

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式
养殖用海项目

环境影响报告书

建设单位：汕尾市交通投资有限责任公司

评价单位：广东三海环保科技有限公司

二〇二三年七月

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 广东三海环保科技有限公司（统一社会信用代码 91440105MA59CA5093）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 谭万红（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2016035440350000003512440274，信用编号 BH023299），主要编制人员包括 谭万红（信用编号 BH023299）、姚静（信用编号 BH039640）、劳小兰（信用编号 BH050246）（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):

2023 年 6 月 25 日

目 录

1 总论.....	1
1.1 评价任务由来与评价目的.....	错误! 未定义书签。
1.1.1 评价任务由来.....	错误! 未定义书签。
1.1.2 评价目的.....	错误! 未定义书签。
1.2 编制依据.....	12
1.2.1 国家法律法规和部门规章.....	12
1.2.2 地方性法规.....	15
1.2.3 技术规范和标准.....	17
1.2.4 工程基础资料.....	18
1.3 评价技术方法与技术路线.....	错误! 未定义书签。
1.3.1 评价等级.....	错误! 未定义书签。
1.3.2 评价范围.....	错误! 未定义书签。
1.3.3 评价内容及重点.....	错误! 未定义书签。
1.3.4 评价标准.....	错误! 未定义书签。
1.3.5 污染物排放标准.....	错误! 未定义书签。
1.4 环境保护目标和环境敏感目标.....	错误! 未定义书签。
2 工程概况.....	42
2.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置.....	42
2.1.1 建设项目名称.....	42
2.1.2 建设项目性质.....	42
2.1.3 建设规模.....	42
2.1.4 地理位置.....	43
2.2 工程建设内容、平面布置、结构和尺度.....	45
2.2.1 建设内容.....	45
2.2.2 项目平面布置.....	46
2.2.3 结构和尺寸.....	50
2.2.4 辅助设施设计.....	72
2.3 养殖工艺.....	74
2.3.1 网箱养殖工艺.....	74
2.3.2 吊养养殖工艺.....	83
2.3.3 底播养殖工艺.....	86
2.4 施工方案、施工方法、工程量及计划进度.....	87
2.4.1 施工条件.....	87
2.4.2 施工工艺及方案.....	87
2.4.3 人工鱼礁施工工艺.....	94
2.4.4 工程量及施工设备.....	98
2.4.5 施工进度.....	100
2.5 项目用海必要性分析.....	100
2.5.1 项目建设的必要性.....	100
2.5.2 项目用海的必要性.....	103

2.6 占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况.....	104
3 工程分析.....	107
3.1 生产工艺与过程分析.....	107
3.1.1 施工期工艺过程及产污环节.....	107
3.1.2 运营期工艺过程及产污环节.....	109
3.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析.....	109
3.2.1 施工期污染物排放状况.....	110
3.2.2 运营期污染物排放状况.....	115
3.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析.....	121
3.3.1 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响.....	121
3.3.2 对海洋生态环境的影响.....	122
3.3.3 项目建设对通航环境的影响.....	122
3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别.....	122
3.4.1 环境影响要素的识别.....	123
3.4.2 评价因子筛选.....	123
4 区域自然和社会环境现状.....	125
4.1 区域自然环境现状.....	125
4.1.1 气候特征.....	125
4.1.2 泥沙.....	127
4.1.3 地形地貌与工程地质.....	128
4.1.4 自然灾害.....	143
4.2 区域自然资源概况.....	149
4.2.1 旅游资源.....	149
4.2.2 矿产资源.....	149
4.2.3 岛屿资源.....	150
4.2.4 港湾资源.....	151
4.2.5 水产资源.....	151
4.2.6 港口、航道和锚地.....	151
4.2.7 岸线资源.....	156
4.2.8“三场一通道”.....	156
4.3 海域开发利用现状.....	159
4.3.1 海域开发利用现状.....	159
4.3.2 海域使用权属现状.....	161
5 环境现状调查与评价.....	162
5.1 水文动力环境现状调查与评价.....	162
5.1.1 基面关系.....	162
5.1.2 2021 年 5 月水文动力环境现状调查与评价.....	162
5.1.3 2021 年 12 月水文动力环境现状调查与评价.....	188
5.2 海水水质现状调查与评价.....	221
5.2.1 调查概况.....	221
5.2.2 调查内容与方法.....	228
5.2.3 分析方法.....	228
5.2.4 水环境质量现状.....	229
5.2.5 水环境质量评价.....	240

5.3	沉积物环境质量现状调查与评价.....	253
5.3.1	沉积物现状调查内容与方法.....	253
5.3.2	沉积物质量现状.....	254
5.3.3	沉积物质量评价.....	255
5.4	海洋生物质量现状调查与评价.....	256
5.4.1	调查概况.....	256
5.4.2	春季（2021年4月）调查结果与评价.....	258
5.4.3	秋季（2021年9月）调查结果与评价.....	259
5.5	海洋生态概况.....	261
5.5.1	调查概况.....	261
5.4.2	叶绿素 a 和初级生产力.....	265
5.4.3	浮游植物.....	267
5.4.4	浮游动物.....	273
5.4.5	底栖生物.....	279
5.4.6	潮间带生物.....	287
5.4.7	渔业资源.....	291
5.4.8	鱼卵仔鱼.....	304
5.6	大气环境质量现状.....	308
5.6.1	项目所在区域环境质量达标判定.....	308
5.6.2	空气质量达标天数比例.....	309
5.7	声环境质量现状.....	309
6	环境影响预测与评价.....	311
6.1	水文动力环境影响分析.....	311
6.1.1	潮流模型.....	311
6.1.2	工程前水动力环境分析.....	319
6.1.3	工程后水动力环境变化分析.....	321
6.2	地形地貌与冲淤环境影响分析.....	325
6.3	海水水质环境影响分析.....	327
6.3.1	施工期水质影响预测分析.....	327
6.3.2	营运期对水质影响分析.....	332
6.3.3	营运期对水质影响预测.....	335
6.4	海洋沉积物环境影响分析.....	340
6.4.1	施工期沉积物环境影响分析.....	340
6.4.2	营运期沉积物环境影响分析.....	341
6.5	海洋生态环境影响分析.....	342
6.5.1	对底栖生物的影响.....	342
6.5.2	对浮游生物的影响.....	343
6.5.3	对渔业资源的影响.....	345
6.5.4	工程总生物损失量及生态赔偿额.....	349
6.6	大气环境影响分析.....	349
6.7	声环境影响分析.....	350
6.8	固体废物环境影响分析.....	351
6.8.1	施工期固体废物环境影响分析.....	351
6.8.2	运营期固体废物环境影响分析.....	351

6.9 主要环境敏感目标影响分析.....	352
6.9.1 对红海湾农渔业区的影响分析.....	354
6.9.2 对“三场一通道”的影响分析.....	355
6.6.3 对旅游休闲娱乐区的影响分析.....	356
6.6.4 对“三区三线”中海洋生态红线区的影响分析.....	357
6.6.5 对项目周边岛屿的影响分析.....	358
6.6.6 对项目周边养殖的影响分析.....	358
6.10 养殖鱼类的逃逸及基因污染对环境的影响分析.....	359
6.11 外环境对本项目的影响分析.....	360
6.12 对通航环境的影响分析.....	361
7 环境风险分析与评价.....	363
7.1 环境风险评价等级与危害识别.....	363
7.1.1 环境风险评价等级.....	363
7.1.2 环境风险事故识别.....	364
7.2 事故发生几率分析.....	364
7.3 环境风险分析预测.....	366
7.3.1 自然灾害风险分析.....	366
7.3.2 赤潮灾害.....	错误! 未定义书签。
7.3.3 船舶溢油风险分析.....	367
7.4 风险事故防范措施和应急对策.....	380
7.4.1 自然灾害的防范措施.....	380
7.4.2 船舶碰撞防范措施.....	382
7.4.3 溢油风险事故的防范措施.....	383
7.5 溢油风险事故应急预案.....	384
7.5.1 应急预案纲要.....	384
7.6 小结.....	391
8 环保措施及经济技术可行分析.....	393
8.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析.....	393
8.1.1 海洋生态环境保护措施.....	393
8.1.2 生态补偿措施.....	394
8.2 水污染防治环境保护措施.....	396
8.2.1 施工期水污染防治措施.....	396
8.2.2 运营期水污染防治措施.....	396
8.3 大气污染防治措施.....	399
8.3.1 施工期大气污染防治措施.....	399
8.3.2 运营期大气污染防治措施.....	400
8.4 噪声污染防治措施.....	400
8.4.1 施工期降噪措施.....	400
8.4.2 运营期降噪措施.....	401
8.5 固体废物污染防治措施.....	401
8.5.1 施工期固体废物污染防治措施.....	401
8.5.2 运营期固体废物污染防治措施.....	401
8.6 清洁生产和总量控制.....	402
8.6.1 清洁生产.....	402

8.6.2 总量控制.....	406
9 环保政策及规划相符性分析.....	407
9.1 产业政策符合性分析.....	407
9.2 海域相关规划相符性分析.....	408
9.2.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》符合性分析.....	408
9.2.2 与“三区三线”的符合性分析.....	415
9.3 相关规划、环保法规符合性分析.....	419
9.3.1 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析.....	419
9.3.2 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性.....	421
9.3.3 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》相符性分析.....	421
9.3.4 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析.....	422
9.3.5 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》的符合性.....	426
9.3.6 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性.....	427
9.3.7 与《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）的符合性分析.....	427
9.3.8 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的符合性.....	429
9.3.9 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性.....	430
9.3.10 与《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性.....	431
9.3.11 与《广东汕尾新区发展总体规划（2013-2030年）》的符合性.....	431
9.3.12 与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》的符合性.....	432
9.3.13 与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》的符合性.....	433
9.4 三线一单符合性分析.....	436
10 环境经济损益分析.....	446
10.1 环境保护设施和对策措施的费用估算.....	446
10.2 环境保护的经济损益分析.....	446
10.3 环境保护的技术经济合理性.....	448
10.3.1 环境保护技术可行性分析.....	448
10.3.2 环境保护经济可行性分析.....	448
11 环境管理与监测计划.....	449
11.1 目的.....	449
11.2 环境管理.....	449
11.2.1 管理机构及职责.....	449
11.2.2 环境管理计划.....	450
11.3 环境监理.....	452
11.4 环境监测计划.....	453
11.5 竣工环境保护验收.....	453
11.4.1 施工期环境监测计划.....	454
11.4.2 运营期环境监测计划.....	455
11.6 小结.....	455
12 综合结论.....	456
12.1 项目概况.....	456
12.2 工程分析.....	456

12.2.1 施工期.....	456
12.2.2 营运期.....	457
12.3 环境质量现状结论.....	457
12.3.1 水文动力环境质量现状.....	457
12.3.2 海水水质现状.....	457
12.3.3 沉积物质量现状.....	458
12.3.5 海洋生态环境质量现状.....	458
12.3.6 海洋生物体质量现状.....	460
12.3.7 大气环境现状.....	460
12.3.8 声环境现状.....	460
12.4 环境影响评价结论.....	461
12.5 环境风险评价.....	464
12.6 环境影响经济损益分析.....	465
12.7 污染物排放总量控制.....	465
12.8 公众参与.....	465
12.8 项目总结论.....	466
12.9 建议.....	466
附录.....	468
附录I 2021年4月红海湾海域春季浮游植物种类名录.....	468
附录II 2021年4月红海湾海域春季浮游动物种类名录.....	470
附录III 2021年4月红海湾海域春季底栖生物种类名录.....	472
附录IV 2021年4月红海湾海域春季潮间带生物种类名录.....	475
附录V 2021年4月红海湾海域春季渔业资源种类名录.....	477
附录VI 2021年9月红海湾海域秋季浮游植物种类名录.....	481
附录VII 2021年9月红海湾海域秋季浮游动物种类名录.....	483
附录VIII 2021年9月红海湾海域秋季底栖生物种类名录.....	485
附录IX 2021年9月红海湾海域秋季潮间带生物种类名录.....	489
附录X 2021年9月红海湾海域秋季渔业资源种类名录.....	491
附件1 委托书.....	496
附件2 部队意见.....	497

1 概述

1.1 建设项目背景

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

2019年1月，农业农村部等十部委联合印发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》。“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”“鼓励深远海大型养殖装备研发和推广应用”等要求被明确写入《意见》中，意味着我国水产养殖业转型升级进入一个新的阶段，发展深远海养殖的重要性日益凸显。水产养殖基础设施建设必须从提高产能产量向提升污染防控能力转变。深远海养殖就是实现生产生态双赢的一种全新产业发展方式。

2021年4月20日，农业农村部办公厅印发《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），提出生态健康养殖模式推广行动计划。各地要依据资源禀赋，加快推进养殖模式转型升级，因地制宜试验推广陆基设施化循环水养殖（工厂化循环水养殖等）、海上设施化养殖（深水抗风浪网箱养殖等）、多营养层级综合养殖、稻渔综合种养、大水面生态增养殖、盐碱地渔农综合利用等水产养殖技术模式。加快推进先进技术模式的集成创新和示范推广。

2022年11月20日，农业农村部印发《关于加强水生生物资源养护的指导意见》。围绕强化资源增殖养护措施，意见提出：推进现代化海洋牧场建设。落实国家级海洋牧场示范区建设规划（2017-2025年），持续推进国家级海洋牧场示范区创建，到2035年建设国家级海洋牧场示范区350个左右。要积极探索海洋牧场创新发展，分别在黄渤海、东海和南海海域发展以增殖型、养护型和休闲型等为代表的海洋牧场示范点。积极开展海洋牧场渔业碳汇研究，加强效果监测评估。创新海洋牧场管

护运营，推动建立多元化投入机制，探索海洋牧场与深远海养殖、旅游观光、休闲垂钓等产业融合发展。

2022年1月13日广东省举行的《广东省渔港建设攻坚行动方案（2021-2025）》新闻发布会中提出为加快海洋牧场高质量建设，主要开展推动全省海洋牧场产业化发展、建设珊瑚修复示范场和海洋牧场监管平台、发展“海洋牧场+深水网箱”产业、启动海洋牧场与休闲渔业和海上风电产业建设等4项举措。计划到2022年完成推动海洋牧场产业化发展，启动珊瑚修复示范场建设和海洋牧场监管平台建设，推进“海洋牧场+深水网箱”产业发展。

“海洋牧场”是指在一定海域内，采用规模化渔业设施和系统化管理体制，利用自然的海洋生态环境，将人工放流的经济海洋生物聚集起来，像在陆地放牧牛羊一样，对鱼、虾、贝、藻等海洋资源进行有计划和有目的的海上放养。

深水网箱养殖是高效率、大容量、环保型的新兴养殖模式，突破、更新了水产养殖业传统生产模式的发展理念和科技内涵，具有拓展养殖空间、提高生产效率、改善产品品质、减轻耕地和环境压力的明显优势，对水产养殖业发展的集约化、产业化和现代化进程发挥了革命性的促进和推动作用。

浮筏养殖是浅海水面上利用浮子和绳索组成浮筏，并用缆绳固定于海底，使海藻和固着动物幼苗固着在吊绳上，悬挂于浮筏的养殖方式。浮筏养殖可以使牡蛎，扇贝具有生长快、个体大、产量高、经济效益好等特点，为近年广受养殖户欢迎的牡蛎养殖新技术。

底播养殖是在潮间带滩涂，经平整、清理杂石杂物和有害生物，撒播人工培育，使其自然生长的一种粗放式养殖。底播养殖可以使生物在自然环境中自然生长，受自然环境变化影响较小，具有可持续发展的特点。

人工鱼礁建设是人为地在特定水域营造适合水生生物生长与繁衍的优良环境（如投放人工鱼礁和藻礁、人造涌升流、施肥），利用声、光、电、磁、气泡幕、网围、投饵等生物群体控制技术，结合现代化管理技术，将野生生物和人工放养生物吸引、驯化、聚集、控制在特定水域，进行人为、科学的管理和利用，建立可控生态系统，增殖渔业资源、改善资源结构，创造出超过天然系统的高产效应，形成高效人工渔场。以改善水域生态环境、增殖渔业资源为目标的人工鱼礁建设，以恢复资源数量、改善资源结构、获得丰富产出为目标。

为进一步拓展汕尾市海洋养殖产业，推动汕尾海洋养殖产业转型升级发展。汕尾市交通投资有限责任公司决定在江牡岛东北面海域实施汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目。本项目将推动汕尾市海洋牧场的发展，带动闲置渔民就业，助力水产养殖产业结构调整，促进休闲渔业及海洋经济发展等方面发挥巨大作用。本工程的建设是非常必要且迫切的。

根据汕尾市海洋经济发展“十四五”规划、汕尾市海洋养殖发展规划等要求，坚持规划引领，陆海统筹，充分发挥国务院支持陆丰革命老区振兴发展等政策红利，发挥汕尾的优良资源禀赋，推动海洋经济高质量发展，打造广东省沿海经济带的靓丽明珠。本项目拟在汕尾市城区马宫街道附近（江牡岛东北侧海域）拟使用海域建设海洋牧场开放式养殖，发展深水网箱、吊养养殖、底播养殖和人工鱼礁等，4个单元海域面积共350.0000公顷。项目以“一个核心，两个方向”为原则，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地；扶持远洋渔业发展，支持建设海外渔业基地，提高海产品加工能力，积极打造“粤海粮仓”，着力发展汕尾海洋经济。

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目为海水养殖和人工鱼礁项目，项目总用海面积350.0000公顷，其中网箱养殖面积100.2694公顷，吊养养殖面积43.9513公顷，用海面积为144.2207公顷，约2163亩，底播养殖面积174.7987公顷，人工鱼礁用海面积为29.9250公顷，固体物质（虚方）投放量约47250m³，海上工作平台尺寸20m×15m，用海面积1.0556公顷。由于项目施工和运营将引起海域水动力的变化，并对周边海域的冲淤环境产生一定的影响；同时，施工过程和建成后产生的污染物不可避免的对海洋生态环境产生一定影响。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)，本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目类别为“三、渔业4海水养殖”中“用海面积1000亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）；围海养殖”，本项目应编制环境影响评价报告书。

受汕尾市交通投资有限责任公司委托（附件1），广东三海环保科技有限公司（以下简称“公司”）承担汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响评价工作。公司在接受了环境影响评价工作的委托后，立即组织项目参评人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解本工程内容，并收集了大量相关信息资料，按照相关法律

法规和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）等的要求，结合项目的特点，编制完成了《汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书（送审稿）》。

1.2 建设项目特点

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛东北侧海域，项目地理位置中心坐标为：东经 115°14'37.949"E、北纬 22°45'35.125"N，项目地理位置详见图图 3.1.6-1。本项目养殖区布置在 9.2m~10.9m 等深线海域附近，距北部牛鼻头大陆海岸约 1.0km，水体交换条件好。养殖区海域总平面分为网箱养殖区、吊养养殖区、底播养殖区和人工鱼礁区共四大区域进行开放式养殖布置，海上工作平台布置在海洋牧场的东南部。深水网箱养殖区共布置网箱 100 个，择蓝圆鲈、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，进行集约化养殖。底播养殖面积 174.7987 公顷，主要养殖花甲以及菲律宾蛤仔为主。吊养养殖区面积 43.9513 公顷，采用浮球吊养模式和筏式吊养模式养殖牡蛎、扇贝等产品。人工鱼礁区布置在项目海洋牧场的东南部，用海面积 29.9250 公顷。海上工作平台布置在海洋牧场的南部，平台尺寸为 20m×15m，平台功能为辅助生产经营和日常管理。

项目用海总面积为 350.0000 公顷，其中网箱养殖面积 100.2694 公顷，吊养养殖面积 43.9513 公顷，底播养殖面积 174.7987 公顷，人工鱼礁 29.9250 公顷，海上工作平台 1.0556 公顷。申请用海期限为 15 年。

本项目总投资 6278.96 万元。

1.3 环境影响评价工作过程

建设单位在了解有关环保法规的基础上，于 2023 年 5 月 20 日委托广东三海环保科技有限公司承担汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目的环境影响评价工作。广东三海环保科技有限公司接受委托后，立即成立项目环评课题组，组织有关技术人员进行现场踏勘，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，开展了项目区域环境现状调查、环境质量现状监测和环境影响预测与评价等工作，编

制完成了《汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书》。

本项目环境影响评价具体工作程序如图 1.3-1 所示：

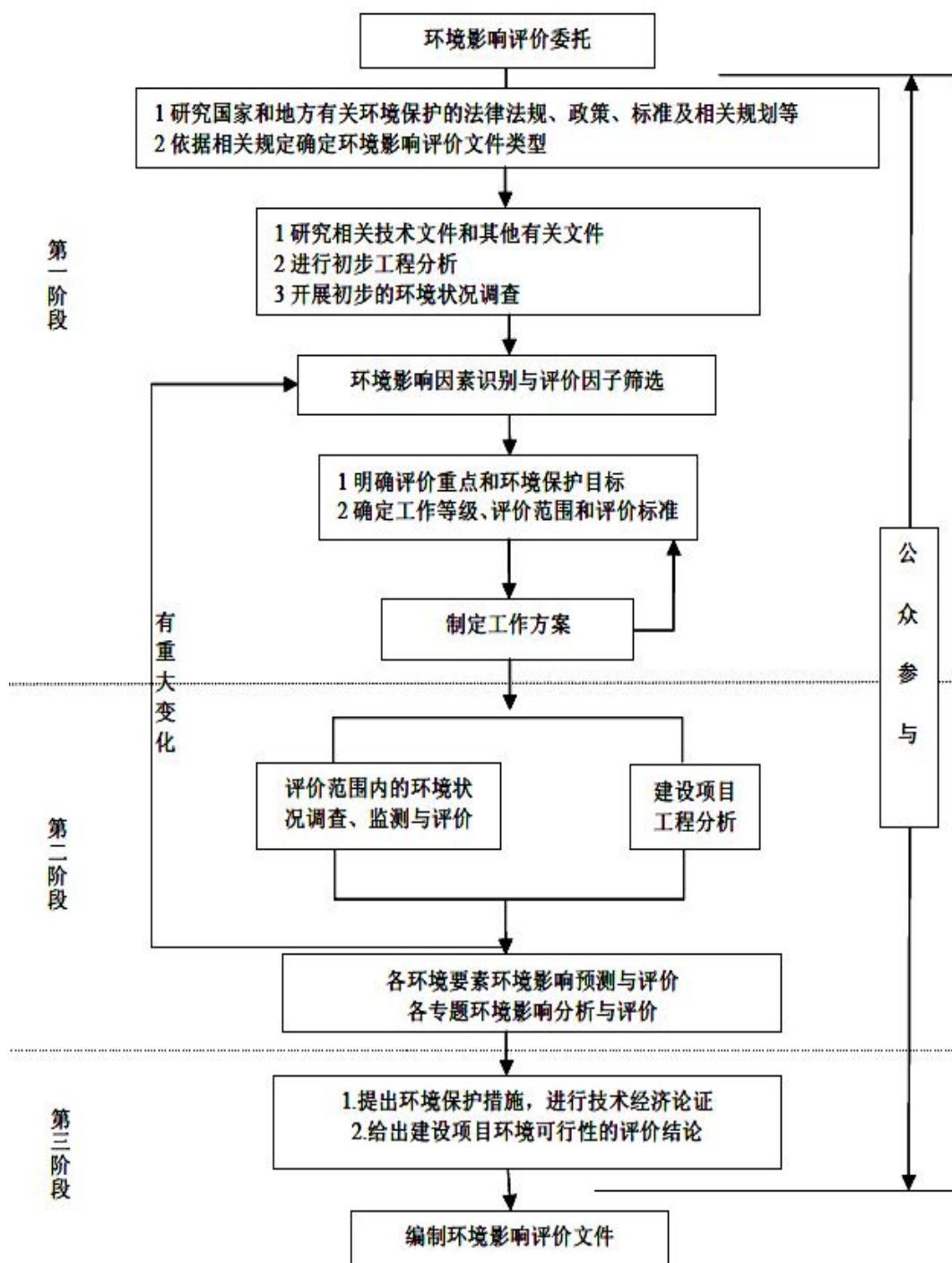


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

1.4 分析判定相关情况

(1) 产业政策相符性分析

拟建项目为开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2023年本，征求意见稿）》中第一类鼓励类中的“一、农林业—14、现代畜牧业及水产生态健康养殖”，符合国家产业政策。

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

（2）海域相关规划相符性分析

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

本项目不占用海洋生态保护红线，项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。项目较低的海域养殖开发强度辅以鱼贝间养的养殖模式，巧妙利用鱼、贝之间的互补性，网箱区北侧和东侧养殖滤食性贝类等生物，起到充分去除多余的颗粒有机物和营养盐的效能，达到调节水质、防治病害。因此，项目建设符合“三区三线”的要求。详细分析见第10.2小节。

（3）相关规划、环保法规符合性分析

本项目建设与《广东省海洋主体功能区规划》《广东海洋经济综合试验区发展规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省近岸海域环境功能区划》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东汕尾新区发展总体规划（2013-2030年）》《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》等相关环保法规、政策的要求，详细分析见第10.3小节。

（4）“三线一单”符合性分析

1) 生态保护红线

根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线。

2) 环境质量底线

根据环境质量现状调查结果，除了个别监测因子的现状监测结果不能满足所在海洋功能区的环境保护要求外，项目所在海域的海洋环境质量现状总体良好。项目施工产生的悬浮泥沙会对项目所在海域的海洋生态、海水水质环境等产生一定的影响，但经采取措施后，可将项目施工期可能产生的海洋环境影响降至最低，且施工期影响是暂时的，将随着施工期的结束而逐渐消失。此外，本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，施工期和营运期不会排放污染物入海，不会对所在海域的海水水质、海洋生态环境和海洋沉积物环境等产生影响。综合分析，经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，项目不会对所在海域的海洋环境产生明显的不良影响。因此，项目基本不会改变所在海域的环境质量，不会影响到所在海域的环境质量底线。

3) 资源利用上线

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设，用海面积根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和本项目的实际用海情况界定，未盲目扩大占用海域资源；项目用海不占用岸线，项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。因此，项目也符合资源利用上线的要求。

4) 生态环境准入符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于一般管控单元。根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于红海湾农渔业区一般管控单元（HY44000030003）。

本项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海，项目用海区域距离最近的马宫渔港 1.45km，项目用海不会影响鲘门渔港、遮浪渔港、马宫渔港的用海需求；项目建设内容包括人工鱼礁和深水网箱建设，项目建设符合人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求，项目距离龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐均比较远，不会影响其用海；项目规模小，用海面积小，不影响军事用海需求，项目不设置有碍军事安全的渔网、渔栅等；项目位于海域，离长沙湾 5.1km，项目不在长沙湾等河口海域进行围填海施工，不会影响河口海域防洪纳潮功能；项目为透水构筑物用海和开放式养

殖用海项目，不进行海洋捕捞，有利于海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种的保护。项目人工鱼礁建设，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖，均为生态化养殖，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，能控制养殖自身污染和水体富营养化，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，进一步减少水体富营养化的几率；项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，项目海域能满足海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准要求。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2022年本）》中所列负面清单项目，综合分析，本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

1.5.1 施工期

1.5.1.1 污染环节及环境影响

（1）废水

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶排放的舱底含油污水，人工鱼礁投放、网箱、吊养锚固定沉桩、海上工作平台桩基施工产生的悬浮物。在人工鱼礁投放施工作业过程中，由设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为SS。计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要是在工程周边很小的范围内。人工鱼礁施工未产生悬沙增量大于50mg/L、100mg/L高浓度区，大于20mg/L高浓度区包络线面积约为0.316km²，大于10mg/L高浓度区包络线面积约为0.728km²，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有

资质单位进一步进行处理。

(2) 废气

大气污染主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘等；

施工单位应通过选用污染物排放量少的运输车辆、船舶和机械，做好相关保养工作等减少施工车辆、船舶和机械的尾气排放量，同时，应采取加设维护、洒水抑尘等措施降低扬尘排放量，将对周边大气环境的影响降至最低。

(3) 噪声

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

(4) 固体废物

固体废物污染主要包括施工船舶施工人员生活垃圾、建筑垃圾等；

项目施工人员生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。建筑垃圾运至政府部门指定的位置处置或综合利用。经采取措施后，本项目施工期固体废物不会对周边环境产生不良影响。

1.5.1.2 非污染环节及环境影响

施工期主要的非产污环节包括人工鱼礁投放、网箱、吊养锚固定沉桩和海上工作平台桩基施工对海洋水动力环境及冲淤环境、海洋生态、渔业资源和港区通航等影响。

1.5.2 运营期

1.5.2.1 污染环节及环境影响

(1) 废水

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

活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，工作船舶污水由有资质的单位接收处理。

(2) 废气

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

(3) 噪声

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

(4) 固体废物

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

(5) 环境风险事故污染

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

1.5.2.2 非污染环节及环境影响

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

1.6 综合评价结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。项目产生的废水等经采取相应的污染治理措施后排放，对周围环境可能产生的影响较小；产生的固体废物能得到妥善处理处置；本项目可能对海洋环境产生的水质、海洋沉积物和海洋生态环境影响，经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后，可降至最低。经预测，项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别；公众参与调查期间，均未收到公众

意见。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目的建设和运营对外环境的影响处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目运营期的环境风险得到有效控制。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规和部门规章

本项目环境影响评价报告在编制过程中，主要依据的国家法律法规和部门规章如下：

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

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会议第三十次会议修改，自2017年11月5日起施行；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订并施行；

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

(5) 《中华人民共和国海域使用管理法》，十届人大常委会第二十四次会议通过，2002年1月1日起施行；

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日第二次修正实施；

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

(8) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会议第六次会议第二次修正；

(9) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会议第七次会议修正；

(10) 《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院，2017年10月7日修正；

(11) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会议第六次会议第四次修正；

(12) 《中华人民共和国水法》（2016年7月修订）；

(13) 《中华人民共和国港口法》，2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议修正；

(14) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月7日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修正；

(15) 《中华人民共和国航道法》，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正；

(16) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2012年7月1日施行；

(17) 《中华人民共和国野生动物保护法》，中华人民共和国主席令第16号，2018年10月26日；

(18) 《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T9416-2014），中华人民共和国农业部，2014年3月24号；

(19) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号修正，2017年10月1日起施行；

(20) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2006年11月1日起施行，2017年国务院令第676号修正，2018年国务院令第507号第二次修订；

(21) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2008年1月1日起施行，2017年国务院令第676号修正，2018年国务院令第507号第二次修订；

(22) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2017年3月1日国务院令第676号修订，2018年国务院令第507号第二次修订；

(23) 《全国海洋经济发展规划纲要》，国务院，国发[2003]13号；

(24) 《国务院关于加强海洋管理工作若干问题的通知》，国务院，国发[2004]24号；

(25) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通部令2010第7号）；

(26) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通部令2011第4号）；

(27) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，（交通运输部令

2019年第2号），自2019年5月1日起施行；

(28) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，部令第16号，自2021年1月1日起施行；

(29) 《近岸海域环境功能区管理办法》，环境保护部令第16号，国家环保部，2010年12月；

(30) 《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；

(31) 《关于进一步加强水产生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发[2013]86号），环境保护部、农业部，2013年8月5日；

(32) 《关于印发〈大气污染防治行动计划〉的通知》（国发[2013]37号）；

(33) 《关于印发〈水污染防治行动计划〉的通知》（国发[2015]17号）；

(34) 《中共中央、国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，2015年4月25日；

(35) 《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）；

(36) 生态环境部关于印发《生态保护红线生态环境监督办法（试行）》的通知（中华人民共和国生态环境部，2022年12月27日）；

(37) 《关于海洋工程建设项目环境影响评价报告书公众参与有关问题的通知》，国家海洋局，2016年12月22日；

(38) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日；

(39) 《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；

(40) 《产业结构调整指导目录（2023年本，征求意见稿）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会，2023年7月）；

(41) 《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号）；

(42) 《关于发布〈一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准〉（GB18599-2001）等3项国家污染物控制标准修改单的公告》（环境保护局公告2013年第36号，2013年6月3日）；

(43) 《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》（环发[2014]197号）；

- (44) 《全国海洋功能区划（2011-2020年）》（国函[2012]182号）；
- (45) 《国家海洋局关于进一步加强海洋工程建设项目和区域建设用海规划环境保护有关工作的通知》（国海环字[2013]196号），2013年4月2日；
- (46) 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，2021年3月；
- (47) 《中华人民共和国湿地保护法》，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年6月1日起施行；
- (48) 《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知（自然资办函〔2019〕616号）》自然资源部办公厅，2019年4月18日；
- (49) 《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函（自然资办函〔2020〕770号）》，自然资源部办公厅，2020年5月16日；
- (50) 《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）自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局 2022年8月16日。

2.1.2 地方性法规

- (1) 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正；
- (2) 《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；
- (3) 《广东省环境保护条例》，2019年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议修正；
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》，由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于2018年11月29日修订通过，自2019年3月1日起施行；
- (5) 《广东省渔业管理条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议第三次，2019年9月25日修正；
- (6) 《广东省野生动物保护管理条例》，2020年3月31日，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；

- (7) 《广东省湿地保护条例》，2014年9月25日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第十一次会议修正；
- (8) 《广东省环境保护厅 广东省海洋与渔业局转发环境保护部 农业部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》，粤环[2013]17号，2013年9月；
- (9) 《广东省航道管理条例》，2006年1月；
- (10) 《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，2017年10月27日；
- (11) 《关于印发<广东省海洋工程项目环境保护监督管理办法（试行）>的通知》，粤海渔函[2017]1252号，2017年11月9日；
- (12) 《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》，2006年4月4日；
- (13) 《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）》，广东省人民政府，2020年12月29日；
- (14) 《广东省人民政府关于印发广东省建设项目环境影响评价文件分级审批办法的通知》（粤府[2019]6号）；
- (15) 《关于印发<广东省环境保护厅审批环境影响评价文件审批程序规定>的通知》（粤环发[2019]8号）；
- (16) 《广东省豁免环境影响评价手续办理的建设项目名录（2020年版）》（粤环函[2020]108号）；
- (17) 《广东省水污染防治行动计划实施方案》（粤府[2015]131号）；
- (18) 《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区规划的批复》（粤府函[2017]359号）；
- (19) 《广东省海洋功能区划》（2011-2020）（粤府[2013]9号，2013年1月22日）；
- (20) 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号，1999年7月27日）；
- (21) 《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020年）》（粤府函[2018]1158号）；
- (22) 《广东省海洋生态文明建设行动计划（2016~2020）》；

- (23) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（粤府[2017]120号）；
- (24) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10号）；
- (25) 《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）；
- (26) 《广东省人民政府关于印发<广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要>的通知》，粤府[2021]28号，2021年4月6日；
- (27) 《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》，广东省自然资源厅办公室，2022年2月22号；
- (28) 《广东省人工鱼礁管理规定》，广东省人民政府令第91号，广东省人民政府，2004年9月7日；
- (29) 《广东省沿海人工鱼礁建设规划（2018-2030）》；
- (30) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，广东省人民政府办公厅，2021年12月14日；
- (31) 《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020）》（汕府[2010]62号）；
- (32) 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》；
- (33) 《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划>的通知》；
- (34) 《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》，汕尾市农业农村局，2019年8月16日；
- (35) 《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》，汕尾市农业农村局，2021年12月；
- (36) 《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29号）。

2.1.3 技术规范和标准

环境影响评价中应遵循的技术规范和标准主要有：

- (1) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

- (3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (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 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (6) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (7) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (8) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (9) 《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；
- (10) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；
- (11) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007；
- (12) 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- (13) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- (14) 《海洋生物质量》，GB 18421-2001；
- (15) 《船舶水污染物排放控制标准》，GB3552-2018；
- (16) 广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；
- (17) 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011）；
- (18) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国海环字[2013]583号）；
- (19) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）
- (20) 《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）；
- (21) 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9404-2012）。

2.1.4 工程基础资料

- (1) 委托书；
- (2) 《汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目可行性研究报告》，大连水产规划设计研究院有限公司，2022年12月；
- (3) 《汕尾市江牡岛海域海洋牧场开发式养殖用海项目岩土工程勘察报告》，深圳市协鹏工程勘察有限公司，2023年6月；
- (4) 《广东省汕尾红海湾海域监测海洋环境现状调查与评价报告》，汕尾市润邦检测技术有限公司，2021年4月和2021年9月；

(5) 《广东省汕尾市红海湾海域海洋生态与渔业资源现状调查报告》，汕尾市润邦检测技术有限公司，2021年4月和2021年9月；

(6) 建设单位提供的与项目相关其他资料。

2.2 评价原则与评价目的

2.2.1 评价原则

突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

(1) 依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.2.2 评价目的

根据工程区域的环境特点和环境质量控制目标，分别对施工行为和建成后带来的环境影响进行全面、科学的评价和论证，以期达到如下的目的：

(1) 结合汕尾市海洋养殖发展规划、汕尾市养殖水域滩涂规划和广东省海洋功能区划等相关规划，论证项目选址的可行性和布局的合理性。

(2) 对工程项目的工程内容进行分析，了解本项目在施工期和运营期对环境产生的不利影响，确定污染源和潜在的污染因素，计算污染物的排放量。

(3) 根据工程的特点和污染特征，确定主要污染因子和环境影响要素，开展项目所在区域的自然环境和环境质量现状调查，确定环境评价的主要保护目标和评价重点。

(4) 通过环境质量现状监测，对项目区域的环境质量水平给出明确的结论。

(5)对项目可能造成的环境影响进行预测和评价,确定可能的影响范围和程度,计算对环境敏感目标的影响程度,提出相应的防范措施。

(6)根据工程分析和影响预测评价的结果、实际施工情况,对工程施工方案、建设方案的环保措施进行评价和可行性论证,提出控制污染、减缓和恢复生态不利影响的对策和建议。

(7)明确给出拟建本工程环境影响的可行性结论,为生态环境主管部门的决策提供科学依据。

2.3 环境功能区划

2.3.1 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020)》,项目所在海域的海洋功能区划为红海湾农渔业区。本建设项目所在海域海洋功能区划图见图 2.3.1-1。

项目所在海域周边海洋功能区有鲕门旅游休闲娱乐区、百安半岛旅游休闲娱乐区、金町旅游休闲娱乐区等。所在功能区及周边功能区要求见表 2.3.1-1。

2.3.2 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤办函[2013]127号),项目养殖区位于长沙、马宫养殖区。本建设项目所在近岸海域环境功能区图见 2.3.2-1。

2.3.3 海洋主体功能区划

本项目位于《广东省海洋主体功能区规划》中的“重点开发区域”,见附图 2.3.3-1。重点开发区域的功能定位为:推动全省海洋经济持续增长的重要增长极,引领粤东西沿海发展的重要支撑点。

重点开发区域,是指在沿海经济社会发展中具有重要地位,发展潜力较大,资源环境承载能力较强,可以进行高强度集中开发的海域。

广东省海洋重点开发区域分布在粤东西两翼,是我省未来海洋开发重点布局的

地区。该区域包括汕尾市城区、阳江市江城区，以及潮州港经济区、揭阳大南海石化工业区、深汕特别合作区、茂名滨海新区的管辖海域。

2.3.4 生态功能区划

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》、《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府[2021]29号），项目选址海域属于“红海湾农渔业区一般管控单元（HY44000030003）”。详见图 2.3.4-1 和图 2.3.4-2。

2.3.5 小结

本项目所在地的环境功能区划详见下表 2.3.5-1。

表 2.3.5-1 项目所在区域环境功能区

序号	评价区域	功能区划分
1	海洋功能区	项目位于红海湾农渔业区，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。海洋生物中的软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。
2	近岸海域环境功能区	项目位于长沙、马宫养殖区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类水质标准。
3	环境空气功能区	/
4	声环境功能区	/
5	地表水环境功能区	/
6	地下水环境功能区	/
7	生态功能区划	项目选址海域属于“红海湾农渔业区一般管控单元（HY44000030003）”。
8	污水处理厂集水范围	否
9	饮用水源保护区	否
10	基本农田保护区	否
11	自然保护区和风景名胜	否
12	水库保护区	否
13	文物保护单位	否
14	生态敏感与脆弱区	否
15	海洋生态红线区	否

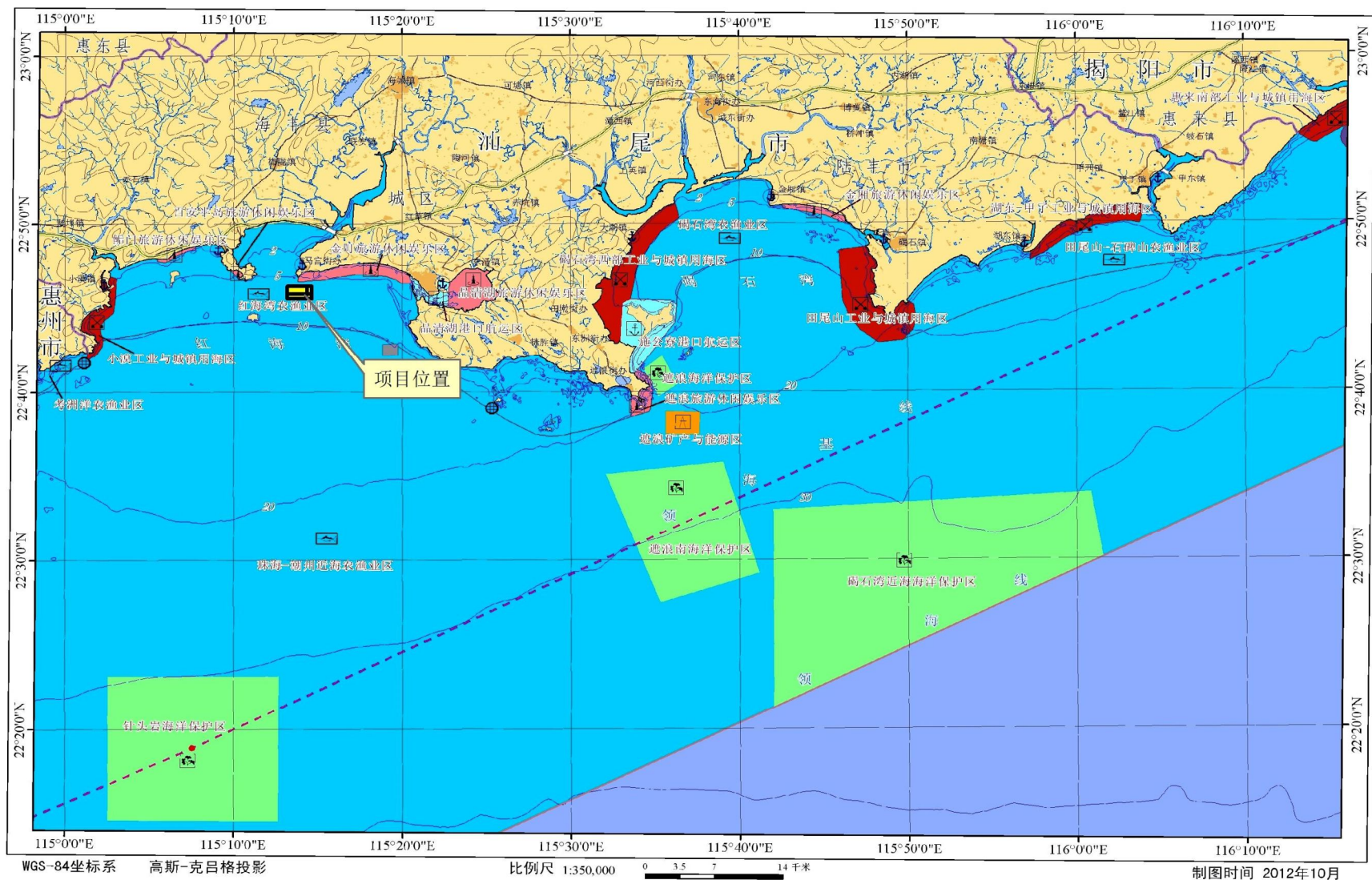


图 2.3.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图 (广东省)

表 2.3.1-1 项目周边海洋功能区登记表（广东省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
118	A1-15	红海湾农渔业区	汕尾市	东至:115°33'36" 西至:115°01'32" 南至:22°37'21" 北至:22°54'58"	农渔业区	35914 127532	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 保障鲘门渔港、遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求,保障龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海; 3. 适当保障工业和港口航运用海需求; 4. 保护沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸; 5. 禁止炸岛等破坏性活动; 6. 严格控制在长沙湾等河口海域围填海,维护防洪纳潮功能; 7. 合理控制养殖规模和密度; 8. 优先保障军事用海需求,禁止设置碍军事安全的渔网、鱼棚等。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及菜屿岛以北礁盘生态系统; 2. 保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种; 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物质入侵; 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
119	A5-24	鲘门旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至:115°07'43" 西至:115°05'27" 南至:22°47'44" 北至:22°48'41"	旅游休闲娱乐区	134 4251	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保障鲘门渔港用海需求; 3. 保护砂质海岸,禁止在沙滩上建设永久性构筑物; 4. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度; 5. 优先保障军事用海需求,不得设置影响军事安全的固定设施。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
120	A5-25	百安半岛 旅游休闲 娱乐区	汕尾市	东至:115°10'33" 西至:115°09'48" 南至:22°46'47" 北至:22°47'18"	旅游 休闲 娱乐 区	59 2240	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保护砂质海岸、基岩海岸,禁止在沙滩上建设永久性构筑物; 3. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度; 4. 优先保障军事用海需求,不得设置影响军事安全的固定设施。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
121	A5-26	金町旅游 休闲娱乐 区	汕尾市	东至:115°20'32" 西至:115°13'48" 南至:22°46'30" 北至:22°47'41"	旅游 休闲 娱乐 区	1300 17700	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 在南湖-西洋海域基本功能未利用前,保留南湖增养殖等渔业用海; 3. 维护品清湖防洪纳潮功能; 4. 围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 5. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

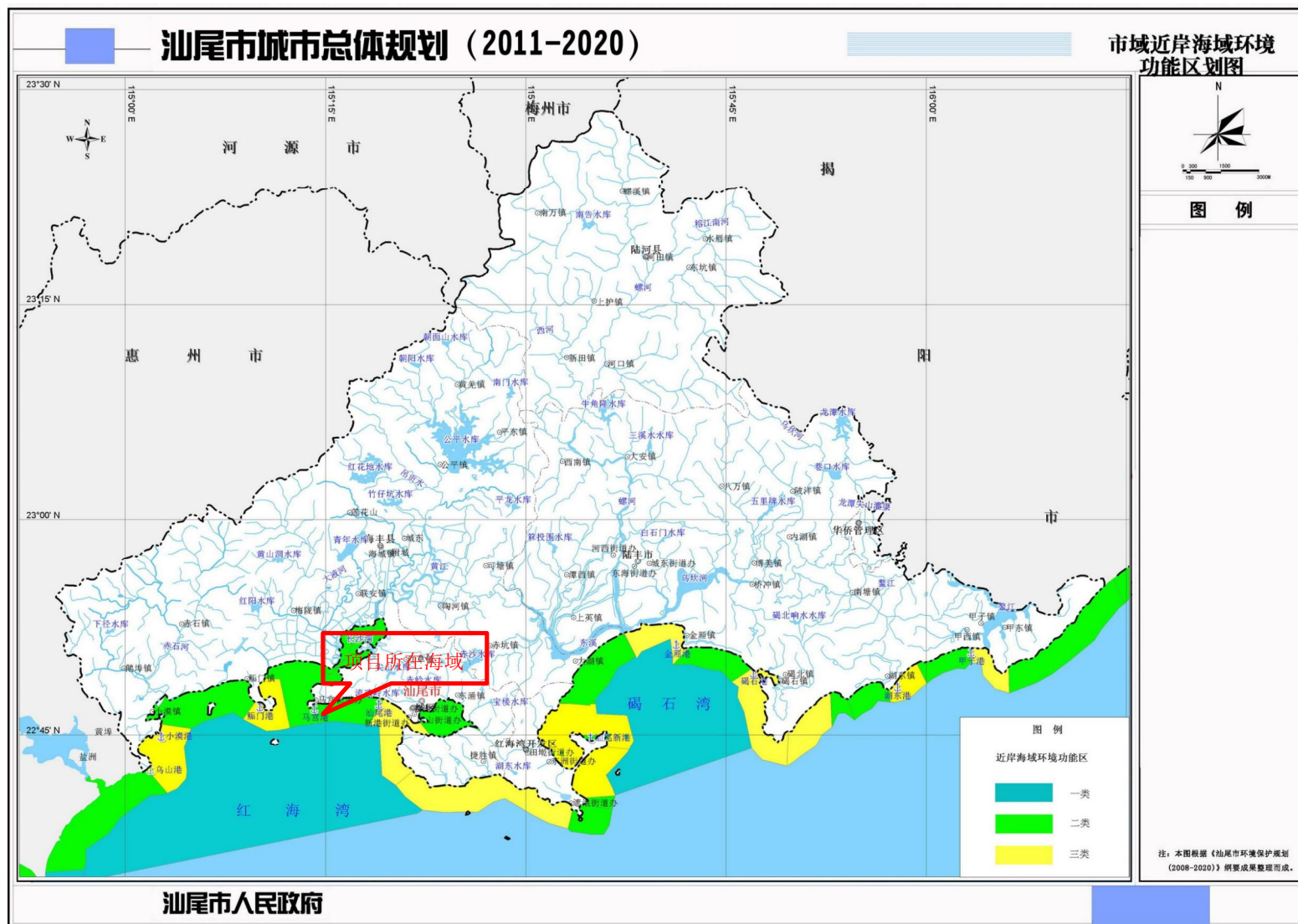


图 2.3.2-1 项目所在海域及周边海域近岸海域功能区划图

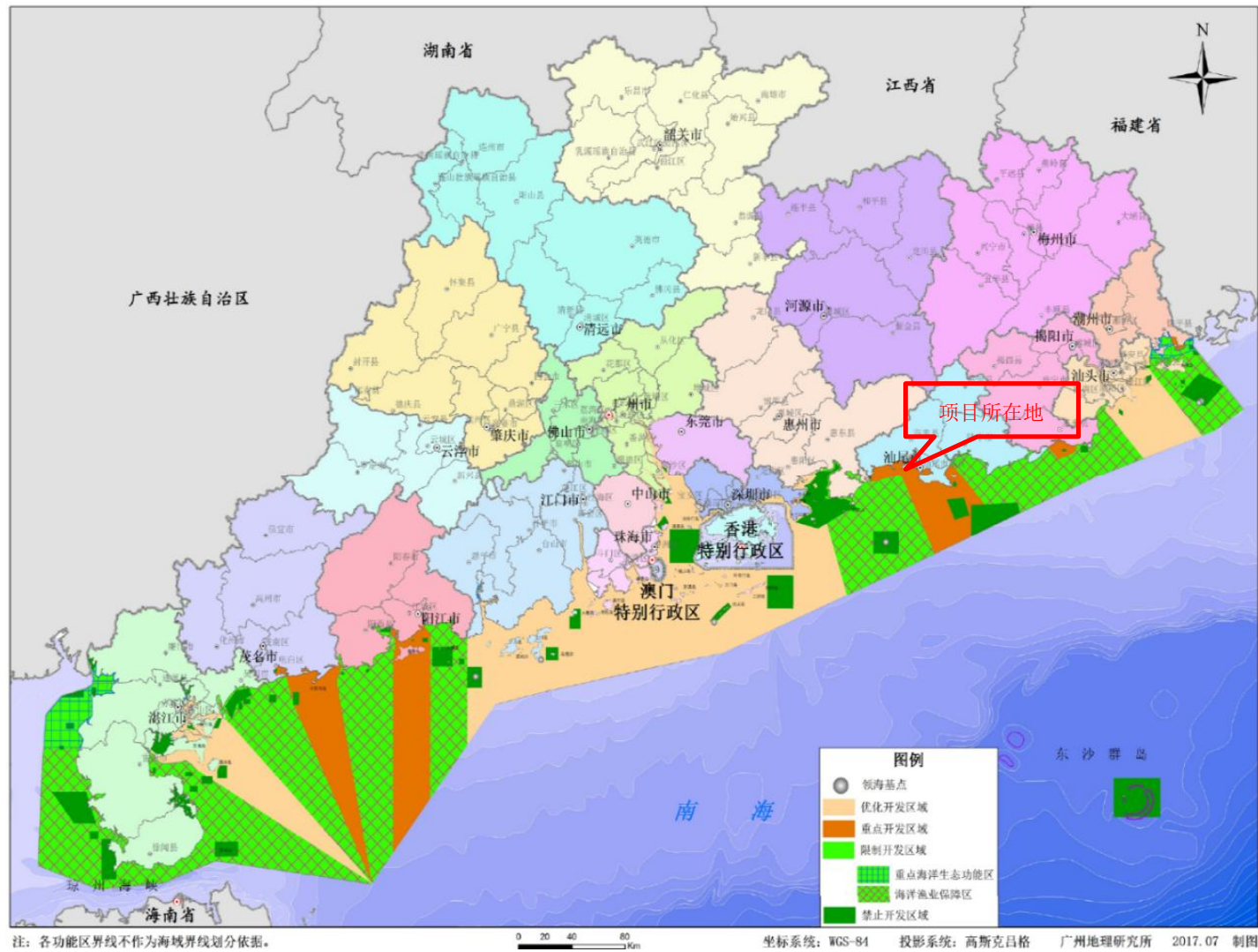


图 2.3.3-1 项目所在海洋主体功能区划

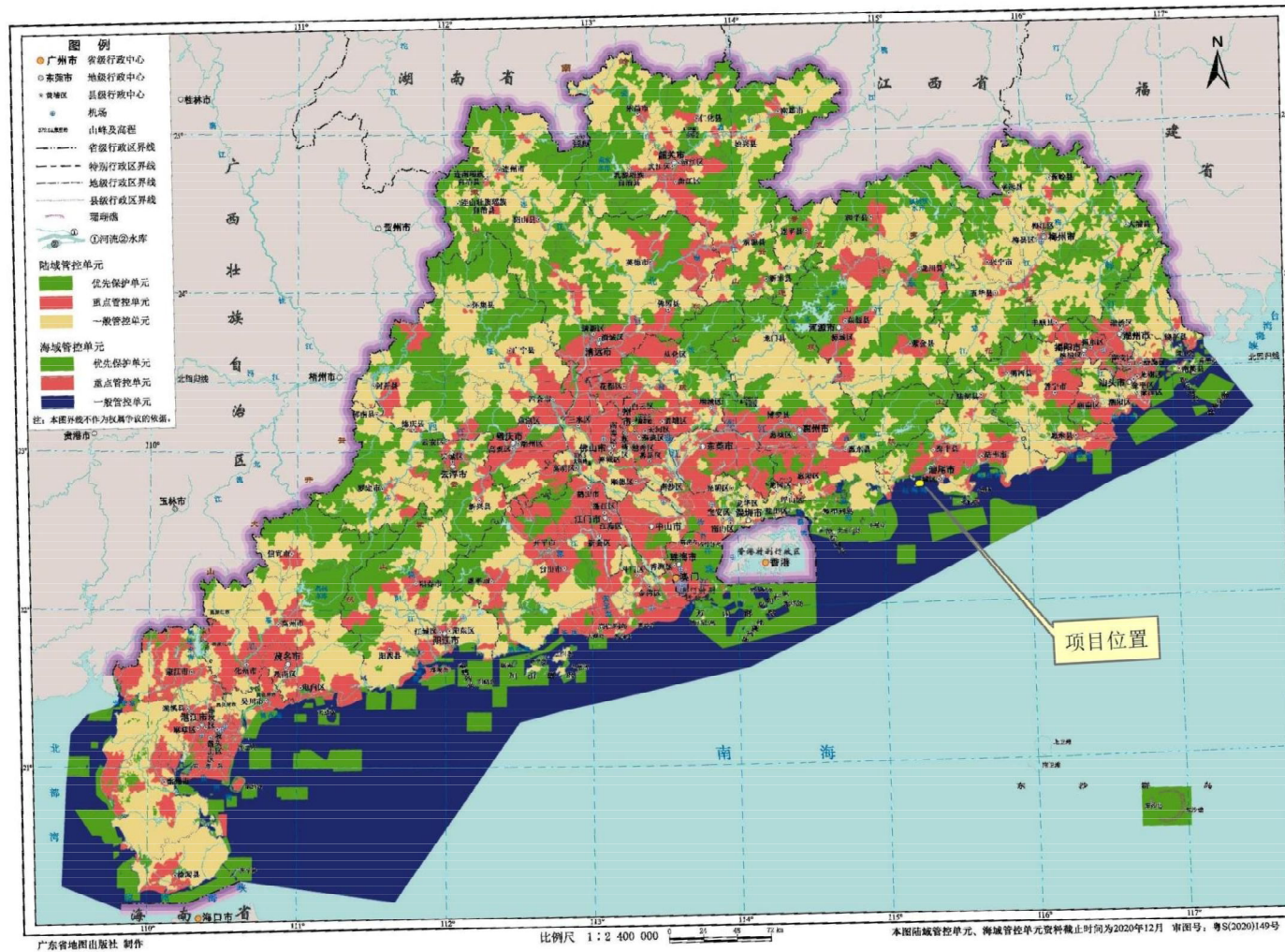


图 2.3.4-1 项目与广东省环境管控单元图叠加示意图

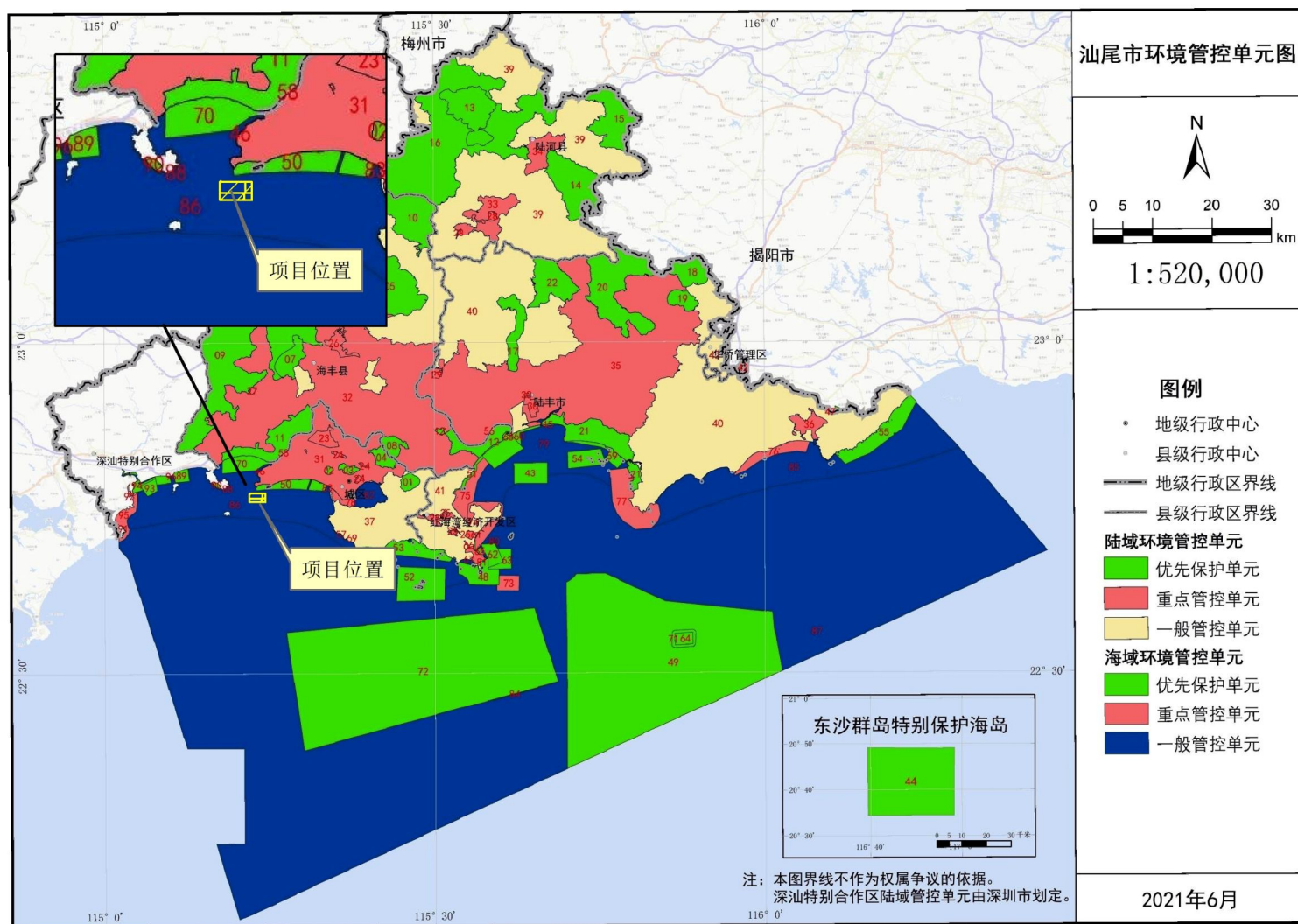


图 2.3.4-2 项目与汕尾市环境管控单元图叠加示意图

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

2.4.1.1 海水环境质量标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目所在海域的海洋功能区划为红海湾农渔业区，执行海水水质二类标准。根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）和《关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函[2010]398），项目位于长沙、马宫养殖区，执行海水水质二类标准。项目所在海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类水质标准。

表 2.4.1.1-1 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
Cd≤	0.001	0.005	0.010	0.010
As≤	0.020	0.030	0.050	0.050
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50

注：第一类：适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。
 第二类：适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。
 第三类：适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。
 第四类：适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

2.4.1.2 海洋沉积物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目所在海域的海洋功能区划

为红海湾农渔业区，执行海洋沉积物质量一类标准。故项目所在海域执行《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）一类标准。

表 2.4.1.2-1 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（ $\times 10^{-6}$ ，有机碳为 $\times 10^{-2}$ ）

污染因子	有机碳	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	铬	砷	硫化物
一类标准 \leq	2.0	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	80.0	20.0	300

2.4.1.3 海洋生物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目所在海域的海洋功能区划为红海湾农渔业区，执行海洋生物质量一类标准。故项目所在海域海洋生物（贝类）质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中一类标准。

海洋生物（鱼类、甲壳类和软体类等样品残毒（除石油烃外））执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定得生物质量标准，海洋生物（鱼类、甲壳类和软体类等样品中石油烃）执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中规定得生物质量标准。

表 2.4.1.3-1 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重： $\times 10^{-6}$ ）

项目	第一类	项目	第一类
总汞 \leq	0.05	铜 \leq	10
镉 \leq	0.2	锌 \leq	20
铬 \leq	0.05	石油烃 \leq	15
铅 \leq	0.1	/	/

表 2.4.1.3-2 海洋生物体评价标准（ $\times 10^{-6}$ 湿重）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃	引用标准
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20	《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/	
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20	

2.4.2 污染物排放标准

2.4.2.1 大气污染物排放标准

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目施工期施工船舶和运输车辆产生的尾气，主要污染物为SO₂、NO_x和烟尘；海上工作平台上部结

构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶等产生的少量扬尘；营运期运输船舶、工作船舶产生的少量船舶尾气。废气中 SO₂、NO_x 和颗粒物执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值标准。相关标准限值见表 2.4.2.1-1 所示。

表 2.4.2.1-1 大气污染物排放执行标准限值

产污环节	污染物	无组织排放监控浓度限值 (mg/m ³)
扬尘	颗粒物	1.0
车辆船舶燃油废气	SO ₂	0.4
	NO ₂	0.12
	颗粒物	1.0

2.4.2.2 水污染物排放标准

①施工期

项目施工期施工船舶产生的生活污水经船舶生活污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，生活污水由市政污水运输车运输到汕尾市市区西区污水处理厂处理；施工船舶产生的含油污水严禁排海，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。施工船舶生活垃圾也要收集至岸上，交由环卫部门统一处理，不得倾倒入海。

②运营期

项目运营期产生的工作船舶产生的生活污水经船舶生活污水收集舱集中收集，工作船舶靠岸后，生活污水由市政污水运输车运输到汕尾市市区西区污水处理厂处理；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，工作船舶靠岸后，含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。工作船舶生活垃圾也要收集至岸上，交由环卫部门统一处理统一处理，不得倾倒入海。

2.4.2.3 噪声排放标准

①施工期

项目施工期施工场界噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的排放限值，即昼间≤70dB（A），夜间≤55dB（A）。

②运营期

项目区域执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，具体见表 2.4.2.3-1。

表 2.4.2.3-1 环境噪声排放限值

厂界外声环境功能区类别	噪声排放限值 (dB (A))	
	昼间	夜间
2 类	≤60	≤50

2.4.2.4 固体废物控制标准

项目施工期船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的相应排放控制要求。相应的标准限值见表 2.4.2.4-1。一般固体废物贮存、处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）及环保部 2013 年第 36 号公告污染控制标准修改单。

表 2.4.2.4-1 船舶水污染物排放控制标准

污染物	水域类型	船舶类别	排放控制要求
船舶含有废水	内河	2021 年 1 月 1 日之前建造的船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L；（排放应在船舶航行中进行）执行或收集并排入接收设施。
		2021 年 1 月 1 日及之后建造的船舶	收集并排入接收设施
	沿海	400 总吨及以上的船舶	油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L；（排放应在船舶航行中进行）执行或收集并排入接收设施。
		400 总吨以下渔业船舶	自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，执行油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L； 自 2021 年 1 月 1 日起油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L；（排放应在船舶航行中进行）执行或收集并排入接收设施。
船舶生活污水	在内河和距最近陆地 3 海里以内海域	400 总吨及以上的船舶，以及 400 总吨以下且经核定许	不得直接排入 利用船载收集装置收集，排入接收设施。 利用船载生活污水处理装置处理：2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，执行 BOD ₅ ≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群数≤2500 个/L；2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，执行 BOD ₅ ≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐热

污染物	水域类型	船舶类别	排放控制要求	
			环境水体	大肠菌群数≤1000 个/L, COD _{Cr} ≤125mg/L, pH6~8, 总氯(总余氯) <0.5mg/L。
	3 海里< 与最近陆地间距离 ≤12 海里的海域	可载运 15 人及以上的船舶	同时满足：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；（2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	
	与最近陆地间距离 >12 海里的海域		船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	
船舶垃圾	在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施			
	对于食品废弃物，在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放			
	对于货物残留物，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。			
	对于动物尸体，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放			
	在任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。			

2.4.3 评价因子

本项目主要评价因子及预测因子见下表 2.4.3-1 所示。

表 2.4.3-1 环境评价因子

类别	现状评价（调查）因子	影响预测（分析）因子
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP	定性分析
声环境	L _{Aeq}	L _{Aeq}
水文动力	工程海域水文动力	流速、流向
地形地貌与冲	地形地貌现状与变化、泥沙观测	定性分析

淤		
海洋水环境	水深、水温、pH、盐度、溶解氧、化学需氧量、石油类、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、悬浮物、铜、铅、镉、汞、砷和锌共 18 项	SS
沉积物环境	有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬等	定性分析
海洋生物质量	石油烃、铜、铅、镉、锌、总汞	定性分析
海洋生态环境	叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔稚鱼和渔业资源	生物量损失
固体废物	/	定性分析
环境风险	/	油膜

2.5 评价等级

1、水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），结合本项目的具体类型及其对海洋环境可能产生的影响，本海洋建设工程项目的环境评价内容主要包括水动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌与冲淤环境及环境事故风险等。

本项目位于红海湾海域，项目所在海域属于生态环境敏感区。项目总用海面积 350.0000 公顷，其中开放式养殖用海面积 319.0194 公顷（ $319.0194 \times 10^4 \text{m}^2$ ），约 4785 亩，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中表 2，确定项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 1 级、1 级、1 级、1 级；人工鱼礁用海面积 29.9250 公顷，预制运输投放人工鱼礁礁体 1500 个（其中 A 型鱼礁体 750 个、B 型鱼礁体 750 个），形成固体物质投放量 5864m^3 。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中表 2，确定项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 2 级、2 级、2 级、2 级，海上工作平台尺寸 $20\text{m} \times 15\text{m}$ ，用海面积 1.0556 公顷，海上工作平台长度小于 0.5km，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中表 2，海上工作平台的评价等级应降 1 级，因此，项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 3 级、3 级、3 级、3 级。等级判断依据见表 1.3-1 所示。

表 2.5-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据一览表

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
大型海水养殖场	大型网箱、深水网箱养殖；大型海水养殖；高位池（提水）养殖；苔筏养殖等；围海养殖、底播养殖等	用海面积大于 200×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2
		用海面积 200×10 ⁴ m ² ~100×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	3	2
		用海面积 100×10 ⁴ m ² ~20×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	2	1	2	2
			其他海域	3	3	3	2
人工鱼礁类工程	各类人工鱼礁工程	固体物质投放大于 3 万立方米及以上	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2
		固体物质投放 3×10 ⁴ m ³ ~1×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其他海域	3	3	3	2
		固体物质投放 1×10 ⁴ m ³ ~0.5×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	2	2	2	2
			其他海域	3	3	3	3
围海、填海、海上堤坝类工程	海上堤坝工程、海中筑坝、护岸、围堤（堰）、防波（浪）堤、导流堤（坝）、潜堤（坝）、	长度大于 2km	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	2	2
		长度 2km~1km	生态环境敏感区	1	2	2	1
			其他海域	2	3	3	3
		长度 1km~0.5km	生态环境敏感区	2	2	2	2
			其他海域	3	3	3	3
确定的项目评价等级				1	1	1	1

2、地形地貌和冲淤环境评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）评价等级判定表 3，确定本工程海洋环评的地形地貌与冲淤环境的评价等级。本项目人工鱼礁被投放到海底后，会改变海底地形地貌，产生局部隆起，属于其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目，因此判定地形地貌与冲淤环境的评价等级为 2 级。

表 2.5-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 50×10 ⁴ m ² 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积（50~30）×10 ⁴ m ² 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自

	然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 (30~20) × 10 ⁴ m ² 的围海、填海、海湾改造工程, 围海筑坝、防波堤、导流堤 (长度 1km~0.5km) 等工程; 其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。
其它类型海洋工程的工程规模可按照表2中工程规模的分档确定。	
最终确定评价等级为2级	

3、环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势, 再根据表 1.3-3 确定环境风险评价等级。风险潜势为IV级以上, 进行一级评价; 风险潜势为III, 进行二级评价; 风险潜势为II, 进行三级评价; 风险潜势为I, 可开展简单分析。

表 2.5-3 环境风险评价工作等级划分

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

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

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目, 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, 溢油量按照设计代表船型的船用燃料油全部泄露的数量确定。本项目施工期需使用打桩船 1 艘、工作船 2 艘、指挥船 2 艘、80t 吊船 1 艘, 200t 运输船 2 艘, 100t 起重船 1 艘, 1000t 方驳 2 艘, 900HP 拖轮 2 艘, 300t 供水船 1 艘, 150HP 机动艇 3 艘, 动力 2000KW 辅助船 2 艘; 运营期使用投饵船 2 艘、工作船 2 艘, 各船舶均使用柴油做动力燃料。根据附录表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中 381 油类物质(矿物油类, 如石油、汽油、柴油等; 生物柴油等), 临界量为 2500t。根据附录 C.1.1 危险物质数量及临界量比值(Q), 当只涉及一种危险物质时, 计算该物质的总量与其临界量比值, 即为 Q。

根据工程资料, 本项目建设、运营各类船舶吨位均小于 5000 吨, 根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017), 水运工程建设项目的最大可能水上溢油事故溢油量, 按照代表船型一个货油边仓或燃料油边仓的容积确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017) 附录 C, 本项目施工期吨位最大的为 1000t 的方驳小于 5000 吨, 则燃油总量不超过 245m³, 燃油密度 991kg/m³。则

本项目方驳最大载油量不超过 243 吨，单舱燃油量不超过 30.72 吨。

表 2.5-4 驳船燃油舱中燃油数量关系

驳船载重吨位 (t)	驳船总吨位 GT	燃油总舱容 (m ³)	燃油总量 (m ³)	燃油舱单舱燃 油量 (m ³)
<5000	<2550	<306	<245	<31
5000~10000	3100~6200	248~744	198~595	25~99

考虑最不利影响状况方驳一个燃油舱全部泄露，则最多泄露燃料油 30.72t，远小于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表 B.1 中突发环境事件风险物质及临界量中油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油）临界量 2500t，危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，本项目风险潜势为 I。

表 2.5-5 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值
381	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	/	30.72	2500	0.012
项目 Q 值 Σ					0.012

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I，因此，根据表 2.5-3 的划分原则可知，本项目的环境风险评价等级为简单分析。

4、各环境影响评价等级汇总

本项目本着就高不就低的原则，项目各项海洋环境评价等级见表 2.5-6。

表 2.5-6 本项目各单项环境影响评价工作等级

环境类型	水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境	地形地貌与冲淤环境	环境风险
评价等级	1	1	1	1	2	简单分析

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中评价等级判定规定，建设项目的环境影响评价等级取各单项环境影响评价等级中的最高等级，因此，本项目的综合评级等级为 1 级。

2.6 评价范围

根据前述评价等级划分结果，本项目综合评级等级为1级，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的评价范围划定原则，1级评价项目的评价范围为扩展距离一般不能小于8~30km，并结合项目所在海域的地理现状、周边环境敏感区的分布情况和项目的影响范围等，确定本项目评价范围为向北、向西、向东至海岸线，向南扩展8km的范围，评价范围坐标为115°8'27.798"-115°19'19.416"E，22°41'12.070"-22°50'38.675"N，评价范围面积约249.7km²，如图2.6-1所示。



图 2.6-1 评价范围示意图

2.7 环境保护目标和环境敏感目标

通过对项目附近海域进行现场勘查和分析，根据本项目用海所在海域的环境特征、布局特点，以及《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》和“三区三线”，项目环境影响评价范围内具体敏感保护目标见表 2.7-1 和图 2.7-1。

表 2.7-1 本项目主要环境保护目标

序号	名称	方位/距离	保护目标
1	红海湾农渔业区	项目占用	海水水质、生态环境
2	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目占用	海水水质、生态环境、幼鱼繁育场
3	鲚门旅游休闲娱乐区	西北侧 8.4km	海水水质、近岸海域生态环境
4	白安半岛旅游休闲娱乐区	西北侧 3.8km	海水水质、近岸海域生态环境
5	金町旅游休闲娱乐区	东北侧 0.5km	海水水质、近岸海域生态环境
6	鸡笼山海岸防护物理防护极重要区	北侧 2.8km	鸡笼山海岸
7	百安半岛海岸防护物理防护极重要区	西北侧 2.3km	百安半岛海岸
8	金町重要滩涂及浅海水域	东北侧 0.5km	重要滩涂及浅海水域
9	百安半岛重要滩涂及浅海水域	西北侧 3.5km	重要滩涂及浅海水域
10	广东海丰鸟类省级自然保护区	北侧 3.6km	海水水质、生态环境、鸟类
11	江牡岛	西南侧 2.5km	岛屿及地形地貌冲淤环境
12	鸡心石三岛	西南侧 7.1km	岛屿及地形地貌冲淤环境
13	汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目	西南侧 3.0km	海水水质、生态环境

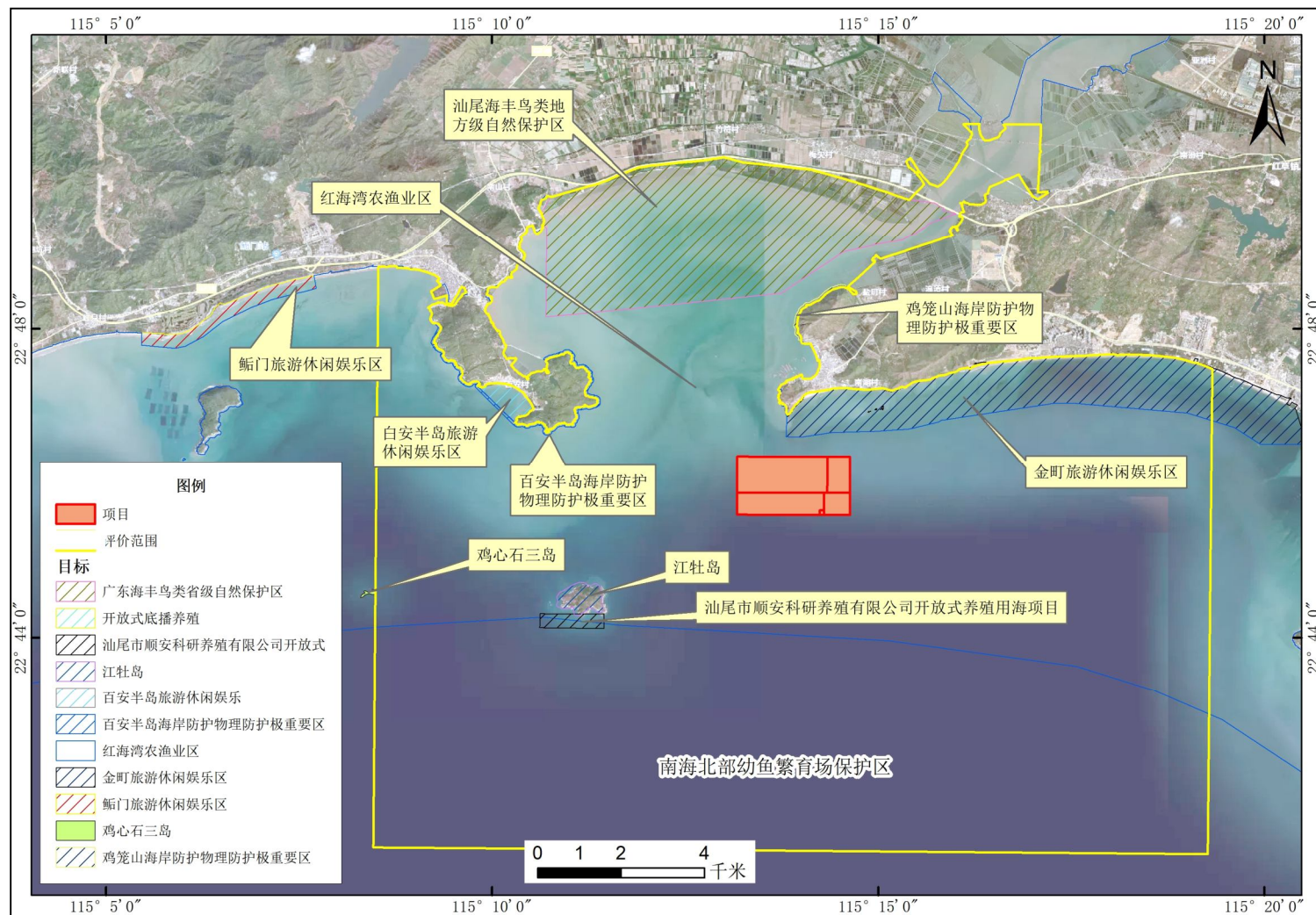


图 2.7-1 海洋环境敏感保护目标分布示意图

3 工程概况

3.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

3.1.1 建设项目名称

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目

3.1.2 建设项目性质

新建项目

3.1.3 建设规模

本项目位于汕尾市城区马宫街道附近（江牡岛东北侧海域），养殖区海域总平面分为网箱养殖区、吊养养殖区、底播养殖区和人工鱼礁区共四大区域进行开放式养殖布置，海上工作平台布置在海洋牧场的东南部。深水网箱养殖区布置在项目南部的西侧，共布置周长 40m、网深 5m 的 HDPE 框架深水抗风浪网箱 100 个，每 6 个网箱为一组，剩余 4 只网箱为一组，每组网箱占用 100m×120m 海域，每组网箱框架之间的间隔 75m，每组网箱采用 14 个 750 公斤 AC-14 铁锚，网箱浮体框架高出海水面 1.2m，考虑未来需要增加网箱养殖，网箱养殖面积为 100.2694 公顷。选择蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，进行集约化养殖。底播养殖面积 174.7987 公顷，是本项目最大的用海面积，布置在项目北部西侧，主要养殖花甲以及菲律宾蛤仔为主。吊养养殖区布置在项目北部的东侧，吊养养殖区面积 43.9513 公顷，采用浮球吊养模式和筏式吊养模式养殖牡蛎、扇贝等产品。人工鱼礁区布置在项目海洋牧场的东南部，鱼礁区由约 60 座鱼礁群组成，每座鱼礁群由 25 个单位鱼礁组成，25 个鱼礁单体间隔错落布置组成单位鱼礁，同一单位鱼礁群基本考虑选用同一型号的鱼礁单体布置。海上工作平台布置在海洋牧场的南部，具体位于网箱养殖区与鱼礁区之间，考虑未来养殖发展需求，预留一定的用海用于海上工作平

台扩建,工作平台用海面积 1.0556 公顷。本项目主要经济技术指标详见表 2.1.3-1。

项目用海总面积为 350.0000 公顷,其中网箱养殖面积 100.2694 公顷,吊养养殖面积 43.9513 公顷,底播养殖面积 174.7987 公顷,人工鱼礁 29.9250 公顷,海上工作平台 1.0556 公顷。申请用海期限为 15 年。

本项目总投资 6278.96 万元。

项目建设单位:汕尾市交通投资有限责任公司

表 3.1.3-1 主要经济技术指标

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	网箱养殖区	公顷	100.2694	
1.1	网箱	口	100	周长 40 米
2	吊养养殖区	公顷	43.9513	
3	底播养殖区	公顷	174.7987	
4	人工鱼礁区	公顷	29.9250	
4.1	A 型礁体	个	750	
4.2	B 型礁体	个	750	
4.3	礁区警示浮标	座	4	
5	海上工作平台	公顷	1.0556	平台尺寸 20m×15m

3.1.4 地理位置

汕尾市位于广东省东部沿海,地处东经 114°54'~116°13',北纬 22°41'~22°49'之间。下辖一市(陆丰市)两县(海丰县、陆河县)三区(城区、红海湾开发区、华侨管区),是一九八八年经国务院批准设立的地级市。东临揭阳市,同惠来县交界;西连惠州市,与惠东县接壤;北接河源市,和紫金县相连。

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目位于位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛东北侧海域,项目地理位置中心坐标为:东经 115°14'37.949"E、北纬 22°45'35.125"N。项目用海面积 350.0000 公顷,地理位置如图 2.1.4-1 所示。

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目宗海位置图

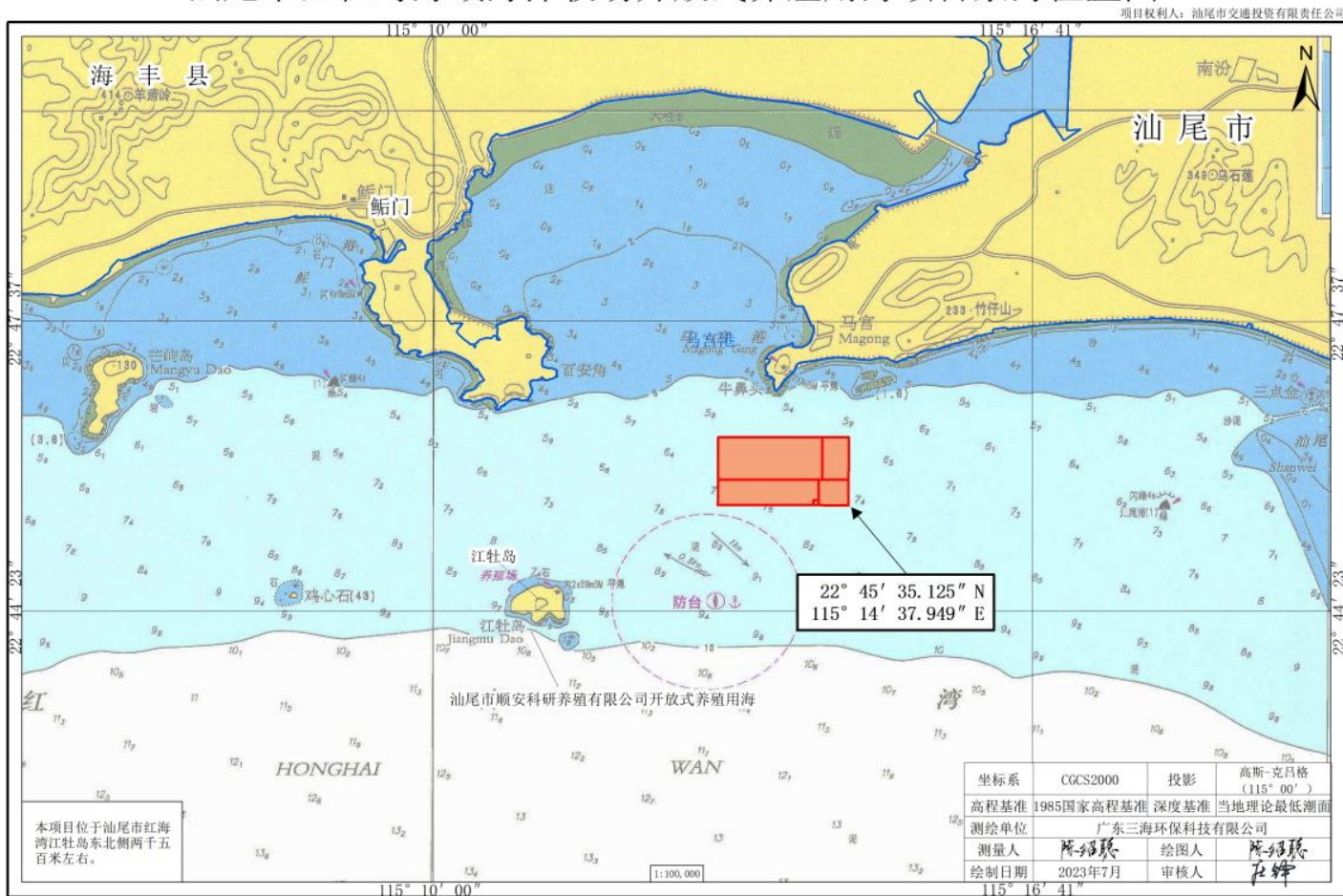


图 3.1.4-1 项目地理位置图

3.2 工程建设内容、平面布置、结构和尺度

3.2.1 建设内容

项目拟建养殖区位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛海域，具体位置在汕尾市红海湾江牡岛东北侧 2.5km 左右。本项目养殖区布置在 9.2m~10.9m 等深线海域附近，距北部牛鼻头大陆海岸约 1.0km，水体交换条件好。养殖区海域总平面分为网箱养殖区、吊养养殖区、底播养殖区和人工鱼礁区共四大区域进行开放式养殖布置，海上工作平台布置在海洋牧场的东南部。深水网箱养殖区共布置网箱 100 个，择蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，进行集约化养殖。底播养殖面积 174.7987 公顷，主要养殖花甲以及菲律宾蛤仔为主。吊养养殖区面积 43.9513 公顷，采用浮球吊养模式和筏式吊养模式养殖牡蛎、扇贝等产品。人工鱼礁区布置在项目海洋牧场的东南部，用海面积 29.9250 公顷。海上工作平台布置在海洋牧场的南部，平台尺寸为 20m×15m，平台功能为辅助生产经营和日常管理。

本项目养殖品种年及产量见表 3.2-1 至表 3.2-3 所示。

表 3.2-1 项目网箱养殖品种及预计年产量

序号	养殖品种	网箱规格	养殖规模(口)	养殖数量(万尾)	年产量(吨)
1	蓝圆鲹	40m 周长	20	3 万/口	80
2	石斑鱼	40m 周长	20	2 万/口	160
3	蓝子鱼	40m 周长	20	5 万/口	100
4	鲷科鱼	40m 周长	10	3 万/口	120
5	卵形鲳鱼	40m 周长	20	3 万/口	120
6	石首鱼	40m 周长	10	2 万/口	100
合计			100		680

表 3.2-2 项目吊养养殖品种及预计年产量

序号	养殖品种	年产量(吨)

1	牡蛎	300
2	扇贝	200
合计		500

表 3.2-3 项目底播养殖品种及预计年产量

序号	养殖品种	年产量（吨）
1	花甲（琉璃蛤）	5000
2	菲律宾蛤仔	3000
合计		8000

3.2.2 项目平面布置

本项目的平面布置相较其他海洋工程较为简单，在确定网箱养殖区、吊养养殖区、底播养殖区和人工鱼礁用海区域后，根据相关技术标准确定网箱养殖、吊养养殖、底播养殖和人工鱼礁的投放技术参数，在该海域控制合理的养殖密度和养殖规模前提下，对养殖区进行总体平面布置。

项目拟建养殖区位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛海域，具体位置在汕尾市红海湾江牡岛东北侧 3.8km 左右。本项目养殖区布置在 9.2m~10.9m 等深线海域附近，距北部牛鼻头大陆海岸约 1.0km，水体交换条件好。养殖区海域总平面分为网箱养殖区、吊养养殖区、底播养殖区和人工鱼礁区共四大区域进行开放式养殖布置，海上工作平台布置在海洋牧场的东南部。总体分布上吊养养殖、底播养殖集中在北部，网箱养殖和人工鱼礁集中在南部。吊养养殖区位于项目养殖用海北部的东侧，底播养殖位于北部的西侧，网箱养殖位于南部的西侧，人工鱼礁位于南部的东侧。养殖区总体布局形成鱼、贝开放式混养系统。

（1）底播养殖区

项目底播贝类养殖面积 174.7987 公顷，是本项目最大的用海面积，布置在项目北部西侧，贝类养殖已成为水产业的重要组成部分，贝类主要摄食藻类及有机碎屑等，江河径流常带有大量有机质，成为贝类丰富的食物源，是贝类养殖的理想场所。浅海养殖贝类不需投饵，可养海面辽阔。贝藻套养既可充分有效地利用海域，又使两者产生互利的生态效益。海洋中生长的藻类通过自身的光合作用消化海水饱和的

碳、氮、磷、硫等物质，而贝类在滤食饵料微藻的同时，间接消耗了水体中氮磷等要素，降低赤潮暴发频率，维持了海洋生态系统平衡。贝类（滤食者）与大型海藻（生产者）混养的立体复合养殖系统，用以改善养殖环境，优化养殖海域生态系统。

（2）深水网箱养殖区

深水网箱养殖区布置在项目南部的西侧，共布置周长 40m、网深 5m 的 HDPE 框架深水抗风浪网箱 100 个，每 6 个网箱为一组，共 16 组，剩余 4 只网箱为一组，每组网箱占用 100m×120m 海域，每组网箱框架之间的间隔 75m，每组网箱采用 14 个 750 公斤 AC-14 铁锚，网箱浮体框架高出海水面 1.2m，考虑未来需要增加网箱养殖，网箱养殖面积为 100.2694 公顷。选择蓝圆鲈、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，进行集约化养殖。

（3）吊养养殖区

吊养养殖区布置在项目北部的东侧，吊养养殖面积 43.9513 公顷。最北侧规划浮球吊养、中间区域布置筏式吊养、南侧布置浮球吊养。采用浮球吊养模式和筏式吊养模式养殖牡蛎、扇贝等产品。

（4）人工鱼礁区

人工鱼礁区布置在项目海洋牧场的东南部，鱼礁区由约 60 座鱼礁群组成，每座鱼礁群由 25 个单位鱼礁组成，25 个鱼礁单体间隔错落布置组成单位鱼礁，同一单位鱼礁群基本考虑选用同一型号的鱼礁单体布置。在人工鱼礁区间隔布置繁育型兼顾饵料型的 A 礁体（北侧区）和庇护型兼顾饵料型的 B 型礁体（南侧区），人工鱼礁区西侧与东侧鱼礁群错开分布形成集庇护、饵料、繁育为一体的人工生态环境，既有利于形成多样性的涡流，又能达到庇护中部繁育型和饵料型鱼礁的效果。根据工程区域的水深地形条件，西侧与东侧鱼礁群错开分布，鱼礁群的长轴与底层海流方向垂直布置，增大礁区的迎流面积，形成最大体积的上升流，将海底深层的营养物质带到了表层，为主要生活在表层海水的浮游生物提供了更多的养分，提高了海洋初级生产力，吸引鱼类群聚。

（5）海上工作平台

海上工作平台布置在海洋牧场的南部，具体位于网箱养殖区与鱼礁区之间，考虑未来养殖发展需求，预留一定的用海用于海上工作平台扩建，工作平台用海面积 1.0556 公顷。平台功能为辅助生产经营和日常管理，平台尺寸为 20m×15m，平台

空间搭载太阳能电力系统实现绿色能源的自给自足，还配有饲料仓库、工作人员休息室、水上水下视频监控、水质实时测量、5G 数据通信、实现智能化养殖。为获得较好的船舶靠泊条件，在海上平台西侧设置透空式防浪结构。平台桩基础采用直径 1000mm 的预应力 PHC 管桩、平台上部结构采用梁板结构。项目总平面图布置图见图 2.2.1-1。

海上工作平台主要建设内容包括：

建设监测管理用房一座：尺寸为 10×7.5m，满足项目本期生产经营和日常管理需要，内设置：1) 水上水下监测系统；2) 太阳能供电系统；3) 数据采集处理系统；4) 无线电传输系统；5) 气象水质监测系统；6) 工作人员休息室；7) 饲料仓库。

项目总平面图布置图见图 3.2.2-1。

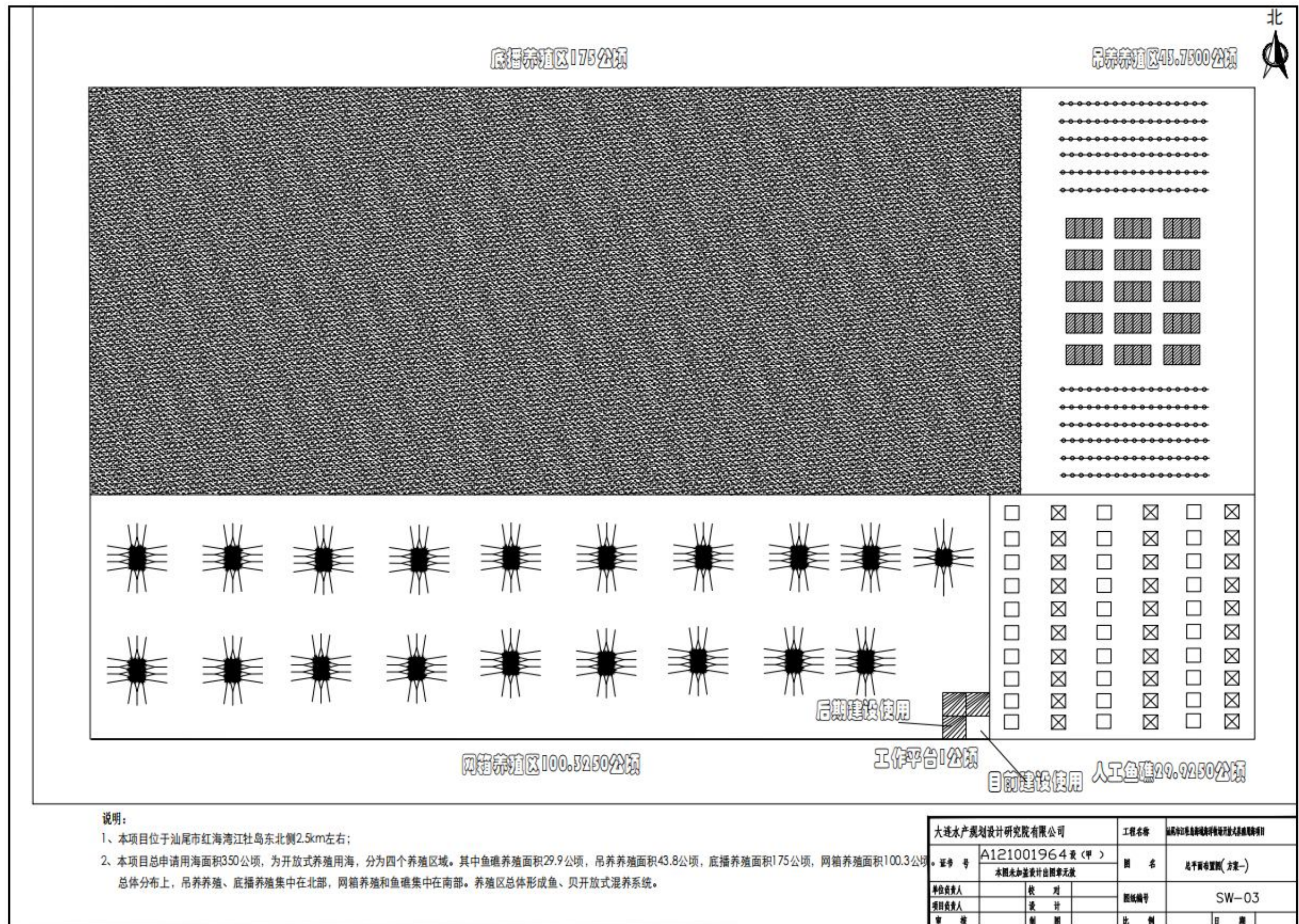


图 3.2.2-1 本项目总平面布置

3.2.3 结构和尺寸

3.2.3.1 网箱养殖设施

1、网箱结构

本项目选用周长 40m 的 HDPE 双浮管浮式抗风浪网箱，直径约 12.5m，网深 5m，面积约 123m²，容积约 615m³，浮力管规格 $\Phi 250\text{mm}$ 、壁厚 15mm。海水网箱由高强度 HDPE 管材构成。这种管材具有良好的强度和韧性，通过框架链接方式，具有抗击台风巨浪的能力，并进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的高科技处理工艺，使用寿命在 5 年以上。

本项目网箱采用圆形浮式网箱，由网箱框架、网箱网衣和网箱固定装置等构成。网箱框架采用黑色高强度聚乙烯塑料（HDPE）管组成。网衣为机织网片，材料有聚乙烯（PE）、尼龙（PA）两种，网孔直径 10 mm~100mm，根据养殖鱼种、鱼体规格和海区环境条件，选取网片材料和网孔尺寸。固定装置主要为锚和缆绳。网箱结构示意图见图 2.2.3-1 所示。

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，周长 40m；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。

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 PE100D/50 股*5.0cm，无结节；网边采用 PE100D/8 纱*0.7cm*500 目，长 42m，沿箱体横向均匀分布，纵向结扎，以承受箱体的沉浮力；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，网箱使用一段时间后，两个网箱沉降圈被拆除更换，可在网筋下拴水泥块或者其他重物，每个重量为 35kg。

网衣坠子：采用水泥沉块直径 250 毫米，高 350 毫米，重量约 35kg，水泥块中间预埋 16mm 粗的绳子打结。

网箱固定装置（锚系统等）：固定系统的组成，一般是根据海区情况来定，根据不同地区水域海况及台风状况，采用铁锚固定，配套尼龙绳索连接。每组网箱采用 14 个 750 公斤的 AC-14 的铁锚，网箱锚绳直径 36mm 聚乙烯绳索，有效长度 50m。

其它配套设备包括自动投饵设备、起鱼设备、水质监测设备、高压洗网机、小型发电机组、运输船、工作船等等。

本项目深水网箱设计技术指标如下：

抗风能力：12 级

抗浪能力：5m

抗流能力：<1m/sec

防污有效期：正常情况 6 个月

网目规格：根据用户要求

使用寿命 >5 年

2、深水网箱抗风浪原理

①网箱框架采用海洋专用聚乙烯材料制造，充分利用材料的强度和弹性、抗流、抗冲击能力强，网箱框架连接采用特殊热熔焊接技术，属热塑分子重组完全焊接，从工艺上最大限度保证主构架整体的柔性及强度。此类材料具有可靠的强度、弹性、韧性和抗老化性，保证框架主体的统一强度。

②圆台形网衣使用高强度的 PE 绞捻无结网编制而成，抗附着和老化能力强，较其它网衣更具抗流性。圆台形网衣经计算机模拟受力分析和波浪动水槽试验，以及海上工况实物测试，流速在 1 米/秒的作业工况下，养殖容积保持率在 95%以上。

③固定系统：根据网箱框架所需固定的位置，海洋或水库、湖泊水下的地质情况，通常采用木桩、铁锚桩、水泥块桩三种固定形式连接缆绳，升降式用浮筒三个部分组成，用科学的力学设计，具有强劲的抓力，水泥块桩配合缓冲锚链使用，效果更佳。

④由无滑动三角锚、锚链和尼龙绳组成的抗风浪锚泊系统，最大限度地保证在台风和洋流正面冲击下，网箱整体不位移。网箱海上安装方法采用 DGPS（差分式全球卫星定位系统）预定位，锚位准确误差值在 2 米以内。

⑤网箱平稳沉浮设计，使网箱可有效地避开台风的袭击和赤潮的危害，大幅度提高养殖成活率，并且操作简单。

3、网箱安装与布局

(1) 网箱排布

根据网箱大小以及潮流和风浪的不同，可以单个网箱单点固定，或多个网箱组成网箱养殖区，网箱排列应与潮流相适应。网箱布局应符合 GB/T 20014.16 的相关要求。

拟安装周长 40 米 DN250 毫米主管网箱 100 只，6 个网箱一组，共 16 组，剩余 4 只网箱为一组，每组网箱之间的间隔 75 米。每组网箱采用 14 个 750 公斤 AC-14 铁锚，网箱锚绳直径 36mm 聚乙烯绳索，有效长度 50 米。

网箱单组网箱排列及多组网箱排列见图 3.2.3-2 和图 3.2.3-3。

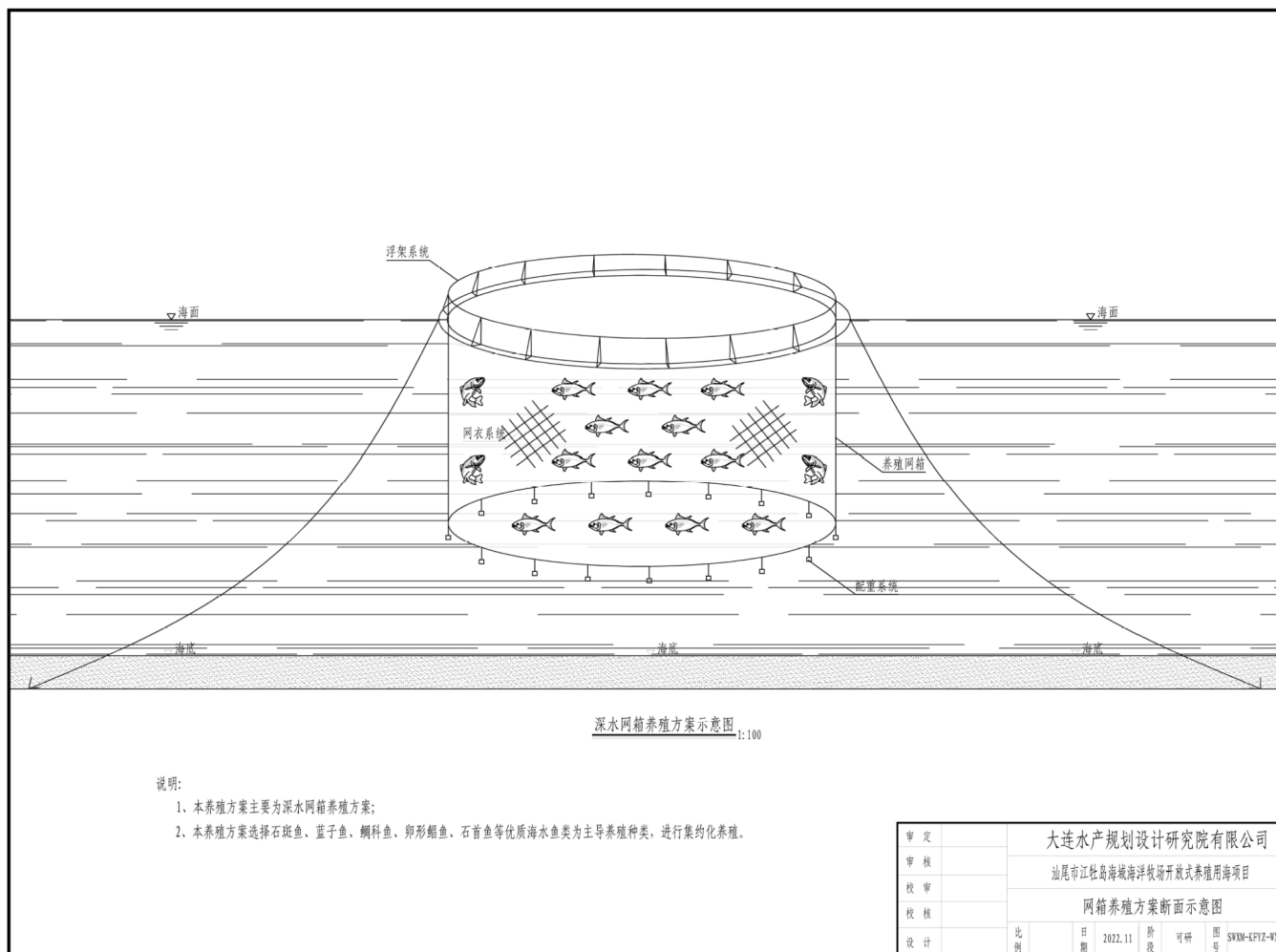


图 3.2.3-1 深水网箱结构示意图

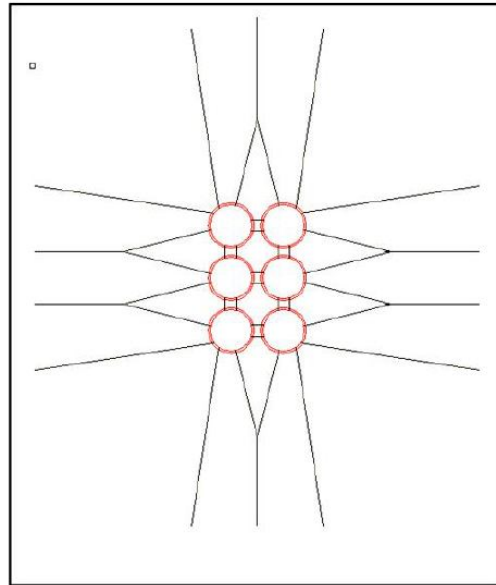


图 3.2.3-2 单组网箱排列图

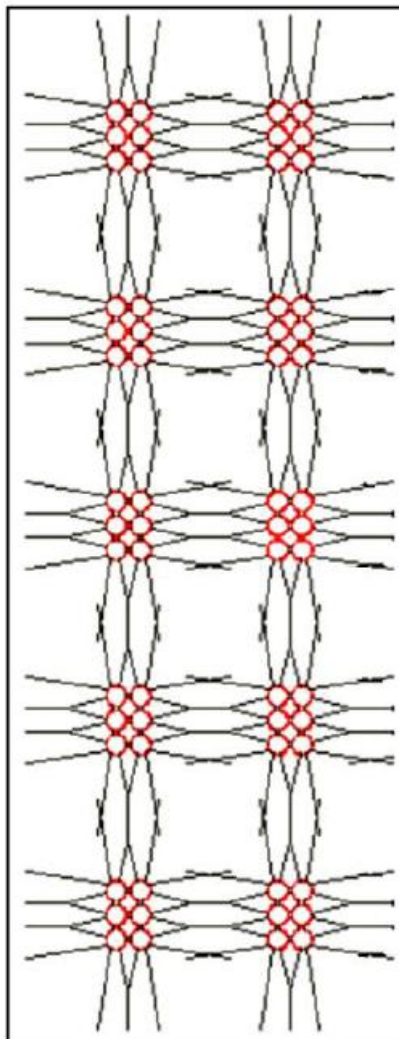


图 3.2.3-3 多组网箱排列图

(2) 锚泊系统定位安装

根据现场勘测数据，计算每个锚位的经纬坐标，用浮标标示每个锚位的预定位置。锚泊系统的各部分连接应在工作船上预先完成，检查无误后，按顺序逐个投放。锚位投放完毕后，对锚位进行调整。锚位调整可使用工作船拖拽技术来完成，并通过锚泊系统上的浮桶来观察锚位是否正确。

(3) 网箱框架和网衣的安装调整

将网箱框架置于升降平台中央，以网箱框架的进排水阀向外、进排气阀向内为安装点，将其固定在升降平台上。网箱框架挂网后，可通过升降方法来调试，并确定网箱外加重力参数，使网箱整体达到最佳稳定状态。

4、配套设施

配套生产管理平台、饲料加工机组、投饵设备、水质检测设备、高压洗网机、夜间警示灯、小型发电机组、运输工作船、测量器具、捕鱼工具以及生活设施等。

表 3.2.3-1 40 米周长 HDPE 网箱安装工程量表

序号	设备名称	单位	数量
1	深水网箱	个	100
1.1	HDPE 主框架 (周长 40 米, DN250)	个	100
1.2	绞捻无结网衣网衣 (网目 1.2cm、深 3.5 米, 鱼种培育)	张	100
1.3	绞捻无结网衣网衣 (网目 1.8cm、深 3.5 米, 鱼种培育)	张	100
1.4	绞捻无结网衣网衣 (网目 3.5cm、深 5 米, 鱼种标粗)	张	100
1.5	绞捻无结网衣网衣 (网目 6.5cm、深 5 米, 成鱼养殖)	张	100
1.6	网衣坠子 (35kg 水泥沉块, 12 个/箱)	个	1200
1.7	AC-14 铁锚 (约 750 公斤/个, 14 个/组)	个	252
1.8	网箱固定缆绳 (Φ 36mm pp 纤维绳, 50 米/条, 14 条/组)	米	12600
1.9	网箱及锚固系统安装	套	100
2	自动投饲系统	套	100

3.2.3.2 贝类养殖设施

1、扇贝养殖设施

(1) 固定式贝架

1) 打桩

以长度 6m~10m 的水泥桩或铁管打入海底，打入深度为海底平面以下 1.5m~2m，桩距与行距均为 4m~5m。

2) 吊养架结构

桩间用直径 10cm 以上的木头纵向与横向相连接，木头之间用铁丝捆绑连接，木头上方用直径 7cm 以上的毛竹或直径 8cm 以上的杉木纵向连接，然后纵向相连接的毛竹或杉木也同样规格的毛竹或杉木横向相连接，纵向与横向的毛竹或杉木间隔均为 40cm 以上。毛竹与杉木交接处用铁丝捆绑，形成固定的海上吊养平台。

(2) 浮筏式贝架

采用直径 10cm 以上长度 8m~10m 的杉木，用铁丝绑成纵横间隔 50cm 的台架。台架的底部纵向和横向每隔 2m 绑一个横截面边长 50cm、长 100cm 块状泡沫塑料。泡沫塑料与纵向杉木间用直径 1cm 聚乙烯拦绳捆绑。浮架的 4 个角各用两条直径 2.5cm 尼龙绳固定于铁锚上，铁锚重量为 150Kg~200Kg，拦绳长度为养殖海区水深的 3 倍左右。

(3) 浮子沿绳筏

用直径 2.5cm~3cm、长度 150m~200m 的拦绳，每条拦绳上间隔 4m 系上一直径 30cm~40cm 的浮球，拦绳的两端用铁锚或木桩固定。铁锚重 50Kg~70Kg 或用木桩打入海底泥土 2m 以上，固定拦绳长度为高潮水深 3 倍。沿绳间距为 5m~6m。

(4) 吊养贝笼

1) 贝苗笼

采用长宽高 40cm×30cm×60cm、20cm×15cm×30cm 两种柱形笼和直径 32cm×高 20cm 的锥形笼。以铁丝为支架，网目分 6 级分别为 60 目、40 目、20 目、1.0cm、1.5cm 和 2.0cm。

2) 亲贝笼

亲贝养成笼直径 32cm、高 20cm，用铁丝为笼底支架，网目分 3 级，分别为 2cm、3cm 和 3.5cm。

2、太平洋牡蛎培育及养成设施

(1) 浮筏式培育方式

适用于低潮线水深 4m 以上的内湾或海区。浮筏可由毛竹或圆木、浮筒、栏绳、铁锚等构成。苗串吊养间距 20cm~40cm。

自苗种出池后培育至壳长大于 10mm 以上，一般需要时间 15d~30d。

(2) 海上养成

海上养成分为筏架式养殖和沿绳式养殖两种。

筏架式养殖：适用于大潮低平潮水深 3m 以内，或水深 1.5m 以上的池塘。

沿绳式养殖：适用于大潮最低时水深 4m 以上近海养殖区；风浪、潮流适中。

1) 筏架式养殖

①筏架搭建与挂苗

浮筏大小为 16m×8m，用大毛竹捆扎成矩形，中间纵向用 1 列~3 列大毛竹加固，横向用较小的毛竹加固并做挂苗载体，横向 25 排。排间距 0.6m~0.8m，每排挂长 1.2m 的贝壳串 26~27 条，间距为 0.3m 左右，每筏 700 条。用 6~10 个泡沫浮筒固定在筏架四周增加浮力。

②筏架的固定与设置

划分海区并确定位置，留出航道。筏架应顺风浪、潮流设置，筏架两端用铁锚或混凝土碇固定。在养殖区的航道一侧，每隔 200m 以上设一盏航灯。一般 2 筏架为 1 组，每组间隔纵向各 20m 以上。

③密度

每公顷水面可养 10 筏架~15 筏架。

(2) 沿绳式养殖

①沿绳式浮筏制作与挂苗

沿绳式浮筏由聚乙烯绳索组成，一般由 80m×4m 为一养殖单体，纵向每间隔 1.5m~1.7m 挂一根吊苗绳，每筏 50 根左右。每两根吊苗绳间平挂采苗器 8 串，每一养殖单体挂苗 400 串。也可沿吊苗绳直接垂挂。

②沿绳式浮筏固定与设置

划分海区并确定位置，留出航道。沿绳式浮筏应顺风浪、流潮设置，四角用木桩固定。在养殖区的航道一侧，每间隔 200m 以上设施一盏航标灯。一般 50 个单体为一养殖单元，养殖单体间纵主绳可公用，每养殖单元纵向间距 30m 以上。

③养殖密度

每公顷水面可养 10 个~15 个养殖单体。

表 3.2.3-2 浮筏结构参数一览表

浮筏参数	太平洋牡蛎浮筏	扇贝浮筏
浮绳长度	200m	200m
浮绳材质	胶丝	胶丝
浮绳直径	0.8cm	0.8cm
浮子材质	胶桶	胶桶
浮子间距	5m	10m
吊绳材质	胶丝	胶丝
吊绳长度	2m	2m
吊绳直径	0.8cm	0.8cm
吊笼材质	胶丝	胶丝
吊笼层数	7 层	7 层
每层高度	18cm	18cm
吊笼间距	60cm	60cm
锚绳材质	胶丝	胶丝
锚绳长度	30m	30m
锚绳直径	2.2cm	2.2cm
锚碇方式	铁锚	铁锚
养殖水深	12m	12m

表 3.2.3-3 吊养养殖安装工程量表

序号	设备名称	单位	数量
1	浮筏	套	200
2	筏架	组	200

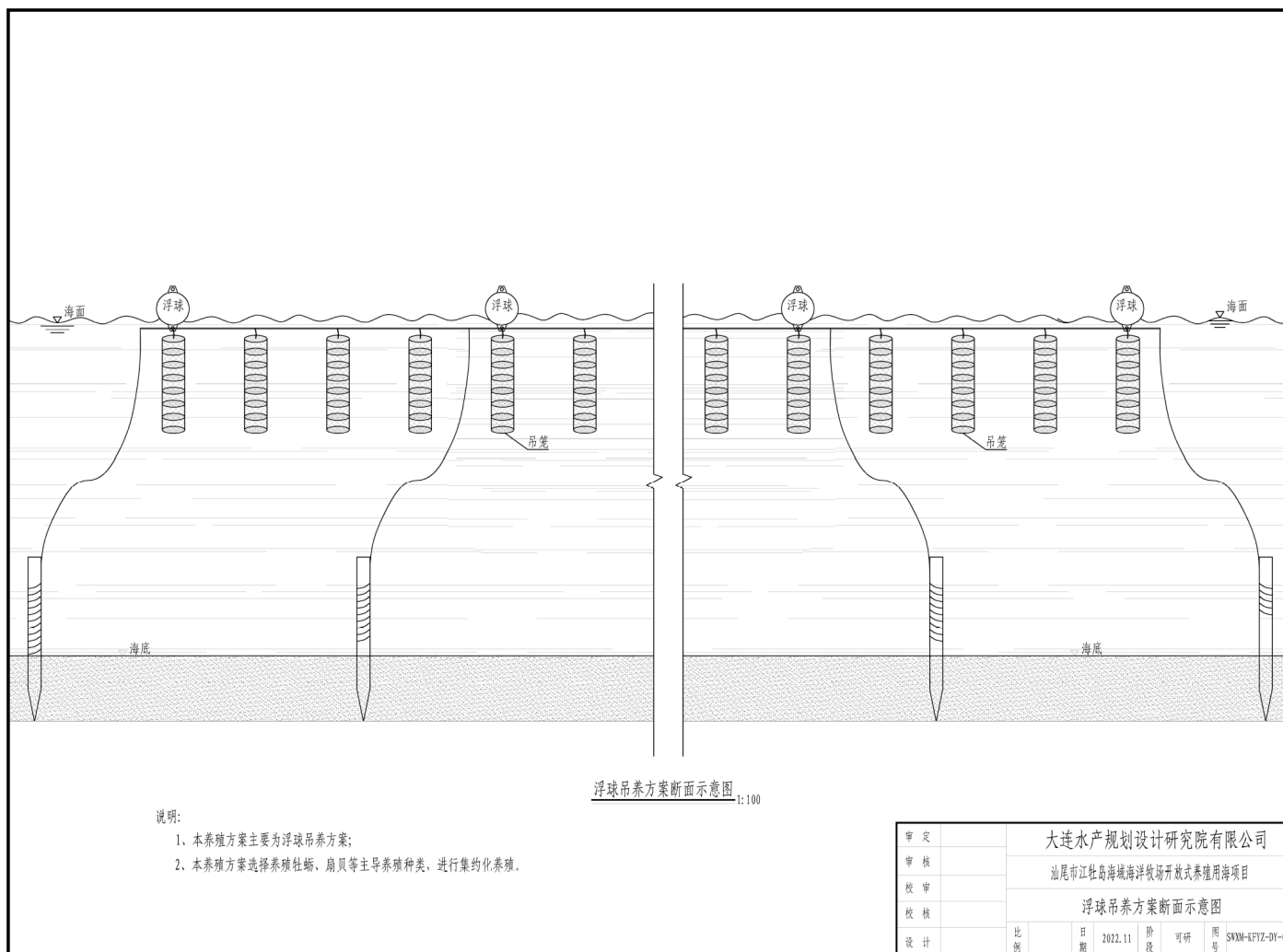


图 3.2.3-4 浮球吊养结构图

3.2.3.3 底播养殖设施

建立底播养殖区 174.7987 公顷，主要养殖花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔为主。

3.2.3.4 人工鱼礁设施

本次工程设计了 2 种类型礁体，其中 A 型为繁育型兼饵料型礁体，B 型为庇护型兼饵料型礁体，繁育型兼顾饵料型的 A 礁体（北侧区）和庇护型兼顾饵料型的 B 型礁体（南侧区）各 750 个。繁育型鱼礁是以确保产卵鱼类正常产卵生殖，增加鱼卵附着场所，提高仔鱼的成活率，达到增加资源的目的，同时中空的框架结构也为成年鱼提供了相对安全的庇护场所，为成年鱼的繁殖营造了良好的环境。

1、礁体设计原则

人工鱼礁礁体材料应环保。礁体设计应充分考虑到水域自然条件和目的生物的生理、生态和行为特点，确定最有效的形状与结构。礁体结构应满足运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求。为了保证人工鱼礁的功能实现，礁体的设计应遵循以下的原则：

（1）依据礁区鱼类资源对象的习性进行礁体设计，以达到鱼礁适应鱼类的不同需要；

（2）确保可行性。保证礁体构件的运输、组装和投放过程切实可行，并确保投放安全；

（3）良好的透空性。礁体内部空隙的数量、大小和形状将影响礁体周围生物的种类和数量的多寡；

（4）增大表面积。礁体表面积的大小直接关系到礁体上附着生物的数量，着生在礁体表面的水生生物是鱼类的重要饵料之一，在礁体的设计中应尽量增大礁体的表面积；

（5）良好的透水性。保证礁体内充分的水体交换，使礁体的表面积得到有效利用，确保礁体表面附着生物的养料供给。

2、A 型鱼礁单体

A 型为繁育型兼饵料型礁体。该礁体主框架为 3.0m×3.0m×3.5m 钢筋混凝土框架结构，底面加设了混凝土翼板，以便降低礁体沉降量，并预留了 1.5m 高的沉降高度，空方量为 31.5m³（见图 3.2.3-5）。框架采用断面尺寸为 0.2m×0.2m 的框柱，

混凝土强度等级为 C25。礁体顶板厚度为 0.12m，顶板设置 8 个尺寸 0.2m×1.2m 的矩形孔。礁体中部加设中隔板，中隔板的厚度为 0.12m，中隔板上安放 8 个陶罐，其独特的内槽成为一些物种（例如龙虾和鲍鱼等）优选的繁育场所。侧板上各设置 3 个直径为 0.5m 的圆孔，以增强礁体的透空性和透水性。礁体底面加设了混凝土翼板，以便降低礁体的沉降。礁体的侧板及翼板厚度均为 0.12m。在礁体中部扁梁上放置陶罐，其独特的内槽成为一些物种（例如龙虾和鲍鱼等）优选的繁育场所。A 型礁体结构见图 3.2.3-9。



图 3.2.3-5 A 型礁体立体图

3、B 型鱼礁单体

B 型为庇护型兼饵料型礁体，为 3.0m×3.0m×3.5m 钢筋混凝土框架结构，中间隔板上增设块石笼，块石笼尺寸为 0.4m×0.6m×1.0m。礁体底面加设了混凝土翼板，以便降低礁体沉降量，并预留了 1.5m 高的沉降高度，礁体空方量为 31.5m³（见图 2.2.3-6）。人工鱼礁的饵料效应主要基于附着生物、底栖生物和浮游生物的数量及丰度。很多物质，无论是木、块石、塑料还是其他物体，投放海里一段时间后在其表面上都会附着许多附着生物。石笼网内装填天然块石，在框架上合理分布，形成人工饵料场，表面积大、透水性好。自然良好的亲物性，极利于各类海洋生物附着生长，吸附并繁殖多类生物，提升海洋初级生产力，自然形成人工饵料场。此外，石笼网内装填天然块石所形成的岩缝，是一些喜好生活在礁岩、石缝物种（如

海胆、鲍鱼等) 的优良栖息场所, 有利于局部海域海洋生物多样性的形成, 有优异的海洋环境修复功能。

块石笼采用长 1.0m、宽 0.6m、高 0.4m 的石笼网装填块石, 石笼网中装填的块石必须坚硬、新鲜、完整, 不得使用有尖角或薄边的石料, 防止磨损石笼网本身。石头、块石、石料的本身应该坚硬不易破碎或者风化, 防止时间长了石头风化破碎。块石供应先经过试验, 确定其符合设计及规范要求, 方可选用, 杜绝选用风化石、水解、碎石等不合格的石料。块石粒径应在 10~20cm 之间, 并要求装填时, 大小搭配合理以达到设计要求的空隙度。石笼网采用加筋格宾石笼材料, 加筋格宾结构钢丝采用高镀锌并外包 PVC 材料, 使得加筋格宾石笼网的设计使用寿命会超过 50 年。B 型礁体结构见图 3.2.3-10。

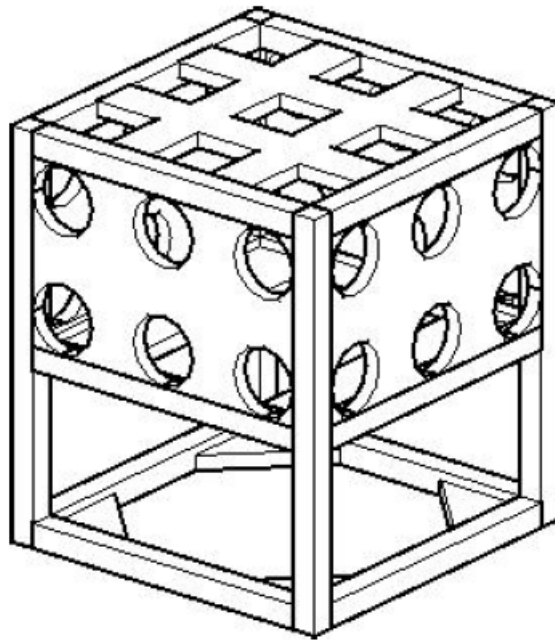


图 3.2.3-6 B 型礁体立体图



图 2.2.3-7 B 型礁体内部块石笼示意图

4、鱼礁群布置

人工鱼礁区布置在海洋牧场的东南部，鱼礁区由约 60 座鱼礁群组成，每座鱼礁群由 25 个单位鱼礁组成，25 个鱼礁单体间隔错落布置组成单位鱼礁，同一单位鱼礁群基本考虑选用同一型号的鱼礁单体布置。礁区总平面布置尺度及方案见鱼礁平面布置图。

在单位鱼礁型号的具体选择上着重考虑所放置位置的地形和地质条件，因为礁区水深大部分在 10.5-10.9m 左右，所以此次设计了 3.5m 的礁体来投放，且预留出了 1.5m 高的沉降高度。

单位鱼礁由 25 个鱼礁单体组成，间隔错落布置，相邻礁体间距约为 7m。同一单位鱼礁基本考虑选用同一型号的鱼礁体布置。相邻两行的鱼礁单体、相邻两行的单位鱼礁、相邻两行的鱼礁群，与来流方向错开排列，从而改变海底地形地貌，产生局部隆起，形成起伏不定、复杂多变的海底地形，充分发挥礁区的流场效应。这些人造的局部隆起能够改变海水流向，在其迎流面产生上升流，从而带动海水内的营养物质产生由下而上的循环，增加了表层海水的营养物质丰度，为生活在表层海水的浮游生物提供了更多的养分。在食物链的传递作用下，人工鱼礁周围的营养物质能够吸引大多数海洋生物围绕在人工鱼礁周围栖息、产卵。

单座鱼礁群共布置礁体个数为 25 个（A 型礁体或 B 型礁体），鱼礁群北侧布置 A 型繁育型兼饵料礁体，有利于鱼类繁殖，南侧布置 B 型庇护型兼饵料礁体；A 型礁体和 B 型礁体交错分布，有利于形成多样性的涡流。鱼礁群布置顺应海流通过障碍物时的流态规律，使海流进入鱼礁群后马上形成上升流，同时在礁群范围内产生多种形态的涡流，激起沉淀海床的养料，吸引鱼类的群聚。

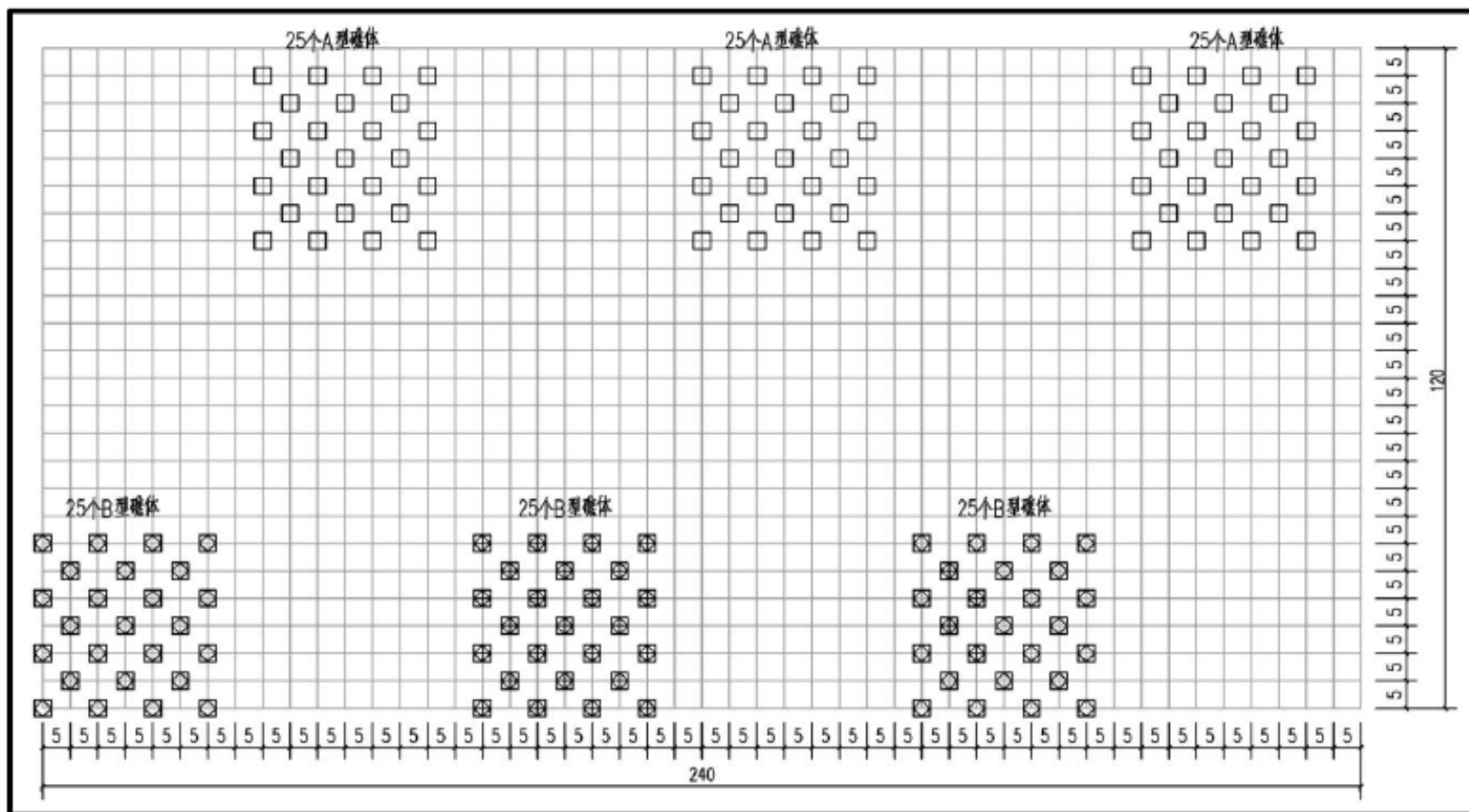


图 3.2.3-8 鱼礁群平面布置方案

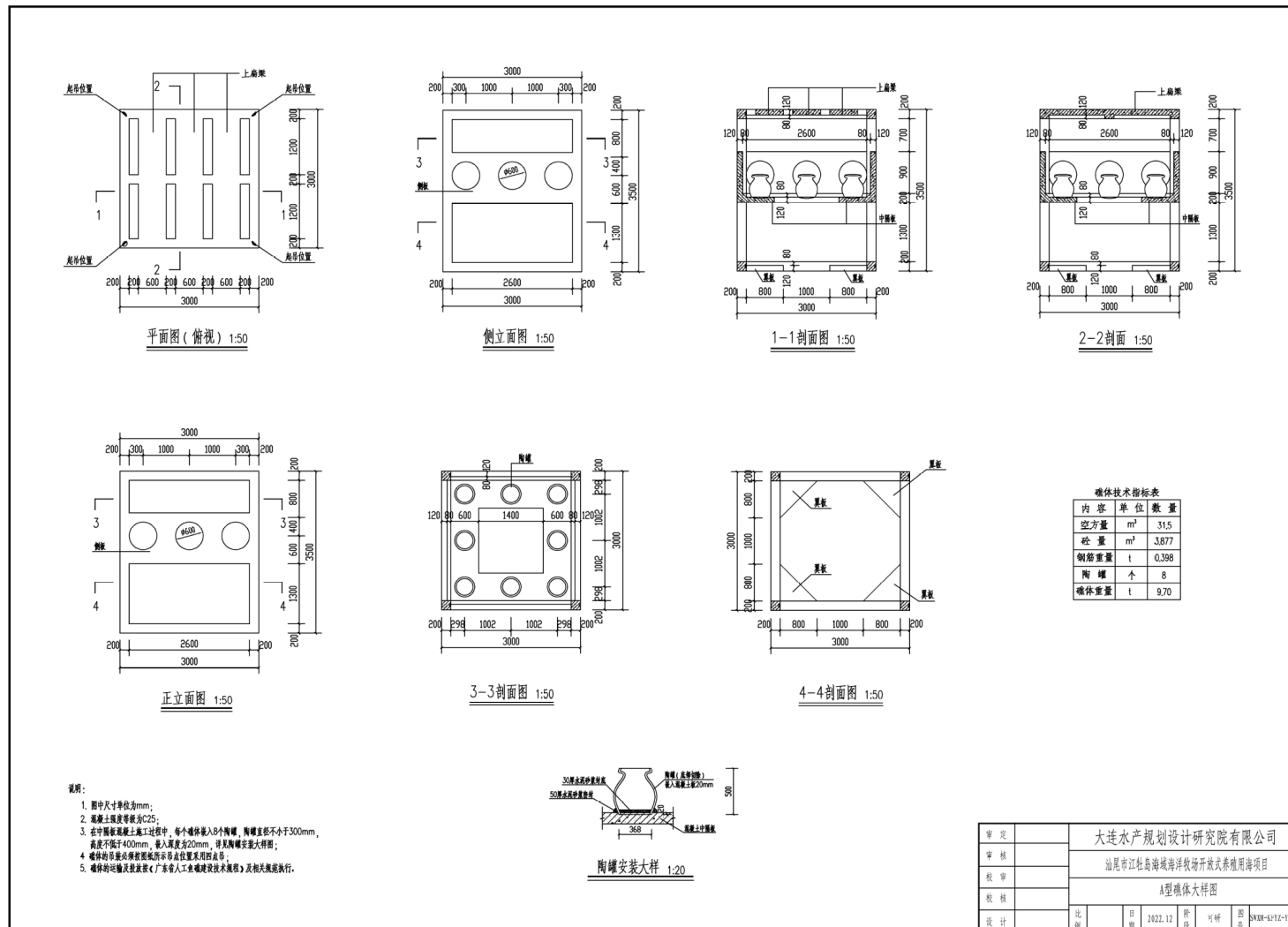


图 3.2.3-9 A 型礁体大样图

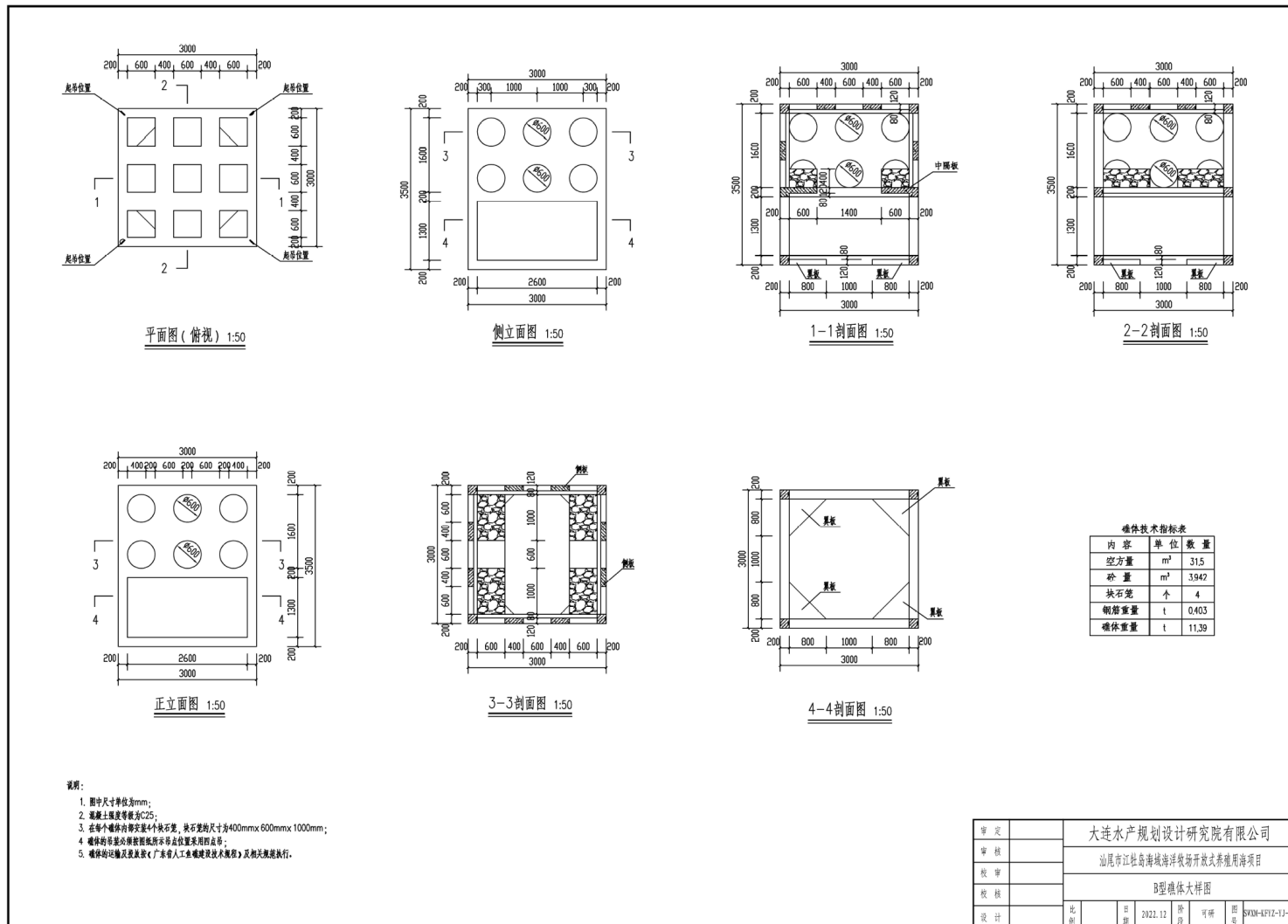


图 3.2.3-10 B 型礁体大样图

3.2.3.5 海上工作平台

海上工作平台结构周围基本为开敞海域，有效防护较小，为获得较好的船舶靠泊条件，在海上平台西侧设置透空式防浪结构。防浪措施设钢筋砼挡浪墙，挡浪墙顶标高为6.0m，后方海上平台高程4.8m，按基本不越浪考虑。桩基础采用直径1000mm的预应力PHC管桩，每樁排架设6根PHC管桩，排架间距为6.5m，一个排架采用两根直桩两组叉桩，结构主要受水平向波浪力影响，管桩斜桩布置倾角为5:1，桩基持力层为全风化岩层。桩上部为横梁，下横梁高2.90m长度为20m，靠船构建为梁式，底高程为0.80m；横梁上为纵梁，梁高4.35m，采用现浇纵梁；纵梁上为叠合板；平台前沿顶高程为4.8m，前纵梁、后纵梁，纵梁与横梁顶面同高。平台上部空间搭载太阳能电力系统实现绿色能源的自给自足，还配有饲料仓库、工作人员休息室、水上水下视频监控、水质实时测量、5G数据通信、实现智能化养殖。海上工作平台建设一座尺寸为10×7.5m监测管理用房：满足项目本期生产经营和日常管理需要，内设置：1) 水上水下监测系统；2) 太阳能供电系统；3) 数据采集处理系统；4) 无线电传输系统；5) 气象水质监测系统；6) 工作人员休息室；7) 饲料仓库。海上工作平台平面布置、断面、立面和桩位布置详见图3.2.3-11~图3.2.3-14。

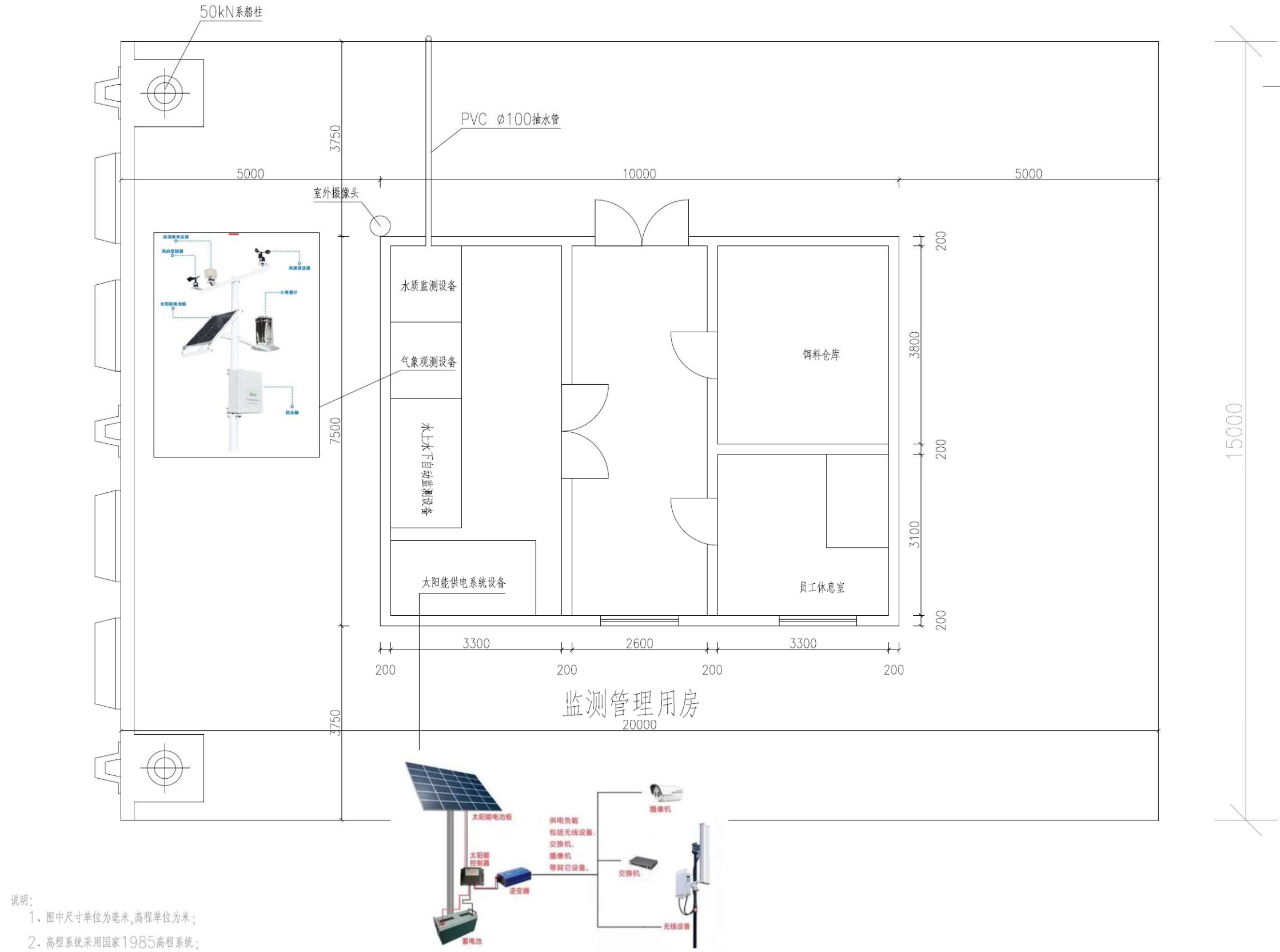


图 3.2.3-11 海上工作平台平面布置图

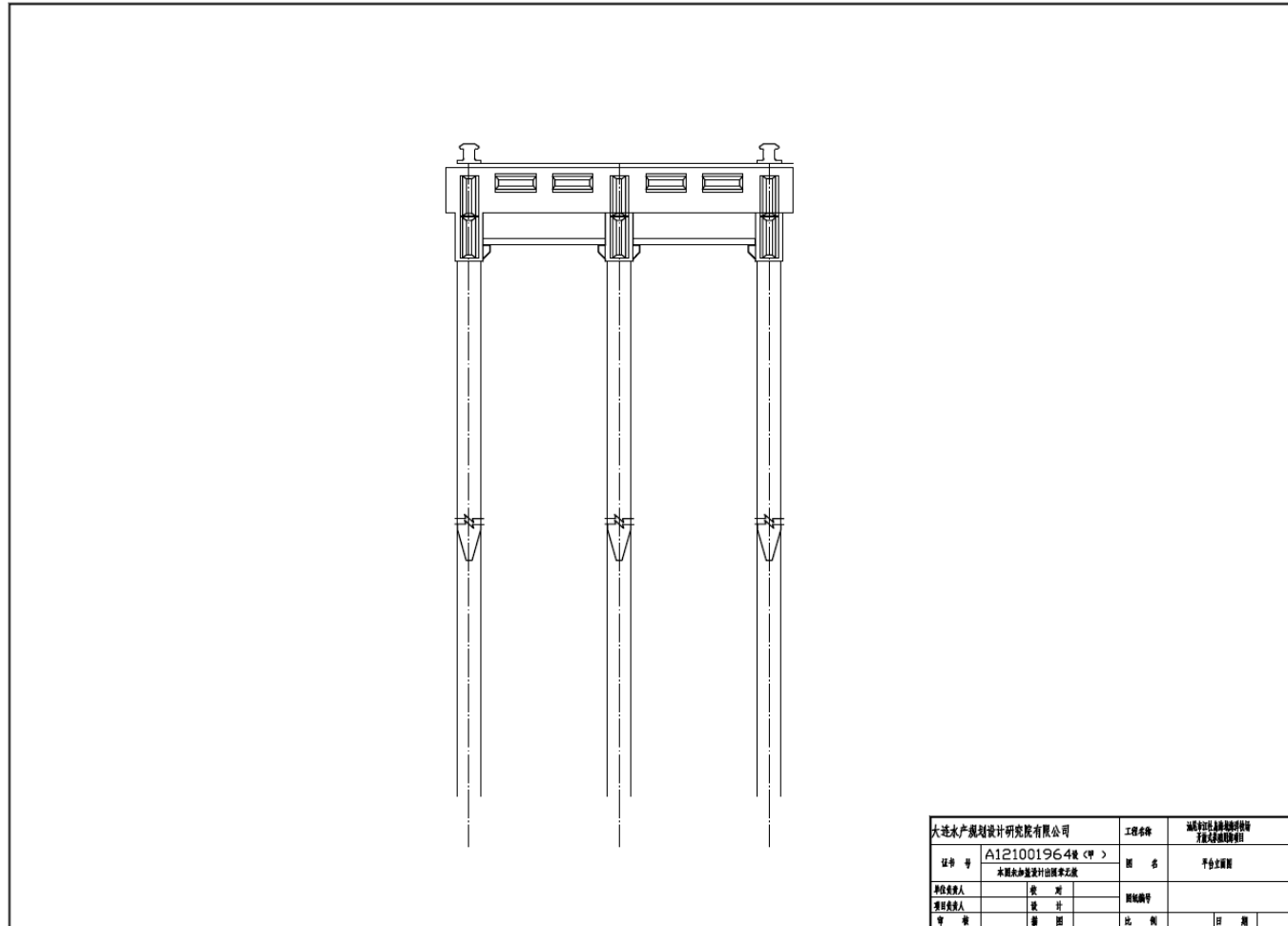


图 3.2.3-12 海上工作平台立面图

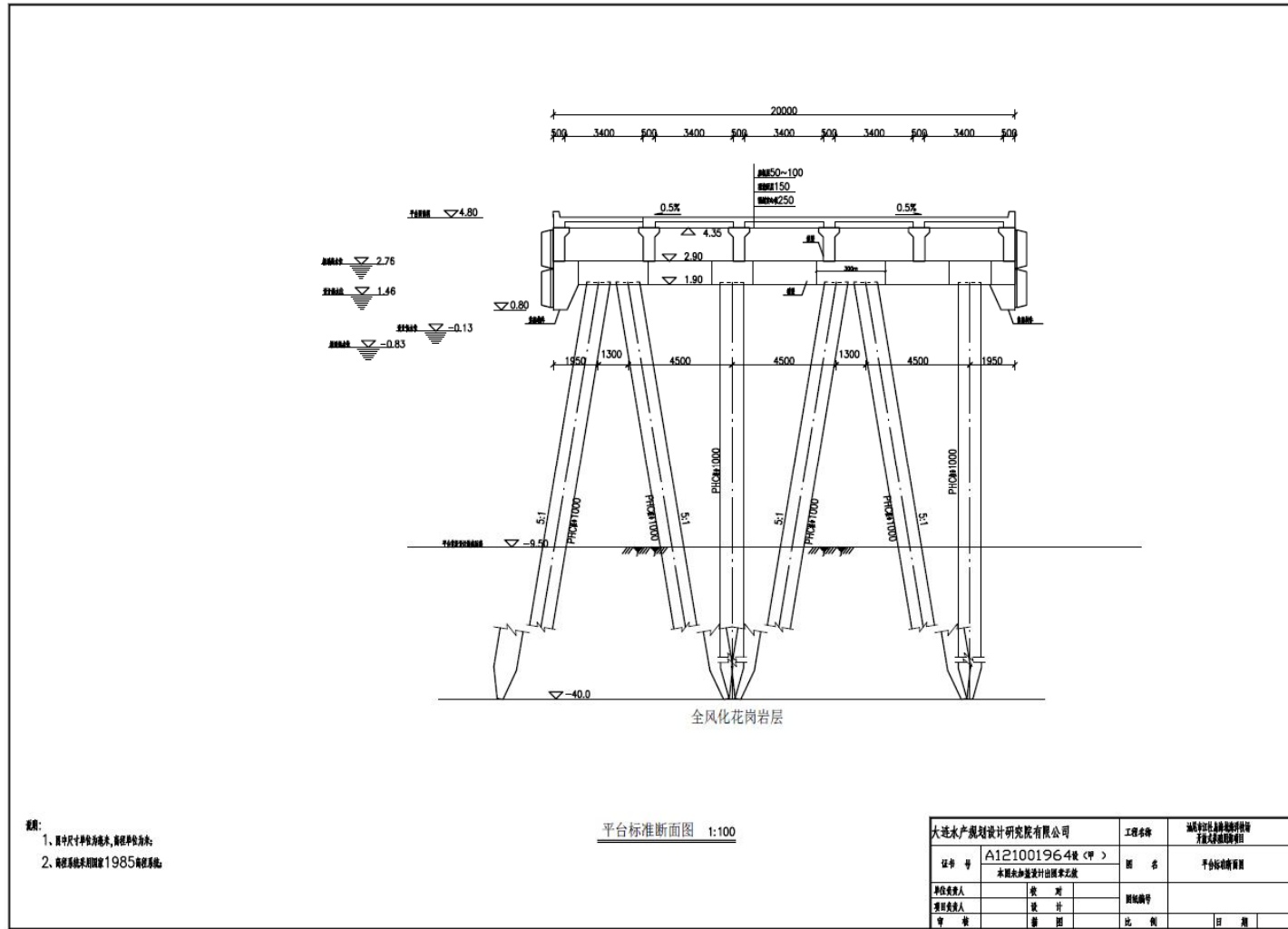


图 3.2.3-13 海上工作平台断面图

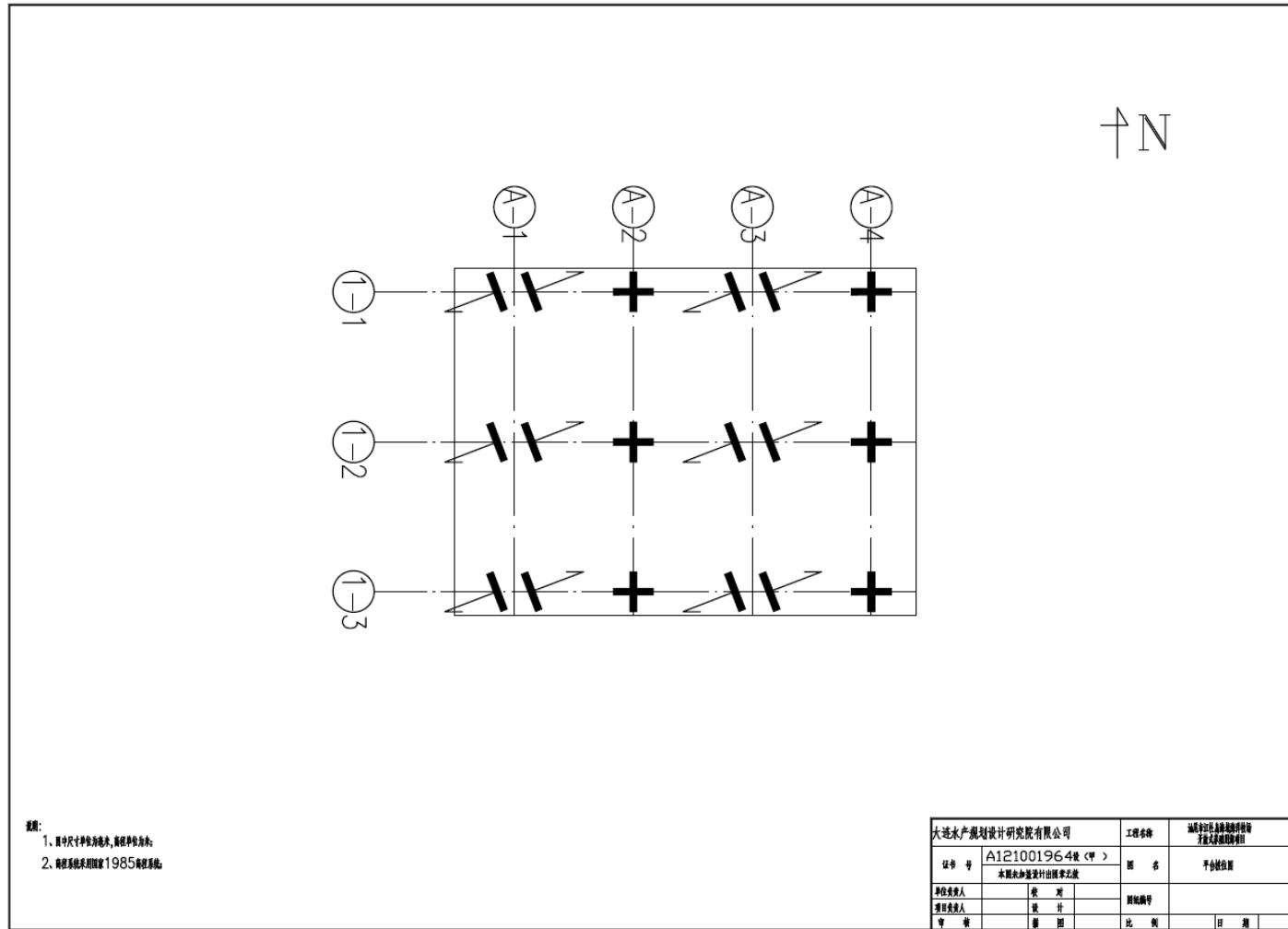


图 3.2.3-14 海上工作平台桩位图

3.2.4 辅助设施设计

3.2.4.1 海上监测平台

(1) 项目地点

本项目动态监控平台的设计依托于海上工作平台建设海上监测系统。海上监测系统通过临时光电缆接收水下视频设备传来的视频信号，需要监测时，将光电缆接入要监测的养殖单元内，光电缆在项目申请用海范围内使用，临时光电缆不申请用海，光电缆不埋入海底，不进行沟槽开挖，监测完成后，将光电缆收回到海上工作平台上，水下视频监控采用微波信号或无线电波将视频信号送至大陆岸边机房，也不是设置海底光电缆传输，临时光电缆不申请用海。监测系统位置见图 3.2.4-1 所示位置。



图 3.2.4-1 海上监测平台位置图

(2) 海上监测平台建设内容

- 1) 水上水下监测系统。包括水下视频监控设备，通过临时光电缆接收水下视频设备传来的视频信号，即用即接，完成监测后收回。
- 2) 太阳能供电系统；提供稳定优质能源保障。
- 3) 数据采集处理系统。水下视频监控采用临时光电缆将视频信号送至海上工作平台上的监测机房。光电缆在项目申请用海范围内使用，不超出项目申请用海范围，不申请用海。

4) 无线通信传输系统。包括文本数据、影像数据实时传输。具备远距离，带宽大，上传下载速率快等技术要求。将水下的视频信号在监测机房现场（海上工作平台）储存处理，并将视频信号转换为微波信号或无线电波，送至大陆岸边机房（微波接收设备或无线电接受设备）。

5.气象水质监测系统。主要采用抽水方式，监测海洋水质监测数据；气象观测设备；设备机房（数据采集，信号发送；太阳能供电设备）。

6.数据库及软件应用平台。包括数据存储、处理、查找、对比分析；实时数据及视频展示；视频录像，存储，查找等功能。采用 C/S 系统架构，实现 PC 设备端，在互联网信号覆盖的情况下，可实时操控。另具备与上级或同级其他系统数据交互功能。

7.信息中心，包括防火墙，数据服务器，应用服务器、交换机、路由器等相关匹配硬件设备。

8.会议室演示和机动行，展示海域情况进行数据收集和分析。

(3) 数据传输示意图

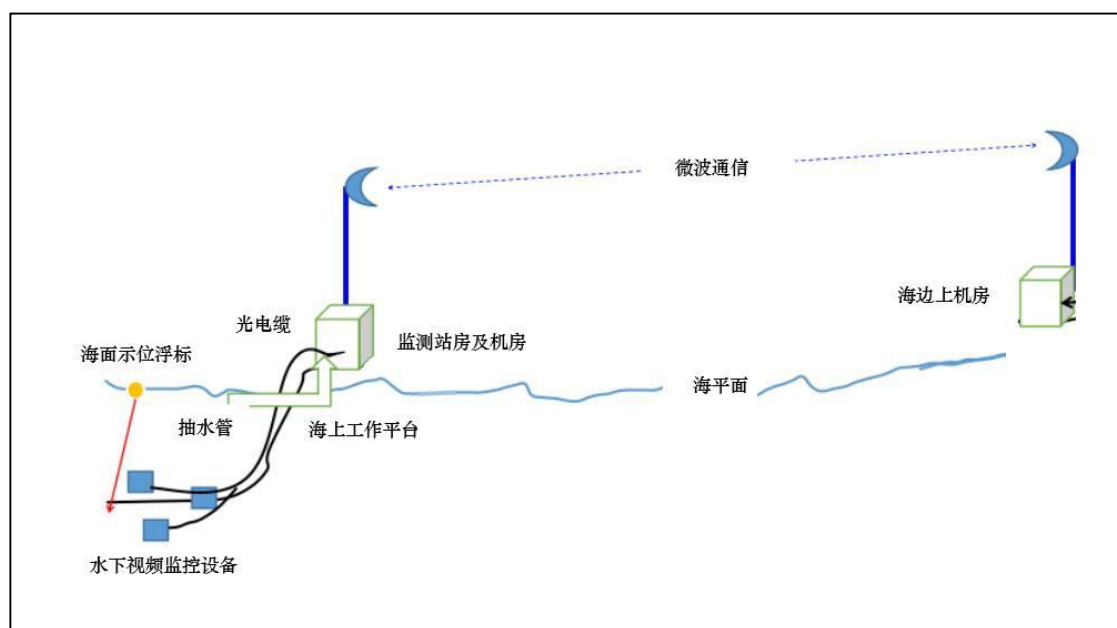


图 3.2.4-2 海上监测平台数据传输示意图

3.2.4.2 礁区警示浮标

为标示汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目人工鱼礁区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。依据《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T9416-2014）6.5.4 条，在人工鱼礁区的 4 个边

界节点分别设置 1 座礁区警示浮标。本项目礁区警示浮标采用直径 1.5m、高 1.0m 的浮鼓，水平高 1.62m 的塔身，塔顶配渔业礁区标牌及太阳能警示灯。浮标标身根据航标规定为黄色。礁区警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装。浮鼓配备相应锚链和锚块，整体装配如下图 3.2.4-3 所示。

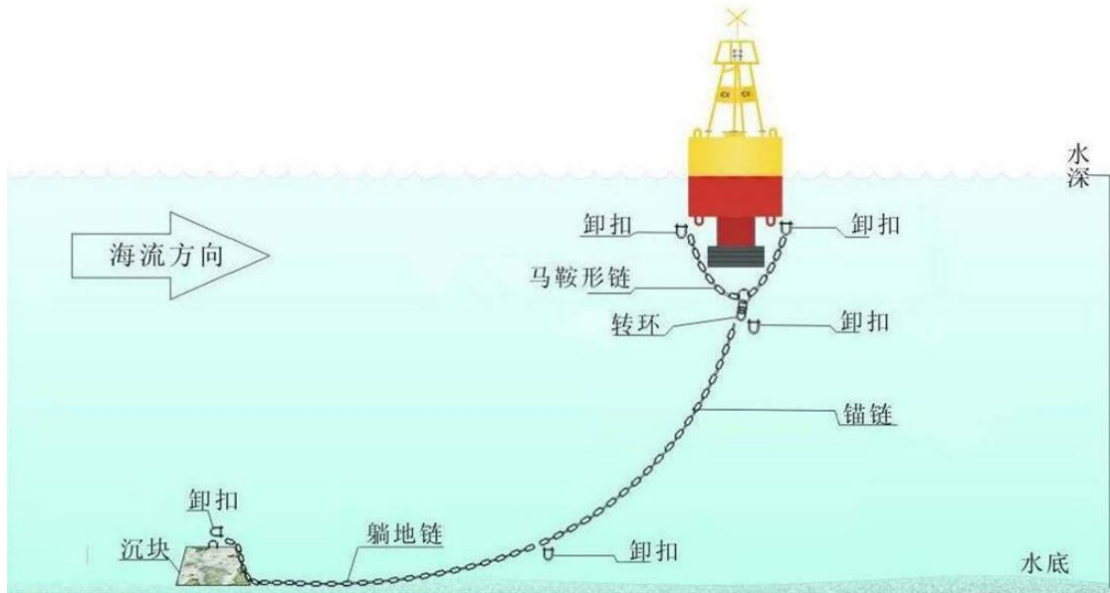


图 3.2.4-3 警示浮标示意图

3.3 养殖工艺

3.3.1 网箱养殖工艺

3.3.1.1 养殖品种

(1) 蓝圆鲹

蓝圆鲹（学名：*Decapterus maruadsi*）属鲹科、圆鲹属鱼类。体呈纺锤形，微侧扁。下颌稍突于上颌。上颌延伸至眼前缘之下方。上下颌各具一系列细齿；锄骨呈矢形齿带；腭骨及舌面呈细长齿带。鳃盖膜后缘平滑。下枝鳃耙数（含瘤状鳃耙）36~38。背前鳞延伸至瞳孔前缘之上方。侧线直走部始于第二背鳍第 12~13 鳍条之下方，全为棱鳞。第二背鳍与臀鳍同形，前方鳍条呈新月形，后方具一离鳍；胸鳍长，末端仅延伸至第二背鳍起点之下方。体背蓝绿色，腹部银白。背鳍、胸鳍淡色至黄绿色；第二背鳍具黑缘，其前方鳍条末端具白缘；尾鳍黄绿色；余鳍淡色。

蓝圆鲹为暖水性中上层鱼类。常聚集成群巡游于近海。喜集群洄游，白天常起

群上浮，夜间有趋光性。具有较长距离洄游习性。属广食性鱼类，饵料组成随海区饵料生物优势种类而变化，中国长江口和浙江北部近海，主要摄食磷虾、毛颚类，其次是翼足类端足类、其他小型鱼类桡足类头足类和虾、蟹等。

蓝圆鲹为中国主要经济鱼类之一，供鲜销和腌制食用。鱼肉组胺酸含量较高，捕获后放置时间较长会加速组胺酸的分解，产生大量组胺，人食后发生过敏性食物中毒。患者感到头晕、胸闷、舌麻发大、面有潮红、心跳、全身无力、四肢发麻、口渴、恶心。个别有呕吐、发冷等症状。一般6~8小时自愈，无死亡。

(2) 石斑鱼

石斑鱼是石斑鱼亚科 (*Epinephelinae*) 鱼类的总称，隶属于硬骨鱼纲 (*Osteichthyes*)、辐鳍亚纲 (*Neopterygii*)、棘鳍总目 (*Acanthopterygii*)、鲈形目 (*Perciformes*)、鲈亚目 (*Percoidei*)、鲈科 (*Serranidae*)，为暖水性的大中型海产鱼类，广泛分布于热带和亚热带海域，在我国主要分布于台湾海峡以及南海海域。

体一般呈椭圆或长椭圆形，侧扁；头长大于体高；背鳍棘部强大，与鳍条部相连，背鳍棘7~11根，鳍条10~21根；臀鳍棘3根，一般第2根最为强大，臀鳍棘条数7~13根；胸鳍宽大，位低，一般呈圆形；腹鳍位于胸鳍下方；口大，两颌齿内行齿倾倒；体被小栉鳞；侧线达尾鳍基部；尾鳍圆形、截形或凹型。不同种类的石斑鱼体型差异较大，30%以上的石斑鱼种类体长可达1m以上，超大体型者可超过2m，如鞍带石斑鱼(*E. lanceolatus*)、伊氏石斑鱼(*E. itajara*)、东太平洋石斑鱼(*E. quinquefasciatus*)等，而体型小者甚至小于20cm，如红鳍九棘鲈(*Cephalopholis aitha*)、短身石斑鱼(*E. trophis*)、多斑九棘鲈(*C. polyspila*)等。石斑鱼属(*Epinephelus*)作为石斑鱼科中种类最多的属，其体型大小变化较大，从小型到大型均有分布；而另一类数较多的九棘鲈属(*Cephalopholis*)除了红九棘鲈(*C. sonnerati*)外都是体长小于50cm的小型石斑鱼。此外，石斑鱼类的仔稚鱼发育过程中存在背鳍棘和腹鳍棘显著延长及收缩的现象，这是石斑鱼类发育过程中较为独特的一个特征。

石斑鱼为底栖性鱼类，其成鱼主要栖息于珊瑚礁及近岸岩礁区域，也有部分栖息于底质为沙质、泥质或淤泥质的海域，如青铜石斑鱼(*E. aeneus*)、褐石斑鱼(*E. bruneus*)及宝石石斑鱼(*E. areolatus*)等，其幼鱼则偏爱选择海草床、红树林等生境。石斑鱼类一般栖息于100m以浅的水域，如白线光腭鲈(*Anyperodon leucogrammicus*)和横带九棘鲈(*C. boenak*)等，也有一些种类栖息于100~200m的水层中，如橙点九棘

鲈(*C. aurantia*)。大多数石斑鱼为独居性鱼类，除了在繁殖期集群外一般不成群；但也有些种类的生活方式为一尾雄鱼和若干尾雌鱼组成的小群体，如横带九棘鲈和青星九棘鲈(*C. miniata*)。一些研究表明石斑鱼类通常可在特定的礁区定居较长的一段时间，这种定居习性较长的生活史等特征使得石斑鱼类易受到过度捕捞的影响。

(3) 蓝子鱼

蓝子鱼即臭肚鱼，是一种蓝子鱼科鱼类的统称，包括1个属(蓝子鱼属 *Siganus*)，有28个有效种。这种鱼体型外观扁平呈椭圆型，嘴部细长口小，背鳍和臀鳍上的刺骨尖锐有毒，食物以藻类食物为主。系沿海常见的暖水性近海小型鱼类，常栖息于岩礁或珊瑚丛中，有时也会进入咸淡水和河口的方。广泛分布于印度洋和太平洋西部。我国产于南海和东海南部。蓝子鱼以其肉质鲜美、味道可口的特性更是深受广大群众所喜爱。

蓝子鱼是杂食性鱼类，以植物性食物为主，但经过人工驯化后也能食配合饲料。在投苗下塘的早期应以藻类食物为主，特别是异枝麒麟菜刚生长出来的芽，是其最好的食物。随着鱼体的增大，在驯化成功后应以配合饲料为主，在没有专用的饲料情况下，实践证明，对虾颗粒饲料是较为理想的食物，日投饵量为5%左右，每天投喂两次，上下午各一次。依水温、天气、水质和摄食情况灵活掌握。在养殖过程中，发现其"胃口"不好时可添加些帮助消化的添加剂与主食饲料混合一起投喂。

(4) 鲷科鱼

鲷科 *Sparidae* 指的是脊索动物门，脊椎动物亚门，硬骨鱼纲，辐鳍亚纲，鲷形目的一科。本科鱼类外型类似笛鲷科或石鲷科，但鲷的体型较高，更侧扁；上下颌之门齿、犬状齿以至于两侧之臼齿均较发达。体呈椭圆或卵圆形，头大，前半部体较高，背缘弯曲，腹缘较平。单一背鳍，X—XIII 棘及 8-15 软条；臀鳍 III 棘及 8-14 软条；背鳍及臀鳍的最末端软条均分二叉；胸鳍尖长；腹鳍具腋鳞；尾鳍呈叉形，或稍内凹形。

鲷科鱼类不同的种，其栖息地环境变化较大，有主要栖息于低层砂泥底或岩礁底，从河口、海湾、近岸乃至大陆架较深均可见其踪迹，珊瑚环礁海域亦可发现某些鲷科鱼类。喜集成小群觅食，杂食性，主要以底栖甲壳动物、软体动物、棘皮动物或海藻为食，偶尔捕食小鱼。雌雄同体，且会性转变，先雌后雄型与先雄后雌型二种形态型均有。通常在河口域产卵。如：真鲷 *Pagrosomus major*、黑鲷 *Sparus*

macrocephalus、二长棘鲷 *Parargyrrops edita*、黄鳍鲷 *Acanthopagrus latus* 等。

鲷科鱼类为我国沿海重要经济鱼类，属于高级的食用鱼类，具高经济及商业价值，部份种类更是为驯化为养殖鱼类。适合各种烹饪方式食用。另外也是甚佳的游钓鱼类。

(5) 卵形鲳鲹

卵形鲳鲹（学名：*Trachinotus ovatus*）是鲳科、鲳鲹属鱼类。体高而侧扁；尾柄细短，侧扁。头小，高大于长，枕骨嵴明显。尾鳍分叉。背部蓝青色，腹部银色。体侧无黑点，奇鳍边缘淡黑色。经济价值较高，被列为名贵食用鱼类。

卵形鲳鲹是一种暖水性中上层洄游鱼类，在幼鱼阶段，每年春节后常栖息在河口海湾，群聚性较强，成鱼时向外海深水移动。其适温范围为 16~36℃，生长的最适合水温为 22~28℃，该鱼属广盐性鱼类，适盐范围 3~33‰，盐度 20‰以下生长快速，在高盐度的海水中生长较慢。该鱼耐低温能力差，昼夜不停地快速游泳，每年 12 月下旬至次年 3 月上旬为其越冬期。通常当水温下降至 16℃ 以下，卵形鲳鲹停止摄食，存活的最低临界温度为 14℃，2 天的 14℃ 以下温度累积出现死亡。

卵形鲳鲹为肉食性鱼类，仔、稚鱼摄食各种浮游生物和底栖动物，以桡足类幼体为主；稚、幼鱼取食水蚤、多毛类、小型双壳类和端足类等为食。

卵形鲳鲹属离岸大洋性产卵鱼类，在中国广东，人工繁殖于每年 4~5 月开始，一直持续到 8~9 月，个体怀卵量为 40~60 万粒。天然海区孵出后的仔、稚鱼 1.2~2cm 开始游向近岸，长成 13~15cm 的幼鱼又游向离岸海区。据方永强等（1996）对该鱼早期卵子发生的显微及超微结构研究，表明在 1~2 龄鱼卵巢中卵原细胞进入首次成熟分裂前期，3~4 龄鱼才开始进入小生长期，往后至卵母细胞成熟。在人工养殖条件下，卵形鲳鲹 V 龄性腺已经成熟，经人工催产，能产卵受精，并孵出正常的仔鱼。

(6) 石首鱼

石首鱼 (*drum*) 又名黄花鱼，也叫江鱼。此鱼出水能叫，夜间发光，头中有像棋子的石头，所以叫石首鱼。石首鱼是鲈形目(*Perciformes*)石首鱼科(*Sciaenidae*)约 160 种鱼的统称。一般为底栖，肉食性，大部分分布暖海或热带沿海，少数生活于温带或淡水水域。

①大黄鱼，体近长方形而侧扁，背缘及腹缘的前方隆凸而后方为低。体长约 30

余厘米。头大而侧扁，吻圆钝。眼中等大，侧上位；眼间隔宽而稍隆凸。鼻孔每侧 2 个，前鼻孔圆而小，后鼻孔长形，较大，接近于眼。口前位，宽阔而斜。上、下颌相等，唇薄；上颌骨能伸缩。前鳃盖骨边缘有细锯齿，鳃盖骨后端有一扁棘。鳃孔大，鳃盖膜不与峡部相连。鳃耙较长。鳞片栉状，侧浅鳞 57；侧线下鳞较侧线上鳞为大。背鳍及臀鳍的鳍条部 2/3 以上均蒙小圆鳞。侧线前部较弯曲，后部较直。背鳍Ⅷ~X31，起点在胸鳍起点的上方。臀鳍Ⅱ9，起点约与背鳍鳍条的中部相对，胸鳍 15，起点在鳃盖后。腹鳍小于胸鳍。尾鳍楔形。体背侧灰黄色，下侧金黄色；背鳍及尾鳍灰黄色，胸鳍、腹鳍及臀鳍为黄色。多活动于海水中下层，有洄游习性。

②小黄鱼，形状和大黄鱼相近而小。体长约 20 厘米。侧线鳞 60~63。背鳍Ⅸ34~36，起点与胸鳍的起点相对。臀鳍Ⅱ9，起点稍后于背鳍鳍条的中部。胸鳍 19，长而尖，末端超过腹鳍的末端。腹鳍稍短于胸鳍。尾鳍楔形。体背侧灰褐色，两侧及腹侧为黄色，背鳍边缘灰褐色。有洄游习性。

3.3.1.2 网箱养殖环境要求

(1) 海域选址

选择半开放式海域或者有岛礁屏障的海湾，避风效果良好，海底地势平缓，底质为泥质或泥沙质，水深 9m 以上，潮流通畅，海域内海水流速小于 1.0 m/s，流向平稳。远离排污口、航道、港口等地，养殖区周围无工业“三废”及农业、生活等污染源。养殖环境应符合 GB/T 20014.16 的要求。

(2) 水质要求

水温 20℃~34℃，盐度 25~35，透明度≥5 m，pH7.5~8.5，溶解氧≥5 mg/L。海区水质符合 GB 11607 和 NY 5052 的规定。

3.3.1.3 鱼种运输

(1) 运前准备

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

(2) 验收、检疫

鱼种采购前，应根据供需双方的协议进行验收，验收合格的鱼种方可外运。鱼

种异地运输应进行检疫，凭检疫证方可运输。

(3) 吊网和停食

鱼种在运输前应进行吊网 8~10h，具体方法按《池塘常规培育鱼苗鱼种技术规范》（SC/T 1008-1994）的规定执行；鱼种运输前应停食 1~2 天。

(4) 运输方法和密度

运输方法：采用塑料袋密封充氧、敞口容器充氧和活水仓等多种方法。

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

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

3.3.1.4 养殖生产及管理

(1) 投放鱼苗

本项目深水网箱主要养殖品种为汕尾海域常见的主要经济种，主要包括蓝圆鲈、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等。投放的苗种应种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形。投放时间：低温季节选择在晴好天气的午后，高温季节宜选择阴凉的早晚进行。鱼种运输抵达目的地以后，保留连续充气，按《无公害食品渔用药物使用准则》（NY 5071-2002）使用准则对鱼体进行消毒处理。放养时，搬运工具应用柔软的网具。一般来说，体长 10cm 左右的鱼苗，可放为 10 尾/ m^3 ~15 尾/ m^3 水体；放养后要加强对鱼苗早期的营养，壮苗，增强抗应激能力。

(2) 投放饲料

饲料分为天然饵料和人工饵料，本项目采用人工配合饵料，所用饲料应符合《无公害食品渔用药物使用准则》（NY 5071-2002）的规定。人工配合饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工配合饵料应营养齐全，在水中稳定性较好。

投喂原则：饵料投放采用先快后慢原则。先用少量饲料使鱼聚集后再大量投料。饲料尽量撒开，进行局部匀撒。小潮多喂、大潮少喂；水清多喂、水混少喂，水温适宜时多喂，反之少喂，晴天多喂、阴天少喂，风浪小多喂、风浪大少喂，环网当天不投喂，次日减少投喂量。冬季水温较低的情况下减少投喂次数或隔天投喂 1 次。

日投喂 1~2 次，小潮汛在清晨和傍晚投饲，大潮汛应选择平潮或缓潮时投饲，阴雨天可隔日投喂，水温低 20℃ 以下少投或不投饲；配合饲料的日投饲量为鱼体重的 0.5~1.5%。选用国内自行设计生产的远程多路自动投饵系统，根据气候、水质、潮流等实际情况，通过计算机适当调整投饵时间和投饵量，实现全自动投喂饲料。

(3) 养殖病害防治

病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒；养殖过程中，要坚持巡视，特别留意察看鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化（如深埋等）处理，严禁随便将病、死鱼扔出网箱外，使病害传播蔓延，造成更大的损害。

预防：在病害流行季节做好疾病预防工作，在预混合配合饲料粉料中添加大蒜素、免疫多糖或中草药制剂，加工制成软颗粒饲料投喂，网箱内挂消毒剂袋，及时清除病鱼、死鱼。

治疗：使用的药物应符《无公害食品渔用药物使用准则》（NY 5071-2002）的规定。治疗方法可采用投喂的方法，也可在平潮前后进行药浴。

休药期：按《无公害食品渔用药物使用准则》（NY 5071-2002）规定的休药期用药。

网箱常见鱼病治疗方法见下表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 常见鱼病的治疗方法

鱼病名称	发病季节 (月)	症状	治疗方法
肠炎病	5~11	病鱼腹部膨胀积水，轻按腹部，肛门有淡黄色粘液流出。有的病鱼皮肤出血，鳍基部出血；解剖病鱼，肠道发炎，肠壁发红变薄。	大蒜素 1.0~2.0g/Kg 鱼体重，拌饵连用 3~5 天；土霉素 50mg/Kg 鱼体重，拌饵连用 4~6 天。
溃疡病	4~11	病鱼体表皮肤褪色，鳃盖出血，鳍腐烂，有的在体表出现疥疮或溃烂。解剖病鱼，幽门垂出血，肠道内充满土黄色的黏液，直肠内为白色黏液，肝脏暗红色或淡黄色。	三黄粉 30~50g/Kg 饲料，拌饵连用 3~5 天；五倍子粉 2~4mg/L，拌饵投喂 3 天；三氯异氰尿酸 0.3~0.6mg/L 拌饵投喂；二氯化氰 0.3~0.6mg/L 拌饵投喂。

鱼病名称	发病季节 (月)	症状	治疗方法
弧菌病	常年	感染初期，体色多呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢地浮于水面，有时回旋状游泳；随着病情发展，鳞片脱落，吻端、鳍膜烂掉，眼内出血，肛门红肿扩张，常有黏液流出。	三黄粉 30~50g/Kg 饲料，拌饵连用 3~5 天；土霉素 50~80mg/Kg 鱼体重，拌饵连用 4~6 天；五倍子粉 2~4mg/L，拌饵投喂 3 天；二溴海因 0.2~0.3mg/L 拌饵投喂。
病毒性 疾病	6~12	病鱼体表两侧充血、出血、上下颌、吻部出血；有的鳍条有血丝，鳞片脱落，严重时形成溃疡。有的鱼体各部位繁生念珠状物，病灶的颜色由白色、淡灰色变为粉红色，成熟的肿物可出现轻微的出血。	聚维酮碘 0.1~0.3mg/L 拌饵投喂；二溴海因 0.2~0.3mg/L 拌饵投喂。四烷基季铵盐络合碘 0.3mg/L 拌饵投喂。
寄生虫、 真菌等引 起的疾病	3~11	病鱼体表皮肤、鳃、眼角膜、口腔和病鱼的肝、脾等处，肉眼可见许多白色的点状囊泡，病鱼瘦弱、腮部贫血、体表黏液增多，食欲不振，游泳无力，活动异常，严重者体表出血、溃疡，腹部膨胀，眼球突出充血。	四烷基季铵盐络合碘 0.3mg/L 全箱泼洒；硫酸铜 0.8~1.2mg/L 拌饵投喂；硫酸铜+ 硫酸亚铁 (5:2) 0.8~1.2mg/L 拌饵投喂。

(4) 管理维护

日常管理：为防止逃鱼，要经常对网箱进行检查。在台风过后，检查网箱有无破损、逃鱼的现象发生。网箱下海一段时间，有污损生物附着在网箱主浮管和网衣上，要及时清除或换网。每天对水温、盐度、天气、风浪等环境因子；饲料投喂种类、数量；鱼的活动、摄食情况、鱼类健康状况；病害防治情况及死鱼、病鱼数量；网箱安全程度等进行观察和检测，做好养殖日志。定期随机取样测量体长和体重。

网箱清洗：深水网箱养殖过程中需经常检查网箱的安全，根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，6~12 个月更换一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡，使用高压水枪等方法清洗网箱。

安全生产措施：在海水网箱养殖过程中要经常检查网箱的安全。应采用水面、水中观察相结合的方法经常检查网箱系统的附着情况，网箱有否破损、各种缆绳骨有否磨损、网箱系统的固定设施是否固牢坚硬等，发现问题采取相应措施及时处理，防患于未然。在灾害性天气出现之前应采取在加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，

加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物，沉降网箱等措施；养殖人员、船只迁移至避风港等措施进行防范。在强风暴过后应及时检查网箱有无损坏，发现问题及时修复。在网箱养殖区安装警示标志和灯具，防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害，及时清除垃圾和大型漂浮物。

环境保护：网箱养殖区的生活污水、废弃物、垃圾、病鱼、死鱼等不得直接丢弃于养殖海区，应设收集容器，专人负责收集处理。定期对养殖区水质进行监测和监控。

（5）成鱼收获

当鱼体达到商品规格时，一般蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鲹和石首鱼的养殖周期为8个月，8个月后将鱼群聚集于网箱一角，即可收获。起捕前停饵2~3天。

3.3.1.5 网箱的维护

（1）网衣的换、洗工艺

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，进行网衣的更换和清洗，换网时先把旧网囊拉至水深2m处，把新网囊套在旧网囊外面，挂在网箱框架上，然后把旧网囊解开，慢慢驱赶鱼群进入新网囊，最后把旧网囊卸下。换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。清洗网箱时首先将其清空，卸下配重沉子和网囊分别进行清洗，网衣的清洗是将网囊用高压水枪直接冲洗。

（2）框架的维护

网箱框架的主要材料为聚乙烯（HDPE）高分子材料，具有良好的柔弹性，能较好地适应海洋工况。网箱使用时必须采取防冲撞措施，在网箱区域要有区域分隔线及夜间警示装置（可安装在浮筒上），防止航行的船只误入网箱区域。其次在对网箱进行作业时，比如挂网、卸网、投饵等，要注意不要使工作船与框架发生强烈碰撞，尤其是不要撞击网箱关键部位（系绳点等）。

长期浸泡在海水中，网箱框架也会有附着物生长。框架材料HDPE是非极性材料，附着物不会在框架上附着很牢固，而且由于表面光滑，很容易就能将附着物清洗掉。所以要定期安排人员对框架上的附着物进行清理。

（3）泊系系统的维护

泊系系统由大抓力锚、锚链、卸扣、浮筒、缆绳和缓冲装置等构成。除了厂家

在设计和制作安装过程中要考虑其材料强度和安装强度外，泊系系统各部件的日常维护必不可少。主要维护措施就是日常检查。使用单位要定期参照厂家提供的用户手册对各部件进行安全检查，检查项目包括浮筒、缆绳、结点枢纽等。

(4) 台风影响前后的应对措施

通常在台风来临前必须对网箱系统进行一次全面的检查并对隐患及时处理。台风来临前要密切关注天气状况并要及时了解台风的影响范围、时间及可能的影响程度，保证有充足的时间对网箱进行操作。还要随时观察网箱中养殖鱼类的活动情况。准备好充足的饵料，通过饵料管进行喂食。要定时通过水下监视设备进行观察或安排潜水员亲自观察，将台风带来的损失降到最低程度。

(5) 网箱拆除

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

3.3.2 吊养养殖工艺

3.3.2.1 养殖品种

(1) 牡蛎

牡蛎 (*ostrea gigas tnunb*) 俗称海蛎子、蚝等，隶属软体动物门，双壳纲，珍珠贝目，是世界上第一大养殖贝类，是人类可利用的重要海洋生物资源之一，为全球性分布种类。牡蛎不仅肉鲜味美、营养丰富，而且具有独特的保健功能和药用价值，是一种营养价值很高的海产珍品。牡蛎的含锌量居人类食物之首。古今中外均认为牡蛎有治虚弱、解丹毒、降血压、滋阴壮阳的功能。

牡蛎作为一种优质的海产养殖贝类，不仅具有肉味鲜美的食用价值，而且其肉与壳均可入药，具有较高的药用价值。

壳在断面上可以分为三层：最外层为薄而透明的角质层，中层最厚是由碳酸钙组成的柱状结构称棱柱层，内层为碳酸钙的片状结构，称珍珠层。壳是由下面的外套膜分泌形成，外套膜由壳顶处向腹缘延伸，它是两层上皮细胞，中间夹有结缔组织所形成的膜，膜内有肌纤维使它附着在壳内面，外套膜的边缘加厚形成三个褶皱，内褶上有放射肌及环肌使边缘紧贴壳上。中褶上有大量的感觉细胞或感觉器，具有触觉、视觉等功能。外褶有很强的分泌功能。

两壳不等，左壳或称下壳较大而凹，以左壳固着在岩石或海底木桩上。一般是在面盘幼虫变态的后期，由足丝分泌粘液，将外套膜缘固着在基质上，然后由外套膜分泌的贝壳则直接粘着在塞质上了。足完全消失、前闭壳肌也退化消失、后闭壳肌移到身体的中部，已完全失去了运动的能力。闭壳肌与韧带具有拮抗作用。由于永久的固着生活，外套膜缘出现了发达的小触手或感官，外套膜从不出现愈合点或形成水管，因为它们生活在硬质表面，那里很少有大量沉积物的存在，因潮汐运动已起到了清除作用。

(2) 扇贝

扇贝属于软体动物门，扇贝科，是我国重要的贝类养殖品种。扇贝可食部分的主要营养成分为蛋白质，与鱼类、虾类相似，是一种集食、药、滋补为一体的重要水产食物。扇贝广泛分布于世界各海域。扇贝柱的干制品称为“干贝”，为名贵海珍品。

又称海扇蛤，贝壳多呈圆盘或圆扇形；壳顶前后方有耳，两耳相等或不等，多数右壳前耳下方有明显的足丝孔和细栉齿。壳面具放射肋或同心片状雕刻。闭壳肌痕明显，外套痕简单，无水管；内韧带，位于壳顶下方的三角形韧带槽内。我国沿海已发现 50 余种。栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 是我国北方沿海重要的养殖贝类，产量很大，经济价值高，扇贝柱的干制品称为“干贝”，为名贵海珍品。

除少数种类外，多栖息于低潮带至数百米左右的浅海，营附着或自由生活，主要以蜉蝣藻类为食。

扇贝的主要的食用部分是闭壳肌，即扇贝柱，其肉质细嫩，味道鲜美，是营养价值极高的保健食品。扇贝闭壳肌的干制品俗称干贝，是我国传统的“海八珍”之一，深受消费者喜爱。

3.3.2.2 养殖环境要求

(1) 海域选址

养殖海区为避风条件良好的内湾或受台风影响较小的近海，海面风浪较小；低潮线至水深约 7 米水域；温度范围为 10~33℃，生物饵料丰富。海区地质为砂质、泥沙或砾石，附着生物少，以及敌害生物少的海区。

(2) 水质要求

养殖海区水温 15℃~30℃，盐度 25~35，pH 8.0~8.4，溶解氧 5mg/L 以上。水质符合 GB11607 和 NY5052 的规定。

3.3.2.3 养殖生产及管理

项目选择养殖海域离岸远，养殖区海水交换能力强，养殖设施采用透水性好利于集约化管理的贝类养殖网笼，考虑项目运营期间主要养殖品种为牡蛎、扇贝等，养殖关键工艺要点如下：

(1) 放养规格

放养规格为 4 周内贝苗。

(2) 放养密度

贝类增殖的苗种放养密度以 5000 株/公顷，最终养殖密度 2350kg/公顷较为适宜。

(3) 饵料投喂

贝类增殖不需要投放饲料，贝类以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用。牡蛎、扇贝的养殖周期一般 10 个月。

(4) 敌害及附着物清除

1) 扇贝

①敌害生物的清除

贝苗养殖时间，每隔 5d~10d 打开贝笼检查一次，如有嵌线螺、小螃蟹等敌害生物应及时清除；亲贝养殖期间，每次洗笼时发现嵌线螺、蟹类、鱼类等敌害生物时，应及时清除。

②附着生物的清除

亲贝养殖时间，1~3 个月清除贝体上附着生物一次，清贝时应避免太阳直射和高温作业，暴露时间过长。养殖笼具附着生物量过多时，应及时换笼。

2) 牡蛎

捕捉清除肉食性的蟹类，洗刷清除污损生物。

(5) 日常管理

水下检查：贝类养殖需配置潜水员，潜水员定期进行必要的养殖系统检查，特别是台风或热带风暴发出预报信息时的检查，包括养殖网笼有无破损、盖网、固定装置、通道等，确保养殖在任何情况下是安全可靠的。

养殖日记：每日做好环境因子与生产操作记录，主要内容包括：数量、患病及

死亡情况、天气情况、水温、盐度、透明度、溶氧、养殖笼安全状况和工作情况等，以及定期测量记录贝类体重或体长数据，供制订下一步养殖计划提供科学依据。一般每隔 15~20 天随机抽取 25~35 头测量 1 次。

3.3.3 底播养殖工艺

3.3.3.1 养殖环境

- (1) 养殖场的选择应符合 NY/T 391 的规定。
- (2) 养殖用水应符合 NY5052 的规定。

3.3.3.2 贝苗起捕运输

(1) 起捕

排干培育池内海水，将所有贝苗起捕，用筛网分级。

(2) 质量标准

壳长以 2cm 为主，体壳色鲜艳，釜足伸缩有力，受惊后壳能快速闭合，撒播到沙滩上 1h 内能钻入泥沙中。

(3) 运输

计量后将贝苗装入网袋，扎紧袋口，保持湿润，避免高温，及时运输。

3.3.3.3 底播养成

(1) 场地条件

1) 潮位

潮流通畅，水质清新的海洋底表层。

2) 底质

泥沙质底质，海洋表层沉积物平坦，不板结

3) 水质

应符合 NY 5052 规定。

(2) 苗的播放密度

育苗期 1 个月左右的贝苗，播放密度 2 万粒/亩。

(3) 日常管理

1) 防逃

在养殖海域周围水下插桩围网，网的网目 2cm，网高 1m。

2) 疏散

大风浪后及时将冲刷到一起的贝苗进行疏散，防止推挤在一起。

3) 除害

及时清除养殖滩涂面上的贝类、芋螺、海星等敌害生物。

4) 收获

花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖周期一般为 12 个月，足月后，退潮时人工采收，捕大留小。

3.4 施工方案、施工方法、工程量及计划进度

3.4.1 施工条件

1.自然条件

项目所在的江牡岛海域水域开阔，当地气候适宜，无严冬酷暑，适合施工。

2.施工场地

项目水域位于江牡岛东北面海域，水流状况稳定，水深条件较好，在 10m 以上，适合深水网箱养殖和吊养养殖。

3.施工力量

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

4.材料供应、施工水电条件

网箱材料和吊养养殖材料由本项目建设单位就近购买，在陆上保障基地进行组装，可满足工程建设的需要。

5.交通条件

网箱材料和吊养养殖材料由道路直达保障基地，其对外陆路交通方便快捷。本项目海域开阔，水深优良，可满足各种施工船舶的水上通行要求。

3.4.2 施工工艺及方案

3.4.2.1 网箱安装施工方案

本项目抗风浪深水网箱拟定由建设单位在保障基地组装完毕后用运输船运输至养殖海域进行投放。

(1) 施工顺序

安放准备工作→抗风浪深水网箱运输→深水网箱投放→竣工验收

(2) 锚位预定

用 GPS 定位仪选定锚位点。

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，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 14 个铁锚作为一组网箱的 14 个锚位点。依水面上定位浮球位置和 14 个锚位点位置坐标进行校正，使浮球在纵、横向均排列整齐。最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

(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) 网箱绑系

用工作船将网箱框架（框架连接绳可提前连接）拖至固定系统的区域内，用锚绳将网箱框架固定，并收紧绳索。

(5) 网衣的安装

网衣挂在双浮管的内管，防跳网沿扶手管架设，并在扶手栏杆上绑缚固定；在网衣的底部沿圆周竖纲位置处绑系沉子，沉子的数量根据网衣大小规格选用，网底距沉子底的距离不超过 2m。

(6) 调试

固定系统安装完毕后，依框架在水面的状态，通过锚强的松紧进行调节，使其在水面布局规整、简洁。

(7) 挂网

依养殖生产需要适时挂网。

3.4.2.2 吊养养殖施工方案

①工具准备

工具准备主要有 GPS 定位仪、指挥船、运输船、吊船。

②锚位预定

每条主绳选定 2 个关键锚位预定点，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 GPS 定位仪，指挥工作船驶至锚位预定点，依顺序逐一投放沉子，使浮球在纵、横向均排列整齐，最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

③锚投放

吊船行驶至第一个锚位点，依次投放第一个水泥锚，重复上述操作，投放其余的铁锚。

④主绳绑系

每投放完一个铁锚后，即用运输船将主绳拖至固定系统的区域内，将主绳固定在锚桩上，并收紧绳索。锚泊系统安装完毕后，依锚绳在水面的状态，通过锚绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

3.4.2.3 底播养殖施工方案

本项目底播养殖不另外建设用海设施及构筑物，根据项目宗海布置，拟安排作业船在育苗期在用海区域进行投放，在用海区域内按一定密度投放海产品苗种，使之在海底自然生长、不断增殖，定期进行采收，采收办法主要是人工下潜进行采捕。

3.4.2.4 人工鱼礁施工方案

1、鱼礁制作

鱼礁制作应选用正规、合法经营的预制场进行制作，鱼礁礁体制作应先确定混凝土配合比，浇筑混凝土前，应检查模板、支架钢筋和预埋件位置的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆、油污清除干净。混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬后保湿养护 10 天以上。加挂钢筋所涉的钢筋焊接均采用双面搭接满焊，焊接质量应符合钢筋混凝土施工规范中对钢筋焊接的相关要求。

2、鱼礁存放

预制件的存放场地应靠近预制场制作点或场地地势平坦，有足够存放面积和承载力。

3、鱼礁运输

本次施工材料均在陆上预制完成，经验收合格后，方可进行装运。先将施工

材料由预制场地转运到码头，再用轮式旋转长臂吊机吊到船上堆放。本次施工物料出运拟租赁马宫南湖码头，该码头至本次施工投放礁区航程约 2.65 公里，航程较近。



图 3.4.2-1 马宫南湖码头至本项目水域航线示意图

4、鱼礁投放

鱼礁单体采用吊运安装投放。礁体未吊装上船前，所有工作人员必须全部配备救生衣、安全帽等安全工具才能进入施工现场。在装运安过程中，礁体必须达到设计强度才能吊运安装。吊运时必须清理鱼礁上所有杂物。投放时船上所有工作人员穿好安全衣、戴好安全帽。投放时，鱼礁单体所有吊装过程必须采用 4 点吊，由投放船上的 GPS 定好全方位，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于 5m，礁体下落到水底才能脱钩。投礁三个月后，定期水下观察礁体是否移位、下陷或损坏，同时进行效果调查及评价。

3.4.2.5 海上工作平台施工方案

海上工作平台共 18 根 1m 直径 PHC 桩，其中直桩 6 根，斜桩 12 根。

1、桩基施工

a. 沉桩顺序

根据现场情况和工期要求结合打桩船的平面尺寸，沉桩施工顺序为：先施打靠北侧的基桩，然后往南侧逐根施打。

沉桩前，应先将编制好的沉桩顺序报监理工程师审批。

b.船位布置

桩船沉桩时，抛八字锚，带缆控制船横向移位，首尾抛锚带缆，控制前后移位，装桩方驳与打桩船两船纵轴线成 T 型布置。

c.测量控制

利用设置在北侧平行平台前沿线的基线进行打桩测量控制，采用经纬仪前方任意角交会控制。斜桩的定位标高设在施工水位以上，并尽可能接近桩顶标高，桩的平面扭角由打桩船上用六分仪对岸标进行控制。打桩时，用三台经纬仪测量控制，其中两台用于定位，一台用于校核，标高测量用水准仪。

打桩测量程序如下：

- (1) 由打桩主管工程师编制打桩顺序；
- (2) 测量工程师根据打桩顺序依次计算每根桩的座标及各个测站的测量控制数据，打桩主管工程师复核测量内业计算成果，主任工程师审核。将有关资料报监理工程师审批。
- (3) 将打桩测量控制数据交给负责各测站司测的测量员进行现场测量。
- (4) 测量工程师及主管工程师在打桩船上随时对打桩测量过程中出现的问题进行处理。

d.沉桩要求

- (1) 沉桩前，先根据桩位布置图结合沉桩允许偏差，校核各桩是否相碰；
- (2) 对施工区域原有障碍物进行探明及清理；
- (3) 在斜坡上定位，应根据现场实际操作的情况及已有施工经验，适当确定提前量定位下桩；
- (4) 锤击过程中，桩锤、替打和桩应保持在同一直线上，避免偏心锤击；
- (5) 桩垫的材料和厚度应严格按设计要求加工制作；
- (6) 沉桩应尽量连续，不要中途停锤，以免土壤恢复而增加沉桩阻力；

(7) 每根桩必须作好原始记录, 沉桩过程中出现的任何不正常现象都作好详细记录, 并及时通知业主、监理工程师研究解决。打桩完成后, 应及时将该桩的沉桩记录提交给监理工程师。

e. 夹桩

沉桩完毕后应即时进行夹桩, 夹桩采用 $10 \times 15\text{cm}$ 及 $[12$ 槽钢, 纵横夹桩, 将单个墩台的桩联成一稳定网络结构, 增强稳定性。

f. 桩头处理

桩施打完毕后, 若桩顶标高高于设计值, 应将高出部分凿除, 凿桩时, 测量放出桩顶标高, 利用夹桩材料搭设简易平台, 砗桩头用人工凿除, 用趸船配合吊住桩头, 以策安全, 并将长出桩头吊入趸船仓内运上岸。

2、现浇横梁施工

桩基施工完成后, 即可进行平台现浇横梁施工。

a. 施工流程

横梁施工顺序与沉桩方向一致, 当横梁的基桩施打完成后, 马上进行

b. 模板工程

底模支承采用 $10 \times 15\text{cm}$ 木枋及 $[12$ 槽钢作两层井字型夹桩, 用 $\Phi 22$ 螺栓与基桩夹紧成整体。然后在夹桩木长度方向铺设 $[14$ 槽钢作为底模的支撑, 底模面板和侧模采用定型钢模板, 外侧用对拉螺栓固定。模板在岸上木工车间内加工, 然后由工作船运至现场趸船配合安装。

c. 钢筋工程

所有进场钢筋均要有出厂要有合格证, 并按规定取样进行试验。不合格品不得用于工程。

先根据构件的尺寸和分层浇筑情况编制好钢筋配料单。然后根据钢筋配料单在陆上钢筋车间内加工, 工作船运至现场人工绑扎。

d. 混凝土工程

e. 混凝土供应及运输

砗采用 0.75m^3 砗搅拌机进行拌和, 1t 翻斗车运输至工作平台, 通过溜槽将砗卸入装在交通船上的砗吊斗内, 吊斗容积约 1.5m^3 , 交通船运至浇注地点, 由趸船吊斗入仓。

f.混凝土浇注

混凝土浇注必须连续进行,横梁分下横梁和上横梁二次浇筑,第一次浇注至纵梁的搁置面,厚度为 1m,第二次在平台纵梁安装后浇注,厚度为 1.45m。

新旧混凝土接缝处进行凿毛处理,并在浇注新混凝土之前先用水清洗,再铺一层砂浆。砂浆厚 1~2cm。

混凝土分层浇注,每层厚度不大于 50 cm,插入式振捣棒振捣密实,为保证上、下层砼结合成整体,振捣棒插入下层砼 5cm。并进行二次振捣,二次抹面。

g.养护

砼养护由专人进行,采用拆模后喷涂养护液进行。

3、构件安装

构件安装包括纵梁、边梁及面板等。

a.安装顺序

安装靠船构件→安装水平撑→安装纵梁、边梁→现浇节点砼→安装面板

b.安装工艺流程

在支承点处表面(或侧面)测放梁板等构件安装的端边线和侧边线→测量支承点处的标高→水泥砂浆找平→起重船吊构件就位安装→检查合格后解扣→焊接加固。

c.施工方法及要求

(1) 构件安装前,先根据分段流水作业的部署仔细编排各类构件的安装顺序,以此安排构件装驳顺序。并在出运时逐件检查,以防出错。

(2) 构件安装时,应严格控制搁置面的平整度,保证构件底面与搁置面接触紧密,安装完后要及时勾缝。

(3) 用水泥砂浆铺填预制件搁置面时,砂浆应随铺随安,不得等砂浆硬化后安装构件,水泥砂浆不宜太厚,一般为 1~2cm,以座浆饱满,安装后略有余浆挤出缝口为准。

(4) 平台前、后沿线和侧边线的构件安装时,要用经纬仪控制其边线,确保平台边线的位置准确及平直。

(5) 安装靠船构件及悬臂板时,须将主筋与横梁焊接牢固后方可松钩,以保证构件的安全稳定。构件安装完成后,要及时将外露钢筋焊接牢固,增强抗风浪能力,

必要时要进行加焊、拉、顶等加固措施。并且要及时跟上节点砼的施工，及早成为整体结构，保证台风期的安全。

4、现浇面层砼施工

现浇面层由 150mm 的现浇层和 50~100mm 的磨耗层组成，砼强度等级为 C30。

3.4.3 人工鱼礁施工工艺

一.鱼礁投放工艺流程

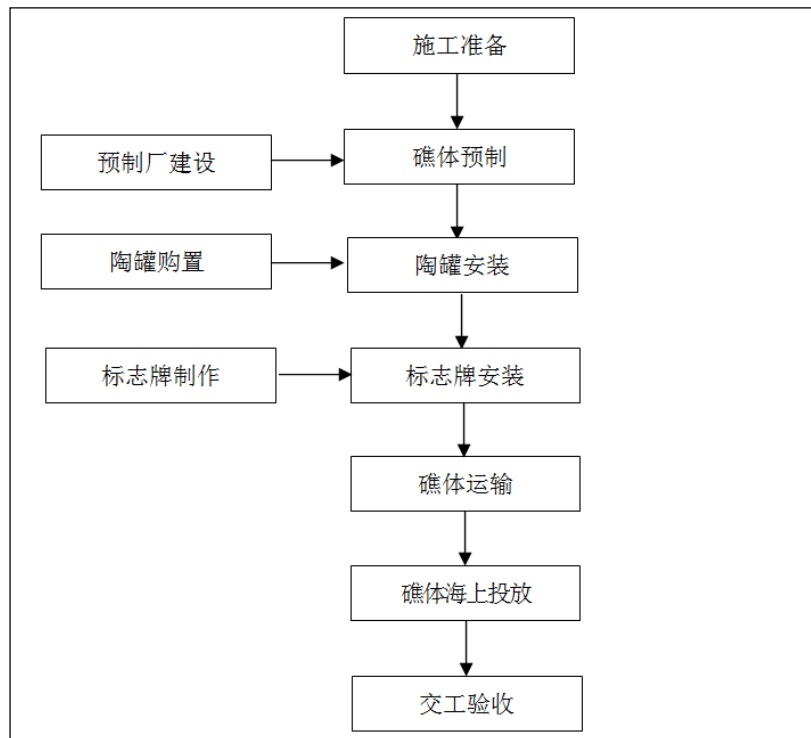


图 3.4.3-1 鱼礁施工总体流程图

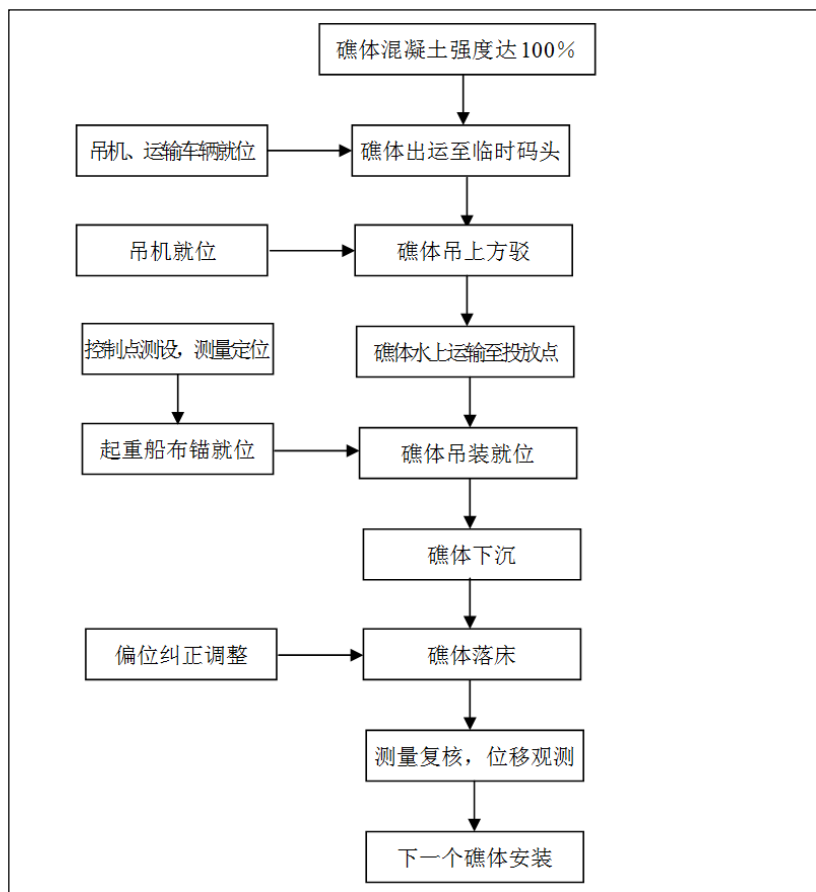


图 3.4.3-2 鱼礁投放工艺流程图

人工鱼礁起吊时应用吊具，以保证各吊点只受竖向力，且受力均匀。通过起重船的 DGPS 全球定位系统确定投放位置，由起重船八字锚锚机移船定位。

人工鱼礁就位以后，应及时测量其位置，定时观测沉降、位移，取得数据，为下步工作提供依据。

1、人工鱼礁投放顺序

本项目的人工鱼礁安放顺序为：投放时按设计图纸划分的礁群进行施工，每个礁群作为一个施工单元，礁群投放顺序按施工总平面图所示。单个礁群先从西至东投放第一排，再从南往北依次完成其它排。

2、人工鱼礁安装要点

(1) 施工过程将注意涨落潮及风浪对投放施工的影响，根据现场的风浪方向确定起重船的摆放方向，保持起重船船长与波浪波向一致。

(2) 投放前检查海床面有无障碍物；检查人工鱼礁有无粘底及其清除情况，如有将采取处理措施。出运前检查混凝土的出运强度，其强度必须达到设计强度的100%。

(3) 礁体装船出运时，船甲板上需设楞木，必要时在楞木上加铺木板，避免人工鱼礁在装船过程中出现碰坏，人工鱼礁的长度方向在装船时应与驳船的宽度方向一致。

(4) 礁体底下沉至距海床顶 0.3~0.5m 左右时，通过收放缆与船的左右移位调整人工鱼礁的位置，人工鱼礁沉落床后，检查偏位、缝宽，如不合格时将重新安装。

(5) 礁体投放后，在一定间隔的礁体顶部的四个角点位置设置沉降、位移观测点，并间隔一定时间进行沉降位移的观测。

3、潜水检测

为保证及检测礁体投放质量，在礁体投放完成后需进行潜水检测。在礁体投放完时，由潜水员下水检测礁体位置和倾斜情况，同时及时将水底情况反映给施工人员，根据水底情况决定是否需重新投放。

二、浮标投放

为标示汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目人工鱼礁区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。按渔业行业相关标准，在人工鱼礁区的 4 个边界节点分别设置 1 座礁区警示浮标。

1、就位准备

浮标下水后的带缆和防作业船只到达浮标布放站位后，应首先进行定位，对站位的水深及底质情况进行测量，技术人员再次对浮标系统进行全面的技术检查和安全检查，同时，与浮标岸站联系，确认浮标工作正常后，将浮标上各水密舱盖关紧。

参加布放作业人员全体就位，根据分工带好所必须的工具、索具，甲板作业工作人员戴好安全帽。登标人员戴好安全帽，穿好救生衣，待命。

作业船放小艇，登标人员上艇，准备浮碰。

2、浮标的布放

浮标吊放下水，将起吊钢缆连接到浮标的四个起吊眼板上，在姿态控制的情况下，使用作业船吊机将浮标徐徐下放至水面，脱钩过程中，作业人员注意船只和浮标防撞工作。

浮标带缆，用小艇控制浮标位置（拖带浮标），避免浮标与作业船发生碰撞。将浮标拖带至作业船舷侧中间位置，中间放置防撞垫。用缆绳将浮标挂耳与作业船舷系船柱连接。保证浮标固定且不受损坏。在投放浮标时，承重缆中间段用麻绳固定于船舷系船柱，尽量避免承重缆处于张弛受力状态。

3、钢索、锚链及锚的投放

操作作业船慢速接近浮标投放位置。利用绞盘机将锚缓缓送入水中，同时将钢索另一端锚链环固定在甲板上，避免因锚的下坠将钢索、缆绳、重坨、辅仓及承重缆拉下水。

当锚、锚链及钢索下放至海底时，距离海底约 5-8 米，作业船动车，将锚拖至准确测定站定后，放锚。

放锚后，继续释放钢索，保证钢索有一定余量在作业船甲板面上。

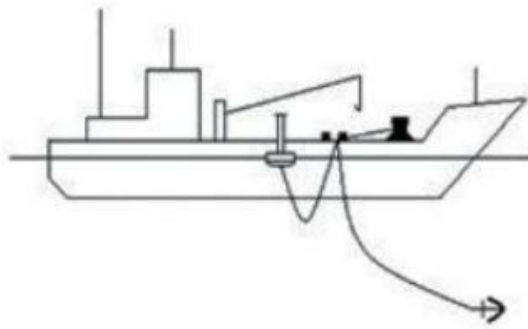


图 3.4.3-3 放锚示意图

4、重坨及缆绳的投放

钢索一端仍与绞盘机连接，启动吊车吊起重坨，启动绞盘机，逐步释放钢索，吊车协调将重坨放入水中，吊车采用自动脱钩法，确保重坨自由下沉。

同时，将缆绳中间段固定在系船柱上，让入水端缆绳处于张力状态（重坨处于悬浮于水中状态）。剩余端缆绳处于甲板面，为辅仓投放预留操作空间。

5、承重缆及辅仓的投放

把承重缆一端与辅仓（内置浮球）连接（可在岸上连接好），连接能换器支架及配重，连接水声释放器，水声释放器一端连接缆绳。缆绳一端使用锚机绞盘，将浮标甲板上的缆绳绞至作业船上，并固定缆绳。要注意重坨及钢缆的坠力，导致辅仓及承重缆被拉入水中。

利用吊机，将辅仓吊入水中，解除绑在系船柱段缆绳，并利用绞盘机释放原甲板上缆绳，绞盘机带缆释放，辅仓缓慢下沉，在浪流作用下，作业船应当充分利用船舵调整位置，避免承重缆及缆绳绞入船尾螺旋桨区域。

待辅仓沉入水中，割断固定与系船柱上的绑扎承重缆的中间段的麻绳，让承重缆随辅仓沉入水下。

待辅仓没入水中的过程中，解开浮标捆绑绳索，用小艇将浮标拖离作业船。拖离方向应当与作业船保持夹角，顺流拉开，利用流水作用将浮标推出作业船舷区域，避免碰撞。自此，整个浮标锚系投入海中。

6、浮标系统的恢复运行和现场的监视

浮标布放完毕后，应进行准确定位并做好记录，锚系投放完成后，人员登标，开机工作，等待就近一个正点的采集、发射。通过与浮标岸站联系，以确认浮标工作正常。

完成上述工作后，作业船应在浮标附近对浮标进行 24 小时监视，以确定浮标无走锚、断缆跑标等现象。如果浮标在布放站位的旋转位移正常，则说明布放成功。

为了确保浮标布放后处于正常工作状态，在 24 小时监视期间应组织人员对浮标的各项测量数据进行现场比对，与浮标岸站随时保持联系，掌握浮标的工作状态，若无明显故障，即可返航，若发现问题，应立即组织人员登标抢修或更换设备。

3.4.4 工程量及施工设备

3.4.4.1 主要工程量

本项目主要工程量见表 3.4.4-1。

表 3.4.4-1 本项目主要工程量表

序号	设备名称	单位	数量
1	深水网箱	个	100
1.1	HDPE 主框架（周长 40 米，DN250）	个	100
1.2	绞捻无结网衣网衣 （网目 1.2cm、深 3.5 米，鱼种培育）	张	100
1.3	绞捻无结网衣网衣 （网目 1.8cm、深 3.5 米，鱼种培育）	张	100
1.4	绞捻无结网衣网衣 （网目 3.5cm、深 5 米，鱼种标粗）	张	100

1.5	绞捻无结网衣网衣 (网目 6.5cm、深 5 米, 成鱼养殖)	张	100
1.6	网衣坠子 (35kg 水泥沉块, 12 个/箱)	个	1200
1.7	混凝土锚 (约 3500 公斤/个, 14 个/组)	个	252
1.8	网箱固定缆绳 (Φ 36mm pp 纤维绳, 50 米/条、14 条/组)	米	12600
1.9	网箱及锚固系统安装	套	100
1.10	自动投饲系统	套	100
2	吊养养殖		
2.1	浮筏	套	200
2.1	筏架	组	200
3	人工鱼礁		
3.1	A 型鱼礁	个	750
3.2	B 型鱼礁	个	750
4	海上工作平台		
4.1	工作平台	座	1

3.4.4.2 施工设备

根据业主要求及工期的安排, 各项目投入的主要船机设备资源配置如下:

表 3.4.4-2 礁体施工设备表

序号	施工船机船设备名称	型号/规格	数量	用途
1	工作船	100t	2 艘	锚位预定
2	指挥船	/	2 艘	指挥作业
3	打桩船	/	1 艘	PHC 桩打桩
4	吊船	80t	1 艘	吊装资料
5	运输船	200t	2 艘	运输资料
6	起重船	100t	1 艘	整体定位、投放礁体
7	方驳	1000t	2 艘	运输材料
8	拖轮	900HP	2 艘	动力船, 运输材料

9	供水船	400t	1 艘	供水
10	机动艇	150HP	3 艘	应急、救援等偶然使用
11	辅助船	动力 2000KW, DS	2 艘	潜水工作船、浮标投放
12	履带吊车	50t	2 台	起重鱼礁礁体
13	履带吊车	16t	1 台	起重鱼礁礁体
14	潜水设备	/	2 套	潜水

3.4.5 施工进度

由于本工程项目施工条件好，根据工程建设的内容（主要为深水网箱、吊养设施、人工鱼礁投放和海上工作平台施工）及工序安排，总工期预计约需要 24 个月。

表 3.4.5-1 项目施工进度表

序号	项目	进度计划（月）											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	施工准备	■											
2	海上工作平台		■	■	■	■	■	■					
3	深水网箱					■	■	■	■	■	■	■	■
4	吊养设施		■	■	■								
5	底播养殖							■	■	■			
6	人工鱼礁		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	竣工验收												■

3.5 项目用海必要性分析

3.5.1 项目建设的必要性

1、项目的实施，将构建现代渔业基地，有利于推动汕尾深海网箱和贝类养殖发展，有利于水产品品牌建立；

本项目紧扣国家大湾区发展战略机遇，能够充分发挥汕尾渔业资源富集优势，形成标准化、规范化的网箱养殖、浮筏养殖和底播养殖相结合的鱼贝藻间养养殖模式，建设海上养殖基地。

网箱选择蓝圆鲀、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，采用浮球吊养模式和筏式吊养模式养殖牡蛎、扇贝等产品，致力于集约化养殖。

采用标准化的养殖模式，严格执行专业化的养殖管理流程，打造高标准的安全绿色水产品。预计项目实施后，将成为省内设施化水平较高、技术较先进的海水鱼类深海网箱养殖和贝类养殖基地，有利于推动汕尾深海网箱和贝类养殖发展。有利于汕尾市关于中国驰名商标、省级名牌和有机、绿色、无公害标志的水产品的建设工作。

2、项目的实施，有利于发展促进产业转型升级发展，引进与培养专业技术人才；

汕尾市海洋养殖规模庞大，近五年海水养殖产值保持稳步增长，其中 2019 年海水养殖产值为 56.5 亿元，同比增长 8.3%，是近 5 年增长最快的一年。海水养殖产量稳步增长，2019 年海水养殖产量达到 33.8 万吨，同比增长 7.9%。汕尾鱼、虾、蟹、贝、藻类齐全，各品类产量常年位于全省前列，并成功打造红草晨洲蚝、高螺牡蛎等贝类地标性特色品牌。

但汕尾水产养殖也有自身的问题，汕尾市的水产养殖业的主要矛盾也是区位优势与产业发展不平衡不充分的矛盾。养殖品种过于单一、养殖模式、经营管理比较落后，急需发展新的养殖模式、引入新的技术和专业人才助推产业发展。

本项目大力发深海网箱养殖的健康养殖模式，形成网箱养殖、浮筏养殖和底播养殖相结合的鱼贝藻间养养殖模式，并辅以人工鱼礁区保护海域生态环境。通过现代化养殖基地建设同国内水产领域重点高校和科研院所合作，搭建“产学研”合作平台，探索养殖新模式、引进专业技术人才，带动当地养殖从业人员技术水平提升，促进汕尾市养殖产业换代转型升级与人才培养。

3、项目的实施，有利于环境保护与水产养殖协调发展；

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目开展海洋牧场建设，其一是为了提高某些经济品种的产量或整个海域的鱼类产量，以确保水产资源稳定和持续增长。其二是在利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统，实现可持续生态渔业。

本项目养殖区海域总平面分为网箱养殖区、吊养养殖区、底播养殖区和人工鱼礁区共四大区域进行开放式养殖布置。总体分布上吊养养殖、底播养殖和网箱养殖集中在北部，人工鱼礁集中在南部。

通过深海网箱的健康养殖模式，标准化、规范化的网箱养殖、浮筏养殖和底播养殖相结合的鱼贝藻间养养殖模式，项目形成鱼、贝、藻混养系统。利用海水流动规律，喂鱼过剩的料饵(含二氧化碳、氮磷等有害成分)和鱼排出的粪便等分泌物，分别被藻类、贝类吸收，既喂肥了藻类、贝类水产品，又改善因过剩料饵、分泌物污染海域环境出现海水富营养化。贝类养殖在生长过程中，会从水中提取大量的碳、氮和磷，成了海水天然的“净化器”，明显改善养殖区域内的水质。

人工鱼礁区布置在项目海洋牧场的南部，鱼礁区由约 60 座鱼礁群组成，在人工鱼礁区间隔布置繁育型兼顾饵料型的 A 礁体（北侧区）和庇护型兼顾饵料型的 B 型礁体（南侧区），人工鱼礁区南侧与北侧鱼礁群错开分布形成集庇护、饵料、繁育为一体的人工生态环境，既有利于形成多样性的涡流，又能达到庇护中部繁育型和饵料型鱼礁的效果。

4、项目的实施，有利于带动闲置渔民就业，助力地区水产养殖产业结构调整及海洋经济发展；

2022 年 3 月 14 日，农业农村部印发《“中国渔政亮剑 2022”系列专项执法行动方案》，内容包括十个具体专项执法行动，其中包括海洋伏季休渔专项行动。

今年南海伏季休渔时间为 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时，其间禁止除钓具外的所有作业类型捕捞渔船、为捕捞渔船配套服务的捕捞辅助船，以及定置作业类型在北纬 26 度 30 分至北纬 12 度的东海和南海海域（含北部湾）作业。随着海洋渔业捕捞的限制和休渔期的延长，从事捕捞生产的渔民部分处于失业、待业状态。

为了更好利用汕尾海域资源，发展旅游经济，实施“海岛建设计划”，打造优质高端的都市生活圈，汕尾市政府对部分高位塘及海上渔排进行了依法拆除，其中拆除遮浪及施公寮高位塘面积约 2000 亩，马宫渔排网箱 300 亩，约 200 户，约 3000 人处于待业状态。

让传统的渔业从业者找到稳定的就业，对地方社会稳定、渔民增收、地方经济发展都有积极的意义。项目的实施，通过连续、稳定、规范化的养殖生产，可为当地渔民带来就业机会，有利于带动闲置渔民就业，有利于充分带动当地群众转产致富。同时，项目实施可对当地渔业生产起到示范效应，可带动当地养殖技术的进步，促进地区水产养殖产业结构调整及渔业海洋经济的发展。

综上所述，本工程的建设是必要的、及时的。

3.5.2 项目用海的必要性

人工鱼礁建设是通过在海中投放预制的构造物（礁体），为鱼类等游动生物提供繁殖、索饵、栖息等生息场所，以达到保护、增殖渔业资源和提高渔获量的目的。其原理主要为：礁体表面可附着各种生物，促进人工鱼礁周围水域和海底浮游生物、底栖生物的繁殖，从而诱集直接摄食鱼礁附着物的鱼种和摄食鱼礁周围水域浮游生物的鱼种以及兼食聚集于鱼礁区小鱼的肉食性鱼类，即提供鱼类索饵场；礁体内部空间可为鱼类提供隐蔽和休憩场所，同时可作为产卵场。因此，人工鱼礁建设是将预制的礁体投放于具有一定水深条件的海底区域，其用海是必要的。

海上工作平台主要靠泊小型工作船舶，为项目网箱养殖区提供饲料，养殖收获，工作人员休息，建设海上监测平台，对养殖区水上水下视频监控、水质实时测量等提供辅助生产经营和日常管理所需的平台，海上工作平台采用透水高桩梁板结构，平台需要占用一定的海域，其建设、用海是必要的。

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

综上所述，本项目用海是必要的。

3.6 占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

本项目人工鱼礁的海域使用类型为渔业用海（一级类）中的人工鱼礁用海（二级类），海方式为构筑物用海（一级方式）中的透水构筑物用海（二级方式）；海上工作平台的海域使用类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），海方式为构筑物用海（一级方式）中的其他透水构筑物用海（二级方式）；网箱养殖、底播养殖和吊养养殖的海域使用类型均为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式均为开放式用海（一级方式）中的开放式养殖用海（二级方式）。

项目建设单位申请海域使用面积为 350.0000 公顷，其中人工鱼礁透水构筑物用海申请 29.9250 公顷，海上工作平台透水构筑物申请用海 1.0556 公顷，网箱养殖申请用海 100.2694 公顷，底播养殖申请用海 174.7987 公顷，吊养养殖申请用海 43.9513 公顷，项目不占用海岸线。本项目为开放式养殖用海项目，项目人工鱼礁群的设计使用年限为 50 年，根据《中华人民共和国海域使用管理法》，“第二十五条 海域使用权最高期限：养殖用海十五年”，申请者提出项目的申请用海期限为 15 年。

项目申请宗海位置图见图 3.6-1，宗海界址图见图 3.6-2。项目用海界址点坐标详见表 3.6-1。

表 3.6-1 项目用海界址点坐标（CGCS2000）

界址点	纬度（北纬）	经度（东经）
1	22°45'35.253"	115°13'10.318"
2	22°45'35.161"	115°14'14.411"
3	22°45'38.542"	115°14'14.417"
4	22°45'38.536"	115°14'17.975"
5	22°45'52.222"	115°14'17.999"
6	22°45'52.319"	115°13'10.345"
7	22°45'35.156"	115°14'17.969"
8	22°45'35.125"	115°14'37.949"
9	22°45'52.192"	115°14'37.979"
10	22°45'52.219"	115°14'20.372"
11	22°46'20.637"	115°14'38.030"
12	22°46'20.663"	115°14'20.421"
13	22°46'20.764"	115°13'10.391"

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目宗海位置图

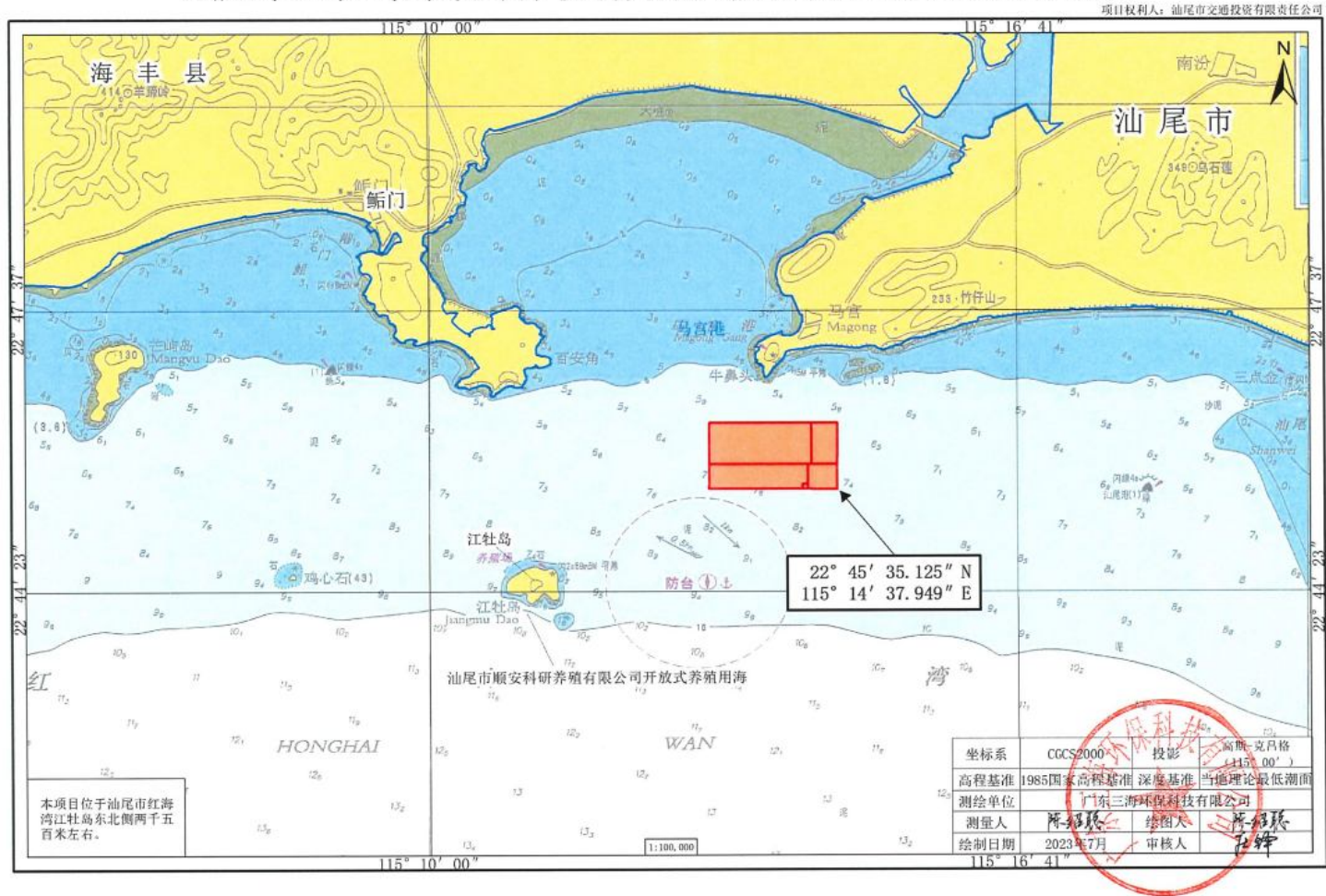


图 3.6-1 项目宗海位置图

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目宗海界址图

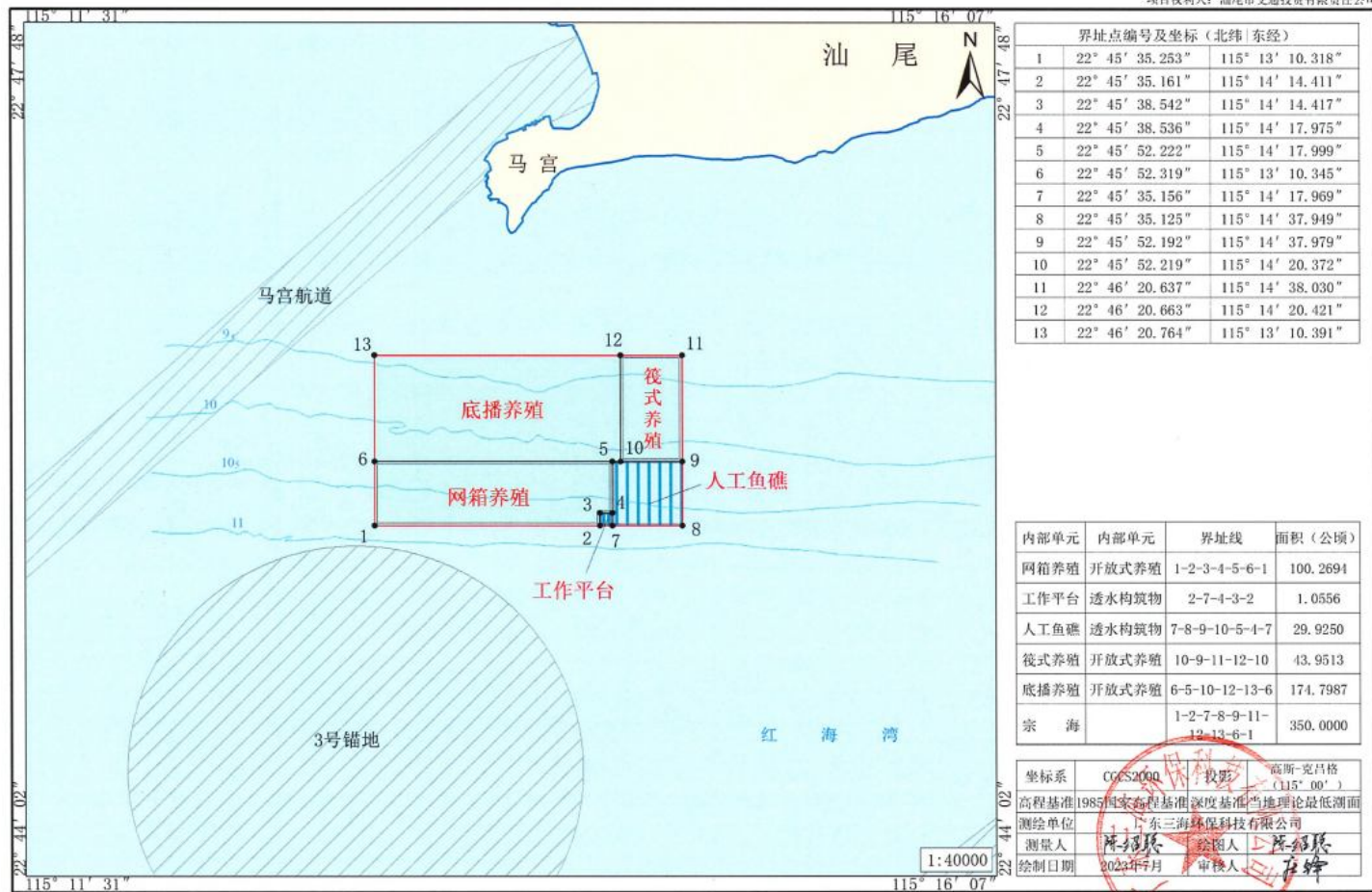


图 3.6-2 项目宗海界址图

4 工程分析

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

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 施工期工艺过程及产污环节

(1) 施工期工艺过程

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，施工总体可分为五大块：网箱安装施工、吊养养殖施工、底播养殖施工、人工鱼礁施工和海上工作平台施工。根据施工进度计划，各大块总体的施工流程可按如下顺序开展：

网箱安装施工：安放准备工作→抗风浪深水网箱运输→深水网箱投放→竣工验收

吊养养殖施工：安放准备工作→吊养养殖材料运输→养殖设施安装→竣工验收

底播养殖施工：本项目底播养殖不另外建设用海设施及构筑物，主要是在预定海域安排作业船在育苗期在用海区域进行投放，在用海区域内按一定密度投放海产品苗种，使之在海底自然生长、不断增殖，定期进行采收，采收办法主要是人工下潜进行采捕。

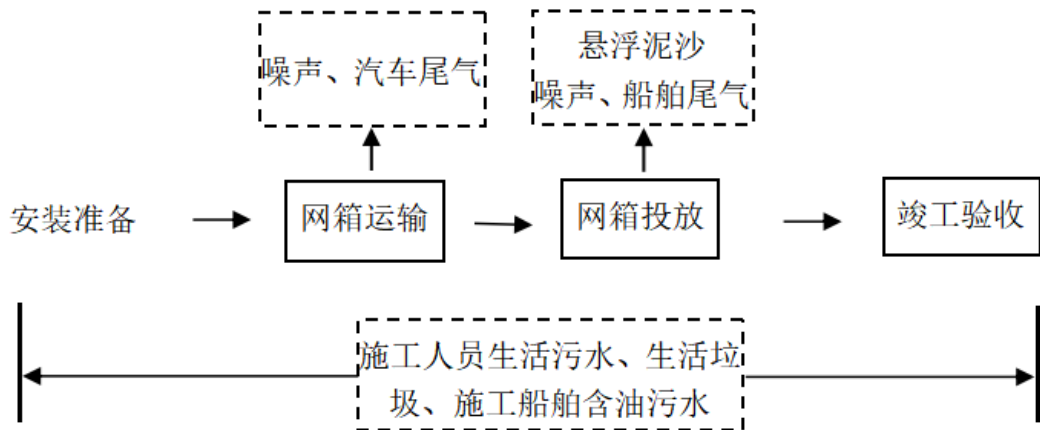
人工鱼礁施工：项目人工鱼礁礁体在正规、合法经营的预制场进行制作，制作完成后再在预制场存放，因此，礁体出运前不在本次评价范围内。人工鱼礁主要施工工艺流程：施工准备→礁体预制→鱼礁运输→鱼礁投放→竣工验收。

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

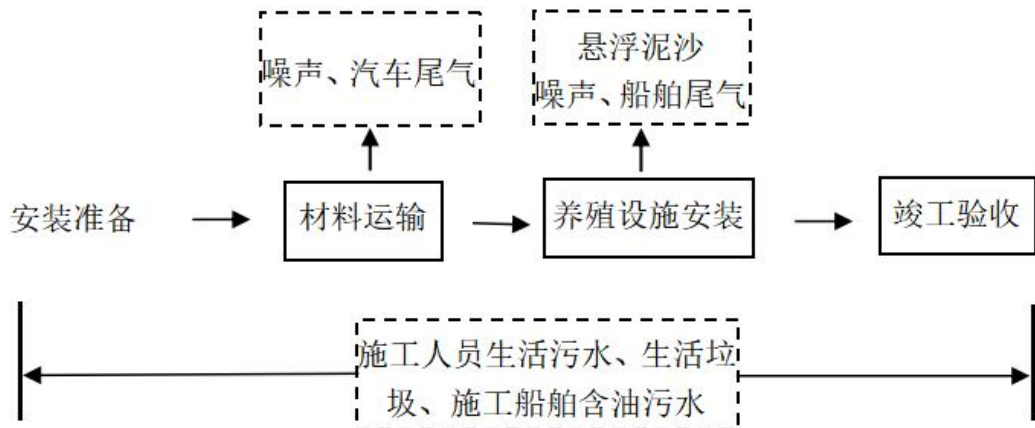
(2) 产污环节

项目施工期工艺流程及产污环节见图 4.1.1-1。

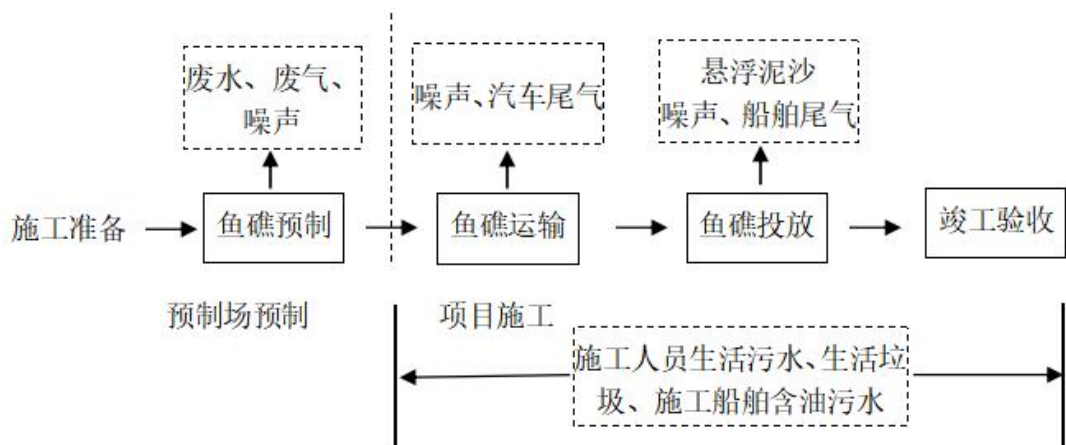
网箱安装施工：



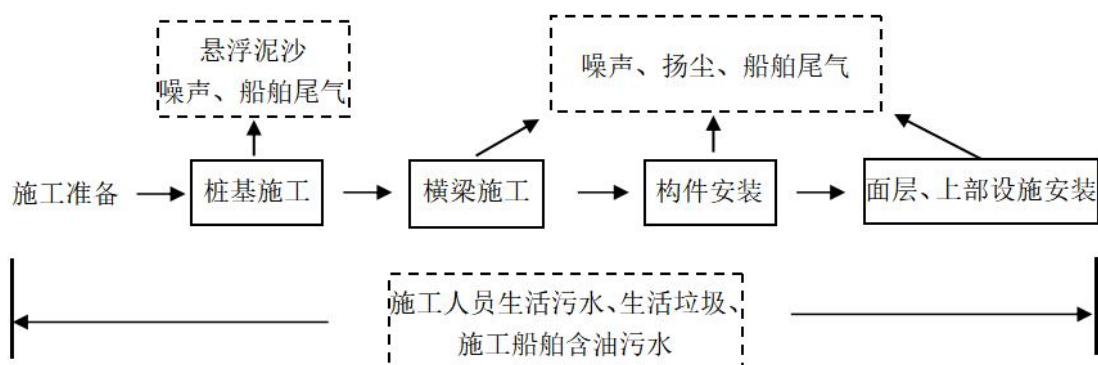
吊养养殖施工：



人工鱼礁施工：



海上工作平台施工：



4.1.1-1 项目施工过程主要产污环节示意图

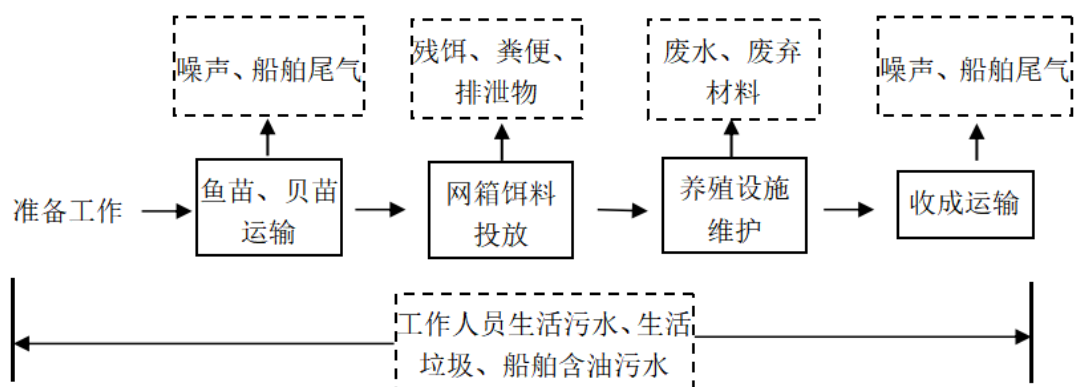
4.1.2 运营期工艺过程及产污环节

(1) 运营期工艺过程

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目运营期主要养殖前准备工作，鱼苗、贝苗运输，网箱投放饲料，养殖设施维护，收成运输等过程。

(2) 产污环节

项目运营期工艺流程及产污环节见图 4.1.2-1：



4.1.2-1 项目养殖过程主要产污环节示意图

4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

1、施工期

本项目施工期主要是网箱安装施工、吊养养殖施工、底播养殖施工、人工鱼礁施工和海上工作平台施工，施工期间环境污染因素主要有：

(1) 废气：施工船舶和运输车辆产生的尾气，主要污染物为 SO₂、NO_x 和烟尘；

海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶等产生的少量扬尘；

(2) 悬浮物：鱼礁投放、网箱安装投放和吊养养殖设施安装过程中产生的悬浮泥沙；

(3) 废水：施工人员产生的生活污水和施工船舶含油废水；

(4) 噪声：施工船舶、施工设备产生的噪声；

(3) 固体废物：海上工作平台上部结构施工产生的少量建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾。

2、营运期

本项目吊养养殖主要养殖牡蛎、扇贝等品种，底播养殖主要养殖花甲以及菲律宾蛤仔为主，均无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，基本不会产生污染物。项目运营期对环境的影响主要为网箱养殖投放的多余饵料、网箱清洗废水以及鱼类排泄物对海洋环境和生态的影响。以及养殖运输船舶和海上工作平台工作人员的日常管理活动和养殖活动产生的少量废气、废水、噪声、废弃养殖材料，海洋环境污染因素主要有：

(1) 废气：运输船舶、工作船舶产生的少量船舶尾气；

(2) 网箱养殖残留饵料、养殖生物代谢排泄物；影响因子主要是有机物（COD、氮、磷等）；

(3) 废水：主要有运输船舶、工作船舶产生的含油污水、网箱清洗废水以及海上工作平台工作人员产生的生活污水；

(4) 噪声：运输船舶、工作船舶行驶过程产生的船舶噪声；

(5) 固体废物：工作人员生活垃圾和废弃养殖材料。

4.2.1 施工期污染物排放状况

4.2.1.1 废气

(1) 燃油尾气

本项目施工船舶和运输车辆使用会产生尾气对环境空气有一定的污染。施工船舶、运输车辆和施工机械均以柴油作为动力燃料，会产生一定量的废气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘。

(2) 扬尘

海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘。因施工活动的性质、范围以及天气情况的不同，扬尘产生量有较大差别。扬尘浓度随距离变化情况见表 4.2.1.1-1。

表 4.2.1.1-1 扬尘浓度随距离变化情况一览表

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

4.2.1.2 施工悬浮泥沙

(1) 人工鱼礁投放产生的悬浮物

人工鱼礁投放会过程会产生悬浮物。礁体投放产生的悬浮物包括两部分，一部分为礁体自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，另一部分为礁体投放时扰动海底产生的悬浮物。

① 礁体带入水中的悬浮物

礁体投放作业悬浮泥沙的产生量按照下式计算(仅考虑石料中所含泥土):

$$Q=E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中，Q 为礁体投放作业悬浮物产生量(kg/h)，E 为作业效率(m³/h)，c 为礁体中泥土含量(%), α 为泥土进海水后悬浮泥沙产生系数， ρ 为泥土密度(kg/m³)，本项目取 2650kg m³。

本项目礁体中的泥土含量 c 很低(含泥、砂<5%)，以礁体体积的 1%计，该部分泥沙进入海水后形成悬浮泥沙的比率 α 以 20%计，本项目人工鱼礁混泥土总量为 15817.5m³，人工鱼礁投放工期为 60 天，每天施工时间 8 小时，效率 E 约为 32.95m³/h，则礁体投放产生的悬浮物约为 174.64kg/h，即约 0.049kg/s。

② 礁体投放激起的悬浮物

人工鱼礁投放会扰动海底泥沙，因此，投礁过程中，搅动泥沙产生悬浮物。

礁体投放激起的海底沉积物产生的悬浮物源强按下式计算：

$$S=(1-\theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：

S——抛石挤淤形成的悬浮物源强 (kg/s)；

θ ——沉积物天然含水率 (%)，取 57.64%；

ρ ——沉积物中颗粒物湿密度 (kg/m^3)，取 $1620\text{kg}/\text{m}^3$ ；

α ——沉积物中悬浮物颗粒所占百分率 (%)，取 5%；

P ——平均挤淤强度，根据本工程施工方案， P 取 $0.009\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据计算，礁体投放激起的海底沉积物产生的悬浮物源强约为 $0.31\text{kg}/\text{s}$ 。因此，礁体投放产生的悬浮物源强= $0.049+0.310=0.36\text{kg}/\text{s}$ 。

(2) 海上工作平台 PHC 管桩施工产生的悬浮泥沙

项目海上工作平台基础为 PHC 管桩，桩基施工过程中会扰动局部水域，产生一定量的悬浮泥沙，对水环境造成一定的影响。PHC 管桩施工过程中对海洋环境产生直接影响主要发生在沉桩施工过程中，主要水质污染来自于打桩时对底质的扰动。本项目海上工作平台基础采用 $\Phi 1000\text{mm}$ 的 PHC 管桩，桩基采用船舶作业施工。施工过程中产生的悬浮泥沙扩散源强较小，加之施工期短，桩基施工产生的悬浮泥沙扩散范围局限在工程作业点附近，影响程度有限，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随着消失。

(3) 网箱养殖、吊养养殖桩基固定产生的悬浮泥沙

本项目网箱安装固定系统铁锚和吊养养殖固定系统铁锚施工过程中会产生悬浮泥沙。本项目养殖区共设置网箱 100 个，6 个网箱框架一组，共 16 组网箱，剩余 4 只网箱为一组，每组网箱采用 14 个 AC-14 铁锚固定，吊养养殖采用铁锚固定。总的来说，由于本项目养殖规模比较小，铁锚固定所占面积较小，项目施工产生的悬浮泥沙也比较少，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值。

此外由于本养殖海区平均水深在 $9.2\sim 10.9\text{m}$ 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

4.1.1.3 施工废水

本工程施工期间的废水主要有生活污水、船舶含油废水。

(1) 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。

本工程施工高峰期时，水上施工人员高峰期可达 42 人，根据《用水定额 第 3

部分：生活》（DB44/T69 1461.3-2021），施工人员用水量按每人每天 150L 计，排污系数按 90%计，则施工人员生活污水产生量约 5.67m³/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，污水中主要污染因子特征浓度：COD：250mg/L，BOD₅：150mg/L，SS：220mg/L，氨氮 40mg/L，动植物油 30mg/L。则 COD 的发生量约为 1.42kg/d，BOD 为 0.85kg/d，SS 为 1.25kg/d，氨氮 0.23kg/d，动植物油为 0.17kg/d。

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。由于施工时间短，源强小，只要加强生活污水控制并收集处理后排放，对附近海域水环境的影响不大。

（2）含油污水

本项目海上施工强度最大时投入的主要施工船舶为 2 艘工作船、2 艘指挥船、1 艘打桩船、1 艘吊船、2 艘运输船、1 艘起重船、2 艘方驳、2 艘拖轮、1 艘供水船、3 艘机动艇和 2 艘辅助船。根据《港口工程环境保护设计规范》，载重 500 吨以下的船舶舱底油污水产生量按 0.14m³/d·艘计，载重 500~1000 吨之间的船舶舱底油污水产生量按 0.27m³/d·艘计。本项目工作船、指挥船、打桩船、吊船、运输船、起重船、拖轮、供水船、机动艇和辅助船各船只总载重均低于等于 500t，方驳总载重介于 500~1000 吨之间。工作船、指挥船、打桩船、吊船、运输船、起重船、拖轮、供水船、机动艇和辅助船等各船舶舱底油污水产生量均按 0.14m³/d·艘计，方驳舱底油污水产生量均按 0.27m³/d·艘计。则本项目含油污水每天产生量为 2.92m³/d，处理前油污水含油浓度约，按 5000mg/L 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 14.6kg/d。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用污船上交有资质单位进一步进行处理。船舶舱底油污水水量详见表 4.2.1-1。

表 4.2.1-1 船舶舱底油污水水量表

船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (m ³ /d 艘)	船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (m ³ /d 艘)
500	0.14	3000-7000	0.81-1.96
500-1000	0.14-0.27	7000-15000	1.96-4.20
1000-3000	0.27-0.81	15000-25000	4.20-7.00

因此，项目含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。但应加强施工船

船、设备保养与维护，杜绝跑、冒、滴、漏。

4.2.1.4 施工噪声

施工期噪声主要来自各类施工船舶、施工机械产生的噪声，其中桩机打桩时产生的噪声最大，可达 105dB。不同的施工船舶、施工机械产生的噪声声压级见表 4.2.1-2。

表 4.2.1-2 施工机械 5m 处声级值

施工设备	距离 (m)	噪声级 dB (A)
工作船	5	80
指挥船	5	80
打桩船	5	105
吊船	5	85
运输船	5	85
起重船	5	90
方驳	5	85
拖轮	5	85
供水船	5	80
机动艇	5	80
辅助船	5	80
履带吊车	5	75

4.2.1.5 固体废物

项目施工过程中产生的固体废物主要为生活垃圾和建筑垃圾。

(1) 生活垃圾

参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，施工船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本工程船舶施工人员最多为 42 人计算，则施工船舶工作人员每天产生约 63kg 的生活垃圾。

本工程施工期生活垃圾产生量共 63kg/d。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理。

(2) 建筑垃圾

海上工作平台上部结构施工过程会产生少量建筑垃圾，如建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等，均可以回收综合利用。另一部分建筑碎片、碎砖头、废水泥、石子、泥土等少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。

4.2.1.6 施工期主要污染物汇总

项目施工期主要环境污染物的产生及排放情况见表 4.2.1-3。

表 4.2.1-3 项目施工期主要污染物排放情况

种类	污染源	发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
废气	施工船舶和运输车辆	少量	SO ₂ 、NO _x 和烟尘	自然排放
	工作平台上部结构施工、车辆行驶等	少量	扬尘	洒水降尘
悬浮物	鱼礁投放	0.36kg/s	SS	加强施工管理，间断自然排海
	工作平台桩基施工、网箱安装固定、吊养养殖固定	少量	SS	加强施工管理，间断自然排海
废水	生活污水	5.67m ³ /d	COD (1.42kg/d) BOD (0.85kg/d) SS (1.25kg/d) 氨氮 (0.23kg/d) 动植物油 (0.17kg/d)	污水储存柜 (船舶) 收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。
	船舶舱底油污水	2.92t/d	石油类: 14.6kg/d	船舶收集后，交有资质单位处理，不得向海域排放。
噪声	施工船舶、施工机械	75~105dB (A)	等效连续 A 声级	加强施工作业管理，杜绝夜间施工
固废	生活垃圾	63kg/d	生活垃圾	交环卫部门接收处理
	建筑垃圾	少量	建筑垃圾	运至政府部门指定的位置处置或综合利用

4.2.2 营运期污染物排放状况

4.2.2.1 养殖污染物

(1) 网箱养殖污染物

网箱养殖污染源主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物等。

饵料投入网箱喂食鱼类，多余的饲料将沉淀于网箱底部，在水流作用下，不断自网箱析出，造成水体污染。

由于局部投饵的结果，网箱内营养物质的含量明显高于网箱外，然而所投的营养物质并不能被鱼类完全消化吸收，从而对水体造成局部乃至大面积影响。据相关

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，85~87%的饲料被鱼摄食。在摄食的饲料中，有 25~35%饲料被鱼体用于增加体重；41.6~48%的饲料被鱼体用于维持生命，其排泄物以氮的形式进入水体；10.4~12%的饲料未被鱼类消化吸收，以鱼粪的形式进入水体。

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。项目每年需投放饵料量约为 1224 吨，假设本项目网箱内养殖鱼类对饲料的采食率为 90%，箱外鱼类对饲料的采食率为 5%，则投喂饲料沉入海底的残饵量约为 5%，则每年残饵量为 61.2 吨。由于本项目养殖鱼是采用配合饲料投喂，加上大量野生鱼类被吸引到网箱附近对残饵进行摄食，因此实际残饵量会有所减少。残饵中通常含有氮、磷和有机物等营养物质，主要以颗粒态的形式进入水体和沉积物中，下降过程中部分溶解于水体中。

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大，所排泄和产生的营养物质越多。这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物多量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低，从而使生态系统受到损害和破坏，一旦发生“水华”，水质腐败发臭，病原微生物大量出现，造成鱼类大量死亡，而且网箱内水体的恶化往往会波及到附近水域的水质。

网箱养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD、铜、锌等，参考《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》，本项目养殖蓝圆鲈、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼的排污系数参照石斑鱼海水网箱养殖业排污系数，如下表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 石斑鱼海水网箱养殖业排污系数表

品种 代码	养殖 品种	使用 区域	排污系数(g/kg)				
			总氮	总磷	COD	铜	锌
S39	石斑鱼	广东	76.472	12.774	154.341	0.0012	0.0410

石斑鱼养殖饵料系数约为 1.8，年产量 680 吨，需饵料约为 1224 吨。排污系数参照石斑鱼海水网箱养殖业排污系数表，则本项目网箱养殖排污情况如下表 4.2.2-2。

表 4.2.2-2 本项目网箱养殖污染物排放量（吨/年）

总氮	总磷	COD	铜	锌

52.001	8.686	104.952	0.0008	0.0279
--------	-------	---------	--------	--------

由于残饵和排泄物一般会被海流冲出网箱外，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，网箱周边局部水域污染物浓度增加，对海水水质造成一定的影响。在采取生态养殖措施、控制网箱养殖规模的情况下，残饵和排泄物排放对海水水质的影响是有限的，不会造成水质明显恶化变质。另外，残饵和排泄物也可以被网箱外的其他鱼类和浮游生物所利用，会降低对海域环境的污染程度。

(2) 吊养养殖污染物

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

海上牡蛎、扇贝养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD、铜、锌等，参考《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》，牡蛎、扇贝养殖业排污系数如表 4.2.2-3。

表 4.2.2-3 牡蛎、扇贝海水筏式养殖业排污系数表

品种 代码	养殖 品种	使用 区域	排污系数(g/kg)				
			总氮	总磷	COD	铜	锌
S53	牡蛎	广东	-9.268	-0.685	7.982	-0.0004	-0.0046
S58	扇贝	广东	-9.268	-0.685	7.982	-0.0004	-0.0046

由表可见，本项目牡蛎、扇贝养殖对海水环境中总氮、总磷、铜、锌具有少量的削减作用，对 COD 具有少量的增加。

根据建设单位提供的资料，项目牡蛎年产量约为 300 吨，扇贝年产量约为 200 吨，则项目营运期吊养养殖排污情况如下表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4 本项目吊养养殖污染物排放量 (t/年)

总氮	总磷	COD	铜	锌
-6.024	-0.445	5.188	-0.0003	-0.0030

由此可见，本项目牡蛎、扇贝养殖污染主要因子为 COD，但由于项目海域开阔，且所在海域稀释扩散条件较好，经过海流扩散稀释、溶化分解，牡蛎、扇贝养殖污染物排放到海水中，对周边局部水域污染物浓度增加不明显，不会造成水质恶化。

(3) 底播养殖污染物

本项目花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖过程将种苗撒播在海底，无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔生长过程中产生的分泌排泄物。

海上花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD、铜、锌等，本项目花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖排污系数参考广东蛤海水滩涂养殖业排污系数，见表 4.2.2-5。

表 4.2.2-5 蛤海水滩涂养殖业排污系数表

品种 代码	养殖 品种	使用 区域	排污系数(g/kg)				
			总氮	总磷	COD	铜	锌
S59	蛤	广东	-19.683	-0.535	16.953	-0.0005	-0.0072

由表可见，本项目花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖对海水环境中总氮、总磷、铜、锌具有少量的削减作用，对 COD 具有少量的增加。

根据建设单位提供的资料，项目花甲（琉璃蛤）年产量约为 5000 吨，菲律宾蛤仔年产量约为 3000 吨，则项目营运期底播养殖排污情况如下表 4.2.2-6。

表 4.2.2-6 本项目底播养殖污染物排放量（t/年）

总氮	总磷	COD	铜	锌
-157.464	-4.280	135.624	-0.0040	-0.0576

由此可见，本项目花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖污染主要因子为 COD，但由于项目海域开阔，且所在海域稀释扩散条件较好，经过海流扩散稀释、溶化分解，花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖污染物排放到海水中，对周边局部水域污染物浓度增加不明显，不会造成水质恶化。

4.2.2.2 废水

(1) 网箱清洗废水

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

成擦伤和死亡，操作要细致。

本项目采用高压水枪喷洗网箱。借助工作船上的吊机，边起吊网箱边冲洗。工作时，先用吊机将网箱的一侧提出水面，用高压水枪冲洗，然后用同样的方法顺序清洗网箱的其他部位。采用海水进行清洗，网箱上的附着物被冲洗入海，冲洗水直接排海。根据建设单位提供的资料，一天能清洗网箱的数量大约 6 个，每个网箱清洗需要水量约 1.5m^3 ，则本项目清洗废水的产生量约为 $9.0\text{m}^3/\text{d}$ ，清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

(2) 生活污水

本工程运营期间约有 20 名工作人员在海上工作平台进行日常管理，根据《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44/T69 1461.3-2021)，工作人员用水量按每人每天 150L 计，排污系数按 90% 计，则工作人员生活污水产生量约 $2.7\text{m}^3/\text{d}$ 。海上工作平台配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。

(3) 船舶含油污水

营运期船舶污水主要为船舶舱底含油污水。本项目运营期共配备有投饵船 2 艘、工作船 2 艘，按每天最大船舶使用量 4 艘考虑，根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007)，船舶舱底油污水发生量为 $0.14\text{t}/\text{d}\cdot\text{艘}$ ，项目营运期含油污水产生量为 $0.56\text{m}^3/\text{d}$ ，处理前油污水含油浓度约，按 $5000\text{mg}/\text{L}$ 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 $2.8\text{kg}/\text{d}$ 。

本项目营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

4.2.2.3 废气

营运期主要为投饵船、工作船运输过程排放的少量船舶尾气，船舶所排放的主要污染物为 NO_x 、 SO_2 和烟尘等。

4.2.2.4 噪声

项目运营过程中，噪声污染源主要来源于投饵船、工作船行驶产生的噪声，噪声源值范围约 $85\text{dB}(\text{A})$ 。运营期主要噪声源见表 3.2.2-7。

表 4.2.2-7 运营期主要噪声源

序号	噪声源	距离 (m)	噪声级, dB (A)
1	投饵船	5	85
2	工作船	5	85

4.2.2.5 固体废物

本项目营运期间产生的固体废物主要有生活垃圾和废弃养殖材料等。

(1) 生活垃圾

本项目日常管理工作人员为 20 人，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，生活垃圾产生量约为 30kg/d，生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理。

(2) 废弃养殖材料

网箱养殖和吊养养殖过程中，网箱和吊养设施常年浸泡在海水中，受海水腐蚀、海浪冲击，长期养殖过程会产生废弃的养殖材料，主要为废旧网衣、废旧塑料管、聚乙烯绳索、废旧浮球、废旧浮筏和养殖笼等。根据建设单位预估，产生量约 5.0t/a，拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

4.2.2.6 运营期污染物汇总

项目运营期主要环境污染物的产生及排放情况见表 4.2.2-8。

表 4.2.2-8 运营期污染物发生及处置状况

种类	产污环节	发生量	主要污染物		治理措施及排放方式
			名称	产生量	
养殖污 染物	网箱养殖	--	总氮	52.001 t/a	控制养殖密度，科学投喂， 自然排海
			总磷	8.686 t/a	
			COD	104.952 t/a	
			铜	0.0008 t/a	
			锌	0.0279 t/a	
	吊养养殖	--	总氮	-6.024 t/a	控制养殖密度，自然排海
			总磷	-0.445 t/a	
			COD	5.188 t/a	
			铜	-0.0003 t/a	
			锌	-0.0030 t/a	
底播养殖	--	总氮	-157.464 t/a	控制养殖密度，自然排海	

			总磷	-4.280 t/a	
			COD	135.624 t/a	
			铜	-0.0040 t/a	
			锌	-0.0576 t/a	
废水	网箱清洗废水	9.0 m ³ /d	海洋生物等附着物		海中取水，海上冲洗，自然排海
	生活污水	2.7 m ³ /d	COD 等		集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理
	含油污水	0.56 m ³ /d	石油类	2.8 kg/d	船舶靠岸后，交有资质单位进一步进行处理
废气	船舶行驶	少量	SO ₂ 、NO _x 和烟尘		自然排放
固废	生活垃圾	30 kg/d	生活垃圾		集中收集上岸，交由环卫部门处理
	废弃养殖材料	5.0 t/a	废旧网衣、废旧塑料管等		外售给废品收购站
噪声	船舶行驶	85dB (A)	等效连续 A 声级		海上自然排放

4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

4.3.1 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响

本项目人工鱼礁区运输投放人工鱼礁礁体 1500 个，人工鱼礁被投放到海底后，会显著改变海底地形地貌，产生局部隆起。这些人造的局部隆起能够改变海水流向，在其迎流面产生上升流，从而带动海水内的营养物质产生由下而上的循环，提高了表层海水的营养物质丰度，为主要生活在表层海水的浮游生物提供了更多的养分。由于工程规模相对较小，仅对项目附近的地形地貌产生影响，但影响不大。

网箱养殖和吊养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、地形地貌与冲淤环境可能产生一定的影响。由于网箱养殖和吊养养殖设施均为透空式结构，水流可以自由通过，固定铁锚及锚泊系统根部直径都较小，因此对水动力和地形地貌环境的影响很小。

项目海上工作平台为高桩梁板结构，管桩采用预应力PHC管桩。项目水工建筑物桩柱导致水流绕流，在背流面产生多涡旋的紊乱复杂局部流场，根据相关研究结果，圆柱桩群对泥沙冲淤的影响与桩直径、间距、迎水角度、水深、流速、涨落潮

动力强弱差别等因素均有关系。一般而言，桩群迎流面易出现冲刷而背流面易出现淤积。由于本项目海上工作平台的桩基数量有限，且占用海床底土面积较小，对附近海域水动力环境和冲淤环境影响不大。

4.3.2 对海洋生态环境的影响

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

营运期，网箱养殖过程中残余饵料、排泄分泌物等可能造成海域 COD、氮、磷的含量增加，可能引发富营养化，对浮游生物产生一定的影响。养殖污染物沉积于养殖区内海底中，对底质环境造成改变，从而影响底栖生物的生存与分布。此外，网箱养殖需要投放大量的鱼苗，会改变局部海域原有的生物群落，从而影响生物的多样性，养殖鱼类的逃逸对周边海洋生态的影响和可能造成基因污染等。项目吊养养殖主要养殖牡蛎、扇贝等，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，养殖过程中不会产生和排放污染物，对海水环境中总氮、总磷、铜、锌具有少量的削减作用，对 COD 具有少量的增加，对周边局部水域污染物浓度增加不明显，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的浮游植物、浮游动物和游泳生物等海洋生物的栖息环境影响不大。

4.3.3 项目建设对通航环境的影响

本工程位于汕尾市城区马宫街道附近（江牡岛东北侧海域），项目养殖区距离马宫航道较近，项目施工及营运期利用马宫航道往来养殖区的工作船舶数量增多，增加马宫航道周边海域的通航密度，对马宫航道往来船只的海上通航安全会造成一定程度的影响。

4.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

环境影响要素的判别和筛选，将按照工程分析识别施工期和建成对环境影响的污染和非污染要素，并结合环境敏感目标和重点保护对象筛选评价因子。

4.4.1 环境影响要素的识别

按照工程分析识别施工期和建成对环境影响的污染和非污染要素，见表 4.3-1。

表 4.3-1 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	影响程度与分析评价深度	报告书中分析评价内容所在章节
施工期	海洋水文动力	潮流	网箱布置阻碍水流动力	++	6.1
	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	+	6.2
	海水水质、沉积物	悬浮物	网箱安装过程	+	3.1.1
		生活污水	来自施工人员	+	3.1.1
		含油废水	来自施工船舶、机械	+	3.1.1
		固体废物	来自施工人员生活垃圾	+	3.1.1
	运营期	海洋生态	底栖生物	养殖污染影响底质状况	++
游泳生物			养殖活动改变海洋生物多样性等影响	++	6.5
鱼卵仔鱼				++	6.5
海水水质、沉积物		养殖污染	来自养殖区及养殖活动	++	6.3、6.4
		网箱清洗水	来自养殖区	+	3.1.2
		生活污水	来自工作人员	+	3.1.2
		含油污水	来自运营船舶	+	3.1.2
		固体废物	来自工作人员	+	3.1.2

注 1: +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，需要进行简要的分析与影响预测；

注 2: ++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；

注 3: +++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，需要进行重点的影响分析与影响预测。

4.4.2 评价因子筛选

根据本工程主要环境影响要素，海区的环境敏感区、环境敏感目标和主要环境保护对象，确定本项目主要评价因子为：

水质环境现状评价因子为：pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As 和 Hg 共 13 项。水质环境影响预测因子为：石油类。

沉积物环境现状评价因子为：有机碳、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As 和 Hg 共 9 项。

生态环境现状分析因子为：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物体质量和渔业资源等。

非污染要素主要环境影响评价因子为：海洋生态影响分析、水动力环境之潮流场变化趋势、冲淤环境之泥沙淤积与冲刷趋势。

5 区域自然和社会环境现状

5.1 区域自然环境现状

5.1.1 气候特征

本节引用汕尾气象站（59501）资料，气象站位于广东省汕尾市城区，地理坐标为东经 115.37 度，北纬 22.8 度，海拔高度 16.7 米。汕尾气象站是国家气象站，拥有长期的气象观测资料，以下资料根据 2001-2020 年气象数据统计分析。

表 5.1.1-1 汕尾气象站常规气象项目统计（2001-2020）

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温（℃）		22.9		
累年极端最高气温（℃）		35.5	2005-07-18	38.0
累年极端最低气温（℃）		5.9	2006-01-25	2.2
多年平均气压（hPa）		1011.6		
多年平均相对湿度（%）		76.9		
多年平均降雨量（mm）		1881.6	2020-06-08	282.6
灾害天气统计	多年平均沙暴日数（d）	0.0		
	多年平均雷暴日数（d）	41.8		
	多年平均冰雹日数（d）	0.1		
	多年平均大风日数（d）	3.5		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		36.9	2018-09-26	ENE
多年平均风速（m/s）		2.4		
多年主导风向、风向频率（%）		ENE、17.6%		
多年静风频率（风速≤0.2m/s）（%）		4.1		

5.1.1.1 气温

1) 月平均气温与极端气温

汕尾气象站 7 月气温最高（28.6℃），1 月气温最低（15.3℃），近 20 年极端最高气温出现在 2005 年 7 月 18 日（38.0℃），近 20 年极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日（2.2℃）。

2) 温度年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年气温呈现上升趋势，2016 年年平均气温最高（23.8℃），2011 年年平均气温最低（22.1℃）

5.1.1.2 降水

1) 月平均降水与极端降水

汕尾气象站 6 月降水量最大（444.2 毫米），12 月降水量最小（25.3 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2020 年 6 月 8 日（282.6 毫米）。

2) 降水年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2006 年年总降水量最大（2649 毫米），2009 年年总降水量最小（1111.5 毫米），无明显周期。

5.1.1.3 日照

1) 月日照时数

汕尾气象站 7 月日照最长（227.5 小时），3 月日照最短（112.6 小时）。

2) 日照时数年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年年日照时数呈现下降趋势，2003 年年日照时数最长（2458.1 小时），2016 年年日照时数最短（1637.8 小时）。

5.1.1.4 相对湿度

1) 月相对湿度分析

汕尾气象站 6 月平均相对湿度最大（84.8%），12 月平均相对湿度最小（66.3%）。

2) 相对湿度年际变化趋势与周期分析

汕尾气象站近 20 年年平均相对湿度呈现上升趋势，2012 年年平均相对湿度最大（81.0%），2009 年年平均相对湿度最小（73.0%）。

5.1.1.5 风况

1) 月平均风速

汕尾气象站 6 月、7 月平均风速最大（2.7 米/秒），1 月、2 月、3 月和 12 月风最小（2.2 米/秒）。

2) 风向特征

汕尾气象站主要风向为 NE、ENE 和 E，占 44%，其中以 ENE 为主风向，占到全年 17.6%左右。

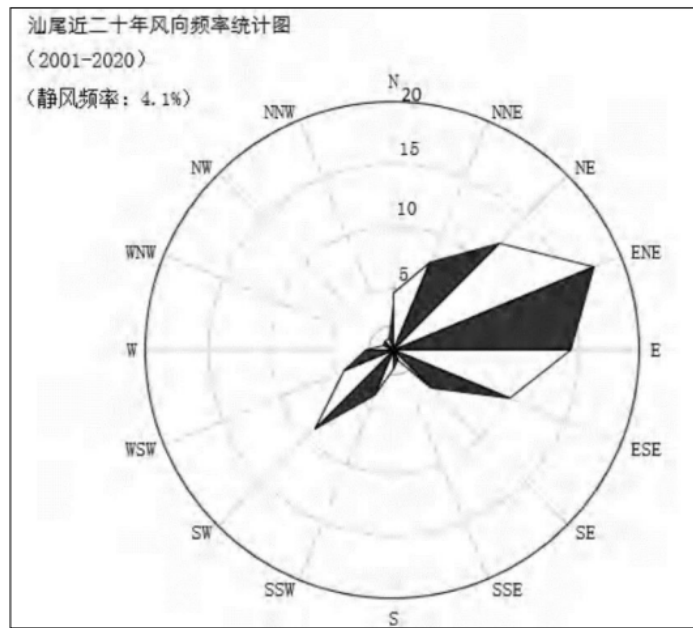


图 5.1.1-1 汕尾风向玫瑰图（静风频率 4.1%）

3) 风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析，汕尾气象站风速呈现下降趋势，2002 年和 2003 年年平均风速最大（2.7 米/秒），2011 年和 2012 年年平均风速最小（2.2 米/秒）。

5.1.2 泥沙

经分析，项目海域的泥沙来源主要有以下几个方面：

① 河流输沙

红海湾周边入湾河流皆为源短流小的山溪性河流，径流量和输沙量均不大。红海湾域由于潮差小，潮汐动力较弱，诸河流泥沙一般沉积于湾内，只有发生大洪水时才有可能将湾内部分泥沙带入湾口淤积，但其扩散范围有限。

② 潮流输沙

红海湾沿岸水域的潮流流速较小，最大流速仅为 0.3m/s 左右。正常天气条件下的实测最大含沙量不超过 0.05kg/m³，因此正常天气下潮流输沙量不大。悬沙遥感分析结果也表明海域常年水体含沙量不高，基本在 0.05kg/m³ 以下，潮流输沙量有限。台风浪作用下固定站最大瞬时含沙量可达 4.762 kg/m³，台风期间的平均含沙量最大可达 1.5kg/m³，但由于潮流动力较弱，潮流携沙能力不强，因此也不会发生大规模的输沙活动。

③ 波浪沿岸输沙

红海湾海岸线成锯齿状，由多个岬角、海湾组成，由于岸线受岛屿、岬角掩护而不能形成较长距离的沿岸输沙，其沿岸输沙仅能限于湾内较短的距离内和海岸近岸带内。从附近岸线形态看，岸线坡陡，深水直逼岸线，能够形成沿岸输沙带的宽度非常有限，且泥沙供给源主要为基岩海岸及岸滩的侵蚀，因此红海湾海域沿岸输沙量非常有限。

综上所述可以看出，红海湾内主要泥沙来源为湾内河流来沙。

5.1.3 地形地貌与工程地质

5.1.3.1 地形地貌

汕尾市位于广东省东南部沿海，东临揭阳，西联惠州，北接河源梅州，南濒南海，距深圳直线距离约 150km，距广州约 250km，距河源 140km，距梅州 240km，距汕头 160km，处于珠三角经济区和海西经济区的地理中点。汕尾市域东西宽 132 公里，南北长 90 公里，总面积 5271 平方公里，下辖城区、陆丰市、海丰县和陆河县和红海湾经济开发试验区、华侨管理区两个经济管理区。

汕尾市背山面海，由于历次地壳运动褶皱、断裂和火山岩隆起的影响，造成境内山地、台地、丘陵、平原、河流、滩涂和海洋各种地形类兼有的复杂地貌。本地区位于莲花山南麓，其山脉走势为东北向西南倾斜。莲花山脉由闽粤边界的铜鼓岭向东南经汕尾跨惠阳到香港附近入海。地形为北部高丘山地，山峦重叠，千米以上的高山有 23 座，最高峰为莲花山，海拔 1337.3 米，位于海丰县西北境内。中部多丘陵、台地。南部沿海多为台地、平原。全市境内山地、丘陵面积比例大，约占总面

积的 43.7%。

汕尾地区地层、岩浆出露情况较好，中东部平原区大部分为燕山期岩浆岩（包括火山岩）和第四系覆盖。出露地层较简单，以中生代地层为主，且仅见晚三叠统大顶（小坪）组、下侏罗统金鸡组和上侏罗统高基坪群。地层普遍受不同区域动力变质作用具有片理化。岩石主要有花岗岩、砂页岩及第四系冲积砂砾层等组成。经过大自然和人类活动的作用，构成复杂的土壤类型。土壤类型有：水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤、赤红壤、菜园土、潮沙泥土、滨海盐渍沼渍土、海滨沙土、石质土等 10 多种土类，40 多个土属，70 多个土种。

5.1.3.2 区域地质

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

根据区域资料，该区主构造带为早期新华夏系莲花山断裂构造带，该构造带以强大的断裂束及其所夹持的动力变质带为主；晚期新华夏系构造带主要有北东向的紫金—惠东断裂及华阳—平海断裂构造穿插其中，顺线尚有北西向松坑—惠东压扭性断裂存在。由于第四系覆盖层较厚，难于作进一步地质构造调查，而根据本次钻孔及周边地方钻探资料揭露，未发现工程区内有大的构造迹象存在（图 5.1.3-1）。

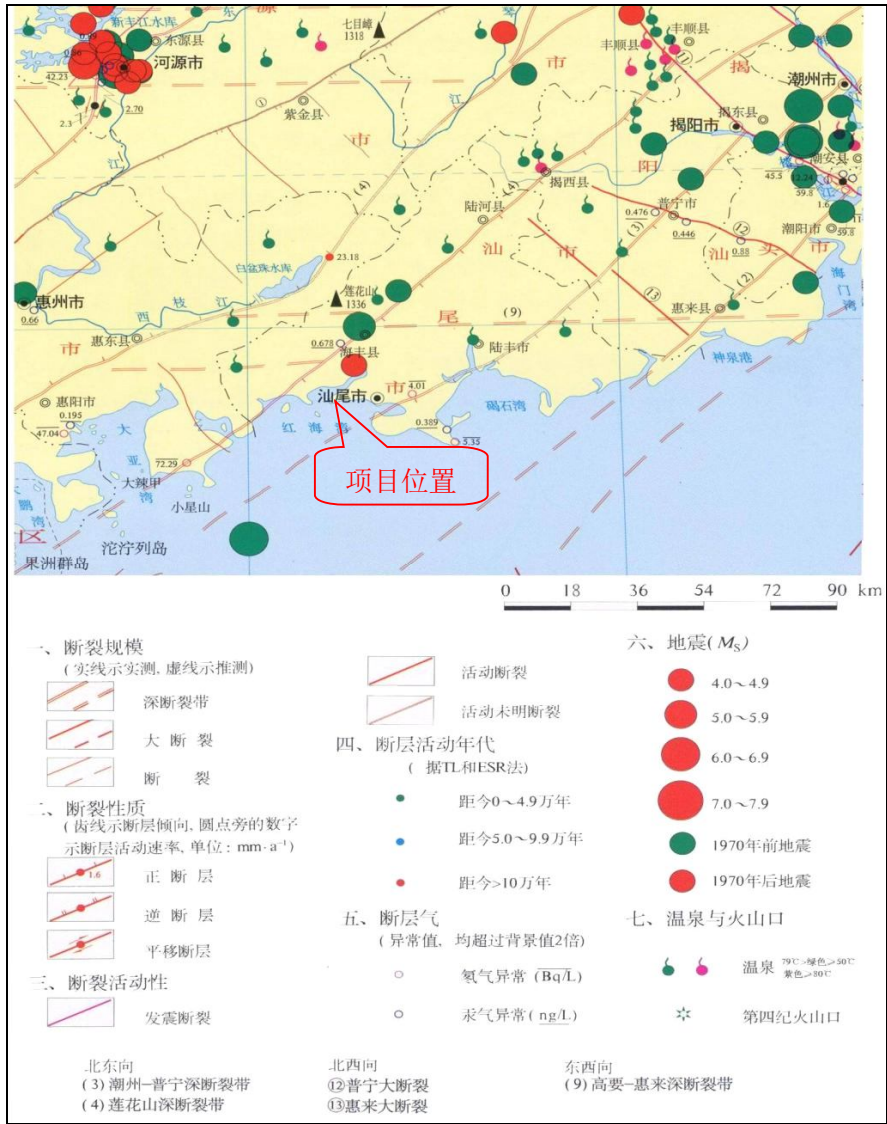


图 5.1.3-1 项目附近断裂分布图 (广东省地震局, 2000)

5.1.3.3 工程区域岩土分布及特征

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

据钻孔揭露, 场地内地层在钻探深度内自上而下可分为: 人工填土层 (Q^{ml})、第四系海陆交互相层 (Q^{mc})、第四系残积层 (Q^{el})、下伏基岩为燕山期花岗岩基岩层 (γK_1)。现自上而下按层序分述如下:

(1) 第四系海陆交互相沉积层 (Q^{mc})

淤泥 (层号 1-1): 灰黑色, 饱和, 流-软塑状, 含多量有机质及少量贝壳, 具有腥臭味, 局部含有少量砂。岩芯采取率平均 84%。该层整个场地钻孔均见及, 层

厚 2.50~3.70m, 平均厚度 3.18m, 层顶埋深 7.20~8.90m, 层顶标高-7.58~-5.96m。该层进行标准贯入试验 8 次, 实测锤击数 N' 为 3.0~4.0 击, 平均值 3.3 击。

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

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

(2) 第四系残积层 (Q^{el})

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

(3) 燕山期花岗岩层 (γK_1)

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

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

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

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

场地内各岩土层特征、分布、厚度、层顶埋深和层顶标高等见各钻孔平面图、柱状图、工程地质剖面图（图 5.1.3-2 至图 5.1.3-4）。

4) 场地适宜性及稳定性评价

根据区域地质资料及勘察结果，场地未发现活动断裂，本地区的区域地壳稳定性等级属基本稳定区；场地未发现土洞塌陷、地面沉降等其他不良地质作用和地质灾害，拟建场地稳定性较好、适宜性一般，经过适当的处理后，可以建筑。

根据勘察结果，场地位于平坦地带，除上部淤泥的强度低，其余各岩土层的工程地质性质均较好，亦未见埋藏的河道、沟浜、防空洞、溶洞等对工程不利的埋藏物。

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

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

5) 地震基本烈度

本场地位于汕尾市马宫街道，按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010 2016 版）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的划分，场地抗震设防烈度 7 度，

设计地震分组为第一组，地震加速度为 0.10g，特征周期 0.35s。

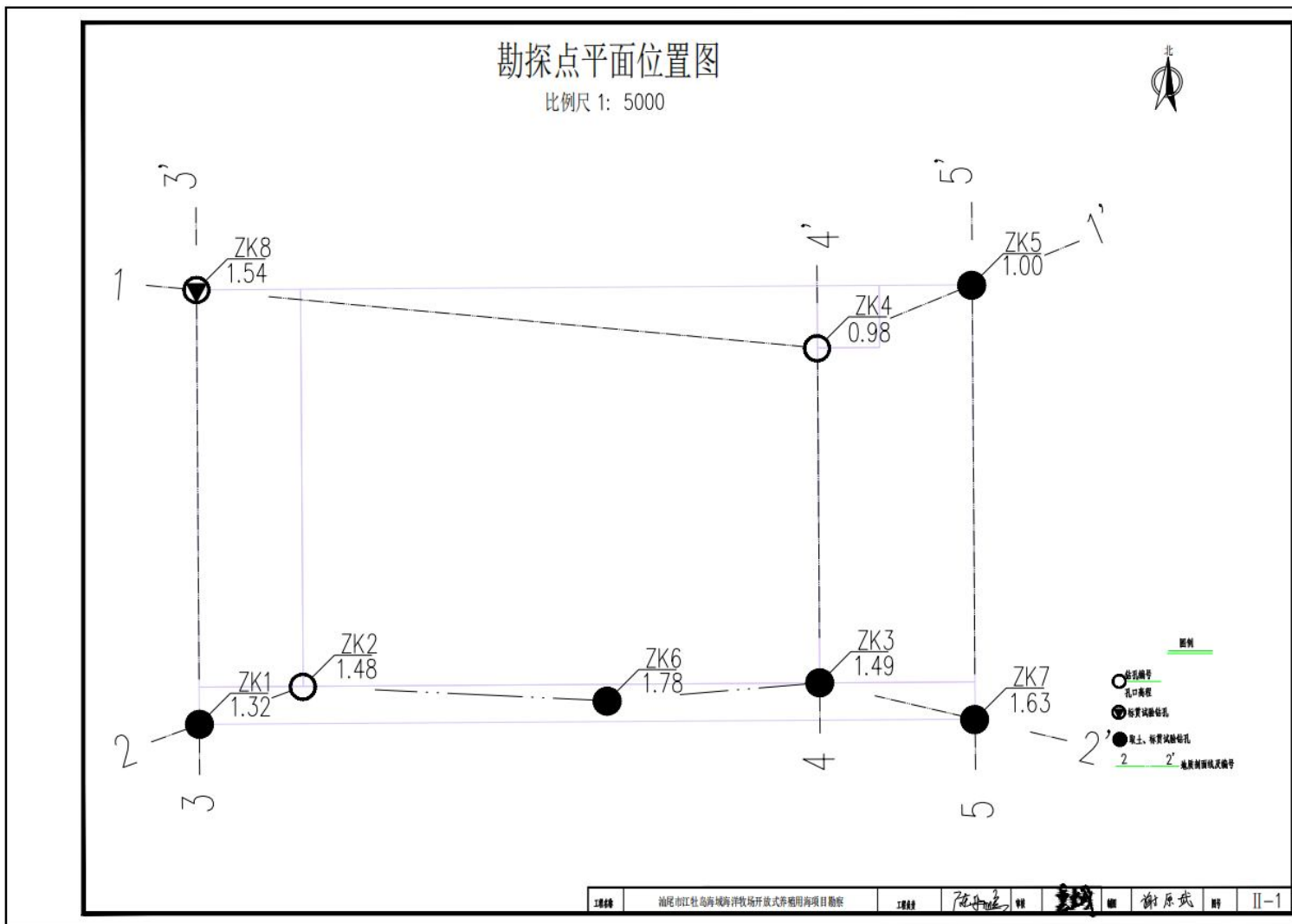
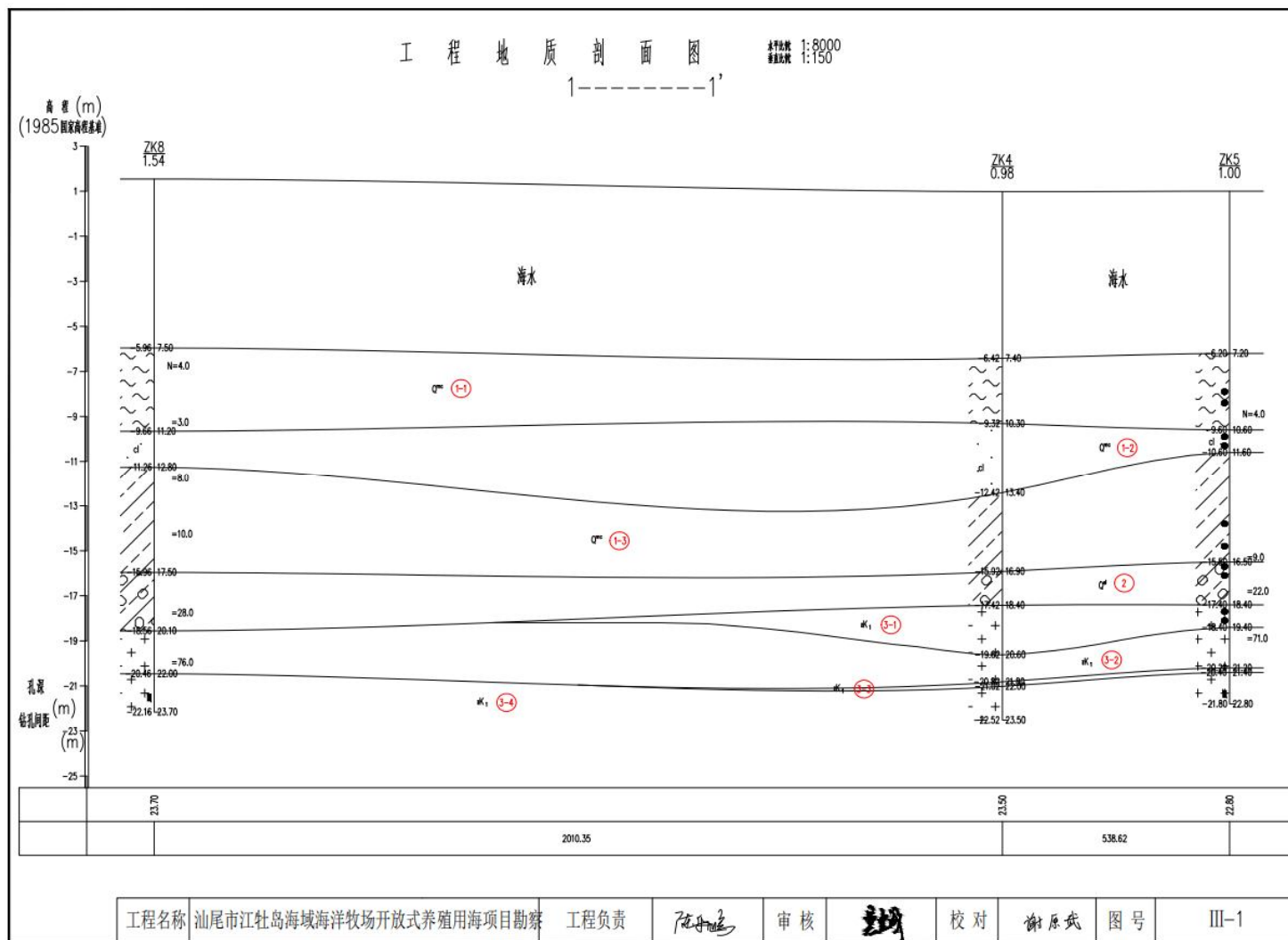


图 5.1.3-2 项目钻孔平面图



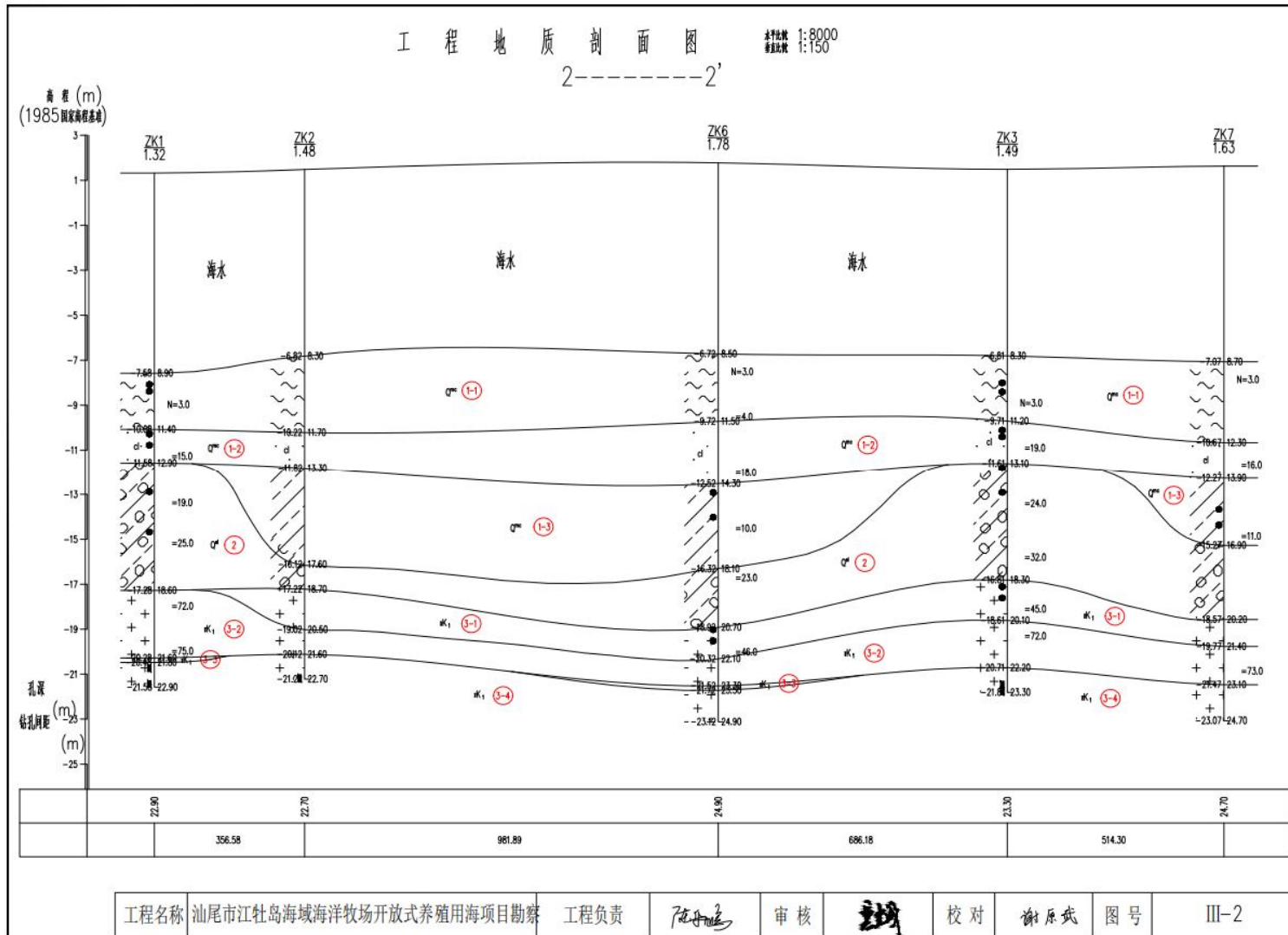


图 5.1.3-3 项目钻孔剖面图

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目勘察									
工程编号		2023.06.08				孔号		ZK1			
孔口高程		1.32 m	坐	x = 2518444.32 m		开工日期		2023.05.27	稳定水位		m
钻孔深度		22.90 m	标	y = 38624091.22 m		竣工日期		2023.05.27	测量水位日期		
时代	地层	层底	层底	分层	柱状图	地层描述	取	标	岩	稳定	
成因	编号	高程 (m)	深度 (m)	厚度 (m)	1:150		样	贯	芯	水位	
								数	采	(m)	
									取		
						海上钻探,海面到海底深度。					
		-7.58	8.90	8.90							
Q ^{mc}	(1-1)					淤泥: 灰黑色, 性和, 流一散团状, 含少量有机质及少量贝壳, 具有腥臭味, 局部含有少量砂。	1				
	(1-2)	-10.08	11.40	2.50		细砂: 灰黄色, 微细, 稍密-中密, 颗粒成分以石英为主, 嵌配不良, 局部含有多量粘粒	2	=3			
Q ^{el}	(2)					极密至中密, 颗粒成分以石英为主, 嵌配不良。	3				
						砾质粘性土: 褐黄色, 湿, 可塑, 含多量砾, 由花岗岩风化残积而成, 遇水崩解。	4	=15			
		-11.58	12.90	1.50			5				
rK ₁	(3-2)					强风化花岗岩: 褐黄色, 灰黄色, 原岩结构大部分破坏, 岩芯呈半岩半土状, 碎块状, 岩质松散, 手可折断, 遇水崩解。	6	=19			
		-17.28	18.60	5.70			7	=25			
	(3-3)					中风化花岗岩: 黄褐色, 岩石结构清晰, 岩芯呈块状, 风化裂隙发育, 岩质较硬, 锤击声哑。	8				
		-20.20	21.60	1.40			9	=72			
	(3-4)	-21.58	22.90	1.10		微风化花岗岩: 青灰色, 岩石结构清晰, 岩芯呈柱状, 柱状, 岩质新鲜坚硬, 锤击声脆。	10	=75			

工程负责: 陈平 审核: 谢原武 校对: 谢原武 图号: IV-1

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目勘察													
工程编号		2023.06.08				孔号		ZK2							
孔口高程		1.48 m		坐 标		x = 2518566.60 m		开工日期		2023.05.28		稳定水位		m	
钻孔深度		22.70 m		标		y = 38624426.18 m		竣工日期		2023.05.28		测量水位日期			
时代	地层	层底	层底	分层	柱状图 1:150	地层描述	取 样	标 贯 击 数	岩 芯 采 取 率 20 40,60 80 12%	稳定 水 位 (m)					
成因	编号	高程 (m)	深度 (m)	厚度 (m)											
		-6.82	8.30	8.30		海上钻探, 海面到海底深度。									
	Q ^{mc}	(1-1)	-10.22	11.70	3.40	淤泥: 灰黑色, 饱和, 流—软塑状, 含少量有机质及少量贝壳, 具有腥臭味, 局部含有少量砂。									
		(1-2)	-11.82	13.30	1.60	细砾砂: 灰褐色, 饱和, 稍密—中密, 颗粒成分以石英为主, 级配不良, 局部含有少量粘粒。									
		(1-3)	-16.12	17.60	4.30	粉质粘土: 灰白色, 湿, 可塑状, 不均匀含砂粒, 韧性好, 干强度高。									
	Q ^{al}	(2)	-17.22	18.70	1.10	砾质粘土: 褐黄色, 湿, 可塑, 含少量砾, 由花岗岩风化残积而成, 遇水崩解。									
	rK ₁	(3-1)	-19.02	20.50	1.80	全风化花岗岩: 褐黄色, 灰黄色, 原岩结构基本破坏, 岩芯呈土柱状, 岩质较软, 遇水软化。									
		(3-2)	-20.12	21.60	1.10	强风化花岗岩: 褐黄色, 原岩结构大部分破坏, 岩芯呈半岩半土状, 碎块状, 岩质较软, 手可折断, 遇水崩解。									
		(3-4)	-21.22	22.70	1.10	强风化花岗岩: 青灰色, 岩石结构清晰, 岩芯呈柱状, 性状, 原岩新鲜坚硬, 敲击声脆。									

工程负责: 陈子廷 审核: 谢原斌 校对: 谢原斌 图号: IV-2

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目勘察									
工程编号		2023.06.08			孔号		ZK3				
孔口高程		1.49 m	坐 标	x = 2518577.85 m		开工日期		2023.05.28	稳定水位		m
钻孔深度		23.30 m		y = 38626090.74m		竣工日期		2023.05.28	测量水位日期		
时代	地层	层底	层底	分层	柱状图 1:150	地层描述	取 样	标 贯 击 数	岩 芯 采 取 率 20 40 60 80 %	稳定 水位 (m)	
成因	编号	高程 (m)	深度 (m)	厚度 (m)							
		-6.81	8.30	8.30		海上钻探,海面到海底深度。					
Q ^{mc}	(1-1)	-9.71	11.20	2.90		淤泥:灰黑色,饱和,流-软塑状,含少量有机质及少量贝壳,具有腥臭味,局部含有少量砂。	1 9.50-9.70 9.90-10.10	=3 10.25-10.55			
	(1-2)	-11.61	13.10	1.90		粗砾砂:灰褐色,饱和,稍密-中密,颗粒成分以石英为主,胶结不良,局部含有多量粘粒。	3 11.60-11.80 11.80-12.10	=19 12.25-12.55			
Q ^{el}	(2)					稍密至中密,颗粒成分以石英为主,胶结不良。	5 13.30-13.50	=24 14.75-15.05			
						砾质粘性土:褐黄色,湿,可塑,含多量砾,由花岗岩风化残积而成,遇水崩解。	6 14.40-14.60	=32 17.15-17.45			
rK ₁	(3-1)	-18.61	20.10	1.80		全风化花岗岩:褐黄色,灰黄色,原岩结构基本破坏,岩芯呈土柱状,岩质松软,遇水软化。	7 18.60-18.80 19.10-19.30	=45 19.45-19.75			
	(3-2)	-20.71	22.20	2.10		强风化花岗岩:褐黄色,原岩结构大部分破坏,岩芯呈半岩半土状,碎块状,岩质松软,手可折断,遇水崩解。	8 20.80-21.00 21.10-21.30	=72 20.65-20.95			
	(3-4)	-21.81	23.30	1.10		微风化花岗岩:灰色,岩石结构清晰,岩芯呈柱状,柱状,岩质新鲜坚硬,锤击声脆。	9 22.80-23.00 23.10-23.20				

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目勘察											
工程编号		2023.06.08					孔号		ZK4				
孔口高程		0.98 m		坐 标		x = 2519658.02 m		开工日期		2023.05.29		稳定水位	m
钻孔深度		23.50 m		标		y = 38626083.44m		竣工日期		2023.05.29		测量水位日期	
时代	地层	层底	层底	分层	柱状图	地层描述	取	标	岩	岩	岩	岩	岩
成因	编号	高程 (m)	深度 (m)	厚度 (m)	1:150		样	贯	心	心	心	心	心
		-6.42	7.40	7.40		海上抬升,海面到海底深度。							
Q ^{mc}	①-1	-9.32	10.30	2.90		淤泥:灰黑色,饱和,流-软塑状,含少量有机质及少量贝壳,具有腥臭味,局部含有少量砂。							
	①-2	-12.42	13.40	3.10		细砂:灰褐色,饱和,稍密-中密,颗粒成分以石英为主,级配不良,局部含有多量粘粒,稍密至中密,颗粒成分以石英为主,级配不良。							
	①-3	-15.92	16.90	3.50		粉质粘土:灰灰色,湿,可塑状,不均匀含砂粒,韧性好,干强度高。							
Q ^{ml}	②	-17.42	18.40	1.50		砾质粘性土:褐黄色,湿,可塑,含多量砾,由花岗岩风化残积而成,遇水崩解。							
rK ₁	③-1	-19.62	20.60	2.20		全风化花岗岩:褐黄色,灰黄色,原岩结构基本破坏,岩石呈土状,岩质极软,遇水软化。							
	③-2	-20.82	21.80	1.20		强风化花岗岩:褐黄色,原岩结构大部分破坏,岩石呈半岩半土状,碎块状,岩质极软,手可破碎,遇水崩解。							
	③-3	-21.82	22.80	1.20		中风化花岗岩:褐黄色,岩石结构清晰,岩石呈块状,风化裂隙发育,岩质较硬,锤击声哑。							
	③-4	-22.52	23.50	1.50		微风化花岗岩:青灰色,岩石结构清晰,岩石呈柱状,性脆,岩质新鲜坚硬,锤击声脆。							

工程负责: 审核: 校对: 谢原斌 图号: IV-4

图 5.1.3-4 项目钻孔柱状图

5.1.3.4 项目所在区域的水深地形

根据水深地形图可见，整个项目申请海域的水深为-9.2m~-10.9m，人工鱼礁所在海域的水深为-10.5m~-10.9m。

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目水下地形图（低潮位）

2518.000-623.500

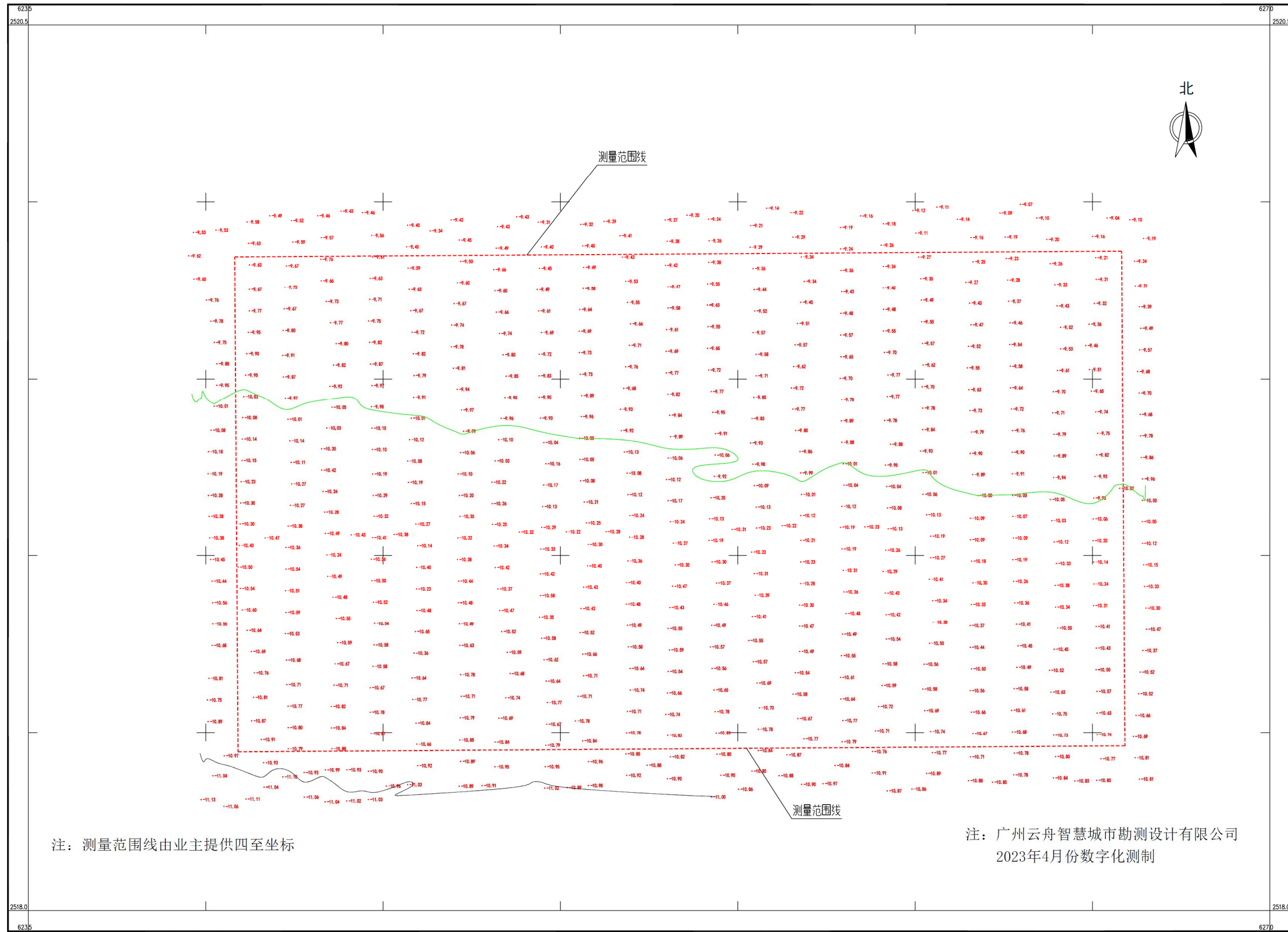


图 5.1.3-5 项目所在海域的水深地形图

5.1.4 自然灾害

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

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

5.1.4.1 热带气旋

汕尾沿岸海岛海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西太平洋和南海，热带气旋分为热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）和超强台风（SuperTY）六个等级。

以遮浪海洋站风速达 6 级，台风中心位置进入 20.9°N~24.9°N，114.3°E~118.3°E 区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949~2019 年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有 195 个，年平均 2.7 个，年最多为 9 个（1999 年），71 年间仅 1989 年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋 7~8 月出现最多，占 24%，其次是 9 月占 23%，最早出现在 4 月 10 日（受 6701 强台风影响），最晚出现在 12 月 2 日（受 7427 强台风影响），1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年~2019 年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有 23 个，强台风 24 个，台风 36 个，强热带风暴 38 个，热带风暴 54 个，见表 29 是登陆或影响本海域的热带气旋的统计。

表 5.1.4-1 (1949~2019)热带气旋中心经过 114.3~118.3°E、20.9~24.9°N 的个数统计

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
01	0	0	0	0	2	5	2	8	2	1	0	0	20
02	0	0	0	0	1	13	12	8	14	4	2	0	54
03	0	0	0	0	1	4	9	13	11	0	0	0	38
04	0	0	0	1	3	3	12	8	6	3	0	0	36

05	0	0	0	0	1	2	3	5	9	3	1	0	24
06	0	0	0	1	0	0	7	6	3	4	2	0	23
07	0	0	0	2	8	27	45	46	43	14	5	0	195
08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.7	0.6	0.2	0.1	0.0	2.7
09	0	0	0	1	4	14	24	24	23	7	3	0	100

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

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

影响汕尾沿岸海岛海域的西太平洋台风，7908 号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979 年 8 月 2 日 13~14 时，7908 号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达 55m/s，中心气压 940hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时，汕尾沿岸海岛海域平均风力 12 级以上（遮浪海洋站 1979 年 8 月 2 日实测风速 61m/s，风向东北，汕尾气象站实测阵风风速 60.4m/s），8 级以上大风时间持续 24 个小时，12 级大风时间持续 12 个小时。汕尾港妈屿站出现 3.81 米（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出 1.78 米，妈屿站最大增水 2.51 米，出现在 1979 年 8 月 2 日 10 时 00 分，汕尾市区大部分街道受浸，水深 0.3~1.0 米，7908 号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济损失和人员伤亡。

9509 号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海岛海域的台风（见图 5.1.6.1-1），其特点是：也是风力强、范围广、破坏力强。1995 年 8 月 31 日 15 时前后，9509 号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速 59.7m/s，风向东北，汕尾市 46.0m/s，海丰、惠东县 39.0m/s，惠来 35.0m/s，惠阳 34.0m/s，澄海 31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受 9509 号台风影响，国民经济直接损失 38.62 亿元和重大人员伤亡。

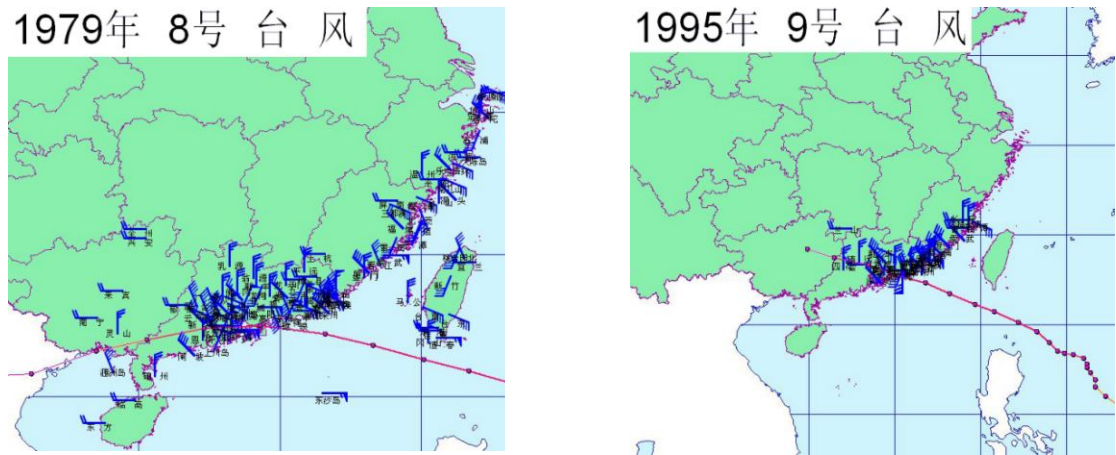


图 5.1.4-1 对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋路径图

5.1.4.2 大风

由于汕尾沿岸地处南海的北部，1995年07月~2019年12月，一年四季均可出现大风（ ≥ 8 级），大风日数年平均8.1天，2008年出现大风的大风日数最多达17天。虽然风能丰富，但大风造成的灾害也是严重的。

5.1.4.3 雷暴

汕尾沿岸，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在4~9月，汕尾沿岸历年平均发生雷暴52.9天。

5.1.4.4 寒潮及低温阴雨

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

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

年，共计 8 天。

5.1.4.5 干旱

对于海岛来讲，干旱是一种极为普遍的灾害，以小岛为例，首先是汕尾沿岸海岛的降水量不多，累年平均降水量为 1598.1mm，，不仅降水量少，且它的年际变化也大，最大年降水量为 2496.0 mm（1968 年），最小年降水量为 815.0mm（1963 年），年内降水量的分配既不均匀，又不稳定，另外，由于岛上多丘陵地形，而无江河湖泊，降水容易流失，汕尾沿岸海岛年平均蒸发量较大，所以，一旦降水偏少，容易出现干旱。

5.1.4.6 地震

根据《中国地震动参数区划图（GB18306-2001）》和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A 及其使用规定，工程区地震动峰值加速度 0.1g，地震基本烈度为 VII 度。设计地震分组为第一组，地震特征周期值为 0.45s。

5.1.4.7 赤潮灾害

（1）广东沿海赤潮灾害发生情况

据不完全统计，2012-2021 年间广东沿海共发生赤潮 97 起。近 10 年来，我省沿海年均发现 10 起左右赤潮事件（见表 5.1.4-2），但大规模、有危害的赤潮发生次数相对较少。深圳、惠州、湛江、珠海、汕尾和汕头海域是我省主要的赤潮多发区。

表 5.1.4-2 2012-2021 年广东沿海有记录的赤潮灾害次数

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

2021 年，全省海域发现赤潮事件 14 次，累计面积约 196.47 平方公里，未发现有毒赤潮。以上赤潮发生期间均未收到附近海域出现养殖鱼类和海洋生物异常死亡的报告。

与近 5 年相比，2021 年广东省赤潮发现次数高于平均值，为平均值（8 次）的 1.75 倍；赤潮累计面积为平均值（307.73 平方千米）的 64%。2017—2021 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况见图 5.1.4-2。

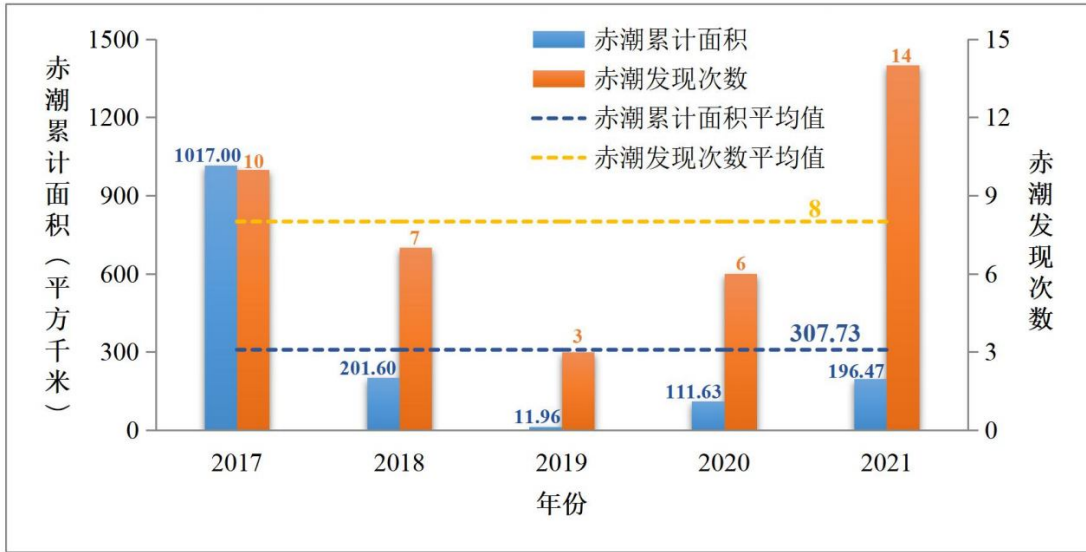


图 5.1.4-2 2017—2021 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况

2021 年，广东省海域引发赤潮的生物共 11 种，其中红色赤潮藻引发赤潮的次数最多、累计面积最大，分别为 7 次和 111.45 平方千米。2021 年广东省海域发现的部分赤潮生物显微镜下照片见图 5.1.4-3。

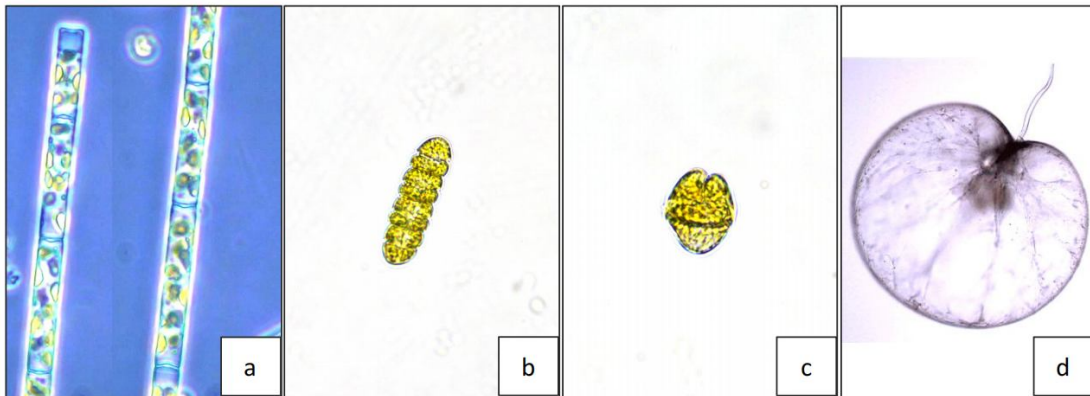


图 5.1.4-3 2021 年广东省海域发现的部分赤潮生物显微镜下照片

a: 丹麦细柱藻, b: 链状裸甲藻, c: 红色赤潮藻, d: 夜光藻

从区域分布来看，深圳市海域发现赤潮次数最多，为 8 次，占全省全年赤潮发现次数的 57%，汕尾市海域发现赤潮累计面积最大，达到 80.00 平方千米，为全省全年赤潮累计面积的 41%。从时间分布来看，1—2 月是发现赤潮次数最多和累计面积最大的月份，分别为 7 次和 110.90 平方千米。

2021 年单次持续时间最长的赤潮过程于 1 月 25 日—2 月 24 日发生在珠海市淇澳岛东部和海滨浴场海域，持续 31 天，引发赤潮的生物为夜光藻、球形棕囊藻和红色赤潮藻。单次面积最大的赤潮过程于 1 月 26 日—1 月 31 日发生在汕尾市附近海域，最大成灾面积为 80.00 平方千米，引发赤潮的生物为红色赤潮藻。

根据汕尾市海洋环境监测中心站 2017~2021 年对汕尾海域赤潮监测结果表明：

2017~2021年汕尾海域共发生赤潮4次，累计面积超过177.8平方公里。赤潮生物主要有4种，分别为锥状斯克里普藻、丹麦细柱藻、球形棕囊藻、红色赤潮藻。2020年，持续时间最长和单次面积最大的赤潮过程均发生在汕尾品清湖近岸水域，持续时间7天，为12月2日—12月8日，最大面积为50平方千米。2021年单次面积最大的赤潮过程于1月26日—1月31日发生在汕尾市附近海域，最大成灾面积为80.00平方千米，引发赤潮的生物为红色赤潮藻。

(2) 广东沿海赤潮生物

广东沿海赤潮生物种类繁多，已记录的有170种（包括孢囊种类），约占全国赤潮生物种类的90%以上，包括有毒种类，如链状亚历山大藻(*Alexandrium catenella*)、塔马亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*)、具尾鳍藻(*Dinophysis caudata*)、具毒冈比亚藻(*Gambierdiscus toxicus*)、多边舌甲藻(*Hngulodinium polyedrum*)、多纹膝沟藻(*Gonyaulax polygramma*)、短凯伦藻(*Karenia breve*)、链状裸甲藻(*Gymnodinium catenatum*)、米氏凯伦藻(*Karenia mikimotoi*)、海洋卡盾藻(*Chattonella marina*)、海洋原甲藻(*Prorocentrum micans*)、球形棕囊藻(*Phaeocystis globosa*)、尖刺拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)等。

(3) 广东沿海赤潮的危害

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。

根据历年来广东沿海赤潮灾害的统计，赤潮对广东沿海最大的危害是致养殖业鱼、虾、贝类死亡。也有因为误食含有赤潮毒素的海产品而发生人类中毒、死亡的事件，如1991年3月，大亚湾附近居民因食用含有赤潮毒素的翡翠贻贝一造成4人中毒，其中2人死亡。2004年9月份，在汕头和深圳，因误食染有西加鱼毒的珊瑚鱼类，分别造成了50多人和39人的中毒事件。

5.2 区域自然资源概况

5.2.1 旅游资源

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

红海湾旅游资源分为如下的8个主类、28个亚类、78个基本类型。基本类型中人文活动、地文景观、水域风光占有较大的优势。旅游资源单体共119个，其中建筑与设施类43个位居第一层次：地文景观22个、人文活动19个、遗迹遗址14个、水域风光8个和天象与气候5个，位居第二层次：旅游商品和生物景观各个，单体较少湾交接处突入海的一个半岛，素称“粤东麒麟角”，又称岩岛，因为它名副其实是由礁岩构成的。景点位于红海湾旅游区位于汕尾市区以东18km处，湾内有多洁白柔软的沙滩，还有神秘岛、龟龄岛等数个秀丽的岛屿。海滨自然景光迷人，风光琦旎，区内有唐公墓，郑祖嬉纪念庙古迹。遮浪半岛突入海面，有如屏障似地挡住了东西两面风浪，在半岛两侧不管风向何方，景象迥然不同，当一边波涛滚滚，巨浪排空，万马奔腾，另一边则风平浪静，一碧万顷，波光粼粼，遮浪因而得名。半岛南面有灯塔岛，建有国际航标灯塔；半岛两侧海滩各连绵约2km，沙白水清，是海水浴理想处。

5.2.2 矿产资源

初步探明汕尾市有矿产资源6类17种，即有色金属、贵金属、稀土稀有金属、燃料、黑色金属、金属。主要的矿产是锡、花岗岩、海河砂、硫铁矿、玻璃砂、矿泉水、地下热水。其中储量较大的锡矿，主要分布在海丰县的长埔、吉水门、银瓶山，陆丰市的博美等地。境内各地都有花岗岩；硫铁矿在海陆丰交界的官田；玻璃砂主要分布在市城区、红海湾的遮浪和陆丰的沿海一带；陆丰市的大安及海丰大湖有丰富的高岭土，陆丰市有丰富储量的钛铁和独居石及锆英。此外，全市还蕴藏优质的地热水、矿泉水和相

当可观的钨、铜、铅、锌、金属铍、水晶石、钾长石等的矿产资源。

5.2.3 岛屿资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岛共 428 个，为全省最多，约占全省海岛总数的 21.8%，其中包括有居民海岛 2 个，无居民海岛 426 个。根据行政区划，全市 2 个有居民海岛均属于村级岛，即小岛和施公寮岛。

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

(1) 江牡岛

江牡岛位于汕尾市红海湾中部，马宫港西面，距陆地直线距离 3.8 公里，地理坐标为北纬 22°44'16"~22°44'41"，东经 115°10'53"~115°11'29"。江牡岛距离本项目 2.5km，位于项目西南侧。江牡岛面积 45.6904 公顷。汕尾江牡岛土地类型主要为基岩山地，最高海拔 31 米，位于海岛东北部。由花岗岩构成，有山峰 3 座，东西走向，东北高西南低，表层的乔木和灌木丛茂盛，覆盖率约 85%。岛岸曲折陡峭，多为石质岸，南岸多峭壁。汕尾江牡岛的岸线总长度 4716 米。按海岛岸线类型分，汕尾江牡岛的岸线由基岩岸线、砂质岸线和构筑物岸线组成。其中汕尾江牡岛主要岸线类型为基岩岸线，长度 4466 米，占全岛岸线的 94.7%；砂质岸线长度 107 米，占全岛岸线的 2.3%；构筑物岸线长度 143 米，占全岛岸线的 3.0%。

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

(2) 南澳半岛

南澳半岛，又称遮浪半岛，是红海湾和碣石湾交界的突出部，濒临南海，素称“粤东麒麟角”，是汕尾八景之一，全省十大最迷人的滨海旅游景区之一，是汕尾市旅游龙头景区。音乐大师马思聪、书画大家赖少其、革命文学先驱者丘东平、民俗学大师钟敬

文、中国散文诗泰斗柯蓝、音乐家施光南等文化名流曾到此揽胜采风，触发创作灵感。

(3) 龟龄岛

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

5.2.4 港湾资源

汕尾拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市海岸线长 455.2 公里，占全省岸线 11.06%，居全省第二位、粤东地区第一位，尚可开发岸线 221.2 公里，占总长 48.59%，具有较大发展空间。拥有海岛 428 个，居全省第一，其中 500 平方米以上岛屿 133 个（含东沙岛）。较大岛屿有龟龄、屿仔、江牡、芒屿、菜屿、金屿等。沿岸拥有小漠、鲛门、马宫、汕尾、捷胜、遮浪、大湖、乌坎、金厢、碣石、湖东和甲子 12 座渔港。近岸海域水质总体良好，大部分检测项目指标值均在国家海水水质二类标准之内，局部区域受陆源污染影响，个别站位活性磷酸盐含量符合第四类海水水质标准，油类含量符合第三类海水水质标准。

5.2.5 水产资源

主要海洋经济水产品种有 14 类，107 科，173 种，其中年产量超过 2000 吨有 20 多种。上述水产品种中，有相当一部分属于中上层鱼类，集中在辽阔中深海渔场，尚有开发余地。龙虾、膏蟹、鲍鱼、鱿鱼等名贵水产种类繁多，渔业产值居全省之首。境内鱼、虾、蟹、贝、藻类齐全，渔业生产已有数百年历史。一般具有捕捞价值的鱼类达 200 多种。大量生产的有蓝圆鲹（巴浪鱼）、海鲈（赤鱼）、竹夹鱼、鲷鱼、大眼鲷（红目鲢）、大甲参、石斑等。甲壳类有墨吉对虾、近缘新对虾等。贝壳有近江牡蛎（蚝）、翡翠贻贝、蓝蛤等。藻类有广东紫菜、鹅掌茶等。

5.2.6 港口、航道和锚地

5.2.6.1 港口资源

汕尾港位于广东省东南沿海，分布在红海湾和碣石湾内。该港地处汕头港至珠江口之间海岸线的中部，地理位置优越。东距汕头港 117 海里；西距香港维多利亚港 81 海

里、广州港黄埔港区 163 海里，地理位置优越，是粤东地区重要的对外贸易口岸和渔业基地之一。

汕尾市大陆岸线长 455.2 千米，东起陆丰甲子角，西至海丰小漠螺丝头，辖红海湾、碣石湾两大海湾，辖区水域广阔，自然条件通航里程达 165 海里。汕尾市目前有汕尾港区、汕尾新港区（红海湾）、海丰港区和陆丰港区共 4 个港区，截至 2013 年，该港拥有各类生产泊位 28 个。汕尾港具有航道短、波浪小、泥沙少、岸线稳定等特点，港口设备完善，陆上交通便利，附近有很多可利用的港湾。

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



图 5.2.6.1-1 汕尾港港区分布示意图

从地理位置上看，本项目位于汕尾市城区马宫街道附近（江牡岛东北海域），与汕尾各港区码头距离较远，相互影响不大。汕尾港主要码头汇总如下表所示：

表 5.2.6.1-1 汕尾港主要码头一览表

序号	码头名称	所属单位	码头长度 (米)	水深 (米)	用途	靠泊能力 (吨)
1	广石化鲛门油库码头	汕尾运通达石化发展有限公司	56.4	5.5	汽油、柴油	1500
2	小漠华城液化气码头	海丰华都能源有限公司	140	6.8	液化气	3000
3	红海湾发电厂煤码	广东红海湾发电有限	280	15.2	煤炭	70000

	头	公司				
4	红海湾发电重件码头	广东红海湾发电有限公司	132	6.8	重件	3000
5	红海湾发电厂油码头	广东红海湾发电有限公司	90	5.3	油码头	1000
6	港务局新码头	市港务局	255	7.5	集装箱	5000
7	港务局老码头	市港务局		4.7	集装箱	1000
8	万聪供油站码头	万聪实业发展有限公司	80	5.8	渔业后勤供油	3000
9	万聪船厂杂货码头	市运红海湾万聪船舶修造有限公司	120	6.8	杂货	2000
10	鸿业船厂码头	市鸿业船舶修造有限公司	60	4.0	船厂专用	1000
11	汕尾市新城发电厂油码头	市新城发电厂	300	3.4	汽油、柴油、重油	1000
12	炮台油库码头	中石化广东汕尾石油分公司	48	5.5	汽油、柴油	2000
13	深汕石油储存公司油码头	市城区深汕石油储存公司		4.2	成品油	1000
14	中油汕尾销售分公司油库	中国石油天然气股份有限公司汕尾分公司	24	4.5	成品油	1500
15	甲子货渔码头	陆丰甲子镇搬运公司	60	2.6	杂货（货渔共用）	300
16	碣石液化气成品油码头	陆丰市华陆石油集团公司	170	5.2	液化气、成品油	5000
17	乌坎货运码头	陆丰市港务公司	125	3.0	集装箱	500
18	东洲港码头	汕尾红海湾天源投资有限公司	150	6	件杂货	3000

5.2.6.2 航道资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013年5月），汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、鲘门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见图5.2.6.2-1所示。

汕尾市港口目前共有7条航道：

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

泥沙底，设有港内引航灯桩。自然航道，基准水深在-3.5~-7.0m。

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

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

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

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

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

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



图 5.2.6.2-1 汕尾港附近航道图

5.2.6.3 锚地资源

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。汕尾港总体规划现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，锚地信息列表见表 5.2.6.3-1，汕尾港 1~15 号锚地位置如图 5.2.6.3-1 所示。

距离本项目最近锚地为 3 号锚地和 6 号锚地。

表 5.2.6.3-2 汕尾港锚地规划表

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



图 5.2.6.3-1 锚地位置图

5.2.7 岸线资源

汕尾市岸线资源丰富，拥有碣石湾和红海湾两大海湾，根据广东省最新修测岸线数据，全市大陆海岸线全长 467.3km，占全省岸线 11.44%，其中人工岸线 249.8km，自然岸线 212.4km，其他岸线 5.1km。

项目养殖区位于海域，项目建设不占用大陆海岸线和海岛岸线，根据《广东省海洋生态红线》（2017），项目建设不占用大陆岸线保有自然岸线，周边大陆岸线保有自然岸线有 10 处，分别为南方奥（166）、小漠港（167）、圆墩河口（168）、鲘门镇（169）、白安西（170）、白安南（171）、白安北（172）、马宫港（173）、汕尾港北（174）和汕尾港南（175）；周边海岛自然岸线保有岸线有 2 处，分别为芒屿岛（56）、江牡岛（48、49）。

5.2.8“三场一通道”

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

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

（1）南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 5.2.7-1~图 5.2.7-2，本工程海域不在南海中上层鱼类产

卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

(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 等深线以内水域（图 5.2.7-3），保护期为（1-12）月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目在南海北部幼鱼繁育场保护区内。

(3) 黄花鱼幼鱼保护区

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

(4) 蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区

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

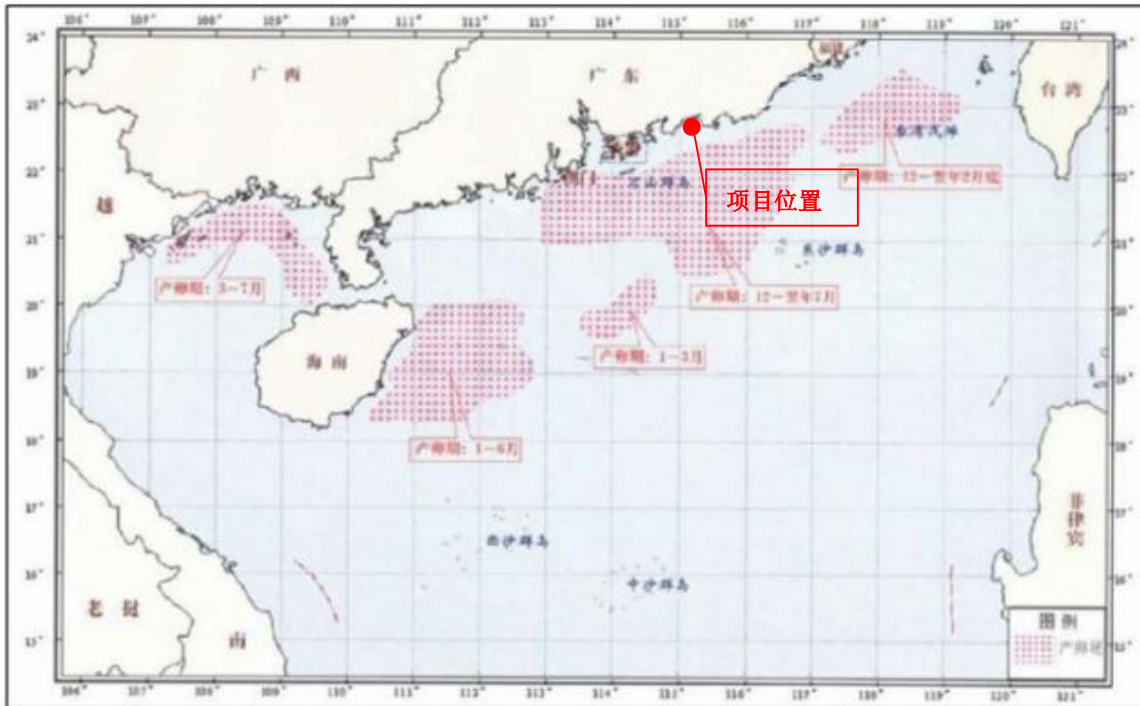


图 5.2.7-1 南海中上层鱼类产卵场示意图



图 5.2.7-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

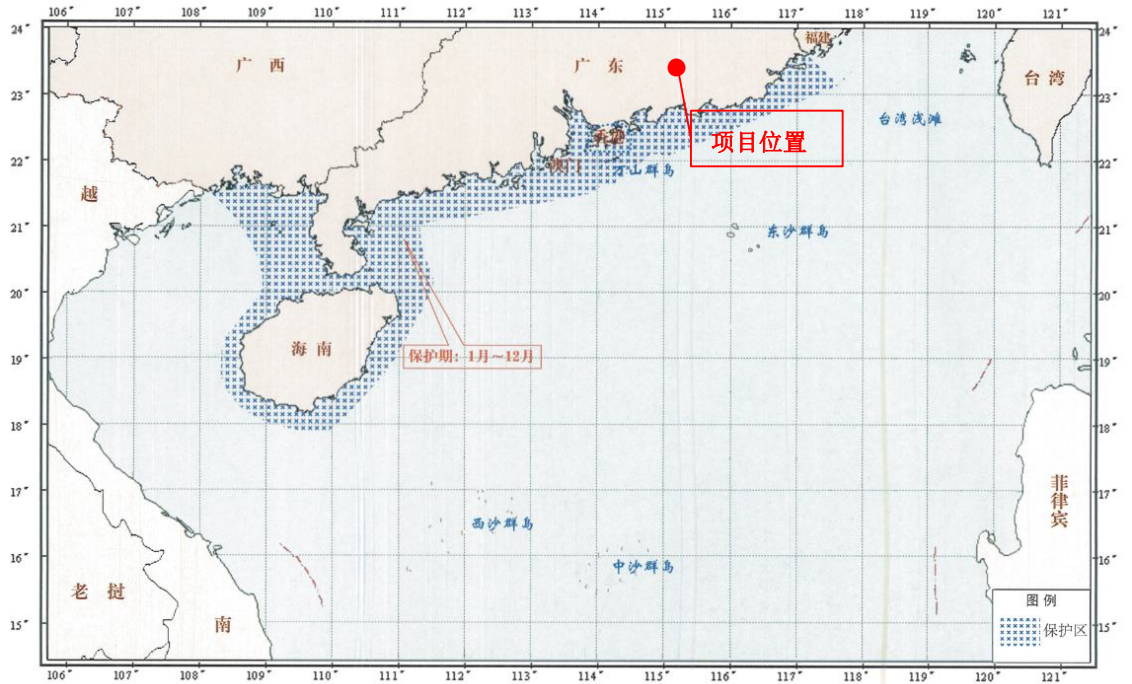


图 5.2.7-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围场示意图

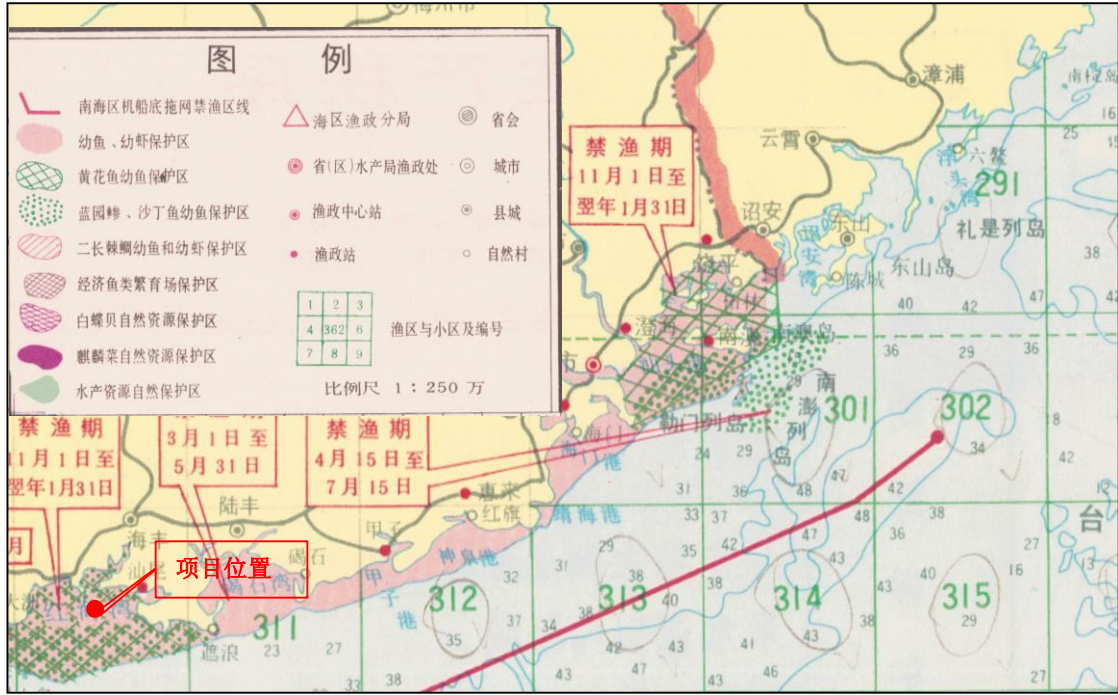


图 5.2.7-4 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

5.3 海域开发利用现状

5.3.1 海域开发利用现状

本项目位于汕尾市城区马宫街道附近（江牡岛东北侧海域），距北部牛鼻头大陆海岸约 1.0km。根据搜集的历史资料、遥感影像资料，本项目养殖区周边为开阔的海域，项目所在海域附近的开发活动主要有航道、锚地、养殖区和养殖用海项目等。该开发利用活动与本项目的相对位置关系见表 5.3-1 和图 5.3-1 所示。

表 5.3-1 项目所在海域开发利用现状统计表

序号	项目名称	距离本项目方位和距离
1	汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目	西南侧 3.77km
2	马宫航道	西北侧 1.02km
3	汕尾西线航道	东南侧 3.46km
4	汕尾东线航道	东南侧 5.34km
5	8 号锚地	西侧 6.4km
6	3 号锚地	南侧 0.2km
7	2 号锚地	东南侧 7.9km

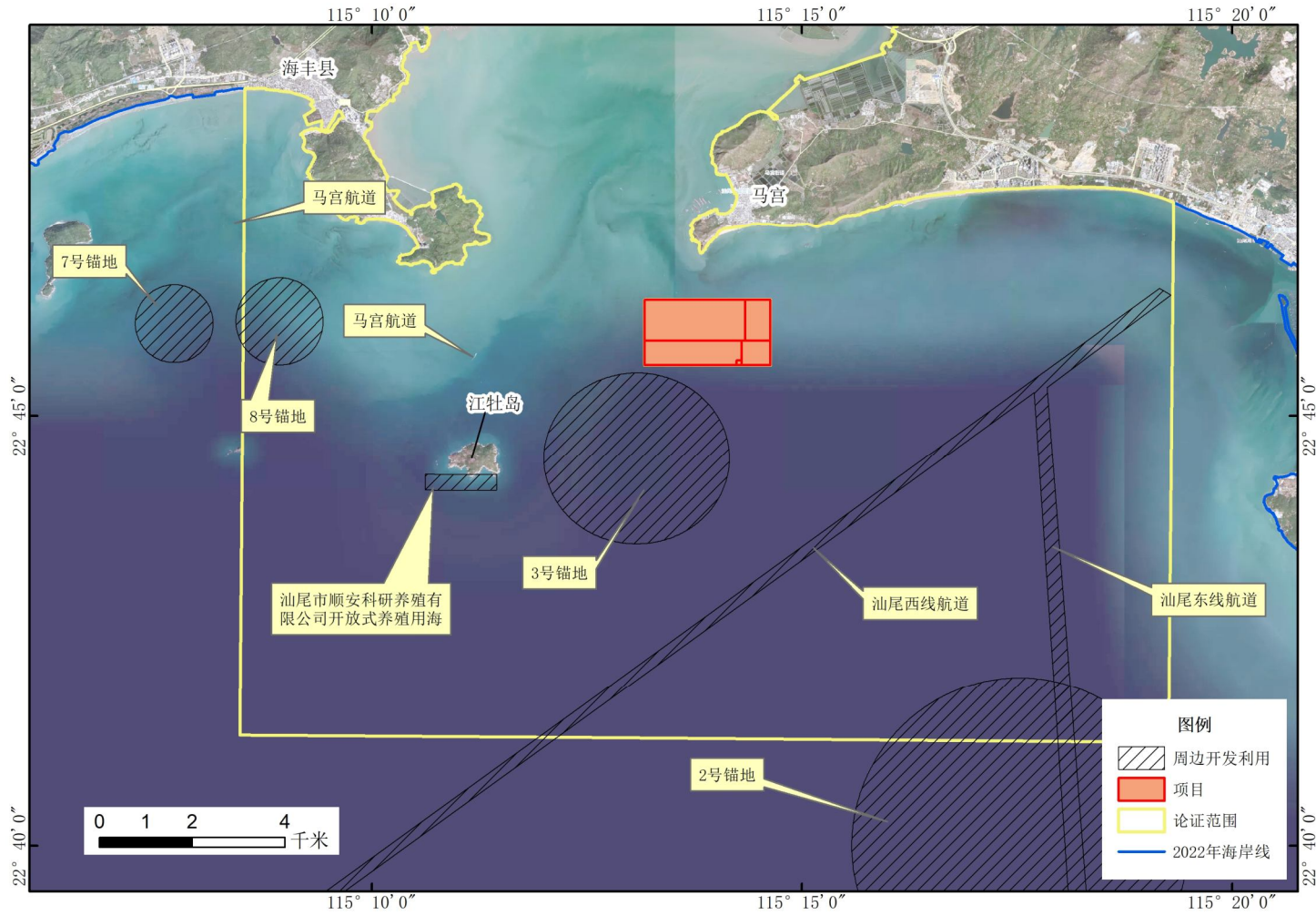


图 5.3-1 项目开发利用现状图

5.3.2 海域使用权属现状

根据收集到的资料，项目附近海域已确权且海域使用权证仍在有效期的用海项目共有 1 宗，主要为养殖用海项目，海域使用权属情况见表 5.3-2 所示。

表 5.3-2 海域使用权属现状情况一览表

序号	项目名称	使用权人	用海起止日期	宗海面积	用海一级类	用海二级类	用海方式	用海性质
1	养殖用海项目	汕尾市顺安科研养殖有限公司	2014-11-12 至 2024-11-11	48.08	渔业用海	开放式养殖用海	开放式养殖用海	经营性

6 环境现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

6.1.1 基面关系

项目水下地形与地貌测量以当地理论最低潮面起算，汕尾站各个基面换算关系如图 6.1.1-1 所示。

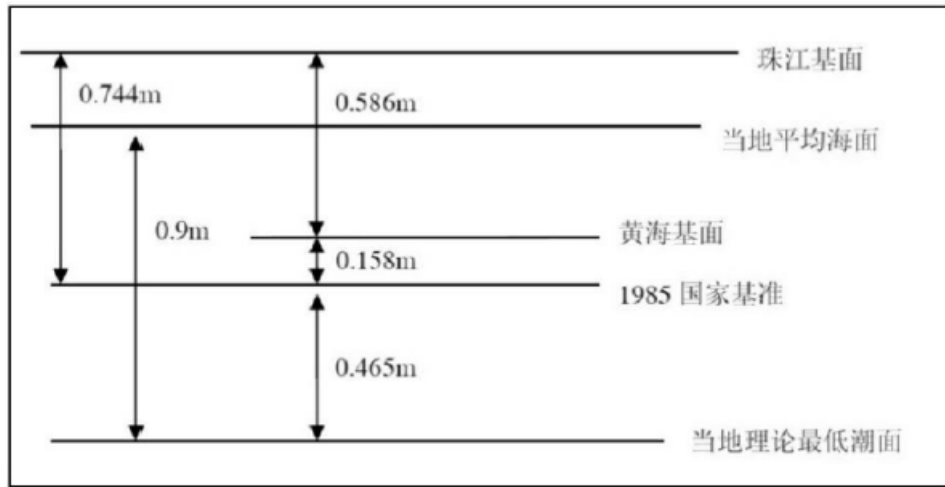


图 6.1.1-1 汕尾站各基面关系图

6.1.2 2021 年 5 月水文动力环境现状调查与评价

广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 5 月 13 日 14 时至 2021 年 5 月 14 日 15 时，在汕尾市红海湾海域进行水文观测。共布设 6 个潮流观测站，临时潮位站 2 个。位置如图 6.1.2-1 所示，坐标如表 6.1.2-1 所示。调查内容包括：温盐、潮流（流速、流向）、潮位、悬沙（含沙量、悬沙粒径）、风速和风向等。调查方法依照《海洋调查规范-海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007 的要求执行。

表 6.1.2-1 水文观测站位坐标表

站位	经纬度		调查内容 项目
	东经	北纬	
SW1-1	115.1465	22.7321	流速流向、悬沙、温盐
SW1-2	115.2303	22.676	流速流向、悬沙、温盐、风速风向
SW1-3	115.2561	22.7515	流速流向、悬沙、温盐
SW1-4	115.1652	22.6114	流速流向、悬沙、温盐

SW1-5	115.2697	22.6203	流速流向、悬沙、温盐、风速风向
SW1-6	115.3572	22.6703	流速流向、悬沙、温盐
SWC1	115.2466	22.7866	潮位
SWC2	115.3513	22.7154	潮位

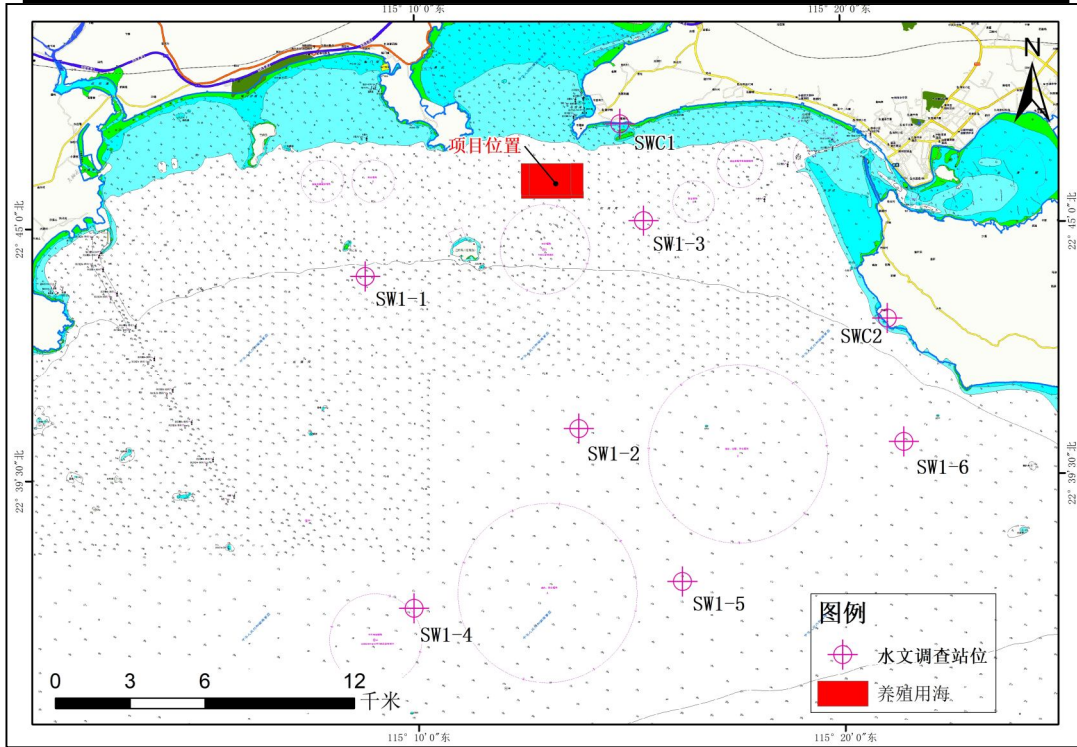


图 6.1.2-1 水文观测站点分布示意图

1、调查期间气象情况

本次水文观测期间，风向以西-西北向为主，SW1-2 站风速在 3.2~4.7m/s 之间，SW1-5 站风速在 1.65~4.10m/s 之间。

2、潮汐

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

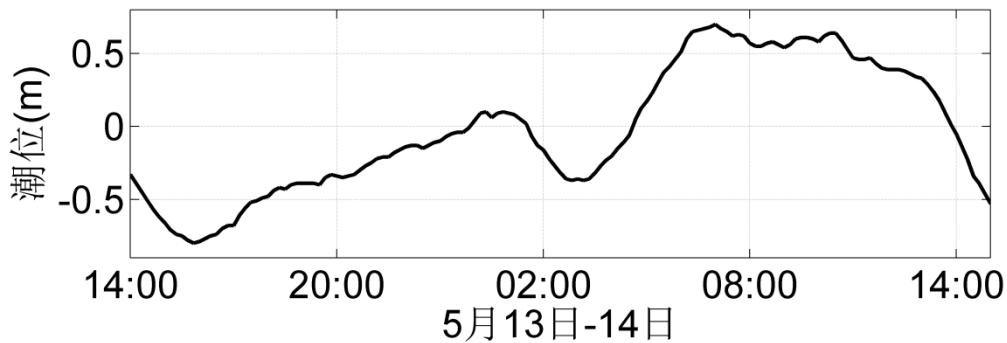
(1) 潮汐特征

对 SWC1 和 SWC2 两个潮位站的观测潮位进行分析，并绘制潮位过程曲线，SWC1 潮位站的最高潮位为 0.7m，最低潮位为-0.8m，最大潮差 1.07m；SWC2 潮位站的最高潮位为 0.69m，最低潮位为-0.81m，最大潮差 1.08m；平均涨潮历时大于平均落潮历时。

表 6.1.2-2 各站实测潮汐特征值统计

项目	潮位特征值	SWC1	SWC2
潮位 (m)	最高潮位	0.70	0.69
	最低潮位	-0.80	-0.81
	平均高潮位	0.40	0.40
	平均低潮位	-0.59	-0.60
	平均潮位	-0.02	-0.02
潮差 (m)	最大潮差	1.07	1.08
	最小潮差	0.47	0.50
	平均潮差	0.81	0.83
历时 (h)	平均涨潮历时	6.17	6.50
	平均落潮历时	4.22	4.00
观测时间		2021-5-13 14:00 ~5-14 15:00	2021-5-13 14:00 ~5-14 15:00

SWC1潮位曲线



SWC2潮位曲线

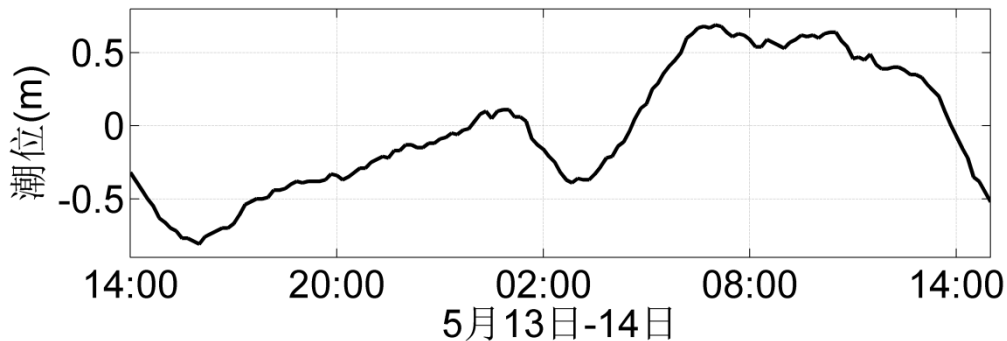


图 6.1.2-2 短期潮位站逐时潮位过程曲线

(2) 潮汐类型

对 SWC1 站和 SWC2 站 2021 年 5 月 13 日 14:00 至 5 月 14 日 15:00 连续 25 小时的潮位资料进行准调和分析,得到 6 个主要分潮的振幅和迟角,见表 6.1.2-3。

潮型系数 $F = (HK_1 + HO_1) / (HM_2 + HS_2)$, 潮型系数小于 0.25 为半日潮类型; 位于 0.25-1.5 之间为混合潮类型, 且以半日潮为主; 位于 1.5-3.0 之间为混合潮类型, 且以全日潮为主; 大于 3.0 为全日潮类型。经计算, SWC1 和 SWC2 潮位站的潮型系数分别为 2.27 和 2.24, 属于全日潮为主的混合潮类型。

表 6.1.2-3 潮位站主要分潮调和常数表

分潮	SWC1		SWC2	
	振幅(CM)	迟角(°)	振幅(CM)	迟角(°)
O1	15.5	204	14.8	205
K1	15.8	349	15.0	349
M2	7.3	9	7.0	9
S2	6.5	252	6.3	252
M4	0.4	25	0.4	26
MS4	0.5	282	0.5	283

表 6.1.2-4 潮位站潮性系数表

潮位站	TWC1	TWC2
$(H_{K1} + H_{O1}) / (H_{M2} + H_{S2})$	2.27	2.24

3、潮流

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

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 6.1.2-3 至图 6.1.2-6 所示,图 6.1.2-7 至图 6.1.2-12 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 6.1.2-5 至表 6.1.2-6 为涨、落潮流统计表。

从海流的流态来看,观测期内 SW1-2、SW1-3 测站海流的旋转流特性较为明显。六个测站均位于红海湾内,所以各个测站的海流流向比较一致,均大致是平行于海岸线,朝向东南方向,其中 SW1-1、SW1-3 和 SW1-6 站离岸线较近,海流方向主要也表现为与岸线平行。

从各站海流过程矢量图可以看出，（1）SW1-1 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向 NE，落潮流偏向 SE；（2）SW1-2 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向 NW，落潮流偏向 SE；（3）SW1-3 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向 NW，落潮流偏向 SE；（4）SW1-4 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向 NE，落潮流偏向 SE；（5）SW1-5 站表层、中、底层涨潮流主轴主要偏向 NE，落潮流偏向 E；（6）SW1-6 站表层、中、底层涨潮流主轴主要偏向 W，落潮流偏向 E。

从垂向平均流速来看，各站点的落潮流速均大于涨潮流速。观测期间最大涨潮流速为 35.7cm/s，最大落潮流速为 47.1cm/s，分别为 SW1-4 站表层和 SW1-6 站中层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 16.5cm/s 和 33.1cm/s，出现在 SW1-4 站表层。在垂向上，SW1-6 站的中层流速均比表层和底层大，其他测站则是表层最大，中层次之，底层最小。在水平上，各站点的数值差异不是很大，在表层 SW1-4 站流速最大，SW1-2 站最小；在中层 SW1-6 站流速最大，SW1-1 站最小；在底层 SW1-6 站流速最大，SW1-1 站最小。

表 6.1.2-5 各站实测最大涨、落潮流 (cm/s、°)

测站	涨、落潮	表 层		中 层		底 层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW1-1	落潮流	25.5	125.7	19.6	114.3	21.6	108.8	21.8	116.7
	涨潮流	24.0	100.5	12.7	38.5	13.2	86.3	13.9	76.5
SW1-2	落潮流	8.8	145.2	23.5	114.7	22.6	124.7	17.5	121.3
	涨潮流	12.4	139.7	12.0	359.3	13.2	336.1	10.5	350.3
SW1-3	落潮流	19.4	121.9	36.6	126.8	30.8	113.5	29.6	121.7
	涨潮流	14.6	145.2	18.1	115.4	18.1	125.8	16.7	306.3
SW1-4	落潮流	45.5	115.6	22.8	115.6	22.5	115.6	29.5	115.6
	涨潮流	35.7	98.3	17.3	91.3	14.3	109.8	20.8	281.9
SW1-5	落潮流	36.2	95.8	32.7	127.8	27.4	120.9	31.2	115.3
	涨潮流	31.1	105.6	22.4	109.4	18.9	113.2	23.3	287.5
SW1-6	落潮流	27.0	86.1	47.1	133.1	33.6	123.4	34.8	119.8
	涨潮流	26.6	109.6	29.1	117.5	24.4	113.1	26.9	294.0

表 6.1.2-6 各站实测平均涨、落潮流 (m/s、°)

测站	涨、落潮	表 层		中 层		底 层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW1-1	落潮流	19.2	146.4	15.3	155.4	15.7	155.9	16.5	117.6
	涨潮流	10.2	25.3	7.4	22.5	6.7	32.5	8.0	63.9

SW1-2	落潮流	0.4	186.7	16.2	154.3	14.9	156.9	10.8	115.0
	涨潮流	2.9	331.1	0.6	71.7	4.6	35.0	1.5	17.1
SW1-3	落潮流	11.7	137.0	22.9	143.9	20.3	152.9	18.6	124.5
	涨潮流	1.1	345.3	7.9	343.8	7.3	344.0	5.7	286.0
SW1-4	落潮流	33.1	159.8	15.9	166.9	15.9	167.1	21.0	106.4
	涨潮流	16.5	13.2	8.8	28.4	6.0	23.4	10.2	69.8
SW1-5	落潮流	24.6	173.1	22.9	155.7	19.0	160.5	22.1	107.3
	涨潮流	10.5	14.9	10.2	358.6	7.8	14.5	9.5	82.1
SW1-6	落潮流	16.9	200.5	32.4	147.4	25.9	156.6	24.3	110.0
	涨潮流	5.0	0.8	10.9	341.0	9.5	4.4	8.5	277.9

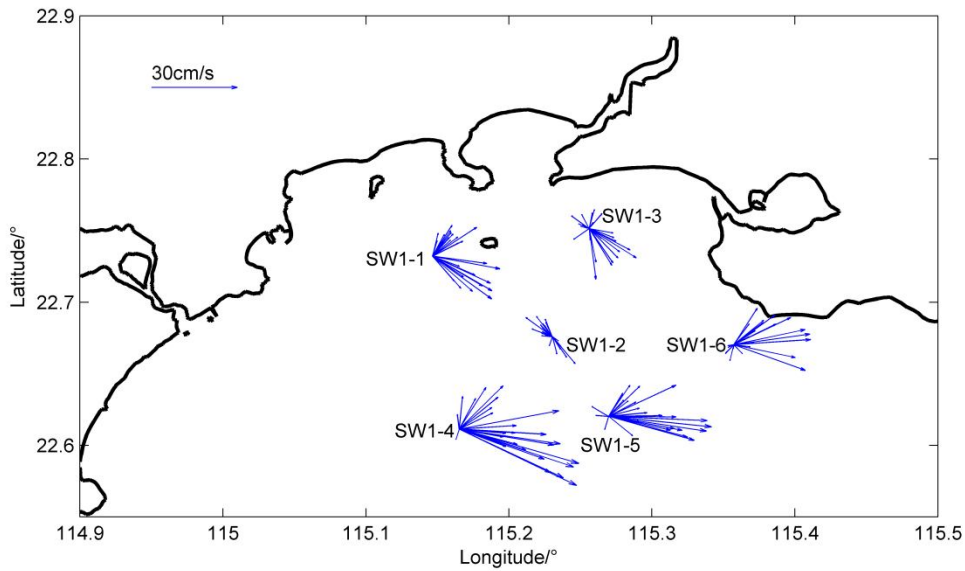


图 6.1.2-3 各站表层海流平面分布矢量图

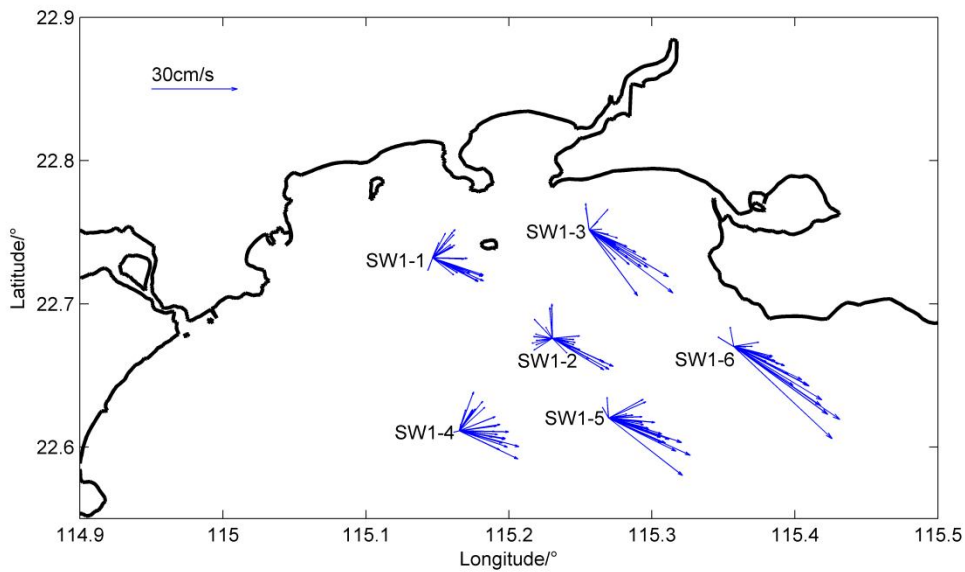


图 6.1.2-4 各站中层海流平面分布矢量图

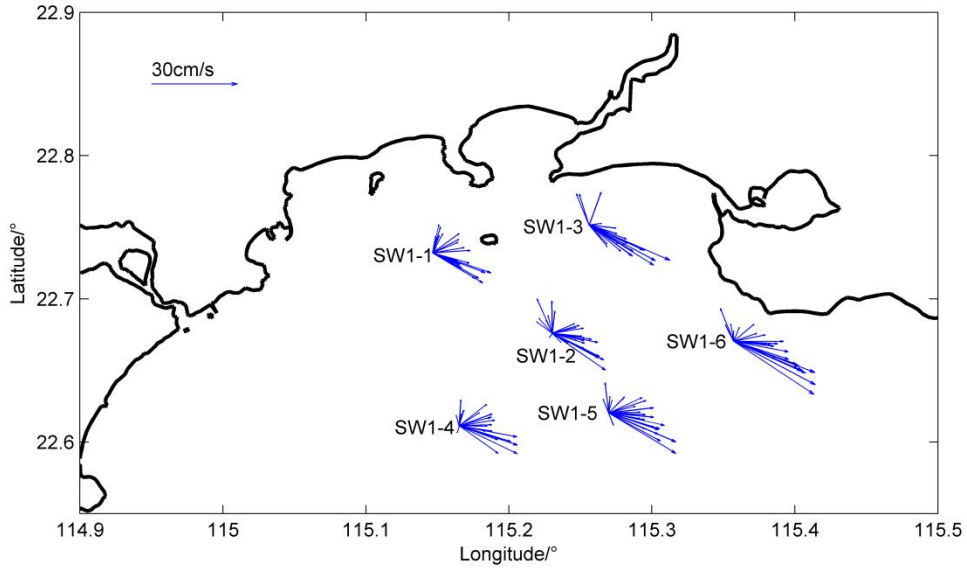


图 6.1.2-5 各站底层海流平面分布矢量图

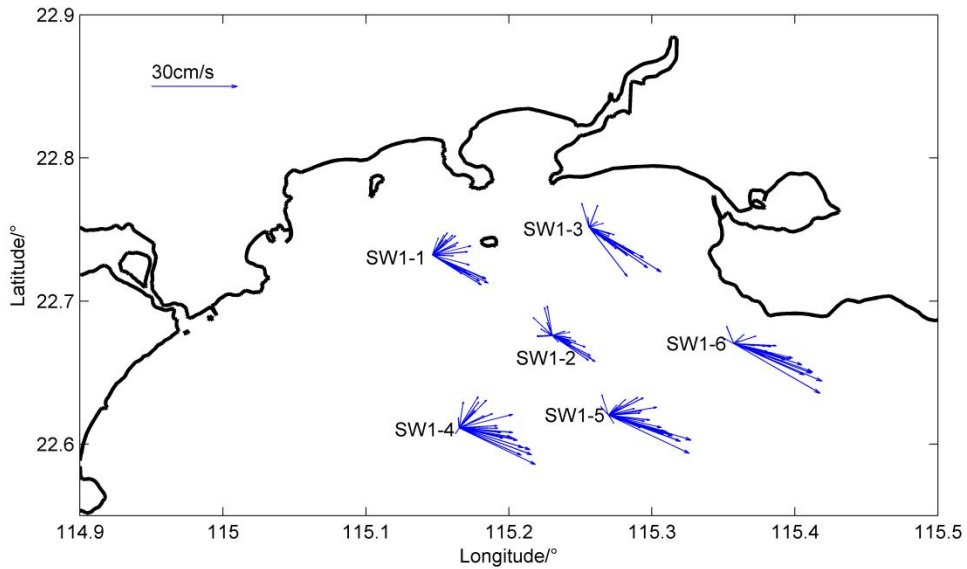


图 6.1.2-6 各站垂向平均海流平面分布矢量图

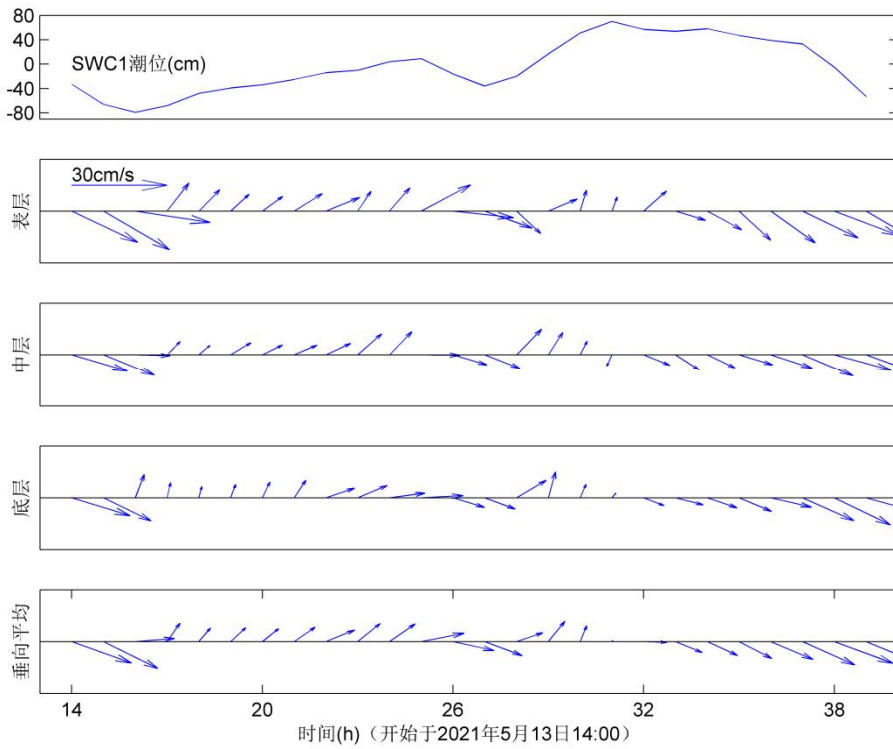


图 6.1.2-7 SW1-1 站海流矢量图

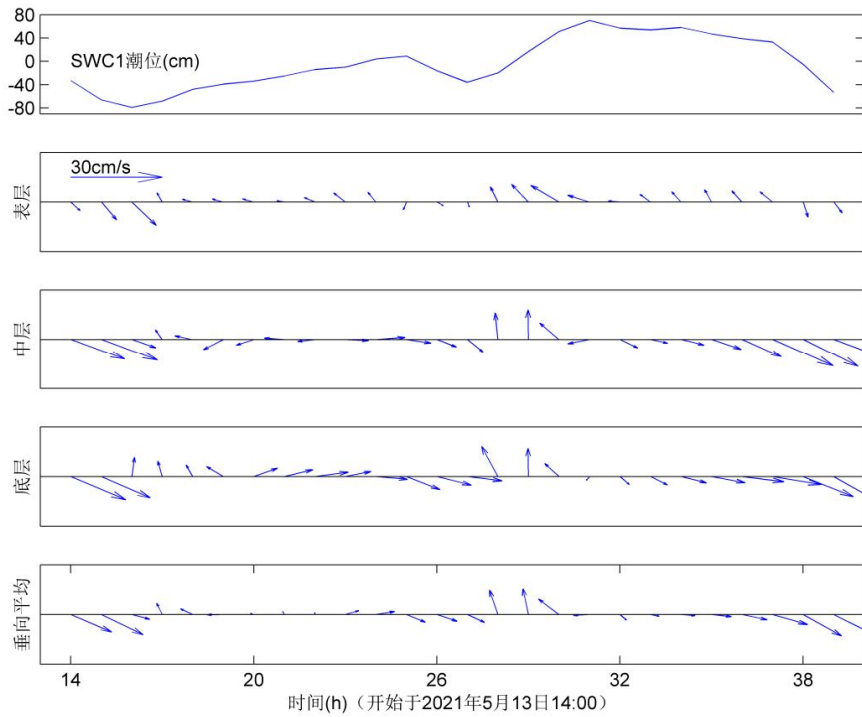


图 6.1.2-8 SW1-2 站海流矢量图

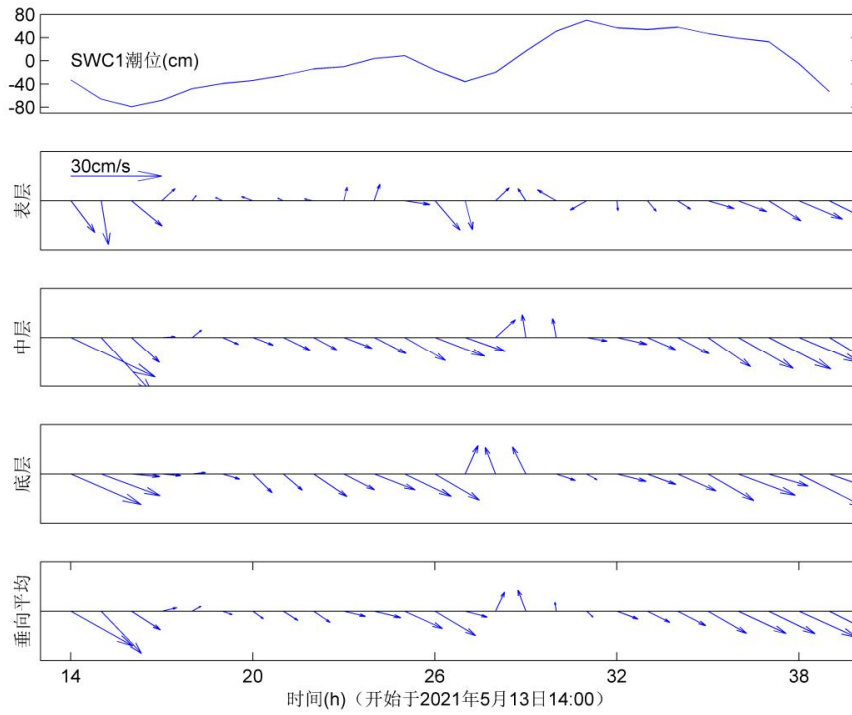


图 6.1.2-9 SW1-3 站海流矢量图

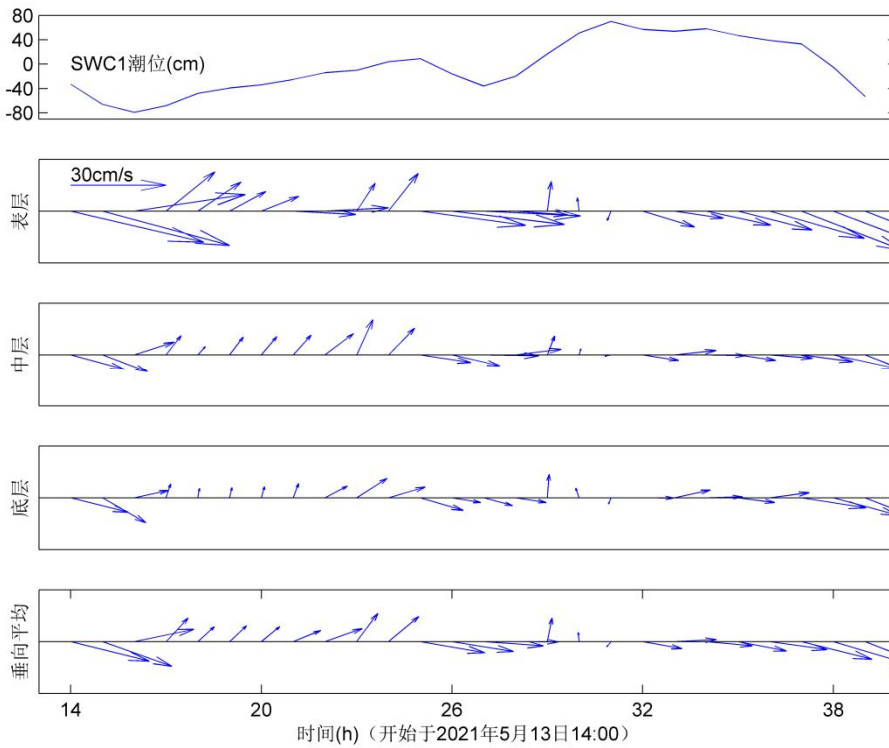


图 6.1.2-10 SW1-4 站海流矢量图

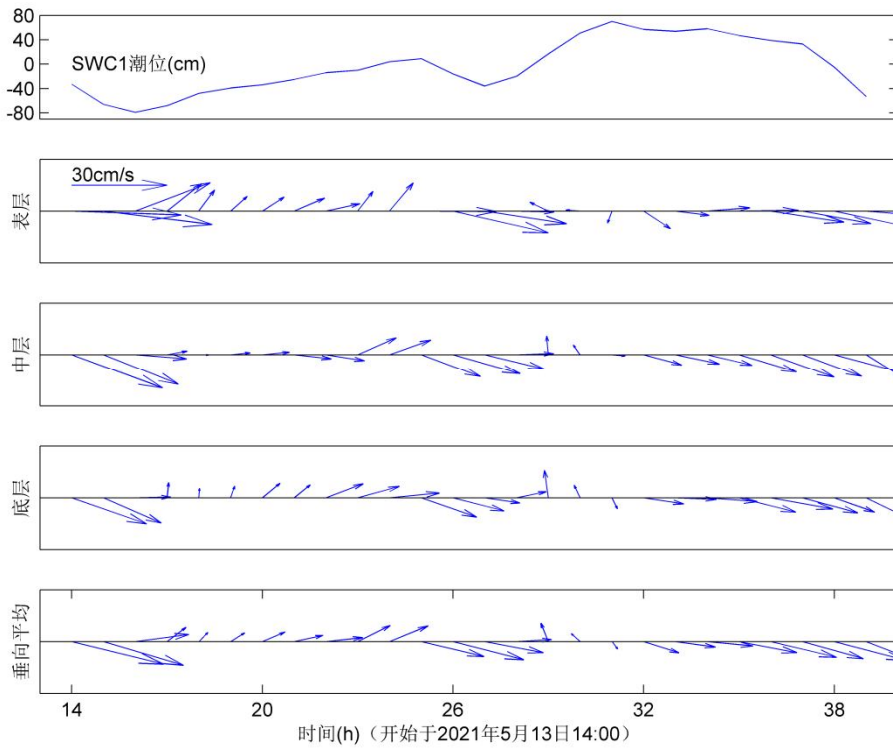


图 6.1.2-11 SW1-5 站海流矢量图

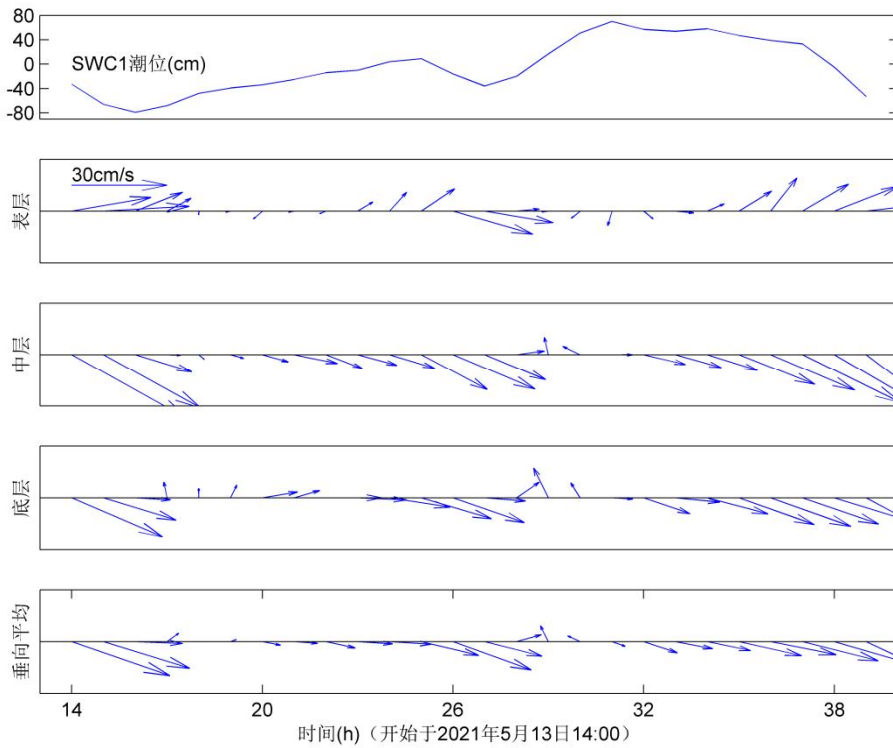


图 6.1.2-12 SW1-6 站海流矢量图

4、潮流分析

(1) 潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$ 作为判别标准：
 $F \leq 0.5$ 正规半日潮流
 $0.5 < F \leq 2.0$ 不正规半日潮流
 $2.0 < F \leq 4.0$ 不正规全日潮流
 $4.0 < F$ 正规全日潮流

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

分潮流 $K1$ 的最大流速, W_{M2} 为主要太阴半日分潮流 $M2$ 的最大流速。

各站各层潮流性质系数 F 值见表 6.1.2-7。根据潮流调和分析结果, 调查海区表层潮流类型主要表现为不正规半日潮流。

表 6.1.2-7 潮流性质系数表

站位	层位	特征值F	潮型
SW1-1	表层	1.46	不正规半日潮流
	中层	0.56	不正规半日潮流
	底层	0.68	不正规半日潮流
SW1-2	表层	0.89	不正规半日潮流
	中层	0.79	不正规半日潮流
	底层	0.84	不正规半日潮流
SW1-3	表层	1.07	不正规半日潮流
	中层	0.87	不正规半日潮流
	底层	0.92	不正规半日潮流
SW1-4	表层	1.38	不正规半日潮流
	中层	1.47	不正规半日潮流
	底层	0.71	不正规半日潮流
SW1-5	表层	1.52	不正规半日潮流
	中层	2.51	不正规全日潮流
	底层	0.79	不正规半日潮流
SW1-6	表层	0.84	不正规半日潮流
	中层	0.89	不正规半日潮流
	底层	0.84	不正规半日潮流

(2) 潮流的运动形式及潮流椭圆要素

调查海区各站各层 $M2$ 、 $S2$ 、 $K1$ 和 $O1$ 的潮流椭圆图如图 6.1.2-13 至图 6.1.2-16 所示, 椭圆要素如表 6.1.2-8 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流, 它可由

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

本次观测所有站位各层次潮流均表现为M2 分潮流占优。最大M2 分潮流出现在SW1-3 站底层，流速为35.35cm/s。各站各层潮流均表现为M2 分潮流占优，在SW1-1和SW1-3测站底层，M2 分潮流的 k 值均较小，绝对值小于0.25，均表现为往复流的特征；其余测站各层M2 分潮流 k 值绝对值大于0.25，表现为旋转流的特征。

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

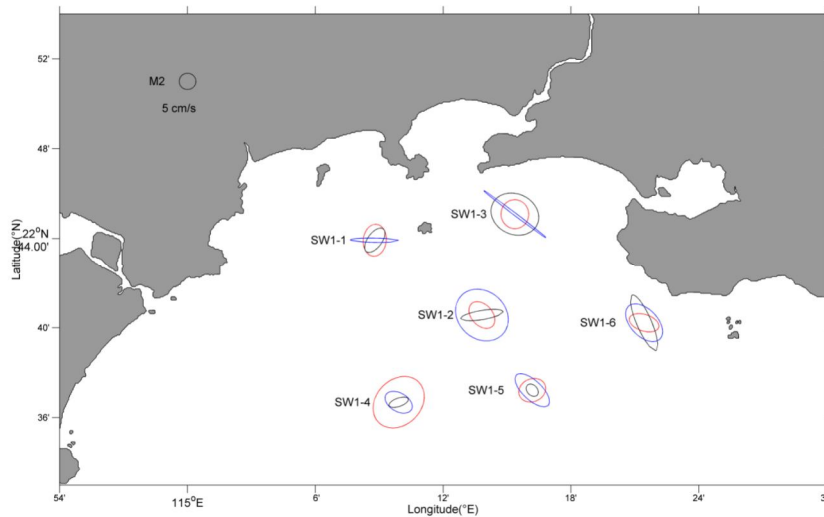


图 6.1.2-13 各测站 M2 分潮潮流椭圆图（红色表层，黑色中层，蓝色底层）

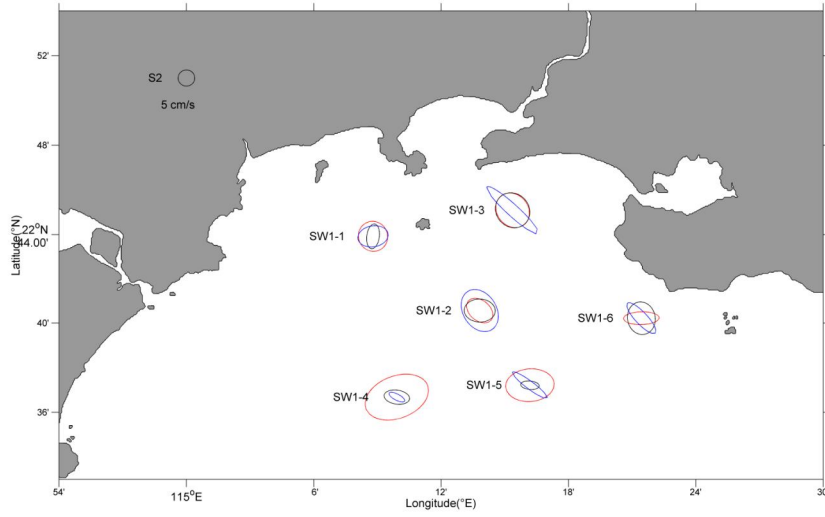


图 6.1.2-14 各测站 S2 分潮潮流椭圆图

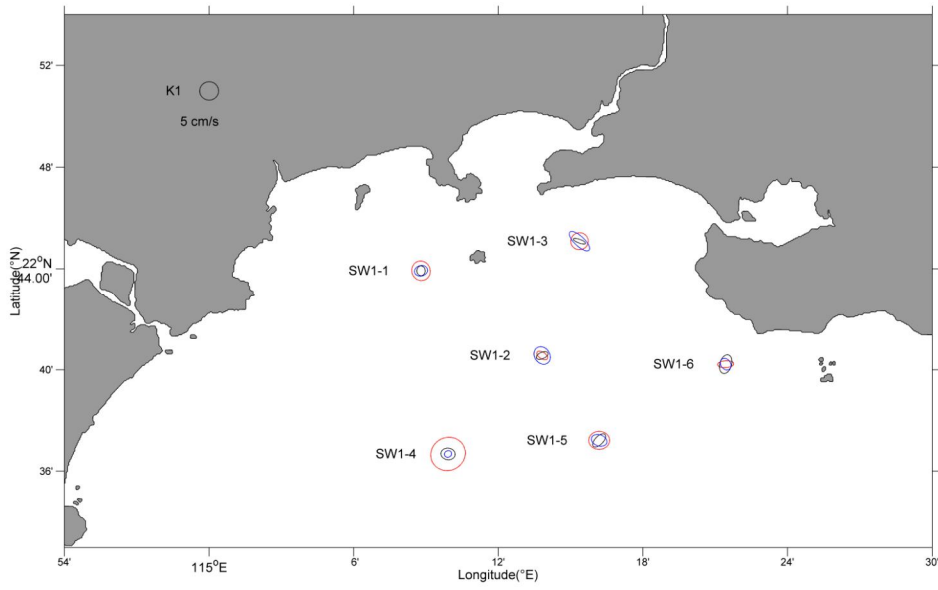


图 6.1.2-15 各测站 K1 分潮潮流椭圆图

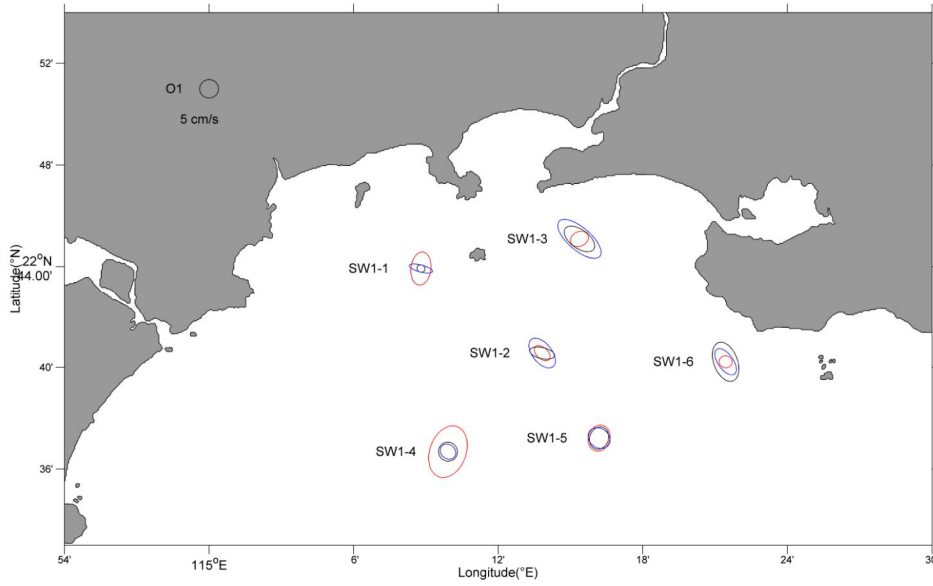


图 6.1.2-16 各测站 O1 分潮潮流椭圆图

表 6.1.2-8 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 (°)
SW1-1-表	O ₁ 分潮	13.6755	2.5477	-0.1863	6.3
	K ₁ 分潮	8.0544	4.6609	-0.5787	165.7
	M ₂ 分潮	14.9018	4.1747	-0.2801	5.7
	S ₂ 分潮	14.0184	9.1935	-0.6558	162.7
	M ₄ 分潮	38.9808	7.357	0.1887	184.9
	MS ₄ 分潮	22.8796	8.0726	0.3528	11.5
SW1-1-中	O ₁ 分潮	3.2433	1.8381	0.5667	299.2
	K ₁ 分潮	3.9683	1.7977	0.453	358.5
	M ₂ 分潮	12.9894	1.7374	0.1338	214.7
	S ₂ 分潮	11.5917	1.4823	0.1279	187
	M ₄ 分潮	8.1446	0.7396	-0.0908	38.4
	MS ₄ 分潮	7.3376	2.7381	-0.3732	182.4
SW1-1-底	O ₁ 分潮	9.6025	0.4297	0.0448	105.1
	K ₁ 分潮	5.2592	2.1511	-0.409	73.6
	M ₂ 分潮	21.9341	0.0861	-0.0039	271
	S ₂ 分潮	13.8222	3.9979	-0.2892	259.3
	M ₄ 分潮	13.1711	3.3634	0.2554	316.2

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率k	最大潮流方向 (°)
	MS ₄ 分潮	6.1725	2.1878	0.3544	303.9
SW1-2-表	O ₁ 分潮	7.5559	1.5003	0.1986	133.6
	K ₁ 分潮	4.9038	0.7643	0.1559	303.6
	M ₂ 分潮	14.073	3.7493	0.2664	139.2
	S ₂ 分潮	13.5665	3.7437	0.276	132.4
	M ₄ 分潮	18.486	4.5223	0.2446	338.6
	MS ₄ 分潮	15.4749	3.4898	0.2255	155.6
SW1-2-中	O ₁ 分潮	10.1892	1.0338	0.1015	103
	K ₁ 分潮	5.0094	0.7102	-0.1418	245.8
	M ₂ 分潮	19.2433	0.4625	-0.024	80.5
	S ₂ 分潮	14.0335	4.9379	-0.3519	271.9
	M ₄ 分潮	18.4866	8.1526	0.441	286.3
	MS ₄ 分潮	12.4569	8.9381	0.7175	283.1
SW1-2-底	O ₁ 分潮	14.1319	2.3272	-0.1647	142.3
	K ₁ 分潮	7.5567	3.0481	-0.4034	328.3
	M ₂ 分潮	25.8737	11.707	-0.4525	136.3
	S ₂ 分潮	20.8776	6.5421	-0.3134	330.1
	M ₄ 分潮	22.1699	1.0325	0.0466	25.2
	MS ₄ 分潮	13.1279	2.207	-0.1681	39
SW1-3-表	O ₁ 分潮	7.4908	2.8025	0.3741	241.8
	K ₁ 分潮	6.9586	6.2	0.891	40.5
	M ₂ 分潮	13.4457	8.3719	0.6227	177.5
	S ₂ 分潮	16.9576	7.681	0.453	145.2
	M ₄ 分潮	27.2923	6.4476	0.2362	247
	MS ₄ 分潮	20.8222	8.3988	0.4034	235
SW1-3-中	O ₁ 分潮	14.221	2.1295	-0.1497	127.4
	K ₁ 分潮	5.2378	0.2064	-0.0394	290.5
	M ₂ 分潮	22.3312	10.0129	-0.4484	118.8
	S ₂ 分潮	16.8261	9.1516	-0.5439	325.8
	M ₄ 分潮	12.9807	0.7574	-0.0583	83
	MS ₄ 分潮	7.1944	1.1413	-0.1586	232.4
SW1-3-底	O ₁ 分潮	21.7454	2.0169	-0.0927	131.7
	K ₁ 分潮	10.6771	0.7541	-0.0706	314
	M ₂ 分潮	35.3514	0.0187	0.0005	127.9
	S ₂ 分潮	31.7665	0.4522	0.0142	313.2
	M ₄ 分潮	20.0578	3.9921	0.199	287.7

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 分潮	11.3081	2.2406	0.1981	277.7
SW1-4-表	O ₁ 分潮	21.8509	5.463	-0.25	18.8
	K ₁ 分潮	14.12	9.3518	-0.6623	229.8
	M ₂ 分潮	26.025	10.1054	-0.3883	41
	S ₂ 分潮	29.9604	7.308	-0.2439	67.9
	M ₄ 分潮	23.25	5.1333	-0.2208	182
	MS ₄ 分潮	20.5439	3.6877	0.1795	171.9
SW1-4-中	O ₁ 分潮	7.7841	5.7023	-0.7326	340.8
	K ₁ 分潮	5.6633	2.5386	-0.4482	99
	M ₂ 分潮	9.1692	0.8349	0.0911	249.9
	S ₂ 分潮	11.6485	1.9691	0.169	98.9
	M ₄ 分潮	17.3769	10.3872	-0.5978	302.9
	MS ₄ 分潮	10.5628	6.169	-0.584	254.1
SW1-4-底	O ₁ 分潮	6.6603	3.145	0.4722	133.8
	K ₁ 分潮	2.9125	1.5801	0.5425	237.8
	M ₂ 分潮	13.4329	2.998	-0.2232	121.6
	S ₂ 分潮	7.9538	0.5174	-0.0651	298.1
	M ₄ 分潮	19.73	5.1333	-0.2602	274.7
	MS ₄ 分潮	14.2159	0.7066	-0.0497	269
SW1-5-表	O ₁ 分潮	10.8266	4.1939	-0.3874	15.8
	K ₁ 分潮	8.2925	4.5	-0.5427	269.1
	M ₂ 分潮	12.555	5.5614	-0.443	63.1
	S ₂ 分潮	21.9825	6.1142	-0.2781	85.5
	M ₄ 分潮	20.4002	7.1845	-0.3522	43
	MS ₄ 分潮	15.7692	0.2465	-0.0156	194.6
SW1-5-中	O ₁ 分潮	9.2549	3.8189	0.4126	18.2
	K ₁ 分潮	6.7076	0.8475	-0.1263	222.7
	M ₂ 分潮	6.3516	1.9809	0.3119	139.6
	S ₂ 分潮	8.4326	0.9515	0.1128	95.5
	M ₄ 分潮	16.1616	5.514	-0.3412	155.7
	MS ₄ 分潮	6.9863	3.5079	-0.5021	14.8
SW1-5-底	O ₁ 分潮	9.3854	4.1218	0.4392	130.1
	K ₁ 分潮	6.4027	1.8927	0.2956	290.5
	M ₂ 分潮	20.0773	1.9955	-0.0994	134.4
	S ₂ 分潮	19.8168	0.3188	0.0161	307.6
	M ₄ 分潮	20.72	2.1894	0.1057	125.9

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 分潮	11.2848	0.269	0.0238	298.3
SW1-6-表	O ₁ 分潮	5.188	3.341	-0.644	97.4
	K ₁ 分潮	6.4841	0.6235	0.0962	266.4
	M ₂ 分潮	13.889	2.2527	-0.1622	108.4
	S ₂ 分潮	16.1969	1.1154	0.0689	88.6
	M ₄ 分潮	19.6878	5.7057	-0.2898	276.7
	MS ₄ 分潮	11.9958	1.2846	-0.1071	265.5
SW1-6-中	O ₁ 分潮	16.7205	2.9224	0.1748	160
	K ₁ 分潮	7.8285	1.5539	0.1985	195.6
	M ₂ 分潮	27.7351	0.8022	-0.0289	157.2
	S ₂ 分潮	15.2724	6.5508	0.4289	350.4
	M ₄ 分潮	13.9832	2.3756	0.1699	188.2
	MS ₄ 分潮	8.9514	0.015	-0.0017	51.6
SW1-6-底	O ₁ 分潮	12.3638	1.5856	0.1282	145.6
	K ₁ 分潮	5.033	1.7939	0.3564	327.2
	M ₂ 分潮	20.8035	4.031	-0.1938	137.8
	S ₂ 分潮	18.7691	0.8092	0.0431	317.8
	M ₄ 分潮	17.443	2.3256	-0.1333	337.1
	MS ₄ 分潮	8.1112	3.6169	-0.4459	352.6

(3) 理论最大可能潮流

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

$$\vec{V}_{max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (\text{式 2-1})$$

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

上式中 \vec{W}_{M_2} 、 \vec{W}_{S_2} 、 \vec{W}_{K_1} 、 \vec{W}_{O_1} 、 \vec{W}_{M_4} 、 \vec{W}_{MS_4} 分别为M2、S2、K1、O1、M4 和MS4 这6 个主要分潮潮流椭圆长半轴矢量，计算结果列于表6.1.2-9中。

由表可知，理论最大可能潮流流速的最大值出现在SW1-3 站的底层，最大可达115.73cm/s，流向为西南向。SW1-2、SW1-3和SW1-6底层大于表层，其余均是表层大于底层。SW1-6测站中层最大。

表 6.1.2-9 各站潮流可能最大流速及流向

站位	层位	可能最大流速 (cm/s)	流向 (°)
SW1-1	表层	61.63	85.10
	中层	35.63	264.85
	底层	58.09	177.25
SW1-2	表层	46.44	177.20
	中层	56.06	175.30
	底层	79.33	234.25
SW1-3	表层	52.39	151.25
	中层	68.15	215.62
	底层	115.73	221.70
SW1-4	表层	110.26	89.37
	中层	41.16	197.15
	底层	35.70	197.82
SW1-5	表层	63.50	108.37
	中层	38.93	119.00
	底层	63.74	215.65
SW1-6	表层	47.98	140.20
	中层	79.77	215.80
	底层	65.55	232.10

5、余流分析

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。观测期间水文观测各站各层余流对比见表 6.1.2-10，观测期间余流的分布图见图 6.1.2-17。

由图表可知，调查海区观测期间余流主要介于 2.76cm/s~18.77cm/s。最大余流为潮流 SW1-4 站（表层，18.77cm/s，93.5°），最小余流为潮流 SW1-2 站（表层，2.76cm/s，299.7°）。各测站余流的方向基本都是与岸线平行，方向为东南或偏东方向。

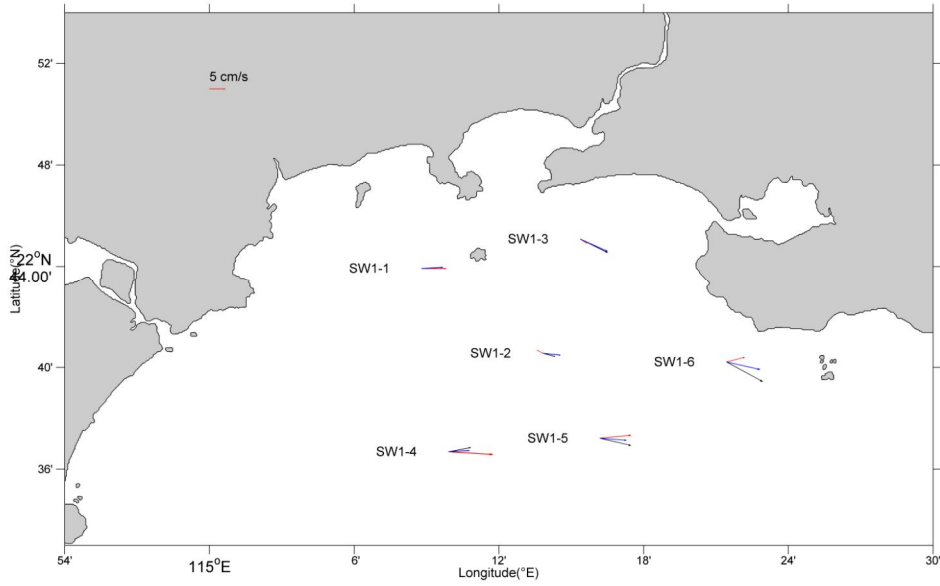


图 6.1.2-17 观测期间余流的分布图

表 6.1.2-10 观测期各站各层余流对比表

站点及层位		观测期间余流	
		流速 (cm/s)	流向 (°)
SW1-1	表层	10.42	89.9
	中层	8.88	86.7
	底层	9.03	86.5
SW1-2	表层	2.76	299.7
	中层	5.28	105.8
	底层	7.42	96.4
SW1-3	表层	3.31	123
	中层	12.97	117.1
	底层	12.75	114.9
SW1-4	表层	18.77	93.5
	中层	9.5	78.7
	底层	8.8	86.4
SW1-5	表层	13.23	84.5

站位及层位		观测期间余流	
		流速 (cm/s)	流向 (°)
	中层	13.51	103.4
	底层	11.26	94.6
SW1-6	表层	7.86	75.3
	中层	17.58	119.2
	底层	14.59	103

6、水温和盐度

海水温度的分布（包括平面和垂向）和变化主要受太阳辐射、风、海浪、海流等诸因素的影响。根据项目合同的技术要求，在设置的 6 个测流站上同时进行了水温观测，其观测结果见附件。大潮期水温统计见表 6.1.2-11。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 28.2℃，出现在 SW1-6 站表层；测得水温的最小值为 24.9℃，各个测站均有测得。利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值（表 6.1.2-11）。由表可见，水温变化不大。图 6.1.2-18 至图 6.1.2-23 为表、中、底层温度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各站海水温度曲线波动较小，垂向分层明显。

海水盐度主要受蒸发、降水、潮流、沿岸流和海水混合等因素的影响。对本次全潮水文观测得到的盐度资料（见附件）统计分析，结果如下：大潮期盐度统计见表 6.1.2-11。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.2，出现在 SW1-5 站底层；测得盐度的最小值为 33.7，出现在 SW1-6 站中层。利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值（表 6.1.2-11）。由表可见，盐度变化不大。图 6.1.2-18 系列图为表、中、底层盐度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各站层盐度曲线呈不规则波动状，盐度垂向分层不明显。

表 6.1.2-11 各站水温、盐度统计

站点	层	温度 (°C)			盐度 (psu)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
SW1-1	表层	27.50	27.10	27.26	34.10	34.00	34.02
	中层	25.20	25.00	25.08	34.10	33.90	34.06
	底层	25.00	24.90	24.93	34.20	34.00	34.09

SW1-2	表层	27.60	27.20	27.40	34.30	33.90	34.02
	中层	25.10	24.90	25.03	34.10	33.80	34.02
	底层	25.00	24.90	24.95	34.10	34.00	34.08
SW1-3	表层	27.60	27.20	27.42	34.10	33.90	34.00
	中层	25.10	24.90	25.07	34.00	33.90	33.97
	底层	25.00	24.90	24.93	34.10	34.00	34.09
SW1-4	表层	27.60	27.20	27.31	34.10	34.00	34.01
	中层	25.10	25.00	25.01	34.10	33.90	34.07
	底层	25.00	24.90	24.93	34.40	34.00	34.10
SW1-5	表层	27.70	27.00	27.34	34.10	34.00	34.00
	中层	25.20	25.00	25.12	34.10	33.90	34.00
	底层	25.00	24.90	24.94	34.20	34.00	34.08
SW1-6	表层	28.20	27.20	27.58	34.00	34.00	34.00
	中层	25.40	25.00	25.18	34.00	33.70	33.91
	底层	25.00	24.90	24.93	34.10	34.00	34.05

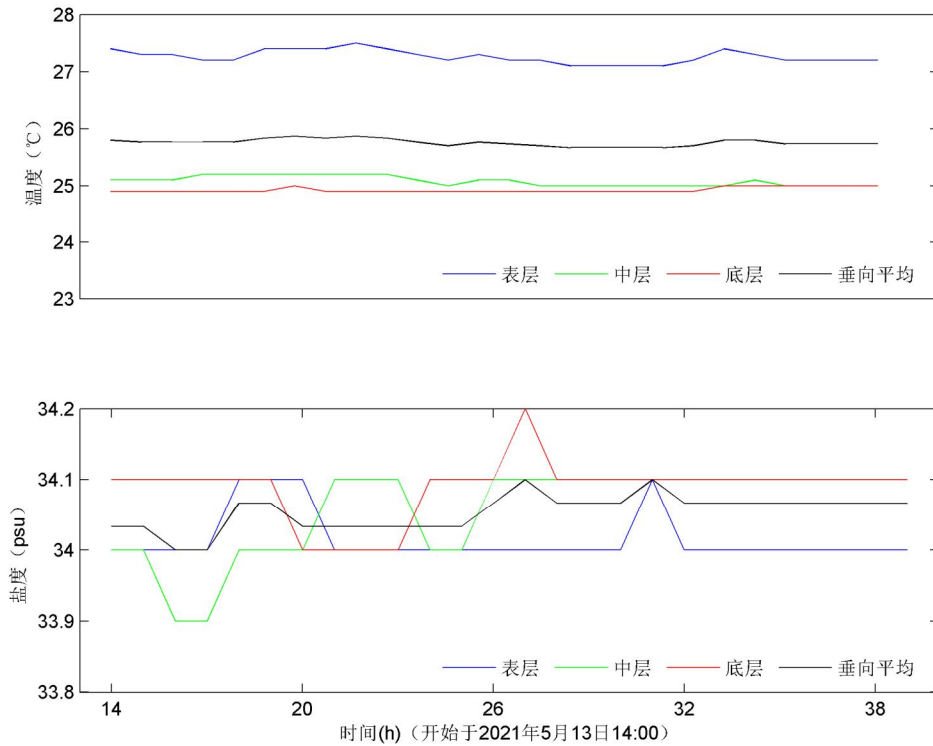


图 6.1.2-18 SW1-1 站水温与盐度过程曲线

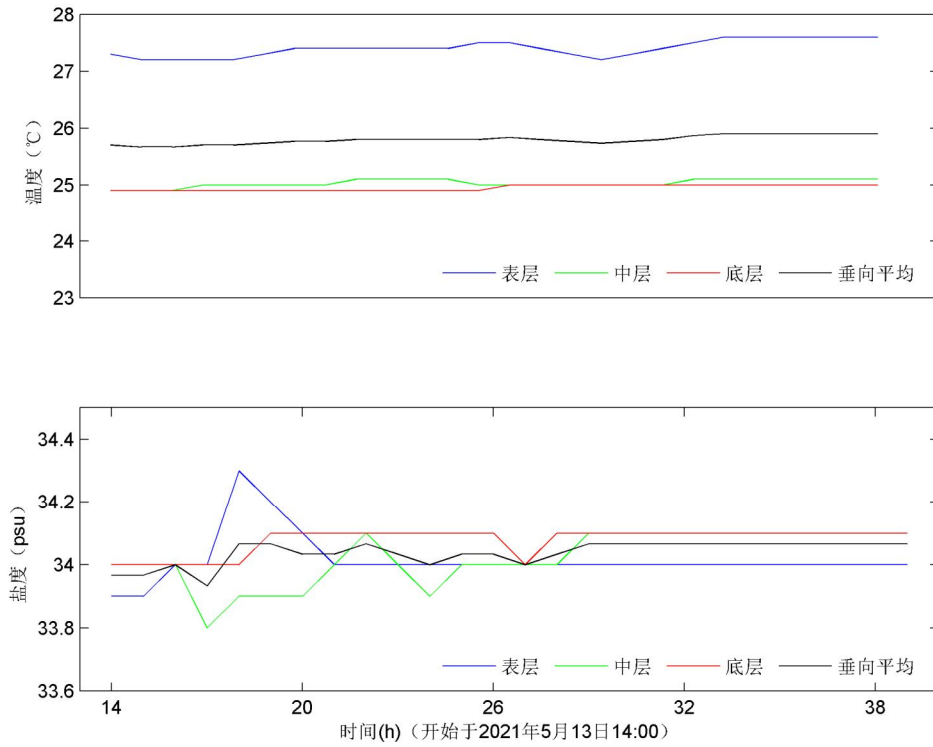


图 6.1.2-19 SW1-2 站水温与盐度过程曲线

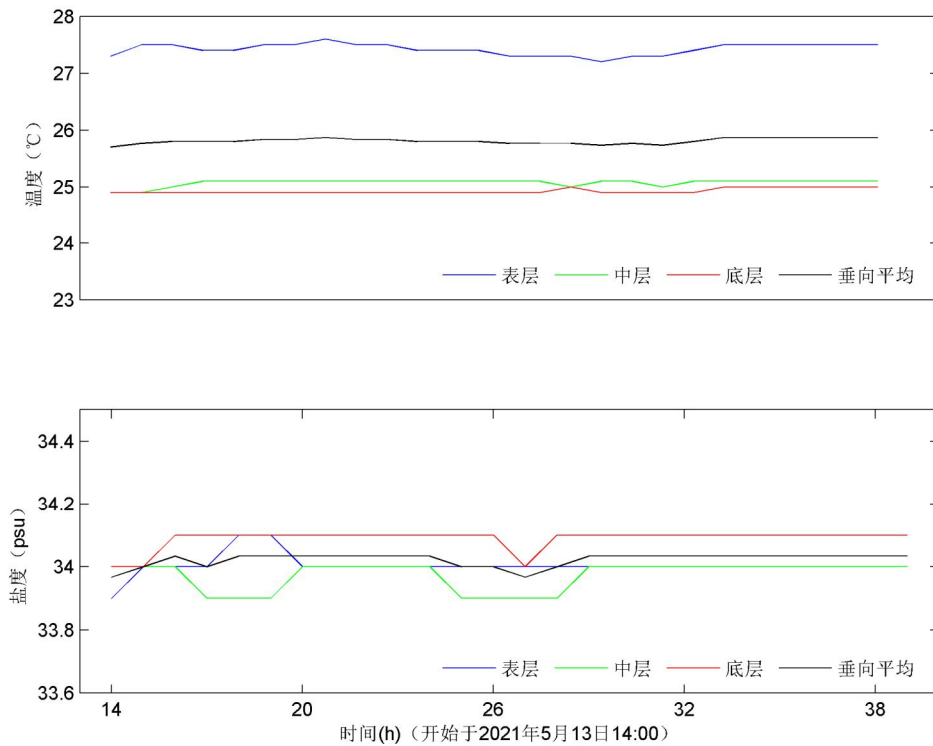


图 6.1.2-20 SW1-3 站水温与盐度过程曲线

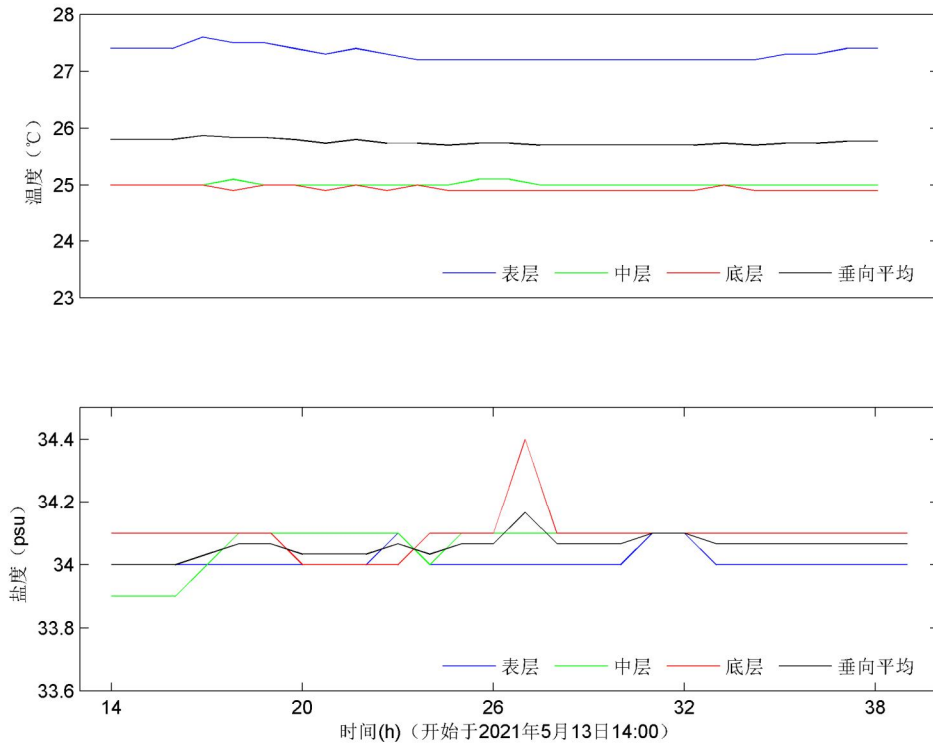


图 6.1.2-21 SW1-4 站水温与盐度过程曲线

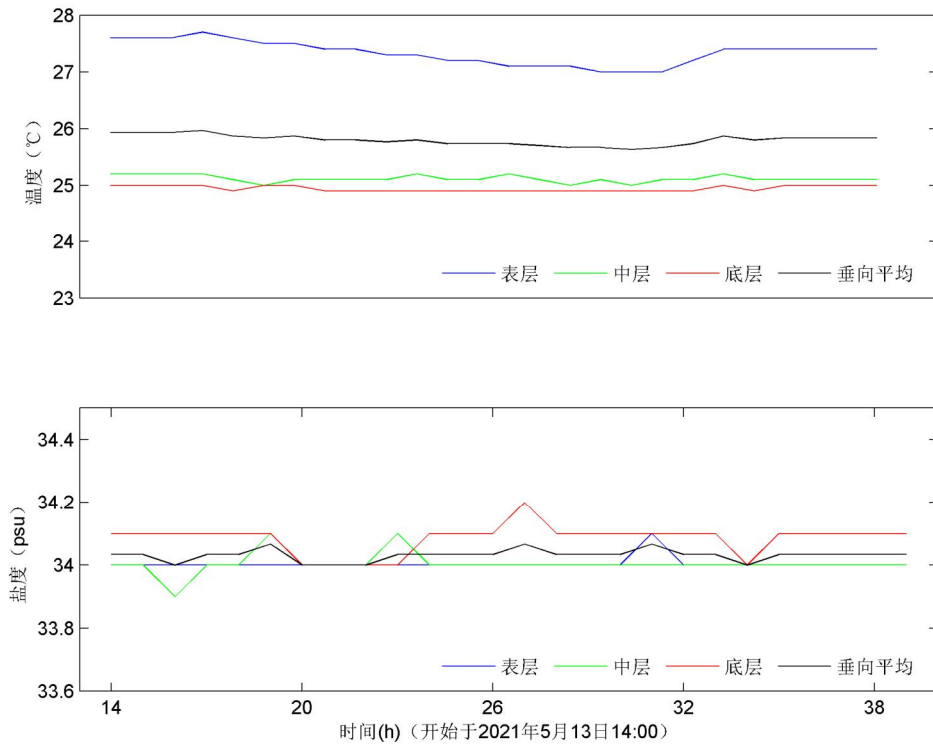


图 6.1.2-22 SW1-5 站水温与盐度过程曲线

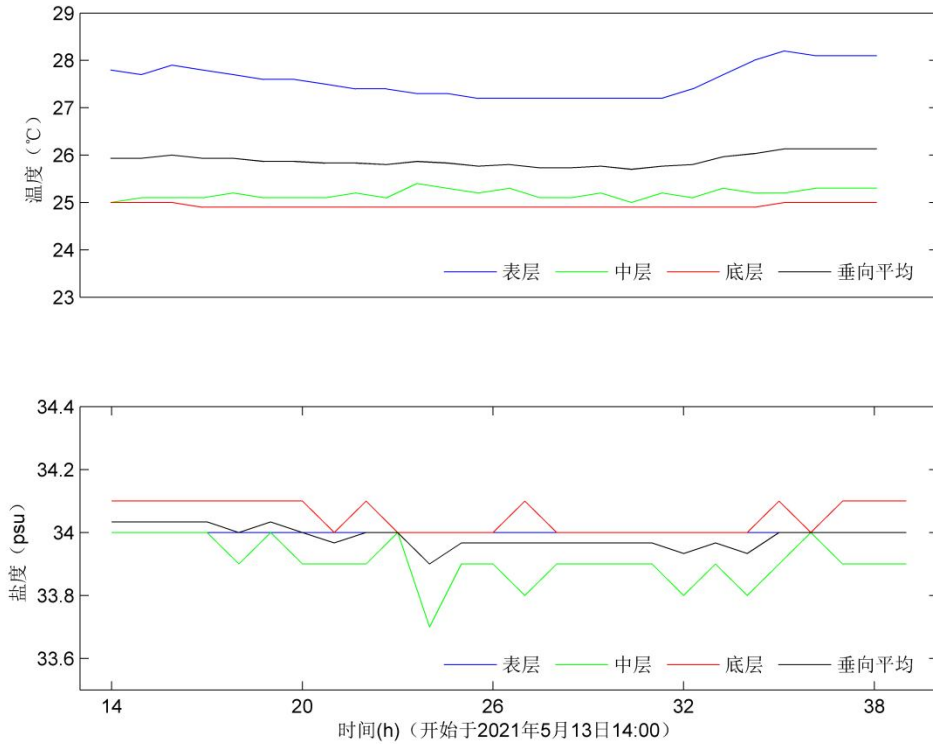


图 6.1.2-23 SW1-6 站水温与盐度过程曲线

7、悬浮泥沙

(1) 含沙量

本次水文观测期间，各站含沙量过程曲线如图 6.1.2-24 至图 6.1.2-29 所示，各站含沙量范围如表 6.1.2-12 所示。

由图表结果可知：观测期间（1）调查海区含沙量范围为 0mg/L~123mg/L，SW1-4 站底层含沙量最大（123mg/L），其次是 SW1-4 站表层含沙量（74 mg/L），SW1-6 站表层含沙量最小（0mg/L）；（2）在空间分布上 SW1-1、SW1-4、SW1-5 含沙量相对较高，SW1-2、SW1-3、SW1-6 站含沙量相对较低；（3）在垂向上，各站各层含沙量呈现底层含沙量大于中表层大于表层的趋势。

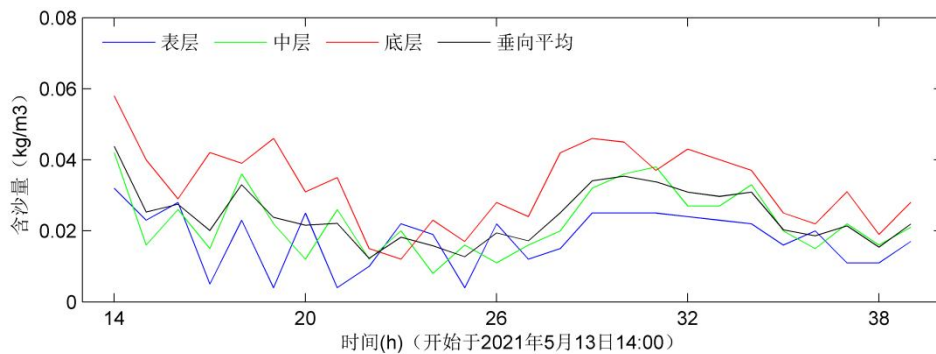


图 6.1.2-24 SW1-1 站含沙量过程曲线

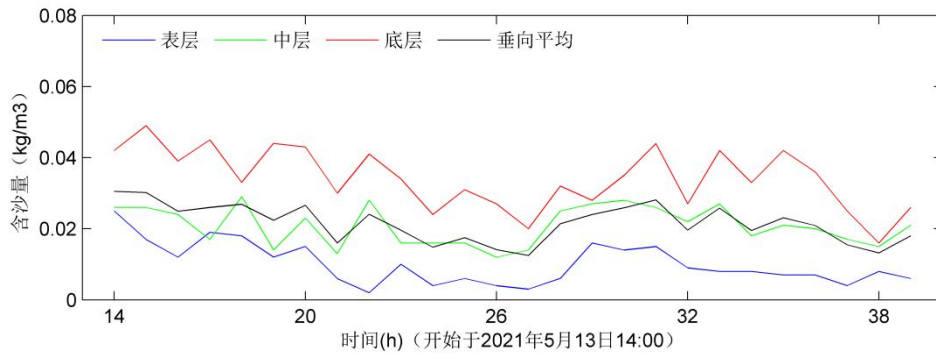


图 6.1.2-25 SW1-2 站含沙量过程曲线

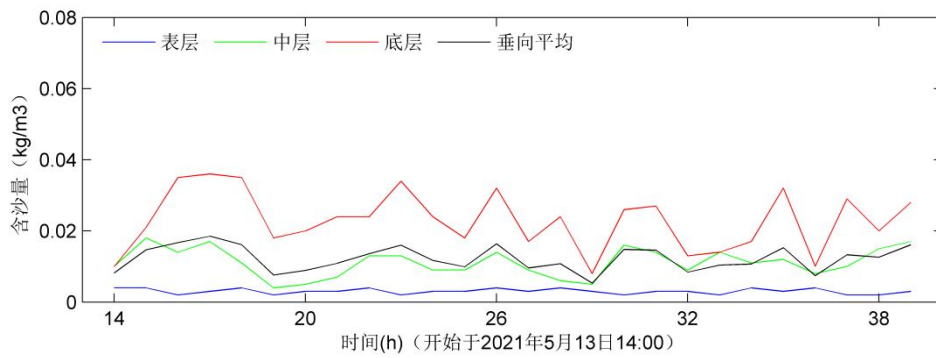


图 6.1.2-26 SW1-3 站含沙量过程曲线

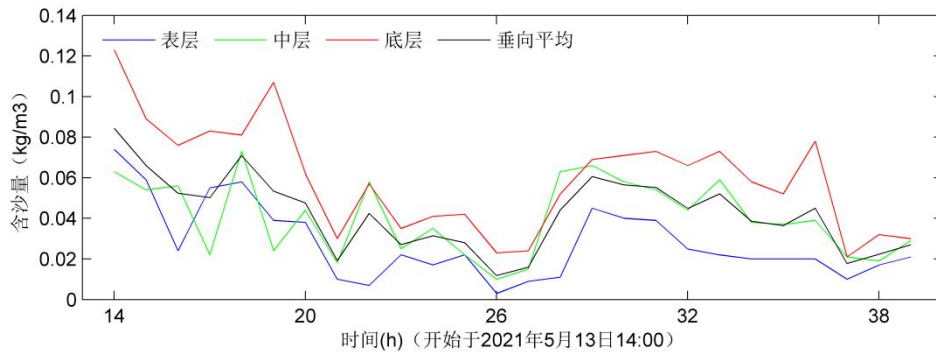


图 6.1.2-27 SW1-4 站含沙量过程曲线

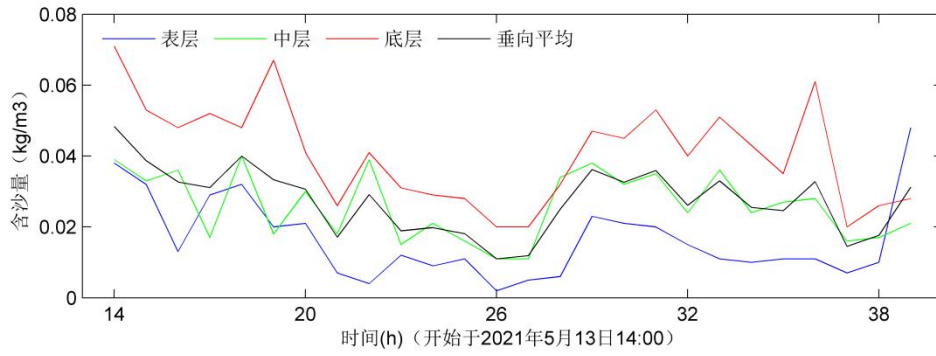


图 6.1.2-28 SW1-5 站含沙量过程曲线

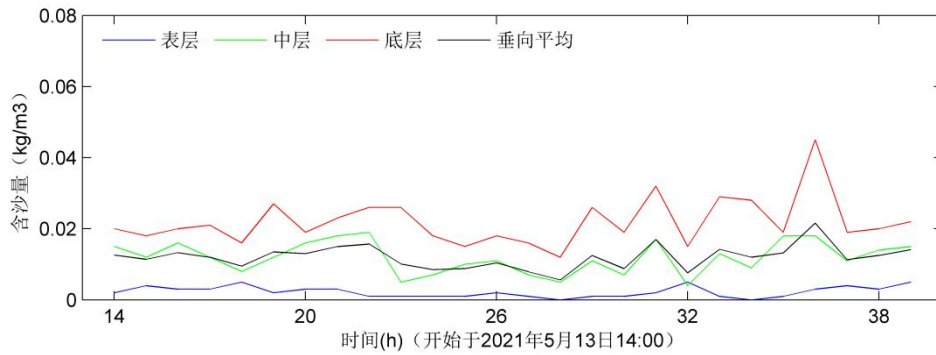


图 6.1.2-29 SW1-6 站含沙量过程曲线

表 6.1.2-12 各测站含沙量统计

站点	层	含沙量 (kg/m ³)			
		最大	最小	平均	垂向平均
SW1-1	表层	0.032	0.004	0.018	0.025
	中层	0.042	0.008	0.023	
	底层	0.058	0.012	0.033	
SW1-2	表层	0.025	0.002	0.010	0.022
	中层	0.029	0.012	0.021	
	底层	0.049	0.016	0.034	
SW1-3	表层	0.004	0.002	0.003	0.012
	中层	0.018	0.004	0.011	
	底层	0.036	0.008	0.023	
SW1-4	表层	0.074	0.003	0.028	0.042
	中层	0.073	0.010	0.040	
	底层	0.123	0.021	0.060	
SW1-5	表层	0.048	0.002	0.016	0.028

	中层	0.040	0.011	0.026	
	底层	0.071	0.020	0.041	
SW1-6	表层	0.005	0.000	0.002	0.012
	中层	0.019	0.004	0.012	
	底层	0.045	0.012	0.022	

(2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 6.1.2-13 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的单日单宽输沙量统计结果。

涨潮期最大单宽输沙量为 3.10 t/m，方向 50.6°；落潮期最大单宽输沙量为 4.77t/m，方向 105.0°；最大单宽净输沙量为 7.04 t/m，方向 84.0°，均出现在 SW1-4 站。

表 6.1.2-13 各站单日单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
SW1-1	0.90	49.7	1.31	115.1	1.87	89.1
SW1-2	0.34	341.9	0.68	116.9	0.50	88.2
SW1-3	0.09	31.9	0.78	124.4	0.79	118.1
SW1-4	3.10	50.6	4.77	105.0	7.04	84.0
SW1-5	1.50	59.3	3.44	106.8	4.59	92.9
SW1-6	0.10	15.7	2.07	105.9	2.08	103.3

6.1.3 2021 年 12 月水文动力环境现状调查与评价

1、调查概况

采用广东创蓝海洋科技有限公司于 2021 年 12 月 7 日 13 时~2021 年 12 月 8 日 15 时在汕尾红海湾西北海域的现场海流观测资料进行实测海流分析。在项目附近周围海域设 S1~S7 共七个潮流观测站，S1、S3、S6 和 T3 共 4 个临时潮位站。具体位置见图 6.1.3-1、表 6.1.3-1。

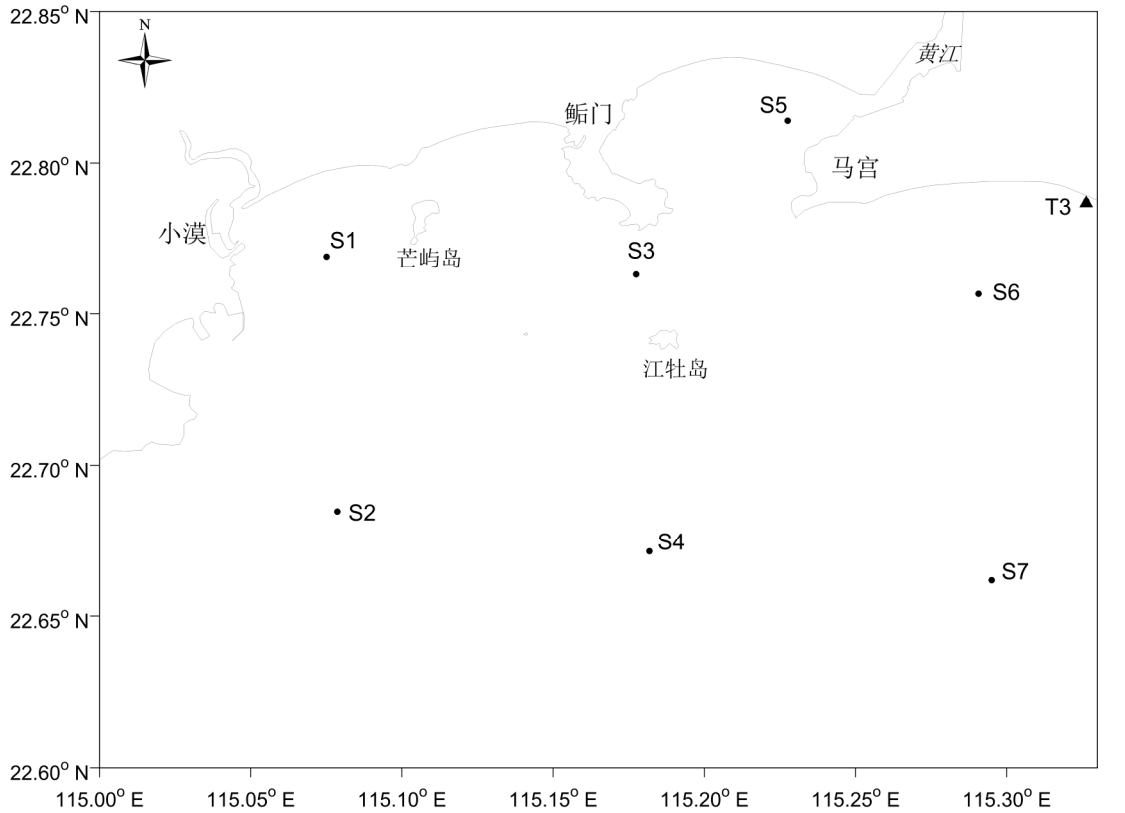


图 6.1.3-1 项目附近海域水文调查站位图

表 6.1.3-1 水文同步观测站位

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
S1	22°46.146'N	115°04.506'E	潮位、海流、温盐、泥沙
S2	22°41.083'N	115°04.719'E	海流、温盐、泥沙
S3	22°45.785'N	115°10.650'E	潮位、海流、温盐、泥沙
S4	22°40.289'N	115°10.914'E	海流、温盐、泥沙
S5	22°48.838'N	115°13.655'E	海流、温盐、泥沙
S6	22°45.399'N	115°17.442'E	潮位、海流、温盐、泥沙
S7	22°39.713'N	115°17.704'E	海流、温盐、泥沙
T3	22°47.248'N	115°19.580'E	潮位

2、观测资料分析

2.1 调查期间气象情况

2021年12月7日~2021年12月8日，天气以晴为主，风向以偏东风为主（图 6.1.3-2），其中 S1 站以东风和东北风为主，S4 站以东南风为主，S6 站以

东南风东风为主。

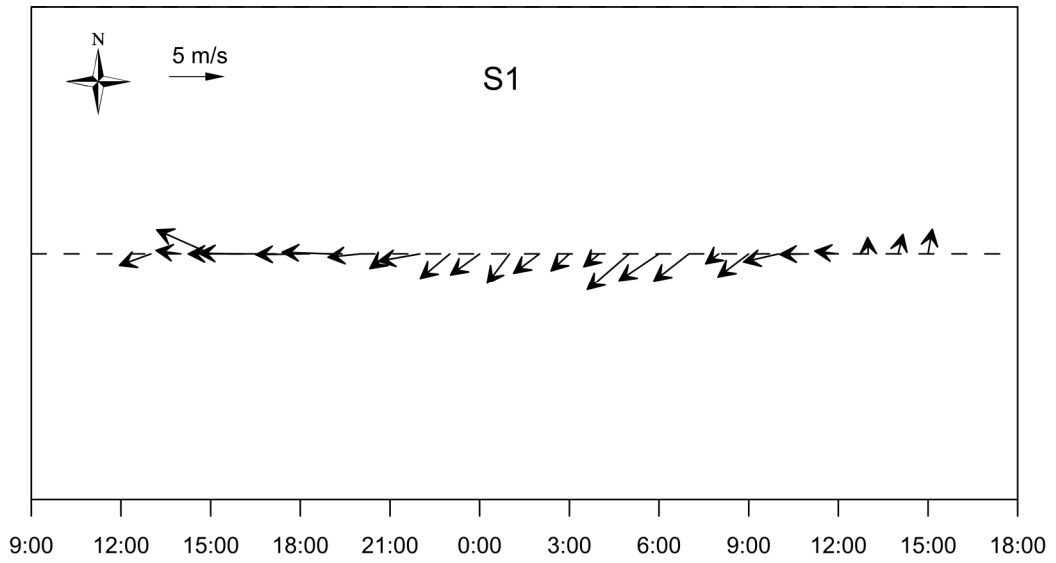


图 6.1.3-2 S1 站风速风向

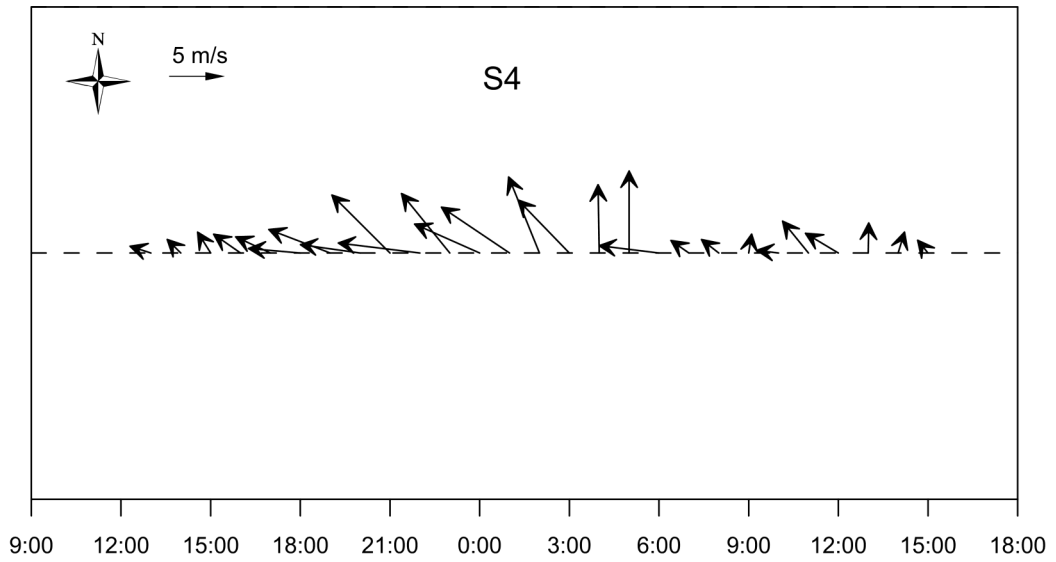


图 6.1.3-3 S4 站风速风向

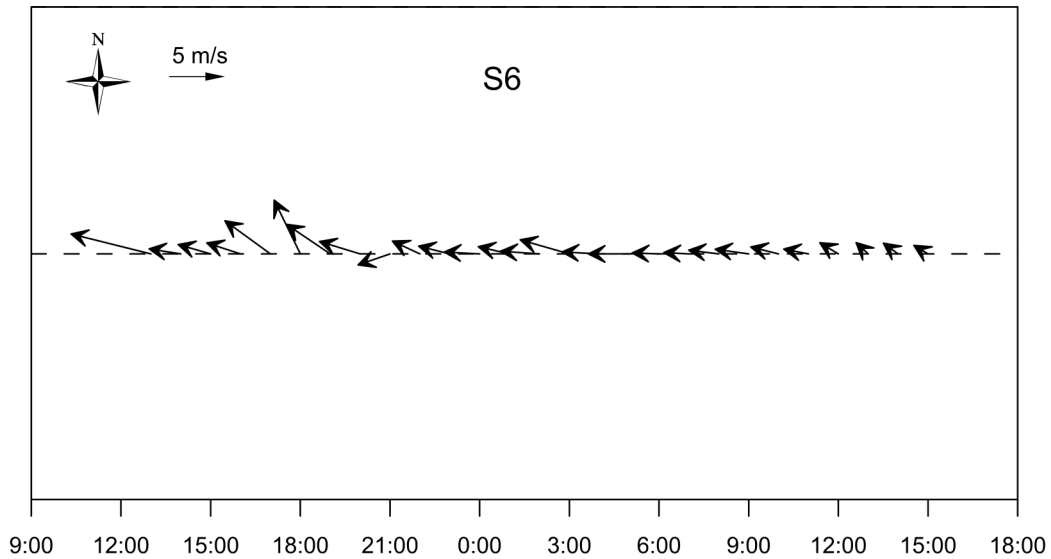


图 6.1.3-4 S6 站风速风向

2.2 潮汐

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

在大部分港口和海区， K_1 、 O_1 、 M_2 和 S_2 是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 来进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F \leq 0.5$,

潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当 $0.5 < F \leq 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 < F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

(1) 潮汐类型和调和常数

由于此次潮位观测的潮位资料时间只有 27 小时左右，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用引入差比数的最小二乘法对潮位进行调和分析。差比数取自邻近的长期验潮站汕尾站的调和常数。分析得出的主要分潮的调和常数参见表 6.1.3-2。

据此调和常数，我们计算了 S1、S3、S6 和 T3 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F 值在 1.8~2.0 之间，属于不规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 6.1.3-5 潮位过程曲线可以看到，本海域一天中出现两次高潮和两次低潮，相邻两潮期的高潮或低潮高度不相等，且涨潮时间与落潮时间也不相等，表现出典型的不规则半日潮性质。

表 6.1.3-2 主要分潮的调和常数（基于 27 小时）

测站 分潮	S1		S3		S6		T3	
	振幅 H (cm)	迟角 g (°)	振幅 H (cm)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)	迟角 g (°)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)
O ₁	26.9	129.4	25.8	130.5	26.1	132.4	25.6	128.8
K ₁	33.1	177.0	31.8	178.1	32.1	179.9	31.5	176.4
M ₂	32.4	25.5	31.7	19.0	28.5	15.3	29.0	19.9
S ₂	12.9	46.9	12.6	40.3	11.3	36.6	11.6	41.2
M ₄	9.6	59.8	10.1	78.0	9.7	56.8	8.7	65.6
MS ₄	5.4	125.4	5.6	143.7	5.4	122.5	4.9	131.2
F	1.9		1.8		2.0		2.0	

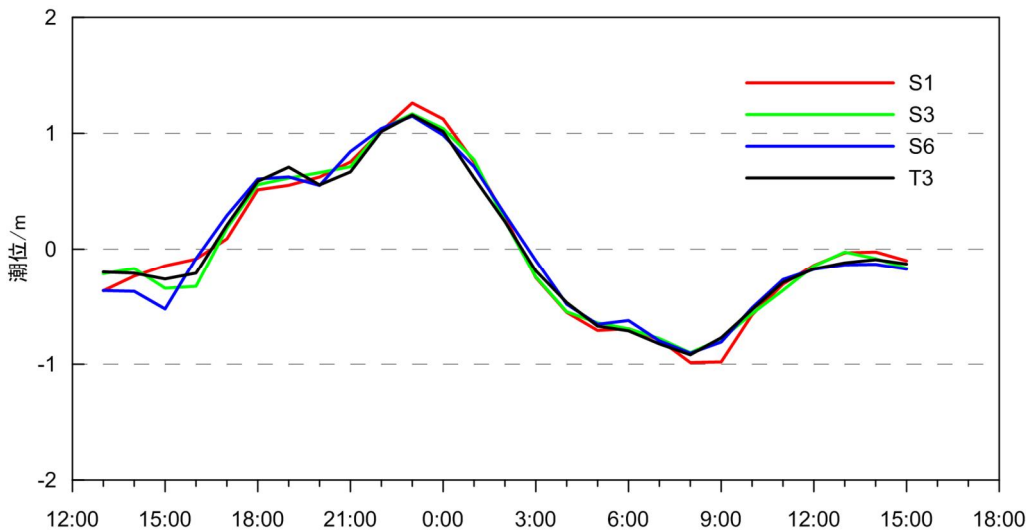


图 6.1.3-5 红海湾附近海域 S1、S3、S6、T3 站的潮位过程曲线

(2) 潮汐特征值

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，大潮期间，涨潮历时略大于落潮历时，可能受观测时间段涨潮时间略长影响。观测期间 S1 站最大潮差 2.25 m，最小潮差 0.96 m，平均潮差 1.61m；S3 站最大潮差 2.07 m，最小潮差 0.88 m，平均潮差 1.48 m；S6 站最大潮差 2.05 m，最小潮差 0.77 m，平均潮差 1.50 m；T3 站最大潮差 2.08 m，最小潮差 0.83 m，平均潮差 1.44m。

2.3 海流

本节利用大潮期 7 个测站的同步连续观测资料,对调查海区的实测流场进行了以下分析。

(1) 实测流场分析

大潮期海流观测于 2021 年 12 月 7 日 13 时~2021 年 12 月 8 日 15 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 5.1.3-3, 实测海流逐时矢量图见图 6.1.3-6 (潮位数据取自 S1 站), 实测海流平面分布玫瑰图见图 6.1.3-7。根据上述图表分析如下:

由图 6.1.3-6 及图 6.1.3-7 可见, 各站层的流速值过程随涨落潮起伏, 涨(落)潮流速最大的时刻和最小流速发生时刻与潮位关系并非固定在高(低)潮时或半潮面左右, 由此看出, 调查海域的潮波介于驻波与前进波之间。总体而言, 涨潮时, 潮流自东南外海进入调查海域, 一部分潮流流向逐渐由北向转为西北向, 在调查海域中部转为西向, 受地形影响, 在调查海域西南部转为西南向; 一部分潮流流向逐渐由北向转为东北进入黄江口附近海域。落潮时, 潮流流向大致与涨潮时相反, 在调查海域西南部为东北向, 调查海域中部转为东向, 调查海域东部转为东南向。

根据大潮期涨、落潮的统计结果(表 6.1.3-3), 大潮期间涨、落潮流流速的平均值在 4.8 cm/s~27.8 cm/s 之间。从涨、落潮的平均流速垂向分布来看, 最大涨潮流平均值为 27.8 cm/s, 方向为 334.1°, 出现在 S7 站表层; 最大落潮流速平均值为 18.9 cm/s, 方向 180.5°, 均出现在 S7 站表层。除 S1 站外, 基本表现为涨潮平均流速大于落潮平均流速。

由表 6.1.3-3 还可看到, 实测涨潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速值依次为 44.9 cm/s、41.4 cm/s、36.9 cm/s, 流向分别为 340.6°、256.2°、248.5°, 分别出现在 S7 站表层、S5 站中层和底层; 实测落潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速依次为 30.3 cm/s、31.5 cm/s、34.4 cm/s, 流向分别为 241.3°、68.4°、73.0°, 分别出现在 S7 站表层、S5 站中层和底层。除 S1 站外, 基本表现为涨潮最大流速大于落潮最大流速。

总体而言, 除 S5 站外, 各站层涨潮历时略大于落潮历时, 可能受观测时段影响。

表 6.1.3-3 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

潮次	站位	测层	涨潮流(小时、cm/s、°)					落潮流(小时、cm/s、°)				
			T	V _{mean}	D _{mean}	V _{max}	D _{max}	T	V _{mean}	D _{mean}	V _{max}	D _{max}
大潮	S1	表层	19	8.4	276.6	14.4	228.5	8	9.6	114.5	18.0	109.9
		中层	20	5.5	279.2	12.9	325.5	7	8.0	106.8	12.6	102.8
		底层	20	4.8	267.2	13.9	238.3	7	7.8	99.5	10.8	96.4
	S2	表层	17	11.7	233.1	22.2	243.6	10	7.6	65.9	18.8	57.1
		中层	16	10.9	236.3	19.7	213.8	11	7.4	85.5	16.0	55.5
		底层	14	7.6	243.0	16.0	192.1	13	7.4	87.3	14.7	75.4
	S3	表层	18	14.7	270.3	27.5	269.7	9	12.2	94.6	21.4	86.3
		中层	18	12.7	274.4	26.8	294.1	9	10.7	92.6	18.4	92.9
		底层	18	11.1	285.0	26.1	298.1	9	11.1	83.8	15.7	63.6
	S4	表层	15	13.5	263.2	28.0	287.0	12	10.9	157.2	19.9	178.6
		中层	15	10.1	277.1	22.4	210.4	12	6.8	146.5	15.7	177.2
		底层	16	10.2	280.9	20.8	200.7	11	7.1	139.8	11.3	157.0
	S5	表层	11	21.2	247.4	42.2	254.3	16	9.3	66.6	27.6	60.5
		中层	12	18.5	246.4	41.4	256.2	15	13.2	69.3	31.5	68.4
		底层	11	18.9	243.0	36.9	248.5	16	13.0	71.3	34.4	73.0
	S6	表层	16	10.9	339.3	18.1	4.0	11	9.7	167.7	15.7	180.9
		中层	16	8.6	344.6	16.1	7.3	11	9.8	154.3	14.8	180.7
		底层	14	8.4	357.4	13.7	353.9	13	6.1	171.0	11.8	163.3
	S7	表层	20	27.8	334.1	44.9	340.6	7	18.9	180.5	30.3	241.3
		中层	18	27.3	308.2	41.2	306.1	9	15.9	198.3	31.4	263.0
		底层	20	23.0	306.4	36.3	287.2	7	14.8	176.8	22.8	237.8

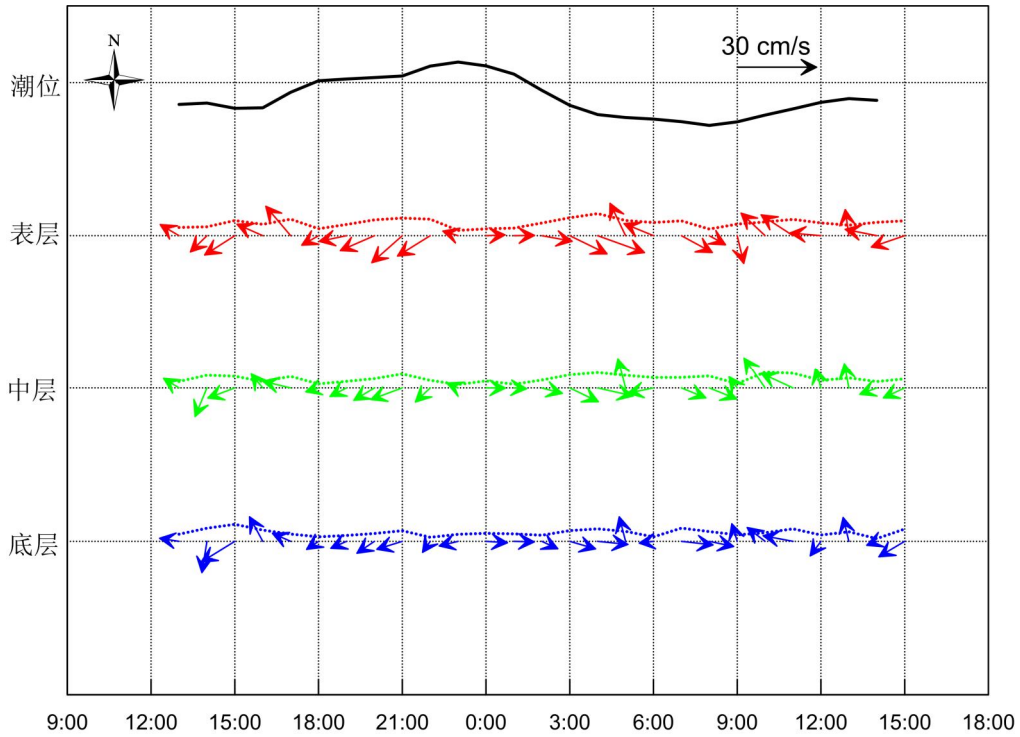


图 6.1.3-6a 调查海域大潮 S1 站实测海流矢量图

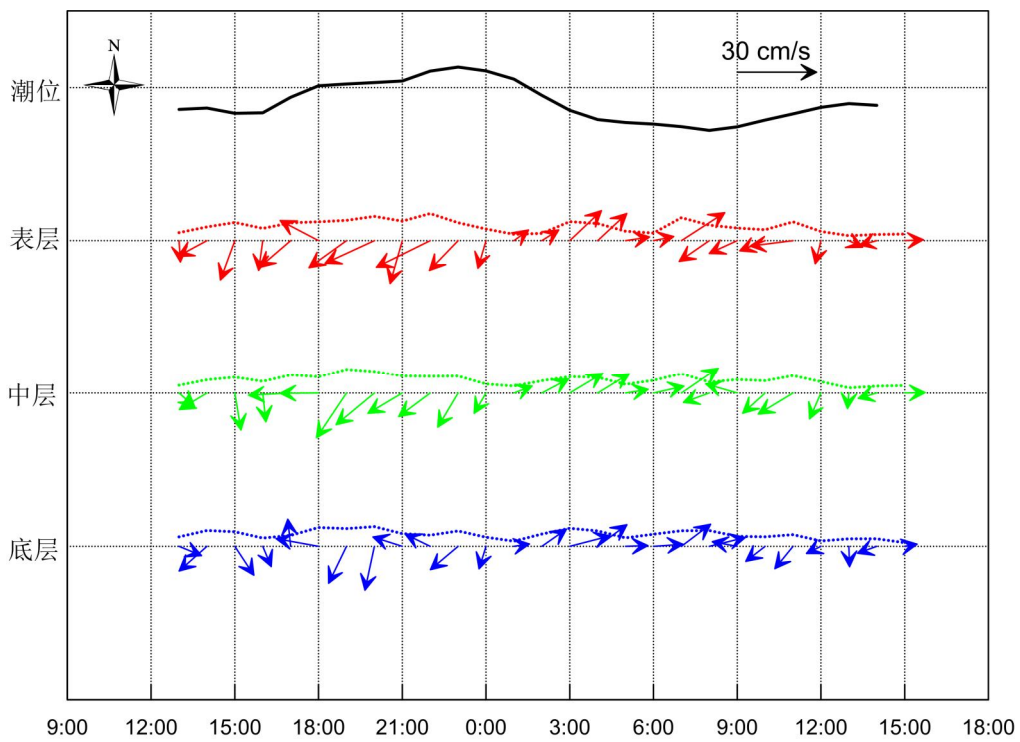


图 6.1.3-6b 调查海域大潮 S2 站实测海流矢量图

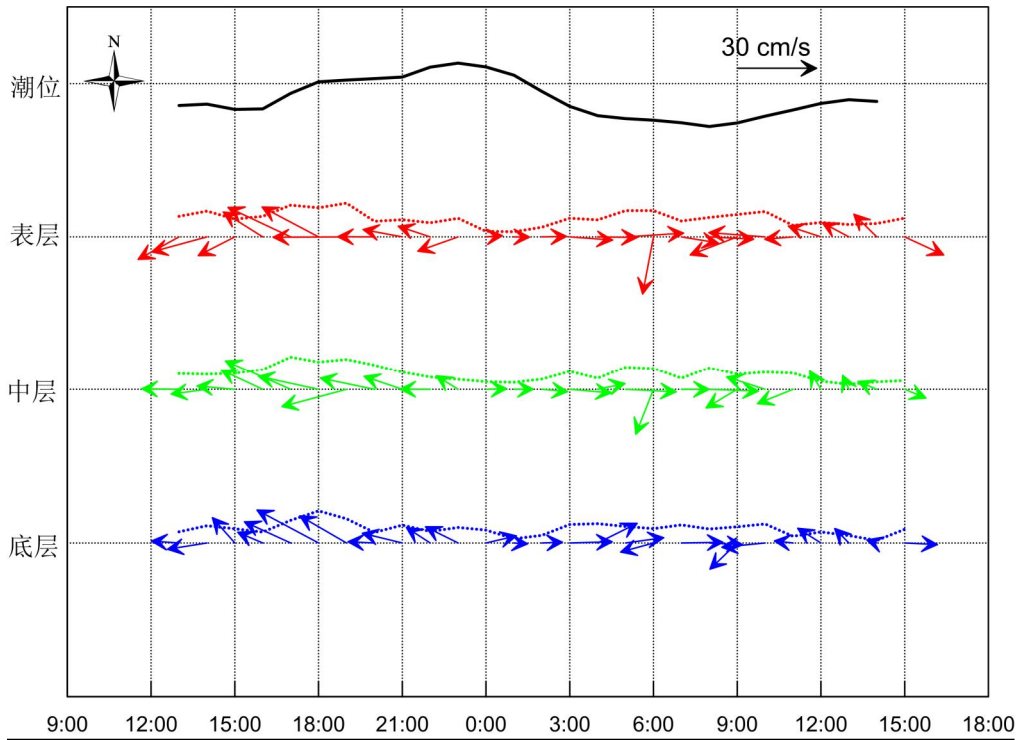


图 6.1.3-6c 调查海域大潮 S3 站实测海流矢量图

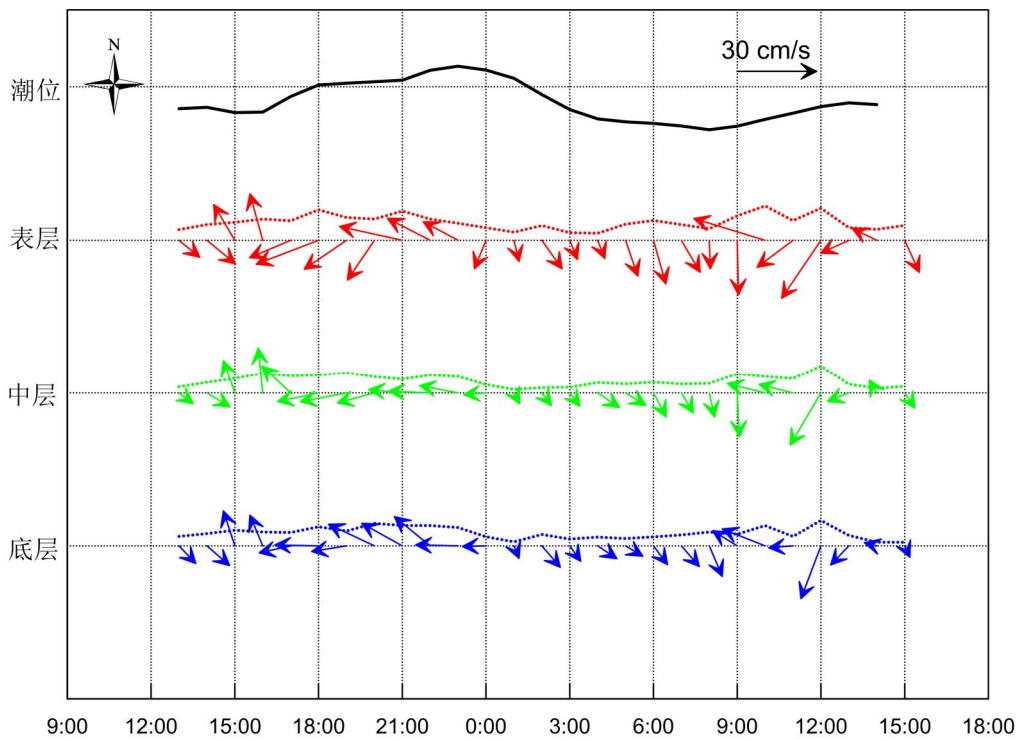


图 6.1.3-6d 调查海域大潮 S4 站实测海流矢量图

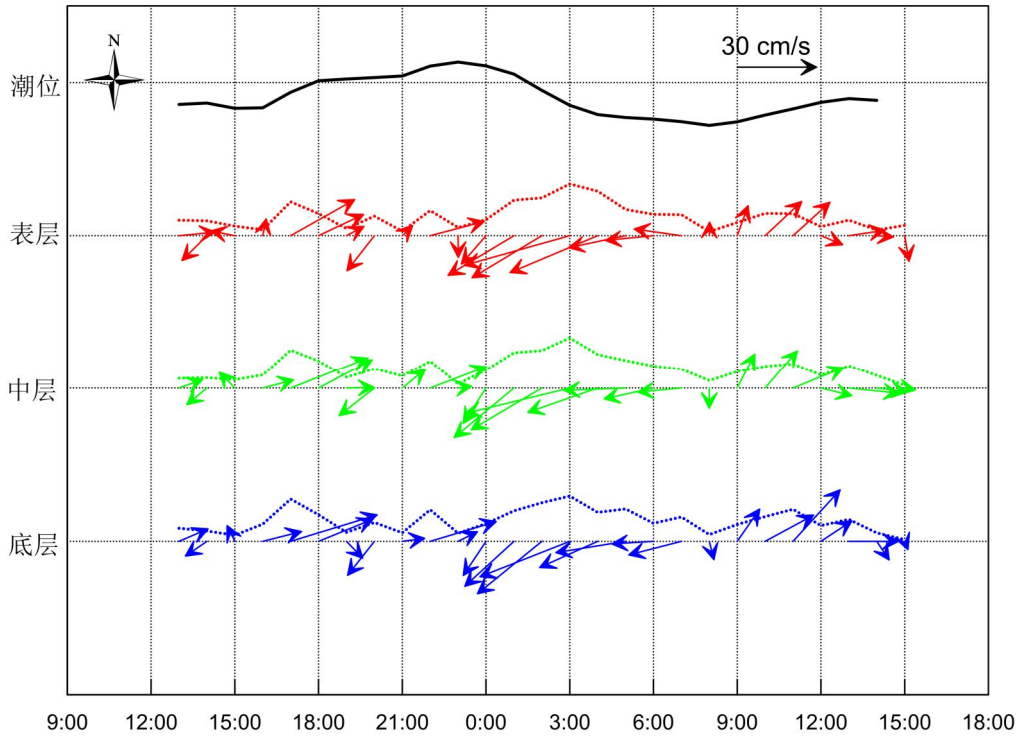


图 6.1.3-6e 调查海域大潮 S5 站实测海流矢量图

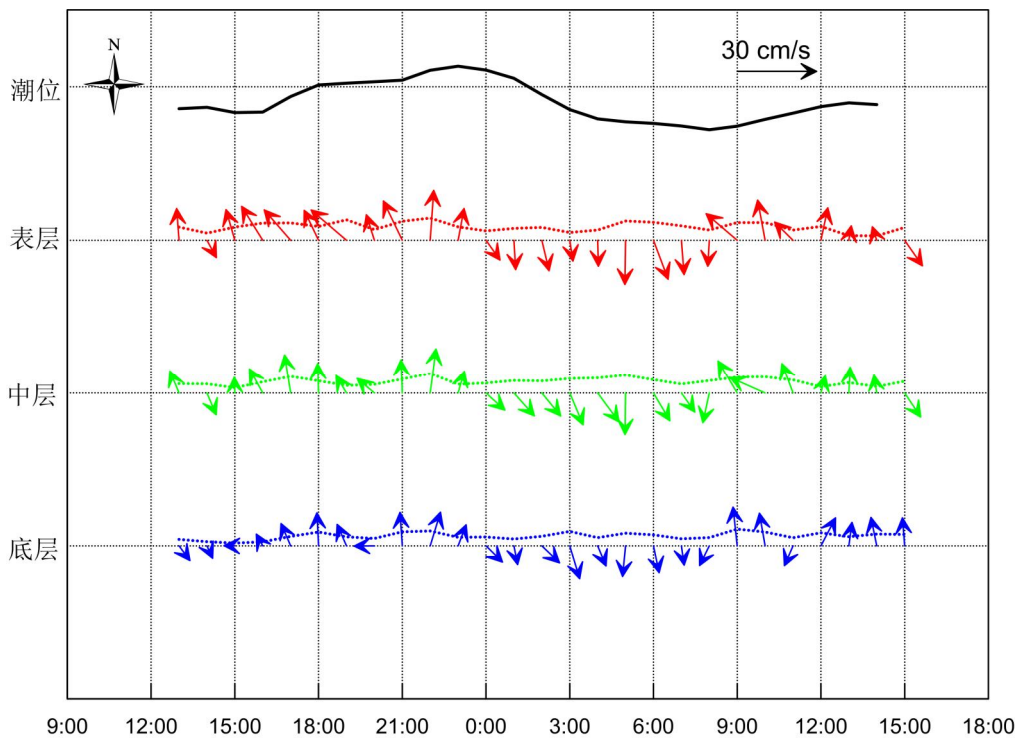


图 6.1.3-6f 调查海域大潮 S6 站实测海流矢量图

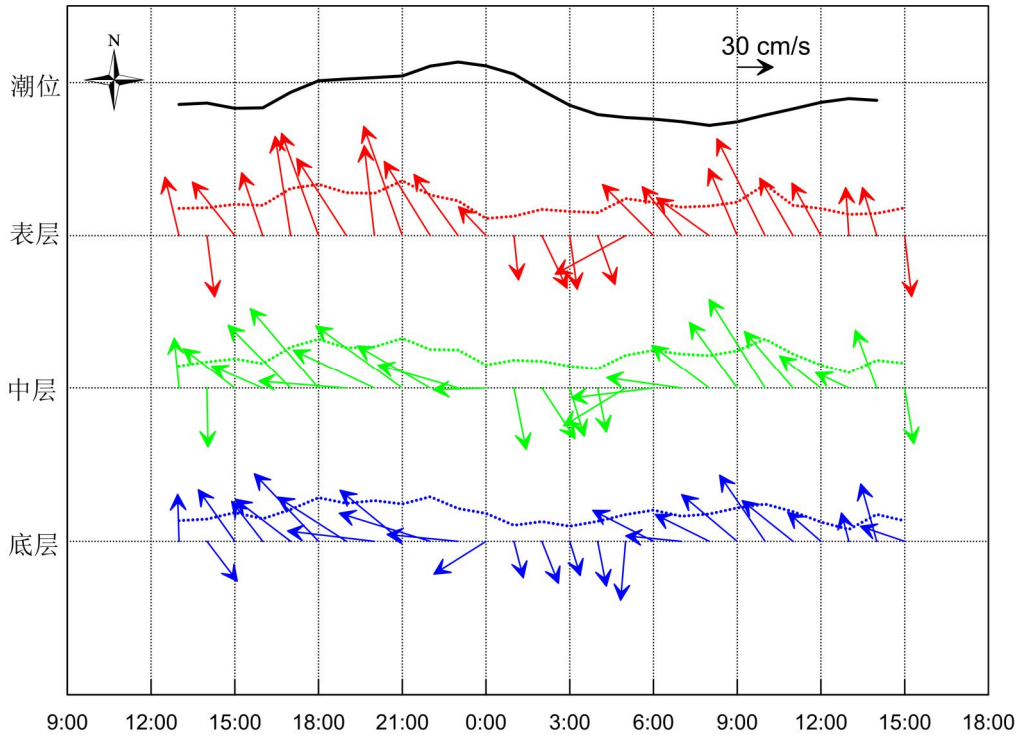


图 6.1.3-6g 调查海域大潮 S7 站实测海流矢量图

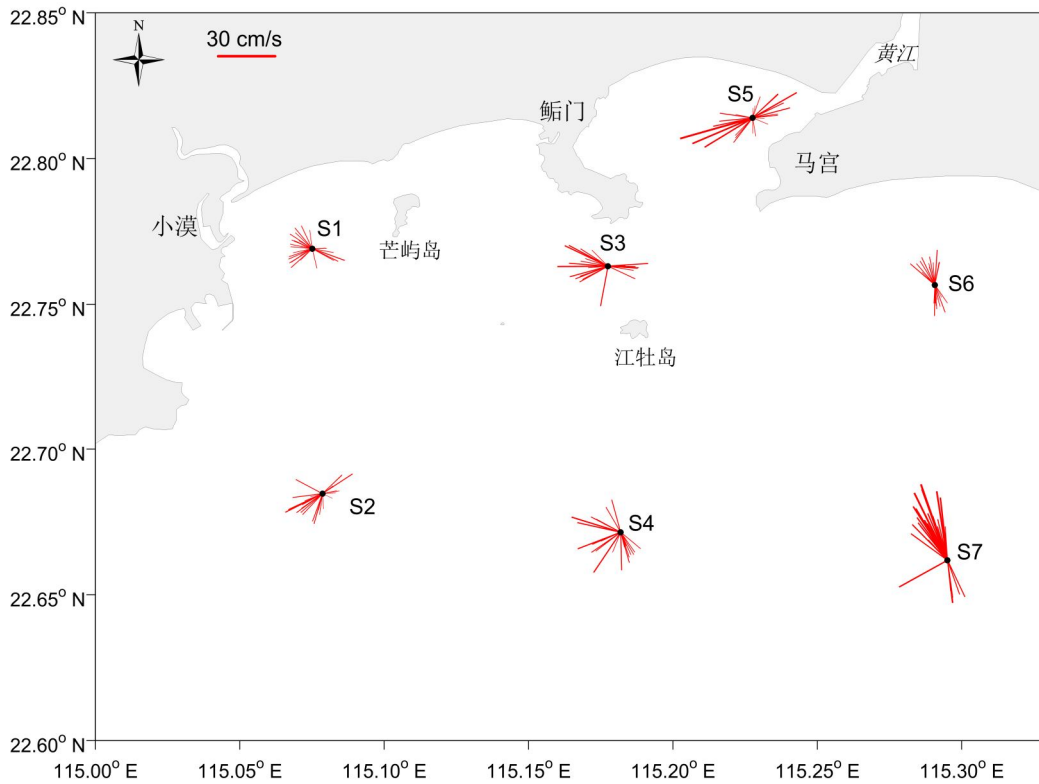


图 6.1.3-7a 大潮海流玫瑰图(表层)

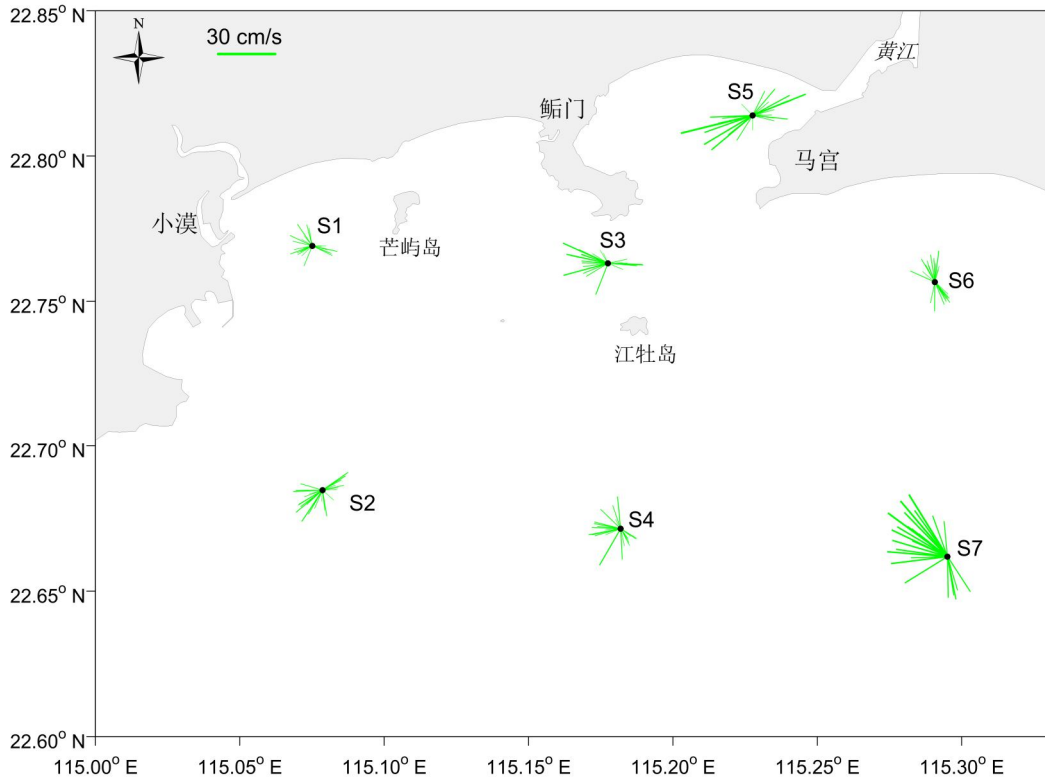


图 5.1.3-7b 大潮海流玫瑰图(中层)

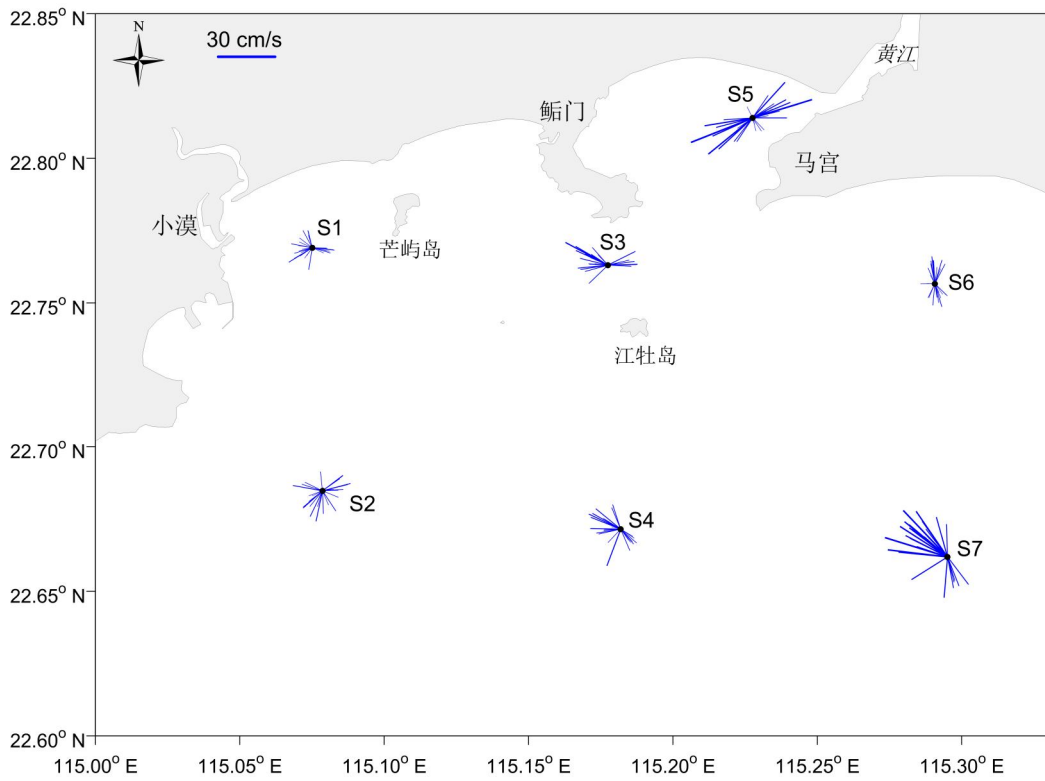


图 6.1.3-7c 大潮海流玫瑰图(底层)

(2) 潮流分析

1) 潮流分析

选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阴全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 6.1.3-4 列出了 6 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴。从表 6.1.3-4 可见， F 值在 0.5~3.0 之间，除 S1 站外，潮流性质主要表现为不规则半日潮流。

表 6.1.3-5 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。由表 6.1.3-5 可以看出，总体而言，除 S1 站外，在上述 6 个主要分潮流中基本表现为 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为 K_1 分潮流和 O_1 分潮流， S_2 分潮流次之， M_4 和 MS_4 分潮流较小。 M_2 分潮较大反映了半日潮流的特征。各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 17.5 cm/s、方向 159.8°，出现在 S7 站表层； K_1 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 7.8 cm/s、方向 70.0°，出现在 S5 站中层； O_1 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 6.3 cm/s、方向 70.0°，出现在 S5 站中层； S_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 7.0 cm/s、方向 159.8°，出现在 S7 站表层。由图 6.1.3-8 可见，主要分潮流 M_2 最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）在调查海域东南部主要表现为西北-东南向，中部江牡岛附近主要表现为偏西-偏东向，西部近岸主要表现为东北-西南向，东北部黄江口也主要表现为东北-西南向。

表 6.1.3-4 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
红海湾	S1	表层	2.1	不规则日潮流
		中层	2.1	不规则日潮流
		底层	3.0	不规则日潮流
	S2	表层	1.0	不规则半日潮流
		中层	1.0	不规则半日潮流
		底层	1.0	不规则半日潮流
	S3	表层	1.8	不规则半日潮流
		中层	2.0	不规则半日潮流
		底层	1.6	不规则半日潮流

	S4	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	1.0	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流
	S5	表层	1.3	不规则半日潮流
		中层	1.5	不规则半日潮流
		底层	1.4	不规则半日潮流
	S6	表层	1.2	不规则半日潮流
		中层	1.1	不规则半日潮流
		底层	1.1	不规则半日潮流
S7	表层	0.6	不规则半日潮流	
	中层	0.5	不规则半日潮流	
	底层	0.7	不规则半日潮流	

表 6.1.3-5 调查海域各站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s，°）

站位	测层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
S1	表层	2.8	277.1	0.8	187.1	0.3	3.5	277.1	1.0	187.1	0.3
	中层	2.0	273.1	0.9	183.1	0.5	2.4	273.1	1.2	183.1	0.5
	底层	2.0	263.4	0.5	173.4	0.3	2.4	263.4	0.7	173.4	0.3
S2	表层	3.1	232.0	0.0	142.0	0.0	3.9	232.0	0.0	142.0	0.0
	中层	3.1	230.9	0.1	140.9	0.0	3.8	230.9	0.2	140.9	0.0
	底层	2.5	239.6	0.2	329.6	-0.1	3.1	239.6	0.3	329.6	-0.1
S3	表层	4.7	283.9	0.5	13.9	-0.1	5.8	283.9	0.6	13.9	-0.1
	中层	4.5	283.3	0.3	13.3	-0.1	5.6	283.3	0.4	13.3	-0.1
	底层	3.6	286.1	0.8	16.1	-0.2	4.4	286.1	0.9	16.1	-0.2
S4	表层	2.8	305.8	0.4	35.8	-0.1	3.5	305.8	0.5	35.8	-0.1
	中层	2.7	309.0	0.0	39.0	0.0	3.3	309.0	0.1	39.0	0.0
	底层	2.6	305.0	0.3	35.0	-0.1	3.2	305.0	0.4	35.0	-0.1
S5	表层	5.9	68.8	1.1	158.8	-0.2	7.3	68.8	1.4	158.8	-0.2
	中层	6.3	70.0	0.7	160.0	-0.1	7.8	70.0	0.8	160.0	-0.1
	底层	6.1	66.0	1.3	156.0	-0.2	7.5	66.0	1.6	156.0	-0.2
S6	表层	3.3	345.1	0.1	75.1	0.0	4.1	345.1	0.1	75.1	0.0
	中层	2.9	342.1	0.8	72.1	-0.3	3.5	342.1	1.0	72.1	-0.3
	底层	2.2	346.0	0.2	76.0	-0.1	2.7	346.0	0.3	76.0	-0.1
S7	表层	4.6	358.0	0.6	88.0	-0.1	5.7	358.0	0.7	88.0	-0.1
	中层	4.1	344.2	1.1	254.2	0.3	5.1	344.2	1.4	254.2	0.3
	底层	4.4	345.7	1.6	255.7	0.4	5.4	345.7	1.9	255.7	0.4

续上表

站位	测层	M ₂					S ₂				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
S1	表层	3.0	71.0	0.5	161.0	-0.2	1.2	71.0	0.2	161.0	-0.2
	中层	2.1	114.0	0.9	204.0	-0.4	0.8	114.0	0.4	204.0	-0.4
	底层	1.5	102.2	0.5	12.2	0.3	0.6	102.2	0.2	12.2	0.3
S2	表层	7.0	62.6	1.1	332.6	0.2	2.8	62.6	0.4	332.6	0.2
	中层	7.2	65.8	1.3	335.8	0.2	2.9	65.8	0.5	335.8	0.2
	底层	5.5	69.4	0.9	339.4	0.2	2.2	249.4	0.3	159.4	0.2
S3	表层	5.8	93.5	0.1	3.5	0.0	2.3	93.5	0.0	3.5	0.0
	中层	5.1	85.4	0.6	175.4	-0.1	2.0	85.4	0.2	175.4	-0.1
	底层	4.9	83.7	0.9	353.7	0.2	1.9	83.7	0.4	353.7	0.2
S4	表层	6.8	81.4	1.6	171.4	-0.2	2.7	81.4	0.7	171.4	-0.2
	中层	6.1	70.6	0.0	340.6	0.0	2.4	70.6	0.0	340.6	0.0
	底层	6.2	104.9	1.0	14.9	0.2	2.5	104.9	0.4	14.9	0.2
S5	表层	10.3	244.5	3.1	334.5	-0.3	4.1	244.5	1.2	334.5	-0.3
	中层	9.6	247.6	2.6	337.6	-0.3	3.8	247.6	1.0	337.6	-0.3
	底层	9.6	245.1	1.0	335.1	-0.1	3.8	245.1	0.4	335.1	-0.1
S6	表层	6.0	166.6	2.6	256.6	-0.4	2.4	166.6	1.0	256.6	-0.4
	中层	5.9	153.0	1.5	243.0	-0.2	2.4	153.0	0.6	243.0	-0.2
	底层	4.3	169.8	1.9	259.8	-0.4	1.7	169.8	0.8	259.8	-0.4
S7	表层	17.5	159.8	1.5	249.8	-0.1	7.0	159.8	0.6	249.8	-0.1
	中层	16.7	137.8	3.6	227.8	-0.2	6.7	137.8	1.4	227.8	-0.2
	底层	13.4	126.9	0.2	216.9	0.0	5.4	126.9	0.1	216.9	0.0

续上表

站位	测层	M ₄					MS ₄				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
S1	表层	3.1	337.3	1.3	67.3	-0.4	1.7	337.3	0.7	67.3	-0.4
	中层	2.2	328.8	0.9	58.8	-0.4	1.2	328.8	0.5	58.8	-0.4
	底层	1.8	123.3	1.0	213.3	-0.6	1.0	303.3	0.5	33.3	-0.6
S2	表层	1.6	38.5	0.2	308.5	0.1	0.9	218.5	0.1	128.5	0.1
	中层	1.1	31.6	0.1	301.6	0.1	0.6	211.6	0.1	121.6	0.1
	底层	1.0	284.7	0.0	14.7	0.0	0.5	284.7	0.0	14.7	0.0
S3	表层	1.6	310.9	0.2	40.9	-0.1	0.9	310.9	0.1	40.9	-0.1
	中层	1.5	308.6	0.1	218.6	0.0	0.9	308.6	0.0	218.6	0.0
	底层	1.9	314.1	0.3	44.1	-0.1	1.1	314.1	0.1	44.1	-0.1

S4	表层	4.1	146.0	1.8	56.0	0.4	2.3	326.0	1.0	236.0	0.4
	中层	2.5	146.0	1.2	56.0	0.5	1.4	326.0	0.7	236.0	0.5
	底层	3.0	163.4	1.4	73.4	0.5	1.7	343.4	0.8	253.4	0.5
S5	表层	3.9	61.5	1.0	151.5	-0.2	2.2	61.5	0.5	151.5	-0.2
	中层	4.6	62.7	2.1	152.7	-0.5	2.6	62.7	1.2	152.7	-0.5
	底层	5.7	49.5	1.2	139.5	-0.2	3.2	49.5	0.6	139.5	-0.2
S6	表层	2.5	170.1	0.4	260.1	-0.1	1.4	350.1	0.2	80.1	-0.1
	中层	1.8	166.2	0.8	256.2	-0.4	1.0	346.2	0.4	76.2	-0.4
	底层	0.9	163.4	0.5	253.4	-0.5	0.5	343.4	0.3	73.4	-0.5
S7	表层	4.5	327.2	0.5	57.2	-0.1	2.5	327.2	0.3	57.2	-0.1
	中层	4.0	303.6	1.0	213.6	0.3	2.2	303.6	0.6	213.6	0.3
	底层	1.8	291.3	0.1	201.3	0.1	1.0	291.3	0.1	201.3	0.1

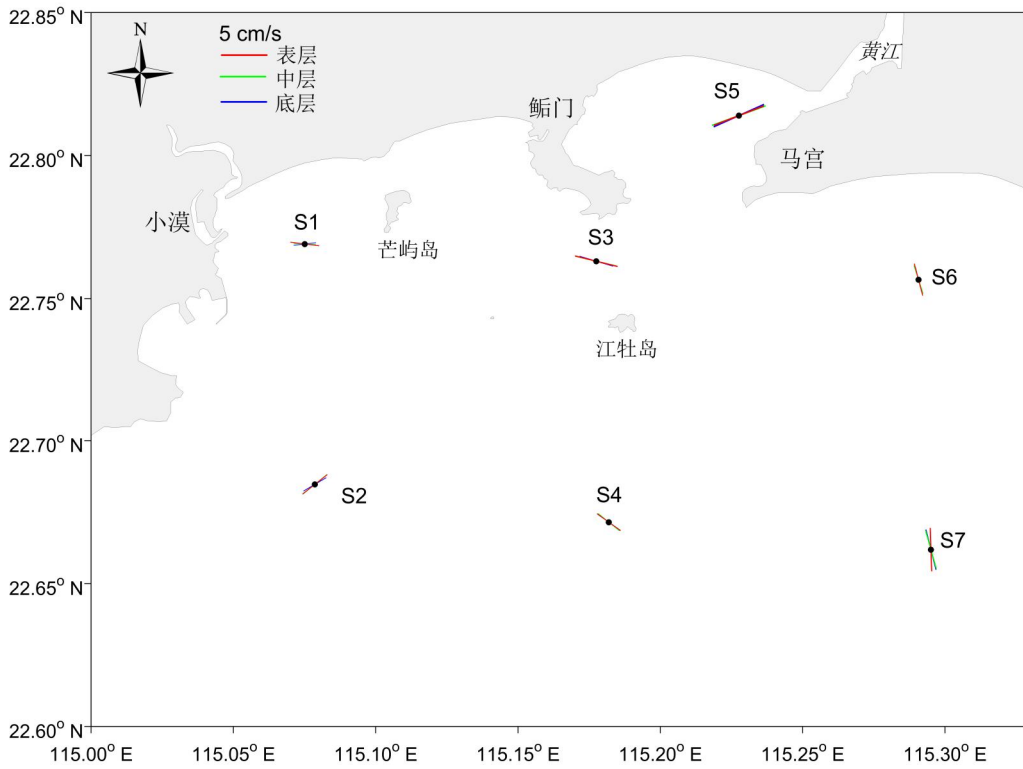


图 6.1.3-8a 各站 O₁ 分潮流长轴分布图

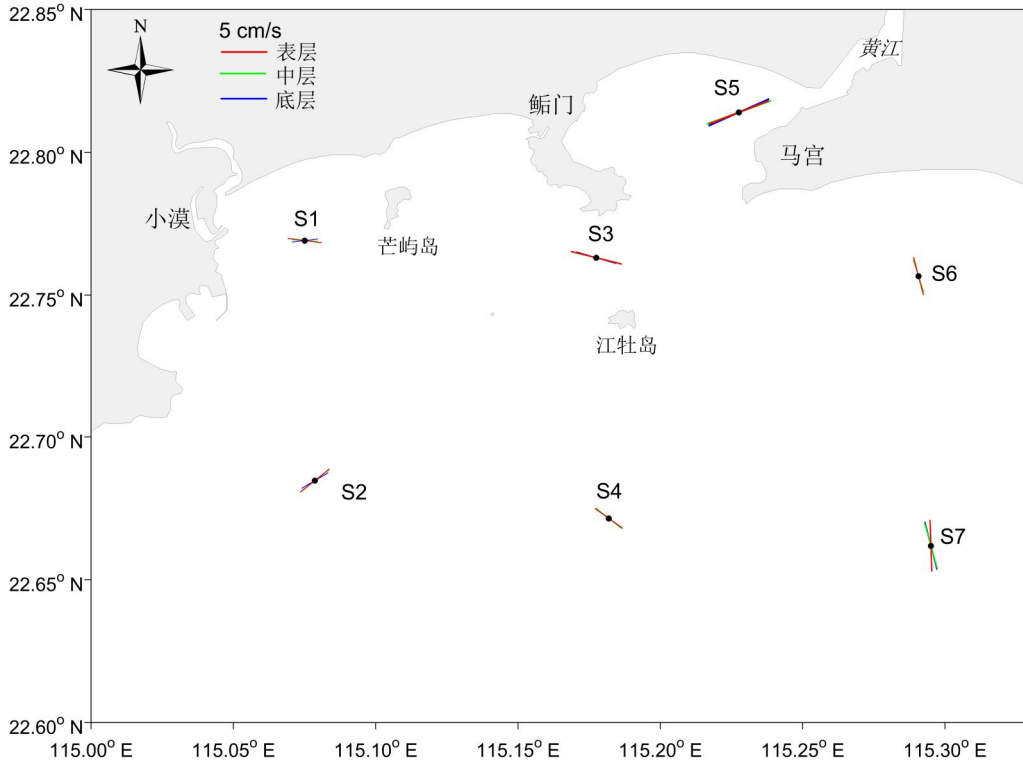


图 5.1.3-8b 各站 K_1 分潮流长轴分布图

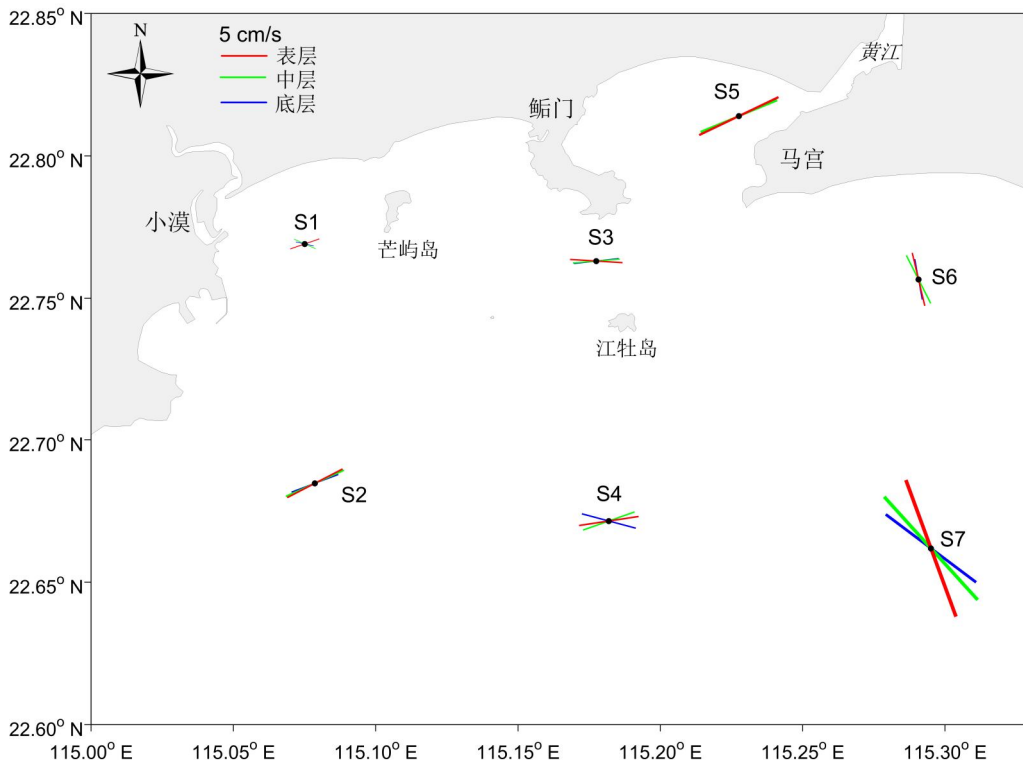


图 6.1.3-8c 各站 M_2 分潮流长轴分布图

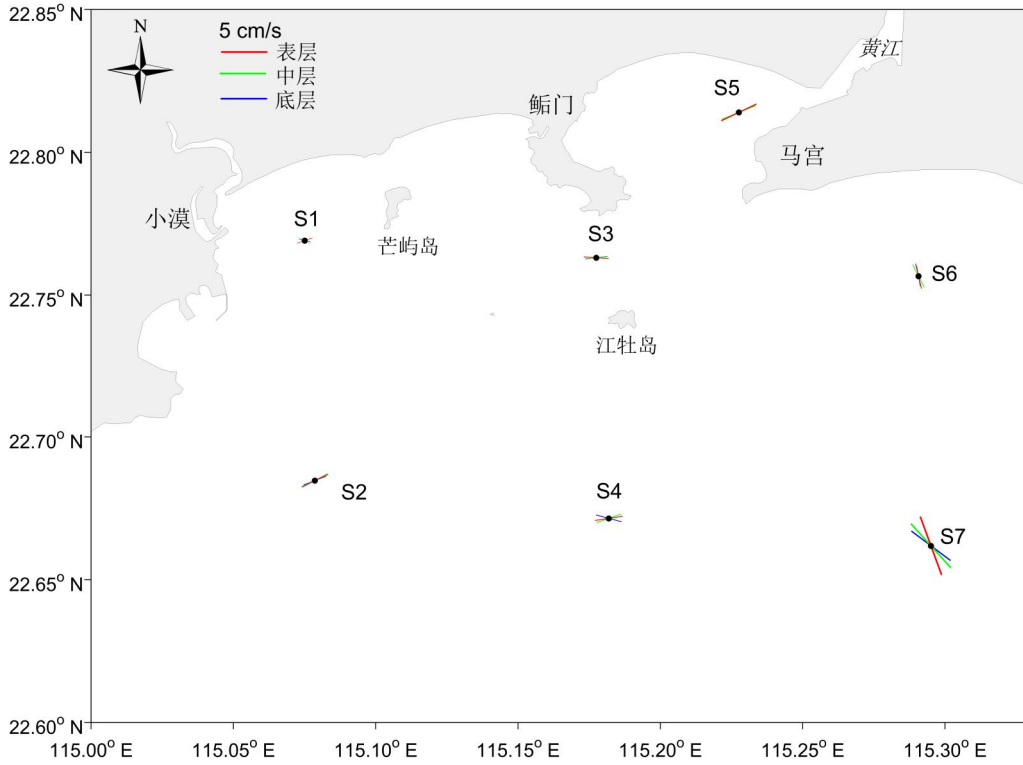


图 6.1.3-8d 各站 S₂ 分潮流长轴分布图

2) 可能最大流速和水质点可能最大运移距离

根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2)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和水质点可能最大运移距离。

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:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (6.1.3.1)$$

2) 对规则全日潮流海区可按下列式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (6.1.3.2)$$

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

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

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

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

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

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

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

3) 对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用式（6.1.3.1）和式（6.1.3.2）中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算：

1) 规则半日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4}$$

(6.1.3.3)

2) 规则全日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (6.1.3.4)$$

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

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

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

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

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

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

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

4) 对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用式（6.1.3.3）和式（6.1.3.4）中的大值。

根据各站层的潮流性质（表 6.1.3-4），按式（6.1.3.1）-式（6.1.3.4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 6.1.3-6 中，由表 6.1.3-6 可见，调查海区潮流可能最大流速为 48.0 cm/s（S7

站表层），各站层可能最大流速介于 9.4 cm/s~48.0 cm/s 之间，在调查海域东南部主要表现为西北-东南向，中部江牡岛附近主要表现为偏西-偏东向，西部近岸主要表现为东北-西南向，东北部黄江口也主要表现为东北-西南向。水质点可能最大运移距离为 8.1 km（S5 站中层），各站层可能最大运移距离介于 2.2 km~8.1 km 之间，方向基本与可能最大流速方向一致。

表 6.1.3-6 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

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(km)	方向(度)
S1	表 层	13.7	284.6	3.3	272.5
	中 层	10.7	296.2	2.3	276.8
	底 层	9.4	279.6	2.2	265.8
S2	表 层	21.8	236.6	4.4	235.4
	中 层	21.2	238.4	4.4	235.7
	底 层	16.5	249.2	3.5	242.6
S3	表 层	24.1	280.4	5.7	281.8
	中 层	22.4	277.7	5.4	280.0
	底 层	18.8	280.3	4.4	281.3
S4	表 层	21.8	289.1	3.8	291.6
	中 层	17.4	281.2	3.4	291.3
	底 层	20.0	302.5	3.7	298.5
S5	表 层	37.7	245.5	7.8	247.7
	中 层	38.6	247.5	8.1	249.4
	底 层	39.6	241.9	7.8	245.8
S6	表 层	22.1	346.7	4.4	345.5
	中 层	19.8	337.8	4.0	339.4
	底 层	14.1	347.8	3.0	347.1
S7	表 层	48.0	341.9	7.8	350.1
	中 层	44.3	321.1	7.1	332.3
	底 层	34.8	315.7	6.5	330.9

注：表中方向只为其一，±180° 为另一方向

(3) 余流分析

余流通常指实测海流中扣除了周期性的潮流后的剩余部分，一般取周日海流观测资料中消去潮流后的平均值，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合反映，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它有显著影响。下面根据本海域调

查的 27 小时海流实测资料，结合海面风场，分析调查海区的余流特征。

表 6.1.3-7 为大潮期间各测站的余流，由表可知，大潮余流量值介于 0.9~18.5 cm/s 之间，最大余流出现在 S7 站中层，方向 291.2°；最小余流出现在 S5 站底层，方向 158.7°。

就整个海域而言，除东南部余流略大外，其余海域余流都较小，受偏东风影响，余流以偏西向为主（图 6.1.3-9）。

表 6.1.3-7 调查海域各站大潮余流(单位：cm/s, °)

潮 期	站 位	测 层	流 速	流 向
大 潮	S1	表 层	3.2	262.0
		中 层	1.9	275.9
		底 层	1.4	257.2
	S2	表 层	4.8	226.9
		中 层	4.1	217.4
		底 层	1.4	182.7
	S3	表 层	5.5	267.3
		中 层	4.7	275.1
		底 层	4.2	304.8
	S4	表 层	8.2	228.1
		中 层	4.7	245.9
		底 层	4.6	258.3
	S5	表 层	3.2	253.4
		中 层	1.0	237.7
		底 层	0.9	158.7
	S6	表 层	2.7	325.2
		中 层	1.4	15.2
		底 层	1.4	11.1
	S7	表 层	17.6	326.1
		中 层	18.5	291.2
		底 层	15.8	292.7

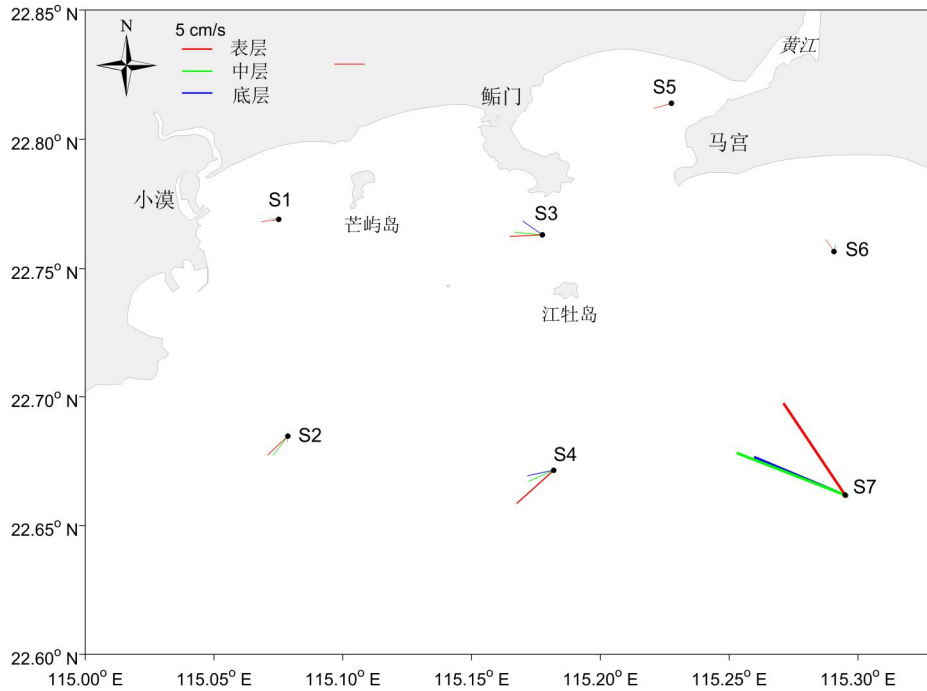


图 6.1.3-9 大潮期各站余流分布图

2.4 水温

海水温度的分布（包括平面和垂向）和变化主要受太阳辐射、风、海浪、海流等诸因素的影响。根据项目合同的技术要求，在设置的 7 个测流站上同时进行了水温观测，其观测结果见附件。

大潮期水温统计见表 6.1.3-8。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 21.60℃，出现在 S1 站表层；测得水温的最小值为 18.35℃，出现在 S5 站底层。利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值（表 6.1.3-8），各站层水温相差不大，基本表现为表、中层水温略高于底层。

图 6.1.3-10 系列图为表、中、底层温度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各站层水温日变化较小。

表 6.1.3-8 调查海域各站大潮水温统计单位: °C)

潮期	站 位	测 层	最小值	最大值	平均值
大 潮 大 潮	S1	表 层	20.88	21.60	21.19
		中 层	20.89	21.55	21.17
		底 层	20.61	21.53	20.99
	S2	表 层	20.63	21.54	21.12
		中 层	20.65	21.48	21.07
		底 层	20.63	21.32	21.02
	S3	表 层	19.35	20.04	19.62
		中 层	19.44	19.97	19.65
		底 层	19.44	19.92	19.64
	S4	表 层	20.07	20.97	20.29
		中 层	20.06	20.63	20.27
		底 层	20.07	20.58	20.25
	S5	表 层	18.68	20.64	19.60
		中 层	18.67	20.35	19.56
		底 层	18.35	20.62	19.37
	S6	表 层	19.76	20.54	20.14
		中 层	19.92	20.31	20.09
		底 层	19.92	20.25	20.07
	S7	表 层	20.03	20.44	20.22
		中 层	20.04	20.35	20.21
		底 层	20.05	20.34	20.20

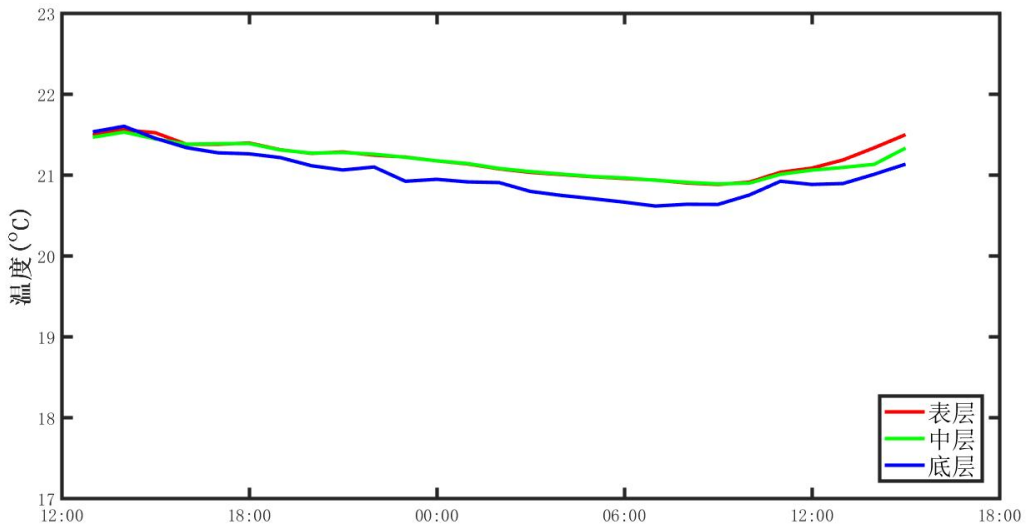


图 6.1.3-10a 调查海域大潮 S1 站实测温度图

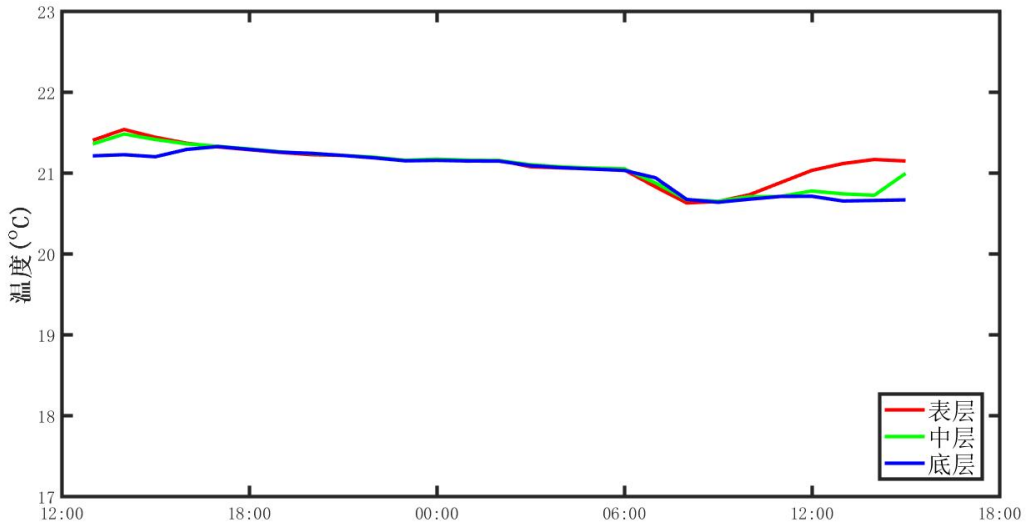


图 6.1.3-10b 调查海域大潮 S2 站实测温度图

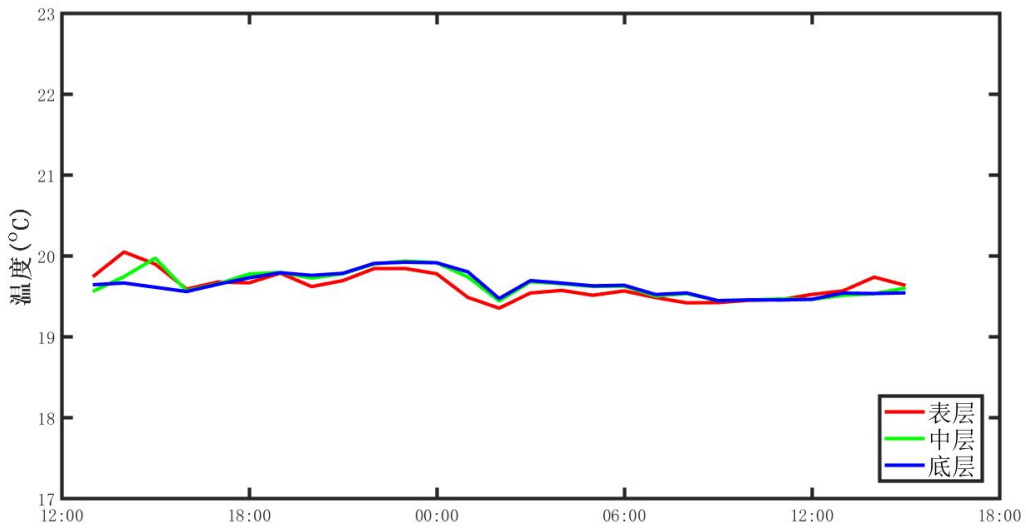


图 6.1.3-10c 调查海域大潮 S3 站实测温度图

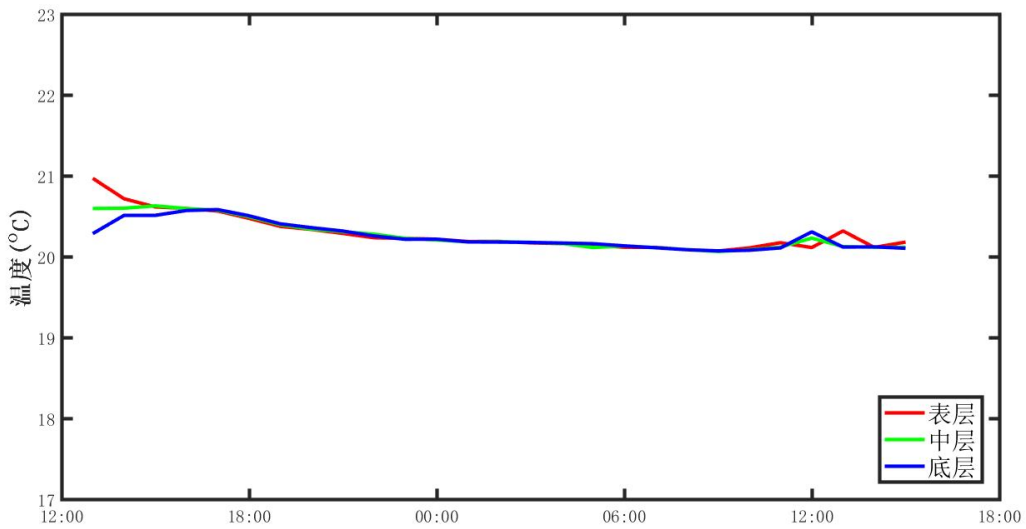


图 6.1.3-10d 调查海域大潮 S4 站实测温度图

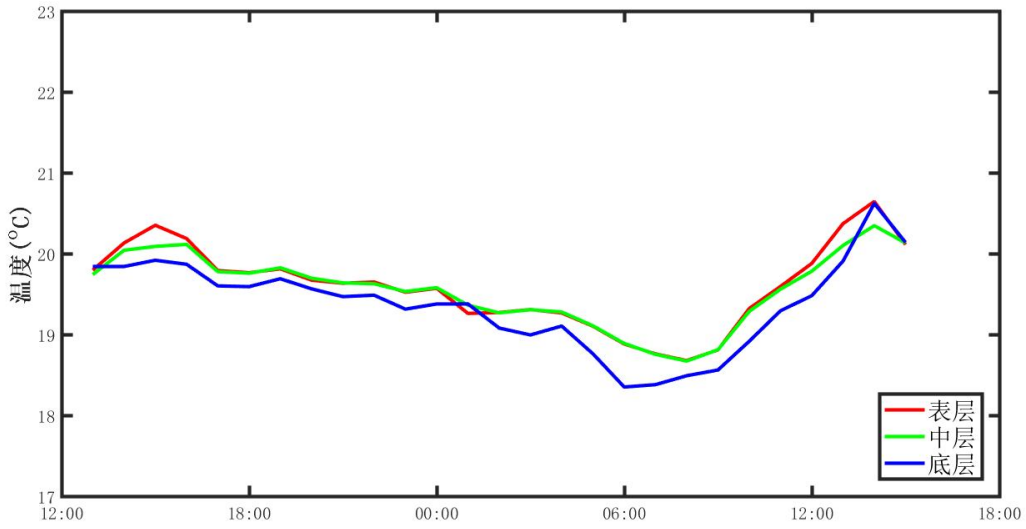


图 6.1.3-10e 调查海域大潮 S5 站实测温度图

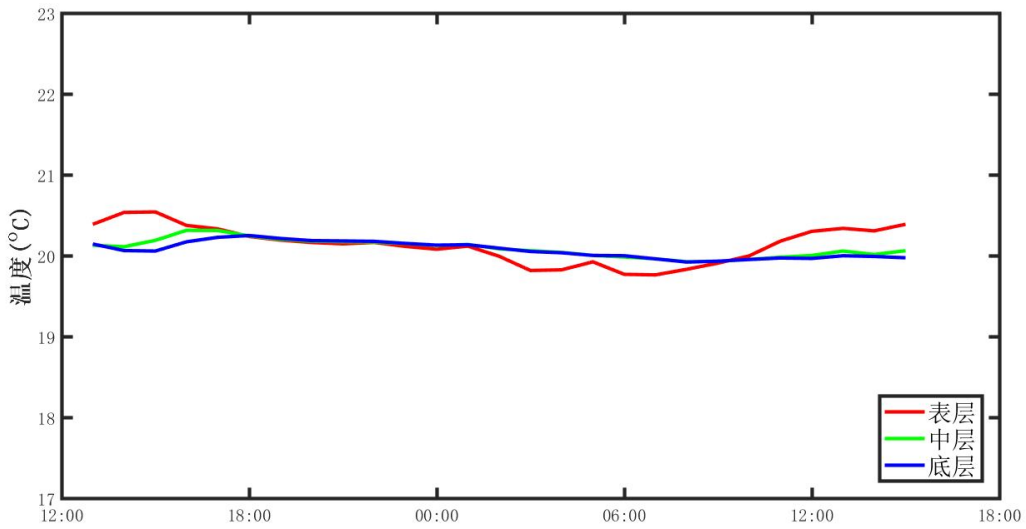


图 6.1.3-10f 调查海域大潮 S6 站实测温度图

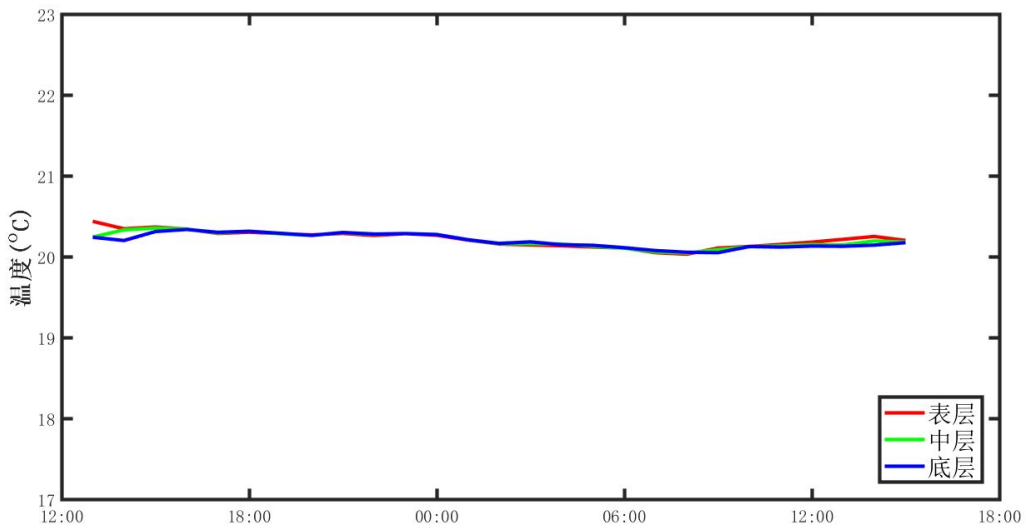


图 6.1.3-10g 调查海域大潮 S7 站实测温度图

2.5 盐度

海水盐度主要受蒸发、降水、潮流、沿岸流和海水混合等因素的影响。对本次全潮水文观测得到的盐度资料（见附件）统计分析，结果如下：

大潮期盐度统计见表 6.1.3-9。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.06，出现在 S4 站底层；测得盐度的最小值为 30.40，出现在 S5 站底层。利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值（表 6.1.3-9），各站层盐度相差不大，基本表现为底层盐度略高于表层、中层。

图 6.1.3-11 系列图为表、中、底层盐度的周日变化过程曲线，由图可以看出：盐度曲线呈不规则波动状，但波动幅度较小，盐度日变化较小。

表 6.1.3-9 调查海域各站大潮盐度统计

潮 期	站 位	测 层	最小值	最大值	平均值
大 潮	S1	表 层	31.70	33.30	32.98
		中 层	32.30	33.40	33.08
		底 层	32.50	33.40	33.15
	S2	表 层	33.49	33.77	33.72
		中 层	33.69	33.77	33.72
		底 层	33.70	33.78	33.73
	S3	表 层	31.44	32.68	32.21
		中 层	31.63	33.53	33.02
		底 层	32.26	33.54	33.32
	S4	表 层	33.74	34.03	33.84
		中 层	33.73	34.02	33.84
		底 层	33.74	34.06	33.85
	S5	表 层	30.50	33.70	32.81
		中 层	31.00	33.70	32.84
		底 层	30.40	33.70	32.87
	S6	表 层	33.40	33.61	33.49
		中 层	33.55	33.68	33.61
		底 层	33.57	33.69	33.62
	S7	表 层	33.15	33.88	33.58
		中 层	33.37	33.88	33.73
		底 层	33.43	33.88	33.74

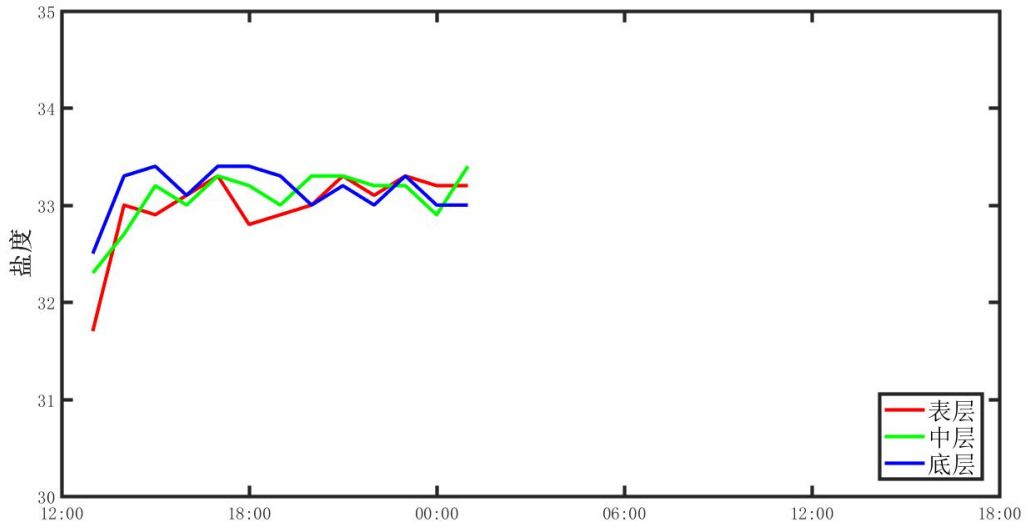


图 6.1.3-11a 调查海域大潮 S1 站实测盐度图

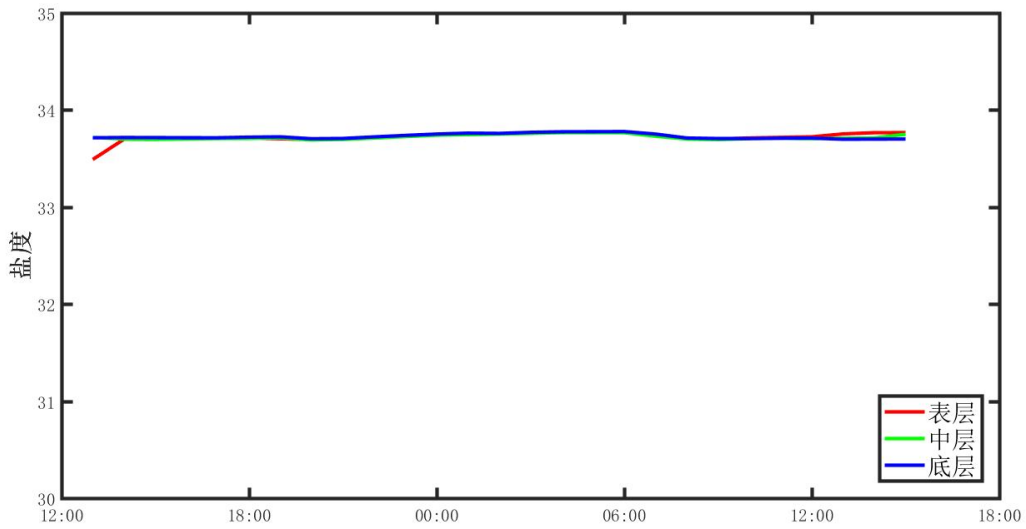


图 6.1.3-11b 调查海域大潮 S2 站实测盐度图

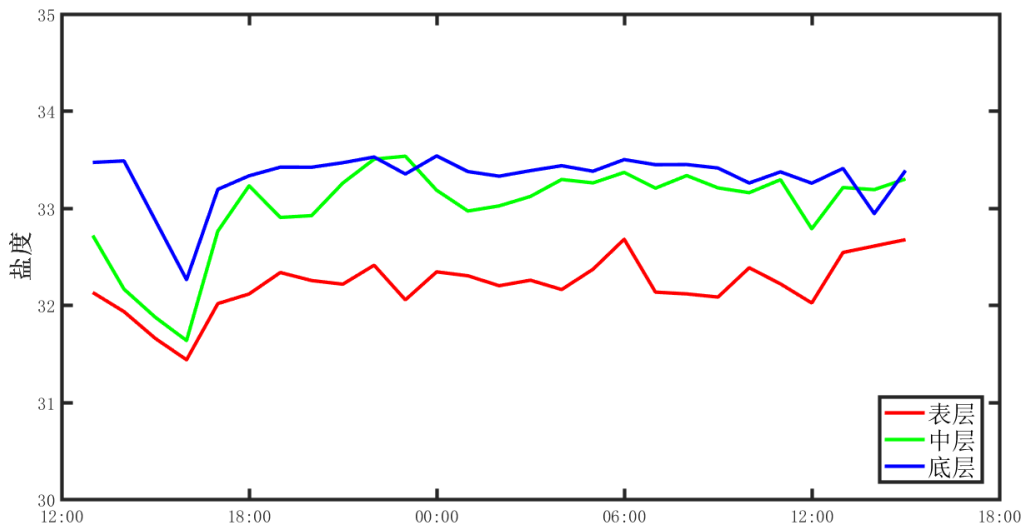


图 6.1.3-11c 调查海域大潮 S3 站实测盐度图

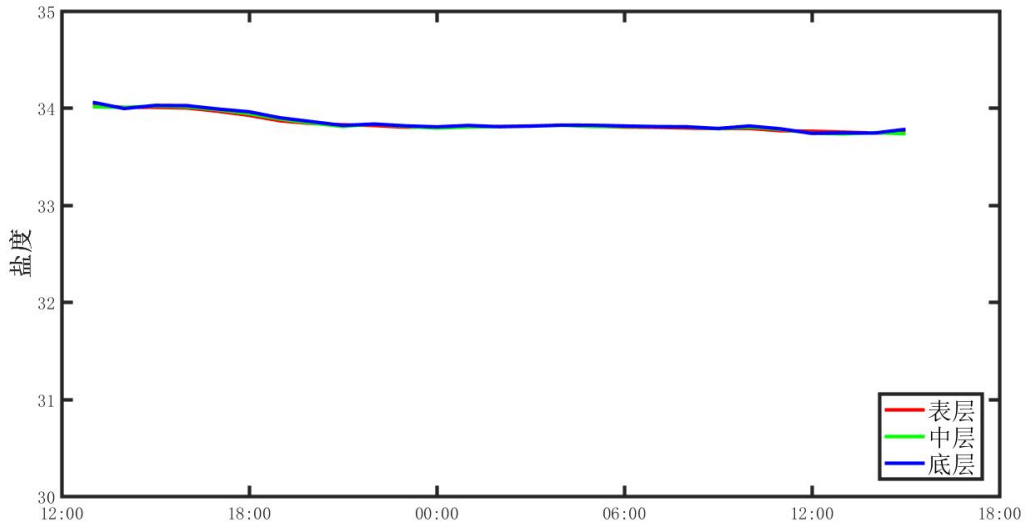


图 6.1.3-11d 调查海域大潮 S4 站实测盐度图

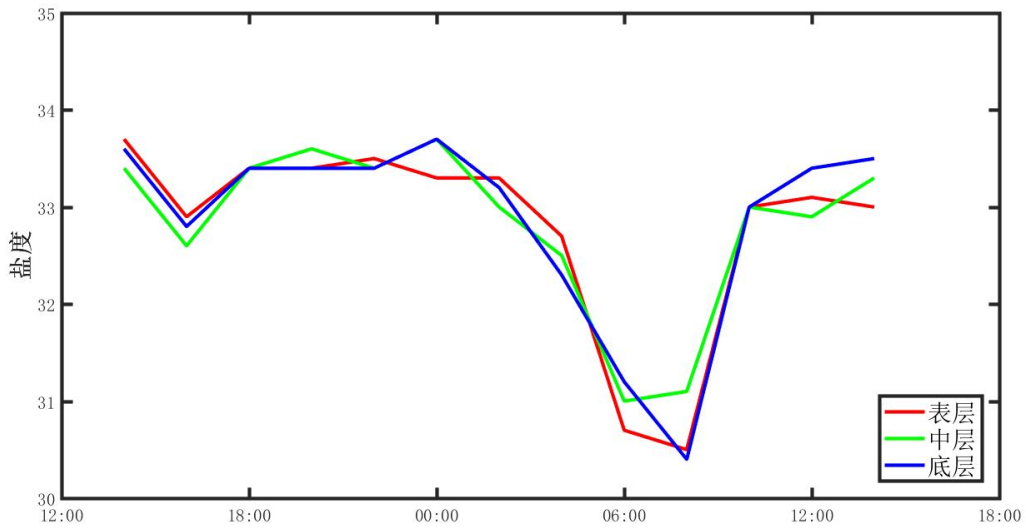


图 6.1.3-11e 调查海域大潮 S5 站实测盐度图

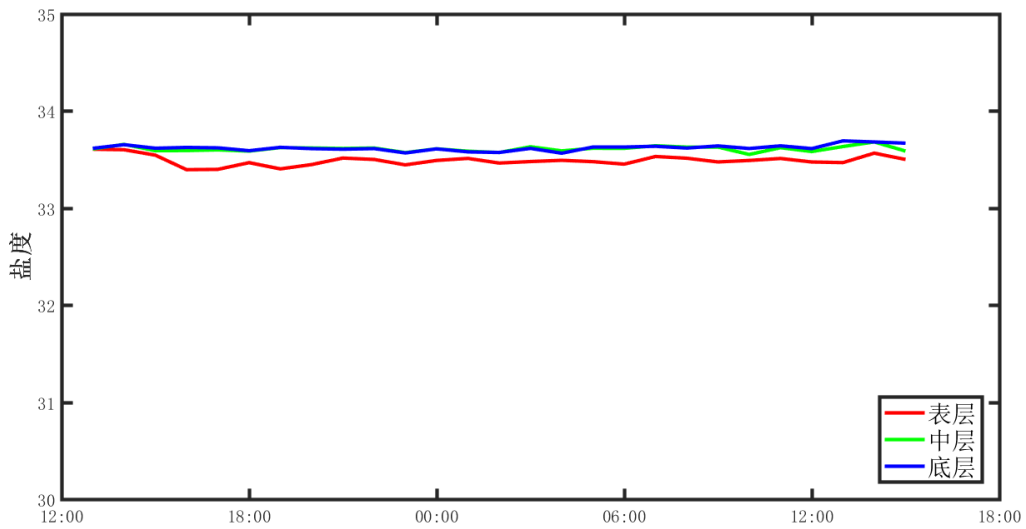


图 6.1.3-11f 调查海域大潮 S6 站实测盐度图

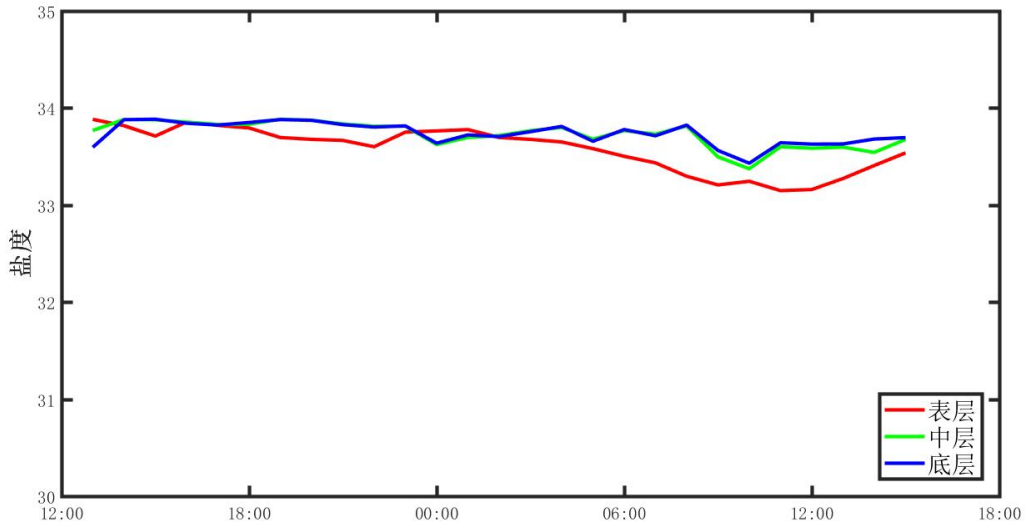


图 6.1.3-11g 调查海域大潮 S7 站实测盐度图

2.6 悬浮泥沙

悬浮泥沙浓度是一种随机性很强的变量，在时间与空间上变化很大。其变化与分布特征主要受泥沙来源、潮流、波浪、底质等诸多因素控制。通常近海泥沙来源主要有：河流入海泥沙、海岸海滩和岛屿侵蚀泥沙以及海洋生物残骸形成的泥沙。

为获取调查海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每 2 小时一次，采样层次为表、中、底三层。

(1) 悬浮泥沙浓度

图 6.1.3-12 的各子图分别给出了各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图，表 6.1.3-10 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

从悬沙观测的时间变化过程来看，各站含沙量表现为底层高于中层，中层高于表层。从整体变化过程看来，各站含沙量不超过 100 mg/L。大潮期，悬浮泥沙浓度最低值为 7.5 mg/L，出现在 S4 表层；悬浮泥沙浓度最大值为 94.4 mg/L，出现在 S5 站底层。

表 6.1.3-10 各站含沙量特征值统计表 (mg/L)

站位	测层	最小值	最大值	平均值	平均
S1	表	9.2	20.3	15.0	22.1
	中	13.4	31.4	20.7	
	底	21.5	44.1	30.6	
S2	表	13.3	26.4	19.0	27.4
	中	20.3	32.8	26.5	

	底	24.8	58.4	36.8	
S3	表	10.3	32.5	16.9	25.5
	中	13.2	44.2	25.5	
	底	24.8	46.5	34.2	
S4	表	7.5	31.3	17.9	24.5
	中	11.3	36.8	22.6	
	底	18.3	58.4	33.1	
S5	表	12.3	43.3	26.4	39.7
	中	12.4	73.1	41.0	
	底	16.4	94.4	51.6	
S6	表	9.3	24.9	17.4	27.8
	中	13.3	37.3	27.6	
	底	24.6	67.8	38.2	
S7	表	16.4	56.8	31.8	41.7
	中	26.4	73.6	39.5	
	底	36.4	85.6	54.0	

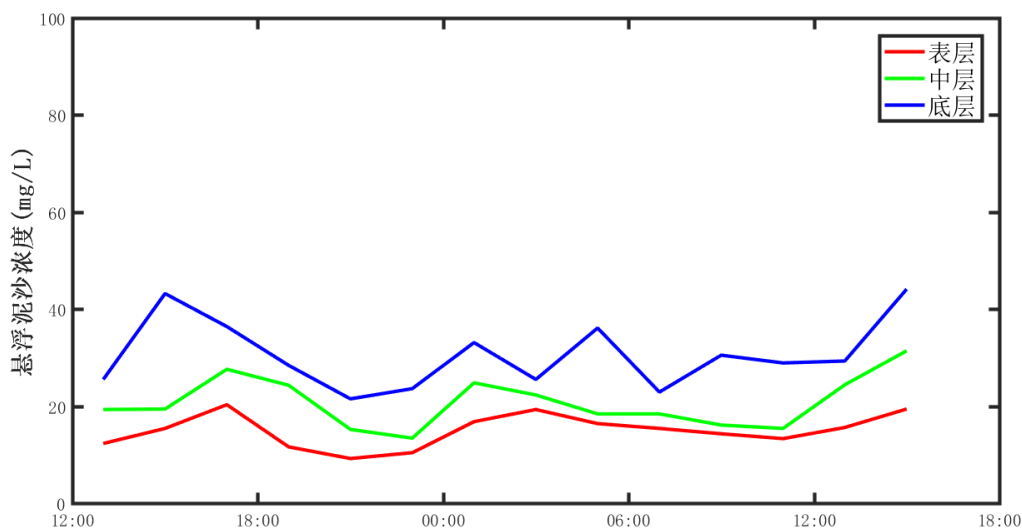


图 6.1.3-12a S1 站悬浮泥沙浓度曲线

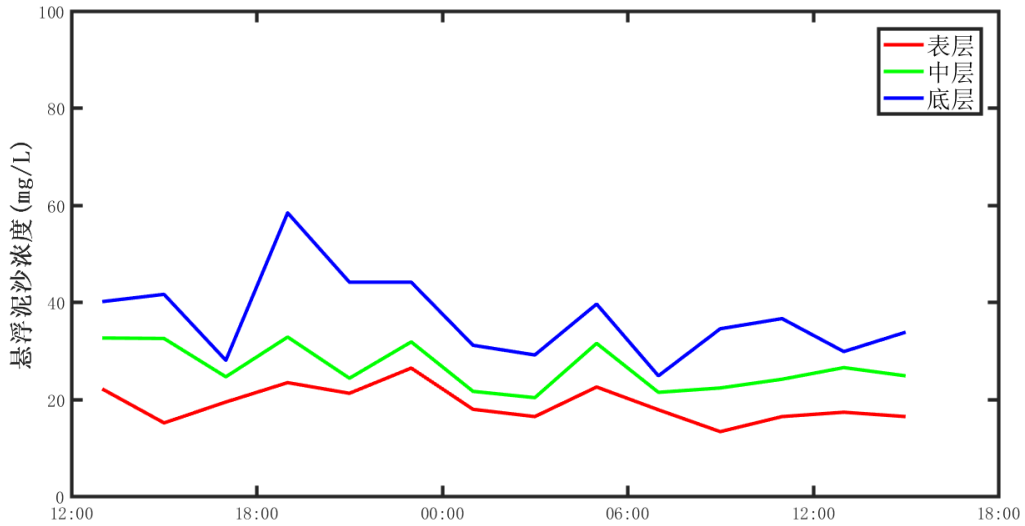


图 6.1.3-12b S2 站悬浮泥沙浓度曲线

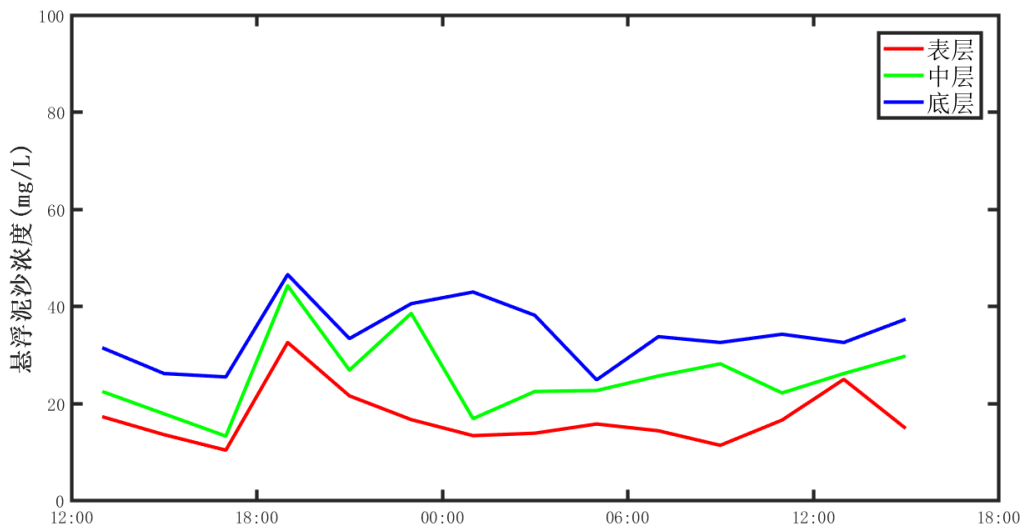


图 6.1.3-12c S3 站悬浮泥沙浓度曲线

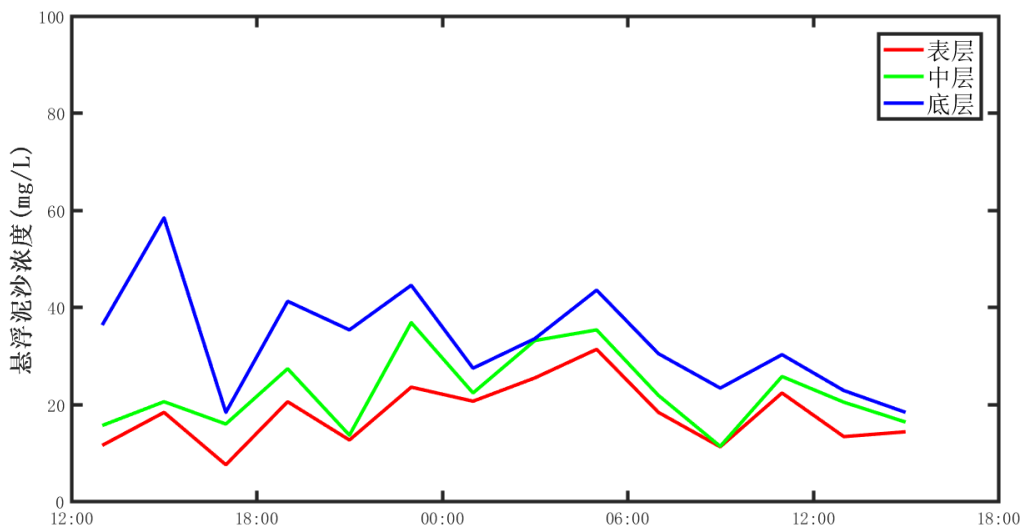


图 6.1.3-12d S4 站悬浮泥沙浓度曲线

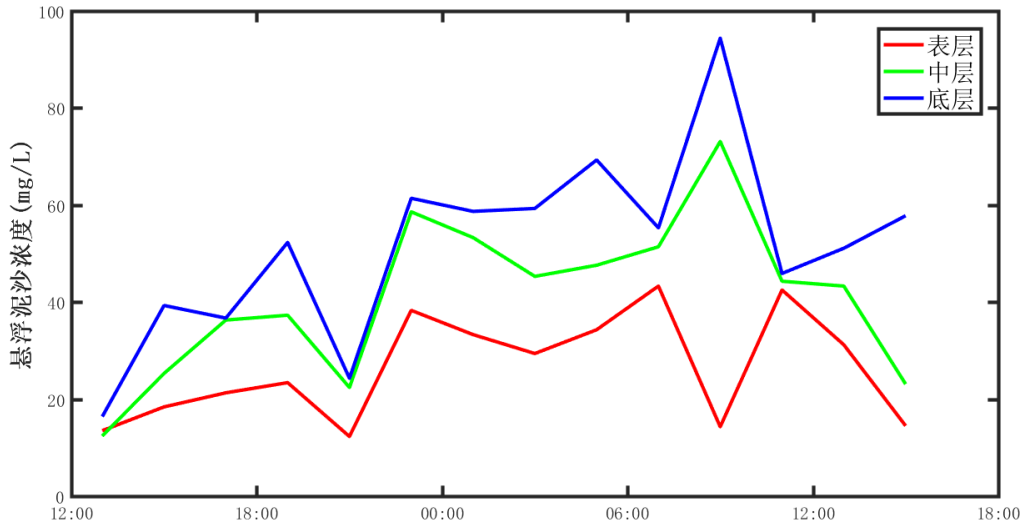


图 6.1.3-12e S5 站悬浮泥沙浓度曲线

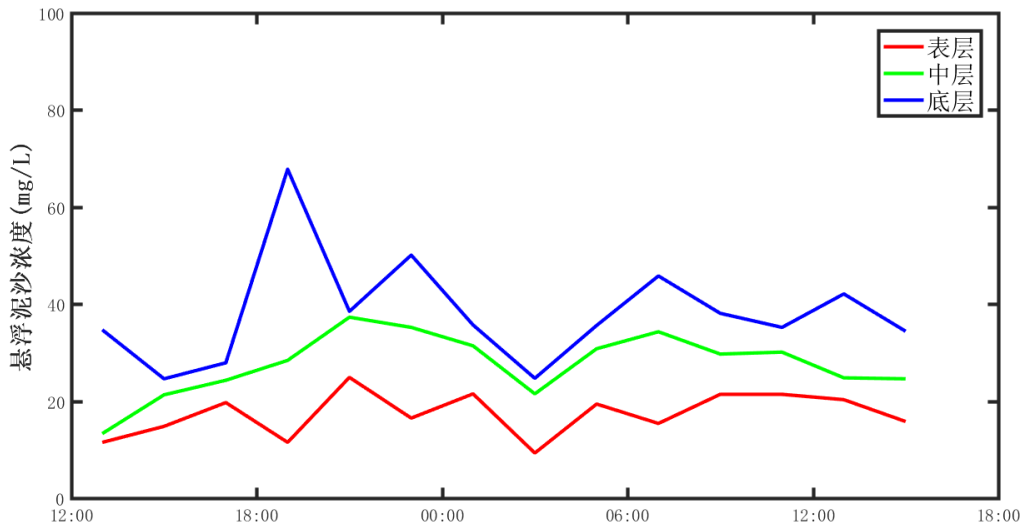


图 6.1.3-12f S6 站悬浮泥沙浓度曲线

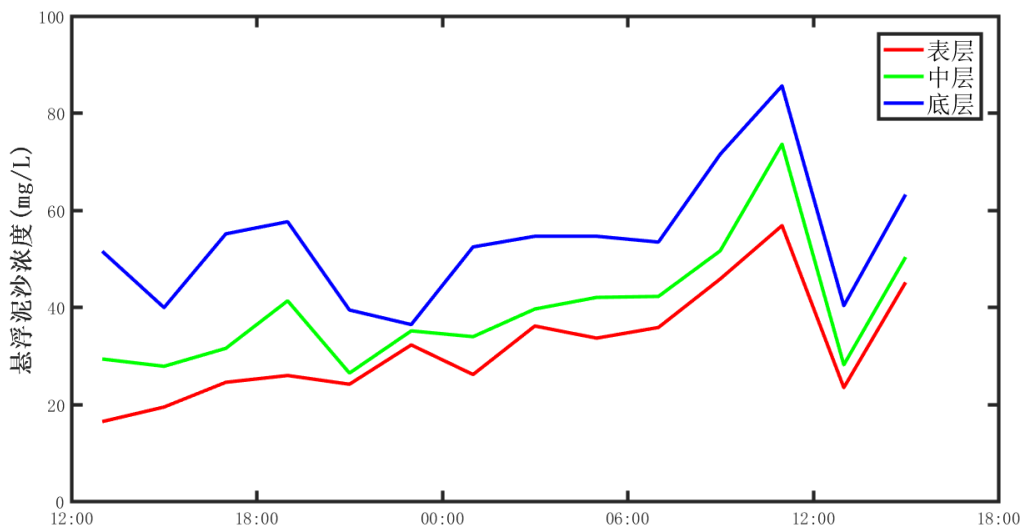


图 6.1.3-12g S7 站悬浮泥沙浓度曲线

(2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 6.1.3-11 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的全潮单宽输沙量统计结果，图 6.1.3-13 为各站净输沙示意图。

大潮期，涨潮期最大单宽输沙量为 13.4 t/m，方向 312.9°，出现在 S7 站；落潮期最大单宽输沙量为 3.8 t/m，方向 172.3°，出现在 S7 站；最大单宽净输沙量为 10.7 t/m，方向 299.9°，出现在 S7 站。净输沙方向与余流方向基本一致，以西北向、西向、西南向为主。

表 6.1.3-11 各站全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)	(°)
S1	0.5	275.0	0.2	105.5	0.2	264.2
S2	2.5	242.7	1.0	92.3	1.7	226.0
S3	1.8	273.7	0.8	88.6	1.0	277.8
S4	2.5	272.7	1.2	141.0	1.9	244.9
S5	1.1	248.6	0.7	68.9	0.4	248.2
S6	3.2	313.0	1.0	155.2	2.3	302.9
S7	13.4	312.9	3.8	172.3	10.7	299.9

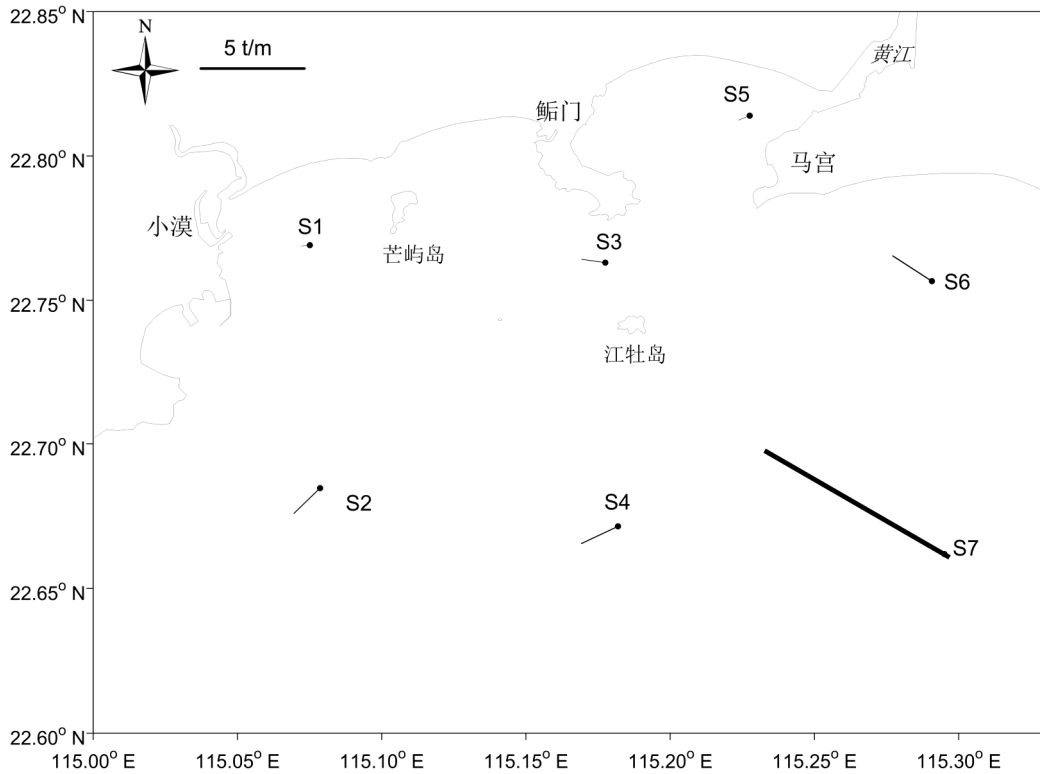


图 6.1.3-13 净输沙示意图

6.2 海水水质现状调查与评价

6.2.1 调查概况

1、春季调查

春季调查资料引自汕尾市润邦检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目所在汕尾红海湾海域获取的海洋环境质量现状调查资料，本次调查站位共布设水质站位 28 个，沉积物站位 14 个，生物生态和生物质量站位 16 个，潮间带调查断面 3 条，渔业资源调查断面 7 条。具体调查站位见图 6.2.1-1 和表 6.2.1-1。

表 6.2.1-1 海洋环境现状调查站位表

监测站位编号	经纬度	监测类别
A1	N 22°45'12.40" E 115°19'60.40"	水质、沉积物、生态
A2※	N 22°46'12.53" E 115°16'41.76"	水质
A3	N 22°46'01.56" E 115°13'59.81"	水质、生态
A4	N 22°45'24.66" E 115°11'06.11"	水质
A5	N 22°45'26.50" E 115°07'28.20"	水质、沉积物、生态

监测站位编号	经纬度	监测类别
A6	N 22°42'17.61" E 115°08'14.10"	水质
A7	N 22°42'20.12" E 115°11'19.65"	水质、沉积物、生态
A8	N 22°42'50.12" E 115°11'20.65"	水质、沉积物、生态
A9	N 22°42'57.20" E 115°14'24.10"	水质、沉积物、生态
A10	N 22°42'14.10" E 115°20'12.30"	水质
A11	N 22°39'23.18" E 115°21'08.25"	水质
A12	N 22°40'04.61" E 115°17'33.20"	水质、沉积物、生态
A13	N 22°39'58.41" E 115°14'26.30"	水质、沉积物、生态
A14	N 22°39'31.22" E 115°11'23.40"	水质、沉积物、生态
A15	N 22°39'04.50" E 115°08'30.56"	水质
A16	N 22°35'37.24" E 115°08'25.22"	水质、沉积物、生态
A17	N 22°36'30.27" E 115°11'51.60"	水质
A18	N 22°36'41.58" E 115°14'49.34"	水质、生态
A19※	N 22°36'30.64" E 115°17'37.28"	水质
A20	N 22°35'58.62" E 115°20'58.44"	水质、沉积物、生态
A21	N 22°48'27.60" E 115°12'17.60"	水质、沉积物、生态
A22	N 22°47'39.71" E 115°07'11.56"	水质
A23※	N 22°46'10.30" E 115°04'20.55"	水质
A24	N 22°42'40.11" E 115°04'20.29"	水质、沉积物、生态
A25	N 22°39'10.50" E 115°04'60.53"	水质
A26	N 22°46'17.01" E 115°19'11.00"	水质、沉积物、生态
A27	N 22°45'30.61" E 115°22'41.20"	水质
A28	N 22°46'18.32" E 115°24'14.58"	水质、沉积物、生态
CJ1 高	N 22°47'13.44" E 115°14'26.47"	潮间带生物
CJ1 中	N 22°47'13.28" E 115°14'26.43"	潮间带生物
CJ1 低	N 22°47'13.12" E 115°14'26.35"	潮间带生物
CJ2 高	N 22°47'39.27" E 115°18'17.15"	潮间带生物
CJ2 中	N 22°47'38.86" E 115°18'17.04"	潮间带生物
CJ2 低	N 22°47'38.29" E 115°18'16.86"	潮间带生物
CJ3 高	N 22°45'26.76" E 115°20'52.02"	潮间带生物

监测站位编号	经纬度	监测类别
CJ3 中	N 22°45'26.83" E 115°20'51.85"	潮间带生物
CJ3 低	N 22°45'26.91" E 115°20'51.71"	潮间带生物
SF1	起点: N 22°45'06.06" E 115°18'52.30" 终点: N 22°45'36.76" E 115°17'18.53"	游泳动物
SF2	起点: N 22°43'34.22" E 115°14'10.67" 终点: N 22°44'34.59" E 115°12'32.75"	游泳动物
SF3	起点: N 22°39'52.55" E 115°18'49.38" 终点: N 22°40'30.46" E 115°17'14.48"	游泳动物
SF4	起点: N 22°42'21.90" E 115°09'54.57" 终点: N 22°40'54.49" E 115°10'50.95"	游泳动物
SF5	起点: N 22°38'26.56" E 115°09'44.44" 终点: N 22°37'25.46" E 115°11'01.91"	游泳动物
SF6	起点: N 22°37'21.99" E 115°16'24.29" 终点: N 22°37'18.32" E 115°18'15.26"	游泳动物
SF7	起点: N 22°42'42.62" E 115°05'41.61" 终点: N 22°44'15.38" E 115°05'31.24"	游泳动物
备注	带※监测站位采集平行样	



图 6.2.1-1 2021 年 4 月（春季）站位布置图

2、秋季调查

秋季调查资料引自汕尾市润邦检测技术有限公司于 2021 年 9 月在项目所在汕尾红海湾海域获取的海洋环境质量现状调查资料，从近岸往外呈矩形展开布设 30 个水质监测站位，覆盖目标海域范围。同时，从水质站位中选取 18 个站位采集生态调查项目样品，选取 16 个站位采集沉积物样品，SF 1~SF8 采集游泳动物样品，CJ 1~CJ 3 采集潮间带生物样品。具体调查站位见图 6.2.1-2 和表 6.2.1-2。

表 6.2.1-2 海洋环境现状调查站位表

监测站位编号	经纬度	监测类别
A1	N 22°45'04.09" E 115°19'14.00"	水质、沉积物、生态
A2※	N 22°45'05.06" E 115°19'13.04"	水质
A3	N 22°45'50.65" E 115°14'02.73"	水质、生态
A4	N 22°45'22.54" E 115°11'05.21"	水质
A5	N 22°42'18.31" E 115°07'42.01"	水质、沉积物、生态
A6	N 22°42'18.45" E 115°11'32.04"	水质
A7	N 22°41'10.49" E 115°11'32.13"	水质、沉积物、生态
A8	N 22°41'19.32" E 115°14'34.24"	水质、沉积物、生态
A9	N 22°41'19.34" E 115°17'54.12"	水质、沉积物、生态
A10	N 22°42'21.55" E 115°20'13.32"	水质
A11	N 22°38'12.50" E 115°22'51.66"	水质
A12	N 22°37'25.54" E 115°19'11.21"	水质、沉积物、生态
A13	N 22°36'48.72" E 115°15'08.92"	水质、沉积物、生态
A14	N 22°37'20.83" E 115°11'13.52"	水质、沉积物、生态
A15	N 22°38'55.39" E 115°07'33.86"	水质
A16	N 22°34'32.01" E 115°06'03.34"	水质、沉积物、生态
A17	N 22°33'17.02" E 115°10'30.17"	水质
A18	N 22°32'52.17" E 115°14'60.21"	水质、生态
A19※	N 22°33'21.43" E 115°19'19.58"	水质
A20	N 22°34'31.02" E 115°23'25.24"	水质、沉积物、生态
A21	N 22°48'24.52" E 115°12'31.27"	水质、沉积物、生态
A22	N 22°47'32.79" E 115°07'18.52"	水质、沉积物、生态
A23※	N 22°46'05.42" E 115°04'12.52"	水质
A24	N 22°42'35.24" E 115°04'17.35"	水质、沉积物、生态

监测站位编号	经纬度	监测类别
A25	N 22°39'00.71" E 115°04'53.70"	水质、沉积物、生态
A26	N 22°46'05.01" E 115°20'14.07"	水质、沉积物、生态
A27	N 22°45'19.09" E 115°22'33.07"	水质
A28	N 22°45'35.07" E 115°23'01.14"	水质、沉积物、生态
A29	N 22°45'50.01" E 115°23'09.09"	水质
A30	N 22°47'05.06" E 115°18'13.04"	水质
备注	带※监测站位采集平行样	



6.2.2 调查内容与方法

春季、秋季调查项目均为：水深、水色、pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌等 20 项。

采样方法：所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，并按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）的要求采集水样，在所有海水水质调查站中，当站位水深浅于 10 米时（以现场水深为准，下同），仅采表层水样一个；但当站位水深在 10-20 米时，应分别采集表层和底层水样各一个；其中表层为距表面 0.1~1m，中层为 10m，底层为离底 2 m。采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，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。

6.2.3 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，超出的项目参照其他行业标准测试，各项目的分析方法如表 6.2.3-1。

表6.2.3-1 水质样品分析方法一览表

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
海水	水深	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（4.8）	/	测深绳
	水色	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（10）	/	海水比水色计 /XH-B21
	pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（26.1）	/	精密 pH 计 /PHS-3C
	水温	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（25.1）	/	表层水温计 /0℃~41℃
	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 /YK-31SA
	悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（27）	/	十万分之一天平 /BT25S

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (18.1)	0.2 µg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (32)	0.096 mg/L	电子滴定器/brand
海水	溶解氧	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (31)	/	酸碱滴定管/25mL
	亚硝酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (37)	/	紫外可见分光光度计/UV-1800
	硝酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (38.1)	0.00127mg/L	紫外分光光度计/普析 T6 新世纪
	氨	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (36.1)	/	紫外可见分光光度计/UV-1800
	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)	0.002mg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	石油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (13.2)	3.5µg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (6.1)	0.0002mg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉)/AA-7000
	铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (7.1)	0.00003mg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉)/AA-7000
	镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (8.1)	0.00001mg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉)/AA-7000
	汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (5.1)	0.000007mg/L	原子荧光光度计/AFS-8520
	砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (11.1)	0.0005mg/L	原子荧光光度计/AFS-8520
锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 (9.1)	0.0031mg/L	原子吸收分光光度计(火焰)/AA-7000	

6.2.4 水环境质量现状

(1) 评价内容

水质环境现状评价应给出调查站位平面分布图，给出监测要素的实测值和标准指数值，综合阐述海水环境的现状与特征，主要包括：

① 简要评价调查海域海水环境质量的基本特征，针对特殊测值和现象给出致因分析；

② 根据调查站位所在功能区对海水水质的要求，评价各监测要素达标及超标情况。

(2) 评价方法

本项目海洋环境质量现状评价采用单因子指数法。根据监测结果，统计样品检出率和超标率，予以分析。

单因子污染指数评价法：将某种污染物实测浓度与该种污染物的评价标准进行比较以确定水质类别的方法。在近岸海域环境质量评价中，某一监测站位的海水、沉积物、海洋生物等任一评价项目超过相应的国家（地方）评价标准的一类标准指标的（ $PI_i > 1$ ），即为二类质量，超过二类标准指标的，即为三类质量，如采用的评价标准中规定其质量分为三类，则超过三类标准指标的即为劣三类质量，以此类推。

1) 评价标准计算公式 $PI_{i,j} = C_i / S_i$ ，

式中： PI_i —某监测站位污染物 i 的污染指数；

C_i —某监测站位污染物 i 的实测浓度；

S_i —污染物 i 的评价标准。

2) 溶解氧的标准指数计算公式：

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

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

式中， S_{DO_j} —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

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

S —实用盐度符号，量纲为 1；

T —水温， $^{\circ}C$ 。

3) pH 的指数计算公式：

$$S_{pH_j} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH_j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad pH_j > 7.0$$

式中：

S_{pH_j} ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j ——pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} ——评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 值的上限值。

4) 富营养化状况

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

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

式中：化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度单位为 mg/L。

(3) 评价标准

评价标准应采用 GB3097 中的相应指标，见表 6.2.4-1。

表 6.2.4-1 海水水质标准 mg/L

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的0.2 pH单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的0.5 pH单位	
2	溶解氧>	6	5	4	3
3	化学需氧量≤	2	3	4	5
4	无机氮≤ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
5	活性磷酸盐≤ (以 P 计)	0.015	0.030		0.045
6	硫化物	0.02	0.05	0.10	0.25
7	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
8	镉≤	0.001	0.005	0.010	
9	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
10	砷≤	0.020	0.030	0.050	
11	铜≤	0.005	0.010	0.050	
12	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
13	石油类≤	0.05		0.30	0.50

(4) 水质调查结果

2021 年 4 月春季调查结果如表 6.2.4-2 所示。2021 年 9 月秋季调查结果见表 6.2.4-3 所示。

表 6.2.4-2 2021 年 4 月春季水质现状监测结果

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
A1	表层	7.91	27.8	30	0.016	0.0089	6.34	0.0093	0.022	0.097	0.96	17.5	0.0063	0.0004	未检出	未检出	未检出	0.0026	未检出
A2	表层	7.95	24.6	30	0.013	0.0135	6.06	0.0099	0.103	0.176	1.29	45.1	0.0061	0.0003	未检出	未检出	未检出	0.0026	未检出
A2 PX	表层	7.96	24.6	30	0.014	0.0226	5.27	0.0093	0.104	0.198	1.30	39.1	0.0058	0.0004	未检出	未检出	未检出	0.0027	未检出
A3	表层	7.99	27.1	31	0.006	0.0064	6.36	0.0052	0.056	0.106	1.37	28.9	0.0053	0.0006	未检出	未检出	0.008	0.0024	未检出
A4	表层	7.98	26.5	30	0.006	0.0079	6.37	0.0051	0.056	0.093	1.35	11.0	0.0046	0.0007	0.00049	未检出	未检出	0.0024	未检出
A5	表层	8.00	25.6	31	0.004	0.0049	6.52	0.0009	0.042	0.025	1.30	22.3	0.0046	0.0007	未检出	未检出	未检出	0.0023	未检出
A6	表层	7.99	22.1	30	0.004	0.0062	5.58	0.0004	0.042	0.012	0.26	12.6	0.0055	0.0005	未检出	未检出	0.058	0.0023	未检出
A6	底层	8.01	21.5	31	0.004	/	6.75	0.0005	0.038	0.010	0.19	19.3	0.0053	未检出	未检出	未检出	0.063	0.0022	未检出
A7	表层	8.01	23.5	31	0.003	未检出	7.11	0.0004	0.039	0.011	1.12	8.4	0.0048	0.0032	未检出	未检出	0.010	0.0020	未检出
A7	底层	7.98	23.2	30	0.003	/	6.48	0.0004	0.039	0.012	0.94	50.8	0.0048	0.0025	未检出	未检出	0.009	0.0024	未检出
A8	表层	8.02	24.3	31	0.002	0.0253	6.10	0.0006	0.026	0.009	1.37	17.2	0.0062	0.0021	未检出	未检出	0.009	0.0022	未检出
A8	底层	8.02	24.0	31	0.004	/	5.62	0.0014	0.026	0.009	1.25	25.6	0.0060	0.0028	未检出	未检出	0.045	0.0022	未检出
A9	表层	8.05	23.4	32	0.003	0.0184	5.74	0.0014	0.009	0.015	0.56	43.2	0.0018	0.0041	未检出	未检出	未检出	0.0024	未检出
A9	底层	8.05	23.0	32	0.005	/	5.39	0.0007	0.010	0.005	0.53	16.0	0.0050	0.0047	未检出	0.00001	0.015	0.0023	未检出

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L
A10	表层	8.03	24.6	32	0.005	未检出	5.31	0.0058	0.014	0.013	1.12	26.4	0.0047	0.0046	未检出	未检出	0.072	0.0024	未检出
A10	底层	8.01	24.5	31	0.006	/	6.39	0.0051	0.008	0.014	0.95	26.1	0.0045	0.0041	未检出	0.00005	0.011	0.0025	未检出
A11	表层	8.08	24.0	33	0.008	未检出	6.30	0.0055	未检出	0.018	1.11	14.9	0.0043	0.0046	未检出	未检出	0.086	0.0025	未检出
A11	底层	8.04	23.8	31	0.004	/	5.29	0.0051	0.010	0.017	0.96	19.1	0.0049	0.0046	未检出	未检出	0.132	0.0023	未检出
A12	表层	8.05	25.2	31	0.004	0.0064	6.65	0.0009	0.002	0.013	0.56	13.1	0.0061	0.0017	未检出	未检出	未检出	0.0024	未检出
A12	底层	8.03	24.8	31	0.004	/	6.19	0.0009	0.002	0.011	0.51	46.4	0.0054	0.0034	0.00039	未检出	未检出	0.0025	未检出
A13	表层	8.10	24.4	33	0.003	未检出	6.57	0.0011	0.010	0.017	1.35	18.2	0.0052	0.0011	未检出	0.00002	未检出	0.0024	未检出
A13	底层	8.06	24.6	32	0.002	/	6.53	0.0008	0.010	0.012	1.20	12.8	0.0049	0.0016	未检出	未检出	0.009	0.0027	未检出
A14	表层	8.09	25.4	33	0.002	未检出	5.86	0.0008	0.001	0.007	1.11	10.5	0.0050	0.0015	未检出	未检出	0.010	0.0025	未检出
A14	底层	8.04	25.4	31	0.004	/	5.72	0.0008	0.001	0.008	0.92	32.9	0.0046	0.0018	未检出	未检出	0.020	0.0025	未检出
A15	表层	8.08	25.1	33	0.003	未检出	6.88	0.0006	0.041	0.003	0.29	21.8	0.0045	0.0016	未检出	未检出	未检出	0.0027	未检出
A15	底层	8.05	25.0	32	0.005	/	5.93	0.0006	0.042	0.017	0.12	21.2	0.0040	0.0018	未检出	0.00005	未检出	0.0026	未检出
A16	表层	8.08	25.3	32	0.004	0.0116	6.91	0.0009	0.037	0.005	0.28	11.6	0.0040	0.0006	未检出	未检出	未检出	0.0026	未检出
A16	底层	8.09	25.0	33	0.006	/	6.02	0.0008	0.037	0.011	0.14	13.5	0.0037	0.0004	未检出	0.00001	0.075	0.0025	未检出
A17	表层	8.11	25.6	33	0.004	未检出	5.74	0.0006	0.001	0.008	0.14	9.9	0.0037	0.0004	未检出	未检出	0.011	0.0024	未检出

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L
A17	底层	8.04	25.3	31	0.002	/	6.78	0.0006	0.002	0.009	0.96	12.4	0.0037	0.0005	未检出	未检出	0.008	0.0026	未检出
A18	表层	8.02	24.9	31	0.004	未检出	6.21	0.0010	0.019	0.015	1.37	7.8	0.0057	0.0012	0.00010	未检出	0.010	0.0026	未检出
A18	底层	8.03	24.5	31	0.004	/	6.88	0.0007	0.020	0.009	1.16	18.5	0.0049	0.0007	未检出	未检出	0.014	0.0025	未检出
A19	表层	8.01	24.6	31	0.005	未检出	7.04	0.0008	0.013	0.008	1.19	54.5	0.0044	0.0006	未检出	未检出	0.083	0.0024	未检出
A19	底层	8.04	24.4	32	0.005	/	6.39	0.0010	0.014	0.015	1.04	56.6	0.0042	0.0006	未检出	未检出	0.039	0.0024	未检出
A19 PX	表层	8.02	24.3	31	0.005	未检出	5.99	0.0009	0.013	0.011	1.16	59.2	0.0051	0.0009	未检出	未检出	0.012	0.0024	未检出
A19 PX	底层	8.05	24.2	31	0.005	/	5.99	0.0010	0.013	0.005	1.03	61.4	0.0061	0.0020	未检出	未检出	0.020	0.0024	未检出
A20	表层	8.10	24.2	33	0.004	0.0100	5.69	0.0009	0.007	0.011	1.14	9.2	0.0057	0.0003	未检出	未检出	0.013	0.0025	未检出
A20	底层	8.11	24.0	33	0.005	/	6.05	0.0013	0.006	0.010	1.00	36.1	0.0052	0.0004	未检出	0.00003	0.025	0.0024	未检出
A21	表层	7.95	23.6	30	0.007	未检出	6.36	0.0060	0.080	0.085	1.69	15.4	0.0050	0.0003	未检出	0.00004	0.021	0.0027	0.0072
A22	表层	8.12	23.5	33	0.005	未检出	5.80	0.0043	0.019	0.025	1.09	19.6	0.0049	0.0009	未检出	未检出	未检出	0.0026	未检出
A23	表层	8.10	25.1	33	0.006	未检出	5.71	0.0035	0.020	0.020	1.45	26.7	0.0046	0.0004	0.00004	未检出	未检出	0.0024	未检出
A23 PX	表层	8.05	25.0	32	0.006	未检出	6.22	0.0010	0.030	0.021	1.43	22.0	0.0043	0.0007	未检出	未检出	未检出	0.0025	未检出

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
A24	表层	8.11	24.1	33	0.004	未检出	5.90	0.0043	0.007	0.011	1.20	23.3	0.0039	0.0008	未检出	未检出	0.008	0.0025	未检出
A24	底层	8.09	24.0	32	0.005	/	7.77	0.0013	0.011	0.011	1.00	36.1	0.0053	0.0011	未检出	未检出	未检出	0.0026	未检出
A25	表层	8.13	25.6	33	0.006	0.0163	7.70	0.0006	0.012	0.009	0.69	21.2	0.0059	0.0009	0.00013	未检出	0.010	0.0027	未检出
A25	底层	8.09	25.4	33	0.011	/	6.37	0.0007	0.016	0.003	0.52	13.3	0.0081	0.0011	未检出	未检出	未检出	0.0028	未检出
A26	表层	7.96	23.0	30	0.010	0.0289	5.18	0.0064	0.082	0.050	1.12	29.6	0.0078	0.0020	未检出	未检出	0.026	0.0031	0.0375
A27	表层	7.94	25.0	30	0.054	0.0049	5.96	0.0260	0.064	0.229	1.29	23.2	0.0048	0.0020	未检出	0.00003	未检出	0.0025	未检出
A28	表层	7.90	25.2	30	0.056	0.0110	6.26	0.0263	0.063	0.203	0.95	22.5	0.0046	0.0014	未检出	未检出	0.027	0.0026	未检出

表 6.2.4-3 2021 年 9 月秋季水质现状监测结果

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
A1	表层	8.11	27.6	31	0.007	0.0374	7.43	0.001	未检出	0.032	0.61	32.6	0.0004	0.0012	0.00432	0.00006	0.024	0.0028	未检出
A2	表层	8.09	28.4	31	0.012	0.3060	7.75	0.004	未检出	0.028	0.82	34.2	0.0010	0.0015	0.00417	0.00007	0.060	0.0026	0.0053
A2 PX	表层	8.10	28.4	31	0.010	0.3058	7.24	0.004	未检出	0.024	0.76	33.2	0.0006	0.0016	0.00161	未检出	0.061	0.0028	0.0067
A3	表层	8.12	27.8	32	0.011	0.0087	7.34	0.003	未检出	0.008	0.62	39.7	0.0008	0.0047	0.00146	0.00002	0.021	0.0033	未检出
A4	表层	8.12	28.2	33	0.007	0.0099	7.37	0.002	未检出	0.005	0.58	49.9	0.0003	未检出	0.00134	未检出	0.039	0.0028	0.0088
A5	表层	8.13	29.2	33	0.008	0.0073	7.38	0.003	未检出	未检出	0.62	75.3	0.0003	0.0002	0.00050	未检出	0.028	0.0029	0.0201
A6	表层	8.15	29.2	32	0.008	0.0394	7.54	0.002	未检出	0.003	0.68	40.2	0.0006	0.0007	未检出	未检出	0.028	0.0024	未检出
A6	底层	8.16	28.6	33	0.009	/	7.52	0.003	未检出	0.004	0.70	25.9	0.0008	未检出	0.00092	未检出	0.008	0.0023	未检出
A7	表层	8.14	28.8	32	0.008	0.0364	7.91	0.002	未检出	0.013	0.68	21.2	0.0009	0.0010	0.00159	未检出	0.036	0.0021	0.0084
A7	底层	8.14	28.2	33	0.009	/	7.48	0.001	未检出	0.013	0.70	34.3	0.0014	未检出	0.00181	0.00045	0.122	0.0024	未检出
A8	表层	8.12	28.2	32	0.009	0.0237	7.28	0.003	未检出	0.010	0.60	74.6	0.0011	未检出	0.00090	未检出	0.053	0.0027	未检出
A8	底层	8.13	27.8	32	0.009	/	7.35	0.003	未检出	0.008	0.62	73.1	0.0012	0.0006	0.00467	未检出	0.034	0.0024	未检出
A9	表层	8.11	28.6	32	0.007	0.0231	7.38	0.003	未检出	0.004	0.68	49.9	0.0009	未检出	0.00273	0.00007	0.034	0.0026	未检出
A9	底层	8.12	27.8	33	0.009	/	7.32	0.002	未检出	0.004	0.70	53.3	0.0007	未检出	0.00282	未检出	0.049	0.0022	未检出

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
A10	表层	8.13	28.6	32	0.007	0.0347	7.67	0.005	未检出	未检出	0.62	35.7	0.0006	0.0012	0.00008	未检出	0.019	0.0023	未检出
A10	底层	8.14	28.0	33	0.010	/	7.28	0.003	未检出	0.006	0.57	78.4	0.0004	未检出	0.00259	未检出	0.073	0.0023	未检出
A11	表层	8.15	28.8	33	0.010	0.0188	7.71	0.002	未检出	0.006	0.66	42.6	0.0015	0.0012	0.00203	未检出	0.055	0.0026	未检出
A11	底层	8.16	28.2	33	0.011	/	7.70	0.002	未检出	0.012	0.60	36.0	0.0010	0.0011	0.00004	0.00091	0.160	0.0024	未检出
A12	表层	8.11	28.6	31	0.009	0.0103	7.98	0.003	未检出	0.011	0.64	83.5	0.0008	0.0014	0.00063	0.00003	0.036	0.0023	0.0105
A12	底层	8.13	28.0	33	0.008	/	8.09	0.002	未检出	0.013	0.62	34.0	0.0006	未检出	0.00078	未检出	0.099	0.0025	0.0055
A13	表层	8.12	27.8	33	0.008	0.0082	8.42	0.004	未检出	0.008	0.62	42.6	0.0005	未检出	0.00020	0.00061	0.033	0.0025	0.0096
A13	底层	8.11	27.2	32	0.006	/	8.46	0.002	未检出	0.005	0.60	30.6	0.0019	0.0005	0.00096	未检出	0.087	0.0026	0.0061
A14	表层	8.12	28.4	32	0.008	0.0092	8.09	0.003	未检出	0.004	0.58	65.6	0.0014	0.0014	0.00019	0.00022	0.034	0.0024	0.0076
A14	底层	8.12	27.6	32	0.009	/	7.79	0.004	未检出	0.007	0.57	31.8	0.0015	0.0036	0.00469	未检出	0.447	0.0024	未检出
A15	表层	8.12	28.4	33	0.008	0.0104	7.73	0.003	未检出	0.008	0.56	47.7	0.0010	0.0009	0.00176	未检出	0.134	0.0025	未检出
A15	底层	8.11	28.0	32	0.008	/	7.46	0.008	0.004	0.009	0.58	35.4	0.0009	0.0014	0.00005	未检出	0.356	0.0027	未检出
A16	表层	8.13	28.4	33	0.007	0.0101	7.87	0.004	未检出	0.009	0.64	43.7	0.0006	0.0018	0.00003	0.00132	0.037	0.0028	未检出
A16	底层	8.13	27.4	33	0.009	/	7.79	0.003	未检出	0.007	0.96	98.9	0.0007	未检出	未检出	未检出	0.071	0.0032	未检出
A17	表层	8.11	28.6	32	0.007	0.0092	7.32	0.002	未检出	0.003	0.92	43.8	0.0016	0.0009	0.00163	未检出	0.072	0.0027	未检出

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
A17	底层	8.12	27.8	32	0.007	/	7.19	0.002	未检出	0.013	0.60	37.6	0.0015	0.0014	0.00230	未检出	0.036	0.0029	未检出
A18	表层	8.10	28.8	31	0.007	未检出	7.62	0.001	未检出	0.019	1.14	43.5	0.0015	未检出	0.00082	未检出	0.060	0.0026	未检出
A18	底层	8.11	28.2	32	0.007	/	7.82	0.001	未检出	0.002	0.68	74.4	0.0013	未检出	0.00344	未检出	0.034	0.0022	未检出
A19	表层	8.13	28.8	33	0.008	未检出	7.41	0.002	未检出	0.007	1.10	33.4	0.0012	未检出	0.00027	未检出	0.065	0.0024	未检出
A19	底层	8.12	28.0	31	0.008	/	7.32	0.001	未检出	0.003	0.92	58.7	0.0010	0.0003	0.00409	未检出	0.041	0.0027	未检出
A19 PX	表层	8.12	28.8	32	0.009	未检出	7.67	0.001	未检出	0.015	0.54	61.9	0.0008	未检出	未检出	0.00075	0.045	0.0028	未检出
A19 PX	底层	8.12	28.0	32	0.007	/	8.14	0.001	未检出	0.010	0.44	60.7	0.0006	未检出	0.00033	0.00054	0.023	0.0027	未检出
A20	表层	8.11	28.6	32	0.008	未检出	8.30	0.002	未检出	0.025	0.57	24.0	0.0005	0.0020	未检出	未检出	0.052	0.0028	未检出
A20	底层	8.14	28.0	33	0.008	/	8.04	0.002	未检出	0.018	0.44	63.9	0.0002	0.0011	0.00482	0.00010	0.032	0.0028	未检出
A21	表层	8.08	27.2	31	0.010	未检出	7.76	0.001	未检出	0.011	0.47	61.3	0.0012	0.0020	0.00090	未检出	0.074	0.0034	0.0263
A22	表层	8.10	28.4	31	0.008	未检出	7.78	0.003	0.055	0.026	0.65	52.9	0.0007	0.0011	0.00090	未检出	0.040	0.0033	未检出
A23	表层	8.10	28.8	31	0.008	未检出	7.70	0.002	0.056	0.046	0.54	41.8	0.0004	未检出	0.00101	未检出	0.116	0.0034	未检出
A23 PX	表层	8.11	28.0	32	0.008	未检出	7.07	0.004	0.048	0.045	0.62	106.1	0.0014	0.0002	0.00076	未检出	0.141	0.0035	未检出

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目环境影响报告书

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
A24	表层	8.15	28.6	33	0.009	0.0318	7.02	0.002	未检出	0.015	0.50	61.2	0.0013	0.0005	0.00175	0.00015	0.087	0.0033	未检出
A24	底层	8.13	28.2	32	0.008	/	7.95	0.001	未检出	0.029	0.52	98.6	0.0009	0.0005	0.00037	未检出	0.046	0.0041	未检出
A25	表层	8.15	28.6	32	0.008	0.0157	8.06	0.002	0.015	0.009	0.47	51.4	0.0009	0.0007	0.00031	0.00083	0.029	0.0039	未检出
A25	底层	8.14	28.0	33	0.009	/	7.05	0.002	0.012	0.011	0.55	50.3	0.0004	未检出	0.00135	未检出	0.039	0.0036	未检出
A26	表层	8.12	27.2	31	0.011	0.0154	7.63	0.005	未检出	0.050	0.54	107.6	0.0017	0.0007	0.00216	未检出	0.024	0.0029	未检出
A27	表层	8.11	28.4	32	0.010	0.0487	6.97	0.047	0.054	0.072	0.79	135.6	0.0016	0.0031	0.00082	未检出	0.035	0.0045	未检出
A28	表层	8.12	28.8	32	0.019	0.0044	7.60	0.049	0.049	0.068	0.99	74.6	0.0013	0.0023	0.00070	未检出	0.029	0.0049	未检出
A29	表层	8.10	28.8	31	0.015	0.0403	7.66	0.065	0.071	0.057	1.16	97.6	0.0010	0.0027	0.00116	0.00050	0.082	0.0045	未检出
A30	表层	8.11	28.2	31	0.013	未检出	7.82	0.015	0.009	0.036	0.62	82.4	0.0007	0.0013	0.00135	未检出	0.032	0.0036	未检出

6.2.5 水环境质量评价

(1) 春季水质评价

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函[2013]127号）各功能区内的环境保护要求，确认调查站位执行相应功能区的海洋环境评价标准要求，其中海水水质执行海洋功能区划和近岸海域环境功能区划中的严格标准。将春季调查站位及其所属的海洋功能区、海洋环境保护要求对照列入表 6.2.5-1，对应图见图 6.2.5-1 和 6.2.5-2。



图 6.2.5-1 项目调查站位所在海洋功能区划图

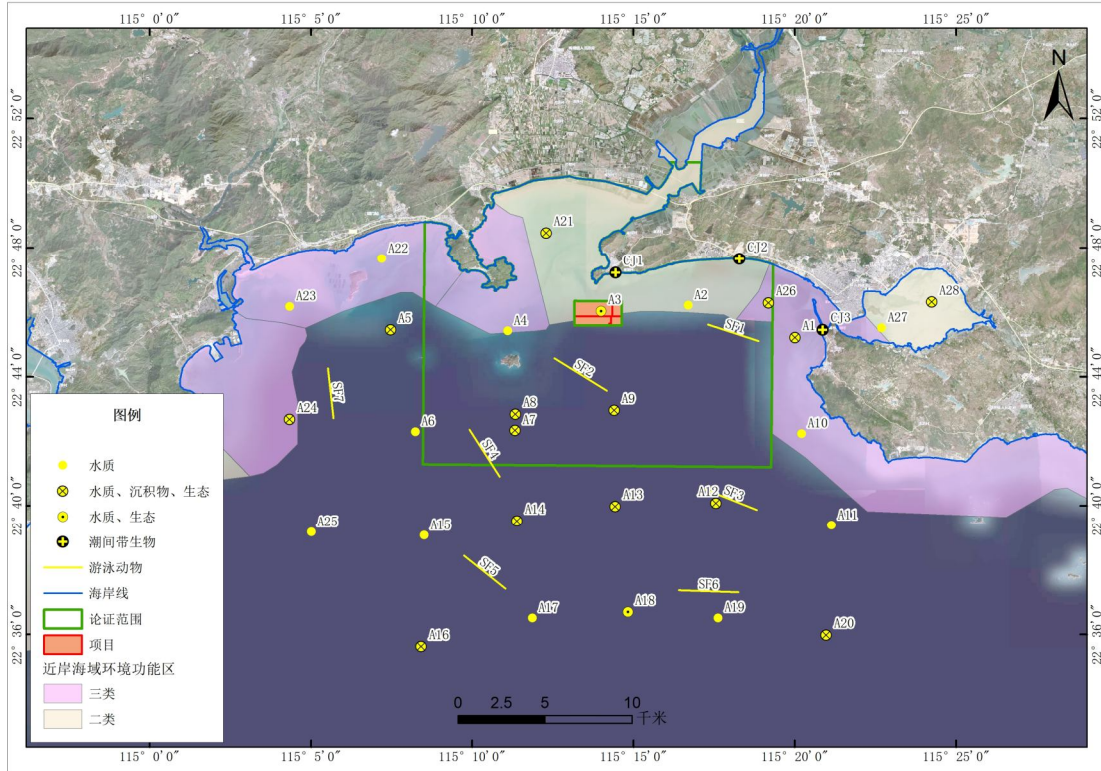


图 6.2.5-2 项目调查站位所在近岸海域环境功能区示意图

表 6.2.5-1 调查海域海洋功能区水质标准要求一览表

站位	海洋功能区	近岸功能区	环境评价执行标准		
			海水质量	沉积物质量	海洋生物质量
A1	红海湾农渔业区 (二类海水水质)	汕尾港口区 (三类海水水质)	二类	一类	一类
A2-3、A21		长沙、马宫养殖区 (二类海水水质)			
A4、A22-23		鲘门、小莫养殖区 (二类海水水质)			
A5		/			
A10	珠海-潮州近海 农渔业区 (一类海水水质)	汕尾港口区 (三类海水水质)	一类	一类	一类
A6-9、A1120、A25		/			
A24		鲘门、小莫养殖区 (二类海水水质)			
A26	品清湖港航运区 (三类海水水质)	汕尾港口区 (三类海水水质)	三类	二类	二类
A27、28	品清湖旅游休闲娱乐区	品清湖盐业、养殖区 (二类海水水	二类	一类	一类

	(二类海水水质)	质)			
--	----------	----	--	--	--

根据表 6.2.5-2, 该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。pH、石油类、溶解氧、硫化物、化学需氧量、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合相应功能区一、二类水质标准。A2PX 无机氮、A27、28 表层活性磷酸盐有超标现象, 具体如下:

A2PX 表层无机氮轻微超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$), 属于第三类标准限值, 超标倍数为 0.038。

A27、28 表层活性磷酸盐超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.030\text{mg/L}$), 属于劣四类标准限值, 超标倍数分别为 0.80、0.87。

根据富营养化指数公式计算, A2、27、28 计算结果大于 1, 其中 A2、28 指数 $E \leq 3.0$, 属于轻度富营养化, $3.0 < A27$ 指数 $E \leq 9.0$, 属于中度营养化。

根据监测结果, 一、二类水质 $\geq 80\%$, 目标海域水质状况级别为良好。

(2) 秋季水质评价

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》、《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤办函[2013]127号)各功能区内的环境保护要求, 确认调查站位执行相应功能区的海洋环境评价标准要求, 其中海水水质执行海洋功能区划和近岸海域环境功能区划中的严格标准。将秋季调查站位及其所属的海洋功能区、海洋环境保护要求对照列入表 6.2.5-3, 对应图见图 6.2.5-3 和 6.2.5-4。



图 6.2.5-3 项目调查站位所在海洋功能区划图

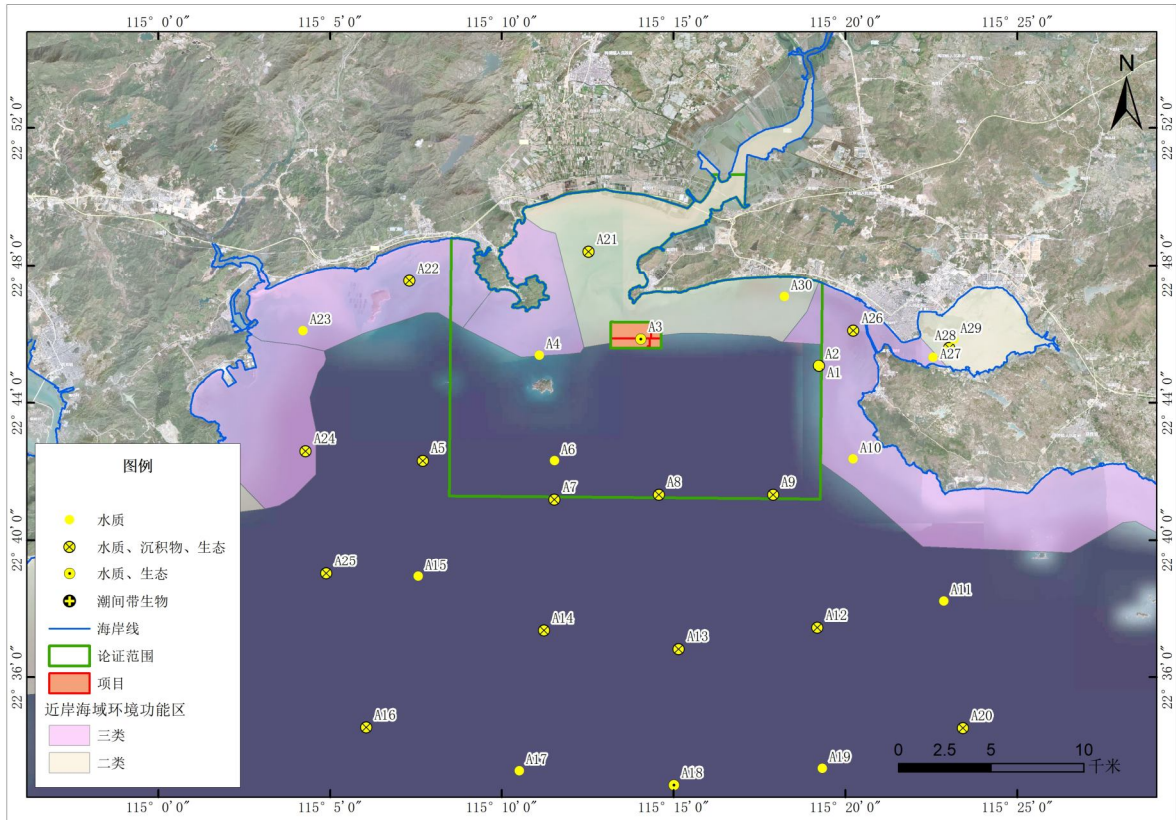


图 6.2.5-3 项目调查站位所在所在近岸海域环境功能区示意图

表 6.2.5-3 调查海域海洋功能区水质标准要求一览表

站位	海洋功能区	近岸功能区	环境评价执行标准		
			海水质量	沉积物质量	海洋生物质量
A1	红海湾农渔业区 (二类海水水质)	汕尾港口区 (三类海水水质)	二类	一类	一类
A2-3、A21		长沙、马宫养殖区(二 类海水水质)			
A4、A22-23		鲗门、小莫养殖区(二 类海水水质)			
A5		/			
A10	珠海-潮州近海 农渔业区 (一类海水水质)	汕尾港口区 (三类海水水质)	一类	一类	一类
A6-9、A11~20、A25		/			
A24		鲗门、小莫养殖区(二 类海水水质)			
A26	品清湖港口 航运区 (三类海水水质)	汕尾港口区 (三类海水水质)	三类	二类	二类
A27-29	品清湖旅游休闲 娱乐区(二类海水 水质)	品清湖盐业、养殖区 (二类海水水质)	二类	一类	一类
A30	金町旅游休闲娱 乐区 (二类海水水质)	长沙、马宫养殖区 (二类海水水质)	二类	一类	一类

根据 6.2.5-4,该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。pH、活性磷酸盐、无机氮、溶解氧、硫化物、化学需氧量、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合相应环境功能区一、二类水质标准。A2 石油类有超标现象,具体如下:

A2 站位近岸,受人为因素影响较大,表层石油类超出海水水质第三类标准($\leq 0.30\text{mg/L}$),超标倍数为 5.12。

A14、15 底层汞超出海水水质第二、三类标准($\leq 0.0002\text{mg/L}$),超标倍数分别为 1.235、0.780。

根据监测结果,目标海域除个别站位,水质环境大部分较好。

(3) 与《渔业水质标准》(GB11607-89)符合性分析

《渔业水质标准》见表 6.2.5-5。

表 6.2.5-5 渔业水质标准 mg/L

项目序号	项目	标准值
1	色、臭、味	不得使鱼、虾、贝、藻类带有异色、异臭、异味
2	漂浮物质	水面不得出现明显油膜或浮沫
3	悬浮物质	人为增加的量不得超过10，而且悬浮物质沉积于底部后，不得对鱼、虾、贝类产生有害的影响
4	pH 值	淡水 6.5~8.5，海水 7.0~8.5
5	溶解氧	连续 24 h 中，16 h 以上必须大于 5，其余任何时候不得低于 3，对于鲑科鱼类栖息水域冰封期其余任何时候不得低于 4
6	生化需氧量	不超过 5，冰封期不超过 3
7	总大肠菌群	不超过 5000 个/L(贝类养殖水质不超过 500 个/L)
8	汞	≤0.0005
9	镉	≤0.005
10	铅	≤0.05
11	砷	≤0.05
12	铜	≤0.01
13	锌	≤0.1
14	硫化物	≤0.2
15	非离子氨	≤0.02
16	凯氏氮	≤0.05
17	石油类≤	≤0.05

根据 2021 年 4 月春季调查结果，水色、pH、悬浮物、硫化物、溶解氧、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合《渔业水质标准》（GB11607-89）的要求。

根据 2021 年 9 月秋季调查结果，水色、pH、悬浮物、硫化物、溶解氧、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌也符合《渔业水质标准》（GB11607-89）的要求。

因此，项目养殖区海水水质因子符合《渔业水质标准》（GB11607-89）的要求。

表 6.2.5-2 2021 年 4 月海水水质质量指数

站位	层次	pH 值	活性 磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学 需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌	富营养化 状况
A1	表层	0.61	0.53	0.18	0.79	0.397	0.32	0.13	0.04	0.003	0.001	0.018	0.087	0.031	0.406
A2	表层	0.63	0.43	0.27	0.83	0.963	0.43	0.12	0.03	0.003	0.001	0.018	0.087	0.031	1.077
A2	表层	0.64	0.47	0.45	0.95	1.038	0.43	0.12	0.04	0.003	0.001	0.018	0.090	0.031	1.259
A3	表层	0.66	0.20	0.13	0.79	0.557	0.46	0.11	0.06	0.003	0.001	0.040	0.080	0.031	0.305
A4	表层	0.65	0.20	0.16	0.78	0.514	0.45	0.09	0.07	0.098	0.001	0.018	0.080	0.031	0.277
A5	表层	0.67	0.13	0.10	0.77	0.226	0.43	0.09	0.07	0.003	0.001	0.018	0.077	0.031	0.078
A6	表层	0.66	0.13	0.12	0.90	0.181	0.09	0.11	0.05	0.003	0.001	0.290	0.077	0.031	0.013
A6	底层	0.67	0.13	/	0.74	0.162	0.06	0.11	0.01	0.003	0.001	0.315	0.073	0.031	0.008
A7	表层	0.67	0.10	0.04	0.70	0.168	0.37	0.10	0.32	0.003	0.001	0.050	0.067	0.031	0.038
A7	底层	0.65	0.10	/	0.77	0.171	0.31	0.10	0.25	0.003	0.001	0.045	0.080	0.031	0.032
A8	表层	0.68	0.07	0.51	0.82	0.119	0.46	0.12	0.21	0.003	0.001	0.045	0.073	0.031	0.022
A8	底层	0.68	0.13	/	0.89	0.121	0.42	0.12	0.28	0.003	0.001	0.225	0.073	0.031	0.040
A9	表层	0.70	0.10	0.37	0.87	0.085	0.19	0.04	0.41	0.003	0.001	0.018	0.080	0.031	0.009
A9	底层	0.70	0.17	/	0.93	0.052	0.18	0.10	0.47	0.003	0.002	0.075	0.077	0.031	0.009
A10	表层	0.69	0.17	0.04	0.94	0.109	0.37	0.09	0.46	0.003	0.001	0.360	0.080	0.031	0.041
A10	底层	0.67	0.20	/	0.78	0.090	0.32	0.09	0.41	0.003	0.010	0.055	0.083	0.031	0.034
A11	表层	0.72	0.27	0.04	0.79	0.078	0.37	0.09	0.46	0.003	0.001	0.430	0.083	0.031	0.046
A11	底层	0.69	0.13	/	0.95	0.107	0.32	0.10	0.46	0.003	0.001	0.660	0.077	0.031	0.027

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌	富营养化状况
A12	表层	0.70	0.13	0.13	0.75	0.053	0.19	0.12	0.17	0.003	0.001	0.018	0.080	0.031	0.008
A12	底层	0.69	0.13	/	0.81	0.046	0.17	0.11	0.34	0.078	0.001	0.018	0.083	0.031	0.006
A13	表层	0.73	0.10	0.04	0.76	0.094	0.45	0.10	0.11	0.003	0.004	0.018	0.080	0.031	0.025
A13	底层	0.71	0.07	/	0.77	0.076	0.40	0.10	0.16	0.003	0.001	0.045	0.090	0.031	0.012
A14	表层	0.73	0.07	0.04	0.85	0.029	0.37	0.10	0.15	0.003	0.001	0.050	0.083	0.031	0.004
A14	底层	0.69	0.13	/	0.87	0.033	0.31	0.09	0.18	0.003	0.001	0.100	0.083	0.031	0.008
A15	表层	0.72	0.10	0.04	0.73	0.149	0.10	0.09	0.16	0.003	0.001	0.018	0.090	0.031	0.009
A15	底层	0.70	0.17	/	0.84	0.199	0.04	0.08	0.18	0.003	0.010	0.018	0.087	0.031	0.008
A17	表层	0.74	0.13	0.04	0.87	0.032	0.05	0.07	0.04	0.003	0.001	0.055	0.080	0.031	0.001
A17	底层	0.69	0.07	/	0.74	0.039	0.32	0.07	0.05	0.003	0.001	0.040	0.087	0.031	0.005
A18	表层	0.68	0.13	0.04	0.81	0.117	0.46	0.11	0.12	0.020	0.001	0.050	0.087	0.031	0.043
A18	底层	0.69	0.13	/	0.73	0.099	0.39	0.10	0.07	0.003	0.001	0.070	0.083	0.031	0.031
A19	表层	0.67	0.17	0.04	0.71	0.073	0.40	0.09	0.06	0.003	0.001	0.415	0.080	0.031	0.029
A19	底层	0.69	0.17	/	0.78	0.100	0.35	0.08	0.06	0.003	0.001	0.195	0.080	0.031	0.035
A19PX	表层	0.68	0.17	0.04	0.83	0.083	0.39	0.10	0.09	0.003	0.001	0.060	0.080	0.031	0.032
A19PX	底层	0.70	0.17	/	0.83	0.063	0.34	0.12	0.20	0.003	0.001	0.100	0.080	0.031	0.022
A20	表层	0.73	0.13	0.20	0.88	0.063	0.38	0.11	0.03	0.003	0.001	0.065	0.083	0.031	0.019
A20	底层	0.74	0.17	/	0.83	0.058	0.33	0.10	0.04	0.003	0.006	0.125	0.080	0.031	0.019
A21	表层	0.63	0.23	0.04	0.79	0.570	0.56	0.10	0.03	0.003	0.008	0.105	0.090	0.144	0.450

站位	层次	pH 值	活性 磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学 需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌	富营养化 状况
A22	表层	0.75	0.17	0.04	0.86	0.161	0.36	0.10	0.09	0.003	0.001	0.018	0.087	0.031	0.058
A23	表层	0.73	0.20	0.04	0.88	0.145	0.48	0.09	0.04	0.008	0.001	0.018	0.080	0.031	0.084
A23PX	表层	0.70	0.20	0.04	0.80	0.173	0.48	0.09	0.07	0.003	0.001	0.018	0.083	0.031	0.099
A24	表层	0.74	0.13	0.04	0.85	0.074	0.40	0.08	0.08	0.003	0.001	0.040	0.083	0.031	0.024
A24	底层	0.73	0.17	/	0.34	0.078	0.33	0.11	0.11	0.003	0.001	0.018	0.087	0.031	0.026
A25	表层	0.75	0.20	0.33	0.48	0.072	0.23	0.12	0.09	0.026	0.001	0.050	0.090	0.031	0.020
A25	底层	0.73	0.37	/	0.78	0.012	0.17	0.16	0.11	0.003	0.001	0.018	0.093	0.031	0.005
A26	表层	0.64	0.33	0.58	0.97	0.188	0.37	0.16	0.20	0.003	0.001	0.130	0.103	0.750	0.140
A27	表层	0.63	1.80	0.10	0.84	0.850	0.43	0.10	0.20	0.003	0.006	0.018	0.083	0.031	3.947
A28	表层	0.60	1.87	0.22	0.80	0.764	0.32	0.09	0.14	0.003	0.001	0.135	0.087	0.031	2.711
最大值		0.75	1.87	0.58	0.97	1.038	0.56	0.16	0.47	0.098	0.010	0.660	0.103	0.750	3.947
最小值		0.60	0.07	0.04	0.34	0.012	0.04	0.04	0.01	0.003	0.001	0.018	0.067	0.031	0.001
超标率%		0	4.1	0	0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	/

表 6.2.5-4 2021 年 9 月海水水质质量指数

站位	层次	pH 值	活性 磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
A1	表层	0.114	0.23	0.75	0.164	0.110	0.20	0.01	0.12	0.864	0.012	0.120	0.093	0.031
A2	表层	0.171	0.40	6.12	0.018	0.107	0.27	0.02	0.15	0.834	0.014	0.300	0.087	0.106
A2	表层	0.143	0.33	6.12	0.200	0.093	0.25	0.01	0.16	0.322	0.001	0.305	0.093	0.134
A3	表层	0.086	0.37	0.17	0.187	0.037	0.21	0.02	0.47	0.292	0.004	0.105	0.110	0.031
A4	表层	0.086	0.23	0.20	0.161	0.023	0.19	0.01	0.01	0.268	0.001	0.195	0.093	0.176
A5	表层	0.057	0.27	0.15	0.118	0.010	0.21	0.01	0.02	0.100	0.001	0.140	0.097	0.402
A6	表层	0.000	0.27	0.79	0.058	0.017	0.23	0.01	0.07	0.003	0.001	0.140	0.080	0.031
A6	底层	0.029	0.30	/	0.092	0.023	0.23	0.02	0.01	0.184	0.001	0.040	0.077	0.031
A7	表层	0.029	0.27	0.73	0.059	0.050	0.23	0.02	0.10	0.318	0.001	0.180	0.070	0.168
A7	底层	0.029	0.30	/	0.122	0.047	0.23	0.03	0.01	0.362	0.090	0.610	0.080	0.031
A8	表层	0.086	0.30	0.47	0.193	0.043	0.20	0.02	0.01	0.180	0.001	0.265	0.090	0.031
A8	底层	0.057	0.30	/	0.184	0.037	0.21	0.02	0.06	0.934	0.001	0.170	0.080	0.031
A9	表层	0.114	0.23	0.46	0.142	0.023	0.23	0.02	0.01	0.546	0.014	0.170	0.087	0.031
A9	底层	0.086	0.30	/	0.194	0.020	0.23	0.01	0.01	0.564	0.001	0.245	0.073	0.031
A10	表层	0.057	0.23	0.69	0.038	0.017	0.21	0.01	0.12	0.016	0.001	0.095	0.077	0.031

站位	层次	pH 值	活性 磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
A10	底层	0.029	0.33	/	0.201	0.030	0.19	0.01	0.01	0.518	0.001	0.365	0.077	0.031
A11	表层	0.000	0.33	0.38	0.014	0.027	0.22	0.03	0.12	0.406	0.001	0.275	0.087	0.031
A11	底层	0.029	0.37	/	0.045	0.047	0.20	0.02	0.11	0.008	0.182	0.800	0.080	0.031
A12	表层	0.114	0.30	0.21	0.074	0.047	0.21	0.02	0.14	0.126	0.006	0.180	0.077	0.210
A12	底层	0.057	0.27	/	0.083	0.050	0.21	0.01	0.01	0.156	0.001	0.495	0.083	0.110
A13	表层	0.086	0.27	0.16	0.188	0.040	0.21	0.01	0.01	0.040	0.122	0.165	0.083	0.192
A13	底层	0.114	0.20	/	0.169	0.023	0.20	0.04	0.05	0.192	0.001	0.435	0.087	0.122
A14	表层	0.086	0.27	0.18	0.104	0.023	0.19	0.03	0.14	0.038	0.044	0.170	0.080	0.152
A14	底层	0.086	0.30	/	0.040	0.037	0.19	0.03	0.36	0.938	0.001	2.235	0.080	0.031
A15	表层	0.086	0.27	0.21	0.025	0.037	0.19	0.02	0.09	0.352	0.001	0.670	0.083	0.031
A15	底层	0.114	0.27	/	0.138	0.070	0.19	0.02	0.14	0.010	0.001	1.780	0.090	0.031
A16	表层	0.057	0.23	0.20	0.025	0.043	0.21	0.01	0.18	0.006	0.264	0.185	0.093	0.031
A16	底层	0.057	0.30	/	0.048	0.033	0.32	0.01	0.01	0.003	0.001	0.355	0.107	0.031
A17	表层	0.114	0.23	0.18	0.164	0.017	0.31	0.03	0.09	0.326	0.001	0.360	0.090	0.031
A17	底层	0.086	0.23	/	0.239	0.050	0.20	0.03	0.14	0.460	0.001	0.180	0.097	0.031
A18	表层	0.143	0.23	0.04	0.047	0.067	0.38	0.03	0.01	0.164	0.001	0.300	0.087	0.031

站位	层次	pH 值	活性 磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
A18	底层	0.114	0.23	/	0.002	0.010	0.23	0.03	0.01	0.688	0.001	0.170	0.073	0.031
A19	表层	0.057	0.27	0.04	0.123	0.030	0.37	0.02	0.01	0.054	0.001	0.325	0.080	0.031
A19	底层	0.086	0.27	/	0.187	0.013	0.31	0.02	0.03	0.818	0.001	0.205	0.090	0.031
A19	表层	0.086	0.30	0.04	0.029	0.053	0.18	0.02	0.01	0.003	0.150	0.225	0.093	0.031
A19	底层	0.086	0.23	/	0.101	0.037	0.15	0.01	0.01	0.066	0.108	0.115	0.090	0.031
A20	表层	0.114	0.27	0.04	0.190	0.090	0.19	0.01	0.20	0.003	0.001	0.260	0.093	0.031
A20	底层	0.029	0.27	/	0.066	0.067	0.15	0.00	0.11	0.964	0.020	0.160	0.093	0.031
A21	表层	0.200	0.33	0.04	0.067	0.040	0.16	0.02	0.20	0.180	0.001	0.370	0.113	0.526
A22	表层	0.143	0.27	0.04	0.007	0.280	0.22	0.01	0.11	0.180	0.001	0.200	0.110	0.031
A23	表层	0.143	0.27	0.04	0.018	0.347	0.18	0.01	0.01	0.202	0.001	0.580	0.113	0.031
A23	表层	0.114	0.27	0.04	0.274	0.323	0.21	0.03	0.02	0.152	0.001	0.705	0.117	0.031
A24	表层	0.000	0.30	0.64	0.272	0.057	0.17	0.03	0.05	0.350	0.030	0.435	0.110	0.031
A24	底层	0.057	0.27	/	0.044	0.100	0.17	0.02	0.05	0.074	0.001	0.230	0.137	0.031
A25	表层	0.000	0.27	0.31	0.103	0.087	0.16	0.02	0.07	0.062	0.166	0.145	0.130	0.031
A25	底层	0.029	0.30	/	0.281	0.083	0.18	0.01	0.01	0.270	0.001	0.195	0.120	0.031
A26	表层	0.320	0.24	0.03	0.066	0.110	0.11	0.01	0.01	0.043	0.001	0.048	0.058	0.003

站位	层次	pH 值	活性 磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
A27	表层	0.114	0.33	0.97	0.296	0.577	0.26	0.03	0.31	0.164	0.001	0.175	0.150	0.031
A28	表层	0.086	0.63	0.09	0.054	0.553	0.33	0.03	0.23	0.140	0.001	0.145	0.163	0.031
A29	表层	0.143	0.50	0.81	0.032	0.643	0.39	0.02	0.27	0.232	0.100	0.410	0.150	0.031
A30	表层	0.114	0.43	0.04	0.002	0.200	0.21	0.01	0.13	0.270	0.001	0.160	0.120	0.031
最大值		0.320	0.63	6.12	0.296	0.643	0.39	0.04	0.47	0.964	0.264	2.235	0.163	0.526
最小值		0.000	0.20	0.03	0.002	0.010	0.11	0.00	0.01	0.003	0.001	0.040	0.058	0.003
超标率%		0	0	3.9	0	0	0	0	0	0	0	3.9	0	0

6.3 沉积物环境质量现状调查与评价

6.3.1 沉积物现状调查内容与方法

(1) 站位布置

汕尾市润邦检测技术有限公司于2021年4月在汕尾红海湾海域布设了14个沉积物调查站位，具体调查站位见图6.2.1-1和表6.2.1-1。

(2) 监测项目

粒度、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总汞、锌共10项。

(3) 采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与0.05m²抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底3m~5m时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料到或勺从采泥器耳盖中仔细取上部0cm~1cm的沉积物。如遇砂砾层，可在0cm~3cm层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

(4) 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763.8-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378.5-2007）进行，超出的项目参照其他行业标准，各项目的分析方法如表6.3.1-1。

表6.3.1-1 样品分析方法一览表

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
沉积物	粒度	《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 沉积物粒度分析（6.3）	/	电子天平(BSA224S) YQ-020-05
	有机碳	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（18.1）	/	酸式滴定管 /25mL
	硫化物	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（17.1）	0.3 mg/kg	紫外可见分光光度计/UV-1800

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	石油类	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (13.2)	3.0 mg/kg	紫外可见分光光度计/UV-1800
	铜	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (6.1)	0.5 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
	铅	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (7.1)	1.0 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
	镉	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (8.1)	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
	总汞	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (5.1)	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
	砷	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (11.1)	0.06 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
	锌	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (9.1)	6.0 mg/kg	原子吸收分光光度计(火焰)/AA-7000

6.3.2 沉积物质量现状

2021年4月海洋沉积物调查结果见表6.3.2-2。

表 6.3.2-2 沉积物现状监测结果

站号	类型	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
A1	褐泥质粘土	0.65	42.4	14.9	12.4	11.6	未检出	0.042	未检出	100.3
A5	褐泥质粘土	1.18	80.2	13.3	12.8	13.4	0.12	0.039	未检出	103.3
A7	褐泥质粘土	0.67	31.9	16.9	7.8	32.2	0.12	0.043	未检出	75.8
A8	褐泥质粘土	1.15	19.6	13.3	13.8	31.6	未检出	0.060	未检出	109.8
A9	褐泥质粘土	1.24	58.9	18.0	11.6	35.8	0.06	0.049	未检出	97.7
A12	褐泥质粘土	0.98	33.5	40.7	13.3	10.5	未检出	0.051	未检出	102.9
A13	褐泥质粘土	1.35	9.9	12.5	14.1	30.7	0.04	0.077	2.13	103.8
A14	褐泥质粘土	1.10	21.9	未检出	11.8	30.5	0.06	0.047	3.50	93.6

A16	褐泥质粘土	1.08	15.6	5.6	10.8	37.4	0.06	0.050	1.51	87.1
A20	褐泥质粘土	1.11	17.3	8.9	11.2	3.9	0.10	0.043	未检出	87.2
A21	褐泥质粘土	1.00	133.3	87.7	13.1	4.1	未检出	0.045	未检出	92.3
A24	褐泥质粘土	0.89	125.5	20.5	9.5	1.5	未检出	0.054	2.35	80.2
A26	褐泥质粘土	1.52	16.7	26.6	13.7	2.8	未检出	0.042	2.29	98.7
A28	褐泥质粘土	0.74	21.0	11.7	9.5	未检出	未检出	0.069	1.01	59.3

6.3.3 沉积物质量评价

(1) 沉积物质量评价标准

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》(2012年)与监测站位图 6.2.1-1, 调查站位执行《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)一类标准, 见表 6.3.3-1。

表 6.3.3-1 海洋沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 \leq	0.20	0.50	1.00
2	镉 \leq	0.50	1.50	5.00
3	铅 \leq	60.0	130.0	250.0
4	锌 \leq	150.0	350.0	600.0
5	铜 \leq	35.0	100.0	200.0
6	砷 \leq	20.0	65.0	93.0
7	有机碳 \leq	2.0	3.0	4.0
8	石油类 \leq	500.0	1000.0	1500.0
9	硫化物 \leq	300.0	500.0	600.0

(2) 评价方法

采用单点单因子标准指数法进行评价。

(3) 评价结果

采用单项指数法, 对 2021 年 4 月沉积物现状调查结果进行达标评价, 评价结果见表 6.3.3-2。

根据表 6.3.3-2, 该海域表层海洋沉积物检测项目结果符合所在海洋功能区沉积物质量一类标准要求, 海洋沉积物质量状况良好。

表 6.3.3-2 沉积物质量评价指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
A1	0.33	0.14	0.030	0.35	0.19	0.04	0.21	0.002	0.67
A5	0.59	0.27	0.027	0.37	0.22	0.24	0.20	0.002	0.69
A7	0.34	0.11	0.034	0.22	0.54	0.24	0.22	0.002	0.51
A8	0.58	0.07	0.027	0.39	0.53	0.04	0.30	0.002	0.73
A9	0.62	0.20	0.036	0.33	0.60	0.12	0.25	0.002	0.65
A12	0.49	0.11	0.081	0.38	0.18	0.04	0.26	0.002	0.69
A13	0.68	0.03	0.025	0.40	0.51	0.08	0.39	0.107	0.69
A14	0.55	0.07	0.003	0.34	0.51	0.12	0.24	0.175	0.62
A21	0.50	0.44	0.175	0.37	0.07	0.04	0.23	0.002	0.62
A24	0.45	0.42	0.041	0.27	0.03	0.04	0.27	0.118	0.53
A26	0.51	0.03	0.027	0.14	0.02	0.04	0.08	0.035	0.28
A28	0.37	0.07	0.023	0.27	0.01	0.04	0.35	0.051	0.40
最大值	0.68	0.44	0.175	0.40	0.60	0.24	0.39	0.175	0.73
最小值	0.33	0.03	0.003	0.22	0.01	0.04	0.20	0.002	0.40
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.4 海洋生物质量现状调查与评价

6.4.1 调查概况

(1) 调查站位

本节引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2021 年 4 月和 2021 年 9 月在项目附近海域进行的海洋生物质量现状调查数据，具体调查站位见图 6.2.1-1 和表 6.2.1-1。

(2) 调查项目

春秋两季调查内容均为：石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌共 7 项指标。

(3) 采样及分析方法

现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋监测技术规程》（Y/T147.3-2013）和《海洋调查规范-海洋生物调查》

(GB12763.6-2007) 中规定的方法进行。各项目的分析方法如表6.4.1-1。

表6.4.1-1 样品分析方法一览表

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
海洋生物	石油烃	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (13)	0.2 mg/kg	荧光分光光度计 /RF-6000
	铜	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (6.1)	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
	铅	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (7.1)	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
	镉	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (8.1)	0.005 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
	总汞	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (5.1)	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
	砷	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (11.1)	0.2 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
	锌	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007 (9.1)	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计(火焰)/AA-7000

(4) 评价方法及评价标准

贝类的评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中规定的生物质量标准，见表6.4.1-2。鱼类、甲壳类和软体类残毒(除石油烃外)的评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准，见表6.4.1-3。

表 6.4.1-2 海洋贝类生物质量标准值 (鲜重) mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞≤	0.05	0.10	0.30
2	镉≤	0.2	2.0	5.0
3	铅≤	0.2	2.0	6.0
4	锌≤	20	50	100 (牡蛎 500)
5	铜≤	10	25	50 (牡蛎 100)
6	石油烃≤	15	50	80

表 6.4.1-3 海洋生物体评价标准 (×10⁻⁶ 鲜重)

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

6.4.2 春季（2021年4月）调查结果与评价

（1）调查结果

本次调查从7个断面采集了鱼类、甲壳类共14个样品，2021年4月海洋生物质量调查结果分别见表6.4.2-1。

表 6.4.2-1 海洋生物体质量调查结果（2021年4月）

断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SF1	口虾蛄	10.7	11.5	1.84	0.216	0.017	0.6	3.8
	豆形拳蟹	10.3	20.7	2.65	未检出	0.024	0.9	5.7
SF2	鲮鱼	11.2	0.8	1.06	未检出	0.009	0.5	6.0
	红星梭子蟹	12.2	12.3	1.33	0.148	0.020	0.6	11.1
SF3	鲮鱼	9.4	0.9	0.54	未检出	0.014	0.8	5.9
	豆形拳蟹	12.1	18.4	1.25	未检出	0.029	0.8	5.5
SF4	鲮鱼	10.6	0.8	0.74	0.060	0.015	0.4	5.5
	口虾蛄	13.0	8.2	0.57	0.200	0.013	0.5	4.9
SF5	皮氏叫姑鱼	7.7	0.8	3.98	0.143	0.009	0.4	4.7
	中华小公鱼	7.8	1.1	0.93	未检出	0.011	0.5	8.8
SF6	鲮鱼	11.1	0.9	2.03	0.075	0.006	0.6	16.4
	中华小公鱼	28.8	0.7	0.59	0.016	0.008	0.4	11.1
SF7	鲮鱼	12.3	0.7	0.83	0.014	0.007	0.6	未检出
	皮氏叫姑鱼	8.5	1.4	0.14	0.034	0.009	0.4	2.2

（2）现状评价

鱼类、软体类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”进行评价，鱼类、软体类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价。海洋生物质量评价指数见表6.4.2-2。

表 6.4.2-2 海洋生物质量评价指数（2021 年 4 月）

序号	断面	样品类型	名称	评价结果					
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	锌
1	SF1	甲壳类	口虾蛄	/	0.12	0.001	0.108	0.085	0.025
2		甲壳类	豆形拳蟹	/	0.21	1.325	0.001	0.120	0.038
3	SF2	鱼类	鲷鱼	0.56	0.04	0.001	0.004	0.030	0.150
4		甲壳类	红星梭子蟹	/	0.12	0.665	0.074	0.100	0.074
5	SF3	鱼类	鲷鱼	0.47	0.05	0.001	0.004	0.047	0.148
6		甲壳类	豆形拳蟹	/	0.18	0.625	0.001	0.145	0.037
7	SF4	鱼类	鲷鱼	0.53	0.04	0.370	0.100	0.050	0.138
8		甲壳类	口虾蛄	/	0.08	0.001	0.100	0.065	0.033
9	SF5	鱼类	皮氏叫姑鱼	0.39	0.04	1.990	0.238	0.030	0.118
10		鱼类	中华小公鱼	0.39	0.06	0.001	0.004	0.037	0.220
11	SF6	鱼类	鲷鱼	0.56	0.05	0.001	0.004	0.020	0.410
12		鱼类	中华小公鱼	1.44	0.04	0.001	0.004	0.027	0.278
13	SF7	鱼类	鲷鱼	0.62	0.04	0.001	0.023	0.023	0.005
14		鱼类	皮氏叫姑鱼	0.43	0.07	0.070	0.057	0.030	0.055
最大值				1.44	0.21	1.990	0.238	0.145	0.410
最小值				0.39	0.04	0.001	0.001	0.020	0.005
超标率%				11.1	0	16.7	0	0	0

根据表 6.4.2-2，目标海域中生物体中铜、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，没有出现超标现象，符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”要求；石油烃、铅含量超标，具体情况如下：

SF6 断面中华小公鱼石油烃超出《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求，超标倍数为 0.44；

SF1、SF5 断面豆形拳蟹、皮氏叫姑鱼铅含量超出《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”要求，超标倍数分别为 0.325、0.990。

6.4.3 秋季（2021 年 9 月）调查结果与评价

(1) 调查结果

本次调查从 8 个断面采集了鱼类、甲壳类共 16 个样品，2021 年 9 月海洋生

物质质量调查结果分别见表 6.4.3-1。

表 6.4.3-1 海洋生物体质量调查结果（2021 年 9 月）

断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SF1	红狼牙虾虎鱼	7.9	0.6	0.64	未检出	0.004	0.3	12.9
	南美白对虾	10.6	15.1	0.27	未检出	0.006	0.6	13.6
SF2	口虾蛄	14.2	13.5	1.00	0.291	0.010	1.3	20.0
	豆形拳蟹	12.8	15.0	1.01	0.415	0.003	1.2	20.9
SF3	鹰爪虾	11.2	13.3	1.19	未检出	未检出	0.9	18.9
	红狼牙虾虎鱼	7.5	0.5	1.24	未检出	未检出	0.4	12.4
SF4	口虾蛄	11.3	11.7	0.12	0.222	未检出	1.2	15.6
	南美白对虾	11.5	15.4	0.31	未检出	未检出	0.5	16.8
SF5	口虾蛄	10.6	9.5	0.25	0.299	0.008	0.4	18.1
	南美白对虾	7.7	16.2	0.50	0.071	未检出	0.8	18.7
SF6	口虾蛄	11.0	9.5	0.43	0.303	未检出	1.3	20.5
	猛虾蛄	11.1	11.1	0.84	0.343	未检出	1.1	21.8
SF7	口虾蛄	9.0	13.8	0.46	0.375	未检出	0.8	21.5
	鹰爪虾	10.9	16.7	0.27	0.130	未检出	0.9	16.4
SF8	口虾蛄	9.5	15.0	0.24	0.357	未检出	1.1	23.5
	鹰爪虾	9.1	24.5	0.17	未检出	0.003	0.9	16.9

(2) 现状评价

鱼类、软体类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”进行评价，鱼类、软体类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价，按一类标准执行。海洋生物质量评价指数见表 6.4.3-2。

表 6.4.3-2 海洋生物质量评价指数（2021 年 9 月）

序号	断面	样品类型	名称	评价结果						
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌

序号	断面	样品类型	名称	评价结果						
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
1	SF1	鱼类	红狼牙虾虎鱼	0.40	0.03	0.320	0.004	0.013	0.06	0.323
2		甲壳类	南美白对虾	0.53	0.15	0.135	0.001	0.030	0.08	0.091
3	SF2	甲壳类	口虾蛄	0.71	0.14	0.500	0.146	0.050	0.16	0.133
4		甲壳类	豆形拳蟹	0.64	0.15	0.505	0.208	0.015	0.15	0.139
5	SF3	甲壳类	鹰爪虾	0.56	0.13	0.595	0.001	0.005	0.11	0.126
6		鱼类	红狼牙虾虎鱼	0.38	0.03	0.620	0.004	0.003	0.08	0.310
7	SF4	甲壳类	口虾蛄	0.57	0.12	0.060	0.111	0.005	0.15	0.104
8		甲壳类	南美白对虾	0.58	0.15	0.155	0.001	0.005	0.06	0.112
9	SF5	甲壳类	口虾蛄	0.53	0.10	0.125	0.150	0.040	0.05	0.121
10		甲壳类	南美白对虾	0.39	0.16	0.250	0.036	0.005	0.10	0.125
11	SF6	甲壳类	口虾蛄	0.55	0.10	0.215	0.152	0.005	0.16	0.137
12		甲壳类	猛虾蛄	0.56	0.11	0.420	0.172	0.005	0.14	0.145
13	SF7	甲壳类	口虾蛄	0.45	0.14	0.230	0.188	0.005	0.10	0.143
14		甲壳类	鹰爪虾	0.55	0.17	0.135	0.065	0.005	0.11	0.109
15	SF8	甲壳类	口虾蛄	0.48	0.15	0.120	0.179	0.005	0.14	0.157
16		甲壳类	鹰爪虾	0.46	0.25	0.085	0.001	0.015	0.11	0.113
最大值				0.71	0.25	0.620	0.208	0.050	0.16	0.323
最小值				0.38	0.03	0.060	0.001	0.003	0.05	0.091
超标率%				0	0	0	0	0	0	0

根据表 6.4.3-2，目标海域中生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合所在海洋功能区海洋生物质量一类标准要求。

6.5 海洋生态概况

6.5.1 调查概况

1、调查站位

本节引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2021 年 4 月和 2021 年 9 月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据，具体调查站位见图 6.2.1-1 和表 6.2.1-1。

2、调查项目

包括海洋生态和渔业资源调查，具体情况如下：

海洋生态：叶绿素 a 和初级生产力、浮游生物（浮游植物、浮游动物）、底栖生物、潮间带生物共 6 项；

渔业资源：鱼类浮游生物、游泳动物拖网调查共 2 项。

3、调查监测方法与依据

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

（1）海洋生态

①叶绿素 a（Chl-a）和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样，水样现场过滤，滤膜装入 10mL 离心管放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

②浮游植物：用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5%福尔马林固定，沉淀法浓缩，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

③浮游动物：大中型浮游动物采用浅水 I 型浮游生物网（网口直径为 50cm，网口面积为 0.2m²，网长 145cm，筛绢孔径约为 0.505mm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%的甲醛（福尔马林）溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

④底栖生物：定量样品采用 0.0375m²采泥器，在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

⑤潮间带生物：在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位用（25×25）cm 的正方形取样框取样，每站各取样 1 次，取样方法是在站位上随机抛投取样框，先拾取框内滩面上的生物，再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用（25×25）cm 正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种

类后，再剥取全部附着生物；珊瑚礁站位取样同岩礁，并需敲碎珊瑚块，取出其中钻孔生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

(2) 渔业资源

①鱼卵和仔稚鱼：用大型浮游生物网采集，每个断面水平拖 1 网，拖 30min，平均拖速约 2.5kn，所采样品用 5%的福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

②游泳动物（2021 年 4 月调查）：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船（粤阳西渔 39081）进行渔业资源调查。该船主机功率 95kW，船长 28 m，宽 6 m，吃水水深 1.8 m；调查所用网具每张网的上纲长 15.0 m，网衣长 25.0 m，网口大 3m，网目大 10 mm，扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 10m。调查放网 1 张，拖速约 2.5 kn，拖时 30min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

③游泳动物（2021 年 9 月调查）：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船（粤汕城渔 20164）进行渔业资源调查。该船主机功率 127kW，船长 22m，宽 4m，吃水水深 1.8 m；调查所用网具每张网的上纲长 9.0 m，网衣长 15.0 m，网口大 3m，网目大 34mm，扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 6m。调查放网 1 张，拖速约 2.5 kn，拖时 30min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

4、调查数据计算和处理

(1) 初级生产力

初级生产力采用叶绿素法，按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算：

$$P = \frac{CnQED}{2}$$

P ——每日现场的初级生产力(mgC / m·d);

Cn ——表层叶绿素 a 含量;

Q ——同化系数, 采用闽南-台湾浅滩近海水域平均同化系数这里取 3.5;

E ——真光层深度(m), 取透明度的 3 倍;

D ——白昼时间(h), 取 12h。

(2) 优势度 (Y) :

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

(3) Shannon-Weaver 多样性指数:

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

(4) Pielou 均匀度指数:

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

式中:

$P_i = n_i / N$

n_i ——第 i 种的个体数量(ind/m³)

N ——某站总生物数量(ind/m³)

f_i ——某种生物的出现频率(%)

H_{\max} —— $\log_2 S$, 最大多样性指数

S ——出现生物总种数。

(5) 渔业资源密度

渔业资源密度(kg/km²)根据扫海面积法估算, 公式如下:

$$B = \frac{Y}{A(1-E)}$$

式中:

Y ——平均渔获率(kg/h)

A ——每小时扫海面积(km²/h)

E ——逃逸率(这里取 0.5)

6.4.2 叶绿素 a 和初级生产力

1、春季调查（2021 年 4 月）

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 $0.606\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为 $0.222 \sim 1.137\text{mg}/\text{m}^3$ ，变幅中等（ $\text{SD}=0.316$ ）。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，空间趋势较为平均，总体叶绿素含量呈现由近岸向外海逐渐减少的趋势。其中 A14 和 A18 站位叶绿素含量最低，A1 站位叶绿素含量最高（见表 6.4.2-1）。

表 6.4.2-1 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)	初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
A1	1.137	179.08
A3	1.034	156.34
A5	0.459	57.83
A7	0.442	77.97
A8	0.442	80.75
A9	0.782	133.02
A12	0.561	109.56
A13	0.340	68.54
A14	0.222	41.96
A16	0.340	68.54
A18	0.222	44.76
A20	0.663	142.01
A21	0.900	198.45
A24	0.237	35.83
A26	1.019	128.39
A28	0.901	56.76
变化范围	0.222 ~ 1.137	35.83 ~ 198.45
平均值	0.606 ± 0.316	98.74 ± 51.55

调查监测区内平均初级生产力为 $98.74\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在 $35.83 \sim 198.45 \text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，变幅中等（ $\text{SD}=51.55$ ）。其中 A24 站位初级生产力最低，A1 站位初级生产力最高。总体上，监测区域初级生产力处于较低水平。

2、秋季调查（2021年9月）

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 $0.688\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为 $0.207 \sim 1.447\text{mg}/\text{m}^3$ ，变幅中等（ $\text{SD}=0.435$ ）。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，空间趋势较为平均，总体叶绿素含量呈现由近岸向外海逐渐减少的趋势。其中 A24 站位叶绿素含量最低，A1 站位叶绿素含量最高（见表 6.4.2-2）。

表 6.4.2-2 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)	初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
A1	1.447	182.32
A3	1.344	194.75
A5	1.226	200.82
A7	0.444	83.92
A8	0.562	102.68
A9	0.680	132.80
A12	0.444	89.51
A13	0.342	68.95
A14	0.326	67.78
A16	0.341	68.75
A18	0.223	49.17
A20	0.223	46.36
A21	0.902	68.19
A22	1.005	126.63
A24	0.207	36.51
A25	0.326	65.72
A26	1.225	92.61
A28	1.123	70.75
变化范围	0.207 ~ 1.447	36.51~ 200.82
平均值	0.688 ± 0.435	97.12 ± 50.58

调查监测区内平均初级生产力为 $97.12\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在 $36.51 \sim 200.82 \text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，变幅中等（ $\text{SD}=50.58$ ）。其中 A24 站位初级生产力最低，A5 站位初级生产力最高。总体上，监测区域初级生产力处于较低水平。

6.4.3 浮游植物

1、春季调查（2021年4月）

（1）种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 25 属 63 种（含 4 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 18 属 51 种，占总种类数的 80.95%（见表 6.4.3-1）；甲藻门种类次之，出现 5 属 10 种，占总种类数的 15.87%；蓝藻门出现 2 属 2 种，各占总种类数的 3.18%。出现种类较多的属为角毛藻属（16 种）。

表 6.4.3-1 浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	18	51	80.95
甲藻	5	10	15.87
蓝藻	2	2	3.18
总计	25	63	100

（2）丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 58.31~298.42×10⁴cell/m³，均值为 130.64×10⁴ cell/m³（见表 6.4.3-2）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 A26，A28 次之。总体浮游植物丰度分布较为均匀。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 64.40%~88.51%，占调查区域平均丰度的 75.34%，在 16 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 11.49%~34.24%之间，占区域浮游植物平均丰度的 23.78%，其他藻类丰度的占比在 0.64%~2.19%之间，占区域浮游植物平均丰度的 0.88%。

表 6.4.3-2 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
A1	163.21	113.99	69.84%	46.24	28.33%	2.98	1.83%
A3	168.24	138.58	82.37%	25.98	15.44%	3.69	2.19%
A5	105.87	72.17	68.16%	33.71	31.84%	/	/
A7	76.07	57.64	75.77%	18.43	24.23%	/	/
A8	69.43	59.17	85.23%	9.26	13.33%	1.00	1.44%

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
A9	84.79	66.32	78.22%	18.47	21.78%	/	/
A12	64.12	41.30	64.40%	21.95	34.24%	0.87	1.36%
A13	58.31	46.11	79.08%	11.30	19.38%	0.90	1.54%
A14	67.41	50.60	75.06%	16.38	24.30%	0.43	0.64%
A16	94.60	69.90	73.89%	23.07	24.39%	1.63	1.72%
A18	85.07	62.58	73.57%	21.92	25.76%	0.57	0.67%
A20	97.62	73.85	75.65%	22.28	22.82%	1.49	1.53%
A21	243.77	173.74	71.27%	70.03	28.73%	/	/
A24	128.42	98.94	77.04%	28.01	21.81%	1.47	1.15%
A26	298.42	200.98	67.34%	97.46	32.66%	/	/
A28	284.85	252.12	88.51%	32.73	11.49%	/	/
平均值	130.64	98.62	75.34%	31.08	23.78%	0.94	0.88%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

(3) 优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、洛氏角毛藻(*Chaetoceros lorenzianus*)、菱形海线藻(*Thalassionema nitzschioides*)、大西洋角毛藻(*Chaetoceros atlanticus*)、短角藻(*Ceratium breve*)、夜光藻(*Noctiluca scintillans*)、梭角藻(*Ceratium fusus*)和北方角毛藻(*Chaetoceros borealis*) (见表 6.4.3-3)。这 8 种优势种丰度占调查海域总丰度的 57.73%。其中中肋骨条藻为第一优势种，其优势度为 0.117，其丰度变化范围在 $7.71 \sim 29.63 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 7.0%~19.0%，平均丰度 $15.27 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 11.69%。A21 站中肋骨条藻丰度最高，为 $29.63 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。A18 站中肋骨条藻丰度最低，为 $7.71 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。另外，洛氏角毛藻的优势度居第二位，为 0.099，占总丰度的 9.87%。其他 6 个优势种的优势度在 0.026 ~ 0.076，平均丰度在 $4.61 \sim 9.92 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 之间，这 8 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 6.4.3-3 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.117	15.27	11.69%

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	硅藻	0.099	12.89	9.87%
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	硅藻	0.076	9.92	7.60%
大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>	硅藻	0.058	8.06	6.17%
短角藻	<i>Ceratium breve</i>	甲藻	0.050	7.54	5.77%
夜光藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	甲藻	0.047	6.62	5.06%
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>	甲藻	0.040	7.02	5.37%
北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>	硅藻	0.026	4.61	3.53%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$

(4) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 22 种~ 39 种，平均 29 种（见表 6.4.3-4）。多样性指数范围为 3.996 ~ 4.716，平均为 4.306。均匀度指数范围为 0.669 ~ 0.789，平均为 0.720。多样性指数和均匀度指数均以 A24 最高，A28 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 6.4.3-4 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
A1	27	4.212	0.705
A3	29	4.416	0.739
A5	22	4.104	0.687
A7	26	4.294	0.718
A8	25	4.224	0.707
A9	23	4.193	0.701
A12	29	4.285	0.717
A13	27	4.271	0.715
A14	26	4.009	0.671
A16	29	4.130	0.691
A18	33	4.394	0.735
A20	37	4.623	0.773
A21	26	4.355	0.729
A24	39	4.716	0.789
A26	37	4.674	0.782
A28	22	3.996	0.669
平均值	29	4.306	0.720

2、秋季调查（2021年9月）

（1）种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 22 属 53 种（含 3 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 17 属 44 种，占总种类数的 83.02%（见表 6.4.3-5）；甲藻门种类次之，出现 4 属 8 种，占总种类数的 15.09%；蓝藻门出现 1 属 1 种，各占总种类数的 1.89%。出现种类较多的属为角毛藻属（14 种）。

表 6.4.3-5 浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	17	44	83.02
甲藻	4	8	15.09
蓝藻	1	1	1.89
总计	25	63	100

（2）丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 41.80 ~ 207.10×10⁴cell/m³，均值为 92.80×10⁴ cell/m³（见表 6.4.3-6）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 A3，A5 次之。总体浮游植物丰度分布较为均匀。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 79.08%~94.88%，占调查区域平均丰度的 88.15%，在 18 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 4.73%~15.51%之间，占区域浮游植物平均丰度的 10.56%，其他藻类丰度的占比在 1.59%~6.89%之间，占区域浮游植物平均丰度的 1.34%。

表 6.4.3-6 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
A1	91.26	75.73	82.99%	13.85	15.17%	1.68	1.84%
A3	207.10	191.55	92.49%	9.80	4.73%	5.75	2.78%
A5	205.75	195.22	94.88%	10.53	5.12%	/	/
A7	76.13	64.32	84.49%	11.81	15.51%	/	/
A8	68.50	62.28	90.91%	5.05	7.37%	1.18	1.72%
A9	61.73	53.28	86.30%	8.46	13.70%	/	/

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
A12	73.98	64.35	86.99%	9.63	13.01%	/	/
A13	50.98	44.09	86.47%	6.90	13.53%	/	/
A14	57.24	51.69	91.30%	5.55	9.70%	/	/
A16	106.12	99.73	93.98%	6.38	6.02%	/	/
A18	49.22	45.20	91.82%	4.03	8.18%	/	/
A20	41.80	37.47	89.63%	4.33	10.37%	/	/
A21	93.78	74.16	79.08%	13.16	14.03%	6.46	6.89%
A22	105.79	85.40	80.73%	15.15	14.32%	5.23	4.95%
A24	110.73	101.14	91.33%	9.60	8.67%	/	/
A25	71.88	64.40	89.60%	7.48	10.40%	/	/
A26	110.71	93.54	84.49%	12.32	11.13%	4.85	4.38%
A28	87.76	78.32	89.24%	8.04	9.16%	1.40	1.59%
平均值	92.80	82.33	88.15%	9.00	10.56%	1.48	1.34%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

(3) 优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 7 种，分别为中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、翼根管藻(*Rhizosolenia alata*)、洛氏角毛藻(*Chaetoceros lorenzianus*)、窄隙角毛藻(*Chaetoceros affinis*)、掌状冠盖藻(*Stephanopyxis palmeriana*)、笔尖形根管藻(*Rhizosolenia styliformis*)和海洋角毛藻(*Chaetoceros pelagicus*) (见表 6.4.3-7)。这 7 种优势种丰度占调查海域总丰度的 52.41%。其中中肋骨条藻为第一优势种，其优势度为 0.241，其丰度变化范围在 $6.05 \sim 78.71 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 10.8% ~ 41.3%，平均丰度 $22.34 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 24.07%。A5 站中肋骨条藻丰度最高，为 $78.71 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。A20 站中肋骨条藻丰度最低，为 $6.05 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。另外，翼根管藻的优势度居第二位，为 0.071，占总丰度的 7.50%。其他 5 个优势种的优势度在 0.025 ~ 0.058，平均丰度在 $3.00 \sim 5.37 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 之间，这 7 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 6.4.3-7 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
----	-----	----	-----	------	------

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.241	22.34	24.07%
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>	硅藻	0.071	6.96	7.50%
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	硅藻	0.058	5.37	5.78%
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>	硅藻	0.047	4.65	5.01%
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	硅藻	0.029	3.27	3.53%
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	硅藻	0.029	3.05	3.28%
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>	硅藻	0.025	3.00	3.24%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$

(4) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 24 种~ 31 种，平均 28 种（见表 6.4.3-8）。多样性指数范围为 3.413 ~ 4.614，平均为 4.222。均匀度指数范围为 0.596 ~ 0.806，平均为 0.737。多样性指数和均匀度指数均以 A21 最高，A16 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 6.4.3-8 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
A1	26	4.427	0.773
A3	26	3.579	0.625
A5	24	3.515	0.614
A7	26	4.368	0.763
A8	25	4.065	0.710
A9	24	3.945	0.689
A12	28	4.365	0.762
A13	27	4.271	0.746
A14	27	4.418	0.771
A16	28	3.413	0.596
A18	30	4.475	0.781
A20	29	4.475	0.781
A21	31	4.614	0.806
A22	27	4.482	0.782
A24	30	4.307	0.752
A25	30	4.451	0.777

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
A26	31	4.555	0.795
A28	27	4.277	0.747
平均值	28	4.222	0.737

6.4.4 浮游动物

1、春季调查（2021年4月）

（1）种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 49 种（类），种类一般，分属 11 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游甲壳动物桡足类、浮游幼体、浮游甲壳动物枝角类、浮游甲壳动物端足类、浮游甲壳动物磷虾类、浮游甲壳动物十足类、腔肠动物水螅水母类、腔肠动物栉水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 19 种，占总种类数的 38.78%；浮游幼体次之，出现 13 种（26.54%）；其他类群出现种类较少。（见表 6.4.4-1）

表 6.4.4-1 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例（%）
浮游甲壳动物桡足类	19	38.78
浮游幼体	13	26.54
浮游毛颚类	4	8.16
腔肠动物水螅水母类	3	6.12
被囊动物有尾类	3	6.12
浮游甲壳动物枝角类	2	4.08
浮游甲壳动物磷虾类	1	2.04
浮游甲壳动物端足类	1	2.04
浮游甲壳动物十足类	1	2.04
腔肠动物栉水母类	1	2.04
原生动物	1	2.04
总计	4	100

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查出现优势种 8 种（表 6.4.4-2），分别为肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*)、桡足类幼体 (*Copepoda larvae*)、中华哲水蚤 (*Calanus sinicus*)、微刺哲水蚤 (*Canthocalanus pauper*)、夜光虫 (*Noctiluca*)

scintillans)、太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、鸟喙尖头蚤(*Penilia avirostris*)和瘦尾胸刺水蚤(*Centropages tenuiemis*)。这 8 个优势种以肥胖箭虫的优势度最高，为 0.112，海域平均栖息密度为 41.08 ind./m³，占浮游动物总栖息密度的 11.17%，在 16 个站位均有出现。

表 6.4.4-2 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ³)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
肥胖箭虫	0.112	41.08	11.17	100
中华哲水蚤	0.096	40.42	10.99	87.50
桡足类幼体	0.080	29.39	7.99	100
微刺哲水蚤	0.065	29.26	7.96	81.25
夜光虫	0.062	28.14	7.65	81.25
太平洋纺锤水蚤	0.055	24.66	6.71	81.25
鸟喙尖头蚤	0.029	17.03	4.63	62.50
瘦尾胸刺水蚤	0.025	13.60	3.70	68.75

(2) 密度与生物量

从表 6.4.4-3 可以看出，16 个调查站位浮游动物密度变化范围为 103.46 ~ 874.07 ind./m³，均值 367.77 ind./m³，变幅一般 (SD=194.10)。16 个站位中以 A21 最高、A28 (626.67 ind/m³) 次之，A16 最低。总体调查海域浮游动物密度一般。16 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 153.91 ~ 735.19 mg/m³，均值 323.96 mg/m³，变幅一般 (SD=153.71)。以 A21 最高，A3 (571.62 mg/m³) 次之，A7 最低。总体上，调查海域总生物量处于中等水平。

表 6.4.4-3 浮游动物生物量统计

站位	全网数量 (ind.)	密度/(ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
A1	620	484.38	274.22
A3	720	486.49	571.62
A5	676	379.78	384.27
A7	748	292.19	153.91
A8	570	261.47	236.24
A9	1136	516.36	382.73
A12	852	302.13	242.55

站位	全网数量 (ind.)	密度/(ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
A13	590	194.08	276.64
A14	650	204.40	196.23
A16	329	103.46	364.15
A18	946	281.55	228.57
A20	956	261.20	206.28
A21	944	874.07	735.19
A24	474	213.51	437.39
A26	604	402.67	206.67
A28	188	626.67	286.67
平均值	687.69	367.77±194.10	323.96±153.71

(3) 多样性水平

本次调查, 各站平均出现浮游动物 15 种 (类); 浮游动物多样性指数中等, 均值为 3.49, 变幅较小 (SD=0.40), 变化范围为 2.37~3.97, 以 A20 最高, A9 (3.93) 次之, A26 最低; 均匀度指数变化范围为 0.42~0.71, 均值为 0.62, 海区均匀度中等, 变幅较小, 以 A20 最高, A26 最低 (见表 6.4.4-4)。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价, 多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类: I类为> 3.5, II类为 2.5~3.5, III类为 1.5~2.5, IV类为 0.6~1.5, V类为< 0.6。本次调查, 海域多样性阈值变化范围为 1.00~2.81, 均值为 2.19, 变幅较小 (SD=0.46), A20 最高, A26 最低。其中 A3、A8、A9、A18、A20 站位属II类水平, 多样性较丰富; A26 站位属IV类水平, 多样性较少; 其他站位均属III类水平, 多样性中等。总体调查海域整体属III类, 浮游动物多样性中等。

表 6.4.4-4 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
A1	16	3.63	0.65	2.35
A3	17	3.74	0.67	2.50
A5	13	3.33	0.59	1.97
A7	10	3.04	0.54	1.65
A8	16	3.82	0.68	2.60
A9	21	3.93	0.70	2.76

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
A12	17	3.67	0.65	2.40
A13	15	3.47	0.62	2.15
A14	15	3.52	0.63	2.20
A16	14	3.27	0.58	1.90
A18	16	3.76	0.67	2.51
A20	19	3.97	0.71	2.81
A21	15	3.25	0.58	1.88
A24	16	3.68	0.66	2.42
A26	11	2.37	0.42	1.00
A28	13	3.33	0.59	1.98
平均值	15	3.49 ± 0.40	0.62 ± 0.07	2.19 ± 0.46

2、秋季调查（2021年9月）

（1）种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 52 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游甲壳动物桡足类、浮游幼体、浮游甲壳动物枝角类、浮游甲壳动物端足类、浮游甲壳动物樱虾类、浮游甲壳动物莹虾类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 23 种，占总种类数的 44.23%；浮游幼体次之，出现 12 种（23.08%）；其他类群出现种类较少。（见表 6.4.4-5）

表 6.4.4-5 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例 (%)
浮游甲壳动物桡足类	23	44.23
浮游幼体	12	23.08
浮游毛颚类	5	9.62
腔肠动物水螅水母类	3	5.77
被囊动物有尾类	3	5.77
浮游甲壳动物枝角类	2	3.85
浮游甲壳动物樱虾类	1	1.92
浮游甲壳动物端足类	1	1.92
浮游甲壳动物莹虾类	1	1.92
原生动物	1	1.92

种类	种类数	种类组成比例 (%)
总计	52	100

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查出现优势种 7 种（表 6.4.4-6），分别为桡足类幼体(*Copepoda larvae*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、鸟喙尖头溞(*Penilia avirostris*)、夜光虫(*Noctiluca scintillans*)、强额拟哲水蚤(*Paracalanus crassirostris*)、肥胖三角溞(*Evadne tergestina*)和筒长腹剑水蚤(*Oithona simplex*)。这 7 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.201，海域平均栖息密度为 71.33 ind./m³，占浮游动物总栖息密度的 20.12%，在 18 个站位均有出现。

表 6.4.4-6 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ³)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.201	71.33	20.12	100
中华哲水蚤	0.112	39.58	11.16	100
鸟喙尖头溞	0.038	17.31	4.88	93.75
夜光虫	0.032	11.90	3.36	81.25
肥胖三角溞	0.029	14.33	4.04	68.75
强额拟哲水蚤	0.028	13.93	3.93	68.75
筒长腹剑水蚤	0.025	14.49	4.09	68.75

(2) 密度与生物量

从表 6.4.4-7 可以看出，18 个调查站位浮游动物密度变化范围为 130.32 ~ 926.32 ind./m³，均值 379.18 ind./m³，变幅一般 (SD=245.60)。18 个站位中以 A21 最高、A22 (909.09 ind/m³) 次之，A25 最低。总体调查海域浮游动物密度一般。18 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 50.97 ~ 480.77 mg/m³，均值 222.81mg/m³，变幅一般 (SD=129.42)。以 A28 最高，A21 (405.26 mg/m³) 次之，A25 最低。总体上，调查海域总生物量处于中等水平。

表 6.4.4-7 浮游动物生物量统计

站位	全网数量 (ind.)	密度/(ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
A1	606	466.15	242.31
A3	564	440.63	229.69

站位	全网数量 (ind.)	密度/(ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
A5	610	386.08	375.95
A7	778	306.30	133.07
A8	702	276.38	117.72
A9	812	314.73	278.29
A12	716	233.99	102.94
A13	628	178.41	76.14
A14	712	213.17	184.73
A16	598	159.04	136.70
A18	616	146.67	137.14
A20	814	190.19	78.50
A21	704	926.32	405.26
A22	600	909.09	362.12
A24	692	320.37	341.67
A25	404	130.32	50.97
A26	620	688.89	276.67
A28	280	538.46	480.77
平均值	636.44	379.18 ± 245.60	222.81 ± 129.42

(3) 多样性水平

本次调查，各站平均出现浮游动物 18 种（类）；浮游动物多样性指数中等，均值为 3.75，变幅较小（SD=0.19），变化范围为 3.47~4.10，以 A26 最高，A20（4.06）次之，A14 最低；均匀度指数变化范围为 0.61~0.72，均值为 0.66，海区均匀度中等，变幅较小，以 A26 最高，A14 和 A25 最低（见表 6.4.4-8）。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价，多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类：I 类为 > 3.5，II 类为 2.5~3.5，III 类为 1.5~2.5，IV 类为 0.6~1.5，V 类为 < 0.6。本次调查，海域多样性阈值变化范围为 2.11~2.94，均值为 2.48，变幅较小（SD=0.25），A26 最高，A14 最低。其中 A9、A20、A21、A22、A26、A28 站位属 II 类水平，多样性较丰富；其他站位均属 III 类水平，多样性中等。总体调查海域整体属 III 类，浮游动物多样性中等。

表 6.4.4-8 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
A1	17	3.66	0.64	2.35
A3	16	3.59	0.63	2.26
A5	19	3.59	0.63	2.26
A7	17	3.66	0.64	2.35
A8	18	3.70	0.65	2.41
A9	20	3.90	0.68	2.67
A12	18	3.77	0.66	2.49
A13	16	3.61	0.63	2.28
A14	16	3.47	0.61	2.11
A16	17	3.76	0.66	2.48
A18	16	3.72	0.65	2.43
A20	20	4.04	0.71	2.86
A21	19	4.03	0.71	2.85
A22	18	3.92	0.69	2.69
A24	19	3.63	0.64	2.31
A25	14	3.50	0.61	2.15
A26	20	4.10	0.72	2.94
A28	20	3.93	0.69	2.71
平均值	18	3.75 ± 0.19	0.66 ± 0.03	2.48 ± 0.25

6.4.5 底栖生物

1、春季调查（2021年4月）

（1）种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 27 种。其中软体动物和节肢动物为主要生物群为 7 科 9 种，分别占种类总数的 33.33%，其次为环节动物为 5 科 5 种，占种类总数的 18.53%。（见表 6.4.5-1）

表 6.4.5-1 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例 (%)
软体动物	7	9	33.33
棘皮动物	2	2	7.41
节肢动物	7	9	33.33

环节动物	5	5	18.53
蠕虫动物	1	1	3.70
刺胞动物	1	1	3.70
总计	23	27	100

(2) 优势种和优势度

本次调查，出现的 27 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 4 种，分别为菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)、不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、小寄居蟹(*pagurus ninutus*)和羽须鳃沙蚕(*Dendronereis pinnaticirris*)；这 5 种生物的优势度范围为 0.026 ~ 0.092。

表 6.4.5-2 底栖生物优势种组成

优势种	优势度 (Y)
菲律宾蛤仔(<i>Ruditapes philippinarum</i>)	0.092
小寄居蟹(<i>pagurus ninutus</i>)	0.034
不倒翁虫(<i>Sternaspis scutata</i>)	0.028
羽须鳃沙蚕(<i>Dendronereis pinnaticirris</i>)	0.026

(3) 生物量及栖息密度

1) 总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 93.33 ind./m²，总平均生物量为 85.55 g/m²。栖息密度主要以软体动物为优势，栖息密度为 39.05 ind./m²，占 41.84%；其次为节肢动物，栖息密度为 23.81 ind./m²，占 25.51%。生物量的组成也以软体动物为主，生物量为 42.42 g/m²，占总生物量的 49.58%；其次为节肢动物，生物量为 39.41 g/m²，占总生物量的 46.06%。（见表 6.4.5-3）。

表 6.4.5-3 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	蠕虫动物	刺胞动物	总计
栖息密度 (ind./m ²)	39.05	1.90	23.81	22.86	4.76	0.95	93.33
栖息密度比例 (%)	41.84	2.04	25.51	24.49	5.10	1.02	100
生物量 (g/m ²)	42.42	1.05	39.41	0.80	1.68	0.20	85.55
生物量比例 (%)	49.58	1.22	46.06	0.94	1.96	0.23	100

2) 生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，16个调查站位生物量范围为 17.73 ~171.60 g/m²；栖息密度方面，16个调查站位栖息密度范围为 26.67 ~200.00 ind./m²，其中 A1 站位的生物量最高，为 171.60 g/m²，同时 A1 站位的栖息密度也为最高，为 200.00 ind./m²（见表 6.4.5-4）。最高生物量是最低生物量的 9.7 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 7.5 倍。

软体动物在调查海域内所有站位点分散出现，其平均密度为 39.05 ind./m²，平均生物量为 42.42 g/m²；其次为节肢动物，平均密度为 23.81 ind./m²，平均生物量为 39.41 g/m²。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。所有站位的生物量及栖息密度都较一般。

表 6.4.5-4 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	昆虫动物	刺胞动物	总计
A1	生物量	154.80	/	/	0.80	16.00	/	171.60
	栖息密度	120.00	/	/	53.33	26.67	/	200.00
A3	生物量	22.53	/	/	0.40	3.20	/	26.13
	栖息密度	40.00	/	/	13.33	13.33	/	66.67
A5	生物量	17.73	/	19.47	2.80	/	2.80	42.80
	栖息密度	26.67	/	26.67	53.33	/	13.33	120.00
A7	生物量	33.73	14.13	28.67	/	/	/	76.53
	栖息密度	26.67	13.33	13.33	/	/	/	53.33
A8	生物量	/	/	62.67	/	/	/	62.67
	栖息密度	/	/	53.33	/	/	/	53.33
A9	生物量	14.00	/	30.67	1.60	1.47	/	47.73
	栖息密度	40.00	/	26.67	26.67	13.33	/	106.67
A12	生物量	54.80	/	/	0.27	/	/	55.07
	栖息密度	53.33	/	/	13.33	/	/	66.67
A13	生物量	22.40	/	97.60	0.67	/	/	120.67
	栖息密度	13.33	/	53.33	13.33	/	/	80.00
A14	生物量	14.67	0.53	12.53	1.07	/	/	28.80
	栖息密度	13.33	13.33	13.33	26.67	/	/	66.67
A16	生物量	/	/	17.47	0.27	/	/	17.73

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	昆虫动物	刺胞动物	总计
	栖息密度	/	/	13.33	13.33	/	/	26.67
A18	生物量	40.67	/	34.00	0.27	/	/	74.93
	栖息密度	26.67	/	13.33	13.33	/	/	53.33
A20	生物量	/	/	33.07	1.07	2.80	/	36.93
	栖息密度	/	/	13.33	26.67	13.33	/	53.33
A21	生物量	74.27	/	89.87	1.07		/	165.20
	栖息密度	53.33	/	53.33	53.33	/	/	160.00
A24	生物量	30.80	/	84.27	/	/	/	115.07
	栖息密度	13.33	/	26.67	/	/	/	40.00
A26	生物量	27.87	/	/	0.93	/	/	28.80
	栖息密度	26.67	/	/	13.33	/	/	40.00
A28	生物量	85.60	/	41.47	/	/	/	127.07
	栖息密度	93.33	/	26.67	/	/	/	120.00
平均	生物量	42.42	1.05	39.41	0.80	1.68	0.20	85.55
	栖息密度	39.05	1.90	23.81	22.86	4.76	0.95	93.33

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 1.00~2.42 之间（见表 6.4.5-5），平均为 1.81。多样性指数 A5 站位最高，A16 站位最低；均匀度分布范围在 0.21~0.51 之间，均值为 0.38。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

表 6.4.5-5 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
A1	5	15	2.07	0.44
A3	4	5	1.92	0.40
A5	6	9	2.42	0.51
A7	4	4	2.00	0.42
A8	3	3	1.50	0.32
A9	5	8	2.16	0.45
A12	3	5	1.52	0.32

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
A13	4	5	1.92	0.40
A14	4	5	1.92	0.40
A16	2	2	1.00	0.21
A18	3	4	1.50	0.32
A20	4	4	2.00	0.42
A21	6	12	2.36	0.50
A24	3	3	1.58	0.33
A26	3	3	1.58	0.33
A28	4	9	1.45	0.30
平均值	4	6	1.81	0.38

2、秋季调查（2021年9月）

（1）种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 27 种。其中软体动物和节肢动物为主要生物群为 7 科 9 种，占种类总数的 33.33%，其次为环节动物为 5 科 5 种，均占种类总数的 18.52%。（见表 6.4.5-6）

表 6.4.5-6 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例(%)
软体动物	7	9	33.33
节肢动物	7	9	33.33
环节动物	5	5	18.52
棘皮动物	2	2	7.42
蠕虫动物	1	1	3.70
刺胞动物	1	1	3.70
总计	23	27	100

（2）优势种和优势度

本次调查，出现的 27 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 4 种，分别为菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)、不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、棒锥螺(*Turritella terebra bacillum*)和浅缝骨螺(*Murex trapa Roding*)；这 4 种生物的优势度范围为 0.022 ~ 0.164。

表 6.4.5-7 底栖生物优势种组成

优势种	优势度 (Y)
菲律宾蛤仔(<i>Ruditapes philippinarum</i>)	0.164
不倒翁虫(<i>Sternaspis scutata</i>)	0.100
棒锥螺(<i>Turritella terebra bacillum</i>)	0.029
浅缝骨螺(<i>Murex trapa Roding</i>)	0.022

(3) 生物量及栖息密度

1) 总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 158.52 ind./m²，总平均生物量为 126.48 g/m²。栖息密度主要以软体动物为优势，栖息密度为 80.74 ind./m²，占 50.93%；其次为环节动物，栖息密度为 43.70 ind./m²，占 27.57%。生物量的组成也以软体动物为主，生物量为 91.90g/m²，占总生物量的 72.66%；其次为节肢动物，生物量为 32.10 g/m²，占总生物量的 25.38%。（见表 6.4.5-8）。

表 6.4.5-8 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	蠕虫动物	刺胞动物	总计
栖息密度 (ind./m ²)	80.74	2.96	27.41	43.70	2.96	0.74	158.52
栖息密度比例 (%)	50.93	1.87	17.29	27.57	1.87	0.47	100
生物量 (g/m ²)	91.90	0.96	32.10	1.01	0.09	0.43	126.48
生物量比例 (%)	72.66	0.76	25.38	0.80	0.07	0.34	100

2) 生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，18 个调查站位生物量范围为 39.33 ~358.93 g/m²；栖息密度方面，18 个调查站位栖息密度范围为 93.33 ~ 306.67 ind./m²，其中 A3 站位的生物量最高，为 358.93 g/m²，同时 A3 站位的栖息密度也为最高，为 306.67 ind./m²（见表 6.4.5-9）。最高生物量是最低生物量的 9.1 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 3.3 倍。

软体动物在调查海域内所有站位点分散出现，其平均密度为 80.74 ind./m²，平均生物量为 91.90 g/m²；其次为节肢动物，平均密度为 27.41 ind./m²，平均生物量为 32.10 g/m²。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。所有站位的生物量及栖息密度都较一般。

表 6.4.5-9 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	蠕虫动物	刺胞动物	总计
A1	生物量	198.67	/	89.20	1.07	/	/	288.93
	栖息密度	133.33	/	40.00	40.00	/	/	213.33
A3	生物量	316.27	/	42.00	0.67	/	/	358.93
	栖息密度	240.00	/	26.67	40.00	/	/	306.67
A5	生物量	117.73	/	20.13	1.07	/	7.73	146.67
	栖息密度	106.67	/	13.33	53.33	/	13.33	186.67
A7	生物量	102.40	/	41.20	/	0.40	/	144.00
	栖息密度	106.67	/	26.67	/	13.33	/	146.67
A8	生物量	82.40	/	27.07	1.47	/	/	110.93
	栖息密度	53.33	/	13.33	66.67	/	/	133.33
A9	生物量	94.53	/	22.27	1.33	0.40	/	118.53
	栖息密度	93.33	/	13.33	53.33	13.33	/	173.33
A12	生物量	73.20	2.13	23.87	0.40	/	/	99.60
	栖息密度	53.33	13.33	13.33	26.67	/	/	106.67
A13	生物量	42.00	5.20	16.13	0.80	/	/	64.13
	栖息密度	26.67	13.33	13.33	40.00	/	/	93.33
A14	生物量	56.40	/	43.07	1.73	/	/	101.20
	栖息密度	53.33	/	53.33	66.67	/	/	173.33
A16	生物量	89.33	/	11.33	0.80	0.13	/	101.60
	栖息密度	93.33	/	13.33	40.00	13.33	/	160.00
A18	生物量	68.80	/	34.27	0.27	/	/	103.33
	栖息密度	66.67	/	40.00	13.33	/	/	120.00
A20	生物量	28.67	/	60.40	0.93	/	/	90.00
	栖息密度	26.67	/	80.00	40.00	/	/	146.67
A21	生物量	125.60	2.93	50.53	0.93	/	/	180.00
	栖息密度	133.33	13.33	40.00	40.00	/	/	226.67
A22	生物量	39.07	/	20.27	1.20	/	/	60.53

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	昆虫动物	刺胞动物	总计
	栖息密度	53.33	/	26.67	53.33	/	/	133.33
A24	生物量	39.20	6.93	35.20	1.20	0.67	/	83.20
	栖息密度	26.67	13.33	26.67	26.67	13.33	/	106.67
A25	生物量	38.53	/	/	0.80	/	/	39.33
	栖息密度	40.00	/	/	66.67	/	/	106.67
A26	生物量	61.60	/	4.13	1.60	/	/	67.33
	栖息密度	80.00	/	13.33	53.33	/	/	146.67
A28	生物量	79.87	/	36.67	1.87	/	/	118.40
	栖息密度	66.67	/	40.00	66.67	/	/	173.33
平均	生物量	91.90	0.96	32.10	1.01	0.09	0.43	126.48
	栖息密度	80.74	2.96	27.41	43.70	2.96	0.74	158.52

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 1.30~2.95 之间（见表 6.4.5-10），平均为 2.48。多样性指数 A3 站位最高，A25 站位最低；均匀度分布范围在 0.27~0.62 之间，均值为 0.52。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

表 6.4.5-10 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
A1	7	16	2.66	0.56
A3	9	23	2.95	0.62
A5	8	14	2.81	0.59
A7	7	11	2.66	0.56
A8	4	10	1.85	0.39
A9	6	13	2.29	0.48
A12	7	8	2.75	0.58
A13	4	7	1.84	0.39
A14	8	13	2.87	0.60
A16	7	12	2.69	0.57
A18	5	9	2.55	0.54
A20	6	11	2.48	0.52

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
A21	8	17	2.90	0.61
A22	6	10	2.45	0.51
A24	7	8	2.75	0.58
A25	3	8	1.30	0.27
A26	5	11	2.19	0.46
A28	6	13	2.66	0.56
平均值	6	12	2.48	0.52

6.4.6 潮间带生物

1、春季调查（2021年4月）

（1）潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 8 科 13 种。三个现场断面均为沙质断面，受风浪潮流作用强度大，沉积环境并不稳定，仅采集到软体动物和节肢动物，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 5 科 6 种，占种类总数的 46.15%；节肢动物各 3 科 7 种，各占种类总数的 53.85%，常见平背蜞，肉球近方蟹等。

（2）潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 20.13 g/m²，平均栖息密度为 12.00 ind./m²，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 6.4.6-1。

表 6.4.6-1 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	总计
生物量(g/m ²)	13.51	6.62	20.13
生物量百分比 (%)	67.11	32.89	100
栖息密度(ind./m ²)	7.56	4.44	12.00
栖息密度百分比 (%)	62.96	37.04	100

（3）生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ3 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 47.40 g/m²；其次是 CJ2 号断面的高潮区采样点，其生物量为 27.00 g/m²，最高生物量是最低生物量的 10.04 倍；栖息密度也以 CJ3 号断面的低潮区最高；栖息密度为 28.00 ind./m²，其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 20.00

ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 7 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 6.4.6-2。

表 6.4.6-2 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	总计
CJ1 高潮区	生物量	4.72	/	4.72
	栖息密度	4.00	/	4.00
CJ1 中潮区	生物量	13.24	6.48	19.72
	栖息密度	8.00	4.00	12.00
CJ1 低潮区	生物量	6.20	1.04	7.24
	栖息密度	4.00	4.00	8.00
CJ2 高潮区	生物量	27.00	/	27.00
	栖息密度	12.00	/	12.00
CJ2 中潮区	生物量	8.80	12.16	20.96
	栖息密度	4.00	4.00	8.00
CJ2 低潮区	生物量	8.64	14.52	23.16
	栖息密度	8.00	12.00	20.00
CJ3 高潮区	生物量	12.16	/	12.16
	栖息密度	4.00	/	4.00
CJ3 中潮区	生物量	14.04	4.80	18.84
	栖息密度	8.00	4.00	12.00
CJ3 低潮区	生物量	26.80	20.60	47.40
	栖息密度	16.00	12.00	28.00

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为 CJ3 > CJ2 > CJ1，见表 6.4.6-3。

表 6.4.6-3 潮间带生物各断面水平分布

项目	CJ1	CJ2	CJ3
生物量 (g/m ²)	31.68	71.12	78.40
栖息密度 (ind./m ²)	24	40	44

在调查断面的在垂直分布上,生物量和栖息密度二者高低排序均为低潮区>中潮区>高潮区,见表 6.4.6-4。

表 6.4.6-4 潮间带生物各断面垂直分布

项目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	43.88	59.52	77.80
栖息密度 (ind./m ²)	20	32	56

(5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 6.4.6-5,多样性指数的变化范围较小,在 1.92~2.12 之间,平均值为 2.05;均匀度的变化范围为 0.52~0.57,平均值为 0.55;总的来说,多样性指数和均匀度均处于中等水平。

表 6.4.6-5 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ1	4	6	1.92	0.52
CJ2	5	10	2.12	0.57
CJ3	5	11	2.12	0.57
平均值	5	9	2.05	0.55

2、秋季调查 (2021 年 9 月)

(1) 潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查,共鉴定出潮间带生物 2 门 7 科 11 种。三个现场断面均为沙质断面,受风浪潮流作用强度大,沉积环境并不稳定,仅采集到软体动物和节肢动物,生物数量和种类均较少。其中,软体动物有 5 科 6 种,占种类总数的 54.54%;节肢动物各 2 科 5 种,各占种类总数的 45.46%,常见疣荔枝螺,单齿螺等。

(2) 潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查,潮间带生物平均生物量为 13.35 g/m²,平均栖息密度为 10.22 ind./m²,软体动物生物量和栖息密度都较占优势,详见表 6.4.6-6。

表 6.4.6-6 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	总计
----	------	------	----

生物量(g/m ²)	11.28	2.08	13.35
生物量百分比 (%)	84.45	15.55	100
栖息密度(ind./m ²)	8.00	2.22	10.22
栖息密度百分比 (%)	78.26	21.74	100

(3) 生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ3 号断面的中潮区采样点为最高，其生物量为 27.00 g/m²；其次是 CJ3 号断面的低潮区采样点，其生物量为 26.88 g/m²，最高生物量是最低生物量的 5.53 倍；栖息密度也以 CJ3 号断面的中潮区和低潮区最高；栖息密度为 20.00 ind./m²，其次是 CJ2 号断面的中潮区和低潮区采样点，栖息密度为 16.00 ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 5 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 6.4.6-7。

表 6.4.6-7 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	总计
CJ1 高潮区	生物量	/	/	/
	栖息密度	/	/	/
CJ1 中潮区	生物量	14.28	/	14.28
	栖息密度	8	/	8
CJ1 低潮区	生物量	5.80	/	5.80
	栖息密度	4	/	4
CJ2 高潮区	生物量	4.88	/	4.88
	栖息密度	4	/	4
CJ2 中潮区	生物量	7.36	3.48	10.84
	栖息密度	12	4	16
CJ2 低潮区	生物量	12.24	6.20	18.44
	栖息密度	8	8	16
CJ3 高潮区	生物量	7.16	/	7.16
	栖息密度	4	/	4
CJ3 中潮区	生物量	22.72	4.28	27.00
	栖息密度	16	4	20
CJ3 低潮区	生物量	22.16	4.72	26.88
	栖息密度	16	4	20

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为 CJ3 > CJ2 > CJ1，见表 6.4.6-8。

表 6.4.6-8 潮间带生物各断面水平分布

项目	CJ1	CJ2	CJ3
生物量 (g/m ²)	20.28	34.16	61.04
栖息密度 (ind./m ²)	12	36	44

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为中潮区 > 低潮区 > 高潮区，见表 6.4.6-9。

表 6.4.6-9 潮间带生物各断面垂直分布

项目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	12.04	52.12	51.12
栖息密度 (ind./m ²)	8	44	40

(5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 6.4.6-10，多样性指数的变化范围较小，在 0.92~2.42 之间，平均值为 1.80；均匀度的变化范围为 0.27~0.70，平均值为 0.52；总的来说，多样性指数和均匀度均处于中等水平。

表 6.4.6-10 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ1	2	3	0.92	0.27
CJ2	6	9	2.42	0.70
CJ3	5	11	2.05	0.59
平均值	4	8	1.80	0.52

6.4.7 渔业资源

1、春季调查（2021 年 4 月）

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 42 种，其中：鱼类 27 种，甲壳类共 13 种（其中虾类 3 种，蟹类 9 种、虾蛄类 1 种），头足类 2 种。这些种类分别是鲮鱼、龙头鱼、棘头梅童鱼、短吻鲷、中国枪乌贼和口虾蛄等。

七个断面的种类数相对差别一般，其中 SF3 断面的种类数量相对较多为 25 种；SF1、SF4、SF5 和 SF7 断面种类数量最少，为 20 种。

表 6.4.7-1 各断面的出现种类统计结果

类群	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7
鱼类	12	11	13	12	15	15	12
甲壳类	7	12	11	7	3	4	6
头足类	1	1	1	1	2	2	2
合计	20	24	25	20	20	21	20

(2) 渔获率

7 个调查断面的重量渔获率变化范围为 2.95 ~ 5.06 kg/h，平均重量渔获率为 4.18 kg/h；个体渔获率变化范围为 306 ~ 508 ind./h，平均个体渔获率为 400.00 ind./h（表 6.4.7-2）。其中，鱼类重量渔获率为 2.45 kg/h，占总重量渔获率的大部分；甲壳类个体渔获率 224.86 ind./h，占总个体渔获率的大部分。

表 6.4.7-2 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	项目	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	平均
鱼类	重量渔获率	1.19	1.44	1.41	2.93	2.95	3.79	3.42	2.45
	个体渔获率	68	148	72	198	204	256	192	162.57
甲壳类	重量渔获率	1.73	2.05	2.46	1.84	0.56	1.07	1.24	1.56
	个体渔获率	290	268	432	268	70	122	124	224.86
头足类	重量渔获率	0.03	0.26	0.12	0.02	0.33	0.20	0.26	0.18
	个体渔获率	4	12	4	2	32	16	18	12.57
合计	重量渔获率	2.95	3.76	3.98	4.79	3.83	5.06	4.93	4.18
	个体渔获率	362	428	508	468	306	394	334	400.00

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind./h；“/”表示没有出现。

(3) 资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 180.76 kg/km² 和

17279 ind./km²。重量密度分布由低到高的断面依次是 SF1、SF2、SF5、SF3、SF4、SF7、SF6；个体密度分布由低到高的断面依次是 SF5、SF7、SF1、SF6、SF2、SF4、SF3。

表 6.4.7-3 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	127.26	15637
SF2	162.25	18488
SF3	171.97	21944
SF4	206.87	20216
SF5	165.57	13218
SF6	218.66	17019
SF7	212.74	14428
平均	180.76	17279

(4) 鱼类资源状况

1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 27 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

2) 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 6.4.7-4，其平均重量密度为 105.69 kg/km²，平均个体密度为 7023 ind./km²。

表 6.4.7-4 鱼类资源密度

断面	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	平均
重量密度 (kg/km ²)	51.32	62.33	60.86	126.48	127.26	163.67	147.90	105.69
个体密度 (ind./km ²)	2937	6393	3110	8553	8812	11058	8294	7023

3) 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 6.4.7-5，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 7 种，分别为：鲮鱼、皮氏叫姑鱼、中华小公鱼、龙头鱼、棘头梅童鱼、短吻鲷和二长棘鲷，这

7 种鱼类其平均重量渔获率之和为 1.87 kg/h，占鱼类总平均重量渔获率（2.45 kg/h）的 76.33%；这 6 种鱼类其平均个体渔获率为 117.14 ind./h，占鱼类总平均个体渔获率（162.57ind./h）的 72.06%。由此确定这 7 种为鱼类的优势种。

表 6.4.7-5 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
鲮鱼	100.00	2.3210	26.88	87	15.26	4214.06
长颌棱鯧	71.43	0.3330	3.86	24	4.21	576.19
皮氏叫姑鱼	57.14	1.3400	15.52	37	6.49	1257.63
红狼牙虾虎鱼	42.86	0.0995	1.15	6	1.05	94.49
弓斑东方鲀	14.29	0.0060	0.07	2	0.35	6.01
中华小公鱼	57.14	0.8540	9.89	78	13.68	1347.06
黄鲫	28.57	0.0615	0.71	5	0.88	45.41
蓝圆鲹	42.86	0.1470	1.70	27	4.74	275.96
鳗鲡	28.57	0.1930	2.23	3	0.53	78.89
鹿斑仰口鲷	42.86	0.0445	0.52	17	2.98	149.90
卵鲷	42.86	0.0555	0.64	4	0.70	57.62
褐篮子鱼	42.86	0.5610	6.50	12	2.11	368.64
龙头鱼	85.71	0.8220	9.52	29	5.09	1251.99
绿鳍鱼	28.57	0.0645	0.75	7	1.23	56.43
棘头梅童鱼	85.71	0.3735	4.33	70	12.28	1423.36
赤鼻棱鯧	57.14	0.0565	0.65	5	0.88	87.51
虾虎鱼	28.57	0.0375	0.43	5	0.88	37.47
汉氏棱鯧	57.14	0.0520	0.60	6	1.05	94.56
短吻鲷	85.71	0.4800	5.56	44	7.72	1138.09
木叶鲷	28.57	0.0375	0.43	4	0.70	32.46
四带牙鲷	42.86	0.0470	0.54	3	0.53	45.88
海龙鱼	14.29	0.0035	0.04	1	0.18	3.09
食蟹豆齿鳗	14.29	0.0720	0.83	1	0.18	14.42
二长棘鲷	71.43	0.3375	3.91	65	11.40	1093.70
红牙鲷	28.57	0.0380	0.44	3	0.53	27.61
窄体舌鲷	42.86	0.0245	0.28	5	0.88	49.75
多鳞鱧	42.86	0.1735	2.01	20	3.51	236.48

4) 主要经济鱼类生物学特性

a. 鲮鱼

地理分布：广泛分布于太平洋、印度洋、大西洋、地中海、黑海等温带和热带近岸海区。我国沿海均产。

生活习性：鲮鱼为近岸生活的海产鱼类，尤喜栖息于咸淡水混合的水体和江河入口处，也有上溯至纯淡水江段的。性活泼，善跳跃，对环境适应力强，在淡水、咸淡水和盐度高达 40‰的海水都能生活，属中下层鱼类。雄鱼性成熟一般为 4 龄，雌鱼为 5 龄，生殖期为 3-4 月，在浅海接近河口处产卵。幼鱼有集群随水流进入河口及海湾内的习性。幼鱼以浮游动物为食料，长大后则摄食硅藻或刮取固着于泥表的生物。

本次调查的鲮鱼体长范围为 80~120mm，体重范围为 19.5~38.0g，平均体重为 25.60g。

b. 皮氏叫姑鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，西起波斯湾，东至澳大利亚北部。在中国分布于渤海（在渤海湾南起河北的秦皇岛、北达天津歧口）、黄海、东海、南海。

生活习性：皮氏叫姑鱼为暖温性近岸中下层小型鱼类。喜栖息于泥沙底以及岩礁附近海区，产卵时能发出“咕咕”叫声。主要饵料为桡足类、多毛类、细螯虾、小眼端足类、小蟹、褐虾、鼓虾和小鱼等。幼鱼以浮游动物为主食，成鱼主食小型鱼、虾类、底栖生物等。

本次调查的皮氏叫姑鱼体长范围为 95~156mm，体重范围为 15.0~58.5g，平均体重为 34.82g。

c. 中华小公鱼

地理分布：中华小公鱼是中国的特有物种。分布于南海和东海等。

生活习性：中华小公鱼为暖温性中上层小型鱼类，栖息于近海一带，以浮游桡足类、毛虾和七星鱼等为饵。5、6 月间捕获较多。

本次调查的中华小公鱼体长范围为 65~85mm，体重范围为 8.5~16.0g，平均体重为 10.95g。

d. 龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、台湾及

东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼栖息于沿海中、下层，为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类为食。

本次调查的龙头鱼体长范围为 100~175mm，体重范围为 18.5~46.5g，平均体重为 27.88g。

e.棘头梅童鱼

地理分布：分布于西太平洋区，包括菲律宾、越南、中国、朝鲜、韩国及日本等沿海。

生活习性：主要栖息于河口及深度可达 90 米之砂泥底质中下层水域，群聚性较弱。对温度、盐度的适应能力较强，在长江口、杭州湾等河口海湾内侧沿岸江河淡水注入海区均有分布，有向深浅水间移动和发声习性。捕食底栖生物和小鱼、虾和糠虾为主，有自食幼体现象。

本次调查的棘头梅童鱼体长范围为 24~78mm，体重范围为 3.0~8.5g，平均体重为 5.36g。

f.短吻鲷

地理分布：本鱼分布于印度太平洋区，包括东非、马达加斯加、毛里求斯、马尔代夫、斯里兰卡、印度、孟加拉湾、泰国、马来西亚、越南、日本、台湾、中国、印尼、澳洲、新几内亚、密克罗尼西亚、帕劳、马绍尔群岛、马里亚纳群岛等海域。中国见于南海与东海。

生活习性：主要生活在浅水域向下至深度大约 40 公尺，主要在底部的附近，成群出现。常出现在河口的咸水域，捕食小型甲壳类、多毛类维生。

本次调查的短吻鲷体长范围为 54~76mm，体重范围为 8.5~13.0g，平均体重为 11.21g。

g.二长棘鲷

地理分布：分布于北太平洋西部。日本南部，东海，南海北部,台湾海峡以及印度尼西亚沿海均有分布。

生活习性：二长棘鲷为暖温性底层鱼类，栖息于近海水深 20-70 米。为南海经济鱼类。每年的 3~4 月，是二长棘鲷和四长棘鲷(以下称长棘鲷)繁殖生长期。沿海一带浅海域、内湾几乎都有长棘鲷的踪迹，虽然个体不大，但其种群庞大、

数量极多。

本次调查的二长棘鲷体长范围为 23~35mm，体重范围为 4.0~6.5g，平均体重为 5.41g。

(5) 头足类的资源状况

1) 种类组成

本次调查海域内仅捕获到中国枪乌贼和金乌贼 2 种头足类。

2) 头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，7 个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表 6.4.7-6，其平均重量密度和平均个体密度分别为 7.58 kg/km² 和 543 ind./km²。

表 6.4.7-6 头足类资源密度

断面	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	平均
重量密度 (kg/km ²)	1.43	11.40	5.05	0.82	14.34	8.81	11.19	7.58
个体密度 (ind./km ²)	173	518	173	86	1382	691	778	543

(6) 甲壳类资源状况

1) 种类组成

本次调查，经鉴定共捕获的甲壳类共 13 种，其中：虾类 3 种，蟹类 9 种、虾蛄类 1 种。

2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 6.4.7-7，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：红星梭子蟹、豆形拳蟹、鹰爪虾、变态蛄和口虾蛄。这 5 种甲壳类平均重量渔获率之和为 1.36 kg/h，占甲壳类总平均重量渔获率（1.56kg/h）的 87.18%；这 5 种甲壳类平均个体渔获率之和为 195.14 ind./h，占甲壳类总平均个体渔获率（224.86 ind./h）的 86.78%。由此确定这 5 种为甲壳类的优势种。

表 6.4.7-7 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
红星梭子蟹	57.14	0.7785	14.24	27	3.43	1009.53
口虾蛄	100.00	1.7860	32.66	81	10.29	4295.20
变态蛄	100.00	0.3885	7.10	103	13.09	2019.20

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
锈斑蟳	42.86	0.0865	1.58	9	1.14	116.80
鹰爪虾	71.43	0.4935	9.02	63	8.01	1216.39
日本拟平家蟹	28.57	0.0710	1.30	7	0.89	62.51
豆形拳蟹	71.43	1.3270	24.27	409	51.97	5445.41
隆线强蟹	28.57	0.0540	0.99	7	0.89	53.63
日本蟳	57.14	0.0375	0.69	11	1.40	119.05
刀额仿对虾	71.43	0.1750	3.20	40	5.08	591.62
三疣梭子蟹	42.86	0.1880	3.44	11	1.40	207.24
直额蟳	28.57	0.0135	0.25	2	0.25	14.31
脊尾白虾	28.57	0.0695	1.27	17	2.16	98.03

3) 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 6.4.7-8，其平均重量密度和平均个体密度分别为 67.49 kg/km² 和 9713 ind./km²。平均重量密度分布从高到低的站位依次为 SF3、SF2、SF4、SF1、SF7、SF6、SF5；平均个体密度分布从高到低的站位依次为 SF3、SF1、SF2、SF4、SF7、SF6、SF5。

表 6.4.7-8 甲壳类资源密度

断面	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	平均
重量密度 (kg/km ²)	74.51	88.51	106.05	79.57	23.97	46.18	53.65	67.49
个体密度 (ind./km ²)	12527	11577	18661	11577	3024	5270	5356	9713

2、秋季调查（2021 年 9 月）

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 47 种，其中：鱼类 32 种，甲壳类共 11 种（其中虾类 4 种，蟹类 5 种、虾蛄类 2 种），头足类 2 种。这些种类分别是康氏小公鱼、多鳞鱮、南美白对虾、短吻鲷、豆形拳蟹和口虾蛄等。

8 个断面的种类数相对差别一般，其中 SF1 断面的种类数量相对较多为 21 种；SF2 和 SF3 断面种类数量最少，为 15 种。

表 6.4.7-9 各断面的出现种类统计结果

类群	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8
鱼类	8	8	9	11	14	11	10	8
甲壳类	11	7	6	5	4	8	6	9
头足类	1	0	0	0	0	1	0	0
合计	20	15	15	16	18	20	16	17

(2) 渔获率

8 个调查断面的重量渔获率变化范围为 3.39 ~ 12.22 kg/h, 平均重量渔获率为 5.50 kg/h; 个体渔获率变化范围为 256 ~ 1578 ind./h, 平均个体渔获率为 500.50 ind./h (表 6.4.7-10)。其中, 甲壳类重量渔获率为 3.17 kg/h, 个体渔获率 362.75 ind./h, 占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。

表 6.4.7-10 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	项目	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	平均
鱼类	重量渔获率	7.08	0.52	2.70	1.90	2.62	2.01	0.91	0.72	2.31
	个体渔获率	568	24	126	80	114	112	38	34	137.00
甲壳类	重量渔获率	5.11	3.97	1.88	2.28	3.00	3.52	2.49	3.16	3.17
	个体渔获率	1008	374	130	202	234	228	344	382	362.75
头足类	重量渔获率	0.03	/	/	/	/	0.09	/	/	0.02
	个体渔获率	2	/	/	/	/	4	/	/	0.75
合计	重量渔获率	12.22	4.48	4.58	4.19	5.61	5.62	3.39	3.88	5.50
	个体渔获率	1578	398	256	282	348	344	382	416	500.50

注: 重量渔获率单位为 kg/h; 个体渔获率单位为 ind./h; “/”表示没有出现。

(3) 资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 395.64 kg/km² 和 36033ind./km²。重量密度分布由高到低的断面依次是 SF1、SF6、SF5、SF3、SF2、SF4、SF8、SF7; 个体密度分布由高到低的断面依次是 SF1、SF8、SF2、SF7、SF5、SF6、SF4、SF3。

表 6.4.7-11 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	879.41	113607
SF2	322.82	28654
SF3	329.45	18431
SF4	301.37	20302

SF5	404.10	25054
SF6	404.46	24766
SF7	244.35	27502
SF8	279.19	29950
平均	395.64	36033

(4) 鱼类资源状况

1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 32 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

2) 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 6.4.7-12，其平均重量密度为 166.00 kg/km²，平均个体密度为 9863 ind./km²。

表 6.4.7-12 鱼类资源密度

断面	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	平均
重量密度 (kg/km ²)	509.36	37.22	196.10	136.93	188.48	144.78	65.30	51.84	166.00
个体密度 (ind./km ²)	40893	1728	9071	5760	8207	8063	2736	2448	9863

3) 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 6.4.7-13，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，分别为：红狼牙虾虎鱼、康氏小公鱼和多鳞鱮，这 3 种鱼类其平均重量渔获率之和为 1.42 kg/h，占鱼类总平均重量渔获率（2.31 kg/h）的 61.47%；这 3 种鱼类其平均个体渔获率为 100.00 ind./h，占鱼类总平均个体渔获率（137.00ind./h）的 72.99%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 6.4.7-13 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
红狼牙虾虎鱼	50.00	4.2460	46.04	307	56.02	5102.95
黄鲫	37.50	0.0465	0.50	5	0.91	53.12

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
鲈鱼	25.00	0.0240	0.26	3	0.55	20.19
白姑鱼	50.00	0.3355	3.64	7	1.28	245.75
康氏小公鱼	87.50	0.6165	6.68	53	9.67	1431.14
短吻鲷	62.50	0.3910	4.24	26	4.74	561.50
长颌棱鯧	62.50	0.2620	2.84	19	3.47	394.24
蓝圆鲹	37.50	0.1310	1.42	13	2.37	142.22
鳗鲡	75.00	0.0940	1.02	10	1.82	213.30
四带牙鲷	12.50	0.0250	0.27	2	0.36	7.95
褐篮子鱼	25.00	0.0145	0.16	2	0.36	13.05
长棘银鲈	12.50	0.0760	0.82	1	0.18	12.58
尖尾鳎	12.50	0.0500	0.54	1	0.18	9.06
赤鼻棱鯧	25.00	0.1305	1.41	4	0.73	53.62
多鳞鱈	75.00	0.8225	8.92	40	7.30	1216.29
汉氏棱鯧	12.50	0.0150	0.16	1	0.18	4.31
卵鳎	12.50	0.0160	0.17	1	0.18	4.45
龙头鱼	50.00	0.3960	4.29%	14	2.55	342.42
食蟹豆齿鳎	12.50	0.0250	0.27	1	0.18	5.67
红牙鲷	12.50	0.0150	0.16	2	0.36	6.60
皮氏叫姑鱼	37.50	0.3995	4.33	6	1.09	203.49
条尾绯鲤	12.50	0.0205	0.22	1	0.18	5.06
宽体舌鳎	25.00	0.1040	1.13	2	0.36	37.31
金线鱼	12.50	0.0295	0.32	1	0.18	6.28
眶棘双边鱼	12.50	0.0180	0.20	2	0.36	7.00
斑鲷	12.50	0.0250	0.27	3	0.55	10.23
鹿斑仰口鲷	12.50	0.0350	0.38	3	0.55	11.59
鲷鱼	12.50	0.0465	0.50	3	0.55	13.15
黄姑鱼	37.50	0.5825	6.32	9	1.64	298.43
金钱鱼	12.50	0.1190	1.29	2	0.36	20.69
黄鳍鲷	25.00	0.0840	0.91	2	0.36	31.89
鲷	25.00	0.0275	0.30	2	0.36	16.58

4)主要经济鱼类生物学特性

a.红狼牙虾虎鱼

地理分布：印度洋北部沿岸、东至印度尼西亚、北至朝鲜、日本以及沿海等。国内主要分布在中国长江中下游，特别是近海处。

生活习性：红狼牙虾虎鱼为暖水性鳗形假虎鱼。栖息于浅海及河口附近，常在泥沙中钻穴营居。属于近岸暖温性鱼类。此鱼在近海与淡水均能生存，在江岸穿穴潜居。性凶猛，食小鱼或小虾等。生活在底质为沙土、砾石、水质清亮而含氧丰富的池塘、湖泊、小河流的浅水区及山涧小溪中。平时分散居住在石隙里，用强有力的吸盘状腹鳍攀附于石壁，觅食时才从石隙中外出。成鱼喜欢跳跃，有时跳出水面，有时从一块石上跳往另一块石头。

本次调查的红狼牙虾虎鱼体长范围为 185~360mm，体重范围为 8.5~20.5g，平均体重为 13.83g。

b.康氏小公鱼

地理分布：印度至西太平洋；东非，从亚丁湾到桑吉巴，马达加斯加与模里西斯北部向东至香港与巴布亚新几内亚。国内沿海均有分布。

生活习性：康氏小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月。主要以环境中的浮游生物，桡足类生物与虾类幼体为食。

本次调查的康氏小公鱼体长范围为 60~80mm，体重范围为 7.0~15.0g，平均体重为 11.63g。

c.多鳞鱧

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，西起红海、南非，东至新几内亚，北至日本，南至新加勒多尼亚。在中国分布于渤海（河北、天津沿海从北到南均有）、黄海、东海、南海，在台湾分布于南部、西部、北部及澎湖沿海。

生活习性：多鳞鱧为沿岸的小型鱼类，主要栖息于泥沙底质的沿岸沙滩、河口红树林区或内湾水域，甚至淡水域。当遇到危险时会将自己埋藏在沙中。主要摄食多毛类、长尾类、端足类、糠虾类等。

本次调查的多鳞鱧体长范围为 85~155mm，体重范围为 15.0~22.5g，平均体重为 20.56g。

(5) 头足类的资源状况

1) 种类组成

本次调查海域内仅捕获到中国枪乌贼和短蛸 2 种头足类。

2) 头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类很少,8个断面仅有 SF1 和 SF6 捕获到头足类,头足类的资源密度见表 6.4.7-14, 其平均重量密度和平均个体密度分别为 1.08 kg/km² 和 54 ind./km²。

表 6.4.7-14 头足类资源密度

断面	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	平均
重量密度 (kg/km ²)	2.16	/	/	/	/	6.48	/	/	1.08
个体密度 (ind./km ²)	144	/	/	/	/	288	/	/	54

(6) 甲壳类资源状况

1) 种类组成

本次调查,经鉴定共捕获的甲壳类共 11 种,其中:虾类 4 种,蟹类 5 种、虾蛄类 2 种。

2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 6.4.7-15,甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 4 种,分别为:豆形拳蟹、鹰爪虾、南美白对虾和口虾蛄。这 4 种甲壳类平均重量渔获率之和为 2.49 kg/h,占甲壳类总平均重量渔获率(3.17kg/h)的 78.55%;这 4 种甲壳类平均个体渔获率之和为 307.00 ind./h,占甲壳类总平均个体渔获率(362.75 ind./h)的 84.63%。由此确定这 4 种为甲壳类的优势种。

表 6.4.7-15 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
鹰爪虾	75.00	1.5055	11.86	170	11.72	1767.85
刀额新对虾	87.50	0.9405	7.41	58	4.00	997.79
豆形拳蟹	62.50	1.0835	8.53	341	23.50	2002.08
隆线强蟹	12.50	0.0095	0.07	1	0.07	1.80
红星梭子蟹	62.50	0.4140	3.26	22	1.52	298.52
南美白对虾	75.00	1.8025	14.19	184	12.68	2015.62
锈斑蛄	50.00	0.1925	1.52	7	0.48	99.91
日本拟平家蟹	25.00	0.1610	1.27	59	4.07	133.35
变态蛄	25.00	0.0075	0.06	4	0.28	8.37

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
口虾蛄	100.00	5.5805	43.94	533	36.73	8067.77
脊尾白虾	75.00	0.4735	3.73	50	3.45	538.09
三疣梭子蟹	25.00	0.0535	0.42	5	0.34	19.15
猛虾蛄	25.00	0.4750	3.74	17	1.17	122.80

3) 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 6.4.7-16，其平均重量密度和平均个体密度分别为 228.56 kg/km² 和 26116 ind./km²。平均重量密度分布从高到低的站位依次为 SF1、SF2、SF6、SF8、SF5、SF7、SF4、SF3；平均个体密度分布从高到低的站位依次为 SF1、SF8、SF2、SF7、SF5、SF6、SF4、SF3。

表 6.4.7-16 甲壳类资源密度

断面	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	平均
重量密度 (kg/km ²)	367.89	285.60	135.35	164.43	215.62	253.20	179.05	227.36	228.56
个体密度 (ind./km ²)	72570	26926	9359	14543	16847	16415	24766	27502	26116

5.4.8 鱼卵仔鱼

1、春季调查（2021 年 4 月）

(1) 种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科 10 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus* sp.)、鲻科(*Mugilidae*)、鲻属(*Leiognathus*)、舌鳎科(*Cynoglossidae*)、鲹科(*Carangidae*)、鲷科(*Sparidae*)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲻科(*Mugilidae*)、白氏银汉鱼(*Atherina bleekeri*)、鲷(*Platycephalus indicus*)、鲷科(*Sparidae*)、斑鲷(*Konosirus punctatus*)、鲻属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp*)和多鳞鱻(*Sillago sihama*)，共 8 种。

本次调查共捕获鱼卵 443 粒，仔稚鱼 29 尾。鱼卵数量以小公鱼最多，占鱼卵总数的 26.86%，其次是鲻科占总数的 19.86%，鲻属占 11.51%，鲷科占 9.71%，鲹科占 7.00%，舌鳎科占 6.09%。仔稚鱼数量以鲷科数量最多，占 24.14%，其次是鲻科占 17.24%，小公鱼属、鲻属和多鳞鱻分别均占 13.79%，白氏银汉鱼占

10.34%，鲷和斑鲷均占 3.45%。出现的经济种类有多鳞鱈、小公鱼和鲷科等鱼类。

(2) 数量分布

调查 7 个断面共采到鱼卵 443 粒，仔稚鱼 29 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 249 粒/1000 m³，处于较低水平。在调查期间 7 个断面均有采到鱼卵，数量分布差别不大。以 SF1 断面数量最多，密度为 373 粒/1000 m³，其次是 SF6 断面密度为 330 粒/1000 m³，以 SF5 断面数量最少鱼卵为 94 粒/m³，详见表 6.4.8-1。

仔稚鱼捕获数量一般，所有断面均有出现，平均密度为 16 尾/1000 m³，处于较低水平，以 SF1、SF2 和 SF7 断面数量最多，密度为 20 尾/1000 m³，其次是 SF4、SF5 和 SF6 断面，密度为 16 尾/1000 m³，最低密度是 SF3 断面，密度为 8 尾/1000 m³。

表 6.4.8-1 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./1000 m ³)	仔稚鱼 (ind./1000 m ³)
SF1	373	20
SF2	212	20
SF3	255	8
SF4	192	16
SF5	94	16
SF6	330	16
SF7	283	20
平均	249	16

(3) 主要种类的数量分布

1) 鲷科

鲷科鱼类不同的种，其栖息地变化也不同；有主要栖息于低层砂泥底或岩礁底，从河口、海湾、近岸乃至大陆架较深均可见其踪迹，珊瑚环礁海域亦可发现某些鲷科鱼类。喜集成小群觅食。杂食性，主要以底栖甲壳动物、软体动物、棘皮动物或海藻为食，偶尔捕食小鱼。雌雄同体，且会性转变，先雌后雄型与先雄后雌型二种形态型均有。通常在河口域产卵。本次调查出现的鲷科鱼卵共有 43 粒，在 5 个断面 SF1、SF4、SF5、SF6 和 SF7 有出现，平均密度为 24 粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的 9.71%；仔鱼 7 尾，在 6 个断面 SF1、SF2、SF4、SF5、

SF6 和 SF7 均有出现。鲷科鱼卵在调查海域分布以 SF6 站数量最多，密度为 55 粒/1000 m³。

2) 小公鱼

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类，优势种为中华小公鱼。本次调查出现的小公鱼鱼卵共有 119 粒，在 7 个断面均有出现，平均密度为 67 粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的 26.86%；仔鱼 4 尾，在 4 个断面 SF1、SF4、SF5 和 SF6 均有出现。小公鱼鱼卵在调查海域分布以 SF3 站数量最多，密度为 106 粒/1000 m³。

3) 鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鲷科鱼卵共有 88 粒，在 7 个断面均有出现，平均密度为 49 粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的 19.86%；仔鱼 5 尾，在 4 个断面 SF1、SF3、SF6 和 SF7 均有出现。鲷科鱼卵在调查海域分布以 SF6 站数量最多，密度为 71 粒/1000 m³。

4) 鳎属

鳎属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。本次调查出现的鳎属鱼卵共有 51 粒，在 5 个断面 SF1、SF2、SF4、SF5 和 SF6 均有出现，平均密度为 29 粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的 11.51%；仔鱼 4 尾，在 4 个断面 SF2、SF4、SF5 和 SF7 有出现。鳎属鱼卵在调查海域分布以 SF1 站数量最多，密度为 59 粒/1000 m³。

2、秋季调查（2021 年 9 月）

（1）种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 11 个种类，隶属于 11 科 11 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus* sp.)、鲷科(*Mugilidae*)、鳎属(*Leiognathus*)、舌鳎科(*Cynoglossidae*)、鲹科(*Carangidae*)、鲷科(*Sparidae*)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲷科(*Mugilidae*)、白氏银汉鱼(*Atherina bleekeri*)、眶棘双边鱼(*Ambassis*

gymnocephalus)、鲷科(*Sparidae*)、斑鰾(*Konosirus punctatus*)、鰻属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp*)、褐菖鲈(*Sebastiscus marmoratus*)和多鳞鱚(*Sillago s ihama*)，共9种。

本次调查共采获鱼卵616粒，仔稚鱼48尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的24.35%，其次是鰻属占总数的19.32%，鲷科占14.12%，舌鰻科占3.08%，鲷科占2.92%，鰾科占1.79%。仔稚鱼数量也以小公鱼属数量最多，占35.42%，其次是鲷科占总数的25.00%，鰻属、多鳞鱚和斑鰾分别均占8.33%，鲷科分别均占6.25%，眶棘双边鱼占4.17%，白氏银汉鱼和褐菖鲈分别均占2.08%。出现的经济种类有多鳞鱚、小公鱼和鲷科等鱼类。

(2) 数量分布

调查8个断面共采到鱼卵616粒，仔稚鱼48尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为346粒/1000 m³，处于较低水平。在调查期间8个断面均有采到鱼卵，数量分布差别不大。以SF1断面数量最多，密度为518粒/1000 m³，其次是SF2断面密度为385粒/1000 m³，以SF3断面数量最少鱼卵为185粒/m³，详见表6.4.8-2。

仔稚鱼采获数量一般，所有断面均有出现，平均密度为27尾/1000 m³，处于较低水平，以SF1断面数量最多，密度为39尾/1000 m³，其次是SF2断面，密度为31尾/1000 m³，最低密度是SF8断面，密度为12尾/1000 m³。

表 6.4.8-2 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./1000 m ³)	仔稚鱼 (ind./1000 m ³)
SF1	518	39
SF2	385	31
SF3	185	24
SF4	377	24
SF5	224	16
SF6	204	20
SF7	295	24
SF8	232	12
平均	346	27

(3) 主要种类的数量分布

1) 小公鱼

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为3~11月，本属有多个种类，优势种为中华小公鱼。本次调查出现的小公鱼鱼卵共有150粒，在8个断面均有出现，平均密度为74粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的24.35%；仔鱼17尾，在除SF6外其他7个断面均有出现。小公鱼鱼卵在调查海域分布以SF1站数量最多，密度为134粒/1000 m³。

2) 鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鲷科鱼卵共有87粒，在5个断面SF1、SF2、SF4、SF7和SF8均有出现，平均密度为43粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的14.12%；仔鱼12尾，在5个断面SF1、SF2、SF4、SF6和SF7均有出现。鲷科鱼卵在调查海域分布以SF1站数量最多，密度为102粒/1000 m³。

3) 鳎属

鳎属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在1~40公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。本次调查出现的鳎属鱼卵共有119粒，在除SF3外其他7个断面均有出现，平均密度为58粒/1000 m³，占本次调查鱼卵总密度的19.32%；仔鱼4尾，在SF2和SF3断面出现。鳎属鱼卵分布于调查海域，以SF2和SF4站数量最多，密度为90粒/1000 m³。

6.6 大气环境质量现状

6.6.1 项目所在区域环境质量达标判定

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》（来源：汕尾市生态环境局官网，链接：http://www.shanwei.gov.cn/swhbj/533/content/post_894919.html），区域环境空气质量现状如下：

2022年，市区空气二氧化硫（SO₂）年均浓度为7微克/立方米，同比下降1微克/立方米（-12.5%），达到国家一级标准。二氧化氮（NO₂）年均浓度为8微克/立方米，同比下降3微克/立方米（-27.3%），达到国家一级标准。可吸入颗粒物（PM₁₀）年均浓度为27微克/立方米，同比下降5微克/立方米（-15.6%），达到国家一级标准。细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度为15微克/立方米，同比下降3微克/立方米（-16.7%），均达到国家一级标准。臭氧日最大8小时均值（O₃-8h）第90百分位数平均值为134微克/立方米，同比下降4微克/立方米（-2.9%），达到国家二级标准。一氧化碳（CO）第95百分位数平均值为0.8毫克/立方米，与去年持平，达到国家一级标准。六项空气污染物年平均浓度均达到国家二级标准限值要求。

综上所述，项目所在区域为环境空气达标区。

6.6.2 空气质量达标天数比例

按照环境空气质量标准（GB3095-2012），市区空气质量优良天数354天，其中优219天，良135天。空气质量达到二级以上天数比例平均为97.0%，较去年下降0.3%。环境空气质量综合指数2.18，较去年下降0.26（越低越优），全省排名第一。我市在全国有监测的338个地级以上市中排名第25位，比2021年前进了1名。

综上，项目所在区域环境空气质量良好，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及2018年修改单中的二级标准。

6.7 声环境质量现状

截至2022年年底，汕尾市区建成区面积约为40.44平方公里（数据来源于市自然资源局），设有5个功能区噪声监测点位、105个区域环境噪声监测点位、26个道路交通噪声监测点位。

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》（来源：汕尾市生态环境局官网，链接：http://www.shanwei.gov.cn/swhbj/533/content/post_894919.html），区域声环境质量现状如下：

（一）声环境功能区达标情况

2022 年度，5 个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 53.5 分贝、44.3 分贝，2 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 56.3 分贝、48.2 分贝，3 类声功能区噪声昼、夜间均值为 61.5 分贝、51.8 分贝，4 类声功能区 1#噪声昼间均值为 68.0 分贝，4 类声功能区 2#噪声昼间均值为 68.6 分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是 4 类声功能区 1#噪声夜间均值 57.2 分贝，超标 2.2 分贝，4 类声功能区 2#噪声夜间均值为 59.1 分贝，超标 4.1 分贝。

（二）城市区域总体噪声水平

2022 年度我市城市区域环境噪声昼间均值为 56.9 分贝，达到国家规定标准，与去年相比下降 0.1 分贝。

（三）道路交通噪声现状

2022 年度交通噪声昼间均值为 68.9 分贝，达到国家规定标准，与去年相比持平。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力环境影响分析

7.1.1 潮流模型

潮流数值模拟采用 Mike21 软件进行。

7.1.1.1 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:

$$\mathcal{G} = \nu_t \frac{\partial u}{\partial z} = \overline{u'v'}$$

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:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}u}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \\ &\frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{l}{\rho} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial x} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{h}\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}\bar{v}^2}{\partial y} = & -f\bar{u}\bar{h} - gh\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \\ & \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{l}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial x}\right) \\ & + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned}$$

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 $\Omega = 0.729 \times 10^{-4} s^{-1}$ 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。

7.1.1.2 定解条件

(1) 边界条件

①开边界：

$$\eta_r = \eta_r(t) \quad \text{或} \quad \bar{u}_r = \bar{u}_r(t) \quad \text{或} \quad \bar{v}_r = \bar{v}_r(t)$$

η_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：

$$\bar{u} = 0 \quad \text{或} \quad \bar{v} = 0$$

(2) 初始条件

$$\eta(x, y, t)|_{t=t_0} = \eta_0(x, y)$$

$$\bar{u}(x, y, t)|_{t=t_0} = 0$$

$$\bar{v}(x, y, t)|_{t=t_0} = 0$$

η_0 为计算初始时刻水位空间分布函数。

7.1.1.3 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 \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。

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

$$\int_{A_i} \frac{\partial U}{\partial t} d\Omega + \int_{\Gamma_i} (F \cdot n) ds = \int_{A_i} S(U) d\Omega$$

进一步简化后得到：

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{A_i} \sum_j^{NS} F \cdot n \Delta \Gamma_j = S_i$$

7.1.1.4 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。

(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。

7.1.1.5 计算范围及网格划分

为拟合工程区附近复杂岸线及岛屿、码头、防波堤等建筑物边界，计算模式采用非结构三角形网格。模开边界由大范围模型提供，大范围模型开边界来自于全球潮汐系统，图 7.1.1-1 为大范围模型计算范围，图 7.1.1-2 为小模型计算范围。模型坐标系为 WGS84 大地坐标系，基面为 85 高程。

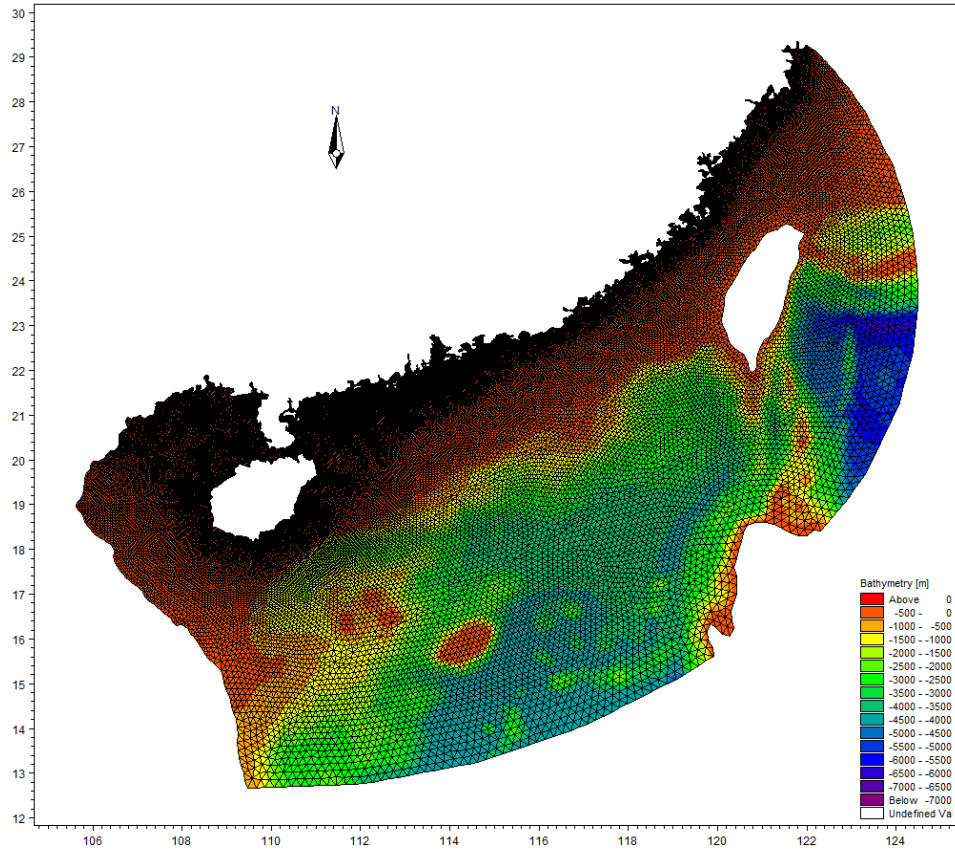


图 7.1.1-1 大范围模型计算范围

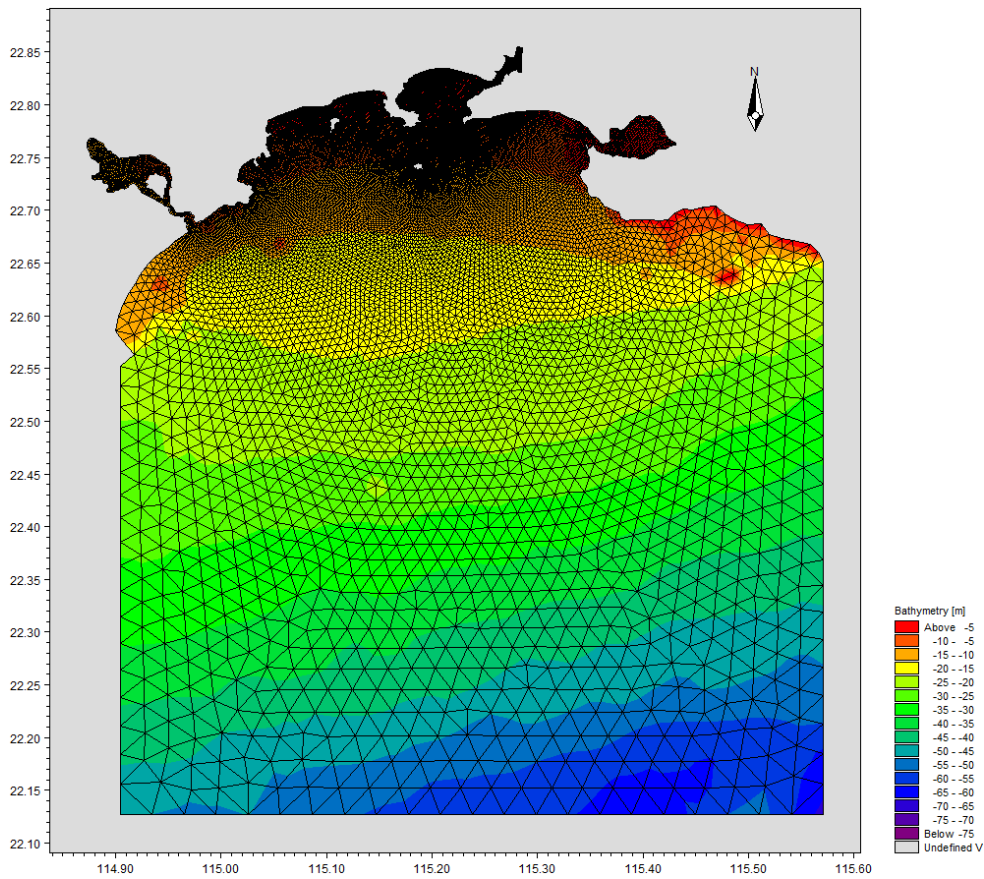


图 7.1.1-2 小范围模型计算范围

7.1.1.6 模型验证

模型采用 2021 年 5 月 13 日 14 时~2021 年 5 月 14 日 15 时工程附近海域 SW1-1~SW1-6 测站的潮流资料以及 SWC1、SWC2 站的潮位资料对模型进行验证，验证点位置见图 7.1.1-4。图 7.1.1-5~图 7.1.1-6 给出了两个临时潮位站水位过程计算值与实测值的比较图。图 7.1.1-7~图 7.1.1-12 给出了 6 个潮流实测站位的流速、流向计算值与实测资料的对比图。

率定和验证结果表明：工程附近的潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，实测潮位与模拟潮位平均绝对误差为 0.15m。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。

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 6 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 0.3h 以内，流速值的相对误差大部分在 18% 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 7.1.1-1 模型率定验证误差分析一览表

率定验证项	2021 年 5 月
高低潮时间相位差 (h)	0.3
高低潮潮位偏差 (cm)	15
流速时间相位差 (h)	0.3
平均流速偏差 (%)	18
平均流向偏差 (%)	23

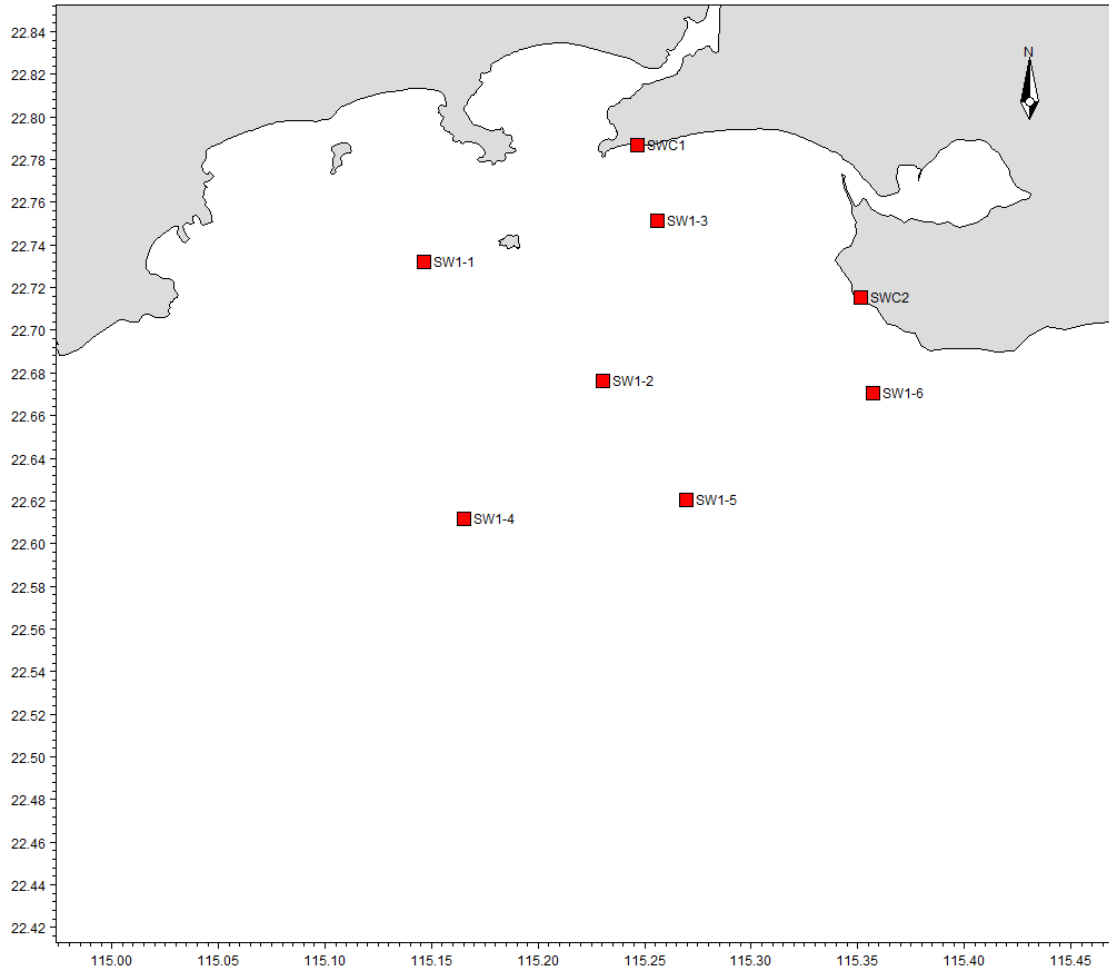


图 7.1.1-4 验证点位置图

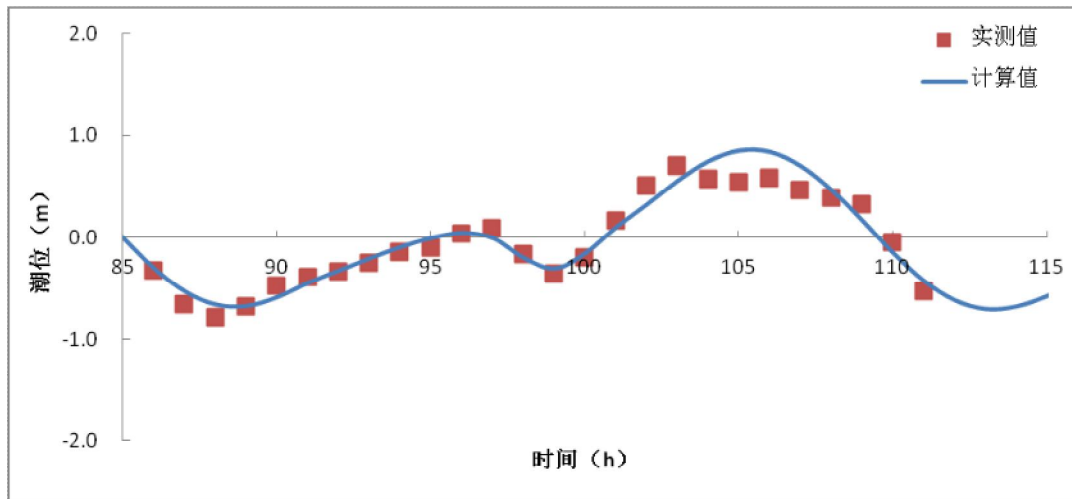


图 7.1.1-5 SWC1 站潮位验证

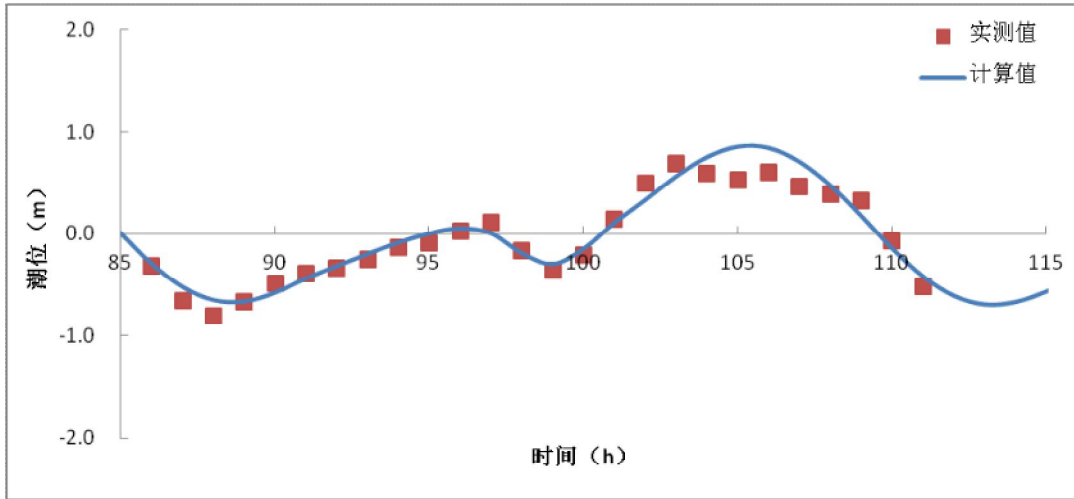


图 7.1.1-5 SWC2 站潮位验证

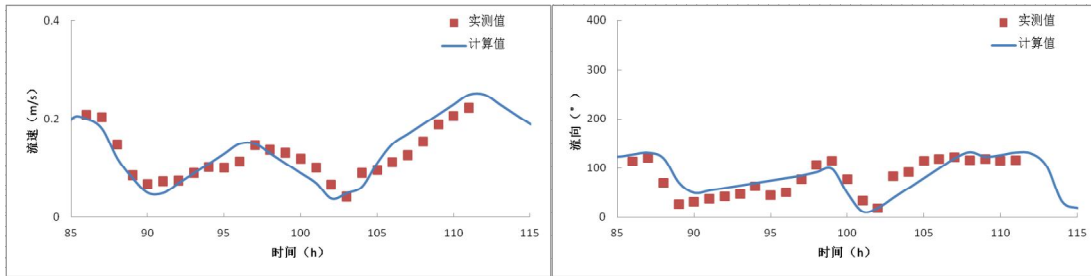


图 7.1.1-6 SW1-1 站流速、流向验证

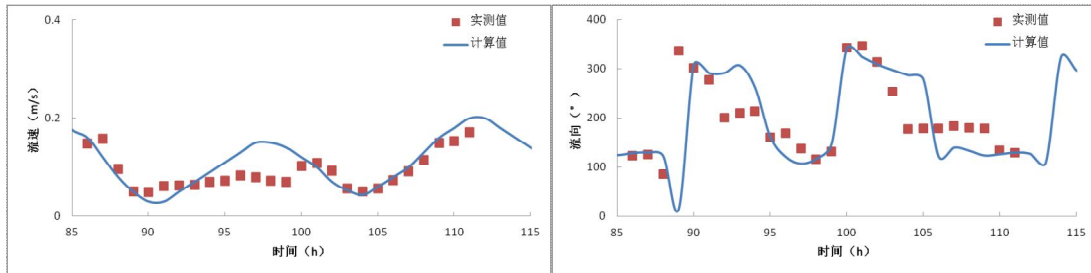


图 7.1.1-7 SW1-2 站流速、流向验证

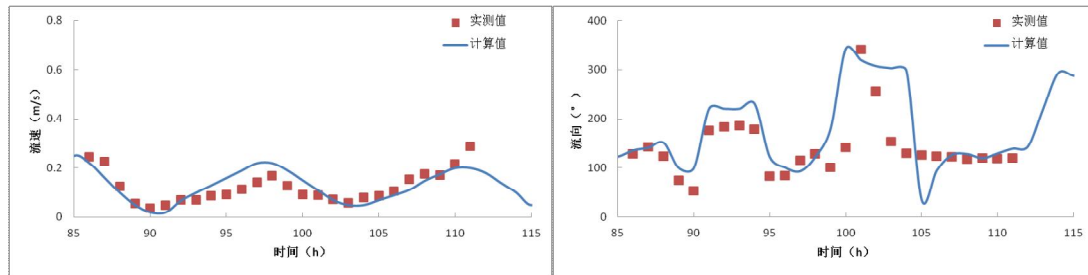


图 7.1.1-8 SW1-3 站流速、流向验证

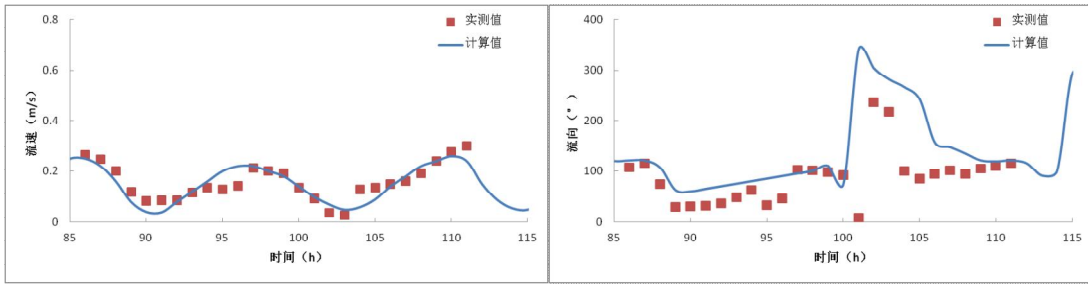


图 7.1.1-9 SW1-4 站流速、流向验证

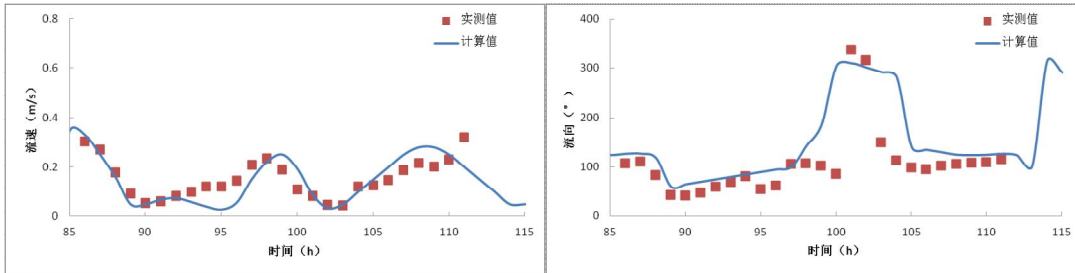


图 7.1.1-10 SW1-5 站流速、流向验证

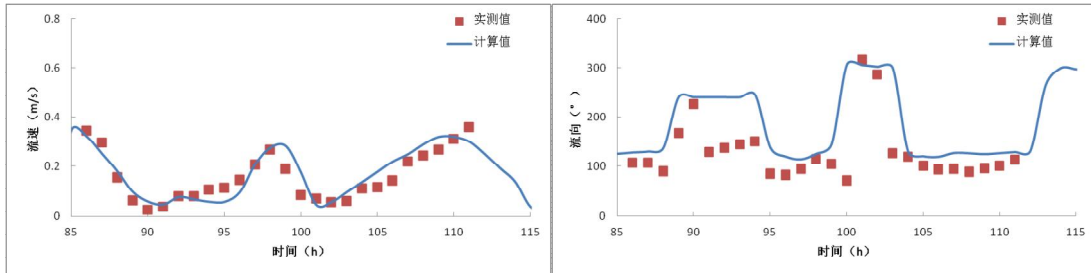


图 7.1.1-11 SW1-6 站流速、流向验证

7.1.2 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 7.1.2-1、图 7.1.2-2 为计算域涨急和落急流场图。现状工况模拟结果显示，工程区涨潮流流向为 N 向，落潮流为 SE 向，养殖海域附近涨、落急潮流速在 20cm/s 左右，落潮流略强于涨潮流。

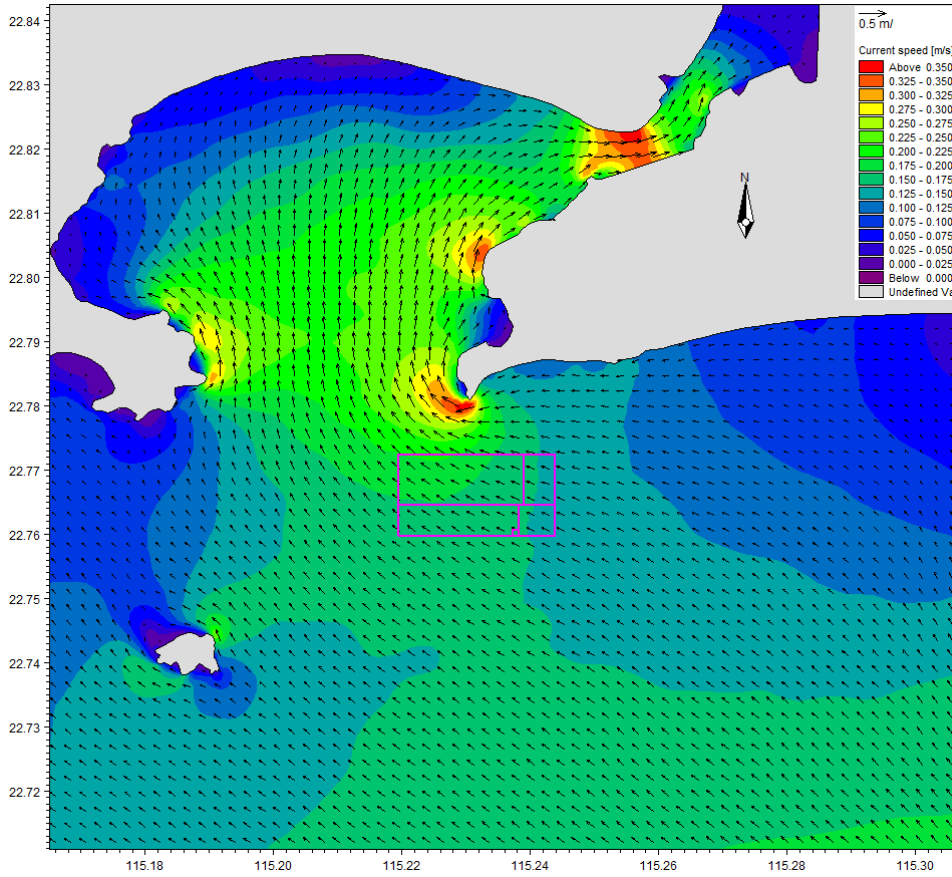


图 7.1.2-1 工程前工程海域涨急流场

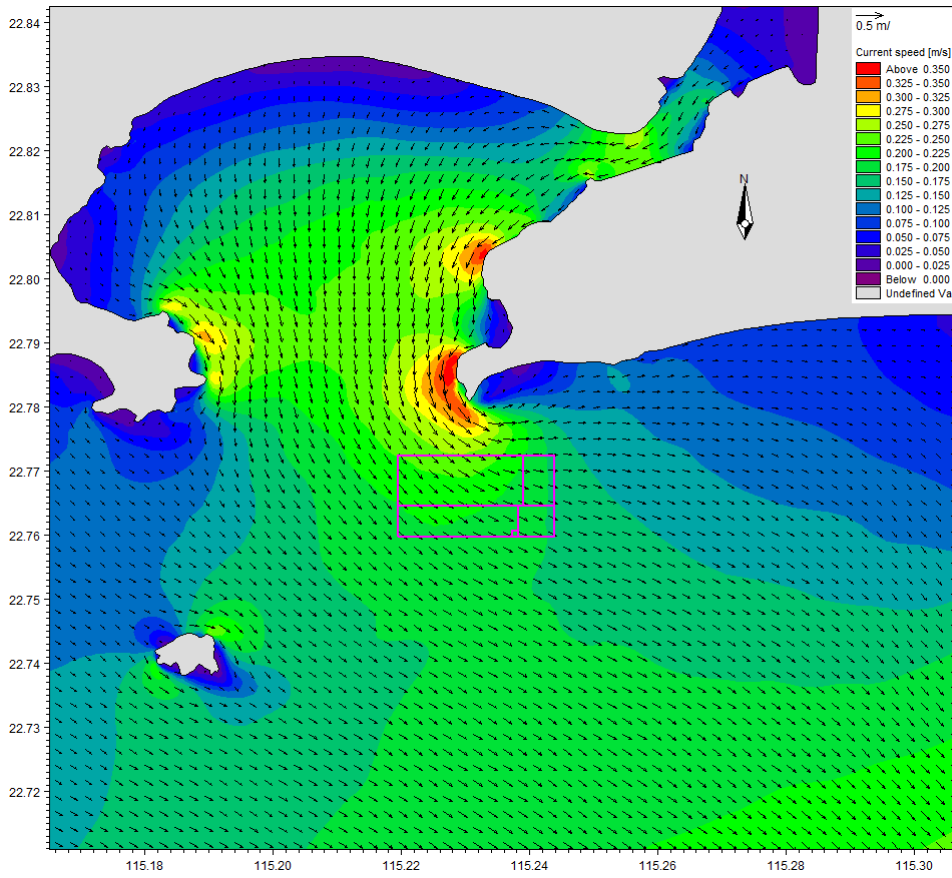


图 7.1.2-2 工程前工程海域落急流场

7.1.3 工程后水动力环境变化分析

本工程主要建设内容为吊养养殖、网箱养殖、底播养殖以及人工鱼礁，网箱为透水构筑物，对水动力环境影响很小，吊养养殖为直径很小的桩基组成，不会对水动力环境产生明显的影响，底播养殖和人工鱼礁为对工程所在海域地形产生影响，由于底播养殖对地形影响很小，且工程所在海域水深条件较好，因此，底播养殖不会对附近海域水动力环境产生明显影响。

考虑人工鱼礁工程实施后的附近水动力环境的影响。人工鱼礁工程实施后带来工程周边地形的变化，进而使工程附近海域水动力环境发生变化，对流场和流速流向均产生影响。通过数值模拟的方法对工程实施前后的水动力特征进行计算，以体现工程对水动力的影响范围和强度。

为了更清楚地说明工程对水动力的影响程度，通过在工程周边布设 9 个代表点来统计其水动力特征变化。代表点分布在人工鱼礁区附近，具体位置见图 7.1.3-1。其特征值统计表见表 7.1.3-1 和表 7.1.3-2，工程前后模拟的特征时刻流场对比见图 7.1.3-2~图 7.1.3-5。

(1) 项目实施前工程区域各代表点大潮涨急流速为 $0.11\text{m/s}\sim 0.13\text{m/s}$ ，涨潮平均流向为 $302.3^\circ\sim 309.1^\circ$ ，大潮落急流速为 $0.16\text{ m/s}\sim 0.20\text{ m/s}$ ，落急流向为 $113.5^\circ\sim 126.6^\circ$ ；

(2) 人工鱼礁工程实施后，礁区内海底地形有不同程度的提升，使得礁区附近海域涨落潮流速、流向都发生了不同程度的变化，以下为人工鱼礁工程实施后礁区附近海域涨落急流速、流向变化情况：

由于工程区域水深条件较好，且本报告采用二维水动力模型预测工程实施前后水动力变化情况，得到的是二维垂线平均结果，因此，各代表点流速流向变化幅度较小。工程区域各代表点大潮涨急流速变化值位于 $-0.02\text{m/s}\sim 0.01\text{m/s}$ 之间；大潮涨急流向变化值位于 $-5.1^\circ\sim 5.7^\circ$ 之间；各代表点大潮落急流速变化值位于 $-0.03\text{m/s}\sim 0.01\text{m/s}$ 之间，大潮落潮平均流向变化值位于 $-6.2^\circ\sim 5.1^\circ$ 之间；

总体上看，人工鱼礁工程实施各代表点涨落潮平均流速流向变化幅度很小，项目的实施基本不会对水动力环境产生明显影响。

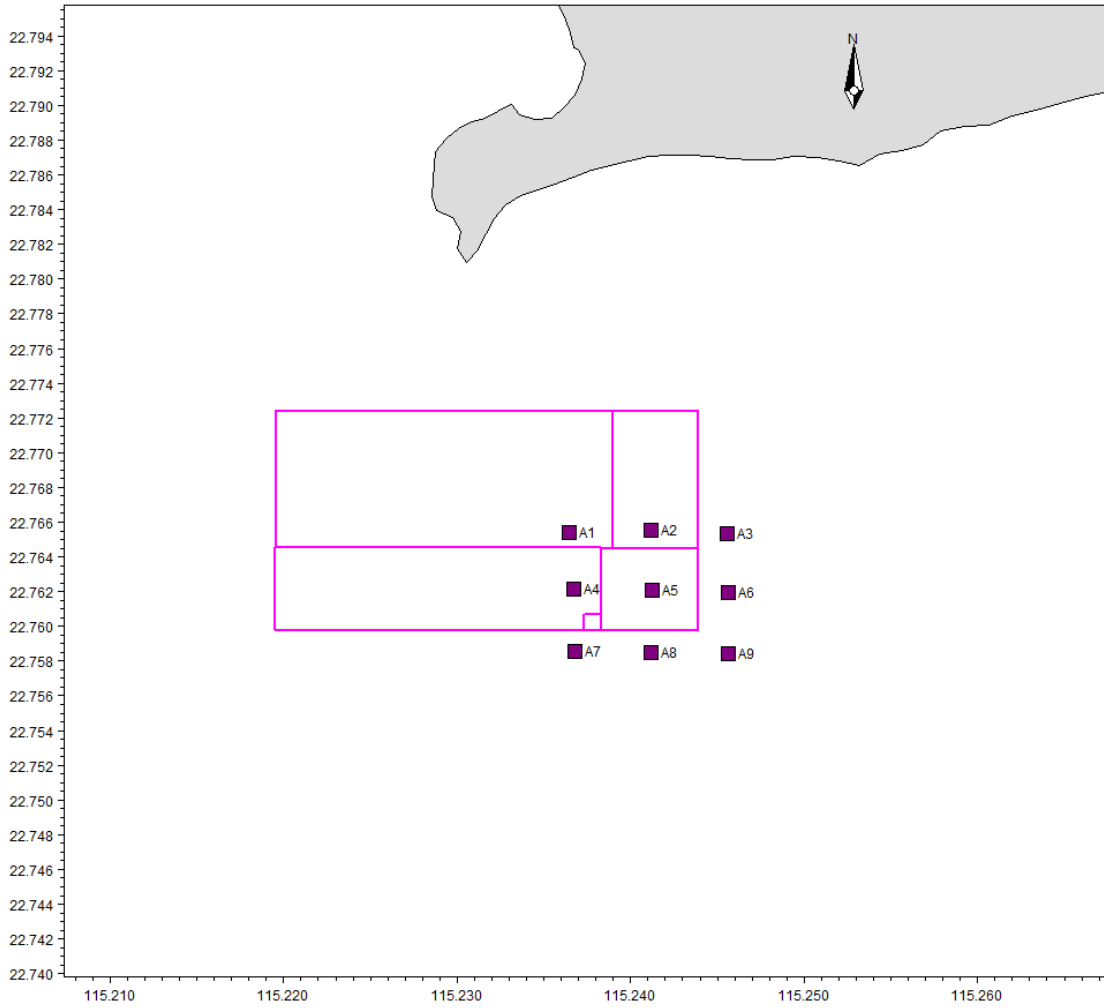


图 7.1.3-1 代表点位置图

表 7.1.3-1 工程前后大潮涨急流速流向变化

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	0.13	0.11	-0.02	303.5	304.5	1.0
A2	0.12	0.12	0.00	302.3	300.0	-2.3
A3	0.11	0.12	0.01	303.1	306.6	3.5
A4	0.13	0.12	-0.01	306.2	311.9	5.7
A5	0.12	0.13	0.01	305.6	307.2	1.6
A6	0.12	0.11	-0.01	306.5	311.7	5.2
A7	0.13	0.14	0.01	309.1	310.4	1.3
A8	0.12	0.13	0.01	308.8	303.7	-5.1
A9	0.12	0.11	-0.01	309.1	308.6	-0.5

表 7.1.3-2 工程前后大潮落急流速流向变化

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	0.20	0.19	-0.01	120.3	118.5	-1.8
A2	0.18	0.19	0.01	114.9	108.7	-6.2
A3	0.16	0.17	0.01	113.5	116.4	2.9
A4	0.19	0.18	-0.01	123.3	128.4	5.1
A5	0.18	0.19	0.01	120.1	121.2	1.1
A6	0.17	0.14	-0.03	118.8	123.5	4.7
A7	0.19	0.20	0.01	126.6	128.9	2.3
A8	0.18	0.18	0.00	124.5	121.1	-3.4
A9	0.17	0.15	-0.02	123.0	121.2	-1.8

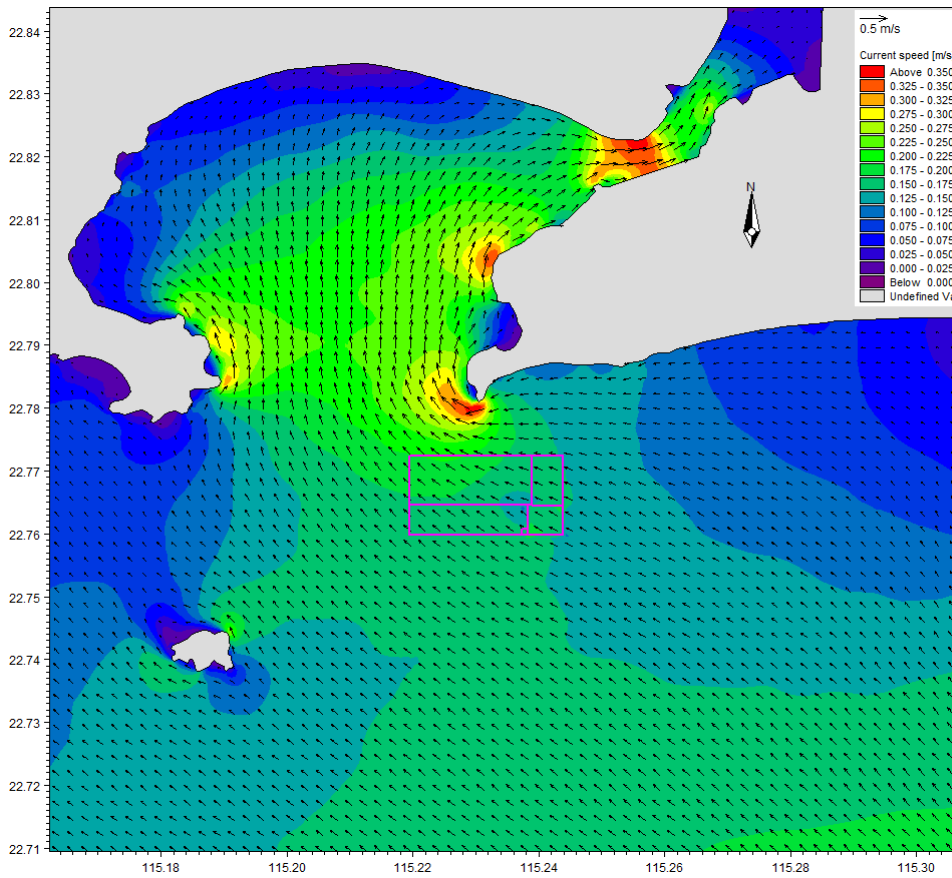


图 7.1.3-2 工程后涨急流场图

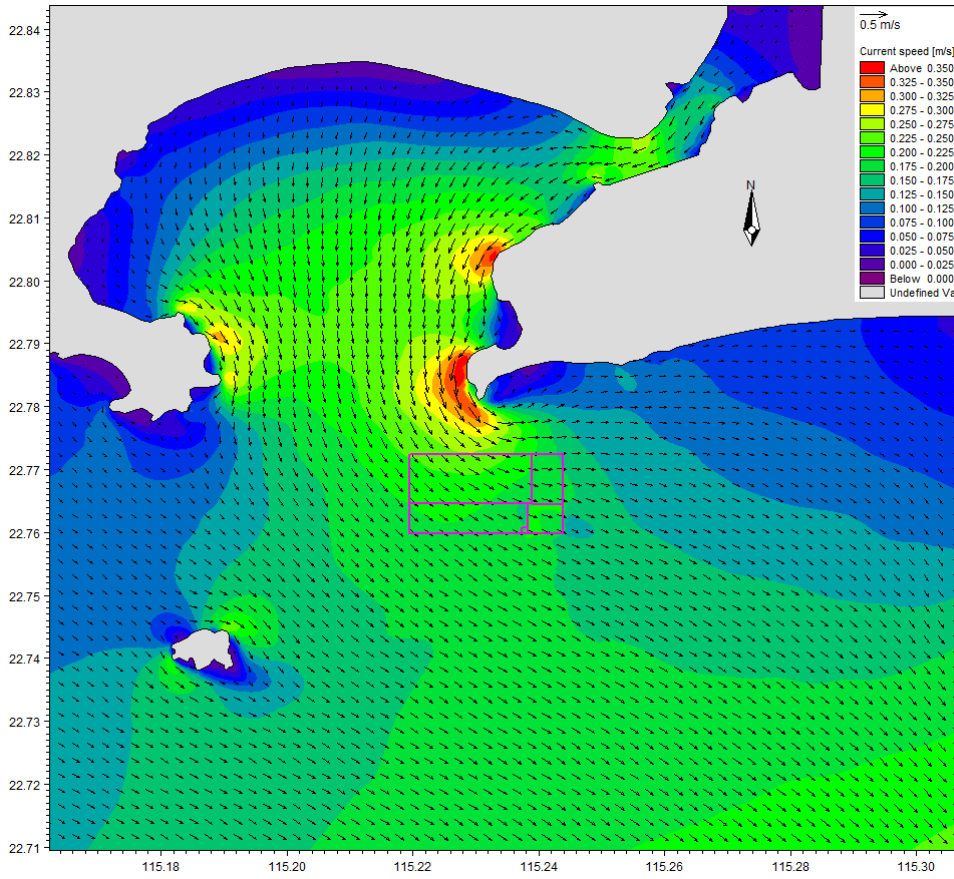


图 7.1.3-3 工程后落急流场图

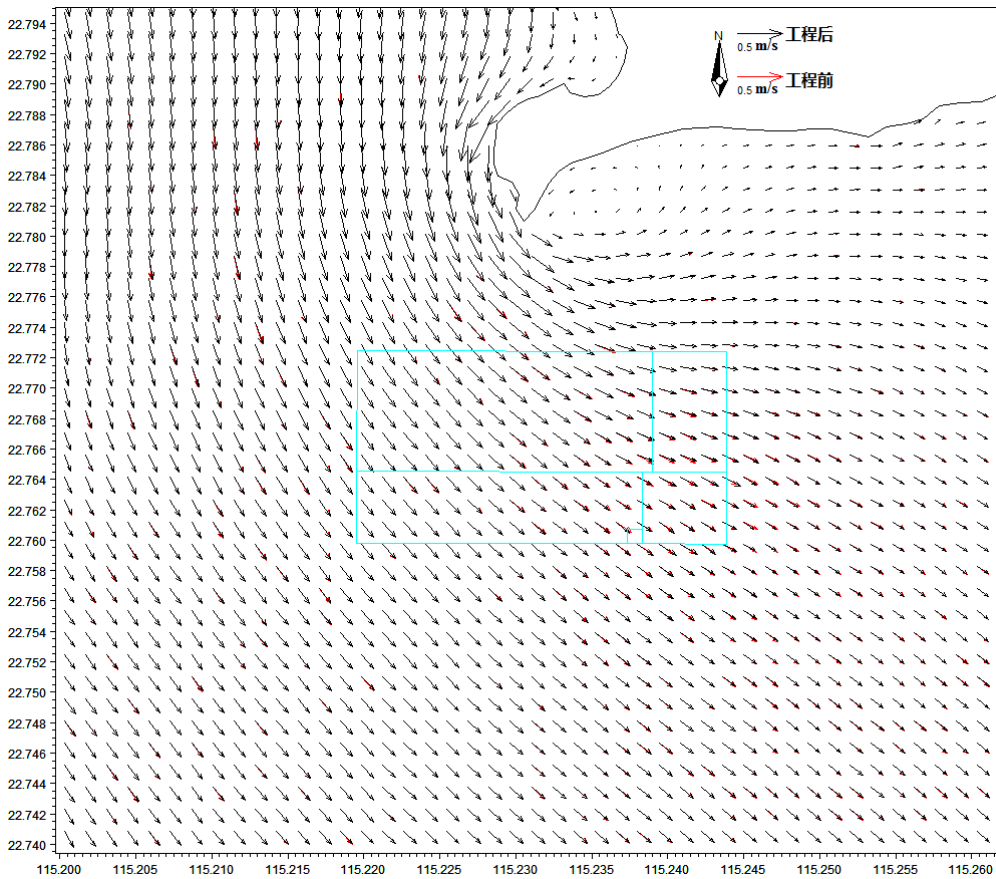


图 7.1.3-4 工程前后落急流场叠加图

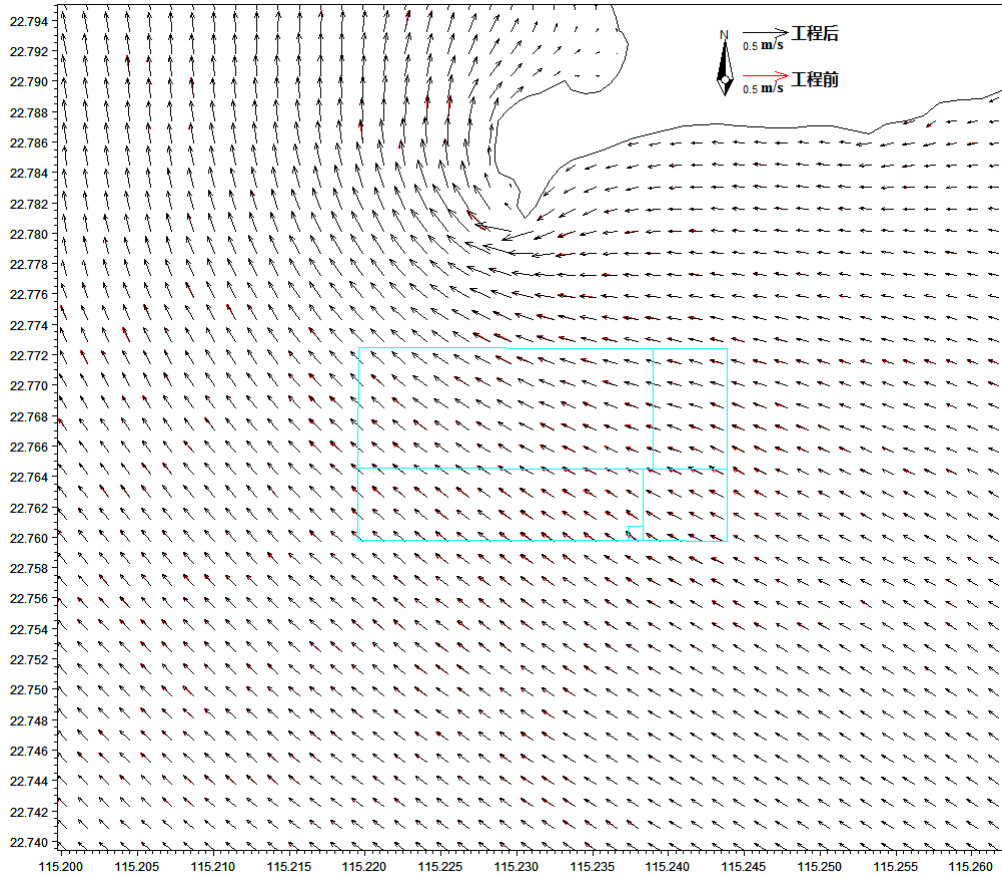


图 7.1.3-5 工程前后涨急流场叠加图

7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，本项目养殖区距离大陆海岸约1.0km，距离较远，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。

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

项目网箱养殖由网箱浮力装置、网箱网衣、网衣稳定装置、网箱固定装置（锚、碇系统等）等组成，网箱养殖设施均为透空式结构，固定网箱锚链的桩基及锚泊系统根部直径较小，水流可以自由通过，因此项目对该海域的流速流向影响不大。

网箱养殖由于海流往复作用，可能会在网箱水泥墩锚处形成冲刷坑，另外排泄物和残余饵料常年在网箱下方沉积，可能造成养殖区域“海底上升”，这些因素都可能对养殖区域小范围的地形地貌有一定的影响。由于本项目网箱数量有限，仅100个HDPE-C40型网箱，且占用海域面积较小，项目所在水域开阔，海域水深在9.2~10.9m左右。因此，从整个环境来看，网箱养殖用海对水文动力和地形地貌冲淤环境环境影响很小。

项目吊养养殖为开放式用海，泥沙冲淤的影响可能主要体现在锚泊系统所需的锚固锚桩周围，但是由于吊养养殖锚桩数量较少，规格较小，因此，吊养养殖对于周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

项目底播养殖为开放式养殖，海区水力条件较好，项目养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。因此，底播养殖对周边海域的地形地貌与冲淤环境影响很小。

项目人工鱼礁对地形地貌与冲淤环境影响分析内容参考《茂名市放鸡岛大型人工鱼礁示范区人工鱼礁工程项目海域使用论证报告书（报批稿公示版）》。

根据《基于多波束声呐的人工鱼礁区地形特征分析》（李东等，2017），李东等人选取山东近海某海洋牧场2012年投石区（面积约122.67ha，实地水深9m左右）作为调查对象，2016年8月利用R2Sonic 2024高分辨率浅水多波束系统，获取礁区详细的测深数据，快速确定鱼礁位置、形态等信息；应用地形分析工具提取地形变量（坡度、曲率、粗糙度、地形耐用指数及地形起伏度），分析投石后海底地形特征。研究表明，礁石投放后海底地形发生显著变化（-1m~+3m），礁石发生沉降现象（下沉深度约0.45m），礁石周围出现冲淤地形（礁石堆高1.65m，影响范围5m左右）。

礁石投放后，由于自身重力作用及其引起的局部流速的改变，使得礁石周围海底地形形态发生变化。鱼礁的稳定性除了受礁区的底质条件决定外，在很大程度上依赖于鱼礁周围的物理环境以及水流—底质—礁体系统内的相互作用。剖面数据显示，礁石周围的平坦海底水深为10.5m左右，冲刷最深处位于两堆礁石之间，投石堆积相对高度为1.65m，礁石沉降深度达0.45m。可以推测，礁体的迎流面附近产生下降流，在下降流到达海底时在礁体前部产生漩涡，造成礁体底部

沉积物的冲刷和再悬浮。底层流的扰动使鱼礁底部与底质的接触面积减少，造成鱼礁的不稳定和下沉。礁石底部流速较快区域的泥沙被移出，使鱼礁周围的海底底质变粗，被移出的细泥沙又在流速减弱处堆积，从而引起局部淤积。尽管该处投石体积不大，其影响范围距离礁体仍有 5m 左右。

本项目所在海域平均水深与《茂名市放鸡岛大型人工鱼礁示范区人工鱼礁工程项目》所在海域水深相近，工程区水深在-13.0m 米之间，与李东等人选取的研究对象具有可比性，可以推测：鱼礁投放后海底地形发生变化（-1m~+3m），礁石发生沉降现象（下沉深度约 0.5m），礁石周围出现冲淤地形（鱼礁堆高约 3~4 m，礁体顶部的高程-6.5m，影响范围 5m 左右）。

7.3 海水水质环境影响分析

7.3.1 施工期水质影响预测分析

本工程施工对水质影响主要考虑人工鱼礁投放过程中所产生的源强。施工时，在施工区域周围会形成高浓度悬沙，其后悬沙随海流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。施工带来的悬浮泥沙输运扩散对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。

7.3.1.1 模型介绍

一、基本方程

悬浮物扩散方程：

$$\frac{\partial(hC)}{\partial t} + \frac{\partial(uhC)}{\partial x} + \frac{\partial(vhC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + hF_s - kC$$

其中：

x 、 y — 空间水平坐标轴；

u 、 v — x 、 y 轴向流速；

t — 时间变量；

h — 水深；

D_x 、 D_y — 沿 x 、 y 轴向的涡动分散系数；

c — 沿水深平均的人为升高物质浓度；

F_s — 污染物源项, $F_s = \sigma / (A \cdot h)$, σ 为悬浮物源强 (g/s), A 为源强所在计算节点的控制面积;

$k = \alpha \omega$, α — 泥沙沉降机率。

ω — 为沉速。

二、浓度场定解条件

(1) 边界条件

数学模型通常使用开边界 (水边) 和闭边界 (岸边) 两种边界条件。对于开边界, 流入计算域时:

$$h \left(\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} \right) = 0$$

考虑到模型的范围足够大, 取流入计算域的浓度值为零。

(2) 初始条件

$$C(x, y, 0) = C_0$$

式中 C_0 为计算初始时刻水域中各点的浓度值, 计算中取为零。

三、计算参数

(1) 糙率

同水动力模型预测中糙率取值。

(2) 模型计算时间步长

模型采用的时间步长 $\Delta t = 30s$ 。

(3) 涡动分散系数

沿水流方向 D_x 和垂直水流方向 D_y 的水流涡动分散系数分别采用以下公式拟定:

$$D_x = 5.93 \sqrt{g|u|h/c}, \quad D_y = 5.93 \sqrt{g|v|h/c}$$

(4) 泥沙沉降机率

泥沙沉降机率 α 取值根据潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算 (窦国仁, 1963) 文献中推荐公式:

$$\alpha = 0.5 + \Phi \left(\frac{\omega}{\sigma} \right)$$

其中函数 $\Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$ 根据机率积分，可查表得到； ω 为泥沙沉速， σ 为脉动流速均方根， $\sigma = 1.25 \frac{u\sqrt{g}}{C}$ ， C 为谢才系数， g 为重力加速度， u 为断面平均流速。

7.3.1.2 源强分析

(1) 人工鱼礁投放产生的悬浮泥沙

人工鱼礁投放会产生悬浮泥沙。礁体投放产生的悬浮物包括两部分，一部分为礁体自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，另一部分为礁体投放时扰动海底产生的悬浮物。

① 礁体带入水中的悬浮物

礁体投放作业悬浮泥沙的产生量按照下式计算(仅考虑石料中所含泥土)：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中， Q 为礁体投放作业悬浮物产生量(kg/h)， E 为作业效率(m³/h)， c 为礁体中泥土含量(%)， α 为泥土进海水后悬浮泥沙产生系数， ρ 为泥土密度(kg/m³)，本项目取 2650kg m³。

本项目礁体中的泥土含量 c 很低(含泥、砂<5%)，以礁体体积的 1%计，该部分泥沙进入海水后形成悬浮泥沙的比率 α 以 20%计，本项目人工鱼礁混泥土总量为 15817.5m³，人工鱼礁投放工期为 60 天，每天施工时间 8 小时，效率 E 约为 32.95m³/h，则礁体投放产生的悬浮物约为 174.64kg/h，即约 0.049kg/s。

② 礁体投放激起的悬浮物

人工鱼礁投放会扰动海底泥沙，因此，投礁过程中，搅动泥沙产生悬浮物。

礁体投放激起的海底沉积物产生的悬浮物源强按下式计算：

$$S = (1 - \theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：

S ——抛石挤淤形成的悬浮物源强 (kg/s)；

θ ——沉积物天然含水率 (%)，取 57.64%；

ρ ——沉积物中颗粒物湿密度 (kg/m³)，取 1620kg/m³；

α ——沉积物中悬浮物颗粒所占百分率 (%)，取 5%；

P ——平均挤淤强度，根据本工程施工方案， P 取 0.009m³/s。

根据计算，礁体投放激起的海底沉积物产生的悬浮物源强约为 0.31kg/s。因此，礁体投放产生的悬浮物源强=0.049+0.310=0.36kg/s。

(2) 海上工作平台 PHC 管桩施工产生的悬浮泥沙

项目海上工作平台基础为 PHC 管桩，桩基施工过程中会扰动局部水域，产生一定量的悬浮泥沙，对水环境造成一定的影响。PHC 管桩施工过程中对海洋环境产生直接影响主要发生在沉桩施工过程中，主要水质污染来自于打桩时对底质的扰动。本项目海上工作平台基础采用Φ1000mm 的 PHC 管桩，桩基采用船舶作业施工。施工过程中产生的悬浮泥沙扩散源强较小，加之施工期短，桩基施工产生的悬浮泥沙扩散范围局限在工程作业点附近，影响程度有限，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随着消失。

(3) 网箱养殖、吊养养殖桩基固定产生的悬浮泥沙

项目网箱安装固定系统铁锚和吊养养殖固定系统铁锚施工过程中会产生悬浮泥沙。本项目养殖区共设置网箱 100 个，6 个网箱框架一组，共 16 组网箱，每组网箱采用 14 个 AC-14 铁锚固定，吊养养殖采用水泥桩固定。总的来说，由于本项目养殖规模比较小，铁锚固定和水泥桩固定所占面积较小，项目施工产生的悬浮泥沙也比较少，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。

此外由于本养殖海区平均水深在 9.2~10.9m 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

7.3.1.3 模拟结果

模拟工程海域人工鱼礁施工作业过程，输出每半小时的浓度场，统计在工程海域悬沙增量大于 10mg/L 面积，获得瞬时最大浓度场。并叠加模拟期间内各网格点构成的最大浓度值的浓度场，构成“包络浓度场”，施工产生的悬浮泥沙包络线面积统计结果见表 7.3.1-1。图 7.3.1-1 为模拟期内工程海域人工鱼礁施工过程中产生悬沙增量包络线浓度场。

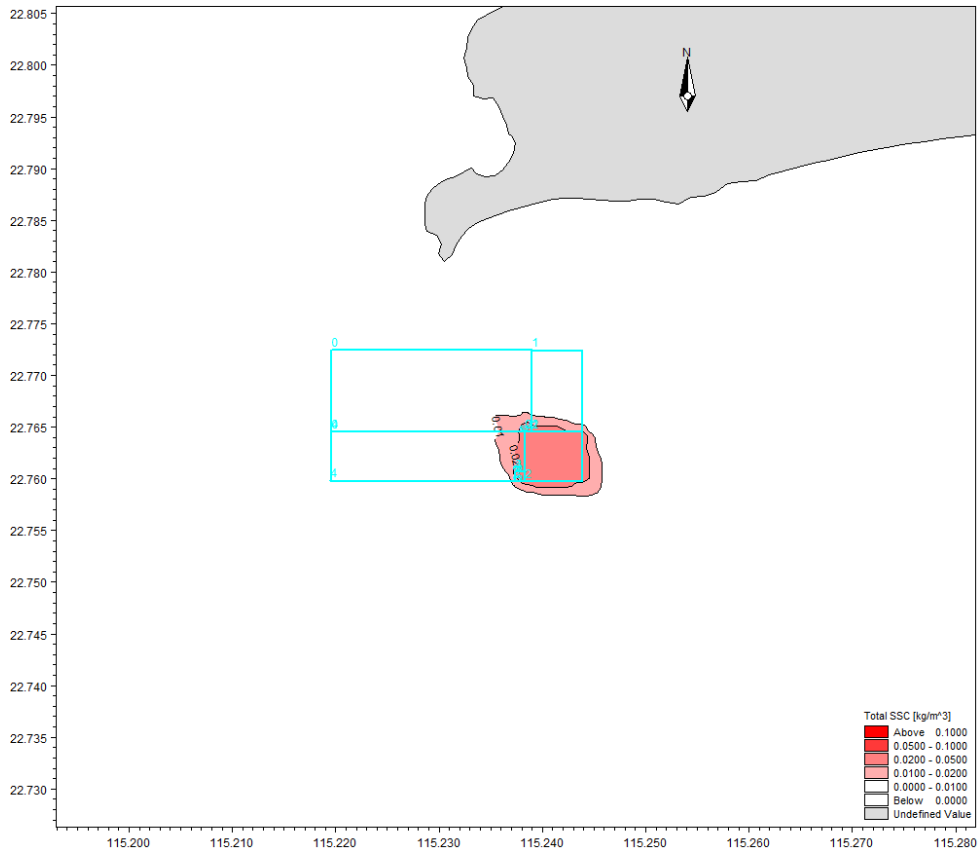


图 7.3.1-1 人工鱼礁施工产生悬沙增量包络线浓度图

表 7.3.1-1 人工鱼礁施工产生悬沙增量面积(km²)

浓度 \ 工况	浓度				最大扩散距离(km)	
	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	W	E
人工鱼礁施工	0.728	0.316	0.000	0.000	0.4	0.3

在人工鱼礁投放施工作业过程中，由设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。

计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要是在工程周边很小的范围内。人工鱼礁施工未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.316km²，大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.728km²。

7.3.1.4 施工期其它污水污染物对水质的影响分析

(1) 施工人员生活污水影响分析

由工程分析可知，本项目生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水，施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。本项目施工产生的生活污水不直接向项目及其附近海域排放，不会对项目及其附近海域的水质产生影响。

(2) 含油污水

本项目含油废水主要为施工船舶机舱含油废水。由工程分析可知，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。项目含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。但应加强施工船舶、设备保养与维护，杜绝跑、冒、滴、漏。

7.3.2 营运期对水质影响分析

(1) 网箱清洗废水

本项目网箱清洗采用海水进行清洗，网箱上的附着物被冲洗入海，冲洗水直接排海。清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

(2) 工作人员生活污水

本工程运营期间约有 20 名工作人员在海上工作平台进行日常管理，建设单位在海上工作平台设临时污水储存柜，工作人员产生的生活污水由临时污水储存柜集中收集后，由船舶运输上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，本项目生活污水采取上述处理措施后对项目所在海域水环境造成的影响很小。

(3) 含油污水

本工程运营期间工作船、运输船会产生少量的机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，工作船、运输船靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。项目工作船、运输船含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。

(4) 养殖饵料及养殖排泄物对水质的影响分析

深水网箱养殖投饵料等生产活动将对生态环境产生一定影响，大量饵料的施

加及鱼类排泄物构成了水中有机物的主体。残饵和鱼类排泄物等所溶出的营养盐和有机质是影响养殖水环境营养水平以及造成水域污染的重要因子。

1) 饵料对水质的影响分析

养殖过程中, 饵料的形态、投喂方式、风和水流的影响都会造成饲料的部分损失。根据本报告工程分析, 每年残饵量为61.2吨。残饵中通常含有氮、磷和有机物等营养物质, 主要以颗粒态的形式进入水体。

本项目饵料为全价配合饲料, 小颗粒饲料的主要成份为鱼粉、豆粕、鱼油、面粉、维生素等, 不含抗生素等。所投喂的饲料大部份为箱体内养殖的鱼类采食, 少部份饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食, 剩余的饲料或流入水中, 使水中氮、磷浓度增加, 可能对养殖区域水质产生一定影响。

由于饲料系无毒的营养物质且单位面积水体中的残留量较少, 在初级生产力较低的热带开阔海域, 经过海水的稀释和分解, 残饵对拟用海域的水质环境的影响很小。

2) 鱼类排泄物对水质的影响

由于局部投饵的结果, 网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水中悬浮物的量, 据估计, 每生产1t虹鳟鱼约有150~300kg的残饵(约合投饵量的1/3)及产生的250~300kg粪, Soble估计, 每生产1t鱼将产生1136t的颗粒物, 在离网箱不远处(一般为100m左右), 使受影响的水质具有区域性。水中悬浮颗粒的增加, 导致水体透明度的下降, 影响鱼类的视觉反映, 而鱼类的弱视觉反过来又可能导致残饵量增加并产生更多的悬浮物质。

网箱养殖过程中产生的碳、氮、磷及悬浮颗粒的污染, 对水域生态系直接的影响就是导致水体中溶解氧的下降, 使网箱养殖海湾内水体中的溶解氧含量明显低于湾外自然水体。溶解氧是受网箱养殖影响较大的水体生化因子, 它是水环境中绝大多数生物生存的必要条件之一, 在网箱养鱼中尤为重要。集中式的网箱养鱼, 在局部区域范围内鱼类密度大幅度增高, 网箱内鱼类的呼吸耗氧和网箱养殖所排出的废物中有机物质的分解耗氧, 使网箱区的溶解氧严重不足。

网箱养殖对水体透明度也会有影响, 透明度是评价水质好坏、肥瘦的一个重要指标。透明度高, 水质清新, 反之水体富营养化严重。网箱养殖是一种在局部范围内高密度放养的方式, 常会增加水体悬浮物, 再加之投饵, 常会造成局部水

域透明度下降，从而间接影响水体溶解氧、底栖生物的生长等各方面。

饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的蛋白成分被排泄到水体中，从而造成水体中氮含量的累积，而氮是生物所必需的元素，是海洋生态系统所必需的元素，也是海洋生态系或富营养生态系的限制性元素之一。水体中有丰富的无机氮，能促进浮游植物生长旺盛。

同时，饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的磷也被排泄到水体中，从而造成水体中磷含量的累积。在水生生态系统中，磷以颗粒态及溶解态两种方式存在。生物一般只利用溶解态的磷酸盐，但其在水体中的浓度很低。在网箱养殖中，磷的来源主要是饲料及粪便，高密度的鱼类养殖常造成环境中磷浓度的增加。其中颗粒态形式的大部分磷最终沉积到海底。磷在沉积物中可以被底栖生物利用或重新悬浮进入水体中而再被生物利用，但所占比例很少，剩下大部分的磷积累于海底。项目网箱养殖的排污量并不算大，但由于磷往往是浮游植物生长的限制因子，其对浮游植物的影响不容忽视。

何悦强等对大亚湾海区养殖期较长(>8 a)和养殖期较短(>4 a)网箱养殖区的DIN和 PO_4 -P含量与对照区进行对比研究，长期网箱养殖会使营养盐对其间海水造成污染，而短期养殖则影响较小。同时，根据三亚市海洋与渔业监测中心2013年和2014年在三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养殖区附近的水质质量对比分析，营养盐基本没有太大的变化，且均处于较低水平，DO和COD也属于较低水平，SS的水平在2014年有所降低，而重金属中铜、锌、镉和石油类相比2013年均有所降低，而铅和砷有少许增加，但均属于较低水平，均满足一类海水水质标准，养殖对水质影响较小。

本项目位于开阔的海域，水体交换好、水流流速平稳，网箱占海面积不大，养殖密度适中。网箱养殖对海洋水质环境有一定的影响，主要表现为氮、磷、COD的污染，特别是网箱区及其周围水域，可能导致富营养化。本项目采用优质的浮性饲料进行喂养，可根据鱼类的捕食情况进行投喂，大大减少了饲料的投喂量，实际产生的无机氮及磷的浓度增加量不会那么大，且养殖期较短，仅为1年左右，对水域水质的影响也大大降低。此外通过适当选择饵料类型、投放量、合理的养殖密度等措施减少氮、磷的污染。

本项目牡蛎、扇贝养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全

依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎、扇贝生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎、扇贝养殖对海水环境中总氮、总磷、铜、锌具有少量的削减作用，对 COD 具有少量的增加。

本项目花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖过程将种苗撒播在海底，无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目花甲（琉璃蛤）、菲律宾蛤仔养殖对海水环境中总氮、总磷、铜、锌具有少量的削减作用，对 COD 具有少量的增加。

总的来说，本项目养殖规模不大，养殖密度较小，项目海域开阔，且所在海域稀释扩散条件较好，经过海流扩散稀释、溶化分解，养殖污染物排放到海水中，对周边局部水域污染物浓度增加不明显，不会造成水质恶化。另外，网箱养殖产生的过剩的饵料和鱼排出的粪便会被贝类吸收，既喂肥了贝类等水产品，又改善因过剩饵料、分泌物污染海域环境出现海水富营养化。贝类养殖在生长过程中，会从水中提取大量的碳、氮和磷，成了海水天然的“净化器”，明显改善养殖区域内的水质。项目将会形成鱼、贝混养系统，不会对海水水质环境产生大的不利影响。

7.3.3 营运期对水质影响预测

(1) 二维水质扩散运动方程

$$\frac{\partial(HC)}{\partial t} + \frac{\partial(HUC)}{\partial x} + \frac{\partial(HVC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + S - P$$

H 为总水深， U 、 V 为 x 、 y 方向的垂线平均流速； t 表示时间； C 为污染物因子垂线平均的浓度， D_x 、 D_y 为紊动扩散系数； S 为源项， P 为衰减。

(2) 计算条件和参数

1) 边界条件

污染物扩散数学模型

初始条件： $C(x, y, 0) = C_0(x, y)$ ， C_0 为常数，计算中取为0。

开边界：流出区域，满足扩散方程为0；入流边界，由于边界离排放口距离较远，不考虑外界环境影响，故入流边界设定入流 $C=0$ 。

闭边界：满足 $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$ ，即浓度法向梯度为 0。

2) 动力条件：实测连续潮动力条件，整个潮流过程中包括了大、中、小潮的影响。

3) 计算参数

扩散方程中的紊动扩散系数按 Smagorinsky (1963) 公式计算。衰减系数根据《全国地表水水环境容量核定基数复核要点》规定，一般 COD 降解系数取值范围为 0.05~0.25/d。基于保守计算，本次计算中 COD 降解系数取值为 0.05/d。

4) 源强

根据本项目养殖污染的特点并结合海水水质标准的水质指标，选择 COD、总氮、总磷作为水环境影响预测评价因子。污染源强根据 4.2.2 章节，COD 的排放量约为 244.567 吨/年，其中网箱养殖排放量为 104.952 吨/年，吊养养殖排放量为 3.991 吨/年，底播养殖排放量为 135.624。总氮排放量为 52.001 吨/年，总磷排放量为 8.686 吨/年，均为网箱养殖排放。

(3) 计算结果

考虑到本海域网箱养殖方式为开放式养殖，特征污染物扩散数值模拟过程中在网箱养殖海域内均匀布置 39 个源强点，在吊养养殖海域均匀布置 24 个源强点，在底播海域均匀布置 60 各源强点，源强点分布图见图 6.2.3-1。网箱养殖海域每个源强点总氮、总磷、COD 源强分别为 $4.2 \times 10^{-5} \text{kg/s}$ 、 $0.7 \times 10^{-5} \text{kg/s}$ 和 $8.5 \times 10^{-5} \text{kg/s}$ ；筏式养殖海域每个源强点 COD 源强分别为 $0.68 \times 10^{-5} \text{kg/s}$ ；底播养殖海域每个源强点 COD 源强分别为 $7.2 \times 10^{-5} \text{kg/s}$ 。排放方式为连续排放。

项目实施后，不考虑背景浓度情况下，污染物排放在一个潮周期内运动包络线见图 7.3.3-2~图 7.3.3-6。项目位于红海湾海域，水域水深条件较好，水动力环境较强，由于项目实施后排污量较小且浓度不大，污染物排放后在水体净化作用下，养殖水域水质均满足海水二类水质标准。受潮流及地形影响，污染物运动特征为涨潮时沿北向扩散，落潮时往东南向扩散，项目实施后网箱养殖水域总氮、总磷、COD 最大浓度值分别为 0.021 mg/L、0.006 mg/L、0.028 mg/L；筏式养殖水域 COD 最大浓度值为 0.0022 mg/L；底播养殖水域 COD 最大浓度值约为 0.022 mg/L。

项目所在海域为红海湾农渔业区，水质标准为海水二类水质，正常排放工况

下，预测结果表明，污染物排放后在海水净化作用下，项目造成海水中总氮、总磷、COD浓度的最大增量约为0.021 mg/L、0.006 mg/L、0.0522mg/L，根据2021年4月和2021年9月水质调查结果，项目最近A3监测站位所在海域水质总氮、总磷、COD的本底最大浓度为0.1672mg/L、0.006mg/L、1.37mg/L，保守估计，叠加后的总氮、总磷、COD浓度最大值为0.1882mg/L、0.012mg/L、1.4222mg/L，养殖区附近海域总氮、总磷、COD浓度仍满足二类水质（0.30mg/L、0.030mg/L、3mg/L）要求。由此可见，项目实施后工程海域产生的污染物非常小，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。

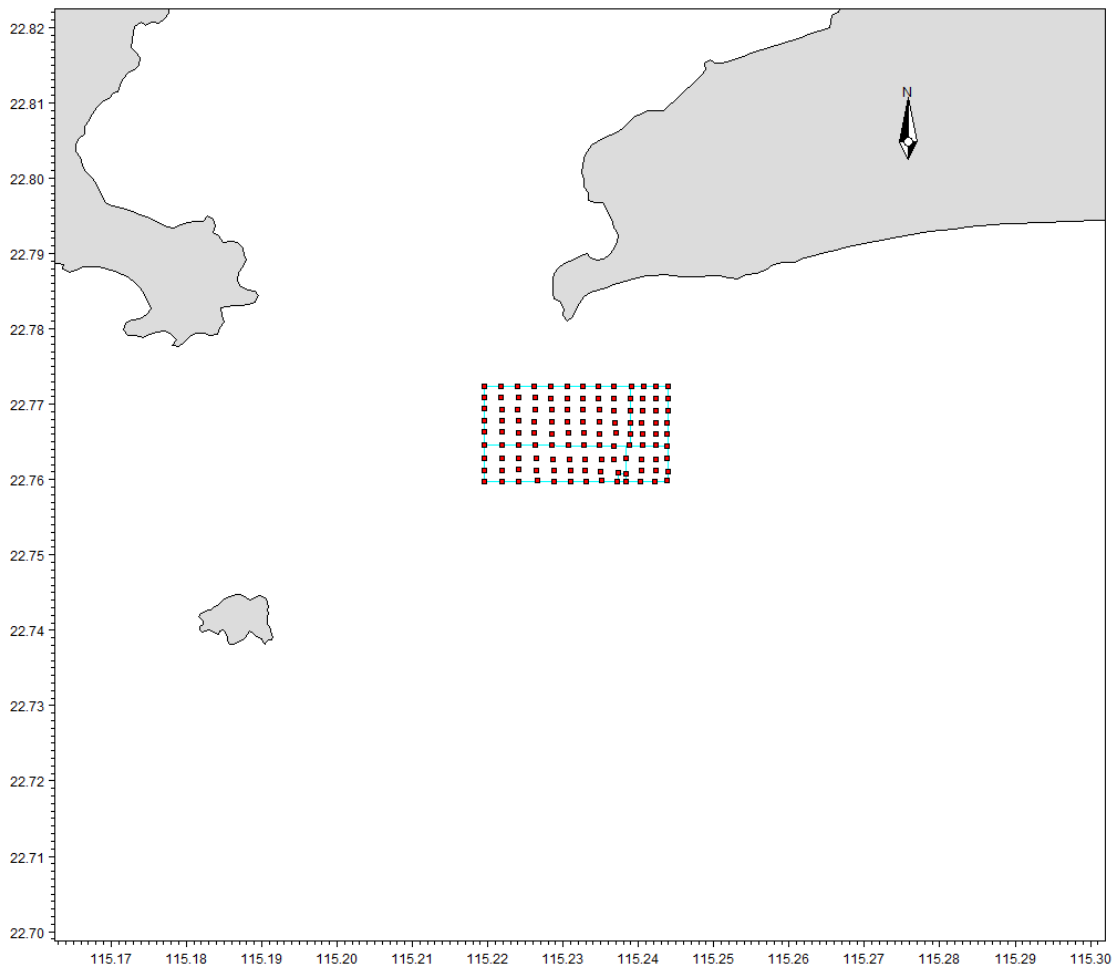


图 7.3.3-1 源强点布设图

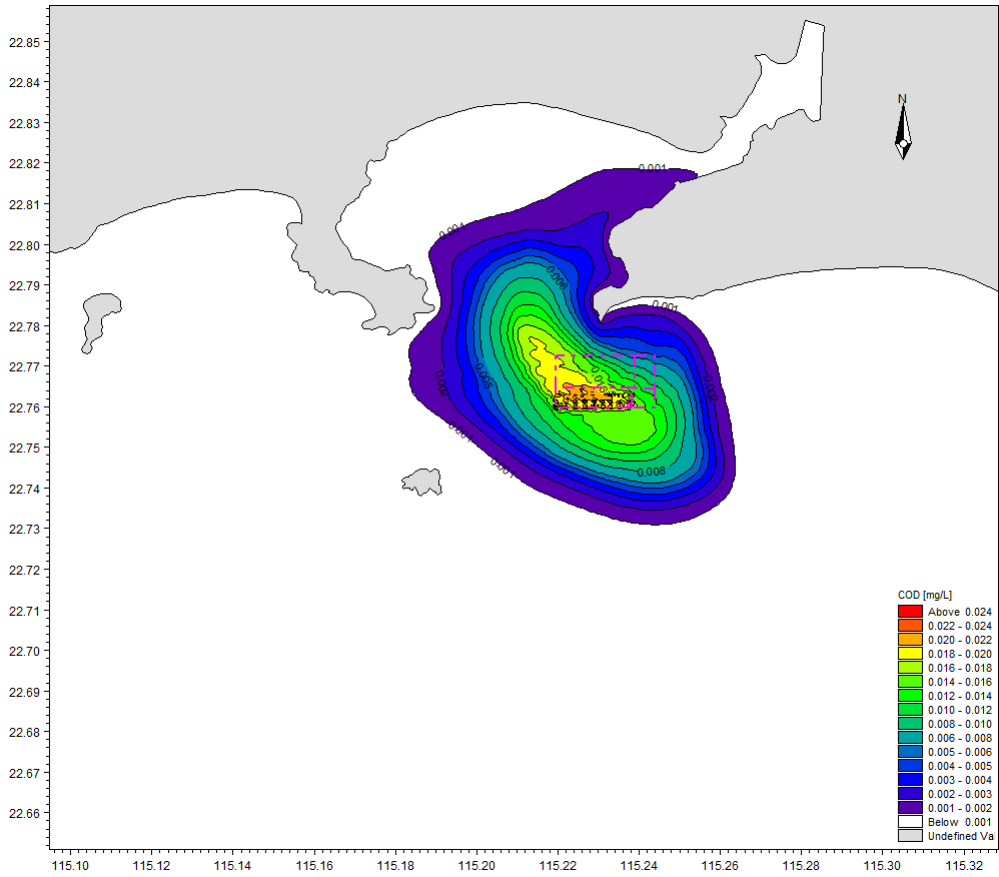


图 7.3.3-2 网箱养殖 COD 扩散包络线图

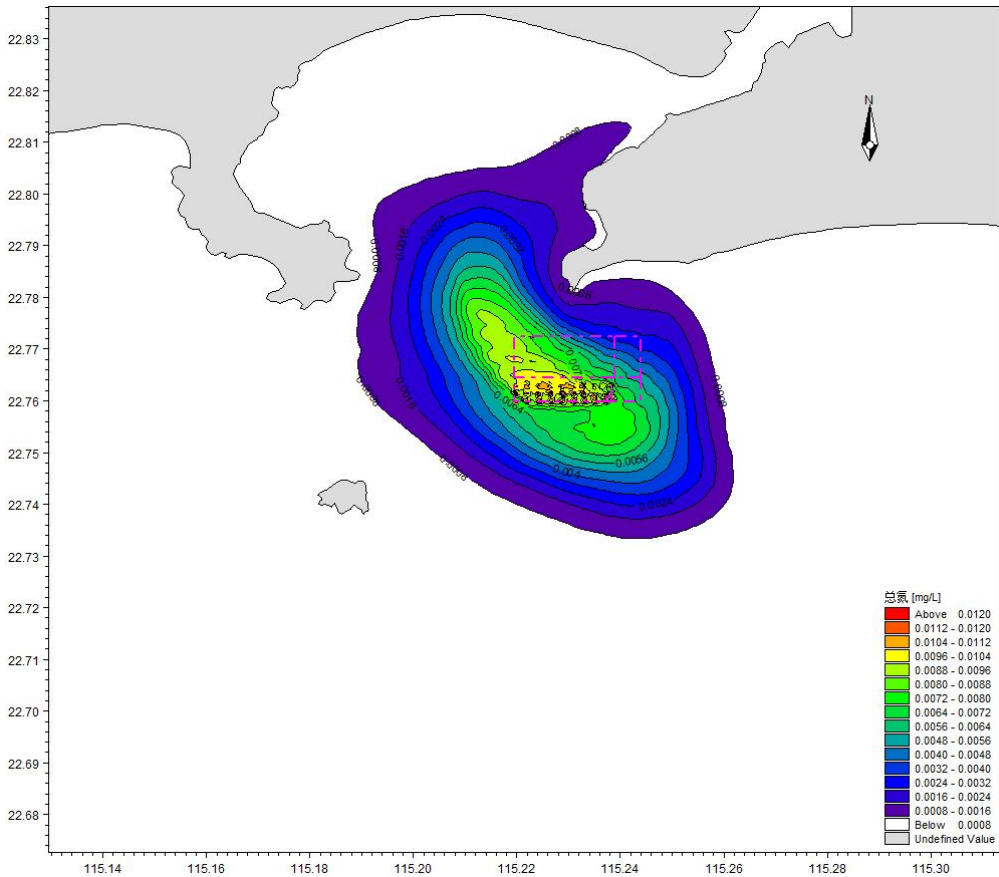


图 7.3.3-3 网箱养殖总氮扩散包络线图

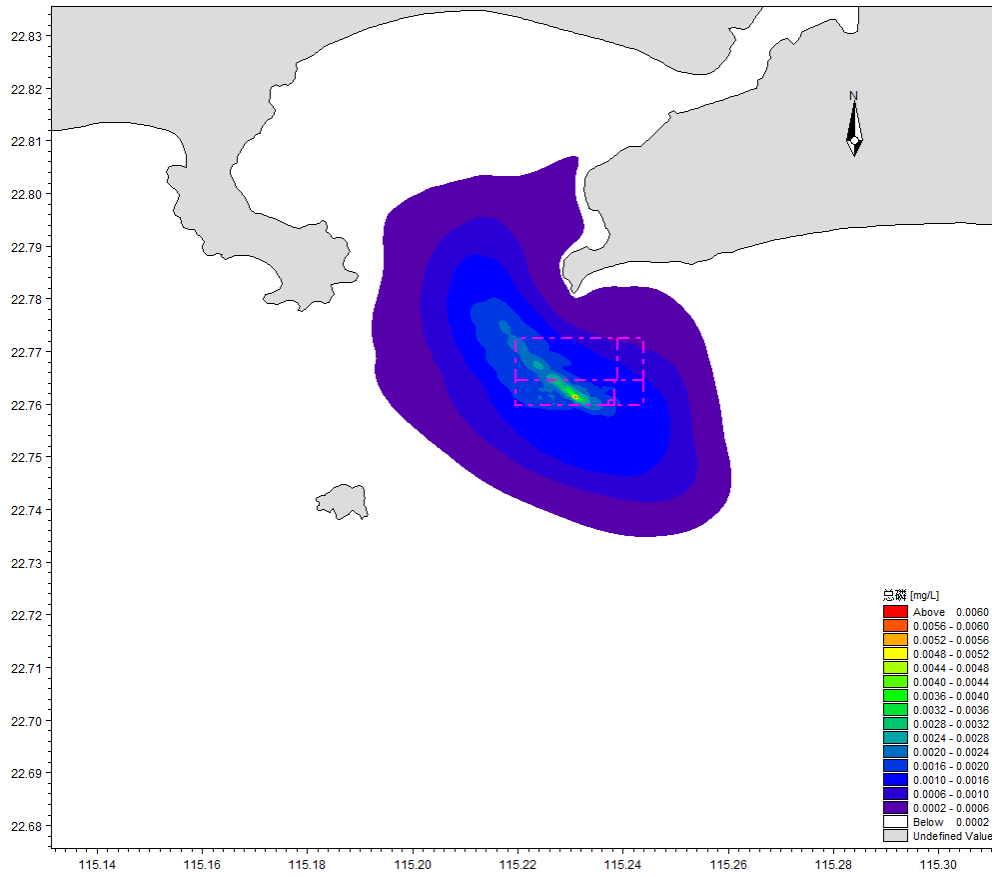


图 7.3.3-4 网箱养殖总磷扩散包络线图

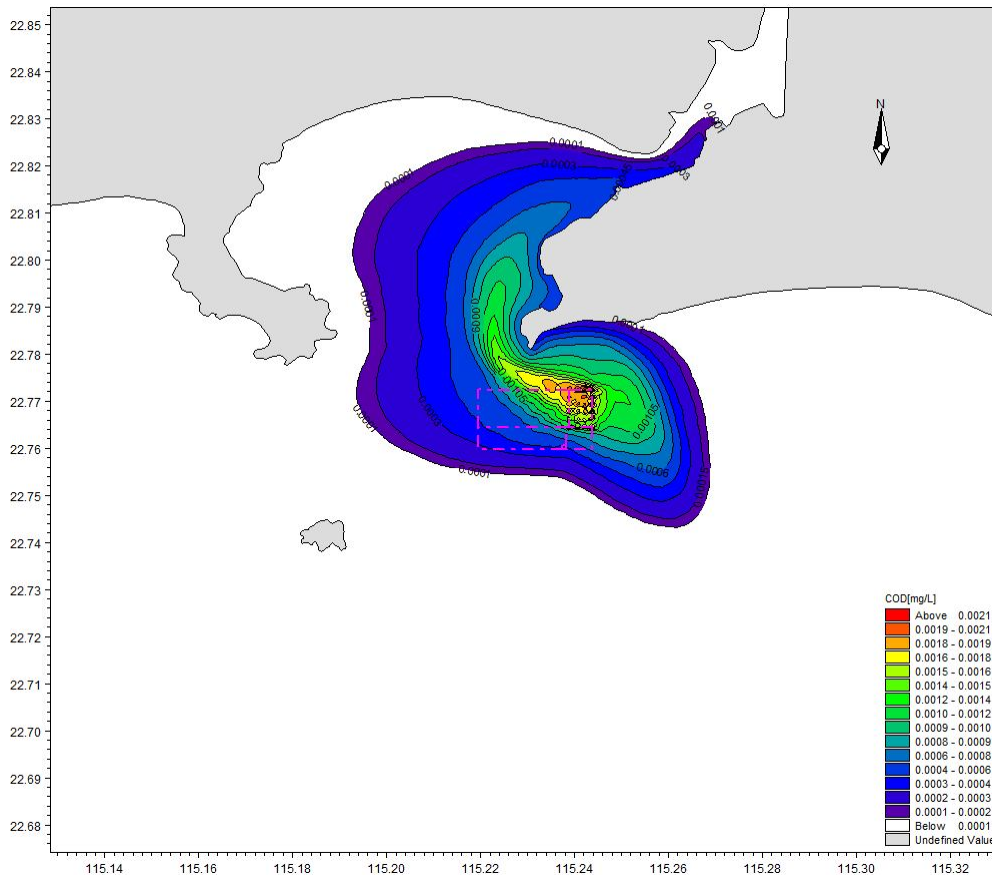


图 7.3.3-5 吊养养殖 COD 扩散包络线图

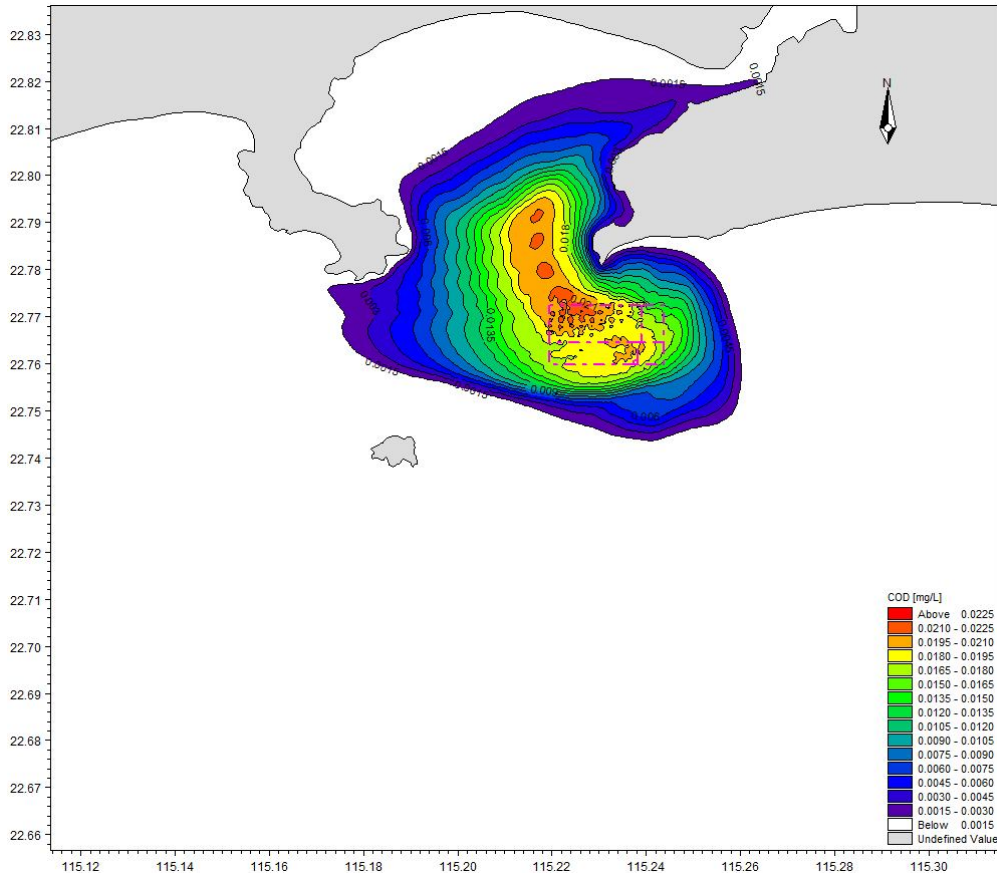


图 7.3.3-6 底播养殖 COD 扩散包络线图

7.4 海洋沉积物环境影响分析

7.4.1 施工期沉积物环境影响分析

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

根据本项目工程特点，本项目人工鱼礁礁石、预制件的投放量、海上工作平台桩基施工、网箱固定系统和吊养养殖固定系统施工工程量均较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在项目附近。人工鱼礁礁石、预

制件、海上工作平台桩基、锚泊固定的铁锚、锚固锚桩占用海域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏，但由于工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，因此，经扩散和沉降后，项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。

7.4.2 营运期沉积物环境影响分析

本项目人工鱼礁为混凝土结构，也不向海域释放有毒物质，因此不会影响海域沉积物质量，不会对海域的海洋沉积物产生不利影响。

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。项目运营期，在投饵网箱养殖中，由于投饵过程中，饵料不可能完全被养殖体摄食，相当一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部；另外，养殖体排泄物，除了一部分溶于水，另一部分被水流带走外，其余的也会在底泥里富积。沉积在底泥中丰富的有机物，在一定的环境条件下，又会重新释放出来，污染水质，成为养殖水环境污染的重要的内源。尤其是网箱养殖年限较长的水域，底泥沉积物对水质的二次污染应引起足够的重视。

另外，网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水体中悬浮物的量，这些污染物落淤在网箱水下及其周围海底，形成污染物堆积体，并不断释放出各种污染物（如氮、磷）。在底层海流的作用下，污染物不断向四周迁移扩散，污染范围不断扩大，形成以养殖网箱为中心的底层污染区。悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处，为 200m 左右，使受影响的水质和沉积物具有区域性。

本项目网箱数量少，网箱间的距离较大，养殖密度较小，且所在海域开阔，扩散稀释能力强，对沉积物质量的影响很小。

项目营运期海上工作平台工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，生活垃圾等固废打包交由环卫部门处置；船舶含油废水将集中收集后，交由有资质的单位处理。

经采取上述处理措施后，项目营运期对周边海洋沉积物环境基本没有影响。

7.5 海洋生态环境影响分析

7.5.1 对底栖生物的影响

1、施工期对底栖生物影响

在工程建设中，人工鱼礁、网箱养殖设施固定系统铁锚和吊养养殖锚固锚桩和海上平台桩基占用海域，占用的底栖生物栖息环境将被破坏，栖息于之上的底栖生物将彻底被掩埋、覆盖，导致生物资源损失。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i \quad \text{公式 (1)}$$

式中：

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

D_i —评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物、潮间带生物的平均生物量。

S_i —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。本报告中指人工鱼礁、网箱养殖设施固定系统铁锚和吊养养殖锚固锚桩和海上平台桩基占用海域面积。

根据工程设计及施工方案，本工程建设使用单个礁体为9平方米，共有1500个，占用海域面积约为13500平方米；本项目养殖区共设置网箱100个，6个网箱框架一组，共17组网箱，每组网箱采用14个750kg，单位面积1.1m²的铁锚固定，则项目网箱养殖铁锚占海面积约为17*14*1.1=261.8m²；吊养养殖锚固锚桩1200个，每个锚固锚桩面积为1.1m²，则项目吊养养殖锚固锚桩占海面积约为1200*1.1=1320m²；海上工作平台使用18根Φ1000PHC管桩，海上工作平台桩基占海面积约为3.14*0.5*0.5*18=14.1m²，则项目占海总面积约为15096m²。本项目海洋生物资源生物量以2021年4月和2021年9月的调查数据进行估算，底栖生物的生物量取2021年4月平均生物量（85.55 g/m²）和2021年3月平均生物量（126.48 g/m²）的平均值：106.02g/m²。

则根据上述公式，计算得本项目底栖生物损失总量约为 1.600t。具体各工程造成的底栖生物损失量见表 7.5.1-1 所示。

表 7.5.1-1 底栖生物损失量统计一览表

序号	项目	占用面积 (m ²)	平均生物量 (g/m ²)	损失量 (t)
1	人工鱼礁	13500	106.02	1.431
2	网箱养殖铁锚	261.8		0.028
3	吊养养殖锚固锚桩	1320		0.140
4	海上工作平台桩基	14.1		0.001
5	合计	15096	—	1.600

2、营运期对底栖生物影响

项目营运期对底栖生物的影响主要为网箱养殖对底栖生物的影响。网箱养殖中，底栖生物群落随着沉积物中有机物质和营养盐含量的变化而发生变化。初期，底栖群落的丰度和生物量有所增加，随后超负荷的反应表现出来，多样性也可能改变。网箱养殖尤其会对大型底栖生物群落结构产生影响。在网箱下方，几乎没有大型底栖生物。

网箱养殖对底栖群落的改变是局部的，根据养殖操作的不同，在网箱周围 15m 的范围内，这种变化可能是永久性的。在一个连续使用的养殖场中，网箱附近(<3m)的底栖群落的多样性减少，优势生物都是一些机会种；3m~15m 的过渡区为生物的生长提供了丰富的食物和良好的生境，一般来说，离网箱 15m 的地方生物多样性最高，生物量和丰度也最大，在网箱周围 30m 的范围内，耐有机污染种类占优势；随着距离的向外扩散，底栖生物的种类组成会逐渐恢复到正常水域的状况，离网箱 25m~150m 地方的生物群落与无养殖区域的海域没有什么不同，因此网箱养殖对底栖生物的影响范围很小。

本项目吊养养殖和底播养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎、扇贝、花甲（琉璃蛤）和菲律宾蛤仔等养殖，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的底栖生物的栖息环境没有影响。

7.5.2 对浮游生物的影响

1、施工期对浮游生物的影响

本项目人工鱼礁投放、海上平台桩基施工、养殖设施锚泊固定系统施工作业

将产生一定的悬浮泥沙。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,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,降低单位水体中浮游植物数量,导致局部水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。

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,据有关资料,水中悬浮物质含量的增加,对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官,尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时,这种危害特别明显。在悬浮物质中,又以粘性淤泥的危害最大,泥土及细砂泥次之。

浮游生物由于经济价值较难进行量化,因此,不进行损失量的估算。

2、营运期对浮游生物影响

项目网箱养殖使水体富营养化程度加大,带入的外源营养物质增加了水体的营养物质输入,导致浮游植物开始大量繁殖,但是随着养殖时间的延伸和规模的不断扩大,水体中的营养物质富集,光照降低,浮游植物的数量减少。所以,不同的养殖时间网箱养殖对水体中浮游植物的影响是不一样的。研究表明,浮游植物数量与总氮、总磷、氮磷比都呈显著相关,水中的总磷每增加0.01mg/L,浮游植物数量就要增加 3.53×10^5 个/L。

至于网箱养殖对浮游动物的影响,一般认为网箱区周围的浮游动物数量显著减少,原因是浮游动物穿过网箱时被箱内的鱼摄食,以及网箱阴影对藻类的生长影响而造成浮游动物食物的贫乏。浮游动物数量与总氮呈显著相关,水中总氮每增加0.01mg/L,浮游动物数量也要增加 1.06×10^3 个/L。

本项目吊养养殖和底播养殖投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物,完全

依靠摄取海洋生物进行生长，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的浮游生物的栖息环境没有影响。

7.5.3 对渔业资源的影响

1、施工期对渔业资源的影响

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

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

根据水质预测结果可知，本项目施工引起的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的包络线面积为 0.728km²，未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，影响主要在项目区人工鱼礁附近海域。因此，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但施工期内会造成渔业资源一定量的损失。

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

$$M_i = W_i \times T \quad \text{公式 (1)}$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \quad \text{公式 (2)}$$

式中：

M_i —第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

T —污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

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

S_j —某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

保守起见，浓度增量面积取包络线面积，根据水质预测结果，本项目施工引起的悬浮泥沙大于 10mg/L、小于 20mg/L 等值线所围面积为 0.412km²，大于 20mg/L、小于 50mg/L 等值线所围面积为 0.316km²，无大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区。因此，悬浮物浓度增量分区数为 2。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 7.5.3-1 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 7.3.1-1 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	各污染区内悬浮物浓度 增量范围 (mg/L)	各污染区的 面积 (km ²)	污染物 i 的 超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)	
				鱼卵和 仔稚鱼	成体
I区	10~20	0.412	$B_i \leq 1$ 倍	5	0.5
II区	20~50	0.316	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17.5	1
III区	50~100	0	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	10
IV区	>100	0	$B_i \geq 9$ 倍	75	20

根据项目施工进度计划，本项目人工鱼礁投放时间为 2 个月、即 60 天，污染物浓度增量影响的持续周期数为 4（15 天为 1 个周期），悬沙扩散范围内的海

域平均水深以 10.0m 计算。渔业资源密度取 2021 年 4 月和 2021 年 9 月的调查数据进行估算，2021 年 4 月游泳生物的平均资源密度为 180.76kg/km²，鱼卵的平均资源密度为 0.249 个/m³，仔鱼的平均资源密度为 0.016 个/m³；2021 年 9 月游泳生物的平均资源密度为 395.64kg/km²，鱼卵的平均资源密度为 0.346 个/m³，仔鱼的平均资源密度为 0.027 个/m³。两季游泳生物的平均资源密度为 288.2kg/km²，鱼卵的平均资源密度为 0.298 个/m³，仔鱼的平均资源密度为 0.022 个/m³。

则可计算得本项目施工时的生物量损失如下：

游泳生物损失量 = 288.2 × 0.412 × 0.5% × 4 + 288.2 × 0.316 × 1% × 4 = 6.02kg；

鱼卵损失量 = 0.298 × 0.412 × 10⁶ × 10 × 5% × 4 + 0.298 × 0.316 × 10⁶ × 10 × 17.5% × 4 = 9.05 × 10⁵ 粒；

仔鱼损失量 = 0.022 × 0.412 × 10⁶ × 10 × 5% × 4 + 0.022 × 0.316 × 10⁶ × 10 × 17.5% × 4 = 6.68 × 10⁴ 粒；

则可计算得本项目悬浮泥沙造成的渔业资源损失为：游泳生物 6.02kg，鱼卵 9.05 × 10⁵ 粒，仔鱼 6.68 × 10⁴ 尾。

2、运营期对渔业资源的影响

本项目人工鱼礁建设是一项修复海洋生态环境、保护海洋渔业资源建设，本工程建设初期可能是因为部分海洋生境的扰动，以及人为干扰因素的影响，会在短期内影响海洋渔业资源，但是随着工程的竣工，这一影响就会消失，由于海流变缓、生物附着面积进一步增大，海洋生物的种类与密度将有显著增大。为鱼类生存提供更多的食物，有益于海洋鱼类的生长、单位面积海域鱼类的产量将显著提高。

网箱养殖对养殖区游泳生物的影响存在着正反两个方面。一方面，网箱养殖可增加水体中营养物质的积累，有利于浮游生物种类多样性的保存和生物量的增加，从而为网箱外其他鱼类提供更多的饵料生物，增加鱼产量。首先是提高了鱼类的补充率，其次野生鱼类的生长速度与养殖鱼类相差不大，养殖场附近的鱼类的平均大小也比其它沿海区的鱼类要大。但另一方面，网箱养殖可能造成养殖区及邻近海域水体富营养化，致病微生物大量繁殖。同时，养殖污染物的扩散也会对海域游泳生物的正常生长产生一定的影响，尤其是对鱼卵、仔鱼造成一定的损害。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），养殖污染物 COD 在扩散范围内对海洋生物产生损害，按以下公式计算：

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

式中：Wi 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

Dij 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

Si 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

Kij 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。

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，仅考虑 COD 浓度大于 0.5mg/L 增量浓度范围内的海域认为对鱼卵和仔稚鱼、游泳生物产生影响。

预测结果表明，项目造成海水中 COD 浓度的最大增量约为 0.0522mg/L，远小于 0.5mg/L。因此，本项目网箱养殖基本不会对鱼卵和仔稚鱼、游泳生物造成损害。

从项目养殖技术来看，网箱设置的密度和养殖密度较低——面积占比小于 5%，网衣采用经防污处理的无节网，勤洗网换网可保证网箱内水流通畅；应用自动投喂技术，使用优质人工配合饲料，可保证饲料投放科学合理，提高饲料的转化率，有效减少投喂过程中产生剩余饲料和鱼类排泄的粪便。

从项目养殖区现状来看，本项目网箱设置在 9.2~10.9m 等深线附近的海域，潮流较大。由于网箱设置的间距较大，可保证网箱养殖区的潮流畅通。通过控制适宜的养殖密度和饲料投喂量，大部分残饵和粪便会随海流冲出网箱外，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，有效减少残饵和粪便对环境的影响。

本项目吊养养殖和底播养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎、扇贝、花甲（琉璃蛤）和菲律宾蛤仔等养殖，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，养殖过程中 COD 具有少量的增加，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的游泳生物等海洋生物的栖息环境没有影响。

7.5.4 工程总生物损失量及生态赔偿额

通过以上分析，本工程总生物损失量如下：底栖物损失量为 1.600t，游泳生物 6.02kg，鱼卵 9.05×10^5 粒，仔鱼 6.68×10^4 尾，见表 6.5.5-1。

底栖生物和潮间带生物按成体生物处理，商品价格按照经济贝类市场价格计算（15 元/kg）。

游泳生物按成体生物处理，价格按海鱼的平均价格计算（20 元/kg）。

鱼卵仔鱼折算成商品鱼苗进行计算，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，则本项目鱼卵仔鱼损失量折算成商品鱼苗约为 12387 尾。商品鱼苗价格取市场价为 1.0 元/尾。

本工程造成的各种海洋生物的直接经济损失额见表 7.5.4-1，本工程海洋生物直接经济损失额约为 36507 元。

按照《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。海上工作平台桩基、铁锚和锚桩占用海域造成不可恢复的影响，补偿年限按 20 年考虑，人工鱼礁的放置对生物资源损害的补偿年限按 3 年进行赔偿，悬浮泥沙等对海洋生物产生持续性影响的年限低于 3 年，按 3 年进行补偿，由此计算，本工程造成的生态损失总赔偿额为 15.24 万元。

表 7.5.4-1 海洋生物资源损失汇总表

生物资源	直接损失量	单价	直接经济损失额（元）	补偿年限（年）	经济赔偿额（万元）
底栖生物（kg）	28（网箱养殖铁锚）	15 元/kg	420	20	0.84
	140（吊养养殖锚固锚桩）	15 元/kg	2100	20	4.20
	1（海上工作平台桩基）	15 元/kg	15	20	0.005
	1431（人工鱼礁）	15 元/kg	21465	3	6.44
游泳生物（kg）	6.02	20 元/kg	120.4	3	0.04
鱼卵（粒）	9.05×10^5	12387 尾 1.0 元/尾	12387	3	3.72
仔鱼（尾）	6.68×10^4				
总计			36507	—	15.24

7.6 大气环境影响分析

本项目主要为施工期施工船舶、施工机械和运输车辆和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SO₂、NO_x和烟尘等，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。

建议施工单位和建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

7.7 声环境影响分析

本项目对周边声环境的影响主要是施工船舶噪声对周边环境的影响。

施工期噪声主要来自各类施工船舶产生的噪声。这些噪声源类似于固定源，其中打桩船施工时产生噪声为最主要的噪声源。将项目在打桩船施工时产生的噪声可以近似作为点声源处理，根据点声源随距离的衰减模式。

室外点声源在传播距离 r 处的噪声级预测公式为：

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

式中： $L_A(r)$ —距离声源 r (m) 处的 A 声级；

$L_A(r_0)$ —距离声源 r_0 (m) 处的 A 声级；

ΔL —噪声传播路径上因遮挡物、空气和地面状况引起的附加衰减。

计算表明，施工期间离噪声源不同距离处的噪声值见下表：

表 7.7-1 施工期间噪声随距离衰减变化情况 单位：dB (A)

机械名称	声级测值 (5m 处)	边界外距离 (m)							
		20	40	60	80	100	150	200	250
工作船	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
指挥船	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
打桩船	105	93.0	86.9	83.4	80.9	79.0	75.5	73.0	71.0
吊船	85	73.0	66.9	63.4	60.9	59.0	55.5	53.0	51.0
运输船	85	73.0	66.9	63.4	60.9	59.0	55.5	53.0	51.0
起重船	90	78.0	71.9	68.4	65.9	64.0	60.5	58.0	56.0
方驳	85	73.0	66.9	63.4	60.9	59.0	55.5	53.0	51.0
拖轮	85	73.0	66.9	63.4	60.9	59.0	55.5	53.0	51.0
供水船	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
机动艇	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
辅助船	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
履带吊车	75	63.0	56.9	53.4	50.9	48.9	45.5	43.0	41.0

一般而言，施工船舶在露天的环境中进行施工，通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理，因此本项目施工期产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影响，在施工场地边界噪声级将不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》

(GB12523-2011)标准要求。从上表的预测结果来看,桩机打桩运行时的噪声影响最大,其瞬时噪声在250米范围内超过70dB(A),而其他的施工机械昼间在16米的衰减距离就能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求。

由于项目施工位于海上,周边无声环境敏感目标,因此,项目施工时不会对周边声环境产生大的影响。施工单位在施工过程中,要采取加强施工作业管理、选用低噪声设备和船舶、加强设备和船舶的维护管理等措施。

另外,本项目运营期主要为工作船舶在项目海域内养殖作业,周边无声环境敏感目标,因此,项目工作船舶运行时不会对周边声环境产生大的影响。

7.8 固体废物环境影响分析

7.8.1 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少量建筑垃圾。

本项目施工期生活垃圾产生量共63kg/d,船舶生活垃圾待船舶靠岸后,收集上岸交由环卫部门清运处理,最终送城市垃圾处理厂处理。

海上工作平台上部结构施工过程中会产生少量建筑垃圾废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。建议施工方对建筑垃圾进行分类回收,能回收利用的要回收利用,不能回收利用的立即清运。

生活垃圾应集中堆放并及时交由环卫部门清运处理,不可随意堆放和倾倒,以免造成环境卫生问题。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。

7.8.2 运营期固体废物环境影响分析

本项目运营期间产生的固体污染物主要有生活垃圾和废弃养殖材料等。

运营期生活垃圾待船舶靠岸后,集中收集上岸,交由环卫部门接收处理。

养殖过程产生的废弃养殖材料,主要为废旧网衣、废旧塑料管、聚乙烯绳索、废旧浮球、废旧浮筏和养殖笼等。拆除更换后运回陆地,外售给废品收购站,不在海域丢弃,基本不会对海洋环境产生影响。

7.9 主要环境敏感目标影响分析

根据报告第一章分析，项目附近海域的敏感区主要有：红海湾农渔业区、南海北部幼鱼繁育场保护区、鲷门旅游休闲娱乐区、白安半岛旅游休闲娱乐区、金町旅游休闲娱乐区、金町重要滩涂及浅海水域、鸡笼山海岸防护物理防护极重要区、百安半岛海岸防护物理防护极重要区、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区（广东海丰鸟类省级自然保护区）、百安半岛重要滩涂及浅海水域、江牡岛、鸡心石三岛、汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目等。项目施工期产生增量超过10mg/L的悬浮泥沙与敏感目标叠加图见图7.9-1。



图 7.9-1 项目施工产生增量超过 10mg/L 的悬浮泥沙与海洋敏感目标叠加图

7.9.1 对红海湾农渔业区的影响分析

(1) 施工期对红海湾农渔业区的影响分析

本项目位于红海湾农渔业区内，海上工作平台桩基施工、人工鱼礁投放、网箱养殖、吊养养殖设施等需要设置桩、锚进行固定，将改变此区域生物原有的生境，对其海洋生物资源的生存环境等造成一定的破坏，从而造成一定的生物量损失。另外，本项目人工鱼礁投放将产生一定的悬浮泥沙，也将造成一定的渔业资源损失，在人工鱼礁投放作业过程中，由设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体混浊水质下降。计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给项目周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要集中在工程周边很小的范围内。悬浮泥沙向西扩散距离 0.4km，向东扩散距离 0.3km，人工鱼礁投放引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为 0.728km²，主要位于红海湾农渔业区内。

因此，施工期对红海湾农渔业区的影响面积 0.728km²，对西向影响最远距离约为 0.4km，对东向影响最远距离约为 0.3km，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，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。对项目占海和施工悬浮泥沙造成的生物量损失进行核算，进行生态补偿。

本项目施工期生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水，施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后上岸后，交由环卫部门清运处理；产生的少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对红海湾农渔业区的水质和生态环境产生影响。

(2) 运营期对红海湾农渔业区的影响分析

项目营运期间，网箱养殖会对红海湾农渔业区生态环境有一定的影响，会增加水体中的总氮、总磷、COD含量，消耗溶解氧，降低透明度，根据水质预测结

果，项目养殖污染物排放后在海水净化作用下，项目造成海水中总氮、总磷、COD浓度的最大增量约为0.021 mg/L、0.006 mg/L、0.0522mg/L，根据2021年4月和2021年9月水质调查结果，项目最近A3监测站位所在海域水质总氮、总磷、COD的本底最大浓度为0.1672mg/L、0.006mg/L、1.37mg/L，保守估计，叠加后的总氮、总磷、COD浓度最大值为0.1882mg/L、0.012mg/L、1.4222mg/L，养殖区附近海域总氮、总磷、COD浓度仍满足二类水质（0.30mg/L、0.030mg/L、3mg/L）要求。由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对红海湾农渔业区水质产生大的影响。

本项目网箱清洗采用海水进行清洗，清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。海上工作平台工作人员生活污水由配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾等固废集中收集上岸后，交由环卫部门处置。因此，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对红海湾农渔业区的水质和生态环境产生影响。

7.9.2 对“三场一通道”的影响分析

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），本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

根据悬浮泥沙计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给项目周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要集中在工程周边很小的范围内。悬浮泥沙向西扩散距离0.4km，向东扩散距离0.3km，人工鱼礁投放引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为0.728km²，主要位于项目附近海域内。项目施工产生的悬浮泥沙扩散会对南海北部幼鱼繁育场保护区内的水质产生不利影响，但随着施工结束而消失，不会对南海北部幼鱼繁育场保护区内水质产生长期的不利影响，施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处

理。生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理，产生的少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对南海北部幼鱼繁育场保护区的水质和生态环境产生影响。

项目运营期间，网箱养殖产生的污染物造成海水中总氮、总磷、COD 浓度的最大增量约为 0.021 mg/L、0.006 mg/L、0.0522mg/L，叠加背景浓度后，养殖区附近海域总氮、总磷、COD 浓度仍满足二类水质（0.30mg/L、0.030mg/L、3mg/L）要求。由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对南海北部幼鱼繁育场保护区的水质产生大的影响。另外，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对南海北部幼鱼繁育场保护区的水质和生态环境产生大的影响。

7.6.3 对旅游休闲娱乐区的影响分析

本项目距离最近的旅游休闲娱乐区是北侧金町旅游休闲娱乐区0.5km，距离西北侧鲐门旅游休闲娱乐区10.1km，西北侧白安半岛旅游休闲娱乐区5.0km。

根据悬浮泥沙计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给项目周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要集中在人工鱼礁周边很小的范围内。悬浮泥沙向西扩散距离 0.4km，向东扩散距离 0.3km，人工鱼礁投放引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为 0.728km²，主要位于项目人工鱼礁附近海域内。项目施工产生的悬浮泥沙扩散不会对北侧 0.5km 处的金町旅游休闲娱乐区的水质产生不利影响。施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理；产生的少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对东北侧 0.5km 处的金町旅游休闲娱乐区的水质和生态环境产生影响。

项目运营期间，网箱养殖产生的污染物叠加背景浓度后，养殖区附近海域总氮、总磷、COD 浓度仍满足二类水质（0.30mg/L、0.030mg/L、3mg/L）要求。

由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对东北侧 0.5km 处的金町旅游休闲娱乐区的水质产生大的影响。另外，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，也基本不会对北侧 0.5km 处的金町旅游休闲娱乐区的水质和生态环境产生影响。

由于项目施工及运营期都不会对北侧 0.5km 处的金町旅游休闲娱乐区的水质和生态环境产生影响。因此，项目施工及运营期也不对更远的鲛门旅游休闲娱乐区和白安半岛旅游休闲娱乐区的水质和生态环境产生影响。

7.6.4 对“三区三线”中海洋生态红线区的影响分析

根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）“三区三线”中生态红线，本项目养殖范围不占用生态红线，项目养殖区距离“三区三线”中最近的生态红线是北侧金町重要滩涂及浅海水域 0.5km，距离东北侧的鸡笼山海岸防护物理防护极重要区 2.8km，距离北侧的汕尾海丰鸟类地方级自然保护区 3.7km，距离西北侧的百安半岛海岸防护物理防护极重要区 3.2km，距离西北侧的百安半岛重要滩涂及浅海水域 5.0km。

根据悬浮泥沙计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给项目周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要集中在人工鱼礁周边很小的范围内。悬浮泥沙向西扩散距离 0.4km，向东扩散距离 0.3km，人工鱼礁投放引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为 0.728km²，主要位于项目人工鱼礁附近海域内。项目施工产生的悬浮泥沙扩散不会对北侧 0.5km 处的金町重要滩涂及浅海水域的水质产生不利影响。施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理；产生的少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对北侧 0.5km 处的金町重要滩涂及浅海水域的水质和生态环境产生影响。

项目运营期间，网箱养殖产生的污染物叠加背景浓度后，养殖区附近海域总氮、总磷、COD 浓度仍满足二类水质（0.30mg/L、0.030mg/L、3mg/L）要求。

由此可见，项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对北侧 0.5km 处的金町重要滩涂及浅海水域的水质产生大的影响。另外，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，也基本不会对北侧 0.5km 处的金町重要滩涂及浅海水域的水质和生态环境产生影响。

由于项目施工及运营期都不会对北侧 0.5km 处的金町重要滩涂及浅海水域的水质和生态环境产生影响。因此，项目施工及运营期也不对更远的鸡笼山海岸防护物理防护极重要区、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、百安半岛海岸防护物理防护极重要区、百安半岛重要滩涂及浅海水域的水质和生态环境产生影响。

7.6.5 对项目周边岛屿的影响分析

项目养殖区距离西南侧江牡岛 3.8km，距离西南侧鸡心石三岛 8.4km，项目离上述岛屿均比较远。

本项目网箱养殖、吊养养殖和底播养殖均为开放式养殖用海，项目养殖用海不改变海域自然属性，项目所在海区水动力条件较好，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变。项目养殖用海对周边海域的地形地貌与冲淤环境影响很小。

项目人工鱼礁礁石投放后海底地形发生显著变化（-1m~+3m），礁石发生沉降现象（下沉深度约 0.45m），礁石周围出现冲淤地形（礁石堆高 1.65 m，影响范围 5m 左右）。因此，项目人工鱼礁对海底地形地貌和冲淤环境的影响主要位于鱼礁 5m 左右的范围内。

项目海上工作平台为高桩梁板结构，管桩采用预应力 PHC 管桩，对附近海域泥沙冲淤影响不大。

因此，本项目施工及运营期不会对江牡岛、鸡心石三岛的地形地貌与冲淤环境产生影响。

7.6.6 对项目周边养殖的影响分析

本项目西南侧 3.77km 为汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目。

根据悬浮泥沙计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给项

目周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要集中在人工鱼礁周边很小的范围内。悬浮泥沙向西扩散距离 0.4km，向东扩散距离 0.3km，人工鱼礁投放引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为 0.728km²，主要位于项目人工鱼礁附近海域内，基本不会对开放式底播养殖和汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目的水质产生影响。另外，施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不向海洋排放。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。因此，项目施工废水和固体废物均经收集后处理，不排海，不会对汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目的水质环境产生不利影响。

项目运营期水质预测可知，养殖污染物排放后在海水净化作用下，项目造成海水中COD浓度的最大增量约为0.0522mg/L，根据2021年4月和2021年9月水质调查结果，项目最近A3监测站位所在海域水质COD的本底最大浓度为1.37mg/L，保守估计，叠加后的COD浓度最大值为1.4222mg/L，养殖区附近海域COD浓度仍满足二类水质（3mg/L）要求。由此可见，项目实施后工程海域产生的污染物非常小，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。不会对汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目的水质环境产生不利影响。另外，项目运营期养殖工作人员产生的生活污水收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。生活垃圾等固废集中收集，交由环卫部门接收处理；船舶含油废水将集中收集后，交由有资质的单位处理。项目运营产生的各类污染物均不直接排放入海，则经采取措施后，本项目运营期不会对汕尾市顺安科研养殖有限公司开放式养殖用海项目的水质环境产生大的影响。

7.10 养殖鱼类的逃逸及基因污染对环境的影响分析

在养殖操作过程（如换网、药浴、收获等）中，养殖鱼类的逃逸时有发生，有的量还很大，已引起了人们的关注。大量养殖鱼类的逃逸，必然会影响到渔场附近的生态环境。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；更为严重的是，很多鱼类寄生虫病是人畜互传

的，对人类的健康将造成威胁。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。

本项目养殖的鱼类品种为汕尾附近海域常见的蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，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，不会出现对基因污染环境的影响。

7.11 外环境对本项目的影响分析

外环境对本项目的影响分析主要为项目所在海域水质对养殖的影响，本项目周边海域开发利用活动较少，项目外环境的影响分析主要进行项目所在海域水质的适宜性分析。

本项目网箱养殖鱼类品种主要为蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼、牡蛎、扇贝和花甲等品种。根据 2021 年 4 月对项目海域水质调查结果，pH、石油类、溶解氧、硫化物、化学需氧量、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合相应环境功能区二类水质标准，有 1 个站位无机氮超标，2 个站位活性磷酸盐超标，一、二类水质 $\geq 80\%$ ，目标海域水质状况级别为良好。根据 2021 年 9 月对项目海域水质调查结果，pH、活性磷酸盐、无机氮、溶解氧、硫化物、化学需氧量、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合相应环境功能区二类水质标准，有 1 个站位石油类超标，2 个站位汞超标，目标海域除个别站位，水质环境大部分较好。2021 年 4 月（春季）水质结果和 2021 年 9 月（秋季）水质结果也符合《渔业水质标准》（GB11607-89）的要求，养殖海域水质对养殖无不利影响。另根据 2021 和 2022 年广东省生态环境状况公报，红海湾一年四季大部分海域均为清洁或较清洁海域，海水符合第一、二类海水水质标准，因此，总体上红海湾海域水质质

量较好，作为农渔业区，适宜进行海水养殖。

项目所在红海湾海域渔业资源丰富，主要经济种类有鲷鱼、皮氏叫姑鱼、中华小公鱼、康氏小公鱼、龙头鱼、棘头梅童鱼、短吻鲷、二长棘鲷、红狼牙虾虎鱼、多鳞鱮等。根据 2021 年 9 月对项目海域海洋生物体质量的调查分析结果，所有样品体内的石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，因此该海域生物质量良好。本项目在该海域内进行海水养殖，外环境不会对养殖品种产生污染，可以满足养殖的要求。

7.12 对通航环境的影响分析

一、施工作业对水域通航环境影响分析

本工程建设需投入工作船、指挥船、打桩船、起重船、拖轮以及各类运输驳船等。本工程施工期间对水域通航环境和安全的影响主要有：

1) 各种工程船舶在施工水域或附近水域活动客观上增加了船舶交通流量和工程附近水域的通航密度。

2) 施工船若因待工等而随意在施工作业区以外水域抛锚或淌航，将会对工程水域通航环境带来不利影响。

3) 施工作业期间，若施工船舶发生安全事故，会对工程水域通航环境安全形势及附近船舶航行安全会有较大的影响。

本工程施工过程对附近水域通航安全环境影响较小，具体如下：

① 以上所涉运输及施工船舶数量不多，礁体出运码头距项目水域距离也较近，施工物料可得到保障，施工船因待工而随意抛锚或淌航的可能性较小。

② 本工程的施工除了少量的运输船、交通船之外，其它施工船舶活动水域仅限于本工区水域，且运输路线较短，对附近船舶影响较小。

③ 本工程所在海域不在大中型船舶推荐或规划的主航路上，仅有渔船可能通过施工海域，过往商船航路与工程海域无交叉，交通环境并不复杂。

④ 在制定相应的安全措施并认真落实，合理划定施工安全作业区范围、申请发布航行通告，合理安排、精心组织施工，并加强施工现场的安全管理等基础上，这些不利影响也将得到克服或缓解。

二、安全作业条件分析

本次施工作业对天气海况条件的要求较高，施工过程应时刻留意气象预报。为了确保施工船在航行及作业过程中的安全，施工作业船舶应控制在风力 ≤ 5 级（网箱养殖等养殖活动、海上监测系统工程应在风力在4级风以下进行）、浪高 ≤ 1.2 米、能见距离 ≥ 1 海里的条件下进行作业礁体吊放作业。

三、水上交通秩序影响分析

本工程鱼礁区位于江牡岛东北海域附近，距周边港口较近，施工区附近海域大多数过往商船会提前主动避开岛礁，沿外海推荐航路航行，一般不会经过施工水域，仅可能有部分渔船在本工程岛礁附近活动，在投放作业期间，保持正规了望，密切注意作业区附近渔船的动态，及早对渔船采取必要的警示和劝离措施，警戒船24小时不间断警戒，则船舶发生碰撞等事故的风险将大大降低。

本工程施工作业期间及工程完工后，不会形成高大的海上建筑物。施工作业对过往船舶雷达信号、VHF通信等的影响甚微，不会影响其发挥正常工作效能。

综上所述，本项目施工对过往船只的通航影响较小。但仍建议建设单位做好施工安全保障和通航安全保障。

8 环境风险分析与评价

8.1 环境风险评价等级与危害识别

8.1.1 环境风险评价等级

环境风险潜势初判

(一) P 的分级确定

1、危险物质数量与临界量比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质,按其在厂界内的最大存在总量计算。

(1) 当至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;

(2) 但存在多种危险物质时,按下式计算:

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$$

式中:

q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质最大存在量(t);

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量(t)。

当 $Q < 1$ 时,该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时,将 Q 值划分为:(1) $1 \leq Q < 10$; (2) $10 \leq Q < 100$; (3) $Q \geq 100$ 。

本项目原辅材料 Q 值计算如下表。

表 8.1.1-1 建设项目 Q 值确定值

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质(矿物油类,如石油、汽油、柴油等;生物柴油等)	/	30.72	2500	0.012
项目 Q 值 Σ					0.012

根据计算结果,本项目 $Q < 1$,项目环境风险潜势为 I。

2、行业及生产工艺 (M)

项目 Q 值计算结果 < 1 ,根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)

C.1.1.1, 不需进行 M 值的判断, 项目环境风险潜势定为 I。

(二) 建设项目风险评价等级确定

本项目为开放式养殖项目, 参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 本项目不属于高风险行业, 不涉及高风险工艺和物品, 不构成重大风险源, 环境风险潜势为 I 级, 环境风险评价工作等级为“简要分析”。

表 8.1.1-2 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV+	XXIII	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对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。				

8.1.2 环境风险事故识别

本项目建设的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害, 发生于施工期和运营期。

自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋、风暴潮、暴雨和地震等自然灾害所产生, 自然灾害会给工程施工期及运营期带来船舶碰撞等风险。

本项目施工船舶和运营期进出码头和养殖区工作船舶若突遇恶劣天气, 风大、流急、浪高、加之轮机失控, 造成船舶触礁、搁浅或其他过往船舶发生碰撞事故, 有可能发生单方或双方船体的燃料油舱破损导致燃油溢出事故。因此, 风险评价预测污染因子为石油类污染物。

8.2 事故发生几率分析

收集广东省海事局 2007~2011 年度近 5 年的溢油资料作类比分析, 统计如表 7.2-1 所示。

统计结果显示, 这五年, 广东省共发生船舶污染事故 44 起, 其中操作性事故 24 起 (包括加油事故、装卸事故和误排机舱水事故), 海损性事故 19 起, 其他事故 1 起。事故发生在港内的居多, 占 63.6%; 其次为近海, 占 22.7%; 发生在锚地和其他区域的各 3 起。

溢油量以小于 10 吨的居多, 共 36 起, 占 81.8%; 10~50 吨、100~500 吨

的各 3 起，各占 6.8%；500~1000 吨、1000~10000 吨的各 1 起，各占 2.3%。其中海损性事故（共 19 起）中，沉没 6 起，占 31.6%；碰撞 5 起，占 26.3%；触礁、触损和船体破损各 2 起，各占 10.5%；搁浅、火灾爆炸各 1 起，各占 5.3%。操作性事故中（24 起），由装卸作业导致的共 15 起，加油作业导致的 2 起，其他作业导致的 7 起，分别占 62.5%、8.3%、29.2%。

已知溢油量的海损性事故，溢油量为 0.003~1755t，平均溢油量 142.5t。操作性事故溢油量为 0.006~3t，平均 0.5t。

统计结果显示，广东省溢油污染事故发生概率为 8.8 次/年，其中 10 吨以下的事故发生概率为 7.2 次/年，10~50 吨、100~500 吨、500~1000 吨、1000~10000 吨事故发生概率分别为 0.6 次/年（约 1 年一遇）、0.6 次/年（约 1 年一遇）、0.2 次/年（5 年一遇）、0.2（5 年一遇）次/年。

表 8.2-1 广东辖区 2007~2011 年船舶水上污染事故分析表

统计年份		2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	合计
事故次数	操作性事故	12	4	2	5	1	24
	海损性事故	6	4	5	4		19
	其他/未知		1				1
	小计	18	9	7	9	1	44
事故地点	港内	13	6	4	5		28
	航道						0
	锚地	2			1		3
	近海	3	2	2	2	1	10
	其他/未知		1	1	1		3
	小计	18	9	7	9	1	44
溢油量	小于 10 吨	17	8	4	6	1	36
	10~49 吨		1	1	1		3
	50~99 吨	1		1	1		3
	100~499 吨						0
	500~999 吨			1			
	1000~9999 吨				1		
	10000 吨以上						0
	未知						0
小计	18	9	7	9	1	44	
海损性事故类型	碰撞	1		1	3		5
	搁浅			1			
	触礁	1	1				2
	触损	1			1		2
	沉没	1	3	2			6
	火灾/爆炸	1					1
	船体破损	1		1			2
	其他/未知						0
小计	6	4	5	4	0	19	

3) 行业事故统计与分析

统计资料表明，码头风险事故多为溢油事故。75%左右的溢油事故发生于船舶装卸过程，但这类事故导致的溢油量相对较小，90%以上的事故溢油量在 7t

之内。与此相比，虽然船舶碰撞事故导致的溢油事故的概率占总溢油事故的 10% 以下，但由于这类事故施救困难、控制预警效果较差，导致的溢油量相对要大得多，且危害程度要严重得多。在船舶碰撞事故导致的溢油事故中，有 25% 左右的事 故溢油量在 600t 以上。根据国际油轮船东防污染联合会（ITOPF）相关数据，溢油事故主要原因见表 8.2-2。

表 8.2-2 码头溢油事故原因分布

事故溢油量/t	事故比率%			
	装卸	碰撞	搁浅	泊位
<7	77.5	3.1	5.0	14.4
7~600	43.5	26.6	26.0	3.9
>600	8.8	40.6	50.6	/
合计	70.7	7.5	9.3	12.5

8.3 环境风险分析预测

8.3.1 自然灾害风险分析

本项目所处海域是热带气旋、风暴潮、暴雨多发海域，可能遭受热带气旋、海浪、暴雨等自然灾害的袭击。在热带气旋活动过程中往往伴随着狂风、暴雨、巨浪和暴潮，导致海堤被毁、房屋倒塌、农田被淹、通讯和电力设施被毁，人民生命财产损失巨大。因此，对本工程直接造成不利影响的海洋灾害主要是热带气旋、灾害性波浪和风暴潮。

(1) 热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带气旋的生成源主要有两个：1) 西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 7°~15°N，135°~150°E 之间的洋面上；2) 南海中部，即 13°~18°N，111°~117°E 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆珠江口附近地区和南海北部活动的热带气旋对汕尾均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产的安全。

热带气旋、风暴潮灾害突发性强。往往在几小时内就酿成巨大灾害。在汕尾沿海，尤其是近海突然加强、迅速登陆的台风，这类台风范围虽小，但强度大、

发展猛、移动快、破坏性大。

(2) 登陆的台风

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年5~10月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以8月为高峰，广东沿岸平均每年约受6.2个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。由于地理位置的原因，本项目易受到热带气旋的吹袭，所以要时常做好防风抗风的准备。

(3) 风暴潮

风暴潮是由强烈的大气扰动所引起的海面异常升高现象，其伴随着天文潮、短周期的海浪而来，常常使潮位暴涨，甚至令海水漫溢，酿成大灾，有人也称之为风暴增水。风暴潮灾害具有明显的季节性，主要出现在农历6、7、8月。台风风暴潮灾害与天文潮有密切关系，灾害大多在天文大潮期间发生。台风、低压及强烈的向岸风作用于海面，使海水大量堆积，特别是当风暴潮与高潮段耦合时，水位往往暴涨，有可能超过当地警戒线，引发风暴潮灾害。

8.3.2 船舶溢油风险分析

8.3.2.1 溢油模型

海上溢油的扩散行为受气象条件和潮流特征等环节条件以及溢油本身化学性质的影响，会经历拓展、漂移及风化等复杂过程。溢油刚发生时，油膜主要在海中进行扩展过程，持续时间较短，随后在海中进行漂移和风化过程，持续时间较长。目前对溢油数值模拟研究的方法基本有两种，一种是基于对流扩散方程，将油膜视作一般污染物；另一种是“油粒子”模型，采用拉格朗日随机走动法和粒子云团来描述溢油过程。“油粒子”模型将油膜分散成大量油粒子，油膜视为这些“油粒子”组成的粒子云团，该方法可以较好地反应海上溢油在各种环境因素影响下的行为情况，目前在溢油研究中被广泛使用。

本次计算采用的溢油模型其基本原理是基于拉格朗日体系，模拟溢油在海水中的扩展、漂移、风化等过程，并且能全面反应油膜的漂移轨迹、扫海面积以及溢油物理化学属性的改变情况，是国际上应用较广的溢油预测模型模拟系统之一。

在模型中油被分为两部分：轻质挥发部分(分子量小于 160g/mol，沸点小于 300°C)和重质部分(分子量大于 160g/mol，沸点 300°C 以上)，石蜡和沥青作为油中的特殊成分，不参与降解、蒸发和溶解过程。模型中油被离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，每个粒子都在模型被单独计算。溢油发生后，油残留物的化学组分变化是物理和生物过程的结果、这通常称为油的风化过程，在模型中油的风化过程主要包括蒸发、扩散、乳化、溶解、沉降、感光氧化和生物降解等，过程示意图见图 8.3.2-1。

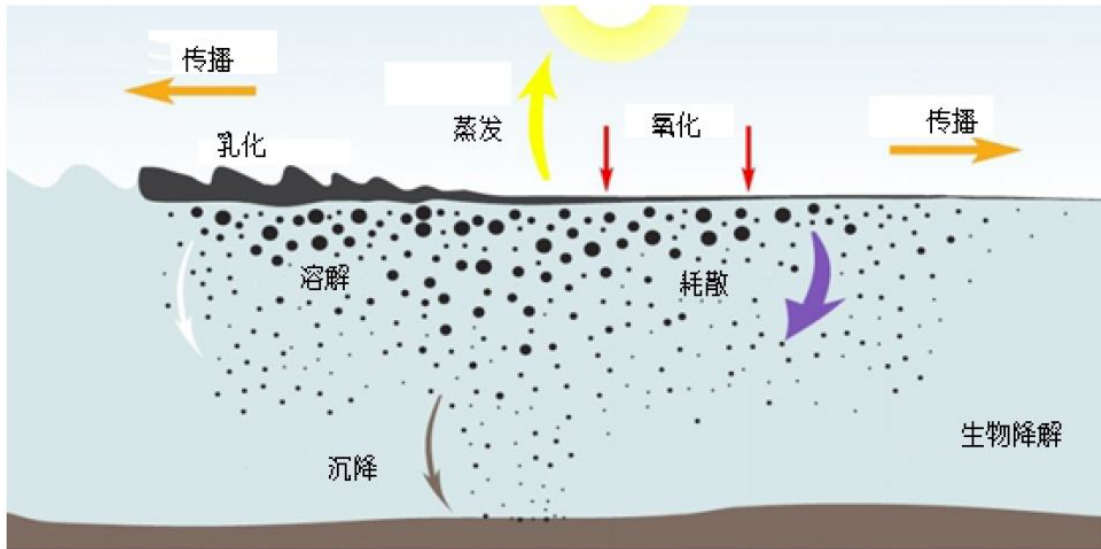


图 8.3.2-1 溢油风化过程示意图

(1) 扩展过程

溢油的扩展过程主要受重力、粘力和表面张力的影响。模型采用的是修正的 Fay 重力-粘性力公式计算油膜的扩展过程：

$$\frac{dA_0}{dt} = K_a A_0^{1/3} \left(\frac{V_0}{A_0} \right)^{4/3}$$

$$V_0 = R_0^2 \pi h_0$$

式中， A_0 为油膜扩展面积， V_0 为溢油体积， K_a 为系数， h_0 为油膜初始厚度，取 10cm， t 为时间。

(2) 漂移过程

“油粒子”模型将漂移过程分为对流和紊动扩散两个主要过程，在每个计算步

长内，油粒子的变化都是这两个过程综合作用下的结果。

1) 对流过程

油粒子在潮流和风力的作用下产生对位移，可以表示为：

$$\begin{aligned} U_p &= U_s + C_w \cdot U_w \cdot \sin(\theta - \pi + \theta_w) \\ V_p &= V_s + C_w \cdot U_w \cdot \cos(\theta - \pi + \theta_w) \end{aligned}$$

式中， U_p 、 V_p 分别为油粒子在 x 、 y 方向的对流移动分速度； U_s 、 V_s 分别是表面流速在 x 、 y 方向的分速度； U_w 为海面上 10m 处的风速； θ 为风向角； C_w 为风漂移系数，一般取值为 0.03~0.04 之间，本模型取值为 0.03； θ_w 为风偏转角，可表示为：

$$\theta_w = \beta \exp\left(\frac{\alpha |U_w|^3}{g\gamma_w}\right)$$

其中， $\alpha = -0.3 \times 10^{-8}$ ； $\beta = 28.38'$ ； g 为重力加速度； γ_w 为运动粘度。本模型取模型默认值， $\theta_w = 28^\circ$ 。

2) 紊流扩散过程

每个油粒子的空间是由水流的随机脉动所导致的，对于二维的情况，可以将随机走动的距离形式表示为：

$$\Delta S_\alpha = R \cdot \sqrt{6D_\alpha \cdot \Delta t}$$

其中 ΔS_α 为在 α 方向上的一个时间步长内可能扩散走动的距离， D_α 为 α 方向上的扩散系数， R 为 -1 到 1 的随机数。

(3) 溢油风化过程

溢油的风化包括蒸发、乳化以及溶解等过程。其过程十分复杂，与溢油自身属性、温度、风、阳光等许多因素有关。

1) 蒸发过程

油类蒸发指液态的石油烃变成气态造成油膜与空气间进行物质交换的过程，油类的蒸发受油品本身及环境因素影响，油品本身性质决定着油类在水中的蒸发率，油膜厚度、风场及温度、水温、风速计太阳辐射等因素也影响着油类的蒸发。油膜蒸发是风化过程的主要部分，大多数原油的蒸发量可达 40%，蒸发数量一般占总溢油量的 20%~40%。蒸发率由下式表达：

$$N_i^e = K_{ei} \cdot P_i \cdot \frac{M_i}{\rho_i} / (RT)$$

式中： N_i^e 为蒸发率， P 为蒸汽压， i 为不同的油组分， R 为气体常数， K_{ei} 为物质传输系数， M 为分子量， T 为温度， ρ 为油组分密度， K_{ei} 由下式估算：

$$K_{ei} = K \cdot A_0^{0.045} \cdot Sc_i^{-2/3} \cdot U_w^{0.78}$$

其中， K 为蒸发系数， Sc 为蒸汽 Schmidt 数，模型取 2.7。

2) 乳化过程

乳化是油与水经过扰动作用后混合在一起，油膜被打碎成油滴不断向水体运动，同时卷吸海水形成黑褐色的乳化物。这种乳化物可以长期漂浮于海上，体积、粘度和比重都比原来大得多，这是由于其吸收了大量海水的原因。溢油的乳化会极大影响到扩散、蒸发等其它过程，严重地妨碍了溢油的清理工作。溢油的乳化受油膜厚度、水流紊动作用以及环境条件等的影响。

油膜的乳化包括形成水包油型及油包水型两个物化过程。在溢油发生最初的时刻，扩散是最主要的运动方式，由于其是一种物理过程，油膜在自身伸展压缩运动及水流和风浪的扰动下破碎，将油膜分散成各种粒径的油滴，油滴进入水中，形成水包油型乳化。从油膜中扩散到水中的油量损失可由下式计算：

a. 形成水包油乳化物的过程

溢油在海上的扩散过程中，水流的紊动作用将油膜打碎成油滴，油滴分散到水体后进而形成了水包油的乳化物。这些乳化物表面化学性质稳定，可以防止油滴返回油膜。在静风条件下油膜的伸展压缩运动是主要的分散作用力，而在大风的情况下波浪破碎是主要因素。溢油的损失量计算为：

$$D = D_a + D_b$$

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600}$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_0 h_s \gamma}$$

式中， D_a 为油类进入到水中的分量， D_b 为进入水体后没有返回的分量， μ_0 为油的粘度， γ 为油和水的表面张力。

油粒子返回油膜速率为：

$$\frac{dV_0}{dt} = D_a (1 - D_b)$$

b.形成油包水乳化物的过程

当水进入油类中，形成油包水型乳化，会增加油类的含水率。油类含水率变化由下式得出：

$$\frac{dY_w}{dt} = R_a - R_b$$

$$R_a = K_a (Y_w^{\max} - Y_w) \frac{(1+U_w)}{\mu_0}$$

$$R_b = K_b Y_w \frac{1}{A_s \cdot \mu_0 \cdot W_a}$$

其中， R_a 、 R_b 分别为水的吸收速率和释放速率， A_s 为溢油的沥青含量， W_a 为溢油的石蜡含量， Y_w 为乳化物含水率， Y_w^{\max} 为最大含水率， K_a 、 K_b 分别为吸收系数和释放系数。 Y_w^{\max} 取值为 0.75。

3) 溶解

溢油有微弱的溶于水的特性，主要是低碳的轻油组分溶解于水。在整个溢油扩散的过程中其溶解量通常不会超过溢油总量的 1%，可以忽略不计。但考虑到溶解于水中的溢油具有一定的毒性，溢油扩散数值模拟中需要进行溶解量的计算。

溶解率可表示为：

$$\frac{dV_{di}}{dt} = K_{di} \cdot X_i \cdot C_i^s A_0 \frac{M_i}{\rho_i}$$

$$K_{di} = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$$

$$e_i = \begin{cases} 1.4 & \text{烷烃} \\ 2.2 & \text{芳香烃} \end{cases}$$

其中， V_{di} 为溢油溶解量， K_{di} 为溶解传质系数， X_i 为摩尔分数， C_i^s 为溶解度， M 为摩尔质量。

(4) 溢油物理化学性质的变化

进入水体的溢油的物理化学性质会随着乳化和蒸发等过程的进行而不断地发生变化。在“油粒子”模型中，溢油的浓度和厚度都以粒子的体积以及网格面积表示。本模型考虑了溢油的密度、粘度和热容量的变化。

具体参数设置见表 8.3.2-1。

表 8.3.2-1 溢油模型参数设置表

参数名称	取值		说明
溢油类型	柴油		
源强	5t		
轻组分油密度	755kg/m ³		
重组分油密度	940kg/m ³		
水的运动粘性系数	1.14e-006m ² /s		
20°C下油的动力粘度	1.4cP		
风漂移系数 C_w	0.035		对流过程
风偏向角 θ_w	28°		对流过程
乳化率	2.1e-006s/m ²		乳化过程
油的乳化物最大含水率 Y_w^{\max}	0.75		乳化过程
吸收系数 K_a	5e-007		乳化过程
释出系数 K_b	1.2e-005		乳化过程
传质系数 K_{di}	2.36e-006		溶解过程
蒸发系数 K	0.06		蒸发过程
蒸汽 Schmidt 数 Sc	2.7		蒸发过程
油品组分	轻组分油(重量低于 160 克/摩尔, 沸点远低于 300 摄氏度)	83%	
	重组分油(重量超过 160g/mol, 沸点高于 300°C)	40%	
	油中的蜡质(保守)	8%	
	油中沥青质含量(保守)	2%	

8.3.2.2 溢油源强

本项目为开放式养殖项目，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，溢油量按照设计代表船型的船用燃料油全部泄露的数量确定。根据工程资料，本项目施工期吨位最大的为 1000t 方驳，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），水运工程建设项目的最大可能水上溢油事故溢油量，按照代表船型一个货油边仓或燃料油边仓的容积确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录 C，本项目施工期吨位最大的为 1000t 方驳小于 5000 吨，则燃油总量不超过 245m³，燃油密度 991kg/m³。则本项目方驳最大载油量不超过 243 吨，单舱燃油量不超过 31 吨，本项目吨位最大的为 1000t 方驳，单舱燃油量按照 31 吨计算。

发生溢油事故的可能位置选取养殖区中心。

8.3.2.3 溢油工况

(1) 流场参数

考虑到大潮期间潮流流速较大，油膜在大潮期扩散范围最大，因此在流场验证良好的基础上，在 2021 年 5 月实测潮型中选择大潮期的水动力场作为计算流场。

(2) 气象参数

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

(3) 计算工况

溢油形式主要分为瞬时和连续溢油，一般而言，溢油量的 10%为瞬时溢油，90%为连续溢油。结合本工程实际情况，预测以燃料油作为油品的主要代表，考虑连续 1h 溢油的情况，以大潮作为主要的潮流形式。溢油发生时刻分涨初和落初两种时刻。

溢油计算条件组合见表 8.3.2-2。

表8.3.2-2 各种风险条件组合表

工况	潮期	风向	风 速 (m/s)	备注	溢油点
工况1	大潮涨初	ESE	3.6	冬季风	养殖区中心
工况2	大潮落初	ESE			
工况3	大潮涨初	SW		夏季风	
工况4	大潮落初	SW			
工况5	大潮落初	E	13.8	不利工况	
工况6	大潮涨初				
工况6	大潮涨初				

8.3.2.4 溢油结果

表 8.3.2-3 列出了不同工况组合下溢油影响范围统计结果。图 8.3.2-2~图 8.3.2-7 给出了不同工况组合下油膜的扫海范围图。

表 8.3.2-3 不同工况组合下溢油影响范围

工况	溢油时刻	风速(m/s)	风向	时间 (h)	扫海面积 (km ²)	漂移距离 (km)
工况 1	大潮涨初	3.6	ESE	2	0.26	0.6
				12	2.24	3.3
				24	溢油事故发生后约 21 小时 33 分抵岸, 扫海面积约为 4.66km ² , 溢油残留量约为 24.8t	7.1
				48		
				72		
工况 2	大潮落初	3.6	ESE	2	0.23	0.7
				12	1.76	3.6
				24	溢油事故发生后约 24 小时 35 分抵岸, 扫海面积约为 3.47km ² , 溢油残留量约为 24.1t	7.4
				48		
				72		
工况 3	大潮涨初	3.6	SW	2	0.26	0.5
				12	4.22	2.6
				24	8.93	5.5
				48	溢油事故发生后约 32 小时 48 分抵岸, 扫海面积约为 10.08km ² , 溢油残留量约为 28.1t	10.4
				72		
工况 4	大潮落初	3.6	SW	2	0.27	0.7
				12	3.41	3.1
				24	溢油事故发生后约 29 小时 26 分抵岸, 扫海面积约为 6.11km ² , 溢油残留量约为 21.6t	11.2
				48		
				72		
工况 5	大潮涨初	13.8	E	2	0.67	1.4
				12	溢油事故发生后约 3 小时 08 分抵岸, 扫海面积约为	3.9
				24		
				48		

工况	溢油时刻	风速(m/s)	风向	时间(h)	扫海面积(km ²)	漂移距离(km)
				72	1.48km ² , 溢油残留量约为 29.9t	
工况 6	大潮落初	13.8	E	2	0.59	11.3
				12	溢油事故发生后约 10 小时 12 分后抵岸, 扫海面积约为 4.10km ² , 溢油残留量约为 28.2t	
				24		
				48		
				72		

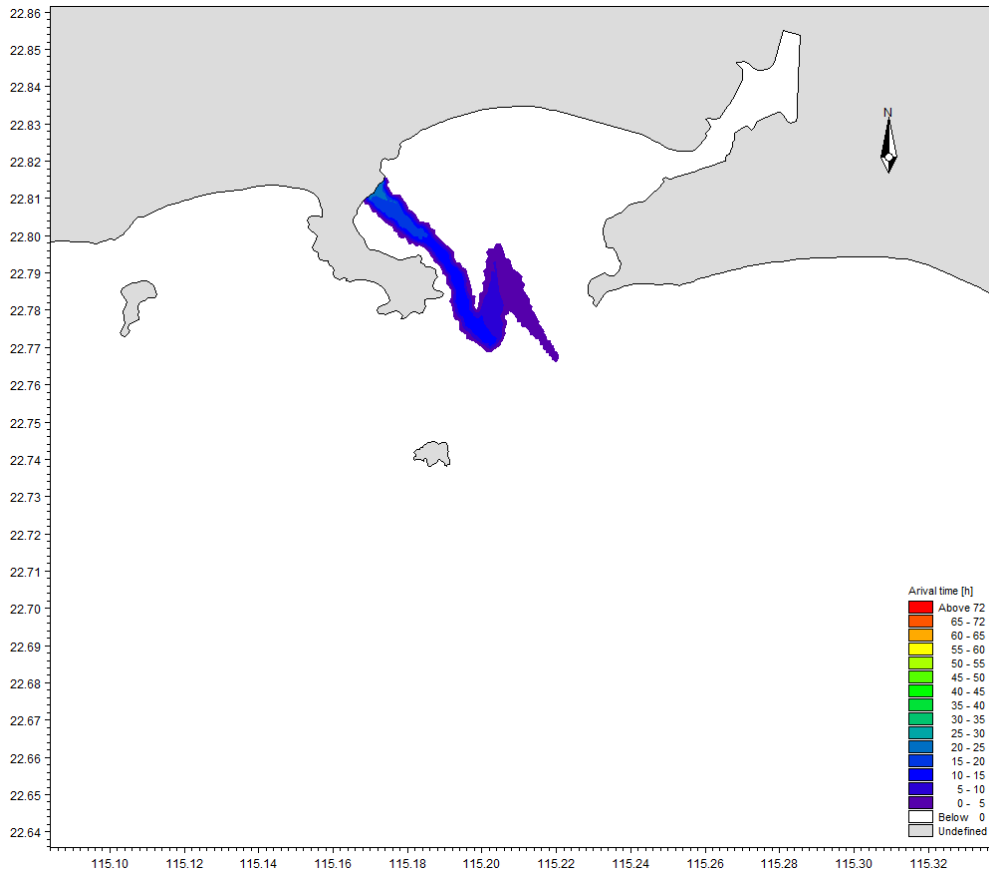


图 8.3.2-2 工况 1 溢油扫海范围 (72 时)

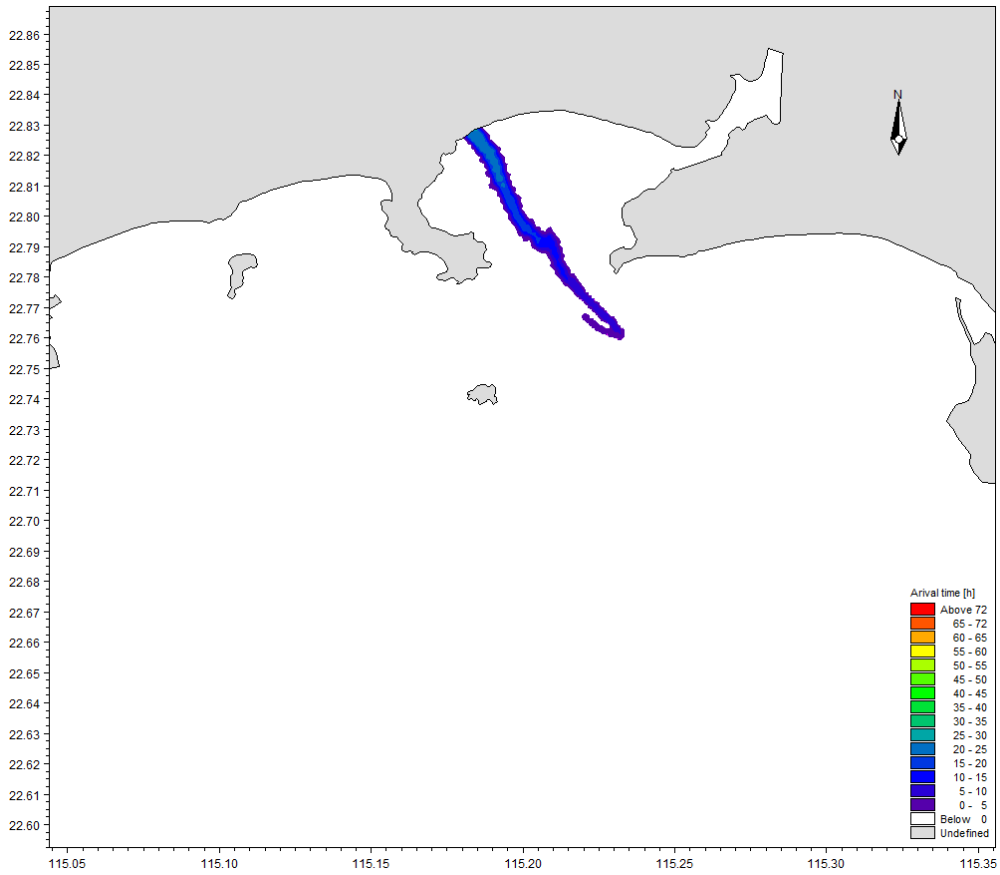


图 8.3.2-3 工况 2 溢油扫海范围 (72 时)

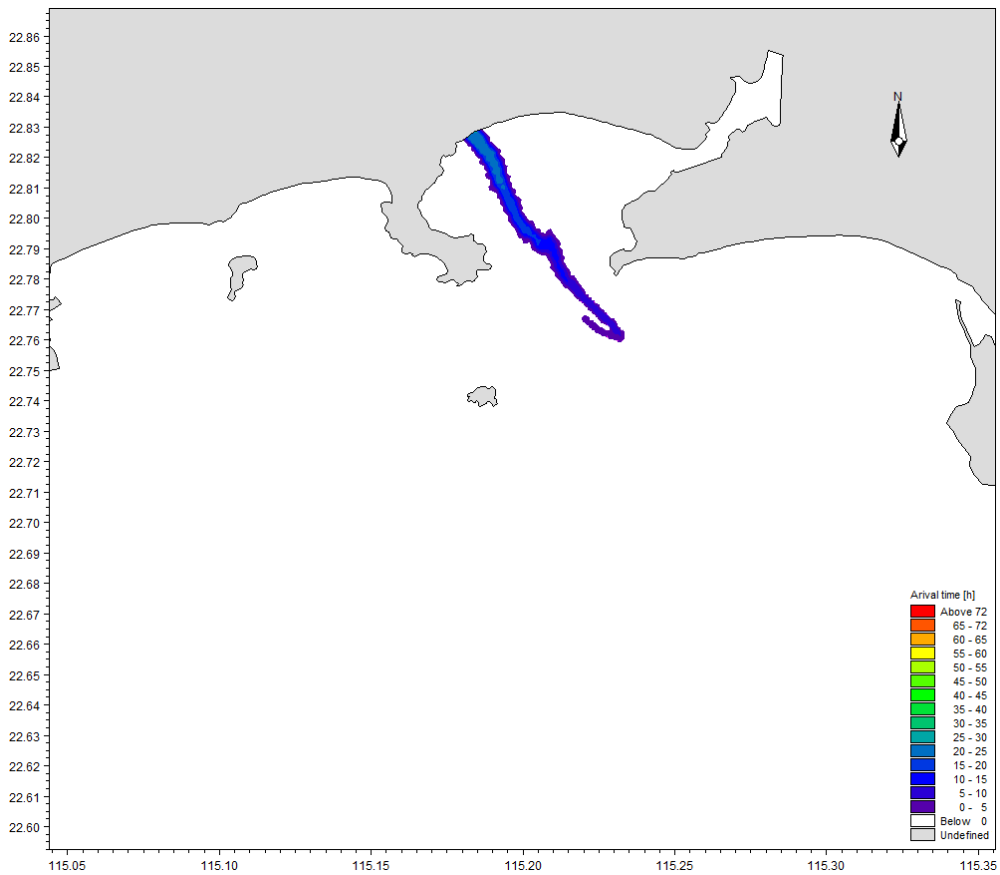


图 8.3.2-4 工况 3 溢油扫海范围 (72 时)

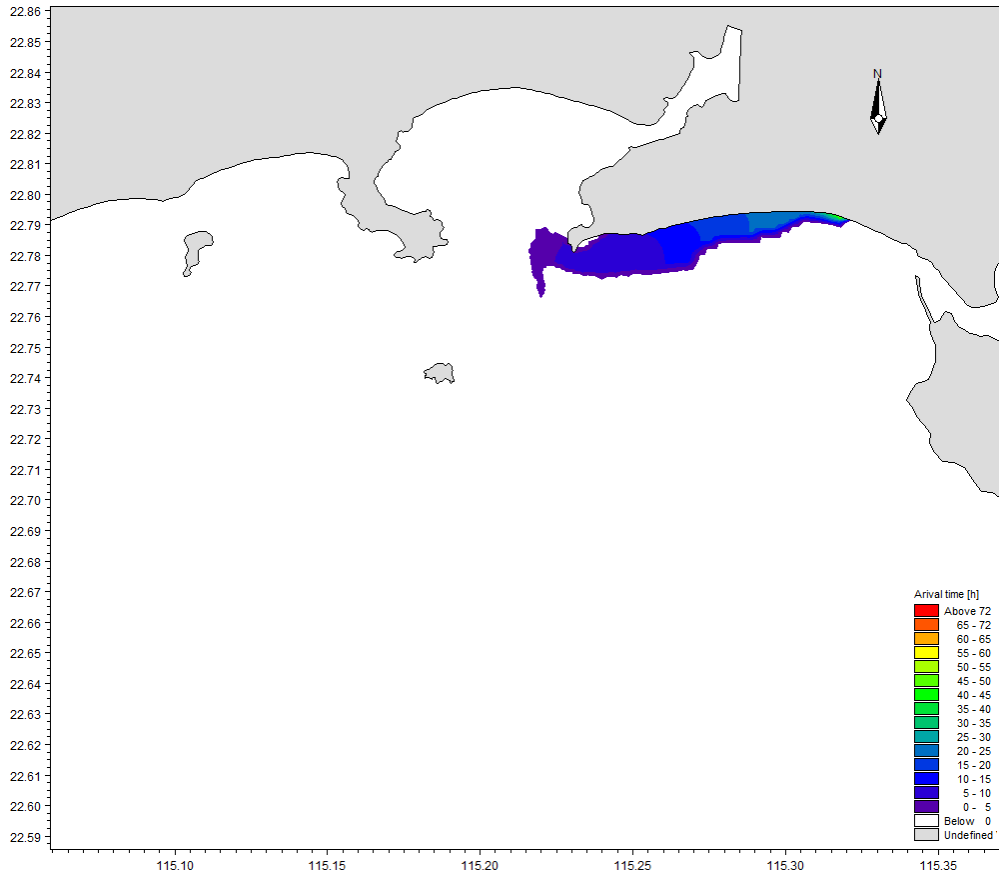


图 8.3.2-5 工况 4 溢油扫海范围 (72 时)

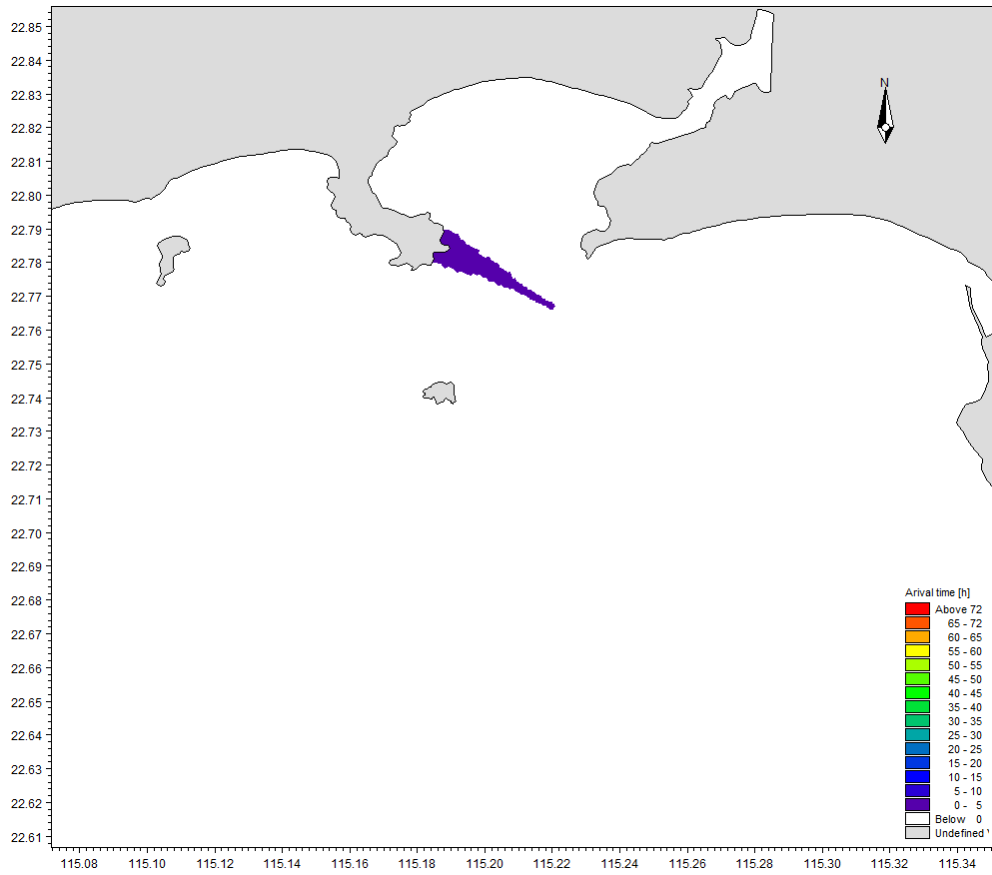


图 8.3.2-6 工况 5 溢油扫海范围 (72 时)

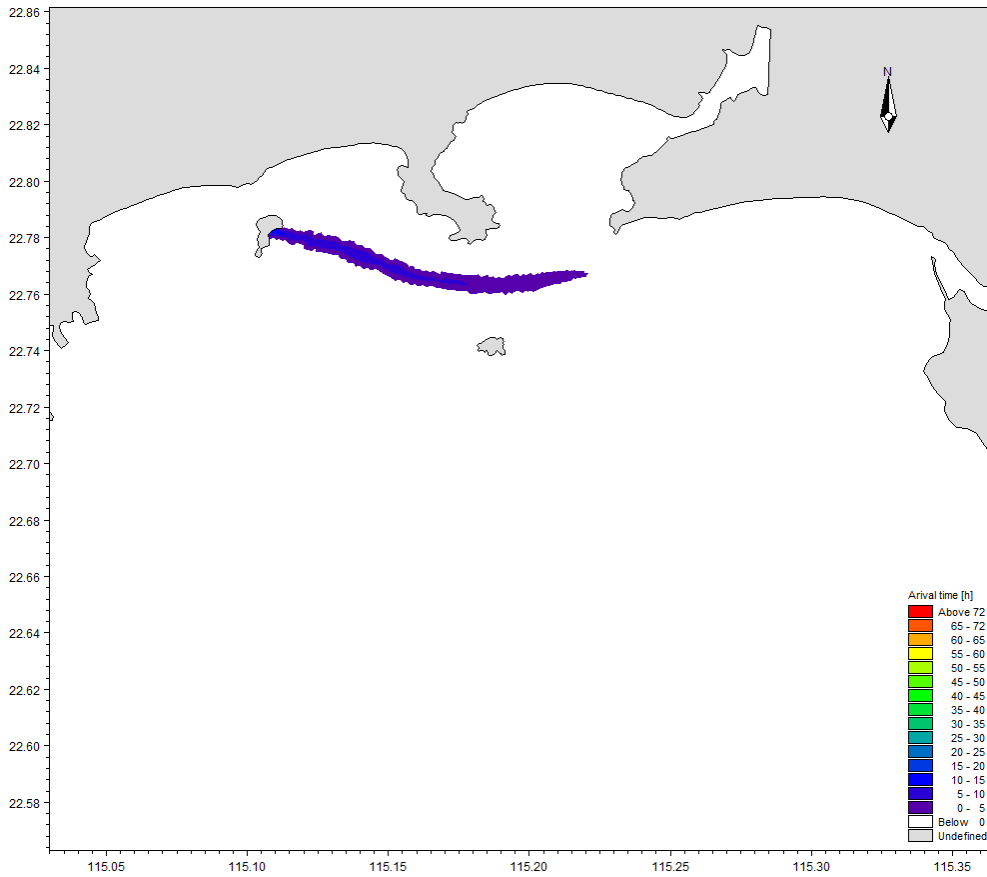


图 8.3.2-7 工况 6 溢油扫海范围 (72 时)

8.3.2.5 事故溢油环境影响分析

(1) 事故溢油发生对环境的影响

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水乳物和水包油乳物化。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加。

据有关资料及室内的模拟实验表明，油膜由分散作用和乳化作用而引起的海水上层海水中油类浓度增加值可超过 0.10mg/l 的第二类海水水质标准。在近岸水域，由于粘附在岩石沙滩上油在波浪的往复作用，水质中油类浓度将大大增加，将超过 0.50mg/l 的第三类海水水质标准。

同时，溢油后，油的重组分可自行沉积，或粘附在海区悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面，从而对底质造成影响。

(2) 事故溢油对水生生态的影响

国内外许多的研究表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，

低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有差异。

1) 对鱼类的急性毒性测试

根据近年来对几种不同的鱼类仔鱼的毒性试验结果表明，石油类对鲤鱼仔鱼 96hLC50 值为 0.5~3.0mg/L，因此污染带瞬时高浓度排放（即事故性排放）可导致急性中毒死鱼事故。

2) 石油类在鱼体内的蓄积残留分析

污染因子石油类在鱼体中的积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质的变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭，从而影响其食用价值。以 20 号燃料油为例，当石油类浓度为 0.01mg/L 时，7 天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味，30 天内会使绝大多数鱼类产生异味。

3) 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10.0mg/L，一般为 1.0~3.6mg/L，对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

4) 对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为 0.1~15mg/L，而且通过不同浓度的石油类环境对桡足类幼体的影响实验表明，永久性浮游动物幼体的敏感性大于阶段性的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

根据所述，石油类对水生生物产生中毒影响的浓度阈值普遍较低，因此项目运营期一旦发生溢油污染，将会造成污染水域内鱼类急性中毒和鱼的致突变性等，对浮游植物和动物也会产生一定的中毒影响，严重的影响将会造成部分鱼类、水生动植物中毒死亡事故。

(3) 溢油对渔业资源的影响分析

油污染海洋水环境给渔业带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成捕捞渔获量的直接减产，其次表

现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，导致了市场价格下降。另外，溢油发生的时间和位置不同，渔业损失相当悬殊。如果油污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。

(4) 溢油对海岸生态的影响分析

油膜抵达陆域沙质或岩礁质海岸时，油膜将较长时间粘附在海岸线上，对其生态系统将造成长期严重破坏，其恢复期可长达几年。

8.4 风险事故防范措施和应急对策

8.4.1 自然灾害的防范措施

8.4.1.1 赤潮灾害的防范措施

(1) 项目赤潮灾害的防范措施

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。加强赤潮的常规监视，及时发现赤潮，并采取有效的防治措施。

③根据《汕尾市赤潮灾害防治应急预案》的要求，建立项目赤潮预警快速反应机制，一旦发现赤潮，快速做出反应。

④配合汕尾市海洋主管部门建立健全的赤潮灾害监视监测与预警预报网络，本项目养殖人员纳入到赤潮监视志愿者网络中。接受汕尾市海洋环境监测中心站的技术指导，对项目养殖海域赤潮进行监视监测。

⑤项目养殖人员一旦发现赤潮发生迹象，及时通报汕尾市自然资源局和汕尾市海洋环境监测中心站，在上级主管部门指导下开展应急措施。

⑥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。业主应配合上级主管部门做好相应级别的应急响应工作。

(2) 对有毒有害赤潮的应急措施

综合赤海藻产毒特性和发生面积两个因素,并结合我国多年来赤潮发生的相关统计资料,将赤潮分为12个类型。赤潮灾害的预警与防灾减灾工作涉及海洋、渔业、环保、旅游、外事、卫生防疫和动植物检疫等各部门,根据上述赤潮分型分级标准,初步提出如下应急措施:

一级应急措施(红色预警色)

当对大众生命有强致害致死作用的有毒赤潮爆发时,启动一级应急措施:①赤潮发生区域内的行政领导小组,协调各相关职能部门对赤潮毒素危害的监控和相关信息的及时准确发布;②成立一支由专业人员组成的赤潮监测队伍。对有毒赤潮进行跟踪监测和毒素的分析测定;③严格禁止赤潮海域的海产品捕捞和上市销售,做好养殖户的宣传教育工作,确定养殖区的关闭和重新开放时间。

二级应急措施(橙色预警色)

当对养殖鱼类有强致死作用的鱼毒赤潮爆发时,启动二级应急措施:①成立区域协调小组,对鱼毒赤潮可能的移动方向进行及时通报;②成立专业的赤潮监测队伍,进行赤潮的跟踪监测,并向养殖户传授相应的减少养殖损失的技术;③做好赤潮灾害损失的评估工作,以利灾后渔业生产的恢复。

三级应急措施(黄色预警色)

当对近岸养殖生物有一定的致死致害作用的赤潮爆发时,启动三级应急措施:组建专业的赤潮监测队伍进行赤潮的跟踪监测,及时通报赤潮生物种类的变化,注意赤潮水体中溶解氧的变化,向养殖户传授相应的减轻赤潮危害技术。

四级应急措施(绿色预警色)

当爆发赤潮的生物种类是对大众和养殖的水产品无毒无害时,启动四级应急措施:①组建专业的赤潮监测队伍进行赤潮的跟踪监测,及时通报赤潮生物种类的变化;②在泳滩等地设立绿色图案预警标志。基于赤潮对人类生命健康和水产养殖业影响建立的赤潮分型分级及预警色方案,可极大的方便赤潮灾害的管理和信息的发布,在减轻我国赤潮危害中发挥一定的作用。

8.4.1.2 热带风暴灾害预防措施

(1) 施工前制定科学合理的施工工艺,各养殖构筑物设计应符合抗风等相关规范的要求。

(2) 合理安排施工时间,避开台风多发期施工,使工程安全度汛。6~10

月为热带气旋影响季节，项目施工期间，应对工程各类设备设施都要作好防台风的安全措施，切实加强监管。

(3) 业主单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，需按照防台要求对施工船舶进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

(4) 业主单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管，不超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

(5) 本项目网箱具有较强的抗风，抗浪，抗海流能力。在热带风暴来临影响养殖海区前应做好网箱加固、连结等预防措施，是可以避免或降低台风等热带风暴的影响。

(6) 在本项目的营运期，对海洋自然灾害的防范尤为重要。主要是风暴潮会对网箱及其养殖鱼类产生极大的破坏性，如若不做好防范措施，将会产生巨大的经济损失及生态破坏。本项目采用的网箱为一种新型深水抗风浪型网箱，能在风暴潮中保证网箱中养殖对象的安全；采用了新型的套管固定架，能有效保证网箱在极端天气中抵御冲击荷载的能力，防止网箱在风暴潮中被破坏，确保养殖网箱的安全；同时，本项目采用的是实用新型网箱固定桩，适合在各种不同底质的海底使用，即使在极端的风暴潮气候中也能确保网箱不会产生移位、相互碰撞、飘失等事故发生。但为保证安全，仍需做好以下防灾工作：

- ①关注天气预警信息，抓紧收捕成品上市；
- ②检查加固养殖设施，检修供电供氧设备；
- ③及时下沉网箱，降低养殖密度，使用营养物质强化养殖对象抗应激能力；
- ④及时将养殖人员撤离，严禁留守，确保人员安全。

做好灾后抢救工作：抢收留存养殖生物，抢修养殖设施；做好疾病防治防控；加强养殖生产管理。防止被风暴潮破坏的养殖设施对海洋环境造成污染。

8.4.2 船舶碰撞防范措施

(1) 建设单位施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和

有关资质的检查和确认。

(2) 施工船舶限定在批准的水域内进行作业，设置警戒区，工程区域设置醒目的安全标志；施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

(3) 建设单位要制订海上突发事件应急预案和防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效的处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

(4) 拟建海上工作平台竣工后投入使用前进行以下安全检查：

①检查水工建筑及其附属设施是否都达到设计要求；

②检查水上、水下施工作业中遗留的碍航物是否清理干净，扫测码头前沿水下地形图，确保系水区域和海上工作平台前沿停泊水域水深满足船舶安全航行的需要，并作为原始资料提供给相关单位备存；

(5) 成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。船舶在水域内定点作业、停泊等，均应选择合理的环保措施，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(6) 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工
作；后方要配备足够的溢油应急设备和消防器材。

8.4.3 溢油风险事故的防范措施

施工期间和运营期间溢油事故的发生，有很大部分是由于人为因素造成的，这部分事故可通过严格的质量控制和完善的管理给予防范。但是，由于存在着多种不可预见因素，突发性事故是不可避免的。溢油事故一旦发生，将对海洋环境造成严重影响，必须制定相应的事故防范措施、控制措施和应急预案。

(1) 风险事故防范措施

①根据施工区周围的水域布置及安全要求，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。

③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。

④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。

⑤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。

⑥施工作业船舶和运营期工作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。

⑦所有施工船舶和运营期工作船舶须按照国际信号管理规定显示信号。

⑧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。

(2) 溢油控制措施

目前，国际上采用较多的溢油处理方法主要有物理清除法和化学清除法两种。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般物理清除法不能使用的情况下使用。

当溢油发生后，应根据溢油量的大小、溢油的扩散方向、气象及海况条件等，迅速围控溢油方向和面积，缩小围圈，用收油船最大限度地回收海上溢油，然后加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。

8.5 溢油风险事故应急预案

8.5.1 应急预案纲要

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效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。

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，制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表 8.5-1，供制订预案参考。

表 8.5-1 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

序号	项目	内容及要求
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恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理，恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	附件	应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式、预案编制与更新等

建议建设单位编制的应急预案应与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接，列入海事和生态环境部门联系方式。当污染事故发生时，该公司有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海事局和生态环境部门，并根据海事和生态环境部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本项目的应急力量不足时，应请求海事和生态环境部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

1、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成，下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、现场人员、值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责：

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；

②组织指挥救援队伍实施救援行动；

③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；

④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

①现场工作人员都负有事故应急救援的责任；

②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

2、应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。

3、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损害降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

①明确组织指挥机构；

②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；

③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；

④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；

⑤加强清污人员训练；

⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

(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组织指挥系统

②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本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，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.5-2。

表 8.5-2 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH、COD、DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 4 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 4 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 8.5-1。

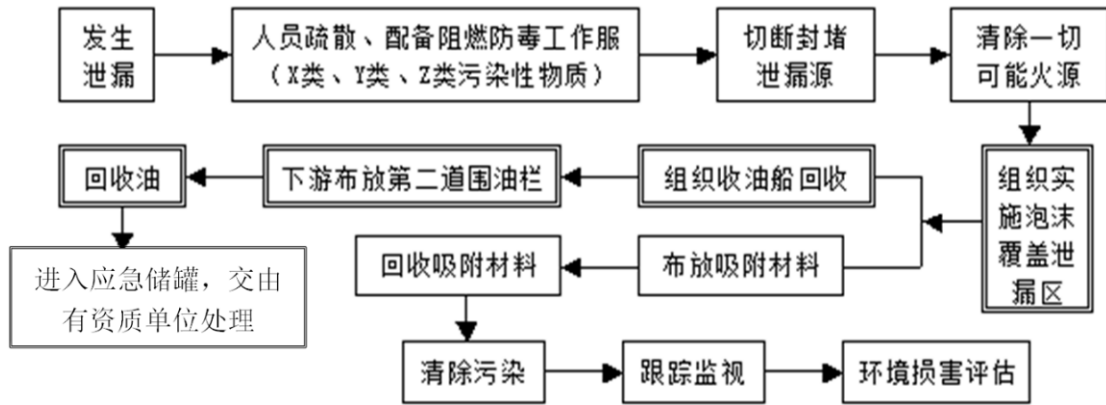


图 8.5-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

① 污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

② 应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复砂质岸线的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 8.5-2，事故应急反应工作流程见图 8.5-3。

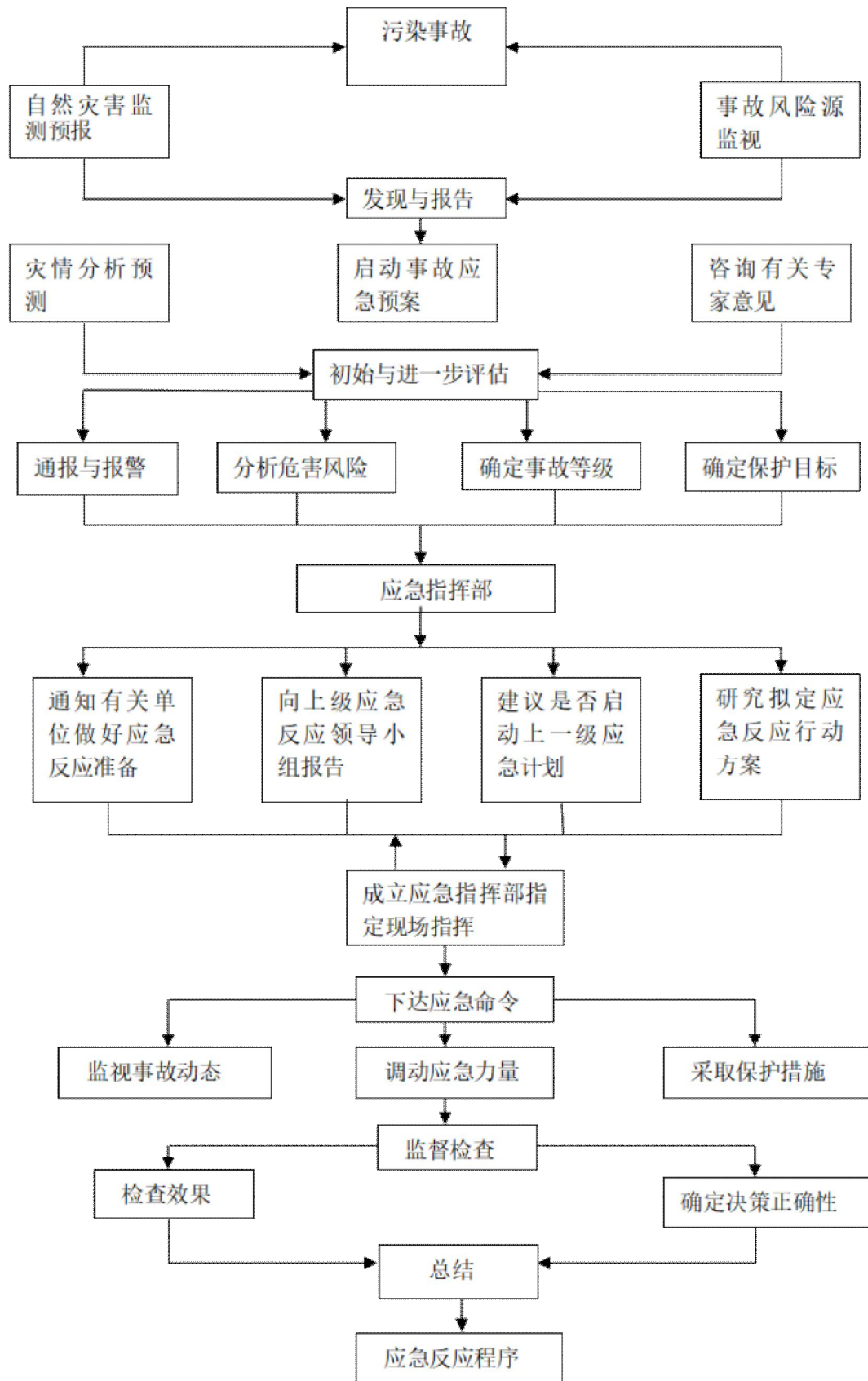


图 8.5-2 事故应急程序图

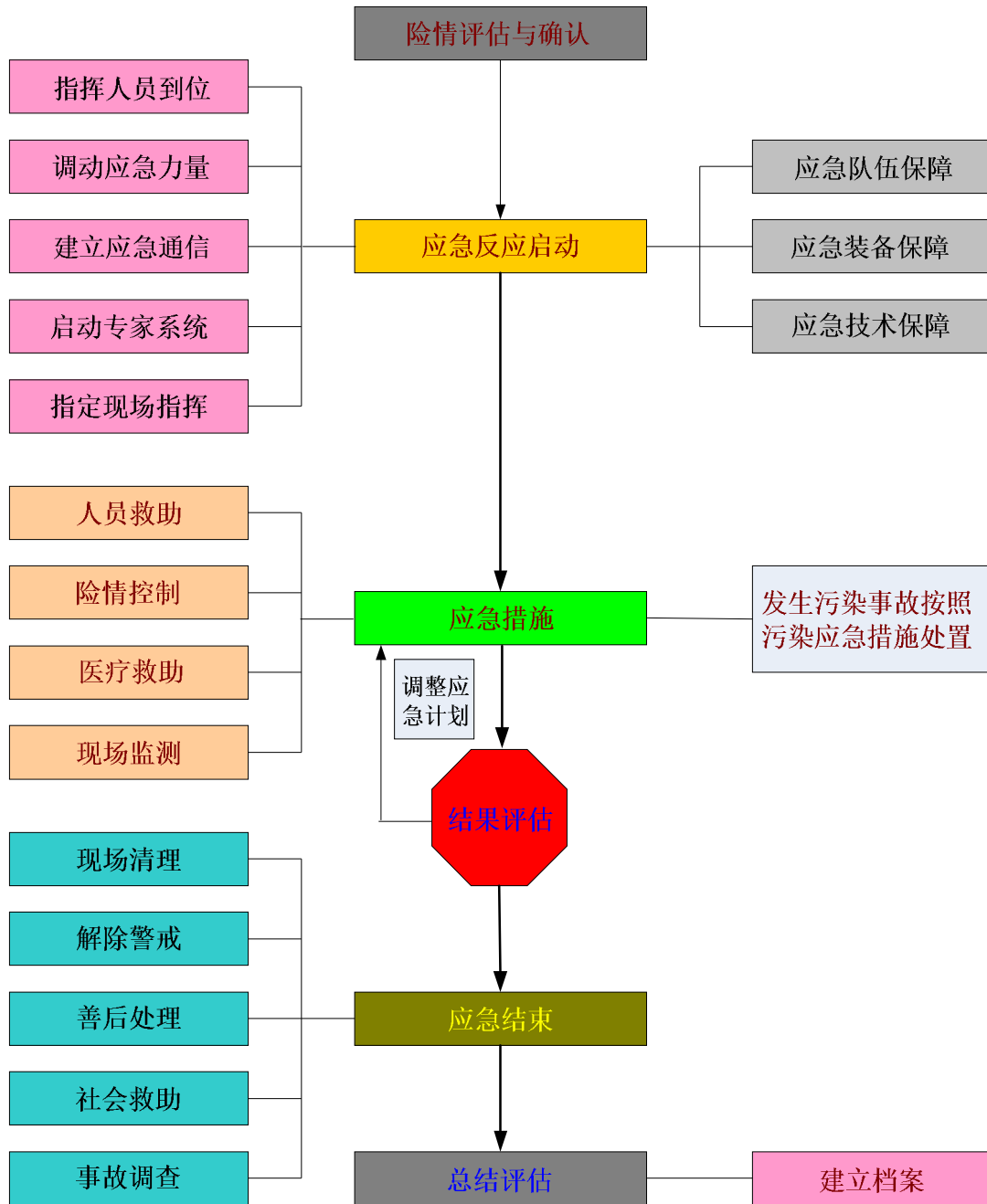


图 8.5-3 应急响应工作流程图

8.6 小结

本项目为开放式养殖项目，根据项目现场调查及工程特性分析，项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺和物品，不构成重大风险源，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），风险评价工作等级为简单分析。

本项目用海的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害，发生于运营期居多。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发

事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期和运营期。为了有效防控环境风险，将风险影响程度降至最低，建设单位应严格采取各项风险防范措施，并制定突发环境事件应急预案。

9 环保措施及经济技术可行分析

9.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析

9.1.1 海洋生态环境保护措施

1、施工期

(1) 海上施工应避开底栖生物的繁殖期(3~5月)、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节进行作业。同时,应对整个施工进行合理规划,尽量缩短工期,以减轻海上施工可能带来的水生生态环境影响。

(2) 施工单位在施工前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。

(3) 施工过程中须密切注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响,则应立即采取措施,必要时可短暂停工。

(4) 加强施工期、营运期废水和固体废物的监管力度,防止废水和固体废物直接排放入海,从而对海洋生态环境产生影响。

(5) 合理规划施工工期,在满足施工质量要求的前提下,尽量缩短施工时间。

(6) 严格限制工程方的施工区域和用海范围,在划定的施工作业海域范围,禁止非施工船舶驶入,避免任意扩大施工范围,以减小施工作业对底栖生物、鱼类、游泳生物的影响范围。

(7) 委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目区及其周围海域进行海洋生态环境的跟踪监测,针对跟踪监测发现的具体环境问题,及时反馈给施工单位,施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和生态保护措施。此外,施工过程中也须密切注意施工区及其周边海域的水质变化,如发现因施工引起水质明显变化而对周围海域海洋生物产生明显不良影响,应立即停工并检查、调整相应的污染防治设施。

2、营运期

(1) 营运期海上工作平台进行日常管理作业人员生活污水经配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。

(2) 营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

(3) 工作人员生活垃圾集中分类收集后，集中收集上岸，交由环卫部门进行收集处置；废弃养殖材料收集后，外售给废品收购站，严禁直接丢弃进入海域。

(4) 对项目附近的海洋生态环境和海洋生物资源进行跟踪监测，掌握海洋生态环境的发展变化趋势，及时采取调控措施。

9.1.2 生态补偿措施

本项目海上工程施工和营运将对海洋生物造成一定程度的影响，业主应予以一定的生态补偿。

(1) 生态补偿金额

根据估算，本项目施工期海洋生态损失补偿总额估算为 15.24 万元。

(2) 生态补偿措施

对于建设项目施工及营运期间对海洋生物资源造成的损失，项目建设单位应与主管部门协商，就工程建设造成生物资源损失制定合理的补偿计划。补偿金专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、保护区建设等。生态补偿方案明确优先保障和统筹安排项目所在海域关键物种和渔业资源退化种类的种质资源增殖、提升该海域典型生态系统质量和稳定性的海洋生态修复项目，以及该海域生态环境质量改善与治理项目，落实企业环境保护责任，纳入本项目“三同时”生态保护措施的环保投资。

本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物、游泳生物和渔业资源的损失，造成的生态损失总赔偿额约为 15.24 万元。国内外长期从事渔业资源研究的专家研究证实，在渔业资源衰退或受损的情况下，除了降低捕捞强度和减少海洋环境污染及生境破坏之外，从根本上恢复渔业资源、改良资源结构、增加渔业生产，进行渔业资源的人工增殖放流是重要、快捷的有效措施。通过增殖放流，可

以迅速弥补本项目施工和营运等因素对海洋渔业资源造成的损失。

(3) 增殖放流

1) 增殖放流区域的选择

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目附近汕尾海域适合进行增殖放流的海域包括红海湾遮浪角西海洋牧场。

2) 增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

3) 增殖放流备选品种

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目附近海区适宜增殖放流的备选品种如下：花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、布氏鲷、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷，平鲷，黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、中国鲎、绿海龟、日本海马等。

4) 增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 1cm 左右。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

5) 增殖放流计划

在项目施工结束根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，每年的增殖放流工作安排在南海区伏季休渔期间，具体时间为 5 月下旬至 7 月上旬，以避免高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果，增殖放流 1 次完成。

6) 增殖放流前后的管理

放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，放流后加强巡逻管理。

9.2 水污染防治环境保护措施

9.2.1 施工期水污染防治措施

(1) 船舶施工人员生活污水：船舶施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。

(2) 施工期含油污水：本项目含油废水主要有施工船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

(3) 施工产生的悬浮泥沙降低措施

A) 合理制定施工计划，尽量缩短工期，减少网箱、吊养锚固定沉桩时施工产生的悬浮物对水质的影响。人工鱼礁礁石和预制件的投放时在投放船上的 GPS 定好全方位，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于 5m，礁体下落到水底才能脱钩施工，减少人工鱼礁的移动，从而减少悬浮物对水质的影响。项目施工必须避开繁殖期和幼鱼、幼虾生长期等生长繁育关键阶段，因此需做好施工时间安排。

B) 应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮、海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。

C) 建立严格的施工操作制度，开工前应对施工设备，做好施工设备的日常维修检查工作。

D) 提高防患意识，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业。

9.2.2 运营期水污染防治措施

(1) 网箱清洗废水

网箱清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

(2) 网箱养殖污染物防治措施

网箱养殖易造成水体的富营养化，增加水体中有机质的含量，降低透明度和

溶氧量，从而影响鱼类生长和食用品质。针对上述问题，提出以下几点污染防治对策：

1) 合理布设网箱

进行网箱养殖，首先要选取合理的水域，禁止在旅游区、主航道和锚地区投放网箱，并尽可能在自净能力强的水域布设，而且要考虑底质类型、水位变化、水流等方面的因素。底质类型不同，对污染物的吸附和释放能力也不同，砂质底质在释放污染物方面大于粉砂和粘土，所以应为首选。并且要选择水流畅通，流速达 0.5 m/s 的水域。另外水位变化不宜过于剧烈，一般为 1~2 m。水不能太浅 (>8m)，要保证箱底始终不接触底泥，以便箱内残饵及鱼的粪便随时排出箱外。本项目网箱养殖区水域水深大于 10m，位于红海湾海域，黄江入海河口下游、水体交换自净能力较好，水流畅通，箱底距离海底大于 2m，有利于养殖污染的净化，可满足养殖要求。

2) 控制网箱养殖规模

对网箱设置数量的多少要根据海区情况及养殖容量的调查研究进行，在合理的范围内养殖生产，以减少养殖自身污染的发生。为了确定其养殖容量，了解网箱养殖对环境影响的效应，必须对养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究。网箱养殖密度过高，不仅达不到高产的目的，而且有时候甚至会限制养鱼的经济效益。因为养殖密度太高，鱼的摄食量超过了浮游植物的繁殖，使浮游植物数量偏低，供应不了所增加鱼类的食物需求，致使单产下降。所以不论是从养殖的可持续发展方面来说，还是从养殖的经济效益来看，都必须在大力发展网箱养殖的同时，严格控制网箱养殖规模。根据现有网箱养殖技术，养殖密度大概为 40 尾/立方米~50 尾/立方米之间。本项目网箱养殖密度大约为 11 尾/立方米，远低于现有行业内一般的养殖密度，因此，本项目已在较大程度上控制了养殖的规模和密度，进行生态养殖，控制养殖污染。

3) 优化养殖环境

在养殖过程中，必须保持养殖海域的良好环境，如使用防污网衣，洗网换网，以减少网衣附着生物的危害；保持网箱内水流畅通，营造良好的养殖环境。

4) 缩短养殖时间

研究表明，长期（一般 5 年以上）网箱养殖会使营养盐对其间海水造成污染，

而短期养殖则影响较小。本项目养殖期限仅为1年，养殖时间极短，网箱养殖污染的影响也会较小。

5) 选择合适的饵料，正确进行投喂，避免饲料浪费对水体造成污染

根据养殖的鱼种、密度、鱼类的生长情况、季节水温以及网箱的规格等因素，在饲料选择上，尽量选用粉料较少、保水时间长的饲料或浮性颗粒饲料，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失；在投饵技术上，一方面改进投饵设备，避免过量投喂，另外箱底最好要设置收集残饵和粪便的装置。本项目养殖品种选用优质配方的浮性饲料，有效减少饲料中氮的排泄。在投喂方式上，尽量避免一次投放大量饵料的情况，采用多次少量投料的方法，投料后观察海上漂浮饵料的情况和鱼类捕食情况，使投放的饵料基本上能全部被鱼类捕食，减小饵料浪费带来的养殖污染。

6) 在专业技术人员指导下正确使用鱼药

由于网箱养殖的高密度、集约化方式，在生产中病害也十分严重，因此所用药物的种类和剂量日益增多。然而这些药物在杀灭病虫害的同时，也使水中浮游生物、有益生物受到抑制，杀伤或致死，造成微生态失衡。更严重的是，一些低浓度、性质稳定的药物残留，经食物链的传递后可能会在一些水生生物体内积累并增多，对整个水域生态系统乃至人体造成危害。但在实际养殖过程中，一些养殖户为了减少损失，尽快控制鱼病，往往不经过专业技术人员的指导，过量使用一些短期见效，但长期对鱼类和水体造成巨大污染的药物。为了杜绝此类事件的发生，这就要求防治鱼病，必须在养殖专业技术人员的指导下，针对养殖鱼类确定合理的药剂和用量。

7) 加强水质监测和养殖管理

在海上工作平台安装网箱养殖自动水质监测设备，密切注意养殖区域及周边水域的水质变化。如发生鱼类等死亡现象，应尽快将死亡个体从养殖网箱清理到工作船上，转送到陆地进行无害化处理，严禁直接在海上抛弃。做好日常养殖巡查、监视监测工作，一旦发生异常，应立即通知相关主管部门和技术单位进行相应的处理。

(3) 生活污水

海上工作平台作业人员生活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后经市

政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。

(4) 船舶污水

本项目营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

9.3 大气污染防治措施

9.3.1 施工期大气污染防治措施

(1) 车辆装载要求：运料车辆在运输沙、石、泥等建筑材料及建筑废料时，选用带密闭盖的运输车辆，运输时装载不宜太满，保证运载过程不散落，应加盖运输，防止洒在道路上，造成二次扬尘。

(2) 车辆管理：出入工地的建筑垃圾和粉状物料运输车辆实行“一不准进，三不准出”（无证车辆不准进，未冲洗干净车辆不准出，不封闭车辆不准出，超装车辆不准出）管理。施工车辆必须定期检查，破损的车厢应及时修补，严禁车辆在行驶中沿途振漏建筑材料及建筑废料。车辆驶出工地时，应将车身特别是车轮上的泥土洗净。经常清洗运载汽车的车轮和底盘上的泥土，减少汽车行驶过程携带泥土杂物散落地面和路面。注意车辆维修保养，以减少汽车尾气排放。

(3) 道路保洁：主要施工道路应硬化，对于施工现场道路等公共区域，配备洒水降尘设备，进行清扫。要求施工区配备或租用一辆洒水车。在施工车辆经过的城镇道路和其它铺砌道路，常会有较多的建筑废料洒落并造成污染，根据谁污染谁治理的原则，施工单位应及时清理及冲洗干净。道路保洁应当采用低尘作业道路机械化清扫、市政道路机械化高压冲洗、洒水、喷雾等措施，并根据道路扬尘控制实际情况，合理安排作业时间，适时增加作业频次，提高作业质量，降低道路扬尘污染。

(4) 场地：施工场地及时采用覆盖、固化、绿化等有效措施。施工单位应将运输中易起尘的建筑材料及建筑水泥盖好，防止因风吹造成的污染环境。开挖出来的泥土应及时运走或处理好，不宜堆积时间过长和堆积过高，对需在场内临时堆放的泥土，应加覆盖物，以免被风刮起尘土。

(5) 施工机械及船舶：施工机械及船舶应选用耗油低、污染物排放量少的发动机，并使用低硫油，减少废气的排放。加强施工机械和船舶的日常维护保养，

确保设备正常运行，避免不正常运行产生的废气。

本项目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。

9.3.2 运营期大气污染防治措施

项目大气污染源主要为投饵船、工作船运输过程排放的少量船舶尾气。

选用污染物排放量少的环保型高效投饵船、工作船运输，同时做好相关保养工作，使其保持正常运行，减少污染物的排放。投饵船、工作船舶动力燃料应使用硫含量不大于 0.5% 的船用燃油。

9.4 噪声污染防治措施

9.4.1 施工期降噪措施

本项目施工噪声主要污染环节是施工作业机械的机械噪声和船舶、交通车辆的交通噪声。拟采取的环保措施和建议如下：

(1) 优先选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，对于高噪声设备使用消声器，消声管、减震部件等方法降低噪声。

(2) 改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动。

(3) 闲置的设备应予以关闭或减速。

(4) 做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，严格控制车、船鸣笛，降低交通噪声。

(5) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减少因机械磨损而增加的噪声。闲置的机械设备等应该予以关闭或者减速。

(6) 施工单位应合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，尽量减少同时运行动力机械设备的数量，尽可能使动力机械设备均匀地使用，并避免在同一时间使用大量高噪音设备。

(7) 加强员工环境保护意识教育，做到文明施工，杜绝因人为因素导致噪声扰民纠纷。

(8) 加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛。

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。

9.4.2 运营期降噪措施

项目运营期噪声源主要来自于投饵船、工作船行驶，拟采取以下污染防治措施：

- (1) 加强投饵船、工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声。
- (2) 投饵船、工作船安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭，不得乱鸣。

9.5 固体废物污染防治措施

9.5.1 施工期固体废物污染防治措施

施工期产生的固体废物主要由施工人员产生的生活垃圾及施工过程中的建筑材料构成。固体废物作为一种累积性污染物，若不加以妥善处理处置或随意堆放，将会对周围大气、土壤、水体环境造成污染，因此对固体废物的处置是重要的环保措施。

(1) 强化施工期的环境管理，倡导文明施工。施工期间产生的建筑、生活垃圾不得随意堆放和抛弃，应定点堆放收集、及时清运。禁止向海域随意倾倒垃圾和废弃材料。

(2) 废弃模板、塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用。

(3) 船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

经采取前述措施后，本项目施工期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，具有合理可行性。

9.5.2 运营期固体废物污染防治措施

根据工程分析，运营期间的固体废弃物污染源主要为生活垃圾、废弃养殖材料。建议采取以下措施降低污染物对海洋环境的影响。

(1) 在工作船舶上的工作人员产生的生活垃圾集中收集上岸，打包后交由

环卫部门处置。

(2) 废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。

9.6 清洁生产和总量控制

9.6.1 清洁生产

9.6.1.1 清洁生产内容

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两个时期考虑其是否符合清洁生产的原则和要求。

9.6.1.2 施工期清洁生产分析

本项目主要施工内容为网箱安装、吊养养殖设施安装、人工鱼礁投放和海上工作平台施工，清洁生产主要体现在工程施工工艺、施工器械和建设材料的选择等方面。

(1) 施工工艺

海上工作平台施工、网箱安装施工、吊养养殖施工选择中、小潮、海况好的时间施工；网箱安装施工、吊养养殖施工单个桩锚固定沉桩，产生的悬浮物源强较小，减少施工期悬浮泥沙扩散。海上工作平台桩基、人工鱼礁礁石和预制件投放时在船上的 GPS 定好全方位，打桩、投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，礁体下落到水底才能脱钩施工，减少人工鱼礁的移动，从而减少施工期悬浮物扩散。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，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。船舶施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理；施工人员的生活垃圾经收集打包交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾

处理厂处理。废弃模板、塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用。项目施工工艺符合清洁生产要求。

(2) 施工设备

本项目所用的施工设备主要为2艘工作船、2艘指挥船、1艘打桩船、1艘吊船、2艘运输船、1艘起重船、2艘方驳、2艘拖轮、1艘供水船、3艘机动艇和2艘辅助船、3台履带吊车，为减少施工期机械设备对环境的影响，建议施工部门应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SO₂的排放。项目施工设备符合清洁生产要求。

(3) 施工污染物的处理

①船舶施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。

②本项目含油废水主要有施工船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

③通过采取洒水、清洗车辆、保养运输车辆等措施控制施工期的大气环境污染，主要是控制施工扬尘和运输车辆尾气的排放。

④废弃模板、塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用。

⑤船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

⑥施工期在人员生活驻地附近设置垃圾临时堆放点，应设专职保洁员对生活垃圾采取分类管理，防止雨水将垃圾冲刷入海，及时清运并定期对保洁容器进行清洗消毒。

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。

9.6.1.3 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，减少项目运营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《无公害食品 渔用配合饲料安全限量》的要求。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) 养殖密度和期限分析

本项目网箱养殖区布置在南部的西侧，水深在 10m 左右，水体交换条件好，网箱为圆形抗风浪深水网箱，单个网箱养殖水体约为 615m³，总养殖水体约为 6.15 万 m³，每个网箱网衣入水深度约为 5m，距海底面最小距离大于 2m，网箱布局与海流流向相适应，利于养殖水体的水流交换，保持海域水质自洁净。每 6 个网箱为一组进行布局，项目养殖规模和养殖密度较小，各养殖设施间距大，可以保持养殖区海域水流通畅，营造良好的养殖环境，同时网箱养殖采用自动投饲设备，科学确定适宜的投饲量、投饲时间，减少残饵和散饵的数量，从而减少残饵对周围环境的影响。

利用海水流动规律，网箱养殖过剩的料饵(含二氧化碳、氮磷等有害成分)和鱼排出的粪便等分泌物，分别被项目吊养养殖的贝类和底播养殖贝类的吸收，既喂肥了贝类等水产品，又改善因过剩料饵、分泌物污染海域环境出现海水富营养化。贝类养殖在生长过程中，会从水中提取大量的碳、氮和磷，成了海水天然的“净化器”，明显改善养殖区域内的水质。

项目人工鱼礁区投放至项目东南部后，3 个月后礁体被大量的附着生物所附着，1 年后礁体几乎被附着生物全部覆盖。在海流的流动下，网箱养殖过剩的料饵(含二氧化碳、氮磷等有害成分)和鱼排出的粪便等分泌物将这些附着生物消耗，起到净化水质的作用。人工鱼礁运营后能形成小型渔场，同时也能增加渔业资源。因此，项目人工鱼礁布置对于项目区内生态和水质环境能起到一定的保护作用。

综上所述，对海洋环境产生的养殖污染也比较轻，清洁生产水平较高。

（3）营运期污染物的控制

本项目营运期间产生的污水主要包括工作船舶的含油污水和海上工作平台工作人员的生活污水等。项目工作船舶含油污水由有资质的船舶接收处理，海上作业人员生活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。生活垃圾集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站符合清洁生产要求。

（4）养殖方法分析

项目蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼的养殖应根据有关《无公害食品养殖技术规范》，并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，并使用浮性配合饲料。

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。

（5）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《无公害食品 渔用药物使用准则》（NY5071-2002）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。

9.6.1.4 清洁生产综合评价

在施工过程中，本项目采用了合适的施工方案，使用先进的工艺装备及合适的养殖材料和鱼礁礁体，降低了项目建设对周边环境的不利影响；同时，在施工作业中严格遵守技术规范，以环境保护意识贯穿于整个建设过程中，文明施工，爱护环境，营运期间采用优质的养殖饲料，严格控制好养殖密度和养殖期限，污染物经妥善处理，采用科学的投喂方法和加强日常管理，推行健康养殖等，这些都是清洁生产原则在本项目建设过程中的体现。总体来看，本项目清洁生产水平较高。

9.6.1.5 清洁生产建议

实践证明,优秀的管理体系对于减少能耗、物耗及污染物排放是大有裨益的。本评价建议建设单位制订相应的管理规章制度、安全生产指引、职业培训等,实行岗位责任负责制,并加强质量管理和环保管理水平,减少污染排放,达到清洁生产的目的。

(1) 严格控制操作条件,按操作规程操作,加强岗位责任制。建立清洁生产组织机构,明确职责,确保清洁生产工作的落实;

(2) 为使清洁生产工作得到落实,应加强管理,建立清洁生产管理体系,制定相应的规章制度,及时发现问题、解决问题,最大限度地做好清洁生产工作。

9.6.2 总量控制

9.6.2.1 总量控制的目的和原则

建设项目的总量控制应以区域总量不突破为目的,通过对项目污染物排放总量及控制途径分析,最大限度地减少各类污染物进入环境,以确保该区域及相关区域的环境质量目标能得到实现,达到项目建设的经济效益、环境效益和社会效益的三统一和该区域经济的可持续发展。

9.6.2.2 总量控制

广东省的总量控制指标包括二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮、挥发性有机物、沿海城市总氮和重点行业的重点重金属。

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

本工程营运期船舶含油污水由有资质的单位接收处理,工作人员生活污水总量指标纳入污水处理厂的总量指标,不再申请总量控制指标。

根据工程分析,养殖过程产生 COD 排放总量约 244.567t/a。根据有关规定,国家对已做出总量控制规定的海域需实施总量控制。本项目拟建海域目前还不是总量控制海域,因此经本报告分析,项目不做污染物排放总量控制。

10 环保政策及规划相符性分析

10.1 产业政策符合性分析

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2023 年本，征求意见稿）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会 2023 年 7 月）中第一类鼓励类中的“一、农林业类—12、远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程”，且项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖的建设，本项目主要是为进一步拓展汕尾市海洋养殖产业，推动汕尾海洋养殖产业转型升级发展。因此，本项目建设符合国家产业政策要求。

根据《市场准入负面清单》（2022 年版），与市场准入相关的禁止性规定的禁止措施：禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模。本项目不占用生态红线区，项目建设内容为人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台，不涉及围填海、采挖海砂、不新增入海陆源工业直排口。由于本项目养殖规模比较小，铁锚固定所占面积较小，项目施工产生的悬浮泥沙也比较少，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值。综上，项目不属于与市场准入相关的禁止性规定。

表 10.1-1 与市场准入相关的禁止类规定（节选）

禁止措施	设立依据	管理部门
禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模	《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发[2015]12号）	生态环境部、自然资源部

本项目选址于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛东北侧海域，为开放式养殖用海，不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》限值准入和禁止类项目，为允许准入类项目，符合规定要求。

10.2 海域相关规划相符性分析

10.2.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》符合性分析

10.2.1.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目渔业用海所在的海洋功能区为红海湾农渔业区。周边海域海洋功能区有：鲕门旅游休闲娱乐区、百安半岛旅游休闲娱乐区、金町旅游休闲娱乐区。项目周边各功能区的分布详见图 10.2.1-1 及表 10.2.1-1，广东省海洋功能区登记表见表 10.2.1-2。

表 10.2.1-1 项目周围海域海洋功能区分布状况（广东省）

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	红海湾农渔业区	项目所在	农渔业区
2	鲕门旅游休闲娱乐区	西北侧 10.1km	旅游休闲娱乐区
3	百安半岛旅游休闲娱乐区	西北侧 5.0km	旅游休闲娱乐区
4	金町旅游休闲娱乐区	东侧 0.5km	旅游休闲娱乐区

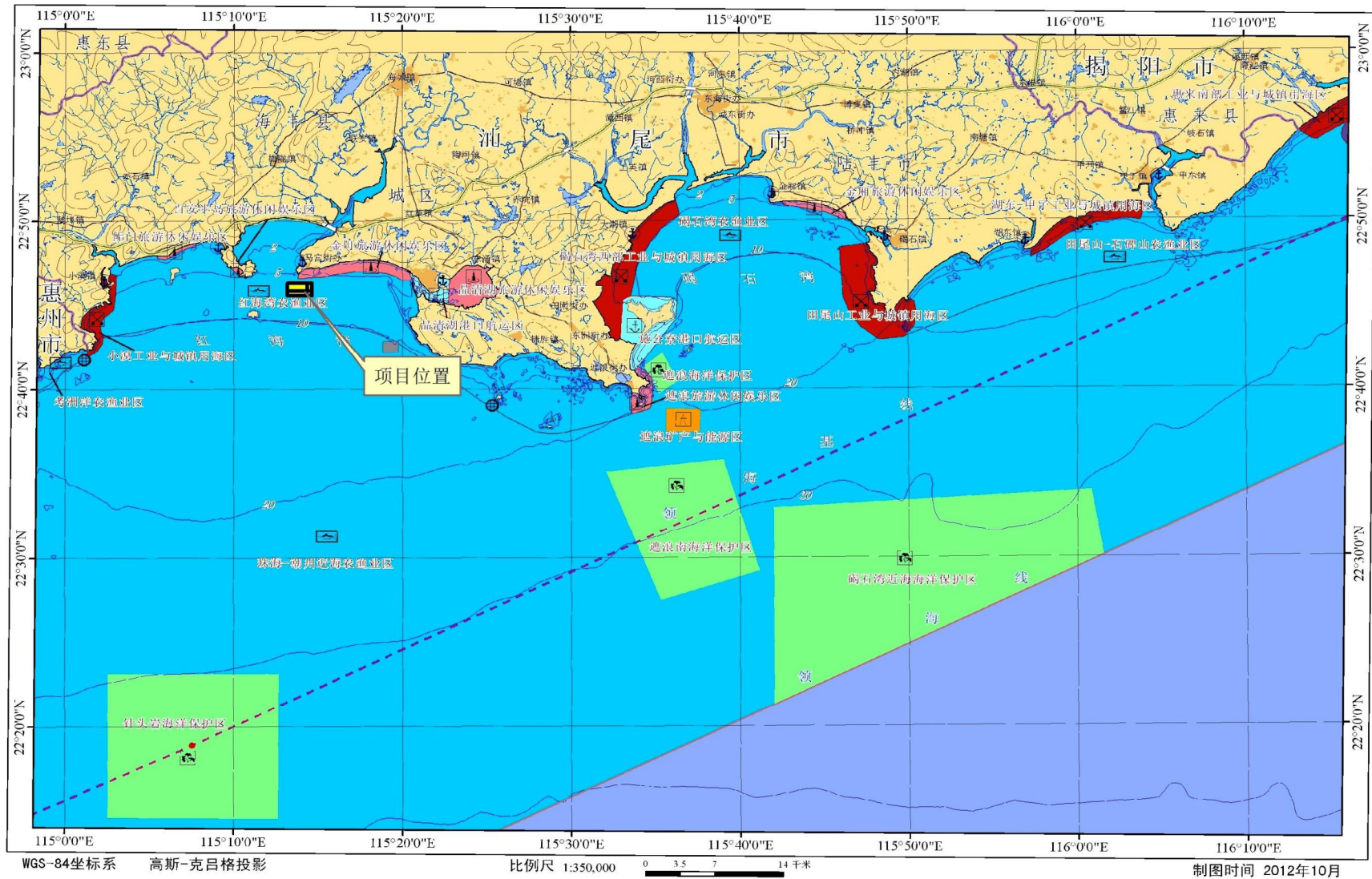


图 10.2.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图（广东省）

表 10.2.1-2 项目周边海洋功能区登记表（广东省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
118	A1-15	红海湾农渔业区	汕尾市	东至:115°33'36" 西至:115°01'32" 南至:22°37'21" 北至:22°54'58"	农渔业区	35914 127532	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 保障鲷门渔港、遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求,保障龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海; 3. 适当保障工业和港口航运用海需求; 4. 保护沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸; 5. 禁止炸岛等破坏性活动; 6. 严格控制在长沙湾等河口海域围填海,维护防洪纳潮功能; 7. 合理控制养殖规模和密度; 8. 优先保障军事用海需求,禁止设置碍军事安全的渔网、鱼棚等。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及菜屿岛以北礁盘生态系统; 2. 保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种; 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物质入侵; 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
119	A5-24	鲷门旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至:115°07'43" 西至:115°05'27" 南至:22°47'44" 北至:22°48'41"	旅游休闲娱乐区	134 4251	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保障鲷门渔港用海需求; 3. 保护砂质海岸,禁止在沙滩上建设永久性构筑物; 4. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度; 5. 优先保障军事用海需求,不得设置影响军事安全的固定设施。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
120	A5-25	百安半岛 旅游休闲 娱乐区	汕尾市	东至:115°10'33" 西至:115°09'48" 南至:22°46'47" 北至:22°47'18"	旅游 休闲 娱乐 区	59 2240	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保护砂质海岸、基岩海岸,禁止在沙滩上建设永久性构筑物; 3. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度; 4. 优先保障军事用海需求,不得设置影响军事安全的固定设施。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
121	A5-26	金町旅游 休闲娱乐 区	汕尾市	东至:115°20'32" 西至:115°13'48" 南至:22°46'30" 北至:22°47'41"	旅游 休闲 娱乐 区	1300 17700	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 在南湖-西洋海域基本功能未利用前,保留南湖增养殖等渔业用海; 3. 维护品清湖防洪纳潮功能; 4. 围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 5. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

10.2.1.2 项目用海对周边海洋功能区的影响分析

项目所在海洋功能区为《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中的红海湾农渔业区，本项目用海方式为人工鱼礁用海和开放式养殖用海，没有改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海；在项目施工过程中，会产生少量悬浮物对周围海水水质产生一定影响，施工悬浮物扩散范围主要集中在项目附近，其它海洋功能区距离较远，基本上不会产生影响，通过采取积极有效的水污染防治措施降低悬浮物、加强环境监督管理，工程施工期不会对周围生态环境造成不利影响。营运期间，本项目人工鱼礁建设，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源；项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖建设，均为生态化养殖，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，对周边水质和沉积物等环境的影响较小，海上工作平台功能为辅助生产经营和日常管理，因此，项目的建设不会对周边海洋功能区产生大的负面影响。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生大的影响。项目建设和营运需高度重视通航安全问题，防止溢油等风险事故发生，以保护相邻功能区的环境安全。项目建设和营运必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2011年）有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

10.2.1.3 项目与海洋功能区划符合性分析

《国务院关于广东省海洋功能区划（2011-2020年）的批复》（国函〔2012〕182号）规定的海洋功能区有8类，包括：农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区和保留区。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在的红海湾农渔业区的海域使用管理要求：1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海；2. 保障鲈门渔港、遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求，保障龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海；3. 适当保障工业和港口航运用海需求；4. 保护沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸；5. 禁止炸岛等破坏性活动；6. 严格控制长沙湾等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能；7. 合理控制养殖规模和密度；8. 优先保障军事用海需求，禁止设置有碍军事安全的渔网、渔栅等。

海洋环境保护要求：1. 保护九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统；2. 保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种；3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

项目与海洋功能区划符合性分析如下：

海域使用管理符合性分析：本项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海，项目用海类型为渔业用海，符合红海湾农渔业区用海类型的要求；项目用海区域距离最近的马宫渔港 1.45km，项目用海不会影响鲘门渔港、遮浪渔港、马宫渔港的用海需求，本项目建设内容包括人工鱼礁和深水网箱建设，项目建设符合人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求，本项目距离龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐均比较远，不会影响其用海；项目位于规划的养殖区内，未侵占工业和港口航运用海，项目用海不影响工业和港口航运用海需求；本项目位于海域，离陆地最近距离 1.0km，不占用海岸线，不会对沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸产生不利影响；项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不进行炸岛等破坏性活动；项目位于海域，离长沙湾 5.1km，项目不在长沙湾等河口海域进行围填海施工，不会影响河口海域防洪纳潮功能；项目仅 100 个网箱养殖，用海面积 100.2694 公顷，吊养养殖面积 43.9513 公顷，底播养殖面积 174.7987 公顷，总的来说，养殖面积比较小，另外，通过控制养殖密度，满足养殖规模和密度的要求；项目规模小，用海面积小，不影响军事用海需求，项目不设置有碍军事安全的渔网、渔栅等。因此，项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中关于红海湾农渔业区的海域使用管理要求。

海洋环境保护符合性分析：项目养殖区位于江牡岛东北侧海域，离九龙湾、长沙湾及莱屿岛以北礁盘比较远，不会影响九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统；本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不进行海洋捕捞，有利于海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种的保护；本项目人工鱼礁建设，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖，均为生态化养殖，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，能控制养殖自身污染和水体富营养化，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，进一步减少水体富营养化的几率，项目主要养殖蓝圆鲹、石斑鱼、蓝子鱼、鲷科鱼、卵形鲳鱼、石首鱼、牡蛎、

扇贝等汕尾海域常见的主要经济品种，不会引起外来物种入侵；项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，项目海域能满足海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准要求。因此，项目符合红海湾农渔业区的环境保护要求。

综述：项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本工程与各功能区的符合性分析见表 10.2.1.3-1 所示，项目用海符合海洋功能区划。

表 10.2.1.3-1 项目与广东省海洋功能区划的符合性分析表

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
红海湾农渔业区	海域使用管理要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 保障鲘门渔港、遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求，保障龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海； 3. 适当保障工业和港口航运用海需求； 4. 保护沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸； 5. 禁止炸岛等破坏性活动； 6. 严格控制在长沙湾等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能； 7. 合理控制养殖规模和密度； 8. 优先保障军事用海需求，禁止设置有碍军事安全的渔网、鱼棚等。 	<p>本项项目用海类型为渔业用海，符合红海湾农渔业区用海类型的要求；</p> <p>项目距离最近的马宫渔港 1.45km，项目用海不会影响鲘门渔港、遮浪渔港、马宫渔港的用海需求，本项目建设内容包括人工鱼礁和深水网箱建设，项目建设符合人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求，本项目距离龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐均比较远，不会影响其用海；</p> <p>项目位于规划的养殖区内，未侵占工业和港口航运用海，不影响工业和港口航运用海需求；</p> <p>项目位于海域，离陆地最近距离 1.0km，不会对沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸产生不利影响；</p> <p>项目不进行炸岛等破坏性活动；</p> <p>项目不在长沙湾等河口海域进行围填海施工，不会影响河口海域防洪纳潮功能；</p> <p>项目养殖面积比较小，通过控制养殖密度，满足养殖规模和密度的要求；</p> <p>项目不影响军事用海需求，项目不设置有碍军事安全的渔网、渔棚等。</p> <p>因此，项目建设符合海域使用管理</p>	符合

功能区	管理要求	符合性分析	符合性
	<p>海洋环境保护要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 保护九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统； 2. 保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种； 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 	<p>的要求。</p> <p>项目养殖区位于江牡岛东北侧海域，不会影响九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统；</p> <p>项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不进行海洋捕捞，有利于海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种的保护；</p> <p>项目人工鱼礁建设，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖，均为生态化养殖，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，能控制养殖自身污染和水体富营养化，项目主要养殖汕尾海域常见的主要经济品种，不会引起外来物种入侵；</p> <p>项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，项目海域能满足海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准要求。</p>	<p>符合</p>

10.2.2 与“三区三线”的符合性分析

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》中明确，“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。”

10.2.2.1 项目所在海域及周边海域海洋生态保护红线区

根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022 年）“三区三线”中生态保护红线，本项目养殖范围不占用生态保护红线。本项目与周边生态保护红线位

置关系详见图 10.2.2-1 和表 10.2.2-1。周边的生态保护红线区有金町重要滩涂及浅海水域、鸡笼山海岸防护物理防护极重要区、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、百安半岛海岸防护物理防护极重要区和百安半岛重要滩涂及浅海水域，均位于项目评价范围外。

表 10.2.2-1 项目与生态红线区位置关系

序号	红线区	类型	相对工程的方位
1	金町重要滩涂及浅海水域	重要滩涂及浅海水域	东北侧 0.5km
2	鸡笼山海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	东北侧 2.8km
3	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	鸟类地方级自然保护区	北侧 3.7km
4	百安半岛海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	西北侧 3.2km
5	百安半岛重要滩涂及浅海水域	重要滩涂及浅海水域	西北侧 5.0km

10.2.2.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目不占用海洋生态保护红线，项目与最近的金町重要滩涂及浅海水域距离 0.5km，根据施工期悬浮泥沙对水质的影响预测结果，在人工鱼礁投放施工作业过程中，由设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。

计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要是在工程周边很小的范围内。人工鱼礁施工未产生悬沙增量大于 50mg/L、100mg/L 高浓度区，大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.316km²，大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.728km²。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，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。项目营运期，海上工作平台工作人员产生的生活污

水经配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理，则对水质环境基本不造成影响。项目施工期和营运期均不会对生态保护红线区产生影响。

本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。项目较低的海域养殖开发强度辅以鱼贝间养的养殖模式，巧妙利用鱼、贝之间的互补性，网箱区北侧和东侧养殖滤食性贝类等生物，起到充分去除多余的颗粒有机物和营养盐的效能，达到调节水质、防治病害。

因此，项目建设符合“三区三线”的要求。

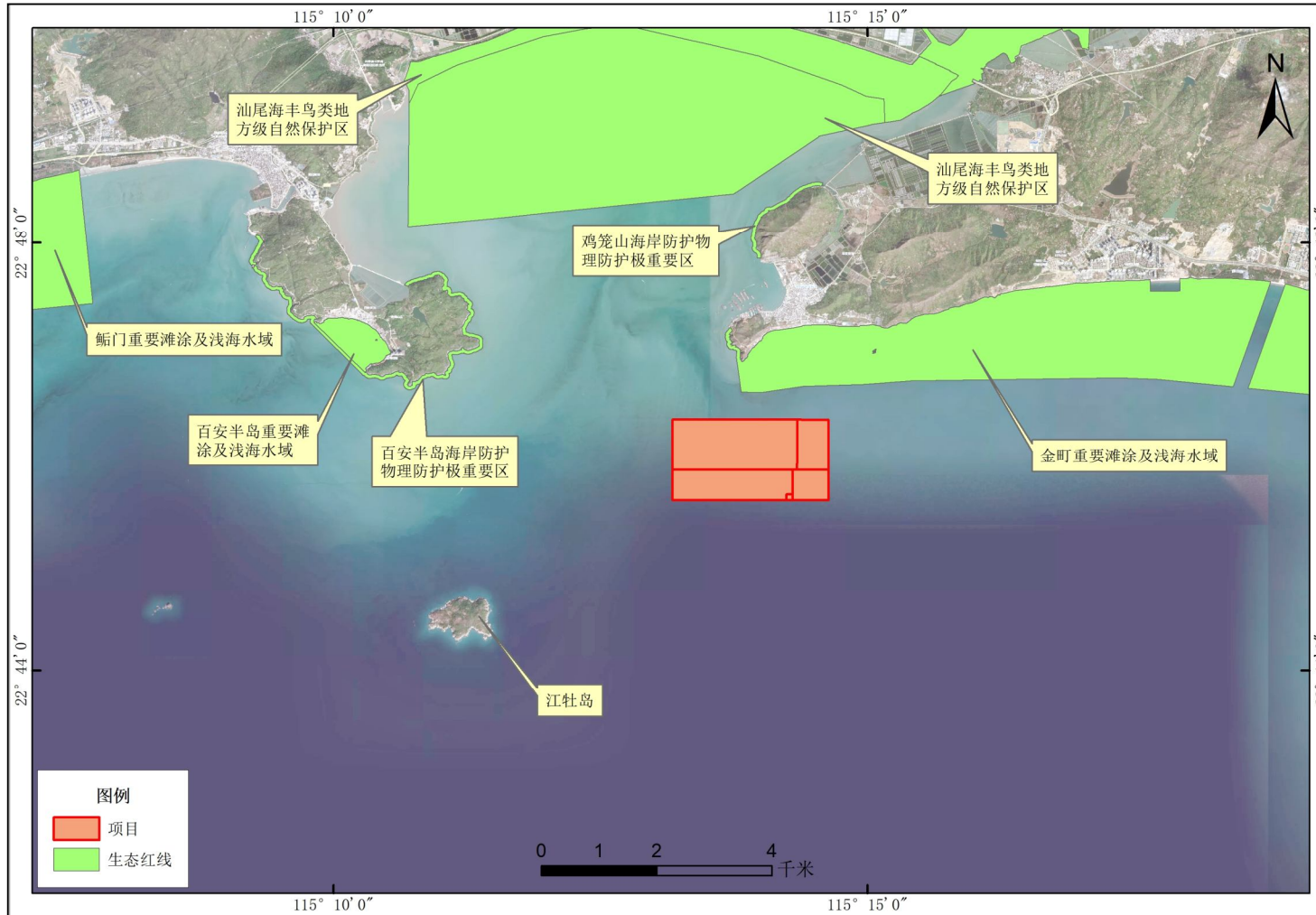


图 10.2.2-1 本项目与周边生态红线位置关系图

10.3 相关规划、环保法规符合性分析

10.3.1 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

2017年12月，广东省人民政府正式批复《广东省海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于重点开发区域（图10.3.1-1）。重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。

广东省海洋重点开发区域分布在粤东西两翼，是我省未来海洋开发重点布局的地区。该区域包括汕尾市城区、阳江市江城区，以及潮州港经济区、揭阳大南海石化工业区、深汕特别合作区、茂名滨海新区的管辖海域。

功能定位：推动全省海洋经济持续增长的重要增长极，引领粤东西沿海发展的重要支撑点。

海洋空间开发总体格局。重点培育茂名滨海新区、阳江江城区、汕尾市城区、深汕特别合作区、揭阳大南海石化工业区、潮州港经济区等功能节点，形成区域海洋经济发展的新极核。

推进现代海洋产业发展。大力发展高端临海制造、石化、钢铁等产业发展。推进茂名市临海石化工业区、博贺新港临海工业基地、阳江高新技术产业开发区、深汕特别合作区、潮州港经济区、揭阳大南海石化工业区建设。促进各地市生物医药产业、海水淡化和综合利用等海洋新兴产业建设和发展。

推进港口体系建设。加强专用码头资源整合，优先发展公用码头，推进我省沿海港口集约化、现代化发展，提升港口与腹地交通联系，大力发展临港产业，构建以珠三角港口群为主体、粤东和粤西港口群为两翼，分工合理的集群化港口发展格局。加强沿海港口进港航道、防波堤、公共锚地等公共基础设施建设，完善海上助航安全配套设施，建设安全、便捷的海上运输通道。促进沿海城镇与海洋统筹发展。有序推进茂名滨海新区、阳江滨海新区、汕尾新区、深汕特别合作

区等沿海城镇和新区建设，进一步促进城镇和新区人口集聚，协调新区发展与海域利用，提高海域空间资源的利用效率，增强城市建设区的海洋生态环境服务功能。

大力推进滨海旅游发展。提升滨海旅游的资源差异性和产品特色，融海洋文化、沙滩和海岛资源为一体，深层次开发滨海度假区，加强滨海生态景观廊道、旅游度假酒店等综合服务配套设施建设。重点建设水东湾—放鸡岛、海陵岛、汕尾红海湾和品清湖等旅游功能组团，加快汕尾红海湾等滨海旅游产业园区发展建设。

大力发展海洋风电产业。在风能资源和地质条件较好地区，坚持“三个 10”原则，强化与海洋生态红线协调，科学布局海上风电场址，推进海上风电规模化、集约化开发。以海上风电规模化开发带动风电装备及服务业发展，推动风电全产业链发展，推动阳江市海上风电产业基地建设。

加快滨海旅游公路建设。完善沿海地区交通基础设施网络，推动重点开发地区发展“交通+旅游”新业态，打造广东省具有特色的滨海旅游公路。重点开发区域中滨海旅游公路跨越海域、海湾的，应尽量避免填海等改变海域自然属性的用海方式，确有需要的，采用跨海桥梁的形式，桥墩尽量建筑在陆地上。滨海旅游公路经过海湾相邻或相接陆域的，应设计科学的离岸距离，避开砂质岸线，合理选择植被类型，布局观海平台、停车场、滨海服务区等。

积极发展现代海洋渔业。整治沿海违法网箱养殖，鼓励传统网箱向外海转移，积极发展深水网箱养殖。鼓励海洋捕捞渔船更新改造，支持建设适当外海深海生产的大型钢质捕捞渔船，扶持具有深海捕捞能力的渔业龙头企业，建设远洋渔业综合基地。

本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，项目人工鱼礁建设，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，另外，本项目大力发展深海网箱养殖的健康养殖模式，促进水产养殖与生态环境保护协调发展，不仅有利于充分带动当地群众转产致富，而且有利于汕尾市关于中国驰名商标、省级名牌和有机、绿色、无公害标志的水产品的建设工作。因此，项目建设符合重点开发区域的产业布局和发展要求，符合项目所在的广东省海洋主体功能区规划

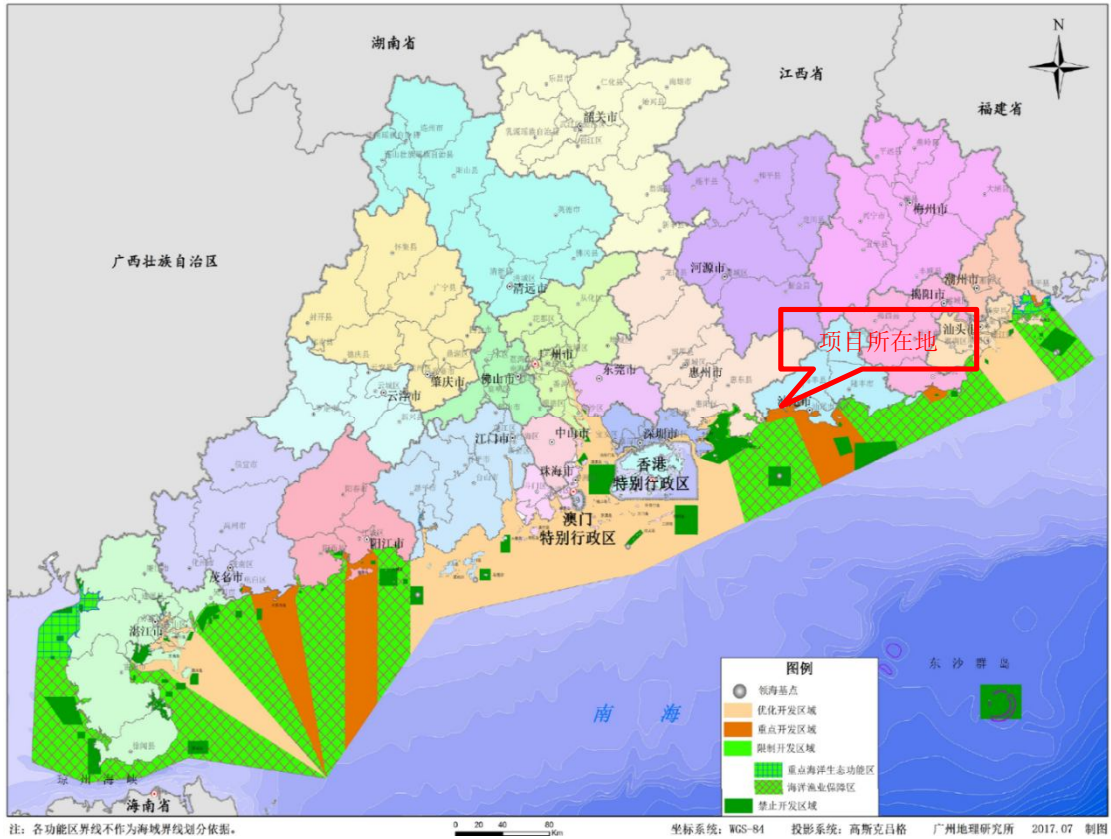


图 10.3.1-1 项目所在海洋主体功能区划

10.3.2 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性

2011年7月国务院批复的《广东海洋经济综合试验区发展规划》(国函(2011)81号)要求,“加快海洋牧场建设”,“加强海洋生物多样性和重要海洋生态环境保护,开展人工鱼礁建设”,“依托丰富的岸线、人文、海洋文化等资源优势,推进旅游业信息化,提高旅游业发展水平。着力打造高端旅游业,建成国际高端滨海旅游目的地”。重点建设“红海湾等一批海洋综合旅游区,继续推进广东省国民旅游休闲计划滨海旅游示范景区建设。创建以休闲度假、会议商务等为主要特色的滨海旅游产品”。汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目的建设,有利于海洋生物资源的养护增殖,有利于海洋生态的保护改善,有利于促进海洋经济综合发展试验区试点建设,项目建设符合《广东海洋经济综合试验区发展规划》的要求。

10.3.3 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》相符性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》第四章第三节提出“打造现代海洋渔

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

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

因此，本项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的规划要求。

10.3.4 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》提出，到 2050 年，海岸带地区生产要素配置和产业结构日趋优化，科技支撑和创新引领能力进一步增强，湾区发展和构件开放型经济体质取得重大成果，沿海地区建成为广东最美丽、最有魅力的地方，实现“四个坚持、三个支撑、两个走在前列”的总体要求和发展目标。形成极具创新活力的黄金海岸带、形成极具魅力的品质生活海岸带、形成滩净湾美的蓝色生态海岸带：“形成滩净湾美的蓝色生态海岸带”要求推进生态文明建设，加强生态保护修复，严守生态红线，实施蓝色海湾、生态岛礁、“南红北柳”等重点工程。加强海洋防灾减灾体系建设，切实提高灾害防范能力，完善海洋生态环境监测网络，初步建成海岸带安全屏障。

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》在严格海岸线管控中提出，结合“南红北柳”工程，开展红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统恢复工程；结合蓝色海湾工程，开展海岸修复养护工程；结合生态岛礁工程，开展海岛岸线综合治理工程。

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目开展人工鱼礁建设，为海洋生物提供庇护和生活、栖息场所，提高海洋内的渔业资源密度，对修复保护渔场、维护海洋生态环境稳定、带动现代渔业发展具有重要意义。本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，有利于改善海洋水生生物的生境，促进海洋生态环境的恢复；项目的建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的要求。

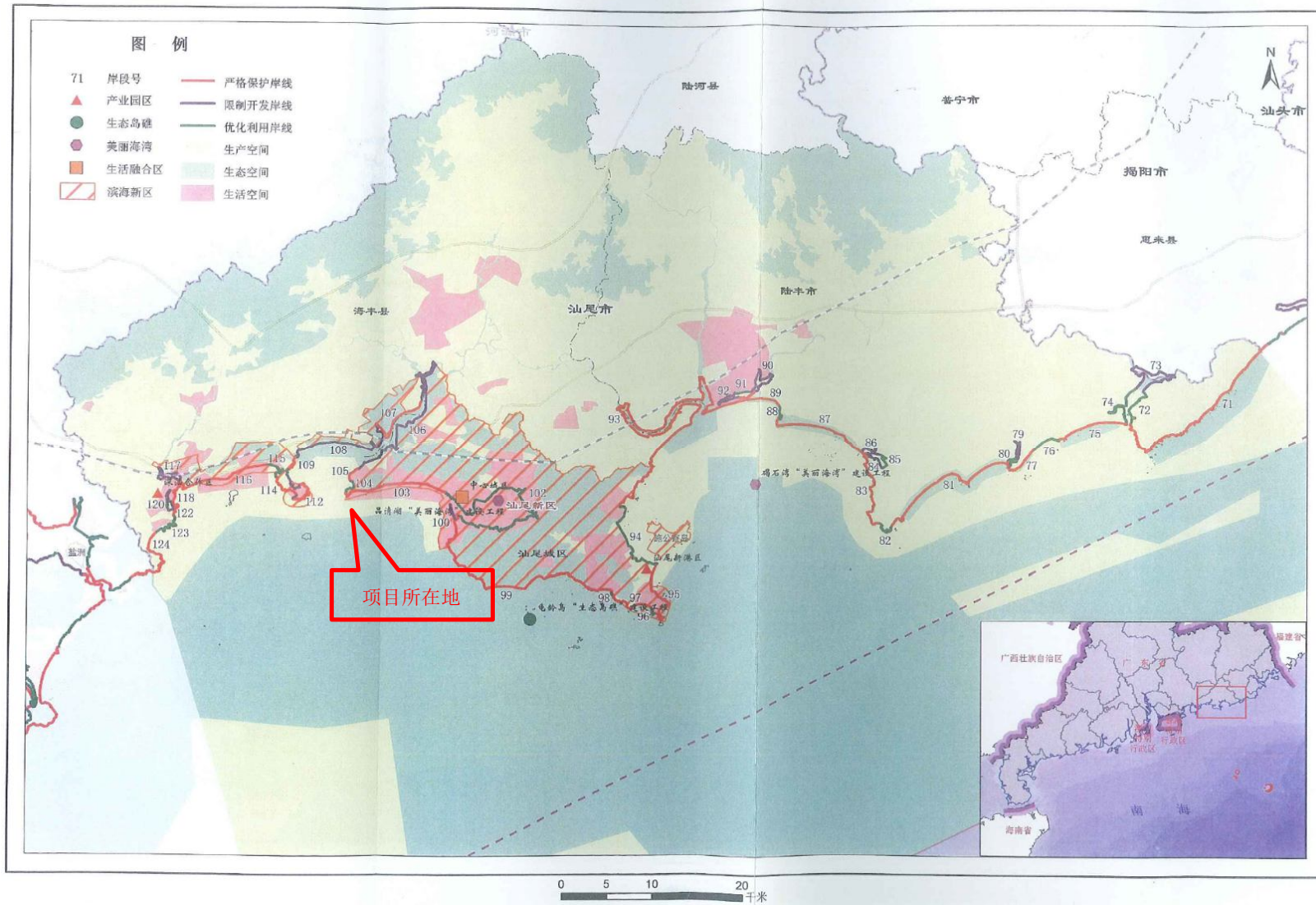


图 10.3.4-1 本项目与海岸带规划关系图

附图19

广东省海岸带红海湾区基础空间规划分图

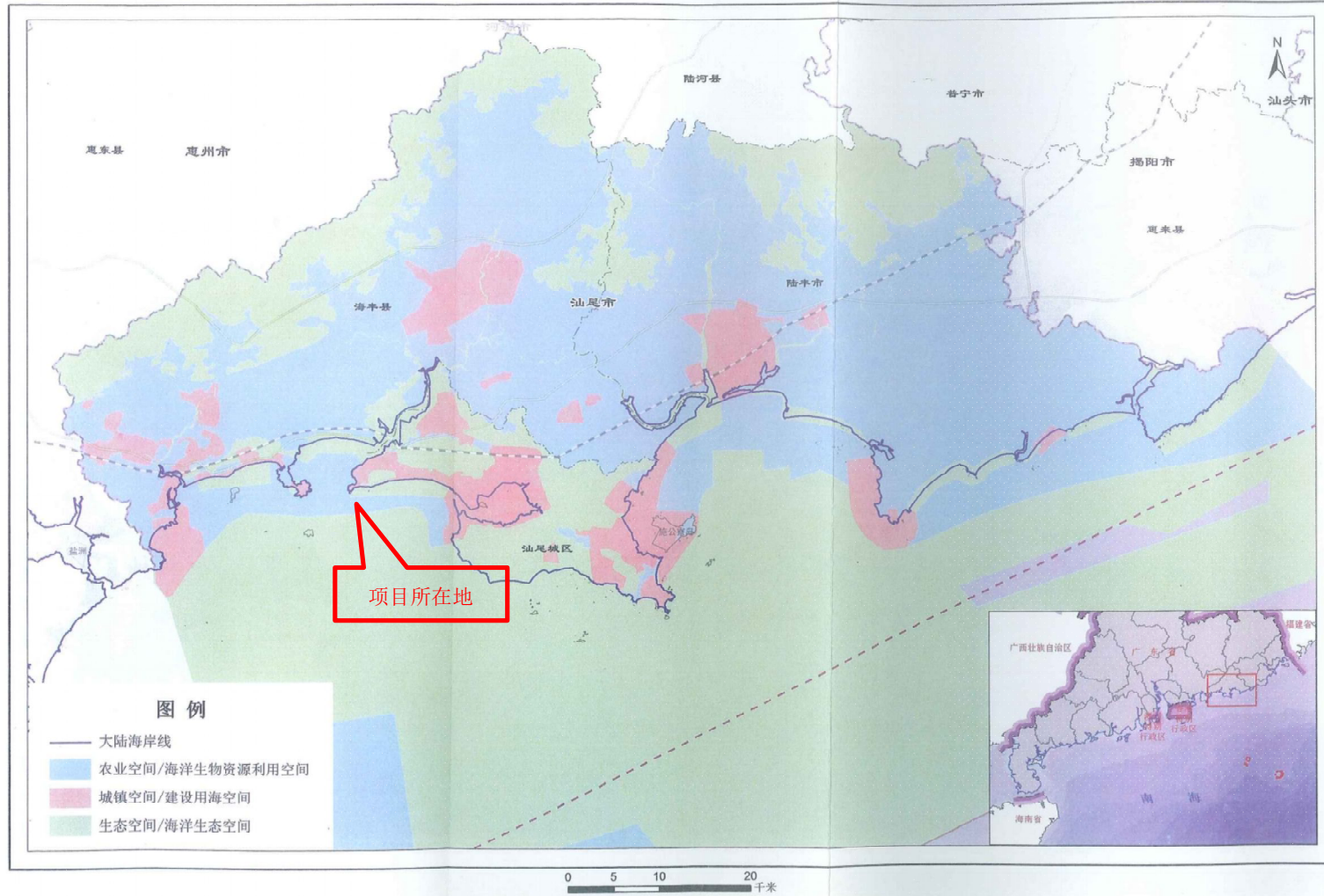


图 10.3.4-2 本项目与基础空间规划关系图

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

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

规划要求优化沿海经济带农业和渔业产业结构，发展农业和渔业新业态，提高综合效益和竞争力，推动农业和渔业现代化发展。科学养护海水养殖区和传统渔场海洋生物资源，合理控制增养殖密度和规模，改善近岸养殖用海生态环境，提升资源增殖效果和海岸生态修复效果。重点建设惠州稔平半岛、江门镇海湾、黄茅海—磨刀门、汕头南澳—饶平、汕尾、阳江海陵湾、湛江雷州半岛东部和西部、茂名博贺等近岸海洋增养殖基地。

本项目位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛东北侧海域，项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。项目较低的海域养殖开发强度辅以鱼贝间养的养殖模式，巧妙利用鱼、贝之间的互补性，网箱区北侧养殖滤食性贝类等生物，起到充分去除多余的颗粒有机物和营养盐的效能，达到调节水质、防治病害。因此，项目建设符合“推广绿色生态养殖模式，以市场需求为导向，运用生态技术措施改善养殖水质和生态环境。”项目的建设符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》的要求是相符合的。

10.3.6 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性

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

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

本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，本项目位于海水养殖区，不在禁养区和限养区内，也不在生态红线区内，项目较低的海域养殖开发强度辅以鱼贝间养的养殖模式，巧妙利用鱼、贝之间的互补性，网箱区北侧养殖滤食性贝类等生物，起到充分去除多余的颗粒有机物和营养盐的效能，达到调节水质、防治病害。因此，项目建设符合“支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设。”。

因此，本项目建设《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的规划要求。

10.3.7 与《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）的符合性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）、《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函

[2013]127号)和《汕尾市城市总体规划(2011-2020年)》,项目位于长沙、马宫养殖区,执行《海水水质标准》(GB3097-1997)第二类水质标准。

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目,项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设,为海洋生物提供庇护和生活、栖息场所,提高海洋内的渔业资源密度,对修复保护渔场、维护海洋生态环境稳定、带动现代渔业发展具有重要意义。本项目以绿色生态养殖为理念,合理平面布局,通过开展立体化养殖、互补式养殖,创新现代海洋牧场运营模式,有利于促进汕尾新区的建设与发展。本项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海,在项目施工过程中,会产生少量悬浮物对周围海水水质产生一定影响,施工悬浮物扩散范围主要集中在项目附近,其它海洋功能区距离较远,基本上不会产生影响,通过采取积极有效的水污染防治措施降低悬浮物、加强环境监督管理,工程施工期不会对周围生态环境造成不利影响。本项目营运期吊养养殖主要养殖牡蛎、扇贝等品种,底播养殖主要养殖花甲以及菲律宾蛤仔为主,均无需投喂任何人工饵料和药物,养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长,是一种原生态的养殖生产模式,基本不会产生污染物。项目运营期对环境的影响主要为网箱养殖投放的多余饵料、网箱清洗废水以及鱼类排泄物对海洋环境和生态的影响。本项目人工鱼礁建设,目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态,增殖和恢复渔业资源;项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖建设,均为生态化养殖,项目养殖规模较小,通过控制养殖密度,应用科学的养殖方法,此外项目所在海域开阔,水质扩散和净化能力强,对周边水质和沉积物等环境的影响较小。

综上所述,本项目施工和运营期间不排放和倾废有毒有害污染物,施工悬浮物扩散影响范围较小,营运期主要为网箱养殖产生一定的污染物,根据营运期水质预测结果,项目产生的污染物叠加背景浓度后,养殖区附近海域总氮、总磷、COD浓度仍满足二类水质(0.30mg/L、0.030mg/L、3mg/L)要求。项目营运期产生的其他污染物均进行收集处理,不在项目附近海域排放,通过加强环境管理,同时在施工期及运营期间开展海洋环境的跟踪监测,对海洋生态环境影响较小,符合《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)的管控要求。

10.3.8 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的符合性

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》第三章紧抓国家战略布局，大力推动绿色协调发展 第五节建设人海和谐的沿海经济带：充分发挥汕尾市海岸线长、海域辽阔的资源优势，做大做强海洋经济，加快构建绿色沿海产业带，发挥沿海经济带战略支点作用，打造海洋经济振兴发展示范市……扎实推进国家级海洋牧场建设，发展海洋种苗业、深远海养殖业，重点加快国家级南美白对虾繁育基地、国家级石斑鱼良种场、紫海胆育种育苗基地等海洋渔业经济种业园建设，规划建设深海网箱产业园。依托沿海观光公路规划建设，串联山、海、湖、城特色风光，融合海陆丰红色文化、民俗文化，围绕滨海旅游主题，以海洋生态为依托，培育壮大集生态观光、休闲度假、体育游乐、海洋历史文化体验等于一体的现代海洋文化旅游产业。

第七章强化陆海统筹，加快美丽海湾建设 第二节 深化海上污染源防治：加强海水养殖污染防控。加强海水养殖污染防控。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划》（2018—2030年）及各县级养殖规划，完善水产养殖基础设施建设，支持水产养殖池塘标准化升级改造。合理控制近海集约化养殖密度，鼓励深水抗风浪网箱等深远海养殖设施装备建设。研究推动养殖环境管理相关规定及排放标准制订，加强海水养殖尾水排放监控，防控排放量大养殖单位养殖尾水直接排入海。发展水产绿色健康养殖，组织水产健康养殖示范，强化养殖投入品管理，加强水产养殖环节用药的监督抽检。

本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，本项目位于海水养殖区，不在禁养区和限养区内，也不在生态保护红线区内，项目较低的海域养殖开发强度辅以鱼贝藻间养的养殖模式，巧妙利用鱼、贝、藻之间的互补性，网箱区北侧养殖滤食性贝类等生物，起到充分去除多余的颗粒有机物和营养盐的效能，达到调节水质、防治病害。因此，项目建设符合“支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设”。

施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，施工船舶含油污水经船舶含油

污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。项目营运期，对水环境的影响主要是海上工作平台工作人员产生的生活污水和工作船舶含油废水，建设单位在海上工作平台设临时污水储存柜，工作人员产生的生活污水由临时污水储存柜集中收集后，由船舶运输上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理，则对水质环境基本不造成影响。因此，本项目建设符合《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

10.3.9 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性

根据《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，其规划：

坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。优化“六湾区一半岛”海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，引导海洋产业集聚发展。聚焦近海向陆区域，合理开展能源开发和资源利用，重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业，加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度。实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地；扶持远洋渔业发展，支持建设海外渔业基地，提高海产品加工能力，积极打造“粤海粮仓”。

建设海洋强省。打造具有国际竞争力的海洋产业发展高地，重点发展海洋油气、海洋高端装备、海洋生物等产业集群，培育天然气水合物等海洋新兴产业，推进海洋交通运输、船舶制造、临海石化钢铁等产业转型升级。积极建设海洋牧场。加快推进建设滨海旅游公路，发展国际邮轮母港，建设以海岛旅游为主的海洋旅游产业集群。推进海洋科技创新，支持深圳建设全球海洋中心城市。加强自然岸线资源管控，强化海岸带、近海海域和海岛等生态系统保护与修复。

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括人

工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设，项目建设符合“实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地”，正是响应《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的相关精神，因此，项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的要求。

10.3.10 与《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性

根据《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，提及：大力发展海洋经济。坚持陆海统筹、港产联动，推动海洋经济高质量发展。合理开发利用岸线、海域、海岛等资源，培育海洋优势产业，促进海上风电、海洋电子信息、海洋工程装备、海洋生物医药、海洋可再生能源、海水综合利用等产业规模化发展，构建具有较强竞争力的现代海洋产业体系。推动建设特色鲜明的渔港经济区，打造现代海洋渔业基地，大力发展远洋捕捞、海洋牧场、休闲渔业、水产品加工业等产业。加快推进建设滨海旅游公路，大力发展滨海旅游业。加强海洋综合治理，全面推进生态海岸带建设，提高海洋环境防风险能力。

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

10.3.11 与《广东汕尾新区发展总体规划（2013-2030 年）》的符合性

《广东汕尾新区发展总体规划（2013-2030 年）》提出，“积极发展现代农业，海洋渔业以马宫国家中心渔港建设为龙头，建设一批海洋健康养殖基地，保护和

修复沿岸渔场，发展深外海及远洋捕捞渔业，加大渔业资源增殖放流和海洋牧场建设力度，发展深海生态立体养殖，鼓励发展休闲渔业”。在生态建设与环境保护方面，“建设完善一批人工鱼礁区、海洋牧场，保护水生动物洄游廊道，维护海洋生态系统生物多样性”。

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目开展人工鱼礁建设，为海洋生物提供庇护和生活、栖息场所，提高海洋内的渔业资源密度，对修复保护渔场、维护海洋生态环境稳定、带动现代渔业发展具有重要意义。本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，有利于促进汕尾新区的建设与发展，项目的建设符合《广东汕尾新区发展总体规划（2013-2030年）》相符合。

10.3.12 与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》的符合性

汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）（五）总体布局：依据汕尾市海洋和渔业优良的资源禀赋，优越的渔业发展基础，良好的海洋生态环境承载力，广阔的滩涂养殖空间，以及渔业用海空间、海洋生态红线、渔业发展相关政策资源和市场环境条件等核心要素，以“绿色兴渔、创新强渔、协调惠渔、共享富渔、开放助渔”为导向，以渔业用海空间有保有压、有进有退、绿色优先、创新发展为原则，以沿岸绿色优先、近岸低碳发展、远岸科技引领为主轴，促进渔业创新绿色发展、产业长链强链补链精链、“三农”稳产保供增收，以构建国家农业绿色发展先行区为目标，推动汕尾市现代海洋渔业绿色创新与高质量发展，全面构建“一核·一带·两湾一角·多点”的总体发展格局。

3.两湾一角——泛碣石湾、红海湾和甲子角片区

（1）泛红海湾片区

依托红海湾优越的经济区位和海洋渔业资源优势，以海洋绿色养殖为基调，多模式、多功能、多元化融合为发展导向，结合滨海城市发展需要，针对滨海休闲渔业、海洋运动娱乐、旅游休闲度假、科研科普教育等需求，对标特色需求与现实需要，创建海洋资源管护类、共享渔业牧场类、岛礁融合发展类、深水网箱养殖类、休闲渔旅融合类等多类别用海模式，全面打造具有标杆示范的产业园区，在泛红海湾片区重点发展石斑鱼、鲈鱼、美国红鱼、卵形鲳鲹等经济鱼类养殖品

种，全面打造构建为集绿色养殖、休闲、娱乐、资源保护功能于一体的海洋城市新型渔业发展集群区。

（9）深水养殖产业区

大力推进江牡岛、田尾角、甲子角等海域深水网箱养殖产业发展，在该区离岸开发海域 10-30 米的水深海域合理统筹建设深水网箱产业园等，积极推进浅海网箱养殖模式向深海网箱养殖模式转型，将旧式深海网箱升级改造为深海抗风浪网箱等安全高效的新型深水网箱，并适当引进计算机、新材料等高新深水养殖技术，以及渔用声纳、声诱捕捞、声纳投饵、光影捕捞等现代智能生态渔业技术，实现养殖海域拓展、沿岸环境压力减轻、养殖鱼质量提高，从而提高海域渔业养殖经济效益，全面打造构建为智慧智能化深水养殖示范区。

本项目养殖区位于泛红海湾片区，项目建设深水网箱养殖 100 只，用海面积 100.2694 公顷，养殖石斑鱼、卵形鲳鲹等汕尾常见经济品种，布置在江牡岛东北侧 10 米以外水深进行深水网箱养殖。项目符合总体布局要求。项目建设符合汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）的要求。

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

根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，为了贯彻落实《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》、《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》和《水产养殖规划编制大纲》等相关规定，本规划的总体思路可概括为在稳定养殖面积的基础上，推动水产养殖产业转型、科学调整养殖品种结构和养殖模式、推进一二三产业融合发展，实现生态健康养殖，达到提质增效。

结合我国当前渔业发展方向和市委、市政府的要求，坚持“绿色崛起、科学发展”战略，加快经济发展方式转变，以科技为依托，以市场为导向，以自主创新、品牌培育等为抓手，改进品种结构，发展绿色水产品和特色养殖，全面提高渔业产品质量，大力引进名优新品种，加大渔业产业结构调整，发展生态渔业模式，加快基地建设步伐，迅速发展集垂钓、旅游、观光、娱乐为一体的休闲渔业，构建商品鱼基地和渔业示范园区，形成一条龙带动、区域化布局、专业化生产、一体化经营、社会化服务的新型渔业经营机制。

根据农业部《养殖水域滩涂规划编制工作规范》要求，结合汕尾市水域滩涂

资源、区域经济和社会发展，将全市水域滩涂划分为三类：禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。

由图 10.3.13-1 可见，本项目位于海水养殖区，不在禁养区也不在限养区内。本项目为人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖的建设，位于海域，符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的要求。

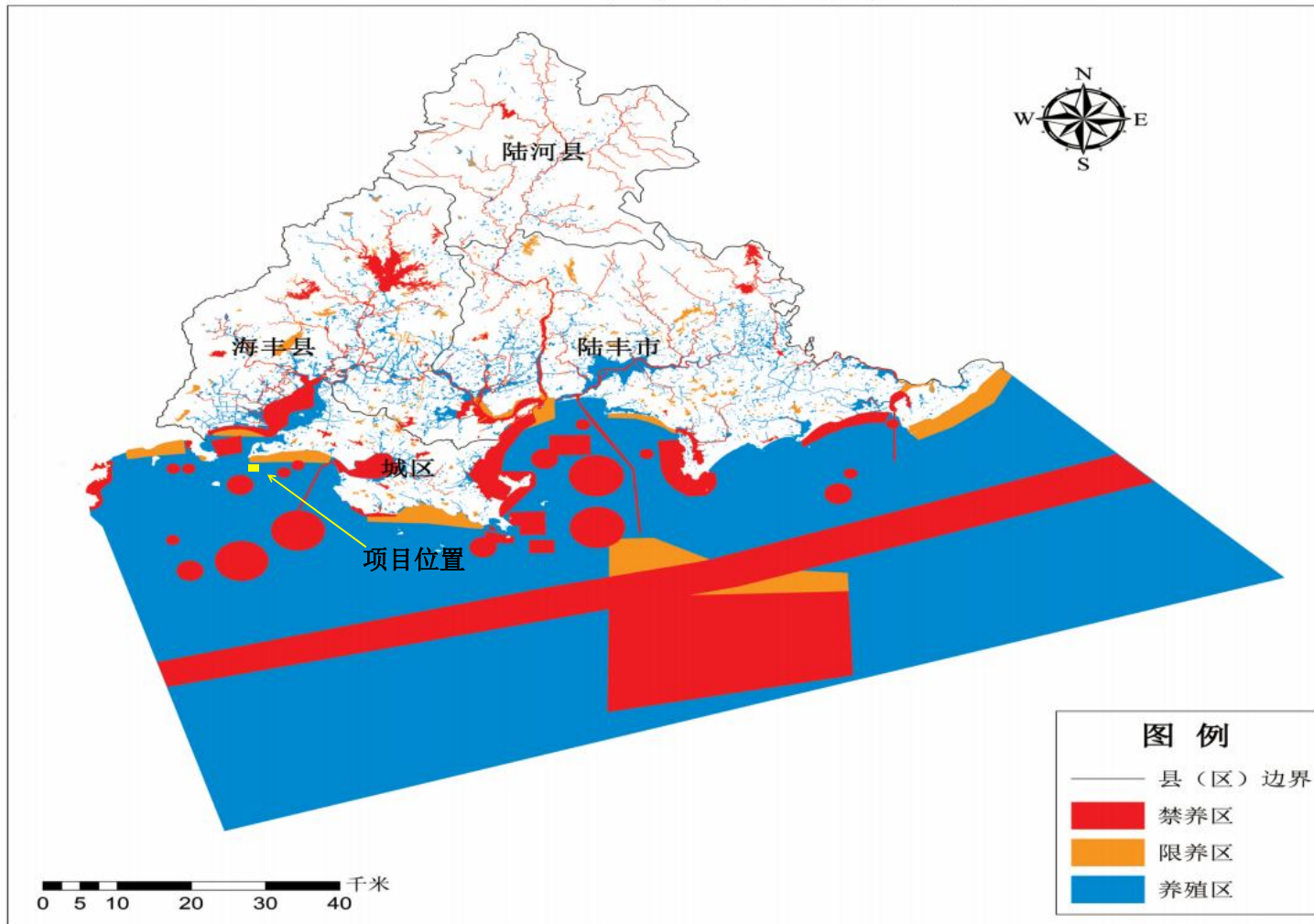


图 10.3.13-1 项目与汕尾市滩涂规划养殖区的关系示意图

10.4 “三线一单”符合性分析

10.4.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

(1) 生态保护红线

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设，本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状调查结果，除了个别监测因子的现状监测结果不能满足所在海洋功能区的环境保护要求外，本项目所在海域的海洋环境质量现状总体良好。本项目施工产生的悬浮泥沙会对项目所在海域的海洋生态、海水水质环境等产生一定的影响，但经采取措施后，可将项目施工期可能产生的海洋环境影响降至最低，且施工期影响是暂时的，将随着施工期的结束而逐渐消失。此外，本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，施工期和营运期不会排放污染物入海，不会对所在海域的海水水质、海洋生态环境和海洋沉积物环境等产生影响。综合分析，经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，本项目不会对所在海域的海洋环境产生明显的不良影响。因此，本项目基本不会改变所在海域的环境质量，不会影响到所在海域的环境质量底线。

(3) 资源利用上线的符合性分析

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设，用海面积根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和本项目的实际用海情况界定，未盲目扩大占用海域资源；本项目用海不占用岸线，本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。因此，本项目也符合资源利用上线的要求。

(4) 生态环境准入符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于一般管控单元（见图 10.4.1-1）。该管控单元的管控要求为：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。

本项目为人工鱼礁用海和开放式养殖用海项目，项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。项目较低的海域养殖开发强度辅以鱼贝藻间养的养殖模式，巧妙利用鱼、贝、藻之间的互补性，网箱区北侧养殖滤食性贝类等生物，起到充分去除多余的颗粒有机物和营养盐的效能，达到调节水质、防治病害。

生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。项目营运期，海上工作平台工作人员产生的生活污水经配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理，基本不会对所在海域的海水、沉积物和海洋生态环境产生明显的不良影响。因此，本项目符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的生态环境注入管控要求。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2022 年本）》中所列负面清单项目，不属于市场禁止准入项目，综合分析，本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

10.4.2 与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

(1) 生态保护红线

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目，项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设，本项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建汕尾市江牡岛海域海洋牧场作出积极贡献。根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022 年）“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保

护红线。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状调查结果,除了个别监测因子的现状监测结果不能满足所在海洋功能区的环境保护要求外,本项目所在海域的海洋环境质量现状总体良好。本项目施工产生的悬浮泥沙会对项目所在海域的海洋生态、海水水质环境等产生一定的影响,但经采取措施后,可将项目施工期可能产生的海洋环境影响降至最低,且施工期影响是暂时的,将随着施工期的结束而逐渐消失。此外,本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目,目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态,增殖和恢复渔业资源,施工期和营运期不会排放污染物入海,不会对所在海域的海水水质、海洋生态环境和海洋沉积物环境等产生影响。综合分析,经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后,本项目不会对所在海域的海洋环境产生明显的不良影响。因此,本项目基本不会改变所在海域的环境质量,不会影响到所在海域的环境质量底线。

(3) 资源利用上线的符合性分析

本项目为汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目,项目主要包括人工鱼礁、网箱养殖、底播养殖、吊养养殖等开放式养殖和海上工作平台的建设,用海面积根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和本项目的实际用海情况界定,未盲目扩大占用海域资源;本项目用海不占用岸线,本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目,不属于高能耗、高污染项目。因此,本项目也符合资源利用上线的要求。

(4) 生态环境准入符合性分析

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》,本项目位于红海湾农渔业区一般管控单元(HY44000030003),该管控单元的生态环境准入清单见表10.4.2-1所示,本项目与所在近岸海域一般管控单元准入清单的符合性分析见表10.4.2-2所示。由分析结果可知,本项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海,项目用海区域距离最近的马宫渔港1.45km,项目用海不会影响鲛门渔港、遮浪渔港、马宫渔港的用海需求;本项目建设内容包括人工鱼礁和深水网箱建设,项目建设符合人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求,本项目距离龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐均比较远,不会影响其用海;项目规模小,用海面积小,不影响军事用海需求,项目不设置有碍军事安全的渔网、渔栅等;项目位于海域,离长沙湾5.1km,项目不在长沙湾等河口海域进行围填海施工,

不会影响河口海域防洪纳潮功能；本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目，不进行海洋捕捞，有利于海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种的保护。项目人工鱼礁建设，目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态，增殖和恢复渔业资源，项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖，均为生态化养殖，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，能控制养殖自身污染和水体富营养化，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，进一步减少水体富营养化的几率；项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，项目海域能满足海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准要求。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2022年本）》中所列负面清单项目，综合分析，本项目的建设符合《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

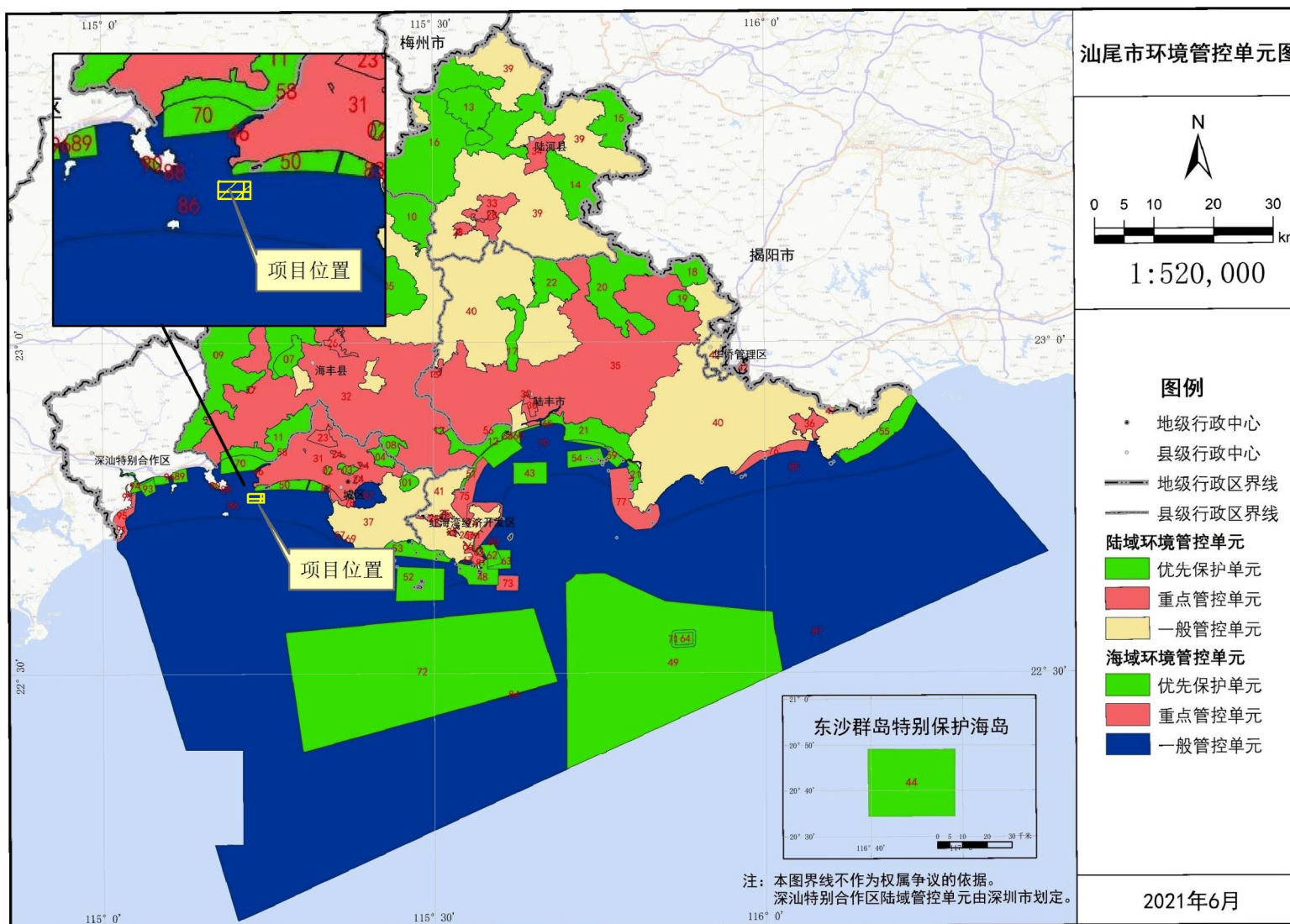


图 10.4.2-1a 与汕尾市环境管控单元图叠加示意图 1



图 10.4.2-1b 与汕尾市环境管控单元图叠加示意图 2

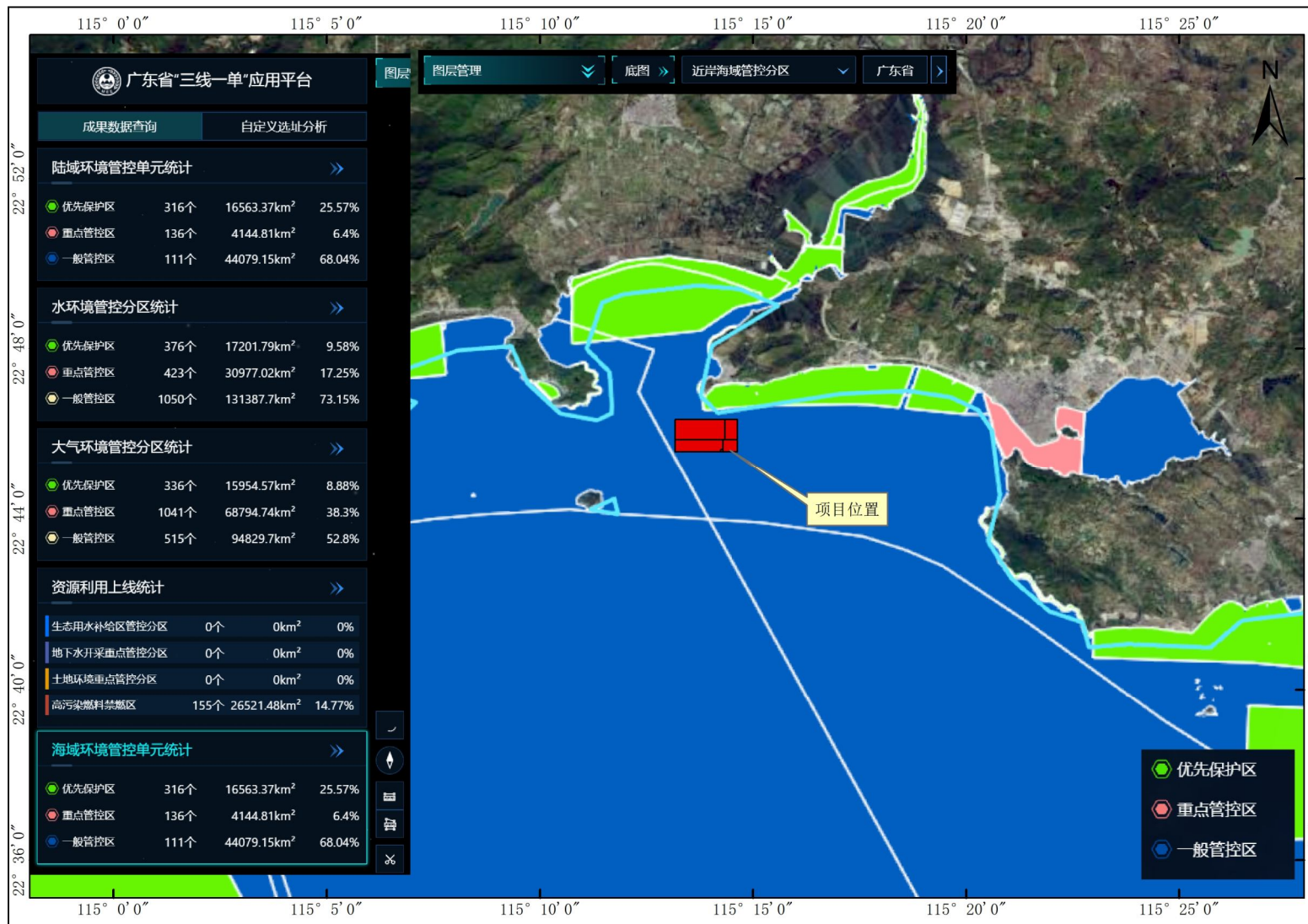


图 10.4.2-1c 与汕尾市环境管控单元图叠加示意图 3

表 10.4.2-1 汕尾市环境管控单元准入清单——序号 86 近岸海域一般管控单元 (节选)

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划		管控单元分类	区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
			省	市					
86	HY44000030003	红海湾农渔业区	广东省	汕尾市 / 深圳市	一般管控单元	1-1.合理保障遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求。 1-2.以保护海洋生态为前提,合理安排龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海,工业和港口航运用海需求,军事用海需求。 1-3.保护河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统,严格控制在河口海域围填海,维护防洪纳潮功能。 1-4.保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种。	2-1.严格控制近海捕捞强度,严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度,并应当合理投饵、施肥,正确使用药物,防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。 3-2.向海域排放陆源污染物必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。	4-1.加强港口应急设施、预警和处置能力建设。

表 10.4.2-2 本项目与所在近岸海域一般管控单元准入清单的符合性分析对照表

环境管控单元名称	三线一单内容	本项目对照分析情况	符合性
红海湾农渔业	区域布局管控 1-1.合理保障遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求。 1-2.以保护海洋生态为前提,合理安排龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海,工业和港口	本项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海,项目用海区域距离最近的马宫渔港 1.45km,项目用海不会影响鲟门渔港、遮浪渔港、马宫渔港的用海需求;	符合

区	<p>口航运用海需求,军事用海需求。</p> <p>1-3.保护河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统,严格控制在河口海域围填海,维护防洪纳潮功能。</p> <p>1-4.保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种。</p>	<p>本项目建设内容包括人工鱼礁和深水网箱建设,项目建设符合人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求,本项目距离龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐均比较远,不会影响其用海;项目规模小,用海面积小,不影响军事用海需求,项目不设置有碍军事安全的渔网、渔栅等;</p> <p>项目位于海域,离长沙湾 5.1km,项目不在长沙湾等河口海域进行围填海施工,不会影响河口海域防洪纳潮功能;</p> <p>本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目,有利于海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种的保护。</p>	
能源资源利用	<p>2-1.严格控制近海捕捞强度,严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。</p>	<p>本项目为透水构筑物用海和开放式养殖用海项目,不进行海洋捕捞。</p>	符合
污染物排放管控	<p>3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度,并应当合理投饵、施肥,正确使用药物,防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。</p> <p>3-2.向海域排放陆源污染物必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。</p>	<p>项目人工鱼礁建设,目的是修复海洋生物栖息地、保护海洋生态,增殖和恢复渔业资源,项目深水网箱养殖、吊养养殖和底播养殖,均为生态化养殖,项目养殖规模较小,通过控制养殖密度,应用科学的养殖方法,能控制养殖自身污染和水体富营养化,此外项目所在海域开阔,水质扩散和净化能力强,进一步减少水体富营养化的几率;项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理,不排海,项目养殖规模较小,通过控制养殖密度,应用科学的养殖方法,项目海域能满足海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准要求。</p>	符合
环境风险防控	/	/	/
环境准入负面清单		<p>根据《市场准入负面清单(2022年本)》,本项目不属于市场禁止准入项目,符合准入要求。</p>	符合

11 环境经济损益分析

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的污染防治措施主要针对会对环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据本评价以上提出的各项环境保护措施，以确保施工期和运营期所制定的环境保护目标顺利实现为前提，对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，本次评价所提出各项污染措施费用约为 135.24 万元，项目总投资约 6278.96 万元，占总投资的 2.2%，详见表 11.1-1 所示。环保投资比例合理，从经济角度论证，该环境保护措施投资对建设单位来讲是可接受的。

表 11.1-1 项目环保投资概算一览表

阶段	项 目	单价(万元)	数量	金额(万元)
施 工 期	施工期环境监理	10 万元/年	1 次	10.0
	施工期环境监测	10 万元/次	1 次	10.0
	垃圾回收桶、移动厕所等	5.0	1 套	5.0
营 运 期	船舶污水接收设施	20	1 套	20.0
	溢油回收设施（含围油栏、撇油器、吸油材、消油剂及消油剂喷洒装置等）	30	1 套	30.0
	垃圾收集系统	5.0	1 套	5.0
	运营期跟踪监测	10 万元/次	4 次	40.0
	海洋生物资源补偿			15.24
合计				135.24

11.2 环境保护的经济损益分析

(1) 项目施工对附近海域生态环境的影响

项目施工期间，网箱安装、网箱固定施工作业时选择中、小潮、海况好的时间施工，减少施工期悬浮泥沙扩散；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。施施工人员生活污水由

施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后,经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理;施工人员的生活垃圾经收集打包交由环卫部门接收后,最终送城市垃圾处理厂处理,不向海洋排放,对海域水生态环境及底质环境不会产生影响,也不会对生物带来危害。

(2) 营运期对环境的影响

项目运营期间网箱养殖投饵料和鱼类排泄物对生态环境产生一定影响,可通过控制养殖密度,采用优质的浮性饲料,减少饲料的投喂量,来降低对水域水质的影响。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集,船舶靠岸后,含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理,生活污水应配备专门的容器集中收集后,上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理,生活垃圾集中分类收集后,交由环卫部门进行收集处置。本项目产生的污水不直接排放入海,固体废弃物禁止入海,因此对海洋生态环境的影响不大。

(3) 环境直接、间接经济收益分析

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益;间接效益为由于污染物的适当排出所削减的环境经济损失。对本建设工程来说,环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知,在不采取任何环保措施的情况下,工程环境污染的范围和程度将成倍增大,资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加;在采取环境保护措施后,可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度,进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此,建设工程污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

本工程的实施,能产生较大的社会效益和经济效益,项目建设是充分利用汕尾海洋资源优势,打造汕尾深海养殖基地,推进海洋综合开发示范区建设,以科技创新能力促进传统海洋渔业向现代海洋渔业升级。项目通过基地化、健康化、集约化的海水养殖基地以及国家级标准化健康养殖示范基地示范推广,带动汕尾近岸海水网箱养殖产业集群逐步向深水海区转移,形成健康、安全、高效,科技含量高、经济价值高的深水网箱养殖产业集群,加快汕尾海洋经济发展,推进海洋经济强市建设,增加就业。本项目具有良好的社会效益。

11.3 环境保护的技术经济合理性

11.3.1 环境保护技术可行性分析

(1) 本项目拟采取的施工工艺和环保措施均为技术上较成熟的工艺和措施，技术上是可行的。

(2) 目前汕尾已有多家具有船舶含油污水和船舶垃圾接收处置的资质单位。本工程施工船舶污染物可与这些资质单位签定协议，实行有偿服务。因此，本项目施工船舶污染物的防治措施是可行的。

(3) 有关施工期大气污染防治和噪声防治及管理的措施，均是按照当地环境管理要求和项目特点提出的，具有较好的操作性。

(4) 报告提出的工程设计和管理中各类的措施，简单成熟，可操作性较强，从工程经济和技术上是可行的。

(5) 生态补偿方案由当地自然资源行政主管部门统一监督，委托有资质的单位进行增殖方案制定、论证和资源研究，有利于科学合理的制定增殖放流方案，可操作性较强。

11.3.2 环境保护经济可行性分析

本工程建成后，能产生较大的社会效益和经济效益。通过与项目涉及利益相关者的协调，本项目对利益相关者的影响较小，项目建设受到各方的支持；项目投资对区域经济社会发展具有拉动作用，对本地居民生活水平、就业、基础设施、城市容量及城镇化进程产生的正面影响。

同时，本工程的施工建设和营运会给项目所在海域环境带来一定负面的影响，将不可避免的对海洋生物资源造成一定的损失，并由此带来一定的经济损失，但是，与本工程带来社会效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失是可以接受的。同时，在项目施工建设和将来运营生产中，建设单位也将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，实现清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些环保措施是该类工程建设应用比较成熟的技术措施。因此，项目所采取的污染防治方法与环境保护措施在技术、经济上是合理的、可行的。

12 环境管理与监测计划

12.1 目的

为了更好地对本项目在建设阶段和建成投产后的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作小组，制定相应的环境保护管理制度，全面管理本项目的有关环境问题，以满足区域环境保护的要求，并不断改善自身环境，达到发展经济、保护环境的目的。

12.2 环境管理

12.2.1 管理机构及职责

本工程环境管理由建设单位汕尾市交通投资有限责任公司设立的环境管理机构负责，建设单位业务上接受生态环境部门的指导和监督。环保管理机构承担以下环境管理职责：

①在建设单位与施工单位签订的工程承包合同中，应包括有关环境保护的条款，建立明确的环境保护责任制，如施工队伍临时生活设施产生的污水、生活垃圾的管理；施工时产生的各种固体废弃物的处置等；施工期间建设单位可在当地环保部门的指导和授权下对上述问题进行严格管理。

②因地制宜利用各种形式向施工人员宣传国家的有关环保法规、条例，增强广大施工人员的环境保护意识，使大家都能自觉参与各项环保活动，认真执行各项环保法规。

③根据施工期存在的主要环境问题，制定《施工期环境保护管理条例细则》，并在施工场地张贴公告，使施工负责人和施工人员都能知道。环境管理人员应经常到施工现场检查，发现问题要及时纠正。对那些违反管理条例的人员要进行宣传教育，对严重违犯者，除进行严肃的批评外，还可进行必要的经济处罚。

④各施工地点应有环保管理人员在施工现场跟踪监控管理，检查环保措施的实施情况。例如检查施工时间安排是否合理，施工噪声是否超标；施工废水和生活污水的排放是否做到达标排放，采取的预处理设施效果如何等。一旦发现问题，就应立即采取必要措施加以纠正，同时对责任人进行批评教育，并按制定的施工期环境保护管理条例进行相应的经济处罚。

⑤环境管理人员要与施工质量监理工程师密切配合，对建设项目各项环保设施的施工质量和进度要跟踪检查，确保符合环保主管部门对项目进行“三同时”验收的各项要求。

⑥建设项目投产前，应全面检查施工现场的环境恢复情况。

⑦加强与环保主管部门的沟通和联系，主动接受主管部门的管理、监督和指导。

12.2.2 环境管理计划

(1) 初步设计和施工前期环境管理

①污染防治方案的审核

配合技术部门采取专家论证等方式，对项目的工艺设计的可行性、环保措施的可行性进行论证。

②签订施工承包合同中应包括环境保护的专项条款

在施工招标发包时，应对施工单位的文明施工素质及施工期环境管理水平进行审核，在与中标单位签订施工委托合同时，应将施工期承包单位必须遵循的环境保护有关要求以专项条款方法写入合同文本中，并在施工过程中据此加强监督、检查、减少施工期对环境的污染影响。

(2) 施工期环境管理

施工期的环境管理主要由施工单位具体实施，其在环境管理、污染控制及防治措施实施等方面将起到关键作用，因此，选择正规、有经验的施工单位，并将施工期的环境管理工作纳入到合同内容中是确保环境管理计划实施的前提。除此之外，委托有能力的监理单位进行施工期的环境监理，环境监理是实现项目的全过程环境管理的手段。

施工期环境管理的具体要求如下：

①施工单位和监理单位施工之前对相关人员开展环境保护的宣传和教育培训工作；

②施工单位需严格落实环评报告提出的环保措施，监理单位应做好施工现场的巡视检查、发现存在的环境问题并及时提出，对环保措施的落实情况进行监督。该工程施工期拟落实的主要污染防治措施包括：

A. 人工鱼礁投放、网箱养殖、吊养养殖桩基固定和海上工作平台桩基是否采取降低悬浮物的浓度和控制悬浮物扩散的措施；

B. 施工物料堆放、装卸、运输是否按对策措施要求落实；

- C.施工过程中使用的各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染；
- D.施工粉尘、噪声是否得到有效防治；
- E.施工期各类废水和垃圾是否进行妥善处置；
- F.落实施工期环境监理制度是否落实；
- G.施工期监测制度是否落实等。

③监理单位编制环境监理报告（环境监理月报、季度报告及监理总结报告），报送建设单位、施工单位和生态环境主管部门，反映施工期环境保护措施的落实情况，这即是施工期环境管理的重要成果，又是工程竣工环境保护验收的重要材料。

（3）验收阶段环境管理

- ①落实环保投资，确保治理措施执行“三同时”和各项环保治理措施达到设计要求；
- ②组织开展该工程环保设施的竣工验收手续，开展竣工验收监测、编制环保竣工验收报告等工作。

（4）运营期环境管理

①监督环保设施的正常运行

本工程建设单位应监督各项环保设施的正常运营，杜绝违法向环境排放污染物，对于事故情况下的污染物超标排放，采取及时有效的措施加以控制，同时上报生态环境主管部门。

②监督生态影响防治措施和生态影响补偿措施

监督该工程生态影响防治措施和生态影响补偿措施的落实，包括措施的落实及落实后的跟踪监测等内容，是该工程环境管理最重要内容之一。

③制订和实施环境监测计划

组织环境监测计划的制订，并做好日常的监测记录工作和定期监测上报工作，通过污染物排放的环境监测来检测环保设施的运行效果，将环保工作落到实处。

④污染事故应急防范

对于突发性污染事故的应急防范，建设单位应成立应急反应指挥小组，制定和实施码头应急反应计划，配备适当数量的应急设备，将本工程的突发事故应急防范工作与地方的突发事故应急防范工作相衔接，充分利用区域的应急资源，做好污染事故应急防范工作。

⑤宣传、教育和培训

对职工进行环境保护方面的宣传和教育，培养大家爱护环境、防止污染的意识。对于环保设施管理与维护人员，定期参加上级主管机构和各级生态环境主管部门组织的职业技术培训，提高其环境管理和技术水平。

12.3 环境监理

该项目在用海过程中，应接受生态环境主管部门的监管。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时进行纠正，对出现问题及时加以解决。

环境监理是工程监理的重要组成部分，建设单位需委托具有能力的环境监理单位进行环境监理工作。环境监理单位应按照合同条款，独立、公正地开展工作。环境监理实行环境监理工程师负责制，监理人员应具备环境方面的专业知识。

监理单位需帮助施工单位对项目中的环保设计把关，同时，监理过程中监理人员对施工过程中出现的环境问题及时与施工单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工过程中对环境的各种不利影响降到最低限度。环境监理的具体内容包括：

（1）现场环境监理

环境监理人员对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于1次；对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季不少于1次；对项目现场监理每月不少于1次。

环境监理人员进行例行现场检查时，需填写现场监理单，对异常情况要制作《询问调查笔录》，必要时需采样取证并按规定采取相应处理措施。对违法行为，属现场处罚范围的，填写《现场处理决定通知书》，执行现场处罚。

（2）监理工程建设

受委托的监理公司应派人员进驻施工现场，监督工程的是否按国家主管部门批准的用海区域用海，核查用海范围及面积；监督项目施工过程中是否采取了环境影响报告书所提的各项污染防治措施。

（3）调查、处理环境污染事故和环境污染纠纷

环境监理机构发现环境污染事故或接到举报后，将根据污染事故报告制度及时向生态环保部门、自然资源行政主管部门报告，实地调查和记录环境污染或事故污染状况，进行取证，并采取应急措施控制污染。

环境监理人员应参与污染事故的处理。环境监理机构要对当事人参加的协调会提出调解处理意见，制作会议纪要。

另外，监理人员需对施工人员进行生物多样性保护的宣传教育；协调工程施工中因环境问题产生的纠纷；参加每周的工程例会，根据现场监理的情况及时编报环境监理周报、月报。

12.4 环境监测计划

为了及时了解和掌握建设项目施工及营运期间所在地区的环境质量发展变化情况以及主要污染源的污染排放状况，建设单位必须定期委托有监测能力的环境监测单位对建设项目对环境产生的影响进行跟踪监测，并提交具计量认证的跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行环境监管提供技术依据，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。本次评价主要根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）中的相关要求，提出本项目的施工期和营运期环境监测计划。

12.5 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，项目竣工后，建设单位应严格按照环境保护部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方投入生产或者使用。项目主要验收内容见表 12.5-1。

表 12.5-1 环境保护验收内容一览表

环境工程类别		防治对策	验收标准
废水	船舶底含油污水	船舶靠岸后，交有资质单位进一步进行处	设置接收设施，签订相关拉运处理协议，执行转运联单制度
	生活污水	集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理	《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）（第二时段三级标准）
固体废物	生活垃圾	生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集，交由环卫部门接收处理	及时得到清运，不对周边环境产生二次污染影响
	废弃养殖材料	拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃	及时得到清运，不对周边环境产生二次污染影响
生态补偿		补偿金专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、保护区建设等。	补偿金专款专用，不得挪作其他用途

环境工程类别	防治对策	验收标准
风险事故防范	制定风险应急预案及风险防范措施	减轻事故影响

12.4.1 施工期环境监测计划

为了及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况，项目建设单位应定期委托有资质的环境监测部门对施工期主要污染源排放的污染物进行监测。

监测点位：主要选择在工程区附近海域进行监测，具体见图 12.4.1-1 和表 12.4.1-1。

表 12.4.1-1 海域监测站位坐标

监测点	经度	纬度	监测项目
P1	115°13'51.302"	22°46'27.496"	水质、沉积物、海洋生态
P2	115°13'51.389"	22°45'27.205"	水质、沉积物、海洋生态
P3	115°14'46.744"	22°45'57.427"	水质、沉积物、海洋生态

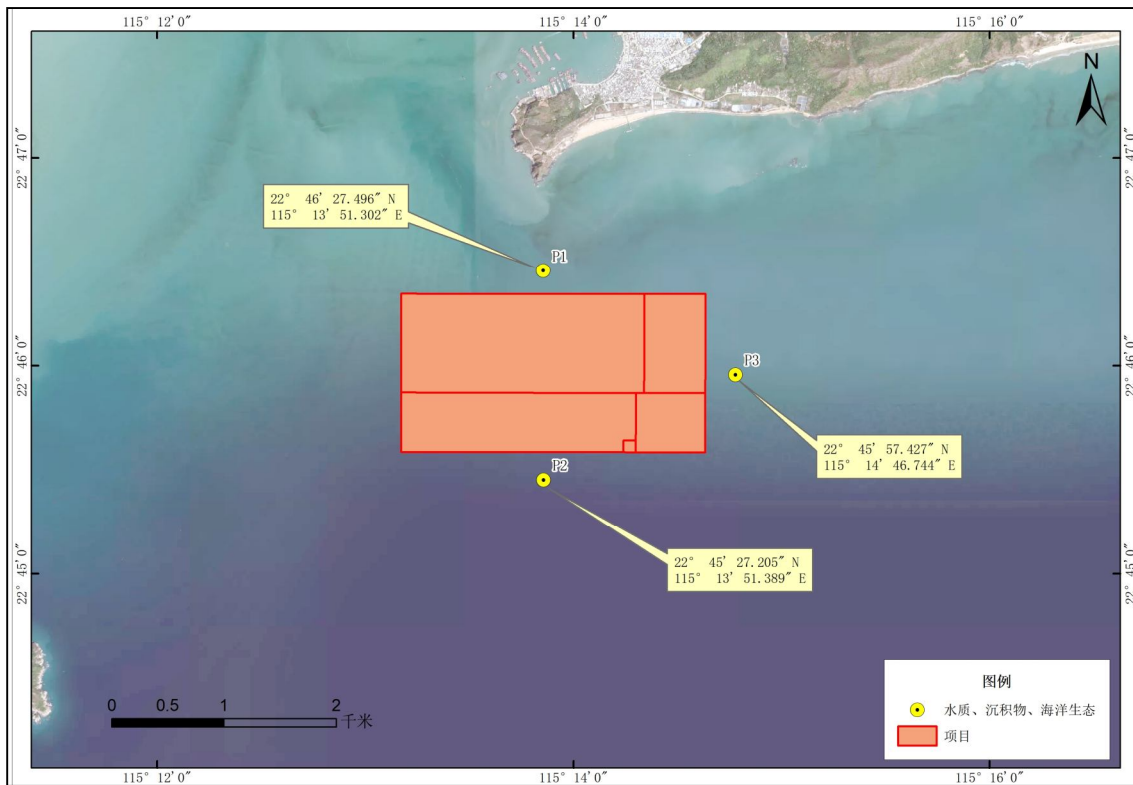


图 12.4.1-1 海洋环境跟踪监测站位图

监测因子：

水质——水深、pH、盐度、水温、总悬浮物、溶解氧(DO)、化学耗氧量(COD_{Mn})、石油类、重金属(总汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬)、营养盐(NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P)；

沉积物——粒度、有机碳、汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬、石油类和硫化物；

海洋生物——叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔稚鱼、底栖生物和游泳生物。

各监测项目按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行。其中，应重点监测施工区由人工鱼礁投放引起的水质变化，以便及时采取相应措施。

监测频次：水质、沉积物、海洋生物：施工期每半年监测一次，竣工后环保验收前，进行一次后评估监测。

12.4.2 运营期环境监测计划

项目海域监测站位与施工期监测点位相同，具体见图 13.4.1-1 和表 13.4.1-1。

监测内容包含水质、沉积物、海洋生物质量等。水质监测项目包括：pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、SS、石油类等 7 项；沉积物监测项目包括：石油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg 等 7 项；海洋生物质量包括：底栖生物、浮游动物、浮游植物、鱼卵仔鱼等 4 项。

监测频次：每半年（春季、秋季）监测一次。

实施单位：委托有资质的监测单位进行监测。

建议将运营期环境监测计划纳入海域常规跟踪监测计划和养殖区自身养殖环境指标的日常监测计划中。

12.5 小结

本项目环保管理机构设置合理、制度完善；通过委托有资质单位进行监测，可以承担海洋环境等要素全面监测的任务，确保为建设单位的决策提供可靠环保监测数据。本项目建成后，应有针对性地更进一步完善现有监测体系。企业应严格实施日常环境监测计划，确保各类污染物达标排放，环境质量满足功能区划要求。

项目竣工后，建设单位应严格按照环境保护部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方投入生产或者使用。

13 综合结论

13.1 项目概况

汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目位于汕尾市城区马宫街道附近江牡岛海域，项目地理位置中心坐标为：东经 115°14'37.949"E、北纬 22°45'35.125"N，汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目海域面积为 350.0000 公顷。其中，海上工作平台用海面积 1.0556 公顷，网箱养殖用海面积 100.2694 公顷，吊养养殖用海面积 43.9513 公顷，底播养殖用海面积 174.7987 公顷，人工鱼礁用海面积 29.9250 公顷。

本项目建设内容主要包括海上工作平台、网箱养殖、吊养养殖、底播养殖和人工鱼礁，人工鱼礁的海域使用类型为渔业用海（一级类）中的人工鱼礁用海（二级类），用海方式为构筑物用海（一级方式）中的透水构筑物用海（二级方式）；海上工作平台的海域使用类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），海方式为构筑物用海（一级方式）中的其他透水构筑物用海（二级方式）；网箱养殖、底播养殖和吊养养殖的海域使用类型均为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式均为开放式用海（一级方式）中的开放式养殖用海（二级方式）。申请用海期限 15 年，项目总投资约 6278.96 万元。

13.2 工程分析

13.2.1 施工期

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶排放的舱底含油污水；人工鱼礁投放、网箱、吊养锚固定沉桩、海上工作平台桩基施工产生的悬浮物；大气污染主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘等；噪声污染主要为施工期间施工机械和施工船舶噪声；固体废物污染主要包括施工船舶施工人员生活垃圾、建筑垃圾等；人工鱼礁投放、网箱、吊养锚固定沉桩和海上工作平台桩基施工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。

13.2.2 运营期

运营期，本项目产生的污染物包括网箱养殖污染物，主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物等；污废水主要为海上工作平台工作人员生活污水、工作船舱底含油污水、网箱清洗废水等。废气主要为工作船舶废气。固体废物主要包括生活垃圾、废弃养殖材料；噪声污染主要为工作船产生的噪声。

13.3 环境质量现状结论

13.3.1 水文动力环境质量现状

调查海域潮汐类型为全日潮为主的混合潮类型，调查海域表层潮流类型主要表现为不正规半日潮流。

根据调查结果，最高潮位为 0.70m（国家 85 高程基面，下同）、最低潮位 -0.81m，观测期间最大涨潮流速为 35.7cm/s，最大落潮流速为 47.1cm/s。最大可能潮流流速的最大值出现在 SW1-3 站的底层，最大可达 115.73cm/s，流向为西南向。调查海区观测期间余流主要介于 2.76cm/s~18.77cm/s。最大余流为潮流 SW1-4 站（表层，18.77cm/s，93.5°），最小余流为潮流 SW1-2 站（表层，2.76cm/s，299.7°），调查海区含沙量范围为 0mg/L~123mg/L。

13.3.2 海水水质现状

调查结果显示，2021 年 4 月春季调查海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。pH、石油类、溶解氧、硫化物、化学需氧量、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合相应环境功能区二类水质标准。A2PX 无机氮、A27、28 表层活性磷酸盐有超标现象，A2、28 指数 $E \leq 3.0$ ，属于轻度富营养化， $3.0 < A27$ 指数 $E \leq 9.0$ ，属于中度营养化。

2021 年 9 月秋季调查海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。pH、活性磷酸盐、无机氮、溶解氧、硫化物、化学需氧量、铜、铅、镉、汞、砷、锌符合相应环境功能区二类水质标准。A2 石油类有超标现象，A2 站位近岸，受人为因素影响较大，表层石油类超出海水水质第三类标

准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)，超标倍数为 5.12。A14、15 底层汞超出海水水质第二、三类标准。

13.3.3 沉积物质量现状

调查结果显示，2021 年 4 月春季调查海域的海洋沉积物质量均能满足第一类标准要求，海洋沉积物质量状况良好。

13.3.5 海洋生态环境质量现状

13.3.5.1 2021 年 4 月春季海洋生态环境质量现状

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 0.606mg/m^3 ，变化范围为 $0.222 \sim 1.137\text{mg/m}^3$ ，变幅中等 ($\text{SD}=0.316$)。调查监测区内平均初级生产力为 $98.74\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在 $35.83 \sim 198.45 \text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，变幅中等 ($\text{SD}=51.55$)。

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 25 属 63 种 (含 4 个变种及变型)，丰度平均值为 $130.64 \times 10^4 \text{cells}/\text{m}^3$ ，多样性指数 (H') 平均值为 4.306，均匀度指数 (J') 平均值为 0.720。

本次调查浮游动物共出现 49 种 (类)，种类一般，分属 11 个不同类群，密度均值 $367.77 \text{ind.}/\text{m}^3$ ，总生物量均值 $323.96 \text{mg}/\text{m}^3$ ，多样性指数 (H') 平均值为 3.49，均匀度指数 (J') 平均值为 0.62。

本次定量调查共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 27 种，生物量范围为 $17.73 \sim 171.60 \text{g}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $85.55\text{g}/\text{m}^2$ ；栖息密度范围为 $26.67 \sim 200.00 \text{ind}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $93.33\text{ind}/\text{m}^2$ 。多样性指数 (H') 平均值为 1.81，均匀度指数 (J') 平均值为 0.38。

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 8 科 13 种，潮间带生物平均生物量为 $20.13 \text{g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $12.00 \text{ind}/\text{m}^2$ 。多样性指数的变化范围较小，在 $1.92 \sim 2.12$ 之间，平均值为 2.05；均匀度的变化范围为 $0.52 \sim 0.57$ ，平均值为 0.55；总的来说，多样性指数和均匀度均处于中等水平。

本次调查，共捕获游泳生物 42 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 $4.18 \text{kg}/\text{h}$ 和 $400.00\text{ind}/\text{h}$ ；游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为

180.76 kg/km² 和 17279 ind./km²。

在采集的样品中，共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科 10 属。调查海区的鱼卵平均密度为 249 个/1000m³，仔鱼的平均密度为 16 尾/1000m³。

13.3.5.2 2021 年 9 月秋季海洋生态环境质量现状

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 0.688mg/m³，变化范围为 0.207 ~ 1.447mg/m³，变幅中等（SD=0.435）。调查监测区内平均初级生产力为 97.12mg·C/m²·d，区域变化范围在 36.51 ~ 200.82 mg·C/m²·d 之间，变幅中等（SD=50.58）。

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 22 属 53 种（含 3 个变种及变型），浮游植物丰度范围（41.80 ~ 207.10×10⁴）cell/m³，平均为 92.80×10⁴ cell/m³。多样性指数（*H'*）平均值为 4.222，均匀度指数（*J'*）平均值为 0.737。

本次调查浮游动物共出现 52 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，以桡足类出现种类最多。浮游动物栖息密度变化范围为 130.32 ~ 926.32 ind./m³，均值 379.18 ind./m³，浮游动物总生物量变化范围为 50.97 ~ 480.77 mg/m³，均值 222.81mg/m³，多样性指数（*H'*）平均值为 3.75，均匀度指数（*J'*）平均值为 0.66。

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 27 种。生物量范围为 39.33 ~ 358.93 g/m²，平均生物量为 126.48 g/m²；栖息密度范围为 93.33 ~ 306.67 ind./m²，平均栖息密度为 158.52 ind./m²。底栖生物多样性指数平均为 2.48；均匀度平均为 0.52，本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 7 科 11 种。潮间带生物平均生物量为 13.35 g/m²，平均栖息密度为 10.22 ind./m²。多样性指数的变化范围较小，在 0.92~2.42 之间，平均值为 1.80；均匀度的变化范围为 0.27~0.70，平均值为 0.52。

本次调查，共捕获游泳生物 47 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 5.50 kg/h 和 500.50 ind/h；游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 395.64 kg/km² 和 36033ind./km²。

在采集的样品中，共鉴定出 11 个种类，隶属于 11 科 11 属，鱼卵数量以小公鱼属最多，仔稚鱼数量以鲷科数量最多。调查海域鱼卵平均密度为 346 粒/1000 m³，处于较低水平，仔稚鱼平均密度为 27 尾/1000m³，处于较低水平。

13.3.6 海洋生物体质量现状

2021年4月调查结果显示，调查海域中生物体中铜、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，没有出现超标现象，符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求；铅含量超出《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求，石油烃含量超出《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求。

2021年9月调查结果显示，调查海域中生物体中铜、铅、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求，石油烃符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求。

13.3.7 大气环境现状

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》，常规监测站点的6项基本项目的监测结果均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准要求。项目所在区域为环境空气达标区。

13.3.8 声环境现状

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》，2022年度，5个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1类声功能区噪声昼、夜间均值分别为53.5分贝、44.3分贝，2类声功能区噪声昼、夜间均值分别为56.3分贝、48.2分贝，3类声功能区噪声昼、夜间均值为61.5分贝、51.8分贝，4类声功能区1#噪声昼间均值为68.0分贝，4类声功能区2#噪声昼间均值为68.6分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是4类声功能区1#噪声夜间均值57.2分贝，超标2.2分贝，4类声功能区2#噪声夜间均值为59.1分贝，超标4.1分贝。2022年度我市城市区域环境噪声昼间均值为56.9分贝，达到国家规定标准，与去年相比下降0.1分贝。2022年度交通噪声昼间均值为68.9分贝，达到国家规定标准，与去年相比持平。

13.4 环境影响评价结论

(1) 水动力环境影响分析

本工程主要建设内容为吊养养殖、网箱养殖、底播养殖、人工鱼礁和海上工作平台，海上工作平台为透水式的高桩梁板结构，为透水构筑物，对水动力环境影响很小，网箱养殖、吊养养殖为直径很小的桩基组成，不会对水动力环境产生影响，底播养殖和人工鱼礁为对工程所在海域地形产生影响，由于底播养殖对地形影响很小，且工程所在海域水深条件较好，因此，底播养殖不会对附近海域水动力环境产生明显影响。

人工鱼礁工程实施后，礁区内海底地形有不同程度的提升，使得礁区附近海域涨落潮流速、流向都发生了不同程度的变化，由于地形的变化，项目的实施对底层水动力环境影响相对较大，对表中层水体影响较小。总体上看，人工鱼礁工程实施各代表点涨落潮平均流速流向变化幅度很小，项目的实施基本不会对水动力环境产生明显影响。

(2) 地形地貌与冲淤环境影响分析

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

本项目网箱养殖、吊养养殖和底播养殖均为开放式养殖用海，对地形地貌冲淤环境环境影响很小。

项目人工鱼礁为透水构筑物用海，鱼礁投放后海底地形发生变化（-1m~+3m），礁石发生沉降现象（下沉深度约 0.5m），礁石周围出现冲淤地形（鱼礁堆高约 3~4 m，影响范围 5m 左右）。礁石群距离海岸线最近约 1.50km，因此不会对海岸线产生影响。

(3) 水环境影响

在人工鱼礁投放施工作业过程中，由设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成

水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为SS。计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要是在工程周边很小的范围内。人工鱼礁施工未产生悬沙增量大于50mg/L、100mg/L高浓度区，大于20mg/L高浓度区包络线面积约为0.316km²，大于10mg/L高浓度区包络线面积约为0.728km²。

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

本工程营运期海上工作平台产生的生活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至汕尾市市区西区污水处理厂处理，工作船舶污水由有资质的单位接收处理。项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。

综合前述分析，本项目施工及营运期产生的各类废水均不排放入海，不会对所在海域的海水水质产生不良影响。

（4）沉积物环境影响

本项目人工鱼礁礁石、预制件的投放量、海上工作平台桩基施工、网箱固定系统和吊养养殖固定系统施工工程量均较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在项目附近。人工鱼礁礁石、预制件、海上工作平台桩基、锚泊固定的铁锚、锚固锚桩占用海域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏，但由于工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，因此，经扩散和沉降后，项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。

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。本项目网箱数量少，网箱间的距离较大，养殖密度较小，且所在海域开阔，扩散稀释能力强，对沉积物质量的影响很小。项目营运期养殖工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后送至污水处理厂处理，生活垃圾等固废打包交由环卫部门处置；船舶含油废水将集中收集后，交由有资质的单位处理。项目营运

期对周边海洋沉积物环境基本没有影响。

(5) 海洋生态环境影响分析

人工鱼礁、网箱养殖设施固定系统铁锚、吊养养殖锚固锚桩和海上平台桩基占用海域，占用的底栖生物栖息环境将被破坏，施工过程中产生的悬浮泥沙也会对浮游动植物和渔业资源造成一定的影响，本工程施工期总生物损失量如下：底栖物损失量为 1.60t，游泳生物 6.02kg，鱼卵 9.05×10^5 粒，仔鱼 6.68×10^4 尾。项目应采取一定的措施，对项目施工期造成的生物损失进行补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

本项目人工鱼礁建设是一项修复海洋生态环境、保护海洋渔业资源建设，本工程建设初期可能是因为部分海洋生境的扰动，以及人为干扰因素的影响，会在短期内影响海洋渔业资源，但是随着工程的竣工，这一影响就会消失，由于海流变缓、生物附着面积进一步增大，海洋生物的种类与密度将有显著增大。为鱼类生存提供更多的食物，有益于海洋鱼类的生长、单位面积海域鱼类的产量将显著提高。

本项目网箱设置在 9.2~10.9m 等深线附近的海域，潮流较大。由于网箱设置的间距较大，可保证网箱养殖区的潮流畅通。通过控制适宜的养殖密度和饲料投喂量，大部分残饵和粪便会随海流冲出网箱外，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，有效减少残饵和粪便对环境的影响。

本项目吊养养殖和底播养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎、扇贝、花甲（琉璃蛤）和菲律宾蛤仔等养殖，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，养殖过程中 COD 具有少量的增加，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的浮游植物、浮游动物和游泳生物等海洋生物的栖息环境没有影响。

项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施，不排入海域中，因此，项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

总的来说，项目养殖规模小，养殖污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

(6) 大气环境影响分析

本项目施工期产生的大气污染物主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及海上工作平台上部结构施工、材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘等。营运期废气主要为工作船舶废气。

施工单位应通过选用污染物排放量少的运输车辆、船舶和机械，做好相关保养工作等减少施工车辆、船舶和机械的尾气排放量，同时，应采取加设维护、洒水抑尘等措施降低扬尘排放量，将对周边大气环境的影响降至最低。营运期采用环保型高效投饵船、工作船运输，动力燃料选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

(7) 声环境影响分析

项目施工期噪声源主要来自于施工机械和施工船舶噪声。营运期噪声污染主要为工作船产生的噪声。

本项目施工单位优先选取低噪声、低振动的施工机械、施工船舶和运输车辆，改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动，加强机械、车辆和船舶的维修保养工作，加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛，将本项目施工噪声可能产生的影响降至最低。营运期加强投饵船、工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声，安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭。

(8) 固体废物环境影响分析

项目施工期产生的固体废物主要为施工人员生活垃圾、建筑垃圾等。营运期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃养殖材料。

项目施工人员生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。建筑垃圾运至政府部门指定的位置处置或综合利用。经采取措施后，本项目施工期固体废物不会对周边环境产生不良影响。营运期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

13.5 环境风险评价

本项目的环境风险主要为自然灾害对本项目造成的危害风险、船舶溢油事故环境风险，其中以溢油环境风险为主，发生溢油事故后，油膜可到达周边敏感目标，将对敏感目标及岸线等造成一定的影响，且溢油事故的应急处置工作难度较大。因

此，项目应严格加强施工的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

13.6 环境影响经济损益分析

项目的建设会对周边环境造成一定的影响，但由于本项目拟针对可能产生的环境问题采取相应的污染防治措施，可大大减小对外环境的影响，造成的环境损失较小；另一方面，项目的建设可带动当地经济发展，其产生社会效益远大于资源和环境污染造成的损失。因此，项目建设带来的环境影响和损失是可以接受的。

13.7 污染物排放总量控制

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

本工程营运期船舶含油污水由有资质的单位接收处理，工作人员生活污水总量指标纳入污水处理厂的总量指标，不再申请总量控制指标。

根据工程分析，养殖过程产生 COD 排放总量约 244.567t/a。根据有关规定，国家对已做出总量控制规定的海域需实施总量控制。本项目拟建海域目前还不是总量控制海域，因此经本报告分析，项目不做污染物排放总量控制。

13.8 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第 4 号，2019 年 1 月 1 日施行），报告书编制单位项目组在接受委托后 7 天内（2023 年 7 月 13 日）通过网络平台的方式开展了公众参与第一次公示，公开下列信息：

- （一）建设项目名称、选址选线、建设内容等基本情况；
- （二）建设单位名称和联系方式；
- （三）环境影响报告书编制单位的名称；
- （四）公众意见表的网络链接；
- （五）提交公众意见表的方式和途径。

报告书编制单位项目组于 2023 年 7 月 25 日~2022 年 8 月 7 日开展了公众参与第二次公示，第二次公示采用了网络平台、报纸（两次）和现场张贴的方式进行，

公开信息包括：

（一）环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径；

（二）征求意见的公众范围；

（三）公众意见表的网络链接；

（四）公众提出意见的方式和途径；

（五）公众提出意见的起止时间。

在本项目两次公示期间，均未收到公众意见。

13.9 项目总结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。项目产生的废水等经采取相应的污染治理措施后排放，对周围环境可能产生的影响较小；产生的固体废物能得到妥善处理处置；本项目可能对海洋环境产生的水质、海洋沉积物和海洋生态环境影响，经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后，可降至最低。经预测，项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别；公众参与调查期间，均未收到公众意见。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目的建设和运营对外环境的影响处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目运营期的环境风险可得到有效控制。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

13.10 建议

（1）建设单位应会同政府有关部门做好项目相关宣传和解释工作，并配合当地环保部门做好项目的环境管理、验收、监督和检查工作。

（2）认真贯彻执行有关建设项目环境保护管理文件的精神，建立健全各项环保规章制度，严格执行“三同时”制度，并按照环保、海事、防疫等部门的要求，严格监视船舶的污水、固废处理处置。

（3）加强生产设施及污染防治措施的运行管理和职工安全生产、环境保护知识的教育，定期对设备设施进行保养检修，切实做好环境事故风险防范措施和应急预

案，杜绝事故发生。

附录

附录 I 2021 年 4 月红海湾海域春季浮游植物种类名录

中文名	拉丁名
硅藻门	Bacillariophyta
布纹藻	<i>Gyrosigma</i>
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
小环藻	<i>Cyclotella</i>
中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
活动盒形藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>
琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>
整齐圆筛藻	<i>Coscinodiscus concinnus</i>
辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
笔尖形根管藻细径变种	<i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>latissima</i>
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>
斯氏根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo
中华根管藻	<i>Rhizosolenia sinensis</i>
翼根管藻细径变种	<i>Rhizosolenia alata</i> var. <i>latissima</i>
脆根管藻	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
紧挤角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>
暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i>
圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i>
密连角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i>
秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
远距角毛藻	<i>Chaetoceros distan</i>

中文名	拉丁名
北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>
大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>
拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
大西洋角毛藻那不勒斯变种	<i>Chaetoceros atlanticus var. neapolitana</i>
圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>
太平洋海链藻	<i>Thalassiosira pacifica</i>
微小海链藻	<i>Thalassiosira exigua</i>
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
舟形藻	<i>Navicula tenera</i>
薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
美丽漂流藻	<i>Planktoniella foromsa</i>
太阳漂流藻	<i>Planktoniella sol</i>
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
短角弯角藻	<i>Eucampia zodiacus</i>
甲藻门	Dinophyta
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>
短角藻	<i>Ceratium breve</i>
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>
短角藻平行变种	<i>Ceratium breve var. parallelum</i>
歧散原多甲藻	<i>Peridinium divergens</i>
优美原多甲藻	<i>Proto-peridinium elegans</i>
海洋原多甲藻	<i>Proto-peridinium oceanicum</i>
血红裸甲藻	<i>Akashiwo sanguinea</i>
蓝藻门	Cyanophyta
微囊藻	<i>Microcystis</i>
红海束毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>

附录 II 2021 年 4 月红海湾海域春季浮游动物种类名录

中文名	拉丁名
腔肠动物水螅水母类	Hydromedusae
和平水母	<i>Eirene sp.</i>
半球美螅水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
腔肠动物栉水母类	Ctenophores
瓜水母	<i>Bero cucumis</i>
浮游甲壳动物桡足类	Copepoda
短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>
近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i>
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>
羽长腹剑水蚤	<i>Oithona plumifera</i>
红纺锤水蚤	<i>Acartia erythraea</i>
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
筒长腹剑水蚤	<i>Oithona simplex</i>
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
细长腹剑水蚤	<i>Oithona attenuatus</i>
真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>
浮游甲壳动物枝角类	Cladocera
肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>
鸟喙尖头溞	<i>Penilia avirostris</i>
浮游甲壳动物端足类	Cladocera
钩虾	<i>Gammaridea</i>
浮游甲壳动物磷虾类	Euphausiacea
宽额假磷虾	<i>Pseudeuphausia latifrons</i>
浮游毛颚类	Chaetognatha

中文名	拉丁名
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
美丽箭虫	<i>Sagitta pulchra</i>
强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
被囊动物有尾类	Appendicularia
红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>
异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
浮游莹虾类	Luciferidae
汉森莹虾	<i>Lucifer hansenii</i>
原生动物	Protozoa
夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
浮游幼体	Larvae
鱼卵	<i>Fish eggs</i>
仔鱼	<i>Fish larvae</i>
短尾类幼体	<i>Brachyura larvae</i>
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>
长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>
阿利玛幼体	<i>Alima larva</i>
柱头幼虫	<i>Tornaria larvae</i>
帚虫幼虫	<i>Phoronida larvae</i>
毛颚类幼体	<i>Chaetognatha larvae</i>
莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>
无节幼体	<i>nauplius</i>
面盘幼虫	<i>Veliger larva</i>

附录III 2021年4月红海湾海域春季底栖生物种类名录

门	纲	目	科	属	种
棘皮动物门 Echinodermata					
	蛇尾纲 Ophiuroidea				
		蔓蛇尾目 Euryalida			
			蔓蛇尾科 Euryalidae		
				枝蛇尾属 Trichaster	
				掌枝蛇尾 Trichaster palmiferus	
		真蛇尾目 Ophiurida			
			阳遂足科 Amphiuridae		
				倍棘蛇尾属 Amphioplus	
				光滑倍棘蛇尾 Amphioplus laevis	
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 Malacostraca				
		十足目 Decapoda			
			玉蟹科 Leucosiidae		
				拳蟹属 Philyra	
				杂粒拳蟹 Philyra heterograna	
				豆形拳蟹 Philyra pisum	
				栗壳蟹属 Arcania	
				七刺栗壳蟹 Arcania heptacantha	
			短眼蟹科 Xenophthalmidae		
				异额蟹属 Anomalifrons	
				莱氏异额蟹 Anomalifrons lightana	
			寄居蟹科 Paguridae		
				小寄居蟹属 pagurus	
				小寄居蟹 pagurus ninutus	
			长脚蟹科 Goneplacidae		
				强蟹属 Eucrate	
				隆线强蟹 Eucrate crenata	
			梭子蟹科 Portunidae		
				螯属 Charybdis	
				变态螯 Charybdis variegata	
	甲壳纲 Crustacea				
		十足目 Decapoda			
			对虾科 Penaeidae		

门	纲	目	科	属	种
				赤虾属	<i>Metapenaeopsis</i>
					须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>
			樱虾科	<i>Sergestidae</i>	
				毛虾属	<i>Acetes</i>
					中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>
软体动物门 Mollusca					
			腹足纲 <i>Gastropoda</i>		
			新腹足目 <i>Neogastropoda</i>		
			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>		
				织纹螺属	<i>Nassarius</i>
					红带织纹螺 <i>Nassarius succinctus</i>
			中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>		
			玉螺科 <i>Naticidae</i>		
				玉螺属	<i>Polynices</i>
					乳玉螺 <i>Polynices mammata</i>
			骨螺科 <i>Muricidae</i>		
				骨螺属	<i>Murex</i>
					浅缝骨螺 <i>Murex trapa Roding</i>
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属	<i>Turritella</i>
					棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>
			双壳纲 <i>Bivalvia</i>		
			帘蛤目 <i>Veneroida</i>		
			帘蛤科 <i>Veneridae</i>		
				蛤仔属	<i>Ruditapes</i>
					菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>
				帝汶蛤属	<i>Timoclea</i>
					粗帝汶蛤 <i>Timoclea scabra</i>
				镜蛤属	<i>Dosinia</i>
					日本镜蛤 <i>Dosinia japonica</i>
			截蛭科 <i>Solecurtidae</i>		
				缢蛭属	<i>Sinonovacula</i>
					缢蛭 <i>Sinonovacula constricta</i>
			贻贝目 <i>Mytioida</i>		
				贻贝科	<i>Mytilidae</i>
					肌蛤属 <i>Musculus</i>

门	纲	目	科	属	种
					凸壳肌蛤 <i>Musculus senhousia</i>
环节动物门 Annelida					
	多毛纲 <i>Polychaeta</i>				
		不倒翁虫目 <i>Sternaspida</i>			
			不倒翁虫科 <i>Sternaspidae</i>		
				不倒翁虫属 <i>Sternaspis</i>	
					不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>
		囊吻目 <i>Scolecida</i>			
			锥头虫科 <i>Orbiniidae</i>		
				锥头虫属 <i>Orbinia sp.</i>	
		沙蚕目 <i>Nereidida</i>			
			齿吻沙蚕科 <i>Nephtyidae</i>		
				内卷齿蚕属 <i>Aglaophamus</i>	
					中华内卷齿蚕 <i>Aglaophamus sinensis</i>
			沙蚕科 <i>Nereididae</i>		
				鳃沙蚕属 <i>Dendronereis</i>	
					羽须鳃沙蚕 <i>Dendronereis pinnaticirris</i>
		足刺目 <i>Aciculata</i>			
			磷沙蚕科 <i>Chaetopteridae</i>		
				岩虫属 <i>Marphysa</i>	
					岩虫 <i>Marphysa sanguinea</i>
刺胞动物门 Cnidaria					
	珊瑚纲 <i>Anthozoa</i>				
		海鳃目 <i>Pennatulacea</i>			
			海仙人掌科 <i>Lichinaceae</i>		
				海仙人掌属 <i>Cavernularia</i>	
					海仙人掌 <i>Cavernularia habereri</i>
螭虫动物门 Echiura					
	螭纲 <i>Echiuroida</i>				
		螭目 <i>Echiuroinea</i>			
			螭科 <i>Echiuridae</i>		
				铲荚螭属 <i>Listriolobus</i>	
					短吻铲荚螭 <i>Listriolobus brevirostris</i>

附录IV 2021年4月红海湾海域春季潮间带生物种类名录

门	纲	目	科	属	种
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			方蟹科 <i>Grapsidae</i>		
				相手蟹属 <i>Sesarma</i>	
				褶痕相手蟹 <i>Sesarma plicata</i>	
				双齿相手蟹 <i>Sesarma bidens</i>	
				小相手蟹属 <i>Nanosesarma</i>	
				小相手蟹 <i>Nanosesarma minutum</i>	
				近方蟹属 <i>Hemigrapsus</i>	
				肉球近方蟹 <i>Hemigrapsus sanguineus</i>	
				蜞属 <i>Gaetice</i>	
				平背蜞 <i>Gaetice depressus</i>	
			沙蟹科 <i>Ocypodidae</i>		
				招潮蟹属 <i>Uca</i>	
				招潮蟹 <i>Uca</i>	
			鼓虾科 <i>Alpheidae</i>		
				鼓虾属 <i>Alpheus</i>	
				日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	
软体动物门 Mollusca					
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
		新腹足目 <i>Neogastropoda</i>			
			骨螺科 <i>Muricidae</i>		
				荔枝螺属 <i>Thais</i>	
				疣荔枝螺 <i>Thais clavigera</i>	
				黄口荔枝螺 <i>Thais luteostoma</i>	
			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>		
				织纹螺属 <i>Nassarius</i>	
				习见织纹螺 <i>Nassarius dealbatus</i>	
			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>		
				单齿螺属 <i>Monodonta</i>	
				单齿螺 <i>Monodonta labio</i>	
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			

门	纲	目	科	属	种
			汇螺科 <i>Potamididae</i>		
				滩栖螺属 <i>Batillaria</i>	
					纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属 <i>Turritella</i>	
					棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>

附录 V 2021 年 4 月红海湾海域春季渔业资源种类名录

类群	纲	目	科	属	种
鱼类 Fishes					
	硬骨鱼纲 <i>Osteichthyes</i>				
		鲈形目 <i>Perciformes</i>			
			石首鱼科 <i>Sciaenidae</i>		
				梅童鱼属 <i>Collichthys</i>	
				棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	
				叫姑鱼属 <i>Johnius</i>	
				皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>	
				牙鲷属 <i>Otolithes</i>	
				红牙鲷 <i>Otolithes ruber</i>	
			篮子鱼科 <i>Siganidae</i>		
				篮子鱼属 <i>Siganus</i>	
				褐篮子鱼 <i>Siganus fuscensens</i>	
			鲷科 <i>Teraponidae</i>		
				列牙鲷属 <i>Pelates</i>	
				四带牙鲷 <i>Pelates quadrilineatus</i>	
			鲷科 <i>Leiognathidae</i>		
				仰口鲷属 <i>Secutor</i>	
				鹿斑仰口鲷 <i>Secutor ruconius</i>	
				光胸鲷属 <i>Leiognathus</i>	
				短吻鲷 <i>Leiognathus brevirostris</i>	
			鳗虾虎鱼科 <i>Taenioididae</i>		
				狼牙虾虎鱼属 <i>Odontamblyopus</i>	
				红狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	
			虾虎鱼科 <i>Gobiidae</i>		
				虾虎鱼科 <i>Eucyclogobius</i>	
				虾虎鱼 <i>Eucyclogobius newberryi</i>	
			鲷科 <i>Carangidae</i>		
				圆鲷属 <i>Decapterus</i>	
				蓝圆鲷 <i>Decapterus maruadsi</i>	
			鲷科 <i>Sparidae</i>		
				二长棘鲷属 <i>Parargyrops</i>	
				二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>	
			鱈科 <i>Sillaginidae</i>		

类群	纲	目	科	属	种
				鱻属	<i>Sillago</i>
					多鳞鱻 <i>Sillago sihama</i>
		银汉鱼目 <i>Atheriniformes</i>			
			银汉鱼科 <i>Atherinidae</i>		
				银汉鱼属 <i>Allanetta</i>	
				白氏银汉鱼 <i>Allanetta bleekeri</i>	
		灯笼鱼目 <i>Myctophiformes</i>			
			龙头鱼科 <i>Harpadontidae</i>		
				龙头鱼属 <i>Harpadon</i>	
				龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	
		海龙目 <i>Syngnathiformes</i>			
			海龙科 <i>Syngnathidae</i>		
		鲉形目 <i>Scorpaeniformes</i>			
			鲉科 <i>Triglidae</i>		
				绿鳍鱼属 <i>Chelidonichthys</i>	
				绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys kumu</i>	
			鲷科 <i>Platycephalidae</i>		
				鲷属 <i>Platycephalus</i>	
				鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	
		鲱形目 <i>Clupeiformes</i>			
			鲱科 <i>Engraulidae</i>		
				小公鱼属 <i>Stolephorus</i>	
				中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	
				棱鲱属 <i>Thryssa</i>	
				汉氏棱鲱 <i>Thryssa hamiltonii</i>	
				长颌棱鲱 <i>Thryssa setirostris</i>	
				赤鼻棱鲱 <i>Thryssa kammalensis</i>	
				黄鲫属 <i>Setipinna</i>	
				黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	
			鲱科 <i>Clupeidae</i>		
				斑鲚属 <i>Konosirus</i>	
				斑鲚 <i>Konosirus punctatus</i>	
		鲽形目 <i>Pleuronectiformes</i>			
			舌鲷科 <i>Cynoglossidae</i>		
				舌鲷属 <i>Cynoglossus</i>	
				窄体舌鲷 <i>Cynoglossus gracilis</i>	

类群	纲	目	科	属	种
			鳎科	<i>Soleidae</i>	
				鳎属	<i>Solea</i>
					卵鳎 <i>Solea ovata</i>
			鲽科	<i>Pleuronectidae</i>	
				木叶鲽属	<i>Pleuronichthys</i>
					木叶鲽 <i>Pleuronichthys cornutus</i>
		鲀形目 <i>Tetraodontiformes</i>			
			鲀科 <i>tetraodontidae</i>		
				东方鲀属 <i>Takifugu</i>	
					弓斑东方鲀 <i>Takifugu ocellatus</i>
		鲷形目 <i>Mugiliformes</i>			
			鲷科 <i>Mugilidae</i>		
				鲷属 <i>Mugil</i>	
					鲷鱼 <i>Mugil cephalus</i>
		鲈形目 <i>Siluriformes</i>			
			鳗鲡科 <i>Plotosidae</i>		
				鳗鲡属 <i>Plotosus</i>	
					鳗鲡 <i>Plotosus anguillaris</i>
		鳗鲡目 <i>Anguilliformes</i>			
			蛇鳗科 <i>Ophichthyidae</i>		
				豆齿鳗属 <i>Pisodonophis</i>	
					食蟹豆齿鳗 <i>Pisodonophis cancrivorus</i>
甲壳类 Crustacean					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			梭子蟹科 <i>Portunidae</i>		
				梭子蟹属 <i>Portunus</i>	
					三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>
					红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>
				蜆属 <i>Charybdis</i>	
					变态蜆 <i>Charybdis variegata</i>
					锈斑蜆 <i>Charybdis feriatius</i>
					日本蜆 <i>Charybdis japonica</i>
					直额蜆 <i>Charybdis truncata</i>
			长脚蟹科 <i>Goneplacidae</i>		
				强蟹属 <i>Eucrate</i>	

类群	纲	目	科	属	种
					隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>
			玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>		
				拳蟹属 <i>Philyra</i>	
				豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	
			关公蟹科 <i>Dorippidae</i>		
				拟平家蟹属 <i>Heikeopsis</i>	
				日本拟平家蟹 <i>Heikeopsis japonicus</i>	
			对虾科 <i>Penaeidae</i>		
				鹰爪虾属 <i>Trachysalambria</i>	
				鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i>	
				仿对虾属 <i>Parapenaeopsis</i>	
				刀额仿对虾 <i>Parapenaeopsis a cultrirostris</i>	
			长臂虾科 <i>Palaemonidae</i>		
				白虾属 <i>Exopalaemon</i>	
				脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	
		口足目 <i>Stomatopoda</i>			
			虾蛄科 <i>Squilla</i>		
				口虾蛄属 <i>Oratosquilla</i>	
				口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	
软体类 Mollusca					
	头足纲 <i>Cephalopoda</i>				
		管鱿目 <i>Teuthida</i>			
			枪鱿科 <i>Loliginidae</i>		
				枪鱿属 <i>Loligo</i>	
				中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i>	
		乌贼目 <i>Sepiida</i>			
			乌贼科 <i>Sepiidae</i>		
				乌贼属 <i>Sepia</i>	
				金乌贼 <i>Sepia esculenta</i>	

附录VI 2021年9月红海湾海域秋季浮游植物种类名录

中文名	拉丁名
硅藻门	Bacillariophyta
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
小环藻	<i>Cyclotella</i>
中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
活动盒形藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
整齐圆筛藻	<i>Coscinodiscus concinnus</i>
辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
笔尖形根管藻细径变种	<i>Rhizosolenia styloformis</i> var. <i>latissima</i>
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>
斯氏根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo
中华根管藻	<i>Rhizosolenia sinensis</i>
翼根管藻细径变种	<i>Rhizosolenia alata</i> var. <i>latissima</i>
脆根管藻	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styloformis</i>
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
紧挤角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>
暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i>
密连角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i>
秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
远距角毛藻	<i>Chaetoceros distans</i>
北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>
大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>
拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>

中文名	拉丁名
短角藻平行变种	<i>Ceratium breve var. parallelum</i>
圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>
太平洋海链藻	<i>Thalassiosira pacifica</i>
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
舟形藻	<i>Navicula tenera</i>
薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
美丽漂流藻	<i>Planktoniella foromsa</i>
太阳漂流藻	<i>Planktoniella sol</i>
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudonitzschia pungens</i>
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
短角弯角藻	<i>Eucampia zoodiacus</i>
甲藻门	Dinophyta
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>
短角藻	<i>Ceratium breve</i>
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
歧散原多甲藻	<i>Protoperidinium divergens</i>
血红裸甲藻	<i>Akashiwo sanguinea</i>
蓝藻门	Cyanophyta
微囊藻	<i>Microcystis</i>

附录VII 2021年9月红海湾海域秋季浮游动物种类名录

中文名	拉丁名
腔肠动物水螅水母类	Hydromedusae
和平水母	<i>Eirene sp.</i>
两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
半球美螅水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
浮游甲壳动物桡足类	Copepoda
短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>
近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i>
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>
羽长腹剑水蚤	<i>Oithona plumifera</i>
红纺锤水蚤	<i>Acartia erythraea</i>
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
筒长腹剑水蚤	<i>Oithona simplex</i>
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
细长腹剑水蚤	<i>Oithona attenuatus</i>
真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>
平大眼剑水蚤	<i>Corycaeus dahli</i>
精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>
小哲水蚤	<i>Nannocalanus minor</i>
浮游甲壳动物枝角类	Cladocera
肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>

中文名	拉丁名
鸟喙尖头溇	<i>Penilia avirostris</i>
浮游甲壳动物端足类	Cladocera
钩虾	<i>Gammaridea</i>
浮游樱虾类	Sergestidae
中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>
浮游毛颚类	Chaetognatha
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
美丽箭虫	<i>Sagitta pulchra</i>
强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
小箭虫	<i>Sagitta neglecta</i>
被囊动物有尾类	Appendicularia
红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>
小型住囊虫	<i>Oikopleura parva</i>
浮游莹虾类	Luciferidae
汉森莹虾	<i>Lucifer hansenii</i>
原生动物	Protozoa
夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
浮游幼体	Lervae
鱼卵	<i>Fish eggs</i>
仔鱼	<i>Fish larvae</i>
短尾类幼体	<i>Brachyura larvae</i>
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>
长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>
阿利玛幼体	<i>Alima larva</i>
柱头幼虫	<i>Tornaria larvae</i>
帚虫幼虫	<i>Phoronida larvae</i>
毛颚类幼体	<i>Chaetognatha larvae</i>
莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>
无节幼体	<i>nauplius</i>

附录VIII 2021年9月红海湾海域秋季底栖生物种类名录

门	纲	目	科	属	种
棘皮动物门 Echinodermata					
	蛇尾纲 <i>Ophiuroidea</i>				
		蔓蛇尾目 <i>Euryalida</i>			
			蔓蛇尾科 <i>Euryalidae</i>		
				枝蛇尾属 <i>Trichaster</i>	
				掌枝蛇尾 <i>Trichaster palmiferus</i>	
		真蛇尾目 <i>Ophiurida</i>			
			阳遂足科 <i>Amphiuridae</i>		
				倍棘蛇尾属 <i>Amphioplus</i>	
				光滑倍棘蛇尾 <i>Amphioplus laevis</i>	
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>		
				拳蟹属 <i>Philyra</i>	
				杂粒拳蟹 <i>Philyra heterograna</i>	
				豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	
				栗壳蟹属 <i>Arcania</i>	
				七刺栗壳蟹 <i>Arcania heptacantha</i>	
			短眼蟹科 <i>Xenophthalmidae</i>		
				异额蟹属 <i>Anomalifrons</i>	
				莱氏异额蟹 <i>Anomalifrons lightana</i>	
			寄居蟹科 <i>Paguridae</i>		
				小寄居蟹属 <i>pagurus</i>	
				小寄居蟹 <i>pagurus ninutus</i>	
			长脚蟹科 <i>Goneplacidae</i>		
				强蟹属 <i>Eucrate</i>	
				隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	
			梭子蟹科 <i>Portunidae</i>		
				螯属 <i>Charybdis</i>	

门	纲	目	科	属	种
					变态螭 <i>Charybdis variegata</i>
			对虾科 <i>Penaeidae</i>		
				赤虾属 <i>Metapenaeopsis</i>	
				须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	
			樱虾科 <i>Sergestidae</i>		
				毛虾属 <i>Acetes</i>	
				中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	
软体动物门 Mollusca					
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
		新腹足目 <i>Neogastropoda</i>			
		织纹螺科 <i>Nassariidae</i>			
			织纹螺属 <i>Nassarius</i>		
			红带织纹螺 <i>Nassarius succinctus</i>		
		骨螺科 <i>Muricidae</i>			
			骨螺属 <i>Murex</i>		
			浅缝骨螺 <i>Murex trapa Roding</i>		
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			
		玉螺科 <i>Naticidae</i>			
			玉螺属 <i>Polynices</i>		
			乳玉螺 <i>Polynices mammata</i>		
		锥螺科 <i>Turritellidae</i>			
			锥螺属 <i>Turritella</i>		
			棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>		
	双壳纲 <i>Bivalvia</i>				
		帘蛤目 <i>Veneroida</i>			
		帘蛤科 <i>Veneridae</i>			
			蛤仔属 <i>Ruditapes</i>		
			菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>		
			帝汶蛤属 <i>Timoclea</i>		
			粗帝汶蛤 <i>Timoclea scabra</i>		
			镜蛤属 <i>Dosinia</i>		
			日本镜蛤 <i>Dosinia japonica</i>		

门	纲	目	科	属	种
			截蛭科 <i>Solecurtidae</i>		
				缢蛭属 <i>Sinonovacula</i>	
				缢蛭 <i>Sinonovacula constricta</i>	
		贻贝目 <i>Mytioida</i>			
			贻贝科 <i>Mytilidae</i>		
				肌蛤属 <i>Musculus</i>	
				凸壳肌蛤 <i>Musculus senhousia</i>	
环节动物门 Annelida					
	多毛纲 <i>Polychaeta</i>				
		不倒翁虫目 <i>Sternaspida</i>			
			不倒翁虫科 <i>Sternaspidae</i>		
				不倒翁虫属 <i>Sternaspis</i>	
				不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>	
		囊吻目 <i>Scolecida</i>			
			锥头虫科 <i>Orbiniidae</i>		
				锥头虫属 <i>Orbinia sp.</i>	
		沙蚕目 <i>Nereidida</i>			
			齿吻沙蚕科 <i>Nephtyidae</i>		
				内卷齿蚕属 <i>Aglaophamus</i>	
				中华内卷齿蚕 <i>Aglaophamus sinensis</i>	
			沙蚕科 <i>Nereididae</i>		
				鳃沙蚕属 <i>Dendronereis</i>	
				羽须鳃沙蚕 <i>Dendronereis pinnaticirris</i>	
		足刺目 <i>Aciculata</i>			
			磷沙蚕科 <i>Chaetopteridae</i>		
				岩虫属 <i>Marphysa</i>	
				岩虫 <i>Marphysa sanguinea</i>	
刺胞动物门 Cnidaria					
	珊瑚纲 <i>Anthozoa</i>				
		海鳃目 <i>Pennatulacea</i>			
			海仙人掌科 <i>Lichinaceae</i>		
				海仙人掌属 <i>Cavernularia</i>	

门	纲	目	科	属	种
					海仙人掌 <i>Cavernularia habereri</i>
螭虫动物门 Echiura					
	螭纲 <i>Echiuroida</i>				
		螭目 <i>Echiuroinea</i>			
			螭科 <i>Echiuridae</i>		
				铲荚螭属 <i>Listriolobus</i>	
					短吻铲荚螭 <i>Listriolobus brevirostris</i>

附录IX 2021年9月红海湾海域秋季潮间带生物种类名录

门	纲	目	科	属	种
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			方蟹科 <i>Grapsidae</i>		
				相手蟹属 <i>Sesarma</i>	
					褶皱相手蟹 <i>Sesarma plicata</i>
					双齿相手蟹 <i>Sesarma bidens</i>
				小相手蟹属 <i>Nanosesarma</i>	
					小相手蟹 <i>Nanosesarma minutum</i>
				近方蟹属 <i>Hemigrapsus</i>	
					肉球近方蟹 <i>Hemigrapsus sanguineus</i>
			沙蟹科 <i>Ocypodidae</i>		
				招潮蟹属 <i>Uca</i>	
				招潮蟹 <i>Uca</i>	
软体动物门 Mollusca					
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
		新腹足目 <i>Neogastropoda</i>			
			骨螺科 <i>Muricidae</i>		
				荔枝螺属 <i>Thais</i>	
					疣荔枝螺 <i>Thais clavigera</i>
					黄口荔枝螺 <i>Thais luteostoma</i>
			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>		
				织纹螺属 <i>Nassarius</i>	
					习见织纹螺 <i>Nassarius dealbatus</i>
			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>		
				单齿螺属 <i>Monodonta</i>	
					单齿螺 <i>Monodonta labio</i>
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			
			汇螺科 <i>Potamididae</i>		
				滩栖螺属 <i>Batillaria</i>	

门	纲	目	科	属	种
					纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属 <i>Turritella</i>	
					棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>

附录 X 2021 年 9 月红海湾海域秋季渔业资源种类名录

类群	纲	目	科	属	种
鱼类 Fishes					
		硬骨鱼纲 <i>Osteichthyes</i>			
		鲈形目 <i>Perciformes</i>			
		石首鱼科 <i>Sciaenidae</i>			
			叫姑鱼属 <i>Johnius</i>		
			皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>		
			白姑鱼属 <i>Argyrosomus</i>		
			白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>		
			黄姑鱼属 <i>Nibea</i>		
			黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>		
			牙鲷属 <i>Otolithes</i>		
			红牙鲷 <i>Otolithes ruber</i>		
		篮子鱼科 <i>Siganidae</i>			
			篮子鱼属 <i>Siganus</i>		
			褐篮子鱼 <i>Siganus fuscensens</i>		
		金钱鱼科 <i>Scatophagidae</i>			
			金钱鱼属 <i>Scatophagus</i>		
			金钱鱼 <i>Scatophagus argus</i>		
		金线鱼科 <i>Nemipteridae</i>			
			金线鱼属 <i>Nemipterus</i>		
			金线鱼 <i>Nemipterus virgatus</i>		
		羊鱼科 <i>Mullidae</i>			
			绯鲤属 <i>Upeneus</i>		
			条尾绯鲤 <i>Upeneus bensasi</i>		
		银鲈科 <i>Gerreidae</i>			
			银鲈属 <i>Gerres</i>		
			长棘银鲈 <i>Gerres filamentosus</i>		
		鰺科 <i>Teraponidae</i>			
			列牙鰺属 <i>Pelates</i>		
			四带牙鰺 <i>Pelates quadrilineatus</i>		

类群	纲	目	科	属	种
			鳐科 <i>Leiognathidae</i>		
				仰口鳐属 <i>Secutor</i>	
				鹿斑仰口鳐 <i>Secutor ruconius</i>	
				光胸鳐属 <i>Leiognathus</i>	
				短吻鳐 <i>Leiognathus brevirostris</i>	
			鳗虾虎鱼科 <i>Taenioididae</i>		
				狼牙虾虎鱼属 <i>Odontamblyopus</i>	
				红狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	
			鲹科 <i>Carangidae</i>		
				圆鲹属 <i>Decapterus</i>	
				蓝圆鲹 <i>Decapterus maruadsi</i>	
			鲷科 <i>Sparidae</i>		
				鲷属 <i>Sparus</i>	
				黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i>	
			双边鱼科 <i>Ambassidae</i>		
				双边鱼属 <i>Ambassis</i>	
				眶棘双边鱼 <i>Ambassis gymnocephalus</i>	
			鱧科 <i>Sillaginidae</i>		
				鱧属 <i>Sillago</i>	
				多鳞鱧 <i>Sillago sihama</i>	
			鲭科 <i>Scombridae</i>		
				鲭属 <i>Scomber</i>	
				鲈鱼 <i>Scomber japonicus</i>	
		银汉鱼目 <i>Atheriniformes</i>			
			银汉鱼科 <i>Atherinidae</i>		
				银汉鱼属 <i>Allanetta</i>	
				白氏银汉鱼 <i>Allanetta bleekeri</i>	
		灯笼鱼目 <i>Myctophiformes</i>			
			龙头鱼科 <i>Harpadontidae</i>		
				龙头鱼属 <i>Harpadon</i>	
				龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	
		鲉形目 <i>Scorpaeniformes</i>			

类群	纲	目	科	属	种
			鲷科 <i>Platycephalidae</i>		
				鲷属 <i>Platycephalus</i>	
				鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	
			鲷科 <i>Scorpaenidae</i>		
				菖鲷属 <i>Sebastiscus</i>	
				褐菖鲷 <i>Sebastiscus marmoratus</i>	
		鲱形目 <i>Clupeiformes</i>			
			鳀科 <i>Engraulidae</i>		
				小公鱼属 <i>Stolephorus</i>	
				康氏小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>	
				棱鳀属 <i>Thryssa</i>	
				汉氏棱鳀 <i>Thryssa hamiltonii</i>	
				长颌棱鳀 <i>Thryssa setirostris</i>	
				赤鼻棱鳀 <i>Thryssa kammalensis</i>	
				黄鲫属 <i>Setipinna</i>	
				黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	
			鲱科 <i>Clupeidae</i>		
				斑鯧属 <i>Konosirus</i>	
				斑鯧 <i>Konosirus punctatus</i>	
		鲽形目 <i>Pleuronectiformes</i>			
			舌鳎科 <i>Cynoglossidae</i>		
				舌鳎属 <i>Cynoglossus</i>	
				宽体舌鳎 <i>Cynoglossus robustus</i>	
			鳎科 <i>Soleidae</i>		
				鳎属 <i>Solea</i>	
				卵鳎 <i>Solea ovata</i>	
		鲻形目 <i>Mugiliformes</i>			
			鲻科 <i>Mugilidae</i>		
				鲻属 <i>Mugil</i>	
				鲻鱼 <i>Mugil cephalus</i>	
		鲈形目 <i>Siluriformes</i>			
			鳗鲈科 <i>Plotosidae</i>		

类群	纲	目	科	属	种
				鳗鲡属 <i>Plotosus</i>	
					鳗鲡 <i>Plotosus anguillaris</i>
		鳗鲡目 <i>Anguilliformes</i>			
			蛇鳗科 <i>Ophichthyidae</i>		
				豆齿鳗属 <i>Pisodonophis</i>	
					食蟹豆齿鳗 <i>Pisodonophis cancrivorus</i>
			鳗鲡科 <i>Plotosidae</i>		
				尾鳗属 <i>Uroconger</i>	
					尖尾鳗 <i>Uroconger lepturus</i>
甲壳类 Crustacean					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			梭子蟹科 <i>Portunidae</i>		
				梭子蟹属 <i>Portunus</i>	
					三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>
					红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>
			螯属 <i>Charybdis</i>		
				变态螯 <i>Charybdis variegata</i>	
				锈斑螯 <i>Charybdis feriatus</i>	
			长脚蟹科 <i>Goneplacidae</i>		
				强蟹属 <i>Eucrate</i>	
				隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	
			玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>		
				拳蟹属 <i>Philyra</i>	
				豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	
			关公蟹科 <i>Dorippidae</i>		
				拟平家蟹属 <i>Heikeopsis</i>	
				日本拟平家蟹 <i>Heikeopsis japonicus</i>	
			对虾科 <i>Penaeidae</i>		
				鹰爪虾属 <i>Trachysalambria</i>	
				鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i>	
				新对虾属 <i>Metapenaeus</i>	

类群	纲	目	科	属	种
					刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i>
					滨对虾属 <i>Litopenaeus</i>
					南美白对虾 <i>Litopenaeus vannamei</i>
					长臂虾科 <i>Palaemonidae</i>
					白虾属 <i>Exopalaemon</i>
					脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>
					口足目 <i>Stomatopoda</i>
					虾蛄科 <i>Squilla</i>
					口虾蛄属 <i>Oratosquilla</i>
					口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>
					猛虾蛄属 <i>Harpisquilla</i>
					猛虾蛄 <i>Harpisquilla harpax</i>
软体类 Mollusca					
					头足纲 <i>Cephalopoda</i>
					管鱿目 <i>Teuthida</i>
					枪鱿科 <i>Loliginidae</i>
					枪鱿属 <i>Loligo</i>
					中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i>
					章鱼目 <i>Octopoda</i>
					章鱼科 <i>Octopodidae</i>
					章鱼属 <i>Octopus</i>
					短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>

附件 1 委托书

汕尾市交通投资有限责任公司

委托书

广东三海环保科技有限公司：

我公司拟在汕尾市城区马官街道附近江牡岛东北侧海域建设汕尾市江牡岛海域海洋牧场开放式养殖用海项目。按照国家建设项目审批管理规定的要求，该项目需要编制环境影响评价报告。现委托贵公司承担本工程环境影响评价报告的编制工作，请贵公司自收到委托书之日起按计划开展工作，保质保量完成任务。

特此委托。

汕尾市交通投资有限责任公司

2023年8月20日

