

广东海发台山市海洋牧场项目 生态环境影响报告书

建设单位：广东省江

评价单位：广东海兰

编制日期：



打印编号：1787884493000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	2cc9qv		
建设项目名称	广东海发台山市海洋牧场项目		
建设项目类别	03-004海水养殖		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	广东省江		
统一社会信用代码	91440781		
法定代表人（签章）	柯振飞		
主要负责人（签字）	柯振飞		
直接负责的主管人员（签字）	张豪杰		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广东海兰		
统一社会信用代码	9144010		
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
林欣琪	03520240544000000053	BH012444	
2.主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	
林欣琪	总则、生态环境影响预测与评价、政策及规划相符性分析、生态环境影响经济损益分析、生态环境影响评价结论	BH012444	
黄素绿	概述、建设项目工程分析、生态环境风险评价、生态环境保护措施及其可行性论证	BH040635	
郑茜元	建设项目周围生态环境现状、生态环境现状调查与评价、生态环境管理与监测计划	BH040639	

委托书

广东海兰图环境技术研究有限公司：

根据我司广东海发台山市海洋牧场项目建设需要，现委托贵公司开展广东海发台山市海洋牧场项目环境影响评价工作，请尽快开展相关工作，具体事宜以合同商定为准。

广东省海洋经济发



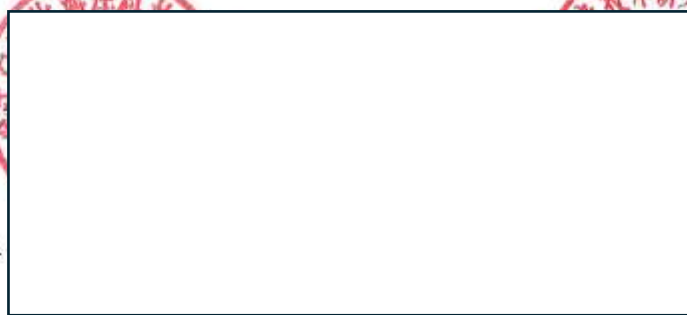
声明

根据《中华人民共和国生态环境法典》《中华人民共和国行政许可法》《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办[2013]103号）、《环境影响评价公众参与办法》（部令第4号），特对环境影响评价文件（公开版）作出如下声明：

我单位提供的《广东海发台山市海洋牧场项目生态环境影响报告书（公开版）》不含国家秘密、商业秘密和个人隐私，同意按照相关规定予以公开。

建设单位

法定代表人

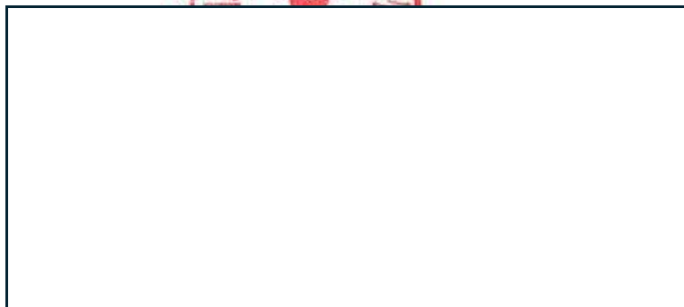


注：本承诺书原件交环保审批部门，承诺单位可保留复印件

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 广东海兰图环境技术研究有限公司（统一社会信用代码 91440101MA59KQLF0D）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 广东海发台山市海洋牧场项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 林欣琪（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 03520240544000000053，信用编号 BH012444），主要编制人员包括 林欣琪（信用编号 BH012444）、黄素绿（信用编号 BH040635）、郑茜元（信用编号 BH040639）（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）



承诺书

根据《中华人民共和国生态环境法典》《中华人民共和国行政许可法》《环境影响评价公众参与办法》(部令第4号),特对报批 广东海发台山市海洋牧场项目 生态环境影响评价文件作出如下承诺:

1、我们共同承诺对提交的项目环境影响评价文件及相关材料(包括但不限于建设项目内容、建设规模、环境质量现状调查、相关检测数据、公众参与调查结果)真实性负责;如违反上述事项,在环境影响评价工作中不負責任或弄虚作假等致使环境影响评价文件失实,我们将承担由此引起的一切责任。

2、我们承诺提交的环境影响评价文件报批稿已按照技术评估的要求修改完善,本报批稿的内容与经技术评估同意报批的版本内容完全一致,我们将承担由此引起的一切责任。

3、在项目施工期和营运期,严格按照环境影响评价文件及批复要求落实各项污染防治和风险事故防范措施,如因措施不当引起的环境影响或环境事故责任由建设单位承担。

4、我们承诺廉洁自律,严格按照法定条件和程序办理项目申请手续,绝不以任何手段和方法干扰项目评估及审批管理人员,以保证项目审批公正。

建设单位

法定代表人(



注:本承诺书原件交环保审批部门,承诺单位可保留复印件



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



林欣琪

姓名:



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





202608314818073548

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		林欣琪		证件号码			
参保险种情况							
参保起止时间			单位		参保险种		
					养老	工伤	失业
202605	-	202608	广州市:广东恒兴环境技术研究有限公司		4	4	4
截止			2026-08-31 11:20, 该参保人累计月数合计		实际缴费4个月, 缓缴0个月	实际缴费4个月, 缓缴0个月	实际缴费4个月, 缓缴0个月

备注:

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

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

证明机构名称(证明专用章)

证明时间

2026-08-31 11:20



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		黄紫绿		证件号码			
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	-	202608	广州市:广东海安环境技术有限公司		20	20	20
截止			2026-08-31 11:18, 该参保人累计月数合计		实际缴费20个月, 缓缴0个月	实际缴费20个月, 缓缴0个月	实际缴费20个月, 缓缴0个月

备注：

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

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

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2026-08-31 11:18



广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名		郑茜元		证件号码			
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	-	202608	广州市:广东海兰阳环境技术有限公司		20	20	20
截止			2026-08-31 11:19	该参保人累计月数合计	实际缴费20个月, 缓缴0个月	实际缴费20个月, 缓缴0个月	实际缴费20个月, 缓缴0个月

备注：

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

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

证明机构名称（证明专用章）

证明时间

2026-08-31 11:19



编号: S10120220195506 (1-1)
统一社会信用代码
91440101MA59KQLR0D

营业执照

(副本)



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

名称 广东海兰图
类型 其他有限责
法定代表人 吕建海

注册资本 壹仟万元 (人民币)
成立日期 2017年03月27日
营业期限 2017年03月27日至长期
住所 广州市南沙区珠江管理区发展路一巷3号二层293房

经营范围 专业技术服务业(具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询,网址: <http://www.gsxt.gov.cn/>。依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动。)



登记机关

2022年08月24日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

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

国家市场监督管理总局监制

目 录

1	概述	1
1.1	项目由来	1
1.2	生态环境影响评价的工作过程	2
1.3	分析判定相关情况	3
1.4	关注的主要生态环境问题及影响	3
1.5	生态环境影响的主要结论	4
2	总则	5
2.1	编制依据	5
2.2	环境功能区划	11
2.3	生态环境影响识别与评价因子筛选	18
2.4	评价标准	20
2.5	评价工作等级和评价范围	25
2.6	评价目的和重点	31
2.7	主要生态环境保护目标	31
3	建设项目工程分析	45
3.1	项目基本情况	45
3.2	平面布局及工程结构	48
3.3	工程施工方案	65
3.4	养殖工艺	70
3.5	工程占用海域情况	81
3.6	施工期工程分析	83
3.7	营运期工程分析	87
3.8	工程各阶段非污染环节与环境影响分析	97
3.9	总量控制	98
3.10	清洁生产分析	99
4	建设项目周围生态环境现状	102
4.1	区域自然环境概况	102
4.2	海域资源概况	110

4.3	海域开发利用现状	130
5	生态环境现状调查与评价	144
5.1	水文动力环境现状监测与评价	144
5.2	海水水质现状调查与评价	191
5.3	海洋沉积物质量现状调查与评价	244
5.4	海洋生物质量现状调查与评价	254
5.5	海洋生态环境现状调查与评价	260
5.6	环境空气质量现状	313
5.7	声环境质量现状	313
5.8	中华白海豚、印太江豚现状调查	314
5.9	海草床现状调查	317
5.10	珊瑚礁现状调查	322
6	生态环境影响预测与评价	325
6.1	水动力环境影响预测与评价	325
6.2	地形地貌与冲淤环境影响分析	364
6.3	水环境影响预测与评价	365
6.4	海洋沉积物环境影响分析	377
6.5	海洋生态环境影响分析	380
6.6	大气环境影响预测与评价	401
6.7	声环境影响预测与评价	401
6.8	固体废物环境影响分析	404
6.9	对通航环境的影响分析	404
7	生态环境风险评价	407
7.1	风险识别	407
7.2	风险事故分析	410
7.3	风险事故防范对策措施	421
7.4	风险事故应急预案	431
7.5	环境风险评价小结	433
8	生态环境保护措施及其可行性论证	435

8.1	污染环境保护对策措施	435
8.2	生态环境保护对策措施	439
8.3	环境保护对策措施一览表	444
9	政策及规划相符性分析	447
9.1	产业政策相符性分析	447
9.2	与“三区三线”的相符性分析	447
9.3	与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的相符性分析	449
9.4	与国土空间规划的符合性分析	453
9.5	与生态环境分区管控要求的相符性分析	460
9.6	与其他规划、政策相符性分析	465
10	生态环境影响经济损益分析	484
10.1	生态环境经济损益分析方法	484
10.2	环保投资分析	484
10.3	生态环境保护的经济损益分析	485
10.4	社会、经济效益分析	487
10.5	生态环境影响经济损益分析结论	487
11	生态环境管理与监测计划	489
11.1	生态环境管理	489
11.2	生态环境监测	489
11.3	“三同时”环保设施验收一览表	493
12	生态环境影响评价结论	495
12.1	工程概况	495
12.2	工程分析结论	495
12.3	生态环境质量现状综合分析与评价结论	496
12.4	生态环境影响预测与评价结论	504
12.5	生态环境风险分析与评价结论	509
12.6	产业政策及项目选址相符	509
12.7	公众参与	510
12.8	生态环境影响综合评价与可行性结论	510

附表	错误!未定义书签。
附表 1 建设项目海洋生态环境影响评价自查表	错误!未定义书签。
附表 2 建设项目大气环境影响评价自查表	错误!未定义书签。
附表 3 声环境影响评价自查表	错误!未定义书签。

1 概述

1.1 项目由来

2023 年中央一号文件明确提出建设现代海洋牧场、发展深海远海养殖。推进现代化海洋牧场与深远海养殖建设，是优化水产养殖布局、推动海洋渔业转型升级的重要举措，对保障国家粮食安全、丰富水产品供给、助力乡村振兴具有重要意义。

广东省出台专项总体规划及 17 项扶持政策，明确“疏近用远、生态发展”路线，将海洋牧场作为保障粮食安全、壮大海洋经济的核心抓手，由省级平台广东省海洋经济发展集团有限公司控股的广东省江门深牧海洋科技有限公司牵头全域布局，台山凭借突出海洋资源优势成为重点落地区域。近年来台山市主动谋划产业升级，出台海洋牧场专项规划与养殖水域滩涂规划，成立台山海洋发展集团，全力推进“海洋牧场+海上粮仓+渔文旅”融合发展，急需大型标杆项目带动渔业向现代化、规模化转型，打造国家级海洋牧场示范区。

台山市镇海湾、上川岛北侧海域海域开阔、水质优良，其中镇海湾咸淡水交汇，牡蛎养殖历史悠久、产业基础扎实；上川岛北侧海域风浪平稳、底质适宜、配套完善、远离核心生态保护区，可同时适配牡蛎生态养殖与深远海网箱养殖，开发条件优越。目前区域传统养殖存在布局零散、模式粗放、标准化程度低等问题，传统二倍体牡蛎存在种质退化、生长缓慢、效益下滑等问题，传统近海网箱设施老旧、智能化不足，产业发展瓶颈突出。

为破解区域渔业发展难题，推动海洋渔业提质升级，广东省江门深牧海洋科技有限公司启动本次广东海发台山海洋牧场项目。广东省江门深牧海洋科技有限公司拟在上川岛北侧海域投放 C40HDPE 重力式网箱 141 个、C60HDPE 重力式网箱 216 个，年产金鲳鱼 846 吨、年产军曹鱼 4320 吨；拟在镇海湾及上川岛北侧海域进行台架式养殖和浮筏式养殖模式，以三倍体牡蛎作为核心养殖品种，布设 1753 组台架、56 个浮筏单元，年产牡蛎约 24319.83 吨。

广东海发台山海洋牧场项目位于台山市镇海湾及上川岛北侧海域。区域 1 位于镇海湾；区域 2、区域 3、区域 4 位于上川岛北侧海域，详见图 1.1-1。

图 1.1-1 项目各个区域位置示意图

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目总申请用海

面积为 894.0393 公顷（13410.5895 亩），其中网箱养殖用面积 424.0909 公顷（6361.3635 亩），属于“三 渔业”中的“4 海水养殖”，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，环评类别为报告书。我司在接受广东海发台山市海洋牧场项目（以下简称“项目”）环境影响评价工作委托后，通过我单位技术人员进行资料收集，并按照有关法律法规和“环评技术导则”等技术规范要求，在对项目工程分析、项目评价区域环境质量现状调查的基础上，针对项目工程特点，对项目建设可能产生的环境影响进行分析、预测与评估，提出减轻环境影响的对策与措施，从而给出明确的环境影响评价结论，编制完成了《广东海发台山市海洋牧场项目生态环境影响报告书》。

1.2 生态环境影响评价的工作过程

本次评价工作严格按照相关技术导则与标准规定的程序开展，在接受委托后，首先，项目组研究有关环境保护的法律法规、政策、标准、相关规划及其他技术文件等；第二，进行初步的工程分析，识别环境影响和评价因子，明确评价重点和敏感目标，确定评价工作等级、范围和标准，并制定工作方案；第三，进行详细工程分析和正式的环境现状调查、监测等；第四，进行各要素、各专题分析、预测与评价；第五，提出环保措施，并进行论证，给出污染物排放清单，得出评价结论；最后，编制完成《广东海发台山市海洋牧场项目生态环境影响报告书》。在上述工作期间，建设单位还按照相关要求开展公众参与工作。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）等相关技术规范的要求，本项目环境影响评价工作分为三个阶段，即前期准备、调研和工作方案阶段，分析论证和预测评价阶段，环境影响评价文件编制阶段。本次评价的环境影响评价工作流程见图 1.2-1。

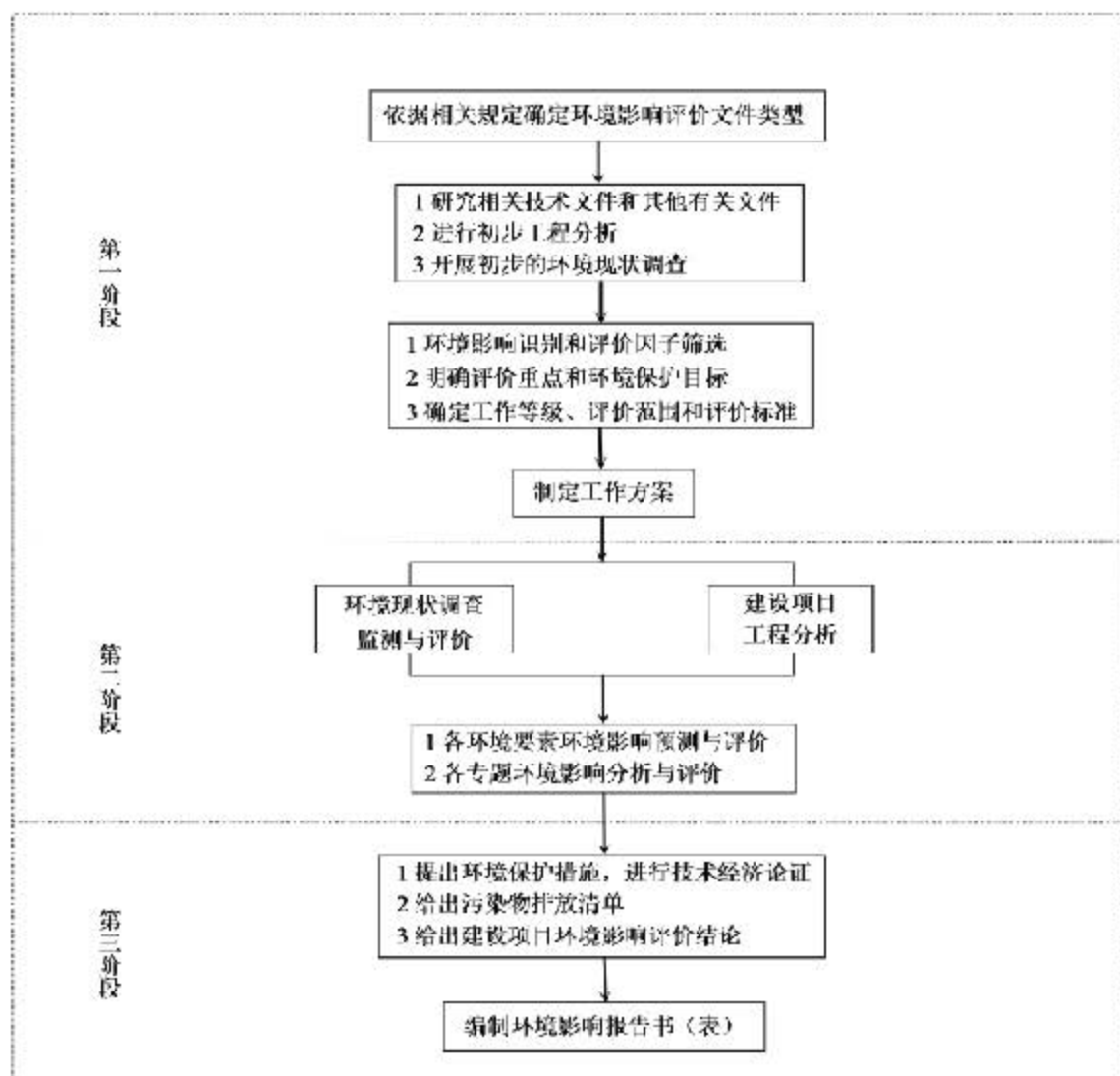


图 1.2-1 环境影响评价工作程序图

1.3 分析判定相关情况

本项目符合国家产业政策、经济发展规划、生态环境保护规划、国土空间规划，符合“三区三线”及广东省和江门市生态环境分区管控要求。项目建设与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）、《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》《江门港总体规划（2025 年-2035 年）》等的要求相一致，与《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》等地方规划文件的目标、要求相符合。

1.4 关注的主要生态环境问题及影响

本项目具体建设内容包括台架式养殖、浮梗式浮筏养殖、网箱养殖，主要环境问题为工程施工和营运对海域水质、海洋生态、渔业资源、水动力及地形地貌冲淤

的影响。

根据本项目特点，确定本评价将重点关注以下环境问题：

（1）台架式打桩和筏架、网箱锚固定等施工产生的悬浮物对周边的水质、海洋生态、渔业资源产生一定的影响；

（2）施工期和营运期船舶产生的含油污水，船舶工作人员产生的生活污水、生活垃圾，若直接排海将对海洋环境产生明显不利影响，需妥善处理；

（3）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、排泄物等，对周边的水质产生一定的影响；

（4）项目建设后，对项目所在海域的海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境产生一定的影响；

（5）环境风险事故主要来自船舶碰撞而发生的溢油事故，考虑项目发生环境风险事故时对海洋环境的影响，提出切实可行的环境风险防范和应急措施。

1.5 生态环境影响的主要结论

广东海发台山市海洋牧场项目符合国家、广东省产业政策，选址符合规划要求。项目主要环境保护措施和环境经济评价可行，废气、废水、噪声能达标排放，固体废物能得到妥善合理处置，对海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境影响可接受，环境风险可防控。因此，本项目在严格遵守国家及地方相关法律、法规的要求，严格执行“三同时”制度，认真落实报告书中所提出的各项环境保护措施的前提下，从环境保护角度分析，本项目建设具有环境可行性。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、法规

- (1) 《中华人民共和国生态环境法典》(自 2026 年 8 月 15 日起施行)
- (2) 《中华人民共和国海域使用管理法》(2002 年 1 月 1 日施行);
- (3) 《中华人民共和国渔业法》(2025 年 12 月 27 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十九次会议修订, 2026 年 5 月 1 日施行);
- (4) 《中华人民共和国海上交通安全法》(根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订, 2021 年 9 月 1 日施行);
- (5) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》(交通运输部令 2021 年第 24 号, 2021 年 9 月 1 日施行);
- (6) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院令 475 号, 2018 年 3 月 19 日修订);
- (7) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2018 年 3 月 19 日修正);
- (8) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令第 4 号, 2019 年 1 月 1 日施行);
- (9) 《关于加强生态保护监管工作的意见》(环生态〔2020〕73 号);
- (10) 《近岸海域环境功能区管理办法》(2010 年 12 月 22 日修正);
- (11) 《国务院关于进一步加强对海洋管理工作若干问题的通知》(国发〔2004〕24 号);
- (12) 《海洋工程环境影响评价管理规定》(国家海洋局 2017 年 6 月修订);
- (13) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2026 年 2 月 3 日中华人民共和国国务院令 830 号第三次修订, 自 2026 年 3 月 15 日起施行);
- (14) 《海洋自然保护区管理办法》(国家海洋局, 1995 年 5 月 29 日施行);
- (15) 《国务院办公厅关于加强湿地保护管理的通知》(国办发〔2004〕50 号);
- (16) 《国家突发公共事件总体应急预案》(国务院 2006 年 1 月 8 日发布并实施);
- (17) 《中国海洋渔业水域图(第一批)》(农业部公告第 189 号, 2002 年 2 月

8日)；

(18) 《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)；

(19) 《市场准入负面清单(2025年版)》(发改体改规〔2025〕466号)；

(20) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(国家发展和改革委员会2023年第7号令)；

(21) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2022年12月30日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十八次会议第二次修订)；

(22) 《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)；

(23) 《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)；

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

(25) 《生态保护补偿条例》(国务院令第779号，2024年4月6日公布，2024年6月1日施行)；

(26) 《生态保护“十五五”规划》的通知(环生态〔2026〕47号)；

(27) 《加快农业农村现代化“十五五”规划》(国发〔2026〕14号)；

(28) 《水产种质资源保护区暂行管理办法》(农业部令2016年第3号修订)；

(29) 《农业农村部等八部门关于加快推进深远海养殖发展的意见》(农渔发〔2023〕14号)；

(30) 《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》(自然资办发〔2023〕55号)；

(31) 《农业农村部办公厅关于实施水产绿色健康养殖技术推广“五大行动”的通知》(农办渔〔2021〕6号)。

2.1.2 地方性法规及规范性文件

(1) 《广东省环境保护条例》(2026年7月31日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议第二次修订，2026年8月15日起施行)；

(2) 《广东省大气污染防治条例》(2026年7月31日广东省第十四届人民代

表大会常务委员会第二十六次会议第二次修订，2026年8月15日起施行）；

（3）《广东省固体废物污染环境防治条例》（2026年7月31日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议第二次修订，2026年8月15日起施行）；

（4）《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）；

（5）《关于加快海洋渔业转型升级 促进现代化海洋牧场高质量发展的若干措施》（粤委农办函〔2023〕29号）；

（6）《广东省航道管理条例》，1996年1月1日施行；

（7）《广东省海域使用管理条例（2021修正）》（粤人常〔2021〕92号）；

（8）《广东省野生动物保护管理条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议修订，2020年3月31日）；

（9）《广东省水污染防治条例》（2026年7月31日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议第二次修订，2026年8月15日起施行）；

（10）《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（粤自然资规字〔2025〕1号，2025年6月12日施行）；

（11）《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办〔2017〕62号，广东省人民政府办公厅，2017年10月15日；

（12）《广东省自然资源厅关于印发我省海岸线修测成果的通知》（粤自然资函〔2022〕51号）；

（13）《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）；

（14）《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）；

（15）《广东省湿地保护条例》（2026年7月31日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议修正，2026年8月15日施行）；

（16）《广东省渔业管理条例》（2026年7月31日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议修正，2026年8月15日施行）；

（17）《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保

护红线管理的通知（试行）》（粤自然资发〔2023〕11号）；

（18）《广东省生态环境厅关于优化环境影响评价管理促进海洋牧场高质量发展的通知》（粤环函〔2023〕418号）；

（19）《广东省海洋产业园(海洋牧场类)用海选址及控制标准》（广东省自然资源厅，2024年7月）；

（20）《广东海事局关于发布广东沿海主要公共航路的公告》，2023年8月14日；

（21）《江门海事局关于发布江门沿海重要支航路的通告》。

2.1.3 相关规划和区划

（1）《生态保护“十五五”规划》的通知（环生态〔2026〕47号）；

（2）《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号），广东省人民政府办公厅，1999年7月27日；

（3）《关于调整台山核电项目近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2008〕187号），广东省人民政府办公厅，2008年3月31日；

（4）《广东省生态环境厅关于同意调整台山黄茅海局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕443号）；

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

（6）《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》（粤环〔2022〕7号）；

（7）《广东省生态环境厅关于印发<广东省生态环境保护“十四五”规划>的通知》（粤环〔2021〕10号）；

（8）《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》；

（9）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知》（粤府办〔2021〕33号）；

（10）《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》（粤府〔2026〕24号），2026年3月；

（11）《广东省海洋防灾减灾规划（2018-2025年）》；

（12）《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；

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

（14）《广东省国土空间规划（2021-2035年）》（粤府〔2023〕105号）；

（15）《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035年）》（粤府函〔2024〕237号）；

（16）《广东省珠江河口滩涂保护与开发利用规划》（广东省水利厅，2013年1月）；

（17）《珠江河口综合治理规划（2021—2035年）》；

（18）《江门市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》（江府〔2026〕11号）；

（19）《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）的通知》（江府〔2024〕15号）；

（20）《江门市人民政府办公室关于印发江门市环境空气质量功能区划调整方案（2024年修订）的通知》（江府办函〔2024〕25号）；

（21）《江门市生态环境保护“十四五”规划》（江府〔2022〕3号）；

（22）《关于印发〈江门市声环境功能区划〉的通知》（江环〔2019〕378号）；

（23）《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030年）》（台府办〔2024〕6号）；

（24）《江门市国土空间总体规划（2021-2035年）》（江府函〔2025〕39号）；

（25）《台山市国土空间总体规划（2021-2035年）》（粤府函〔2023〕282号）；

（26）《江门港总体规划（2025-2035年）》（江府函〔2026〕89号）。

2.1.4 生态环境管理技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；

（3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（6）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（7）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；

- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (10) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002 年 4 月）；
- (11) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (12) 《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）；
- (13) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (14) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (15) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (16) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- (17) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国海环字〔2013〕583 号）；
- (18) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (19) 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；
- (20) 《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3—2021）；
- (21) 《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；
- (22) 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）；
- (23) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- (24) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (25) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；
- (26) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- (27) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）（2019 修订版）；
- (28) 《水生生物增殖放流技术规程》（SC-T 9401-2010）；
- (29) 《海洋生态修复技术指南》（GB/T 41339.1-2022）；
- (30) 《海水鱼类增殖放流技术规范》（DB44/T 2280-2021）；
- (31) 《军曹鱼网箱养殖技术规范》（DB44 / T 2380-2022）；
- (32) 《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编，中国环境出版集团 2022 年 11 月出版）。

2.1.5 其他相关依据

- (1) 环评委托书；

(2) 《广东海发台山市镇海湾养殖用海项目可行性研究报告》(中交广州水运工程设计研究院有限公司, 2026 年 4 月);

(3) 《广东海发台山市海洋牧场产业园项目可行性研究报告》(中交广州水运工程设计研究院有限公司, 2026 年 4 月);

(4) 《台山市海洋牧场基础设施建设项目附近海域海洋水文测验技术报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2023 年 9 月);

(5) 《台山市海洋牧场基础设施建设项目附近海域海洋水文测验技术报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2024 年 1 月);

(6) 《台山市海洋牧场基础设施建设项目海洋环境现状调查监测报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2023 年 12 月);

(7) 《台山市海洋牧场基础设施建设项目海洋环境现状调查监测报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2024 年 4 月);

(8) 《江门川岛风电海域中华白海豚现状调查报告》(中国水产科学研究院南海水产研究所, 2024 年 10 月);

(9) 其他相关技术文件及资料。

2.2 环境功能区划

2.2.1 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68 号)和《关于调整台山核电项目近岸海域环境功能区划的复函》(粤办函〔2008〕187 号), 项目各养殖区所在广东省近岸海域环境功能区见表 2.2.1-1。区域 2、区域 3、区域 4 位于 1113 上下川旅游、生态功能区, 海水水质目标为二类, 区域 1 不位于近岸海域功能区划范围内。

表 2.2.1-1 项目各养殖区所在广东省近岸海域环境功能区一览表

养殖区	所在广东省近岸海域环境功能区	水质目标
区域 2~区域 4	1113 上下川旅游、生态功能区	二

项目所在及评价范围内还涉及的近岸海域功能区见表 2.2.1-2 和图 2.2.1-1。

表 2.2.1-2 评价范围内的广东省近岸海域环境功能区划表 (长度、平均宽度单位: 公里)

标识号	行政区	功能区名称	范围	平均宽度	长度	主要功能	水质目标	备注
1105	江门市	鱼塘湾、烽火角港口功能区	鹅咀排至烽火角岸段	3	22.6	港口、工业	三	

1106	江门市	广海湾排污功能区	烽火角至洋渡岸段		8	工业、生活排污	三	
1107	江门市	广海湾海水养殖功能区	鱼塘洲至山咀岸段		28.6	海水养殖	二	
1108	江门市	山咀码头作业功能区	山咀岸段	1	1.7	港口	三	
1109	江门市	中门海海水养殖功能区	山咀至凌冲岸段		6.3	海水养殖	二	
1110	江门市	沙边盐业、旅游、养殖功能区	凌冲至浪鸡角岸段		17.1	盐业、旅游、养殖	二	
1111	江门市	海宴镇排污功能区	海宴河至汶村河口岸段		6.9	工业、生活排污	三	
1112	江门市	镇海湾海水养殖功能区	浪鸡角至沙咀		171.4	海水养殖	二	
1113	江门市	上下川旅游、生态功能区	上、下川岛周围 5 米等深线海域	2.9	214	旅游、养殖、生态保护	二	

图 2.2.1-1 评价范围内的广东省近岸海域环境功能区划

2.2.2 海洋功能区划

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，区域 1 位于镇海湾渔业用海区，区域 2~区域 4 位于川山群岛渔业用海区，项目各养殖区所在海洋功能区见表 2.2.2-1、图 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 项目各养殖区所在海洋功能区（《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》）

养殖区	所在海洋功能区
区域 1	镇海湾渔业用海区
区域 2~区域 4	川山群岛渔业用海区

图 2.2.2-1 项目与“广东省海岸带分区发展及管控规划图-大广海湾区”叠图

2.2.3 环境空气功能区划

根据《江门市人民政府办公室关于印发江门市环境空气质量功能区划调整方案（2024 年修订）的通知》（江府办函〔2024〕25 号），项目选址位于海域，不属于一类环境空气质量功能区，属于二类环境空气质量功能区，详见图 2.2.3-1。

图 2.2.3-1 江门市环境空气质量功能区划图

2.2.4 声环境功能区划

根据《江门市声环境功能区划》（江环〔2019〕378 号），项目选址未划定声环境功能区类型，各市（区）除 1、3、4 类区以外的建成区范围纳入 2 类区管理，未划定声环境功能区类型的区域留白，暂时按 2 类功能区管理。台山市声环境功能区划示意图见图 2.2.4-1。

图 2.2.4-1 台山市声环境功能区划示意图

2.2.5 生态环境功能区划

（1）广东省三线一单管控区

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》，项目区域 1~区域 4 均位于一般管控单元，详见图 2.2.5-1。

（2）江门市三线一单管控区

根据《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》，项目区域 1~区域 4 位于川山群岛农渔业区，项目各养殖区所在江门市“三线一单”生态环境分区见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-2，各生态环境分区管控要求见 9.5 章节。

表 2.2.5-1 项目各养殖区所在江门市三线一单生态环境分区一览表

养殖区	环境管控分区		
	名称	编码	分类
区域 1~区域 4	川山群岛农渔业区	HY44070030010	一般管控单元

图 2.2.5-1 广东省环境管控单元图

图 2.2.5-2 江门市环境管控单元图

2.3 生态环境影响识别与评价因子筛选

2.3.1 生态环境影响因素识别

按照工程分析识别施工期和建成后对环境影响的污染和非污染要素，见表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 生态环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响方式与影响性质	影响程度与分析评价深度
施工期	海水水质、沉积物	悬浮物	台架、浮筏、网箱安装过程	直接、短期、可逆	++
		生活污水	施工人员	间接、短期、可逆	+
		含油废水	施工船舶	间接、短期、可逆	+
	海洋生态	底栖生物	占用一定的海域面积	直接、短期、可逆	++
		浮游植物	台架、浮筏、网箱安装过程中产生的悬浮泥沙		+
		浮游动物			+
		游泳生物			++
		鱼卵仔鱼			++
	大气环境	SO ₂ 、CO、NO _x	施工船舶	直接、短期、可逆	+
	固体废物	生活垃圾	施工人员	间接、短期、可逆	+
	环境风险	通航	船舶碰撞	间接、短期、可逆	++
		石油类	溢油事故	直接、短期、可逆	++
营运期	海洋水文动力	潮流	台架、浮筏、网箱布置阻碍水流动力	直接、长期、不可逆	++
	地形地貌	地貌演变	地形地貌改变、水动力改变引起泥沙场的重新分布	直接、长期、不可逆	++
	海水水质、沉积物	养殖污染	来自养殖区及养殖活动	直接、长期、可逆	++
		生活污水	工作人员	间接、长期、可逆	+
		含油污水	养殖辅助船舶	间接、长期、可逆	+
	海洋生态	底栖生物	养殖污染影响底质状况	直接、长期、不可逆	+
		游泳生物	养殖活动改变海洋生物多样性等影响	直接、长期、可逆	+
		鱼卵仔鱼			+
	大气环境	SO ₂ 、CO、NO _x 等	养殖辅助船舶	直接、长期、可逆	+
	固体废物	生活垃圾	工作人员	间接、长期、可逆	+
		废弃养殖材料	废旧网衣、聚乙烯绳索、	间接、长	+

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响方式与影响性质	影响程度与分析评价深度
			废旧浮球、废旧浮筏和台架等	期、可逆	
	环境风险	通航	船舶碰撞	间接、短期、可逆	++
		石油类	船舶燃料油泄漏	直接、短期、可逆	++
注：+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要分析与影响预测；++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；+++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点影响分析与影响预测。					

2.3.2 评价因子筛选

污染类环境影响因子：悬浮物、生活污水、船舶含油污水、生活垃圾等对海洋水质、沉积物和海洋生态的影响。

非污染类环境影响因子：对海洋水动力环境、地形地貌与冲淤环境、海洋生态环境等影响以及环境事故风险等。

根据项目污染物排放特征、所在海域环境污染特点和《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）的要求，确定本项目评价因子见表 2.3.2-1。

表 2.3.2-1 评价因子筛选结果

环境要素		现状评价因子	影响评价或分析因子
水动力环境		流速、流向、地形地貌与冲淤	潮流流速、流向变化、地形地貌与冲淤环境变化
海水水质		pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、氨、亚硝酸盐、硝酸盐、活性磷酸盐、硫化物、石油类、挥发性酚、铜、铅、镉、总铬、锌、汞	COD _{Mn} 、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物
海洋沉积物质量		有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷	养殖饵料沉积的累积环境效应
海洋生物质量		总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油烃	/
海洋生态	初级生产力	叶绿素 a	养殖污染物扩散对海洋生态环境的影响
	浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物（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	
	珍稀濒危	种类、数量、种群规模、结构、分布、行	

环境要素		现状评价因子	影响评价或分析因子
	海洋生物及其生境	为特征，生境的面积、质量、连通性等	
	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	
	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	
	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	
	自然岸线	长度、宽度、类型和功能	
大气环境		SO ₂ 、CO、NO ₂ 、O ₃ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5}	/
声环境		等效 A 声级	等效 A 声级
环境风险		/	溢油
固体废物		/	生活垃圾、一般工业固体废物、危险固废

备注：三场一通道、水产种质资源保护区，自然保护地和生态红线、重要湿地、特殊生境等信息详见表 2.7-1。

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

2.4.1.1 海水水质标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府〔1999〕68号）、《关于调整台山核电项目近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2008〕187号）、《广东省生态环境厅关于同意调整台山黄茅海局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕443号），近岸海域环境功能区划覆盖的海域，执行近岸海域环境功能区水质标准要求。近岸海域环境功能区之外的海域，参考《江门市海洋功能区划（2013-2020年）》执行相应功能区水质标准要求。区域1不位于近岸海域功能区划范围内，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》区域1位于镇海湾渔业用海区，海水水质目标参照为二类。故区域1、区域2、区域3、区域4执行《海水质量标准》（GB3097-1997）二类标准。

表 2.4.1-1 海水水质标准（GB3097-1997）（单位：pH 无量纲，其余单位为 mg/L）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时		人为造成的海水温升不超过当	

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
	当地 1°C, 其它季节不超过 2°C		时当地 4°C	
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围 的 0.5pH 单位	
溶解氧 >	6	5	4	3
化学需氧量 ≤	2	3	4	5
无机氮 ≤ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐 ≤ (以 P 计)	0.015	0.030		0.045
汞 ≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉 ≤	0.001	0.005	0.010	
铅 ≤	0.001	0.005	0.010	0.050
六价铬 ≤	0.005	0.010	0.020	0.050
总铬 ≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷 ≤	0.020	0.030	0.050	
铜 ≤	0.005	0.010	0.050	
锌 ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
硫化物 ≤ (以 S 计)	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发性酚 ≤	0.005		0.010	0.050
石油类 ≤	0.05		0.30	0.50
生化需氧量	1	3	4	5
粪大肠菌群 (个/L)	2000			/

2.4.1.2 海洋沉积物质量标准

海洋沉积物质量标准执行《海洋沉积物质量标准》(GB 18668-2002), 沉积物质量标准类别执行较海水水质标准高一级的评价标准, 最高为第一类沉积物质量标准。结合前文水质标准分析, 区域 1~区域 4 海洋沉积物执行一类标准。

表 2.4.1-2 海洋沉积物质量标准 (GB 18668-2002)

项目	第一类	第二类	第三类
汞 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.20	0.50	1.00
镉 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.50	1.50	5.00
铅 ($\times 10^{-6}$) ≤	60.0	130.0	250.0
锌 ($\times 10^{-6}$) ≤	150.0	350.0	600.0
铜 ($\times 10^{-6}$) ≤	35.0	100.0	200.0
铬 ($\times 10^{-6}$) ≤	80.0	150.0	270.0
砷 ($\times 10^{-6}$) ≤	20.0	65.0	93.0
有机碳 ($\times 10^{-2}$) ≤	2.0	3.0	4.0
硫化物 ($\times 10^{-6}$) ≤	300.0	500.0	500.0
石油类 ($\times 10^{-6}$) ≤	500.0	1000.0	1500.0

2.4.1.3 海洋生物质量标准

项目所在功能区双壳类贝类生物质量从严执行《海洋生物质量》(GB 18421-2001), 双壳类贝类生物质量标准类别执行较海水水质标准高一级的评价标准, 最高为第一类海洋生物质量标准。结合前文水质标准分析, 区域 1~区域 4 双壳类贝类

生物质量标准执行一类标准。

其他鱼类、甲壳类和软体类（含非双壳类贝类）的生物质量执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中附录 C 标准，铬没有相应的评价标准，因此只做本底监测，不做评价。

表 2.4.1-3 海洋生物（双壳类贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重，mg/kg）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.10	0.30
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

表 2.4.1-4 其他海洋生物质量参考值（鲜重，单位 mg/kg）

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

2.4.1.4 环境空气质量标准

根据《江门市人民政府办公室关于印发江门市环境空气质量功能区划调整方案（2024 年修订）的通知》（江府办函〔2024〕25 号），项目选址位于海域，不属于一类环境空气质量功能区，属于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB 3095—2026）二级标准。

表 2.4.1-5 环境空气评价标准

污染物名称	平均时间	过渡阶段浓度限值（二级）	浓度限值（二级）
SO ₂	年平均	60μg/m ³	20μg/m ³
	日平均	150μg/m ³	50μg/m ³
	1 小时平均	500μg/m ³	150μg/m ³
NO ₂	年平均	40μg/m ³	30μg/m ³
	日平均	80μg/m ³	50μg/m ³
	1 小时平均	200μg/m ³	200μg/m ³
CO	日平均	4mg/m ³	4mg/m ³
	1 小时平均	10mg/m ³	10mg/m ³
O ₃	日最大 8 小时平均	160μg/m ³	160μg/m ³

	1 小时平均	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM ₁₀	年平均	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM _{2.5}	年平均	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

注：本标准自实施之日起至 2030 年 12 月 31 日，环境空气污染物基本项目实施过渡阶段浓度限值；2031 年 1 月 1 日起，在全国范围内实施基本项目浓度限值。

2.4.1.5 声环境质量标准

根据《江门市声环境功能区划》（江环[2019]378 号），项目选址未划定声环境功能区类型，各市（区）除 1、3、4 类区以外的建成区范围纳入 2 类区管理，未划定声环境功能区类型的区域留白，暂时按 2 类功能区管理，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

表 2.4.1-6 声环境质量标准 单位：dB（A）

声环境功能区类别		时段	
		昼间	夜间
0 类		50	40
1 类		55	45
2 类		60	50
3 类		65	55
4 类	4a 类	70	55
	4b 类	70	60

2.4.2 污染物排放标准

2.4.2.1 水污染物排放标准

本工程施工期和营运期船舶产生的舱底含油污水和生活污水应严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物。本项目作业船舶生活污水、含油污水经船舶配备的生活污水储箱、油污水收集设施统一收集后定期交由船舶污染物接收单位的接收船/接收设备接收运走。

船舶污染物接收单位应满足《广东海事局船舶污染物接收作业单位备案管理办法》（粤海事危〔2010〕230 号）的相关要求。且船舶污染物接收单位应按照《交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅关于建立完善船舶水污染物转移处置联合监管制度的指导意见》（交办海〔2019〕15 号）《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》（粤交港[2021]547 号）、《江门市深化治理港口船舶水污染物工作方案》（江交港航[2022]18 号）的要求做好船舶污染物的接收、转运和处置。

2.4.2.2 大气污染物排放标准

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发[2018]168号），项目位于沿海控制区，详见图 2.4.2-1。项目施工期、营运期船舶尾气二氧化硫、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》（交海发[2018]168号）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。

1) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求

①2019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% m/m 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% m/m 的船用燃油。

②2020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。

③2022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% m/m 的船用燃油。

④适时评估船舶使用硫含量不大于0.1% m/m 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% m/m 的船用燃油。

2) 氮氧化物排放控制要求

①2000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。

②2011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。

③2015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。

④2022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。

图 2.4.2-1 沿海控制区范围示意图

2.4.2.3 噪声排放标准

项目施工期噪声执行《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)，营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准。

表 2.4.2-1 建筑施工噪声排放标准（施工期执行） 单位：dB(A)

昼间	夜间
70	55

注：夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15 dB(A)。

表 2.4.2-2 工业企业厂界环境噪声排放标准 单位：dB(A)

时段 边界处声环境功能区类型	昼间	夜间
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

注：夜间频发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 10 dB(A)；夜间偶发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 15 dB(A)。

2.4.2.4 固体废物污染控制标准

施工期和营运期船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 的相应排放控制要求。一般固体废物贮存场所应满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等要求，并依据《一般工业固体废物环境管理工作指南》落实环境管理。

2.5 评价工作等级和评价范围

2.5.1 评价工作等级

2.5.1.1 海洋生态环境影响评价等级

本项目主要从事台架式养殖、浮缙式浮筏养殖和网箱养殖，其中台架式养殖和浮缙式浮筏养殖属于不投加饵料的海水养殖，不涉及重要敏感区，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，确定项目台架式养殖和浮缙式浮筏

养殖海洋生态环境影响评价等级为 3 级；网箱养殖属于投加饵料的海水养殖，网箱养殖用海面积为 424.0909hm^2 ，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），确定网箱养殖海洋生态环境影响评价等级为 1 级；综合确定项目海洋生态环境影响评价等级为 1 级。

表 2.5.1-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

评价等级		1	2	3
影响类型				
用海面积 S (hm^2)	其他用海	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$
注：（1）其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目；不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。				

2.5.1.2 大气环境评价等级

项目大气环境影响因素主要来自船舶燃油废气。项目位于辽阔海域，污染物排放量小，且废气排放源为移动源，对环境影响较小，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），确定本项目环境空气的评价等级为三级。

2.5.1.3 声环境评价等级

本项目主体工程位于海上，项目区周围 200m 范围内无声环境敏感目标。项目所处的声环境功能区为 2 类地区，项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级最大增量约为 0dB (A)，且受影响人口数量变化不大，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境影响评价工作等级确定为二级。

2.5.1.4 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A，项目行业类别属于 16、海水养殖工程，地下水环境影响评价项目类别为 IV 类，可不开展地下水环境影响评价。

2.5.1.5 土壤环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），附录 A 表 A.1 土壤环境影响评价项目类别，本项目不属于表 A.1 所列行业类型，属于 IV 类建设项目，IV 类建设项目可不开展土壤环境影响评价。

2.5.1.6 环境风险评价等级

本项目为海域开放式养殖项目，不涉及危险化学品的储运，项目主要环境风险为船舶漏油、溢油对水体的影响。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 G，油类物质的临界量为 100t，船舶在线量按单个船舶所载货油或船用燃料油全部舱容的数量确定。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的

总量与其临界量比值，即为 Q。

本项目台架式养殖、浮筏式浮筏养殖施工强度最大时使用小型运输船 5 艘（约 5-8 吨级/艘）、小型驳船 3 艘（约 10-15 吨级/艘）、小型作业船 3 艘（约 8-10 吨级/艘）和多功能辅助船 3 艘（约 120 吨级/艘）；网箱养殖施工期施工强度最大时使用交通作业艇 4 艘（约 10-20 吨级/艘）、工作作业船 4 艘（约 40-60 吨级/艘）、锚艇/抛锚船 2 艘（约 30-50 吨级/艘）、运输货船 2 艘（约 300-500 吨级/艘）；营运期使用 2 艘养殖管理快艇（总长 10~12m，柴油动力，吃水 0.8~1.0m）、2 艘投料作业船（储料仓 2~3m³）、2 艘收捕运输船（载重 20~30 吨级/艘）。施工期、营运期单个船舶最大载油量分别为 30 吨、3 吨，施工期和营运期危险物质数量与临界量比值（Q）分别为 0.30、0.03。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，当 Q<1 时，该项目环境风险潜势为 I。

表 2.5.1-2 评价等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	—	二	三	简单分析 ^a
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

由上表可知，本项目环境风险潜势为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），仅需开展简单分析。

2.5.1.7 生态环境评价等级

本项目属于海洋工程，项目不涉及陆域建设内容。本项目生态环境评价等级参照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 2 要求，生态评价等级定为 1 级。

2.5.2 评价范围

2.5.2.1 海洋生态环境影响评价范围

本项目的海洋生态环境影响评价等级为 1 级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）的规定，评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。结合本项目工程特征、潮流扩散特征及海域生态敏感区分布划定海域评价范围：以项目各子工程外缘线为起点，东、西、北方向向外扩展 15km；

项目南侧紧邻广海湾重要渔业资源产卵场生态保护红线，为保证完整覆盖该敏感生态保护红线，充分评价工程对该产卵场的环境影响，南侧评价边界自子工程外缘线向外扩展 26km，评价海域面积约 2582.9435km²，评价范围控制点坐标详见表 2.5.2-1，评价范围详见图 2.5.2-1。

表 2.5.2-1 海环境评价范围控制点坐标

序号	纬度 (N)	经度 (E)
1		
2		
3		
4		
5		

图 2.5.2-1 项目海域评价范围图

2.5.2.2 大气环境评价范围

项目大气环境评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)关于评价范围的规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

2.5.2.3 声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，声环境影响评价范围为工程边界外扩 200m 包络线范围。

2.5.2.4 地下水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)，本项目不开展地下水环境影响评价，不设置地下水环境评价范围。

2.5.2.5 土壤环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018)，本项目不开展土壤环境影响评价，不设置土壤环境评价范围。

2.5.2.6 环境风险评价范围

本项目环境风险潜势为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，仅需开展简单分析。由于本项目涉及的环境风险物质仅包括燃料油，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，本项目环境风险影响评价范围应依据海水环境风险评价范围，即覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域，与海洋生态环境影响评价范围一致。

2.5.2.7 生态环境评价范围

本项目属于海洋工程，项目不涉及陆域建设内容，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，涉海工程评价等级判定参照 GB/T19485。参照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)表 2，生态评价等级定为 1 级，评价范围与海洋生态环境评价范围一致。

2.5.3 小结

本项目各要素评价等级和评价范围见下表。

表 2.5.3-1 项目评价范围汇总

序号	环境要素	评价等级	评价范围
1	海洋生态环境	1 级	以工程边缘线为起点向外扩展 15km 的海域范围
2	环境空气	三级	不需设置大气环境影响评价范围
3	声环境	二级	项目边界外 200m 范围以内的区域

序号	环境要素	评价等级	评价范围
4	环境风险	简单分析	与海洋生态环境影响评价范围一致
5	地下水环境	不开展地下水环境影响评价	不设置地下水环境评价范围
6	土壤环境	不开展土壤环境影响评价	不设置土壤环境评价范围
7	生态环境	1 级	与海洋生态环境影响评价范围一致

2.6 评价目的和重点

2.6.1 评价目的

根据工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标，对各类施工行为和工程后存在的环境影响进行全面、科学的论证，以期达到如下的目的：

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

2.6.2 评价重点

根据本项目所在海域海洋功能特点及海洋环境影响特征，本项目的环境影响评价重点为：

- （1）工程建设对附近海域水质环境的影响；
- （2）工程施工和营运对海洋环境、海洋生态及渔业资源的影响；
- （3）工程建设对周边环境保护目标的影响；
- （4）环境风险影响分析与评价。

2.7 主要生态环境保护目标

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中对环境敏感区的定义，通过资料收集、

现场踏勘和查阅《中国海洋渔业水域图（第一批）》南海区渔业水域图（第一批）、《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》中“三区三线”划定成果、《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》等，确定本项目的环境敏感区与环境保护目标主要有：自然保护地、“三区三线”（优先保护单元）、大陆自然岸线、海岛及其自然岸线、养殖区、三场一通道等，各环境敏感目标与项目的最短距离、保护目标及环境保护要求见表 2.7-1，项目评价范围内的主要海岛及海岛自然岸线分布见图 2.7-1，评价范围内的岸线分布见图 2.7-2，“三场一通”和上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区分布情况见图 2.7-3，自然保护地分布图见 2.7-4，其余环境保护目标见图 2.7-5。

表 2.7-1 海域评价范围内的环境保护目标

敏感目标				位置关系	保护目标	生态管控要求
依据	类型	名称				
/	自然保护区	广东江 门中华 白海豚 省级自 然保护 区	核心 区	区域 4 东侧，约 12.9km	中华白海豚 及海域生态 环境	(1) 禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。 (2) 禁止任何人进入自然保护区的核心区。因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，并经自然保护区管理机构批准；其中，进入国家级自然保护区核心区的，应当经省、自治区、直辖市人民政府有关自然保护区行政主管部门批准。自然保护区核心区内原有居民确有必要迁出的，由自然保护区所在地的地方人民政府予以妥善安置。 (3) 禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。因教学科研的目的，需要进入自然保护区的缓冲区从事非破坏性的科学研究、教学实习和标本采集活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，经自然保护区管理机构批准。从事前款活动的单位和个人，应当将其活动成果的副本提交自然保护区管理机构。 (4) 在自然保护区的实验区内开展参观、旅游活动的，由自然保护区管理机构编制方案，方案应当符合自然保护区管理目标。在自然保护区组织参观、旅游活动的，应当严格按照前款规定的方案进行，并加强管理；进入自然保护区参观、旅游的单位和个人，应当服从自然保护区管理机构的管理。严禁开设与自然保护区保护方向不一致的参观、旅游项目。 (5) 自然保护区的内部未分区的，依照本条例有关核心区和缓冲区的规定管理。
			缓冲 区	区域 4 东侧，约 12.4km		
			实验 区	区域 4 东侧，约 11.8km		
		江门台山曹峰山 地方级自然保护 区		区域 4 东北侧，约 16.1km	/	
		江门上川岛猕猴 地方级自然保护 区		区域 2 东南侧，约 0.1km	猕猴生境	
	自然公园	江门台山乌猪岛 县级海洋自然公 园	区域 4 南侧，约 12.7km	渔业资源海 域		
广东台山镇海湾 红树林国家湿地 自然公园		区域 1 西北侧，约 18.4km	红树林、滨 海湿地生态 系统			
《广东省 国土空间 规划 (2021-	“三区三 线”划定成 果中的生态 保护红线	镇海湾重要滩涂 及浅海水域	区域 1 北侧，约 18.0km	自然岸线、 沙滩、海洋 景观	空间准入：实行科学合理保护与适度开发相结合的原则，可开展生态保护红线允许的用海活动，允许生态养殖用海，以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式：严格限制改变海域自然属性。	
		北陡海岸防护生	区域 1 西北侧，约	自然岸线、		

依据	敏感目标		位置关系	保护目标	生态管控要求
	类型	名称			
2035年)》中“三区三线”划定成果、《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订)》	(优先保护单元)	物防护极重要区	15.5km	沙滩、海洋景观	保护要求: 1.强化生态保育和生态建设,提升海洋生态系统质量和稳定性; 2.提升近岸生态景观品质; 3.切实保护严格保护岸线; 4.保护期间带。 其他要求: /
		江门市台山市红树林	区域1东北侧,约6.0km	红树林生态系统	空间准入: 1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活动,可在有效实施用途管制、不影响红树林生态系统功能的前提下,开展适度的林下科普体验、生态旅游以及生态养殖,经依法批准进行的科学研究观测、标本采集,生态修复等有限人为活动; 2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设,可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式: 严格限制改变海域自然属性。 保护要求: 1.保护红树林及其生境,维护红树林湿地生物多样性; 2.切实保护严格保护岸线; 3.保护期间带; 4.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求: 加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		北陡海岸侵蚀极脆弱区	区域1西侧,约7.6km	自然岸线、沙滩、海洋景观	空间准入: 1.生态保护红线的区域严格禁止开发性、生产性建设活动,可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下,开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾、生态修复等有限人为活动; 2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设,可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式: 禁止改变海域自然属性。 保护要求: 1.防止海岸侵蚀; 2.切实保护严格保护岸线; 3.保护期间带; 4.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求: 加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		镇海湾重要河口	区域1北侧,约	河口生态系	空间准入: 1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活

依据	敏感目标		位置关系	保护目标	生态管控要求
	类型	名称			
			0.1km	统、红树林	动，可在不影响生态系统功能的前提下，开展管护巡航、防灾减灾等活动及设施修筑，必须的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤，设施运行维护改造等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式：严格限制改变海域自然属性。 保护要求：1.保护重要河口，维护海洋生物多样性；2.切实保护严格保护岸线；3.保护潮间带；4.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		广海湾重要渔业资源产卵场	区域 1 南侧，约 0.1km	渔业资源海域	空间准入：1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展适度的生态旅游、科普宣教，经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动，生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动；3.在符合生态保护红线管控的前提下，可兼容海底电缆管道用海。 利用方式：严格限制改变海域自然属性。 保护要求：1.重点保护重要渔业资源产卵场；2.保护潮间带；3.保护和合理利用无居民海岛资源；4.“南海 I 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		大海湾海岸防护物理防护极重要区	区域 3 西北侧，约 11.6km	自然岸线、沙滩、海洋景观	空间准入：禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾活动、生态修复等有限人为活动。

依据	敏感目标		位置关系	保护目标	生态管控要求
	类型	名称			
					利用方式：禁止改变海域自然属性。 保护要求：1.防止海岸侵蚀；2.切实保护严格保护岸线；3.保护潮间带。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		瓦窑湾海岸侵蚀极脆弱区	区域3西北侧，约12.2km	自然岸线、沙滩、海洋景观	空间准入：1.生态保护红线的区域严格禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾、生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式：禁止改变海域自然属性。 保护要求：1.防止海岸侵蚀；2.切实保护严格保护岸线；3.保护潮间带；4.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		小湾海岸侵蚀极脆弱区	区域1东北侧，约9.0km	自然岸线、沙滩、海洋景观	空间准入：1.生态保护红线的区域严格禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾、生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动；3.在符合生态保护红线管控的前提下，可兼容海底电缆管道用海。 利用方式：禁止改变海域自然属性。 保护要求：1.防止海岸侵蚀；2.切实保护严格保护岸线；3.保护潮间带；4.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		荔枝湾海草床	区域1东南侧，约	海草床、红	空间准入：1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活

依据	敏感目标		位置关系	保护目标	生态管控要求
	类型	名称			
			13.1km	树林生态环境	动，可在有效实施用途管制、不影响海草床生态系统功能的前提下，开展适度的生态旅游、科普宣教，经依法批准的标本采集，生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动；3.在符合生态保护红线管控的前提下，可兼容海底电缆管道用海。 利用方式：严格限制改变海域自然属性。 保护要求：1.保护海草床及其生境，严禁渔业捕捞和底栖生物采捕，禁止修建与海草床保护无关的设施；2.保护潮间带；3.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		围夹岛特别保护海岛	区域 2 南侧，约 19.5km	海岛生态系统、渔业资源	空间准入：允许开展保护执法、科学研究、调查监测、军事国防、考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护等活动及相关的必要设施修筑。 利用方式：严格按照领海基点保护相关法律法规规定，禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变该区域地形、地貌的活动。 保护要求：1.严格落实领海基点管理要求，实施全岛保护，防止海岛灭失；2.保护和合理利用无居民海岛资源；3.“南海 I 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		上川岛飞沙滩重要滩涂及浅海水域	区域 2 南侧，约 4.2km	自然岸线、沙滩、海洋景观	空间准入：1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展适度的生态旅游、科普宣教，合法权益主体捕捞、养殖活动，生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利

依据	敏感目标		位置关系	保护目标	生态管控要求
	类型	名称			
					用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式：严格限制改变海域自然属性。 保护要求：1.保护重要滩涂及浅海水域，维护湿地生态系统生物多样性；2.保护期间带；3.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园	区域4南侧，约12.7km	渔业资源海域	空间准入：1.生态保护红线的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展保护执法、科学研究、调查监测、军事国防，适度的生态旅游、科普宣教，经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动，生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式：严格限制改变海域自然属性。 保护要求：1.保护乌猪岛及其生境；2.保护期间带；3.保护和合理利用无居民海岛资源；4.“南海I号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
		江门中华白海豚地方级自然保护区	区域4东侧，约7.8km	中华白海豚及海域生态环境	空间准入：自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动；生态保护红线内自然保护区核心保护区外的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展适度的生态旅游、科普宣教，经依法批准的标本采集，生态修复等有限人为活动。 利用方式：自然保护区核心保护区禁止改变海域自然属性，其他区域严格限制改变海域自然属性。 保护要求：1.重点保护中华白海豚等珍稀濒危物种及其生境；2.保护期间带；3.保护和合理利用无居民海岛资源。

依据	敏感目标		位置关系	保护目标	生态管控要求
	类型	名称			
					其他要求：1.加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督；2.保障临海工业（核电）的温排水需求。
		广东镇海湾红树林国家湿地自然公园	区域 1 西北侧，约 18.4km	红树林、滨海湿地生态系统	空间准入：1.自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动；生态保护红线内自然保护区核心保护区外的区域禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响红树林生态系统功能的前提下，开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾活动及相关的必要设施修筑，合法权益主体捕捞、养殖活动，经依法批准进行的科学研究观测、标本采集，适度的林下科普体验、生态旅游以及生态养殖，生态修复等有限人为活动；2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设，可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动。 利用方式：红树林、重要滩涂及浅海水域自然保护区核心保护区外的区域严格限制改变海域自然属性，其他区域禁止改变海域自然属性。 保护要求：1.保护红树林及其生境，维护红树林湿地生物多样性；2.保护重要滩涂及浅海水域，维护湿地生态系统生物多样性；3.重点保持海岸生态系统稳定；4.切实保护严格保护岸线；5.保护期间带；6.保护和合理利用无居民海岛资源。 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督
		珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线	区域 2 南侧，约 0.2km	水土资源、生态	空间准入：/ 利用方式：/ 保护要求：/ 其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。
《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-	大陆自然岸线	严格保护岸线	区域 1 西侧，约 6.2km	自然岸线及潮滩	/

敏感目标			位置关系	保护目标	生态管控要求
依据	类型	名称			
2035年)》					
《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》	海岛及其自然岸线	乌猪洲仔、乌猪洲、围夹岛、墨斗洲、上川岛、大萍洲、乌榄洲、黄麋洲、木壳洲、王府洲、扫杆洲、下川岛、鹰洲、马骝头岛、榄核岛、行利围、郁头山、狮子洲、鸭洲岛等	区域2南侧0.1km	海岛、自然岸线及潮滩	/
《中国海洋渔业水域图(第一批)》	三场一通道	幼鱼、幼虾保护区	项目位于	幼鱼、幼虾	保护期为每年的3月1日至5月31日
		黄花鱼幼鱼保护区	项目位于	黄花鱼幼鱼	保护期为每年的3月1日至5月31日
		南海北部幼鱼繁育场保护区	项目位于	幼鱼繁育场	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。
国家级水产种质资源保护区名单(第一批)		上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区	区域2南侧,实验区6.8km,核心区12.2km	龙虾及其生境	/
国家海域动态监视监测系统	开放式养殖项目	确权养殖区	紧邻	海水水质及生态环境	/

敏感目标			位置关系	保护目标	生态管控要求
依据	类型	名称			
《2023年广东省近岸海域水质监测信息》	江门市海域近岸海域监测国控站位	GDN100 (01~03、05、08~09、12~25)	距离项目最近站位为区域1南侧，约1.7km的GDN10021	海水水质	/
/	人工鱼礁	人工鱼礁	区域4东南侧，约13.4km	海水水质及生态环境	/
/	红树林	现状红树林	区域1西北侧，约5.8km	红树林生态系统	/
/	海草床	海草床（下川岛北侧）	区域1东南侧，约14.4km	海草及其生境	/
		海草床（上川岛西侧）	区域2西南侧，约10.2km		/
/	珊瑚礁	造礁石珊瑚	区域2东南侧，约18.8km	珊瑚	
/	珍稀濒危物种	中华白海豚、印太江豚、中国龙虾、海龟	/	中华白海豚、中国龙虾、海龟及其生境	(1) 养殖设施布设尽量远离珍稀濒危物种主要分布区。 (2) 施工作业、船舶航行时若发现有珍稀濒危物种活动，则应注意避让。

图 2.7-1 评价范围内的海岛及海岛自然岸线分布图（江门市）

图 2.7-2 评价范围内的岸线分布图

图 2.7-3a 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

图 2.7-3b 南海国家级及省级渔业保护区分布示意图

图 2.7-3c 上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区分布示意图

图 2.7-4 评价范围内的自然保护地分布图（生态保护红线范围）

图 2.7-5 评价范围内的广东江门中华白海豚省级自然保护区

图 2.7-6 评价范围内其余环境敏感目标分布图

3 建设项目工程分析

3.1 项目基本情况

项目名称：广东海发台山市海洋牧场项目

建设单位：广东省江门深牧海洋科技有限公司

建设位置：项目位于台山市镇海湾及上川岛北侧海域。区域 1 位于镇海湾；区域 2、区域 3、区域 4 位于上川岛北侧海域。

建设性质：新建

项目投资：工程总投资 28312.04 万元，其中环保投资 251.187 万元。

建设内容：

本项目为海洋牧场建设项目，养殖模式包含台架式养殖、浮缙式浮筏养殖与网箱养殖三类。其中台架式、浮缙式浮筏养殖品种为三倍体葡萄牙牡蛎，网箱主要养殖金鲳鱼、军曹鱼。年产牡蛎约 24319.83 吨，金鲳鱼 846 吨，军曹鱼 4320 吨。本项目总申请用海面积为 894.0393 公顷，其中台架式养殖申请用海面积为 377.6332 公顷，浮筏养殖申请用海面积为 92.3152 公顷，网箱养殖申请用海面积为 424.0909 公顷。

本项目分成 4 个区域，分别为区域 1~4。其中区域 1 采用台架式养殖法进行三倍体牡蛎养殖，年产 19542.52 吨；区域 2 采用浮缙式浮筏进行三倍体牡蛎养殖，年产 4777.31 吨；区域 3 采用重力式网箱养殖金鲳鱼，年产 846 吨；区域 4 采用重力式网箱养殖军曹鱼，分别年产量为 4320 吨。

本项目评价对象仅限项目区内的养殖作业行为。本养殖项目配套建设陆域设施，项目配套建设/依托的补给码头、饵料仓库、商品鱼仓库、网衣冲洗及晒场、网箱预制场、陆域施工“三场”等陆域设施，不属于本次评价范围。建设单位须依法另行履行配套设施对应的环保手续；上述陆域配套场所未开展环境影响评价的，单独开展环境影响评价。

各养殖区养殖内容及规模见表 3.1-1，项目组成一览表见表 3.1-2。

表 3.1-1 本项目养殖内容及养殖规模一览表

区域	申请用海面积（公顷）	养殖品种	总产能	单位	养殖方式
区域 1	377.6332	三倍体牡蛎	24319.83	吨/年	采用台架式养殖法进行三倍体牡蛎养殖
区域 2	93.3152	三倍体牡蛎			采用浮缙式浮筏进行三倍体牡蛎养殖
区域 3	89.0434	金鲳鱼	846	吨/年	布设 C40 HDPE 重力式网箱 141 口

区域	申请用海面积 (公顷)	养殖品种	总产能	单位	养殖方式
区域 4	335.0475	军曹鱼	4320	吨/年	布设 C60 HDPE 重力式网箱 216 口

表 3.1-2 项目组成一览表

工程组成	工程名称	主要内容
主体工程	开放式养殖	本项目架式、浮缙式浮筏养殖品种为三倍体葡萄牙牡蛎，网箱主要养殖金鲳鱼、军曹鱼，项目总申请用海面积为 894.0393 公顷，其中台架式养殖申请用海面积为 377.6332 公顷，浮筏养殖申请用海面积为 93.3152 公顷，网箱养殖申请用海面积为 424.0909 公顷。年产牡蛎约 24319.83 吨，金鲳鱼 864 吨，军曹鱼 4320 吨。
配套工程	辅助作业船	营运期配备 20 艘船舶（牡蛎养殖 14 艘、网箱养殖 6 艘），其中牡蛎养殖配备运输船 5 艘、驳船 3 艘、作业船 3 艘、辅助船 3 艘；网箱养殖养殖快艇 2 艘、作业船 2 艘、运输船 2 艘。
环保工程	废气	养殖船舶采用硫含量不大于 0.5% $\mu\text{m}/\text{m}$ 的船用燃油或安装硫氧化物和颗粒物污染控制装置等措施。
	废水	船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。
	固体废物	（1）船舶生活垃圾分类收集上岸后，由环卫部门清运处理。 （2）废弃养殖材料收集上岸后，外售给废品收购站。强化源头管控，规范渔业养殖垃圾收集处置。强化源头管控，规范渔业养殖垃圾收集处置。全面落实垃圾集中上岸及无害化处理，压实网箱、筏架等养殖主体责任，及时清理处置破损设施及养殖垃圾。 （3）病死鱼从网箱中转移出来，并放在干净、密封的容器中，收集上岸后交由有资质的单位进行无害化处置。 （4）若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物，废包装袋需妥善收集上岸后交由有资质的单位处置。
依托工程	运输工程	牡蛎养殖施工期及营运期主要依托于望头港码头；网箱养殖施工期及营运期主要依托广海渔港。

图 3.1-1 项目地理位置图

3.2 平面布局及工程结构

3.2.1 平面布局

本项目总申请用海面积为 894.0393 公顷，其中台架式养殖申请用海面积为 377.6332 公顷，浮筏养殖申请用海面积为 92.3152 公顷，网箱养殖申请用海面积为 424.0909 公顷。本项目分成 4 个区域，分别为区域 1~4。

1、区域 1 申请用海面积为 377.6332 公顷，布设 1753 组台架，采用行列式矩阵规整布置，两个单元的前后预留 50m 的通道；

2、区域 2 申请用海面积为 92.3152 公顷，布置 56 个浮筏单元，两个单元的前后预留 50m 的通道。

3、区域 3 申请用海面积 89.0434 公顷，拟投放 C40HDPE 重力式网箱 141 口，网箱成排布置，网箱之间中心距为 73m，网箱养殖面积为 1.8 万 m^2 。

4、区域 4 申请用海面积 335.0475 公顷，拟投放 C60HDPE 重力式网箱 216 口，网箱成排布置，网箱之间中心距为 120m，网箱养殖面积为 6.19 万 m^2 。

项目各区域养殖平面布置图详见图 3.2.1-1~3.2.1-4。

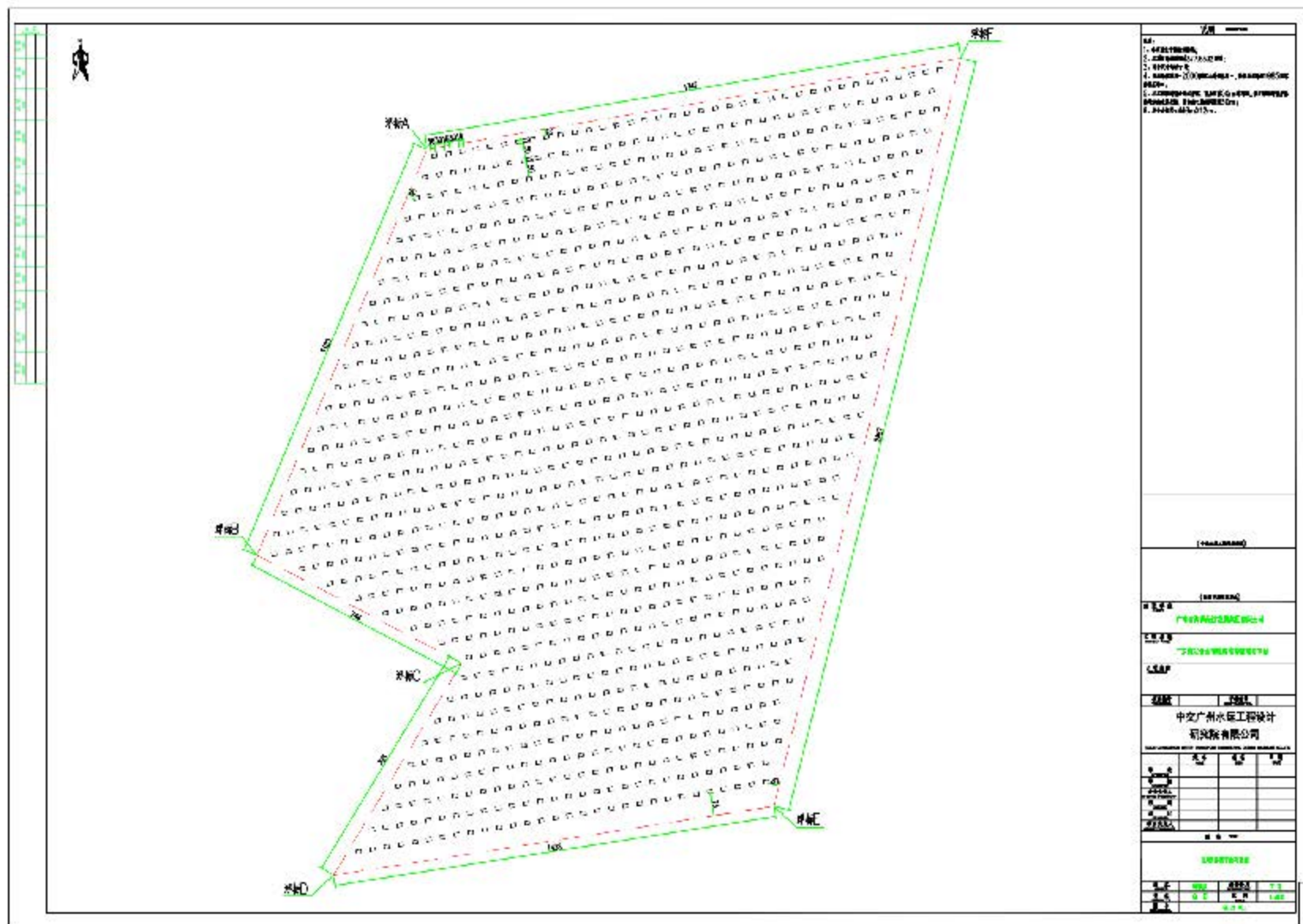


图 3.2.1-1 区域1平面布置图（台架式养殖）

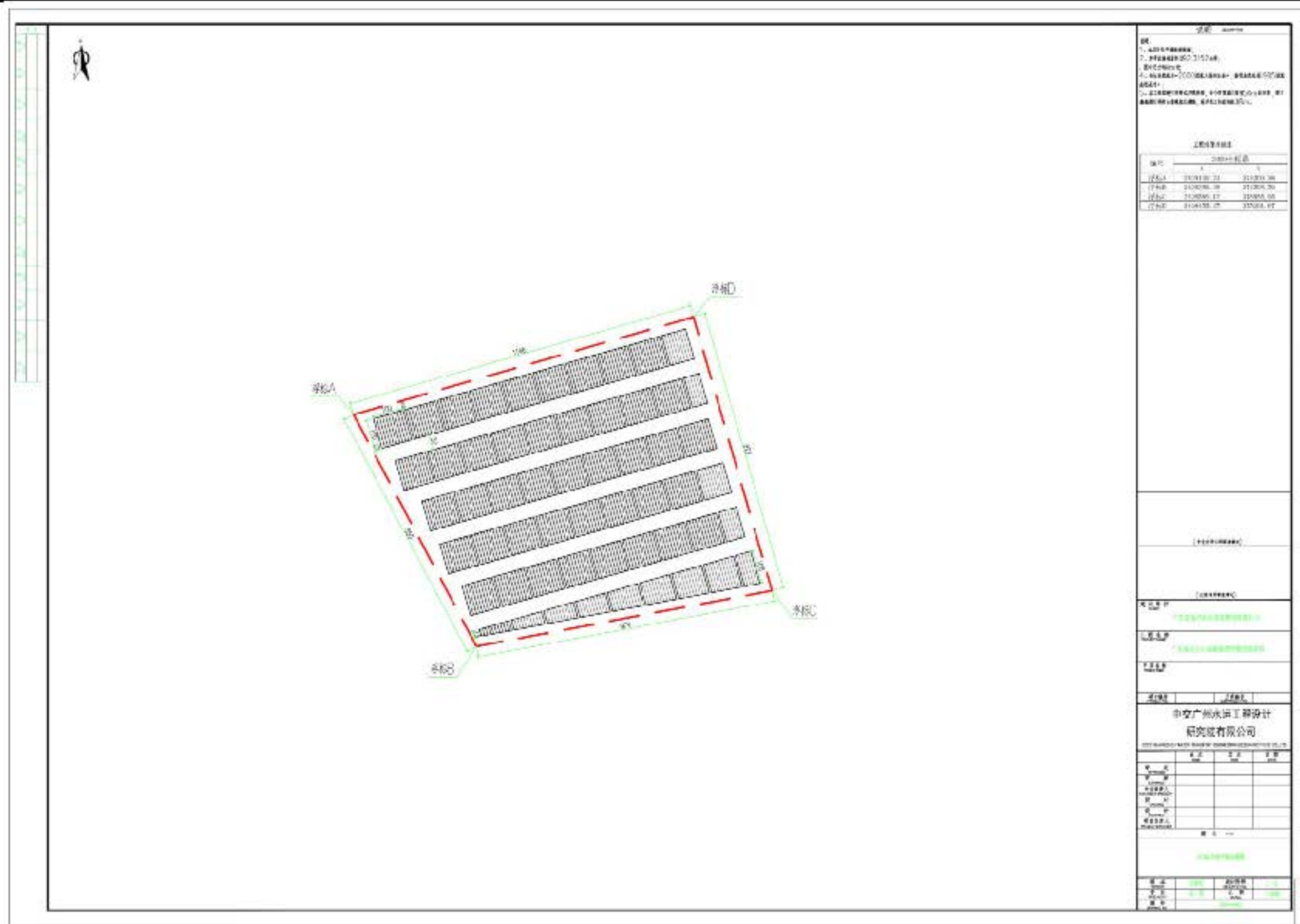


图 3.2.1-2 区域 2 平面布置图 (浮网式浮筏养殖)

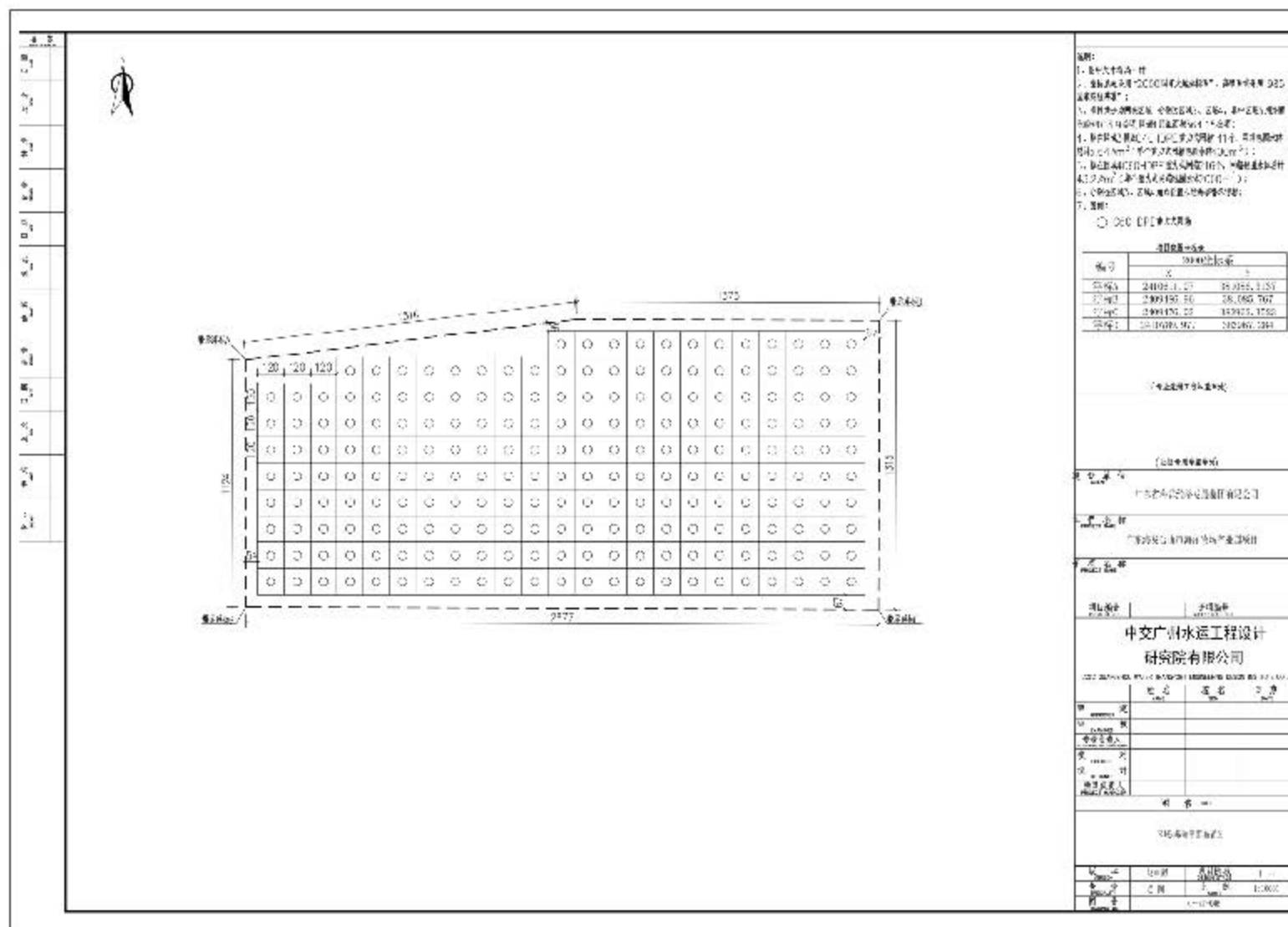


图 3.2.1-4 区域 4 平面布置图（网箱养殖）

3.2.2 台架式养殖工程结构方案

本项目区域 1 采用台架式养殖进行三倍体牡蛎养殖。

本工程根据镇海湾区域海况条件，顺风浪顺海流设置，顺着潮流能使牡蛎随海水的运动而增加摄食量，有利于牡蛎快速生长和增加肥满度。布设 1753 组台架，采用行列式矩阵规整布置，木桩等距排列，预留作业航道，单个台架尺寸为 16m×12m，单桩横向间距为 2m，纵向间距为 1.5m，台架之间间距为 30m，并在两个单元的前后预留 50m 的通道。

台架式养殖由木桩和贝架组成。木桩直径为 10cm，单个养殖单元需 81 根木桩。台架式养殖以木桩打入海底，桩间用直径 10cm 的木头纵向与横向相连接，木头之间用铁丝捆绑连接。木头上方用毛竹或木杆纵向横向连接，交接处用铁丝捆绑。该形式养殖抗风浪强，不易移位，养殖位置固定，施工技术成熟，维护成本低，便于规模化连片布局，有利于统一管理。固定式贝架（台架）要求能够在低潮时露出水面，适用于水深较浅的区域。

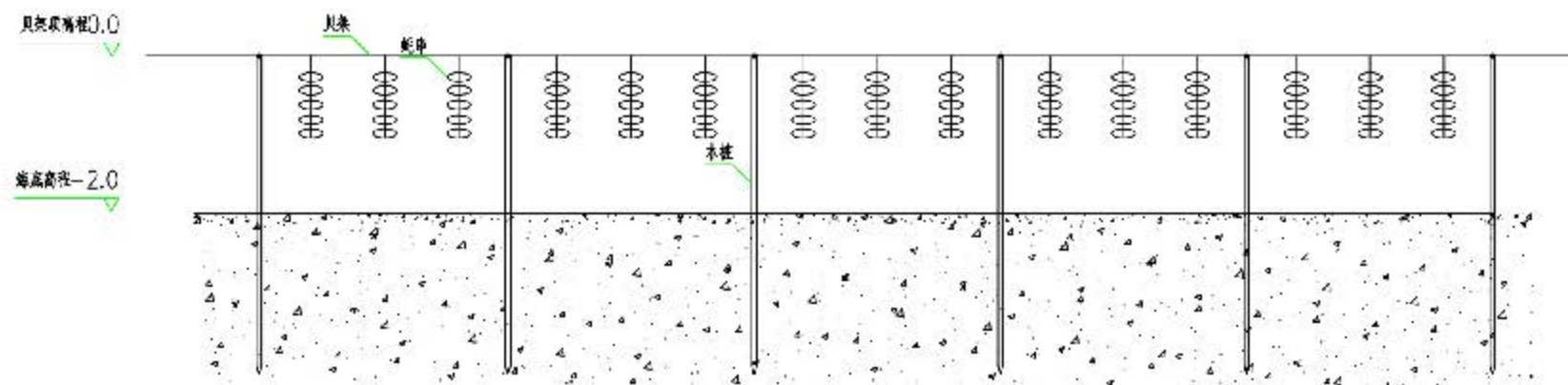
区域 1 的水深大约为 2~3.5m，水深较浅，适合该养殖方式。台架式养殖示意图见图 3.2.2-1、台架式养殖立面示意图详见 3.2.2-2。

表 3.2.2-1 台架式养殖结构参数一览表

序号	台架参数	内容	备注
1	单组尺寸	16m×12m	
2	台架间距	30m（左右间距） 50m（前后间距）	
3	蚝串（吊绳）间距	80 厘米~90 厘米	
4	吊绳长度	1m	
5	竖向木桩长度	3m	
6	竖向木桩直径	10cm	
7	木桩打入深度	约 1m	



图 3.2.2-1 台架式养殖示意图



台架式养殖立面示意图

图 3.2.2-2 台架式养殖立面示意图

3.2.3 浮纜式浮筏养殖工程结构方案

本项目区域 2 采用浮纜式浮筏进行三倍体牡蛎养殖。

本工程根据上川岛北侧区域海况条件，顺风浪、潮流布置 76 个浮筏单元，最大单个浮筏单元尺寸为 100m×100m，浮纜长度为 100m，两条浮纜间距为 10m，两个浮筏单元之间间距为 8m，并在两个单元的前后预留 50m 的通道，便于船舶通行并防止锚绳相互缠绕。

浮纜式养殖由浮子（浮球）、浮纜（浮纜）、吊笼、锚绳和锚块等组成。浮纜式浮筏用浮纜组成筏体，每条浮纜上间隔一定距离系上一个直径 30cm~40cm 的浮球，浮纜的两端用铁锚或木桩固定。

区域 2 的水深大约为 4~7.5m，水深略深，选择浮纜式浮筏作为贝类吊养的设施更合适。浮纜式养殖单体结构示意图见图 3.2.3-1。浮纜式养殖示意图见图 3.2.3-2。浮纜式养殖立面示意图见图 3.2.3-3。

表 3.2.3-1 浮纜式养殖结构参数一览表

序号	浮筏参数	内容	备注
1	浮纜长度	100m	
2	浮纜材质	胶丝	
3	浮纜直径	20mm	
4	浮子材质	胶	
5	浮子间距	5m	
6	吊绳材质	胶丝	
7	吊绳长度	1m	
8	吊绳直径	8mm	
9	吊笼材质	胶丝	吊笼由网衣和格片组成，网衣为聚乙烯材质，格片为高密度聚乙烯片
10	吊笼层数	7 层	
11	每层高度	18cm	
12	吊笼间距	1.2m	
13	锚绳材质	胶丝	
14	锚绳长度	20m	
15	锚绳直径	22mm	
16	锚定方式	锚块	80cm×80cm×40cm，每组 4 个

3.2.4 网箱养殖工程结构方案

本项目拟在区域 3 投放 C40HDPE 重力式网箱，拟在区域 4 投放 C60HDPE 重力式网箱。

HDPE 重力式网箱配置设施包括网箱浮力装置、网箱网衣、网衣稳定装置、网箱固定装置等组成，HDPE 深水网箱相关性能指标介绍如下：

1) 浮力装置（框架）材料均为 HDPE（高密度聚乙烯），有扶手管、主浮管、支架及相关配件。

扶手管：为圆柱状环形空心管，周长与内主浮管相同，用于内挂网衣与生产操作安全防护。

主浮管抗风浪装置：主浮管为圆柱状环形空心管，环形圈数量为内外各 1 圈；对主浮管圆柱状环形管材进行多分区域隔离密封，并对每个隔离区域设置进排气管路及进排水管路控制系统，从而实现网箱在水中的可升降操作。

支架：支架用于内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接。

2) 网箱网衣：网箱、网衣、网边选用了高强度优质聚乙烯材料。框架是高密度聚乙烯材料；网衣经过了防腐处理，规格为 PE400D/50 股*5.0cm，无结节；网边采用 PE280D/8 纱*0.7cm*500 目，沿箱体横向均匀分布，纵向结扎，以承受箱的沉浮力，沉降圈是由直径 3cm 柔韧性较强的钢丝绳外缠防水油布制成的大圆环，系结网边的下端，离网底缘 1m，以使网箱在水中保持垂直形态，维持箱体有效容积。但由于在清洗、更换网箱时比较麻烦，沉降圈可更换为配重物体，可在网筋下拴水泥块或者其他重物，配重物体为混凝土块件，每个重量为 10~20kg。

3) 网箱固定装置：网箱固定装置可采用水下网格组排的方式固定，纵横方向各用多根绳索（直径为 3~8cm）和锚固定；当网箱单点固定时，每口网箱用 8~10 个锚（或者混凝土块）固定。

4) HDPE 重力式网箱抗风能力为 12~14 级、抗浪能力为 5m、抗流能力 1m/s，其使用寿命达 15 年以上。

5) 单个网箱所占养殖区水域半径等于网箱半径加系泊缆水平投影长度；为便于计算，系泊缆水平投影长度至少应是养殖区域水深的 4~5 倍，这是因为当锚和系泊缆之间的夹角为 9~12° 时，锚的负载力可以达到最大水平力。区域 3、区域 4 平均水深分别约为 6m、10m，因此，C40、C60 网箱系泊缆水平投影长度分别取 30m、

50m。

6) 配套设施：主要有沉子、平台、船只、监测、投饵设备、工具、起鱼设备、鱼粪收集设施等。

7) HDPE 重力式网箱操作、管理和维护过程简单，易于投饵和观察鱼群的摄食情况，适应范围较广。

表 3.2.4-1 HDPE 重力式网箱主要尺度和性能

区域选型		区域 3	区域 4
网箱型号	单位	C40HDPE 重力式网箱	C60HDPE 重力式网箱
网箱浮管径	mm	315	400
网箱周长	m	40	60
网箱直径	m	12.7	19.1
网衣深度	m	3	7
双浮管中心距	cm	50	60
HDP 注塑工字架		是	是
支架标距	m	2~2.5	2~2.5
工字架立柱管径	mm	110	125
扶手管径	mm	90-110	110
网衣挂钩		选配	选配
浮管泡沫填充		可选，内管	可选，内管
加强链		可选，两浮管间	可选，两浮管间
HDPE 强度		80~100	80~100
浮管数量	条	2	2
踏步		标配，可选配	标配，可选配
抗风浪等级		10~12 级	12 级
正常使用年限		15 年以上	15 年以上
养殖包围水体	m ³	400	2000
锚绳长度	m	30	50
锚固类型及尺寸	/	重力锚，尺寸 1.2m×1.2m×1.1m	重力锚，尺寸 1.4m×1.4m×1.25m

单体网箱结构示意图如下所示：



图 3.2.4-1 HDPE 重力式网箱示意图

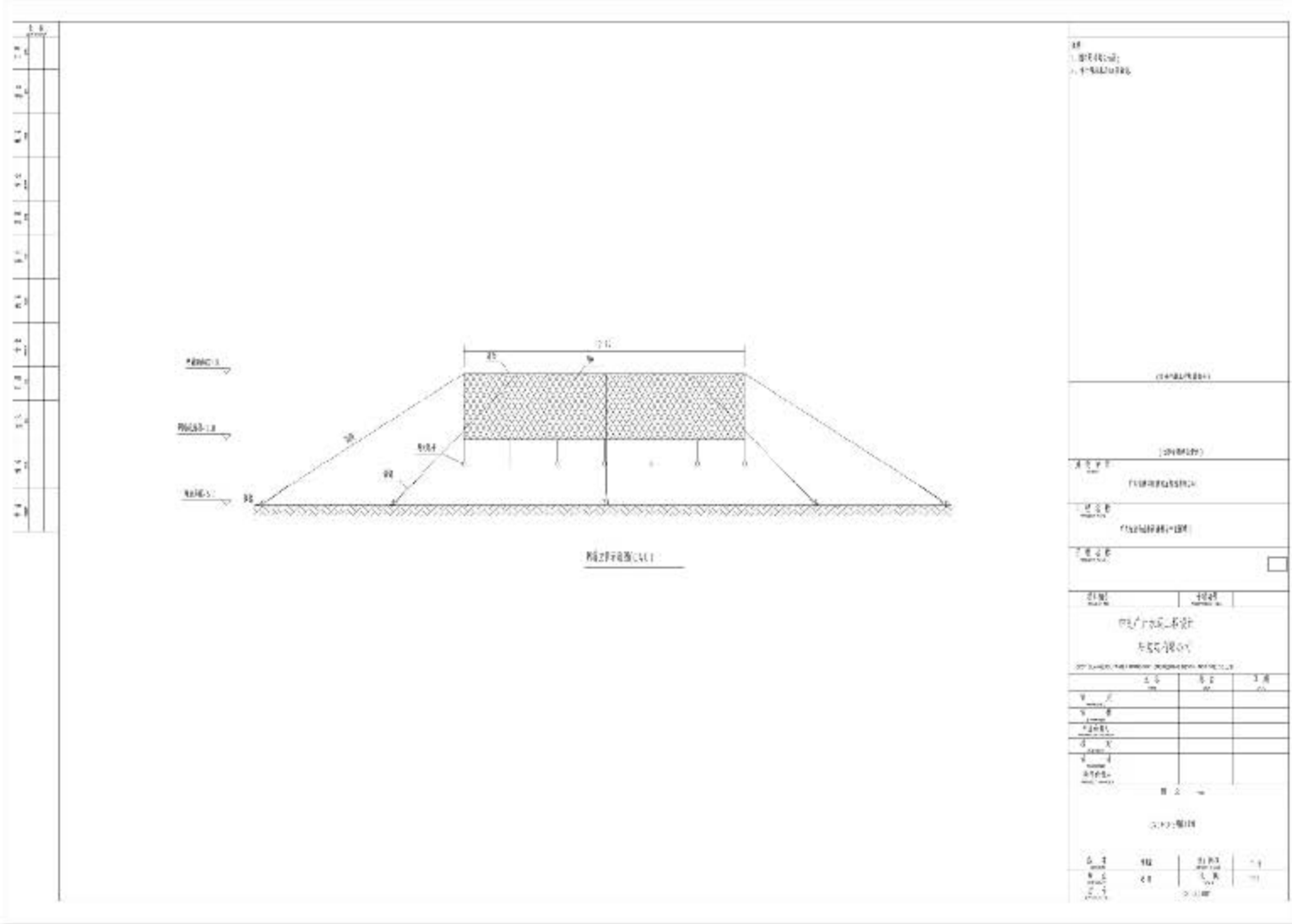


图 3.2.4-2 区域 3 重力式网箱立面示意图

3.2.5 养殖容量

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》限养区管理措施，限养区海域养殖需要综合考虑海域的资源环境承载能力，合理控制养殖规模和密度。重点近岸海域限养区严格控制网箱养殖规模，浮动式网箱面积不得超过海区宜养面积的 10%。本项目区域 1~区域 4 位于养殖区。

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》：

台山市大陆沿岸海域主要规划为以蚝类等贝类养殖区，科学确定养殖的总面积，贝藻类筏式实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的 60%；科学确定养殖品种和容量，贝藻类筏式养殖容量不超过 60000 千克/公顷。

上川岛北侧、东侧海域开阔，水动力条件好，适于进行重力式深水网箱、桁架类深水网箱及养殖工船等养殖，为了不影响海水水质环境等，科学确定养殖的总面积，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%；科学确定养殖品种和容量，鱼类网箱养殖容量不宜超过 20 千克/立方米。

(1) 养殖面积

表 3.2.5-1 实际养殖投影面积计算

区域	类型	单个面积	数量 (个)	养殖面积 (公顷)
区域 1	台架 1753 组	192	1753	33.658
区域 2	浮筏单元 56 个	/	/	51.375
区域 3	C40HDPE 重力式网箱 141 口	127	141	1.797
区域 4	C60HDPE 重力式网箱 216 口	286	216	6.186

备注：单个台架尺寸为 16m×12m；浮筏单元长宽范围为 23~108m，实际养殖面积为 51.375 公顷；重力式网箱 C40HDPE、C60HDPE 的直径分别为 12.7m、19.1m。

表 3.2.5-2 实际养殖投影面积占可养殖海区面积情况

养殖类型	区域	养殖设施及数量	养殖海域面积/公顷	实际养殖投影面积/公顷	实际养殖投影面积占比
贝藻类台架式养殖	区域 1	1753 组台架	377.6332	33.658	8.91%
贝藻类浮筏式浮筏养殖	区域 2	56 个浮筏单元	92.3152	51.375	55.65%
重力式深水网箱	区域 3	C40HDPE 重力式网箱 141 口	89.0434	1.797	2.02%
	区域 4	C60HDPE 重力式网箱 216 口	335.0475	6.186	1.85%

(2) 养殖容量

表 3.2.5-3 贝类架式、浮缙式浮筏养殖容量情况

养殖区	养殖品种及养殖方式	可养殖海域面积 (hm ²)	养殖产量 (t/a)	养殖容量 (kg/hm ²)
区域 1	贝藻类台架式养殖	377.6332	19542.52	51750
区域 2	贝藻类浮缙式浮筏养殖	92.3152	4777.31	51750

表 3.2.5-4 网箱养殖容量情况 (单位面积)

养殖区	养殖品种	可养殖海域面积 (hm ²)	养殖产量 (t/a)	养殖容量 (t/hm ²)
区域 3	金鲳鱼	89.0434	846	9.50
区域 4	军曹鱼	335.0475	4320	12.89

表 3.2.5-5 网箱养殖容量情况 (单位养殖水体)

养殖设施	养殖水体 (m ³)	养殖品种	养殖重量	养殖容量
			(kg)	(kg/m ³)
区域 3	400	金鲳鱼	6000	15
区域 4	2000	军曹鱼	20000	10

注：(1) 网箱养殖容量按单个养殖网箱计算；(2) 养殖重量按成鱼考虑。

由表可知，项目重力式网箱实际养殖投影面积占养殖用海的比例为 1.85%~2.02%，没有超过 10%；贝藻类筏式实际养殖投影面积占养殖用海的比例为 8.91%~55.65%，没有超过 60%；鱼类网箱养殖容量为 9.50~12.89t/hm²、10~15kg/m³，没有超过 120t/hm²、20kg/m³；贝藻类浮缙式浮筏养殖容量为 51750kg/hm²，没有超过 60000kg/hm²，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）（海域）环境影响报告书》要求。

3.3 工程施工方案

3.3.1 施工条件

(1) 水电、通信条件

项目施工期水、电由施工船舶自备，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。

(2) 施工场地和依托码头

本项目不设置陆域临时场地。项目所需的筏架、网箱设备可在市场采购，网箱框架通过拖船拖拽或是驳船运输至项目区。

1) 牡蛎养殖陆域基地位置及海上运输航线

牡蛎养殖施工期及营运期主要依托于望头港码头，望头港码头位于台山市海宴

镇望头湾，属于村级简易渔业配套码头，无标准化货运泊位，主体为简易岸线及防波堤，主要停靠小型养殖作业船与渔船。码头是周边万亩生蚝养殖区重要的陆基配套节点，承担养殖物资装卸、蚝产品上岸转运功能，产出的望头海蚝经此外运至粤港澳大湾区及港澳市场，同时可兼顾小型船舶临时停靠与海钓船只停泊需求。

图 3.3.1-1 牡蛎养殖运输线路图

2) 网箱养殖陆域基地位置及海上运输航线：

网箱养殖施工、运营主要依托广海渔港进行，施工期及运营期船舶路线如下：

图 3.3.1-1 网箱养殖运输线路图

3.3.2 台架式养殖施工方案

1、施工前期准备

基于前期平面布置规划及地勘数据，核对现场桩位标记，确保每一个桩位的位置、间距完全符合设计要求。筹备施工所需材料，选用抗腐蚀、强度高的预制木桩，以及适配的缆绳、卡扣等配件，同时调试打桩设备、作业船只，清理施工区域内的杂物、障碍物，确保作业通道畅通，为后续施工做好全方位准备，所有材料及设备均符合养殖规范要求。

2、施工工艺：定位打桩→台架搭建与调试→养殖设施安装

(1) 定位打桩

严格按照平面布置的桩位，采用打桩设备将预制木桩垂直打入，确保桩体垂直无倾斜。结合地勘数据，保证桩体入土深度达标，确保桩体稳固，能够承受日常潮汐冲击和养殖作业的重量，避免出现松动、歪斜等情况。施工过程中，逐一对桩位进行校准，确保每一根桩的位置、垂直度符合设计标准，为后续台架搭建奠定坚实基础。

(2) 台架搭建与调试

木桩施工完成后，按照设计要求搭建养殖台架，将相邻桩通过竹竿连接，形成整体稳固结构。控制台架高度，确保养殖区域处于潮汐交替范围内，既能保证生蚝生长所需的水分和饵料供应，又能避免因水位变化影响养殖效果。同时，检查所有连接部位，确保无松动，保障台架整体稳定性。

(3) 养殖设施安装

按照规范密度，在台架上悬挂养殖设施，确保每一组设施间距均匀，不出现缠绕、遮挡情况。安装过程中，严格把控高度，确保生蚝养殖区域能够充分接触海水，获取充足饵料，同时避免设施之间相互干扰，为生蚝生长提供适宜的空间。

3、施工注意事项

木桩施工需全程保持垂直，避免因桩体倾斜影响后续养殖；

台架搭建需牢固，确保能够承受日常管护及潮汐冲击，避免出现松动、脱落等问题；

施工完成后，及时清理现场，移除施工废料，确保养殖区域整洁，为后续生蚝养殖做好准备。

3.3.3 浮纜式浮筏施工方案

1、施工准备

(1) 施工前期准备：准备作业小船、定位仪、测深仪、对讲机等。

(2) 施工与安全准备：编制专项施工方案，明确人员分工、作业顺序。选择适宜气象窗口：风力 ≤ 5 级，浪高 $< 1\text{m}$ 。作业人员配备救生衣、救生圈、防滑鞋，落实现场安全指挥。

2、项目实施

施工工艺：定位放样→抛锚固定→浮纜架设施工→浮纜挂设与张紧→整体调整与固定→后期维护要点

(1) 定位放样

采用定位仪对四角锚位进行精准定位。

(2) 抛锚固定

①作业船将锚体运至标记位置垂直抛投，确保锚爪抓底牢固。②收紧锚绳并进行拉拽测试，确认无滑移。③锚绳上端绑扎浮筒，便于后期检修和识别。④两端锚绳呈八字形布设，夹角 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，提高抗风浪能力。

3、浮纜架设施工

(1) 浮纜连接与浮子安装

①对主浮纜进行插接或卡扣连接，确保顺直无扭结。②按 $2 \sim 4\text{m}$ 间距均匀绑扎浮子，绳体穿过浮子中心孔并双扣固定，防止滑动。③总浮力不小于筏体及养殖物总重量的1.5倍。

(2) 浮纜挂设与张紧

①将浮纜两端与锚绳上端可靠连接。②使用紧绳器调整浮纜张力，使其适度绷紧、不下垂、不过度张拉。③多组浮筏平行布设时，保持间距 5~8m，端部用横绳连成整体结构，增强稳定性。

4、整体调整与固定

(1) 浮力与水平检查

①检查浮纜整体水平度，确保浮力均匀、无局部下沉。②根据实际情况增减浮子数量，调整浮力匹配。

(2) 加固与防护

①所有绳结、卡扣进行二次绑扎加固，防止松脱。②风浪较大区域，主绳加装护套管，浮子增设防脱网。

(3) 标识与验收

①在筏区周边设置明显养殖标识。②对整体结构进行全面检查，确认锚固可靠、浮纜顺直、绑扎牢固，完成施工验收。

5、后期维护要点

①定期检查锚体、锚绳、浮纜磨损及锈蚀情况。②及时更换破损浮子，加固松动结点。③台风、大浪前后进行专项检查，必要时进行下沉避险或加固。

3.3.4 网箱养殖施工方案

1、主要施工流程

(1) 工具准备：定位仪、工作船、运输平台、安装船

(2) 网箱施工流程：网箱运输→锚碇系统投放→网箱投放→竣工验收。

1) 锚位预定：①每一组（10 只）网箱均选定 10 个关键锚位预定点。②按照总平面布置图锚位点选择原则，标示出网箱所有锚位预定点。③在工作船上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，采用北斗卫星定位仪，指挥工作船驶至锚位预定点，依顺序逐一投放，使浮球在纵、横向均排列整齐，最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参

2) 铁锚投放：①指挥运输平台驶至第一组网箱的第一个锚位点投放铁锚，平均每个网箱 8~10 个锚。②先投放完一组网箱的铁锚，再投放其余网箱的铁锚。

3) 网箱固定：①每投放完一组网箱的铁锚，即用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。②锚泊系统安装完毕后，依框架在水面的状态，通过锚绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

2、主要施工方法

(1) 网箱安装前的准备：盆底调查（安装区域的平均水深，最深点和最浅点；海流情况；区域内的重要风向；季节最大风力、风向；近 8~10 年的水文记录；近十年的台风情况；水质调查）；安装船。

(2) 固定系统安装前的准备：用北斗卫星导航系统选定锚位点。在辅助小艇上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，投下沉子作为第一个网箱锚位点。根据网箱固定锚泊系统的布局及锚位间距，依次重复以上步骤，按顺序投放锚位点。依水面上定位浮球位置和锚位点位置坐标进行校正。最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

(3) 抛锚作业：应选择顺风流合压差方向安装作业，平潮时选择顺风方向进行固定系统安装作业，风力影响不大时在顺流向安装作业。

(4) 框架安装前的准备：场地要求，根据网箱规格大小，即场地长度按网箱的周长×宽即按网箱直径尺寸在平缓沙滩或近水的平地；220V，30A 的交流电源。

3.3.5 主要施工船舶和机具

本工程施工拟投入的主要的施工船舶和机械如下：

表 3.3.5-1 合架式养殖、浮梗式浮筏养殖拟投入的主要施工船机设备

序号	机械设备名称	数量	单位	规格型号	备注
1	小型运输船	5	艘	载重 5-8 吨，船长 6-8m，适配浅滩作业	用于运输桩、缆绳、苗种等材料，接送施工人员
2	小型驳船	3	艘	载重 10-15 吨，可搭载小型打桩设备	配合桩施工、材料转运，适配浅海近岸作业
3	小型打桩机	3	艘	轻便型，可固定在作业船上，适配浅滩施工	用于预制桩插入、夯实，确保入土深度达标
4	小型作业船	3	艘	船长 7-9m，载重 8-10 吨，可搭载打桩设备	用于桩基施工、材料运输、人员接送，适配浅滩作业
5	多功能辅助船	3	艘	25m 长，载重 120 吨	用于养殖运维

表 3.3.5-2 网箱养殖拟投入的主要施工船机设备

序号	机械设备名称	数量	单位	规格型号	备注
1	交通作业艇	4	艘	总长 12~15m，挂机/柴油挂机，航速 18~22km/h，载人 12~16 人	人员通勤、现场巡查、小件材料转运，载重 10—20 吨
2	工作作业船	4	艘	总长 18~22m，型宽 5.5~6.5m，主机功率 160~220kW，甲板作业	网箱浮管拼装、工字架组装、水上安装作业，载重 40—60 吨

序号	机械设备名称	数量	单位	规格型号	备注
				面积充足	
3	锚艇/抛锚船	2	艘	总长15~18m, 配简易吊机、锚链收放架, 吃水1.2~1.5m	2t/3t 重力锚投放、锚链、缆绳铺设、水下系泊施工, 载重30—50吨
4	运输货船	2	艘	供气式潜水套装、水下割焊、紧固工具	HDPE 管材、网衣、锚块、建材批量海运, 载重300—500吨
5	北斗卫星定位	1	台	/	施工定位导航

3.3.6 施工进度计划

项目规划建设期为12个月, 但本项目为整体用海项目, 具体施工工期由将来实际的各养殖单位根据其养殖规模确定。

表 3.3.6-1 施工进度计划表

工作内容		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
蚝排	前期准备												
	动工建设												
	竣工验收												
重力式网箱	前期准备												
	网箱建造												
	动工建设												
	竣工验收												

备注: 网箱由业主提前定制, 其建造工期及建造工作由合作单位另行统筹安排, 网箱建造环节内容均不纳入本项目评价范围。

3.4 养殖工艺

3.4.1 养殖品种

本项目台架式养殖及浮纜式浮筏养殖以牡蛎为主, 网箱养殖主要有金鲳鱼、军曹鱼等。

(1) 牡蛎

牡蛎科(学名: *Ostreidae*)是珍珠贝目牡蛎科软体动物的统称, 又名蚝、蛎黄、蛎子、海蛎子。牡蛎两壳不等, 左壳大, 凹陷, 右壳较平, 铰合部无齿, 有时具有结节状小齿。内韧带, 闭壳肌位于中央或后方。外套痕不明显, 成体无足和足丝,

鳃与外套膜相结合。

牡蛎呈世界性分布，主要分布于热带和温带海洋中，从潮间带至数十米深的范围都有分布。在全世界约有一百余种，中国南北沿海地区约有二十余种。它们以左壳固着在海中岩礁石块或贝壳等物体上生活，终生不能移动，借开闭右壳进行摄食、呼吸、生殖、排泄和御敌等活动。牡蛎主要以微小的硅藻和有机碎屑为食。呼吸时食物随水流由入水孔进入外套腔，然后经过鳃和唇瓣纤毛的摆动被输送入口。在自然群体中，大多数牡蛎个体属于雌雄异体，小部分为雌雄同体，牡蛎还可以自发“变性”，同一个个体在不同年份或不同的环境条件下，表现出不同的性别。

单体三倍体牡蛎是运用四倍体牡蛎和二倍体牡蛎杂交生产出单一游离、无固着基的全自然 100%三倍体牡蛎，其具有生长快、抗病力强、壳型好、品质优、育性差、一年四季均可上市等特点，高端市场潜力巨大，可有效解决牡蛎产业发展存在的传统品种退化、良种相对较少、高端牡蛎产品匮乏等问题。本项目牡蛎养殖周期为 3~5 个月。

1) 食性

牡蛎是滤食性贝类，主要通过鳃过滤海水进行摄食。牡蛎每天平均摄食时间为 16-19 小时，其余为无规律的间歇性摄食时间。一般牡蛎的滤水量每小时为 5-25 升，在短时间内可达 31-34 升。牡蛎只摄食比它口径小的食料，如浮游植物硅藻类和有机碎屑。

牡蛎摄食有明显的季节性。6 月份牡蛎个体较小，摄食量很少；7 月份以后水温不断升高，牡蛎生长加快、摄食量也不断增加，10-11 月份达到摄食高峰；11 月份以后，由于水温下降摄食量也逐渐减少，冬季摄食量则保持在一定水平。牡蛎胃含物中的食物种类和数量组成，在很大程度上取决于周围环境海水中的食料变化。牡蛎从面盘幼虫开始摄食，但由于幼虫阶段滤食器官发育不够完善，因此只能摄食一些较小的颗粒。牡蛎成体的食料，主要是硅藻类及有机碎屑。其中，尤以直链藻、圆筛藻、海链藻和舟形藻为最多。牡蛎食料的种类因海区不同而变化。在自然分布浮游硅藻量多的海区，牡蛎摄食的食料就以硅藻为主。

2) 活动

牡蛎的运动与周围环境的温度、比重、混浊度有密切的关系。环境适宜时贝壳张开，进行呼吸、排泄等生理活动，环境不适时则把贝壳紧闭，停止运动。

3) 抗逆性

牡蛎还是抗逆性最强的水生动物之一，2 亿年来潮间带多变的环境练就了牡蛎对温度、盐度、露空和海区常见病原极强的抵抗能力，在落潮露出水面时，能够耐受夏天酷热干燥的天气，同时也能够成功适应冬天冰冻天气，在离水露空条件下可存活 1-2 周，甚至 1 个月的时间。

4) 性变

在自然群体中，大多数牡蛎个体属于雌雄异体，小部分为雌雄同体，牡蛎还可以自发“变性”，同一个个体在不同年份或不同的环境条件下，表现出不同的性别。

(2) 金鲳鱼

金鲳鱼（学名：*Trachinotus ovatus*）属硬骨鱼纲、鲈形目、鲹科、鲳鲹属，学名卵形鲳鲹，俗名黄腊鲳、金鲳。该鱼体侧扁，卵圆形，臀鳍与第二背鳍长度略相等。头侧扁，尾柄细，体披小圆鳞，不易剥落。金鲳鱼为我国南方沿海名贵海产经济鱼类之一，其鱼肉为白色、细嫩、鲜美可口，在广东、广西、福建、台湾、海南等地人工已经育苗成功，养殖技术较为成熟。本项目金鲳鱼养殖周期为 6 个月。

1) 栖息环境

金鲳鱼耐低温的能力不强，适温范围为 16~36℃，最适生长水温 22~28℃，水温降至 16℃ 以下时，停止摄食，14℃ 以下会死亡，在 9~10℃ 的水温下可短时间正常生活；金鲳鱼在咸淡水中都可生活，对盐度适应性广，适应盐度在 2‰~23‰，建议盐度一般不低于 12‰，而盐度太高则会出现生长缓慢，pH 的适应范围为 7.6~9.6。

2) 生活习性

金鲳鱼是暖水性中上层洄游鱼类，游泳迅速，幼鱼以浮游生物、底栖动物、小虾、小鱼等为食，成鱼可摄食带硬壳的生物，如蛤、蟹或螺等，是个名副其实的肉食动物。现在一般以网箱养殖为主，投喂鲜杂鱼或人工配合饲料。

(3) 军曹鱼

军曹鱼（学名：*Rachycentron canadum*）是军曹鱼科、军曹鱼属鱼类。体延长而近于圆柱状。头部平扁而宽；口裂水平位，开于吻端。上下颌有宽绒毛状齿带；锄骨、腭骨及舌面均具微细之齿。眼小，有狭窄的脂性眼睑。体被细鳞，埋于厚皮肤之下。侧线在前方略有弯曲；尾柄两侧无隆起棱脊。有拟鳃；鳃膜不相连，并在喉峡部游离；鳃被架 7；鳃耙短。本项目军曹鱼养殖周期为 12 个月。

1) 栖息环境

军曹鱼活动之水域极广，栖地多样性，凡是沙泥底质、碎石底部、珊瑚礁区、外海的岩礁区、红树林区、有残木等漂浮物的沿海地区或是有漂流与静止目标的外海地区等皆可见其踪迹，甚至偶可见于河口区，而除了大陆架区外，在大洋中亦可见其踪迹。常栖于外海深水区，有时为追索食饵游至上层，游泳速度快，但不结群洄游。肉食性，凶残，摄食猛，摄食量大。分布于大西洋、印度洋和西太平洋的热带、亚热带和暖温带水域。在中国分布于黄海、东海、南海及台湾沿海。

2) 生活习性

军曹鱼为暖水性中下层鱼类，常栖于外海深水区，有时为追索食饵游至上层，游泳速度快，但不结群洄游。肉食性，凶残，摄食猛，摄食量大。在自然海区，较小的军曹鱼主要以虾、蟹、头足类为食，约占食物总量的 80%，其次为鱼类。较大个体的鱼以食鱼为主，如天竺鲷类、鲱鲤、坯及三线矶鲈、石斑鱼的幼鱼，也摄食头足类、三疣梭子蟹、虾类等，鱼类约占食物总量的 80%。在人工养殖条件下，可完全驯化摄食人工颗粒饲料。

军曹鱼不耐低温，胚胎发育期间适宜水温 24-31℃；仔鱼阶段（体重 10-15 克），水温低至 20-21℃，摄食量明显降低，19℃不摄食，17-18℃活动减弱，静止于水底，16℃开始死亡。水温 22-34℃有明显的索饵活动，水温升至 36℃，虽有摄食行为，但已开始死亡。

军曹鱼为广盐性鱼类，盐度 4-35‰时有明显的索饵活动。较大个体对低盐的忍受力较低，盐度低于 8，即没有摄食活动，养殖鱼维持在 10 以上为宜。

3.4.2 台架式养殖工艺和方法

(1) 挂苗

在蚝排挂蚝点上悬挂牡蛎串，单根吊绳养殖密度约为 16~20 个/条。

(2) 日常管理

牡蛎通过摄食水体中的浮游生物以及颗粒有机物为食，整个养殖期间无需投喂人工饵料，属于绿色健康养殖种类。牡蛎的滤食效率很高，通过过滤大量的水体以获得足够的饵料。

日常根据牡蛎生长情况，适时调整浮力，防止吊绳下沉、蚝串入泥，影响牡蛎生长。

(3) 采收

在牡蛎肥满度较高时，即可以通过割断挂绳收获牡蛎。再通过船舶拖运上岸。

3.4.3 浮纜式浮筏养殖工艺和方法

1、苗种投放

挑选规格均匀、体质健壮、无损伤、无病害的优质牡蛎幼苗，清理幼苗表面附着的杂质与杂物。将幼苗均匀分装至养殖网笼，严格把控放养密度，预留充足生长空间。装苗完成后，通过吊绳将网笼均匀悬挂于浮筏下方，合理调控养殖水深，避开浅滩高温层与底层淤泥区域，保证笼内水体流通顺畅。

2、日常管理

牡蛎通过摄食水体中的浮游生物以及颗粒有机物为食，整个养殖期间无需投喂人工饵料，属于绿色健康养殖种类。牡蛎的滤食效率很高，通过过滤大量的水体以获得足够的饵料。

养殖期间需定期巡查海区，密切监测水质、风浪变化以及牡蛎生长状态。及时清理网笼表面的淤泥、杂藻、藤壶等污损生物，保障网笼透水透气性能，满足牡蛎滤食与呼吸需求。日常核心管护工作为分苗倒笼，需结合苗种生长速度、个体大小以及网笼污损程度，及时开展分苗、换笼作业，拆分过密种苗，更换破损、污损严重的网笼，避免种苗拥挤残食、生长不均。

3、采收

在牡蛎肥满度较高时，即可以通过割断挂绳收获牡蛎。再通过船舶拖运上岸。

3.4.4 网箱养殖工艺和方法

网箱养殖主要有金鲳鱼、军曹鱼等。

1、投放鱼苗

鱼苗先采用小网目的网衣进行网箱养殖；待鱼苗长到一定程度后换成大网目的网衣进行养殖，同时将这些鱼苗按照一定尾数分到另外的网箱分别进行养殖；以此类推，分别根据长度用不同规格的网衣进行养殖，网箱养殖数量也随着鱼苗长度增加而增加。金鲳鱼最佳放养时间是 4 月，军曹鱼最佳放养时间是 10 月。金鲳鱼养殖存活率约 97%，军曹鱼养殖存活率约 96%。

2、饲料投喂

项目采用人工投饵。网箱养殖 FCR（饲料系数）约 1.5，即每实现 1t 鱼类增重，

需投喂饲料 1.5t。

(1) 种类:

饲料应符合《饲料卫生标准》GB 13078-2017 及《水产配合饲料》GB/T 22919 系列相关要求,以全价配合饲料为主,并根据鱼体大小确定饲料粒径。

1) 军曹鱼:军曹鱼养殖宜采用新鲜小杂鱼和软颗粒饲料,在鱼苗投放后即可投喂新鲜小杂鱼。军曹鱼鱼苗大小约为 1.5kg,军曹鱼成鱼重量约 6~10kg (平均成鱼重量为 8kg)。

2) 金鲳鱼(卵型鲳鲈):饲料选用卵形鲳鲈专用膨化颗粒饲料,其粗蛋白含量不低于 40%,赖氨酸含量不低于 20%,总磷不低于 1.5%,粗脂肪不低于 3.0%,钙不高于 4.6%。投饵量以鱼抢食停止为准,正常情况下日投喂量宜为鱼体重的 2%—6%,鱼类的饱食率控制在 70%—80%。金鲳鱼鱼苗大小约为 0.15kg,金鲳鱼成鱼重量约 0.55~0.65kg (平均成鱼重量为 0.6kg)。

(2) 投喂:投饵量以鱼抢食停止为准,投饵量以鱼抢食停止为准,鱼类的饱食率控制在 70%—80%,正常情况下军曹鱼日投喂量宜为鱼体重的 0.5%—3.5%,金鲳鱼日投喂量宜为鱼体重的 2%—6%。日投喂 2 次:8 点~9 点和 17 点~18 点为宜(同时参考该海区潮流涨落潮情况,宜选择涨潮时段投放)。

(3) 方法:按慢→快→慢的原则进行投喂,投喂时间保持 1 小时左右。

表 3.4.4-1 不同养殖期投饵量

养殖鱼类	养殖期	规格(千克/尾)
金鲳鱼(网箱养殖)	初期	0.25~0.30
	中期	0.4~0.50
	末期	0.55~0.65
军曹鱼(网箱养殖)	初期	1.5~3
	中期	3~6
	末期	6~10

3、鱼病防治

鱼病防治实行“预防为主,防治结合”的原则。

本项目各期实际网箱养殖用海面积与占可养殖海域面积的比例均小于 10%,满足《台山市养殖水域滩涂规划(2024-2030 年)》《台山市养殖水域滩涂规划(2024-2030 年)(海域)环境影响报告书》要求,可使养殖水域保持相对可行的自净能力。项目海域水体交换速度快,在控制网箱养殖规模的情况下,鱼类得病率较低,基本

不使用鱼药，主要以预防为主。以预防为主，主要是从维护良好的水质、提供充足的营养和控制病原传播等三方面入手。在病害流行季节加强疾病预防工作，在预混合配合饲料粉料中添加大蒜素、免疫多糖或中草药制剂，加工制成软颗粒饲料投喂，网箱内挂消毒剂袋，及时清除病鱼、死鱼。一旦发现养殖鱼发生疾病，立即准确诊断，及时治疗，常见疾病及防治方法见下表。

表 3.4.4-2 金鲳鱼（卵形鲳鲹）常见疾病及防治方法

鱼病名称		症状	防治方法
寄生虫疾病	小瓜虫病	病鱼体表会出现直径 0.5-1 毫米的白色斑点，黏液增多，鳞片脱落，厌食，小瓜虫在鳃部寄生会破坏鳃小片，致使鱼呼吸困难，直至死亡。	淡水浸浴 8~10 分钟后，再用 20mg/m ³ 福尔马林淡水溶液或 20mg/L 高锰酸钾淡水溶液浸泡 10 分钟，每天一次，反复多次后可将虫体杀死；五万分之一的硫酸铜和硫酸镁加 1% 食盐混合浸泡 20~30 分钟，可全部杀死。
	指环虫病	病鱼体表失去光泽，食欲不振，游泳迟缓；有的鳍条溃烂，体表和鳃部黏液增多，局部鳞片脱落，一侧或两侧眼球突出、发炎、坏死或脱落，游泳失去平衡，打转。	淡水浸浴 5~10 分钟，每天一次，连续 2~3 天。
	瓣体虫病	鱼常浮于水面，游泳迟钝，呼吸困难，头部皮肤、鳃及鳃上黏液分泌增多，表皮出现不规则的白斑点，严重时白斑会连成一大片，病鱼食欲不强，有时会狂游几下向网衣上擦身，死亡时胸鳍向前僵直，几乎紧贴于鳃盖上。	用 2mg/L 硫酸铜海水溶液浸洗，次日重复一次，病重时可连续几天治疗。
	车轮虫病	鱼体变黑，不摄食，游动无力，浮于水表面，体表面黏液分泌过多，白浊，鳃上寄生虫数量多时，鳃组织坏死，病鱼呼吸困难。	用 100~150mg/kg 福尔马林淡水溶液药浴 15~25 分钟。
	刺激隐核虫病	患病初期，病鱼摄食量减少，分散游动，时常翻转身体摩擦网衣，开口呼吸。患病后期，病鱼侧卧于水面游动或狂游，病鱼的皮肤、鳍条和鳃上可观察到许多小白点，体表发炎溃疡，鳍条缺损、开叉，眼角膜浑浊发白；体表、鳃丝分泌大量黏液。	将网箱设置在水流畅通的海域，勤换洗网衣；可混养一定比例的蓝子鱼；刺激隐核虫流行季节，在饲料中适当添加免疫增强剂，增强鱼体抵抗力；发病时应及时隔离病鱼，对病死鱼进行无害化处理。
细菌、真菌疾病	皮肤溃疡病	体表皮肤溃疡。感染初期，体色呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢地浮游于水面；中度感染时，色鳍基部、躯干部等发红或出现斑点状出血；随着病情的发展，患部呈出血性溃疡。有的吻端或鳍膜烂掉，有的眼球突出；眼内有出血点，肛门发红扩张，有黄色黏液流出；解剖观察，胃内无食物，空肠并带有黄色黏液，肝、肾等明显充血、肿大。	投喂鱼血康苯扎溴铵溶液（水产用）5 克或鱼虾乐（主要成分：二氯异氰尿酸钠粉）8 克，按每公斤饲料来配制药饵，连喂 5~7 天。
	肠胃病	病鱼的胃或肠呈现异常的颜色，多数是	发病时可停喂饲料 1~2 次，然

鱼病名称	症状	防治方法
	暗红色，严重时可见出血现象。	后接每公斤饲料加入 2.5 克肠鳃灵（通用名：乙酰甲喹预混剂）制成药饵投喂，每天 1 次，连喂一周左右。
链球菌病	患病鱼体色发黑，吻端发红，厌食，静止于水底，或离群独自漫游于水面，有时作旋转游泳后再沉于水底。部分病鱼眼球突出、充血，鳃盖内侧发红、充血或出血，尾柄溃烂或带有脓血的疔疮，肝、脾、肾或肠均有点状出血。	高温期适当减少饲料投喂量，可在饲料中添加维 C、免疫多糖等免疫增强剂，增强鱼体抵抗力；及时捞出病死鱼，对病死鱼进行无害化处理；发病早期可使用盐酸多西环素粉、恩诺沙星粉等敏感药物，其用法用量按产品说明书。
病毒性疾病	病毒性神经坏死病 患病鱼苗或鱼种体表发黑，厌食，反应迟钝，具不正常的螺旋状或旋转式游动或静止时腹部朝上漂游于水面。	放养健康无病毒苗种；发病时应及时隔离，对病、死鱼进行无害化处理。

表 3.4.4-3 军曹鱼常见疾病及防治方法

鱼病名称	发病季节与条件	症状	防治方法
淋巴囊肿病	全年可发生，水温 20~25℃ 是发病高峰期。	病鱼体表出现大量单个或成群的疮状物，皮肤呈砂纸状，大多数分布在血管附近，颜色逐渐由白色变为淡灰色、红色。病鱼的内脏组织器官出现淋巴囊肿。	目前尚无较好的治疗方法，主要是进行预防。对发病的养殖网箱实施隔离，捞出病鱼并销毁；喷洒消毒剂和投喂抗菌药饵。防止继发性感染。
弧菌病	流行时间为 6~10 月份，发病原因主要是养殖密度过高、养殖环境条件恶化，夏季高温使得弧菌大量繁殖。	病鱼厌食，体表出现点状出血，随后出血点突破体表形成溃疡。急性患病的鱼表现出典型的败血症，肝脏失血变白，肠壁充血，肠道内有积液，部分鱼腹腔内有腹水。	保持优良的水质环境，并在高温期强化鱼苗的营养，增强体质是预防弧菌病的关键。病鱼可用聚维酮碘 20-30 毫克/升浸泡 5—10 分钟。三黄粉 30 克/公斤-50 克/公斤饲料，拌饵连用 3 天—5 天；土霉素 50 毫克/公斤-80 毫克/公斤鱼体重，拌饵连用 4 天—6 天；五倍子粉 2 毫克/升-4 毫克/升，连续泼洒 3 天；二浪海因 0.2 毫克/升-0.3 毫克/升全箱泼洒。
寄生虫类疾病	春夏秋冬均有发生，秋季为流行高峰，以高盐度海域受害较重。	病鱼往往躁动不安，在网箱边狂游并不断向网片摩擦身体。病鱼体表出现白点，黏液增多有的病鱼眼睛变白，鳞片脱落尾部及鳍条局部充血、溃烂造成烂尾烂嘴、红眼等。	及时清理网衣上的附着物，保持优良的水质环境。防治：硫酸铜与硫酸亚铁（5:2）0.8 毫克/升-1.2 毫克/升全箱泼洒；醋酸铜 5-10ppm，浸泡 10 分钟。

4、日常管理

定期检查鱼体生长情况，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。网箱养殖的日常管理要做到“五勤一细”，即勤观察、勤检查、勤检测、

勤洗箱和勤防病，耐心细致投饵，以及防患大风、污染、人为等意外事故发生。要经常对养殖金鲳进行巡视，注意观察鱼群活动情况及水色、水质等情况。一般每天早、中、晚都应该测量水温、气温，每周应该测 1 次 pH 值，测 2 次透明度。每隔 15—20 天左右抽样测量体长和体重，以掌握其生长速度、规律等情况，便于确定饲料的投喂量，同时检查鱼体是否有病害发生。

5、死鱼清理

鱼死亡后由于鱼鳔失去了调节作用，一般会沉入水底，腐败后密度会逐渐减小，最终会漂浮出水面。死鱼腐败后会污染养殖水体，传播疾病。因此，一旦发现死鱼后，应尽可能在水中或水底就及时清理掉，避免腐败浮出水面再清理。收集的死鱼不能直接丢弃于附近养殖海区，应临时存储在网箱的生物储存柜里，收集上岸后交由有资质的单位进行无害化处置。

6、鱼群监测

养殖过程中应能实时监测鱼群行为状态，主要通过声、光、电等各类水下智能感知系统，对鱼群的索饵行为、规格大小、群体数量、生长状态、病理异常等数据进行直接或间接观测，除智能感知系统外还应设置便捷的人工取样手段。基于鱼群监测数据的分析研究可用于制定更加精细化的生产工艺。

7、成鱼聚集

当鱼群生长到预定规格，有特别的出售需求，（超过设计安全标准的）恶劣海况来临前紧急转移，或者发生疫病需要出水治疗等各种情况时，需要进行活鱼的聚集（集鱼）和捕捞。集鱼作业时，使网箱从水下（或水中）缓慢上升，利用底网锥形结构实现活鱼聚集。随着网箱上升、水体空间减小，活鱼密度逐渐增大，水体氧含量也将快速减少，此时应同步开展活鱼捕捞作业，避免鱼群长时间缺氧或碰撞导致死亡，集鱼作业的重难点在于保证起浮过程中网箱的浮态稳定性以及安全定位。

8、成鱼捕捞

在活鱼聚集的同时，同步开展活鱼的捕捞作业，活鱼一般通过活鱼输送泵从网箱中输送到活鱼运输船中，输送过程应做到保活和低损伤，活鱼的输送效率和集鱼速度要相匹配，输送速度太慢易导致活鱼在网箱中缺氧和擦伤，输送速度太快则应避免在输送系统中的损伤。

9、换洗网箱

在养殖过程中，随着鱼的生长需要更换网衣和清洗网箱附着物来保证网箱内的养殖环境。网箱置于海水中一段时间后，极易被一些生物所附着。不仅增加了网箱的重量，而且影响了网箱内水体的交换，故需定期更换和清洗。换网时，应首先将旧网衣解下拉向一边，然后把准备替换的网衣从旧网衣腾出的一边网箱依次拴好，再将两个网衣对接，并将鱼移入替换的网衣，最后拆除旧网衣。根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，一般 3~6 个月换一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网衣角内造成擦伤和死亡。本项目评价对象仅限项目区内的养殖作业行为。本养殖项目配套建设陆域设施，项目配套建设/依托的补给码头、饵料仓库、商品鱼仓库、网衣冲洗及晒场、网箱预制场、陆域施工“三场”等陆域设施，不属于本次评价范围。建设单位须依法另行履行配套设施对应的环保手续；上述陆域配套场所未开展环境影响评价的，单独开展环境影响评价。

（1）深水网箱回收、维护工艺

深水网箱回收工艺与投放工艺基本相反，但稍有不同。

1) 通过回收部分网衣，将养殖鱼类驱赶至深水网箱表面，然后通过渔船的吊机用大小适合的网将鱼转移至船上。

2) 网箱、网衣和固定系统维护

①网箱系统维护

由于网箱的箱体部分主要是由 HDPE 材料所制成的，所以一般基本上是不需要任何维护的。网箱的箱体在海水中使用一段时间以后，在网箱的主管上生长附着一些生物，随着时间的积累，生物量会越来越多，造成整个网箱重量增加，这时就必须对网箱的主管进行清洗。

②网衣维护

因为所有的鱼均养殖在网衣内，所以网衣的维护工作就显得特别重要。主要包括网衣的更换与保存。换网主要有三道工序：挂新网、移鱼、拆旧网。换网工作需要选择海流较小时进行。另外，因为网衣中添加抗紫外线老化物质与防污损物质，当有一段时间不使用网衣时，需要保存好网衣，以免对网衣结构有损伤或使防污剂、防紫外线物质分解。保存之前必须把网衣清洗干净、晾干，然后折叠好，这是确保网衣不发霉、不腐烂的前提条件，在避光、避热、通风、干燥、防鼠、防虫条件下保存。

③固定系统的维护

水下固定系统主要组成是水泥墩、绳索、连接环扣等。固定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。

3) 网箱运回岸边维护

解开从固定系统引出并缚在网箱上的绳索，提起网衣上的重物，提起网衣。用工作船舶将网箱拖至码头，进行维护处理。

3.4.5 营运期船舶配置

本工程运营期拟投入的主要的施工船舶和机械如下：

表 3.4.5-1 台架式养殖、浮筏式浮筏养殖拟投入的主要船机设备

序号	机械设备名称	数量	单位	规格型号	备注
1	小型运输船	5	艘	载重 5-8 吨，船长 6-8m，适配浅滩作业	用于运输桩、缆绳、苗种等材料，接送施工人员
2	小型驳船	3	艘	载重 10-15 吨，可搭载小型打桩设备	配合桩施工、材料转运，适配浅海近岸作业
3	小型打桩机	3	艘	轻便型，可固定在作业船上，适配浅滩施工	用于预制桩插入、夯实，确保入土深度达标
4	小型作业船	3	艘	船长 7-9m，载重 8-10 吨，可搭载打桩设备	用于桩基施工、材料运输、人员接送，适配浅滩作业
5	多功能辅助船	3	艘	25m 长，载重 120 吨	用于养殖运维

表 3.4.5-2 网箱养殖拟投入的主要船机设备

序号	机械设备名称	数量	单位	规格型号	备注
1	养殖管理快艇	艘	2	总长 10~12m，柴油动力，吃水 0.8~1.0m，耐近岸风浪	日常巡箱、投喂巡查、病害检查、日常通勤
2	投料作业船	艘	2	定制养殖船，自带自动投料机，储料仓 2~3m ³	集中投饵、饲料运输、残饵清理
3	收捕运输船	艘	2	总长 16~20m，载重 20~30t，活水舱设计	成鱼起捕、活鱼暂养、运输上岸销售
4	浮标	个	12	/	边界定位、警示

3.4.6 后勤补给基地

本项目评价对象仅限项目区内的养殖作业行为。本养殖项目配套建设陆域设施，项目配套建设/依托的补给码头、饵料仓库、商品鱼仓库、网衣冲洗及晒场、网箱预制场、陆域施工“三场”等陆域设施，不属于本次评价范围。建设单位须依法另行履行配套设施对应的环保手续；上述陆域配套场所未开展环境影响评价的，单独开

展环境影响评价。

3.5 工程占用海域情况

本项目总申请用海面积为 894.0393 公顷，其中区域 1 台架式养殖面积为 377.6332 公顷，区域 2 浮缙式养殖面积为 93.3152 公顷，区域 3 网箱养殖面积为 89.0434 公顷，区域 4 网箱养殖面积为 335.0475 公顷。

图 3.5-1 区域1 宗海图

图 3.5-2 区域2 宗海图

图 3.5-3 区域3 宗海图

图 3.5-4 区域4 宗海图

3.6 施工期工程分析

3.6.1 施工期施工工艺过程及产污环节

本项目施工期主要施工活动为台架养殖设施、浮缏式浮筏养殖设施、网箱养殖设施的安裝，施工期产污环节如下：

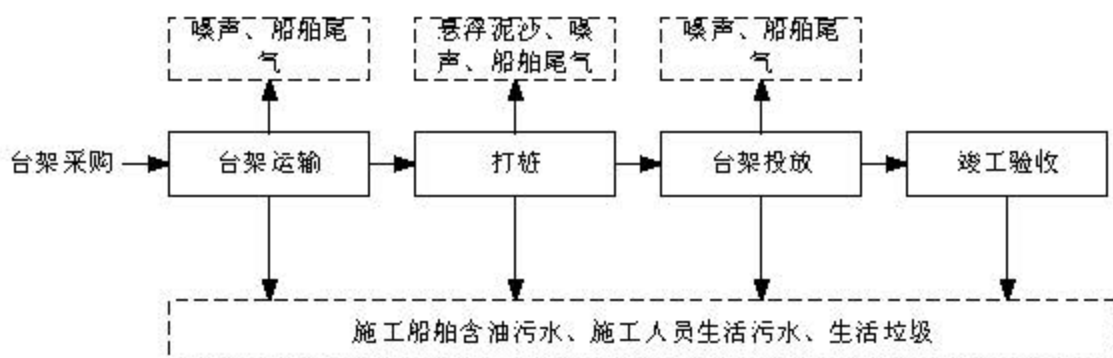


图 3.6.1-1 台架施工工艺过程及产污环节

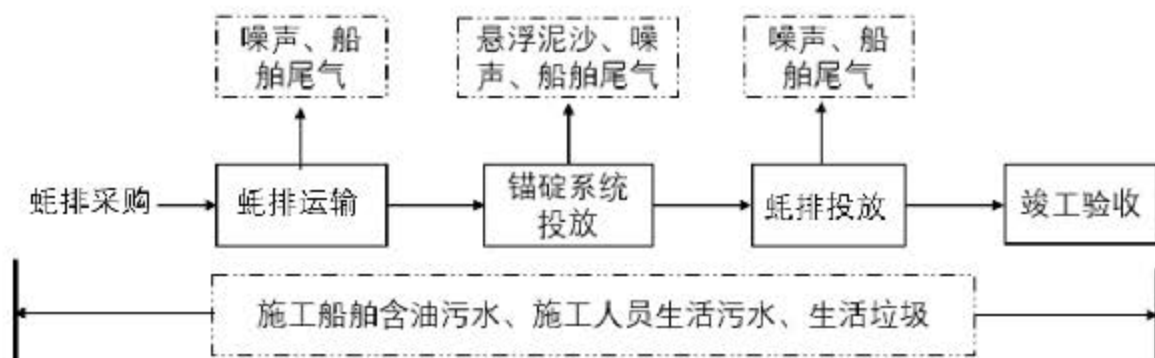


图 3.6.1-2 浮缏式浮筏施工工艺过程及产污环节

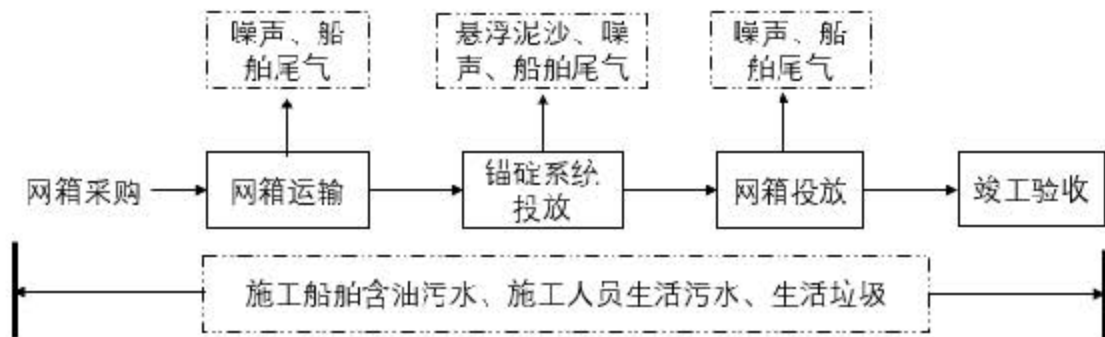


图 3.6.1-3 网箱施工工艺过程及产污环节

3.6.2 施工期污染源估算

3.6.2.1 悬浮物

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是筏式蚝排、重力式网箱安装时锚桩与底质接触产生的悬浮泥沙以及台式蚝排打桩产生的悬浮泥沙。

悬浮泥沙产生量采取以下公式进行计算：

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

式中：Q——工程施工产生的悬浮物源强，kg/s；

M——垢工量，m³；

ω ——可悬浮泥沙的比例，取 5%；

ρ ——为泥土密度，kg/m³，可按照 $\rho=1750D_{50}^{0.183}$ 公式计算， D_{50} 为泥沙中值粒径（单位 mm），取夏季和冬季海洋水文观测站悬沙中值粒径平均值计算，其中广海湾养殖区取 JM1、JM3 站位平均值为 21.75 μ m，计算得 $\rho=868.5\text{kg/m}^3$ ；川岛北侧海域养殖区取 JM5、JM10 站位平均值为 7.75 μ m，计算得 $\rho=719.1\text{kg/m}^3$ 。

T——施工时间，s。

区域 2 蚝排单个锚块尺寸为 80cm×80cm×40cm，按锚全部沉入泥底、投放时间（按锚接触泥面到安放完成计）约 1min 计，则区域 2 单个单齿铁锚施工悬浮泥沙源强=0.8×0.8×0.4×5%×719.1÷1÷60=0.153kg/s。

区域 3 C40 HDPE 重力式网箱单个锚块尺寸为 1.2m×1.2m×1.1m，按锚全部沉入泥底、投放时间（按锚接触泥面到安放完成计）约 1min 计，则区域 3 单个锚块施工悬浮泥沙源强=1.2×1.2×1.1×5%×719.1÷1÷60=0.949kg/s。

区域 4 C60 HDPE 重力式网箱单个锚块尺寸为 1.4m×1.4m×1.25m，按锚全部沉入泥底、投放时间（按锚接触泥面到安放完成计）约 1min 计，则区域 4 单个锚块施工悬浮泥沙源强=1.4×1.4×1.25×5%×719.1÷1÷60=1.468kg/s。

台架式桩为直径约 12cm 的圆柱，入泥深度约 1m，使用小型打桩机锤击进入海床固定，沉桩时间约 5min，台架式蚝排布设于镇海湾养殖区，则单桩施工悬浮泥沙源强= $n \times (0.12 \div 2)^2 \times 1 \times 5\% \times 868.5 \div 5 \div 60 = 0.002\text{kg/s}$ 。

同一养殖片区两个或两个以上蚝排、网箱同时施工的情况较少，同一时间基本为单个蚝排（或单个网箱）进行施工，且蚝排（或网箱）固定锚为逐个投放，投放时间间隔一般大于 10min。

3.6.2.2 废水

本工程施工期间的废水主要有船舶含油污水、生活污水。

①船舶含油污水

项目海上施工强度最大时投入的主要施工船舶为船舶 26 艘（其中 5~50 吨级船舶 25 艘，300~500 吨级船舶 1 艘）。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）（2019 年修订），500 吨以下的船舶舱底油污水产生量按 0.14t/d·艘计。船舶油污水的含油浓度为 2000mg/L~20000mg/L 不等，本次评价计为 10000mg/L。则本项目施工船舶含油污水最大产生量为 3.64t/d，油类污染物产生量为 36.4kg/d。

表 3.6.2-1 船舶油污水产生量

船舶吨级 (t)	船舶数量 (艘)	舱底油污水产生 量 (t/d 污艘)	油污水产生总 量 (t/d)	含油浓度 (mg/L)	油类污染物产 生量 (kg/d)
500 吨及 500 吨以下	26	0.14	3.64	10000	36.4

船舶舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶上设置油水分离器或油污储罐，含油污水及时收集，委托船舶污染物接收单位处置。

②生活污水

生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水。

本工程水上施工人员按高峰期 144 人考虑，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）（2019 年修订），船舶工作人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为 12.24m³/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目船舶工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见表 3.6.2-2 所示。船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。

表 3.6.2-2 项目施工船舶生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷
产生浓度 (mg/L)	400	200	220	25	8
产生量 (kg/d)	4.896	2.448	2.693	0.306	0.098

3.6.2.3 废气

大气污染主要来源于施工船舶排放的尾气，其产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 SO₂、CO、NO_x 等。船舶进入排放控制区，应使用符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，交海发[2018]168 号）船

用燃油，燃油燃烧废气产生量不大，影响范围、时间有限，且项目位置处于相对开阔的海域，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有敏感点，对周边环境的影响有限。因此，一般对其仅进行定性分析。

3.6.2.4 噪声

本项目噪声主要来自船舶施工作业，参照类似工程，拟配备的作业船舶设备噪声源强见下表。

表 3.6.2-3 拟配备的作业船舶设备噪声源强（单位：dB(A)）

设备名称	距离 (m)	噪声级 dB (A)
运输船	5	85
驳船	5	85
锚投放船	5	85
作业船	5	80
打桩机	5	90

3.6.2.5 固体废物

①生活垃圾

本工程水上施工人员按高峰期 144 人考虑，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018) (2019 年修订)，船舶作业人员生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人计，则本项目船舶生活垃圾产生量为 216kg/d。船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

②养殖设施安装废材料

蚝排安装会产生废弃管件、浮筒等废材料，网箱安装过程会产生废绳索、浮管等废材料，产生量约 5t，属于一般固体废物，收集上岸交由物资回收公司回收利用。

3.6.2.6 施工期污染源强汇总

本项目施工期间的污染源强汇总见下表。

表 3.6.2-1 本项目施工期间污染源强汇总表

阶段	环境要素	污染源	主要污染物	污染物源强	拟采取污染防治措施
施工期	水环境	蚝排锚块施工	悬浮物	0.153kg/s	自然沉降
		重力式网箱锚块施工	悬浮物	0.949~1.468kg/s	自然沉降
		台架打桩施工	悬浮物	0.002kg/s	自然沉降
		施工船舶舱底油污水	污水	3.64t/d	船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置
			石油类	36.4kg/d	
		施工船舶	COD、BOD ₅ 、	12.24m ³ /d	

阶段	环境要素	污染源	主要污染物	污染物源强	拟采取污染防治措施
		生活污水	SS、氨氮等		
	环境空气	船舶尾气	SO ₂ 、CO、NO _x	/	自然排放
	声环境	施工船舶	等效 A 声级	80~90dB(A)	加强施工作业管理
	固体废物	施工人员生活	生活垃圾	216kg/d	分类收集上岸后由市政环卫部门统一处理
		养殖设施安装	废材料	5t	收集上岸交由物资回收公司回收利用

3.7 营运期工程分析

3.7.1 营运期养殖工艺过程及产污环节

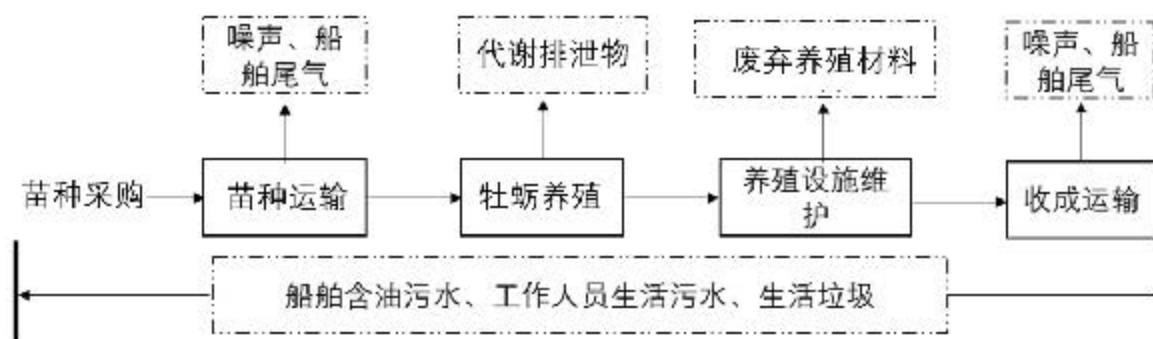


图 3.7.1-1 台式、浮筏式浮筏养殖过程主要产污环节示意图

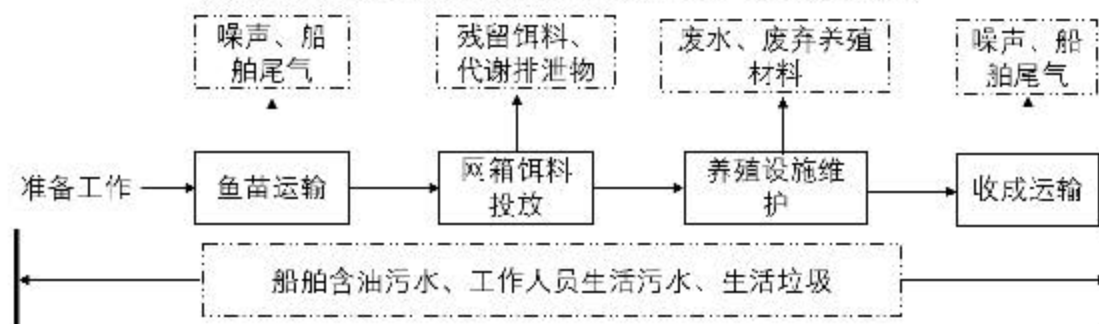


图 3.7.1-2 网箱养殖过程主要产污环节示意图

3.7.2 营运期污染源估算

3.7.2.1 养殖污染物

①网箱养殖饵料及鱼类排泄物

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大量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低。

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粪。网箱养殖分为初期（幼鱼）、中期和末期（成鱼）共三期，不同养殖期网箱养殖的污染物源强是不同的。不同养殖期间日投饵量见表 3.7.2-1。一般每天早、晚各投喂一次，每天投放摄食时长共为 2 小时。

本项目养殖鱼种类不同养殖期规格及投饵量见表 3.7.2-1。

表 3.7.2-1 各鱼类不同养殖期规格及投饵量

养殖鱼类	养殖期	规格（千克/尾）
金鲳鱼	初期	0.275
	中期	0.450
	末期	0.600
军曹鱼	初期	2.250
	中期	4.500
	末期	8.000

C40HDPE、C60HDPE 两个规格的网箱单个网箱养殖水体分别约为 400m³、2000m³。金鲳鱼养殖按鱼体规格划分密度：鱼重 0.25~0.30kg 的养殖前期，密度控制为 50 尾/m³；鱼重 0.40~0.50kg 的养殖中期，密度调整至 30 尾/m³；鱼重 0.55~0.65kg 的养殖后期，密度设置为 25 尾/m³。军曹鱼养殖根据鱼体规格分阶段调控密度：鱼重 1.5~3kg 的养殖前期，养殖密度控制为 3~7 尾/m³；鱼重 3~6kg 的养殖中期，密度调整至 2~4 尾/m³；鱼重 6~10kg 的养殖后期，密度设置为 1~2 尾/m³，则本项目单个网箱在不同阶段的鱼类的重量详见表 3.7.2-2。

根据工可单位提供资料，网箱养殖 FCR（饲料系数）约 1.5，即每实现 1t 鱼类增重，需投喂饲料 1.5t。项目总饲料用量详见表 3.7.2-3。

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。据刘潇波等相关文献，在所投喂的 100%饲料中，有 13%~15%的饲料直接散失于水体中（本报告鱼类养殖初期、中期、末期分别取 15%、14%、13%计算），85%~87%的饲料被鱼摄食（本报告鱼类养殖初期、中期、末期分别取 85%、86%、87%计算）。在摄食的饲料中，部分饲料被鱼体用于增加体重；部分饲料被鱼体用于维持生命，维持生命活动消耗的营养不转化为鱼体增产量，会通过呼吸、排泄等方式释放至水体；10.4%~12%（本报告取 12%计算）的饲料未被鱼类消化吸收，以鱼粪的形式进入水体。项目饲料去向详见表 3.7.2-4。

表 3.7.2-2 本项目单个网箱在不同阶段的鱼类的重量

网箱类型	鱼类	初期				中期				末期			
		平均体重 (kg)	养殖密度 (尾 /m ³)	养殖体积 (m ³)	养殖重量 (t)	平均体重 (kg)	养殖密度 (尾/m ³)	养殖体积 (m ³)	养殖重量 (t)	平均体重 (kg)	养殖密度 (尾/m ³)	养殖体积 (m ³)	养殖重量 (t)
C40HDPE	金鲳鱼	0.275	50	400	5.5	0.45	30	400	5.4	0.6	25	400	6
C60HDPE	军曹鱼	2.25	5	2000	22.5	4.5	3	2000	27	8	1.5	2000	24

备注：本项目设计年产金鲳鱼 846t、军曹鱼 4320t。表 3.7.2-2 鱼产量按“单箱重量×网箱数”计算（金鲳鱼 6t×141 箱=846t；军曹鱼 24t×216 箱=5184t），其中军曹鱼表列值略大于设计产能。表列产能系按养殖周期各阶段鱼体重量区间折算得出，与实际产能存在小幅偏差；折算后单箱产能偏差不大，取值略大于实际产能，偏于保守，符合环评不利因素考虑原则。

表 3.7.2-3 项目总饲料用量

项目	网箱规格	单个网箱成鱼增产量 (t)	项目总增产量 (t)	饲料系数	单个网箱饲料量 (t)	项目总饲料量 (t)
区块 3	C40 HDPE	5.85	824.85	1.5	8.775	1237.275
区块 4	C60 HDPE	22.5	4860	1.5	33.750	7290
合计		28.35	5684.85	/	42.525	8527.275

表 3.7.2-4 项目饲料去向一览表

项目	网箱规格	养殖期		饵料计算				饵料散失			鱼类摄食饲料			鱼类量			鱼类吸收 (t)		
				总年饵料量(t)	网箱数量	单个网箱年饵料量 (t)	每年养殖时间 (月)	各时期年饵料量	饵料散失率%	总网箱各时期年饵料散失量 (t)	单个网箱各时期年饵料散失量 (t)	鱼类摄食率 (%)	总网箱鱼类摄食饲料量 (t)	单个网箱鱼类摄食饲料量 (t)	鱼类量入水率 (%)	总网箱进入水体的鱼类量 (t)	单个网箱进入水体的鱼类量 (t)	总网箱鱼类吸收 (t)	单个网箱鱼类吸收 (t)
区块 3	C40 HDPE	网箱 (养殖金鲳鱼)	初期	1237.275	141	8.775	1	1.053	15	22.271	0.158	85	126.202	0.895	12	15.144	0.107	111.058	0.788
			中期				1	1.229	14	24.251	0.172	86	148.968	1.057	12	17.876	0.127	131.092	0.930
			末期				4	6.494	13	119.026	0.844	87	796.558	5.649	12	95.587	0.678	700.971	4.971
区块 4	C60 HDPE	网箱 (养殖军曹鱼)	初期	7290	216	33.750	3	5.063	15	164.025	0.759	85	929.475	4.303	12	111.537	0.516	817.938	3.787
			中期				4	10.463	14	316.386	1.465	86	1943.514	8.998	12	233.222	1.080	1710.292	7.918
			末期				5	18.225	13	511.758	2.369	87	3424.842	15.856	12	410.981	1.903	3013.861	13.953
合计				8527.275	357	42.525	/	42.525	/	1157.716	5.767	/	7369.559	36.758	/	884.347	4.411	6485.212	32.347

备注：鱼类吸收里主要用于鱼体用于增加体重及维持生命活动消耗。

采用物料衡算法计算，不同养殖期饵料散失量源强如下：

表 3.7.2-3 单个网箱养殖设施饵料散失量源强

项目	网箱规格	养殖期		单个网箱 各时期年 饵料散失 量 (t)	单个网箱 各时期年 饵料散失 量 (t/d)	每天摄食 时长 (h)	源强 (kg/s)
区块 3	C40 HDPE	网箱（养 殖金鲳 鱼）	初期	0.158	0.000878	2	0.000000122
			中期	0.172	0.000956	2	0.000000133
			末期	0.844	0.004690	2	0.000000651
区块 4	C60 HDPE	网箱（养 殖军曹 鱼）	初期	0.759	0.002109	2	0.000000293
			中期	1.465	0.004069	2	0.000000565
			末期	2.369	0.006581	2	0.000000914
合计				5.767	/	/	/

鱼类排粪时间参考《卵形鲳鲹摄食、耗氧节律和胃肠排空时间的研究》（孙莘溢等）研究表明，卵形鲳鲹在饱食后 3h 内开始排粪，摄食第 19h 胃内含物为 0，预估排粪时间为 16h，养殖期间进入水体的鱼粪量源强如下：

表 3.7.2-4 单个网箱养殖设施养殖期间进入水体的鱼粪量源强

项目	网箱规格	养殖期		单个网箱进入水体的鱼粪量(t)	单个网箱进入水体的鱼粪量(t/d)	排粪时间(h)	源强(kg/s)
区块 3	C40 HDPE	网箱（养殖金鲳鱼）	初期	0.107	0.000597	16	0.0000000104
			中期	0.127	0.000704	16	0.0000000122
			末期	0.678	0.003766	16	0.0000000654
区块 4	C60 HDPE	网箱（养殖军曹鱼）	初期	0.516	0.001434	16	0.0000000249
			中期	1.080	0.002999	16	0.0000000521
			末期	1.903	0.005285	16	0.0000000918
合计				4.411	/	/	/

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。

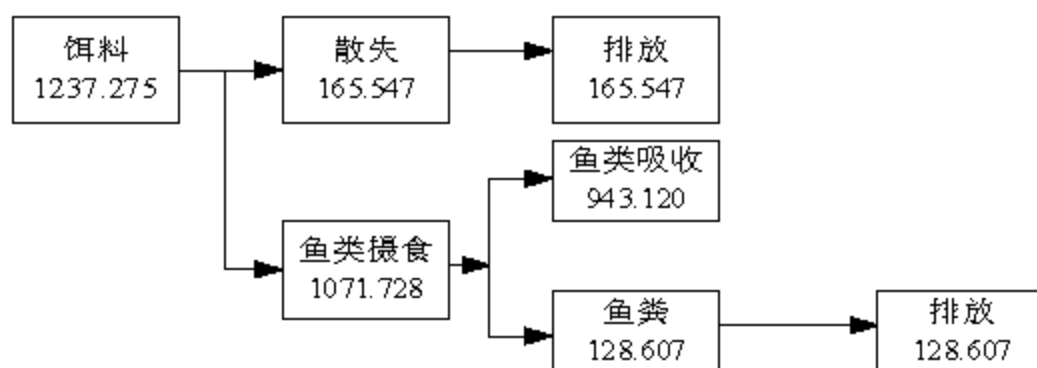


图 3.7.2-1 区域3 饵料平衡图 (单位: t/a)

备注：鱼类吸收饲料量，部分饲料被鱼体用于增加体重；部分饲料被鱼体用于维持生命，维持生命活动消耗的营养不转化为鱼体增产量，会通过呼吸、排泄等方式释放至水体。

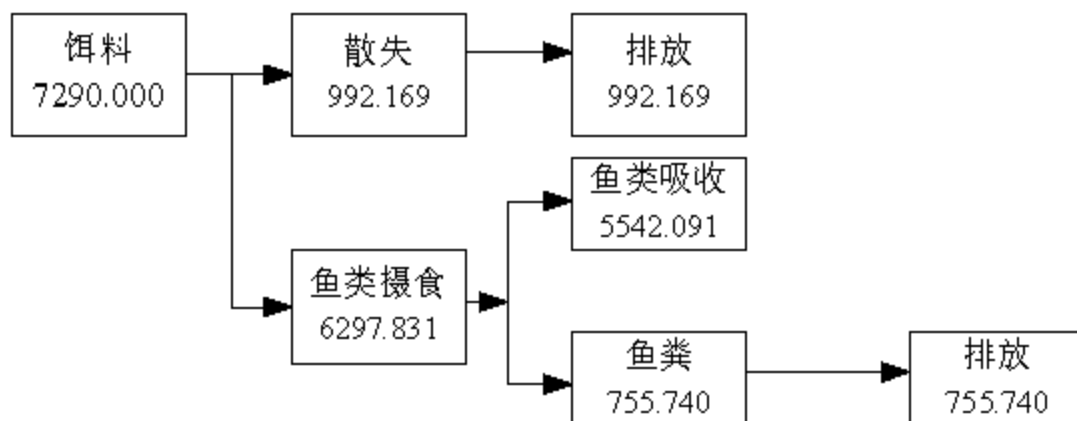


图 3.7.2-2 区域4 饵料平衡图 (单位: t/a)

备注：鱼类吸收饲料量，部分饲料被鱼体用于增加体重；部分饲料被鱼体用于维持生命，维持生命活动消耗的营养不转化为鱼体增产量，会通过呼吸、排泄等方式释放至水体。

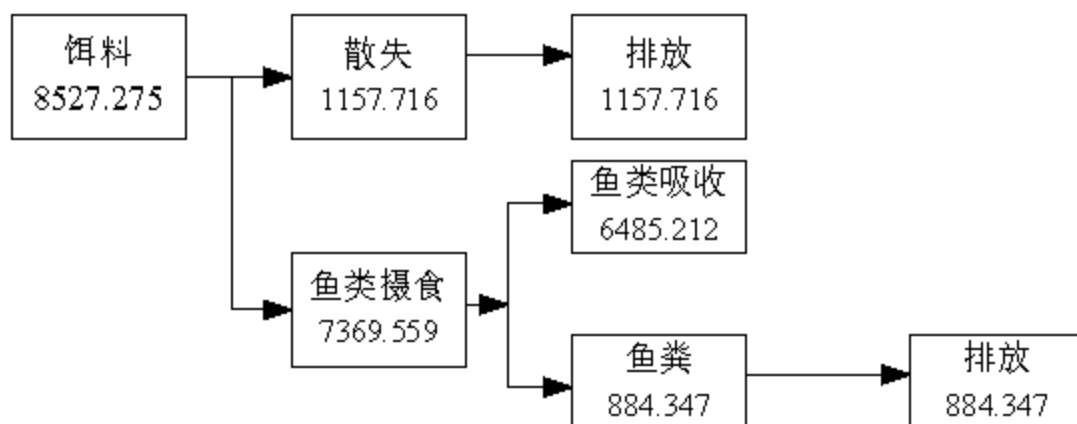


图 3.7.2-3 项目总饵料平衡图 (单位: t/a)

备注：鱼类吸收饲料量，部分饲料被鱼体用于增加体重；部分饲料被鱼体用于维持生命，维持生命活动消耗的营养不转化为鱼体增产量，会通过呼吸、排泄等方式释放至水体。

维持生命活动消耗的营养不转化为鱼体增产量，会通过呼吸、排泄等方式释放至水体。

②养殖污染物

根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册农业源》第二篇水产养殖业产排污系数，污染物排放量的计算方法为：

$$\text{污染物排放量} = \text{排污系数} \times \text{养殖增产量}$$

其中：

$$\text{养殖增产量} = \text{产量} - \text{投苗量}$$

为使水产养殖业 COD（锰法）测算结果同农业其他源 COD（铬法）计算结果一致，须将水产养殖业 COD（锰法）产排污量 $\times 2.5$ 倍。

根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册农业源》第二篇水产养殖业产排污系数中的适用范围：本手册给出的产排污系数，适用于第二次全国污染源普查水产养殖业污染物产生量和排放量的核算，养殖品种主要包括我国渔业统计年鉴所统计的大部分养殖品种（未包括藻类），其余涉及的养殖品种将划到“其他”一类中。手册中无金鲳鱼排污系数，因此采用“其他”种类排污系数。

表 3.7.2-4 水产养殖业排污系数（海水养殖）

省份	养殖水体	养殖模式	养殖种类	总氮 (g/kg)	总磷 (g/kg)	氨氮 (g/kg)	COD _{Mn} (g/kg)
广东	海水养殖	网箱养殖	军曹鱼	32.06	2.73	0.10	1.86
广东	海水养殖	网箱养殖	其他	23.04	4.68	0.68	5.87
广东	海水养殖	浅海筏式	牡蛎	-0.17	-0.01	0.00	-7.24

本项目区域 1、区域 2 开展牡蛎养殖生产，牡蛎苗单只重量约 0.05kg，培育至成品牡蛎单只重约 0.2kg；亩产总量约 1150kg，折合成品牡蛎 5750 只。经核算，牡蛎亩产增量 862.5kg，换算为公顷养殖产量增量 12937.5kg，牡蛎养殖相关基础生产数据详见下表。

表 3.7.2-5 区域 1、区域 2 牡蛎增量情况一览表（单次）

鱼类	牡蛎苗 Kg	成品牡蛎 kg	亩产牡蛎 kg	亩产成品数量 个	亩产增量 kg	公顷产增量 kg	区域 1 面积	区域 2 面积	区域 1 增量	区域 2 增量
							公顷	公顷	t	t
牡蛎	0.05	0.2	1150	5750	862.5	12937.5	377.6332	92.3152	4885.630	1194.328

备注：牡蛎一年产 3 次，则区域 1、区域 2 牡蛎年产增量分别为 14656.889t/a、3582.984t/a。

本项目区域 3~4 采用不同规格 HDPE 深水网箱开展金鲳鱼、军曹鱼海水养殖，

养殖周期分为初期、中期、末期三个阶段，养殖过程根据鱼类生长情况动态调整养殖密度。单个网箱成鱼增长重量 = 末期养殖总重量 - 投放鱼苗总重量；项目总增长重量为全部同类网箱的成鱼增长量汇总核算得到，各类型网箱养殖参数及产量测算详见下表。

表 3.7.2-6 区域 3~4 鱼类增量情况一览表

网箱类型	鱼类	鱼苗大小 (kg)	末期				单个网箱		网箱数量 (个)	项目总增长重量(t)
			平均体重 (kg)	养殖密度 (尾/m ³)	养殖体积 (m ³)	养殖重量 (t)	成鱼数量 (条)	成鱼增长重量 (t)		
C40 HDPE	金鲳鱼	0.15	0.6	25	400	6	10000	5.85	141	824.85
C60 HDPE	军曹鱼	1.5	8	1.5	2000	24	3000	22.5	216	4860

根据各养殖区养殖模式、养殖种类及养殖增产量，计算得到养殖污染物排放情况如下：

表 3.7.2-7 各养殖区养殖污染物排放情况

养殖区	区域	养殖模式	养殖种类	增产量 (t)	污染物排放量 (t/a)			
					总氮	总磷	氨氮	COD _{Mn}
广海湾养殖区	区域 1	架式	牡蛎	14656.889	-2.492	-0.147	0	-106.116
川岛海域养殖区	区域 2	筏式	牡蛎	3582.984	-0.609	-0.036	0	-25.941
	区域 3	网箱	金鲳鱼	824.85	19.00	3.86	0.56	4.84
	区域 4		军曹鱼	4860	155.81	13.27	0.49	9.04
合计		/	/	/	171.715	16.946	1.047	-118.175

其中单个网箱养殖设施养殖污染物排放情况如下：

表 3.7.2-8 单个网箱养殖设施养殖污染物排放情况

区域	养殖模式	养殖种类	增产量 (t)	污染物排放量 (t/a)			
				总氮	总磷	氨氮	COD _{Mn}
区域 3	网箱	金鲳鱼	5.85	0.135	0.027	0.004	0.034
区域 4		军曹鱼	22.5	0.721	0.061	0.002	0.042

注：数模预测源强按最大值考虑，无机氮、活性磷酸盐、COD_{Mn} 排放源强按增产量计算，悬浮物排放源强按养殖末期考虑。

金鲳鱼养殖周期约为 6 个月（约 180d）；军曹鱼养殖周期约为 12 个月（约 360d）；考虑每天排粪时间 16h，按连续释放来计算，单个网箱养殖设施养殖污染源强为：

表 3.7.2-9 单个网箱养殖设施养殖污染物排放源强

项目	养殖设施	增产量 (t)	污染物排放源强 (kg/s)				
			总氮	总磷	COD _{Mn}	氨氮	悬浮物 (饵料散失)
							悬浮物 (鱼粪)

区域3	金鲳鱼	5.85	0.0000130	0.0000026	0.0000004	0.0000033	0.000000651	0.0000000654
区域4	军曹鱼	22.5	0.0000348	0.0000030	0.0000001	0.0000020	0.000000914	0.0000000918

3.7.2.2 废水

① 船舶含油污水

本项目营运期共配备 20 艘船（其中 5~30 吨级船舶 19 艘，120 吨级船舶 1 艘），根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）（2019 年修订），500 吨以下的船舶舱底油污水发生量为 0.14t/d·艘。船舶油污水的含油浓度为 3000mg/L~6000mg/L 不等，本次评价计为 5000mg/L。则项目营运期含油污水产生量为 2.8t/d，油类污染物产生量为 14.0kg/d。船舶舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶上设置油水分离器或油污储罐，含油污水及时收集上岸，委托船舶污染物接收单位处置。

② 生活污水

本工程营运期间约有 170 名工作人员进行日常管理，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）（2019 年修订），船舶工作人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为 14.45m³/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目船舶工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见下表所示。船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。

表 3.7.2-10 项目营运船舶生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷
产生浓度 (mg/L)	400	200	220	25	8
产生量 (kg/d)	5.780	2.890	3.179	0.361	0.116

3.7.2.3 废气

营运期主要为养殖辅助船作业过程排放的少量船舶尾气，燃油燃烧废气产生量不大，影响范围、时间有限，且项目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，且评价范围内没有敏感点，对周边环境的影响有限。

3.7.2.4 噪声

项目营运过程中，噪声污染源主要来源于养殖辅助船行驶产生的噪声，噪声源值约 85dB(A)。工程处于开放海域，且远离陆域居民区，噪声对周边环境无影响。

3.7.2.5 固体废物

① 生活垃圾

本工程营运期间约有 170 名工作人员进行日常管理，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018) (2019 年修订)，船舶作业人员生活垃圾产生量按 $1.5\text{kg/d} \cdot \text{人}$ 计，则本项目船舶生活垃圾产生量为 255kg/d 。船舶人员生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

② 废弃养殖材料

本项目包含鱼类网箱、牡蛎延绳筏架，HDPE 浮球使用年限 5 年，尼龙 / PE 网衣、缆绳使用周期 3 年，逐年轮换更换；参照同类海洋牧场单位养殖面积设施耗材经验系数，按项目全部养殖设施总量，年均更换损耗：废弃网衣 + 缆绳： 4.20t/a ；破损 HDPE 浮球： 1.60t/a 废弃养殖材料合计： 5.80t/a 。

破损、老化网衣、缆绳、浮球全部拆除上岸，分类收集，交由塑料回收企业资源化再生利用；无法回收部分按一般固废合规处置，杜绝设施破损流失入海形成海漂垃圾。

③ 病死鱼

参考广东同类深水网箱养殖项目，在正常病害防控管理条件下，金鲳鱼养殖死亡率取 3%，军曹鱼养殖死亡率取 4%。

金鲳病死鱼量： $846 \times 3\% = 25.38\text{t/a}$ ；军曹鱼病死鱼量： $4320 \times 4\% = 172.8\text{t/a}$ ；病死鱼合计： 198.18t/a 。

海上发现病死鱼及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛。

④ 病死蚝

本项目养殖品种为三倍体葡萄牙牡蛎，采用台架式、浮梗式浮筏养殖，年产牡蛎约 24319.83t 。参考广东同类海水养殖项目源强取值经验，项目落实病害防控、日常海上巡检等管理措施，三倍体葡萄牙牡蛎病死个体按商品产量 3% 估算，病死牡蛎产生量 729.60t/a 。

运营期海上发现病死牡蛎及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛。

⑤ 废弃防疫药物，废包装袋

项目海域水体交换速度快，在控制网箱养殖规模的情况下，鱼类得病率较低，基本不使用鱼药，主要以预防为主。在病害流行季节做好疾病预防工作，加强监测和投喂管理，但发现病情时需要及时诊治。若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物，废包装袋需妥善收集后运往陆域处置，不得随意抛到海域。

⑥废饲料包装袋

金鲳鱼、军曹鱼为投饵养殖；牡蛎不投饲料。配合饲料包装袋单位重量约 0.06kg / 袋，每袋装饲料 20kg，包装袋重量占饲料质量约 0.3%。项目金鲳、军曹鱼饵料约 8527.275t，废饲料包装袋产生量： $8527.275 \times 0.3\% = 25.582\text{t/a}$ 。

饲料包装袋在陆上投料点收集，清理饲料残料，优先由饲料供应商回收循环利用；无法回收部分作为一般固废处置，禁止弃海。

⑦海漂垃圾

本项目运营期可能形成海漂垃圾的固体废物主要包括老化破损养殖设施、养殖包装物、船舶生活垃圾等，项目通过全过程管控措施，防范项目自身固废入海转化为海漂垃圾。

区域大范围海漂垃圾主要为潮流输送的外部来源，不属于本项目自身产污。项目将落实海域管护措施：利用作业船开展养殖区定期巡查，及时清理项目设施周边因潮流带入的外来漂浮垃圾并上岸合规处置。

3.7.2.6 营运期污染源强汇总

本项目营运期间的污染源强汇总见下表。

表 3.7.2-11 本项目营运期间污染源强汇总表

阶段	环境要素	污染源	主要污染物	污染物源强	拟采取污染防治措施
营运期	水环境	养殖	饵料散失悬浮物	1157.716t/a	控制养殖密度，科学投喂，自然沉降、扩散
			鱼粪悬浮物	884.347t/a	
			总氮	171.715t/a	
			总磷	16.946t/a	
			氨氮	1.047t/a	
			COD _{Mn}	-118.175t/a	
	水环境	养殖辅助船舶舱底油污水	污水	2.8t/d	船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置
		养殖辅助船舶生活污水	石油类	14.0kg/d	
营运期	环境空气	船舶尾气	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮等	14.45m ³ /d	选用低硫燃油，定期维护和保养，自然排放
		船舶尾气	SO ₂ 、NO _x	少量	

阶段	环境要素	污染源	主要污染物	污染物源强	拟采取污染防治措施
	声环境	养殖辅助船舶	等效 A 声级	85dB(A)	自然排放
	固体废物	员工生活	生活垃圾	255kg/d	分类收集上岸后由市政环卫部门统一处理
		养殖过程	废旧网衣、绳索、废旧浮球等	5.80t/a	全部拆除上岸，分类收集，交由塑料回收企业资源化再生利用；无法回收部分按一般固废合规处置，杜绝设施破损流失入海形成海漂垃圾
			病死鱼	198.18t/a	及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛
			病死蚝	729.60t/a	及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛
			废弃防疫药物，废包装袋	少量	若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物，废包装袋需妥善收集后运往陆域处置
			废饲料包装袋	25.582t/a	在陆上投料点收集，清理饲料残料，优先由饲料供应商回收循环利用；无法回收部分作为一般固废处置，禁止弃海
			海漂垃圾	/	通过全过程管控措施，防范项目自身固废入海转化为海漂垃圾，并利用作业船开展养殖区定期巡查，及时清理项目设施周边因潮流带入的外来漂浮垃圾并上岸合规处置。

3.8 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

3.8.1 工程建设对水动力环境的影响

本项目养殖的布置和日常的养殖活动，将会对海流造成一定程度的阻碍，引起养殖区内海域水动力条件的改变，对工程附近海域水动力环境可能产生一定的影响。由于浮纜式浮筏养殖、网箱养殖设施均为透空式结构，水流可以自由通过，锚泊系统根部直径都较小，因此对水动力环境的影响很小。

3.8.2 工程建设造成海底地形地貌及冲淤变化

由于台架式养殖、浮纜式浮筏养殖、网箱养殖设施均为透空式结构，水流可以自由通过，锚泊系统根部直径都较小，因此对地形地貌环境的影响很小。

3.8.3 工程建设对海洋生态的影响

养殖设施安装投放时，锚泊系统下方底栖生物种类将被掩埋、覆盖，绝大多数死亡，从而造成底栖生物损失。施工产生的悬浮物、养殖期间产生的污染物对浮游生物、渔业资源造成影响。

3.8.4 工程建设对通航的影响

项目选址不在航道、航路、锚地范围内，项目养殖区之间预留了通航航道，可供船舶航行，不影响过往船舶通航；为减少对过往船舶通行安全影响，实际中不排除有小型船舶航经或接近养殖区的可能，养殖占用海面空间，因此，本项目对附近水域过往船舶的正常航行有一定影响。营运期，根据数模结果，本项目产生的水文动力影响仅局限于工程海域附近，基本不会对附近航道的水深地形条件产生明显影响。因此，项目建设对通航环境的影响是可以接受的。

3.9 总量控制

3.9.1 总量控制原则

实施污染物排放总量控制是保证实现环境保护总体目标的需要。为了实现环境保护总体目标，必须严格控制污染物排放总量。

对污染物排放总量进行控制的原则是，将给定区域内污染源的污染物排放负荷控制在一定数量之内，使环境质量可以达到规定的环境目标。污染物总量控制方案的确定，在考虑污染物种类、污染源影响范围、区域环境质量、环境功能以及环境管理要求等因素的基础上，结合项目实际条件和控制措施的经济技术可行性进行，提出污染物总量控制思路：

(1) 按管理部门批准的区域进行施工作业。

(2) 采用全方位总量控制思想，引进先进技术，实现清洁生产，降低污染物的排放水平，实现达标排放。

(3) 满足地方环境管理要求，参照区域总量控制规划，使项目造成的环境影响低于项目所在地区的环境保护目标控制水平。

3.9.2 污染物排放总量控制

本项目营运期船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。大气污染物主要为船舶尾气，主要污染因子为 SO_2 、 CO 、 NO_x 等，产生量较少且不连续，基本不会对工程周边海域海洋环境造成明显不良影响，因此本项目不设置总量控制目标。

本项目开放式养殖总氮、总磷、氨氮和 COD_{Mn} 的排放总量分别为 171.715t/a、16.946t/a、1.047t/a、118.175t/a。根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册农业源》第二篇水产养殖业产排污系数：“为使水产养殖业 COD （锰法）测算结果同农业其他源 COD （铬法）计算结果一致，须将水产养殖业 COD （锰法）产排污量 $\times 2.5$ 倍”，因此本项目 COD_{Cr} 的排放总量为 295.438t/a。由于广东省暂未对海域污染物总量控制提出要求，因此暂不建议总量指标。

3.10 清洁生产分析

根据清洁生产的原理，项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的工艺，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。本章拟从项目施工期和营运期考虑其是否符合清洁生产的原则和要求。

3.10.1 施工期清洁生产分析

（1）施工工艺

网箱安装施工选择中、小潮、海况好的时间施工；网箱安装施工产生的悬浮物源强较小。项目施工期间产生的各类污染源应得到有效控制，如施工期船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集。船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。施工人员的生活垃圾分类收集后送岸上环卫部门统一处理。项目施工工艺符合清洁生产要求。

台架式养殖、浮筏式浮筏养殖安装施工选择中、小潮、海况好的时间施工；台架式养殖、浮筏式浮筏养殖安装施工产生的悬浮物源强较小。项目施工期间产生的各类污染源应得到有效控制，如施工期船舶含油污水、生活污水、生活垃圾得到合理处置。

（2）施工设备

本项目所用的施工设备主要为船舶 26 艘。为减少施工期机械设备对环境的影响，建议施工单位采用先进的低噪声低污染机械设备，各种施工机械和设备选用清洁能源电力或柴油，在机械设备选型时，尽可能选用耗油量低的产品，从而减少柴油机的污染排放，尽量使用低硫分的燃油，以减少 SO_2 的排放。项目施工设备符合清洁生产要求。

（3）文明施工，爱护环境

①抓好施工现场管理，制定文明施工计划。对职工的操作技能和环保意识需加以必要的培训，确保规范操作。既要保证工作效率，又要尽量减少对海域水体和底质的扰动；

②加强对施工设备运行情况的检查，经常进行维修保养，避免由于机械故障造成的对海域的污染；

③加强事故防范措施：遇到风暴潮、台风或者暴雨等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作。

（4）施工污染物的处理

①船舶舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶上设置油水分离器或油污储罐，含油污水及时收集上岸，委托船舶污染物接收单位处置。

②船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。

③船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

总体来看，项目拟采用的施工工艺和设备符合项目实际情况要求，有利于在施工过程中减少污染物排放，能满足清洁生产要求。因此，项目施工期具有较高的清洁生产水平。

3.10.2 营运期清洁生产分析

本项目营运期的清洁生产主要体现在使用合理的养殖饲料，进行科学的养殖管理和喂养，严格控制养殖密度和年限，减少项目营运过程中各项污染物的产生和排放，科学防治鱼病等方面。

（1）养殖饲料分析

营运期间，网箱养殖投饵料使水中氮、磷浓度增加，透明度下降，可能导致养殖区域水质恶化，对生态环境产生一定影响。养殖饲料的成分和利用率是导致养殖污染的重要来源，本项目饵料不含有对海洋环境危害大的物质成分，饵料成分符合《饲料卫生标准》GB 13078-2017 及《水产配合饲料》GB/T 22919 系列相关要求。随着饲料质量的提高，养殖管理技术和饵料投喂方法的改进，饲料利用率有所增加，绝大部分能被鱼类摄食，可减少养殖污染的产生，也是清洁生产的要求。

（2）营运期污染物的控制

①船舶舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶上设置油水分离器或油污储罐，含油污水及时收集上岸，委托船舶污染物接收单位处置。

②船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。

③船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

（3）养殖方法分析

项目网箱养殖在技术人员指导下进行，严格控制直接向养殖区内投喂糜制品以及随意增加饲料投放量。选择优质的饲料，注重饲料的投放量和投喂方法，减少残饵对海水的污染，提高饵料利用率。在日常养殖过程中认真做好日常管理工作，要求做好养殖日志，将每天的水温、投喂饲料量/次、鱼摄食活动、死鱼等情况及日常管理措施及时记录下来，及时分析问题和解决问题，做到科学养殖。

（4）鱼病防治分析

本项目养殖过程中提倡健康养殖，加强疾病预防意识，鱼病的防治应在技术人员的指导下进行，所使用的药品必须符合《水产养殖用药明白纸》（2025 年 1 号）相关规定，严禁使用违禁药品，推行健康养殖。

总体来看，项目营运期拟采用的污染防治措施，可有效控制污染物的排放，能满足清洁生产要求。因此，项目营运期具有较高的清洁生产水平。

4 建设项目周围生态环境现状

4.1 区域自然环境概况

4.1.1 气象特征

项目所在海域地处低纬度，位于北回归线以南，属亚热带季风气候区，受海洋影响，常年气候温暖，冬无严寒，夏无酷暑；日照丰富，雨量充沛，但分布很不均匀，有干、湿季之分。温、光、水条件均十分优越。本报告的气候气象资料引用台山气象站近 20 年（2004 年~2023 年）的常规气候统计资料的统计结果。该区域特征如下：

4.1.1.1 气温

根据台山气象站（112.7858°E，22.2472°N）2004 年~2023 年的长期气候统计资料，台山气象站多年平均温度为 23.1°C，月平均气温与极端气温 7 月气温最高（29°C），1 月气温最低（14.7°C）。近 20 年的年平均温度呈上升趋势，2020 年年平均气温最高（23.9°C），2010 年年平均气温最低（22°C）。

4.1.1.2 降水

根据台山气象站（112.7858°E，22.2472°N）2004 年~2023 年的长期气候统计资料，台山气象站多年平均降雨量为 1912.7mm，06 月降水量最大（351mm），12 月降水量最小（30.8mm）。近 20 年年降水总量呈现上升趋势，2007 年年总降水量最大（2609.7mm），2006 年年总降水量最小（1194 mm）。

4.1.1.3 日照

根据台山气象站（112.7858°E，22.2472°N）2004 年~2023 年的长期气候统计资料，台山气象站多年年平均日照时数为 1840.8h，07 月日照最长（224.7h），03 月日照最短（82.2h）。近 20 年年日照时数呈现下降趋势，2006 年年日照时数最长（2154.2h），2017 年年日照时数最短（1492.9h）。

4.1.1.4 相对湿度

根据台山气象站（112.7858°E，22.2472°N）2004 年~2023 年的长期气候统计资料，台山气象站多年平均相对湿度为 77.4%。06 月平均相对湿度最大（83.2%），12 月平均相对湿度最小（65.3%）。近 20 年年平均相对湿度无明显变化趋势，2018 年年平均相对度最大（82%），2007 年年平均相对湿度最小（74%）。

4.1.1.5 风况

根据台山气象站（112.7858°E，22.2472°N）2004 年~2023 年的长期气候统计资料，台山气象站多年平均风速为 2.1m/s，12 月份平均风速最大为 2.7m/s，8 月份平均风速最小为 1.7m/s。根据近 20 年资料分析，台山气象站风速无明显变化趋势，2010 年年平均风速最大（2.4m/s），2022 年年平均风速最小（1.90m/s）。主要风向为 NNE、N、S，占 40.9%，其中以 N 为主导风向，占全年 17.06%。

表 4.1.1-1 台山市近 20 年月平均风速变化统计表（单位：m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
风速	2.4	2.2	2.1	2	2	2	1.9	1.7	1.9	2.2	2.4	2.7	2.1

表 4.1.1-2 台山气象站年风向频率统计表（单位：%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	17.06	12.42	5.28	3.1	2.69	2.87	4.03	6.82	11.42
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	/
频率	6.18	3.51	1.72	2.18	2.22	3.99	6.40	8.15	/

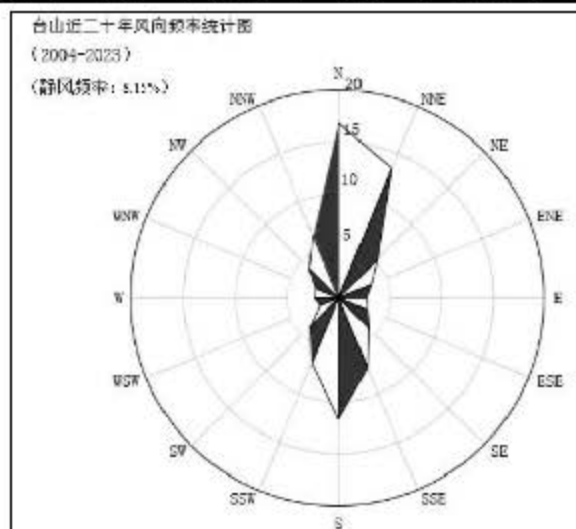


图 4.1.1-1 台山市近 20 年风向玫瑰图

4.1.2 海洋水文

江门市位于亚热带低纬地区，地处珠江口西岸，沿海潮汐类型属不正规半日潮，海流以潮流为主，兼具往复流性质，波浪属 ES 向小风区波浪，平均波高为 1.22m；沿岸流受广东沿岸流控制，冬季以东北向流为主、夏季以西向流为主；镇海湾和广海湾含沙量较大。除银洲湖和镇海湾内属于半封闭内湾，水交换能力较弱，其它海域均与广袤的南海海洋大范围相通，水交换能力较强。江门市沿海受珠江口悬浮泥沙影响较大，泥沙冲淤过程在各海岸均有所体现，银洲湖海岸泥沙冲淤基本趋于稳定，黄茅海西侧海岸、广海湾海岸、镇海湾东侧海岸为淤涨型海岸，川岛以北近岸海域也受到珠江口泥沙影响，但以南及东西岸近海岸段主要为侵蚀型海岸类型。

4.1.2.1 基面关系

项目位于台山市镇海湾及上川岛北侧海域。本项目潮位及高程基面均采用当地理论最低潮面，本工程各个海域的基准面换算关系如下。

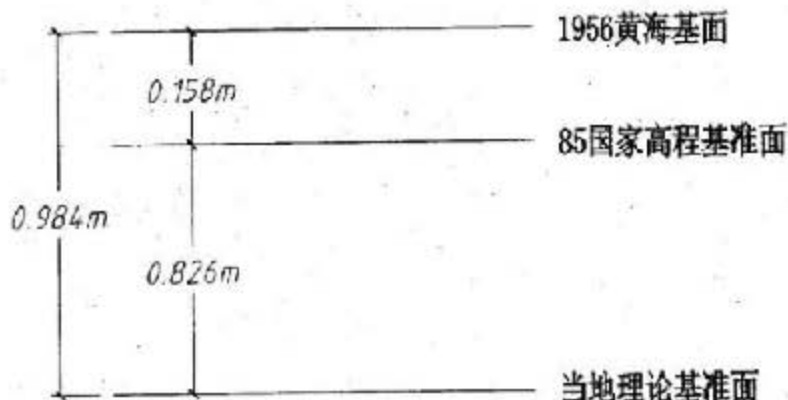


图 4.1.2-1 川岛海域当地基面关系示意图

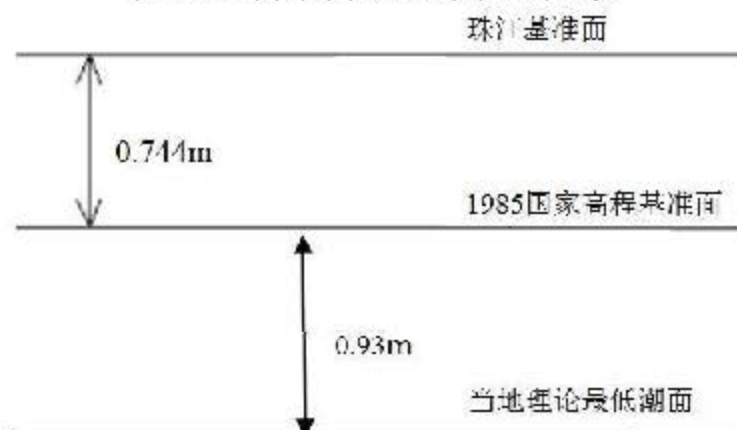


图 4.1.2-2 镇海湾海域当地基面关系示意图

4.1.2.2 潮汐

台山市海域的潮汐类型属不正规半日潮。海岛附近海域的潮汐性质因受地形摩擦等因素的影响，潮汐类型在不同区域变化比较明显。根据上川岛三洲站的验潮资料可知，川岛附近海域平均涨潮历时为 5 小时 23 分，平均落潮历时为 7 小时 2 分，落潮时大于涨潮时。川岛附近海域平均潮差约为 1.33m，理论最大可能潮差为 3.9m，平均海平面逐年最大波动值在 0.20m 以下。

4.1.2.3 波浪

(1) 根据赤溪镇铜鼓湾站 1988 年 11 月至 1989 年 11 月的波浪观测资料分析，台山电厂海域的波浪以涌浪为主，占 69.1%，风浪为辅，占 30.9%。涌浪多来自 SE 向，风浪多来自 NE 向，年常、强浪向均为 SE 向，频率为 58.8%，是该海区的不利浪向。年最大波高为 5.58m，最大周期为 11.3s；全年各向平均波高以 NNE 向较大，

平均波高为 1.12m，平均周期为 5.14s。其次是 SW 向，平均波高为 0.80m，WNW 和 WSW 向平均波高最小，仅有 0.42m。

本海区近岸波浪破碎水深一般为-2.0m~-1.0m，个别大波约在-3.4m~-3.0m，破波带宽度约有 1~4km，波浪在此区具有较高的掀沙能力。

波高变化及波浪玫瑰图见图 4.1.2-3 和图 4.1.2-4。

表 4.1.2-1 波浪要素统计表

项目	方位	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
平均波高 (m)		0.53	1.22	0.48	0.64	0.65	0.66	0.68	0.66	0.55
最大波高 (m)		0.8	3.3	1.1	1.5	2.1	3.6	3.9	3.4	3.3
平均周期 (秒)		7.37	6.43	5.56	5.18	5.30	5.46	5.48	5.30	5.27
波浪频率 (%)		0.2	0.2	0.7	1.6	8.9	17.5	28.2	20.8	19.0
各波浪频率	$H_{1/10} < 0.5$	0.0	0.0	0.4	0.2	2.0	4.8	6.7	7.4	9.2
	$0.5 \leq H_{1/10} < 1.5$	0.0	0.1	0.3	1.3	6.7	13.0	21.1	12.5	8.4
	$1.5 \leq H_{1/10} < 3.0$	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.2	0.8
项目	方位	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	*
平均波高 (m)		0.51	0.80	0.42	0.75	0.40	0.50	0.55	-	-
最大波高 (m)		2.7	2.8	1.0	1.3	0.5	0.6	0.8	-	-
平均周期 (秒)		4.94	5.77	6.16	5.82	4.20	5.40	5.22	-	-
波浪频率 (%)		1.8	0.4	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
各波浪频率	$H_{1/10} < 0.5$	0.8	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$0.5 \leq H_{1/10} < 1.5$	0.7	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	$1.5 \leq H_{1/10} < 3.0$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

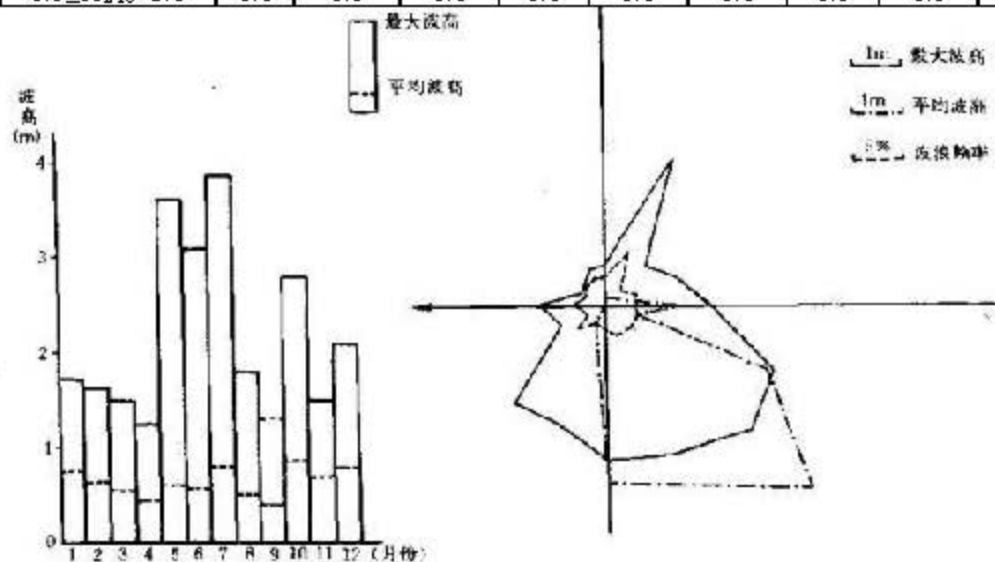


图 4.1.2-3 铜鼓湾站各月波高变化图

图 4.1.2-4 铜鼓湾站波浪玫瑰图

(2) 在川岛海区的波浪各向分部主要集中在 E-S 向，频率为 99.4%，其中以 SE 向居多，年出现频率占 28.2%，全年最大波向出现在 SE 向，为 3.9m。

波浪年平均周期 $T=5.3s$ ，其中以 N 向和 NNE 向平均周期较大，分别为 7.37s 和 6.43s。根据广东省海岸带调查资料分析，上、下川岛附近海区 10 年一遇最大波高为 9.0m；100 年一遇最大波高为 12.5m。

4.1.3 自然灾害

本工程所在海域主要的自然灾害有风暴潮、热带气旋、赤潮和地震。

4.1.3.1 热带气旋

热带气旋，俗称台风，有多个强度等级，最强为 17 级。

珠江口沿岸海岛受热带气旋影响较频繁，根据 1949 年~2019 年期间的《台风年鉴》统计（以台风中心位置进入 $21^{\circ}\text{N}\sim 23^{\circ}\text{N}$ ， $113^{\circ}\text{E}\sim 115.5^{\circ}\text{E}$ 区域内，热带气旋登陆或影响深圳沿岸海岛，即赤湾、港口及香港天文台实测风速达 6 级为标准），71 年间登陆或影响珠江口沿岸海岛的热带气旋共有 135 个，年平均 1.9 个，其中有 11 年没有热带气旋登陆或影响本海域（分别是：1963、1969、1977、1980、1994、1996、1998、2005、2010、2011 和 2014 年）；年最多为 7 个，发生于 1964 和 1999 年；每年 6~10 月份为热带气旋主要影响季节，其中 8 月最多。

热带气旋登陆前达到超强台风的有 1 个，强台风 8 个，台风 34 个，强热带风暴 37 个，热带风暴 26 个，统计结果见表 4.1.2-1。热带气旋最早出现在 1999 年 5 月 1 日，是登陆广东惠东的 9902 号台风，中文名“利奥”台风；最晚出现在 1974 年 12 月 2 日，在台山登陆的 7427 号强台风，中文名“厄玛”（Irma）台风。其中，在珠江口沿岸海岛登陆的 7908 号台风导致珠江口沿岸海岛出现 45m/s 的风速，是影响到珠江口沿岸海岛的六十年一遇的强台风。1 月至 4 月没有热带气旋影响珠江口沿岸海岛海域。

影响台山区域的热带气旋，其带来的狂风、暴雨和海潮，往往酿成风、涝、潮灾害。

根据下川气象站的历史资料统计，从 1972 年至 2009 年共遭受近 40 次 8 级以上台风袭击。1989 年 7 月受 8908 号强台风中心袭击，最高潮水位达 2.50m ，1993 年 9 月 27 日受 9318 号台风袭击，最高潮水位高达 2.70m ，台风登陆后连续降大雨，因潮水位高，洪水未能及时排出，镇政府所在地及街道水深高达 0.7m ，两千多亩农田被淹，经济损失严重。

4.1.3.2 暴雨

台山市年平均暴雨日数为 9.2d，平均暴雨强度为 87.5mm/d 。一年四季均有暴雨发生，主要集中在 4~9 月。暴雨的月变化表现为明显的双峰型，主峰在 5~6 月，次峰在 8 月。持续暴雨占暴雨总日数的 29.4%，持续 3d 以上的暴雨均出现在汛期，2 次持续 5d 的暴雨均出现在后汛期。

4.1.3.3 地震

根据广东省地震构造图集，区域周边有北东向河源—邵武断裂带、南澳深断裂带、莲花山断裂带，北西向广海湾大断裂等活动断裂穿越，主要处于河源—阳江地震带内，南侧岛屿处于莲花山地震带，西部还与罗定—阳江地震带相交，根据广东省地震烈度区，台山主要为地震基本烈度Ⅵ度区和Ⅶ度区。

4.1.3.4 赤潮

赤潮是指海洋浮游生物在一定环境条件下爆发性增殖或聚集达到某一密度，引起水体变色或对海洋中其他生物产生危害的一种生态异常现象，又称有害藻华。

赤潮是一种复杂的生态异常现象，发生的原因也比较复杂。关于赤潮的成因尚没有定论，科学家们认为，赤潮是近岸海水受到有机物污染所致。在正常的情况下，海洋中的营养盐含量低较低，这就限制了浮游植物的生长。但是，当含有大量营养物质的生活污水、工业废水和农业废水注入海洋后，再加上海区的其他理化因素有利于生物的生长和繁殖时，赤潮生物便会急剧繁殖起来，便形成赤潮。国内外大量研究表明，海洋浮游藻是引发赤潮的主要生物，在全世界 4000 多种海洋浮游藻中有 260 多种能形成赤潮，其中有 70 多种产生毒素。他们分泌的毒素可直接导致海洋生物大量死亡，有些甚至可以通过食物链传递，造成人类食物中毒。

根据 2019~2023 年广东省海洋灾害公报，广东省内发生的赤潮及累计面积如下。近 5 年内台山地区海域未有赤潮记录。

表 4.1.3-1 近 5 年广东赤潮统计

时间	次数	累计面积（平方千米）
2019	3	11.96
2020	6	111.63
2021	14	196.47
2022	14	252.00
2023	6	20.00

4.1.3.5 风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降，是一种严重的海洋灾害，主要危害沿海地区。在广东地区，台风风暴潮灾害的特点是：发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区。台风引起的增水见表 4.1.3-2。

表 4.1.3-2 台风引起的增水

名称	登陆地点	日期	台风引起的增水
温比亚	湛江市麻章区湖光镇沿海	2013 年 7 月 2 日	珠江口以西沿岸（38~182cm）
尤特	阳西县附近沿海	2013 年 8 月 14 日	台山站（120cm）

名称	登陆地点	日期	台风引起的增水
电母	湛江雷州市东里镇沿海地区	2016年8月18日	珠江口到粤西沿岸（30~60cm）
天鸽	珠海市金湾区沿海	2017年8月23日	台山站（102cm）
帕卡	江门市台山东南部沿海	2017年8月27日	台山站（52cm）
卡努	湛江市徐闻县东部沿海	2017年10月16日	台山站（105cm）
山竹	广东省台山海宴镇	2018年9月16日	台山站（175cm）
韦帕	广东省湛江市	2019年8月1日	台山站（78cm）
海高斯	广东省珠海市金湾区沿海	2020年8月19日	台山站（50cm）
查帕卡	广东省阳江市江城区沿海	2021年7月20日	台山站（51cm）
圆规	海南省琼海市沿海	2021年10月13日	台山站（152cm）
暹芭	茂名市电白区沿海	2022年7月2日	台山站（104cm）
马鞍	茂名市电白区沿海	2022年8月25日	台山站（114cm）
泰利	广东省湛江市南三岛沿海	2023年7月17日	台山站（116cm）
苏拉	广东省珠海市金湾区沿海	2023年9月2日	台山站（58cm）

4.1.4 区域地质

4.1.4.1 台山市区域地质

台山位于在大地构造上属于华南褶皱系（I级）粤北、粤东北—粤中拗陷带（II级），该拗陷带可进一步划分为粤北拗陷、粤中拗陷及永梅—惠阳拗陷等三个三级构造单元，场地位于粤中拗陷的南部。

区域上，加里东时期为地槽发展阶段，沉积了巨厚的滨浅海—半深海相类复理石碎屑岩建造，属于非稳定型建造系列杂陆屑式建造组合，志留纪末的加里东运动结束了本区的地槽历史，形成了北东方向为主的紧密线型褶皱和断裂，吴川—四会断裂带形成于这一阶段，并控制了其后的构造发展，伴随构造作用有岩浆侵入作用；晚古生代—中三叠世为相对稳定的准地台发展阶段，以出现稳定型沉积建造系列为特征，沉积建造主要为浅滨海相的碎屑岩建造、碳酸盐建造；中三叠世末的印支运动使晚古生代沉积盖层发生褶皱，褶皱形态以开阔型、箱型为主，属过渡型褶皱；中生代时期本区属于滨太平洋陆缘活动带，以强烈的构造—岩浆作用而闻名，这一阶段的沉积建造，早期主要为复陆屑类磨拉石建造、含煤碎屑岩建造及中酸性火山碎屑岩建造，为海相——海陆过渡相沉积，晚期则为陆相红色碎屑岩建造夹火山碎屑岩建造，主要发育于陆内断陷盆地中。燕山期岩浆活动以中、酸性岩浆大面积喷溢和大规模的侵入为特征，喜马拉雅期的岩浆活动以中、基性岩浆喷溢为主，多与深、大断裂的活动有关。构造形变上，中、新生代的褶皱比较平缓，一般形成开阔的背、向斜；断裂构造以北东向为主，吴川—四会、莲花山、恩平—新丰及河源等区域性断裂带在这一时期均有强烈活动；其次为东西向及北西向断裂，此外尚有北北东向的断裂。

台山区域范围的地质构造总体上以北东向构造为主，次为北西向构造，此外还有零星出露的东西向及南北向构造，它们相互切割、复合，构成了本区构造的基本格架。主要的构造形迹包括褶皱及断裂等。

4.1.4.2 海底地质

江门市海岸形态以填充溺谷型基岩港湾海岸为主，并逐渐向淤泥质海岸转变，镇海湾和银洲湖近岸有红树林生物海岸分布，大襟岛、淋洲、乌猪洲、川山群岛主要以基岩、砾石质海岸居多，其间红树林生物海岸和淤泥质海岸有零星分布。

近海海底地貌主要有水下岸坡、水下平原和水下潮沟等形态。黄茅海呈喇叭状，口朝东南，口宽 18.2km，纵深 35.4km，弧长 78.3km，面积 409.5km²，一般水深 2-4m。河口湾水下地形主要为下泄流或上溯流控制的“深潮—潮沟—浅滩—湾口”动力地貌体系，反映了河口湾“东进西出”的水流格局，在潮流、径流和海浪等各种水动力条件和边界条件的作用下，逐步形成了“三滩、两槽”的地貌格局，三滩指西滩、东滩和拦门沙浅滩，两槽为主槽和大襟岛与荷包岛之间的中口深槽。整个河口湾以淤积为主，只有崖门深槽有明显的优势冲刷特征，并随着崖门深槽向海推移，黄茅海落潮三角洲向西南进程。

广海湾海底地貌多为水下岸坡和水下平地，水下岸坡海域水深小于 5m，分布于广海湾北部和西部，面积广阔、湾底平缓、滩面向东北方向微倾，水下平地主要分布在湾东南部至东湾口，延至上川岛东北岸，水下岸坡后缘与水下浅滩相接，波折平缓，无明显界限。

镇海湾水下地形也相对简单，可分为水下岸坡和水下潮沟两类。水下潮沟发育于颈口门处，呈西北至东南走向，潮沟北端呈 Y 状伸展，长达 13km，宽约 1.6km。潮沟与浅滩交接处坡度较大，两边向中间倾斜。由于该海湾属于溺谷型海湾，湾口门较窄，约 2km，口门内面积较大，涨落潮时狭长形的潮沟中流速较大。

川山群岛以内浅海是一个向陆架缓缓倾斜的水下岸坡，宽约 10km，在接近岛群北缘存在一条东西向、深近 10m 的深槽，群岛以外海域深度超过 20m，受珠江径流携带的细粒物质影响，泥质潮滩发育比较完全，砂质海滩较少，潮下带以较细的砂质粉砂为主，上川岛东侧和南侧以粉砂和泥为主。

区域 1 水深约为 2m~3.5m，区域 2 水深约为 4m~7.5m，区域 3 水深约为 7m~9m，区域 4 水深约为 7m~15m，其中区域 1、区域 2 未测定水深区域为现状牡

蛎养殖。项目所在海域水深图见图 4.1.4-1~图 4.1.4-6。

图 4.1.4-1 区域1 水深图

图 4.1.4-2 区域2 水深图

图 4.1.4-3 区域3 水深图

图 4.1.4-4 区域4 水深图

4.1.4.3 冲淤环境现状评价

根据收集两期海图资料分析海域的海床冲淤活动性，海图资料年限分别为 2016 年（图号：15500，珠江口至海陵水道，1: 250000，2005 年 10 月第一次印刷，2013 年 8 月第 3 版，2016 年 12 月第 4 次印刷）和 2020 年（图号：15500，珠江口至海陵水道，1: 250000，2005 年 10 月第 1 版，2020 年 11 月第 4 版，2020 年 11 月第 5 次印刷）。利用 GIS 工具，对每幅海图进行配准矢量化，并提取等深线，最后将不同年代的等深线叠加在一起进行对比分析，结果见图 1。

10m 等深线附近海床整体呈现稳定状态，在上川岛东侧出现等深线向岸移动的现象，分析原因可能是江门港航道疏浚引起的等深线前移。

20m 等深线海床整体表现与 10m 等深线附近大致相同，海床整体呈现稳定状态。

30m 等深线除乌猪洲部分存在淤积外海床整体呈现略微侵蚀的状态。

在海岸周围只有短小河流入海，工程区附近泥沙来源有限，年输沙量较少。周边海床近年来变化较小，水文观测期间的潮流流速较小，深水大浪出现频率不高，波浪和潮流作用下的泥沙运动动力条件较弱。该水域含沙量较低、悬沙细以及沉速较小，工程建设对附近海域床面的冲淤影响较小，工程建设实施后，工程海域的海床基本是稳定的。

图 4.1.4-5 2016~2020 年海床等深线变化图

4.2 海域资源概况

4.2.1 海岸线资源

根据 2022 年广东省政府批复岸线，江门市岸线长度为 409.1 千米，其中自然岸线 163.5 千米，人工岸线 241.1 千米，其他岸线 4.5 千米（包括河口岸线 1.6 千米、

生物恢复岸线 2.9 千米)。

根据《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》，划定严格保护岸线 184.4 千米，限制开发岸线 107.6 千米，优化利用岸线 117.1 千米。

4.2.2 港口资源

江门港包括广海湾、主城、恩平、新会、开平、鹤山、台山等七大港区，截止到 2020 年，江门港共有生产性泊位 222 个，泊位年通过能力 8009 万吨，其中集装箱能力 187 万 TEU，已利用码头长度 18.9km；港口货物吞吐量完成 1.07 亿吨，其中集装箱吞吐量 167 万 TEU，旅客吞吐量 0.65 万人。2021 年，江门港共有生产性泊位 231 个，泊位年通过能力 8009 万吨，其中集装箱能力 230 万 TEU，已利用码头长度 33km；港口货物吞吐量完成 1.05 亿吨，其中集装箱吞吐量 173 万 TEU。台山市包含广海湾港区及台山港区。

4.2.2.1 广海湾港区

广海湾港区位于台山南部沿海广海湾东侧区域的广海湾岸线，目前该区域东南侧建有台山电厂码头及防波堤，其西北方向约 3km 处建有鱼塘湾码头，西北侧 7km 外建有 3~5 千吨级临时码头用作回收惰性拆建物料。作业区布置方案利用广海湾鱼塘湾自然岸线和回填成陆的岸线，依托惰性废料回填区、鹿颈嘴以南鱼塘湾水域，并改造台山电厂东、西防波堤，形成广海湾港区，港区划分为广海湾铜鼓湾作业区、鱼塘湾作业区、长沙湾作业区共 3 个作业区。

广海湾铜鼓湾作业区，位于广海湾东南侧、现台山电厂处，通过改造现有东防波堤并延长 1132.7m（拆除堤头段 451m），拆移西防波堤（拆除原西防波堤 1019.8m，新建西防波堤 1900.1m）后形成起步期较大的水域和岸线使用空间，规划岸线长约 5831m。铜鼓湾作业区改建新建 17 个泊位，除现有台山电厂煤码头及现有电厂重件码头泊位外，于西防波堤内侧新建 1 个 26.6 万 m^3 LNG 泊位，1 个 17.7 万 m^3 LNG 泊位；于港内西北侧规划通用泊位区，共新建 6 个 5-10 万吨级通用泊位；于现有国能台山电厂码头装卸平台及栈桥方向东侧新建 7 个 5000 吨级通用泊位，满足电厂泊位能力对外服务。原有电厂重件码头改造为 5000 吨级通用码头；1 个 1000~3000 吨级液体散货泊位。

广海湾鱼塘湾作业区，规划港口岸线长 4419m，结合广海湾的招商引资情况，吸引临港产业落户，作业区从南至北规划 5~10 万吨级液体散货码头，采用栈桥式

布置，通过管道连接后方石化产业区，规划港口岸线长度 700m；规划多用途及通用码头区，采用沿岸布置，规划岸线长度 3060m。该区域利用部分开山地作为陆域，减少项目用海过多引起的码头建设困难问题。已建鱼塘港码头处规划为通用泊位区，岸线长 1359m，靠泊等级为 3 万~5 万吨级。鱼塘湾作业区液体散货泊位通过能力 400 万吨/年，通用泊位通过能力 4500 万吨/年，多用途泊位通过能力 1500 万吨/年，港区后方陆域面积约 300 公顷。

广海湾长沙湾作业区，规划为通用泊位区，靠泊等级为 3000 吨级至 3 万吨级船舶，规划岸线长度 4802m。通用泊位通过能力 2000 万吨/年，港区后方陆域面积约 680 公顷。

4.2.2.2 台山港区

台山港区地处新会、开平、台山三市交接地、公益大桥下游潭江的右岸，主要承担台山市北部地区及邻近县（市）的货物运输任务，为腹地工农业生产所原材料及产成品装卸服务，为地区对外贸易运输服务，港区以外贸集装箱装卸为主，兼顾杂货。

台山港区现状已建成 500t、1000t 货运泊位各 1 个和 1 个客运泊位（客运功能拟取消）。在现港区下游顺岸正在扩建 2 个 1000 吨级集装箱泊位，设计吞吐能力为 8 万 TEU，规划顺序向下游方向布置 2 个 1000 吨级集装箱泊位。港区共形成集装箱泊位 6 个、码头岸线长度 600m，陆域纵深 100m~190m，港区占地面积约 11 万 m²。

4.2.3 锚地和航道现状

4.2.3.1 航道现状

江门市主要沿海航道有崖门出海航道、上下川岛沿海航道等。

（1）台山电厂出海航道北起电厂环抱港池口门，中间横跨三峡口，南至深水海域，航道全长 14.75km，底宽 155m，设计水深 13.5m。

（2）上下川岛沿海航道（山咀至上川三洲、山咀至下川独湾）。里程 35 公里，是连接台山市上下川岛与大陆的沿海航道，航道维护水深 2.0 米。

（3）崖门出海航道自荷包岛东南侧至崖门口，航道全长 43.6km，航道尺度为 90×7.2m，全潮通航 5000 吨级海轮、乘潮通航 10000 吨级海轮。江门港崖门万吨级航道（全潮 10000 吨级，乘潮 20000 吨级）整治工程已经纳入《广东省综合交通运输体系发展“十三五”规划》中广东省“十三五”规划重大交通基础设施项目，

其中崖门出海航道二期工程的工可已获得省发展改革委的批复，于 2020 年 12 月开工。

4.2.3.2 锚地现状

江门港沿海锚地主要有：潯洲锚地（ $21^{\circ}41'00''N, 112^{\circ}23'00''E$ ； $21^{\circ}41'00''N, 112^{\circ}25'00''E$ ； $21^{\circ}38'30''N, 112^{\circ}23'00''E$ ； $21^{\circ}38'30''N, 112^{\circ}25'00''E$ 四点连线范围内）、江门港新会港区崖南临时锚地（以 $21^{\circ}12'25''N$ ， $113^{\circ}05'55''E$ 为中心，半径 300 米的范围内）、船舶检验和引水锚地（以 $21^{\circ}50'00''N$ ， $112^{\circ}52'00''E$ 为中心，半径 0.5 海里的范围内）、广海港第二引航锚地（以 $21^{\circ}36'00''N$ ， $112^{\circ}50'00''E$ 为中心，半径 1.0 海里的范围内）、青栏头锚地（ $21^{\circ}43'00''N$ ， $112^{\circ}54'00''E$ ； $21^{\circ}45'00''N$ ， $112^{\circ}54'00''E$ ； $21^{\circ}45'00''N$ ， $112^{\circ}56'00''E$ ； $21^{\circ}43'00''N$ ， $112^{\circ}56'00''E$ 四点连线范围内）、大襟锚地（ $21^{\circ}51'00''N$ 、 $113^{\circ}03'00''E$ ； $21^{\circ}53'36''N$ 、 $113^{\circ}03'00''E$ ； $21^{\circ}53'36''N$ 、 $113^{\circ}05'00''E$ ； $21^{\circ}51'00''N$ 、 $113^{\circ}05'00''E$ 四点连线范围内）、江门港台山电厂锚地（以 $21^{\circ}43'.88''N$ ， $112^{\circ}57'.28''E$ 为中心，半径 0.5 海里的范围内）、江门港广海湾港区引航锚地（以 $21^{\circ}51'.00''N$ ， $112^{\circ}52'.00''E$ 为中心，半径 0.5 海里的范围内）、围夹岛危险品作业区锚地（ $21^{\circ}33'00''N$ 、 $112^{\circ}45'38''E$ ； $21^{\circ}34'47''N$ 、 $112^{\circ}45'38''E$ ； $21^{\circ}36'00''N$ 、 $112^{\circ}48'00''E$ ； $21^{\circ}36'00''N$ 、 $112^{\circ}50'00''E$ ； $21^{\circ}33'00''N$ 、 $112^{\circ}50'00''E$ 五点连线范围内）。镇海湾内水域狭窄，未设置锚地，恩平港区可使用湾口外侧的现有锚地。

4.2.4 海岛（礁）资源

项目附近海域岛礁资源较丰富，镇海湾和广海湾口门外侧分布有包括上、下川岛在内的川山群岛和潯洲岛，其中上、下川岛和潯洲岛均为有居民海岛，均属于基岩岛，面积均大于 500 公顷，海岛与大陆间水域宽阔，岛体周边多分布有小型礁石，多列入无居民海岛名录，属于基岩岛，例如槟榔湾礁、白石塘礁、双石礁等，面积多在 0.1 公顷左右，面积较小。此外，大陆沿岸也分布有较少量礁石岛，如麻篮石、东侧镇海湾口的黑沙湾岛、白鹤礁以及西侧那腰湾西部的大仔口礁、青螺石、虎仔头礁、草塘排、柑果湾岛等。

4.2.5 旅游资源

台山的旅游资源类型丰富，具有以川山群岛为代表的海岛、海岸类资源；康桥温泉、富都飘雪温泉和神灶温泉等温泉类资源；梅家大院、西宁市街区、老城中心区、

斗山镇等历史人文资源，自然类与人文类旅游资源都较为丰富。其中，川山群岛及其周边海域是台山滨海旅游资源和海岛旅游资源较为丰富的地区，川山群岛主要旅游节点有独湾码头、海滨公园、王府洲旅游度假区、省级猕猴保护区、飞沙滩旅游度假区等。此外，台山市拥有坪洲、黄麋洲、墨斗洲、神灶岛、独崖岛和二崖岛等国家公布的第一批开发利用无居民海岛。其中，黄麋洲，属基岩岛，位于上、下川岛中间，陆域面积约 1.11km^2 ，岛形似爬行乌龟；岛上自然资源原始，草木茂盛，岛岸曲折陡峭；主导用途为公共服务用岛。坪洲，墨斗洲、神灶岛、独崖岛和二崖岛等无居民海岛，均属基岩岛，现状开发利用规模较小，主导用途为旅游娱乐用岛。

根据《2025 年台山市国民经济和社会发展统计公报》，全年旅游总收入 52.68 亿元，比上年增长 11.4%。全年接待游客 738.72 万人次，比上年增长 14.5%，其中，接待一日游游客 454.98 万人次，比上年增长 19.1%；接待过夜游客 283.74 万人次，比上年增长 7.8%。

4.2.6 自然保护地

项目评价范围内的自然保护地主要为江门中华白海豚地方级自然保护区（东侧，约 7.8km）、江门上川岛猕猴地方级自然保护区（东南侧，约 0.1km）、江门台山曹峰山地方级自然保护区（东北侧，约 16.1km）、广东镇海湾红树林国家湿地自然公园（西北侧，约 18.4km）和江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园（南侧，约 12.7km），详见图 4.2.6-1。

4.2.6.1 江门中华白海豚地方级自然保护区

广东江门中华白海豚省级自然保护区位于大襟岛周边海域，2003 年 12 月 13 日，江门市人民政府批准在该海域建立市级自然保护区；2007 年 1 月 25 日，广东省人民政府批准该保护区晋升为省级自然保护区；2008 年 1 月 21 日，该保护区被列入广东省人大自然保护区议案建设规划；2008 年 7 月 10 日，广东省机编办批准成立江门中华白海豚省级自然保护区管理处，为副处级事业单位，负责该保护区的具体管护工作。根据《关于调整江门中华白海豚省级自然保护区范围的函》（粤海渔函〔2009〕116 号），经广东省人民政府同意，广东省海洋与渔业局已原则同意对江门中华白海豚省级自然保护区的范围作调整，调整方案按《江门中华白海豚省级自然保护区调整可行性论证报告》推荐的方案执行，完成调整后的面积为 107.477km^2 ，其中核心区 42.358km^2 、缓冲区 25.801km^2 、实验区 39.318km^2 。2011 年广东省江门

市人民政府发文《关于印发江门市中华白海豚自然保护区管理办法的通知》（江府〔2011〕20号），进一步明确了江门市中华白海豚自然保护区的具体管理办法，这是广东省首个关于中华白海豚保护的规范性文件。2022年3月24日，江门市人民政府发布了《广东江门中华白海豚省级自然保护区管理办法》（江府〔2022〕9号）。

根据《广东省自然资源厅、广东省林业局关于印发〈广东省自然保护地规划（2021-2035年）〉的通知》（2021年12月）和《江门市自然资源局关于印发〈江门市自然保护地规划（2022-2035年）〉的通知》（江自然资〔2023〕585号，2023年8月），在2025年底前，将基本完成自然保护地的整合优化。整合后的保护区名称为江门中华白海豚地方级自然保护区，面积为107.7117km²，距离本项目最近约7.8km。

4.2.6.2 江门上川岛猕猴地方级自然保护区

广东台山上川岛猕猴省级自然保护区位于广东省江门市台山市川岛镇，是1990年1月经广东省人民政府批准建立的省级野生动物类型自然保护区，其主要保护对象是猕猴及其栖息环境。保护区总面积2281.00hm²，其中核心区1257.11hm²、缓冲区930.26hm²、实验区44.30hm²，另有特别控制区49.33hm²。上川岛猕猴保护区属亚热带季风常绿阔叶林生态系统，其野生动植物资源丰富，是广东省内最大的猕猴生态保护基地，也是广东省内自然保护区中海岛型的典型代表。

根据《广东省自然资源厅、广东省林业局关于印发〈广东省自然保护地规划（2021-2035年）〉的通知》（2021年12月）和《江门市自然资源局关于印发〈江门市自然保护地规划（2022-2035年）〉的通知》（江自然资〔2023〕585号，2023年8月），在2025年底前，将基本完成自然保护地的整合优化。整合后的保护区名称为江门上川岛猕猴地方级自然保护区，面积为2228.74公顷，距离本项目最近约0.1km。

4.2.6.3 江门台山曹峰山地方级自然保护区

江门台山曹峰山县级自然保护区位于台山市东南部，保护区共涉及赤溪镇7个行政村，总面积9459.00公顷，地理坐标为东经[REDACTED]，北纬[REDACTED]。分三个片区：曹峰山片区、大襟岛片区、东角山片区，最高峰凉帽顶，海拔784.2米。

保护区物种资源非常丰富，根据调查结果统计，曹峰山野生植物资源共有662种，隶属于150科409属，其中蕨类植物占20科28属41种，裸子植物占4科4属

5 种，被子植物占 126 科 377 属 616 种。有《国家重点保护野生植物名录（第一批）》II 级保护植物 6 种，分别为华南锥、绣球茜草、金毛狗、樟、花榈木、苦梓。此外，还有被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》中的植物有 6 种，分别为多花脆兰、虾脊兰、吻兰、细裂玉凤花、镰翅羊耳蒜、扇唇羊耳蒜。保护区有国家重点保护物种 5 种，其中有国家 II 级重点保护物种 3 种，分别为褐翅鸦鹃，小鸦鹃，黑翅鸢。另外，还有被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》中的植物 6 种，保护区内有“三有”物种 56 种，广东省重点保护物种 5 种。《世界自然保护联盟》（IUCN）2016 年濒危物种红色名录近危物种 1 种，低危物种 59 种，《中国濒危动物红皮书》易危物种 4 种，稀有物种 1 种，《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 II 物种 1 种。

根据《广东省自然资源厅、广东省林业局关于印发〈广东省自然保护地规划（2021-2035 年）〉的通知》（2021 年 12 月）和《江门市自然资源局关于印发〈江门市自然保护地规划（2022-2035 年）〉的通知》（江自然资〔2023〕585 号，2023 年 8 月），在 2025 年底前，将基本完成自然保护地的整合优化。整合后的保护区名称为江门台山曹峰山地方级自然保护区，面积为 78.0139km²，距离本项目最近约 16.1km。

4.2.6.4 广东镇海湾红树林国家湿地自然公园

广东镇海湾红树林国家湿地自然公园位于江门市西部沿海，台山市、恩平市交界，占地面积 549.2 公顷。其中湿地面积 515.4 公顷，湿地率为 93.8%。镇海湾红树林是珠三角连片面积最大、保护最好的红树林，是江门非常珍贵的“海上森林”，对江门维持生态平衡、保持生物多样性等起到了重要作用。公园划分为湿地保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区。区域内生物多样性价值突出，其中野生维管植物 56 科 99 属 109 种，野生脊椎动物 207 种 37 目 95 科 162 属，具有极高的红树林湿地资源及生物多样性保护价值和科研价值。

根据《广东省自然资源厅、广东省林业局关于印发〈广东省自然保护地规划（2021-2035 年）〉的通知》（2021 年 12 月）和《江门市自然资源局关于印发〈江门市自然保护地规划（2022-2035 年）〉的通知》（江自然资〔2023〕585 号，2023 年 8 月），在 2025 年底前，将基本完成自然保护地的整合优化。整合后的保护区名称为广东镇海湾红树林国家湿地自然公园，面积为 669.04 公顷，距离本项目最近约

18.4km。

4.2.6.5 江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园

江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园位于台山市川山群岛东部，上川岛东南侧（距上川岛 5.5km，距台山陆地 26km），隶属川岛镇。于 1997 年建立，保护区总面积 8000 公顷（含岛屿及周边海域），其中乌猪洲陆域面积 5.5 平方公里，中心坐标为 [REDACTED]。江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园保护类型为珍稀海洋生物及岛礁生态系统、水产种质资源保护区。

根据《广东省自然资源厅、广东省林业局关于印发〈广东省自然保护地规划（2021-2035 年）〉的通知》（2021 年 12 月）和《江门市自然资源局关于印发〈江门市自然保护地规划（2022-2035 年）〉的通知》（江自然资〔2023〕585 号，2023 年 8 月），在 2025 年底前，将基本完成自然保护地的整合优化。整合后的保护区名称为江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园，面积为 15846.34 公顷，距离本项目最近约 12.7km。

图 4.2.6-1 项目评价范围内自然保护地分布图

4.2.7 珍稀海洋生物

4.2.7.1 海豚

（1）中华白海豚

中华白海豚（*Sousachinensis*），又名印度太平洋驼背豚，属哺乳纲、鲸目、海豚科、驼背豚属、中华白海豚种。在 1988 年颁布的《中华人民共和国野生动物保护法》中，中华白海豚被列为国家一级保护动物。在 1991 年颁布的《濒危野生动植物国际贸易公约》附录I中，中华白海豚被列为严格禁止贸易活动的物种。在 2006 年的国际自然保护联盟濒危物种红色名录（或称 IUCN 红色名录）中，中华白海豚被列为濒危物种。

主要食物、活动特性：中华白海豚主食鱼类，虽在不同地区食性会有所变化，但都以浅滩底栖河口鱼类为主。中华白海豚的繁殖、觅食、社群活动等均在相对固定的港湾内进行，但具有明显的季节移动（Jefferson, 2000; Karczmarski 等, 2000; 贾晓平等, 2000; 刘文华和黄宗国, 2000）。

生境选择：中华白海豚对生境具有选择性，喜欢在近岸水域，一般在离岸

400m 以内的浅水域（水深一般小于 20m）内活动（Preen, 2004; Liu 和 Hills, 1997; Karczmarski, 2000; Karczmarski 等, 2000），近岸的暗礁区是中华白海豚的关键生境（Keith 等, 2002; 贾晓平等, 2000）。但是其对水深要求的极限，Karczmarski 等（2000）认为是 25m，水深可能成为各亚种群之间基因交流的障碍。中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好（Jefferson, 2000; Bowater 等, 2003）。

繁殖：Jefferson（2000）认为雌性 9-10 岁就可达到性成熟，雄性要晚一些，在 12 岁左右（Cockcroft, 1989）。5-7 月份是中华白海豚的交配高峰期。妊娠期可达 11 个月；全年都可产仔，大多数在 1-8 月份产仔（Jefferson, 2000），因此春夏季就成为了分娩高峰。每胎一仔，未发现有两仔。出生幼仔在 1m 左右，体重约 20-40kg（王丕烈, 1999）。幼体的体长在第一年内增长非常快，而以后增长相对较缓，12 岁前呈较快的指数增长，在 12 岁之后增长的幅度相当小（Jefferson, 2000）。体长与体重也具有相关性（Jefferson, 2000），随着体长的增大体重也呈指数增长，而且体长越长，体重的增长幅度越大。

根据陈涛等（2010）《珠江西部河口中华白海豚的分布和季节变化》论文和 Chen et al (2011) 《Distribution and group dynamics of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the western Pearl River Estuary, China》的研究，中国水产科学研究院南海水产研究所 2007-2008 年采用船基截线法每月在珠江西部河口进行海豚调查，评估了该水域中华白海豚的分布、季节变化和群体组成。1 周年的月度调查共目击中华白海豚 153 群次，约 1035 头次。这是首次有关珠江西部河口中华白海豚种群的研究报道。研究发现，珠江西部河口中华白海豚主要分布于从三灶岛南至大襟岛西侧水深<10m 的水域，20m 等深线可能为该水域海豚离岸分布的界限，分布区在丰水期趋向河口北部浅水区，枯水期趋向离岸水域，季节性南北移动趋势与珠江东部河口相反；海豚目击率以丰水期较高，枯水期较低。比较本调查区和以往珠江东部河口各调查区（包括伶仃洋及其邻近水域）的海豚目击率表明，西部河口也是珠江河口中华白海豚的重要栖息地之一。

图 4.2.7-1 2007-2008 年珠江河口西部海域中华白海豚的目击位置分布

根据郭亦玲（2017）《广东省江门市海域中华白海豚（*Sousa chinensis*）种群数量及其饵料资源的调查》论文，整合了 2012~2016 年于江门水域进行的野外船基照相识别调查的数据，对江门水域中华白海豚的种群数量变动进行了研究。该研究共

识别出 352 头中华白海豚个体，主要集中分布在国华电厂至大襟岛附近海域。近三年来，种群分布范围逐渐扩大，白海豚在上川岛海域及大襟岛、大江岛和荷包岛之间的海域也有所分布。值得注意的是，在野外调查中发现，国华电厂港区内的白海豚目击频次较高，分布相对集中。该研究也是采用主动追踪调查，难以用于种群数量的准确评估。

图 4.2.7-2 2012-2016 年江门水域中华白海豚发现位点和栖息地范围

根据崔梦冉（2020）《广东江门水域中华白海豚的空间分布模式与社会结构的研究》论文，2016-2018 年采用船只调查法和焦点动物取样法，设计了两条航线对江门海域中华白海豚进行了研究。该研究共识别出中华白海豚个体 690 头，江门水域中华白海豚分布于下川岛东北部至荷包岛、大杧岛的西部，总栖息地面积为 676 平方公里，核心使用区域为电厂南部至大襟岛与荷包岛之间，面积为 74 平方公里。赤溪镇沿岸海域中华白海豚的目击点非常多。然而由于采用的是主动追踪调查，并未设置统一的观测截线，海上观测努力量并未均匀的覆盖整个研究海域，可能导致某些区域有效观测量大，则目击次数多，因此在这种情况下目击点的密集程度不能反映白海豚的相对密度大小。

图 4.2.7-3 2016-2018 年江门水域中华白海豚发现位点和栖息地范围

根据曾千慧（2021）《江门水域中华白海豚空间利用、社群动态及繁殖生态的研究》论文，整合了 2013~2019 年于江门水域进行的野外船基照相识别调查的数据，对江门水域中华白海豚的空间利用和数量变动进行了研究。该研究共识别 573 头中华白海豚，包括 477 头亚成体和成体以及 96 头少年个体。其中属于西黄茅海社群的个体共 471 头，高度可识别的亚成体和成体有 394 头。江门水域中华白海豚主要活跃于水深为 5-15m 的水域，且离岸距离基本不超过 5km。西黄茅海中华白海豚社群总体的 95% FK 栖息地范围为 235.00km²，50% FK 栖息地范围为 31.67km²。该研究数据也是采用的主动追踪调查，未设置统一的截线，其目击密度可能难以完全反应白海豚的相对密度。

图 4.2.7-4 2013-2019 年江门水域中华白海豚发现位点和栖息地范围

根据雍李明（2024）《近 30 年我国东南沿海中华白海豚分布变迁及驱动因素研

究》论文，该研究采用沿海渔民问卷调查、文献记录以及野外实地调查等方式，构建了我国东南沿海中华白海豚历史分布数据库。中华白海豚在广东省的分布区域为广东汕头南澳岛、汕尾陆丰、海丰、珠江口（含香港、澳门及河口西部水域）、茂名、湛江东部、湛江南部及湛江西侧水域。

图 4.2.7-5 2010~2022 年中国东南沿海中华白海豚分布记录

其中 1 类精度表示来自文献中分布点和野外实地调查所得点位；2 类精度表示文献中只提供了具体地名的点位；3 类精度表示问卷调查。

综合以上文献研究资料，珠江口-漠阳江口中华白海豚种群的历史分布范围为东至香港海域，西至海陵岛海域，北至岸线，南至 20m 等深线附近。上川岛与大襟岛群岛之间的海域是中华白海豚的重要分布区。

(2) 印太江豚

印太江豚 (*Neophocaena phocaenoides*) 也是沿岸定居性的小型齿鲸类，与中华白海豚一样，常年栖息于沿岸水域，是广东沿岸水域仅有的 2 种定居性鲸类之一。印太江豚属国家二级重点保护水生动物，隶属鼠海豚科，江豚属，广泛分布于印度洋、太平洋温带和热带的沿岸水域。根据搁浅记录，广东沿海江豚主要分布于汕头外海和珠江口外海，其中以珠江口外（包括香港南部水域）的记录较多。在珠江口海域，江豚分布的区域较中华白海豚离岸一些，从深圳的大鹏澳至江门的下川岛海域均有分布，在夏季和秋季江豚趋向于近岸分布，目击次数较多、群体也较大。在汕头海域，于南澎列岛外海各季节均有江豚出现，出现的高峰期在 7 月和 8 月。

印太江豚的体形较小，成年体长在 2m 左右，雄成体的体长可达 2.27m，雌成体可达 2.12m。根据性腺的组织学观察和牙齿的年龄鉴定，南海的江豚雄性的最小性成熟年龄为 3 龄，雌性为 4 龄，最老的个体为 21 龄。雌性性成熟体长约 1.5m，怀孕期约为 11-12 个月左右，一般每胎产 1 头，偶尔有双胞胎，初生仔豚体长 75-85cm，哺乳期超过半年，南海沿岸的江豚在 6 月至翌年 3 月间产仔，产仔高峰期在 8-12 月。印太江豚的主要食物为小鱼、乌贼类和虾类，福建省南部沿海江豚的胃含物中有蛇鲻、白姑鱼、斑鰾、鳓鱼、大头狗母鱼、小沙丁鱼、蓝圆鲹、棱鲳、短尾大眼鲷、中华海鲶、棘头梅童鱼等。

下图为 2013~2015 年间中华白海豚和印太江豚目击位置示意图，期间项目周边存在中华白海豚及印太江豚活动痕迹。

图 4.2.7-6 中华白海豚和印太江豚目击位置

4.2.7.2 中国龙虾

中国龙虾为甲壳纲、龙虾科、龙虾属。体长 200mm~300mm，头胸部略呈圆筒状，腹部较为扁平，尾扇柔软而半透明，橄榄色。额板具 2 对短粗大棘和分散小棘。头胸甲背面密布大大小小的棘。腹部第 2 至第 6 节背面左右各有一较宽的横凹陷，其中密布短毛。体呈橄榄绿或绿中带褐色。腹部背甲上带有白色小点。为中国特有种，分布于中国南海和东海南部近岸海区，栖息于几米、十几米深的岩礁缝隙、石堆和珊瑚丛中。昼伏夜出，杂食性，多以小型双壳贝类、多毛类、小蟹、藤壶等底栖生物为食，可用小鱼作饵诱捕。体外受精，抱卵发育孵化。10 龄可达性成熟。生殖期 3~9 月，盛期为 5~7 月，产卵量高达数十万至百万多粒。中国龙虾行动迟缓，不善游泳，依靠步足爬行。触角反应较灵敏，遇有敌害就转动第 2 触角，由摩擦发音器发出吱吱声响，用以惊吓对方。白天常潜伏于洞内，仅显露 2 对触角和头部，第 2 触鞭常向前摆动或呈八字分开，用于感触外部动向。夜间活动觅食，食量大，耐饥能力强。喜群栖，喜厮斗。受惊时，常屈腹弹跳，引体向后。夏季多活动在浅水处，秋冬移向较深海区，生殖时又返回浅水。

4.2.7.3 海龟

海龟隶属龟鳖目、海龟科、海龟属。广布于大西洋、太平洋和印度洋。中国海龟北起山东、南至北部湾近海均有分布。长可达 1 米多，寿命最大为 150 岁左右。头顶有一对前额鳞。四肢如桨，前肢长于后肢，内侧各有一爪。头、颈和四肢不能缩入甲内。为国家一级保护动物。海龟适应在水中生活，四肢变成鳍状，利于游泳。一般仅在繁殖季节离水上岸。雌龟将卵产在掘于沙滩的洞穴中。海龟以鱼类、头足纲、甲壳纲动物及海藻为食。4~10 月为繁殖季节，雌、雄海龟常在礁盘或沿岸水域交配，交尾时间长达 3~4 小时，交配后雌龟于晚间爬上岸边沙滩掘坑产卵，先以前肢挖一个深度与体高相当的大坑，伏于坑内，再藉后肢交替动作挖一个口径 20cm、深 50cm 左右的“卵坑”，产卵于坑内，产卵一般在夜晚 10 时至翌晨 3 时进行，卵产毕后，将卵坑用沙覆盖后离滩返海。每年可产卵 23 次，每产 91~157 枚，多可达 238 枚。卵白色，圆球形，卵壳革质而韧软，卵径 35~58mm。孵化期 30~90 天，通常 45~60 天，幼龟自出壳即爬归海水中生活。我国广东省惠东、海南的西沙群岛沿岸均为海龟产卵繁殖地。

通过对美国和中国台湾对蠍龟的洄游路线卫星追踪情况,以及 2001-2010 年中国大陆对 11 头绿海龟和 3 头蠍龟的洄游路线卫星追踪情况进行分析,可知汕头-台湾海域是海龟活动分布的热点海域,更是海龟的洄游的重要通道。

图 4.2.7-7 中国台湾误捕蠍龟洄游路线卫星追踪图

图 4.2.7-8 中国大陆海龟洄游路线卫星追踪图 (2001-2010 年)

根据《惠东幼年绿海龟的洄游规律及觅食地选择》(动物学杂志 2021 年 第 56 卷第 4 期 叶明彬等),2011 至 2015 年间,将 6 只来自广东惠东海龟国家级自然保护区人工培育 2~14a 的幼年海龟,分为夏季组及冬季组,在其背甲上安装追踪器,6 只幼年绿海龟的洄游路线详见图 4.2.7-9。

图 4.2.7-9 6 只幼年绿海龟的洄游路线

蓝色和红色路线分别代表追踪终点时间在夏季和冬季的幼年绿海龟洄游路线;①~⑥分别代表编号分别为 73040、70464、65415、40470、53744、52694 幼年绿海龟的终点位置;★为起点,广东惠东海龟国家级自然保护区海龟产卵场沙滩。GEB COBathymetry 海洋大体水深图等深线标尺,不同颜色代表不同的海水深度。

根据图 4.2.7-7~9 可知,本项目所在海域存在海龟活动的历史追踪数据,说明工程海域曾有海龟出没。

4.2.8 典型海洋生态系统

4.2.8.1 红树林

红树林是生长在热带、亚热带海岸潮间带的木本植物群落,作为一种独特的湿地生态系统,为鸟类、鱼类和其他生物提供了丰富的食物和良好的栖息环境在抵御海潮、风浪等自然灾害,蓝碳定,维护和改善海湾、河口地区生态环境,保护沿海湿地多样性等方面具有不可替代的重要作用。

江门红树林湿地分布有红树植物 17 种,其中:真红树植物 10 种,半红树植物 6 种,另引种真红树植物无瓣海桑 (*Sonneratia apetala*) 1 种。

江门红树林湿地属近海和海岸湿沼泽湿地类型,面积 1500hm²。主要分布在新会的崖门古炮台对岸,崖南围垦区;台山的广海、上川岛、下川岛、田头、深井、北陡的沙湾塘以及镇海湾的那夫顶、新潮围、恩平的洪窖。

台山市现有红树林面积 999.55 公顷,占江门市红树林总面积的 72%,主要沿海岸堤岸带状分布,通过调查、查找文献及相关资料进行统计,台山市现有红树林树

种 12 科 15 属 16 种，其中真红树植物 8 科 10 属 11 种，半红树植物 4 科 5 属 5 种；台山市红树林主要群落类型有 9 种，包括桐花树群落、秋茄树群落、无瓣海桑群落、桐花树+秋茄树群落、桐花树+白骨壤群落、桐花树+秋茄树+白骨壤群落、桐花树+无瓣海桑+老鼠簕群落、白骨壤+老鼠簕群落、无瓣海桑+老鼠簕群落。

表 4.2.8-1 台山市红树林树种表

序号	科名	属名	种名	种类
1	马鞭草科 Verbenaceae	海榄雌属 Avicennia	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	真红树
2	紫金牛科 Myrsinaceae	蜡烛果属 Aegiceras	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	
3	红树科 Rhizophoraceae	秋茄树属 Kandelia	秋茄树 <i>Kandelia obovata</i>	
4	红树科 Rhizophoraceae	木榄属 Bruguiera	木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	
5	红树科 Rhizophoraceae	红树属 Rhizophora	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	
6	海桑科 Sonneratiaceae	海桑属 Sonneratia	无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i>	
7	海桑科 Sonneratiaceae	海桑属 Sonneratia	海桑 <i>Sonneratia caseolaris</i>	
8	大戟科 Euphorbiaceae	海漆属 Excoecaria	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	
9	卤蕨科 Acrostichaceae	卤蕨属 Acrostichum	卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>	
10	爵床科 Acanthaceae	老鼠簕属 Acanthus	老鼠簕 <i>Acanthus ilicifolius</i>	
11	使君子科 Combretaceae	对叶榄李属 Laguncularia	拉关木 <i>Laguncularia racemosa</i>	半红树
12	锦葵科 Malvaceae	木槿属 Hibiscus	黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i>	
13	锦葵科 Malvaceae	桐棉属 Thespesia	杨叶肖槿 <i>Thespesia populnea</i>	
14	豆科 Leguminosae	水黄皮属 Pongamia	水黄皮 <i>Pongamia pinnata</i>	
15	梧桐科 Sterculiaceae	银叶树属 Heritiera	银叶树 <i>Heritiera littoralis</i>	
16	夹竹桃科 Apocynaceae	海杧果属 Cerbera	海杧果 <i>Cerbera manghas</i>	

4.2.8.2 海草床

海草在 1.4 亿年前的海洋就已出现，目前全球有 66-70 种，均隶属泽泻目，是一类古老而独特的基部单子叶植物。海草已进化出独特的生理、生态和形态来适应水下环境，包括内部气体运输、表皮叶绿体、水下授粉和海洋扩散等能力。热带、亚热带和温带沿海地区广泛分布的海草提供了许多关键的生态系统服务，海草床具有高生产力在生产和输出有机碳、捕获和循环营养物质、稳固沉积物和改善水体透明度、增加生物多样性以及向毗邻栖息地传递营养等功能。

根据《广东沿海海草床的现状、面临的威胁与保护建议》（生态环境部华南环境科学研究所，钟超等，2024），台山地区海草床的分布记录见表 4.2.8-2 和图 4.2.8-1。

表 4.2.8-2 广东海草床面积和生物学特征（引自《广东沿海海草床的现状、面临的威胁与保护建议》）

研究区域	海草床	种类	面积	茎枝密度	生物量	文献来源
江门	上川岛湾仔角*	日本鳗草	7	4690.48	117.86	黄小平等，2010
	上川岛沙塘	日本鳗草	0.011	2256	161.8	Jiang et al., 2020
	下川岛荔枝湾	日本鳗草 贝克喜盐草	0.17	-	-	Jiang et al., 2020

* 该海草床曾有记录，但 2017-2018 年调查(Jiang et al, 2020)未发现。-无数据。

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，台山市海草床分布在下川岛荔枝湾，广东省典型海洋生境空间分布见表 4.2.8-3 和图 4.2.8-2。

表 4.2.8-3 典型生境（海草床）分布情况登记表（引自《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》）

图斑 编号	所在区域			行政区域 代码	典型生境 类别	面积（公顷）	生态保护修复目标
	省	市	县/区				
29	广东省	江门市	—	440700	海草床	334.65	海草床及生物多样性维护

根据广州海兰图检测技术有限公司于 2025 年 6 月对江门市下川岛荔枝湾，上川岛湾仔角、沙塘周边开展的海草床生态环境现状调查可知，海草床主要分布在下川岛荔枝湾和上川岛沙塘，上川岛湾仔角未发现海草床。2025 年 6 月调查发现的海草床范围见图 4.2.8-3。

综上所述，台山市海草床主要分布在下川岛荔枝湾和上川岛沙塘，上川岛湾仔角曾有分布记录，但近期已无发现，可能由于缺乏保护，人类过度 and 破坏性捕捞、海岸带建设等活动，使上川岛湾仔角的海草床退化消失。

图 4.2.8-1 广东海草床分布图（引自《广东沿海海草床的现状、面临的威胁与保护建议》）

图 4.2.8-2 广东省典型海洋生境空间分布图（《引自广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》）

图 4.2.8-3 上下川岛海草床分布范围（2025 年 6 月调查）

4.2.8.3 珊瑚礁

根据 2024 年 4 月，自然资源部南海生态中心在项目附近海域开展的《江门川岛海上风电项目造礁石珊瑚群落现状调查》，乌猪洲西南部的海湾内为造礁石珊瑚集中分布区，造礁石珊瑚沿海岸水下陡坡生长，生长水深多在 10m 以浅，水深 6~8m 最为集中，宽度范围约 15~35m，共划定造礁石珊瑚分布面积约 6.22 公顷。

图 4.2.8-1 造礁石珊瑚分布图

4.2.9 “三场一通道”分布

4.2.9.1 中国海洋渔业水域图（第一批）

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涉及海域“三场一通”情况如下。

（1）南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 4.2.9-1 和图 4.2.9-2，本项目所在海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

（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、17 个基点连线以内水域（图 4.2.9-3），保护期为 1-12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目所在海域位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（3）南海区幼鱼、幼虾保护区

根据《南海区水产资源保护示意图》（1985 年 8 月）确定、2002 年农业部发布 189 号文公布的幼鱼幼虾保护区范围，南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，一为广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角 40 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾 50 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港 20 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日。本项目位于其中一处幼鱼幼虾保护区（广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域）（图 4.2.9-4），保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，主要功能为渔业水域，保护内容

为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。

(4) 黄花鱼幼鱼保护区

共有 4 处。一为粤东汕头外表角至勒门列岛、南澳岛饶平宫口头一带内海，保护期为每年的 11 月 1 日至翌年 1 月 31 日；二为海丰县遮浪横至惠东县平海角 20 米水深以内海域，保护期也为每年的 11 月 1 日至翌年 1 月 31 日；三为上、下川岛周围 20 米水深以内海域（大小至洲），保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；四为湛江港口至硃洲岛周围 20 米水深以内海域，保护期亦为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。本项目所在海域位于上、下川岛周围 20 米水深以内海域（大小至洲）黄花鱼幼鱼保护区（图 4.2.9-4）。

4.2.9.2 国家级水产种质资源保护区名单 (第一批)

根据《国家级水产种质资源保护区名单(第一批)》(农业部公告 2007 年第 947 号),项目评价范围内有上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区。

上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区总面积 42000 公顷，其中核心区面积 22000 公顷，实验区面积 20000 公顷。核心区特别保护期为 3 月~9 月。保护区位于广东省江门市台山市上下川岛海域，范围在 [REDACTED]，[REDACTED]

。保护区分两个核心区，

主要保护对象为中国龙虾，栖息的其他物种包括带鱼、银鲳、乌鲳、棘头梅童鱼、大黄鱼、黄鳍鲷、真鲷、杜氏枪乌贼、曼氏无针乌贼、裘氏小沙丁鱼、银牙鱼或、四指马鱼友、康氏马鲛、丽叶鲷等。

项目区域 2 距离上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区实验区 6.8km，核心区 12.2km。

图 4.2.9-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

图 4.2.9-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

图 4.2.9-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

图 4.2.9-4 南海国家级及省级渔业保护区分布示意图

图 4.2.9-5 上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区范围示意图

4.2.10 渔业资源

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》，台山海域面积 478518 公顷，其中领海基线（市管辖范围）以内 271690 公顷。领海基线内水深 0~2 米浅海面积 42830 公顷水深 2~5 米浅海面积 54550 公顷，滩涂面积 10790 公顷，主要分布在广海湾、镇海湾、崖门水道西侧。海（港）湾 119 个，三大渔港分别为沙堤渔港、横山渔港和广海渔港。20 米等深海域面积 210000 公顷。

台山市水产养殖产业稳步发展，2023 年全市水产养殖面积 29058 公顷，其中淡水养殖面积 10706 公顷，比 2015 年增加了 4.48%；海水养殖面积 18352 公顷，比 2015 年减少 15.1%。淡水养殖水面主要在大隆洞河沿岸及白沙水和潭江的汇合处两岸；海水养殖水面主要三个海湾的沿海；海上养殖主要在上下川岛沿海海域。

2023 年台山市海水养殖产量 284144 吨，比 2015 年增加 46.03%。其中滩涂底播养殖产量 14251 吨，面积 944 公顷；筏式吊养产量 171164 吨，面积 6599 公顷；海水池塘养殖产量 93717 吨，养殖面积 10803 公顷。筏式吊养、海水池塘和深水网箱是台山海水养殖主要模式。

2023 年台山市海水养殖的鱼类产量 16851 吨，占海水养殖产量 5.93%；虾类产量 76931 吨，占海水养殖产量 27.07%，其中南美白对虾的产量 72987 吨；蟹类、海胆、海蜇等产量 4965 吨占海水养殖产量 1.75%；贝类产量 185415 吨，占海水养殖产量 65.25%，其中蛤产量 12205 吨，居全省前列，牡蛎产量 171164 吨。

4.3 海域开发利用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目所在及周边海域开发利用活动主要为交通运输用海项目、工业用海项目、旅游娱乐用海项目、特殊用海项目、渔业用海项目、造地工程用海项目、航道航路、锚地及开放式养殖项目等。项目所在海域开发利用现状详见表 4.3-1 和图 4.3-1~图 4.3-4。

表 4.3-1 项目所在海域开发利用现状表

序号	开发利用项目名称	位置关系
交通运输用海项目		
1	台山市广海港二期工程（复工）港池航道	区域 4 北侧，约 7.9km
2	台山广海湾鱼塘港物流区建设项目	区域 4 北侧，约 9.5km
3	台山核电海工构筑物淤积清理项目施工临时航道工程	区域 4 东北侧，约 12.6km
4	台山市三洲港锚地用海项目	区域 2 西南侧，约 4.9km
5	台山市上川岛车渡船兼顾货运码头工程	区域 2 西南侧，约 5.1km
6	江门川岛工作船码头工程	区域 2 西南侧，约 5.2km
7	台山市下川岛独湾码头防波堤项目	区域 2 西南侧，约 16.9km

序号	开发利用项目名称	位置关系
8	台山市川岛镇下川独湾码头及防波堤改建工程（码头工程）	区域 2 西南侧，约 16.9km
9	台山市下川岛车渡船兼顾货运码头工程	区域 2 西南侧，约 17.1km
10	沙堤渔港制冰厂码头	区域 2 西南侧，约 17.7km
11	中交海建北陡沙石上货码头项目	区域 1 西南侧，约 15.1km
12	台山市山咀车渡船兼顾货运码头工程	区域 3 西北侧，约 12.5km
13	台山市山咀码头及防波堤扩建工程	区域 3 西北侧，约 12.2km
14	横山新渔港港池	区域 1 西北侧，约 15km
15	台山市横山新渔港码头	区域 1 西北侧，约 15.4km
工业用海项目		
1	广州发展台山渔业光伏产业园三期 300MW 项目	区域 1 北侧，约 5.6km
2	广东台山海宴镇华侨农场 300MWp 渔业光伏发电项目	区域 1 东北侧，约 4.6km
3	广东国华粤电台山电厂 6、7 号机组“上大压小”扩建工程	区域 4 东北侧，约 8km
4	广东台山海宴镇 200MWp 渔业光伏发电项目	区域 1 东北侧，约 4.8km
5	广东台山核电一期工程项目填海造地工程	区域 4 东北侧，约 14.8km
6	广东台山核电一期工程项目	区域 4 东北侧，约 13.3km
7	广东台山青山咀 100MWp 渔业光伏综合利用发电项目	区域 1 东北侧，约 6.2km
8	江门台山裕发船舶修造厂	区域 2 西南侧，约 19.0km
旅游娱乐用海项目		
1	台山市鱼塘湾海角海水浴场	区域 1 北侧，约 11km
2	台山市川岛镇休闲观光“快乐小岛”项目	区域 1 东南侧，约 16.7km
3	台山市川岛镇下川王府洲游泳场项目	区域 1 东南侧，约 14.2km
4	台山市上川岛飞沙滩游泳场项目	区域 2 南侧，约 7.1km
5	台山市那琴半岛酒店有限公司海水浴场用海项目	区域 1 西南侧，约 12.5km
6	台山市那琴半岛酒店浴场用海项目	区域 1 西南侧，约 12.3km
7	江门台山市北陡浪琴湾海水浴场用海项目	区域 1 西侧，约 11km
8	2020 年度江门市镇海湾（北陡）美丽海湾建设项目	区域 1 西北侧，约 17.2km
特殊用海项目		
1	台山市海宴镇公角水闸岸线综合整治修复项目透水栈桥	区域 1 东北侧，约 6.3km
2	台山市川岛镇略尾水闸重建工程	区域 1 东南侧，约 11.6km
3	台山市交通陆岛开发公司停车场围填海项目	区域 1 西北侧，约 12.4km
4	国家海洋局上川海洋环境监测站验潮站项目	区域 2 南侧，约 11.4km
5	台山市红树林保护与修复建设项目	区域 1 西北侧，约 7km
渔业用海项目		
1	江门市渔业捕捞和养殖业防灾减灾观测项目渔区观测系统基础设施建设工程	区域 1 东北侧，约 16.9km
2	台山市广海渔港升级改造和整治维护项目三期工程	区域 3 北侧，约 8.5km
造地工程用海项目		
1	台山发电厂工程	区域 4 东北侧，约 7km
航道、航路		
1	珠海高栏港外至阳江南鹏岛北	区域 3、4 北侧，约 0.1km
2	珠江口大蚬洲至江门上川岛南	区域 4 南侧，约 19.0km
3	粤西沿海近岸航路	区域 1 南侧，约 16.0km
4	珠江口桂山岛经东澳岛至江门上川岛南	区域 4 南侧，约 22.6km
5	广东沿海内航路	区域 4 南侧，约 23.9km
6	上下川岛中心航路支航路	区域 2 西南侧，约 14.2km
7	大襟岛西航路	区域 4 东北侧，约 5.4km
8	钦头湾至大襟岛航路	区域 4 东北侧，约 14.0km

序号	开发利用项目名称	位置关系
9	小襟岛至广海湾航路	区域4北侧, 约7.8km
10	渔塘湾进出港航路	区域4北侧, 约5.0km
11	镇海湾出海航路	区域1西侧, 约4.0km
12	下川岛至茫洲岛航路	区域1南侧, 约2.8km
13	茫洲岛北航路	区域1南侧, 约1.5km
14	国能台电进出港航路	区域4东侧, 约4.3km
15	上下川岛中心航路	区域3西南侧, 约4.0km
16	台山市咀至上川岛三洲航路	区域2、3西侧, 约3.4km
17	台山市咀至下川岛独湾航路	区域2、3西南侧, 约10.8km
18	山咀至下川岛渡航路	区域2西南侧, 约14.5km
19	三洲至独湾航路	区域2西南侧, 约3.7km
锚地		
1	广海湾小船锚地	区域4东北侧, 约1.7km
2	广海湾3#锚地	区域4东南侧, 约1.5km
3	广海湾1#锚地	区域4东南侧, 约9.4km
4	江门港台山电厂锚地	区域4东南侧, 约8.2km
5	青栏头锚地	区域4东南侧, 约3.8km
6	广海湾2#锚地	区域4东南侧, 约5.4km
7	广海港第二引航锚地	区域2南侧, 约17.1km
8	围央岛危险品作业区锚地	区域2南侧, 约18.4km
9	茫洲锚地	区域1西南侧, 约7.0km
10	江门港广海湾港区引航锚地	区域4北侧, 约5.9km
11	船舶检验和引水锚地	区域4北侧, 约4.1km
开放式养殖项目		
1	台山市北陡镇镇海湾沙湾塘至沙头冲段二号养殖场	区域1西北侧, 约18.8km
2	台山市深井镇养蚝一号养殖场	区域1西北侧, 约20.3km
3	汶村镇养蚝四十四号养殖场	区域1西北侧, 约20.1km
4	台山市深井镇养蚝十四号养殖场	区域1西北侧, 约19.8km
5	台山市汶村镇养蚝四十一号养殖场	区域1西北侧, 约18.4km
6	台山市汶村镇养蚝四十二号养殖场	区域1西北侧, 约19.1km
7	台山市汶村镇养蚝四十号养殖场	区域1西北侧, 约18.5km
8	台山市北陡镇镇海湾狮子洲至下洞段一号养殖场	区域1西北侧, 约15.8km
9	台山市北陡镇镇海湾狮子洲至下洞段二号养殖场	区域1西北侧, 约14.4km
10	台山市北陡镇镇海湾狮子洲至下洞段三号养殖场	区域1西北侧, 约12.5km
11	台山市汶村镇养蚝六号养殖场	区域1西北侧, 约11.8km
12	台山市北陡镇镇海湾寨门段一号养殖场	区域1西北侧, 约8.1km
13	台山市汶村镇养蚝三十九号养殖场	区域1西北侧, 约8.9km
14	台山市汶村镇养蚝三十八号养殖场	区域1西北侧, 约8.3km
15	台山市汶村镇养蚝三十七号养殖场	区域1西北侧, 约7.6km
16	台山市北陡镇镇海湾寨门段二号养殖场	区域1西北侧, 约7.2km
17	台山市汶村镇养蚝三十六号养殖场	区域1西北侧, 约6.9km
18	台山市汶村镇镇海湾二十号养殖场	区域1西北侧, 约7km
19	台山市汶村镇经济联合社底播一号养殖场	区域1西北侧, 约7.2km
20	台山市汶村镇养蚝三十五号养殖场	区域1西北侧, 约6.3km
21	台山市汶村镇镇海湾十九号养殖场	区域1西北侧, 约6.3km
22	台山市汶村镇经济联合社底播二号养殖场	区域1西北侧, 约6.3km
23	台山市汶村镇养蚝三十四号养殖场	区域1西北侧, 约5.6km
24	台山市汶村镇镇海湾十八号养殖场	区域1西北侧, 约5.6km

序号	开发利用项目名称	位置关系
25	台山市汶村镇镇海湾十七号养殖场	区域1西北侧, 约 5.6km
26	台山市汶村镇经济联合总社底播三号养殖场	区域1西北侧, 约 5.6km
27	台山市汶村镇养蚝三十三号养殖场	区域1西北侧, 约 5.2km
28	台山市汶村镇镇海湾十六号养殖场	区域1西北侧, 约 5.2km
29	台山市汶村镇养蚝三十二号养殖场	区域1西北侧, 约 4.7km
30	台山市汶村镇镇海湾十五号养殖场	区域1西北侧, 约 4.9km
31	台山市汶村镇养蚝三号养殖场	区域1西北侧, 约 3.7km
32	台山市汶村镇养蚝三十一号养殖场	区域1西北侧, 约 4.2km
33	台山市汶村镇镇海湾十四号养殖场	区域1西北侧, 约 4.3km
34	台山市汶村镇经济联合总社底播四号养殖场	区域1北侧, 约 5km
35	台山市汶村镇养蚝三十号养殖场	区域1西北侧, 约 3.7km
36	台山市汶村镇镇海湾十三号养殖场	区域1西北侧, 约 3.9km
37	台山市汶村镇养蚝二十九号养殖场	区域1西北侧, 约 3.4km
38	台山市汶村镇养蚝二十七号养殖场	区域1西北侧, 约 3.1km
39	台山市汶村镇养蚝二十六号养殖场	区域1西北侧, 约 3.1km
40	台山市汶村镇镇海湾十二号养殖场	区域1西北侧, 约 3.1km
41	台山市汶村镇镇海湾十一号养殖场	区域1西北侧, 约 3.1km
42	台山市汶村镇经济联合总社底播五号养殖场	区域1北侧, 约 4.4km
43	台山市汶村镇养蚝二号养殖场	区域1西北侧, 约 2.8km
44	台山市汶村镇养蚝二十八号养殖场	区域1西北侧, 约 2.7km
45	台山市汶村镇养蚝二十四号养殖场	区域1西北侧, 约 2.1km
46	台山市汶村镇养蚝二十五号养殖场	区域1西北侧, 约 2.3km
47	台山市汶村镇镇海湾十号养殖场	区域1西北侧, 约 2.1km
48	台山市汶村镇镇海湾九号养殖场	区域1西北侧, 约 2km
49	台山市汶村镇镇海湾四号养殖场	区域1北侧, 约 2.5km
50	台山市汶村镇镇海湾二号养殖场	区域1北侧, 约 3.1km
51	台山市汶村镇养蚝一号养殖场	区域1西北侧, 约 2km
52	台山市汶村镇养蚝二十一号养殖场	区域1西北侧, 约 1.3km
53	台山市汶村镇养蚝二十三号养殖场	区域1西北侧, 约 1.5km
54	台山市汶村镇养蚝二十二号养殖场	区域1北侧, 约 1.1km
55	台山市汶村镇镇海湾八号养殖场	区域1北侧, 约 1.6km
56	台山市汶村镇镇海湾七号养殖场	区域1北侧, 约 1.6km
57	台山市汶村镇镇海湾五号养殖场	区域1北侧, 约 1.4km
58	台山市汶村镇镇海湾三号养殖场	区域1北侧, 约 2.2km
59	台山市汶村镇镇海湾一号养殖场	区域1北侧, 约 2.7km
60	台山市汶村镇经济联合总社底播六号养殖场	区域1北侧, 约 3.6km
61	台山市汶村镇养蚝二十号养殖场	区域1西北侧, 约 0.9km
62	台山市汶村镇养蚝十九号养殖场	区域1西北侧, 约 0.5km
63	台山市汶村镇养蚝十八号养殖场	区域1西北侧, 约 0.2km
64	台山市汶村镇镇海湾六号养殖场	区域1北侧, 约 0.4km
65	台山市海宴镇公角四十四号养殖场	区域1北侧, 约 0.1km
66	台山市海宴镇公角四十三号养殖场	区域1北侧, 约 0.5km
67	台山市海宴镇公角四十二号养殖场	区域1北侧, 约 1.2km
68	台山市海宴镇公角三十八号养殖场	区域1北侧, 约 0.1km
69	台山市海宴镇公角三十九号养殖场	区域1北侧, 约 0.5km
70	台山市海宴镇公角四十号养殖场	区域1北侧, 约 0.9km
71	台山市海宴镇公角四十一号养殖场	区域1东北侧, 约 1.4km
72	台山市海宴镇公角三十七号养殖场	区域1北侧, 约 0.1km

序号	开发利用项目名称	位置关系
73	台山市海宴镇公角三十六号养殖场	区域1东北侧, 约1km
74	台山市海宴镇公角三十四号养殖场	区域1东北侧, 约0.3km
75	台山市海宴镇公角三十五号养殖场	区域1东北侧, 约1.3km
76	台山市海宴镇公角三十三号养殖场	区域1东北侧, 约0.8km
77	台山市海宴镇公角三十二号养殖场	区域1东北侧, 约1.4km
78	台山市海宴镇公角三十号养殖场	区域1东北侧, 约1.5km
79	台山市海宴镇公角三十一号养殖场	区域1东北侧, 约2km
80	台山市海宴镇公角二十九号养殖场	区域1东北侧, 约2.2km
81	台山市海宴镇公角二十八号养殖场	区域1东北侧, 约3.3km
82	台山市海宴镇公角二十七号养殖场	区域1东北侧, 约3.9km
83	台山市海宴镇公角二十六号养殖场	区域1东北侧, 约4.2km
84	台山市北陡镇北渡三号养殖场	区域1西北侧, 约5.3km
85	台山市北陡镇北渡一号养殖场	区域1西北侧, 约4.8km
86	台山市北陡镇北渡二号养殖场	区域1西北侧, 约4.6km
87	台山市北陡镇北渡五号养殖场	区域1西北侧, 约5km
88	台山市北陡镇北渡六号养殖场	区域1西北侧, 约5km
89	台山市北陡镇北渡四号养殖场	区域1西北侧, 约4.4km
90	台山市北陡镇北渡七号养殖场	区域1西北侧, 约4.8km
91	台山市北陡镇北渡八号养殖场	区域1西北侧, 约5.1km
92	台山市北陡镇北渡十号养殖场	区域1西北侧, 约5.5km
93	台山市北陡镇北渡九号养殖场	区域1西侧, 约5.1km
94	台山市北陡镇镇海湾北渡至黑沙湾段一号养殖场	区域1西侧, 约5.6km
95	台山市北陡镇镇海湾北渡至黑沙湾段二号养殖场	区域1西侧, 约5.7km
96	台山市北陡镇镇海湾北渡至黑沙湾段三号养殖场	区域1西侧, 约5.2km
97	台山市北陡镇镇海湾北渡至黑沙湾段四号养殖场	区域1西侧, 约5.7km
98	台山市汶村镇养蚝五号养殖场	区域1西侧, 约2.3km
99	台山市汶村镇养蚝四号养殖场	区域1西侧, 约2.5km
100	台山市汶村镇养蚝十七号养殖场	区域1西侧, 约1.7km
101	台山市汶村镇养蚝十六号养殖场	区域1西侧, 约1.7km
102	台山市汶村镇养蚝八号养殖场	区域1西侧, 约1.8km
103	汶村镇养蚝五十号养殖场	区域1西侧, 约0.7km
104	台山市汶村镇底播七号养殖场	区域1'紧邻
105	汶村镇养蚝四十九号养殖场	区域1西侧, 约1.2km
106	汶村镇养蚝四十八号养殖场	区域1西侧, 约0.9km
107	汶村镇养蚝四十七号养殖场	区域1西侧, 约0.7km
108	汶村镇养蚝四十六号养殖场	区域1西侧, 约0.4km
109	台山市汶村镇养蚝十五号养殖场	区域1西侧, 约1.2km
110	台山市汶村镇养蚝十四号养殖场	区域1西侧, 约0.8km
111	台山市汶村镇养蚝十三号养殖场	区域1西侧, 约0.4km
112	台山市汶村镇养蚝十二号养殖场	区域1西侧, 约0.1km
113	台山市汶村镇养蚝十一号养殖场	区域1西侧, 约0.1km
114	台山市汶村镇养蚝七号养殖场	区域1西侧, 约1.2km
115	汶村镇养蚝四十三号养殖场	区域1西侧, 约0.2km
116	台山市海宴镇公角十六号养殖场	区域1东侧, 约0.1km
117	台山市海宴镇公角十三号养殖场	区域1东侧, 约0.6km
118	台山市海宴镇公角十二号养殖场	区域1东侧, 约1.1km
119	台山市海宴镇公角九号养殖场	区域1东侧, 约1.6km
120	台山市海宴镇公角八号养殖场	区域1东侧, 约2.1km

序号	开发利用项目名称	位置关系
121	台山市海宴镇公角五号养殖场	区域1东侧, 约 2.5km
122	台山市海宴镇公角四号养殖场	区域1东侧, 约 3km
123	台山市海宴镇公角一号养殖场	区域1东侧, 约 3.5km
124	台山市海宴镇青山咀八号养殖场	区域1东侧, 约 4.5km
125	台山市海宴镇青山咀五号养殖场	区域1东侧, 约 5.4km
126	台山市海宴镇青山咀三号养殖场	区域1东侧, 约 6.3km
127	台山市海宴镇青山咀一号养殖场	区域1东侧, 约 7.1km
128	台山市海宴镇望头一号养殖场	区域1东侧, 约 8.1km
129	台山市宴桥十一号养殖场	区域1东侧, 约 9.2km
130	台山市海宴镇公角十五号养殖场	区域1东侧, 约 0.1km
131	台山市海宴镇公角十四号养殖场	区域1东侧, 约 0.6km
132	台山市海宴镇公角十一号养殖场	区域1东侧, 约 1.1km
133	台山市海宴镇公角十号养殖场	区域1东侧, 约 1.5km
134	台山市海宴镇公角七号养殖场	区域1东侧, 约 2km
135	台山市海宴镇公角六号养殖场	区域1东侧, 约 2.5km
136	台山市海宴镇公角三号养殖场	区域1东侧, 约 3km
137	台山市海宴镇公角二号养殖场	区域1东侧, 约 3.5km
138	台山市海宴镇青山咀七号养殖场	区域1东侧, 约 4.4km
139	台山市海宴镇青山咀六号养殖场	区域1东侧, 约 5.4km
140	台山市海宴镇青山咀四号养殖场	区域1东侧, 约 6.3km
141	台山市海宴镇青山咀二号养殖场	区域1东侧, 约 7.2km
142	台山市海宴镇望头二号养殖场	区域1东侧, 约 8.2km
143	台山市海宴镇望头三号养殖场	区域1东侧, 约 9.2km
144	台山市海宴镇公角二十五号养殖场	区域1东南侧, 约 0.1km
145	台山市海宴镇公角二十四号养殖场	区域1东南侧, 约 0.7km
146	台山市海宴镇公角二十三号养殖场	区域1东南侧, 约 1.2km
147	台山市海宴镇公角二十二号养殖场	区域1东南侧, 约 1.6km
148	台山市海宴镇公角二十一号养殖场	区域1东南侧, 约 2.3km
149	台山市海宴镇公角二十号养殖场	区域1东南侧, 约 2.7km
150	台山市海宴镇公角十九号养殖场	区域1东南侧, 约 3km
151	台山市海宴镇公角十八号养殖场	区域1东南侧, 约 3.4km
152	台山市海宴镇公角十七号养殖场	区域1东南侧, 约 3.7km
153	台山市海宴镇青山咀十五号养殖场	区域1东南侧, 约 4.5km
154	台山市海宴镇青山咀十四号养殖场	区域1东南侧, 约 4.9km
155	台山市海宴镇青山咀十三号养殖场	区域1东南侧, 约 5.4km
156	台山市海宴镇青山咀十二号养殖场	区域1东南侧, 约 5.9km
157	台山市宴渔十四号养殖场	区域1东南侧, 约 6.4km
158	台山市宴桥十三号养殖场	区域1东南侧, 约 6.8km
159	台山市海宴镇青山咀十号养殖场	区域1东南侧, 约 6.8km
160	台山市海宴镇青山咀九号养殖场	区域1东南侧, 约 7.6km
161	台山市宴桥十二号养殖场	区域1东侧, 约 8.4km
162	台山市宴蚝十一号养殖场	区域1东侧, 约 9km
163	台山市宴渔十一号养殖场	区域1东侧, 约 9.7km
164	台山市海宴镇青山咀十一号养殖场	区域1东南侧, 约 4.6km
165	台山市海宴镇青山咀十八号养殖场	区域1东南侧, 约 4.4km
166	台山市海宴镇青山咀十七号养殖场	区域1东南侧, 约 5km
167	台山市海宴镇青山咀十六号养殖场	区域1东南侧, 约 5.5km
168	台山市宴桥十四号养殖场	区域1东南侧, 约 6.1km

序号	开发利用项目名称	位置关系
169	台山市海宴镇青山咀十九号养殖场	区域1东南侧, 约4.7km
170	台山市宴蚝十三号养殖场	区域1东南侧, 约6.9km
171	台山市宴渔十三号养殖场	区域1东南侧, 约7.3km
172	台山市宴蚝十二号养殖场	区域1东南侧, 约7.9km
173	台山市宴渔十二号养殖场	区域1东南侧, 约8.5km
174	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十一号养殖场	区域1西南侧, 约7km
175	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十号养殖场	区域1西南侧, 约4.9km
176	台山市川岛镇茫洲岛养蚝二号养殖场	区域1南侧, 约6.1km
177	台山市川岛镇茫洲岛养蚝一号养殖场	区域1南侧, 约4.3km
178	台山市川岛镇下川家寮湾养蚝一号养殖场	区域1东南侧, 约9.3km
179	台山市川岛镇下川大滩湾养蚝三号养殖场	区域1东南侧, 约8.8km
180	台山市川岛镇下川大滩湾养蚝一号养殖场	区域1东南侧, 约9.5km
181	台山市川岛镇下川美湾门颈湾养蚝一号养殖场	区域1东南侧, 约8.8km
182	台山市川岛镇下川鹰洲西南养蚝二号养殖场	区域1东南侧, 约9.1km
183	台山市川岛镇下川鹰洲西南养蚝一号养殖场	区域1东南侧, 约9.1km
184	台山市川岛镇下川鹰洲西南养蚝三号养殖场	区域1东南侧, 约9.9km
185	台山下川鹰洲东北一号养殖场	区域1东南侧, 约9.4km
186	台山市川岛镇下川鹰洲西南养蚝四号养殖场	区域1东南侧, 约10.1km
187	台山市川岛镇下川鹰洲西北养蚝二号养殖场	区域1东南侧, 约10.4km
188	台山市川岛镇下川浚湾底播一号养殖场	区域1东南侧, 约11.5km
189	台山穗安农业有限公司下川鹰洲东北二号养殖场	区域1东南侧, 约10km
190	台山众安农业有限公司下川平石寨二号养殖场	区域1东南侧, 约10.6km
191	台山海发发展集团有限公司下川平石寨一号养殖场	区域1东南侧, 约11.4km
192	台山市川岛镇下川平石寨养蚝二号养殖场	区域1东南侧, 约12.2km
193	台山市川岛镇下川平石寨养蚝三号养殖场	区域1东南侧, 约12.4km
194	台山市川岛镇下川平石寨养蚝一号养殖场	区域1东南侧, 约12.3km
195	台山市川岛镇下川平石寨养蚝四号养殖场	区域1东南侧, 约12.9km
196	台山市川岛镇下川荔枝湾养蚝二号养殖场	区域1东南侧, 约12.7km
197	台山市川岛镇下川荔枝湾养蚝一号养殖场	区域1东南侧, 约13.6km
198	台山市川岛镇下川荔枝湾养蚝三号养殖场	区域1东南侧, 约14.5km
199	台山市川岛镇下川北风湾大王公养蚝二号养殖场	区域2、3西南侧, 约15km
200	台山市川岛镇下川北风湾大王公养蚝一号养殖场	区域2、3西南侧, 约13.8km
201	台山市川岛镇下川北风湾大王公养蚝三号养殖场	区域2、3西南侧, 约14km
202	台山市川岛镇下川北风湾底播一号养殖场	区域2、3西南侧, 约14.5km
203	台山市川岛镇下川独湾养蚝二号养殖场	区域1东南侧, 约16.9km
204	台山市川岛镇下川独湾养蚝十一号养殖场	区域1东南侧, 约16.8km
205	台山市川岛镇下川独湾养蚝十号养殖场	区域1东南侧, 约16.7km
206	台山市川岛镇下川独湾养蚝三号养殖场	区域1东南侧, 约16.9km
207	台山市川岛镇下川独湾养蚝九号养殖场	区域2西南侧, 约15.6km
208	台山市川岛镇下川独湾养蚝一号养殖场	区域2西南侧, 约15.9km
209	台山川岛千帆产业园网箱养殖一号养殖场	区域2西南侧, 约15.2km
210	台山市川岛镇下川独湾养蚝八号养殖场	区域1东南侧, 约17.1km
211	台山市川岛镇下川独湾养蚝四号养殖场	区域1东南侧, 约17.2km
212	台山市川岛镇下川独湾养蚝六号养殖场	区域2西南侧, 约17.9km
213	台山市川岛镇下川独湾养蚝七号养殖场	区域2西南侧, 约17.8km
214	台山众安农业有限公司下川独湾一号养殖场	区域2西南侧, 约16.9km
215	台山川岛千帆产业园网箱养殖二号养殖场	区域2西南侧, 约15.9km
216	台山市宴渔十号养殖场	区域1东侧, 约11.1km

序号	开发利用项目名称	位置关系
217	台山市海宴镇望头四号养殖场	区域1东侧, 约10.9km
218	台山市海宴镇望头五号养殖场	区域1东侧, 约11.9km
219	台山市宴侨十号养殖场	区域1东侧, 约11.1km
220	台山市宴蚝十号养殖场	区域1东侧, 约11.6km
221	台山市宴渔九号养殖场	区域1东侧, 约12.3km
222	台山市海宴镇望头八号养殖场	区域1东北侧, 约12.9km
223	台山市海宴镇望头六号养殖场	区域1东侧, 约12.9km
224	台山市海宴镇望头七号养殖场	区域1东侧, 约13.5km
225	台山市宴蚝九号养殖场	区域1东侧, 约13.4km
226	台山市宴渔六号养殖场	区域1东北侧, 约14.1km
227	台山市宴侨六号养殖场	区域3西侧, 约14.2km
228	台山市宴渔五号养殖场	区域3西侧, 约13.4km
229	台山市宴侨七号养殖场	区域1东侧, 约14.4km
230	台山市宴蚝六号养殖场	区域3西侧, 约13.9km
231	台山市宴侨九号养殖场	区域3西侧, 约14.5km
232	台山市宴渔八号养殖场	区域3西侧, 约13.9km
233	台山市宴蚝八号养殖场	区域3西侧, 约13.3km
234	台山市宴渔四号养殖场	区域3西北侧, 约12.8km
235	台山市宴侨五号养殖场	区域3西侧, 约13km
236	台山市宴蚝四号养殖场	区域3西侧, 约12.3km
237	台山市宴渔三号养殖场	区域3西侧, 约11.5km
238	台山市宴蚝五号养殖场	区域3西侧, 约12.7km
239	台山市宴侨四号养殖场	区域3西侧, 约11.9km
240	台山市宴侨八号养殖场	区域3西侧, 约12.7km
241	台山市宴渔七号养殖场	区域3西侧, 约12.2km
242	台山市宴蚝七号养殖场	区域3西侧, 约11.5km
243	台山市宴侨三号养殖场	区域3西北侧, 约11.3km
244	台山市宴渔十五号养殖场	区域3西北侧, 约12.8km
245	台山市宴侨十五号养殖场	区域3西北侧, 约13km
246	台山市宴蚝十四号养殖场	区域3西北侧, 约12.2km
247	台山市宴蚝一号养殖场	区域3西北侧, 约11.3km
248	台山市宴渔十六号养殖场	区域3西北侧, 约12.8km
249	台山市宴侨十六号养殖场	区域3西北侧, 约12.2km
250	台山市宴渔一号养殖场	区域3西北侧, 约11.3km
251	台山市宴蚝十五号养殖场	区域3西北侧, 约12.4km
252	台山市宴侨十七号养殖场	区域3西北侧, 约12.3km
253	台山市宴侨一号养殖场	区域3西北侧, 约11.3km
254	台山市宴渔十七号养殖场	区域3西北侧, 约12.7km
255	台山市宴蚝十六号养殖场	区域3西北侧, 约12.3km
256	台山市宴侨十八号养殖场	区域3西北侧, 约12.7km
257	台山市宴蚝十七号养殖场	区域3西北侧, 约12.6km
258	台山市宴渔十八号养殖场	区域3西北侧, 约12.5km
259	台山市宴蚝二号养殖场	区域3西北侧, 约11.5km
260	台山市宴侨二号养殖场	区域3西北侧, 约12.6km
261	台山市宴渔二号养殖场	区域3西北侧, 约11.7km
262	台山市宴蚝三号养殖场	区域3西北侧, 约12km
263	宴渔十九号养殖场	区域3西北侧, 约12.4km
264	台山川岛甫草湾一号养殖场	区域3西北侧, 约11km

序号	开发利用项目名称	位置关系
265	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十二号养殖场	区域3西北侧, 约11km
266	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十三号养殖场	区域3西北侧, 约10.8km
267	台山川岛甫草湾二号养殖场	区域3西北侧, 约9.6km
268	台山川岛甫草湾十二号养殖场	区域3西北侧, 约9.1km
269	台山众安农业有限公司川岛甫草湾二号养殖场	区域3西北侧, 约8.9km
270	台山川岛甫草湾三号养殖场	区域3西北侧, 约8.7km
271	台山川岛甫草湾十一号养殖场	区域3西北侧, 约8.2km
272	台山海洋发展集团有限公司川岛甫草湾三号养殖场	区域3西北侧, 约8km
273	台山川岛甫草湾四号养殖场	区域3西北侧, 约7.9km
274	台山川岛甫草湾十号养殖场	区域3西北侧, 约7.4km
275	台山川岛甫草湾十三号养殖场	区域3西北侧, 约7.2km
276	台山川岛甫草湾五号养殖场	区域3西北侧, 约7.1km
277	台山川岛甫草湾九号养殖场	区域3西北侧, 约6.6km
278	台山海洋发展集团有限公司川岛甫草湾四号养殖场	区域3西北侧, 约6.4km
279	台山川岛甫草湾六号养殖场	区域3西北侧, 约6.5km
280	台山川岛甫草湾七号养殖场	区域3西北侧, 约6.3km
281	台山川岛甫草湾八号养殖场	区域3西北侧, 约6.2km
282	台山市川岛镇甫草水湾桩架式养蚝一号养殖场	区域3西北侧, 约12.4km
283	台山市川岛镇甫草水湾桩架式养蚝二号养殖场	区域3西北侧, 约12.5km
284	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三号养殖场	区域3西北侧, 约10.6km
285	台山市川岛镇甫草水湾养蚝四号养殖场	区域3西北侧, 约10.6km
286	台山市川岛镇甫草水湾养蚝五号养殖场	区域3西北侧, 约10.6km
287	台山市川岛镇甫草水湾养蚝六号养殖场	区域3西北侧, 约10.6km
288	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十四号养殖场	区域3西北侧, 约10.2km
289	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十五号养殖场	区域3西北侧, 约10.1km
290	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十六号养殖场	区域3西北侧, 约10.1km
291	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十七号养殖场	区域3西北侧, 约10.2km
292	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十八号养殖场	区域3西北侧, 约9.6km
293	台山市川岛镇甫草水湾养蚝二十九号养殖场	区域3西北侧, 约9.6km
294	台山市能晟贸易有限公司川岛甫草湾一号养殖场	区域3西北侧, 约8.8km
295	台山穗安农业有限公司川岛甫草湾一号养殖场	区域3西北侧, 约7.1km
296	台山海洋发展集团有限公司川岛甫草湾二号养殖场	区域3西北侧, 约7.2km
297	台山众安农业有限公司川岛甫草湾一号养殖场	区域3西北侧, 约7.7km
298	台山海洋发展集团有限公司川岛甫草湾一号养殖场	区域3西北侧, 约8.5km
299	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十号养殖场	区域3西北侧, 约6.6km
300	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十一号养殖场	区域3西北侧, 约7.4km
301	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十二号养殖场	区域3西北侧, 约8.5km
302	台山市川岛镇鸡罩山养蚝二号养殖场	区域3西北侧, 约5.1km
303	台山市川岛镇鸡罩山养蚝一号养殖场	区域3西北侧, 约5.4km
304	台山市川岛镇鸡罩山养蚝三号养殖场	区域3北侧, 约4.6km
305	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十三号养殖场	区域3西北侧, 约6.8km
306	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十四号养殖场	区域3西北侧, 约7.2km
307	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十五号养殖场	区域3北侧, 约7.7km
308	台山市川岛镇甫草水湾养蚝三十六号养殖场	区域3北侧, 约8.2km
309	台山市川岛镇甫草水湾养蚝七号养殖场	区域3西北侧, 约5.9km
310	台山市川岛镇甫草水湾养蚝八号养殖场	区域3北侧, 约6.8km
311	台山市川岛镇甫草水湾养蚝九号养殖场	区域3北侧, 约7.5km
312	台山市川岛镇甫草水湾养蚝十号养殖场	区域3北侧, 约4.8km

序号	开发利用项目名称	位置关系
313	台山市川岛镇甫草养蚝十一号养殖场	区域3北侧, 约5.3km
314	台山市川岛镇甫草养蚝十二号养殖场	区域3北侧, 约6km
315	台山市川岛镇甫草养蚝十三号养殖场	区域3东北侧, 约6.9km
316	台山市川岛镇甫草养蚝十四号养殖场	区域3北侧, 约3.9km
317	台山市川岛镇甫草养蚝十五号养殖场	区域3北侧, 约4.6km
318	台山市川岛镇甫草养蚝十六号养殖场	区域3东北侧, 约5.4km
319	台山市川岛镇甫草养蚝十七号养殖场	区域3东北侧, 约6.4km
320	台山市川岛镇甫草养蚝十八号养殖场	区域3北侧, 约3.5km
321	台山市川岛镇甫草养蚝十九号养殖场	区域3东北侧, 约4.1km
322	台山市川岛镇甫草养蚝二十号养殖场	区域3东北侧, 约5km
323	台山市川岛镇甫草养蚝二十一号养殖场	区域3东北侧, 约4.9km
324	台山众安农业有限公司广海海龙湾三号养殖场	区域3北侧, 约12.2km
325	台山市能晟贸易有限公司广海海龙湾二号养殖场	区域3北侧, 约11.6km
326	台山穗安农业有限公司广海海龙湾三号养殖场	区域3北侧, 约11.1km
327	台山海洋发展集团有限公司广海海龙湾四号养殖场	区域3北侧, 约10.7km
328	台山海洋发展集团有限公司广海海龙湾三号养殖场	区域3北侧, 约13.2km
329	台山穗安农业有限公司广海大郎湾一号养殖场	区域3北侧, 约13km
330	台山海洋发展集团有限公司广海大郎湾二号养殖场	区域3北侧, 约12.9km
331	台山众安农业有限公司广海海龙湾二号养殖场	区域3北侧, 约12.7km
332	台山市烽火角水产养殖基地有限公司广海大郎湾一号养殖场	区域3北侧, 约14.1km
333	台山市能晟贸易有限公司广海大郎湾一号养殖场	区域3北侧, 约13.9km
334	台山穗安农业有限公司广海海龙湾二号养殖场	区域3北侧, 约13.8km
335	台山海洋发展集团有限公司广海大郎湾一号养殖场	区域3北侧, 约15km
336	台山旭安农业有限公司广海海龙湾一号养殖场	区域3北侧, 约14.9km
337	台山潺城海洋科技发展有限公司养蚝四号场	区域3北侧, 约14.9km
338	台山市广海卫城旅游发展有限公司养蚝五号场	区域4西北侧, 约14.8km
339	台山潺城海洋科技发展有限公司养蚝六号场	区域4西北侧, 约14.8km
340	台山市鲲鹏海洋发展有限公司养蚝七号场	区域3北侧, 约14km
341	台山潺城海洋科技发展有限公司养蚝八号场	区域3东北侧, 约14.1km
342	台山市广海卫城旅游发展有限公司养蚝九号场	区域3北侧, 约13km
343	台山市广海镇底播养殖十号场	区域4西北侧, 约12.9km
344	台山市广海镇底播养殖十一号场	区域4西北侧, 约12.4km
345	台山潺城海洋科技发展有限公司养蚝十二号场	区域4西北侧, 约11.5km
346	台山市鲲鹏海洋发展有限公司养蚝十三号场	区域4西北侧, 约11.2km
347	台山市广海卫城旅游发展有限公司养蚝十四号场	区域4北侧, 约10.5km
348	台山市鲲鹏海洋发展有限公司养蚝十五号场	区域4西北侧, 约10.6km
349	台山市广海卫城旅游发展有限公司养蚝十六号场	区域4西北侧, 约10.2km
350	台山市鲲鹏海洋发展有限公司养蚝十七号场	区域4北侧, 约9.5km
351	台山潺城海洋科技发展有限公司养蚝十八号场	区域3东北侧, 约9.5km
352	台山市鲲鹏海洋发展有限公司养蚝十九号场	区域4西北侧, 约9.3km
353	台山潺城海洋科技发展有限公司养蚝二十号场	区域3东北侧, 约8.5km
354	台山市鲲鹏海洋发展有限公司养蚝二十一号场	区域3东北侧, 约8.5km
355	台山市广海卫城旅游发展有限公司养蚝二十二号场	区域4西北侧, 约8.3km
356	台山市川岛镇上川二角咀网箱养殖二号场	区域4西侧, 约1km
357	台山市川岛镇上川二角咀网箱养殖五号场	区域4西侧, 约0.6km
358	台山市川岛镇上川二角咀网箱养殖一号场	区域4西侧, 约0.5km
359	台山市川岛镇上川大浪湾网箱养殖2号场	区域3东南侧, 约1.1km

序号	开发利用项目名称	位置关系
360	台山市川岛镇上川大浪湾网箱养殖1号场	区域3东南侧, 约0.2km
361	台山市川岛镇上川浪湾黄茅头养蚝二号养殖场	区域4西侧, 约0.9km
362	台山市川岛镇上川浪湾黄茅头养蚝一号养殖场	区域3西侧, 约1.0km
363	台山市川岛镇上川浪湾黄茅头养蚝三号养殖场	区域2西侧, 约1.6km
364	台山市川岛镇上川大萍洲养蚝三号养殖场	区域2西南侧, 约1.8km
365	台山市川岛镇上川黄茅头二号底播养殖场	区域2西南侧, 约1.7km
366	台山市川岛镇上川大萍洲养蚝二号养殖场	区域2西南侧, 约2.3km
367	台山市川岛镇上川大萍洲养蚝一号养殖场	区域2西南侧, 约2.9km
368	台山市能晟贸易有限公司上川昂庄仔一号养殖场	区域2西南侧, 约5.3km
369	台山市川岛镇上川小鲈鱼二号底播养殖场	区域2西南侧, 约5.4km
370	台山市川岛镇上川小鲈鱼一号底播养殖场	区域2西南侧, 约5.9km
371	台山市烽火角水产养殖基地有限公司上川野柑湾二号养殖场	区域2西南侧, 约6.7km
372	台山海洋发展集团有限公司上川野柑湾一号养殖场	区域2西南侧, 约8km
373	台山市川岛镇上川大澳养蚝三号养殖场	区域2西南侧, 约10.4km
374	台山市川岛镇上川大澳养蚝一号养殖场	区域2西南侧, 约11.4km
375	台山市川岛镇上川大澳养蚝二号养殖场	区域2西南侧, 约11.9km
376	台山川岛千帆产业园网箱养殖三号养殖场	区域2西南侧, 约12.9km
377	台山川岛千帆产业园网箱养殖四号养殖场	区域2西南侧, 约13.4km
378	台山市能晟贸易有限公司上川贯草湾二号养殖场	区域2西南侧, 约14.2km
379	台山众安农业有限公司上川贯草湾一号养殖场	区域2西南侧, 约12.2km
380	台山市川岛镇上川贯草湾养蚝一号养殖场	区域2西南侧, 约12.0km
381	台山市川岛镇上川北窠底播一号养殖场	区域2西南侧, 约9.5km
382	台山市川岛镇上川大湾海养蚝十一号养殖场	区域2西南侧, 约10.8km
383	台山市川岛镇上川大湾海养蚝十二号养殖场	区域2西南侧, 约10.8km
384	台山市川岛镇上川大湾海养蚝十三号养殖场	区域2西南侧, 约11.2km
385	台山市川岛镇上川企头湾养蚝一号养殖场	区域2西南侧, 约11.3km
386	台山市川岛镇上川企头湾养蚝二号养殖场	区域2西南侧, 约12.2km
387	台山市川岛镇上川企头湾养蚝三号养殖场	区域2西南侧, 约11.8km
388	台山市川岛镇上川沙栏心底播一号养殖场	区域2西南侧, 约12.6km
389	台山市川岛镇上川大湾海养蚝十号养殖场	区域2西南侧, 约11.5km
390	台山市川岛镇上川大湾海养蚝九号养殖场	区域2西南侧, 约12.0km
391	台山市川岛镇上川贯草湾养蚝二号养殖场	区域2西南侧, 约11.9km
392	台山市川岛镇上川大湾海养蚝七号养殖场	区域2西南侧, 约12.5km
393	台山市川岛镇上川大湾海养蚝八号养殖场	区域2西南侧, 约12.5km
394	台山市川岛镇上川大湾海养蚝一号养殖场	区域2西南侧, 约13.3km
395	台山市川岛镇上川大湾海养蚝二号养殖场	区域2西南侧, 约13.6km
396	台山市川岛镇上川大湾海养蚝五号养殖场	区域2西南侧, 约13.4km
397	台山市川岛镇上川大湾海养蚝四号养殖场	区域2西南侧, 约13.7km
398	台山市川岛镇上川大湾海养蚝三号养殖场	区域2西南侧, 约13.8km
399	台山市川岛镇上川大湾海养蚝六号养殖场	区域2西南侧, 约13.7km
400	台山市川岛镇上川沙堤渔业村米湾底播二号场	区域2西南侧, 约16.0km
401	台山市川岛镇上川茶湾一号底播养殖场	区域4西南侧, 约5km
402	台山市川岛镇上川飞沙里湾一号底播养殖场	区域2东南侧, 约9.1km
403	台山市川岛镇上川飞沙滩一号底播养殖场	区域2东南侧, 约7.0km
404	台山市川岛镇上川飞沙滩二号底播养殖场	区域2东南侧, 约7.1km
405	台山市川岛镇上川飞沙滩三号底播养殖场	区域2东南侧, 约7.5km
406	台山市川岛镇上川飞沙滩四号底播养殖场	区域2东南侧, 约7.4km

序号	开发利用项目名称	位置关系
407	台山市川岛镇上川飞沙滩五号底播养殖场	区域 2 东南侧, 约 8.3km
408	台山市川岛镇上川飞沙滩六号底播养殖场	区域 2 东南侧, 约 8.6km
409	台山市川岛镇上川飞沙滩七号底播养殖场	区域 2 东南侧, 约 8.7km
410	台山市川岛镇上川飞沙滩八号底播养殖场	区域 2 东南侧, 约 9.6km
411	台山市川岛镇上川高冠一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 10.2km
412	台山市川岛镇上川高冠二号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 10.5km
413	台山市川岛镇上川高冠三号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 10.6km
414	台山市川岛镇上川高冠桁架式网箱养殖一号场	区域 2 东南侧, 约 11.8km
415	台山市川岛镇上川高冠四号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 11.3km
416	台山市川岛镇上川高冠五号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 11.6km
417	台山市川岛镇上川高冠六号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.2km
418	台山旭安农业有限公司二号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.3km
419	台山穗安农业有限公司二号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.4km
420	台山众安农业有限公司二号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.4km
421	台山海洋发展集团有限公司一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.5km
422	台山旭安农业有限公司一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.7km
423	台山穗安农业有限公司一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.8km
424	台山众安农业有限公司一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 12.9km
425	台山海洋发展集团有限公司二号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 13.2km
426	台山市烽火角水产养殖基地有限公司一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 13.4km
427	台山市能晟贸易有限公司一号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 13.5km
428	台山市川岛镇上川高冠七号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 13.6km
429	台山市川岛镇上川高冠八号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 13.8km
430	台山市川岛镇上川高冠九号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 14.0km
431	台山市川岛镇上川高冠十号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 14.1km
432	台山市川岛镇上川竹旗湾一号底播养殖场	区域 2 东南侧, 约 14.2km
433	台山众安农业有限公司四号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 14.4km
434	台山旭安农业有限公司三号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 14.5km
435	台山穗安农业有限公司三号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 14.7km
436	台山市川岛镇上川高冠十二号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 15.0km
437	台山市川岛镇上川高冠十三号深海养殖场	区域 2 东南侧, 约 15.2km
438	台山赤溪黄茅海三号养殖场	区域 4 东北侧, 约 16.5km
439	台山赤溪黄茅海四号养殖场	区域 4 东北侧, 约 17.7km
440	台山赤溪黄茅海五号养殖场	区域 4 东北侧, 约 18.7km

图 4.3-1a 海域开发利用现状图（总图）（不含开放式养殖项目、航道航路及锚地）

图 4.3-1b 海域开发利用现状图（分幅 1）

图 4.3-1c 海域开发利用现状图（分幅 2）

图 4.3-1d 海域开发利用现状图（分幅 3）

图 4.3-1e 海域开发利用现状图（分幅 4）

图 4.3-2a 开放式养殖项目分布情况（总图）

图 4.3-2b 开放式养殖项目分布情况（分幅 1）

图 4.3-2c 开放式养殖项目分布情况（分幅 2）

图 4.3-2d 开放式养殖项目分布情况（分幅 3）

图 4.3-2e 开放式养殖项目分布情况（分幅 4）

图 4.3-2f 开放式养殖项目分布情况（分幅 5）

图 4.3-2g 开放式养殖项目分布情况（分幅 6）

图 4.3-2h 开放式养殖项目分布情况（分幅 7）

图 4.3-3 航道、航路分布图

图 4.3-4 错地分布图

5 生态环境现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状监测与评价

本节引用《台山市海洋牧场基础设施建设项目附近海域海洋水文测验技术报告（夏季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2023 年 9 月）、《台山市海洋牧场基础设施建设项目附近海域海洋水文测验技术报告（冬季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2024 年 1 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2023 年 8 月和 2024 年 1 月在项目附近海域进行的水文动力观测数据。

5.1.1 调查概况

(1) 夏季

本次调查共布设 12 个水文站位（JML1~JML12 站位）和 3 个潮位观测站位（JMC1、JMC2 和 JMC3 站位），具体位置见表 5.1.1-1 和图 5.1.1-1。

表 5.1.1-1 夏季水文观测站坐标和观测内容

站号	经度 (E)	纬度 (N)	水深 (m)	观测要素	观测时间
JML1			2.2~4.6	海流、悬沙、粒径、温盐、 风速风向	2023 年 8 月 18 日 11 时至 2023 年 8 月 19 日 13 时
JML2			12.9~15.2	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML3			9.8~12	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML4			27.9~30.2	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML5			3.3~5.7	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML6			3.8~6.2	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML7			34.4~36.7	海流、悬沙、粒径、温盐、 风速风向	
JML8			2.2~4.5	海流、悬沙、粒径、温盐、 风速风向	
JML9			4.8~7.2	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML10			17~19.4	海流、悬沙、粒径、温盐、 风速风向	
JML11			27.6~30	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML12			31.6~34	海流、悬沙、粒径、温盐	
JMC1			/	潮位	2023 年 8 月 18 日 00 时至 2023 年 9 月 01 日 23 时
JMC2			/	潮位	
JMC3			/	潮位	

图 5.1.1-1 夏季和冬季水文观测站位图

(2) 冬季

本次调查共布设 12 个水文站位（JML1~JML12 站位）和 3 个潮位观测站位（JMC1、JMC2 和 JMC3 站位），具体位置见表 5.1.1-2 和图 5.1.1-1。

表 5.1.1-2 冬季水文观测站坐标和观测内容

站号	经度 (E)	纬度 (N)	水深 (m)	观测要素	观测时间
JML1			1.7~4.7	海流、悬沙、粒径、温盐、风速 风向	2024 年 1 月 11 日 10 时至 2024 年 1 月 12 日 12 时
JML2			13.5~16.7	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML3			10.5~13.6	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML4			29.5~32.6	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML5			3.9~7	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML6			4.5~7.6	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML7			35.1~38.1	海流、悬沙、粒径、温盐、风速 风向	
JML8			2.5~5.4	海流、悬沙、粒径、温盐、风速 风向	
JML9			3~6.2	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML10			11.7~14.9	海流、悬沙、粒径、温盐、风速 风向	
JML11			35.5~38.5	海流、悬沙、粒径、温盐	
JML12			30.3~33.2	海流、悬沙、粒径、温盐	
JMC1			/	潮位	2024 年 1 月 11 日 00 时至 2024 年 1 月 25 日 23 时
JMC2			/	潮位	
JMC3			/	潮位	

5.1.2 风速风向、海况

(1) 夏季

本次水文观测期间，风向以西南风为主，风速在 0.6m/s ~ 5.8m/s 之间，观测海区的东南海域风速较大，而处于近岸的站点相对风速较小。各个站位海况均为 1 级。

(2) 冬季

本次水文观测期间，风向以西南风为主，风速在 3.1m/s ~ 11.9m/s 之间，观测海区越靠近外海的站位风速越大（遮挡物较小，风阻小，故而风速较大），而处于近岸的站点相对风速较小。JML4、JML7、JML11 和 JML12 站位海况为 2 级，其余各个站位海况均为 1 级。

5.1.3 潮位

5.1.3.1 实测潮位统计分析

临时潮位站的基面采用的是观测时间段内得到的理论深度基准面。

(1) 夏季

根据 JMC1、JMC2 和 JMC3 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得到的潮位资料时间为 2023 年 08 月 18 日 00 时至 2023 年 09 月 01 日 23 时（15 天），如图 5.1.3-1 至 5.1.3-3 所示（黑色线段表示 15 天的观测潮位数据，红色线段

表示海流观测时间段的潮位数据)。为了验证潮位资料的真实有效性,同时展示观测海域附近的两个潮位观测点:上川岛和高栏岛,其中黑色的线表示上川岛和高栏岛,红色表示 JMC1 站的潮位,蓝色表示 JMC2 站的潮位,绿色表示 JMC3 站的潮位,绘制时间为 2023 年 08 月 10 日 0 时至 2023 年 09 月 09 日 23 时(一个月),其数据来自于国家海洋信息中心,如图 5.1.3-4 至图 5.1.3-5 所示。

由图表可知,各个站位的潮汐基本一样,在一个太阴日内有两次高潮和两次低潮,但相邻的高潮或低潮的高度不等,涨潮时和落潮时也不等。

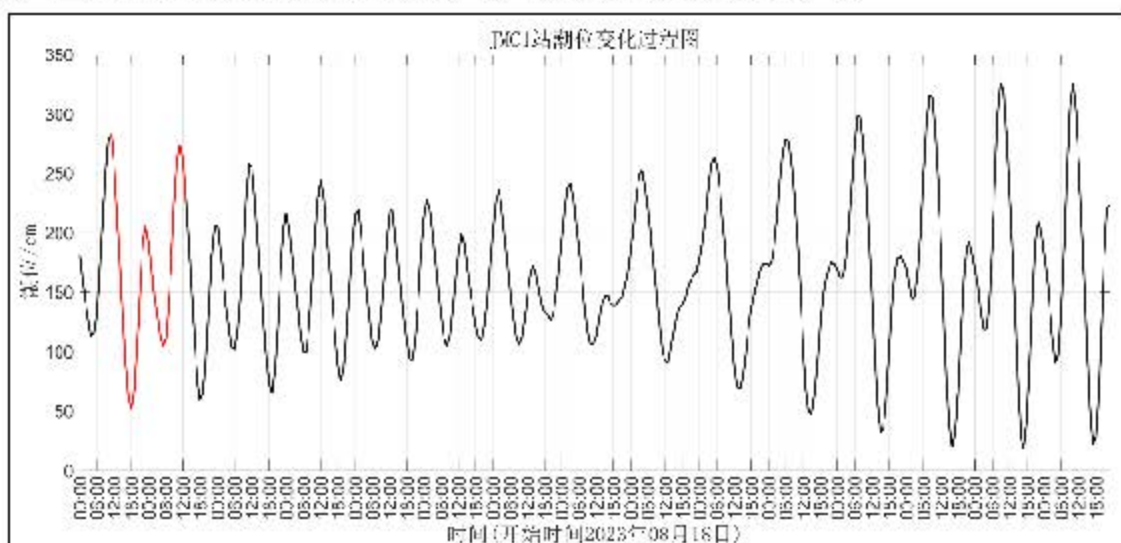


图 5.1.3-1 夏季 JMC1 站潮位过程曲线

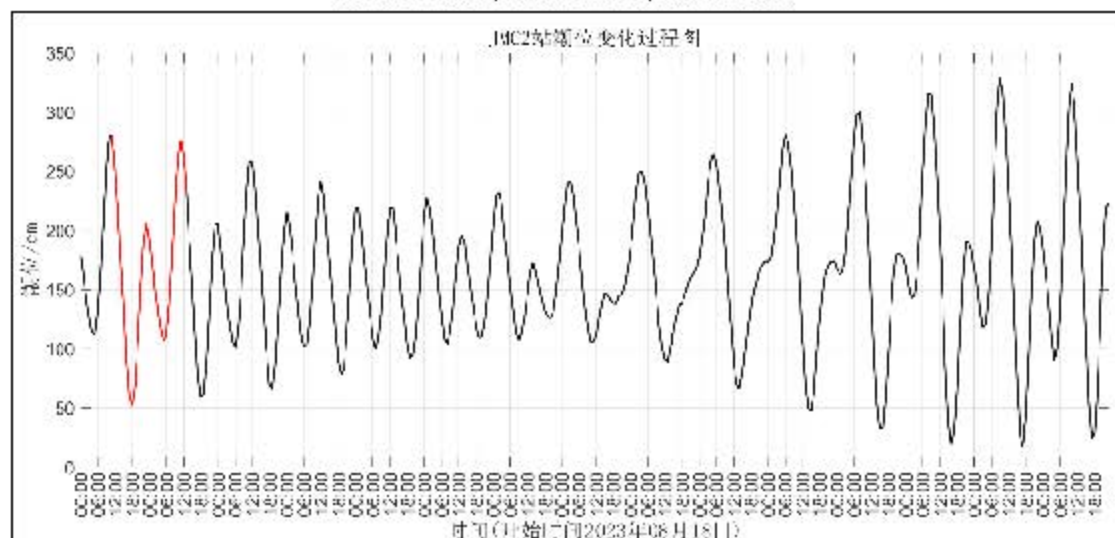
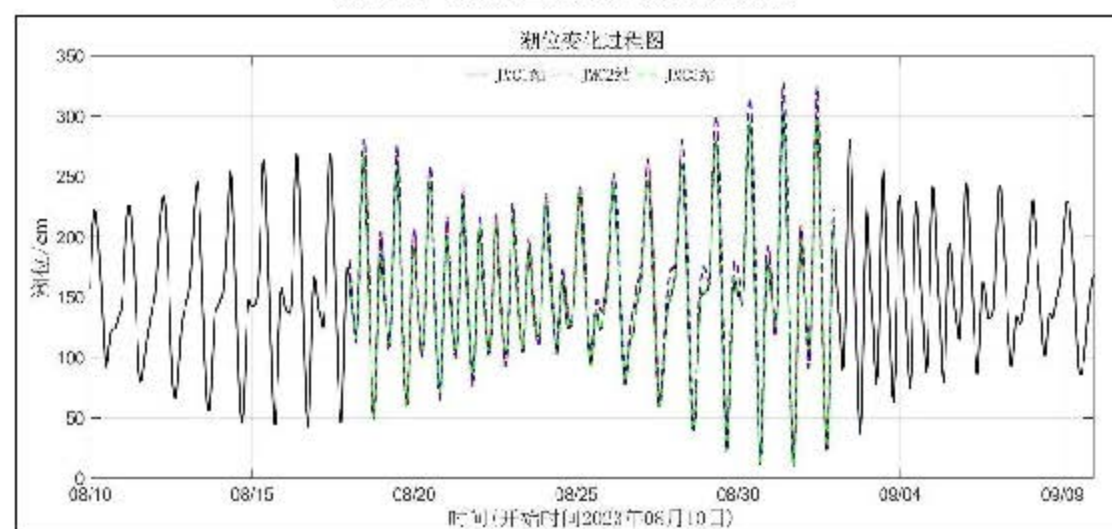
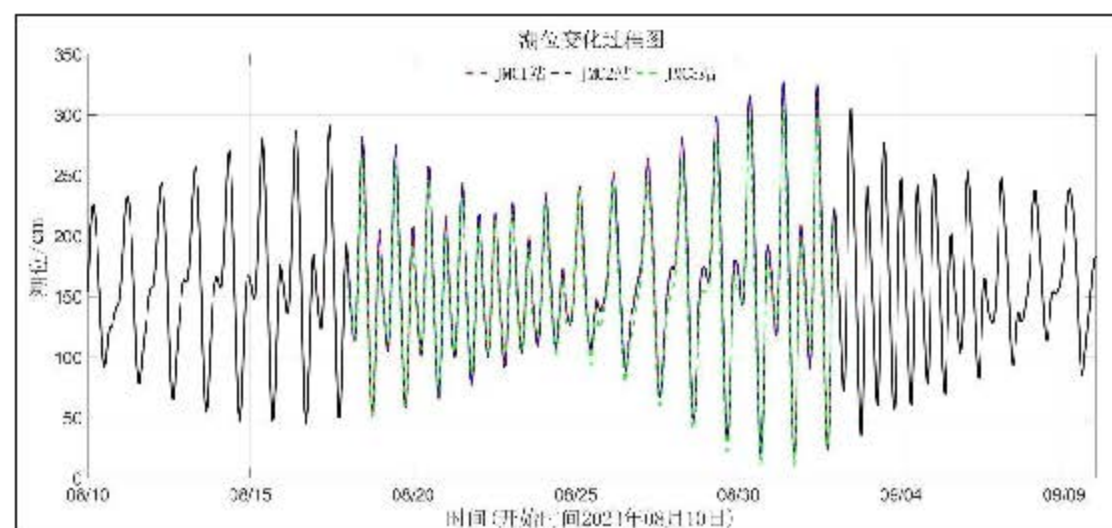
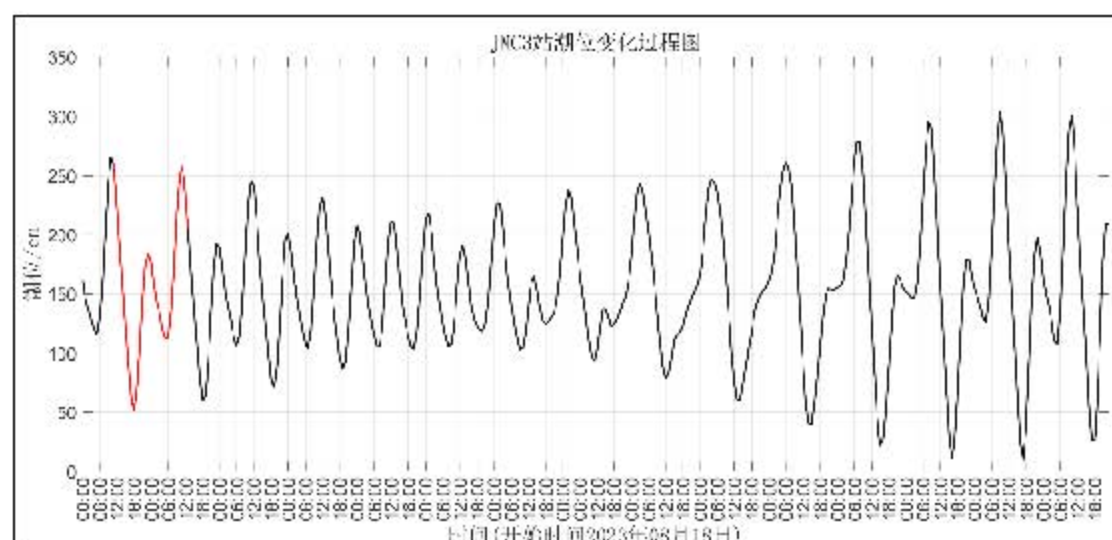


图 5.1.3-2 夏季 JMC2 站潮位过程曲线



(2) 冬季

根据 JMC1、JMC2 和 JMC3 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得到的潮位资料时间为 2024 年 01 月 11 日 00 时至 2024 年 01 月 25 日 23 时（15 天），如图 5.1.3-6 至 5.1.3-8 所示（黑色线段表示 15 天的观测潮位数据，红色线段表示海流观测时间段的潮位数据）。为了验证潮位资料的真实有效性，同时展示观测海域附近的两个潮位观测点：上川岛和高栏岛，其中黑色的线表示上川岛和高栏岛，红色表示 JMC1 站的潮位，蓝色表示 JMC2 站的潮位，绿色表示 JMC3 站的潮位，绘制时间为 2024 年 01 月 03 日 0 时至 2024 年 02 月 02 日 23 时（一个月），其数据来自于国家海洋信息中心，如图 5.1.3-9 至图 5.1.3-10 所示。

由图表可知，各个站位的潮汐基本一样，在一个太阴日内有两次高潮和两次低潮，但相邻的高潮或低潮的高度不等，涨潮时和落潮时也不等。

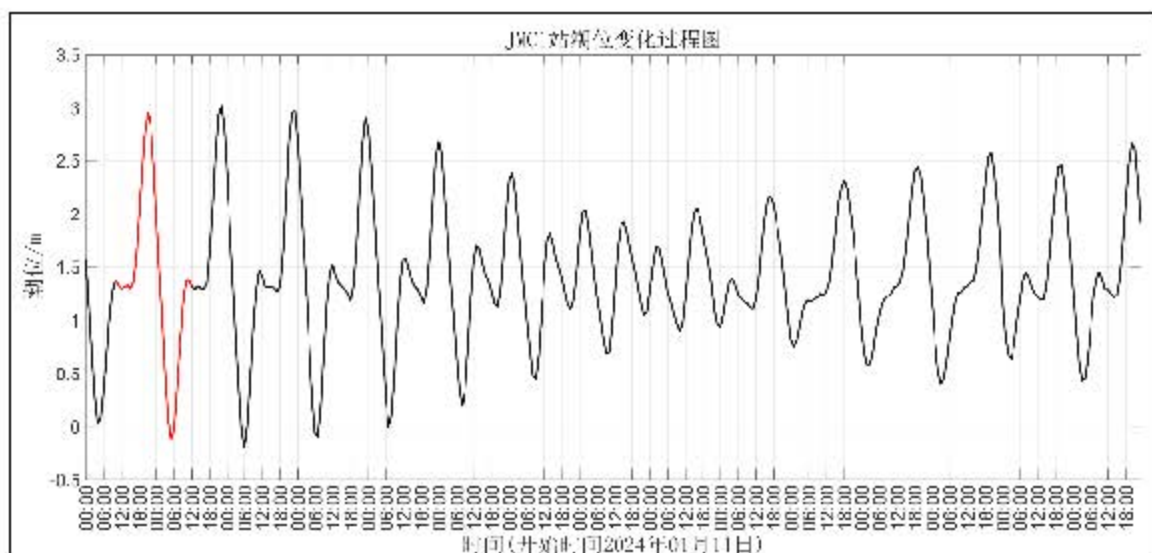


图 5.1.3-6 冬季 JMC1 站潮位过程曲线

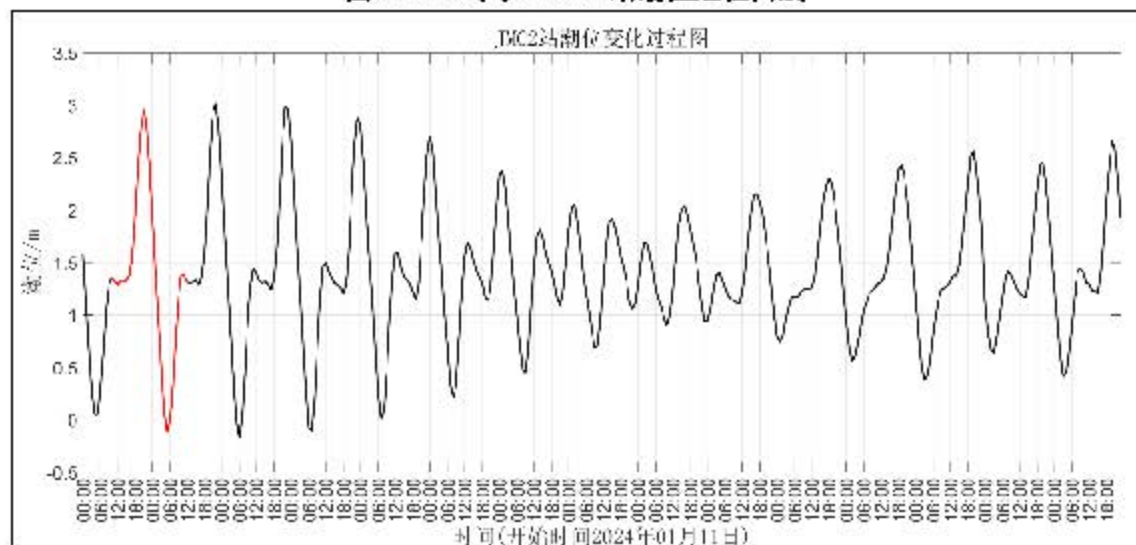
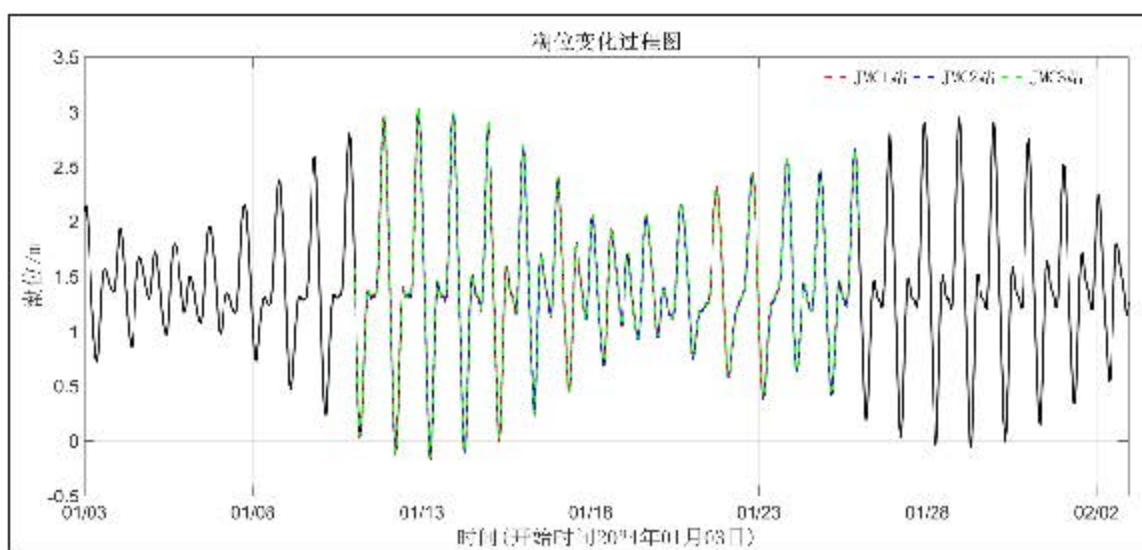
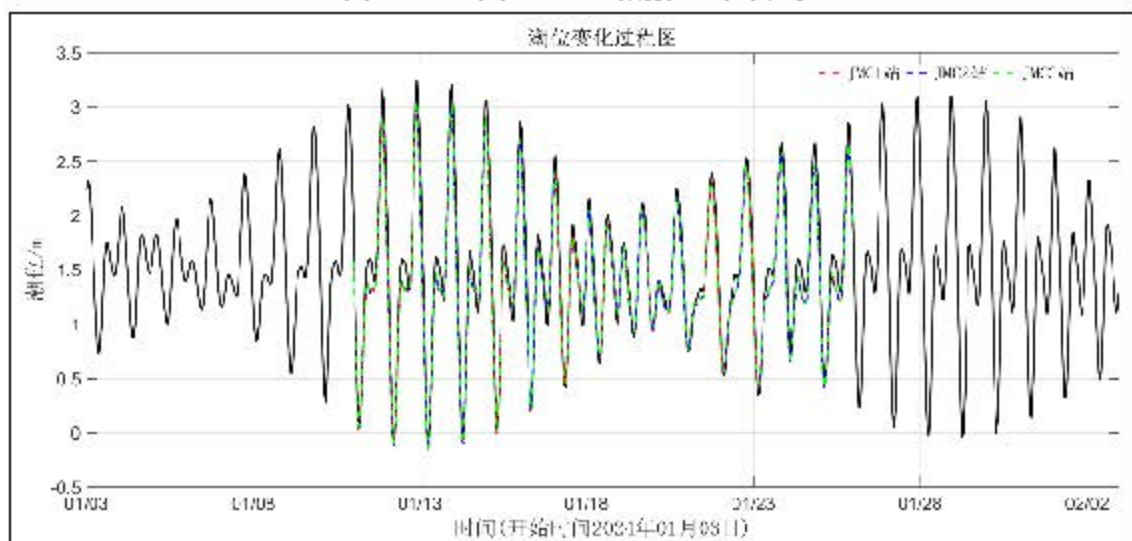
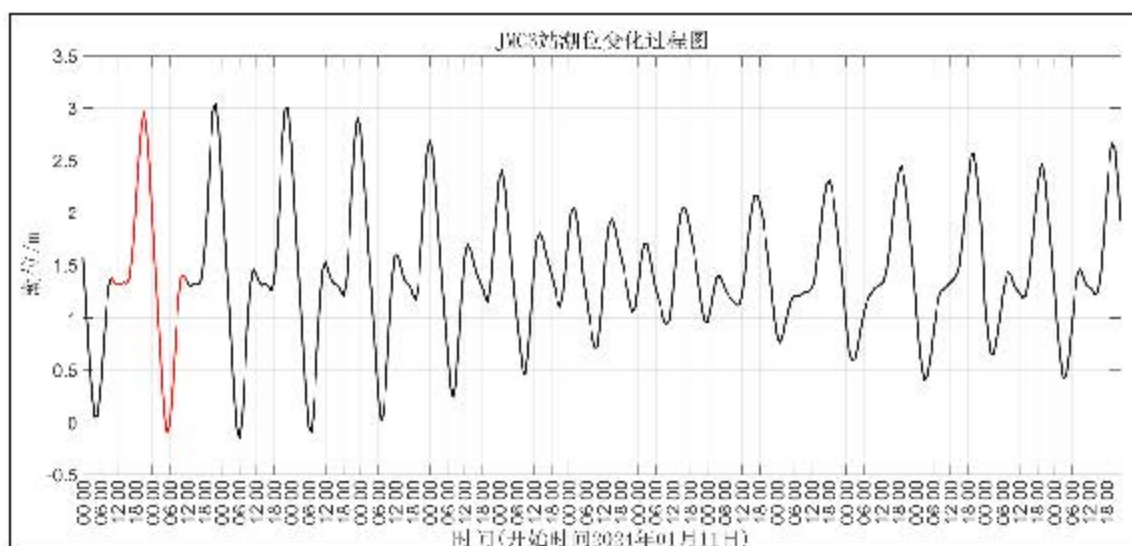


图 5.1.3-7 冬季 JMC2 站潮位过程曲线



5.1.3.2 潮汐调和分析

(1) 夏季

根据收集的 JMC1、JMC2 和 JMC3 连续 15 天潮位资料, 为了获得较准确的潮汐调和常数, 采用引入差比数 (采用了上川岛的差比关系) 的最小二乘法对潮位进行调和分析, 分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数, 表 5.1.3-1 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 5.1.3-1 夏季调查海区调和常数统计分析 (基于 15 天)

分潮	JMC1		JMC2		JMC3	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
O ₁	33.33	249	33.36	249	33.19	246
K ₁	36.13	325	36.31	325	36.02	319
M ₂	60.40	274	60.30	274	52.50	268
S ₂	30.60	331	30.52	331	26.42	328
M ₄	6.54	97	6.66	96	8.60	94
MS ₄	3.53	170	3.52	169	6.91	184

由表可知, 临时潮位站的分潮中 M₂分潮振幅皆最大, 其中 JMC1 的 M₂分潮振幅为约为 60.40cm, 迟角为 274°; JMC2 的 M₂分潮振幅约为 60.30cm, 迟角为 274°; JMC3 的 M₂分潮振幅约为 52.50cm, 迟角为 268°。

(2) 冬季

根据收集的 JMC1、JMC2 和 JMC3 连续 15 天潮位资料, 为了获得较准确的潮汐调和常数, 采用引入差比数 (采用了上川岛的差比关系) 的最小二乘法对潮位进行调和分析, 分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数, 表 5.1.3-2 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 5.1.3-2 冬季调查海区调和常数统计分析 (基于 15 天)

分潮	JMC1		JMC2		JMC3	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
O ₁	28.88	252	28.95	252	28.91	252
K ₁	49.75	314	49.76	314	49.75	314
M ₂	55.79	277	55.67	277	55.75	277
S ₂	15.99	330	16.00	330	16.10	329
M ₄	9.33	99	9.47	99	9.39	100
MS ₄	3.55	193	3.49	192	3.49	195

由表可知, 临时潮位站的分潮中 M₂分潮振幅皆最大, 其中 JMC1 的 M₂分潮振幅为约为 55.79cm, 迟角为 277°; JMC2 的 M₂分潮振幅约为 55.67cm, 迟角为 277°; JMC3 的 M₂分潮振幅约为 55.75cm, 迟角为 277°。

5.1.3.3 潮汐性质和潮汐特征值

(1) 夏季

采用主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F = (H_{O_1} + H_{K_1})/H_{M_2}$ 作为划分潮汐性质的判据:

$F < 0.5$ 正规半日潮

$0.5 \leq F < 2.0$ 不正规半日潮

$2.0 \leq F < 4.0$ 不正规全日潮

$4.0 \leq F$ 正规全日潮

对 JMC1、JMC2 和 JMC3 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析, 结果如表 5.1.3-3 所示, 临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 1.15、1.16 和 1.32, 说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。同时, 通过上川岛站和高栏岛站的一个月的潮位数据, 计算两个潮位观测站的潮汐性质系数, 其结果分别为 1.10 和 1.26; 而测量海区更靠近上川岛站。因此 JMC1、JMC2 和 JMC3 站为不正规半日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为 3.29m, 最低潮位为 0.11m, 最大涨潮潮差为 2.34m, 最大落潮潮差为 3.12m。

表 5.1.3-3 夏季测验所设潮位站潮汐特征值统计

特征值	JMC1	JMC2	JMC3
最高潮位 (m)	3.26	3.29	3.04
最低潮位 (m)	0.19	0.17	0.11
平均潮位 (m)	1.62	1.62	1.53
最大涨潮潮差 (m)	2.34	2.34	2.00
最大落潮潮差 (m)	3.07	3.12	2.94
平均涨潮历时 (h)	12	12	12
平均落潮历时 (h)	13	13	13
潮汐性质系数 F	1.15	1.16	1.32
潮汐类型	不正规半日潮	不正规半日潮	不正规半日潮

(2) 冬季

对 JMC1、JMC2 和 JMC3 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析, 结果如表 5.1.3-4 所示, 临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 1.41、1.41 和 1.41, 说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。同时, 通过上川岛站和高栏岛站的一个月的潮位数据, 计算两个潮位观测站的潮汐性质系数, 其结果分别为 1.21 和 1.34; 而测量海区更靠近上川岛站。因此 JMC1、JMC2 和 JMC3 站为不正规半日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为 3.05m, 最低潮位为 -0.19m, 最大涨潮潮差为 2.18m, 最大落潮潮差为 3.21m。

表 5.1.3-4 冬季测验所设潮位站潮汐特征值统计

特征值	JMC1	JMC2	JMC3
-----	------	------	------

最高潮位 (m)	3.02	3.02	3.05
最低潮位 (m)	-0.19	-0.17	-0.15
平均潮位 (m)	1.40	1.40	1.41
最大涨潮潮差 (m)	2.18	1.87	2.17
最大落潮潮差 (m)	3.21	3.19	3.20
平均涨潮历时 (h)	12	12	13
平均落潮历时 (h)	12	13	12
潮汐性质系数F	1.41	1.41	1.41
潮汐类型	不正规半日潮	不正规半日潮	不正规半日潮

5.1.4 实测海流

(1) 夏季

从海流的运动状态来看，观测期内各站点海流表现出了明显的往复流的特征，从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐（半日潮区）的影响，该海区表现出了极强的规律性；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 85.1cm/s，最大落潮流速为 104.8cm/s，均出现在 JML9 站 0.2H 层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 51.1cm/s 和 52.5cm/s，均出现在 JML9 站 0.2H 层。在垂向结构上看，水深浅的站位流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大，而水深超过 15 米的站位，表现为流速大小从表层到底层依次减小。在水平上，表现出了半日潮区的潮汐特征，具有明显的周期性；且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大（受到地形的挤压流速变大）。大部分观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐（半日潮区）的影响，该海区表现出了极强的规律性；小部分的站位（JML3、JML4、JML7、JML11、JML12）的表层受风场的控制，表现出强的东向流，而在底层则恢复往复流的特征。在垂向结构上看，水深浅的站位流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大，而水深超过 15 米的站位，表现为流速大小从表层到底层依次减小。

图 5.1.4-1 夏季表层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-2 夏季 0.2H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-3 夏季 0.4H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-4 夏季 0.6H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-5 夏季 0.8H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-6 夏季底层海流平面分布矢量图

表 5.1.4-1 夏季大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	层次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大 流速	对应时刻 流向	涨潮平均 流速	平均流向	落潮最大 流速	对应时刻 流向	落潮平均 流速	平均流向
JML1	0.2H 层	70.9	171	39.8	225	90.1	182	46.3	162
	0.8H 层	71.5	173	36.6	238	68.0	182	32.4	204
	垂线平均	71.2	172	38.2	232	79.0	182	39.4	183
JML2	表层	70.9	171	39.0	227	90.1	182	46.2	183
	0.2H 层	71.5	173	36.6	229	68.0	182	32.8	204
	0.4H 层	71.3	166	39.4	194	87.6	181	46.3	202
	0.6H 层	71.5	183	38.6	196	89.1	180	45.6	178
	0.8H 层	72.0	181	38.8	198	83.3	180	45.3	174
	底层	75.2	179	38.4	197	83.9	180	46.9	176
	垂线平均	72.1	175	38.5	207	83.7	181	43.8	186
JML3	表层	28.9	121	12.1	157	61.0	132	32.4	109
	0.2H 层	30.3	103	14.9	219	57.9	143	29.4	133
	0.4H 层	25.0	77	12.2	228	53.8	128	27.8	130
	0.6H 层	28.4	23	15.9	184	45.6	120	22.9	131
	0.8H 层	32.0	37	17.6	189	30.2	133	18.7	128
	底层	29.1	18	15.3	223	24.7	142	16.3	140
	垂线平均	29.0	63	14.7	200	45.5	133	24.6	129
JML4	表层	39.2	119	20.5	93	72.2	113	47.5	102
	0.2H 层	30.6	123	24.7	71	65.1	120	42.9	110
	0.4H 层	27.2	73	19.6	102	52.0	111	31.9	100
	0.6H 层	23.3	68	17.1	160	39.6	98	27.3	98
	0.8H 层	18.1	104	11.1	102	38.3	107	26.7	107
	底层	21.6	126	14.1	261	40.7	116	16.2	104
	垂线平均	26.7	102	17.9	132	51.3	111	32.1	103
JML5	0.2H 层	30.5	91	19.1	272	21.8	73	14.0	94
	0.6H 层	30.4	88	17.8	268	22.7	77	13.9	94
	0.8H 层	30.0	71	18.7	272	23.1	71	13.8	92
	垂线平均	30.3	83	18.5	271	22.5	74	13.9	93
JML6	0.2H 层	64.8	178	35.1	103	43.0	180	19.8	168
	0.6H 层	57.4	181	33.2	136	33.5	178	21.8	167
	0.8H 层	49.4	7	26.0	87	57.8	162	20.3	173
	垂线平均	57.2	122	31.4	109	44.8	173	20.6	169
JML7	表层	35.6	94	18.9	99	75.1	112	44.5	104
	0.2H 层	27.2	120	18.3	48	64.2	111	34.6	93
	0.4H 层	29.0	63	16.6	166	44.4	113	25.7	85
	0.6H 层	16.6	25	11.9	163	37.9	69	17.6	92
	0.8H 层	18.3	109	11.7	232	24.4	103	16.4	100
	底层	19.1	111	12.0	279	23.5	111	14.1	107
	垂线平均	24.3	87	14.9	164	44.9	103	25.5	97

站 位	层 次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大 流速	对应时刻 流向	涨潮平均 流速	平均流向	落潮最大 流速	对应时刻 流向	落潮平均 流速	平均流向
JML8	0.2H 层	72.1	231	39.2	192	77.7	191	46.2	157
	0.8H 层	60.1	186	35.9	137	53.5	187	30.6	140
	垂线平均	66.1	209	37.6	165	65.6	189	38.4	149
JML9	0.2H 层	85.1	190	51.1	120	104.8	198	52.5	156
	0.6H 层	62.8	204	38.4	109	64.4	200	27.9	170
	0.8H 层	50.2	223	33.0	68	40.8	195	20.2	200
	垂线平均	66.0	206	40.9	99	70.0	198	33.5	175
JML10	表层	25.8	135	13.6	263	58.8	129	34.3	140
	0.2H 层	22.8	213	13.2	264	53.4	117	27.8	136
	0.4H 层	29.4	119	18.0	274	35.5	119	12.9	150
	0.6H 层	26.0	142	15.9	292	15.6	354	10.8	154
	0.8H 层	21.7	125	13.5	259	16.7	176	9.0	151
	底层	23.0	124	13.6	232	17.0	353	9.7	148
	垂线平均	24.8	143	14.6	264	32.8	208	17.4	147
JML11	表层	19.1	77	12.0	186	43.7	97	24.3	144
	0.2H 层	20.0	69	12.1	227	39.2	106	19.3	131
	0.4H 层	25.3	94	13.6	257	26.3	93	12.6	131
	0.6H 层	22.1	119	12.8	200	19.1	115	10.6	112
	0.8H 层	18.3	61	11.5	247	15.8	116	9.5	110
	底层	21.6	102	11.4	259	15.6	112	10.1	117
	垂线平均	21.1	87	12.2	229	26.6	107	14.4	124
JML12	表层	49.9	89	37.0	89	80.4	88	51.7	89
	0.2H 层	37.0	87	25.8	68	71.4	90	40.3	85
	0.4H 层	26.5	73	16.0	75	43.7	73	27.2	78
	0.6H 层	15.5	75	8.9	172	29.2	73	15.5	70
	0.8H 层	17.3	75	10.5	273	25.4	62	10.8	72
	底层	16.2	335	10.7	274	13.3	99	7.7	83
	垂线平均	27.1	123	18.2	158	43.9	81	25.5	80

(2) 冬季

从海流的运动状态来看,观测期内各站点海流表现出了明显的往复流的特征,从各站海流过程矢量图可以看出,各观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐(半日潮区)的影响,该海区表现出了极强的规律性;在垂向结构上看,流速整体分布均匀,各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 93.9cm/s,最大落潮流速为 104.1cm/s,分别出现在 JML8 站 0.2H 层和 JML9 站 0.8H 层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 47.1cm/s 和 51.3cm/s,分别出现在 JML11 站表层和 JML8 站 0.2H 层。在垂向结构上看,水深浅的站点流速整体分布均匀,各层次的流速差异不大,而水深超过 15 米的站点,表现为流速大小从表层到底层依次减小。在水平上,表现出了半日潮区的潮汐特征,具有明显的周期性;且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大(受到地形的挤压流速

变大)。大部分观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐(半日潮区)的影响,该海区表现出了极强的规律性;小部分的站位(JML2、JML3、JML4、JML7、JML11、JML12)的表层受风场的控制,表现出强的西向流,而在底层则恢复往复流的特征。在垂向结构上看,水深浅的站位流速整体分布均匀,各层次的流速差异不大,而水深超过15米的站位,表现为流速大小从表层到底层依次减小。

图 5.1.4-7 冬季表层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-8 冬季 0.2H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-9 冬季 0.4H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-10 冬季 0.6H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-11 冬季 0.8H 层海流平面分布矢量图

图 5.1.4-11 冬季底层海流平面分布矢量图

表 5.1.4-2 冬季大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	层次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
JML1	0.2H 层	53.0	6	27.8	211	64.4	354	28.8	200
	0.8H 层	55.9	359	26.0	206	67.7	359	26.6	134
	垂线平均	54.5	182	26.9	208	66.0	356	27.7	167
JML2	表层	47.2	269	28.7	296	28.5	279	19.9	218
	0.2H 层	47.0	274	27.1	296	28.0	258	18.7	216
	0.4H 层	42.3	267	23.7	299	25.5	306	15.7	213
	0.6H 层	34.4	278	19.4	306	22.5	309	12.6	206
	0.8H 层	32.0	126	15.7	302	19.5	320	10.3	182
	底层	28.3	34	13.4	287	15.7	319	9.0	163
	垂线平均	38.5	208	21.3	298	23.3	299	14.4	200
JML3	表层	63.4	277	38.8	304	36.5	284	21.6	232
	0.2H 层	61.3	281	37.7	306	31.6	288	21.8	236
	0.4H 层	54.1	273	32.0	313	31.1	322	19.4	230
	0.6H 层	36.6	244	20.5	315	29.9	320	16.4	193
	0.8H 层	29.7	206	14.2	290	27.4	310	14.5	169
	底层	21.2	219	12.1	275	23.2	286	12.1	193
	垂线平均	44.4	250	25.9	300	30.0	302	17.6	209
JML4	表层	44.5	244	31.2	290	30.4	263	17.4	227
	0.2H 层	41.6	246	28.7	289	27.2	258	18.4	217
	0.4H 层	38.0	258	25.3	289	25.8	294	17.0	217

站 位	层 次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大 流速	对应时刻 流向	涨潮平均 流速	平均流向	落潮最大 流速	对应时刻 流向	落潮平均 流速	平均流向
	0.6H 层	39.4	270	22.7	289	22.8	281	14.7	217
	0.8H 层	37.0	288	20.7	297	23.5	292	11.6	205
	底层	35.6	196	18.1	281	23.3	290	11.1	168
	垂线平均	39.4	250	24.4	289	25.5	280	15.0	208
JML5	0.2H 层	19.9	266	13.4	272	31.9	285	14.8	153
	0.6H 层	20.4	145	11.6	254	33.3	292	13.9	131
	0.8H 层	24.3	160	11.7	230	35.7	283	14.1	140
	垂线平均	21.5	190	12.2	252	33.6	286	14.3	141
JML6	0.2H 层	55.0	10	22.6	199	73.6	353	37.1	173
	0.6H 层	51.1	14	23.1	124	63.6	1	33.8	149
	0.8H 层	44.3	14	21.4	120	56.3	11	28.2	120
	垂线平均	50.1	13	22.4	148	64.5	122	33.0	147
JML7	表层	44.1	239	25.7	265	33.0	246	21.4	214
	0.2H 层	46.9	271	34.2	270	36.0	252	24.6	202
	0.4H 层	38.3	259	22.9	277	27.2	301	15.1	207
	0.6H 层	27.8	284	17.7	253	30.7	315	15.1	174
	0.8H 层	20.9	287	13.5	242	31.2	51	18.8	173
	底层	20.7	45	12.5	240	27.4	336	14.7	132
	垂线平均	33.1	231	21.1	258	30.9	250	18.3	184
JML8	0.2H 层	93.9	201	42.5	134	89.7	356	51.3	111
	0.8H 层	89.5	244	36.2	144	67.6	9	39.0	115
	垂线平均	91.7	223	39.4	139	78.7	183	45.1	113
JML9	0.2H 层	74.8	176	34.8	176	103.5	6	46.9	127
	0.6H 层	70.6	120	35.2	62	104.0	12	46.0	121
	0.8H 层	64.4	184	33.4	80	104.1	14	41.7	126
	垂线平均	69.9	160	34.5	106	103.9	11	44.9	125
JML10	表层	59.8	253	30.4	267	39.4	295	23.0	207
	0.2H 层	58.9	254	29.0	269	41.7	299	24.4	210
	0.4H 层	53.3	206	26.9	253	41.5	300	21.3	199
	0.6H 层	38.7	112	23.8	269	38.6	301	18.9	134
	0.8H 层	33.2	274	19.1	269	39.9	316	20.7	162
	底层	31.3	146	14.5	255	37.9	147	19.0	214
	垂线平均	45.9	207	23.9	264	39.8	276	21.2	188
JML11	表层	78.8	225	47.1	246	76.1	231	25.8	198
	0.2H 层	67.1	241	42.5	256	60.1	238	24.7	201
	0.4H 层	40.0	255	27.2	266	23.8	254	18.8	207
	0.6H 层	25.8	248	18.7	275	21.6	258	14.8	211
	0.8H 层	24.9	269	15.3	283	22.8	277	12.1	219
	底层	22.0	254	12.3	242	17.9	308	10.3	211
	垂线平均	43.1	249	27.2	261	37.1	261	17.8	208
JML12	表层	48.8	252	32.5	228	44.7	226	21.3	196
	0.2H 层	32.2	219	23.6	237	23.4	230	19.3	193
	0.4H 层	31.3	240	21.6	250	22.1	242	15.6	199
	0.6H 层	30.9	228	20.7	253	21.9	261	14.9	205
	0.8H 层	31.5	217	20.6	256	20.0	274	13.8	213
	底层	28.9	229	19.0	256	18.6	264	13.9	212

站位	层次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
	垂线平均	33.9	231	23.0	247	25.1	249	16.5	203

5.1.5 潮流

5.1.5.1 潮流性质

(1) 夏季

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F = (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$ 作为判别标准:

$F \leq 0.5$ 正规半日潮流

$0.5 < F \leq 2.0$ 不正规半日潮流

$2.0 < F \leq 4.0$ 不正规全日潮流

$4.0 < F$ 正规全日潮流

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

根据潮流调和结果, 各观测点各层次主要表现出不正规全日潮流特征。由此可见, 调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。

表 5.1.5-1 夏季潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
JML1	0.2H 层	3.74	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.07	不正规全日潮流
JML2	表层	3.75	不正规全日潮流
	0.2H 层	2.81	不正规全日潮流
	0.4H 层	3.00	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.23	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.40	不正规全日潮流
	底层	3.35	不正规全日潮流
	表层	3.83	不正规全日潮流
JML3	0.2H 层	4.08	正规全日潮流
	0.4H 层	4.05	正规全日潮流
	0.6H 层	3.95	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.73	不正规全日潮流
	底层	3.78	不正规全日潮流
	表层	4.18	正规全日潮流
JML4	0.2H 层	4.04	正规全日潮流
	0.4H 层	3.78	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.24	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.73	不正规全日潮流
	底层	4.04	正规全日潮流
	0.2H 层	3.72	不正规全日潮流
JML5	0.2H 层	3.72	不正规全日潮流

站位	层位	特征值 F	潮型
	0.6H 层	3.82	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.69	不正规全日潮流
JML6	0.2H 层	3.99	不正规全日潮流
	0.6H 层	2.83	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.71	不正规全日潮流
JML7	表层	3.91	不正规全日潮流
	0.2H 层	4.06	正规全日潮流
	0.4H 层	4.08	正规全日潮流
	0.6H 层	3.34	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.20	不正规全日潮流
JML8	底层	3.52	不正规全日潮流
	0.2H 层	3.70	不正规全日潮流
JML9	0.8H 层	3.30	不正规全日潮流
	0.2H 层	4.00	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.56	不正规全日潮流
JML10	0.8H 层	3.89	不正规全日潮流
	表层	3.95	不正规全日潮流
	0.2H 层	3.53	不正规全日潮流
	0.4H 层	3.85	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.87	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.22	不正规全日潮流
JML11	底层	3.12	不正规全日潮流
	表层	4.02	正规全日潮流
	0.2H 层	2.01	不正规全日潮流
	0.4H 层	3.90	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.68	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.61	不正规全日潮流
JML12	底层	3.81	不正规全日潮流
	表层	3.97	不正规全日潮流
	0.2H 层	3.79	不正规全日潮流
	0.4H 层	3.84	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.82	不正规全日潮流
	0.8H 层	4.06	正规全日潮流
	底层	1.81	不正规半日潮流

(2) 冬季

根据潮流调和分析结果，各观测点各层次主要表现出不正规半日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规半日潮流。

表 5.1.5-2 冬季潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
JML1	0.2H 层	1.43	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.47	不正规半日潮流
JML2	表层	2.66	不正规全日潮流
	0.2H 层	2.53	不正规全日潮流
	0.4H 层	2.33	不正规全日潮流
	0.6H 层	1.81	不正规半日潮流

站位	层位	特征值 F	潮型
	0.8H 层	1.23	不正规半日潮流
	底层	1.22	不正规半日潮流
JML3	表层	2.06	不正规全日潮流
	0.2H 层	2.03	不正规全日潮流
	0.4H 层	2.24	不正规全日潮流
	0.6H 层	1.76	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.14	不正规半日潮流
	底层	0.91	不正规半日潮流
JML4	表层	2.07	不正规全日潮流
	0.2H 层	1.89	不正规半日潮流
	0.4H 层	1.85	不正规半日潮流
	0.6H 层	1.66	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.47	不正规半日潮流
	底层	1.21	不正规半日潮流
JML5	0.2H 层	1.45	不正规半日潮流
	0.6H 层	1.69	不正规半日潮流
	0.8H 层	2.07	不正规全日潮流
JML6	0.2H 层	0.69	不正规半日潮流
	0.6H 层	0.87	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.09	不正规半日潮流
JML7	表层	4.01	正规全日潮流
	0.2H 层	3.07	不正规全日潮流
	0.4H 层	1.60	不正规半日潮流
	0.6H 层	1.32	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.13	不正规半日潮流
	底层	0.75	不正规半日潮流
JML8	0.2H 层	2.77	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.00	不正规全日潮流
JML9	0.2H 层	1.69	不正规半日潮流
	0.6H 层	2.10	不正规全日潮流
	0.8H 层	2.13	不正规全日潮流
JML10	表层	1.97	不正规半日潮流
	0.2H 层	1.44	不正规半日潮流
	0.4H 层	1.07	不正规半日潮流
	0.6H 层	0.87	不正规半日潮流
	0.8H 层	0.96	不正规半日潮流
	底层	1.51	不正规半日潮流
JML11	表层	4.47	正规全日潮流
	0.2H 层	4.04	正规全日潮流
	0.4H 层	2.61	不正规全日潮流
	0.6H 层	1.83	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.59	不正规半日潮流
	底层	1.83	不正规半日潮流
JML12	表层	2.99	不正规全日潮流
	0.2H 层	2.39	不正规全日潮流
	0.4H 层	1.87	不正规半日潮流
	0.6H 层	1.89	不正规半日潮流
	0.8H 层	1.49	不正规半日潮流

站位	层位	特征值 F	潮型
	底层	1.53	不正规半日潮流

5.1.5.2 潮流的运动形式及潮流椭圆要素

(1) 夏季

潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述， k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。 k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占分潮优， M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 JML8 站 0.2H 层，流速为 113.1cm/s。

图 5.1.5-1 夏季各站各层 O_1 分潮椭圆图

图 5.1.5-2 夏季各站各层 K_1 分潮椭圆图

图 5.1.5-3 夏季各站各层 M_2 分潮椭圆图

图 5.1.5-4 夏季各站各层 S_2 分潮椭圆图

图 5.1.5-5 夏季各站各层 M_4 分潮椭圆图

图 5.1.5-6 夏季各站各层 MS_4 分潮椭圆图

表 5.1.5-3 夏季各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
JML1-0.2H	O_1	54.1	1.9	0.036	68
	K_1	56.9	2.2	0.039	54
	M_2	59.4	5.0	0.084	301
	S_2	49.0	3.9	0.080	188
	M_4	6.3	0.2	-0.033	231
	MS_4	6.9	0.1	-0.011	114
JML1-0.8H	O_1	18.5	3.1	0.168	82
	K_1	19.3	2.9	0.149	67
	M_2	12.3	2.6	0.209	335
	S_2	12.9	2.6	0.201	235
	M_4	2.6	0.0	-0.011	174
	MS_4	3.0	0.4	-0.119	75
JML2-表层	O_1	52.7	0.6	0.012	68
	K_1	55.4	0.6	0.011	54

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M ₂	57.7	2.5	0.043	301
	S ₂	47.5	2.7	0.057	188
	M ₄	5.9	1.3	-0.214	225
	MS ₄	6.4	1.1	-0.166	109
JML2-0.2H	O ₁	12.5	2.7	0.216	81
	K ₁	13.1	2.4	0.183	64
	M ₂	9.1	2.2	0.237	332
	S ₂	10.2	2.0	0.200	238
	M ₄	2.4	0.0	-0.018	180
	MS ₄	3.0	0.4	-0.117	82
JML2-0.4H	O ₁	40.8	4.2	0.104	77
	K ₁	43.0	4.3	0.100	62
	M ₂	27.9	4.2	0.151	311
	S ₂	24.5	4.6	0.188	205
	M ₄	4.9	0.5	-0.104	231
	MS ₄	5.7	0.4	-0.063	114
JML2-0.6H	O ₁	31.6	8.9	0.280	70
	K ₁	33.5	8.6	0.256	56
	M ₂	20.1	6.9	0.345	312
	S ₂	18.0	9.2	0.509	210
	M ₄	4.6	0.9	-0.203	243
	MS ₄	5.3	0.9	-0.174	122
JML2-0.8H	O ₁	52.8	6.6	0.125	68
	K ₁	55.9	6.3	0.113	54
	M ₂	31.9	6.0	0.187	301
	S ₂	27.0	8.8	0.328	190
	M ₄	6.4	1.0	-0.148	233
	MS ₄	7.1	0.8	-0.119	113
JML2-底层	O ₁	44.7	5.2	0.117	68
	K ₁	47.4	4.7	0.100	54
	M ₂	27.5	4.3	0.156	302
	S ₂	23.5	7.3	0.309	193
	M ₄	5.9	1.9	-0.316	238
	MS ₄	6.7	1.8	-0.267	116
JML3-表层	O ₁	48.9	1.2	-0.025	78
	K ₁	52.3	2.5	-0.048	65
	M ₂	26.5	4.7	-0.177	326
	S ₂	22.2	3.2	-0.146	206
	M ₄	4.7	0.7	-0.153	293
	MS ₄	4.4	0.8	-0.185	173
JML3-0.2H	O ₁	45.9	3.5	0.075	252
	K ₁	48.7	3.4	0.071	240
	M ₂	46.5	5.4	0.117	136
	S ₂	38.5	5.1	0.132	16
	M ₄	5.6	3.8	0.680	65
	MS ₄	5.0	3.9	0.768	305
JML3-0.4H	O ₁	57.0	2.6	0.046	251
	K ₁	60.2	2.8	0.047	238
	M ₂	57.8	5.6	0.098	132
	S ₂	48.0	5.7	0.119	13
	M ₄	5.8	2.6	0.450	68
	MS ₄	5.2	2.6	0.497	312
JML3-0.6H	O ₁	55.8	2.3	0.041	249

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	K ₁	58.6	2.4	0.041	236
	M ₂	58.0	3.6	0.061	126
	S ₂	48.3	4.3	0.088	7
	M ₄	5.7	1.6	0.281	58
	MS ₄	5.4	1.6	0.303	301
JML3-0.8H	O ₁	43.7	1.6	-0.036	243
	K ₁	45.8	1.8	-0.040	229
	M ₂	24.0	1.7	-0.069	114
	S ₂	20.3	0.8	-0.039	351
	M ₄	3.2	1.0	-0.311	44
	MS ₄	3.0	0.7	-0.247	283
JML3-底层	O ₁	67.1	0.8	0.012	246
	K ₁	70.7	1.0	0.014	233
	M ₂	36.5	0.6	0.017	118
	S ₂	30.5	1.0	0.031	357
	M ₄	2.9	0.6	0.201	28
	MS ₄	2.5	0.7	0.276	269
JML4-表层	O ₁	25.4	1.1	-0.042	243
	K ₁	27.4	0.8	-0.029	232
	M ₂	12.6	2.8	0.224	137
	S ₂	10.8	2.0	0.186	15
	M ₄	2.3	0.6	-0.271	40
	MS ₄	1.9	0.6	-0.303	275
JML4-0.2H	O ₁	53.3	2.9	0.054	243
	K ₁	56.5	3.0	0.054	230
	M ₂	27.2	3.7	0.137	121
	S ₂	22.5	3.7	0.166	359
	M ₄	4.4	0.0	0.008	43
	MS ₄	4.1	0.0	-0.003	283
JML4-0.4H	O ₁	53.6	1.0	0.019	247
	K ₁	56.5	1.3	0.024	234
	M ₂	58.2	2.2	0.037	122
	S ₂	48.9	2.1	0.043	2
	M ₄	6.5	0.2	-0.037	74
	MS ₄	6.0	0.4	-0.064	316
JML4-0.6H	O ₁	30.2	0.2	-0.008	243
	K ₁	31.9	0.3	0.009	230
	M ₂	19.2	0.8	0.042	115
	S ₂	16.5	0.0	-0.001	353
	M ₄	1.3	0.0	-0.029	49
	MS ₄	1.1	0.1	-0.079	289
JML4-0.8H	O ₁	46.1	3.0	-0.065	247
	K ₁	49.1	3.1	-0.064	233
	M ₂	25.6	1.4	-0.055	119
	S ₂	21.5	2.0	-0.091	358
	M ₄	3.0	0.3	-0.107	69
	MS ₄	2.5	0.4	-0.146	309
JML4-底层	O ₁	5.1	1.9	-0.382	258
	K ₁	5.3	2.2	-0.423	238
	M ₂	2.6	1.4	-0.549	122
	S ₂	2.7	1.8	-0.679	243
	M ₄	1.8	1.0	-0.525	331
	MS ₄	1.7	0.6	-0.350	204

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
JML5-0.2H	O ₁	43.7	1.1	0.026	67
	K ₁	46.3	1.2	0.025	53
	M ₂	24.2	2.2	0.089	299
	S ₂	19.9	3.5	0.177	180
	M ₄	3.5	1.7	-0.473	235
	MS ₄	3.3	1.6	-0.495	110
JML5-0.6H	O ₁	38.5	1.2	0.032	65
	K ₁	40.9	1.3	0.031	51
	M ₂	20.8	2.2	0.107	297
	S ₂	16.9	3.2	0.190	175
	M ₄	3.6	1.1	-0.307	243
	MS ₄	2.9	1.1	-0.375	123
JML5-0.8H	O ₁	33.1	1.4	0.043	66
	K ₁	35.2	1.4	0.041	52
	M ₂	18.5	2.3	0.124	300
	S ₂	15.0	3.5	0.234	179
	M ₄	3.1	1.2	-0.396	244
	MS ₄	2.5	1.3	-0.516	124
JML6-0.2H	O ₁	24.9	2.0	0.079	252
	K ₁	26.4	2.1	0.080	240
	M ₂	12.9	2.0	0.154	124
	S ₂	10.4	4.7	0.446	5
	M ₄	3.3	0.7	0.209	119
	MS ₄	3.4	0.3	-0.088	9
JML6-0.6H	O ₁	7.6	3.7	0.485	276
	K ₁	8.2	4.1	0.502	265
	M ₂	5.6	0.8	-0.149	8
	S ₂	6.5	1.1	-0.174	249
	M ₄	3.8	1.7	0.457	310
	MS ₄	3.9	0.4	0.109	180
JML6-0.8H	O ₁	33.3	3.3	-0.100	65
	K ₁	35.1	3.5	-0.100	51
	M ₂	18.5	0.4	-0.024	295
	S ₂	15.9	2.1	-0.132	178
	M ₄	4.5	0.6	-0.132	341
	MS ₄	3.4	0.3	-0.083	210
JML7-表层	O ₁	20.3	5.8	0.284	62
	K ₁	21.8	4.7	0.216	47
	M ₂	10.8	2.2	0.204	315
	S ₂	9.2	2.7	0.298	200
	M ₄	2.7	0.0	0.013	251
	MS ₄	2.4	0.0	0.002	133
JML7-0.2H	O ₁	47.0	4.2	-0.090	73
	K ₁	49.9	6.3	-0.127	60
	M ₂	23.8	8.4	-0.352	314
	S ₂	19.7	6.3	-0.318	196
	M ₄	2.7	1.4	-0.518	234
	MS ₄	2.7	1.3	-0.475	108
JML7-0.4H	O ₁	18.6	1.0	-0.053	248
	K ₁	19.7	0.2	-0.011	233
	M ₂	9.4	0.7	0.076	106
	S ₂	7.9	0.5	-0.059	344
	M ₄	2.6	0.0	-0.016	58

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	MS ₄	2.2	0.1	0.024	306
JML7-0.6H	O ₁	17.0	0.3	0.019	65
	K ₁	17.8	0.5	0.029	53
	M ₂	10.4	1.3	0.121	297
	S ₂	9.1	1.9	0.215	172
	M ₄	2.1	0.5	-0.254	267
	MS ₄	2.0	0.5	-0.269	153
JML7-0.8H	O ₁	9.9	0.6	-0.063	68
	K ₁	10.3	0.9	-0.089	56
	M ₂	6.3	1.4	-0.226	305
	S ₂	5.5	0.1	-0.009	183
	M ₄	0.7	0.2	0.342	154
	MS ₄	0.8	0.3	0.410	46
JML7-底层	O ₁	13.1	0.5	-0.039	60
	K ₁	13.9	0.5	-0.038	47
	M ₂	7.7	0.7	-0.096	288
	S ₂	6.5	0.2	0.036	162
	M ₄	0.8	0.5	-0.575	176
	MS ₄	0.9	0.2	-0.252	50
JML8-0.2H	O ₁	107.0	0.1	0.001	252
	K ₁	113.1	0.2	0.002	239
	M ₂	59.5	1.1	0.019	132
	S ₂	51.7	0.1	0.001	13
	M ₄	13.2	0.8	-0.058	59
	MS ₄	13.1	0.8	-0.063	298
JML8-0.8H	O ₁	47.7	0.9	-0.018	251
	K ₁	50.6	0.9	-0.018	238
	M ₂	59.6	2.9	-0.048	127
	S ₂	53.7	3.0	-0.056	6
	M ₄	3.0	0.1	-0.043	43
	MS ₄	2.9	0.1	-0.040	273
JML9-0.2H	O ₁	50.1	0.7	-0.015	236
	K ₁	53.3	1.1	-0.021	222
	M ₂	25.9	1.2	-0.046	102
	S ₂	25.7	0.5	-0.019	335
	M ₄	6.2	3.4	0.552	351
	MS ₄	6.0	3.1	0.510	221
JML9-0.6H	O ₁	26.2	2.3	-0.086	79
	K ₁	27.2	3.1	-0.114	64
	M ₂	15.0	2.1	-0.141	327
	S ₂	13.7	0.0	0.000	222
	M ₄	3.7	1.7	-0.453	189
	MS ₄	4.4	1.9	-0.435	80
JML9-0.8H	O ₁	12.3	1.2	0.095	245
	K ₁	13.4	0.5	0.040	232
	M ₂	6.6	2.2	0.331	104
	S ₂	6.9	3.5	0.506	315
	M ₄	4.5	2.3	-0.514	150
	MS ₄	4.5	2.0	-0.438	43
JML10-表层	O ₁	38.1	2.6	0.067	239
	K ₁	40.6	3.0	0.074	228
	M ₂	19.9	4.4	0.220	115
	S ₂	16.8	4.4	0.264	351

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M ₄	3.1	1.0	0.340	92
	MS ₄	2.5	1.0	0.399	340
JML10-0.2H	O ₁	24.3	2.2	-0.092	241
	K ₁	25.3	1.5	-0.059	226
	M ₂	14.1	0.0	-0.003	96
	S ₂	12.2	1.6	-0.135	339
	M ₄	1.9	0.3	0.160	23
	MS ₄	2.1	0.0	-0.005	268
JML10-0.4H	O ₁	62.5	2.1	0.034	69
	K ₁	65.5	2.3	0.034	56
	M ₂	33.3	0.1	-0.002	306
	S ₂	27.4	1.0	0.037	188
	M ₄	4.1	1.9	0.479	249
	MS ₄	3.9	1.6	0.416	135
JML10-0.6H	O ₁	37.6	0.5	0.012	70
	K ₁	39.4	0.3	0.007	57
	M ₂	19.9	0.3	0.017	304
	S ₂	17.6	0.7	0.042	188
	M ₄	2.5	0.1	-0.047	252
	MS ₄	2.5	0.4	-0.142	132
JML10-0.8H	O ₁	20.7	6.4	0.310	64
	K ₁	21.9	7.1	0.324	51
	M ₂	13.2	7.4	0.561	292
	S ₂	11.8	7.1	0.602	178
	M ₄	2.3	0.9	0.365	277
	MS ₄	2.5	0.9	0.350	152
JML10-底层	O ₁	19.8	6.3	0.317	70
	K ₁	21.0	6.9	0.327	58
	M ₂	13.1	7.1	0.541	304
	S ₂	12.0	6.6	0.547	190
	M ₄	2.4	0.8	0.335	276
	MS ₄	2.5	0.8	0.314	151
JML11-表层	O ₁	24.7	4.3	0.173	72
	K ₁	26.8	3.5	0.132	59
	M ₂	12.8	0.9	0.071	330
	S ₂	10.9	1.1	0.099	214
	M ₄	2.5	1.5	0.569	228
	MS ₄	2.3	1.4	0.615	123
JML11-0.2H	O ₁	5.5	0.4	-0.076	110
	K ₁	4.9	0.1	-0.024	91
	M ₂	5.2	2.4	-0.468	77
	S ₂	4.5	2.6	-0.581	321
	M ₄	2.6	0.5	0.198	349
	MS ₄	2.3	0.4	0.195	225
JML11-0.4H	O ₁	41.4	7.2	0.173	71
	K ₁	43.4	8.0	0.184	57
	M ₂	21.7	7.6	0.350	299
	S ₂	18.6	6.2	0.333	183
	M ₄	3.4	2.0	0.586	127
	MS ₄	3.6	2.1	0.575	7
JML11-0.6H	O ₁	40.0	2.6	0.064	67
	K ₁	42.1	2.5	0.060	53
	M ₂	22.3	0.9	0.040	293

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	S ₂	19.3	0.6	0.032	177
	M ₄	3.5	1.6	0.462	269
	MS ₄	3.6	1.7	0.467	144
JML11-0.8H	O ₁	13.1	2.4	-0.184	264
	K ₁	14.0	2.7	-0.196	250
	M ₂	7.5	1.5	-0.199	145
	S ₂	6.8	1.6	-0.238	32
	M ₄	2.7	0.5	-0.186	134
	MS ₄	2.7	0.3	-0.097	9
JML11-底层	O ₁	36.5	0.1	-0.002	69
	K ₁	38.3	0.3	-0.009	55
	M ₂	19.6	1.6	-0.082	299
	S ₂	17.0	1.6	-0.097	183
	M ₄	2.4	0.4	0.146	251
	MS ₄	2.7	0.4	0.139	126
JML12-表层	O ₁	19.2	2.0	-0.103	242
	K ₁	20.5	1.0	-0.051	230
	M ₂	10.0	0.6	0.056	106
	S ₂	8.4	0.0	-0.002	346
	M ₄	2.1	0.9	-0.424	238
	MS ₄	2.0	0.8	-0.422	116
JML12-0.2H	O ₁	39.1	0.9	0.023	76
	K ₁	40.6	0.8	0.020	62
	M ₂	21.0	0.3	-0.013	308
	S ₂	17.9	0.3	-0.018	191
	M ₄	3.3	0.5	0.143	311
	MS ₄	3.0	0.6	0.184	194
JML12-0.4H	O ₁	44.6	0.1	0.001	250
	K ₁	47.0	0.0	0.001	237
	M ₂	47.6	0.6	-0.012	125
	S ₂	40.4	0.9	-0.021	8
	M ₄	5.1	0.5	0.102	69
	MS ₄	4.8	0.6	0.134	308
JML12-0.6H	O ₁	32.2	4.2	0.129	248
	K ₁	34.0	4.8	0.140	234
	M ₂	17.3	6.5	0.378	112
	S ₂	14.5	5.2	0.357	354
	M ₄	2.6	0.1	0.049	102
	MS ₄	2.4	0.3	0.121	345
JML12-0.8H	O ₁	12.4	2.4	0.195	251
	K ₁	12.8	2.7	0.210	235
	M ₂	6.2	2.0	0.325	99
	S ₂	5.3	1.4	0.259	344
	M ₄	2.4	0.1	-0.049	124
	MS ₄	2.2	0.1	0.044	8
JML12-底层	O ₁	5.3	0.4	0.083	94
	K ₁	6.0	0.6	0.108	84
	M ₂	6.2	0.4	0.059	345
	S ₂	5.2	0.3	0.064	226
	M ₄	1.4	0.1	0.093	303
	MS ₄	1.3	0.0	0.014	179

(2) 冬季

本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占分潮优， M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 JML9 站 0.2H 层，流速为 78.3cm/s。

图 5.1.5-7 冬季各站各层 O_1 分潮椭圆图图 5.1.5-8 冬季各站各层 K_1 分潮椭圆图图 5.1.5-9 冬季各站各层 M_2 分潮椭圆图图 5.1.5-10 冬季各站各层 S_2 分潮椭圆图图 5.1.5-11 冬季各站各层 M_4 分潮椭圆图图 5.1.5-12 冬季各站各层 MS_4 分潮椭圆图

表 5.1.5-4 冬季各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
JML1-0.2H	O_1	63.0	3.2	0.051	126
	K_1	65.5	3.6	0.055	359
	M_2	35.5	2.4	0.067	134
	S_2	30.3	2.6	0.086	330
	M_4	7.5	1.3	0.171	34
	MS_4	6.3	1.1	0.170	235
JML1-0.8H	O_1	52.5	0.9	0.016	126
	K_1	54.5	0.8	0.015	360
	M_2	30.6	0.9	0.029	137
	S_2	26.2	0.9	0.033	332
	M_4	6.3	0.0	-0.007	29
	MS_4	5.1	0.1	-0.025	229
JML2-表层	O_1	32.3	0.5	0.017	297
	K_1	34.7	1.2	0.034	173
	M_2	20.2	0.1	-0.006	282
	S_2	16.9	0.0	-0.002	125
	M_4	2.3	0.5	-0.237	242
	MS_4	2.4	0.4	-0.175	78
JML2-0.2H	O_1	31.1	0.0	-0.001	299
	K_1	33.4	0.3	0.009	176
	M_2	18.0	0.1	0.006	284
	S_2	15.0	0.0	0.000	127
	M_4	2.2	0.9	-0.394	247
	MS_4	2.2	0.6	-0.295	84
JML2-0.4H	O_1	32.0	1.1	-0.033	299
	K_1	34.2	0.8	-0.023	176
	M_2	18.2	0.8	-0.047	287

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	S ₂	15.2	0.6	-0.041	130
	M ₄	1.8	0.8	-0.431	255
	MS ₄	1.8	0.6	-0.356	88
JML2-0.6H	O ₁	18.9	0.9	-0.050	302
	K ₁	20.4	0.7	-0.033	179
	M ₂	11.2	0.8	-0.074	298
	S ₂	9.8	0.6	-0.058	145
	M ₄	1.2	0.4	-0.332	248
	MS ₄	1.2	0.4	-0.300	74
JML2-0.8H	O ₁	4.9	2.0	-0.406	293
	K ₁	5.6	1.8	-0.312	172
	M ₂	4.6	1.4	-0.298	285
	S ₂	4.3	1.1	-0.266	147
	M ₄	1.8	0.3	-0.188	114
	MS ₄	1.6	0.4	-0.232	321
JML2-底层	O ₁	23.7	1.4	-0.057	305
	K ₁	25.4	1.2	-0.049	181
	M ₂	15.0	1.2	-0.081	306
	S ₂	13.3	0.7	-0.049	151
	M ₄	1.4	0.8	-0.572	291
	MS ₄	1.1	0.9	-0.791	133
JML3-表层	O ₁	18.7	1.0	0.055	134
	K ₁	19.8	0.2	-0.009	9
	M ₂	11.4	1.4	0.126	162
	S ₂	9.3	0.3	-0.035	1
	M ₄	1.8	0.8	0.458	69
	MS ₄	1.5	0.9	0.594	280
JML3-0.2H	O ₁	29.5	0.2	-0.007	310
	K ₁	31.6	0.4	-0.012	188
	M ₂	15.1	2.9	0.192	316
	S ₂	13.0	2.0	0.156	165
	M ₄	1.8	0.1	-0.036	238
	MS ₄	1.8	0.2	0.137	77
JML3-0.4H	O ₁	6.2	0.9	0.148	93
	K ₁	6.4	0.2	-0.039	334
	M ₂	3.6	1.4	0.386	239
	S ₂	1.9	0.5	0.266	100
	M ₄	1.1	0.3	0.314	143
	MS ₄	1.1	0.1	0.122	351
JML3-0.6H	O ₁	37.7	3.7	-0.097	306
	K ₁	40.4	3.5	-0.086	182
	M ₂	21.1	3.1	-0.149	304
	S ₂	18.2	2.3	-0.126	149
	M ₄	2.6	1.3	-0.488	286
	MS ₄	2.4	1.2	-0.525	117
JML3-0.8H	O ₁	33.9	3.2	-0.096	301
	K ₁	36.3	3.2	-0.088	176
	M ₂	19.6	3.6	-0.186	294
	S ₂	17.0	2.7	-0.160	138
	M ₄	1.7	1.0	-0.626	282
	MS ₄	1.5	1.1	-0.705	101
JML3-底层	O ₁	29.6	2.9	-0.097	302
	K ₁	31.8	2.8	-0.090	177

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M ₂	16.7	3.0	-0.180	295
	S ₂	14.7	2.3	-0.154	138
	M ₄	1.9	0.5	-0.287	286
	MS ₄	1.7	0.8	-0.454	116
JML4-表层	O ₁	11.6	2.2	0.190	292
	K ₁	12.8	2.9	0.225	171
	M ₂	11.0	4.1	0.374	264
	S ₂	8.8	3.6	0.407	108
	M ₄	1.1	0.9	-0.830	308
	MS ₄	1.2	0.9	-0.778	35
JML4-0.2H	O ₁	51.6	2.1	-0.040	310
	K ₁	54.9	1.5	-0.027	185
	M ₂	29.0	4.1	-0.141	308
	S ₂	24.8	2.9	-0.115	150
	M ₄	3.8	0.6	-0.149	267
	MS ₄	3.7	0.7	-0.202	106
JML4-0.4H	O ₁	29.3	2.0	-0.067	312
	K ₁	31.2	1.4	-0.044	187
	M ₂	14.6	4.5	-0.309	309
	S ₂	12.2	2.9	-0.233	151
	M ₄	3.2	0.9	-0.296	274
	MS ₄	3.0	1.1	-0.354	110
JML4-0.6H	O ₁	32.1	4.0	-0.124	312
	K ₁	34.2	3.7	-0.109	187
	M ₂	16.7	5.9	-0.356	314
	S ₂	14.1	4.0	-0.284	155
	M ₄	2.8	0.7	-0.240	293
	MS ₄	2.6	0.9	-0.330	134
JML4-0.8H	O ₁	30.9	1.9	0.063	137
	K ₁	32.0	1.7	0.052	11
	M ₂	18.6	3.2	0.173	153
	S ₂	15.3	2.1	0.140	350
	M ₄	2.6	0.0	0.000	121
	MS ₄	2.5	0.1	-0.023	326
JML4-底层	O ₁	25.9	0.9	-0.033	309
	K ₁	27.8	0.5	-0.019	185
	M ₂	15.9	1.8	-0.116	305
	S ₂	14.0	1.2	-0.083	150
	M ₄	1.4	0.3	-0.229	314
	MS ₄	1.2	0.5	-0.366	152
JML5-0.2H	O ₁	27.7	0.4	-0.015	132
	K ₁	29.3	0.9	-0.032	7
	M ₂	19.8	0.6	-0.030	147
	S ₂	17.3	1.3	-0.072	345
	M ₄	2.2	0.5	0.222	350
	MS ₄	1.7	0.5	0.292	194
JML5-0.6H	O ₁	40.2	3.8	0.095	131
	K ₁	42.6	3.7	0.088	6
	M ₂	25.6	5.6	0.219	142
	S ₂	22.2	4.1	0.185	341
	M ₄	1.9	0.8	0.425	11
	MS ₄	1.5	1.0	0.677	222
JML5-0.8H	O ₁	43.6	6.2	0.142	134

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	K ₁	45.9	6.6	0.143	9
	M ₂	26.9	7.4	0.276	147
	S ₂	22.9	6.2	0.269	345
	M ₄	3.8	1.6	0.433	106
	MS ₄	4.0	1.4	0.357	307
JML6-0.2H	O ₁	13.2	4.5	0.337	95
	K ₁	13.7	5.5	0.406	323
	M ₂	9.6	1.7	0.181	100
	S ₂	9.5	2.7	0.289	285
	M ₄	5.2	0.1	0.014	335
	MS ₄	4.2	0.2	0.041	170
JML6-0.6H	O ₁	28.0	5.0	0.178	114
	K ₁	28.8	6.6	0.230	347
	M ₂	15.6	3.6	0.230	106
	S ₂	13.7	4.9	0.359	296
	M ₄	5.5	1.4	0.256	346
	MS ₄	4.2	1.3	0.307	183
JML6-0.8H	O ₁	22.1	0.2	0.008	112
	K ₁	22.3	0.6	0.028	342
	M ₂	14.0	0.4	0.027	110
	S ₂	12.1	0.5	0.042	301
	M ₄	5.8	0.3	0.059	339
	MS ₄	4.7	0.3	0.061	177
JML7-表层	O ₁	57.2	4.7	0.082	135
	K ₁	59.8	5.1	0.086	9
	M ₂	33.9	3.4	0.100	142
	S ₂	28.7	3.3	0.114	341
	M ₄	3.5	0.6	0.187	125
	MS ₄	3.4	0.6	0.162	324
JML7-0.2H	O ₁	24.4	5.3	0.218	111
	K ₁	25.9	4.3	0.166	343
	M ₂	15.3	5.9	0.387	108
	S ₂	13.2	4.3	0.328	305
	M ₄	2.9	0.8	0.263	4
	MS ₄	2.8	0.7	0.243	203
JML7-0.4H	O ₁	40.8	2.4	0.058	130
	K ₁	42.4	2.8	0.065	4
	M ₂	22.1	1.6	0.072	140
	S ₂	18.5	1.4	0.075	337
	M ₄	3.3	2.5	0.742	296
	MS ₄	3.1	2.2	0.716	310
JML7-0.6H	O ₁	37.9	1.5	-0.039	128
	K ₁	39.1	1.4	-0.035	2
	M ₂	21.1	0.6	-0.030	128
	S ₂	17.7	1.3	-0.075	324
	M ₄	3.8	1.1	0.293	84
	MS ₄	3.5	0.9	0.257	286
JML7-0.8H	O ₁	10.1	3.6	0.354	314
	K ₁	11.6	3.6	0.311	189
	M ₂	7.5	3.4	0.450	315
	S ₂	7.0	3.1	0.439	168
	M ₄	1.0	0.8	-0.798	49
	MS ₄	1.0	0.7	-0.684	272

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
JML7-底层	O ₁	19.4	2.7	-0.138	131
	K ₁	19.6	3.0	-0.155	6
	M ₂	10.7	2.1	-0.201	142
	S ₂	8.5	2.8	-0.333	342
	M ₄	2.6	1.1	0.426	31
	MS ₄	2.4	1.1	0.475	237
JML8-0.2H	O ₁	24.5	0.1	0.004	321
	K ₁	27.8	1.7	0.059	203
	M ₂	27.5	2.5	-0.090	342
	S ₂	24.7	1.2	-0.049	191
	M ₄	8.2	3.6	-0.445	135
	MS ₄	7.0	3.2	-0.454	335
JML8-0.8H	O ₁	24.3	0.9	0.039	319
	K ₁	27.2	1.5	0.056	202
	M ₂	23.6	0.9	0.040	335
	S ₂	20.7	1.5	0.072	184
	M ₄	5.0	0.7	-0.142	126
	MS ₄	4.1	0.6	-0.147	325
JML9-0.2H	O ₁	74.8	2.3	0.031	129
	K ₁	78.3	2.6	0.033	3
	M ₂	40.4	4.2	0.104	133
	S ₂	69.7	6.7	0.096	329
	M ₄	10.9	2.4	-0.225	91
	MS ₄	9.9	1.9	-0.195	292
JML9-0.6H	O ₁	66.3	0.9	0.013	126
	K ₁	68.6	1.7	0.025	358
	M ₂	38.4	1.5	0.040	129
	S ₂	34.0	1.7	0.049	323
	M ₄	6.3	0.7	-0.108	55
	MS ₄	5.6	0.5	-0.098	257
JML9-0.8H	O ₁	73.0	2.5	0.035	130
	K ₁	75.6	2.6	0.034	3
	M ₂	42.6	4.8	0.114	137
	S ₂	36.6	3.7	0.102	332
	M ₄	5.0	1.3	-0.257	51
	MS ₄	4.4	0.9	-0.212	260
JML10-表层	O ₁	26.1	5.6	0.214	117
	K ₁	28.0	5.3	0.188	350
	M ₂	15.5	5.6	0.362	123
	S ₂	13.1	3.8	0.287	319
	M ₄	3.7	1.6	0.438	4
	MS ₄	3.6	1.7	0.470	197
JML10-0.2H	O ₁	13.3	3.8	-0.285	273
	K ₁	14.6	5.3	-0.361	150
	M ₂	11.9	1.4	-0.116	260
	S ₂	10.3	2.1	-0.208	108
	M ₄	2.7	1.2	0.439	342
	MS ₄	2.7	0.8	0.309	170
JML10-0.4H	O ₁	27.5	2.7	-0.099	323
	K ₁	28.9	2.6	-0.091	199
	M ₂	16.5	3.2	-0.196	359
	S ₂	12.8	2.4	-0.186	201
	M ₄	3.0	1.1	0.380	302

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	MS ₄	3.0	0.4	0.129	145
JML10-0.6H	O ₁	17.6	0.1	0.006	313
	K ₁	19.7	0.1	-0.004	189
	M ₂	10.0	0.6	-0.064	290
	S ₂	8.9	0.8	-0.087	139
	M ₄	3.9	0.5	0.126	302
	MS ₄	3.4	0.2	0.062	136
JML10-0.8H	O ₁	40.3	2.4	0.060	308
	K ₁	43.8	2.6	0.060	184
	M ₂	20.1	1.4	0.071	302
	S ₂	17.2	1.6	0.091	146
	M ₄	3.3	0.3	-0.103	286
	MS ₄	2.8	0.4	-0.140	119
JML10-底层	O ₁	5.1	1.5	-0.289	309
	K ₁	5.3	1.8	-0.339	179
	M ₂	4.8	1.8	-0.375	198
	S ₂	3.5	1.6	-0.464	46
	M ₄	1.5	1.0	0.671	320
	MS ₄	1.5	0.8	0.565	137
JML11-表层	O ₁	38.5	0.7	-0.019	317
	K ₁	39.7	0.2	0.004	190
	M ₂	27.7	2.4	-0.088	322
	S ₂	23.4	1.6	-0.069	162
	M ₄	3.6	0.2	0.044	354
	MS ₄	3.3	0.1	0.043	199
JML11-0.2H	O ₁	37.6	2.5	-0.067	317
	K ₁	39.3	0.9	-0.024	192
	M ₂	25.9	2.3	-0.088	322
	S ₂	22.3	1.2	-0.056	163
	M ₄	3.8	2.0	-0.526	323
	MS ₄	3.5	2.1	-0.582	167
JML11-0.4H	O ₁	10.5	1.0	-0.093	318
	K ₁	11.0	0.1	-0.013	194
	M ₂	7.3	1.1	-0.153	314
	S ₂	6.3	0.0	-0.008	151
	M ₄	2.4	0.3	0.121	322
	MS ₄	2.3	0.0	0.011	163
JML11-0.6H	O ₁	10.5	1.4	-0.129	322
	K ₁	11.6	1.0	-0.089	198
	M ₂	4.5	0.0	-0.005	322
	S ₂	4.0	0.7	0.168	168
	M ₄	1.9	0.6	0.323	323
	MS ₄	1.6	0.5	0.314	159
JML11-0.8H	O ₁	36.9	1.4	0.038	127
	K ₁	38.2	1.0	0.027	1
	M ₂	22.1	0.7	-0.029	126
	S ₂	18.6	1.2	-0.062	324
	M ₄	2.6	0.1	-0.043	62
	MS ₄	2.5	0.1	-0.039	268
JML11-底层	O ₁	30.5	1.1	0.037	124
	K ₁	31.5	0.8	0.026	359
	M ₂	16.3	1.1	0.067	118
	S ₂	13.5	0.5	0.037	314

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M ₄	3.7	0.8	-0.205	55
	MS ₄	3.5	0.7	-0.195	259
JML12-表层	O ₁	40.1	0.2	0.006	137
	K ₁	42.3	0.3	-0.006	12
	M ₂	18.9	0.1	-0.006	148
	S ₂	15.6	0.9	-0.055	350
	M ₄	4.0	0.2	0.047	67
	MS ₄	3.7	0.3	0.079	266
JML12-0.2H	O ₁	11.3	0.6	0.056	306
	K ₁	12.4	1.2	0.097	184
	M ₂	6.6	0.3	0.043	303
	S ₂	5.8	0.8	0.146	147
	M ₄	1.2	0.5	-0.453	327
JML12-0.4H	MS ₄	1.0	0.4	-0.444	156
	O ₁	8.7	4.1	0.472	123
	K ₁	9.2	4.2	0.458	1
	M ₂	5.5	4.7	0.864	211
	S ₂	4.2	4.0	0.954	38
	M ₄	1.1	0.1	0.119	245
JML12-0.6H	MS ₄	1.1	0.3	0.301	75
	O ₁	11.7	1.5	-0.125	114
	K ₁	12.5	2.1	-0.166	352
	M ₂	7.3	2.3	-0.320	100
	S ₂	6.2	2.9	-0.471	301
	M ₄	1.2	0.1	-0.063	61
JML12-0.8H	MS ₄	1.2	0.0	-0.016	265
	O ₁	9.6	1.3	0.133	122
	K ₁	9.7	0.8	0.085	355
	M ₂	5.9	1.2	0.198	119
	S ₂	4.7	0.3	0.074	311
	M ₄	1.3	0.6	0.432	33
JML12-底层	MS ₄	1.2	0.4	0.362	249
	O ₁	8.0	1.3	0.161	330
	K ₁	8.5	1.8	0.207	205
	M ₂	5.4	2.2	0.403	4
	S ₂	5.2	2.0	0.379	210
	M ₄	1.5	0.8	0.559	67
	MS ₄	1.3	0.8	0.634	268

5.1.5.3 理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

(1) 夏季

根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2015)规定,可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速。

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

①对规则半日潮流海区可按下列式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{Q_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (1)$$

②对规则全日潮流海区可按式(1)计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{Q_1} \quad (2)$$

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

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

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

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

$\vec{W}_{Q_1}$ ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速: cm/s, 流向: °)

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

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

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

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

①规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{Q_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (3)$$

②规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{Q_1} \quad (4)$$

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

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

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

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

$\vec{W}_{Q_1}$ ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速: cm/s, 流向: °)

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

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

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

根据各站层的潮流性质，按式（1）至式（4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 5.1.5-5 中，由表可见，项目海域潮流可能最大流速为 120.9cm/s，出现在 JML8 站 0.2H 层，各站层可能最大流速介于 3.6cm/s-120.9cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以北为主；水质点可能最大运移距离为 28897.33m，出现在 JML8 站 0.2H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 568.31m~28897.33m 之间。

表 5.1.5-5 夏季各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
JML1	0.2H 层	60.0	275	14506.06	95
	0.8H 层	15.2	73	3211.14	65
JML2	表层	58.5	84	14114.94	83
	0.2H 层	10.8	75	2214.04	64
	0.4H 层	30.4	74	7098.55	72
	0.6H 层	21.8	23	5339.97	18
	0.8H 层	36.6	29	8978.09	29
	底层	30.9	32	7619.62	29
JML3	表层	33.4	4	8244.51	3
	0.2H 层	50.1	333	12227.35	152
	0.4H 层	62.4	342	15154.31	161
	0.6H 层	61.4	358	14849.15	177
	0.8H 层	30.2	322	7316.45	141
	底层	47.3	322	11239.65	140
JML4	表层	17.1	301	4215.55	116
	0.2H 层	35.9	319	8871.30	139
	0.4H 层	59.7	330	14380.04	150
	0.6H 层	22.4	287	5193.20	107
	0.8H 层	32.4	296	7789.62	116
	底层	3.6	16	730.41	15
JML5	0.2H 层	30.2	52	7352.57	51
	0.6H 层	26.3	26	6451.13	25
	0.8H 层	22.9	40	5579.59	38
JML6	0.2H 层	17.0	336	4138.90	156
	0.6H 层	6.7	6	982.18	144
	0.8H 层	24.0	350	5603.54	172
JML7	表层	13.8	65	3414.51	59
	0.2H 层	32.3	47	7826.08	47
	0.4H 层	12.2	76	3097.81	75

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
	0.6H 层	12.2	15	2899.45	17
	0.8H 层	7.6	54	1694.54	56
	底层	9.4	9	2228.80	8
JML8	0.2H 层	120.9	51	28897.33	51
	0.8H 层	57.2	72	13164.00	72
JML9	0.2H 层	34.3	276	8463.46	97
	0.6H 层	19.4	46	4418.67	43
	0.8H 层	9.6	294	2101.46	129
JML10	表层	26.6	329	6378.00	148
	0.2H 层	17.0	34	4095.77	33
	0.4H 层	43.1	32	10414.43	34
	0.6H 层	26.0	287	6287.61	106
	0.8H 层	15.2	59	3569.82	60
	底层	14.6	75	3441.49	76
JML11	表层	17.1	57	4160.24	55
	0.2H 层	4.4	353	568.31	142
	0.4H 层	28.5	344	6902.49	164
	0.6H 层	27.9	318	6744.42	139
	0.8H 层	8.7	25	2215.80	24
	底层	25.2	332	6109.27	153
JML12	表层	13.5	285	3179.78	113
	0.2H 层	27.2	345	6506.43	164
	0.4H 层	49.4	9	11933.48	9
	0.6H 层	22.5	50	5390.59	51
	0.8H 层	8.8	22	2034.06	25
	底层	5.1	18	1052.15	22

(2) 冬季

项目海域潮流可能最大流速为 82.9cm/s，出现在 JML9 站 0.2H 层，各站层可能最大流速介于 3.7cm/s-82.9cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 20021.42m，出现在 JML9 站 0.2H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 685.5m~20021.42m 之间。

表 5.15-6 冬季各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
JML1	0.2H 层	44.1	280	10560.32	100
	0.8H 层	37.5	274	8838.66	93
JML2	表层	23.7	301	5573.37	122
	0.2H 层	22.2	312	5305.00	133
	0.4H 层	22.8	305	5428.63	125
	0.6H 层	13.9	305	3253.74	123
	0.8H 层	4.6	295	921.98	107
	底层	18.0	298	4103.59	116
JML3	表层	13.5	49	3191.31	50

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
	0.2H 层	20.6	329	4948.32	149
	0.4H 层	3.8	7	790.56	16
	0.6H 层	26.8	286	6401.12	105
	0.8H 层	24.5	284	5780.20	104
	底层	21.3	285	5039.84	104
JML4	表层	9.7	323	2149.35	147
	0.2H 层	36.3	90	8740.20	88
	0.4H 层	19.4	73	4880.14	72
	0.6H 层	22.0	77	5376.73	75
	0.8H 层	22.0	290	5202.60	113
	底层	19.5	303	4470.34	122
JML5	0.2H 层	22.3	282	4868.98	103
	0.6H 层	30.4	81	6924.31	80
	0.8H 层	31.8	289	7446.69	111
JML6	0.2H 层	9.4	323	2325.21	134
	0.6H 层	19.2	332	4667.57	149
	0.8H 层	15.9	282	3723.30	103
JML7	表层	40.8	342	9683.03	162
	0.2H 层	17.6	280	4201.53	98
	0.4H 层	27.9	337	6792.91	157
	0.6H 层	25.9	307	6317.62	128
	0.8H 层	8.2	328	1857.75	156
	底层	13.6	279	3177.09	105
JML8	0.2H 层	26.7	53	4853.87	48
	0.8H 层	24.0	68	4646.65	67
JML9	0.2H 层	82.9	63	20021.42	63
	0.6H 层	46.5	81	11160.46	82
	0.8H 层	51.9	61	12280.43	60
JML10	表层	18.7	76	4468.10	76
	0.2H 层	11.1	348	1905.40	175
	0.4H 层	19.5	8	4640.37	12
	0.6H 层	12.8	318	3059.62	135
	0.8H 层	27.7	304	6787.38	123
	底层	3.7	346	685.47	44
JML11	表层	29.9	28	6678.40	27
	0.2H 层	28.1	64	6505.61	67
	0.4H 层	7.8	58	1817.68	58
	0.6H 层	6.6	283	1751.12	102
	0.8H 层	26.3	287	6221.94	109
	底层	20.3	288	5049.87	112
JML12	表层	27.0	283	6594.53	102
	0.2H 层	8.5	305	1950.24	129
	0.4H 层	6.0	42	1307.24	47
	0.6H 层	8.6	33	2011.80	33
	0.8H 层	6.6	285	1601.63	108
	底层	6.0	71	1386.95	70

5.1.6 余流

(1) 夏季

调查海区观测期间余流流速主要介于 1.2cm/s~45.3cm/s。最大余流为潮流 JML12 站（表层，45.3cm/s，90°），最小余流为潮流 JML10 站（0.4H 层，1.2cm/s，244°）。各站表层的余流流速最大，靠近外海的站点余流方向主要为东方向。靠近陆地的站点的余流方向主要为南方向。

表 5.1.6-1 夏季观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
JML1-0.2H	13.5	183
JML1-0.8H	4.0	202
JML2-表层	13.2	186
JML2-0.2H	4.2	200
JML2-0.4H	13.4	193
JML2-0.6H	12.8	189
JML2-0.8H	12.2	188
JML2-底层	13.2	186
JML3-表层	19.0	104
JML3-0.2H	12.4	103
JML3-0.4H	12.8	102
JML3-0.6H	9.3	93
JML3-0.8H	6.5	93
JML3-底层	3.8	77
JML4-表层	35.2	104
JML4-0.2H	32.7	102
JML4-0.4H	22.2	85
JML4-0.6H	18.9	78
JML4-0.8H	16.2	90
JML4-底层	6.1	60
JML5-0.2H	3.4	351
JML5-0.6H	3.3	3
JML5-0.8H	3.8	354
JML6-0.2H	5.6	42
JML6-0.6H	3.7	21
JML6-0.8H	2.5	43
JML7-表层	31.7	103
JML7-0.2H	23.2	88
JML7-0.4H	17.5	70
JML7-0.6H	8.5	67
JML7-0.8H	7.0	71
JML7-底层	6.0	52
JML8-0.2H	15.9	190
JML8-0.8H	2.7	210
JML9-0.2H	14.0	209
JML9-0.6H	4.4	285
JML9-0.8H	5.7	323
JML10-表层	15.9	139
JML10-0.2H	10.7	139

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
JML10-0.4H	1.2	244
JML9-0.6H	2.9	307
JML10-0.8H	3.6	341
JML10-底层	4.3	358
JML11-表层	12.2	101
JML11-0.2H	8.6	101
JML11-0.4H	3.8	52
JML11-0.6H	3.1	57
JML11-0.8H	2.2	65
JML11-底层	2.6	62
JML12-表层	45.3	90
JML12-0.2H	33.8	80
JML12-0.4H	21.4	68
JML12-0.6H	11.1	57
JML12-0.8H	5.9	16
JML12-底层	3.2	2

图 5.1.6-1 夏季观测期各站余流图

(2) 冬季

调查海区观测期间余流流速主要介于 1.3cm/s~32.1cm/s。最大余流为潮流 JML11 站（表层，32.1cm/s，238°），最小余流为潮流 JML3 站（底层，1.3cm/s，203°）。各站表层的余流流速最大，靠近外海的站点余流方向主要为西南方向。靠近陆地的站点的余流方向主要为南方向。

表 5.1.6-2 冬季观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
JML1-0.2H	2.3	191
JML1-0.8H	2.0	85
JML2-表层	15.2	281
JML2-0.2H	13.8	279
JML2-0.4H	11.3	285
JML2-0.6H	8.1	299
JML2-0.8H	5.7	312
JML2-底层	4.9	313
JML3-表层	23.5	295
JML3-0.2H	22.3	295
JML3-0.4H	16.6	300
JML3-0.6H	6.2	309
JML3-0.8H	1.4	284
JML3-底层	1.3	203
JML4-表层	18.6	278
JML4-0.2H	16.0	272
JML4-0.4H	13.1	273
JML4-0.6H	11.3	274
JML4-0.8H	7.9	285
JML4-底层	4.7	284

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
JML5-0.2H	3.5	221
JML5-0.6H	1.5	176
JML5-0.8H	3.1	182
JML6-0.2H	12.7	162
JML6-0.6H	8.2	134
JML6-0.8H	6.1	118
JML7-表层	19.3	247
JML7-0.2H	21.8	255
JML7-0.4H	10.7	265
JML7-0.6H	4.7	274
JML7-0.8H	1.4	163
JML7-底层	2.9	115
JML8-0.2H	3.7	255
JML8-0.8H	4.3	336
JML9-0.2H	8.6	206
JML9-0.6H	1.6	116
JML9-0.8H	2.3	55
JML10-表层	20.9	252
JML10-0.2H	16.0	251
JML10-0.4H	10.6	274
JML9-0.6H	3.9	267
JML10-0.8H	2.5	177
JML10-底层	3.6	144
JML11-表层	32.1	238
JML11-0.2H	27.4	245
JML11-0.4H	17.8	249
JML11-0.6H	12.1	253
JML11-0.8H	8.6	263
JML11-底层	4.6	267
JML12-表层	23.3	217
JML12-0.2H	18.0	221
JML12-0.4H	15.6	234
JML12-0.6H	14.9	237
JML12-0.8H	13.8	242
JML12-底层	13.5	242

图 5.1.6-2 冬季观测期各站余流图

(3) 余流结果分析

黄茅海冬季底层余流偏北，而夏季整体余流偏南，如图 5.1.6-1 和图 5.1.6-2 所示。产生这种现象的原因是海水入侵。黄茅海上游的河水属于淡水，其特点为密度小，轻，对比海水，上游而下的河水会整体浮起来，而海水因为盐度较高，其密度较大，比河水较重，整体是下沉到底层。因此在河海交界处会形成河水在上，海水在下的两层结构。同时由于河水的挤压，下层的海水会往河道上游入侵，因此底层海水是往北的，又因为科里奥利力海水是往右偏的，河水是往左偏的，而 JML8 站在河道的右边，因此可以看到冬季 JML8 的表层是往南，而底层往北，就是由于海

水入侵造成的。夏季处于丰水期，河水较多较急，因此垂向的梯度较大，垂向混合更强，河海交界处难以形成这种双层结构，因此夏季看不到这种特征。

5.1.7 温度、盐度

(1) 夏季

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 31.19℃，出现在 JML1 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 20.80℃，出现在 JML7 站底层；观测海区靠近陆地的站点，海水整体混合均匀，温度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点，水温表现出明显的分层结构，随着深度加深温度变低。越靠近陆地海水温度越高，且温度随着昼夜波动。此次观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.37，出现在 JML7 的底层；测得盐度的最小值为 4.07，出现在 JML8 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区靠近陆地的站点，海水整体混合均匀，盐度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点，盐度表现出明显的分层结构，随着深度加深温度变高，JML1 和 JML8 站由于有淡水输入，其盐度最低。各站的盐度混合均匀，且受潮汐作用的影响。

表 5.1.7-1 夏季各站温度、盐度统计

站位	层位	温度 (°C)			盐度 (PSU)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
JML1	0.2H 层	31.19	29.51	30.44	32.85	23.73	28.65
	0.8H 层	31.16	29.51	30.32	32.86	24.14	29.42
JML2	表层	29.70	28.93	29.45	33.00	32.42	32.71
	0.2H 层	28.93	27.43	28.28	33.46	32.93	33.15
	0.4H 层	27.94	25.48	26.40	34.00	33.21	33.77
	0.6H 层	26.03	24.25	24.89	34.14	33.91	34.06
	0.8H 层	24.71	24.06	24.34	34.15	34.10	34.13
	底层	24.68	24.01	24.29	34.16	34.10	34.13
	表层	30.44	28.69	29.75	31.96	30.27	31.19
JML3	0.2H 层	30.01	28.27	29.20	32.87	31.60	32.32
	0.4H 层	29.87	26.94	28.09	33.63	31.94	33.06
	0.6H 层	29.25	25.49	26.69	34.01	32.67	33.70
	0.8H 层	26.49	24.05	25.39	34.17	33.85	34.03
	底层	24.70	22.84	23.99	34.21	33.94	34.15
	表层	30.32	29.72	29.97	32.34	32.05	32.21
JML4	0.2H 层	30.07	28.20	29.41	33.75	32.30	32.93
	0.4H 层	28.01	26.71	27.10	33.90	33.68	33.84
	0.6H 层	26.72	25.72	26.33	33.96	33.87	33.92
	0.8H 层	26.40	22.17	24.57	34.28	33.92	34.04
	底层	21.83	21.34	21.60	34.32	34.28	34.30
	0.2H 层	30.30	29.76	30.00	31.87	31.25	31.58
JML5	0.6H 层	30.30	29.75	30.00	31.87	31.25	31.59

站位	层位	温度 (°C)			盐度 (PSU)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
JML6	0.8H 层	30.30	29.75	29.99	31.89	31.25	31.59
	0.2H 层	28.56	26.53	27.82	33.49	32.87	33.24
	0.6H 层	28.25	24.63	26.96	33.91	32.99	33.40
	0.8H 层	28.24	24.57	26.36	33.95	33.04	33.55
JML7	表层	29.99	28.72	29.33	32.80	32.19	32.49
	0.2H 层	29.60	26.53	28.52	33.79	32.46	33.05
	0.4H 层	27.39	23.93	25.89	34.23	33.53	33.92
	0.6H 层	23.09	21.25	21.78	34.34	33.92	34.27
	0.8H 层	21.55	20.85	21.03	34.36	34.32	34.35
	底层	21.09	20.80	20.92	34.37	34.34	34.36
JML8	0.2H 层	31.09	30.12	30.65	14.08	4.07	8.10
	0.8H 层	30.90	29.95	30.54	16.86	5.52	10.65
JML9	0.2H 层	29.82	26.96	28.38	32.50	19.04	27.46
	0.6H 层	29.56	26.08	27.31	33.15	22.86	30.95
	0.8H 层	29.51	26.06	27.04	33.15	23.46	31.56
JML10	表层	28.69	27.09	28.00	32.96	32.31	32.72
	0.2H 层	28.27	26.42	27.47	33.39	32.64	33.05
	0.4H 层	28.13	23.79	26.00	34.13	32.78	33.52
	0.6H 层	25.06	23.17	24.13	34.20	33.86	34.06
	0.8H 层	23.92	22.87	23.32	34.23	34.08	34.18
	底层	23.52	22.84	23.13	34.23	34.16	34.20
JML11	表层	29.35	28.70	29.02	32.57	32.43	32.49
	0.2H 层	29.34	25.86	28.55	33.11	32.46	32.60
	0.4H 层	28.27	24.12	26.47	33.74	32.57	32.97
	0.6H 层	26.32	22.25	24.12	33.82	33.09	33.44
	0.8H 层	24.60	21.69	22.89	33.91	33.54	33.72
	底层	23.44	21.55	22.13	34.01	33.69	33.86
JML12	表层	28.87	27.59	28.25	33.53	32.96	33.18
	0.2H 层	27.71	26.81	27.19	33.90	33.53	33.75
	0.4H 层	26.62	22.85	25.21	34.25	33.90	33.99
	0.6H 层	24.81	21.35	22.77	34.32	34.00	34.16
	0.8H 层	21.78	20.99	21.18	34.35	34.29	34.32
	底层	21.06	20.92	20.95	34.35	34.34	34.35

(2) 冬季

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 21.95°C，出现在 JML4 站底层；测得水温的最小值为 19.74°C，出现在 JML1 站 0.8H 层；观测海区靠近陆地的站点，海水整体混合均匀，温度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点，水温表现出较为明显的分层结构。冬季由于陆地气温比海洋温度低，所以各个站位有明显的表层到底层依次升高（主要表现在夜晚以及较浅的站位），白天由于太阳辐射的原因，表层温度升高，表现出了表层到底层依次降低。此次观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.01，出现在 JML4 的底层；测得盐度的最小值为 15.38，出现在 JML8 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区靠近陆地的站点，海水整体混合均匀，盐度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点，盐度表现出明显的分层结构，随着深度加深温度变高，JML1 和 JML8 站由于有淡水输入，其盐度最低。各站的盐度混合均匀，且受潮汐作用的影响。

表 5.1.7-2 冬季各站温度、盐度统计

站位	层位	温度 (°C)			盐度 (PSU)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
JML1	0.2H 层	20.75	19.74	20.23	30.35	27.03	29.64
	0.8H 层	20.56	19.74	20.18	30.35	27.07	29.67
JML2	表层	20.40	20.05	20.22	32.12	31.74	31.93
	0.2H 层	20.39	20.06	20.22	32.12	31.75	31.93
	0.4H 层	20.38	20.07	20.23	32.13	31.78	31.95
	0.6H 层	20.38	20.11	20.25	32.14	31.85	31.99
	0.8H 层	20.41	20.13	20.25	32.16	31.88	32.01
	底层	20.41	20.13	20.25	32.18	31.88	32.02
JML3	表层	20.56	20.11	20.34	32.10	31.56	31.81
	0.2H 层	20.58	20.13	20.35	32.11	31.57	31.82
	0.4H 层	20.59	20.29	20.42	32.13	31.65	31.94
	0.6H 层	20.67	20.43	20.53	32.41	31.95	32.14
	0.8H 层	20.70	20.47	20.58	32.49	32.06	32.24
	底层	20.72	20.47	20.60	32.51	32.06	32.28
JML4	表层	21.94	21.52	21.71	34.00	33.72	33.85
	0.2H 层	21.94	21.52	21.72	34.01	33.73	33.86
	0.4H 层	21.94	21.56	21.73	34.01	33.75	33.87
	0.6H 层	21.95	21.56	21.75	34.01	33.77	33.89
	0.8H 层	21.95	21.57	21.77	34.01	33.77	33.90
	底层	21.95	21.58	21.79	34.01	33.78	33.92
JML5	0.2H 层	20.57	20.00	20.26	29.82	29.37	29.67
	0.6H 层	20.50	20.00	20.22	29.83	29.39	29.68
	0.8H 层	20.49	19.97	20.19	29.90	29.46	29.74
JML6	0.2H 层	20.54	20.02	20.27	31.21	29.33	30.09
	0.6H 层	20.54	20.03	20.34	31.45	29.40	30.46
	0.8H 层	20.54	20.04	20.36	31.51	29.40	NaN
JML7	表层	21.17	20.54	20.94	33.56	32.42	33.19
	0.2H 层	21.18	20.60	20.98	33.59	32.51	33.24
	0.4H 层	21.28	20.93	21.11	33.66	33.05	33.43
	0.6H 层	21.44	20.96	21.24	33.81	33.38	33.60
	0.8H 层	21.45	21.04	21.31	33.88	33.43	33.75
	底层	21.48	21.23	21.36	33.90	33.66	33.80
JML8	0.2H 层	20.53	19.87	20.20	25.44	15.38	20.29
	0.8H 层	20.38	19.89	20.18	25.98	15.55	20.94
JML9	0.2H 层	20.79	20.03	20.30	30.26	24.63	27.97
	0.6H 层	20.55	20.08	20.27	30.26	25.71	29.09
	0.8H 层	20.50	20.16	20.27	30.37	26.11	29.57
JML10	表层	20.46	20.08	20.28	31.15	28.83	30.56

站位	层位	温度 (°C)			盐度 (PSU)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
	0.2H 层	20.46	20.10	20.31	31.15	29.93	30.77
	0.4H 层	20.58	20.16	20.37	32.74	30.52	31.26
	0.6H 层	20.61	20.17	20.43	32.85	30.70	31.62
	0.8H 层	20.62	20.17	20.47	32.92	30.93	31.88
	底层	20.64	20.22	20.52	33.07	31.04	32.28
	表层	20.30	19.91	20.10	33.53	31.84	33.18
JML11	0.2H 层	20.25	19.92	20.09	33.53	32.23	33.23
	0.4H 层	20.14	19.93	20.06	33.52	32.92	33.41
	0.6H 层	20.15	19.95	20.05	33.54	33.37	33.48
	0.8H 层	20.17	19.96	20.06	33.56	33.43	33.52
	底层	20.24	20.00	20.08	33.61	33.52	33.56
	表层	20.69	20.56	20.64	33.48	32.10	33.15
JML12	0.2H 层	20.66	20.52	20.60	33.57	32.40	33.24
	0.4H 层	20.60	20.50	20.56	33.65	32.96	33.42
	0.6H 层	20.57	20.47	20.51	33.65	33.33	33.54
	0.8H 层	20.54	20.36	20.47	33.75	33.43	33.62
	底层	20.46	20.26	20.42	33.80	33.56	33.67
	表层	20.69	20.56	20.64	33.48	32.10	33.15

5.1.8 悬浮泥沙

5.1.8.1 悬浮泥沙浓度

(1) 夏季

观测期间调查海区悬沙浓度范围为 $0.001\text{kg/m}^3 \sim 0.059\text{kg/m}^3$, JML1 站底层的悬沙浓度最大 (0.059kg/m^3), JML2 站表层和中层、JML3 站表层和中层、JML4 站表层、JML6 站中层、JML7 站表层和中层、JML10 站表层和中层、JML11 站表层和中层的悬沙浓度最小 (0.001kg/m^3); 在垂向上, 各站表层和底层悬沙浓度较为接近。空间上, 近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。

表 5.1.8-1 夏季各站悬沙浓度情况表

项目		悬沙浓度 (kg/m^3)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
JML1	表层	0.055	0.009	0.025	0.030
	底层	0.059	0.011	0.035	
JML2	表层	0.005	0.001	0.003	0.004
	中层	0.007	0.001	0.003	
	底层	0.010	0.003	0.006	
JML3	表层	0.004	0.001	0.002	0.003
	中层	0.005	0.001	0.003	
	底层	0.009	0.002	0.005	
JML4	表层	0.006	0.001	0.003	0.004
	中层	0.008	0.002	0.004	
	底层	0.008	0.003	0.005	
JML5	表层	0.010	0.002	0.006	0.007
	中层	0.011	0.003	0.006	

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
	底层	0.010	0.004	0.007	
JML6	表层	0.011	0.002	0.006	0.007
	中层	0.012	0.001	0.005	
	底层	0.014	0.004	0.009	
JML7	表层	0.009	0.001	0.003	0.005
	中层	0.010	0.001	0.005	
	底层	0.012	0.003	0.007	
JML8	表层	0.017	0.005	0.010	0.012
	底层	0.020	0.009	0.014	
JML9	表层	0.015	0.004	0.008	0.014
	中层	0.022	0.005	0.012	
	底层	0.037	0.013	0.022	
JML10	表层	0.008	0.001	0.004	0.005
	中层	0.011	0.001	0.005	
	底层	0.014	0.003	0.007	
JML11	表层	0.005	0.001	0.003	0.004
	中层	0.007	0.001	0.003	
	底层	0.008	0.002	0.005	
JML12	表层	0.006	0.002	0.004	0.005
	中层	0.009	0.002	0.005	
	底层	0.012	0.004	0.007	

(2) 冬季

观测期间调查海区悬沙浓度范围为 0.001kg/m³~0.049kg/m³, JML1 站底层的悬沙浓度最大 (0.049kg/m³), JML7 站中层的悬沙浓度最小 (0.001kg/m³); 在垂向上, 各站表层和底层悬沙浓度较为接近。空间上, 近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。

表 5.1.8-2 冬季各站悬沙浓度情况表

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
JML1	表层	0.049	0.039	0.046	0.046
	底层	0.049	0.037	0.046	
JML2	表层	0.014	0.008	0.011	0.012
	中层	0.015	0.008	0.012	
	底层	0.017	0.009	0.012	
JML3	表层	0.010	0.006	0.007	0.008
	中层	0.011	0.005	0.007	
	底层	0.013	0.006	0.009	
JML4	表层	0.011	0.004	0.006	0.006
	中层	0.011	0.004	0.005	
	底层	0.012	0.004	0.007	
JML5	表层	0.012	0.006	0.010	0.010
	中层	0.011	0.008	0.009	
	底层	0.014	0.006	0.009	

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
JML6	表层	0.020	0.009	0.014	0.017
	中层	0.024	0.013	0.016	
	底层	0.025	0.016	0.020	
JML7	表层	0.005	0.002	0.003	0.004
	中层	0.007	0.001	0.003	
	底层	0.009	0.003	0.005	
JML8	表层	0.049	0.012	0.033	0.032
	底层	0.047	0.011	0.031	
JML9	表层	0.027	0.010	0.018	0.019
	中层	0.027	0.013	0.018	
	底层	0.032	0.012	0.021	
JML10	表层	0.012	0.005	0.008	0.009
	中层	0.016	0.005	0.008	
	底层	0.018	0.005	0.009	
JML11	表层	0.008	0.004	0.005	0.006
	中层	0.008	0.003	0.006	
	底层	0.008	0.005	0.007	
JML12	表层	0.008	0.003	0.005	0.006
	中层	0.009	0.004	0.006	
	底层	0.009	0.003	0.007	

5.1.8.2 输沙量

(1) 夏季

涨潮期最大单宽输沙量为 1.43t/m，方向 359°，出现在 JML1 站；落潮期最大单宽输沙量为 2.46t/m，方向 84°，出现在 JML12 站；最大单宽净输沙量为 3.15t/m，方向 82°，出现在 JML12 站。观测期间，各站点的净输沙量方向主要为东南方向。

表 5.1.8-3 夏季各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
JML1	1.43	359	1.81	185	0.42	206
JML2	0.76	359	0.91	185	0.18	208
JML3	0.13	358	0.35	129	0.28	109
JML4	0.61	55	1.90	104	2.35	92
JML5	0.20	302	0.21	95	0.10	24
JML6	0.42	12	0.40	178	0.11	85
JML7	0.43	20	2.04	96	2.18	85
JML8	0.18	355	0.36	175	0.17	176
JML9	0.96	1	1.18	196	0.36	241
JML10	0.25	315	1.00	124	0.76	121
JML11	0.19	338	0.87	107	0.76	96
JML12	0.70	72	2.46	84	3.15	82

图 5.1.8-1 夏季净输沙示意图

(2) 冬季

涨潮期最大单宽输沙量为 2.32t/m，方向 264°，出现在 JML11 站；落潮期最大单宽输沙量为 1.25t/m，方向 204°，出现在 JML12 站；最大单宽净输沙量为 3.15t/m，方向 229°，出现在 JML12 站。观测期间，JML1 站和 JML8 站的净输沙量方向主要为北方向，JML6 站的净输沙量方向主要为东南方向，JML9 站的净输沙量方向主要为东北方向，其余各站点的净输沙量方向主要为西南方向。

表 5.1.8-4 冬季各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
JML1	1.50	1	1.00	178	0.50	5
JML2	1.65	304	0.49	195	1.56	287
JML3	1.03	310	0.25	213	1.03	296
JML4	1.67	295	0.69	222	1.98	276
JML5	0.26	281	0.20	124	0.11	236
JML6	0.76	9	1.17	166	0.55	135
JML7	1.05	283	0.50	162	0.91	254
JML8	1.52	2	0.48	7	2.00	3
JML9	1.26	17	0.90	181	0.47	49
JML10	1.12	296	0.68	171	0.92	259
JML11	2.32	264	1.24	204	3.13	244
JML12	2.10	244	1.25	204	3.15	229

图 5.1.8-2 冬季净输沙示意图

(3) 输沙量结果分析

余流是指在周期性运动后剩余的平均流量，它是净输沙过程的关键力量，余流驱动沉积物移动，因此净输沙的方向与余流相一致，净输沙的方向结果原因与余流一致。

5.1.8.3 悬沙粒度分析

(1) 夏季

①悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范 (GB/T12763.8—2007)》粒级间隔为 1ϕ ，粒级组成为 $1\phi\sim 11\phi$ 。

调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00%~9.70%，平均值为 0.52%，粉砂含量在 2.54%~91.50%之间，平均值为 64.09%，粘土含量在 6.18%~97.46%之间，平均值为 35.39%；悬沙样品类型为粘土质粉砂 (30/48)，粉砂 (10/48)，粉砂质粘土 (7/48)，

粘土 (1/48)，共 4 种样品。

表 5.1.8-5 夏季悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量 (N=48)

潮次	变化范围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	粘土含量 (%)	平均粒径 $M_d(\Phi)$	分选系数 $\sigma_\Phi(\Phi)$	偏态 S_{sk}	峰态 K_g	中值粒径 $M_d(\mu m)$
大潮 (N=48)	最大值	9.70	91.50	97.46	8.80	0.022	0.67	2.24	8.95
	最小值	0.00	2.54	6.18	5.58	0.001	0.16	0.68	5.79
	平均值	0.52	64.09	35.39	7.07	0.007	0.40	1.02	7.35

表 5.1.8-6 夏季悬沙粒级组成和各粒级含量 (N=48)

潮次	粒级	砂					粉砂				粘土		
	(粒径, mm)	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.063	0.063~0.032	0.032~0.016	0.016~0.008	0.008~0.004	0.004~0.002	0.002~0.001	<0.001
	(粒径, ϕ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
大潮 (N=48)	最大值 (%)	0.00	0.00	0.00	1.79	7.91	21.06	31.95	39.49	41.93	48.22	48.54	7.85
	最小值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.54	4.85	1.23	0.10
	平均值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.04	0.48	2.63	10.81	23.38	27.27	22.00	10.39	3.00
	累计 (%)	0.00	0.00	0.00	0.04	0.52	3.15	13.96	37.34	64.61	86.61	97.00	100.00

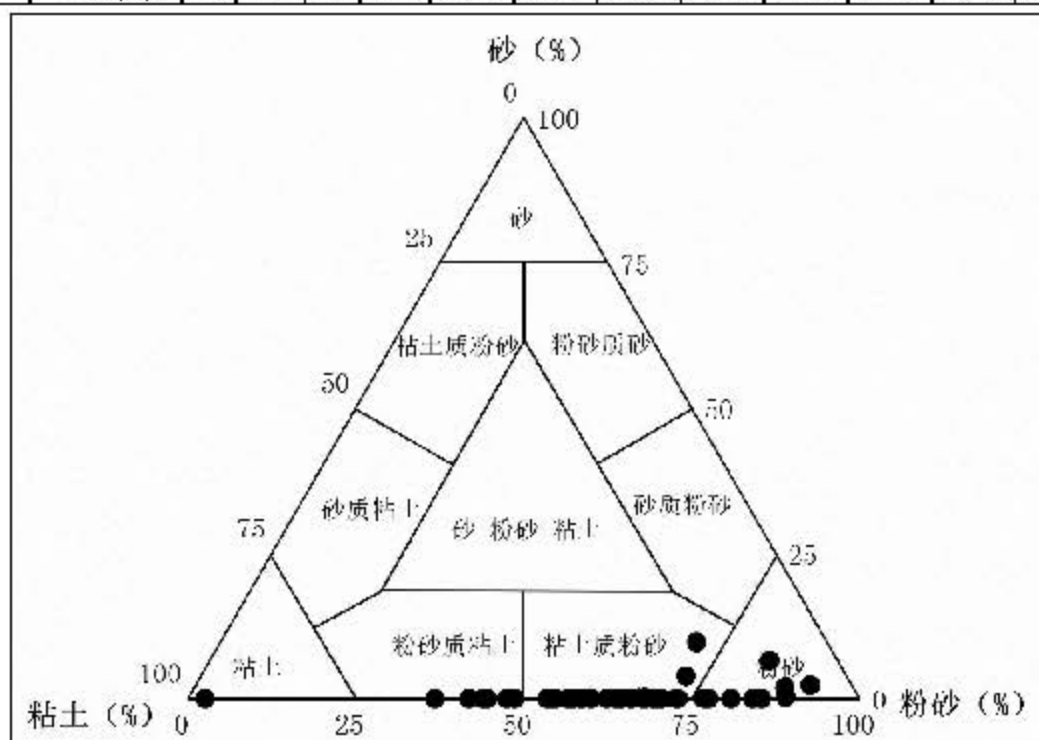


图 5.1.8-3 夏季悬沙所有样品谢帕德三角图分布 (N=48)

②中值粒径 (M_d , μm)

航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $5.79\mu m \sim 8.95\mu m$ 之间，平均值为 $7.35\mu m$ 。

JML7 测站涨急悬沙粒径最粗 ($8.95\mu m$)，JML4 测站涨憩悬沙粒径最细 ($5.79\mu m$)。

表 5.1.8-7 夏季悬沙中值粒径 (M_d , μm) 统计

站点	潮汛	落急	落憩	涨急	涨憩	平均
JML1	大潮	7.03	6.57	7.52	7.29	7.10
JML2	大潮	6.31	7.85	6.89	6.58	6.91

站点	潮流	落急	落憩	涨急	涨憩	平均
JML3	大潮	6.90	6.91	6.47	6.12	6.60
JML4	大潮	7.30	8.02	6.04	5.79	6.79
JML5	大潮	7.69	7.48	7.26	7.43	7.46
JML6	大潮	8.18	8.11	7.42	8.14	7.96
JML7	大潮	7.39	6.89	8.95	7.74	7.74
JML8	大潮	7.44	7.71	7.23	7.76	7.53
JML9	大潮	7.35	6.62	7.33	7.50	7.20
JML10	大潮	7.21	7.25	7.37	7.05	7.22
JML11	大潮	7.76	7.38	7.65	8.04	7.71
JML12	大潮	7.82	7.86	8.00	8.25	7.98

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用，泥沙颗粒起、落情况复杂，本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为 $7.37\mu\text{m}$ 、 $7.39\mu\text{m}$ 、 $7.34\mu\text{m}$ 、 $7.31\mu\text{m}$ 。

③平均粒径 (M_z , φ)

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在 $5.58\varphi \sim 8.80\varphi$ 之间，平均值为 7.07φ 。平均粒径的空间分布为：JML7 站的涨急最大，为 8.80φ ；JML4 站的涨憩最小，为 5.58φ 。

④分选系数 (σ_i , φ)

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 $0.001\varphi \sim 0.022\varphi$ ，平均值为 0.007φ 。

⑤偏态 (S_{ki})

测区悬沙偏态系数变化范围为 $0.16 \sim 0.67$ ，平均值为 0.40 。

⑥峰态 (K_g)

测区悬沙峰态系数的变化范围为 $0.68 \sim 2.24$ ，平均值为 1.02 。

(2) 冬季

①悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范 (GB/T12763.8—2007)》粒级间隔为 1φ ，粒级组成为 $1\varphi \sim 11\varphi$ 。

调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 $0.00\% \sim 49.62\%$ ，平均值为 14.12% ，粉砂含量在 $44.95\% \sim 82.58\%$ 之间，平均值为 64.30% ，粘土含量在 $1.49\% \sim 55.05\%$ 之间，平均值为 21.59% ；悬沙样品类型为粘土质粉砂 (27/48)，砂质粉砂 (15/48)，粉砂 (2/48)，粉砂质粘土 (2/48)，粉砂质砂 (1/48)，砂-粉砂-粘土 (1/48)，共 6 种

样品。

表 5.1.8-8 冬季悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量 (N=48)

潮次	变化范围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	粘土含量 (%)	平均粒径 $M_z(\Phi)$	分选系数 $\sigma_z(\Phi)$	偏态 S_{ki}	峰态 K_g	中值粒径 $M_d(\mu m)$
大潮 (N=48)	最大值	49.62	82.58	55.05	7.35	0.115	0.79	4.71	8.13
	最小值	0.00	44.95	1.49	3.94	0.005	0.11	0.79	4.00
	平均值	14.12	64.30	21.59	5.57	0.024	0.49	1.23	6.05

表 5.1.8-9 冬季悬沙粒级组成和各粒级含量 (N=48)

潮次	粒级	砂					粉砂				粘土		
	(粒径, mm)	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.063	0.063~0.032	0.032~0.016	0.016~0.008	0.008~0.004	0.004~0.002	0.002~0.001	<0.001
	(粒径, ϕ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
大潮 (N=48)	最大值 (%)	0.80	5.72	2.23	5.83	43.79	33.33	29.35	31.33	25.59	34.76	19.21	5.31
	最小值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	8.94	3.13	1.56	1.12	0.37	0.00
	平均值 (%)	0.02	0.12	0.05	1.53	12.41	16.27	17.87	15.74	14.42	12.42	6.88	2.29
	累计 (%)	0.02	0.14	0.18	1.71	14.12	30.38	48.26	63.99	78.41	90.83	97.71	100.00

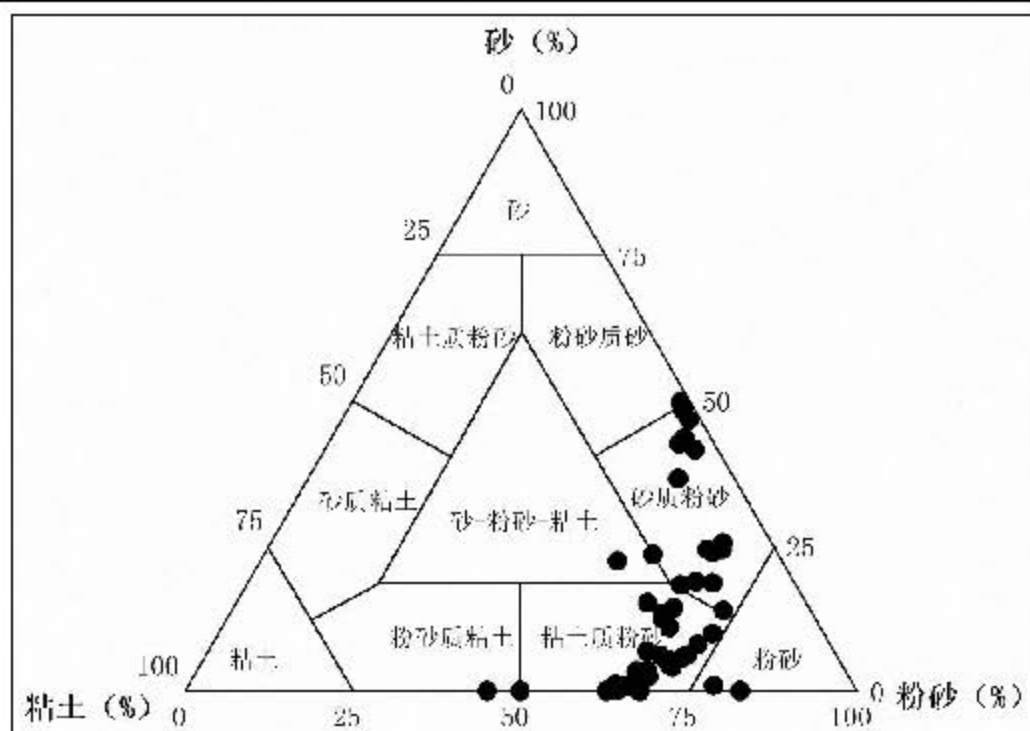


图 5.1.8-4 冬季悬沙所有样品谢帕德三角图分布 (N=48)

②中值粒径 (M_d , μm)

航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $4.00\mu m \sim 8.13\mu m$ 之间, 平均值为 $6.05\mu m$ 。

JML7 测站涨憩悬沙粒径最粗 ($8.13\mu m$), JML9 测站涨憩悬沙粒径最细 ($4.00\mu m$)。

表 5.1.8-10 冬季悬沙中值粒径 (M_d , μm) 统计

站点	潮汛	涨急	涨憩	落急	落憩	平均
----	----	----	----	----	----	----

站点	潮流	涨急	涨憩	落急	落憩	平均
JML1	大潮	7.40	7.12	7.14	7.33	7.25
JML2	大潮	5.38	6.55	5.90	6.10	5.98
JML3	大潮	4.85	4.23	4.82	6.67	5.14
JML4	大潮	7.03	6.14	6.09	7.51	6.69
JML5	大潮	6.57	6.92	7.37	6.79	6.91
JML6	大潮	5.56	6.05	6.98	7.05	6.41
JML7	大潮	7.97	8.13	6.06	6.17	7.08
JML8	大潮	7.20	5.53	6.78	6.80	6.58
JML9	大潮	6.90	4.00	5.67	6.30	5.72
JML10	大潮	6.48	4.16	5.30	5.46	5.35
JML11	大潮	4.19	5.33	4.03	4.06	4.40
JML12	大潮	4.77	4.45	5.97	4.97	5.04

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用，泥沙颗粒起、落情况复杂，本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次涨急、涨憩、落急、落憩时中值粒径的平均值分别为 $6.19\mu\text{m}$ 、 $5.72\mu\text{m}$ 、 $6.01\mu\text{m}$ 、 $6.27\mu\text{m}$ 。

③平均粒径 (M_z , ϕ)

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在 $3.94\phi \sim 7.35\phi$ 之间，平均值为 5.57ϕ 。平均粒径的空间分布为：JML7 站的涨急最大，为 7.35ϕ ；JML9 站的涨憩最小，为 3.94ϕ 。

④分选系数 (σ_i , ϕ)

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 $0.005\phi \sim 0.115\phi$ ，平均值为 0.024ϕ 。

⑤偏态 (S_{ki})

测区悬沙偏态系数变化范围为 $0.11 \sim 0.79$ ，平均值为 0.49 。

⑥峰态 (K_g)

测区悬沙峰态系数的变化范围为 $0.79 \sim 4.71$ ，平均值为 1.23 。

5.2 海水水质现状调查与评价

5.2.1 海域污染源调查

5.2.1.1 评价范围内排放同类污染物的已建、在建、拟建项目分布情况

项目为海域开放式养殖项目，评价范围内排放同类污染物的已建、在建、拟建项目分布情况如下：

(1) 台山市海域养殖现状

2023 年 3 月，广州上都城市规划设计有限公司对台山市黄茅海、广海湾、川岛海域养殖区所在海域开展了现状调查，调查范围见图 5.2.1-1。调查结果显示，海水

养殖现状调查图斑总数为 153 个，用海面积 24061.52 公顷，养殖用海分布在川岛、黄茅海和广海湾，与构筑物养殖方式的不同，主要养殖方式有网箱、浮排、浮球和桩架式，详见表 5.2.1-1。

表 5.2.1-1 台山市养殖区养殖用海规模

序号	养殖方式	图斑数量 (个)	用海面积 (公顷)	面积占比 (%)
1	网箱	8	140.23	0.58
2	浮排	12	857.74	3.57
3	浮球	36	13749.51	57.14
4	桩架式	97	9314.04	38.71
合计		153	24061.52	100

图 5.2.1-1 台山海域海水养殖调查范围图

图 5.2.1-2 养殖用海现状图

1) 网箱养殖

网箱养殖图斑有 8 个，涉及面积 140.23 公顷，主要分布在上川大浪湾、高冠、三洲港、沙堤港和小沙湾，部分海域现状情况如下。

图 5.2.1-3 上川大浪湾附近海域

图 5.2.1-4 上川高冠

图 5.2.1-5 上川沙堤港

2) 浮排养殖

浮排养殖图斑有 12 个，涉及面积 865.74 公顷，主要分布在上川白沙湾、夜更湾和乌榄洲东北方向附近，部分海域现状情况如下。

图 5.2.1-6 上川乌榄洲东北方向附近

图 5.2.1-7 上川夜更湾

3) 浮球养殖

浮球养殖图斑有 36 个，涉及面积 13749.51 公顷，主要分布在上川独湾、石筒湾、长湾，下川浚湾、独湾、荔枝湾附近海域、略尾，以及广海海域、川岛甫草等海域，部分海域现状情况如下。

图 5.2.1-8 广海海龙湾

图 5.2.1-9 川岛甫草

4) 桩架式养殖

桩架式养殖图斑有 97 个，涉及面积 9314.04 公顷，主要分布在上川长湾和木大湾，下川浚湾、芙湾和北风湾，以及广海烽火角、川岛甫草等海域，部分海域现状情况如下。

图 5.2.1-10 广海烽火角

图 5.2.1-11 上川长湾

(2) 镇海湾海域养殖现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，区域 1 所在镇海湾有 162 个已取得海域使用权证的开放式养殖项目。

本项目所在海域及周边还分布有现状养殖区，本项目区域 1 所在海域现状养殖面积约 117.17 公顷，为台架式蚝桩养殖，养殖牡蛎为无证养殖。

镇海湾现状养殖约 7228 公顷，其中牡蛎养殖约 7025 公顷，底播养殖约 203 公顷，具体情况见表 5.2.1-2。

表 5.2.1-2 黄茅海养殖区养殖用海规模

序号	养殖方式	用海面积（公顷）	面积占比（%）
1	牡蛎养殖（桩架式）	7025	97
2	底播养殖	203	3
合计		7228	100

图 5.2.1-12 镇海湾养殖现状图

(3) 黄茅海海域养殖现状

根据调查结果，黄茅海内已有的开放式养殖活动主要分布于腰古湾至角湾之间的近岸海域，海水养殖现状调查图斑总数为 8 个，用海面积 7852.48 公顷，具体情况见表 5.2.1-3。

表 5.2.1-3 黄茅海养殖区养殖用海规模

序号	养殖方式	图斑数量（个）	用海面积（公顷）	面积占比（%）
1	网箱	0	0	0

2	浮排	3	836.53	10.65
3	浮球	0	0	0
4	桩架式	5	7015.95	89.35
合计		8	7852.48	100

(4) 广海湾海域养殖现状

根据调查结果，广海湾内已有的开放式养殖活动主要分布于望头村至老虎头咀之间的近岸海域，海水养殖现状调查图斑总数为 73 个，用海面积 13938.86 公顷，具体情况见表 5.2.1-4。

表 5.2.1-4 广海湾养殖区养殖用海规模

序号	养殖方式	图斑数量 (个)	用海面积 (公顷)	面积占比 (%)
1	网箱	0	0	0
2	浮排	1	3.51	0.025
3	浮球	17	12718.98	91.248
4	桩架式	55	1216.47	8.727
合计		73	13938.86	100

(5) 川岛海域养殖现状

根据调查结果，川岛附近海域已有的开放式养殖活动主要分布于上川岛长湾海域及下川岛北部及东部海域，海水养殖现状调查图斑总数为 72 个，用海面积 2270.18 公顷，具体情况见表 5.2.1-5。

表 5.2.1-5 川岛海域养殖区养殖用海规模

序号	养殖方式	图斑数量 (个)	用海面积 (公顷)	面积占比 (%)
1	网箱	8	140.23	6.18
2	浮排	8	17.70	0.78
3	浮球	19	1030.63	45.40
4	桩架式	37	1081.62	47.64
合计		72	2270.18	100

(6) 评价范围内在建、拟建项目

项目评价范围内排放同类污染物的在建、拟建项目主要为台山市海洋牧场基础设施建设项目一期工程中广海湾养殖项目和市公资办养殖项目、台山市海域开放式养殖。

图 5.2.1-1 评价范围内主要的在建、拟建项目位置示意图

1) 广海镇养殖项目

根据《台山市海洋牧场基础设施建设项目一期工程环境影响报告书》，广海镇新建 1826.53hm² (27396.58 亩) 牡蛎延绳式吊笼养殖区和 PE 抗风浪蚝排养殖系统，

在新建牡蛎养殖区无公害标准化养殖过程中，通过引进新良种，推广农科新技术，提高单产，养殖区合计可吊养 16454.7×10^4 颗牡蛎苗，单个成品牡蛎质量按 350g 考虑，则本项目牡蛎产量为 57591 吨/年。

根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册农业源》第二篇水产养殖业产排污系数可知，浮缙式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。

图 5.2.1-13 广海镇养殖平面布置图

2) 市公资办（上川岛东侧海域）项目

根据《台山市海洋牧场基础设施建设项目一期工程环境影响报告书》，市公资办（上川岛东侧海域）新建重力式圆形网箱共 100 个，单个重力式网箱周长为 90m，养殖水体为 3500 立方米，设计养殖金鲳鱼规模为 7.7 万尾（成鱼养殖密度为 22 尾/立方米、11 千克/立方米）；新增一个半潜桁架式养殖平台，养殖水体为 3 万立方米，设计养殖金鲳鱼规模为 66 万尾（成鱼养殖密度为 22 尾/立方米、11 千克/立方米）或养殖鲢鱼规模为 6.4 万尾（成鱼养殖密度为 2 尾/立方米、11 千克/立方米）

养殖末期（成鱼期）网箱养殖总氮、总磷、COD_{MN}、悬浮物排放量如下：

表 5.2.1-6 总氮、总磷、COD_{MN}、悬浮物排放源强

养殖设施	污染物排放源强 (kg/s)				
	总氮	总磷	COD _{MN}	悬浮物（饵料散失）	悬浮物（鱼粪）
重力网箱（单个）	0.000082	0.000017	0.000021	0.0348	0.0035
桁架式养殖平台（养殖金鲳鱼）	0.000704	0.000143	0.000179	0.2979	0.0299
桁架式养殖平台（养殖鲢鱼）	0.000284	0.000058	0.000072	0.2889	0.0290

图 5.2.1-14 市公资办（上川岛东侧海域）项目养殖平面布置图

3) 台山市海域开放式养殖

根据《台山市海域开放式养殖环境影响报告书》，项目范围包括黄茅海、广海湾、川岛海域，养殖总用海面积 19246.1320 公顷。其中黄茅海海域开放式养殖用海面积 5658.5122 公顷，共划分为 70 个养殖区块（分别为黄茅海养殖区 1~70），其中黄茅海养殖区 1 和 2 开展底播养殖，黄茅海养殖区 3~70 开展筏式养殖。广海湾海域开放式养殖用海面积 8682.1598 公顷，共划分为 123 个养殖区块（分别为广海湾

养殖区 1~123)，所有区块均开展筏式养殖。川岛海域开放式养殖用海面积 4905.4600 公顷，共划分为 107 个养殖区块（分别为川岛海域养殖区 1~107），其中川岛海域养殖区 9、25、61~63、66、70、71、84~94 开展底播养殖，川岛海域养殖区 37~40 开展网箱蚝排混养，川岛海域养殖区 79~83、95~107 开展网箱养殖，其余川岛海域养殖区开展筏式养殖。筏式养殖以牡蛎为主，底播养殖以波纹巴非蛤为主，网箱养殖主要有石斑鱼、泥猛鱼、金鲳鱼、红鱼、军曹鱼、巴浪鱼等。

项目计划布置底播养殖面积 919.4746 公顷，底播养殖波纹巴非蛤 91947460 粒；布置新型 HDPE 抗风浪蚝排（单口尺寸为 10425mm×9950mm）247515 口，养殖牡蛎 712843200 粒；布置抗风浪重力式网箱蚝排（单个尺寸为 32.5m×20.385m，网箱养殖水体约为 1200m³，共设 22 口蚝排养殖模块）230 个，养殖巴浪鱼 5520000 尾、泥猛鱼 17250000 尾、牡蛎 12144000 粒；布置重力式圆形网箱（单个周长为 90m，养殖水体为 3500 m³）678 个，养殖石斑鱼 1890000 尾、养殖红鱼 2100000 尾、养殖泥猛鱼 9800000 尾、养殖金鲳鱼 24360000 尾、养殖军曹鱼 1414000 尾。

养殖末期（成鱼期）网箱养殖总氮、总磷、CODMn、悬浮物排放量如下：

表 5.2.1-7 总氮、总磷、CODMn、悬浮物排放源强

养殖设施	污染物排放源强 (kg/s)				
	总氮	总磷	COD _{Mn}	悬浮物（饵料散失）	悬浮物（鱼粪）
单个网箱（养殖泥猛鱼）	0.0000747	0.0000152	0.0000190	0.0379	0.0038
单个网箱（养殖金鲳鱼）	0.0000747	0.0000152	0.0000190	0.0190	0.0019
单个网箱（养殖石斑鱼）	0.0000282	0.0000023	0.0000007	0.0190	0.0019
单个网箱（养殖红鱼）	0.0000292	0.0000059	0.0000074	0.0190	0.0019
单个网箱（养殖军曹鱼）	0.0000731	0.0000062	0.0000042	0.0265	0.0027
单个网箱蚝排（养殖巴浪鱼、泥猛鱼和牡蛎）	0.0000176	0.0000036	0.0000018	0.0108	0.0011

图 5.2.1-15 台山市海域开放式养殖平面布置图

(6) 项目范围内养殖情况

项目开展水深测量时，发现区域 1、区域 2 存在小范围现状养殖，区域 3、区域 4 均未有开展养殖，其中区域 1 现状为竹竿桩牡蛎养殖（117.1703 公顷）、区域 2 为浮筏式牡蛎养殖（34.2993 公顷）。根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册 农业源》第二篇水产养殖业产排污系数可知，养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。

5.2.1.2 评价范围内主要入海排放口情况

项目评价范围内排放同类污染物的项目重要分布在台山市沿海海域及川岛海域，主要入海排污口位置及污染物排放情况见图 5.2.1-16 和资料汇编附表 1。

图 5.2.1-16 评价范围内主要入海排放口分布图

5.2.1.3 评价范围内主要入海河流基本情况

项目评价范围内主要入海河流有潭江、大隆洞河、海宴河和那扶河。

潭江：为台山市西北部与开平市分界河，干流发源于阳江市牛围岭山，自西向东流经恩平、开平、观山、鹤山、新会等市，并在新会市双水镇附近折向南流，汇入珠江河网区，在崖门口出南海，干流全长 248 公里，平均比降 0.45‰，流域总集雨面积为 6026 平方公里。台山市占河道中游右岸岸线长为 19.3 公里（其中：三乡镇六槐至五围占 3.3 公里；水步镇岗宁至大江镇麦巷占 16 公里）。

大隆洞河：旧称“矮峒河”，在市域西南部。发源于大隆洞山亚婆髻东麓。河长 59.02 公里，流域面积 707.5 平方公里（市内占 678.7 平方公里），平均坡降为 0.95‰。河床上游为卵石夹砂，中游（大隆洞水库至汀江圩）为砂夹砾，下游为淤泥，河床稳定。上游为山区性河流，中游为丘陵平原性河流，下游为滨海平原性河流。大隆洞河自源头向东流，至隆文圩南转向东北流，至爪排潭水文站向北流入大隆洞水库，水出水库，转东北流，至九迳村南，左岸汕潮水注入，改向东南流，至墩寨圩东北，左岸清湖水注入，转向东流，至汀江圩南，改向东南流，至环海埠村西，左岸支流端芬河注入，至三合海口，左岸支流斗山河、镇口河注入，至镇口河口，转向南流，至堵口，改向西南流，至烽火角水闸流入广海湾。

那扶河：在台山市西南部。此河有两源：东源开平市金鸡镇海湾船头山西麓，西源台山市与恩平市分界鹅公脑山东南麓。河长 42.6 公里（开平市占 7 公里），流域面积 684 平方公里（市内占 569.06 平方公里，平均坡降为 0.39‰。那扶河为滨海山区性河流，除上游河床为卵石夹砂、砾外，其余为淤泥，河床较稳定。那扶河东源由东北向西南流，至（开平市）酸鱼潭，改向东南流，至（台山市）禾雀破，转向西南流。西源由源头（恩平市）向南流，至白麻坑，拐向东北流入台山市丹竹水库。水出水库，向东南流，穿过那扶圩。两源在下潭村东与泥桥村西之间汇成干流后，转向西南流，至三门，左岸铜锣水注入，转向东南流，至石角山，右岸恩平市同胜河注入，至鸦洲岛，左岸支流深井河注入，至镇海埠，茭筋河注入，至北陡镇南山头东麓注入镇海湾。那扶河主要支流深井河，流域面积 225.85 平方公里（市内占 148.2 平方公里），河长 35.5 公里，平均坡降为 1.07‰。此河有二源：东源大隆洞山大顶峰东北麓大东坑尾，西源开平市百花朗竹仔山南麓。两源汇于深井水库出谷后，向西南流，经深井圩，至鸦洲岛东注入那扶河。

海宴河：发源于大隆洞山大顶峰东麓。河长 17.5 公里，流域面积 53.7 平方公里。水由源头向南流，至澳村东，注入碌古水库，水出水库，转向西南流，经海宴街东、流过公角水闸，注入南海。

根据江门市生态环境局公布的《2025 年 1~11 月份江门市地表水国考、省考断面及入海河流监测断面水质状况》，入海河流监测断面水质状况如下：

表 5.2.1-6 评价范围内主要入海河流监测断面 2025 年水质状况（12 月未公布数据）

河流断面	断面名称	水质目标	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
潭江	苍山渡口	II	II	II	II	II	III①	III②	IV③	IV④	III⑤	III⑥	III⑦
大隆洞河	厂发大桥	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III	III	III
海宴河	花田平台	IV	III	III	III	III	III	III	III	IV	III	III	III
那扶河	镇海湾大桥	IV	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III

注：①主要超标项目（超标倍数）：总磷（0.01）、溶解氧；

②主要超标项目（超标倍数）：总磷（0.09）、溶解氧；

③主要超标项目（超标倍数）：总磷（0.06）、溶解氧；

④主要超标项目（超标倍数）：总磷（0.23）、溶解氧；

⑤主要超标项目（超标倍数）：总磷（0.07）、溶解氧；

⑥主要超标项目（超标倍数）：总磷（0.11）、溶解氧；

⑦主要超标项目（超标倍数）：化学需氧量（0.07）。

5.2.2 区域海水水质状况

（1）调查概况

本节数据引用广东省环境厅发布的《2023 年~2025 年广东省近岸海域水质监测信息》。经核对，2023 年~2025 年项目评价范围内共有 18 个近岸海域国控站位，站位基本信息如表 5.2.2-1 和图 5.2.2-1。

图 5.2.2-1 项目评价范围内的近岸海域国控站位示意图

表 5.2.2-1 近岸海域国控站位基本信息一览表

序号	所在城市	监测站位	经度°	纬度°
1	江门	GDN10001		
2	江门	GDN10002		
3	江门	GDN10003		
4	江门	GDN10005		
5	江门	GDN10006		
6	江门	GDN10008		
7	江门	GDN10009		
8	江门	GDN10012		
9	江门	GDN10013		
10	江门	GDN10014		

11	江门	GDN10015		
12	江门	GDN10016		
13	江门	GDN10021		
14	江门	GDN10022		
15	江门	GDN10023		
16	江门	GDN10024		
17	江门	GDN10025		
18	阳江	GDN17002		

(2) 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、《关于调整台山核电项目近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2008〕187号）、《广东省生态环境厅关于同意调整台山黄茅海局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕443号），各监测站位执行的水质标准见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 近岸海域国控站位在广东省近岸海域环境功能区划执行的海水水质标准

监测站位	执行标准
GDN10001、GDN10003、GDN10014	执行海水水质第二类标准

注：其余站位不在广东省近岸海域功能区范围内。

图 5.2.2-2 近岸海域国控站位所处广东省近岸海域环境功能区划示意图

GDN10002、GDN10005、GDN10008、GDN10009、GDN10012、GDN10013、GDN10015、GDN10016、GDN10021~GDN10025、GDN17002 站位不在近岸海域环境功能区规划范围内，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，近岸海域环境功能区规划范围外的近岸海域国控站位所在的海洋功能区见图 5.2.2-3，参照《海水水质标准》（GB3097-1997）海水水质分类确定各海洋功能区执行的标准见表 5.2.2-3。

表 5.2.2-3 近岸海域环境功能区规划范围外的近岸海域国控站位所在的海洋功能区及执行标准

调查站位	功能区名称	标准要求
GND10013	镇海湾重要河口生态保护区	参照 GB 3097-1997 中海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区，执行海水水质第一类标准
GDN10015	江门中华白海豚地方级自然保护区生态保护区	
GND10008、GDN10021、GDN10022、GDN10025、GDN17002	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	
GDN10009、GDN10023、GDN10024	江门-珠海南部渔业用海区（近岸）	近海区参照 GB 3097-1997 中海洋渔业水域，执行海水水质第一类标准
GDN10006	镇海湾渔业用海区（沿岸）	沿岸区参照 GB 3097-1997 中水产养殖区，执行海水水质第二类标准
GDN10002、GDN10005	川山群岛渔业用海区（沿岸）	
GDN10016	江门港广海湾港区交通运输用海区	参照 GB 3097-1997 中海洋港口水域，执行海水水质第四类标准

调查站位	功能区名称	标准要求
GDN10012	广海湾海洋预留区	维持现状

图5.2.2-3 近岸海域环境功能区规划范围外的近岸海域国控站位所处海洋功能区示意图

综上所述，各近岸海域国控站位水质执行标准详见表 5.2.2-4。

表5.2.2-4 各近岸海域国控站位执行水质标准

调查站位	执行标准
GND10008、GDN10009、GND10013、GDN10015、GDN10021、GDN10022、GDN10023、GDN10024、GDN10025、GDN17002	海水水质第一类标准
GDN10001、GDN10002、GDN10005、GDN10006、GDN10003、GDN10014	海水水质第二类标准
GDN10016	海水水质第四类标准
GDN10012	维持现状

(3) 调查结果与评价

①调查结果

项目评价范围内江门市近岸海域国控站位 2023 年~2025 年的监测和统计结果见表 5.2.2-5。

②评价结果

各监测站位水质评价因子的标准指数见表 5.2.2-6。

执行海水水质第一类标准要求的站位有 GND10008、GDN10009、GND10013、GDN10015、GDN10021、GDN10022、GDN10023、GDN10024、GDN10025、GDN17002。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量、铜和铅，其中无机氮 2023 年~2025 年超标率分别为 56.7%、40.0%、46.7%，超标站位包括 GDN10008、GDN10013、GDN10015、GDN10021、GDN10022、GDN10025、GDN17002；活性磷酸盐 2023 年~2025 年超标率分别为 16.7%、3.3%、6.7%，超标站位包括 GDN10013、GDN10021；化学需氧量 2023 年~2025 年超标率分别为 0%、16.7%、0.0%，超标站位包括 GDN10008、GDN10013、GDN10021、GDN10022、GDN10025；铜 2023 年~2025 年超标率分别为 0.0%、10.0%、0.0%，超标站位包括 GND10023；铅 2023 年~2025 年超标率分别为 20.0%、0.0%、10.0%，超标站位包括 GDN10021、GDN10023。

执行海水水质第二类标准要求的站位有 GDN10001、GDN10002、GDN10005、GDN10006、GDN10003、GDN10014。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮、活性磷酸盐和化学需氧量，其中无机氮 2023 年~2025 年超标率分别为 55.6%、61.1%、66.7%，超标站位包括 GDN10001、GDN10002、GDN10005、

GDN10006、GDN10003、GDN10014；活性磷酸盐 2023 年~2025 年超标率分别为 5.6%、0.0%、22.2%，超标站位包括 GDN10001、GDN10014；化学需氧量 2023 年~2025 年超标率分别为 5.6%、5.6%、0.0%，超标站位包括 GDN10003、GDN10006。

执行海水水质第四类标准要求的站位有 GDN10016。由监测结果及标准指数表结果可知：GDN10016 站位 2023 年~2025 年所有监测因子均符合海水水质第四类标准。

海水水质维持现状标准要求的站位有 GDN10012。水质评价统一从《海水水质标准》（GB 3097-1997）的第一类标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质标准。由监测结果及标准指数表结果可知：GDN10012（2024 年 10 月、2025 年 4 月、2025 年 7 月、2025 年 10 月）符合海水水质第二类标准，GDN10012（2023 年 4 月、2023 年 7 月、2023 年 10 月、2024 年 7 月）符合海水水质第三类标准，其余时段站位均满足海水水质第一类标准。

通过对项目评价范围内国控站位 2023 年~2025 年的监测数据分析得出，2023 年~2025 年的海水水质监测结果中超标因子为无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量、铜和铅。其中无机氮超标率比较大，确定含氮污染物为主要污染因子。其主要成因：城市生活污水，农业农村生活污水以及农田施肥灌溉，以及部分养殖尾水的直接排放。江门海域局部水域铜、铅浓度超标，污染物来源以陆源输入为主。GDN10021 位于那扶河河口处海域，GDN10023 位于上川岛东侧海域，该区域分布渔港、渔业作业区，航运船舶防污漆剥落、船舶燃油排放，这可能造成污染物的偶发性排放增加，使得铜、铅含量出现暂时性升高的现象。

评价范围内的江门市近岸海域国控站位 2023 年~2025 年的无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量监测年均值变化趋势图见图 5.2.2-7，由图可知，2023 年~2025 年间无机氮监测年均值总体呈上升趋势，活性磷酸盐监测年均值逐渐下降，化学需氧量监测年均值总体呈平稳趋势，其中无机氮三年的年均值均满足海水水质第二类标准，活性磷酸盐和化学需氧量三年的年均值均满足海水水质第一类标准。综上所述，2023 年~2025 年评价范围内的水质波动变化，总体水质趋好。

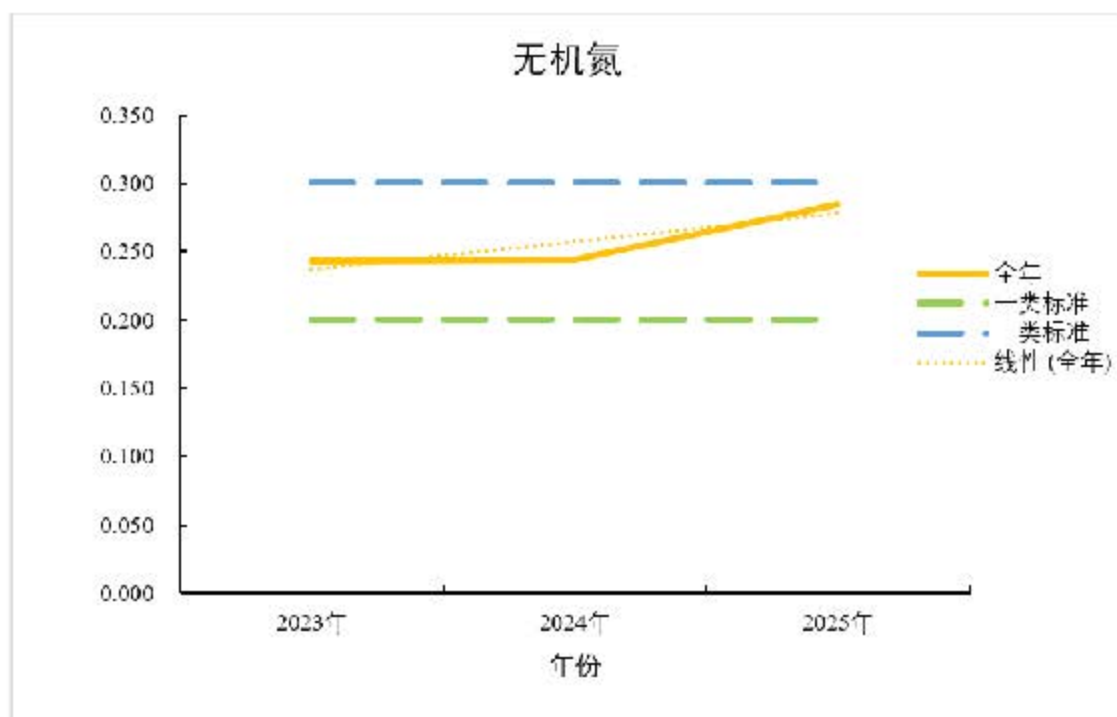


图 5.2.2-4a 2023 年~2025 年水质变化趋势图（无机氮）

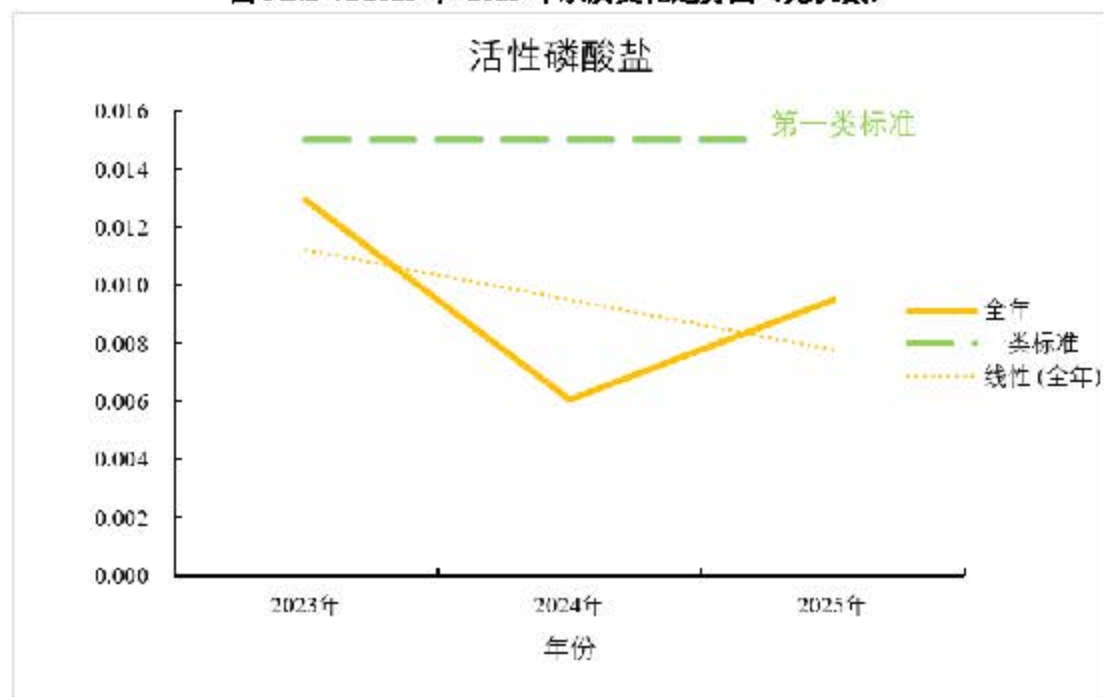


图 5.2.2-4b 2023 年~2025 年水质变化趋势图（活性磷酸盐）

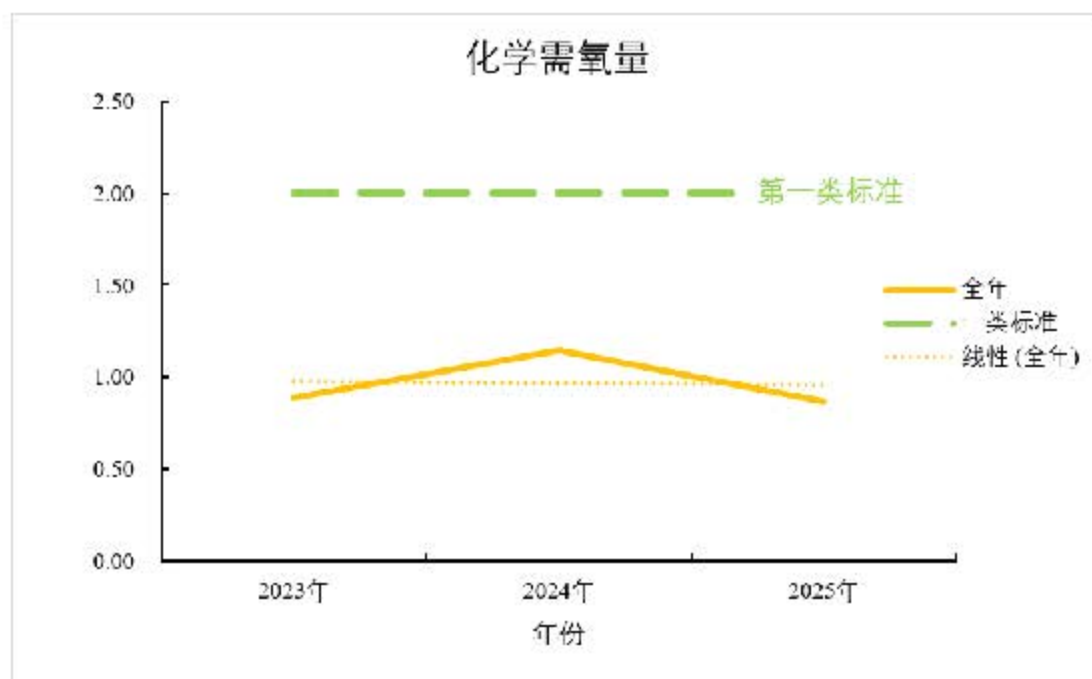


图 5.2.2-4c 2023 年~2025 年水质变化趋势图（化学需氧量）

表 5.2.2-5a 评价范围内近岸海域国控站位 2023 年~2025 年监测结果 (单位: pH 无量纲, 其余为 mg/L)

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
2023 年	GDN10001	2023-04-26	7.81	0.401	0.033	0.003	7.02	1.16	—	—	—	—	—	—
	GDN10002	2023-04-18	8.24	0.347	0.021	0.011	7.32	0.44	—	—	—	—	—	—
	GDN10003	2023-04-26	8.03	0.345	0.019	0.004	6.15	0.62	—	—	—	—	—	—
	GDN10005	2023-04-26	8.03	0.425	0.019	0.003	6.30	0.50	—	—	—	—	—	—
	GDN10006	2023-04-26	8.33	0.289	0.006	0.002	6.12	0.39	—	—	—	—	—	—
	GDN10008	2023-04-26	8.00	0.404	0.014	0.006	6.08	0.47	—	—	—	—	—	—
	GDN10009	2023-04-18	8.16	0.059	0.007	0.006	6.89	0.34	—	—	—	—	—	—
	GDN10012	2023-04-26	8.05	0.347	0.011	0.003	6.48	0.63	—	—	—	—	—	—
	GDN10013	2023-04-26	7.94	0.395	0.024	0.003	6.64	0.68	—	—	—	—	—	—
	GDN10014	2023-04-26	7.93	0.420	0.029	0.005	6.89	0.81	—	—	—	—	—	—
	GDN10015	2023-04-19	8.21	0.289	0.007	0.016	8.27	0.64	—	—	—	—	—	—
	GDN10016	2023-04-19	8.24	0.138	0.009	0.004	6.37	0.35	—	—	—	—	—	—
	GDN10021	2023-04-26	7.96	0.256	0.016	0.003	6.47	0.52	—	—	—	—	—	—
	GDN10022	2023-04-18	8.17	0.201	0.006	0.018	6.77	0.41	—	—	—	—	—	—
	GDN10023	2023-04-19	8.15	0.094	0.009	0.006	6.55	0.52	—	—	—	—	—	—
	GDN10024	2023-04-19	8.16	0.075	0.012	0.006	6.30	0.40	—	—	—	—	—	—
	GDN10025	2023-04-18	8.22	0.230	0.007	0.004	7.71	0.77	—	—	—	—	—	—
	GDN17002	2023-04-28	8.15	0.290	0.000	0.005	6.46	0.48	—	—	—	—	—	—
	GDN10001	2023-07-22	7.82	0.418	0.022	0.003	5.31	1.22	0.00150	0.000022	0.000015	0.00054	0.748	0.080
	GDN10002	2023-07-21	7.92	0.118	0.026	0.004	5.53	0.58	0.00125	0.000004	0.000090	0.00024	0.267	0.042
	GDN10003	2023-07-21	7.90	0.268	0.018	0.001	6.58	3.17	0.00166	0.000004	0.000015	0.00004	0.690	0.037
	GDN10005	2023-07-21	8.23	0.117	0.008	0.001	6.62	1.56	0.00105	0.000025	0.000015	0.00031	0.522	0.029
	GDN10006	2023-07-22	8.10	0.200	0.005	0.001	7.01	1.12	0.00084	0.000019	0.000015	0.00058	0.395	0.010
	GDN10008	2023-07-21	8.27	0.112	0.004	0.004	5.95	1.52	0.00101	0.000004	0.000080	0.00004	1.420	0.017
	GDN10009	2023-07-14	8.12	0.023	0.003	0.001	6.29	0.63	0.00066	0.000036	0.000015	0.00004	0.154	0.010
	GDN10012	2023-07-21	7.84	0.311	0.012	0.010	5.46	1.90	0.00105	0.000004	0.000015	0.00004	0.518	0.024
	GDN10013	2023-07-22	7.82	0.381	0.022	0.001	5.44	1.22	0.00132	0.000019	0.000015	0.00027	0.625	0.037
	GDN10014	2023-07-22	7.84	0.384	0.019	0.001	5.01	1.68	0.00129	0.000023	0.000015	0.00097	0.836	0.029
	GDN10015	2023-07-20	7.92	0.280	0.007	0.003	6.10	1.32	0.00075	0.000004	0.000080	0.00008	0.686	0.031

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
	GDN10016	2023-07-21	8.05	0.074	0.012	0.001	6.21	0.71	0.00101	0.000014	0.000033	0.00096	0.296	0.032
	GDN10021	2023-07-22	8.03	0.221	0.010	0.003	6.09	1.41	0.00095	0.000016	0.000015	0.00146	0.557	0.016
	GDN10022	2023-07-21	8.03	0.127	0.007	0.002	5.31	0.79	0.00048	0.000020	0.000043	0.00058	0.255	0.015
	GDN10023	2023-07-21	8.12	0.119	0.009	0.001	6.54	1.22	0.00081	0.000018	0.000015	0.00171	0.258	0.018
	GDN10024	2023-07-21	8.04	0.085	0.006	0.001	5.52	0.66	0.00062	0.000019	0.000033	0.00024	0.252	0.011
	GDN10025	2023-07-22	8.05	0.159	0.005	0.003	5.58	0.83	0.00103	0.000019	0.000015	0.00014	0.377	0.013
	GDN17002	2023-07-28	8.29	0.012	0.000	0.020	6.68	0.55	0.00143	0.000004	0.000015	0.00016	0.096	0.010
	GDN10001	2023-11-01	7.81	0.380	0.028	0.028	6.92	1.22	—	—	—	—	—	—
	GDN10002	2023-10-31	8.11	0.227	0.020	0.007	7.32	0.64	—	—	—	—	—	—
	GDN10003	2023-10-31	7.82	0.382	0.026	0.006	6.01	1.68	—	—	—	—	—	—
	GDN10005	2023-10-31	7.99	0.286	0.004	0.006	6.34	0.74	—	—	—	—	—	—
	GDN10006	2023-11-01	7.89	0.295	0.017	0.015	6.50	0.95	—	—	—	—	—	—
	GDN10008	2023-10-31	8.02	0.284	0.009	0.008	7.23	0.74	—	—	—	—	—	—
	GDN10009	2023-10-25	8.09	0.062	0.006	0.005	6.84	0.43	—	—	—	—	—	—
	GDN10012	2023-10-31	7.85	0.364	0.023	0.001	6.16	1.47	—	—	—	—	—	—
	GDN10013	2023-11-01	7.82	0.385	0.029	0.015	6.52	0.87	—	—	—	—	—	—
	GDN10014	2023-11-01	7.81	0.376	0.022	0.012	6.39	1.42	—	—	—	—	—	—
	GDN10015	2023-10-31	7.98	0.324	0.007	0.007	6.81	1.20	—	—	—	—	—	—
	GDN10016	2023-10-29	8.11	0.168	0.003	0.009	6.63	0.56	—	—	—	—	—	—
	GDN10021	2023-11-01	7.85	0.223	0.021	0.005	6.28	0.96	—	—	—	—	—	—
	GDN10022	2023-10-25	8.10	0.237	0.006	0.005	6.16	0.59	—	—	—	—	—	—
	GDN10023	2023-10-30	7.99	0.218	0.003	0.009	6.73	0.73	—	—	—	—	—	—
	GDN10024	2023-10-26	8.04	0.166	0.007	0.006	6.68	0.53	—	—	—	—	—	—
	GDN10025	2023-10-25	8.07	0.258	0.014	0.006	6.51	0.61	—	—	—	—	—	—
	GDN17002	2023-10-12	8.18	0.082	0.009	0.011	6.01	0.25	—	—	—	—	—	—
2024 年	GDN10001	2024-05-09	8.14	0.427	0.002	0.001	7.78	2.09	—	—	—	—	—	—
	GDN10002	2024-05-08	8.17	0.785	0.001	0.023	8.99	2.75	—	—	—	—	—	—
	GDN10003	2024-04-17	8.07	0.282	0.002	0.002	6.20	0.82	—	—	—	—	—	—
	GDN10005	2024-04-17	8.09	0.414	0.002	0.003	6.49	1.40	—	—	—	—	—	—
	GDN10006	2024-05-08	8.41	0.606	0.001	0.050	12.37	3.91	—	—	—	—	—	—

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
	GDN10008	2024-05-09	8.12	0.597	0.001	0.007	9.05	2.44	—	—	—	—	—	—
	GDN10009	2024-04-17	8.21	0.108	0.002	0.002	6.32	0.45	—	—	—	—	—	—
	GDN10012	2024-04-17	8.13	0.182	0.005	0.001	6.19	1.09	—	—	—	—	—	—
	GDN10013	2024-05-09	8.18	0.572	0.001	0.007	7.60	2.11	—	—	—	—	—	—
	GDN10014	2024-05-09	8.16	0.388	0.001	0.005	7.68	1.88	—	—	—	—	—	—
	GDN10015	2024-04-15	8.20	0.312	0.004	0.004	6.64	1.41	—	—	—	—	—	—
	GDN10016	2024-04-17	8.05	0.120	0.005	0.004	6.26	1.22	—	—	—	—	—	—
	GDN10021	2024-05-09	8.13	0.594	0.001	0.003	8.95	2.13	—	—	—	—	—	—
	GDN10022	2024-05-08	8.21	0.482	0.001	0.002	8.78	2.43	—	—	—	—	—	—
	GDN10023	2024-04-17	8.18	0.106	0.005	0.004	6.56	0.64	—	—	—	—	—	—
	GDN10024	2024-04-17	8.13	0.109	0.004	0.006	6.34	0.43	—	—	—	—	—	—
	GDN10025	2024-05-08	8.29	0.614	0.001	0.014	8.96	2.27	—	—	—	—	—	—
	GDN17002	2024-05-08	8.10	0.259	0.005	0.008	6.39	1.67	—	—	—	—	—	—
	GDN10001	2024-08-12	8.34	0.061	0.007	0.003	6.49	2.20	0.00135	0.000014	0.00002	0.00019	—	—
	GDN10002	2024-08-12	8.08	0.003	0.001	0.011	6.35	0.36	0.00076	0.000004	0.00006	0.00031	—	—
	GDN10003	2024-07-17	8.10	0.333	0.005	0.007	6.20	1.38	0.00006	0.000035	0.00002	0.00004	—	—
	GDN10005	2024-07-17	8.22	0.414	0.001	0.007	6.33	1.74	0.00286	0.000018	0.00014	0.00025	—	—
	GDN10006	2024-08-12	8.25	0.003	0.001	0.011	6.22	0.63	0.00095	0.000010	0.00002	0.00027	—	—
	GDN10008	2024-08-12	8.24	0.003	0.003	0.004	6.18	0.63	0.00168	0.000020	0.00002	0.00015	—	—
	GDN10009	2024-07-19	8.16	0.122	0.008	0.003	6.24	0.78	0.00250	0.000020	0.00002	0.00004	—	—
	GDN10012	2024-07-17	8.22	0.354	0.002	0.005	6.11	1.45	0.00254	0.000016	0.00002	0.00015	—	—
	GDN10013	2024-08-12	8.30	0.019	0.001	0.003	6.53	1.13	0.00176	0.000016	0.00002	0.00015	—	—
	GDN10014	2024-08-12	8.26	0.052	0.012	0.005	5.98	1.77	0.00163	0.000010	0.00002	0.00028	—	—
	GDN10015	2024-07-16	8.16	0.260	0.001	0.009	6.81	1.63	0.00389	0.000015	0.00002	0.00033	—	—
	GDN10016	2024-07-20	8.21	0.108	0.007	0.014	6.17	1.66	0.00586	0.000027	0.00002	0.00004	—	—
	GDN10021	2024-08-12	8.15	0.016	0.001	0.005	5.85	0.62	0.00096	0.000011	0.00002	0.00024	—	—
	GDN10022	2024-08-11	8.05	0.030	0.003	0.007	5.98	0.34	0.00077	0.000012	0.00002	0.00024	—	—
	GDN10023	2024-07-20	8.22	0.100	0.008	0.010	6.11	1.18	0.00635	0.000031	0.00002	0.00004	—	—
	GDN10024	2024-07-20	8.30	0.156	0.004	0.002	6.27	0.83	0.00363	0.000015	0.00003	0.00004	—	—
	GDN10025	2024-08-12	7.91	0.002	0.002	0.001	5.72	0.51	0.00076	0.000009	0.00002	0.00017	—	—

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
	GDN17002	2024-08-01	8.01	0.055	0.006	0.001	6.03	0.46	0.00037	0.000030	0.00004	0.00008	—	—
	GDN10001	2024-10-09	7.87	0.414	0.029	0.004	5.65	0.99	—	—	—	—	—	—
	GDN10002	2024-10-09	8.21	0.263	0.008	0.001	6.26	0.44	—	—	—	—	—	—
	GDN10003	2024-10-13	8.05	0.394	0.001	0.002	6.61	0.96	—	—	—	—	—	—
	GDN10005	2024-10-13	8.10	0.404	0.014	0.002	6.63	0.64	—	—	—	—	—	—
	GDN10006	2024-10-09	8.06	0.140	0.011	0.003	6.35	0.39	—	—	—	—	—	—
	GDN10008	2024-10-09	8.08	0.183	0.001	0.012	6.13	0.47	—	—	—	—	—	—
	GDN10009	2024-10-22	8.15	0.041	0.004	0.001	6.44	0.55	—	—	—	—	—	—
	GDN10012	2024-10-13	8.00	0.118	0.030	0.005	6.66	0.72	—	—	—	—	—	—
	GDN10013	2024-10-09	7.98	0.302	0.018	0.003	5.73	0.71	—	—	—	—	—	—
	GDN10014	2024-10-09	7.87	0.374	0.023	0.001	5.81	0.79	—	—	—	—	—	—
	GDN10015	2024-10-12	8.04	0.318	0.011	0.007	6.76	0.64	—	—	—	—	—	—
	GDN10016	2024-10-22	8.10	0.188	0.013	0.002	6.43	0.70	—	—	—	—	—	—
	GDN10021	2024-10-09	8.05	0.220	0.010	0.003	5.78	0.61	—	—	—	—	—	—
	GDN10022	2024-10-09	8.16	0.161	0.005	0.013	5.73	0.30	—	—	—	—	—	—
	GDN10023	2024-10-22	8.13	0.220	0.011	0.005	6.45	0.83	—	—	—	—	—	—
	GDN10024	2024-10-22	8.12	0.086	0.006	0.002	6.44	0.65	—	—	—	—	—	—
	GDN10025	2024-10-09	8.04	0.191	0.010	0.015	5.89	0.30	—	—	—	—	—	—
	GDN17002	2024-10-22	8.06	0.115	0.004	0.001	6.10	0.57	—	—	—	—	—	—
2025 年	GDN10001	2025-04-26	7.80	0.746	0.036	0.004	6.45	2.00	—	—	—	—	—	—
	GDN10002	2025-04-24	8.14	0.062	0.002	0.002	6.92	0.20	—	—	—	—	—	—
	GDN10003	2025-04-15	7.94	0.275	0.008	0.013	7.35	0.50	—	—	—	—	—	—
	GDN10005	2025-04-15	7.94	0.370	0.008	0.010	7.04	0.56	—	—	—	—	—	—
	GDN10006	2025-04-25	8.12	0.058	0.004	0.0005	6.82	0.30	—	—	—	—	—	—
	GDN10008	2025-04-24	8.13	0.067	0.003	0.007	6.87	0.60	—	—	—	—	—	—
	GDN10009	2025-04-15	8.05	0.073	0.005	0.006	7.13	0.33	—	—	—	—	—	—
	GDN10012	2025-04-15	7.93	0.259	0.008	0.011	7.12	0.41	—	—	—	—	—	—
	GDN10013	2025-04-26	7.84	0.245	0.009	0.002	6.51	0.40	—	—	—	—	—	—
	GDN10014	2025-04-26	7.90	0.719	0.036	0.003	6.65	0.90	—	—	—	—	—	—
	GDN10015	2025-04-15	7.92	0.346	0.004	0.003	7.14	0.36	—	—	—	—	—	—

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
	GDN10016	2025-04-15	8.00	0.154	0.007	0.007	7.22	0.55	—	—	—	—	—	—
	GDN10021	2025-04-26	7.86	0.156	0.002	0.003	6.69	0.50	—	—	—	—	—	—
	GDN10022	2025-04-24	8.11	0.067	0.002	0.002	7.33	0.55	—	—	—	—	—	—
	GDN10023	2025-04-15	8.03	0.192	0.006	0.010	7.24	0.41	—	—	—	—	—	—
	GDN10024	2025-04-15	8.05	0.123	0.006	0.008	7.19	0.41	—	—	—	—	—	—
	GDN10025	2025-04-25	8.03	0.097	0.005	0.0005	6.70	0.40	—	—	—	—	—	—
	GDN17002	2025-04-26	8.04	0.056	0.003	0.009	6.26	0.40	—	—	—	—	—	—
	GDN10001	2025-07-10	7.96	0.385	0.007	0.006	6.74	1.80	0.00108	0.000014	0.00004	0.00004	—	—
	GDN10002	2025-07-09	8.45	0.523	0.003	0.006	6.53	1.00	0.00087	0.000008	0.00003	0.00010	—	—
	GDN10003	2025-07-04	8.23	0.267	0.005	0.010	6.71	1.58	0.00006	0.000004	0.00015	0.00039	—	—
	GDN10005	2025-07-05	8.17	0.375	0.006	0.008	6.82	1.90	0.00006	0.000004	0.00006	0.00013	—	—
	GDN10006	2025-07-10	7.95	0.116	0.002	0.014	6.47	0.80	0.00078	0.000007	0.00003	0.00016	—	—
	GDN10008	2025-07-09	8.42	0.606	0.002	0.005	6.76	1.40	0.00070	0.000004	0.00002	0.00004	—	—
	GDN10009	2025-07-14	8.17	0.082	0.008	0.021	6.22	0.50	0.00047	0.000034	0.00007	0.00052	—	—
	GDN10012	2025-07-05	8.37	0.274	0.005	0.009	6.55	0.71	0.00134	0.000004	0.00008	0.00048	—	—
	GDN10013	2025-07-10	8.17	0.204	0.002	0.006	6.56	1.20	0.00169	0.000011	0.00004	0.00009	—	—
	GDN10014	2025-07-10	8.11	0.389	0.006	0.004	6.61	1.70	0.00191	0.000010	0.00006	0.00004	—	—
	GDN10015	2025-07-15	8.14	0.362	0.010	0.018	6.22	0.55	0.00127	0.000033	0.00002	0.00063	—	—
	GDN10016	2025-07-14	8.04	0.122	0.011	0.015	6.43	0.60	0.00054	0.000035	0.00002	0.00097	—	—
	GDN10021	2025-07-10	8.36	0.272	0.001	0.010	6.10	0.90	0.00101	0.000008	0.00002	0.00014	—	—
	GDN10022	2025-07-09	8.37	0.213	0.002	0.006	5.86	0.65	0.00053	0.000004	0.00002	0.00004	—	—
	GDN10023	2025-07-14	8.09	0.105	0.011	0.010	6.33	0.52	0.00364	0.000033	0.00002	0.00138	—	—
	GDN10024	2025-07-14	8.13	0.084	0.012	0.013	6.31	0.50	0.00101	0.000036	0.00022	0.00037	—	—
	GDN10025	2025-07-10	8.20	0.074	0.002	0.006	5.95	0.65	0.00070	0.000010	0.00002	0.00009	—	—
	GDN17002	2025-07-28	8.10	0.004	0.002	0.005	6.39	0.50	0.00033	0.000013	0.00002	0.00008	—	—
	GDN10001	2025-10-14	7.92	0.588	0.041	0.003	6.78	2.20	—	—	—	—	—	—
	GDN10002	2025-10-14	8.41	0.600	0.004	0.010	6.17	1.00	—	—	—	—	—	—
	GDN10003	2025-10-15	7.92	0.278	0.003	0.004	5.73	1.35	—	—	—	—	—	—
	GDN10005	2025-10-15	8.33	0.367	0.006	0.002	6.18	1.79	—	—	—	—	—	—
	GDN10006	2025-10-14	8.25	0.459	0.016	0.004	6.25	0.80	—	—	—	—	—	—

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷
	GDN10008	2025-10-14	8.10	0.686	0.012	0.004	6.32	1.10	—	—	—	—	—	—
	GDN10009	2025-10-16	8.12	0.078	0.008	0.004	5.84	0.45	—	—	—	—	—	—
	GDN10012	2025-10-15	8.38	0.247	0.011	0.002	6.20	1.74	—	—	—	—	—	—
	GDN10013	2025-10-14	8.12	0.465	0.030	0.006	6.52	1.40	—	—	—	—	—	—
	GDN10014	2025-10-14	8.04	0.629	0.043	0.004	6.32	2.00	—	—	—	—	—	—
	GDN10015	2025-10-16	8.07	0.383	0.014	0.003	6.19	1.38	—	—	—	—	—	—
	GDN10016	2025-11-03	8.05	0.137	0.005	0.008	5.89	0.37	—	—	—	—	—	—
	GDN10021	2025-10-14	8.27	0.577	0.020	0.036	6.14	0.90	—	—	—	—	—	—
	GDN10022	2025-10-14	8.06	0.308	0.013	0.005	5.60	0.65	—	—	—	—	—	—
	GDN10023	2025-10-15	8.14	0.211	0.011	0.004	5.84	0.82	—	—	—	—	—	—
	GDN10024	2025-11-09	8.14	0.096	0.009	0.001	5.81	0.37	—	—	—	—	—	—
	GDN10025	2025-10-14	8.12	0.536	0.012	0.018	6.15	0.85	—	—	—	—	—	—
	GDN17002	2025-11-05	8.15	0.179	0.005	0.017	7.24	0.45	—	—	—	—	—	—

注：（1）“—”代表无数据。（2）数据来自广东省生态环境厅发布的《2023 年广东省近岸海域水质监测信息》（https://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post_4368568.html）、《广东省 2024 年近岸海域水质监测信息》（https://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post_4666144.html）和《2025 年广东省近岸海域水质监测信息》（https://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post_4872313.html）。

表 5.2.2-6a 近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果（执行第一类海水水质标准）

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
2023 年	GDN10008	2023/4/26	0.67	2.02	0.93	0.12	0.24	—	—	—	—
	GDN10009	2023/4/18	0.77	0.30	0.47	0.12	0.17	—	—	—	—
	GDN10013	2023/4/26	0.63	1.98	1.60	0.06	0.34	—	—	—	—
	GDN10015	2023/4/19	0.81	1.45	0.47	0.32	0.32	—	—	—	—
	GDN10021	2023/4/26	0.64	1.28	1.07	0.06	0.26	—	—	—	—
	GDN10022	2023/4/18	0.78	1.01	0.40	0.36	0.21	—	—	—	—
	GDN10023	2023/4/19	0.77	0.47	0.60	0.12	0.26	—	—	—	—
	GDN10024	2023/4/19	0.77	0.38	0.80	0.12	0.20	—	—	—	—
	GDN10025	2023/4/18	0.81	1.15	0.47	0.08	0.39	—	—	—	—
	GDN17002	2023/4/28	0.77	1.45	0.02	0.10	0.24	—	—	—	—
	GDN10008	2023/7/21	0.85	0.56	0.27	0.08	0.76	0.20	0.08	0.08	0.04
	GDN10009	2023/7/14	0.75	0.12	0.20	0.02	0.32	0.13	0.72	0.02	0.04

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
	GDN10013	2023/7/22	0.55	1.91	1.47	0.02	0.61	0.26	0.38	0.02	0.27
	GDN10015	2023/7/20	0.61	1.40	0.47	0.06	0.66	0.15	0.08	0.08	0.08
	GDN10021	2023/7/22	0.69	1.11	0.67	0.06	0.71	0.19	0.32	0.02	1.46
	GDN10022	2023/7/21	0.69	0.64	0.47	0.04	0.40	0.10	0.40	0.04	0.58
	GDN10023	2023/7/21	0.75	0.60	0.60	0.02	0.61	0.16	0.36	0.02	1.71
	GDN10024	2023/7/21	0.69	0.43	0.40	0.02	0.33	0.12	0.38	0.03	0.24
	GDN10025	2023/7/22	0.70	0.80	0.33	0.06	0.42	0.21	0.38	0.02	0.14
	GDN17002	2023/7/28	0.86	0.06	0.02	0.40	0.28	0.29	0.08	0.02	0.16
	GDN10008	2023/10/31	0.68	1.42	0.60	0.16	0.37	—	—	—	—
	GDN10009	2023/10/25	0.73	0.31	0.40	0.10	0.22	—	—	—	—
	GDN10013	2023/11/1	0.55	1.93	1.93	0.30	0.44	—	—	—	—
	GDN10015	2023/10/31	0.65	1.62	0.47	0.14	0.60	—	—	—	—
	GDN10021	2023/11/1	0.57	1.12	1.40	0.10	0.48	—	—	—	—
	GDN10022	2023/10/25	0.73	1.19	0.40	0.10	0.30	—	—	—	—
	GDN10023	2023/10/30	0.66	1.09	0.20	0.18	0.37	—	—	—	—
	GDN10024	2023/10/26	0.69	0.83	0.47	0.12	0.27	—	—	—	—
	GDN10025	2023/10/25	0.71	1.29	0.93	0.12	0.31	—	—	—	—
	GDN17002	2023/10/12	0.79	0.41	0.60	0.22	0.13	—	—	—	—
	超标率%		0.0	56.7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
2024 年	GDN10008	2024/5/9	0.75	2.99	0.07	0.14	1.22	—	—	—	—
	GDN10009	2024/4/17	0.81	0.54	0.13	0.04	0.23	—	—	—	—
	GDN10013	2024/5/9	0.79	2.86	0.07	0.14	1.06	—	—	—	—
	GDN10015	2024/4/15	0.80	1.56	0.27	0.08	0.71	—	—	—	—
	GDN10021	2024/5/9	0.75	2.97	0.07	0.06	1.07	—	—	—	—
	GDN10022	2024/5/8	0.81	2.41	0.07	0.04	1.22	—	—	—	—
	GDN10023	2024/4/17	0.79	0.53	0.33	0.08	0.32	—	—	—	—
	GDN10024	2024/4/17	0.75	0.55	0.27	0.12	0.22	—	—	—	—
	GDN10025	2024/5/8	0.86	3.07	0.07	0.28	1.14	—	—	—	—
	GDN17002	2024/5/8	0.73	1.30	0.33	0.16	0.84	—	—	—	—
	GDN10008	2024/8/12	0.83	0.02	0.20	0.08	0.32	0.34	0.40	0.02	0.15
	GDN10009	2024/7/19	0.77	0.61	0.53	0.06	0.39	0.50	0.40	0.02	0.04
	GDN10013	2024/8/12	0.87	0.10	0.07	0.06	0.57	0.35	0.32	0.02	0.15
	GDN10015	2024/7/16	0.77	1.30	0.07	0.18	0.82	0.78	0.30	0.02	0.33

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
	GDN10021	2024/8/12	0.77	0.08	0.07	0.10	0.31	0.19	0.22	0.02	0.24
	GDN10022	2024/8/11	0.70	0.15	0.20	0.14	0.17	0.15	0.24	0.02	0.24
	GDN10023	2024/7/20	0.81	0.50	0.53	0.20	0.59	1.27	0.62	0.02	0.04
	GDN10024	2024/7/20	0.87	0.78	0.27	0.04	0.42	0.73	0.30	0.03	0.04
	GDN10025	2024/8/12	0.61	0.01	0.13	0.02	0.26	0.15	0.18	0.02	0.17
	GDN17002	2024/8/1	0.67	0.28	0.40	0.02	0.23	0.07	0.60	0.04	0.08
	GDN10008	2024/10/9	0.72	0.92	0.07	0.24	0.24	—	—	—	—
	GDN10009	2024/10/22	0.77	0.21	0.27	0.02	0.28	—	—	—	—
	GDN10013	2024/10/9	0.65	1.51	1.20	0.06	0.36	—	—	—	—
	GDN10015	2024/10/12	0.69	1.59	0.73	0.14	0.32	—	—	—	—
	GDN10021	2024/10/9	0.70	1.10	0.67	0.06	0.31	—	—	—	—
	GDN10022	2024/10/9	0.77	0.81	0.33	0.26	0.15	—	—	—	—
	GDN10023	2024/10/22	0.75	1.10	0.73	0.10	0.42	—	—	—	—
	GDN10024	2024/10/22	0.75	0.43	0.40	0.04	0.33	—	—	—	—
	GDN10025	2024/10/9	0.69	0.96	0.67	0.30	0.15	—	—	—	—
	GDN17002	2024/10/22	0.71	0.58	0.27	0.02	0.29	—	—	—	—
	超标率		0.0	40.0	3.3	0.0	16.7	10.0	0.0	0.0	0.0
2025 年	GDN10008	2025/4/24	0.75	0.34	0.20	0.14	0.30	—	—	—	—
	GDN10009	2025/4/15	0.70	0.37	0.33	0.12	0.17	—	—	—	—
	GDN10013	2025/4/26	0.56	1.23	0.60	0.04	0.20	—	—	—	—
	GDN10015	2025/4/15	0.61	1.73	0.27	0.06	0.18	—	—	—	—
	GDN10021	2025/4/26	0.57	0.78	0.13	0.06	0.25	—	—	—	—
	GDN10022	2025/4/24	0.74	0.34	0.13	0.04	0.28	—	—	—	—
	GDN10023	2025/4/15	0.69	0.96	0.40	0.20	0.21	—	—	—	—
	GDN10024	2025/4/15	0.70	0.62	0.40	0.16	0.21	—	—	—	—
	GDN10025	2025/4/25	0.69	0.49	0.33	0.01	0.20	—	—	—	—
	GDN17002	2025/4/26	0.69	0.28	0.20	0.18	0.20	—	—	—	—
	GDN10008	2025/7/9	0.95	3.03	0.13	0.10	0.70	0.14	0.08	0.02	0.04
	GDN10009	2025/7/14	0.78	0.41	0.53	0.42	0.25	0.09	0.68	0.07	0.52
	GDN10013	2025/7/10	0.78	1.02	0.13	0.12	0.60	0.34	0.22	0.04	0.09
	GDN10015	2025/7/15	0.76	1.81	0.67	0.36	0.28	0.25	0.66	0.02	0.63
	GDN10021	2025/7/10	0.91	1.36	0.07	0.20	0.45	0.20	0.16	0.02	0.14
	GDN10022	2025/7/9	0.91	1.07	0.13	0.12	0.33	0.11	0.08	0.02	0.04

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
	GDN10023	2025/7/14	0.73	0.53	0.73	0.20	0.26	0.73	0.66	0.02	1.38
	GDN10024	2025/7/14	0.75	0.42	0.80	0.26	0.25	0.20	0.72	0.22	0.37
	GDN10025	2025/7/10	0.80	0.37	0.13	0.12	0.33	0.14	0.20	0.02	0.09
	GDN17002	2025/7/28	0.73	0.02	0.13	0.10	0.25	0.07	0.26	0.02	0.08
	GDN10008	2025/10/14	0.73	3.43	0.80	0.08	0.55	—	—	—	—
	GDN10009	2025/10/16	0.75	0.39	0.53	0.08	0.23	—	—	—	—
	GDN10013	2025/10/14	0.75	2.33	2.00	0.12	0.70	—	—	—	—
	GDN10015	2025/10/16	0.71	1.92	0.93	0.06	0.69	—	—	—	—
	GDN10021	2025/10/14	0.85	2.89	1.33	0.72	0.45	—	—	—	—
	GDN10022	2025/10/14	0.71	1.54	0.87	0.10	0.33	—	—	—	—
	GDN10023	2025/10/15	0.76	1.06	0.73	0.08	0.41	—	—	—	—
	GDN10024	2025/11/9	0.76	0.48	0.60	0.02	0.19	—	—	—	—
	GDN10025	2025/10/14	0.75	2.68	0.80	0.36	0.43	—	—	—	—
	GDN17002	2025/11/5	0.77	0.90	0.33	0.34	0.23	—	—	—	—
超标率%			0.0	46.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0

注：“—”表示未检测该指标。

表 5.2.2-6b 近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果（执行第二类海水水质标准）

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
2023 年	GDN10001	2023/4/26	0.54	1.34	1.10	0.06	0.39	—	—	—	—
	GDN10002	2023/4/18	0.83	1.16	0.70	0.22	0.15	—	—	—	—
	GDN10005	2023/4/26	0.69	1.42	0.63	0.06	0.17	—	—	—	—
	GDN10006	2023/4/26	0.89	0.96	0.20	0.04	0.13	—	—	—	—
	GDN10003	2023/4/26	0.69	1.15	0.63	0.08	0.21	—	—	—	—
	GDN10014	2023/4/26	0.62	1.40	0.97	0.10	0.27	—	—	—	—
	GDN10001	2023/7/22	0.55	1.39	0.73	0.06	0.41	0.15	0.11	0.00	0.11
	GDN10002	2023/7/21	0.61	0.39	0.87	0.08	0.19	0.13	0.02	0.02	0.05
	GDN10005	2023/7/21	0.82	0.39	0.27	0.02	0.52	0.11	0.13	0.00	0.06
	GDN10006	2023/7/22	0.73	0.67	0.17	0.02	0.37	0.08	0.10	0.00	0.12
	GDN10003	2023/7/21	0.60	0.89	0.60	0.02	1.06	0.17	0.02	0.00	0.01
	GDN10014	2023/7/22	0.56	1.28	0.63	0.02	0.56	0.13	0.12	0.00	0.19
	GDN10001	2023/11/1	0.54	1.27	0.93	0.56	0.41	—	—	—	—
	GDN10002	2023/10/31	0.74	0.76	0.67	0.14	0.21	—	—	—	—

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
	GDN10005	2023/10/31	0.66	0.95	0.13	0.12	0.25	—	—	—	—
	GDN10006	2023/11/1	0.59	0.98	0.57	0.30	0.32	—	—	—	—
	GDN10003	2023/10/31	0.55	1.27	0.87	0.12	0.56	—	—	—	—
	GDN10014	2023/11/1	0.54	1.25	0.73	0.24	0.47	—	—	—	—
	超标率%		0.0	55.6	5.6	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2024 年	GDN10001	2024/5/9	0.76	1.42	0.07	0.02	0.70	—	—	—	—
	GDN10002	2024/5/8	0.78	2.62	0.03	0.46	0.92	—	—	—	—
	GDN10005	2024/4/17	0.73	1.38	0.07	0.06	0.47	—	—	—	—
	GDN10006	2024/5/8	0.94	2.02	0.03	1.00	1.30	—	—	—	—
	GDN10003	2024/4/17	0.71	0.94	0.07	0.04	0.27	—	—	—	—
	GDN10014	2024/5/9	0.77	1.29	0.03	0.10	0.63	—	—	—	—
	GDN10001	2024/8/12	0.89	0.20	0.23	0.06	0.73	0.14	0.07	0.00	0.04
	GDN10002	2024/8/12	0.72	0.01	0.03	0.22	0.12	0.08	0.02	0.01	0.06
	GDN10005	2024/7/17	0.81	1.38	0.03	0.14	0.58	0.29	0.09	0.03	0.05
	GDN10006	2024/8/12	0.83	0.01	0.03	0.22	0.21	0.10	0.05	0.00	0.05
	GDN10003	2024/7/17	0.73	1.11	0.17	0.14	0.46	0.01	0.18	0.00	0.01
	GDN10014	2024/8/12	0.84	0.17	0.40	0.10	0.59	0.16	0.05	0.00	0.06
	GDN10001	2024/10/9	0.58	1.38	0.97	0.08	0.33	—	—	—	—
	GDN10002	2024/10/9	0.81	0.88	0.27	0.02	0.15	—	—	—	—
	GDN10005	2024/10/13	0.73	1.35	0.47	0.04	0.21	—	—	—	—
	GDN10006	2024/10/9	0.71	0.47	0.37	0.06	0.13	—	—	—	—
	GDN10003	2024/10/13	0.70	1.31	0.03	0.04	0.32	—	—	—	—
	GDN10014	2024/10/9	0.58	1.25	0.77	0.02	0.26	—	—	—	—
	超标率%		0.0	61.1	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2025 年	GDN10001	2025/4/26	0.53	2.49	1.20	0.08	0.67	—	—	—	—
	GDN10002	2025/4/24	0.76	0.21	0.07	0.04	0.07	—	—	—	—
	GDN10005	2025/4/15	0.63	1.23	0.27	0.20	0.19	—	—	—	—
	GDN10006	2025/4/25	0.75	0.19	0.13	0.01	0.10	—	—	—	—
	GDN10003	2025/4/15	0.63	0.92	0.27	0.26	0.17	—	—	—	—
	GDN10014	2025/4/26	0.60	2.40	1.20	0.06	0.30	—	—	—	—
	GDN10001	2025/7/10	0.64	1.28	0.23	0.12	0.60	0.11	0.07	0.01	0.01
	GDN10002	2025/7/9	0.97	1.74	0.10	0.12	0.33	0.09	0.04	0.01	0.02
	GDN10005	2025/7/5	0.78	1.25	0.20	0.16	0.63	0.01	0.02	0.01	0.03

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
	GDN10006	2025/7/10	0.63	0.39	0.07	0.28	0.27	0.08	0.04	0.01	0.03
	GDN10003	2025/7/4	0.82	0.89	0.17	0.20	0.53	0.01	0.02	0.03	0.08
	GDN10014	2025/7/10	0.74	1.30	0.20	0.08	0.57	0.19	0.05	0.01	0.01
	GDN10001	2025/10/14	0.61	1.96	1.37	0.06	0.73	—	—	—	—
	GDN10002	2025/10/14	0.94	2.00	0.13	0.20	0.33	—	—	—	—
	GDN10005	2025/10/15	0.89	1.22	0.20	0.04	0.60	—	—	—	—
	GDN10006	2025/10/14	0.83	1.53	0.53	0.08	0.27	—	—	—	—
	GDN10003	2025/10/15	0.61	0.93	0.10	0.08	0.45	—	—	—	—
	GDN10014	2025/10/14	0.69	2.10	1.43	0.08	0.67	—	—	—	—
	超标率%		0.0	66.7	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：“—”表示未检测该指标。

表 5.2.2-6c 近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果（执行第四类海水水质标准）

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
2023 年	GDN10016	2023/4/19	0.69	0.28	0.20	0.01	0.07	—	—	—	—
	GDN10016	2023/7/21	0.58	0.15	0.27	0.00	0.14	0.02	0.03	0.00	0.02
	GDN10016	2023/10/29	0.62	0.34	0.07	0.02	0.11	—	—	—	—
	超标率%		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2024 年	GDN10016	2024/4/17	0.58	0.24	0.11	0.01	0.24	—	—	—	—
	GDN10016	2024/7/20	0.67	0.22	0.16	0.03	0.33	0.12	0.05	0.00	0.00
	GDN10016	2024/10/22	0.61	0.38	0.29	0.00	0.14	—	—	—	—
	超标率%		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2025 年	GDN10016	2025/4/15	0.56	0.31	0.16	0.01	0.11	—	—	—	—
	GDN10016	2025/7/14	0.58	0.24	0.24	0.03	0.12	0.01	0.07	0.00	0.02
	GDN10016	2025/11/3	0.58	0.27	0.11	0.02	0.07	—	—	—	—
	超标率%		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：“—”表示未检测该指标。

表 5.2.2-6d 近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果（执行维持现状）

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮			活性磷酸盐		石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
标准			一类	一类	二类	三类	一类	二、三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
2023 年	GDN10012	2023/4/26	0.70	1.74	1.16	0.87	0.73	0.37	0.06	0.32	—	—	—	—
	GDN10012	2023/7/21	0.56	1.56	1.04	0.78	0.80	0.40	0.20	0.95	0.21	0.08	0.02	0.04

年份	站位编码	监测时间	pH	无机氮			活性磷酸盐		石油类	化学需氧量	铜	汞	镉	铅
	标准		一类	一类	二类	三类	一类	二、三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
	GDN10012	2023/10/31	0.57	1.82	1.21	0.91	1.53	0.77	0.02	0.74	—	—	—	—
2024 年	GDN10012	2024/4/17	0.75	0.91	0.61	0.46	0.33	0.17	0.02	0.55	—	—	—	—
	GDN10012	2024/7/17	0.81	1.77	1.18	0.89	0.13	0.07	0.10	0.73	0.51	0.32	0.02	0.15
	GDN10012	2024/10/13	0.67	0.59	0.39	0.30	2.00	1.00	0.10	0.36	—	—	—	—
2025 年	GDN10012	2025/4/15	0.62	1.30	0.86	0.65	0.53	0.27	0.22	0.21	—	—	—	—
	GDN10012	2025/7/5	0.91	1.37	0.91	0.69	0.33	0.17	0.18	0.36	0.27	0.08	0.08	0.48
	GDN10012	2025/10/15	0.92	1.24	0.82	0.62	0.73	0.37	0.04	0.87	—	—	—	—

注：“—”表示未检测该指标。

5.2.3 海水水质现状调查与评价

5.2.3.1 海洋环境调查概况

本节引用《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2024 年 4 月）、《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023 年 12 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2024 年 3 月和 2023 年 10 月在项目附近海域进行的海洋环境调查数据。

（1）春季

本次调查共布设 35 个海洋水质监测站位，海洋生态与渔业资源调查站位 21 个，潮间带调查断面 3 条，具体调查站位详见表 5.2.3-1 和图 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 春季海洋环境现状调查站位

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
JM01			水质
JM02			水质、生物生态、渔业资源
JM03			水质
JM04			水质、生物生态、渔业资源
JM05			水质
JM06			水质、生物生态、渔业资源
JM07			水质
JM08			水质、生物生态、渔业资源
JM09			水质、生物生态、渔业资源
JM10			水质、生物生态、渔业资源
JM11			水质、生物生态、渔业资源
JM12			水质、生物生态、渔业资源
JM13			水质
JM14			水质、生物生态、渔业资源
JM15			水质
JM16			水质、生物生态、渔业资源
JM17			水质
JM18			水质、生物生态、渔业资源
JM19			水质
JM20			水质
JM21			水质、生物生态、渔业资源
JM22			水质、生物生态、渔业资源
JM23			水质、生物生态、渔业资源
JM24			水质、生物生态、渔业资源
JM25			水质
JM26			水质
JM27			水质
JM28			水质、生物生态、渔业资源
JM29			水质、生物生态、渔业资源
JM30			水质、生物生态、渔业资源

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
JM31			水质、生物生态、渔业资源
JM32			水质、生物生态、渔业资源
JM33			水质
JM34			水质、生物生态、渔业资源
JM35			水质
C01			潮间带生物
C02			潮间带生物
C03			潮间带生物

图 5.2.3-1 春季海洋环境现状调查站位示意图

(2) 秋季

本次调查共设海洋水质调查站位 35 个，海洋沉积物调查站位 17 个，生态与渔业资源调查站位 21 个，潮间带生物调查断面 3 个，具体调查站位详见表 5.2.3-2 和图 5.2.3-2。

表 5.2.3-2 秋季海洋环境现状调查站位

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
JM01			水质
JM02			水质、海洋生态、渔业资源
JM03			水质
JM04			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM05			水质
JM06			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM07			水质
JM08			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM09			水质、海洋生态、渔业资源
JM10			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM11			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM12			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM13			水质
JM14			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM15			水质
JM16			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM17			水质
JM18			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM19			水质
JM20			水质
JM21			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM22			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM23			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM24			水质、海洋生态、渔业资源
JM25			水质
JM26			水质
JM27			水质
JM28			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM29			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
JM30			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM31			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM32			水质、海洋生态、渔业资源
JM33			水质
JM34			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
JM35			水质
C01			潮间带生物
C02			潮间带生物
C03			潮间带生物

图 5.2.3-2 秋季海洋环境现状调查站位示意图

5.2.3.2 调查项目

调查项目包括 pH、水温、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨、无机氮、活性磷酸盐、石油类、总汞、砷、铜、锌、铅、镉、总铬、挥发酚、硫化物、粪大肠菌群。

5.2.3.3 采样与分析方法

(1) 采样方法

①水样采集通用方法

1) 执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》《海洋监测规范》和《海洋调查规范》；

2) 执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》《海洋监测规范》和《海洋调查规范》。使用 GPS 定位导航调查船只进入预定站位后开始测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，当站位水深小于等于 10m 时（以现场水深为准，下同），仅采表层水样一个；当站位水深大于 10m 小于等于 50m 时，分别采集表层和底层水样各一个；当站位水深大于 50m 时，分别采集表层和 50m 层水样各一个；其中表层为距表面 0.1m~1m，底层为离底 2m。

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

4) 对无法现场分析的样品，按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）加固定剂后带回实验室分析；

5) 水文气象观测执行《海洋调查规范 第 3 部分：海洋气象观测》（GB/T 12763.3-2020）、《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》（GB/T 12763.2-2007）

和《海洋观测规范 第2部分：海滨观测》(GB/T 14914.2-2019)。

②特殊指标水样采集方法

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

2) pH 样品的采集：样品瓶洗净后，用海水浸泡 1d。采样时需用采样点的海水洗涤两次，再装入水样，待测。

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

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

5) 重金属样品的采集：水样采集后，要有防止现场大气降尘带来的污染措施，并尽快从采样器中放出样品；防止采样器内样品中所含污染物随悬浮物的下沉而降低含量，灌装样品时必须边摇动采水器边灌装，立即用 0.45 μ m 滤膜过滤处理，过滤水样用 HNO₃酸化至 pH 值小于 2，塞上塞子，存放在洁净环境中。

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

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

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

9) 粪大肠菌群样品的采集：使用采水器缓缓放入预定采样水层，采水器开启后停留一定时间使水样注满，之后迅速把水样转移至无菌瓶中，样品冷藏保存。

(2) 分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 进行，各项目的分析方法如表 5.2.3-3。

表 5.2.3-3 海水调查项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
水温	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》GB/T 12763.2-2007/5.2.1	CTD 法	/
pH	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/26	pH 计法	/
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/29.1	盐度计法	2‰
溶解氧	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/31	碘量法	0.11mg/L
悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/27	重量法	/
化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/32	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/38.1	镉柱还原法	0.0010mg/L
亚硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/37	萘乙二胺分光光度法	0.0002mg/L
氨	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/36.1	靛酚蓝分光光度法	0.0004mg/L
无机氮	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/35	/	/
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/39.1	磷钼蓝分光光度法	0.0006mg/L
挥发酚	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/19	4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
石油类	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/13.2	紫外分光光度法	0.0035mg/L
汞	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/5.1	原子荧光法	0.007μg/L
砷	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/11.1	原子荧光法	0.5μg/L

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.0031mg/L
铬	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L
生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/33.1	五日培养法	/
硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/18.1	亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
粪大肠菌群	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/9.1	发酵法	/

5.2.3.4 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单因子污染指数法（标准指数法）进行评价。

其中：单项水质评价因子（参数）i 在第 j 点的标准指数：

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

S_{ij} ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质内容因子超标；

C_{ij} ——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{io} ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

对于溶解氧，DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = \frac{DO_s}{DO_j} \quad DO_j \leq DO_f$$

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

$S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限制，mg/L；

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

S——实用盐度符号，量纲一；

T——水温，℃。

pH 的标准指数为:

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

$S_{pH, j}$ —pH 值的指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

pH_j —pH 值实测统计代表值;

pH_{su} —pH 评价标准的上限值;

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值;

水质评价因子的标准指数 > 1, 则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

(2) 评价标准

①春季

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府〔1999〕68号)、《关于调整台山核电项目近岸海域环境功能区划的复函》(粤办函〔2008〕187号)、《广东省生态环境厅关于同意调整台山黄茅海局部海域近岸海域环境功能区划的函》(粤环函〔2024〕443号), 各监测站位执行的水质标准见表 5.2.3-4。

表 5.2.3-4 春季调查站位在近岸海域环境功能区划执行的水质标准

监测站位	执行标准
JM01、JM19、JM20、JM23	执行海水水质第二类标准
JM03	水温不执行海水水质标准, 其余执行海水水质第三类标准

注: 其余站位不在近岸海域功能区范围内。

图 5.2.3-3 春季调查站位所处近岸海域环境功能区划示意图

春季调查 JM02、JM04~JM18、JM21、JM22、JM24~JM35 站位不在近岸海域环境功能区规划范围内, 根据《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》, 近岸海域环境功能区规划范围外的调查站位所在的海洋功能区见图 5.2.3-4, 参照《海水水质标准》(GB3097-1997) 海水水质分类确定各海洋功能区执行的标准见表 5.2.3-5。

表 5.2.3-5 近岸海域环境功能区规划范围外的调查站位所在的海洋功能区及执行标准(春季)

调查站位	功能区名称	标准要求
JM08	江门中华白海豚地方级自然保护区生态保护区	参照 GB 3097-1997 中海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区, 执行海水水质第一类标准
JM18、JM27	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	
JM26	镇海湾重要河口生态保护区	
JM32	大帆石-乌猪岛生态保护区	

调查站位	功能区名称	标准要求
JM33	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	
JM34	海陵岛南部生态控制区	
JM06、JM07、JM09、JM10、JM12、JM13、JM14、JM21、JM24、JM25、JM28、JM29	江门-珠海南部渔业用海区（近岸）	近海区参照 GB 3097-1997 中海洋渔业水域，执行海水水质第一类标准
JM02、JM04、JM05	黄茅海渔业用海区（沿岸）	沿岸区参照 GB 3097-1997 中水产养殖区，执行海水水质第二类标准
JM15	川山群岛渔业用海区（沿岸）	
JM22、JM30	镇海湾渔业用海区（沿岸）	
JM31	潯州西南部工矿通信用海区	参照 GB 3097-1997 中海洋开发作业区，执行海水水质第四类标准
JM35	南鹏岛工矿通信用海区	
JM11	江门港广海湾港区交通运输用海区	参照 GB 3097-1997 中海洋港口水域，执行海水水质第四类标准
JM16、JM17	广海湾海洋预留区	维持现状

图5.2.3-4 近岸海域环境功能区规划范围外的调查站位所处海洋功能区示意图（春季）

综上所述，春季调查各监测站位执行的水质标准见表 5.2.3-6。

表 5.2.3-6 春季调查站位执行的水质标准要求一览表

监测站位	执行标准
JM06、JM07、JM08、JM09、JM10、JM12、JM13、JM14、JM18、JM21、JM24、JM25、JM26、JM27、JM28、JM29、JM32、JM33、JM34	执行海水水质第一类标准
JM01、JM02、JM04、JM05、JM15、JM19、JM20、JM22、JM23、JM30	执行海水水质第二类标准
JM03	执行海水水质第三类标准
JM11、JM31、JM35	执行海水水质第四类标准
JM16、JM17	海水水质维持现状

②秋季

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府〔1999〕68号）、《关于调整台山核电项目近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2008〕187号）、《广东省生态环境厅关于同意调整台山黄茅海局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕443号），各监测站位执行的水质标准见表 5.2.3-7。

表 5.2.3-7 秋季调查站位在近岸海域环境功能区划执行的水质标准

监测站位	执行标准
JM01、JM19、JM20、JM23	执行海水水质第二类标准

注：其余站位不在近岸海域功能区范围内。

图 5.2.3-5 秋季调查站位所处近岸海域环境功能区划示意图

秋季调查 JM02~JM18、JM21、JM22、JM24~JM35 站位不在近岸海域环境功能区规划范围内，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，近岸海域环境功能区规划范围外的调查站位所在的海洋功能区见图 5.2.3-6，参照《海水水质标准》（GB3097-1997）海水水质分类确定各海洋功能区执行的标准见表 5.2.3-8。

表 5.2.3-8 近岸海域环境功能区规划范围外的调查站位所在的海洋功能区及执行标准（秋季）

调查站位	功能区名称	标准要求
JM08	江门中华白海豚地方级自然保护区生态保护区	参照 GB 3097-1997 中海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区，执行海水水质第一类标准
JM18、JM27	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	
JM26	镇海湾重要河口生态保护区	
JM32	大帆石-乌猪岛生态保护区	
JM33	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	
JM34	海陵岛南部生态控制区	
JM06、JM07、JM09、JM10、JM12、JM13、JM14、JM21、JM24、JM25、JM28、JM29	江门-珠海南部渔业用海区（近岸）	近海区参照 GB 3097-1997 中海洋渔业水域，执行海水水质第一类标准
JM02、JM03、JM04、JM05	黄茅海渔业用海区（沿岸）	沿岸区参照 GB 3097-1997 中水产养殖区，执行海水水质第二类标准
JM15	川山群岛渔业用海区（沿岸）	
JM22、JM30	镇海湾渔业用海区（沿岸）	
JM31	濠州西南部工矿通信用海区	参照 GB 3097-1997 中海洋开发作业区，执行海水水质第四类标准
JM35	南鹏岛工矿通信用海区	
JM11	江门港广海湾港区交通运输用海区	参照 GB 3097-1997 中海洋港口水域，执行海水水质第四类标准
JM16、JM17	广海湾海洋预留区	维持现状

图 5.2.3-6 近岸海域环境功能区规划范围外的调查站位所处海洋功能区示意图（秋季）

综上所述，秋季调查各监测站位执行的水质标准见表 5.2.3-9。

表 5.2.3-9 秋季调查站位执行的水质标准要求一览表

监测站位	执行标准
JM06、JM07、JM08、JM09、JM10、JM12、JM13、JM14、JM18、JM21、JM24、JM25、JM26、JM27、JM28、JM29、JM32、JM33、JM34	执行海水水质第一类标准
JM01、JM02、JM03、JM04、JM05、JM15、JM19、JM20、JM22、JM23、JM30	执行海水水质第二类标准
JM11、JM31、JM35	执行海水水质第四类标准
JM16、JM17	海水水质维持现状

5.2.3.5 海洋水质调查结果与评价

(1) 调查结果

①春季

春季海洋水质现状监测结果详见表 5.2.3-10。

海水的盐度值变化范围为 8.716‰~31.276‰，平均为 29.024‰，其中 JM14 站位底层海水的盐度值最高，JM01 站位表层海水的盐度值最低。

海水的 pH 变化范围为 7.73~8.14，平均为 8.07，其中 JM25 站位 10m 层和 JM10 站位 10m 层等海水的 pH 值最高，JM01 站位表层海水的 pH 值最低。

海水的悬浮物含量变化范围为 5.9mg/L~22.0mg/L，平均为 10.5mg/L，其中 JM22 站位表层海水的悬浮物含量值最高，JM25 站位底层海水的悬浮物含量值最低。

海水的溶解氧含量变化范围为 6.46mg/L~7.39mg/L，平均为 6.92mg/L，其中 JM29 站位表层海水的溶解氧含量值最高，JM14 站位底层海水的溶解氧含量值最低。

海水的化学需氧量含量变化范围为 0.16mg/L~2.26mg/L，平均为 0.69mg/L，其中 JM01 站位表层海水的化学需氧量含量值最高，JM31 站位表层和 JM32 站位底层海水的化学需氧量含量值最低。

海水的生化需氧量含量变化范围为 0.13mg/L~0.73mg/L，平均为 0.39mg/L，其中 JM02 站位表层海水的生化需氧量含量值最高，JM32 站位底层海水的生化需氧量含量值最低。

海水的无机氮含量变化范围为 0.0651mg/L~1.37mg/L，平均为 0.272mg/L，其中 JM01 站位表层海水的无机氮含量值最高，JM25 站位底层海水的无机氮含量值最低。

海水的无机磷含量变化范围为 0.0025mg/L~0.0385mg/L，平均为 0.0153mg/L，其中 JM01 站位表层海水的无机磷含量值最高，JM14 站位底层和 JM32 站位底层海水的无机磷含量值最低。

海水的油类含量变化范围为 0.0042mg/L~0.0345mg/L，平均为 0.0150mg/L，其中 JM10 站位表层海水的油类含量值最高，JM22 站位表层海水的油类含量值最低。

海水的锌含量变化范围为 0.0044mg/L~0.0184mg/L，平均为 0.0107mg/L，其中 JM07 站位底层和 HZ19 站位表层海水的锌含量值最高，JM26 站位表层海水的锌含量值最低。

海水的挥发酚含量变化范围为 1.1μg/L~2.0μg/L，平均为 0.8μg/L，其中 JM07

站位表层和 JM34 站位表层海水的挥发酚含量值最高。

海水的硫化物含量变化范围为 $0.2\mu\text{g/L}\sim 0.5\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.3\mu\text{g/L}$ ，其中 JM06 站位底层和 JM01 站位表层等海水的硫化物含量值最高。

海水的汞含量变化范围为 $0.007\mu\text{g/L}\sim 0.021\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.008\mu\text{g/L}$ ，其中 JM18 站位表层和 JM20 站位表层海水的汞含量值最高。

海水的砷含量变化范围为 $0.7\mu\text{g/L}\sim 1.2\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.9\mu\text{g/L}$ ，其中 JM22 站位表层海水的砷含量值最高，JM07 站位表层和 JM08 站位表层等海水的砷含量值最低。

海水的铜含量变化范围为 $1.1\mu\text{g/L}\sim 1.9\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.4\mu\text{g/L}$ ，其中 JM22 站位表层和 JM10 站位底层等海水的铜含量值最高，JM28 站位表层海水的铜含量值最低。

海水的铅含量变化范围为 $0.28\mu\text{g/L}\sim 0.81\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.48\mu\text{g/L}$ ，其中 JM06 站位表层海水的铅含量值最高，JM35 站位底层海水的铅含量值最低。

海水的镉含量变化范围为 $0.30\mu\text{g/L}\sim 0.52\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.40\mu\text{g/L}$ ，其中 JM02 站位表层海水的镉含量值最高，JM27 站位底层海水的镉含量值最低。

海水的铬含量变化范围为 $1.0\mu\text{g/L}\sim 3.9\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.4\mu\text{g/L}$ ，其中 JM30 站位底层海水的铬含量值最高，JM10 站位底层和 10m 层海水的铬含量值最低。

海水的粪大肠菌群含量变化范围为 $<20\text{MPN/L}\sim 460\text{MPN/L}$ ，平均为 19MPN/L ，其中 JM01 站位表层海水的粪大肠菌群含量值最高。

②秋季

秋季海洋水质现状监测结果详见表 5.2.3-11。

海水的盐度值变化范围为 $7.809\text{‰}\sim 33.284\text{‰}$ ，平均为 29.190‰ ，其中 JM07 站位底层海水的盐度值最高，JM01 站位表层海水的盐度值最低。

海水的 pH 变化范围为 $7.39\sim 8.22$ ，平均为 8.03 ，其中 JM31 站位底层海水的 pH 值最高，JM01 站位表层海水的 pH 值最低。

海水的悬浮物含量变化范围为 $17.2\text{mg/L}\sim 65.4\text{mg/L}$ ，平均为 36.6mg/L ，其中 JM16 站位表层海水的悬浮物含量值最高，JM28 站位表层海水的悬浮物含量值最低。

海水的溶解氧含量变化范围为 $6.24\text{mg/L}\sim 7.19\text{mg/L}$ ，平均为 6.69mg/L ，其中 JM03 站位表层海水的溶解氧含量值最高，JM32 站位底层海水的溶解氧含量值最低。

海水的化学需氧量含量变化范围为 $0.40\text{mg/L}\sim 2.28\text{mg/L}$ ，平均为 1.04mg/L ，其中 JM01 站位表层海水的化学需氧量含量值最高，JM29 站位表层海水的化学需氧量

含量值最低。

海水的生化需氧量含量变化范围为 0.14mg/L~0.93mg/L，平均为 0.42mg/L，其中 JM03 站位表层海水的生化需氧量含量值最高，JM14 站位底层海水的生化需氧量含量值最低。

海水的无机氮含量变化范围为 0.0709mg/L~1.66mg/L，平均为 0.292mg/L，其中 JM01 站位表层海水的无机氮含量值最高，JM14 站位底层和 JM29 站位底层海水的无机氮含量值最低。

海水的活性磷酸盐含量变化范围为 0.0019mg/L~0.0402mg/L，平均为 0.0132mg/L，其中 JM02 站位表层海水的活性磷酸盐含量值最高，JM14 站位底层海水的活性磷酸盐含量值最低。

海水的石油类含量变化范围为 0.0046mg/L~0.0239mg/L，平均为 0.0092mg/L，其中 JM30 站位表层海水的石油类含量值最高，JM10 站位表层海水的石油类含量值最低。

海水的锌含量变化范围为 0.0047mg/L~0.0191mg/L，平均为 0.0114mg/L，其中 JM25 站位 10m 层海水的锌含量值最高，JM17 站位表层和 JM21 站位表层等海水的锌含量值最低。

海水的挥发酚含量变化范围为 1.1 μ g/L~1.4 μ g/L，平均为 0.4 μ g/L，其中 JM23 站位表层和 JM26 站位表层海水的挥发酚含量值最高。

海水的硫化物含量变化范围为 0.2 μ g/L~0.3 μ g/L，平均为 0.1 μ g/L，其中 JM04 站位表层海水的硫化物含量值最高。

海水的铜含量变化范围为 0.9 μ g/L~4.7 μ g/L，平均为 1.5 μ g/L，其中 JM11 站位表层和 JM35 站位 10m 层海水的铜含量值最高，JM06 站位表层和 JM17 站位表层等海水的铜含量值最低。

海水的铅含量变化范围为 0.33 μ g/L~0.97 μ g/L，平均为 0.58 μ g/L，其中 JM02 站位表层海水的铅含量值最高，JM13 站位表层和 JM33 站位表层海水的铅含量值最低。

海水的镉含量变化范围为 0.14 μ g/L~0.81 μ g/L，平均为 0.42 μ g/L，其中 JM20 站位表层海水的镉含量值最高，JM28 站位表层海水的镉含量值最低。

海水的总铬含量变化范围为 0.6 μ g/L~4.2 μ g/L，平均为 1.0 μ g/L，其中 JM30 站位表层海水的总铬含量值最高，JM19 站位表层和 JM27 站位表层等海水的总铬含量值

最低。

海水的汞含量变化范围为 $0.007\mu\text{g/L} \sim 0.027\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.012\mu\text{g/L}$ ，其中 JM01 站位表层海水的汞含量值最高。

海水的砷含量变化范围为 $0.8\mu\text{g/L} \sim 4.5\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.3\mu\text{g/L}$ ，其中 JM35 站位底层海水的砷含量值最高，JM14 站位表层和 JM14 站位底层等海水的砷含量值最低。

海水的粪大肠菌群含量变化范围为 $20\text{LMPN/L} \sim 1.7 \times 10^3\text{MPN/L}$ ，平均为 158MPN/L ，其中 JM01 站位表层海水的粪大肠菌群含量值最高。

(2) 评价结果

①春季

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 5.3.2-12。

1) 海洋环境功能区水质达标情况

执行海水水质第一类标准要求的站位有 JM06、JM07、JM08、JM09、JM10、JM12、JM13、JM14、JM18、JM21、JM24、JM25、JM26、JM27、JM28、JM29、JM32、JM33、JM34。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 31.6%和 26.3%。JM08、JM12、JM18、JM26、JM27 和 JM33 站位海水的无机氮含量不符合海水水质第一类标准要求，其中 JM12、JM27 和 JM33 站位海水的无机氮含量均符合海水水质第二类标准要求，JM18 站位的无机氮含量均符合海水水质第三类标准要求，JM08、JM26 站位的无机氮含量均符合海水水质第四类标准要求。JM08、JM18、JM26、JM27 和 JM33 站位海水的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求，其中 JM18、JM27 和 JM33 站位的活性磷酸盐含量符合海水水质第二类标准要求，JM08、JM26 站位的活性磷酸盐含量符合海水水质第四类标准要求；其他水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

执行海水水质第二类标准要求的站位有 JM01、JM02、JM04、JM05、JM15、JM19、JM20、JM22、JM23、JM30。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 90.9%和 45.5%；JM01、JM02、JM04、JM05、JM15、JM19、JM20、JM22、JM23 站位的无机氮含量均不符合海水水质第二类标准，其中 JM19 和 JM23 站位海水的无机氮含量符合海水水质第三类标准要求；JM05、JM15、JM20、JM22 站位海水的无机氮含量符合海水水质第四类标准要

求；JM01、JM02、JM04 站位海水的无机氮含量劣于海水水质第四类标准要求。JM01、JM02、JM15 和 JM22 站位海水的活性磷酸盐含量不符合海水水质第二类标准要求，但符合海水水质第四类标准要求；其他水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

执行海水水质第三类标准要求的站位有 JM03。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率均为 100%。JM03 无机氮劣于海水水质第四类标准要求，活性磷酸盐含量不符合海水水质第三类标准要求，但符合海水水质第四类标准要求，其他水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

执行海水水质第四类标准要求的站位有 JM11、JM31、JM35。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮，超标率均为 33.3%。其中 JM11 无机氮劣于海水水质第四类标准要求。其他水质监测因子均符合海水水质第四类标准要求。

调查海域海水水质维持现状标准要求的站位有 JM16 和 JM17，水质评价统一从《海水水质标准》（GB 3097-1997）的第一类标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质标准。由监测结果及标准指数表结果可知：JM16 站位的无机氮含量符合海水水质第四类标准，JM17 站位的无机氮符合海水水质第三类标准；JM16 和 JM17 站位的活性磷酸盐均符合海水水质第四类标准，其余监测因子均符合海水水质第一类标准。

2) 生态敏感区水质达标情况

各监测点与生态敏感区位置关系图见图 5.2.3-7，JM18、JM27 位于广海湾重要渔业资源产卵场，JM26 位于镇海湾重要河口，JM08 站位位于江门中华白海豚地方级自然保护区，JM32 站位位于大帆石特别保护海岛，JM33 位于阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区。由表 5.3.2-6 可知，JM08、JM18、JM26、JM27、JM32、JM33 站位执行海水水质第一类标准。

由监测结果及标准指数表结果可知：JM33 站位的无机氮符合海水水质第二类标准，JM18、JM27 站位的无机氮符合海水水质第三类标准，JM08、JM26 站位的无机氮符合海水水质第四类标准；JM18、JM27、JM33 站位的活性磷酸盐符合海水水质第二类标准，JM08、JM26 站位的活性磷酸盐符合海水水质第四类标准；其余监测因子均符合海水水质第一类标准。JM32 站位所有监测因子均符合海水水质第

一类标准。

综上所述，春季调查海区海水中无机氮和活性磷酸盐在部分站位超过其功能区对应的水质标准要求，其余监测因子均符合。位于生态敏感区的部分水质站位中的无机氮和活性磷酸盐均超出其功能区对应的水质标准要求，其余监测因子均符合。无机氮和活性磷酸盐超标的原因可能是城市生活污水，农业农村生活污水以及农田施肥灌溉，以及部分养殖尾水的直接排放。

②秋季

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 5.3.2-12。

1) 海洋环境功能区水质达标情况

执行海水水质第一类标准要求的站位有 JM06、JM07、JM08、JM09、JM10、JM12、JM13、JM14、JM18、JM21、JM24、JM25、JM26、JM27、JM28、JM29、JM32、JM33、JM34。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 31.6%和 21.1%。JM08、JM12、JM18、JM26、JM27 和 JM33 站位海水的无机氮含量不符合海水水质第一类标准要求，其中 JM12、JM27 和 JM33 站位海水的无机氮含量均符合海水水质第二类标准要求，JM18 站位的无机氮含量均符合海水水质第三类标准要求，JM08 站位的无机氮含量均符合海水水质第四类标准要求，JM26 站位的无机氮含量劣于海水水质第四类标准要求。JM08、JM18、JM26 和 JM33 站位海水的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求，其中 JM18 和 JM33 站位的活性磷酸盐含量符合海水水质第二类标准要求，JM08、JM26 站位的活性磷酸盐含量符合海水水质第四类标准要求；其他水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

执行海水水质第二类标准要求的站位有 JM01、JM02、JM03、JM04、JM05、JM15、JM19、JM20、JM22、JM23、JM30。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 81.8%和 45.5%；JM01、JM02、JM03、JM04、JM05、JM15、JM19、JM20、JM22 站位的无机氮含量均不符合海水水质第二类标准，其中 JM19 和 JM20 站位海水的无机氮含量符合海水水质第三类标准要求；JM05、JM15 站位海水的无机氮含量符合海水水质第四类标准要求；JM01~JM04、JM22 站位海水的无机氮含量劣于海水水质第四类标准要求。

JM01~JM04 和 JM22 站位海水的活性磷酸盐含量不符合海水水质第二类标准要求，但符合海水水质第四类标准要求；其他水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

执行海水水质第四类标准要求的站位有 JM11、JM31、JM35。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第四类标准要求。

调查海域海水水质维持现状标准要求的站位有 JM16 和 JM17，水质评价统一从《海水水质标准》（GB 3097-1997）的第一类标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质标准。由监测结果及标准指数表结果可知：JM16 和 JM17 站位的无机氮均符合海水水质第三类标准，活性磷酸盐均符合海水水质第二类标准，其余监测因子均符合海水水质第一类标准。

2) 生态敏感区水质达标情况

各监测点与生态敏感区位置关系图见图 5.2.3-8，JM18、JM27 位于广海湾重要渔业资源产卵场，JM26 位于镇海湾重要河口，JM08 站位位于江门中华白海豚地方级自然保护区，JM32 站位位于大帆石特别保护海岛，JM33 位于阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区。由表 5.3.2-9 可知，JM08、JM18、JM26、JM27、JM32、JM33 站位执行海水水质第一类标准。

由监测结果及标准指数表结果可知：JM27、JM33 站位的无机氮符合海水水质第二类标准，JM18 站位的无机氮符合海水水质第三类标准；JM08 站位的无机氮符合海水水质第四类标准，JM26 站位的无机氮劣于海水水质第四类标准；JM18、JM33 站位的活性磷酸盐符合海水水质第二类标准，JM08、JM26 站位的活性磷酸盐符合海水水质第四类标准，其余监测因子均符合海水水质第一类标准。JM32 站位所有监测因子均符合海水水质第一类标准。

综上所述，秋季调查海区海水中无机氮和活性磷酸盐在部分站位超过其功能区对应的水质标准要求，其余监测因子均符合。位于生态敏感区的部分水质站位中的无机氮和活性磷酸盐均超出其功能区对应的水质标准要求，其余监测因子均符合。无机氮和活性磷酸盐超标的原因可能是城市生活污水，农业农村生活污水以及农田施肥灌溉，以及部分养殖尾水的直接排放。

图 5.2.3-7 春季调查站位与生态敏感区（生态保护红线）位置关系图

图 5.2.3-8 秋季调查站位与生态敏感区（生态保护红线）位置关系图

表 5.2.3-10 春季海洋水质现状监测结果

站 位	层 次	水 深	水 温	盐 度	pH	悬 浮 物	溶 解 氧	化 学 需 氧 量	生 化 需 氧 量	氨 氮	亚 硝 酸 盐 氮	硝 酸 盐 氮	无 机 氮	活 性 磷 酸 盐	石 油 类	锌	挥 发 酚	硫 化 物	汞	砷	铜	铅	镉	锆	粪 大 肠 杆 菌 群
		m	℃	/	/	mg/L														μg/L					
JM01	表 层	8.5	21.6	8.716	7.73	7.7	6.78	2.26	0.64	0.0963	0.0315	1.24	1.37	0.0385	0.0187	0.0063	1.1L	0.5	0.007L	0.7	1.7	0.47	0.38	1.6	460
JM02	表 层	4.5	21.6	11.517	7.78	7.4	6.74	1.48	0.73	0.0887	0.0263	1.19	1.30	0.0349	0.0169	0.0063	1.4	0.4	0.007L	0.7	1.7	0.36	0.52	1.4	90
JM03	表 层	5.1	21.5	12.004	7.82	11.6	6.89	1.48	0.56	0.0785	0.0243	0.952	1.05	0.0326	0.0192	0.0089	1.2	0.2	0.010	0.7	1.5	0.50	0.39	1.2	60
JM04	表 层	5.0	21.6	24.137	7.83	7.3	6.93	1.23	0.68	0.0774	0.0157	0.630	0.723	0.0281	0.0166	0.0076	1.1L	0.3	0.012	0.7	1.2	0.39	0.48	1.3	50
JM05	表 层	9.9	21.4	29.631	7.82	8.2	7.05	0.82	0.56	0.0346	0.0129	0.370	0.418	0.0225	0.0162	0.0101	1.1L	0.4	0.007L	0.7	1.4	0.45	0.35	1.3	40
JM06	表 层	23.0	21.6	31.148	8.01	9.3	7.20	0.78	0.44	0.0176	0.0069	0.146	0.170	0.0084	0.0136	0.0121	1.4	0.4	0.007L	0.7	1.5	0.81	0.45	1.4	20L
	底 层		21.2	31.174	8.03	13.3	6.60	0.66	0.47	0.0098	0.0042	0.131	0.145	0.0077	/	0.0082	1.1L	0.5	0.007L	0.7	1.4	0.65	0.39	1.4	20L
	均 值		21.4	31.161	8.02	11.3	6.9	0.72	0.455	0.0137	0.00555	0.1385	0.1575	0.00805	0.0136	0.01015	0.975	0.45	0.007L	0.7	1.45	0.73	0.42	1.4	20L
JM07	表 层	28.6	21.5	31.229	8.10	9.6	7.33	0.94	0.34	0.0165	0.0068	0.156	0.179	0.0118	0.0118	0.0172	2.0	0.3	0.009	0.7	1.5	0.58	0.41	1.4	20L
	底 层		21.3	31.241	8.12	10.2	6.63	0.74	0.30	0.0145	0.0052	0.130	0.150	0.0070	/	0.0184	1.7	0.4	0.013	0.7	1.3	0.69	0.35	1.1	20L
	均 值		21.4	31.235	8.11	9.9	6.98	0.84	0.32	0.0155	0.006	0.143	0.1645	0.0094	0.0118	0.0178	1.85	0.35	0.011	0.7	1.4	0.635	0.38	1.25	20L
JM08	表 层	9.8	21.6	29.730	7.92	9.1	7.03	1.03	0.49	0.0455	0.0128	0.404	0.462	0.0327	0.0240	0.0076	1.4	0.3	0.008	0.7	1.5	0.68	0.34	1.4	20
JM09	表 层	21.1	21.8	30.893	8.04	10.2	7.21	0.94	0.59	0.0280	0.0058	0.139	0.173	0.0133	0.0101	0.0172	1.7	0.4	0.007L	0.7	1.4	0.50	0.41	1.4	20L
	底 层		21.5	30.901	8.05	10.3	6.51	0.82	0.47	0.0248	0.0049	0.121	0.151	0.0082	/	0.0076	1.2	0.3	0.019	0.7	1.3	0.41	0.40	1.4	20L
	均 值		21.65	30.897	8.045	10.25	6.86	0.88	0.53	0.0264	0.00535	0.13	0.162	0.01075	0.0101	0.0124	1.45	0.35	0.01125	0.7	1.35	0.455	0.405	1.4	20L
JM10	表 层	28.9	21.4	31.131	8.14	6.4	7.10	0.74	0.54	0.0181	0.0089	0.149	0.176	0.0090	0.0345	0.0101	1.3	0.3	0.010	0.8	1.9	0.46	0.47	1.5	20L
	底 层	/	20.4	31.221	8.12	7.8	6.48	0.91	0.63	0.0150	0.0092	0.123	0.147	0.0044	/	0.0095	1.1L	0.2	0.012	0.8	1.9	0.32	0.35	1.0	20L
	均 值		20.9	31.176	8.13	7.1	6.79	0.825	0.585	0.01655	0.00905	0.136	0.1615	0.0067	0.0345	0.0098	0.925	0.25	0.011	0.8	1.9	0.39	0.41	1.25	20L
JM11	表 层	9.8	22.0	29.491	8.05	8.3	7.16	0.58	0.38	0.0411	0.0122	0.475	0.528	0.0377	0.0140	0.0089	1.1L	0.4	0.010	1.1	1.3	0.48	0.39	1.2	20L
JM12	表 层	19.4	21.6	30.624	8.07	9.4	7.08	0.90	0.52	0.0169	0.0094	0.231	0.257	0.0120	0.0171	0.0159	1.4	0.3	0.012	0.7	1.7	0.38	0.38	1.2	20L
	底 层		21.4	30.601	8.07	10.8	6.65	0.70	0.42	0.0138	0.0096	0.212	0.235	0.0106	/	0.0172	1.2	0.2	0.011	0.7	1.4	0.46	0.45	1.5	20L
	均 值		21.5	30.6125	8.07	10.1	6.865	0.8	0.47	0.01535	0.0095	0.2215	0.246	0.0113	0.0171	0.01655	1.3	0.25	0.0115	0.7	1.55	0.42	0.415	1.35	20L
JM13	表 层	21.0	21.6	30.825	8.13	7.6	7.16	0.64	0.49	0.0120	0.0069	0.173	0.192	0.0057	0.0185	0.0127	1.1L	0.3	0.007L	0.8	1.2	0.37	0.37	1.4	20L
	底 层		20.5	30.793	8.12	8.1	6.66	0.62	0.47	0.0108	0.0063	0.164	0.181	0.0040	/	0.0076	1.1L	0.3	0.013	0.8	1.6	0.47	0.45	1.4	20L
	均 值		21.05	30.809	8.125	7.85	6.91	0.63	0.48	0.0114	0.0066	0.1685	0.1865	0.00485	0.0185	0.01015	0.55	0.3	0.00825	0.8	1.4	0.42	0.41	1.4	20L
JM14	表 层	42.3	21.6	31.243	8.13	7.3	7.21	0.58	0.28	0.0253	0.0014	0.0657	0.0924	0.0055	0.0164	0.0121	1.1L	0.2L	0.009	0.9	1.4	0.43	0.40	1.2	20L
	底 层		20.2	31.276	8.11	8.9	6.46	0.35	0.19	0.0201	0.0010	0.0526	0.0737	0.0025	/	0.0089	1.1L	0.2L	0.008	0.8	1.3	0.46	0.39	1.6	20L
	均 值		20.9	31.2595	8.12	8.1	6.835	0.465	0.235	0.0227	0.0012	0.05915	0.08305	0.004	0.0164	0.0105	0.55	0.2L	0.0085	0.85	1.35	0.445	0.395	1.4	20L
JM15	表 层	9.8	22.0	29.241	7.93	9.1	7.05	0.78	0.45	0.0363	0.0111	0.426	0.473	0.0365	0.0179	0.0057	1.1L	0.4	0.007L	1.0	1.7	0.47	0.42	1.4	20L
JM16	表 层	4.6	21.8	26.635	8.10	12.8	6.91	1.07	0.68	0.0335	0.0103	0.370	0.414	0.0382	0.0057	0.0121	1.3	0.5	0.007L	0.9	1.4	0.48	0.41	1.2	20L
JM17	表 层	4.5	22.0	26.704	8.11	11.8	6.96	1.27	0.44	0.0348	0.0102	0.341	0.386	0.0358	0.0083	0.0108	1.1L	0.4	0.007L	1.0	1.2	0.39	0.35	1.5	20L
JM18	表 层	5.5	21.9	27.333	8.10	12.5	7.13	0.94	0.51	0.0311	0.0087	0.285	0.325	0.0187	0.0076	0.0159	1.5	0.2L	0.021	1.0	1.4	0.34	0.34	1.1	20L
JM19	表 层	3.5	22.0	27.090	8.09	13.2	6.65	0.94	0.63	0.0366	0.0089	0.299	0.344	0.0194	0.0097	0.0184	1.1L	0.2L	0.009	1.0	1.7	0.76	0.35	1.5	20L
JM20	表 层	4.1	22.0	27.108	8.11	18.5	6.91	1.31	0.64	0.0601	0.0092	0.346	0.415	0.0											

站位	层次	水深	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	铬	粪大肠杆菌群	
		m	℃	/	/	mg/L												μg/L								MPN/L
		均值																								
JM29	表层	35.0	21.4	30.3475	8.115	10	6.945	0.25	0.195	0.0193	0.0029	0.131	0.153	0.01215	0.016	0.0143	1.125	0.2	0.0095	1	1.35	0.59	0.39	1.35	20L	
	底层		21.4	31.231	8.13	6.3	7.39	0.62	0.21	0.0299	0.0021	0.0734	0.105	0.0081	0.0169	0.0089	1.1L	0.2	0.007L	0.9	1.4	0.38	0.37	1.2	20L	
	均值		20.5	31.274	8.12	7.6	6.68	0.37	0.29	0.0156	0.0012	0.0522	0.0690	0.0042	/	0.0095	1.1L	0.2L	0.008	1.1	1.2	0.51	0.47	1.3	20L	
	均值		20.95	31.2525	8.125	6.95	7.035	0.495	0.25	0.02275	0.00165	0.0628	0.087	0.00615	0.0169	0.0092	0.55	0.15	0.00575	1	1.3	0.445	0.42	1.25	20L	
JM30	表层	11.6	21.5	29.612	8.11	10.0	6.90	0.57	0.31	0.0265	0.0064	0.216	0.249	0.0275	0.0152	0.0070	1.1L	0.3	0.007L	0.9	1.4	0.41	0.38	1.4	20L	
	底层		21.4	29.681	8.09	9.4	6.67	0.41	0.24	0.0233	0.0059	0.211	0.240	0.0220	/	0.0152	1.1L	0.4	0.008	0.9	1.5	0.73	0.42	3.9	20L	
	均值		21.45	29.6465	8.1	9.7	6.785	0.49	0.275	0.0249	0.00615	0.2135	0.2445	0.02475	0.0152	0.0111	0.55	0.35	0.00575	0.9	1.45	0.57	0.4	2.65	20L	
JM31	表层	20.9	21.6	30.320	8.12	10.8	7.09	0.16	0.14	0.0376	0.0038	0.182	0.223	0.0243	0.0144	0.0089	1.1L	0.3	0.007L	1.0	1.3	0.61	0.37	1.5	20L	
	底层		21.2	30.301	8.10	8.8	6.70	0.33	0.26	0.0318	0.0040	0.175	0.211	0.0224	/	0.0063	1.2	0.2L	0.008	1.0	1.4	0.49	0.38	1.4	20L	
	均值		21.4	30.3105	8.11	9.8	6.895	0.245	0.2	0.0347	0.0039	0.1785	0.217	0.02335	0.0144	0.0076	0.875	0.2	0.00575	1	1.35	0.55	0.375	1.45	20L	
JM32	表层	30.6	21.8	30.680	8.13	10.3	7.35	0.21	0.18	0.0295	0.0032	0.0711	0.104	0.0047	0.0159	0.0121	1.2	0.2	0.010	1.1	1.2	0.43	0.51	1.3	20L	
	底层		21.2	30.710	8.12	11.0	6.62	0.16	0.13	0.0267	0.0024	0.0542	0.0833	0.0025	/	0.0108	1.1L	0.2L	0.007L	1.1	1.5	0.70	0.33	1.5	20L	
	均值		21.5	30.695	8.125	10.65	6.985	0.185	0.155	0.0281	0.0028	0.06265	0.09365	0.0036	0.0159	0.01145	0.875	0.15	0.00675	1.1	1.35	0.565	0.42	1.4	20L	
JM33	表层	13.5	21.5	30.045	8.10	11.1	7.16	0.98	0.59	0.0477	0.0039	0.207	0.259	0.0239	0.0217	0.0063	1.2	0.4	0.015	0.9	1.4	0.62	0.37	1.4	20L	
	底层		21.3	30.061	8.09	10.9	6.68	0.37	0.22	0.0277	0.0038	0.187	0.218	0.0222	/	0.0095	1.1L	0.4	0.007L	1.0	1.4	0.61	0.42	1.5	20L	
	均值		21.4	30.053	8.095	11	6.92	0.675	0.405	0.0377	0.00385	0.197	0.2385	0.02305	0.0217	0.0079	0.875	0.4	0.00925	0.95	1.4	0.615	0.395	1.45	20L	
JM34	表层	22.2	21.6	30.383	8.12	12.1	7.19	0.98	0.23	0.0292	0.0037	0.153	0.186	0.0058	0.0215	0.0063	2.0	0.2	0.016	0.9	1.2	0.57	0.34	1.1	20L	
	底层		21.2	30.391	8.11	11.1	6.65	0.62	0.20	0.0240	0.0034	0.127	0.154	0.0044	/	0.0178	1.2	0.2L	0.007L	1.0	1.3	0.49	0.39	1.4	20L	
	均值		21.4	30.387	8.115	11.6	6.92	0.8	0.215	0.0266	0.00355	0.14	0.17	0.0051	0.0215	0.01205	1.6	0.15	0.00975	0.95	1.25	0.53	0.365	1.25	20L	
JM35	表层	27.7	21.7	30.687	8.12	12.5	7.27	0.29	0.21	0.0267	0.0026	0.0616	0.0909	0.0056	0.0173	0.0082	1.1L	0.2L	0.007L	1.1	1.2	0.32	0.37	1.5	20L	
	底层		21.2	30.713	8.10	16.8	6.62	0.37	0.28	0.0185	0.0022	0.0528	0.0735	0.0034	/	0.0070	1.1L	0.3	0.008	1.1	1.2	0.28	0.39	1.4	20L	
	均值		21.45	30.7	8.11	14.65	6.945	0.33	0.245	0.0226	0.0024	0.0572	0.0822	0.0045	0.0173	0.0076	0.55	0.2	0.00575	1.1	1.2	0.3	0.38	1.45	20L	
最小值		3.5	20.2	8.716	7.73	5.9	6.46	0.16	0.13	0.0098	0.0010	0.0393	0.0651	0.0025	0.0042	0.0044	1.1L	0.2L	0.007L	0.7	1.1	0.28	0.30	1.0	20L	
最大值		42.3	22.1	31.276	8.14	22.0	7.39	2.26	0.73	0.0963	0.0315	1.24	1.37	0.0385	0.0345	0.0184	2.0	0.5	0.021	1.2	1.9	0.81	0.52	3.9	460	
平均值		16.2	21.4	29.024	8.07	10.5	6.92	0.69	0.39	0.0317	0.0068	0.234	0.272	0.0153	0.0150	0.0107	0.8	0.3	0.008	0.9	1.4	0.48	0.40	1.4	19	

注：①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无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

表 5.2.3-11 秋季海洋水质现状监测结果

站 位	层 次	水 深	水 温	盐 度	pH	悬 浮 物	溶 解 氧	化 学 需 氧 量	生 化 需 氧 量	氨 氮	亚 硝 酸 盐 氮	硝 酸 盐 氮	无 机 氮	活 性 磷 酸 盐	石 油 类	锌	挥 发 酚	硫 化 物	铜	铅	镉	总 铬	汞	砷	粪 大 肠 菌 群
		m	℃	/	/	mg/L										μg/L									
JM01	表层	8.7	26.7	7.809	7.39	53.9	7.13	2.28	0.53	0.0830	0.183	1.39	1.66	0.0387	0.0168	0.0091	1.1L	0.2	1.4	0.48	0.52	1.5	0.027	1.6	1.7×10 ³
JM02	表层	4.6	26.5	10.741	7.58	41.3	6.89	1.77	0.48	0.0824	0.167	1.27	1.52	0.0402	0.0079	0.0080	1.1L	0.2L	1.5	0.97	0.53	1.2	0.016	1.7	1.1×10 ³
JM03	表层	5.1	26.5	11.120	7.58	32.0	7.19	1.77	0.93	0.0743	0.167	1.20	1.44	0.0385	0.0062	0.0119	1.1L	0.2	1.2	0.50	0.48	1.2	0.014	1.5	790
JM04	表层	5.0	26.1	23.384	7.68	54.6	6.90	1.30	0.61	0.0707	0.114	0.579	0.764	0.0335	0.0065	0.0108	1.3	0.3	1.1	0.86	0.40	0.9	0.015	2.6	120
JM05	表层	9.9	26.3	29.718	7.79	38.8	6.79	0.87	0.48	0.0391	0.0598	0.336	0.435	0.0262	0.0071	0.0158	1.1L	0.2L	1.2	0.36	0.41	1.2	0.023	1.4	220
JM06	表层	23.1	26.6	32.678	7.88	39.8	6.82	0.75	0.44	0.0186	0.0387	0.123	0.180	0.0098	0.0056	0.0091	1.3	0.2L	0.9	0.43	0.54	0.7	0.014	1.2	490
	底层		26.5	33.018	7.91	41.7	6.56	0.79	0.38	0.0160	0.0372	0.111	0.164	0.0091	/	0.0086	1.1L	0.2L	1.8	0.78	0.43	0.7	0.019	2.0	220
	均值		26.55	32.848	7.895	40.75	6.69	0.77	0.41	0.0173	0.03795	0.117	0.172	0.00945	0.0056	0.00885	0.7875	0.2L	1.35	0.605	0.485	0.7	0.0165	1.6	355
JM07	表层	28.5	26.5	32.575	8.06	40.4	6.91	0.59	0.44	0.0195	0.0312	0.126	0.177	0.0086	0.0060	0.0186	1.1L	0.2L	2.2	0.87	0.37	0.8	0.007L	1.1	50
	底层		25.3	33.284	8.03	41.2	6.50	0.84	0.59	0.0116	0.0280	0.117	0.157	0.0078	/	0.0164	1.1L	0.2L	1.0	0.76	0.53	0.7	0.010	1.1	490
	均值		25.9	32.9295	8.045	40.8	6.705	0.715	0.515	0.01555	0.0296	0.1215	0.167	0.0082	0.006	0.0175	1.1L	0.2L	1.6	0.815	0.45	0.75	0.00675	1.1	270
JM08	表层	9.9	26.1	28.906	7.95	21.3	6.66	0.65	0.41	0.0495	0.0703	0.305	0.425	0.0322	0.0097	0.0136	1.1L	0.2L	1.5	0.88	0.41	0.8	0.007L	1.4	140
JM09	表层	21.2	26.6	32.517	7.96	47.9	6.65	0.47	0.35	0.0281	0.0431	0.113	0.184	0.0136	0.0090	0.0091	1.1L	0.2L	1.0	0.51	0.60	1.0	0.007L	1.5	490
	底层		26.4	32.992	7.92	41.2	6.54	0.79	0.20	0.0272	0.0414	0.111	0.180	0.0124	/	0.0102	1.1L	0.2L	2.4	0.48	0.27	1.0	0.007L	1.2	330
	均值		26.5	32.7545	7.94	44.55	6.595	0.63	0.275	0.02765	0.04225	0.112	0.182	0.013	0.009	0.00965	1.1L	0.2L	1.7	0.495	0.435	1	0.007L	1.35	410
JM10	表层	28.7	26.5	32.679	8.07	39.6	6.83	0.58	0.30	0.0236	0.0311	0.125	0.180	0.0141	0.0046	0.0091	1.1L	0.2L	2.2	0.34	0.26	1.0	0.013	1.2	430
	底层		25.1	33.211	8.05	32.2	6.46	0.71	0.56	0.0158	0.0298	0.114	0.160	0.0093	/	0.0074	1.1L	0.2L	1.0	0.48	0.46	1.2	0.012	1.1	110
	均值		25.8	32.945	8.06	35.9	6.645	0.645	0.43	0.0197	0.03045	0.1195	0.17	0.0117	0.0046	0.00825	1.1L	0.2L	1.6	0.41	0.36	1.1	0.0125	1.15	270
JM11	表层	9.8	26.0	29.242	7.90	22.7	6.88	0.95	0.41	0.0348	0.0673	0.317	0.419	0.0238	0.0056	0.0069	1.1L	0.2L	4.7	0.38	0.30	0.9	0.009	1.5	70
JM12	表层	19.3	26.5	31.956	7.92	37.2	6.75	0.95	0.30	0.0273	0.0445	0.181	0.253	0.0132	0.0073	0.0091	1.1L	0.2	2.0	0.75	0.42	1.3	0.013	1.2	210
	底层		26.4	32.895	7.94	36.8	6.41	0.85	0.40	0.0245	0.0425	0.174	0.241	0.0123	/	0.0108	1.1L	0.2L	2.0	0.89	0.28	1.5	0.016	1.3	90

站位	层次	水深	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群	
		m	°C	/	/																					MPN/L
		mg/L																μg/L								
	均值		26.45	32.4255	7.93	37	6.58	0.9	0.35	0.0259	0.0435	0.1775	0.247	0.01275	0.0073	0.00995	1.1L	0.125	2	0.82	0.35	1.4	0.0145	1.25	150	
JM13	表层	21.3	26.6	30.602	8.15	18.1	6.77	0.59	0.32	0.0208	0.0372	0.128	0.186	0.0088	0.0080	0.0091	1.1L	0.2L	1.7	0.33	0.50	0.8	0.008	0.9	140	
	底层		26.1	30.700	8.13	27.1	6.48	0.91	0.23	0.0183	0.0335	0.114	0.166	0.0066	/	0.0108	1.1L	0.2L	1.0	0.41	0.65	1.1	0.015	0.9	20	
	均值		26.35	30.651	8.14	22.6	6.625	0.75	0.275	0.01955	0.03535	0.121	0.176	0.0077	0.008	0.00995	1.1L	0.2L	1.35	0.37	0.575	0.95	0.0115	0.9	80	
JM14	表层	42.3	26.8	31.594	8.14	37.2	6.75	0.91	0.46	0.0194	0.0171	0.0645	0.101	0.0032	0.0072	0.0086	1.1L	0.2L	1.0	0.43	0.42	1.0	0.009	0.8	20	
	底层		26.0	32.481	8.05	37.6	6.41	0.43	0.14	0.0113	0.0090	0.0506	0.0709	0.0019	/	0.0080	1.1L	0.2L	1.9	0.75	0.68	1.2	0.011	0.8	20	
	均值		26.4	32.0375	8.095	37.4	6.58	0.67	0.3	0.01535	0.01305	0.05755	0.08595	0.00255	0.0072	0.0083	1.1L	0.2L	1.45	0.59	0.55	1.1	0.01	0.8	20	
JM15	表层	9.7	26.0	28.054	7.89	20.1	6.90	1.04	0.38	0.0389	0.0683	0.318	0.425	0.0258	0.0049	0.0141	1.1L	0.2L	1.2	0.61	0.46	0.9	0.013	1.4	140	
JM16	表层	4.7	25.8	25.757	8.11	65.4	6.69	1.73	0.35	0.0332	0.0582	0.296	0.387	0.0183	0.0131	0.0069	1.1L	0.2L	1.1	0.89	0.54	1.2	0.020	1.5	70	
JM17	表层	4.6	26.1	26.896	8.09	41.2	6.77	1.62	0.54	0.0411	0.0547	0.286	0.382	0.0208	0.0057	0.0047	1.1L	0.2L	0.9	0.35	0.44	1.5	0.012	1.3	80	
JM18	表层	5.5	26.1	26.052	8.15	32.7	6.71	1.10	0.31	0.0462	0.0544	0.290	0.391	0.0182	0.0083	0.0125	1.1L	0.2L	1.4	0.48	0.19	0.8	0.020	1.3	20L	
JM19	表层	3.6	26.6	26.628	8.07	33.8	6.74	1.14	0.28	0.0453	0.0454	0.281	0.372	0.0182	0.0079	0.0152	1.1L	0.2L	1.3	0.87	0.63	0.6	0.013	1.0	20	
JM20	表层	4.1	26.5	26.576	8.09	35.3	6.77	0.75	0.20	0.0495	0.0453	0.295	0.390	0.0236	0.0123	0.0058	1.1L	0.2	1.1	0.38	0.81	0.7	0.007L	1.1	20	
JM21	表层	20.8	26.7	30.487	8.14	41.8	6.73	0.59	0.33	0.0172	0.0399	0.125	0.182	0.0118	0.0072	0.0047	1.1L	0.2L	1.5	0.91	0.71	1.3	0.007L	0.9	20	
	底层		25.8	30.518	8.12	35.2	6.44	0.79	0.23	0.0157	0.0384	0.111	0.165	0.0093	/	0.0074	1.1L	0.2L	1.0	0.36	0.49	0.9	0.010	1.0	50	
	均值		26.25	30.5025	8.13	38.5	6.585	0.69	0.28	0.01645	0.03915	0.118	0.1735	0.01055	0.0072	0.00605	1.1L	0.2L	1.25	0.635	0.6	1.1	0.00675	0.95	35	
JM22	表层	4.7	25.6	25.941	7.89	58.4	6.68	1.97	0.39	0.0660	0.125	0.358	0.549	0.0313	0.0109	0.0086	1.1L	0.2L	1.7	0.35	0.23	0.7	0.023	2.0	70	
JM23	表层	5.5	26.1	27.684	8.09	24.1	6.64	0.59	0.43	0.0276	0.0516	0.212	0.291	0.0075	0.0082	0.0186	1.4	0.2L	0.9	0.77	0.30	1.2	0.011	1.6	270	
JM24	表层	22.4	26.7	29.486	8.18	34.5	6.63	0.51	0.31	0.0189	0.0428	0.121	0.183	0.0060	0.0113	0.0141	1.1L	0.2L	1.9	0.59	0.37	0.8	0.007L	1.0	60	
	底层		26.5	29.573	8.13	33.3	6.43	0.67	0.37	0.0180	0.0393	0.113	0.170	0.0054	/	0.0130	1.1L	0.2L	1.9	0.50	0.37	1.0	0.013	0.9	170	
	均值		26.6	29.5295	8.155	33.9	6.53	0.59	0.34	0.01845	0.04105	0.117	0.1765	0.0057	0.0113	0.01355	1.1L	0.2L	1.9	0.545	0.37	0.9	0.00825	0.95	115	
JM25	表层	41.8	26.8	31.463	8.12	34.6	6.70	0.63	0.43	0.0162	0.0241	0.0592	0.0995	0.0049	0.0097	0.0180	1.3	0.2L	1.2	0.72	0.59	1.4	0.007L	0.8	50	
	底层		26.1	32.158	8.08	43.6	6.35	0.83	0.39	0.0118	0.0201	0.0528	0.0847	0.0032	/	0.0180	1.1L	0.2L	0.9	0.57	0.69	0.7	0.019	0.8	170	
	均值		26.45	31.8105	8.1	39.1	6.525	0.73	0.41	0.014	0.0221	0.056	0.0921	0.00405	0.0097	0.018	0.7875	0.2L	1.05	0.645	0.64	1.05	0.01125	0.8	110	
JM26	表层	4.4	25.5	25.875	7.91	58.6	6.73	1.50	0.32	0.0678	0.128	0.364	0.560	0.0328	0.0085	0.0141	1.4	0.2	1.1	0.34	0.28	0.8	0.011	3.3	20L	
JM27	表层	15.6	26.2	28.239	8.13	19.2	6.84	1.30	0.39	0.0264	0.0495	0.172	0.248	0.0069	0.0083	0.0158	1.1L	0.2L	1.3	0.64	0.20	0.6	0.017	1.3	20L	
	底层		26.3	28.984	8.11	26.7	6.80	1.77	0.41	0.0213	0.0488	0.160	0.230	0.0043	/	0.0186	1.1L	0.2L	1.3	0.52	0.15	1.1	0.014	1.2	20	
	均值		26.25	28.6115	8.12	22.95	6.82	1.535	0.4	0.02385	0.04915	0.166	0.239	0.0056	0.0083	0.0172	1.1L	0.2L	1.3	0.58	0.175	0.85	0.0155	1.25	20	
JM28	表层	22.1	26.7	29.638	8.15	17.2	6.76	1.02	0.37	0.0263	0.0328	0.114	0.173	0.0053	0.0132	0.0052	1.1L	0.2	2.4	0.44	0.14	1.1	0.015	1.1	20L	
	底层		26.8	30.447	8.10	19.6	6.37	1.97	0.40	0.0215	0.0304	0.0933	0.145	0.0033	/	0.0047	1.1L	0.2L	1.4	0.36	0.17	0.8	0.017	1.1	20	
	均值		26.75	30.0525	8.125	18.4	6.565	1.495	0.385	0.0239	0.0316	0.10365	0.159	0.0043	0.0132	0.00495	1.1L	0.125	1.9	0.4	0.155	0.95	0.016	1.1	20	
JM29	表层	35.1	26.8	30.958	8.15	42.7	6.88	0.40	0.31	0.0137	0.0162	0.0598	0.0897	0.0067	0.0075	0.0108	1.1L	0.2L	1.2	0.44	0.69	0.8	0.015	0.8	50	
	底层		26.4	31.657	8.11	39.7	6.42	1.06	0.57	0.0106	0.0130	0.0473	0.0709	0.0058	/	0.0091	1.1L	0.2L	1.4	0.49	0.44	0.6	0.020	0.8	50	
	均值		26.6	31.3075	8.13	41.2	6.65	0.73	0.44	0.01215	0.0146	0.05355	0.0803	0.00625	0.0075	0.00995	1.1L	0.2L	1.3	0.465	0.565	0.7	0.0175	0.8	50	
JM30	表层	11.4	26.5	28.384	8.07	23.4	7.07	1.46	0.27	0.0362	0.0598	0.191.														

站位	层次	水深	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群
		m	℃	/	/	mg/L										μg/L								MPN/L	
最大值		42.3	26.8	33.284	8.22	65.4	7.19	2.28	0.93	0.0830	0.183	1.39	1.66	0.0402	0.0239	0.0191	1.4	0.3	4.7	0.97	0.81	4.2	0.027	4.5	1.7×10 ³
平均值		16.2	26.3	29.190	8.03	36.6	6.69	1.04	0.42	0.0303	0.0473	0.214	0.292	0.0132	0.0092	0.0114	0.4	0.1	1.5	0.58	0.42	1.0	0.012	1.3	158

注：①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无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

表 5.2.3-12a 春季海水水质监测站位各要素的标准指数（执行第一类海水水质标准）

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群
JM06	0.68	0.87	0.36	0.46	0.79	0.54	0.27	0.51	0.20	0.02	0.29	0.73	0.42	0.03	0.07	0.04	0.00
JM07	0.74	0.86	0.42	0.32	0.82	0.63	0.24	0.89	0.37	0.02	0.28	0.64	0.38	0.03	0.22	0.04	0.00
JM08	0.61	0.85	0.52	0.49	2.31	2.18	0.48	0.38	0.28	0.02	0.30	0.68	0.34	0.03	0.16	0.04	0.01
JM09	0.70	0.87	0.44	0.53	0.81	0.72	0.20	0.62	0.29	0.02	0.27	0.46	0.41	0.03	0.23	0.04	0.00
JM10	0.75	0.88	0.41	0.59	0.81	0.45	0.69	0.49	0.19	0.01	0.38	0.39	0.41	0.03	0.22	0.04	0.00
JM12	0.71	0.87	0.40	0.47	1.23	0.75	0.34	0.83	0.26	0.01	0.31	0.42	0.42	0.03	0.23	0.04	0.00
JM13	0.75	0.87	0.32	0.48	0.93	0.32	0.37	0.51	0.11	0.02	0.28	0.42	0.41	0.03	0.17	0.04	0.00
JM14	0.75	0.88	0.23	0.24	0.42	0.27	0.33	0.53	0.11	0.01	0.27	0.45	0.40	0.03	0.17	0.04	0.00
JM18	0.73	0.84	0.47	0.51	1.63	1.25	0.15	0.80	0.30	0.01	0.28	0.34	0.34	0.02	0.42	0.05	0.00
JM21	0.74	0.87	0.29	0.43	0.90	0.70	0.39	0.40	0.26	0.01	0.29	0.57	0.44	0.03	0.07	0.05	0.00
JM24	0.74	0.86	0.20	0.31	0.91	0.42	0.32	0.59	0.18	0.02	0.31	0.44	0.41	0.03	0.20	0.05	0.00
JM25	0.76	0.86	0.25	0.24	0.36	0.42	0.24	0.88	0.19	0.01	0.28	0.40	0.39	0.03	0.27	0.05	0.00
JM26	0.72	0.89	0.49	0.66	2.44	2.38	0.14	0.22	0.30	0.02	0.28	0.41	0.43	0.03	0.22	0.05	0.05
JM27	0.74	0.88	0.25	0.36	1.22	1.61	0.32	0.37	0.28	0.01	0.31	0.40	0.35	0.04	0.21	0.05	0.00
JM28	0.74	0.86	0.13	0.20	0.77	0.81	0.32	0.72	0.23	0.01	0.27	0.59	0.39	0.03	0.19	0.05	0.00
JM29	0.75	0.85	0.25	0.25	0.44	0.41	0.34	0.46	0.11	0.01	0.26	0.45	0.42	0.03	0.12	0.05	0.00
JM32	0.75	0.86	0.09	0.16	0.47	0.24	0.32	0.57	0.18	0.01	0.27	0.57	0.42	0.03	0.14	0.06	0.00
JM33	0.73	0.87	0.34	0.41	1.19	1.54	0.43	0.40	0.18	0.02	0.28	0.62	0.40	0.03	0.19	0.05	0.00
JM34	0.74	0.87	0.40	0.22	0.85	0.34	0.43	0.60	0.32	0.01	0.25	0.53	0.37	0.03	0.20	0.05	0.00
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.2.3-12b 春季海水水质监测站位各要素的标准指数（执行第二类海水水质标准）

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群
JM01	0.49	0.74	0.75	0.21	4.57	1.28	0.37	0.13	0.06	0.01	0.17	0.09	0.08	0.02	0.02	0.02	0.23
JM02	0.52	0.74	0.49	0.24	4.33	1.16	0.34	0.13	0.28	0.01	0.17	0.07	0.10	0.01	0.02	0.02	0.05
JM04	0.55	0.72	0.41	0.23	2.41	0.94	0.33	0.15	0.06	0.01	0.12	0.08	0.10	0.01	0.06	0.02	0.03
JM05	0.55	0.71	0.27	0.19	1.39	0.75	0.32	0.20	0.06	0.01	0.14	0.09	0.07	0.01	0.02	0.02	0.02
JM15	0.62	0.71	0.26	0.15	1.58	1.22	0.36	0.11	0.06	0.01	0.17	0.09	0.08	0.01	0.02	0.03	0.01
JM19	0.73	0.75	0.31	0.21	1.15	0.65	0.19	0.37	0.06	0.00	0.17	0.15	0.07	0.02	0.05	0.03	0.01
JM20	0.74	0.72	0.44	0.21	1.38	0.73	0.16	0.18	0.06	0.01	0.13	0.08	0.09	0.01	0.11	0.03	0.01
JM22	0.73	0.71	0.33	0.18	1.57	1.06	0.08	0.16	0.06	0.00	0.19	0.11	0.09	0.02	0.05	0.04	0.04
JM23	0.73	0.71	0.31	0.16	1.12	0.34	0.14	0.20	0.26	0.00	0.15	0.09	0.07	0.01	0.02	0.03	0.01
JM30	0.73	0.74	0.16	0.09	0.82	0.83	0.30	0.22	0.11	0.01	0.15	0.11	0.08	0.03	0.03	0.03	0.01
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.2.3-12c 春季海水水质监测站位（执行第三类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群
JM03	0.46	0.58	0.37	0.14	2.63	1.09	0.06	0.09	0.12	0.00	0.03	0.05	0.04	0.01	0.05	0.01	0.03
超标率%	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.2.3-12d 春季海水水质监测站位各要素的标准指数（执行第四类海水水质标准）

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群
JM11	0.58	0.42	0.12	0.08	1.06	0.84	0.03	0.02	0.01	0.00	0.03	0.01	0.04	0.00	0.02	0.02	—
JM31	0.62	0.44	0.05	0.04	0.43	0.52	0.03	0.02	0.02	0.00	0.03	0.01	0.04	0.00	0.01	0.02	—
JM35	0.62	0.43	0.07	0.05	0.16	0.10	0.03	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00	0.01	0.02	—
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.2.3-12e 春季海水水质监测站位各要素的标准指数（执行维持现状）

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮				活性磷酸盐			石油类	锌	挥发酚	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	铬	粪大肠杆菌群
标准	一类	一类	一类	一类	一类	二类	三类	四类	一类	二、三类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
JM16	0.73	0.87	0.54	0.68	2.07	1.38	1.04	0.83	2.55	1.27	0.85	0.11	0.61	0.26	0.03	0.07	0.05	0.28	0.48	0.41	0.02	0.00
JM17	0.74	0.86	0.64	0.44	1.93	1.29	0.97	0.77	2.39	1.19	0.80	0.17	0.54	0.11	0.02	0.07	0.05	0.24	0.39	0.35	0.03	0.00

表 5.2.3-13a 秋季海水水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠杆菌群
JM06	0.60	0.90	0.39	0.41	0.86	0.63	0.11	0.44	0.16	0.00	0.27	0.61	0.49	0.01	0.33	0.08	0.18
JM07	0.70	0.89	0.36	0.52	0.84	0.55	0.12	0.88	0.06	0.00	0.32	0.82	0.45	0.02	0.14	0.06	0.14
JM08	0.63	0.90	0.33	0.41	2.13	2.15	0.19	0.68	0.06	0.00	0.30	0.88	0.41	0.02	0.07	0.07	0.07
JM09	0.63	0.91	0.32	0.28	0.91	0.87	0.18	0.48	0.06	0.00	0.34	0.50	0.44	0.02	0.07	0.07	0.21
JM10	0.71	0.90	0.32	0.43	0.85	0.78	0.09	0.41	0.06	0.00	0.32	0.41	0.36	0.02	0.25	0.06	0.14
JM12	0.62	0.91	0.45	0.35	1.24	0.85	0.15	0.50	0.06	0.01	0.40	0.82	0.35	0.03	0.29	0.06	0.08
JM13	0.76	0.91	0.38	0.28	0.88	0.51	0.16	0.50	0.06	0.00	0.27	0.37	0.58	0.02	0.23	0.05	0.04
JM14	0.73	0.91	0.34	0.30	0.43	0.17	0.14	0.42	0.06	0.00	0.29	0.59	0.55	0.02	0.20	0.04	0.01
JM18	0.77	0.89	0.55	0.31	1.96	1.21	0.17	0.63	0.06	0.00	0.28	0.48	0.19	0.02	0.40	0.07	0.00
JM21	0.75	0.91	0.35	0.28	0.87	0.70	0.14	0.30	0.06	0.00	0.25	0.64	0.60	0.02	0.14	0.05	0.02
JM24	0.77	0.92	0.30	0.34	0.88	0.38	0.23	0.68	0.06	0.00	0.38	0.55	0.37	0.02	0.17	0.05	0.06
JM25	0.73	0.92	0.37	0.41	0.46	0.27	0.19	0.90	0.16	0.00	0.21	0.65	0.64	0.02	0.23	0.04	0.06
JM26	0.61	0.89	0.75	0.32	2.80	2.19	0.17	0.71	0.28	0.01	0.22	0.34	0.28	0.02	0.22	0.17	0.00
JM27	0.75	0.88	0.77	0.40	1.20	0.37	0.17	0.86	0.06	0.00	0.26	0.58	0.18	0.02	0.31	0.06	0.01
JM28	0.75	0.91	0.75	0.39	0.80	0.29	0.26	0.25	0.06	0.01	0.38	0.40	0.16	0.02	0.32	0.06	0.01
JM29	0.75	0.90	0.37	0.44	0.40	0.42	0.15	0.50	0.06	0.00	0.26	0.47	0.57	0.01	0.35	0.04	0.03
JM32	0.75	0.92	0.67	0.48	0.49	0.38	0.35	0.65	0.06	0.00	0.35	0.70	0.29	0.02	0.16	0.05	0.03
JM33	0.71	0.92	0.46	0.41	1.42	1.62	0.10	0.64	0.06	0.00	0.26	0.63	0.44	0.01	0.19	0.11	0.02
JM34	0.73	0.89	0.60	0.70	0.91	0.75	0.14	0.80	0.06	0.00	0.28	0.91	0.40	0.02	0.25	0.06	0.02
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.2.3-13b 秋季海水水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠杆菌群
JM01	0.26	0.70	0.76	0.18	5.53	1.29	0.34	0.18	0.06	0.00	0.14	0.10	0.10	0.02	0.14	0.05	0.85
JM02	0.39	0.73	0.59	0.16	5.07	1.34	0.16	0.16	0.06	0.00	0.15	0.19	0.11	0.01	0.08	0.06	0.55
JM03	0.39	0.70	0.59	0.31	4.80	1.28	0.12	0.24	0.06	0.00	0.12	0.10	0.10	0.01	0.07	0.05	0.40
JM04	0.45	0.72	0.43	0.20	2.55	1.12	0.13	0.22	0.26	0.01	0.11	0.17	0.08	0.01	0.08	0.09	0.06
JM05	0.53	0.74	0.29	0.16	1.45	0.87	0.14	0.32	0.06	0.00	0.12	0.07	0.08	0.01	0.12	0.05	0.11
JM15	0.59	0.72	0.35	0.13	1.42	0.86	0.10	0.28	0.06	0.00	0.12	0.12	0.09	0.01	0.07	0.05	0.07
JM19	0.71	0.74	0.38	0.09	1.24	0.61	0.16	0.30	0.06	0.00	0.13	0.17	0.13	0.01	0.07	0.03	0.01
JM20	0.73	0.74	0.25	0.07	1.30	0.79	0.25	0.12	0.06	0.00	0.11	0.08	0.16	0.01	0.02	0.04	0.01
JM22	0.59	0.75	0.66	0.13	1.83	1.04	0.22	0.17	0.06	0.00	0.17	0.07	0.05	0.01	0.12	0.07	0.04
JM23	0.73	0.75	0.20	0.14	0.97	0.25	0.16	0.37	0.28	0.00	0.09	0.15	0.06	0.01	0.06	0.05	0.14
JM30	0.72	0.06	0.53	0.14	0.91	0.18	0.48	0.32	0.06	0.00	0.15	0.10	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	81.8	45.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.2.3-13c 秋季海水水质监测站位（执行第四类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠杆菌群
JM11	0.50	0.44	0.19	0.08	0.84	0.53	0.01	0.01	0.01	0.00	0.09	0.01	0.03	0.00	0.02	0.03	—
JM31	0.66	0.46	0.38	0.09	0.50	0.19	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.02	0.02	—
JM35	0.61	0.45	0.20	0.10	0.20	0.17	0.01	0.02	0.01	0.00	0.03	0.01	0.04	0.00	0.02	0.06	—
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.23-13d 秋季海水水质监测站位（执行维持现状）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	无机氮			活性磷酸盐		石油类	锌	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	粪大肠菌群
标准	一类	一类	一类	一类	一类	二类	三类	一类	二、三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
JM16	0.74	0.90	0.87	0.35	1.94	1.29	0.97	1.22	0.61	0.26	0.35	0.06	0.00	0.22	0.89	0.54	0.02	0.40	0.08	0.04
JM17	0.73	0.89	0.81	0.54	1.91	1.27	0.96	1.39	0.69	0.11	0.24	0.06	0.00	0.18	0.35	0.44	0.03	0.24	0.07	0.04

5.2.4 区域削减方案

由水环境现状调查可知，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。

江门市陆海统筹近岸海域治理体系，依托《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发<台山市海水养殖尾水治理实施方案>的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等污染防治方案的实施。

（1）入海污染物削减量估算

区域综合整治包含畜禽养殖污染治理、城镇污水提质增效、入海排污口整治、农田面源污染管控、潭江流域跨界协同治理等工程。本次环评依据江门市区域规划设定的全域减排目标，结合台山市在潭江流域的污染贡献份额，分解估算台山市陆源入海污染物削减潜力。

畜禽污染治理工程通过粪污资源化利用、养殖场标准化改造，提升粪污综合利用率，减少氮磷随废水、粪污流失进入河网入海；城镇污水、入海排污口整治通过污水厂提标改造、排污口溯源整治削减生活源氮磷；农业面源治理实施化肥减量、生态沟渠建设，降低降雨径流携带的营养盐负荷；依托珠中江、潭江协同协议管控跨界输入污染。

（2）综合整治实施后海域水质好转程度分析

台山市近岸海域超标因子为无机氮、活性磷酸盐，污染主导来源为入海河流陆源输入、汛期降雨径流面源污染。区域陆源减排落地后，入海氮磷总负荷降低，海域营养盐浓度呈中长期下降趋势：

空间层面：靠近河口的近岸海域对陆源减排响应更快，无机氮、活性磷酸盐浓度降幅更大，超标幅度、超标时长明显降低；离岸较远海域，营养盐经潮流扩散输运，水质改善存在滞后效应，改善幅度相对有限。

时间层面：陆源工程见效需要周期，水质改善为渐进式过程；即便整治方案全部落地，丰水期强降雨带来的脉冲式面源输入，仍可能造成海域营养盐短期冲高，出现阶段性超标。

自然约束：海域水质同时受西江、潭江上游跨界来水、潮汐交换、气候等自然条件调控，陆源削减不能完全消除自然条件带来的水质波动。

(3) 项目协同管控要求

本项目养殖内源营养盐仅在养殖区局部累积，对台山市近岸海域大尺度水质演变贡献较小。项目严格执行养殖容量管控，实施精准投饵，养殖废弃物全部上岸处置，配套每日海区巡视、水质底质常态化监测，并落实海洋生态补偿措施，作为区域综合整治的补充；若监测显示海域营养盐持续升高，及时采取降低养殖密度等管控措施，协同推进台山市近岸海域水质改善。

在上述江门市、台山市陆海统筹污染综合治理体系及减排管控政策框架下，《台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目》是落实区域陆源污染削减、改善镇海湾及台山市近岸海域水环境质量的重要落地实施项目，可有效补齐区域养殖面源污染治理短板，持续削减流域及海域氮磷污染负荷。本次评价选取该项目 16 个镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理子项目开展区域削减量分析，所有子项目均为已批拟建、在建项目，各子项目区域削减量详见表 5.2.4-1。

表 5.2.4-1 项目所在海域已批在建、拟建污染物削减项目（部分）

序号	项目名称	污染源	污染源	项目建设前 原有排放量 (t/a)	项目建设 后排放量 (t/a)	项目建设 前后的变 化量 (t/a)
1	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目北陡镇石山虾场 5336m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	253.193	19.476	-233.717
			SS	350.575	77.906	-272.669
			总氮	29.215	6.817	-22.398
			总磷	5.843	0.974	-4.869
2	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目北陡镇洋栏虾场 6537m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	310.181	23.86	-286.321
			SS	429.481	95.44	-334.041
			总氮	35.79	8.351	-27.439
			总磷	7.158	1.193	-5.965
3	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目海宴镇 01# 高位池 2700m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	98.55	9.855	-88.695
			SS	197.1	39.42	-157.68
			总氮	14.783	3.449	-11.334
			总磷	2.957	0.493	-2.464
4	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目海宴镇 02#-1 高位池 1700m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	62.05	6.205	-55.845
			SS	124.1	24.82	-99.28
			总氮	9.308	2.172	-7.136
			总磷	1.862	0.31	-1.552
5	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目海宴镇 02#-	养殖尾水	COD	80.3	8.03	-72.27
			SS	160.6	32.12	-128.48

序号	项目名称	污染源	污染源	项目建设前 原有排放量 (t/a)	项目建设 后排放量 (t/a)	项目建设 前后的变化 量 (t/a)
	2 高位池 2200m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目		总氮	12.045	2.811	-9.234
			总磷	2.409	0.402	-2.007
6	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目海宴镇 04# 高位池 1500m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	54.75	5.475	-49.275
			SS	109.5	21.9	-87.6
			总氮	8.213	1.916	-6.297
			总磷	1.643	0.274	-1.369
7	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目海宴镇 05# 高位池 1600m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	58.4	5.84	-52.56
			SS	116.8	23.36	-93.44
			总氮	8.76	2.044	-6.716
			总磷	1.752	0.292	-1.46
8	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目海宴镇 06# 高位池 1500m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	54.75	5.475	-49.275
			SS	109.5	21.9	-87.6
			总氮	8.213	1.916	-6.297
			总磷	1.643	0.274	-1.369
9	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目深井镇泗门西围片区 3794m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	83.089	13.848	-69.241
			SS	166.177	55.392	-110.785
			总氮	11.078	4.847	-6.231
			总磷	2.77	0.692	-2.078
10	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目深井镇新围东、新围西、大水塘围片区 8627m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	188.931	31.489	-157.442
			SS	377.863	125.954	-251.909
			总氮	25.191	11.021	-14.17
			总磷	6.298	1.574	-4.724
11	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目汶村镇处理区 1#47000m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	857.75	171.55	-686.2
			SS	2573.25	686.2	-1887.05
			总氮	514.65	60.043	-454.607
			总磷	42.888	8.578	-34.31
12	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目北陡镇风湾虾场 4002m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	189.895	14.607	-175.288
			SS	262.931	58.429	-204.502
			总氮	21.911	5.113	-16.798
			总磷	4.382	0.73	-3.652
13	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目北陡镇风湾虾场 4002m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	189.895	14.607	-175.288
			SS	262.931	58.429	-204.502
			总氮	21.911	5.113	-16.798
			总磷	4.382	0.73	-3.652
14	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目北陡镇容易	养殖尾水	COD	348.141	26.78	-321.361
			SS	482.041	107.12	-374.921

序号	项目名称	污染源	污染源	项目建设前 原有排放量 (t/a)	项目建设 后排放量 (t/a)	项目建设 前后的变化 量 (t/a)
	虾场 7337m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目		总氮	40.17	9.373	-30.797
			总磷	8.034	1.339	-6.695
15	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目深井镇狗山围片区 4221m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	92.44	15.407	-77.033
			SS	184.88	61.627	-123.253
			总氮	12.325	5.392	-6.933
			总磷	3.081	0.77	-2.311
16	台山市镇海湾重点流域水环境综合治理鱼塘养殖尾水处理项目深井镇新丰围、淡水寮侧咸围仔片区 10334m ³ /d 养殖尾水处理站建设项目	养殖尾水	COD	226.315	37.719	-188.596
			SS	452.629	150.876	-301.753
			总氮	30.175	13.202	-16.973
			总磷	7.544	1.886	-5.658
合计	合计	养殖尾水	COD	3148.63	410.223	-2738.407
			SS	6360.358	1640.893	-4719.465
			总氮	803.738	143.58	-660.158
			总磷	104.646	20.511	-84.135

5.3海洋沉积物质量现状调查与评价

5.3.1 调查概况

本节引用《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023 年 12 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2023 年 10 月在项目附近海域进行的海洋沉积物质量现状调查数据。具体站位详见 5.2.3 节。

同时项目委托广州海兰图检测技术有限公司于 2026 年 4 月在项目附近海域开展潮间带沉积物现状调查，具体站位详见表 5.3.1-1 和图 5.3.1-1。

评价范围内沉积物站位 16 个（含潮间带沉积物站位），满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）对沉积物调查站位数量（沉积物站位不少于 8 个）的要求。

表 5.3.1-1 2026 年 4 月潮间带沉积物调查站位

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
MCC1			潮间带沉积物
MCC2			潮间带沉积物
MCC3			潮间带沉积物
MCC4			潮间带沉积物

图 5.3.1-1 2026 年 4 月潮间带沉积物调查站位

5.3.2 调查项目

调查项目包括 pH、含水率、有机碳、石油类、硫化物、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷。

5.3.3 采样与分析方法

5.3.3.1 采样方法

根据《海洋监测规范》(GB 17378-2007)和《潮间带调查规范》(GB/T 42639-2023)中的要求,进行沉积物样品的采集、保存与运输。

(1) 表层沉积物样品采集可使用采样铲、挖勺、抓斗等各种可行工具。

(2) 人工现场调查时,宜在大潮低潮期间进行,高、中滩调查也可在中、小潮期间进行;乘调查船现场调查时,宜在大高潮期间进行;同一断面在不同时段或采用不同方式现场调查时,应保证调查断面空间完整性,调查时间间隔不超过 1 个大、小潮周期。

(3) 底质为基岩或大块砾石的潮间带,可不采集样品,但应设置观测站位,记录底质类型与位置信息。

(4) 乘调查船现场调查时,到达指定站位后,将绞车的钢丝绳与 0.05m^2 抓斗式采泥器连接,检查是否牢靠,同时测量采样点水深;慢速启动绞车,提起已张口的采泥器,用手扶慢速放入水中,稳定后常速放至离底 $3\text{m}\sim 5\text{m}$,再全速放入底部,然后慢速提升采泥器,离底后快速提升;将采泥器降至接样盘上,打开采泥器上部耳盖,倾斜采泥器使上部水缓缓流出,再进行定性描述和分装。用塑料刀或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 $0\text{cm}\sim 1\text{cm}$ 的沉积物。如遇砂砾层,可在 $0\text{cm}\sim 3\text{cm}$ 层内混合取样。

(5) 表层沉积物样品应立即进行现场样品状态描述(颜色、气味、厚度),记录描述一定用铅笔书写。

(6) 取样和处理样品时,注意层次,结构和代表性,同一采样点采集 4~6 次,将样品混合均匀分装,现场记录底质类型,并分装与处理、保存。

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

(8) 分装顺序：重金属（铜、铅、镉、锌、铬、砷等）指标用聚乙烯袋分装大约 600g；取大约 100~200g 湿样，盛入已洗净的 250mL 棕色玻璃瓶内，加入约 5mL 醋酸锌，使样品隔离空气，供硫化物分析所用；再取 500~600g 湿样，盛入已洗净的 500mL 棕色玻璃瓶内，供粒度、含水率、有机碳、石油类、总汞等指标分析所用。

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

(10) 采样完毕，打开采泥器，弃去残留沉积物，用海水冲洗。

(11) 记录采样点位的经纬度、拍摄采样照片、记录可能影响结果的现场情况或拍摄视频记录等，出具数据时一并提供。

(12) 潮间带沉积物采集：分别在高潮带布设 1 站、中潮带 1 站、低潮带 1 站分别采集样品。

5.3.3.2 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）和《海洋调查规范 第 8 部分 海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.3-1。

表 5.3.3-1 沉积物项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
含水率	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/19	重量法	/
有机碳	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/18.1	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.02%
石油类	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/13.1	荧光分光光度法	1.0mg/kg
硫化物	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/17.1	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
铜	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/6.2	火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
铅	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/7.2	火焰原子吸收分光光度法	3.0mg/kg
镉	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg
总汞	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
铬	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB	无火焰原子吸收	2.0mg/kg

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
	17378.5-2007/10.1	分光光度法	
砷	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/11.1	原子荧光法	0.06mg/kg
pH	《海洋调查规范第8部分：海洋地质地球物理调查》GB/T 12763.8-2007/6.7.2	pH计法	/

5.3.4 评价方法与评价标准

5.3.4.1 评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用公式 $P_i = C_i / C_{si}$ 。

式中： P_i —第 i 种评价因子的质量指数；

C_i —第 i 种评价因子的实测值；

C_{si} —第 i 种评价因子的标准值。

沉积物质量评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

5.3.4.2 评价标准

①海洋沉积物

沉积物质量标准执行较海水水质标准高一级的沉积物质量评价标准，最高为一类沉积物质量标准。各监测站位执行标准见表 5.3.4-1。

表 5.3.4-1 各沉积物调查站位执行的沉积物质量标准要求一览表

调查站位	海水水质标准要求	沉积物质量标准要求
JM06、JM08、JM10、JM12、JM14、JM18、JM21、JM28、JM29、JM34	执行海水水质第一类标准	执行海洋沉积物质量第一类标准
JM04、JM22、JM23、JM30	执行海水水质第二类标准	
JM11、JM31	执行海水水质第四类标准	执行海洋沉积物质量第三类标准
JM16	海水水质维持现状	海洋沉积物质量维持现状

②潮间带沉积物

2026 年 4 月潮间带沉积物调查站位与广东省近岸海域功能区划位置关系如图 5.3.4-2 所示，沉积物质量标准执行较海水水质标准高一级的沉积物质量评价标准，最高为一类沉积物质量标准。各监测站位执行标准见表 5.3.4-2。

表 5.3.4-2 各沉积物调查站位执行的沉积物质量标准要求一览表

监测站位	水质执行标准	沉积物执行标准
MCC1、MCC2、MCC3、MCC4	执行海水水质第二类标准	执行海洋沉积物质量第一类标准

图 5.3.4-1 2026 年 4 月沉积物调查站位与广东省近岸海域功能区划位置关系

5.3.5 海洋沉积物质量调查结果与评价

5.3.5.1 调查结果

(1) 海洋沉积物

海洋沉积物质量监测结果详见表 5.3.5-1。

沉积物的 pH 变化范围为 7.68~8.36，平均为 8.05，其中 JM14 站位沉积物的 pH 值最高，JM18 站位沉积物的 pH 值最低。

沉积物的有机碳含量变化范围为 $(0.44\sim1.11)\times10^{-2}$ ，平均为 0.77×10^{-2} ，其中 JM21 站位沉积物的有机碳含量最高，JM08 站位沉积物的有机碳含量最低。

沉积物的硫化物含量变化范围为 $(7.0\sim44.7)\times10^{-6}$ ，平均为 26.8×10^{-6} ，其中 JM11 站位沉积物的硫化物含量值最高，JM14 站位沉积物的硫化物含量值最低。

沉积物的石油类含量变化范围为 $(5.6\sim16.7)\times10^{-6}$ ，平均为 10.6×10^{-6} ，其中 JM06 站位沉积物的石油类含量值最高，JM16 站位沉积物的石油类含量值最低。

沉积物的铜含量变化范围为 $(7.8\sim33.0)\times10^{-6}$ ，平均为 21.6×10^{-6} ，其中 JM30 站位沉积物的铜含量值最高，JM14 站位沉积物的铜含量值最低。

沉积物的铅含量变化范围为 $(28.1\sim48.1)\times10^{-6}$ ，平均为 38.4×10^{-6} ，其中 JM28 站位沉积物的铅含量值最高，JM08 站位沉积物的铅含量值最低。

沉积物的镉含量变化范围为 $(0.09\sim0.41)\times10^{-6}$ ，平均为 0.29×10^{-6} ，其中 JM22 和 JM34 站位沉积物的镉含量值最高，JM31 站位沉积物的镉含量值最高。

沉积物的锌含量变化范围为 $(87.5\sim135)\times10^{-6}$ ，平均为 110.3×10^{-6} ，其中 JM21 站位沉积物的锌含量值最高，JM16 站位沉积物的锌含量值最低。

沉积物的铬含量变化范围为 $(54.7\sim76.9)\times10^{-6}$ ，平均为 68.7×10^{-6} ，其中 JM22 站位沉积物的铬含量值最高，JM16 站位沉积物的铬含量值最低。

沉积物的总汞含量变化范围为 $(0.070\sim0.186)\times10^{-6}$ ，平均为 0.110×10^{-6} ，其中 JM34 站位沉积物的总汞含量值最高，JM14 站位沉积物的总汞含量值最低。

沉积物的砷含量变化范围为 $(9.93\sim19.8)\times10^{-6}$ ，平均为 16.4×10^{-6} ，其中 JM23、JM28、JM30 站位沉积物的砷含量值最高，JM14 站位沉积物的砷含量值最低。

(2) 潮间带沉积物

潮间带沉积物质量监测结果详见表 5.3.5-2。

沉积物的有机碳含量变化范围为 $(0.02\sim0.08)\times10^{-2}$ ，平均值为 0.03×10^{-2} ，其

中 MCC3 中低潮带站位沉积物的有机碳含量最高。

沉积物的石油类含量变化范围为 $(1.2\sim10.0)\times10^{-6}$ ，平均值为 2.9×10^{-6} ，其中 MCC2 中潮带站位沉积物的石油类含量最高，MCC3 高潮带站位沉积物的石油类含量最低。

沉积物的硫化物含量变化范围为 $(0.3\text{L}\sim8.6)\times10^{-6}$ ，平均为 1.9×10^{-6} ，其中 MCC3 中潮带站位沉积物的硫化物含量值最高。

沉积物的铜含量变化范围为 $(2.0\text{L}\sim21.7)\times10^{-6}$ ，平均为 7.0×10^{-6} ，其中 MCC1 高潮带低潮带沉积物的铜含量值最高。

沉积物的铅含量变化范围为 $(7.1\sim58.4)\times10^{-6}$ ，平均为 28.5×10^{-6} ，其中 MCC3 中潮带站位沉积物的铅含量值最高，MCC4 高潮带站位沉积物的铅含量值最低。

沉积物的镉含量变化范围为 $(0.04\text{L}\sim0.14)\times10^{-6}$ ，平均为 0.06×10^{-6} ，其中 MCC2 高潮带站位沉积物的镉含量值最高。

沉积物的锌含量变化范围为 $(22.5\sim147)\times10^{-6}$ ，平均为 62.5×10^{-6} ，其中 MCC3 低潮带站位沉积物的锌含量值最高，MCC2 中潮带站位沉积物的锌含量值最低。

沉积物的铬含量变化范围为 $(12.8\sim33.8)\times10^{-6}$ ，平均为 20.6×10^{-6} ，其中 MCC3 中潮带站位沉积物的铬含量值最高，MCC2 中潮带站位沉积物的铬含量值最低。

沉积物的总汞含量变化范围为 $(0.005\sim0.016)\times10^{-6}$ ，平均为 0.009×10^{-6} ，其中 MCC3 高潮带站位沉积物的总汞含量值最高，MCC1 高潮带、MCC4 中潮带、MCC4 高潮带站位沉积物的总汞含量值最低。

沉积物的砷含量变化范围为 $(0.90\sim19.7)\times10^{-6}$ ，平均为 10.9×10^{-6} ，其中 MCC3 高潮带站位沉积物的砷含量值最高，MCC2 高潮带站位沉积物的砷含量值最低。

5.3.5.2 评价结果

(1) 海洋沉积物

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 5.3.5-3。

调查海域执行海洋沉积物质量第一类标准的站位有：JM04、JM06、JM08、JM10、JM12、JM14、JM18、JM21、JM22、JM23、JM28、JM29、JM30、JM34。由监测结果及标准指数表结果可知：全部站位的沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

调查海域执行海洋沉积物质量第三类标准的站位有：JM11、JM31。由监测结果及标准指数表结果可知：全部站位的沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第三类标准要求。

调查海域执行海洋沉积物质量维持现状标准要求的站位有：JM16。由监测结果及标准指数表结果可知：JM16 站位符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

综上所述，海洋沉积物中所有站位监测指标均符合其所在功能区标准限值。

(2) 潮间带沉积物

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 5.3.5-4。

调查海域执行海洋沉积物质量第一类标准的站位有：MCC1、MCC2、MCC3、MCC4。由监测结果及标准指数表结果可知：所有调查站位的沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

综上所述，潮间带沉积物中所有站位监测指标均符合其所在功能区标准限值。

表 5.3.5-1 海洋沉积物质量监测结果

站 位	pH	风干样 含水率	湿样含 水率	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
	/	$\times 10^{-2}$			$\times 10^{-6}$								
JM04	7.88	1.06	38.31	0.82	17.4	14.1	30.8	38.8	0.26	128	64.6	0.118	19.6
JM06	8.13	0.58	46.17	1.02	41.7	16.7	17.7	36.3	0.30	118	69.6	0.114	14.2
JM08	7.98	0.81	40.37	0.44	38.5	8.8	11.7	28.1	0.14	93.9	66.2	0.179	15.2
JM10	7.84	0.67	49.79	0.89	15.2	14.9	11.4	37.6	0.27	106	64.2	0.098	15.1
JM11	7.90	1.02	49.87	0.70	44.7	10.1	14.6	29.6	0.34	99.8	66.0	0.108	15.5
JM12	8.11	0.62	43.30	0.65	24.3	9.7	13.3	36.2	0.36	102	69.3	0.104	13.7
JM14	8.36	0.86	42.04	0.72	7.0	9.7	7.8	33.0	0.17	95.1	67.9	0.070	9.93
JM16	8.24	0.46	32.08	0.47	24.8	5.6	19.3	31.8	0.33	87.5	54.7	0.079	14.0
JM18	7.68	0.93	51.81	0.80	32.6	8.7	28.6	36.2	0.38	117	71.6	0.105	18.0
JM21	7.82	1.51	59.02	1.11	44.0	15.5	28.7	46.9	0.36	135	63.2	0.119	19.7
JM22	8.32	1.52	43.20	0.70	22.4	9.1	30.5	38.4	0.41	112	76.9	0.099	16.6
JM23	7.81	0.94	54.85	0.95	19.4	8.5	31.9	47.0	0.36	130	69.1	0.120	19.8
JM28	8.28	0.60	46.38	0.80	19.4	9.4	29.5	48.1	0.18	118	76.7	0.092	19.8
JM29	8.29	0.61	43.28	0.79	12.7	9.9	18.3	43.1	0.30	117	70.8	0.103	17.2
JM30	7.81	0.76	53.74	0.88	21.8	9.0	33.0	43.8	0.23	111	76.6	0.110	19.8
JM31	8.26	0.90	44.16	0.62	36.3	9.5	24.5	41.7	0.09	105	74.4	0.072	14.4
JM34	8.18	1.01	41.44	0.70	33.3	10.4	14.9	35.5	0.41	99.4	66.5	0.186	15.7
最小值	7.68	0.46	32.08	0.44	7.0	5.6	7.8	28.1	0.09	87.5	54.7	0.070	9.93
最大值	8.36	1.52	59.02	1.11	44.7	16.7	33	48.1	0.41	135	76.9	0.186	19.8
平均值	8.05	0.87	45.87	0.77	26.8	10.6	21.6	38.4	0.29	110.3	68.7	0.110	16.4

表 5.3.5-2 潮间带沉积物质量监测结果

站 位	风干样 含水率	湿样含 水率	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
	$\times 10^{-2}$			$\times 10^{-6}$								
MCC1 低潮带	1.31	12.05	0.04	1.8	0.3L	14.5	27.6	0.05	63.5	26.1	0.008	12.0
MCC1 中潮带	1.41	10.04	0.06	1.6	0.3L	17.7	34.9	0.06	68.4	17.9	0.007	17.2
MCC1 高潮带	1.36	8.01	0.02L	1.7	0.3L	21.7	41.6	0.09	85.0	28.3	0.005	19.6

站位	风干样 含水率	湿样含 水率	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
	$\times 10^{-2}$			$\times 10^{-6}$								
MCC2低潮带	0.70	16.21	0.02L	6.9	0.3L	2.0L	21.4	0.04L	24.8	14.5	0.010	2.25
MCC2中潮带	0.76	12.73	0.04	10.0	0.3L	2.0L	16.6	0.04L	22.5	12.8	0.009	1.80
MCC2高潮带	0.81	11.20	0.02L	1.4	0.3L	2.5	10.9	0.14	24.6	14.9	0.006	0.90
MCC3低潮带	2.72	13.76	0.08	1.3	3.9	9.5	48.4	0.09	147	29.8	0.014	17.4
MCC3中潮带	2.22	18.14	0.08	1.3	8.6	8.7	58.4	0.09	136	33.8	0.013	18.5
MCC3高潮带	1.37	13.75	0.03	1.2	1.9	4.7	50.9	0.05	79.5	24.9	0.016	19.7
MCC4低潮带	0.77	13.99	0.02L	4.3	0.3L	2.0L	9.8	0.04L	32.8	14.4	0.012	5.86
MCC4中潮带	0.97	16.13	0.02L	1.5	7.4	2.0L	14.9	0.05	36.7	14.7	0.005	8.16
MCC4高潮带	0.77	12.75	0.02L	2.1	0.3L	2.0L	7.1	0.04L	28.7	15.1	0.005	7.25
最小值	0.70	8.01	0.02L	1.2	0.3L	2.0L	7.1	0.04L	22.5	12.8	0.005	0.90
最大值	2.72	18.14	0.08	10.0	8.6	21.7	58.4	0.14	147	33.8	0.016	19.7
平均值	1.26	13.23	0.03	2.9	1.9	7.0	28.5	0.06	62.5	20.6	0.009	10.9

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。

表 5.3.5-3a 海洋沉积物监测站位各要素标准指数（执行第一类海洋沉积物质量）

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
JM04	0.41	0.06	0.03	0.88	0.65	0.52	0.85	0.81	0.59	0.98
JM06	0.51	0.14	0.03	0.51	0.61	0.60	0.79	0.87	0.57	0.71
JM08	0.22	0.13	0.02	0.33	0.47	0.28	0.63	0.83	0.90	0.76
JM10	0.45	0.05	0.03	0.33	0.63	0.54	0.71	0.80	0.49	0.76
JM12	0.33	0.08	0.02	0.38	0.60	0.72	0.68	0.87	0.52	0.69
JM14	0.36	0.02	0.02	0.22	0.55	0.34	0.63	0.85	0.35	0.50
JM18	0.40	0.11	0.02	0.82	0.60	0.76	0.78	0.90	0.53	0.90
JM21	0.56	0.15	0.03	0.82	0.78	0.72	0.90	0.79	0.60	0.99
JM22	0.35	0.07	0.02	0.87	0.64	0.82	0.75	0.96	0.50	0.83
JM23	0.48	0.06	0.02	0.91	0.78	0.72	0.87	0.86	0.60	0.99
JM28	0.40	0.06	0.02	0.84	0.80	0.36	0.79	0.96	0.46	0.99
JM29	0.40	0.04	0.02	0.52	0.72	0.60	0.78	0.89	0.52	0.86
JM30	0.44	0.07	0.02	0.94	0.73	0.46	0.74	0.96	0.55	0.99

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
JM34	0.35	0.11	0.02	0.43	0.59	0.82	0.66	0.83	0.93	0.79
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.3.5-3b 海洋沉积物监测站位各要素标准指数（执行第三类海洋沉积物质量）

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
JM11	0.18	0.07	0.01	0.07	0.12	0.07	0.17	0.24	0.11	0.17
JM31	0.16	0.06	0.01	0.12	0.17	0.02	0.18	0.28	0.07	0.15
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 5.3.5-3c 海洋沉积物监测站位各要素标准指数（执行维持现状）

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
标准	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
JM16	0.24	0.08	0.01	0.55	0.53	0.66	0.58	0.68	0.40	0.70

表 5.3.5-4 潮间带沉积物监测站位各要素标准指数（执行第一类海洋沉积物质量）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
MCC1 低潮带	0.02	0.00	0.00	0.41	0.46	0.10	0.42	0.33	0.04	0.60
MCC1 中潮带	0.03	0.00	0.00	0.51	0.58	0.12	0.46	0.22	0.04	0.86
MCC1 高潮带	0.01	0.00	0.00	0.62	0.69	0.18	0.57	0.35	0.03	0.98
MCC2 低潮带	0.01	0.01	0.00	0.03	0.36	0.04	0.17	0.18	0.05	0.11
MCC2 中潮带	0.02	0.02	0.00	0.03	0.28	0.04	0.15	0.16	0.05	0.09
MCC2 高潮带	0.01	0.00	0.00	0.07	0.18	0.28	0.16	0.19	0.03	0.05
MCC3 低潮带	0.04	0.00	0.01	0.27	0.81	0.18	0.98	0.37	0.07	0.87
MCC3 中潮带	0.04	0.00	0.03	0.25	0.97	0.18	0.91	0.42	0.07	0.93
MCC3 高潮带	0.02	0.00	0.01	0.13	0.85	0.10	0.53	0.31	0.08	0.99
MCC4 低潮带	0.01	0.01	0.00	0.03	0.16	0.04	0.22	0.18	0.06	0.29
MCC4 中潮带	0.01	0.00	0.02	0.03	0.25	0.10	0.24	0.18	0.03	0.41
MCC4 高潮带	0.01	0.00	0.00	0.03	0.12	0.04	0.19	0.19	0.03	0.36
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.4海洋生物质量现状调查与评价

5.4.1 调查概况

本节引用《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2024年4月）、《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023年12月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于2024年3月和2023年10月在项目附近海域进行的海洋生物质量现状调查数据。具体站位详见5.2.3节。

5.4.2 调查项目

调查项目包括铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃。

5.4.3 采样与分析方法

5.4.3.1 采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）中的要求，在项目海域指定站点使用拖网等方式采集生物体后，选取具有代表性的样品进行生物体质量分析检测。

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

5.4.3.2 分析方法

生物体样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）进行，各项的分析方法如表5.4.3-1。

表 5.4.3-1 海洋生物质量调查项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
石油烃	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg
铜	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
铅	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
镉	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.005mg/kg
总汞	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
砷	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/11.1	原子荧光法	0.2mg/kg
锌	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
铬	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg

5.4.4 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式 $P_i = C_i / C_{si}$ 。

式中： P_i 为第*i*种评价因子的质量指数；

C_i 为第*i*种评价因子的实测值；

C_{si} 为第*i*种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

(2) 评价标准

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

5.4.5 海洋生物质量调查结果与评价

5.4.5.1 调查结果

(1) 春季

海洋生物质量监测结果见表 5.4.5-1。

生物质量的石油烃含量变化范围为（11.1~18.2）mg/kg，平均值为 14.1mg/kg，其中 JM32 采集到的火枪乌贼生物体中石油烃含量最高，JM04 采集到的鹿斑仰口鲷生物体中石油烃含量最低。

生物质量的铜含量变化范围为（0.4L~8.2）mg/kg，平均值为 1.7mg/kg，其中 JM09 采集到墨吉明对虾生物体中铜含量最高。

生物质量的铅含量变化范围为（0.04L~0.17）mg/kg，平均值为 0.05mg/kg，其中 JM23 采集到的竹荚鱼生物体中铅含量最高。

生物质量的镉含量变化范围为（0.005L~0.340）mg/kg，平均值为 0.043mg/kg，其中 JM09 采集到的墨吉明对虾生物体中镉含量最高。

生物质量的锌含量变化范围为（3.3~16.7）mg/kg，平均值为 8.1mg/kg，其中 JM09 采集到的墨吉明对虾生物体中锌含量最高，JM34 采集到的短带鱼生物体中锌

含量最低。

生物质量的铬含量变化范围为(0.29~0.49) mg/kg, 平均值为 0.38mg/kg, 其中 JM06 采集到的吉打副叶鲔生物体中铬含量最高, JM12 采集到的花莲小沙丁鱼生物体中铬含量最低。

生物质量的总汞含量变化范围为(0.005~0.056) mg/kg, 平均值为 0.022mg/kg, 其中 JM22 采集到的颈斑项鲳生物体中汞含量最高, JM23 采集到的竹荚鱼生物体中汞含量最低。

生物质量的砷含量变化范围为(0.2L~0.9) mg/kg, 平均值为 0.3mg/kg, 其中 JM02 采集到的杜氏棱鲉生物体中砷含量最高。

(2) 秋季

海洋生物质量监测结果见表 5.4.5-2。

生物质量的石油烃含量变化范围为(5.3~13.5) mg/kg, 平均值为 8.7mg/kg, 其中 JM31 采集到的火枪乌贼生物体中石油烃含量最高, JM12 采集到的短体小沙丁鱼生物体中石油烃含量最低。

生物质量的铜含量变化范围为(0.4L~12.8) mg/kg, 平均值为 2.8mg/kg, 其中 JM16 采集到伍氏平虾蛄生物体中铜含量最高。

生物质量的铅含量变化范围为(0.04L~0.36) mg/kg, 平均值为 0.14mg/kg, 其中 JM10 采集到的墨吉对虾生物体中铅含量最高。

生物质量的镉含量变化范围为(0.005L~0.142) mg/kg, 平均值为 0.025mg/kg, 其中 JM16 采集到的伍氏平虾蛄生物体中镉含量最高。

生物质量的锌含量变化范围为(3.3~27.3) mg/kg, 平均值为 9.5mg/kg, 其中 JM16 采集到的伍氏平虾蛄生物体中锌含量最高, JM09 采集到的龙头鱼生物体中锌含量最低。

生物质量的铬含量变化范围为(0.41~0.62) mg/kg, 平均值为 0.51mg/kg, 其中 JM34 采集到的周氏新对虾生物体中铬含量最高, JM12 采集到的短体小沙丁鱼生物体中铬含量最低。

生物质量的总汞含量变化范围为(0.006~0.132) mg/kg, 平均值为 0.024mg/kg, 其中 JM28 采集到的小带鱼生物体中汞含量最高, JM08 采集到的近缘新对虾生物体中汞含量最低。

生物质量的砷含量变化范围为 (0.2L~2.9) mg/kg, 平均值为 0.7mg/kg, 其中 JM29 采集到的红星梭子蟹生物体中砷含量最高。

5.4.5.2 评价结果

(1) 春季

采用上述单项指数法, 对现状监测结果进行标准指数计算, 各监测点生物质量评价因子的标准指数见表 5.4.5-3。

调查站位采集到的鱼类、甲壳类和软体类海洋生物质量均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025) 中附录 C 标准, 整体超标率为 0, 没有出现超标现象。

(2) 秋季

采用上述单项指数法, 对现状监测结果进行标准指数计算, 各监测点生物质量评价因子的标准指数见表 5.4.5-4。

由监测结果及标准指数表结果可知: JM11 站位采集到的鱼类、JM08、JM11、JM16、JM29 站位采集到的甲壳类生物体内的砷超标, 超标率为 19.0%。其余站位采集到的鱼类、甲壳类和软体类生物体的污染物含量均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 中规定的生物质量标准。

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

表 5.4.5-1 春季海洋生物质量调查结果 (湿重, 单位: mg/kg)

站位	类群	种类	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
JM02	鱼类	杜氏梭鳃	17.3	1.0	0.04L	0.018	11.1	0.36	0.038	0.9
JM04	鱼类	鹿斑仰口鲷	11.1	0.6	0.04	0.005L	7.2	0.34	0.018	0.4
JM06	鱼类	吉打副叶鲂	14.0	1.0	0.04L	0.005L	9.2	0.49	0.023	0.4
JM08	甲壳类	鹰爪虾	14.4	1.7	0.06	0.006	10.2	0.42	0.012	0.4
JM09	甲壳类	墨吉明对虾	14.2	8.2	0.06	0.340	16.7	0.36	0.022	0.6
JM10	鱼类	红鳍拟鳞鲷	12.5	0.4L	0.04	0.005L	4.3	0.35	0.052	0.2L
JM11	甲壳类	口虾蛄	11.7	0.6	0.04L	0.007	5.9	0.45	0.015	0.2L
JM12	鱼类	花莲小沙丁鱼	12.9	4.2	0.08	0.022	12.1	0.29	0.029	0.2
JM14	软体类	杜氏枪乌贼	17.9	2.1	0.08	0.053	8.2	0.41	0.016	0.3
JM16	鱼类	黑口鲷	13.3	0.6	0.07	0.005L	8.1	0.38	0.017	0.2L
JM18	鱼类	佩氏骨鲮	14.8	0.9	0.04L	0.005L	6.4	0.43	0.008	0.3
JM21	鱼类	斑鳍白姑鱼	16.6	0.4L	0.04L	0.005L	3.9	0.40	0.031	0.2L
JM22	鱼类	颈斑项鳎	14.4	0.5	0.04L	0.005L	9.2	0.33	0.056	0.2L
JM23	鱼类	竹荚鱼	12.3	0.9	0.17	0.008	6.7	0.47	0.005	0.2

站位	类群	种类	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
JM24	甲壳类	周氏新对虾	12.1	3.4	0.04L	0.010	11.3	0.34	0.010	0.2
JM28	鱼类	棕斑兔头鲈	13.7	0.4L	0.11	0.005L	5.1	0.35	0.026	0.3
JM29	鱼类	银鲳	13.0	0.4L	0.04L	0.005L	4.6	0.33	0.015	0.3
JM30	甲壳类	伍氏平虾蛄	12.0	5.8	0.09	0.302	16.6	0.43	0.017	0.4
JM31	鱼类	多齿蛇鲻	13.2	0.4L	0.04L	0.006	3.4	0.36	0.020	0.2L
JM32	软体类	火枪乌贼	18.2	2.5	0.08	0.104	7.6	0.40	0.011	0.3
JM34	鱼类	短带鱼	15.5	0.4L	0.04L	0.005L	3.3	0.33	0.012	0.2L
最小值			11.1	0.4L	0.04L	0.005L	3.3	0.29	0.005	0.2L
最大值			18.2	8.2	0.17	0.340	16.7	0.49	0.056	0.9
平均值			14.1	1.7	0.05	0.043	8.1	0.38	0.022	0.3

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。

表 5.4.5-2 秋季海洋生物质量调查结果（湿重，单位：mg/kg）

站位	类群	种类	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
JM02	鱼类	凤鲚	9.6	0.5	0.04L	0.005L	5.7	0.49	0.007	0.3
JM04	鱼类	尖吻小公鱼	7.8	0.8	0.07	0.007	8.1	0.48	0.015	0.3
JM06	鱼类	金色小沙丁鱼	6.3	7.1	0.34	0.005L	5.1	0.61	0.008	0.5
JM08	甲壳类	近缘新对虾	8.3	0.7	0.14	0.055	13.6	0.49	0.006	1.4
JM09	鱼类	龙头鱼	10.3	0.4	0.04L	0.005L	3.3	0.51	0.013	0.2L
JM10	甲壳类	墨吉对虾	6.0	8.0	0.36	0.084	15.3	0.61	0.018	0.3
JM11	鱼类	棕斑兔头鲈	6.1	0.4L	0.05	0.005L	4.9	0.55	0.086	2.4
JM12	鱼类	短体小沙丁鱼	5.3	0.8	0.06	0.005L	5.8	0.41	0.009	0.4
JM14	鱼类	乳香鱼	9.2	0.4L	0.07	0.005L	4.5	0.52	0.008	0.3
JM16	甲壳类	伍氏平虾蛄	9.1	12.8	0.23	0.142	27.3	0.42	0.012	2.3
JM18	鱼类	线纹鳗鲡	13.2	0.5	0.08	0.005L	3.7	0.42	0.008	0.2
JM21	软体类	杜氏枪乌贼	11.0	3.2	0.34	0.006	13.1	0.50	0.021	0.6
JM22	鱼类	褐蓝子鱼	10.1	0.6	0.04L	0.009	6.3	0.46	0.038	0.2
JM23	鱼类	杜氏梭鲈	6.2	1.0	0.07	0.011	6.9	0.58	0.008	0.5
JM24	鱼类	黑口鲷	7.7	0.4	0.04L	0.005L	7.7	0.53	0.009	0.4
JM28	鱼类	小带鱼	8.2	0.4L	0.19	0.005	4.1	0.51	0.132	0.2L
JM29	甲壳类	红星梭子蟹	6.4	9.3	0.33	0.084	26.4	0.42	0.021	2.9
JM30	鱼类	刺鲳	10.9	0.4	0.04	0.038	5.8	0.59	0.020	0.3
JM31	软体类	火枪乌贼	13.5	4.7	0.25	0.011	12.8	0.49	0.011	0.8
JM32	鱼类	蓝圆鲈	9.9	0.6	0.04L	0.005L	4.0	0.49	0.024	0.4
JM34	甲壳类	周氏新对虾	7.7	7.1	0.28	0.041	15.8	0.62	0.024	1.0
最小值			5.3	0.4L	0.04L	0.005L	3.3	0.41	0.006	0.2L
最大值			13.5	12.8	0.36	0.142	27.3	0.62	0.132	2.9
平均值			8.7	2.8	0.14	0.025	9.5	0.51	0.024	0.7

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。

表 5.4.5-3 春季海洋生物监测站位各要素标准指数

站位	类群	种类	石油烃	铜	铅	镉	锌	总汞	砷
JM02	鱼类	杜氏梭鲈	0.87	0.05	0.01	0.03	0.28	0.13	0.90
JM04	鱼类	鹿斑仰口鲷	0.56	0.03	0.02	0.00	0.18	0.06	0.40
JM06	鱼类	吉打副叶鲈	0.70	0.05	0.01	0.00	0.23	0.08	0.40

站位	类群	种类	石油烃	铜	铅	镉	锌	总汞	砷
JM08	甲壳类	鹰爪虾	0.72	0.02	0.03	0.00	0.07	0.06	0.40
JM09	甲壳类	墨吉明对虾	0.71	0.08	0.03	0.17	0.11	0.11	0.60
JM10	鱼类	红鳍拟鳞鲷	0.63	0.01	0.02	0.00	0.11	0.17	0.10
JM11	甲壳类	口虾蛄	0.59	0.01	0.01	0.00	0.04	0.08	0.10
JM12	鱼类	花莲小沙丁鱼	0.65	0.21	0.04	0.04	0.30	0.10	0.20
JM14	软体类	杜氏枪乌贼	0.90	0.02	0.01	0.01	0.03	0.05	0.30
JM16	鱼类	黑口鲷	0.67	0.03	0.04	0.00	0.20	0.06	0.10
JM18	鱼类	佩氏骨鲷	0.74	0.05	0.01	0.00	0.16	0.03	0.30
JM21	鱼类	斑鳍白姑鱼	0.83	0.01	0.01	0.00	0.10	0.10	0.10
JM22	鱼类	颈斑项蝠	0.72	0.03	0.01	0.00	0.23	0.19	0.10
JM23	鱼类	竹荚鱼	0.62	0.05	0.09	0.01	0.17	0.02	0.20
JM24	甲壳类	周氏新对虾	0.61	0.03	0.01	0.01	0.08	0.05	0.20
JM28	鱼类	棕斑兔头鲈	0.69	0.01	0.06	0.00	0.13	0.09	0.30
JM29	鱼类	银鲳	0.65	0.01	0.01	0.00	0.12	0.05	0.30
JM30	甲壳类	伍氏平虾蛄	0.60	0.06	0.05	0.15	0.11	0.09	0.40
JM31	鱼类	多齿蛇鲭	0.66	0.01	0.01	0.01	0.09	0.07	0.10
JM32	软体类	火枪乌贼	0.91	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.30
JM34	鱼类	短带鱼	0.78	0.01	0.01	0.00	0.08	0.04	0.10
超标率%			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：低于方法检出限参与计算标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。

表 5.4.2-4 秋季海洋生物质量监测站位各要素标准指数

站位	类群	种类	石油烃	铜	铅	镉	锌	总汞	砷
JM02	鱼类	凤鲷	0.48	0.03	0.01	0.00	0.14	0.02	0.30
JM04	鱼类	尖吻小公鱼	0.39	0.04	0.04	0.01	0.20	0.05	0.30
JM06	鱼类	金色小沙丁鱼	0.32	0.36	0.17	0.00	0.13	0.03	0.50
JM08	甲壳类	近缘新对虾	0.42	0.01	0.07	0.03	0.09	0.03	1.40
JM09	鱼类	龙头鱼	0.52	0.02	0.01	0.00	0.08	0.04	0.10
JM10	甲壳类	墨吉对虾	0.30	0.08	0.18	0.04	0.10	0.09	0.30
JM11	鱼类	棕斑兔头鲈	0.31	0.01	0.03	0.00	0.12	0.29	2.40
JM12	鱼类	短体小沙丁鱼	0.27	0.04	0.03	0.00	0.15	0.03	0.40
JM14	鱼类	乳香鱼	0.46	0.01	0.04	0.00	0.11	0.03	0.30
JM16	甲壳类	伍氏平虾蛄	0.46	0.13	0.12	0.07	0.18	0.06	2.30
JM18	鱼类	线纹鳗鲡	0.66	0.03	0.04	0.00	0.09	0.03	0.20
JM21	软体类	杜氏枪乌贼	0.55	0.03	0.03	0.00	0.05	0.07	0.60
JM22	鱼类	褐蓝子鱼	0.51	0.03	0.01	0.02	0.16	0.13	0.20
JM23	鱼类	杜氏梭鲈	0.31	0.05	0.04	0.02	0.17	0.03	0.50
JM24	鱼类	黑口鲷	0.39	0.02	0.01	0.00	0.19	0.03	0.40
JM28	鱼类	小带鱼	0.41	0.01	0.10	0.01	0.10	0.44	0.10
JM29	甲壳类	红星梭子蟹	0.32	0.09	0.17	0.04	0.18	0.11	2.90
JM30	鱼类	刺鲳	0.55	0.02	0.02	0.06	0.15	0.07	0.30
JM31	软体类	火枪乌贼	0.68	0.05	0.03	0.00	0.05	0.04	0.80
JM32	鱼类	蓝圆鲹	0.50	0.03	0.01	0.00	0.10	0.08	0.40
JM34	甲壳类	周氏新对虾	0.39	0.07	0.14	0.02	0.11	0.12	1.00
超标率%			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0

注：低于方法检出限参与计算标准指数时，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。

5.5 海洋生态环境现状调查与评价

5.5.1 调查概况

本节引用《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2024 年 4 月）、《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023 年 12 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2024 年 3 月和 2023 年 10 月在项目附近海域进行的海洋生态环境现状调查数据。具体站位详见 5.2.3 节。

5.5.2 调查方法

（1）叶绿素 a 和初级生产力

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

（2）浮游植物

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

（3）浮游动物

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

（4）大型底栖生物

定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，放入 500mL 样品瓶中，加入体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴

定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

(5) 潮间带生物

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

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

③用筛网孔目为 1.0mm 和 0.5mm 的过筛器进行生物样品筛选；

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

⑤取样时，测量各潮区优势种的垂直分布高度和滩面宽度，描述生物分布带的特征；样品存放于 500mL~1000mL 样品瓶中，加入适量淡水于 4℃环境中存放 6~8h，可使海洋底栖环节动物产生应激反应，表现出形态特征，再用体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。

（6）鱼卵仔稚鱼

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

（7）游泳动物

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

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

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

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

5.5.3 计算方法

(1) 初级生产力

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

$$P = C_a Q L t / 2$$

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

C_a —叶绿素 a 含量 (mg/m^3);

Q —同化系数 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl-}a\cdot\text{h})$), 根据南海水产研究所以往调查结果取值, 春季取 3.32, 秋季取 3.42;

L —真光层的深度 (m);

t —白昼时间 (h), 根据南海水产研究所以往调查结果取值, 春季取 11, 秋季取 10.5。

(2) 优势度(Y):

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

(3) Shannon-Weaver 多样性指数(H'):

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

(4) Pielou 均匀度指数(J):

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

(5) Margalef 丰富度指数(D):

$$D = (S-1) / \log_2 N$$

上述 (2) ~ (5) 式中:

n_i —第 i 种的个体数量 (ind);

N —某站总生物数量 (ind);

f_i —某种生物的出现频率 (%);

P_i —第 i 种的个体数与总个体数的比值;

S —出现生物总种数。

(6) 鱼卵仔稚鱼密度:

水平拖网密度计算:

$$N = \frac{n}{t \times V \times S}$$

式中：N—鱼卵仔稚鱼密度 (ind/m³)；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为 (ind)；

S—网口面积 (m²)，S_{大型浮游生物网}=0.5m²；

t—拖网时间 (h)；

V—拖速 (m/h)；

垂直拖网密度计算：

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

式中：N—鱼卵仔稚鱼密度 (ind/m³)；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为 (ind)；

S—网口面积 (m²)，S_{浅水拖网}=0.2m²；

L—采样绳长 (m)，垂直拖网 L=水深-2m。

(7) 渔业资源：

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

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

式中：S—重量密度 (kg/km²) 或个体密度 (ind/km²)；

a—底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 2/3）；

h—底拖网高度 (m)；

y—平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind/h)；

E—逃逸率（取 0.5）。

(8) 游泳生物优势种

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

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

式中：N—某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

5.5.4 海洋生态调查结果与评价

5.5.4.1 叶绿素 a 与初级生产力

(1) 春季

本次调查结果显示, 各站表层叶绿素 a 变化范围在 $(0.90\sim5.42)$ mg/m^3 , 平均为 $3.05\text{mg}/\text{m}^3$; 10m 水层叶绿素 a 变化范围在 $(0.78\sim2.73)$ mg/m^3 , 平均为 $1.37\text{mg}/\text{m}^3$; 底层叶绿素 a 含量变化范围在 $(0.55\sim3.94)$ mg/m^3 , 平均为 $1.90\text{mg}/\text{m}^3$ 。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度, 各站叶绿素 a 浓度的变化范围为 $(0.79\sim5.42)$ mg/m^3 , 平均为 $2.94\text{mg}/\text{m}^3$, JM16 站位叶绿素 a 平均值最高, JM14 站位叶绿素 a 平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围在 $(117.777\sim703.813)$ $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 平均值为 $367.602\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 其中 JM21 站位初级生产力值最高, JM09 站位初级生产力值最低。

表 5.5.4-1 春季叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	透明度 (m)	叶绿素 a (mg/m^3)			站位叶绿素 a 均 值 (mg/m^3)	初级生产力 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
		表	10m	底		
JM02	0.5	5.12	/	/	5.12	140.237
JM04	0.8	3.39	/	/	3.39	148.563
JM06	2.4	1.44	/	0.87	1.16	152.508
JM08	1.8	3.42	/	/	3.42	337.226
JM09	2.5	0.90	/	0.82	0.86	117.777
JM10	4.0	3.22	2.73	2.68	2.88	631.066
JM11	2.5	3.31	/	/	3.31	453.305
JM12	2.4	1.69	/	1.32	1.51	198.523
JM14	5.0	1.02	0.79	0.55	0.79	216.381
JM16	1.6	5.42	/	/	5.42	455.258
JM18	1.5	5.01	/	/	5.01	411.672
JM21	4.4	3.20	/	2.64	2.92	703.813
JM22	1.2	4.74	/	/	4.74	311.589
JM23	1.0	4.37	/	/	4.37	239.389
JM24	4.1	2.65	/	2.49	2.57	577.217
JM28	4.2	1.88	/	1.77	1.83	421.039
JM29	4.8	1.28	0.78	0.68	0.91	239.279
JM30	2.7	4.26	/	3.94	4.10	606.415
JM31	3.1	2.67	/	2.60	2.64	448.320
JM32	4.5	1.42	1.18	1.03	1.21	298.277
JM34	3.2	3.64	/	3.33	3.49	611.783
均值	2.8	3.05	1.37	1.90	2.93	367.602

(2) 秋季

本次调查结果显示, 各站表层叶绿素 a 变化范围在 $(0.87\sim5.19)$ mg/m^3 , 平均为 $2.26\text{mg}/\text{m}^3$; 10m 水层叶绿素 a 变化范围在 $(0.89\sim1.40)$ mg/m^3 , 平均为

1.06mg/m³；底层叶绿素 a 含量变化范围在 (0.82~4.56) mg/m³，平均为 1.86mg/m³。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度，各站叶绿素 a 浓度的变化范围为 (0.86~4.89) mg/m³，平均为 2.14mg/m³，JM23 站位叶绿素 a 平均值最高，JM06 站位叶绿素 a 平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围在 (62.271~435.439) mg·C/(m²·d)，平均值为 165.422mg·C/(m²·d)，其中 JM31 站位初级生产力值最高，JM18 站位初级生产力值最低。

表 5.5.4-2 秋季叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	透明度 (m)	叶绿素 a (mg/m ³)			站位叶绿素 a 均值 (mg/m ³)	初级生产力 mg·C/(m ² ·d)
		表	10m	底		
JM02	0.6	1.91	/	/	1.91	69.963
JM04	0.6	2.40	/	/	2.40	87.912
JM06	1.7	0.87	/	0.85	0.86	89.255
JM08	1.5	1.31	/	/	1.31	119.963
JM09	1.9	1.40	/	1.38	1.39	161.233
JM10	2.3	1.01	0.92	0.83	0.92	129.182
JM11	1.5	1.51	/	/	1.51	138.278
JM12	1.9	1.39	/	1.33	1.36	157.753
JM14	1.7	2.12	1.40	0.86	1.46	151.526
JM16	0.5	2.41	/	/	2.41	73.565
JM18	0.5	2.04	/	/	2.04	62.271
JM21	1.3	2.27	/	2.16	2.22	175.793
JM22	0.5	2.07	/	/	2.07	63.187
JM23	1.1	4.89	/	/	4.89	328.388
JM24	1.5	1.50	/	1.49	1.50	136.905
JM28	1.6	3.57	/	2.69	3.13	305.738
JM29	1.8	0.98	0.89	0.82	0.90	98.571
JM30	1.3	5.19	/	4.44	4.82	382.142
JM31	1.5	4.95	/	4.56	4.76	435.439
JM32	1.7	1.28	1.04	0.95	1.09	113.126
JM34	1.5	2.41	/	1.82	2.12	193.681
均值	1.4	2.26	1.06	1.86	2.14	165.422
变化范围	0.5~2.3	0.87~5.19	0.89~1.40	0.82~4.56	0.86~4.89	62.271~435.439

5.5.4.2 浮游植物

(1) 春季

①种类组成

本次调查共记录浮游植物 4 门 5 纲 13 目 27 科 128 种。硅藻门种类最多，共 14 科 90 种，占总种类数的 70.31%；甲藻门种类次之，出现 11 科 35 种，占总种类数的 27.34%；蓝藻门出现 1 科 2 种，占总种类数的 1.56%；金藻门出现 1 科 1 种，占总种类数的 0.78%。

②类群个体数量及占比

调查区域内各站位浮游植物个体数量变化范围在 (246.185~10096.901) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $2379.272 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$, 最高个体数量出现在 JM23 站位, 最低个体数量出现在 JM09 站位。

从门类来看, 21 个调查站位中均采集到硅藻门, 硅藻门个体数量范围在 (22.339~9567.168) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $2266.215 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 硅藻门各站位个体数量的占比在 72.73%~99.22% 之间, 各站位占比平均值为 94.10%。甲藻门个体数量范围在 (7.069~529.733) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $112.946 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 各站位个体数量百分比在 0.76%~27.27% 之间, 占比平均值为 5.88%; 其他类群 (包括金藻门和蓝藻门) 个体数量范围在 (0~0.955) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $0.110 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 各站位个体数量百分比在 0~0.28% 之间, 占比平均值为 0.02%。

表 5.5.4-3 春季浮游植物各类群个体数量 (单位: $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$)

站位	总个体数量	硅藻门		甲藻门		其他类群	
		个体数量	百分比%	个体数量	百分比%	个体数量	百分比%
JM02	1116.626	1086.717	97.32	29.909	2.68	0	0
JM04	788.156	573.234	72.73	214.922	27.27	0	0
JM06	345.324	323.480	93.67	20.889	6.05	0.955	0.28
JM08	1913.065	1787.072	93.41	125.993	6.59	0	0
JM09	246.185	222.339	90.31	23.846	9.69	0	0
JM10	705.444	653.123	92.58	52.321	7.42	0	0
JM11	1282.287	1196.643	93.32	85.644	6.68	0	0
JM12	1849.349	1760.000	95.17	89.349	4.83	0	0
JM14	2365.034	2346.689	99.22	18.345	0.78	0	0
JM16	3817.729	3508.084	91.89	309.645	8.11	0	0
JM18	4042.472	3894.504	96.34	147.968	3.66	0	0
JM21	1220.294	1134.084	92.94	85.829	7.03	0.381	0.03
JM22	5097.295	4841.293	94.98	256.002	5.02	0	0
JM23	10096.901	9567.168	94.75	529.733	5.25	0	0
JM24	1300.521	1209.041	92.97	91.480	7.03	0	0
JM28	1585.865	1559.467	98.34	26.398	1.66	0	0
JM29	933.538	925.936	99.19	7.069	0.76	0.533	0.06
JM30	1975.884	1891.320	95.72	84.564	4.28	0	0
JM31	1230.170	1182.788	96.15	47.382	3.85	0	0
JM32	6438.581	6375.713	99.02	62.428	0.97	0.44	0.01
JM34	1613.990	1551.830	96.15	62.160	3.85	0	0
平均值	2379.272	2266.215	94.10	112.946	5.88	0.110	0.02

③优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查浮游植物优势种共出现 5 种, 分别为格氏圆筛藻 (*Coscinodiscus granii*)、威氏圆筛藻 (*Coscinodiscus wailesii*)、劳氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)、透明辐杆藻 (*Bacteriastrum hyalinum*) 和优美旭氏藻 (*Schroderella delicatula*), 其中格氏圆筛藻为第一优势种, 优势度为 0.218, 平均个体数量为 $923.123 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$, 占各站位平均个体数量的 38.80%。

表 5.5.4-4 春季浮游植物优势度及其个体数量 (单位: $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$)

种名	拉丁文	类群	优势度	平均个体数量	个体数量占比 (%)
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>	硅藻	0.218	923.123	38.80
威氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	硅藻	0.119	496.406	20.86
劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	硅藻	0.050	89.284	3.75
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	硅藻	0.040	57.568	2.42
优美旭氏藻	<i>Schroederella delicatula</i>	硅藻	0.031	79.388	3.34

④浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 19~60 种。多样性指数范围在 1.566~4.671 之间, 平均值为 2.964, 多样性指数以 JM06 站位最高, JM02 站位最低; 均匀度指数范围在 0.305~0.801 之间, 平均值为 0.560, 均匀度指数以 JM06 站位最高, JM02 站位最低; 丰富度指数范围在 0.820~2.877 之间, 平均值为 1.831, 丰富度指数以 JM06 站位最高, JM23 站位最低。

表 5.5.4-5 春季浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
JM02	35	1.566	0.305	1.848
JM04	29	2.917	0.600	1.546
JM06	57	4.671	0.801	2.877
JM08	21	2.153	0.490	0.970
JM09	51	4.378	0.772	2.654
JM10	54	3.666	0.637	2.541
JM11	21	2.009	0.457	0.998
JM12	30	2.106	0.429	1.341
JM14	58	4.304	0.735	2.462
JM16	22	2.325	0.521	1.039
JM18	22	1.681	0.377	1.016
JM21	36	2.448	0.474	1.657
JM22	22	1.764	0.396	1.020
JM23	19	1.841	0.433	0.820
JM24	40	3.023	0.568	1.827
JM28	58	3.778	0.645	2.636
JM29	58	4.197	0.716	2.650
JM30	46	3.104	0.562	2.158
JM31	47	3.439	0.619	2.175
JM32	60	4.279	0.724	2.450
JM34	39	2.602	0.492	1.756
平均值	/	2.964	0.560	1.831

⑤小结

春季调查中共记录浮游植物 4 门 5 纲 13 目 27 科 128 种, 个体数量变化范围在 $(246.185 \sim 10096.901) \times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $2379.272 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 优势种共出现 5 种, 分别为格氏圆筛藻、威氏圆筛藻、劳氏角毛藻、透明辐杆藻和优美旭氏藻; 多样性指数范围在 1.566~4.671 之间, 平均值为 2.964; 均匀度指数范围在

0.305~0.801 之间, 平均值为 0.560; 丰富度指数范围在 0.820~2.877 之间, 平均值为 1.831。

(2) 秋季

①种类组成

本次调查共记录浮游植物 5 门 6 纲 14 目 28 科 132 种。硅藻门种类最多, 共 15 科 95 种, 占总种类数的 71.97%; 甲藻门种类次之, 出现 10 科 32 种, 占总种类数的 24.24%; 蓝藻门出现 1 科 3 种, 占总种类数的 2.27%; 绿藻门出现 1 科 1 种, 占总种类数的 0.76%; 金藻门出现 1 科 1 种, 占总种类数的 0.76%。

②类群个体数量及占比

调查区域内各站位浮游植物个体数量变化范围在 (382.062~44775.035) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $14265.340 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$, 最高个体数量出现在 JM04 站位, 最低个体数量出现在 JM14 站位。

从门类来看, 21 个调查站位中均采集到硅藻门, 硅藻门个体数量范围在 (365.854~44756.668) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $14236.749 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 硅藻门各站位个体数量的占比在 89.90%~99.96%之间, 各站位占比平均值为 98.62%。甲藻门个体数量范围在 (1.549~75.309) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $18.557 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 各站位个体数量百分比在 0.01%~5.00%之间, 占比平均值为 0.63%; 其他类群 (包括金藻门、绿藻门和蓝藻门) 个体数量范围在 (0~38.605) $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $10.034 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$; 各站位个体数量百分比在 0~5.66%之间, 占比平均值为 0.75%。

表 5.5.4-6 秋季浮游植物各类群个体数量 (单位: $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$)

站位	总个体数量	硅藻门		甲藻门		其他类群	
		个体数量	百分比%	个体数量	百分比%	个体数量	百分比%
JM02	476.100	469.775	98.67	2.300	0.48	4.025	0.85
JM04	44775.035	44756.668	99.96	4.834	0.01	13.533	0.03
JM06	694.374	635.044	91.46	34.741	5.00	24.589	3.54
JM08	19686.585	19639.114	99.76	42.087	0.21	5.384	0.03
JM09	4312.101	4286.316	99.40	17.118	0.40	8.667	0.20
JM10	641.048	576.328	89.90	28.465	4.44	36.255	5.66
JM11	23176.841	23137.242	99.83	36.770	0.16	2.829	0.01
JM12	5801.935	5779.387	99.61	18.871	0.33	3.677	0.06
JM14	382.062	365.854	95.76	2.871	0.75	13.337	3.49
JM16	12198.924	12179.553	99.84	13.104	0.11	6.267	0.05
JM18	15153.719	15142.275	99.92	10.946	0.07	0.498	0
JM21	4877.696	4869.353	99.83	7.092	0.15	1.251	0.03
JM22	6964.544	6955.429	99.87	9.115	0.13	0	0
JM23	25726.766	25651.457	99.71	75.309	0.29	0	0
JM24	32051.579	32026.766	99.92	10.448	0.03	14.365	0.04
JM28	28639.574	28622.929	99.94	16.239	0.06	0.406	0

站位	总个体数量	硅藻门		甲藻门		其他类群	
		个体数量	百分比%	个体数量	百分比%	个体数量	百分比%
JM29	1826.127	1793.171	98.20	8.096	0.44	24.860	1.36
JM30	4919.420	4917.650	99.96	1.549	0.03	0.221	0
JM31	29322.834	29301.644	99.93	21.190	0.07	0	0
JM32	7385.657	7367.398	99.75	6.322	0.09	11.937	0.16
JM34	30559.220	30498.382	99.80	22.233	0.07	38.605	0.13
平均值	14265.340	14236.749	98.62	18.557	0.63	10.034	0.75

③优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查浮游植物优势种共出现 4 种, 分别为中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、热带骨条藻 (*Skeletonema tropicum*)、劳氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*) 和旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*), 其中中肋骨条藻为第一优势种, 优势度为 0.715, 平均个体数量为 $10431.818 \times 10^3 \text{ ind/m}^3$, 占各站位平均个体数量的 73.13%。

表 5.5.4-7 秋季浮游植物优势度及其个体数量 (单位: $\times 10^3 \text{ ind/m}^3$)

种名	拉丁文	类群	优势度	平均个体数量	个体数量占比 (%)
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.715	10431.818	73.13
热带骨条藻	<i>Skeletonema tropicum</i>	硅藻	0.095	1514.947	10.62
劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	硅藻	0.049	580.889	4.07
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	硅藻	0.048	670.818	4.70

④浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 28~55 种。多样性指数范围在 0.843~4.077 之间, 平均值为 1.962, 多样性指数以 JM10 站位最高, JM30 站位最低; 均匀度指数范围在 0.167~0.705 之间, 平均值为 0.354, 均匀度指数以 JM10 站位最高, JM30 站位最低; 丰富度指数范围在 1.445~2.608 之间, 平均值为 2.013, 丰富度指数以 JM10 站位最高, JM30 站位最低。

表 5.5.4-8 秋季浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
JM02	28	3.271	0.680	1.568
JM04	37	1.378	0.265	1.504
JM06	51	3.936	0.694	2.441
JM08	48	1.160	0.208	1.959
JM09	54	1.910	0.332	2.306
JM10	55	4.077	0.705	2.608
JM11	52	1.330	0.233	2.106
JM12	55	1.642	0.284	2.322
JM14	54	3.246	0.564	2.583
JM16	45	1.330	0.242	2.005
JM18	39	1.315	0.249	1.684
JM21	53	1.892	0.330	2.248
JM22	38	1.930	0.368	1.751
JM23	45	1.446	0.263	1.886

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
JM24	46	1.348	0.244	1.733
JM28	47	1.621	0.292	1.784
JM29	54	2.483	0.431	2.357
JM30	33	0.843	0.167	1.445
JM31	49	1.781	0.317	1.868
JM32	52	1.506	0.264	2.100
JM34	53	1.763	0.308	2.009
平均值	/	1.962	0.354	2.013

⑤小结

秋季调查中共记录浮游植物 5 门 6 纲 14 目 28 科 132 种, 个体数量变化范围在 $(382.062\sim44775.035)\times10^3\text{ind}/\text{m}^3$ 之间, 平均值为 $14265.340\times10^3\text{ind}/\text{m}^3$; 优势种共出现 4 种, 分别为中肋骨条藻、热带骨条藻、劳氏角毛藻和旋链角毛藻; 多样性指数范围在 0.843~4.077 之间, 平均值为 1.962; 均匀度指数范围在 0.167~0.705 之间, 平均值为 0.354; 丰富度指数范围在 1.445~2.608 之间, 平均值为 2.013。

5.5.4.3 浮游动物

(1) 春季

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 5 门 9 纲 18 目 41 科 89 种 (包括浮游幼体 12 种)。分属 11 个不同类群, 即水母类、被囊类、有尾类、腹足类、毛颚类、介形类、桡足类、糠虾类、樱虾类、枝角类和浮游幼体。其中, 以桡足类最多, 为 50 种, 占总种类数的 56.18%; 浮游幼体次之, 出现 12 种, 占总种类数的 13.48%; 水母类出现 9 种, 占总种类数的 10.11%; 其他类群出现种类较少。

②个体数量与生物量

21 个调查站位浮游动物生物量变化范围在 $(129.33\sim781.25)\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 平均值为 $338.37\text{mg}/\text{m}^3$, 其中 JM04 站位生物量最高, JM34 站位生物量最低; 浮游动物个体数量变化范围在 $(1379.764\sim28125.000)\text{ind}/\text{m}^3$ 之间, 平均值为 $7380.228\text{ind}/\text{m}^3$, 其中 JM04 站位个体数量最高, JM06 站位个体数量最低。从类群个体数量分布来看, 本次调查浮游幼体平均个体数量最高, 为 $3250.140\text{ind}/\text{m}^3$, 占比为 44.04%; 其次是桡足类, 平均个体数量为 $2925.977\text{ind}/\text{m}^3$, 占比为 39.65%。

表 5.5.4-9 春季浮游动物生物量统计表

站位	个体数量 (ind/m^3)	生物量 (mg/m^3)
JM02	12290.322	205.65
JM04	28125.000	781.25
JM06	1379.764	213.69
JM08	10687.501	223.21

站位	个体数量 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)
JM09	1650.528	181.94
JM10	2535.316	301.58
JM11	5111.605	260.42
JM12	5219.829	214.08
JM14	5707.693	278.31
JM16	12937.500	628.91
JM18	11371.952	625.00
JM21	5839.575	258.69
JM22	10209.680	685.48
JM23	6337.500	325.00
JM24	6101.214	400.00
JM28	1905.638	241.42
JM29	6761.726	304.30
JM30	8037.759	205.73
JM31	5199.735	165.34
JM32	2028.537	476.45
JM34	5546.412	129.33
平均值	7380.228	338.37

③优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查浮游动物优势种共 9 种。分别为桡足幼体 (Copepoda larvae)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*) 等, 其中桡足幼体为第一优势种, 优势度为 0.254, 平均个体数量为 2104.256 ind/m³, 占各站位平均个体数量的 28.51%, 出现频率 95.24%。

表 5.5.4-10 春季浮游动物优势种组成

优势种	拉丁名	优势度 (Y)	平均个体数量 (ind/m ³)	个体数量占比 (%)
桡足幼体	Copepoda larvae	0.254	2104.256	28.51
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.129	1075.500	14.57
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.078	496.097	6.72
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	0.074	542.472	7.35
异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>	0.068	413.853	5.61
多型大眼蚤	<i>Polyphemus polyphemoides</i>	0.047	440.434	5.97
无节幼体	Anemia nauplius	0.030	254.880	3.45
多毛类幼体	Polychaeta larva	0.026	149.740	2.03
蔓足类幼体	Cirripedia nauplius	0.027	622.599	8.44

④浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查, 各调查区站位浮游动物种数范围为 15~44 种。浮游动物多样性指数变化范围在 2.115~4.300 之间, 平均值为 3.407, 其中 JM32 站位最高, JM16 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.541~0.815 之间, 平均值为 0.716, 其中 JM28 站位最高, JM16 站位最低; 丰富度指数范围在 1.078~3.298 之间, 平均值为 2.207, 丰富度指数以 JM32 站位最高, JM04 站位最低。

表 5.5.4-11 春季浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
JM02	18	2.834	0.680	1.469
JM04	15	2.924	0.748	1.078
JM06	31	3.593	0.725	2.684
JM08	20	3.391	0.785	1.483
JM09	21	3.302	0.752	1.770
JM10	34	3.879	0.762	2.658
JM11	28	2.973	0.618	2.299
JM12	30	3.313	0.675	2.261
JM14	39	3.467	0.656	2.689
JM16	15	2.115	0.541	1.197
JM18	19	3.165	0.745	1.517
JM21	32	3.472	0.694	2.368
JM22	20	3.110	0.720	1.681
JM23	16	2.681	0.670	1.365
JM24	42	3.602	0.668	3.085
JM28	35	4.179	0.815	2.930
JM29	44	3.988	0.730	3.054
JM30	35	3.667	0.715	2.700
JM31	40	4.136	0.777	3.014
JM32	41	4.300	0.803	3.298
JM34	24	3.450	0.752	1.752
平均值	/	3.407	0.716	2.207

⑤小结

本次调查中共记录浮游动物 5 门 9 纲 18 目 41 科 89 种（包括浮游幼体 12 种），生物量变化范围在 $(129.33\sim781.25)$ mg/m^3 之间，平均值为 $338.37\text{mg}/\text{m}^3$ 。个体数量变化范围在 $(1379.764\sim28125.000)$ ind/m^3 之间，平均值为 $7380.228\text{ind}/\text{m}^3$ ；优势种共出现 9 种，分别为桡足幼体、小拟哲水蚤、针刺拟哲水蚤、拟长腹剑水蚤、异体住囊虫、多型大眼蚤、无节幼体、多毛类幼体和蔓足类幼体；多样性指数变化范围在 $2.115\sim4.300$ 之间，平均值为 3.407；均匀度指数变化范围在 $0.541\sim0.815$ 之间，平均值为 0.716；丰富度指数范围在 $1.078\sim3.298$ 之间，平均值为 2.207。

(2) 秋季

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 4 门 7 纲 16 目 32 科 89 种（包括浮游幼体 14 种）。分属 8 个不同类群，即水母类、有尾类、毛颚类、介形类、桡足类、磷虾类、樱虾类和浮游幼体。其中，以桡足类最多，为 54 种，占总种类数的 60.67%；浮游幼体次之，出现 14 种，占总种类数的 15.73%；水母类出现 12 种，占总种类数的 13.48%。

②个体数量与生物量

21 个调查站位浮游动物生物量变化范围在 $(54.13\sim628.91)$ mg/m^3 之间，平均

值为 166.66mg/m^3 ，其中 JM02 站位生物量最高，JM29 站位生物量最低；浮游动物个体数量变化范围在 $(2106.307\sim 29250.000)\text{ind/m}^3$ 之间，平均值为 7784.252ind/m^3 ，其中 JM02 站位个体数量最高，JM29 站位个体数量最低。从类群个体数量分布来看，本次调查桡足类平均个体数量最高，为 4969.624ind/m^3 ，占比为 63.84%；其次是浮游幼体，平均个体数量为 2706.262ind/m^3 ，占比为 34.77%。

表 5.5.4-12 秋季浮游动物生物量统计

站位	个体数量 (ind/m^3)	生物量 (mg/m^3)
JM02	29250.000	628.91
JM04	11493.055	222.22
JM06	6386.256	135.66
JM08	7030.881	132.35
JM09	7473.958	143.23
JM10	7774.347	137.64
JM11	9773.812	233.63
JM12	11206.648	202.31
JM14	3109.414	68.38
JM16	12541.665	284.09
JM18	4463.415	73.17
JM21	3015.960	57.85
JM22	6000.005	128.79
JM23	14981.708	378.05
JM24	4954.043	117.65
JM28	5828.360	128.73
JM29	2106.307	54.13
JM30	3821.806	87.77
JM31	3769.590	90.54
JM32	2940.645	69.24
JM34	5547.415	125.62
平均值	7784.252	166.66

③优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游动物优势种共 8 种。分别为桡足幼体 (*Copepoda larvae*)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、强额拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*) 等，其中桡足幼体为第一优势种，优势度为 0.241，平均个体数量为 1692.276ind/m^3 ，占各站位平均个体数量的 21.74%，出现频率 95.24%。

表 5.5.4-13 秋季浮游动物优势种组成

优势种	拉丁名	优势度 (Y)	平均个体数量 (ind/m^3)	个体数量占比 (%)
桡足幼体	<i>Copepoda larvae</i>	0.241	1692.276	21.74
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.150	1072.874	13.78
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.052	355.560	4.57
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>	0.051	1272.933	16.35
小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>	0.038	264.842	3.40
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	0.033	599.168	7.70

优势种	拉丁名	优势度 (P')	平均个体数 (ind/m ³)	个体数量占 比 (%)
尖额诸猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>	0.026	160.560	2.06
无节幼体	<i>Anemia nauplius</i>	0.024	212.969	2.74

④浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查, 各调查区站位浮游动物种数范围为 12~41 种。浮游动物多样性指数变化范围在 2.563~3.726 之间, 平均值为 3.217, 其中 JM09 站位最高, JM02 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.570~0.732 之间, 平均值为 0.669, 其中 JM09 站位最高, JM18 站位最低; 丰富度指数范围在 0.855~3.032 之间, 平均值为 2.235, 丰富度指数以 JM28 站位最高, JM02 站位最低。

表 5.5.4-14 秋季浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(D)
JM02	12	2.563	0.715	0.855
JM04	17	2.719	0.665	1.368
JM06	36	3.226	0.624	2.613
JM08	30	3.444	0.702	2.373
JM09	34	3.726	0.732	2.447
JM10	37	3.496	0.671	2.568
JM11	34	3.647	0.717	2.602
JM12	31	3.376	0.681	2.155
JM14	34	3.333	0.655	2.490
JM16	19	2.859	0.673	1.539
JM18	23	2.579	0.570	2.092
JM21	37	3.579	0.687	2.964
JM22	18	2.801	0.672	1.599
JM23	23	3.021	0.668	1.794
JM24	29	3.137	0.646	2.157
JM28	41	3.555	0.664	3.032
JM29	33	3.531	0.700	2.580
JM30	25	3.061	0.659	2.089
JM31	34	3.118	0.613	2.651
JM32	35	3.483	0.679	2.682
JM34	31	3.299	0.666	2.284
平均值	/	3.217	0.669	2.235

⑤小结

秋季调查中共记录浮游动物 4 门 7 纲 16 目 32 科 89 种 (包括浮游幼体 14 种), 生物量变化范围在 (54.13~628.91) mg/m³ 之间, 平均值为 166.66mg/m³。个体数量变化范围在 (2106.307~29250.000) ind/m³ 之间, 平均值为 7784.252ind/m³; 优势种共出现 8 种, 分别为桡足幼体、小拟哲水蚤、针刺拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、小毛猛水蚤、拟长腹剑水蚤、尖额诸猛水蚤和无节幼体; 多样性指数变化范围在 2.563~3.726 之间, 平均值为 3.217; 均匀度指数变化范围在 0.570~0.732 之间, 平均

值为 0.669；丰富度指数范围在 0.855~3.032 之间，平均值为 2.235。

5.5.4.4 大型底栖生物

(1) 春季

①种类组成

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 8 门 13 纲 28 目 51 科 63 种，分属 8 个不同类群，即环节动物、棘皮动物、脊索动物、节肢动物、软体动物、纽形动物、星虫动物和刺胞动物。其中环节动物种类数最多，为 26 种，占种类总数的 41.27%。

②生物量和栖息密度

1) 生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 21 个站位大型底栖生物的生物量范围在 (0~148.010) g/m^2 之间，平均生物量为 18.725 g/m^2 ，其中 JM30 站位的生物量最高，JM09 和 JM11 站位生物量最低；栖息密度范围在 (0~115.000) ind/m^2 之间，平均栖息密度为 54.048 ind/m^2 ，其中 JM34 站位的栖息密度最高，JM09 和 JM11 站位栖息密度最低。

2) 类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看，本次大型底栖生物调查中环节动物平均生物量最高，平均生物量为 14.911 g/m^2 ，占比为 79.63%；其次为软体动物，平均生物量为 1.713 g/m^2 ，占比为 9.15%，最低为脊索动物，平均生物量为 0.890 g/m^2 ，占比为 0.23%。

棘皮动物平均栖息密度最高，为 22.381 ind/m^2 ，占比为 41.41%；其次为环节动物，平均栖息密度为 18.810 ind/m^2 ，占比为 34.80%，最低为脊索动物，平均栖息密度为 0.238 ind/m^2 ，占比为 0.44%。

表 5.5.4-15 春季大型底栖生物生物量分布 (单位: g/m^2)

站位	环节	软体	节肢	棘皮	刺胞	星虫	纽形	脊索	合计
JM02	0	1.290	0	0	0	0	0	0	1.290
JM04	0.030	1.790	0	0	0.030	0	0	0	1.850
JM06	0.045	0.040	3.255	0.840	0.390	0.005	0	0	4.575
JM08	95.680	2.535	0	0.370	7.860	0	0	0	106.445
JM09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JM10	0.275	0	0	1.445	0	0	0	0	1.720
JM11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JM12	12.460	11.450	1.580	1.765	0	0	0	0	27.255
JM14	0	0	0.165	0	0	0	0	0	0.165
JM16	1.105	2.985	0	1.695	0	0	0	0	5.785
JM18	1.505	0	0	0.680	0	0	0.315	0	2.500
JM21	34.075	0.040	0	1.280	0	0.025	0.210	0	35.630
JM22	2.025	0	0	1.460	0	0	0	0	3.485
JM23	0.455	0	1.240	1.285	0	0	1.050	0	4.030

站位	环节	软体	节肢	棘皮	刺胞	星虫	纽形	脊索	合计
JM24	2.715	10.340	0	2.255	0	0	0	0	15.310
JM28	2.450	3.720	0	1.975	0	0	0	0	8.145
JM29	0.310	0	0.035	0	0	0.960	0	0	1.305
JM30	141.855	0.550	0	5.535	0	0	0.070	0	148.010
JM31	15.040	0	0.005	0.880	0	0	0	0	15.925
JM32	0	0.105	0.285	1.275	0	0	0	0.890	2.555
JM34	3.105	1.125	0	2.940	0	0	0.080	0	7.250
平均值	14.911	1.713	0.313	1.223	0.394	0.047	0.082	0.042	18.725
最大值	141.855	11.450	3.255	5.535	7.860	0.960	1.050	0.890	148.010
最小值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0
平均值占比	79.63%	9.15%	1.67%	6.53%	2.11%	0.25%	0.44%	0.23%	/

表 5.5.4-16 春季大型底栖生物栖息密度分布 (单位: ind/m²)

站位	环节	软体	节肢	棘皮	刺胞	星虫	纽形	脊索	合计
JM02	0	5.000	0	0	0	0	0	0	5.000
JM04	5.000	10	0	0	5.000	0	0	0	20.000
JM06	25.000	5.000	20.000	20.000	5.000	10.000	0	0	85.000
JM08	60.000	15.000	0	15.000	10	0	0	0	100.000
JM09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JM10	15.000	0	0	15.000	0	0	0	0	30.000
JM11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JM12	30.000	10.000	5.000	15.000	0	0	0	0	60.000
JM14	0	0	10.000	0	0	0	0	0	10.000
JM16	15.000	15.000	0	15.000	0	0	0	0	45.000
JM18	10.000	0	0	5.000	0	0	5.000	0	20.000
JM21	25.000	5.000	0	60.000	0	5.000	5.000	0	100.000
JM22	15.000	0	0	15.000	0	0	0	0	30.000
JM23	5.000	0	10.000	10.000	0	0	5.000	0	30.000
JM24	15.000	25.000	0	40.000	0	0	0	0	80.000
JM28	30.000	20	0	35.000	0	0	0	0	85.000
JM29	20.000	0	5.000	0	0	5.000	0	0	30.000
JM30	60.000	20.000	0	25.000	0	0	5.000	0	110.000
JM31	45.000	0	5.000	50	0	0	0	0	100.000
JM32	0	5.000	5.000	65.000	0	0	0	5.000	80.000
JM34	20.000	5.000	0	85.000	0	0	5.000	0	115.000
平均值	18.810	6.667	2.857	22.381	0.952	0.952	1.190	0.238	54.048
最大值	60.000	25.000	20.000	85.000	10.000	10.000	5.000	5.000	115.000
最小值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0
平均值占比	34.80%	12.33%	5.29%	41.41%	1.76%	1.76%	2.20%	0.44%	/

③优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查的优势种共 1 种, 为洼颞倍棘蛇尾 (*Amphioplus depressus*), 优势度为 0.189。

表 5.5.4-17 春季大型底栖生物优势种组成

种名	拉丁学名	优势度 (Y)
洼颞倍棘蛇尾	<i>Amphioplus depressus</i>	0.189

④大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 0~11 种, 多样性指数变化范围在 0~3.102 之间, 平均值为 2.000, 其中 JM06 站位最高, JM02 和 JM14 站位最低;

均匀度指数变化范围在 0.497~1.000 之间, 平均值为 0.853, 其中 JM04 和 JM29 站位最高, JM32 站位最低; 丰富度指数范围在 0~2.447 之间, 平均值为 1.494, 丰富度指数以 JM28 站位最高, JM14 站位最低。

表 5.5.4-18 春季大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(D)
JM02	1	0	--	--
JM04	4	2.000	1.000	1.500
JM06	10	3.102	0.934	2.202
JM08	9	2.928	0.924	1.851
JM09	0	--	--	--
JM10	5	2.252	0.970	1.547
JM11	0	--	--	--
JM12	8	2.855	0.952	1.953
JM14	1	0	--	0
JM16	6	2.419	0.936	1.577
JM18	3	1.500	0.946	1.000
JM21	8	2.071	0.690	1.620
JM22	4	1.918	0.959	1.161
JM23	5	2.252	0.970	1.547
JM24	8	2.375	0.792	1.750
JM28	11	2.931	0.847	2.447
JM29	6	2.585	1.000	1.934
JM30	8	2.435	0.812	1.570
JM31	6	1.885	0.729	1.157
JM32	4	0.993	0.497	0.750
JM34	7	1.502	0.535	1.326
平均值	/	2.000	0.853	1.494

⑤小结

春季调查中共记录大型底栖生物 8 门 13 纲 28 目 51 科 63 种。生物量范围在 (0~148.010) g/m² 之间, 平均生物量为 18.725g/m²。栖息密度范围在 (0~115.000) ind/m² 之间, 平均栖息密度为 54.048ind/m²。优势种出现 1 种, 为洼颚倍棘蛇; 多样性指数变化范围在 0~3.102 之间, 平均值为 2.000; 均匀度指数变化范围在 0.497~1.000 之间, 平均值为 0.853; 丰富度指数范围在 0~2.447 之间, 平均值为 1.494。

(2) 秋季

①种类组成

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 6 门 7 纲 19 目 37 科 54 种, 分属 6 个不同类群, 即环节动物、棘皮动物、节肢动物、软体动物、纽形动物和星虫动物。其中环节动物种类数最多, 为 33 种, 占种类总数的 61.11%。

②生物量和栖息密度

1) 生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 21 个站位大型底栖生物的生物量范围在 (0.045~82.795) g/m^2 之间, 平均生物量为 10.065g/m^2 , 其中 JM22 站位的生物量最高, JM32 站位生物量最低; 栖息密度范围在 (5.000~120.000) ind/m^2 之间, 平均栖息密度为 37.619ind/m^2 , 其中 JM16 站位的栖息密度最高, JM18 和 JM32 站位栖息密度最低。

2) 类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看, 本次大型底栖生物调查中软体动物平均生物量最高, 平均生物量为 5.180g/m^2 , 占比为 51.46%; 其次为环节动物, 平均生物量为 4.043g/m^2 , 占比为 40.17%, 最低为星虫动物, 平均生物量为 0.001g/m^2 , 占比为 0.01%。

环节动物平均栖息密度最高, 为 20.000ind/m^2 , 占比为 53.16%; 其次为棘皮动物, 平均栖息密度为 9.762ind/m^2 , 占比为 25.95%, 最低为星虫动物, 平均栖息密度为 0.238ind/m^2 , 占比为 0.63%。

表 5.5.4-19 秋季大型底栖生物生物量分布 (单位: g/m^2)

站位	环节	软体	节肢	纽形	棘皮	星虫	合计
JM02	0.470	0	0	0	0	0	0.470
JM04	0.505	5.445	0	0	0	0	5.950
JM06	0.380	0	0	0	1.625	0	2.005
JM08	0.935	0	0	0	0	0	0.935
JM09	38.870	0	1.135	0	0.570	0	40.575
JM10	0.140	0	0	0	1.280	0	1.420
JM11	4.940	0	0	0	0	0	4.940
JM12	15.685	4.530	1.535	0	0	0	21.750
JM14	0.410	0	0.145	0.070	0	0.025	0.650
JM16	2.265	13.740	0	0.450	0	0	16.455
JM18	0.100	0	0	0	0	0	0.100
JM21	0.840	0.020	0	0.145	3.255	0	4.260
JM22	0.025	82.770	0	0	0	0	82.795
JM23	0.175	0	0	0	0	0	0.175
JM24	5.165	0	0.320	0	3.730	0	9.215
JM28	0.220	0	0.130	0.060	0.370	0	0.780
JM29	0.055	0	0	0	0	0	0.055
JM30	0.485	0	0	0	0	0	0.485
JM31	10.845	2.265	0	0	1.815	0	14.925
JM32	0	0	0	0	0.045	0	0.045
JM34	2.400	0	0	0	0.970	0	3.370
平均值	4.043	5.180	0.155	0.035	0.650	0.001	10.065
最大值	38.870	82.770	1.535	0.450	3.730	0.025	82.795
最小值	0	0	0	0	0	0	0.045
平均值占比	40.17%	51.46%	1.54%	0.34%	6.46%	0.01%	/

表 5.5.4-20 秋季大型底栖生物栖息密度分布 (单位: ind/m^2)

站位	环节	软体	节肢	纽形	棘皮	星虫	合计
JM02	10.000	0	0	0	0	0	10.000
JM04	5.000	5.000	0	0	0	0	10.000

站位	环节	软体	节肢	纽形	棘皮	星虫	合计
JM06	5.000	0	0	0	20.000	0	25.000
JM08	30.000	0	0	0	0	0	30.000
JM09	35.000	0	5.000	0	5.000	0	45.000
JM10	10.000	0	0	0	20.000	0	30.000
JM11	40.000	0	0	0	0	0	40.000
JM12	50.000	5.000	5.000	0	0	0	60.000
JM14	15.000	0	15.000	5.000	0	5.000	40.000
JM16	60	50.000	0	10.000	0	0	120.000
JM18	5.000	0	0	0	0	0	5.000
JM21	20.000	5.000	0	5.000	25.000	0	55.000
JM22	5.000	25.000	0	0	0	0	30.000
JM23	25.000	0	0	0	0	0	25.000
JM24	25.000	0	10.000	0	50.000	0	85.000
JM28	10.000	0	5.000	5.000	20.000	0	40.000
JM29	10.000	0	0	0	0	0	10.000
JM30	25.000	0	0	0	0	0	25.000
JM31	25.000	5.000	0	0	30.000	0	60.000
JM32	0	0	0	0	5.000	0	5.000
JM34	10.000	0	0	0	30.000	0	40.000
平均值	20.000	4.524	1.905	1.190	9.762	0.238	37.619
最大值	60	50.000	15.000	10.000	50.000	5.000	120.000
最小值	0	0	0	0	0	0	5.000
平均值占比	53.16%	12.03%	5.06%	3.16%	25.95%	0.63%	/

③优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查的优势种共 2 种, 分别为光滑倍棘蛇尾 (*Amphioplus laevis*) 和萨氏单套吻螋 (*Anelassorhynchus sabinus*), 其中光滑倍棘蛇尾为第一优势种, 优势度为 0.084。

表 5.5.4-21 秋季大型底栖生物优势种组成

种名	拉丁文	优势度 (Y)
光滑倍棘蛇尾	<i>Amphioplus laevis</i>	0.084
萨氏单套吻螋	<i>Anelassorhynchus sabinus</i>	0.021

④大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 1~11 种, 多样性指数变化范围在 0~3.220 之间, 平均值为 1.542, 其中 JM16 站位最高; 均匀度指数变化范围在 0.669~1.000 之间, 平均值为 0.873, 其中 JM04 站位最高, JM34 站位最低; 丰富度指数范围在 0~2.181 之间, 平均值为 1.147, 丰富度指数以 JM16 站位最高, JM02 站位最低。

表 5.5.4-22 秋季大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(D)
JM02	1	0	--	0
JM04	2	1.000	1.000	1.000
JM06	2	0.722	0.722	0.431
JM08	4	1.918	0.959	1.161
JM09	7	2.642	0.941	1.893

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(D)
JM10	3	1.252	0.790	0.774
JM11	4	1.750	0.875	1.000
JM12	6	2.126	0.822	1.395
JM14	7	2.750	0.980	2.000
JM16	11	3.220	0.931	2.181
JM18	1	0	--	--
JM21	7	2.404	0.856	1.734
JM22	4	1.792	0.896	1.161
JM23	3	1.522	0.960	0.861
JM24	6	1.898	0.734	1.223
JM28	5	2.000	0.861	1.333
JM29	2	1.000	1.000	1.000
JM30	3	1.371	0.865	0.861
JM31	5	1.959	0.844	1.116
JM32	1	0	--	--
JM34	3	1.061	0.669	0.667
平均值	/	1.542	0.873	1.147

⑤小结

秋季调查中共记录大型底栖生物 6 门 7 纲 19 目 37 科 54 种。生物量范围在 $(0.045\sim 82.795)$ g/m^2 之间, 平均生物量为 $10.065g/m^2$ 。栖息密度范围在 $(5.000\sim 120.000)$ ind/m^2 之间, 平均栖息密度为 $37.619ind/m^2$ 。优势种共出现 2 种, 分别为光滑倍棘蛇尾和萨氏单套吻螭; 多样性指数变化范围在 $0\sim 3.220$ 之间, 平均值为 1.542; 均匀度指数变化范围在 $0.669\sim 1.000$ 之间, 平均值为 0.873; 丰富度指数范围在 $0\sim 2.181$ 之间, 平均值为 1.147。

5.5.4.5 潮间带生物

(1) 春季

①潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况: C01、C02 断面为沙滩-岩石断面, C03 断面为沙滩断面。本次潮间带生物定性定量调查, 共记录潮间带生物 4 门 5 纲 16 目 27 科 49 种, 其中包括软体动物 21 种、节肢动物 16 种、环节动物 11 种、和星虫动物 1 种, 分别占种类总数的 42.86%、32.65%、22.45%及 2.04%。

②潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为 $101.068g/m^2$, 平均栖息密度为 $134.592ind/m^2$ 。C03 断面的生物量最大, 为 $142.775g/m^2$; C03 断面的栖息密度最大, 为 $266.666ind/m^2$ 。

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

表 5.5.4-23 春季潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	环节	节肢	软体	星虫	合计
C01	栖息密度 (ind/m ²)	13.333	8.667	25.333	0	47.333
	生物量 (g/m ²)	1.860	2.159	43.035	0	47.053
C02	栖息密度 (ind/m ²)	4.889	36.000	47.555	1.333	89.777
	生物量 (g/m ²)	0.647	20.042	92.541	0.147	113.376
C03	栖息密度 (ind/m ²)	3.555	13.333	249.778	0	266.666
	生物量 (g/m ²)	0.265	20.362	122.148	0	142.775
平均值	栖息密度 (ind/m ²)	7.259	19.333	107.555	0.444	134.592
	生物量 (g/m ²)	0.924	14.188	85.908	0.049	101.068

③潮间带各潮带生物量及栖息密度分布

3 个调查断面中, C03 断面的低潮带生物量最高, 为 254.864g/m²; 其次是 C02 断面的低潮带, 生物量为 222.476g/m²; C01 断面的高潮带生物量为最低, 为 3.392g/m²。C03 断面低潮带的栖息密度最高, 为 484.000ind/m²; 其次是 C03 断面的中潮带, 栖息密度为 307.999ind/m²; C01 断面的高潮带的栖息密度最低, 为 2.000ind/m²。

表 5.5.4-24 春季潮间带各站位生物量和栖息密度分布

采样点	项目	环节动物	节肢动物	软体动物	星虫动物	总计
C01 高潮带	栖息密度 (ind/m ²)	0	2.000	0	0	2.000
	生物量 (g/m ²)	0	3.392	0	0	3.392
C01 中潮带	栖息密度 (ind/m ²)	8.000	0	16.000	0	24.000
	生物量 (g/m ²)	1.072	0	22.448	0	23.520
C01 低潮带	栖息密度 (ind/m ²)	32.000	24.000	60.000	0	116.000
	生物量 (g/m ²)	4.508	3.084	106.656	0	114.248
C02 高潮带	栖息密度 (ind/m ²)	0	8.000	0	0	8.000
	生物量 (g/m ²)	0	8.000	0	0	8.000
C02 中潮带	栖息密度 (ind/m ²)	2.667	19.999	74.666	0	97.332
	生物量 (g/m ²)	0.080	17.435	92.138	0	109.653
C02 低潮带	栖息密度 (ind/m ²)	12.000	80.000	68.000	4.000	164.000
	生物量 (g/m ²)	1.860	34.692	185.484	0.440	222.476
C03 高潮带	栖息密度 (ind/m ²)	0	8.000	0	0	8.000
	生物量 (g/m ²)	0	47.450	0	0	47.450
C03 中潮带	栖息密度 (ind/m ²)	2.666	8.000	297.333	0	307.999
	生物量 (g/m ²)	0.312	3.873	121.827	0	126.012
C03 低潮带	栖息密度 (ind/m ²)	8.000	24.000	452.000	0	484.000
	生物量 (g/m ²)	0.484	9.764	244.616	0	254.864

④潮间带断面水平分布和垂直分布

本次潮间带生物调查从水平分布上看, 生物量由高到低排序为 C03>C02>C01, 栖息密度由高到低排序为 C03>C02>C01。

表 5.5.4-25 春季潮间带生物水平分布

项目	C01	C02	C03
栖息密度 (ind/m ²)	47.333	89.777	266.666
生物量 (g/m ²)	47.053	113.376	142.775

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

表 5.5.4-26 春季潮间带生物垂直分布

项目	高潮带	中潮带	低潮带
栖息密度 (ind/m ²)	6.000	143.110	254.667
生物量 (g/m ²)	19.614	86.395	197.196

⑤潮间带各断面优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查区域潮间带生物优势种共有 3 种, 分别为狄氏斧蛤 (*Donax dysoni*)、褶牡蛎 (*Alectryonella plicatula*) 和痕掌沙蟹 (*Ocypode stimpsoni*)。其中狄氏斧蛤为第一优势种, 优势度为 0.206。

表 5.5.4-27 春季潮间带生物优势种

种名	拉丁学名	优势度 (Y)
狄氏斧蛤	<i>Donax dysoni</i>	0.206
褶牡蛎	<i>Alectryonella plicatula</i>	0.036
痕掌沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>	0.027

⑥潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 0.697~3.757 之间, 平均值为 2.646; 均匀度指数的变化范围在 0.201~0.892 之间, 平均值为 0.628; 丰富度指数范围在 1.180~3.778 之间, 平均值为 2.488。

表 5.5.4-28 春季潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (Dv)
C01	15	48	3.485	0.892	2.507
C02	27	118	3.757	0.790	3.778
C03	11	356	0.697	0.201	1.180
平均值	/	/	2.646	0.628	2.488

⑦小结

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况: C01、C02 断面为沙滩-岩石断面, C03 断面为沙滩断面。本次调查中共有潮间带生物 4 门 5 纲 16 目 27 科 49 种。平均生物量为 101.068g/m², 平均栖息密度为 134.592ind/m²。从水平分布上看, 生物量由高到低排序为 C03>C02>C01, 栖息密度由高到低排序为 C03>C02>C01。从垂直分布上看, 生物量由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带, 栖息密度由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带。优势种共有 3 种, 分别为狄氏斧蛤、褶牡蛎和痕掌沙蟹。多样性指数的变化范围在 0.697~3.757 之间, 平均值为 2.646; 均匀度指数的变化范围在 0.201~0.892 之间, 平均值为 0.628; 丰富度指数范围在 1.180~3.778 之间, 平均值为 2.488。

(2) 秋季

①潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：C01、C02 为沙滩-岩石断面，C03 断面为沙滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 3 门 4 纲 10 目 13 科 16 种，其中包括软体动物 12 种、节肢动物 3 种和脊索动物 1 种，分别占种类总数的 75.00%、18.75%及 6.25%。

②潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为 140.843g/m^2 ，平均栖息密度为 164.889ind/m^2 。C01 断面的生物量最大，为 154.702g/m^2 ；C02 断面的栖息密度最大，为 321.333ind/m^2 。

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

表 5.5.4-29 秋季潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	节肢动物	脊索动物	软体动物	合计
C01	栖息密度 (ind/m^2)	4.000	4.000	97.334	105.334
	生物量 (g/m^2)	5.904	4.412	144.386	154.702
C02	栖息密度 (ind/m^2)	96.000	0	225.333	321.333
	生物量 (g/m^2)	93.967	0	31.794	125.761
C03	栖息密度 (ind/m^2)	24.000	0	43.999	67.999
	生物量 (g/m^2)	50.450	0	91.616	142.066
平均值	栖息密度 (ind/m^2)	41.333	1.333	122.222	164.889
	生物量 (g/m^2)	50.107	1.471	89.265	140.843

③潮间带各站位生物量及栖息密度分布

3 个调查断面中，C01 断面的低潮带生物量最高，为 135.732g/m^2 ；其次是 C03 断面的低潮带，生物量为 63.536g/m^2 ；C01 断面的高潮带生物量为最低，为 5.904g/m^2 。C02 断面低潮带的栖息密度最高，为 220.000ind/m^2 ；其次是 C02 断面的中潮带，栖息密度为 97.333ind/m^2 ；C01 断面和 C02 断面的高潮带的栖息密度最低，为 4.000ind/m^2 。

表 5.5.4-30 秋季潮间带各站位生物量和栖息密度分布

采样点	项目	节肢动物	脊索动物	软体动物	总计
C01 高潮带	栖息密度 (ind/m^2)	4.000	0	0	4.000
	生物量 (g/m^2)	5.904	0	0	5.904
C01 中潮带	栖息密度 (ind/m^2)	0	0	37.334	37.334
	生物量 (g/m^2)	0	0	13.066	13.066
C01 低潮带	栖息密度 (ind/m^2)	0	4.000	60	64.000
	生物量 (g/m^2)	0	4.412	131.320	135.732
C02 高潮带	栖息密度 (ind/m^2)	4.000	0	0	4.000

采样点	项目	节肢动物	脊索动物	软体动物	总计
	生物量 (g/m ²)	31.250	0	0	31.250
C02 中潮带	栖息密度 (ind/m ²)	32.000	0	65.333	97.333
	生物量 (g/m ²)	21.133	0	10.122	31.255
C02 低潮带	栖息密度 (ind/m ²)	60	0	160	220
	生物量 (g/m ²)	41.584	0	21.672	63.256
C03 高潮带	栖息密度 (ind/m ²)	8.000	0	0	8.000
	生物量 (g/m ²)	48.626	0	0	48.626
C03 中潮带	栖息密度 (ind/m ²)	0	0	7.999	7.999
	生物量 (g/m ²)	0	0	29.904	29.904
C03 低潮带	栖息密度 (ind/m ²)	16.000	0	36.000	52.000
	生物量 (g/m ²)	1.824	0	61.712	63.536

④潮间带断面水平分布和垂直分布

本次潮间带生物调查从水平分布上看, 生物量由高到低排序为 C01>C03>C02, 栖息密度由高到低排序为 C02>C01>C03。

表 5.5.4-31 秋季潮间带生物水平分布

项目	C01	C02	C03
栖息密度 (ind/m ²)	35.111	107.111	22.666
生物量 (g/m ²)	51.567	41.920	47.355

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

表 5.5.4-32 秋季潮间带生物垂直分布

项目	高潮带	中潮带	低潮带
栖息密度 (ind/m ²)	5.333	47.555	112.000
生物量 (g/m ²)	28.593	24.742	87.508

⑤潮间带各断面优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查区域潮间带生物优势种共有 6 种, 分别为粗糙拟滨螺 (*Littoraria articulata*)、纹藤壶 (*Amphibalanus amphitrite*)、痕掌沙蟹 (*Ocypode stimpsoni*)、粒结节滨螺 (*Littoraria radiata*)、棘刺牡蛎 (*Saccostrea kegaki*)、和单齿螺 (*Monodonta labio*)。其中粗糙拟滨螺为第一优势种, 优势度为 0.318。

表 5.5.4-33 秋季潮间带生物优势种

种名	拉丁文	优势度 (Y)
粗糙拟滨螺	<i>Littoraria articulata</i>	0.318
纹藤壶	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	0.065
痕掌沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>	0.040
粒结节滨螺	<i>Littoraria radiata</i>	0.037
棘刺牡蛎	<i>Saccostrea kegaki</i>	0.020
单齿螺	<i>Monodonta labio</i>	0.020

⑥潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 1.441~2.679 之间, 平均值为 2.164; 均匀度指数的变化范围在 0.557~0.917 之间, 平均值为 0.773; 丰富度指数范围在 0.712~1.448 之间, 平均值为 1.089。

表 5.5.4-34 秋季潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
C01	9	46	2.679	0.845	1.448
C02	6	130	1.441	0.557	0.712
C03	6	23	2.371	0.917	1.105
平均值	/	/	2.164	0.773	1.089

⑦小结

本次调查中共有潮间带生物 3 门 4 纲 10 目 13 科 16 种。平均生物量为 140.843g/m², 平均栖息密度为 164.889ind/m²。从水平分布上看, 生物量由高到低排序为 C01>C03>C02, 栖息密度由高到低排序为 C02>C01>C03。从垂直分布上看, 生物量由高到低排序为低潮带>高潮带>中潮带, 栖息密度由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带。优势种共有 6 种, 分别为粗糙拟滨螺、纹藤壶、痕掌沙蟹、粒结节滨螺、棘刺牡蛎和单齿螺。多样性指数的变化范围在 1.441~2.679 之间, 平均值为 2.164; 均匀度指数的变化范围在 0.557~0.917 之间, 平均值为 0.773; 丰富度指数范围在 0.712~1.448 之间, 平均值为 1.089。

5.5.4.6 鱼卵仔稚鱼

(1) 春季

①种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中, 共出现了鱼卵 15 种, 其中包括鲈形目 7 种, 鲱形目和鲹形目各 2 种, 鳗鲡目、仙女鱼目、魮形目和鲳形目各 1 种; 仔稚鱼 20 种, 其中包括鲈形目 11 种, 鲱形目 4 种, 鲹形目 2 种, 颌针鱼目、鲳形目和灯笼鱼目各 1 种。

表 5.5.4-35 春季鱼卵仔稚鱼种类组成

纲目类群	物种	拉丁名	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
					水平拖网	垂直拖网	水平拖网	垂直拖网
灯笼鱼目	标灯鱼属	<i>Symbolophorus</i> sp.		+	0	3	0	0
鲹形目	鲹科	Bothidae	+		3	0	0	0
鲹形目	舌鲷属	<i>Cynoglossus</i> sp.		+	0	2	0	0
鲹形目	鲷科	Soleidae	+		146	0	7	0
鲹形目	牙鲹科	Paralichthyidae		+	0	0	0	1
鲱形目	鲱科	Clupeidae	+		12	0	22	0
鲱形目	鳀科	Engraulidae	+	+	792	50	14	7
鲱形目	半棱鳀属	<i>Encrasicholina</i> sp.		+	0	8	0	0
鲱形目	棱鳀属	<i>Thrissa</i> sp.		+	0	1	0	0

纲目类群	物种	拉丁名	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
					水平拖网		垂直拖网	
鲱形目	小公鱼属	<i>Stolephorus</i> sp.		+	0	8	0	3
颌针鱼目	须唇飞鱼属	<i>Cheilopogon</i> sp.		+	0	1	0	0
鲈形目	鲳属	<i>Lepidotrigla</i> sp.	+		5	0	0	0
鲈形目	光胸鲳属	<i>Photopectoralis</i> sp.		+	0	0	0	1
鲈形目	笛鲷科	Lutjanidae	+		594	0	31	0
鲈形目	鲷科	Sparidae	+	+	156	291	14	8
鲈形目	金枪鱼属	<i>Thunnus</i> sp.		+	0	3	0	1
鲈形目	鲹科	Carangidae	+	+	1517	25	21	15
鲈形目	副叶鲹属	<i>Alepes</i> sp.		+	0	1	0	0
鲈形目	石首鱼科	Sciaenidae	+	+	2340	14	47	17
鲈形目	天竺鲷科	Apogonidae	+	+	2	9	0	0
鲈形目	肩鳃鲷属	<i>Omobranchus</i> sp.		+	0	1	0	0
鲈形目	鳓科	Sillaginidae	+	+	1312	10	17	14
鲈形目	鲷科	Callionymidae		+	0	1	0	0
鲈形目	银鲈科	Gerreidae		+	0	355	0	11
鳗鲡目	蛇鳗科	Ophichthyidae	+		0	0	1	0
仙女鱼目	狗母鱼科	Synodontidae	+		1	0	0	0
鲉形目	鲷科	Platycephalidae	+		1	0	0	0
鲷形目	鲷科	Mugilidae	+		2	0	0	0
鲷形目	龟鲟属	<i>Chelon</i> sp.		+	0	17	0	8
合计					6883	800	174	86

注：“+”表示该发育阶段物种出现情况，鱼卵单位为 ind，仔稚鱼单位为 ind。

②数量分布

调查 21 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 174ind，仔稚鱼 86ind；鱼卵平均密度为 2.580ind/m³，仔稚鱼平均密度为 0.716ind/m³。JM18 站位鱼卵密度最高，密度为 7.409ind/m³，其次是 JM22 站位，密度为 6.557ind/m³，共 19 个站位采获到鱼卵；JM22 站位仔稚鱼密度最高，密度为 3.278ind/m³，其次是 JM32 站位，密度为 1.884ind/m³，共 13 个站位采获到仔稚鱼。

表 5.5.4-36 春季鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
JM02	0	0
JM04	0	0
JM06	3.332	1.190
JM08	3.593	0.599
JM09	1.310	1.833
JM10	0.558	0
JM11	1.198	0
JM12	1.437	0.862
JM14	1.577	0.663
JM16	4.762	0
JM18	7.409	0
JM21	3.743	1.336
JM22	6.557	3.278

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
JM23	3.798	0
JM24	4.635	0.244
JM28	1.225	0.490
JM29	0.626	0.876
JM30	3.126	0
JM31	1.324	0.794
JM32	1.738	1.884
JM34	2.228	0.991
均值	2.580	0.716
范围	0~7.409	0~3.278

③主要种类的数量分布（水平拖网）

1) 石首鱼科 (Sciaenidae)

本次水平拖网调查出现的石首鱼科鱼卵共有 2340 粒，出现在 20 个站位，石首鱼科鱼卵在调查海域中 JM08 站位数量最多；石首鱼科仔稚鱼共有 14 尾，出现在 5 个站位，石首鱼科仔稚鱼在调查海域中 JM02 站位数量最多。

2) 鲹科 (Carangidae)

本次调查出现的鲹科鱼卵共有 1517 粒，出现在 20 个站位，鲹科鱼卵在调查海域中 JM08 站位数量最多；鲹科仔稚鱼共有 25 尾，出现在 9 个站位，鲹科仔稚鱼在调查海域中 JM34 站位数量最多。

3) 鱸科 (Sillaginidae)

本次水平拖网调查出现的鱸科鱼卵共有 1312 粒，出现在 15 个站位，鱸科鱼卵在调查海域中 JM08 站位数量最多；鱸科仔稚鱼共有 10 尾，出现在 3 个站位，鱸科仔稚鱼在调查海域中 JM06 站位数量最多。

④小结

在本次调查中共出现了鱼卵 15 种，仔稚鱼 20 种。垂直拖网鱼卵平均密度为 2.580ind/m³，仔稚鱼平均密度为 0.716ind/m³。常见鱼卵仔稚鱼为石首鱼科、鲹科、鱸科。

(2) 秋季

①种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，共出现了鱼卵 18 种，其中包括鲈形目 11 种，鲱形目 3 种，鲹形目 2 种，仙女鱼目和鲳形目各 1 种；仔稚鱼 16 种，其中包括鲈形目 10 种，鲱形目 4 种，鲳形目和鲹形目各 1 种。

表 5.5.4-37 秋季鱼卵仔稚鱼种类组成

纲目类群	物种	拉丁名	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵 仔稚鱼		鱼卵 仔稚鱼	
					水平拖网		垂直拖网	
鲷形目	舌鲷科	Cynoglossidae	+		0	0	2	0
鲷形目	舌鲷属	Cynoglossus sp.		+	0	2	0	0
鲷形目	鲷科	Soleidae	+		56	0	11	0
鲱形目	鲱科	Clupeidae	+	+	2	2	2	0
鲱形目	拟沙丁鱼属	Sardinops sp.		+	0	3	0	0
鲱形目	鲱属	Ilisha sp.	+		3	0	0	0
鲱形目	鳀科	Engraulidae	+		90	0	1	0
鲱形目	鳀鱼	Engraulis japonicus		+	0	15	0	2
鲱形目	半棱鳀属	Encrasicolina sp.		+	0	97	0	0
鲈形目	鲈属	Lepidotrigla sp.	+		218	0	4	0
鲈形目	大眼鲷科	Priacanthidae	+	+	0	1	3	0
鲈形目	带鱼科	Trichiuridae	+		2	0	0	0
鲈形目	笛鲷科	Lutjanidae	+		416	0	5	0
鲈形目	鲷科	Sparidae	+	+	727	9	10	0
鲈形目	裸颊鲷科	Lethrinidae	+	+	18	0	2	1
鲈形目	鲭科	Scombrida	+		2	0	0	0
鲈形目	鲹科	Carangidae	+	+	1	7	0	2
鲈形目	石首鱼科	Sciaenidae	+		0	0	2	0
鲈形目	天竺鲷科	Apogonidae	+	+	21	16	6	3
鲈形目	肩鳃鲷属	Omobranchus sp.		+	0	92	0	0
鲈形目	鳀科	Sillaginidae	+	+	0	24	3	4
鲈形目	虾虎鱼科	Gobiidae		+	0	2	0	0
鲈形目	银鲈科	Gerreidae		+	0	61	0	0
仙女鱼目	狗母鱼科	Synodontidae	+		1	0	2	0
鲱形目	鲱科	Mugilidae	+		16	0	0	0
鲱形目	鳊属	Chelon sp.		+	0	3	0	0
合计					1573	334	51	14

注：“+”表示该发育阶段物种出现情况，鱼卵单位为 ind，仔稚鱼单位为 ind。

②数量分布

调查 21 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 51ind，仔稚鱼 14ind；鱼卵平均密度为 0.760ind/m³，仔稚鱼平均密度为 0.299ind/m³。JM16 站位鱼卵密度最高，密度为 4.615ind/m³，其次是 JM06 站位，密度为 2.607ind/m³，共 13 个站位采获到鱼卵；JM04 站位仔稚鱼密度最高，密度为 2.817ind/m³，其次是 JM23 站位，密度为 1.235ind/m³，共 7 个站位采获到仔稚鱼。

表 5.5.4-38 秋季鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
JM02	0	0
JM04	1.408	2.817
JM06	2.607	0
JM08	0	0
JM09	0.521	0
JM10	0.562	0

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
JM11	0	0
JM12	1.156	0
JM14	0.255	0
JM16	4.615	0
JM18	0	0
JM21	1.330	0.798
JM22	0	0
JM23	0	1.235
JM24	0	0.245
JM28	0.747	0
JM29	0.186	0.124
JM30	1.596	0
JM31	0.540	0
JM32	0.432	0.072
JM34	0	0.985
均值	0.760	0.299
范围	0~4.615	0~2.817

③主要种类的数量分布（水平拖网）

a、鲷科（Sparidae）

本次水平拖网调查出现的鲷科鱼卵共有 727 粒，出现在 20 个站位，鲷科鱼卵在调查海域中 JM31 站位数量最多；鲷科仔稚鱼共有 9 尾，出现在 3 个站。

b、笛鲷科（Lutjanidae）

本次水平拖网调查出现的笛鲷科鱼卵共有 416 粒，出现在 20 个站位，笛鲷科鱼卵在调查海域中 JM10 站位数量最多。

④小结

在本次调查中共记录鱼卵 18 种，其中包括鲈形目 11 种，鲱形目 3 种，鲹形目 2 种，仙女鱼目和鲳形目各 1 种；仔稚鱼 16 种，其中包括鲈形目 10 种，鲱形目 4 种，鲳形目和鲹形目各 1 种。调查区域垂直拖网的鱼卵平均密度为 0.760 ind/m³；仔稚鱼平均密度为 0.299 ind/m³。常见鱼卵仔稚鱼为鲷科、笛鲷科等。

5.5.4.7 游泳生物

（1）春季

①种类组成

此次项目船号为粤江城渔 91161，使用的网具为网口宽 14m、网衣长 16m、网口目 60mm、网囊目 25mm 的底拖网，平均拖网船速为 2.7kn。

本次游泳动物调查共捕获 3 门 3 纲 15 目 49 科 121 种，其中：鱼类 80 种，占总种类数的 66.12%，虾类 20 种（其中虾蛄类 6 种），占总种类数的 16.53%，蟹类 16

种，占总种类数的 13.22%，头足类 5 种，占总种类数的 4.13%。

②渔获率

1) 尾数渔获率

本次调查该海区 21 个站位的游泳动物平均尾数渔获率为 449ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为 311ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 69.34%；虾类平均尾数渔获率为 93ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 20.78%；蟹类平均尾数渔获率为 24ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 5.27%；头足类的平均尾数渔获率为 21ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 4.61%。

表 5.5.4-39 春季各站位尾数渔获率及类群所占比例

站位	尾数渔获率 (ind/h)	尾数渔获率 (ind/h)				渔获率占比 (%)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	180	130	28	22	0	72.22	15.56	12.22	0
JM04	193	162	25	2	4	83.94	12.95	1.04	2.07
JM06	653	487	112	31	23	74.58	17.15	4.75	3.52
JM08	274	130	93	49	2	47.45	33.94	17.88	0.73
JM09	237	203	29	0	5	85.65	12.24	0	2.11
JM10	645	565	69	6	5	87.60	10.70	0.93	0.78
JM11	331	181	65	39	46	54.68	19.64	11.78	13.90
JM12	533	399	73	34	27	74.86	13.70	6.38	5.07
JM14	783	689	22	31	41	87.99	2.81	3.96	5.24
JM16	202	90	66	46	0	44.55	32.67	22.77	0
JM18	102	55	20	27	0	53.92	19.61	26.47	0
JM21	447	386	27	0	34	86.35	6.04	0	7.61
JM22	100	84	7	9	0	84.00	7.00	9.00	0
JM23	86	83	0	0	3	96.51	0	0	3.49
JM24	543	261	260	3	19	48.07	47.88	0.55	3.50
JM28	922	494	308	33	87	53.58	33.41	3.58	9.44
JM29	1116	700	319	97	0	62.72	28.58	8.69	0
JM30	269	178	32	24	35	66.17	11.90	8.92	13.01
JM31	746	657	20	14	55	88.07	2.68	1.88	7.37
JM32	676	340	273	28	35	50.30	40.38	4.14	5.18
JM34	390	263	111	2	14	67.44	28.46	0.51	3.59
平均值	449	311	93	24	21	69.34	20.78	5.27	4.61

2) 重量渔获率

本次调查该海区 21 个站位的平均重量渔获率为 5.562kg/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 4.010kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 72.09%；虾类平均重量渔获率为 0.894kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 16.07%；蟹类平均重量渔获率为 0.282kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 5.08%；头足类的平均重量渔获率为 0.376kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 6.76%。

表 5.5.4-40 春季各站位重量渔获率及类群所占比例

站位	重量渔获率 (kg/h)	重量渔获率 (kg/h)				渔获率占比 (%)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类

站位	重量渔获率 (kg/h)	重量渔获率 (kg/h)				渔获率占比 (%)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	1.773	1.419	0.191	0.163	0	80.03	10.77	9.19	0
JM04	2.303	1.863	0.207	0.046	0.187	80.89	8.99	2.00	8.12
JM06	7.167	5.719	0.699	0.355	0.394	79.80	9.75	4.95	5.50
JM08	3.684	2.102	0.801	0.689	0.092	57.06	21.74	18.70	2.50
JM09	4.228	3.036	0.961	0	0.231	71.81	22.73	0	5.46
JM10	8.059	7.204	0.569	0.115	0.171	89.39	7.06	1.43	2.12
JM11	4.002	2.734	0.834	0.179	0.255	68.32	20.84	4.47	6.37
JM12	6.695	4.784	0.759	0.530	0.622	71.46	11.34	7.92	9.29
JM14	8.678	6.978	0.351	0.259	1.090	80.41	4.04	2.98	12.56
JM16	2.585	1.376	0.723	0.486	0	53.23	27.97	18.80	0
JM18	1.041	0.753	0.146	0.142	0	72.33	14.02	13.64	0
JM21	6.591	5.539	0.555	0	0.497	84.04	8.42	0	7.54
JM22	0.954	0.878	0.035	0.041	0	92.03	3.67	4.30	0
JM23	1.508	1.477	0	0	0.031	97.94	0	0	2.06
JM24	7.625	4.287	2.884	0.049	0.405	56.22	37.82	0.64	5.31
JM28	8.972	5.345	2.268	0.366	0.993	59.57	25.28	4.08	11.07
JM29	12.899	9.145	2.354	1.400	0	70.90	18.25	10.85	0
JM30	3.864	2.822	0.514	0.341	0.187	73.03	13.30	8.83	4.84
JM31	9.250	7.335	0.403	0.128	1.384	79.30	4.36	1.38	14.96
JM32	8.466	4.299	2.691	0.627	0.849	50.78	31.79	7.41	10.03
JM34	6.458	5.109	0.824	0.015	0.510	79.11	12.76	0.23	7.90
平均值	5.562	4.010	0.894	0.282	0.376	72.09	16.07	5.08	6.76

③渔业资源密度

1) 尾数资源密度

本次调查 21 个站位尾数资源密度范围在 $(2.356 \sim 30.575) \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间, 平均值为 $12.542 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 尾数资源密度最高的站位为 JM29 站位, 最低为 JM23 站位。

其中, 鱼类尾数资源密度分布范围在 $(1.507 \sim 19.178) \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间, 平均值为 $8.702 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 其中 JM29 站位最高, JM18 站位最低; 虾类尾数资源密度分布范围在 $(0 \sim 8.740) \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间, 平均值为 $2.601 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 其中 JM29 站位最高, JM23 站位最低; 蟹类尾数资源密度分布范围在 $(0 \sim 2.658) \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间, 平均值为 $0.662 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 其中 JM29 站位最; 头足类尾数资源密度分布范围在 $(0 \sim 2.384) \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间, 平均值为 $0.576 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 其中 JM28 站位最高。

表 5.5.4-41 春季各站位尾数资源密度 (单位: $\times 10^3 \text{ ind/km}^2$)

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	5.143	3.714	0.800	0.629	0
JM04	5.514	4.629	0.714	0.057	0.114
JM06	18.657	13.914	3.200	0.886	0.657
JM08	7.829	3.714	2.657	1.400	0.057
JM09	7.075	6.060	0.866	0	0.149

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM10	18.429	16.143	1.971	0.171	0.143
JM11	9.457	5.171	1.857	1.114	1.314
JM12	15.229	11.400	2.086	0.971	0.771
JM14	21.452	18.877	0.603	0.849	1.123
JM16	5.771	2.571	1.886	1.314	0
JM18	2.795	1.507	0.548	0.740	0
JM21	12.771	11.029	0.771	0	0.971
JM22	2.857	2.400	0.200	0.257	0
JM23	2.356	2.274	0	0	0.082
JM24	14.877	7.151	7.123	0.082	0.521
JM28	25.260	13.534	8.438	0.904	2.384
JM29	30.575	19.178	8.740	2.658	0
JM30	7.173	4.747	0.853	0.640	0.933
JM31	20.438	18.000	0.548	0.384	1.507
JM32	19.314	9.714	7.800	0.800	1.000
JM34	10.400	7.013	2.960	0.053	0.373
平均值	12.542	8.702	2.601	0.662	0.576

2) 重量资源密度

本次调查 21 个站位渔业资源重量资源密度范围在 (27.257~353.397) kg/km^2 之间, 平均值为 155.441 kg/km^2 , JM29 站位最高, JM22 站位最低。

其中, 鱼类重量资源密度变化范围在 (20.630~250.548) kg/km^2 之间, 平均值为 112.054 kg/km^2 , 其中 JM29 站位最高, JM18 站位最低; 虾类重量资源密度变化范围在 (0~79.014) kg/km^2 之间, 平均值为 25.003 kg/km^2 , 其中 JM24 站位最高, JM23 站位最低; 蟹类重量资源密度变化范围在 (0~38.356) kg/km^2 之间, 平均值为 7.906 kg/km^2 , 其中 JM29 站位最高; 头足类重量资源密度变化范围在 (0~37.918) kg/km^2 之间, 平均值为 10.478 kg/km^2 , 其中 JM31 站位最高。

表 5.5.4-42 春季各站位重量资源密度 (单位: kg/km^2)

站位	重量资源密度 (kg/km^2)	重量资源密度 (kg/km^2)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	50.657	40.543	5.457	4.657	0
JM04	65.800	53.229	5.914	1.314	5.343
JM06	204.771	163.400	19.971	10.143	11.257
JM08	105.257	60.057	22.886	19.686	2.629
JM09	126.209	90.627	28.687	0	6.896
JM10	230.257	205.829	16.257	3.286	4.886
JM11	114.343	78.114	23.829	5.114	7.286
JM12	191.286	136.686	21.686	15.143	17.771
JM14	237.753	191.178	9.616	7.096	29.863
JM16	73.857	39.314	20.657	13.886	0
JM18	28.521	20.630	4.000	3.890	0
JM21	188.314	158.257	15.857	0	14.200
JM22	27.257	25.086	1.000	1.171	0
JM23	41.315	40.466	0	0	0.849
JM24	208.904	117.452	79.014	1.342	11.096

站位	重量资源密度 (kg/km ²)	重量资源密度 (kg/km ²)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM28	245.808	146.438	62.137	10.027	27.205
JM29	353.397	250.548	64.493	38.356	0
JM30	103.040	75.253	13.707	9.093	4.987
JM31	253.425	200.959	11.041	3.507	37.918
JM32	241.886	122.829	76.886	17.914	24.257
JM34	172.213	136.240	21.973	0.400	13.600
平均值	155.441	112.054	25.003	7.906	10.478

④优势种

相对重要性指数显示, 本次调查游泳动物优势种 ($IRI \geq 1000$) 共 1 种, 为黑口鲷 (*Ilisha melastoma*)。其总渔获重量为 11.457kg, 占游泳动物总渔获重量的 9.81%; 黑口鲷的总尾数渔获量为 736 个, 占游泳动物总渔获尾数数的 7.81%。

表 5.5.4-43 春季游泳动物 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	尾数渔获数		渔获重量		IRI
		(ind)	(%)	(kg)	(%)	
黑口鲷	57.14	736	7.81	11.457	9.81	1006.56
鹿斑仰口鲷	61.90	766	8.12	3.705	3.17	699.28
颈斑项鲷	47.62	602	6.39	6.947	5.95	587.27
杜氏棱鲷	57.14	569	6.04	4.787	4.10	579.05
佩氏骨鲷	66.67	150	1.59	4.363	3.74	355.10
鹰爪虾	38.10	453	4.80	3.291	2.82	290.42
杜氏枪乌贼	47.62	169	1.79	4.285	3.67	260.04
花莲小沙丁鱼	23.81	384	4.07	5.815	4.98	215.52
火枪乌贼	38.10	242	2.57	2.776	2.38	188.33
斑鳍白姑鱼	38.10	247	2.62	2.572	2.20	183.72
短带鱼	38.10	195	2.07	2.962	2.54	175.41
伍氏平虾蛄	42.86	134	1.42	2.825	2.42	164.59
长指鼓虾	57.14	202	2.14	0.789	0.68	161.00
中颌棱鲷	38.10	206	2.19	2.363	2.02	160.32
蓝圆鲹	47.62	214	2.27	1.280	1.10	160.28
棕斑兔头鲷	42.86	81	0.86	2.902	2.48	143.30
周氏新对虾	23.81	323	3.43	2.905	2.49	140.78
花斑蛇鲻	47.62	69	0.73	2.392	2.05	132.36
须赤虾	38.10	226	2.40	0.730	0.63	115.15
竹荚鱼	33.33	188	1.99	1.497	1.28	109.18
赤鼻棱鲷	52.38	101	1.07	1.131	0.97	106.84
多齿蛇鲻	47.62	48	0.51	1.906	1.63	101.94

⑤游泳动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查区域游泳动物生物种类数范围在 14~43 种, 多样性指数变化范围在 3.004~4.496 之间, 平均值为 3.706, 其中 JM32 站位最高, JM10 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.596~0.881 之间, 平均值为 0.778, 其中 JM18 站位最高, JM10 站位最低; 丰富度指数范围在 1.957~4.468 之间, 平均值为 3.224, 丰富度指

数以 JM32 站位最高, JM22 站位最低。

表 5.5.4-44 春季游泳动物生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(D)
JM02	20	3.566	0.825	2.536
JM04	22	3.628	0.814	2.766
JM06	31	3.900	0.787	3.208
JM08	28	3.812	0.793	3.334
JM09	20	3.422	0.792	2.408
JM10	33	3.004	0.596	3.429
JM11	30	4.191	0.854	3.464
JM12	32	3.968	0.794	3.422
JM14	35	3.763	0.734	3.537
JM16	20	3.614	0.836	2.481
JM18	17	3.603	0.881	2.398
JM21	29	3.019	0.621	3.180
JM22	14	3.333	0.875	1.957
JM23	16	3.165	0.791	2.334
JM24	38	3.726	0.710	4.073
JM28	41	4.333	0.809	4.061
JM29	37	3.428	0.658	3.556
JM30	31	4.336	0.875	3.717
JM31	37	3.688	0.708	3.772
JM32	43	4.496	0.829	4.468
JM34	32	3.828	0.766	3.602
平均值	29	3.706	0.778	3.224

⑥主要经济种类规格和分布

主要经济鱼类

a、黑口鲷

地理分布：分布于印度-西太平洋区，西起印度、新加坡，北至大陆东海及中国台湾，南至阿拉夫拉海等皆产。中国台湾分布于北部、西部及澎湖海域等。

生活习性：为浅海中上层鱼类,以甲壳类、长尾类、短尾类和挠足类、沙蚕及鲷鱼幼鱼等为食。体长 135mm 左右时性腺开始成熟。5-6 月产卵。

本次调查的多黑口鲷体长范围为 75~129 mm，体重范围为 7.92~34.01 g，平均体重为 12.52 g。

b、鹿斑仰口鲷 (*Secutor ruconius*)

地理分布：分布于印度-西太平洋区，西起非洲东岸、红海，东至中国台湾地区、南中国海，南迄澳洲。

生活习性：栖息于泥沙底质的沿海地区，亦可以生活于河口区，甚至河川下游，群游性，一般皆在底层活动，活动深度较浅；肉食性，以小型甲壳类为食。

本次调查的鹿斑仰口鲷体长范围为 29~76 mm，体重范围为 0.53~11.85 g，平均

体重为 4.84 g。

c、颈斑项蝠 (*Nucifera nuchalis*)

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

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

本次调查的颈斑项蝠体长范围为 60~90 mm，体重范围为 5.61~20.23 g，平均体重为 11.54 g。

⑦小结

春季调查游泳动物共捕获 3 门 3 纲 15 目 49 科 121 种，其中：鱼类 80 种，占总种类数的 66.12%，虾类 20 种（其中虾蛄类 6 种）。平均尾数渔获率为 449ind/h，平均重量渔获率为 5.562kg/h。平均尾数资源密度为 $12.542 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，平均重量资源密度为 155.441kg/km²。游泳动物优势种共 1 种，为黑口鲷。多样性指数变化范围在 3.004~4.496 之间，平均值为 3.706。均匀度指数变化范围在 0.596~0.881 之间，平均值为 0.778。丰富度指数范围在 1.957~4.468 之间，平均值为 3.224。主要经济种类为黑口鲷、鹿斑仰口鲷、颈斑项蝠。

(2) 秋季

①种类组成

此次项目船号为粤电渔 31063，使用的网具为网口宽 15m、网衣长 50m、网口目 35mm、网囊目 20mm 的底拖网，平均拖网船速为 2.8kn。

本次游泳动物调查共捕获 3 门 3 纲 14 目 61 科 169 种，其中：鱼类 125 种，占总种类数的 73.96%，虾类 24 种（其中虾蛄类 4 种），占总种类数的 14.20%，蟹类 16 种，占总种类数的 9.47%，头足类 4 种，占总种类数的 2.37%。

②渔获率

1) 尾数渔获率

本次调查该海区 21 个站位的游泳动物平均尾数渔获率为 1791ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为 1195ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 66.73%；虾类平均尾数渔获率为 498ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 27.81%；蟹类平均尾数渔获

率为 63ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 3.54%；头足类的平均尾数渔获率为 34ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 1.91%。

表 5.5.4-45 秋季各站位尾数渔获率及类群所占比例

站位	尾数渔获率 (ind/h)	尾数渔获率 (ind/h)				渔获率占比 (%)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	1213	785	355	69	4	64.72	29.27	5.69	0.33
JM04	1357	998	332	25	2	73.54	24.47	1.84	0.15
JM06	2353	1241	1034	54	24	52.74	43.94	2.29	1.02
JM08	911	359	484	9	59	39.41	53.13	0.99	6.48
JM09	4288	3283	831	125	49	76.56	19.38	2.92	1.14
JM10	2444	1666	725	6	47	68.17	29.66	0.25	1.92
JM11	951	659	192	68	32	69.30	20.19	7.15	3.36
JM12	862	700	126	2	34	81.21	14.62	0.23	3.94
JM14	1121	877	138	47	59	78.23	12.31	4.19	5.26
JM16	1074	297	757	12	8	27.65	70.48	1.12	0.74
JM18	773	604	76	93	0	78.14	9.83	12.03	0
JM21	1823	744	1026	5	48	40.81	56.28	0.27	2.63
JM22	736	577	91	68	0	78.40	12.36	9.24	0
JM23	1083	871	170	15	27	80.42	15.70	1.39	2.49
JM24	2543	2063	346	2	132	81.12	13.61	0.08	5.19
JM28	4356	2653	1634	6	63	60.90	37.51	0.14	1.45
JM29	1551	1485	20	45	1	95.74	1.29	2.90	0.06
JM30	1162	730	414	18	0	62.82	35.63	1.55	0
JM31	3460	2710	612	9	129	78.32	17.69	0.26	3.73
JM32	1402	795	602	4	1	56.70	42.94	0.29	0.07
JM34	2152	1003	497	651	1	46.61	23.09	30.25	0.05
平均值	1791	1195	498	63	34	66.73	27.81	3.54	1.91

2) 重量渔获率

本次调查该海区 21 个站位的平均重量渔获率为 14.503kg/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 11.156kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 76.92%；虾类平均重量渔获率为 0.584kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 4.02%；蟹类平均重量渔获率为 2.194kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 15.13%；头足类的平均重量渔获率为 0.569kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 3.92%。

表 5.5.4-46 秋季各站位重量渔获率及类群所占比例

站位	重量渔获率 (kg/h)	重量渔获率 (kg/h)				渔获率占比 (%)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	5.215	4.352	0.031	0.803	0.029	83.45	0.59	15.40	0.56
JM04	7.085	5.762	0.367	0.956	0	81.33	5.18	13.49	0
JM06	24.280	16.995	1.175	5.654	0.456	70	4.84	23.29	1.88
JM08	13.848	6.085	2.161	4.113	1.489	43.94	15.61	29.70	10.75
JM09	31.712	27.116	0.249	3.801	0.546	85.51	0.79	11.99	1.72
JM10	19.844	15.424	1.856	1.330	1.234	77.73	9.35	6.70	6.22
JM11	12.415	8.405	2.355	0.864	0.791	67.70	18.97	6.96	6.37
JM12	7.440	5.766	1.025	0.154	0.495	77.50	13.78	2.07	6.65
JM14	10.901	8.920	0.699	0.123	1.159	81.83	6.41	1.13	10.63
JM16	5.040	2.296	0.642	2.031	0.071	45.56	12.74	40.30	1.41
JM18	5.473	5.104	0.153	0.216	0	93.26	2.80	3.95	0

站位	重量渔获率 (kg/h)	重量渔获率 (kg/h)				渔获率占比 (%)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类	鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM21	14.036	8.317	0.681	3.965	1.073	59.25	4.85	28.25	7.64
JM22	4.839	4.027	0.231	0.581	0	83.22	4.77	12.01	0
JM23	5.829	4.847	0.045	0.677	0.260	83.15	0.77	11.61	4.46
JM24	23.761	18.797	0.059	2.835	2.070	79.11	0.25	11.93	8.71
JM28	25.480	18.284	0.077	6.227	0.892	71.76	0.30	24.44	3.50
JM29	13.603	13.543	0.021	0.034	05	99.56	0.15	0.25	0.04
JM30	16.139	13.110	0.018	3.011	0	81.23	0.11	18.66	0
JM31	27.339	23.364	0.251	2.348	1.376	85.46	0.92	8.59	5.03
JM32	12.162	9.383	0.041	2.732	06	77.15	0.34	22.46	0.05
JM34	18.123	14.375	0.119	3.629	0	79.32	0.66	20.02	0
平均值	14.503	11.156	0.584	2.194	0.569	76.92	4.02	15.13	3.92

③渔业资源密度

1) 尾数资源密度

本次调查 21 个站位尾数资源密度范围在 $(19.875\sim108.140)\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间, 平均值为 $46.024\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$, 尾数资源密度最高的站位为 JM28 站位, 最低为 JM18 站位。

其中, 鱼类尾数资源密度分布范围在 $(7.373\sim81.502)\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间, 平均值为 $30.693\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$, 其中 JM09 站位最高, JM16 站位最低; 虾类尾数资源密度分布范围在 $(0.514\sim40.565)\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间, 平均值为 $12.784\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$, 其中 JM28 站位最高, JM29 站位最低; 蟹类尾数资源密度分布范围在 $(0.051\sim17.359)\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间, 平均值为 $1.669\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$, 其中 JM34 站位最高, JM12 站位最低; 头足类尾数资源密度分布范围在 $(0\sim3.520)\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间, 平均值为 $0.879\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$, 其中 JM24 站位最高。

表 5.5.4-47 秋季各站位尾数资源密度 (单位: $\times10^3\text{ind}/\text{km}^2$)

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	33.589	21.737	9.830	1.911	0.111
JM04	33.689	24.776	8.242	0.621	0.050
JM06	62.742	33.091	27.571	1.440	0.640
JM08	24.292	9.573	12.906	0.240	1.573
JM09	106.451	81.502	20.630	3.103	1.216
JM10	65.168	44.423	19.332	0.160	1.253
JM11	24.452	16.944	4.937	1.748	0.823
JM12	22.164	17.999	3.240	0.051	0.874
JM14	27.830	21.772	3.426	1.167	1.465
JM16	26.663	7.373	18.793	0.298	0.199
JM18	19.875	15.530	1.954	2.391	0
JM21	45.257	18.470	25.471	0.124	1.192
JM22	20.380	15.977	2.520	1.883	0
JM23	27.846	22.395	4.371	0.386	0.694
JM24	67.781	55.009	9.199	0.053	3.520
JM28	108.140	65.862	40.565	0.149	1.564

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM29	39.880	38.183	0.514	1.157	0.026
JM30	30.984	19.465	11.039	0.480	0
JM31	85.896	67.277	15.193	0.223	3.203
JM32	36.049	20.441	15.479	0.103	0.026
JM34	57.383	26.745	13.252	17.359	0.027
平均值	46.024	30.693	12.784	1.669	0.879

2) 重量资源密度

本次调查 21 个站位渔业资源重量资源密度范围在 (125.121~787.269) kg/km^2 之间, 平均值为 373.979 kg/km^2 , JM09 站位最高, JM16 站位最低。

其中, 鱼类重量资源密度变化范围在 (57.000~673.171) kg/km^2 之间, 平均值为 287.504 kg/km^2 , 其中 JM09 站位最高, JM16 站位最低; 虾类重量资源密度变化范围在 (0.480~60.552) kg/km^2 之间, 平均值为 15.150 kg/km^2 , 其中 JM11 站位最高, JM30 站位最低; 蟹类重量资源密度变化范围在 (0.874~154.589) kg/km^2 之间, 平均值为 56.667 kg/km^2 , 其中 JM28 站位最高, JM29 站位最低; 头足类重量资源密度变化范围在 (0~55.196) kg/km^2 之间, 平均值为 14.659 kg/km^2 , 其中 JM24 站位最高。

表 5.5.4-48 秋季各站位重量资源密度

站位	重量资源密度 (kg/km^2)	重量资源密度 (kg/km^2)			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
JM02	144.404	120.507	0.858	22.235	0.803
JM04	175.889	143.045	9.111	23.733	0
JM06	647.415	453.164	31.331	150.761	12.159
JM08	369.250	162.254	57.622	109.671	39.703
JM09	787.269	673.171	6.182	94.362	13.555
JM10	529.131	411.274	49.489	35.464	32.904
JM11	319.217	216.111	60.552	22.215	20.338
JM12	191.299	148.257	26.355	3.960	12.728
JM14	270.624	221.444	17.353	3.054	28.773
JM16	125.121	57.000	15.938	50.421	1.763
JM18	140.723	131.235	3.934	5.554	0
JM21	348.452	206.475	16.906	98.434	26.638
JM22	133.992	111.508	6.396	16.088	0
JM23	149.877	124.627	1.157	17.407	6.685
JM24	633.576	501.213	1.573	75.594	55.196
JM28	632.556	453.911	1.912	154.589	22.144
JM29	349.763	348.221	0.540	0.874	0.129
JM30	430.339	349.572	0.480	80.287	0
JM31	678.707	580.025	6.231	58.291	34.160
JM32	312.712	241.258	1.054	70.246	0.154
JM34	483.241	383.303	3.173	96.766	0
平均值	373.979	287.504	15.150	56.667	14.659

④优势种

相对重要性指数显示, 本次调查游泳动物优势种 ($IRI \geq 1000$) 共 4 种, 分别为周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、黑口𩺰 (*Ilisha melastoma*)、尖吻小公鱼 (*Stolephorus heteroloba*) 和杜氏梭鳊 (*Thryssa dussumieri*)。周氏新对虾为第一优势种, 其总渔获重量为 15.502 kg, 占游泳动物总渔获重量的 5.09%; 周氏新对虾的总尾数渔获量为 4217 个, 占游泳动物总渔获尾数数的 11.21%。

表 5.5.4-49 秋季游泳动物 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	尾数渔获数		渔获重量		IRI
		(ind)	(%)	(kg)	(%)	
周氏新对虾	71.43	4217	11.21	15.502	5.09	1164.39
黑口𩺰	66.67	2455	6.53	33.092	10.87	1159.52
尖吻小公鱼	76.19	4159	11.06	10.836	3.56	1113.52
杜氏梭鳊	71.43	2941	7.82	21.378	7.02	1059.89
短体小沙丁鱼	57.14	1721	4.58	18.542	6.09	609.31
近缘新对虾	61.90	1541	4.10	10.358	3.40	464.13
伍氏平虾蛄	61.90	1245	3.31	10.612	3.48	420.57
金色小沙丁鱼	61.90	375	1.00	17.082	5.61	408.89
中颌梭鳊	61.90	1277	3.40	8.063	2.65	374.02
棕斑兔头鲈	71.43	525	1.40	9.440	3.10	321.11
中华小公鱼	66.67	1423	3.78	2.358	0.77	303.84
乳香鱼	61.90	926	2.46	6.113	2.01	276.62
褐蓝子鱼	66.67	435	1.16	8.870	2.91	271.26
赤鼻梭鳊	66.67	802	2.13	5.064	1.66	253.00
长颌梭鳊	80.95	372	0.99	4.947	1.62	211.53
火枪乌贼	61.90	401	1.07	6.400	2.10	196.07
中华小沙丁鱼	14.29	2303	6.12	22.764	7.47	194.30
墨吉明对虾	52.38	307	0.82	8.660	2.84	191.68
中华管鞭虾	57.14	940	2.50	2.090	0.69	182.01
横带银口天竺鲷	52.38	981	2.61	2.292	0.75	176.03
凤鲷	66.67	458	1.22	3.806	1.25	164.49
线纹鳗鲡	33.33	481	1.28	10.593	3.48	158.55
口虾蛄	61.90	252	0.67	4.913	1.61	141.32
短吻蝠	61.90	547	1.45	2.399	0.79	138.77
红星梭子蟹	61.90	459	1.22	2.831	0.93	133.07
亨氏仿对虾	42.86	856	2.28	1.832	0.60	123.32

⑤游泳动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查区域游泳动物生物种类数范围在 29~53 种, 多样性指数变化范围在 1.974~4.533 之间, 平均值为 3.610, 其中 JM11 站位最高, JM29 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.366~0.791 之间, 平均值为 0.664, 其中 JM11 站位最高, JM29 站位最低; 丰富度指数范围在 2.848~5.256 之间, 平均值为 4.039, 丰富度指数以 JM11 站位最高, JM08 站位最低。

表 5.5.4-50 秋季游泳动物生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度指数(D)
JM02	38	3.819	0.728	3.612
JM04	41	3.308	0.617	3.844
JM06	53	3.868	0.675	4.643
JM08	29	3.148	0.648	2.848
JM09	50	3.676	0.651	4.061
JM10	50	3.841	0.681	4.354
JM11	53	4.533	0.791	5.256
JM12	39	3.737	0.707	3.897
JM14	42	4.098	0.760	4.047
JM16	41	3.679	0.687	3.973
JM18	38	3.770	0.718	3.856
JM21	50	3.634	0.644	4.524
JM22	39	3.818	0.722	3.990
JM23	38	3.817	0.727	3.670
JM24	42	3.960	0.734	3.624
JM28	46	3.273	0.593	3.722
JM29	42	1.974	0.366	3.868
JM30	46	3.936	0.713	4.419
JM31	50	2.787	0.494	4.168
JM32	43	3.242	0.597	4.018
JM34	50	3.891	0.689	4.426
平均值	/	3.610	0.664	4.039

⑥主要经济种类规格和分布

主要经济鱼类

a、黑口鲷

地理分布：分布于印度-西太平洋区，西起印度、新加坡，北至大陆东海及中国台湾，南至阿拉夫拉海等皆产。中国台湾分布于北部、西部及澎湖海域等。

生活习性：为浅海中上层鱼类,以甲壳类、长尾类、短尾类和挠足类、沙蚕及鲷鱼幼鱼等为食。体长 135mm 左右时性腺开始成熟。5—6 月产卵。

本次调查的多黑口鲷体长范围为 67~110mm，体重范围为 5.39~28.97g，平均体重为 13.48g。

b、尖吻小公鱼

地理分布：分布于中国，中印半岛，马来半岛，印度尼西亚，澳大利亚和红海。

生活习性：为暖水性近海小型鱼类，主要以浮游桡足类为食。

本次调查的尖吻小公鱼体长范围为 43~80mm，体重范围为 0.17~5.27g，平均体重为 2.61g。

主要经济虾类

周氏新对虾

地理分布：分布于我国南海沿岸、日本海等海区。

生活习性：栖息于海岸沙地和红树林附近，40 公尺以下水深之沙底海域。对虾主要以底栖无脊椎动物为食，如多毛类、小型甲壳类和双壳类软体动物等，有时也捕浮游动物。

本次调查的周氏新对虾体长范围为 11~75mm，体重范围为 0.53~10.28g，平均体重为 3.68g。

⑦小结

秋季调查游泳动物共捕获 3 门 3 纲 14 目 61 科 169 种，其中：鱼类 125 种，占总种类数的 73.96%，虾类 24 种（其中虾蛄类 4 种）。平均尾数渔获率为 1791ind/h，平均重量渔获率为 14.503kg/h。平均尾数资源密度为 $46.024 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，平均重量资源密度为 373.979 kg/km^2 。游泳动物优势种共 4 种，分别为周氏新对虾、黑口鲷、尖吻小公鱼和杜氏棱鲉。多样性指数变化范围在 1.974~4.533 之间，平均值为 3.610。均匀度指数变化范围在 0.366~0.791 之间，平均值为 0.664。丰富度指数范围在 2.848~5.256 之间，平均值为 4.039。主要经济种类为黑口鲷、尖吻小公鱼、周氏新对虾。

5.5.5 生物多样性变化趋势

5.5.5.1 海洋生物多样性现状评价

根据《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》（HY/T 215-2017）（以下简称指南），对海洋生物多样性现状进行评价。

（1）评价指标的等级划分

海洋生物多样性评价指标划分为 5 个等级，根据指南中表 3 并结合《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2024 年 4 月）、《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023 年 12 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2024 年 3 月和 2023 年 10 月在项目附近海域进行的海洋生态环境现状调查数据，本项目海洋生物多样性评价指标的等级划分如下表 5.5.5-1 和表 5.5.5-2。

表 5.5.5-1 本项目 2024 年春季海洋生物多样性评价指标的等级划分

海洋生物	多样性指数	总物种数	平均单站物种数	丰度/密度	生物量	丰富度
浮游植物	III	II	II	—	—	—
浮游动物	III	III	II	I	III	III

大型底栖生物	V	IV	II	IV	III	IV
潮间带生物	IV	III	II	IV	IV	III

注：“—”表示无需划分等级。

表 5.5.5-2 本项目 2023 年秋季海洋生物多样性评价指标的等级划分

海洋生物	多样性指数	总物种数	平均单站物种数	丰度/密度	生物量	丰富度
浮游植物	III	III	II	—	—	—
浮游动物	II	III	III	I	III	III
大型底栖生物	III	V	IV	IV	III	V
潮间带生物	II	V	IV	V	IV	IV

注：“—”表示无需划分等级。

(2) 对海洋生物多样性进行赋值

赋值公式如下：

$$Y_{ij} = \frac{Y_{ijmax} - Y_{ijmin}}{I_{ijmax} - I_{ijmin}} (I_{ij} - I_{ijmin}) + Y_{ijmin}$$

式中：

Y_{ij} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的赋值得分；

Y_{ijmax} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的分值上限，见指南中表 4；

Y_{ijmin} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的分值下限，见指南中表 4；

I_{ijmax} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的指标值上限，见指南中表 3；

I_{ijmin} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的指标值下限，见指南中表 3；

I_{ij} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的实测值。

根据赋值标准和赋值公式，本项目海洋生物多样性赋值结果详见表 5.5.5-3 和表 5.5.5-4。

表 5.5.5-3 本项目 2024 年春季海洋生物多样性赋值结果

海洋生物	多样性指数	总物种	平均单站物种数	丰度/密度	生物量	丰富度
浮游植物	83.92	65.95	84.38	—	—	—
浮游动物	90.73	60.42	73.53	100.00	61.78	53.45
大型底栖生物	78.85	23.86	35.71	44.66	60.40	26.81
潮间带生物	85.07	27.08	59.09	39.17	44.25	56.10

表 5.5.5-4 本项目 2023 年秋季海洋生物多样性赋值结果

海洋生物	多样性指数	总物种	平均单站物种数	丰度/密度	生物量	丰富度
浮游植物	55.79	67.67	82.05	—	—	—
浮游动物	62.77	60.42	70.83	100.00	63.18	53.92
大型底栖生物	72.10	20.45	30.56	33.63	52.54	20.48
潮间带生物	79.33	9.09	27.27	5.89	42.28	27.23

(3) 海洋生物多样性综合指数计算

海洋生物多样性综合指数 (MBI) 按以下公式计算, 数值范围 0~100。

$$MBI = \sum_{i=1}^5 W_i \sum_{j=1}^n Y_{ij} W_{ij}$$

式中:

MBI——海洋生物多样性综合指数;

W_i ——第 i 个一级指标的权重;

Y_{ij} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的赋值得分;

W_{ij} ——第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的权重。评价指标采用等权重, 并且各层级指标权重之和均等于 1。

根据海洋生物多样性综合指数 (MBI) 得分, 海洋生物多样性的现状划分为四个等级: 高、中、一般、低, 见表 5.5.5-5。

表 5.5.5-5 海洋生物多样性现状分级

海洋生物多样性等级	海洋生物多样性综合指数	海洋生物多样性现状
高	$\geq 75 \sim 100$	海洋生物物种高度丰富, 物种分布均匀, 各生物群落的物种多样性高度丰富, 生态系统类型丰富多样
中	$\geq 50 \sim < 75$	海洋生物物种较丰富, 物种分布较均匀, 局部区域或部分生物群落的物种多样性高度丰富, 局部地区生态系统高度丰富
一般	$\geq 25 \sim < 50$	海洋生物物种较少, 物种分布较不均匀, 局部区域或个别生物群落的物种多样性较高, 但生物多样性总体水平一般
低	$0 \sim < 25$	海洋生物物种贫乏, 物种分布不均匀, 生态系统类型单一, 生物多样性总体低

根据指数计算公式, 计算得出本项目 2024 年春季和 2023 年秋季的海洋生物多样性综合指数 (MBI) 分别为 62.06 和 51.79, 海洋生物多样性等级均为中, 海洋生物多样性现状为海洋生物物种较丰富, 物种分布较均匀, 局部区域或部分生物群落的物种多样性高度丰富, 局部地区生态系统高度丰富。

5.5.5.2 海洋生物多样性总体变化趋势评价

海洋生物多样性综合指数变化幅度 (ΔMBI) 按以下公式计算, 数值范围 -100~100。

$$\Delta MBI = MBI_a - MBI_b$$

式中：

ΔMBI ——海洋生物多样性综合指数的变化幅度；

MBI_a ——第 a 时期的海洋生物多样性综合指；

MBI_b ——第 b 时期的海洋生物多样性综合指；

按海洋生物多样性指数的数值变化幅度（ ΔMBI ），海洋生物多样性变化趋势划分为三个等级：无明显变化、略有变化（提高或下降）、显著变化（提高或下降）。见表 5.5.5-7。

表 5.5.5-6 海洋生物多样性总体变化趋势分级

变化幅度	级别	描述
$ \Delta MBI \leq 10$	无明显变化	生物多样性无明显变化
$10 < \Delta MBI < 25$	略有变化（提高或下降）	若 $10 < \Delta MBI < 25$ ，生物多样性略有提高；若 $-25 < \Delta MBI < -10$ ，生物多样性略有下降
$ \Delta MBI \geq 25$	显著变化（提高或下降）	若 $\Delta MBI > 25$ ，生物多样性显著提高；若 $\Delta MBI < -25$ ，生物多样性显著下降

根据计算，2024 年 3 月与 2023 年 10 月的海洋生物多样性综合指数的变化幅度 ΔMBI 为 $(62.06-51.79)=10.27$ ，根据海洋生物多样性总体变化趋势分级判定，2023 年 10 月至 2024 年 3 月海洋生物多样性指数的数值变化幅度大于 10 小于 25，海洋生物多样性略有提高。

5.5.6 海洋生态健康状况评价

本项目位于海湾海域，根据《近岸海洋生态健康评价指南》（GB/T42631-2023）中评价方法对海洋生态健康状况进行评价。本节引用《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2024 年 4 月）、《台山市海洋牧场基础设计建设项目海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023 年 12 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2024 年 3 月和 2023 年 10 月在项目附近海域进行的海洋环境现状调查数据。同时水质引用《2025 年广东省近岸海域水质监测信息》中 2025 年 4 月的监测数据。

5.5.6.1 评价指标类别与权重分值

河口生态系统和海湾生态系统生态健康评价包括水环境、沉积环境、生物质量、栖息地、生物群落五类指标，各类指标权重分值见表。

表 5.5.6-1 河口生态系统和海湾生态系统指标权重分值

指标	水环境	沉积环境	生物质量	栖息地	生物群落
权重分值	15	10	10	20	45

5.5.6.2 水环境

(1) 指标及赋值

水环境指标按照 I 级、II 级、III 级进行赋值。其中优良水质（一、二类）面积指标 I 级赋值为 15、II 级赋值为 10、III 级赋值为 5。

表 5.5.6-2 河口生态系统和海湾生态系统水环境评价指标

指标	I 级	II 级	III 级
优良（一、二类）水质面积比例 %	≥80	50≤<80	<50

(2) 评价结果

水环境健康指数 W_{indx} 根据优良水质（一、二类）面积比例所对应赋值确定。当 W_{indx} 为 15 时，水环境为健康；当 W_{indx} 为 10 时，水环境为亚健康；当 W_{indx} 为 5 时，水环境为不健康。

根据 2025 年 4 月近岸海域国控站位调查，海域平均分布 18 个水质调查站位，其中满足优良水质的站位有 14 个，占比 77.8%。本项目水环境指标属于 II 级，赋值为 10，水环境为亚健康。

5.5.6.3 沉积环境

(1) 指标及赋值

沉积环境评价包括有机碳含量、硫化物含量两类指标，按照 I 级、II 级、III 级进行赋值。其中各指标 I 级赋值为 10、II 级赋值为 5、III 级赋值为 1。

表 5.5.6-3 沉积环境评价指标

序号	指标	I 级	II 级	III 级
1	有机碳含量 %	≤2	2<≤4	>4
2	硫化物含量 μg/g	≤300	300<≤600	>600

各项评价指标计算公式为：

$$S_q = \frac{\sum_{i=1}^n S_{qi}}{n}$$

式中：

S_q ——沉积环境中第 q 项评价指标数值；

n ——评价区域监测点位总数；

S_{qi} ——沉积环境中第 i 个点位第 q 项评价指标赋值。

沉积环境健康指数计算公式为：

$$S_{\text{indx}} = \frac{\sum_{q=1}^m S_q}{m}$$

式中：

S_{indx} ——沉积环境健康指数；

m ——评价指标总数；

S_q ——第 q 项评价指标数值。

(2) 评价结果

根据 2023 年项目周边海域秋季调查，沉积物指标如下。

表 5.5.6-4 沉积物计算指标

站号	有机碳	指标	硫化物	指标
	$\omega P\%$		$\mu\text{g/g}$	
JM04	0.82	I	17.4	I
JM06	1.02	I	41.7	I
JM08	0.44	I	38.5	I
JM10	0.89	I	15.2	I
JM11	0.7	I	44.7	I
JM12	0.65	I	24.3	I
JM14	0.72	I	7	I
JM16	0.47	I	24.8	I
JM18	0.8	I	32.6	I
JM21	1.11	I	44	I
JM22	0.7	I	22.4	I
JM23	0.95	I	19.4	I
JM28	0.8	I	19.4	I
JM29	0.79	I	12.7	I
JM30	0.88	I	21.8	I
JM31	0.62	I	36.3	I
JM34	0.7	I	33.3	I

硫化物指标数值： $S_{\text{硫化物}} = (17 \times 10) / 17 = 10$

有机碳指标数值： $S_{\text{有机碳}} = (17 \times 10) / 17 = 10$

沉积环境健康指数 $S_{\text{indx}} = (S_{\text{硫化物}} + S_{\text{有机碳}}) / 2 = 10 \geq 7.5$

$S_{\text{indx}} = 10 \geq 7.5$ ，沉积物环境为健康。

5.5.6.4 生物质量

(1) 指标及赋值

按照 I 级、II 级、III 级进行赋值。其中，其中各指标 I 级赋值为 10，II 级赋值为 5、III 级赋值为 1。生物质量评价包括汞 (Hg)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、砷 (As) 和石油烃五类指标，各评价指标见表。

表 5.5.6-5 生物质量评价指标

序号	指标/ ($\mu\text{g/g}$)	I 级	II 级	III 级
1	Hg	≤ 0.05	$0.05 < \leq 0.30$	> 0.30
2	Cd	≤ 0.2	$0.2 < \leq 5.0$	> 5.0
3	Pb	≤ 0.1	$0.1 < \leq 6.0$	> 6.0
4	As	≤ 1.0	$1.0 < \leq 8.0$	> 8.0
5	石油烃	≤ 15	$15 < \leq 80$	> 80

每个生物样品生物质量计算公式为：

$$BR_q = \frac{\sum_1^n BR_i}{n}$$

式中：

BR_q ——第 q 项评价指标数值；

n ——评价的污染物指标总数；

BR_i ——第 i 项评价指标赋值。

生物质量健康指数计算公式为：

$$BR_{indx} = \frac{\sum_1^m BR_q}{m}$$

式中：

BR_{indx} ——生物质量健康指数；

m ——评价区域监测生物样品总数；

BR_q ——评价区域第 q 份样品数值。

(2) 评价结果

根据调查，生物质量指标如下。

表 5.5.6-6 生物质量评价计算指标（监测因子单位：mg/kg）

站位	Hg	指标	Cd	指标	Pb	指标	As	指标	石油烃	指标	BR_q
JM02	0.038	I	0.018	I	0.04L	I	0.9	I	17.3	II	9
JM04	0.018	I	0.005L	I	0.04	I	0.4	I	11.1	I	10
JM06	0.023	I	0.005L	I	0.04L	I	0.4	I	14	I	10
JM08	0.012	I	0.006	I	0.06	I	0.4	I	14.4	I	10
JM09	0.022	I	0.34	II	0.06	I	0.6	I	14.2	I	9
JM10	0.052	II	0.005L	I	0.04	I	0.2L	I	12.5	I	9
JM11	0.015	I	0.007	I	0.04L	I	0.2L	I	11.7	I	10
JM12	0.029	I	0.022	I	0.08	I	0.2	I	12.9	I	10
JM14	0.016	I	0.053	I	0.08	I	0.3	I	17.9	II	9
JM16	0.017	I	0.005L	I	0.07	I	0.2L	I	13.3	I	10
JM18	0.008	I	0.005L	I	0.04L	I	0.3	I	14.8	I	10
JM21	0.031	I	0.005L	I	0.04L	I	0.2L	I	16.6	II	9
JM22	0.056	II	0.005L	I	0.04L	I	0.2L	I	14.4	I	9
JM23	0.005	I	0.008	I	0.17	II	0.2	I	12.3	I	9
JM24	0.01	I	0.01	I	0.04L	I	0.2	I	12.1	I	10
JM28	0.026	I	0.005L	I	0.11	II	0.3	I	13.7	I	9
JM29	0.015	I	0.005L	I	0.04L	I	0.3	I	13	I	10
JM30	0.017	I	0.302	II	0.09	I	0.4	I	12	I	9
JM31	0.02	I	0.006	I	0.04L	I	0.2L	I	13.2	I	10
JM32	0.011	I	0.104	I	0.08	I	0.3	I	18.2	II	9
JM34	0.012	I	0.005L	I	0.04L	I	0.2L	I	15.5	II	9

经公式计算 $BR_{indx} = 9.5 \geq 7.5$ ，生物质量为健康。

5.5.6.5 栖息地

(1) 指标及赋值

栖息地评价包括滨海湿地分布面积、表层沉积物主要粒径组分含量年度变化两类指标。按照 I 级、II 级、III 级进行赋值。其中各指标 I 级赋值为 20，II 级赋值为 10、III 级赋值为 5。

表 5.5.6-7 河口生态系统和海湾生态系统栖息地评价指标

序号	指标	I 级	II 级	III 级
1	滨海湿地分布面积变化	增加或无变化	减少 $\leq 5\%$	减少 $> 5\%$
2	表层沉积物主要粒径组分含量年度变化	$\leq 2\%$	$2\% < \cdot \leq 5\%$	$> 5\%$

(2) 评价结果

据资料，滨海湿地分布面积增加或无变化，表层沉积物主要粒径组分含量年度变化 $\leq 2\%$ 。

$E_{\text{indx}}=20 \geq 15$ ，栖息地为健康。

5.5.6.6 生物群落

(1) 指标及赋值

生物群落评价包括浮游植物密度、浮游动物密度、浮游动物生物量、鱼卵及仔鱼密度、大型底栖动物密度、大型底栖动物生物量六类指标，按照 I 级、II 级、III 级进行赋值。其中各指标 I 级赋值为 45，II 级赋值为 30、III 级赋值为 15。A、B、C、D、E 分别为浮游植物密度、浮游动物密度、浮游动物生物量、大型底栖动物密度、大型底栖动物生物量的评价标准值。

表 5.5.6-8 河口生态系统和海湾生态系统生物群落评价指标

序号	指标	I 级	II 级	III 级
1	浮游植物密度 cells/m ³	$50\%A \leq \leq 150\%A$	$10\%A < \leq 50\%A$ 或 $150\%A < \leq 200\%A$	$< 10\%A$ 或 $> 200\%A$
2	浮游动物密度 ind./m ³	$75\%B \leq \leq 125\%B$	$50\%B < \leq 75\%B$ 或 $125\%B < \leq 150\%B$	$< 50\%B$ 或 $> 150\%B$
3	浮游动物生物量 mg/m ³	$75\%C \leq \leq 125\%C$	$50\%C < \leq 75\%C$ 或 $125\%C < \leq 150\%C$	$< 50\%C$ 或 $> 150\%C$
4	鱼卵及仔鱼密度 ind./m ³	> 50	$5 < \leq 50$	≤ 5
5	大型底栖动物密度 ind./m ²	$75\%D \leq \leq 125\%D$	$50\%D < \leq 75\%D$ 或 $125\%D < \leq 150\%D$	$< 50\%D$ 或 $> 150\%D$
6	大型底栖动物生物量 g/m ²	$75\%E \leq \leq 125\%E$	$50\%E < \leq 75\%E$ 或 $125\%E < \leq 150\%E$	$< 50\%E$ 或 $> 150\%E$

浮游植物密度采用浅水 III 型浮游生物网垂直拖网采样的密度。

浮游动物密度采用浅水 II 型浮游生物网垂直拖网采样的密度。

浮游动物生物量采用浅水 I 型浮游生物网垂直拖网采样，除去水母类等胶质生物后的生物量。

鱼卵与仔鱼的密度为鱼类主要产卵季节的调查结果。

各指标的赋值 (D_q) 根据平均值 ($\bar{D}_q$) 及赋值要求确定。各项指标平均值 $\bar{D}_q$ 计算公式为:

$$\bar{D}_q = \frac{\sum_{i=1}^n D_{qi}}{n}$$

式中:

$\bar{D}_q$ ——评价区域第 q 项评价指标平均值;

n ——评价区域监测点位总数;

D_{qi} ——第 i 个点位第 q 项评价指标测值。

生物群落健康指数计算公式为:

$$D_{\text{indx}} = \frac{\sum_{q=1}^m D_q}{m}$$

式中:

D_{indx} ——生物群落健康指数;

m ——生物评价指标总数;

D_q ——第 q 个生物评价指标赋值。

(2) 评价结果

生物群落的标准值选取珠江口海域, 引用中 2024 年春季调查的生态数据, 评价如下。

表 5.5.6-9 2024 年春季生物群落评价计算指标

序号	指标	调查情况	珠江口海域标准值	指标	赋分
1	浮游植物密度 cells/m ³	2379.272×10 ³	20×10 ⁵	I	45
2	浮游动物密度 ind./m ³	7380.228	20×10 ³	III	15
3	浮游动物生物量 mg/m ³	338.37	200	III	15
4	鱼卵及仔鱼密度 ind./m ³	3.296	/	III	15
5	大型底栖动物密度 ind./m ²	54.048	360	III	15
6	大型底栖动物生物量 g/m ²	18.725	10	III	15

$D_{\text{indx}} = (45+15+15+15+15+15) / 6 = 20$, $D_{\text{indx}} < 22.5$, 生物群落为不健康。

5.5.6.7 生态健康指数

河口生态系统和海湾生态系统生态健康指数按下列公式计算:

$$CEH_{\text{indx}} = W_{\text{indx}} + S_{\text{indx}} + BR_{\text{indx}} + E_{\text{indx}} + D_{\text{indx}}$$

式中：

CEH_{indx} ——河口生态系统和海湾生态系统生态健康指数。

根据上述计算结果，本项目 $CEH_{indx}=10+10+9.5+20+20=69.5$ 。

$43 \leq CEH_{ind} < 80$ ，生态系统处于亚健康状态。

5.5.6.8 项目建设对海域健康状况的影响分析

(1) 项目对水环境的影响分析

本次现状评价显示海域水环境呈亚健康状态，该现状可能是由于区域陆源径流输入、近海背景性营养盐本底偏高、季节性水体交换不均等自然及区域共性因素导致。

项目运营期仅产生少量养殖源性氮、磷营养盐，无工艺废水、生活污水直排问题。依托海域良好的水动力交换条件，养殖产生的微量营养盐可快速扩散稀释，不会形成局部富营养化、水质恶化等问题。营运期台架式养殖和浮缙式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放，不会对周边生态保护红线（自然保护区、自然公园）产生明显影响。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》，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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受。

(2) 项目对沉积物环境的影响分析

本项目养殖模式包含台架式养殖、浮缙式浮筏养殖与网箱养殖三类，无海底开挖、清淤、桩基穿透等高强度扰动底质的施工工序，仅布设小型锚块固定网箱，锚块占用海底面积积极小，不会大范围扰动海底沉积物结构，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底的沉积物质量。

项目台架式养殖、浮缙式浮筏养殖属于自养型，不投放饵料和药物。网箱养殖

在饵料养殖投饵中，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；此外，养殖体的排泄物，除了一部分溶于水中，另一部分被水流带走外，其余的也会在底泥里富积；另外，投饵养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水体中悬浮物的量，悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处，为 100m 左右，使受影响的水质和沉积具有区域性。项目产生的生活污水、含油污水以及固废等不向海域排放，没有其它污染物混入，对沉积物环境影响很小，可维持海域沉积物环境原有健康状态。

（3）项目对生物体质量的影响分析

项目养殖全过程严禁使用违禁渔药、超标消毒剂，养殖饵料、投入品均选用合规达标产品，无重金属、持久性有机物、有毒有害物质输入途径。同时，养殖过程中严格控制苗种的纯度和质量，严控物种入侵对海洋生物链的平衡产生不利影响，同时将养殖密度控制在合理范围内，不会因养殖活动引发水体有毒物质富集、生物蓄积性污染等问题。因此，项目建设不会改变海域生物体质量健康现状。

（4）项目对栖息地环境、生物群落和生态系统的影响分析

本项目包含台架式养殖、浮缙式浮筏养殖与网箱养殖三类，项目建设阶段不开展海底地形改造、底床开挖清淤等作业，不会破坏原有底栖生境，不侵占天然生物栖息空间，对海域滩涂、底栖栖息地、浮游生境不存在工程性破坏性影响。台架式养殖、浮缙式浮筏养殖采用不投饵、间养的生态养殖方式，可降低养殖区污染物浓度，保持养殖区水质良好，能够保持海洋生态系统结构和功能的稳定，形成立体型、生态型养殖区，促进渔业可持续发展和良性发展。饵型网箱养殖运营过程中，饵料无法被养殖对象完全摄食，部分残饵与鱼类排泄物会沉降至海底。若管控不当，网箱下方局部海底易出现有机质累积，引发底层溶解氧下降，局部底床有毒有害物质浓度升高，造成养殖网箱的下方的海底缺氧，有毒有害物质浓度高，导致底栖生物游动、觅食、躲避敌害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力，甚至会改变网箱下方的底栖生物物种结构。因此养殖过程中严格控制苗种的纯度和质量，严控物种入侵对海洋生物链的平衡产生不利影响。同时将养殖密度控制在合理范围内，强化苗种逃逸防控，在各项管控措施有效落实前提下，项目不会造成海域栖息地、生物群落及生态系统的整体性破坏，整体可维持海洋生态系统稳定。

综上，项目台架、浮缙式浮筏为不投饵养殖，可对水质有一定净化作用。网箱

养殖产生少量营养盐、残饵及排泄物，污染物增量有限，影响主要集中在网箱周边约 100m 范围内。施工无大规模底质扰动，且生产生活废弃物不排海，沉积物可维持原有健康状态。另外养殖投入品合规，严格管控苗种，不会改变海域生物体质量。项目不存在工程性生境破坏，在各项管控措施有效落实前提下，不利影响仅限局部，不会造成栖息地、生物群落及生态系统的整体性破坏，整体可维持海洋生态系统稳定，对海域健康状况基本不会造成不良影响。

5.6环境空气质量现状

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）中 6.2.1.1 项目所在区域达标判定，基本污染物环境质量现状数据优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。本评价基本污染物因子引用江门市生态环境局公布的《2024 年江门市生态环境质量状况公报》（http://www.jiangmen.gov.cn/bmpd/jmssthjj/hjzl/ndhjzkgb/content/post_3273685.html）中相关数据，具体如下：

2024 年度台山市空气质量现状见下表。

表 5.6-1 区域空气质量现状评价表

污染物	评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	过渡阶段浓度 限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
PM _{2.5}	年平均质量浓度	20	30	66.7	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	33	60	55.0	达标
SO ₂	年平均质量浓度	7	60	11.7	达标
NO ₂	年平均质量浓度	19	40	47.5	达标
CO	日均值第 95 百分位浓度	900	4000	22.5	达标
O ₃	日最大 8 小时平均第 90 百分位浓度	140	160	87.5	达标

由上表可知，PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO、O₃六项污染物监测数据达到《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级浓度限值，台山市属于达标区。

5.7声环境质量现状

根据《2024 年江门市生态环境质量状况公报》（http://www.jiangmen.gov.cn/bmpd/jmssthjj/hjzl/ndhjzkgb/content/post_3273685.html）中声环境质量数据，江门市区昼间区域环境噪声等效声级平均值 57.9 分贝，优于国家声环境功能区 2 类区（居住、商业、工业混杂）昼间标准；道路交通干线两侧昼间噪声质量处于较好水平，等效声级为 68.3 分贝，符合国家声环境功能区 4 类区昼间标准（城市交通干线两侧区域）。

5.8中华白海豚、印太江豚现状调查

本节引用《江门川岛一、二海上风电和集中送出工程项目中华白海豚监测及影响专题评价报告》（中国水产科学研究院南海水产研究所，2025年3月）于2024年2月~9月在项目周边海域的中华白海豚、印太江豚调查结果。

5.8.1 调查概况

监测分为近岸区（中华白海豚定居区）和离岸区（中华白海豚常规分布范围之外）两部分，2024年2月~9月，在近岸区进行了4个航次的调查，在离岸区进行了2个航次的调查。

近岸区：分别于2024年2月、5月、7月和9月各开展了1个航次的截线考查，累计航程为1025.2km，其中正式截线观测距离为707.4km，在优良海况（蒲福海况≤3级）下载线测距离为590.1km，占比达83.4%。共目击中华白海豚27群次（合计299头次），其中20群次（合计200头次）为正式截线观测中目击，7群次（合计99头次）为非截线观测中目击。

表 5.8.1-1 近岸区中华白海豚截线考察各航次数据统计

航次	正式观测截线长度 /km		目击海豚/群次		目击海豚/头次		海豚目击率（0-3级）	
	所有	0-3级	所有	0-3级	所有	0-3级	群/100 km	头/100 km
2024.02	191.88	150.92	7	6	35	33	4.0	21.9
2024.05	183.81	148.60	5	2	106	49	1.3	33.0
2024.07	159.87	123.23	6	4	106	67	3.2	54.4
2024.09	171.80	167.30	9	8	52	51	4.8	30.5
合计	707.36	590.05	27	20	299	200	3.4	33.9

离岸区：分别于2024年6月和9月各开展了1个航次的截线考查，累计航程为1084.1km，其中正式截线观测距离为967.3km，在优良海况（蒲福海况≤3级）下载线测距离为910.2km，占比达94.1%。共目击印太江豚5群次（合计10头），瓶鼻海豚1群次（合计7头），未知鲸类1群次（1头），未目击到中华白海豚。

表 5.8.1-2 离岸区鲸类截线考察各航次数据统计

航次	正式观测截线长度 /km	目击中华白海豚/群次（头次）	目击印太江豚/群次（头次）	目击瓶鼻海豚/群次（头次）	目击其他鲸类/群次（头次）
2024.06	462.7	0	2（6）	0	0
2024.09	504.6	0	3（4）	1（7）	1（1）
合计	967.3	0	5（10）	1（7）	1（1）

图 5.8.1-1 监测范围及航线设置

5.8.2 分布特征

由于项目所在海域主要目击对象为中华白海豚（近岸区），这部分主要分析中华白海豚的种群特征。监测期中华白海豚目击位置如图 5.8.2-1 所示，四个航次共有 27 次目击记录，均位于近岸和海岛周围水深较浅的海域，主要有崖门口（3 群次目击）、大襟岛西和南（4 次）、国华电厂港池口（9 次）以及上川岛北和西（7 次）海域。

中华白海豚目击位置水深范围为 4.9m~14.8m，目击水深与发现频次的关系如图 5.8.2-2 所示，在约 9 米和 10 米水深处发现频次最多。

近岸区除了中华白海豚以外，在中华白海豚分布范围以南水深较深的海域还有多次印太江豚的目击，如在广东江门中华白海豚省级自然保护区东南角海域、上川岛东北角和东南角、以及下川岛东南角海域均有印太江豚的发现（共 5 群次 10 头次）。印太江豚发现水深范围为 14.3m~21.1m，与中华白海豚发现水深对比图如图 5.8.2-3 所示，显示其分布范围与中华白海豚有一定的生态位分离。

此外在上下川岛以南较远海域还发现 1 群次瓶鼻海豚分布，发现位置水深为 25.2m，共 7 头。

图 5.8.2-1 中华白海豚目击分布（红色圆点为中华白海豚目击位置）

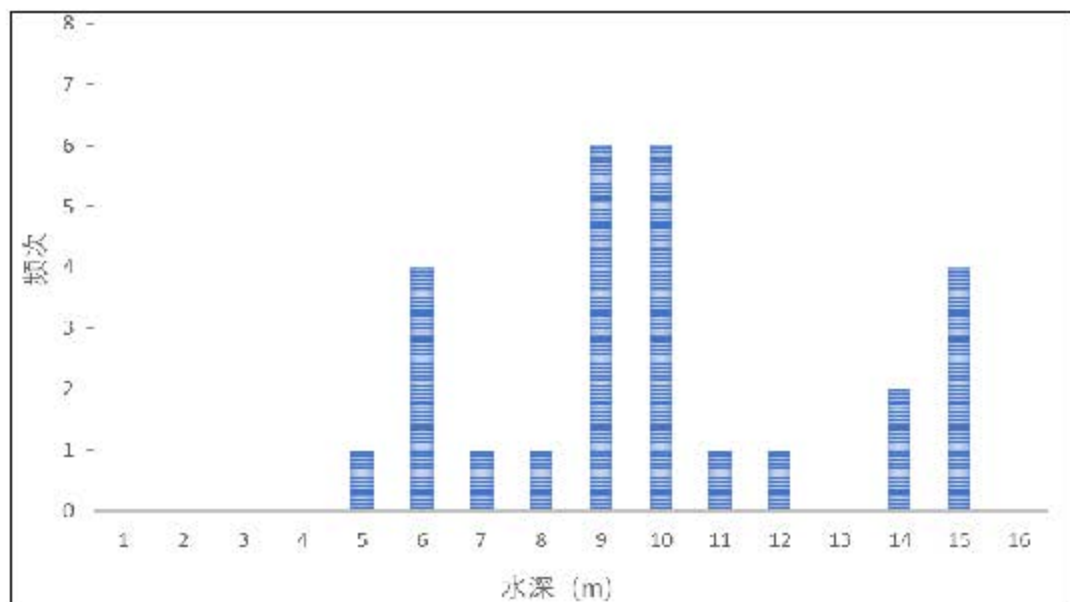


图 5.8.2-2 中华白海豚目击位置水深与发现频次关系

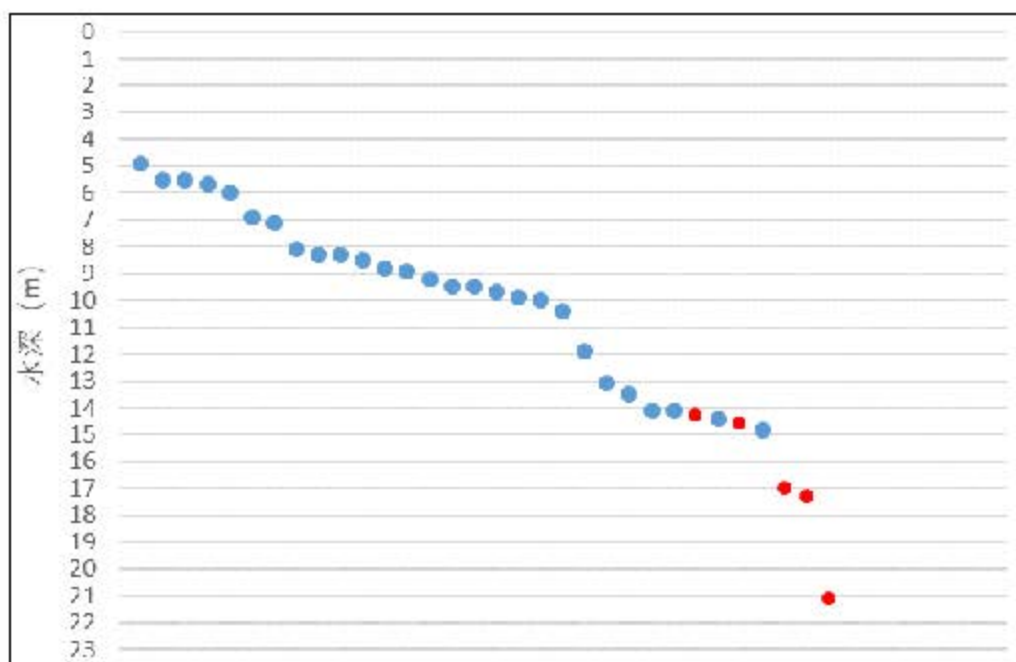


图 5.8.2-3 (近岸区) 中华白海豚与印太江豚目击位置水深对比示意图 (蓝色代表中华白海豚, 红色代表印太江豚)

5.8.3 海豚目击率

中华白海豚总体目击率为 3.4 群/100km (33.9 头/100km)。从各个月份航次群次目击率来看, 2024 年 4 月监测航次的海豚目击率最低, 平均每 100km 仅目击到 1.3 群海豚。9 月航次目击率最高, 平均每 100km 能目击到 4.8 群海豚。而从头次目击率来看, 2024 年 1 月监测航次的海豚目击率最低, 平均每 100km 仅目击到 21.8 头海豚。7 月航次头次目击率最高, 平均每 100km 能目击到 54.4 头海豚。

5.8.4 聚群特征

2024 年调查目击到的中华白海豚聚群大小的变化范围为 1~32 头, 平均聚群大小 11.1 头 (SD=8.7)。本监测期内大聚群 (≥ 10 头以上) 有 18 群次, 占总目击频次的 48.1%。其中 ≥ 20 头的大聚群有 4 次目击。最大数量的 1 群目击为 32 头。

这些较大的聚群的分布趋势偏向近岸和海岛周围浅水水域, 如大襟岛周围近岸、国华电厂港池口、上川岛西北海域。本监测期超过 30 头的超大聚群仅目击到 1 次, 目击位置位于台山国华电厂港池外海域。

中华白海豚的社群组织比较松散, 根据以往对个体照片识别的结果来看, 聚群的组成大多数情况下比较随机, 所以短时期内聚群大小的变化是一个动态的过程, 需要进行长时期的监测来寻找规律以及其代表的生物学意义。

图 5.8.4-1 中华白海豚大聚群目击分布（黑色圆点为>10 头的聚群位置）

5.8.5 年龄结构

目击到的 299 头海豚中，共识别中华白海豚年龄段海豚共 293 头，其中婴儿期（UC）3 头次、少年期（UJ）71 头次、少年期（SJ）73 头次、亚成年期（SS）67 头次、成年期（SA）60 头次和成年期（UA）19 头次。从目击群体的年龄阶段组成来看，本监测期目击到的海豚幼儿期（UJ）、少年期（SJ）、青年期（SS）和成年期（UA）个体占比相当，处于 20%~25%之间。监测期发现刚出生的婴儿期（UC）幼豚比例仅 1.0%，而老年期（UA）个体比例约 6.4%。

在 27 群次的目击记录中，大部分（20 群次）的海豚群发现有 UC 或 UJ 期幼豚，3 群次含有新生婴儿期的目击位置为崖门口海域和上川岛西海域。

5.8.6 行为特征

中华白海豚野外行为中最常见的行为是觅食和社交行为，也是种群生存中比较重要的行为。2024 年监测期目击到的有觅食行为的群次为 24 群次，占总群次的 88.9%。频繁的觅食行为从某种程度上反应当地海域食物资源并非很充分。觅食行为遍布海豚的目击分布范围，没有体现出特殊的海域偏好，反映出整个近岸海域均可以作为他们的觅食区。

监测期目击到的社交行为共 7 次，占总群数的 25.9%。社交行为的分布一般与大聚群的分布相关联，且同时有觅食行为，主要是在国华电厂港池口、上川岛西海域，可以视为中华白海豚的社交场所。大聚群为社交提供必要条件，也有利于海豚合作捕食。而小聚群海豚（特别是 1、2 头的群）捕食的同时不一定有社交行为。

2024 年监测期与渔业活动相关的聚群目击仅有 4 次。从观察到的与渔业活动相关的情况来看，有 1 群次跟随虾拖网、1 群次跟随双拖船渔船进行觅食，另有 2 群次在流刺网/地笼区域觅食。目击位置分别位于电厂以南对开海域、大襟岛西南海域、上川岛北和鱼塘湾。

5.9 海草床现状调查

本节引用《江门市上下川岛周边海草床现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 7 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2025 年 6 月对江门市上川岛湾仔角、沙坪附近海岸和下川岛荔枝湾周边开展的海草床现状调查结果。

5.9.1 调查概况

据相关文献显示，上下川岛海草床历史分布区域位于上川岛湾仔角、沙坪和下川岛荔枝湾。其中下川岛荔枝湾海草床生态红线区近年来仍有一定面积的海草床留存记录，本次调查经过对上川岛湾仔角、沙坪附近海岸和下川岛荔枝湾开展海草床分布情况普查，再对发现有海草分布的区域作详查。

图 5.9.1-1 调查范围示意图

本次调查发现上川岛沙坪村附近滩涂已无海草分布，上川岛湾仔角有少量海草分布，下川岛荔枝湾的海草生长情况良好，根据现场踏勘情况，在上川岛湾仔角和下川岛荔枝湾开展海草床生态详查工作，站位布设详见表 5.9.1-1。

表 5.9.1-1 海草样方站位表

站位	经度(E)	纬度(N)	调查内容	备注
LZW-1			海草	下川岛荔枝湾
LZW-2			海草	
LZW-3			海草	
LZW-4			海草	
LZW-5			海草	
LZW-6			海草	
LZW-7			海草	
LZW-8			海草	
LZW-9			海草	
LZW-10			海草	
LZW-11			海草	
LZW-12			海草	
WZJ-1			海草	上川岛湾仔角
WZJ-2			海草	
WZJ-3			海草	

图 5.9.1-2 上川岛海草样方分布图

图 5.9.1-3 下川岛海草样方分布图

5.9.2 调查方法

(1) 海草分布面积调查方法

以 1:10000 地形图为基础，在每一块被调查的海草床边界（主要是拐点位置）设置多个 GPS 定位点，然后进行海草分布区勾绘。采用 GIS 对野外调查后的图像进

行空间分析，计算海草床分布面积。

(2) 海草群落调查方法

①在每个断面的站位至少放置 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 的样方 2 个，如有新物种，则增加样方数。

②盖度：根据 HY/T 083-2005 附录 B 中图 B.1 盖度评价依据记录每个样方内的所有海草种类盖度，如果样方内没有海草分布，则盖度计为 0%。再记录不同种类海草的盖度，记录的顺序依次从盖度低的种类向盖度高的种类记录。

③株冠高度：在样方内随机选择 5 株海草，用直尺测量每株海草最长的叶片长度（单位为 cm），计算平均叶片长度，即为海草株冠高度。

④繁殖状况：检查样方内各种海草的繁殖状况，记录花和果实的数量。

⑤密度和生物量：每个站位，在样方外向陆地一侧 0.5m 处选择柱状采样区域，该区域海草种类、盖度、株冠高度等应与样方内相同。将柱状采样器放置于海底，用手将采样器覆盖区域内的所有海草的匍匐根、茎、叶全部拢入采样器内。将柱状采样器插入海底 10cm，采集柱状样内所有海草的根、匍匐根、茎、叶片样品。拔出柱状采样器，在水下立即盖上底盖。离开水面后将柱状样内样品放入尼龙网袋内，并滤掉网袋内的泥沙，再将网袋内所有样品转入塑料袋内，封口、编号，带回实验室测定海草生物量及密度。如果柱状采样区海草盖度极低，则不采集柱状样，该站位海草生物量及密度均记录为 0。

在实验室内将塑料袋中的海草样品分别倒入解剖盘中，分选并记录单一柱状样中的不同种类海草的植株数量，再除以样方面积，计算出各站位每种海草的栖息密度及所有海草总栖息密度（株/ m^2 ）。

将每种海草按根（包括匍匐根）、叶鞘（茎）、叶片（包括死亡叶片）三部分分离。每种海草的各部分分别装入铝箔小袋中并编号（包括站位、种类、所属部分、采样日期等信息）。将装有海草的铝箔带（敞口）放入恒温干燥箱中（ $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ）烘干 24h~48h，直至标本完全干燥为止。取出铝箔袋，待标本冷却后用分析天平（或电子天平）称量每个铝箔袋内标本的重量（单位为 g），计算每种海草根、叶鞘、叶的生物量及总生物量，再计算出所有种类的根、叶鞘、叶生物量及总生物量。

5.9.3 调查结果

(1) 海草分布

经现场踏勘和无人机航拍方式估算，上川岛湾仔角海草分布较少，分布面积为 0.04 ha，物种为贝克喜盐草（*Halophila beccarii*）；下川岛荔枝湾海草床主要沿荔枝湾南岸滩涂呈斑块状分布，分布面积为 1.91ha，物种为贝克喜盐草和日本蔓草（*Zostera japonica*），该处还有外来入侵物种互花米草（*Spartina alterniflora*）分布。海草分布情况见表 5.9.3-1 和图 5.9.3-1。

表 5.9.3-1 海草分布情况

序号	分布位置	分布面积 (ha)	海草物种
1	上川岛湾仔角	0.04	贝克喜盐草
2	下川岛荔枝湾	1.91	贝克喜盐草、日本蔓草

图 5.9.3-1 上川岛海草床分布范围

图 5.9.3-2 下川岛海草面积分布图

(2) 海草床植被

①物种构成

本次调查共记录海草植被 2 科 2 属 2 种，分别为贝克喜盐草和日本蔓草。

表 5.9.3-2 海草植被物种

序号	中文名	拉丁名	科名	属名	形态大小
1	贝克喜盐草	<i>Halophila beccarii</i>	水鳖科	喜盐草属	小型草
2	日本蔓草	<i>Zostera japonica</i>	蔓草科	蔓草属	中型草

②群落特征

上川岛海草区域发现海草共 1 种，为贝克喜盐草；下川岛海草区域发现海草共 2 种，为贝克喜盐草和日本蔓草，其中贝克喜盐草群落占比为 66.67%，贝克喜盐草+日本蔓草+互花米草群落占比为 33.33%，群落类型见表 5.9.3-3。

表 5.9.3-3 群落类型统计

群落类型	所在区域	群落数量	群落占比 (%)
贝克喜盐草	上川岛湾仔角	3	100
贝克喜盐草	下川岛荔枝湾	8	66.67
贝克喜盐草+日本蔓草+互花米草	下川岛荔枝湾	4	33.33

海草盖度方面，上川岛湾仔角各调查站位盖度范围在 75%~90%之间，平均盖度为 83.33%；下川岛荔枝湾各调查站位盖度范围在 30%~90%之间，平均盖度为 70.83%。

茎枝密度方面，上川岛湾仔角各调查站位贝克喜盐草茎枝密度范围在 (23714.3~42571.4) 株/m² 之间，平均茎枝密度为 32857.1 株/m²；下川岛荔枝湾各

调查站位总茎枝密度范围在 (1888.0~54857.1) 株/m² 之间, 平均茎枝密度为 26096.0 株/m², 日本蔓草茎枝密度范围在 (1568.0~5440.0) 株/m² 之间, 平均茎枝密度为 3000.0 株/m², 贝克喜盐草茎枝密度范围在 (96.0~54857.1) 株/m² 之间, 平均茎枝密度为 25096.0 株/m²。

茎枝高度方面, 上川岛湾仔角各调查站位贝克喜盐草平均茎枝高度范围在 (14~19) mm 之间, 平均值为 17.00mm; 下川岛荔枝湾各调查站位贝克喜盐草平均茎枝高度范围在 (12~18) mm 之间, 平均值为 15.00mm, 日本蔓草平均茎枝高度范围在 (64~92) mm 之间, 平均值为 79.75mm。

生物量方面, 上川岛湾仔角各调查站位生物量范围在 (93.429~182.00) g/m² 之间, 平均生物量为 128.095g/m², 其中地上平均生物量 (直立茎+叶片) 为 33.333g/m², 地下平均生物量 (根+匍匐根) 为 94.762g/m²; 下川岛荔枝湾各调查站位总生物量范围在 (38.656~314.572) g/m² 之间, 平均生物量为 146.804g/m², 其中地上平均生物量为 42.413g/m², 地下平均生物量为 104.391g/m²。下川岛荔枝湾的贝克喜盐草生物量范围在 (0.208~314.572) g/m² 之间, 平均生物量为 118.312g/m², 其中地上平均生物量为 30.042g/m², 地下平均生物量为 88.270g/m²; 下川岛荔枝湾的日本蔓草生物量范围在 (37.904~139.536) g/m² 之间, 平均生物量为 85.476g/m², 其中地上平均生物量为 37.112g/m², 地下平均生物量为 48.364g/m²。

③有性繁殖

本次调查, 2 种海草中仅贝克喜盐草被观察到有开花结果现象, 日本蔓草未发现有开花结果现象。上下川岛贝克喜盐草花的密度范围为 (0~1714) 朵/m², 平均值为 326 朵/m², 其中上川岛贝克喜盐草花的平均密度为 190 朵/m², 下川岛贝克喜盐草花的平均密度为 360 朵/m²;

上下川岛贝克喜盐草果实的密度范围为 (0~6571) 粒/m², 平均值为 1510 粒/m², 其中上川岛贝克喜盐草果实的平均密度为 1429 粒/m², 下川岛贝克喜盐草果实的平均密度为 1530 粒/m²。

(4) 小结

本次调查, 上下川岛的调查区域内共记录海草植物 2 种, 为贝克喜盐草和日本蔓草。从样方群落类型统计来看, 贝克喜盐草是上下川岛现存海草的优势种, 其中上川岛现存海草物种为贝克喜盐草, 下川岛则有日本蔓草和贝克喜盐草混合分布。

调查期间，上下川岛海草正值生长旺盛阶段，盖度、茎枝密度、生物量等生长参数均处于较高水平，另外在有性繁殖方面，仅观察到贝克喜盐草有开花结果现象。

5.10 珊瑚礁现状调查

2024 年 4 月，自然资源部南海生态中心利用船载水下便携式摄像设备和人工潜水等技术手段在项目附近海域开展《江门川岛海上风电项目造礁石珊瑚群落现状调查》，以掌握项目周边海域造礁石珊瑚分布状况和生态状况。

5.10.1 调查概况

结合现场实际情况，利用船载水下便携式摄像设备和现场人工潜水等技术手段，以 200~500m/条间距布设垂直于岸线的断面，在上川岛东侧岸线（约 35km），乌猪洲岛岸线（约 12km），铜鼓排（约 1km），登入点岸段（约 2km）的范围内开展造礁石珊瑚群落分布状况调查，以获取掌握造礁石珊瑚的分布范围和面积。其中，上川岛东侧岸段采用船载水下便携式摄像设备和现场人工潜水方式两种手段交替设置断面开展调查，其余岸段以人工潜水方式开展。实际调查断面点见图 5.10.1-1。

调查要素包括：造礁石珊瑚种类数、活造礁石珊瑚覆盖率、造礁石珊瑚死亡率、硬珊瑚补充量、造礁石珊瑚白化与病害情况、造礁石珊瑚形态组成。

图 5.10.1-1 造礁石珊瑚群落分布状况调查断面点

5.10.2 调查方法

（1）造礁石珊瑚分布状况调查

采用船载便携式水下摄像设备和现场人工潜水调查相结合的方式沿岸线垂直方向（水深从 0m-20m），按 200~500m/条间距设置珊瑚调查断面，断面调查点间距 10~20m，以 50m 范围内未见造礁石珊瑚作为分布边缘点评判标准，通过浮球和 GPS 定位确定并记录造礁石珊瑚分布边缘点的经纬度。

操作流程如下：

①在划定的调查区域内按照 200~500m 间距设置断面，在海角、底质类型过渡区增设断面，将断面信息导入移动导航设备。

②驾驶小艇到达预设断面，测量水深，根据水深情况调整小艇位置，小艇尽量靠近岸边。

③采用人工潜水录像、岸边踏勘等方式记录小艇无法到达区域的造礁石珊瑚分

布状况，小艇能到达区域采用放下船载便携式珊瑚礁分布调查设备，沿岸线垂直方向（可借助潜水装备中的三联表）每隔 10~20 m（可根据珊瑚礁分布连续程度进行调整）设置 1 个调查点位，放下设备观察，记录影像和经纬度信息，直至造礁石珊瑚与泥沙边界区，然后再沿调查断面往外设置 5 个调查点位，确认 50m 范围内无造礁石珊瑚。

④断面调查过程中记录各截面岸线底质情况。

（2）造礁石珊瑚生态状况调查

①断面设置和样带铺设

在 2m~4m、5m~7m 和 9m~12m 处沿等深线布设 1 条~3 条断面，断面之间相互平行，断面长度 50m。若珊瑚实际分布水深超过 12m，应布设 3 条断面，各断面水深可适当调整。按断面布设要求铺设大于 50m 的样带皮尺，作为一条断面。

铺设样带皮尺时，皮尺应拉直，每隔 10m 缠绕固定在礁石上，固定卷尺起点和终点，并放置浮球，标示位置，记录断面起点和终点的位置及水深。

断面皮尺铺设完后，依次开展珊瑚群落、硬珊瑚补充量等项目现场拍摄工作。第一次调查时，应尽可能用钢钉和浮球等工具标识断面位置，并记录经纬度。

②造礁石珊瑚群落调查

一名调查技术人员手持摄像机，镜头离样带 0.2m~0.3m，从起点开始沿样带皮尺缓慢匀速游动，镜头垂直向下对准皮尺，拍摄皮尺和皮尺下面的生物和基质，镜头画面应避免晃动，保证清晰。一直拍摄到样带皮尺终点为止，录像时长至少 10min。

另一名调查技术人员在录像人员之后微距拍摄样带皮尺下各种类造礁石珊瑚照片，并少量采集稀有种类标本。

③硬珊瑚补充量调查

在断面两侧各 2.5m 范围内随机放置 10 个 50cm×50cm 样方或 40 个 25cm×25cm 样方，拍摄样方照片。

5.10.3 调查结果

本次调查海岸线约 50km，累计完成调查断面 143 条，其中有造礁石珊瑚分布的断面 21 条，乌猪洲西南部的海湾内是集中分布区在。造礁石珊瑚沿海岸水下陡坡生长，生长水深多在 10m 以浅，水深 6~8m 最为集中。造礁石珊瑚分布带宽度

窄，宽度范围约 15~35m，共划定造礁石珊瑚分布面积约 6.22 公顷。样带定量调查共发现造礁石珊瑚 4 科 5 属 6 种，各种类均以生长速度慢、环境耐受性强的皮壳状形态出现，澄黄滨珊瑚占绝对优势。各站位活造礁石珊瑚覆盖率范围为 0.8%~12.0%，平均 6.9%；硬珊瑚补充量变化范围为 0.0~0.8 个/平方米，平均 0.5 个/平方米，造礁石珊瑚新生幼体补充不足；未发现造礁石珊瑚出现白化、死亡和病害情况。

此外，乌猪洲东南部和围夹岛西北面个别断面发现极少个体的造礁石珊瑚，不成规模，因此乌猪洲东南部和围夹岛西北面不划定造礁石珊瑚群落分布范围和面积。

图 5.10.3-1 造礁石珊瑚分布图

图 5.10.3-2 调查现场造礁石珊瑚照片

6 生态环境影响预测与评价

6.1 水动力环境影响预测与评价

项目养殖模式包括台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖。因此，项目实施主要为台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖对水动力环境产生影响。

项目台架式养殖主要位于镇海湾海域，水深范围基本小于 10m，采用二维水动力模型预测台架式养殖对水动力环境产生的影响。项目浮梗式浮筏养殖区和网箱养殖区位于上川岛北侧，水深 4~15m，采用三维水动力模型预测网箱养殖对水动力环境产生的影响。

6.1.1 台架式养殖水动力环境影响预测与评价

6.1.1.1 二维水动力数学模型

(1) 控制方程

1) 提出假设

①Bousinesq 涡粘假定:

将紊动应力和时均流速梯度建立起关系:

$$\mathcal{S} = \nu_t \frac{\partial u}{\partial z} = \overline{u'v'}$$

②静水压假设:

垂向加速度远小于重力加速度，因此在垂向动量方程中忽略垂向加速度而近似采用静水压假定。

(2) 笛卡尔坐标系下的二维浅水方程

连续方程:

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

动量方程:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh\frac{\partial\eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \\ &\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial\mathcal{S}_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial\mathcal{S}_{xy}}{\partial x}\right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + h\bar{u}_sS \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{h}v}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}uv}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}v^2}{\partial y} = & -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \\ & \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{xy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{yx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial x} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + h\nu_s S \end{aligned}$$

方程中 t 为时间; x, y, z 为右手 Cartesian 坐标系; η 为水面相对于未扰动水面的高度即通常所说的水位; h 为静止水深; u, v, w 分别为流速在 x, y, z 方向上的分量; p_a 为当地大气压; ρ 为水密度, ρ_0 为参考水密度; $f = 2\Omega \sin \varphi$ 为 Coriolis 参量 (其中 $\Omega = 0.729 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ 为地球自转角速率, φ 为地理纬度); $f\bar{v}$ 和 $f\bar{u}$ 为地球自转引起的加速度; $s_{xx}, s_{xy}, s_{yx}, s_{yy}$ 为辐射应力分量; $T_{xx}, T_{xy}, T_{yx}, T_{yy}$ 为水平粘滞应力项, S 为源汇项, (u_s, v_s) 源汇项水流流速。

(2) 边界条件

①开边界:

$$\eta_r = \eta_r(t) \text{ 或 } \bar{u}_r = \bar{u}_r(t) \text{ 或 } \bar{v}_r = \bar{v}_r(t)$$

$\eta_r, \bar{u}_r, \bar{v}_r$ 为开边界 r 上已知水位、流速过程。

②闭边界:

$$\bar{u} = 0 \text{ 或 } \bar{v} = 0$$

(3) 初始条件

$$\eta(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = \eta_0(x, y)$$

$$\bar{u}(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = 0$$

$$\bar{v}(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = 0$$

η_0 为计算初始时刻水位空间分布函数。

6.1.1.2 计算方法

模型求解采用非结构网格中心网格有限体积法求解, 其优点为计算速度较快, 非结构网格可以拟合复杂地形。

对计算区域内滩地干湿过程, 采用水位判别法处理, 即当某点水深小于一浅水深 ε_{dry} (如 0.1m) 时, 令该处流速为零, 滩地干出, 当该处水深大于 ε_{flood} (如 0.2m) 时, 参与计算, 潮水上滩。

对笛卡儿坐标系下的二维浅水方程的归一化:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial(F_x^I - F_x^V)}{\partial x} + \frac{\partial(F_y^I - F_y^V)}{\partial y} = S$$

其中:

$$U = \begin{bmatrix} h \\ h\bar{u} \\ h\bar{v} \end{bmatrix}$$

$$F_x^I = \begin{bmatrix} h\bar{u} \\ h\bar{u}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \\ h\bar{u}\bar{v} \end{bmatrix}, F_x^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(2\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}) \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$F_y^I = \begin{bmatrix} h\bar{v} \\ h\bar{u}\bar{v} \\ h\bar{v}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \end{bmatrix}, F_y^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \\ hA(2\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 \\ gh\frac{\partial d}{\partial x} + f\bar{v}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y}) + hu_s \\ gh\frac{\partial d}{\partial y} - f\bar{u}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}) + hv_s \end{bmatrix}$$

对于归一化后的方程, 在每一个单元上积分, 根据高斯定理, 将面积分化为线积分

$$\int_{\Omega} \frac{\partial U}{\partial t} d\Omega + \int_{\Gamma} (F \cdot n) ds = \int_{\Omega} S(U) d\Omega$$

进一步简化后得到:

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{A_i} \sum_j^{NS} F \cdot n \Delta \Gamma_j = S_i$$

6.1.1.3 模型设置

(1) 地形条件

模型外海地形来源于海图，项目附近采用工程区实测地形图进行校正。

(2) 边界条件

模型大范围外海开边界由全球潮汐预报系统提供，小范围模型开边界由大模型提供。

(3) 时间步长

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

(4) 计算范围及网格划分

模型求解采用非结构网格中心网格有限体积法求解，其优点为计算速度较快，非结构网格可以拟合复杂地形。模型采用大小模型嵌套的方法进行计算，大模型外海开边界由全球潮汐预报模型提供，河流开边界由老鸭岗站、三水站以及博罗站年平均流量控制，流量取值分别为 52.08m³/s、1499m³/s、740.9m³/s，各站年平均流量由历年实测数据统计得出。工程区模型共布置 322977 个网格，163894 个节点，采用三角形网格离散计算区域，最大网格尺寸为 5000m，工程海域最小网格尺寸为 30m。工程区模型开边界由大模型提供，模型计算范围及网格布置见图 6.1.1-1~图 6.1.1-3。

风场：采用台山海洋站夏季平均风速 4.6m/s，风向取为西南季风。

水深地形：水深资料为工程附近海图水深与 ETOP1 全球地形数据库水深资料融合，其中工程附近海区则由中国人民解放军海军司令部航海保证部最新版海图资料读取。地形加载到网格中进行插值，得到模型计算地形见图 6.1.1-1~图 6.1.1-3。

图 6.1.1-1 大范围模型计算范围

图 6.1.1-2 小范围模型计算范围

图 6.1.1-3a 工程区域网格剖分图

图 6.1.1-3c 工程区域地形分布图

6.1.1.4 模型验证

模型计算时间为 2023 年 8 月 15 日 0:00~2023 年 8 月 30 日 23:00, 模型采用 2023 年 8 月 18 日 11 时~2023 年 8 月 19 日 13 时工程附近海域 JML1~JML12 测站的潮流资料以及 JMC1~JMC3 三个潮位测站观测资料进行验证, 验证点位置见图 6.1.1-4。图 6.1.1-5~图 6.1.1-7 给出了三个实测潮位站潮位过程计算值与实测值的比较图。图 6.1.1-8~图 6.1.1-19 给出了 12 个潮流实测站位流速、流向计算值与实测资料的对比图。

验证结果表明: 工程附近的潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合, 实测潮位与模拟潮位平均绝对误差为 0.10m。从图和误差分析表可以看出, 模拟潮位与实测潮位基本吻合, 误差主要表现在高高、低低潮时刻。

部分站点计算流速与实测流速的误差稍大, 可能由于地形资料和边界条件的偏差引起, 所建立的工程区潮流数学模型能基本反映了工程海域整体的潮流运动规律; 工程海域 12 个潮流点的计算流速、流向和实测值也吻合较好, 相位差基本控制在 0.5h 以内, 表明所建模型能够反映工程附近海域潮流的变化特征, 可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。总体而言, 计算区域内潮汐和潮流模拟验证较好, 计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。

表 6.1.1-1 模型率定验证误差分析一览表

率定验证项	2023 年 8 月
高低潮时间相位差 (h)	0.4
高低潮潮位偏差 (cm)	10
流速时间相位差 (h)	0.3
平均流速偏差 (%)	8.8
平均流向偏差 (%)	9.2

图 6.1.1-4 验证点位置图

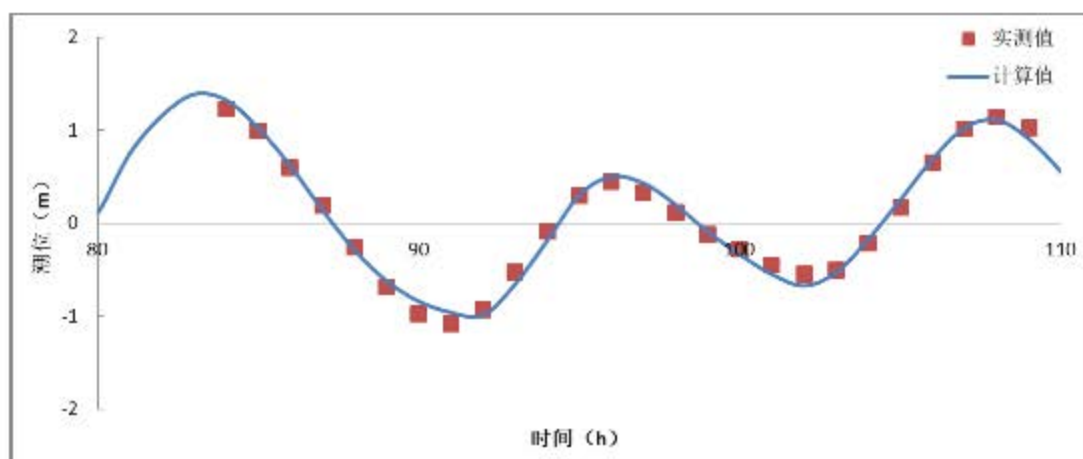


图 6.1.1-5JMC1 站潮位验证

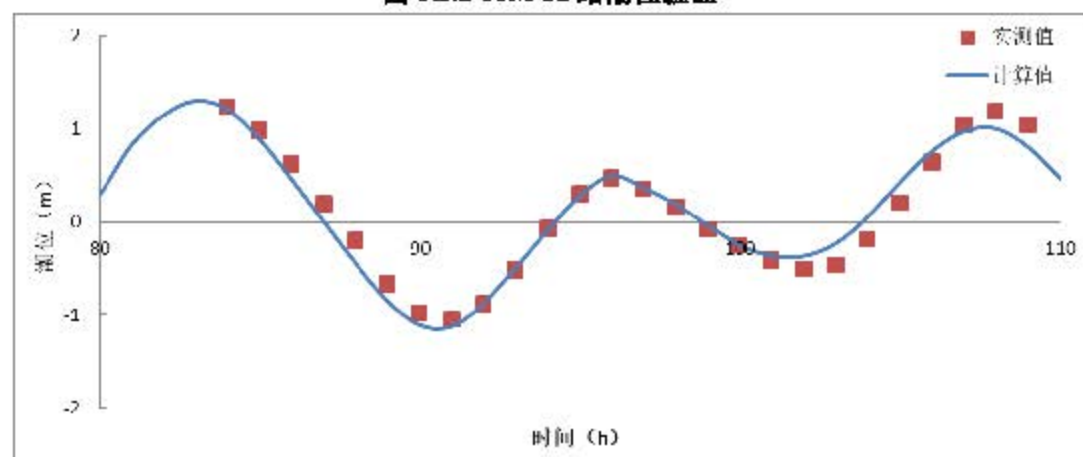


图 6.1.1-6JMC2 站潮位验证

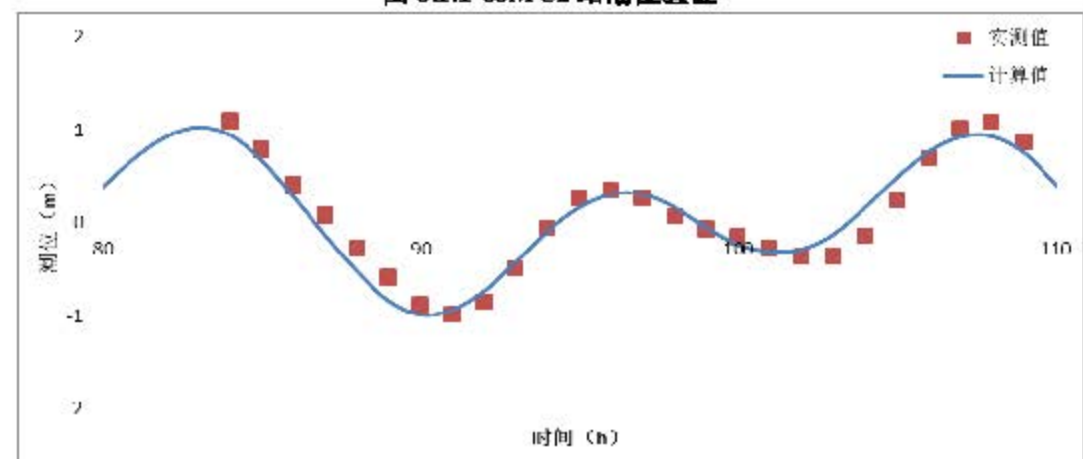


图 6.1.1-7JMC3 站潮位验证

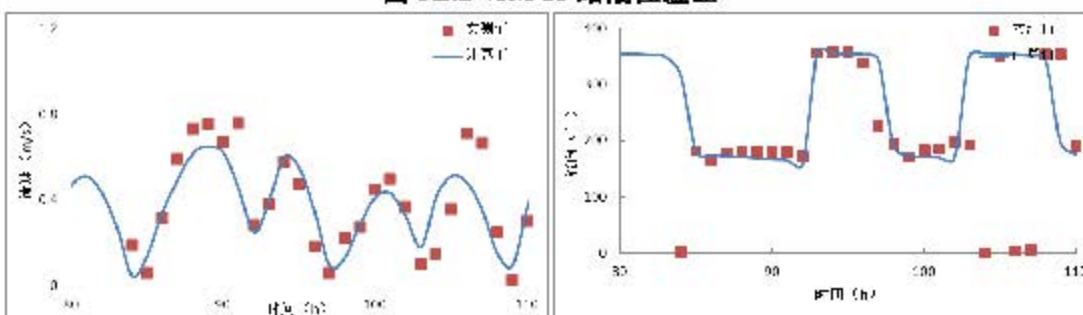


图 6.1.1-8JML1 站流速、流向验证

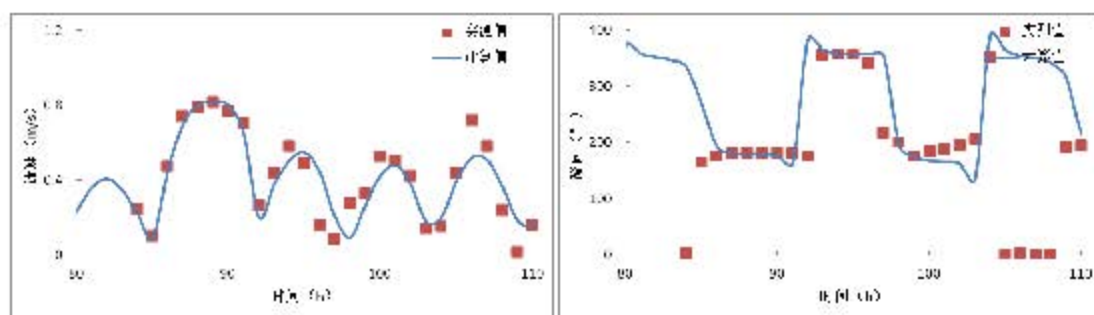


图 6.1.1-9JML2 站流速、流向验证

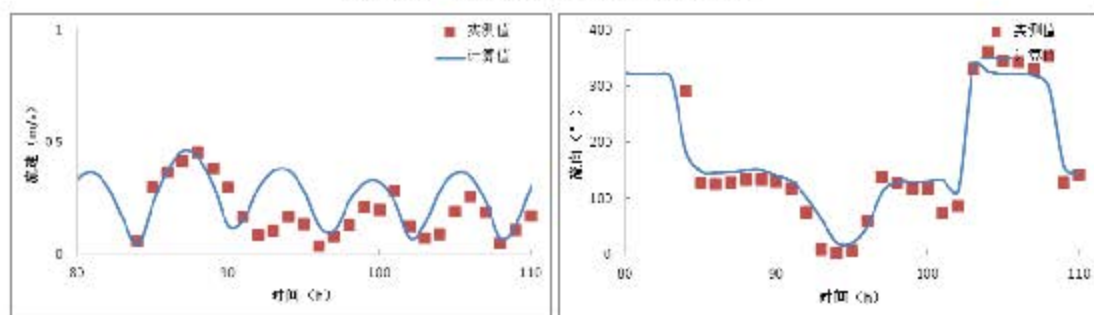


图 6.1.1-10JML3 站流速、流向验证

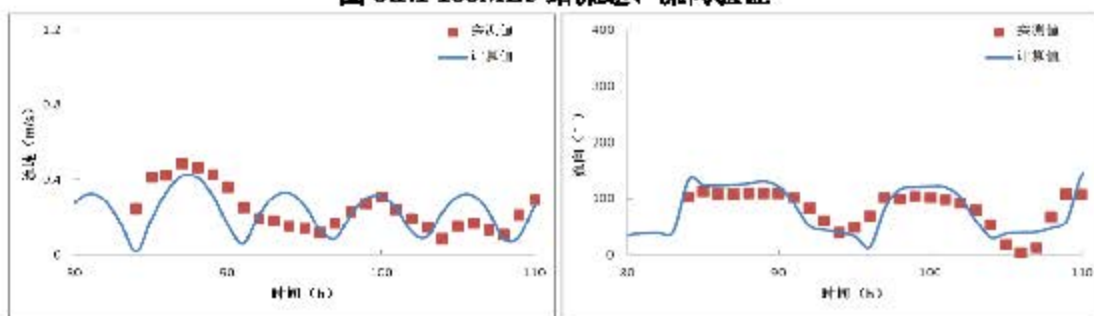


图 6.1.1-11JML4 站流速、流向验证

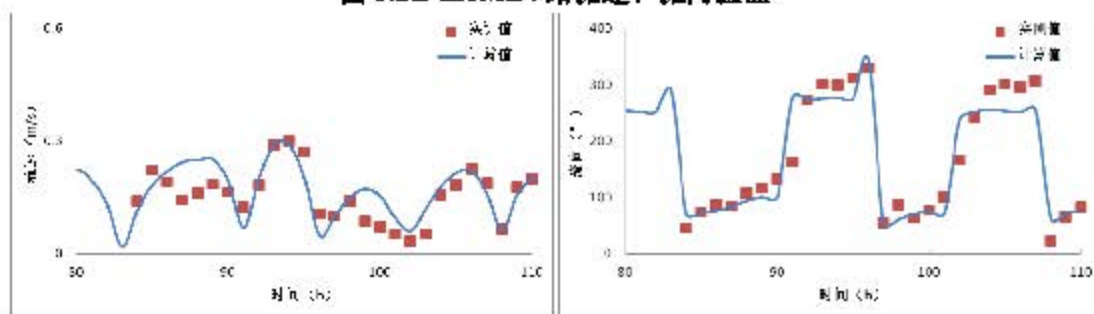


图 6.1.1-12JML5 站流速、流向验证

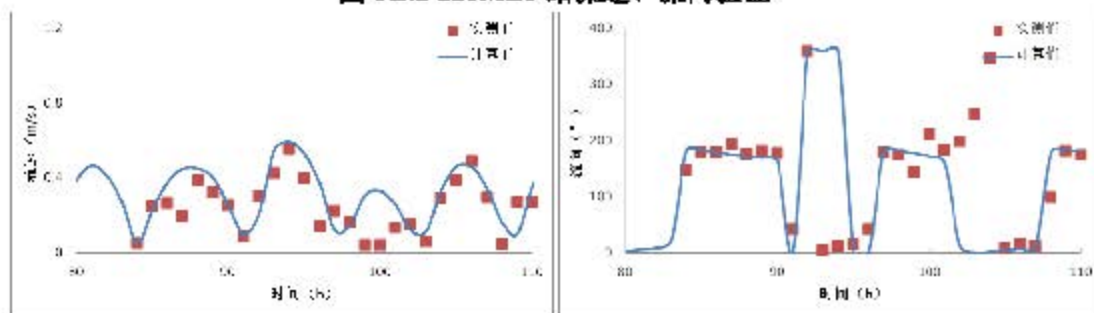


图 6.1.1-13JML6 站流速、流向验证

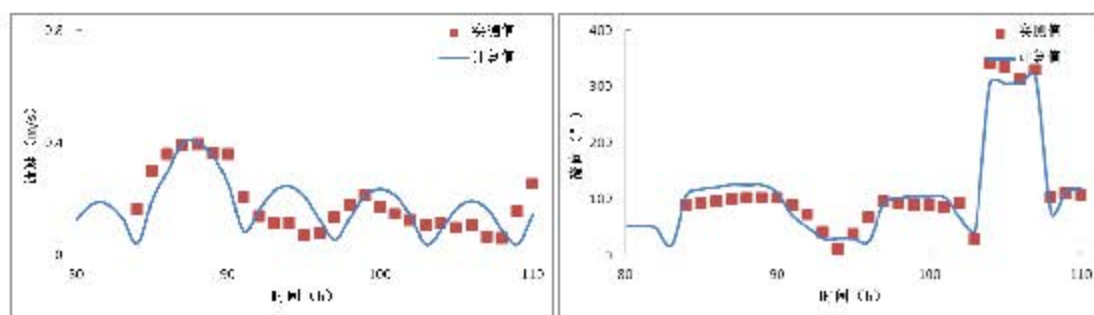


图 6.1.1-14JML7 站流速、流向验证

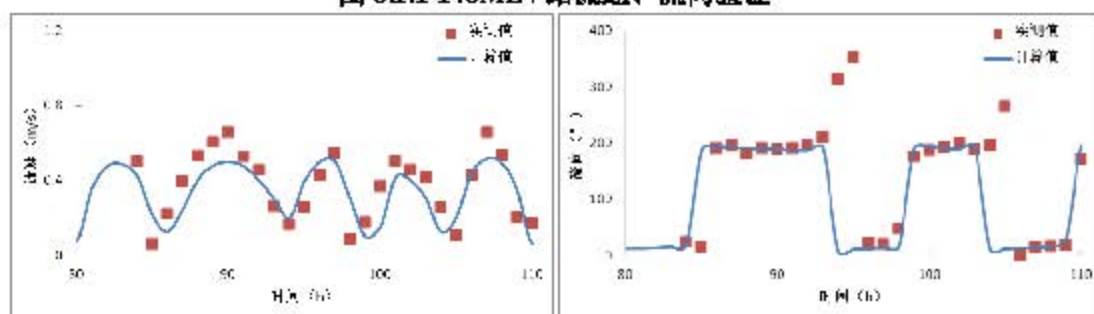


图 6.1.1-15JML8 站流速、流向验证

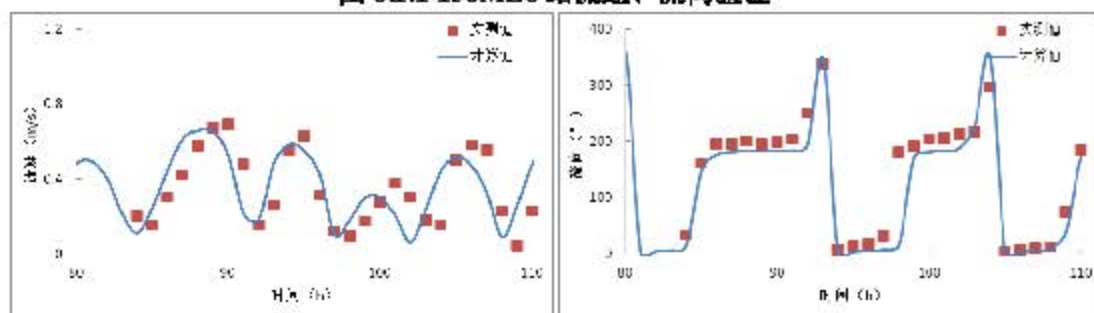


图 6.1.1-16JML9 站流速、流向验证

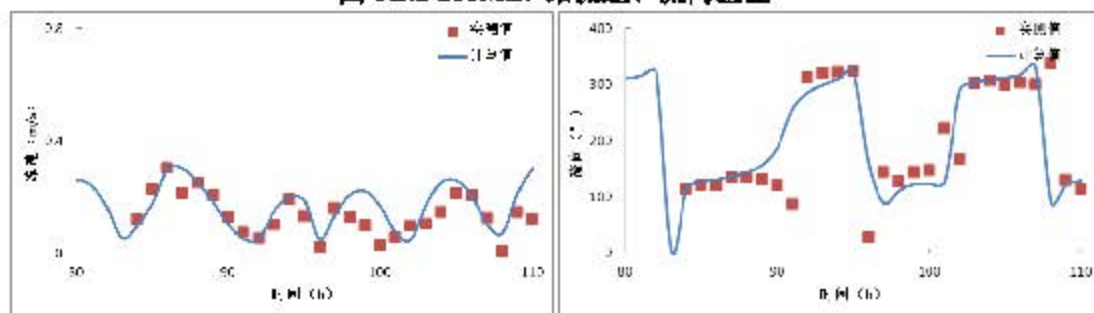


图 6.1.1-17JML10 站流速、流向验证

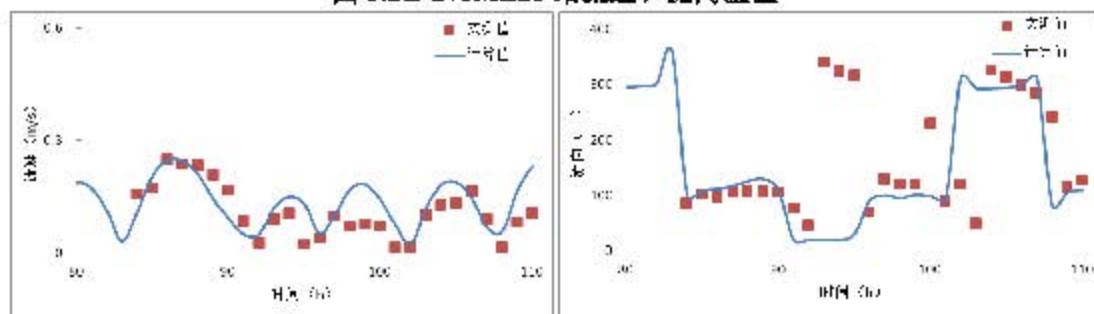


图 6.1.1-18JML11 站流速、流向验证

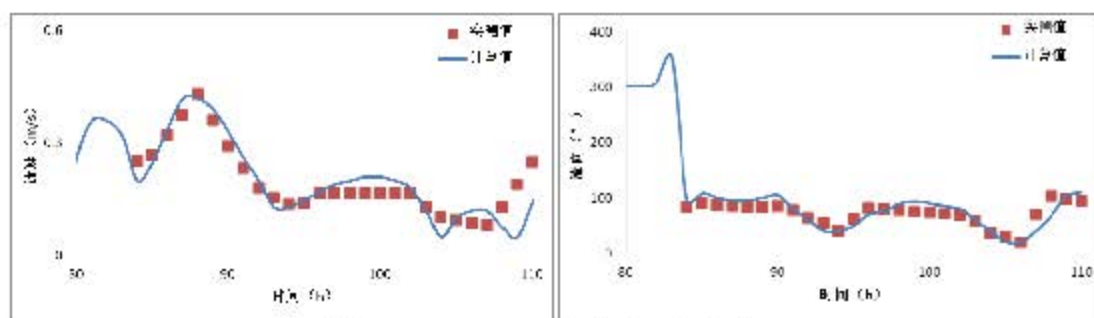


图 6.1.1-19JML22 站流速、流向验证

6.1.1.5 工程前水动力环境分析

采用经过验证的潮流数学模型，计算了本工程附近水域的潮流场。图 6.1.1-20～图 6.1.1-23 是台架式养殖区附近海域大潮期涨急、落急流场图。从计算结果可知，台架式养殖区附近海域落潮流速略大于涨潮流速，湾内流速较小，落急时刻流速为 0.44m/s 左右，涨急时刻为 0.39m/s 左右，流速随水深而减小。实测资料和流场的数值计算结果表明，项目所在位置周边海域海流较强，海流方向多变化，情况复杂，台架式养殖区附近海域涨落潮流向为 N-S 走向。

图 6.1.1-20 工程前海域涨急流场图

图 6.1.1-21 工程前海域落急流场图

图 6.1.1-22 工程前海域涨急流场图（局部放大）

图 6.1.1-23 工程前海域落急流场图（局部放大）

6.1.1.6 工程后水动力环境变化

拟建工程概化，关键技术是要合理概化。概化要符合实际情况，则计算成果就能较精确地反映工程的实际情况。本工程为台架式养殖，主要是蚝排落在水域内，根据蚝排的布置情况，对于拟建较大的构筑物采用实体概化的方法，而对于直径较小的则采用相应位置加糙处理。将计算水域的糙率分成两部分：一是基本糙率，即无土工建筑物的糙率 n ；二是等效糙率 n_t ，即考虑了土工建筑物影响的等效糙率。基本糙率由模型在无工程条件下率定所得，等效糙率 n_t 采用南科院的桩群阻力研究成果：

$$F' = \rho \cdot C_D \cdot A' \cdot \frac{V^2}{2}; \quad C_D = C_d \cdot K_d \cdot N_d$$

C_d ：单桩阻力系数； $C_d=2.0 K_d$ ；桩群当量系数； $K_d=0.3\sim 1.0$

N_d : 桩数 F' : 单桩或桩群阻力; C_D : 单桩或桩群的阻力系数;

A' : 桩柱在垂直于水流方向上的投影面积; V : 作用于桩柱上的趋近流速。

在一个计算单元网格 $\Delta x \times \Delta y$ 内, 河床的边界阻力为 F , 若有单桩或桩群, 则总阻力应为 $F_l = F + F'$ 。便于应用, 在计算中采用等效糙率 n_t 替代 n 。 n_t 的计算公式如下:

$$n_t = \left(\frac{A'}{2} \cdot C_D \cdot H^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{gn^2 \Delta x \times \Delta y} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} \cdot n$$

式中: n_t 为等效糙率; n 为河床糙率; H 为水深。

计算中水深不一, n_t 取值范围不同。

布设 1753 组台架, 采用行列式矩阵规整布置, 木桩等距排列, 预留作业航道, 单个台架尺寸为 16m×12m, 台架之间间距为 30m, 并在两个单元的前后布置 50m 的通道。模型在计算过程中按最不利工况考虑, 即将每个区台架视为实体, 按单桩考虑, 采用区局部加糙的方法模拟台架式养殖对水流的阻流作用。

图 6.1.1-22a 台架式养殖区曼宁系数分布图

图 6.1.1-22b 台架式养殖区及附近养殖区曼宁系数分布图

工程后水动力环境变化考虑两个工况, 工况一为本项目实施后水动力环境预测结果, 工况二为本项目叠加现状已批在建、拟建养殖项目(台山市海洋牧场基础设施建设项目一期工程中广海湾养殖项目 and 市公资办养殖项目、台山市海域开放式养殖)实施后的水动力环境预测结果。

在模型验证的基础上对工程附近的潮流场进行了计算。图 6.1.1-24~图 6.1.1-27 为施工后工程附近大潮涨落急流场图、图 6.1.1-28~图 6.1.1-31 为工程前后涨落急流速变化等值线图。为了定量分析台架式养殖工程实施后对附近海域水动力环境的影响, 工程附近布置 9 个代表点, 代表点位置见图 6.1.1-23。将施工前后各代表点大潮涨落急流速流向变化情况分别列于表 6.1.1-1~表 6.1.1-4, 从图可见, 工程方案实施后流场变化仅限于工程附近。以下为方案实施后工程附近海域涨落急流速流向变化情况:

(1) 项目实施前工况一台架式养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速为

0.33m/s~0.49m/s，涨急流向为 4.5° ~ 356.4° ，大潮落急流速为 0.38m/s ~0.62m/s，落急流向为 162.6° ~ 192.1° ；工况二台架式养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速为 0.26m/s~0.55m/s，涨急流向为 4.6° ~ 357.3° ，大潮落急流速为 0.30m/s ~0.67m/s，落急流向为 170.0° ~ 194.1° ；

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

养殖工程实施后，由于台架的阻流作用，养殖区内水流会发生一定幅度的减小，因此，工程区内各代表点流速以减小为主。工况一情况下，养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.09m/s ~0.04m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于- 6.3° ~ 2.1° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.12m/s~0.03m/s 之间，大潮落急流向变化值位于- 4.2° ~ 2.8° 之间；工况二情况下，养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.06m/s~0.10m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于- 4.6° ~ 3.8° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.11m/s~0.08m/s 之间，大潮落急流向变化值位于- 6.1° ~ 16.1° 之间。

总体上看，由于养殖区水动力环境相对较弱，养殖工程实施后，附近海域水动力环境变化幅度较小，工程实施后对附近水动力环境影响有限，基本不会对湾外海域水动力环境产生影响。

图 6.1.1-23 台架式养殖区代表点位置图

表 6.1.1-1 工程前后大潮涨急流速流向变化（工况一）

代表点	流速 (m/s)			流向 ($^{\circ}$)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
A1	0.46	0.46	0.00	356.4	353.6	-2.8
A2	0.33	0.27	-0.06	344.1	337.8	-6.3
A3	0.34	0.36	0.02	340.2	338.0	-2.2
A4	0.49	0.53	0.04	4.5	4.1	-0.4
A5	0.43	0.34	-0.09	356.0	351.9	-4.1
A6	0.37	0.39	0.02	356.0	357.4	1.4
A7	0.44	0.44	0.00	16.4	14.4	-2.0
A8	0.41	0.39	-0.02	9.1	9.0	-0.1
A9	0.37	0.37	0.00	8.5	10.6	2.1

表 6.1.1-2 工程前后大潮落急流速流向变化（工况一）

代表点	流速 (m/s)			流向 ($^{\circ}$)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
A1	0.54	0.53	-0.01	174.8	177.1	2.3
A2	0.38	0.35	-0.03	164.7	161.5	-3.2

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
A3	0.38	0.40	0.02	162.6	159.2	-3.4
A4	0.62	0.65	0.03	184.0	185.7	1.7
A5	0.51	0.39	-0.12	176.0	171.8	-4.2
A6	0.47	0.49	0.02	178.2	178.7	0.5
A7	0.58	0.59	0.01	192.1	189.8	-2.3
A8	0.52	0.47	-0.05	189.2	189.6	0.4
A9	0.48	0.48	0.00	191.2	194.0	2.8

表 6.1.1-3 工程前后大潮涨急流速流向变化 (工况二)

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
A1	0.50	0.51	0.01	350.4	354.5	4.1
A2	0.34	0.27	-0.07	4.6	7.9	3.3
A3	0.26	0.28	0.02	345.7	339.7	-6.0
A4	0.55	0.59	0.04	4.8	4.3	-0.5
A5	0.53	0.40	-0.13	357.3	353.6	-3.7
A6	0.29	0.31	0.02	354.9	355.8	0.9
A7	0.47	0.47	0.00	15.0	12.5	-2.5
A8	0.42	0.39	-0.03	5.5	4.5	-1.0
A9	0.36	0.36	0.00	8.9	12.0	3.1

表 6.1.1-4 工程前后大潮落急流速流向变化 (工况二)

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
A1	0.55	0.54	-0.01	179.1	182.1	3.0
A2	0.36	0.32	-0.04	180.6	180.8	0.2
A3	0.30	0.30	0.00	170.0	164.0	-6.0
A4	0.67	0.70	0.03	185.2	186.6	1.4
A5	0.61	0.44	-0.17	183.0	180.6	-2.4
A6	0.34	0.36	0.02	179.5	178.8	-0.7
A7	0.61	0.62	0.01	190.6	188.0	-2.6
A8	0.53	0.46	-0.07	183.8	183.1	-0.7
A9	0.44	0.45	0.01	194.1	197.7	3.6

图 6.1.1-24 工程实施后台架式养殖区附近海域涨急流场图 (工况一)

图 6.1.1-25 工程实施后台架式养殖区海域落急流场图 (工况一)

图 6.1.1-26 工程实施后台架式养殖区海域落急流场图 (工况二)

图 6.1.1-27 工程实施后台架式养殖区海域涨急流场图 (工况二)

图 6.1.1-28 工程实施前后台架式养殖区海域涨急流速变化等值线图 (工况一)

图 6.1.1-29 工程实施前后台架式养殖区海域落急流速变化等值线图（工况一）

图 6.1.1-30 工程实施前后台架式养殖区海域涨急流速变化等值线图（工况二）

图 6.1.1-31 工程实施前后台架式养殖区海域落急流速变化等值线图（工况二）

图 6.1.1-32a 工程实施前后台架式养殖区海域落急流速对比图（工况一）

图 6.1.1-32b 工程实施前后台架式养殖区海域落急流速对比图（工况一局部放大图）

图 6.1.1-33 工程实施前后台架式养殖区海域落急流速对比图（工况二）

图 6.1.1-34 工程实施前后台架式养殖区海域涨急流速对比图（工况二）

6.1.2 浮缏式浮筏养殖、网箱养殖水动力环境影响预测与评价

6.1.2.1 三维水动力数学模型

三维水动力数学模型是基于三维不可压缩流，雷诺平均化的 N-S 方程，服从 Boussinesq 假定和静水压力假设，它包括了紊流影响以及密度变化，同时包含了温度平衡方程：

(1) 控制方程

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{z-\eta}{H+\eta} & D &= H+\eta & z=\eta, \sigma &= 0 & z=-H, \sigma &=-1 \\ \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial u D}{\partial x} + \frac{\partial v D}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \sigma} &= 0 \\ \frac{\partial u D}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uv D}{\partial y} + \frac{\partial uw}{\partial \sigma} - f v D + g D \frac{\partial \eta}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{A_w}{D} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right] \\ &\quad - \frac{g D^2}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x} \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma + \frac{g D}{\rho_0} \frac{\partial D}{\partial x} \int_{\sigma}^0 \sigma \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} d\sigma + F_x \\ \frac{\partial v D}{\partial t} + \frac{\partial uv D}{\partial x} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + \frac{\partial vw}{\partial \sigma} + f u D + g D \frac{\partial \eta}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{A_w}{D} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right] \\ &\quad - \frac{g D^2}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial y} \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma + \frac{g D}{\rho_0} \frac{\partial D}{\partial y} \int_{\sigma}^0 \sigma \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} d\sigma \\ F_x &= \frac{\partial}{\partial x} \left[2 D A_w \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[D A_w \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] \\ F_y &= \frac{\partial}{\partial y} \left[2 D A_w \frac{\partial v}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[D A_w \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] \end{aligned}$$

其中：

H —平均海平面下水深(m)

η —平均海平面起算水位 (m)

u —x 方向（东方向）流速 (m/s)

v — y 方向（北方向）流速（m/s）

w — σ 坐标系流速（m/s），方向为等 σ 线的法线方向，它与三维直角坐标系下垂向流速 W 的关系为：

$$w = W - u \left(\sigma \frac{\partial D}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) - v \left(\sigma \frac{\partial D}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \left(\sigma \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial t} \right)$$

f —科氏参数

A_H —水平湍流粘滞系数，取 $23 \text{ m}^2/\text{s}$ 。

A_M —垂直湍流粘滞系数，由求解双方程湍动能封闭模型求得。

ρ_0 为参考密度，取 1025 kg/m^3 ； ρ 为海水密度，由海水状态方程计算。

（2）初始条件：

初始速度场，水位场(开边界除外)均为 0。

（3）边界条件：

①在自由表面上（ $\sigma=0$ ）：

$$w(0)=0$$

$\rho_0 K_\sigma \left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) = (\tau_{ax}, \tau_{ay})$ ， τ_{ax}, τ_{ay} 为海表风应力在 x 、 y 方向上的分量，表达式为：

$$\tau_a = \rho_a C_D |\vec{W}_a| \vec{W}_a$$

其中， $\vec{W}_a$ 为风速（m/s）， ρ_a 为空气密度， C_D 为风曳力系数，采用 ECOM 公式：

$$C_D = \begin{cases} 1.2 \times 10^{-3} & |\vec{W}_a| \leq 11 \text{ (m/s)} \\ (0.49 + 0.065 |\vec{W}_a|) \times 10^{-3} & 11 < |\vec{W}_a| \leq 25 \text{ (m/s)} \\ 2.1 \times 10^{-3} & |\vec{W}_a| > 25 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

不考虑大气与水热交换：

$$w C + K_\sigma \frac{\partial C}{\partial \sigma} = 0$$

②在海底（ $\sigma=-1$ ）：

$$w(-1)=0$$

$\rho_a A_b \left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ ， τ_{bx}, τ_{by} 为海底切应力 x 、 y 方向上的分量，表达式为：

$$\vec{\tau}_s = \rho_s C_s |\vec{v}_s| \vec{v}_s$$

其中, $C_s = \max \left[\frac{k^2}{\ln^2(z_b/z_0)}, 0.0025 \right]$, k 是 Karman 常数 (一般取值 0.4), z_b 是离海

底最近的网格结点与海底的距离, z_0 为海底粗度, 取 0.01m。

不考虑海底热盐交换: $-K_v \frac{\partial C}{\partial \sigma} - w_s C_s = 0$

③侧边界条件:

在固边界上, 流的法向分量恒为零, $\vec{V}(x, y, \sigma, t) = 0$, 无热、盐交换。

在开边界上, 外海开边界来源与全球潮汐模型, 采用 8 个分潮调和常数计算潮位边界, 8 个分潮分别为 M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 。

$$\eta = \eta_0 + \sum_{i=1}^8 A_i f_i \cos(\omega_i t + (V_0 + u_0) - \phi_i)$$

式中, η_0 为平均潮位, A 为分潮振幅, ω 为分潮角速率, f 为交点因子, t 是区时, $(V_0 + u_0)$ 是平衡潮展开分潮的区时初相角, ϕ 为区时迟角。

(4) 干湿边界:

对计算区域内滩地干湿过程, 采用水位判别法处理, 即当某点水深小于一浅水深 $\mathcal{E}_{dry}$ (如 0.1m) 时, 令该处流速为零, 滩地干出, 当该处水深大于 $\mathcal{E}_{flood}$ (如 0.2m) 时, 参与计算, 潮水上滩。

6.1.2.2 计算方法

对笛卡儿坐标系下的控制方程的归一化:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial (F_x^I - F_x^V)}{\partial x} + \frac{\partial (F_y^I - F_y^V)}{\partial y} = S$$

其中:

$$U = \begin{bmatrix} h \\ h\bar{u} \\ h\bar{v} \end{bmatrix}$$

$$F_x^I = \begin{bmatrix} h\bar{u} \\ h\bar{u}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \\ h\bar{u}\bar{v} \end{bmatrix}, F_x^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(2\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}) \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$F_y^I = \begin{bmatrix} h\bar{v} \\ h\bar{u}\bar{v} \\ h\bar{v}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \end{bmatrix}, F_y^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \\ hA(2\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 \\ gh\frac{\partial d}{\partial x} + f\bar{v}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y}) + hu_s \\ gh\frac{\partial d}{\partial y} - f\bar{u}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}) + hv_s \end{bmatrix}$$

对于归一化后的方程，在每一个单元上积分，根据高斯定理，将面积分化为线积分

$$\int_{\Omega} \frac{\partial U}{\partial t} d\Omega + \int_{\Gamma_i} (F \cdot n) ds = \int_{\Omega} S(U) d\Omega$$

进一步简化后得到：

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{A_i} \sum_j^{NS} F \cdot n \Delta \Gamma_j = S_i$$

6.1.2.3 模型搭建

水动力模块包含两个模态，即内模态和外模态，在进行计算时，外模态忽略垂向结构，考虑水平对流和扩散，计算二维变量。内模态三维水动力模型考虑垂向分层使用 Sigma 坐标，模型层数分为 3 层，表中底层对应的层厚度为 0.3H、0.4H 和

0.3H，计算三维变量，按稳定性要求 $\frac{\Delta t}{2} < \frac{\alpha \cdot \Delta s}{\sqrt{gH_{\max}}}$ ， $\alpha=1\sim3$ ，水流数学模型的计算步长为动态时间步长，取 0.1s~30s。

模型求解采用非结构网格中心网格有限体积法求解，其优点为计算速度较快，

非结构网格可以拟合复杂地形。模型采用大小模型嵌套的方法进行计算，大模型外海开边界由全球潮汐预报模型提供，河流开边界由老鸭岗站、三水站以及博罗站流量控制。工程区模型共布置 179108 个网格，91499 个节点，采用三角形网格离散计算区域，最大网格尺寸为 5000m，最小网格尺寸为 40m。工程区模型开边界由大模型提供，模型计算范围及网格布置见图 6.1.2-1~图 6.1.2-4。

风场：采用台山海洋站数据，夏季平均风速 4.6m/s，风向为 SW；冬季平均风速 2.5m/s，风向为 N。

水深地形：水深资料为工程附近海图水深与 ETOP1 全球地形数据库水深资料融合，其中工程附近海区则由中国人民解放军海军司令部航海保证部最新版海图资料读取。地形加载到网格中进行插值，得到模型计算地形见图 6.1.2-1。

图 6.1.2-1 大范围模型计算范围

图 6.1.2-2 工程区模型计算范围

图 6.1.2-3 养殖区网格剖分图

图 6.1.2-4 工程附近水深地形图

6.1.2.4 模型验证

(1) 夏季水文验证

模型计算时间为 2023 年 8 月 15 日 0:00~2023 年 8 月 30 日 23:00，模型采用 2023 年 8 月 18 日 11 时~2023 年 8 月 19 日 13 时工程附近海域 JML1~JML12 测站的潮流资料以及 JMC1~JMC3 三个潮位测站观测资料进行验证，验证点位置见图 6.1.2-5。图 6.1.2-6~图 6.1.2-8 给出了三个实测潮位站潮位过程计算值与实测值的比较图。图 6.1.2-9~图 6.1.2-42 给出了夏季 12 个潮流实测站位表层、中层和底层流速、流向计算值与实测资料的对比图。

率定和验证结果表明：相同站点垂向各层计算精度差别不大，工程附近潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，从图和误差分析表可以看出，模拟潮位与实测潮位基本吻合，误差主要出现在高高、低低潮时刻。

个别站点计算流速与实测流速的误差稍大（可能由于地形资料和边界条件的偏差引起），所建立的工程海域潮流数学模型合理可信，基本反映了工程附近海域整体的潮流运动规律；工程海域 12 个潮流点的计算流速、流向和实测值也吻合较好，

相位差基本控制在 0.4h 以内，流速值的相对误差大部分在 9.1%以内，表明所建模型能够反映工程海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。总体而言，计算域内潮汐和潮流模拟验证较好，计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。

表 6.1.2-1 模型率定验证误差分析一览表

率定验证项	2023 年 8 月
高低潮时间相位差 (h)	0.4
高低潮潮位偏差 (cm)	10
流速时间相位差 (h)	0.4
平均流速偏差 (%)	9.1
平均流向偏差 (%)	9.4

图 6.1.2-5 夏季水文验证点位置图

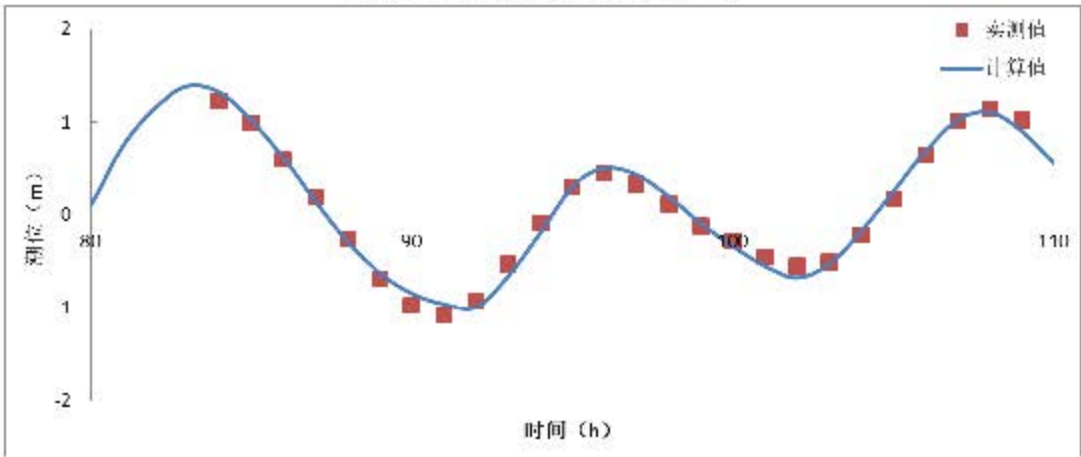


图 6.1.2-6 夏季水文 JMC1 站潮位验证

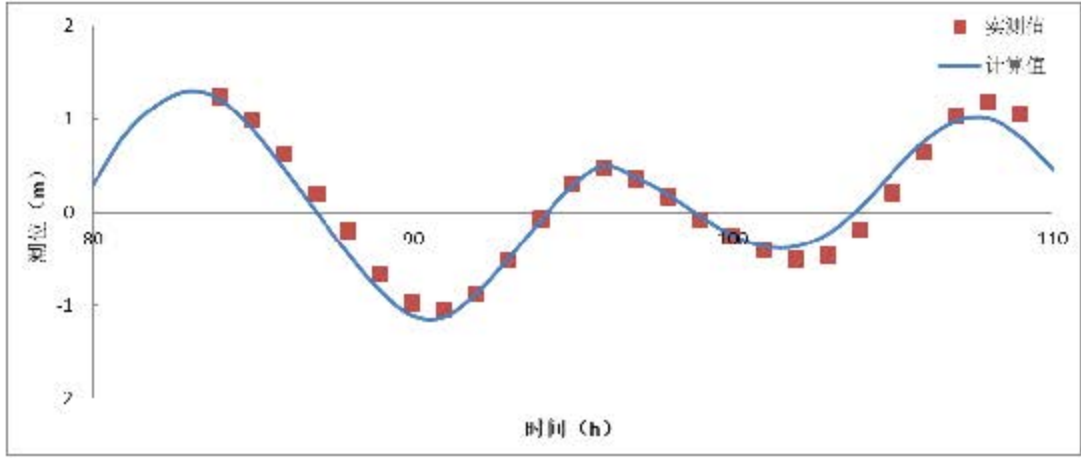


图 6.1.2-7 夏季水文 JMC2 站潮位验证

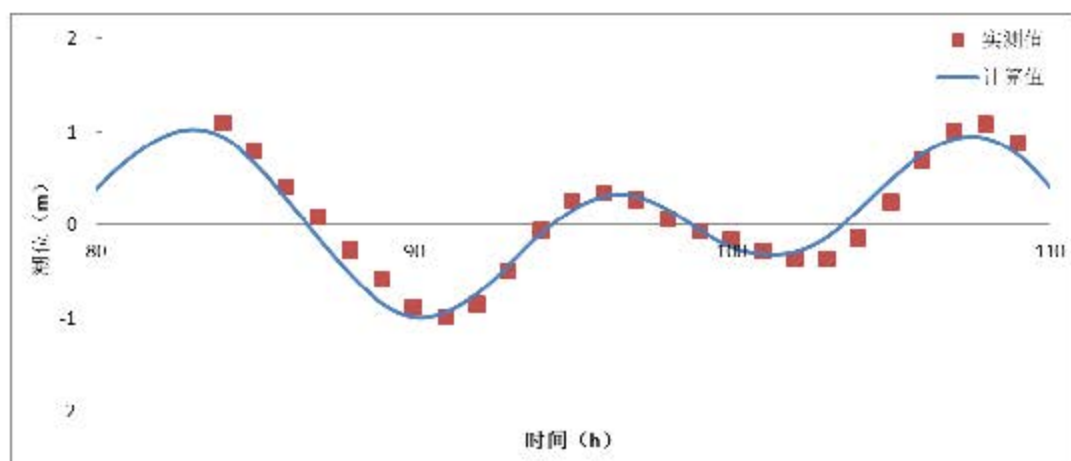


图 6.1.2-8 夏季水文 JMC3 站潮位验证

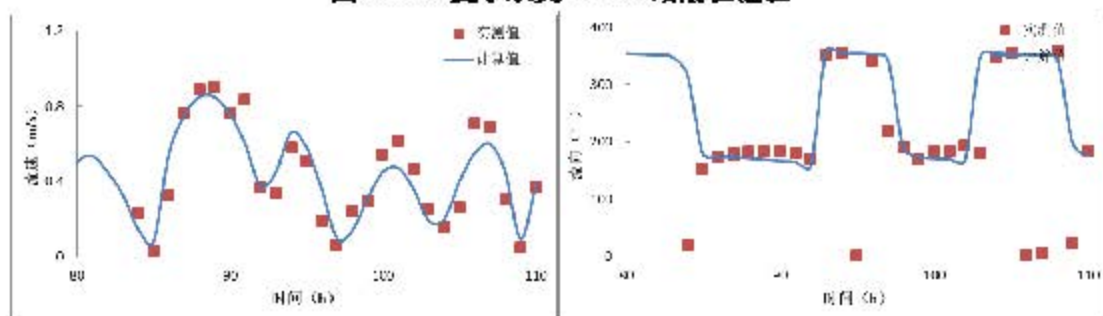


图 6.1.2-9 夏季水文 JML1 站流速、流向验证 (表层)

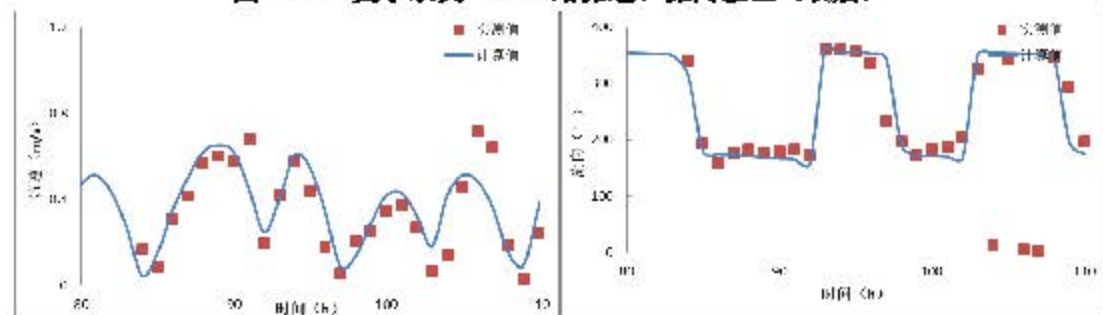


图 6.1.2-10 夏季水文 JML1 站流速、流向验证 (底层)

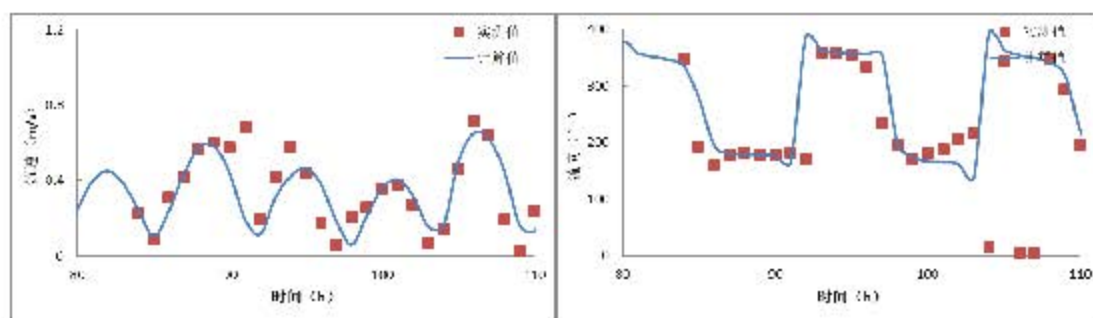


图 6.1.2-11 夏季水文 JML2 站流速、流向验证（表层）

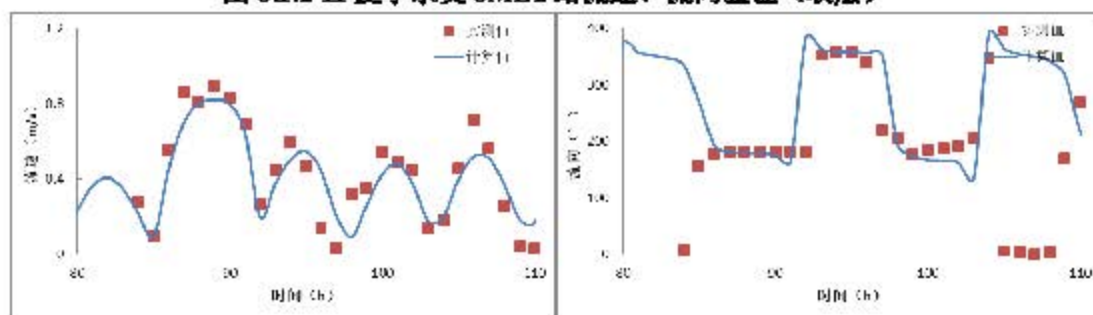


图 6.1.2-12 夏季水文 JML2 站流速、流向验证（中层）

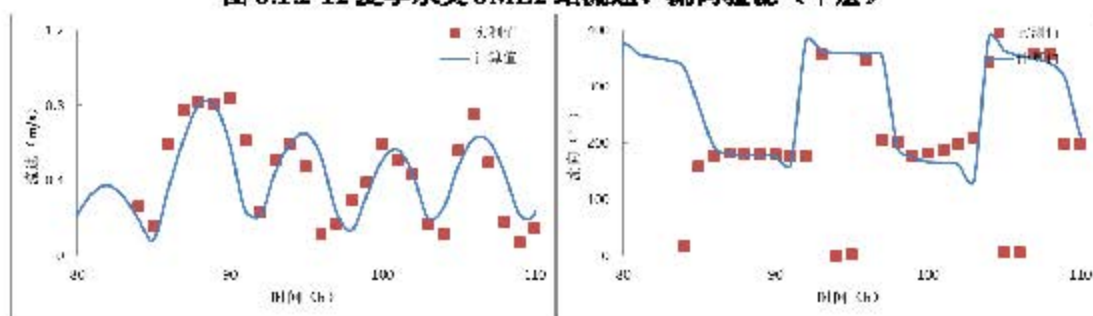


图 6.1.2-13 夏季水文 JML2 站流速、流向验证（底层）

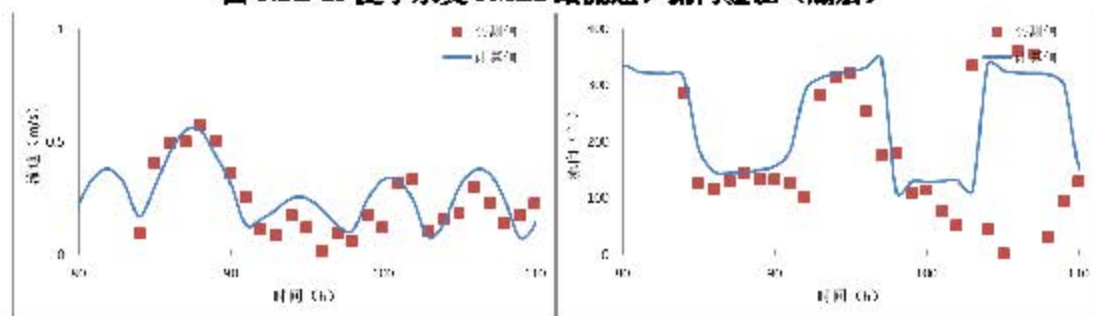


图 6.1.2-14 夏季水文 JML3 站流速、流向验证（表层）

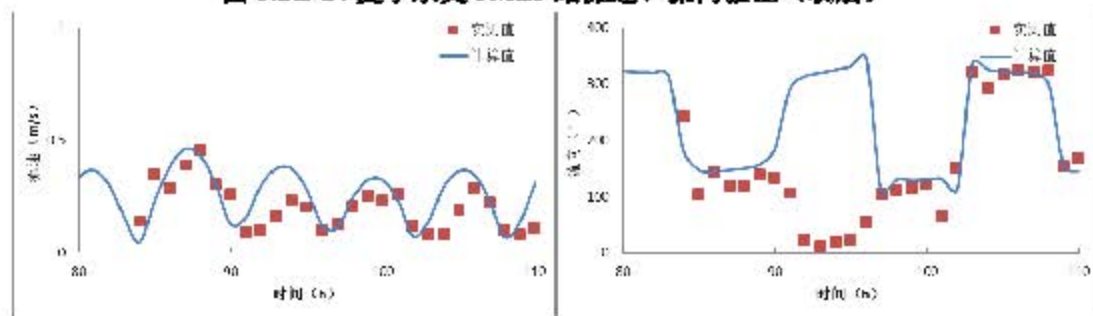


图 6.1.2-15 夏季水文 JML3 站流速、流向验证（中层）

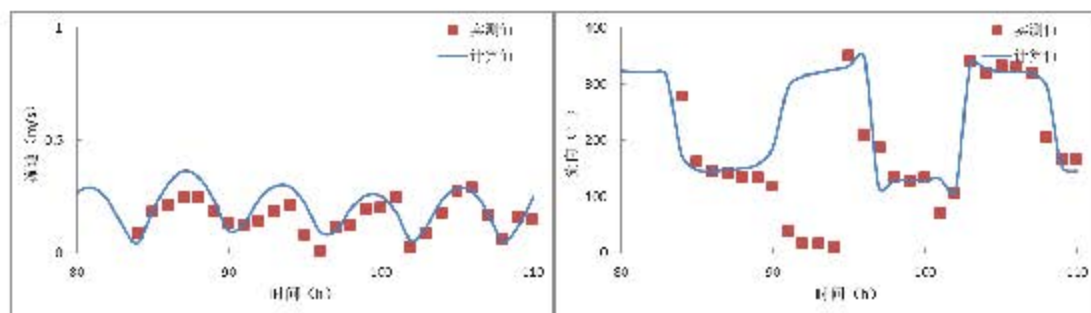


图 6.1.2-16 夏季水文 JML3 站流速、流向验证（底层）

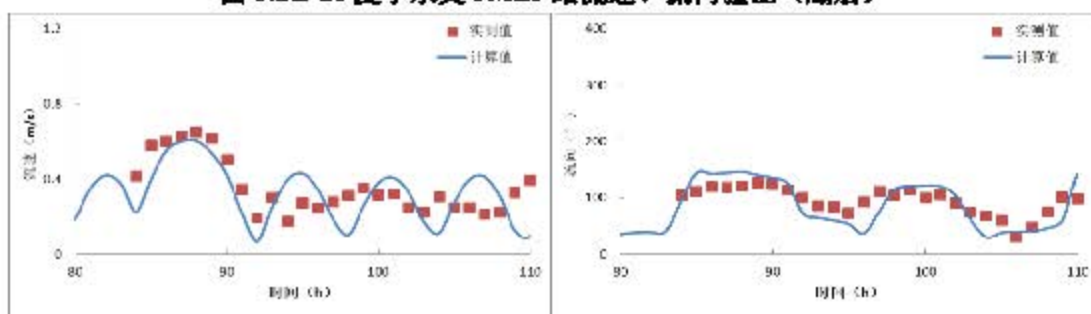


图 6.1.2-17 夏季水文 JML4 站流速、流向验证（表层）

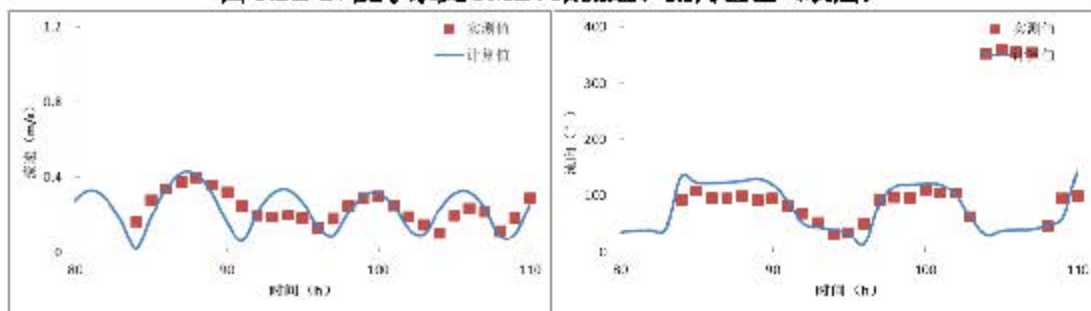


图 6.1.2-18 夏季水文 JML4 站流速、流向验证（中层）

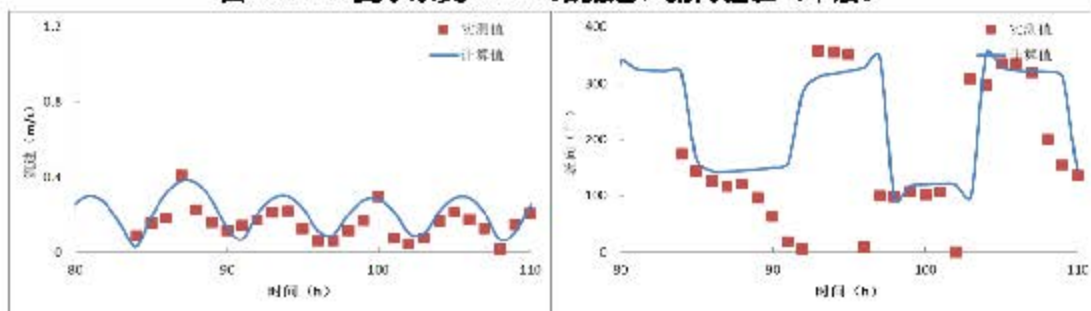


图 6.1.2-19 夏季水文 JML4 站流速、流向验证（底层）

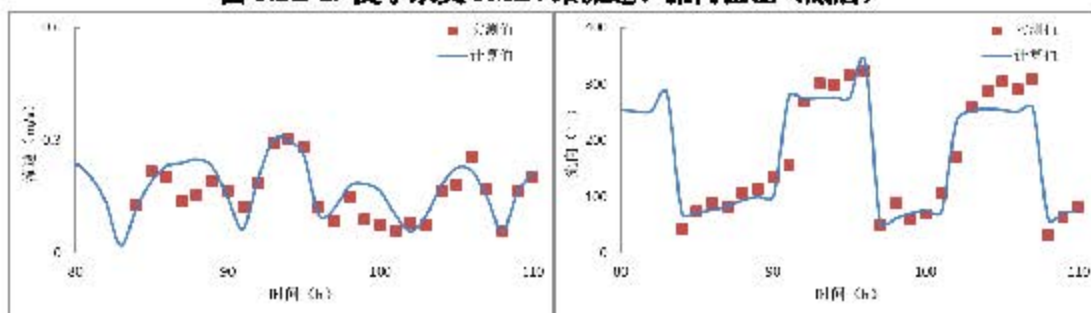


图 6.1.2-20 夏季水文 JML5 站流速、流向验证（表层）

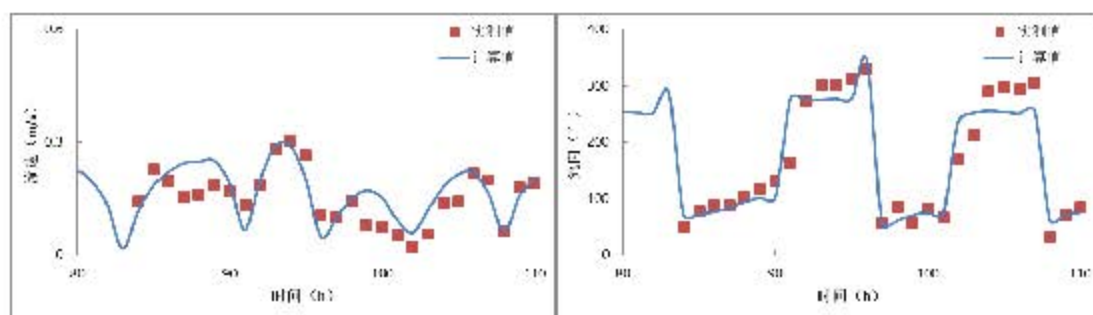


图 6.1.2-21 夏季水文 JML5 站流速、流向验证（中层）

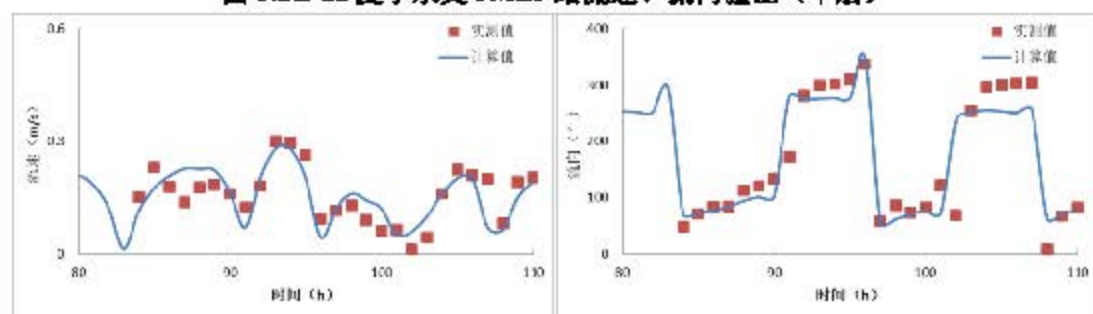


图 6.1.2-22 夏季水文 JML5 站流速、流向验证（底层）

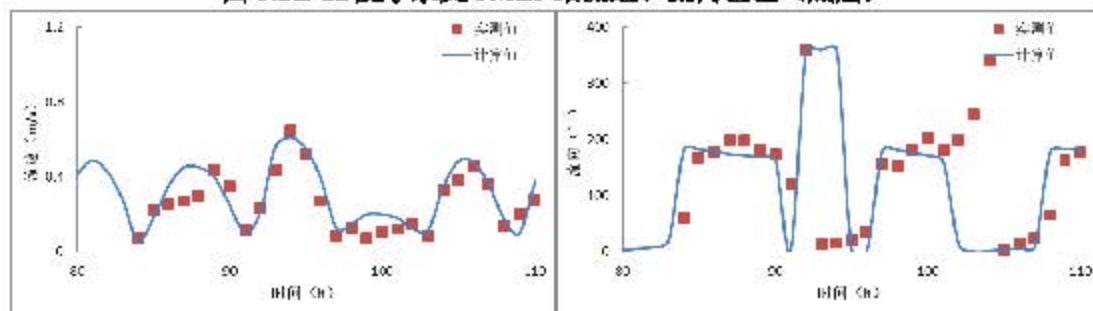


图 6.1.2-23 夏季水文 JML6 站流速、流向验证（表层）

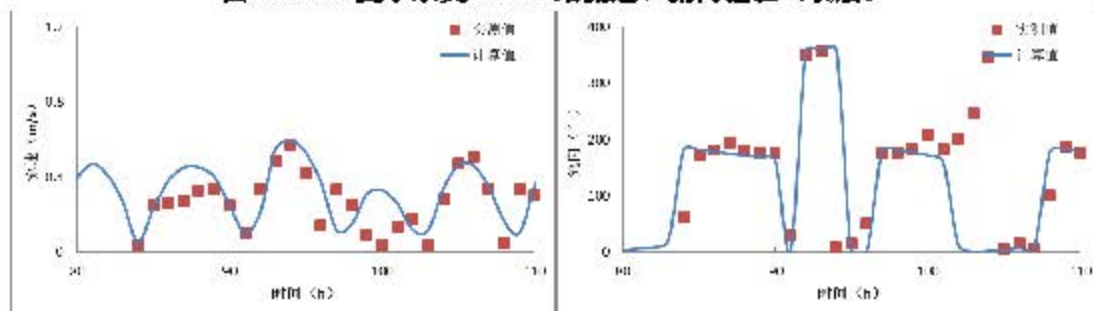


图 6.1.2-24 夏季水文 JML6 站流速、流向验证（中层）

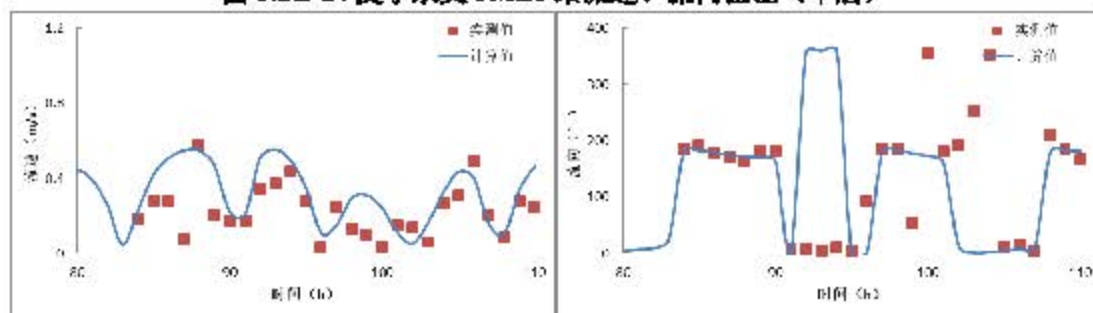


图 6.1.2-25 夏季水文 JML6 站流速、流向验证（底层）

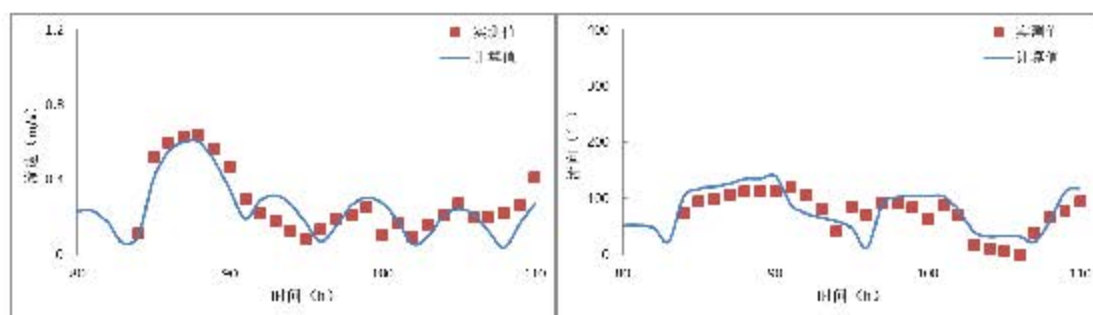


图 6.1.2-26 夏季水文 JML7 站流速、流向验证（表层）

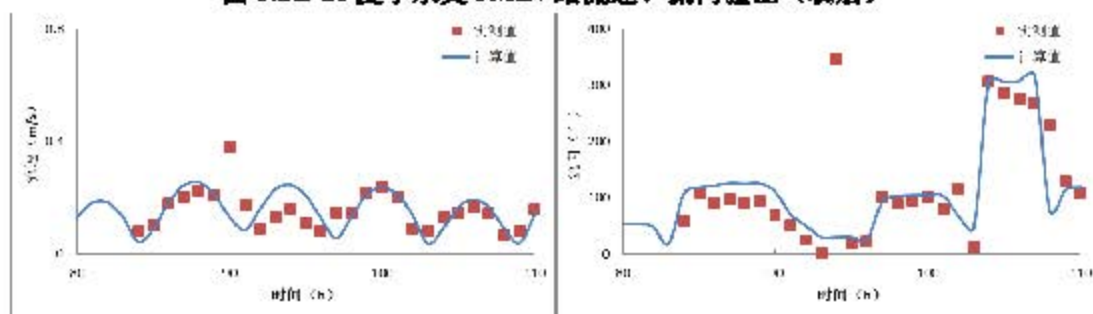


图 6.1.2-27 夏季水文 JML7 站流速、流向验证（中层）

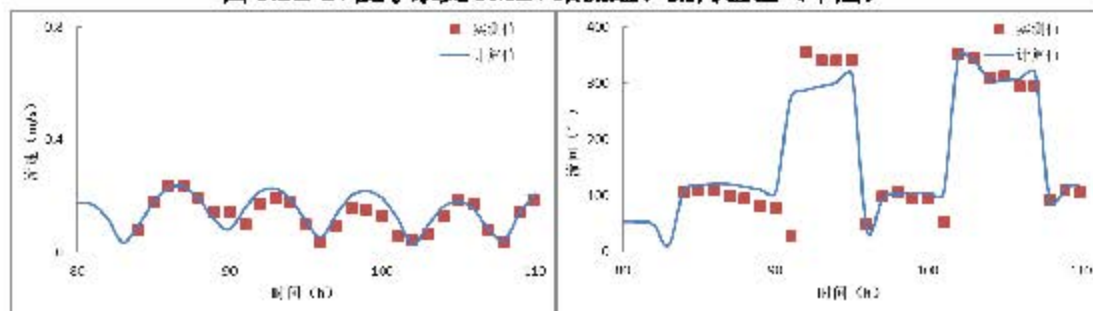


图 6.1.2-28 夏季水文 JML7 站流速、流向验证（底层）

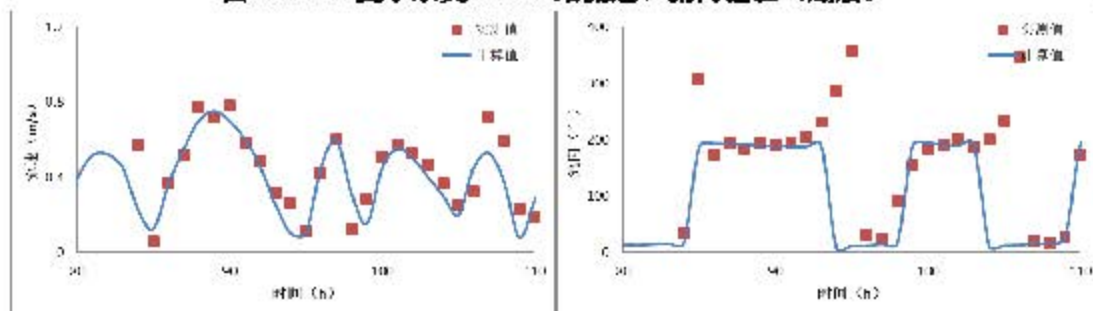


图 6.1.2-29 夏季水文 JML8 站流速、流向验证（表层）

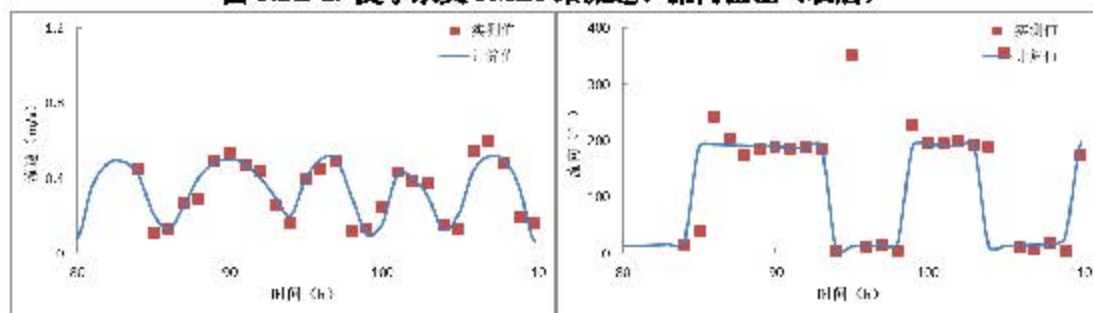


图 6.1.2-30 夏季水文 JML8 站流速、流向验证（底层）

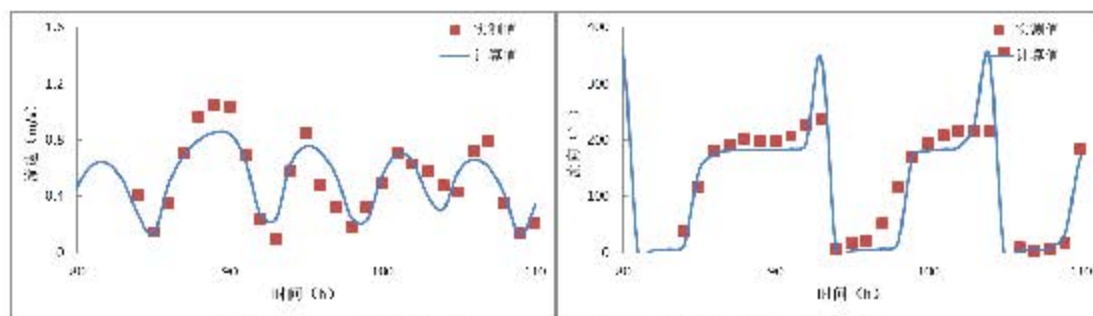


图 6.1.2-31 夏季水文 JML9 站流速、流向验证 (表层)

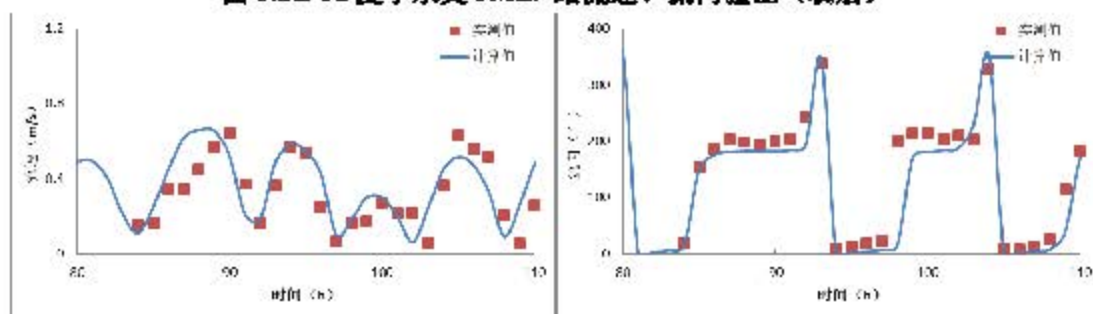


图 6.1.2-32 夏季水文 JML9 站流速、流向验证 (中层)

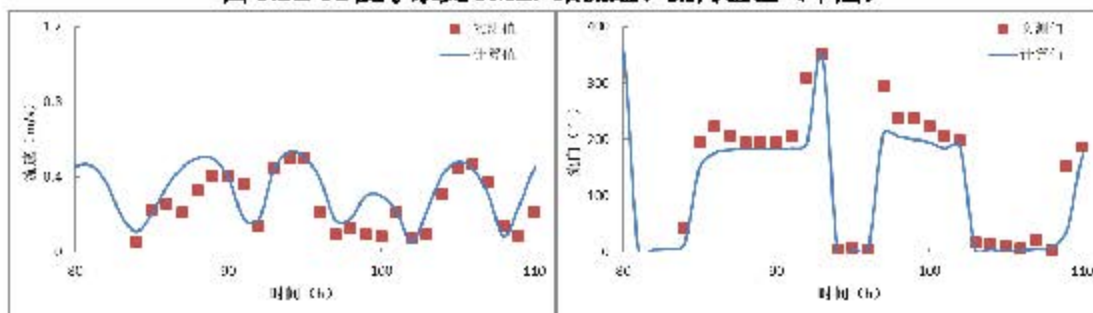


图 6.1.2-33 夏季水文 JML9 站流速、流向验证 (底层)

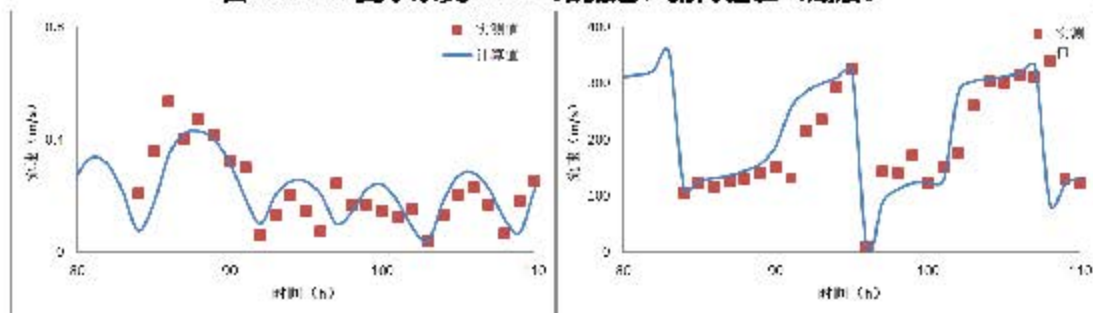


图 6.1.2-34 夏季水文 JML10 站流速、流向验证 (表层)

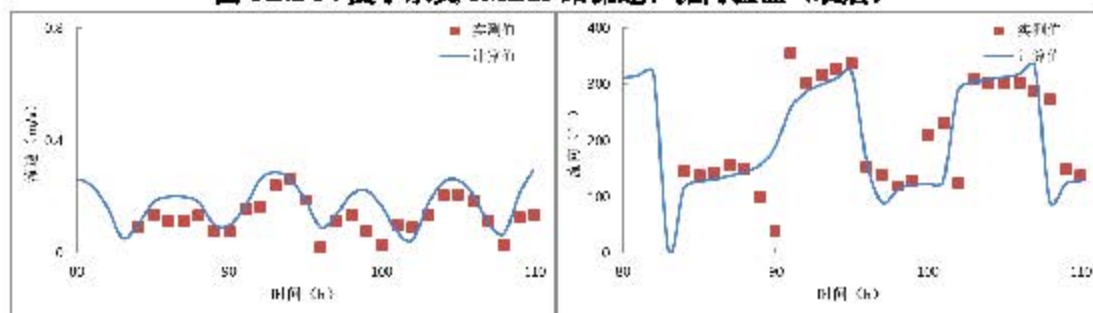


图 6.1.2-35 夏季水文 JML10 站流速、流向验证 (中层)

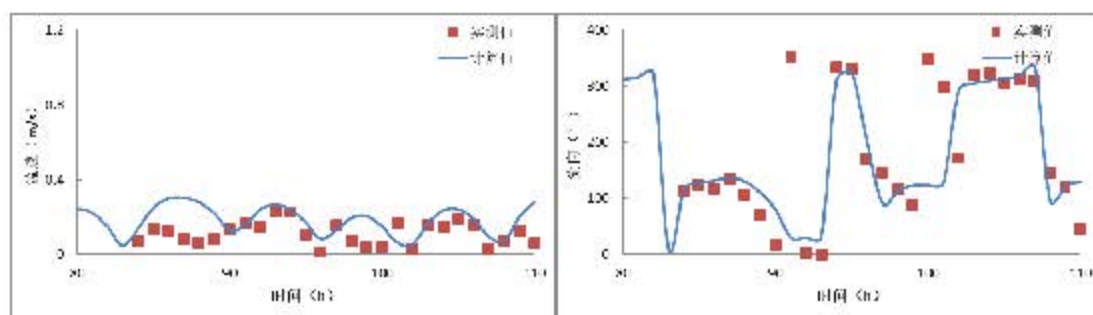


图 6.1.2-36 夏季水文 JML10 站流速、流向验证（底层）

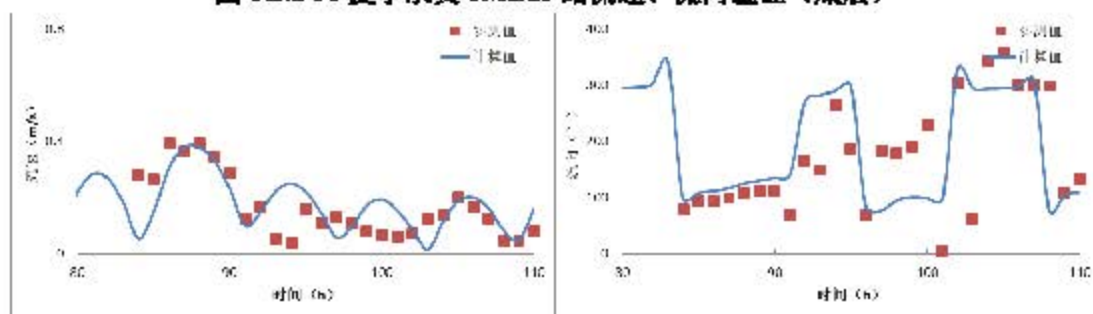


图 6.1.2-37 夏季水文 JML11 站流速、流向验证（表层）

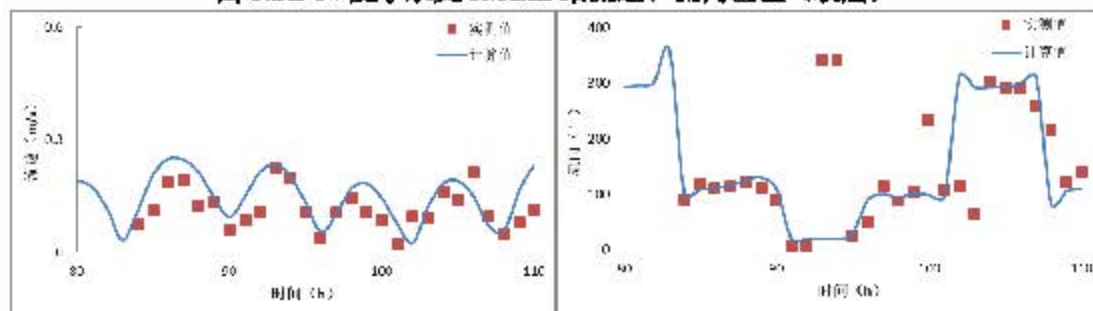


图 6.1.2-38 夏季水文 JML11 站流速、流向验证（中层）

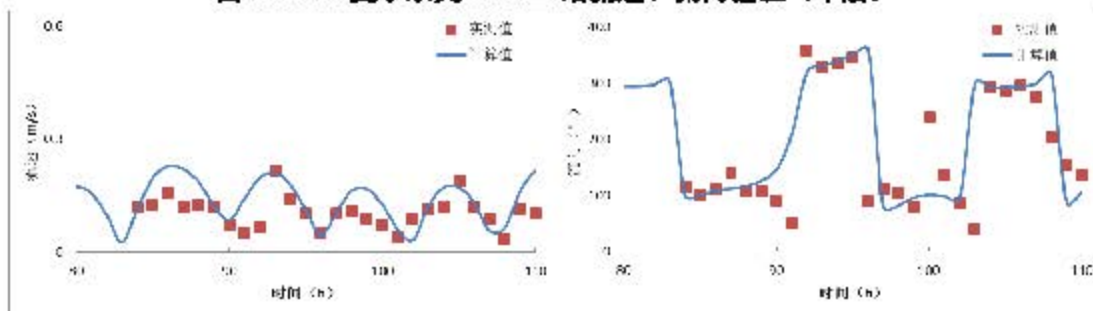


图 6.1.2-39 夏季水文 JML11 站流速、流向验证（底层）

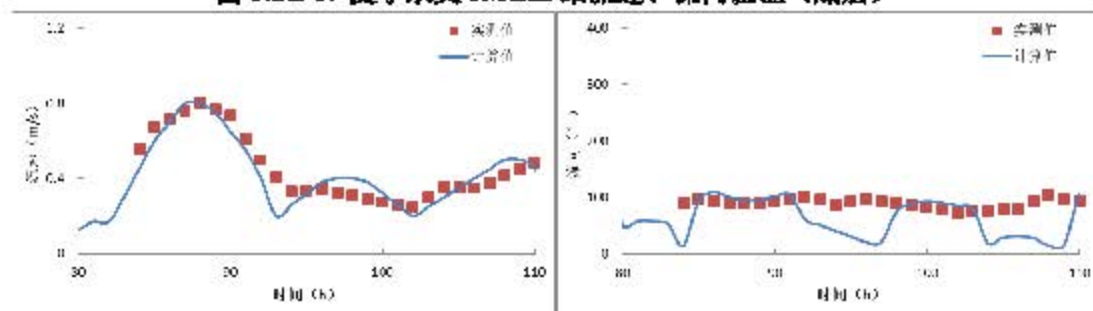


图 6.1.2-40 夏季水文 JML12 站流速、流向验证（表层）

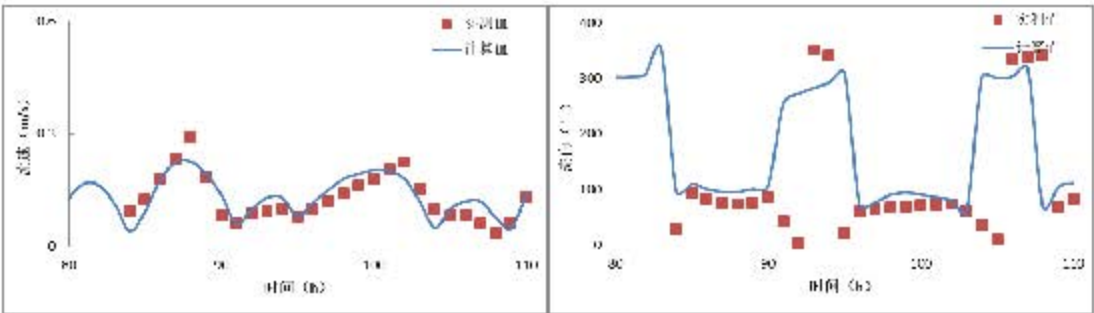


图 6.1.2-41 夏季水文 JML12 站流速、流向验证（中层）

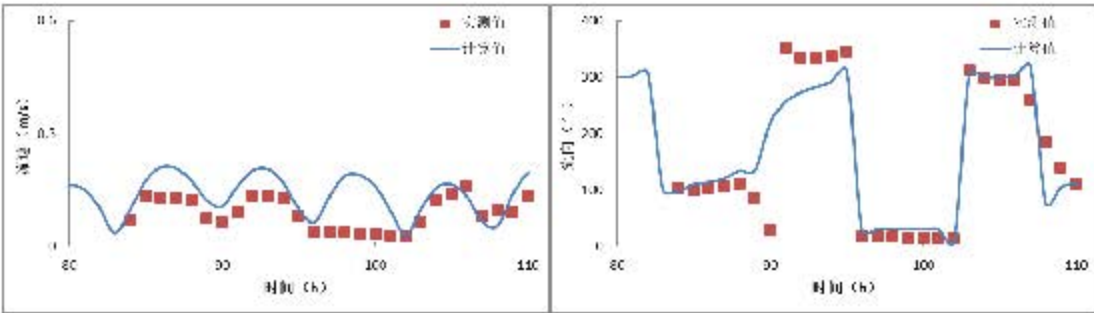


图 6.1.2-42 夏季水文 JML12 站流速、流向验证（底层）

(2) 冬季水文验证

模型计算时间为 2024 年 1 月 10 日 0:00~2024 年 1 月 25 日 23:00，模型采用 2024 年 1 月 11 日 10 时~2024 年 1 月 12 日 12 时工程附近海域 JML1~JML12 测站的潮流资料以及 JMC1~JMC3 三个潮位测站观测资料进行验证，验证点位置见图 6.1.2-43。图 6.1.2-44~图 6.1.2-46 给出了三个实测潮位站潮位过程计算值与实测值的比较图。图 6.1.2-47~图 6.1.2-80 给出了冬季 12 个潮流实测站位表层、中层和底层流速、流向计算值与实测资料的对比图。

率定和验证结果表明：相同站点垂向各层计算精度差别不大，工程附近潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，从图和误差分析表可以看出，模拟潮位与实测潮位基本吻合，误差主要出现在高高、低低潮时刻。

个别站点计算流速与实测流速的误差稍大（可能由于地形资料和边界条件的偏差引起），所建立的工程海域潮流数学模型合理可信，基本反映了工程附近海域整体的潮流运动规律；工程海域 12 个潮流点的计算流速、流向和实测值也吻合较好，相位差基本控制在 0.4h 以内，流速值的相对误差大部分在 9.1% 以内，表明所建模型能够反映工程海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。总体而言，计算域内潮汐和潮流模拟验证较好，计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。

表 6.1.2-2 模型率定验证误差分析一览表

率定验证项	2024 年 1 月
高低潮时间相位差 (h)	0.5
高低潮潮位偏差 (cm)	8
流速时间相位差 (h)	0.5
平均流速偏差 (%)	9.3
平均流向偏差 (%)	9.5

图 6.1.2-43 冬季水文验证点位置图

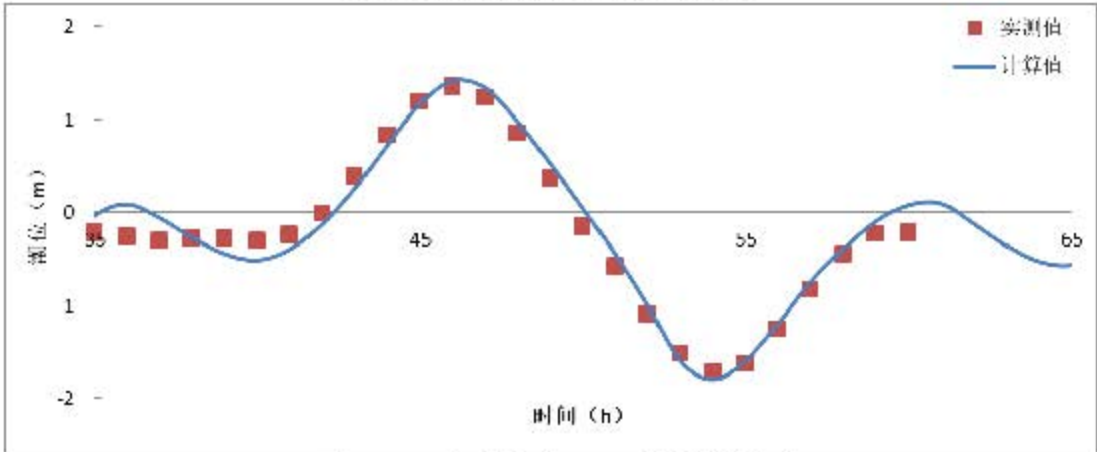


图 6.1.2-44 冬季水文 JMC1 站潮位验证

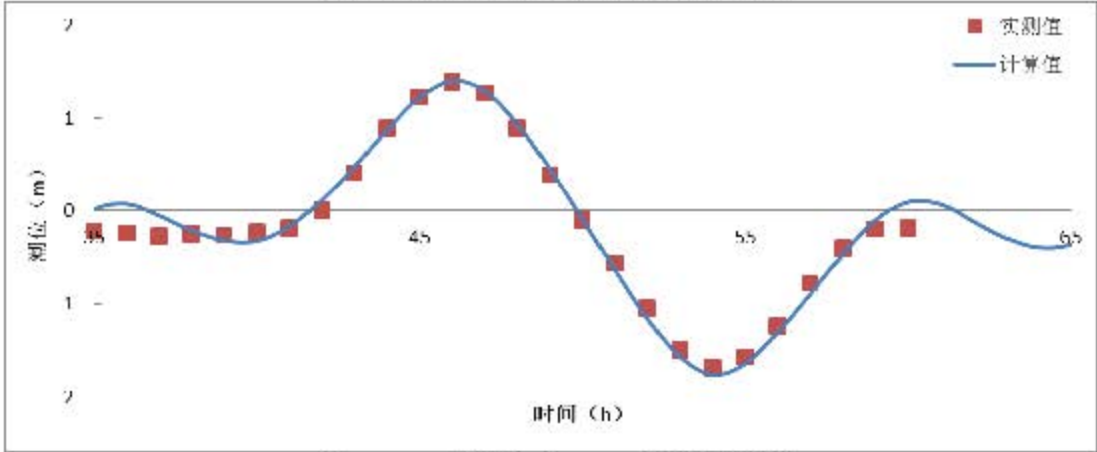


图 6.1.2-45 冬季水文 JMC2 站潮位验证

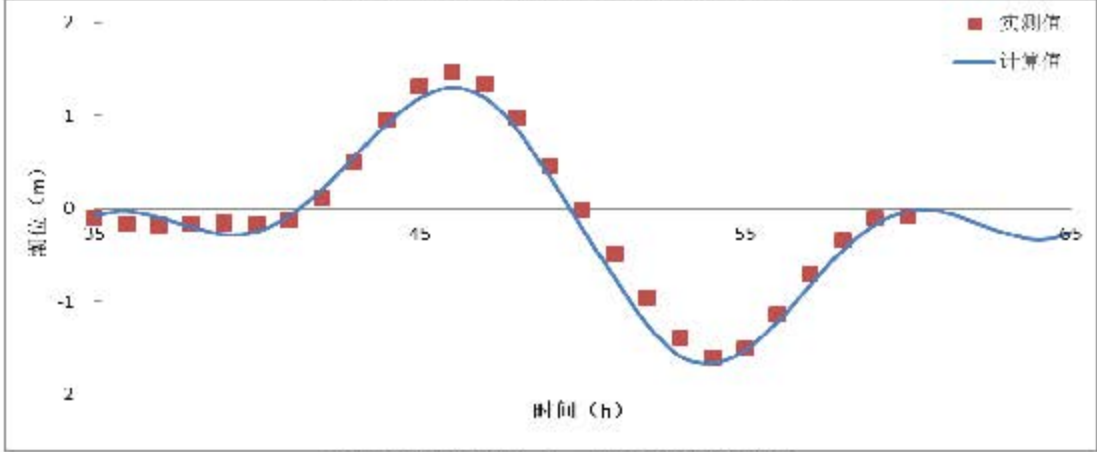


图 6.1.2-46 冬季水文 JMC3 站潮位验证

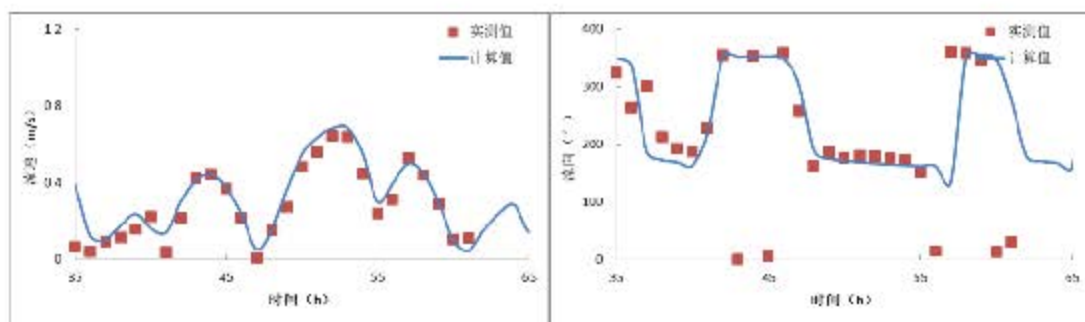


图 6.1.2-47 冬季水文 JML1 站流速、流向验证（表层）

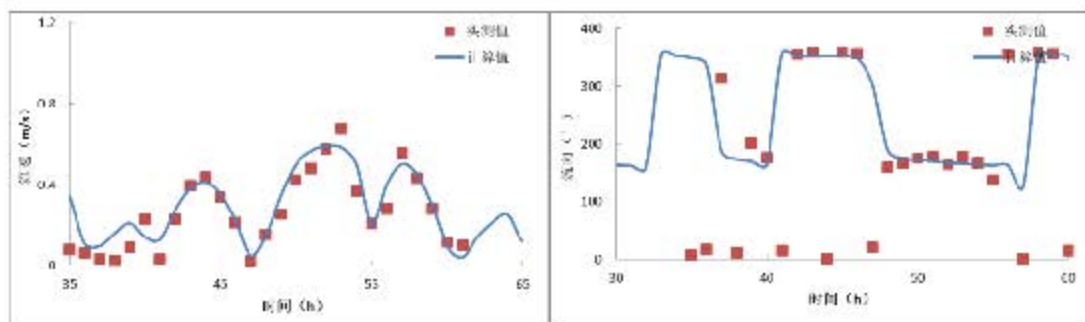


图 6.1.2-48 冬季水文 JML1 站流速、流向验证（底层）

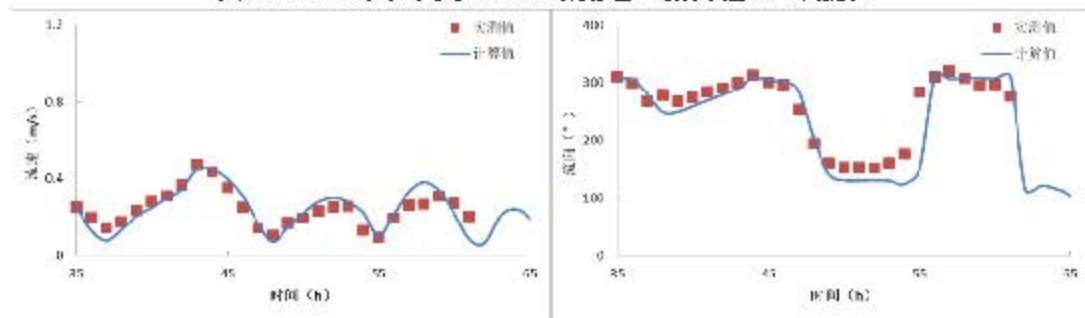


图 6.1.2-49 冬季水文 JML2 站流速、流向验证（表层）

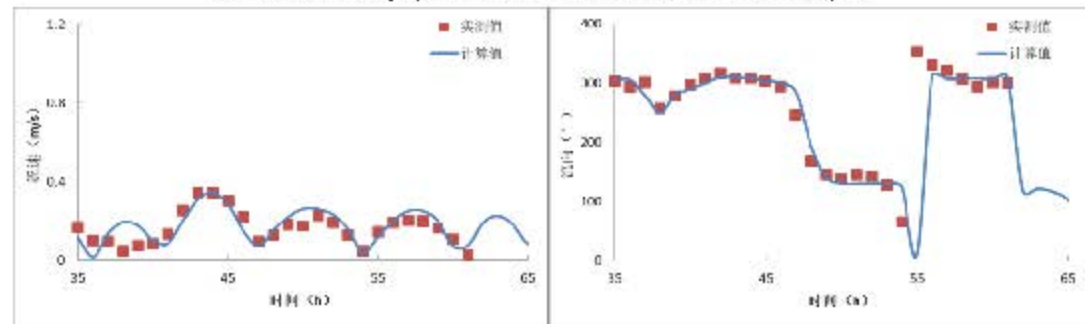


图 6.1.2-50 冬季水文 JML2 站流速、流向验证（中层）

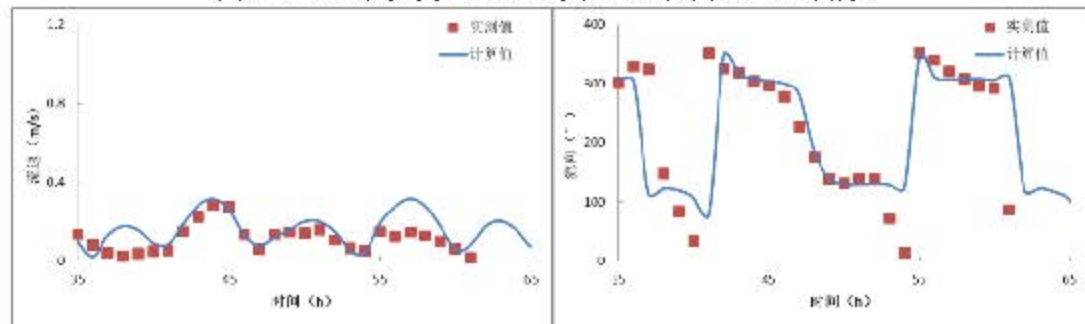


图 6.1.2-51 冬季水文 JML2 站流速、流向验证（底层）

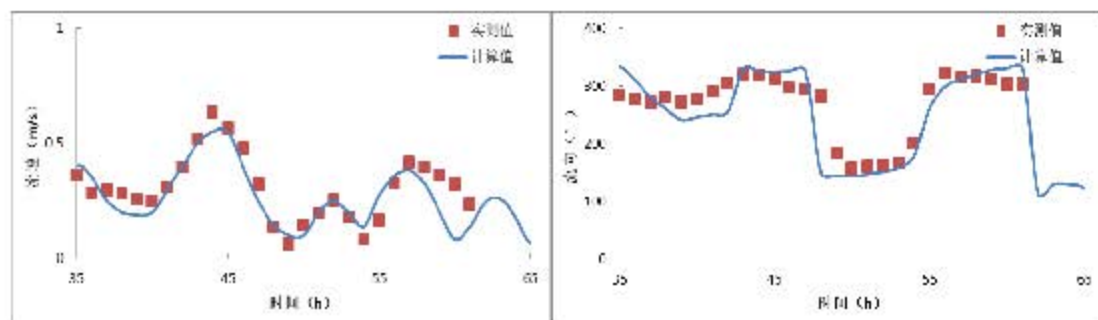


图 6.1.2-52 冬季水文 JML3 站流速、流向验证 (表层)

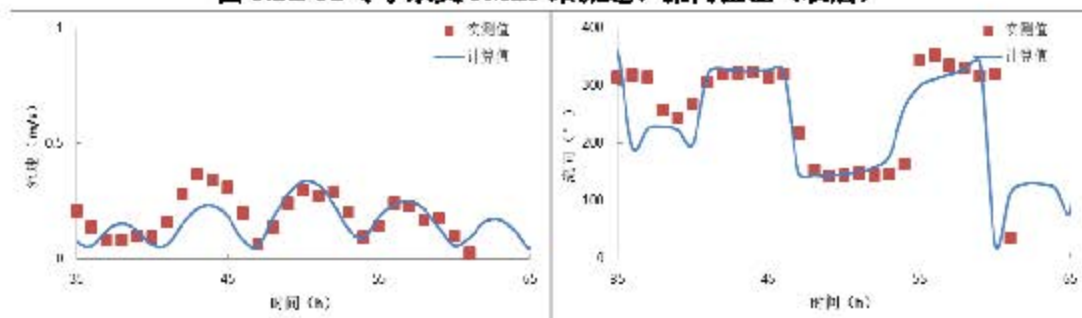


图 6.1.2-53 冬季水文 JML3 站流速、流向验证 (中层)

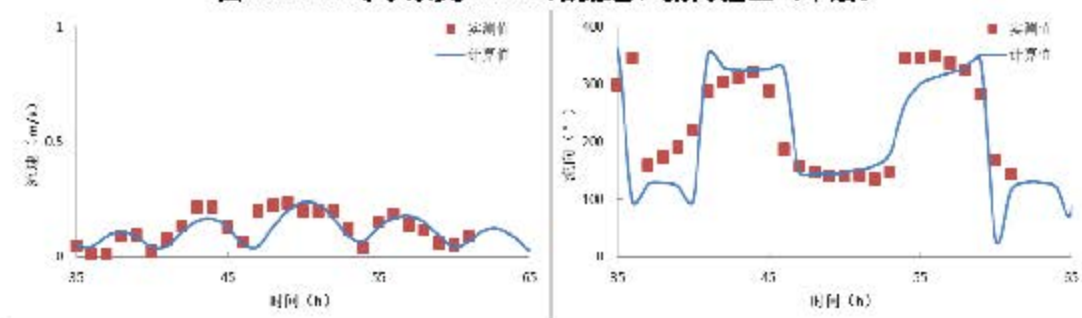


图 6.1.2-54 冬季水文 JML3 站流速、流向验证 (底层)

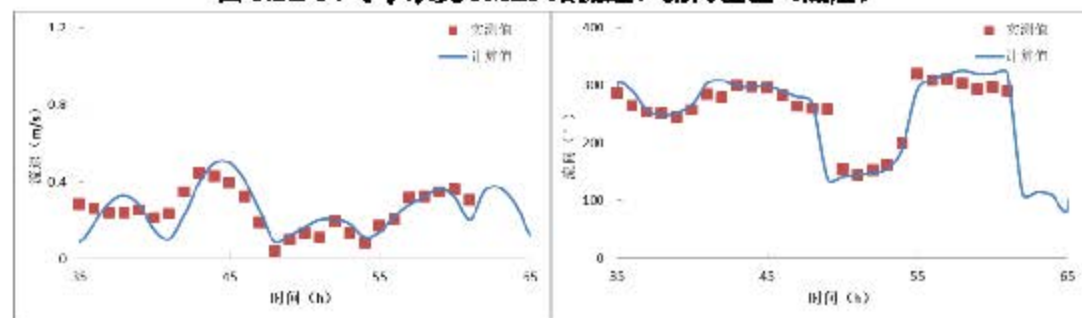


图 6.1.2-55 冬季水文 JML4 站流速、流向验证 (表层)

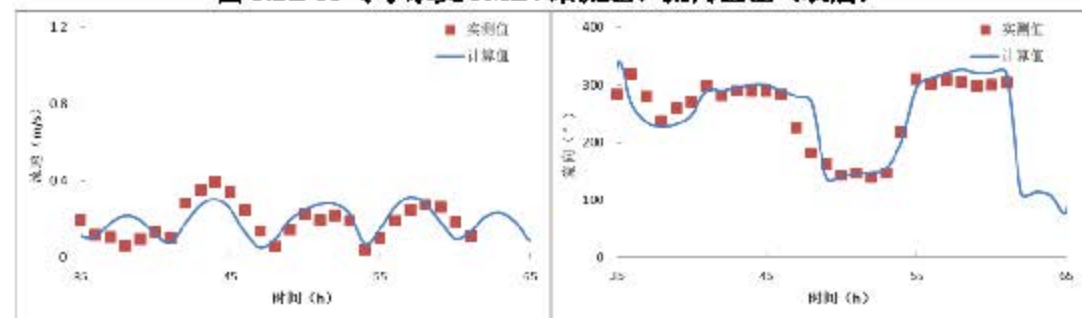


图 6.1.2-56 冬季水文 JML4 站流速、流向验证 (中层)

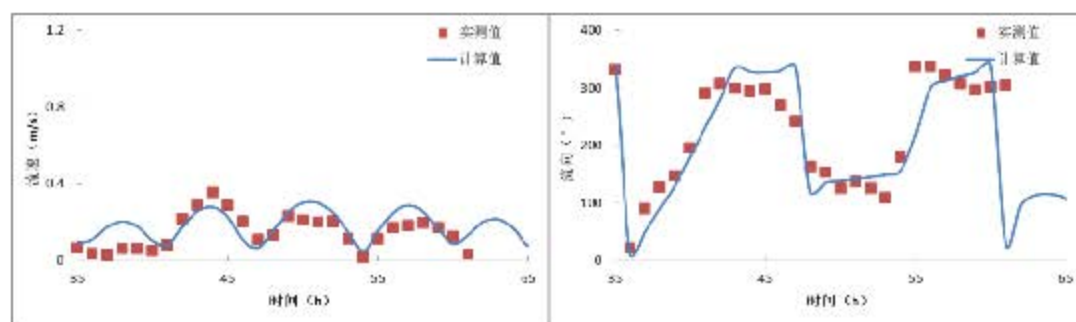


图 6.1.2-57 冬季水文 JML4 站流速、流向验证（底层）

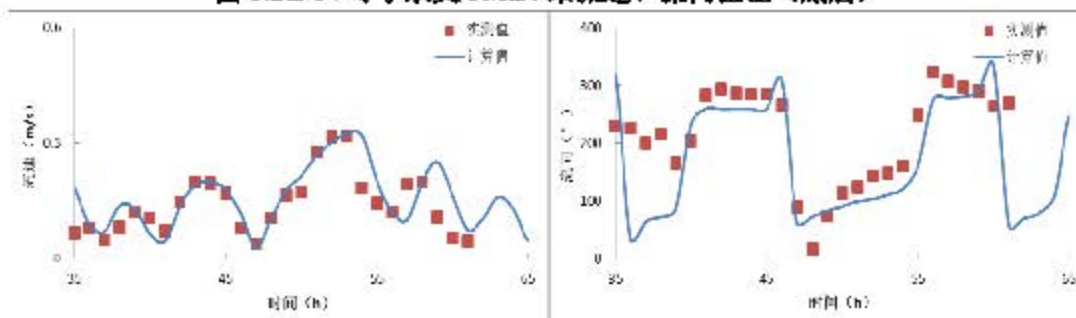


图 6.1.2-58 冬季水文 JML5 站流速、流向验证（表层）

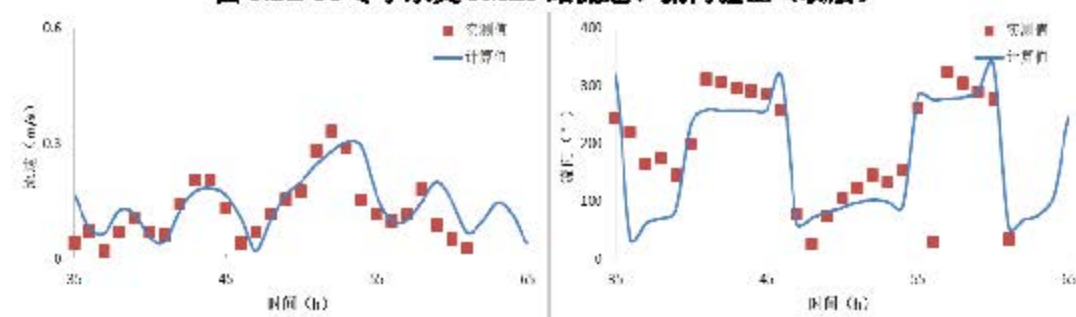


图 6.1.2-59 冬季水文 JML5 站流速、流向验证（中层）

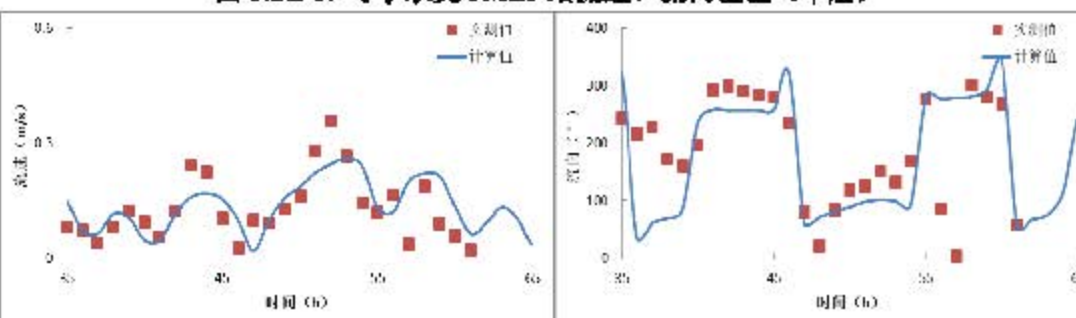


图 6.1.2-60 冬季水文 JML5 站流速、流向验证（底层）

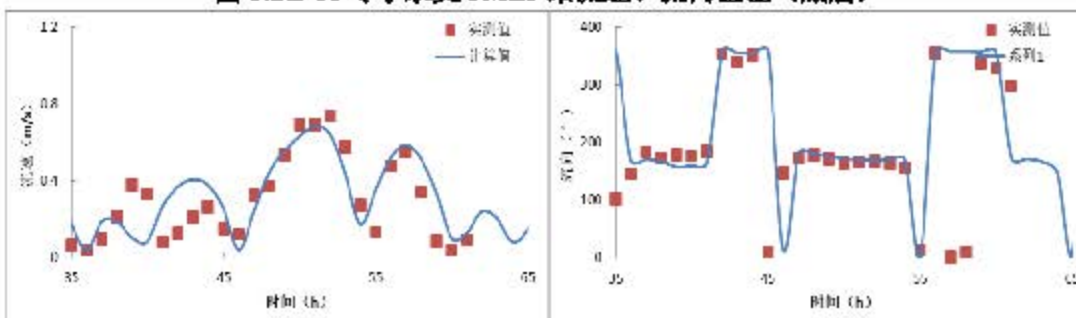


图 6.1.2-61 冬季水文 JML6 站流速、流向验证（表层）

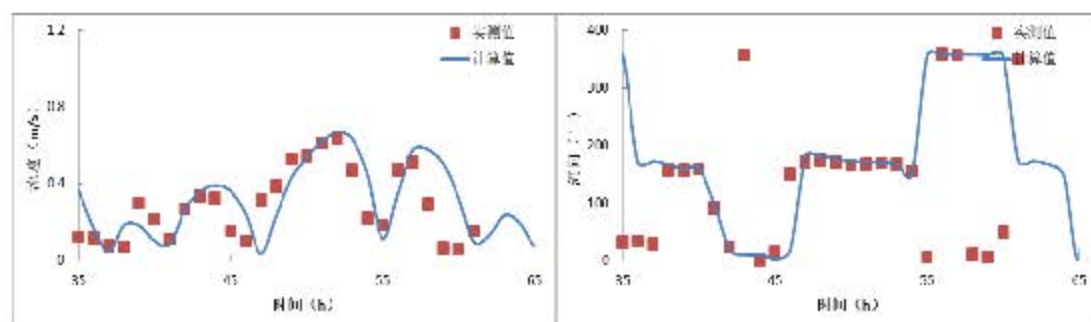


图 6.1.2-62 冬季水文 JML6 站流速、流向验证 (中层)

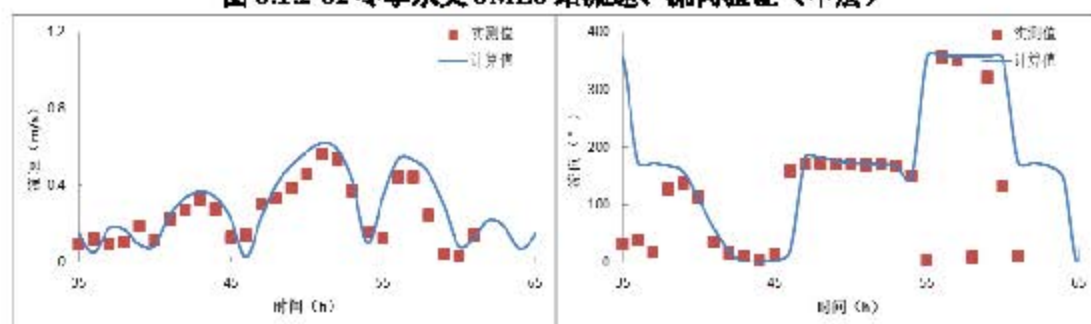


图 6.1.2-63 冬季水文 JML6 站流速、流向验证 (底层)

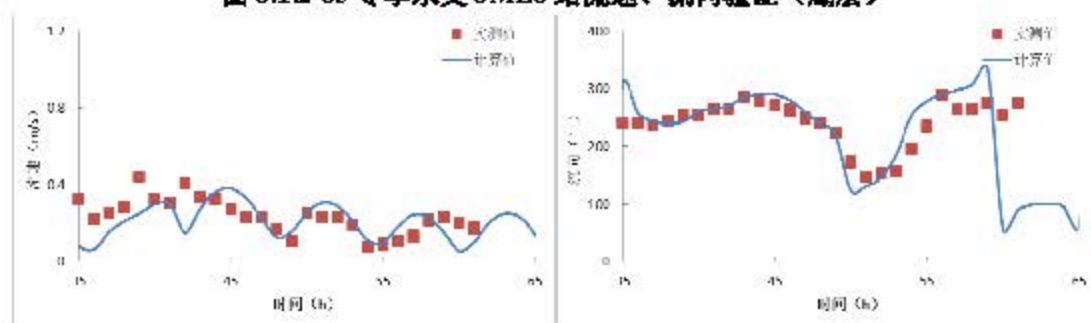


图 6.1.2-64 冬季水文 JML7 站流速、流向验证 (表层)

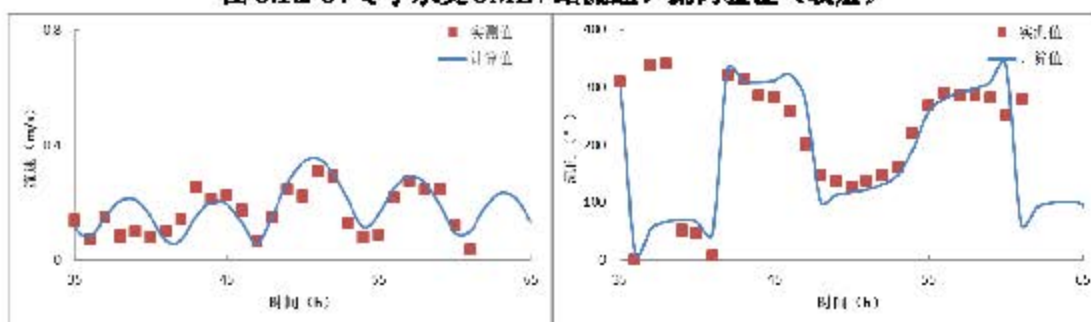


图 6.1.2-65 冬季水文 JML7 站流速、流向验证 (中层)

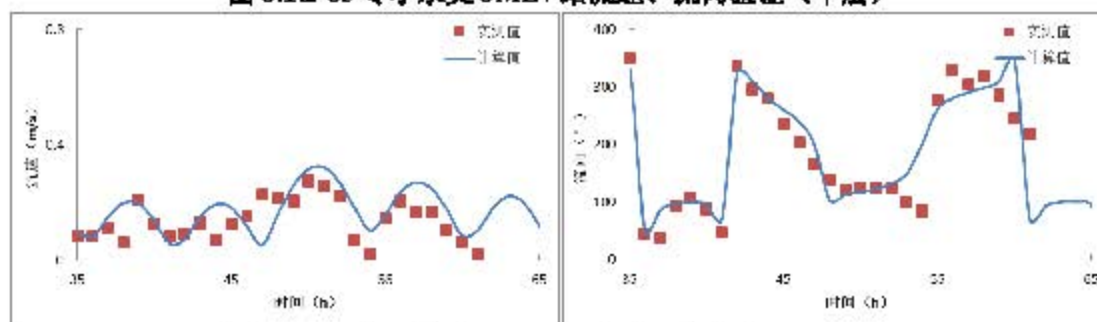


图 6.1.2-66 冬季水文 JML7 站流速、流向验证 (底层)

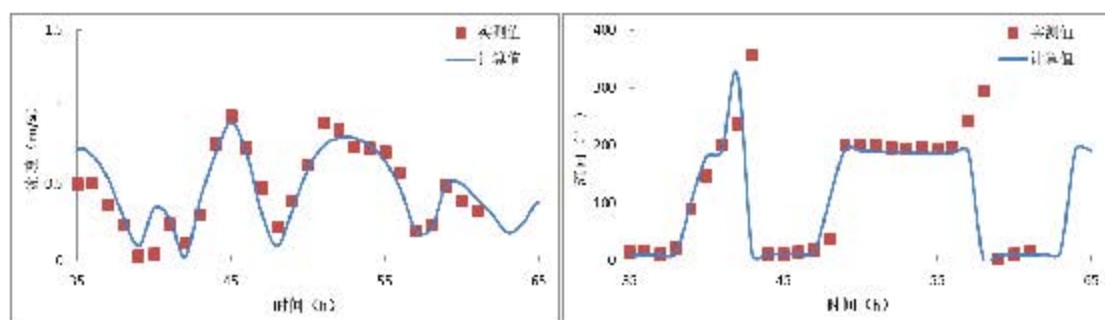


图 6.1.2-67 冬季水文 JML8 站流速、流向验证（表层）

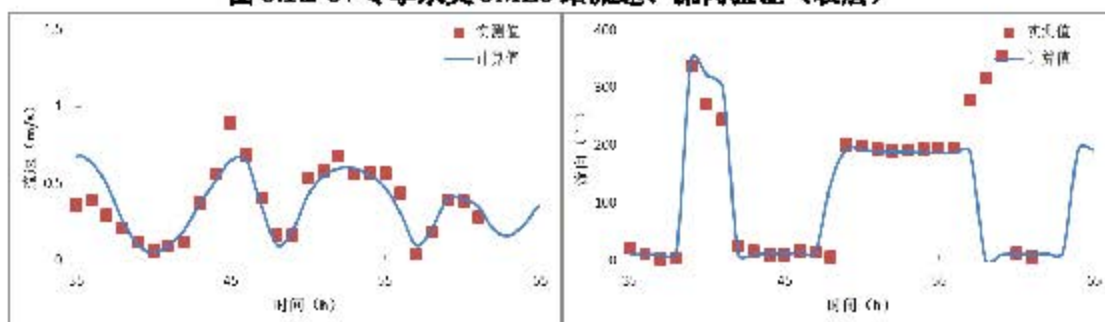


图 6.1.2-68 冬季水文 JML8 站流速、流向验证（底层）

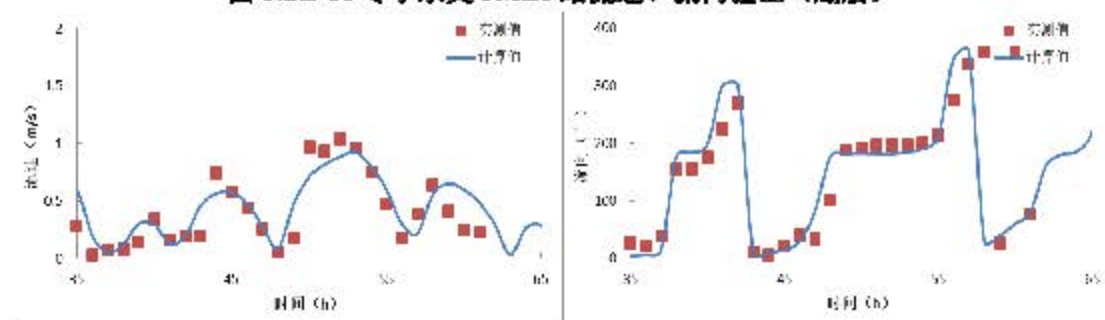


图 6.1.2-69 冬季水文 JML9 站流速、流向验证（表层）

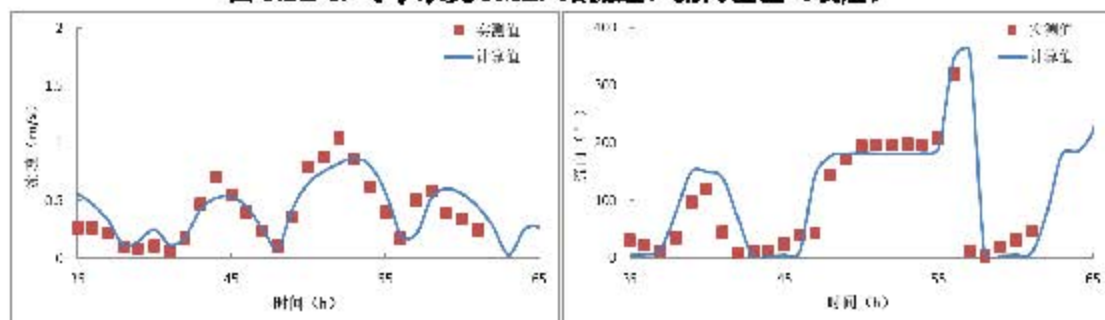


图 6.1.2-70 冬季水文 JML9 站流速、流向验证（中层）

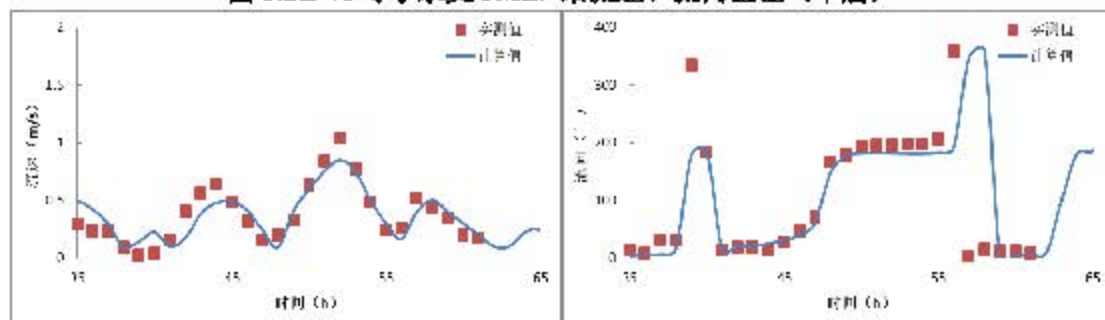


图 6.1.2-71 冬季水文 JML9 站流速、流向验证（底层）

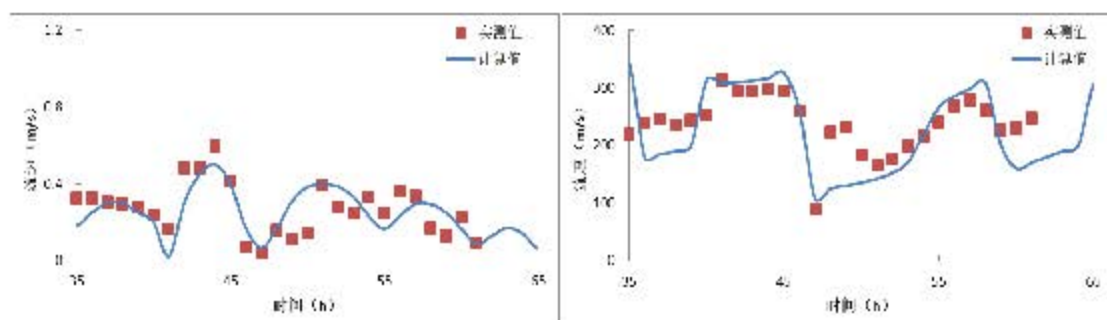


图 6.1.2-72 冬季水文 JML10 站流速、流向验证 (表层)

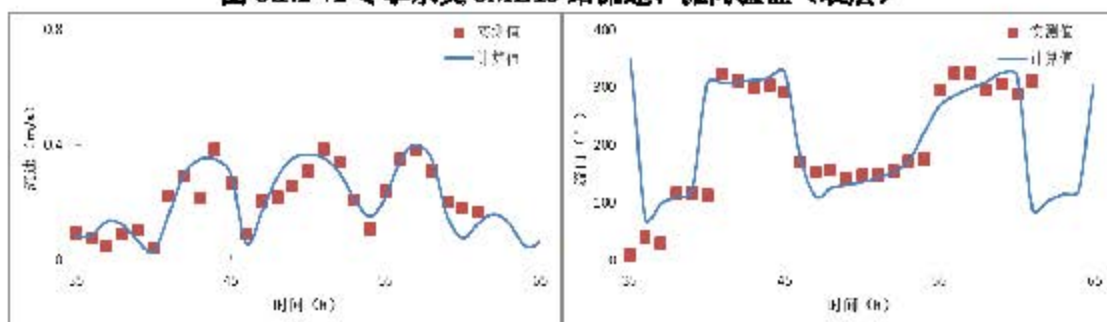


图 6.1.2-73 冬季水文 JML10 站流速、流向验证 (中层)

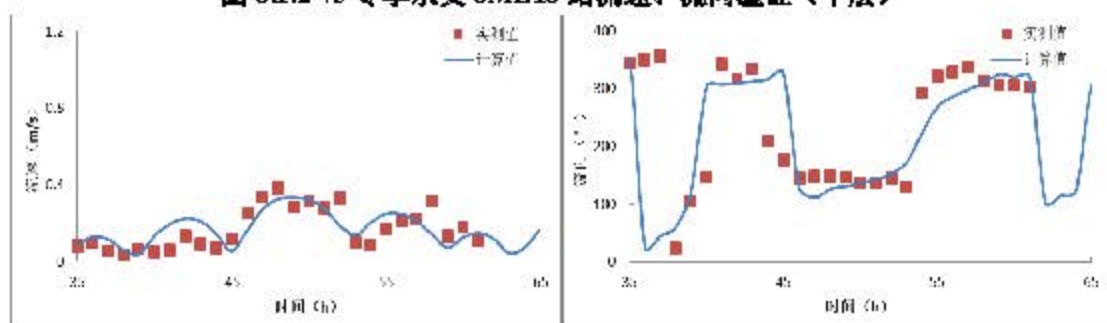


图 6.1.2-74 冬季水文 JML10 站流速、流向验证 (底层)

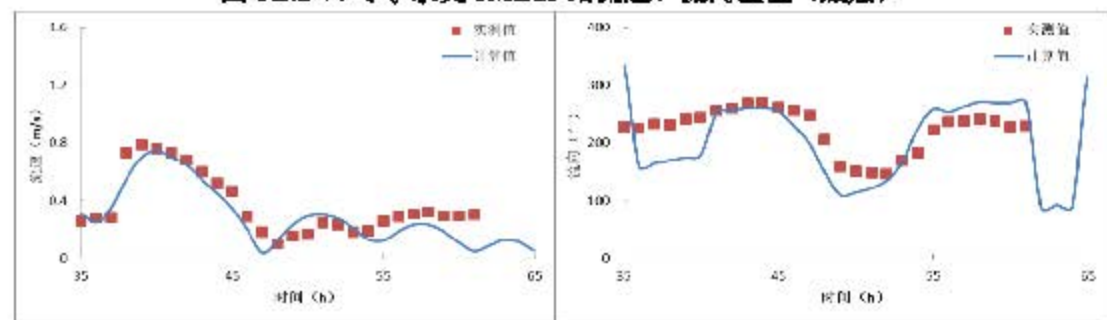


图 6.1.2-75 冬季水文 JML11 站流速、流向验证 (表层)

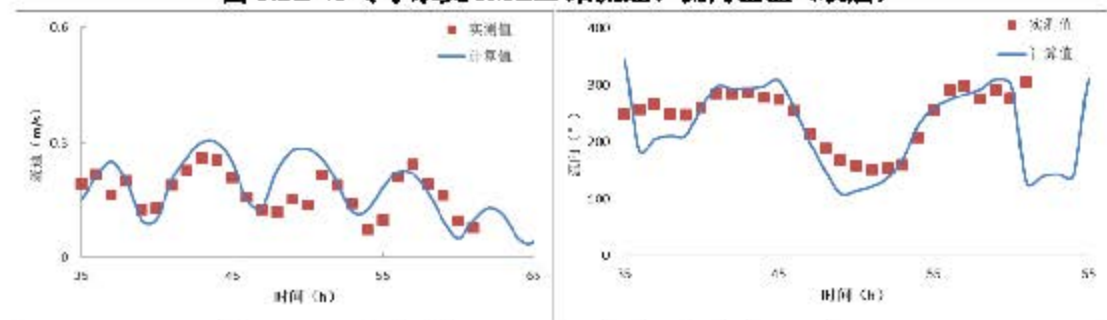


图 6.1.2-76 冬季水文 JML11 站流速、流向验证 (中层)

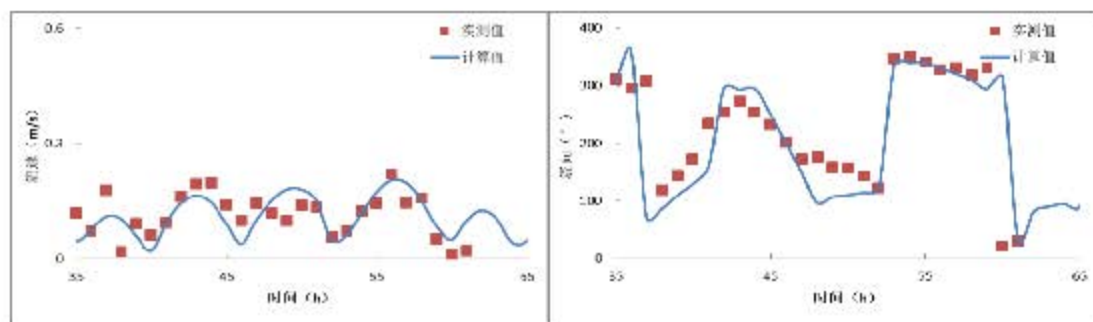


图 6.1.2-77 冬季水文 JML11 站流速、流向验证 (底层)

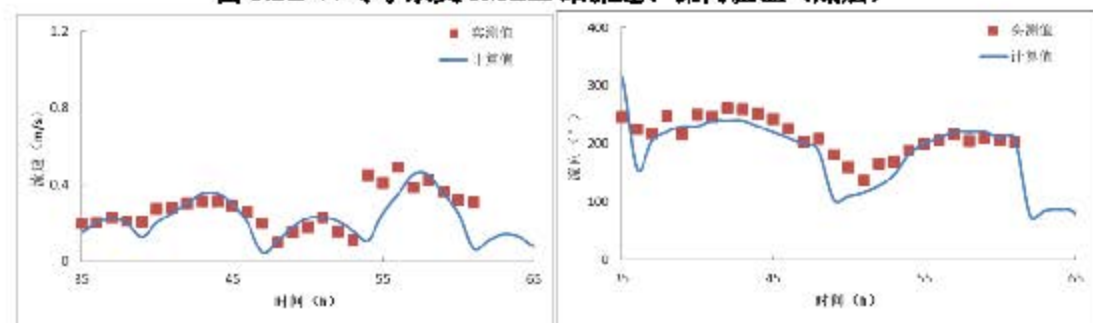


图 6.1.2-78 冬季水文 JML12 站流速、流向验证 (表层)

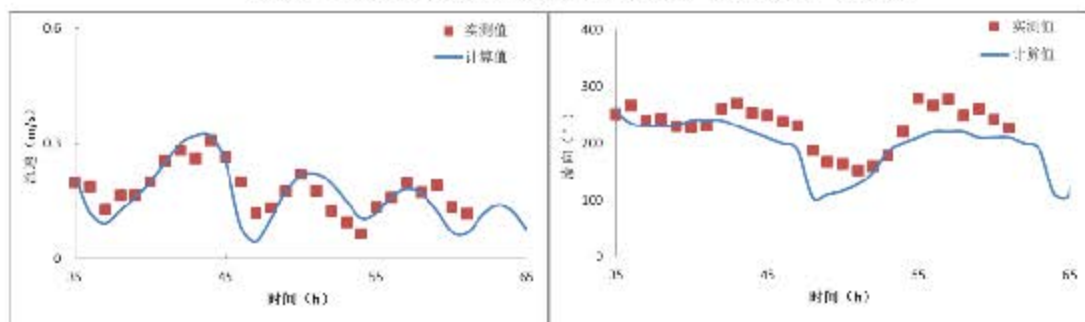


图 6.1.2-79 冬季水文 JML12 站流速、流向验证 (中层)

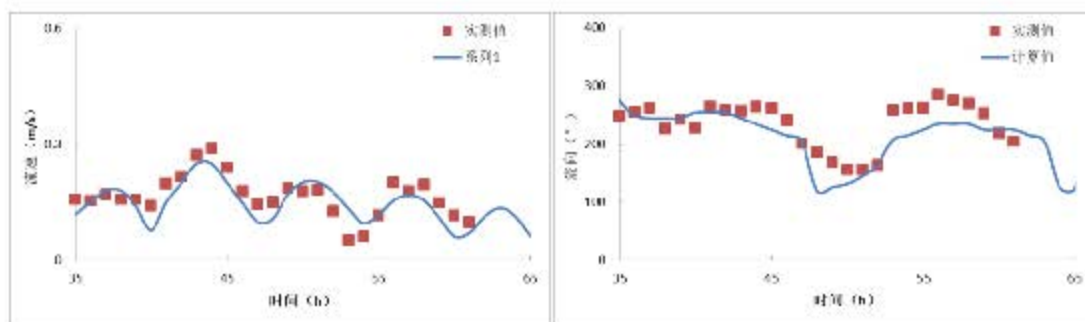


图 6.1.2-80 冬季水文 JML12 站流速、流向验证 (底层)

6.1.2.5 工程前水动力环境分析

根据监测数据可以看出,本次冬季调查期间受季风影响明显,潮流动力叠加了受季风影响的背景流,潮流往复动力不明显;夏季监测期间项目地附近潮差较大,流向变化明显、往复流潮汐特征较冬季监测结果明显,更具代表性,考虑潮流动力的典型性,故本次预测采用夏季潮汐动力条件,开展潮汐动力预测分析工作。

采用经过验证的潮流数学模型,计算了本工程附近水域的潮流场。图 6.1.2-

81~图 6.1.2-86 是养殖区附近海域表、中、底层大潮期涨急、落急流场图，落潮流速略大于涨潮流速，落急时刻养殖区表层流速为 0.45m/s 左右，涨急时刻为 0.40m/s 左右，流速随水深而减小。实测资料和流场的数值计算结果表明，项目所在位置周边海域海流较强，海流方向多变化，情况复杂。养殖区主要位于上川岛东、北侧，工程附近涨潮流向基本为 NW 走向，落潮流向基本为 SE 走向，涨落急流速普遍不超过 0.8m/s。涨急时刻与落急时刻的流态有所不同，本项目所在海区涨潮流为 NW 向流，而在大潮观测期间盛行西南风 3~4 级，西南风驱动的东北-偏东向余流部分抵消了偏西向潮流，从而造成涨急时刻的流速比落急时刻的流速更加微弱，普遍不超过 0.4m/s。

图 6.1.2-81 现状工程海域大潮落急流场（表层）

图 6.1.2-82 现状工程海域大潮落急流场（中层）

图 6.1.2-83 现状工程海域大潮落急流场（底层）

图 6.1.2-84 现状工程海域大潮涨急流场（表层）

图 6.1.2-85 现状工程海域大潮涨急流场（中层）

图 6.1.2-86 现状工程海域大潮涨急流场（底层）

6.1.2.6 工程后水动力环境变化分析

拟建工程概化，关键技术是要合理概化。概化要符合实际情况，则计算成果就能较精确地反映工程的实际情况。本工程为浮梗式浮筏养殖、网箱养殖，主要是网箱、浮梗式浮筏筏体落在水域内，根据网箱及浮筏的布置情况，对于拟建较大的构筑物采用实体概化的方法，而对于直径较小的则采用相应位置加糙处理。将计算水域的糙率分成两部分：一是基本糙率，即无土工建筑物的糙率 n ；二是等效糙率 n_t ，即考虑了土工建筑物影响的等效糙率。基本糙率由模型在无工程条件下率定所得，等效糙率 n_t 采用南科院的桩群阻力研究成果：

$$F' = \rho \cdot C_D \cdot A' \cdot \frac{V^2}{2}; \quad C_D = C_d \cdot K_d \cdot N_d$$

C_d ：单桩阻力系数； $C_d=2.0 K_d$ ：桩群当量系数； $K_d=0.3\sim 1.0$

N_d : 桩数 F' : 单桩或桩群阻力; C_D : 单桩或桩群的阻力系数;

A' : 桩柱在垂直于水流方向上的投影面积; V : 作用于桩柱上的趋近流速。

在一个计算单元网格 $\Delta x \times \Delta y$ 内, 河床的边界阻力为 F , 若有单桩或桩群, 则总阻力应为 $F_l = F + F'$ 。便于应用, 在计算中采用等效糙率 n_t 替代 n 。 n_t 的计算公式如下:

$$n_t = \left(\frac{A'}{2} \cdot C_D \cdot H^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{gn^2 \Delta x \times \Delta y} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} \cdot n$$

式中: n_t 为等效糙率; n 为河床糙率; H 为水深。

计算中水深不一, n_t 取值范围不同。

项目网箱与网箱之间的间距有 100m 以上, 养殖区内无需单独设置航道。模型在计算过程中按最不利工况考虑, 即将每个养殖网箱视为实体, 按单桩考虑, 采用区局部加糙的方法模拟网箱养殖对水流的阻流作用。

工程后水动力环境变化考虑两个工况, 工况一为本项目实施后水动力环境预测结果, 工况二为本项目叠加现状已批在建、拟建养殖项目(台山市海洋牧场基础设施建设项目一期工程中广海湾养殖项目 and 市公资办养殖项目、台山市海域开放式养殖)实施后的水动力环境预测结果。

在模型验证的基础上对工程附近的潮流场进行了计算。工况一情况下, 图 6.1.2-88~图 6.1.2-93 为项目实施后养殖区附近大潮涨落急流场图, 图 6.1.2-94~图 6.1.2-95 为项目实施前后养殖区涨落急流速变化等值线图, 图 6.1.2-96~图 6.1.2-97 为项目实施前后养殖区附近海域落急流速对比图。工况二情况下, 图 6.1.2-98~图 6.1.2-103 为项目实施后养殖区附近大潮涨落急流场图, 图 6.1.2-104~图 6.1.2-105 为工程后养殖区域 2 至 4 海域大潮中层涨落急流场局部放大图, 图 6.1.2-106~图 6.1.2-107 为项目实施前后养殖区涨落急流速变化等值线图, 图 6.1.2-108~图 6.1.2-109 为项目实施前后养殖区附近海域落急流速对比图, 图 6.1.2-110~图 6.1.2-111 为工程前后养殖区域 2 至 4 局部海域大潮中层涨急流速对比局部放大图。

(1) 项目实施前养殖区附近各代表点大潮涨急流速为 0.16m/s~0.98m/s, 涨急流向为 252.0°~328.5°, 大潮落急流速为 0.21m/s ~1.26m/s, 落急流向为 66.0°~138.4°;

(2) 工程实施后, 项目附近海域涨落潮流速、流向都发生了不同程度的变化,

以下为工程实施后项目附近海域涨、落急流速流向变化情况：

养殖工程实施后，在筏式、网箱的阻流作用下，工程区水流流速有所减小，由于筏式、网箱为透水构筑物，筏式、网箱的阻流作用有限，不会使得工程区水动力环境产生大的变化。工况一情况下，工程实施后，养殖区附近各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.28m/s ~0.26m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-6.8° ~8.2° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.39m/s ~0.21m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-13.7° ~9.3° 之间；工况二情况下，养殖区附近各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.29m/s ~0.23m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-5.1° ~9.1° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.40m/s ~0.24m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-15.2° ~6.8° 之间；

总体上看，由于养殖区本身水深条件较好，且养殖筏式、网箱为透水构筑物，工程实施后项目水动力环境变化幅度较小，项目的实施对附近水动力环境影响有限，基本不会对附近海域水动力环境产生影响。

图 6.1.2-87 工程区代表点位置图

表 6.1.2-1 工程前后大潮涨急流速流向变化（工况一）

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.33	0.32	-0.01	259.0	252.2	-6.8
2	0.47	0.52	0.05	261.3	268.4	7.1
3	0.47	0.43	-0.04	261.7	268.3	6.6
4	0.43	0.26	-0.17	259.4	256.7	-2.7
5	0.40	0.22	-0.18	263.0	266.7	3.7
6	0.48	0.42	-0.06	265.7	272.8	7.1
7	0.35	0.18	-0.17	263.7	259.7	-4.0
8	0.43	0.34	-0.09	261.6	262.4	0.8
9	0.18	0.17	-0.01	252.0	257.9	5.9
10	0.65	0.55	-0.10	275.4	269.3	-6.1
11	0.82	0.65	-0.17	296.8	298.4	1.6
12	0.98	1.11	0.13	317.0	324.7	7.7
13	0.57	0.29	-0.28	272.4	275.2	2.8
14	0.81	0.53	-0.28	291.9	296.6	4.7
15	0.77	0.76	-0.01	322.6	330.8	8.2
16	0.28	0.36	0.08	280.2	287.2	7.0
17	0.16	0.42	0.26	278.3	278.0	-0.3
18	0.68	0.61	-0.07	328.5	334.2	5.7

表 6.1.2-2 工程前后大潮落急流速流向变化（工况一）

代表点	流速 (m/s)	流向 (°)
-----	----------	--------

	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.48	0.43	-0.05	77.3	69.4	-7.9
2	0.61	0.65	0.04	72.5	68.2	-4.3
3	0.64	0.60	-0.04	66.0	75.3	9.3
4	0.51	0.44	-0.07	70.0	66.8	-3.2
5	0.56	0.32	-0.24	81.6	73.2	-8.4
6	0.65	0.48	-0.17	97.3	102.9	5.6
7	0.41	0.26	-0.15	91.5	86.7	-4.8
8	0.55	0.47	-0.08	84.1	83.6	-0.5
9	0.21	0.20	-0.01	111.7	98.0	-13.7
10	0.80	0.77	-0.03	91.3	82.3	-9.0
11	1.00	1.03	0.03	116.8	108.7	-8.1
12	1.26	1.47	0.21	130.8	125.6	-5.2
13	0.80	0.64	-0.16	93.5	87.9	-5.6
14	0.96	0.59	-0.37	109.8	109.8	0.0
15	1.01	0.88	-0.13	138.4	140.5	2.1
16	0.67	0.57	-0.10	83.8	85.9	2.1
17	0.56	0.52	-0.04	111.1	111.5	0.4
18	1.00	0.61	-0.39	136.3	142.3	6.0

表 6.1.2-3 工程前后大潮涨急流速流向变化（工况二）

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.33	0.38	0.05	259.0	255.0	-4.0
2	0.47	0.61	0.14	261.3	264.2	2.9
3	0.47	0.50	0.03	261.7	264.5	2.8
4	0.43	0.33	-0.10	259.4	258.6	-0.8
5	0.40	0.26	-0.14	263.0	261.7	-1.3
6	0.48	0.51	0.03	265.7	267.3	1.6
7	0.35	0.20	-0.15	263.7	258.6	-5.1
8	0.43	0.26	-0.17	261.6	260.0	-1.6
9	0.18	0.18	0.00	252.0	261.1	9.1
10	0.65	0.53	-0.12	275.4	271.4	-4.0
11	0.82	0.64	-0.18	296.8	299.4	2.6
12	0.98	1.13	0.15	317.0	324.9	7.9
13	0.57	0.28	-0.29	272.4	274.3	1.9
14	0.81	0.52	-0.29	291.9	296.8	4.9
15	0.77	0.76	-0.01	322.6	331.1	8.5
16	0.28	0.36	0.08	280.2	288.5	8.3
17	0.16	0.39	0.23	278.3	277.0	-1.3
18	0.68	0.61	-0.07	328.5	334.6	6.1

表 6.1.2-4 工程前后大潮落急流速流向变化（工况二）

代表点	流速 (m/s)	流向 (°)
-----	----------	--------

	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.48	0.47	-0.01	77.3	76.0	-1.3
2	0.61	0.74	0.13	72.5	67.4	-5.1
3	0.64	0.69	0.05	66.0	70.4	4.4
4	0.51	0.43	-0.08	70.0	72.4	2.4
5	0.56	0.37	-0.19	81.6	73.8	-7.8
6	0.65	0.58	-0.07	97.3	96.7	-0.6
7	0.41	0.26	-0.15	91.5	84.8	-6.7
8	0.55	0.33	-0.22	84.1	84.7	0.6
9	0.21	0.23	0.02	111.7	97.1	-14.6
10	0.80	0.76	-0.04	91.3	86.7	-4.6
11	1.00	0.98	-0.02	116.8	111.2	-5.6
12	1.26	1.50	0.24	130.8	128.5	-2.3
13	0.80	0.47	-0.33	93.5	78.3	-15.2
14	0.96	0.57	-0.39	109.8	110.9	1.1
15	1.01	0.89	-0.12	138.4	140.8	2.4
16	0.67	0.61	-0.06	83.8	84.8	1.0
17	0.56	0.44	-0.12	111.1	108.3	-2.8
18	1.00	0.60	-0.4	136.3	143.1	6.8

图 6.1.2-88 工程后工程海域大潮表层涨急流场（工况一）

图 6.1.2-89 工程后工程海域大潮中层涨急流场（工况一）

图 6.1.2-90 工程后工程海域大潮底层涨急流场（工况一）

图 6.1.2-91 工程后工程海域大潮表层落急流场（工况一）

图 6.1.2-92 工程后工程海域大潮中层落急流场（工况一）

图 6.1.2-93 工程后工程海域大潮底层落急流场（工况一）

图 6.1.2-94 工程前后项目附近海域中层涨急流速变化等值线图（工况一）

图 6.1.2-95 工程前后项目附近海域中层落急流速变化等值线图（工况一）

图 6.1.2-96 工程前后项目附近海域中层落急流速对比图（工况一）

图 6.1.2-97 工程前后项目附近海域中层涨急流速对比图（工况一）

图 6.1.2-98 工程后工程海域大潮表层涨急流场（工况二）

图 6.1.2-99 工程后工程海域大潮中层涨急流场（工况二）

图 6.1.2-100 工程后工程海域大潮底层涨急流场（工况二）

图 6.1.2-101 工程后工程海域大潮表层落急流场（工况二）

图 6.1.2-102 工程后工程海域大潮中层落急流场（工况二）

图 6.1.2-103 工程后工程海域大潮底层落急流场（工况二）

图 6.1.2-104 工程后养殖区域 2 至 4 海域大潮中层涨急流场（工况二局部放大图）

图 6.1.2-105 工程后养殖区域 2 至 4 海域大潮中层落急流场（工况二局部放大图）

图 6.1.2-106 工程前后项目附近海域中层涨急流速变化等值线图（工况二）

图 6.1.2-107 工程前后项目附近海域中层落急流速变化等值线图（工况二）

图 6.1.2-108 工程前后项目附近海域中层落急流速对比图（工况二）

图 6.1.2-109 工程前后项目附近海域中层涨急流速对比图（工况二）

图 6.1.2-110 工程前后养殖区域 2 至 4 局部海域大潮中层涨急流速对比图（工况二）

图 6.1.2-111 工程前后养殖区域 2 至 4 局部海域大潮中层落急流速对比图（工况二）

6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

项目养殖模式包括台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖。本次模型预测主要考虑台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖实施后的地形地貌与冲淤环境变化。

从定量的角度出发，对养殖工程实施后冲淤环境的变化，采用以下经验公式计算养殖区的淤积强度，其公式为：

$$P = \frac{\alpha \omega St}{\gamma_s} \left(1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \left(\frac{H_1}{H_2} \right) \right)$$

式中， ω 为泥沙沉速，台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖区冲淤计算过程中沉速取值为 0.05cm/s（工程区周边悬浮泥沙中值粒径小于 0.03mm，根据文献《淤泥质、粉沙质及沙质海岸航道回淤统一计算方法》刘家驹，2012 年，对于粒径小于 0.03mm 的泥沙在海水条件下均以絮凝沉速 0.0004~0.0005m/s 沉降，本项目沉速取 0.0005m/s（0.05cm/s））； S 为水体平均含沙量，台架养殖区取值为 0.007kg/m³，浮梗式浮筏养殖区、网箱养殖区取值为 0.0050.013kg/m³， t 为淤积历时，取值为 31536000s； γ_s 为泥沙干容重，按照公式 $\gamma_s = 1750D_{50}^{0.183}$ 计算得到； V_1 、 V_2 分别为工程实施前后计算流速。 α —泥沙沉降几率，取 0.67。

6.2.1 台架式养殖地形地貌与冲淤环境影响分析

基于夏季水动力结果计算了工程实施前后养殖区附近海域年冲淤变化，由计算结果可知，由于工程区无河流携带泥沙入海，且附近海域悬浮泥沙含量很低，因此，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化。养殖工程实施后，养殖区附近海域最大回淤厚度在 0.10m/a 以内，最大冲刷厚度在 0.06m/a 以内，工况一与工况二变化幅度相当，总体上看，工程的实施不会造成养殖区附近海域海底底床产生剧烈变化。

图 6.2.1-1~图 6.2.1-2 为两工况实施后附近海域年冲淤变化图。

图 6.2.1-1 工程实施前后养殖区附近海域年冲淤变化图（工况一）

图 6.2.1-2 工程实施前后养殖区附近海域年冲淤变化图（工况二）

6.2.2 浮筏式浮筏养殖、网箱养殖地形地貌与冲淤环境影响分析

基于水动力结果计算了工程实施前后养殖工程实施后年冲淤变化，由计算结果可知，项目实施后，由于养殖区的阻流作用，养殖区内水流流速会有所减缓，进而产生落淤。由于工程区无河流携带泥沙入海，且附近海域悬浮泥沙含量很低，因此，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化，养殖工程实施后，冲淤变化较大的区域主要位于养殖区附近养殖航道内，最大淤积厚度在 0.12m/a 左右，最大冲刷幅度在 0.08m/a 左右，工况一和工况二冲刷幅度相当。总体上看，工程的实施不会造成工程区附近底床产生剧烈变化。

图 6.2.2-1 为项目实施后养殖区附近海域年冲淤变化图。

图 6.2.2-1a 工程实施前后年冲淤变化图（工况一）

图 6.2.2-1b 工程实施前后年冲淤变化图（工况二）

6.3 水环境影响预测与评价

6.3.1 施工期水环境影响分析

施工期对水环境的影响主要为海域养殖活动施工船舶人员生活污水、含油废水及养殖设施固定施工等活动产生的悬浮泥沙。

（1）施工人员生活污水

施工期间生活污水主要来源于船舶施工人员的生活污水，生活污水中的主要污染物为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 SS 等。船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处

置。

(2) 船舶含油废水

施工期船舶作业会产生少量的舱底油污水，舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶含油污水委托船舶污染物接收单位处置。

(3) 悬浮泥沙

养殖项目施工过程不涉及土石方作业，无外来沉积物混入，浮缏式浮筏养殖和网箱养殖施工期锚固结构安装会有少量悬浮泥沙产生，但产生量较少，且海底扰动时间短，搅动海底沉积物在较短时间内沉积海底，施工结束后，其影响很快消失，对周边水环境影响较小。

本项目区域 2 蚝排单个锚块尺寸为 80cm×80cm×40cm，区域 3 C40 HDPE 重力式网箱单个锚块尺寸为 1.2m×1.2m×1.1m，区域 4 C60 HDPE 重力式网箱单个锚块尺寸为 1.4m×1.4m×1.25m。

类比广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备，布置 C90 重力式网箱，浮沉式钢管框架金属网箱，智能桁架升降平台。其中 C90 网箱配备 10 个水泥锚块，每个水泥锚重量约 4.2t，规格为 1.2m×1.2m×1.05m，共需要 110 个锚块，沉浮式钢管框架金属网箱整体采用 60 个水泥锚块进行固定，水泥块尺寸约 3.5m×3.5m×2m。

①源强点

粤琼合作 1 号项目施工期网箱锚碇固定源强位置见图 6.3.1-1，共设置 110 个 HDPE 重力式网箱水泥锚源强点和 60 个沉浮式钢管框架金属网箱水泥锚块源强点。每个源强点持续 3min 停止释放。

② 预测结果

模拟计算完整的全潮周期（15 天）施工所产生的悬沙输运和扩散，输出每小时的浓度场，分别统计工程施工过程中悬沙增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100 mg/L 的包络线面积（即在 15 天模拟期间内各网格点构成的最高浓度值）。

根据模拟结果分析，投放水泥墩锚块会短期改变养殖区及附近底层的悬浮物浓度，悬浮物浓度增量最大（13mg/L）的区域出现在投放点附近底层，但范围很小而且随着时间变化会迅速的扩散并降低浓度。在潮流的作用下，底层主要朝东北-西南方向扩散，之后很快恢复到投放之前的水平，对项目区及周围海域几乎没有影响。

表 6.3.1-1 施工产生悬沙增量面积（km²）

悬沙增量	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L
表层	0.000	0.000	0.000	0.000
0.4 层	0.000	0.000	0.000	0.000
中层	0.000	0.000	0.000	0.000
0.8 层	0.000	0.000	0.000	0.000
底层	0.001	0.000	0.000	0.000
垂向平均	0.0002	0.000	0.000	0.000

图 6.3.1-1 粤琼合作 1 号项目施工期源强点分布图

图 6.3.1-2 粤琼合作 1 号项目施工期产生悬沙增量包络线图（表层）

图 6.3.1-3 粤琼合作 1 号项目施工期产生悬沙增量包络线图（中层）

图 6.3.1-4 粤琼合作 1 号项目施工期产生悬沙增量包络线图（底层）

通过粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目锚块同时投放施工悬沙预测结果可知，投放水泥墩锚块会短期改变养殖区及附近底层的悬浮物浓度，悬浮物浓度增量最大的区域出现在投放点附近底层，但范围很小而且随着时间变化会迅速的扩散并降低浓度。然而实际施工过程中，锚块为依次投放，可推测本项目网箱锚块投放过程中产生的悬浮泥沙增量很小，且影响范围主要集中在投放点底层区域。

6.3.2 营运期水环境影响分析

项目养殖模式包括台架式养殖、浮缙式浮筏养殖和网箱养殖，台架式养殖和浮缙式浮筏养殖不投放饲料，根据工程分析，按《第二次全国污染源普查产排污系数手册 农业源》第二篇 水产养殖业产排污系数计算得出，项目台架式养殖和浮缙式浮筏养殖牡蛎可净化总氮、总磷、氨氮、COD_{Mn} 分别为 3.101t/a、0.182t/a、0t/a、132.057t/a。浮缙式浮筏养殖牡蛎可净化水质，不会增加污染物排放。

本次水环境影响预测主要考虑网箱养殖过程产生的污染物对水环境的影响，海水水质评价因子采用 COD、无机氮、活性磷酸盐和悬浮物。

6.3.2.1 基本方程

项目运营期养殖产生的污染物采用三维物质输运方程进行预测。Sigma 坐标系下三维物质输运方程为：

$$\frac{\partial CD}{\partial t} + \frac{\partial CuD}{\partial x} + \frac{\partial CvD}{\partial y} + \frac{\partial C\omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial x} \left(DA_H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(DA_H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{K_H}{D} \frac{\partial C}{\partial \sigma} \right) + DS_0$$

其中，C为污染物质的浓度；u、v 和 ω 是 sigma 坐标系下的流速分量； $\sigma =$

$\frac{z-\eta}{D}$, $D = H + \eta$, D 、 η 和 H 分别为瞬时水深, 海面起伏和平均水深; K_H 为垂直扩散系数; A_H 是水平扩散系数; S_0 为单位时间内污染源排给单位体积海水的污染物质。本次预测 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐考虑其降解系数值分别为 0.08d^{-1} , 0.07d^{-1} , 0.02d^{-1} 。

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

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

其中, $\vec{n}$ 为与岸边界垂直的单位法向矢量。

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

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

6.3.2.2 源强分析

1、各养殖区养殖污染物排放情况

根据各养殖区养殖模式、养殖种类及养殖增产量, 计算得到养殖污染物排放情况如下:

表 6.3.2-1 各养殖区养殖污染物排放情况

区域	养殖模式	养殖种类	增产量 (t)	污染物排放量 (t/a)			
				总氮	总磷	氨氮	COD_{Mn}
区域 3	网箱	金鲳鱼	824.85	19.00	3.86	0.56	4.84
区域 4		军曹鱼	4860	155.81	13.27	0.49	9.04

备注: 军曹鱼表列值略大于设计产能。表列产能系按养殖周期各阶段鱼体重量区间折算得出, 与实际产能存在小幅偏差; 折算后单箱产能偏差不大, 取值略大于实际产能, 偏于保守, 符合环评不利因素考虑原则。

2、单个网箱养殖污染物排放情况 (每年)

其中单个网箱养殖设施养殖污染物排放情况如下:

表 6.3.2-2 单个网箱养殖设施养殖污染物排放情况

区域	养殖模式	养殖种类	增产量 (t)	污染物排放量 (t/a)			
				总氮	总磷	氨氮	COD_{Mn}
区域 3	网箱	金鲳鱼	5.85	0.135	0.027	0.004	0.034
区域 4		军曹鱼	22.5	0.721	0.061	0.002	0.042

注: 数模预测源强按最大值考虑, 无机氮、活性磷酸盐、 COD_{Mn} 排放源强按增产量计算, 悬浮物排放源强按养殖初期考虑。

3、单个网箱养殖设施养殖污染物排放源强

金鲳鱼养殖周期约为 6 个月（约 180d）；军曹鱼养殖周期约为 12 个月（约 360d）；考虑每天排粪时间 16h，按连续释放来计算，单个网箱养殖设施养殖污染源强为：

表 6.3.2-3 单个网箱养殖设施养殖污染物排放源强

项目	养殖设施	增产量 (t)	污染物排放源强 (kg/s)					
			总氮	总磷	COD _{Mn}	氨氮	悬浮物 (饵料散失)	悬浮物 (鱼粪)
区域 3	金鲳鱼	5.85	0.0000130	0.0000026	0.0000004	0.0000033	0.000000651	0.0000000654
区域 4	军曹鱼	22.5	0.0000348	0.0000030	0.0000001	0.0000020	0.000000914	0.0000000918

3、数模预测排放源强

(1) 总源强

将总氮、总磷换算成无机氮、活性磷酸盐计算，参考《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）（海域）环境影响报告书》换算关系，无机氮：总氮（TN）=0.77：1；总磷：活性磷酸盐=1：0.8。转换后的养殖污染物排放量如下表：

表 6.3.2-4 单个网箱无机氮、活性磷酸盐、COD_{Mn}、悬浮物排放源强

项目	养殖设施	污染物排放源强 (kg/s)				
		无机氮	活性磷酸盐	COD _{Mn}	悬浮物 (饵料散失)	悬浮物 (鱼粪)
区域 3	金鲳鱼	0.0000100	0.0000021	0.0000004	0.000000651	0.0000000654
区域 4	军曹鱼	0.0000268	0.0000024	0.0000001	0.000000914	0.0000000918

(2) 预测源强释放层及各层释放源强

设置源强释放层为表层+中层（表 6.3.2-4 源强为总源强，表层、中层释放源强应分别按 50%考虑），表 6.3.2-5 已按照总源强的 50%给出。

表 6.3.2-5 单个网箱表层、中层的排放源强

项目	养殖设施	污染物排放源强 (kg/s)				
		无机氮	活性磷酸盐	COD _{Mn}	悬浮物 (饵料散失)	悬浮物 (鱼粪)
区域 3	金鲳鱼	0.0000050	0.0000011	0.0000002	0.000000326	0.0000000327
区域 4	军曹鱼	0.0000134	0.0000012	0.0000001	0.000000457	0.0000000459

4、预测源强释放时间

根据上述每天投饵次数和时间、投饵持续时间，饵料散失产生的 SS 考虑每天释放 2 次，每次 1 小时，释放间隔 12 小时进行预测。根据上述鱼粪相关研究综合考虑鱼类投喂后排粪时间为 16h，考虑养成期间一般每天早、晚各投喂一次，粪便产生的 SS 连续释放进行预测。由于氮、磷、有机物等污染物来源于饵料及鱼类排泄

物，因此污染物考虑连续释放进行预测。

5、降解系数

模型对 COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐进行率定基础上，选取的降解系数值分别为：0.08d⁻¹，0.07d⁻¹，0.02d⁻¹。

6、预测工况

工况 1：本项目贡献值；工况 2：本项目叠加现状已批在建、拟建养殖项目（台山市海洋牧场基础设施建设项目一期工程中广海湾养殖项目和市公资办养殖项目、台山市海域开放式养殖）。

图 6.3.2-1 项目营运期源强点分布图

(5) 环境本底值

根据广东省生态环境厅发布的《2024 年~2025 年广东省近岸海域海水水质监测信息》，选取距离网箱养殖区相对较近的 GDN10005 站位、GDN10023 站位、GDN10016 站位 2024 年~2025 年无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量浓度季节平均最大值作为本项目环境质量现状值，具体如下：

表 6.3.2-7 项目附近近岸海域监测国控站位水质监测结果（单位：mg/L）

因子	站位	监测结果									季节 平均 最大 值
		春季			夏季			秋季			
		2025 年	2024 年	平均 值	2025 年	2024 年	平均 值	2025 年	2024 年	平均 值	
无机 氮	GDN10005	0.37	0.414	0.226	0.375	0.414	0.204	0.367	0.404	0.255	0.255
	GDN10016	0.154	0.12		0.122	0.108		0.137	0.188		
	GDN10023	0.192	0.106		0.105	0.1		0.211	0.22		
活性 磷酸 盐	GDN10005	0.008	0.002	0.006	0.006	0.001	0.007	0.006	0.014	0.010	0.010
	GDN10016	0.007	0.005		0.011	0.007		0.005	0.013		
	GDN10023	0.006	0.005		0.011	0.008		0.011	0.011		
化学 需氧 量	GDN10005	0.56	1.4	0.797	1.9	1.74	1.267	1.79	0.64	0.858	1.267
	GDN10016	0.55	1.22		0.6	1.66		0.37	0.7		
	GDN10023	0.41	0.64		0.52	1.18		0.82	0.83		

6.3.2.3 模拟结果

项目营运期产生的污染物在潮流的作用下扩散，造成水体混浊水质下降。夏季、冬季水文条件下污染物表、中、底层最大浓度增量见表 6.3.2-8，夏季水文条件下污染物表、中、底层增量包络线浓度场见图 6.3.2-2~图 6.3.2-25，冬季水文条件下污染

物表、中、底层增量包络线浓度场见图 6.3.2-26~图 6.3.2-49。

表 6.3.2-8 网箱养殖区污染物最大浓度增量一览表（单位：mg/L）

污染因子	水文条件	夏季水文条件		冬季水文条件	
		工况一	工况二	工况一	工况二
COD _{Mn}	表层	0.00021	0.0168	0.00019	0.0159
	中层	0.00018	0.0081	0.00017	0.0075
	底层	0.00011	0.0068	0.00010	0.0062
无机氮	表层	0.0059	0.0492	0.0055	0.0481
	中层	0.0053	0.0261	0.0050	0.0231
	底层	0.0033	0.0235	0.0031	0.0204
活性磷酸盐	表层	0.0010	0.0061	0.0009	0.0055
	中层	0.0009	0.0052	0.0008	0.0048
	底层	0.0006	0.0048	0.0006	0.0043
悬浮物	表层	0.0036	8.2698	0.0034	7.6621
	中层	0.0031	7.6952	0.0028	7.1027
	底层	0.0022	6.3258	0.0020	5.9859

从污染物垂向分布上看，由于污染物主要为表层排放，表层流速大于底层流速，利于污染物扩散，因此，运营期最大浓度增量表现为表层>中层>底层。由于冬季水动力环境强于夏季，水动力强利于污染物扩散，冬季运营期产生的污染物最大增量要略小于夏季。

从模型结果上看，夏季水文条件下工况一，COD_{Mn}表、中、底层最大浓度增量分别为 0.00021 mg/L，0.00018mg/L 和 0.00011 mg/L，叠加环境本底值（1.267mg/L）后没有大于 2mg/L（第一类海水水质标准）的范围；无机氮表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0059mg/L、0.0053mg/L、和 0.0033mg/L，叠加环境本底值（0.255mg/L，环境本底值已超第一类海水水质标准）后没有大于 0.30mg/L（第二类海水水质标准）的范围；活性磷酸盐表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0010mg/L、0.0009mg/L 和 0.0006 mg/L，叠加环境本底值（0.010mg/L）后没有大于 0.015mg/L（第一类海水水质标准）的范围；悬浮物表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0036mg/L、0.0031mg/L 和 0.0022mg/L，没有大于 10mg/L（第一类海水水质标准）的范围。

夏季水文条件下工况二，COD_{Mn}表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0168 mg/L，0.0081mg/L 和 0.0068mg/L，叠加环境本底值（1.267mg/L）后没有大于 2mg/L（第一类海水水质标准）的范围；无机氮表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0492 mg/L、0.0261 mg/L、和 0.0235 mg/L，叠加环境本底值（0.255mg/L，环境本底值已超第一类海水水质标准）后大于 0.30mg/L（第二类海水水质标准），没有

大于 0.40mg/L（第三类海水水质标准）的范围；活性磷酸盐表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0061mg/L、0.0052mg/L 和 0.0048 mg/L，叠加环境本底值（0.010mg/L）后大于 0.015mg/L（第一类海水水质标准），没有大于 0.030mg/L（第二、三类海水水质标准）的范围；悬浮物表、中、底层最大浓度增量分别为 8.2698mg/L、7.6952mg/L 和 6.3258mg/L，没有大于 10mg/L（第一类海水水质标准）的范围。

冬季水文条件下工况一，COD_{Mn} 表、中、底层最大浓度增量分别为 0.00019mg/L，0.00017mg/L 和 0.00010mg/L，叠加环境本底值（1.267mg/L）后没有大于 2mg/L（第一类海水水质标准）的范围；无机氮表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0055 mg/L、0.0050 mg/L、和 0.0031 mg/L，叠加环境本底值（0.255mg/L，环境本底值已超第一类海水水质标准）没有大于 0.30mg/L（第二类海水水质标准）的范围；活性磷酸盐表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0009mg/L、0.0008mg/L 和 0.0006 mg/L，叠加环境本底值（0.010mg/L）后没有大于 0.015mg/L（第一类海水水质标准）的范围；悬浮物表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0034mg/L、0.0028mg/L 和 0.0020mg/L，没有大于 10mg/L（第一类海水水质标准）的范围。

冬季水文条件下工况二，COD_{Mn} 表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0159 mg/L，0.0075mg/L 和 0.0062mg/L，叠加环境本底值（1.267mg/L）后没有大于 2mg/L（第一类海水水质标准）的范围；无机氮表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0481mg/L、0.0231 mg/L、和 0.0204 mg/L，叠加环境本底值（0.255mg/L，环境本底值已超第一类海水水质标准）后大于 0.30mg/L（第二类海水水质标准），没有大于 0.40mg/L（第三类海水水质标准）的范围；活性磷酸盐表、中、底层最大浓度增量分别为 0.0055mg/L、0.0048mg/L 和 0.0043mg/L，叠加环境本底值（0.010mg/L）后大于 0.015mg/L（第一类海水水质标准），没有大于 0.030mg/L（第二、三类海水水质标准）的范围；悬浮物表、中、底层最大浓度增量分别为 7.6621mg/L、7.1027mg/L 和 5.9859mg/L，没有大于 10mg/L（第一类海水水质标准）的范围。

夏季和冬季水文条件下，工况一与工况二预测结果基本一致，说明本项目与市资公办项目同时实施后不会对附近海域水体环境产生明显影响。

江门市 2025 年近岸海域水质目标为优良（一、二类水质）比例达到 73.7%（按年均值考核）。根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物扩散范围内主要涉及 GDN10023 站位，项目产生的污染物扩散到附近国控站位的最大浓度叠加站位背景

值浓度后的结果见表 6.3.2-6。由表 6.3.2-6 可知，项目网箱养殖实施后，预测网箱附近的 GDN10023 站位年均浓度可符合《海水水质标准》（GB 3097-1997）第一类海水水质。

表 6.3.2-9 项目实施后对国控监测站位 GDN10023 的浓度影响（单位：mg/L）

站位	因子	背景浓度 *	最大扩散浓度		最大叠 加值	一类水 质标准	达标情 况
			夏季	冬季			
工况一	COD _{Mn}	0.733	0.000	0.000	0.733	2	达标
	无机氮	0.156	0.000	0.000	0.156	0.2	达标
	活性磷酸盐	0.009	0.000	0.000	0.009	0.015	达标
工况二	COD _{Mn}	0.733	0.000	0.000	0.733	2	达标
	无机氮	0.156	0.000	0.000	0.156	0.2	达标
	活性磷酸盐	0.009	0.000	0.000	0.009	0.015	达标

注：*背景浓度取 2024 年和 2025 年监测平均值；

**最大扩散浓度为工况二预测结果。

整体上看，本项目运营期间产生的污染物增量较低整体上较小，且基本都位于项目海域附近，悬浮物满足第一类海水水质标准，COD_{Mn} 叠加环境本底值后区域满足第一类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后局部超第二类海水水质标准（无机氮环境本底值已超第一类海水水质标准），但满足第三类海水水质标准；夏季水文条件下活性磷酸盐叠加环境本底值后局部超第一类海水水质标准，但满足第二类海水水质标准；冬季水文条件下活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第一类海水水质标准。叠加环境本底值后无机氮超第二类海水水质标准范围、活性磷酸盐超第一类海水水质标准范围。

项目网箱养殖实施后，网箱养殖污染物影响范围内的 GDN10023 站位叠加年均浓度可符合《海水水质标准》（GB 3097-1997）第一类海水水质，即项目实施不会对江门市 2025 年近岸海域水质目标（近岸海域水质优良（一、二类水质）比例达到 73.7%）产生明显影响。

根据“5.2.2 区域海水水质状况”可知，2023 年~2025 年间无机氮监测年均值总体呈上升趋势，活性磷酸盐监测年均值逐渐下降，化学需氧量监测年均值总体呈平稳趋势，其中无机氮三年的年均值均满足海水水质第二类标准，活性磷酸盐和化学需氧量三年的年均值均满足海水水质第一类标准。综上所述，2023 年~2025 年评价范围内的水质波动变化，总体水质趋好。

项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），

随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发<台山市海水养殖尾水治理实施方案>的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受。

由表 5.2.4-1 可知，项目所在海域已批在建、拟建污染物削减项目（部分）污染因子削减量分别为 COD（-2738.407t/a）、SS（-4719.465）、总氮（-660.158 t/a）、总磷（-84.135 t/a），本项目产生量与已批在建、拟建项目削减量关系详见表 6.3.2-10。

表 6.3.2-10 本项目产生量与已批在建、拟建项目削减量关系一览表

污染因子	已批在建、拟建项目削减量 (t/a)	本项目产生量 (t/a)	产生量与削减量占比
COD	-2738.407	-118.175	/
SS	-4719.465	/	/
总氮	-660.158	171.715	-26.0%
总磷	-84.135	16.946	-20.1%

由表 6.3.2-10 可知，项目所在海域已批在建、拟建区域整治项目具备较大的污染物削减能力，区域可实现 COD、SS、总氮、总磷的大幅减排。本项目总氮产生量 171.715t/a，占区域总氮削减量的 26.0%；总磷产生量 16.946t/a，占区域总磷削减量的 20.1%。区域整体污染物削减量大于本项目新增污染物产生量，区域减排容量可容纳本项目新增氮磷污染负荷，从区域污染物总量平衡角度分析，本项目建设具备环境可行性。

图 6.3.2-2 项目营运期表层化学需氧量增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-3 项目营运期中层化学需氧量增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-4 项目营运期底层化学需氧量增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-5 项目营运期表层无机氮增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-6 项目营运期中层无机氮增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-7 项目营运期无机氮底层增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-8 项目营运期表层活性磷酸盐增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-9 项目营运期中层活性磷酸盐增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-10 项目营运期底层活性磷酸盐增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-11 项目营运期表层悬浮物增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-12 项目营运期中层悬浮物增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-13 项目营运期底层悬浮物增量包络线图（夏季，工况一）

图 6.3.2-14 项目营运期表层化学需氧量增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-15 项目营运期中层化学需氧量增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-16 项目营运期底层化学需氧量增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-17 项目营运期表层无机氮增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-18 项目营运期中层无机氮增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-19 项目营运期无机氮底层增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-20 项目营运期表层活性磷酸盐增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-21 项目营运期中层活性磷酸盐增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-22 项目营运期底层活性磷酸盐增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-23 项目营运期表层悬浮物增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-24 项目营运期中层悬浮物增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-25 项目营运期底层悬浮物增量包络线图（夏季，工况二）

图 6.3.2-26 项目营运期表层化学需氧量增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-27 项目营运期中层化学需氧量增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-28 项目营运期底层化学需氧量增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-29 项目营运期表层无机氮增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-30 项目营运期中层无机氮增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-31 项目营运期无机氮底层增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-32 项目营运期表层活性磷酸盐增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-33 项目营运期中层活性磷酸盐增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-34 项目营运期底层活性磷酸盐增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-35 项目营运期表层悬浮物增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-36 项目营运期中层悬浮物增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-37 项目营运期底层悬浮物增量包络线图（冬季，工况一）

图 6.3.2-38 项目营运期表层化学需氧量增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-39 项目营运期中层化学需氧量增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-40 项目营运期底层化学需氧量增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-41 项目营运期表层无机氮增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-42 项目营运期中层无机氮增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-43 项目营运期无机氮底层增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-44 项目营运期表层活性磷酸盐增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-45 项目营运期中层活性磷酸盐增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-46 项目营运期底层活性磷酸盐增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-47 项目营运期表层悬浮物增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-48 项目营运期中层悬浮物增量包络线图（冬季，工况二）

图 6.3.2-49 项目营运期底层悬浮物增量包络线图（冬季，工况二）

6.3.2.4 营运期其他废水环境影响分析

项目营运期污水主要来源于养殖辅助船生活污水和含油废水。本项目营运作业期间，船舶工作人员生活污水产生量约为 $14.45\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N 等；船舶含油污水约为 $2.8\text{t}/\text{d}$ ，主要污染物为石油类。上述污废水若随意排放，会对项目海域海水水质环境带来不利影响，进而对海域生态环境也带来一定的不利影响。因此，营运期的船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单

位处置，采取上述措施后船舶废水基本不会对周边海水水质产生影响。

6.4 海洋沉积物环境影响分析

6.4.1 施工期海洋沉积物影响分析

养殖项目施工过程不涉及大型土石方作业，无外来沉积物混入；台架桩基施工、浮缏式浮筏和网箱锚固设施的投放会使海底泥沙发生悬浮，搅动的海底沉积物基本可在两天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底的沉积物质量。

项目产生的生活污水、含油污水以及固废等不向海域排放，没有其它污染物混入，对沉积物环境影响很小，可忽略不计。

6.4.2 营运期海洋沉积物影响分析

项目台架式养殖、浮缏式浮筏养殖属于自养型，不投放饵料和药物。网箱养殖在饵料养殖投饵中，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；此外，养殖体的排泄物，除了一部分溶于水中，另一部分被水流带走外，其余的也会在底泥里富积；另外，投饵养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水体中悬浮物的量，悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处，为 100m 左右，使受影响的水质和沉积具有区域性。项目产生的生活污水、含油污水以及固废等不向海域排放，没有其它污染物混入，对沉积物环境影响很小，可忽略不计。

营运期对沉积物环境的影响主要是网箱养殖对沉积物环境的影响。

网箱养殖产生的残饵和鱼类排泄物，沉积到网箱底部，底栖生物及微生物不能完全分解。由于分解速率低，长期沉积造成养殖海域“海底上升”。沉积物中含有硫化物、有机碳、磷酸盐等物质，改变底质环境，并影响底栖生物的种群结构。所以网箱养殖会对底质环境造成影响。网箱数量越多，养殖密度越大，残饵和排泄物越多，对底质环境影响越大，所以底质沉积物与养殖密度和网箱养殖数量具有一定的关系。

《海水网箱养殖对环境的影响》（徐永健）综述了近 20 年来国内外关于网箱养殖对环境影响的研究动态和成果，养殖过程中碳、氮、磷和悬浮物的输出对沉积物的影响如下：

①对溶解氧的影响

残饵、粪便等有机物在沉积物中的堆积促使底栖生物和分解有机物质的微生物群落迅速增长，导致沉积层中耗氧大大增加，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，养鱼网箱附近富碳、氮、磷的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区。

②对磷酸盐的影响

网箱养殖区沉积物中的磷酸盐，随着沉积物的积累，浓度逐渐升高，这可作为网箱底部沉积物积累的最好指标之一（Holmer&Krisensen, 1992）。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，水体磷酸盐含量为 $0.094\mu\text{mol/L}$ ，沉积物磷酸盐含量为 $126.52\mu\text{mol/L}$ （王小平，1998）。在瑞典的网箱养殖区调查发现， 1000m^2 的网箱底部沉积物中，平均净积累磷 1300kg ，相当于总输入磷的 51%~57%，不包括由于生物的扰动而重新回到水柱的 2.5%~4.0%（Holby&Hall, 1991）一部分，但有人认为，由于网箱养殖导致底质环境缺氧，微生物的活动可加速磷酸盐从底质向上覆水释放，加快了水体营养盐的循环速度（计新丽等，2000）。颗粒磷重新悬浮的比例还要高一些，尤其在污染严重的养殖区，经过一段时间的无氧状态后，沉积物溶解态磷的释放可以提高上覆水中 18% 的磷水平（Axleretal, 1996）。通过网箱底部沉积物与对照区沉积物释放磷的比较，养殖区底质释放磷的速率比对照区高一个数量级，大部分释放的磷都是生物可利用的形式（Kelly, 1992）。

③对其他营养盐的影响

氮也会积累在沉积物中，12%~20% 的输入氮积累在沉积物中（Halletal, 1992）。氮在沉积物中的污染具有区域性，距网箱 200m 处氮的沉积速率仅为网箱养殖区底部的 10%，（Halletal, 1992; Wu, 1995），微生物的活动导致氨氮在沉积物间隙水中积累，是无机氮的主要存在状态（王小平，1998）。对间隙水的氨氮浓度分析表明，网箱底部高于其他区域（Halletal, 1992）。

④对硫化物的影响

网箱养殖产生的残饵和粪便沉积到网箱底部，被微生物降解，消耗底层水中的溶解氧，生成硫化物，并造成沉积物缺氧（李晓敏等，2005）。而沉积层的缺氧或无氧又促成了微生物的脱氮和硫还原反应（计新丽等，2000），沉积物中的硫酸盐还原菌的作用使得沉积物发黑，产生硫化氢，具有毒性（Brownetal, 1987；

Holmer&Krisensen, 1992)。有些养殖区沉积物中硫化物含量比自然海区中的高 10 倍多（何国民等，1997），粤东柘林湾网箱养殖区表层沉积物的硫化物比对照区高 6.7 倍，其含量分别为我国海岸带底质背景参考标准和日本渔业底质标准的 1.6 倍和 2.4 倍；表层沉积物硫化物含量高是养殖区底质环境老化的主要表现（甘居利等，2001）。

⑤对有机碳的影响

据统计，约 18%~23% 的总输入碳积聚在沉积物中（Halletal, 1990）有机碳是沉积环境中的重要物质，沉积物表层 3cm 内含有有机碳 21%~30%。Wu（1995）发现，饲料中 23% 的碳沉积在底泥中，也有报道仅是其中一半（Gowen&Brdbury, 1987）。碳的分布存在区域性，离网箱养殖区 3m 处沉积物的碳含量为 9.35%，离网箱养殖区处减少到 3.99%（Halletal, 1990）。由于有机碳被微生物不断降解，生成硫化物。所以，底质有机碳含量与硫化物含量有关。甘居利等（2006）研究发现夏季大鹏湾网箱养殖海域底质有机碳与硫化物相关性显著。但是底质有机碳含量通常与底质的性质有关。一般情况下，泥质底比砂质底更易积累有机碳，有机碳随沉积物变细而增高（王小平，1998）。部分金属常与有机物形成配位化合物，在受重金属污染的区域重金属含量与有机碳含量正相关（甘居利，2006）。

⑥悬浮颗粒

网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水中悬浮物的量，Sobletsl 估计，每生产 1t 鱼将产生 1.36t 的颗粒物，悬浮颗粒物一般都沉积在离网不远处（一般为 100m 左右）。长期性的沉积物造成养殖渔场“海底上升”。调查发现，瑞典网箱养殖中产生的沉积物覆盖面积已达 3.8 个养殖场大小的区域，大部分悬浮颗粒都沉积在网箱 1km 的范围内。

总体来说，网箱养殖使底质总磷、总氮、总有机物显著升高，碳氮比、氧化还原电位降低，养殖区范围内的底质都会受到影响，但网箱养殖区底质的污染物含量是从网箱养殖区域中心向周围递减（Pearson&Rosenberg, 1987），有关研究认为这种影响在 100m~200m 左右消失（徐永健和钱鲁闽）。长期养殖情况下，大部分的悬浮颗粒都沉积在离网箱 1km 的范围内。

综上，网箱养殖对海洋沉积物的影响集中于网箱下方及邻近海域，主要来源于残饵、养殖排泄物沉降，将引起沉积物总有机碳、氮磷含量升高，氧化还原电位降

低，硫化物含量上升，底栖生物群落结构有所改变。影响范围与强度受海域水动力条件、水深、底质类型、养殖规模密度共同控制。本项目出在水交换条件良好的开阔海域，污染物易被输运扩散，沉积物影响局限于网箱近区，根据相关文献，影响范围主要集中在网箱周边 100m 范围内左右。

本项目网箱养殖区位于较为开阔的海域，海区水文动力条件较好，本项目各期实际网箱养殖用海面积与占可养殖海域面积的比例均小于 10%，本项目通过采取控制养殖容量、合理布设网箱、必要时采用轮养、移养的方法，配备智能投喂系统等措施可有效降低网箱养殖对海洋沉积物的不利影响。

因此，本项目营运期对周边海洋沉积物环境基本不会产生不良影响。

6.5 海洋生态环境影响分析

6.5.1 对生物资源的影响分析

6.5.1.1 施工期对海洋生态环境的影响

(1) 养殖构筑物等对底栖生物的影响

台架和锚固设施的建设范围内的底栖生物将因填埋而彻底丧失。栖息于台架和锚固设施建设范围内的底栖生物将全部损失，部分游泳能力差的底栖生物如虾类因为躲避不及而被损伤或掩埋，台架和锚固设施建设占用的海底面积则属于永久性的破坏。工程完成后对周边的冲淤变化不显著，台架和锚固设施建设完成后，一段时间内底栖生物能重新恢复稳定，底栖生物、浮游生物的栖息环境也与工程前类似。

(2) 施工悬浮泥沙对浮游生物的影响

台架和锚固设施施工过程中产生的悬浮泥沙，污染工程区附近海域的水质环境，使水体浊，从水生生态角度来看，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，将对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部海域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量

的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，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。

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。此外，由于悬浮颗粒物的浓度增加，造成以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙，从而使浮游动物因内部系统紊乱，因饥饿而死亡。某些桡足类动物，具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移的习性，水体的透明度降低，会引起这些动物生活习性的混乱，破坏其生理功能。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、密度、生产量及群落结构等方面。

施工产生的噪音也将影响该附近海域的底栖生物、浮游生物，使施工海域生物数量暂时性的减少；并且产生的细微悬浮泥沙粒会粘附在工程附近海域已有的鱼卵的表面，妨碍鱼卵孵化，从而影响鱼类的繁殖。因此，施工期附近海域浮游生物密度将会有所下降。施工结束后，游泳生物可重新进驻该海域，影响不大。

(3) 对渔业资源的影响

施工过程对渔业资源的影响主要是悬浮物对渔业资源的影响。施工过程中悬浮泥沙的浓度局部区域将达到很高，但范围极小，影响甚微。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 O_2 和 CO_2 的交换，过高的悬浮物浓度会降低鱼类的繁殖速率。悬浮物对成鱼的影响，国外学者曾做过大量实验，其中 Biosson 等人研究鱼类在混浊水域表现出的回避反应，研究结果表明当水体悬浮物浓度达到 70mg/L 时，鱼类在 5 分钟内迅速表现出回避反应。实验表明，成鱼在混浊水域内会做出回避反应，迅速逃离施工地带。如果水中悬浮固体物质含量过高，容易使鱼类的鳃耙腺积聚泥沙，损害鳃部的滤水呼吸功能，甚至窒息死亡。

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。

施工结束一段时间后，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。

(4) 对生物多样性的影响

本项目施工期台架式养殖、浮缙式浮筏养殖和网箱养殖，台架和锚固设施占海对底栖生物造成损失，施工悬浮物扩散对浮游动植物、底栖生物、鱼卵、仔稚鱼和游泳生物造成直接或间接损害，带来一定的生物资源损失，从而对海洋生物多样性可能产生一定影响。

6.5.1.2 营运期对海洋生态的影响分析

养殖期间，台架式养殖、浮缙式浮筏养殖采用不投饵、间养的生态养殖方式，可降低养殖区污染物浓度，保持养殖区水质良好，能够保持海洋生态系统结构和功能的稳定，形成立体型、生态型养殖区，促进渔业可持续发展和良性发展。

因投饵网箱养殖过程中，需要进行投喂饵料，而饵料不可能完全被养殖对象设施，因此有一部分饵料沉降到水底，造成养殖网箱的下方的海底缺氧，有毒有害物质浓度高，导致底栖生物游动、觅食、躲避敌害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力，甚至会改变网箱下方的底栖生物物种结构。因此养殖过程中严格控制苗种的纯度和质量，严控物种入侵对海洋生物链的平衡产生不利影响。同时将养殖密度控制在合理范围内，不会对海洋生态产生影响。因此，投饵网箱养殖项目运营期间合理确定养殖密度、合理投饵、科学养殖，产生的残饵和鱼类排泄物浓度较小，对海水水质、沉积物质量和海洋生态环境影响较小。

6.5.1.3 项目建设对海洋生物资源损耗分析

(1) 占用渔业水域的海洋生物资源损失量

本项目对海洋资源生物资源的影响主要为台架式养殖、浮缙式浮筏养殖和网箱养殖，台架和锚固设施占海对底栖生物造成的损失，以及网箱养殖设施占用海域空间对鱼卵仔稚鱼、浮游动植物造成的损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)(以下简称《规程》)，按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i —第*i*种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg）。

D_i —评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾（个）/每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）/每立方千米[尾（个）/km³]或千克/每平方千米（kg/km²）。

S_i —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

① 占用海底面积、空间体积

项目台架式养殖、浮缏式浮筏养殖和网箱养殖锚固设施占用海域 7543.3m²。

表 6.5.3-1 项目占用海底面积统计表

养殖设施	锚/桩规格	单个锚/桩占用海底面积（m ² ）	锚桩数量	占用海底总面积（m ² ）
台架式	直径 0.1m	0.008	81 根×1753 根/台=141993 根	1135.9
筏式	0.8m×0.8m×0.4m	0.64	4 个×56 个/组=224 个	143.4
C40HDPE 重力式网箱	1.2m×1.2m×1.1m	1.44	141 个×10 个/个=1410 个	2030.4
C60HDPE 重力式网箱	1.4m×1.4m×1.25m	1.96	216 个×10 个/个=2160 个	4233.6
合计			/	7543.3

③ 生物资源密度

生物资源密度根据养殖区域周边站位取 2023 年 10 月和 2024 年 3 月海洋生物现状调查结果平均值，见下表：

(33) 表 6.5.3-2 生物资源密度

类别	单位	2023 年 10 月	2024 年 3 月	两季平均值
区域 1	JM22	82.795	3.485	22.621
	JM23	0.175	4.03	
区域 2、区域 3、区域 4	JM14	0.65	0.165	4.276
	JM16	16.455	5.785	
	JM18	0.1	2.5	

④生物量损失量

采用上述公式计算，计算得本项目台架式养殖的桩基、浮缏式浮筏养殖和网箱养殖锚固设施占用海底造成的底栖生物量损失为：

底栖生物损失量=22.621g/m²×1135.9m²+4.276g/m²×（143.4+2030.4+4233.6）m²=50.093kg。

(2) 污染物扩散范围内的海洋生物资源损失量

参照农业部颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)(以下简称《规程》),某种污染物浓度增量超过 GB11607 或 GB3097 中 II 类标准值(GB11607 或 GB 3097 中未列入的污染物,其标准值按照毒性试验结果类推)对海洋生物资源损害,产生持续性损害受损量以下公式计算:

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中:

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量;

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量;

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数(以年实际影响天数除以 15),个;

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度;

S_j 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积;

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率;

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

《规程》中对污染物对各类生物损失率的规定见下表。

表 6.5.3-3 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注:

1. 污染物 i 的超标倍数 (B_i), 指超出《渔业水质标准》或超 II 类《海水水质标准》的倍数, 对标准中未列的污染物, 可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定; 当多种污染物同时存在, 以超标倍数最大的污染物为评价依据;
2. 损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡, 以及生物质量下降等影响因素的综合系数;
3. 本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类, 毒性试验数据做相应调整。
4. 本表对 pH、溶解氧参数不适用。

(1) 施工悬浮泥沙对渔业资源损失量计算

养殖项目施工过程不涉及土石方作业, 无外来沉积物混入, 台架的桩基、浮缏式浮筏养殖和网箱养殖施工期锚固结构安装会有少量悬浮泥沙产生, 但产生量较少,

而且锚块是一个投放完毕再投放下一个，相较于该海域悬浮泥沙的本底浓度，锚块和桩基投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。由于本项目施工造成的悬浮泥沙对生物影响较小，造成的损失率很小，因此认为悬浮泥沙对海洋生物产生的影响可忽略不计，对悬浮泥沙造成的生物损失不做计算。

（2）营运期养殖污染物对渔业资源损失量计算

本项目采收过程中不产生悬浮泥沙，不会对海水水质产生明显影响，不会对海洋生物产生明显影响。

根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册 农业源》第二篇 水产养殖业产排污系数可知，浮缁式浮筏养殖和底播养殖牡蛎和蛤，可净化水质，不会增加污染物排放，不会对海洋生物产生明显影响。

根据前述水质预测结果可知，网箱养殖 COD_{Mn} 浓度增量没有大于 2mg/L 的范围、无机氮浓度增量没有大于 0.30mg/L 的范围、活性磷酸盐浓度增量没有大于 0.015mg/L 的范围、悬浮物浓度增量没有大于 10mg/L 的范围，即污染物浓度增量均没有超过《渔业水质标准》（GB11607-89）或《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准值，生物资源损失量为 0。

（3）海洋生物资源经济损失

通过以上分析，本工程总生物损失量如下：占用海域造成底栖生物损失 50.093kg ，鱼卵、仔稚鱼和游泳生物损失量可忽略不计。

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

①底栖生物

底栖生物、游泳生物均按成体生物处理，计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：M 为经济损失额，元；

W 为生物资源一次性损失总量，千克（kg）；

E 为生物资源的价格，元/kg；

对于生态补偿价格测算方面，按照《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》（广东省农业农村厅，2024 年 10 月）中的基准数据法进行核算，由基准价格乘以居民消费价格指数（CPI）得出其生态补偿标准核定价格。

2024 年底栖生物（潮间带生物）基准价格为 15 元/kg。捕捞产品生产价格指数以国家统计局年度统计数据（国家数据（stats.gov.cn））确定的价格指数为参考依据。基准数据法的价格采用以下公式计算：

$$P_{i+1}=P_i \times (1+CPI_J)$$

P_i 为指南发布后渔业资源第 i 年价格（评估报告评审年份），当 $i=0$ 时价格为渔业资源基准价格（指南发布年份）； CPI_J 为指南发布后 J 年的价格指数。

根据国家统计局公布 2025 年度统计数据，2025 年海水海水捕捞产品生产价格指数为 99.3（上年=100），2026 年未公布统计数据，因此按 2025 年度捕捞产品生产价格指数进行计算，计算结果约为底栖生物 14.9 元/kg。

则本项目造成的海洋生物的直接经济损失额为 $53.093\text{kg} \times 14.9 \text{元/kg} = 791.09 \text{元}$ 。

根据《规程》，占用渔业水域的生物资源损害赔偿：占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3~20 年的，按照实际占用年限补偿；占用 20 年以上的，按不低于 20 年计算。一次性生物资源损害赔偿为一次性损害额的 3 倍。

本项目台架、锚块占用海域 15 年，则本工程造成的生态损失总赔偿额为 $794.35 \text{元} \times 15 = 1.187 \text{万元}$ 。

6.5.2 水文动力和冲淤环境变化对生态环境的影响分析

根据前述水文动力环境变化预测结果可知，台架式养殖工程实施后，由于台架的阻流作用，养殖区内水流会发生一定幅度的减小，因此，工程区内各代表点流速以减小为主。工况一情况下，养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于 $-0.09\text{m/s} \sim -0.04\text{m/s}$ 之间；大潮涨急流向变化值位于 $-6.3^\circ \sim 2.1^\circ$ 之间，大潮落急流速变化值位于 $-0.12\text{m/s} \sim -0.03\text{m/s}$ 之间，大潮落急流向变化值位于 $-4.2^\circ \sim 2.8^\circ$ 之间；工况二情况下，养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于 $-0.06\text{m/s} \sim -0.10\text{m/s}$ 之间；大潮涨急流向变化值位于 $-4.6^\circ \sim 3.8^\circ$ 之间，大潮落急流速变化值位于 $-0.11\text{m/s} \sim -0.08\text{m/s}$ 之间，大潮落急流向变化值位于 $-6.1^\circ \sim 16.1^\circ$ 之间。由于养殖区水动力环境相对较弱，养殖工程实施后，附近海域水动力环境变化幅度较小，工程实施后对附近水动力环境影响有限，基本不会对湾外海域水动力环境产生影响。

养殖工程实施后，在筏式、网箱的阻流作用下，工程区水流流速有所减小，由于筏式、网箱为透水构筑物，筏式、网箱的阻流作用有限，不会使得工程区水动力环境产生大的变化。工况一情况下，工程实施后，养殖区附近各代表点大潮涨急流

速变化值位于-0.28m/s ~0.26m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-6.8° ~8.2° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.39m/s ~0.21m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-13.7° ~9.3° 之间；工况二情况下，养殖区附近各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.29m/s ~0.23m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-5.1° ~9.1° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.40m/s ~0.24m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-15.2° ~6.8° 之间。

总体上看，由于养殖区本身水深条件较好，且养殖筏式、网箱为透水构筑物，工程实施后项目水动力环境变化幅度较小，项目的实施对附近水动力环境影响有限，基本不会对附近海域水动力环境产生影响。

台架式养殖工程实施后，养殖区附近海域最大回淤厚度在 0.10m/a 以内，最大冲刷厚度在 0.06m/a 以内，工况一与工况二变化幅度相当，总体上看，工程的实施不会造成养殖区附近海域海底底床产生剧烈变化。

筏式、网箱养殖工程实施后，冲淤变化较大的区域主要位于养殖区附近养殖航道内，最大淤积厚度在 0.12m/a 左右，最大冲刷幅度在 0.08m/a 左右，工况一和工况二冲刷幅度相当。总体上看，工程的实施不会造成工程区附近底床产生剧烈变化。

综上所述，项目实施后引起的水文动力和冲淤环境变化对生态环境影响不大。

6.5.3 环境敏感目标的影响分析

6.5.3.1 对生态保护红线（自然保护区、自然公园）的影响分析

项目范围内不涉及生态保护红线、自然保护区、自然公园，工程评价范围内的自然保护地（自然公园）主要有：广东江门中华白海豚省级自然保护区（位于区域 4 养殖区东侧，项目与核心区、缓冲区、实验区最近距离分别为 12.9km、12.4km、11.8km）、江门台山乌猪岛县级海洋自然公园（区域 4 养殖区南侧 12.7km）、广东台山镇海湾红树林国家湿地自然公园（区域 1 西北侧 18.4km）；工程评价范围内的生态保护红线主要有：镇海湾重要滩涂及浅海水域（区域 1 北侧 18.0km）、北陡海岸防护生物防护极重要区（区域 1 西北侧 15.5km）、江门市台山市红树林（区域 1 东北侧 6.0km）、北陡海岸侵蚀极脆弱区（区域 1 西侧 7.6km）、镇海湾重要河口（区域 1 北侧 0.1km）、广海湾重要渔业资源产卵场（区域 1 南侧 0.1km）、大海湾海岸防护物理防护极重要区（区域 3 西北侧 11.6km）、瓦窑湾海岸侵蚀极脆弱区（区域 3 西北侧 12.2km）、小湾海岸侵蚀极脆弱区（区域 1 东北侧 9.0km）、荔枝湾海草床（区域 1 东南侧 13.1km）、围夹岛特别保护海岛（区域 2 南侧约 19.5km）、上川岛

飞沙滩重要滩涂及浅海水域（区域 2 南侧 4.2km）、江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园（区域 4 养殖区南侧 12.7km）、江门中华白海豚地方级自然保护区（区域 4 东侧 7.8km）、广东镇海湾红树林国家湿地自然公园（区域 1 西北侧 18.4km）、珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线（区域 2 南侧 0.2km）。

项目施工期的主要污染源主要包括：养殖设施固定施工产生的悬浮物、施工船舶人员生活污水、含油废水等。养殖设施施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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，对上述生态保护红线（自然保护区、自然公园）影响不大。此外，施工期产生的船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置，采取上述措施后船舶废水基本不会对周边海水水质产生不良影响。因此，工程施工期间基本不会对周边生态保护红线（自然保护区、自然公园）造成不良影响。

营运期台架式养殖和浮缙式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。不会对周边生态保护红线（自然保护区、自然公园）产生明显影响。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水

环境影响可接受。网箱养殖对海洋沉积物的影响集中于网箱下方及邻近海域，主要来源于残饵、养殖排泄物沉降，将引起沉积物总有机碳、氮磷含量升高，氧化还原电位降低，硫化物含量上升，底栖生物群落结构有所改变。根据相关文献，影响范围主要集中在网箱周边 100m 范围内左右。本项目通过控制养殖容量、合理布设网箱、实施养殖轮休制度，配备智能投喂系统等措施可降低网箱养殖对海洋沉积物的不利影响。

综上，本项目实施对周边生态保护红线（自然保护区、自然公园）影响不大。

6.5.3.2 对“三场一通道”的影响分析

（1）对上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区的影响分析

上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区的主要保护对象为龙虾。本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖，项目与上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区实验区的最近距离约 6.8km，距离核心区最近距离约 12.2km。

施工期养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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。此外，施工期产生的船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。则基本不会对上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区产生影响。

项目营运期间，网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着

《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区的水质产生明显的影响。

（2）对其他三场一通道的影响分析

项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、黄花鱼幼鱼保护区内。

养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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。此外，施工期产生的船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。海域施工时间尽量避开幼鱼、幼虾保护区保护期（3-5 月）、黄花鱼幼鱼保护区（3-5 月），则基本不会对幼鱼、幼虾保护区、黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区产生不良影响。

项目营运期间，台架式养殖和浮梗式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保

护协议》《关于印发<台山市海水养殖尾水治理实施方案>的通知》（台农农〔2024〕95号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对幼鱼、幼虾保护区、黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区的水质产生大的影响。

6.5.3.3 对近岸海域国控监测站位的影响分析

工程评价范围内的江门市近岸海域国控站位主要有：GDN100（01~03、05、08~09、12~25），其中 GDN10021、GDN10005、GDN10016、GDN10023 临近项目养殖区。

GDN10021 站位临近的项目养殖区养殖模式为台架式养殖，GDN10005、GDN10023 站位临近的项目养殖区养殖模式为网箱养殖，根据数模预测结果趋势，网箱养殖涉及到国控站位为 GDN10023。

养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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。此外，施工期产生的船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。项目在近岸海域国控站位监测期间应暂停附近的筏架和网箱施工，则工程施工期间基本不影响近岸海域国控监测站位的水质。

项目营运期间，台架式养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖污染物影响范围内的 GDN10023 站位叠加年均浓度可符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质，即项目实施不会对江门市 2025 年近岸海域水质目标（近岸海域水质优良（一、二类水质）比例达到 73.7%）产生明显影响。

项目实施基本不会对项目附近近岸海域国控监测站位的水质产生明显影响。

6.5.3.4 对大陆自然岸线、海岛及海岛自然岸线的影响分析

项目不占用大陆岸线和海岛岸线。方案实施后，由于台架、筏架、网箱的阻流作用，养殖区内水流流速会有所减缓，进而产生落淤。根据预测结果，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化，台架式养殖区附近海域最大冲淤厚度约为 0.10m/a 左右，筏式、网箱养殖区最大冲淤厚度在 0.12m/a 左右。总体上看，工程的实施对养殖海

域的地形地貌与冲淤环境影响不大，基本不会对项目附近大陆自然岸线、海岛及海岛自然岸线冲淤环境产生明显影响。

6.5.3.5 对珍稀濒危物种的影响分析

(1) 施工期对珍稀濒危物种的影响分析

1) 施工期对中华白海豚、印太江豚的影响分析

对本项目作业施工期产生的船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理。养殖设施安装过程产生的绳索、浮球等废材料，收集上岸交由物资回收公司回收利用。因此，本项目施工期可能对中华白海豚、印太江豚产生影响的主要为悬浮泥沙和噪声。

①悬浮泥沙对中华白海豚、印太江豚的影响分析

养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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。且从生理结构上来说，中华白海豚、印太江豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大。

②噪声对中华白海豚、印太江豚的影响分析

噪声对中华白海豚的影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化，以及回避和迁移行为等。在声行为方面，中华白海豚可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应。

A、对中华白海豚行为影响分析

Janik 在苏格兰东北部的 Moray Firth 研究了船舶噪声对宽吻白海豚行为的影响。研究发现当中华白海豚观察船接近中华白海豚时，中华白海豚的出水次数明显减少。Nowacek 等在 Sarasota、Florida 海域研究了船舶噪声对宽吻白海豚行为的影响。研究发现当行船接近中华白海豚时，中华白海豚的呼吸时间间隔（Interbreath intervals, IBI）明显增大，并且中华白海豚之间的距离将减小，中华白海豚游动方向改变，游速明显增大。

B、对中华白海豚听觉影响分析

参照厦门大学于 2015 年在厦门新机场施工现场的噪声监测结果，挖砂船作业

时（距 5m）和货船经过时（距 20m）的水下噪声均不超过 120dB，噪声值小于前述研究白海豚开始产生 TTS 的噪声级，且船舶作业活动产生的噪声一般只在较低的频段如 20~1000Hz 具有较高的能量（Greene, 1987; Greene and Moore, 1995），主要能量不在中华白海豚的听阈改变的频段内，因此，正常情况下，本项目船舶噪声不会对中华白海豚的听觉系统造成伤害。

综上所述，本项目作业船舶噪声主要会对中华白海豚的行为产生影响，基本不会对其听觉系统造成伤害，但项目应采取采用低噪声船舶、同时定期对船舶进行维护维修等措施，尽量减小船舶噪声影响。船舶航行时应注意观察周边海域的中华白海豚、江豚的活动情况。若发现有中华白海豚、江豚活动，则应注意避让，以免对中华白海豚、江豚造成伤害。施工过程中在施工船舶上配备专人进行瞭望，如施工区内发现中华白海豚、江豚应立即停止施工，采用无害声驱的方法将中华白海豚、江豚驱逐出作业海域，待中华白海豚、江豚离去后再施工，并上报有关部门。

2) 对海龟的影响分析

根据项目所在海域存在海龟活动的历史追踪数据可知，工程海域曾有海龟出没，但工程海域不是海龟的主要活动区域。

养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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。同时，项目施工期间海龟会改变自身的游泳模式和方向，因此不会对海龟的洄游及觅食造成影响。此外，项目作业船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理。养殖设施安装过程中产生的绳索、浮球等废材料，收集上岸交由物资回收公司回收利用。在严格落实本工程生态保护措施前提下，本工程建设对海龟造成的影响小。

施工期间若发现海龟应停止施工，驱逐，并上报有关部门，加强对施工人员的教育，禁止捕杀海龟等珍稀生物。

3) 对中国龙虾的影响分析

龙虾栖息于几米、十几米深的岩礁缝隙、石堆和珊瑚丛中。工程评价范围内主要分布在江门台山乌猪岛县级海洋自然公园（区域 4 养殖区南侧 12.7km）、上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区（最近南侧约 6.8km）。

养殖设施锚固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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。项目作业船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理。养殖设施安装过程中产生的绳索、浮球等废材料，收集上岸交由物资回收公司回收利用。在严格落实本工程生态保护措施前提下，本工程建设基本不会对中国龙虾产生影响。

(2) 营运期对珍稀濒危物种的影响分析

1) 养殖污染物排放对珍稀濒危动物的影响

项目营运期间，台架式养殖和浮筏式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，对中华白海豚、印太江豚、海龟、中国龙虾等珍稀海洋生物影响很小。

2) 噪声对珍稀濒危动物的影响

营运期管理船舶噪声主要会对中华白海豚的行为产生影响，基本不会对其听觉

系统造成伤害，但项目应采取采用低噪声船舶、同时定期对船舶进行维护维修等措施，尽量减小船舶噪声影响。船舶航行时应注意观察周边海域的中华白海豚、江豚、海龟、中国龙虾等珍稀海洋生物的活动情况。若发现有中华白海豚、江豚、海龟、中国龙虾等珍稀海洋生物活动，则应注意避让，以免对中华白海豚、江豚、海龟、中国龙虾等珍稀海洋生物造成伤害。

3) 养殖设施占用海域空间对珍稀濒危生物的影响

根据报告“3.2.5 养殖容量”章节分析可知，项目浮缏式浮筏养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例为 55.65%。项目网箱与网箱之间的间距有 100m 以上，根据报告“3.2.5 养殖容量”章节分析可知，项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%。项目选址现状已分布有大量浮缏式浮筏养殖，根据广东江门中华白海豚省级自然保护区历年对中华白海豚的监测数据显示，保护区及周边海域中华白海豚种群数量稳定在 300 头，年轻个体比例较高、年龄结构健康合理，种群繁殖状况良好，因此预测项目实施对中华白海豚、印太江豚的迁徙及其觅食等活动影响较小。

根据项目所在海域存在海龟活动的历史追踪数据可知，工程海域曾有海龟出没，但工程海域不是海龟的主要活动区域，项目养殖设施对海龟的迁徙及其觅食等活动影响小。

台架式养殖布设 1753 组台架，采用行列式矩阵规整布置，两个单元的前后预留 50m 的通道。浮缏式浮筏养殖布置 56 个浮筏单元，两个单元的前后预留 50m 的通道。重力式网箱固定于水体中上层，网箱与网箱之间距离基本大于 100m。龙虾不善游泳，依靠步足爬行，主要分布在水体底层，因此，项目建设对龙虾的迁徙及其觅食等活动影响较小。

6.5.3.6 对人工鱼礁的影响分析

工程评价范围内的人工鱼礁主要分布在上川岛东南侧海域，与项目最近距离为 13.4km。

养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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，不会对周边人工鱼礁产生明显影响。此外，施工期船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位

处置。因此，工程施工期间基本不对周边人工鱼礁造成不良影响。

项目营运期间，台架式养殖和浮筏式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，对周边人工鱼礁几乎没有影响。

方案实施后，由于台架、筏架、网箱的阻流作用，养殖区内水流流速会有所减缓，进而产生落淤。根据预测结果，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化，台架式养殖区附近海域最大冲淤厚度约为 0.10m/a 左右，筏式、网箱养殖区最大冲淤厚度在 0.12m/a 左右。总体上看，工程的实施对养殖海域的地形地貌与冲淤环境影响不大，基本不会对周边人工鱼礁产生明显影响。

6.5.3.7 对红树林的影响分析

工程评价范围内的红树林主要包括分布在镇海湾和广海湾沿岸也有分布，最近分布的红树林位于北侧 5.8km。

养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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，不会对周边红树林产生明

显影响。此外，施工期船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。因此，工程施工期间基本不对周边红树林造成不良影响。

项目营运期间，台架式养殖和浮筏式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，对周边红树林几乎没有影响。

方案实施后，由于台架、筏架、网箱的阻流作用，养殖区内水流流速会有所减缓，进而产生落淤。根据预测结果，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化，台架式养殖区附近海域最大冲淤厚度约为 0.10m/a 左右，筏式、网箱养殖区最大冲淤厚度在 0.12m/a 左右。总体上看，工程的实施对养殖海域的地形地貌与冲淤环境影响不大，基本不会对周边红树林产生明显影响。

6.5.3.8 对海草床的影响分析

台山市海草床主要分布在区域 1 东南侧约 14.4km 和区域 2 西南侧约 10.2km。

海水养殖会挤压海草床生长空间、遮挡光线，减少了海草床光合作用的机会，养殖污染物排放会影响海草床生长。根据《广东沿海海草床的现状、面临的威胁与保护建议》（生态环境部华南环境科学研究所，钟超等，2024）：相比于海水池塘、

滩涂底播和贝类吊养，渔排网箱是威胁最大的养殖方式。鱼类养殖增加了水体和网箱附近的沉积物中有机物和营养物质（如排泄物和剩余饵料）的输入，影响沉积物的生物地球化学过程，并对包括海草在内的底栖生物群落产生负面影响，是世界范围内海草床的主要威胁（Pergent et al, 1999; Marbà et al, 2006）。已有研究证实，鱼类养殖活动引起海草生境中氧含量下降和硫化物含量升高，导致海草的直立茎及其分生组织生长受到抑制（Delgado et al, 1999; Greve et al, 2003; Marbà et al, 2006）。

项目川岛周边的养殖类型布局综合考虑海草床分布，其中浮缙式浮筏养殖、网箱养殖主要分布于上川岛北侧，与海草床主要分布区距离较远。

工程养殖设施固定施工产生的悬浮物主要出现在投放点附近底层，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，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，不会对周边海草床产生明显影响。此外，施工期船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。因此，工程施工期间基本不对周边海草床造成不良影响。

项目营运期间，台架式养殖和浮缙式浮筏养殖牡蛎，可净化水质，不会增加污染物排放。网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》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%，结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，

本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，对周边海草床几乎没有影响。

方案实施后，由于台架、筏架、网箱的阻流作用，养殖区内水流流速会有所减缓，进而产生落淤。根据预测结果，工程实施后不会产生剧烈的冲淤变化，台架式养殖区附近海域最大冲淤厚度约为 0.10m/a 左右，筏式、网箱养殖区最大冲淤厚度在 0.12m/a 左右。总体上看，工程的实施对养殖海域的地形地貌与冲淤环境影响不大，基本不会对周边海草床产生明显影响。

6.5.3.9 对珊瑚礁的影响分析

造礁石珊瑚位于区域 2 东南侧海域约 18.8km，位于乌猪洲岛南侧。

根据《悬浮物对造礁石珊瑚营养方式的影响及其适应性研究进展》（罗勇，俞晓磊，黄晖，生态学报，第 41 卷第 21 期）：“珊瑚礁区悬浮物的增加，虽然以往的研究已明确指出不利于造礁石珊瑚生长，且不少学者也通过野外研究提出了珊瑚礁或造礁石珊瑚对悬浮物的耐受阈值。如 *Roges* 认为人类活动影响生成的悬浮物浓度不能超过 10 mg/L，否则将影响珊瑚礁的结构与功能，而 *Li* 等也研究指出悬浮物中细颗粒组分（0-63 μm ）沉降速率 5-6 $\text{mg}\cdot 2\text{d}^{-1}$ 是影响造礁石珊瑚群落结构的值浓度。尽管如此，实际上目前大多室内研究已证实少数种类造礁石珊瑚能暴露在悬浮物浓度为 10-1000 mg/L 的环境中数小时到一年而不会死亡，且近年来此类现象也同样在野外有发现，如在巴西阿波罗荷斯（*Abrilhos*）、婆罗洲（*Borneo*）米里（*Miri*）、大堡礁帕鲁玛浅滩（*Pahuma Shoals*）和新加坡南部等礁区，其水体浊，但以团块状和皮壳状生长型为优势类群的造礁石珊瑚群落却生长较好，群落整体呈低多样性、高覆盖率特征。这表明少数种类造礁石珊瑚对悬浮物具有一定耐受性，能在高含量悬浮物存在的弱光环境中较好生长。”

由图 6.3.2-23~图 6.2.3-25，项目叠加周边养殖项目营运期表层、中层、低层悬浮物增量包络线图不涉及乌猪洲岛，基本不会对乌猪洲岛上的珊瑚礁造成影响。

6.5.3.10 对周边养殖活动的影响分析

区域 1~区域 4 养殖区域周边海水养殖项目分布情况见下图 6.5.3-1。

根据 6.3.1 节悬浮泥沙预测类比结果，投放水泥墩锚块会短期改变养殖区及附近底层的悬浮物浓度，悬浮物浓度增量最大的区域出现在投放点附近底层，悬浮泥沙增量大于 10m/L 的包络范围为 0.0002 km^2 ，影响范围很小而且随着时间变化会迅速的扩散并降低浓度。因此本项目施工期基本不会对周边的海水养殖活动造成影响。

图 6.5.3-1 区域 1~区域 4 周边养殖项目分布情况

6.5.4 海洋生态影响程度汇总

项目海洋生态影响程度汇总见表 6.5.4-1。

表 6.5.4-1 项目海洋生态影响程度汇总

影响要素		影响程度	
生态敏感区	(生态保护红线, 含自然保护区、自然公园)	广海湾重要渔业资源产卵场	受到间接扰动, 主要保护对象数量和种群规基本无变化, 主要生态功能和物种栖息地连通性略受干扰, 影响程度属于“弱”
		镇海湾重要河口	
		大海湾海岸防护物理防护极重要区	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变化, 主要生态功能和物种栖息地连通性未受影响, 影响程度属于“无”
		瓦窑湾海岸侵蚀极脆弱区	
		小湾海岸侵蚀极脆弱区	
		荔枝湾海草床	
		上川岛飞沙滩重要滩涂及浅海水域	
		江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园	
		镇海湾重要滩涂及浅海水域	
		北陡海岸防护生物防护极重要区	
		江门市台山市红树林	
		北陡海岸侵蚀极脆弱区	
		围夹岛特别保护海岛	
		江门中华白海豚地方级自然保护区	
		广东镇海湾红树林国家湿地自然公园	
		珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线	
	三场一通道	幼鱼、幼虾保护区	受到永久占用, 但主要保护对象数量和种群规模仅略有减少, 主要生态功能和物种栖息地连通性略受干扰, 影响程度属于“弱”
		黄花鱼幼鱼保护区	
		南海北部幼鱼繁育场保护区	
		上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区	
生物资源		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, 影响程度属于“弱”	
重要物种	中国龙虾	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, 影响程度属于“弱”	
	中华白海豚、印太江豚	生物数量基本不变、种群规模无变化, 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, 影响程度属于“弱”	
	海龟	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，影响程度属于“无”
特殊生境	红树林	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，影响程度属于“弱”
	海草床	

6.6 大气环境影响预测与评价

6.6.1 施工期环境空气影响评价

本项目主要为施工期施工船舶机械产生的尾气对周边环境的影响，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和 CO 等，均为无组织排放。由于项目施工及养殖均位于开阔海上，扩散面积大，在时间和空间上均较零散排放污染物总量小，对周边环境产生影响甚微。

建议施工单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

6.6.2 运营期环境空气影响评价

本项目主要为运营期工作船舶产生的尾气对周边环境的影响，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和 CO 等，为无组织排放。由于项目施工及养殖均位于开阔海上，扩散面积大，在时间和空间上均较零散排放污染物总量小，对周边环境产生影响甚微。建议养殖企业选用符合国家标准低硫燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

6.7 声环境影响预测与评价

6.7.1 噪声对海洋生物的影响分析

项目为海域开放式养殖项目，养殖设施采用锚和桩固定，施工期主要水下噪声源强为养殖设施的锚和桩固定时施工噪声和施工船舶噪声，运营期主要水下噪声源强为船舶噪声，噪声源强均 $\leq 90\text{dB}$ 。

(1) 噪声对中华白海豚、印太江豚的影响分析

噪声对中华白海豚的影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化、以及回避

和迁移行为等。在声行为方面，中华白海豚可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应。

A、对中华白海豚行为影响分析

Janik 在苏格兰东北部的 Moray Firth 研究了船舶噪声对宽吻白海豚行为的影响。研究发现当中华白海豚观察船接近中华白海豚时，中华白海豚的出水次数明显减少。Nowacek 等在 Sarasota、Florida 海域研究了船舶噪声对宽吻白海豚行为的影响。研究发现当行船接近中华白海豚时，中华白海豚的呼吸时间间隔（Interbreath intervals, IBI）明显增大，并且中华白海豚之间的距离将减小，中华白海豚游动方向改变，游速明显增大。

B、对中华白海豚听觉影响分析

参照厦门大学于 2015 年在厦门新机场施工现场的噪声监测结果，挖砂船作业时（距 5m）和货船经过时（距 20m）的水下噪声均不超过 120dB，噪声值小于前述研究白海豚开始产生 TTS 的噪声级，且船舶作业活动产生的噪声一般只在较低的频段如 20~1000Hz 具有较高的能量（Greene, 1987; Greene and Moore, 1995），主要能量不在中华白海豚的听阈改变的频段内，因此，正常情况下，本项目船舶噪声不会对中华白海豚的听觉系统造成伤害。

综上所述，本项目作业船舶噪声主要会对中华白海豚的行为产生影响，基本不会对其听觉系统造成伤害，但项目应采取采用低噪声船舶、同时定期对船舶进行维护维修等措施，尽量减小船舶噪声影响。船舶航行时应注意观察周边海域的中华白海豚、江豚的活动情况。若发现有中华白海豚、江豚活动，则应注意避让，以免对中华白海豚、江豚造成伤害。施工过程中在施工船舶上配备专人进行瞭望，如施工区内发现中华白海豚、江豚应立即停止施工，采用无害声驱的方法将中华白海豚、江豚驱逐出作业海域，待中华白海豚、江豚离去后再施工，并上报有关部门。

（2）对其他海洋生物的影响分析

海域中某些海洋生物对噪声较敏感，如鱼类可能因高强度噪声产生的振动能量而受到较大影响甚至死亡。参照国家海洋局第三海洋研究所编制的《厦门北通道公铁两用桥工程环境影响评价报告》，海域船舶通行等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下背景噪声提高仅约 4dB，噪声经海底沉积物的吸收，将很快衰减，影响范围将仅仅局限在工程附近海域，不会对所在海域的海洋生态环境产生明显的不良影

响。项目应采取采用低噪声船舶、同时定期对船舶进行维护维修等措施，尽量减小船舶噪声对海洋生物的影响。

6.7.2 施工期声环境影响分析

项目为海域开放式养殖项目，养殖设施采用木桩和铁锚固定，施工期主要水下噪声源强为重力式网箱铁锚和木桩固定时施工噪声和施工船舶噪声，噪声源强均 $\leq 90\text{dB}$ 。项目施工位于海上，周边无需要保持安静的建筑物及建筑物集中区，但项目与江门上川岛猕猴地方级自然保护区 1 类声环境功能区最近距离约为 100m。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）附录 A 中无指向性点声源几何发散衰减的基本公式是：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20\lg(r/r_0)$$

式中： $L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的声压级，dB；

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考位置距声源的距离。

采用上式计算得项目施工噪声对江门台山曹峰山地方级自然保护区 1 类声环境功能区、江门上川岛猕猴地方级自然保护区 1 类声环境功能区的贡献值分别约为 47dB、59dB，已接近近岸海域常见海况下的自然背景噪声值（常见风力 4-5 级海况下的自然背景噪声主要为海浪噪声，噪声值可达 52~58dB）。项目夜间不施工，且施工噪声的影响是暂时的，随着施工的结束而消失，在采取选用低噪声船舶、安装消声器或隔声罩、限制船舶主机转速、加强设备和船舶的维护管理等措施后，预测对周边声环境影响可接受。

6.7.3 营运期声环境影响分析

本项目营运期主要为工作船舶在项目海域内养殖作业产生的噪声，项目周边无需要保持安静的建筑物及建筑物集中区，但项目与江门上川岛猕猴地方级自然保护区 1 类声环境功能区最近距离约为 100m。营运期工作船舶具有流动性，结合施工期船舶噪声影响分析可知，营运期船舶在采取选用低噪声船舶、安装消声器或隔声罩、限制船舶主机转速、加强设备和船舶的维护管理等措施后，预测对周边声环境影响可接受。

6.8 固体废物环境影响分析

6.8.1 施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体污染物为生活垃圾和养殖设施安装废材料。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，收集上岸交由环卫部门清运处理，不可随意倾倒入海。养殖设施安装过程产生的绳索、浮球等废材料，收集上岸交由物资回收公司回收利用。通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

6.8.2 营运期固体废物环境影响分析

本项目营运期间产生的固体污染物主要有生活垃圾、废弃养殖材料、病死鱼、病死蚝、废弃防疫药物，废防疫包装袋、废饲料包装袋等。

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。养殖过程产生的废弃养殖材料，主要为废旧网衣、聚乙烯绳索、废旧浮球等。拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。养殖过程产生的病死鱼、病死蚝及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛。项目海域水体交换速度快，在控制网箱养殖规模的情况下，鱼类得病率较低，基本不使用鱼药，以预防为主。在病害流行季节做好疾病预防工作，加强监测和投喂管理，但发现病情需要及时诊治。若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物，废包装袋需妥善收集后运往陆域处置，不得随意抛到海域。项目养殖期间投放饲料时产生的废饲料包装袋，为带塑料内衬的编织袋，收集后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。本项目运营期可能形成海漂垃圾的固体废物主要包括老化破损养殖设施、养殖包装物、船舶生活垃圾等，项目通过全过程管控措施，防范项目自身固废入海转化为海漂垃圾。区域大范围海漂垃圾主要为潮流输送的外部来源，不属于本项目自身产污。项目将落实海域管护措施：利用作业船开展养殖区定期巡查，及时清理项目设施周边因潮流带入的外来漂浮垃圾并上岸合规处置。

因此营运期基本不会对海洋环境产生不良的影响。

6.9 对通航环境的影响分析

项目选址不在航道、锚地范围内。项目养殖区之间预留了通航航道，养殖区与航道中心线距离不小于 200m，可供船舶航行，不影响过往船舶通航。

本项目产生的水文动力影响仅局限于工程海域附近，不会对附近航道的水深地形条件产生明显影响。此外，本项目施工期间将投入一定数量的施工船舶，营运期投入一定数量的养殖辅助船，会使船舶通航密度升高，周边海域的通航风险增加。

为减少对过往船舶通行安全影响，采取以下防治措施：

（1）考虑到区域 3、区域 4 距离航道相对较近，在网箱养殖区的各边界节点分别设置 1 座海上警示浮标，并预备 2 座备用。

（2）依法申领海域使用证和养殖证，养殖设施安装严格控制在《海域使用权证书》核准用海面积范围内。

（3）将养殖区的精确位置、范围、边界坐标、设置期限等信息，上报相关部门发布相关公告（航海通告、海图、电子海图、航行警告）等，确保通航船舶知晓。

（4）在养殖设施顶部加装高可见度标识（橙黄色+反光带）及障碍灯（夜间）。

（5）养殖工作船（投饵、收获、维护船）必须遵守航行规则，配备合格的船员，在穿越航道时主动避让过往船舶。

（6）定期对养殖设施（尤其是边界标志、锚固系统）进行巡查，确保其位置准确、结构完好、灯光有效。及时清理养殖区内可能漂浮的杂物、破损设施，防止其漂出成为航行障碍物。发现航标损坏、移位、灯光失效，或设施漂移、缆绳断裂等情况，立即修复并报告相关部门更新信息。

综上，项目建设在采取通航管理措施后能有效减小对所在海域通航环境的影响。

图 6.9-1 项目与周边航道、航路、锚地位置关系图

图 6.9-2 项目与周边航道、航路、锚地位置关系图（局部放大图）

7 生态环境风险评价

7.1 风险识别

环境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程度。本项目建设内容为开放式养殖。根据拟建项目性质，结合项目所在海域自然环境特点考虑，发生风险事故的可能性主要是鱼药使用不当导致海洋生态环境破坏、船舶事故造成的溢油风险事故、自然灾害风险（热带气旋、风暴潮和赤潮等）、养殖品种逃逸以及养殖品种大量死亡风险。

7.1.1 鱼药风险

在海水养殖过程中，鱼药的使用能起到预防和治疗鱼类疾病的功能。然而，一些鱼药可能含有有毒有害的持续性物质，这些物质进入海洋生态系统后，可能对环境 and 生物多样性产生负面影响。具体有毒有害的持续性物质来源、特点及其影响如下。

表 7.1.1-1 鱼药有毒有害的持续性物质信息

物质	来源	特点	影响
持续性有机污染物	抗生素、杀虫剂、杀菌剂等	难以降解，具有生物累积性和长距离迁移性	通过食物链富集，可能危害食物链其他生物
抗生素	养殖过程中直接投放或通过饲料添加	常用于预防和治疗疾病，但其残留物会长期存在于环境中	导致抗生素耐药性菌株的产生，破坏微生物群落，影响生态系统平衡
重金属	鱼药中的添加剂	具有毒性，且在环境中难以降解	对水生生物产生毒害作用，影响其生长和繁殖能力，可能通过食物链危害其他生物

7.1.2 自然灾害风险

本工程区域是受热带气旋影响较为频繁的地区之一，由热带气旋引起的台风暴雨灾害、暴雨常有发生。根据江门气象局资料，正常年份影响江门地区的热带气旋平均 3~4 个，近年来台风影响频繁，其中 2020 年有 5 个，总体影响程度偏轻，只有台风“海高斯”带来较严重影响，2021 年共 3 个，分别为“查帕卡”、“狮子山”、“卢碧”；2022 年共 3 个，分别“暹芭”、“木兰”、“马鞍”；2023 年共 3 个，分别“泰利”、“苏拉”、“杜苏芮”；2024 年共 3 个，分别“摩羯”、“贝碧嘉”、“派比安”；2025 年共 11 个台风 + 2 个热带低压影响，为江门有气象记录以来影响台风数量极值，台风分别为“蝴蝶”、“韦帕”、“杨柳”、“剑鱼”、“蓝湖”、“塔巴”、“米娜”、

“桦加沙”、“博罗依”、“麦德姆”、“风神”；其中“韦帕”（7月）、“塔巴”（9月）先后在台山市沿海登陆，“桦加沙”以超强台风外围严重影响江门，上川岛实测 17 级阵风，全市出现大范围特大暴雨、风暴潮叠加险情，对沿海海域、滨海工程影响突出。施工过程中，由于特定的自然条件，存在一些不安全因素，主要为该水域有时会出现不利海况，如台风、强热带风暴、风暴潮等。台风和风暴潮对施工比较不利，台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水，具有较大的破坏性，可能造成海洋牧场设施破坏，物料流失入海，一方面影响海水水质，另一方面也可能受潮水影响向岸滩运移，造成岸滩污染。还可能造成施工船舶之间碰撞等事故。营运期间，如遭遇台风，可能导致海洋牧场维护船舶、航道通行船舶碰撞、损害本项目的养殖设施等，也会对来往船舶和养殖设施造成影响。

赤潮的发生不仅造成海洋渔业、水产养殖业、海上娱乐活动与体育运动、旅游业的经济损失和危害水体生态环境，还会通过食物链传递影响人体健康甚至造成死亡。有害赤潮主要有三种危害形式：1）有些赤潮藻能产生毒素，危害人体健康；2）有些赤潮藻能产生毒素危害鱼类等海洋生物；3）另外一些赤潮藻虽然无毒，但能对鱼鳃造成堵塞或机械操作，使海洋生物窒息死亡，这些危害往往可能同时发生的。

7.1.3 船舶溢油风险

随着海上交通运输业的增加，溢油事故屡有发生。经研究以往事故发生的规律，船舶事故主要发生在以下二类地点：1、港区码头和航道；2、离港入口处 50 海里以内的沿岸地带。船舶航行事故占各类事故的 70%，且 90%的船舶航行事故发生于港区或沿岸地区。典型事故诱因见表 7.1.3-1。

表 7.1.3-1 典型事故诱因归纳表

发生地点	发生源	代表性的发生原因
航线	船舶	触礁、搁浅、船与船碰撞、恶劣海况（雾、台风）、火灾爆炸、溢出泄漏
锚地	船舶	船与船相撞、火灾爆炸、溢出泄漏
港池	船舶	船与船相撞、船与码头相撞、操作失误、火灾爆炸、溢出泄漏

船舶燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为 97~98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。燃料油的理化性质见下表。

表 7.1.3-2 燃料油的理化性质

项目	特性	项目	特性
----	----	----	----

项目	特性	项目	特性
外观及气味	黑色粘稠有气味的液体	凝固点 (°C)	<26
液体相对密度	0.92~1.07	粘度 (pas)	<180
沸点 (°C)	>398.9	水溶性	微溶
20°C时蒸汽压 (kpa)	很低	自燃温度 (°C)	407.2
雷德蒸汽压 (kpa)	0.3 (50°C时)	挥发性	挥发
闪点 (°C)	65.6~221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%~5%	主要用途	船用燃料

基于 GESAMP (海洋污染专家组) 的研究报告, 燃料油的污染特性分类为石油类, 执行 MARPOL73/78 公约附则 I。燃料油一旦溢漏入海, 海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。燃料油为微溶性物质, 发生事故性泄漏后, 主要漂浮于海面, 短期内进入水体的量一般较少。其环境影响主要是隔绝了水体和空气之间的正常水气交换, 限制了日光向水体的透入, 使水质和水体自净化功能变差, 破坏了水生生态系统的光合作用及其物质和能量流, 对于海洋哺乳类动物、海鸟等动物的生理功能均有很大的伤害; 随着溢出物在海面的漂移扩散, 溶解或分散于水体中的溢出物量会逐渐增多, 其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物; 当溢出物上岸, 可造成对岸线及其环境资源的严重污染损害。

根据工程特点分析, 本项目引起溢油事故发生的主要因素如下:

①施工船舶在工程位置作业或者行进时, 由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故, 这类溢油事故对环境影响相对较小, 但也会对水域造成油污染;

②由于船舶本身出现设施损废, 在行进中受海上风浪影响, 或者发生船舶碰撞, 有可能使油类溢出造成污染;

③营运期养殖设施施工和养殖期需投入一定数量的作业船舶, 船舶活动提高了该海域海上交通安全事故的发生概率, 船只在航行及进出该水域时可能发生船舶碰撞油舱破损, 从而引发溢油事故。

7.1.4 养殖品种逃逸风险与外来物种入侵生态风险

三倍体葡萄牙牡蛎: 本项目养殖牡蛎为人工诱变不育三倍体品种, 性腺高度退化, 不具备自然繁殖能力。即使受台风、海况影响发生个体逃逸, 逃逸个体无法在自然海域繁育后代, 无法建立野生定居种群, 无外来物种入侵风险, 仅短暂轻微扰

动局部底栖贝类群落结构。

养殖过程中养殖鱼类的逃逸与土著鱼竞争食物和生境，影响土著鱼类。另外，还可能造成鱼类病害的流行。金鲳鱼、军曹鱼：均为华南近海常见海水养殖鱼类，属于区域原生适配品种，非外来入侵物种。极端海况下网箱破损会造成少量成鱼、鱼苗逃逸，逃逸个体可融入野生海域种群，不会造成物种入侵、生态挤占、物种灭绝等恶性生态问题，仅会轻微改变局部野生鱼类种群密度，生态风险极低、可控。

7.1.5 养殖品种大量死亡风险

项目养殖品种涵盖鱼类与贝类，受夏季极端高温、海域低氧、水体浑浊、病害暴发、赤潮过境、养殖密度波动等因素影响，存在突发性大规模死亡风险。结合广东同类海洋牧场养殖项目管控经验，项目常态化病害防控条件下，金鲳鱼病死率取3%、军曹鱼病死率取4%、三倍体葡萄牙牡蛎病死率取3%，正常工况病死生物均及时打捞处置，环境影响极小。

极端事故工况下，若出现集中、突发性大批量死亡，且未能及时全面打捞，大量鱼体、牡蛎残体沉积海底，在厌氧环境下快速腐败分解，大幅消耗海域溶解氧，释放大量有机质、氮、磷污染物，造成局部海域水质超标、底质黑化发臭，引发水生生物窒息死亡，形成死亡—污染—一次生死亡的连锁生态风险，破坏海洋牧场局部生境，降低海域生物多样性。

7.2 风险事故分析

7.2.1 鱼药使用不当事故风险分析

鱼药使用不当风险及可能产生的事故包括：

1. 过度使用或不当使用抗生素会导致抗生素耐药性（AMR）的产生和传播，可能导致抗生素耐药性细菌可以通过水体传播，影响生态系统中的其他生物；
2. 杀虫剂、杀菌剂和消毒剂等化学药品如果使用不当，可能在环境中积累，可能对非目标生物如浮游生物、贝类和鱼类等造成毒害，破坏生态系统平衡；
3. 含有重金属的药物如硫酸铜如果使用过量，重金属可能在环境中积累，可能对水生生物和人类健康造成长期威胁。

在国内沿海和水产养殖环境中的存在抗生素污染问题。如在珠江口珠海市地区水和沉积物中的磺胺类和四环素类抗生素浓度较高，污染主要来自水产养殖和城市

活动中未经处理或部分处理的废水的排放；在在台州湾进行的工业活动和海水养殖对抗生素污染的影响研究发现，水体中存在环丙沙星和磺胺甲恶唑等抗生素，可能对生态系统构成潜在威胁。

7.2.2 自然灾害风险分析

自然环境对项目环境带来的风险主要为赤潮等自然灾害所产生。

①广东沿海赤潮灾害发生情况

2014-2023 年广东省海域赤潮灾害发现次数为 95 次，广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况详见图 7.2.2-1。



图 7.2.2-1 2014-2023 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况

从 2021 年~2023 年赤潮发生区域看，深圳湾、湛江湾、金沙湾是广东沿海赤潮多发区。

表 7.2.2-1 2021 年广东省赤潮灾害统计

发生地点	赤潮生物	面积（平方千米）
深圳市深圳湾海域	中肋骨条藻	1.5
深圳市大鹏半岛以西金沙湾至南澳近岸海域	球形棕囊藻、红色赤潮藻	1.7
惠州市马鞭洲至深圳市桔钓沙连线周边海域	夜光藻、红色赤潮藻	12
珠海市淇澳岛东部和海滨浴场海域	夜光藻、球形棕囊藻、红色赤潮藻	3.5
汕尾市附近海域	红色赤潮藻	80
深圳市深圳机场北至大铲岛附近海域	红色中缢虫	6
深圳市西湾公园至前海湾附近海域	红色赤潮藻	6.2
深圳市前海湾附近海域	凯伦藻	1.5

发生地点	赤潮生物	面积（平方千米）
深圳市深圳湾海域	凯伦藻	7.5
湛江市湛江港海域	柔弱角毛藻、中肋骨条藻、海洋角毛藻	65
汕头市海门湾至广澳湾海域	丹麦细柱藻、链状裸甲藻、红色赤潮藻	7.8
深圳市小铲岛至深圳机场附近海域	海链藻	3.5
珠海市情侣中路沿岸海域	夜光藻	0.02
惠州市大亚湾局部海域	红色赤潮藻	0.25

表 7.2.2-2 2022 年广东省赤潮灾害统计

发生地点	赤潮生物	面积（平方千米）
深圳市大鹏湾盐田港附近海域	红色赤潮藻（有害）	1.2
深圳市大鹏湾南澳柑桔湾附近海域至大亚湾杨梅坑附近海域、惠州市大亚湾大辣甲和东山海海域	夜光藻	10
湛江湾海域	夜光藻	2
阳江海陵岛保利银滩南侧海域	夜光藻	1
深圳市大鹏湾南澳周边海域	夜光藻	1
湛江湾海域	娄氏藻、角毛藻	3
珠海市万山岛周边海域	夜光藻	0.1
珠江口矾石附近海域、深圳湾大桥附近海域	中肋骨条藻、海链藻	28
大鹏湾金沙湾附近海域和盐田港附近海域	夜光藻	0.001
湛江市硇洲岛南部、东里镇东部、新寮岛东北部海域	旋链角毛藻	76
湛江湾渔港公园至海湾大桥一带海域	洛氏角毛藻	7
湛江东海岛东南码头至硇洲岛一带海域	中肋骨条藻	40
汕头东海岸至莱芜湾、广澳湾、田心湾海域	锥状斯克里普藻（有害）	78.7
湛江东海岛滨海旅游区东侧海域	洛氏角毛藻、拟菱形藻（有毒）、中肋骨条藻	4

表 7.2.2-3 2023 年广东省赤潮灾害统计

发生地点	赤潮生物	面积（平方千米）
湛江金沙湾和渔港公园附近海域	球形棕囊藻(有害)	2
湛江渔港公园附近海域、湛江金沙湾、官渡养殖区附近海域	球形棕囊藻(有害)	10
湛江金沙湾附近海域	骨条藻	1
深圳大亚湾坝光白沙湾附近海域	纺锤角藻	1
茂名市电白区水东湾附近海域	球形棕囊藻(有害)	-
湛江湾金沙湾至渔港公园附近海域	洛氏角毛藻	6

此外,根据2013年~2023年广东省海洋灾害公报,江门海域无赤潮暴发记录。

②广东沿海赤潮生物

广东沿海赤潮生物种类繁多,已记录的有170种(包括孢囊种类),约占全国赤潮生物种类的90%以上,主要包括多纹膝沟藻(*Gonyaulax polygramma*)、球形棕囊藻(*Phaeocystis globosa*)、红色赤潮藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)、中肋骨条藻(*Hingulodinium polyedrum*)、夜光藻(*Karenia brevis*)等。

③赤潮对项目的影响分析

近海海域赤潮严重制约近海水产养殖产业的发展,尽管当前并不是所有的赤潮都是有毒的,但是在赤潮发生期间,仅赤潮生物在短时间内的快速增殖,就会造成养殖水体的光照、二氧化碳和营养盐严重不足,危害养殖海域内原有的生态系统构成和生态平衡,造成养殖生物的品质和产量降低。同时,在赤潮消亡阶段,微生物分解赤潮生物的过程中会再次消耗海域内较多的氧气,导致海域内养殖生物窒息死亡。

7.2.3 溢油风险事故分析

本项目施工期间存在船舶碰撞事故溢油风险,施工期大量施工船舶往来于作业海域,营运期航道船舶通行及海洋牧场需一定数量船舶维护,增加海区通航压力,从而带来船舶碰撞的风险,一旦发生船舶碰撞事故,可能造成船舶燃料油泄露的可能。

类比我国近岸海域溢油污染事故的发生状况,分析本项目船舶碰撞最大可信事故确定依据。

7.2.3.1 溢油事故统计

(1) 国内船舶溢油事故统计

据不完全统计,2009-2021年,我国共发生船舶污染事故309起,平均每年约23.7起。其中船舶油污事故298起,占比约96.4%;化学品污染事故11起,占比约3.6%。

按照事故成因可将船舶污染事故分为海损性事故和操作性事故。据统计,船舶碰撞、搁浅、沉船等海损事故引发的污染事故共222起,占总数的71.8%,平均每年17.1起;操作性引发的污染事故87起,占总数的28.2%,平均每年6.7起。

按船舶油污事故等级分,100吨以下的一般事故285起,占比95.7%;100吨至

500 吨的较大事故 7 起，占比 2.3%；500 吨以上的重大事故 4 起，占比 1.3%；特别重大事故 2 起，占比 0.7%。按季节来分近 10 年来，春季发生油污事故 80 起，占比 26.5%；夏季发生油污事故 67 起，占比 23.5%；秋季发生油污事故 66 起，占比 21.9%；冬季发生油污事故 85 起，占比 28.1%。见图 7.2.3-1。

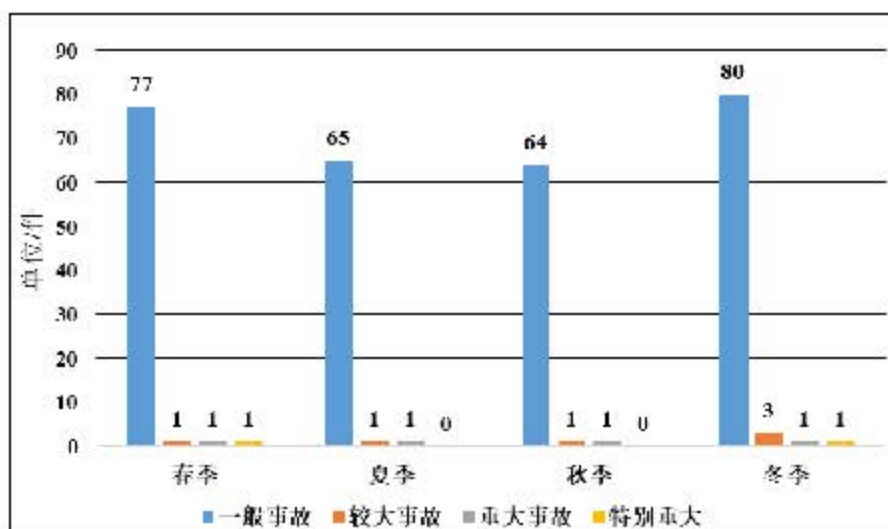


图 7.2.3-1 船舶油污事故等级按季节分对照图

冬季发生污染事故最多，春季其次。这与冬季气候多变、风大浪急，船舶操纵较为困难等因素不无关系。如 2018 年 1 月“桑吉”轮特别重大污染事故就发生在冬季。

据国内外溢油事故统计资料表明，船舶碰撞发生溢油事故最主要的原因是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高，加之轮机失控，造成船舶触礁和搁浅，引发重大溢油事故发生，事故发生地点主要在河口、港湾、沿海等近岸水域。

(2) 江门海域交通事故统计

根据江门海事局信息，2016 年进出辖区船舶为 14 万艘次，货物吞吐量为 1.2 亿吨。2007 至 2016 年，辖区共发生水上交通事故 355 宗，直接经济损失 4663 万元，人员伤亡 35 人，沉船 43 艘；2008 至 2016 年，江门海上搜救分中心共接到水上报警 653 宗，组织开展搜救行动 294 次，成功救助遇险人员 1855 人，人命救助成功率为 96%。

由此可见，船舶碰撞事故是海上事故的主要风险，一旦发生船舶碰撞事故，则很有可能导致燃料油及货物入海，从而可能导致溢油等事故发生。本报告主要针对溢油事故进行风险分析。

7.2.3.2 溢油事故影响分析

(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，影响水-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，那些对污染抵抗性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。这种破坏作用的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 0.1~10mg/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 2.0~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小。

软体动物双壳类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 0.01ppm，也会导致其死亡。当水体中石油浓度在 0.01~0.1ppm 时，对某些底栖甲壳类动物幼体有明显的毒效。

③对鱼卵的影响

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、体表渗透和生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，其症状表现为急性、亚急性和慢性。急性和亚急性中毒是指大剂量、高浓度的中毒反映，其症状证据要表现为致死性、神经性、对造血功能的损伤和酶活性的抑制；慢性中毒的影响，既是在小剂量、低浓度下，仍表现代谢毒性、生活毒性以及致癌、致畸、致突变等毒理效应。同时，发生溢油时，不仅表现在对渔业生物的伤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。

④对渔业资源的影响

溢油事故对渔业资源的中、长期累积影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、河口或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。根据对法国布列塔尼发生的 AmocoCadiz 溢油影响的研究表明，溢油后 1 年，在 2 个湾里有几种鱼类的幼体完全消失而其成体的生长则显著减少，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间。根据对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗时达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4 年，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7 年后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10 年。根据对加利福尼亚州附近发生的一次溢油观察也表明，大多数生物种群在溢油几年后才得到恢复，但水产资源鲍鱼在 16 年后仍未恢复，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度。Barry 等（1975）曾报道了一次溢油的研究结果，溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6 年后才有明显的恢复。Hiyama（1979）报道了日本 SetoInlandSea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业资源曾受严重损害，但一年后基本恢复正常，其主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。考虑到本项目油品为易挥发油品，一定时间内大部分可以挥发至大气，而且本项目配备了必需的溢油应急设施，出现溢油立即启动应急预案，可有效减轻溢油对水生生态和渔业资源的影响程度。

（3）对海岛及岸线的影响分析

发生溢油事故后，在风以及水流的作用下溢油将很快抵岸，也可能很快抵达附近岛屿，石油类便会堆积在高潮线附近，粘附在岸边岩土表面，渗入上层的砂子里，这将对海岛等的岸线生态环境造成一定影响。

因此，一旦发生溢油事故需尽快启动相应的应急预案进行处理。溢油事故对生态环境影响巨大，需对溢油事故严加防范、杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

（4）对环境敏感区的影响分析

本项目周边的环境敏感区主要包括生态红线、自然保护区、三场一通道等。若本项目发生溢油事故，将会对项目及其附近的海洋生态红线区的海洋生物、自然保

保护区等产生影响。石油类对海洋生态红线、自然保护区中的海洋生物的影响是多方面的，其中最明显的是直接致死效应。不同种类的海洋生物及不同生命阶段对石油类的敏感性和耐受能力亦不尽相同。一般来讲，石油类对大部分成体海洋鱼、虾、贝类的致死浓度为 1~100mg/L，对较敏感的仔、幼体阶段的致死浓度为 0.1~1mg/L，大多数浮游藻类在 0.1~1mg/L 浓度中细胞死亡。某些藻类在 0.0001mg/L 浓度中都会死亡。溢油产生的油膜进入海洋生态红线区并污染区内的水质，油膜扫过海洋生物成体、幼体和浮游藻类及表面游泳生物都将受影响，特别是在鱼类繁育期，幼鱼幼虾生产期发生的溢油事故，海域的生物资源损失将是较严重的。

此外，溢油事故一旦发生将对海洋生态系统造成很大的影响。回顾溢油事故实际案例，1999 年珠江口水域发生的“3.24 特大溢油事故”，事故溢油量超过 500t，事故发生当年事故海域的海洋生态系统变化显著，直到事故第二年生态系统才开始逐步恢复，次年的鱼类资源和捕捞量损失约 40%，此后的 3、4 年渔业资源和捕捞量仍明显劣于事故前，直到事故后 7 年渔业资源方恢复到原有水平。可见溢油事故对海洋生态系统、渔业资源的影响是显著的、长期的。鉴于海上溢油事故无论是溢油量、风条件以及溢油时间均有较大的随机性，因此，一旦发生溢油事故需尽快启动相应应急预案进行处理。溢油事故对生态环境影响巨大，需对溢油事故严加防范、杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

（5）溢油事故影响对珍稀濒危动物的影响分析

①中华白海豚

溢油事故可能对中华白海豚造成直接生理影响。白海豚需要定期浮出水面呼吸，溢油事件会在水面形成厚重的油膜，导致它们在呼吸时吸入有害的挥发性有机化合物。这些化合物可能会刺激并损伤它们的呼吸道，导致呼吸困难、肺部感染，甚至长期的呼吸系统疾病；当白海豚的皮肤和粘膜与油污接触时，会引起物理和化学性的损伤。油中的毒性物质会导致皮肤炎症、溃疡，甚至破坏皮肤的防水和保温功能，增加感染和体温调节失衡的风险。此外，眼睛接触油污会导致结膜炎、角膜损伤，影响视力和捕食能力；在觅食和游泳过程中，白海豚可能会不慎吞咽被油污染的水，导致消化系统受到毒害。症状包括胃肠道炎症、溃疡、消化不良，严重情况下会引发器官衰竭和死亡。

溢油事故将可能导则中华白海豚栖息地和食物链受到影响。溢油事件可能会导

致海洋中鱼类、甲壳类和其他海洋生物死亡或数量减少。这直接减少了白海豚的食物来源，迫使它们迁移到其他区域寻找食物，增加能量消耗和捕食难度；油中的有毒物质（如多环芳烃）会在食物链中积累。白海豚作为高位捕食者，会摄入大量被污染的猎物，导致体内毒素浓度升高。这种毒素累积可能导致免疫功能下降、肝肾损伤、生殖障碍，甚至致癌；溢油事件会污染和破坏沿海重要的生态系统等白海豚重要的觅食和繁殖场所。

②海龟

溢油事故可能对海龟造成直接生理影响。海龟需要定期浮出水面呼吸空气，溢油事故会在水面形成油膜，导致海龟在呼吸时吸入有毒的挥发性有机化合物。这些化合物会刺激海龟的呼吸道，导致呼吸困难、肺部感染，甚至导致长期的呼吸系统疾病；海龟的皮肤、眼睛和口腔粘膜与油污接触会引起物理和化学性的损伤。油中的有毒物质会导致皮肤炎症、溃疡和化学性灼伤，破坏海龟皮肤的保护功能。此外，油污染可能会损害眼睛，导致结膜炎和视力减退，影响海龟在水中的导航和捕食；海龟在进食和游泳时可能不慎摄入被油污染的水或食物，导致消化系统中毒。溢油中的有毒物质会引发胃肠道炎症、溃疡、消化不良等症状，严重情况下可能导致器官衰竭和死亡。

同时，海龟依赖海洋的磁场和地貌特征进行长距离迁徙。溢油事故可能扰乱导航线索，导致海龟偏离迁徙路径，增加能量消耗和被捕食的风险。

7.2.4 养殖品种逃逸风险与外来物种入侵生态风险

根据本项目现状调查资料来看，项目所在海域生物多样性较好，生态环境属于正常状态，无外来物种入侵。

本项目养殖牡蛎为人工诱变不育三倍体品种，性腺高度退化，不具备自然繁殖能力。即使受台风、海况影响发生个体逃逸，逃逸个体无法在自然海域繁育后代，无法建立野生定居种群，无外来物种入侵风险。

在养殖操作过程（如换网、收获等）中，养殖鱼类的逃逸时有发生，大量养殖鱼类的逃逸，必然会影响到网箱附近的生态环境。逃逸鱼与土著鱼竞争食物和生境，极大地影响了土著鱼类。另外，还可能造成鱼类病害的流行。养殖鱼类逃逸的另一个影响是可能造成外源基因的污染（包括外来种、转基因鱼及定向育种鱼等）。这些种类对丰富我国水产种质资源、增加养殖种类、调整产品结构、丰富水产品市场

起到了积极的作用。但这些种主要是以养殖生产为目的，高生长率、低繁殖习性、低游泳能力。因此这些种类基因的变异性小、纯合性较高，有的甚至还带有人工插入的外源基因。如这些鱼逃逸到自然生境中，将会与土著种进行种间杂交，导致土著鱼群基因库的减少，降低土著种的遗传变异，造成基因组成的均一化。这一结果使土著种群对细菌、病毒及环境突变抵抗力减弱，造成土著种群的覆灭。

本项目网箱养殖品种主要为金鲳鱼、军曹鱼等，不属于外来物种。投放的苗种保证种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形，且在投放前应当经过检疫部门检疫。因此在项目正常养殖过程中，通过加强管理和严格规范操作等，在换网及收获等过程中基本上不会发生鱼类逃逸的情况，基本不会出现对基因污染环境的影响。

7.2.5 养殖品种大量死亡风险分析

本项目同时开展牡蛎、鱼类集约化海洋牧场养殖，水体养殖负荷较高，受台山海域季节性环境波动与海洋突发环境因素叠加影响，存在突发性、区域性养殖生物大规模死亡的高次生生态风险。诱发大规模死亡的因素复杂多元，主要包括夏季极端高温胁迫、海域底层低氧、雨季陆源冲污导致水体浑浊与盐度骤变、赤潮藻类暴发、水体病原菌滋生、养殖密度局部偏高、风浪扰动底质再悬浮等。正常常态化病害防控、定期巡查、合理密度管控工况下，项目病死生物量稳定可控（金鲳鱼病死率 3%、军曹鱼病死率 4%、三倍体葡萄牙牡蛎病死率 3%），病死个体可及时打捞上岸无害化处置，基本无海域次生污染，环境影响极小。

但在极端事故情景下，若遭遇持续高温、大规模赤潮、台风过后水体剧烈扰动等不利叠加条件，可在短时间内引发牡蛎、金鲳鱼、军曹鱼集中爆发性死亡。若巡检打捞不及时，大批量死亡鱼体、贝类残体滞留水体或沉降海底，将触发严重的逐级次生污染与生态连锁风险：一是大量生物残体在水体中腐败分解，快速消耗水体尤其是底层水体溶解氧，极易造成养殖区局部海域大面积缺氧、甚至无氧状态，进一步引发野生底栖生物、浮游生物、野生鱼类窒息死亡，形成“养殖死亡—水体缺氧—次生野生生物死亡”的恶性循环；二是残体分解持续释放大量有机质、氨氮、总氮、总磷、硫化物等污染物质，造成局部海域水质骤降、透明度下降、水体发黑发臭，极易诱发局部富营养化及继发性赤潮，导致海域水质短时超标；三是大量有机碎屑沉降海底，造成养殖区周边底质淤积、黑化、发臭，破坏底栖生物栖息底质

生境，抑制底栖生物群落恢复，造成局部海域生物多样性短期显著下降；四是腐败分解产生的异味、有毒有害物质可随潮流扩散，影响周边海域水质及水生生态系统稳定。综上，养殖生物大规模死亡是本项目最主要、危害最直接的次生环境风险，若处置不及时将引发水质、底质、生态多重叠加污染，事故危害性较大，必须通过常态化巡查、应急快速打捞、快速处置机制严格管控。

7.3 风险事故防范对策措施

鉴于事故性溢油危害较大且大多由人为因素所致，因此杜绝溢油事故主要是从管理方面着手，制定并采取切实可行的管理、防范措施。另外，一旦发生溢油事故必须立即采取有效措施，以减轻其所产生的危害，切实做到“以防为主，管治结合”。本项目管理运营单位应根据相关规范，加强对航道锚地及养殖海域船只的管理，杜绝事故隐患，避免船舶发生碰撞、事故溢油的污染影响。

7.3.1 自然灾害风险防范措施

7.3.1.1 施工期风险防范措施

(1) 施工单位应时常关注气象信息，当得知有风暴潮、台风等灾害性天气气象时，要及时做好灾前各项准备工作，将灾害性天气带来的损失降至最低。

(2) 施工单位应做好灾前检查，发现问题，及时纠正，做好防风；加强对灾害性天气条件下项目周边交通安全监管，不超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气和危及航行安全的情况下航行。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

7.3.1.2 营运期风险防范措施

(1) 关注气象信息，当得知有风暴潮、台风等灾害性天气气象时，要及时做好灾前各项准备工作，包括：

①设施全面加固与检查：检查所有浮筒、连接缆绳及锚固系统，更换老化部件；

增加锚碇数量，增加网衣稳固性；拆卸平台上可移动设备（饵料机、监测仪等），转移至陆域暂存；用网状罩布覆盖网箱浮架及蚝排表面，防止组件被风浪卷走。

②可漂浮物源头清理：72 小时内回收所有水面杂物：废弃浮球、断绳、包装袋、残损养殖工具；在养殖区设置临时拦截网，集中阻留小型漂浮物。

（2）台风过境后处置措施

1) 联动当地海事、环保部门成立应急小组；

2) 立即启用无人机群对养殖区及周边海域（覆盖半径 10 公里）进行巡航航拍，识别垃圾聚集区域并标记 GPS 坐标。同步投放带定位功能的漂流浮标，结合实时海流数据预测垃圾扩散路径，生成污染动态分布图。

3) 实施分级打捞作业。

①48 小时内优先清理高危垃圾：调派拖船打捞大型结构垃圾（如损毁的网箱钢架），拖运至岸边进行机械破碎处理；对塑料泡沫、浮球等易碎漂浮物，使用带吸油毡的机械打捞船回收，压缩后转运至陆地垃圾站。

②72 小时内处置中低危垃圾：对散落网衣、绳索等缠绕物，由潜水员水下剪割分段，防止缠绕船舶螺旋桨；组织回收船队打捞零散养殖工具（浮桶、破损管材），按材质分类存放。

③紧急处理有机污染：打捞死亡鱼体并装入密封防渗漏容器，48 小时内运至政府指定无害化处理厂焚烧。

7.3.2 赤潮风险防范措施

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，在养殖区发生赤潮需采取科学的应急处理措施。

①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。

②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。

③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。

④项目养殖人员一旦发现赤潮发生迹象，及时向主管部门通报，按照赤潮灾害发生的影响范围、性质和危害程度，赤潮灾害分为特别重大赤潮灾害、重大赤潮灾

害、较大赤潮灾害和一般赤潮灾害四级。养殖企业需配合上级主管部门做好相应级别的应急响应工作。

⑤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。

⑥对赤潮发生区养殖的水产品，产品上市以前必须进行安全检测，检测合格后方可上市销售，以确保食品安全。

7.3.3 通航风险防范措施

施工期作业船舶将增加所在海域的船舶流量，但采取相应的安全保障措施后影响可控，主要措施包括：

(1) 施工作业前应向当地海事局申请办理《水上水下施工作业许可证》，划定施工水域，设立警示标，并向过往船只发出公告。除在施工安全作业区设置警戒灯浮和警戒船守护外，还要求施工船舶按规定在明显易见处显示相应的信号，尤其在锚链入水处显示灯光信号并用探照灯提示。另外，要求所有施工船舶在专用频道 24 小时值守。

(2) 参与施工的各种船舶必须符合安全要求，同时还必须持有各种有效证书，按规定配齐各类合格船员。船机、通讯、消防、救生、防污等各类设备必须安全有效，并通过当地海事局的安全检查。

(3) 施工船舶应严格按照施工组织设计和划定的施工作业区进行施工，每天定时向项目部及局指挥部报告工程进展情况和安全情况，通报作业区施工船舶分布及动态情况，禁止施工船舶随意调换作业区和随意穿越其他作业区；禁止施工船舶将锚位抛出作业区；禁止施工船舶不按计划施工。

(4) 施工项目部调度室应随时与当地气象、水文站等部门保持联系，每日收听气象预报，并做好记录，随时了解和掌握天气变化和水情动态，尤其是台风和热带气旋出现时，以便及时采取应对措施。

(5) 严格执行《水上水下施工作业通航安全管理规定》及水上航运安全管理规定，谨慎操作，确保安全。水上施工应设专用救生船，并有专人值班，各施工作业点应配备救生圈、救生衣等救生设备。

(6) 施工船舶要与调度室昼夜保持通讯畅通，并按规定显示有效的航行、停

泊和作业信号。在各施工作业点，夜间应按规定显示警戒灯标或采用灯光照明，避免航行船舶碰撞水中桩墩。在显示灯光照明时应注意避免光直射水面，影响船舶人员的瞭望。施工船舶应加强值班制度，保持 24 小时 VHF 高频电话收听和对周围情况的观察了解。船上应有夜间照明设备，设有发电设备的船只，应备有防风灯和电池灯具。

(7) 对未按推荐航道航行擅自进入安全作业区的船舶，应立即报告有关人员及现场警戒船，进行及时纠正。

(8) 编制适宜的应急安全预案，应至少包含：施工船舶碰撞事故应急处置措施和施工船舶泄漏应急处置措施等。

(9) 施工期间应结合施工船舶尺寸，合理安排施工时序，保障施工船舶顺利进出施工区域。

(10) 船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理；后方要配备足够的溢油应急设备和消防器材。

7.3.4 溢油风险事故防范措施

7.3.4.1 施工期溢油风险事故防范措施

(1) 根据施工区周围的水布置及安全要求，加强施工面的规划布置，从施工方案设计上避免溢油风险事故的发生。

(2) 建设单位应加强对施工单位的管理和要求，根据海域船舶动态，合理安排施工船舶的作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。施工船舶必须遵守交通管理规则。

(3) 合理安排施工期内船舶的作业，使船舶间的间距尽可能大，应根据船舶装载状态、水文、气象和航道作业状况，合理安排船期，以保证作业安全。

(4) 选择有相应施工资质、有相关工程经验的施工单位进行现场施工。

(5) 加强施工人员的业务培训和安全教育，树立良好的风险防范和安全生产意识，避免人为事故，或把人为因素导致的溢油事故的发生概率降至最低程度。

(6) 施工期间所有施工船舶须按照国际信号管理规定显示信号。

(7) 施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

(8) 严禁施工单位擅自扩大施工作业安全区，禁止与施工无关的船舶进入事

先设定的施工作业区，及时申请发布航行公告。

(9) 遇到风暴潮、台风、大雾等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作，避免发生船只碰撞、翻船等事故。

(10) 网箱养殖、筏式养殖材料需用船舶运至项目施工区，施工单位和用海单位应根据工程施工方案，结合施工期间天气、水动力情况，制定施工区及附近海域通航环境安全管理措施，提出加强施工期通航安全秩序管理的对策和措施，确保通航安全。

(11) 施工期间应建立反应机制，明确责任主体。

7.3.4.2 营运期溢油风险事故防范措施

营运期船舶交通事故是导致溢油事故的主要原因，溢油事故的发生多与船舶航行和停泊的地理条件、气象海况、运输装载的货种、船舶密度、助航条件以及船舶驾驶和管理人员的素质有关。因此，需要从以下几个方面对溢油事故进行防范。

(1) 本项目营运期采用小型渔船进行养殖捕获物运输等，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。

(2) 建立健全的船舶交通管制系统和海上安全保障系统，为船舶创造必要的适航条件，辅以安全的助导航设施，避免船舶事故的发生。

(2) 加强对作业人员操作技能和环保意识的培训，确保按照规范进行操作，树立良好的风险安全意识，减小因人为因素导致的溢油事故的发生几率。

(3) 经常对船舶进行检查，进行必要的维修保养，避免由于机械故障或者出现跑、冒、滴、漏等情况所造成的对海域的污染。

(4) 应根据船舶装载人数、货物、状态、水文、气象等状况，合理安排船期，来保证作业安全。

(5) 营运期间，在养殖区域边界设置警示标志并安装夜航标志，引导过往船只避让，避免发生碰撞事故。

(6) 建立营运期应急反应机制，明确责任主体。制定溢油应急计划，并纳入区域溢油应急体系之中。

7.3.4.3 周边环境敏感区应急措施

应建立与重要水域环境敏感保护目标管理部门的联络机制，一旦发生污染事故，

第一时间通知敏感保护目标管理部门。接到事故警报后，各相关部门在各敏感保护目标根据情况采取防范措施，例如根据船舶污染事故发生地点和污染物漂移扩散的可能方向，在敏感保护目标外侧布设围油栏、投掷吸油毡、油拖网等防护措施，将污染危害降至最低限度。

表 7.3.4-1 环境敏感区处置方案

类别	处置方案
自然保护区、养殖区、生态红线等敏感区、国控站位	1、防护和处置 (1)需提前在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏，在 2km 区域布放 1 道防火围油栏； (2)当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油进入敏感区。 2、导流 如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。
岸滩	1、防护和处置 (1)提前在距岸滩 1km 和 2km 区域各布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏； (2)当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油抵岸； 2、导流 若溢油漂移到距岸滩小于 1km，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。

7.3.4.4 溢油应急设备

1、本项目溢油应急设备

本项目施工船和运营期养殖辅助船均为小型船舶，可参照《港口码头水上溢油污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)从事非散货液体污染危害性货物作业水上污染事故基本应急防备的要求配备溢油应急设施和器材：建议本项目施工船舶配备吸油毡 500kg，临时储存容器 0.4~1m³，同时配备钩杆、轻便喷洒装置、人员防护装备等等防污器材提高溢油风险防范能力。并依托江门海事局、江门市水上溢油应急设备储备点、江门港的区域应急资源。

2、区域应急资源

根据调查，江门市内距离项目较近的有 3 个应急储备点，应急储备点物资见表 7.3.4-1。

表 7.3.4-1 项目周边应急物资一览表

应急储备点	序号	物资名称	型号	数量
台山铜鼓点 (台山国华)	1	浮子式 PVC 塑料围油栏	WGV900	400m
	2	吸油拖栏	(20m) PP-T-220	1000m

电厂内)	3	污油水储存装置	QG10 立方	2 个
	4	连接属具		若干
川岛点（上 川岛海事基 地内）	1	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ900	1000m
	2	镀锌连接夹板	900	1 付 2 件（49）
	3	镀锌铰链式快速接头	900	1 套 5 件（2）
	4	镀锌拖杆	900	1 付 2 件（3）
	5	浮子式 PVC 塑料围油栏	WGV900	1150m
恩平横板点	1	浮子式 PVC 塑料围油栏	WGV900	240m
	2	吸油拖栏	（20m）PP-T-220	500m
	3	污油水储存装置	QG10 立方	1 个

现有应急储备点与本项目养殖区距离在 5~30km 之间，溢流回收船的行驶速度一般在 12-15 节，即 22-27 公里/小时，考虑到应急动员时间 1.0h，因此，发生溢油事故时，现有应急储备物资可在 2.5 小时内抵达本项目事故现场进行救援。

本项目施工期和运营期最大作业船舶载重吨约 500t，燃油舱总容积在 18~30 吨，处于不利因素考虑，溢油量约为 30t。则本项目可能最大水上溢油事故溢油量为 30t，考虑到周边现有应急力量，项目若发生溢油事故，可以依托周围现有应急力量。

7.3.4.5 区域溢油联动机制

（1）区域应急体系

2024 年 9 月 19 日，广东省人民政府办公厅印发了新修订的《广东省处置船舶污染事故应急预案》（粤办函〔2024〕287 号），对广东海事局辖区水域发生或受影响的船舶污染事故后的应急程序和职责分工等做出了明确的安排。广东省海上搜救中心是全省船舶污染事故应急处置指挥机构，在广东省人民政府领导下，负责统一组织、指挥、协调全省水上船舶污染事故应急处置工作。

（2）江门市水域溢油应急

2025 年 12 月 11 日江门市人民政府办公室印发新修订的《江门市处置船舶污染事故应急预案》（江府办函〔2025〕118 号），预案明确由江门市海上搜救中心（办公室设在江门海事局）作为全市船舶污染事故应急处置指挥机构，负责江门市管辖水域船舶污染事故的统一组织、指挥和协调工作。

本项目建设单位单位按相关要求编制企业层面溢油应急预案，纳入到区域应急体系当中。

因此，在应急管理体系上，项目所在水域船舶污染事故应急体系较为完善，发生事故后可根据事故等级启动省、市、企业的溢油污染事故应急预案。

7.3.5 鱼药使用不当风险事故防范措施

(1) 养殖过程中及时监控鱼类情况，鱼类病害以预防为主，尽可能减少鱼药的投放使用。

(2) 开展对养殖户的药物使用培训，确保养殖户了解药物的使用范围、剂量和停药期，并普及药物的正确投放方法和风险意识。

(3) 合理规划养殖规模，确保水体交换自净能力，降低养殖发生鱼病概率，避免大规模鱼病爆发。

7.3.6 养殖鱼类逃逸风险防范措施

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、养殖平台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。

⑨开展科学研究：积极开展科学研究，探索水产养殖逃逸的根本原因和有效的解决方法，为减少逃逸提供科学依据和技术支持。

7.3.7 养殖品种大量死亡风险防范措施

本项目建立常态化巡查、提前预警、快速打捞、闭环处置的养殖生物大规模死亡专项应急体系，流程规范、可操作性强，具体应急处置措施如下：

① 日常巡查与提前预警。安排专人每日分区开展海上全覆盖巡检，重点观察网箱鱼类摄食、游动状态、牡蛎附着存活情况，同步记录海域水温、透明度、水体气味、赤潮迹象等环境变化；高温季节、台风前后、雨季汛期等风险高发时段加密巡检频次，做到异常情况早发现、早预判、早介入。

② 突发事件先期处置。一旦发现局部鱼类、牡蛎出现批量死亡、异常浮尸、扎堆濒死等现象，立即启动现场应急响应，就近调度值守作业船舶赶赴事发区域，划定临时警戒区域，暂停该片区养殖投喂、设施调整等一切海上作业，避免人为扰动加剧水体污染。

③ 全域密闭打捞处置。采用专用捞网、应急打捞设备对海面、水体中病死鱼、病死牡蛎进行全覆盖、无死角打捞，所有病死生物全部装入防渗密闭收纳桶、密封袋，严禁现场海水冲洗、随意堆放、海上抛置，随船全数运回陆上定点收集区，严格委托具备水产动物无害化处理资质单位采用化制工艺处置，执行转运联单制度，全程留痕闭环管理。

④ 动态水质跟踪监测。事故处置期间启用便携式水质检测仪，高频次监测事发海域溶解氧、pH、氨氮、总氮、总磷、硫化物等关键指标，实时掌握水质变化趋势；若监测数据异常、临近国控站位（GDN10005、GDN10016、GDN10023）出现超标趋势或水质持续恶化，立即扩大打捞清理范围，加密监测点位与监测频次，及时梳理污染扩散范围。

⑤ 风险溯源与源头管控。同步排查生物死亡诱因，若为病害暴发，立即对周边养殖设施、网具、作业工具开展消杀处理，切断病害传播途径；若为高温、低氧、赤潮等环境因素导致，及时调整养殖密度、暂停投饵，降低水体养殖负荷，防止二次批量死亡。

⑥ 上报与停产管控。当出现大面积生物死亡、水质超标风险时，第一时间上报属地生态环境、农业农村（渔业）主管部门，根据管控要求采取局部或全域临时停产措施，严控污染扩散。

⑦ 事后生态恢复核查。待病死生物全部清理完毕后，持续跟踪监测海域水质、

底质恢复情况，直至水体指标、底质环境恢复正常、稳定后，经评估无生态风险后方可逐步恢复养殖生产，彻底杜绝养殖大规模死亡引发的次生水质污染与海域生态损害风险。

7.3.8 国控站位超标风险防范措施

为防范项目养殖活动及突发事件导致临近海域国控水质监测站位指标超标，落实“事前预防、事中应急、事后巩固”的全链条管控要求，结合本项目海洋牧场养殖特点，制定可落地、可核查的专项防控措施如下：

（1）事前常态化预防管控（源头防超标）

项目建立国控站位靶向防控机制，以临近国控监测点位水质达标为管控核心，合理规划养殖分区、养殖密度与投饵管理，严禁超负荷养殖。高温、枯水期、台风季等水质敏感时段，主动降低片区养殖投喂量、预留水体自净空间，从源头降低水体氮磷、有机质累积风险。日常严格执行病死生物日清日结制度，杜绝病死鱼、病死牡蛎滞留海域腐败分解；定期清理养殖区漂杂物、残饵、有机碎屑，减少内源污染累积。

（2）预警研判与分区管控（趋势性超标防控）

项目对养殖区及国控站位周边水域开展比对监测，重点监测溶解氧、氨氮、总氮、总磷、COD 等控制指标。一旦发现养殖区水质指标持续抬升、出现临近标准限值的波动趋势，立即启动预警管控：全面暂停片区投饵作业，加密全域海上巡检与病死生物打捞频次，加大海面有机碎屑、漂浮物清理力度，严控内源污染持续输入；同时锁定污染风险片区，实施分区管控、减量养殖，避免污染负荷随潮流迁移扩散至国控监测点位。

（3）突发超标趋势应急处置（临场控污防扩散）

若监测发现水体指标异常、存在国控站位超标风险或收到监管部门国控站位数据异常预警，立即启动专项应急处置：第一时间实施风险片区全临时停饲，阻断新增污染负荷；组织多艘作业船舶开展全域加急打捞，彻底清理海域残存病死生物、腐败残体及悬浮有机污染物，消除水质恶化核心诱因；根据潮流流向、流速预判污染扩散路径，重点加强国控站位上游及周边海域的清洁管控，防止污染水体漂移影响监测点位数据。

（4）部门联动与上报报备

出现国控站位水质异常、超标趋势及突发超标情况时，项目应急小组立即整理现场监测数据、处置台账、风险溯源情况，及时上报属地生态环境局，主动对接监管部门开展联合研判，服从统一应急调度，配合开展专项加密监测、现场核查与整改管控，杜绝事态扩大。

(5) 事后复盘与长效巩固措施

待国控站位水质指标恢复稳定、持续达标后，结合本次异常事件开展全面复盘，查明水质波动诱因，针对性优化养殖密度、投饵制度、巡检频次及应急处置流程。后续持续跟踪监测国控站位周边水质变化，延长监测周期，稳步、分区恢复养殖生产，严禁盲目复产导致水质二次波动。同时完善日常管控台账，建立国控站位水质月度分析机制，形成常态化、制度化的达标管控体系，确保长期稳定达标。

7.4 风险事故应急预案

7.4.1 应急预案纲要

油料泄露将对海域环境发生较大的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，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，因此，本项目应根据可能发生的风险事故类型制订应急预案。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制，制订本项目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 7.4.1-1，供制订预案参考。

表 7.4.1-1 应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	作业区
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讯方式、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回复措施	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

建议建设单位参考本报告提出的应急预案纲要，制定污染事故应急预案，编制的应急预案应与主管海事的应急预案进行衔接，列入海事联系方式。当污染事故发生时，有关人员应迅速将准确的将事故信息上报至海事主管部门，并根据海事主管部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。同时应请求海事统一调配周边应急力量，共同完成溢油事故风险控制工作。

7.4.2 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、现场指挥组成；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。

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。

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）及时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。

应急救援队伍的职责：（1）各施工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。

7.4.3 应急救援保障

本项目主要依托社会的应急设备，应与周边企业、清污公司、应急设备库建立联络机制。

7.4.4 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污染损害亚重性，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，能否迅速而有效的做出事故应急反应，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。

（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了解周边清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ④加强清污人员训练；
- ⑤建立通畅有效的指挥通讯网络。

（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建立健全的应急反应的指挥系统；
- ②应急反应设施、设备的配备：了解海区的应急反应设施、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：根据项目的特点，为减少人员及日常开支，充分利用海事局系统应急防治力量；
- ④应急通讯联络

为确保项目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讯网络，包括与海事主管部门应急反应指挥系统联络。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油泄漏，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。

7.5 环境风险评价小结

本项目建设风险来自四个方面：（1）鱼药使用不当导致海洋生态环境破坏（2）由于自然灾害（赤潮）对海域使用项目造成的危害；（3）船舶碰撞导致的溢油；（4）养殖鱼类逃逸风险；（5）养殖品种大量死亡风险。

本项目在施工过程中，必须严格管理，加强防范，杜绝溢油事故的发生。建设单位应针对项目的特点制定溢油事故风险防范措施，落实应急设备、器材的配备。一旦发生溢油事故，建设单位应立即第一时间通知当地海事部门、生态环境部门和渔业部门做好相关应急工作，控制和减少事故造成的危害。此外，本项目溢油应急预案应纳入当地的地级市海港溢油应急预案当中。营运期加强对养殖管理，正确使

用鱼药，减少投放过度导致有毒有害持久性物质破坏海洋生态环境的风险。

本评价认为，在切实落实各项风险防范措施，并按《突发环境事件应急管理办法》等规定，做好突发环境事件应急预案修编等工作，并做好与区域应急预案的衔接工作的前提下，本项目环境风险可防控。

8 生态环境保护措施及其可行性论证

8.1 污染环境保护对策措施

8.1.1 施工期污染环境保护对策措施

8.1.1.1 施工期水环境保护措施

(1) 悬浮泥沙

①应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮、海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。

②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。

③增强防患意识，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业。

(2) 施工船舶生活污水

施工船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。施工单位应加强对施工人员的生活用水管理，教育施工人员节约用水，减少生活污水的产生量。

(3) 施工船舶含油污水

本项目含油污水主要为施工船舶机舱含油污水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，定期交由船舶污染物接收单位处置，禁止直接排入海水中。

根据江门市公布的具备船舶污染物接收服务的单位信息，施工船舶可选择具备接收能力的单位进行接收处理。

船舶污染物接收单位应满足《广东海事局船舶污染物接收作业单位备案管理办法》的通知》（粤海事危〔2010〕230号）的相关要求。应按照《交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅关于建立完善船舶水污染物转移处置联合监管制度的指导意见》（交办海〔2019〕15号）《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》（粤交港〔2021〕547号）、《江门市深化治理港口船舶水污染物工作方案》（江交港航〔2022〕18号）的要求做好船舶污染物的接收、转运和处置。

表 8.1.1-1 港口企业船舶污染物接收服务情况一览表

序号	港口企业名称	船舶污染物接收种类及服务形式			服务联系电话
		生活垃圾	生活污水	含油污水	
1	江门新希望饲料有限公司	垃圾分类接收容器	1.配套生活污水接收设备；2.第	1.配套生活污水接收设备；2.第	13631822519

序号	港口企业名称	船舶污染物接收种类及服务形式			服务联系电话
		生活垃圾	生活污水	含油污水	
2	江门嘉年华饲料实业有限公司		三方签约企业接收。	三方签约企业接收。	13536039662
3	中央储备粮江门直属库有限公司台山分公司	垃圾分类接收容器	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	15917876256
4	江门海大饲料有限公司				13827040539
5	国能粤电台山发电有限公司	垃圾分类接收容器	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	13827085948
6	台山市川岛中航燃料有限公司				13828002768
7	台山市向星饲料有限公司	垃圾分类接收容器	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	18802589368
8	台山市公益港有限公司				18575026800
9	台山港航经营开发有限公司	垃圾分类接收容器	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	1.配套生活污水接收设备；2.第三方签约企业接收。	13318812338
10	台山铜庆废旧物资回收有限公司	船舶：铜庆防污 79300 立方米；铜庆防污 77，470 立方米。车辆：1 立方米。			13316721578

施工期采取的水环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.1.1.2 施工期大气环境保护措施

(1) 采用油耗低的机械设备，保证施工船舶正常运行，采用低硫柴油。对进入施工区域的机械进行管理，检查合格的机械才可进场作业，尽量减少施工机械产生的燃油废气。

(2) 加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，加剧噪声和废气等污染物产生。加强对施工机械的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械进入施工区，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物排放。

(3) 根据《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168号），①本项目位于沿海控制区范围，该区域执行“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% m/m 的船用燃油”的要求。本项目施工期船舶应使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油，保持船舶燃油发动机的良好性能，确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放控制达标。②若施工船未使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油，则施工船舶需安装硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施，以确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放控制达标。

施工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。

8.1.1.3 施工期噪声环境保护措施

(1) 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机械，尽量采用低噪声的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，固定强噪声源应考虑加装隔音罩，同时应加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的运转，以便从根本上降低噪声源强。

(2) 为保护施工人员的健康，施工单位要合理安排人员轮流操作高噪声的施工机械，减少接触高噪声的时间，对距高强噪声源较近的施工人员，除采取戴保护耳塞或头盔等劳保措施外，还应适当缩短其劳动时间。

(3) 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。

施工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。

8.1.1.4 施工期固体废弃物环境保护措施

施工期产生的固体废弃物主要是施工人员在施工船舶产生的生活垃圾，以及养殖设施安装过程产生的绳索、浮球等废材料。

施工船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾，做好日常的收集、分类与储存工作，收集上岸后交由环卫部门统一处理，严禁将船舶垃圾投入海域中。养殖设施安装废材料收集上岸交由物资回收公司回收利用。工程施工单位应对施工人员加强教育，不随意乱丢废弃物，不得向海丢弃垃圾，保证工人工作环境卫生质量。严格按照《船舶水污染物排放控制标准》的要求进行收集处置。

施工期采取的固体废弃物环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.1.2 运营期污染环境保护对策措施

8.1.2.1 运营期水环境保护措施

(1) 船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置。建设单位应加强对作业人员的生活用水管理，教育作业人员节约用水，减少生活污水的产生量。

(2) 船舶舱底油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求,禁止直接向沿海海域排放油类污染物,船舶上设置油水分离器或油污储罐,收集后交由船舶污染物接收单位处置。

根据江门市公布的具备船舶污染物接收服务的单位信息,运营期作业船舶可选择具备接收能力的单位进行接收处理。

8.1.2.2 运营期大气环境保护措施

本项目运营期对大气环境影响主要体现在作业船舶。

(1) 加强对作业船舶的维修保养,对作业船舶进行定期保养,保证其处于良好的运转工况,可减少废气污染物的排放。

(2) 根据《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》(交海发〔2018〕168号),①本项目位于沿海控制区范围,该区域执行“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% m/m 的船用燃油”的要求。本项目运营期的作业船舶应使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油,保持船舶燃油发动机的良好性能,确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放控制达标。②若作业船舶未使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油,则作业船舶需安装硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施,以确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放控制达标。

8.1.2.3 运营期声环境保护措施

本项目运营期对声环境影响主要体现在作业船舶行驶噪声,拟采取以下污染防治措施:

(1) 作业船舶选用符合国家有关标准的作业船舶,尽量采用低噪声的作业船舶。

(2) 加强作业船舶的维护与保养,保持其良好的运转,避免因不良运行产生的噪声。

(3) 作业船舶靠泊停泊时,禁止使用高音喇叭,不得乱鸣。

(4) 船舶在保证安全的前提下禁止鸣笛,减少对鱼类等海洋生物的惊扰。

8.1.2.4 运营期固体废弃物环境保护措施

本项目运营期的固体废弃物污染源主要为作业船舶生活垃圾、废弃养殖材料、病死鱼、病死蚝、废弃防疫药物,防疫废包装袋、废饲料包装袋等。

(1) 作业船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生

活垃圾，生活垃圾集中收集上岸后交由环卫部门统一处理，严禁将作业船舶和养殖管理平台的生活垃圾投入海域中。

(2) 废弃养殖材料全部拆除上岸，分类收集，交由塑料回收企业资源化再生利用；无法回收部分按一般固废合规处置，杜绝设施破损流失入海形成海漂垃圾。

(3) 网箱养殖过程产生的病死鱼应从网箱中转移出来，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，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛。

(4) 病死蚝及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度，严禁海抛。

(5) 项目海域水体交换速度快，在控制养殖规模的情况下，鱼类得病率较低，基本不使用鱼药，以预防为主。在病害流行季节做好疾病预防工作，加强监测和投喂管理，但发现病情时需要及时诊治。若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物及废弃包装袋，需妥善收集后运往陆域处置，不得随意抛到海域。

(6) 饲料包装袋在陆上投料点收集，清理饲料残料，优先由饲料供应商回收利用；无法回收部分作为一般固废处置，禁止弃海。

(7) 本项目运营期可能形成海漂垃圾的固体废物主要包括老化破损养殖设施、养殖包装物、船舶生活垃圾等，项目通过全过程管控措施，防范项目自身固废入海转化为海漂垃圾。区域大范围海漂垃圾主要为潮流输送的外部来源，不属于本项目自身产污。项目将落实海域管护措施：利用作业船开展养殖区定期巡查，及时清理项目设施周边因潮流带入的外来漂浮垃圾并上岸合规处置。

8.1.2.5 饲料及投放污染防治措施

(1) 按照《饲料卫生标准》GB 13078-2017 及《水产配合饲料》GB/T 22919 系列的规定，选择以全价配合饲料为主。

(2) 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。

(3) 选择无风或小风时间投放饵料，避免饵料撒落网箱外。

8.2 生态环境保护对策措施

8.2.1 施工期海洋生态环境保护措施

(1) 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水

下作业时间。严格限制施工区域和用海范围，在划定的施工作业海域范围内，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等海洋生物的影响范围。

(2) 在鱼虾繁殖期、幼体生长期施工应尽量减少施工强度，减少对鱼虾产卵和仔鱼生长的影响（项目所在的黄花鱼幼鱼保护区保护期为每年的3月1日至5月31日）。

(3) 施工应避免恶劣天气，保障施工安全并避免悬浮物剧烈扩散。

(4) 施工单位在施工前期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。

(5) 加强施工期废水和固体废弃物的监管力度，禁止废水和固体废弃物直接排放入海，从而对海洋生态环境产生影响。

(6) 本项目施工期委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目周围海域进行海洋环境的跟踪监测，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，施工过程中也需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 营运期海洋生态环境保护措施

(1) 合理控制养殖规模，避免养殖对区域生态环境产生明显不利影响。

(2) 病害防控遵循“以防为主，防治结合”的原则，规范使用国家批准的兽药，使用的药物和休药期应符合《水产养殖用药明白纸》（2025年1号）相关规定；治疗方法可采用拌饵投喂的方法，也可在平潮前后进行药浴；针对部分鱼类寄生虫病害药物控制效果不佳的情况，可选择淡水浴的方法进行处理。

(3) 加强营运期废水和固体废弃物的监管力度，禁止废水和固体废弃物直接排放入海，从而对海洋生态环境产生影响。

(4) 网箱养殖必要时可采用轮养、移养的方法，使原养殖区域环境自净后再进行养殖，以减轻对海洋环境的影响。

(5) 控制养殖用海海域每年养殖承载容量，使养殖产生的污染物排放控制在

该养殖用海海域初级生产力和水体自净能力范围内。

(6) 本项目营运期委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目周围海域进行海洋环境的跟踪监测，掌握海洋环境的发展变化趋势，及时采取调控措施。

(7) 养殖本地物种，防止外来物种入侵。

8.2.3 通航安全保障措施

(1) 施工期通航安全保障措施：

1) 通过发布航海通告等手段及时公布本项目所在位置和相应标志，提醒过往船舶注意避让本项目作业范围。施工方应将施工进展情况与海事部门保持沟通。如施工期间发生突发事件，立即启动和执行应急预案，并及时向海事主管部门报告。

2) 施工水域应正确显示施工信号，主动与过往船只联系，注意避让，保证通航安全。建设单位应加强对施工作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

(2) 营运期通航安全保障措施

1) 考虑到区域 3、区域 4 距离航道相对较近，在网箱养殖区的各边界节点分别设置 1 座海上警示浮标，并预备 2 座备用。

2) 依法申领海域使用证和养殖证，养殖设施安装严格控制在《海域使用权证书》核准用海面积范围内。

3) 将养殖区的精确位置、范围、边界坐标、设置期限等信息，上报相关部门发布相关公告（航海通告、海图、电子海图、航行警告）等，确保通航船舶知晓。

4) 在养殖设施顶部加装高可见度标识（橙黄色+反光带）及障碍灯（夜间）。

5) 养殖工作船（投饵、收获、维护船）必须遵守航行规则，配备合格的船员，在穿越航道时主动避让过往船舶。

6) 定期对养殖设施（尤其是边界标志、锚固系统）进行巡查，确保其位置准确、结构完好、灯光有效。及时清理养殖区内可能漂浮的杂物、破损设施，防止其漂出成为航行障碍物。发现航标损坏、移位、灯光失效，或设施漂移、缆绳断裂等情况，立即修复并报告相关部门更新信息。

8.2.4 对中华白海豚和印太江豚的保护措施

(1) 施工现场监视

在施工船周围设立半径不少于 1000m 的监视缓冲区，安排至少一名海豚观察员在船上视野开阔无遮挡处值班，使用望远镜及肉眼搜索船周围 360 度范围的海面，以确定视野范围内是否有海豚出没，海豚观察员每隔 30 分钟轮换以减轻疲劳，并保持与船控制台的通畅联系。

在施工前，由海豚观察员监视施工船周围 360 度范围海面 5 分钟，以确认 1000m 范围内是否有海豚出没，如果 1000m 范围内有海豚出没，应等待海豚游离监视范围方可开工。由于中华白海豚群体的潜水时间最长达 5 分钟，所以必须连续监视 5 分钟没有海豚出现方可确认海豚已离开。在施工过程中，如发现有海豚出没，施工船应减速，并尽量减少施工机器的开动量，以减轻施工噪音对海豚的干扰。

（2）合理安排施工进度、位置和控制施工船速

为了减少施工噪音的累加效应，应尽量减少邻近区域同时作业的船舶数量，并尽量避免因机械操作而产生噪音，所有施工机械均应保持良好的性能状态。

（3）加强宣传和管理力度

加强宣传和管理力度，保护中华白海豚和印太江豚。加强对施工人员环保意识教育，施工过程中不得随意捕杀海洋生物，对可识别的大规模生物种群尤其是中华白海豚和印太江豚种群，施工船舶应予以避让。

（4）密切注意施工区及其周边水域的水质变化

施工过程中应密切注意施工区及其周边水域的水质变化，及时掌握施工对海洋生态环境的影响状况，如引起变化而对海豚产生不良影响，则立即采取措施，必要时可暂时停工。

（5）营运期需密切注意是否有海豚活动

辅助船舶作业时若发现有海豚活动，则应注意避让，以免对海豚造成伤害。

（6）养殖设施设置防缠绕

在中华白海豚重点活动空间范围内的养殖设施，建议采取以下措施防止和避免中华白海豚被养殖设施（绳索和网衣）缠绕事件发生：

①系泊缆绳、锚绳、连接绳索上，加装硬质光滑的防护套管（如高密度聚乙烯 HDPE 管、聚氯乙烯 PVC 管）或紧密缠绕的柔性防护材料（如特殊的聚氨酯涂层织物），使绳索表面变得光滑、坚硬，消除绳索的“可缠绕性”，即使白海豚接触，也难以被缠绕住，或者能轻易滑脱。

②使用颜色鲜艳（如橙色、荧光色）或添加反光材料的网衣，提高白海豚对障碍物的视觉识别能力。

③网箱结构上，尽可能使用更坚固的框架支撑网衣，减少网衣在水流中的大幅飘荡和下垂，降低形成“口袋”或松散区域的风险。

④对网衣的边缘、底部沉子纲等关键部位进行加固，使用更粗、更耐磨的材料，减少破损和松散线头的产生。

⑤对养殖从业人员进行培训，提高其对中华白海豚保护的认识，教授如何识别缠绕风险、如何报告以及基本的应急处理知识（强调非专业人员不要贸然接近或试图解救被缠绕的大型动物）。

⑥要求养殖户和作业人员在发现缠绕事件（即使海豚已逃脱）、发现受伤或死亡海豚、或发现设施有疑似被海豚接触损坏的痕迹时，立即向渔业管理部门或研究机构报告。

8.2.5 海洋生态补偿方案

《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：（1）经济补偿；（2）资源补偿：对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；（3）生境补偿：对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建。

根据国务院《关于印发中国水生生态资源养护保护行动纲要的通知》精神，建设单位应当按照有关法律规定，制定项目对生态资源损失的生态补偿方案，采取增殖放流等修复措施，改善水域生态环境，实现渔业资源可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。本项目按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则，对工程造成的生态资源损失予以补偿。

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，养殖单位应根据《关于进一步规范和优化涉渔工程水生生物资源保护和补偿工作的通知》（粤农农函〔2026〕695号）、《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》等有关

规定，对渔业资源损失补偿金额进行核算并作出补偿修复措施。有关具体补偿方案建议在项目批复后，由建设单位与有关主管部门协商确定。方案应结合当地资源环境实际，以提升生态修复实效为导向，因地制宜系统制定本地水生生物资源养护规划，创新丰富优化补偿修复措施，主要考虑地方特色水生物种增殖站和原种场建设、重要栖息地保护修复、水生外来物种防治、原有不利因素消除（如水产养殖尾水治理）、科普宣传、与水生生物资源保护直接相关的执法监管能力建设等，将成熟可行的补偿修复措施进行充分科学论证（项目储备），在确保补偿资金使用规范的前提下，分阶段、分批次合理合规统筹纳入《实施方案》（参考农业农村部渔政保障中心《关于发布涉渔项目对水产种质资源保护区（水生生物及栖息地）影响评价及生态补偿工作指引的函》要求，涉海项目用于增殖放流资金占比原则上不超过生态补偿资金总额的 35%，用于评估类措施资金占比原则上不超过生态补偿资金总额的 10%，网址：http://www.yzbzzx.agri.cn/tzgg/tzgglst/202512/t20251222_468777.htm）。所有补偿措施应当集中于有关水生生物资源保护的公共公益范围，不得用于其它企业或个人责任义务范围事务。

8.3 环境保护对策措施一览表

本项目施工设备的选择合理，所采用的施工工艺是相对清洁的生产工艺。针对施工期和营运期中可能出现的污染提出环境保护措施，对可能造成的生态影响提出针对性措施进行生态环境保护措施和生态补偿方案，将可有效防止本项目建设对环境造成的影响。从可持续发展角度考虑，本工程环保投资产生的环境效益将远大于环保投资费用本身。因此，本文所提出的环境保护措施在技术上和经济上都是切实可行的，并将收到显著的效果，具有技术、经济可行性，应在项目的施工全过程加以落实。

本项目拟采取的环境保护措施如表 8.3-1 所示。

表 8.3-1 项目污染防治对策措施、生态保护对策措施一览表

阶段	污染项目	影响因素	环保对策措施	预期效果
施工期	悬浮泥沙	海水水质、沉积物	合理制定施工计划，择中、小潮、海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。	对海水水质、沉积物环境基本不造成不良影响
	施工船舶含油污水		船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。	
	施工船舶生活污水	固体废物	收集上岸交由物资回收公司回收利用	
	养殖设施安装废材料		分类收集上岸后交由市政环卫部门	
	施工船舶生活垃圾			

阶段	污染项目	影响因素	环保对策措施	预期效果
			统一处理。	
	施工机械设备和船舶尾气	大气环境	采用油耗低的机械设备，保证施工机械正常运行，采用低硫柴油；施工船舶采用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。	不对周围大气环境造成明显不良影响
	船舶噪声	声环境	设备选型、减振、加强保养、减少高噪音作业时间等；加强管理、维护和保养。	不对周围声环境造成明显不良影响
	生态环境保护措施	海洋生态	尽可能避开主要经济鱼类产卵期和繁殖期	使受到破坏的生态环境尽快恢复
	溢油风险	环境风险	风险防控措施，制定溢油风险事故应急预案。	尽量降低发生风险事故的可能性
	环境跟踪监测		对项目周围海域进行海洋环境的跟踪监测	养殖企业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
运营期	作业船舶含油污水	海水水质、沉积物	船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置。	对海水水质、沉积物环境基本不造成不良影响
	作业船舶生活污水			
	作业船舶生活垃圾	固体废物	分类收集上岸后交由市政环卫部门统一处理	
	废弃养殖材料		交由塑料回收企业资源化再生利用；无法回收部分按一般固废合规处置	
	病死鱼		放在干净、密封的容器中，装船运往陆域委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度	
	病死蚝		及时打捞、密闭装桶，运回陆上，委托具备水产动物无害化处理资质单位处置（化制工艺），严格执行转运联单制度	
	废弃防疫药物及废弃包装袋		若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物，废包装袋需妥善收集后运往陆域处置	
	废饲料包装袋		收集后运回陆地，清理饲料残料，优先由饲料供应商回收循环利用；无法回收部分作为一般固废处置	
	海漂垃圾		全过程管控措施，防范项目自身固废入海转化为海漂垃圾；利用作业船开展养殖区定期巡查，及时清理项目设施周边因潮流带入的外来漂浮垃圾并上岸合规处置	
	作业船舶燃油废气	大气环境	采用低硫燃油	不对周围大气环境造成明显不良影响
	作业船舶噪声	声环境	采用低噪声的作业船舶，加强维护与保养，停泊时禁止使用高音喇叭。	不对周围声环境造成明显不良影响
	生态环境保护措施	海洋生态	加强运营期废水和固体废弃物的监	不对周围海洋生态

阶段	污染项目	影响因素	环保对策措施	预期效果
			管力度，禁止废水和固体废弃物直接排放入海；根据养殖海域环境质量状况进行休养等	环境造成明显不良影响
	环境跟踪监测		对项目周围海域进行海洋环境的跟踪监测	掌握海洋环境的发展变化趋势，及时采取调控措施

9 政策及规划相符性分析

9.1 产业政策相符性分析

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮缙式浮筏养殖和网箱养殖，根据国务院《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目建设内容不属于鼓励类、限制类、淘汰类，属于允许类。

项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》中所列的项目，对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。

9.2 与“三区三线”的相符性分析

自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日发布的《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》中表示，“广东省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

项目位于海域，通过项目与“三区三线”中的海域生态保护红线叠图可知，项目没有位于海域生态保护红线范围内，与“三区三线”管理要求相符。

表 9.2-1 项目周边海洋生态保护红线

序号	名称	位置关系
1	镇海湾重要滩涂及浅海水域	区域 1 北侧，约 18.0km
2	北陡海岸防护生物防护极重要区	区域 1 西北侧，约 15.5km
3	江门市台山市红树林	区域 1 东北侧，约 6.0km
4	北陡海岸侵蚀极脆弱区	区域 1 西侧，约 7.6km
5	镇海湾重要河口	区域 1 北侧，约 0.1km
6	广海湾重要渔业资源产卵场	区域 1 南侧，约 0.1km
7	大海湾海岸防护物理防护极重要区	区域 3 西北侧，约 11.6km
8	瓦窑湾海岸侵蚀极脆弱区	区域 3 西北侧，约 12.2km
9	小湾海岸侵蚀极脆弱区	区域 1 东北侧，约 9.0km
10	荔枝湾海草床	区域 1 东南侧，约 13.1km
11	围夹岛特别保护海岛	区域 2 南侧，约 19.5km
12	上川岛飞沙滩重要滩涂及浅海水域	区域 2 南侧，约 4.2km
13	江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园	区域 4 南侧，约 12.7km
14	江门中华白海豚地方级自然保护区	区域 4 东侧，约 7.8km
15	广东镇海湾红树林国家湿地自然公园	区域 1 西北侧，约 18.4km
16	珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线	区域 2 南侧，约 0.2km

图 9.2.1-1 项目范围与“三区三线”叠图

图 9.2.1-1b 项目范围与“三区三线”叠图（局部放大）

图 9.2.1-1c 项目范围与“三区三线”叠图（局部放大）

9.3与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的相符性分析

广东省自然资源厅于 2025 年 1 月 23 日印发《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。该规划承接《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》空间布局和沿海县（市、区）主体功能定位，依据海岸带资源禀赋、生态功能、环境现状和经济社会发展需求，细化生态保护区、生态控制区和海洋发展区，明确海洋功能区管理要求。

海洋生态空间包括生态保护区和生态控制区，总面积 20721.47 平方千米，占海域面积的 32.01%，是维护海洋生态安全屏障的主体，要强化生态系统保护修复，构建生态廊道和生物多样性保护网络，提升生态系统质量和稳定性，增强海洋碳汇能力。

海洋发展区是允许集中实施开发利用活动的空间，总面积 44007.48 平方千米，占海域面积的 67.99%。结合资源禀赋特征、国家重大项目实施要求和地方发展实际需求，将海洋发展区进一步细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。坚持节约集约用海，引导海洋开发利用活动有序布局，充分兼容海底管廊、路桥隧道、航运等线性用海，推动海域水面、水体、海床和底土空间立体利用，在功能区未使用时鼓励准入适宜开展的用海类型。海洋功能区开发利用应通过科学规划和严格论证，尽可能减少对海域自然属性的改变，加强对国际通信海缆的保护，维护渔业水域健康安全，保障旅游和娱乐海域良好适宜，严格控制影响毗邻海域用海功能，推动形成生态、生活、生产融合的海洋发展空间。

根据项目与“广东省海岸带分区发展及管控规划图-大广海湾区”叠图（图 9.3-1）可知，项目范围均位于渔业用海区，其中区域 1 位于镇海湾渔业用海区，区域 2、区域 3、区域 4 位于川山群岛渔业用海区。

项目与各分区管控要求的符合性分析见表 9.3-1。根据表 9.3-1 分析可知，项目与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》相符。

表 9.3-1 项目与广东省海岸带及海洋空间规划符合性分析一览表

广东省海岸带及海洋空间规划		本项目情况	符合性
分区名称	管控要求		

广东省海岸带及海洋空间规划		本项目情况	符合性
分区名称	管控要求		
渔业用海区	镇海湾渔业用海区 空间准入：1.允许增养殖用海；2.可兼容海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程用海；3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、海底电缆管道、航运等用海空间可立体利用；4.保障考古调查发掘、文物保护活动的用海需求。 利用方式：1.严格限制改变海域自然属性；2.增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。 保护要求：1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；2.切实保护严格保护岸线；3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；4.保护和合理利用无居民海岛资源；5.保护红树林、基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境；6.“南海 I 号”水下文物保护单位监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。	本项目区域 1 为牡蛎养殖，属于海域开放式养殖项目，位于镇海湾渔业用海区，用海类型属于渔业用海，空间准入符合要求。 本项目不会改变海域自然属性；项目选址已避开航道，不会妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；项目选址不位于河口，不会影响河口的防洪纳潮功能，利用方式符合要求。 区域 1 为牡蛎养殖，通过合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展，保护要求符合要求。	符合
渔业用海区	川山群岛渔业用海区 空间准入：1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞用海等；2.可兼容海底电缆管道、航运、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程、水下文物保护用海等；3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运等用海空间可立体利用；4.优先保障军事用海的用海需求；5.保障考古调查发掘、文物保护活动的用海需求。 利用方式：1.允许适度改变海域自然属性；2.增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。 保护要求：1.积极防治海水污	区域 2、区域 3、区域 4 位于川山群岛渔业用海区，其中区域 2 为牡蛎养殖，区域 3、4 为网箱养殖，均为海域开放式养殖项目，用海类型属于渔业用海。规划养殖区科学确定养殖规模、密度和结构，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，保障渔业资源可持续发展，空间准入符合要求。 本项目是增养殖项目，不会改变海域的自然属性，项目选址已避开航道，不会妨碍海上交通及海底电缆管道的安全，利用方式符合要求。 本项目是开放式养殖，其实区域 2 是牡蛎养殖，可净化水质，区域 3、4 为网箱网站，通过合理规划养殖	符合

广东省海岸带及海洋空间规划		本项目情况	符合性
分区名称	管控要求		
	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.保护和合理利用无居民海岛资源；3.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.“南海 I 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。	规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展，保护要求符合要求。	

图 9.3-1 项目与“广东省海岸带分区发展及管控规划图-大广海湾区”叠图

9.4与国土空间规划的符合性分析

9.4.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035年）》提出：

强化底线约束和空间管控。按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序统筹划定落实三条控制线，把三条控制线作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。以三条控制线分别围合的空间为重点管控区域，统筹发展和安全，统筹资源保护利用，优化农业、生态、城镇等各类空间布局。

提升海岸带空间的综合功能中提出：

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。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾废区，严格海洋倾废监管。

优化海岸线管控和利用。严格保护岸线要禁止开展损害海岸地形地貌和生态环境的活动。限制开发岸线要严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动。优化利用岸线要提高海岸线利用的准入门槛。保护海岸景观风貌，划定海岸建筑退缩线，构建具有广东特色的滨海景观视廊、前低后高的天际线和疏密有致的滨海空间格局。加强自然岸线保护，实行多样化岸线占补模式。

项目选址位于海洋开发利用空间（详见图 9.4.1-1），属于在海洋开发利用空间内统筹安排的渔业用海。项目为开放式养殖的用海方式，不改变海域性质，项目施工不需要进行围填海、炸岛等破坏性活动，基本不会对水文动力环境产生大的影响，施工产生的悬浮泥沙增量较少，对附近海域影响很小。虽然本项目建设对该海区渔民的拖网作业有一定影响，但本项目实施后能使渔业资源增加，为当地捕捞渔民提供更多的渔业资源，改善当地的生态环境，从长远发展的角度考虑，本项目的建设对当地渔业生产活动是有利的。在施工期和营运期，船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶生活垃圾收集上岸后，由环卫部门统一清运处理。本项目船舶废水、船舶垃圾均不直接排入海洋。

项目与海草床生境均保持一定距离（详见图 9.4.1-2），基本对海草床无影响。

综上，本项目的选址及实施符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的相关要求。

图 9.4.1-1 项目位置叠加广东省国土空间规划-海洋空间功能布局图

图 9.4.1-2 项目位置叠加广东省国土空间规划-海岸带保护利用规划图

9.4.2 与《江门市国土空间总体规划（2021—2035年）》的相符性分析

由项目叠加市域国土空间控制线规划图（图 9.4.2-1）、市域自然保护地分布图（图 9.4.2-2）可知，项目选址部分不涉及海洋生态保护红线和自然保护地。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，开放式养殖的用海方式，不改变海域性质，项目施工不需要进行围填海、炸岛等破坏性活动，基本不会对水文动力环境产生大的影响，施工产生的悬浮泥沙增量较少，对附近海域影响很小。虽然本项目建设对该海区渔民的拖网作业有一定影响，但本项目实施后能使渔业资源增加，为当地捕捞渔民提供更多的渔业资源，改善当地的生态环境，从长远发展的角度考虑，本项目的建设对当地渔业生产活动是有利的。在施工期和营运期，船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶生活垃圾收集上岸后，由环卫部门统一清运处理。本项目船舶废水、船舶垃圾均不直接排入海洋。

综上所述，项目选址及实施符合《江门市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的相关要求。

图 9.4.2-1 项目位置叠加江门市国土空间控制线规划图

图 9.4.2-2 项目位置叠加与江门市自然保护地分布图

9.4.3 与《台山市国土空间总体规划（2021—2035年）》的相符性分析

根据项目与《台山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中市域农业空间规划图叠图（图 9.4.3-1）可知，项目选址位于海水增养殖区。本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮缙式浮筏养殖和网箱养殖，开放式养殖的用海方式，不改变海域性质，项目施工不需要进行围填海、炸岛等破坏性活动，基本不会对水文动力环境产生大的影响，施工产生的悬浮泥沙增量较少，对附近海域影响很小。虽然本项目建设对该海区渔民的拖网作业有一定影响，但本项目实施后能使渔业资源增加，为当地捕捞渔民提供更多的渔业资源，改善当地的生态环境，从长远发展的角度考虑，本项目的建设对当地渔业生产活动是有利的。在施工期和营运期，船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶生活垃圾收集上岸后，由环卫部门统一清运处理。本项目船舶废水、船舶垃圾均不直接排入海洋。

综上所述，项目符合《台山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的相关要求。

图 9.4.3-1 项目位置叠加与台山市国土空间规划分区图

9.5 与生态环境分区管控要求的相符性分析

9.5.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的相符性分析

为全面贯彻《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，广东省人民政府于 2020 年发布了《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），确定了生态环境准入清单（以下简称“省生态环境分区管控方案”）。

根据“省生态环境分区管控方案”的要求，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。全省共划定陆域环境管控单元 1912 个，其中，优先保护单元 727 个，主要涵盖生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区、环境空气质量一类功能区等区域；重点管控单元 684 个，主要包括工业集聚、人口集中和环境质量超标区域；一般管控单元 501 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。

（1）与生态保护红线及一般生产空间符合性分析

根据项目位置与广东省环境管控单元叠图，具体位置见图 9.5.1-1。项目选址位于一般管控单元。

一般管控单元要求如下：执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

本项目选址符合《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》，未盲目扩大占用海域资源；本项目不占用岸线；本项目为开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目；本项目废气、噪声通过各项治理设施治理后均能达标排放，废水、固废有合理可行的处置措施；根据“9.3 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的相符性分析”可知，项目符合海洋功能区管控要求。

因此项目建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

（2）与环境质量底线符合性分析

本调查海域部分站位的溶解氧、无机氮和活性磷酸盐存在超标情况，其他各项

调查指标均满足调查海域执行的海水水质标准要求，从平面分布上来看，海水水质与离岸距离有直接相关性，主要可能与陆域生活污染源的输入有关。本次沉积物调查超标因子为铜、锌、砷，可能导致超标的原因有工业废水排放如化工和电子制造行业产生含重金属的工业废水排入水体最终在海洋沉积物中累积；农业面源污染如化肥中含重金属杂质导致土壤砷累积并随径流迁移。

本项目废气、噪声通过各项治理设施治理后均能达标排放，废水、固废有合理可行的处置措施。因此，只要建设方切实做好各项环保措施，项目产生的“三废”经处理后均能达标排放，本项目污染物排放不会改变区域环境功能区要求，不会对区域环境质量底线造成冲击。

（3）资源利用上线

本项目选址符合《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》，未盲目扩大占用海域资源；本项目不占用岸线，本项目为开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。因此，本项目也符合资源利用上线的要求。

（4）环境准入负面清单

项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》中所列的项目，对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。

图9.51-1a 广东省环境管控单元图（总图）

9.5.2 与《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》的相符性分析

根据江门市人民政府印发《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》（江府〔2024〕15号）（以下简称“市生态环境分区管控方案”）。

项目位于川山群岛农渔业区一般管控单元（HY44070030010），具体位置见图9.5.2-1。本项目与江门市环境管控单元的符合性分析见表9.5.2-1。

由表9.5.2-1分析可知，项目与《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》（江府〔2024〕15号）相符。

表9.5.2-1 本项目与江门市环境管控单元的符合性分析

环境 管控 单元 名称	管控 单元 分类	管控要求		规划情况	符合性
川山 群岛 农渔业区	一般 管控 单元	区域 布局 管控	1-1. 农渔业区要按照提升近海、开发深海、拓展远洋的原则，重点支持深水网箱养殖基地、人工鱼礁和现代海洋牧场建设，切实保障传统渔民生产用海、渔业基础设施建设用海。	1-1. 本项目是开放式养殖项目，符合区域布局管控	符合
		能源 资源 利用	2-1. 严格控制近海捕捞强度。加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。	2-1. 项目不涉及开放式养殖范围外的捕捞活动，在主要经济鱼类产卵期和繁殖期施工应尽量减少施工强度，减少对鱼类产卵和仔鱼生长的影响。	
		污染 物排 放管 控	3-1. 科学控制海湾养殖规模和密度。防止养殖自身污染和水体富营养化。 3-2. 加强港湾综合整治，生产废水、生活污水须达标排海；严格执行农渔业区海水水质标准。	3-1. 项目按要求科学控制海湾养殖规模和密度，防止养殖自身污染和水体富营养化。 3-2. 项目施工期船舶污染物和营运期工作船污染物均得到有效处置，不直接排海。	符合
		环境 风险 防控	4-1. 防止外来物种入侵。	本项目养殖品种均为本地物种，不会外来物种入侵。	

图 9.5.2-1 江门市环境管控单元图

9.6 与其他规划、政策相符性分析

9.6.1 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省生态环境保护“十四五”规划》提出“强化陆海统筹，加快建设美丽海湾”方面提出要强化海域污染治理。具体要求为：优化海水养殖生产布局，鼓励发展深海养殖，推行海水养殖尾水集中生态化治理，严格管控海水养殖尾水排放。

2021年11月，广东省生态环境厅印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》，规划立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，围绕美丽广东建设的宏伟蓝图，坚持战略引领，以“推动全省生态环境保护和绿色低碳发展走在全国前列、创造新的辉煌”为总目标，坚持“以高水平保护推动高质量发展为主线，以协同推进减污降碳为抓手，深入打好污染防治攻坚战，统筹山水林田湖草沙系统治理，加快推进生态环境治理体系和治理能力现代化”的总体思路，着眼长远、把握大势，系统谋划“十四五”时期全省生态环境保护工作的指导思想、基本原则、主要目标、重点任务和政策措施，奋力开创广东生态环境保护新局面，推动生态文明建设取得新进步。是“十四五”时期统筹推进我省生态环境保护工作的重要依据和行动指南。

规划提出：强化海域污染治理。深化港口船舶污染联防联控，推动港口、船舶修造厂加快船舶含油污水、洗舱水、生活污水和垃圾等污染物接收、转运及处置能力建设。推进船舶污染防治设施设备配备和改造升级，确保船舶水污染物达标排放。开展渔港环境综合整治，推进渔港污染防治能力建设，提高渔港污染防治监管水平。积极引导渔民减船转产和实施渔船更新改造项目，淘汰老旧渔船。**优化海水养殖生产布局，鼓励发展深海养殖，推行海水养殖尾水集中生态化治理，严格管控海水养殖尾水排放。**

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，能充分利用附近海域的渔业资源，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济建设。在施工期和营运期，船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶生活垃圾收集上岸后，由环卫部门统一清运处理。本项目船舶废水、船舶垃圾均不直接排入海洋。本项目养殖活动通过合理控制养殖规模和密度，合理投饵、施肥，正确使用药物，在海流扩散作用下，对海域环境质量影响不大。因此，本项目建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》中强化海域污染治理的要求。

9.6.2 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提出要强化海水养殖污染治理。具体要求是：优化海水养殖布局，落实省农业农村厅等 10 部门联合印发的《关于加快推进水产养殖业绿色发展的实施意见》和各级养殖水域滩涂规划，严格执行禁止养殖区、限制养殖区和生态红线区的管控要求，依法规范和整治滩涂与近海海水养殖。推广健康生态水产养殖模式，提高养殖设施和装备水平，加强养殖投饵和用药管理。开展珠三角百万亩养殖池塘生态化升级改造行动，实施集中连片养殖池塘标准化升级改造和尾水综合治理。支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设。制定水产养殖尾水排放标准和水产养殖尾水治理适宜性技术推荐目录，加强工厂化和集中连片养殖池塘尾水的排放监测，加大监管执法力度，提升养殖尾水综合治理水平。

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提出：

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

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，能充分利用附近海域的渔业资源，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济建设。在施工期和营运期，船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置；船舶生活垃圾收集上岸后，由环卫部门统一清运处理。本项目船舶废水、船舶垃圾均不直接排入海洋。本项目养殖活动通过合理控制养殖规模和密度，合理投饵、施肥，正确使用药物，在海流扩散作用下，对海域环境质量影响不大。因此，本项目建设符合《广东省海洋生态环境保

护“十四五”规划》中强化海水养殖污染治理的要求。

9.6.3 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提出“优化开发近海海域空间。领海外部界线至-500 米等深线间的区域是实施海洋经济综合开发的重要区域。重点发展现代海洋渔业、海洋旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业。优化近海绿色养殖布局，强化水产养殖环境监督管理，加快海洋牧场建设。努力构建以典型珍稀动植物为重点的天然生态保护带，增强维持近海海域水动力稳定、生物多样性的生态保障能力。加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度。积极发展海上风电、波浪能、潮汐能等清洁能源。完善深水航道安全监管，保障深水航道航行安全。”

2021 年 9 月，广东省人民政府印发《广东省海洋经济发展“十四五”规划》。该规划是指导“十四五”时期广东海洋经济发展的专项规划，规划范围包括广东省全部海域和广州、深圳、珠海、汕头、佛山、惠州、汕尾、东莞、中山、江门、阳江、湛江、茂名、潮州、揭阳 15 个市所属陆域，海域 41.9 万平方千米，陆域 8.8 万平方千米，规划期为 2021 至 2025 年，展望到 2035 年。

规划提到，优化开发近海海域空间。领海外部界线至-500 米等深线间的区域是实施海洋经济综合开发的重要区域。重点发展现代海洋渔业、海洋旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业。优化近海绿色养殖布局，强化水产养殖环境监督管理，加快海洋牧场建设。

规划提到，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。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮梗式浮筏养殖和网箱养殖，能充分利用附近海域的渔业资源，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济建设。本项目与《广东省海洋经济发展

“十四五”规划》中的优化开发近海海域空间、打造现代海洋渔业产业集群要求相符。

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

《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》提出优化沿海经济带农业和渔业产业结构，发展农业和渔业新业态，提高综合效益和竞争力，推动农业和渔业现代化发展。——严格保护农业渔业安全。保护近岸海洋生物资源，大力推进海洋牧场建设。建设以人工鱼礁为载体，增殖放流、底播增殖为手段的海洋牧场示范区。科学养护海水养殖区和传统渔场海洋生物资源，合理控制增养殖密度和规模，改善近岸养殖用海生态环境，提升资源增殖效果和海岸生态修复效果。重点建设惠州稔平半岛、江门镇海湾、黄茅海—磨刀门、汕头南澳—饶平、汕尾、阳江海陵湾、湛江雷州半岛东部和西部、茂名博贺等近岸海洋增养殖基地。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，能充分利用附近海域的渔业资源，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济建设，项目的建设符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》是相符合的。

9.6.5 与《江门市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》的符合性分析

《江门市国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》提出：深化打造“一带两域三湾多海岛”空间布局。加强陆海统筹、山海互济，推动资源开发和生产建设由陆地向海洋延伸、由近海向深远海拓展，建设特色型海洋城市。联动银湖湾、广海湾、镇海湾及川山群岛，向东对接港澳、深圳，向西衔接粤西、广西北部湾和海南自贸港，打造“东承黄金内湾、西联粤西和大西南地区”的沿海经济带。**近海海域推动海洋牧场**、船舶与海工装备等产业发展，**深远海海域推动海洋牧场**、海上风电等项目开发，不断拓展深远海空间。

规划提出：“十五五”时期江门市海洋产业发展重点方向：海洋牧场。加快近岸传统鱼排、蚝排等养殖设施升级改造，探索推广多层级鱼蚝混养、智能设施化养殖等新模式。发展水产种业、深海养殖、精深加工等，建设集约化深水网箱养殖基

地、推广“现代化海洋牧场+”融合发展模式，打造全产业链示范牧场。

本项目为海洋牧场项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，项目的建设是“十五五”时期江门市海洋产业发展重点方向，与《江门市国民经济和社会发展的第十五个五年规划纲要》“构建科学高效的海洋经济发展格局”的要求是符合的。

9.6.6 与《台山市海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《台山市海洋经济发展“十四五”规划》确定台山海洋经济发展战略定位之一：广东省现代渔业基地。推进海洋渔业转型发展。提升发展水产养殖业，加快推进生态化健康养殖，大力发展设施化高效养殖提升养殖集约化、标准化和产业化水平。鼓励发展离岸岛礁渔业开拓离岸养殖新空间，积极发展深海和远洋渔业，加强渔业资源修复，加快现代化海洋牧场建设。扩大精深加工水产品，加快水产品精深加工业发展。加快现代化渔港设施建设，大力发展渔港经济。将台山打造成为广东省现代渔业基地。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，能充分利用附近海域的渔业资源，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济建设，项目的建设符合《台山市海洋经济发展“十四五”规划》的战略定位是符合的。

9.6.7 与《江门港总体规划（2025年-2035年）》的符合性分析

根据《江门港总体规划（2025年-2035年）》（江府函〔2026〕89号），江门港划分为广海湾、新会、恩平、主城、鹤山、台山和开平等7个港区，各港区规划包括数量不等的作业区和岸线。港区划分主要针对为社会提供公共运输服务的公用港区或作业区。广海湾港区主要为沿海临港产业、物资中转和旅游客运服务，以大宗散货和件杂货、液体化工、集装箱运输及旅游客运为主，满足船舶修造和海洋工程装备运输需求。

本项目选址符合《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030年）》，规划已避开港口作业区、航道、锚地等。因此，本项目的选址与《江门港总体规划（2025-2035年）》不冲突，本项目与《江门港总体规划（2025-2035年）》相符。

图 9.6.7-1 项目叠加江门港港口总体规划图

9.6.8 与《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》及其规划环评的相符性分析

9.6.8.1 与《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》的相符性分析

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》养殖水域滩涂功能区分分为禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》中养殖水域滩涂开发总体思路提出：一、确立生态养殖的发展目标，促进水产养殖的可持续发展。台山水产养殖应定为提供高质量、安全的大宗水产品模式，在满足当地居民需求的同时重点供给珠三角市场。时刻关注并了解当下的市场需求，明确水域内可承载的生物品种数量，推广水产养殖的自动化和机械化。根据台山主要水域分布特点，沿市境内大隆洞水系、潭江水系、山区山塘和海岸线、海湾等打造“沿海综合生态混合养殖区”“沿海滩涂贝类增养殖区”“川山群岛网箱养殖区”“潭江鱼类高效健康养殖区”“特种水产高值创汇养殖区”和“山区丘陵库塘生态养殖区”五个生态渔业产业区。二、加快产业转型升级，构建现代水产养殖体系。适度增加生态养殖面积，加快连片养殖池塘标准化改造，大力推广深水网箱养殖、工厂化养殖、池塘内循环养殖模式等；发展鳗鲡、泥鳅、牡蛎、蛤、南美白对虾等优势水产品养殖，推进优势养殖品种质量提升，推广名特优新品种，由单纯追求水产养殖产量向提高水产品质量和经济效益方向发展，在现有的“台山鳗鱼”“台山青蟹”等品牌基础上，再培育“台山蚝”等若干个水产品牌。

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》与本项目位置叠图（图 9.6.8-1），本项目位于海域养殖区，不涉及海域限养区、海域禁养区。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，总用海面积 894.0393 公顷。本项目合理控制养殖密度、养殖规模，项目实际网箱养殖用海面积与海区宜养面积的比例小于 10%，可使养殖水域保持相对可行的自净能力。

项目营运期间，网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准，COD_{Mn}、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满

足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，对中华白海豚、印太江豚、海龟、中国龙虾等珍稀海洋生物影响很小。项目网箱设计使用寿命在 15 年以上，属于新型环保网箱。项目营运期间科学投喂人工饵料，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，符合规划管理措施要求。

综上所述，本项目符合《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）》。

9.6.8.2 与《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）（海域）环境影响报告书》的相符性分析

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）（海域）环境影响报告书》：

台山市大陆沿岸海域主要规划为以蚝类等贝类养殖区，科学确定养殖的总面积，贝藻类筏式实际养殖投影面积不宜超过养殖用海的 60%；科学确定养殖品种和容量，贝藻类筏式养殖容量不超过 60000 千克/公顷。

上川岛北侧、东侧海域开阔，水动力条件好，适于进行重力式深水网箱、桁架类深水网箱及养殖工船等养殖，为了不影响海水水质环境等，科学确定养殖的总面积，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%；科学确定养殖品种和容量，鱼类网箱养殖容量不宜超过 20 千克/立方米。

根据报告“3.2.5 养殖容量”章节可知，项目贝类筏式容量为 51.75 千克/年/公顷，网箱养殖容量为 9.50~12.89 吨/年/公顷，满足《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）（海域）环境影响报告书》中贝类养殖容量要求（60 吨/年/公顷）和网箱养殖容量要求（120 吨/年/公顷）。

综上所述，项目与《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030 年）（海域）环境影响报告书》养殖容量要求相符。

图 9.6.8-1 项目位置与台山市水域滩涂养殖规划叠图示意

9.6.9 与《水产种质资源保护区管理暂行办法》相符性分析

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令 2016 年第 3 号修订）：

第二条 本办法所称水产种质资源保护区，是指为保护水产种质资源及其生存环境，在具有较高经济价值和遗传育种价值的水产种质资源的主要生长繁育区域，依法划定并予以特殊保护和管理的水域、滩涂及其毗邻的岛礁、陆域。

第十五条 农业部应当针对国家级水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定特别保护期。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。

特别保护期外从事捕捞活动，应当遵守《中华人民共和国渔业法》及有关法律法规的规定。

第十六条 在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。

第十七条 省级以上人民政府渔业行政主管部门应当依法参与涉及水产种质资源保护区的建设项目环境影响评价，组织专家审查建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并根据审查结论向建设单位和环境影响评价主管部门出具意见。

建设单位应当将渔业行政主管部门的意见纳入环境影响评价报告书，并根据渔业行政主管部门意见采取有关保护措施。

第十八条 单位和个人在水产种质资源保护区内从事水生生物资源调查、科学研究、教学实习、参观游览、影视拍摄等活动，应当遵守有关法律法规和保护区管理制度，不得损害水产种质资源及其生存环境。

第十九条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。

第二十条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。

在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮筏式浮筏养殖和网箱养殖，与上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区实验区的最近距离约 6.8km，距离核心区最近距离约 12.2km。

本项目施工内容仅为台架、浮筏、网箱等养殖设施海上布设安装，无填海、无大规模水下土石方开挖。施工悬浮物影响范围局限于养殖区局部海域，施工周期短，属于暂时性影响；施工船舶产生生活污水、含油污水、船舶垃圾全部收集上岸处置，不在海域排放，因此本项目施工期基本不会对上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区产生影响。

营运期主要污染物是网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物，根据预测结果，网箱养殖期间产生的污染物增量整体上较小，且基本都位于项目海域附近。本项目网箱养殖区（养殖区水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准。本项目网箱养殖区叠加现状已批在建、拟建养殖项目（水质执行第二类标准）悬浮物满足第二类海水水质标准， COD_{Mn} 、活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第二类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后不满足第二类海水水质标准（环境本底值已超第一类海水水质标准），满足第三类海水水质标准。结合区域削减方案（详见 5.2.4 章节），随着《江门市畜禽养殖污染防治规划（2024-2030 年）》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发〈台山市海水养殖尾水治理实施方案〉的通知》（台农农〔2024〕95 号）《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施，本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受，不会对上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区产生明显影响。

综上所述，本项目与《水产种质资源保护区管理暂行办法》相符。

图 9.6.11-1 项目位置与上下川岛中国龙虾国家级水产种质资源保护区位置关系图

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

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》（广东省自然资源厅，2024 年 7 月），海洋产业园（海洋牧场类）用海选址控制性指标、用海面积控制指标见表 9.6.10-1 和表 9.6.10-2。

表 9.6.10-1 海洋产业园（海洋牧场类）用海选址控制性指标

控制性指标		类型			要求
		重力式深水网箱型	桁架类网箱及养殖平台型	投礁型	
离岸距离和水深		原则上布设在15米等深线以深或离岸（大陆海岸线）3公里以上的海域	原则上布设在20米等深线以深或离岸（大陆海岸线）10公里以上的海域	原则上布设在15米等深线以深，或离岸（大陆海岸线）3公里以上且6米等深线以深的海域	需严格执行，当一个海洋产业园（海洋牧场类）出现多种海洋牧场类型时，单项指标按照最高标准执行，当不满足任一指标条件时，实行“一票否决”
已开发利用海域		不位于已开发利用海域内（养殖用海除外）			
规划符合性	国土空间规划	应符合国土空间规划分区的用途管制和生态保护红线管控要求			
	海岸带及海洋空间规划	应符合海岸带规划分区的管控要求			
	养殖水域滩涂规划	应符合养殖水域滩涂功能分区的管控要求，不位于禁止养殖区海域内			

备注：因自然因素所限，水深或离岸距离无法满足上述条件的市县，经严格论证，并报省自然资源厅同意，可按实际情况适当调整。

表 9.6.10-2 海洋产业园（海洋牧场类）用海面积控制表

类型		最大水深 h（米）	用海面积控制要求
装备型	重力式深水网箱型	≤20	外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m ² 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷（包含锚泊系统）以内
		>20	外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m ² 养殖装备垂直投影面积控制在 36 + h - 20 公顷（包含锚泊系统）以内
	桁架类网箱及养殖平台型	-	外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m ³ 养殖水体控制在 4 公顷（包含锚泊系统）以内
投礁型		-	外缘边线包络海域面积原则上每 1 万空 m ³ 人工鱼礁控制在 10 公顷以内
组合型		-	对于组合型海洋牧场，用海方式不同的类型，用海面积分别控制；用海方式相同的类型，用海面积一起控制，最大用海面积为各个类型的最大用海面积之和

项目属于网箱型海洋牧场，网箱离岸（大陆海岸线）最近距离约为 7.7 公里；根据前述分析可知，项目符合国土空间规划分区的用途管制和生态保护红线管控要求，符合海岸带规划分区的管控要求，符合养殖水域滩涂功能分区的管控要求；因此，项目满足海洋产业园（海洋牧场类）用海选址控制性指标要求。

项目布置重力式网箱的海域水深范围为 7.5~15m，按最大水深为 20m 的重力式深水网箱考虑，本项目单个 C40HDPE 网箱所占养殖区水域半径等于网箱半径加系泊缆水平投影长度约为 36m，单个 C60HDPE 网箱所占养殖区水域半径等于网箱半径加系泊缆水平投影长度约为 59m。单个 C40HDPE 网箱最大外缘边线包络海域面积约为 0.4069 公顷，共 141 个；单个 C60HDPE 网箱最大外缘边线包络海域面积约为 1.0930 公顷，共 216 个。综上，外缘边线包络总海域面积约为 326.1065 公顷，满足“外缘边线包络海域面积原则上每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷（包含锚泊系统）以内”的要求。

综上所述，项目符合《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》（广东省自然资源厅，2024 年 7 月）用海选址控制性指标、用海面积控制指标要求。

9.6.11 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》的符合性分析

《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》（自然资办发〔2023〕55 号）提出：

一、科学确定养殖用海规模与布局

沿海各地自然资源（海洋）主管部门在编制海岸带等国土空间专项规划时，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，拓展深远远岸宜渔海域，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。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。适度控制重要海湾和河口、滨海城市近岸海域的养殖用海规模。各地区应根据海域资源状况、养殖用海现状和渔民数量，划定一定范围的渔民传统养殖海域，保障传统渔民生计。渔民传统养殖海域主要是指《中华人民共和国海域使用管理法》施行前，已经由农村集体经济组织或者村委会经营管理的养殖用海。

二、分类管控新增养殖用海

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（简称“两证”），确定长期稳定的使用期限，且“两证”载明的期限、主体、范围保持基本一致。严格控制新增围海养殖用海规模，不得占用自然岸线和生态保护红线，切实加强红树林等典型生态系统保护。积极支持深远海养殖用海和海洋牧场用海。

新建人工投礁式海洋牧场要科学评估对海洋水动力、生态系统及周边用海活动的影响，合理确定用海方式和规模，原则上除牡蛎礁和人工藻（草）礁外，不得在低潮时水深 6 米以内的近岸海域实施人工投礁式海洋牧场建设。鼓励新增经营性养殖用海实行市场化方式出让海域使用权。新增养殖用海可能对周边军事设施或军事活动造成影响的，应征求军事机关意见，确保不占用军事禁区、军事管理区和部队常态使用的海上训练区及航道。

三、稳妥处置现有养殖用海

沿海各省级自然资源（海洋）主管部门会同农业农村（渔业渔政）部门组织市、县级人民政府按照依法依规、尊重历史、稳妥有序的原则分类处置现有养殖用海。要严格执行《中华人民共和国海域使用管理法》《中华人民共和国渔业法》及相关规定，结合各地区实际，积极推进“两证”核发工作，原则上到 2025 年底实现“两证”应发尽发，切实维护国家海域所有权和各类养殖用海者的合法权益。在渔民传统养殖海域核发“两证”时应当优先安排当地渔业生产者。依法取得“两证”的养殖用海活动受法律保护，任何单位和个人不得侵犯。养殖用海涉及违法用海的要依法查处。对位于生态保护红线内且不符合管控政策的养殖用海，生态保护红线外没有合法合规的不动产权利证书或权利证明、养殖证等且不符合相关空间规划的养殖用海，要按照要求逐步有序退出，已投放人工鱼礁的海洋牧场除外；生态保护红线内允许在不扩大现有水产养殖规模前提下开展符合管控政策的养殖活动。清退工作不得采取“运动式”“一刀切”措施，因清退给合法合规养殖生产者带来经济损失的应依法给予补偿，并妥善安置其生产生活。涉军违法养殖用海处置意见另行研究制定。

四、全面规范养殖用海审批和出让

沿海地方各级自然资源（海洋）主管部门要优化养殖用海申请审批程序，全面提高行政审批效率，依法减免海域使用金，切实减轻传统渔民负担。养殖用海区按照《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2021〕1 号）和《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）规定进行整体海域使用论证，单位和个人申请养殖用海时可不再进行海域使用论证；对于渔民传统养殖海域内的围海养殖用海区域，可参照该规定办理。依据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十二条规定，将渔民传统养殖海域使用权

确定给该村集体经济组织或村民委员会的，要妥善处理国家海域所有权、村集体养殖用海海域使用权、渔民个人承包经营权利之间的关系。

五、积极推行生态化养殖用海

沿海各地自然资源（海洋）、农业农村（渔业渔政）主管部门要在养殖用海管理工作中，积极引导从事养殖的单位和个人推行生态用海，鼓励在生产中采用新材料、新工艺进行养殖设施升级改造，推广生态健康养殖模式。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。支持沿海各地在红树林保护修复和互花米草防治区域，因地制宜开展红树林营造、互花米草防治等与生态养殖兼容的用海模式。围海养殖用海区内除养殖生产必需的渔具存放场所及看护设施、渔获采收及暂存平台、污水处理设施、宽度 6 米以下的生产便道、简易养殖大棚、池塘护坡及海堤加固工程等配套设施外，不得新增其他配套设施或进行养殖池塘填埋、硬化。在新建扩建养殖生产必需的上述配套设施前，要向原审批机关同级自然资源（海洋）主管部门报备，不得变相实施围填海工程。

六、切实加强养殖用海监管

沿海各地自然资源（海洋）、农业农村（渔业渔政）主管部门要落实属地监管的主体责任。要重点加强新增养殖用海监督检查，及时发现、制止、处置违法违规用海活动及违规审批行为。要强化已批养殖用海监管，及时发现并纠正不符合批复要求超范围生产、改变用海方式、未落实生态保护修复措施等违法违规用海行为。

沿海地方自然资源（海洋）主管部门会同同级农业农村（渔业渔政）部门可以结合当地实际，制定具体实施办法，加强部门联动协调，理顺和创新养殖用海管理机制，稳妥有序推进养殖用海管理工作，保障各类用海者的合法权益，切实维护社会稳定，推动水产养殖业绿色发展。养殖用海处置工作涉及社会稳定风险的应开展社会稳定风险评估。在政策执行过程中遇有重大问题，要及时向自然资源部和农业农村部报告。

项目范围不属于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，不涉及围海养殖，没有占用自然岸线。项目范围内不涉及生态保护红线，符合“三区三线”要求。项目使用台架式、浮缏式浮

筏养殖贝类，项目建设网箱可提高养殖设施和装备的现代化水平。综上，项目与《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》（自然资办发〔2023〕55号）相符。

9.6.12 与《广东省环境保护条例》的符合性分析

根据《广东省环境保护条例》（2026年7月31日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议第二次修订，2026年8月15日起实施），本项目与其中部分条例的相关符合性详见表9.6.12-1。

表 9.6.12-1 本项目与《广东省环境保护条例》相关内容符合性分析

序号	具体内容	本项目对照分析情况	是否符合
1	第十五条 使用海域的单位、个人应当及时清除其用海范围内的生活垃圾等废弃物；拒不清除的，海洋行政主管部门可以依法实施代履行，或者委托没有利害关系的第三人代履行，所需费用由使用海域的单位、个人承担。	本项目施工期的固体污染物为生活垃圾和养殖设施安装废材料。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，收集上岸交由环卫部门清运处理，不可随意倾倒入海。养殖设施安装过程产生的绳索、浮球等废材料，收集上岸交由物资回收公司回收利用。 本项目营运期间产生的固体污染物主要有生活垃圾、废弃养殖材料等。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。养殖过程产生的废弃养殖材料，主要为废旧网衣、聚乙烯绳索、废旧浮球等。拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。网箱养殖过程产生的病死鱼应从网箱中转移出来，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能力处理的单位进行无害化处置。	符合
2	第十六条 船舶依法航经海洋自然保护区的，应当采取限制航行速度等措施，防止对海洋保护动物的伤害。	报告对本项目施工期和营运期船舶养殖船舶提出要求，航经海洋自然保护区的，应当采取限制航行速度等措施。	符合

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

《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035 年）》（以下简称《规划》）发展目标，以建设“蓝色粮仓”，引领中国式现代化海洋渔业高质量发展为目标，构建产业全面升级、空间布局优化、生态环境友好、支撑体系完善的现代海洋渔业体系，走出一条具有广东示范、中国特色、国际影响的现代化海洋牧场科学发展之

路。

《规划》提出：科学布局深远海养殖区。结合各类规划和管控要求，在 10 米等深线以深或离岸（大陆及有居民海岛岸线）3 千米以上的海域划示深远海养殖规划区面积约 2.55 万平方千米。各地市综合离港距离、气象、水文、水质、底质、地形、灾害等因素，在区位条件较好、海况较温和的深远海养殖规划区中划定深远海养殖区，作为现代化海洋牧场重点建设区域。大力推行高效健康养殖，科学确定养殖品种和密度，结合海况条件匹配养殖模式和养殖装备组合，提升海域利用效率和单位产出。

本项目为开放式养殖项目，主要为台架式养殖、浮纜式浮筏养殖和网箱养殖，总用海面积 894.0393 公顷。本项目合理控制养殖密度、养殖规模，项目实际网箱养殖用海面积与海区宜养面积的比例小于 10%，可使养殖水域保持相对可行的自净能力。因此，项目建设与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035 年）》是相符的。

10 生态环境影响经济损益分析

10.1 生态环境经济损益分析方法

环境影响经济损益分析以建设项目实施后的环境影响预测与环境质量现状进行比较,从环境影响的正负两方面,以定性与定量相结合的方式,对建设项目的环境影响后果进行货币化经济损益核算,估算建设项目环境影响的经济价值。

环境影响经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容,它从整体社会的角度衡量建设项目需要投入的环保投资,以及所起到的经济和环境效益,充分体现建设项目经济效益、社会效益与环境效益对立与统一的关系。通过分析项目经济收益水平、环保投资及其运转费用与可能取得效益间的关系,说明项目的环保综合效益状况。

建设项目的环境影响经济损益分析,受到多种风险因子的影响,对项目各项环保设施投入、环保设施运行费用和环境社会收益进行经济量化评估存在一定困难,尤其环境收益,按其表现分为直接的货币效益和间接的货币效益,所以只能进行定性和半定量化的分析与评述。

10.2 环保投资分析

项目工程投资总额为 28312.04 万元,环保投资费用主要包括海洋生态损失补偿费、环境保护措施、环境监测等费用,各项费用估算见表 10.2-1。拟建项目环保总投资约为 251.187 万元,占总投资的 0.89%。环境监测费可根据具体情况,科学合理地做出调整。

表 10.2-1 建设工程环保投资估算表

阶段	污染源		环保措施内容	金额（万元）	环保投资来源
施工期	废水	船舶人员生活污水	委托船舶污染物接收单位处置	10	养殖单位自筹资金
		船舶含油污水	委托船舶污染物接收单位处置	10	
	固废	生活垃圾及其他固废	委托船舶污染物接收单位处置	10	
	生态保护		施工期环境跟踪监测	40	
			生态修复	1.187	
	小计			71.187	
运营期	废水	生活污水	委托船舶污染物接收单位处置	10	
		船舶含油污水	委托船舶污染物接收单位处置	10	
	固废	生活垃圾及其	委托船舶污染物接收单位处置	10	

阶段	污染源	环保措施内容	金额（万元）	环保投资来源
	他固废			
	生态保护	运营期环境跟踪监测	150	
	小计		180	
	合计		251.187	

10.3 生态环境保护的经济损益分析

10.3.1 环境影响经济损失分析

环境经济损失是指采取相应环保措施后，工程项目仍然可能造成的环境损失，本工程的环境经济损失主要包括生态破坏经济损失、水污染经济损失、沉积物污染经济损失等。

（1）生态破坏经济损失

项目建设期对海洋生物资源的影响主要表现在养殖设施建设对底栖生物资源的损耗。浮缙式浮筏养殖和网箱养殖设施锚固定需要占用一定面积的海底表面，会占用这部分面积的底栖生物的生存环境，导致底栖生物资源损失。根据 6.5.1 章节分析，项目锚投放占用海域造成的底栖生物资源损失为 50.093kg。根据国务院《关于印发中国水生生态资源养护保护行动纲要的通知》精神，建设单位应当按照有关法律规定，制定项目对生态资源损失的生态补偿方案，采取修复措施，改善水域生态环境，实现渔业资源可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。

（2）水污染经济损失

水体污染通常是指受人为因素而引起的，即由于废污水的排放，使得起初为清洁的天然水体水质超标，导致水体功能减弱或丧失而遭受的经济损失。建设项目引起水质污染的原因是多方面的，从环境影响角度，本项目主要是指施工期船舶舱底油污水及运营期网箱养殖过程产生的排泄物和饲料残饵和船舶舱底油污水。施工期、运营期船舶舱底油污水均统一收集后上岸处理。

根据工程分析，本项目施工过程中会使作业区周围的海水混浊、透明度下降、光线透射率降低，但这种影响只是暂时的，施工结束后，随着水质的恢复，浮游生物量可以很快恢复到原有水平。因此，本项目对水质环境的影响主要来源于网箱养殖过程产生的排泄物和饲料残饵，排泄物和饲料残饵悬浮或者融入海水中，并在海洋水动力的作用下混合、输运和扩散，对水体水质产生影响。根据水质预测结果，网箱投放后会加速其所在区域的水体交换速度，网箱投放后打乱了表层的流场，紊

乱的流场有利于水体交换的发生，所以网箱建成后喂养投放的残料能够迅速的降解并交换出去。网箱养殖引起悬浮物扩散所影响的区域限于养殖区附近海域，影响范围和程度均较小。考虑水环境影响较小，水污染经济损失忽略不计。

（3）沉积物环境损失

项目建设过程中，对沉积物的影响主要是网箱养殖产生的排泄物和饲料残饵。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。若养殖过程中投喂杂鱼，饵料系数高，产生的残饵较多，因而形成较多的有机碎屑，产生的有机碎屑颗粒容易沉降在养殖海域底部，表层沉积物重金属存在潜在生态危害。通过采用投喂浮性膨化配合饲料、制定合理投喂量等措施，可减小网箱养殖对沉积物造成的影响。考虑沉积物环境影响较小，其经济损失忽略不计。

10.3.2 环境正效益分析

本项目建设的养殖品种生长速度快、病害少、成活率高、产品质量高、养殖规模大、现代化程度和经济效益较高，便于集约化和产业化生产以及生态、环保等诸多优点，促使水产养殖由港湾、近海向远海发展。项目建设不但能够提高养殖空间的利用率，而且能够减轻对养殖环境的压力，有利于海洋渔业资源的修复与保护、补充与增值，有利于渔民的转产转业（减少海洋捕捞强度），可保护和修复海岸线生态环境，减少海水富营养化和养殖自身污染问题，推动水产养殖业将逐步由近岸海域向离岸海域方向发展，促进养殖海域环境稳定，实现海水网箱养殖健康可持续发展，符合绿色、生态的环保理念，具有较高的生态效益。

本项目工程投资 251.187 万元用于环境保护，通过落实各项环境保护措施将工程对评价区域的环境质量的负面影响减至最低，在取得明显的经济效益、社会效益的前提下保证了“可持续发展”。

工程在采取了必要的环保措施后，一方面将在很大程度上降低本项目对环境产生的不良影响，另一方面环保投资本身也将产生效益。本项目虽然投入一定资金用于防治污染，但可为建设单位减少许多不必要的经济损失，以保证工程顺利实施；从长远来看，本项目的建设能够引导相关产业的发展，同时，项目对增加就业、促进当地经济和社会的可持续发展等都将起着十分积极的意义。因此，本工程的建设能够带来持久、良好的经济社会效益，对当地的经济发展具有推动作用。

环保措施的环境经济效益是指在采取环保措施后所得到的直接和间接的效益。直接效益为资源、能源和回收利用所产生的收益；间接效益为采取环保措施后海洋生物资源损害减少，或因减少水环境影响而使海洋生物资源受损降低。就本项目而言，环境经济效益主要由间接效益组成。

(1) 工程投资 251.187 万元用于环境保护，通过落实各项环保措施，将工程对评价海域环境质量的负面影响减至最低，在取得明显经济效益、社会效益的前提下保证了“可持续发展”。

(2) 通过生态补偿，把项目施工过程中对海洋生物资源不可避免的损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。

根据本报告前述章节的相关分析可知，只要在建设过程中做到文明施工、合理作业、落实各项环境保护措施和防范措施，可以将项目建设对生态环境的影响减少到较低水平，项目建设产生的固体废物对环境的影响不大，总的环境影响和损失可以接受，项目的环境正效益明显。

10.4 社会、经济效益分析

10.4.1 社会效益

海洋牧场是一个产业链式的养殖，能带动岸上饲料生产以及运输、冷冻、出口、饮食等相关产业，提供大量的就业岗位，有利于台山市消化因临港产业开发而造成“失海失地”农民的就业压力，为全市支柱产业的发展打下坚实的基础。项目建成后，预计吸收就业人口 170 余人，带动当地农户人均年增加收入 6 万元。

10.4.2 经济效益

年产牡蛎约 24319.83 吨，单价 0.6 万元/吨计，年产值为 14592 万元；金鲳鱼 846 吨/年，单价 30 元/kg 计，年产值 2538 万元；军曹鱼 4320 吨/年，单价 30 元/kg 计，年产值 12960 万元，项目预计年产值可达到 30090 万元。

10.5 生态环境影响经济损益分析结论

相比于传统养殖，海域养殖工程不仅能取得显著的经济效益、生态效益，还为临海工业、仓储物流和滨海旅游业腾出近岸海域发展。其中海域养殖工程中的深水网箱设备涵盖网箱材料、加工制造、机电设备等产业，深水网箱养殖将辐射带动水

产品加工流通、苗种培育、饵料生产、病害防治以及休闲旅游等各领域。全面发展域养殖工程是转变渔业经济发展方式的重要途径，提升渔业产业核心竞争力的重要载体，是引领渔民增收致富的重要渠道，优化海洋生态环境的重要举措。

从生态环境损失角度来看，本项目的施工会给项目所在海域环境带来一定的影响，由此带来一定的经济损失，项目浮缏式浮筏养殖和网箱养殖设施锚固定需要占用一定面积的海底表面，会占用这部分面积的底栖生物的生存环境，导致底栖生物资源损失，损失量为 50.093kg。项目施工建设与运营的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。本项目建设可以增加海水养殖产量、促进渔业资源可持续增长，是拓展养殖空间的需要，能够提升渔民收入、维护地方稳定，虽然本次工程环保投资额为 251.187 万元，但由此带来更多社会效益和经济效益，项目建设长期整体效益是良好的。

综合分析项目的建设经济损益，项目建设带来的环境资源的损失及负面影响有限，并在可接受范围内。项目建设带来的生态效益、社会效益和经济收益是比较明显的。因此，本项目的建设是可行的。

11 生态环境管理与监测计划

11.1 生态环境管理

11.1.1 建设单位管理机构设置

为了有效保护项目拟建海域所在区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，除了施工单位应设置环境保护管理机构外，针对项目的建设施工，项目建设单位应设立专人负责环境管理和环境监测计划制定和实施。

11.1.2 施工单位环境管理机构设置

施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。施工期的环境管理应着重于施工场所的现场检查和监督。应采取日常的、全面的检查和重点监督检查相结合。对于违规施工的，应及时予以处罚和追究责任。

施工单位的管理内容主要有：

（1）负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查；

（2）及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与本项目施工有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议；

（3）按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实；

（4）所有的检查计划、检查情况和处理情况都应当有现场的文字记录，并应及时通报给各有关部门。记录应定期汇总、归档。

11.2 生态环境监测

11.2.1 施工期环境监测

（1）监测范围及内容

监测范围主要分布在项目周围海域。监测站位主要选择在施工区等所在海域进

行监测，在施工期工程区附近海域设置监测点，共设 5 个点（监测过程中可视情况做适当的调整），施工期主要对附近海域海洋环境的变化监测。

水质：水温、透明度、pH 值、溶解氧、化学需氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、悬浮物、铜、铅、总汞、石油类、镉等；

沉积物：有机碳、硫化物、铜、铅、总汞、石油类、镉等；

生物质量监测项目：石油烃、铜、铅、镉、锌、总汞、砷和铬等；

海洋生态监测因子为：叶绿素 a、鱼卵仔鱼、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物等。

监测站位见表 11.2.1-1 和图 11.2.1-1。

（2）监测时间与频率

水质：施工期进行一次监测。施工结束后进行一次后评估监测。

沉积物：施工期监测一次。施工结束后进行一次后评估监测。

海洋生物：施工期监测一次。施工结束后进行一次后评估监测。

（3）数据采集与处理、分析方法

数据采集与处理、分析方法按照《海洋监测规范（所有部分）》（GB 17378）和《海洋调查规范（所有部分）》（GB/T 12763）的规定进行。

表 11.2.1-1 环境监测站位布置

序号	经度 E	纬度 N	监测项目	说明	执行标准
1			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	海水水质第二类标准，海洋沉积物第一类标准，生物质量第一类标准
2			水质	川山群岛渔业用海区	海水水质第二类标准，海洋沉积物第一类标准，生物质量第一类标准
3			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源	川山群岛渔业用海区	
GDN10005			水质	川山群岛渔业用海区	海水水质第二类标准
GDN10016			水质	江门港广海湾港区交通运输用海区	海水水质第四类标准
GDN10023			水质	江门-珠海南部渔业用海区	海水水质第一类标准

图 11.2.1-1 施工期环境监测站位布置图

11.2.2 营运期环境监测

(1) 监测范围及内容

水质监测因子为：水温、透明度、pH 值、溶解氧、化学耗氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、悬浮物、铜、铅、总汞、石油类、镉等；

沉积物监测因子为：有机碳、硫化物、铜、铅、总汞、石油类、镉等；

海洋生物监测因子为：叶绿素 a、鱼卵仔鱼、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物等。

(2) 监测时间与频率

水质：施工结束后 3 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。

沉积物：在施工结束后 3 年内每年监测一次，其后每两年监测一次。若发现海底地形发生明显改变，应适当加大监测频率。

海洋生物：在施工结束后 3 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。

(3) 数据采集与处理、分析方法

数据采集与处理、分析方法按照《海洋监测规范（所有部分）》（GB 17378）和《海洋调查规范（所有部分）》（GB/T 12763）的规定进行。

11.2.3 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。具体做法：

a. 施工期每月向上级主管部门提交环境监察审核报告一份。报告书应对当月监察与审核情况进行评估和总结，并做下一个月的监察计划和监测程序。

b. 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。

c. 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。

d. 环境管理与监测情况应随时接受海洋环保主管部门的检查和监督。

11.2.4 事故应急监测

如果本工程一旦发生溢油事故，如果影响较为严重，应及时进行应急监测工作：

(1) 监测站位

受溢油影响的海域，站点的设置方式可采用断面式、放射式。

(2) 监测项目

海水水质：测定各站点水表层中的油含量、重金属等；

生态环境：生物体内残毒分析、底栖生物、浮游动物。

(3) 监测频率

①瞬时排放型每二周监测一次，连续监测五次。

②连续排放型，在油污排放阶段，每一周采样分析一次；油污排放终止后，每月监测一次，连续监测三次。

11.3 “三同时”环保设施验收一览表

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管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，编制验收报告。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况；对各项环保工程措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行调查。项目建设环保验收内容见表 11.3-1。

表 11.3-1 项目“三同时”环保验收内容一览表

建设期	环境要素	污染源	主要污染物	主要污染防治措施及验收内容	验收标准	责任主体
施工期	水环境	施工船舶含油污水	石油类	签署协议，委托接收处置	交由船舶污染物接收单位处置	建设单位和施工单位
		施工船舶生活污水	COD、SS、氨氮	签署协议，委托接收处置	交由船舶污染物接收单位处置	
	固体废物	养殖设施安装废材料	/	运回陆地	收集上岸交由物资回收公司回收利用	
		生活垃圾	/	船舶配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋	收集后由环卫部门统一处理	
	废气	施工机械和船舶废气	CO、NO _x 、SO ₂	采用油耗低的机械设备，采用低硫柴油（含硫率低于 0.001%）；施工船舶采用硫含量不大于 0.5% _{m/m}	/	

建设期	环境要素	污染源	主要污染物	主要污染防治措施及验收内容	验收标准	责任主体
				的船用燃油		
	噪声	施工机械和船舶噪声	噪声	设备选型、减振、加强保养、减少高噪音作业时间等；加强管理、维护和保养	/	
营运期	水环境	作业船舶含油污水	石油类	签署协议，委托接收处置	交由船舶污染物接收单位处置	建设单位
		作业船舶生活污水	COD、SS、氨氮	签署协议，委托接收处置	交由船舶污染物接收单位处置	
	固体废物	作业船舶生活垃圾	/	配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋	收集上岸后由环卫部门统一处理	
		废弃养殖材料	/	运回陆地	外售给废品收购站	
		病死鱼	/	病死鱼从网箱中转移出来，并放在干净、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	交由有能力处理的单位进行无害化处置	
		病死蚝	/	及时打捞、密闭装桶，装船运往陆域交由有资质的单位进行无害化处置	/	
		废弃防疫药物，废包装袋	/	若涉及防治防疫药物药品的使用，产生的废弃防疫药物，废包装袋需妥善收集后运往陆域处置	交由有资质的单位进行处置	
		废饲料包装袋	/	收集后运回陆地，清理饲料残料，优先由饲料供应商回收循环利用；无法回收部分作为一般固废处置	由饲料供应商回收循环利用；无法回收部分作为一般固废处置	
	废气	作业船舶废气	CO、NO _x 、SO ₂	采用硫含量不大于0.5% _{m/m} 的船用燃油或安装硫氧化物和颗粒物污染控制装置等措施	/	
	噪声	作业船舶噪声	噪声	采用低噪声的作业船舶，加强维护与保养，停泊时禁止使用高音喇叭	/	

12 生态环境影响评价结论

12.1 工程概况

广东海发台山市海洋牧场项目位于台山市镇海湾及上川岛北侧海域。区域 1、区域 2 分别位于镇海湾及上川岛北侧海域；区域 3、区域 4 位于上川岛北侧海域。

本项目为海洋牧场建设项目，养殖模式包含台架式养殖、浮缙式浮筏养殖与网箱养殖三类。其中台架式、浮缙式浮筏养殖品种为三倍体葡萄牙牡蛎，网箱主要养殖金鲳鱼、军曹鱼。年产牡蛎约 24319.83 吨，金鲳鱼 846 吨，军曹鱼 4320 吨。本项目总申请用海面积为 894.0393 公顷，其中台架式养殖申请用海面积为 377.6332 公顷，浮筏养殖申请用海面积为 92.3152 公顷，网箱养殖申请用海面积为 424.0909 公顷。

本项目分成 4 个区域，分别为区域 1~4。其中区域 1 采用台架式养殖法进行三倍体牡蛎养殖，年产 19542.52 吨；区域 2 采用浮缙式浮筏进行三倍体牡蛎养殖，年产 4777.31 吨；区域 3 采用重力式网箱养殖金鲳鱼，年产 846 吨；区域 4 采用重力式网箱养殖军曹鱼，分别年产量为 4320 吨。

12.2 工程分析结论

(1) 施工期

施工期，水污染主要来自养殖设施安装投放过程中产生的悬浮泥沙，施工船舶施工人员产生的生活污水和施工船舶的舱底含油污水；大气污染主要来源于施工船舶产生一定量的尾气；噪声污染主要为施工期间施工船舶、施工设备产生的噪声；固体废物污染主要包括施工船舶施工人员产生的生活垃圾和养殖设施安装过程产生的废材料；养殖设施安装投放时的海洋生态环境遭到破坏、浮游生物受到影响，施工产生的悬浮泥沙也会使浮游动植物和渔业资源等受损，造成一定的生物量损失。

(2) 营运期

本项目营运期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、病死鱼、病死蚝、废弃防疫药物，防疫废包装袋、废饲料包装袋等。

12.3 生态环境质量现状综合分析评价结论

12.3.1 水文

一、夏季水文

1、本次水文观测期间，风向以西南风为主，风速在 0.6m/s ~ 5.8m/s 之间，观测海区的东南海域风速较大，而处于近岸的站点相对风速较小。各个站位海况均为 1 级。

2、临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 1.15、1.16 和 1.32，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。临时潮位站的分潮中 M_2 分潮振幅皆最大，其中 JMC1 的 M_2 分潮振幅为约为 60.40cm ，迟角为 274° ；JMC2 的 M_2 分潮振幅约为 60.30cm ，迟角为 274° ；JMC3 的 M_2 分潮振幅约为 52.50cm ，迟角为 268° 。由表可知，观测期间调查海区最高潮位为 3.29m ，最低潮位为 0.11m ，最大涨潮潮差为 2.34m ，最大落潮潮差为 3.12m 。距离调查海区最近的上川岛的潮汐性质系数 F 值为 1.10，佐证调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。

3、观测期间最大涨潮流速为 85.1cm/s ，最大落潮流速为 104.8cm/s ，均出现在 JML9 站 0.2H 层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 51.1cm/s 和 52.5cm/s ，均出现在 JML9 站 0.2H 层。在垂向结构上看，水深浅的站位流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大，而水深超过 15 米的站位，表现为流速大小从表层到底层依次减小。在水平上，表现出了半日潮区的潮汐特征，具有明显的周期性；且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大（受到地形的挤压流速变大）。大部分观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐（半日潮区）的影响，该海区表现出了极强的规律性；小部分的站位（JML3、JML4、JML7、JML11、JML12）的表层受风场的控制，表现出强的东向流，而在底层则恢复往复流的特征。在垂向结构上看，水深浅的站位流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大，而水深超过 15 米的站位，表现为流速大小从表层到底层依次减小。

4、本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占分潮优， M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 JML8 站 0.2H 层，流速为 113.1cm/s 。根据各站层潮流性质，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，根据计算，项目海域潮流可能最大流速为 120.9cm/s ，出现在 JML8 站 0.2H 层，各站层可能最大流

速介于 3.6cm/s-120.9cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以北为主；水质点可能最大运移距离为 28897.33m，出现在 JML8 站 0.2H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 568.31m~28897.33m 之间。

5、调查海区观测期间余流流速主要介于 1.2cm/s~45.3cm/s。最大余流为潮流 JML12 站（表层，45.3cm/s，90°），最小余流为潮流 JML10 站（0.4H 层，1.2cm/s，244°）。各站表层的余流流速最大，靠近外海的站点余流方向主要为东方向。靠近陆地的站点的余流方向主要为南方向。

6、温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 31.19℃，出现在 JML1 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 20.80℃，出现在 JML7 站底层；观测海区靠近陆地的站点，海水整体混合均匀，温度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点，水温表现出明显的分层结构，随着深度加深温度变低。越靠近陆地海水温度越高，且温度随着昼夜波动。

7、盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.37，出现在 JML7 的底层；测得盐度的最小值为 4.07，出现在 JML8 站 0.2H 层。统计结果表明，观测海区靠近陆地的站点，海水整体混合均匀，盐度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点，盐度表现出明显的分层结构，随着深度加深温度变高，JML1 和 JML8 站由于有淡水输入，其盐度最低。

8、悬沙浓度分析结果：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 0.001kg/m³~0.059kg/m³，JML1 站底层的悬沙浓度最大（0.059kg/m³），JML2 站表层和中层、JML3 站表层和中层、JML4 站表层、JML6 站中层、JML7 站表层和中层、JML10 站表层和中层、JML11 站表层和中层的悬沙浓度最小（0.001kg/m³）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。涨潮期最大单宽输沙量为 1.43t/m，方向 359°，出现在 JML1 站；落潮期最大单宽输沙量为 2.46t/m，方向 84°，出现在 JML12 站；最大单宽净输沙量为 3.15t/m，方向 82°，出现在 JML12 站。观测期间，各站点的净输沙量方向主要为东南方向。

9、测区悬沙类型，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。各站大潮期间砂含量为 0.00%~9.70%，平均值为 0.52%，粉砂含量在 2.54%~91.50%之间，平均值为 64.09%，粘土含量在 6.18%~97.46%之间，平均值为 35.39%；悬沙样品类型

为粘土质粉砂 (30/48), 粉砂 (10/48), 粉砂质粘土 (7/48), 粘土 (1/48), 共 4 种样品。航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $5.79\mu\text{m}\sim 8.95\mu\text{m}$ 之间, 平均值为 $7.35\mu\text{m}$ 。JML7 测站涨急悬沙粒径最粗 ($8.95\mu\text{m}$), JML4 测站涨憩悬沙粒径最细 ($5.79\mu\text{m}$)。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为 $7.37\mu\text{m}$ 、 $7.39\mu\text{m}$ 、 $7.34\mu\text{m}$ 、 $7.31\mu\text{m}$ 。测量期间测区平均粒径在 $5.58\phi\sim 8.80\phi$ 之间, 平均值为 7.07ϕ 。平均粒径的空间分布为: JML7 站的涨急最大, 为 8.80ϕ ; JML4 站的涨憩最小, 为 5.58ϕ 。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 $0.001\phi\sim 0.022\phi$, 平均值为 0.007ϕ 。测区悬沙偏态系数变化范围为 $0.16\sim 0.67$, 平均值为 0.40 。测区悬沙峰态系数的变化范围为 $0.68\sim 2.24$, 平均值为 1.02 。

二、冬季水文

1、本次水文观测期间, 风向以西南风为主, 风速在 $3.1\text{m/s}\sim 11.9\text{m/s}$ 之间, 观测海区越靠近外海的站位风速越大 (遮挡物较小, 风阻小, 故而风速较大), 而处于近岸的站点相对风速较小。JML4、JML7、JML11 和 JML12 站位海况为 2 级, 其余各个站位海况均为 1 级。

2、临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 1.41、1.41 和 1.41, 说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。临时潮位站的分潮中 M_2 分潮振幅皆最大, 其中 JMC1 的 M_2 分潮振幅为约为 55.79cm , 迟角为 277° ; JMC2 的 M_2 分潮振幅约为 55.67cm , 迟角为 277° ; JMC3 的 M_2 分潮振幅约为 55.75cm , 迟角为 277° 。由表可知, 观测期间调查海区最高潮位为 3.05m , 最低潮位为 -0.19m , 最大涨潮潮差为 2.18m , 最大落潮潮差为 3.21m 。距离调查海区最近的上川岛的潮汐性质系数 F 值为 1.21, 佐证调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。

3、观测期间最大涨潮流速为 93.9cm/s , 最大落潮流速为 104.1cm/s , 分别出现在 JML8 站 0.2H 层和 JML9 站 0.8H 层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 47.1cm/s 和 51.3cm/s , 分别出现在 JML11 站表层和 JML8 站 0.2H 层。在垂向结构上看, 水深浅的站位流速整体分布均匀, 各层次的流速差异不大, 而水深超过 15 米的站位, 表现为流速大小从表层到底层依次减小。在水平上, 表现出了半日潮区的潮汐特征, 具有明显的周期性; 且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大 (受到地形的挤压流速变大)。大部分观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐 (半日潮区) 的影响, 该海区表现出了极强的规律性; 小部分的站位 (JML2、JML3、JML4、JML7、JML11、

JML12) 的表层受风场的控制, 表现出强的西向流, 而在底层则恢复往复流的特征。在垂向结构上看, 水深浅的站位流速整体分布均匀, 各层次的流速差异不大, 而水深超过 15 米的站位, 表现为流速大小从表层到底层依次减小。

4、本次观测所有站位各层次潮流中, 其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占分潮优, M_2 分潮和 S_2 分潮次之; 绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5, 主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 JML9 站 0.2H 层, 流速为 78.3cm/s。根据各站层潮流性质, 计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离, 根据计算, 台山市海洋牧场基础设施建设项目海域潮流可能最大流速为 82.9cm/s, 出现在 JML9 站 0.2H 层, 各站层可能最大流速介于 3.7cm/s-82.9cm/s 之间, 各站潮流的可能最大流速方向以西北为主; 水质点可能最大运移距离为 20021.42m, 出现在 JML9 站 0.2H 层, 各站层水质点可能最大运移距离介于 685.5m~20021.42m 之间。

5、调查海区观测期间余流流速主要介于 1.3cm/s~32.1cm/s。最大余流为潮流 JML11 站 (表层, 32.1cm/s, 238°), 最小余流为潮流 JML3 站 (底层, 1.3cm/s, 203°)。各站表层的余流流速最大, 靠近外海的站点余流方向主要为西南方向。靠近陆地的站点的余流方向主要为南方向。

6、温度结果: 调查期间调查海区测得的水温最大值为 21.95°C , 出现在 JML4 站底层; 测得水温的最小值为 19.74°C , 出现在 JML1 站 0.8H 层; 观测海区靠近陆地的站点, 海水整体混合均匀, 温度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点, 水温表现出较为明显的分层结构。冬季由于陆地气温比海洋温度低, 所以各个站位有明显的表层到底层依次升高 (主要表现在夜晚以及较浅的站位), 白天由于太阳辐射的原因, 表层温度升高, 表现出了表层到底层依次降低。

7、盐度结果: 调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.01, 出现在 JML4 的底层; 测得盐度的最小值为 15.38, 出现在 JML8 站 0.2H 层。统计结果表明, 观测海区靠近陆地的站点, 海水整体混合均匀, 盐度随着深度加大变化不大。而靠近外海的站点, 盐度表现出明显的分层结构, 随着深度加深温度变高, JML1 和 JML8 站由于有淡水输入, 其盐度最低。

8、悬沙浓度分析结果: 观测期间 (1) 调查海区悬沙浓度范围为 $0.001\text{kg/m}^3\sim 0.049\text{kg/m}^3$, JML1 站底层的悬沙浓度最大 (0.049kg/m^3), JML7 站中层的悬沙浓度最小 (0.001kg/m^3); (2) 在垂向上, 各站表层和底层悬沙浓度较为接近。

(3) 空间上, 近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。涨潮期最大单宽输沙量为 2.32t/m, 方向 264°, 出现在 JML11 站; 落潮期最大单宽输沙量为 1.25t/m, 方向 204°, 出现在 JML12 站; 最大单宽净输沙量为 3.15t/m, 方向 229°, 出现在 JML12 站。观测期间, JML1 站和 JML8 站的净输沙量方向主要为北方向, JML6 站的净输沙量方向主要为东南方向, JML9 站的净输沙量方向主要为东北方向, 其余各站点的净输沙量方向主要为西南方向。

9、测区悬沙类型, 粉砂是悬沙主体, 其次是粘土, 最后是砂。各站大潮期间砂含量为 0.00%~49.62%, 平均值为 14.12%, 粉砂含量在 44.95%~82.58%之间, 平均值为 64.30%, 粘土含量在 1.49%~55.05%之间, 平均值为 21.59%; 悬沙样品类型为粘土质粉砂 (27/48), 砂质粉砂 (15/48), 粉砂 (2/48), 粉砂质粘土 (2/48), 粉砂质砂 (1/48), 砂-粉砂-粘土 (1/48), 共 6 种样品。航次测区悬沙中值粒径变化范围在 4.00 μ m~8.13 μ m 之间, 平均值为 6.05 μ m。JML7 测站涨憩悬沙粒径最粗 (8.13 μ m), JML9 测站涨憩悬沙粒径最细 (4.00 μ m)。本航次涨急、涨憩、落急、落憩时中值粒径的平均值分别为 6.19 μ m、5.72 μ m、6.01 μ m、6.27 μ m。测量期间测区平均粒径在 3.94 ϕ ~7.35 ϕ 之间, 平均值为 5.57 ϕ 。平均粒径的空间分布为: JML7 站的涨急最大, 为 7.35 ϕ ; JML9 站的涨憩最小, 为 3.94 ϕ 。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 0.005 ϕ ~0.115 ϕ , 平均值为 0.024 ϕ 。测区悬沙偏态系数变化范围为 0.11~0.79, 平均值为 0.49。测区悬沙峰态系数的变化范围为 0.79~4.71, 平均值为 1.23。

12.3.2 水质

通过对项目评价范围内国控站位 2023 年~2025 年的监测数据分析得出, 2023 年~2025 年的海水水质监测结果中超标因子为无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量、铜和铅。其中无机氮超标率比较大, 确定含氮污染物为主要污染因子。其主要成因: 城市生活污水, 农业农村生活污水以及农田施肥灌溉, 以及部分养殖尾水的直接排放。2023 年~2025 年间无机氮监测年均值总体呈上升趋势, 活性磷酸盐监测年均值逐渐下降, 化学需氧量监测年均值总体呈平稳趋势, 其中无机氮三年的年均值均满足海水水质第二类标准, 活性磷酸盐和化学需氧量三年的年均值均满足海水水质第一类标准。综上所述, 2023 年~2025 年评价范围内的水质波动变化, 总体水质趋好。

根据 2024 年 3 月和 2023 年 10 月在项目附近海域进行的海洋环境调查数据, 调

查海区海水中无机氮和活性磷酸盐在部分站位超过其功能区对应的水质标准要求，其余监测因子均符合。位于生态敏感区的部分水质站位中的无机氮和活性磷酸盐均超出其功能区对应的水质标准要求，其余监测因子均符合。无机氮和活性磷酸盐超标的原因可能是城市生活污水，农业农村生活污水以及农田施肥灌溉，以及部分养殖尾水的直接排放。

12.3.3 沉积物

海洋沉积物出现砷超标，可能导致超标的原因有农业面源污染如化肥中含重金属杂质导致土壤砷累积并随径流迁移。潮间带沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

12.3.4 海洋生物质量

春季调查站位采集到的鱼类、甲壳类和软体类海洋生物质量均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)中附录 C 标准。

秋季调查站位采集到的鱼类和甲壳类海洋生物质量出现砷超标，其他均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)中附录 C 标准。

12.3.5 海洋生态

一、春季海洋生态

叶绿素 a 含量柱状平均值为 $2.94\text{mg}/\text{m}^3$ ；表层叶绿素 a 含量平均值为 $3.05\text{mg}/\text{m}^3$ ，10m 水层叶绿素 a 含量平均值为 $1.37\text{mg}/\text{m}^3$ ，底层叶绿素 a 含量平均值为 $1.90\text{mg}/\text{m}^3$ 。

初级生产力 变化范围在 $(117.777\sim703.813)\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间，平均值为 $367.602\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

浮游植物 共记录浮游植物 4 门 5 纲 13 目 27 科 128 种，个体数量变化范围在 $(246.185\sim10096.901)\times103\text{ind}/\text{m}^3$ 之间，平均值为 $2379.272\times103\text{ind}/\text{m}^3$ ；优势种共出现 5 种，分别为格氏圆筛藻、威氏圆筛藻、劳氏角毛藻、透明辐杆藻和优美旭氏藻；多样性指数范围在 1.566~4.671 之间，平均值为 2.964；均匀度指数范围在 0.305~0.801 之间，平均值为 0.560；丰富度指数范围在 0.820~2.877 之间，平均值为 1.831。

浮游动物 本次调查中共记录浮游动物 5 门 9 纲 18 目 41 科 89 种（包括浮游幼体 12 种），生物量变化范围在 $(129.33\sim781.25)\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，平均值为 $338.37\text{mg}/\text{m}^3$ 。

个体数量变化范围在 $(1379.764 \sim 28125.000)$ ind/m³ 之间, 平均值为 7380.228 ind/m³; 优势种共出现 9 种, 分别为桡足幼体、小拟哲水蚤、针刺拟哲水蚤、拟长腹剑水蚤、异体住囊虫、多型大眼蚤、无节幼体、多毛类幼体和蔓足类幼体; 多样性指数变化范围在 2.115~4.300 之间, 平均值为 3.407; 均匀度指数变化范围在 0.541~0.815 之间, 平均值为 0.716; 丰富度指数范围在 1.078~3.298 之间, 平均值为 2.207。

大型底栖生物在本次调查中共记录大型底栖生物 8 门 13 纲 28 目 51 科 63 种。生物量范围在 $(0 \sim 148.010)$ g/m² 之间, 平均生物量为 18.725 g/m²。栖息密度范围在 $(0 \sim 115.000)$ ind/m² 之间, 平均栖息密度为 54.048 ind/m²。优势种出现 1 种, 为洼颚倍棘蛇; 多样性指数变化范围在 0~3.102 之间, 平均值为 2.000; 均匀度指数变化范围在 0.497~1.000 之间, 平均值为 0.853; 丰富度指数范围在 0~2.447 之间, 平均值为 1.494。

潮间带生物潮间带 3 个调查断面岸相分布情况: C01、C02 断面为沙滩-岩石断面, C03 断面为沙滩断面。本次调查中共有潮间带生物 4 门 5 纲 16 目 27 科 49 种。平均生物量为 101.068 g/m², 平均栖息密度为 134.592 ind/m²。从水平分布上看, 生物量由高到低排序为 C03>C02>C01, 栖息密度由高到低排序为 C03>C02>C01。从垂直分布上看, 生物量由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带, 栖息密度由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带。优势种共有 3 种, 分别为狄氏斧蛤、褶牡蛎和痕掌沙蟹。多样性指数的变化范围在 0.697~3.757 之间, 平均值为 2.646; 均匀度指数的变化范围在 0.201~0.892 之间, 平均值为 0.628; 丰富度指数范围在 1.180~3.778 之间, 平均值为 2.488。

鱼卵仔稚鱼在本次调查中共出现了鱼卵 15 种, 仔稚鱼 20 种。垂直拖网鱼卵平均密度为 2.580 ind/m³, 仔稚鱼平均密度为 0.716 ind/m³。常见鱼卵仔稚鱼为石首鱼科、鲹科、鰹科。

游泳动物共捕获 3 门 3 纲 15 目 49 科 121 种, 其中: 鱼类 80 种, 占总种类数的 66.12%, 虾类 20 种 (其中虾蛄类 6 种)。平均尾数渔获率为 449 ind/h, 平均重量渔获率为 5.562 kg/h。平均尾数渔获密度为 12.542×10^3 ind/km², 平均重量渔获密度为 155.441 kg/km²。游泳动物优势种共 1 种, 为黑口鲷。多样性指数变化范围在 3.004~4.496 之间, 平均值为 3.706。均匀度指数变化范围在 0.596~0.881 之间, 平均值为 0.778。丰富度指数范围在 1.957~4.468 之间, 平均值为 3.224。主要经济种

类为黑口鲷、鹿斑仰口鲷、颈斑项鲷。

二、秋季海洋生态

叶绿素 a 柱状含量平均值为 $2.14\text{mg}/\text{m}^3$ 。表层平均值为 $2.26\text{mg}/\text{m}^3$ ，10m 层平均值为 $1.06\text{mg}/\text{m}^3$ ，底层平均值为 $1.86\text{mg}/\text{m}^3$ 。

初级生产力 平均值为 $165.422\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，变化范围在 $62.271\sim 435.439\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间。

浮游植物 在本次调查中共记录 5 门 6 纲 14 目 28 科 132 种，个体数量变化范围在 $(382.062\sim 44775.035)\times 10^3\text{ind}/\text{m}^3$ 之间，平均值为 $14265.340\times 10^3\text{ind}/\text{m}^3$ ；优势种共出现 4 种，分别为中肋骨条藻、热带骨条藻、劳氏角毛藻和旋链角毛藻；多样性指数范围在 $0.843\sim 4.077$ 之间，平均值为 1.962；均匀度指数范围在 $0.167\sim 0.705$ 之间，平均值为 0.354；丰富度指数范围在 $1.445\sim 2.608$ 之间，平均值为 2.013。

浮游动物 在本次调查中共记录 4 门 7 纲 16 目 32 科 89 种（包括浮游幼体 14 种），生物量变化范围在 $(54.13\sim 628.91)\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，平均值为 $166.66\text{mg}/\text{m}^3$ 。个体数量变化范围在 $(2106.307\sim 29250.000)\text{ind}/\text{m}^3$ 之间，平均值为 $7784.252\text{ind}/\text{m}^3$ ；优势种共出现 8 种，分别为桡足幼体、小拟哲水蚤、针刺拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、小毛猛水蚤、拟长腹剑水蚤、尖额谐猛水蚤和无节幼体；多样性指数变化范围在 $2.563\sim 3.726$ 之间，平均值为 3.217；均匀度指数变化范围在 $0.570\sim 0.732$ 之间，平均值为 0.669；丰富度指数范围在 $0.855\sim 3.032$ 之间，平均值为 2.235。

大型底栖生物 在本次调查中共记录 6 门 7 纲 19 目 37 科 54 种。生物量范围在 $(0.045\sim 82.795)\text{g}/\text{m}^2$ 之间，平均生物量为 $10.065\text{g}/\text{m}^2$ 。栖息密度范围在 $(5.000\sim 120.000)\text{ind}/\text{m}^2$ 之间，平均栖息密度为 $37.619\text{ind}/\text{m}^2$ 。优势种共出现 2 种，分别为光滑倍棘蛇尾和萨氏单套吻螭；多样性指数变化范围在 $0\sim 3.220$ 之间，平均值为 1.542；均匀度指数变化范围在 $0.669\sim 1.000$ 之间，平均值为 0.873；丰富度指数范围在 $0\sim 2.181$ 之间，平均值为 1.147。

潮间带 在本次调查中共记录 3 门 4 纲 10 目 13 科 16 种。平均生物量为 $140.843\text{g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $164.889\text{ind}/\text{m}^2$ 。从水平分布上看，生物量由高到低排序为 $\text{C01}>\text{C03}>\text{C02}$ ，栖息密度由高到低排序为 $\text{C02}>\text{C01}>\text{C03}$ 。从垂直分布上看，生物量由高到低排序为低潮带>高潮带>中潮带，栖息密度由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带。优势种共有 6 种，分别为粗糙拟滨螺、纹藤壶、痕掌沙蟹、

粒结节滨螺、棘刺牡蛎和单齿螺。多样性指数的变化范围在 1.441~2.679 之间，平均值为 2.164；均匀度指数的变化范围在 0.557~0.917 之间，平均值为 0.773；丰富度指数范围在 0.712~1.448 之间，平均值为 1.089。

鱼卵仔稚鱼在本次调查中共记录鱼卵 18 种，仔稚鱼 16 种。垂直拖网鱼卵平均密度为 0.760ind/m³，仔稚鱼平均密度为 0.299ind/m³。

游泳动物共记录 3 门 3 纲 14 目 61 科 169 种，其中：鱼类 125 种，虾类 24 种（其中虾蛄类 4 种），蟹类 16 种，头足类 4 种。游泳动物优势种共 4 种，分别为周氏新对虾、黑口鲷、尖吻小公鱼和杜氏棱鲉，第一优势种为周氏新对虾。平均总尾数渔获率为 1791ind/h，平均总重量渔获率为 14.503kg/h。平均尾数渔获密度为 46.024×10³ind/km²，平均重量渔获密度为 373.979kg/km²。游泳动物的多样性指数平均值为 3.610，均匀度指数平均值为 0.664，丰富度指数平均值为 4.039。主要经济种类为黑口鲷、尖吻小公鱼、周氏新对虾等。

12.4 生态环境影响预测与评价结论

12.4.1 水动力影响分析结论

台架式养殖工程实施后，由于台架的阻流作用，养殖区内水流会发生一定幅度的减小，因此，工程区内各代表点流速以减小为主。工况一情况下，养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.09m/s~0.04m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-6.3°~2.1° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.12m/s~0.03m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-4.2°~2.8° 之间；工况二情况下，养殖区附近海域各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.06m/s~0.10m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-4.6°~3.8° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.11m/s~0.08m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-6.1°~16.1° 之间。

筏式、网箱养殖工程实施后，在网箱及浮梗式浮筏养殖设施的阻流作用下，工程区水流流速有所减小，由于养殖设施为透水构筑物，阻流作用有限，不会使得工程区水动力环境产生大的变化。工况一情况下，工程实施后，养殖区附近各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.28m/s~0.26m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-6.8°~8.2° 之间，大潮落急流速变化值位于-0.39m/s~0.21m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-13.7°~9.3° 之间；工况二情况下，养殖区附近各代表点大潮涨急流速变化值位于-0.29m/s~0.23m/s 之间；大潮涨急流向变化值位于-5.1°~9.1° 之间，大潮落

急流速变化值位于-0.40m/s ~0.24m/s 之间，大潮落急流向变化值位于-15.2° ~6.8° 之间。

总体上看，由于养殖区本身水深条件较好，且养殖筏式、网箱为透水构筑物，工程实施后项目水动力环境变化幅度较小，项目的实施对附近水动力环境影响有限，基本不会对附近海域水动力环境产生影响。

12.4.2 地形地貌与冲淤环境影响分析结论

台架式养殖工程实施后，养殖区附近海域最大回淤厚度在 0.10m/a 以内，最大冲刷厚度在 0.06m/a 以内，工况一与工况二变化幅度相当，总体上看，工程的实施不会造成养殖区附近海域海底底床产生剧烈变化。

筏式、网箱养殖工程实施后，冲淤变化较大的区域主要位于养殖区附近养殖航道内，最大淤积厚度在 0.12m/a 左右，最大冲刷幅度在 0.08m/a 左右，工况一和工况二冲刷幅度相当。

总体上看，工程的实施不会造成工程区附近底床产生剧烈变化。

12.4.3 水质环境影响分析结论

（1）施工期

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是浮筏式浮筏养殖和网箱养殖施工期锚固结构安装会有少量悬浮泥沙产生，但产生量较少，且海底扰动时间短，搅动海底沉积物在较短时间内沉积海底，施工结束后，其影响很快消失，对周边水环境影响较小。

船舶舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，船舶上设置油水分离器或油污储罐，含油污水及时收集上岸，委托船舶污染物接收单位处置。施工期船舶含油污水不向海洋排放，对海洋环境无影响。

船舶生活污水交由船舶污染物接收单位处置，采取上述措施后生活污水基本不会对周边海水水质产生不良影响。

（2）营运期

本项目运营期间产生的污染物增量较低整体上较小，且基本都位于项目海域附近，悬浮物满足第一类海水水质标准，COD_{Mn} 叠加环境本底值后区域满足第一类海水水质标准；无机氮叠加环境本底值后局部超第二类海水水质标准（无机氮环境本

底值已超第一类海水水质标准), 但满足第三类海水水质标准; 夏季水文条件下活性磷酸盐叠加环境本底值后局部超第一类海水水质标准, 但满足第二类海水水质标准; 冬季水文条件下活性磷酸盐叠加环境本底值后满足第一类海水水质标准。叠加环境本底值后无机氮超第二类海水水质标准范围、活性磷酸盐超第一类海水水质标准范围。

项目网箱养殖实施后, 网箱养殖污染物影响范围内的 GDN10023 站位叠加年均浓度可符合《海水水质标准》(GB 3097-1997) 第一类海水水质, 即项目实施不会对江门市 2025 年近岸海域水质目标(近岸海域水质优良(一、二类水质)比例达到 73.7%)产生明显影响。

根据“5.2.2 区域海水水质状况”可知, 2023 年~2025 年间无机氮监测年均值总体呈上升趋势, 活性磷酸盐监测年均值逐渐下降, 化学需氧量监测年均值总体呈平稳趋势, 其中无机氮三年的年均值均满足海水水质第二类标准, 活性磷酸盐和化学需氧量三年的年均值均满足海水水质第一类标准。综上所述, 2023 年~2025 年评价范围内的水质波动变化, 总体水质趋好。

项目网箱养殖实际养殖投影面积占养殖用海的比例 1.85%~2.02%, 满足《台山市养殖水域滩涂规划(2024—2030 年)(海域)环境影响报告书》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%, 结合区域削减方案(详见 5.2.4 章节), 随着《江门市畜禽养殖污染防治规划(2024-2030 年)》《江门市 2026 年近岸海域污染防治工作方案》《珠海、中山、江门三市水污染协同治理工作机制》《潭江流域生态环境协同保护协议》《关于印发<台山市海水养殖尾水治理实施方案>的通知》(台农农〔2024〕95 号)、《江门市入海排污口“一口一策”整治方案》等一系列具体治理措施的实施, 本项目网箱养殖对区域水环境影响可接受。

由表 6.3.2-10 可知, 项目所在海域已批在建、拟建区域整治项目具备较大的污染物削减能力, 区域可实现 COD、SS、总氮、总磷的大幅减排。本项目总氮产生量 171.715t/a, 占区域总氮削减量的 26.0%; 总磷产生量 16.946t/a, 占区域总磷削减量的 20.1%。区域整体污染物削减量大于本项目新增污染物产生量, 区域减排容量可容纳本项目新增氮磷污染负荷, 从区域污染物总量平衡角度分析, 本项目建设具备环境可行性。

船舶生活污水、船舶舱底油污水交由船舶污染物接收单位处置, 采取上述措施

后船舶废水基本不会对周边海水水质产生影响。

在落实报告提出的各项环境保护措施的前提下，项目对海水水质环境影响可接受。

12.4.4 沉积物环境影响分析结论

施工产生的悬浮泥沙来源于本海域，基本不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，台架桩基施工、筏式和网箱锚固设施的投放会使海底泥沙发生悬浮，搅动的海底沉积物基本可在两天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底的沉积物质量。

营运期，项目台架式养殖、浮缙式浮筏养殖属于自养型，不投放饵料和药物；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。通过确定适宜的投饵量，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，必要时采用轮养、移养的方法，使原养殖区域环境自净后再进行养殖，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

网箱养殖对海洋沉积物的影响集中于网箱下方及邻近海域，主要来源于残饵、养殖排泄物沉降，将引起沉积物总有机碳、氮磷含量升高，氧化还原电位降低，硫化物含量上升，底栖生物群落结构有所改变。影响范围与强度受海域水动力条件、水深、底质类型、养殖规模密度共同控制。本项目出在水交换条件良好的开阔海域，污染物易被输运扩散，沉积物影响局限于网箱近区，影响范围主要集中在网箱周边100m 范围内左右。

在落实报告提出的各项环境保护措施的前提下，项目对海洋沉积物环境影响可接受。

12.4.5 生态影响分析结论

本项目对海洋资源生物资源的影响主要为浮缙式浮筏养殖和网箱养殖锚固设施占海对底栖生物造成的损失，损失量为 50.093kg。网箱养殖污染物浓度增量均没有超过《渔业水质标准》（GB11607-89）或《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准值，生物资源损失量为 0。

项目通过优化施工工艺与作业方案，施工及营运期间主动避让珍稀濒危物种及重要水生生物的繁殖、迁徙、洄游等关键时段与重要通道。严格按照相关要求开展海洋生物资源恢复与生态补偿工作，足额预留并规范使用生态补偿资金。持续开展项目环境影响跟踪监测，强化全过程环境管理，切实降低项目建设对海洋生态环境的影响。采取上述措施后，项目实施造成的生物资源损失量可接受；项目对自然保护区、生态保护红线、重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）、重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区珍稀濒危海洋生物的占用、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。

12.4.6 大气环境影响分析结论

本项目施工期施工船舶机械、营运期工作船舶产生的尾气对周边环境的影响，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和 CO 等，均为无组织排放。项目施工船舶器械选用低硫燃油，由于项目施工及养殖均位于开阔海上，扩散面积大，在时间和空间上均较零散排放污染物总量小，对周边环境产生影响甚微。

12.4.7 声环境影响分析结论

项目实施海上养殖主要涉及船舶噪声，船舶噪声值在 80~90dB（A）之间。海上施工及养殖船舶噪声影响主要集中在船舶周边海域，在采取选用低噪声船舶、安装消声器或隔声罩、限制船舶主机转速、加强设备和船舶的维护管理等措施后，预测对周边声环境影响可接受。

12.4.8 固体废物影响分析结论

施工期的固体污染物为生活垃圾和养殖设施安装废材料。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，收集上岸交由环卫部门清运处理，不可随意倾倒入海。养殖设施安装过程产生的绳索、浮球等废材料，收集上岸交由物资回收公司回收利用。通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

本项目营运期固体废物主要包含生活垃圾、废弃养殖材料、病死水生生物、废弃防疫药物及各类养殖包装废弃物等，项目针对各类固废均制定了规范化、全过程的陆域收集处置方案，实现污染物全程管控、零海域丢弃。其中，营运期生活垃圾统一上岸后交由环卫部门合规处置；废旧网衣、绳索、浮球等废弃养殖材料及废饲

料包装袋统一回收上岸，外售资源化利用；病死鱼、病死蚝全程打捞密闭转运，委托具备专业资质的单位采用化制工艺无害化处置，严格落实转运联单制度，杜绝海上抛洒。项目坚持养殖病害预防为主，极少使用水产药物，少量产生的废弃防疫药物及废包装袋全部集中收集上岸处置。同时，项目通过常态化海区巡查管护，及时清理潮流带入的外来海漂垃圾，从源头防范项目自身固废入海形成漂浮污染物。

综上，本项目营运期各类固体废物均得到妥善收集、合规处置与资源化利用，无固体废物入海污染情况，基本不会对海洋环境产生不良的影响。

12.5 生态环境风险分析与评价结论

本项目建设的风险来自四个方面：（1）鱼药使用不当导致海洋生态环境破坏（2）由于自然灾害（赤潮）对海域使用项目造成的危害；（3）船舶碰撞的危险性；（4）养殖鱼类逃逸风险；（5）养殖品种大量死亡风险。

本项目在施工过程中，必须严格管理，加强防范，杜绝溢油事故的发生。建设单位应针对项目的特点制定溢油事故风险防范措施，落实应急设备、器材的配备。一旦发生溢油事故，建设单位应立即第一时间通知当地海事部门、生态环境部门和渔业部门做好相关应急工作，控制和减少事故造成的危害。此外，本项目溢油应急预案应纳入当地的地级市海港溢油应急预案当中。营运期加强对养殖管理，正确使用鱼药，减少投放过度导致有毒有害持久性物质破坏海洋生态环境的风险。

本评价认为，在切实落实各项风险防范措施，并按《突发环境事件应急管理办法》等规定，做好突发环境事件应急预案修编等工作，并做好与区域应急预案的衔接工作的前提下，本项目环境风险可防控。

12.6 产业政策及项目选址相符

本项目符合国家产业政策、经济发展规划、生态环境保护规划、海洋功能区划、国土空间规划，符合《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）、广东省和江门市“三线一单”的管控要求。项目建设与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（粤自然资发〔2025〕1号）、《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》《江门港总体规划（2025年-2035年）》、《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》《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》等的要求相一致，与《台山市养殖水域滩涂规划（2024-2030年）》

等地方规划文件的目标、要求相符合。

12.7 公众参与

本项目于 2026 年 8 月 5 日开展首次信息公示；项目征求意见稿公示时段为 2026 年 8 月 14 日~2026 年 8 月 28 日，同步在五邑信息网发布征求意见稿公示信息、于项目所在地村镇现场张贴公示材料，并在《江门日报》完成登报公示，采用网络公示、现场张贴、报纸登报多渠道并行的方式开展公众参与工作。在上述公示期内，建设单位未收到相关公众反馈意见。

12.8 生态环境影响综合评价与可行性结论

广东海发台山市海洋牧场项目符合国家、广东省产业政策，选址符合规划要求。项目主要环境保护措施和环境经济评价可行，废气、废水、噪声能达标排放，固体废物能得到妥善合理处置，对海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境影响可接受，环境风险可防控。因此，本项目在严格遵守国家及地方相关法律、法规的要求，严格执行“三同时”制度，认真落实报告书中所提出的各项环境保护措施的前提下，从环境保护角度分析，本项目建设具有环境可行性。