正常排放源□ 现有污染源□		拟替代的污染源□	其他在建、拟建项目污染源□	区域污染源□		
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD□	ADMS□	AUSTAL2 000□	EDMS/AE DT□	CALPUFF☑	网格模型□	其他□
	预测范围	边长≥50km□		边长 5~50km□		边长=5km□		
	预测因子	预测因子（ ）				包括二次PM _{2.5} □ 不包括二次PM _{2.5} □		
	正常排放短期浓度贡献值	C ₁ 最大占标率≤100%□					C ₁ 最大占标率>100%□	
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C ₁ 最大占标率≤10%□				C ₁ 最大占标率>10%□	
		二类区	C ₁ 最大占标率≤30%□				C ₁ 最大占标率>30%□	
	非正常排放1h浓度贡献值	非正常持续时间（ ）h		C ₁ 占标率≤100%□			C ₁ 占标率>100%□	
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C ₁ 达标□					C ₁ 不达标□	
	区域环境质量的整体变化情况	k≤20%□					k>20%□	
环境监测计划	污染源监测	监测因子：（ ）			有组织废气监测□ 无组织废气监测□		无监测□	
	环境质量监测	监测因子：（ ）			监测点位数（ ）		无监测□	
评价结论	环境影响	可以接受☑ 不可以接受□						

	大气环境保护 距离	距（）厂界最远（）m				
	污染源年排放量	TVOC: t/a	二甲苯: t/a	苯系物: t/a	颗粒物: t/a	NOx: t/a

注：“□”为勾选项，填“√”；“（）”为内容填写项

6.9 噪声环境影响预测与评价

6.9.1 施工期声环境影响分析

施工期噪声主要来自各类施工船舶、施工机械产生的噪声，噪声最大可达 90dB(A)。施工期所产生的机械噪声为暂时性影响，当项目完工后，噪声对水生生物影响都将消除，对环境的影响很小，且在建设过程中将会进一步加强管理，进一步减小影响。

且项目施工位于海上，周边无声环境敏感目标，因此，项目施工时不会对周边声环境产生大的影响。

6.9.2 营运期噪声环境影响分析

营运期噪声主要来源于工作船舶行驶过程产生的船舶噪声以及柴油发电机产生的噪声，养殖项目使用船舶以小型渔船为主，不产生高分贝噪声，噪声源值范围约 85dB(A)，噪声级较小，且船舶噪声影响主要集中在船舶周边海域，项目附近无声环境敏感目标，其影响较小。

综上，本项目营运期对声环境影响较小。

声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级 与范围	评价等级	一级□		二级□		三级 ☒	
	评价范围	200m ☒		大于 200m□		小于 200m□	
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级□ 计权等效连续感觉噪声级□					
评价标准	评价标准	国家标准 ☒		地方标准□		国外标准□	
现状评价	环境功能区	0类区□	1类区□	2类区 ☒	3类区□	4a类区□	4b类区□
	评价年度	初期□		近期□		中期□	远期□

	现状调查方法	现场实测法 ☐ 现场实测加模型计算法 ☐ 收集资料 ☐		
	现状评价	达标百分比	100%	
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 ☐	已有资料 ☐	研究成果 ☐
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 ☐ 其他 ☐		
	预测范围	200m ☐	大于 200m ☐	小于 200m ☐
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐		
	厂界噪声贡献值	达标 ☐ 不达标 ☐		
	声环境保护目标处噪声值	达标 ☐ 不达标 ☐		
环境监测计划	排放监测	厂界监测固定位置监测 ☐ 自动监测 ☐ 手动监测 ☐ 无监测 ☐		
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子:	监测点位数 (/)	无监测 ☒
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐		
注“ ☐ ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。				

6.10 水环境影响预测与评价

6.10.1 施工期污水对水质的影响分析

(1) 施工人员生活污水影响分析

由工程分析可知,本项目施工人员施工过程中产生的生活污水,主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、总磷、SS 等。船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水配备专门的容器集中收集,定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后,交由有处理能力单位接收处置,交由有处理能力单位清运处理,不直接排放入海,不会对项目及其附近海域的水质产生影响。

(2) 船舶含油污水

由工程分析可知,项目施工期会产生一定量的含油污水,含油污水禁止外排,上岸后交由有处理能力的单位统一处置。

(3) 悬浮泥沙

由工程分析可知，项目延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及网箱设施需要设置锚固定，水泥混凝土锚固定时扰动海底沉积物，会造成水体中悬浮物浓度增大。悬沙会引起水体浑浊，污染局部海水水质，并可能影响局部沉积物环境，主要污染物为SS。排放方式为无组织自然排放，不会对项目及其附近海域的水质产生影响。

6.10.2 营运期污水对水质的影响分析

(1) 排泄物、残饵

由工程分析可知，项目网箱养殖的污染物主要来自养殖残留饵料、养殖生物的代谢废物等，网箱养殖过程中进入水体的残饵、养殖生物排泄物主要污染物为总氮、总磷、氨氮和COD。

1) 网箱式养殖污染物

网箱养殖污染源主要主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物等。投料时均匀从水面投放，所投喂的饲料大部分为箱体内养殖的鱼类采食，少部分饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食，剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积。饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的成分被排泄到水体中，将使区域水体中的COD、总氮、总磷等含量增加。

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物，且鱼类放养密度越大，所排泄和产生的营养物质越多。这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物多量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低，从而使生态系统受到损害和破坏，一旦发生“水华”，水质腐败发臭，病原微生物大量出现，造成鱼类大量死亡，且网箱内水体的恶化往往会波及到附近水域的水质。

由于残饵和排泄物一般会被海流冲出网箱外，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，网箱周边局部水域污染物浓度增加，对海水水质造成一定的影响。在采取生态养殖措施、控制网箱养殖规模的情况下，残饵和排泄物排放对海水水质的影响是有限的，不会造成水质明显恶化变质。另外，残饵和排泄物也可以被网箱外的其他鱼类和浮游生物所利用，会降低对海域环境的污染程度。

2) 延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖污染物

本项目牡蛎及扇贝等贝类养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。

牡蛎主要以依靠海洋中的微型海藻和有机碎屑为食，无需投放人工饵料，养殖过程中对氮、磷有一定的吸附作用，因此总氮、总磷成负增长状态。

(2) 生活污水

由工程分析可知，项目营运期养殖维护人员产生的生活污水，主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、SS 等。

营运期船舶上工作人员产生的生活污水，暂存至船舶上专门的容器集中收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置靠岸后，船舶生活污水不外排。

(3) 含油污水

由工程分析可知，施工期施工船舶会产生一定量的含油污水，含油污水禁止外排，经设置的油污水桶收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力的单位统一处置，对周边海域水质影响较小。

(4) 养殖管理平台产生的网箱清洗废水

由工程分析可知，养殖管理平台的废水主要为网箱清洗废水，在网箱养殖中，网箱的清洗和更换是非常重要的工作。清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

6.11 固体废物环境影响分析

6.11.1 施工期固体废物影响分析及防治措施

项目施工期产生的固体废物主要包括施工人员生活垃圾、施工废弃物、废油及含油抹布等。

生活垃圾主要包括果皮、食品残渣、包装袋等，一般固废主要为网箱包装材料等废料，生活垃圾和一般固废分类收集后统一交由环卫部门接收处置。

施工船舶、机械设备作业产生少量的废油及含油抹布等危险废物，经收集上岸后交由有资质单位接收处理，不得排放入海。

通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

6.11.2 固体废物环境影响分析

项目营运期产生的固体废物主要包括生活垃圾、病死鱼、废弃养殖材料、废弃防疫药物、养殖管理平台产生的废饲料包装袋及废油及含油抹布。

项目营运期生活垃圾主要海上养殖维护人员产生一定的生活垃圾。船舶工作人员生活垃圾分类收集后，上岸交由环卫部门统一处理。

本项目区域水质状况良好，且深水网箱水体交换好，其病死率整体较小，网箱养殖过程产生少量的病死鱼，出现病死鱼时应及时从网箱中转移出来，并放在干净、密封的容器中，避免病死鱼在暂存、运输过程中掉落或溢出，装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置，禁止直接排入海域。

病死鱼按要求进行无害化处置，禁止直接排入海域。建设单位拟委托第三方有能力单位进行处置，第三方处置单位如：瀚湛江军创环保废弃物处理有限公司、瀚蓝驼王生物科技（湛江）有限公司、吴川市长岐镇康大动物无害化处理厂等，具体单位可根据实际情况进行调整。

本项目防疫药品中的废包装材料及废容器属于防疫废物，年产生量约为 0.5t/a，其不在《国家危险废物名录》（2025 年版）中，不属于危险废物，该类废物交由符合农业农村部门相关规定且有处理能力的单位处理。

项目营运期产生的养殖废弃物主要为废棚架及废旧网具，废棚架、废旧网具属于一般固废（废物种类：SW83 渔业废物，废物代码：040-001-S83）废旧网具包含废弃绳索、废旧塑料管、网衣等。网箱养殖过程中，会根据使用情况，更换清洗网具，部分网具破损经修补后继续使用，部分无法修补的网具损毁后无法继续使用作为一般固废，该部分网具交由资源回收利用企业回收利用。

本项目选用高质量网衣，均作为一般固废，交由有处理能力单位回收利用。

养殖管理平台主要用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理，项目养殖期间投放饲料时会产生废饲料包装袋，为带塑料内衬的编织袋，根据《固体废物分类与代码目录》（生态环境部 2024 年 4 号），废饲料包装袋属于一般固废，收集后运回陆地，外售给废品收购站，不在海丢弃。

营运期运输船舶等作业产生少量的废油，根据《国家危险废物名录》（2025 年版）

废油及含油抹布属于危险废物，废油（危险废物类别：HW08，危险废物代码：900-249-08）及含油抹布（危险废物类别：HW49，危险废物代码：900-041-49）经收集上岸后交由有资质单位接收处理，不得排放入海。

通过采取上述措施，本项目营运期固体废物对周围环境影响较小。

第7章海洋生态环境风险分析与评价

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目运行期间可能发生的突发性事件或事故（不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

7.1 环境风险事故识别

7.1.1 风险等级判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV/IV+级，根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析。

根据前文第2.5.7章节可知，项目 Q 值 $=540t/100t=5.4>1$ ，则本项目环境风险潜势为III级，风险评价等级为二级。

7.1.2 环境风险识别

事故风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度。

本项目建设的环境风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期和运营期。针对本项目的建设内容和所在海区的自然条件，可能存在的风险主要有：

- (1) 自然灾害风险，主要为热带气旋、风暴潮、暴雨和地震等自然灾害，自然灾害会给工程施工期及运营期带来船舶碰撞等风险；
- (2) 船舶溢油风险；
- (3) 赤潮爆发对养殖区造成的风险。

7.2 环境风险事故分析

7.2.1 自然灾害环境风险分析

(1) 热带气旋

利用中国气象局(CMA)1949-2023年热带气旋最佳路径集(Best-track)数据,以进入影响区域的热带气旋强度作为样本进行归类。1949~2023年74年,影响湛江市的热带气旋个数共196个,其中,热带低压及其以下(风速小于 17.1 m/s)50个,占25.5%;热带风暴($17.2\sim 24.4\text{ m/s}$)39个,占19.9%;强热带风暴($24.5\sim 32.6\text{ m/s}$)49个,占25%;台风($>32.6\text{ m/s}$)45个,占23%;强台风及以上13个,占6.6%。热带低压多数自南海生成,绝大多数的强热带风暴和台风来自热带西北太平洋。

72年间影响区域内,风速达到 50 m/s 以上的热带气旋有:1409号“威马逊”(72 m/s)、1522号“彩虹”(52 m/s)、7013号Joan(50 m/s)、9615号Sally(50 m/s)、5526号Kate(50 m/s)。

湛江市受热带气旋直接影响的季节是4~12月。最早台风是0801号“浣熊”,2008年4月18-19日影响湛江。最晚影响台风是7427号Ihma,1974年12月1-2日影响湛江地区。一年中,受热带气旋影响期长达7个月,盛夏(7、8月)和初秋(9月)受热带气旋影响频数最高,并以台风频数较高,受影响的高峰期是8月,12月至翌年4月几乎没有热带气旋影响。

热带气旋是造成大风、风暴潮的主要天气系统之一。

风暴潮是由于热带气旋、温带天气系统、海上跑线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高(降低)现象。风暴潮主要表现为:海水异常升高,风大浪急、潮位太高,损坏渔船、对网箱锚固产生一定的影响。施工期间,当风暴潮发生时,狂风夹着巨浪引起风暴潮增水,海水异常升高,风大浪急,会增加施工船舶施工难度,并危及施工人员的生命安全,施工期应及时关注天气及潮位信息,避开台风季节,选择合适的天气及潮位条件,避免风暴潮天气施工。营运期间,当风暴潮发生时,可能会损毁作业船舶,破坏养殖网箱等,造成养殖产品的流失或是大量死亡,对养殖业主将造成巨大的经济损失。此外,台风的发生有可能会使所处海域水质受到破

坏，导致养殖鱼类死亡，无法打捞，腐烂后将会造成水底污染，很难恢复再生产，对海域附近人民的健康生活也形成一定的威胁，同时，对海域环境造成严重的破坏。

(2) 赤潮灾害

赤潮是指在特定的环境条件下，海水中某些浮游植物、原生动物或细菌爆发性增殖或高度聚集而引起水体变色的一种有害生态现象。

根据 2005~2017 年《湛江市海洋环境质量公报》和 2013~2021 年《广东省海洋灾害公报》的统计结果，在 2005~2021 年期间，湛江共发生赤潮 29 次，平均每年发生约 2 次。其中，2007 和 2012 年赤潮发生的次数较为频繁，为每年 4 次，而 2011、2019 和 2020 年均未记录有赤潮发生。从季节分布来看，湛江附近海域记录的赤潮灾害有 12 次发生在春季，8 次发生在夏季，秋季和冬季发生的次数分别为 5 次和 4 次。赤潮灾害的多发期为每年的春季，占全年的 41%，而夏季、秋季和冬季较为平均。从赤潮爆发面积来看，2005~2021 年湛江赤潮灾害累计发生面积约 3392.9 平方公里，其中 2006 年赤潮灾害最为严重，累计面积达到了 1095 平方公里（见下表 7.1-1 所示）。

从赤潮灾害影响程度来看，湛江附近海域发生的赤潮主要以无毒赤潮为主，有毒赤潮鲜有发生，中肋骨条藻是湛江沿海海区最常见的赤潮生物。29 次赤潮灾害中，有 3 次对渔业资源造成了一定的影响。

2006 年在角尾镇至乌石港附近海域发生的球形棕囊藻赤潮，影响面积达到了 700 平方公里，造成少量养殖鱼类和渔业资源损失；2006 年湛江港发生的中肋骨条藻赤潮，导致少量鱼类死亡，造成约 10 万元的经济损失；2008 年在湛江港附近海域及赤坎区金沙湾对出海域发生的球形棕囊藻和血红哈卡藻（红色赤潮藻）赤潮，对天然渔业资源有一定影响。

表 7.1-1 湛江 2013-2021 年赤潮受灾情况

年份	起止时间	受灾面积 平方千米	发生地点	赤潮生物
2013	6.9-6.24	40	湛江港调顺岛对出海域以南，特呈以东头山岛边线、东海大堤附近海域	中肋骨条藻、柔弱伪菱形藻
	8.9-8.13	113	湛江港调顺岛对出海域以南，特呈岛以北海域和晒洲岛附近海域	中肋骨条藻
2014	1.3-1.17	87	湛江市徐闻角尾对出海域	球形棕囊藻

	7.9-7.28	33	湛江市海湾大桥以南，特呈岛以北所用成的海域	中肋骨条藻
	7.21-8.13	140	湛江市流沙湾至乌石港渔业增殖养殖水域	中肋骨条藻
2015	4.7-4.21	3	湛江市东海岛东南码头至南平岛间附近海域	球形棕囊藻、中肋骨条藻
	9.25-9.29	19	湛江市吴川市区对开海域	中肋骨条藻
2016	3.4-3.10	300	湛江市鉴江河口以南至东海岛龙海天对出海域	红色赤潮藻
	4.22-5.4	200	湛江市西南沿岸（乌石港至角尾镇对出海域）	夜光藻
2017	3.14-3.31	175	湛江市海湾大桥以南至金沙湾附近海域	球形棕囊藻
	3.23-4.6	118	湛江市雷州半岛水尾以南至角尾对出海域	球形棕囊藻
	3.26-4.6	100	湛江市东海岛通明出海口以东至东南码头附近海域	球形棕囊藻
2018	3.13-4.3	96	湛江市东海岛以南海域	球形棕囊藻
2021	5.21-5.26	65	湛江市湛江港海域	柔弱角毛藻、中肋骨条藻、海洋角毛藻

7.2.2 溢油事故风险分析

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。造成溢油事故，除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境和景观造成影响。

建设过程中，施工船舶水上作业可能会影响到工程水域船舶的通航，船只相互干扰、碰撞的几率增加，存在一定的交通安全隐患。营运期，养殖工船进出该海域频繁，养殖工船在作业时可能发生船舶碰撞燃油舱破损，或加装燃油时部分燃油泄漏入海，引发溢油事故。

7.2.2.1 预测方法

在项目施工期间,可能有较多施工船舶在项目所在海域进行施工作业,船舶流量增加会影响工程附近水域其他船舶的正常航行、避让,增加了船舶航行环境的复杂性,增大了海上交通安全事故的发生概率。

根据本项目的的设计,本项目施工期船舶主要是养殖工船,船舶最大吨位为 500 吨,船舶在航行或者停靠过程中由于操作失误或者碰撞导致溢油事件发生,可能会导致船舶污染事故。

在本模型计算中,模拟最大吨位船舶的溢油事故,根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》中附录 4 的内容,非油轮计算其所载燃油的溢油量,按船舶最大吨位 500 吨的 1%,即 500 吨级的操作性船舶污染事故溢油量为 5.0 吨,因此,模型计算的溢油量定为 5.0 吨。

本项目对施工船舶作业过程中发生溢油事故进行模拟,溢油点设置一个,位于拟申请养殖用海区的中部。

因此,本项目溢油事故泄漏源强按 5.0 吨考虑,油品为燃料油。

假设船舶燃油舱中 5.0 吨柴油在 1 小时内全部溢出,为方便预测计算,假设 500 个油粒子代表 5 吨的油料,也即每个油粒子代表 10kg 溢油量。由于溢油发生在不同地点时扩散范围差异较大,每个油粒子代表的溢油油膜面积和影响范围跟溢油点、溢油发生时间(涨潮、落潮)、风速、流速、波浪等因素有关,所以,每个油粒子代表的溢油油膜面积是一个受多因素影响的、不断变化的值。溢油模拟的情况只是一个大概的范围,具体的油膜范围受多种环境影响因子控制。

不可溶泄漏物多为油状液体,密度比水轻,在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此,当石油类物质溢散到水层表面时,就会发生各种变化,产生各种现象,反映出溢油的特征。首先发生的变化是快速扩散,同时产生挥发现象,挥发速度的快慢决定于石油的性质、天气状况和地形位置。溢油在自然界还可发生各种反应,如氧化反映、乳化作用、溶解作用、微生物降解等。各种反映之间都是相互关联的,这些现象和反应会造成溢油性质的改变,或者影响到水面除油的方法。因此,不可溶泄漏物溢出到海面以后,存在以下几种运动形态:

- **扩展** 由于油品比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。
- **漂移** 是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。
- **分散** 油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出而挥发到大气中。
- **乳化** 由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。
- **吸附沉淀** 部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。
- **生物降解** 海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

油品在海洋环境中的归宿问题是个复杂问题，由于受到各种环境条件(温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和本身化学组成等)的影响，每一次事故溢出物的归宿也不尽相同。其主要影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

溢油在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与湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，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。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象，使所得到的数值结果完全失真，不能描述真实的物理过程。

本次模拟采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的形成，即把溢油分成许多离散的小油滴(或小斑块)来模拟溢油在水体中的输运扩散过程。采用“粒子—扩散”概念的方法可以真实地重现许多实际观测到的溢油扩散特征。例如潮流和风将油膜拉长，波浪导致油膜的破裂等特征。

“粒子扩散”的概念，是把浓度场模拟为由大量的粒子组成的“云团”，其个每一个粒子携带一定数据的示踪物质，采用拉格朗日法模拟油粒子在特定的流场条件下发生平移和位移的过程。再迭加油粒子在湍流场中的随机运动，即采用同时考虑到平流和湍流的扩散模式。

7.2.2.2 参数选取

本报告采用溢油粒子漂移模型进行预测，溢油模型采用的动力是根据潮流模型计算的结果和风场叠加后的动力，边界条件等设置见潮流模型。

油粒子模式为：假设油膜由油粒子为代表，所有油粒子在海流和风作用下作拉格朗日运动，某一油粒子其运动遵循下列运动方程控制：

原坐标为 (X_0, Y_0) 油粒子在 Δt 时间后漂移到坐标 (X, Y) 则

$$X = X_0 + u_i \times \Delta t + R_x$$

$$Y = Y_0 + v_i \times \Delta t + R_y$$

$$u_i = u_{ci} + \alpha w_{xi}$$

$$v_i = v_{ci} + \alpha w_{yi}$$

u_{ci} 和 v_{ci} 分布是坐标 (X_i, Y_i) 的海流东、北分量； w_{xi} 、 w_{yi} 为风速东、北分量， α 为风对油膜拖曳系数，采用 ECOMSI 公式，R 为随机扩散位移，同流速、流向、时间有关。

$$R_x = \beta u_{ci} \times (\alpha + 1/e^t)$$

$$R_y = \beta v_{ci} \times (\alpha + 1/e^t)$$

跟踪每一油粒子 (X, Y) 的位置，统计油粒子扫过的网格面积，可得油膜在各区域的面积。

7.2.2.3 风险组合

在本报告中分别对大潮涨潮期和落潮期发生溢油泄漏事故的情况进行计算，并选取常风向下的平均风及可能对附近敏感目标产生影响的不利风向的可作业最大风速情况进行预测分析。

根据潮流状况与盛行风况的条件确定预测组合。潮流分涨潮初始时刻、落潮初始时刻发生溢油的状况；根据风玫瑰图，项目所在海区的冬季常风向为东北东风（ENE向），风速为 3.0m/s；夏季常风向为东南风（SE向），风速为 4.3m/s；另外，为了模拟不利工况条件下的溢油扩散，选择向岸风即西风（W向）作为不利风向，风速为 6 级风最大风速 13.8m/s。模拟工况组合情况如表 7.2.1 所示。溢油源点见图 7.2-1 所示，溢油源点位于规划海洋牧场区的中部。

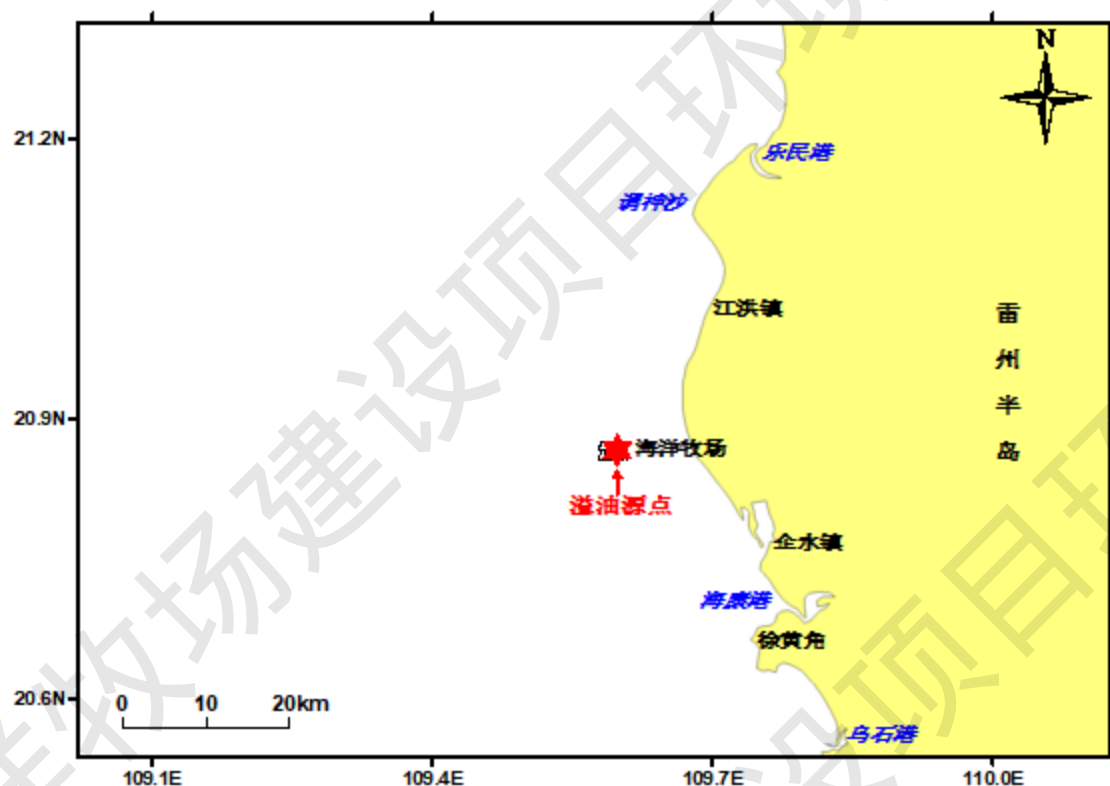


图 7.2.2-1 溢油源点位置示意图

表 7.2.2-1 预测风险组合

序号	风况	溢油位置	溢油时刻	风向	风速(m/s)
1	常风向	规划海洋牧场 中部区域	大潮涨初	ENE	3.0
2			大潮落初	ENE	3.0
3			大潮涨初	SE	4.3
4			大潮落初	SE	4.3
5	不利风向		大潮涨初	W	13.8
6			大潮落初	W	13.8

7.2.2.4 风险事故影响评估

根据模型预测,预测 6 种风险组合溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 7.2.2-2 和图 7.2.2-7,各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间见表 7.2.2-2。

从计算结果可见,不同组合情况下油膜漂移轨迹有差异,油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。

从图 7.2.2-2 和图 7.2.2-3 以及表 7.2.2-2 中可以看出,在冬季平均风速 (4.3m/s) ENE 风向下,溢油发生在涨潮时 (工况 1),油膜先随涨潮流向北运动,然后再随落潮流向

南运动，影响到的敏感区有包金沙2号、江洪人工鱼礁、湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目、湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区-核心区、包金沙3号；溢油发生在落潮时（工况2），油膜先随落潮流向南运动再随涨潮流折向西北运动，影响到的敏感区有企水4号、企水6号、广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、包金沙4号、企水3号、包金沙3号、国控点 GDN07026。

从图 7.2.2-4 和图 7.2.2-5 以及表 7.2.2-2 中可以看出，在夏季平均风速 SE 向风（3.0m/s）作用下，溢油发生在涨潮时（工况3），油膜先随涨潮流和 SE 向风向西北方向漂移，然后再随落潮流向东南运动，再随涨潮流向西北方向运动，整体上以向西北方向运动为主，影响到的敏感区有包金沙2号、湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区-核心区、江洪人工鱼礁、湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目；溢油发生在落潮时（工况4），油粒子先随落潮流和 SE 向风往南漂移，再随涨潮流和 SE 向风向西北漂移，影响到的敏感区有企水4号、企水6号、企水3号、包金沙2号、湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区-核心区、江洪人工鱼礁、包金沙3号。

由此可见，油膜受到了风应力和潮流动力的共同作用，由于平均风条件下风速较小，因此油膜的扩散以受潮流作用为主，受风应力作用为次。夏季平均风条件下，油膜主要在开阔外海扩散，不会向岸扩散，基本不会对近岸区域产生影响。

从图 7.2.2-6 和图 7.2.2-7 以及表 7.2.2-2 中可以看出，在不利风向最大风速（13.5m/s）W 风向下，溢油发生在涨潮时（工况5），油膜向东北漂移到江洪镇近岸海域，影响到的敏感区有赤豆寮沙源流失极脆弱区；溢油发生在落潮时（工况6），油膜向东南扩散至企水镇近岸海域，影响到的敏感区有企水4号、企水7号、赤豆寮沙源流失极脆弱区。

这反映了不利大风作用风应力较大时，溢油的扩散主要受风应力的作用。此两种风况条件下，受潮流和风应力的共同影响，不利大风作用时，油粒子迅速靠岸并停止运动，其中溢油发生在涨潮时（工况5）油粒子在 8 小时内靠岸，发生在落潮时（工况6）油粒子在 11 小时左右在溢油点的东南方向靠岸。

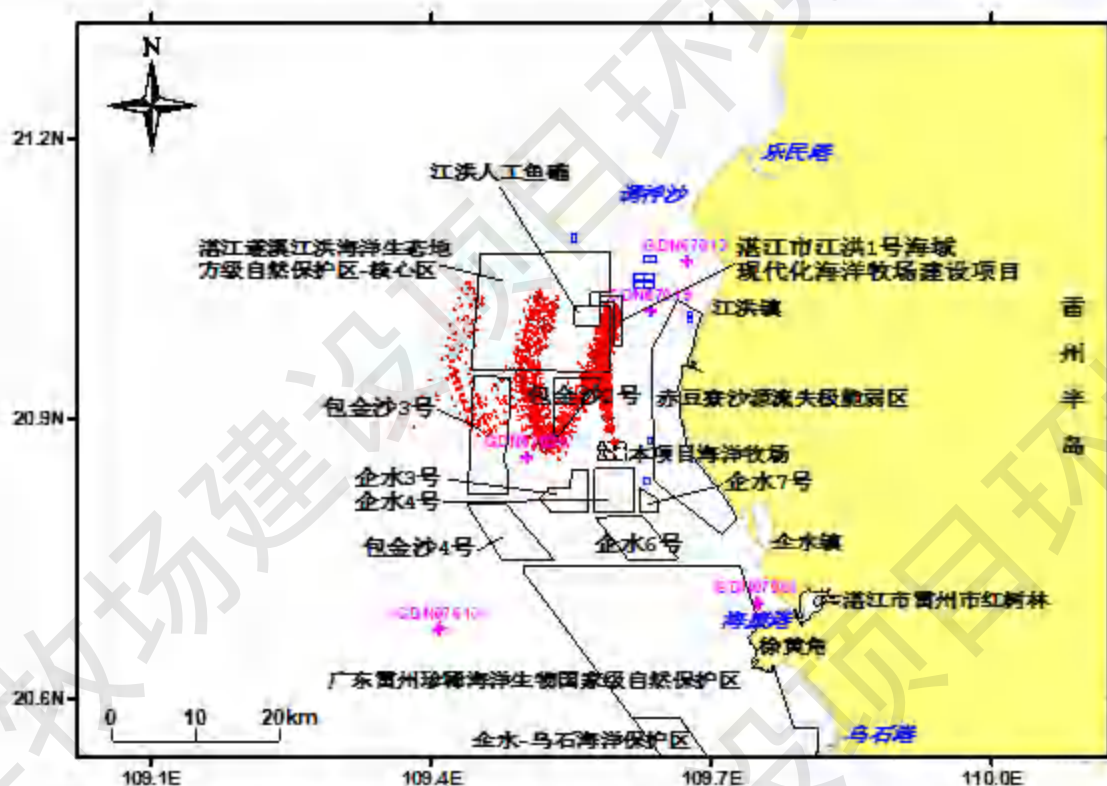


图 7.2.2-2 冬季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (ENE, 平均风速 3.0m/s)

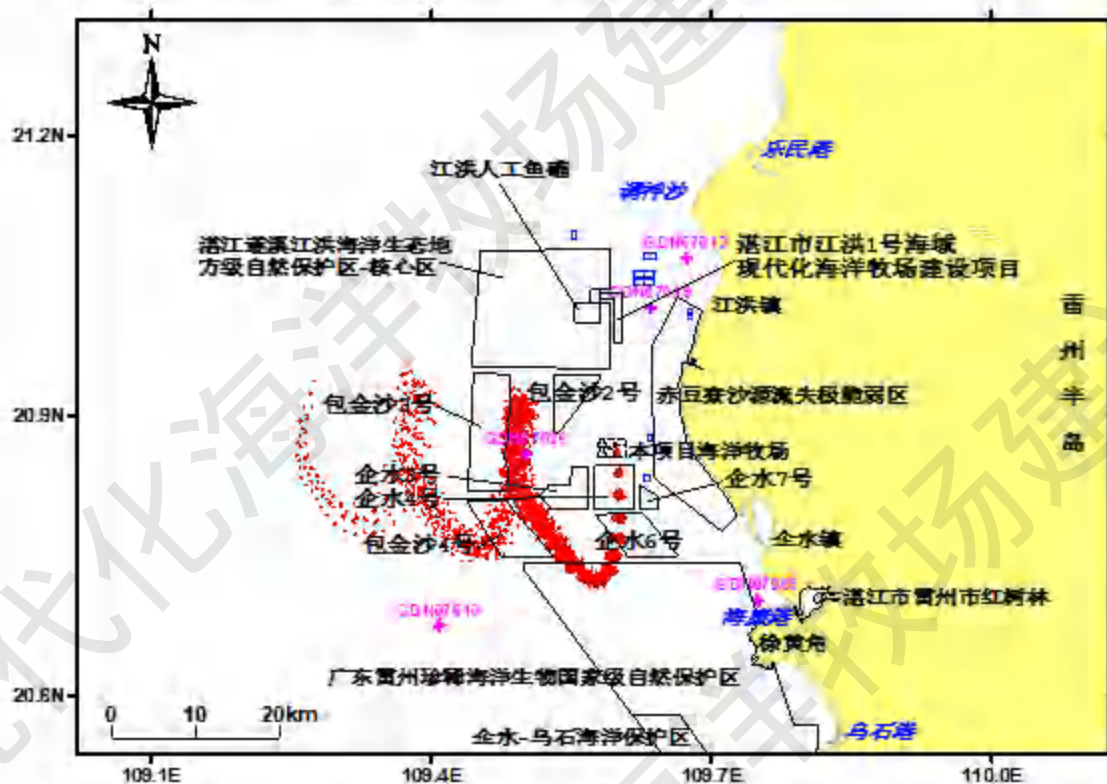


图 7.2.2-3 冬季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (ENE, 平均风速 3.0m/s)

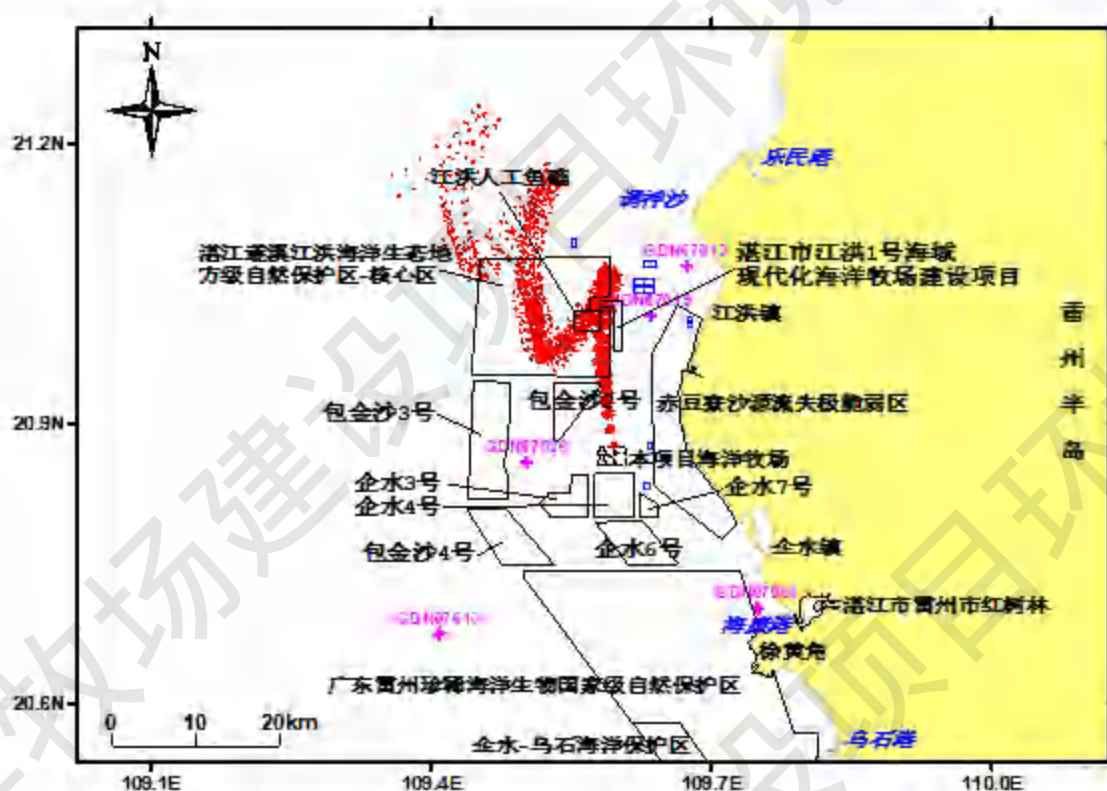


图 7.2.2-4 夏季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SE, 平均风速 4.3m/s)

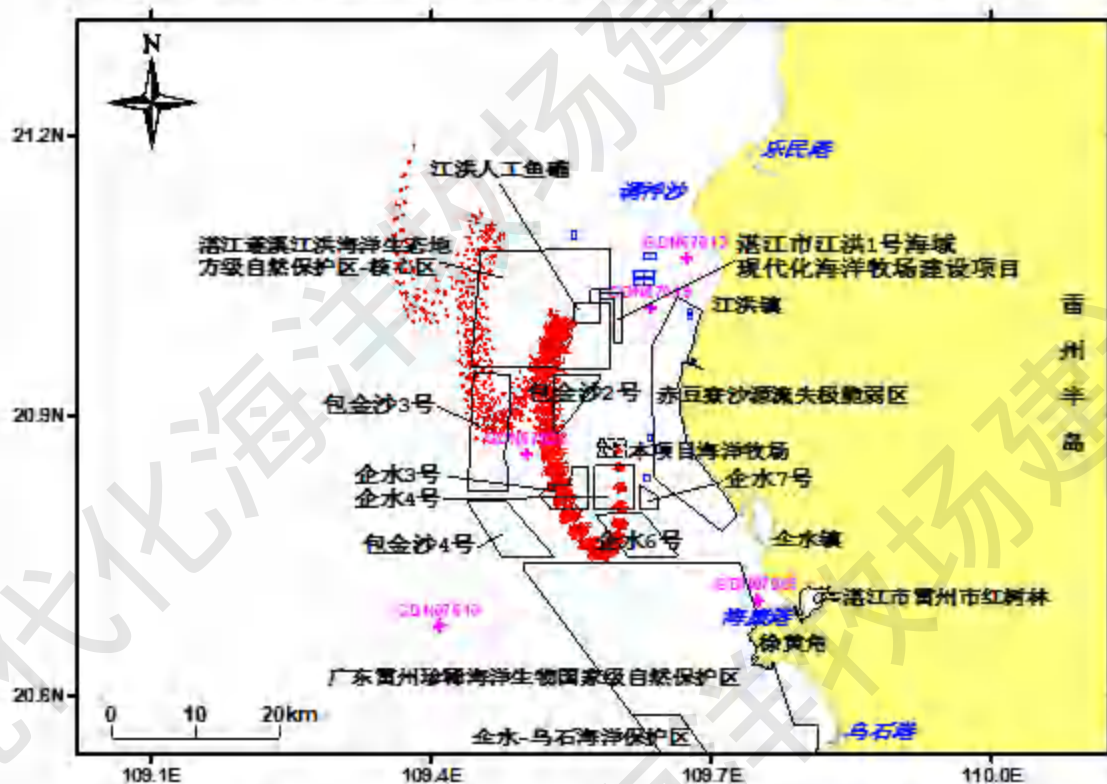


图 7.2.2-5 夏季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SE, 平均风速 4.3m/s)

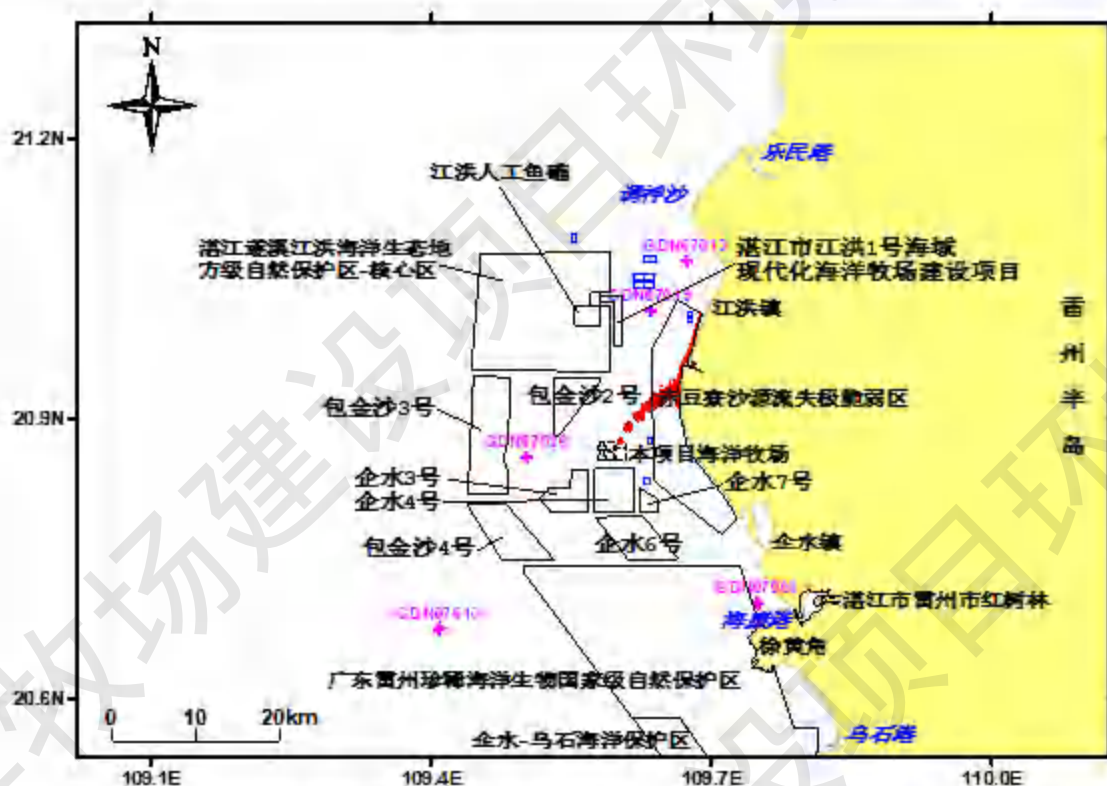


图 7.2.2-6 不利风向 W 向平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (风速 13.8m/s)

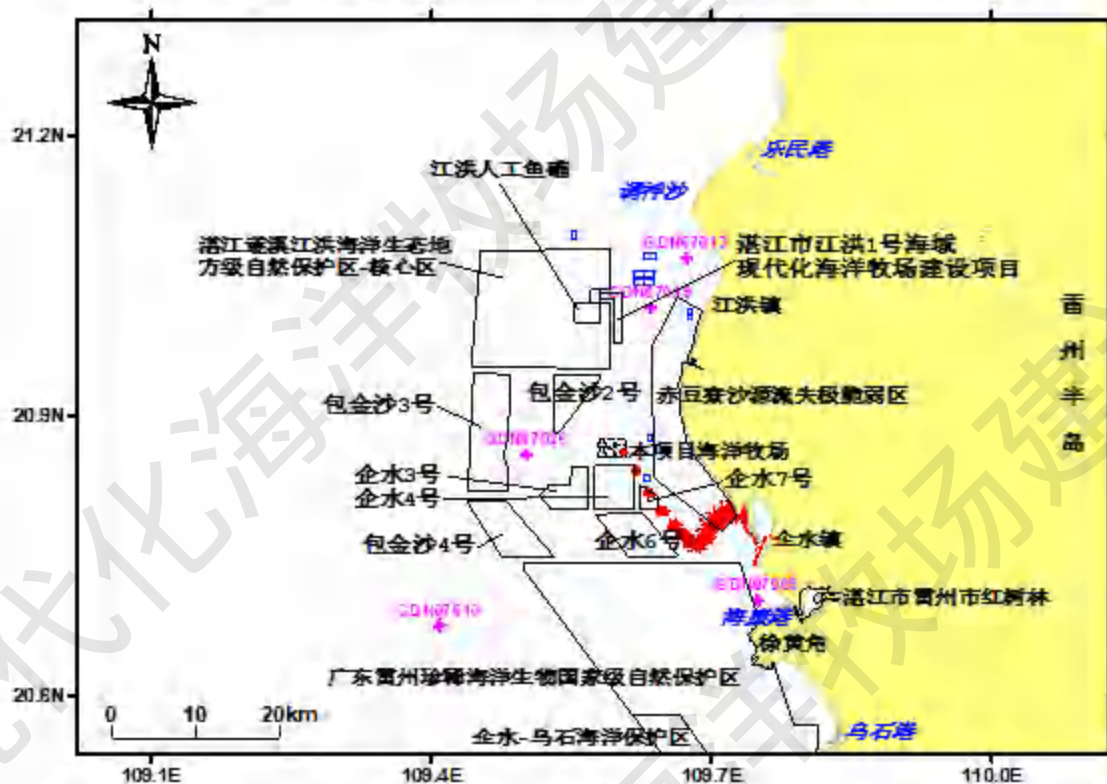


图 7.2.2-7 不利风向 W 向平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (风速 13.8m/s)

表 7.2.2-2 各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间

典型风向	风速 (m/s)	初始溢 油时刻	扫海面积 (km ²)	漂移距离 (km)	抵达敏感点的时间(地点)(h)
冬季常风 向ENE	3.0	涨潮	65.1	26.9	包金沙2号(7h)、江洪人工鱼礁(15h)、湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目(11h)、湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区-核心区(8h)、包金沙3号(45h)
		落潮	86.7	38.7	企水4号(2h)、企水6号(4h)、广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区(6h)、包金沙4号(15h)、企水3号(18h)、包金沙3号(20h)、国控点 GDN07026(22h)
夏季常风 向SE	4.3	涨潮	101.2	42.3	包金沙2号(6h)、湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区-核心区(7h)、江洪人工鱼礁(10h)、湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目(11h)
		落潮	113.5	49.0	企水4号(2h)、企水6号(4h)、企水3号(14h)、包金沙2号(22h)、湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区-核心区(23h)、江洪人工鱼礁(25h)、包金沙3号(31h)
不利风向 最大风 W	13.8	涨潮	27.3	18.1	赤豆寮沙源流失极脆弱区(4h)
		落潮	45.5	23.6	企水4号(2h)、企水7号(3h)、赤豆寮沙源流失极脆弱区(11h)

7.2.2.5 溢油环境影响分析

(1) 对海洋生态环境的影响

1) 溢油对海域水质和沉积物环境的影响

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,从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后,石油的重组分可自行沉积,或粘附在悬浮物颗粒中,沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降,从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

2) 溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下,影响水—气之间的交换,致使溶解氧减小,光照减弱,从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害,沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此,一旦发生事故溢油且处理不及时,将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响,主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

(2) 对海洋生物的影响

发生溢油时,大部分溢油浮于水面并扩散成油膜,油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换,使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化,促使浮游动物窒息死亡,并降低透光率,影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时,许多海洋生物虽不会立即被伤害,但它们的正常生理功能受到影响,使其捕食能力和生长速度下降,那些对污染抵抗力弱的种类将会减少或消失,从而破坏生态平衡。

1) 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞,损坏叶绿素及干扰气体交换,从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。国内外许多毒性实验结果表明,浮游植物作为鱼虾类饵料的基础,其对各类油类的耐受能力均很低,浮游植物石油急性中毒致死浓度为 $0.1\sim 10\text{mg/L}$,一般为 1mg/L 。对于更敏感的生物种类,即使油浓度低于 0.1mg/L 也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

2) 对底栖生物的影响

不同种类底栖生物对石油浓度的适应性具有差异,多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 $2.0\sim 15\text{mg/L}$,其幼体的致死浓度范围更小。

软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油,如: 0.01ppm 的石油可能使牡蛎呈明显的油味,严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制,进而导致死亡。

底栖生物的耐油污性通常很差,即使水体中石油含量只有 0.0ppm ,也会导致其死亡。当水体中石油浓度在 $0.01\sim 0.1\text{ppm}$ 时,对某些底栖甲壳类动物幼体有明显的毒效。

3) 对渔业资源的影响

石油溢漏入海后,以油包水或水包油的形式分散在水中,形成乳化油。乳化油颗粒小,可吸附于鱼类的腮上,形成“黑腮”,导致鱼虾呼吸障碍而死亡。石油类对鱼类的化学毒害方面主要表现在通过鱼鳃呼吸、代谢、体表渗透和食物链传递逐渐富集于生物体内,导致对鱼类的毒性和中毒反映。同时,发生溢油时,不仅表现在对渔业生物的危害和发育生长的影响,当海水中石油浓度达到一定含量时,就会使渔业生物致臭,不仅使鱼类失去鲜美的味道,更主要的是石油类富集于鱼体内,通过食物链危害人体健康。

相对于鱼卵和仔稚鱼而言,溢油事故对成体鱼类的影响相对较小,主要是由于大量油在海水表面以漂浮形态存在,而大多数鱼类是在中层和底层水中生活。另外,许多上层和中层鱼能逃避黑色油块,底层鱼凭视觉和嗅觉尽量避开和下沉的油块接触。一般来说,如果溢油事故发生在开阔水域,鱼类伤害程度轻;若发生在半封闭或水体交换不良的水域,鱼类受损害程度重。

突发性溢油对渔业资源带来的损害是多方面的。首先,污染可能引起该海区的鱼虾回避,造成捕捞产量的直接减产,其次表现为由于品质的下降造成产值损失。另外,溢油对于渔业资源的影响程度还受海区的水文、气象以及地理位置的不同而不同,如果事故发生在产卵盛期和污染区正处于产卵场密集区,成鱼可以回避,但卵子和仔稚鱼难逃死亡的命运。

7.3 环境风险防范措施

7.3.1 自然灾害风险防范措施

7.3.1.1 热带气旋

(1) 施工前制定科学合理的施工工艺,各养殖构筑物设计应符合抗风等相关规范的要求。

(2) 合理安排施工时间,避开台风多发期施工,使工程安全度汛。6~10月为热带气旋影响季节,项目施工期间,应对工程的各类设备设施都要作好防台风的安全措施,切实加强监管。

(3) 业主单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施,当台风来临时,需按照防台要求对施工船舶进行妥善安置,避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

(4) 业主单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管,不超过安全适航抗风等开航,避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

(5) 本项目网箱具有较强的抗风,抗浪,抗海流能力。在热带风暴来临影响养殖海区前应做好网箱加固、连结等预防措施,是可以避免或降低台风等热带风暴的影响。

(6) 在本项目的营运期,对海洋自然灾害的防范尤为重要。主要是风暴潮会对网箱及其养殖鱼类产生极大的破坏性,如若不做好防范措施,将会产生巨大的经济损失及生态破坏。本项目采用的网箱属于深水抗风浪型网箱,能在风暴潮中保证网箱中养殖对象的安全。

(7) 加强自然灾害知识宣传,完善施工船舶自然灾害应对措施培训。

(8) 业主单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施,当台风来临时,需按照防台要求对施工船舶进行妥善安置,避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

但为保证安全,仍需做好以下防灾工作:

- ①注意及时关注天气预警信息,抓紧收捕成品上市;
- ②加强检查加固养殖设施,检修供电供氧设备;
- ③及时下沉网箱,降低养殖密度,使用营养物质强化养殖对象抗应激能力;
- ④及时将养殖人员撤离,严禁留守,确保人员安全。做好灾后抢救工作,抢救留存养殖生物,抢修养殖设施,做好疾病防治防控;
- ⑤加强养殖生产管理。防止被风暴潮破坏的养殖设施对海洋环境造成污染。

7.3.1.2 赤潮防范措施

赤潮会对海水养殖造成物理性危害、饵料性危害、缺氧性危害、毒性危害等。重点关注毒性赤潮,一旦毒性赤潮发生,本网箱养殖会受到很大影响,人类食用被赤潮污染过水产品会导致中毒,严重可危及生命。

为减少赤潮对养殖区的危害,首要任务是改善养殖区水质状况,降低养殖区赤潮的发生频率。其次,在养殖区发生赤潮时采取科学的应急处理措施。

(1) 防止水体富营养化

控制区域 N、P 污染，降低赤潮风险。养殖密度过大，调控失当，养殖业自身污染，加重了海域的污染，会使海洋生态系统结构与功能失调，是赤潮发生的次数逐渐上升的主要原因之一。但根据研究成果，在主要的海水养殖区发生赤潮的次数并不多。据此推测在某些特定海区的水产养殖业可能不是该海区赤潮发生的主要诱因，而陆源的污染起着主要的作用。

本项目应严格控制控制密度，加强营运期海水水质监测，不造成区域海水水质恶化。

(2) 养殖单位与当地监测部门合作，并定期监测，关注海水水质变化情况，一旦发现有赤潮发生的可能性立即采取措施，分析赤潮品种如为无毒赤潮，且小规模爆发，应想办法确保养殖鱼类的安全和正常生长。如出现大规模赤潮影响养殖区域和有毒赤潮时，可能会导致养殖的鱼类死亡。在这种情况下建议对养殖鱼类采取抢救性捕捞，并将鱼类样品送到有资质的单位检测，如无毒，可在市场销售。如有毒，采取有效措施将这批鱼类销毁，禁止流向市场。

(3) 当海域发生面积较小的赤潮时，将养殖网箱拖曳至赤潮区域以外，或把网箱下沉，待赤潮消退以后再移至原来位置。对不能移动的养殖网箱，为防止赤潮发生时养殖生物因缺氧死亡，可通过曝气的方式向养殖网箱内增氧。

(4) 提高养殖技术，改进饵料成分及投饵技术，使其有利于养殖生物的摄食，减少残饵，减轻水质和底质的污染。

(5) 在养殖过程中，保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害，保持网箱内水流畅通良好的环境。生活污水、生活垃圾及时收集、清运，禁止排海。

(6) 项目正常运营中进行科学的养殖，严格控制养殖密度，合理的进行饵料的投喂，减少海水中氮、磷等营养物质的污染。

(7) 在养殖过程中应该与环境监测部门和科研院所保持联系，对区域水质情况进行动态监测，并根据监测结果合理控制养殖规模。

(8) 开展海洋赤潮灾害的宣传和普及工作，提高养殖工作人员对赤潮灾害的认识和防范意识。

7.3.2 网箱等养殖设施走锚及养殖逃逸风险防范措施

为了防止网箱等养殖设施走锚等造成设施损毁、养殖生物逃逸及经济损失，需积极采取以下措施：

①锚固系统的设计与优化。建设单位选择高强度、耐腐蚀的的锚链及水泥锚，根据水深、水流速度和设施重量计算锚的重量、数量和分布间距，确保抗拉强度满足极端天气条件。

②建设单位定期检查与维护。建设单位定时间巡查设备，发现问题及时解决，及时更换损坏及老化部件。

③定期安排上岗培训与操作规程。

为了减少养殖逃逸对生态环境的影响，需要采取综合性的防范措施：

①加强养殖设施的密封性和安全性，定期检查网箱、养殖设施和维护，确保其完好无损，可以有效地防止养殖水产品逃逸。

②加强对外来物种的监测和管理，防止其逃逸和入侵。加强养殖水域的管理，定期检查养殖水产品的生长情况，及时调整养殖密度，合理投放饲料，避免因管理不善导致逃逸。

③合理安排养殖密度。根据养殖水产品的生长特性和环境条件，合理安排养殖密度，避免因密度过大导致逃逸。

④建立健全应急机制。建立健全渔业应急机制，及时处理养殖逃逸等突发事件。通过制定应急预案和加强应急队伍建设，提高应对突发事件的能力和水平，减少对生态环境的损害和影响。

⑤积极引入现代科技。积极引入现代科技，如智能监控系统、无人机巡逻等，提高对养殖水域的监控能力，及时发现逃逸现象并采取相应措施。

⑥加强与渔业管理部门的沟通与合作，及时报告水产养殖逃逸情况，争取政府部门的支持和帮助，共同应对逃逸问题。

⑦建设单位做好记录与分析。对水产养殖逃逸事件进行详细记录和分析，找出逃逸的主要原因和应对方法，不断完善和优化防逃措施。

⑧加强法律法规宣传。加强对水产养殖业相关法律法规的宣传和教育，提高工作人员的法律意识和生态环保意识，减少因违规操作导致逃逸事件的发生。

7.3.3 船舶溢油风险防范措施

7.3.3.1 溢油事故的防范措施

(1) 施工期溢油事故的防范措施

①规划区养殖项目施工时会影响周边航道船舶的航行。因此，施工单位和施工船舶必须合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

②施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。

③施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

④施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向主管部门报告。

⑤严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告。

(2) 营运期溢油事故的防范措施

规划区内养殖项目营运期采用小型渔船进行养殖捕获物运输，建设单位应加强渔船管理，防止油污水泄漏，出现泄漏事故应及时进行堵漏和处理，并将事故向渔业管理部门进行上报。

7.3.3.2 溢油事故的应急措施

溢油事故一旦发生，将对海洋生态环境和生物资源造成严重危害，如若处理不及时还会发生爆炸，危及人身财产安全。为保护工程海域生态环境和生物资源，保障生命财产安全，最大程度的降低溢油事故发生的危害，应建立溢油事故应急计划。

(1) 施工期一旦发生溢油事故，施工单位应及时通知当地海事局并进行现场处置。

(2) 确定溢油事故现场的准确地点和溢油原因（包括船名、船型、碰撞搁浅、溢油种类、溢油事故的规模），现场进行必要的处置工作。

(3) 组织必要的监视监测，并定时（一般为10分钟）向上级报告溢油漂流动向。

(4) 按照海事局的部署和要求，做好相应的工作，为溢油事故处置做好必要的配合。

(5) 溢油事故结束后应及时做好善后处理工作，并总结事故原因。

(6) 营运期间, 养殖用海单位应设立应急处置小组, 组长由公司主要领导人担当, 主要处理海上突发事件。公司应加强所用渔船人员和设施的管理, 做好安全预防工作, 对船体定期维护保养。由于渔船船体很小, 仅携带少量燃料柴油, 渔船在海上作业期间一般不会出现大量溢油事故, 可能会出现油污水泄漏, 建议船只配备一定的吸油海绵, 出现泄漏情况及时进行堵漏并及时到对应船舶修理场所进行处置和维修。

(7) 营运期间加强对航道过往船舶的观察, 一旦发现出现泄漏事故应立即向渔业主管部门和海事主管部门进行上报, 将泄漏时间、地点、泄漏物质等内容进行说明, 并采取措施消除海上溢油。

7.4 环境风险应急预案

7.4.1 避台应急预案

贯彻“以防为主, 安全第一”的避台方针, 积极响应对台风可能会带来的威胁, 建设单位需落实责任, 周密部署, 切实做好防台工作, 应依据《交通运输部海上突发公共事件应急反应程序》、《广东省防汛抗旱防风应急预案》、《广东海事局防热带气旋应急预案》等编制避台应急方案。

(1) 避风措施

具体执行听从海事部门统一调度。必要时应对养殖水产品收集上岸。

(2) 组织机构与职责

建设单位应成立防台应急指挥部, 组建防台抢险救援队和防台后勤保障小组, 由部门负责人担任组长。

①防台应急指挥部: 下设总指挥、副总指挥、组员。

②防台小组: 下设组长、副组长、组员。

③内部分工及职责。

依据当地气象部门和当地海事部门的台风预报信息情况, 适时召开防台工作会议, 决定防台应急方案的启动和关闭, 发布防台指令, 布置防台工作的具体措施, 落实防台检查, 组织防台抢险。根据应急情况需要, 调配施工船舶防台力量和物资。及时向上级单位或部门汇报防台动态, 对防台工作进行总结。

各防台工作小组职责落实防台指挥部发布的各项防台指令，组织船舶防台加固检查，落实防台工作措施，组织处理船舶防台过程发生的险情，定时向指挥部报告船舶动态情况，防台期间所有相关人员手机一直处于开机状态，保持通讯畅通。

(3) 台风预警与应急响应行动

①防台季节，建设单位指定专人（专职安全管理员）关注天气预报，获取台风的最新情况；

②应急指挥部统筹安排应急职责及工作；

③专职安全员把防台指令发布到各防台小组成员的手机上；

④与当地海事部门保持密切联系，指挥部适时派出工作组，检查督促各工作船舶的防台风工作；

⑤必要时召开紧急会议，研究并处理突发情况或其他重大事项；

⑥每小时接收发布气象信息一次，每4小时通过手机短信或其他途径向各负责人发布台风信息。

(4) 台风过后的工作

①台风袭击过后，应即检查遭受损失情况，特别注意检查养殖网箱有否在风浪中遭受潜在的损伤。

②台风过后，应检查维修受损部分并确认安全无误的前提下才能恢复正常施工与运营。

7.4.2 溢油事故应急预案

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，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、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通信联络机制，制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表7.4-1所示，供制定预案参考。

表 7.4-1 溢油风险事故应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	/

2	应急计划区	养殖用海区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构,包括建立单位内的应急反应领导小组,落实各级上级主管部门
4	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 一般污染事故自行处理,较大、重大、特大污染事故启动上级预案,接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通信方式、通知方式
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序
8	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
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	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、预案编制与更新等

建议建设单位编制的应急预案应与主管海事和生态环境主管部门的应急预案进行衔接,列入海事和生态环境主管部门联系方式。当污染事故发生时,建设单位有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海事局和生态环境主管部门,并根据海事和生态环境主管部门的指示,按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本单位的应急力量不足时,应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量,共同完成事故风险控制工作。

1、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”,小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成,下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时,以指挥领导小组为领导核心,应急救援队伍为救援骨干,全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、现场人员、值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责:

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

- ①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；
- ②组织指挥救援队伍实施救援行动；
- ③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；
- ④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

- ①现场工作人员都负有事故应急救援的责任；
- ②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是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、应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。

3、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。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、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损失降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

- ①明确组织指挥机构；
- ②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；
- ④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ⑤加强清污人员训练；

⑥建立通畅有效的指挥通信网络。

(2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

①建立健全应急反应的组织指挥系统

②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通信联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、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，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通信网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和营运期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 7.4-2 所示。

表 7.4-2 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH、COD、DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 4 个站位	每 4 小时采样一次直至达标

海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物	在事故发生点周围设4个站位	事故清除后监测一次
------	--------------------------	---------------	-----------

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 7.4-1 所示。



图 7.4-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、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：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

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；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，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。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故

点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救援、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，制定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，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。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散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，可采取搜刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。

此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 7.4-2 所示。

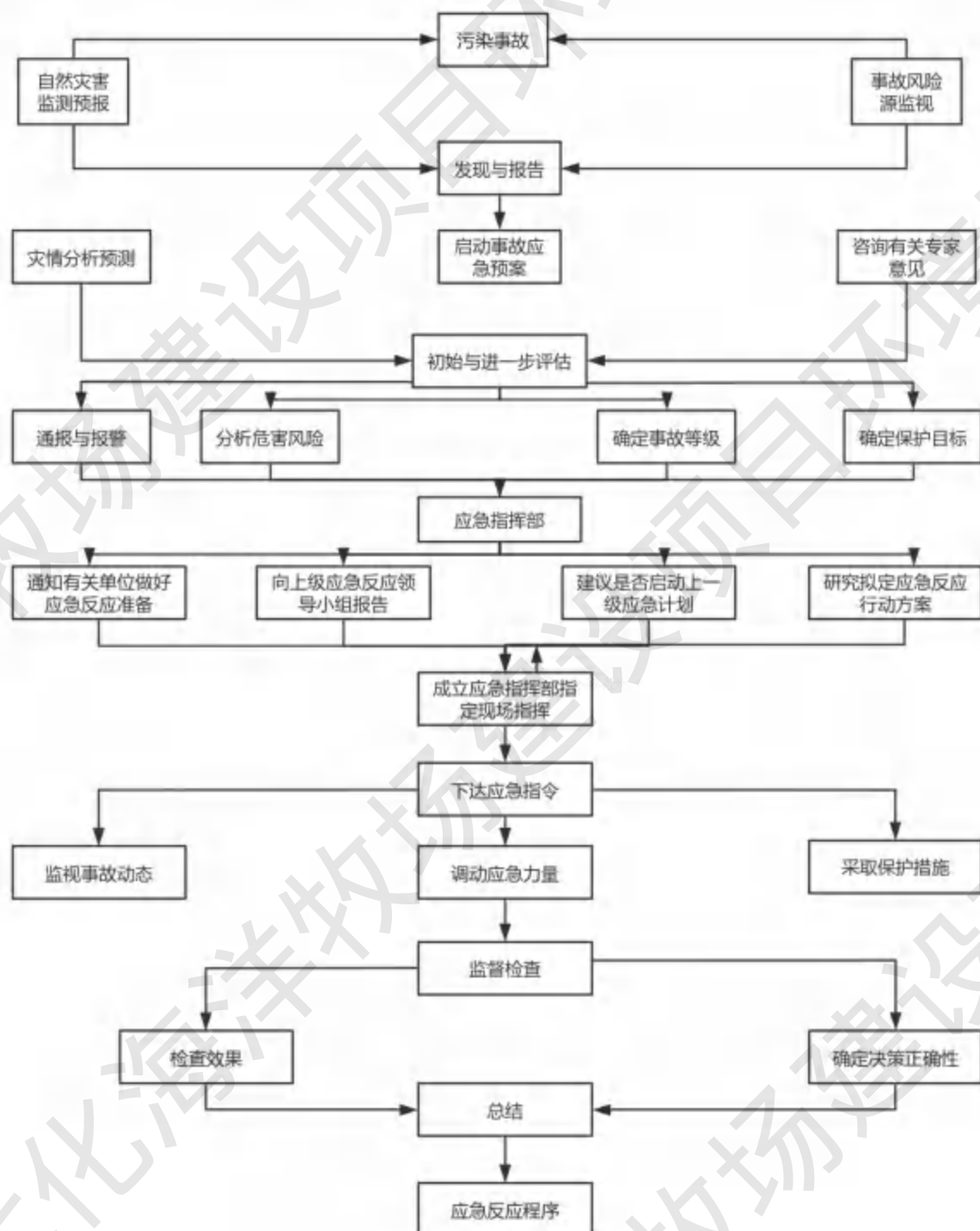


图 7.4-2 事故应急程序图

7.5 环境风险评价结论

环境风险评价的结果表明，本项目事故风险在采取环境风险防范措施和事故应急预案、在落实各项环保措施和采取本报告书提出的有关建议、落实项目排水设施的设计、

做好与政府、园区的风险应急预案有效联动的前提下,基本满足国家相关环境保护和安全法规、标准的要求,本项目风险可防可控。

表 7.5-1 建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目			
建设地点	广东省	湛江市	雷州市	企水镇西北部海域
主要危险物质及分布				
环境影响途径及危害后果	海洋自然灾害;赤潮;溢油事故等; 影响海水水质、海洋生物及海洋生态环境等。			
风险防范措施要求	做好应急防范、应急防范及应急救援准备等。			
填表说明(列出项目相关信息及评价说明)	本项目风险潜势为III,在做好各项环境风险防范措施和日常管理中严格遵守操作规程、制定完善的环境风险应急预案的情况下,本项目环境风险可接受。			

表 7.5-2 建设项目环境风险自查表

工作内容		完成情况				
风险调查	风险物质	名称	燃料油			
		存在总量	50t			
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 人		5km 范围内人口数 人	
			每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)		人	
		地表水	地表水功能敏感性	F1=	F2=	F3=
			环境敏感目标分类	S1=	S2=	S3=
		地下水	地下水功能敏感性	G1=	G2=	G3=
			包气带防污性能	D1=	D2=	D3=
	物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1=	1≤Q<10=	10≤Q<100=	Q>100=
		M 值	M1=	M2=	M3=	M4=
		P 值	P1=	P2=	P3=	P4=
环境敏感程度	大气	E1=	E2=		E3=	
	地表水	E1=	E2=		E3=	
	地下水	E1=	E2=		E3=	
环境风险潜势	IV =	IV=	III=	II=		I=
评价等级	一级=	二级=		三级=		简单分析=
风险识别	物质危险性	有毒有害=		易燃易爆=		
	环境风险类型	泄漏=		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放=		

	影响途径	大气 ☐		地表水 ☒	地下水 ☐
事故情形分析		源强设定方法	计算法 ☒	经验估算法 ☐	其他估算法 ☐
风险预测与评价	大气	预测模型	SLABR ☐	AFTOXR ☒	其他 ☐
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 <u> </u> / <u> </u> m 大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 <u> </u> / <u> </u> m		
	地表水	最近环境敏感目标 <u> </u> / <u> </u> ，到达时间 <u> </u> / <u> </u> h			
	地下水	下游厂区边界到达时间 <u> </u> / <u> </u> d			
		最近环境敏感目标 <u> </u> / <u> </u> ，到达时间 <u> </u> / <u> </u> d			
重点风险防范措施		严格加强船舶的安全管理，杜绝事故的发生。 同时要加强突发事件的风险防范和应急处置能力建设，一旦发生溢油事故，应尽快采取阻拦措施，并组织人员进行油品的回收工作，尽量减小污染。			
评价结论与建议		在严格落实本报告书提出的各项风险的预防和应急措施，并不断完善风险事故应急预案的前提下，本项目环境风险在可接受范围之内。			
注：“ ☐ ”为勾选项，“ <u> </u> ”为填写项。					

第8章环境保护措施及其可行性分析

8.1 海水水质保护措施

8.1.1 施工期海水水质保护措施

(1) 船舶施工人员生活污水：船舶施工人员生活污水由船舶自备的临时污水收集设施收集，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，定期交由有能力处理的单位接收处理。由于施工时间短，源强小，只要加强生活污水控制收集处理，对周边海域水环境的影响不大。

(2) 施工期含油污水：严格管理和维修保养施工船舶、施工机械，严禁机械、船舶带“病”作业。本项目含油废水主要有施工船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水经设置的油污水桶收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有能力处理的单位进一步进行处理。

(3) 施工产生的悬浮泥沙降低措施

1) 合理制定施工计划，特别是项目北侧临近自然保护区区域的网箱及筏式养殖筏在布设时，应尽量缩短工期，减少网箱、吊养锚固定沉桩时施工产生的悬浮物对水质的影响。

2) 应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮等海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。

3) 建立严格的施工操作制度，开工前应对施工设备，做好施工设备的日常维修检查工作。

8.1.2 营运期海水水质保护措施

(1) 养殖范围边界应设置警戒标示，养殖区域不得超过申请养殖用海范围。合理控制本项目养殖规模、密度，减少养殖活动对水环境造成影响。

(2) 生活污水、生活垃圾妥善处置，不排海。含油污水经设置的油污水桶收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，委托有能力单位接收处置，不外排。

(3) 加强水质监测和养殖管理。定期网箱清洗及更换时进行安全检查,做好网箱养殖管理日记。本项目拟在海上工作平台安装智能深海网箱监控系统,密切注意养殖区域及周边水域的水质变化,注意观察鱼群活动情况及水色、水质等情况。一般每天早、中、晚都会测量水温、气温,每周测1次pH值,测2次透明度。做好日常养殖巡查、监视监测工作,一旦发生异常,应立即通知相关主管部门和技术单位进行相应的处理。

(4) 避开大风浪季节施工,减少对海域的污染影响。施工期应做好恶劣天气条件下的防护准备,6级以上大风应停止作业。

(5) 合理控制养殖密度,科学投饵,减少养殖活动对水质的影响。

(6) 防止船舶溢油事故发生,溢油事故发生后应第一时间采取应急救援措施。

8.1.3 措施可行性结论

综合分析,本项目施工期和营运期采取的治理技术均为可行技术,对周边海域环境影响较小,具有措施可行性和环境可行性。

8.2 海洋生态环境保护措施

8.2.1 施工期保护措施

(1) 海上施工应尽量避免在底栖生物的繁殖期、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节等敏感期(3月至6月)进行作业。同时,应对整个施工进行合理规划,尽量缩短工期,以减轻海上施工可能带来的水生生态环境影响。

(2) 施工单位在施工前应充分做好生态环境保护的宣传教育工作,组织施工人员学习有关法律法规,增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识;建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度,落实岗位责任制。

(3) 施工过程中须密切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。

(4) 加强施工期、营运期废水和固体废物的监管力度,防止废水和固体废物直接排放入海,从而对海洋生态环境产生影响。

(5) 合理规划施工工期,在满足施工质量要求的前提下,尽量缩短施工时间。

(6) 严格限制工程方的施工区域和用海范围，在划定的施工作业海域范围，禁止非施工船舶驶入，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对底栖生物、鱼类、游泳生物的影响范围。

(7) 委托具有监测资质的环境监测单位对项目区及其周围海域进行海洋生态环境的跟踪监测，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给施工单位，施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和生态保护措施。此外，施工过程中也须密切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明显变化而对周围海域海洋生物产生明显不良影响，应立即停工并检查、调整相应的污染防治设施。

8.2.2 营运期保护措施

(1) 营运期海上工作平台进行日常管理作业的人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施集中收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有处理能力单位接收处置，不允许污水直接排放入海。

(2) 营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，经设置的油污水桶收集后，定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后，交由有能力处理的单位进一步进行处理。

(3) 工作人员生活垃圾集中分类收集后，集中收集上岸，交由环卫部门进行收集处置，废弃养殖材料收集后，外售给废品收购站，严禁直接丢弃进入海域。

(4) 对项目附近的海洋生态环境和海洋生物资源进行跟踪监测，掌握海洋生态环境的发展变化趋势，及时采取调控措施

(5) 加强养殖废弃物治理。推进网衣等养殖生产副产物及废弃物集中收置和资源化利用。

8.2.3 生态补偿措施

本项目为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，不会对海域水流形成阻断，不改变海域的自然属性，对附近海域的水动力和输沙特征的影响很小。养殖设施锚泊系统固定施工作业产生的悬浮泥沙会对周边海域沉积物环境、用海生态环境和水质环境造成较小影响，作业结束后悬沙影响消失。

本项目养殖过程中尤其是贝类养殖，无需投喂任何人工饵料，项目运营期间对水质环境影响很小。网箱和筏式锚固系统投放海中后，其周围流速变化，锚固系统区域流速较快，产生“冲淤”现象，区域内海底地质变粗，由于许多底栖生物的分布对泥沙粒径有选择性，所以底泥粒径的变化对底栖生物，特别是环节动物的分布产生了影响。项目建设占用海底资源 1258.56m^2 ，对海洋生物资源造成的直接损失量为 156.64kg ，相对而言，本工程对底栖生物资源造成的损失不大，本项目生态补偿费用较小。

8.2.4 措施可行性结论

综上所述，本项目海洋生态环境保护采取的治理技术均为可行技术，对周边海域环境影响较小，本项目采用的海洋生态环境保护措施具有技术可行性。

8.3 噪声污染防治措施

8.3.1 施工期噪声污染控制措施

本项目施工噪声主要污染环节是施工作业机械的机械噪声和船舶的交通噪声。拟采取环保措施和建议如下：

- (1) 优先选取低噪声、低振动的施工机械和施工船舶，对于高噪声设备使用消声器，消声管、减震部件等方法降低噪声。
- (2) 改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动。
- (3) 闲置的设备应予以关闭或减速。
- (4) 做好施工机械和施工船舶的调度和交通疏导工作，严格控制船鸣笛，降低交通噪声。
- (5) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减少因机械磨损而增加的噪声。闲置的机械设备等应该予以关闭或者减速。
- (6) 施工单位应合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，尽量减少同时运行动力机械设备的数量，尽可能使动力机械设备均匀地使用，并避免在同一时间使用大量高噪音设备。
- (7) 加强员工环境保护意识教育，做到文明施工，杜绝因人为因素导致噪声扰民纠纷。
- (8) 加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛。

8.3.2 营运期噪声污染控制措施

项目营运期噪声源主要来自于工作船行驶产生的噪声，拟采取以下污染防治措施：

- (1) 加强设备定期保养维护；工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声。
- (2) 工作船等控制鸣笛，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭，不得乱鸣。

8.3.3 措施可行性结论

施工期及营运期采取的噪声环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

因此，项目所采取的噪声治理措施是可行。

8.4 大气污染防治措施

8.4.1 施工期大气污染防治措施

施工期主要大气污染为施工船舶尾气，施工单位必须加强施工区的规划管理；运营期废气主要为养殖工作船产生的船舶废气，船舶马力较小、工作时间短暂，废气产生量较小。

(1) 选用符合标准，排污量少的工作船。施工机械及船舶应选用耗油低、污染物排放量少的发动机，并使用低硫油，减少废气的排放。

(2) 加强施工机械和船舶的日常维护保养，确保设备正常运行，避免不正常运行产生的废气。

(3) 对入场施工机械进行管理，检查合格的机器才可进场作业，尽量减少施工机器包括车船产生的燃油废气。

8.4.2 营运期大气污染防治措施

项目大气污染源主要为工作船运输过程排放的少量船舶尾气及扬尘。

(1) 选用符合标准，排污量少的工作船。选用污染物排放量少的环保工作船舶机械，运输车辆的燃气应采用低含硫燃料油，同时做好相关保养工作，使其保持正常运行，减少污染物的排放。

(2) 汽车运输严格控制行车速度，控制行车过程中粉尘的产生。

8.4.3 措施可行性结论

本项目施工期及营运期采取的大气环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.5 固体废物污染防治措施

8.5.1 施工期固体废物污染防治措施

施工期产生的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾及施工过程中产生的网箱包装材料等废料。

固体废物作为一种累积性污染物，若不加以妥善处理处置或随意堆放，将会对周围环境造成污染，因此对固体废物的处置是重要的环保措施。

(1) 强化施工期的环境管理，倡导文明施工。施工期间产生的建筑、生活垃圾不得随意堆放和抛弃，应定点堆放收集、及时清运。禁止向海域随意倾倒垃圾和废弃材料。

(2) 网箱包装材料等废料经分类收集，实现综合利用。

(3) 船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

8.5.2 营运期固体废物污染防治措施

根据工程分析，项目营运期产生的固体废物主要包括生活垃圾、病死鱼及养殖废弃物，建议采取以下措施降低污染物对海洋环境的影响。

(1) 在工作船舶上的工作人员产生的生活垃圾集中收集上岸后交由环卫部门统一处置。

(2) 废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，定期由物资回收公司回收利用，不在海域丢弃。

(3) 营运期产生的病死鱼应无害化处理，禁止直接排入海域。

8.5.3 措施可行性结论

本项目施工期及营运期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，具有合理可行性。

8.6 环境保护对策措施一览表

表 8.6-1 项目环境保护对策措施一览表

时期	环境要素	污染源	主要污染物	主要污染防治措施	预期效果
施工期	水环境	船舶含油污水	石油类	船舶收集后，交有能力处理、理的单位处理，不得向海域排放。	收集后交有能力处理的单位处理，不得向海域排放。
		船舶生活污水	COD、BOD、SS、氨氮、动植物油	船舶工作人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海	经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海
		网箱安装固定、吊养养殖固定产生悬浮泥沙	SS	加强施工管理，间断自然排海	尽量降低悬浮物造成的环境影响
	海洋生态	—	—	生态补偿措施	减缓对海洋生态的影响
	大气环境	施工船舶	SO _x 、NO _x 和烟尘	采用符合标准的燃料及施工设备	船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中相关污染物排放控制要求
	声环境	施工船舶、施工机械	等效连续 A 声级	加强施工作业管理，杜绝夜间施工	符合《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-2011)
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾	交环卫部门接收处理	交由环卫部门接收处理
		废油及含油抹布	危险废物	经收集上岸后交由有资质单位接收处理	交由有资质单位接收处理
		废弃绳索、网具等	建筑垃圾	运至政府部门指定的位置处置或综合利用	运至政府部门指定的位置处置或综合利用
	溢油	溢油风险	石油类	应急预案	增强施工期船舶溢油风险应急能力
营运期	水环境	网箱清洗废水	海洋生物等附着物	海中取水，海上冲洗，自然排海	—
		生活污水	COD 等	经船舶上的生活污水收集设施收集上	经船舶上的生活污水配备专门的容器集中收集，定期通过污

				岸后,交由有处理能力单位清运处理,不直接排放入海	水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后,交由有处理能力单位清运处理
	含油污水	石油类		船舶靠岸后,交由有能力处理的单位进一步进行处理	经设置的油污水桶收集后,定期通过污水泵输送至协议公司的污水接收船接收上岸后,交由有能力处理的单位进一步进行处理
	排泄物及残饵	总氮、总磷、COD、氨氮等		控制养殖密度,优化养殖环境,科学投喂,自然排海	减少养殖污染造成的环境影响
海洋生态	—	—		生态补偿措施	减缓对海洋生态的影响
大气环境	船舶燃油尾气及扬尘	SO ₂ 、NO _x 和烟尘		低硫燃料	船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中相关污染物排放控制要求
声环境	船舶行驶	等效连续 A 声级		加强船舶维护与保养,控制鸣笛等	减少工作船噪声对海洋生物活动的影响
	生活垃圾	生活垃圾		集中收集上岸,交由环卫部门处理	集中收集上岸,交由环卫部门处理
	病死鱼	病死鱼		放在干净、密封的容器中,装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置	放在干净、密封的容器中,装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置
固体废物	废弃防疫药物	防疫药品中的废包装材料及废容器		集中收集上岸	交由符合农业农村部门相关规定且有处理能力的单位处理
	废饲料包装袋	养殖管理平台产生的固废		集中收集上岸,外售给废品收购站	外售给废品收购站
	废旧网具	废旧网具		定期由物资回收公司回收利用	定期由物资回收公司回收利用
风险	溢油风险	石油类		应急预案	增强营运期船舶溢油风险应急能力

第9章 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析是环境影响评价的重要环节之一，用于衡量建设项目投入的环保投资和所能收到的环境保护效果，对外界产生的环境影响、经济影响和社会影响。

经济效益可以用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，难以通过货币直接计算，目前常采用定性与半定量相结合的方法对环境效益进行分析。

本报告对本项目建设所带来的经济、社会以及环境效益进行分析。

9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的污染防治措施主要针对会对环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据本评价以上提出的各项环境保护措施，以确保施工期和运营期所制定的环境保护目标顺利实现为前提，对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，本次评价所提出各项污染措施费用约为 145 万元，项目总投资约 10750 万元，占总投资的 1.35%，详见下表 9.1-1 所示。环保投资比例合理，从经济角度论证，该环境保护措施投资对建设单位来讲是可接受的。

表 9.1-1 项目环保投资概算一览表

阶段	项 目	单价 (万元)	数量	金额 (万元)
施工期	施工期环境监理	12 万元/年	1 次	12
	施工期环境监测	15 万元/次	1 次	15
	船舶污水临时接收设施	10	1 套	10
	垃圾回收桶等	2	1 套	2
运营期	船舶污水接收设施	25	1 套	25
	溢油回收设施(含围油栏、撇油器、吸油材、消油剂及消油剂喷洒装置等)	35	1 套	35
	垃圾收集系统	5	1 套	5
	运营期跟踪监测	12 万元/次	4 次	48
合计				145

9.2 环境保护的经济损益分析

9.2.1 环境效益分析

9.2.1.1 项目施工对附近海域生态环境的影响

项目施工期间，网箱安装、网箱固定施工作业时选择中、小潮、海况好的时间施工，减少施工期悬浮泥沙扩散；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有能力处理的单位进一步进行处理。施工人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海；施工人员的生活垃圾经收集打包交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理，不向海洋排放，对海域水生态环境及底质环境不会产生影响，也不会对生物带来危害。

9.2.1.2 营运期对环境的影响

项目运营期间网箱养殖投饵料和鱼类排泄物对生态环境产生一定影响，可通过控制养殖密度，采用优质的浮性饲料，减少饲料的投喂量，来降低对水域水质的影响。工作船舶含油污水经收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有能力处理的单位进一步进行处理，生活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后交由有处理能力单位处理，生活垃圾集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置。本项目产生的污水不直接排放入海，固体废弃物禁止入海，因此对海洋生态环境的影响不大。

9.2.2 环境直接、间接经济效益分析

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。对本项目来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加；在采取环境保护措施后，可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设工程污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

本项目的实施,能产生较大的社会效益和经济效益,项目建设充分利用湛江海洋资源优势,打造湛江市深海养殖基地,推进海洋综合开发示范区建设,以科技创新能力促进传统海洋渔业向现代海洋渔业升级。项目通过基地化、健康化、集约化的海水养殖基地以及国家级标准化健康养殖示范基地示范推广,带动湛江近岸海水网箱养殖产业集群逐步向深水海区转移,形成健康、安全、高效,科技含量高、经济价值高的深水网箱养殖产业集群,加快湛江市海洋经济发展,推进海洋经济强市建设,增加就业。本项目具有良好的社会效益。

9.2.3 社会效益分析

本项目的建设可有效促进湛江市经济渔业发展,通过对养殖海区进行规范化管理,实行有度有序养殖,推进水产养殖业持续、健康和高效发展,不仅提高养殖海域利用效率,而且有效保护养殖海域生态环境,实现最佳的经济、社会、生态效益,打造振兴养殖海域模板,构建蓝色粮仓。

(1) 壮大主导产业,促进结构调整及示范性分析

本项目有利于提升生产设施装备水平,缩小与先进地区技术上的差距,有效改变本地传统的养殖模式,大幅度提高水产品生产能力,对本地区海水养殖业形成规模化发展和集约化经营,具有十分深远的意义。

近年来,我省不断加大农业产业结构调整力度,鼓励积极发展无公害水产品生产,持续带动当地传统农业转型,推动农村经济繁荣发展。本项目海洋牧场建设,规范养殖活动,对促进区域海水养殖产业化结构调整、优化、升级和产品更新换代,起到很好的示范作用。

(2) 完善产业链条,加快农产品流通、转化及标准化、规模化生产分析

通过本项目建设,在满足市场需求的同时还可提高农户的经济利益,对完善产业链条,促进海水养殖产业向标准化、规模化发展具有积极的作用,项目建设使产、加、销、服务环节的联结机制更加紧密,对缓解水产品“买难”“卖难”的矛盾表现更为突出。

(3) 项目带动及辐射能力分析

通过本项目的经营体制,整体提升湛江市筏式、渗水网箱和底播养殖规模,同时带动区域劳动就业,增加当地居民收入,提高生活水平。通过规范化的养殖模式,提高产量的同时,减少了对环境的破坏,项目实施社会效益明显。

9.3 环境经济损益分析结论

综上所述，建设项目在保证充足的环保投资，切实落实各项环境污染防治和风险防范设施的前提下具有良好的社会、经济和环境效益，所引起的环境经济损失也较小，此时，项目的建设从环境、经济及社会效益角度而言是可行的。

第10章 项目建设的合理合法性分析

10.1 产业政策相符性分析

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

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

10.2 与海域相关规划相符性分析

10.2.1 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的相符性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提出：构建具有国际竞争力的现代海洋产业体系，推动传统海洋产业提质增效打造现代海洋渔业产业集群。高质量建设“粤海粮仓”，布局珠三角沿海和粤东粤西两翼深水网箱产业集聚区、海洋牧场示范区建设，加快形成产值超千亿元的海洋渔业产业集群。聚焦种业“卡脖子”关键问题，实施“粤种强芯”工程，实现建设水产种业强省目标。持续推进深水网箱养殖，以抗风浪网箱养殖为纽带形成深水网箱制造、安置、苗种繁育、大规格鱼种培育、成鱼养殖、饲料营养、设施配套等环节的产业链条，实现规模化、集约化、产业化经营。支持建设一批深水网箱养殖基地、现代化海洋牧场、水产特色养殖示范基地、休闲渔业示范基地等，重点建设海洋牧场14个。加快饶平、徐闻等17个渔港经济区建设，完善渔港配套设施。规范有序发展远洋渔业，统筹远洋捕捞作业。

本项目建设内容符合广东省海洋经济发展，是构建具有国际竞争力现代海洋产业体系，推动传统海洋产业提质增效打造现代海洋渔业产业集群，以及全力推进现代化海洋牧场建设的重要组成部分。建设湛江市企水9号海域现代化海洋牧场建设项目，是向海图强，打造现代化海洋牧场先行示范市，闯出一条具有湛江特色的现代化海洋牧场发展之路的必然选择。因此，项目的建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的相关要求。

10.2.2 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》的相符性分析

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》作为国土空间规划体系下的专项规划，严格落实国家对海岸带及海洋空间规划有关要求，是《广东省国土空间规划（2021-2035年）》在海岸带及海洋空间的补充和细化，是一定时期内广东省海岸带及海洋空间开发保护的政策总纲。规划确定的有关功能分区及相应的管控规则将统筹纳入国土空间总体规划和详细规划。规划明确各类型海洋功能区空间分布及管控要求，提出陆海一体化空间划定内容及实施传导路径。生态环境保护包括构建陆海交互的生态网络，推进陆海一体化单元整体修复，加强海岸带环境综合治理，建立蓝碳生态产品价值实现机制等内容。产业布局优化提出从近岸海域、深远海域两个区域强化海洋产业布局引导，明确各类海洋产业发展的空间保障，为涉海重大平台、重大项目建设预留发展空间，保障以现代化海洋牧场为引领的海洋渔业空间，促进海洋生物资源合理利用，着力培育万亿级现代化海洋牧场产业集群，打造海上粮仓和海上药库。

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》提出的总体目标是：

到2025年，陆海生态系统稳定性显著增强，生物多样性得到有效保护，海洋环境风险和灾害应对能力稳步提升；现代海洋产业体系不断完善，海洋科技创新能力大幅提升，海岸带地区绿色生产生活方式广泛形成；亲海环境质量明显改善，人民对海岸带公众亲海空间的需求基本满足。到2035年，全面建成高品质、高效能、高活力海岸带，全面形成陆海一体的开发与保护格局、管理与治理体系。

高品质生态海岸带。健全生态保护制度，建设陆海一体生态网络，持续推进海岸线、海岛修复以及红树林营造修复等。落实海湾海洋环境整治及海岸（滩）垃圾管控，改善近岸海域水体质量，切实提高灾害防范能力。高效能产业海岸带。全面保障各类海洋产业发展空间，打造千亿级以上海洋产业集群。统筹岸线、近海、深远海开发利用，推进海洋经济高质量发展示范区建设。高活力人居海岸带。建设广州海洋创新发展之都、深圳全球海洋中心城市，推进沿海地市争创各具特色的现代海洋城市。因地制宜拓展亲海空间，打造特色化亲海岸线。本项目建设不占用海岸带，用海方式为开放式养殖，各用海区域在开敞条件下进行养殖生产，充分利用了附近海域的渔业资源，可促进湛江市蛋

场港西南侧海域的局部环境，保护海洋生态、修复海洋渔业环境，可带动周边渔业养殖发展和提升经济效益。

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》将海洋空间划分为生态空间和发展空间，其中生态空间以保护和修复海洋生态环境为核心目标。本项目位于湛江市蛋场港西南侧海域，本项目采用开放式养殖方式，不占用海岸带，符合规划中对海洋生态空间的管控要求。

规划将海洋发展区定位为适度开发利用海洋资源的区域，重点支持现代化海洋牧场、海洋渔业等绿色产业发展。本项目作为现代化海洋牧场类项目，符合海洋发展区的功能定位和管控要求。资源高效利用：项目采用重力式深水网箱养殖、筏架养殖等现代化养殖技术，充分利用海域空间和渔业资源，符合规划中关于“优化海洋资源利用，推动海洋产业绿色化、集约化发展”的要求。产业带动与经济效益：项目通过现代化养殖模式，不仅提升了养殖效率，还带动了周边渔业养殖发展和经济效益提升，符合规划中关于“促进海洋经济高质量发展，推动区域经济协同发展”的目标。用海方式与管控：项目采用开放式养殖用海方式，各用海区域在开敞条件下进行养殖生产，符合规划中关于“科学划定用海区域，优化用海方式”的要求。同时，项目避免了传统养殖对海岸带的占用，符合规划中关于“严格控制海岸带开发，保护海岸带生态功能”的管控原则。

本项目用海选址位于海洋发展分区的“渔业用海区”，未涉及其他海洋发展分区。本项目周边海域的海洋发展分区为“生态保护区”和“游憩用海区”，分别位于东侧 3100m 和东南侧 15000m 的海域。其中“渔业用海”为“湛江西侧渔业用海区”。

本项目开展延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及深水网箱养殖。项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性，不涉及海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程等用海，不涉及军事用海，不涉及岸线占用，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》海洋发展分区、海岸带分区发展及管控。本项目筏架吊养的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。网箱养殖开展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，可保障渔业资源可持续发展，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。本项目建设不涉及海岸线。

综上，项目用海符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》。

名称		湛江西侧渔业用海区		代码		610-001		功能区位置图
分区类型		渔业用海区		位置		经纬度: 109° 32' 3.945" E 纬度: 20° 41' 42.104" N		
地理范围		雷州半岛西侧海域						
空间资源 现状	岸线长度(千米)	29.7574						
	潮间带面积(公顷)	5435.7329						
	海域面积(公顷)	290851.3035						
	海岛数量(个)	有居民海岛		0		无居民海岛		2
开发利用现状		1. 已有较多开放式养殖和围海养殖现状; 2. 有广西北部湾沿海船舶修造基地; 3. 有海底电缆管道穿越。						
岸线类型	严格保护岸段	44083137, 44083108, 44083242, 44083238, 44083136, 44083185, 44083207, 44083182, 44083098, 44083233, 44083241, 44083114, 44083206, 44083246, 44083208, 44083099, 44083240, 44083205, 44083209, 44083198, 44083149, 44083218, 44083199, 44083282, 44083113, 44083183, 44083097, 44083247, 44083248, 44083196, 44083132, 44083244, 44083129, 44083129, 44083127, 44083258, 44083141, 44083131, 44083136, 44083249, 44083072, 44083118, 44083118, 44083125, 44083130, 44083142, 44083186, 44083145, 44083126, 44083109, 44083122, 44083124, 44083112, 44083134, 44083117, 44083121, 44083128, 44083135, 44083111, 44083119, 44083123, 44083188, 44083115, 44083185, 44083125, 44083138, 44083201, 44083280, 44083073, 44083107, 44083144, 44083104, 44083174, 44083126, 44083203, 44083181, 44083071, 44083243, 44083245, 44083197, 44083204, 44083145				24.9017		长度 (千米)
	限制开发岸段	44083235, 44083234, 44083233, 44083232, 44083231, 44083230, 44083229, 44083228, 44083227, 44083193, 44083192, 44083191, 44083190, 44083189, 44083188, 44083184, 44083183, 44083182, 44083181, 44083180, 44083179, 44083175, 44083172, 44083171, 44083170, 44083169, 44083093, 44083092, 44083091, 44083090, 44083089, 44083088, 44083074				7.8896		
	优先利用岸段	44083094, 44083096, 44083236, 44083187, 44083226, 44083225, 44083185, 44083237, 44083221, 44083138, 44083222, 44083223, 44083224, 44083194, 44083095				7.5667		
	有居民海岛主体功能	——						
无居民海岛 (名称)	生态保护岛内	——						功能区空间范围图
	生态控制岛内	——						
	海洋发展区内	堤填三石(其他用岛)、大石(其他用岛)						
管控要求	空间准入	1. 允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海; 2. 可建设固体矿产用海、海底电缆管道、航运、海洋保护修复及海岸防护工程等用海; 3. 优先保障军事用海及军事设施安全;保障石油勘探项目的用海需求。						
	利用方式	1. 允许适度改变海岸自然属性; 2. 渔业基础设施用海要优化渔港布局,鼓励建设生态式构筑物;增养殖活动应避开航道、不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全;围垦海域禁止开展破坏性活动; 3. 禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营;严格控制河口海域的围海养殖,围垦河口应进行生态修复。						
	保护要求	1. 严格防治海水污染,禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动;鼓励推广发展生态养殖模式,合理规划养殖规模、密度和结构,保障渔业资源可持续发展; 2. 切实保护严格保护岸线; 3. 严格保护岸线所在的潮间带区域,以保护修复目标为主,保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低; 4. 保护和合理利用无居民海岛资源; 5. 保护红树林、地形海岸、泥质岸滩及其生态。						
	其他要求	——						

图10.2-1 湛江西侧渔业用海区-登记表

表 10.2-1 本项目所在海域管控要求符合性分析

功能区划	管控要求		本项目	符合性
湛江西侧 渔业用海 区	空间准入	1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海； 2.可兼容固体矿产用海、海底电缆管道、航运、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.优先保障军事用海及军事设施安全；保障乌石油田群项目的用海需求。	本项目为增养殖用海，项目范围不涉及海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程等用海，不涉及军事用海。	符合
	利用方式	1.允许适度改变海域自然属性； 2.渔业基础设施用海要优化渔港平面布局，鼓励建设透水式构筑物；增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；捕捞海域禁止炸岛等破坏性活动； 3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营；严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。	本项目开展延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及深水网箱养殖。项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性，不会侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营；增养殖活动已避开航道，不妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。	符合
	保护要求	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展； 2.切实保护严格保护岸线； 严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少，生态功能不降低； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护红树林、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生境。	本项目筏架吊养的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，不涉及海岸线占用，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。网箱养殖开展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，可保障渔业资源可持续发展，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。	符合
	其他要求	—	—	—

产业布局优化方面提出从近岸海域、深远海域两个区域强化海洋产业布局引导，明确各类海洋产业发展的空间保障，为涉海重大平台、重大项目建设预留发展空间，保障以现代化海洋牧场为引领的海洋渔业空间，促进海洋生物资源合理利用，着力培育万亿级现代化海洋牧场产业集群，打造海上粮仓和海上药库。本项目为近海养殖园区发展以筏式、网箱养殖，保护海洋生态、修复海洋渔业资源环境，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升。在空间布局方面，统筹海陆空间资源，坚持“海-港-陆”一体谋划，同时加强养殖用海规模及空间科学调控，打造“流沙湾联动圈”，支持海洋产业绿色、低碳发展，提升海洋资源综合利用效率。

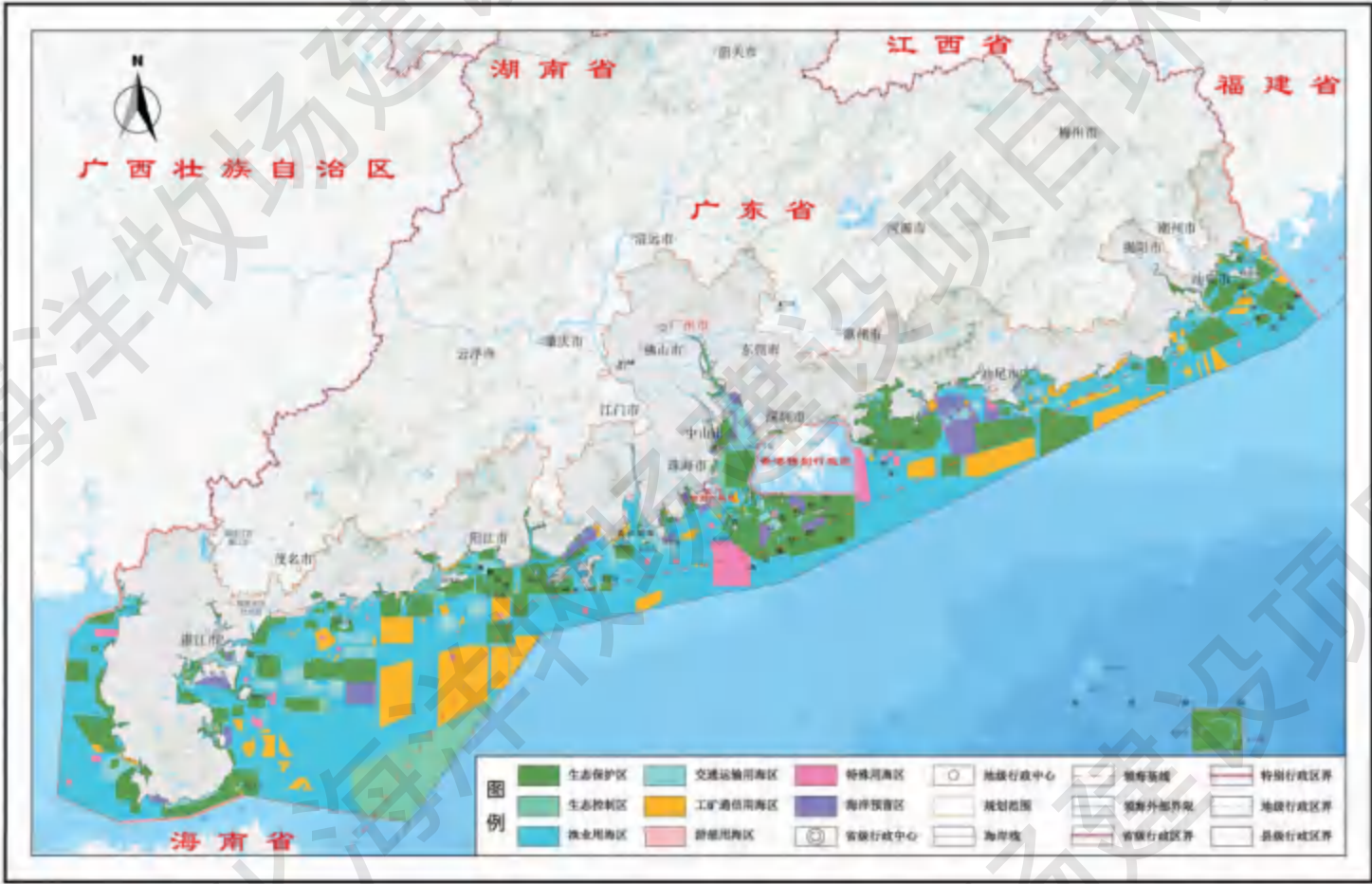
规划在生态环境保护提出构建“一屏一链五江一网”生态网络，推进陆海一体化单元整体修复，加强海岸带环境综合治理，建立蓝碳生态产品价值实现机制等内容。本项目为浮筏养殖及深水网箱养殖，不影响相关生态修复项目，不会对海域水流形成阻断，不会对海域的自然属性进行改变，不会破坏海洋生态环境，不占用自然岸线等资源；本项目控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利影响，项目的建设符合生态养殖。本项目对于保护和合理开发海洋渔业资源、完善居民饮食结构、发展“碳汇渔业”和促进湛江市绿色健康发展等方面都具有重要的意义。

综合分析，本项目的建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的要求。本项目用海位置与广东省海洋产业空间叠加图见图 10.2-2 所示，广东省海洋功能分区图见图 10.2-3 所示。



图10.2-2 本项目用海位置与广东省海洋产业空间叠加图

广东省海洋功能分区图



审图号：粤S（2025）008号

比例尺1:250000（高斯-克吕格投影，标准纬线为30°）

广东省自然资源厅
2025年1月 编制

图 10.2-3 广东省海洋功能分区图

10.2.3 与《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）的相符性分析

2023年7月1日，广东省自然资源厅为贯彻落实省委、省政府关于深入实施“百县千镇万村高质量发展工程”和全面建设海洋强省的工作部署，加快推动我省现代化海洋牧场高质量发展，颁布了《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），该通知提出：统筹优化省管海域内现代化海洋牧场空间布局，按照近退远拓、疏近用远、生态发展的要求，统筹优化省管海域内现代化海洋牧场空间布局，科学规划10米等深线以深至领海线的“中海”养殖空间，逐步推动现代化海洋牧场向“深远海”发展，保障现代化海洋牧场高质量发展的海域空间需求。严格落实“三区三线”管控要求和保障海上运输、军事安全、生态安全的前提下，统筹现代化海洋牧场布局和未来发展需要。在保障海域基本功能且用海活动互不排斥的前提下，支持渔业用海与游憩用海、工矿通信用海等用海适度兼容，探索休闲渔业、风渔融合、渔光互补等新型现代化海洋牧场项目。

本项目为湛江市现代化海洋牧场建设项目，建设内容为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，属于生态用海符合生态发展的要求，其选址符合“三区三线”管控要求，与海上运输、军事安全、生态安全等活动相适宜，是湛江市打造成为南方水产种业创新与生产基地、“粤海粮仓”主基地、现代化海洋牧场全链发展示范区、智慧养殖和装备创新应用基地重要组成部分。

因此，本项目建设与《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》相符合。

10.2.4 与《湛江市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》的相符性分析

根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（湛府办函〔2019〕32号），本项目选址位于养殖区。养殖区的管理要求：1）完善养殖审批管理。规范水域滩涂养殖发证登记工作。完善全民所有养殖水域、滩涂使用审批，健全使用权的招、拍、挂等交易制度；推进集体所有养殖水域、滩涂承包经营权的确权工作。2）强化养殖生产管理。养殖区内符合规划的养殖项目，应当完成环保审批、验收等手续，科学确定养殖密度、合理投饵和使用药物，配套排放水处理设备设施，防止造成水域的环境污染，养殖

生产应符合《水产养殖质量安全管理规定》的有关要求，依法规范、限制抗生素、激素类化学药品的使用。3) 加强渔政执法查处无证养殖，对非法侵占养殖水域滩涂行为进行处理，规范养殖水域滩涂开发利用秩序，强化社会监督。4) 加强水产品质量安全管理以“最严谨的标准、最严格的监管、最严厉的处罚、最严肃的问责”作为水产品质量安全体系建设的总体思路，建立健全层级负责的水产品质量安全管理体系，完善市、县（市、区）、镇二级水产品质量安全官方检测和企业自检的监测体系，建立健全水产品质量安全信息监管平台，强化执法监督。



图 10.2-4 本项目用海位置与湛江市养殖水域滩涂规划叠加示意图

本项目采用开放式的养殖方式，本项目为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，对海域水流不会形成阻断，不会海域的自然属性进行改变，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，确保养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。其规划规模、密度及结构是合理的。牡蛎等养殖品种自然生长不投喂任何人工饵料和药物，能科学确定养殖密度，防止造成水域的环境污染，对所在海域的海水水质、沉积物及生物质量影响不大，与《规划》中对

养殖区的要求相一致。项目营运后，可促进当地养殖效益增长，培育本地区渔业经济新的增长点，对增加本地区渔（农）民收入，壮大渔业经济产生积极作用。

因此，本项目的建设符合《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》相关要求。

10.3 与相关政策、环保法规政策的相符性分析

10.3.1 与《“十四五”全国渔业发展规划》的相符性分析

根据《“十四五”全国渔业发展规划》（农渔发〔2021〕28号）要求，高标准建设现代化海洋牧场。严格落实《国家级海洋牧场示范区建设规划（2017-2025年）》，分批创建国家级海洋牧场示范区。支持山东、海南开展现代化海洋牧场建设试点，在南北方建立具有代表性的海洋牧场示范点，发挥典型示范和辐射带动作用。推进海洋牧场可视化、信息化、智能化建设，开展海洋牧场渔业碳汇研究，创新海洋牧场管护模式，加强效果监测评估，促进海洋牧场建设持续健康发展。

本项目为现代化海洋牧场建设项目，是湛江市打造现代化海洋牧场先行示范市的重要项目，项目建设拟采用先进的养殖技术和设备，以机械化、自动化、智能化装备技术为支撑，高标准地开展海洋牧场、深水网箱养殖建设。

因此，项目建设符合《“十四五”全国渔业发展规划》相关要求。

10.3.2 与《广东省环境保护条例》的相符性分析

《广东省环境保护条例》第二十九条提出：“建设项目应当依法进行环境影响评价。对存在环境风险的建设项目，其环境影响评价文件应当包括环境风险评价的内容。对超过重点污染物排放总量控制指标或者未完成环境质量目标的地区、流域和行业，有关生态环境主管部门应当暂停审批新增重点污染物或者相关污染物排放总量的建设项目环境影响评价文件。”

第五十三条中提出：“各级人民政府应当加强生物多样性保护，保护珍稀、濒危野生动植物，禁止从事非法猎捕、毒杀、采伐、采集、加工、收购、出售野生动植物等活动。”

本项目为现代化海洋牧场建设项目，项目正在依法进行环境影响评价中，本报告为项目开展环境影响评价的必要技术支撑文件。项目内容主要为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，拟采用先进的养殖技术和设备，以机械化、自动化、智能

化装备技术为支撑,高标准地开展海洋牧场、深水网箱养殖建设,有利于提升所处海域的渔业基础能力。

因此,项目建设符合《广东省环境保护条例》的相关要求。

10.3.3 《广东省国土空间规划(2021-2035年)》

《广东省国土空间规划(2021-2035年)》提出,实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海,陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线,加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区,按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。提升海岸带品质和功能。推进海洋生态修复和环境治理,构建通山达海、城海相融的滨海景观体系,统筹航运交通、能源矿产、渔业养殖、基础设施布局,增强海岸带综合承载力,推动海岸带高质量发展。拓展蓝色发展空间。发展深远海养殖,推动海洋牧场规模化发展。优近用远完善用海布局。推动海上风电项目、海洋养殖向深水远岸布局,促进海上风电与海洋油气开发、深水养殖综合开发利用。引导岭南优势特色农业集聚发展。依托辽阔海域和密集水网,提升渔业基础设施水平,建设渔港经济区、现代渔业产业园区,支持国家级水产健康养殖和生态养殖示范区、国家级海洋牧场示范区建设。严格保护水产种质保护区,加强重要渔业资源产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道的保护,强化近海养殖用海科学调控,鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设,确保农林渔业用岛、渔业基础设施用海和增养殖用海规模。

本项目用海选址位于广东省海洋空间功能的“海洋开发利用空间”,未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型为渔业用海,符合《广东省国土空间规划(2021-2035年)》功能区类型。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区,按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。各功能区的分布见图10.3-1。

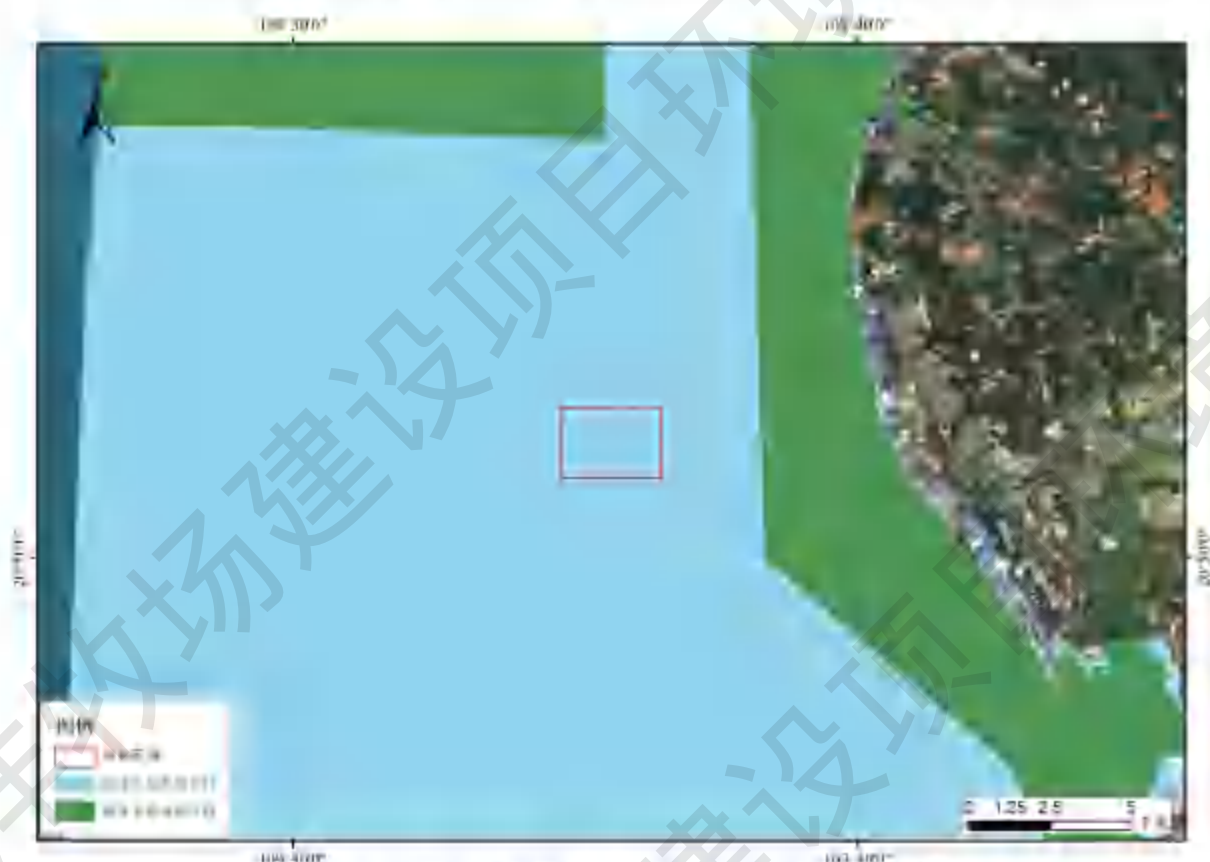


图 10.3-1 本项目用海位置与广东省海洋空间功能布局叠加图

10.3.4 与《广东省国土空间总体规划（2021-2035 年）》的相符性分析

根据《广东省国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目用海选址位于海洋空间功能布局的海洋开发利用空间，未涉及海洋生态保护红线、海洋生态保护空间。本项目用海类型属于渔业用海，项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性，符合海洋开发利用空间管理要求，在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。

本项目作为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，属于重点保障的海洋牧场建设，可带动周边水产品运输、加工等相关产业，实现陆海联动，促进更具活力、魅力和国际竞争力的现代化沿海经济带建设，支撑全省经济高质量发展。

项目用海不占用大陆岸线和海岛岸线，与其海岸线管控和利用相适宜。项目作为绿色生态养殖，通过控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，重力式网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利影响。本项目筏架吊养

的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。

项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境，可以严格执行建设项目用海控制标准，不影响国防安全、航运交通、能源矿产等资源开发利用的用海需求和安全。

综上所述，本项目的建设符合《广东省国土空间总体规划（2021-2035年）》的要求。

10.3.5 与《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的相符性分析

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目用海选址位于市域国土空间规划分区的渔业用海区，未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型属于渔业用海，项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性，符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》规划分区。本项目作为延绳式浮筏养殖、栅架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，属于重点保障的海洋牧场建设。本项目用海选址不涉及红树林、础洲岛人工鱼礁、吴川重要渔业资源产卵场、东海岛海岸防护极重要区等。本项目筏架吊养的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。

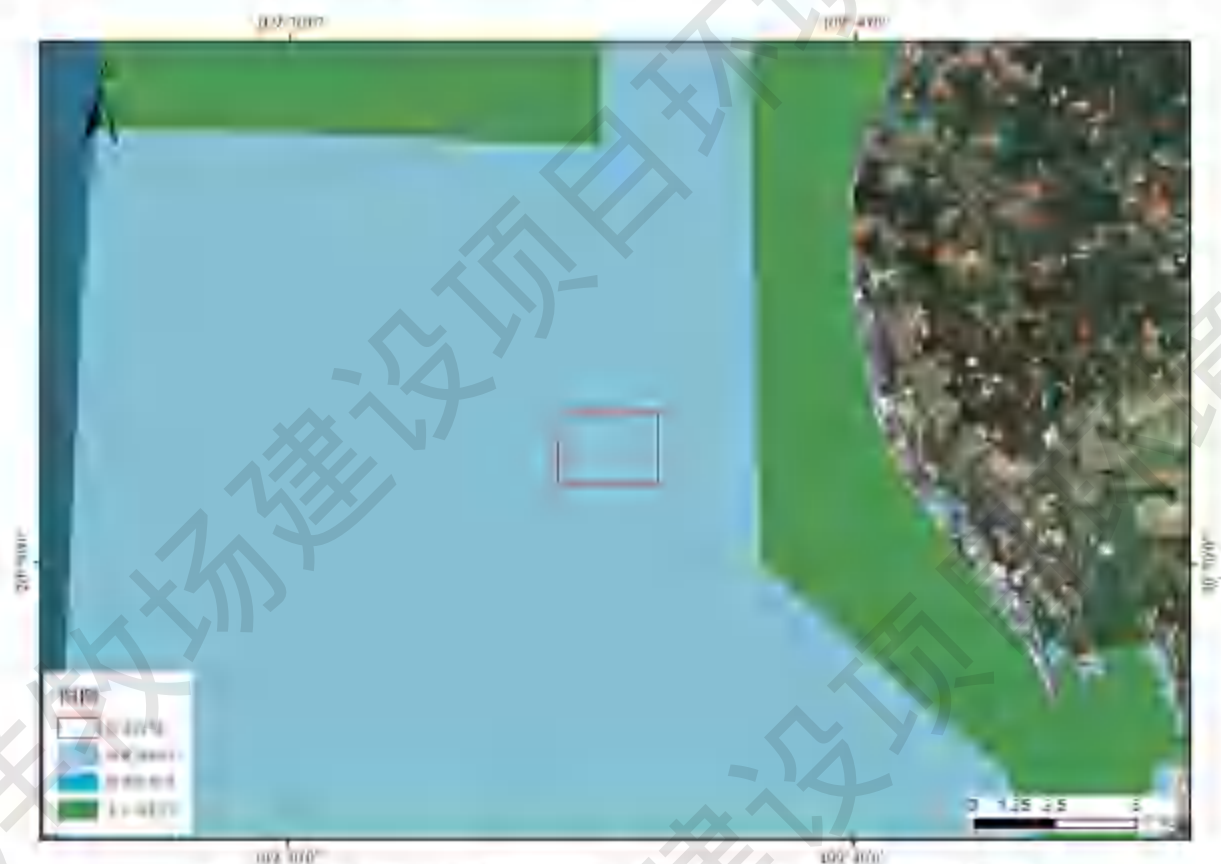


图 10.3-2 本项目用海位置与湛江市国土空间总体规划功能区叠加图

项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。项目养殖区距离周边的航道和生态保护区有一定的距离，未侵占航道，不占用岸线资源，对岸线不造成影响，符合所在海域的用途管制要求。

综上所述，本项目的建设符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求。

10.3.6 与《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的相符性分析

根据《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目用海选址位于县域国土空间规划分区的渔业用海区，未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型属于渔业用海，项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性，符合《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划分区。本项目作为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及深水网箱养殖，属于重点保障的海洋牧场建设。本项目用海选址不涉及红树林、碓洲岛人工鱼礁、吴川重要渔业资源产卵场、东海岛海岸防护极重要区等。本项目筏架吊养的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能

力强，环境容量大，养殖污染影响较小。项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。项目养殖区距离周边的航道和生态保护区有一定的距离，未侵占航道，不占用岸线资源，对岸线不造成影响，符合所在海域的用途管制要求。

综合分析，本项目的建设符合《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》的要求。

10.3.7 与《广东省海洋生态保护实施方案》的相符性分析

《广东省海洋生态保护实施方案》指出：“海洋生态保护工程包括海洋保护区建设、增殖放流、海洋牧场建设、人工鱼礁建设工程等。”

本项目是现代化海洋牧场建设项目，建设内容主要为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，属于方案中推荐建设的海洋生态保护工程，海洋牧场建设等内容。

因此，项目的建设符合《广东省海洋生态保护实施方案》相关要求。

10.3.8 与《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性分析

根据《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（湛府〔2021〕36号）指出：“加快发展现代渔业。把海洋牧场作为现代渔业发展的核心，推动传统渔业向现代渔业转型、近海滩涂养殖向深海网箱养殖转变。加快建设国家级海洋牧场人工鱼礁示范区和湛江硇洲、遂溪江洪国家级海洋牧场示范区，推进建设遂溪盐灶、吴川博茂、徐闻外罗海洋牧场项目，规划建设通明湾等现代渔业产业园、深水网箱产业园，打造深海网箱养殖优势产业带……。”

本项目是现代化海洋牧场建设项目，建设内容包括延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，项目建设有利于湛江市加快发展现代渔业，打造深海网箱养殖优势产业带。

因此，项目的建设符合《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的相关要求。

10.3.9 与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

《湛江市生态环境保护“十四五”规划》业经湛江市人民政府同意，于2022年3月印发实施，项目主要开展海洋牧场养殖活动，该规划指出：加强海水养殖污染防控。科学确定主要水产养殖区域海水养殖规模和密度，优化水产养殖生产布局。根据前文分析，本项目养殖活动影响范围主要局限在养殖区域，对养殖区以外的海域影响较小，本项目对环境影响是可接受的。

本项目建设不占用生态保护红线范围，基本不影响海洋生态保护红线区域功能发挥。

综上，本项目的建设符合《湛江市生态环境保护“十四五”规划》。

10.3.10 与《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》提出“十四五”期间，湛江市将通过一系列措施壮大发展绿色产业。在海洋生态环境空间管控方面，将强化“三线一单”的刚性约束，严格保护红树林、珊瑚礁、海草床和中华白海豚、鲎等自然保护地，全力推进以临港产业、滨海旅游为重点的湛江特色现代产业体系建设，加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控。在推动海洋产业结构优化调整方面，将加快推进养殖方式转型，鼓励发展工厂化循环水养殖、池塘工业化养殖等生态养殖，探索“深远海养殖+”等产业融合发展；以工业化理念重塑从“养殖”到“餐桌”水产产业链，打造国家级数字化水产加工示范区和国际水产品深加工集聚地，规划布局湛江（遂溪）牡蛎现代渔业加工基地、湛江（麻章）牡蛎深加工基地，推动建设“全国牡蛎养殖示范市”。

本项目为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，不会对海域水流形成阻断，不会对海域的自然属性进行改变，不会破坏海洋生态环境，不占用自然岸线等资源；本项目控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利影响，项目的建设符合生态养殖。本项目对于保护和合理开发海洋渔业资源、完善居民饮食结构，发展“碳汇渔业”和促进湛江市绿色健康发展等方面都具有重要的意义。

因此，本项目的建设符合《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的要求。

10.3.11 与《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》的相符性分析

《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》提出坚持向海而兴、向海图强，创新现代渔业经济形态与发展模式，将湛江市打造成为南方水产种业创新与生产基地、“粤海粮仓”主基地、现代化海洋牧场全链发展示范区、智慧养殖和装备创新应用基地。在空间布局方面，统筹海陆空间资源，坚持“海-港-陆”一体谋划，构建“一核四圈”的现代化海洋牧场高质量发展格局。在北部湾江洪海域、乐民海域、包金沙海域、企水海域、角尾湾、雷州湾、吉兆湾等海域规划布局19片近海生态养殖园区，总面积约229平方千米；在北部湾乐民海域、包金沙海域、企水海域、流沙湾、外罗海域、雷州湾、础洲岛海域、吉兆湾等海域规划布局20片深远海装备养殖园区，面积约390平方千米。

本项目为《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》规划布局中“流沙湾联动圈”联动圈的海上养殖区“企水9号”范围内，周边为企水3号、企水4号、企水7号、包金沙1号、包金沙2号，符合《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》海上园区布局要求，该规划海上空间布局方案已征求各部门意见，各部门均无异议，与周边项目建设情况相适宜。本项目开展延绳式浮筏、棚架式浮筏及深水网箱养殖，建设内容符合《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035年）》提出建设“粤海粮仓”主基地，近海养殖园区发展以筏式、新型普通网箱（经充分研究和论证，可局部适度布置重力式网箱）及多营养层级综合立体养殖等生态健康养殖模式。因此，本项目建设内容、选址与《湛江市现代化海洋牧场规划（2023-2035年）》有关要求相符合。



图10.3-3 本项目用海位置与海上养殖园区选址规划布局图叠加示意图

10.3.12 《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》符合性分析

根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（湛府办函（2019）32号），本项目选址位于养殖区。养殖区的管理要求：1）完善养殖审批管理。规范水域滩涂养殖发证登记工作。完善全民所有养殖水域、滩涂使用审批，健全使用权的招、拍、挂等交易制度；推进集体所有养殖水域、滩涂承包经营权的确权工作。2）强化养殖生产管理。养殖区内符合规划的养殖项目，应当完成环保审批、验收等手续，科学确定养殖密度、合理投饵和使用药物，配套排放水处理设备设施，防止造成水域的环境污染，养殖生产应符合《水产养殖质量安全管理规定》的有关要求，依法规范、限制抗生素、激素类化学药品的使用。3）加强渔政执法查处无证养殖，对非法侵占养殖水域滩涂行为进行处理，规范养殖水域滩涂开发利用秩序，强化社会监督。4）加强水产品质量安全管理以“最严谨的标准、最严格的监管、最严厉的处罚、最严肃的问责”作为水产品质量安全体系建设的总体思路，建立健全层级负责的水产品质量安全管理体系，完善市、县（市、区）、镇二级水产品质量安全官方检测和企业自检的监测体系，建立健全水产品质量安全信息监管平台，强化执法监督。



图 10.3-4 本项目用海位置与湛江市养殖水域滩涂规划叠加示意图

本项目采用开放式的养殖方式，本项目为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及深水网箱养殖，对海域水流不会形成阻断，不会海域的自然属性进行改变，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，确保养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。其规划规模、密度及结构是合理的。牡蛎等养殖品种自然生长不投喂任何人工饵料和药物，能科学确定养殖密度，防止造成水域的环境污染，对所在海域的海水水质、沉积物及生物质量影响不大，与《规划》中对养殖区的要求相一致。项目营运后，可促进当地养殖效益增长，培育本地区渔业经济新的增长点，对增加本地区渔（农）民收入，壮大渔业经济产生积极作用。

因此，本项目的建设符合《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》相关要求。

10.3.13 与《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》的相符性分析

《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》的主要目标要求：到 2025 年，全省渔业经济总产值达到 4500 亿元以上，水产品总产量保持在 900 万

吨以上，水产品加工率达到30%以上，水产核心种源自给率达到80%以上，新增国家级水产健康养殖和生态养殖示范区10个，健康养殖示范面积比例达到65%以上，水产品产地质量监测合格率保持在98%以上，重点养殖区域全部实现养殖尾水达标排放或资源化利用。培育5个以上区域公用品牌，建设3个跨区域产业集群，建成示范性国家级渔港经济区，打造辐射国内外的粤港澳大湾区水产品集散中心。

“加强水产养殖规划与国土空间规划衔接，将养殖水域滩涂、养殖设施用地等纳入国土空间规划，合理保障水产养殖空间。完善重要养殖水域滩涂保护制度，禁止非法占用，严格限制改变用途。加快推进水域滩涂养殖发证登记，做到应发尽发。加快运用现代化渔业设施装备，加强自动饲喂环境调控、水产品收集、疫病防治等设施装备研发和生产。大力发展设施渔业，推广应用工厂化集约养殖、立体生态养殖等新型养殖设施。推进智慧水产养殖，构建基于物联网的水产养殖生产和管理系统。科学布局建设深远海大型智能养殖渔场和海洋牧场，选育适合深远海养殖的品种，发展以重力式深水网箱、桁架式养殖设备为主体的深远海养殖，探索“深水网箱+风电”“深远海养殖-休闲海钓”及海洋牧场、深远海养殖渔场与海上风电融合发展模式。鼓励以企业为经营主体，开展以海洋牧场、人工鱼礁（巢）和深水网箱养殖区等为一体的区域性渔业资源综合开发，打造“粤海粮仓”——”

本项目主要为延绳式浮筏养殖、桁架式浮筏养殖及深水网箱养殖，属于重点保障的海洋牧场建设，本项目用海选址不涉及红树林保护区等。本项目筏架吊养的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。本项目控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利影响，项目的建设符合生态养殖。

综上所述，本项目的建设符合《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》的要求。

10.3.14 与《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》的相符性分析

《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》提出，需要科学确定养殖用海规模与布局、分类管控新增养殖用海、全面规范养殖用海审批和出让、稳妥处置现有养殖用海、积极推行生态化养殖用海及切实加强养殖用海监管。增养殖区不得划定在军事禁区和军事管理区、港口、航道、锚地、海底电缆管道保护区等法律法规明确禁止占用的海域。应根据国土空间总体规划确定的规划分区，结合养殖水域滩涂规划，划定增养殖区，科学确定养殖用海规模，稳定海水健康养殖面积，拓展深水远岸宜渔海域，优化养殖用海布局，为加大海水养殖产品供给提供空间保障；新增养殖用海必须依法依规取得不动产权证书（登记为海域使用权）和养殖证；推动近海养殖提档升级，鼓励发展多层次综合养殖，充分利用海水立体空间，积极推进生态环保网箱、浮球应用替代，减少海洋塑料垃圾污染。加快重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船等深远海养殖渔场建造应用，提高养殖设施和装备的现代化水平。

本项目位于广东省湛江市企水镇西北部海域，正在办理用海申请手续，项目主要为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及深水网箱养殖，不会对海域水流形成阻断，不改变海域的自然属性，不改变底质类型、泥沙冲淤状况等自然条件，同时该海域水动力条件较好，养殖容量大，开展生态养殖，对海水具有一定的净化作用，对周围水质不会有明显影响，本项目是优化海洋养殖产业结构和生产力布局的需要，是推动水产养殖转方式调结构、促进水产养殖业绿色发展的需要，是增加海水养殖产量、促进渔业资源可持续发展的需要，是拓展养殖空间的需要，是提高渔民收入、改善海域环境的需要。本项目选址用海远离海岸线，项目不占用任何海岸线，因此，项目的建设符合《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》的要求。

10.4 与“三区三线”的相符性分析

根据中共中央办公厅、国务院办公厅 2019 年 11 月印发《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》、自然资源部办公厅 2022 年 10 月印发的《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〕1107 号），《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）等相关规定，结合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线数据，本项目不涉及城镇开发边界、永久基本农田，项目用海不位于海域生态保护红线划定方案内。

生态保护红线管控要求，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线依法划定后，生态保护红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。主要包括：管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾等活动及其相关的必要设施修筑；原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修缮生产生活设施；经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘和文物保护活动；按规定对人工商品林进行抚育采伐；或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造、锚地升级改造；地质调查与矿产资源勘查开采；依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复；根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作；法律法规规定的其他人为活动。

本项目的建设不涉及海域生态保护红线占用。根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的生态保护红线数据，本项目周边距离最近的海洋生态红线区为赤豆寮沙源流失极脆弱区，距离项目东侧3100m；本项目作为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，项目建设不涉及围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动；养殖过程中，无有毒、有害物质的排放，网箱布设是按照《深水网箱养殖技术规范》有关要求，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，确保养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。其规划规模、密度及结构是合理的。吊养养殖施

工悬浮物影响范围主要集中在养殖区域，对周边的海域的影响较小。同时施工时间短，施工产生的悬浮泥沙可以扩散的范围十分有限。施工结束时，悬浮泥沙扩散产生的影响也会随之消失。

建设项目吊养养殖主要为牡蛎，不涉及任何人工饵料和药物的投喂，以鱼类排泄物和水生微生物为饵料，对海域的自然环境可以实现净化水质的作用。本项目位于近海的开阔水域，水体交换条件好、水流流速平稳，项目贝类养殖密度适中。贝类养殖对海洋水质环境的影响很小，仅为贝类在生长过程中分泌排泄的少量 COD 的污染，在科学合理的养殖情况下对水域水质的影响也大大降低。本项目养殖工艺较为成熟，合理确定养殖密度，对周边海域的环境质量影响不大，运营过程产生的污水均交由有资质单位进行处理。因此，项目的建设对周边海洋生态红线的几乎没有影响，与《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的生态保护红线及相关的管控要求相符。

经分析，本项目不占用大陆保有自然岸线，因此对大陆保有自然岸线无影响。本项目为开放式养殖，养殖模式为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，没有实际占用岸线资源，不会改变海岸线的自然属性和长度，因此不会对海岸线资源造成影响。

综上所述，项目的建设符合“三区三线”的相关要求相符合。

10.5 与“三线一单”的相符性分析

10.5.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），本项目为现代化海洋牧场建设项目，不涉及生态保护红线，建设内容包括延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，项目建设不涉及围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动；养殖过程中，无有毒、有害物质的排放；建设项目吊养养殖主要为牡蛎，不涉及任何人工饵料和药物的投喂，以鱼类排泄物和水生微生物为饵料，对海域的自然环境可以实现净化水质的作用。同时本项目不占用岸线，也不属于高能耗、高污染项目，因此符合生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线要求。

本项目建设不涉及陆域，全部位于海域，根据广东省“三线一单”应用平台的查询结果可知，项目所在位置海域管控分区为湛江-珠海近海农渔业区（HY44080030029）及英罗港-海康港农渔业区（HY44080030012），属于一般管控单元，不涉及水环境管控分区、大气环境管控分区，具体位置见图 10.5-1 所示。经分析，本项目的建设符合一般管控单元的区域布局管控、污染物排放管控要求，本项目与管控单元管控要求的相符性分析见下表 10.5-1 所示。

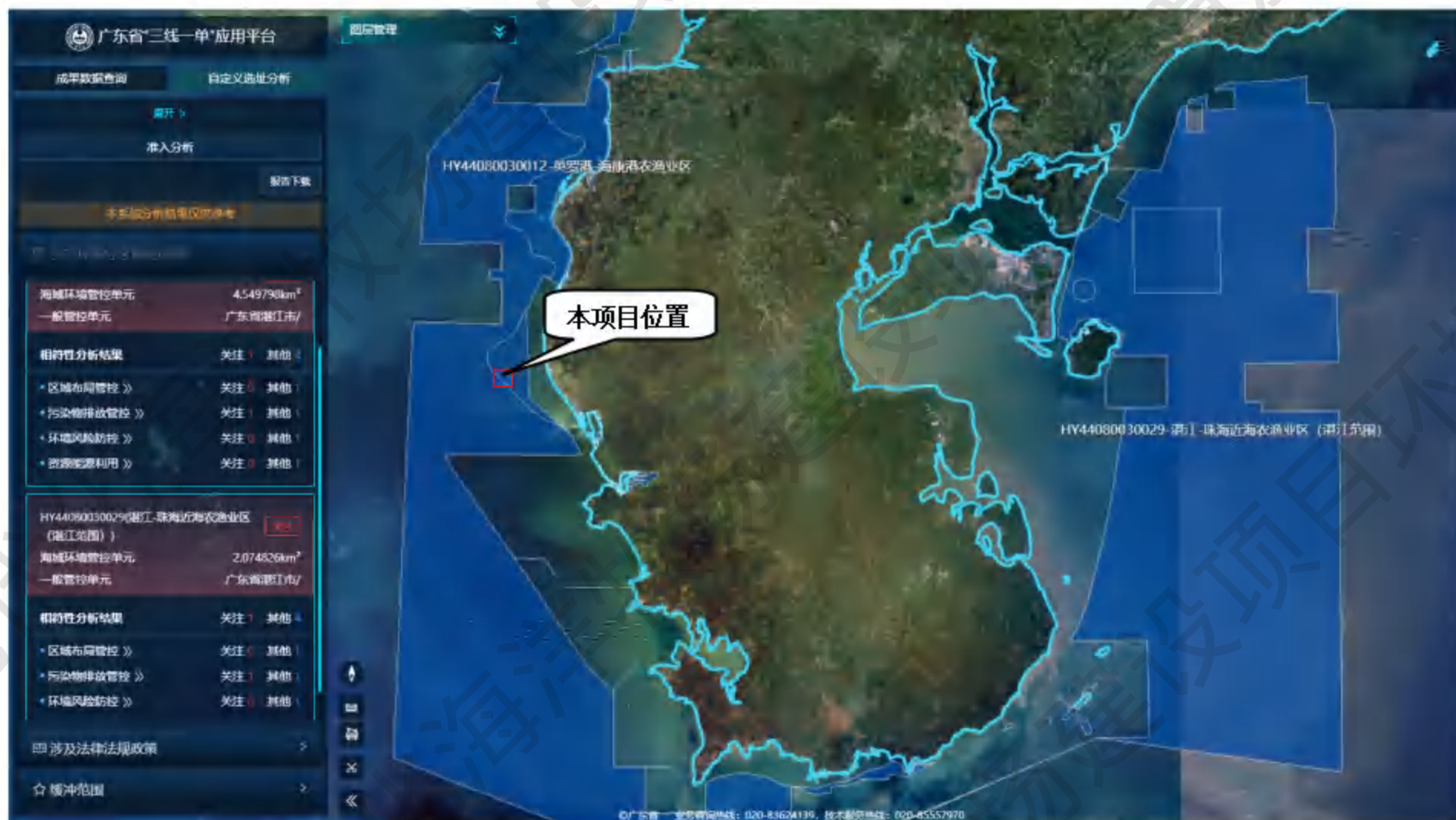


图 10.5-1 本项目与 HY44080030029 一般管控单元、HY44080030012 一般管控单元位置关系图

表 10.5-1 本项目与管控单元管控要求的相符性分析

管控维度	管控要求	本项目	相符性
湛江-珠海近海农渔业区（HY44080030029）一般管控单元			
区域布局 管控	1-1.开发利用海洋资源,应当根据海洋功能区划合理布局,不得造成海洋生态环境破坏。	本项目为开放式养殖用海,项目符合《广东省海洋功能区划(2011—2020年)》的海域使用管理要求及环境保护要求,项目的实施不会对海洋环境产生明显不利影响,基本不会破坏海洋生态环境。	相符
能源资源 利用	4-1.保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源。	本项目位于海域,距离岸线较远,不占用岸线资源。	相符
污染物排放 管控	2-1.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。 2-2.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放,禁止直接排入海域。	本项目网箱平台主要养殖目标对象为卵形鲳、高体、鲉鱼等典型的南海地区深海网箱适养鱼类;吊养养殖主要为牡蛎,不涉及任何人工饵料和药物的投喂,以鱼类排泄物和水生微生物为饵料,对海域的自然环境可以实现净化水质的作用。网箱平台具备全潜养殖和半潜养殖功能,饲料投喂设施具备水面和水下投喂能力。饵料投送能够在网箱本地控制,也可在岸上或船上远程控制,保证覆盖均匀、破损率小,时间可控、数量可调。 项目施工船舶产生的含油污水、生活污水由有资质的船舶污染物接收企业接收处理,不外排。养殖污水污染物主要包括残饵、鱼粪、死鱼等,因养殖区域处于外海海域,海水流动性大,能够得到自然净化,不会对当地海域环境造成影响。营运期生活垃圾采用集中收集,定期上岸,交由环卫部门处置,生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后,交由有处	相符

		理能力单位清运处理，不直接排放入海，船舶含油污水交由有能力处理单位处理，禁止倾倒入海域。	
环境风险防范	3-1 引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。	本项目没有引进海洋动植物业务。	相符

英罗港-海康港农渔业区（HY44080030012）

区域布局管控	1-1.开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。	本项目为开放式养殖用海，项目符合《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》的海域使用管理要求及环境保护要求，项目的实施不会对海洋环境产生明显不利影响，基本不会破坏海洋生态环境。	相符
能源资源利用	4-1.保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源	本项目位于海域，距离岸线较远，不占用岸线资源。	相符
污染物排放管控	2-1.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。 2-2.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。	本项目网箱平台主要养殖目标对象为卵形鲳、高体、鲉鱼等典型的南海地区深海网箱适养鱼类；吊养养殖主要为牡蛎，不涉及任何人工饵料和药物的投喂，以鱼类排泄物和水生微生物为饵料，对海域的自然环境可以实现净化水质的作用。网箱平台具备全潜养殖和半潜养殖功能，饲料投喂设施具备水面和水下投喂能力。饵料投送能够在网箱本地控制，也可在岸上或船上远程控制，保证覆盖均匀、破损率小、时间可控、数量可调。 项目施工船舶产生的含油污水、生活污水由有资质的船舶污染物接收企业接收处理，不外排。养殖污水污染物主要包括残饵、鱼粪、	相符

		死鱼等，因养殖区域处于外海海域，海水流动性大，能够得到自然净化，不会对当地海域环境造成影响。营运期生活垃圾采用集中收集，定期上岸，交由环卫部门处置，经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海，船舶含油污水交由有能力处理单位处理，禁止倾倒入海域。	
环境风险防范	3-1.引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏	本项目没有引进海洋动植物业务。	相符

10.5.2 与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》的相符性分析

本项目位于湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案中的湛江-珠海近海农渔业区（HY44080030029），为一般管控单元，见图 10.5-2 及 10.5-3 所示，一般管控单元的区域布局管控为开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。能源资源利用为保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源。污染物排放管控为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。污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。环境风险防控为引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。

本项目与管控单元管控要求的相符性分析见表 10.5-1 所示，项目建设符合该管控单元的区域布局管控、污染物排放管控要求。

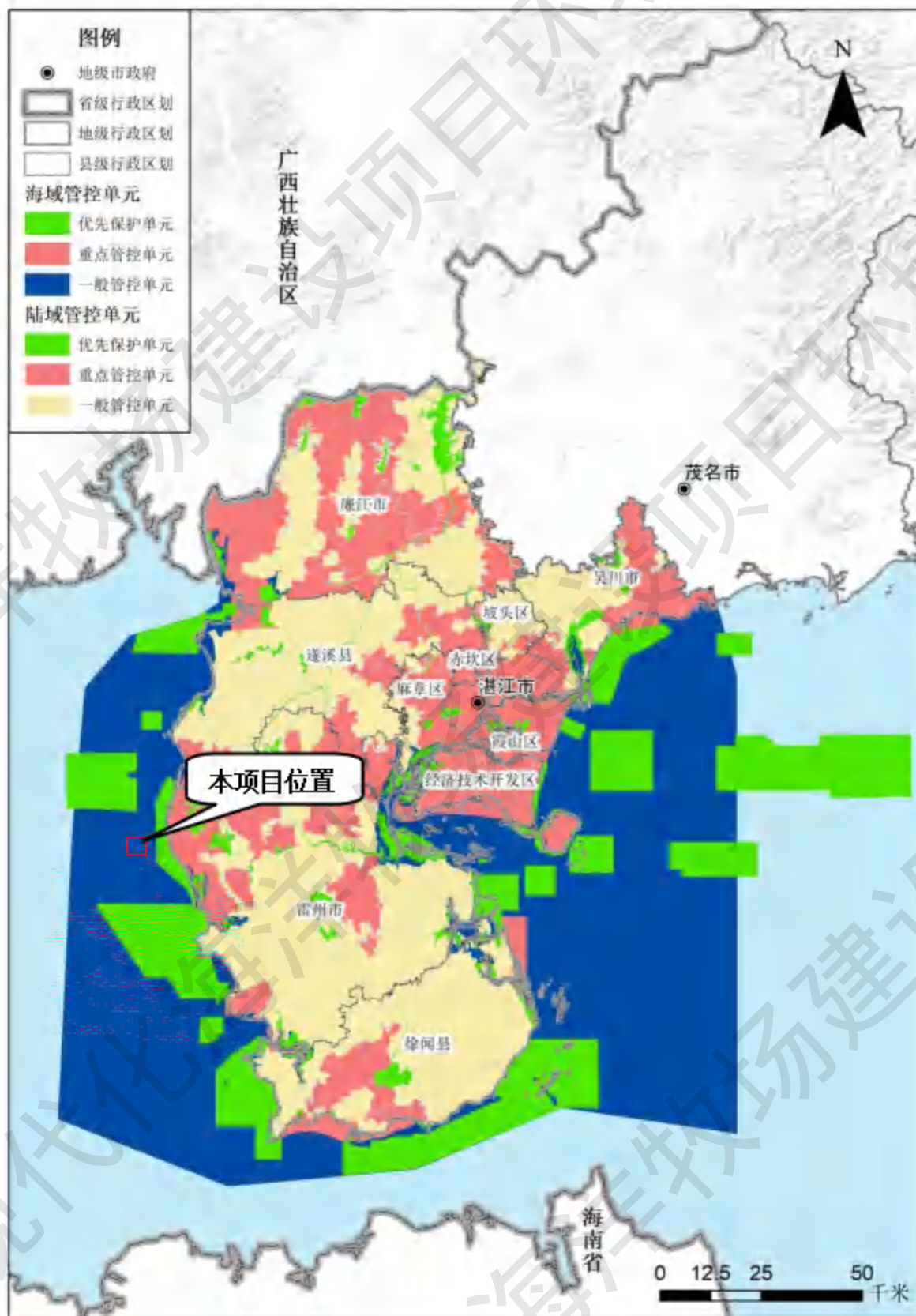


图 10.5-2 本项目与湛江市环境管控单元位置关系图

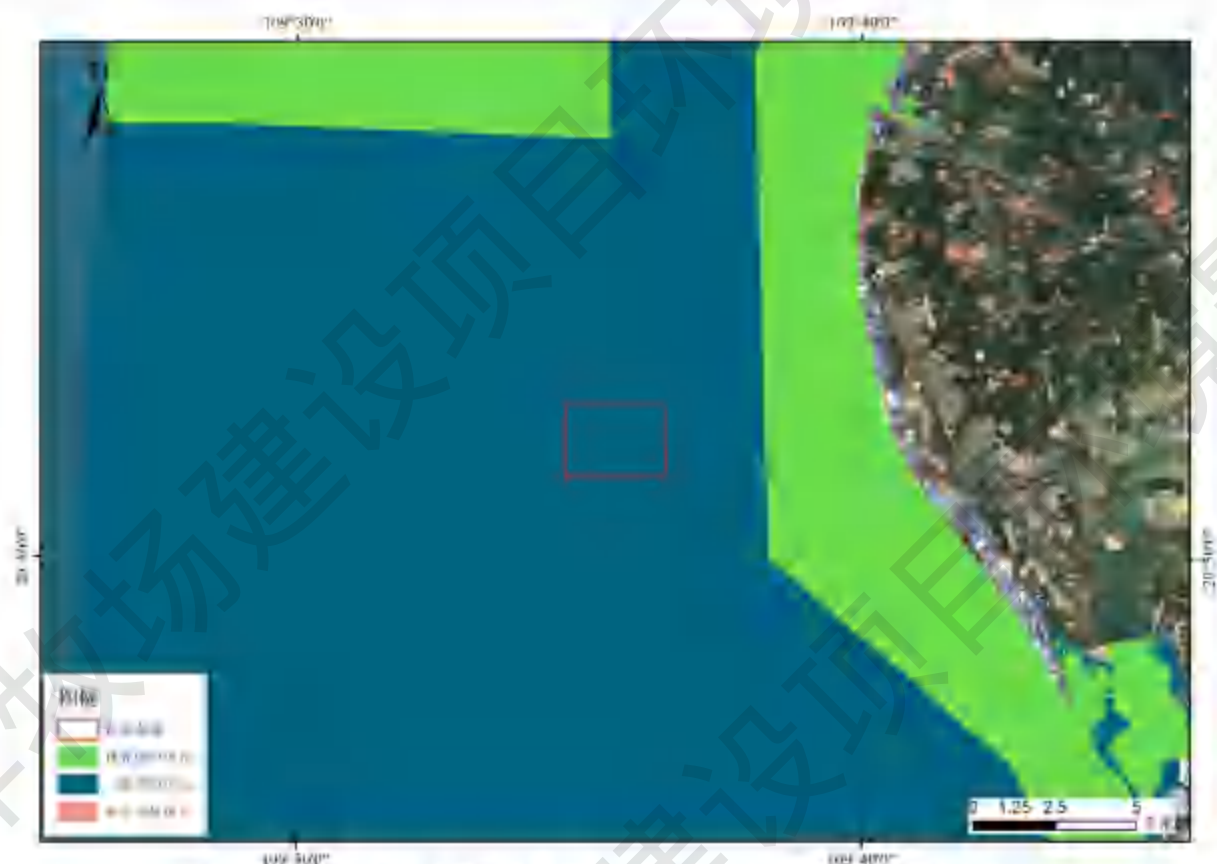


图 10.5-3 本项目用海位置与“三线一单”生态环境分区叠加示意图

本项目用海不位于海域生态保护红线划定方案内，项目为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，对海域水流不会形成阻断，不会对海域的自然属性进行改变，不会破坏海洋生态环境，不占用自然岸线等资源；本项目控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利影响。筏架吊养的牡蛎及扇贝等贝类在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，筏架吊养牡蛎有利于降低海水中总氮、总磷含量，养殖期间对区域海洋生态的影响较小，养殖牡蛎等品种均为所在海域常见品种，不存在引入新物种。项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。

因此，本项目符合三线一单生态环境分区管控的要求。

第11章 环境管理与监测计划

11.1 环境管理

根据《中华人民共和国环境保护法》和《建设项目环境保护管理条例》，建设单位必须把环境保护工作纳入计划，建立环境保护责任制度，采取有效措施，防治环境破坏。

11.1.1 机构组成、人员配备与职责

为了适应环保管理工作要求，本工程环境管理由建设单位设立的环境管理机构负责，建设单位业务上接受生态环境部门的指导和监督，公司配备专职或兼职的环境管理人员，对本项目排污、环保设施运行及环境统计、宣传教育等进行管理。

环保科的具体职责如下：

- (1) 贯彻执行环境保护政策、法规及环境保护标准；
- (2) 建立并完善公司环境保护管理制度，同时监督检查使相关制度能够有效实施；
- (3) 编制并组织实施公司的环境保护规划和计划；
- (4) 搞好环境保护教育和宣传，增强职工的环境保护意识；
- (5) 领导并组织公司的环境监测工作，建立环境监控档案；
- (6) 制定污染治理设备设施操作规程和检修计划，检查、记录污染治理设施运行及检修情况，确保环保治理设施正常稳定的运行；
- (7) 制定污染物排放指标，定时考核统计，确保全厂污染物排放达到国家排放标准 and 总量控制标准；
- (8) 按省、市、区上级环保部门的规定和要求填写各种环境管理报表；
- (9) 协调环保行政管理部门对企业的环境管理与监督。

11.1.2 初步设计和施工前环境管理

(1) 环境监理根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，审核整个工艺是否具有清洁生产的特点，并提出合理建议。

(2) 签订施工承包合同中应包括环境保护的专项条款。在施工招标发包时，应对施工单位的文明施工素质及施工期环境管理水平进行审核，在与中标单位签订施工委托合同时，应将施工期承包单位必须遵循的环境保护有关要求以专项条款方法写入合同文本中，并在施工过程中据此加强监督、检查、减少施工期对环境的污染影响。

11.1.3 施工期环境管理

施工期的环境管理主要由施工单位具体实施，其在环境管理、污染控制及防治措施实施等方面将起到关键作用，因此，选择正规、有经验的施工单位，并将施工期的环境管理工作纳入到合同内容中是确保环境管理计划实施的前提。除此之外，委托有能力的监理单位进行施工期的环境监理，是实现项目全过程环境管理的手段。

施工期环境管理的具体要求如下：

(1) 施工单位和监理单位施工之前对相关人员开展环境保护的宣传和教育培训工作；

(2) 施工单位需严格落实环评报告提出的环保措施，监理单位应做好施工现场的巡视检查、发现存在的环境问题并及时提出，对环保措施的落实情况进行监督。该工程施工期拟落实的主要污染防治措施包括：

1) 网箱养殖、筏式养殖水泥墩锚块是否采取降低悬浮物的浓度和控制悬浮物扩散的措施；

2) 施工物料堆放、装卸、运输是否按对策措施要求落实；

3) 施工过程中使用的各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染；

4) 施工粉尘、噪声是否得到有效防治；

5) 施工期各类废水和垃圾是否进行妥善处置；

6) 落实施工期环境监理制度是否落实；

7) 施工期监测制度是否落实等。

(3) 监理单位编制环境监理报告（环境监理月报、季度报告及监理总结报告），报送建设单位、施工单位和生态环境主管部门，反映施工期环境保护措施的落实情况，是施工期环境管理的重要成果，也是工程竣工环境保护验收的重要材料。

11.1.4 验收阶段环境管理

(1) 落实环保投资，确保治理措施执行“三同时”和各项环保治理措施达到设计要求；

(2) 组织开展该工程环保设施的竣工验收手续，开展竣工验收监测、编制环保竣工验收报告等工作。

11.1.5 运营期环境管理

(1) 监督环保设施的正常运行本项目建设单位应监督各项环保设施的正常运行，杜绝违法向环境排放污染物，对于事故情况下的污染物超标排放，采取及时有效的措施加以控制，同时上报生态环境主管部门。

(2) 监督生态影响防治措施和生态影响补偿措施

监督项目生态影响防治措施和生态影响补偿措施的落实，包括措施的落实及落实后的跟踪监测等内容，是项目环境管理最重要内容之一。

(3) 制订和实施环境监测计划

组织环境监测计划的制订，并做好日常的监测记录工作和定期监测上报工作，通过污染物排放的环境监测来检测环保设施的运行效果，将环保工作落到实处。

(5) 污染事故应急防范

对于突发性污染事故的应急防范，建设单位应成立应急反应指挥小组，制定和实施应急反应计划，配备适当数量的应急设备，将本工程的突发事故应急防范工作与地方的突发事故应急防范工作相衔接，充分利用区域的应急资源，做好污染事故应急防范工作。

(5) 宣传、教育和培训

对员工进行环境保护方面的宣传和培训，培养职工保护环境、防止污染的意识。对于环保设施管理与维护人员，定期参加上级主管机构和各级生态环境主管部门组织的职业技术培训，提高其环境管理和技术水平。

11.2 监测计划

为了及时了解和掌握规划养殖区施工和营运期间主要污染源污染物的排放状况，跟踪了解项目所在海域规划区的环境质量变化情况，根据规划实施的实际情况，在施工阶段主要针对养殖项目施工所产生的环境污染进行监测；在规划实施后的营运阶段，对受

规划养殖项目影响的环境开展全面监测。本次评价主要根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《排污单位自行监测技术指南总则》(HJ819-2017)中的相关要求,提出本项目的施工期和营运期环境监测计划。

11.2.1 监测机构设置

根据项目自身的条件和能力,当地环境监测机构业务开展现状,本项目将交由有资质的环境监测机构代为开展自行监测。

11.2.2 施工期环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求,为了及时了解和掌握建设项目在施工期对海洋水质、沉积物和生物的影响,以便对可能产生明显环境影响的关键环节实行制度性监测,使可能造成环境影响的因素得以及时发现,项目建设单位应定期委托有 CMA 资质的环境监测单位对施工期主要污染源排放的污染物进行监测。

《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》中规定了建设项目海洋环境影响跟踪监测的原则、主要内容、方法和基本要求等。本报告针对本项目养殖区的规模、施工方式、生产工艺流程、施工期排放的污染物的种类、建设项目所处海域的自然环境特征等情况确定施工期跟踪监测的特征参数,并结合工程施工特点和项目周围的环境敏感目标,提出以下施工期间海洋环境监测方案。

(1) 监测点位

为与评价中的现状调查具有可比性,施工期监测范围主要选择在项目用海附近海域进行监测,共设 5 个站(W1、W2、W3、W4 及 W5,监测过程可视情况做适当的调整),包括水质、生态和沉积物,监测点位图见图 11.2-1 所示。

(2) 监测因子

①水质

水温、pH、COD、SS、石油类、盐度、硫化物、无机氮、磷酸盐、重金属(铜、铅、锌、镉等)。

②海洋沉积物

有机碳、硫化物、石油类、重金属(铜、铅、锌、镉等)。

③海洋生态

叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔鱼、底栖生物、渔业资源。

④生物体质量

石油烃、Cu、Pb、Cd、Zn、Hg、As 和 Cr 共 8 项。

(3) 监测频次

根据项目施工期时长进行设置监测频次，在施工中及施工结束后需开展一次监测。

(4) 监测方法

各监测项目具体监测方法按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行。

(5) 监测资料建档及报告提交

承担监测的单位应认真分析监测数据，发现异常及时向上级主管部门汇报，以便采取相应的补充环保对策措施。并加强监测数据的管理，全部监测数据报项目建设部门存档备案，作为项目环境保护竣工验收的重要资料。

1、施工期向上级主管部门提交环境监察审核报告一份。报告书应对当次监察与审核情况进行评估和总结，并做下一次的监察计划和监测程序。

2、日常委托监测分析按化验室质量控制技术进行，对原始记录及相关资料应完整保留备查。

3、及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统，定期总结。

4、环境管理与监测情况应随时接受生态环境主管部门的检查和监督。



图 11.2-1 监测点位置示意图

11.2.3 营运期环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在营运期对海洋水质、沉积物和生物的影响，以及项目运营过程中养殖生物的生物体质量状况，需要在项目营运期进行跟踪监测。

(1) 监测内容：

水质、沉积物、海洋生态等，与施工期监测项目一致。

①水质

水温、pH、COD、SS、石油类、盐度、硫化物、无机氮、磷酸盐、重金属（铜、铅、锌、镉等）。

②海洋沉积物

有机碳、硫化物、石油类、重金属（铜、铅、锌、镉等）。

③海洋生态

叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔鱼、底栖生物、渔业资源。

④生物体质量

石油烃、Cu、Pb、Cd、Zn、Hg、As 和 Cr 共 8 项。

如在养殖过程中出现鱼类病害情况，应检测海水养殖区域内的微生物群落，对病原物的生物变化情况进行监控。

同时进行海洋生态跟踪监测，对附着生物进行调查，水质监测补充对抗生素、总氮及总磷等特征污染物的调查。

(2) 监测点位：

水质、沉积物、海洋生态等，与施工期监测点位一致，具体见图 11.2-1。

(3) 监测频次：

水质：营运期前 2 年水质每年春夏秋各监测一次，结合国控站位的监测时段开展监测。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。若营运期前 2 年内，项目区域水质状况较好，可减少监测频次，考虑每 2 年监测一次。

沉积物：在施工结束后每两年监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

海洋生态：在施工结束后2年内每年监测一次。其后每两年监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

实施单位：委托有CMA资质的监测单位进行监测。

建议将营运期环境监测计划纳入海域常规跟踪监测计划和养殖区自身养殖环境指标的日常监测计划中。

11.3 污染物排放清单

本项目运行期的污染物排放清单见下表 11.3-1。

表 11.3-1 本项目污染物排放清单一览表

时期	类别	污染源	污染因子	防治措施	排放浓度	排放量	执行标准
施工期	水环境	船舶含油污水	石油类	船舶收集后，交有能力处理的单位处理，不得向海域排放。	——	——	——
		船舶生活污水	COD、BOD、SS、氨氮、动植物油	经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海	——	——	——
		网箱安装固定、吊养养殖固定产生悬浮泥沙	SS	加强施工管理，间断自然排海	——	1.294kg/s	——
	大气环境	施工船舶	SO ₂ 、NO _x 和烟尘	采用符合标准的燃料及施工设备	——	——	《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）
	噪声	施工船舶、施工机械	等效连续 A 声级	加强施工作业管理，杜绝夜间施工	距施工机械 5m 处约 80~90dB(A)	——	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾	交环卫部门接收处理	——	0	——
		废弃绳索、网具等	建筑垃圾	运至政府部门指定的位置处置或综合利用	——	0	——
运营期	水环境	网箱清洗废水	海洋生物等附着物	海中取水，海上冲洗，自然排海	——	0	——
		生活污水	COD 等	经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海	——	0	——

		含油污水	石油类	船舶靠岸后,交有能力处理的单位进一步进行处理	—	0	—
		排泄物及残饵	总氮、总磷、COD、氨氮等	控制养殖密度,优化养殖环境,科学投喂,自然排海	—	0	—
大气环境		船舶燃油尾气及扬尘	SO ₂ 、NO _x 和烟尘	低硫燃料	—	少量	《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发(2018)168号)
噪声		船舶行驶	等效连续 A 声级	加强船舶维护与保养,控制鸣笛等	—	—	—
固体废物		生活垃圾	生活垃圾	集中收集上岸,交由环卫部门处理	—	0	—
		病死鱼	病死鱼	放在干净、密封的容器中,装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置	—	0	—
		废弃防疫药物	防疫药品中的废包装材料及废容器	交由符合农业农村部门相关规定且有处理能力的单位处理	—	0	—
		废旧网具	废旧网具	定期由物资回收公司回收利用	—	0	—

11.4 竣工环保验收要求

根据生态环境部相关建设项目环境保护设施竣工验收管理规定及竣工验收监测的有关要求，本项目建成试运行期间，开展建设项目环保“三同时”验收监测和调查工作，根据本项目的工程建设内容及污染物排放情况，本项目的竣工环境保护验收一览表见下表 11.4-1 所示。

表 11.4-1 本项目竣工环境保护“三同时”验收一览表

类别	验收类别	治理措施内容	预期效果
废气	船舶、机械、车辆尾气	船舶采用合规燃料油	管理措施实施情况
	施工船舶和工作船舶含油污水	委托有处理能力单位接收处置，不外排	接收单位资质证明、资质单位接收处置情况
废水	施工产生的悬浮泥沙处理	维持施工船舶正常工作状态，做好施工区域环保措施，控制施工进度，合理安排施工计划	管理措施实施情况
	营运期饵料、悬浮物	控制饵料投放频次和数量，不过量投放	管理措施实施情况
	施工人员和营运期工作人员生活污水	利用区域现有污水处理设施进行处置，不外排	污水清运、处置情况
噪声	船舶、机械、车辆噪声	加强机械和设备的保养维修、保持正常运行、正常运转，降低噪声。设备选型上应注意噪声的防治，选择噪声低、能耗低的设备，以减小噪声源的声级。	管理措施实施情况
固体废物	生活垃圾	分类收集，由环卫部门统一处置	收集、处置情况
	船舶固废	统一收集上岸处置，不外排	
	病死鱼	无害化处置，禁止直接排海	
	废弃防疫药物	交由符合农业农村部门相关规定且有处理能力的单位处理	
	废旧网具等	统一收集后，定期由物资回收公司回收利用	
环境风险	船舶碰撞溢油风险	依托区域现有溢油设备	现有溢油处置设备情况

11.5 小结

本项目环保管理机构应设置合理、完善相应管理制度；通过委托有监测资质的单位进行监测，为建设单位决策提供可靠的环保监测数据。本项目建成后，应有针对性地进一步完善现有监测体系。企业应严格实施日常环境监测计划，确保各类污染物达标排放，环境质量满足相应功能区划要求。

项目竣工后，建设单位应严格按照生态环境部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方可投入生产或者使用。

第12章 环境影响评价结论

12.1 项目概况

本项目位于广东省湛江市雷州市企水镇西北部海域，项目用海内容主要为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖及重力式网箱养殖，养殖用海面积 662.9645 公顷，共建设 4 片养殖区，包括 1 片重力式网箱养殖区、1 片延绳式浮筏养殖区和 2 片棚架式浮筏养殖区；项目分三期建设，主要养殖品种为金鲳鱼、石斑鱼、牡蛎及其他贝类。

2025 年为第一期，用海面积为 245.61 公顷（深水网箱养殖区用海面积 187.25 公顷，棚架式浮筏养殖区面积 35.60 公顷，养殖通道用海面积 22.76 公顷）。包括完成项目用海边界 2 个警示浮标、1 个养殖管理平台、1 套智能养殖监控系统、3 艘养殖辅助船、6 套潜水工具等设施设备配置。

2026 年为第二期，用海面积为 248.95 公顷（延绳式浮筏养殖区 205.64 公顷，养殖通道用海面积 43.31 公顷）。包括完成 3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具、20 套养殖辅助设施等设施设备配置。

2027 年为第三期，用海面积为 168.40 公顷（棚架式浮筏养殖区用海面积 146.78 公顷，养殖通道用海面积 21.62 公顷）。包括完成项目用海边界 2 个警示浮标、3 艘养殖辅助船、2 套潜水工具、7 套养殖辅助设施等设施设备配置。

项目总投资：项目总投资 10750 万元，其中环保投资 145 万元，占总投资的 1.35%。

12.2 占用（利用）海岸线、滩涂和海域情况

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中海域使用论证等级判据和《海域使用分类体系》中的相关规定，本项目的用海类型为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式为开放式（一级类）中的开放式养殖（二级类）。申请用海总面积为 662.9645hm²，用海方式为开放式养殖。

项目用海均不占用大陆岸线和海岛岸线，项目用海期限为 15 年。

12.3 环境现状调查结果与评价结论

12.3.1 海文水动力现状调查结论

根据2023年11月中国水产科学研究院南海水产研究所在雷州企水海域进行的海流现场观测,在S1、S6、S9、S15、S17、S7总共6个测站使用声学多普勒流速剖面仪(Flowquest)连续进行了25小时海流观测及数据分析可知:

S6站最高潮位为1.0043米,发生在12月7日12:00-18;最低潮位为-1.1336米,发生在12月6日21:00-18;平均超高0.00002米,最大潮差2.1379米,涨潮历时大于落潮历时。S17站最高潮位为1.2924米,发生在12月5日12:00-18;最低潮位为-1.2284米,发生在12月6日20:00-18;平均超高0.000024米,最大潮差2.5208米,其中12月5日20:00-18至12月6日10:00-18涨潮,涨潮历时大于落潮历时。

观测期间,各站海流流速较小。其中表层最大流速介于34.512cm/s~56.204cm/s,最大流速出现在S17站,对应流向为179.98°;中层最大流速介于32.998cm/s~55.604cm/s,最大流速出现在S17站,对应流向为178.96°;底层最大流速介于22.078cm/s~55.096cm/s,最大流速出现在S17站,对应流向为176.96°。在垂向上,S9、S15、S17站最大流速出现在表层,S7、S1站最大流速出中层,S6站最大流速均出现在底层。

调查海域余流均较小,各站余流流速介于0.87~2.34cm/s之间,最大余流流速位于S15站底层,流向为78.37°,最小余流流速位于S7站中层,流向为30.35°。S7站余流流速最小出现在中层,余流流向为东北向;S1站余流流速最大出现在表层,余流流速随着深度增加而减小,各层余流流向为东北向;S6站余流流速最大出现在中层,各层余流流向为东北向;S9站余流流速最大出现在中层,各层余流流向为东北向;S15、S17站余流流速最大出现在底层,余流流速随深度增加而增加,各层余流流向为东北向。

在20个调查站位利用表层温度计测量表层(水面下0.25m~0.5m)和底层(离海底1m)的海水温度,调查实测结果表明:调查海域海水温度变化范围为22.4~24.2°C,平均水温为23.27°C,其中表层最高值为S8号站,最低值为S2号站,底层最高值为S20号站,最低值为S13号站。

调查海域海水盐度变化范围为 28.3~31.8，平均盐度为 30.72，其中表层最高盐度为 S12 号站，最低盐度为 S2 号站，底层最高盐度为 S11 号站，最低盐度为 S7 号站。

12.3.2 海洋水质现状调查结论

项目海洋水质现状调查分别在 2023 年秋季和 2024 年春季两季度进行，调查海域中 20 个站位的水质监测结果中可知：

(1) 2023 年秋季

调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、镉、汞、砷均符合第一类海水水质标准，无机氮多站超出第一类海水水质标准，超标率为 98%；活性磷酸盐含量多站超出第一类海水水质标准，超标率为 95%；石油类在表层 S1 站位超出第一类海水水质标准，超标率为 56%；重金属锌含量在表层 S6、S7 站超出第一类海水水质标准，超标率为 30%；重金属铜和铅超出第一类海水水质标准的超标率为 100%。

调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、无机氮、重金属铜、锌、镉、汞、砷均符合第二类海水水质标准。无机氮多站超出第二类海水水质标准，超标率为 75%；石油类在表层 S1、S7、S8 站位超出第二类海水水质标准，超标率为 65%；重金属铅含量除了在底层 18 站符合二类标准外，其余均超出第二类海水水质标准，表层超标率为 100%，底层超标率为 92.31%。

(2) 2024 年春季

调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属铜、铅、锌、镉、汞、砷均符合第一类海水水质标准。

调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属铜、铅、锌、镉、汞、砷均符合第二类海水水质标准。

12.3.3 海洋沉积物现状调查结论

项目海洋沉积物现状调查在 2023 年秋季和 2024 年春季两季度进行，调查海域海底表层沉积物各项评价指标中油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、砷、汞的评价指标均达到第一类海洋沉积物质量标准，未发现超标现象。

12.3.4 海洋生物体质量现状调查结论

项目海洋生物质量现状调查分别在 2023 年秋季和 2024 年春季两季度进行,在农渔业区设置的 7 个调查站位的两季调查结果表明,各调查站位海洋生物质量超标率为 0,未出现超标现象,项目所在区域海洋生物质量现状较好。

12.3.5 海洋生态现状调查结论

项目海洋水质现状调查分别在 2023 年秋季和 2024 年春季两季度进行,根据调查结果可知,叶绿素 a 2023 年秋季柱状含量平均值为 $2.11\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 2024 年春季柱状含量平均值为 $0.98\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$,两季表层总体而言均明显高于底层; 2023 年秋季初级生产力平均值为 $1488.00\text{mg}\cdot\text{C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}$, 2024 年春季初级生产力平均值为 $686.21\text{mg}\cdot\text{C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}$; 浮游植物 2023 年秋季中肋骨条藻为第一优势种, 2024 年春季中肋骨条藻为第一优势种; 浮游动物 2023 年秋季和 2024 年春季均以桡足类出现种类数最多; 2023 年秋季大型底栖生物优势种共有 2 种,分别为棒锥螺、光滑倍棘蛇尾, 2024 年春季大型底栖生物优势种有 2 种,为棒锥螺和光滑倍棘蛇尾; 潮间带 3 个断面均为泥沙滩断面, 2023 年秋季和 2024 年春季均是软体动物的平均生物量最高,节肢动物的平均栖息密度最高; 鱼卵仔稚鱼在本次调查中共记录鱼卵 26 种,常见鱼卵仔稚鱼有鲷科和鲱科等; 游泳动物在本次调查中共记录 1 门 1 纲 8 目 15 科 26 种主要经济种类为短吻鲷、鲷、须赤虾、远海梭子蟹和火枪乌贼等。

12.3.6 区域环境空气质量现状调查结论

根据《湛江市生态环境质量年报简报(2024 年)》, 2024 年湛江市空气质量为优的天数有 234 天,良的天数 124 天,轻度污染天数 8 天,优良率 97.8%。环境空气质量达标区。

12.3.7 区域声环境质量现状调查结论

根据《湛江市生态环境质量年报简报(2024 年)》, 2024 年,市区 15 个功能区声环境监测达标率分别为: 1 类区昼间为 66.7%,夜间为 58.3%; 2 类区昼间为 100%,夜间为 98.3%; 3 类区昼间为 100%,夜间为 100%; 4 类区昼间为 100%,夜间为 37.5%。

12.4 环境影响预测分析与评价结论

12.4.1 水动力环境影响与评价结论

本工程主要建设内容为延绳式浮筏养殖、棚架式浮筏养殖、重力式网箱养殖，对水动力环境影响很小，网箱养殖、吊养养殖为直径很小的锚定组成，不会对水动力环境产生影响，项目建成后，对海域涨落潮流速、流向的影响可接受。

12.4.2 地形地貌与冲淤环境影响

本项目基本不改变区域附近海域的流场，项目建设引起蚀淤变化较轻。因此，本项目的实施对地形地貌与冲淤环境影响较小。

12.4.3 海水水质环境影响

施工期对海水水质环境的影响主要表现在生活污水、含油污水及少量悬浮泥沙。施工期的生活污水、含油污水能得到妥善处置，不排海，对海水水质环境影响较小；悬浮泥沙产生过程主要为固定产生的少量泥沙，产生量较小，对海水水质环境影响较小。

营运期本项目对海水水质的影响主要为养殖活动产生的排泄物对海洋环境造成的影响，按照规范要求，合理控制密度，营运期对海水水质的影响较小。

12.4.4 海洋沉积物环境影响

项目网箱养殖产生的残饵、粪便等有机物质在沉积物中的堆积对底栖生物造成一定的影响，其影响主要局限在养殖区域附近，对海域其他环境影响较小。

12.4.5 海洋生态环境影响

施工期对海洋生态的影响主要通过水质、沉积物等影响及底栖生物影响，施工期影响造成一定的生物资源损失，可通过生态补偿方式，减少项目建设对生态环境的影响。

本项目营运期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、分解、降解过程必然会引起水体和海底沉积物环境中有机物质和营养物质含量的升高，这对项目所在海域底栖生物、浮游生物及其生态群落与结构等皆会产生一定的影响。根据影响预测结果，营运期饵料悬浮物影响浓度基本小于 0.5mg/L ，营运期饵料悬浮物基本不会造成生态损失。

本项目吊养养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖,投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物,完全依靠摄取海洋生物进行生长,养殖过程中 COD 基本为负增加,因此,对海洋生态环境的影响很小,对项目所在海域及周边的浮游植物、浮游动物和游泳生物等海洋生物的栖息环境没有影响。

项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施,不排入海域中,因此,项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

总体而言,项目养殖污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

12.4.6 大气环境影响

施工期大气污染主要为施工运输车辆及船舶产生的燃油废气,以及施工过程中产生的少量扬尘。

营运期大气环境污染主要为船舶、车辆在营运期间产生的燃油废气,主要污染物为 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 NH_3 等。

在采取相应措施后,施工期及营运期大气污染物对环境的影响较小。

12.4.7 声环境影响

施工期实施过程中噪声主要为船舶噪声、汽车噪声及施工机械噪声。单体设备声源声级均在 80dB(A) ~ 100dB(A) 之间,噪声影响范围较小,一般在 200m 范围内达到可接受范围。

营运期噪声污染主要为船舶噪声值在 $90\sim 100\text{dB(A)}$ 之间,本项目位于海域,项目附近无声环境敏感目标,其影响较小。

12.4.8 固体废物环境影响分析

项目施工期产生的固体废物主要为施工人员生活垃圾、废弃绳索及网具;营运期产生的固体废物主要为生活垃圾、病死鱼、废弃防疫废物及废旧网具。

项目施工人员生活垃圾经分类收集统一交由环卫部门处置;养殖设施安装过程产生的废弃绳索及网具统一交由环卫部门处置。

营运期工作人员生活垃圾采取集中收集待船舶靠岸后统一交由环卫部门接收处理。装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置，废弃防疫废物不属于危险废物，该类废物交由符合农业农村部门相关规定且有处理能力的单位处理，废旧网具交由有处理能力单位回收利用，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

本项目施工期及营运期产生的固体废物不会对周边环境产生不良影响。

12.5 环境风险评价结论

本项目主要环境风险为：①自然灾害风险；②船舶溢油风险；③赤潮爆发风险。

事故发生对生态环境产生一定影响，需对事故风险严加防范杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染，建设单位应严格执行风险防范措施。项目施工期和营运期通过积极采取本报告提出的环境风险防范措施和环境风险应急预案，并在发生风险事故后及时按照事故应急措施和应急预案进行处理，其影响可以得到有效控制，项目的环境风险事故可以控制在可接受水平。

12.6 总量控制结论

本项目施工期按照清洁生产原则，采用成熟、先进的施工机械设备，采取合理的施工工艺进行施工，严格控制各类污染物的发生，合理处置各类污染物，并最大限度地减小工程建设对海洋环境的影响程度，达到节约能源、保护环境的目的。可见，项目从施工工艺、施工设备与能源消耗、污染物处理及节能各方面来看，均满足清洁生产的要求。

本项目大气污染物主要为船舶尾气，主要污染因子为 SO_2 、 NO_x 、烟尘，产生量较少且不连续，因此，本项目不设置大气总量控制指标。

本工程营运期船舶含油污水交由有能力处理的单位统一接收处理，工作人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，交由有处理能力单位清运处理，不直接排放入海，不设置总量控制指标。

根据前文工程分析，养殖过程产生 COD 排放总量约 5.852t/a，氨氮排放总量约 0.11t/a。根据有关规定，国家对已做出总量控制规定的海域需实施总量控制。由于广东省还未对海域污染物总量控制提出要求，因此经本项目不做污染物排放总量控制指标。

12.7 区域规划和政策符合性分析

项目建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020）》和《广东省主体海洋功能区规划》的管控要求，与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》、《广东省生态环境保护“十四五”规划》、《广东省海洋经济发展“十四五”规划》、《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》、《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》、《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的》、《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》、《湛江市国土空间总体规划（2020-2035）》以及“三区三线”划定成果等省、市相关规划。

12.8 公众参与结论

本项目在网站第一次公示、征求意见稿公示，以及登报公示期间，均未收到公众关于本项目的反馈意见。

12.9 综合结论

本项目的建设符合国家及地方产业政策和环保政策要求，项目选址符合地方相关规划要求，符合广东省和湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

本项目利用海域现状环境进行海水养殖，对底栖生物基本无影响，养殖生物排泄物为底栖生物提供营养盐。整体而言，本项目建设对底栖生物的影响较小。本项目为开放式海水养殖，利用天然海域环境进行养殖，基本不改变海域自然环境，对浮游生物影响较小。本项目为海水养殖，通过养殖活动，减少了对渔业资源的捕捞，对渔业资源影响较小。本工程区域自然条件较好，水文、气象等因素均能满足使用要求，本项目的建设符合国土空间规划及相关区域、行业规划和当地政策环境要求，符合产业发展方向，选址科学，平面布局合理。施工期及营运期产生的各类污染物均可得到妥善处置，对环境影响较小。网箱养殖养殖排泄物和残余饵料污染物主要为 COD、N、P，养殖规模不超环境容量，其影响是可控的。

综上所述，在落实各项环保措施和本评价所列出的各项环境风险防范措施、有效的应急预案，加强风险管理的条件下，本项目的环境风险可防控。因此，在认真落实总量来源、环境和生态保护措施、环境风险防范措施、环境管理等各项措施的前提下，从环境保护的角度考虑，本项目建设是可行的。