

广东省江门市大帆石北面海域
JM24-02 区块海砂开采
环境影响报告书

海砂出让单位：江门市自然资源局

环评单位：中国科学院南海海洋研究所

2026年8月

广东省江门市大帆石北面海域
JM24-02 区块海砂开采
环境影响报告书

海砂出让单位：江门市自然资源局

环评单位：中国科学院南海海洋研究所

2026 年 8 月



编制单位和编制人员情况表

项目编号	qlb11a		
建设项目名称	广东省江门市大帆石北面海域JM24-02区块海砂开采		
建设项目类别	54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	江门市自然资源局		
统一社会信用代码	11440700MB2C07493P		
法定代表人 (签章)	郭力		
主要负责人 (签字)	李孟普		
直接负责的主管人员 (签字)	张雄辉		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国科学院南海海洋研究所		
统一社会信用代码	12100000455858425K		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
晁利霞	2014035440350000003512440516	BH021694	晁利霞
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
孙红	8.清洁生产与环保措施、9.环境经济损益分析、10.海砂开采量的控制、11.环境可行性及与规划相符性分析、12.环境管理与监测计划、13.环境影响评价结论及对策建议。	BH020280	孙红
晁利霞	1.概述、2.总则、3.建设项目工程分析、4.区域自然环境概况、5.环境现状调查与评价、6.环境影响预测与评价、7.环境风险预测与评价。	BH021694	晁利霞

目 录

1. 概述	1
1.1. 建设项目特点	1
1.2. 环境影响评价的工作过程	3
1.3. 分析判定相关情况	4
1.4. 关注的主要环境问题及环境影响	5
1.5. 环境影响评价的主要结论	6
2. 总则	7
2.1. 编制报告书的依据	7
2.2. 评价区域所属环境功能区及执行标准	12
2.3. 评价工作等级	28
2.4. 评价范围和评价重点	33
2.5. 环境影响识别和评价因子筛选	36
2.6. 环境保护目标和社会关注区	39
3. 建设项目工程分析	63
3.1. 工程概况	63
3.2. 海砂开采方案分析	82
3.3. 工程分析	89
4. 区域自然环境概况	104
4.1. 采砂所在区域海域自然环境概况	104
4.2. 采砂所在区域海洋资源和海域开发利用与保护概况	118
5. 环境现状调查与评价	127
5.1. 水文动力环境现状调查与评价	127
5.2. 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	163
5.3. 海水水质环境现状调查与评价	167
5.4. 沉积物环境质量现状调查与评价	181
5.5. 海洋生物质量现状与评价	185
5.6. 生态环境现状调查与评价	188
5.7. 大气环境现状调查与评价	216
5.8. 声环境现状调查与评价	217
6. 环境影响预测与评价	218

6.1. 水文动力环境影响预测分析	218
6.2. 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价	250
6.3. 水环境影响预测与评价	257
6.4. 波浪环境影响分析	270
6.5. 海洋沉积物环境影响预测与评价	275
6.6. 生态环境影响预测与评价	276
6.7. 对环境敏感目标和社会关注区的影响分析与评价	283
6.8. 固体废物环境影响分析	300
6.9. 大气环境影响预测与评价	300
6.10. 人为水下噪声对海洋生物的影响分析	300
6.11. 对通航环境影响分析	302
7. 环境风险预测与评价	304
7.1. 风险评价等级	304
7.2. 风险事故识别	309
7.3. 溢油事故影响分析	311
7.4. 环境风险管理	329
8. 清洁生产与环保措施	350
8.1. 清洁生产分析	350
8.2. 环境保护与污染防治对策措施	352
9. 环境经济损益分析	362
9.1. 社会效益分析	362
9.2. 经济效益分析	363
9.3. 环境保护投资估算	365
9.4. 环境经济损益综合分析与评价	366
10. 海砂开采量的控制	367
10.1. 开采方式的控制	367
10.2. 开采强度的分析	367
11. 环境可行性及与规划相符性分析	369
11.1. 与空间规划的符合性	369
11.2. 其它规划的符合性	385
11.3. 工程生态用海方案分析	401
11.4. 环境影响可接受性分析	408

12. 环境管理与监测计划	409
12.1. 环境管理	409
12.2. 环境管理计划	409
12.3. 环境监理	410
12.4. 环境监测计划	412
13. 环境影响评价结论及对策建议	416
13.1. 工程概况	416
13.2. 工程分析结论	416
13.3. 环境质量现状结论	417
13.4. 环境影响预测评价结论	421
13.5. 固体废物环境影响分析结论	428
13.6. 大气环境影响预测与评价结论	429
13.7. 环境风险影响评价结论	429
13.8. 清洁生产与环保措施结论	429
13.9. 环境经济损益分析结论	430
13.10. 公众参与分析与评价结论	430
13.11. 环境监测计划的可行性结论	430
13.12. 环境影响评价结论	430
13.13. 环境保护对策建议	431

1. 概述

1.1. 建设项目特点

1.1.1. 项目背景及概况

2020 年 6 月 24 日，广东省自然资源厅下发通知，在全省全面实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招标拍卖挂牌出让制度，以进一步加强海域海砂开采管理，保障重点项目建设用砂需求。通知要求，沿海各设区市自然资源主管部门应组织开展海砂资源调查，依据国土空间规划、矿产资源规划、海洋生态保护红线等要求，科学合理确定海域采砂点。要按照有关规定组织开展“两权合一”出让前期工作：组织编制地质报告、开发利用方案、海域使用论证报告；编制海域使用权价值评估报告和采矿权出让收益评估报告。

为解决 2023 年以后的重大工程建设用砂问题，广东省自然资源厅启动《广东省海砂开采规划（2023-2030）》，以支撑 2023—2030 年广东省各地市海砂行政管理。广东省经济发展迅速，其经济规模在各省份的对比中占据着绝对的前排位置。具有较多沿海城市的特点致使广东省对海砂的需求量更大。为了缓解砂石供应短缺、维持市场价格稳定、防止非法盗采以及不合规砂石流入市场造成工程隐患等问题，广东省财政厅印发了《广东省财政厅关于下达 2024 年省级海洋资源管理与利用专项资金的通知》（粤财资环〔2024〕37 号）（以下简称《通知》），根据《通知》和广东省海砂开采规划文件要求，江门市要完成 2 块拟出让海砂开采区的挂牌出让前期工作。为此，江门市拟在台山市大帆石北面海域选划编号分别为 JM24-01 和 JM24-02 的 2 处海域作为拟出让海砂开采区，其面积分别约 1.5368km² 和 1.7242km²。本报告书评价的是其中的 JM24-02 区块。

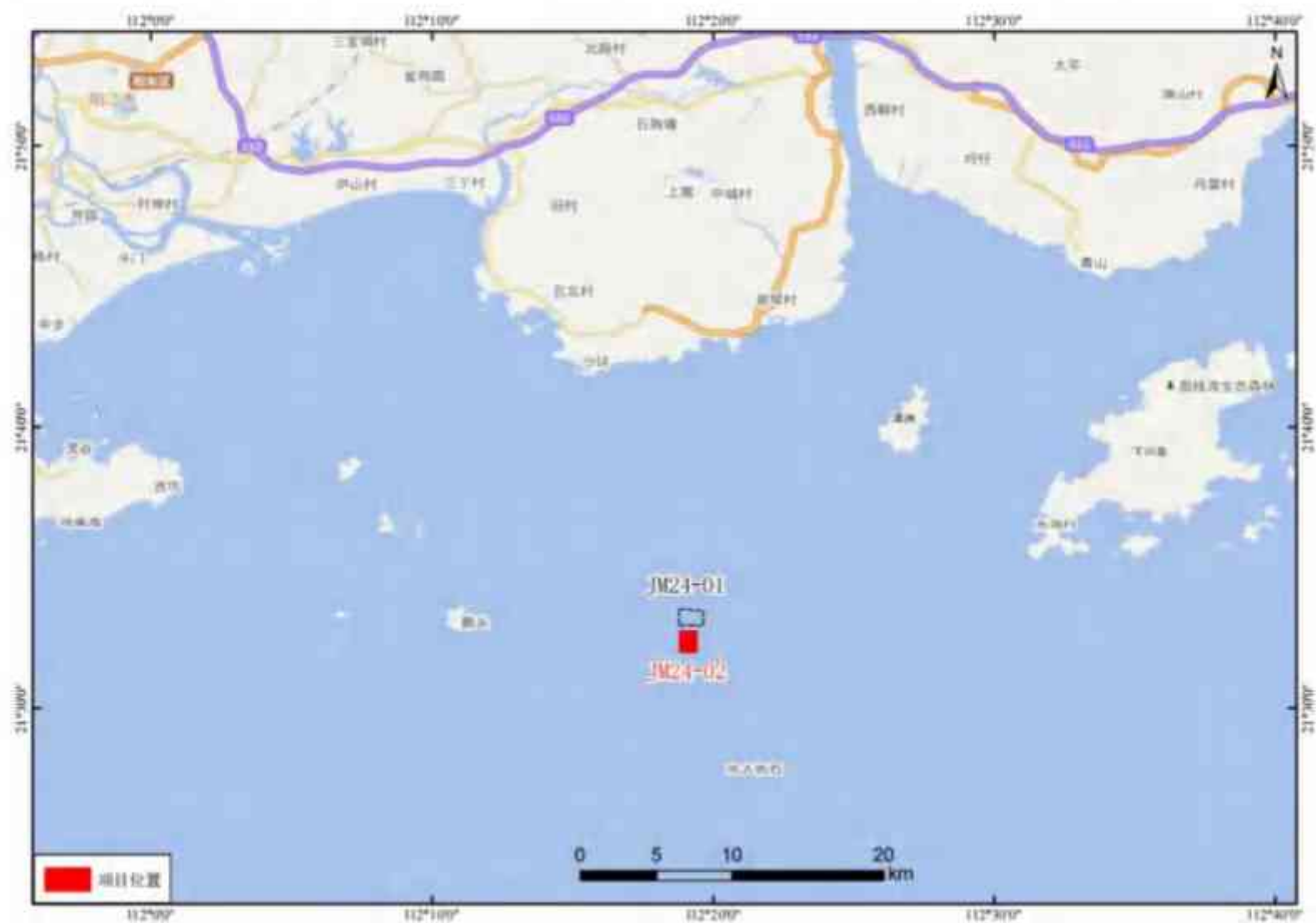


图 1.1-1 拟出让区块分布图

1.1.2. 项目特点

本项目拟申请海砂开采区位于广东省江门台山市大帆石北面海域。调查区海砂的矿物组成主要为石英，次要矿物为长石。矿区海砂规格主要为细砂~特细砂，质量中等，全区加权后平均含泥量 22.71%。

根据《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2025 年 8 月）及《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂矿产资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2026 年 4 月），矿区共探获回填料用海砂原矿量（控制的+推断的）2434.19 万 m^3 ，采砂区可采出的海砂原矿矿石量约为 2185.69 万 m^3 ，建设规模为年产 795 万 m^3 ，矿区服务年限约 3 年（含准备期 3 个月）。

项目开采范围用海面积为 172.4196 公顷，用海类型为工业用海（一级类）中的固体矿产开采用海（二级类），用海方式为其它方式（一级类）中海砂等矿产开采（二级类）。

1.1.3. 环境特点

本项目为海砂开采项目，海洋是一个独特的环境系统，既有较大的环境容量，又易因海洋工程和人类活动而遭受损害，开展海洋环境影响评价是防止和控制海洋工程对海洋环境的损害，保护海洋资源可持续开发利用，维护海洋生态平衡的重要科学研究方法和技术手段。

本项目位于广东省江门台山市大帆石北面海域，所在海域的海洋功能区为漳州西南部工矿通信用海区，项目不占用自然保护区，项目不占用海洋生态保护红线，符合国家的产业政策、海岸带及海洋空间规划、海洋生态红线及相关规划。

1.2. 环境影响评价的工作过程

在进行海砂开采活动中，产生的悬浮泥沙及由采砂导致的海床地貌变化等将会对海洋环境造成一定的影响，并在一定程度上影响海洋生物的正常生长。根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规有关要求，本项目需开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）有关规定，本项目是海砂开采项目，项目类别为“五十四、海洋工程-150 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程”中的“海洋（海底）矿产资源开发（包括天然气水合物开发；海砂开采；矿盐卤水开发；海床

底温泉开发；海底地下水开发等工程）”，本项目应编制环境影响报告书。受江门市自然资源局的委托，中国科学院南海海洋研究所承担本项目的海洋环境影响评价工作。环评单位在接受委托后，立即组织相关技术人员认真研究了海砂出让单位提供的工程资料，收集了工程区附近海域环境质量资料，在结合现场踏勘的基础上，识别了评价范围内的环境敏感区，根据国家有关建设项目环境影响评价和海洋工程环境影响评价工作的相关法规和技术规范，在此基础上编制完成了《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 区块海砂开采环境影响报告书》。

本次评价是基于《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2025 年 8 月）及《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂矿产资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2026 年 4 月）编制完成的。该资料内容的真实性、有效性已经得到海砂出让单位的正式确认，同时也是截至本环评编制完成时的最新版本。

本评价在海砂开采所在海域自然社会环境和海洋资源开发利用及环境质量现状的调查基础上，根据海岸带及海洋空间规划和海砂开采工程的特点及开采工艺，分析工程对海洋环境的影响因素，通过数值模拟及类比分析等多种方法，评价海砂开采对海洋环境的可能影响，探求对海域环境影响较小且技术可行，经济合理的开采方案，反馈给施工设计，以完善该工程的环境效益、经济效益和社会效益，为环境管理部门实施该海域的环境保护提供科学依据。

由于暂不确定供砂对象和位置，因此，运输方案、路线及卸货区不在本次评价范围内。本环评是基于以上背景和前提下编制完成的。

1.3. 分析判定相关情况

（1）与产业政策的相符性分析

本工程为海砂开采项目，根据国务院《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于允许类，符合国家的产业政策要求。根据《市场准入负面清单（2025 年版）》，本项目属于“许可准入类”中“16 未获得许可或相关资格，不得从事矿产资源的勘查开采、生产经营及对外合作”，在开采之前，采砂单位将依法申请采矿权审批，确保企业具备合法采矿的资格。因此，该项目符合《市场准入负面清单（2025 年版）》的相关规定。

综合分析，本项目的建设符合产业政策要求。

（2）与空间规划的相符性

项目属于海砂开采项目，矿区选址不占用生态保护红线，不涉及领海基点，位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》中的漳州西南部工矿通信用海区，与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》《江门市国土空间总体规划（2021—2035 年）》《台山市国土空间规划（2021—2035 年）》相关管理要求相符。

（3）与“三线一单”的符合性

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》江府〔2021〕9 号，本项目不占用海洋生态保护红线区，不占用大陆岸线和海岛岸线。在落实本报告提出的各项环保措施前提下，对海洋生态保护红线影响较小，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》的管控要求。

（4）与其他规划的符合性分析

本项目为海砂建设项目，本项目的建设可为江门市及广东省国家战略重大项目提供海砂，保障江门市及广东省重大项目的用砂需求。本项目的建设也符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《江门市海洋生态环境保护“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》《江门市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》《台山市养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》等规划要求。

1.4. 关注的主要环境问题及环境影响

海砂开采作业产生的主要环境问题及环境影响有：

- （1）采砂过程中产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响、底质扰动对底栖生物生境的破坏、施工船舶产生的含油污水、生活污水、噪声和固废对环境的影响。
- （2）采砂施工后形成采砂坑、采砂坑边坡坍塌导致海床地形地貌改变对水动力条件的影响；潮流场、波浪场改变对附近海域冲淤环境的影响。
- （3）海砂开采中的环境风险主要来自船舶碰撞而发生的溢油事故，溢油事

故会对海洋水质和海洋生物等造成影响。

1.5. 环境影响评价的主要结论

本项目符合国家的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》及《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》等相关规划。

综合考虑采砂项目对项目海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境、悬浮泥沙扩散影响、采砂施工工艺及采砂效率、市场需求及经济效益分析，经本报告的环境影响预测与评价，本报告针对本项目的工程特点和环境特征，提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。本评价认为：在采砂单位切实执行国家有关法律法规、严格按照本报告书提出的开采范围、方式、时间和强度作业，并注意监测附近悬浮泥沙、海底地形地貌变化和航道安全，避免超界、超量、超强度开采，落实报告书中提出的各项安全生产、污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从环境保护的角度，本项目海砂开采是可行的。

2. 总则

2.1. 编制报告书的依据

2.1.1. 国家法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；
2. 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日修订，2024 年 1 月 1 日施行；
3. 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月修订；
4. 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日起施行；
5. 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订；
6. 《中华人民共和国水法》，2002 年 10 月 1 日实施，2016 年 7 月修订；
7. 《中华人民共和国野生动物保护法》，2022 年 12 月 30 日修订；
8. 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007 年 11 月 1 日起实施；
9. 《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修订；
10. 《中华人民共和国渔业法》，2025 年 12 月 27 日修订；
11. 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 9 月修正；
12. 《中华人民共和国航道法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议，2016 年 7 月 2 日修改；
13. 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月；
14. 《中华人民共和国海岛保护法》，主席令 2009 年第 22 号，2010-03-01 实施；
15. 《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日实施；
16. 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
17. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日修订；
18. 《关于健全生态保护补偿机制的意见》，国办发〔2016〕31 号，国务院办公厅，2016 年 4 月 28 日；
19. 《中国海洋渔业水域图（第一批）》，农业部 2002 年公告第 189 号；

20. 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，（2018 修订），国务院令第 698 号（2），2018 年 3 月 19 日实施；
21. 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，交通运输部，交海发〔2018〕168 号；
22. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 253 号令，2017 年 7 月 16 日修正；
23. 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价的通知》：环发〔2013〕86 号，环保部与农业部，2013 年 8 月；
24. 《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》，2018 年 6 月；
25. 《关于加强水上污染应急工作的指导意见》，交通运输部，2010 年 7 月 30 日；
26. 《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》，交通运输部，2017 年第 15 号，2017 年 5 月 23 日；
27. 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，交通运输部，2019 年 11 月 28 日；
28. 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第 4 号，2019-01-01 实施；
29. 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发〔2012〕77 号；
30. 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2012〕98 号；
31. 《国家突发环境事件应急预案》，国办函〔2014〕119 号；
32. 《关于印发〈建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）〉的通知》，环办〔2013〕103 号；
33. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日起施行；
34. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行；
35. 《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142 号；

36. 《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；
37. 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》，国发〔2014〕9号；
38. 《国家重点保护野生动物名录》，2021年2月1日施行；
39. 《关于印发〈生态保护红线生态环境监督办法（试行）〉的通知》，国环规生态〔2022〕2号文，2022年12月27日；
40. 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》，环境保护部、农业部，2013年8月5日；
41. 《市场准入负面清单（2025年版）》，发改体改规〔2025〕466号，2025年4月16日；
42. 《“十四五”海洋生态环境保护规划》，环海洋〔2022〕4号，2022年1月7日；
43. 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，农渔发〔2022〕1号，2022年1月13日；
44. 《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；
45. 《自然资源部办公厅关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）〉的通知》，自然资办发〔2020〕1号；
46. 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年2月29日修正,2012年7月1日施行)；
47. 《中华人民共和国循环经济促进法》(2018年10月26日修正并施行)；
48. 《中华人民共和国节约能源法》(2018年10月26日修正并施行)；
49. 《中华人民共和国节约能源法》(2018年10月26日修正并施行)。

2.1.2. 地方性法规及规范性文件

1. 《广东省环境保护条例》，广东省人大常委会，2022年第三次修订；
2. 《广东省海域使用管理条例》，广东省人大常委会，2021年修订；
3. 《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；

4. 《广东省水污染防治条例》，广东省人大常委会，2021 年修正；
5. 《广东省大气污染防治条例》，广东省人大常委会，2022 年修正；
6. 《广东省固体废物污染环境防治条例》，广东省人大常委会，2022 年修正，2022 年 11 月 30 日施行；
7. 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知》，粤府办〔2021〕33 号，2021 年 9 月 30 日；
8. 《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；
9. 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，粤府〔2020〕71 号，2020 年 12 月 29 日；
10. 《广东省自然资源厅海砂开采海域使用权和采矿权挂牌出让工作规范》，2023 年 1 月 12 日。
11. 《广东省自然资源厅关于印发我省海岸线修测成果的通知》，粤自然资函〔2022〕51 号；
12. 《广东省海岛保护规划（2011—2020 年）》，粤海渔〔2011〕163 号，2011 年；
13. 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响报告书（表）的建设项目名录（2024 年本）的通知》，粤环函〔2024〕394 号；
14. 《广东省航道管理条例》，(2006 年 1 月修订公布)；
15. 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》；
16. 《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；
17. 《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》，广东省人民政府，2021 年 4 月 6 日；
18. 《广东省生态环境保护“十四五”规划》，（粤环〔2021〕10 号）；
19. 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，粤环〔2022〕7 号，广东省生态环境厅，2022 年 4 月 27 日；
20. 《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030）》，（粤农农〔2021〕354 号）；
21. 《江门市海洋生态环境保护“十四五”规划》，江环〔2023〕38 号；
22. 《广东省海砂开采规划（2023-2030）》；

23. 《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》，粤府〔2023〕105 号；
24. 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》；
25. 《江门市国土空间总体规划（2021-2035）》；
26. 《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》；
27. 《关于印发〈江门市声环境功能区划〉的通知》，江环〔2019〕378 号；
28. 《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）的通知》，江府〔2024 年〕15 号；
29. 《江门市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，江府〔2021〕8 号；
30. 《江门市生态环境保护“十四五”规划》，江府〔2022〕3 号；
31. 《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）》；
32. 《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》；
33. 《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》。

2.1.3. 行业标准和技术规范

1. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
2. 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
3. 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
4. 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
5. 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
6. 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）；
7. 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
8. 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2021）；
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）；
10. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007，农业部，2008 年 3 月）；
11. 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
12. 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
13. 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
14. 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
15. 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；

16. 《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T 078-2005）；
17. 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
18. 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；
19. 《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）
20. 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》。

2.1.4. 其他相关依据

1. 《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2025 年 8 月）；
2. 《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂矿产资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2026 年 4 月）；
3. 《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 区块海砂开采海域使用论证报告书》（中国科学院南海海洋研究所，2026 年 7 月）；
4. 《江门市海砂开采区 JM24-02 海上交通安全影响评价报告》（广州耀佳海事技术服务有限公司，2025 年 1 月）；
5. 委托书；
6. 海砂出让单位针对环评单位提供的“资料清单”的回复资料。

2.2. 评价区域所属环境功能区及执行标准

本项目位于台山市大帆石北面海域，不涉及地表水、地下水和陆域生态功能区划。

2.2.1. 海洋环境

2.2.1.1 近岸海域环境功能区划

根据《印发〈广东省近岸海域环境功能区划〉的通知》（粤府办〔1999〕68 号），本项目整体水深 18.20~19.64m，项目距离大陆海岸线约 17km，距离领海基线 4.9km，不属于沿岸海域，项目选址不在江门市近岸海域环境功能区划范围内（见图 2.2.1.1-1）。



图2.2.1.1-1 本项目与广东省近岸海域功能区划叠加示意图

2.2.1.2 海洋空间区划及近岸海域功能区划

(1) 海洋空间规划

根据广东省自然资源厅关于印发《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》（粤自然资发〔2025〕）的通知，本项目采砂区所在的海洋功能区为漳州西南部工矿通信用海区，周边海域的功能区有茂名至阳江近岸渔业用海区、江门—珠海南部渔业用海区、海陵岛南部生态控制区、东平镇南珍稀濒危物种分布Ⅰ区生态保护区、南鹏岛工矿通信用海区，阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区、镇海湾渔业用海区、潯洲渔业用海区、阳江近海特殊用海区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区、川山群岛无居民海岛海洋预留区、阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区等。各功能区的分布详见图2.2.1-1和表2.2.1-1，各功能区具体情况详见表2.2.1-2。

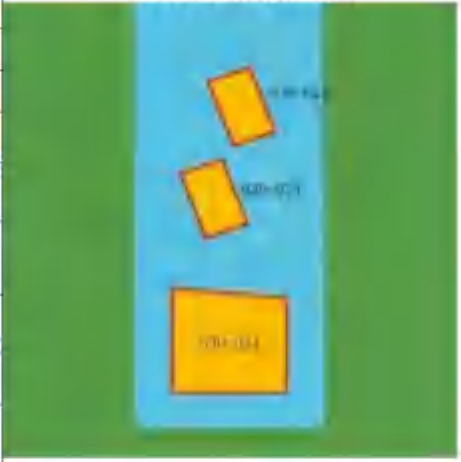
表 2.2.1-1 项目所在海域海洋功能区表

序号	功能区名称	功能区	与本采砂区位置关系(km)
1	漳州西南部工矿通信用海区	工矿通信用海区	占用
2	茂名至阳江近岸渔业用海区	渔业用海区	西南侧，2.91km
3	江门—珠海南部渔业用海区	渔业用海区	东南侧，8.11km
4	海陵岛南部生态控制区	生态控制区	西南侧，11.05km
5	东平镇南珍稀濒危物种分布Ⅰ区生态保护区	生态保护区	西侧，1.00km
6	南鹏岛工矿通信用海区	工矿通信用海区	西南侧，5.47km
7	阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区	生态保护区	西侧，1.00km
8	大帆石-乌猪岛生态保护区	生态保护区	南侧，1.00km
9	镇海湾渔业用海区	渔业用海区	西侧，0.02km
10	潯洲渔业用海区	渔业用海区	东侧，15.22km
11	阳江近海特殊用海区	特殊用海区	西南侧，17.50km
12	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	生态保护区	东侧，2.79km
13	川山群岛无居民海岛海洋预留区	海洋预留区	东北侧，16.04km
14	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	生态保护区	西侧，10.32km

表 2.2.1-2 本项目所在海域及周边海域海洋空间区划登记表（摘自《广东省海岸带及海洋空间规划》（2021-2035 年））
（漳州西南部工矿通信用海区）

序号：[302]

名称		漳州西南部工矿通信用海区		代码	630-024		功能区位置图 
分区类型		工矿通信用海区		位置	经度：112° 19' 37.054" E 纬度：21° 34' 3.234" N		
地理范围		漳州岛西南侧海域					
空间资源现状	岸线长度（千米）	0					
	潮间带面积（公顷）	0					
	海域面积（公顷）	1255.9129					
	海岛数量（个）	有居民海岛	0	无居民海岛	0		
开发利用现状		海域总体未开发。					
岸线类型	严格保护岸段	位置 （岸段序号）	——		长度 （千米）	0	
	限制开发岸段		——			0	
	优化利用岸段		——			0	
有居民海岛主体功能		——					
无居民海岛 （名称）	生态保护区内	——					
	生态控制区内	——					
	海洋发展区内	——					
管控要求	空间准入	1.允许固体矿产用海； 2.在未开发利用之前可兼容开放式养殖等增养殖用海； 3.保障考古调查发掘、文物保护活动的用海需求。					
	利用方式	1.严格限制改变海域自然属性； 2.不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。					
	保护要求	1.海上矿产开发利用过程中应加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测； 2.“南海 1 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史 风貌。					
	其他要求	加强海啸灾害防范，重点防范海浪灾害风险，加强海上作业安全防范。					

功能区空间范围图 	
--	--

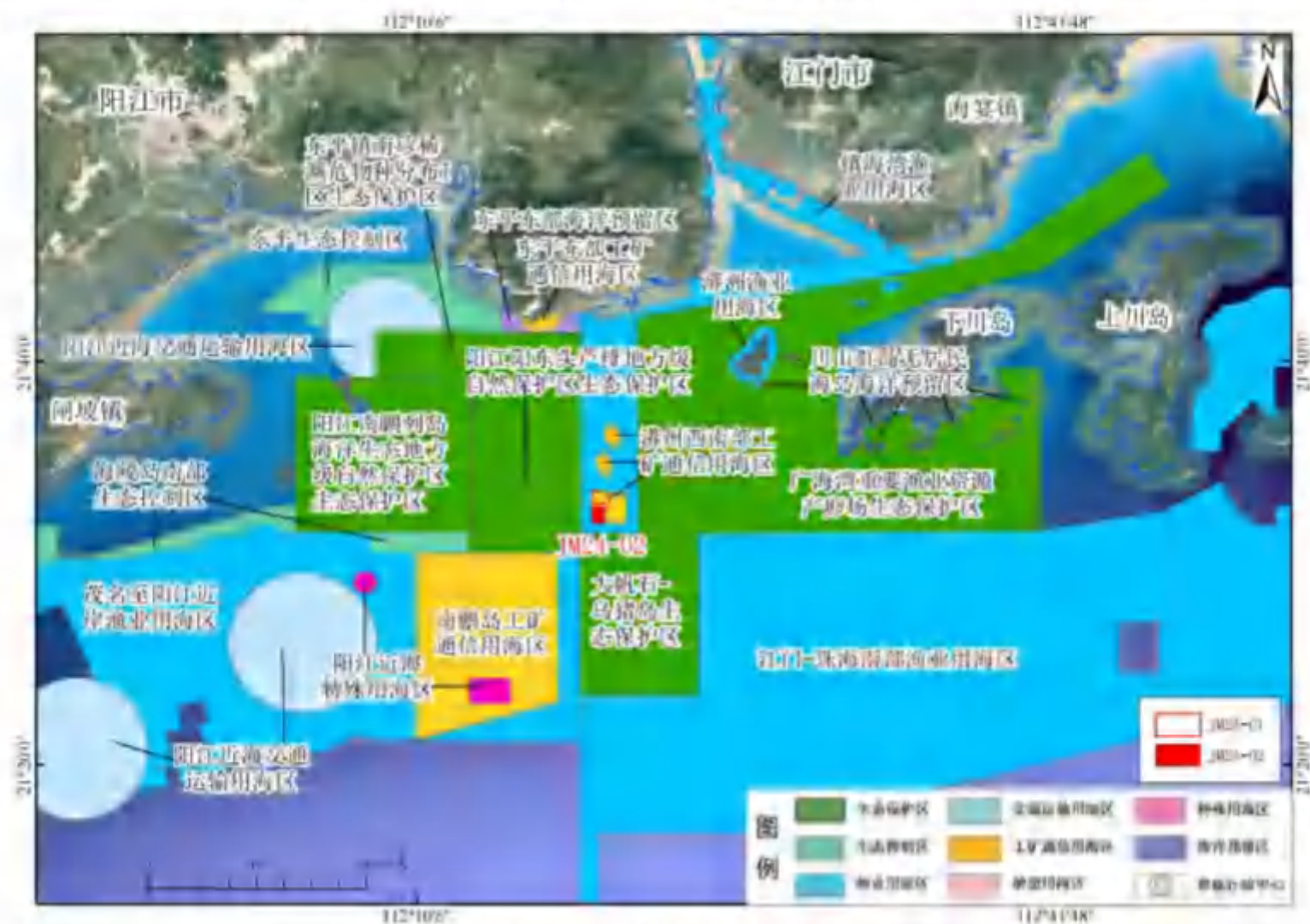


图 2.2.1-1 本项目与广东省海洋空间区划叠加示意图

2.2.1.3 环境质量标准

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）对确定环境质量评价标准的要求，结合评价海域所在的海洋环境功能区划及近岸海域环境功能区划要求，确定本工程海洋环境质量评价标准如下：

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号），评价范围内位于广东省近岸海域环境功能区划以内的站位，其水质质量标准按照近岸海域环境功能区划要求执行，位于近岸海域环境功能区划以外的站位，其水质质量标准参照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》中海洋功能区类型，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）对应标准。海洋沉积物参照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》中海洋功能区类型，执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）对应标准。海洋生物质量评价标准依据现状调查站位所处《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》中海洋功能区类型的管理要求执行，海洋生物体中双壳贝类参照《海洋生物质量》（GB18421—2001）的标准值进行评价，其他软体动物、甲壳动物和定居性鱼类等的重金属、石油烃的评价标准按照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409—2025）附录C。各执行标准详见表2.2.1-3~表2.2.1-5。

表 2.2.1-3 海水水质标准（GB 3097-1997） 单位：mg/L，除 pH 值外

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 _{Mn} ≤	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
总 Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
总 Cr≤	0.05	0.10	0.20	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
硫化物≤	0.02	0.05	0.10	0.25

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
六六六 $\leq$	0.001	0.002	0.003	0.005
DDT $\leq$	0.00005	0.0001		

表 2.2.1-4 海洋沉积物质量标准 (GB18668-2002)

污染因子	石油类 $\times 10^{-6}$	Pb $\times 10^{-6}$	Zn $\times 10^{-6}$	Cu $\times 10^{-6}$	Cd $\times 10^{-6}$	Hg $\times 10^{-6}$	砷 $\times 10^{-6}$	铬 $\times 10^{-6}$	有机碳 $\times 10^{-2}$	硫化物 $\times 10^{-6}$
第一类标准	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	20.0	80.0	2.0	300
第二类标准	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	65.0	150.0	3.0	500
第三类标准	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	93.0	270.0	4.0	600

表 2.2.1-5 生物质量标准值 单位: mg/kg

标准名称	生物类别		铜≤	铅≤	镉≤	锌≤	汞≤	砷≤	铬≤	石油烃 ≤
《环境影响评价技术 导则 海洋生态环境》 (HJ 1409—2025)附录 C	鱼类		20	2.0	0.6	40	0.3	1	/	20
	甲壳类		100	2.0	2.0	150	0.2	1	/	20
	软体类		100	10.0	5.5	250	0.3	1	/	20
海洋生物质量 (GB18421-2001)	贝类 (双壳 类)	第一类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	0.5	15
		第二类	25	2.0	2.0	50	0.1	5.0	2.0	50
		第三类	50(牡蛎 100)	6.0	5.0	100(牡 蛎 500)	0.3	8.0	6.0	80

2.2.1.4 排放标准

项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)要求的前提下排放。

船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。

表 2.2.1-6 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)

内容	项目		标准限值	备注	
船舶生活污水	与最近陆地 3 海里以内(含)的海域	BOD ₅	≤50mg/L	在 2012 年 1 月 1 日以前安装(含更换)生活污水处理装置的船舶,向环境水体排放生活污水	
		SS	≤150mg/L		
		耐热大肠杆菌数	≤2500 个/L		
		BOD ₅	≤60mg/L	在 2012 年 1 月 1 日以后安装(含更换)生活污水处理装置的船舶,向环境水体排放生活污水	
		SS	6~8.5		
		耐热大肠杆菌数	< 0.5mg/L		
		COD	≤20mg/L		
		pH	≤15mg/L		
		总氯(总余氯)	≤1.0mg/L	在 2021 年 1 月 1 日以后安装(含更换)生活污水处理装置的船舶,向环境水体排放生活污水	
		BOD ₅	≤20mg/L		
		SS	≤20mg/L		
		耐热大肠杆菌数	≤1000 个/L		
		COD	≤60mg/L		
		pH	6~8.5		
		总氯(总余氯)	< 0.5mg/L		
		总氮	≤20mg/L		
		氨氮	≤15mg/L		
		总磷	≤1.0mg/L		
	3 海里<与最近陆地间距离<12 海里的海域		排放控制要求,同时满足下列条件: (1) 使用设备打碎固形物和消毒后排放; (2) 船速不低于 4 节,且生活污水排放速率不超过相应船速下的允许排放速率。		
	近陆地间距离>12 海里的海域		排放控制要求: 船速不低于 4 节,且生活污水排放速率不超过相应船速下的允许排放速率。		

2.2.2. 大气环境

1、环境空气功能区划

根据《江门市环境空气质量功能区划调整方案(2024 年修订)》(江府办函(2024)25 号),一类区以外的区域为二类区,本项目位于环境空气二类区(图 2.2.2-1),执行《环境空气质量标准》(GB3095-2026)中表 1 过渡阶段二级浓度限值的要求。

表 2.2.2-1 环境空气质量标准

序号	污染物名称	取值时间	过渡阶段浓度限制		单位
			一级	二级	
1	二氧化硫 (SO ₂)	年平均	20	60	μg/m ³
		日平均	50	150	
		1 小时平均	150	500	
2	二氧化氮 (NO ₂)	年平均	40	40	
		日平均	80	80	
		1 小时平均	200	200	
3	氮氧化物 (NO _x)	年平均	40	40	
		日平均	70	70	
		1 小时平均	250	250	
4	颗粒物 (粒径小于等于 10μm)	年平均	40	60	
		日平均	50	120	
5	颗粒物 (粒径小于等于 2.5μm)	年平均	15	30	
		日平均	35	60	
6	总悬浮颗粒物 (TSP)	年平均	80	200	
		日平均	120	300	
7	臭氧 (O ₃)	日最大 8 小时平均	100	160	
		1 小时平均	160	200	
8	一氧化碳 (CO)	日平均	4	4	mg/m ³
		1 小时平均	10	10	



图 2.2.2-1 江门市空气环境功能区划示意图

2、排放标准

本项目船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第-、二阶段）》(GB15097-2016) 排放控制要求。

(1) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求

①2019 年 1 月 1 日起,海船进入排放控制区,应使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油,大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油;其他内河船应使用符合国家标准的柴油。2020 年 1 月 1 日起,海船进入内河控制区,应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油。

②2020 年 3 月 1 日起,未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用按照本方案规定应当使用的船用燃油。

③2022 年 1 月 1 日起,海船进入沿海控制区海南水域,应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油。

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

(2) 氮氧化物排放控制要求。

①2000 年 1 月 1 日及以后建造(以铺设龙骨日期为准,下同)或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。

②2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

③2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

④2022 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶,所使用的单缸排量大于或等于 30 升的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

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

本项目作业范围与《船舶大气污染物排放控制区》的位置关系见图 2.2.2-2。



图 2.2.2-2 项目与排放控制区范围关系图

2.2.3. 声环境

根据《江门市声环境功能区划》（江环〔2019〕378号），本项目不在《江门市声环境功能区划》范围内（图 2.2.3-1）。本项目为海砂开采工程，项目位于海上，且周围不涉及噪声敏感建筑物，参考《声环境质量标准》（GB3096-2008）及《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014），将项目所在区域按 3 类声环境功能区管理，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

表 2.2.3-1 声环境质量标准 单位: dB (A)

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

图 2.2.3-1 台山市声环境功能区划示意图

2.2.4. 生态环境

2.2.4.1 生态功能区划

1. 陆域生态功能区划

本项目位于台山市大帆石北面海域，不涉及陆域生态功能区划。

2. 近岸海域生态控制分级

根据《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》江府〔2021〕9号，本项目位于海域管控单元中的一般管控单元，项目所在环境管控单元名称为：湛江—珠海近海农渔业区（HY44040030009）。

2.2.4.2 海洋生态红线

根据《广东省国土空间规划（2021—2035年）》中划定的“三区三线”，本项目不占用其划定的生态保护红线，评价范围内的生态红线区有阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区和广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区，最近的生态红线区为东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区，距离约1.00km（见表2.2.3-1和图2.2.3-1）。

表 2.2.3-1 项目周边海洋生态红线分布（广东省）

序号	红线区	类型	相对工程的方位	与项目最短距离（单位：km）
1	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	重要渔业资源产卵场	西侧	约10.32km
2	东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区	珍稀濒危物种分布区	西侧	约1.00km
3	阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区	重要渔业资源产卵场	西侧	约3.06km
4	大帆石-乌猪岛生态保护区	特别保护海岛	南侧	约1.00km
5	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	重要渔业资源产卵场	东侧	约2.79km

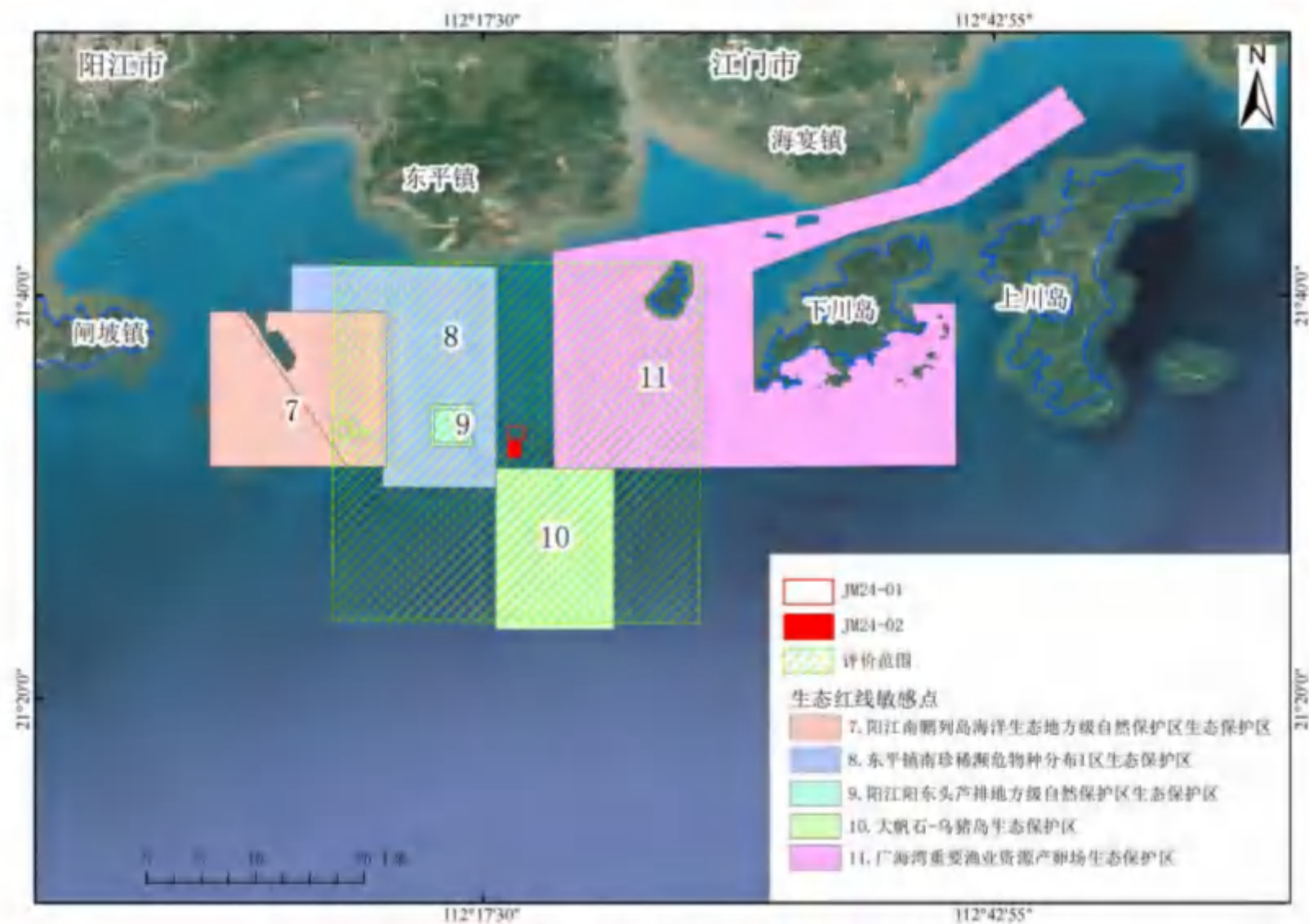


图 2.2.3-1 项目所在海域及周边海域海洋生态保护红线分布示意图

2.3. 评价工作等级

2.3.1. 海洋生态环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）的规定，环境影响评价工作等级依据建设项目的工程特点、工程所在地环境特征、国家和地方政府所颁布的有关法规等因素而确定。

本项目属于海砂开采工程，项目开挖量为 $1426.43 \times 10^4 \text{m}^3$ ，则 $Q > 500 \times 10^4 \text{m}^3$ ，确定本项目海洋生态环境评价等级为1级。

表 2.3-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

评价等级影响类型	1	2	3
水下开挖/回填量 $Q(10^4 \text{m}^3)$	$Q \geq 500$	$100 \leq Q < 500$	$Q < 100$

2.3.2. 地表水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中有关水文要素影响型的评价等级判定（表 2.4-2），本项目用海面积 172.4196 公顷，即 $A_2 = 1.72 \text{km}^2$ ，属于 $3 > 1.72 \text{km}^2 > 0.5 \text{km}^2$ ，由此判定地表水环境评价等级定为二级。

表 2.4-2 水文要素影响型评价等级判定

评价等级		判定依据
		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2
施工期	一级	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$
	二级	$0.5 > A_1$ 大于 0.15；或 $3 > A_2 > 0.5$
	三级	$A_1 \leq 0.15$ ；或 $A_2 \leq 0.5$

2.3.3. 声环境影响评价等级

本项目选址位于海上，项目所在海域未进行声环境功能区划，项目区周围 200m 范围内无声环境敏感目标，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）以下[不含 3dB（A）]，且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。”本项目周边 200m 范围内无声环境敏感目标，噪声增高量在 3dB（A）以下，且受影响人口数量变化不大，确定本次噪声评价等级为三级。

2.3.4. 大气环境影响评价等级

依据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ/T2.2-2018），本项目大气环境影响因素主要来自采砂船燃料燃烧废气，排放量较小，大气环境评价等级确定为三级。

2.3.5. 地下水环境影响评价等级

据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016），海砂开采项目属于IV类建设项目，可不开展地下水环境影响评价。

表 2.3.5-1 地下水环境影响评价行业分类表（摘录）

J、非金属矿采选及制品制造	报告书	报告表	报告书	报告表
54.土砂石开采	年采 10 万立方米及以上；海砂开采工程；涉及环境敏感区的	其他	IV类	IV类

2.3.6. 土壤环境影响评价等级

依据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），海砂开采项目不在附录 A 中的土壤环境影响评价项目类别，属于 IV 类建设项目，可不开展土壤环境影响评价。

2.3.7. 环境风险评价等级

本项目施工船有 2 艘采砂量约为 1000m³/h(单艘吨位 8527 吨级)和 4 艘采砂量约为 400m³/h 的采砂船（单艘吨位约 5376 吨级）、12 艘（单艘吨位 7500 吨级）运砂船和 2 艘补给船（单艘吨位 250 吨级），由于实际中采砂船和过驳船的相关技术参数会有不同，从最不利角度进行分析，本次采用施工船舶最大载重吨位为 8527t。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）附录 C 可估算船型船总燃油量和单舱燃油量。

由于非游轮船舶一般设多个油舱，燃油泄露量一般取一个油舱的油量全部泄漏为溢油量，因此本次参考《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）表 C.6，8527t 散货船燃油舱单舱燃油量约为 85m³，燃油密度按 0.85t/m³ 计，考虑燃油泄露量取一个油舱的油量，则溢油量约为 72t。

（1）危险物质及工艺系统危险性

a 危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录 G，

危险物质主要考虑对海洋生态危害的物质，其中油类物质的临界量为 100t，本项目作业船舶最大吨位为 8527 吨，参考《水上溢油环境风险评估 技术导则》（JT/T1143-2017）附录 C.6 可估算船舶总燃油量，8527 采砂船燃油总量约为 525m³，燃油密度按 0.85t/m³ 计，则总载油量约 446t，则 $Q=446/100=4.46$ 。

b 行业及生产工艺（M）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C 表 C.1，项目行业及生产工艺 M 值评分结果见表 2.3.7-1。

表 2.3.7-1 项目 M 值确定表

行业	生产装置/工艺	数量（套）	M 分值
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	/	5

c 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值 Q （ $1 \leq Q < 10$ ）和行业及生产工艺 M （ $M4$ ），按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C 表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），具体见表 2.3.7-2。项目 $1 \leq Q < 10$ ，行业及生产工艺 M 值评分结果为 $M4$ ，因此项目 P 值判定结果为 $P4$ 。

表 2.3.7-2 项目 P 值判定表

危险物质数量与 临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

（2）环境敏感程度（E）

环境敏感程度分为大气环境、地表水环境的敏感程度。

①大气环境敏感程度

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 D 中环境敏感程度（E）的分级办法，依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表。

表 2.3.7-3 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500 m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500 m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

本项目主体工程位于海上，周边 500m 范围内人口总数小于 500 人，因此大气环境敏感程度为 E3。

②地表水环境敏感程度

依据事故情形下危险物资泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性（F），与下游环境敏感目标（S）情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表。

表 2.3.7-4 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 2.3.7-5 地表水功能敏感分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为 II 类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为 III 类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 2.3.7-6 地表水功能敏感分区

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下 一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜區；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下 一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录G，结合溢油点位置，本项目危险物质泄漏将到生态红线区/保护区，海水水质分类第一类，判定地表水功能敏感性为F1；项目所在海域有重要水生生物的自然产卵场南海北部幼鱼繁育场保护区等，环境敏感目标分级为S1；根据表2.3.7-4判定，项目地表水环境敏感程度分级为E1。

（3）建设项目环境风险潜势判断

根据以上分析，本项目大气环境敏感程度属于E3类，地表水环境敏感程度分级为E1，建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性为P4，按照表2.3.7-7确定大气环境风险潜势为I，地表水环境风险潜势为III。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）中“建设项目环境风险潜势综合等级取各要素等级的相对高值”，则本项目环境风险潜势为III。

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在海域的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，确定项目环境风险潜势见表 2.3.7-7。

表 2.3.7-7 项目环境风险潜势划分一览表

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

注：IV⁺ 为极高环境风险。

(4) 评价工作等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018) 中“评价工作等级划分”表确定评价工作等级，环境风险潜势为III，环境风险评价工作等级为二级。

表 2.3.7-8 评价等级划分

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

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

综合判定，本项目风险评价等级为二级。

2.4. 评价范围和评价重点

2.4.1. 评价范围

(1) 海洋生态环境影响评价范围

本项目海洋生态环境评价评价等级为 1 级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。

结合本工程的特点和建设规模，以及所在海区的自然环境条件、敏感目标和影响分析情况，确定本项目评价范围为以两个采砂区整体的外缘线为起点外扩 15km；评价范围内潮流主流向东南-西北向约 19km，垂直于潮流主流向的扩展距离约 11km（不小于主流向扩展距离的 1/2）。本项目评价范围为北纬 21°23'45.344"至 N-21°41'43.219"，东经 112°10'00.816"至 E-112°28'25.270"的海

域，总面积约为 1034km²（海洋生态环境评价范围已包含海水水质、海洋沉积物、海洋生态(含生物生态、生物资源、生物质量)、水文动力、地形地貌与冲淤环境等环境因素评价范围）。评价范围如图 2.4-1 所示。

（2）声环境影响评价范围：根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境影响评价范围为拟采砂区外 200m。

（3）大气环境影响评价范围：三级评价不需设置环境影响评价范围。

（4）生态环境影响评价范围：

陆生生态：本项目不涉及陆生生态。

水生生态：根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）中 6.2.7，涉海工程的生态影响评价范围参照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025），本项目水生生态影响评价范围同海洋环境影响评价范围。

（5）风险评价范围：根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72h、48h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

本项目环境风险评价等级为二级，评价范围为燃料油溢油 48h 扩散范围，评价范围如图 7.1-1 所示。

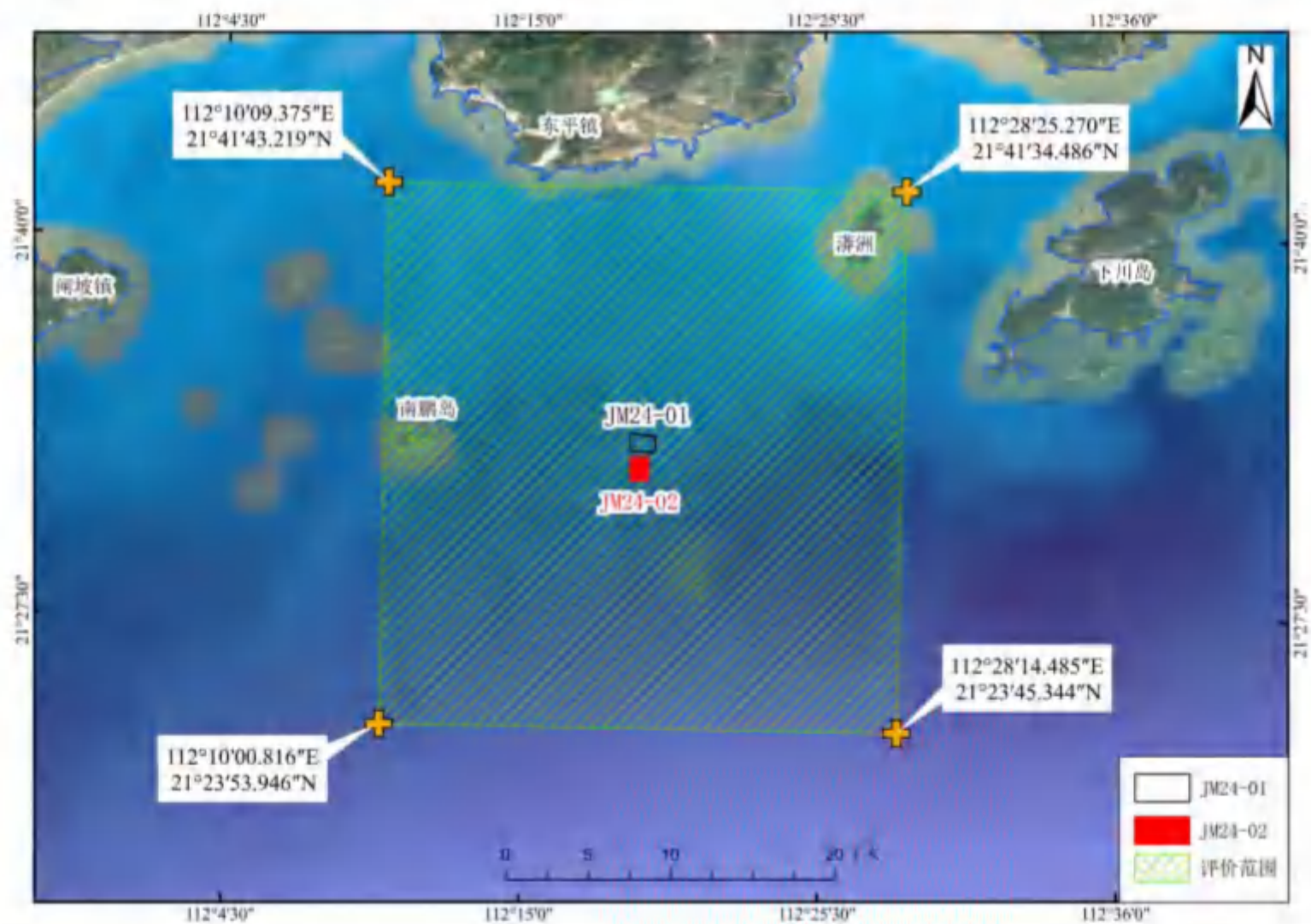


图 2.4-1 海洋环境评价范围示意图

2.4.2. 评价重点

根据本项目所在区域环境特点及环境影响特征，本项目的环评评价重点为：

1. 根据采砂施工过程中产生的悬浮物（SS）对项目所在及其周边海域海水环境、海洋沉积物环境、海洋水文动力环境、海洋生态和生物资源等环境要素的影响程度及影响范围。
2. 采砂工程对工程附近海区的水文动力及地形地貌和冲淤环境的影响范围和程度。
3. 采砂工程水环境影响及环境风险分析，重点是采砂作业船舶溢油事故对海洋环境的影响。
4. 项目对环境敏感保护目标的影响。
5. 项目的环境污染防治措施。

2.5. 环境影响识别和评价因子筛选

2.5.1. 工程各阶段污染性环境影响分析

2.5.1.1 采砂生产各阶段污染环节分析

根据工程特点，结合工程附近海域的环境特征，采砂作业主要环境影响体现在以下几方面：

1. 采砂施工过程中高压射流扰动底质中的砂和淤泥，部分淤泥悬浮后未被抽砂管吸取等，而随潮流扩散，以及溢流作业产生的悬浮泥沙对海洋水质环境的影响；
2. 采砂人员产生的生活污水、生活垃圾和采砂产生固废对海洋环境的影响；
3. 采砂作业船舶产生大气污染物、噪声对海洋环境的影响。

2.5.1.2 工程各阶段非污染性环境影响分析

根据采砂工程的特点，采砂工程的非污染因素环境影响主要有：

- （1）采砂区海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响；
- （2）采砂施工后改变海床地形地貌对水动力条件的影响；
- （3）潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响；
- （4）采砂作业对项目周围海域的海洋生态、渔业资源造成影响；
- （5）采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响；

(6) 采砂作业对航道稳定性和通航环境的影响等。

2.5.2. 环境影响因子的判断与筛选

按照工程分析识别项目施工期和营运期对环境影响的污染要素和非污染要素，并结合环境敏感目标和重点保护对象筛选评价因子。

2.5.2.1 环境影响要素的识别

工程建设对环境的影响涉及海水水质、海洋沉积物环境、海洋生态环境、水文动力环境等多方面。按照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》，并结合本项目特点，筛选出本项目主要环境影响因子详见表 2.5.2-1。

表 2.5.2-1 项目主要环境影响因子

环境影响要素	评价因子	产生影响内容及其表征	生态影响方式与影响性质	影响程度与分析评价深度
海洋水文动力	潮流	采砂改变海域水文动力条件	/	+++
地形地貌与冲淤	地貌演变及冲淤环境变化	采砂作业对作业区地形地貌和冲淤环境的影响	/	+++
海水水质、沉积物	悬浮物	采砂作业过程产生的悬浮泥沙	/	+++
	生活污水	船舶作业人员	/	+
	船舶舱底含油污水	作业船舶	/	+
	固体废物	船舶作业人员生活垃圾和碎石杂物等	/	+
海洋生态	叶绿素 a、初级生产力	采砂作业	直接、短期、可逆	+++
	浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）		直接、短期、可逆	+++
	珍稀濒危海洋生物（中华白海豚）及其生境		间接、短期、可逆	+
	重要水生生物“三场一通道”（南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区、黄花鱼幼鱼保护区）		直接、短期、可逆	+
	自然保护地（阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区、阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区和江门台山乌猪岛海洋公园）		间接、短期、可逆	+

	生态保护红线（阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区）		间接、短期、可逆	+
--	---	--	----------	---

2.5.2.2 评价因子筛选

根据本项目主要环境影响要素，确定本项目主要污染要素评价因子如下：

（1）污染性环境影响要素识别和评价因子筛选

项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。项目采砂作业主要污染来自采砂过程产生的悬浮泥沙，将对海水、海洋沉积物及海洋生态产生一定程度的污染影响，其评价因子如下：

1) 海洋环境影响评价因子

水质现状评价因子：水温、pH、盐度、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD_{Mn}）、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、挥发酚、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）、铬（Cr）和硫化物等。

水质预测因子：SS。

海洋沉积物环境现状评价因子：有机碳、硫化物、石油类、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、总铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）。

海洋生物体质量环境现状评价因子：总汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬、石油烃。

海洋生态和生物资源环境现状评价因子：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物、鱼卵和仔稚鱼。

2) 噪声影响评价因子

现状评价因子：连续等效 A 声级。

3) 环境空气影响评价因子

现状评价因子：CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃。

4) 风险影响评价因子

预测评价因子：石油类。

(2) 非污染性环境影响要素识别和评价因子筛选

砂矿开采后，将形成一个大矿坑，使矿区的水深和地形地貌发生变化，而引起矿区及周边海区流场（流向和流速）的变化。流场的改变又会引起海底泥沙冲淤场的变化，进而对海底地形地貌和岸滩稳定性产生影响，因此，必须对砂矿开采的上述非污染性环境影响进行评价，其评价因子为：水文动力（流场）、地形地貌冲淤（海底泥沙冲淤场）。另外，开采将对矿区海域的底栖生物造成严重甚至毁灭性破坏，必须对砂矿开采的该方面影响进行评价，评价因子为底栖生物。

2.6. 环境保护目标和社会关注区

通过对项目附近海域进行现场勘查和分析，结合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》等，本项目不占用生态保护红线，并考虑到项目影响范围，确定本次评价范围内的环境保护目标。环境保护目标的方位、距离、保护内容等见表 2.6-2，环境保护目标的分布见图 2.6-2~2.6-9。

一、海洋生态敏感区/敏感保护目标

1. 重要渔业水域

根据中华人民共和国农业部第 189 号公告（2002 年 2 月 8 日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》，本项目位于省级幼鱼和幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场。

(1) 南海幼鱼和幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水

深以内的海域。保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，该保护区禁渔期间禁止底拖网渔船、拖虾渔船以及捕捞这类幼鱼、幼虾为主的其它作业渔船进入生产。本项目位于南海幼鱼幼虾保护区。

(2) 南海北部幼鱼繁育场

南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线、17 个基点连线以内水域为南海北部幼鱼繁育场保护区，保护期为 1~12 月即全年保护，禁止在保护区内进行机动渔船底拖网作业，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区。

表 2.6-1 南海北部幼鱼繁育场保护区基点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
第一基点	117°40'	23°10'	第十基点	109°00'	18°00'
第二基点	117°25'	23°00'	第十一基点	108°30'	18°20'
第三基点	115°10'	22°05'	第十二基点	108°20'	18°45'
第四基点	114°50'	22°05'	第十三基点	108°20'	19°20'
第五基点	114°00'	21°30'	第十四基点	109°00'	20°00'
第六基点	111°20'	21°00'	第十五基点	108°50'	20°50'
第七基点	111°35'	20°00'	第十六基点	108°30'	21°00'
第八基点	110°40'	18°30'	第十七基点	108°04'	21°31'
第九基点	109°50'	17°50'			

(3) 黄花鱼幼鱼保护区

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

2. 自然保护地

本项目评价范围内有 3 个自然保护地，分别是阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区、阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区和江门台山乌猪岛海洋公园。

(1) 阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区

阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区原为阳江南鹏列岛水产市级自然保护区。根据《关于建立阳江南鹏列岛水产市级保护区的请示》（阳海渔〔2003〕

62 号)文件的内容,阳江南鹏列岛水产市级自然保护区位于南鹏列岛海域,其范围为 A、B、C、D 四点连成的闭合圈内,保护区的面积约 20000 公顷。保护区范围的坐标位置见表 2.6-2。

表2.6-2 保护区界标点位置

界标点	经度	纬度
A	112°04'00"E	21°39'12"N
B	112°12'12"E	21°39'12"N
C	112°12'12"E	21°31'30"N
D	112°04'00"E	21°31'30"N

2008 年 10 月 11 日,广东省人民政府同意阳江南鹏列岛海洋生态自然保护区升格为省级自然保护区《关于同意阳江南鹏列岛海洋生态自然保护区升格为省级自然保护区的复函》(粤办函(2008)715 号)。将南鹏列岛保护区划分为核心区、试验区和缓冲区。其中,核心区位于保护区的西北部,包含黄程山、大西帆石、小西帆石 3 个小岛,面积约 6700 公顷;一般控制区位于保护区的东北部,包含南鹏岛、大镬岛、二镬岛、黄程山、虎仔等保护区内大岛,面积约 9900 公顷;缓冲区位于保护区的西部和中部,面积约 3400 公顷,西部缓冲区西接保护区西部外围界线,东接核心区,中部缓冲区位于核心区与一般控制区之间。

阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区功能区的调整原则是以维护海洋生态系统平衡、维持生态功能正常为目标,在保护的基础上,可适度开发海岛海洋生态旅游,促进海洋生态环境保护与海洋经济协调稳步发展。保护区位置和总面积保持不变,即保护区位置为北纬 21°30'30"-21°39'12",东经 112°04'00"-112°12'12",总面积约 20000hm²。各功能区调整情况如下:

核心保护区:调整后的核心保护区位于保护区的西北部,包含黄程山、大西帆石、小西帆石 3 个小岛,面积约 6700hm²。外围界线为 I(21°38'36"N, 112°04'36"E)、J(21°38'36"N, 112°05'00"E)、F(21°31'30"N, 112°10'08"E)、G(21°31'30"N, 112°04'36"E)4 点首尾连接形成的闭合圈。

一般控制区:调整后的一般控制区位于保护区的东北部,包含南鹏岛、大镬岛、二镬岛、黄程山、虎仔等保护区内大岛,面积约 9900hm²,比核心保护区及缓冲区大。外围界线为 B(21°39'12"N, 112°05'24"E)、C(21°39'12"N, 112°12'12"E)、D(21°31'30"N, 112°12'12"E)、E(21°31'30"N, 112°10'56"E)

4 点首尾连接形成的闭合圈。

缓冲区：调整后的缓冲区位于保护区的西部和中部，面积约 3400hm²。西部缓冲区西接保护区西部外围界线，东接核心保护区，中部缓冲区位于核心保护区与一般控制区之间。缓冲区外围界线为 A（21°39'12"N，112°04'00"E）、B（21°39'12"N，112°05'24"E）、E（21°31'30"N，112°10'56"E）、F（21°31'30"N，112°10'08"E）、J（21°38'36"N，112°05'00"E）、I（21°38'36"N，112°04'36"E）、G（21°31'30"N，112°04'36"E）、H（21°31'30"N，112°04'00"E）8 点首尾连接形成的闭合圈。

根据国家海洋局《海洋自然保护区管理办法》有关规定，核心保护区内，经沿海省、自治区、直辖市海洋管理部门批准进行的调查观测和科学研究活动外，禁止其他一切可能对保护区造成危害或不良影响的活动；缓冲区内，在保护对象不遭人为破坏和污染前提下，经保护区管理机构批准，可在限定期间和范围内适当进行渔业生产、旅游观光、科学研究、教学实习等活动；实验区内，在该保护区管理机构统一规划和指导下，可有计划地进行适度开发活动。

广东省海洋与渔业局《关于阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区内开展深水网箱养殖问题的批复》（粤海渔函〔2012〕511 号）原则上同意在保护区的实验区内开展深水网箱养殖。南鹏列岛海域 2012、2014 年分别获得海域使用证书（国海证 2012C44170000022 号、国海证 2014C44172300967 号），养殖海域 2020 年列入省级现代农业产业园名单。保护区进行了调整，在保护区北侧调出面积 744.32 公顷，为阳江市深海网箱养殖产业园区区域。



图 2.6-1 阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区调整图（2020 年调整）

2019 年 6 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》（中办发〔2019〕42 号）后，国家林草局以实事求是解决问题、理顺关系、化解矛盾、促进发展为目标，科学、稳妥、有序推进自然保护地整合优化工作。2024 年，经各省级人民政府确认后，于 10 月 15 日至 22 日在自然资源部、国家林草局网站同步发布《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》。关于阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区的有关公示情况为：核心区不变，一般控制区有调整，即：调出面积 744.32 公顷，位于保护区北侧，为阳江市深海网箱养殖产业园区区域；调入面积 1407.04 公顷，位于海洋生态红线内，调入区域紧邻保护区，该区域具有较完整的近海海洋生态系统、珍稀水生野生动物资源及其栖息环境、具有重要经济价值水产资源产卵场、育苗场及独特物种种质资源，生物多样性非常丰富，具有非常高的保护价值。



图 2.6-2 阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区调整图

(2024 年国家林草局和自然资源部公示版)

(2) 阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区

阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区于 2004 年由阳东县人民政府批准建立，该保护区位于东平渔港东南方约 25km（南鹏列岛东面），其范围为该区海域面积 1382.70hm²，具体边界为：东经 112°14'55"至 112°17'00"，北纬 21°32'30"至 21°34'35"，该保护区面积范围与阳江市林业局 2021 年最新下发的“阳东区自然保护地整合优化方案”的矢量数据一致。阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区的主要保护对象为海洋生态环境和海洋生物多样性。

阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区主要分为 2 个功能区：

(1) 核心保护区，位于保护区中心位置，面积为 899.62hm²，占保护区总面积的 65.06%，其主要功能是：保护主要保护对象，将实行全封闭管理，除经管理部门批准进行的调查观测和科学研究活动外，禁止其他一切可能对保护工作造成危害或不良影响的活动。

(2) 一般控制区，位于核心保护区的四周，面积为 483.08hm²，占保护区总面积的 34.94%，其主要功能是对保护核心保护区起到缓冲作用，扩大和延伸被保护物种的生长和活动区域，将实行半封闭式管理，在保护对象不遭人为破坏和污染前提下，经保护区管理机构批准，可在限定期间和范围内进行渔业生产、旅游观光等活动。

(3) 江门台山乌猪岛海洋公园

①基本情况

江门台山乌猪岛海洋公园（以下简称“乌猪岛海洋公园”或“海洋公园”或“公园”）为县级海洋公园，位于台山市乌猪岛及其周围海域。地理坐标为东经112°18'11"—112°55'59"，北纬21°27'17"—21°39'43"，整合优化后面积为 15846.34公顷，功能分区属于一般控制区。

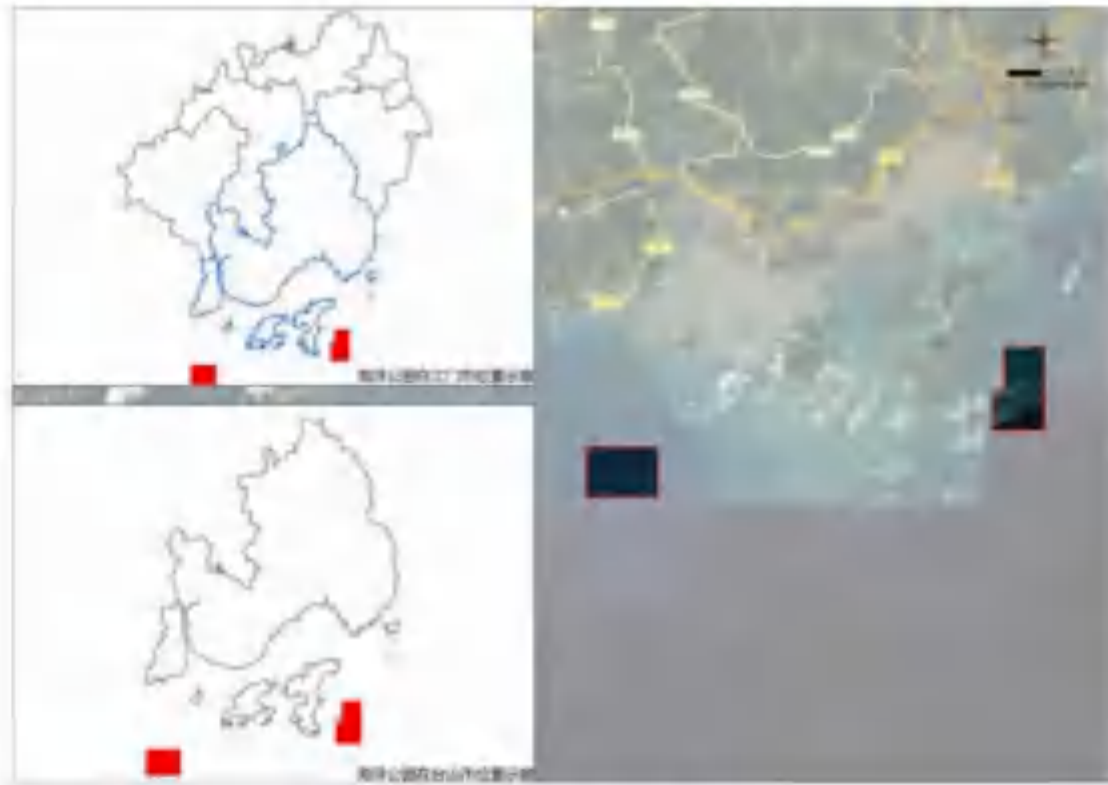


图 2.6-3 乌猪岛海洋公园位置示意图

②历史沿革

江门台山乌猪岛海洋公园于 1997 年 5 月经广东省海洋与水产厅批准设立。依据文件：《关于同意建立乌猪岛海洋特别保护区的复函》（粤水函[1997] 123 号），批复面积 8000 公顷，矢量面积 7961.68 公顷，2019 至 2024 年整合优化期间作为独立自然保护地保留，调入面积 11449.88 公顷，调出面积 3565.22 公顷。

③资源现状情况

A、生态资源现状

乌猪岛海洋公园由 2 个片区组成。乌猪岛位于上川岛东南约 5 公里处，是川山群岛中一个相对独立的岛屿，为无人海岛，基本为一丘陵岛，岸陡、水近岸，东西向略长，岸线向南北敞开，岸线向南北敞开。该岛东西高、中间低，北侧

岸外有低丘陵小岛洲仔，岛上植被类型多样且富于热带性，主要生长植物为草丛和灌丛：草丛含灌草丛、稀树草丛和草丛三个类型；本岛上除木麻黄等少数几种人工移植树木外，其他的灌木属长绿灌木，是森林和草丛的一种过渡性次生类型。结合森林资源调查数据，岛上林分全部是商品林，其中桉树、湿地松、速生相思等林分占比接近 50%。公园目前未发现国家级重点保护植物，记录到的主要国家重点保护动物主要有三线闭壳龟、花鳗鲡、褐翅鸬鹚、小鸬鹚等。该海区有浮游植物 110—210 种（不同季节种类数量不同）、底栖生物 364 种、游泳生物以经济鱼类为主，共约有 98 种。

B、生态功能现状

乌猪岛海洋公园拥有广袤的海域和比较丰富的海洋生物资源。但由于地理位置偏远，交通条件不佳，自 1997 年设立至今未进行特殊管理，除建设了少量标识设施以外，未有实质性建设，作为海洋公园，公园的生态旅游价值和社会、文化价值都不大。

C、管理现状

乌猪岛海洋公园管理机构为台山市自然保护地管理中心（挂台山市森林病虫害防治站牌子），核准岗位数 3 人，现聘用人数 2 人。

D、重要资源情况

江门台山乌猪岛海洋公园无重要自然生态系统、地质遗迹、自然和文化景观、红树林重要资源，也不涉及野生动物重要栖息地、世界自然遗产（含双遗产）、世界生物圈保护区、世界地质公园、国际重要湿地等。

2.海洋生态保护红线

根据《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》中“三区三线”的划定成果，本项目不占用城镇开发边界、永久基本农田和生态保护红线。根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），本项目评价范围内的生态红线区有：阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区。

3.海岛

本项目评价范围内有 4 个无居民岛屿，为南鹏岛、帆仔北岛、帆仔、大帆石；

1 个有居民海岛即潯洲。

4.“南海I号”水下文物保护区

“南海I号”水下文物保护区监控水域在大帆石、南鹏岛、茫洲岛以及上川岛的乌猪洲的闭合连线范围内，核心保护区为以 $21^{\circ}30'36.9466''N$ 、 $112^{\circ}22'11.54914''$ 为中心，半径 500m 的圆形区域。

根据《阳江市“南海 I 号”古沉船及遗址保护规定》第二十一条 在“南海 I 号”古沉船及遗址保护范围内禁止下列行为：

- （一）刻划、涂污、损坏文物或者损坏文物保护单位、标志；
- （二）违法排放污水、废气或者其他污染物污染“南海 I 号”古沉船及其遗址水域；
- （三）可能会破坏遗址海床的水下作业；
- （四）从事危及文物安全的捕捞、抛锚、爆破、钻探、挖掘等活动；
- （五）其他可能影响“南海 I 号”古沉船及遗址安全的行为。

本项目位于“南海I号”水下文物保护区监控水域范围，核心保护区位于本项目东南侧，核心保护区距离本项目约 4.82km。

经沟通省文物局，江门市自然资源局于 2026 年 3 月 27 日委托广东省文物考古研究院开展江门市拟出让海砂开采区文物考古调查勘探项目，该项目已完成野外文物考古调查勘探工作，未发现不可移动文物、亦未发现具有历史文物价值、需要进一步开展考古勘探的古代文化遗存；并于 2026 年 7 月 20 日收到省文物局复函：可按规定程序办理所涉海域出让的其他手续（附件 20）。

5.中华白海豚

据陈涛等于 2019 年 2 月发表于 Wiley 的《Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Moyang River Estuary: The western part of the world's largest population of humpback dolphins》，珠江口—漠阳江口中华白海豚种群从伶仃洋，沿横琴岛、高栏岛、荷包岛、大襟岛、广海湾、上、下川岛周围，向西经潯洲一直连续分布至海陵岛附近水域，是目前已知世界上最大中华白海豚种群。根据《珠海长隆富祥岛填海工程海洋环境影响报告书》（2017），2014 年出海监测珠江口中华白海豚资源，共计 82 航次，总航时达 442 小时，总航程达 8716.3 公里。成功目击中华白海豚共计 476 群次，中华白海豚共计 2861 头次。至 2014 年 12 月 31 日，在泛珠江口海域共辨识 1985 头中华白海豚个体，其中东

部种群（保护区所属内伶仃海域）累计辨识 798 头，所占比例达 40.2%。珠江口东部、中部和西部种群 2014 年新增辨识个体分别为 82、53 和 178 头，其中各区之间有部分新增辨识个体重叠，整体新增辨识个体 295 头。本项目位于珠江口—漠阳江口中华白海豚种群分布区内。

历史调查资料显示，项目北面曾发现过中华白海豚出现。

二、社会关注区

6. 国控站位

根据广东省近岸海域海水水质监测信息，项目评价范围内国控站位共 4 个：GDN17002、GDN10006、GDN10025、GDN17019。其中距离本项目最近的站位是 GDN17002，位于项目南侧，距离约 3.15km。

7. 养殖区

本项目附近分布有多个养殖项目，距离该项目最近的有台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十号养殖场、台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十一号养殖场，距离分别为 19.20 km、17.38 km，均位于本项目的东北侧。

8. 人工鱼礁

项目西北侧约 4.4km 为阳东区头芦排人工鱼礁工程，在海中投放构造物，起到改善修复海洋生态环境，增殖和养护渔业资源的作用，用海方式为透水构筑物。

9. 海上风电

项目的西侧分布有四个海上风电场项目，分别为中广核阳江帆石一海上风电场项目/二海洋风电场项目，距离均为 2.68km；中节能阳江南鹏岛海上风电项目，距离 8.93 km；中广核阳江南鹏岛海上风电项目，距离 9.52 km。

10. 航道、航路和锚地

本项目评价范围内的航道有潯洲岛北航道、潯洲岛南航道和东平航道，最近距离及方位分别为北侧 11.54 km、北侧 7.09 km、北侧 20.92 km。本项目评价范围内的有一中型船舶候潮、防台锚地，最近距离及方位分别为西北侧 18.86km。

根据《中国航路指南（南海海区）》《广东沿海主要公共航路》，本项目评价范围内的航路有：粤西沿海近岸航路（项目北侧，3.24 km），珠海高栏港外至阳江南鹏岛北航路（项目北侧，5.63 km），全国沿海航路总规划的内航路（项目南侧，16.73km）。

12. 海洋牧场

本项目与台山市规划建设的现代化海洋牧场深远海区域有重叠（图 2.6-8），根据江门市农业农村局关于征求海砂开采海域选址意见的复函，本项目海砂开采应在海洋牧场开发前完成，避免影响该海域海洋牧场的建设生产。本项目在此区域开采海砂对生态资源造成的破坏，通过生态补偿措施可以使海洋生物资源得到有效的恢复和保护，降低对渔业资源的不利影响。

表 2.6-3 海洋生态保护目标和社会关注区一览表

类别	序号	环境敏感区	位置	概况/保护要求	保护目标/保护对象	保护级别及批复依据
海洋生态敏感区/敏感保护目标						
重要渔业水域	1	南海幼鱼幼虾保护区	项目所在海域	粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域。每年 3 月 1 日至 5 月 31 日。	幼鱼幼虾及其水质、生态环境	农业部，中华人民共和国农业部第 189 号公告（2002 年 2 月 8 日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》
	2	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在海域	位于南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线、17 个基点连线以内水域为南海北部幼鱼繁育场保护区，保护期为 1~12 月即全年保护，保护期间禁止在保护区内进行底拖网作业。	幼鱼繁育及其水质、生态环境	
	3	黄花鱼幼鱼保护区	项目所在海域	上、下川岛周围 20 米水深以内海域（大小至洲），保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。	黄花鱼及其水质、生态环境	
自然保护地	4	阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区	西侧，约 10.32km	根据《关于建立阳江南鹏列岛水产市级保护区的请示》（阳海渔〔2003〕62 号）文件的内容，阳江南鹏列岛水产市级自然保护区位于南鹏列岛海域，其范围为 A、B、C、D 四点连成的闭合圈内，保护区的面积约 20000 公顷。 2008 年 10 月 11 日，广东省人民政府同意阳江南鹏列岛海洋生态自然保护区升格为省级自然保护区《关于同意阳江南鹏列岛海洋生态自然保护区升格为省级自然保护区的复函》（粤办函〔2008〕715 号），将南鹏列岛保护区划分为核心区、试验区和缓冲区。 2024 年，经各省级人民政府确认后，于 10 月 15 日至 22 日在自然资源部、国家林草局网站同步发布《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》	完整的近海海洋生态系统、珍稀水生野生动物资源及其栖息环境、具有重要经济价值水产资源产卵场、育苗场及独特物种种质资源	《关于同意阳江南鹏列岛海洋生态自然保护区升格为省级自然保护区的复函》（粤办函〔2008〕715 号），《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》（2024 年 10 月 15 日至 22 日，自然资源部、国家林草局网站同步发布）
	5	阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区	西侧，约 3.06km	阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区于 2004 年由阳东县人民政府批准建立，该保护区位于东平渔港东南方约 25km（南鹏列岛东面），其范围为该区海域面积 1382.70hm ² ，具体边界为：东经 112°14'55"至 112°17'00"，北纬 21°32'30"至 21°34'35"。	海洋生态环境和海洋生物多样性	2004 年由阳东县人民政府批准建立
	6	江门台山乌猪岛海洋公园	南侧，约 1.00km	江门台山乌猪岛海洋公园为县级海洋公园，位于台山市乌猪岛及其周围海域。地理坐标为东经 112°18' 11"—112°55'59"，北纬 21°27' 17"—21°39'43"，整合优化后面积为 15846.34 公顷，功能分区属于一般控制区。	保护海岛及其生境	《关于同意建立乌猪岛海洋特别保护区的复函》（粤水函〔1997〕123 号），2019 至 2024 年整合优化期间作

						为独立自然保护地保留。
海洋生态 保护红线	7	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	西侧, 约 10.32km	1.重点保护重要渔业资源产卵场; 2.保护潮间带; 3.保护和合理利用无居民海岛资源; 4.“南海 1 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制, 保护文物的安全、环境和历史风貌。	渔业资源及海洋生态环境保护	《广东省国土空间规划(2021—2035年)》《广东省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》
	8	东平镇南珍稀濒危物种分布区生态保护区	西侧, 约 1.00km	1.保护红树林及其生境, 维护红树林湿地生物多样性; 2.保护潮间带。	海洋珍稀濒危物种及生境保护	
	9	阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区	西侧, 约 3.06km	1.重点保护重要渔业资源产卵场; 2.“南海 1 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制, 保护文物的安全、环境和历史风貌。	渔业资源及海洋生态环境保护	
	10	大帆石-乌猪岛生态保护区	南侧, 约 1.00km	1.大帆石特别保护海岛严格落实领海基点管理要求, 实施全岛保护, 防止海岛灭失; 2.江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园保护乌猪岛及其生境; 3.保护潮间带; 4.保护和合理利用无居民海岛资源; 5.“南海 1 号”水下文物保护区核心保护区内严格控制各类与文物保护利用无关的建 设活动准入, 保护文物本体的真实性、安全性与完整性。	海岛生态系统及岛上珍稀濒危物种保护	
	11	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	东侧, 约 2.79km	1.重点保护重要渔业资源产卵场; 2.保护潮间带; 3.保护和合理利用无居民海岛资源; 4.“南海1号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制, 保护文物的安全、环境和历史风貌。	渔业资源及海洋生态环境保护	
海岛资源	12	潯洲	东北侧, 约 16.85km	北纬21°40.3', 东经112°26.8', 基岩岛。潯洲隶属于江门市台山市。近陆距离7.14千米, 岸线长度18.36千米, 陆域面积6.4479平方千米, 最高点高程291.2米。呈葫芦形, 该岛属于有居民海岛, 现岛上有两个自然村, 为潯头村和年丰村。	海岛	《印发广东省海岛保护规划(2011-2020)的通知》(粤海渔〔2011〕163号)
	13	南鹏岛	西侧, 约 11.75km	北纬21°33.1', 东经112°11.0', 基岩岛。南鹏岛隶属于阳江市。近陆距离16.96千米, 岸线长度8.91千米, 陆域面积1.6398平方千米, 最高点高程209.8米。该岛属于已开发无居民海岛, 岛	海岛及其自然岸线	

				上长有草丛、乔木和灌木。		
	14	帆仔北岛	南侧, 约 7.83km	北纬21°28.2', 东经112°21.3', 基岩岛。帆仔北岛隶属于江门市台山市。近陆距离26.44千米, 岸线长度34米, 陆域面积52平方米, 最高点高程1.5米。该岛为基岩岛, 属于未开发无居民海岛, 岛上无植被。	海岛	
	15	帆仔岛	南侧, 约 7.84km	北纬21°28.1', 东经112°21.3', 基岩岛。帆仔隶属于江门市台山市。近陆距离26.46千米, 岸线长度227米, 陆域面积2232平方米, 最高点高程13.0米。岛上无植被。该岛属于已开发无居民海岛。		
	16	大帆石	南侧, 约 8.46km	北纬21°27.8', 东经112°21.5', 基岩岛。大帆石隶属于江门市台山市。近陆距离27.2千米, 岸线长度496米, 陆域面积8618平方米, 最高点高程44.4米。属于已开发无居民海岛, 岛上无植被。大帆石是我国的领海基点。		
文 物 保 护 区	17	“南海1号”水下文物保护单位	东南侧, 约 4.82km	经沟通省文物局, 江门市自然资源局于2026年3月27日委托广东省文物考古研究院开展江门市拟出让海砂开采区文物考古调查勘探项目, 该项目已完成野外文物考古调查勘探工作, 未发现不可移动文物、亦未发现具有历史文物价值、需要进一步开展考古勘探的古代文化遗存; 并于2026年7月20日收到省文物局复函: 可按规定程序办理所涉海域出让的其他手续。	历史文物	/
珍稀水生生物		中华白海豚	历史调查资料显示, 项目北面曾发现过中华白海豚出现。	根据中国水产科学研究院南海水产研究所等的相关研究成果, 珠江口—莫阳江口中华白海豚种群从伶仃洋, 沿横琴岛、高栏岛、荷包岛、大襟岛、广海湾、上、下川岛周围, 向西经潯洲一直连续分布至海陵岛附近水域, 是目前已知世界上最大的白海豚种群。	中华白海豚及其生境	/
社会关注区						
国控站位	18	GDN17002	南侧, 约 3.15km	国控监测站位	水质	省级, 《广东省近岸海域水质监测信息》
	19	GDN10006	北侧, 约 15.46km	国控监测站位	水质	

	20	GDN10025	东北侧, 约 13.92km	国控监测站位	水质	
	21	GDN17019	西北侧, 约 16.82km	国控监测站位	水质	
养殖区	22	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十号养殖场	东北侧, 约 19.20km	该养殖场总面积428,000m ² 。	水质、生态	省级, 海域权属
	23	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十一号养殖场	东北侧, 约 17.38 km	该养殖场总面积428,000m ² 。	水质、生态	
人工鱼礁	24	阳东区头芦排人工鱼礁工程	西侧, 约 4.4km	用海主体: 阳东区海洋与渔业局 用海起止时间: 2010/3/16- 2050/3/15 用海面积: 19.166 公顷	海洋水质、沉积物、生态环境	
海上风电	25	中广核阳江南鹏岛海上风电项目	西侧, 约9.52 km	中广核阳江南鹏岛海上风电项目位于广东省阳江市阳东区东平镇南侧、海陵岛东南侧海域, 规划布置73台5.5MW风电机组, 总装机容量401.5MW, 同时配套建设1座220kV海上升压站和1座陆上集控中心。该项目是国内首例采用海上风电项目水下高应变检测, 同时也是国内首个成功完成30米水深风机基础导管架水下灌浆作业的海上风电项目。	地形地貌	
	26	中节能阳江南鹏岛海上风电项目	西侧, 约8.93 km	中节能阳江南鹏岛30万千瓦海上风电项目位于阳江市阳东区, 水深21至30m, 用海面积559公顷, 投资主体为中节能(阳江)风力发电有限公司, 2019年开工, 2021年并网发电, 采用55台5.5兆瓦风机, 桩基为四桩导管架结构, 总装机容量30万千瓦。	地形地貌	
	27	中广核阳江帆石一海洋风电场项目/二海洋风电场项目	西侧, 约 2.68km	两个项目均坐落于阳江市阳东区南鹏岛南侧深远海区域, 单个项目装机均为 1000MW (100 万千瓦), 合计总规模 2000MW。中广核阳江帆石一海上风电场项目风电场位于广东省阳江市南鹏岛南侧海域, 场址北侧为广东省沿海习惯航道, 场址水深在40m至50m之间, 场址距离南鹏岛最近距离约为36千米, 距离陆地最近距离约为60千米; 连陆海缆从风电场出发, 往东平方向, 登陆点位于阳江市阳东区大沟镇。已于2025年全容量投产, 220kV 送出, 阳江首个百万千瓦深远海风场。	地形地貌	

				中广核阳江帆石二海上风电场项目风电场位于广东省阳江市南鹏岛南侧海域，场址水深在46m~53m之间，场址距离陆地最近距离约为69千米；连陆海缆从风电场出发，往东平方向，登陆点位于阳江市阳东区大沟镇。2026年6月2日，项目首台18兆瓦超大型海上风机顺利完成吊装，该机组是中广核在建及在运项目中单机容量最大的风电机组，项目建成后将实现我国18兆瓦级海上风机的规模化应用。		
周边 航道、 航路	28	潯洲岛北航道	北侧，约 11.54km	/	地形地貌	/
	29	潯洲岛南航道	北侧，约 7.09km	/	地形地貌	
	30	粤西沿海近岸航路	北侧，约 3.24km	/	地形地貌	
	31	东平航道	西北侧，约 20.92km	/	地形地貌	
	32	珠海高栏港外至阳江 南鹏岛北航路	北侧，约 5.63km	/	地形地貌	
	33	全国沿海航路总规划 的内航路	南侧， 16.73km	/	地形地貌	
锚地	34	中型船舶候潮、 防台锚地	西北侧， 18.86km	/	地形地貌	/
海洋 牧场	台山市现代化海洋牧场深 远海区域		占用	规划中	水质、生态	广东省大广海湾(江门台山) 现代化海洋牧场规划建设 方案(2023-2035 年)
	阳江市现代化海洋牧场		/	评价范围内无规划的海洋牧场	/	阳江市现代化海洋牧场全 产业链建设总体规划 (2024-2035 年)

图 2.6-4 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图



图 2.6-5 南海北部幼鱼繁育场保护区

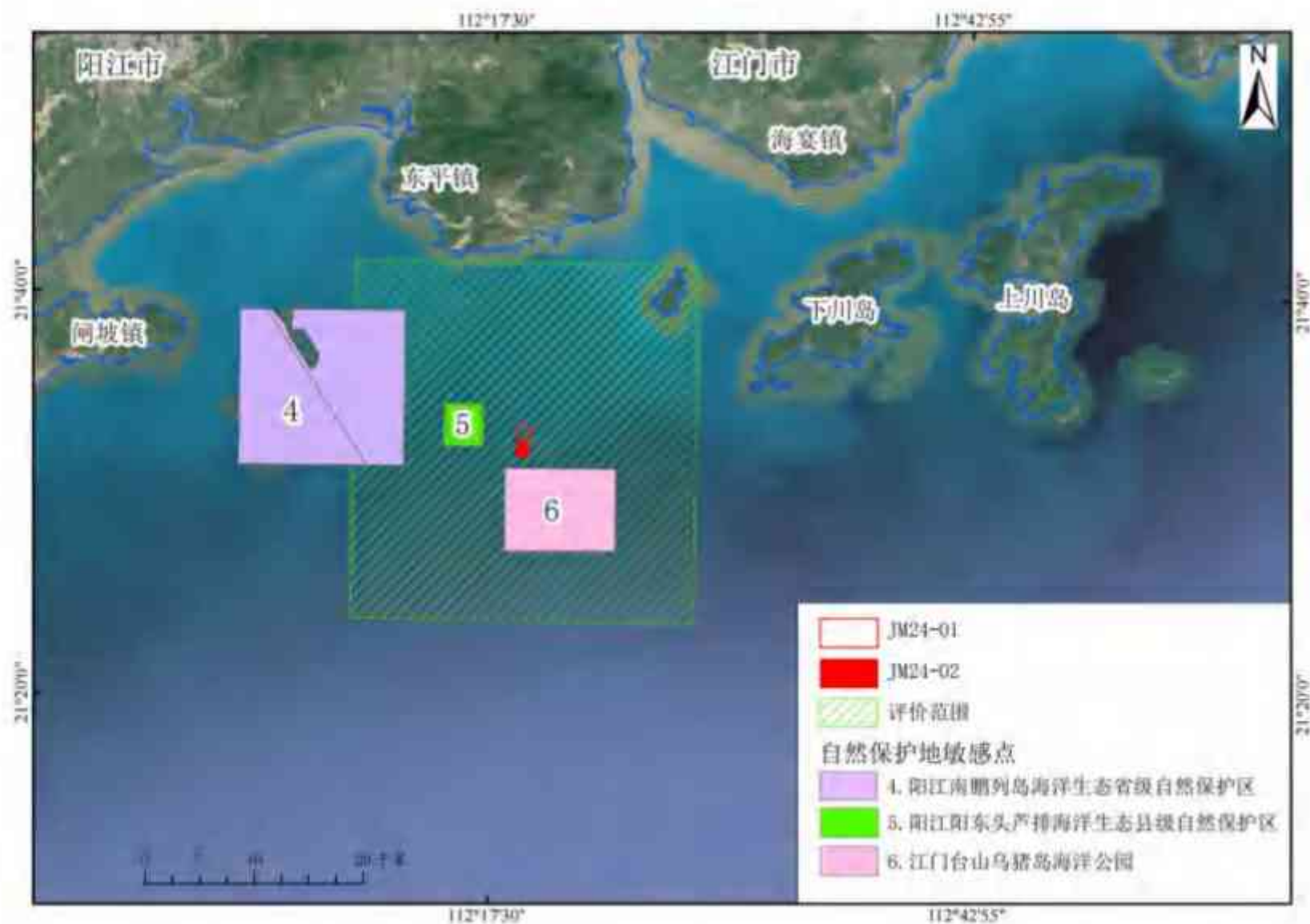


图 2.6-6 环境敏感保护目标分布图（自然保护地）

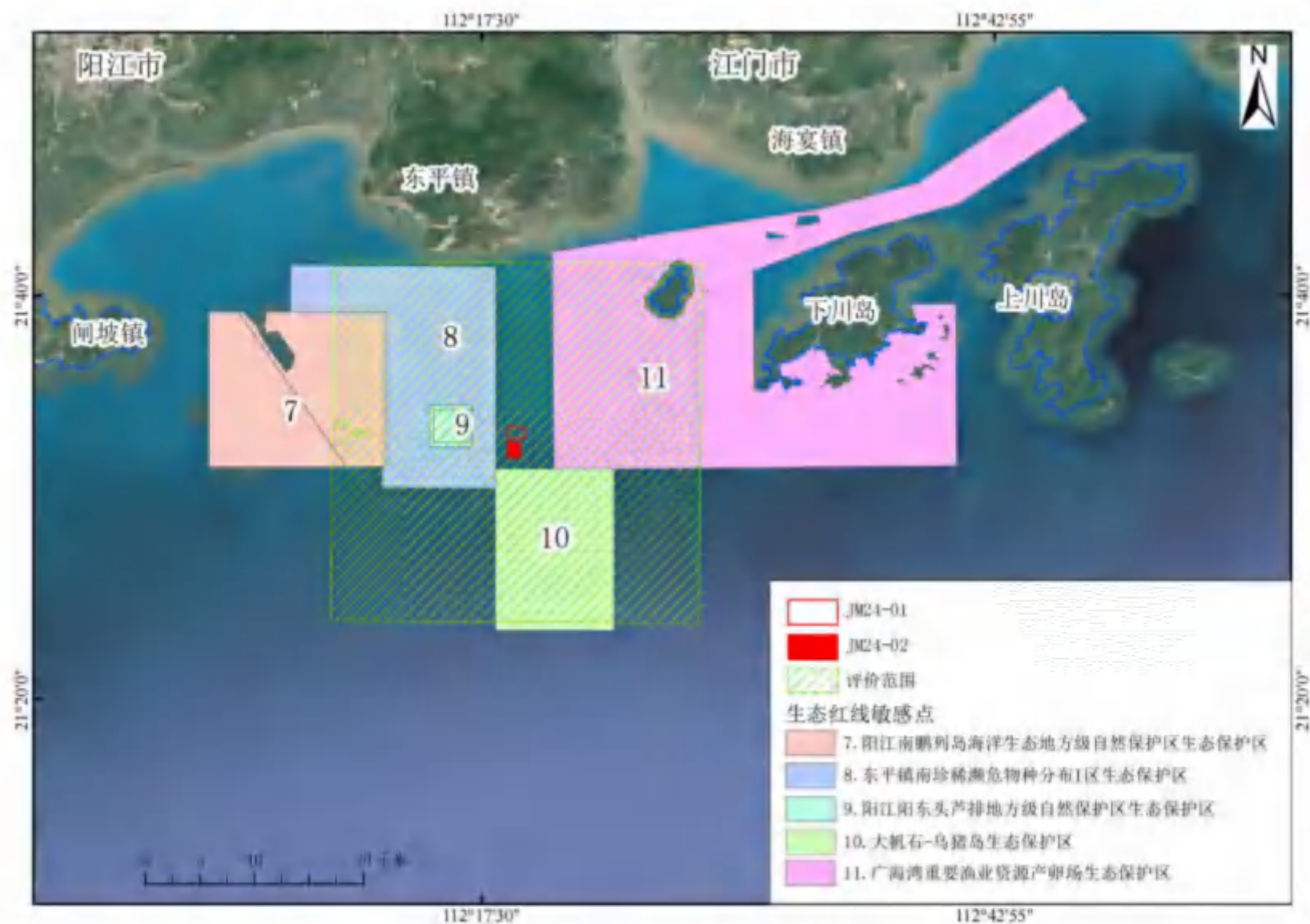


图 2.6-7 环境敏感保护目标分布图（生态红线区）

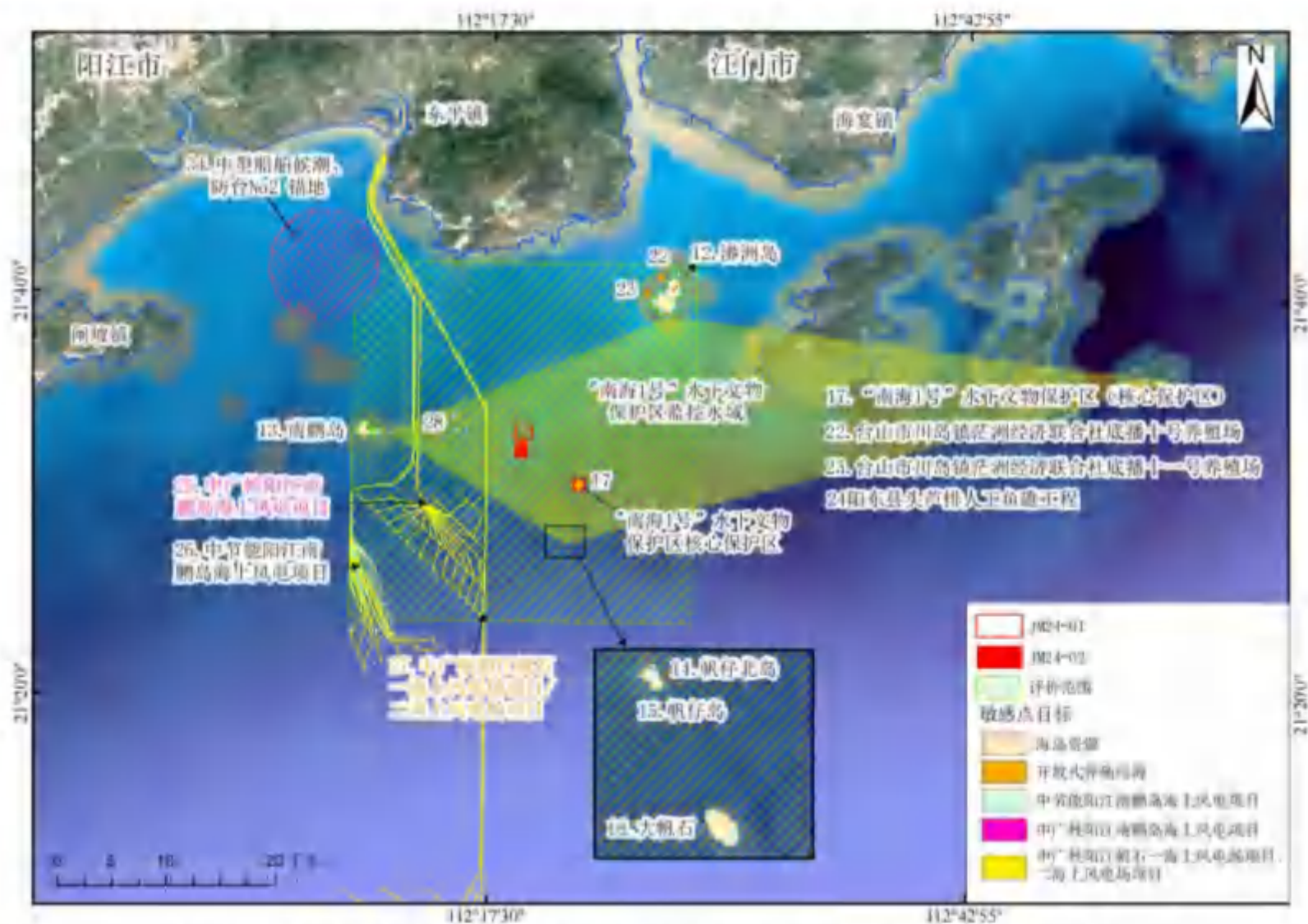


图 2.6-8 环境敏感保护目标分布图（海岛+人工鱼礁+养殖+南海 1 号+海上风电敏感目标+锚地）

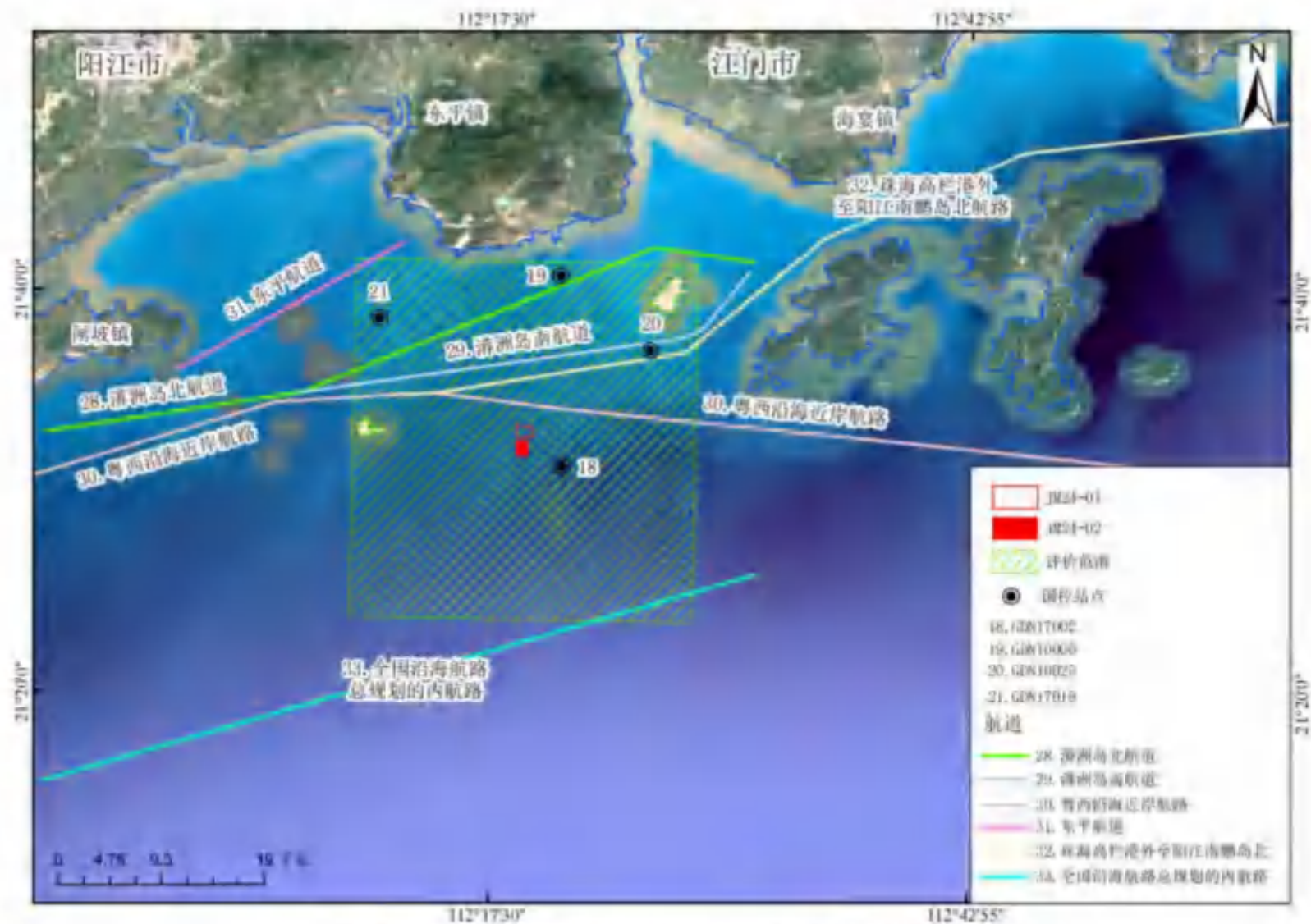
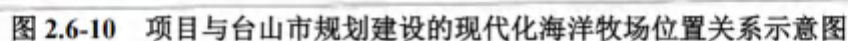
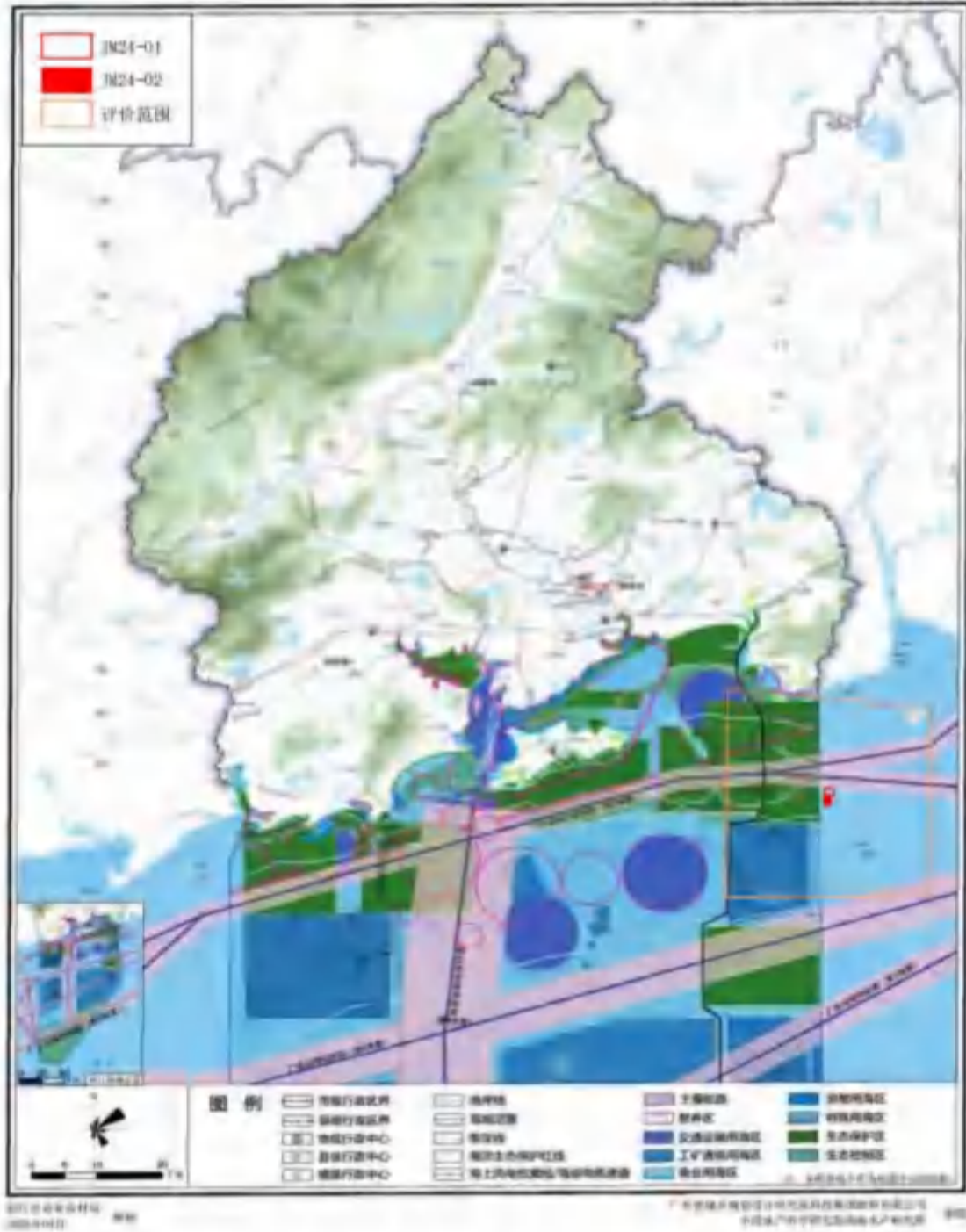


图 2.6-9 环境敏感保护目标分布图（国控点+航道航路敏感目标）



阳江市现代化海洋牧场全产业链建设总体规划（2024-2035年）

海上空间划定限制性要素分布图



3. 建设项目工程分析

3.1. 工程概况

3.1.1. 海砂开采名称、性质及地理位置

3.1.1.1 海砂开采名称

广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 区块海砂开采。

3.1.1.2 海砂开采性质

本项目为新设采矿权项目，开采方式为露天水下开采，矿区服务年限为 3 年（含准备期 3 个月）。

3.1.1.3 海砂开采地理位置

拟采砂区位于广东省江门台山市大帆石北面海域，行政区域属江门市管辖，矿区中心点地理坐标东经 112°19'4.69"，北纬 21°32'22.69"。2024 年江门海砂资源拟出让区共两块，本项目为其中的 JM24-02 区块，面积为 172.4196 公顷，拟开采标高为-72.5~21.2m。项目地理位置见图 3.1.1-I 所示。

3.1.2. 建设规模与总平面布置

为解决 2023 年以后的重大工程建设用砂问题，广东省自然资源厅启动《广东省海砂开采规划（2023-2030）》，以支撑 2023-2030 年广东省各地市海砂矿政管理。根据广东省海砂开采规划和《广东省财政厅关于下达 2024 年省级海洋资源管理与利用专项资金的通知》（粤财资环〔2024〕37 号）等文件要求，江门市要完成 2 块拟出让海砂开采区的挂牌出让前期工作，在广东省江门市大帆石北面海域选划了 2 个海砂资源拟出让区，JM24-02 是其中一块。2 个片区基本信息见表 3.1.2-1。JM24-02 区块位于片区南部，拟出让面积约 172.4196 公顷，距 JM24-01 区块的距离为 304m，详见图 3.1.2-I。

表 3.1.2-1 各采砂区概况

拟出让区 编号	面积 (ha)	原矿储量 ($\times 10^4 \text{m}^3$)	可开采原矿资源 储量 ($\times 10^4 \text{m}^3$)	开采平均深 度	采砂船出砂 效率 (m^3/h)	采砂船数 量 (艘)	运砂船数 量 (艘)	矿区服务 年限	悬砂数模源强 (单艘, kg/s)	
									采砂	选砂
JM24-01	153.6798	2381.11	2130.13	17.3	1000	2	12	3 年	0.91	51.92
					400	4			0.36	20.77
JM24-02	172.4196	2434.19	2185.69	18.4	1000	2	12	3 年	0.97	57.12
					400	4			0.39	22.85



图 3.1.1-1 采砂区地理位置图

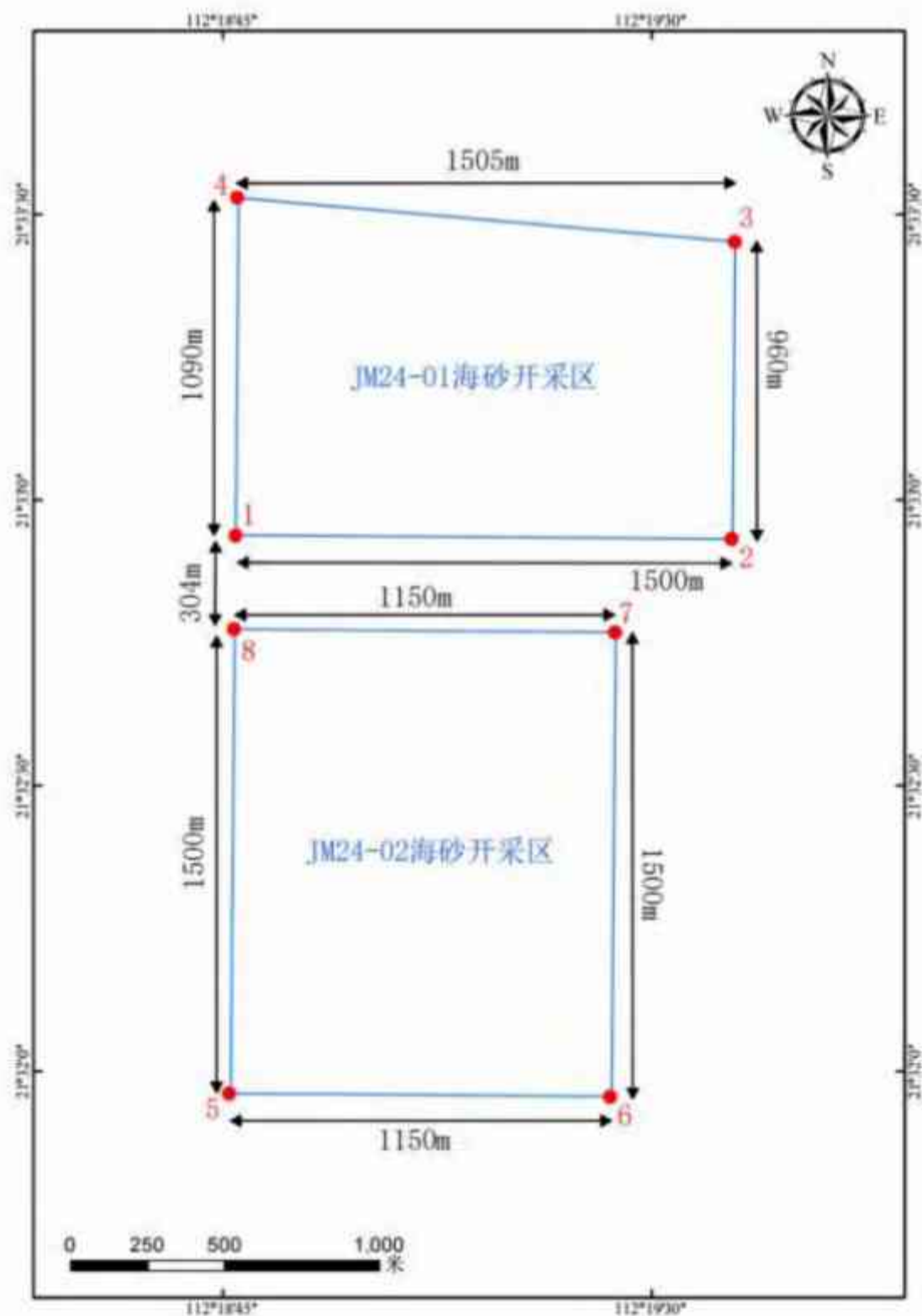


图3.1.2-1 两个采砂区平面布置及位置关系图

广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 区块海砂开采项目宗海位置图

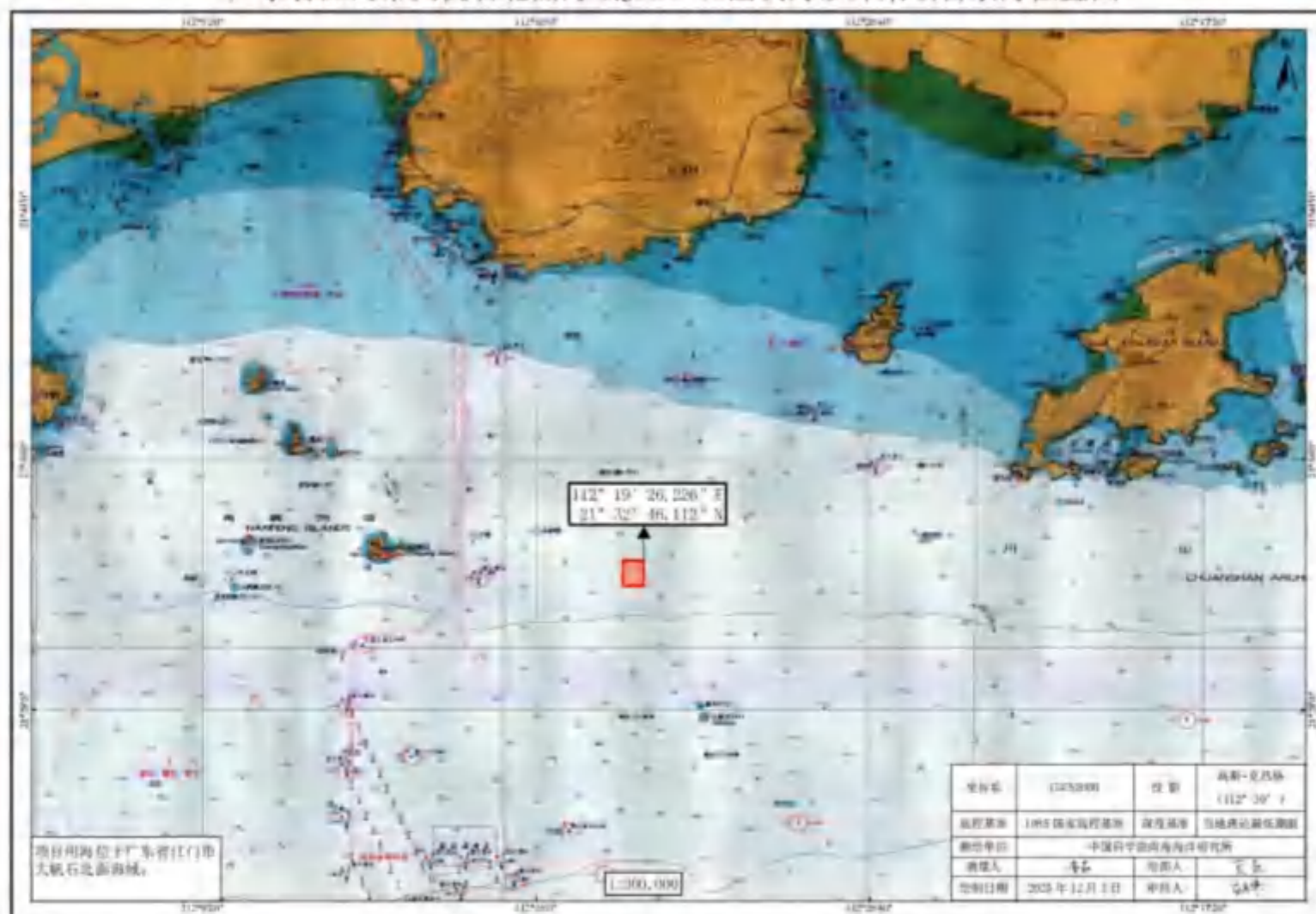


图3.1.2-2 本项目宗海位置图

本项目海砂开采区用海面积为 172.4196 公顷，其用海类型一级类属于工业用海，二级类为固体矿产开采用海；用海方式一级方式为其他方式，二级方式为海砂等矿产开采。

申请用海的界址点坐标和界址图见表 3.1.2-2 和图 3.1.2-3。

表 3.1.2-2 申请采砂区宗海界址点坐标

界址点	CGCS2000 坐标系	
	北纬 (N)	东经 (E)
1	21°31'57.671"	112°18'45.832"
2	21°31'57.356"	112°19'25.783"
3	21°32'46.112"	112°19'26.226"
4	21°32'46.428"	112°18'46.270"

3.1.3. 砂源分析

本节主要引用《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2025 年 8 月）的相关内容（以下简称《核实报告》）。根据《核实报告》，矿区多波束水深测量值的基准面为理论最低潮面；理论最低潮面在当地平均海面下 147cm，1985 国家高程基准在当地平均海面上 49cm。

3.1.3.1 矿体特征

3.1.3.1.1 矿体分布

本矿区圈定的海砂矿体为回填料海砂矿体，矿区内发现两套海砂矿体，自上而下分别命名为 V1 和 V2，矿区范围内 V1 矿体面积为 1.7242km²，V2 矿体面积为 1.569 km²，根据《矿产地质勘查规范 海砂》（DZ/T 0494-2024），本矿区矿体规模为中型，V1 和 V2 矿体平面分布见图 3.1.3-1～图 3.1.3-2。

V1 矿体全区分布，区内所有钻孔均揭露矿体，区内矿体形状为矩形，沿勘探线方向东西长 1150m，垂直勘探线方向南北长 1500m。矿体形态较简单，呈似层状，总体底板较平坦，形态复杂程度为中等。V1 矿体海砂主要成分为石英，其次为长石，磨圆度多为中等，结构松散～密实不等。

V2 矿体仅 JM2402Z07 钻孔及周边区域不见矿，其它 12 个钻孔均见矿。平面上 V2 矿体在矿区东南部缺失，V2 矿体沿勘探线方向东西最长 1150m，最短 760m，垂直勘探线方向南北最长 1500m，最短 350m；缺失的矩形窗口沿勘探线方向长约 390m，垂直勘探线方向约 400m。V2 矿体形态较简单，呈似层状，局

部透镜状，总体底板较平坦，形态复杂程度为中等。V2 矿体海砂主要成分为石英，其次为长石，磨圆度为中等~较好，结构松散~密实不等。

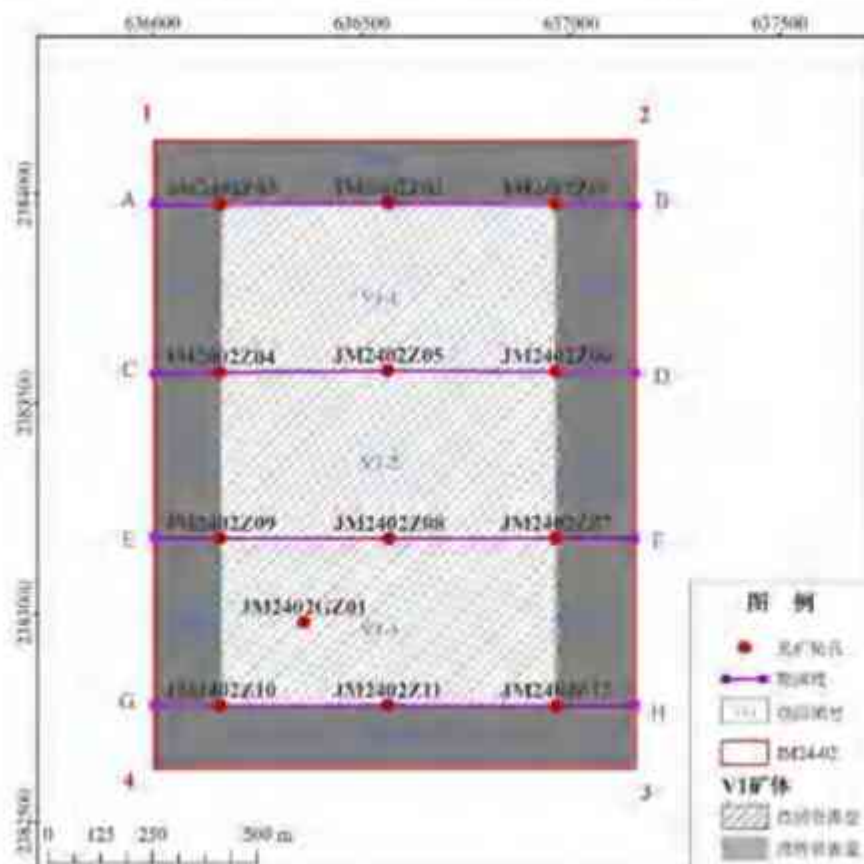


图 3.1.3-1 V1 矿体平面分布图

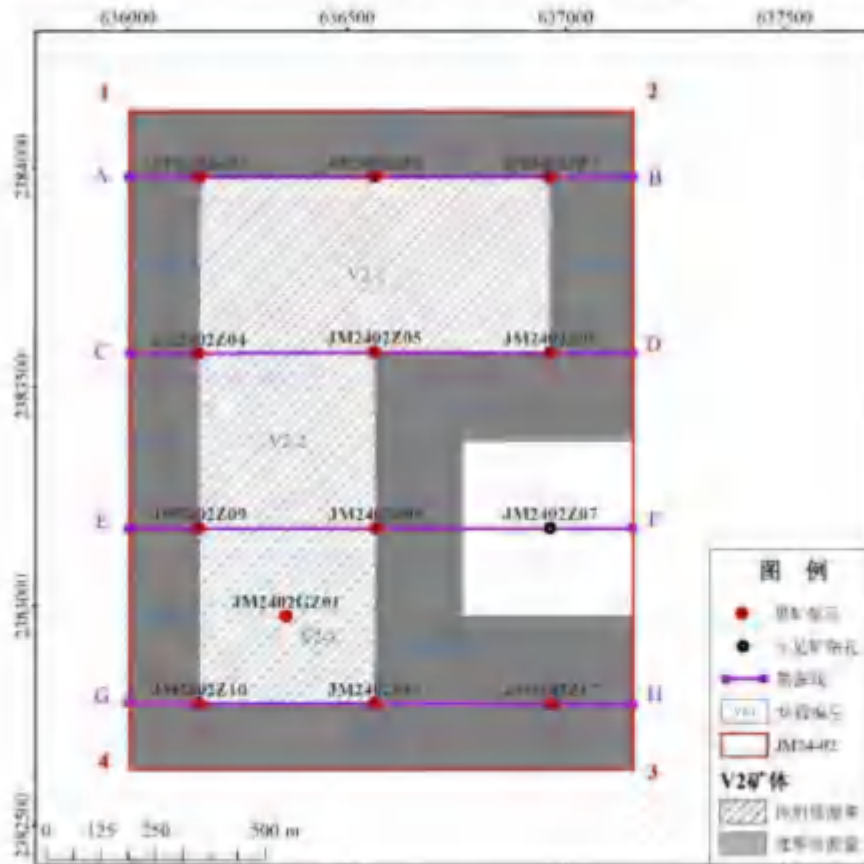


图 3.1.3-2 V2 矿体平面分布图

3.1.3.1.2 矿体厚度

矿体 V1：矿体厚度变化在 1.4m~13.8m 之间，平均厚度 5.5m。矿体大体呈中部和东部厚、西部薄的趋势（图 3.1.3-3）。其中 JM2402Z12 孔矿体厚度最大（13.8m），JM2402Z11 孔矿体厚度最小（1.4m）。矿体厚度变化系数为 60.74%，（表 3.1.3-1），根据《矿产地质勘查规范 海砂》（DZ/T 0494-2024），矿体厚度稳定程度为较稳定。

矿体 V2：矿体厚度变化 0.0~25.6m，矿体 V2 平均厚度 12.9m。矿体大体呈东北部厚、西南角薄的趋势（图 3.1.3-4）。其中，JM2402Z02 孔矿体厚度最大，为 25.6m，JM2402Z07 孔矿体厚度最小，为 0.0m。矿体厚度变化系数为 56.47%（表 3.1.3-1），根据《矿产地质勘查规范 海砂》（DZ/T 0494-2024），矿体厚度稳定程度为稳定。

各个钻孔中矿体 V1 和 V2 的厚度、顶面标高、底面标高和盖层厚度具体见表 3.1.3-1。

表 3.1.3-1 各钻孔矿体 V1 和 V2 顶底面标高、厚度和盖层厚度 (单位: m)

孔号	孔口 标高	V1 矿 体顶面 标高	V1 矿 体底面 标高	V2 矿 体顶面 标高	V2 矿 体底面 标高	V1 矿 体厚 度	V2 矿 体厚 度	V1 矿 体盖层 厚度	V2 矿 体盖层 厚度
JM2402Z01	-22.3	-32.8	-39.1	-51.4	-64.1	6.3	12.7	10.5	29.1
JM2402Z02	-22.3	-31.7	-36.7	-38.5	-69.1	5.0	25.6	9.4	16.2
JM2402Z03	-22.5	-34.5	-37.4	-46.7	-72.5	2.9	24.3	12	24.2
JM2402Z04	-21.4	-32.8	-34.9	-58.0	-71.4	2.1	12.2	11.4	36.6
JM2402Z05	-22.8	-32.3	-40.5	-53.5	-65.5	8.2	12.0	9.5	30.7
JM2402Z06	-21.3	-33.6	-39.5	-49.8	-62.8	5.9	13.0	12.3	28.5
JM2402Z07	-21.2	-34.8	-44.6	/	/	7.7	0.0	13.6	/
JM2402Z08	-23.6	-33.0	-39.4	-41.9	-61.2	6.4	14.8	9.4	18.3
JM2402Z09	-22.0	-31.5	-36.0	-50.4	-61.9	4.5	11.5	9.5	28.4
JM2402Z10	-23.3	-34.9	-40.1	-59.9	-61.5	5.2	1.6	11.6	36.6
JM2402Z11	-22.4	-33.8	-35.2	-40.4	-61.8	1.4	10.2	11.4	18.0
JM2402Z12	-22.5	-33.7	-47.5	-49.0	-67.5	13.8	18.5	11.2	26.5
JM2402GZ01	-23.2	-39.4	-41.2	-60.2	-71.2	1.8	11.0	16.2	37.0
最大值	-21.2	-31.5	-34.9	-38.5	-61.2	13.8	25.6	16.2	37.0
最小值	-23.6	-39.4	-47.5	-60.2	-72.5	1.4	1.6	9.4	16.2
平均值	-22.4	-34.2	-39.9	-50.7	-65.9	5.8	12.9	11.8	28.2
标准差	/	/	/	/	/	3.33	7.3	1.9	7.3
变化系数%	/	/	/	/	/	60.74	56.47	17.04	26.51

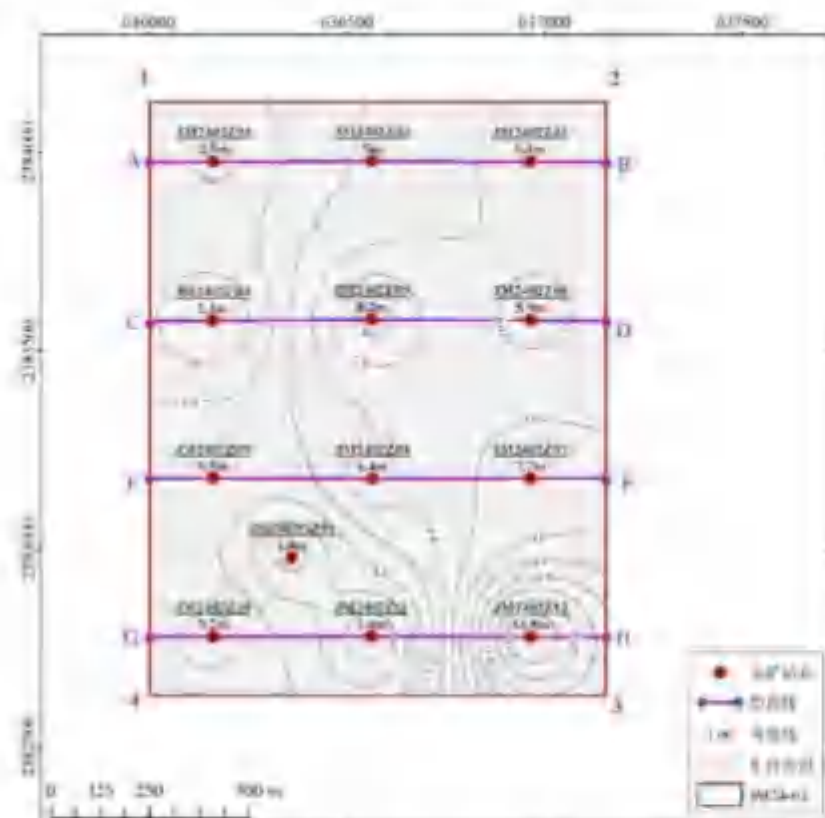


图 3.1.3-3 江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区 V1 矿体海砂等厚度图

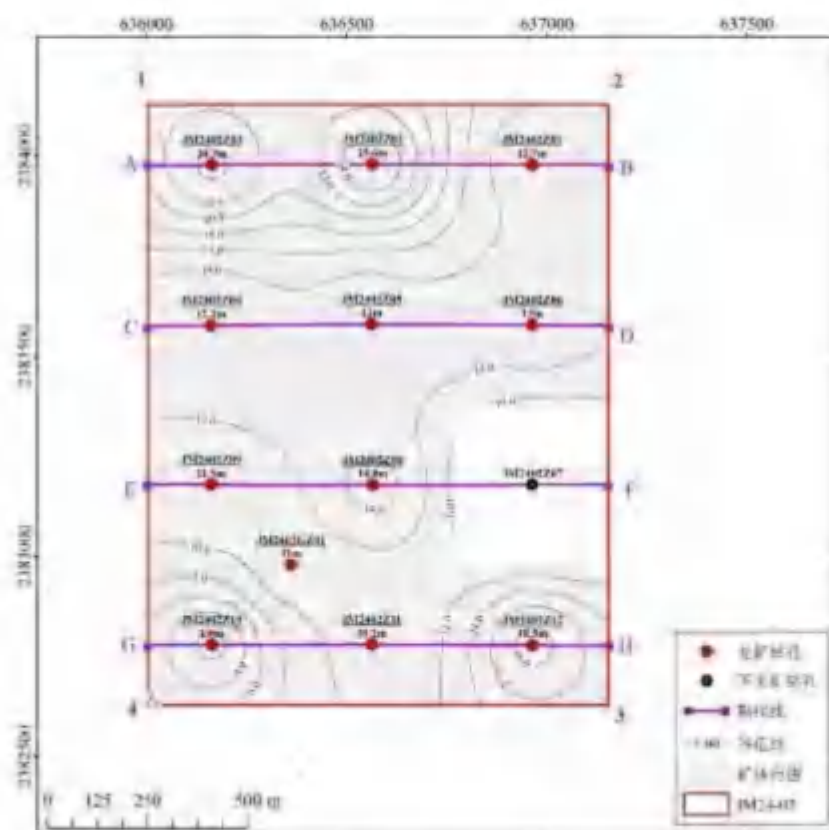


图 3.1.3-4 江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区 V2 矿体海砂等厚度图

3.1.3.2 资源量估算

1. 矿石质量指标

- (1) 含砂量 $\geq 50\%$ (粒径 $\geq 0.063\text{mm}$ 的沉积物含量)；
- (2) 粗度指数 ≥ 0.95 ；
- (3) 放射性物质内、外照射指数 ≤ 1 。

2. 开采技术条件指标

- (1) 最小可开采厚度： $\geq 2\text{m}$ ；
- (2) 夹石剔除厚度： $> 1\text{m}$ 。

3. 矿体圈定及外推原则

(1) 矿体圈定与连接

- 1) 单工程中凡符合圈矿指标要求且厚度大于等于 2m 的砂层圈定为矿体。
- 2) 当单工程中连续矿石样段中夹个别达不到工业要求的样段，上下矿石样段加权平均后如达到工业指标的，可圈矿。

3) 剖面上矿体的圈连，相邻两个工程矿体层位对应时，用直线连成矿体；相邻工程无相应矿层发育时，按工程间距的二分之一尖推。

4) 剖面上, 当单工程砂层厚度小于 2m, 且满足圈矿指标, 但相邻工程见矿, 为保证地层的连续性, 该砂层可圈定为矿体。

5) 当浅地层剖面 and 单道地震等物探剖面清晰可靠时, 可按自然曲线连接矿体。无论采用何种方式连接, 工程间圈连的矿层厚度不应大于两工程中控制较厚矿层的实际厚度。

6) 平面上, 一般采用直线连接各剖面上矿体的资源量估算界线投影点。

(2) 矿体外推

1) 矿体边界确定: 相邻两个工程一个见矿, 另一个不见矿时, 采用有限外推, 自见矿工程外推工程间距的二分之一 (200m) 尖推。

2) 无限外推, 按工程间距的二分之一 (200m) 尖推。

4. 资源量估算方法

本矿床矿体呈近似层状展布, 矿体产状较平缓, 分布较连续, 矿层厚度变化较稳定, 工程分布较均匀, 故本次资源量估算方法采用水平投影地质块段法估算海砂资源量。

本报告海砂资源量以体积表示, 估算公式如下:

$$V_i = S_i \times H_i \dots\dots\dots(1)$$

$$V = \sum V_i \dots\dots\dots(2)$$

其中:

V 为海砂原矿体积, 单位为万立方米 (10^4m^3);

V_i 为第 i 个块段的海砂原矿资源量 (体积), 单位为万立方米 (10^4m^3);

S_i 为第 i 个块段的海砂矿体面积, 单位为平方米 (m^2);

H_i 为第 i 个块段的海砂矿体平均厚度, 单位为米 (m)。

6. 海砂资源量 (不含泥) 估算结果

本矿区回填料海砂资源量估算信息详见表 3.1.3-2。

V1 矿体:

控制体积资源量: $VV1-k = 535.14 \times 10^4\text{m}^3$; 平均含砂量为 77.38%。

推断体积资源量: $VV1-t = 261.58 \times 10^4\text{m}^3$; 平均含砂量为 78.64%。

V2 矿体:

控制资源量: $VV2-k = 891.29 \times 10^4\text{m}^3$; 平均含砂量为 76.66%。

推断资源量: $VV2-t = 746.18 \times 10^4\text{m}^3$; 平均含砂量为 77.50%。

矿区：

控制体积资源量 $V_k = VV1-k + VV2-k = 1426.43 \times 10^4 m^3$ ；平均含砂量为 76.93%。

推断体积资源量 $V_t = VV1-t + VV2-t = 1007.76 \times 10^4 m^3$ ；平均含砂量为 77.80%。

控制+推断体积资源量 $V = V_k + V_t = 2434.19 \times 10^4 m^3$ ；平均含砂量为 77.29%。

表 3.1.3-2 江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区海砂资源量估算表

矿体号	块段号	资源量类型	平均厚度 (m)	面积 (m^2)	体积资源量 ($\times 10^4 m^3$)	平均含砂量 (%)	平均含泥量 (%)
V1	V1-1	控制	5.1	320296	163.35	77.76	22.24
	V1-2		5.8	320949	186.15	76.33	23.67
	V1-3		5.8	320070	185.64	78.11	21.89
	V1-4	推断	3.0	173005	51.90	79.47	20.53
	V1-5		1.5	63908	9.59	67.26	32.74
	V1-6		3.2	75858	24.27	83.29	16.71
	V1-7		2.0	62900	12.58	77.17	22.83
	V1-8		3.6	75667	27.24	75.81	24.19
	V1-9		2.9	63587	18.44	74.18	25.82
	V1-10		5.7	75728	43.16	79.88	20.12
	V1-11		4.3	173032	74.40	79.67	20.33
	小计	控制	5.6	961315	535.14	77.38	22.62
		推断	3.4	763685	261.58	78.64	21.36
	合计	推断+控制	4.6	1725000	796.72	77.80	22.20
V2	V2-1	控制	16.6	320296	531.69	77.93	22.07
	V2-2		12.6	160748	202.54	75.51	24.49
	V2-3		9.8	160270	157.06	73.87	26.13
	V2-4	推断	13.1	173005	226.64	78.05	21.95
	V2-5		11.0	63908	70.30	76.98	23.02
	V2-6		6.8	75858	51.58	78.94	21.06
	V2-7		7.1	62900	44.66	73.14	26.86
	V2-8		6.6	157824	104.16	80.25	19.75
	V2-9		3.9	63587	24.80	71.60	28.40
	V2-10		7.3	157572	115.03	78.10	21.90
	V2-11		6.3	173032	109.01	75.90	24.10
	小计	控制	13.9	641314	891.29	76.66	23.34
		推断	8.0	927686	746.18	77.50	22.50
	合计	控制+推断	10.4	1569000	1637.47	77.05	22.95
全区合计		控制	8.9	1602629	1426.43	76.93	23.07
		推断	6.0	1691371	1007.76	77.80	22.20
		控制+推断	7.4	3294000	2434.19	77.29	22.71

3.1.3.3 采砂区砂源品位分析

3.1.3.3.1 矿石组成

根据矿区碎屑矿物分析结果，海砂的矿物组成主要为石英，次要矿物为长石和白云母。砂层呈松散—密实结构，平行层理构造或块状构造。

V1 矿体内 0.063mm 以上粒级含量（即砂+砾含量）变化在 54.50%~90.68% 之间，平均含量 77.85%，变化系数为 9.80%，分布均匀程度为均匀。

V2 矿体内 0.063mm 以上粒级含量变化在 44.90%~92.70%，平均含量 77.25%，变化系数为 12.06%，分布均匀程度为均匀。

全矿区 0.063mm 以上粒级含量（即砂+砾含量）在 44.90%~92.7% ，平均值为 77.44% ，变化系数为 11.00%，分布均匀程度为均匀。

钻孔 JM2402Z01~JM2402Z12 粒级含量和粗度指数垂向变化见图 3.1.3-5。在矿区的中部和北部钻孔，砂+砾含量和粗度指数随钻孔深度增加总体呈现增高的变化趋势；中东部的钻孔 JM2402Z07 钻孔 V1 矿体内粗度指数随钻孔深度增加呈降低趋势，中西部和南部的钻孔粗度指数随钻孔深度的变化不明显。

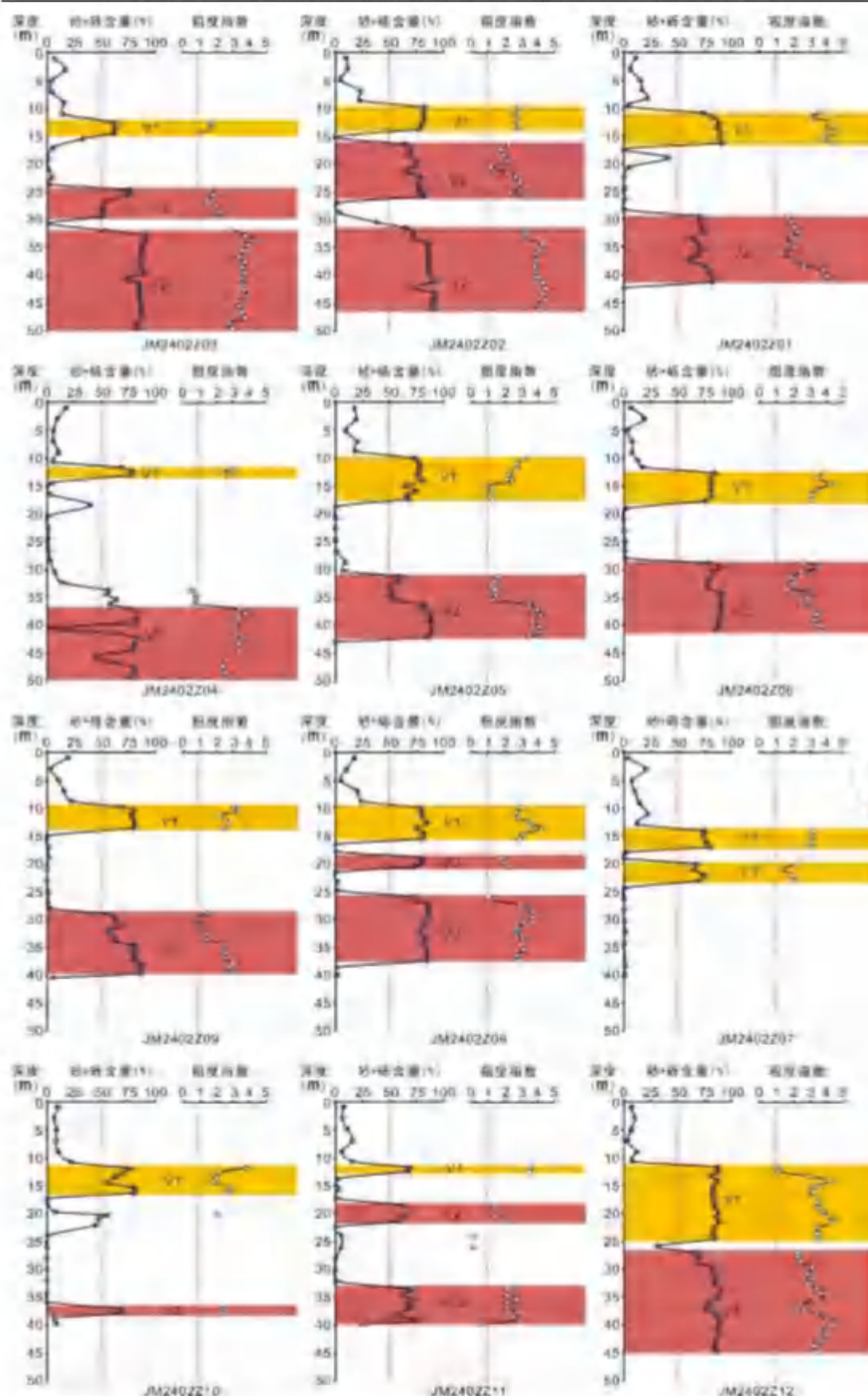


图 3.1.3-5 JM24-02 矿区各钻孔粒级累积百分含量、细度模数垂向变化及矿层厚度图 (色带为矿层)

3.1.3.3.2 含泥量

本报告中泥是指粒径小于 0.063mm 的沉积物颗粒。单工程含泥量为该工程所取各砂层样品含泥量按样长加权的平均值。

矿体 V1 中各样品含砂量在 54.50%~90.68%之间，加权平均值 77.79%；含泥量在 9.32%~45.50%之间，加权平均值 22.22%。

矿体 V2 中各样品含砂量在 44.90%~92.70%，加权平均值 77.05%；含泥量为 7.30%~55.10%，加权平均值 22.95%。

全区加权后平均含砂量 77.29%，平均含泥量 22.71%。

3.1.3.3.3 矿区砂源粒径分析

圈定海砂矿体后，矿区 V1 和 V2 矿体计算样品各粒级分级筛余百分率及单工程粗度指数。

矿体 V1 砂样粗度指数在 1.02~4.95 之间，平均值 3.01 (N=77)，主要为中砂 (N=26) 和粗砂 (N=20)，其余为特粗砂 (N=12)、细砂 (N=10) 和特细砂 (N=9)，总体评价为中砂级别。

矿体 V2 砂样粗度指数在 0.73~4.85 之间，平均值 3.00 (N=169)，主要为中砂 (N=44) 和粗砂 (N=39)，其次为细砂 (N=34) 和特粗砂 (N=31)，少数为特细砂 (N=18)，钻孔 JM2402Z07 有 3 个样品未达到特细砂规格。总体评价为中砂级别。

全矿区矿体海砂的平均粗度指数为 3.00，整体为中砂级别，质量较好。

3.1.3.3.4 含矿性分析

1. 碎屑矿物

获取的 43 件样品中共检出碎屑矿物有 22 种，包括陆源碎屑矿物、海洋自生矿物、内源生物碎屑矿物和火山源物质矿物。按比重分为重矿物与轻矿物两类，其中重矿物主要包括磁铁矿、钛铁矿、褐铁矿、赤铁矿、菱铁矿、黄铁矿、黑云母、岩屑、海绿石、角闪石及锆石等，轻矿物主要包括石英、长石、白云母和钙质生物等。其中 28 件海砂样品检出碎屑矿物有 20 种，锐钛矿和电气石未检出。根据 JM24-02 矿区钻孔特征，将矿区自上而下分为两套砂，样品 JM2402-1 和 JM2402-2 采集自第一套砂层，样品 JM2402-3、JM2402-4、JM2402-5 和 JM2402-6 采集自第二套砂层。矿区两套砂样共检出碎屑矿物有 15 种，其中轻矿物主要为石英、长石和白云母等，重矿物主要为岩屑、磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、菱铁矿、海绿石、黄铁矿及锆石等。砂层主要碎屑矿物含量见表 3.1.3-3。

表 3.1.3-3 JM24-02 矿区砂层碎屑矿物主要种类含量表

砂层	样品编号	重矿物总含量 (%)	轻矿物总含量 (%)	单一重矿物含量 (%)									单一轻矿物含量 (%)		
				磁铁矿	钛铁矿	赤铁矿	菱铁矿	岩屑	海绿石	角闪石	黄铁矿	锆石	白云母	长石	石英
第一套砂	JM2402-1	0.37	8.64	1.36	1.09	1.90	0.00	58.15	33.97	2.45	0.54	0.27	0.20	0.40	99.40
	JM2402-2	2.91	15.57	0.25	0.25	1.00	0.00	75.87	21.64	0.50	0.50	0.00	2.52	0.58	96.90
第二套砂	JM2402-3	0.53	10.95	3.02	2.77	4.79	0.00	68.01	18.89	1.01	1.26	0.25	0.40	0.40	98.81
	JM2402-4	1.31	16.42	0.50	1.00	1.00	17.41	63.43	14.68	1.24	0.50	0.25	0.98	0.59	98.43
	JM2402-5	0.82	12.94	3.19	1.47	13.97	9.31	58.82	11.03	0.74	1.23	0.25	0.59	0.40	99.01
	JM2402-6	0.38	5.74	1.04	1.04	12.76	48.70	35.16	0.00	0.78	0.52	0.00	0.40	0.00	99.60

2.黏土矿物

获取的 43 个样品中共检出黏土矿物有伊蒙混层（伊利石和蒙脱石两个端源矿物之间的过渡矿物）、伊利石、高岭石、绿泥石。

根据 JM24-02 矿区钻孔特征，将矿区自上而下分为两套砂，样品 JM2402-1 和 JM2402-2 采集自第一套砂层，样品 JM2402-3、JM2402-4、JM2402-5 和 JM2402-6 采集自第二套砂层。矿区两套砂层样品检出黏土矿物为伊蒙混层、伊利石、高岭石、绿泥石，平均含量分别占黏土矿物总量的 1.96%、42.51%、37.99%、17.53%。矿区内海砂主要黏土矿物相对含量见表 3.1.3-4。

表 3.1.3-4 JM24-02 矿区海砂黏土矿物及相对含量表

砂层	样品编号	粘土矿物及相对含量 (%)			
		伊蒙混层	伊利石	高岭石	绿泥石
第一套砂	JM2402-1	1.20	44.10	37.11	17.58
	JM2402-2	1.52	38.18	41.58	18.72
第二套砂	JM2402-3	2.75	54.67	26.38	16.19
	JM2402-4	1.88	34.09	43.34	20.68
	JM2402-5	1.41	40.62	42.15	15.82
	JM2402-6	3.01	43.42	37.37	16.20
矿区平均		1.96	42.51	37.99	17.53

3.重砂矿物

为分析矿区海砂重砂矿物特征，在全区 12 个钻孔自上而下采集 3 件砂层海砂混合样开展矿区重砂矿物特征分析，样品 JM2402-1 采集自第一套砂层，样品 JM2402-2、JM2402-3 采集自第二套砂层。样品检测出磁铁矿、钛铁矿、褐铁矿、锆石、金红石、白钛石、石榴石、电气石、独居石、黄铁矿、菱铁矿及角闪石等共计 12 种重砂矿物，某些矿物的含量极少，未进行称重计量。矿区海砂重砂矿物含量见表 3.1.3-5。

表 3.1.3-5 JM24-02 矿区海砂重砂矿物含量 (g/t)

样品编号	磁铁矿	钛铁矿	褐铁矿	锆石	金红石	白钛石
JM2402-1	4.85	173.76	20.73	70.24	25.36	29.02
JM2402-2	5.82	394.50	69.10	198.80	58.80	61.68
JM2402-3	16.66	144.06	334.25	66.31	14.16	15.39
	石榴石	电气石	独居石	黄铁矿	菱铁矿	角闪石
JM2402-1	8.47	110.77	4.84	72.18	23.45	22.54
JM2402-2	2.26	221.57	4.21	79.20	42.46	11.30
JM2402-3	8.70	203.30	5.10	267.17	56.45	5.18

4.重砂矿物品位评价

为了便于与使用的工业指标做比较，矿物含量单位 g/t 转换为 kg/m³，所用

的砂土的干密度值为 1.75g/cm^3 ，换算结果见表 3.1.3-6，表中的“/”表示未检出。

根据钻孔中单样重砂分析结果折算的品位，参照工业指标，矿区主要的有用重砂矿物钛铁矿、锆英石、金红石、独居石、磷钇矿、锡石和砂金均未达到工业边界品位。

表 3.1.3-6 JM24-02 矿区海砂样品重砂矿物折算后品位

样品编号	重矿物品位 (kg/m^3)						
	钛铁矿	锆石	金红石	独居石	磷钇矿	锡石	砂金
JM2402-1	0.304	0.123	0.044	0.008	/	/	/
JM2402-2	0.690	0.348	0.103	0.007	/	/	/
JM2402-3	0.252	0.116	0.025	0.009	/	/	/

注：“/”表示未检出

3.1.3.3.4 放射性分析

放射性测定是为研究海砂矿放射性强度，以评价其对环境 and 人体的危害程度。本次调查对 3 个海砂原矿样品（JM2402-1、JM2402-2、JM2402-3）进行放射性测试，测试内容包括 ^{226}Ra （Bq/kg）、 ^{232}Th （Bq/kg）和 ^{40}K （Bq/kg），结果见表 3.1.3-7。

其中 JM2402-1 内照射指数为 0.1，外照射指数为 0.3；JM2402-2 内照射指数为 0.2，外照射指数为 0.4；JM2402-3 内照射指数为 0.1，外照射指数为 0.3，全部海砂样品的放射性物质照射指数均小于 1，海砂的放射性比活度符合我国《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）的要求，对环境和人体无危害性，可作为建筑主体材料。

表 3.1.3-7 钻孔样品放射性物质照射指数测试结果

样品编号	CRa	CTh	CK	IRa	Iγ
	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	/	/
JM2402-1	22.5	32.8	383.7	0.1	0.3
JM2402-2	34.3	44.2	432.0	0.2	0.4
JM2402-3	18.4	34.3	289.0	0.1	0.3

3.1.3.3.5 有害物质分析

砂中如果含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物、贝壳，其限量应符合《建设用砂》（GB/T 14684-2011）的要求，具体见 3.1.3-8。

表 3.1.3-8 有害物质物质限量技术指标

类别	I	II	III
云母（按质量计）/%	≤1.0	≤2.0	
轻物质（按质量计）/%	≤1.0		
有机物（比色法）	浅于标准色（深于标准色时抗压强度比≥0.95）		
硫化物及硫酸盐（按 SO ₃ 质量计）/%	≤0.5		
氯化物（以氯离子计）/%	≤0.01	≤0.02	≤0.06

贝壳（按质量计）/%	≤3.0	≤5.0	≤8.0
该指标仅适用于海砂，其他砂种不作要求			

根据矿区采集的 3 个海砂原矿样品（JM2402-1、JM2402-2、JM2402-3）有害物质原矿组合样分析，硫化物及硫酸盐含量分别为 0.1%、0.2%和 0.2%，小于标准值 0.5%，符合我国《建设用砂》（GB/T 14684-2022）的要求；氯化物含量分别为 0.34%、0.26%、0.22%，大于三类标准值 0.06%，氯化物超标的主要原因为海水中氯化物（氯化钠）超标，经过淡冲洗后可有效降低氯化物含量；贝壳含量分别为 0.6%、0.3%、0.6%，小于一类标准值 3.0%，符合《建设用砂》（GB/T 14684-2022）的要求；有机物、云母和轻物质的含量均符合质量要求；各有害物质具体检查结果详见表 3.1.3-9。

表 3.1.3-9 钻孔样品有害物质物质含量

样品编号	检测结果 ω （%）					
	硫化物及硫酸盐	氯化物	有机物	云母	轻物质	贝壳
JH2402-1	0.1	0.34	合格	0	0	0.6
JH2402-2	0.2	0.26	合格	0	0	0.3
JH2402-3	0.2	0.22	合格	0	0	0.6

3.2. 海砂开采方案分析

本节内容根据《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂矿产资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2026 年 4 月）编写。

江门市在广东省江门市大帆石北面，距离大陆海岸线约 16km~17km 海域设置了 2 个海砂资源拟出让区，面积总共为 3.2610km²，本项目为其中的 JM24-02 矿区，矿区设拐点 4 个，面积为 1.7242km²。根据储量核实报告对拟开采矿区钻孔的海砂矿物品位分析，该区域海砂资源没有作为经济矿物精加工边界品位，其余矿物均未达到最低工业品位标准。综合考虑海砂的价值，该区域作为建筑用砂（填海材料）海砂矿产资源开发是合理的。目前海砂储量核实报告已取得矿产资源储量评审意见书。海砂开采规模具有唯一性。

该海砂矿开采的产品方案拟对粤港澳大湾区、广东省国家战略重大项目供砂，可作为项目回填料用砂。本矿区海砂作为民用建筑及基础设施建设，需要进行淡化处理，达到建筑用砂标准。

根据储量核实报告，JM24-02 矿区内共发育 2 个海砂矿体，采用地质块段法估算，2 个矿体合计总海砂资源储量为 2434.19 万 m³（含泥），平均含砂量为

77.29%，其中控制资源量为 1426.43 万 m^3 ，推断资源量为 1007.76 万 m^3 。海砂矿石量 1881.39 万 m^3 （不含泥）。本次海砂开采设计采用露天水下开采方式，使用射流式采砂船进行海上作业。根据每个月本海域的环境特征，在台风、大浪、大雾等不利条件下，应停止作业；同时从环境污染控制措施方面考虑，作业船只应每月回港进行船舶检修，清理船上的油污水及产生的固体垃圾。项目应按照采砂敏感期（3 月至 5 月，共 3 个月）和非敏感期（1 月至 2 月、6 月至 12 月，共 9 个月）进行作业。敏感期工作天数 30 天，非敏感期工作天数 128 天，每天工作 24 小时（考虑到开采过程中采砂船涉及移位，重新选择砂口及插拔抽砂管等工作，预计需花费 9 小时，实际开采作业 15 小时）。结合本项目实际情况，海砂开采计划使用 2 艘采砂量约为 1000 m^3/h 和 4 艘采砂量约为 400 m^3/h 的射流式采砂船采砂，年工作 158 天，每天工作 24 小时，而且根据相关文件要求，采砂整体期限不得超过 3 年，因此，年控制开采量约为原矿 795 万 m^3 。针对此次拟开采海砂矿区，设计采矿规模（原矿）为 795 万 m^3/a 。

1、确定开采量

（1）备案的资源储量（Q）

根据《〈广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填用海砂资源储量核实报告〉矿产资源储量评审意见书》（粤资储评审字〔2025〕号），截至 2025 年 7 月 31 日，在拟出让矿区范围内查明回填用海砂体积资源量 2434.19 $\times 10^4 m^3$ ，平均含砂量为 77.29%；其中控制体积资源量 1426.43 $\times 10^4 m^3$ ，平均含砂量为 76.93%；推断体积资源量 1007.76 $\times 10^4 m^3$ ，平均含砂量为 77.80%。其中：V1 矿体控制体积资源量 535.14 $\times 10^4 m^3$ ，推断体积资源量 261.58 $\times 10^4 m^3$ 。V2 控制体积资源量=891.29 $\times 10^4 m^3$ ，推断体积资源量 746.18 $\times 10^4 m^3$ 。

根据储量核实报告，矿区 2 个海砂矿体加权后平均含泥量 22.71%，则海砂矿石量 1881.39 万 m^3 （不含泥）。

（2）设计利用的资源储量（Q₁）

根据中国矿业权评估协会制定的《矿业权出让收益评估应用指南（2023）》，本设计取控制资源量和推断资源量可利用系数 1.0，则设计可利用回填用海砂原矿矿石量为 1426.43 万 $m^3 \times 1 + 1007.76$ 万 $m^3 \times 1 = 2434.19$ 万 m^3 。

（3）确定的开采储量（Q₂）

为避免超矿区开采，避免造成水下矿区边坡坍塌，在水下休止角（30°）以

内的矿体将不得完全开采，根据储量核实报告，以 30° 休止角由海底面开始放坡，计算不可开采矿体截面。为尽量减少不可开采区域造成的海砂损失，考虑到海砂实际开采过程的盖层会补充被开采区域，因此 30° 休止角内部分海砂矿区域仍可得到开采，以最大程度提高可采砂总量。根据设计开采方式为从上至下依次开采 V1、V2 矿体，不开采矿体盖层部分，矿体开采后上部盖层会补充被开采矿体区域。为保障上部盖层补充量可完全填充 30° 休止角内的部分可开采区域，设计休止角内每层矿体可开采区域厚度不得超过对应上部盖层厚度。

估算其中不可开采部分：V1 矿体约有 1.61万 m^3 ，V2 矿体约有 4.04万 m^3 。则实际可开采海砂体积资源量为： $2434.19 \text{万 m}^3 - 1.61 \text{万 m}^3 - 4.04 \text{万 m}^3 = 2428.54 \text{万 m}^3$ （含泥，含泥量 22.71%）。实际可开采海砂矿石量为： $2428.54 \times 77.29\% = 1877.02 \text{万 m}^3$ （不含泥）。

（4）设计资源利用率

方案设计利用资源量为 2434.19万 m^3 （含泥），确定开采储量为 2428.54万 m^3 （含泥），设计资源利用率为： $\eta = 2428.54 \div 2434.19 \times 100\% = 99\%$ 。

（5）采出矿石量（ Q_3 ）

根据矿区以往露天水下开采的生产技术指标及广东省内其他区域出让海砂的开采情况，同类型海砂开采回采率通常在 90% 以上。本矿区海砂原矿量共 2434.19万 m^3 ，资源储量较多，且通过矿区勘探剖面图可知矿层总体较为平坦但有部分区域存在夹层，海砂矿区开采技术条件和资源储量较好，确定开采回采率取 $\alpha = 90\%$ ，废石混入率 $\beta = 0\%$ ，则可采储量 Q_3 为： $2428.54 \times 90\% \div (1 - 0\%) = 2185.69 \text{万 m}^3$ （含泥）。采出海砂矿石量为： $2185.69 \times 77.29\% = 1689.32 \text{万 m}^3$ （不含泥）。

2、矿区生产能力和服务年限

（1）工作制度

矿区采用间断工作制度，年工作 158 天，每天工作 24 小时。本项目使用的采砂船最大可作业波高约为 2m，最大可作业风力为 6 级，六级以上台风（即 ≥ 7 级台风）即应停工避台，此外，在发生大雾或雷暴等天气时，也无法进行采砂作业。

根据《中节能阳江南鹏岛海上风电项目海域使用补充论证报告书》《台山市广海渔港升级改造和整治维护项目三期工程海域使用论证报告书》等资料，收集

统计项目所在海域 6 级以上风、暴雨、大雾的平均天数情况。由于大风会引起大浪，因此，6 级以上风的平均天数应已包含浪高大于 2m 的日数。详见表 3.2-1。

同时，为充分开发利用出让海域海砂资源，同时最大程度保护附近敏感目标，特别是降低对海域海洋环境的不利影响，需科学安排采砂作业的时间和强度。项目选址位于幼鱼、幼虾保护区和南海北部幼鱼繁殖场保护区，其中幼鱼幼虾保护区保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。因此，项目应按照采砂敏感期（3 月至 5 月，共 3 个月）和非敏感期（1 月至 2 月、6 月至 12 月，共 9 个月）进行作业，敏感期工作天数 30 天，非敏感期工作天数 128 天，每天工作 24 小时（考虑到开采过程中采砂船涉及移位、重新选择砂口及插拔抽砂管等工作，预计需花费 9 小时，实际开采作业 15 小时），每月开采天数见表 3.2-1。

表 3.2-1 每月可开采天数估算一览表（单位：天）

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
6 级以上风日数	17.1	15.5	13.8	9.8	9.5	11.3	13.5	10.9	8	16.5	16.4	20.5	162.8
暴雨日数	0.2	0	0.4	0.4	2.1	2.2	1.5	2.2	1.3	0.5	0.1	0.1	11
大雾日数	0.3	2.1	2.1	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0.4	0.6	6.9
合计不可作业天数	17.6	17.6	16.3	11.6	11.9	13.5	15	13.1	9.3	17	16.6	21.2	180.7
每月总天数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
每月可作业天数	13.4	10.4	14.7	18.4	19.1	16.5	16	17.9	20.7	14	13.4	9.8	184.3
实际可开采天数	13	10	10	10	10	16	16	17	20	14	13	9	158

（2）矿区生产能力

本矿区回填料海砂生产能力拟定为：回填料海砂 795 万 m^3/a 。

（3）生产能力验证及施工船舶配置

矿区发育上、下两层埋藏海砂矿体，矿区上层矿体厚度相对较薄，且埋藏较浅，适宜采用小功率砂机作业；矿区下层矿体厚度相对较厚且埋藏较深，适宜采用大功率砂机作业，因此本方案推荐采用不同采砂功率的射流式采砂船组合采砂。

矿区日最大采砂量为 5.03 万 m^3 ，年最大开采量为 795 万 m^3 。矿区采用间断工作制度，年工作约 158 天，非敏感期开采天数 128 天，敏感期开采天数 30 天，每天工作 24 小时（考虑到开采过程中采砂船涉及移位、重新选择砂口及插拔抽砂管等工作，预计需花费 9 小时，实际开采作业 15 小时）。经测算，本矿区单位时间内需完成开采量为 $5.03 \text{ 万 m}^3 \div 15\text{h} = 3353\text{m}^3/\text{h}$ 。在考虑采砂船不能长时间满载工作，需设置系数 0.7；砂水混合物中砂含量约占 10%-20%，本次设计砂含量占比取值 15%，可推算单位时间内砂泵功率为 $3353\text{m}^3/\text{h} \div 0.7 \div 15\% = 31933\text{m}^3/\text{h}$ 。为充分保障采砂船生产能力符合生产实际需要，本次设计单位时间内砂泵功率为 $34200\text{m}^3/\text{h}$ （ $>31933\text{m}^3/\text{h}$ ）。

综合考虑采出矿石量、开采船数量设置、矿区离岸距离等因素，结合本项目实际情况，在设计单位时间内砂泵功率为 $34200\text{m}^3/\text{h}$ 要求下，本矿区拟采用 2 艘砂泵功率 $9500\text{m}^3/\text{h}$ 和 4 艘砂泵功率 $3800\text{m}^3/\text{h}$ 射流式采砂船采砂（即 $34200\text{m}^3/\text{h} = 2 \times 9500\text{m}^3/\text{h} + 4 \times 3800\text{m}^3/\text{h}$ ），本次设计砂含量占比取值 15%，同时采砂船不能长时间满载工作，需设置系数 0.7，则单艘射流式采砂船的采砂量分别约为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，即项目计划使用 2 艘采砂量约为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 4 艘采砂量约为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的射流式采砂船作业。采砂船每年作业 158 天（非敏感期 128 天，敏感期 30 天），每天作业 24 小时（考虑到开采过程中采砂船涉及移位、重新选择砂口及插拔抽砂管等工作，预计需花费 9 小时，实际开采作业 15 小时），日均可采砂约 5.4 万 m^3 ，则年采砂量为 $158 \text{ 天} \times 5.4 \text{ 万 m}^3/\text{天} = 853.2 \text{ 万 m}^3$ （ $>795 \text{ 万 m}^3$ ，考虑到海上作业不确定因素较多，因此设计的采砂船实际开采能力略高于设计的矿区生产能力）。

敏感期海砂开采必要性分析：一是当前基建项目施工周期与生态敏感期重叠，河砂资源紧缺下海砂刚需缺口突出，均衡分时段开采可稳定合法砂源、平抑砂石价格、遏制非法盗采，保障海砂产业链平稳运转；二是海砂开采良好海况的作业窗口期与敏感期重合，该时间段风浪平缓、有效作业天数充足，水体条件更易管控采砂悬浮泥沙扩散范围，潮汐海流稳定也能降低船舶开采安全风险，弥补台风高发、大浪频发的非窗口期作业时长不足；三是海砂实行年度开采总量刚性管控，若敏感期不进行采砂作业，按年采砂量为 128 天计算，年可完成采砂量 $128 \text{ 天} \times 5.4 \text{ 万 m}^3/\text{天} = 691.2 \text{ 万 m}^3 < 795 \text{ 万 m}^3$ ，则不能完成采砂任务，即仅依靠非敏感期无法完成核准开采指标，敏感期低强度配采可分散全年生态扰动强度。

本次计划采用 2 艘 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 4 艘 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的射流式采砂船, 经计算矿区原矿生产能力拟定为: 原矿 $795\text{万 m}^3/\text{a}$ 。在本矿区开采海砂可采用目前常用的采砂工艺, 采砂船与过驳船分离的方式。参照现有汕尾、揭阳等地海砂开采经验, 按采砂船与过驳船 1:2 的比例, 需配置 12 艘过驳船 (单艘仓容约 4000m^3), 采砂区域水域满足船舶的施工要求。

针对本工程项目特点, 拟计划投入 2 艘采砂量约为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 4 艘采砂量约为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的射流式采砂船、12 艘过驳船、2 艘补给船以及其他配套辅助船舶, 承担本工程的全部施工任务。

表 3.2-2 调研射流式采砂船规格及技术性能

序号	规格及性能	单位	数量	备注
1	船体体积 (长×宽×高)	m	$96.8\text{m}\times 25.5\text{m}\times 6.5\text{m}$	1 艘
2	满载吃水	m	4.3	
	空载吃水	m	3.621	
3	船员定额	个	11 人	
4	航速	节	9.8	
5	采砂能力	m^3/h	1000	
6	砂泵扬程	m	177	
7	砂泵数量	台	2	
8	砂泵功率	kW	8800	
9	最大采深	米	90	水下
10	最大可作业波浪高	m	2	
11	最大可作业台风级数	级	少于 7 级	即最大可作业风速为最大六级风速 13.8m/s

注: 实际开采所用船型具体以招拍挂中标单位船型为准, 但不得超过开采方案设计单位时间采砂量。

表 3.2-3 常见过驳船规格及技术性能

性能指标	单位	指标值
船长	m	109.8
船宽	m	20.38
型深	m	7.5
满载吃水深	m	4.45
砂仓容积	m^3	4000

(4) 服务年限

经计算, 项目年最大采砂强度为 $5.03\text{万 m}^3/\text{天}\times 158\text{天}=795\text{万 m}^3$ 。采用 2 艘采砂量约为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 4 艘采砂量约为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的射流式采砂船进行作业, 可满足海砂开采需求。

经计算，矿区生产年限约 2 年 9 个月，预计 3 个月准备期，则矿区服务年限约为 3 年。

3.海砂用途及去向

海砂在城市建设使用十分广泛，海砂正成为仅次于石油、天然气的第二大海洋矿产。根据用途不同海砂又可分为海砂建筑、海砂工业、海砂重矿物提炼等，其中海砂约有 45%用于当做混凝土细骨材料，20%用于铺筑路基、20%用于填海造陆的填料，15%用于其他用途，主要用途见表 3.2-4。根据开发利用方案，该海砂矿开采的产品方案拟对粤港澳大湾区、广东省国家战略重大项目供砂，可作为项目回填用砂。本矿区海砂也可用于民用建筑及基础设施建设，但需要进行淡化处理，达到建筑用砂标准。由于暂不确定供砂对象和位置，因此，本矿区海砂具体用途不在本评价范围内。

表 3.2-4 海砂的主要用途

应用领域	类型	主要用途
海砂建筑	混凝土	当作混凝土细骨材使用
	铺筑路基	路基填料
	填海造陆	回填至海中拓展陆地面积
	其他用途	沥青混凝土、其他填料
海砂工业	砂砂，钙质砂	产量虽仅约占总海砂使用量的一成，但用途却极为广泛
海砂重矿物提炼	钛铁、铁矿	从海砂中分选矿物或其他金属矿物进行冶炼
海砂玻璃	石英砂	石英为制造玻璃用的主要原料
海砂铸造	铸模	用于制造钢铁及铸造铜，铝，铁的合金。
海砂绝热	石英砂	常以石英岩为原料，用于制造砂砖与瓷砖。
海砂研磨	石英砂	主要由石英砂组成，用于钻石，玻璃打磨，金属抛光及喷砂等

由于现阶段为项目前期工作阶段，海砂实际具体去向还需开采期根据市场需求确定。海砂开采后的处理、使用，应按照规定要求另行完善相关环评手续，严格落实相关环保措施，接受相关部门的监管。

为加强海砂全过程监管，应按《广东省促进砂石行业健康有序发展的实施方

案》等有关规定落实海砂利用过程中涉及淡化处理环节的污染防治责任，本项目拟主要采取以下措施落实：

(1) 在海砂销售过程中做好台账管理，建立购销档案，掌握海砂去向，配合有关部门开展监管工作。

(2) 与海砂使用单位签订购销合同时，要求其明确海砂使用范围，若海砂使用单位根据使用要求，需对海砂进行淡化处理，应要求海砂使用单位将海砂送至符合相关要求的海砂淡化厂进行淡化处理，不得在出海水道与河道水域非法选砂。

本采砂区开采的海砂以市场化方式销售，主要供给广东省、江门市周边工程建设和国内沿海省份客户。安全作业区内装好海砂的运输船，当达到航行要求时，经过管理部门现场检验，办妥相关手续与单证后方可开航，按照指引航线从采砂区域安全航行至附近的沿海习惯航路，沿习惯航路抵达国内其它沿海港口码头卸货。运砂船航行于广东省沿岸的航行指引及途经水域的注意事项可参考《中国沿海航行指南》（南海海区 CNP6）、《广东沿海港口航行指南》等航海图书资料。运砂船前往国内其它沿海港口时，相关航行指引与航经水域航行注意事项还需参考《中国沿海航行指南》（北方海区 CNP4）、《中国沿海航行指南》（东海海区 CNP5）、国内各港口进港指南等航海图书资料。由于暂不确定供砂对象和位置，因此，运输方案及路线不在本次评价范围内（各采砂区块的运输路线在采砂招拍挂工作完成后，由各采砂区块中标人申请并经海事主管部门审查认可后方可确定）。

3.3. 工程分析

3.3.1. 采砂工艺分析

1. 海砂射流开采工艺

射流式采砂船是一种具有自航能力，船体结构形式为钢质单底单甲板，横骨架式结构，分双头整体形，全船设备由喷射吸砂系统、轮机系统、供电系统、航行、系泊系统、砂水分离、输送系统及其它辅助设备组成。

采砂流程分为抽吸、分离及输送三段工艺。采砂的过程具体如下：海砂开采作业首先在指定海域将吸砂管以 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 左右角度插入预定砂层，然后射流泵将一定压力的工作水经过喷嘴后，形成高速射流与空气之间产生卷吸作用，将射流

泵混合室内的空气带走，使该处产生低压或真空，在外界压力作用下，被吸的流体沿吸管吸上来，两股流体在射流泵的喉管内混合，然后进入扩散管，将动能转换为压力能，压入排管至采砂船船舱。

为保证回采率，降低废石混入率，本砂矿开采前，需对其开采路线进行设计和矿区施工设计，做好采区规划，将采区划分为若干个矿块，利用高精度定位系统进行精确定位，吸砂作业过程中，船舶借助锚链绞车系统或者自航动力进行缓慢移动，达到稳定开采的目的。海砂射流开采工艺为：①射流泵将高压射流合成砂浆吸入吸砂管；②吸砂管把砂浆吸到船舱上；③选砂；④成品砂。

射流泵将砂浆吸到甲板，通过甲板上装有一个筛网进行过滤，将石块、垃圾等滤在筛网上，水砂混合物由吸管出口送入分离筛，部分大颗粒的块石、贝壳等杂物被筛出后，再排至采砂坑，剩余的水砂混合物进入砂舱内，再由砂舱内设置的链斗将水砂混合物中海水与海砂进行分离脱水，并提升输送到斗桥上侧的皮带运输机上，通过皮带转运至运砂船内。筛网选砂原理见图 3.3.1-1。砂舱的选砂废水则由船两侧底部溢流道直接排至海内，溢流管船底排放工艺示意图见图 3.3.1-2。

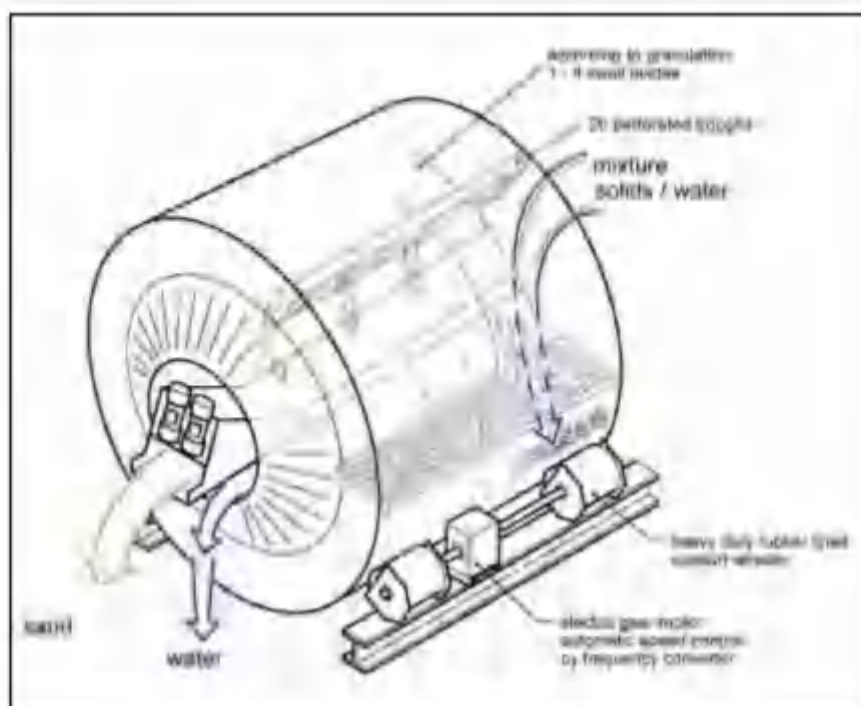


图 3.3.1-1 采砂船上筛网选砂示意图

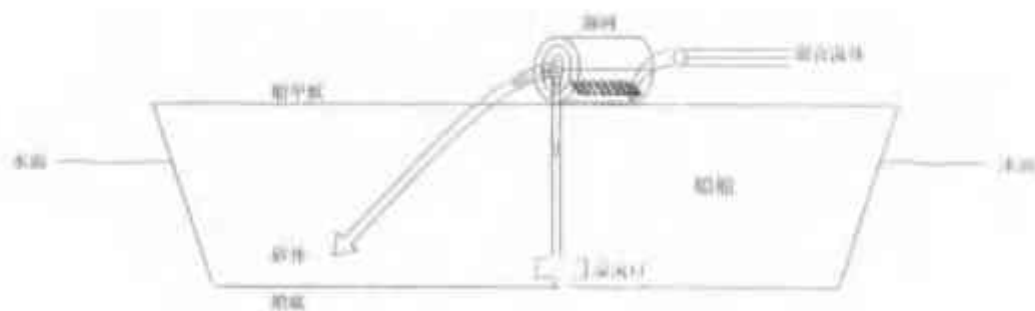


图 3.3.1-2 溢流管船底排放工艺示意图

淘空砂层后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，由于高压射流扰动，淤泥层较为松动，刚性射流管和吸砂管随采砂船移动到别工作面。



图 3.3.1-3a 射流式采砂船



图 3.3.1-3b 自卸式皮带运砂船

采砂工艺流程图见图 3.3.1-4。



图 3.3.1-4 采砂工艺流程图

本项目为招拍挂项目，具体实施单位和船只还不能确定，据了解，沿海射流式采砂船，一般双洗装置的船舶为多，此类型采砂船，采砂设备功率在 6000 匹至 15000 匹不等，驾驶作业操作室一般设在艏部，采砂管设置在艏部，采砂管径约 800mm 至 1100mm 不等，长度在 45m 至 60m 不等，扬程 70m 至 90m 不等。推进设备在艉部，三桨三机，航速在 3 至 6 节左右。例如粤东莞工 0262，该船总长 90.8，船宽 22.8m，型深 6.6m，满载吃水 4.1 m，总吨位为 5727t，净吨位为 1718t，主机总功率为 2328kW，吸砂泵功率为 9600m³/h，吸砂管总长 50m；粤东莞吹 0326，该船总长 84.30，船宽 22.00m，型深 6.5m，满载吃水 4.000 m，总吨位为 4671t，净吨位为 1401t，主机总功率为 4772kW；易鑫 828，该船总长 112.8，船宽 26.6m，型深 8.2m，满载吃水 5.606 m，总吨位为 9743t，净吨位为 2922t，主机总功率为 6564kW；粤东莞吹 1899，该船总长 90.8，船宽 22.8m，型深 6.6m，满载吃水 4.100 m，总吨位为 5376t，净吨位为 1612t，主机总功率为 4772kW；粤东莞吹 0916，该船总长 101.12，船宽 25.6m，型深 7.8m，满载吃水 5.250 m，总吨位为 7311t，净吨位为 2193t，主机总功率为 7694kW。根据有关规定 7 级以下风，两米以下浪可以作业。

2. 开采顺序

由于两矿体间存在覆盖层，根据射流式船采覆盖层基本不采出的特点，上、下矿体同时开采，将导致下部矿体采出的同时，上部矿体与覆盖层混合难以分离，为了避免上部覆盖层对下部矿体相互影响，本方案设计采用自上而下分层（矿体）开采。由于矿区存在两个矿体，其自上而下的顺序为：V1 矿体、V2 矿体。因而，开采顺序依次是 V1 矿体、V2 矿体。

同一矿体平面上，根据矿体的赋存情况、转运区位置、矿区采矿生产能力要求，设计确定开采顺序由东向西推进，可根据现场开采情况调整。采砂作业应有计划的进行，分层分片，可将采砂区分成若干小区，均进行采矿，防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌。

3. 选矿方案

根据《广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 矿区回填料用海砂资源储量核实报告》，全区加权后平均含砂量 77.29%，平均含泥量 22.71%。参照前期重大工程建设项目海砂产品的指标要求（含泥量（<0.063mm 物质）不

大于 20%)，采用筛分—分级的选矿方案，获得海砂矿即可满足要求。

本项目拟采用抽吸式（射流）开采工艺进行海砂矿开采，采砂船利用射流泵将含砂率高的矿层水砂混合物吸入采砂船船舱，通过安装在甲板上的格筛除去海砂中杂物，然后采用筛分—水力分级选矿工艺流程分选出符合回填用海砂指标的成品海砂。

选矿工艺流程描述：原砂先经格筛除去 $>37.5\text{mm}$ 粒级杂物后，通过渣浆泵扬至振动筛进行筛分分级，得到 $4.75\sim 37.5\text{mm}$ 粒级海砂产品，小于 4.75mm 海砂经过水力分级得到 $0.063\sim 4.75\text{mm}$ 海砂产品，脱水后成品海砂通过输送带输送至泊在采砂船边的运砂船上，运砂船承载预定海砂后运往指定码头装卸。溢流部分（ $<0.063\text{mm}$ 粒级砂）为含海水的细砂及淤泥，尾砂（贝壳、砾石及细砂淤泥）直接排回海里。

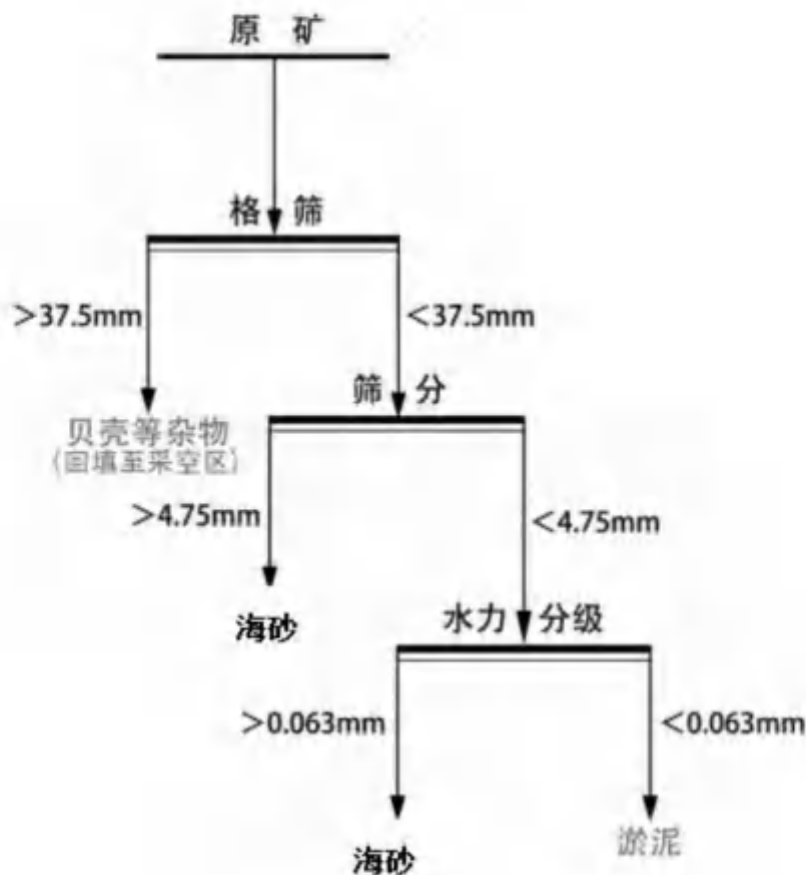


图3.3.1-5 选矿工艺流程图

参照周边同类采砂设备及工艺,并结合本采砂区地质情况,设计的海砂选矿指标见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 设计的海砂选矿指标

序号	指标名称		粒级 (mm)	产率 (%)	数量(万 m ³ /a)	处理方式
1	建设规模	原矿	-	100	795	
2	选矿作业	选矿处理能力	-	100	795	
3		回填料海砂	0.063~37.5	79.13	629.08	海砂产品
4		贝壳等杂物	>37.5	0.5	3.98	倾倒入海
5		淤泥	<0.063	18.17	144.45	回填采空区
6		特细砂		2.20	17.49	回填采空区

注:①根据储量核实报告,贝壳等杂物产率按 0.53%;

②结合同类设备工艺的洗砂情况,洗砂环节约 80%的淤泥被洗掉,淤泥产率按加权平均含泥量的 80%计算,矿区平均含泥量为 22.71%,则淤泥产率为 18.17%;

③考虑到部分特细砂在洗砂环节会被洗掉,按特细砂含量的 20%计算。根据《储量核实报告》,矿区特细砂含量为 10.99%,则矿区特细砂损失率为 2.20%。

4.尾矿处理

本海砂开采方案的尾矿主要为少量贝壳等杂物(大小为>37.5mm)及淤泥(大小为:<0.063mm)。采砂过程采集到的贝壳等杂物倾倒入海。淤泥是在水砂混合物中随海砂一同吸入采砂船的淤泥和粉砂,这部分海床物质不能被滤在筛网上,将在采砂船的筛网洗砂过程中流入采砂船,最后由溢流口排出。由于洗砂过程中不加入其他物质,故尾矿中不含有为污染物,尾矿中的淤泥和粉砂在海砂开采区即时排入开采区,在重力作用下,粉砂和淤泥将重新沉降在开采区,其将在一定程度上填补含砂层掏空导致海床下降,达到尾矿利用的目的。

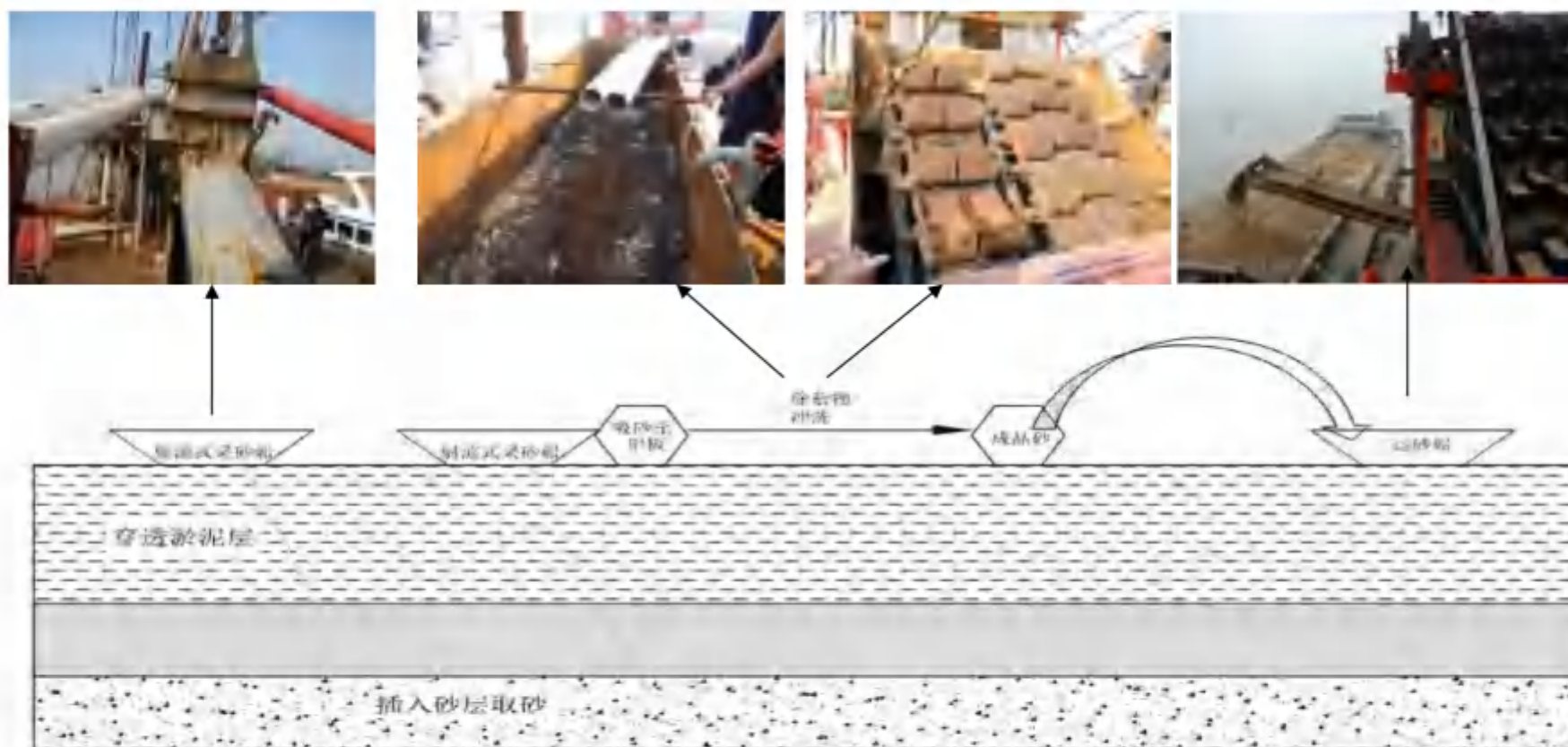


图 3.3.1-6 射流抽吸船海砂开采作业流程及产污环节示意图

3.3.2. 工程各阶段污染性环境影响分析

3.3.2.1 采砂生产各阶段污染环节分析

根据工程特点,结合工程附近海域的环境特征,采砂作业主要环境影响体现在以下几方面:

(1) 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响

本项目为海砂开采项目,海砂开采后,将使得所在海域的过水面积增大,从而对项目所在海域的水动力环境产生一定的影响,表现为海域局部流速、流向及潮位的变化。

海砂开采将在一定程度上改变局部海床自然性状,使采砂作业区及周边的地形地貌和冲淤情况发生一定改变。

(2) 对海洋生态环境的影响

1) 工程将造成底栖生境破坏及底栖生物损失

海砂开采过程将改变所在海域原有的海底底质环境,除少数游泳能力强的生物如鱼类等,在施工期间由于受到施工干扰将逃离外,项目采砂范围内的大部分底栖生物种类将被掩埋、覆盖,绝大多数死亡,从而造成底栖生物损失。

2) 施工过程中悬浮物对海洋生态环境的影响

项目采砂过程产生的悬浮物将引起局部海域水体浑浊,降低阳光的透射率,从而导致局部海域内海洋初级生产力下降,游泳生物迁移,浮游生物也将受到不同程度的影响,尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。此外,海域水体混浊水质下降,也将对渔业和底栖生物资源造成一定的影响。

(3) 采砂作业对通航环境的影响

本项目不占用航道航路,对通航环境产生的影响主要为采砂作业船舶增加,会增加附近航道的通航密度,而且船舶可能与过往船舶发生碰撞事故,增加海事部门的管理难度和强度。此外,本项目实施后,将在一定程度上改变所在海域的局部水深和冲淤环境等,可能对附近航道的水深和冲淤环境等造成一定的影响。

3.3.2.2 污染源强分析

海砂开采作业采用射流抽砂和选砂溢流作业。采砂船作业方式是：高压射流把水和砂混合、抽砂泵把砂浆送到砂舱选砂，砂粒沉到船舱，细颗粒淤泥和粉砂沿回流管溢流到采砂坑，射流扰动与选砂环节产生的悬浮泥沙会影响附近海域水质。

(1) 采砂作业悬浮泥沙源强

根据采砂工艺，采砂过程中有 5 个环节会产生悬浮物：

1) 吸砂管穿透淤泥层

采砂船利用船的推力和高压射流，把吸砂管插入海床并穿过覆盖层，穿越覆盖层时会引起悬浮泥沙在底层扩散。根据《核实报告》，吸砂管插入海床并穿过覆盖层的时间以 V1 矿体盖层厚度的平均值 11.8m 计算，考虑 60 度角插入，高压射流产生的洞口平均约 8m^2 ，则排出海砂体积 $11.8/\sin 60^\circ \times 8 = 109.01\text{m}^3$ 。根据《开发利用方案》，本次设计射流式采砂船采砂的砂含量占比取值 15%（水砂比为 6.67:1），则 1 艘 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船穿越覆盖层时间 $109.01 \times (6.67+1)/1000 = 0.84\text{h}$ （约 50.4 分钟）；1 艘 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船穿越覆盖层时间 $109.01 \times (6.67+1)/400 = 2.09\text{h}$ （约 125.4 分钟）

射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的砂水混合物直接向海底排放，类比儋州洋浦湾射流式采砂工程（水砂比 6:1~7:1），监测显示扩散悬浮泥沙量占总流量的 1.0%~1.8%，对应悬浮泥沙起悬系数 0.68~0.75，悬浮泥沙增量未超环保限值，且无明显泥沙淤积影响；类比工程与本项目采砂设备构造、射流抽吸工艺、海底原位直排方式、海域水动力环境大致趋同，监测数据基于常态化开采工况实测获得，扰动机理、泥沙起动扩散规律具有一致性，具有可类比性，因此本环评选取工程监测成果作为本项目吸砂管穿透淤泥层悬沙源强估算参数选取的依据。本环评悬浮泥沙起悬系数取平均值 0.72 进行估算，泥质的容重按 $1.12\text{t}/\text{m}^3$ 计算，则 1 艘 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船插管悬浮泥沙产生源强（ kg/s ）=排出海砂体积 $\times$ 起悬比例（%） $\times$ 泥质干容重（ t/m^3 ） $\times$ 盖层泥含量（%） $\div$ 持续时间（s） $\times 1000 = 109.01 \times 0.72 \times 1.12 \times 50\% \div 0.84 \div 3600 \times 1000 = 14.53\text{kg/s}$ ；则 1 艘 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船插管悬浮泥沙产生源强（ kg/s ）=排出海砂体积 $\times$ 起悬比例（%） $\times$ 泥质干容重（ t/m^3 ） $\times$ 盖层泥含量（%） $\div$ 持续时间（s） $\times 1000 = 109.01 \times 0.72 \times 1.12 \times 50\% \div 2.09 \div 3600 \times 1000 = 5.84\text{kg/s}$ 。

射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，很快就会稳定形成选砂的悬浮泥沙影响状态，且除非遇极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管。相对整个采砂过程，射流管和吸砂管插入预定砂层过程时间较短，并且影响范围有限，因此悬沙扩散模拟时不考虑。

2) 高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散

本项目拟采用射流式采砂船，采砂管拟插入海床目标砂层，射流泵将高压射流合成砂浆吸入吸砂管（在混合室形成负高压，将砂水混合物沿吸管吸入），根据《核实报告》，V1矿体盖层厚度平均为11.8m，在V1矿体采砂时需要考虑高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散产生的悬砂源强。类比儋州洋浦湾射流式采砂工程（水砂比6:1~7:1），监测显示扩散悬浮泥沙量占总流量的1.0%~1.8%，对应悬浮泥沙起悬系数0.68~0.75，悬浮泥沙增量未超环保限值，且无明显泥沙淤积影响；本环评扩散悬浮泥沙量占总流量取平均值1.4%进行估算，则1艘1000m³/h的采砂船射高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙源强=采砂工作效率（m³/h）×未被吸入比例（1.4%）×矿层含泥量（%）×泥沙干容重（t/m³）×1000÷3600=1000×1.4%×22.22%×1.12×1000÷3600=0.97kg/s；1艘400m³/h的采砂船射高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙源强=400×1.4%×22.22%×1.12×1000÷3600=0.39kg/s。

由于本项目 V2 采砂层上部有较厚的盖层，且加上抽砂时大量海水不断的被吸入“洞孔”内，大部分未被吸到船上的砂水混合物仍在采砂层，仅有极少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体，因此在 V2 矿体采砂时可忽略此部分影响。

3) 选砂环节产生的悬浮泥沙溢流

根据砂层调查资料，矿体 V1 中各样品含泥量平均值为 22.22%。矿体 V2 中各样品含泥量平均值为 22.95%。根据采砂船开采效率 2 艘 1000m³/h 和 4 艘 400m³/h 计算，没有被利用的淤泥将随溢流排入海中。参照前期重大工程项目海砂产品的指标要求（含泥量（<0.063mm 物质）不大于 20%），采用筛分—分级的选矿方案，获得海砂矿即可满足要求。结合同类设备工艺的洗沙情况，洗砂环节约 80%的淤泥被洗掉，泥质干容重 1.12t/m³ 计算，则在 V1 矿体采砂单艘 1000m³/h 采砂船选砂泥质排放源强（kg/s）=工作效率（m³/h）×矿层泥含量（%）

× 淤泥洗掉比例 (%) × 泥质干容重 (t/m³)
 $\times 1000 \div 3600 = 1000 \times 22.22\% \times 0.8 \times 1.12 \times 1000 / 3600 = 55.30 \text{ kg/s}$ 、400m³/h 采砂船选砂泥质排放源强 (kg/s) = $400 \times 22.22\% \times 0.8 \times 1.12 \times 1000 / 3600 = 22.12 \text{ kg/s}$ ；在 V2 矿体采砂单艘 1000m³/h 采砂船选砂泥质排放源强 (kg/s) = 工作效率 (m³/h) × 矿层泥含量 (%) × 淤泥洗掉比例 (%) × 泥质干容重 (t/m³)
 $\times 1000 \div 3600 = 1000 \times 22.95\% \times 0.8 \times 1.12 \times 1000 / 3600 = 57.12 \text{ kg/s}$ ；单艘 400m³/h 采砂船选砂泥质排放源强 (kg/s) = $400 \times 22.95\% \times 0.8 \times 1.12 \times 1000 / 3600 = 22.85 \text{ kg/s}$ 。

4) 矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙

吸沙管移动取沙作业时，矿体盖层淤泥细砂可能会发生崩塌，从而产生一定的悬浮泥沙，但由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，抽砂时大量海水不断地被吸入“洞孔”内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强较小。

根据工程经验，本次取盖层的 0.1% 计算悬浮泥沙源强。泥质的干容重按 1.12t/m³ 计算，单艘 1000m³/h 采砂船开采时，矿体盖层淤泥细砂崩塌悬浮泥沙产生源强 (kg/s) = 排出海砂体积 (m³) × 盖层崩塌起悬量 (0.1%) × 泥质干容重 (t/m³) × 盖层泥含量 (%) ÷ 矿层开采时间 (h)
 $\div 3600 \times 1000 = 109.01 \times 0.1\% \times 1.12 \times 50\% \div 0.84 \div 3600 \times 1000 = 0.02 \text{ kg/s}$ ；单艘 400m³/h 采砂船开采时，矿体盖层淤泥细砂崩塌悬浮泥沙产生源强 (kg/s) = $109.01 \times 0.1\% \times 1.12 \times 50\% \div 2.09 \div 3600 \times 1000 = 0.008 \text{ kg/s}$ 。

5) 边坡坍塌产生的悬浮泥沙

根据本项目开发利用方案，为避免超矿区开采，造成水下矿区边坡坍塌，采砂船将以 60°~70° 左右角度插入海床，在水下休止角 (30°) 以内的矿体将得不到开采，因此在采砂船规范作业的情况下，本项目采砂过程基本不会造成边坡坍塌。

6) 碎石抛回采砂坑产生的悬浮泥沙

海砂分选产生的碎石贝壳等直接抛回采砂坑，根据项目储量核实报告中的勘探成果，本采砂区内的砾石 (粒径 > 2mm) 平均含量约为 24.08%，根据储量报告，砾石的粒径主要在 37.5mm 以内，绝大部分为可以直接作为海砂主要组分之一出售，仅极少量较大的碎石贝壳 (大于 37.5mm) 及淤泥 (小于 0.063mm) 等需抛回采砂坑，碎石、贝壳等杂物产率按砾石含量的 0.5% 计算，单艘船日最大采砂

量为 5.03 万 m^3 ，则单艘船碎石杂物每天最大产生量约为 $5.03 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d} \times 24.08\% \times 0.5\% = 60.56 \text{m}^3/\text{d}$ 。抛回采砂坑的碎石贝壳量不大，且为间断性，产生的悬浮泥沙量很小，可忽略不计。

(2) 船舶作业源强

本项目拟投入 2 艘 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 4 艘 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船进行采砂，配备 12 艘运砂船以及 2 艘补给船。

1) 含油污水

参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)， $1000\text{m}^3/\text{h}$ (单艘吨位 8527 吨级)、 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船 (单艘吨位约 5376 吨级)、7500 吨级的运砂船、250 吨级的补给船的舱底含油污水产生量见下表，则本项目作业船舶舱底含油污水产生量最大约为 36.2t/d (6 艘采砂船、12 艘运砂船、2 艘补给船共 20 艘船)；按《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007) 含油污水浓度为 $2000 \sim 20000\text{mg/L}$ ，本评价按 10000mg/L 进行计算，则项目作业船舶舱底含油污水中石油类的最大产生量约为 362kg/d 。项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置。

表 3.3.2-1 船舶油污水产生量

船舶类型	船舶吨级 (t)	船舶数量 (艘)	舱底油污水产生量 (t/d 污艘)	油污水产生总量 (t/d)	含油浓度 (mg/L)	油类污染物产生量 (kg/d)
$1000\text{m}^3/\text{h}$ 采砂船	8527	2	2.38	4.76	10000	47.6
$400\text{m}^3/\text{h}$ 采砂船	5376	4	1.49	5.96		59.6
运输船	7500	12	2.10	25.2		252
补给船	250	2	0.14	0.28		2.8
合计				36.2		362

2) 生活污水

根据开发利用方案，采砂船船员配置人数为 10 人/艘，运砂船作业人员和补给船配置人数为以 3 人/艘计，采砂区最多按 6 艘采砂船、12 艘运砂船、2 艘补给船 (根据实际情况配置相应船舶数量) 共同作业计算，则本项目作业船舶共有作业人员约 102，参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，船舶工作人员生活用水量按 $100\text{L}/\text{人} \cdot \text{d}$ ，污水产生量按 85% 计，则船舶工作人员生活污水产生量约为 $8.67\text{m}^3/\text{d}$ 。根据《排水工程》(下册) 中典型生活污水中常浓度

水质，污水中主要污染物的浓度 COD_{Cr} 以 400mg/L、BOD₅ 以 200mg/L、NH₃-N 以 25mg/L、SS 以 220 mg/L 计，则 COD_{Cr} 产生量为 3.468kg/d、BOD₅ 产生量为 1.734kg/d、NH₃-N 产生量为 0.217kg/d、SS 产生量为 1.907kg/d、总磷产生量为 0.069kg/d。

表 3.3.2-2 项目船舶生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷
产生浓度 (mg/L)	400	200	220	25	8
产生量 (kg/d)	3.468	1.734	1.907	0.217	0.069

采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。

3) 固体废物

生活垃圾：本项目船舶工作人员合计约 102 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶作业人员生活垃圾产生量按 1.5kg/d 人计，则本项目船舶生活垃圾产生量为 153kg/d。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。

采砂尾矿：尾矿主要是选砂后产生的贝壳、砾石等，可就地倾倒入海，贝壳、砾石等尾矿来自海底，再回填于砂坑，对海洋环境影响较小。

4) 噪声

项目采砂作业船舶作业将产生一定的噪声，噪声主要来自船舶发动机，具有噪声低和流动性的特点，工程处于相对开阔的海域，且距离有居民海岛较远，噪声对其无影响。本项目采砂作业船舶作业产生的噪声主要影响是水下噪声对噪声较为敏感的海洋生物的影响，尤其是中华白海豚。本项目水下噪声主要来源于船舶采砂作业，一般噪声源强为 80~100dB，可一定程度上提高背景噪声。

5) 废气

废气污染主要为船舶所排放的尾气，其产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式因素的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 CO、NO_x、THC 等。海船进入排放控制区，应使用符合《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交

通运输部，交海发〔2018〕168号）船用燃油，燃油燃烧废气产生量不大，影响范围、时间有限，对环境影响较小，因此，本评价对其仅进行定性分析。

（3）环境风险事故

采砂作业环境风险事故主要来自作业船舶来往中忽略安全行驶，导致船舶碰撞而发生溢油事故。溢油事故对海洋环境影响极大，且污染物难以清除，必须充分重视。

（4）污染源强汇总

综上所述，本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物，杜绝船舶污染物直排水体，对海洋环境影响较小。该砂矿开采工程影响最大的污染源是覆盖泥层剥离时倾倒和溢流工序产生的悬浮泥沙，并以此作为环境污染影响预测因子。

本项目采砂期间的污染源强汇总见表 3.3.2-4。

表 3.3.2-4 本项目污染源强汇总表

种类	污染源		发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
废水	悬浮物	射流抽吸管穿透淤泥层（单艘）	14.53kg/s、 5.84kg/s	SS	控制采砂范围等
		高压射流扰动（单艘）	0.97kg/s、 0.39kg/s	SS	/
		选砂V1（单艘）	55.30kg/s、 22.12kg/s	SS	/
		选砂V2（单艘）	57.12kg/s、 22.85kg/s	SS	/
		矿体盖层淤泥细砂崩塌	0.02kg/s、 0.008kg/s	SS	/
	船舶	含油污水	36.2t/d	石油类：362kg/d	项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置。
		生活污水	8.67m³/d	COD _{Cr} : 3.468kg/d BOD ₅ : 1.734kg/d 氨氮：0.217kg/d SS: 1.907kg/d 总磷：0.069kg/d	采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。

废气	CO 、 NOx 、 THC	施工船舶	/	/	随着施工的结束而消失
噪声	噪声	施工船舶	80~100dB	80-100dB	随着施工的结束而消失
固废	生活垃圾		153kg/d	卫生清扫物、废旧包装、瓶、罐等	船舶生活垃圾实行分类收集,配置专用污染物接收船巡回收集,运回港口后移交环卫单位处置;不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸,建立垃圾接收台账,形成收集—转运—处置闭环管理。
	尾矿		一定量	贝壳、砾石等	倾倒入海
风险	溢油		/	/	/

4. 区域自然环境概况

4.1. 采砂所在区域海域自然环境概况

4.1.1. 气候气象

台山市属于亚热带海洋性气候，受东亚季风的影响，夏季盛吹偏南风，冬季以偏北风为主，全年则以偏北风为主。当地纬度较低，濒临南海，具有日照时间长、温暖多雨、夏无酷热、冬无严寒、终年无雪、霜期甚短等特点，呈热带海洋性季风气候。热带气旋是影响本海域的主要灾害性天气。本报告气候气象资料引用台山气象站（112.7858°E，22.2472°N）2003 年~2022 年的长期统计结果。

（1）气温

台山多年平均温度为 23°C，7 月份平均气温最高为 28.9°C，1 月份平均温度最低为 14.6°C。近 20 年气温呈现上升趋势，2016、2019 年年平均气温最高（23.9°C），2011 年年平均气温最低（22°C）。

（2）降水量

台山多年平均降雨量为 1903.2mm，最大日降水量为 274.8mm，出现在 2008 年 6 月 6 日。

（3）相对湿度

台山多年平均相对湿度为 77.4%。

（4）风况

台山多年平均风速为 2.1m/s，12 月份平均风速最大为 2.7m/s，8 月份平均风速最小为 1.7m/s，根据近 20 年资料分析，2011 年年平均风速最大（2.4 米/秒），2003 年年平均风速最小（1.9 米/秒）。年主要风向为 N、NNE、S，年均频率合计为 41.7%，其中以 N 为主风向，占到全年 16.6%左右。

表 4.1.1-1 台山市近 20 年月平均风速变化统计表（单位：m/s）

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

表 4.1.5-3 台山气象站年风向频率统计表（单位：%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	16.6	13.5	5.2	3.4	2.7	3.0	3.9	7.1	11.6
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	/
频率	6.6	3.7	1.9	2.3	2.4	3.9	6.3	5.8	/

台山近二十年风向频率统计图

(2003-2022)

(静风频率: 5.8%)

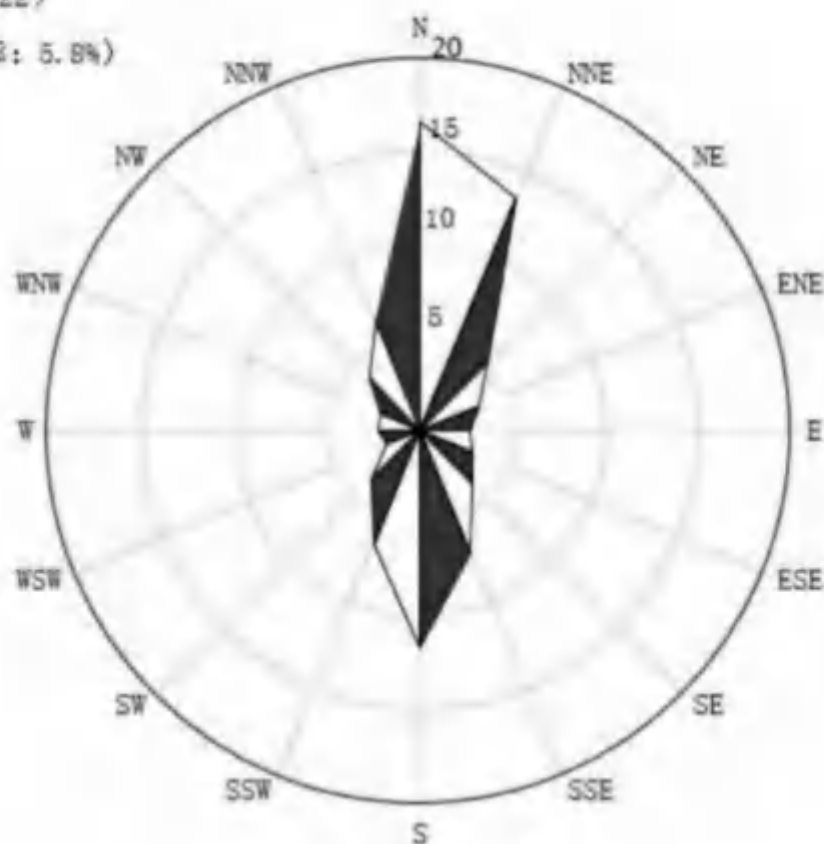


图 4.1.1-1 台山市近 20 年风向玫瑰图

4.1.2. 海洋自然灾害

影响台山市的灾害有热带气旋、暴雨、强对流（龙卷风、冰雹、强雷雨大风）雷电、低温冷害、高温等，还包括由天气引发的地质灾害。

本工程所在海域主要的自然灾害有热带气旋、风暴潮、赤潮等。

(1) 热带气旋

热带气旋，俗称台风，有多个强度等级，最强为 17 级。

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

月最多。

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

影响台山区域的热带气旋，其带来的狂风、暴雨和海潮，往往酿成风、涝、潮 灾害。

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

（2）风暴潮

风暴潮由热带气旋、温带气旋、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起叠加在天文潮位之上的海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象，称为风暴潮。分为台风风暴潮和温带风暴潮两种，广东以台风风暴潮为主。

根据《广东省海洋灾害公报》（2023 年），2023 年广东省沿海共发生风暴潮过程 4 次，其中 2 次造成灾害，分别为“泰利”台风风暴潮和“苏拉”台风风暴潮，共造成直接经济损失 1.83 亿元，未造成人员死亡失踪。“苏拉”台风风暴潮造成直接经济损失最严重，为 1.04 亿元，约占全年风暴潮灾害直接经济损失的 57%。

主要台风风暴潮灾害过程

①“泰利”台风风暴潮

2023 年 7 月 17 日 22 时 20 分前后，“泰利”以台风级强度在广东省湛江市南三岛沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 13 级（38 米/秒），中心最低气压 965 百帕。

粤西沿岸潮（水）位站观测到 70—140 厘米的最大风暴增水，其中北津站、

闸坡站和水东站出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位；珠江口沿岸潮（水）位站观测到 55-120 厘米的最大风暴增水，其中珠海站出现了达到当地黄色警戒潮位的高潮位，赤湾站、黄埔站、横门站、三灶站和台山站出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位；粤东沿岸潮（水）位站观测到 35—55 厘米的最大风暴增水，各站最高潮位均在蓝色警戒潮位以下。“泰利”台风风暴潮过程中，部分潮（水）位站最大风暴增水和超警戒潮位情况见下图。

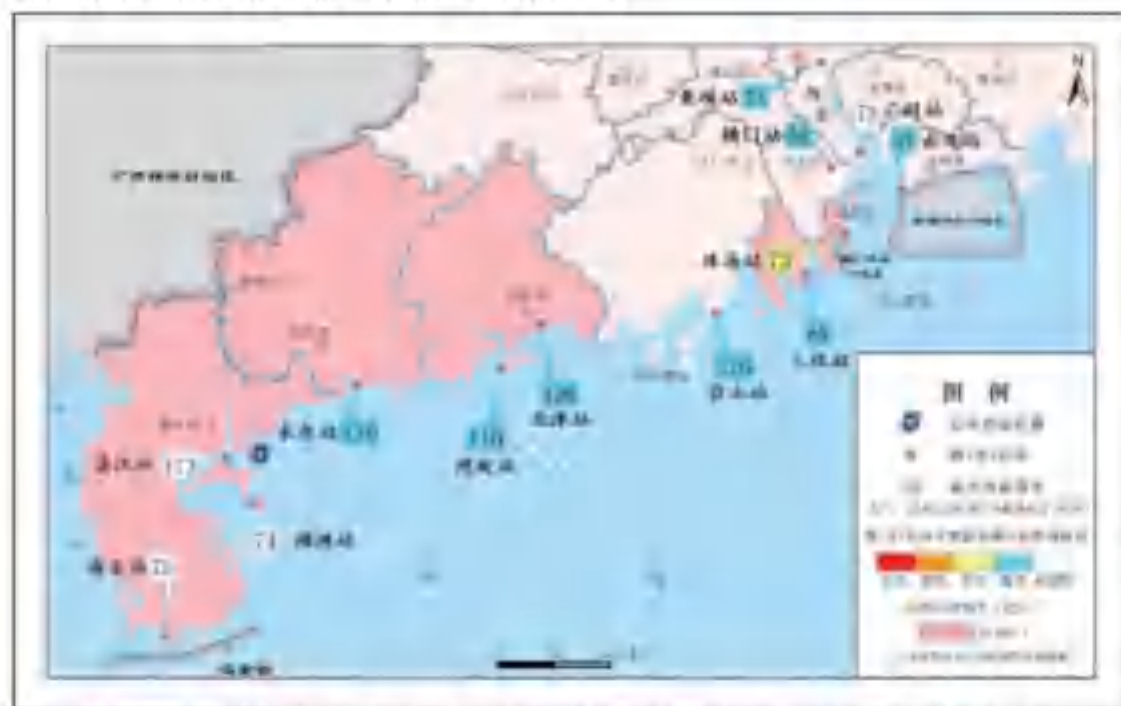


图 4.1.2-1 “泰利”台风风暴潮过程部分潮（水）位站最大风暴增水和超警戒潮位情况

受“泰利”台风风暴潮和近岸浪的共同影响，湛江市、阳江市、茂名市、珠海市等地海水养殖和海岸防护工程等受损，茂名博贺渔港观测点、珠海 MF13163 浮标、阳江 MF13164 浮标受损，直接经济损失合计 0.79 亿元。

②“苏拉”台风风暴潮

2023 年 9 月 2 日 3 时 30 分前后，“苏拉”以强台风级强度登陆广东省珠海市金湾区沿海，登陆时中心附近最大风力 14 级（45 米/秒），中心最低气压 950 百帕；当天 13 时 50 分前后，“苏拉”以强热带风暴级强度再次登陆广东省阳江市海陵岛，登陆时中心附近最大风力 10 级（28 米/秒），中心最低气压 982 百帕。

珠江口沿岸潮（水）位站观测到 55—125 厘米的最大风暴增水，其中赤湾站出现了达到当地黄色警戒潮位的高潮位，惠州站、盐田站、黄埔站、珠海站和台山站等出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位；粤东沿岸潮（水）位站观测到

65-95 厘米的最大风暴增水，其中遮浪站和汕尾站等出现了达到当地黄色警戒潮位的高潮位，饶平站、云澳站和汕头站等出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位；粤西沿岸潮（水）位站观测到 45-85 厘米的最大风暴增水，其中水东站出现了达到当地黄色警戒潮位的高潮位，北津站、闸坡站、湛江站和硇洲站出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位。“苏拉”台风风暴潮过程中，部分潮（水）位站最大风暴增水和超警戒潮位情况见下图。

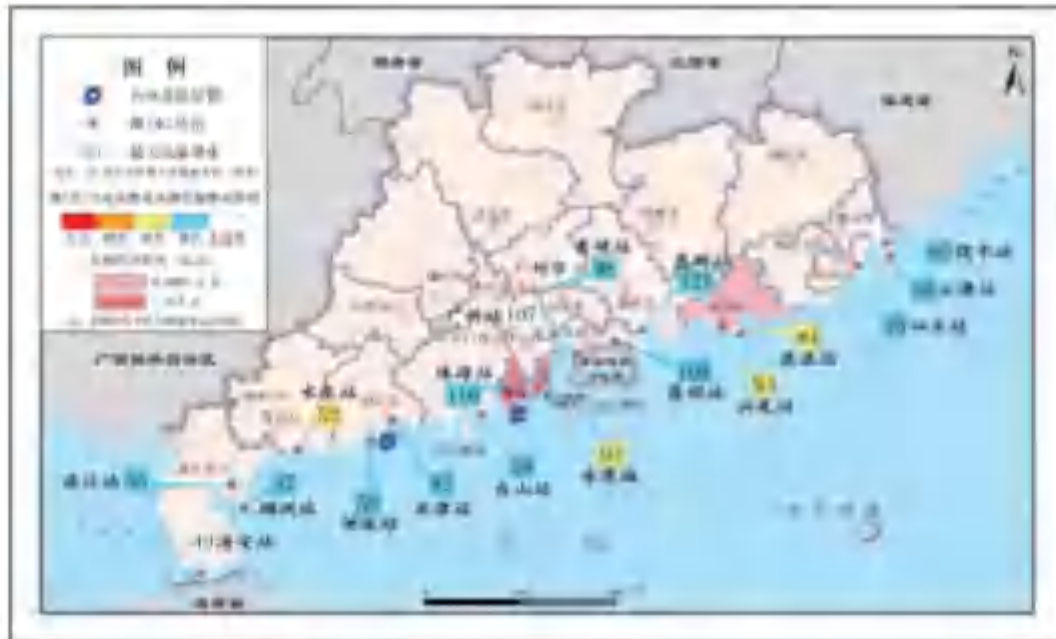


图 4.1.2-2 “苏拉”台风风暴潮过程部分潮（水）位站最大风暴增水和超警戒潮位情况

(3) 赤潮

赤潮是指海洋中一些微藻、原生动物或细菌在一定环境条件下爆发性增殖或聚集达到某一水平，引起水体变色或对海洋中其他生物产生危害的一种生态异常现象。

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

表 4.1.2-1 近 5 年广东赤潮统计

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

4.1.3. 海洋水文特征

(1) 基面关系

根据《核实报告》，矿区多波束水深测量值的基准面为理论最低潮面；理论最低潮面在当地平均海面下 147cm，1985 国家高程基准在当地平均海面上 49cm，本项目基面关系见图 4.1.3-1。



图 4.1.3-1 基面关系图

(2) 潮汐

勘查区所在海域潮汐属不正规半日潮，平均潮差为 1.34~1.60m，最大潮差为 2.53~3.52m；涨潮历时普遍小于落潮历时。矿区水深为 18.20~19.64m，拟采用采砂船的满载吃水深为 1.5~2m，运砂船载吃水深为 4~4.5m，在正常作业情况下 不会发生低潮时在水浅处搁浅的现象。

(3) 潮流

矿区所在海域潮流以不规则半日潮流为主，大潮期涨、落潮平均流速为 7.3~24.6 cm/s，最大实测流速为 50.6 cm/s。余流总体较小，大潮期最大为 17.2cm/s，以偏西北向为主。船舶锚定的条件下，上述流速对拟采用的采砂船、运砂船一般不会产生明显的影响。

(4) 波浪

矿区所在海域波浪类型以风浪与涌浪的混合浪为主，7~9 月风浪出现的频率小于涌浪出现的频率，10 月~次年 5 月则相反。全年风浪与涌浪出现的频率相当，接近 12%，混合浪占 74.4%。在 2019 年 3 月 1 日~2020 年 2 月 29 日的观测期间最大波高 H_{max} 为 1045cm。本海区除 8 月份强浪向为 SSE 向外，其余月份的强浪向以 E~ESE 为主。矿区拟采用的采砂船和运砂船可在浪高不大于 2.0m

的海况下作业。因此，除台风天气等极端情况外，海区强浪较少对砂场生产造成影响或者损失。

4.1.4. 地质与地貌

4.1.4.1 地质构造

江门市在燕山晚期—喜马拉雅期处于华夏造山系（I级）之东南沿海陆缘弧（II级）的沿海伸展滑脱带（J32-K11）III级构造单元。市内大面积分布花岗岩类岩石，西南部为沉积地层，南部为三角洲沉积及花岗岩类台地。区内地层、侵入岩发育，地质构造复杂。

江门市区域发育震旦纪、寒武纪、奥陶纪、泥盆纪、二叠纪、三叠纪、侏罗纪、白垩纪、下第三纪和第四纪等时代的地层，尤以第四纪地层分布最广，区域地质见图 4.1.4-1。

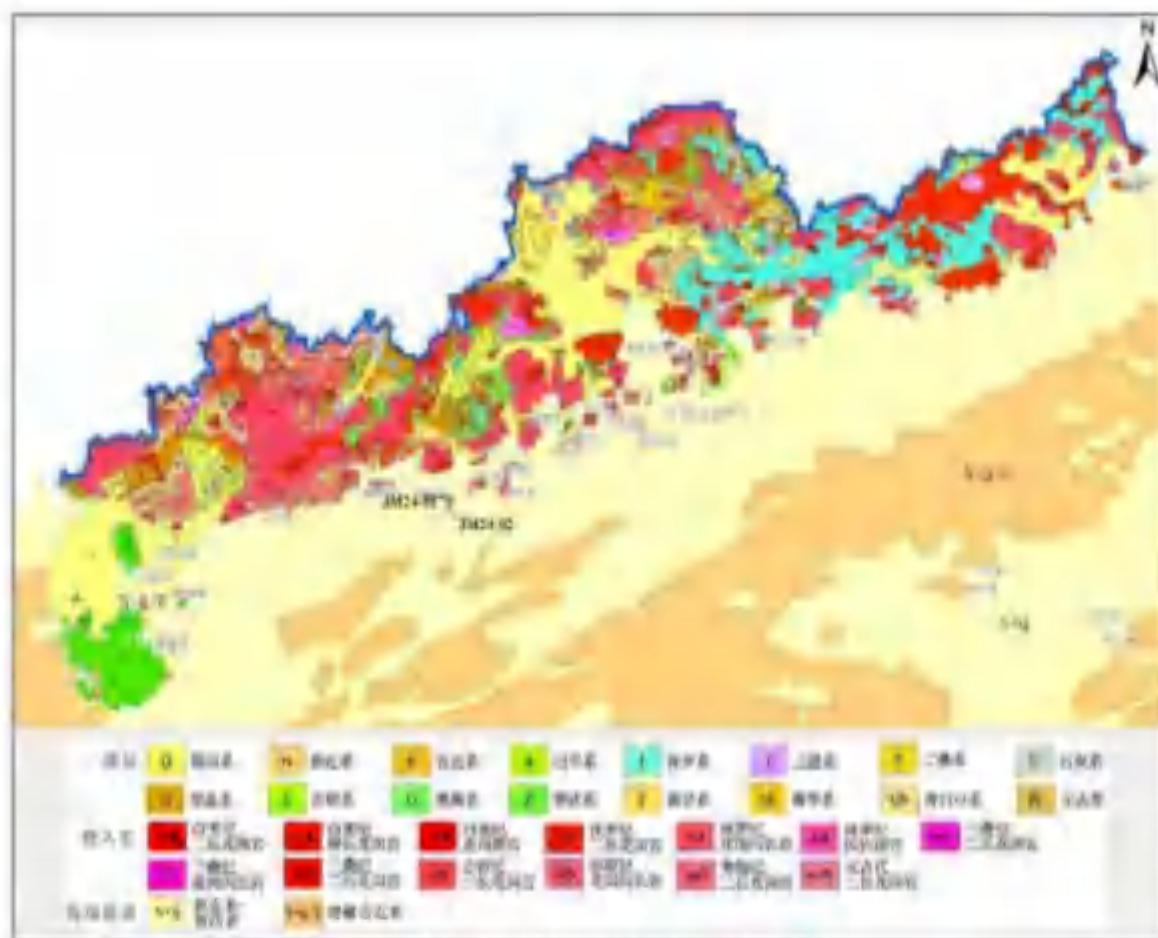


图 4.1.4-1 江门市及邻近区域地质图

（陆域地质来自广东省 1:50 万地质图，海域地质来自 1:200 万南海地质地球物理图系地质图）

江门市境内第四纪地层分布较为广泛,尤其是沿海沿河地区,岩性较为松散,成为侵蚀和输运的物质来源。调查研究表明,近浅海海底同样广泛发育第四系地层,厚度十余米到数十米,沉积物有砾砂、砂、粉砂质砂、泥质砂、泥质粉砂,粉砂质泥等。海域方面,现今研究普遍认为珠江三角洲与粤东红海湾的地层均可归属为第四系晚更新统和全新统,最下界均为风化壳或者基岩。

参考地层划分沿革,将区域内第四纪地层从下往上划分为晚更新世的礼乐组和全新世的桂州组,礼乐组不整合于基岩风化壳之上,自下而上划分为石排组、西南镇组和三角组;桂州组指平行不整合覆于礼乐组或超覆于基岩风化壳之上的一套地层,自下而上可划分为横栏组、万顷沙组和灯笼沙组。

江门境内构造体系中褶皱构造由于断裂的破坏,尤其是燕山期以来断裂构造的破坏,褶皱构造不发育,且较难分辨。但区内断裂较发育,大型断裂带有北东向的恩平—新丰断裂带(⑦)和紫金—博罗断裂带(⑧)、北西向断裂有西江断裂(⑩),海域部分有珠江口海域滨海断裂带,见图 4.1.4-2 和图 4.1.4-3。



图 4.1.4-2 江门市及邻近区域断裂构造分布图

(来自《广东省及香港、澳门特别行政区区域地质志, 2017》)

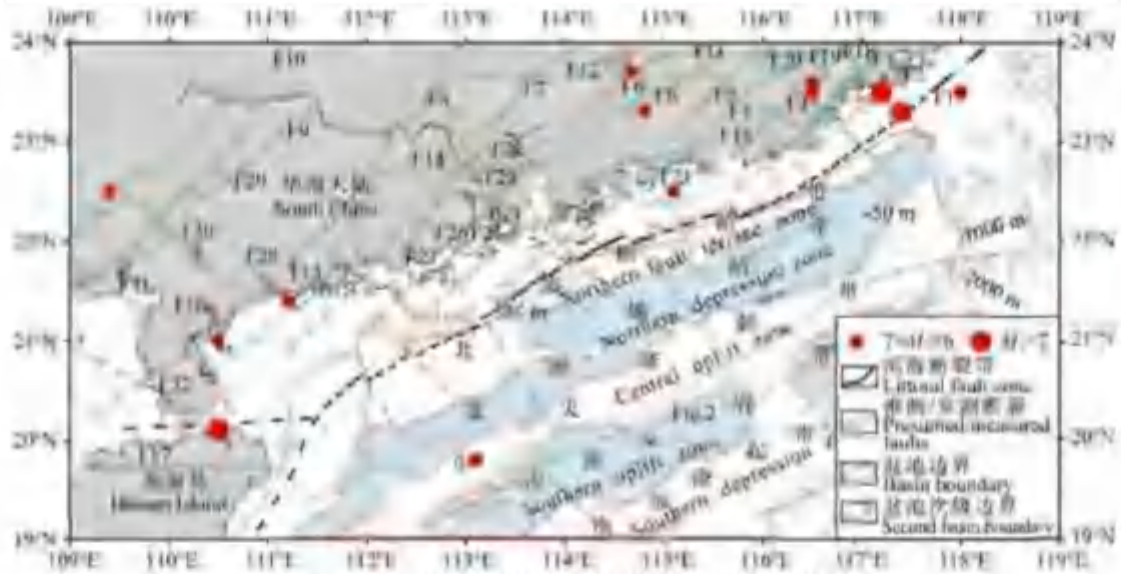


图 4.1.4-3 南海北部陆缘断裂分布与地震活动图

(注：红色圆圈为 6 级以上的历史地震，黑色虚线为推测滨海断裂带的位置)

4.1.4.2 矿区地质

本节主要引用《核实报告》中的相关资料进行论述分析。

4.1.4.2.1 钻孔部署

本项目位于广东省江门市大帆石北面海域，布设钻探 13 口。钻探口位置示意图见图 4.1.4-4。

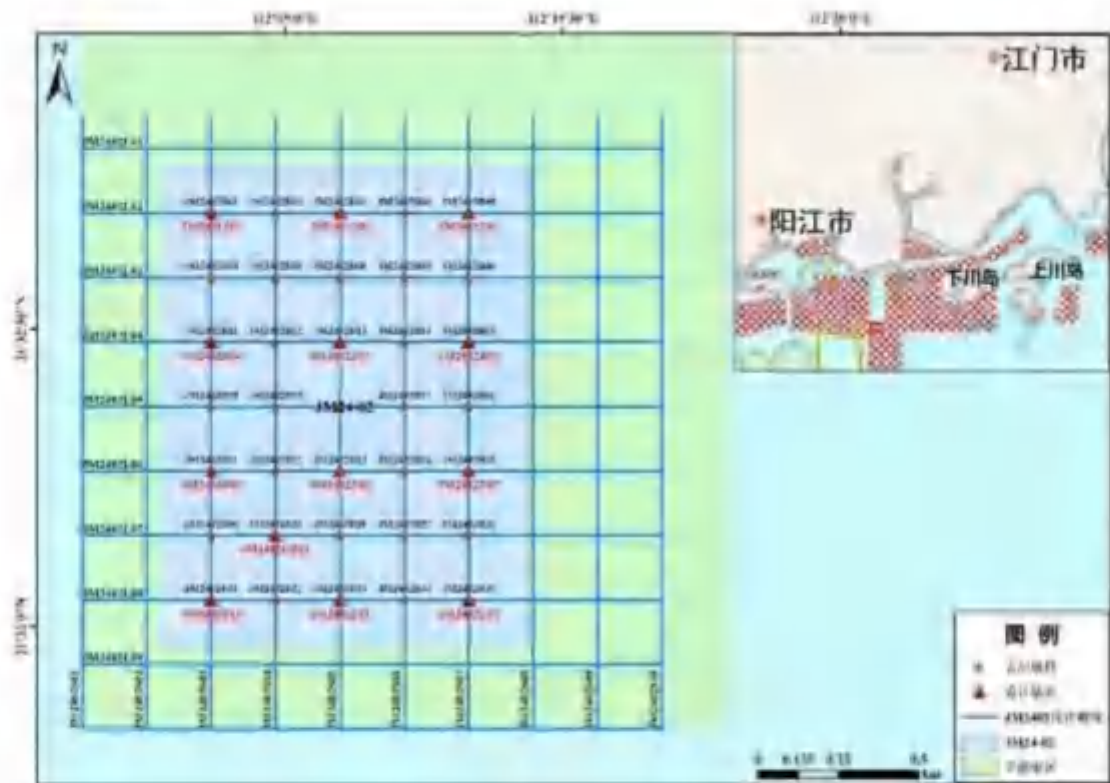


图 4.1.4-4 拟挂牌区钻孔部署图

4.1.4.2.2 地层特征

矿区钻孔揭露的地层均为第四系，根据本次钻探资料，对比前人研究成果，矿区内钻探揭露的地层自上而下大致可以划分为 3 层（主要依据岩性特征和沉积环境），分述如下。

桂洲组（全新统 Q_4^m ）：自下而上可划分为横栏组、万顷沙组和灯笼沙组，为全新统海积层。主要由灰色的泥组成，部分钻孔含灰色砂质泥。该层地层呈软塑状，黏性好，局部含少量贝壳碎屑及腐殖质，略具腥臭味。

该组地层为进入全新世，全球气候变暖，海平面迅速回升后发育的全新世浅海相沉积。矿区钻孔揭示其厚度变化为 9.4~16.2m，平均 11.4m。矿区西南部的钻孔 JM2402GZ01 处最厚，为 16.2m；中部钻孔 JM2402Z02、JM2402Z05、JM2402Z08 和 JM2402Z09 处最薄，分别为 9.4m、9.5m、9.4m 和 9.5m；其他区域厚度相差不大。

三角组（上更新统 Q_3^{pl} ）：上更新统洪积相沉积层。主要由灰色、灰黄色、黄色、浅灰色、浅黄色、褐黄色的泥质砂、砾质砂、砂、泥—砂—砾、砂质砾、泥、砂质泥等组成。该组以砂质沉积物为主，一般为稍湿~饱和，稍密~中密，分选差~一般，磨圆度差~中等。

该组地层为全球进入末次冰期，海平面发生大幅度下降，形成的上更新统陆相洪积层。根据同海域相邻 JM2401 矿区的 JM2401Z06 钻孔地层定年和前人研究结果，02 矿区该地层年代距今约 1.06 万~2.64 万年。该组地层在矿区内所有钻孔均有揭露，是矿区主要的海砂赋存层之一。钻孔揭露其厚度变化为 1.8~13.8m，平均 6.4m，其中矿区东南部的 JM2402Z07 和 JM2402Z12 钻孔处最厚，分别为 9.8m 和 13.8m，而西北部的钻孔 JM2402Z02、JM2402Z03、JM2402Z04 和西南部 JM2402Z11、JM2402GZ01 的钻孔处最薄，分别为 5.0m、4.0m、2.1m、3.4m 和 1.8m。

礼乐组（上更新统 $Q_3^{al+pl} + Q_3^m$ ）：自下而上可划分为石排组和西南镇组，为上更新统冲积、洪积相和海积相沉积层。

上部的西南镇组为晚更新世末次冰期，随着气候转暖，海平面波动上升，海侵形成的一套浅海相沉积层，主要由灰色、灰黄色、米灰色、黄灰色、灰褐色的泥、砂质泥、泥质砂和砂等组成，稍湿，总体上沉积物颗粒较细。泥质层岩性为泥、砂质泥，呈可塑状，少部分为软塑、硬塑，粘性一般，韧性中等~好，刀切面较光滑~略粗糙，土质均匀但局部夹细中砂。砂质层岩性为泥质砂和砂，一般为稍

湿~湿，主要为中密~密实，局部稍密，分选性差~一般，磨圆度中等，局部含少量黏粒及砾砂。

下部的石排组为晚更新世形成的冲积、洪积相沉积层，沉积了较厚的冲积砂砾层，偶见磨圆度较好的卵石，代表了古河道沉积环境。石排组主要由灰色、青灰色、浅灰色、灰白色、黄灰色、褐黄色的泥质砂、砂，砾质砂、砂质泥、泥和泥-砂-砾等组成，总体上沉积物颗粒比同区域的西南镇组较粗，以砂质沉积物为主，一般为中密~密实，饱和，分选性一般~差，磨圆度次棱角~圆状，局部含少量黏粒及砾砂。

根据同海域相邻 JM2401 矿区的 JM2401Z06 钻孔地层定年和前人研究结果，礼乐组地层年代距今约 3.52 万~5.00 万年。礼乐组地层在矿区内所有钻孔均有揭露，其中石排组是矿区最主要的海砂赋存层之一，而西南镇组则部分赋存少量海砂矿体。矿区钻孔揭露的礼乐组厚度范围为 16.9~36.5m，平均 25.9m，其中矿区西北部的 JM2402Z02、JM2402Z03 和 JM2402Z04 钻孔处最厚，分别为 32.4m、34.0m 和 36.5m，而中东部的钻孔 JM2402Z07 处最薄，为 16.9m。

4.1.4.2.3 构造

矿区揭露的地层属海底第四纪近海沉积相，本次勘查未发现断层，物探资料显示地层内部沉积结构为近水平层状，无向斜或背斜。

4.1.4.2.4 岩浆岩

矿区揭露的地层属第四纪近海沉积层，本次勘查未发现岩浆岩。

4.1.4.2.5 海底底质

海底底质是指矿区海底沉积物类型。矿区共采取 35 组表层沉积物样品，根据其粒度组成特征，矿区海底底质类型按沉积物三角形分类图（据 Folk 等，1970）分类，主要为粉砂，少量为砂质粉砂和泥（粘土）；根据海砂沉积物三角命名（《矿产地质勘查规范海砂》（DZ/T 0494-2024）），全区沉积物类型均为泥（表 4.1.4-1）。砾石含量为 0%；砂含量为 2.93%~13.79%，平均值 6.14%；粉砂含量为 61.48%~68.63%，平均值 65.01%；粘土含量为 21.28%~32.50%，平均值 28.84%。

表 4.1.4-1 JM24-02 矿区表层沉积物粒级含量统计表

编号	粒级含量 (%)				粒度系数				沉积物分类	
	砾石	砂	粉砂	粘土	平均粒径 MZ (Φ)	分选系数 So (Φ)	偏态 Ski	峰态 Kg	Folk 分类	海砂三角分类
JM2402B01	0	4.24	65.75	30.01	7.03	1.83	0.048	1	粉砂	泥
JM2402B02	0	4.2	63.3	32.5	7.15	1.84	0.008	1.02	泥	泥
JM2402B03	0	5.56	67.42	27.02	6.83	1.87	0.075	0.99	粉砂	泥
JM2402B04	0	4.22	63.89	31.89	7.12	1.83	0.013	1.01	粉砂	泥
JM2402B05	0	5.89	63.03	31.08	6.98	1.94	-0.019	0.97	粉砂	泥
JM2402B06	0	5.67	68.63	25.7	6.75	1.87	0.094	0.99	粉砂	泥
JM2402B07	0	3.79	65.5	30.71	7.08	1.82	0.054	1	粉砂	泥
JM2402B08	0	3.31	66.12	30.57	7.09	1.79	0.071	1	粉砂	泥
JM2402B09	0	4.37	67.13	28.5	6.96	1.82	0.066	1	粉砂	泥
JM2402B10	0	6.97	65.16	27.87	6.81	1.93	0.018	0.98	粉砂	泥
JM2402B11	0	3.4	64.19	32.41	7.18	1.78	0.03	1.02	泥	泥
JM2402B12	0	3.39	64.72	31.89	7.15	1.78	0.031	1.01	粉砂	泥
JM2402B13	0	4.88	65.47	29.99	6.98	1.87	0.04	0.99	粉砂	泥
JM2402B14	0	2.93	65.85	31.22	7.12	1.78	0.073	0.98	粉砂	泥
JM2402B15	0	3.88	65.98	30.14	7.05	1.82	0.056	1	粉砂	泥
JM2402B16	0	5.16	66.49	28.35	6.93	1.85	0.061	1.01	粉砂	泥
JM2402B17	0	5.15	65.52	29.33	6.96	1.86	0.029	1	粉砂	泥
JM2402B18	0	4.87	67.41	27.72	6.88	1.86	0.082	0.99	粉砂	泥
JM2402B19	0	8.92	62	29.08	6.78	2.04	-0.028	0.95	粉砂	泥
JM2402B20	0	5.09	66.74	28.17	6.9	1.85	0.063	0.99	粉砂	泥
JM2402B21	0	7.5	64.8	27.7	6.79	1.96	0.019	0.98	粉砂	泥
JM2402B22	0	7.98	64.12	27.9	6.78	1.98	-0.001	0.98	粉砂	泥
JM2402B23	0	6.3	61.48	32.22	7.03	1.95	-0.031	0.99	泥	泥
JM2402B24	0	8.52	64.09	27.39	6.71	2.01	0.006	0.94	粉砂	泥
JM2402B25	0	9.2	65.04	25.76	6.61	2.01	0.032	0.94	粉砂	泥
JM2402B26	0	6.72	65.25	28.03	6.83	1.93	0.023	0.98	粉砂	泥
JM2402B27	0	13.79	64.93	21.28	6.23	2.06	0.1	0.89	砂质粉砂	泥
JM2402B28	0	12.93	62.65	24.42	6.43	2.1	0.012	0.89	砂质粉砂	泥
JM2402B29	0	6.92	63.58	29.5	6.91	1.95	0.001	1	粉砂	泥
JM2402B30	0	4.5	64.92	30.58	7.04	1.85	0.03	1	粉砂	泥
JM2402B31	0	3.71	66.59	29.7	7.04	1.79	0.066	1	粉砂	泥
JM2402B32	0	10.73	64.05	25.22	6.54	2.05	0.018	0.92	砂质粉砂	泥
JM2402B33	0	6.57	63.94	29.49	6.89	1.96	0.01	0.97	粉砂	泥
JM2402B34	0	9.27	63.99	26.74	6.67	2.02	0.013	0.96	粉砂	泥
JM2402B35	0	4.46	65.75	29.79	7.01	1.84	0.053	1	粉砂	泥
平均值	0	6.14	65.01	28.84	6.89	1.9	0.03	0.98		

4.1.4.3 地形地貌

矿区整体水深为 18.20~19.64m，水深最浅位于矿区北部，最深位于矿区南部。海域地形平坦，无发育大型隆起或洼地等起伏地形单元。平均坡降约 0.7‰，水深剖面线 AA9 上的平均坡降约 0.56‰。总体地形特点为水深缓慢由北向南逐渐增大，等深线呈东西走向，无明显地形凸起或下凹。

矿区海底侧扫声呐图像色调均匀，表明海底平坦，海底未见礁石、洼地、凸起等单元，进一步验证了多波束测深数据对该区域海底地形的初步判断。声呐图像中，各像素点的灰度值波动范围极小，反映出海底底质在水平方向上具有高度的一致性。结合现场采集的底质样本分析，该区域海底主要为细颗粒的泥质沉积物。从声学特性来看，平坦且均质的海底对声波的反射和散射规律较为单一，使得侧扫声呐接收到的回波信号强度相对稳定，从而在图像上呈现出均匀的色调。

4.1.4.4 地球物理特征

(1) 浅地层剖面解释

浅地层剖面测量使用 Innomar SES-2000 Medium 浅剖，发射频率为 8kHz，本次浅地层剖面调查的主要目的是查明海底浅地层结构，关注海底及以下可能存在的障碍物。在进行时深转换时，使用的时深转换声速为 1540m/s。

浅地层剖面根据反射强度变化而反映的灰度差异和反射波形态等特征，在剖面上自上而下识别出 r0 和 r1 两个反射界面。

r0：海底反射波，强振幅、连续性好，其起伏形态反映了海底地形的变化。

r1：弱振幅反射，连续性较差，起伏变化较小，为浅剖能穿透地层的底界面，之下无反射。

据上述反射界面，在浅地层剖面上可划分出 a、b 两套反射层序：

层 a：是 r0~r1 之间的反射层序，为一套表层沉积层，中-强振幅，反射能量中等，为平行/亚平行的披盖式反射结构。根据钻孔资料，该层为海底表层深灰色泥质沉积层，含大量贝壳碎屑。

层 b：是反射界面 r1 以下的反射层序。该层反射能量弱，底界无法追踪。

(2) 单道地震剖面解释

单道地震资料采集采用 Mini-Trace II 单道地震记录系统，震源采用 PPS-2kJ 等离子体电火花震源系统，GEO-SENSE 48 型电缆，电缆长度约 100m，采用

AQ2000 水听器, 可记取任何震源在发射频率 10Hz -10kHz 范围内的信号。水听器间距为 0.25m 标准间距, 震源选用 1000J, 激发间隔为 1s。

单道地震资料处理使用 RadExPro 地震资料处理系统, 处理流程主要包括:

1) 分析信号的有效频带范围, 带通滤波压制低频背景噪音, 突出有效信号;
2) 涌浪静校正; 3) RNA 随机噪音压制; 4) 多次波压制; 5) 球面扩散振幅补偿; 6) 海底自动拾取及切除; 7) 导航坐标转换。

单道地震资料解释使用 Geo-suite 软件完成, 单道地震剖面与钻孔对比解释时深转换速度采用如下: 泥层 1600m/s, 砂层 1800m/s, 海水 1500m/s。

依据地震地层学的原理, 结合各个剖面的地震相反射结构、波组特征和反射界面特征, 如上超、下超、顶超或削截等, 可连续追踪出 R0、R1、R2 和 R3 四个地震反射界面。各反射界面主要特征如下:

R0: 为海底地震反射界面, 呈强振幅、高能量、高连续性反射特征, 随海底起伏而变化。由于海水和海底沉积物的波阻抗差异较大, 在地震剖面中表现为明显的高能量特征, 总体上呈强振幅、高连续性反射特征, 随海底起伏而变化, 在所有反射界面中最易识别。

R1: 该界面在单道地震剖面上表现为中-弱振幅, 高连续性的反射特征, 可连续追踪。该界面位于一套连续反射层的底部, 其上为连续良好的一套反射标志层, 之下地震反射不连续或连续性差, 该界面为更新世与全新世的分界面。

R2: 该界面较 R0、R1 界面起伏变化较大。反射界面总体呈现中振幅、中-低连续的反射特征, 与上覆反射层多呈斜交前积关系, 局部可见下切河谷双向上超现象。

R3: 该界面上下反射层波阻特征明显, 其上为一套中低频、较连续、中强振幅反射波组, 其下为中高频、不连续、中弱振幅反射波组, 本次钻探均未钻穿该界面。

根据各地震反射界面划分及层序内部特征, 结合区域地质资料分析, 可划分出 A、B、C、D 共四套地震层序。各地震层序特征如下:

地震层序 A (R0-R1): 顶界为海底, 底界为 R1 反射界面, 内部反射层组大致以中-低频、中-强振幅、高连续为特征, 总体具有平行和亚平行反射结构, 席状披盖外形。该地层为矿区内最年轻的地层, 为全新世海平面不断上升背景下所沉积的地层。根据钻孔资料揭示, 该层为泥质沉积, 在泥质沉积层的上

部可见贝壳碎屑

地震层序 B (R1-R2)：顶界为 R1，底界为 R2 反射界面。内部反射层组以中频、中强振幅、一般连续性为特征，下切充填特征明显，与顶界面 R1 多呈削截关系，通常与底界面 R2 上超接触，该套层序地层岩性以泥质砂及细中砂为主。

地震层序 C (R2-R3)：顶界为 R2 反射界面，底界为 R3 反射界面。内部反射层组大致分为两套。一套为中—低频、弱振幅、强连续性为特征，该套岩性以泥质和砂质泥为主。另一套以中—低频、中—弱振幅、为特征，根据钻孔资料揭示，该套层序内揭示有含砾质砂。推断该层序沉积环境早期为陆相低水位环境，河道较为发育，后期水位逐渐上升，形成滨浅海相环境。

地震层序 D (R3 以下)：顶界为 R3 反射界面，底界只在局部地层可见，以断继、杂乱波组反射为特征，发育深度超过本次钻孔设计的钻探深度，推测为矿区的基底。

4.2. 采砂所在区域海洋资源和海域开发利用与保护概况

4.2.1. 港口、航道、锚地资源

4.2.1.1. 港口资源

江门位于珠江三角洲西岸，拥有海岸线 414.8 公里，内河航道超 1000 公里，是粤港澳大湾区西翼核心港口群成员。2024 年江门港货物吞吐量突破 1.8 亿吨，集装箱吞吐量达 180 万标箱，同比增长 8.3%。

江门港包括广海湾、恩平、新会三个沿海港区 and 主城、开平、鹤山、台山四个内河港区，是广东地区性重要港口和地区综合交通体系的重要枢纽，是江门市经济社会发展和对外开放的重要依托，是江门市发展现代物流和临港产业的重要基础，是珠江三角洲西部地区连接港澳市场的重要口岸。江门港以能源、原材料、散、杂货和集装箱运输为主，大力发展临港产业，积极拓展港口物流、商贸、信息、旅游客运等服务。

其中广海湾港区规划布置广海湾铜鼓湾作业区、鱼塘湾作业区、长沙湾作业区等三个作业区，为江门市经济发展和临港产业发展服务，以大宗散货、散杂货等运输为主。恩平港区主要为恩平市及周边地区外向型经济发展，临港产业开发服务，以煤炭、杂货、件杂货、集装箱为主。新会港区规划包括天马作业区、双

水作业区、崖门作业区、古井作业区、红关作业区，服务于外向型经济发展、沿江临港产业开发、城市建设与发展，其主要功能是承担外贸集装箱、工业原材料及制成品、矿建材料、滚装运输以及旅游客运的运输服务。主城港区规划江海作业区，主要为城区及周围地区的外向型经济发展、沿江临港产业开发，其主要功能是承担内、外贸集装箱、件杂货等运输为主。开平港区以集装箱、通用货物和旅客水上运输为主，主要满足开平市区货运码头的搬迁及产业东移的发展需要。鹤山港区主要为鹤山市经济发展、国际物流港运输及沿江工业服务，承担集装箱、件杂货、旅客等水上运输任务。台山港区主要承担台山市北部地区及邻近县（市）的货物运输任务，现有 1000 吨级泊位 4 个，设计通过能力 60 万吨，货类主要为集装箱、钢铁、有色金属等，进出地多为港澳地区。

4.2.1.2. 航道资源

（1）内河航道及出海航道

根据《广东省航道发展规划（2020—2035 年）》，江门市的内河航道及出海航道主要有西江下游出海航道、虎跳门水道、潭江、劳龙虎水道、崖门水道、崖门出海航道、那扶河及镇海湾出海航道等。

（2）沿海航道

江门港涉及的沿海航道主要位于广海湾港区。江门港广海湾航道里程 18 km，航道发展规划技术等级为 30 万吨级。广海湾作业区航道方位角 $319^{\circ}\sim 139^{\circ}$ ，延伸至台山电厂航道，长度约 4.5 km，近期航道按 26.6 万 m^3 LNG 船、10 万吨级通用船单向航道考虑，水深-17.3 m，底宽 330 m。



图 4.2.1-1 项目周边航道分布图

根据《海上交通安全影响评价报告》，矿区附近航路众多。北上可通过粤东

沿海近岸航路，珠海高栏港外之阳江南鹏岛北航路、粤东沿海江门上川岛至南琼州海峡北水道，到达江门、广州、深圳、香港等地；南下可通过粤东沿海近岸航路，东沿海江门上川岛至南琼州海峡北水道，至阳江、茂名、湛江等地。小型船舶还可通过涠洲岛北航路、镇海湾出港航路到达上、下川岛，恩平港，江门港等地。

4.2.1.3. 锚地资源

江门市依托珠江口西岸地理优势，锚地网络覆盖沿海及内河关键水域，主要服务于船舶停泊、避风、检疫及装卸作业。截至 2025 年，全市规划运营锚地共 8 处，总面积超 35 平方公里，可同时容纳 200 艘万吨级船舶。

表 4.2.1-1 江门市锚地汇总表

锚地名称	位置	用途	范围与容量	备注
崖门出海锚地	银洲湖出海口	大型货轮临时停泊、检疫	面积 12 km ² ，20 万吨级泊位 4 个	2024 年升级为智能调度锚地
广海湾深水锚地	黄茅海东侧	LNG 船、散货船避风及作业	水深 18 米，10 万吨级泊位 8 个	2025 年新增 LNG 专用锚位 2 个
新会港锚地	银洲湖西岸	集装箱船中转、内贸船舶停泊	面积 8 km ² ，可停泊 50 艘船舶	5G 联网实时监控
高沙内河锚地	西江干流江门段	内河驳船集散、危化品船监管	长 5 公里，1000 吨级锚位 30 个	配备防污染应急设施
上下川岛避风锚地	川岛群岛南部	台风季船舶紧急避风	自然避风水域面积 15 km ²	可容纳 150 艘中小型渔船
台山核电专用锚地	广海湾港区北侧	核电设备运输船临时停泊	专用泊位 3 个，5 万吨级	辐射监测隔离区 1 公里

4.2.2. 海岸线、岛礁资源

根据《2022 年台山市国民经济和社会发展统计公报》，2021 年末台山全市领海基线以内海域面积 2716.9km²，大陆海岸线 302.1km，岸线类型包括人工岸线、生物岸线、基岩岸线、砂质岸线、河口岸线共五种类型，以人工岸线和生物岸线为主，人工岸线主要分布在黄茅海都斛段、广海湾、镇海湾的海晏—汶村段；生物岸线主要集中在镇海湾内；腰鼓湾、钦头湾、鱼塘湾、镇海湾内分布有基岩岸线；砂质岸线主要分布在黄茅海赤溪南岸、广海湾西岸以及镇海湾的西岸。此外，台山市岛岸线多为基岩岸线；上、下川岛分布有较大范围的砂质岸线，涠洲南部有小段砂质岸线；人工岸线在上、下川岛也有零星分布。

江门市共有 352 个海岛，海岛岸线总长约 407 公里，海岛总面积约 252 平方

公里，主要分布在台山市沿海、新会区银洲湖及崖门水域。江门市岛屿包括上川岛、下川岛、潯洲、黄茅岛、大襟岛、古舟岛、王府洲等。其中上川岛是江门最大的岛屿，位于珠江口西侧，约 137 平方公里。下川岛与上川岛相邻，面积约 81 平方公里，是旅游度假胜地。90% 以上岛屿位于台山市南部海域，形成川山群岛核心区域。本项目评价范围内有 4 个无居民岛屿，为南鹏岛、帆仔北岛、帆仔、大帆石；1 个有居民海岛即潯洲。

4.2.3. 海产资源

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2024—2030 年）》，江门市海域总面积 4893.76 平方公里，领海基线内水深 0~2 米浅海面积 42830 公顷水深 2~5 米浅海面积 54550 公顷，滩涂面积 10790 公顷，主要分布在广海湾、镇海湾、崖门水道西侧。海（港）湾 119 个，三大渔港分别为沙堤渔港、横山渔港和广海渔港。20 米等深海域面积 210000 公顷。

台山市水产养殖产业稳步发展，2023 年全市水产养殖面积 29058 公顷，其中淡水养殖面积 10706 公顷，比 2015 年增加了 4.48%；海水养殖面积 18352 公顷，比 2015 年减少 15.1%。淡水养殖水面主要在大隆洞河沿岸及白沙水和潭江的汇合处两岸；海水养殖水面主要在三个海湾的沿海；海上养殖主要在上下川岛沿海海域。

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

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

4.2.4. 矿产资源

据《江门市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》，江门市探明的矿产种类较多，截至 2020 年底，已探明资源储量的有 48 种，累计发现矿产地（矿点）275 处，其中能源矿产 2 种，矿产地 16 处；金属矿产 17 种，矿产地 47 处；非金属矿产 27

种，矿产地（矿点）171 处；水气矿产 2 种，矿产地 41 处。其中大、中型矿床有 31 处，小型矿床 171 处，矿点 73 处。江门市是滨海城市，其海域蕴藏丰富的海砂资源。海砂有着广泛的工业价值和经济价值。

金属矿产主要有金、银、铜、铅、锌、铁、钨、锡、轻稀土等。勘查成果表明，以小型矿床多，大中型矿床少。中型矿床有白云地铅锌矿和共和稀土矿，目前地区内暂无开采的金属矿山。非金属矿产主要有建筑用花岗岩、饰面用花岗岩、水泥用灰岩、建筑用（粉）砂岩、高岭土等。其中建筑用花岗岩矿产地 49 处，累计查明资源储量 $5.254 \times 10^8 \text{m}^3$ ；饰面用花岗岩 3 处，累计查明资源储量 $408.48 \times 10^4 \text{m}^3$ ；水泥用灰岩 9 处，累计查明资源储量 $13935.2 \times 10^4 \text{t}$ ；建筑用（粉）砂岩 4 处，累计查明资源储量 4062.7310^4m^3 ；高岭土 4 处，累计查明资源储量 $8654.07 \times 10^4 \text{t}$ 。

能源矿产主要为地热，数量多、分布广，资源较丰富，允许开采量 $19650 \text{m}^3/\text{d}$ ；水气矿产主要为矿泉水，允许开采量 $4485 \text{m}^3/\text{d}$ 。

4.2.5. 滩涂资源

滩涂是处于大潮高潮线与大潮低潮线之间的地带。一般以大小潮的高低潮位线为依据，将滩涂分为高滩、中滩、低滩。而根据滩面高程与地下水位，及其实际利用关系，可再分为超高滩、高滩、中滩、低滩、浅滩五类。

江门市海域总面积 4893.76 平方公里，领海基线内水深 0~2 米浅海面积 42830 公顷，水深 2~5 米浅海面积 54550 公顷，滩涂面积 10790 公顷，主要分布在广海湾、镇海湾、崖门水道西侧。海（港）湾 119 个，三大渔港分别为沙堤渔港、横山渔港和广海渔港。20 米等深海域面积 210000 公顷。

4.2.6. 旅游资源

台山依托旅游资源，形成海岛度假滨海风光、温泉养生、田园生态、华侨文化、特色美食六大文旅品牌，旅游产品呈多样化和特色化，台山拥有 697 千米海（岛）岸线，优质沙滩 64 千米，大小海岛（礁）557 个，上川岛、下川岛分列广东第二、第六大海岛，川山群岛旅游区是国内最早被誉为“东方夏威夷”的景区，与那琴半岛、浪琴湾、黑沙湾、海角城、海豚湾、月亮湾等海湾形成岛岸联动；台山温泉地热资源丰富，温泉日均总流量 1.5 万吨，主要建成康桥、颐和、喜运来、神灶、富丽湾温泉等五大温泉旅游景区；台山是生态旅游大市，拥有广

东省首个中国农业公园——台山中国农业公园、千亩芦荟花海——美国芦荟庄园上川岛省级猕猴保护区、北峰山国家森林公园、大隆洞千岛湖湿地公园以及珠三角最大的红树林公园——镇海湾红树林湿地公园等资源；台山拥有绚丽多彩的侨乡印记，1.5 万多座碉楼、洋楼、骑楼等中西 合璧历史建筑，96 座原汁原味的侨墟遍布台山各地，浮月村、浮石村、海口埠、梅家大院、台城历史文化街区、公益埠等华侨历史景点风采依旧，素有“小小联合国”之称的海侨东南亚风情村拥有浓郁的异国风情和归侨文化，“海丝”申遗遗产点“南海 I 号”沉船点（台山川岛水域）、广海卫城遗址等众多海丝史迹构成台山海丝史迹考古遗址公园是广东首批国家考古遗址公园立项单位。截至 2019 年底，台山市有主要旅游景区（点）41 个，其中 AAAA 级旅游景区 3 个。

4.2.7. 珍稀海洋生物资源

4.2.7.1. 中华白海豚

根据陈涛等于 2019 年 2 月发表于 Wiley 的《Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Moyang River Estuary: The western part of the world's largest population of humpback dolphins》，珠江口—莫阳江口中华白海豚种群从伶仃洋，沿横琴岛、高栏岛、荷包岛、大襟岛、广海湾、上、下川岛周围，向西经潯洲一直连续分布至海陵岛附近水域，是目前已知世界上最大中华白海豚种群。根据《珠海长隆富祥岛填海工程海洋环境影响报告书》（2017），2014 年出海监测珠江口中华白海豚资源，共计 82 航次，总航时达 442 小时，总航程达 8716.3 公里。成功目击中华白海豚共计 476 群次，中华白海豚共计 2861 头次。至 2014 年 12 月 31 日，在泛珠江口海域共辨识 1985 头中华白海豚个体，其中东部种群（保护区所属内伶仃海域）累计辨识 798 头，所占比例达 40.2%。珠江口东部、中部和西部种群 2014 年新增辨识个体分别为 82、53 和 178 头，其中各区之间有部分新增辨识个体重叠，整体新增辨识个体 295 头。

历史调查资料显示，项目北面曾发现过中华白海豚出现。

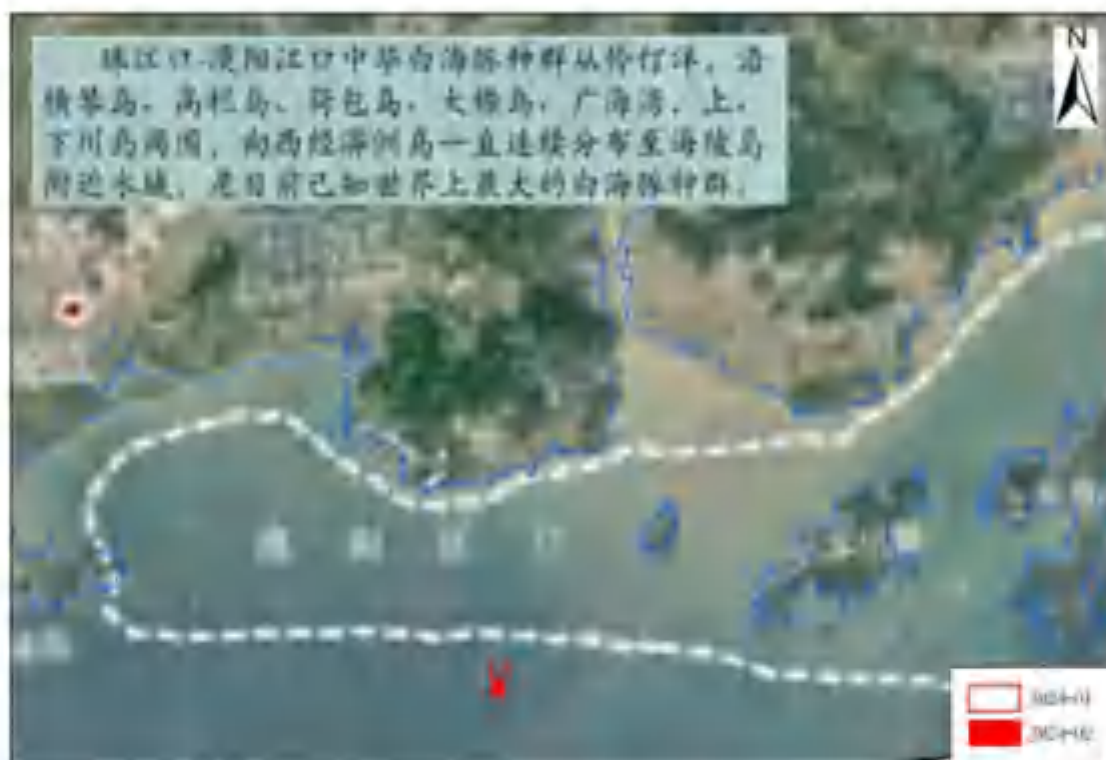


图4.2.7-1 项目与珠江口—漠阳江口中华白海豚种群分布区位置关系示意图

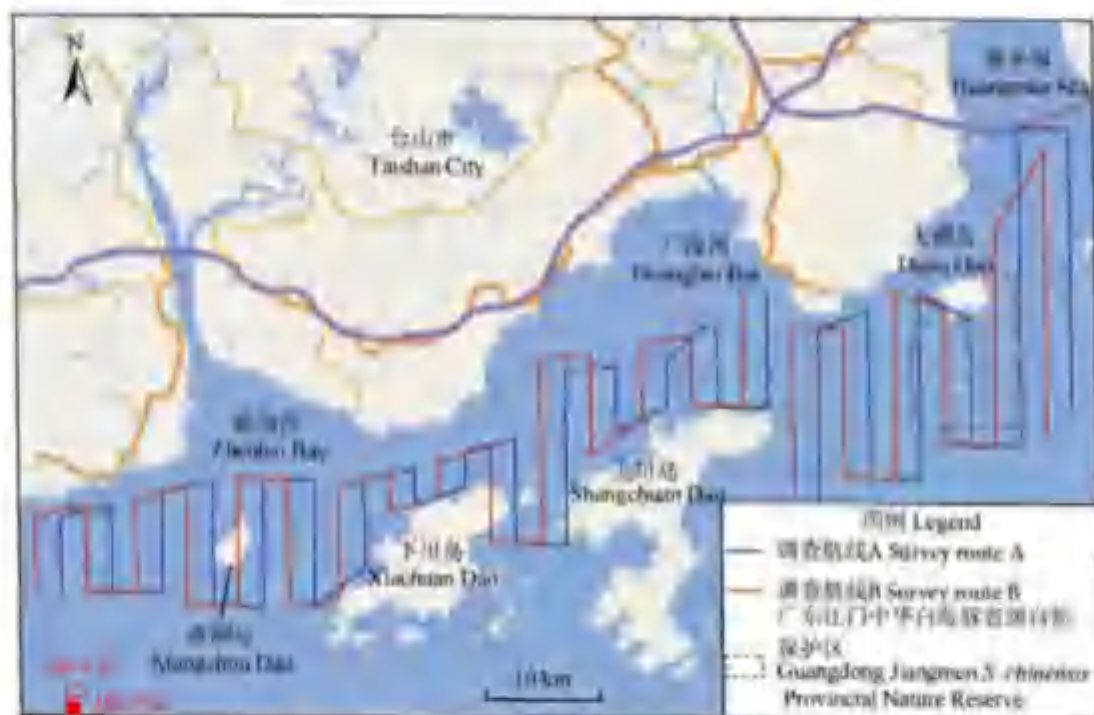
广东江门海域位于珠江口西侧，地处亚热带季风气候区，受季节性降水影响，水文特征呈现明显的丰水期与枯水期交替的规律。该海域岸线曲折、岛屿众多，大部分水深在 20 m 以内。江门海域是“珠江口—漠阳江口”中华白海豚种群的重要分布区。

上海海洋大学联合中国水产科学研究院南海水产研究所于 2025 年 1、3、7 和 9 月在广东江门海域开展了 4 个航次调查，调查截线设置垂直于大陆岸线，截线间距 4 km。调查区东起珠海荷包岛以西，西至江门淇洲岛以西，涵盖大襟岛、小襟岛及上、下川岛周边等 20 m 以浅海域。为保证调查努力量分布的均匀性，设 2 条截线线路(调查航线 a 和 b)，于不同航次间交替执行，a、b 航线各进行 2 次调查。

本次调查共累计记录到中华白海豚 21 群次，群体规模为 2~40 头，其活动水深范围为 3.9~15.2 m。行为观察显示，水面行为包括捕食、社交、在水面休息、快速前进、向前跃浪、跃身击浪和其他行为(如跟随渔船捕食等)，其中最常见的是捕食行为(14 次)。其中，9 月目击次数最多(7 次)，其次为 1 月 (5 次)和 7 月 (5 次)，3 月目击次数最少(4 次)。目视初次发现距离范围为 85~1 003 m，平均距离为 240 m (± 200 m)。中华白海豚的栖息水深范围为 3.9~15.2 m，其中 47.6% 的

目击个体分布于 10 m 以内的水域，表明其更偏好浅水环境。目视行为与声学信号使用均呈现出一致的季节性规律：冬季以觅食为主，春、夏季觅食行为仍占主导但社交活动增加，秋季社交行为增强，反映出该海域在支撑海豚觅食、繁殖及社群交流方面的综合生态功能。

结果表明江门海域中华白海豚群体幼年到青少年个体的目击比例较高，明显高于伶仃洋等临近海域，可能与较低的人类活动干扰、较好的栖息地连续性及充足的饵料资源有关。然而，船舶噪声、养殖业、工业污染及水质富营养化仍是潜在威胁。



在威胁。

图4.2.7-2 研究海域范围及调查截线设置图

4.2.8. 主要经济鱼种“三场一通”分布

根据中华人民共和国农业部第 189 号公告（2002 年 2 月 8 日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》，南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

1. 幼鱼幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域。保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，该保护区禁渔期间禁止底

拖网渔船、拖虾渔船以及捕捞这类幼鱼、幼虾为主的其它作业渔船进入生产。本项目位于南海幼鱼幼虾保护区。

2.南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部及北部湾沿岸40米等深线、17个基点连线以内水域为南海北部幼鱼繁育场保护区，保护期为1~12月即全年保护，禁止在保护区内进行机动渔船底拖网作业，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区。

表 4.2.8-1 南海北部幼鱼繁育场保护区基点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
第一基点	117°40'	23°10'	第十基点	109°00'	18°00'
第二基点	117°25'	23°00'	第十一基点	108°30'	18°20'
第三基点	115°10'	22°05'	第十二基点	108°20'	18°45'
第四基点	114°50'	22°05'	第十三基点	108°20'	19°20'
第五基点	114°00'	21°30'	第十四基点	109°00'	20°00'
第六基点	111°20'	21°00'	第十五基点	108°50'	20°50'
第七基点	111°35'	20°00'	第十六基点	108°30'	21°00'
第八基点	110°40'	18°30'	第十七基点	108°04'	21°31'
第九基点	109°50'	17°50'			

3.黄花鱼幼鱼保护区

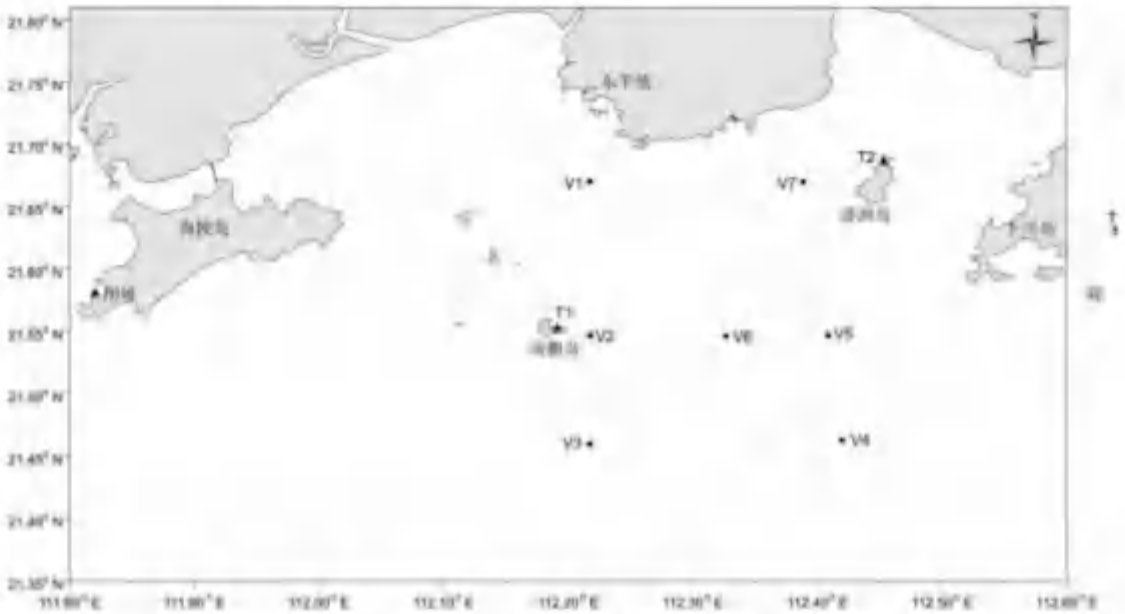
黄花鱼幼鱼保护区共有4处。一为粤东汕头外表角至勒门列岛、南澳岛饶平宫口头一带内海，保护期为每年的11月1日至翌年1月31日；二为海丰县遮浪横至惠东县平海角20米水深以内海域，保护期也为每年的11月1日至翌年1月31日；三为上、下川岛周围20米水深以内海域（大小至洲），保护期为每年的3月1日至5月31日；四为湛江港口至硃州岛周围20米水深以内海域，保护期亦为每年的3月1日至5月31日。本项目所在海域位于黄花鱼幼鱼保护区。

5. 环境现状调查与评价

5.1. 水文动力环境现状调查与评价

5.1.1. 调查概况

中国科学院南海海洋研究所于2024年12月2日—2024年12月3日在项目附近海域开展了7个站位的温度、盐度、海流、悬沙定点观测和2站位的临时潮位观测。同步收集了闸坡站2024年12月1日~2024年12月31日潮位资料，站位布设示意图见图5.1.1-1，水文调查站位及监测内容见表5.1.1-1。



5.1.1-1 水文调查站位布设图

表 5.1.1-1 水文调查站位及监测内容

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
V1	21°40.211'	112°13.032'	海流、温盐、泥沙
V2	21°32.816'	112°13.055'	海流、温盐、泥沙
V3	21°27.579'	112°13.028'	海流、温盐、泥沙
V4	21°27.765'	112°25.168'	海流、温盐、泥沙
V5	21°32.821'	112°24.508'	海流、温盐、泥沙
V6	21°32.774'	112°19.597'	海流、温盐、泥沙
V7	21°40.199'	112°23.294'	海流、温盐、泥沙
T1	21°33.085'	112°11.348'	潮位
T2	21°41.171'	112°27.149'	潮位
闸坡	21°38.500'	111°49.200'	潮位

5.1.2. 调查期间气象情况

2024 年 12 月 2 日—2024 年 12 月 3 日，天气以晴为主，受冷空气影响，风向以偏东风为主，最大风速 6.4 m/s，风速风向过程曲线见图 5.1.2-1。

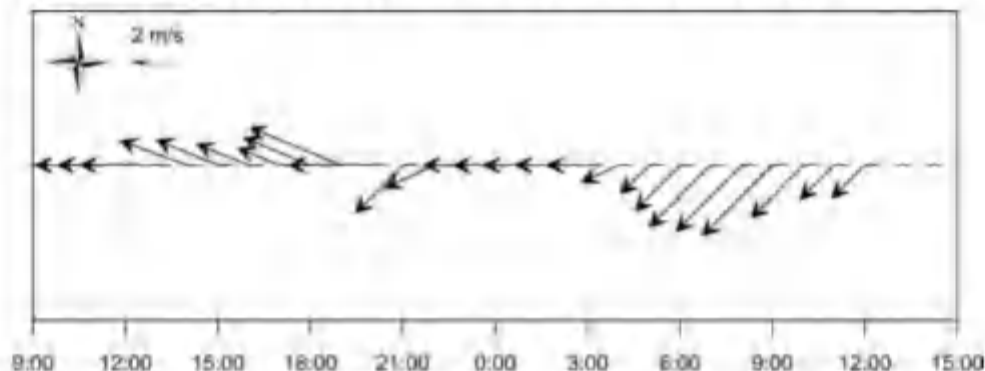


图 5.1.2-1 调查海域大潮期 V6 站实测风速风向图

5.1.3. 水文观测结果与评价

5.1.3.1. 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 $F < 0.5$ ，

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

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北津站的调和常数；对闸坡站潮位进行最小二乘法调和分析。分析得出的主要分潮的调和常数参见表 5.1.3-1。

据此调和常数，我们计算了 T1 和 T2 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F 值

均为 1.3，闸坡站特征值 F 为 1.4，分别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 5.1.3-1 潮位过程曲线可以看到，本海域大多数情况下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明显不相等，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。调查海域的潮汐主要受太平洋潮波的作用，太平洋潮波自巴林塘海峡和巴士海峡进入南海后，以前进波的形式向广东沿岸传播，由于地形、地貌复杂，对潮波运动产生各种影响。在广东沿海浅海范围内，潮波分布复杂，潮波性质、大小、运动形式均因地而异，调查海域潮流性质以不规则半日潮为主。

表 5.1.3-1a 主要分潮的调和常数

测站 分潮	T1		T2	
	振幅 H(cm)	迟角 g(°)	振幅 H(cm)	迟角 g(°)
O ₁	34.1	148.3	34.7	146.8
K ₁	41.0	194.9	41.8	193.3
M ₂	59.4	53.2	59.9	50.8
S ₂	23.7	93.2	23.8	90.8
M ₄	5.8	14.0	9.8	9.4
MS ₄	3.9	78.9	6.6	74.3
F	1.3		1.3	

表 5.1.3-1b 闸坡站主要分潮的调和常数

分潮	周期 (小时)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)
Q1	26.87	7.1	128.8
O1	25.82	32.4	155.1
NO1	24.83	2.9	154.4
K1	23.93	52.4	187.8
N2	12.66	11.3	51.4
M2	12.42	58.8	63.6
S2	12.00	17.4	88.4
MO3	8.39	1.6	167.6
MK3	8.18	1.9	236.0
SK3	7.99	1.2	273.8
M4	6.21	4.1	8.9
MS4	6.10	2.3	71.5
2MK5	4.93	1.1	293.3
M6	4.14	0.7	199.6
2MS6	4.09	0.5	228.7

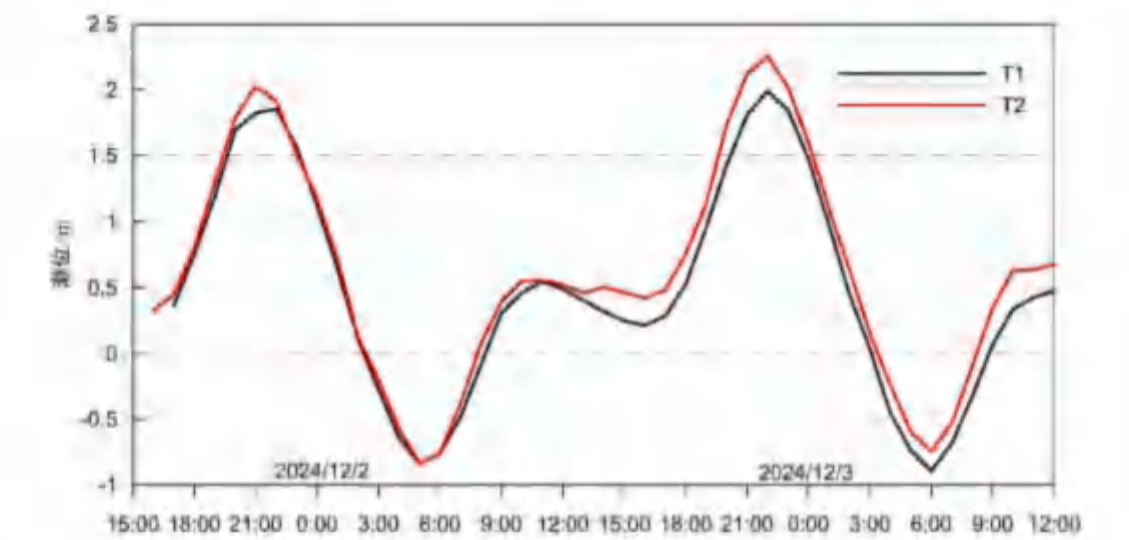


图 5.1.3-1a 调查海域 T1 和 T2 站的潮位过程曲线

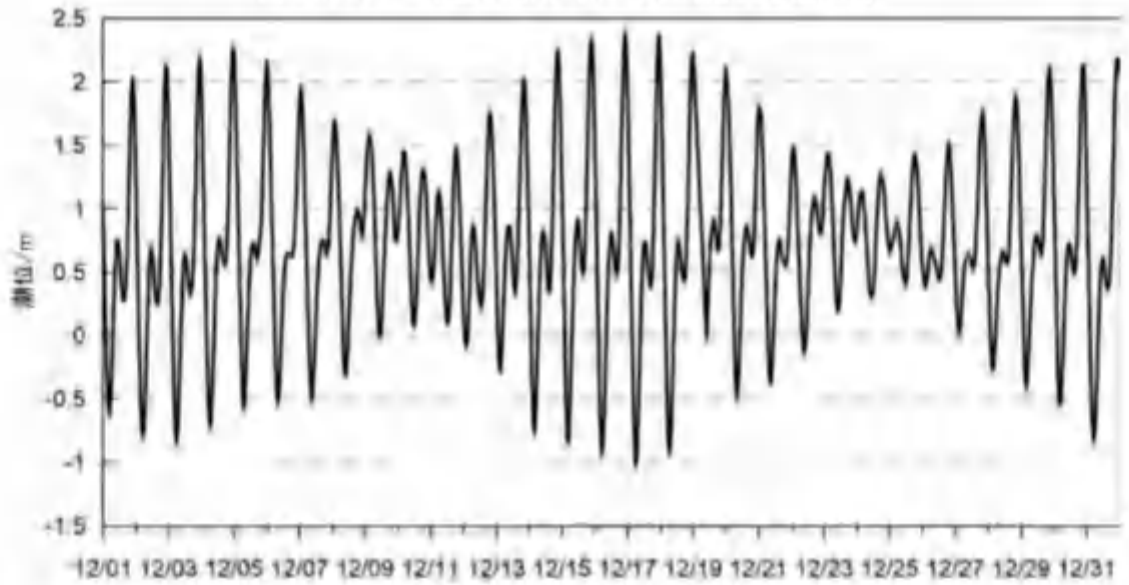


图 5.1.3-1b 闸坡站潮位过程曲线

(2) 潮汐特征值

观测期间，最大落潮历时和平均落潮历时分别大于最大涨潮历时和平均涨潮历时，观测期间 T1 站最大潮差 2.95 m，最小潮差 0.40 m，平均潮差 1.63 m；T2 站最大潮差 3.00 m，最小潮差 0.28 m，平均潮差 1.68 m。2024 年 12 月闸坡站最大潮差 3.46 m，最小潮差 0.23 m，平均潮差 1.47 m。

表 5.1.3-2 闸坡站 2024 年 12 月潮位主要特征值

特征值	闸坡
最高潮位 (m)	2.40
最低潮位 (m)	-1.06
平均潮位 (m)	0.72
最大潮差 (m)	3.46

平均潮差 (m)	1.47
最大涨潮历时 (h)	17.00
平均涨潮历时 (h)	7.48
最大落潮历时 (h)	10.33
平均落潮历时 (h)	6.29
最大涨潮潮差 (m)	2.76
平均涨潮潮差 (m)	1.49
最大落潮潮差 (m)	3.46
平均落潮潮差 (m)	1.46

5.1.3.2. 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 2024 年 12 月 2 日 11 时—2024 年 12 月 3 日 12 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 5.1.3-2（潮位数据取自 T1 站），实测海流平面分布玫瑰图见图 5.1.3-3，涨、落潮流平均流速分布图见图 5.1.3-4。根据上述图表分析如下：

南海北部陆架海域的环流特征主要包括南海北部陆坡流、南海暖流、广东沿岸流等要素，粤西近岸海区海流主要受周期性的潮流和广东沿岸流驱动，受地形、风等影响，近岸海流流态复杂。由图 5.1.3-2、图 5.1.3-3 可见和图 5.1.3-4 可见，潮流主要呈略带旋转性质的往复流，涨潮流从外海进入调查海域，涨潮流主要呈偏西北向；落潮流方向与涨潮流方向大致相反，落潮流主要呈偏东南向。

根据大潮期潮位涨、落潮时间统计的涨、落潮流结果（表 5.1.3-3），大潮期间涨潮流流速的平均值在 9.1 cm/s~24.6 cm/s 之间，落潮流流速的平均值在 7.3 cm/s~20.6 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 24.6 cm/s，方向为 324.6°，出现在 V4 站表层；最大落潮流速平均值为 20.6 cm/s，方向 113.2°，出现在 V5 站的 0.2H 层。大部分站层涨潮流流速的平均值大于落潮流流速的平均值。

由表 5.1.3-3 还可看到，实测涨潮流的最大流速，其表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层的流速值依次为 50.6 cm/s、46.3 cm/s、40.6 cm/s、37.3 cm/s、31.5 cm/s、29.2 cm/s，流向分别为 322.7°、322.7°、356.3°、337.0°、306.3°、334.7°，分别出

现在 V4 站、V4 站、V5 站、V4 站、V1 站、V4 站：实测落潮流的最大流速，其表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层的流速依次为 34.7 cm/s、36.3 cm/s、36.4 cm/s、37.6 cm/s、37.1 cm/s、30.6 cm/s，流向分别为 84.8°、89.1°、107.0°、111.6°、122.2°、122.8°，均出现在 V5 站。大部分站层涨潮流流速的最大值大于落潮流流速的最大值。

总体而言，大部分站层涨潮历时略大于落潮历时，可能受观测时间段的影响。

表 5.1.3-3 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

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}
V1	表层	19	19.9	314.8	38.7	324.2	7	8.4	138.4	19.7	118.4
	0.2H	19	19.1	314.6	37.6	319.7	7	10.2	126.9	19.6	119.1
	0.4H	15	18.7	312.8	35.4	304.5	11	8.4	121.0	20.2	123.5
	0.6H	14	17.1	318.3	35.2	306.5	12	7.3	128.5	16.9	103.7
	0.8H	13	15.4	319.7	31.5	306.3	13	8.3	137.8	19.1	112.4
	底层	12	14.4	310.2	27.0	297.4	14	8.7	139.3	19.9	119.9
V2	表层	19	18.5	311.0	35.8	322.2	7	17.4	131.4	30.8	121.6
	0.2H	19	17.1	313.2	34.3	323.1	7	17.5	131.6	30.7	122.9
	0.4H	18	13.3	320.1	26.7	322.8	8	16.9	131.1	33.2	131.0
	0.6H	13	10.8	338.8	26.0	5.5	13	15.5	128.9	36.0	138.0
	0.8H	10	9.8	338.6	23.6	7.0	16	15.2	135.8	33.1	137.7
	底层	10	9.1	335.2	19.9	9.5	16	13.7	139.1	29.3	137.6
V3	表层	14	17.3	329.7	35.1	335.6	12	11.5	140.8	29.0	117.5
	0.2H	13	15.8	332.2	29.5	331.1	13	11.6	142.6	29.4	107.9
	0.4H	13	12.9	331.7	23.9	334.6	13	12.9	139.8	29.8	111.3
	0.6H	13	11.3	333.9	21.0	329.0	13	12.9	143.2	30.8	111.9
	0.8H	11	10.8	334.8	18.6	331.9	15	12.1	148.0	30.8	118.1
	底层	11	10.1	334.4	15.7	333.8	15	10.5	149.9	28.2	168.8
V4	表层	20	24.6	324.6	50.6	322.7	6	9.4	172.0	18.9	151.8
	0.2H	20	22.7	326.1	46.3	322.7	6	10.7	166.6	18.1	156.7
	0.4H	16	21.1	322.1	40.5	326.7	10	10.0	158.3	26.6	164.7
	0.6H	16	16.6	326.8	37.3	337.0	10	15.8	170.7	33.3	177.9
	0.8H	15	14.5	330.1	29.0	330.5	11	15.6	167.3	32.0	178.5
	底层	14	14.2	339.0	29.2	334.7	12	13.4	174.4	27.8	175.3
V5	表层	18	18.3	352.5	43.4	358.5	8	18.6	110.8	34.7	84.8
	0.2H	18	17.7	355.1	42.5	358.6	8	20.6	113.2	36.3	89.1
	0.4H	15	18.1	359.5	40.6	356.3	11	17.5	112.8	36.4	107.0
	0.6H	11	17.4	4.4	30.1	355.5	15	13.7	121.4	37.6	111.6
	0.8H	10	14.7	358.2	22.2	23.2	16	11.6	136.4	37.1	122.2
	底层	10	11.9	351.9	17.5	347.9	16	9.5	146.2	30.6	122.8
V6	表层	16	16.9	318.3	32.8	327.0	10	11.2	152.0	29.5	134.3
	0.2H	17	15.8	316.4	31.9	317.0	9	13.4	143.5	29.7	134.0
	0.4H	16	15.5	314.0	31.6	320.1	10	13.2	135.1	28.4	134.1
	0.6H	14	15.5	314.2	30.2	318.6	12	11.1	139.6	27.2	134.9
	0.8H	13	15.0	310.1	25.6	317.9	13	10.5	140.5	24.2	133.7
	底层	13	12.8	306.1	21.4	312.9	13	10.0	138.5	22.5	134.9

V7	表层	18	18.3	335.4	43.0	351.4	8	20.6	190.2	31.4	165.7
	0.2H	18	17.9	337.9	41.9	352.2	8	19.7	189.3	31.1	168.6
	0.4H	18	17.1	340.0	40.1	354.2	8	19.1	188.6	30.6	170.9
	0.6H	18	15.1	344.2	34.7	359.9	8	17.8	185.7	28.0	172.1
	0.8H	18	13.2	346.3	30.2	6.1	8	15.6	178.4	24.5	171.4
	底层	17	12.6	349.4	27.5	5.7	9	12.2	181.6	23.0	172.6

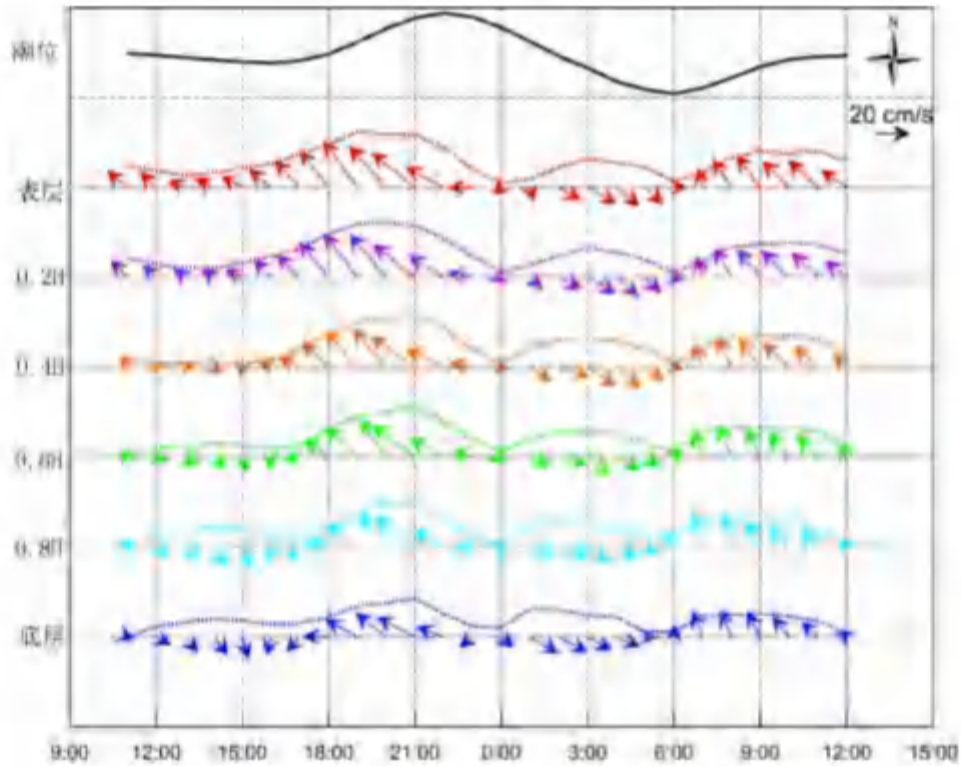


图 5.1.3-2a 调查海域大潮期 V1 站实测海流矢量图

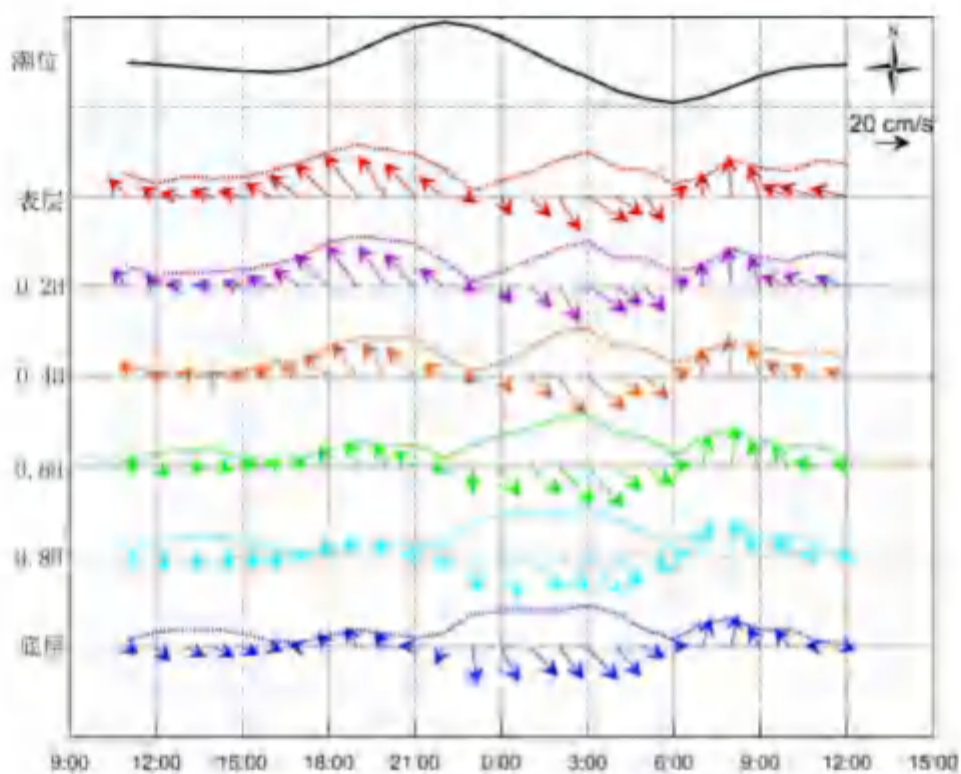


图 5.1.3-2b 调查海域大潮期 V2 站实测海流矢量图

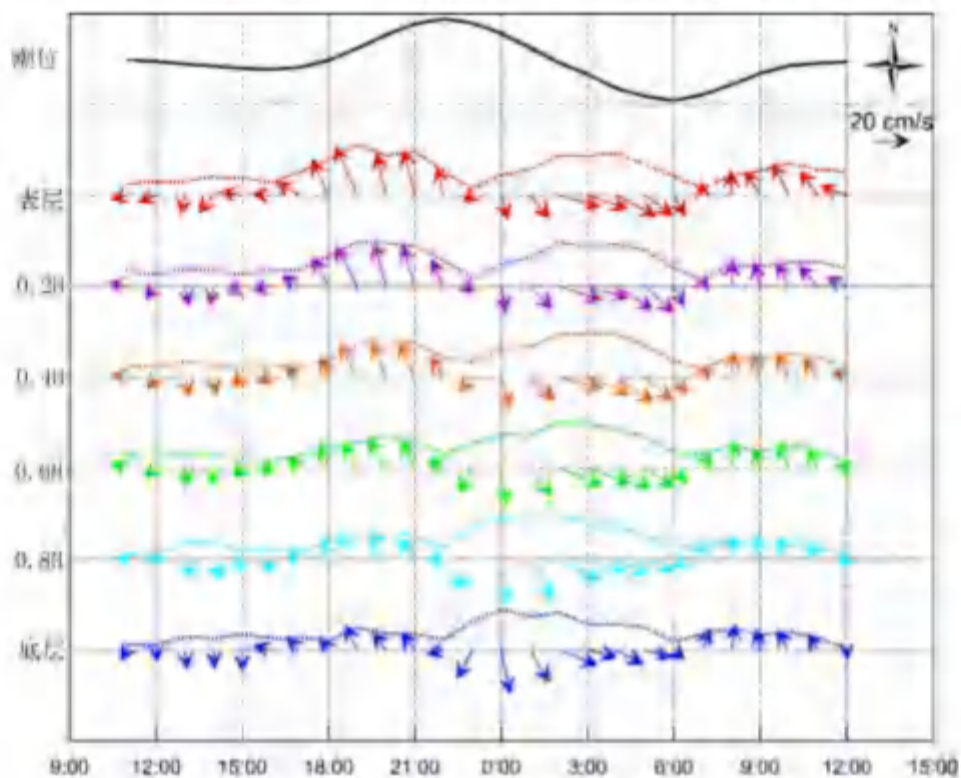


图 5.1.3-2c 调查海域大潮期 V3 站实测海流矢量图

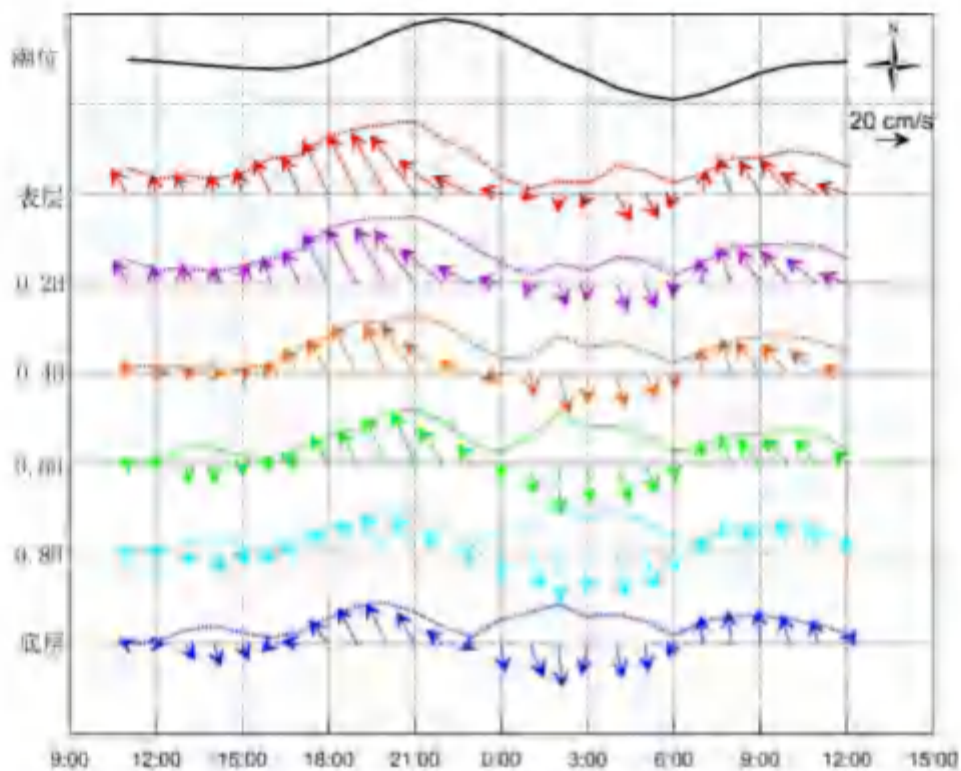


图 5.1.3—2d 调查海域大潮期 V4 站实测海流矢量图

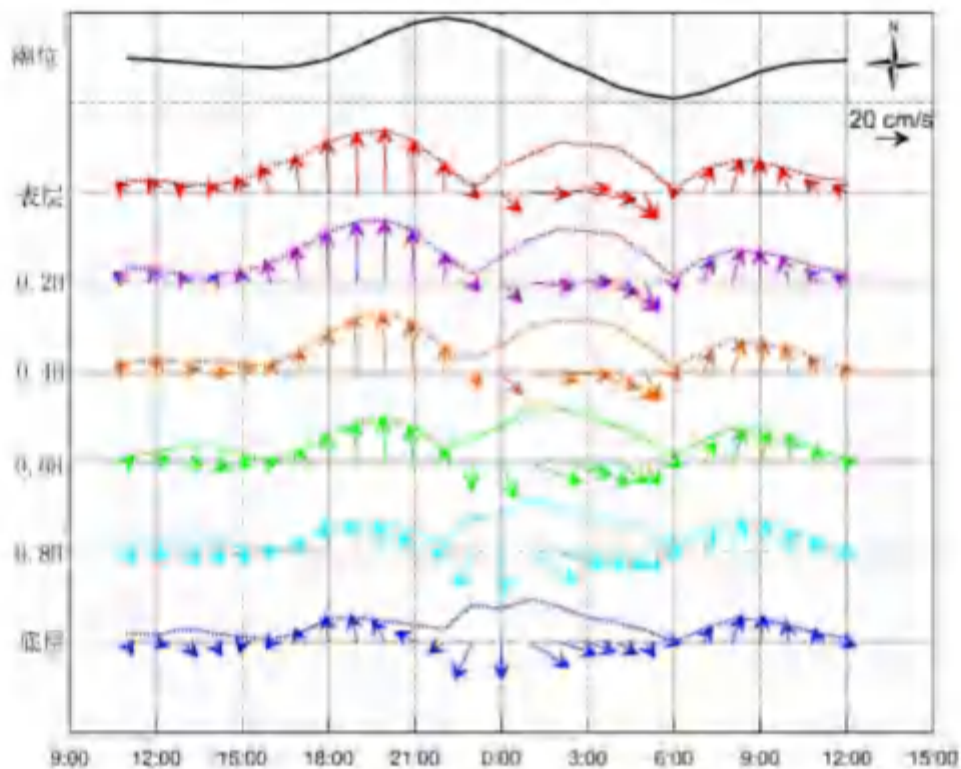


图 5.1.3-2e 调查海域大潮期 V5 站实测海流矢量图

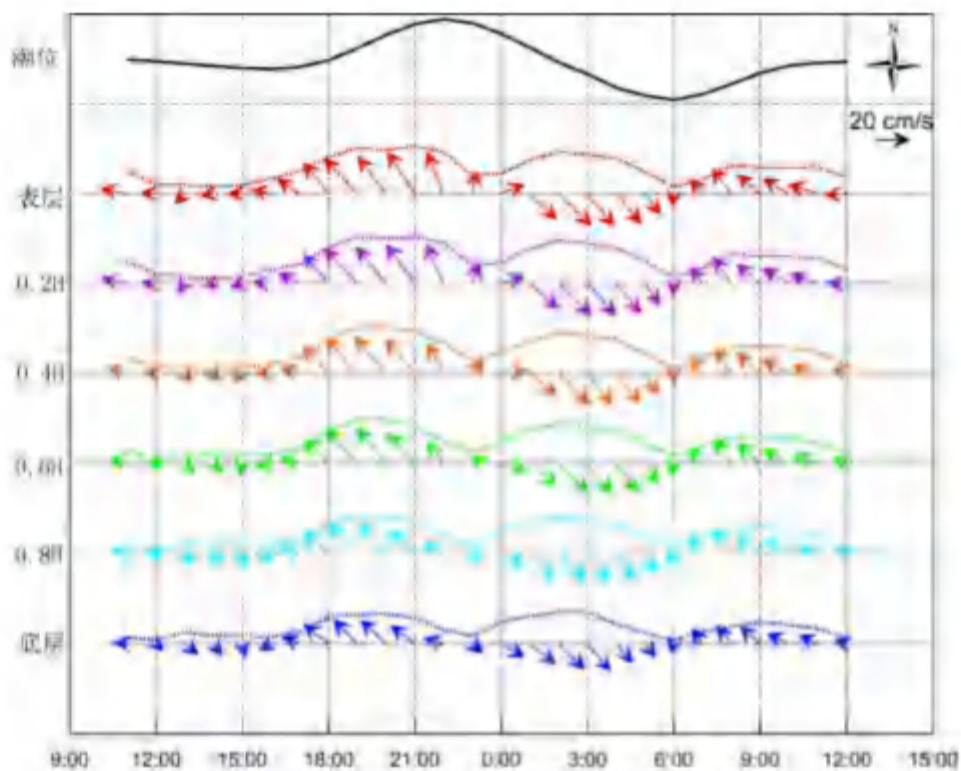


图 5.1.3-2f 调查海域大潮期 V6 站实测海流矢量图

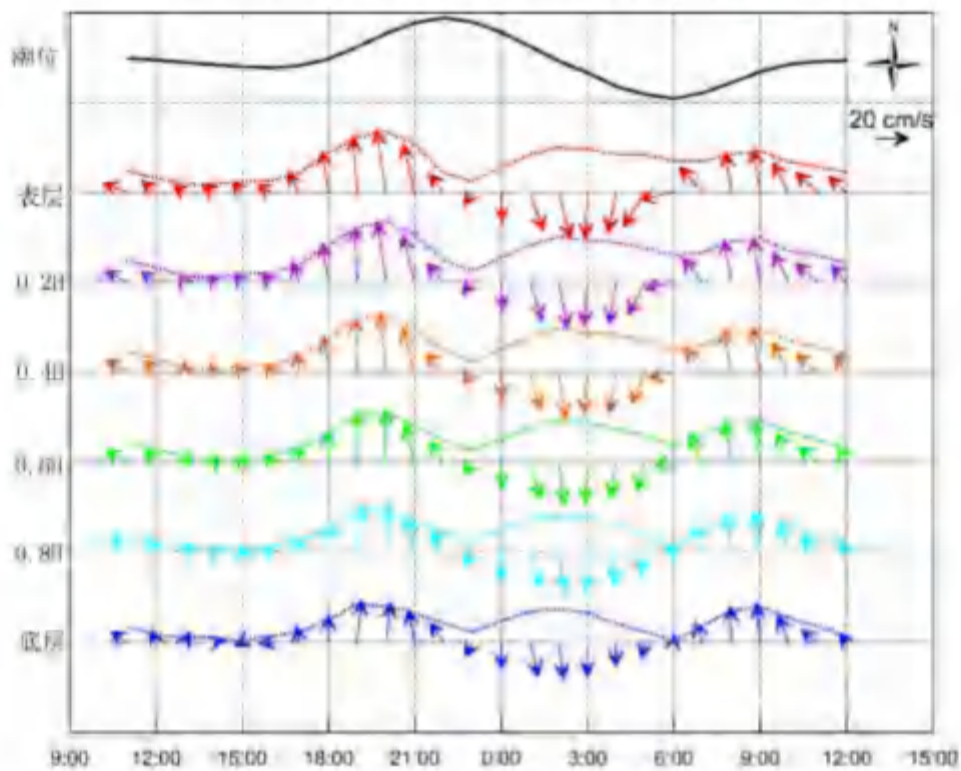


图 5.1.3—2g 调查海域大潮期 V7 站实测海流矢量图

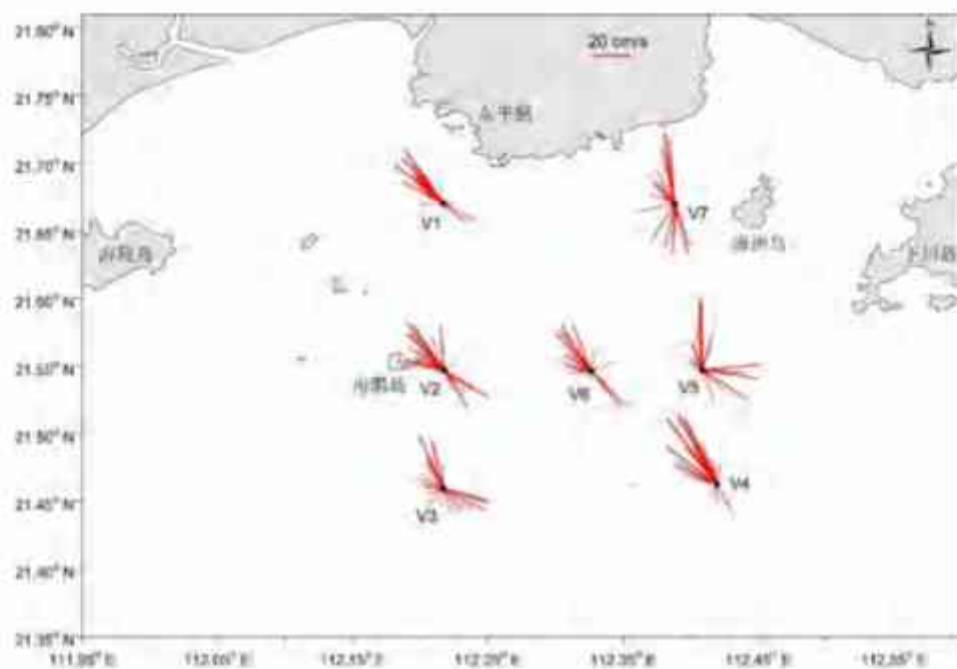


图 5.1.3-3a 大潮期海流玫瑰图（表层）

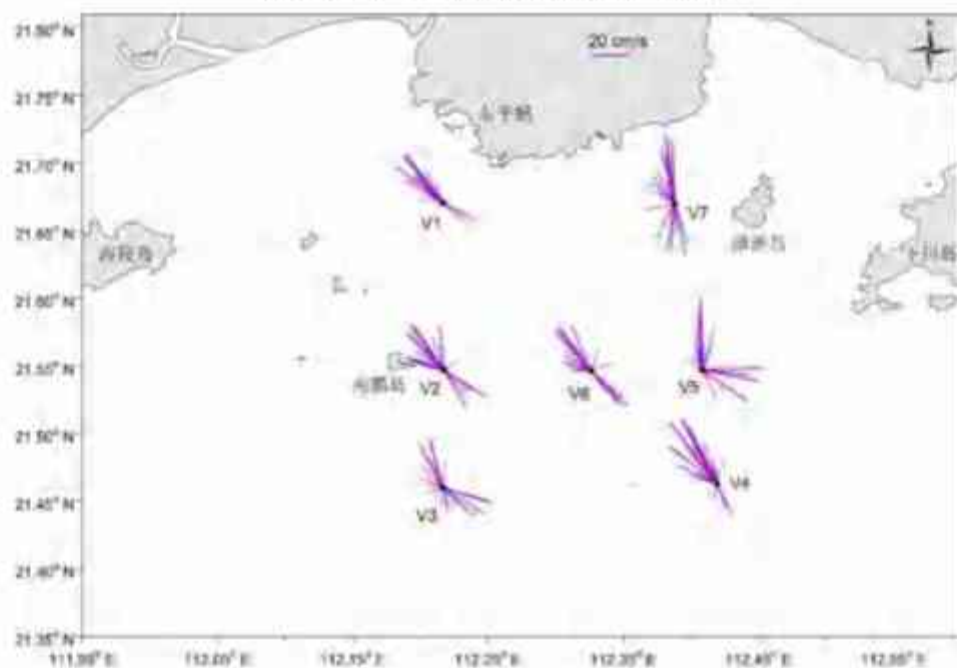


图 5.1.3-3b 大潮期海流玫瑰图（0.2H）

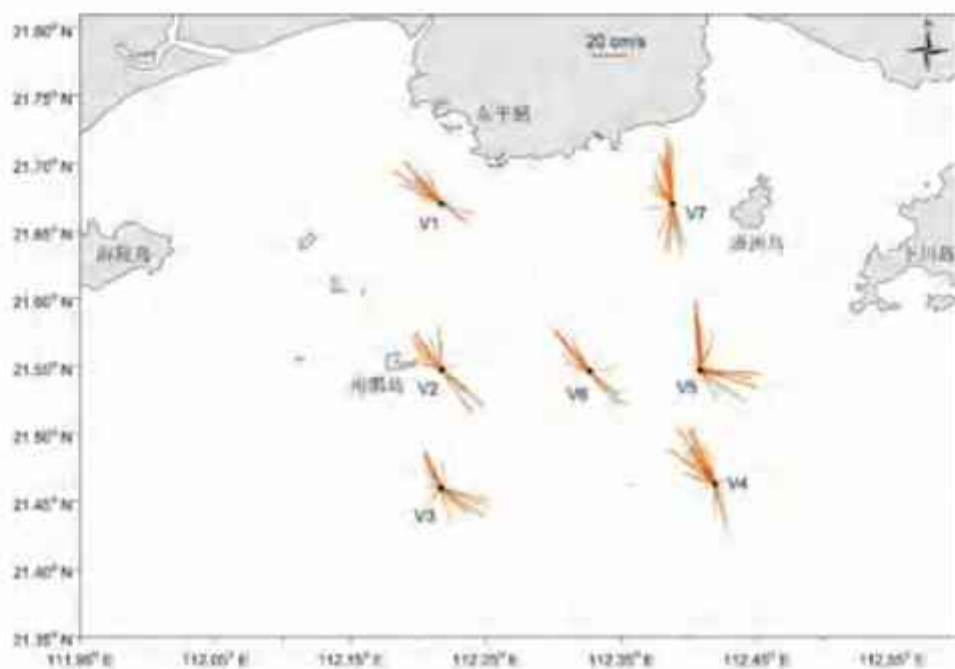


图 5.1.3-3c 大潮期海流玫瑰图 (0.4H)

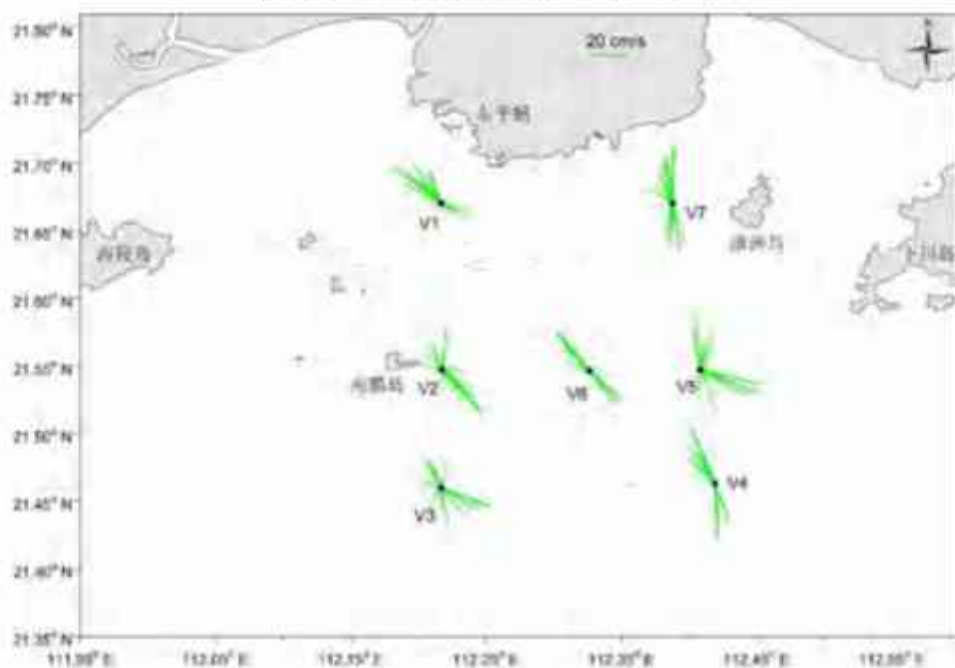


图 5.1.3—3d 大潮期海流玫瑰图 (0.6H)

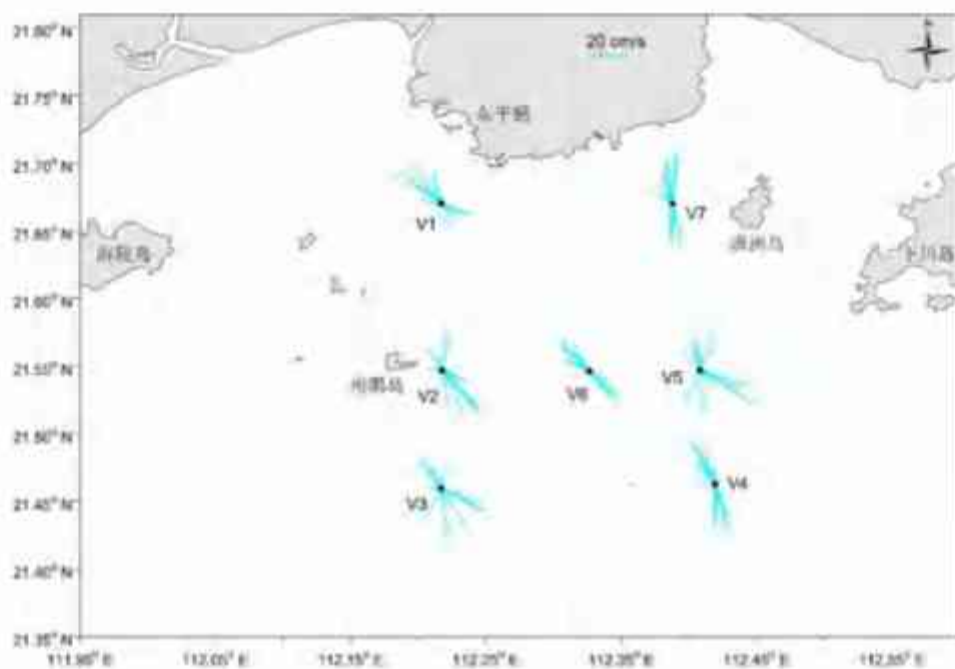


图 5.1.3-3e 大潮期海流玫瑰图 (0.8H)

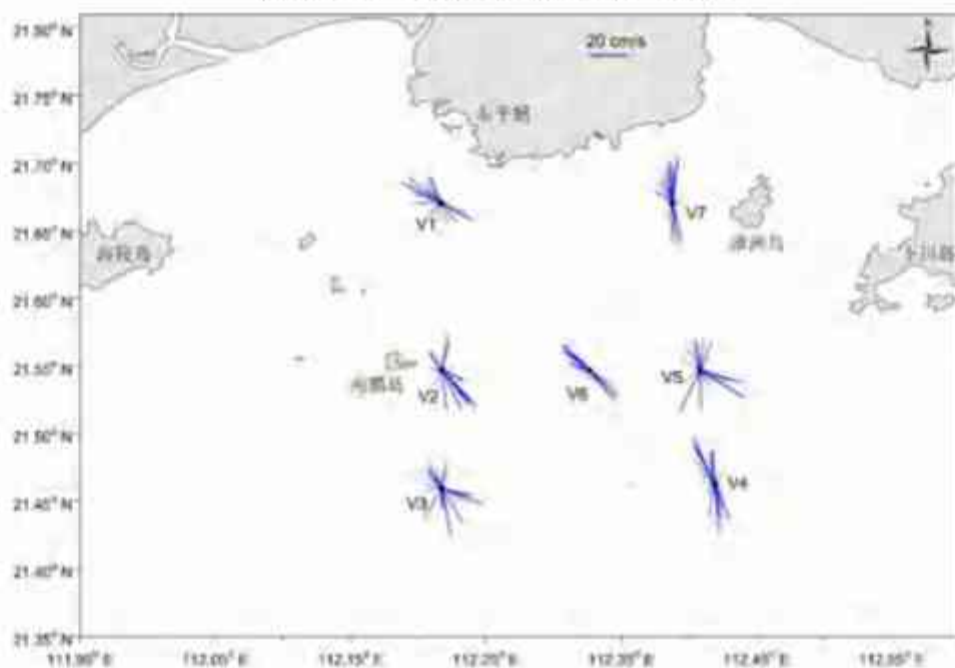


图 5.1.3-3f 大潮期海流玫瑰图 (底层)

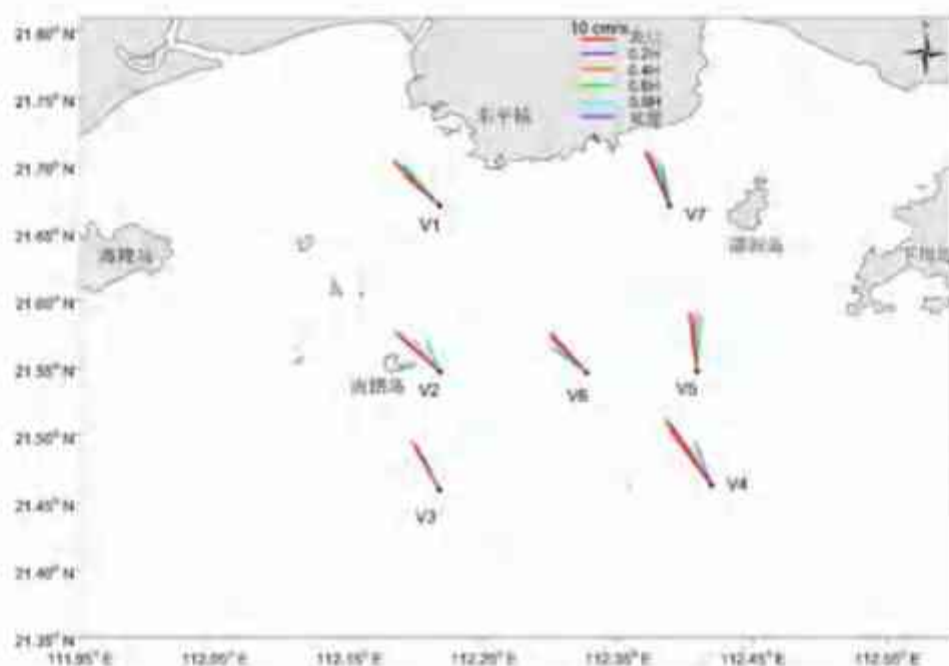


图 5.1.3-4a 大潮期涨潮流平均流速图



图 5.1.3-4b 大潮期落潮流平均流速图

(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 5.1.3-4a 列出了 7 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 5.1.3-4a 可见, F 值在 0.4~1.2 之间, 除个别站层潮流性质表现为规则半日潮流外, 其他各站层主要表现为不规则半日潮流。所以, 调查海区的潮流性质是不规则半日潮流。

表 5.1.3-4b 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。由表 5.1.3-4b 可以看出, 总体而言, 在上述 6 个主要分潮流中 M_2 分潮流椭圆长半轴 (即最大流速) 为最大, S_2 分潮流、 K_1 分潮流、 O_1 分潮流次之, M_4 分潮流和 MS_4 分潮流较小, M_2 分潮流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 19.9 cm/s, 方向为 171.3°, 出现在 V7 站表层, 最小为 11.7 cm/s, 方向为 150.5°, 出现在 V3 站底层; K_1 分潮流长半轴 (最大流速) 的最大为 9.6 cm/s, 方向 302.6°, 出现在 V2 站表层, 最小为 3.3 cm/s, 方向为 255.1°, 出现在 V1 站 0.8H 层; S_2 分潮流长半轴 (最大流速) 的最大为 7.9 cm/s, 方向为 351.3°, 出现在 V7 站表层, 最小为 4.7 cm/s, 方向为 330.5°, 出现在 V3 站底层。由图 5.1.3-5 可见, 主要分潮流 M_2 分潮流最大流速的方向 (即潮流椭圆长半轴的方向) 主要表现为偏北—偏南向, 反映了潮流的主要方向。

表 5.1.3-4a 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

站 位	测 层	特征值 F	潮 型
V1	表层	1.0	不规则半日潮流
	0.2H	0.8	不规则半日潮流
	0.4H	0.6	不规则半日潮流
	0.6H	0.4	规则半日潮流
	0.8H	0.4	规则半日潮流
	底层	0.4	规则半日潮流
V2	表层	1.2	不规则半日潮流
	0.2H	1.0	不规则半日潮流
	0.4H	0.8	不规则半日潮流
	0.6H	0.7	不规则半日潮流
	0.8H	0.7	不规则半日潮流
	底层	0.6	不规则半日潮流
V3	表层	1.0	不规则半日潮流
	0.2H	0.9	不规则半日潮流
	0.4H	0.8	不规则半日潮流
	0.6H	0.9	不规则半日潮流
	0.8H	0.7	不规则半日潮流
	底层	0.7	不规则半日潮流
V4	表层	1.0	不规则半日潮流

	0.2H	0.8	不规则半日潮流
	0.4H	0.6	不规则半日潮流
	0.6H	0.5	不规则半日潮流
	0.8H	0.6	不规则半日潮流
	底层	0.4	规则半日潮流
V5	表层	1.1	不规则半日潮流
	0.2H	1.0	不规则半日潮流
	0.4H	0.8	不规则半日潮流
	0.6H	0.7	不规则半日潮流
	0.8H	0.7	不规则半日潮流
	底层	0.6	不规则半日潮流
V6	表层	0.8	不规则半日潮流
	0.2H	0.7	不规则半日潮流
	0.4H	0.7	不规则半日潮流
	0.6H	0.6	不规则半日潮流
	0.8H	0.6	不规则半日潮流
	底层	0.6	不规则半日潮流
V7	表层	0.8	不规则半日潮流
	0.2H	0.7	不规则半日潮流
	0.4H	0.7	不规则半日潮流
	0.6H	0.7	不规则半日潮流
	0.8H	0.7	不规则半日潮流
	底层	0.6	不规则半日潮流

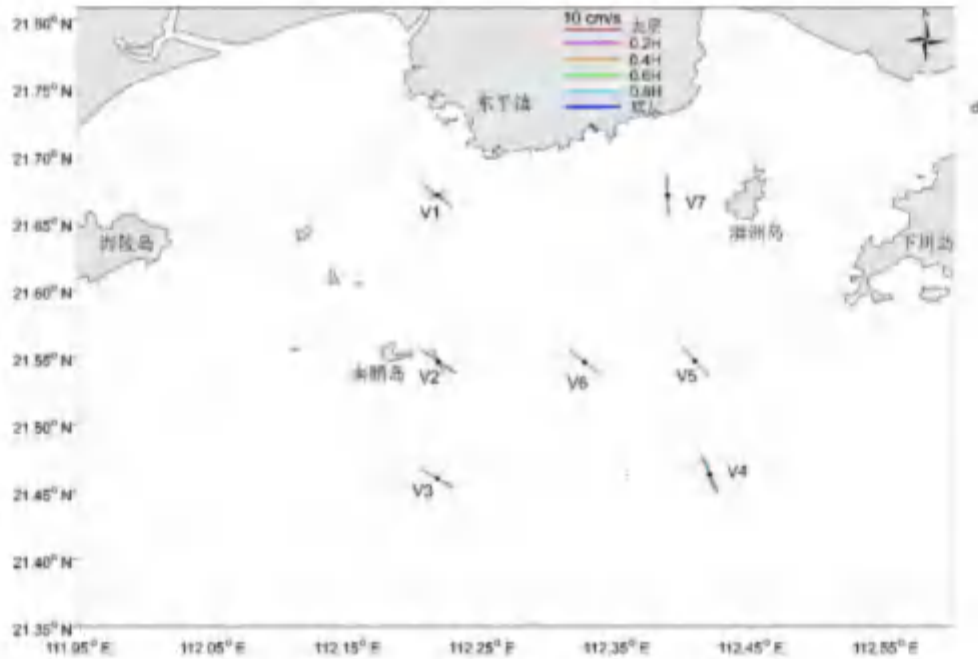
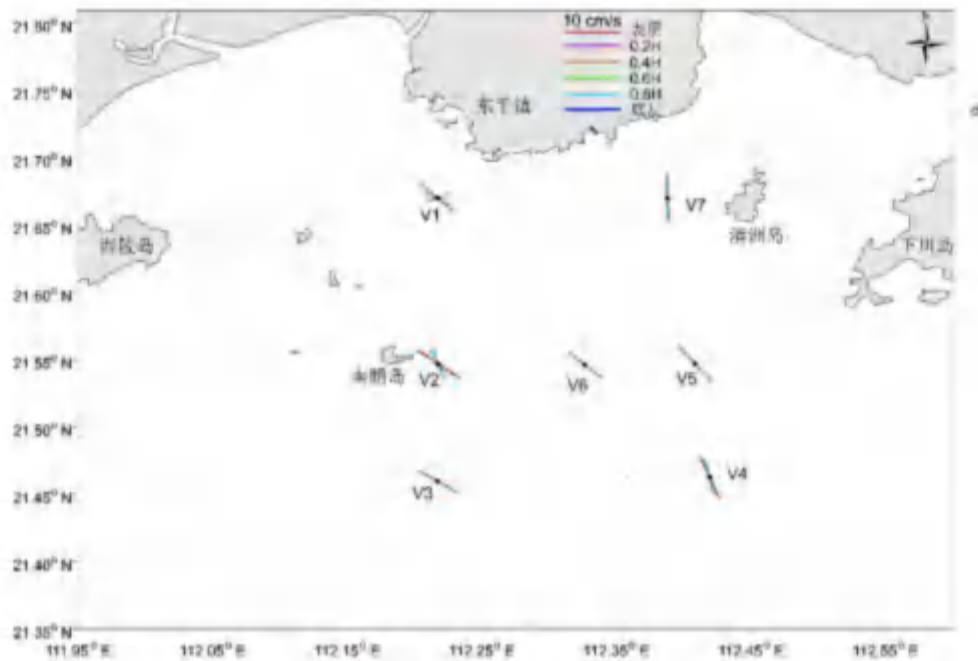
表 5.1.3-4b 调查海域各站主要分潮流及椭圆率 (单位: cm/s, °)

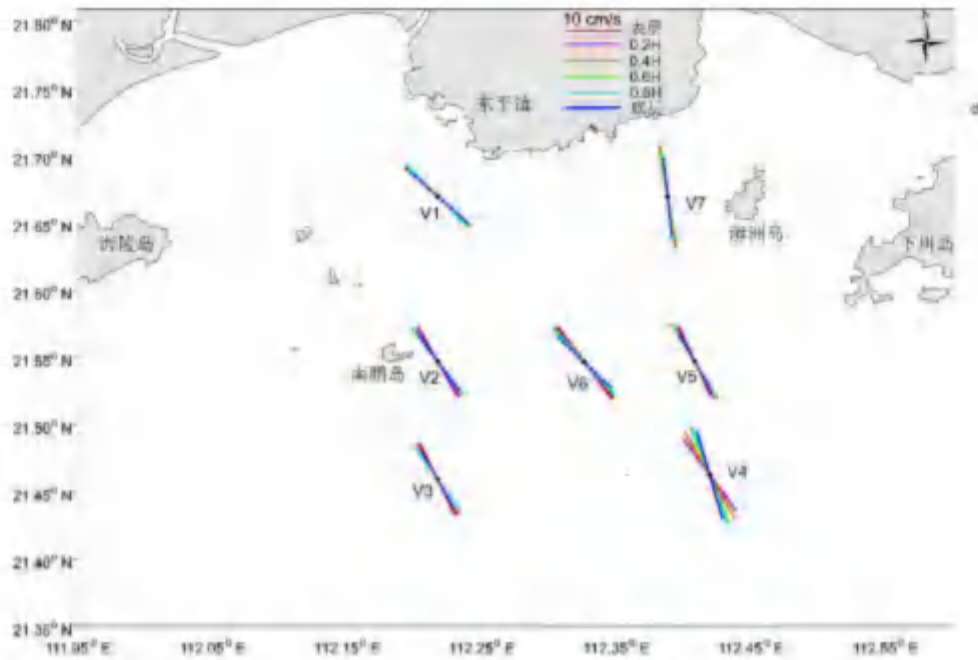
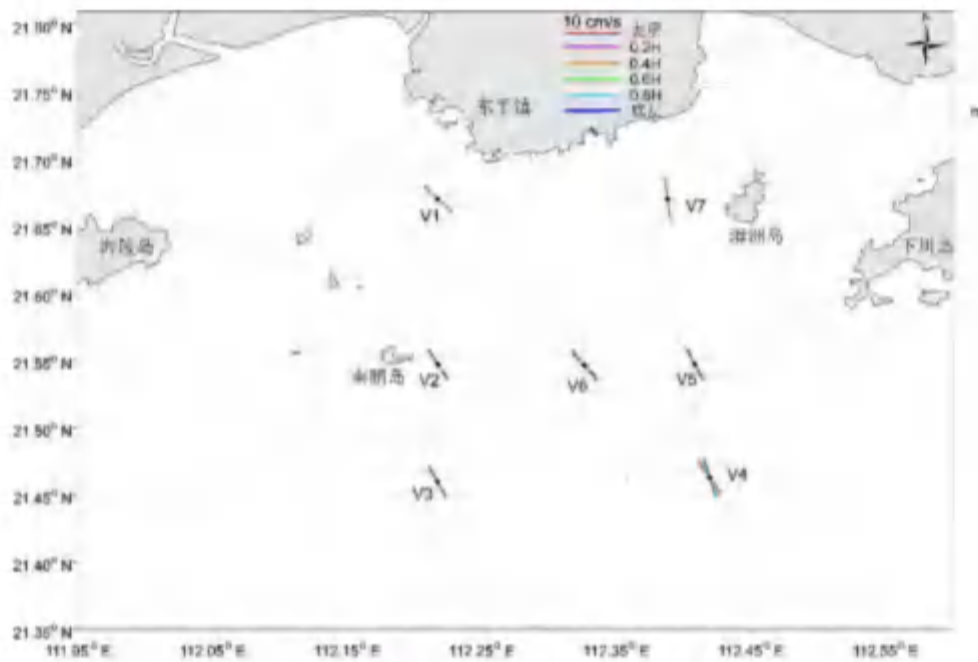
站位	测层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	6.5	309.3	0.6	219.3	0.1	7.8	309.3	0.7	219.3	0.1
	0.2H	5.8	309.6	0.6	219.6	0.1	7.0	309.6	0.7	219.6	0.1
	0.4H	4.4	299.1	0.7	209.1	0.2	5.2	299.1	0.9	209.1	0.2
	0.6H	3.1	279.6	0.3	189.6	0.1	3.7	279.6	0.4	189.6	0.1
	0.8H	2.8	255.1	0.1	345.1	0.0	3.3	255.1	0.1	345.1	0.0
	底层	3.0	249.8	0.6	159.8	0.2	3.6	249.8	0.7	159.8	0.2
V2	表层	8.0	302.6	0.2	212.6	0.0	9.6	302.6	0.3	212.6	0.0
	0.2H	7.4	303.4	0.4	213.4	0.1	8.9	303.4	0.5	213.4	0.1
	0.4H	5.9	307.7	1.1	217.7	0.2	7.1	307.7	1.4	217.7	0.2
	0.6H	4.9	326.1	1.4	236.1	0.3	5.9	326.1	1.7	236.1	0.3
	0.8H	4.6	334.4	1.5	244.4	0.3	5.6	334.4	1.8	244.4	0.3
	底层	4.0	339.9	1.7	249.9	0.4	4.8	339.9	2.1	249.9	0.4
V3	表层	6.8	300.5	1.4	30.5	-0.2	8.2	300.5	1.7	30.5	-0.2
	0.2H	6.1	301.0	1.1	31.0	-0.2	7.4	301.0	1.3	31.0	-0.2
	0.4H	5.5	299.4	0.0	29.4	0.0	6.7	299.4	0.0	29.4	0.0
	0.6H	5.4	301.2	1.0	211.2	0.2	6.5	301.2	1.2	211.2	0.2
	0.8H	4.5	303.4	1.9	213.4	0.4	5.4	303.4	2.3	213.4	0.4
	底层	3.9	296.2	1.9	206.2	0.5	4.7	296.2	2.3	206.2	0.5
V4	表层	7.2	334.5	1.4	244.5	0.2	8.7	334.5	1.7	244.5	0.2
	0.2H	6.4	336.9	1.7	246.9	0.3	7.6	336.9	2.0	246.9	0.3
	0.4H	5.2	341.2	1.5	251.2	0.3	6.2	341.2	1.8	251.2	0.3

	0.6H	4.6	339.6	0.3	249.6	0.1	5.6	339.6	0.3	249.6	0.1
	0.8H	4.9	345.7	1.2	255.7	0.3	5.9	345.7	1.5	255.7	0.3
	底层	3.6	350.3	1.6	260.3	0.5	4.3	350.3	1.9	260.3	0.5
V5	表层	7.3	316.9	2.7	46.9	-0.4	8.8	316.9	3.2	46.9	-0.4
	0.2H	7.4	317.2	2.5	47.2	-0.3	8.9	317.2	3.0	47.2	-0.3
	0.4H	6.3	317.5	1.5	47.5	-0.2	7.5	317.5	1.9	47.5	-0.2
	0.6H	5.2	315.2	0.6	225.2	0.1	6.2	315.2	0.7	225.2	0.1
	0.8H	4.4	315.0	2.2	225.0	0.5	5.3	315.0	2.7	225.0	0.5
	底层	3.4	320.1	2.2	230.1	0.7	4.1	320.1	2.7	230.1	0.7
V6	表层	6.2	307.8	2.5	37.8	-0.4	7.4	307.8	3.0	37.8	-0.4
	0.2H	5.9	306.7	2.2	36.7	-0.4	7.1	306.7	2.6	36.7	-0.4
	0.4H	5.3	308.9	1.5	38.9	-0.3	6.4	308.9	1.8	38.9	-0.3
	0.6H	4.9	309.7	1.1	39.7	-0.2	5.9	309.7	1.3	39.7	-0.2
	0.8H	4.3	308.4	0.3	38.4	-0.1	5.1	308.4	0.4	38.4	-0.1
	底层	3.7	307.2	0.1	37.2	0.0	4.4	307.2	0.1	37.2	0.0
V7	表层	7.0	356.0	1.7	86.0	-0.2	8.4	356.0	2.0	86.0	-0.2
	0.2H	6.7	358.3	1.4	88.3	-0.2	8.1	358.3	1.7	88.3	-0.2
	0.4H	6.4	0.3	1.3	90.3	-0.2	7.7	0.3	1.6	90.3	-0.2
	0.6H	5.7	360.0	1.2	90.0	-0.2	6.9	360.0	1.4	90.0	-0.2
	0.8H	4.9	357.4	0.8	87.4	-0.2	5.9	357.4	0.9	87.4	-0.2
	底层	4.3	355.5	0.5	85.5	-0.1	5.1	355.5	0.6	85.5	-0.1
V1	表层	14.4	136.8	2.8	46.8	0.2	5.7	136.8	1.1	226.8	0.2
	0.2H	15.1	135.3	2.0	45.3	0.1	6.0	135.3	0.8	225.3	0.1
	0.4H	17.1	131.6	0.9	41.6	0.1	6.8	131.6	0.4	221.6	0.1
	0.6H	16.8	134.6	0.4	44.6	0.0	6.7	134.6	0.2	224.6	0.0
	0.8H	16.6	136.2	0.5	226.2	0.0	6.6	136.2	0.2	46.2	0.0
	底层	15.7	131.3	0.6	221.3	0.0	6.2	131.3	0.2	41.3	0.0
V2	表层	15.1	150.6	2.7	60.6	0.2	6.0	150.6	1.1	240.6	0.2
	0.2H	15.6	148.9	2.3	58.9	0.2	6.2	148.9	0.9	238.9	0.2
	0.4H	16.1	143.8	2.0	53.8	0.1	6.4	143.8	0.8	233.8	0.1
	0.6H	15.6	142.5	3.7	52.5	0.2	6.2	142.5	1.5	232.5	0.2
	0.8H	15.2	143.9	3.5	53.9	0.2	6.0	143.9	1.4	233.9	0.2
	底层	13.9	143.6	3.1	53.6	0.2	5.5	143.6	1.2	233.6	0.2
V3	表层	15.4	153.7	1.7	63.7	0.1	6.1	153.7	0.7	243.7	0.1
	0.2H	15.7	149.9	1.4	59.9	0.1	6.3	149.9	0.6	239.9	0.1
	0.4H	14.9	144.5	2.1	54.5	0.1	5.9	144.5	0.9	234.5	0.1
	0.6H	13.7	145.2	3.4	55.2	0.2	5.5	145.2	1.3	235.2	0.2
	0.8H	14.0	145.0	3.8	55.0	0.3	5.6	145.0	1.5	235.0	0.3
	底层	11.7	150.5	3.5	60.5	0.3	4.7	150.5	1.4	240.5	0.3
V4	表层	15.8	144.3	4.5	54.3	0.3	6.3	144.3	1.8	234.3	0.3
	0.2H	17.2	143.5	3.8	53.5	0.2	6.8	143.5	1.5	233.5	0.2
	0.4H	19.2	150.0	3.2	60.0	0.2	7.6	150.0	1.3	240.0	0.2
	0.6H	19.8	158.8	1.0	68.8	0.1	7.9	158.8	0.4	248.8	0.1
	0.8H	18.4	160.6	0.8	250.6	0.0	7.3	160.6	0.3	70.6	0.0
	底层	17.7	163.9	1.4	253.9	-0.1	7.0	163.9	0.6	73.9	-0.1
V5	表层	14.7	155.5	1.6	65.5	0.1	5.9	155.5	0.6	245.5	0.1
	0.2H	15.6	152.4	1.5	62.4	0.1	6.2	152.4	0.6	242.4	0.1
	0.4H	17.0	148.3	0.7	58.3	0.0	6.8	148.3	0.3	238.3	0.0
	0.6H	16.2	149.7	0.5	59.7	0.0	6.5	149.7	0.2	239.7	0.0

	0.8H	14.7	149.2	2.8	59.2	0.2	5.9	329.2	1.1	239.2	0.2
	底层	12.1	149.3	3.1	59.3	0.3	4.8	149.3	1.2	59.3	0.3
V6	表层	17.4	143.2	1.1	233.2	-0.1	6.9	323.2	0.4	53.2	-0.1
	0.2H	17.8	141.5	1.3	231.5	-0.1	7.1	321.5	0.5	51.5	-0.1
	0.4H	17.7	138.9	1.6	228.9	-0.1	7.0	318.9	0.6	48.9	-0.1
	0.6H	17.1	137.7	1.3	227.7	-0.1	6.8	317.7	0.5	47.7	-0.1
	0.8H	15.8	136.1	0.8	226.1	0.0	6.3	316.1	0.3	46.1	0.0
	底层	14.1	133.4	0.4	223.4	0.0	5.6	313.4	0.1	43.4	0.0
	表层	19.9	171.3	1.7	261.3	-0.1	7.9	351.3	0.7	81.3	-0.1
V7	0.2H	19.9	170.5	0.7	260.5	0.0	7.9	350.5	0.3	80.5	0.0
	0.4H	19.4	170.2	0.0	260.2	0.0	7.7	350.2	0.0	80.2	0.0
	0.6H	17.8	171.9	0.5	81.9	0.0	7.1	351.9	0.2	261.9	0.0
	0.8H	16.3	173.4	0.9	83.4	0.1	6.5	353.4	0.4	263.4	0.1
	底层	14.8	174.1	1.2	84.1	0.1	5.9	354.1	0.5	264.1	0.1
	表层	2.1	187.2	1.1	97.2	0.5	1.4	187.2	0.7	97.2	0.5
	0.2H	2.2	204.3	0.8	114.3	0.4	1.5	204.3	0.6	114.3	0.4
V1	0.4H	2.9	218.3	1.2	128.3	0.4	1.9	218.3	0.8	128.3	0.4
	0.6H	2.9	211.9	0.9	121.9	0.3	1.9	211.9	0.6	121.9	0.3
	0.8H	2.8	224.1	0.8	134.1	0.3	1.9	224.1	0.5	134.1	0.3
	底层	2.0	228.6	1.1	138.6	0.5	1.4	228.6	0.8	138.6	0.5
	表层	3.0	209.3	0.5	299.3	-0.2	2.0	209.3	0.3	299.3	-0.2
	0.2H	3.0	204.5	0.2	294.5	-0.1	2.1	204.5	0.1	294.5	-0.1
	0.4H	3.1	210.8	0.4	120.8	0.1	2.1	210.8	0.3	120.8	0.1
V2	0.6H	3.8	220.0	0.9	130.0	0.2	2.6	220.0	0.6	130.0	0.2
	0.8H	3.6	209.0	0.7	119.0	0.2	2.4	209.0	0.5	119.0	0.2
	底层	3.4	209.8	0.5	119.8	0.1	2.3	209.8	0.3	119.8	0.1
	表层	3.8	207.0	0.3	117.0	0.1	2.6	27.0	0.2	297.0	0.1
	0.2H	4.2	217.0	0.7	127.0	0.2	2.8	37.0	0.5	307.0	0.2
	0.4H	3.9	210.2	1.2	120.2	0.3	2.6	30.2	0.8	300.2	0.3
	0.6H	3.4	212.3	0.9	122.3	0.3	2.3	32.3	0.6	302.3	0.3
V3	0.8H	3.4	215.7	1.5	125.7	0.4	2.3	35.7	1.0	305.7	0.4
	底层	3.0	213.2	1.9	123.2	0.6	2.0	33.2	1.3	303.2	0.6
	表层	3.9	205.8	2.2	115.8	0.6	2.6	205.8	1.5	115.8	0.6
	0.2H	3.4	211.5	1.2	121.5	0.3	2.3	211.5	0.8	121.5	0.3
	0.4H	3.2	245.4	1.8	155.4	0.5	2.2	245.4	1.2	155.4	0.5
	0.6H	2.2	300.5	0.0	30.5	0.0	1.5	300.5	0.0	30.5	0.0
	0.8H	2.0	127.7	1.0	37.7	0.5	1.4	307.7	0.7	217.7	0.5
V4	底层	2.0	198.9	0.8	108.9	0.4	1.4	198.9	0.6	108.9	0.4
	表层	6.6	212.3	0.4	302.3	-0.1	4.5	212.3	0.3	302.3	-0.1
	0.2H	6.9	213.5	0.6	303.5	-0.1	4.6	213.5	0.4	303.5	-0.1
	0.4H	7.2	214.1	0.4	304.1	-0.1	4.9	214.1	0.3	304.1	-0.1
	0.6H	6.5	219.1	0.9	129.1	0.1	4.4	219.1	0.6	129.1	0.1
	0.8H	6.0	223.6	1.3	133.6	0.2	4.0	223.6	0.9	133.6	0.2
	底层	4.9	229.1	1.8	139.1	0.4	3.3	229.1	1.2	139.1	0.4
V5	表层	0.8	279.9	0.2	189.9	0.2	0.5	279.9	0.1	189.9	0.2
	0.2H	1.0	248.9	0.4	158.9	0.4	0.7	248.9	0.3	158.9	0.4
	0.4H	1.7	216.6	0.7	126.6	0.4	1.1	216.6	0.5	126.6	0.4
	0.6H	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4
	0.8H	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4
	底层	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4
	表层	0.8	279.9	0.2	189.9	0.2	0.5	279.9	0.1	189.9	0.2
V6	0.2H	1.0	248.9	0.4	158.9	0.4	0.7	248.9	0.3	158.9	0.4
	0.4H	1.7	216.6	0.7	126.6	0.4	1.1	216.6	0.5	126.6	0.4
	0.6H	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4
	0.8H	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4
	底层	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4
	表层	0.8	279.9	0.2	189.9	0.2	0.5	279.9	0.1	189.9	0.2
	0.2H	1.0	248.9	0.4	158.9	0.4	0.7	248.9	0.3	158.9	0.4
	0.4H	1.7	216.6	0.7	126.6	0.4	1.1	216.6	0.5	126.6	0.4
	0.6H	2.0	206.2	0.9	116.2	0.4	1.3	206.2	0.6	116.2	0.4

	0.8H	2.1	208.4	0.8	118.4	0.4	1.4	208.4	0.5	118.4	0.4
	底层	1.9	235.5	0.3	145.5	0.1	1.3	235.5	0.2	145.5	0.1
V7	表层	5.9	214.9	0.0	124.9	0.0	4.0	214.9	0.0	124.9	0.0
	0.2H	5.5	213.2	0.4	123.2	0.1	3.7	213.2	0.2	123.2	0.1
	0.4H	5.3	211.9	0.7	121.9	0.1	3.6	211.9	0.5	121.9	0.1
	0.6H	4.9	214.1	0.6	124.1	0.1	3.3	214.1	0.4	124.1	0.1
	0.8H	4.4	216.5	1.0	126.5	0.2	3.0	216.5	0.7	126.5	0.2
	底层	3.8	225.7	1.4	135.7	0.4	2.6	225.7	0.9	135.7	0.4

图 5.1.3-5a 各站 O₁ 分潮流长轴分布图图 5.1.3-5b 各站 K₁ 分潮流长轴分布图

图 5.1.3-5c 各站 M_2 分潮流长轴分布图图 5.1.3—5d 各站 S_2 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:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (4.3.1)$$

2) 对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (4.3.2)$$

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 (4.3.1) 和式 (4.3.2) 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:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (4.3.3)$$

2) 规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (4.3.4)$$

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: °)

$\vec{W}_{Atk_4}$ ——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

3) 对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用式（4.3.3）和式（4.3.4）中的大值。

根据各站层的潮流性质（表 5.1.3-5），按式（4.3.1）—式（4.3.4）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 5.1.3-5 中，由表 5.1.3-5 可见，调查海区潮流可能最大流速为 51.4 cm/s（V7 站表层），各站层可能最大流速介于 18.3 cm/s~51.4 cm/s 之间，方向大致呈偏西北—偏东南向趋势。水质点可能最大运移距离为 10.6 km（V7 站表层），各站层可能最大运移距离介于 1.4 km~10.6 km 之间，方向大致与相应站层潮流可能最大流速的方向一致。

表 5.1.3-5 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	潮 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)
V1	表层	41.9	312.9	9.0	311.6
	0.2H	40.6	312.5	8.5	311.6
	0.4H	40.4	301.8	7.5	304.7
	0.6H	35.7	300.7	5.9	300.6
	0.8H	34.0	299.1	5.3	296.0
	底层	33.0	295.1	5.2	290.2
V2	表层	46.7	314.9	10.4	310.4
	0.2H	45.5	315.3	9.9	311.0
	0.4H	41.9	316.3	8.7	313.5
	0.6H	38.2	324.0	7.7	324.7
	0.8H	36.7	328.4	7.4	330.2
	底层	32.6	330.4	6.5	333.2
V3	表层	42.5	316.6	9.2	310.9
	0.2H	41.4	315.9	8.7	310.9
	0.4H	38.6	312.7	8.1	308.3
	0.6H	36.6	313.5	7.7	309.4
	0.8H	34.2	317.1	6.9	311.8
	底层	28.3	315.2	5.8	309.1
V4	表层	46.3	329.6	10.0	331.3
	0.2H	45.2	329.8	9.4	332.1
	0.4H	46.1	326.0	8.7	336.4
	0.6H	48.6	336.3	8.3	339.2
	0.8H	43.3	342.4	8.3	343.5
	底层	36.7	342.2	6.5	344.9
V5	表层	44.6	325.4	9.8	322.4
	0.2H	46.2	324.3	10.0	321.8
	0.4H	44.8	323.2	9.3	321.4

	0.6H	39.9	323.4	8.1	320.9
	0.8H	35.1	309.3	7.0	320.8
	底层	18.3	180.0	1.4	190.2
V6	表层	45.5	317.5	9.3	313.4
	0.2H	45.3	315.3	9.1	312.4
	0.4H	42.8	312.5	8.5	313.0
	0.6H	40.3	311.2	8.0	313.1
	0.8H	36.8	308.9	7.2	311.7
	底层	34.1	306.7	6.3	309.9
V7	表层	51.4	353.5	10.6	354.3
	0.2H	50.3	354.0	10.3	355.4
	0.4H	48.6	354.7	9.9	356.4
	0.6H	44.2	355.4	9.0	356.8
	0.8H	39.4	355.1	7.9	355.8
	底层	35.1	354.7	7.0	354.9

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

(3) 余流

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大潮期 26 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 5.1.3-6 为大潮期间各测站的余流，由表可知，大潮余流量值介于 1.7~17.2 cm/s 之间，最大余流出现在 V4 站表层，为 17.2 cm/s，方向 322.3° ；最小余流出现在 V3 站 0.6H 层，为 1.7 cm/s，方向 86.9° 。

就整个海域而言，调查期间余流较小，余流以偏西北向为主（图 5.1.3-6）



图 5.1.3-6 大潮期各站余流分布图

表 5.1.3-6 调查海域各站大潮余流 (单位: cm/s, °)

站 位	测 层	流 速	流 向
V1	表层	12.3	314.9
	0.2H	11.3	317.2
	0.4H	7.4	318.8
	0.6H	6.1	323.8
	0.8H	3.7	321.0
	底层	2.3	289.8
V2	表层	8.7	313.2
	0.2H	7.7	316.2
	0.4H	4.1	333.5
	0.6H	4.0	89.1
	0.8H	6.2	121.0
	底层	5.2	127.8
V3	表层	4.4	348.6
	0.2H	2.7	5.8
	0.4H	1.8	56.5
	0.6H	1.7	86.9
	0.8H	2.6	128.8
	底层	1.8	130.4
V4	表层	17.2	322.3
	0.2H	15.4	323.7
	0.4H	9.5	316.5
	0.6H	5.3	298.8
	0.8H	3.0	282.5
	底层	2.6	291.4
V5	表层	12.0	20.9
	0.2H	11.6	27.5
	0.4H	10.8	41.9
	0.6H	8.3	64.8
	0.8H	5.0	81.1
	底层	2.6	90.9
V6	表层	6.2	311.6
	0.2H	5.7	312.9
	0.4H	4.5	314.4
	0.6H	3.4	307.6
	0.8H	2.5	289.2
	底层	1.9	272.1
V7	表层	8.2	311.6
	0.2H	7.8	316.2
	0.4H	7.1	318.9
	0.6H	5.6	326.4
	0.8H	4.5	336.3
	底层	4.2	340.4

5.1.3.3.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。根据项目的要求，在设置的 7 个测流站上同时进行了水温观测。

大潮期水温统计见表 5.1.3-7。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 22.61℃，出现在 V3 站表层；测得水温的最小值为 20.33℃，出现在 V7 站表层。利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值（表 5.1.3-7）。由表可见，各站层水温相差不大。图 5.1.3-7 系列图为各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、偶有分层现象。

表 5.1.3-7 调查海域各站大潮水温统计单位：℃

站 位	测 层	最小值	最大值	平均值
V1	表层	21.36	22.18	21.64
	中层	21.34	22.04	21.56
	底层	21.41	21.81	21.62
V2	表层	21.62	22.17	21.85
	中层	21.84	22.13	21.98
	底层	21.94	22.22	22.12
V3	表层	22.04	22.61	22.20
	中层	22.04	22.29	22.13
	底层	22.04	22.19	22.11
V4	表层	21.82	22.17	21.93
	中层	21.79	22.26	21.98
	底层	21.96	22.53	22.20
V5	表层	21.76	22.10	21.86
	中层	21.79	21.98	21.88
	底层	21.81	22.03	21.94
V6	表层	21.72	22.13	21.86
	中层	21.84	22.04	21.92
	底层	21.90	22.09	22.02
V7	表层	20.33	21.19	20.83
	中层	20.37	21.14	20.73
	底层	20.45	21.14	20.67

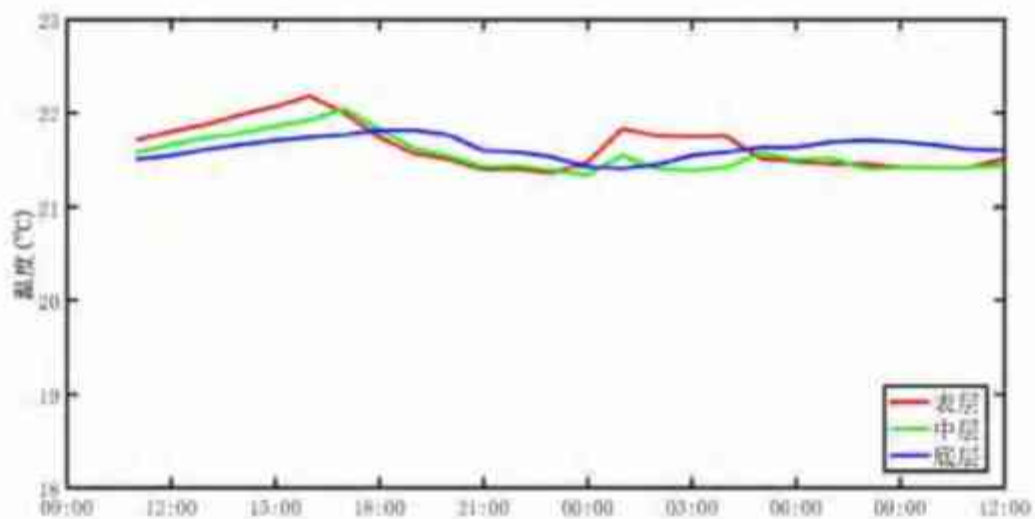


图 5.1.3-7a 调查海域大潮期 V1 站实测温度图

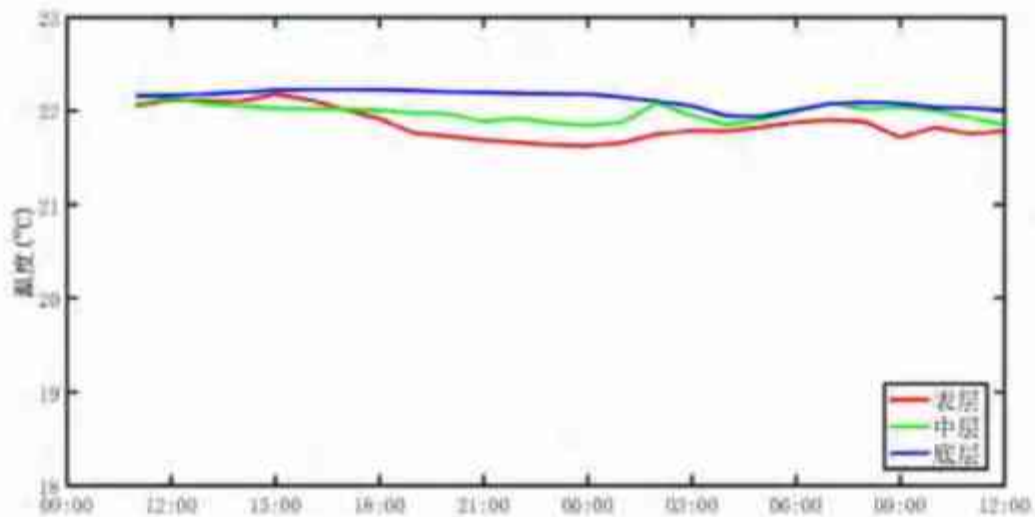


图 5.1.3-7b 调查海域大潮期 V2 站实测温度图

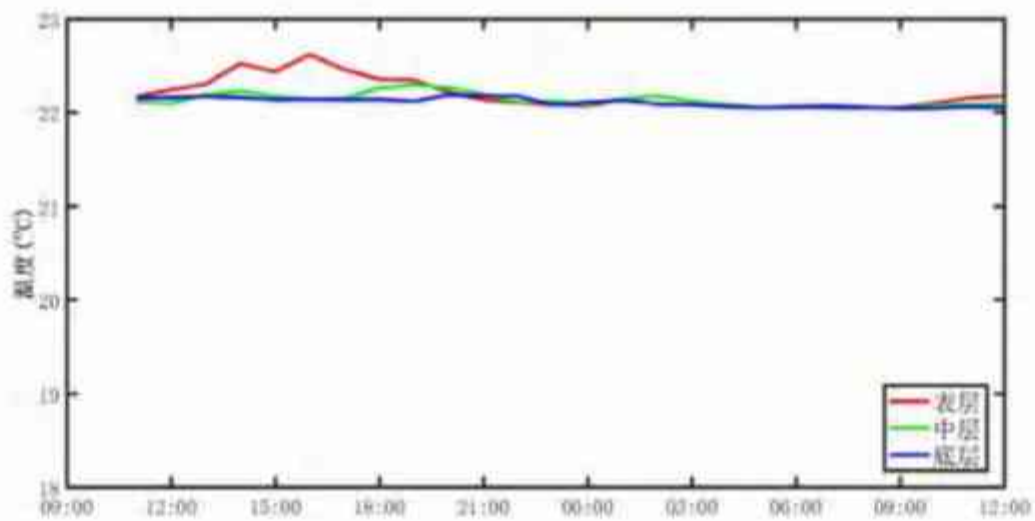


图 5.1.3-7c 调查海域大潮期 V3 站实测温度图

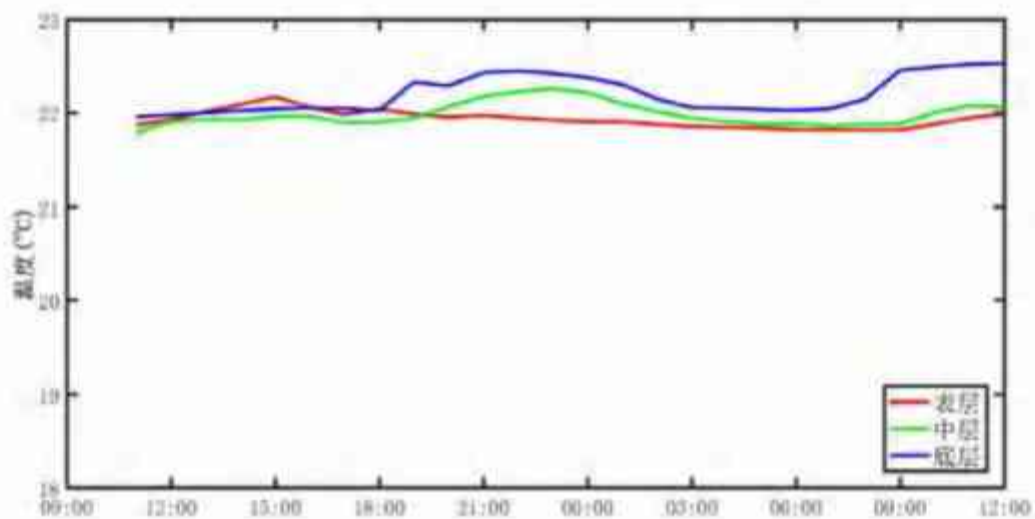


图 5.1.3—7d 调查海域大潮期 V4 站实测温度图

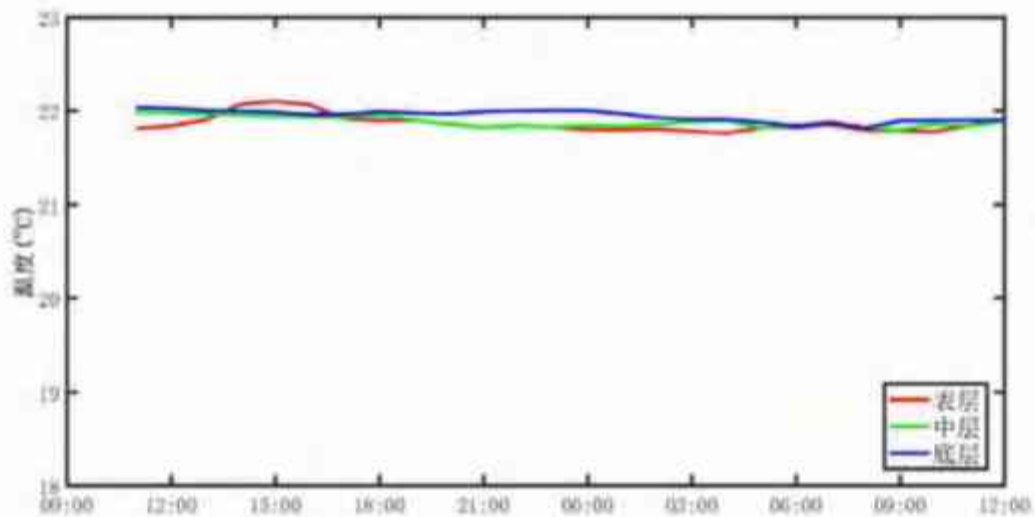


图 5.1.3-7e 调查海域大潮期 V5 站实测温度图

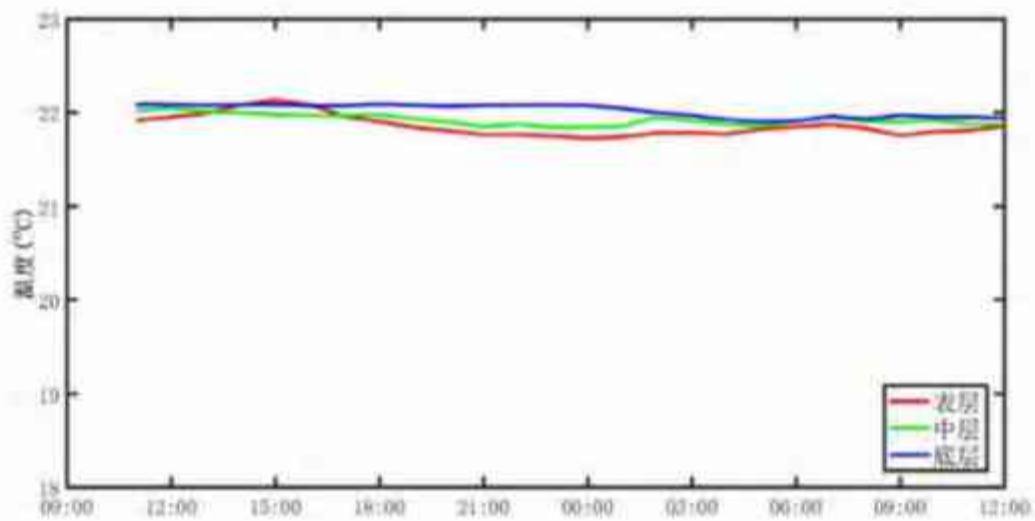


图 5.1.3-7f 调查海域大潮期 V6 站实测温度图

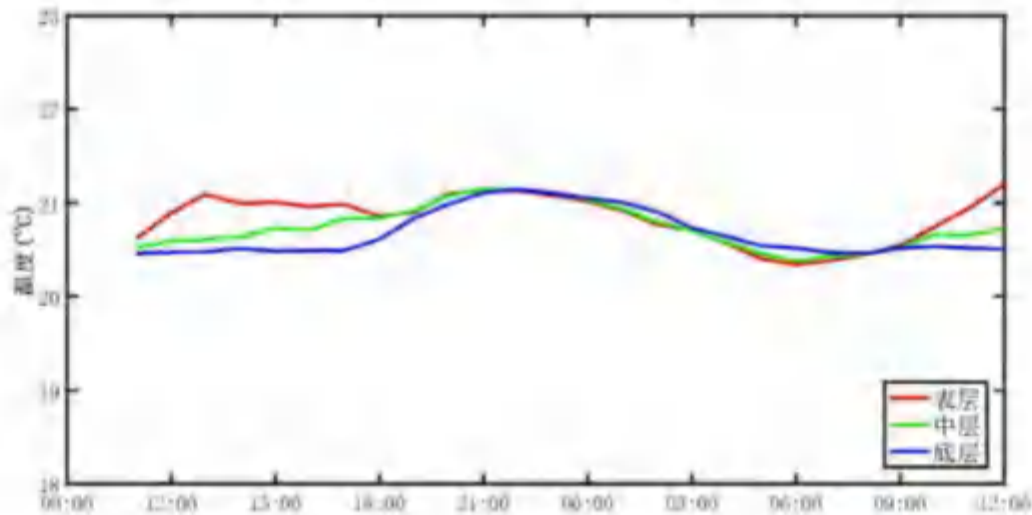


图 5.1.3—7g 调查海域大潮期 V7 站实测温度图

5.1.3.4. 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。对本次大潮水文观测得到的盐度资料统计分析，结果如下：

大潮期盐度统计见表 5.1.3-8。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 32.25，出现在 V4 站底层；测得盐度的最小值为 29.33，出现在 V7 站表层。利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值（表 5.1.3-8）。由表可见，各站表、中、底层盐度相差不同，表层盐度略低，底层盐度略高。

图 5.1.3-8 系列图为各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。

表 5.1.3-8 调查海域各站大潮盐度统计

站 位	测 层	最小值	最大值	平均值
V1	表层	30.23	30.68	30.43
	中层	30.30	30.75	30.56
	底层	30.52	31.12	30.85
V2	表层	31.04	31.43	31.18
	中层	31.21	31.59	31.40
	底层	31.31	31.64	31.54
V3	表层	31.36	31.50	31.44
	中层	31.37	31.51	31.45
	底层	31.46	31.52	31.49
V4	表层	30.76	30.94	30.85
	中层	30.84	31.56	31.18
	底层	31.26	32.25	31.56
V5	表层	30.74	30.96	30.86

	中层	30.75	31.13	30.96
	底层	30.95	31.16	31.07
V6	表层	30.89	31.15	30.99
	中层	30.99	31.32	31.14
	底层	31.10	31.35	31.27
V7	表层	29.33	29.92	29.68
	中层	29.35	29.92	29.74
	底层	29.60	29.92	29.78

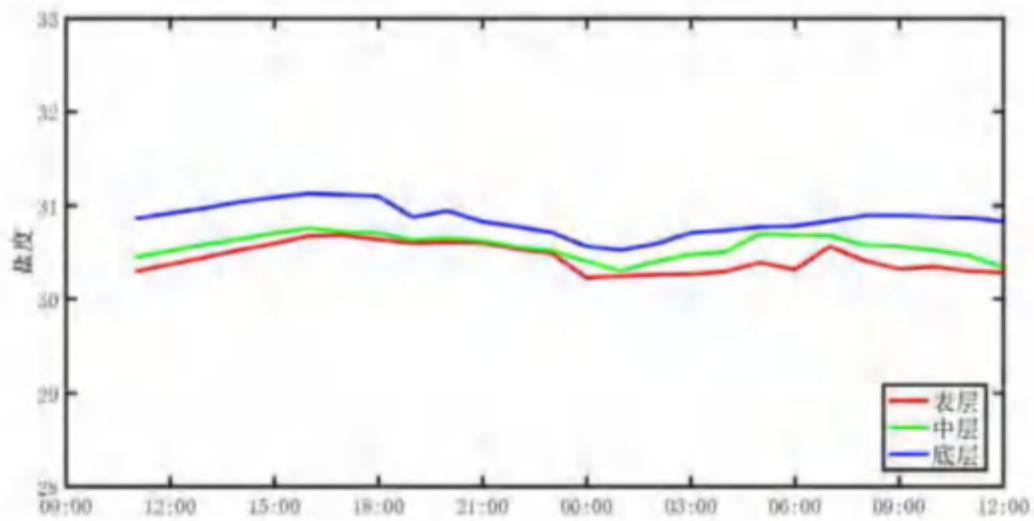


图 5.1.3-8a 调查海域大潮期 V1 站实测盐度图

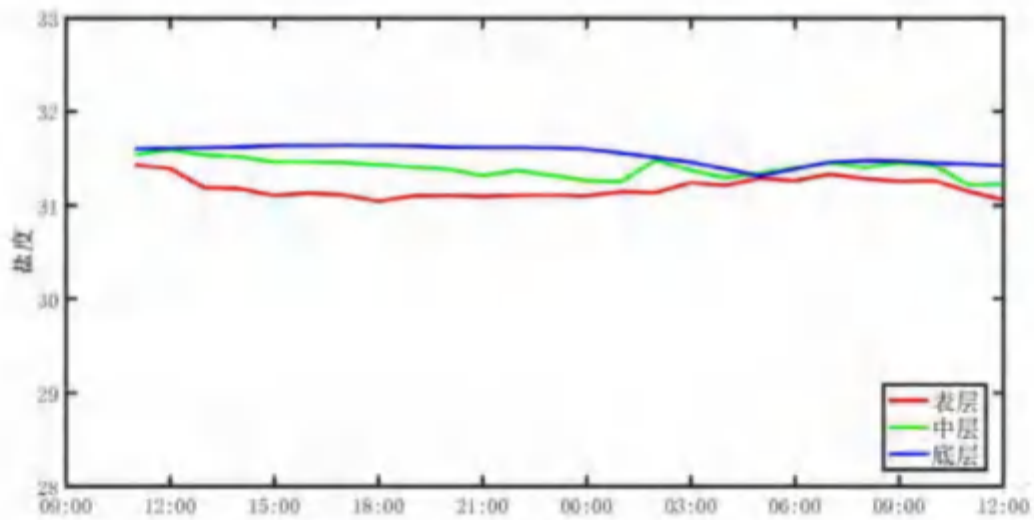


图 5.1.3-8b 调查海域大潮期 V2 站实测盐度图

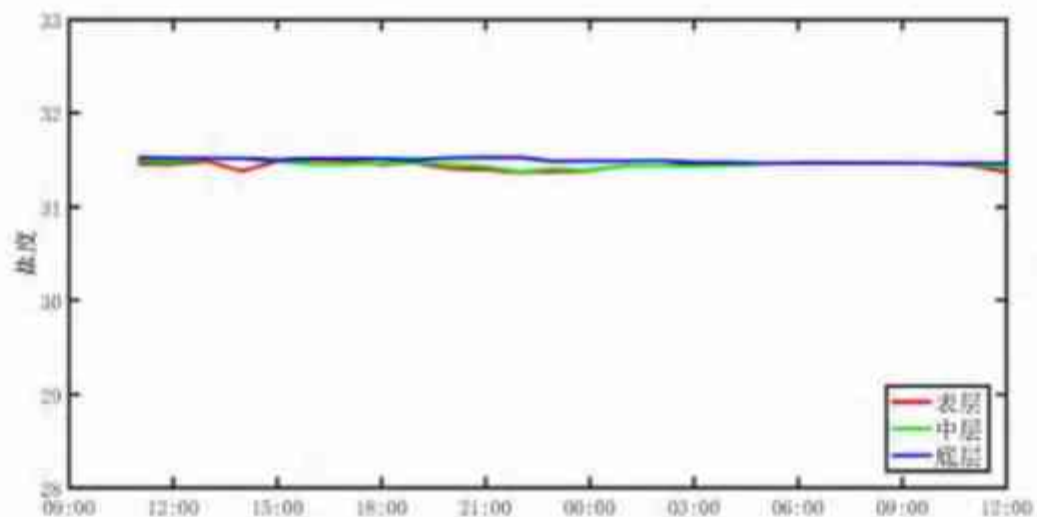


图 5.1.3-8c 调查海域大潮期 V3 站实测盐度图

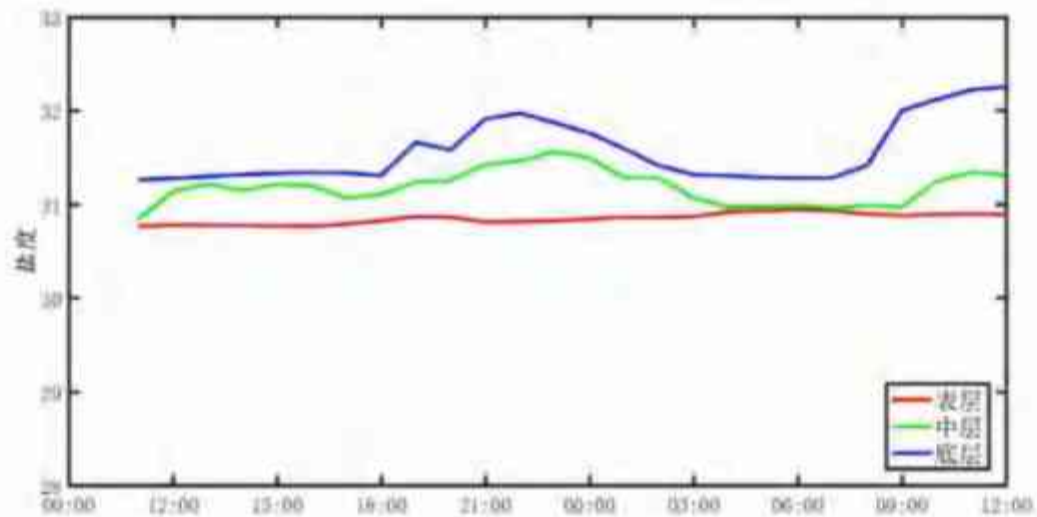


图 5.1.3—8d 调查海域大潮期 V4 站实测盐度图

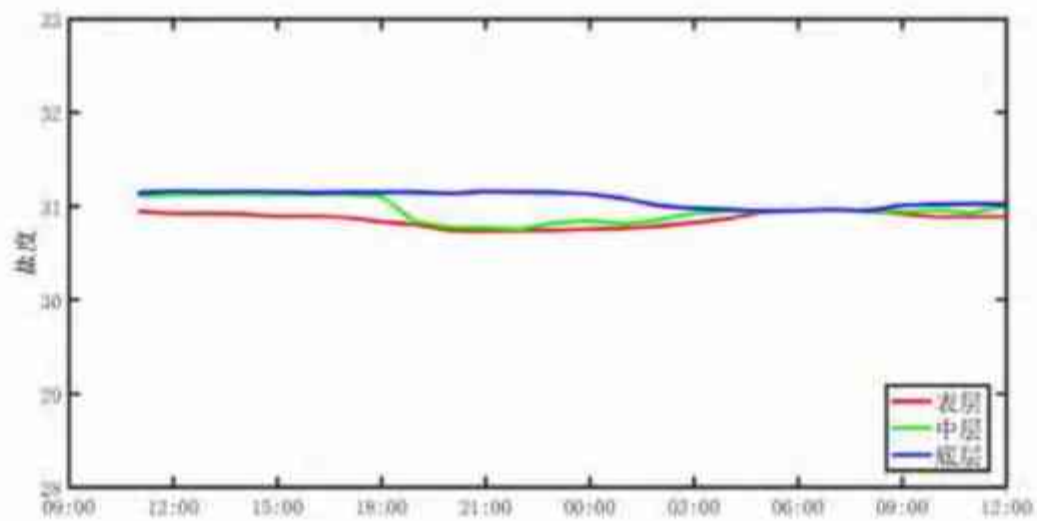


图 5.1.3-8e 调查海域大潮期 V5 站实测盐度图

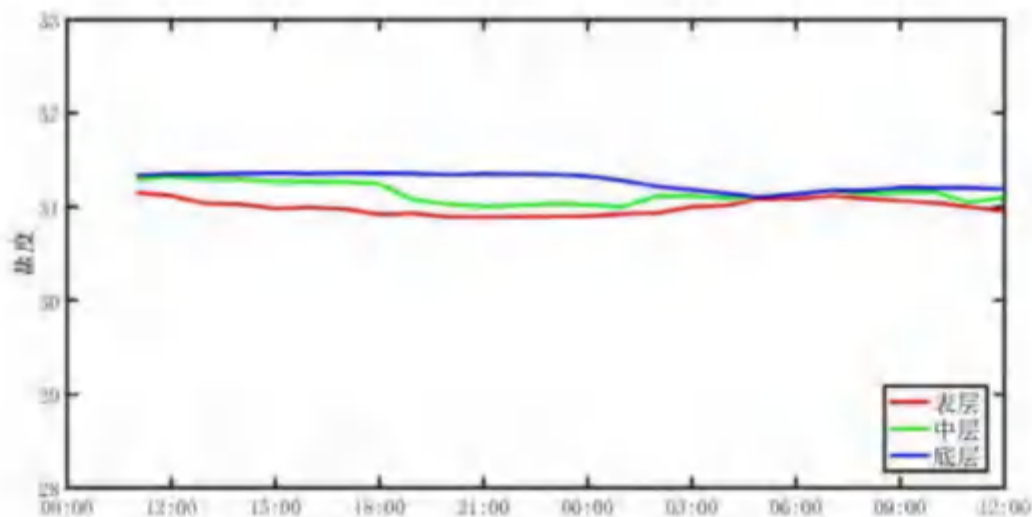


图 5.1.3-8f 调查海域大潮期 V6 站实测盐度图

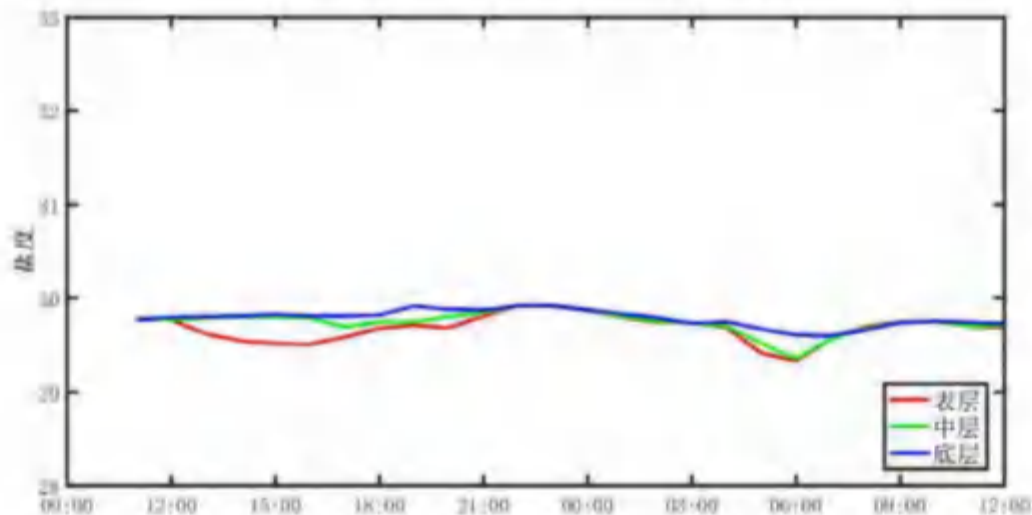


图 5.1.3-8f 调查海域大潮期 V7 站实测盐度图

5.1.3.5. 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。

图 5.1.3-9 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 5.1.3-9 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况，表 5.1.3-10 为各站悬浮泥沙粒度统计表。

从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底层含沙量多数时间内较为

接近。从整体变化过程来看，各站含沙量一般不超过 0.03 kg/m^3 。大潮期，悬浮泥沙浓度最低值为 0.0001 kg/m^3 ，悬浮泥沙浓度最大值为 0.0212 kg/m^3 ，出现在 V7 站表层。

悬浮泥沙以粉砂为主，平均粒径在 $3.945\Phi \sim 7.226\Phi$ 之间，平均值为 5.875Φ ；中值粒径在 $3.771\Phi \sim 7.329\Phi$ 之间，平均值为 5.938Φ 。即平均粒径在 $0.0649 \text{ mm} \sim 0.0067 \text{ mm}$ 之间，平均值为 0.0170 mm ；中值粒径在 $0.0732 \text{ mm} \sim 0.0062 \text{ mm}$ 之间，平均值为 0.0163 mm 。

表 5.1.3-9 各站含沙量特征值统计表 (kg/m^3)

站位	测层	最小值	最大值	平均值	平均
V1	表	0.0023	0.0145	0.0107	0.0102
	中	0.0065	0.0127	0.0109	
	底	0.0013	0.0127	0.0091	
V2	表	0.0017	0.0130	0.0090	0.0088
	中	0.0021	0.0142	0.0081	
	底	0.0013	0.0142	0.0094	
V3	表	0.0001	0.0119	0.0088	0.0095
	中	0.0020	0.0121	0.0100	
	底	0.0020	0.0127	0.0097	
V4	表	0.0018	0.0164	0.0096	0.0086
	中	0.0026	0.0137	0.0077	
	底	0.0026	0.0160	0.0085	
V5	表	0.0009	0.0170	0.0093	0.0090
	中	0.0024	0.0116	0.0094	
	底	0.0012	0.0129	0.0082	
V6	表	0.0037	0.0164	0.0103	0.0107
	中	0.0014	0.0164	0.0113	
	底	0.0023	0.0156	0.0104	
V7	表	0.0035	0.0212	0.0122	0.0120
	中	0.0058	0.0199	0.0117	
	底	0.0019	0.0174	0.0122	

表 5.1.3-10 各站悬浮泥沙粒度统计表

站位	测层	涨急			落急		
		平均粒径 Mz (Φ)	中值粒径 Md (Φ)	类型	平均粒径 Mz (Φ)	中值粒径 Md (Φ)	类型
V1	表	5.799	5.678	砂质粉砂	5.877	6.048	粉砂
	中	6.016	6.166	砂-粉砂-粘土	6.049	6.279	砂质粉砂
	底	6.229	6.608	粘土质粉砂	6.147	6.500	砂-粉砂-粘土
V2	表	5.726	5.975	砂质粉砂	6.433	6.677	粘土质粉砂
	中	6.688	6.986	粘土质粉砂	5.685	6.006	砂质粉砂
	底	6.234	6.416	粉砂	6.323	6.478	粉砂
V3	表	5.050	4.843	砂质粉砂	4.475	4.408	砂质粉砂
	中	4.378	4.231	砂质粉砂	4.892	4.758	砂质粉砂
	底	4.786	4.628	砂质粉砂	5.092	5.194	砂质粉砂
V4	表	4.933	4.585	砂质粉砂	4.561	4.367	砂质粉砂
	中	5.213	5.379	砂质粉砂	5.456	5.337	砂质粉砂
	底	6.444	6.439	粉砂	6.820	6.878	粘土质粉砂
V5	表	4.221	4.075	砂质粉砂	4.517	4.383	砂质粉砂
	中	4.713	4.652	砂质粉砂	4.676	4.485	砂质粉砂
	底	5.911	6.387	砂质粉砂	3.945	3.771	粉砂质砂
V6	表	6.842	7.152	粘土质粉砂	6.741	6.828	粘土质粉砂
	中	6.726	7.002	粘土质粉砂	6.790	6.911	粘土质粉砂
	底	7.131	7.225	粘土质粉砂	6.838	6.924	粘土质粉砂
V7	表	7.226	7.329	粘土质粉砂	6.763	6.853	粘土质粉砂
	中	6.931	7.056	粘土质粉砂	7.079	7.061	粘土质粉砂
	底	7.208	7.246	粘土质粉砂	7.202	7.178	粘土质粉砂

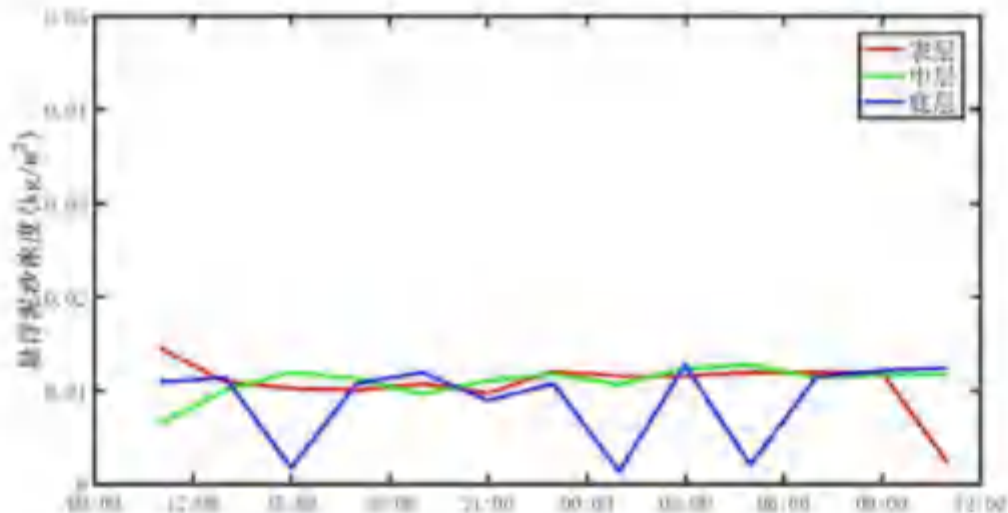


图 5.1.3-9a V1 站悬浮泥沙浓度曲线

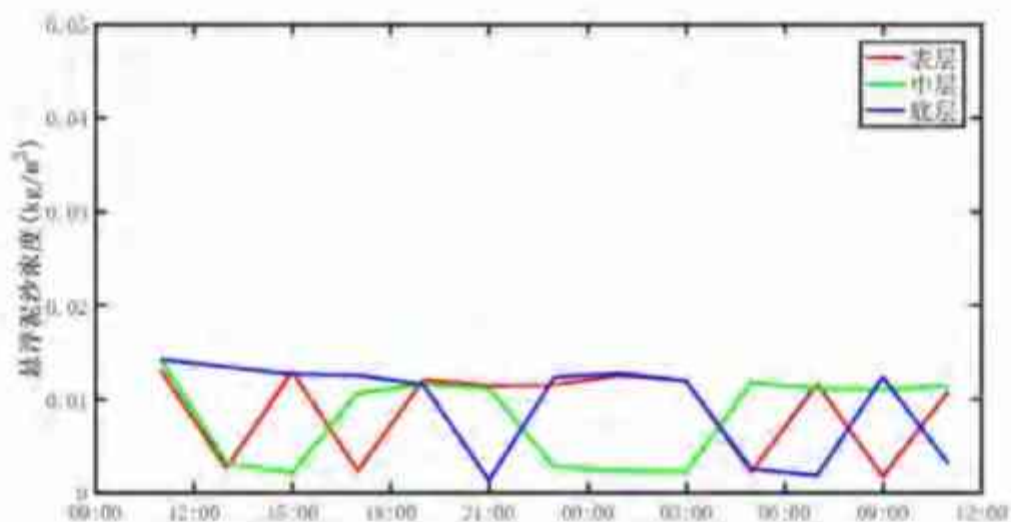


图 5.1.3-9b V2 站悬浮泥沙浓度曲线

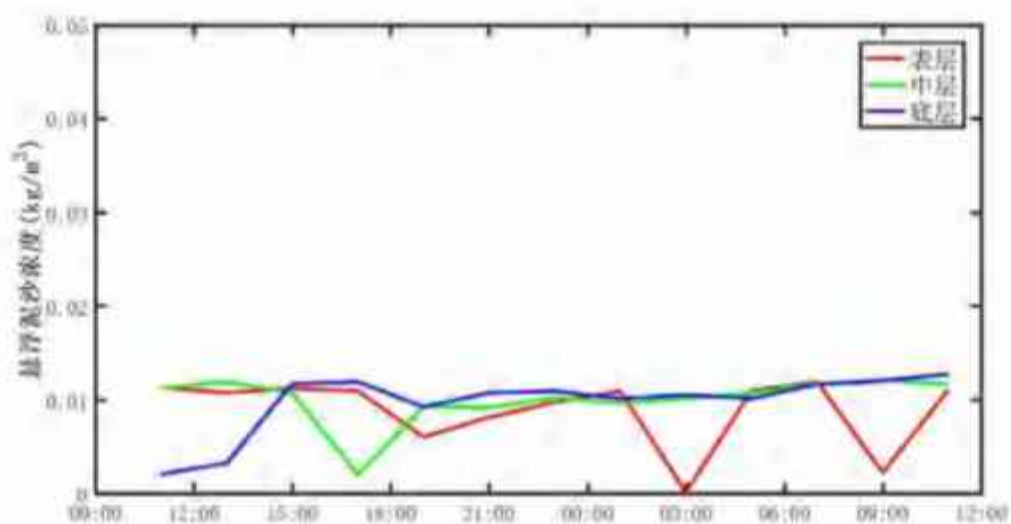


图 5.1.3-9c V3 站悬浮泥沙浓度曲线

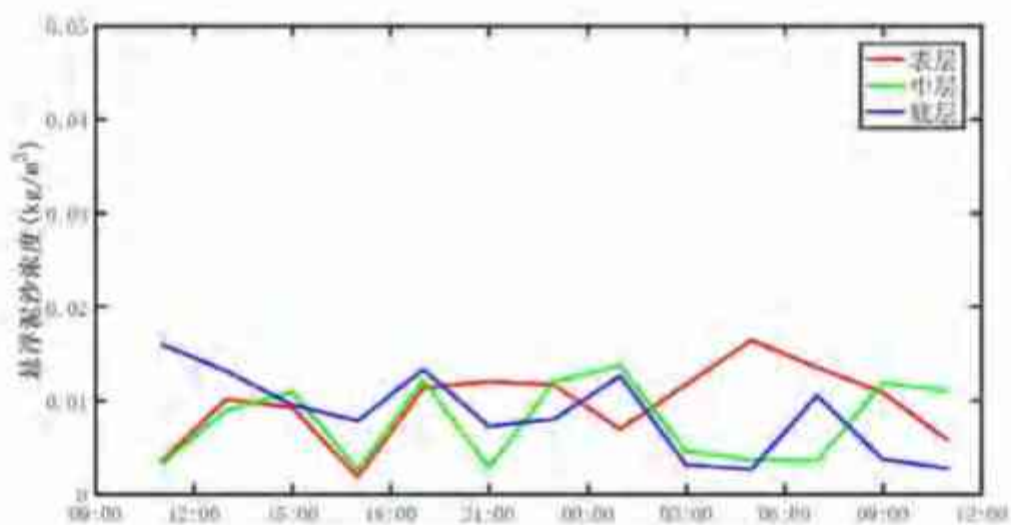


图 5.1.3—9d V4 站悬浮泥沙浓度曲线

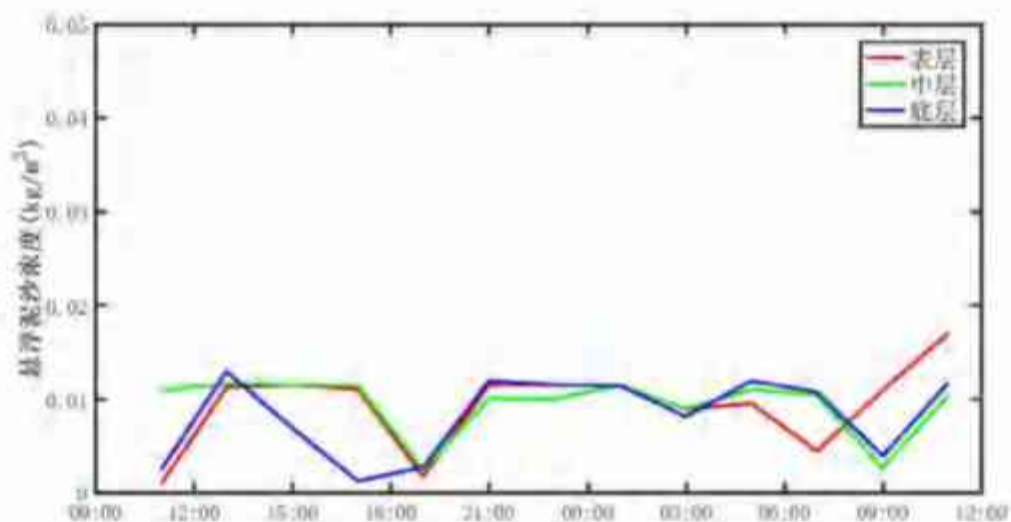


图 5.1.3-9e V5 站悬浮泥沙浓度曲线

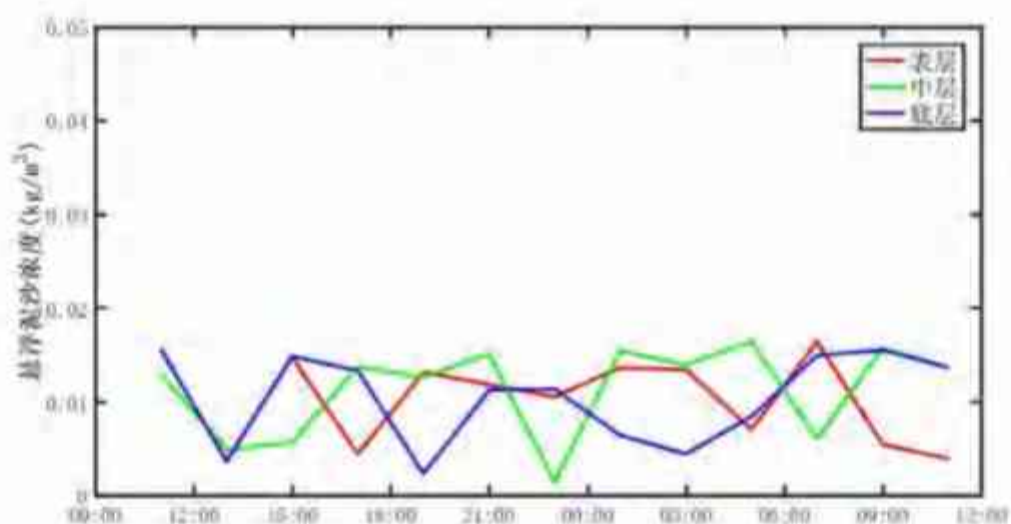


图 5.1.3-9f V6 站悬浮泥沙浓度曲线

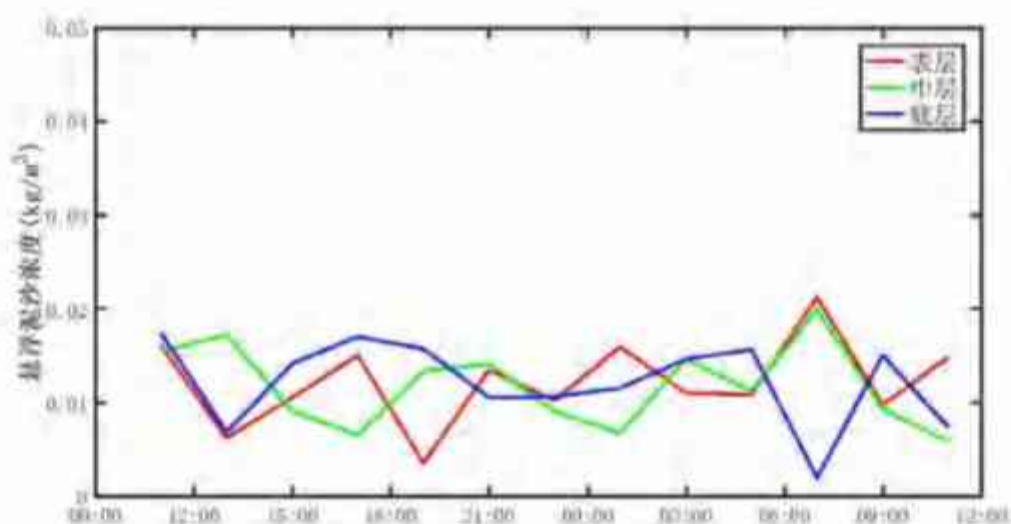


图 5.1.3-9g V7 站悬浮泥沙浓度曲线

5.1.3.6.表层沉积物

表层沉积物以粘土质粉砂为主，平均粒径在 $5.211\Phi \sim 7.456\Phi$ 之间，平均值为 6.469Φ ；中值粒径在 $4.829\Phi \sim 7.343\Phi$ 之间，平均值为 6.437Φ （图 5.1.3-10、图 5.1.3-11）。即平均粒径在 $0.0270\text{ mm} \sim 0.0057\text{ mm}$ 之间，平均值为 0.0113 mm ；中值粒径在 $0.0352\text{ mm} \sim 0.0062\text{ mm}$ 之间，平均值为 0.0115 mm 。

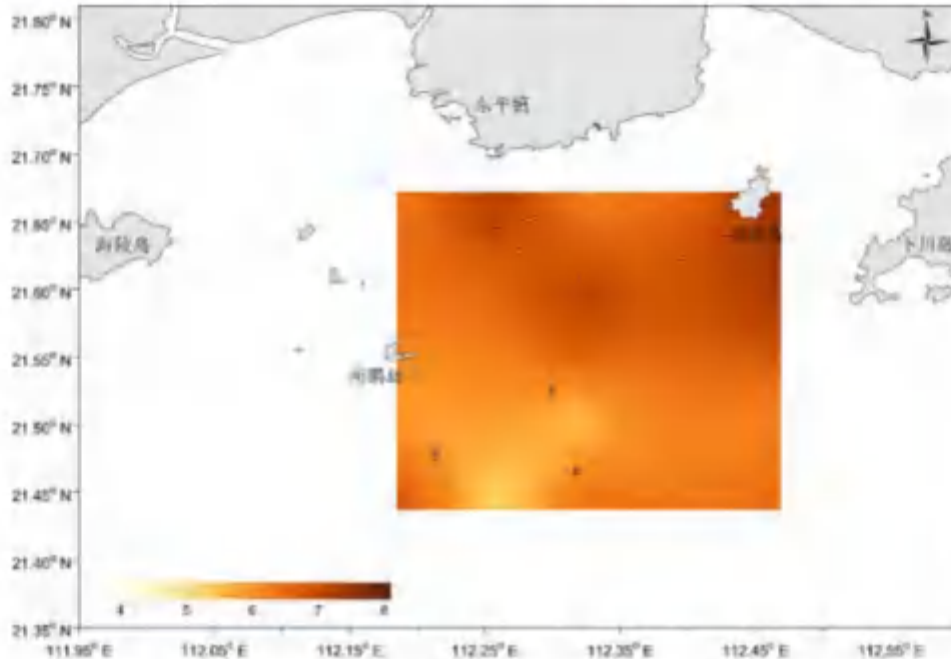


图 5.1.3-10 表层沉积物平均粒径分布（单位： Φ ）

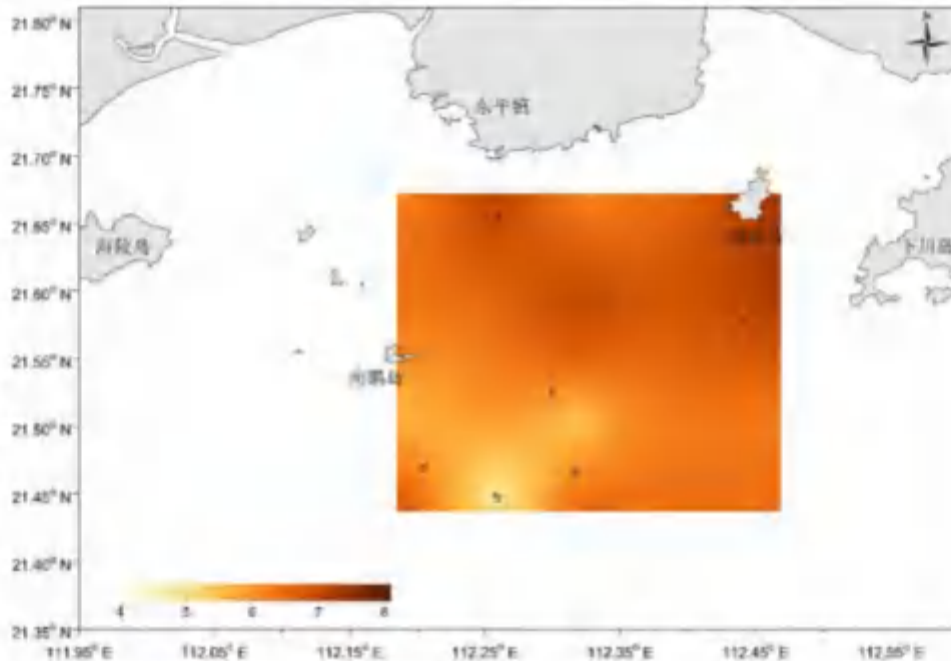


图 5.1.3-11 表层沉积物中值粒径分布（单位： Φ ）

5.2. 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1. 水深地形特征

矿区整体水深为 18.20~19.64m，水深最浅位于矿区北部，最深位于矿区南部（图 5.2.1-1）。海域地形平坦，无发育大型隆起或洼地等起伏地形单元。平均坡降约 0.7‰，水深剖面线 AA' 上的平均坡降约 0.56‰（图 5.2.1-2）。总体地形特点为水深缓慢由北向南逐渐增大，等深线呈东西走向，无明显地形凸起或下凹（图 5.2.1-1、图 5.2.1-3）。

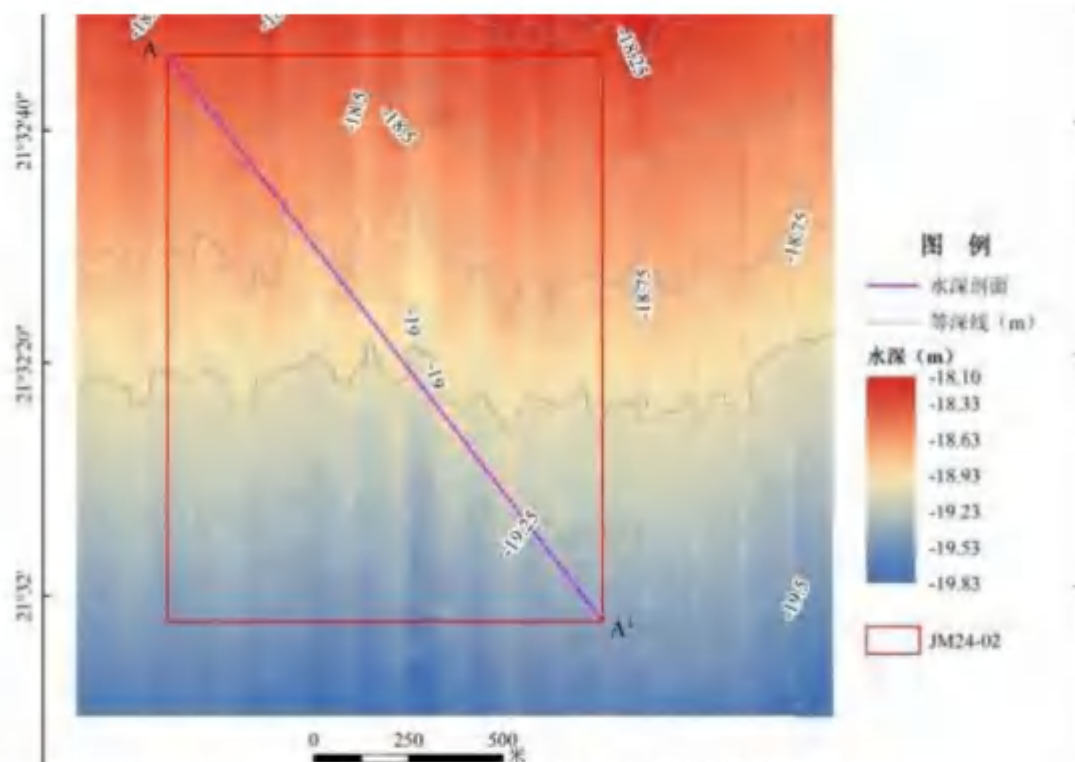


图 5.2.1-1 矿区多波束水深地形图



图 5.2.1-2 矿区海底 AA9 剖面水深图

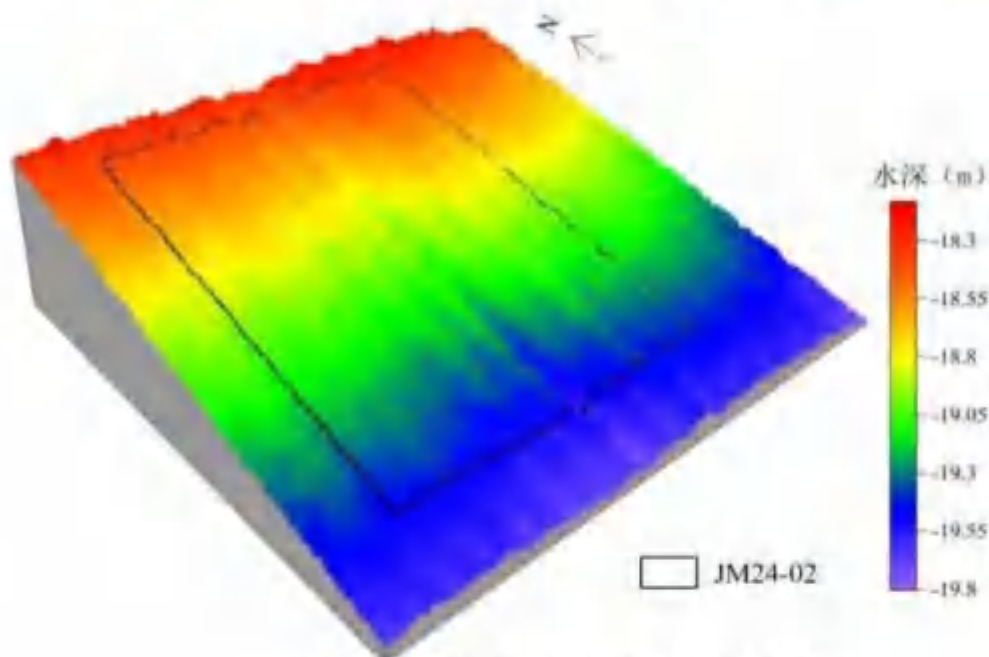


图 5.2.1-3 矿区海底三维水深示意图

5.2.2. 地貌特征

矿区海底侧扫声呐图像色调均匀,表明海底平坦,海底未见礁石、洼地、凸起等单元,进一步验证了多波束测深数据对该区域海底地形的初步判断。声呐图像中,各像素点的灰度值波动范围极小,反映出海底底质在水平方向上具有高度的一致性(图 5.2.2-1)。结合现场采集的底质样本分析,该区域海底主要为细颗粒的泥质沉积物。从声学特性来看,平坦且均质的海底对声波的反射和散射规律较为单一,使得侧扫声呐接收到的回波信号强度相对稳定,从而在图像上呈现

出均匀的色调。

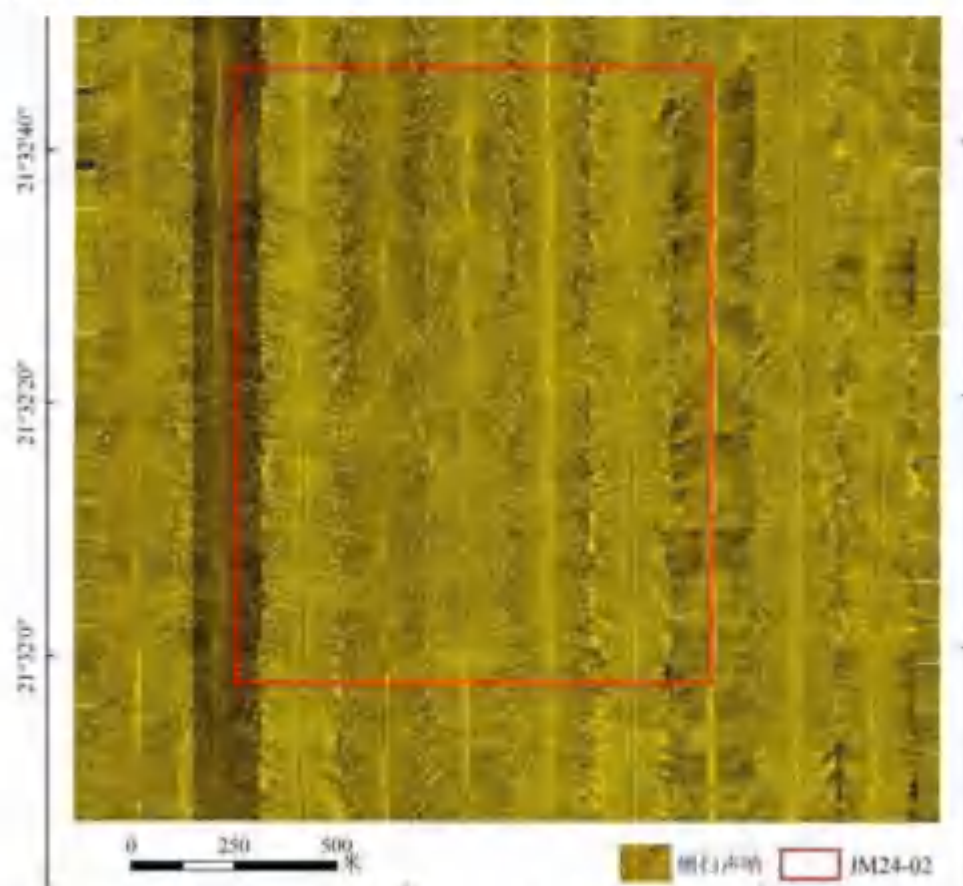


图 5.2.2-1 矿区海底侧扫声呐图

5.2.3. 冲淤环境变化趋势分析

通过对比项目区海域 2016 年的 0m、5m、10m 和 20m 的等深线变化可以看出，近 10 年来周边海域 0m、5m 水深等值线整体相较于 2016 年水深线向离岸方向偏移，说明近岸浅水区泥沙小幅淤积，岸滩淤涨；10m 等深线海图等值线与 2016 年水深线空间位置基本重合，等深线平面位移幅度极小，10m 水深附近海底地形无明显冲淤调整，水下地形整体保持稳定；评价范围内 20m 水深线部分区段向岸收缩、部分区段向外扩张，深水区域局部淤积、局部冲刷交替分布。

整体而言，项目评价范围内海域冲淤空间分异特征明显，近岸浅水区以轻微淤积为主，中等水深区地形稳定，外海 20m 深水带冲淤相间分布，全域冲淤变动幅度有限，海域海底地形整体处于轻微调整、基本稳定的状态。

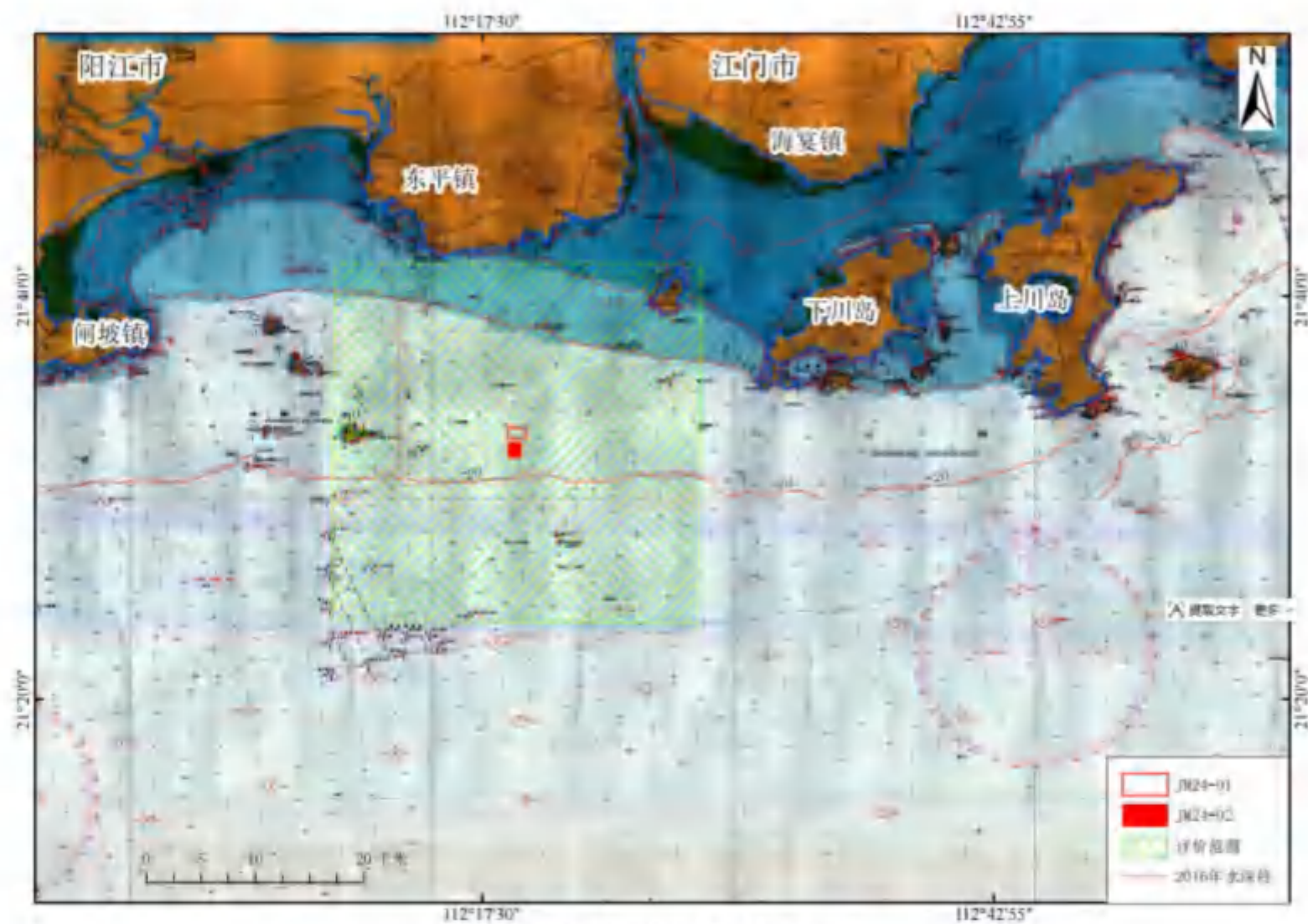


图5.2.3-1 项目所在海域冲淤变化

5.3. 海水水质环境现状调查与评价

5.3.1. 调查概况

5.3.1.1. 调查时间及站位

本项目整体水深 18.20~19.64m，距离大陆海岸线约 17km，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025），属于除沿岸海域外的近岸海域范围，根据导则，1 级评价海洋环境需要春季或秋季 1 季调查资料。

中国科学院南海海洋研究所于 2025 年 3 月 1~3 日对项目附近海域进行了海洋环境现状调查，本次调查在评价范围内共布设水质调查站位 21 个、沉积物调查站位 11 个、海洋生物生态和渔业资源站位各 13 个，潮间带调查站位 3 个调查站位。站位布设信息见表 5.3.1-1 和图 5.3.1-1。

5.3.1.2. 调查项目

海水水质调查项目包括：水温、pH、盐度、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD_{Mn}）、硫化物、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、挥发酚、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）和铬（Cr）共20项。

表 5.3.1-1 水质、沉积物和生态现状调查站位坐标

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1	112° 11.406'	21° 39.988'	水质、生态、沉积物、渔业资源
2	112° 15.595'	21° 40.052'	水质
3	112° 19.227'	21° 40.000'	水质、生态、沉积物、渔业资源
4	112° 23.428'	21° 40.015'	水质
5	112° 27.850'	21° 39.636'	水质、生态、沉积物、渔业资源
6	112° 11.516'	21° 35.613'	水质
7	112° 15.543'	21° 35.628'	水质、生态、渔业资源
8	112° 19.147'	21° 35.532'	水质、生态、沉积物、渔业资源
9	112° 23.666'	21° 35.590'	水质
10	112° 27.877'	21° 35.555'	水质
11	112° 11.469'	21° 30.513'	水质
12	112° 15.590'	21° 30.567'	水质、生态、沉积物、渔业资源
13	112° 19.233'	21° 30.444'	水质、生态、沉积物、渔业资源
14	112° 23.652'	21° 30.646'	水质、生态、渔业资源
15	112° 27.808'	21° 30.609'	水质、生态、沉积物、渔业资源
16	112° 11.428'	21° 26.597'	水质、生态、沉积物、渔业资源
17	112° 15.634'	21° 26.600'	水质
18	112° 19.301'	21° 26.602'	水质、生态、沉积物、渔业资源
19	112° 23.778'	21° 26.518'	水质
20	112° 27.797'	21° 26.539'	水质、生态、沉积物、渔业资源
21	112° 19.096'	21° 32.851'	水质、生态、沉积物、渔业资源
C1	112° 26.012'	21° 39.768'	潮间带生物、沉积物
C2	112° 11.091'	21° 33.171'	潮间带生物、沉积物
C3	112° 21.549'	21° 27.709'	潮间带生物、沉积物

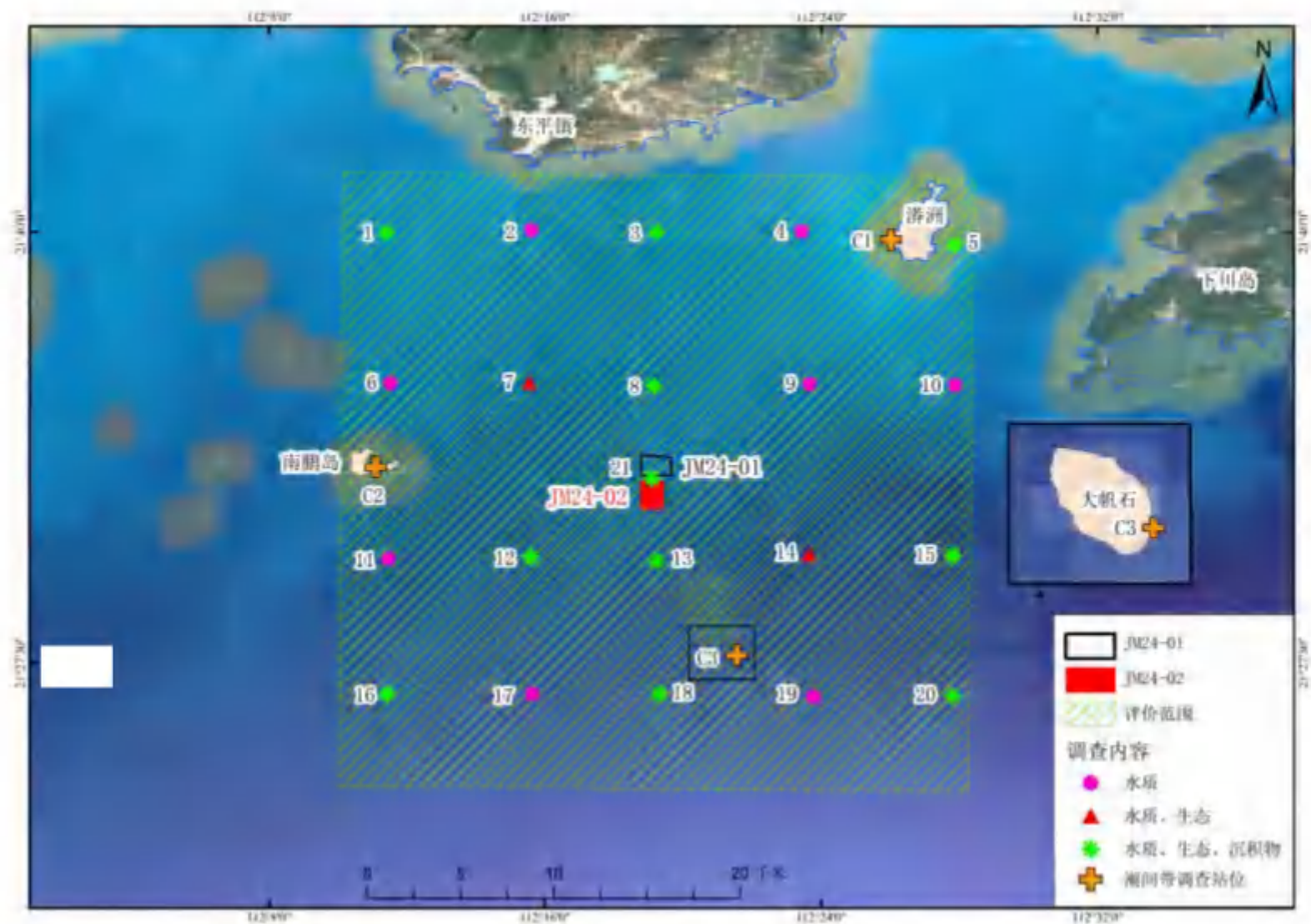


图 5.3.1-1 水质、沉积物和生态现状调查站位分布图

5.3.1.3. 调查方法

样品的采集、保存、运输和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的要求进行。当水深小于10m时，只采表层水样；水深10~25m时，采集表、底层水样；水深25~50m时，采集表、10m、底层水样；水深50~100m时，采集表、10m、50m、底层水样；其中表层为距表面0.1—2m，中层为10m，底层为离底2m。

表 5.3.1-2 海水水质分析及检测仪器一览表

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
1	pH	现场测定	GB17378.4/26-2007 pH 计法	——
2	盐度	常温保存	GB17378.4/29.1-2007 盐度计法	——
3	悬浮物	0.45 μ m, ϕ 60mm 微孔滤膜 现场过滤	GB17378.4/27-2007 重量法	2.0mg/L
4	溶解氧 (DO)	加 1mL MnCl ₂ 和 1mL KI-NaOH 溶液固定, 现场测定	GB17378.4/31-2007 碘量法	——
5	化学需氧量 (COD _{Mn})	现场测定	GB17378.4/32-2007 碱性高锰酸钾法	——
6	硫化物	加 2ml 50g/L 醋酸锌和加 2ml 40g/L NaOH	GB17378.4/5.2-2007 亚甲基蓝分光光度法	0.2 μ g/L
7	氨	现场用 0.45 μ m, ϕ 60mm 微孔滤膜过滤、现场测定或过滤后-20℃冷冻保存	GB17378.4/36.2—2007 次溴酸盐氧化法	0.0004mg/L
8	硝酸盐		GB17378.4/38.2-2007 锌-镉还原法	0.0007mg/L
9	亚硝酸盐		GB17378.4/37-2007 奈乙二胺分光光度法	0.0003mg/L
10	活性磷酸盐		GB17378.4/39.1-2007 磷钼蓝分光光度法	0.001mg/L
11	石油类	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2, 正己烷萃取	GB17378.4/13.2-2007 紫外分光光度法	0.004mg/L
12	挥发酚	加 H ₃ PO ₄ 至 pH<4, 每升水样加 2g 硫酸铜	GB17378.4/19-2007 4-氨基安替比林分光光度法	1.1 μ g/L
13	铜 (Cu)	用 0.45 μ m, ϕ 60mm 微孔滤膜过滤加 HNO ₃ 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.2 μ g/L
14	铅 (Pb)		GB17378.4/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.03 μ g/L
15	镉 (Cd)		GB17378.4/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.01 μ g/L
16	锌 (Zn)		GB17378.4/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.1 μ g/L
17	砷 (As)	用 0.45 μ m, ϕ 60mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/11.1-2007 原子荧光法	0.5 μ g/L
18	汞 (Hg)	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2	GB17378.4/5.2-2007 冷原子吸收分光光度法	0.001 μ g/L
19	总铬 (Cr)	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.4 μ g/L

5.3.2. 评价方法

采用标准指数法。

- 1) 一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式：

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

式中：

$S_{i,j}$ ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ ——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{Si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

- 2) 溶解氧（DO）的标准指数计算公式为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \quad DO_j \leq DO_r$$

$$S_{DO,j} = \frac{DO_r - DO_j}{DO_s - DO_r} \quad DO_j > DO_r$$

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

S ——实用盐度符号，量纲为 1；

T ——水温，℃。

- 3) pH 值的指数计算公式为：

$$Q_j = |2C_j - C_{ou} - C_{ol}| / (C_{ou} - C_{ol})$$

式中： Q_j ——pH 值的标准指数；

C_j ——pH 值的实测值；

C_{ou} ——pH 的评价标准上限；

C_{ol} ——pH 的评价标准下限。

水质评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

5.3.3. 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号），本项目现状调查站位均不属于广东省近岸海域环境功能区划范围。因此，本项目现状调查站位依据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》中海洋功能区类型，水质质量标准参照执行《海水水质标准》（GB3097-1997）对应标准。本次调查各监测点所在海域功能区如图5.3.3-1示。各监测站位水质评价执行的标准见表5.3.3-1。



图 5.3.3-1 调查站位与海岸带及海洋空间规划叠图

5.3.3-1 各调查站位海水水质评价标准情况

功能区名称	调查站位	海水水质标准要求
东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区	1、2、7、12	执行海水水质一类标准
阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	6	执行海水水质一类标准
广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	4、5、9、10	执行海水水质一类标准
大帆石-乌猪岛生态保护区	13、14、18、19	执行海水水质一类标准
海陵岛南部生态控制区	11	执行海水水质一类标准
江门一珠海南部渔业用海区	3、8、15、20	执行海水水质二类标准
南鹏岛工矿通信用海区	16、17	执行海水水质三类标准
漩洲西南部工矿通信用海区	21	执行海水水质三类标准

5.3.4. 2025 年 3 月海水水质现状及评价结果

2025 年 3 月大潮期本项目附近海洋环境现状监测水质结果见表 5.3.4-1，调

查结果标准指数见表 5.3.4-2。

本次调查站位 1、2、4、5、6、7、9、10、11、12、13、14、18、19 执行海水水质一类标准。由调查及评价结果可知，pH、DO、COD_{Mn}、油类、活性磷酸盐、汞、铜、锌、镉、砷、总铬、挥发酚、硫化物含量均符合海水水质一类标准，未出现超标情况。无机氮和重金属铅存在一定程度的超标，无机氮超标率为 28.6%，最大超标倍数为 0.37，铅超标率为 14.3%，最大超标倍数为 0.23。

本次调查站位 3、8、15、20 执行海水水质二类标准。由调查及评价结果可知，pH、DO、COD_{Mn}、油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、挥发酚、硫化物含量均符合海水水质二类标准，未出现超标情况。

本次调查站位 16、17、21 执行海水水质三类标准。由调查及评价结果可知，pH、DO、COD_{Mn}、油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、挥发酚、硫化物含量均符合海水水质三类标准，未出现超标情况。

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》中海洋功能区的类型，本项目调查站位 1、2、7、12 位于东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区，仅 2 号站位中的无机氮超出一类海水水质标准，无机氮超标率为 25%，其余调查因子均符合一类海水水质标准；6 号站位位于阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区，海水水质符合一类标准；调查站位 4、5、9、10 位于广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区，4、5、9 号站位中的无机氮指标超出一类标准，超标率为 75%，其余调查因子均符合一类海水水质标准；调查站位 13、14、18、19 位于大帆石-乌猪岛生态保护区，仅 14 号站位的铅超出一类海水水质标准，超标率为 25%，其余调查因子均符合一类海水水质标准；11 号站位位于海陵岛南部生态控制区，该站位的铅超出一类海水水质标准，其余调查因子均符合一类标准。

本项目调查站位中一类水质中仅 2 个站位的铅存在轻微超标，超标倍数分别为 0.23 和 0.04，调查结果显示，该 2 个站位中，仅表层海水的铅含量较高，底层较低，因此根据《表层海水重金属的变化特征及影响因素》等相关文献，表层海水中重金属元素铅的含量和大气输入有着密切的关系，工业气溶胶、船舶尾气颗粒物等，经大气长距离输送至该海域上空，通过降雨（湿沉降）、颗粒物降落（干沉降）入海，可能造成表层海水中的铅轻微超标。

5.3.4-1 2025 年 11 月大潮期海水水质调查结果

站位	层次	现场水温	盐度	pH	DO	COD _{Mn}	油类	SS	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	汞	铜	铅	镉	钴	砷	总铬	挥发酚	硫化物
								mg/L					μg/L								
1	表	21.17	31.3679	7.84	8.30	0.57	0.008	27.8	0.0362	0.007	0.102	0.003	0.019	1.6	0.32	13.2	0.02	1.7	<0.4	2.0	0.3
2	表	19.94	31.4370	7.85	8.43	0.39	0.017	16.5	0.0368	0.080	0.171	0.002	<0.001	1.4	0.42	12.1	0.03	1.6	0.7	2.0	<0.2
2	底	18.41	31.4462	7.87	8.06	0.39	--	17.1	0.0379	0.070	0.134	0.006	<0.001	1.6	0.11	12.4	0.04	1.5	0.5	--	--
3	表	19.38	31.2237	7.88	8.25	0.36	0.010	21.4	0.0422	0.013	0.169	0.002	<0.001	1.5	0.52	15.6	0.04	1.5	<0.4	<1.1	<0.2
平 3	表	19.38	31.2188	7.89	8.20	0.36	0.012	22.1	0.0417	0.016	0.167	0.001	<0.001	1.4	0.76	15.2	0.03	1.5	<0.4	<1.1	<0.2
4	表	19.88	31.1089	7.80	8.58	0.37	0.008	28.7	0.0549	0.015	0.145	0.010	<0.001	0.9	0.25	13.0	0.05	1.5	<0.4	<1.1	0.4
5	表	19.69	31.3051	7.87	8.05	0.49	0.010	32.5	0.0440	0.017	0.153	0.008	<0.001	1.4	0.30	12.4	0.05	1.5	<0.4	1.3	0.3
6	表	19.38	32.0073	7.87	8.29	0.28	0.009	25.3	0.0348	0.010	0.017	0.002	<0.001	1.2	0.32	11.3	0.03	1.5	0.4	<1.1	0.3
6	底	18.20	32.1726	7.89	8.23	0.44	--	23.4	0.0345	0.011	0.031	0.002	<0.001	1.4	1.21	13.3	0.04	1.6	0.4	--	--
7	表	18.94	31.8952	7.84	8.30	0.28	0.010	26.0	0.0379	0.028	0.129	<0.001	<0.001	1.5	0.54	14.0	0.05	1.5	0.5	<1.1	0.3
7	底	18.11	31.9434	7.84	8.05	0.38	--	22.0	0.0417	0.021	0.091	<0.001	<0.001	1.8	0.46	14.0	0.05	1.6	<0.4	--	--
8	表	18.76	31.6835	7.92	8.48	0.28	0.013	22.2	0.0382	0.012	0.146	0.001	<0.001	1.4	0.27	13.4	0.03	1.6	<0.4	<1.1	<0.2
8	底	17.99	31.8743	7.91	8.27	0.36	--	26.3	0.0440	0.014	0.126	0.002	<0.001	1.4	0.09	13.9	0.03	1.5	<0.4	--	--
9	表	18.98	31.4326	7.89	8.19	0.23	0.018	24.3	0.0417	0.028	0.203	<0.001	0.019	1.4	0.36	13.9	0.03	1.6	0.5	<1.1	0.5
9	底	17.90	31.6094	7.89	8.06	0.60	--	26.4	0.0431	0.057	0.143	<0.001	<0.001	1.3	0.13	13.5	0.03	1.6	<0.4	--	--
10	表	19.16	31.5559	7.90	8.00	0.37	0.010	26.9	0.0345	0.016	0.129	0.005	<0.001	1.4	0.10	12.9	0.04	1.5	<0.4	<1.1	0.4
10	底	17.94	31.8729	7.87	7.61	0.39	--	31.1	0.0472	0.014	0.127	0.003	<0.001	2.0	0.46	15.1	0.05	1.5	0.5	--	--
11	表	19.16	32.4499	7.90	8.11	0.30	0.008	22.2	0.0301	0.006	0.029	<0.001	<0.001	2.7	1.98	13.8	0.06	1.5	0.5	<1.1	0.4
11	底	18.70	32.5584	7.89	7.78	0.20	--	23.9	0.0319	0.008	0.084	0.001	<0.001	2.5	0.47	18.3	0.03	1.5	<0.4	--	--
12	表	19.74	32.8920	7.92	7.56	0.32	0.015	22.0	0.0198	0.002	0.106	<0.001	<0.001	1.7	<0.03	17.2	<0.01	1.5	0.5	<1.1	0.4
12	底	18.31	32.9651	7.92	7.47	0.24	--	22.2	0.0169	0.003	0.075	<0.001	<0.001	2.2	0.50	17.3	0.02	1.5	<0.4	--	--
13	表	19.10	32.6487	7.94	8.40	0.32	0.006	23.6	0.0137	0.028	0.147	<0.001	<0.001	1.9	0.31	14.7	0.01	1.5	<0.4	<1.1	0.3
13	底	18.53	32.9118	7.95	8.29	0.23	--	24.1	0.0149	0.007	0.104	<0.001	<0.001	2.5	0.78	11.1	0.01	1.5	<0.4	--	--
14	表	19.27	32.3628	7.96	8.50	0.35	0.006	26.2	0.0128	0.001	0.135	0.001	<0.001	2.2	1.25	16.1	0.07	1.4	<0.4	<1.1	0.3

广东省江门市大帆石北海域JM24-02区块海砂开采环境影响报告书

14	底	18.82	32.5861	7.96	8.21	0.40	--	20.1	0.0102	0.005	0.062	<0.001	<0.001	2.4	0.83	16.4	0.04	1.5	0.5	--	--
平14	表	19.27	32.3676	7.96	8.48	0.35	0.007	27.1	0.0123	0.001	0.132	<0.001	<0.001	2.5	0.77	16.8	0.04	1.4	0.6	<1.1	0.4
平14	底	18.82	32.6020	7.96	8.17	0.41	--	20.6	0.0105	0.006	0.059	<0.001	<0.001	2.5	0.88	16.5	0.05	1.4	0.6	--	--
15	表	19.45	32.2450	7.95	8.64	0.28	0.006	29.6	0.0125	0.035	0.186	<0.001	<0.001	1.9	1.44	13.5	0.03	1.5	<0.4	<1.1	0.4
15	底	18.80	32.3822	7.95	8.51	0.25	--	29.6	0.0140	0.044	0.137	<0.001	<0.001	1.8	0.84	15.3	0.03	1.5	<0.4	--	--
16	表	19.65	33.2120	7.94	8.24	0.24	0.011	23.0	0.0140	0.003	0.078	<0.001	<0.001	1.5	0.70	11.8	0.06	1.6	<0.4	<1.1	0.4
16	底	18.64	33.2104	7.95	8.23	0.24	--	24.3	0.0117	0.002	0.107	<0.001	<0.001	2.4	0.35	15.0	0.03	1.5	<0.4	--	--
17	表	19.32	33.0159	7.94	8.53	0.30	0.013	24.7	0.0097	0.004	0.070	<0.001	<0.001	1.2	<0.03	15.9	0.01	1.5	0.4	<1.1	0.3
17	中	19.26	33.1733	7.93	8.26	0.31	--	23.4	0.0097	0.005	0.076	<0.001	<0.001	1.1	0.08	16.5	0.01	1.5	<0.4	--	--
17	底	18.49	33.1900	7.96	8.01	0.28	--	20.7	0.0128	0.002	0.108	<0.001	0.019	1.2	0.41	16.2	0.02	1.5	<0.4	--	--
18	表	18.99	32.6519	7.92	8.68	0.28	0.012	27.7	0.0169	0.027	0.144	<0.001	<0.001	1.5	0.08	14.6	0.01	1.5	<0.4	<1.1	0.3
18	中	18.95	32.8909	7.93	8.37	0.23	--	22.9	0.0143	0.039	0.088	<0.001	<0.001	1.7	0.51	16.0	0.01	1.5	0.6	--	--
18	底	18.38	32.7949	7.94	7.98	0.20	--	27.3	0.0125	0.004	0.085	<0.001	<0.001	1.4	0.54	15.6	0.01	1.5	<0.4	--	--
19	表	19.60	32.5384	7.96	8.40	0.43	0.004	23.9	0.0111	0.043	0.091	0.005	<0.001	2.8	0.82	12.9	0.05	1.5	<0.4	<1.1	0.3
19	中	18.63	32.6837	7.94	7.99	0.33	--	28.1	0.0270	0.007	0.126	0.002	<0.001	2.2	0.35	17.9	0.03	1.5	0.5	--	--
19	底	19.39	32.8007	7.92	7.71	0.38	--	22.8	0.0238	0.017	0.126	0.003	<0.001	3.7	0.62	13.0	0.04	1.5	<0.4	--	--
20	表	19.76	32.3206	7.97	8.60	0.34	<0.004	27.6	0.0163	0.025	0.159	0.002	<0.001	2.5	0.86	13.5	0.04	1.5	0.5	<1.1	0.3
20	中	18.54	32.6202	7.97	8.28	0.39	--	23.7	0.0128	0.034	0.073	<0.001	<0.001	2.0	1.04	13.6	0.05	1.6	<0.4	--	--
20	底	19.52	32.6264	7.95	8.17	0.25	--	26.9	0.0151	0.027	0.052	<0.001	<0.001	2.1	1.18	13.5	0.02	1.5	<0.4	--	--
21	表	19.02	32.6615	7.95	8.63	0.37	0.008	22.2	0.0134	0.086	0.197	<0.001	<0.001	2.0	0.32	14.3	0.03	1.6	0.5	<1.1	0.3
21	底	18.46	32.8990	7.95	8.40	0.24	--	21.1	0.0125	0.062	0.089	0.001	<0.001	2.2	0.23	16.2	0.03	1.5	<0.4	--	--

注：（或）代表超出检出限，--为未采样

表 5.3.4-2a 2025 年 3 月大潮期海水水质标准指数（一类标准）

站位	pH	DO	COD _{Mn}	油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	总铬	挥发酚	硫化物
1	0.89	0.57	0.29	0.16	0.73	0.20	0.38	0.32	0.32	0.66	0.02	0.09	0.00	0.40	0.02
2	0.83	0.29	0.20	0.34	1.37	0.27	0.01	0.30	0.27	0.61	0.04	0.08	0.01	0.40	0.01
4	1.00	0.56	0.19	0.16	1.07	0.67	0.01	0.18	0.25	0.65	0.05	0.08	0.00	0.11	0.02
5	0.80	0.23	0.25	0.20	1.07	0.53	0.01	0.28	0.30	0.62	0.05	0.08	0.00	0.26	0.02
6	0.77	0.28	0.18	0.18	0.35	0.13	0.01	0.26	0.77	0.62	0.04	0.08	0.01	0.11	0.02

广东省江门市大帆石北面海域 JM24-02 区块海砂开采环境影响报告书

7	0.89	0.20	0.17	0.20	0.87	0.03	0.01	0.33	0.50	0.70	0.05	0.08	0.01	0.11	0.02
9	0.74	0.15	0.21	0.36	1.29	0.03	0.38	0.27	0.25	0.69	0.03	0.08	0.01	0.11	0.03
10	0.76	0.01	0.19	0.20	0.92	0.27	0.01	0.34	0.28	0.70	0.05	0.08	0.01	0.11	0.02
11	0.73	0.13	0.13	0.16	0.47	0.07	0.01	0.52	1.23	0.80	0.05	0.08	0.01	0.11	0.02
12	0.66	0.10	0.14	0.30	0.56	0.03	0.01	0.39	0.50	0.86	0.02	0.08	0.01	0.11	0.02
13	0.59	0.36	0.14	0.12	0.79	0.03	0.01	0.44	0.55	0.65	0.01	0.08	0.00	0.11	0.01
14	0.54	0.38	0.19	0.12	0.57	0.07	0.01	0.46	1.04	0.81	0.06	0.07	0.01	0.11	0.02
18	0.63	0.35	0.12	0.24	0.72	0.07	0.01	0.31	0.38	0.77	0.01	0.07	0.01	0.11	0.02
19	0.60	0.22	0.19	0.08	0.79	0.22	0.01	0.58	0.60	0.73	0.04	0.08	0.01	0.11	0.01
最大值	1.00	0.57	0.29	0.36	1.37	0.67	0.38	0.58	1.23	0.86	0.06	0.09	0.01	0.40	0.03
最小值	0.54	0.01	0.12	0.08	0.35	0.03	0.01	0.18	0.25	0.61	0.01	0.07	0.00	0.11	0.01
平均值	0.74	0.27	0.18	0.20	0.83	0.19	0.06	0.36	0.51	0.70	0.04	0.08	0.01	0.16	0.02
超标率	0	0	0	0	28.60%	0	0	0	14.30%	0	0	0	0	0	0

表 5.3.4-2b 2025 年 3 月大潮期海水水质标准指数（二类标准）

站位	pH	DO	COD _{Mn}	油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	总铬	挥发酚	硫化物
3	0.77	0.19	0.12	0.20	0.75	0.07	0.00	0.15	0.10	0.31	0.01	0.05	0.00	0.11	0.00
8	0.67	0.19	0.11	0.26	0.63	0.05	0.00	0.14	0.04	0.27	0.01	0.05	0.00	0.11	0.00
15	0.57	0.32	0.09	0.12	0.71	0.03	0.00	0.19	0.23	0.29	0.01	0.05	0.00	0.11	0.01
20	0.53	0.25	0.11	0.04	0.46	0.07	0.00	0.22	0.21	0.27	0.01	0.05	0.01	0.11	0.01
最大值	0.77	0.32	0.12	0.26	0.75	0.07	0.00	0.22	0.23	0.31	0.01	0.05	0.01	0.11	0.01
最小值	0.53	0.19	0.09	0.04	0.46	0.03	0.00	0.14	0.04	0.27	0.01	0.05	0.00	0.11	0.00
平均值	0.64	0.24	0.11	0.16	0.64	0.05	0.00	0.17	0.14	0.29	0.01	0.05	0.00	0.11	0.00
超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3.4-2c 2025 年 3 月大潮期海水水质标准指数（三类标准）

站位	pH	DO	COD _{Mn}	油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	总铬	挥发酚	硫化物
16	0.15	0.16	0.06	0.04	0.27	0.02	0.00	0.04	0.05	0.13	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00
17	0.14	0.16	0.07	0.04	0.25	0.03	0.10	0.02	0.02	0.16	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00
21	0.15	0.21	0.08	0.03	0.57	0.03	0.00	0.04	0.03	0.15	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00

5.3.5. 近岸海域国控站位水质变化趋势分析

收集到 2022~2024 年广东省近岸海域海水水质监测数据，江门市海域距离本项目最近的国控点为 GDN17002、GDN10006、GDN10025 和 GDN17019，具体调查数据见表 5.3.5-1。由表可知，水质国控站位近三年水质年均值中 pH、无机氮、活性磷酸盐、石油类、溶解氧、化学需氧量、铜、汞、镉和铅均符合第一类海水水质标准。pH、石油类、铜、汞、镉和铅近三年最大监测值均符合第一类海水水质标准，活性磷酸盐和溶解氧最大监测值均符合第二类海水水质标准，化学需氧量近三年最大监测值符合第三类海水水质标准，无机氮近三年最大监测值超出第四类海水水质标准。

对于 pH、无机氮、活性磷酸盐、石油类、溶解氧和化学需氧量采用全年春、夏、秋季平均值分析变化情况，详见图 5.3.5-1，具体如下：

（1）海域 2022~2024 年 pH 值、无机氮和溶解氧含量变化不大；

（2）海域 2022~2024 年活性磷酸盐呈现出一定的降低趋势，有所好转；石油类呈现一定的升高趋势，但均满足海水水质第一类标准。

（3）海域 2022~2024 年化学需氧量处于波动状态，无明显变化趋势。

综上所述，根据本项目附近海域 2022~2024 年（近三年）广东省近岸海域国控点监测数据对比分析，该海域除无机氮和化学需氧量外其余各水质因子基本符合第一、二类《海水水质标准》（GB3097-1997），总体上本项目附近海域水质处于相对稳定的波动状态，水质环境无明显的恶化趋势。

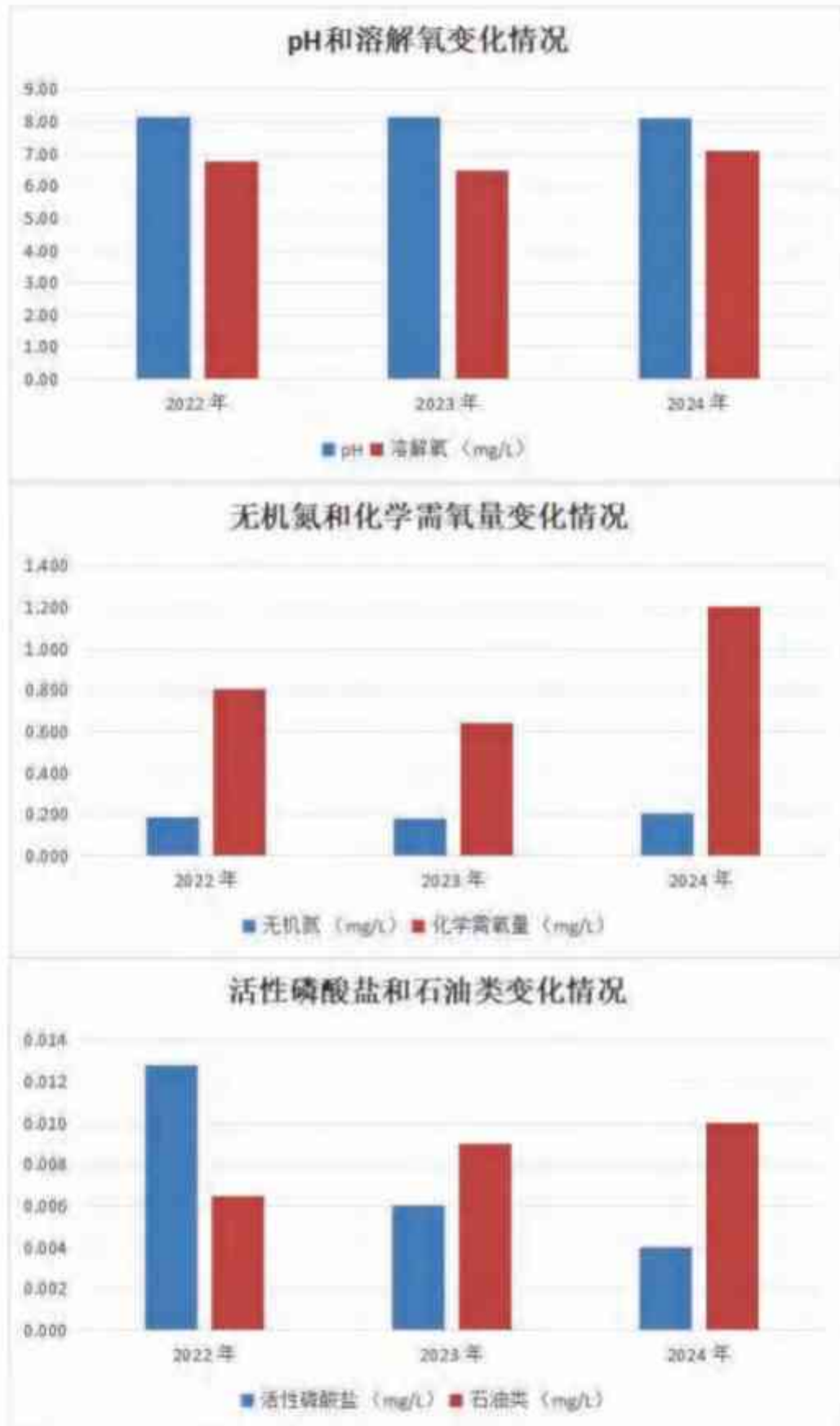


图 5.3.5-1 海域年均水质变化情况 (2022~2024 年)

表 5.3.5-1 2022-2024 年项目附近海域广东省海水国控站位监测结果

国控站位	调查时间	pH	无机氮 (mg/L)	活性磷酸盐 (mg/L)	石油类 (mg/L)	溶解氧 (mg/L)	化学需氧量 (mg/L)	铜 (mg/L)	汞 (mg/L)	镉 (mg/L)	铅 (mg/L)
GDN17002	2022-04-27	8.24	0.099	0.003	0.001	7.55	1.24	/	/	/	/
	2022-08-05	8.08	0.059	0.008	0.009	5.08	0.59	0.00091	0.000038	0.000015	0.00078
	2022-11-10	8.09	0.227	0.013	0.017	6.84	0.17	/	/	/	/
	2022 年均值	8.14	0.128	0.008	0.009	6.49	0.67	0.00091	0.000038	0.000015	0.00078
	2023-04-28	8.15	0.290	0.000	0.005	6.46	0.48	/	/	/	/
	2023-07-28	8.29	0.012	0.000	0.020	6.68	0.55	0.00143	0.000004	0.000015	0.00016
	2023-10-12	8.18	0.082	0.009	0.011	6.01	0.25	/	/	/	/
	2023 年均值	8.21	0.128	0.003	0.012	6.38	0.43	0.00143	0.000004	0.000015	0.00016
	2024-05-08	8.10	0.259	0.005	0.008	6.39	1.67	/	/	/	/
	2024-08-01	8.01	0.055	0.006	0.001	6.03	0.46	0.00037	0.000030	0.00004	0.00008
	2024-10-22	8.06	0.115	0.004	0.001	6.10	0.57	/	/	/	/
	2024 年均值	8.06	0.143	0.005	0.003	6.17	0.90	0.00037	0.000030	0.00004	0.00008
GDN10006	2022/4/27	7.98	0.167	0.003	0.001	7.26	1.67	/	/	/	/
	2022/8/11	8.05	0.351	0.020	0.012	6.32	0.89	0.00090	0.000040	0.000015	0.00015
	2022/10/25	8.09	0.283	0.030	0.005	6.84	0.60	/	/	/	/
	2022 年均值	8.04	0.267	0.018	0.006	6.81	1.05	0.00090	0.000040	0.000015	0.00015
	2023/4/26	8.33	0.289	0.006	0.002	6.12	0.39	/	/	/	/
	2023/7/22	8.10	0.200	0.005	0.001	7.01	1.12	0.00084	0.000019	0.000015	0.00058
	2023/11/01	7.89	0.295	0.017	0.015	6.50	0.95	/	/	/	/
	2023 年均值	8.11	0.261	0.009	0.006	6.54	0.82	0.00084	0.000019	0.000015	0.00058
	2024/05/08	8.41	0.606	0.001	0.050	12.37	3.91	/	/	/	/
	2024/08/12	8.25	0.003	0.001	0.011	6.22	0.63	0.00095	0.000010	0.00002	0.00027
	2024/10/09	8.06	0.140	0.011	0.003	6.35	0.39	/	/	/	/
	2024 年均值	8.24	0.250	0.004	0.021	8.31	1.64	0.00095	0.000010	0.00002	0.00027

广东省江门市大帆石北海域 JM24-02 区块海砂开采环境影响报告书

GDN10025	2022/4/27	8.18	0.119	0.004	0.001	7.11	1.28				
	2022/8/11	8.09	0.305	0.014	0.008	5.82	0.65	0.00269	0.000043	0.000040	0.00025
	2022/10/25	8.14	0.217	0.024	0.003	6.83	0.34	/	/	/	/
	2022 年均值	8.14	0.214	0.014	0.004	6.59	0.76	0.00269	0.000043	0.000040	0.00025
	2023/4/18	8.22	0.230	0.007	0.004	7.71	0.77	/	/	/	/
	2023/7/22	8.05	0.159	0.005	0.003	5.58	0.83	0.00103	0.000019	0.000015	0.00014
	2023/10/25	8.07	0.258	0.014	0.006	6.51	0.61	/	/	/	/
	2023 年均值	8.11	0.216	0.009	0.004	6.60	0.74	0.00103	0.000019	0.000015	0.00014
	2024/05/08	8.29	0.614	0.001	0.014	8.96	2.27	/	/	/	/
	2024/08/12	7.91	0.002	0.002	0.001	5.72	0.51	0.00076	0.000009	0.00002	0.00017
	2024/10/09	8.04	0.191	0.010	0.015	5.89	0.30	/	/	/	/
	2024 年均值	8.08	0.269	0.004	0.010	6.86	1.03	0.00076	0.000009	0.00002	0.00017
GDN17019	2022/4/24	8.26	0.171	0.004	0.001	7.48	1.57	/	/	/	/
	2022/8/05	8.24	0.019	0.006	0.009	7.07	0.37	0.00090	0.000041	0.000015	0.00061
	2022/10/27	8.13	0.250	0.023	0.012	7.00	0.31	/	/	/	/
	2022 年均值	8.21	0.147	0.011	0.007	7.18	0.75	0.00090	0.000041	0.000015	0.00061
	2023/4/28	8.21	0.278	0.000	0.010	7.51	0.47	/	/	/	/
	2023/7/28	8.19	0.017	0.000	0.033	6.16	0.85	0.00207	0.000004	0.000015	0.00034
	2023/10/11	8.23	0.023	0.002	0.001	5.60	0.35	/	/	/	/
	2023 年均值	8.21	0.106	0.001	0.015	6.42	0.56	0.00207	0.000004	0.000015	0.00034
	2024/04/05	8.02	0.267	0.001	0.005	8.35	1.73	/	/	/	/
	2024/08/01	8.04	0.104	0.007	0.001	6.35	0.98	0.00062	0.000032	0.00005	0.00010
	2024/10/22	8.10	0.081	0.000	0.005	6.12	0.91	/	/	/	/
	2024 年均值	8.05	0.151	0.003	0.004	6.94	1.21	0.00062	0.000032	0.00005	0.00010
2022~2024 年均值		8.13	0.190	0.007	0.008	6.77	0.88	0.00112	0.000024	0.000023	0.00030
年均值符合《海水水质标准》(GB 3097-1997)		第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
2022~2024 年最大值		8.41	0.614	0.03	0.033	5.08	3.91	0.00269	0.000043	0.00005	0.00078
最大值符合《海水水质标准》(GB 3097-1997)		第一类	劣四类	第二类	第一类	第二类	第三类	第一类	第一类	第一类	第一类

5.4. 沉积物环境质量现状调查与评价

5.4.1. 调查概况

中国科学院南海海洋研究所于 2025 年 3 月 1 日~3 日在项目附近设置了 11 个沉积物调查站位，潮间带调查站位 3 个调查站位，详见图 5.3.1-1 和表 5.3.1-1。调查项目为：有机碳、硫化物、石油类、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、总铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）共 10 项，调查时间与水质同步。

5.4.2. 采用方法和分析方法

（1）采用方法

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，将绞车的钢丝绳与抓斗式采泥器（0.05 m²）连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3~5 m 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，用塑料袋或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0~1 cm 的沉积物，如遇砂砾层，可在 0~3 cm 层内混合取样。样品采集后根据不同指标，分装并保存沉积物样品。硫化物样品采用棕色广口玻璃瓶作容器，用氮气充满瓶中空间，其他样品使用聚乙烯塑料袋。

（2）分析方法

各调查项目的分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行，各项目分析方法见表 5.4.2-1。

表 5.4.2-1 沉积物分析方法

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测试方法	检出限
1	有机碳	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/18.1-2007 重铬酸钾氧化-还原容量法	—
2	硫化物	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/17.3-2007 碘量法	4.0(10 ⁻⁶)
3	石油类	采集表层样品密封避光保存， 正己烷萃取	GB17378.5/13.2-2007 紫外分光光度法	3.0(10 ⁻⁶)
4	铜（Cu）	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/6.2-2007 火焰原子吸收分光光度法	2.0(10 ⁻⁶)
5	铅（Pb）	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/7.2-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.0(10 ⁻⁶)
6	镉（Cd）	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04(10 ⁻⁶)
7	铬（Cr）	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	2.0(10 ⁻⁶)
8	锌（Zn）	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/9-2007 火焰原子吸收分光光度法	6.0(10 ⁻⁶)

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测试方法	检出限
9	总汞 (Hg)	采集表层样品密封避光保存	GB17378 5/5.2-2007 冷原子吸收光度法	0.005(10 ⁻⁶)
10	砷 (As)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/11.1-2007 原子荧光法	0.06(10 ⁻⁶)

5.4.3. 评价标准

海洋沉积物参照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》中海洋功能区类型，执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）对应标准，详见表5.4.3-1。

表 5.4.3-1 各调查站位所在功能区与执行标准

功能区名称	调查站位	海洋沉积物质量标准要求
东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区	1、12	执行海洋沉积物一类标准
阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	C2	执行海洋沉积物一类标准
广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	5	执行海洋沉积物一类标准
大帆石-乌猪岛生态保护区	13、18、C3	执行海洋沉积物一类标准
江门-珠海南部渔业用海区	3、8、15、20	执行海洋沉积物一类标准
淇洲渔业用海区	C1	执行海洋沉积物一类标准
南鹏岛工矿通信用海区	16	执行海洋沉积物二类标准
淇洲西南部工矿通信用海区	21	执行海洋沉积物二类标准

5.4.4. 2025 年 3 月调查结果及评价

1. 海洋沉积物调查结果与评价

各站位沉积物现状监测结果详见表 5.4.4-1，采用单点单因子标准指数法进行评价，调查结果标准指数见表 5.4.4-2。

调查站位 1、12、C2、5、13、18、C3、3、8、15、20、C1 执行海洋沉积物一类标准，由调查及评价结果可知，除重金属铜，其余所有调查站位的调查因子均符合海洋沉积物一类标准。仅 1 个站位的重金属铜超标，超标率为 8.33%，最大超标倍数为 0.14。

调查站位 16、21 执行海洋沉积物二类标准，由调查及评价结果可知，所有调查站位的调查因子均符合海洋沉积物二类标准。

综上，表明项目及其周围海域海洋沉积物质量一般。沉积物中重金属的来源主要包括几个方面，一是地表径流中的重金属进入海水，然后通过富集、沉降作用进入沉积物；二是通过大气沉降作用进入水体，最终进入沉积物。项目所在海域航道分布较密集，属于重要航道，船只来往密集，这也可能是重金属 Cu 超标的原因之一。另外，沉积物 C3 站位位于大帆石岛屿，该岛屿远离陆地，位于开阔海域，该区域铜含量偏高可能与该岛屿历史沉积本底偏高有关，大帆石以沉积岩/风化壳为主，岩石风化释放的铜经长期沉降，易形成自然高值基底。

表 5.4.4-1 2025 年 3 月大潮期沉积物监测结果

站号	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	油类	有机碳 (%)
	10 ⁻⁶									%
1	0.104	23.8	17.6	72.8	0.08	14.91	21.3	42.1	49.4	0.63
3	0.119	30.4	25.3	86.7	0.09	18.35	18.8	120.2	72.5	0.81
5	0.132	39.8	33.4	106.7	0.14	10.60	25.5	80.6	227.2	1.03
8	0.163	27.4	23.8	85.3	0.10	8.97	24.0	79.4	188.0	0.77
12	0.105	26.2	31.6	89.5	0.10	7.43	26.7	60.7	85.4	0.86
13	0.109	19.3	23.9	73.0	0.06	6.67	60.5	56.2	67.8	0.60
15	0.138	30.0	35.0	94.4	0.08	19.84	73.2	55.9	69.0	0.83
16	0.108	16.2	18.5	63.1	0.05	11.55	68.4	35.1	15.9	0.57
18	0.102	15.4	21.0	63.4	0.04	12.96	64.1	25.5	27.3	0.53
20	0.119	24.6	29.0	84.7	0.09	15.43	25.7	39.8	81.8	0.81
21	0.129	17.5	21.8	72.5	0.08	11.83	44.4	51.7	45.8	0.55
C1	<0.005	4.5	3.8	21.8	<0.04	4.44	29.9	12.3	<3.0	0.02
C2	0.008	<2.0	<3.0	32.8	<0.04	5.35	3.8	18.5	<3.0	0.06
C3	0.006	118.4	25.5	97.2	0.14	5.18	3.8	13.0	<3.0	0.07

表 5.4.4-2a 2025 年 3 月大潮沉积物质量指数（一类标准）

站号	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	有机碳	油类
1	0.52	0.68	0.29	0.49	0.16	0.75	0.27	0.14	0.32	0.10
3	0.60	0.87	0.42	0.58	0.18	0.92	0.24	0.40	0.41	0.15
5	0.66	1.14	0.56	0.71	0.28	0.53	0.32	0.27	0.52	0.45
8	0.82	0.78	0.40	0.57	0.20	0.45	0.30	0.26	0.39	0.38
12	0.53	0.75	0.53	0.60	0.20	0.37	0.33	0.20	0.43	0.17
13	0.55	0.55	0.40	0.49	0.12	0.33	0.76	0.19	0.30	0.14
15	0.69	0.86	0.58	0.63	0.16	0.99	0.92	0.19	0.42	0.14
18	0.51	0.44	0.35	0.42	0.08	0.65	0.80	0.09	0.27	0.05
20	0.60	0.70	0.48	0.56	0.17	0.77	0.32	0.13	0.41	0.16
C1	0.01	0.13	0.06	0.15	0.04	0.22	0.37	0.04	0.01	0.00
C2	0.04	0.03	0.03	0.22	0.04	0.27	0.05	0.06	0.03	0.00
C3	0.03	3.38	0.43	0.65	0.28	0.26	0.05	0.04	0.04	0.00
超标率	0	8.33%	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.4.4-2b 2025 年 3 月大潮期沉积物质量指数（二类标准）

站号	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	有机碳	油类
16	0.22	0.16	0.14	0.18	0.03	0.18	0.46	0.07	0.19	0.02
21	0.26	0.18	0.17	0.21	0.05	0.18	0.30	0.10	0.18	0.05
超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.5. 海洋生物质量现状与评价

5.5.1. 调查概况

中国科学院南海海洋研究所于 2025 年 3 月 1 日~3 日在项目附近设置了海洋生物生态和渔业资源站位各 13 个。在潮间带生物、底栖生物和渔业资源调查的渔获物中选取当地常见的、有代表性的贝类、鱼类和甲壳类等生物中选取，分析其体内石油烃、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）和铬（Cr）共 8 项指标。调查站位位置见表 5.3.1-1，站位布设见图 5.3.1-1。

5.5.2. 采样方法和分析方法

（1）采样方法

a 贝类样品的采集

用清洁刮刀从其附着物上采集贝类样品，选取足够数量的完好贝类存于高密度塑料袋中，压出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入聚乙烯袋中并封口，存于冷冻箱中。

b 虾与中小型鱼样采集

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

c 大型鱼类采集

测量并记下鱼样的体长、体重和性别。用清洁的金属刀切下至少 100g 肌肉组织，厚度至少 5cm，样品处理时，切除玷污或内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出空气并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

（2）分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）进行，超出范围，参照其他行业标准而行。各项目分析方法见样品监测报告。

表 5.5.2-1 海洋生物质量分析方法及检测仪器一览表

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	测试方法	检出限
1	石油烃	取样后用聚乙烯袋分类装好冷冻保存	GB17378.6/13-2007 荧光分光光度法	0.2 (10 ⁻⁶)
2	铜 (Cu)		GB17378.6/6.3-2007 火焰原子吸收分光光度法	2.0 (10 ⁻⁶)
3	铅 (Pb)		GB17378.6/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04 (10 ⁻⁶)
4	镉 (Cd)		GB17378.6/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.005(10 ⁻⁶)
5	锌 (Zn)		GB17378.6/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	0.4(10 ⁻⁶)
6	总汞 (Hg)		GB17378.6/5.2-2007 冷原子吸收光度法	0.01(10 ⁻⁶)
7	砷 (As)		GB17378.6/11.1-2007 原子荧光法	0.2 (10 ⁻⁶)
8	铬 (Cr)		GB17378.6/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04(10 ⁻⁶)

5.5.3. 评价标准

海洋生物质量评价标准参照现状调查站位所处《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》中海洋功能区类型的管理要求执行，本次调查的站位与海洋功能区的布置关系及标准见表 5.5.3-1。

海洋生物体中双壳贝类应采用《海洋生物质量》（GB18421—2001）的标准值进行评价，其他软体动物、甲壳动物和定居性鱼类等的重金属、石油烃的评价标准参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录 C，见表 5.5.3-2。

表 5.5.3-1 2025 年 3 月各调查站位生物体质量执行标准情况

功能区名称	调查站位	海洋生物体质量标准要求
东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区	1、7、12	执行生物体质量一类标准
广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	5、10	执行生物体质量一类标准
大帆石-乌猪岛生态保护区	13、14、18	执行生物体质量一类标准
江门—珠海南部渔业用海区	3、8、15、20	执行生物体质量一类标准
南鹏岛工矿通信用海区	16	执行生物体质量二类标准
泮洲西南部工矿通信用海区	21	执行生物体质量二类标准

表 5.5.3-2 生物质量标准值 单位：mg/kg

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	汞	砷	铬	石油烃
《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》	鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	1	/	20
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	1	/	20

《HJ 1409—2025》附录 C	软体类		100	100	5.5	250	0.3	1	1	20
海洋生物质量 (GB18421-2001)	贝类 (双壳类)	第一类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	0.5	15
		第二类	25	2.0	2.0	50	0.1	5.0	2.0	50
		第三类	50(牡蛎 100)	6.0	5.0	100(牡蛎 500)	0.3	8.0	6.0	80

5.5.4. 2025 年 3 月海洋生物质量调查结果与评价

各站位海洋生物质量现状监测结果详见表 5.5.4-1, 采用单点单因子标准指数法进行评价, 调查结果标准指数见表 5.5.4-2。

由调查及评价结果可知, 除 13 号站位杜氏枪乌贼的石油烃超标外, 其余调查站位的鱼类、甲壳类和软体类均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409—2025) 附录 C 标准, 杜氏枪乌贼的石油烃超标倍数为 0.78。仅 1 个站位采集到贝类样品(毛蚶), 毛蚶中的总汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬均符合一类海洋生物体质量标准, 仅石油烃超出一类海洋生物体质量标准, 符合二类海洋生物体质量标准。

综上, 结果表明项目及其周围海域海洋生物体质量受石油烃影响较大, 海洋生物体质量状况一般。石油烃超标可能是人为污染源(工业、航运等)导致局部海域水体或沉积物污染, 导致生物体内超标。

表 5.5.4-1 海洋生物体质量调查结果(鲜重)

站号	物种名称	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
		10^{-6}							
1	多鳞鳢	<0.01	<2.0	<0.04	3.3	0.015	<0.2	<0.04	1.3
3	周氏新对虾	0.03	2.4	<0.04	10.7	0.196	<0.2	0.04	6.5
5	皮氏叫姑鱼	0.03	<2.0	<0.04	3.6	0.006	<0.2	0.04	5.9
7	鲜明鼓虾	0.02	3.9	<0.04	7.8	0.015	0.3	0.07	2.5
8	口虾蛄	0.03	12.5	<0.04	9.6	0.068	<0.2	<0.04	3.1
12	龙头鱼	<0.01	<2.0	<0.04	1.5	0.011	<0.2	<0.04	1.3
12	毛蚶	<0.01	<2.0	<0.04	10.0	0.065	0.3	0.11	40.3
13	杜氏枪乌贼	0.03	18.9	<0.04	9.8	0.061	<0.2	0.07	35.6
14	尖头黄鳍牙鲷	<0.01	<2.0	<0.04	2.4	0.009	<0.2	0.04	3.4
15	长叉口虾蛄	0.02	6.7	<0.04	12.1	0.176	<0.2	<0.04	2.0
16	杂食豆齿鳗	0.06	<2.0	<0.04	9.3	0.062	<0.2	0.05	1.4
18	棘头梅童鱼	0.02	<2.0	<0.04	4.1	0.005	0.2	<0.04	4.2
20	红牙鲷	0.02	<2.0	<0.04	3.6	0.007	<0.2	0.07	1.9
21	沙带鱼	0.01	<2.0	<0.04	1.9	<0.005	<0.2	0.04	2.4

表 5.5.4-2 海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
1	多鳞鳐	鱼类	0.02	0.05	0.01	0.08	0.03	0.10	—	0.07
5	皮氏叫姑鱼	鱼类	0.10	0.05	0.01	0.09	0.01	0.10	—	0.30
12	龙头鱼	鱼类	0.02	0.05	0.01	0.04	0.02	0.10	—	0.07
14	尖头黄鳍牙鲷	鱼类	0.02	0.05	0.01	0.06	0.02	0.10	—	0.17
16	杂食豆齿鳗	鱼类	0.20	0.05	0.01	0.23	0.10	0.10	—	0.07
18	棘头梅童鱼	鱼类	0.07	0.05	0.01	0.10	0.01	0.10	—	0.21
20	红牙鲷	鱼类	0.07	0.05	0.01	0.09	0.01	0.10	—	0.10
21	沙带鱼	鱼类	0.03	0.05	0.01	0.05	0.00	0.10	—	0.12
3	周氏新对虾	甲壳类	0.15	0.02	0.01	0.07	0.10	0.10	—	0.33
7	鲜明鼓虾	甲壳类	0.10	0.04	0.01	0.05	0.01	0.30	—	0.13
8	口虾蛄	甲壳类	0.15	0.13	0.01	0.06	0.03	0.10	—	0.16
15	长叉口虾蛄	甲壳类	0.10	0.07	0.01	0.08	0.09	0.10	—	0.10
13	杜氏枪乌贼	软体动物	0.10	0.19	0.00	0.04	0.01	0.10	—	1.78
注：鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物质量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409—2025）中的标准。										
12	毛蚶	贝类	0.10	0.10	0.20	0.50	0.33	0.30	0.22	0.81
注：川山群岛农渔业区要求执行海洋生物体质量一类标准，■表示符合一类海洋生物体质量标准；■表示符合二类海洋生物体质量标准。										

5.6. 生态环境现状调查与评价

5.6.1. 调查概况

中国科学院南海海洋研究所于 2025 年 3 月 1 日~3 日在项目附近进行了 13 个海洋生物生态和渔业资源站位、3 个潮间带调查站位的调查。调查站位位置见表 5.3.1-1，站位布设见图 5.3.1-1。

5.6.2. 采样方法与分析方法

（1）调查项目

包括叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物、鱼卵和仔稚鱼。

（2）调查方法

① 叶绿素 a 和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集表层 0.5m 的水样，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室分析，采用分光光度法测定叶绿素 a 的含量（引用标准：《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007））。

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

② 浮游植物：浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水III型浮游生物网，网口面积 0.1 m^2 ，采用垂直拖网法。样品现场用5%甲醛溶液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（ cells/m^3 ）。

③ **浮游动物**：浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）中规定的方法进行。

以浅水II型浮游生物网采样，网口面积 0.08 m^2 ，每个调查站从底至表垂直拖曳II型网，样品现场用5%甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每 m^3 水体的浮游动物数量。

④ **底栖生物**：底栖生物调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763.1-2007）中有关底栖生物的规定执行。

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05 m^2 ，每个站采样4次。样品用5%甲醛溶液固定后带回室内分析鉴定，生物量和栖息密度分别以 g/m^2 和栖息密度 ind/m^2 为单位。

⑤ **潮间带生物**：分别在项目区周边设9处潮间带代表断面，以C1~C9表示，其中C1、C2高中潮带、C3、C8高低潮带和C9调查断面均为岩石相；C5调查断面为泥相；C6中低潮带和C8中潮带调查断面均为泥沙相；C2低潮带、C4、C6高潮带和C7的调查断面均为沙相。调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763.1-2007）进行。生物量和栖息密度分别以 g/m^2 和 ind/m^2 为计算单位。

⑥ **鱼卵与仔稚鱼**：采用拖网法，每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具采用浅海浮游生物I型网。水平拖网于表层水平拖曳10分钟取得，拖速保持在3节左右，共获得30个鱼卵仔鱼样品，此样品为定性样品。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖曳浮游生物网，获得30个鱼卵仔鱼样品，此样品为定量样品。海上采得的浮游生物样品按体积5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。定性样品以 ind/net 为计量单位进行统计，定量样品以 ind/m^3 为计量单位进行统计分析。

⑦ **游泳生物**：渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部2008年3月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，采样

均于白天进行，每次放网1张。

本次渔业资源调查租用“粤阳东渔 19089”渔船进行。渔船主机功率 236kW，船长 23.8m、船宽 5.1m、型深 2.65m，使用的网具为底拖网，网宽 5m，网长 13m，平均拖速为 3.0 kn。

对渔获物的渔获重量和尾数进行统计，记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况，将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类等3个类群，并分别从渔获率、资源密度、优势种、幼体比例、主要物种的生物学特征等方面统计分析。

(3) 计算方法

1) 初级生产力

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

$$P = C_a Q L t / 2$$

P ——初级生产力 ($\text{mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$)；

C_a ——表层叶绿素 a 含量 (mg / m^3)；

Q ——同化系数 ($\text{mg} \cdot \text{C} / (\text{mgChl-}a \cdot \text{h})$)，根据南海海洋研究所以往调查结果，这里取 3.7；

L ——真光层的深度 (m)；

t ——白昼时间 (h)，11h。

2) 优势度

优势度 (Y) 应用以下公式计算：

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

式中： n_i 为第 i 种的个体数； f_i 是该种在各站中出现的频率； N 为所有站每个种出现的总个体数。

3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为：

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

式中： H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为:

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

式中: J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

5) 鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量,按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度:

$$V = N / (S \times L)$$

式中: V ——鱼卵仔鱼的分布密度,单位为个/ m^3 、尾/ m^3

N ——每网鱼卵仔鱼数量,单位为(个,尾)

S ——网口面积,单位为 m^2

L ——拖网距离,单位为 m

6) 渔业资源(游泳动物)

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

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

式中: S —重量密度(kg/km^2)或个体密度(ind/km^2)

a —底拖网每小时的扫海面积(扫海宽度取浮纲长度的 $2/3$)

y —平均渔获率(kg/h)或平均生物个体密度(ind/h)

E —逃逸率(取 0.5)

确定优势种的方法:根据渔获物中个体大小悬殊的特点,选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI ,来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位,依此确定优势种。 IRI 计算公式为 $IRI = (N + W) F$ 。

式中: N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F —某一种类的出现站位数占调查总站位数的百分比

5.6.3. 2025 年 3 月海洋生态调查结果与评价

5.6.3.1. 叶绿素 *a* 和初级生产力

(1) 叶绿素 *a*

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 $0.24 \text{ mg/m}^3 \sim 1.58 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 0.80 mg/m^3 ，其中 1 号站叶绿素 *a* 含量最高，12 号站叶绿素 *a* 含量最低，为 0.24 mg/m^3 （表 5.6.3-1）。

(2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $42.28 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 385.54 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 $221.99 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，其中 1 号站初级生产力水平最高，5 号站最低，为 $42.28 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ （表 5.6.3-1）。

表 5.6.3-1 叶绿素 *a* 和初级生产力测定结果

站位	表层叶绿素 <i>a</i> (mg/m^3)	初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)
1	1.58	385.54
3	0.92	112.33
5	0.58	42.28
7	0.36	75.96
8	0.69	106.04
12	0.24	72.34
13	0.80	267.91
14	0.69	265.38
15	0.90	340.73
16	1.26	429.30
18	0.90	302.53
20	0.70	276.03
21	0.80	209.46
平均值	0.80	221.99
范围	0.24~1.58	42.28~385.54

5.6.3.2. 浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 3 门 33 属 86 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 26 属 51 种，占总种数的 59.30%（表 5.6.3-2）；甲藻门出现 6 属 34 种，占总种数的 39.53%，蓝藻门出现 1 属 1 种，占总种数的 1.16%。甲藻门的角藻出现种类数最多（24 种），其次为硅藻门的角毛藻，为 10 种，其它属出现的种类见

表 5.6.3-2 (附录 I)。

表 5.6.3-2 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	26	51	59.30
甲藻	6	34	39.53
蓝藻	1	1	1.16
合计	33	86	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 9 种, 分别为硅藻门的透明辐杆藻 (*Bacteriastrum hyalinum*)、尖刺拟菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、辐射圆筛藻 (*Coscinodiscus radiatus*)、并基角毛藻 (*Chaetoceros decipiens*)、甲藻门的夜光藻 (*Noctiluca scintillans*)、三角角藻 (*Ceratium tripos*)、梭角藻 (*Ceratium fusus*) 和蓝藻门的红海束毛藻 (*Trichodesmium erythraeum*)。透明辐杆藻的优势度为 0.199, 丰度占调查海区总丰度的 23.52%, 该优势种在整个调查区域分布较广泛, 在 13 个调查站位中的 11 个站位出现, 出现率为 84.62%; 尖刺拟菱形藻的优势度为 0.184, 丰度占调查海区总丰度的 23.86%, 该优势种在 13 个调查站位中的 10 个站位有出现, 出现率为 76.92%, 其他优势种及优势度见表 5.6.3-3。

表 5.6.3-3 浮游植物优势种及优势度

中文名	拉丁名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	硅藻门	0.199	23.52
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	硅藻门	0.184	23.86
夜光藻	<i>Skeletonema costatum</i>	甲藻门	0.085	8.47
红海束毛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	蓝藻门	0.074	9.62
中肋骨条藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>	硅藻门	0.057	6.69
辐射圆筛藻	<i>Noctiluca scintillans</i>	硅藻门	0.038	3.78
三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>	甲藻门	0.031	3.67
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>	甲藻门	0.026	2.60
并基角毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	硅藻门	0.022	2.88

(2) 丰度组成

本次调查结果表明, 调查海区浮游植物丰度变化范围为 $1.53 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 56.53 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 平均为 $16.02 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ (表 5.6.3-4)。最高丰度出现在 15 号站, 20 号站次之, 其丰度为 $46.02 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 最低丰度则出现在 8 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占首位,其丰度占各站总丰度的 37.42%~81.89%,平均为 63.01%,硅藻在 13 个测站中均有出现;甲藻次之,其丰度占各站总丰度的 1.32%~62.58%,平均为 22.84%,甲藻在 13 个站均有出现;蓝藻的丰度占各站总丰度的 0.00%~38.84%,平均为 14.15% (表 5.6.3-4)。

表 5.6.3-4 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{ cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		蓝藻	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
1	11.66	5.04	43.18	2.10	17.98	4.53	38.84
3	4.15	2.71	65.20	0.05	1.32	1.39	33.48
5	3.46	2.84	81.89	0.63	18.11	0.00	0.00
7	12.19	4.56	37.42	7.63	62.58	0.00	0.00
8	1.53	0.91	59.43	0.12	7.55	0.50	33.02
12	9.46	4.35	45.98	3.80	40.10	1.32	13.92
13	11.56	7.97	68.91	3.07	26.56	0.52	4.53
14	15.03	12.00	79.83	3.03	20.17	0.00	0.00
15	56.53	43.26	76.54	4.38	7.74	8.89	15.72
16	5.30	2.32	43.69	1.64	30.83	1.35	25.49
18	17.43	12.37	70.98	3.40	19.48	1.66	9.54
20	46.02	36.84	80.05	7.52	16.33	1.67	3.62
21	13.93	9.20	66.04	3.92	28.17	0.81	5.80
平均	16.02	11.10	63.01	3.17	22.84	1.74	14.15
变化范围	1.53~56.53	0.91~43.26	37.42~81.89	0.05~7.63	1.32~62.58	0.00~8.89	0.00~38.84

(3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 16~48 种 (表 5.6.3-5)。物种丰富度指数范围为 3.096~6.794,平均为 5.087,丰富度指数以 1 号站最高,5 号站最低;Shannon-wiener 多样性指数范围为 2.340~3.906,平均为 3.200,多样性指数以 12 号站位最高,7 号站最低,多样性属于较高水平;Pielou 均匀度指数范围为 0.472~0.752,平均为 0.637,其中 8 号站均匀度指数最高,7 号站最低 (表 5.6.3-5)。

表 5.6.3-5 浮游植物的多样性及均匀度指数

站位	种类数	丰富度指数 (D)	多样性指数 (H)	均匀度 (J)
1	43	6.794	3.665	0.676
3	23	4.055	3.171	0.701
5	16	3.096	2.504	0.626
7	31	4.898	2.340	0.472
8	16	3.217	3.007	0.752
12	42	5.962	3.906	0.724
13	40	5.816	3.768	0.708
14	30	3.93	2.749	0.560
15	40	4.692	2.779	0.522
16	36	5.813	3.831	0.741
18	43	5.744	2.911	0.537

20	48	5.881	3.148	0.564
21	43	6.232	3.823	0.705
平均	/	5.087	3.200	0.637
范围	16~48	3.096~6.794	2.340~3.906	0.472~0.752

5.6.3.3. 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 7 个生物类群 31 种（见附录 II—浮游动物种类名录），其中桡足类 16 种，浮游幼体类 8 种，毛颚类 2 种，原生动物、水螅水母类、端足类、十足类、有尾类各 1 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $0.08 \text{ g/m}^3 \sim 0.94 \text{ g/m}^3$ ，平均生物量为 0.32 g/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 7 号采样站，最低出现在 3 号和 5 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $194.24 \text{ ind./m}^3 \sim 497.25 \text{ ind./m}^3$ ，平均密度 360.38 ind./m^3 。浮游生物最高密度出现在 21 号采样站，其次为 13 号采样站，为 481.13 ind./m^3 ，最低密度则出现在 8 号采样站（表 5.6.3-6）。

表 5.6.3-6 浮游动物生物量及密度

站位	密度 (ind./m^3)	生物量 (g/m^3)
1	439.76	0.14
3	254.57	0.08
5	350.00	0.08
7	424.17	0.94
8	194.24	0.17
12	307.93	0.19
13	481.13	0.49
14	305.75	0.27
15	391.20	0.51
16	337.45	0.15
18	348.84	0.50
20	352.63	0.26
21	497.25	0.35
平均值	360.38	0.32
范围	194.24~497.25	0.08~0.94

(3) 浮游动物主要类群分布

① 桡足类

桡足类在 13 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 $18.89 \text{ ind./m}^3 \sim 322.73 \text{ ind./m}^3$ ，平均密度为 110.56 ind./m^3 ，占浮游动物总密度的 30.68%。其中

最高密度出现在 5 号采样站，其次为 1 号采样站，密度为 225.90 ind./m³，18 号站位密度最低。

②浮游幼体类

浮游幼体类在 13 个调查站位均有出现，平均密度为 42.51 ind./m³，占浮游动物总密度的 11.80%，其密度变化范围为 13.08 ind./m³~167.17 ind./m³。其中最高密度分布于 1 号采样站，其次是 16 号采样站，密度为 52.58 ind./m³，18 号站位密度最低。

③其他种类

浮游动物的其他类群有毛颚类、水螅水母类、十足类、端足类、有尾类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围 5~18 种；种类丰富度指数范围为 0.537~1.724 之间，平均为 1.231，丰富度指数以 13 号站最高，8 号站最低；种类多样性指数范围为 0.706~2.053 之间，平均为 1.496，多样性指数最高出现在 1 号采样站，其次为 16 号采样站，最低则出现在 18 号采样站，多样性属于低水平；种类均匀度变化范围在 0.197~0.618 之间，平均为 0.428，最高出现在 1 号采样站，最低出现在 18 号采样站，各站物种间分布较为均匀（见表 5.6.3-7）。

表 5.6.3-7 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	丰富度指数 (D)	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
1	10	1.066	2.053	0.618
3	12	1.454	1.939	0.541
5	9	1.127	1.431	0.452
7	10	0.928	0.973	0.293
8	5	0.537	1.073	0.462
12	14	1.447	1.789	0.470
13	18	1.724	1.318	0.316
14	14	1.379	1.459	0.383
15	16	1.555	1.847	0.462
16	11	1.087	2.035	0.588
18	12	1.128	0.706	0.197
20	15	1.440	1.716	0.439
21	12	1.127	1.114	0.311
平均	/	1.231	1.496	0.426
范围	5~18	0.537~1.724	0.706~2.053	0.197~0.618

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 5

种，为原生动物的夜光虫（*Noctiluca scintillans*）、桡足类的小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、浮游幼体的桡足类无节幼虫（*Nauplius larvae* (Copepoda)）、桡足类幼体（Copepoda larvae）和有尾类的异体住囊虫（*Oikopleura dioica*），优势度指数分别为 0.486、0.195、0.068、0.027、0.025。夜光虫的平均密度为 192.68 ind/m³，占浮游动物总密度的 53.47%，在 13 个调查站位中的 10 个站位出现，其中在 21 号站位密度最高，为 398.35 ind/m³，其次为 13 号站，为 372.64 ind/m³，为该调查海区的第一优势种；小拟哲水蚤的平均密度为 94.25 ind/m³，占浮游动物总密度的 26.15%，在 13 个调查站位中均有出现，其中在 5 号站位密度最高，为 252.27 ind/m³，其他优势种见表 5.6.3-8。

表 5.6.3-8 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind/m ³)	占总丰度百 分比 (%)
夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>	0.486	192.68	53.47
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.195	94.25	26.15
桡足类无节幼虫	<i>Nauplius larvae</i> (Copepoda)	0.068	11.30	3.14
桡足类幼体	Copepoda larvae	0.027	11.40	3.16
异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>	0.025	28.39	7.88

5.6.3.4. 大型底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 79 种，其中环节动物 40 种、节肢动物 20 种、软体动物 10 种、其他种类动物（棘皮动物 4 种，星虫动物 2 种，纽形动物、帚形动物、蠕虫动物各 1 种）共 9 种（附录 III）。环节动物、节肢动物和软体动物分别占总种数的 50.63%、25.32%和 12.66%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

(2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 181.15 ind/m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 117.31 ind/m²，占总平均密度的 64.76%；其他动物次之，其平均栖息密度之和为 36.15 ind/m²，占总平均密度的 19.96%；节肢动物的平均栖息密度为 18.46 ind/m²，占总平均密度的 10.19%；软体动物的平均栖息密度为 9.23 ind/m²，占总平均密度的 5.10%（表 5.6.3-9）。

底栖生物的平均生物量为 8.42 g/m²，以环节动物的平均生物量居首位，该

种类的平均生物量之和为 3.56 g/m^2 ，占总平均生物量的 42.27%；其次为其他动物，其平均生物量为 2.46 g/m^2 ，占总平均生物量的 29.21%；软体动物的平均生物量为 1.43 g/m^2 ，占总平均生物量的 16.93%；节肢动物平均生物量较少，为 0.98 g/m^2 （表 5.6.3-9）。

表 5.6.3-9 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
1	栖息密度 (ind/m^2)	590.00	440.00	60.00	15.00	75.00
	生物量 (g/m^2)	22.85	9.10	3.78	0.04	9.93
3	栖息密度 (ind/m^2)	140.00	95.00	0.00	20.00	25.00
	生物量 (g/m^2)	15.70	13.19	0.00	0.78	1.72
5	栖息密度 (ind/m^2)	60.00	45.00	5.00	0.00	10.00
	生物量 (g/m^2)	12.91	0.22	12.67	0.00	0.03
7	栖息密度 (ind/m^2)	95.00	70.00	5.00	10.00	10.00
	生物量 (g/m^2)	6.80	3.31	0.15	2.92	0.42
8	栖息密度 (ind/m^2)	235.00	205.00	5.00	10.00	15.00
	生物量 (g/m^2)	5.92	1.86	0.44	0.54	3.08
12	栖息密度 (ind/m^2)	140.00	80.00	0.00	10.00	50.00
	生物量 (g/m^2)	4.41	1.29	0.00	0.03	3.08
13	栖息密度 (ind/m^2)	160.00	90.00	10.00	20.00	40.00
	生物量 (g/m^2)	4.78	2.88	1.19	0.02	0.69
14	栖息密度 (ind/m^2)	130.00	75.00	0.00	15.00	40.00
	生物量 (g/m^2)	5.52	2.73	0.00	1.48	1.31
15	栖息密度 (ind/m^2)	210.00	70.00	15.00	60.00	65.00
	生物量 (g/m^2)	5.34	0.71	0.13	2.62	1.88
16	栖息密度 (ind/m^2)	155.00	100.00	5.00	20.00	30.00
	生物量 (g/m^2)	3.62	0.86	0.01	0.55	2.21
18	栖息密度 (ind/m^2)	150.00	110.00	0.00	20.00	20.00
	生物量 (g/m^2)	2.84	1.17	0.00	0.42	1.25
20	栖息密度 (ind/m^2)	80.00	30.00	0.00	20.00	30.00
	生物量 (g/m^2)	3.48	0.68	0.00	1.54	1.27
21	栖息密度 (ind/m^2)	210.00	115.00	15.00	20.00	60.00
	生物量 (g/m^2)	15.28	8.26	0.16	1.75	5.11
平均	栖息密度 (ind/m^2)	181.15	117.31	9.23	18.46	36.15
	生物量 (g/m^2)	8.42	3.56	1.43	0.98	2.46

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从 $60.00 \text{ ind/m}^2 \sim 590.00 \text{ ind/m}^2$ ，其中 1 号站位栖息密度最高，为 590.00 ind/m^2 。该站位密度最高的原因在于记录到数量多的环节动物不倒翁虫 (*Sternaspis*)。

sculata)，它们在站位的栖息密度为 340.00 ind/m²；其次为 8 号站位，为 235.00 ind/m²，该站位密度较高的原因是记录到数量较多的环节动物中华竹节虫(*Sabaco sinicus* sp. nov.)，它们在站位的栖息密度为 210.00 ind/m²，最低的站位为 5 号站。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从 2.84 g/m²~22.85 g/m²，仅 1 号站生物量大于 20.00 g/m²，为 22.85 g/m²。构成 1 号站位高生物量的原因在于出现数量多的环节动物不倒翁虫，生物量为 14.19 g/m²。

环节动物在调查海区的平均密度为 117.31 ind/m²，在 13 个站位中均有出现，出现频率为 100%。密度分布范围为 30.00 ind/m²~440.00 ind/m²；平均生物量为 3.56 g/m²，生物量分布范围为 0.22 g/m²~13.19 g/m²。

软体动物在调查海区 13 个站位中 8 个站出现，出现频率为 61.54%，平均密度为 9.23 ind/m²，密度分布范围为 0.00 ind/m²~60.00 ind/m²；平均生物量为 1.43 g/m²，生物量分布范围为 0.00 g/m²~12.67 g/m²。

节肢动物在调查海区 13 个站位中 12 个站出现，出现频率为 92.31%，平均密度为 18.46 ind/m²，密度分布范围为 0.00 ind/m²~60.00 ind/m²；平均生物量为 0.98 g/m²，生物量分布范围为 0.00 g/m²~2.92 g/m²。

(3) 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 9 个优势种，分别为环节动物的拟单指虫、不倒翁虫、阿拉伯等栉虫、暖湿内卷齿蚕、背蛭虫属、中华竹节虫和棘皮动物的倍棘蛇尾属、纽形动物的纵沟纽虫科和星虫动物的毛头梨体星虫，优势度为 0.056、0.042、0.040、0.035、0.027、0.024、0.054、0.048 和 0.024。拟单指虫在 13 个站位中的 11 个站出现，出现频率为 84.62%，栖息密度占调查海区底栖生物总平均密度的 6.58%，为该调查海区的第一优势种；倍棘蛇尾属在 13 个站位中的 11 个站出现，出现频率为 84.62%，其平均栖息占调查海区底栖生物总平均密度的 6.37%，其他优势种见表 5.6.3-10。

表 5.6.3-10 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind/m ²)	占总生物栖息密度 的百分比 (%)
拟单指虫	环节动物	0.056	23.85	6.58
倍棘蛇尾属	棘皮动物	0.054	23.08	6.37
纵沟纽虫科	纽形动物	0.049	20.77	5.73
不倒翁虫	环节动物	0.042	33.08	9.13
阿拉伯等栉虫	环节动物	0.040	20.77	5.73

暖湿内卷齿蚕	环节动物	0.035	18.46	5.10
背蚓虫属	环节动物	0.027	16.15	4.46
中华竹节虫	环节动物	0.024	28.46	7.86
毛头梨体星虫	星虫动物	0.024	13.85	3.82

(4) 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 7~24 种/站。物种丰富度指数变化范围在 2.415~6.762 之间, 平均为 4.565, 丰富度指数以 18 号站最高, 5 号站最低; 多样性指数 (H') 变化范围在 2.292~4.482 之间, 平均值为 3.621 (表 5.6.3-11)。多样性指数最高出现在 18 号站, 最低则为 5 号站, 调查海域底栖生物多样性指数属于较高水平。均匀度范围在 0.720~0.978 之间, 平均值为 0.905, 均匀度指数最高出现在 18 号站, 最低则为 8 号站, 各站位之间物种分布较为均匀。

表 5.6.3-11 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	丰富度指数 (D)	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
1	23	4.611	3.588	0.793
3	12	3.301	3.285	0.916
5	7	2.415	2.292	0.817
7	12	3.736	3.366	0.939
8	14	3.376	2.741	0.720
12	15	4.201	3.700	0.947
13	22	6.059	4.242	0.951
14	14	3.990	3.580	0.940
15	24	6.154	4.384	0.956
16	19	5.242	4.042	0.952
18	24	6.762	4.482	0.978
20	11	3.607	3.328	0.962
21	23	5.886	4.040	0.893
平均	/	4.565	3.621	0.905
范围	7~24	2.415~6.762	2.292~4.482	0.720~0.978

5.6.3.5. 潮间带生物

(1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物 20 种, 其中节肢动物 4 种、软体动物 8 种、环节动物 6 种和纽形动物、棘皮动物各 1 种 (附录 IV)。节肢动物、软体动物、环节动物和其他动物分别占总种数的 20.00%、40.00%、30.00% 和 10.00%。软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

调查断面以 C1~C3 表示, 其中 C1、C2、C3 均为沙相。

高潮区: 生物群落组成以节肢动物单节古糠虾 (*Archaeomysis kokuboi*) 为主,

它们在高潮区的平均栖息密度为 80.00 ind/m^2 ，它们在高潮区的平均栖息密度之和占高潮区总平均栖息密度的 80.00% 。

中潮区：生物群落组成同样以节肢动物单节古糠虾为主，它们在中潮区的平均栖息密度为 1287.11 ind/m^2 ，它们在中潮区的平均栖息密度之和占中潮区总平均栖息密度的 98.04% 。

低潮区：生物群落组成以软体动物的等边浅蛤（*Macridiscus aequilatera*）为主，它们在低潮区的平均栖息密度为 24.00 ind/m^2 ，它们在低潮区的平均栖息密度之和占低潮区总平均栖息密度的 37.50% 。

①平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 297.00 g/m^2 ，平均栖息密度为 4202.67 ind/m^2 。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物占首位，平均生物量为 283.86 g/m^2 ，占总平均生物量的 95.58% ；其次为节肢动物，其平均生物量为 11.12 g/m^2 ，占总平均生物量的 3.74% ；环节动物的平均生物量为 2.01 g/m^2 ，占总平均生物量的 0.68% 。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为 4202.67 ind/m^2 。其中节肢动物占首位，为 4061.33 ind/m^2 ；环节动物的平均栖息密度为 42.67 ind/m^2 ，软体动物的平均栖息密度为 93.33 ind/m^2 （表 5.6.3-12）。

表 5.6.3-12 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类 别	合 计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
栖息密（ ind/m^2 ）	4202.67	42.67	93.33	4061.33	5.33
生物量（ g/m^2 ）	297.00	2.01	283.86	11.12	0.01

②平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C2 断面 > C1 断面 > C3 断面；平均生物量则表现为 C1 断面 > C3 断面 > C2 断面（表 5.6.3-13）。

表 5.6.3-13 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

断面名称	项 目	合 计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
C1	栖息密度（ ind/m^2 ）	216.00	24.00	176.00	0.00	16.00
	生物量（ g/m^2 ）	647.70	0.04	647.63	0.00	0.03
C2	栖息密度	12272.00	96.00	16.00	12160.00	0.00

	(ind/m ²)					
	生物量 (g/m ²)	33.31	5.98	4.29	23.04	0.00
C3	栖息密度 (ind/m ²)	120.00	8.00	88.00	24.00	0.00
	生物量 (g/m ²)	209.99	0.001	199.67	10.32	0.00

③平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上,潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高,中潮区居中,高潮带最低(表 5.6.3-14),其低潮区的平均生物量主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布,则表现为中潮区 > 高潮区 > 低潮区(表 5.6.3-14),中潮区的平均栖息密度主要由节肢动物组成。

表 5.6.3-14 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
高	栖息密度(ind/m ²)	100.00	2.67	4.00	90.67	2.67
	生物量(g/m ²)	4.42	0.01	4.30	0.12	0.01
中	栖息密度(ind/m ²)	1312.89	8.00	17.78	1287.11	0.00
	生物量(g/m ²)	36.59	0.47	34.19	1.93	0.00
低	栖息密度(ind/m ²)	64.00	13.33	32.00	18.67	0.00
	生物量(g/m ²)	176.77	0.59	172.71	3.46	0.00

(2) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示,13 条调查断面出现的种类数在 7~8 种/断面,物种丰富度指数变化范围在 0.818~2.585 之间,平均值为 1.842,丰富度指数最高出现在 C3 断面,最低则为 C2 断面。多样性指数(H')变化范围在 0.139~2.923 之间,平均值为 1.538。多样性指数最高出现在 C3 断面,最低则为 C2 断面,调查海域潮间带生物多样性指数属于较低水平。均匀度范围在 0.049~0.974 之间,平均值为 0.514,均匀度指数最高出现在 C3 断面,最低则为 C2 断面,各断面之间物种分布较为均匀(表 5.6.3-15)。

表 5.6.3-15 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	丰富度指数(D)	多样性指数(H')	均匀度(J')
C1	8	2.124	1.553	0.518
C2	7	0.818	0.139	0.049
C3	8	2.585	2.923	0.974
平均	/	1.842	1.538	0.514
范围	7~8	0.818~2.585	0.139~2.923	0.049~0.974

5.6.3.6. 鱼类浮游生物

(1) 种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 26 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 9 种，其中鲈形目鉴定出 4 种，鲱形目鉴定出 2 种，鲾形目、鳊形目和未定种各鉴定出 1 种（表 5.6.3-16）。

表 5.6.3-16 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类		拉丁种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小沙丁鱼	<i>Shardinella</i> sp.	+	+
	小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	+	+
鲈形目	多鳞鲈	<i>Sillago sihama</i>	+	+
	眶棘双边鱼	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	-	+
	鲷科	Sparidae	+	+
	鳊科	Sparidae	+	-
鲾形目	舌鳎科	Cynoglossidae	+	-
鳊形目	鳊科	Mugilidae	+	+
	未定种	Unidentified	+	-

(2) 数量分布

①水平拖网定性调查

本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 1206 粒，仔鱼 12 尾。调查海区 13 个测站中均采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 92.77 ind/net。捕获鱼卵数最大是 12 号站，为 436 ind/net，各站捕获鱼卵数变化范围在 35 ind/net ~436 ind/net（表 5.6.3-17）。

仔鱼在 13 个监测站中 7 个站有出现，出现率为 53.85%，仔鱼的各站平均捕获数量平均为 0.92 ind/net，捕获仔鱼数最大是 1 号和 16 号站，为 3 ind/net，各站捕获仔鱼数变化范围在 0 ind/net ~3 ind/net（表 5.6.3-17）。

表 5.6.3-17 鱼类浮游生物水平拖网捕获数量及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/net)	仔鱼 (ind/net)
1	76	3
3	56	0
5	49	0
7	51	1
8	35	0
12	436	2
13	104	1
14	87	1
15	68	0
16	25	3
18	63	0
20	44	0
21	112	1
平均值	92.77	0.92

②垂直拖网定量调查

本次垂直拖网定量调查共采到鱼卵 55 粒，仔鱼 2 尾。调查期间 13 个测站中 13 个站采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，调查海区的鱼卵平均密度为 2.64 ind/m³，捕获鱼卵数量密度最高的是 13 号站，为 7.50ind/m³，鱼卵密度变化范围在 0.19 ind/m³ ~7.50ind/m³（表 5.6.3-18）。

仔鱼在 13 个监测站中 2 个站有出现，出现率为 15.38%，仔鱼的平均密度为 0.06 ind/m³，捕获仔鱼数量密度最高的是 16 号站，为 0.52 ind/m³，仔鱼密度变化范围在 0.00 ind/m³ ~0.52 ind/m³（表 5.6.3-18）。

表 5.6.3-18 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔鱼 (ind/m ³)
1	3.00	0.00
3	1.43	0.00
5	1.67	0.00
7	2.86	0.00
8	0.79	0.00
12	5.77	0.00
13	7.50	0.00
14	3.10	0.00
15	2.86	0.00
16	2.87	0.32
18	1.03	0.52
20	0.19	0.00
21	1.30	0.00
平均值	2.64	0.06

(3) 主要种类及数量分布

①水平拖网定性调查主要种类及数量占比

鲷科和鲹科是本次水平拖网定性调查中的主要鱼卵种类，鲷科鱼卵数量共 404 粒，占本次定性调查鱼卵总数的 33.50%，鲹科鱼卵数量共 218 粒，占本次定性调查鱼卵总数的 18.08%；框棘双边鱼是本次水平拖网定性调查中的主要仔鱼种类，数量共 5 尾，占本次调查仔鱼总数的 41.67%。

②垂直拖网定量调查主要种类及数量分布

本次垂直拖网定量调查中仅出现五种鱼卵种类，分别为小公鱼、多鳞鲈、鲷科、鲹科和鲹科。鲹科是本次垂直拖网定量调查中出现的主要鱼卵，其鱼卵在 13 个调查站中 9 个站有出现，出现频率为 69.23%，鱼卵密度在 0.00 ind/m³~2.50 ind/m³ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 1 号站，鱼卵的平均密度为 2.50 ind/m³，占本次调查鱼卵总数的 32.73%；鲷科鱼卵的平均密度为 0.91 ind/m³，占本次调

查鱼卵总数的 30.91%；小公鱼鱼卵的平均密度为 0.66 ind/m³，占本次调查鱼卵总数的 23.64%。

鲷科是本次垂直拖网定量调查中唯一出现的仔鱼种类，在 13 个调查站中 2 个站有出现，出现频率为 15.38%，其中仔鱼密度最高出现在 16 号站，为 0.32 ind/m³，平均密度为 0.06 ind/m³。

5.6.3.7. 游泳动物

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳动物 56 种，其中：鱼类 31 种，甲壳类 23 种，头足类 2 种（表 5.6.3-19，附录 V）。

本次调查，各断面出现种类情况见表 5.6.3-19。从表 5.6.3-19 可看出，各断面种类数量，19 号站断面种类数最多，为 35 种，其次是 16 号站断面，为 34 种，7 号站断面的种数最少，为 26 种。

表 5.6.3-19 各断面出现种类统计结果

断面	甲壳类	头足类	鱼类	总计
1	19	1	13	33
3	16	1	16	33
5	16	1	16	33
7	16	1	9	26
8	17	0	12	29
12	17	1	11	29
13	17	1	11	29
14	16	1	12	29
15	16	1	17	34
16	19	2	14	35
18	16	1	11	28
20	17	1	12	30
21	17	1	10	28

(2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 11.55 kg/h 和 3033.74 尾/h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.34 kg/h 和 1778.22 尾/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 46.22%和 58.61%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.80 kg/h 和 1178.02 尾/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 50.26%和 38.83%；头足类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.41 kg/h 和 77.51 尾/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 3.51%和 2.55%；（表 5.6.3-20）。

表 5.6.3-20 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind/h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率 (尾/h)			重量渔获率 (kg/h)		
			个体渔获比例 (%)			重量渔获比例 (%)		
1	2232.00	11.61	1424.00	96.00	712.00	5.29	0.88	5.44
			63.80	4.30	31.90	45.53	7.61	46.86
3	2696.00	10.40	1960.00	120.00	616.00	4.33	1.03	5.04
			72.70	4.45	22.85	41.67	9.87	48.46
5	3411.00	16.02	1467.00	108.00	1836.00	5.60	0.45	9.97
			43.01	3.17	53.83	34.99	2.79	62.23
7	2816.00	9.72	2384.00	64.00	368.00	6.58	0.38	2.76
			84.66	2.27	13.07	67.69	3.89	28.42
8	2056.00	8.06	1648.00	0.00	408.00	4.43	0.00	3.62
			80.16	0.00	19.84	55.03	0.00	44.97
12	2784.00	9.16	2312.00	56.00	416.00	5.87	0.34	2.96
			83.05	2.01	14.94	64.03	3.70	32.27
13	4216.00	14.79	1872.00	104.00	2240.00	5.69	0.48	8.62
			44.40	2.47	53.13	38.44	3.27	58.28
14	3472.00	11.78	1632.00	40.00	1800.00	5.33	0.14	6.31
			47.00	1.15	51.84	45.26	1.21	53.53
15	4056.00	14.48	1936.00	104.00	2016.00	5.65	0.32	8.51
			47.73	2.56	49.70	39.01	2.23	58.75
16	1479.60	7.38	1180.80	39.60	259.20	3.76	0.18	3.44
			79.81	2.68	17.52	50.89	2.47	46.64
18	4932.00	16.85	2061.00	108.00	2763.00	6.24	0.58	10.03
			41.79	2.19	56.02	37.04	3.44	59.52
20	3256.00	12.28	1520.00	104.00	1632.00	5.16	0.21	6.91
			46.68	3.19	50.12	42.01	1.73	56.26
21	2032.00	7.57	1720.00	64.00	248.00	5.45	0.28	1.84
			84.65	3.15	12.20	72.04	3.66	24.30
平均	3033.74	11.55	1778.22	77.51	1178.02	5.34	0.41	5.80
			63.03	2.58	34.38	48.74	3.53	47.73

(3) 资源密度

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 5.6.3-21。平均重量密度为 554.16 kg/km²，18 号站断面最高，16 号站断面最低，范围为 354.39 kg/km²~808.70 kg/km²；平均个体密度为 145.61×10³ 尾/km²，个体密度最高的断面为 18 号站断面，其值为 236.72×10³ 尾/km²，最低为 16 号站断面，其个体密度为 71.02×10³ 尾/km²。

表 5.6.3-21 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (×10 ³ 尾/km ²)
1	557.18	107.13
3	499.11	129.40
5	768.92	163.71
7	466.43	135.16
8	386.67	98.68
12	439.68	133.62
13	709.84	202.35
14	565.43	166.64
15	695.13	194.67
16	354.39	71.02
18	808.70	236.72
20	589.19	156.28
21	363.43	97.53
平均值	554.16	145.61

(4) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

本次调查共捕获鱼类 31 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

② 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 5.6.3-22。从表 5.6.3-22 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 278.53 kg/km² 和 56.54×10³ 尾/km²。在 13 个断面的鱼类重量密度分布中，18 号站断面最高为 481.30 kg/km²，21 号站断面最低为 88.31 kg/km²；鱼类个体密度分布中，18 号站断面最高为 132.61×10³ 尾/km²，21 号站断面最低为 11.90×10³ 尾/km²。

表 5.6.3-22 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (×10 ³ 尾/km ²)
1	261.09	34.17
3	241.87	29.57
5	478.46	88.12
7	132.56	17.66
8	173.90	19.58
12	141.88	19.97
13	413.72	107.51
14	302.64	86.39
15	408.41	96.76
16	165.30	12.44
18	481.30	132.61
20	331.45	78.33
21	88.31	11.90
平均值	278.53	56.54

③鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 5.6.3-23。从表 5.6.3-23 可得出, 鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种 3 种, 分别为: 棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)、皮氏叫姑鱼(*Johnius belangeri*) 和尖头黄鳍牙鲷(*Chrysochir aureus*), 这 3 种鱼的重量渔获率之和为 38.83 kg/h, 占鱼类总重量渔获率 (75.44 kg/h) 的 51.47%; 这 3 种鱼的个体渔获率之和为 12250.40 尾/h, 占鱼类总个体渔获率 (15314.2 尾/h) 的 79.99%。

表 5.6.3-23 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(尾/h)	(%)	
棘头梅童鱼	100.00	18.27	24.22	6676.80	43.60	6782.05
皮氏叫姑鱼	92.31	7.51	9.95	2919.80	19.07	2678.39
尖头黄鳍牙鲷	69.23	13.05	17.30	2653.80	17.33	2397.27
龙头鱼	69.23	7.71	10.21	418.80	2.73	896.43
拟矛尾虾虎鱼	100.00	3.37	4.46	501.60	3.28	773.98
白姑鱼	100.00	1.93	2.56	674.40	4.40	696.22
沙带鱼	76.92	4.68	6.20	130.20	0.85	542.11
红牙鲷	53.85	6.16	8.17	123.00	0.80	483.24
二长棘鲷	84.62	0.53	0.70	421.40	2.75	292.31
多鳞鲷	69.23	1.96	2.59	109.60	0.72	229.18
拉氏狼牙虾虎鱼	53.85	0.86	1.14	109.00	0.71	99.93
杂食豆齿鲷	30.77	1.61	2.13	27.60	0.18	71.16
斑尾刺虾虎鱼	46.15	0.30	0.40	139.80	0.91	60.62
颈斑鲷	38.46	0.80	1.05	64.00	0.42	56.63
凤鲷	23.08	1.07	1.42	40.00	0.26	38.68
海鲷	15.38	1.25	1.66	16.20	0.11	27.15
褐菖鲷	30.77	0.39	0.52	41.00	0.27	24.19
短吻红舌鲷	15.38	0.96	1.27	25.00	0.16	21.99
赤鼻棱鲷	23.08	0.36	0.48	32.00	0.21	15.89
孔虾虎鱼	23.08	0.26	0.34	25.00	0.16	11.69
棕斑兔头鲷	15.38	0.40	0.53	17.00	0.11	9.89
鲷	15.38	0.38	0.50	16.00	0.10	9.35
卵鲷	23.08	0.15	0.20	24.00	0.16	8.33
青鲷	15.38	0.25	0.33	16.00	0.10	6.63
鹿斑仰口鲷	23.08	0.03	0.05	27.60	0.18	5.23
尖吻小公鱼	15.38	0.11	0.14	27.00	0.18	4.90
中华单角鲷	7.69	0.44	0.58	8.00	0.05	4.85
青鳞小沙丁鱼	7.69	0.34	0.45	9.00	0.06	3.93
斑头舌鲷	7.69	0.16	0.21	9.00	0.06	2.09
尖尾鲷	7.69	0.10	0.13	3.60	0.02	1.19
褐斑三线舌鲷	7.69	0.06	0.09	8.00	0.05	1.06

(5) 甲壳类资源状况

①种类组成

本次调查共捕获甲壳类 23 种, 其中: 蟹类 10 种, 虾类 8 种, 虾蛄类 5 种。

甲壳类渔获种类名录见附录 V。

②甲壳类资源密度评估

本次调查,甲壳类的资源密度见表 5.6.3-24。从表 5.6.3-24 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 256.16 kg/km^2 和 $85.35 \times 10^3 \text{ 尾/km}^2$ 。其中,重量密度范围为 $180.34 \text{ kg/km}^2 \sim 315.74 \text{ kg/km}^2$,7 号站断面最高,16 号站断面最低;个体密度分布范围为 $56.67 \times 10^3 \text{ 尾/km}^2 \sim 114.42 \times 10^3 \text{ 尾/km}^2$,7 号站断面最高,16 号站断面最低。

表 5.6.3-24 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km^2)	个体密度 ($\times 10^3 \text{ 尾/km}^2$)
1	253.70	68.35
3	207.99	94.07
5	269.01	70.41
7	315.74	114.42
8	212.77	79.10
12	281.54	110.97
13	272.89	89.85
14	255.94	78.33
15	271.20	92.92
16	180.34	56.67
18	299.57	98.92
20	247.52	72.95
21	261.81	82.55
平均值	256.16	85.35

③优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 5.6.3-25。从表 5.6.3-25 可得出,甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 4 种,为:分别为双斑蟳 (*Charybdis bimaclata*)、细巧仿对虾 (*Parapenaeopsis tenella*)、鲜明鼓虾 (*Alpheus distinguendus*) 和口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)。这 4 种甲壳类的重量渔获率之和为 35.60 kg/h ,占甲壳类总重量渔获率 (69.38 kg/h) 的 55.63%;这 4 种甲壳类的个体渔获率之和为 15745.80 ind/h ,占甲壳类总个体渔获率 (23116.80 ind/h) 的 68.11%。

表 5.6.3-25 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(尾/h)	(%)	
双斑蟳	100.00	22.49	32.41	8934.20	38.65	7105.83
细巧仿对虾	100.00	2.57	3.70	3999.80	17.30	2099.97
鲜明鼓虾	100.00	5.22	7.52	2059.20	8.91	1642.66
口虾蛄	100.00	8.33	12.01	752.60	3.26	1526.19
猛虾蛄	100.00	5.13	7.39	504.60	2.18	957.59
须赤虾	100.00	1.31	1.89	1256.40	5.44	732.39
伪装仿关公蟹	100.00	2.99	4.30	556.40	2.41	671.01

长叉口虾蛄	100.00	3.02	4.35	497.40	2.15	650.48
断脊小口虾蛄	100.00	3.30	4.76	374.40	1.62	638.14
隆线强蟹	100.00	3.30	4.75	298.40	1.29	604.15
周氏新对虾	76.92	3.06	4.41	559.40	2.42	525.64
近缘新对虾	84.62	2.48	3.58	456.60	1.98	469.78
角突仿对虾	53.85	1.59	2.29	1118.40	4.84	383.97
矛形梭子蟹	100.00	0.87	1.26	548.40	2.37	363.20
变态蜆	100.00	1.00	1.44	316.80	1.37	281.38
豆形拳蟹	92.31	0.69	1.00	431.60	1.87	264.35
哈氏仿对虾	84.62	0.52	0.75	321.20	1.39	181.22
锈斑蜆	38.46	0.51	0.73	47.20	0.20	35.85
直额蜆	23.08	0.30	0.44	35.80	0.15	13.70
日本蜆	7.69	0.32	0.46	8.00	0.03	3.78
鹰爪虾	7.69	0.16	0.23	24.00	0.10	2.58
近亲蜆	7.69	0.20	0.28	8.00	0.03	2.43
脊尾白虾	7.69	0.03	0.04	8.00	0.03	0.61

(6) 头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类 2 种（附录 V）。在 13 个调查断面中，12 个断面出现头足类，出现率为 92.31%。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 19.48 kg/km² 和 37.2×10³ 尾/km²。

表 5.6.3-26 头足类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (×10 ³ 尾/km ²)
1	42.39	4.61
3	49.25	5.76
5	21.45	5.18
7	18.13	3.07
8	0.00	0.00
12	16.26	2.69
13	23.23	4.99
14	6.84	1.92
15	15.52	4.99
16	8.75	1.90
18	27.83	5.18
20	10.22	4.99
21	13.31	3.07
平均值	19.48	3.72

(7) 幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 50.40%（表 5.6.3-27）。渔获物中，鱼类幼体比例为 88.31%，甲壳类幼体比例为 24.73%，头足类幼体比例为 96.12%，各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 5.6.3-28。

鱼类整体幼体比例较低，白姑鱼、二长棘鲷、褐斑三线舌鲷、褐菖鲉、青鳉、棕斑兔头鲈等几种鱼类的幼体比例高达 100%外，其他渔获中的大部分由成体和

亚成体组成。

本调查中甲壳动物经济种的幼体比例较低。仅日本蟳的幼体比例均高达 100%，渔获中的大部分甲壳动物经济种主要由幼体和亚成体组成。表 5.6.3-29 列出本次调查主要物种的生物学特征和幼体比例。

表 5.6.3-27 各断面幼体比例

断面	成体尾数	幼体尾数	总尾数	幼体比%
1	159	120	279	43.01
3	185	152	337	45.10
5	146	233	379	61.48
7	228	124	352	35.23
8	176	81	257	31.52
12	225	123	348	35.34
13	204	323	527	61.29
14	168	266	434	61.29
15	204	303	507	59.76
16	274	137	411	33.33
18	213	335	548	61.13
20	159	248	407	60.93
21	159	95	254	37.40
平均值	192.31	195.38	387.69	48.22

表 5.6.3-28 分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例

类群	成体尾数	幼体尾数	总尾数	幼体比%
鱼类	221	1669	1890	88.31
甲壳类	2274	747	3021	24.73
头足类	5	124	129	96.12

表 5.6.3-29 主要物种的生物学特征和幼体比例

类群	物种名	体长范围 mm		体重范围 g		幼体比例 个数比%
		min.	max.	min.	max.	
甲壳类	变态蟳	20	40	1.01	7.96	0.00
	豆形拳蟹	8	23	0.34	5.05	37.50
	断脊小口虾蛄	50	190	1.28	26.53	66.67
	哈氏仿对虾	40	78	0.57	3.97	68.29
	脊尾白虾	70	\	3.82	\	0.00
	角突仿对虾	40	83	0.61	6.16	58.17
	近亲蟳	56	\	24.45	\	0.00
	近缘新对虾	78	103	3.56	8.2	0.00
	口虾蛄	35	135	0.39	27.57	56.12
	隆线强蟹	11	70	0.79	67.91	4.76
	矛形梭子蟹	15	44	0.34	6.85	11.11
	猛虾蛄	68	145	3.59	32.05	96.92
	日本蟳	60	\	39.67	\	100.00
	双斑蟳	16	38	0.78	5.98	0.00
	伪装仿关公蟹	10	35	0.49	29.69	24.32
	细巧仿对虾	25	53	0.26	1.16	42.88

	鲜明鼓虾	34	66	0.8	6.32	21.82
	锈斑鲷	16	72	0.76	54.84	85.71
	须赤虾	28	65	0.22	2.59	45.88
	鹰爪虾	55	110	1.58	14.74	33.33
	长叉口虾蛄	46	125	1.15	24.16	88.89
	直额鲷	30	40	6.83	12.79	50.00
	周氏新对虾	68	105	2.8	9.07	0.00
鱼类	白姑鱼	28	85	0.57	13.02	100.00
	斑头舌鲷	130	\	17.86	\	0.00
	斑尾刺虾虎鱼	40	80	0.83	5.85	78.95
	赤鼻棱鲷	90	93	8.64	10.57	0.00
	短吻红舌鲷	180	183	36.02	40.36	0.00
	多鳞鲷	110	133	14.19	22.85	0.00
	二长棘鲷	26	44	0.62	2.29	100.00
	凤鲚	120	190	7.76	33.24	20.00
	海鲰	140	160	62.39	92.55	0.00
	褐斑三线舌鲷	100	\	8.02	\	100.00
	褐菖鲚	46	70	3.93	11.9	100.00
	红牙鲷	120	190	28.19	89.92	13.33
	棘头梅童鱼	30	80	0.54	8.57	96.88
	尖头黄鳍牙鲷	45	140	1.22	44.53	99.39
	尖尾鲷	115	\	27.56	\	0.00
	尖吻小公鱼	70	72	3.9	4.05	0.00
	颈斑鲷	74	85	10.93	14.58	0.00
	孔虾虎鱼	95	\	6.38	\	0.00
	拉氏狼牙虾虎鱼	85	200	2.31	29.06	23.08
	鲷	110	\	21.43	\	50.00
	龙头鱼	70	195	1.63	50.21	26.15
	鹿斑仰口鲷	30	40	1.1	1.39	50.00
	卵鲷	62	\	4.29	\	0.00
	拟矛尾虾虎鱼	45	110	1.19	17.82	24.62
	皮氏叫姑鱼	30	115	0.57	31.52	99.71
	青鳞小沙丁鱼	128	\	37.9	\	0.00
	青鲷	76	\	11.64	\	100.00
	沙带鱼	105	152	19.58	50.83	23.53
	杂食豆齿鲷	180	\	42.33	\	0.00
	中华单角鲀	120	\	54.5	\	0.00
	棕斑兔头鲀	80	\	22.24	\	100.00
头足类	杜氏枪乌贼	15	65	0.87	29.47	96.09
	曼氏无针乌贼	25	\	3.13	\	100.00

注：*为肛长，无标注为体长；“/”代表此项无数据。

(8) 主要经济物种的生物学特征

本次调查中，游泳动物经济种的主要组成为珠江口近岸常见的中小型鱼类、梭子蟹科及虾蛄类。鱼类经济种主要有棘头梅童鱼、海鲰、龙头鱼、皮氏叫姑鱼；甲壳动物中出现较多的是常见对虾科和虾蛄类物种，梭子蟹科物种也有广泛出

现。以上鱼类和甲壳动物物种经济价值较高，生长迅速，是优良的渔业经济种。综合考虑各品种出现站数、优势度、平均渔获率、经济价值和生物类型代表性，选定以下几种分述生物学特征如下：

1) 皮氏叫姑鱼

皮氏叫姑鱼 (*Johnius belangerii*) 为鲈形目 (PERCIFORMES)、石首鱼科 (Sciaenidae)、叫姑鱼属 (*Johnius*)，为暖温带近岸中下层小型鱼类，喜栖于泥砂底以及岩礁附近海域。生命周期短，一般不超过 3 龄，最高 4 龄。体长在 70~130 mm，1 龄性成熟，1~4 龄平均体长和平均体重分别为 83.5 mm 和 10.9 g 左右，114.2 mm 和 24.3 g，135.8 mm 和 43.6 g，150 mm 以上和 54 g 以上，氏叫姑鱼喜欢在透明度较低的河口浅水区产卵。是常见的小型食用鱼。

皮氏叫姑鱼在南海区的产卵场分散不集中，在沿海浅水区几乎均有产卵。产卵期间喜栖息于透明度低的河口浅水区，底质大多为细沙泥，水深 5~15 m 处。皮氏叫姑鱼春季开始由咸水区洄游至淡水区产卵，冬季游向大海，属于暖温性鱼类，生殖期在 4~7 月。

本次调查 13 个站位断面中，皮氏叫姑鱼 12 个站位断面有出现，占总调查断面数的 92.31%，总渔获共 895.07 g，350 尾，体长区间 30~115 mm，体重区间 0.57~31.52 g，平均体重 2.56g，捕捞群体以幼体为主。

2) 棘头梅童鱼

棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus*) 属鲈形目 (PERCIFORMES)，石首鱼科 (Sciaenidae)、梅童鱼属 (*Collichthys*)，为中国河口、沿岸水域重要经济鱼类，其适温、适盐范围广，在中国沿海河口均有分布。该物种个体虽小，但肉味鲜嫩，生长迅速，是珠江口定置作业和底拖网渔业的主要捕捞对象，在珠江口水域渔业中占有重要的地位。棘头梅童鱼主要摄食浮游生物，为中上层鱼类。

棘头梅童鱼的生长快速，生命周期短，一般寿命不超过 3 年。珠江口水域渔获中棘头梅童鱼主要以 0~1 龄个体为主。棘头梅童鱼产卵期较长，为 12 月至次年的 7 月，主要集中在 2、4、5 月，产卵高峰出现在 5 月。一般体长在 80~100 mm 时达到性成熟，珠江口海域可周年出现幼鱼。

本次调查 13 个站位断面中，棘头梅童鱼均有出现，占总调查断面数的 100.00%，总渔获共 2.19 kg、800 尾，体长区间 30~80 mm，体重区间 0.54~8.57 g，平均体重 2.74 g，捕捞群体主要以幼体为主。

3) 周氏新对虾

周氏新对虾 (*Metapenaeus joyneri*) 隶属于甲壳纲 (Crustacea)、十足目 (Decapoda)、对虾科 (Penaeidae)、新对虾属 (*Metapenaeus*)。广泛分布于我国东南沿海, 栖息于海岸沙地和红树林附近之山底海域。周氏新对虾是广食性虾类, 成体以底栖动物为主, 兼食底层浮游动物及游泳生物。是我国重要的中型经济虾类。

周氏新对虾每年春季水温上升, 离开越冬场, 向近海生殖洄游, 并分散于沿海 20 m 水深以内的海域索饵, 形成了以越冬个体为主的第一个数量高峰; 春末至秋初都为产卵季节, 因亲体产卵后一般死亡, 繁殖季节后群体数量有所下降, 但新生个体 (补充群体) 摄食强度大, 生长发育快速, 到秋季形成以新生个体为主的另一个数量高峰, 随后冬季又开始越冬洄游, 游向更深的外海。

本次调查 13 个站位断面中, 周氏新对虾在 10 个站位有出现, 占总调查断面数的 76.92%。总渔获共 387.42 g、71 尾, 体长区间 68~105 mm, 体重区间 2.80~9.07g, 平均体重 5.46 g, 捕捞群体以成体和亚成体为主。

4) 近缘新对虾

近缘新对虾 (*Metapenaeus affinis*) 属十足目 (Decapoda), 对虾科 (Penaeidae)。穴居于海底, 为近岸浅水种, 广泛栖息于底质为砂、砂泥、泥沙和泥底海区。主要摄食底栖生物, 兼食底层浮游生物等。是南海较重要的经济虾类。近缘新对虾个体中等大小, 性成熟个体一般体长 72~150mm。产卵期 1~8 月, 产卵盛期 5~8 月。

本次调查 13 个站位断面中, 近缘新对虾 11 个站位断面有出现, 占总调查断面数的 84.62%。总渔获共 305.65 g、56 尾, 体长区间 78~103 mm, 体重区间 3.56~8.20 g, 平均体重 5.46 g, 捕捞群体以成体和亚成体为主。

5) 长叉口虾蛄

长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepe*) 属于十足目 (Stomatopoda), 虾蛄科 (Squillaidae)。是大型凶猛的甲壳动物, 最大可达 165mm。在我国南北沿海均有分布, 是重要的渔业资源物种。其食物组成包括小型甲壳类、双壳类、多毛类和小型鱼类。

本次调查 13 个站位断面中, 长叉口虾蛄均有出现, 占总调查断面数的 100.00%。总渔获共 377.22 g、63 尾, 体长在 46~125 mm 之间, 体重在 1.15~

24.16 g 之间, 平均体重为 5.99 g, 渔获中长叉口虾蛄主要以幼体为主。

(9) 游泳动物生物多样性

调查海域的各定量采样站位游泳动物出现种数变化的范围在 26~35 种/站。物种丰富度指数变化范围在 3.448~5.280 之间, 平均为 4.107, 丰富度指数以 16 号站最高, 7 号站最低; 多样性指数 (H') 变化范围在 2.899~4.248 之间, 平均值为 3.624 (表 5.6.3-30)。多样性指数最高出现在 1 号站, 最低则为 18 号站, 调查海域底栖生物多样性指数属于较高水平。均匀度范围在 0.603~0.842 之间, 平均值为 0.736, 均匀度指数最高出现在 1 号站, 最低则为 18 号站, 各站位之间物种分布较为均匀。

表 5.6.3-30 各调查站位游泳动物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	丰富度指数 (D')	多样性指数 (H')	均匀度 (J')
1	33	4.560	4.248	0.842
3	33	4.441	3.982	0.789
5	33	4.548	3.576	0.709
7	26	3.448	3.516	0.748
8	29	4.037	3.746	0.771
12	29	3.868	3.675	0.756
13	29	3.658	3.218	0.663
14	29	3.754	3.288	0.677
15	34	4.334	3.591	0.706
16	35	5.280	3.994	0.779
18	28	3.646	2.899	0.603
20	30	3.922	3.566	0.727
21	28	3.900	3.811	0.793
平均	/	4.107	3.624	0.736
范围	26~35	3.448~5.280	2.899~4.248	0.603~0.842

5.6.3.8. 海域的生物多样性现状评价

根据 2025 年春季调查结果, 本项目浮游植物共记录 3 门 33 属 86 种, 硅藻门出现的种类为最多, 为 26 属 51 种。各站位浮游植物种数变化范围 16~48 种, 物种丰富度指数范围为 3.096~6.794, 平均为 5.087, 多样性指数范围为 2.340~3.906, 平均为 3.200, 多样性属于较高水平; 均匀度指数范围为 0.472~0.752, 平均为 0.637。共记录浮游动物 7 个生物类群 31 种。本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围 5~18 种, 种类丰富度指数范围为 0.537~1.724 之间, 平均为 1.231, 种类多样性指数范围为 0.706~2.053 之间, 平均为 1.496, 多样性属于低水平; 种类均匀度变化范围 0.197~0.618 之间, 平均为 0.428。共记录大型底栖动物 79 种, 其中环节动物 40 种、节肢动物 20 种、软体动物 10 种、其他种类动

物共 9 种，多样性指数变化范围在 2.292~4.482 之间，平均值为 3.621，多样性指数属于较高水平；均匀度范围在 0.720~0.978 之间，平均值为 0.905。本次调查共记录潮间带生物 20 种，其中节肢动物 4 种、软体动物 8 种、环节动物 6 种和纽形动物、棘皮动物各 1 种，物种丰富度指数变化范围在 0.818~2.585 之间，平均值为 1.842，多样性指数和均匀度平均值分别为 1.538 和 0.514，多样性指数属于较低水平。本次调查共捕获游泳动物 56 种，鱼类 31 种，甲壳类 23 种，头足类 2 种，多样性指数 (H') 变化范围在 2.899~4.248 之间，平均值为 3.624；均匀度范围在 0.603~0.842 之间，平均值为 0.736，各站位之间物种分布较为均匀。

根据《中广核阳江帆石二海上风电场项目环境影响报告书》，2022 年春季该海域的调查显示，浮游植物多样性指数范围在 1.223~4.448 之间，平均值为 2.975，各调查站位浮游植物的多样性指数平均值在中等水平；浮游动物多样性指数较高，均值为 3.721，变化范围为 2.259~4.402；底栖生物多样性指数平均值为 1.484，变化范围在 0~2.914 之间，多样性属于较低水平；潮间带生物多样性指数在 3.222~3.625 之间，平均值为 3.395，多样性指数和均匀度均处于较高水平。游泳生物共捕获游泳动物 3 门 3 纲 14 目 64 科 147 种，其中：鱼类 100 种，虾类 18 种（其中虾蛄类 7 种），蟹类 19 种，头足类 10 种。

综上，浮游植物和底栖生物的生物多样性指数有所升高，浮游动物、潮间带生物和游泳动物多样性均有所下降，可能与人类过度捕捞、船舶航行等人类活动有关。

5.7. 大气环境现状调查与评价

根据江门市生态环境局公布的《2024 年江门市生态环境质量状况公报》，江门市大气环境质量如下：

2024 年度，江门市环境空气质量较去年同比改善，综合指数改善 0.6%；空气质量优良天数比例为 88.0%，同比上升 2.2 个百分点，其中优天数比率为 51.6%（189 天），良天数比率为 36.3%（133 天），轻度污染天数比例为 10.7%（39 天）、中度污染天数比例为 1.4%（5 天），无重度及以上污染天气。首要污染物为臭氧，其作为每日首要污染物的天数比例为 74.3%， NO_2 、 PM_{10} 及 $\text{PM}_{2.5}$ 作为首要污染物的天数比率分别为 11.7%、5.0%、9.0%。 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度为 23 微克/立方米，同比上升 4.5%； PM_{10} 平均浓度为 39 微克/立方米，同比下降 4.9%； SO_2

平均浓度为 6 微克/立方米，同比持平；NO₂ 平均浓度为 25 微克/立方米，同比持平；CO 日均值第 95 百分位浓度平均为 0.9 毫克/立方米，同比持平；O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位浓度平均为 170 微克/立方米，同比下降 1.2%。江门市空气质量综合指数在全国 168 个重点城市中保持在前 30 位。

2024 年度，各县（市、区）空气质量优良天数比例在 85.4%（江海区）至 98.5%（恩平市）之间。以空气质量综合指数从低至高排名，恩平市位列第一，其次分别是台山市、开平市、新会区、蓬江区、鹤山市、江海区；除蓬江区和开平市持平外，其余各县（市、区）空气质量综合指数同比均有所改善。

综上，项目所在区域环境空气质量中 PM_{2.5}、SO₂、NO₂、CO 全部满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中表 1 过渡阶段二级浓度限值的要求，O₃ 指标轻微超出二级限值。项目所在区域 2024 年属于大气环境不达标区。

5.8. 声环境现状调查与评价

根据江门市生态环境局公布的《2024 年江门市生态环境质量状况公报》，江门市区昼间区域环境噪声等效声级平均值 57.9 分贝，符合国家声环境功能区 2 类昼间环境噪声限值；道路交通干线两侧昼间噪声质量处于较好水平，等效声级为 68.3 分贝，符合国家声环境功能区 4 类昼间环境噪声限值。

6. 环境影响预测与评价

6.1. 水文动力环境影响预测分析

依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）的要求，建立评价海域潮流模型，以预测工程对海洋环境的影响。

拟申请采砂区位于江门市大帆石北面约 11km 海域，工程所在海域潮流较强，采砂施工产生的悬浮泥沙随海流输运扩散，对采砂区及附近海域的水质会产生一定的影响。此外，砂层被抽走后海床塌陷，改变原海床自然地形地貌，相应地改变原水动力条件，引起泥沙运移、岸滩及海床冲淤特性的变化。模拟计算采用三维潮流数学模型。

6.1.1. 控制方程

三维水动力模型是基于三维平面不可压缩，雷诺（Reynolds）平均化的 N-S 方程，服从 Boussinesq 和静水压力假设。

(1) 连续方程

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} + \frac{\partial hw}{\partial z} = 0$$

(2) 动量方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} + \frac{\partial h uw}{\partial z} &= \tau_{yx} - gh \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{gh}{\rho_0} \int_0^h \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - hF_{ux} + \frac{g}{3\tau} \left(\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial h}{\partial x} \right) \\ \frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial huv}{\partial x} + \frac{\partial hv^2}{\partial y} + \frac{\partial hvw}{\partial z} &= -f u v - gh \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{gh}{\rho_0} \int_0^h \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + hF_{vy} + \frac{g}{3\tau} \left(\frac{\partial v}{\partial y} \frac{\partial h}{\partial y} \right) \\ hF_u &= \frac{\partial}{\partial x} \left(2hA \frac{\partial u}{\partial x} + \dots \right) \\ hF_v &= \frac{\partial}{\partial y} \left(2hA \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(hA \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) \end{aligned}$$

式中：

x 、 y 、 z —坐标系三个分量；

h —总水深， $h = d + \eta$ ， d 为给定基面下水深， η 为基面起算水位；

u 、 v 、 w 是 x 、 y 、 z 方向流速；

t —时间； f —科氏参数； g —重力加速度（ 9.8m/s^2 ）；

ρ_0 ——参考密度，取 1025kg/m^3 ；

ρ ——水体密度；

A 、 ν_t ——分别为水平和垂直涡动粘滞系数，采用 Smagorinsky 公式计算， $A = C_s^2 l^2 \sqrt{S_{ij} S_{ij}}$ ， C_s 为可调系数， l 为网格面积， S_{ij} 与速度梯度相关，即 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ， $(i, j=1, 2)$ ； τ_{bx} 、 τ_{by} ——底切应力， $\overline{\tau_b}$ 在 x 、 y 方向的分量， $\overline{\tau_b} = \rho_0 C_f \left| \overline{U_b} \right| \overline{U_b}$ ， $\overline{U_b}$ 为底流速， C_f 为底拖曳系数， $C_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2}$ ， M 为 Manning 数，在该模型中通过输入曼宁数 M 值来实现对海底摩阻的模拟。

(3) 初始条件

初始速度场、水位场（开边界除外）均为 0。

(4) 边界条件

① 在自由表面上

$$w(0)=0, \quad \tau_x, \tau_y$$

式中， τ_x, τ_y 分别为风应力在 x 、 y 方向的分量。

② 在固壁边界上给定滑移边界条件，即：

$$\vec{v} \cdot \vec{n} = 0, \quad \text{grad} \Delta T \cdot \vec{n} = 0$$

式中 $\vec{v}$ 为流速矢量， $\vec{n}$ 为边界法向单位矢量。

在开边界上给定潮位过程，开边界潮位从全球潮汐预报模式结果中提取。

(3) 计算区域及网格划分

本项目为采砂工程，所在水域位于广东省江门市大帆石北面约 11km 海域，潮汐动力较强。根据项目海洋环境影响预测的需要，确定工程潮流模型计算范围。考虑到工程附近岛屿众多、岸线复杂等地形特征，采用不规则三角形网格划分计算域，并对工程附近海域网格进行局部加密处理。考虑工程区域水深超 15m，采用三维水动力模型模拟，模型垂向采用 sigma 坐标，分为 5 层，层次为 0~0.2H、0.2H~0.4H、0.4H~0.6H、0.6H~0.8H、0.8H~1.0H，其中最底层作为悬沙与海床交换的边界层。模型网格分辨率 20~2500m，其中工程区域网格空间步长 20~50m。计算网格单元数 48480，节点个数 26402。网格布置见图 6.1.1-1。

模型计算时底摩阻系数为 0.05，Smagorinsky 公式中的水平涡旋粘滞系数取 0.28，考虑科氏力的影响，时间步长设为 30s，初始水位场（开边界除外）和流速场均为 0，流的法向分量在闭边界上恒为 0。近岸水深资料来自采用官方最新版海图数据，工程附近由实测地形校正。模型共设 1 个潮位开边界，外海开边界潮

位从全球潮汐预报模式结果中提取。

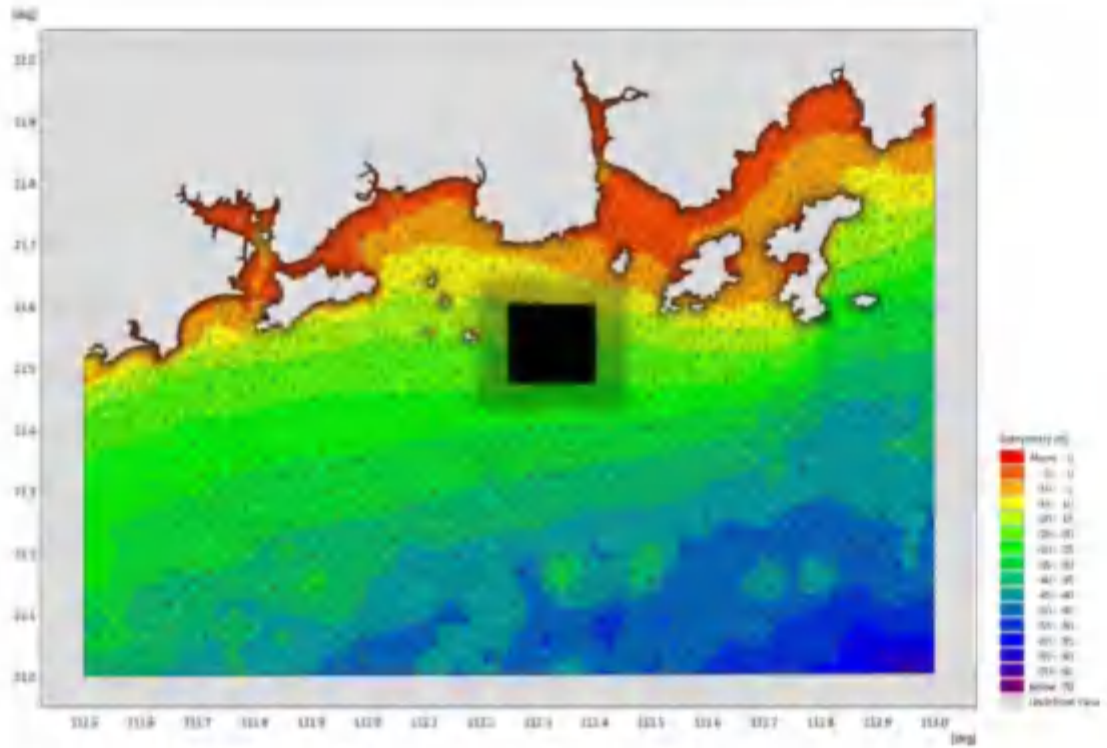


图 6.1.1-1a 计算范围网格和地形图

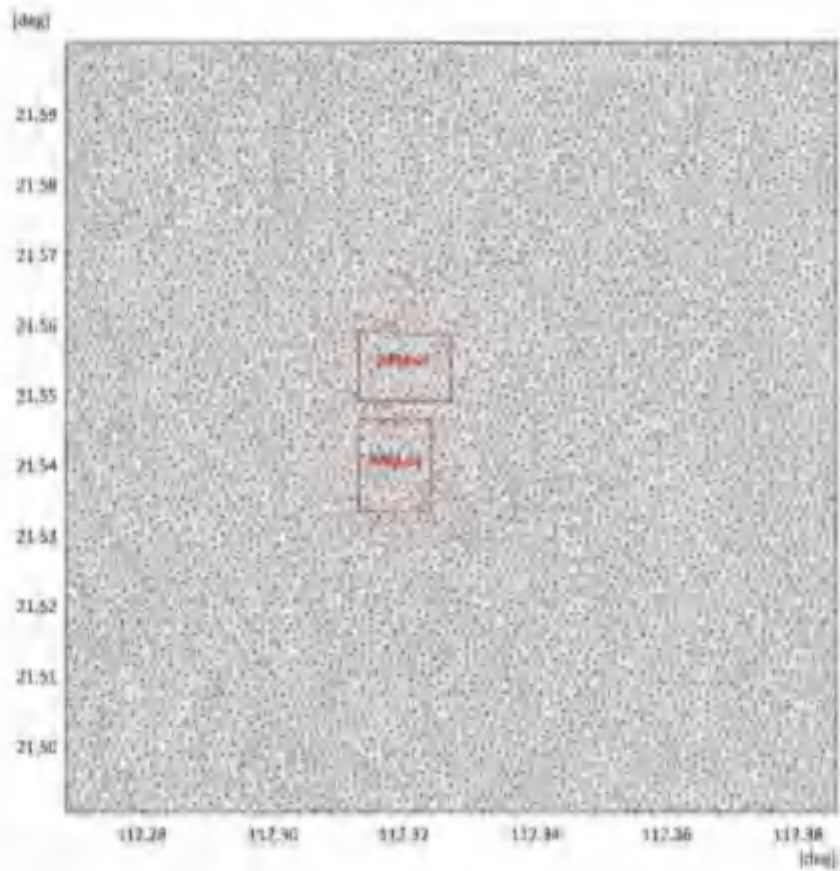


图 6.1.1-1b 工程区域计算范围网格

6.1.2. 模型验证

采用 2024 年 12 月江门海域代表性测点的潮位、流速、流向等实测资料进行模型的验证。潮流验证采用 2024 年 12 月（V1-V7 临时测站）水文调查资料。潮位站点和流速测点位置见图 6.1.2-1。模型率定验证误差分析见表 6.1-1，验证结果见图 6.1.2-2 和图 6.1.2-3。

验证结果表明：相同站点垂向各层计算精度差别不大，工程附近潮位和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合。从图6.1.2-2中可以看出位于工程附近2个点的实潮位与模拟潮位平均绝对误差在0.1m 以内，从图和误差分析表可以看出，模拟潮与实测潮位基本吻合，误差主要出现在高高、低低潮时刻。

从图 6.1.2-3 中可以看出，2024 年 12 月模拟海流流速和实测海流流速变化除了个别站位在潮流转向或涨落潮交替时流速偏差稍大，其他站位流速值的相对误差大部分在 10% 以内，表明模拟结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征，可以作为本项目水动力环境、悬沙扩散、冲淤环境等方面计算基础。

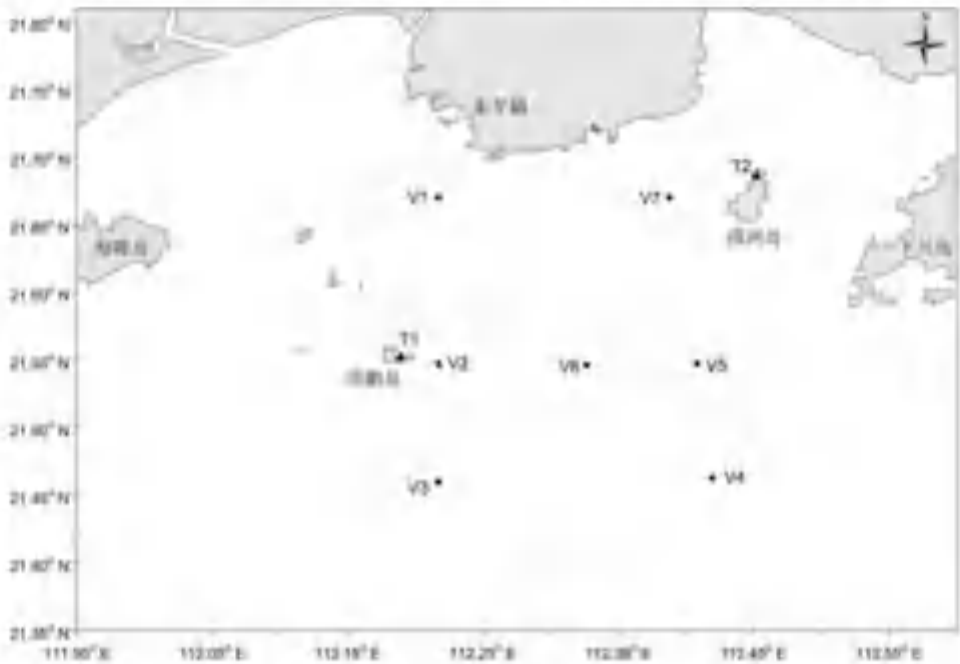


图 6.1.2-1 潮位站点和流速站点位置(T1、T2-潮位观测站；V1-V7 潮流观测站)

表 6.1-1 模型率定验证误差分析

站位	潮位	流速	流向
T1(cm)	7.6		
T2(cm)	5.2		
V1(		10.03	3.89
V2		9.68	8.06

V3		4.53	9.07
V4		4.3	5.61
V5		8.06	13.75
V6		9.53	6.9

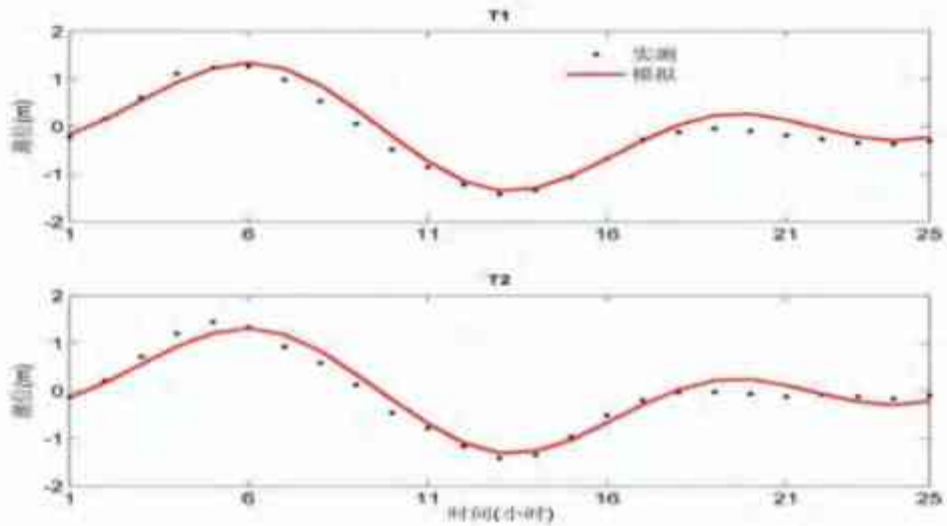
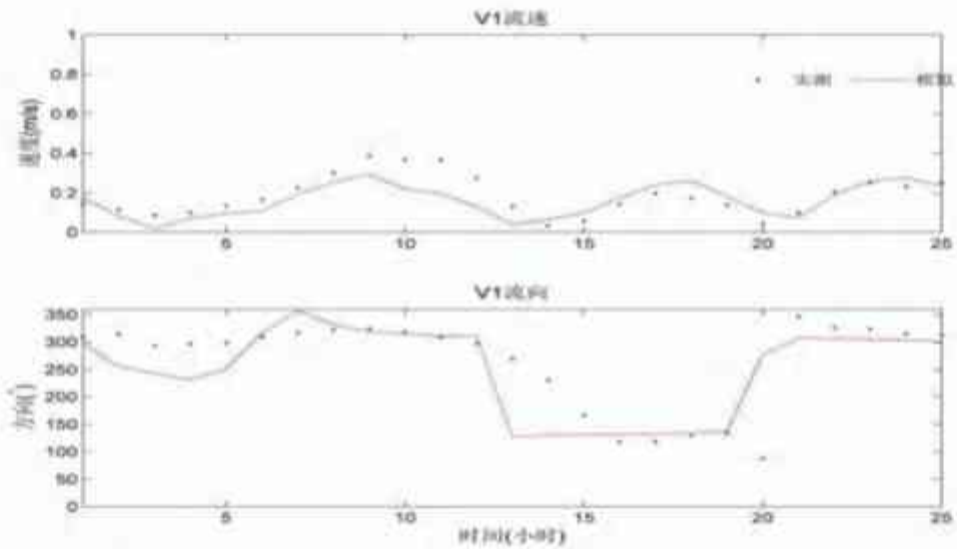
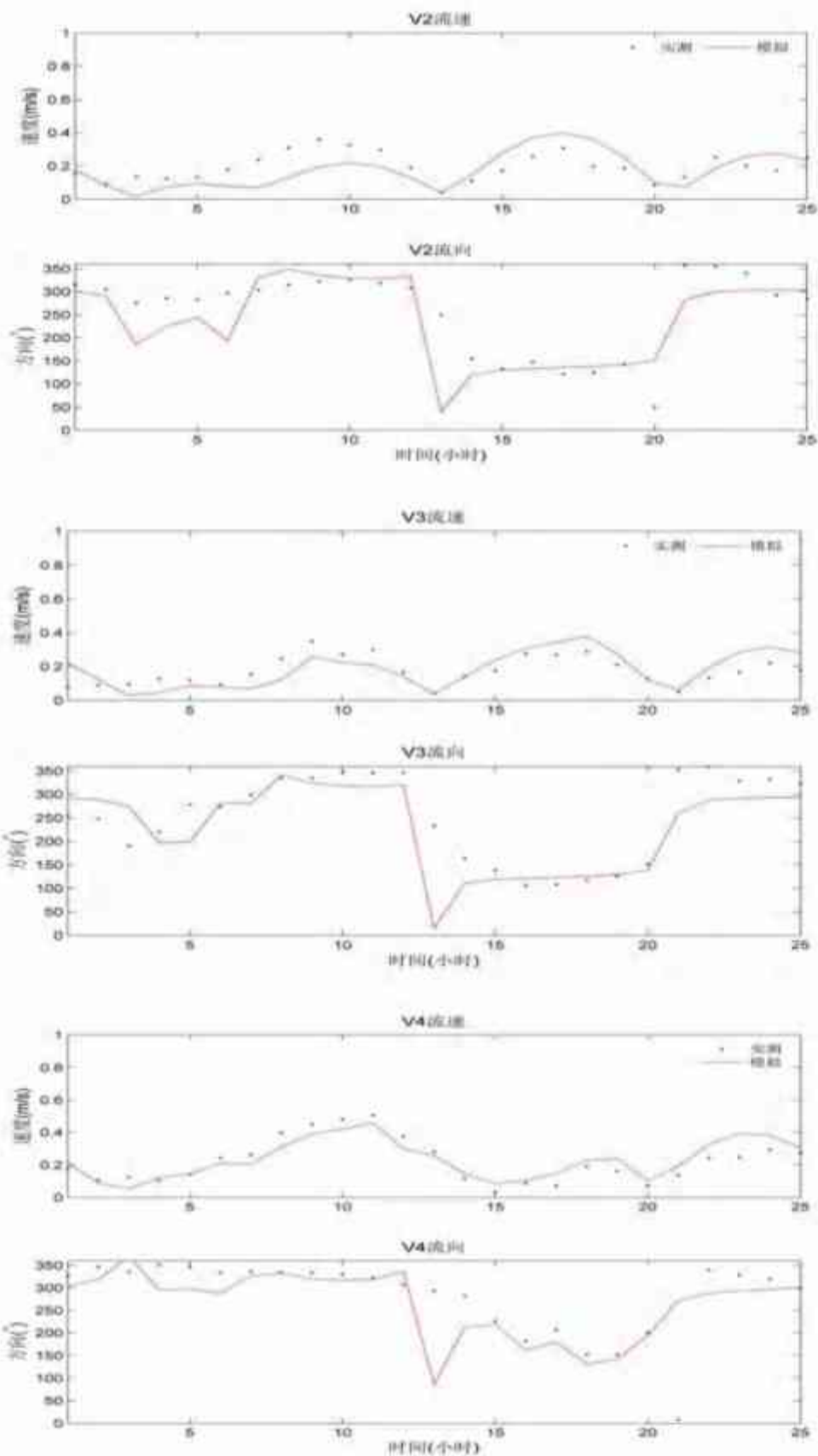


图 6.1.2-2 2024 年 12 月测站潮位验证曲线





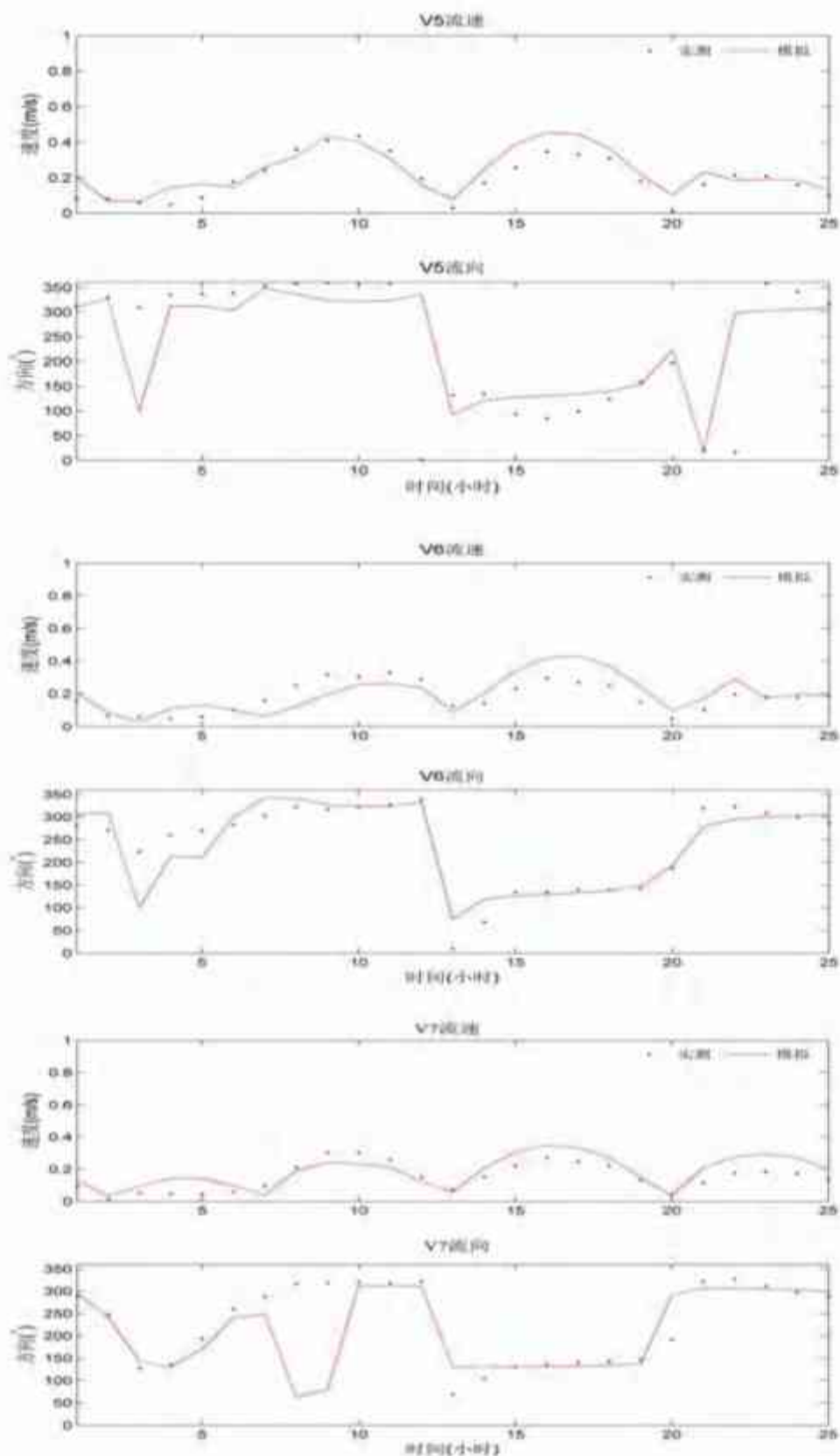
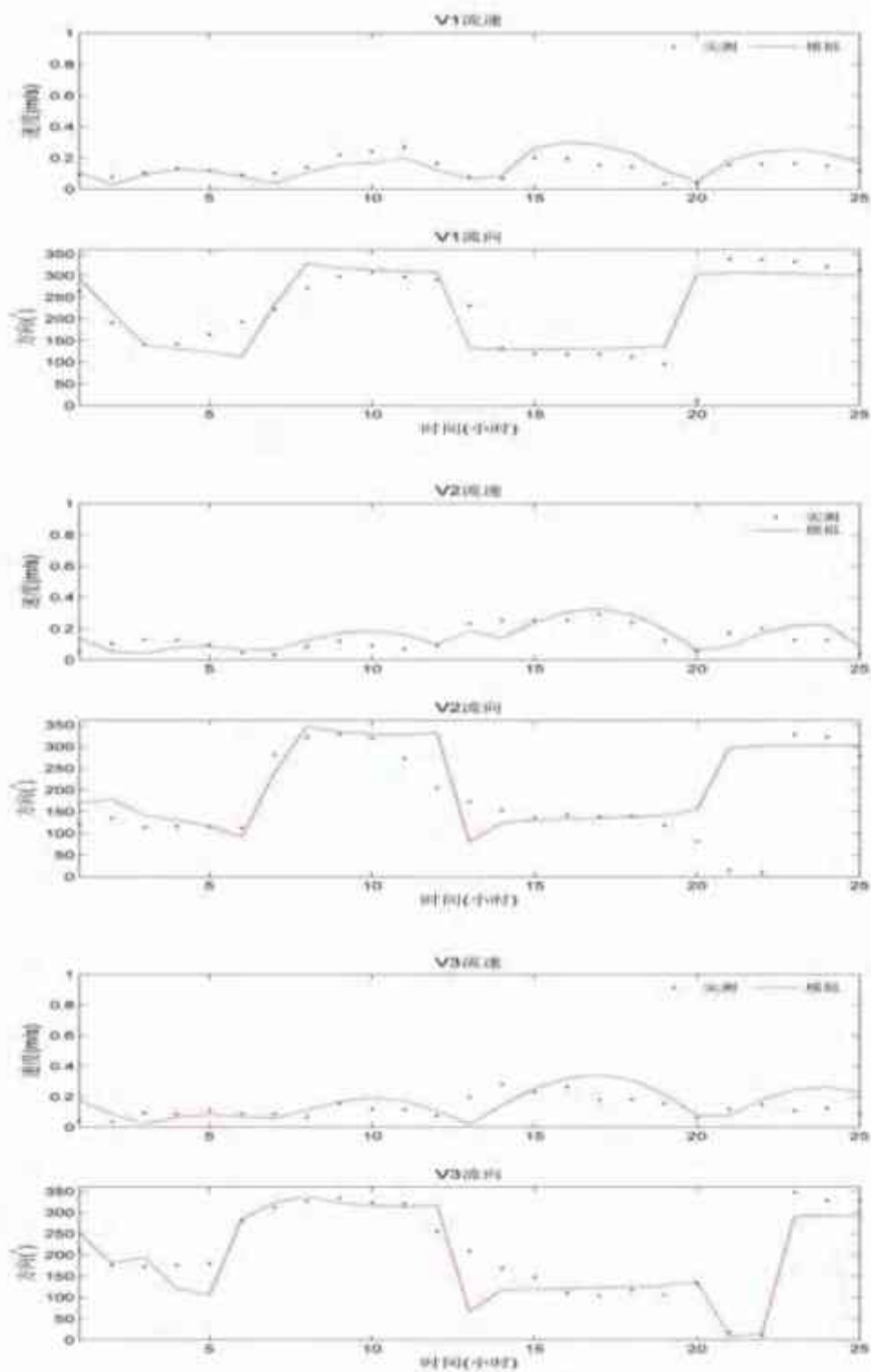
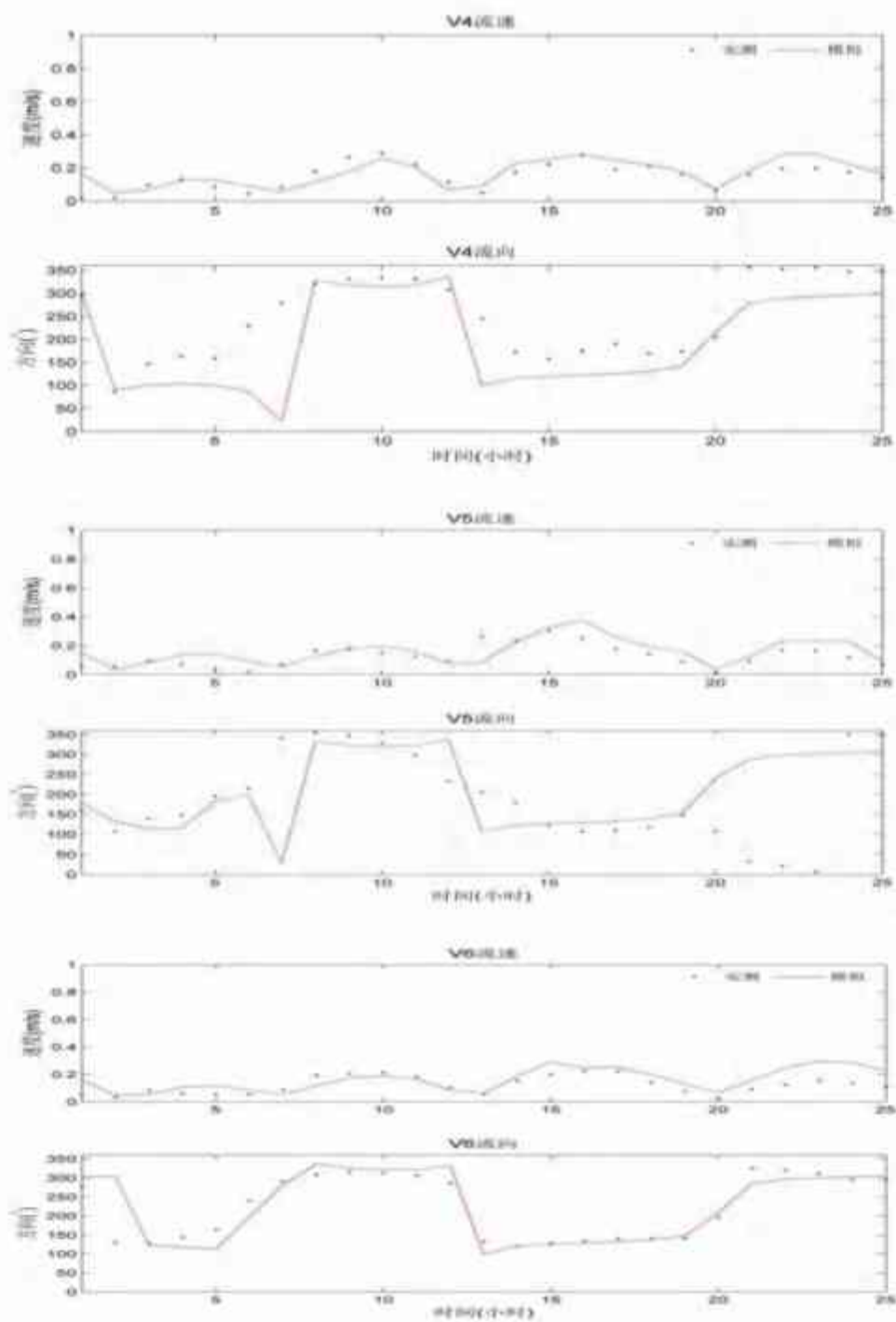


图 6.1.2-3a 2024 年 12 月表层流速流向验证图 (·表示实测值, —表示模拟值)





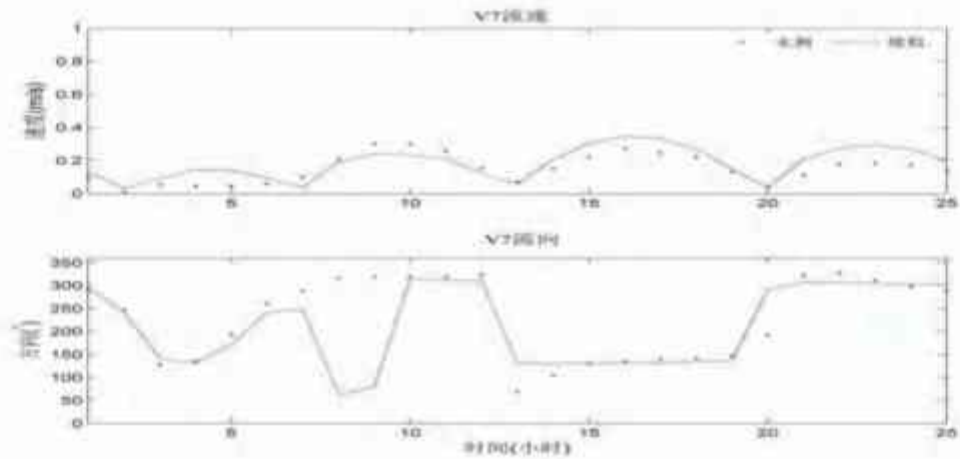
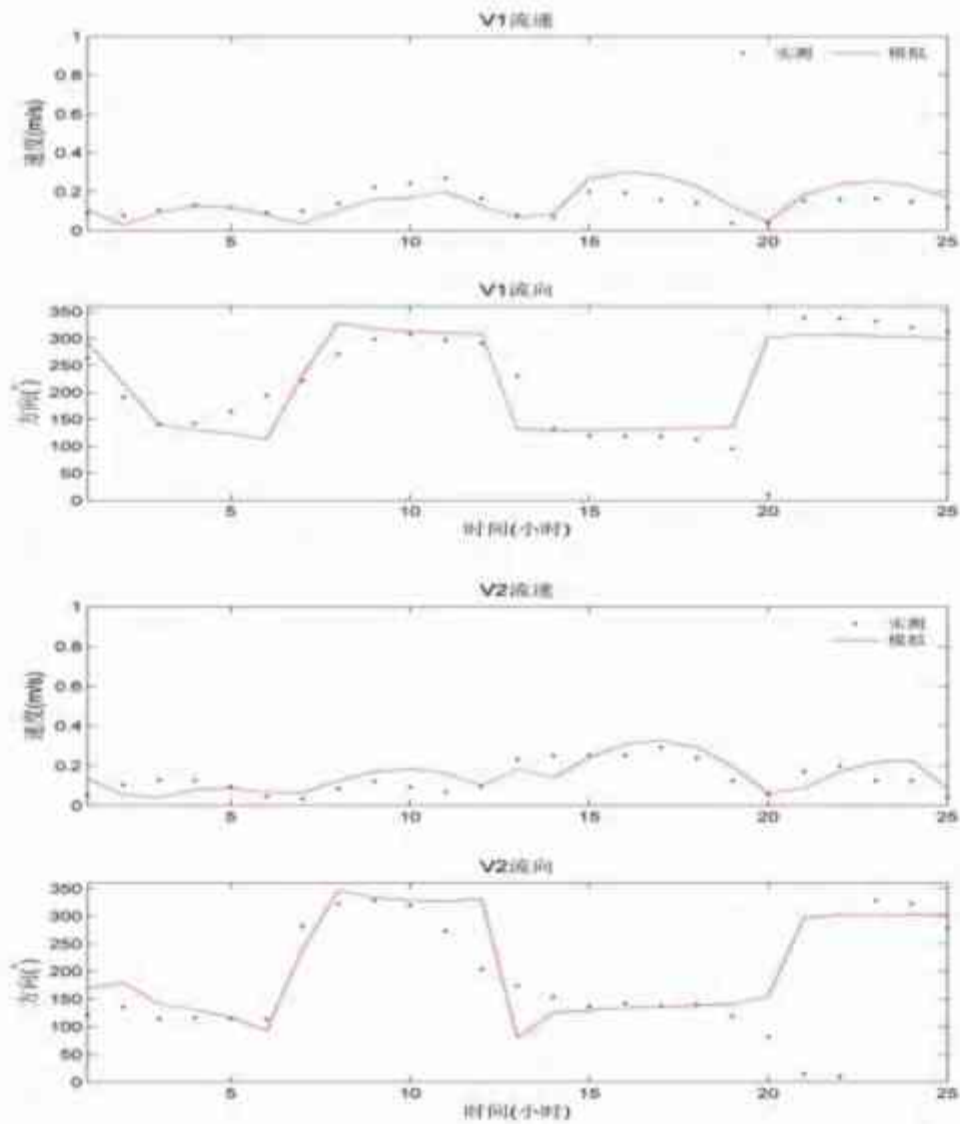
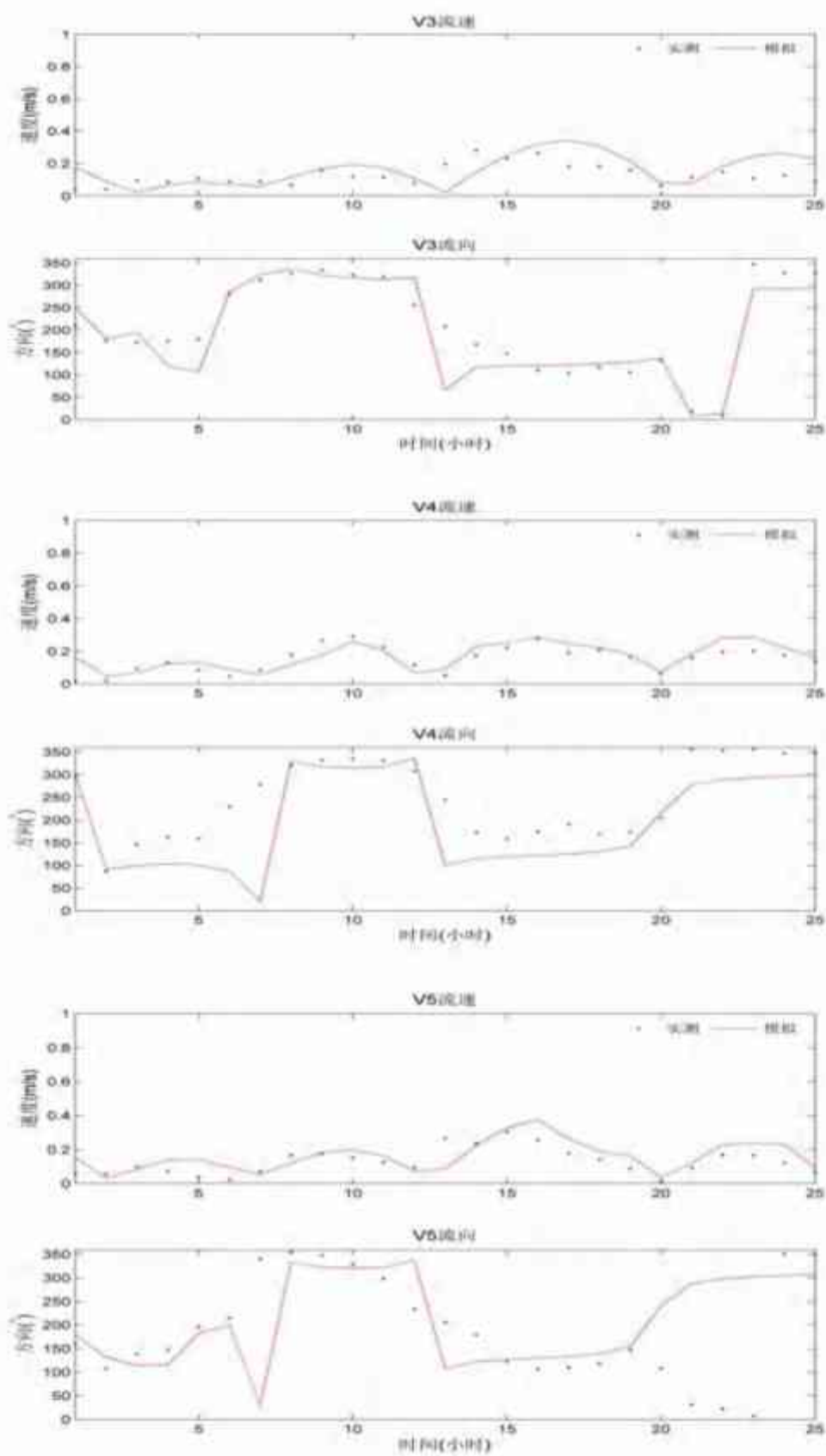


图 6.1.2-3b 2024 年 12 月中层流速流向验证图 (·表示实测值, —表示模拟值)





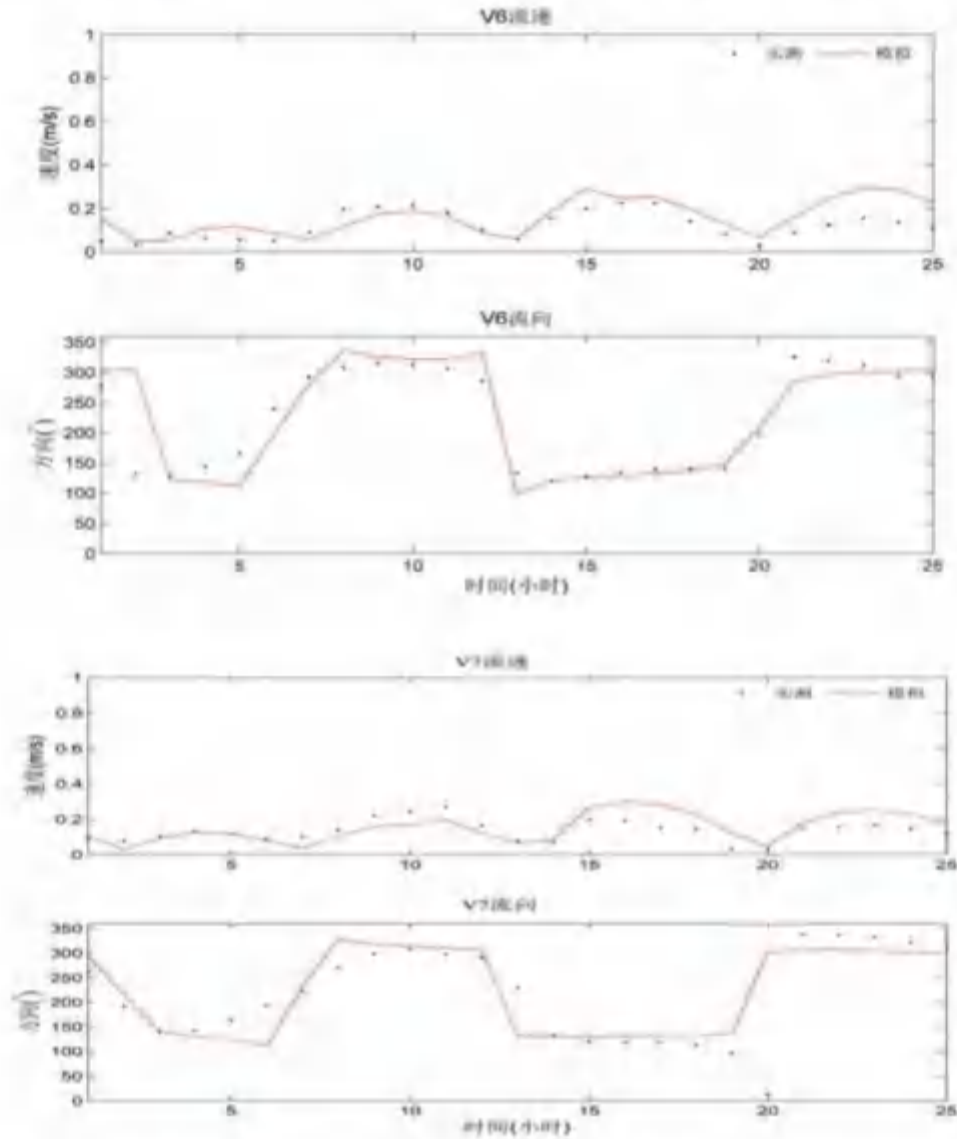


图 6.1.2-3c 2024 年 12 月底层流速流向验证图（·表示实测值，—表示模拟值）

6.1.3. 潮流动力变化分析

(1) 工程后采砂区地形处理

工程后项目所在海域的流场模拟需要对采砂区的地形进行浚深处理。根据本矿区的海砂开采量，估算采砂区平均开挖深度为 18.4m，则工程后采砂区地形在现状水深基础上增加 18.4m，工程后工程区域地形如图 1.3-1a。

考虑到本项目（JM24-02 采砂区）与 JM24-01 采砂区相邻，本报告分析 JM24-02 采砂区单独采砂对潮流动力影响以及两个采砂区同时采砂对潮流的影响。为了解项目采砂对附近海域潮流动力的影响，在采砂区周边水域选取 30 个代表点分别对比工程前后涨急和落急潮流流速、流向的变化情况，并分别绘制工程前后涨急和落急流场对比图。各代表点具体位置分布见图 6.1.3-1b。

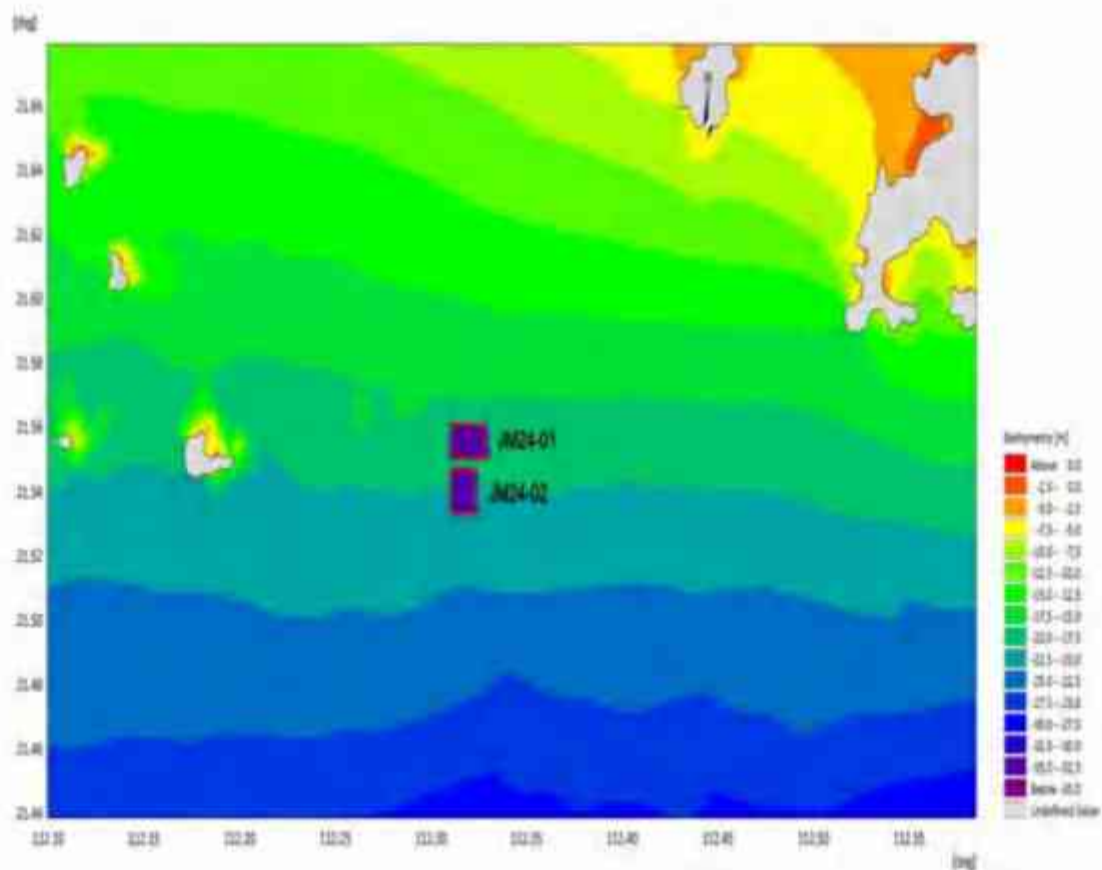


图 6.1.3-1a 工后工程区域地形分布图

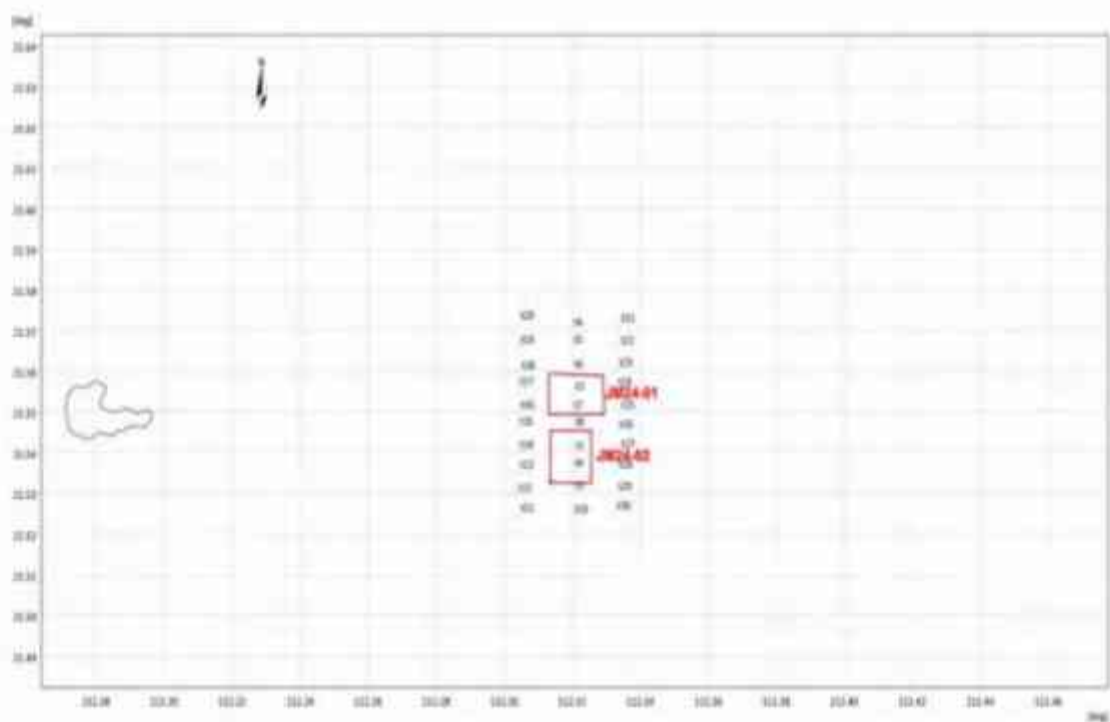


图 6.1.3-1b 项目附近代表点位置示意图

(2) JM24-02 采砂区对潮流动力的影响

JM24-02 矿区单独采砂情况下,工程前后各代表点涨急和落急流速、流向对比结果见表6.1.3-1~表6.1.3-4。工程附近海域涨、落急流场对比见图6.1.3-2和图6.1.3-3。其中工程前后涨落急流场对比以蓝色箭头表示工程前流场,红色矢量箭头表示工程后流场,工程前后两个流场放在一起,可以清楚地反应工程前后的流场变化情况。从各代表点涨急和落急流速对比结果可以看出,工程后采砂区内 T1 和 T9 代表点涨、落急流速明显减缓,流速减小分别为 0.09m/s 和 0.08m/s,落急流速减小值大于涨急。采砂区周边各代表点涨落急流速变化有增有减,变化范围在 -0.07m/s ~0.015 m/s 之间,越靠近采砂区,代表点流速变化越大。从各代表点涨急和落急流向对比结果可以看出,工程后采砂区内 T1 和 T9 代表点涨落急流向均有所变化,涨急流向分别偏转 0.97° (表层) /0.2° (底层) 和偏转 3.39° (表层) /-2.20° (底层),落急流向分别偏转 -7.33° (表层) /-8.67° (底层) 和偏转 -4.75° (表层) /2.87° (底层);采砂区周边各代表点涨落急流向变化值在 -4.81°~9.75° 之间,越靠近采砂区,代表点流向变化越大。

从工程前后涨、落急流场对比图可以看出,采砂区开挖对附近海域潮流动力的影响主要集中在采砂区周边,离采砂区越远,潮流影响越小。采砂工程前后流速变化大于 0.01m/s 的影响范围仅限于采砂坑周边 2.41km。由于工程后采砂区浚深,采砂区内涨落急流速明显减小,流向略有变化,工程后涨急流速减小幅度比落急幅度小。

表 6.1.3-1 代表点涨急流速、流向对比 (表层)

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3231	0.2305	-0.0926	298.6617	299.6369	0.9752
T2	0.3230	0.3092	-0.0139	299.5612	301.0945	1.5332
T3	0.3182	0.3014	-0.0168	297.5880	307.0716	9.4836
T4	0.3280	0.3251	-0.0029	301.5832	302.0909	0.5076
T5	0.3268	0.3227	-0.0041	301.1203	302.0000	0.6520
T6	0.3244	0.3177	-0.0067	300.1508	301.1117	0.9609
T7	0.3226	0.3095	-0.0132	299.4180	302.0903	2.6723
T8	0.3236	0.2458	-0.0779	299.1797	300.9799	1.8002
T9	0.3206	0.2362	-0.0845	298.1420	301.5380	3.3959
T10	0.3165	0.3085	-0.0080	297.2883	302.1894	4.9011
T11	0.3069	0.2910	-0.0159	296.9852	296.2902	-0.6950
T12	0.3086	0.2933	-0.0153	297.4608	294.1829	-3.2779

T13	0.3091	0.3094	0.0003	297.9850	293.1716	-4.8134
T14	0.3094	0.3249	0.0155	298.3758	293.8890	-4.4868
T15	0.3105	0.3303	0.0198	298.7671	297.0397	-1.7275
T16	0.3118	0.3204	0.0086	298.8290	299.1585	0.3295
T17	0.3127	0.3205	0.0077	299.0994	300.2413	1.1419
T18	0.3129	0.3171	0.0042	299.4862	300.5886	1.1024
T19	0.3111	0.3126	0.0014	300.8601	301.6967	0.8365
T20	0.3149	0.3156	0.0007	302.1527	302.7692	0.6165
T21	0.3378	0.3348	-0.0030	302.0141	302.0467	0.0327
T22	0.3354	0.3312	-0.0042	301.3775	301.3615	-0.0160
T23	0.3333	0.3278	-0.0055	300.7679	300.5003	-0.2676
T24	0.3322	0.3254	-0.0068	300.4321	299.7394	-0.6927
T25	0.3316	0.3273	-0.0043	300.0929	298.6170	-1.4759
T26	0.3289	0.3291	0.0002	299.7297	297.6441	-2.0856
T27	0.3283	0.3353	0.0070	299.0731	297.2998	-1.7733
T28	0.3277	0.3421	0.0145	298.5494	298.2079	-0.3415
T29	0.3255	0.3358	0.0103	298.0269	299.0983	1.0714
T30	0.3240	0.3290	0.0050	297.5450	299.2851	1.7401

表 6.1.3-2 代表点落急流速、流向对比（表层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.4107	0.2397	-0.1710	130.3026	131.1884	0.8858
T2	0.4029	0.3864	-0.0165	131.4314	135.0135	3.5821
T3	0.4087	0.4259	0.0173	129.2490	134.9270	5.6780
T4	0.4030	0.4003	-0.0027	133.8114	134.7677	0.9563
T5	0.4033	0.3997	-0.0036	133.0000	134.6394	1.2135
T6	0.4017	0.3939	-0.0077	132.2788	134.3563	2.0775
T7	0.4046	0.3816	-0.0230	131.0859	137.5649	6.4790
T8	0.4082	0.3478	-0.0605	130.8487	133.3680	2.5193
T9	0.4087	0.3200	-0.0887	129.7085	128.1867	-1.5218
T10	0.4093	0.4155	0.0063	128.9585	131.5116	2.5531
T11	0.4052	0.3914	-0.0138	128.7241	128.1712	-0.5529
T12	0.4048	0.3890	-0.0158	129.1498	127.1474	-2.0025
T13	0.4040	0.3927	-0.0113	129.6472	125.2153	-4.4318
T14	0.4014	0.4123	0.0109	130.0780	125.4239	-4.6541
T15	0.3995	0.4265	0.0269	130.4969	128.3225	-2.1744
T16	0.3959	0.4201	0.0242	130.7702	131.1976	0.4274
T17	0.3950	0.4069	0.0119	131.4016	132.7709	1.3694
T18	0.3944	0.4014	0.0071	132.1407	133.2390	1.0984
T19	0.3928	0.3968	0.0040	133.5473	134.4176	0.8703

T20	0.3983	0.4004	0.0021	134.1735	134.8032	0.6297
T21	0.4056	0.4007	-0.0050	134.1151	134.4990	0.3839
T22	0.4070	0.3998	-0.0073	133.3101	133.7707	0.4607
T23	0.4064	0.3960	-0.0104	132.5366	132.8168	0.2802
T24	0.4082	0.3931	-0.0152	131.9579	131.7390	-0.2189
T25	0.4097	0.3931	-0.0167	131.4938	129.8351	-1.6587
T26	0.4101	0.3968	-0.0133	131.2297	127.8922	-3.3375
T27	0.4101	0.4130	0.0029	130.5937	126.6890	-3.9047
T28	0.4116	0.4267	0.0151	130.0884	127.1032	-2.9851
T29	0.4114	0.4284	0.0171	129.5194	128.3987	-1.1207
T30	0.4120	0.4200	0.0078	129.1034	129.2415	0.1381

表 6.1.3-3 代表点涨急流速、流向对比（中层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3069	0.2189	-0.0880	298.6187	299.3195	0.7007
T2	0.3061	0.2929	-0.0132	299.4776	301.1099	1.6324
T3	0.3028	0.2865	-0.0162	297.5685	307.1907	9.6223
T4	0.3100	0.3073	-0.0027	301.5013	302.0376	0.5363
T5	0.3090	0.3053	-0.0037	301.0412	301.7345	0.6933
T6	0.3071	0.3009	-0.0063	300.0654	301.1008	1.0353
T7	0.3058	0.2929	-0.0129	299.3464	302.0628	2.7164
T8	0.3069	0.2329	-0.0740	299.1189	300.6779	1.5590
T9	0.3048	0.2241	-0.0806	298.1036	301.3363	3.2326
T10	0.3013	0.2936	-0.0077	297.2837	302.2799	4.9962
T11	0.2926	0.2779	-0.0147	297.0122	296.3212	-0.6910
T12	0.2940	0.2800	-0.0140	297.4671	294.2047	-3.2624
T13	0.2942	0.2955	0.0013	297.9724	293.1321	-4.8403
T14	0.2941	0.3112	0.0172	298.3471	293.9222	-4.4250
T15	0.2948	0.3162	0.0213	298.7259	297.1090	-1.6169
T16	0.2959	0.3060	0.0101	298.7688	299.2559	0.4870
T17	0.2965	0.3042	0.0077	299.0284	300.2448	1.2164
T18	0.2965	0.3007	0.0042	299.4169	300.5444	1.1276
T19	0.2945	0.2960	0.0015	300.8011	301.6457	0.8445
T20	0.2979	0.2987	0.0008	302.1012	302.7182	0.6171
T21	0.3189	0.3160	-0.0029	301.9144	301.9596	0.0453
T22	0.3170	0.3129	-0.0040	301.2790	301.2813	0.0023
T23	0.3152	0.3099	-0.0053	300.6688	300.4144	-0.2544
T24	0.3144	0.3077	-0.0067	300.3387	299.6437	-0.6950
T25	0.3141	0.3097	-0.0044	300.0093	298.4910	-1.5183
T26	0.3118	0.3117	-0.0001	299.6615	297.4934	-2.1681

T27	0.3114	0.3180	0.0066	299.0112	297.1502	-1.8610
T28	0.3110	0.3249	0.0139	298.4996	298.1162	-0.3833
T29	0.3093	0.3194	0.0101	297.9873	299.0805	1.0932
T30	0.3081	0.3132	0.0050	297.5272	299.3143	1.7871

表 6.1.3-4 代表点落急流速、流向对比（中层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3869	0.2808	-0.1061	130.0626	130.7220	0.6595
T2	0.3794	0.3625	-0.0169	131.1844	134.7751	3.5907
T3	0.3852	0.4043	0.0191	128.9860	134.6342	5.6482
T4	0.3789	0.3762	-0.0027	133.6109	134.5821	0.9712
T5	0.3792	0.3755	-0.0037	133.2104	134.4451	1.2347
T6	0.3779	0.3701	-0.0078	132.0347	134.1415	2.1068
T7	0.3811	0.3568	-0.0243	130.8487	137.2423	6.3936
T8	0.3846	0.3236	-0.0610	130.6160	132.8173	2.2013
T9	0.3850	0.3041	-0.0809	129.4529	127.7220	-1.7309
T10	0.3859	0.3926	0.0067	128.6938	131.2480	2.5542
T11	0.3822	0.3689	-0.0133	128.4623	127.9484	-0.5139
T12	0.3818	0.3662	-0.0155	128.8932	126.8821	-2.0111
T13	0.3809	0.3692	-0.0117	129.3979	124.8750	-4.5229
T14	0.3783	0.3877	0.0094	129.8345	125.0727	-4.7619
T15	0.3764	0.4015	0.0251	130.2597	128.0314	-2.2282
T16	0.3729	0.3959	0.0229	130.5290	130.9799	0.4509
T17	0.3717	0.3831	0.0114	131.1523	132.5887	1.4364
T18	0.3709	0.3776	0.0067	131.8972	133.0471	1.1499
T19	0.3689	0.3727	0.0038	133.3559	134.2623	0.9064
T20	0.3741	0.3761	0.0020	134.0377	134.6898	0.6520
T21	0.3814	0.3766	-0.0048	133.9020	134.2721	0.3701
T22	0.3828	0.3758	-0.0070	133.0809	133.5158	0.4349
T23	0.3824	0.3724	-0.0100	132.2960	132.5240	0.2280
T24	0.3843	0.3699	-0.0143	131.7173	131.4016	-0.3157
T25	0.3858	0.3707	-0.0151	131.2532	129.4604	-1.7928
T26	0.3862	0.3750	-0.0112	130.9839	127.5553	-3.4286
T27	0.3863	0.3905	0.0042	130.3353	126.4501	-3.8852
T28	0.3878	0.4040	0.0162	129.8236	126.9142	-2.9095
T29	0.3877	0.4050	0.0173	129.2484	128.2159	-1.0325
T30	0.3886	0.3968	0.0082	128.8313	129.0312	0.2000

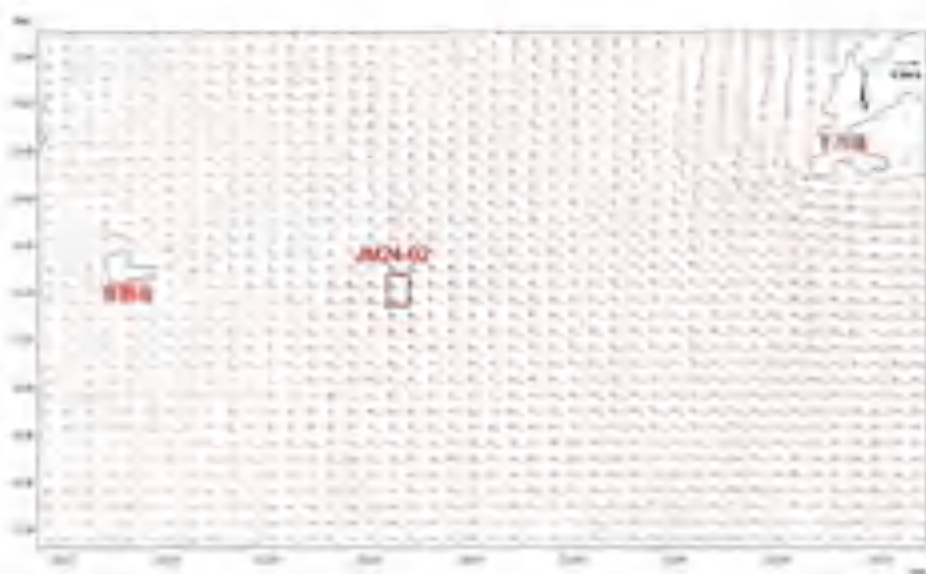
表 6.1.3-5 代表点涨急流速、流向对比（底层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.2708	0.1935	-0.0774	298.4887	298.6898	0.2011
T2	0.2691	0.2576	-0.0115	299.2942	301.0807	1.7865
T3	0.2679	0.2522	-0.0156	297.4556	307.2922	9.8365
T4	0.2714	0.2691	-0.0022	301.3380	301.9087	0.5707
T5	0.2708	0.2678	-0.0030	301.0000	301.6256	0.7437
T6	0.2697	0.2643	-0.0053	299.8878	301.0234	1.1356
T7	0.2690	0.2574	-0.0117	299.1751	301.9912	2.8161
T8	0.2702	0.2054	-0.0649	298.9631	300.0970	1.1339
T9	0.2693	0.1973	-0.0721	297.9719	300.8510	2.8791
T10	0.2669	0.2596	-0.0073	297.1875	302.3412	5.1538
T11	0.2596	0.2472	-0.0125	296.9474	296.1968	-0.7506
T12	0.2604	0.2490	-0.0114	297.3783	294.0740	-3.3043
T13	0.2603	0.2630	0.0027	297.8641	292.9694	-4.8948
T14	0.2598	0.2780	0.0183	298.2222	293.8832	-4.3390
T15	0.2601	0.2817	0.0217	298.5878	297.1164	-1.4714
T16	0.2607	0.2718	0.0111	298.6073	299.2645	0.6572
T17	0.2609	0.2680	0.0071	298.8571	300.1331	1.2760
T18	0.2605	0.2645	0.0040	299.2519	300.3869	1.1350
T19	0.2584	0.2600	0.0015	300.6590	301.5013	0.8422
T20	0.2612	0.2620	0.0008	301.9786	302.5888	0.6102
T21	0.2789	0.2764	-0.0025	301.7345	301.7975	0.0630
T22	0.2776	0.2740	-0.0036	301.0979	301.1271	0.0292
T23	0.2764	0.2716	-0.0049	300.4803	300.2494	-0.2309
T24	0.2759	0.2697	-0.0062	300.1543	299.4615	-0.6927
T25	0.2761	0.2717	-0.0044	299.8386	298.2572	-1.5814
T26	0.2743	0.2738	-0.0005	299.5103	297.2070	-2.3033
T27	0.2742	0.2800	0.0057	298.8622	296.8523	-2.0099
T28	0.2743	0.2869	0.0126	298.3620	297.9106	-0.4515
T29	0.2732	0.2827	0.0094	297.8590	298.9946	1.1356
T30	0.2730	0.2774	0.0048	297.4224	299.2971	1.8747

表 6.1.3-6 表点落急流速、流向对比（底层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3377	0.2477	-0.0900	129.7028	129.9818	0.2790
T2	0.3310	0.3145	-0.0165	130.8154	134.4159	3.6005
T3	0.3367	0.3579	0.0212	128.5918	134.2761	5.6843
T4	0.3297	0.3271	-0.0026	133.3055	134.2990	0.9935
T5	0.3300	0.3264	-0.0036	133.0000	134.1483	1.2651
T6	0.3292	0.3216	-0.0076	131.6657	133.8166	2.1509
T7	0.3327	0.3079	-0.0248	130.4980	136.7553	6.2573
T8	0.3358	0.2766	-0.0592	130.2728	131.8909	1.6180
T9	0.3362	0.2711	-0.0651	129.0662	127.0471	-2.0191
T10	0.3376	0.3445	0.0069	128.2984	130.8384	2.5399
T11	0.3344	0.3224	-0.0120	128.0681	127.6349	-0.4332

T12	0.3340	0.3195	-0.0145	128.5070	126.5022	-2.0048
T13	0.3330	0.3213	-0.0117	129.0227	124.3404	-4.6822
T14	0.3305	0.3377	0.0072	129.4678	124.4986	-4.9693
T15	0.3287	0.3506	0.0219	129.9062	127.5622	-2.3440
T16	0.3255	0.3461	0.0206	130.1703	130.6584	0.4882
T17	0.3240	0.3342	0.0103	130.7776	132.3240	1.5464
T18	0.3229	0.3290	0.0060	131.5259	132.7583	1.2324
T19	0.3205	0.3238	0.0033	133.0500	134.0148	0.9649
T20	0.3249	0.3266	0.0017	133.8223	134.5093	0.6870
T21	0.3318	0.3274	-0.0043	133.5823	133.9312	0.3489
T22	0.3332	0.3269	-0.0063	132.7354	133.1313	0.3959
T23	0.3331	0.3242	-0.0089	131.9350	132.0817	0.1467
T24	0.3351	0.3225	-0.0126	131.3592	130.8945	-0.4647
T25	0.3367	0.3243	-0.0124	130.8962	128.9035	-1.9928
T26	0.3370	0.3292	-0.0078	130.6160	127.0740	-3.5420
T27	0.3373	0.3430	0.0057	129.9457	126.1252	-3.8205
T28	0.3389	0.3552	0.0164	129.4283	126.6626	-2.7657
T29	0.3390	0.3553	0.0163	128.8422	127.9426	-0.8995
T30	0.3400	0.3477	0.0079	128.4245	128.6938	0.2693



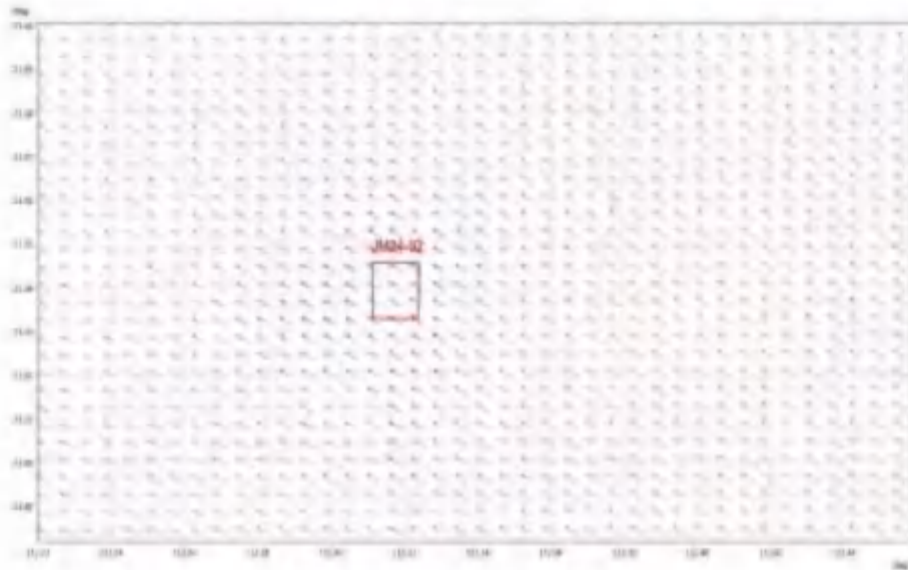


图 6.1.3-2a 工程海域涨急流场对比
(表层 蓝色箭头表示工程前流场, 红色箭头表示工程后流场, 下同)

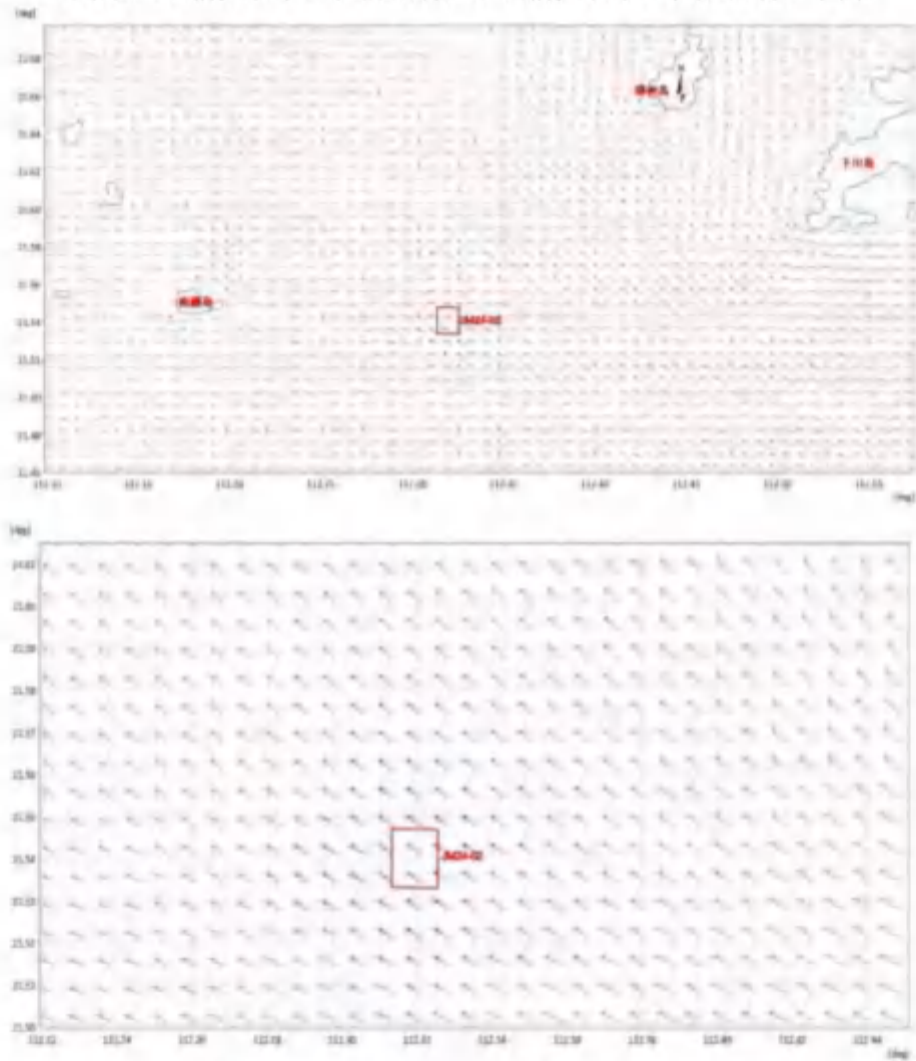


图 6.1.3-2b 工程海域涨急流场对比 (中层)

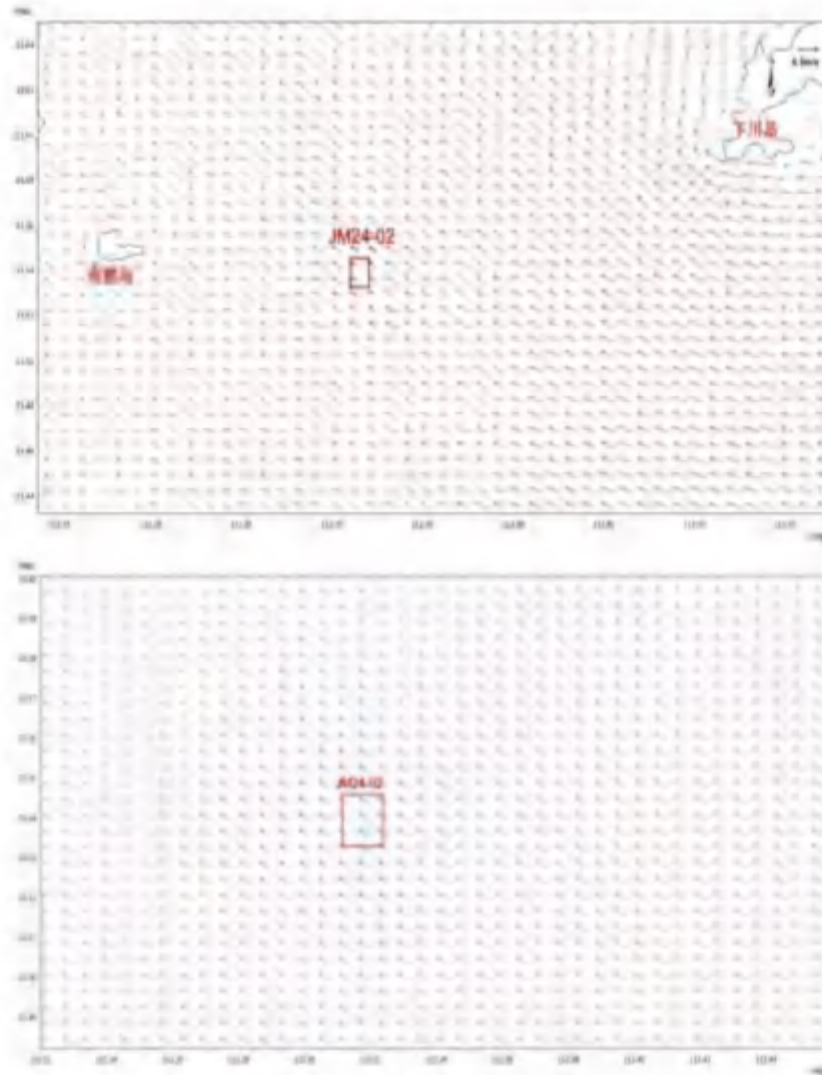


图 6.1.3-2c 工程海域涨急流场对比（底层）

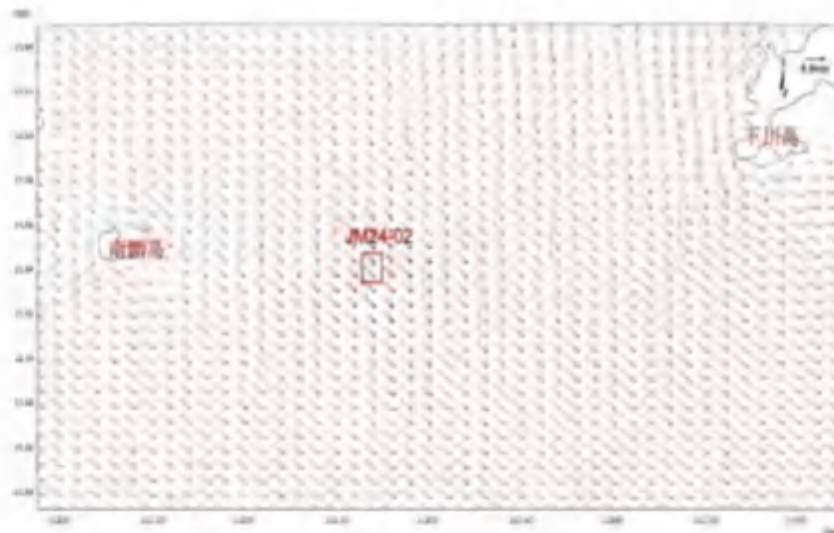




图 6.1.3-3a 工程海域落急流场对比（表层）

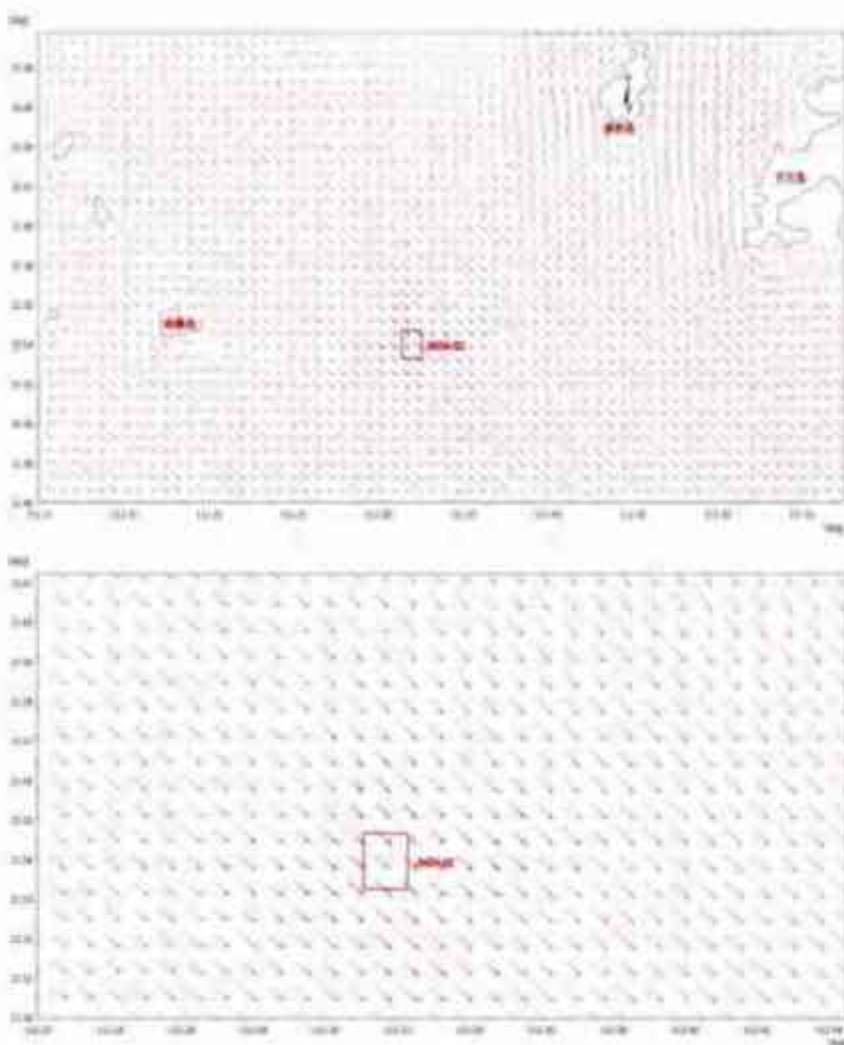


图6.1.3-3b 工程海域落急流场对比（中层）

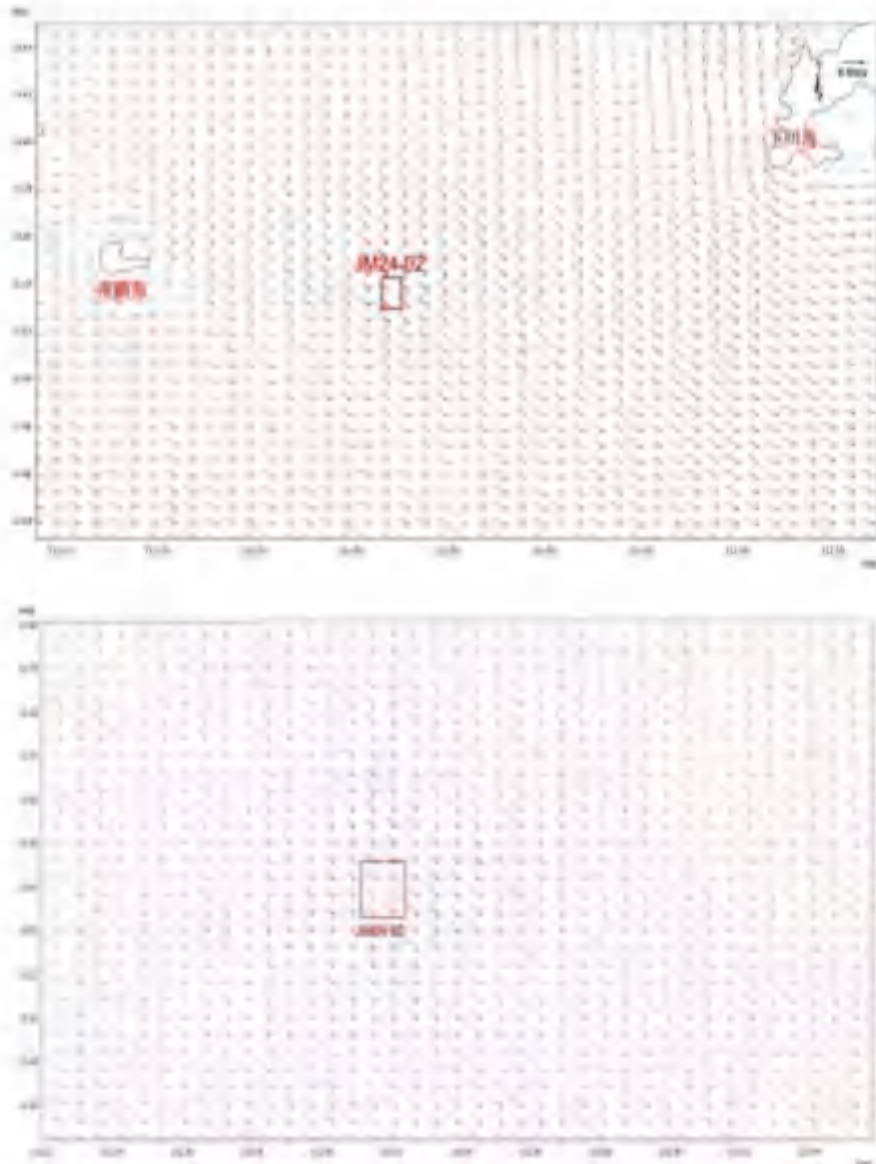


图 6.1.3-3c 工程海域落急流场对比（底层）

（3）两采砂区对潮流的叠加影响

两采砂区同时采砂情况下，工程前后各代表点涨急和落急流速、流向对比结果见表6.1.3-5～表6.1.3-8，工程附近海域涨、落急流场变化对比图6.1.3-4和图6.1.3-5。从各代表点涨急和落急流速对比结果可以看出，工程后2个采砂区内代表点（T1、T2、T6和T9）涨落急流速明显减小，涨急流速减小0.011m/s~0.099m/s，落急流速减小0.01m/s~0.0803m/s；采砂区周边各代表点涨落急流速变化有增有减，变化范围在-0.023m/s~0.028 m/s 之间，越靠近采砂区，代表点流速变化越大。从各代表点涨急和落急流向对比结果可以看出，工程后采砂区内代表点涨落急流向有所变化，两采砂区内涨急流向最大变化出现在T8代表点，流向分别偏转10.5

(表层)和 10.35° (底层)；落急流向最大变化出现在T3代表点，流向分别偏转 6.03° (表层)和 6.15° (底层)。采砂区周边各代表点涨落急流向变化值在 -6.33° ~ 9.72° 之间，越靠近采砂区，代表点流向变化越大。

从涨、落急流场对比图，采砂区采砂对附近海域潮流动力的影响主要集中在两采砂区周边附近范围内，离采砂区越远，潮流影响越小。两个采砂区同时采砂前后流速变化大于 0.01m/s 的影响范围在采砂坑周边 3.75km 以内。

(3) 小结

通过采用数学模型对JM24-01矿区所在海域的采砂工程进行海洋环境影响模拟分析，结果显示采砂工程实施后对海域水动力条件的影响主要集中在海砂开采区周边范围。总体上来看采砂对流场影响较小，对周边海域不会造成明显影响，且采砂工期短，结束后可恢复正常。两个采砂区同时开挖对附近海域潮流动力的影响也主要集中在采砂区周边海域，离采砂区越远，潮流影响越小。

表 6.1.3-7 代表点涨急流速、流向对比 (表层, 两采砂区同施工)

采样点	流速 (m/s)			流向 ($^{\circ}$)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3231	0.2264	-0.0968	298.6617	303.2276	4.5659
T2	0.3230	0.2239	-0.0991	299.5612	296.0295	-3.5317
T3	0.3182	0.3009	-0.0174	297.5880	307.3042	9.7162
T4	0.3280	0.3163	-0.0118	301.5832	304.3684	2.7851
T5	0.3268	0.3201	-0.0067	301.1203	305.1252	4.0000
T6	0.3244	0.2477	-0.0767	300.1508	299.0616	-1.0892
T7	0.3226	0.3173	-0.0054	299.4180	297.9260	-1.4920
T8	0.3236	0.2247	-0.0990	299.1797	309.6871	10.5075
T9	0.3206	0.2275	-0.0931	298.1420	303.2534	5.1114
T10	0.3165	0.3068	-0.0097	297.2883	303.1113	5.8230
T11	0.3069	0.2863	-0.0207	296.9852	296.9491	-0.0361
T12	0.3086	0.2852	-0.0234	297.4608	294.7656	-2.6952
T13	0.3091	0.2964	-0.0127	297.9850	293.0519	-4.9332
T14	0.3094	0.3070	-0.0024	298.3758	293.0696	-5.3062
T15	0.3105	0.3122	0.0017	298.7671	293.9216	-4.8455
T16	0.3118	0.3254	0.0136	298.8290	293.2438	-5.5852
T17	0.3127	0.3409	0.0281	299.0994	295.1025	-3.9970
T18	0.3129	0.3366	0.0237	299.4862	298.3512	-1.1350
T19	0.3111	0.3320	0.0209	300.8601	302.2049	1.3447
T20	0.3149	0.3254	0.0105	302.1527	303.8876	1.7349
T21	0.3378	0.3249	-0.0129	302.0141	301.5941	-0.4200

T22	0.3354	0.3149	-0.0205	301.3775	300.0929	-1.2846
T23	0.3333	0.3130	-0.0203	300.7679	294.8091	-5.9588
T24	0.3322	0.3557	0.0235	300.4321	294.1021	-6.3300
T25	0.3316	0.3655	0.0339	300.0929	299.2673	-0.8256
T26	0.3289	0.3431	0.0142	299.7297	301.6342	1.9045
T27	0.3283	0.3399	0.0116	299.0731	300.1543	1.0812
T28	0.3277	0.3430	0.0154	298.5494	300.1451	1.5957
T29	0.3255	0.3369	0.0114	298.0269	300.3342	2.3073
T30	0.3240	0.3298	0.0059	297.5450	300.1783	2.6333

表 6.1.3-8 代表点落急流速、流向对比（表层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.4107	0.3298	-0.0809	130.3026	132.4002	2.0976
T2	0.4029	0.3289	-0.0740	131.4314	127.4029	-4.0285
T3	0.4087	0.4175	0.0088	129.2490	135.2834	6.0344
T4	0.4030	0.3946	-0.0084	133.8114	138.7005	4.8890
T5	0.4033	0.3933	-0.0100	133.4258	140.4113	6.9900
T6	0.4017	0.3693	-0.0324	132.2788	129.5566	-2.7221
T7	0.4046	0.3429	-0.0617	131.0859	135.7486	4.6627
T8	0.4082	0.3436	-0.0647	130.8487	138.1522	7.3035
T9	0.4087	0.3212	-0.0874	129.7085	128.7608	-0.9477
T10	0.4093	0.4112	0.0019	128.9585	132.1287	3.1702
T11	0.4052	0.3868	-0.0184	128.7241	128.3580	-0.3661
T12	0.4048	0.3829	-0.0219	129.1498	127.2837	-1.8661
T13	0.4040	0.3830	-0.0210	129.6472	125.1672	-4.4800
T14	0.4014	0.3990	-0.0024	130.0780	124.8017	-5.2764
T15	0.3995	0.4086	0.0091	130.4969	126.6002	-3.8967
T16	0.3959	0.4025	0.0065	130.7702	126.8592	-3.9110
T17	0.3950	0.4203	0.0252	131.4016	126.7520	-4.6496
T18	0.3944	0.4353	0.0409	132.1407	130.2213	-1.9194
T19	0.3928	0.4185	0.0257	133.5473	135.0519	1.5046
T20	0.3983	0.4121	0.0139	134.1735	135.6564	1.4828
T21	0.4056	0.3824	-0.0233	134.1151	135.0364	0.9213
T22	0.4070	0.3669	-0.0401	133.3101	133.9638	0.6537
T23	0.4064	0.3612	-0.0452	132.5366	127.4098	-5.1268
T24	0.4082	0.4011	-0.0072	131.9579	122.8078	-9.1501
T25	0.4097	0.4308	0.0211	131.4938	125.9665	-5.5273
T26	0.4101	0.4181	0.0080	131.2297	128.1873	-3.0424
T27	0.4101	0.4296	0.0195	130.5937	127.7152	-2.8785
T28	0.4116	0.4314	0.0198	130.0883	128.2595	-1.8289

T29	0.4114	0.4317	0.0203	129.5194	129.4822	-0.0372
T30	0.4122	0.4198	0.0077	129.1034	130.0505	0.9471

表 6.1.3-9 代表点涨急流速、流向对比（中层，两采砂区同施工）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3069	0.2155	-0.0914	298.6187	303.0488	4.4301
T2	0.3061	0.2151	-0.0910	299.4776	295.9694	-3.5082
T3	0.3028	0.2861	-0.0167	297.5685	307.4451	9.8766
T4	0.3100	0.2992	-0.0108	301.5013	304.4514	2.9502
T5	0.3090	0.3029	-0.0061	301.0412	305.2857	4.2445
T6	0.3071	0.2363	-0.0708	300.0654	299.1493	-0.9162
T7	0.3058	0.3017	-0.0041	299.3464	298.0074	-1.3390
T8	0.3069	0.2129	-0.0940	299.1189	309.6241	10.5052
T9	0.3048	0.2164	-0.0884	298.1036	303.1720	5.0684
T10	0.3013	0.2920	-0.0094	297.2837	303.2081	5.9244
T11	0.2926	0.2735	-0.0192	297.0122	296.9841	-0.0281
T12	0.2940	0.2724	-0.0216	297.4671	294.7965	-2.6706
T13	0.2942	0.2831	-0.0110	297.9724	293.0307	-4.9418
T14	0.2941	0.2945	0.0004	298.3471	293.1011	-5.2460
T15	0.2948	0.2995	0.0047	298.7259	294.0116	-4.7143
T16	0.2959	0.3109	0.0150	298.7688	293.3481	-5.4208
T17	0.2965	0.3266	0.0301	299.0284	295.1208	-3.9076
T18	0.2965	0.3220	0.0255	299.4169	298.3861	-1.0308
T19	0.2945	0.3153	0.0208	300.8011	302.2736	1.4725
T20	0.2979	0.3082	0.0103	302.1012	303.8653	1.7641
T21	0.3189	0.3065	-0.0124	301.9144	301.5351	-0.3793
T22	0.3170	0.2970	-0.0200	301.2790	300.0047	-1.2743
T23	0.3152	0.2951	-0.0201	300.6688	294.5920	-6.0768
T24	0.3144	0.3353	0.0209	300.3387	293.9159	-6.4229
T25	0.3141	0.3455	0.0314	300.0093	299.1819	-0.8274
T26	0.3118	0.3250	0.0132	299.6615	301.5907	1.9291
T27	0.3114	0.3224	0.0110	299.0112	300.0872	1.0760
T28	0.3110	0.3258	0.0148	298.4996	300.1067	1.6071
T29	0.3093	0.3204	0.0111	297.9873	300.3491	2.3617
T30	0.3081	0.3139	0.0058	297.5272	300.2287	2.7015

表 6.1.3-10 代表点落急流速、流向对比（中层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3869	0.2821	-0.1048	130.0626	132.0078	1.9452
T2	0.3794	0.2715	-0.1079	131.1844	126.6999	-4.4845

T3	0.3852	0.3960	0.0109	128.9860	135.0450	6.0590
T4	0.3789	0.3699	-0.0091	133.6109	138.5945	4.9836
T5	0.3792	0.3674	-0.0117	133.2104	140.2824	7.0720
T6	0.3779	0.3437	-0.0341	132.0347	128.9762	-3.0584
T7	0.3811	0.3243	-0.0568	130.8487	135.2891	4.4404
T8	0.3846	0.3211	-0.0634	130.6160	137.6187	7.0027
T9	0.3850	0.3061	-0.0789	129.4529	128.3861	-1.0668
T10	0.3859	0.3887	0.0027	128.6938	131.8932	3.1994
T11	0.3822	0.3646	-0.0175	128.4623	128.1609	-0.3014
T12	0.3818	0.3605	-0.0212	128.8932	127.0540	-1.8392
T13	0.3809	0.3601	-0.0208	129.3979	124.8676	-4.5304
T14	0.3783	0.3750	-0.0033	129.8345	124.4820	-5.3526
T15	0.3764	0.3841	0.0077	130.2597	126.3189	-3.9408
T16	0.3729	0.3781	0.0052	130.5290	126.5733	-3.9557
T17	0.3717	0.3947	0.0230	131.1523	126.4363	-4.7160
T18	0.3709	0.4091	0.0382	131.8972	129.9491	-1.9481
T19	0.3689	0.3934	0.0245	133.3559	134.9258	1.5699
T20	0.3741	0.3874	0.0133	134.0377	135.5853	1.5476
T21	0.3814	0.3589	-0.0225	133.9020	134.7133	0.8113
T22	0.3828	0.3445	-0.0383	133.0809	133.4831	0.4022
T23	0.3824	0.3414	-0.0410	132.2960	126.8150	-5.4809
T24	0.3843	0.3815	-0.0028	131.7173	122.4193	-9.2980
T25	0.3858	0.4106	0.0247	131.2532	125.7195	-5.5336
T26	0.3862	0.3972	0.0110	130.9839	127.9736	-3.0103
T27	0.3863	0.4066	0.0203	130.3353	127.5295	-2.8058
T28	0.3878	0.4087	0.0209	129.8236	128.0784	-1.7452
T29	0.3877	0.4083	0.0205	129.2484	129.2908	0.0424
T30	0.3886	0.3969	0.0083	128.8313	129.8299	0.9987

表 6.1.3-11 代表点涨急流速、流向对比（底层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.2708	0.1905	-0.0803	298.4887	302.6002	4.1115
T2	0.2691	0.1939	-0.0752	299.2942	295.6181	-3.6761
T3	0.2679	0.2520	-0.0158	297.4556	307.5689	10.1133
T4	0.2714	0.2625	-0.0088	301.3380	304.4933	3.1553
T5	0.2708	0.2660	-0.0048	300.8819	305.4461	4.5642
T6	0.2697	0.2111	-0.0585	299.8878	299.0920	-0.7958
T7	0.2690	0.2674	-0.0017	299.1751	297.9678	-1.2072
T8	0.2702	0.1874	-0.0828	298.9631	309.3153	10.3522
T9	0.2693	0.1910	-0.0783	297.9719	302.8265	4.8547

T10	0.2669	0.2581	-0.0088	297.1875	303.2757	6.0882
T11	0.2596	0.2433	-0.0164	296.9474	296.8540	-0.0934
T12	0.2604	0.2424	-0.0180	297.3783	294.6476	-2.7307
T13	0.2603	0.2521	-0.0082	297.8641	292.8513	-5.0128
T14	0.2598	0.2636	0.0038	298.2222	293.0049	-5.2174
T15	0.2601	0.2679	0.0079	298.5878	293.9778	-4.6100
T16	0.2607	0.2768	0.0162	298.6073	293.3349	-5.2724
T17	0.2609	0.2916	0.0307	298.8571	295.0463	-3.8107
T18	0.2605	0.2865	0.0259	299.2518	298.3529	-0.8990
T19	0.2584	0.2777	0.0192	300.6590	302.2541	1.5951
T20	0.2612	0.2705	0.0093	301.9786	303.7456	1.7670
T21	0.2789	0.2678	-0.0111	301.7345	301.4245	-0.3100
T22	0.2776	0.2593	-0.0183	301.0979	299.8620	-1.2359
T23	0.2764	0.2574	-0.0190	300.4803	294.2075	-6.2727
T24	0.2759	0.2925	0.0165	300.1543	293.5778	-6.5764
T25	0.2761	0.3029	0.0268	299.8386	299.0295	-0.8090
T26	0.2743	0.2856	0.0113	299.5102	301.5196	2.0094
T27	0.2742	0.2840	0.0097	298.8622	299.9400	1.0777
T28	0.2743	0.2876	0.0133	298.3620	299.9898	1.6278
T29	0.2732	0.2835	0.0102	297.8590	300.3175	2.4586
T30	0.2726	0.2779	0.0054	297.4224	300.2459	2.8235

表 6.1.3-12 表点落急流速、流向对比（底层）

采样点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.3377	0.2498	-0.0879	129.7027	131.3924	1.6897
T2	0.3310	0.2372	-0.0938	130.8154	125.5425	-5.2729
T3	0.3367	0.3501	0.0134	128.5918	134.7517	6.1599
T4	0.3297	0.3203	-0.0094	133.3055	138.4421	5.1366
T5	0.3300	0.3168	-0.0132	132.8832	140.0000	7.2244
T6	0.3292	0.2947	-0.0344	131.6657	127.9151	-3.7506
T7	0.3327	0.2874	-0.0454	130.4980	134.7242	4.2261
T8	0.3358	0.2769	-0.0589	130.2728	136.9048	6.6320
T9	0.3362	0.2740	-0.0622	129.0662	127.8418	-1.2244
T10	0.3376	0.3413	0.0037	128.2984	131.5127	3.2143
T11	0.3344	0.3188	-0.0156	128.0681	127.8819	-0.1862
T12	0.3340	0.3146	-0.0194	128.5070	126.7280	-1.7790
T13	0.3330	0.3134	-0.0197	129.0226	124.4058	-4.6169
T14	0.3305	0.3263	-0.0042	129.4678	123.9737	-5.4941
T15	0.3287	0.3345	0.0058	129.9061	125.8966	-4.0096
T16	0.3255	0.3288	0.0033	130.1703	126.1544	-4.0159

T17	0.3240	0.3431	0.0191	130.7776	125.9126	-4.8650
T18	0.3229	0.3563	0.0334	131.5259	129.4994	-2.0266
T19	0.3205	0.3425	0.0220	133.0500	134.7287	1.6788
T20	0.3249	0.3368	0.0119	133.8223	135.4742	1.6518
T21	0.3318	0.3114	-0.0204	133.5822	134.2188	0.6366
T22	0.3332	0.2991	-0.0341	132.7354	132.7326	-0.0029
T23	0.3331	0.2999	-0.0333	131.9350	125.8995	-6.0355
T24	0.3351	0.3389	0.0038	131.3592	121.8120	-9.5472
T25	0.3367	0.3650	0.0283	130.8962	125.3615	-5.5348
T26	0.3370	0.3509	0.0139	130.6160	127.6607	-2.9553
T27	0.3373	0.3575	0.0202	129.9457	127.2465	-2.6992
T28	0.3389	0.3598	0.0209	129.4283	127.8131	-1.6152
T29	0.3390	0.3583	0.0193	128.8422	128.9917	0.1495
T30	0.3399	0.3480	0.0082	128.4245	129.4696	1.0451

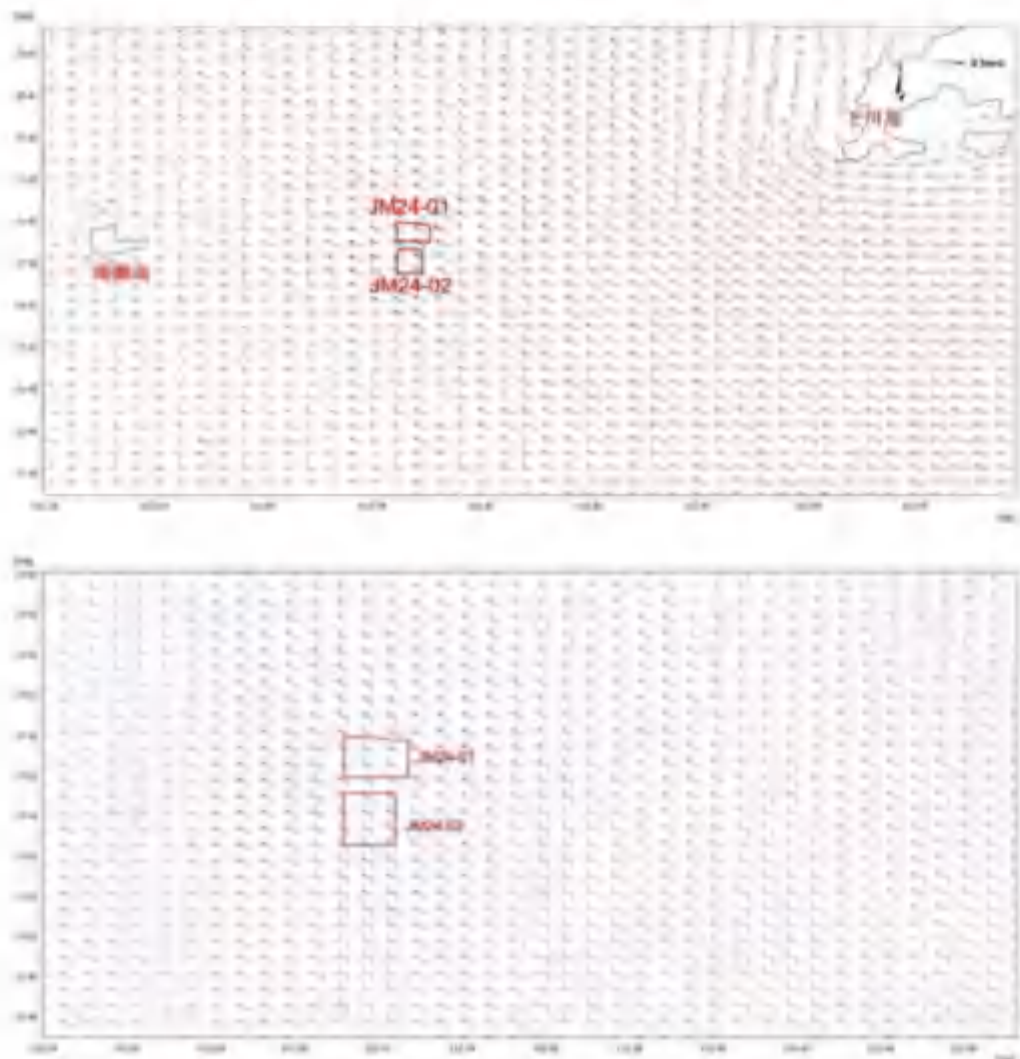


图 6.1.3-4a 工程海域涨急流场对比（表层）

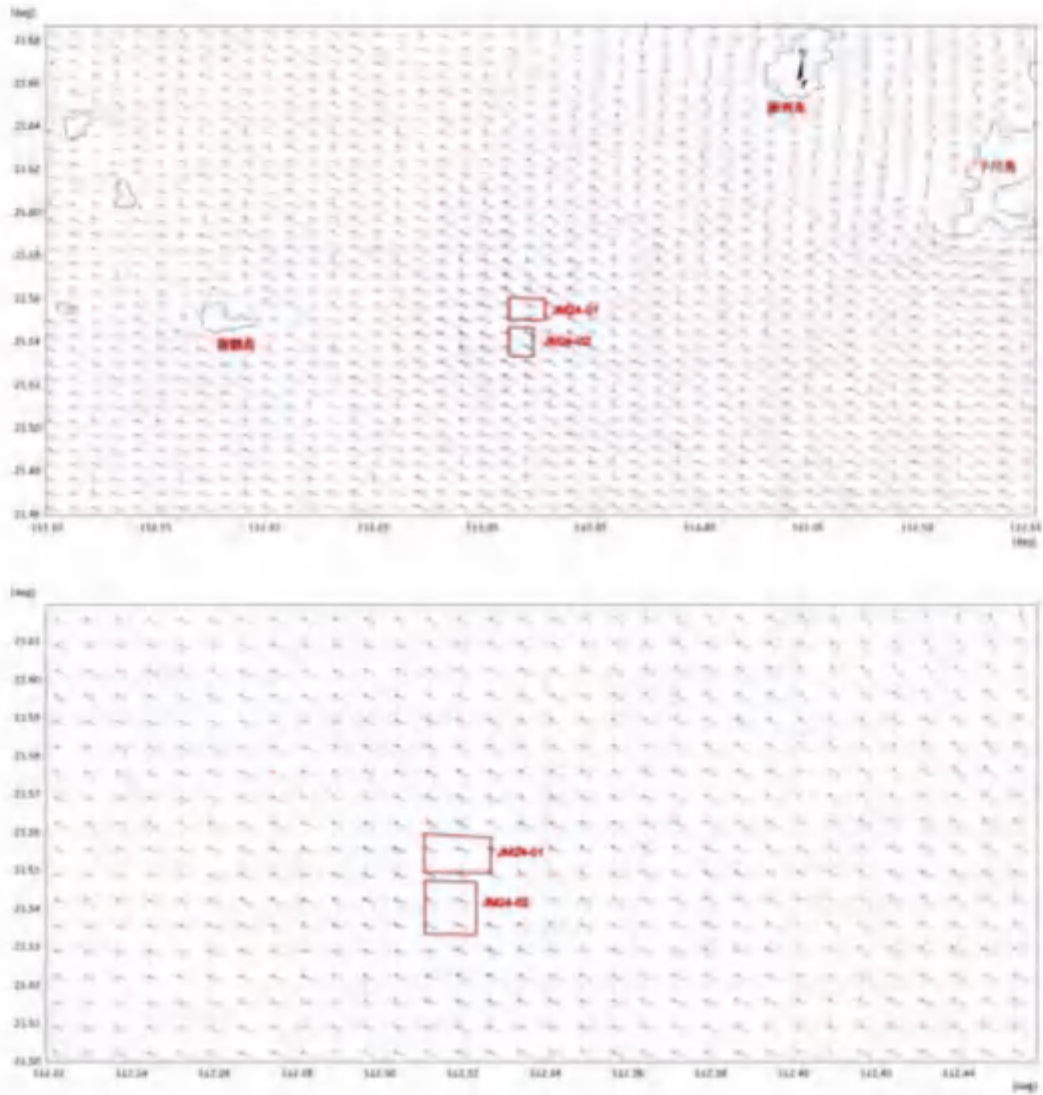
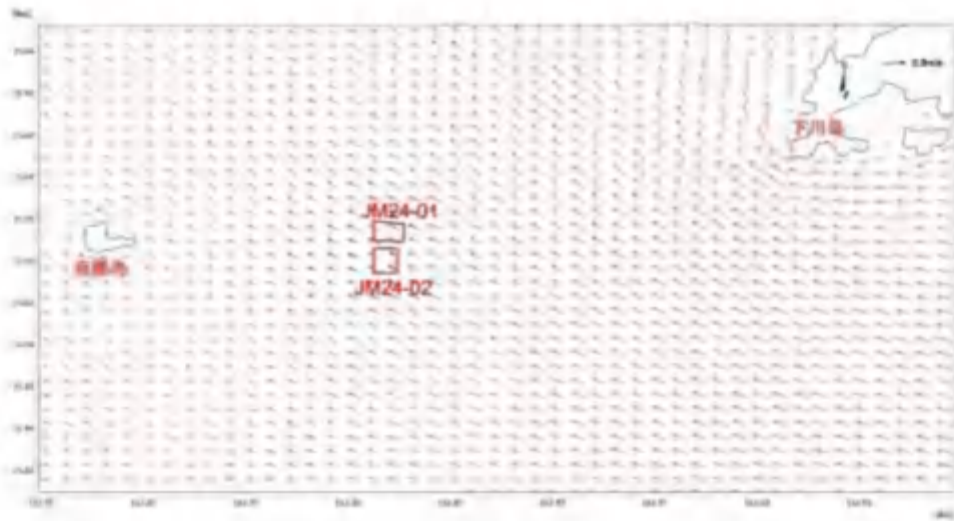


图6.1.3-4b 工程海域涨急流场对比（中层）



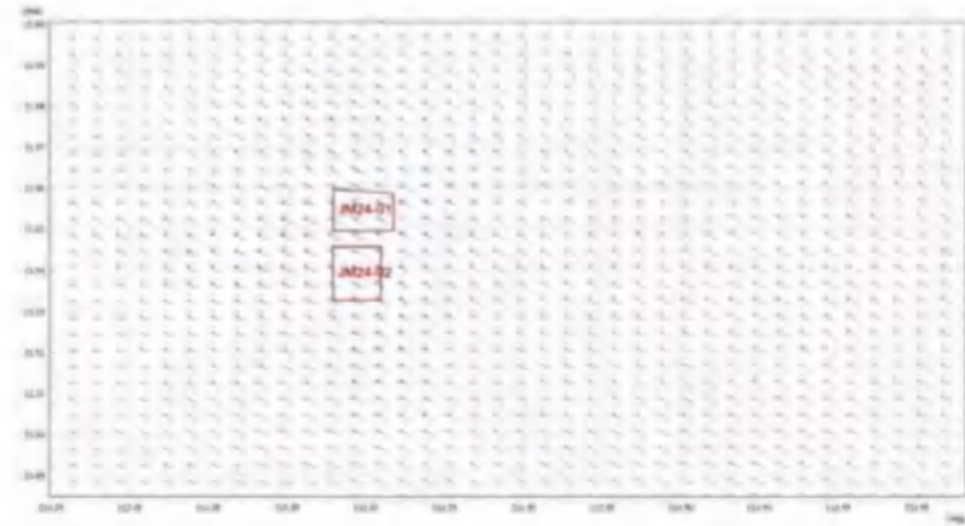


图 6.1.3-4c 工程海域涨急流场对比（底层）

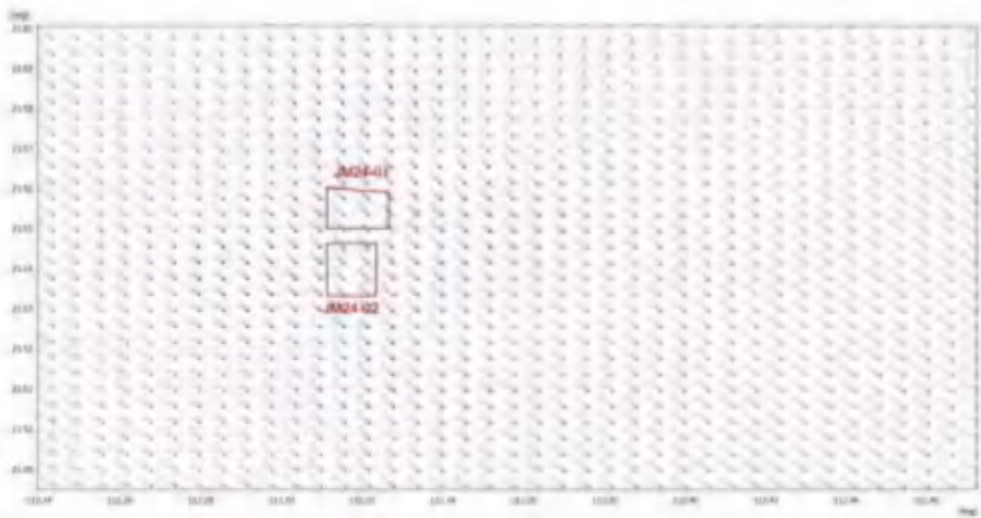
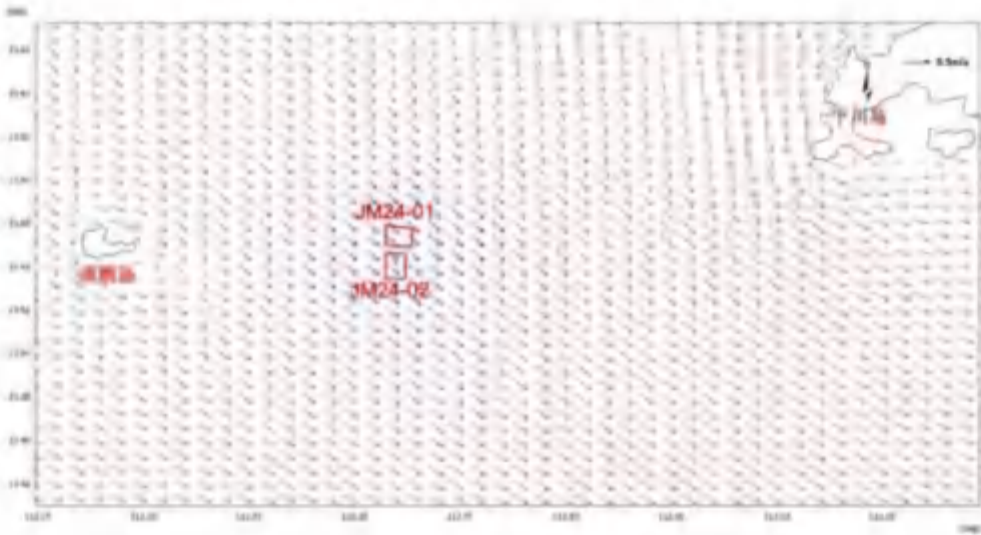


图 6.1.3-5a 工程海域落急流场对比（表层）

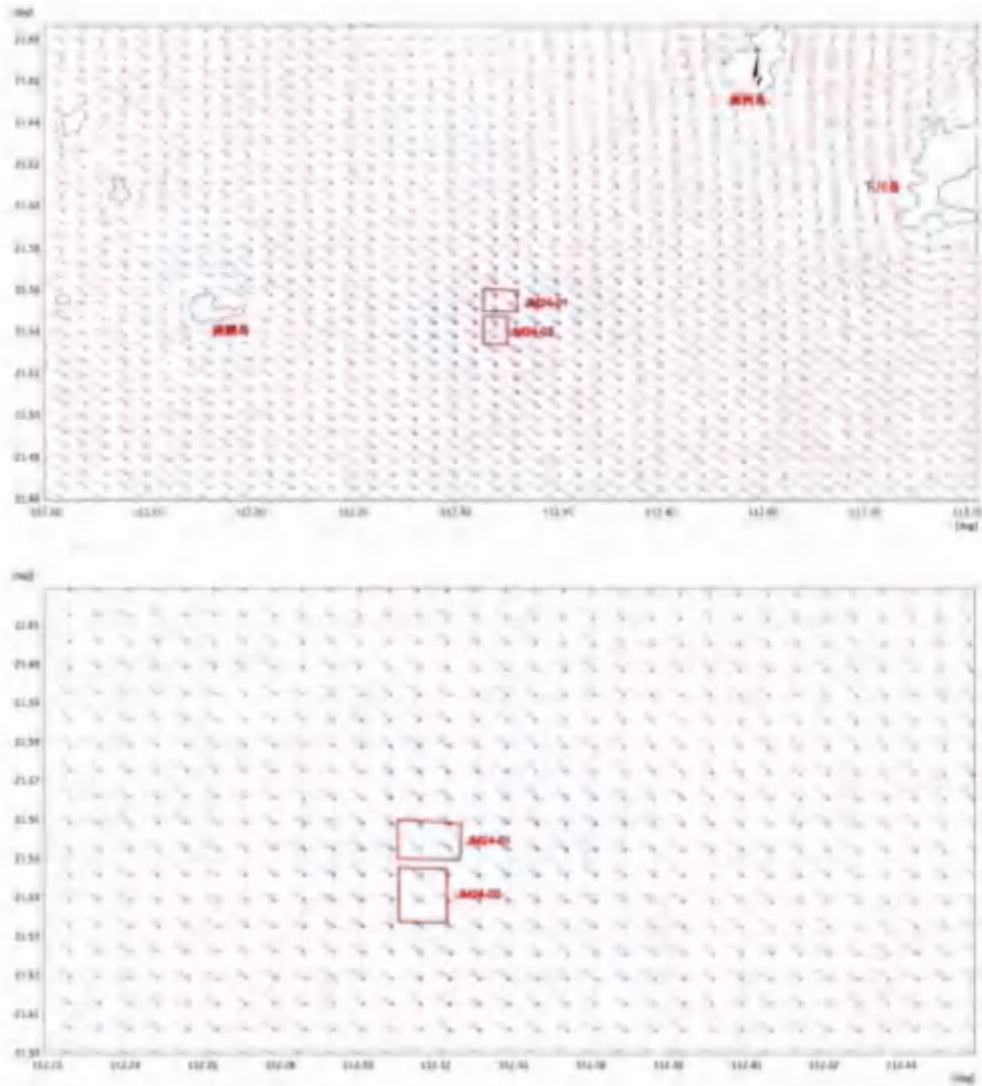
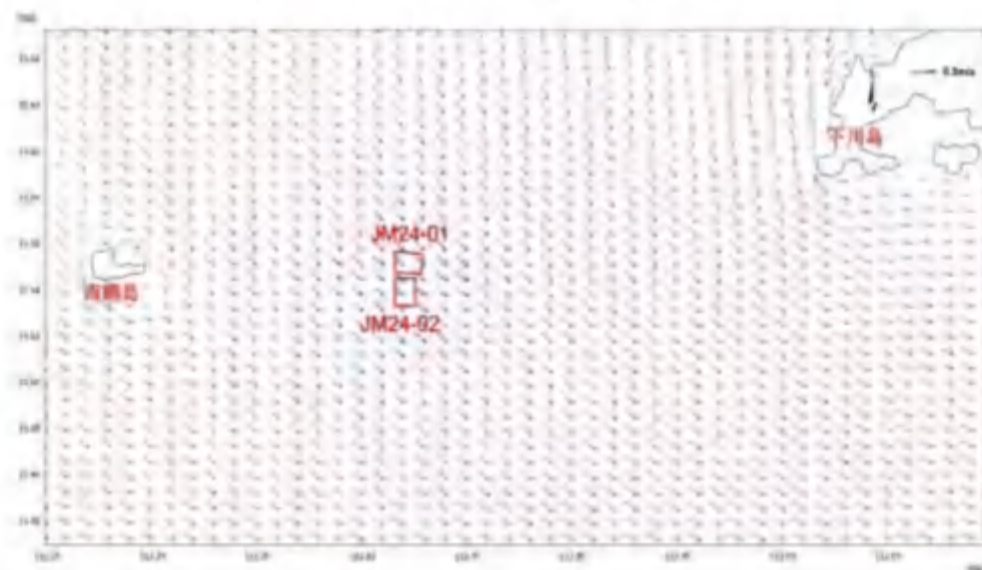


图6.1.3-5b工程海域落急流场对比（中层）



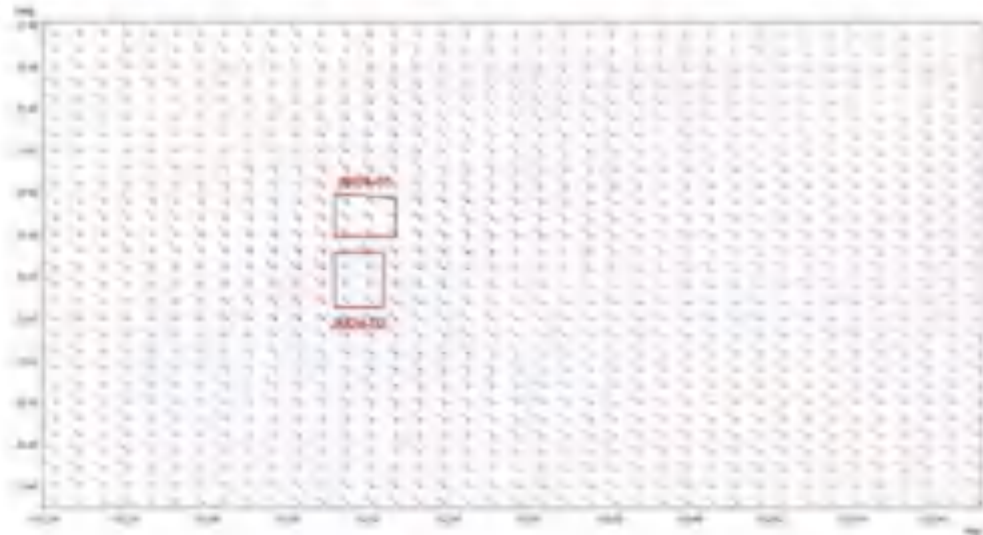


图 6.1.3-5c 工程海域落急流场对比（底层）

6.2. 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

从潮流模型计算结果分析可知，采砂工程实施对潮流的影响主要在采砂区及离采砂区较近的海域，而对离工程区较远的海域影响较小。因此，可初步分析认为采砂区附近水域有一定的冲淤变化，工程远区冲淤影响较小。为进一步确定采砂工程实施对周围海域冲淤变化的影响，因此采用悬沙对流扩散方程建立泥沙输运数学模型进行泥沙运动模拟计算。年冲淤变化所用水动力为三维水动力模型垂向平均值。

6.2.1. 泥沙模型构建

6.2.1.1 控制方程

(1) 扩散方程

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_s C_s \frac{1}{h} - F_s$$

式中：

$\bar{c}$ ——垂向平均泥沙浓度；

h ——总水深， $h = d + \eta$ ， d 为给定基面下水深， η 为基面起算水位；

$\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ ——x、y 方向垂向平均流速；

t ——时间；

D_x 、 D_y ——x、y 方向的泥沙扩散系数；

Q_L ——泥沙点源在单位水平面积上的输入流量；

C_L ——泥沙点源的浓度；

F_s ——底部泥沙通量；

(2) 床面变形

式中：

$\gamma_D = 1750D_{50}^{0.183}$ 为床沙干容重，

z_b 为冲淤厚度；，

$F_s = S_E - S_D$ ， S_E 为床面侵蚀速率， S_D 为床面淤积速率。

对固结粘性床沙，

$S_E = E(\tau_b - \tau_{ce})^n$ ， E 为冲刷系数， τ_b 为水流底切应力， τ_{ce} 为床沙临界侵蚀切应力， n 为经验系数；

对未固结粘性床沙： $S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{0.5}]$ ($\tau_b > \tau_{ce}$)， α 经验系数；

对粘性泥沙： $S_D = p_d \omega_s c_b$ ， ω_s 为泥沙沉速， c_b 为近底泥沙浓度， p_d 为淤积概率， $p_d = 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{ce}}$ ，($\tau_b > \tau_{ce}$)。

冲刷系数 E 为 0.015，含沙量 S 为 0.01（7 个观测站点平均值），泥沙沉速约为 0.048cm/s。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨 (1998) 提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega_s = \sqrt{(13.95 \frac{v}{d_s})^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{v}{d_s}$$

其中： γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重， d_s 为悬浮泥沙的中值粒径， v 为黏滞系数。

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：

其中函数 $\Phi(\frac{\omega}{\sigma})$ 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， $\sigma = \frac{u}{c}$ ， c 为谢才系数， g 为重力加速度， u 为断面垂向平均流速。

D_x 、 D_y 、 D_z —悬沙紊动扩散系数，采用类比潮流模型紊动粘性系数的方式计算，分别取值为水流水平、垂向紊动扩散系数的 1.1 倍；

根据 2024 年工程区水文调查结果显示，工程区悬浮泥沙以粉砂为主，平均粒径在 $3.945\Phi \sim 7.226\Phi$ 之间，平均值为 5.875Φ ；中值粒径在 $3.771\Phi \sim 7.329\Phi$ 之间，平均值为 5.938Φ 。即平均粒径在 $0.0649\text{ mm} \sim 0.0067\text{ mm}$ 之间，平均值为 0.0170 mm ；中值粒径在 $0.0732\text{ mm} \sim 0.0062\text{ mm}$ 之间，平均值为 0.0163 mm 。相应粒径的泥沙沉速约为 0.048 cm/s 。

6.2.1.2 定解条件

(1) 初始条件

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

(2) 固边界条件

式中：

$\vec{n}$ ——固边界法向矢量。

6.2.2. 工程实施后采砂区附近海床冲淤变化分析

(1) JM24-02 矿区单独采砂引起冲淤变化

JM24-02 采砂区单独采砂情况下，与工程前相比，工程采砂后水深增大，流速减小，水流挟沙能力减弱，泥沙容易在采砂区内发生落淤。从图 6.2.2-1 可以看出，工程后，采砂区内泥沙出现淤积，采砂区内年最大淤积厚度约为 0.034 m/a ，采砂坑内平均年淤积厚度约为 0.025 m/a ；紧邻采砂区东北和西南两侧也以淤积为主，大部分区域淤积强度在 $0.005 \sim 0.02\text{ m/a}$ 之间，越靠近采砂区，淤积强度越大；采砂区东南和西北两侧则出现冲刷，冲刷强度由采砂区边缘向外围逐渐减小，年最大冲刷厚度为 0.016 m/a 。因此，采砂工程实施一年后，泥沙冲淤变化大于 0.005 m/a 的范围基本在采砂周边心 1.21 km 以内，对采砂区内及采砂区附近有一定影响，对采砂周边 1.21 km 以外基本无影响。

(2) 两采砂区同时采砂引起的冲淤变化

两采砂区同时采砂情况下，工程采砂后水深增大，流速减小，水流挟沙能力减弱，泥沙容易在采砂区内发生落淤。从图 6.2.2-2 可以看出，工程后，采砂区

内泥沙产生淤积，采砂坑内最大年回淤量为 0.037m/a ，出现在JM24-01东北侧海域；采砂坑平均年回淤量约为 0.028m/a ；紧邻采砂区东北和西南两侧也以淤积为主，大部分区域淤积强度在 $0.005\sim 0.02\text{m/a}$ 之间，越靠近采砂区，淤积强度越大；采砂区东南和西北两侧则出现冲刷，冲刷强度由采砂区边缘向外围逐渐减小，年最大冲刷厚度为 0.019m/a ，位于JM24-01西北侧海域。因此，采砂工程实施一年后，对采砂区内及采砂区附近有一定影响，其中年淤积厚度大于 0.005m 的影响范围仅限于采砂区周边 1.95km 以内，对采砂中心 1.95 km 以外基本无影响。

总体上看，正常情况下，采砂工程实施后，采砂区及附近海域底床会有一个缓慢的再调整过程，但幅度不会很大。对采砂区内及采砂区周边 1.95km 附近海域有影响，对采砂周边 1.95km 以外基本无影响。在极端天气情况下底床调整幅度可能会变大。

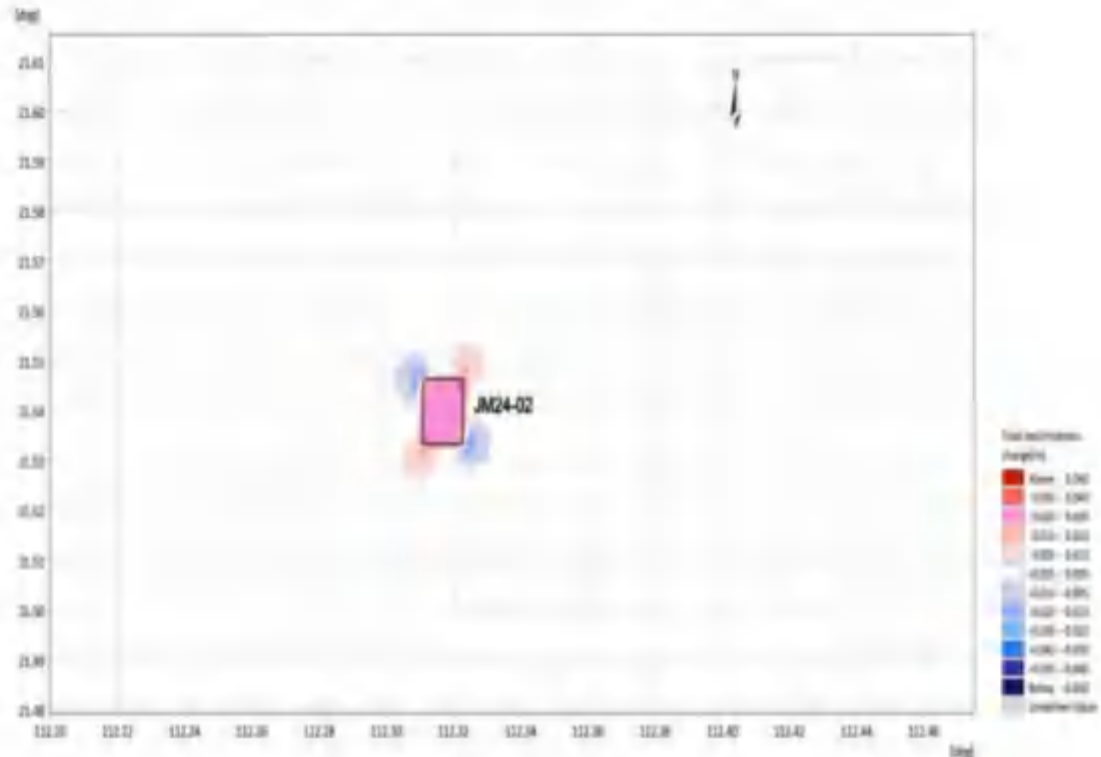


图 6.2.2-1 工程区附近海床年冲淤变化平面分布图（JM24-02 矿区单独采砂）

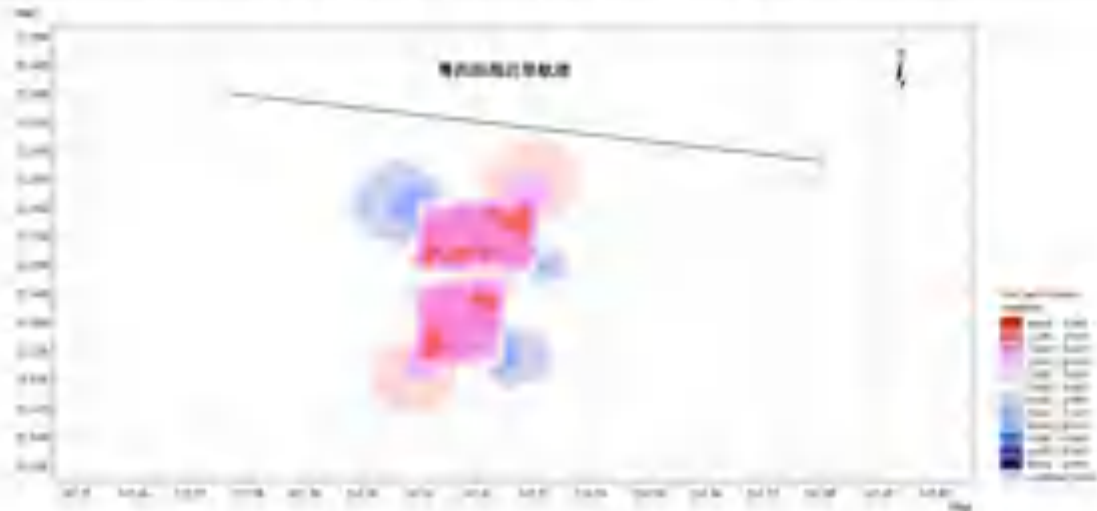


图 6.2.2-2 工程区附近海床年冲淤变化平面分布图（两矿区同时采砂）

6.2.3. 岸滩稳定性分析

研究区近岸泥沙以沿岸输沙、陆域径流输沙为主要补给来源，海域潮流往复输运、近岸波浪掀沙是控制岸滩演变的核心动力。JM24-01、JM24-02采砂区块位于大帆石北面中深水区域，与近岸0m、5m浅水区存在一定水深梯度阻隔，采砂开挖形成的局部深槽仅改变区块内部局部水沙环流，难以大幅截断沿岸泥沙输运通道；采砂扰动产生的悬浮泥沙经潮流扩散后，多就近沉降于采砂区周边深水范围，向近岸浅滩输移的泥沙量有限，不会造成近岸泥沙补给显著亏缺。从地形演变规律来看，近 10 年 0m、5m 等深线仅存在小幅自然冲淤波动，未出现持续性大幅向岸侵蚀现象，印证采砂活动未打破原有近岸水沙平衡格局。综合判断，采砂工程仅造成区块局部海底冲刷、周边小幅回淤，不会显著改变区域泥沙收支与海洋动力格局，对岸滩整体稳定性无持续性、破坏性不利影响，仅存在局部短期、幅度可控的临时性地形扰动。

6.2.4. 边坡坍塌影响

振幅较大的水面波动，为采砂作业带来风险。另外，当采砂区位于水深变化较大的区域，采砂较深引起的水动力对沉积物压实作用的差异性容易引起沉积层的侧向流动，从而引发边坡坍塌灾害。

本项目参考中国科学院南海海洋研究所的物理模拟实验结果，中国科学院南海海洋研究所设置不同的采砂深度进行对比试验，实验模型水平和高度均采用 1:100 的比例。控制实验初始模型长度为 35cm，实验记录了采砂引起边坡垮塌

后边坡的延伸长度（图 6.2.4-1）。

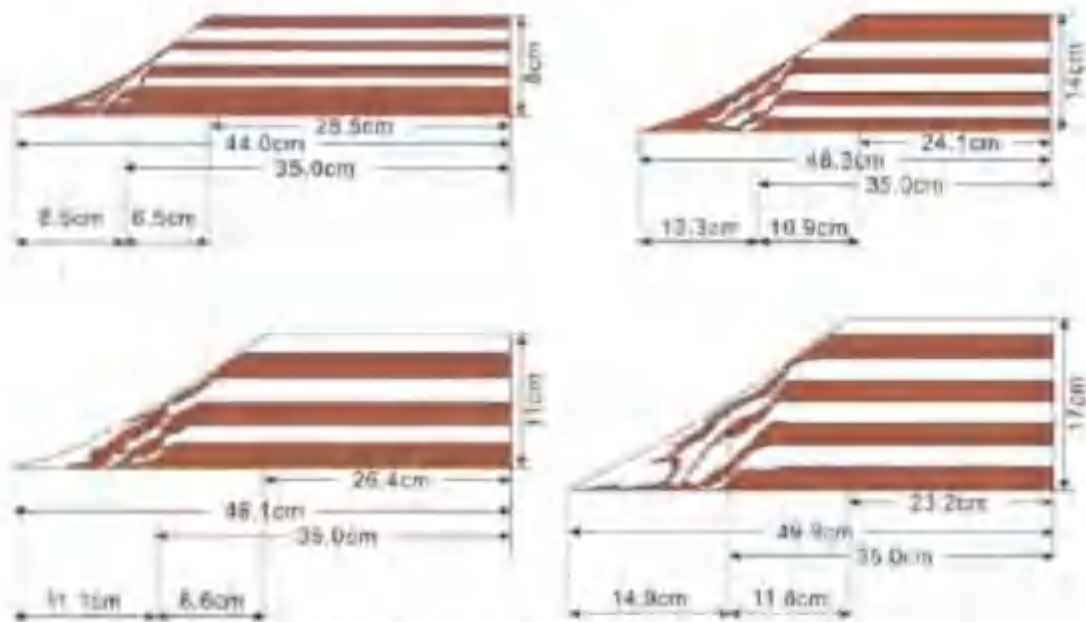


图 6.2.4-1 采砂深度分析实验数据示意图

由于采砂区砂体含泥量较少，结构松散，质地基本均一，因此采砂坑边坡可以近似作为无粘性土坡，以考虑其稳定性。另外，可将采砂区边界沿砂脊等深线设置，使采砂工程后砂坑边缘保有浅滩区域的最浅水深，确保砂坑边坡无外来砂源可引起持续滑塌。此时边坡稳定性近似满足：

$$K = \frac{F_t}{F} = \frac{G \cos \beta \tan \varphi}{G \sin \beta} = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$$

式中K为稳定安全系数，G为单元体自重， β 为坡角， φ 为内摩擦角。当采砂坑自然形成时，可近似认为砂坑边坡的抗滑力 T_f 和滑动力T相互平衡，此时坡角与内摩擦角相等，边坡处于极限平衡状态，其稳定安全系数K=1。极限平衡状态时的坡角称为自然休止角，由图6.2.4-1中的数据可计算得到当采砂深度分别为8m、11m、14m、17m时，自然休止角的正切值、角度，以及边坡坍塌宽度（表 6.2.4-1）。

工程建设中为保证土坡具有足够安全储备，通常取 K 在 1.3~1.5 之间，为进一步确保安全，可取安全系数 K=4，此时可计算得到砂坑边坡坍塌引起的坡顶后退距离（表 6.2.4-1），以此为参考，在选定采砂区边界时可使砂坑边缘远离水深更浅的砂脊。

表 6.2.4-1 安全系数 $K=1$, $K=4$ 时边坡的参数

深度(m)	$K=1$				$K=4$			
	坡角 β (自然 休止角)	$\tan\beta$	边坡宽 度 (m)	坡顶后 退距离 (m)	坡角 β (自然 休止角)	$\tan\beta$	边坡 宽 度 (m)	坡顶后 退距离 (m)
8	27.9	0.53	15	6.5	7.4	0.13	61.5	<53.0
11	29.2	0.56	19.7	8.6	8	0.14	78.6	<67.5
14	30.1	0.58	24.2	10.9	8.5	0.15	93.3	<80.0
17	32.6	0.64	26.7	11.8	9.1	0.16	106.3	<91.4

本项目全矿区加权平均粗度指数为3.06，整体为中砂级别，平均采砂深度约为18.4m，参照中国科学院南海海洋研究所的前述数值模拟结果，取安全系数 $K=1.5$ ，本项目采砂区预计可能形成的边坡宽度距离约为42.4m。边坡坍塌可能会使表层沉积物和底栖生物被掩埋，造成一定的生物量损失，同时也会对所在海域的地形地貌等造成一定的影响。为确保本项目采砂后形成的边坡处于平衡状态，采砂时的自然休止角应控制在30°左右，即采砂时的吸砂管以60~70°左右角度插入矿层，以形成较缓的边坡，降低边坡影响。考虑矿区上层覆盖较厚的淤泥质土，淤泥质土稳定性较砂体差，依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）保守预测原则，结合同类海砂开采项目工程经验：矿区上部淤泥质土稳定性弱于下部砂体，且受潮流持续淘蚀，边坡坍塌范围更大。参考珠三角海域多例上覆软土层采砂项目的类比取值，本次从严选取 1.5 倍放大系数，将纯砂层计算得到的边坡宽度42.4m放大1.5倍，扰动宽度取63.6m用于底栖生物损失计算。

6.2.5. 采砂前后冲淤变化对敏感目标的影响

根据预测结果可知，JM24-02采砂区单独采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边1.21km范围内。两采砂区同时采砂情况下，对采砂区内及采砂区1.95km附近海域有影响，对采砂中心1.95km以外基本无影响。

东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区位于项目西侧，与采砂区的最近距离为1.0km；粤西沿海近岸航路位于项目北侧，距离约1.96km，本项目对东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区将产生一定的影响，对粤西沿海近岸航路的冲淤环境较小。海上风电项目位于项目西侧，与采砂区的最近距离为2.68km，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对上述海上风电场基本无影响。

6.3. 水环境影响预测与评价

采砂过程中由于采砂船对床底泥沙的扰动引起泥沙的悬浮,以及由采砂船对泥沙分选后的溢流所带的粉砂和粘土等细小颗粒进入水体,导致周围水体含沙浓度的增大。本节以模拟的海流场为水动力背景场,通过建立三维物质输移模型,模拟计算由采砂引起的悬浮泥沙对附近海域水质环境的影响。

6.3.1. 模型介绍

施工产生的悬浮泥沙在潮流作用下向周围输运,其输移方式可按照物质的对流扩散方程进行数值模拟,其基本方程如下:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial s}{\partial z} \right) - F_s - ks$$

式中:

t—时间;

s—悬沙浓度;

x、y、z—直角坐标系;

u、v、w—x、y、z 方向速度分量;

D_x 、 D_y 、 D_z —悬沙紊动扩散系数,采用类比潮流模型紊动粘性系数的方式计算,分别取值为水流水平、垂向紊动扩散系数的 1.1 倍;

F_s —悬浮物源强;

$k = \alpha \omega$, 其中 α 为泥沙沉降机率, ω —沉速。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:

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, c 为谢才系数, g 为重力加速度, u 为断面垂向平均流速。

6.3.2. 模型建立和水动力条件

1、模型建立

泥沙模型计算以本项目潮流模型为基础,模型计算范围及网格划分与潮流模型一致。泥沙模型中x、y、z方向的扩散系数采用涡粘系数类比方式计算,涡粘系数的设置为潮流模型的倍数。本工程施工对水质影响主要考虑采砂施工的影响。

响，其可造成水体含沙量增大。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。初始泥沙浓度场和开边界泥沙浓度均为0。不考虑泥沙再悬浮絮凝，泥沙沉降速度为0.05cm/s。

2、水动力条件

选取冬季（2024年12月2日—2024年12月3日）包含大、中、小期的潮汐过程作为污染物扩散计算的代表动力条件。

6.3.3. 源强分析

由工程分析可知，本项目采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，很快就会稳定形成海砂分选的悬浮泥沙影响状态，且除非预极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管，因此该影响时间非常短暂，本次不对该短时影响进行悬沙扩散影响预测。

由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，采砂的同时不断有过流水流入采砂坑内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强也较小。此外，根据本项目开发利用方案，为避超矿区开采，造成水下矿区边坡坍塌，采砂船将以 60°~70°左右角度插入海床，在水下休止角(30°)以内的矿体将得不到开采，因此在采砂船规范作业的情况下本项目采砂过程基本不会造成边坡坍塌。因此，盖层崩塌或边坡坍塌产生的悬浮泥沙源强均非常小，相对于本项目高压射流扰动砂层未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙和海砂分选过程产生的悬浮泥沙其影响基本可忽略不计，本次不对前述过程可能产生的影响进行定量预测评价。本次环境影响预测评价主要预测以下内容：

（1）对本项目高压射流扰动砂层未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙（底层）、海砂分选过程产生的悬浮泥沙源强（海砂分选悬浮泥沙溢流口位于海面下约 2m 左右，悬浮物扩散源强全部考虑为表层释放）进行预测，预测本项目施工产生悬浮泥沙的扩散影响范围；（2）两块海砂同时开采情况下，预测上述表层、中层、底层悬浮泥沙的扩散影响范围。

各矿体悬浮泥沙源强如下：

（1）JM24-01 区块源强：JM24-01 区块 V1 矿体高压射流扰动砂层未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙（底层）源强为 0.91kg/s（1000m³/h）、0.36kg/s

(400m³/h)；V1 矿体选砂过程产生的悬浮泥沙源强为 51.92kg/s (1000m³/h)、20.77kg/s (400m³/h)，V2 矿体选砂过程产生的悬浮泥沙源强为 47.02kg/s (1000m³/h)、18.81kg/s (400m³/h)，取 V1 和 V2 矿体源强的较大值纳入数模计算源强；即本项目悬砂源强为采砂：0.91kg/s (1000m³/h)、0.36kg/s (400m³/h)，选砂 51.92kg/s (1000m³/h)、20.77kg/s (400m³/h)。

(2) JM24-02 区块源强：本项目 V1 矿体高压射流扰动砂层未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙(底层)源强为 0.97kg/s (1000m³/h)、0.39kg/s (400m³/h)；V1 矿体选砂过程产生的悬浮泥沙源强 55.30kg/s (1000m³/h)、22.12kg/s (400m³/h)，V2 矿体选砂过程产生的悬浮泥沙源强为 57.12kg/s (1000m³/h)、22.85kg/s (400m³/h)，取 V1 和 V2 矿体源强的较大值纳入数模计算源强；即本项目悬砂源强为采砂：0.97kg/s (1000m³/h)、0.39kg/s (400m³/h)，选砂 57.12kg/s (1000m³/h)、22.85kg/s (400m³/h)。

6.3.4 预测工况

1、最大包络线工况

为了解本项目整个采砂施工过程可能影响到的最大范围情况，考虑6艘船同时作业，其采砂位置见图6.3.4-1a，即每6个点作为一个工况，最大包络线范围为所有工况的叠加。最大浓度增值包络线计算时模拟半月潮周期连续施工15 天、每天采砂作业源强释放15h 产生的悬沙扩散浓度场。

2、典型工况

为充分评估采砂区施工过程对附近海域水质生态的影响，特别是对自然保护区、生态红线的影响，结合矿区水深、船只施工方式设计典型工况进行悬沙预测。典型工况下浓度增值包络线计算时模拟半月潮周期连续施工15 天、每天采砂作业源强释放15h 产生的悬沙扩散浓度场。

考虑到采砂对周边最近环境敏感点的影响（8.东平镇南珍稀濒危物种分布1区生态保护区、10.大帆石-乌猪岛生态保护区），设置12艘采砂船集中和各区块6艘船集中两大类平面布置：

(1) 两个区块12艘船间隔500m集中分布，经过模型计算发现：1000m³/h船分布在外侧，两个区块船舶靠西侧分布造成的生物损失量最高。

(2) 两个区块各6艘船间隔500m分散分布，经过模型计算发现，1000m³/h船分布在外侧，JM24-01区块船舶靠西侧、JM24-02区块船舶靠西南侧分布造成

的生物损失量最高。

上述各方案经过模型计算对比发现，两个区块12艘船集中布置造成的生物损失量最大，即选取该方案（1000m³/h船分布在外侧，两个区块船舶靠西侧分布）作为本项目典型工况和生物损失量计算依据，典型工况代表点分布如图6.3.4-1b所示。

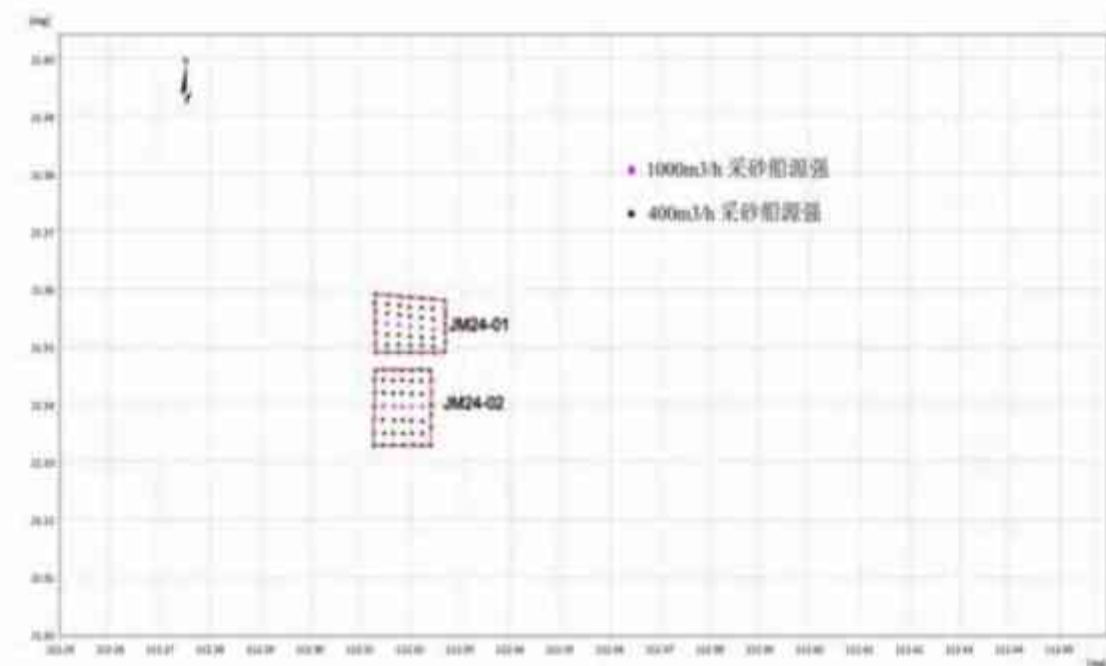


图6.3.4-1a 最大包络线工况源强代表点分布示意图

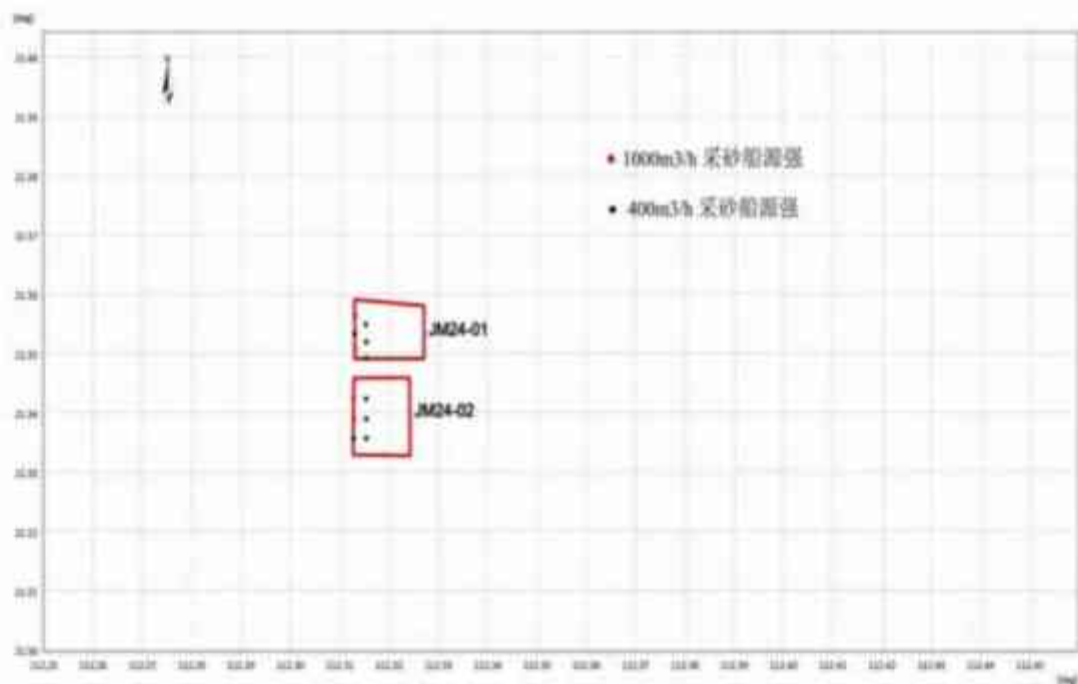


图 6.3.4-1b 典型工况源强代表点分布示意图

6.3.4.1 单个区块单独采砂模拟预测结果

(1) 单个区块开采最大包络线工况

为了解本项目整个采砂施工过程中，可能影响到的最大范围情况，6 艘船同时施工位置见下图 6.3.4-1a，即每 6 个点作为一个工况，最大包络线范围为所有工况的叠加。最大浓度增值包络线计算时模拟半月潮周期连续施工 15 天，每天采砂作业源强释放 15h 产生的悬沙扩散浓度场。保守考虑，所有预测源强点均取采砂船开采时的最大源强。采砂施工引起的悬浮泥沙增量面积统计情况见表 6.3.4-1，对应的最大扩散范围见图 6.3.4-2~图 6.3.4-4。

计算结果显示，洗砂作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从分布趋势看，洗砂产生的悬沙扩散主要沿涨落潮方向往复运动。由于泥沙的沉降作用导致底层产生的悬沙浓度和范围大于表层。施工作业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，高浓度中心点主要分布在采砂区附近区域。表层大于 10mg/L 的包络线面积约为 18.09km²，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 12.56km²，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 6.21km²，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 3.13km²；中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 22.17km²，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 16.19km²，大于 50mg/L 浓度区的包络线面积为 9.04km²，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 4.48km²；底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 24.62km²，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 18.31km²，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 10.86km²，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 5.71km²。

表 6.3.4-1 JM24-02 采砂区施工引起的悬浮泥沙增量面积

悬沙浓度	> 10mg/L	> 20mg/ L	>50mg/ L	>100 mg/L
表层扩散面积 (km ²)	18.09	12.56	6.21	3.13
中层扩散面积 (km ²)	22.17	16.19	9.04	4.48
底层扩散面积 (km ²)	24.62	18.31	10.86	5.71
平均扩散面积 (km ²)	21.62	15.68	8.70	4.44
10mg/L 最大包络线最大扩散距离	向东 3.28km; 向南 2.43km; 向西 2.76km; 向北 1.41km			
注: 单个采砂区的最大扩散距离以该采砂区的最近边界起算; 两采砂区同时采砂的最大包络线扩散距离, 按每个方向上, 两个采砂区中与悬浮泥沙包络线最近的边界距离进行计算。				

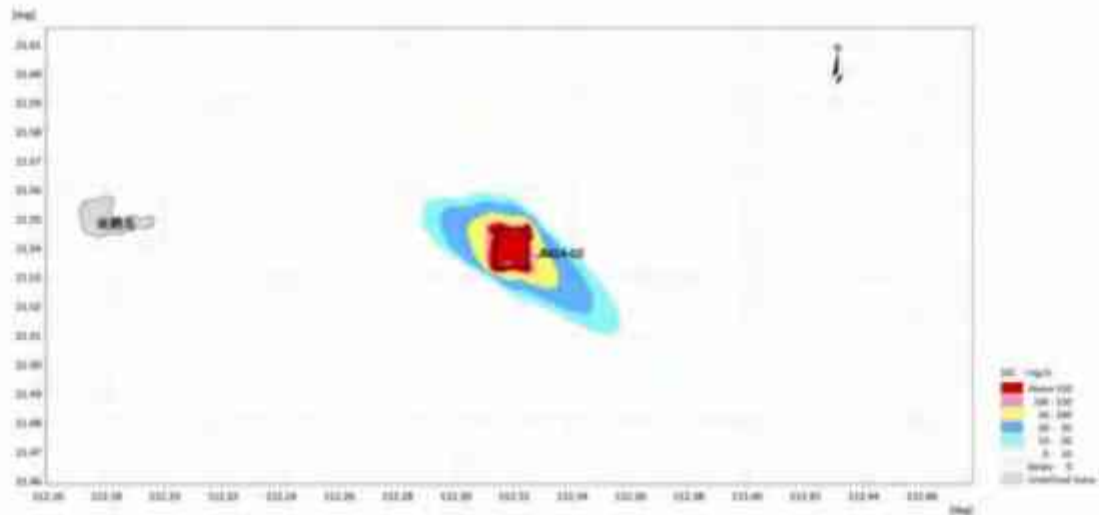


图 6.3.4-2 JM24-02 区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（表层）

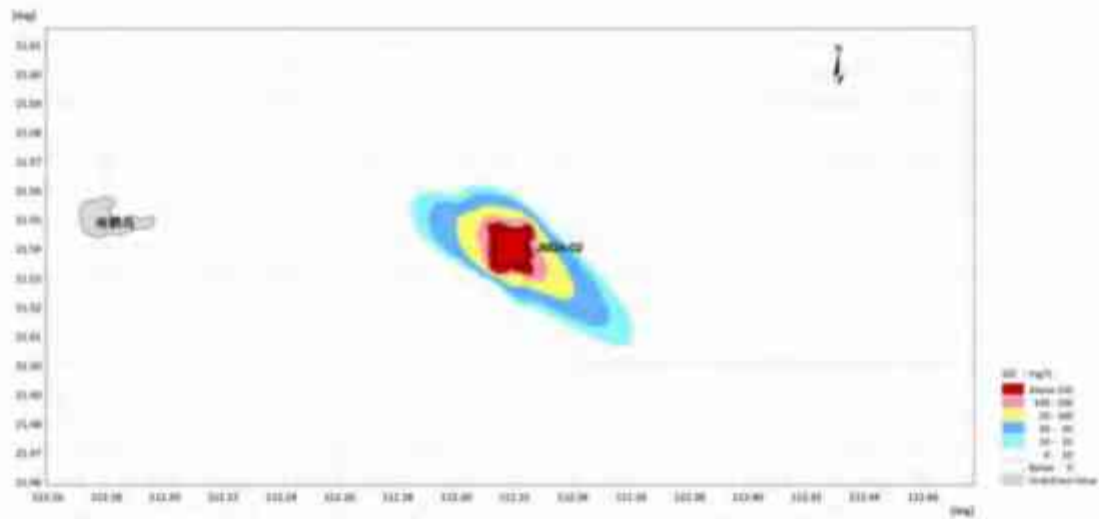


图 6.3.4-3 JM24-02 区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（中层）

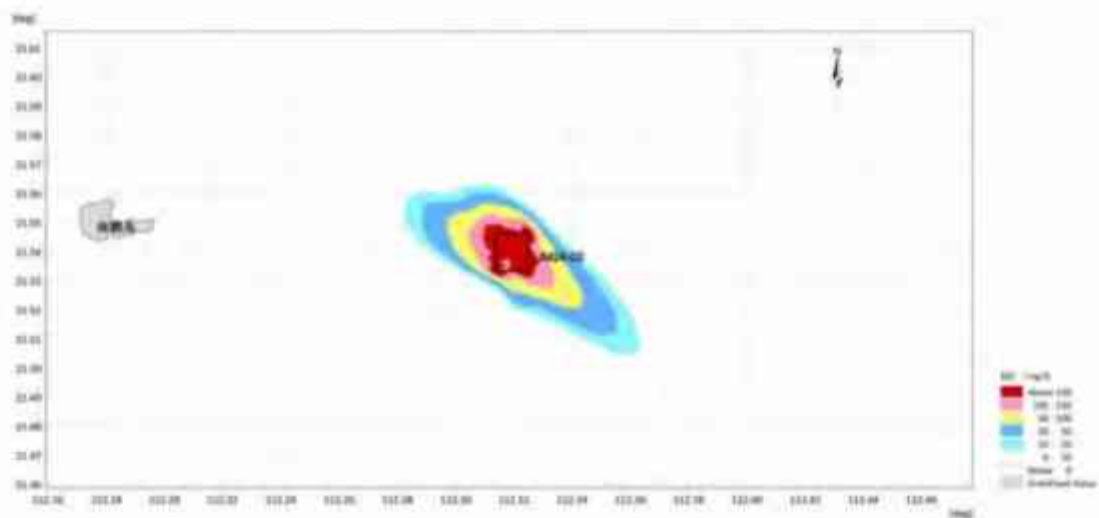


图 6.3.4-4 JM24-02 区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（底层）

(2) 单个区块开采典型工况

为充分评估采砂区施工过程中对附近海域水质影响，项目结合矿区水深、船只施工方式设计典型工况进行悬沙预测，如下图 6.3.4-1b。典型工况下浓度增值包络线计算时模拟半月潮周期连续施工 15 天、每天采砂作业源强释放 15h 产生的悬沙扩散浓度场，源强取全区平均源强。采砂施工引起的悬浮泥沙增量面积统计情况见表 6.3.5-1，对应的最大扩散范围见图 6.3.4-5~6.3.4-7。

计算结果显示，选砂作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从分布趋势看，选砂产生的悬沙扩散主要沿涨落潮方向往复运动。由于泥沙的沉降作用导致底层产生的悬沙浓度和范围大于表层。施工作业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，高浓度中心点主要分布在采砂区源强点附近。表层大于10mg/L的包络线面积约为5.09km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为2.64km²，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为0.92km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为0.41km²；中层大于10mg/L浓度区的包络线面积为7.3km²，大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为4.13km²，大于50mg/L浓度区的包络线面积为1.36km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积0.43km²；底层大于10mg/L浓度区的包络线面积为8.60km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为5.04km²，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为1.67km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为0.36km²。

表 6.3.4-2 JM24-02 采砂区施工引起的悬浮泥沙增量面积

悬沙浓度	> 10mg/L	> 20mg/ L	>50mg/ L	>100 mg/L
表层扩散面积 (km ²)	5.09	2.64	0.92	0.41
中层扩散面积 (km ²)	7.3	4.13	1.36	0.43
底层扩散面积 (km ²)	8.6	5.04	1.67	0.36
平均扩散面积 (km ²)	6.99	3.93	1.31	0.4

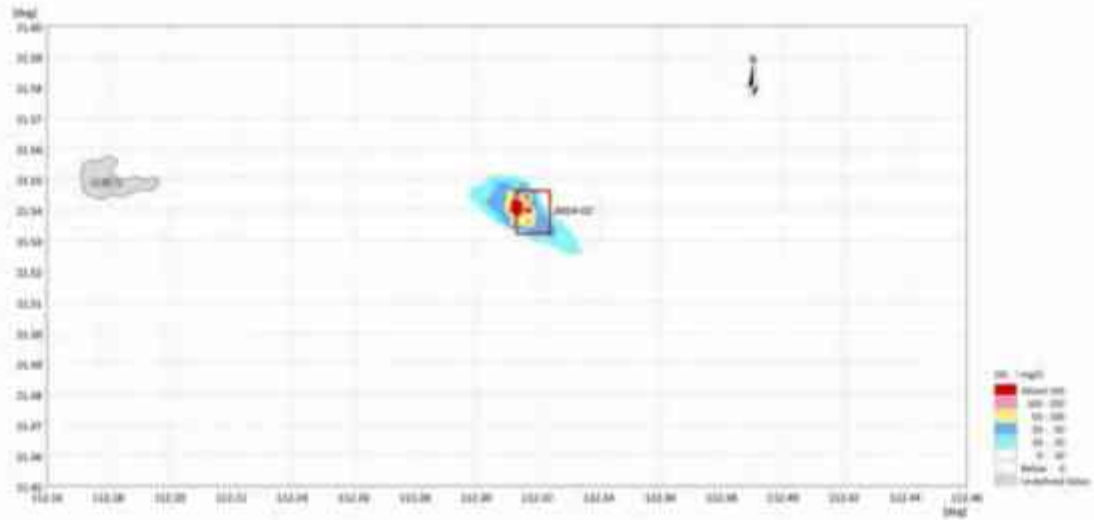


图 6.3.4-5 JM24-02 采砂区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（表层）

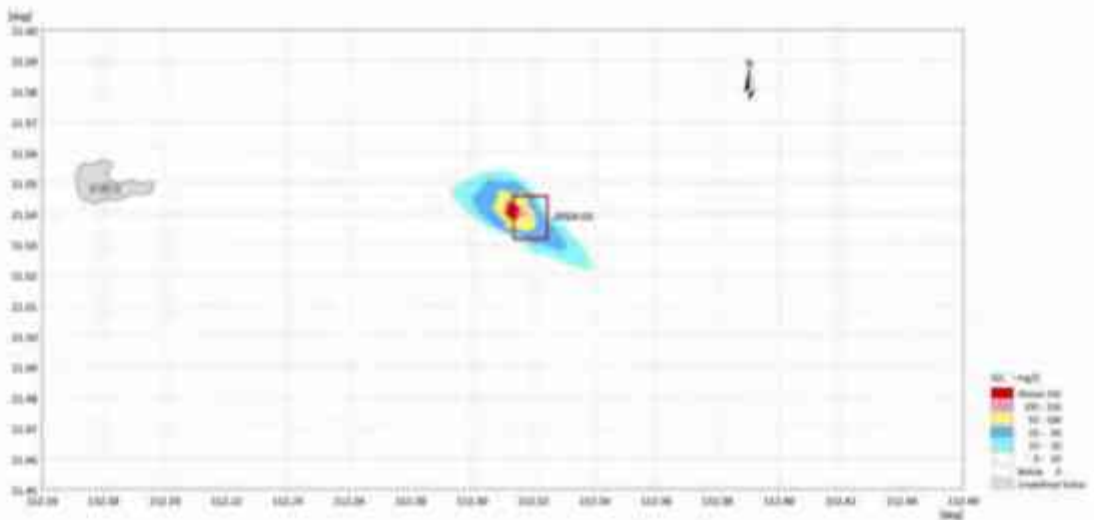


图 6.3.4-6 JM24-02 采砂区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（中层）

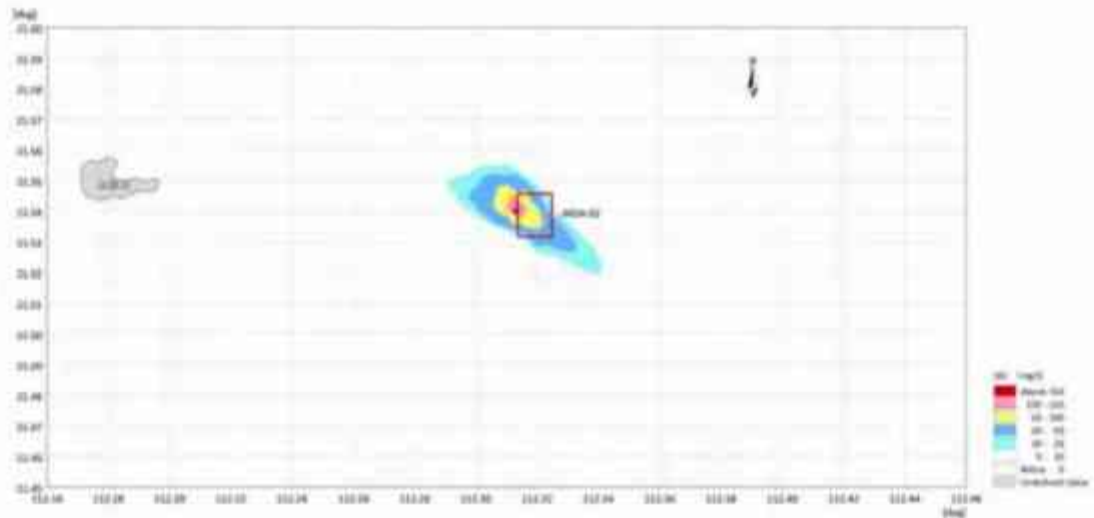


图 6.3.4-7 JM24-02 采砂区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（底层）

6.3.4.2 两个区块同时模拟预测结果

(1) 两个区块同时开采最大包络线工况

为了解 JM24-01 和 JM24-02 两个区块同时开采过程中可能影响到的最大范围情况, 12 艘船同时施工位置见图 6.3.4-1a, 即两个采砂区分别每 6 个点作为一个个况, 最大包络线范围为所有工况的叠加。最大浓度增值包络线计算时模拟半月潮周期连续施工 15 天、每天采砂作业源强释放 15h 产生的悬沙扩散浓度场。保守考虑, 各采砂区预测源强点均取采砂船开采时的最大源强。

两区同时施工引起的悬浮泥沙增量面积统计情况见表 6.3.4-3, 对应的最大扩散范围见图 6.3.4-8~6.3.4-10。施工作业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, 高浓度中心点主要分布在采砂区附近区域。

两区同时开采情况下, 在冬季海流及主导风的作用下采砂引起的悬沙主要随涨落潮流在采砂区周边海域扩散。表层大于 10mg/L 的包络线面积约为 30.37km², 大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 22.08km², 大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 11.85km², 大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 6.22km²; 中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 35.71km², 大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 27.46km², 大于 50mg/L 浓度区的包络线面积为 16.36km², 大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 8.70km²; 底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 38.96km², 大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 30.28km², 大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积 19.21km², 大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 10.89km²。

由此可见采砂施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响, 这种影响主要在采砂过程中出现, 一旦施工完毕, 工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。

表6.3.4-3 两个采砂区同时施工引起的悬浮泥沙增量面积

悬沙浓度	> 10mg/L	> 20mg/L	>50mg/L	>100 mg/L
表层扩散面积 (km ²)	30.37	22.08	11.85	6.22
中层扩散面积 (km ²)	35.71	27.46	16.36	8.70
底层扩散面积 (km ²)	38.96	30.28	19.21	10.89
平均扩散面积 (km ²)	35.01	26.60	15.81	8.60
10mg/L 最大包络线最大扩散距离	向东 4.65m; 向南 2.64km; 向西 2.83km; 向北 2.23km。			
注: 单个采砂区的最大扩散距离以该采砂区的最近边界起算; 两个采砂区同时采砂的最大包络线扩散距离, 按每个方向上, 两个采砂区中与悬浮泥沙包络线最近的边界距离进行计算。				

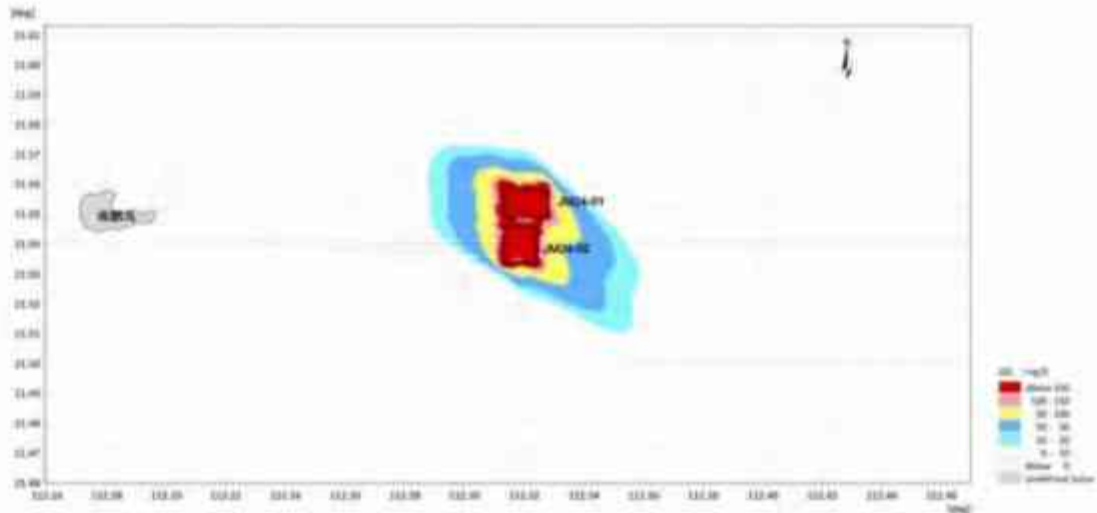


图 6.3.4-8 两个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（表层）

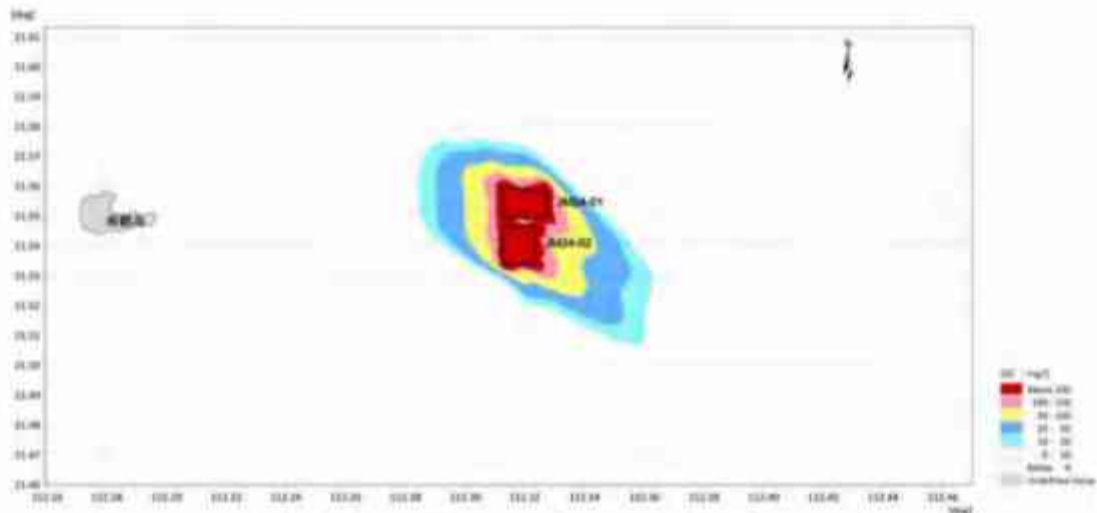


图 6.3.4-9 两个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（中层）

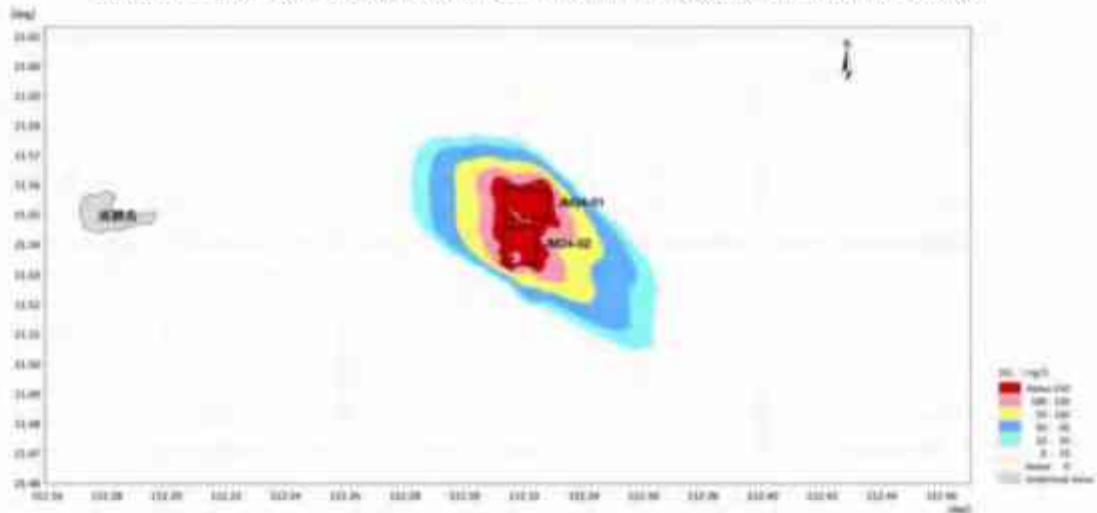


图 6.3.4-10 两个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（底层）

（2）两个区块同时开采典型工况

为充分评估采砂仅施工过程对附近海域水质影响，项目结合矿区水深、船只

施工方式设计典型工况进行悬沙预测，如下图 6.3.4-1b。典型工况下浓度增值包络线计算时模拟半月潮周期连续施工 15 天、每天采砂作业源强释放 15h 产生的悬沙扩散浓度场，源强取全区平均源强。

两采砂区同时开采情况下，在冬季海流及主导风的作用下采砂引起的悬沙主要随涨落潮流在采砂区周边海域扩散。表层大于 10mg/L 的包络线面积约为 9.01km²，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 4.95km²，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 1.88km²，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 0.83km²；中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 12.61km²，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 7.26km²，大于 50mg/L 浓度区的包络线面积为 2.72km²，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 0.88km²；底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 14.73km²，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 8.86km²，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 3.15km²，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 0.64km²。

表 6.3.4-4 两个采砂区同时施工引起的悬浮泥沙增量面积

悬沙浓度	> 10mg/L	> 20mg/ L	>50mg/ L	>100 mg/L
表层扩散面积 (km ²)	9.01	4.95	1.88	0.83
中层扩散面积 (km ²)	12.61	7.26	2.72	0.88
底层扩散面积 (km ²)	14.73	8.86	3.15	0.64
平均扩散面积 (km ²)	12.11	7.02	2.58	0.78



图 6.3.4-11 两个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（表层）

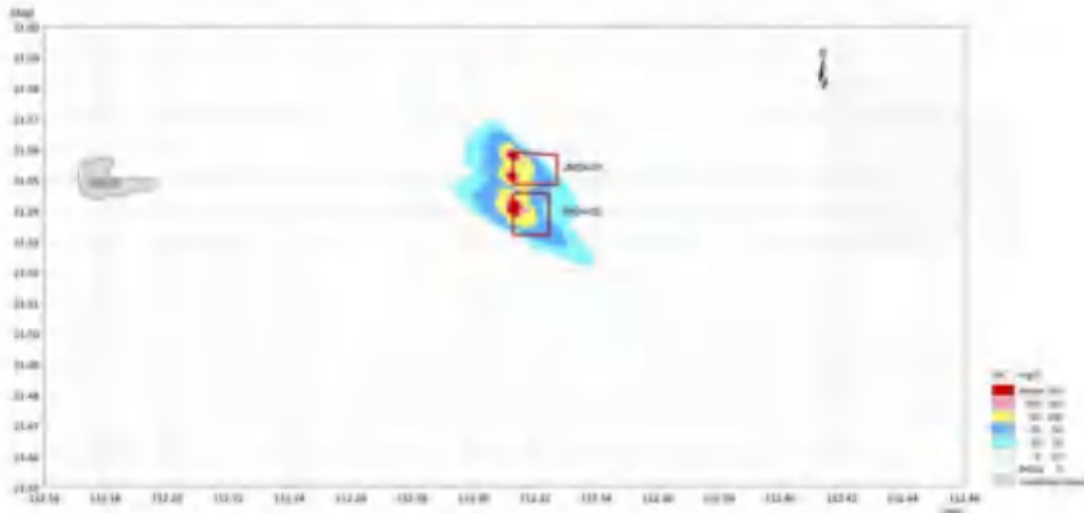


图 6.3.4-12 两个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（中层）

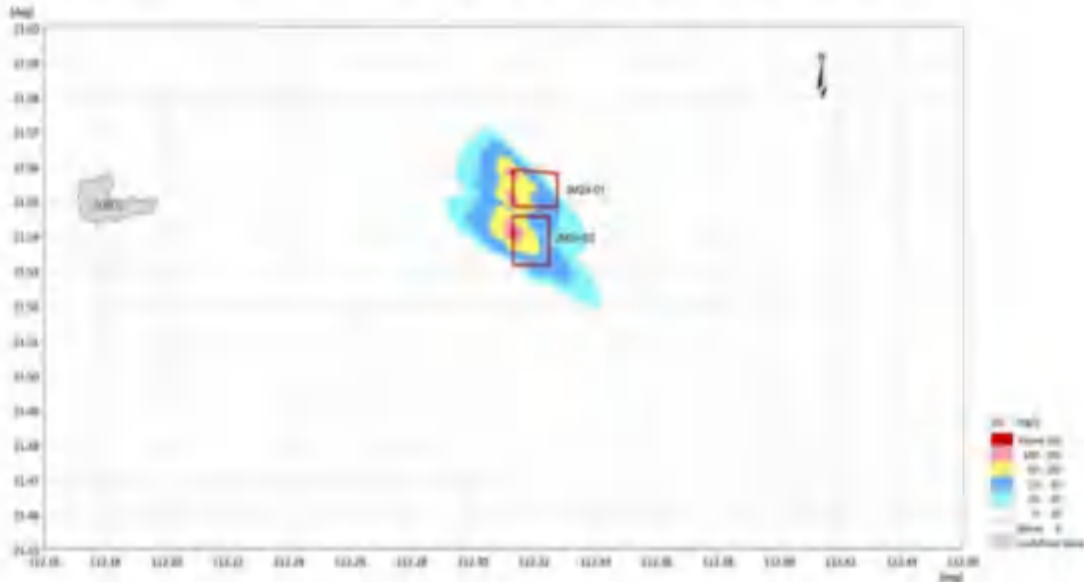


图6.3.4-13两个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（底层）

6.3.4. 对敏感目标影响分析

各工况的悬沙增量浓度大于 10mg/L 的影响范围均呈现表层、中层、底层依次增大的规律，JM24-02采区不利工况底层增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 24.62km^2 ，两个采砂区不利工况底层增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 38.96km^2 。由预测可知，在本项目采砂情况下，采砂引起的悬浮物向东最大影响约 3.28km ；向南最大影响约 2.43km ；向西最大影响约 2.76km ；向北最大影响约 1.41km ；在两个采砂区同时开采的情况下，采砂引起的悬浮物向东最大影响距离约 4.65km ；向南最大影响距离约 2.64km ；向西最大影响距离约 2.83km ；向北最大影响距离约 2.23km ；以上距离以最近边界起算。

本项目 JM24-02 采砂区位于南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区，两个采砂区施工期采砂作业会造成采砂区及周边小范围水域水体的悬浮泥沙浓度升高。

本项目评价范围内有 3 个自然保护地，距离最近的是南侧的江门台山乌猪岛海洋公园，距离 2.83km；评价范围内有 5 个海洋生态红线，距离最近的是西侧东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区，距离 1.00km。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达江门台山乌猪岛海洋公园（图 6.7-2），到达东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区生态保护红线（图 6.7-3）。

本项目评价范围内有 4 个国控站位，距离最近的站位是东南侧 GDN17002，距离 3.78km，根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达上述国控站位（图 6.7-4）。

除此之外，周边其它环境敏感目标距本项目较远，采砂造成的悬浮泥沙对周边其它环境敏感目标影响较小。

6.3.5. 其他废水

本项目其他废水主要是船舶含油污水和生活污水。依据《省交通厅工信厅省生态环境厅省住建厅广东海事局关于联合印发〈广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案〉的通知》（粤交港〔2021〕547 号）要求，项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置。选砂过程的冲洗过筛用水因直接取用海水，故选砂过程产生的淤泥、废水可随水流经采砂船体底部的溢流口排海对环境的影响较小。采砂船产生的生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放，对周围海水水质环境影响较小。

6.4. 波浪环境影响分析

6.4.1. 波浪模型

控制方程：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} C_x N + \frac{\partial}{\partial y} C_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S}{\sigma}$$

式中：N为动谱密度；t为时间；x，y为笛卡尔坐标系坐标； C_x 、 C_y 、 C_σ 、 C_θ 为在x、y、 σ 、 θ 方向的波浪传播速度；S为以谱密度表示的源汇项，包括风能输入、波与波之间非线性相互作用和由于底摩擦、白浪、破碎等引起的能力损耗。

方程左边第一项为固定点N随时间的变化率；第二项和第三项为N在地理空间x、y方向上的传播；第四项为由于流和水深所引起的相对频率的漂移导致N在 σ 空间的变化；第五项为N在 θ 空间的转移，亦即水深及流场所引起的折射。

由于本项目附近海域波浪主要以E向和SE向为主。本项目考虑50年一遇波浪在SE向波浪条件下，分析单个采砂区块和两个采砂区块施工后对波浪场的影响。本项目波浪模型外海边界SE向50年一遇波浪要素见表6.4.1-1。

表 6.4.1-1 波浪模型外海边界波浪要素

重现期	波向	有效波高	有效波周期
50a	SE	7.7m	11.1

6.4.2. 波浪动力分析

为分析工程海域的波浪特征，图6.4-1给出了工程前项海域50年一遇SE向波高分布图从图中可以看出，外海SE向波浪传播至近岸，波高变小，降低为近岸区域2.0m内，近岸海域受岸线走向影响波向发生一定程度偏转；采砂区所在区域位于开阔海域，波高约为3.5m，波向为SE向。

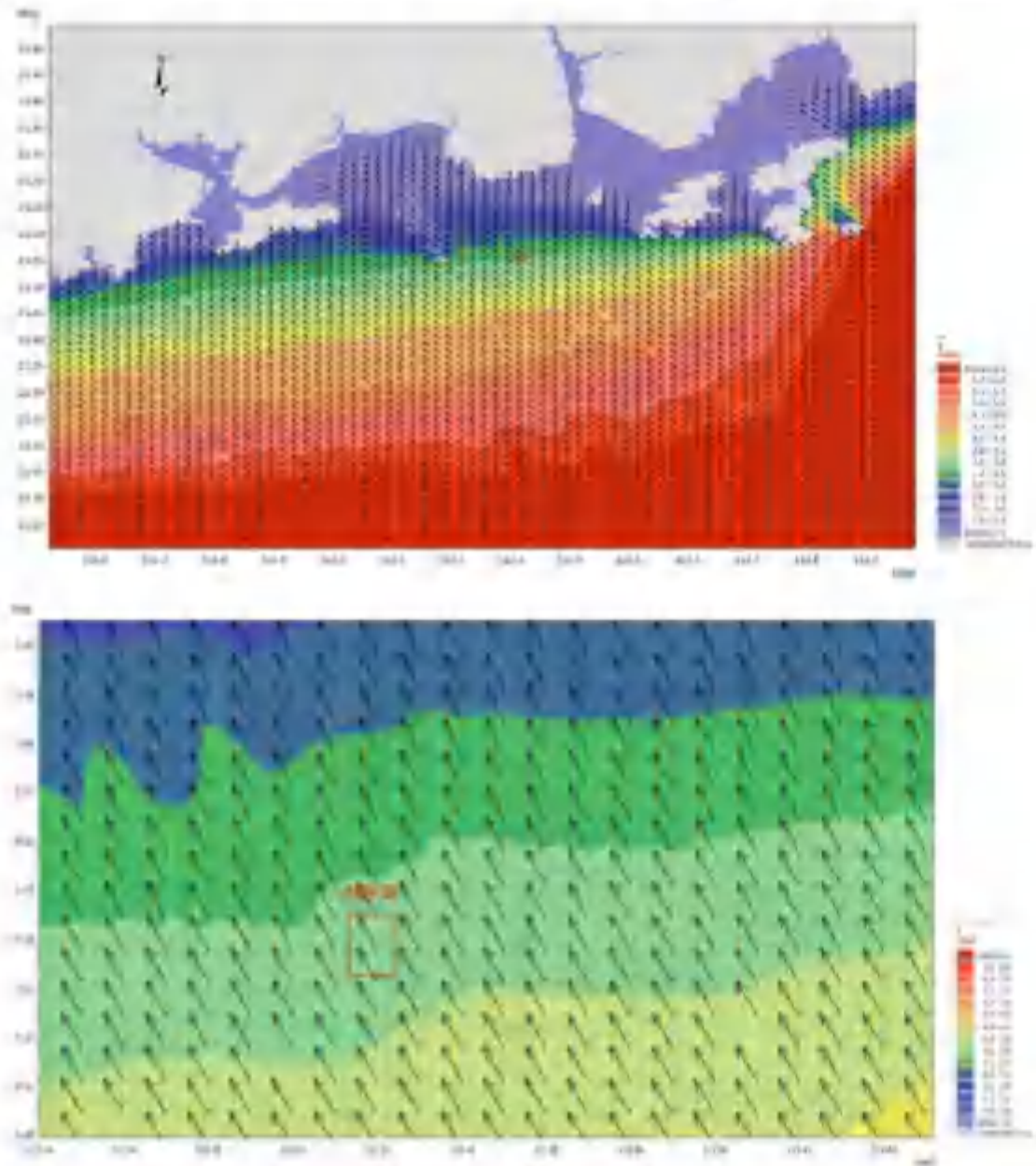


图 6.4.2-1 工程海域 50 年一遇 SE 向波浪分布（工程前）

6.4.3. 波浪动力变化分析

考虑到本项目（JM24-02采砂区）与JM24-01采砂区相邻，本报告除分析JM24-02采砂区单独采砂对波浪要素的影响，还分析2个采砂区同时采砂对波浪要素的影响。为分析项目采砂对附近海域波浪动力的影响，在采砂区周边水域选取30个代表点对比工程前后50年一遇SE向波浪要素变化情况。

（1）JM24-02采砂区对波浪动力的影响

JM24-02采砂区单独采砂情况下，工程前后各代表点50年一遇SE向波浪要素变化统计结果见表6.4.3-1。从表中可以看出，采砂区所在区域T1、T9号代表点

50年一遇SE向波浪的出现不同程度的变化,采砂区范围内各代表点波浪波高出现不同程度变化, T1~T10 代表点波高为3.33~3.75m, 工程后波高变化量为-0.45~0.19m, 工程后波向基本不变, 30个代表点波周期基本上减小, 变化幅度为-1.2~0.18s。总体上看, 本项目实施会对工程区内波浪动力环境产生一定程度的影响, 但影响范围较小。

表6.4.3-1 各代表点50 年一遇SE 向波浪要素对比 (JM24-02采砂区单独采砂)

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	3.6193	3.3246	-0.2947	9.5968	8.6444	-0.9524
T2	3.4851	3.5047	0.0196	9.0025	8.4361	-0.5664
T3	3.7095	3.7929	0.0834	10.0781	9.2475	-0.8307
T4	3.3328	3.4142	0.0814	7.9893	8.0591	0.0698
T5	3.3596	3.4290	0.0694	8.2258	8.1636	-0.0623
T6	3.4216	3.4880	0.0664	8.5912	8.2853	-0.3059
T7	3.5210	3.3311	-0.1899	9.0565	8.4659	-0.5906
T8	3.5536	3.1021	-0.4515	9.1027	8.3887	-0.7140
T9	3.6506	3.4559	-0.1946	10.0809	8.7968	-1.2841
T10	3.7544	3.8333	0.0789	10.0750	9.5222	-0.5528
T11	3.6859	3.8052	0.1194	10.0542	9.5499	-0.5043
T12	3.6453	3.8324	0.1871	10.0541	9.2023	-0.8518
T13	3.5950	3.9271	0.3321	10.0540	8.9986	-1.0554
T14	3.5381	3.8937	0.3556	10.0318	8.8120	-1.2198
T15	3.4912	3.6047	0.1135	9.8141	8.7086	-1.1055
T16	3.4713	3.2359	-0.2355	9.4916	8.4920	-0.9997
T17	3.4521	2.9749	-0.4772	8.9706	8.2668	-0.7038
T18	3.4121	2.9902	-0.4218	8.5218	8.2970	-0.2248
T19	3.3411	3.0368	-0.3042	8.2669	8.3755	0.1086
T20	3.2785	3.0440	-0.2346	8.0243	8.2098	0.1855
T21	3.3789	3.4778	0.0989	7.9176	7.9966	0.0790
T22	3.4391	3.5434	0.1044	8.1531	8.0917	-0.0614
T23	3.5058	3.6273	0.1214	8.4171	8.1669	-0.2502
T24	3.5530	3.6596	0.1066	8.7347	8.2563	-0.4785
T25	3.5991	3.6949	0.0957	9.0468	8.4078	-0.6390
T26	3.6292	3.7185	0.0893	9.3330	8.5497	-0.7833
T27	3.6821	3.7603	0.0783	9.5586	8.7197	-0.8389
T28	3.7223	3.8009	0.0786	9.8865	8.8791	-1.0073
T29	3.7547	3.8407	0.0859	10.0940	9.2133	-0.8807
T30	3.7920	3.8821	0.0901	10.0889	9.5192	-0.5697

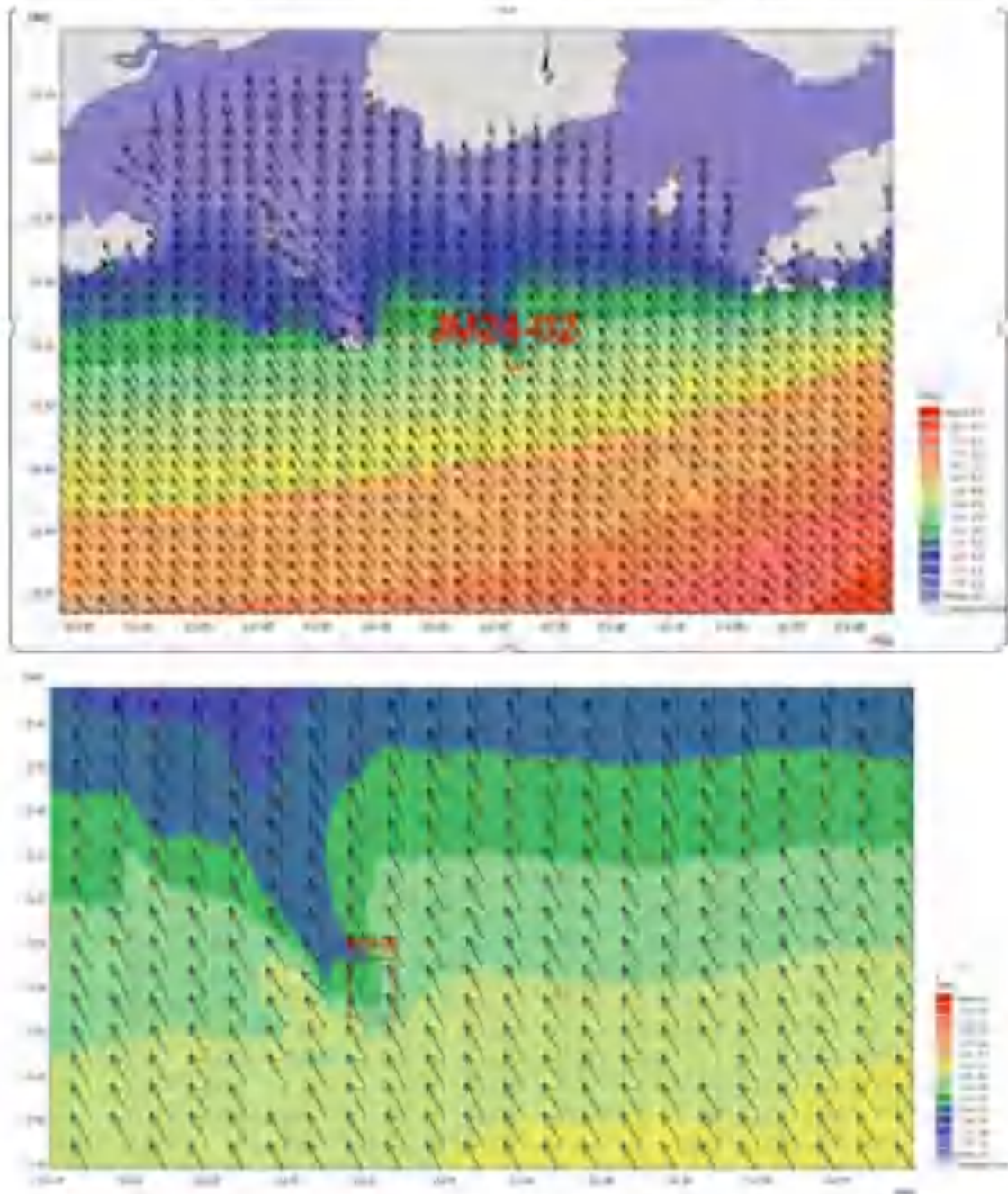


图 6.4.3-1 工程海域 50 年一遇 SE 向波浪分布 (JM24-02 采砂区单独采砂后)

(2) 两个采砂区对波浪动力的影响

两个采砂区同时采砂情况下，工程前后各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素变化统计见表 6.4.3-2。从表中可以看出，工程实施后，代表点 50 年一遇 SW 向波浪的出现不同程度的变化，采砂区范围内各代表点波高有升有降，工程后波高变化量为 $-0.26 \sim 0.28\text{m}$ ；工程后采砂区范围内波周期都不同程度的减小，采砂区范围内代表点波周期变化幅度为 $-1.58 \sim -0.04\text{s}$ 。采砂区附近带代表点波高为 $3.27 \sim 3.640\text{m}$ ，工程后波高为 $2.79 \sim 4.10\text{m}$ ，波高变化量为 $-0.59 \sim 0.55\text{m}$ ；总体

上看, 本项目实施会对工程区内波浪动力环境产生一定程度的影响, 但影响范围较小。

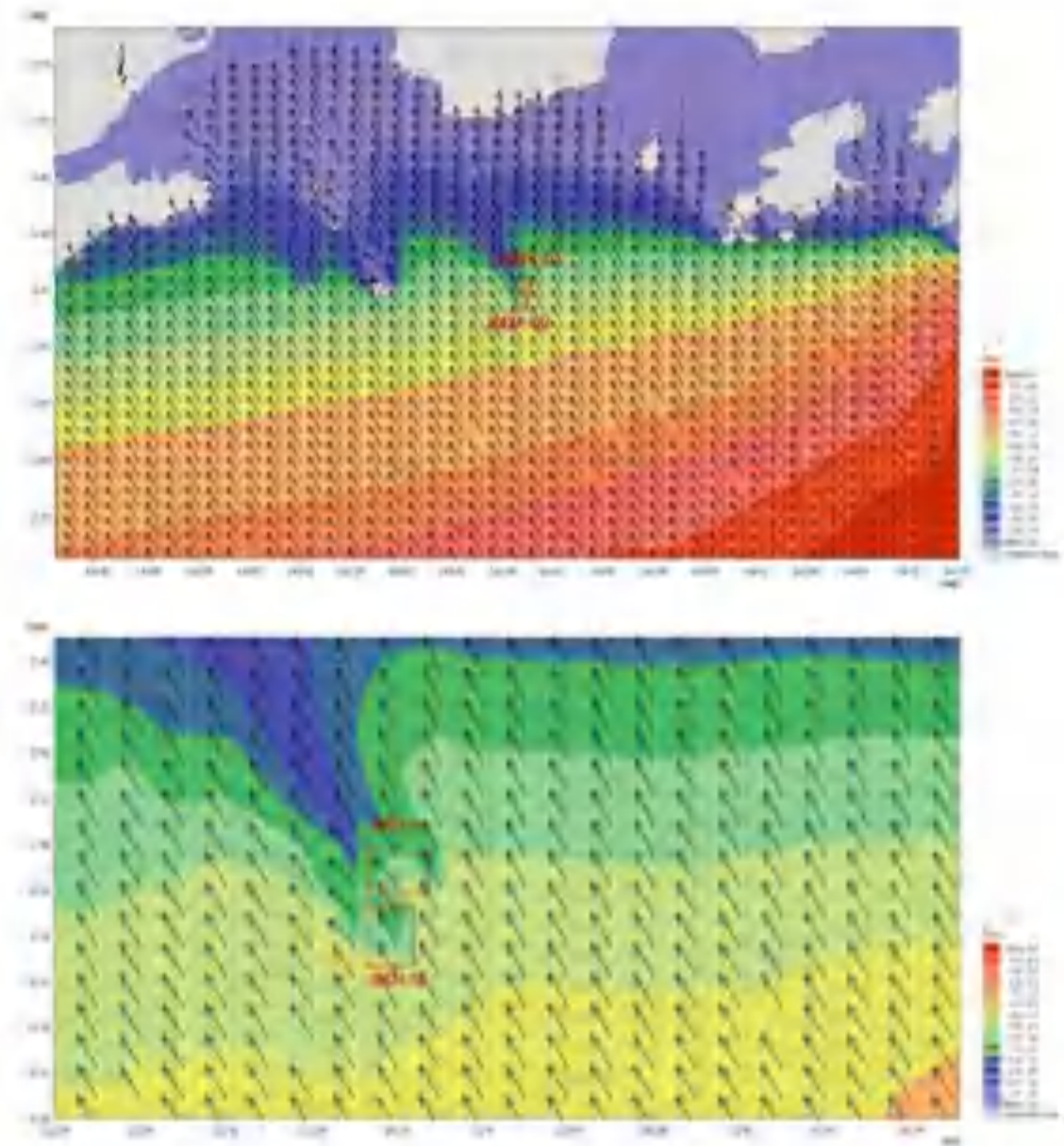


图 6.4.2-2 工程海域 50 年一遇 SE 向波浪分布 (两个采砂区同时采砂后)

6.4.3-2 各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素对比 (两矿区同时采砂)

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	3.62	3.48	-0.14	9.60	8.40	-1.20
T2	3.49	3.60	0.12	9.00	8.00	-1.00
T3	3.71	3.98	0.27	10.08	9.05	-1.03
T4	3.33	3.42	0.09	7.99	7.95	-0.04
T5	3.36	3.27	-0.09	8.23	7.90	-0.32
T6	3.42	3.36	-0.06	8.59	7.93	-0.66
T7	3.52	3.87	0.35	9.06	8.38	-0.68

T8	3.55	3.29	-0.27	9.10	8.16	-0.94
T9	3.65	3.54	-0.12	10.08	8.50	-1.58
T10	3.75	4.04	0.28	10.08	9.32	-0.75
T11	3.69	3.98	0.29	10.05	9.35	-0.70
T12	3.65	4.03	0.38	10.05	9.04	-1.02
T13	3.60	4.11	0.51	10.05	8.85	-1.20
T14	3.54	4.09	0.55	10.03	8.72	-1.31
T15	3.49	3.81	0.32	9.81	8.63	-1.18
T16	3.47	3.44	-0.03	9.49	8.46	-1.03
T17	3.45	3.40	-0.05	8.97	8.42	-0.55
T18	3.41	3.28	-0.13	8.52	8.32	-0.21
T19	3.34	2.74	-0.60	8.27	7.71	-0.56
T20	3.28	2.80	-0.48	8.02	7.75	-0.28
T21	3.38	3.64	0.26	7.92	7.92	0.00
T22	3.44	3.72	0.28	8.15	8.02	-0.13
T23	3.51	3.78	0.27	8.42	8.11	-0.31
T24	3.55	3.81	0.26	8.73	8.18	-0.55
T25	3.60	3.87	0.27	9.05	8.29	-0.76
T26	3.63	3.91	0.28	9.33	8.40	-0.94
T27	3.68	3.95	0.27	9.56	8.54	-1.02
T28	3.72	3.99	0.27	9.89	8.71	-1.18
T29	3.75	4.04	0.28	10.09	9.00	-1.09
T30	3.79	4.08	0.29	10.09	9.26	-0.83

6.5. 海洋沉积物环境影响预测与评价

采砂过程中，由于吸砂管从海底淤泥层直插入砂层，因此，采砂前期对表层沉积物影响不大；当采到一定量时，砂层掏空，覆盖上面的淤泥层在重力作用下发生坍塌，则表层沉积物将被掩埋，特征被彻底改变。同时，砂层被抽走后，采砂区的垂直沉积物将出现断砂层，沉积物垂直结构也发生变化。选砂过程中溢流的泥浆水主要成分为粉砂和粘土，与海域表层沉积物粒度类型接近，并将随水流、波浪向周围海域扩散、沉降。

根据分析，采砂作业对沉积物的影响主要集中在悬浮泥沙影响范围内，项目实施会使上述区域海洋沉积物的垂直结构和表层组成、结构发生一定的变化，在采砂结束一段时间后，将重新建立新的相对稳定的沉积物环境；采砂区海域沉积环境质量较好，采砂作业造成的沉积物再悬浮不会导致海水的二次污染。

根据施工方式和数值模拟结果，采砂溢流产生的悬浮物浓度增量主要集中在

采砂区,基本不会改变其悬浮物浓度,因此,在陆源污染不变的情况下,吸附到悬浮泥沙上的污染物基本不会改变采砂区以外海底的沉积物特征。

采砂作业结束后,采砂区将通过相当长的一段时间重新建立新的相对稳定的沉积物环境。

6.6. 生态环境影响预测与评价

6.6.1. 对底栖生物栖息的影响分析

由于采砂船吸砂搅动及选砂活动导致悬浮泥沙扩散,加之采砂活动淘空底层砂后,覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷,采砂区的底栖生物种类将被掩埋、覆盖;另外,选砂产生的高浓度悬沙在采砂区内和周边迅速沉降,也会在一定程度上造成采砂区的底栖生物种类将被掩埋,除少数能够存活外,绝大多数将死亡,导致生物资源损失。

6.6.2. 对浮游生物的影响分析

(1) 对浮游植物影响分析

采砂过程将产生一定量的悬浮泥沙,污染采砂区附近的水质环境。从海洋生态角度来看,采砂作业海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,对海洋生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度,对浮游植物的光合作用产生不利影响,进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长,降低单位水体浮游植物数量,导致局部海域内初级生产力水平降低,使浮游植物生物量降低。

在海洋生物食物链中,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,致使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渔业资源量下降。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,对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

(2) 对浮游动物的影响

采砂作业引起施工海域内的局部海水的混浊,这将使阳光的透射率下降,从而使得该海域内的游泳生物迁移别处,浮游生物将受到不同程度的影响,尤其是

滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大,这主要是由于采砂作业引起的水中悬浮物增加,悬浮颗粒会粘附在动物体表,干扰其正常的生理功能,滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒,造成内部消化系统紊乱。

此外,根据有关资料,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。同时,过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

6.6.3. 对渔业资源影响分析

(1) 对鱼卵仔鱼的影响分析

水体中过高的和细小的悬浮颗粒物会粘附于鱼卵表面,妨碍鱼卵的呼吸,不利于鱼卵成活、孵化,从而影响鱼类繁殖。据报道,一些鱼类的鱼卵难以忍耐悬浮物含量超过 1000mg/L 的水环境。此外,悬浮物含量过高将减缓鱼类的繁殖速率,某些鱼类的临界值为 75~100mg/L,超过临界值的繁殖速率大大降低。项目及比邻本项目附近海域,鱼卵及仔鱼数量较高,项目海上采砂作业将对鱼类繁殖产生某些不利条件。

(2) 对游泳生物的影响分析

采砂作业区内造成局部水中悬浮物质含量过高,使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒,严重损害鳃部的滤水和呼吸功能,甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。

据有关实验数据,悬浮物质的含量为 80000mg/L 时,鱼类最多只能存活一天;含量为 6000mg/L 时,最多能存活一周;含量为 300mg/L 时,若每天做短时间搅拌,使沉淀的淤泥泛起,保持悬浮物质含量达到 2300mg/L 时,则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时,不会导致鱼类直接死亡。但在采砂作业点中心区附近的鱼类,即使悬浮物浓度过高也未能引起死亡,但其鳃部会严重受损,从而影响鱼类今后的存活和生长。

采砂施工过程悬浮泥沙对海水水质的影响,时间是短暂的,这种影响一旦施工完毕,在较短的时间内也就结束,鱼类等水生生物又可游回,这种影响持续时间在施工结束后比较短,是暂时性的,一般不会对该水域的渔业资源造成长期的不良影响,因此采砂过程本项目对渔业资源和渔业生产影响有限。

6.6.4. 生物资源损失量估算

6.6.4.1. 采砂活动对底栖生物的影响

采砂活动淘空底层砂后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，采砂区的底栖生物种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），海床底土坍塌覆盖，彻底破坏底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里为底栖生物资源受损量。

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）/平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）/立方千米[尾（个）/km³]或千克/平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物密度。

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）。在此为海砂开采面积。

根据生态调查，选取春季调查结果的平均值，底栖生物量平均值为8.42g/m²，采砂区面积约为172.4196公顷。根据边坡坍塌的影响分析，项目底栖生物损失按开采区用海面积考虑采砂区周边塌陷区外扩63.6m，则对底栖生物的影响面积约为207.7267公顷，本次采砂活动引起的底栖生物直接损失量为：
 $8.42 \times 10^{-3} \times 207.7267 \times 10^4 = 17490.59\text{kg}$ 。

大部分底栖生物的生长较缓慢，开采区抽沙作业后沉积物环境受到破坏，其生态环境的恢复需要较长时间，可能在几年内，开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。在采砂行为结束后底栖生物才能得到逐渐恢复。

6.6.4.2. 悬浮物对海洋生物资源影响的评价方法

1. 计算公式

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》（以下简称《规程》），采砂工程在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$Mi = W_i \times T$$

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

式中： M_i 为第 i 种生物资源累计损害量，尾、个或千克（kg）；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，尾/ km^2 或个/ km^2 或千克（kg）/ km^2 ；

S_j 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积， km^2 ；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，%；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

2. 取值依据

上述公式中，各参数的取值依据如下：

（1）污染物浓度增量区面积（ S_j ）和分区总数（ n ）

①2 个区块同时施工工况影响面积

根据水环境影响预测与评价结果，结合《规程》对污染物超标倍数的分类，本项目采用 JM24-01 和 JM24-02 两个区块同时开采典型工况下造成的 SS 增量分区最大包络面积进行生物资源损失量计算。

表 6.6.4-1a 两个采砂区不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积汇总

污染物 i 的 超标倍数 B_i	对应的 SS 浓度 范围（mg/L）	SS 增量各浓度分区平均最大包 络面积（ km^2 ）
$B_i \leq 1$ 倍	$10 < B_i \leq 20$	5.09
$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	4.44
$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	1.80
$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	0.78

上述影响面积为 JM24-01 和 JM24-02 两个区块同时开采典型工况引起的悬浮物 SS 浓度超标倍数，本次评价从保守角度出发，按照该采砂区占总采砂区（两个采砂区的总面积）的比例面积进行计算生态损失赔偿额，本采砂区开采面积为 172.4196 公顷，本采砂区开采面积占两个采砂区的总面积比例为 $153.6798/(153.6798+172.4196)=0.53$ 。

表 6.6.4-1b 本工程不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积汇总

污染物 i 的 超标倍数 B_i	对应的 SS 浓度 范围（mg/L）	SS 增量各浓度分区平均最大包 络面积（ km^2 ）
$B_i \leq 1$ 倍	$10 < B_i \leq 20$	2.70
$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	2.35

$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	0.95
$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	0.41

根据上述 SS 的影响面积对游泳生物及鱼卵、仔稚鱼造成的影响进行分析。

② 2 个区块单独施工工况影响面积

根据水环境影响预测与评价结果,结合《规程》对污染物超标倍数的分类,本项目采用 JM24-02 区块单独开采典型工况下造成的 SS 增量分区以及分区最大包络面积进行生物资源损失量计算。

表 6.6.4-2 本工程不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积汇总

污染物 i 的超标倍数 B_i	对应的 SS 浓度范围 (mg/L)	SS 增量各浓度分区平均最大包络面积 (km ²)
$B_i \leq 1$ 倍	$10 < B_i \leq 20$	3.06
$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	2.62
$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	0.91
$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	0.40

根据上述 SS 的影响面积对游泳生物及鱼卵、仔稚鱼造成的影响进行分析。

② 生物资源损失率 (K_{ij})

根据《规程》,污染物对各类生物损失率根据污染物的超标倍数来确定(见表 6.6.4-3)。本次评价主要对游泳生物及鱼卵、仔稚鱼造成的影响进行分析。

表 6.6.4-3 《规程》中对污染物对各类生物损失率的规定

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注:

1. 本表列出污染物 i 的超标倍数 (B_i), 指超《渔业水质标准》或超 II 类《海水水质标准》的倍数, 对标准中未列的污染物, 可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定; 当多种污染物同时存在, 以超标倍数最大的污染物为评价依据。
2. 损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡, 以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
3. 本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类, 毒性试验数据作相应调整。

根据工程特征, 采砂过程中产生的污染物即为悬浮泥沙。根据海砂开采对渔业资源的影响分析, 悬浮物含量过高将减缓鱼类的繁殖速率, 通常认为悬浮物质

的含量在 200mg/L 以下时,不会导致鱼类直接死亡。采砂施工过程悬浮泥沙对海水水质的影响,时间是短暂的,这种影响一旦施工完毕,在较短的时间内也就结束,鱼类等水生生物又可游回,这种影响持续时间在施工结束后比较短,是暂时性的,一般不会对该水域的渔业资源造成长期的不良影响,采砂过程本项目对渔业资源和渔业生产影响有限。悬浮泥沙不同于其他毒性污染物,综合考虑悬浮泥沙对生物繁殖、生长或造成死亡,以及生物质量下降等影响因素,本次评价按《规程》中的“污染物对各类生物损失率”范围值的低值确定本工程增量区的各类生物损失率(详见表 6.6.4-4)。

表 6.6.4-4 本工程悬浮物对各类生物资源损失率 K_{ij}

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	各类生物资源损失率 K_{ij} (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	0.5	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5	1	10	10
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30	10	30	30
$B_i \geq 9$ 倍	50	20	50	50

(3) 持续周期数 (T) 和计算区超标范围的水层平均厚度

根据项目采砂进度计划,本项目每年采砂时间约 158 天,则每年的污染物浓度增量影响的持续周期数为 11 (15 天为 1 个周期),根据工程海域水深测量资料,并考虑由于本项目采砂区平均水深约为 18.92m。

(4) 生物资源密度 (D_{ij})

根据海洋生物春季调查结果,取春季平均值进行计算。游泳生物资源密度平均值为 554.16kg/km²,鱼卵分布平均密度为 2.64 粒/m³,仔鱼分布平均密度为 0.06 尾/m³。

(5) 悬浮泥沙扩散导致生物损失情况

2 个区块同时施工工况条件下,本工程悬浮泥沙扩散导致底栖生物的损失量为 17490.59kg,游泳生物(鱼类)的损失量为 1304.49kg,鱼卵 4.08×10^8 粒、仔稚鱼 9.27×10^6 尾,详见表 6.6.4-5a。

2 个区块单独施工工况条件下,本工程悬浮泥沙扩散导致底栖生物的损失量为 17490.59kg,游泳生物(鱼类)的损失量为 1295.35kg,鱼卵 4.16×10^8 粒、仔稚鱼 9.45×10^6 尾,详见表 6.6.4-5b。

图 6.6.4-5a 典型工况下本工程悬浮物增加造成的渔业资源损失量计算表 (2 区块同时施工)

区块	分区	污染区面积 S(km ²)	各类生物损失率 K (%)		资源密度 D			水深	影响的持续周期数 T (个)	累计损害量 Mi		
			鱼卵和仔稚鱼	成体	鱼卵 (粒/m ³)	仔稚鱼 (尾/m ³)	成体 (kg/km ²)			鱼卵 (粒)	仔稚鱼 (尾)	成体 (kg)
JM24-02	I区	2.7	5	0.5	2.64	0.06	554.16	18.92	11	74173968	1685772	82.29
	II区	2.35	5	1	2.64	0.06	554.16	18.92	11	64558824	1467246	143.25
	III区	0.95	30	10	2.64	0.06	554.16	18.92	11	156589488	3558852	579.10
	IV区	0.41	50	20	2.64	0.06	554.16	18.92	11	112634544	2559876	499.85
	合计									407956824	9271746	1304.49

图 6.6.4-5b 典型工况下本工程悬浮物增加造成的渔业资源损失量计算表 (JM24-02 区块单独施工)

区块	分区	污染区面积 S(km ²)	各类生物损失率 K (%)		资源密度 D			水深	影响的持续周期数 T (个)	累计损害量 Mi		
			鱼卵和仔稚鱼	成体	鱼卵 (粒/m ³)	仔稚鱼 (尾/m ³)	成体 (kg/km ²)			鱼卵 (粒)	仔稚鱼 (尾)	成体 (kg)
JM24-02	I区	3.06	5	0.5	2.64	0.06	554.16	18.92	11	84063830	1910541.6	93.27
	II区	2.62	5	1	2.64	0.06	554.16	18.92	11	71976221	1635823.2	159.71
	III区	0.91	30	10	2.64	0.06	554.16	18.92	11	149996246	3409005.6	554.71
	IV区	0.4	50	20	2.64	0.06	554.16	18.92	11	109887360	2497440	487.66
	合计									415923658	9452810.4	1295.35

6.6.4.3. 海洋生物资源损失量计算结果

根据计算结果，2 个区块单独施工悬浮泥沙扩散导致的渔业资源损失量高于 2 个区块同时施工悬浮泥沙扩散导致的渔业资源损失量，故本项目海洋生物资源损失总量采纳 2 个区块单独施工计算结果。本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 17490.59kg，游泳生物（鱼类）的损失量为 1295.35kg，鱼卵 4.16×10^8 粒、仔稚鱼 9.45×10^6 尾。

表 6.6.4-6 本项目海洋生物资源损失总量统计

区块	生物类型	直接损失量
JM24-02	底栖生物（kg）	17490.59
	鱼卵（粒）	4.16×10^8
	仔稚鱼（尾）	9.45×10^6
	游泳生物（kg）	1295.35

6.7. 对环境敏感目标和社会关注区的影响分析与评价

6.7.1. 对渔业“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），采砂作业区位于南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区，采砂作业过程产生的悬浮泥沙将对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区产生影响。

南海幼鱼幼虾保护区保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，该保护区禁渔期间禁止底拖网渔船、拖虾渔船以及捕捞这类幼鱼、幼虾为主的其它作业渔船进入生产。南海北部幼鱼繁育场保护区保护期为 1~12 月即全年保护，禁止在保护区内进行机动渔船底拖网作业。黄花鱼幼鱼保护区保护规定为：禁渔期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞这类幼鱼为主的其它作业渔船进入生产。

本项目采砂产生的悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质浑浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区中的幼鱼幼虾、产卵场等的生存环境将造成一定的影响，从而造成一定的海洋生物量损失。但本项目不涉及底拖网作业和捕捞作业，且随着本项目采砂工作的结束，采砂点附近海域水质和生态环境会逐渐恢复，对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区的影响也将逐渐消失。同时，本项目也将采取在幼鱼和幼虾保护期等敏感期（3 月至 5 月）降低每月的采砂时间，控制每月开采量。项目也拟采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制

采砂强度，加强采砂期间的跟踪监测等措施，将项目采砂过程可能对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区的影响降至最低。为减少对海洋生态和渔业资源的影响，通过生态补偿措施可以使海洋生物资源得到有效的恢复和保护，不会对其产生长远的不良影响。

综上所述，本项目采砂作业对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区的影响是可以接受的。

6.7.2. 对自然保护地、海洋生态保护红线的影响分析

本项目评价范围内有 3 个自然保护地，分别是阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区、阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区和江门台山乌猪岛海洋公园。与本项目距离分别为 10.32km、3.06km 和 1.00km。

本项目评价范围内涉及的生态红线有阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区，距离最近的为东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区和大帆石-乌猪岛生态保护区，与本项目距离均约 1.00km。其次为广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区和阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区，与本项目距离分别为 2.79km 和 3.06km。

根据悬浮泥沙扩散预测分析，采砂作业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，高浓度中心点主要分布在采砂区附近区域。两采砂区同时开采情况下，在海流及主导风的作用下采砂引起的悬沙主要随涨落潮流在采砂区周边海域扩散。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达江门台山乌猪岛海洋公园（图 6.7-2）。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区生态保护红线（图 6.7-3）。当两个采砂区同时作业分别达 5 小时、8 小时以及 90 小时后悬沙扩散分别进入江门台山乌猪岛海洋公园（大帆石-乌猪岛生态保护区）、东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区和广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区，随着涨落潮的来回运动，悬沙也不断的进入上述三个区域，进入上述环境敏感保护目标的最大浓度分别为：32.3 mg/l、51.4 mg/l、16.4 mg/l；相应扩散面积分别为：2.11 km²、3.65 km²、0.87km²。因此，

本项目采砂作业产生的悬浮泥沙将对上述自然保护区和生态保护红线的水质生态产生一定的影响。采砂施工呈间歇模式，船舶移位、寻找砂源期间临时停采，悬浮泥沙增量仅在采砂扰动阶段持续产生，一旦采砂扰动停止，悬浮泥沙在水动力作用下逐步沉降扩散，水体悬浮物水平将逐步回落，整体影响具有暂时性、可逆性，不存在长期累积效应。

根据冲淤数模预测结果和叠图分析（图 6.7-8），两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，项目附近的东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区与采砂区的最近距离为 1.0km，因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对其将造成一定程度的影响。

本项目应采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，加强采砂期间的跟踪监测，在保证项目开采进度的前提下项目西侧靠近东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区一侧尽量减少同时开采作业的船舶数量，减少悬浮泥沙扩散范围。采砂对工程区域内的底栖生物和渔业资源的影响，采砂单位将采取增殖放流或生态补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物，杜绝船舶污染物直排水体，不会对附近的自然保护区和海洋生态红线产生影响。此外，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，海砂开采过程中以及开采后将加强水质、生态及地形地貌与冲淤等跟踪监测，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上所述，本项目实施对周边自然保护区和生态保护红线的影响可控。

6.7.3. 对无居民海岛的影响分析

（1）水质、生态环境影响

本项目评价范围内有 4 个无居民岛屿，为南鹏岛、帆仔北岛、帆仔、大帆石；1 个有居民海岛即泮洲。距离本项目最近的为帆仔北岛，位于本采砂区南侧约 7.83km。

本项目采砂作业会使采砂区周围海域悬浮物浓度增加，水质变差。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：两砂区同时施工 10mg/L 浓度最大包络线未到达上述 5 岛（图 6.7-4），对岛屿周边水质、生态环境基本不会产生不利影响。

(2) 海岛岸线影响分析

本项目不占用无居民海岛划定的自然岸线。根据工程冲淤数模预测结果和叠图分析（图 6.7-8），两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，对最近的海岛基本无影响。因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对无居民海岛无影响。

6.7.4. 对“南海I号”水下文物保护区的影晌分析

“南海I号”水下文物保护单位监控水域位于本项目东南侧，核心保护区距离本项目约 4.82km。

根据《阳江市“南海 I 号”古沉船及遗址保护规定》第二十一条 在“南海 I 号”古沉船及遗址保护范围内禁止下列行为：

- （一）刻划、涂污、损坏文物或者损坏文物保护单位、标志；
- （二）违法排放污水、废气或者其他污染物污染“南海 I 号”古沉船及其遗址水域；
- （三）可能会破坏遗址海床的水下作业；
- （四）从事危及文物安全的捕捞、抛锚、爆破、钻探、挖掘等活动；
- （五）其他可能影响“南海 I 号”古沉船及遗址安全的行为。

经沟通省文物局，江门市自然资源局于 2026 年 3 月 27 日委托广东省文物考古研究院开展江门市拟出让海砂开采区文物考古调查勘探项目，该项目已完成野外文物考古调查勘探工作，未发现不可移动文物、亦未发现具有历史文物价值、需要进一步开展考古勘探的古代文化遗存；并于 2026 年 7 月 20 日收到省文物局复函：可按规定程序办理所涉海域出让的其他手续。

本项目对“南海I号”水下文物保护区的影晌主要是冲淤环境的影响。根据冲淤数模预测结果和叠图分析（图 6.7-8），两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，而“南海I号”水下文物核心保护区与本采砂区的距离为 5.60km，因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对“南海I号”水下文物核心保护区基本无影响。

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线未到达“南海I号”水下文物核心保护区（图 6.7-4），最大包络线距离其核心保护区约 0.92km，本项目可采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，尽量降低悬浮泥沙对水下文物保护单位监控水域的环境影响。

6.7.5. 对珍稀水生生物的影响分析

本项目所在海域及其周边主要珍稀水生生物有中华白海豚。采砂作业过程中产生的污水和固体废物均不在矿区海域排放。因此，本项目可能对中华白海豚产生影响的主要为悬浮泥沙和船舶采砂作业噪声。

(1) 悬浮泥沙对中华白海豚的影响分析

本项目采砂作业过程中会产生悬浮泥沙，可引起局部海水浑浊，使周围海水水质污染。根据数模结果显示，本项目进行海砂开采所引起的水动力改变仅在采砂坑及其附近海域，根据图 6.7-5 可知本项目采砂作业造成的悬浮泥沙 10mg/l 包络线未达到中华白海豚活动区域，因此，本项目采砂过程中产生的悬浮泥沙对中华白海豚的活动基本无影响。从生理结构上来说，中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大；从行为学上来说，中华白海豚长期的进化也使其对外界环境变化具有一定的趋避能力，假设海水中的悬浮泥沙明显影响了白海豚的正常活动，白海豚将会选择逃避来减少受到的伤害；从生态习性来说，中华白海豚长期生活在河口海域，而通常河口海域的水体通常较浑浊，说明中华白海豚对浑浊水体具有一定的适应性。因此，本项目施工产生的悬浮泥沙基本不会对中华白海豚产生影响。

(2) 水下噪声对中华白海豚的影响

本项目水下噪声主要来源于船舶采砂作业，一般噪声源强为 80~100dB，可一定程度上提高背景噪声。声波在水下传播具有随距离逐步衰减的规律，引起声波在介质中传播损失的原因，可以归纳为四个方面：

- 1) 扩展损失：由于声波波阵面在传播过程中不断扩展而引起的声强衰减（几何衰减）；
- 2) 吸收损失：指在均匀介质中，由于介质粘滞、热传导以及其它弛豫过程引起的声强衰减；
- 3) 散射：在海洋介质中，存在泥沙、气泡、浮游生物等悬浮粒子以及介质不均匀性引起的声波散射和声强衰减；
- 4) 边界损失：包括海水上下界面对声波的吸收和反射损失。

厦门大学进行了相关研究：采用射线声学模型从计算机仿真得到的声信号随距离的变化关系（海深 40m，声源处于水下 3m，接收机处于水下 5m），见图

6.7-1。

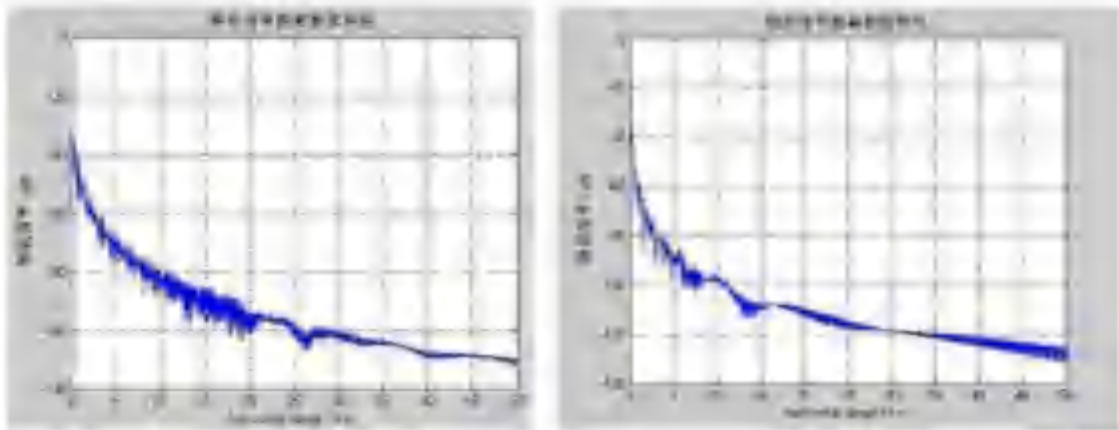


图 6.7-1 海况分别为 1 级和 3 级时的传播损失（载频 5kHz）

由上图可以看出，声波随距离的衰减曲线可以分成三部分，一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，其适用距离的上限可达 20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦，在不同海况下，传播损失的差别很大。

类比《厦门北通道公铁两用桥工程水下噪声对中华白海豚及渔业资源环境影响综合论证》可知，项目采砂作业噪声源对背景噪声提高的不会太多（4dB），即使提高 10dB，总的噪声级别仍远低于美国国家海洋渔业机构 2000 年颁布的鲸类最大可承受声压标准 180dB。而且船舶作业噪声有间歇性，声波在水中的传播随距离的增加呈反平方规律衰减，因此影响的范围非常有限。

中华白海豚一般利用较高频率的声音（大于 10kHz）进行觅食及沟通（Gooldand Jefferson 2004），厦门海域中华白海豚的 click 声信号频率范围分别为 30~130kHz，20kHz~140kHz。而重型机器操作及采砂所产生的噪声大都是 1kHz 以下的低频率，因此我们相信这对中华白海豚的滋扰将不太显著，其它地方的研究亦指出固定的挖掘工程对小型鲸豚的影响有限（RichardsonandWürsig1997）。

综上，本项目水下噪声随距离呈现反平方规律衰减，随着水深的增加下降较快，而且工程施工产生的频率不在白海豚觅食及沟通的频率之内，因此，工程水下施工的影响范围是比较有限的，另外，中华白海豚通常可以在喧闹的海洋环境噪声下嬉戏、生存，具有一定的抗水下环境噪声干扰的能力，项目船舶采砂作业噪声对中华白海豚活动水域的影响在可接受范围内。

6.7.6. 对近岸海域国控点的影响分析

根据广东省近岸海域海水水质监测信息，项目评价范围内国控站位共 4 个：GDN17002、GDN10006、GDN10025、GDN17019。其中距离本项目最近的站位是 GDN17002，位于项目南侧，距离约 3.15km。

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达国控站位 GDN17002（图 6.7-6），对其水质产生一定影响。当 2 个采砂区同时作业 139 个小时后悬沙扩散进入国控点 GDN17002，随后增量悬沙扩散随着涨落潮来回运动反复进入，进入国控点的最大浓度为 14.5mg/l。海砂开采过程中产生的悬浮泥沙，不仅包含矿物颗粒，还可能携带原本沉积在海底的重金属元素如铅、镉、汞等，重金属释放到水体中将对水质造成一定影响。采砂施工产生的悬浮泥沙来源于本海域。

本项目每年实际开采天数为 158 天，对国控站位的实际影响时间较短，应严格采取各项避免措施：（1）项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度；（2）项目采砂前，须向生态环境等主管部门完成采砂施工备案，建立与环境监测机构信息互通渠道；同时加强采砂期间的跟踪监测，将 GDN17002 设为跟踪监测站位，采砂期内的每个潮汐年的春、秋季各进行一次监测，施工结束后进行一次后评估监测，监测内容包含悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、溶解氧、石油类、铅、镉、铜、汞等因子。根据跟踪监测结果与国控站位监测结果进行对比，及时调整和优化采砂作业安排和保护措施。

6.7.7. 对养殖区的影响分析

本项目附近分布有多个养殖项目，距离该项目最近的有台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十号养殖场、台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十一号养殖场，距离分别为 19.20 km、17.38 km，均位于本项目的东北侧。

本项目采砂作业会使采砂区周围海域悬浮物浓度增加，水质变差。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：两砂区同时施工 10mg/L 浓度最大包络线未到达上述养殖区（图 6.7-4），对养殖区无影响。

6.7.8. 对人工鱼礁的影响分析

项目西侧约 4.4km 为阳东区头芦排人工鱼礁工程，在海中投放构造物，起到改

善修复海洋生态环境，增殖和养护渔业资源的作用。

本项目对阳东县头芦排人工鱼礁工程的影响主要为海砂开采期间产生的悬浮泥沙扩散的影响。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：两砂区同时施工其 10mg/L 浓度最大包络线未到达阳东区头芦排人工鱼礁工程所在海域（图 6.7-4），对其无影响。

6.7.9. 对评价范围内风电场项目的影响分析

项目评价范围内分布有四个海上风电场项目，分别为中广核阳江帆石一海上风电场项目/二海洋风电场项目，距离均为 2.68km；中节能阳江南鹏岛海上风电项目，距离 8.93 km；中广核阳江南鹏岛海上风电项目，距离 9.52 km。

根据《海底电缆管道保护规定》，沿海开阔海域的海底电缆管道保护区范围为两侧各 500m，本项目不在上述四个海上风电场的保护区范围内进行采砂作业。

根据冲淤数模预测结果和叠图分析（图 6.7-8），两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，而项目附近的海上风电项目与采砂区的最近距离为 2.68km，因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对上述海上风电场基本无影响。

综合分析，本项目实施后，对较近的风电场所处海域的冲淤环境基本无影响，但项目仍应严格执行《海底电缆管道保护规定》的要求，严格控制施工范围，避免超范围施工，严禁超总量采砂，将项目可能对附近的风电场的的影响降至最低。

6.7.10. 对航道、航路和锚地的影响分析

本项目评价范围内的航道有潯洲岛北航道、潯洲岛南航道和东平航道，最近距离及方位分别为北侧 11.54 km、北侧 7.09 km、北侧 20.92 km。本项目评价范围内的有一中型船舶候潮、防台锚地，最近距离及方位分别为西北侧 18.86km。根据《中国航路指南（南海海区）》《广东沿海主要公共航路》，本项目评价范围内的航路有：粤西沿海近岸航路（项目北侧，3.24 km），珠海高栏港外至阳江南鹏岛北航路（项目北侧，5.63 km），全国沿海航路总规划的内航路（项目南侧，16.73km）。本项目评价范围内有锚地 1 处，即项目西北侧约 18.86km 的中型船舶候潮、防台 No2 锚地。

海砂开采过程，施工船舶作业会占用一部分海域，对通过采砂区的其他船舶正常航行会带来一定影响；同时，采砂船舶靠航道一侧水域施工时，过往船舶也

会对施工船舶自身安全造成一定隐患。在海砂运输过程中，施工船舶将增加航道通航密度，对通航安全和锚地停泊可能有一定的影响。

根据冲淤数模预测结果和叠图分析（图 6.7-8），两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，因此，本项目对北侧的粤西沿海近岸航路影响较小。

江门市人民政府在项目选址阶段征求广东省海事局意见时，广东省海事局提出应落实项目管安全管理要求，具体详见附件 2。就此，海砂出让单位明确：（1）海砂出让单位已委托编制海砂开采利用方案和海上交通安全影响专题分析，届时将征求海事管理结构的意见；（2）本项目在开采实施前，组织相关职能部门制定海砂开采管理制度及配套安全管理标准，明确海砂开采企业的安全管理主体责任；细化项目现场管理场所、监控系统、救援设施设备、船舶污染海洋环境防治设备的配置标准；确定安全监管资金的专项投入标准，保障安全管理设施及措施落地。（3）后续出让工作开展前，将结合地方实际进一步协商明确海事监管经费的保障方式、拨付渠道等。针对上述第（1）条意见，海砂出让单位江门市自然资源局特函征求江门市海事局，回复（附件 19）如下：（1）根据《江门市海砂开采区 JM24-01 海上交通安全影响评价报告》《江门市海砂开采区 JM24-02 海上交通安全影响评价报告》结论和专家组意见，从通航角度看，项目选址基本合理，项目总体可行；（2）依据《中华人民共和国海上交通安全法》第四十八条规定，项目施工前应当向该局申请取得许可后方可施工。

为了尽量减少海砂开采对周围航道航路的通航环境影响，本项目将采取如下措施：（1）项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，加强采砂期间的跟踪监测等措施，在航路及采砂区之间设置多个监测点，定期监测水深、泥沙浓度、水流速度等指标，一旦发现异常，立即暂停采砂作业并启动处置。（2）采砂作业中应落实安全措施，作业船只按规定安装监控系统和 AIS 设备，在施工水域设置锚缆标志，申请海事部门发布航行通告，采砂作业也保持正常的瞭望及有效警戒，防止过往船舶误入施工水域。并对照明灯光有效遮蔽，防止影响航道内船舶的正常航行。（3）采砂单位要加强采砂作业安全管理，严格控制船位，采砂船、运砂船严禁进入航路区，不得在航路区内抛锚、漂航停留等。采砂作业过程中也要密切注意高速船的航行动态，加强联系，积极协调，要求高速船航经作业水域时控制航速。并做好自身安全措施。（4）同时，因为采砂作业

区远离陆地，现场安全监管手段有限，江门海事局小型海巡船难于航行到达作业水域开展安全监管工作。大中型海巡船资源有限，也不利于现场安全监管。建议采砂单位要落实有关安全监管资源的配备，为海事部门的安全监管工作提供必要的条件，如建设现场视频监控系统、落实现场安全监管办公场地与设施，为安全监管工作人员提供必要的工作生活条件等。

在落实上述各项措施的基础上，本项目对附近的航道航路影响可控。

6.7.11. 对海洋牧场的影响分析

本项目与台山市规划建设的现代化海洋牧场深远海区域有重叠，根据江门市农业农村局关于征求海砂开采海域选址意见的复函，本项目海砂开采应在海洋牧场开发前完成，避免影响该海域海洋牧场的建设生产。

《广东省大广海湾（江门台山）现代化海洋牧场规划建设方案（2023-2035年）》规划范围为台山市域范围(含海域、海岛)，规划陆域面积 3308.24 平方公里，规划海域范围以省海域勘界成果对本市的海域范围界定范围为准，研究范围延伸至大广海湾全域（主要包括江门市管辖海域、海岛和渔港）；近海养殖空间位于 10 米等深线以浅海域；深远海养殖空间主要布局重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台、养殖工船等大型渔业装备；重力式网箱原则上布设在低潮位水深不小于 15 米的海域，桁架类网箱及养殖平台、养殖工船原则上布设在低潮位水深不小于 20 米或离岸 10 千米以上的海域。本项目矿区整体水深为 18.20~19.64m，属于桁架类网箱及养殖平台、养殖工船规划布设范围，本项目海砂开采平均深度 18.4m，开采后水深约 37m，仍满足规划的桁架类网箱及养殖平台、养殖工船布设范围，因此，本项目海砂开采对现代化海洋牧场深远海区域影响较小，建议待现代化海洋牧场项目落地前，需进一步探明水下地形。

本项目在此区域开采海砂对生态资源造成的破坏，通过生态补偿措施可以使海洋生物资源得到有效的恢复和保护，降低对渔业资源的不利影响。

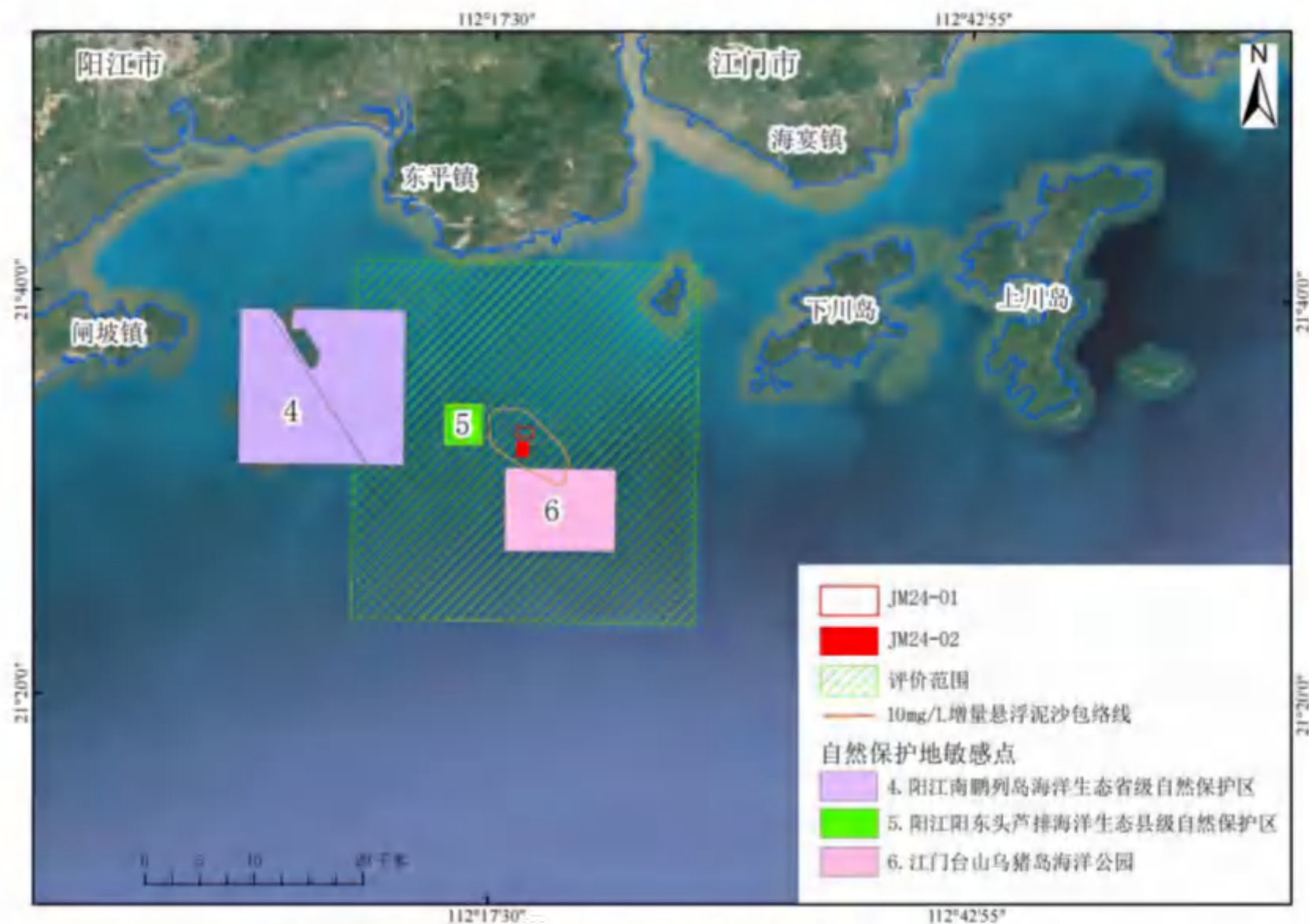


图 6.7-2 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与自然保护地叠加图

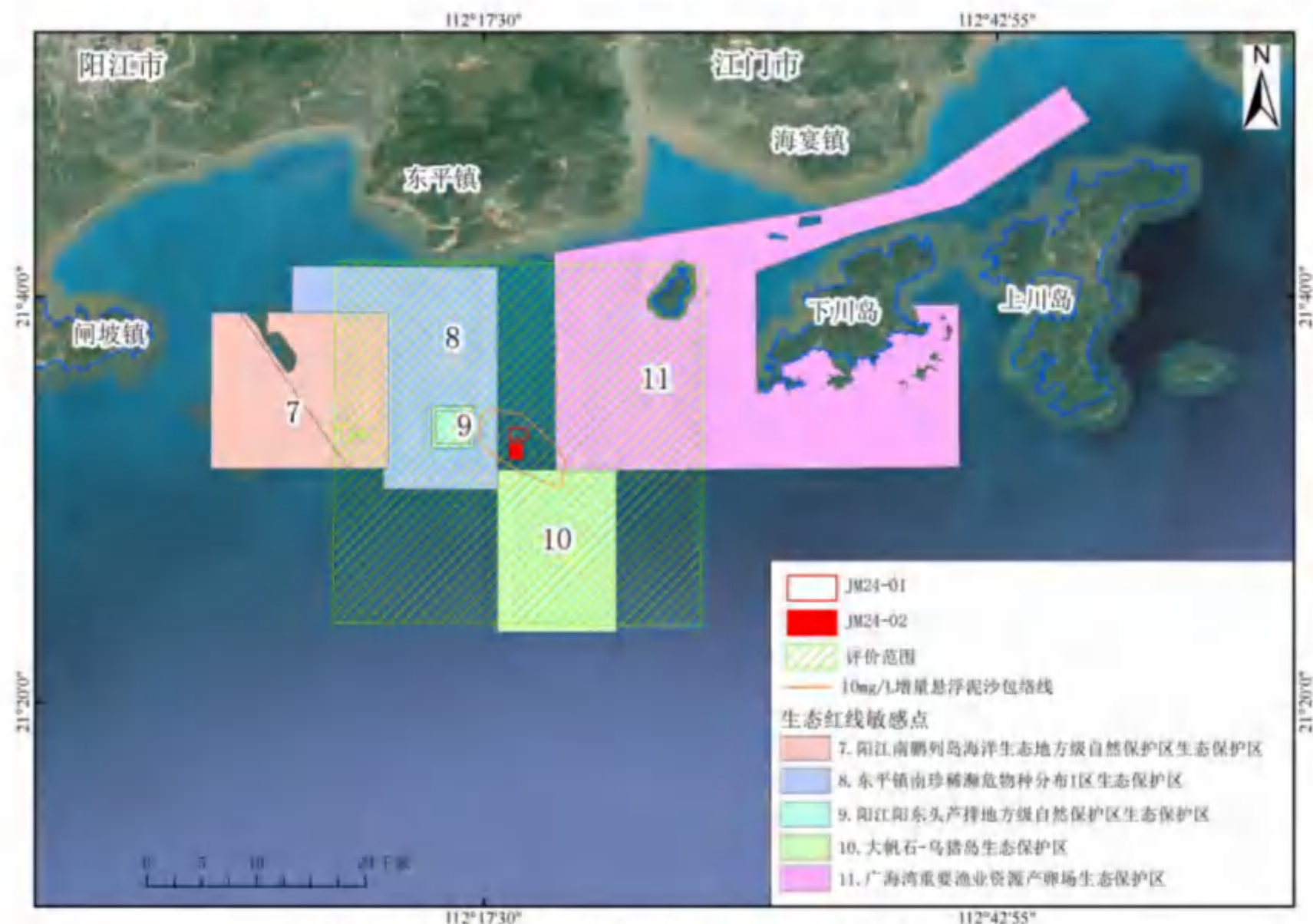


图 6.7-3 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与生态保护红线叠加图

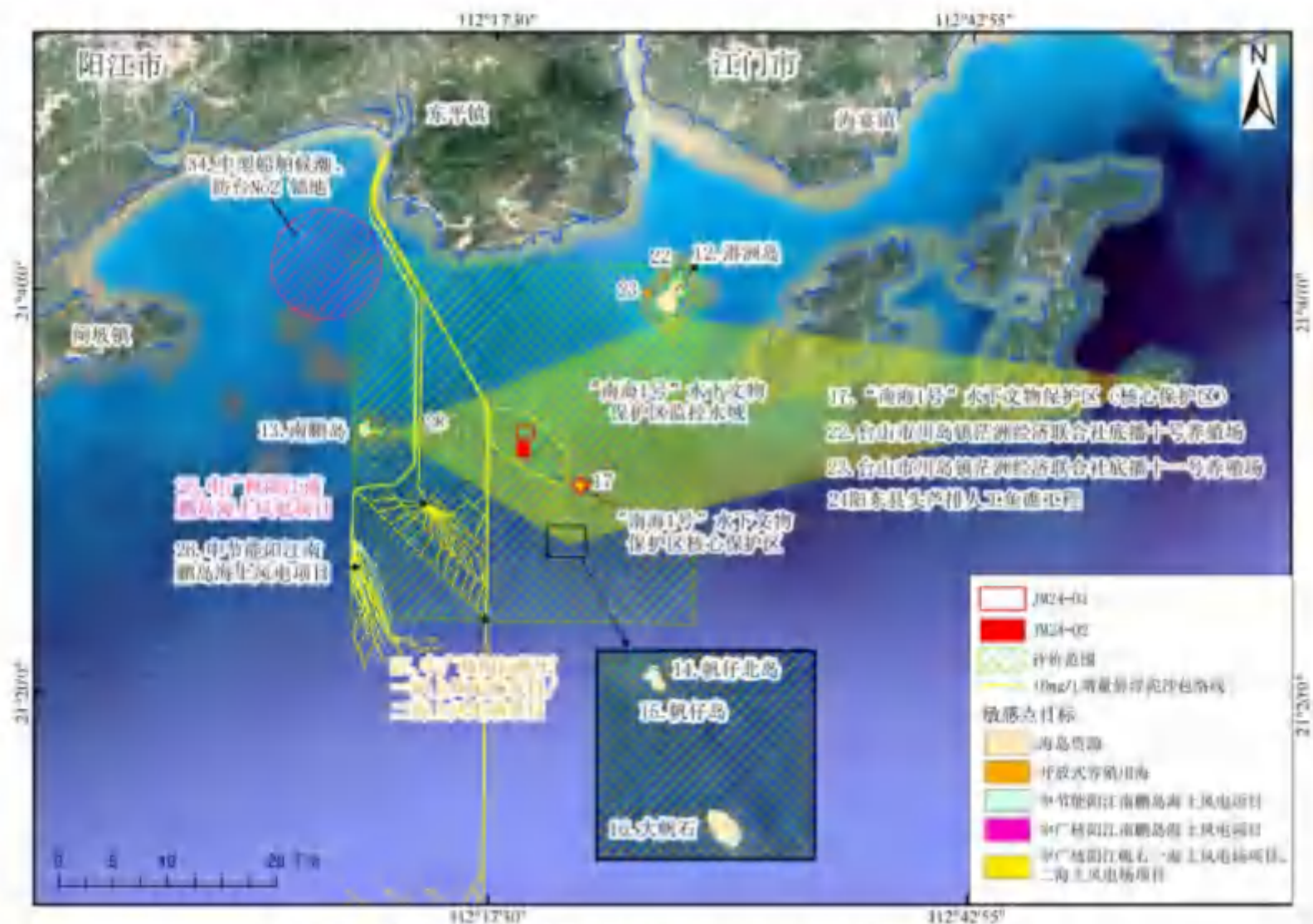


图 6.7-4 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图



图 6.7-5 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与白海豚活动区域叠加图

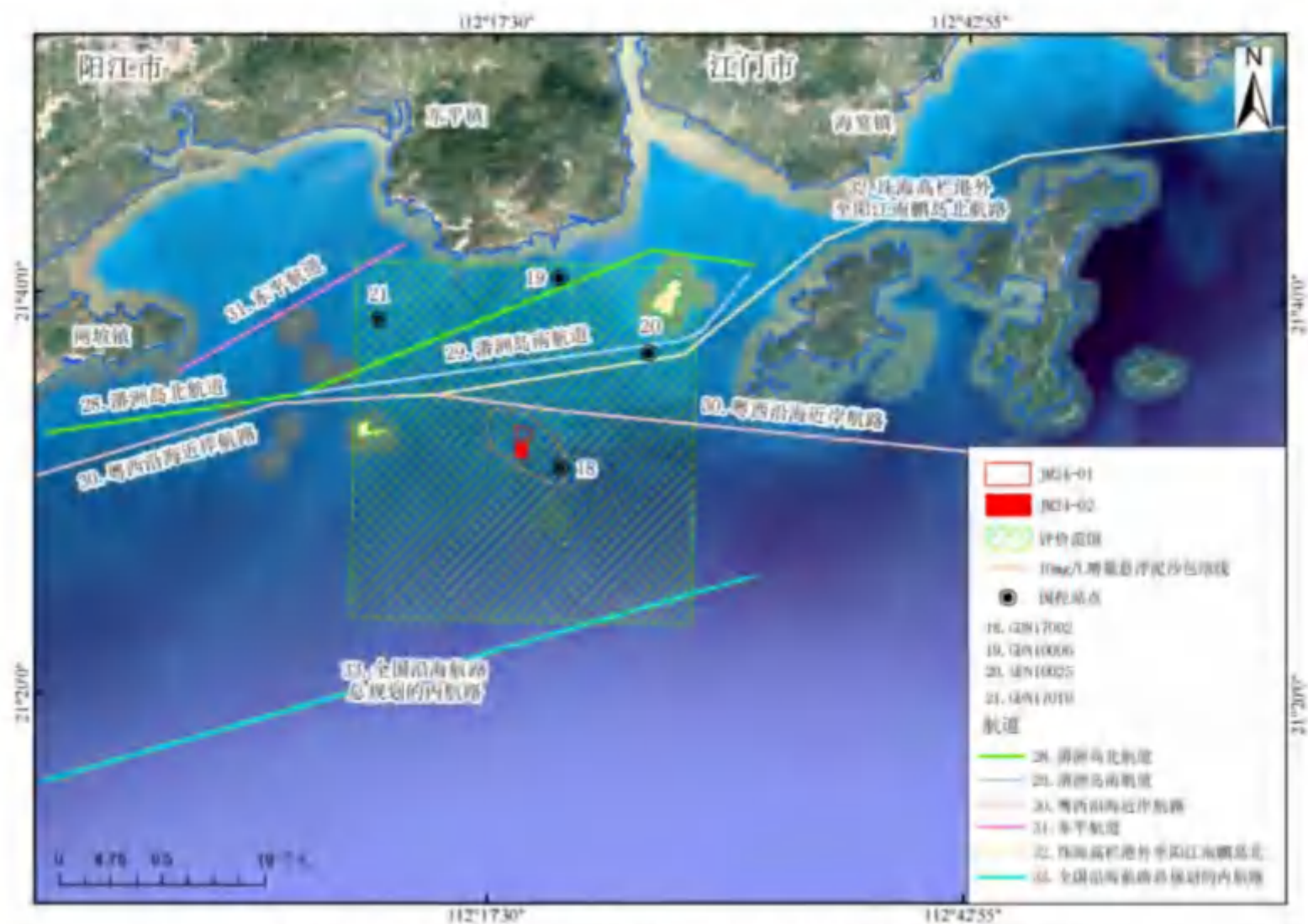


图 6.7-6 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图

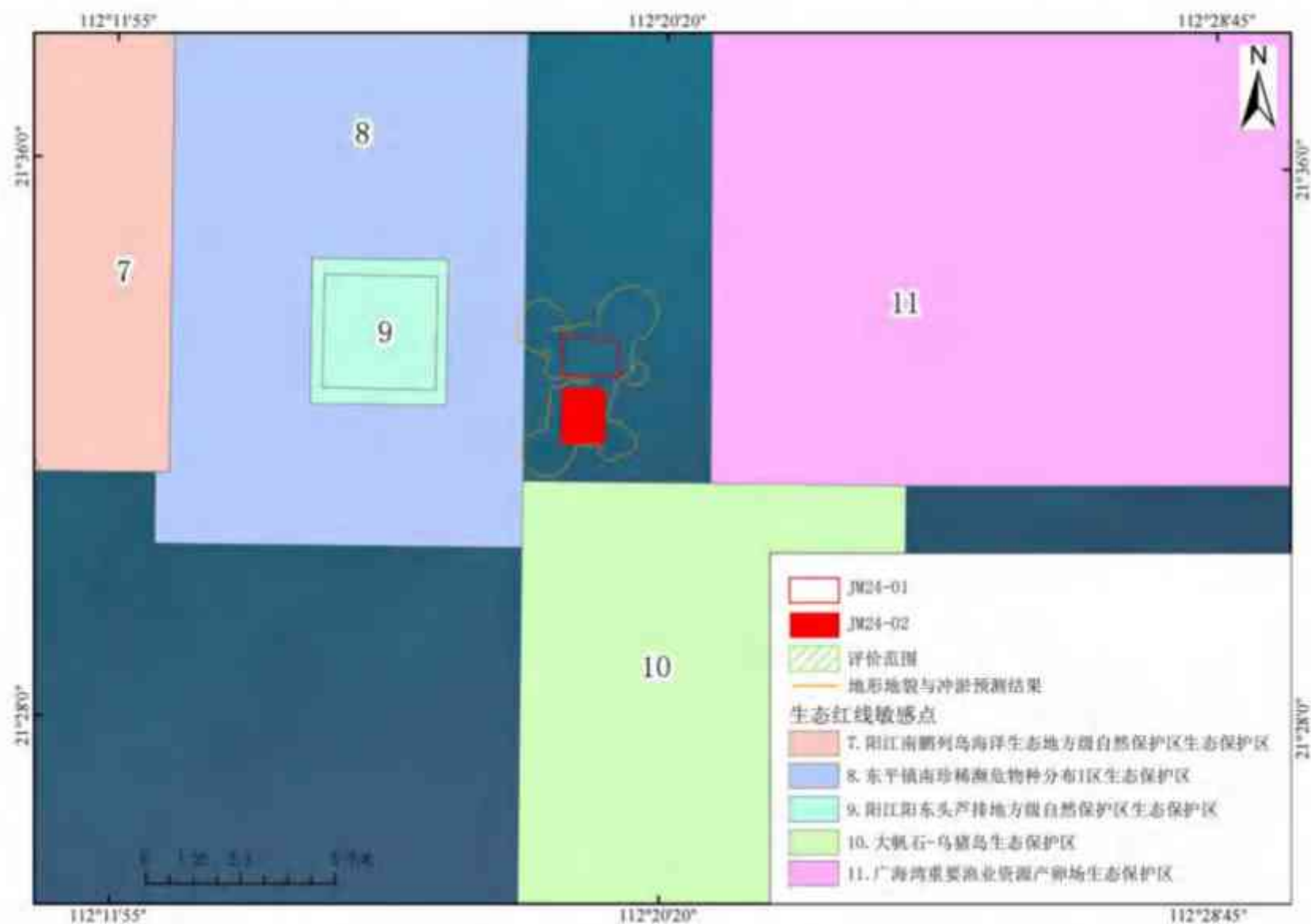


图 6.7-7 两个采砂区开采后冲淤环境变化与生态敏感点叠加图（生态红线）

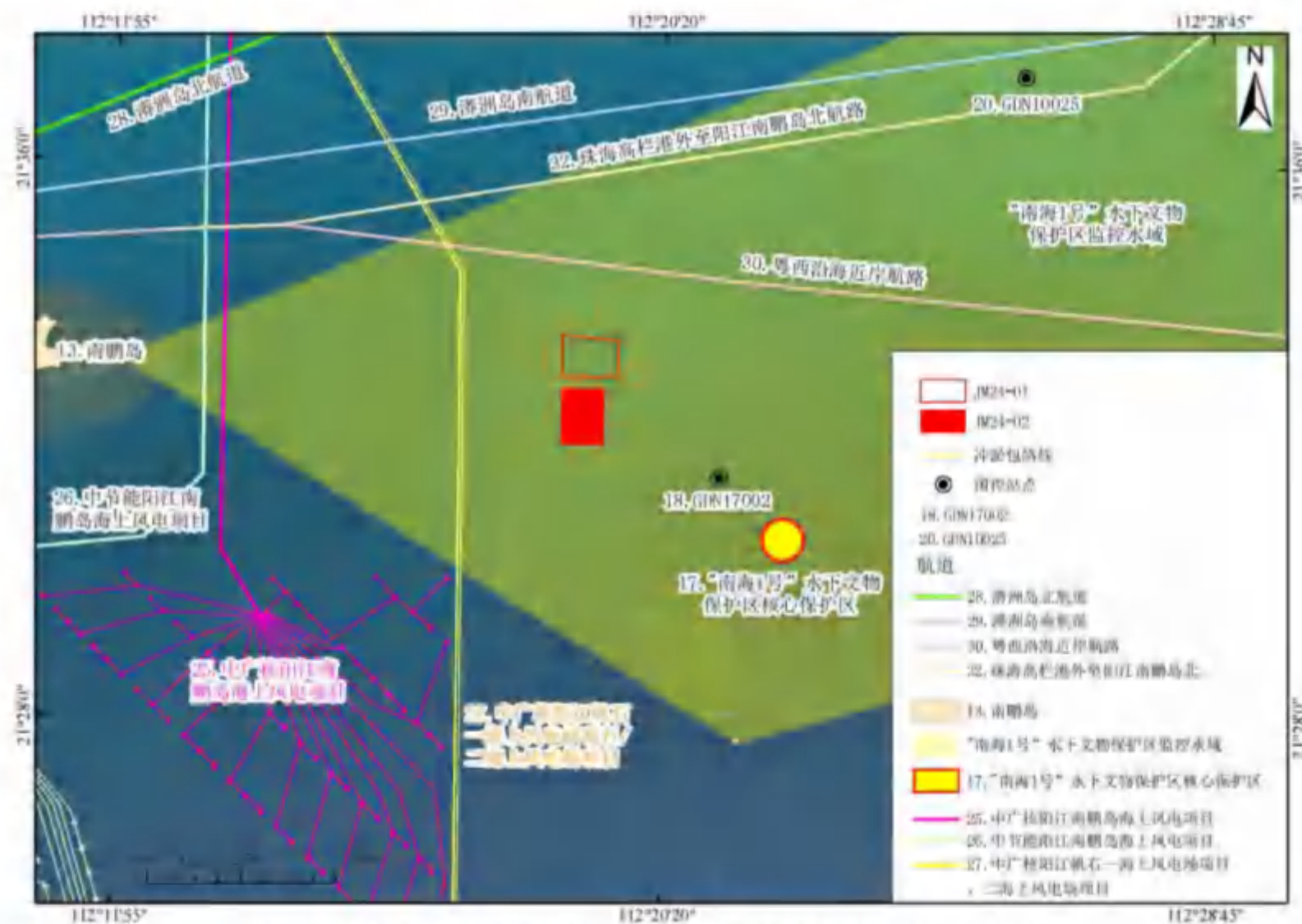


图 6.7-8 两个采砂区开采后冲淤环境变化与生态敏感点叠加图（航道+国控点）

6.8. 固体废物环境影响分析

6.8.1. 生活垃圾

本项目产生的生活垃圾主要来自值守在船舶上的施工人员，船舶生活垃圾集中收集存放于船舶上设置的垃圾箱内，定期交由环卫部门定期统一清运，禁止随意向附近水体倾倒垃圾，本项目产生的生活垃圾不会对施工区及周边环境产生影响。

6.8.2. 采砂尾矿

固体废物主要是采砂出的除可利用砂之外的贝壳、砾石等尾矿，贝壳、砾石等尾矿就地排海回填砂坑，尾矿来自海底再回填于砂坑，对海洋环境影响较小。

6.9. 大气环境影响预测与评价

废气污染主要为船舶所排放的尾气，其产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式因素的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 CO、NO_x、THC 等。海船进入排放控制区，应使用符合《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交通运输部，交海发〔2018〕168 号）船用燃油，这些废气的产生量不大，影响范围、时间有限，拟申请采砂区处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有大气敏感点，对环境的影响较小。

6.10. 人为水下噪声对海洋生物的影响分析

海洋中人为噪声足够大并且鱼类相对靠近声源时，会造成鱼类内脏破裂导致其死亡或者破坏内耳毛细胞导致暂时（暂时性阈移，TTS）或永久（永久性阈移，PTS）的听力丧失。与许多其他动物不同，鱼类在一生中都可以产生毛细胞，Smith 等（2006）对金鱼的观察表明毛细胞在被声音破坏后可以再生。如果听力丧失是暂时的，那么鱼类在几小时或几天内就可恢复听力，恢复的时间取决于噪声的持续时间以及频率。然而，在听力暂时丧失阶段，鱼类会暴露在一个较高的被捕食风险环境中，并且一些具有重要生物学意义的行为可能会受到抑制。

研究表明：长时间水下噪声对鲸豚类动物可能造成的慢性威胁包括：遮蔽效应和听力损失；行为模式改变；紧张等。施工期噪声可能会对海洋哺乳动物和鱼类的交流、行为、觅食和避敌产生短期的有害影响，如可能造成成年海豹与幼崽的隔离。根据程兆龙等的研究显示，东亚江豚以发声鱼类为食，

(DavidKastaketal.1999)。在发声鱼类(主要为石首鱼科鱼类)的繁殖季节(5-6月),主要通过窃听获取食物方位,在非发声鱼类繁殖季节,利用回声定位信号主动探测食物方位。施工期的人为噪声很大程度上与鱼类发声频段重叠,会以听觉掩蔽的方式影响捕食者捕食。

声波在水下传播具有随距离逐步衰减的规律,引起声波在介质中传播损失的原因,可以归纳为四个方面:①扩展损失:由于声波波阵面在传播过程中不断扩展而引起的声强衰减(几何衰减);②吸收损失:指在均匀介质中,由于介质粘滞、热传导以及其它弛豫过程引起的声强衰减;③散射:在海洋介质中,存在泥沙、气泡、浮游生物等悬浮粒子以及介质不均匀性引起的声波散射和声强衰减;④边界损失:包括水体上下界面对声波的吸收和反射损失。

参照《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》(HY/T 0341-2022),人为水下噪声对海洋哺乳动物影响阈值见表 6.10-1(TTS 为临时性听阈漂移,PTS 为永久性听阈漂移)。同样,该指南对引起声掩蔽等一般行为活动性的影响未给出具体阈值。中华白海豚属于高频鲸目,其受影响阈值见表红色框。人为水下噪声对鱼类影响阈值见表 6.10-2,黄唇鱼等石首鱼科鱼类(有鱼鳔,鱼鳔与听力有关),物理性伤害等级最大可承受人为水下噪声峰值声压级为 207dB,最大可承受人为水下噪声累积声暴露级为 203dB。

表 6.10-1 人为水下噪声对海洋哺乳动物影响阈值

声源类型	低频噪声		中频噪声	
	TTS	PTS	TTS	PTS
气枪/空气炮	179 dB SEL _r	179 dB SEL _r	186 dB SPL _{1s} 或 235 dB SPL _{1s} ^a	189 dB SPL _{1s} 或 219 dB SPL _{1s}
气枪/空气炮	179 dB SEL _r	186 dB SEL _r	170 dB SPL _{1s} 或 224 dB SPL _{1s}	185 dB SEL _r 或 219 dB SPL _{1s}
圆筒形气枪	152 dB SPL _{1s}	152 dB SEL _r	140 dB SEL _r 或 196 dB SPL _{1s}	141 dB SEL _r 或 200 dB SPL _{1s}
空气枪	186 dB SEL _r	186 dB SEL _r	171 dB SEL _r 或 229 dB SPL _{1s}	182 dB SEL _r 或 220 dB SPL _{1s}
海豹类潜水员	161 dB SEL _r	171 dB SEL _r	170 dB SPL _{1s} 或 212 dB SPL _{1s}	183 dB SEL _r 或 219 dB SPL _{1s}
海豚类(宽吻海豚)	189 dB SEL _r	219 dB SEL _r	186 dB SPL _{1s} 或 226 dB SPL _{1s}	189 dB SEL _r 或 227 dB SPL _{1s}
注: SEL _r 为累积声暴露级, SPL _{1s} 为峰值声压级。				

表 6.10-2 人为水下噪声对鱼类影响阈值

噪声分组	致死或潜在致死	损害			行为响应
		物理损伤	TTS	声掩蔽	
无损伤	214 dB SEL _{cont} 或 214 dB SPL _{eq}	210 dB SEL _{cont} 或 214 dB SPL _{eq}	180 dB SEL _{cont}	(远) 中等	(近) 强
				(中) 强	(中) 中等
				(近) 低	(远) 低
有损伤, 鱼鳍与 肌肉分离	210 dB SEL _{cont} 或 207 dB SPL _{eq}	205 dB SEL _{cont} 或 207 dB SPL _{eq}	180 dB SEL _{cont}	(近) 中等	(近) 强
				(中) 强	(中) 中等
				(远) 低	(远) 低
有损伤, 鱼鳍与 肌肉分离	207 dB SEL _{cont} 或 207 dB SPL _{eq}	205 dB SEL _{cont} 或 207 dB SPL _{eq}	180 dB SEL _{cont}	(近) 强	(近) 强
				(中) 强	(中) 强
				(远) 中等	(远) 中等
有损伤/死	207 dB SEL _{cont} 或 207 dB SPL _{eq}	(近) 中等	(中) 中等	(远) 中等	(远) 中等
		(中) 强	(中) 强	(中) 低	(中) 强
		(远) 低	(远) 低	(远) 低	(远) 低

“SEL_{cont}”是指连续声级。

本项目施工期水下噪声污染源主要为运输船只行驶噪声、船舶采砂作业噪声, 一般噪声源强为 80~100dB, 低于海洋哺乳动物和石首科鱼类最大可承受最大阈值。而且船舶作业噪声有间歇性, 且声波在水中的传播随距离的增加呈反平方规律衰减, 因此采砂作业船舶噪声叠加背景噪声后对海域中的海豚等海洋哺乳动物影响范围有限。同时, 鱼类、海洋哺乳动物等具有良好的回避性, 施工期应采用“软启动”方式, 或提前采用声驱赶措施, 能驱使鱼类或海洋哺乳动物离开施工水域, 可达到减小水下噪声导致渔业资源的损失, 不会造成大范围鱼类死亡, 特别是对海洋哺乳动物的影响。噪声属无残留污染, 施工结束噪声污染也随之结束, 周围声环境即可恢复至现状水平。在采取以上环保措施后, 本项目水下施工噪声对海洋生物的影响是可接受的。

6.11. 对通航环境影响分析

本章节引用《江门市海砂开采区 JM24-02 海上交通安全影响评价报告》(广州耀佳海事技术服务有限公司, 2025 年 1 月) 的相关结论。

(1) 海砂开采区 JM24-02 可供选择采砂工艺种类多, 涉及船型和船舶较多; 运砂船频繁进出采砂区, 与附近水域的船舶及其他运砂船会相互影响, 对水域的通航安全存在一定的影响。

(2) JM24-02 水域布置基本合理。水域选址满足各项规定, 不在港口水域内, 通达性较好, 除了与习惯航路较近外, 与周围通航环境基本相适应, 周围水域满足锚泊及过驳需求。平面布置合理, 水深、平面面积及平面形状合理。

(3) 海砂开采区离岸远，现有的海事监管资源已难以满足安全监管需要。

(4) JM24-02 与粤西沿海近岸航路较近，运砂船进出时会造成影响，同时过往船舶可能会误入采砂区，干扰采砂作业，甚至引起碰撞等风险事故。

(5) 海砂开采区 JM24-01 与 JM24-02 进行同期开采时，两个区块的运砂船进出可能会互相影响，形成交叉会遇的局面，增加通航风险。

(6) 海砂开采区 JM24-02 未处于常年浪高 2m、流速 2kn、风力 6 级以上的水域。由于采砂作业方案未明确，参照以往经验，可作业天数约为 249.25d，自然环境满足《海砂开采区选址、海域使用和海洋环境影响审查等海事管理工作指引》要求。

(7) 经过对 JM24-02 的自然环境及通航环境风险的分析，“风”对通航安全的影响危险度为“较高”，其他各通航风险因子的危险度均为“一般”、“较低”或“低”。

为采砂安全，提出以下建议：

(1) 开采前，办理许可证。

(2) 海事监管力量不足，急需在执法设备设施、基本运维保障、基础数据服务及信息化建设上继续加大投入。

(3) 业主单位、采砂单位需要与海事部门建立有效的沟通协调机制，规范采砂作业，保障采砂安全。

(4) 尽早明确采砂方案，采砂区年开采量，过驳水域等主要采砂内容，进行下一阶段的开展。

(5) 由于海砂开采区离岸较远，建议海砂开采区配置专用应急拖轮，以免离岸较远救援不及时。

(6) 做好采砂船舶入场管理，采砂作业规范，人员撤离安排等措施。

综上所述，江门海砂开采区 JM24-02 选址基本合理，采砂作业船种类多，与习惯航路距离较近。但通过相应的交通管制及保障措施，其通航安全风险可控，海砂开采区 JM24-02 可进行作业。

7. 环境风险预测与评价

7.1. 风险评价等级

根据前述 2.3.7 章节，本项目环境风险潜势为Ⅲ，环境风险评价等级为二级。

7.1.1. 风险调查

本项目为采砂工程，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录中附录 B 及《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，本项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺。本项目产品为海砂，生产过程中无中间产品或副产品、副产物产生，不涉及风险物质。

采砂过程需使用船舶进行作业，因此本项目采可能引起的环境风险事：由于恶劣气象条件或操作不当引起的船舶碰撞或触礁搁浅从而引起的船舶溢油风险事故。

7.1.2. 评价等级

根据前述 2.3.7 章节，本项目环境风险潜势为Ⅲ，环境风险评价等级为二级。

7.1.3. 环境保护目标

本项目环境风险敏感目标主要为有自然保护区、生态保护红线、海岛及其自然岸线、三场一通道等，“三场一通”情况见图 2.6-4~图 2.6-5，其余环境风险敏感目标见图 7.1-1，环境风险敏感目标一览表见表 7.1-1。

表 7.1-1 风险环境敏感保护目标一览表

类别	环境敏感区	位置	保护目标/保护对象	保护级别及批复依据
重要渔业水域	南海幼鱼幼虾保护区	项目所在海域	幼鱼幼虾及其水质、生态环境	农业部, 中华人民共和国农业部第189号公告(2002年2月8日)、《中国海洋渔业水域图(第一批)》中的《南海区渔业水域图(第一批)说明》
	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在海域	幼鱼繁育及其水质、生态环境	
	黄花鱼幼鱼保护区	项目所在海域	黄花鱼及其水质、生态环境	
自然保护地	阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区	西侧, 约10.32km	完整的近海海洋生态系统、珍稀水生野生动物资源及其栖息环境、具有重要经济价值水产资源产卵场、育苗场及独特物种种质资源	《关于同意阳江南鹏列岛海洋生态自然保护区升格为省级自然保护区的复函》(粤办函〔2008〕715号)、《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》(2024年10月15日至22日, 自然资源部、国家林草局网站同步发布)
	阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区	西侧, 约3.06km	海洋生态环境和海洋生物多样性	2004年由阳东县人民政府批准建立
	江门台山乌猪岛海洋公园	南侧, 约1.00km	保护海岛及其生境	《关于同意建立乌猪岛海洋特别保护区的复函》(粤水函[1997]123号), 2019至2024年整合优化期间作为独立自然保护地保留。
海洋生态保护红线	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	西侧, 约10.32km	渔业资源及海洋生态环境保护	《广东省国土空间规划(2021—2035年)》
	东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区	西侧, 约1.00km	海洋珍稀濒危物种及生境保护	
	阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区	西侧, 约3.06km	渔业资源及海洋生态环境保护	
	大帆石-乌猪岛生态保护区	南侧, 约1.00km	海岛生态系统及岛上珍稀濒危物种保护	

	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	东侧，约2.79km	渔业资源及海洋生态环境保护	
	北陡海岸防护生物防护极重要区	东北，36.62km	海岸防护生物防护极重要区	
	北陡海岸侵蚀极脆弱区	东北，19.56km	海岸侵蚀极脆弱区	
	东平镇南珍稀濒危物种分布 II 区	西南，20.10km	珍稀濒危物种分布区	
	海头湾海岸防护物理防护极重要区	西北，25.95km	海岸防护物理防护极重要区	
	江门市台山市红树林	东北，20.88km	红树林	
	寿长河重要河口	西北，30.13km	重要河口	
	阳江市阳东区红树林	西北，23.98km	寿长河重要河口	
	珍珠湾海岸侵蚀极脆弱区	西北，22.55km	海岸侵蚀极脆弱区	
	镇海湾重要河口	东北，22.29km	重要河口	
	镇海湾重要滩涂及浅海水域	东北，39.75km	重要滩涂及浅海水域	
	广东寿长河红树林国家湿地自然公园	西北，29.36km	红树林	
	广东镇海湾红树林国家湿地自然公园	东北，40.03km	红树林	
	阳江阳东东平湾地方级森林自然公园	西北，25.95km	红树林	
海岛资源	漩洲	东北侧，约16.85km	海岛及其自然岸线	《印发广东省海岛保护规划（2011-2020）的通知》（粤海渔〔2011〕163号）
	南鹏岛	西侧，约11.75km		
	帆仔北岛	南侧，约7.83km		
	帆仔岛	南侧，约7.84km		
	大帆石	南侧，约8.46km		
	大镬岛	西北，22.28km		
	二镬岛	西北，18.62km		
	葛洲	西北，21.53km		
	虎仔	西北，16.95km		
	黄程山	西，20.46km		
	小葛洲	西北，21.54km		
	珍珠湾岛	西北，24.72km		
文物保护单位	“南海I号”水下文物保护区	东南侧，约4.82km	历史文物	/

珍稀水生生物	中华白海豚	历史调查资料显示,项目北面曾发现过中华白海豚出现。	中华白海豚及其生境	/
国控站位	GDN17002	南侧, 约3.15km	水质	省级, 《广东省近岸海域水质监测信息》
	GDN10006	北侧, 约15.46km	水质	
	GDN10025	东北侧, 约13.92km	水质	
	GDN17019	西北侧, 约16.82km	水质	
	GDN10001	东北, 31.43km	水质	
	GDN10013	东北, 26.69km	水质	
	GDN10014	东北, 29.90km	水质	
	GDN10021	东北, 24.32km	水质	
	GDN17004	西北, 21.74km	水质	
	GDN17010	西南, 25.73km	水质	
	GDN17017	西北, 28.59km	水质	
养殖区	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十号养殖场	东北侧, 约19.20km	水质、生态	省级, 海域确权
	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十一号养殖场	东北侧, 约17.38 km	水质、生态	
	项目东北侧台山市养殖片区	东北侧, 17.11km	水质、生态	
	项目西南侧阳江市阳东区养殖片区	西南侧, 17.95km	水质、生态	
	项目西北侧阳江市阳东区养殖片区 1	西北侧, 19.81km	水质、生态	
	项目西北侧阳江市阳东区养殖片区 2	西北侧, 26.15km	水质、生态	
人工鱼礁	阳东区头芦排人工鱼礁工程	西侧, 约4.4km	海洋水质、沉积物、生态环境	/
海洋牧场	台山市现代化海洋牧场深远海区域	占用	水质、生态	/

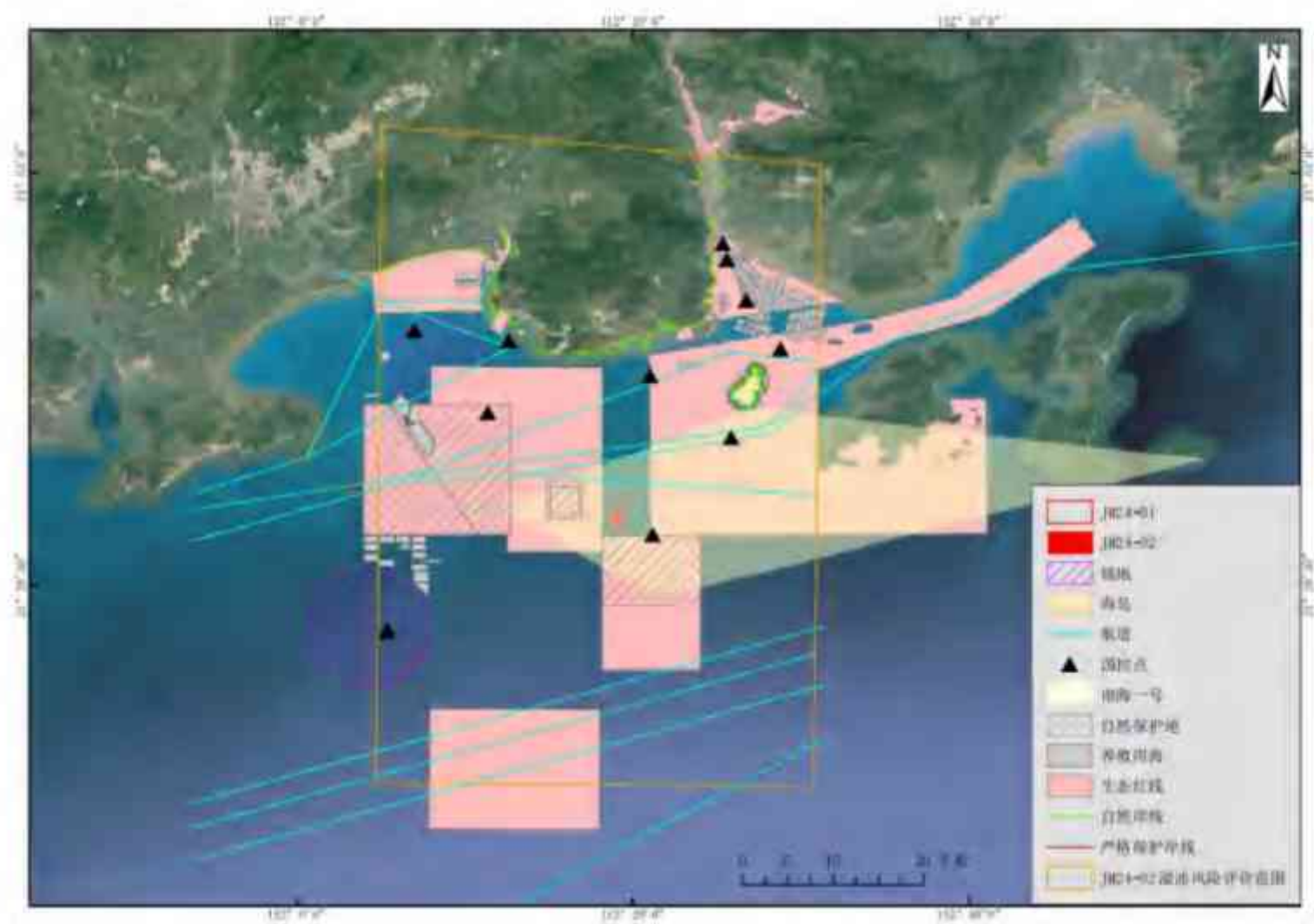


图 7.1-1 风险环境敏感保护目标

7.2. 风险事故识别

本项目采砂可能引起的风险事故有：由于恶劣气象条件或者不当操作引起的船舶碰撞或触礁搁浅，引起溢油风险事故。

7.2.1. 溢油事故发生的原因

根据采砂作业特点及项目所在海域环境特点分析，引起溢油事故发生的主要因素有：作业船舶由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故，这类溢油事故对环境影响相对较小，但也会对水域造成油污染；由于船舶本身出现设施损废，在行进中受海上风浪影响，或者发生船舶碰撞，有可能使石油类溢出造成污染。在经济利益驱动下，采砂船、运砂船重生产，轻安全，超载、超限量等违章行为时有发生。因船舶装载不良，操纵不当和超载等原因导致船舶翻沉也是构成风险的主要原因之一。采砂作业导致采砂区所在海域船流密度增加，船舶发生碰撞的事故隐患会有所增加。

7.2.2. 溢油事故发生概率分析

(1) 从船舶航运情况分析发生风险事故的可能性

1) 国内船舶航行事故概率

GISIS 全球综合航运信息系统收集整理了1900年~2017年全球海上船舶事故，按照碰撞、搁浅、结构性失效及人员伤亡等将船舶事故类型进行了分类，并对不同船型发生事故的比例进行了分析，其中杂货船发生船舶事故比例最高，占33%，主力船型（杂货船、散货船、油船和集装箱船）海上事故数量占比65%，渔船和客滚船海上事故数量占比也较高，分别为11%和10%。

国际油轮船东防污染联合会船舶溢油事故数据库收集了1970年以来油轮、散货多用船及驳船等的溢油事故，现今统计的溢油事故已超过10000起，事故信息包括溢油类型、数量、原因、位置及船只信息等，并按溢油量<7吨、7~700吨和>700吨进行分类分析。在过去的50年里，油轮的溢油次数趋势明显下降，大于7吨的溢油频率统计数据显示，20世纪70年代平均约79起，现在已减少90%以上，平均约6起。

油轮溢油事故总体减少，中大型溢油事故发生频率下降，特大型溢油事故造成了较大比例的总泄漏量。

对各级溢油量事故发生原因进行分析，结果见表7.2.2-1。由表1可知，<7吨

溢油事故原因设备故障占较大比例，为22%；其他/未知原因占64%，包括天气、人为及某些未知因素等。7~700吨溢油事故原因主要为碰撞、搁浅和设备故障，占比62%。>700吨溢油事故主要由碰撞和搁浅造成，占比达到62%。

表 7.2.2-1 国际溢油事故原因统计结果（1900~2017 年）

事故原因	小于 7t	7~700t	大于 700t
碰撞	2%	27%	30%
搁浅	3%	20%	32%
船体受损	7%	7%	13%
设备故障	22%	15%	4%
火灾/爆炸	2%	3%	11%
其他/未知	64%	28%	10%

2) 区域事故概率分析

根据广东海事局对广东海事局辖区水上交通事故四项指标统计，2024年，广东局辖区列入统计范围的一般等级以上水上交通事故12起，死亡失踪18人，沉船18艘，直接经济损失2242.5万元。事故类型统计见表7.2.2-2。

表 7.2.2-2 2024 年船舶安全事故统计表

项目		单位	数量	同比
四项指标	事故件数	件	12	-40.0%
	死亡/失踪	人数	18	-5.3%
	沉船	艘数	2	-50.0%
	直接经济损失	万元	2242.5	-7.6%

《广东水上交通安全情况新闻发布会》（2024年1月10日）上的公开资料显示，涉砂船舶事故大幅下降。2023年，通过开展涉砂船舶隐患治理，载砂海船安全状况明显改观，安全水平明显提高，涉砂船舶海事事故起数和死亡失踪人数同比下降63%跟67%。广东全年没有发生较大等级及以上水上交通事故，水上交通事故“四项指标”（水上交通事故起数、死亡失踪人数、沉船艘数、直接经济损失）同比全面下降，比2022年分别下降了31.0%、64.2%、55.6%、85.7%，事故四项指标低位运行，水上交通安全形势总体稳定。

采砂作业期间，船舶频繁出入采砂区，因此，存在复杂的航运条件下在采砂区发生船舶碰撞的可能。

（2）从气象条件分析发生风险事故的可能性

一旦热带气旋来袭，常会带来大风大雨的天气，大气能见度差，同时海面掀起大浪，有时伴有风暴潮。采砂多为小船作业，抗风浪能力也差，存在恶劣天气

发生船舶搁浅的风险。

(3) 从加油作业环节分析发生事故的可能性

根据我国几个港口资料分析,船舶加油作业发生污染事故一般为较小污染事故,主要是设备本身质量、失修、老化等原因占大比重。但是,这类溢油事故溢油量通常很小。

本项目配套专用补给船,负责海上物资补给及采砂船燃油供应,采砂船全程不开展靠岸加油作业。燃油加注仅在项目指定的临时停泊区、采砂作业区两处固定海域实施,采用船对船密闭加注模式,无岸基输油、加油工序。作业时补给船抵达指定海域,与采砂船对位固定、接驳密闭输油管路,完成柴油加注后回收设备、清理现场,确认无油污残留后撤离作业区域。

海上加油作业流程:项目海上加油执行标准化闭环作业流程,全程防控油污污染,具体步骤如下:①作业前检查输油管路、阀门、油泵密封性,确认应急环保物资完好可用;②在指定作业海域布设防溢油设施,封闭作业区域;③两船低速平稳靠泊并采用缆绳双向固定,避免船体晃动引发油品泄漏;④采用专用耐压软管密闭对接,低速稳压加注燃油,全程专人值守巡查;⑤作业结束后回收管路残油、清理设备油污,统一收集含油废弃物,核查作业海域无浮油、污水残留后,解除封闭并撤离船舶。

综上所述,该项目采砂作业存在恶劣天气条件下发生船舶相撞、触礁搁浅而引起污染风险事故的可能性,以及加油作业过程中跑、冒、滴漏油事故的可能性。

7.3. 溢油事故影响分析

重大溢油事故的原因主要是轮船突遇恶劣天气,风大、流急、浪高,轮机失控,造成轮船触礁、碰撞和搁浅而引起的重大溢油污染事故。本项目在采砂作业的过程中采砂船本身可能会因操作不当发生碰撞事故,从而引起溢油污染。本文采用基于粒子示踪的溢油模型对溢油风险事故进行模拟预测,分析项目海域发生溢油事故后,在最不利条件下,油膜对项目周边海域生态环境的潜在危害。

7.3.1. 溢油模型简介

燃油入海后,在水体中的溶解性很弱,当溢油发生后,燃油在潮流、湍流、扩散以及风的作用下,主要是以油膜的形式在海表面漂浮,在风及海流作用下油膜随之漂移,与此同时,油膜还将不断向四周扩展,使油膜面积不断扩大。蒸发

是溢油初期发生的主要降解过程。蒸发减少了水面的油体积，并使油的某些物理化学特性发生变化。

除蒸发外，燃油在水中的降解作用还有溶解、乳化、吸附沉淀等，但这些过程较复杂，难以用数模方式进行模拟预测，因此在本次评价中主要针对溢油初期在风及海流作用下油膜随之漂移扩散。

溢油影响预测假定海面上漂浮着一定厚度的、较为稠密的油膜是由有限个彼此独立、互不干扰的油质点组成。它们分别受水流影响，独自漂移，既不会发生碰撞，也不会发生混合。

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t u dt \quad y = y_0 + \int_{t_0}^t v dt$$

$$u = u_c + \kappa u_w + u_r \quad v = v_c + \kappa v_w + v_r$$

原坐标为 (x_0, y_0) ，油膜经时间 $\Delta t = t - t_0$ 后，漂移到坐标 (x, y) 。 u 和 v 分别是油膜运动的东、北分量，它由流速 u_c 、风速 u_w 、油膜随机运动速度 u_r 组成， κ 为风对油膜拖曳系数，取 0.03。通过跟踪各油膜坐标 (x, y) 的位置，确定运移范围，统计其数量和质量，可得各坐标网格的油膜面积。

通过上式计算，可以确定任意油质点在任一时刻的位置，同时也可以反映出这些油质点的群体状况，由此来描述溢油漂移扩散的过程。

7.3.2. 溢油预测源强和工况

本项目施工船有 2 艘采砂量约为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ (单艘吨位 8527 吨级) 和 4 艘采砂量约为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船 (单艘吨位约 5376 吨级)、12 艘 (单艘吨位 7500 吨级) 运砂船和 2 艘补给船 (单艘吨位 250 吨级)，由于实际中采砂船和过驳船的相关技术参数会有不同，从最不利角度进行分析，本次采用采砂船最大载重吨位为 8527t。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017) 附录 C 可估算船型船总燃油量和单舱燃油量。

由于非游轮船舶一般设多个油舱，燃油泄露量一般取一个油舱的油量全部泄漏为溢油量，因此本次参考《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017) 表 C.6，8527t 散货船燃油舱单舱燃油量约为 85m^3 ，燃油密度按 $0.85\text{t}/\text{m}^3$ 计，考虑燃油泄露量取一个油舱的油量，则溢油量约为 72t。本次模拟的溢油量假设为 72t 来进行预测。

本次在项目中心区内和项目北边界中间位置个设置1个溢油点进行计算。预测时段为溢油发生后48h,预测潮型为大潮涨潮和大潮落潮。根据台山气象站2003年—2022年的气象统计资料,夏季主导风为S向,平均风速约1.87m/s;冬季主导风为N向,年平均风速为2.43m/s。本项目考虑最大允许施工风速13.8m/s情况下发生溢油对敏感目标的影响,不利风向取E和W向。考虑夏季和冬季主导风分别为S向和N向,为了使常规工况分别和流场一致,故本次预测分别基于夏季流场和冬季流场。具体溢油预测工况组合见表7.3.2-1和表7.3.2-2。

表7.3.2-1 夏季流场溢油预测工况组合一览表

工况	溢油位置	风向	风速 (m/s)	潮型	备注
1	项目中心点	S	1.87	大潮涨初	常规工况
2	项目中心点			大潮落初	
3	项目中心点	E	13.8	大潮涨初	不利工况
4	项目中心点			大潮落初	
5	项目中心点	W	13.8	大潮涨初	不利工况
6	项目中心点			大潮落初	

表7.3.2-2 冬季流场溢油预测工况组合一览表

工况	溢油位置	风向	风速 (m/s)	潮型	备注
1	项目中心点	N	2.43	大潮涨初	常规工况
2	项目中心点			大潮落初	
3	项目中心点	E	13.8	大潮涨初	不利工况
4	项目中心点			大潮落初	
5	项目中心点	W	13.8	大潮涨初	不利工况
6	项目中心点			大潮落初	

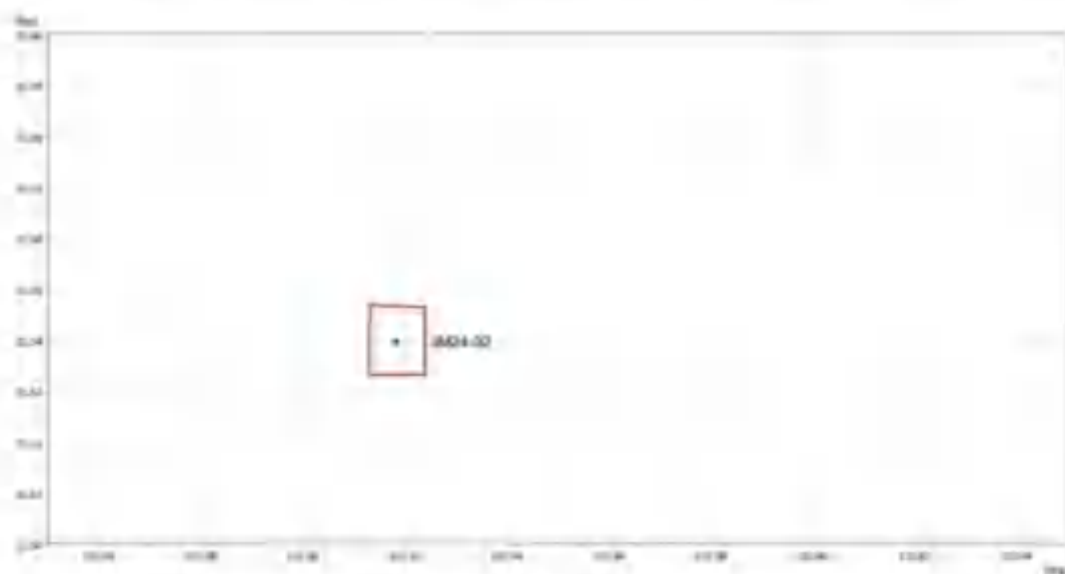


图 7.3.2-1 溢油位置分布示意图

7.3.3. 溢油预测结果分析

根据溢油预测结果，统计各计算工况下溢油发生后不同时刻的油膜扫海面积，并绘制溢油扫海范围图。表7.3.3-1~表7.3.3-2分别给出了不同时刻的溢油扫海面积以及残油量；同时绘出各工况下溢油发生后48小时油膜的扫海范围，图7.3.3-1~图7.3.3-6为冬季水动力条件48小时溢油扫海图，图7.3.3-7~图7.3.3-12为夏季水动力条件48小时溢油扫海图。从溢油扫海面积统计结果和溢油扫海范围图可以看出，不同风况对油膜运动轨迹和扩散面积影响明显。

工程区域周围分布有阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区、川山群岛农渔业区、海陵岛东北海洋保护区、南鹏列岛、海陵岛、潯洲、下川岛、东平镇、海宴镇等敏感目标，一旦发生溢油事故将会对这些区域发生不利影响，通过分析溢油各种工况下的计算结果，给出了溢油发生后油膜到达敏感地区的时间，具体见表 7.3.3-3。

由表可见，油膜到达东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区的最短时间为 0.4h，事故发生情景为：在 E 风向、风速 13.8m/s，涨潮期和 E 风向、风速 13.8m/s，落潮期。油膜到达广海湾重要渔业资源产卵场的最短时间为 2.7h，事故发生情景为：W 风向、风速 13.8m/s，落潮期。

表 7.3.3-1 不同工况溢油油膜扩散影响的范围

溢油后时间	S 风向、 1.87m/s, 大潮 涨初 (扫海面积 (km ²))	N 风向、 2.48m/s, 大潮 涨初 (扫海面积 (km ²))	E 风向、 13.8m/s, 大潮 涨初 (扫海面积 (km ²))	W 风向、 13.8m/s, 大潮 涨初 (扫海面积 (km ²))	E 风向、 13.8m/s, 大潮 落初 (扫海面积 (km ²))	W 风向、 13.8m/s, 大潮 落初 (扫海面积 (km ²))	N 风向、 2.48m/s, 大潮 落初 (扫海面积 (km ²))	S 风向、 1.87m/s, 大潮 落初 (扫海面积 (km ²))
1	0.35	0.28	0.26	0.23	0.13	0.08	0.23	0.11
2	0.91	0.72	0.52	0.61	0.39	0.16	0.59	0.25
6	4.01	3.418	1.14	1.45	1.26	1.63	1.53	0.79
12	31.85	24.01	8.01	9.54	3.41	4.17	6.24	1.98
24	97.16	135.47	29.03	58.44	14.05	10.54	22.51	17.49
48	266.12	430.21	110.31	177.97	31.40	47.38	82.59	48.54

表 7.3.3-2 冬季不同工况溢油发生残油量统计表

溢油后时间	S 风向、 1.87m/s, 涨初 (扫海面积 km ²)	N 风向、 2.48m/s, 涨 初 (扫海面积 km ²)	E 风向、 13.8m/s, 涨 初 (扫海面积 km ²)	W 风向、 13.8m/s, 涨 初 (扫海面积 km ²)	E 风向、 13.8m/s, 涨 初 (扫海面积 km ²)	W 风向、 13.8m/s, 涨 初 (扫海面积 km ²)	N 风向、 2.48m/s, 落 初 (扫海面积 km ²)	S 风向、 1.87m/s, 落 初 (扫海面积 km ²)
2	68.8	69.6	70.8	69.8	70.5	70.1	68.9	69.8
6	62.2	64.2	65.4	66.4	62.1	68.5	62.3	63.5
12	55.1	47.9	58.4	58.2	56.3	56.4	46.7	52.4
24	38.4	21.5	40.5	37.3	37.7	35.1.3	18.6	39.4
48	21.2	6.2	14.6	11.8	12.8	13.6	5.3	20.1

表 7.3.3-3 溢油到达敏感目标的时间

序号	敏感目标	S 风向、 1.87m/s 涨初	N 风向、 2.43m/s 涨初	E 风向、 13.8m/s 涨初	W 风向、 13.8m/s 涨初	E 风向、 13.8m/s 落初	W 风向、 13.8m/s 落初	N 风向、 2.43m/s 落初	S 风向、 1.87m/s 落初
1	南海幼鱼幼虾保护区	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	南海北部幼鱼繁育场保护区	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3	黄花鱼幼鱼保护区	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4	阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区	/	/	23.6	/	30.1	/	/	/
5	阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区	/	2.2	11.2	/	5.9	/	/	/
6	江门台山乌猪岛海洋公园	/	/	/	18.9	/	24.9		/
7	阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	/	/	23.6	/	23.6	/		/
8	东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区	25.2	4.6	0.4	/	0.5	/	/	10.1
9	阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区	/	2.2	11.2	/	5.9	/	/	/
10	大帆石-乌猪岛生态保护区	/	3.4	/	18.9	/	24.9	4.6	/
11	广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	9.6	/	/	4.6	/	2.7	/	12.1
12	北陡海岸防护生物防护极重要区	/	/	/	/	/	/	/	/
13	北陡海岸侵蚀极脆弱区	25.6	/	/	/	/	/	/	26.1
14	东平镇南珍稀濒危物种分布 II 区	/	24.9	/	/	/	/	27.2	/
15	海头湾海岸防护物理防护极重要区	/	/	/	/	/	/	/	/

16	江门市台山市红树林	/	/	/	/	/	/	/	/
17	寿长河重要河口	/	/	/	/	/	/	/	/
18	阳江市阳东区红树林	/	/	/	/	/	/	/	/
19	珍珠湾海岸侵蚀极脆弱区	/	/	/	/	/	/	/	/
20	镇海湾重要河口	27.8	/	/	/	/	/	/	31.1
21	镇海湾重要滩涂及浅海水域	/	/	/	/	/	/	/	/
22	广东寿长河红树林国家湿地自然公园	/	/	/	/	/	/	/	/
23	广东镇海湾红树林国家湿地自然公园	/	/	/	/	/	/	/	/
24	阳江阳东东平湾地方级森林自然公园	/	/	/	/	/	/	/	/
25	潯洲	/	/	/	/	/	/	/	/
26	南鹏岛	/	/	/	/	/	/	/	/
27	帆仔北岛	/	/	/	/	/	/	/	/
28	帆仔岛	/	47.6	/	/	/	/	47.6	/
29	大帆石	/	19.6	/	/	/	/	22.8	/
30	大镬岛	/		/	/	/	/	/	/
31	二镬岛	/		/	/	/	/	/	/
32	葛洲	/		/		/			/
33	虎仔	/		34.1		34.8			/
34	黄程山	/		/		/			/
35	西北, 20.30	/		/		/			/

36	西北, 23.51	/		/		/			/
37	“南海I号”水下文物保护区	/		/		/			/
38	中华白海豚	/		/		/			/
39	GDN17002	/		/		/			/
40	GDN10006	25.8		/	/	/	/	/	25.8
41	GDN10025	/		/		/			/
42	GDN17019	/		/		/			/
43	GDN10001	/		/		/			/
44	GDN10013	30.1		/	/	/	/	/	33.6
45	GDN10014	46.2		/	/	/	/	/	/
46	GDN10021	/		/	/	/	/	/	/
47	GDN17004	/		/	/	/	/	/	/
48	GDN17010	/		/	/	/	/	/	/
49	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十号养殖场	/		/	/	/	/	/	/
50	台山市川岛镇茫洲经济联合社底播十一号养殖场	24.3		/	/	/	/	/	27.9
51	项目东北侧台山市养殖片区	21.7		/	/	/	/	/	18.3
52	项目西南侧阳江市阳东区养殖片区	/	/	/	/	/	/	/	/
53	项目西北侧阳江市阳东区养殖片区 1	/	/	/	/	/	/	/	/

54	项目西北侧阳江市阳东区养殖片区 2	/	/	/	/	/	/	/	/
55	台山市那腰湾旅游项目	/	/	/	/	/	/	/	/
56	大澳渔村景区海滨浴场项目	/	/	/	/	/	/	/	/
57	阳江市阳东区珍珠湾海滨浴场项目	/	/	/	/	/	/	/	/
58	台山市那琴半岛酒店有限公司海水浴场用海项目	/	/	/	/	/	/	/	/
59	2020 年度江门市镇海湾（北陡）美丽海湾建设项目	/	/	/	/	/	/	/	/
60	江门台山市北陡浪琴湾海水浴场用海项目	/	/	/	/	/	/	/	/
61	台山市那琴半岛酒店浴场用海项目	/	/	/	/	/	/	/	/
62	阳东区头芦排人工鱼礁工程	/	/	13.5	/	25.5	/	/	/
63	台山市现代化海洋牧场深远海区域	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

注：“/”表示 48 小时内未到达

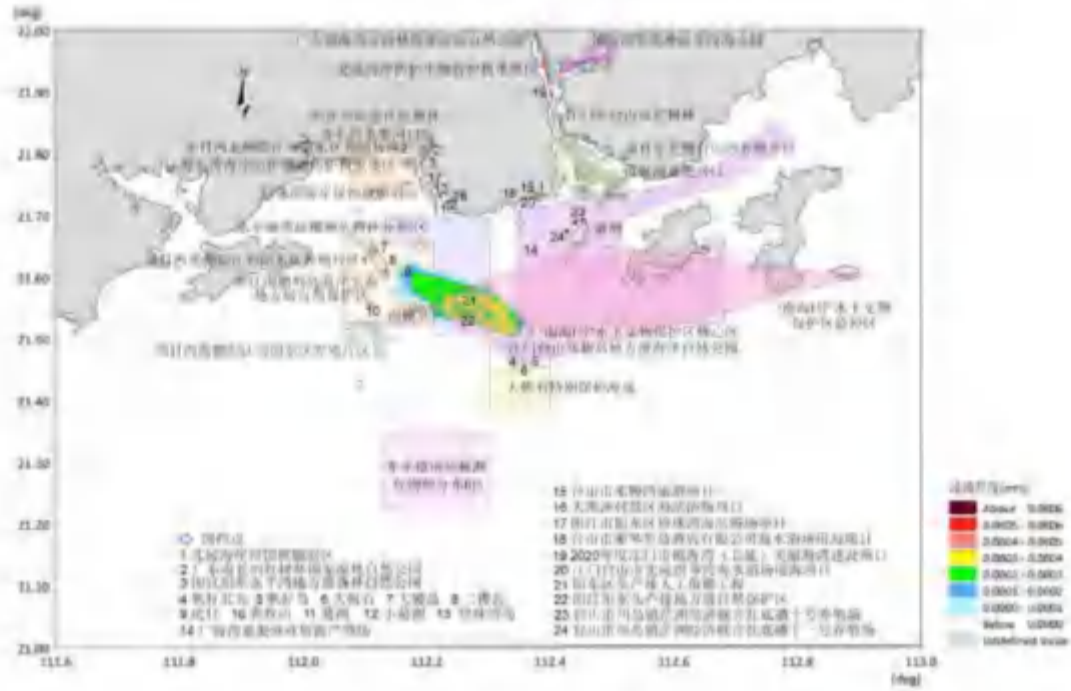


图 7.3.3-1 冬季 E 风向、13.8m/s 大潮涨初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图

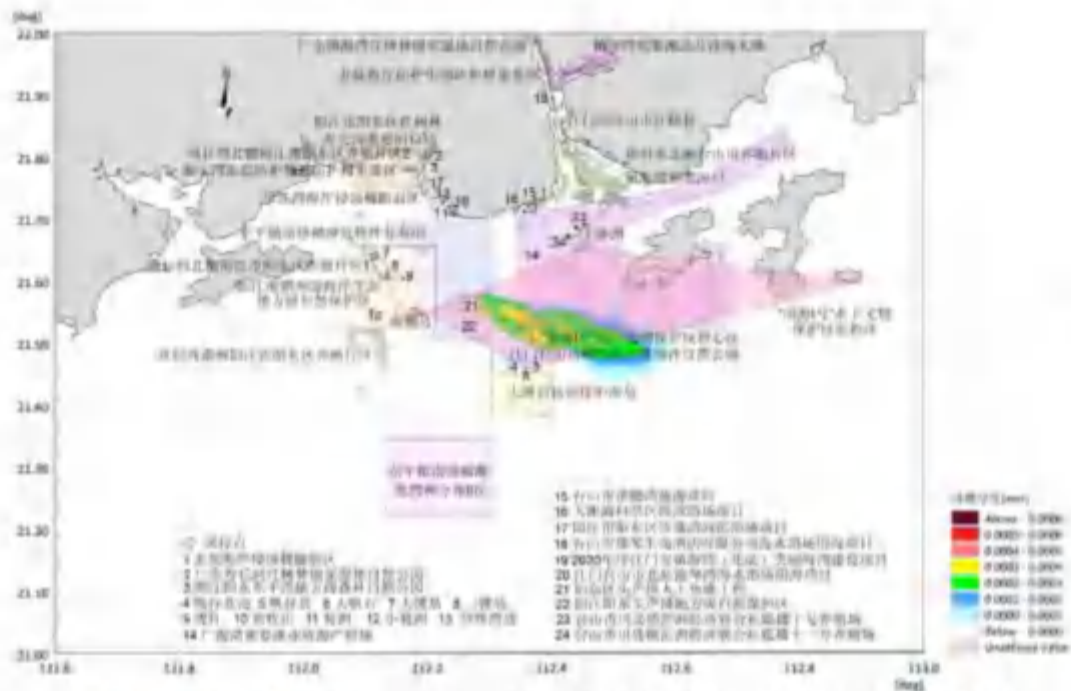


图 7.3.3-2 冬季 W 风向、13.8m/s 大潮涨初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图

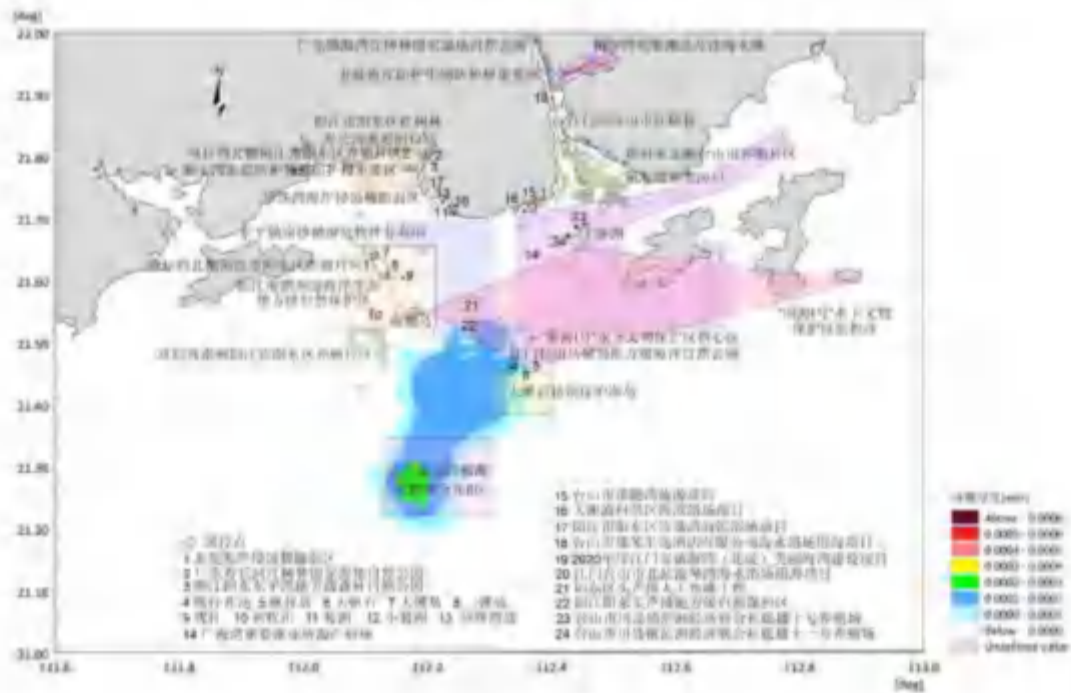


图 7.3.3-3 冬季 N 风向、2.43m/s 大潮涨初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图

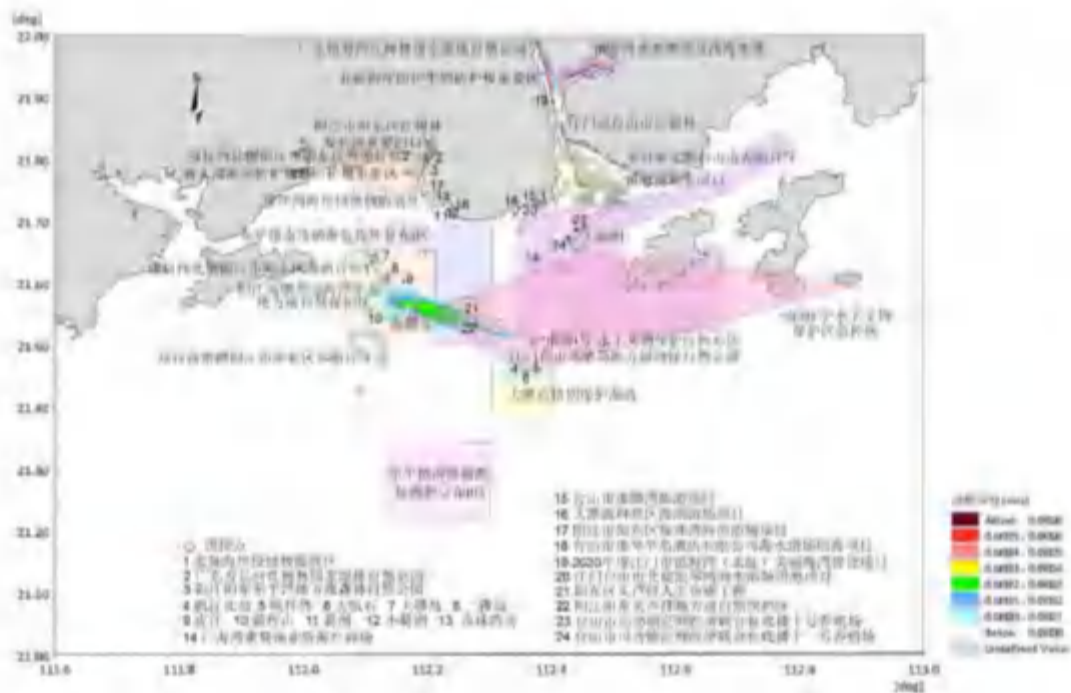


图 7.3.3-4 冬季 E 风向、13.8m/s 大潮落初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图

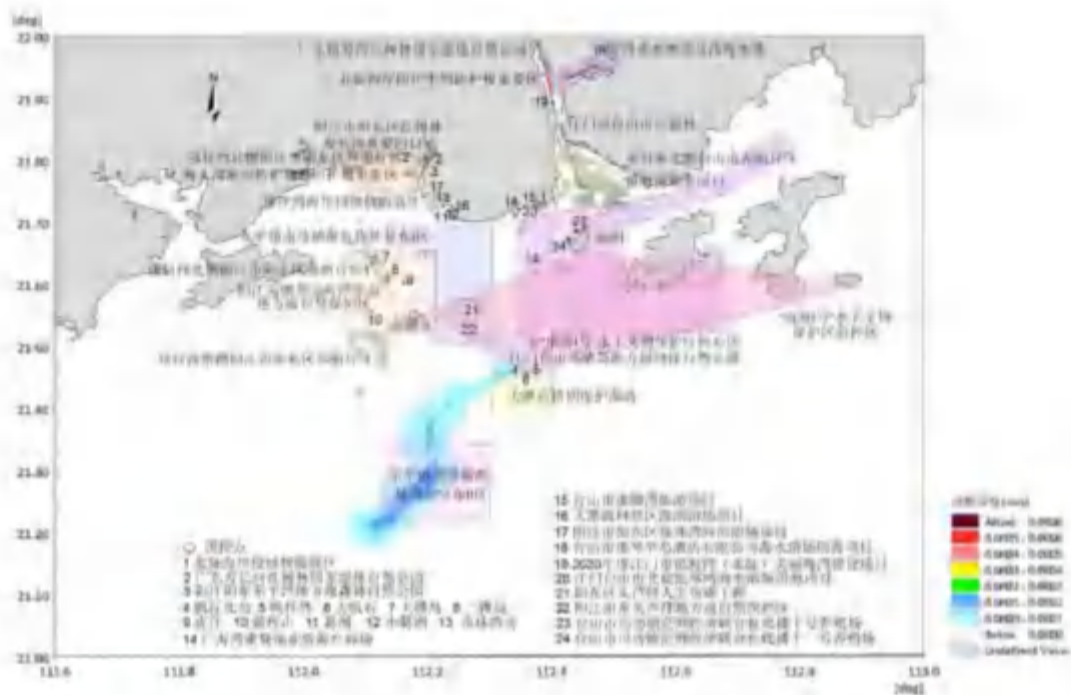




图 7.3.3-7 夏季 E 风向、13.8m/s 大潮涨初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图



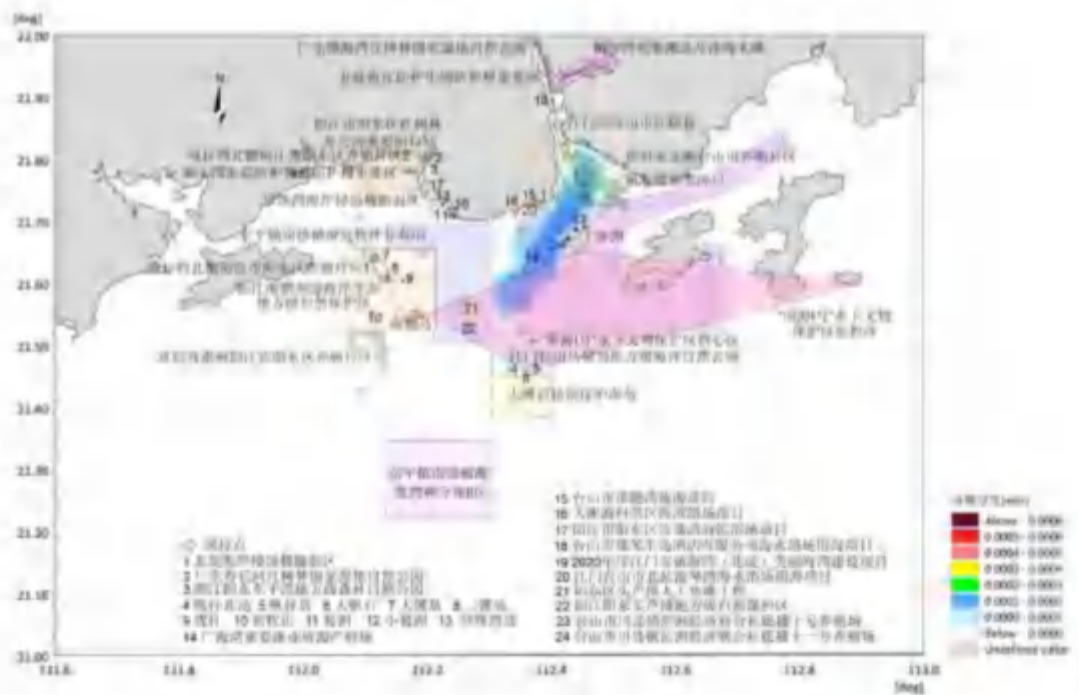
图 7.3.3-8 夏季 W 风向、13.8m/s 大潮涨初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图



图 7.3.3-9 夏季 S 风向、1.87m/s 大潮涨初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图



图 7.3.3-10 夏季 E 风向、13.8m/s 大潮落初发生溢油 48 小时油膜扫海范围图



7.3.4. 溢油环境影响分析

7.3.4.1 溢油对海洋生态环境及海洋生物的影响分析

发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时，许多海洋生物虽不会立即被伤害，但它们的正常生理功能受到影响，使其捕食能力和生长速度下降，那些对污染抵抗性弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

(1) 对浮游植物的影响

实验证明，石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用的程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。国内外许多毒性实验结果表明，浮游植物作为鱼虾类饵料的基础，其对各类油类的耐受能力均很低，浮游植物石油急性中毒致死浓度为 $0.1 \sim 10 \text{ mg/L}$ ，一般为 1 mg/L 。对于更敏感的生物种类，即使油浓度低于 0.1 mg/L 也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

(2) 对底栖生物的影响

不同种类底栖生物对石油浓度的适应性具有差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 $2.0 \sim 15 \text{ mg/L}$ ，其幼体的致死浓度范围更小。

软体动物双壳类吸收水中含量很低的石油，如： 0.01 ppm 的石油可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制，进而导致死亡。

底栖生物的奶油污性通常很差，即使水体中石油含量只有 0.01 ppm ，也会导致其死亡。当水体中石油浓度在 $0.1 \sim 0.01 \text{ ppm}$ 时，对某些底栖甲壳类动物幼体有明显的毒效。

(3) 对鱼类的影响

国内外许多研究均表明，高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，而低浓度石油所引起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。

(4) 对渔业资源的影响

船舶发生溢油事故后，进入海洋环境的燃料油，在发生湍流扰动下形成乳化

水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育。据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于 3.2mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致；但当油浓度大于 10mg/L 时，无节幼体因受油污染影响变态率则明显上升。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感，浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响；当浓度达到 1.0mg/L 时，蚤状幼体便不能成活，96h L50 值为 (0.62~0.86) mg/L，即安全浓度为 (0.062~0.086) mg/L；浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48 小时内死亡。

溢油对鱼类的影响是多方面的，首先燃油会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为 3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，孵出的大部分仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙鲆鱼也有类似结果。当海水油含量为 3.2mg/L 时，真鲷胚胎畸变率较对照组高 2.3 倍；牙鲆孵化仔鱼死亡率达 22.7%，当含油浓度增到 18mg/L 时，孵化仔鱼死亡率达 84.4%，畸变率达 96.6%。燃油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。

燃料油对鱼卵的危害主要体现在延缓胚胎发育，致使孵化率下降，并导致孵化仔鱼为畸形，严重时直接致使仔鱼死亡。燃油同样也会对仔鱼造成显著的影响，主要是因为仔鱼游泳能力差，回避能力不足，燃油一旦扩散到一定浓度，将导致仔鱼死亡，但是燃料油与原油相比挥发更快，在一定时间内就会挥发大部分，因此燃料油泄漏对海洋生物资源的影响要低于原油。

(5) 溢油事故对海岸带贝类的危害

溢油一旦搁滩，在大量燃油覆盖的滩面，固着性生物，如贝类、甲壳类生物和藻类会窒息死亡。在油膜蔓延的滩面上，幼贝发育不良，产量下降，成年贝会因沾染油臭而降低市场价值。在潮间带的养殖贝类，也会受到严重的油污染。这些滤食性双壳类、在摄食时也同时摄入海水中的悬浊油分（乳化油滴）。进入蛤类胃中的乳化油滴破乳后结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能

障碍，终因胃中油积累过多不能排泄而死亡。据 Cilfillan 实验，当油浓度达到 1.0mg/L 时，可使贝类产生呼吸加快，捕食减少的致死效应。沉积在底质孔隙中的油浓度过高，会引起贝类大量死亡。此外，由于作为对虾饲料的贝类大量减少，对虾即便不直接中毒致死也会因缺乏饵料而影响生长发育，降低产量。值得注意的是，溢油对贝类的危害不是暂时性的。漫滩的污油会随潮汐涨落在附近周期性摆动，面积逐渐扩大，在波浪扰动下部分被掩埋进入沉积环境；潮间带溢油也会由于风化和吸附沉降进入沉积环境。这些进入底泥中的油类靠化学降解作用去除需数月之久。使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，使急性污染变成沉积环境的长期污染。

7.3.4.2 溢油对岸线的影响分析

溢油发生后，一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下，浮上岸边，便会堆积在高潮线附近，粘附在岸边岩土表面，渗入上层的砂子里，这将对岸线生态环境造成严重影响。

7.3.4.3 溢油对环境敏感区的影响分析

本项目位于南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区和黄花鱼幼鱼保护区，溢油事故一旦发生，将对上述保护区产生影响。在风速的影响下，油膜到达东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区的最短时间为 0.4h。因此发生溢油环境风险事故时，将对项目所在的敏感点产生影响，若不采取有效措施，油膜将较短时间内到达距离项目较近的环境敏感点。

油污染海洋水环境给渔业资源带来的损害是多方面的，首先污染能引起所在水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成养殖场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，将导致市场价格下降。另外，油品泄漏事故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。

发生溢油事故对航道的影响主要为发生溢油时，抢险除油船舶等的投入，将增加附近航道的通航密度，从而对航道的通航环境、通航安全产生一定的影响。

综上所述，溢油事故一旦发生将对海洋生态系统造成极大的影响。回顾溢油

事故实际案例，1999 年珠江口水域发生的“3.24 特大溢油事故”，事故溢油量超过 500t，事故发生当年事故海域的海洋生态系统变化显著，直到事故第二年生态系统才开始逐步恢复，次年的鱼类资源和捕捞量损失约 40%，此后的 3、4 年渔业资源和捕捞量仍明显劣于事故前，直到事故后 7 年渔业资源方恢复到原有水平。可见溢油事故对海洋生态系统、渔业资源的影响是显著的、长期的。鉴于海上溢油事故无论是溢油量、风条件以及溢油时间均有较大的随机性，因此，一旦发生溢油事故需尽快启动相应应急预案进行处理。溢油事故对生态环境影响巨大，需对溢油事故严加防范、杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

7.3.4.4 海上加油溢油影响分析

本项目海上密闭加油作业无常态化污染物排放，环境影响主要为作业过程中的潜在溢油风险。若出现管路破损、对接松动、操作失误等情况，可能造成柴油入海，导致海水石油类超标，危害海域浮游生物、鱼类等水生生物；泄漏油污会逐步沉降海底沉积物，形成长期持续性污染，破坏底栖生物栖息环境。此外，作业残油、含油废弃物处置不当，也会造成局部海域污染。在严格规范作业、落实环保防控措施的前提下，上述污染风险可控，对海域水环境及生态影响较小。

7.4. 环境风险管理

7.4.1. 环境风险防范对策和应急预案

7.4.1.1 作业船舶溢油防范对策

为减少溢油等环境事故对环境的影响，对于溢油等环境事故风险必须具有高度的认识与戒备，切实贯彻“以防为主，防治结合”的方针，制定切实可行的管理措施。此外，若发生溢油事故，必须采取相应的应急处理措施，以尽量减轻其所产生的危害。

采砂单位应加强与海事主管部门沟通，服从海事主管部门的管理，落实采砂期船舶通航安全保障措施，避免船舶碰撞事故的发生。防范采砂期船舶风险事故导致的溢油事故发生。

①采砂单位应按规定办理水上水下施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。采砂期间所有作业和运输船舶必须按照交通部信号管理规定悬挂信号灯，在采砂区现场设置必要的警示装置，并确保作业船舶及人员的适航、适任。

②在采砂前发布航行公告，严禁无关船舶进入采砂区作业水域。注意采砂期

间对进出附近水域船舶的影响，加强对作业船舶的监管。过往船舶确要经过本采砂区水域时，应加强瞭望，谨慎操作，缓速行驶，并与作业船舶保持适当的安全距离。

③采砂单位在采砂前应海事部门等充分沟通协调，及时了解项目采砂海域附近船舶进出情况，以便尽早采取避让措施，避免采砂作业船舶与进出船舶发生碰撞事故。

④采砂单位应当认真考虑采砂作业船舶和人员的安全问题，制定应急预案，及时了解掌握天气情况，避免在恶劣天气条件下进行施工作业。严格执行安全计划，加强值班瞭望，配备必要的救生设施、通讯器材，确保施工安全。采砂作业船舶在发生紧急事故时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

⑤配备溢油处理系统用于溢油污染控制。

同时，根据上述海砂开采项目的风险分析结果，针对性的提出以下几点风险防治对策，详见表 7.4.1-1。

表 7.4.1-1 作业船舶溢油风险防范对策措施一览表

溢油风险来源	对策措施	管理者	责任部门(人)
管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起油类跑、冒、滴、漏事故	做好设备的日常维修检查，保持设备的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复。	——	施工单位
	施工船舶配备适量的溢油应急设备和器材等物资。	——	施工单位
	发生跑、冒、滴、漏事故，及时用围油栏拦截，收集溢油。	——	施工单位
船舶本身出现设施损坏，受海上风浪影响，或者发生船舶碰撞	施工船舶需经过严格船检，达到作业现场的抗风浪能力，并保持良好工况，以防范台风和大雾等恶劣天气对航船的不利影响。	海事部门	施工单位
	密切关注天气和海况变化，制定防范恶劣天气和海况措施，保证船舶航行和海上采砂作业在适航的天气条件下进行，一旦有恶劣天气来袭，应停止施工，船舶回港。	——	施工单位
因船舶装载不良，操纵不当和超载等原因导致船舶翻沉	在海砂运输过程中，应加强管理，不得装载过满	海事部门	施工单位
	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。	海事部门	施工单位
采砂区船流密度增加	施工单位要与当地海事部门、渔业生产部门有效沟通和协作，随时向海上海事部门通报采砂船的航行与作业情况，与施工船保持联系，切实加强作业船舶航行和作业的指导。	海事部门、渔业部门	施工单位
	施工单位应在开采区设置明显的标志，同时也应和上游企业加强沟通。	海事部门	施工单位

	严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。	海事部门	施工单位
--	------------------------------	------	------

7.4.1.2 作业船舶溢油事故应急预案

(1) 应急反应组织管理

1) 应急组织：

江门海事局统一组织和指挥。

2) 值班制度：

a) 本项目施工单位实行 24 小时值班制度，保持信息畅通，值班人员应掌握船舶污染事故应急和搜救程序。

b) 一旦发生船舶污染事故，值班人员接到海事部门应急通知后，应将情况如实记录下来，并立即向施工船舶污染事故应急和搜救指挥长报告，通知船舶污染事故应急和搜救部门负责人。施工单位应急人员手机要保持 24 小时开通状态。

c) 指挥长接到报告后，应先和海事部门核实事故情况，再向总经理报告，并立即组织人员和船舶污染事故应急器械到达事故现场。

d) 日常应该提高人员的素质，定期进行演习和必要的技术培训，掌握有关设备的性能，熟练使用，同时保证清污设备的技术先进和良好的工作状态。

3) 培训和演习：

培训内容：培训内容由理论和操作培训两部分组成。对作业人员的培训应侧重于设备，设施等的使用和操作，对管理人员的培训应理论和操作并重，其管理和应用对策经验的获得可通过理论培训和模拟演习中获得。

演习：应定期参加应急反应练习，检验应急计划中的各个环节是否能快速、协调有效的实施，提高应急反应系统的实战能力。

演习目标：

- a) 使参与应急反应的各成员部分掌握、熟悉和深刻理解各自的职责；
- b) 保持应急反应各有关环节的快速、协调、有效的运作；
- c) 检查设备的可用性和性能；
- d) 考核各级应急反应人员对理论和实际操作技能的熟悉程度，并及时发现应急计划制定和实施过程中的问题和不足之处。

4) 索赔与赔偿

关于损害的索赔和赔偿，按有关法律法规执行。

5) 应急计划修订:

修订时间: 每年进行一次小修订, 每 3 至 5 年进行一次全面修订。

主要修订内容: 应急计划因下列情况需定期修订, 使符合实际和更加完善:

a) 由于国家有关政策和法规的变化及政府机构的调整, 需对应急组织机构和政策作相应调整。

b) 通过日常演习和实际事故的应急反应行动取得的经验等, 对计划进行完善修订。

c) 根据环境敏感区的变化, 应急技术的进步, 设备的报废等情况进行修订。

(2) 应急反应

应急反应是应急预案的重要组成部分, 贯穿于事故发生后的全过程。

1) 事故报告:

现场人员发现船舶及其有关作业活动可能对海洋环境造成污染的, 或者已经发生污染事故时, 船舶、码头、装卸站应当立即采取相应的应急处置措施, 根据现场各个方面状况初步判断事故性质与规模, 并立即向江门海事局等部门报告:

a) 船舶污染事故发生的船舶名称、所属单位及确切地点。

b) 造成船舶污染事故的种类、数量、地点等。

2) 事故初始评估:

要立即对污染事故进行初始评估, 通过初始评估, 尽快再次确定报警(通报)部门采取应急反应措施。

3) 应急措施:

接受来自上级应急指挥部的指令, 及时反馈事故现场有关情况和提出处理意见。

调动现场的应急力量, 采取对抗事故的应急反应行动。

依据客观情况, 向政府部门寻求应急人力、应急物资援助和专家咨询组的技术支持。

4) 记录:

对污染事故的应急处理过程详细的记录, 作为员工培训学习的案例, 并向海事、环保、环卫部门报告。

(3) 船舶污染事故应急处理方案及措施

1) 指挥长到达现场后应立即与海事部门取得联系, 确定行动方案和措施。

2) 根据船舶污染物的类型、规模、溢出污染物的种类、污染物扩散方向等,考虑采取如下相应的防治措施:

非持久性的油类:

a) 一般采取回收方式,因为这种油经过一定的时间,大部分会挥发掉,但为防止其向附近的敏感区域扩散,可利用围油栏拦截和导向,在可能引起火灾的情况下,经海事局批准,可使用溢油处理剂(沉降剂,分散剂)使其沉降和分散。

b) 严格控制溢油处理剂的使用,要根据溢油的理化性质,流出数量、溢油地点以及周围的环境情况等,权衡利弊后,决定是否使用。

c) 若经预测和实际观察,溢油总的趋势是向外扩散时,可采取对应的防治行动,但需要严格监视溢油的扩散方向。

持久性油类:

a) 在可能的情况下,尽量采取回收方式进行回收。回收时可用浮油回收船、撇油器、油拖网、油拖把、吸油材料及人工捞取等。

b) 回收的废油、含油污水和岸线清理出来的油污废弃物等,应考虑其运输、储存、处理和处置的方法。

(4) 船舶污染事故应急作业要求

1) 船舶污染事故应急管理部门指挥长接到应急情况后,根据具体情况立即作出反应,同时通知施工单位各部门响应。

2) 施工单位各部门接到指挥长污染事故等级通知后,必须在最短时间内配合组织好人员计划运输车辆,应急工作船。

3) 施工单位所有参加污染事故应急操作人员必须根据指挥长的安排,做好安全措施,穿好救生衣,调动必需的设备、工具、物料进行装船。

4) 被调用的应急工作船船长(或各船指挥员)在开航的同时应通过高频向海事局主管中心报告:我是港航公司 XX 应急船,船上有 XX 设备,XX 物料,XX 人员,于 XX 时间向事故现场行驶,请指示。

5) 应急船指挥员在接到海事局的指示后,根据具体情况进行安排,到达现场后实施作业,个船指挥员必须与施工单位指挥长和海事局保持联系,根据现场情况变化随时做出调整反应。

6) 施布围油栏时应注意潮水的流向和当时的海面风向,及时进行调整,保证被围控的浮油不失控。

7) 操纵收油机(撇油器)的操纵员必须听从指挥员的指挥,有步骤地回收海面浮油,把回收的浮油存放在工作船舶舱。

8) 使用吸油毡的工作人员必须根据海面的油带厚薄进行处理,油带厚的应用收油机收油,吸油毡只收轻薄的油带,避免浪费。

9) 海面浮油基本回收后,只剩下一些扩散的油花,在这种情况下,指挥长必须请示海事局是否喷射溢油分散剂,征得同意后,方可实施。

10) 应急工作船接到指挥长的指示后,启动专用设备,对海面油花进行喷射溢油分散剂,喷射时必须注意喷射的量和海面风向,一定要在风头喷出,避免喷不到油带。

11) 海面溢油清除后,由指挥长向海事局报告,经海事局确认海面溢油已被清除、同意收队后,方可收队。

12) 各应急船收队时,船长(指挥员)必须向海事局交管中心报告:港航公司单位 XX 船于 XX 时间离开现场返航。

13) 船舶污染事故应急时,施工单位后勤必须服从指挥长的命令,保障应急船只的各种需要。

14) 把从海上捞回的含船舶污染物垃圾必须用垃圾袋装好、绑好,然后用汽车拉走进行环保处理。

15) 各应急工作船、工作车辆及各种工具在应急完毕后,必须进行清洁。

7.4.1.3 作业船舶溢油污染控制措施

配备一套完整的溢油处理系统对于溢油污染控制是十分必要的。目前,国际上较多采用的溢油处理方法是物理清除法和化学清除法。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,一般是在物理清除法不能使用的情况下使用。考虑本项目的实际情况,海上溢油可以按以下流程处理:



图 7.4.1-1 溢油处理系统流程图

污染控制措施，目的就是为了减轻溢油对环境造成的影响。无论是围油栏围油，还是撇油器回收溢油，都受到海况的制约，因此，定期对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。此外，建立一套完整的监测与通讯联络系统，对于及时发现溢油事故，及早采取有效的污染控制措施也十分必要。

7.4.1.4 本项目需配备主要应急设施及设备

1、区域应急资源

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017），近岸高风险海上作业区应急回收船舶海上纯航行时间应控制在1小时以内，构建1小时应急响应覆盖圈。江门辖区三处溢油应急物资储备点至本矿区溢油点位海上距离处于46.71~71.55km范围；应急回收船航速22.22~27.78km/h，仅海上航行耗时均超过1小时，不满足1小时应急响应圈覆盖；其中最近为上川岛川岛点，最快抵达约101分钟；最远为台山铜鼓点，最慢抵达接近3小时。

表 7.4.1-2 项目周边应急物资一览表

应急储备点	序号	物资名称	型号	数量
台山铜鼓点（台山国华电厂内）	1	浮子式PVC塑料围油栏	WGV900	400m
	2	吸油拖栏	(20m)PP-T-220	1000m
	3	污油水储存专职	QG 10 立方	2 个
	4	连接属具		若干
川岛点（上川岛海事基地内）	1	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ900	1000m
	2	镀锌连接夹板	900	1 付 2 件（49）
	3	镀锌铰链式快速接头	900	1 套 5 件（2）
	4	镀锌拖杆	900	1 付 2 件（3）
	5	浮子式PVC围油栏	WGV900	1150m
恩平横板点	1	浮子式PVC塑料围油栏	WGV900	240m
	2	吸油拖栏	(20m)PP-T-220	500m
	3	污油水储存装置	QG10 立方	1 个

表 7.4.1-3 辖区应急能力及到达作业海区的应急时间、应急单位联系方式

单位	与本项目距离	到达项目区应急时间	联系方式
台山铜鼓点(台山国华电厂内)	72km	3.25h	13827085948
川岛点(上川岛海事基地内)	47km	2.1h	0750-3538000
恩平横板点	52km	2h	恩平市交通运输局、恩平海事办事处

2、本项目配备应急资源

由于项目离岸较远,发生溢油事故岸边应急物资无法及时到场,建议本项目采砂船参照《港口码头水上溢油污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)从事非散货液体污染危害性货物作业水上污染事故基本应急防备的要求配备溢油应急设施和器材,见表 7.4.1-4 所示。

表 7.4.1-4 采砂船配备的防污应急设施和器材

码头、装卸站	围油栏	收油机	吸收或吸附材料(t)	溢油分散剂(t)	临时储存容器(m ³)	配套工属具
从事非散装液体污染危害性货物作业	-	-	0.2~0.5〔吸油毡〕a	0.2	0.4~1	钩杆、轻便喷洒装置,人员防护装备等

注:参考码头、装卸站水上污染事故基本应急防备要求(节选)。

a.根据码头、装卸站大小和储存场所的空间选择配备。

建议海砂开采单位应与有能力的溢油应急单位签订应急服务合同,确保项目发生溢油时,溢油应急工作船能在现场及时处理溢油事故,溢油应急单位提供的防污应急设施见表 7.4.1-5。

表 7.4.1-5 有资质的单位提供的防污应急设施设置一览表

设备及器材来源	应急设备和器材	数量	备注
有能力的单位提供的防污应急设施	防污染工作船	1 艘	根据《船舶溢油应急能力评估导则》,具备应急拖带能力,拖轮功率不小于 562.5kW。
	吸油毡	720kg	根据《船用吸油毡》《船舶溢油应急能力评估导则》,油保持率在 80%以上,吸收吸附倍数在 10 倍以上,按 10%最大可能溢油量配备。
	围油栏	400m	根据《船舶溢油应急能力评估导则》,按溢油源围控考虑,至少 1 层围油栏,参考本项目最大船型的长、宽,计算不少于 3 倍的长宽和。
	手提式灭火器	若干	
	推车式灭火器	若干	
	锚、缆绳和垃圾袋等	若干	

7.4.1.5 针对敏感目标的应急处置方案

污染事故一旦发生,在进行事故的应急处理的同时,应立即对可能受到影响的 重要水域环境敏感保护目标采取保护对策。结合生态环境敏感保护目标分布特点,提出保护对策:

(1) 快速组织展开应急行动。应建立与重要水域环境敏感保护目标管理部门的联络机制,一旦发生污染事故,第一时间通知敏感保护目标管理部门。接到事故警报后,相关部门在各敏感保护目标根据情况采取防范措施,例如根据船舶污染事故发生地点和污染物漂移扩散的可能方向,在敏感保护目标外侧布设围油栏、投掷吸油毡、油拖网等防护措施,将污染危害降至最低限度。

(2) 明确主要生态环境敏感保护目标及优先保护顺序。根据现状调查,主要环境风险敏感目标包括:自然保护区(阳江南鹏列岛海洋生态省级自然保护区、阳江阳东头芦排海洋生态县级自然保护区和江门台山乌猪岛海洋公园);海洋生态保护红线(阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区);“三场一通道”(南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼和幼虾保护区、黄花鱼幼鱼保护区);以及海岛、养殖区等。

7.4.1.6 海上船舶加油防控及应急措施

补给船对采砂船供受作业溢油应急物资配置,严格落实《防治船舶污染海洋环境管理条例》《船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》中油料供受作业防污染管控要求,同时参照《港口码头水上溢油污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)中小型海上油料过驳作业单元应急配置标准、JT/T 465《围油栏》、JT/T 560《吸油毡》技术标准,结合本项目两艘船舶并靠加油的作业工况、水域范围及海上风浪作业条件核算确定,所有溢油专项应急吸附、围控物资均由供油船(加油船)统一配备、存放及现场布设,采砂船仅负责本船船体固有油污自救,不承担本次加油作业专项溢油物资配置责任,具体配置如下:

(1) 防溢油围油栏:加油船舶常备1套总长100m、高度1.2m的浮动式围油栏。每次加油作业前,围绕两艘作业船舶整体水域封闭式布设,布设范围覆盖作业船体并向外外延3-5m,全方位封闭作业水域,可有效拦截泄漏油品,防止油污向外海域扩散,作业全程保持围油栏固定牢固、布设完整。

(2) 吸油物资：加油船舶配备高密度吸油毡 50 张，吸油拖栏 20m，适配海上作业场景，仅吸油不吸水。作业前在围油栏内侧、船舶甲板、管路接驳点位周边铺设布置，用于吸附作业滴漏残油、甲板残留油污；突发轻微溢油时，可快速吸附回收水面浮油，消除局部油污污染。

(3) 全过程防控管理：项目严格执行海域零直排要求，严禁含油废水、残油、油污废弃物直排海域。作业产生的残油、废油统一收纳至补给船密闭储油舱，废弃吸油毡、含油抹布等危废分类收集，建立台账，定期委托资质单位处置。同时，项目固定专属加油作业区域，严禁随意异地作业；作业前制定专项溢油应急预案、明确人员分工，定期开展应急演练，全面提升突发污染处置能力，最大限度降低作业对海域生态环境的影响。

7.4.2. 船舶倾覆、船舶自沉环境风险分析及风险防范措施

7.4.2.1 船舶倾覆环境风险分析及风险防范措施

(1) 船舶倾覆环境风险分析

船舶倾覆主要原因为气象和人为因素造成。绝大多数是因主机停车、船体配重不均衡、严重横倾、船舶进水等，最终使船舶失去稳性而倾覆。船舶从严重横倾到倾覆，通常仅几分钟，对海上人命财产的打击是毁灭性的，必须从根本上采取系统有效的预防措施。倾覆事故的主要原因：①人为操作失误。②船体破损和机电故障。船体老旧、碰撞、搁浅、物品纵向配重错误、造船缺陷、大风浪袭击等，都可能使船体破损进水，在外力、自由液面综合作用下单向逐步横倾，最终丧失稳性而倾覆。大风浪中，主机、供电、舵机失灵会使船舶失去航向控制能力而呈横风横浪状态，进而谐摆、货移、横倾、进水而翻沉。③忽视自然环境力量。经预报和未经预报的强风大浪等灾害性天气，是倾覆船舶的主要力量。对天气力量的认识不足，或是过于迷信天气预报，不做充分的规避或对抗准备，常导致船舶翻沉。④管理不善或故意行为。施工船管理松懈、混乱，调度部门的盲目指挥，常使船舶面临倾覆危险。

(2) 风险防范措施

①系统地采取本质化的预防倾覆措施。预防船舶倾覆，究其根本离不开安全科学的“人、机、环境、控制(管理)”四大要素，对每个要素采取本质化的安全措施，即对各要素采取尽可能从根本上远离倾覆危险的措施。控制其技术状态和运作，消除和限制事故隐患，就能使船舶倾覆危险和事故大为减少。为了预防倾覆

事故,就必须从根本上控制人员的职业素质和操作;控制船体、机电设备的技术状态,严格维护保养,保障其运转正常;正确估量周边环境蕴含的自然力量和船舶的抵御能力,及时正常地预报天气和海况,及时规避灾害天气,避免不可抗力的袭击;加强船上的安全管理,完善机构、规章及其运作。要根本上预防倾覆,除了科学技术的进步外,应从本质上控制人为因素。②提高船岸人员职业素质。人员职业素质决定着人的职业行为质量,职业道德素质、技术素质、身心素质和能力素质。制定和完善安全管理规章。③规范船员操作,消除不安全行为。人的不安全行为是事故因果链中引发事故的直接原因,规范船员操作行为能直接阻止事故的发生。④健全维护保养制度,确保机电设备正常运转。主机、供电系统、舵机是船舶在风浪中的自下而上保障,任何故障和失灵,都会使船舶面临倾覆危险。健全维护保养制度并予切实执行和有效监督,意味着远离危险和减少事故。⑤掌握天气动态,规避灾害天气。船舶遵守开航标准和货物系固规定,能以不变应万变地抵御通常的航海风险。

船长必须正确、周密地分析和估计航程中的天气动态及其对本船的影响,及早采取针对性的防范措施。对于灾害性天气,应及时停止开采离开开采区停回港池,人员上岸。⑥健全应急演习制度。应急反应计划使人员职责和关系明确,程序清楚。应急演习能使船员综合运用有关知识和技能,熟悉群体配合。防止倾覆应急计划,应包含物品移动和船舶横倾、机电失灵、船舶破损和船舶进水、灭火时处理积水等单项。⑦健全公司安全管理。公司有责任使船机维护、人员职责素质和操作管理规章完备,严格执行监督和纠正环节。

预防船舶倾覆事故是一项安全管理的系统工程,应对“人、机、环境、管理”各要素采取本质化的安全措施。对货物的有效系固,不但能使船舶远离通常的倾覆危险,还能提高船舶克服有害自然力的能力而提高航运经济效益。船舶应尽量避免灾害性天气,必要时应果断地牺牲部分浮力来换取稳性。公司建立、运行和不断完善 SMS。

7.4.2.2 船舶自沉环境风险分析及风险防范措施

(1) 船舶自沉环境风险分析

根据中国水运 2014 年第 14 卷第 1 期《船舶自沉事故诱因分析与探讨》(曹俊,孙涛),船舶自沉原因主要有人为因素导致的自沉、船体结构缺陷导致的自沉、通航环境恶劣导致的自沉、货物因素导致的自沉、公司管理失位导致的自沉。

若项目船舶发生自沉事故，海砂从海上洒回海里，将会对海洋环境造成重大影响，还可能会发生船舶溢油。

1) 人为因素导致的自沉诱因分析。

①超载引发的自沉

船舶超载极易引发船舶自沉事故，尤其在内河运输中，小型砂石船超载砂致沉的比例更高。

②船员操作不当引发的自沉

船员操作不当一般是导致的船舶自沉事故的主观原因。在事故调查统计中，由于船员人为操作不当所引发的船舶自沉事故并不少见。其中，船员安全意识不强、船员业务技能差等是操作不当的主要致因。

2) 船体结构缺陷导致的自沉诱因分析

船体结构存在缺陷时，船舶的总纵强度或局部强度将会不足。当船舶进行装货作业或遭遇大风浪的情况下，极易因船体强度不足导致船体断裂或破损，从而引发沉船事故的发生。造成船体结构缺陷的原因主要存在于船舶设计、修/建造和日常生产过程中等几个阶段。

船舶设计方面，有的船舶设计单位本身不具备基本的设计条件和质量保障能力，设计出的船舶在船体结构和强度方面存在“先天缺陷”，从而无法满足相关建造规范的要求。

船舶修/建造方面，个别建造单位或船东为了降低建造成本，建造船舶时无设计图纸或使用未经船检部门审批的设计图，有些则擅自更改船体结构，不严格按照图纸进行建造，更有些船东竟然选择无资质认可的船厂建造船舶的现象；船舶修/建造过程中低劣的造船质量，特别是焊接质量不达标和非合格修/造船材料的使用也是造成船体结构缺陷的重要原因。

有些船舶一味追求利润，却忽视船舶的定期检验和保养，导致船体结构/设备长期处于“疲劳”或受损状态而全然不知，为事故的发生埋下祸根；更有些船舶在早已发现船体结构/设备存在缺陷的情况下，仍心存侥幸，带“病”航行，最终导致船毁人亡。

另外，某些船东贪图价廉，购买、租赁或使用老旧的、低质量的船舶从事运输。这些船舶的船体结构不能满足强度要求，在其他因素的作用下也极易发生自沉事故。

3) 通航环境恶劣导致的自沉诱因分析

在通航环境恶劣造成的船舶自沉事故案例中,大风浪为主的自然环境(水文气象环境)恶劣和其他通航环境恶劣是造成事故发生的两大重要因素。

①大风浪中发生船舶自沉事故,因环境和气象的恶劣,既难自救,也难施救,结果往往会造成船毁人亡的恶性事故。

动稳性不足是船舶在大风浪中倾覆沉没的根本原因。船舶在大风浪环境中航行时,船体因不断遭受大风浪的袭击,使船体产生周期性横摇。如果船舶拥有稳性,正常是能够自行恢复平衡的。然而,船舶一旦失去了稳性便失去了恢复到初始平衡状态的能力,甚至会加剧横倾的程度,从而造成船舶倾覆沉没。

受大风浪影响而造成的货物移动、油水舱或货舱自由液面的加剧、船体、构件破损或舱体不水密导致的大量进水等都是失去稳性的主要原因。

②其他通航环境主要包括船舶交通密度、通航秩序、航道、水深、助航标志、碍航物等等。

4) 货物因素导致的自沉诱因分析

①易流态货物引发的自沉

一直以来,船舶载运陶土、精矿粉等易流态化货物发生自沉事故居高不下,造成了巨大的人员伤亡和财产损失。易流态化货物是指由较细颗粒的混合物构成且含有一定水分的物质,若水分含量超过货物的适运水分限量时,在海上运输过程中,收到外界各种力的作用,水分渗移而形成液化化从而导致货物移动。本项目船舶运输的海砂为易流态货物,若不采取措施,容易引发自沉。

易流态货物之所以容易导致船舶自沉事故的发生是因为此类货物具有一定的含水量,航行中货物随着船舶摇摆、颠簸或振动会产生矿、水游离现象而形成自由液面,特别是货物含水量超过 8% 时,自由液面流动性和流动速度都会加大,加上此类货物属于重货,一般都是装载半舱左右,正是自由液面最大的部位,对稳性的影响也最大,短时间内便可能造成船舶倾覆沉没的灾难性事故,其过程往往只有几分钟的时间。

目前航运市场上,易流态货物大多采用散杂货船运输为主,虽然散杂货船的八角形货舱设计在一定程度上可以限制货物表面的移动,提高船舶的稳性,但其毕竟不是按照承运液化货物设计的,且不具备液货船货舱分散货物重心从而很好保证船舶稳性的功能,因此,散杂货船运输易流态货物的风险尤为巨大。

②积载不当引发的自沉

货物的合理配载，保证积载满足船体强度要求，不仅可以延长船舶的使用寿命，还直接关系到船舶的运输安全。

在货物积载不当引发的船舶自沉事故中，许多是因为货物积载不当破坏了船舶的纵向强度、局部强度和扭转强度而造成的。合理的货物积载就是按照浮力在船长方向的分布规律，合理分配各舱载重量，使浮力、重力不仅全船平衡，而且在各舱也应基本上做到平衡。相反，如果积载不当，就会造成船舶纵向弯曲变形超过允许范围，而不能保证船舶的纵向强度。另外，船舶积载过程中，不考虑或忽视了船舶舱底和甲板所能承受的最大载荷，使得局部受载不均衡或超负荷受载就会破坏船体的局部强度。若船舶两舷积载的货物重量总体不均衡，会导致船舶产生横倾角；若两舷积载的货物重量局部不均衡，就会破坏船舶的扭转强度。无论发生上述哪种情况，船体强度必然受损，船舶生产过程中发生自沉事故的几率也会随之增加。

货物积载不当还会直接影响到船舶稳性的变化。一种是货物配载重心过低，稳性明显变好而使得复原力矩过大加剧船舶横摇程度；另一种是货物配载重心偏高，稳性明显不足而使得船舶在受风浪横摇时不能回复到初始平衡状态。上述两种情形都会给船舶自沉事故的发生创造条件。

除此之外，野蛮装卸或违规装卸造成船体受损、瞬间失去稳性或浮力也是船舶自沉发生的常见原因。

5) 公司管理失位导致的自沉诱因分析

①航运公司不懂管理或者管理水平不高

许多个体船老板或小型船公司的管理人员平均文化水平不高，有的是单纯投资的商人，有的是刚刚转型的农民，他们身处管理岗位却根本不懂航海知识和相关的企业管理知识，只是一味地追求经济效益，反而忽视了安全效益。船舶一旦发生险情，应急管理基本瘫痪，有的甚至不懂瞎指挥，造成更加严重的事故后果；有的公司为了应付交通部门、航管机构对企业资质检查需要，表面上聘请几名退休船长、轮机长作为公司安全技术管理人员撑门面，实际则是“公司有名无人”的管理脱节，根本谈不上对船舶进行安全管理。

②安全管理有体系，无执行

有的航运公司不考虑自身条件与具体情况，盲目照搬其他公司的安全管理体

系以为能够符合相关法律法规的要求，却苦于缺乏人力、物力、财力、技术而无法按照体系对船舶安全加以管理，也不能够对体系进行持续改进，从而形成了有体系，无执行的“管理两张皮”现象。

③船舶管理公司对代管船舶“代而不管”

船舶管理公司是随着国际和国内《ISM/NSM 安全管理规则》的生效而逐步发展起来的。航运公司为了减少船舶安全管理成本、弥补自身管理缺陷等问题将船舶交予专业的船舶管理公司代为管理，从而导致了船舶经营与管理相脱节，所有权与管理权相分离的情况。船舶管理公司未按协议履行责任，只是提供体系文件，或者只对船员进行简单的培训、接待和办证业务等等，并没有与船上建立实质性的安全管理联系，形成“代而不管”现象。

（2）风险防范措施

为减少船舶自沉环境风险，结合前文船舶自沉主要因素，需采取相应的风险防范措施。

①船舶超载会导致船舶的储备浮力和船舶稳性下降，受风浪影响，容易造成船舶倾覆，故禁止船舶超载；

②船员安全意识不强、船员业务技能差等可能引发船舶自沉，通过对船员进行系统的、正规的航海知识教育和培训，并加强船员业务素质及心理素质，减少船舶自沉事故发生概率。

③船体结构存在缺陷时，船舶的总纵强度或局部强度将会不足。当船舶进行装货作业或遭遇大风浪的情况下，极易因船体强度不足导致船体断裂或破损，从而引发沉船事故的发生。故海砂开采单位应选择有资质认可的船厂建造的船舶，并避免使用老旧的、低质量的船舶从事海砂开采及运输。

④通海环境恶劣，如大风浪，容易造成船体产生周期性横摇，一旦船舶失去了稳性便失去了恢复到初始平衡状态，甚至会加剧横倾的程度，从而造成船舶倾覆沉没。故报告要求海砂开采单位应该密切关注气象情况，海砂开采作业最大可作业波高为 2m，最大可作业风力为 6 级，若波高高于 2m、风力高于 6 级，海砂开采作业应停工避风浪。

⑤其他通航环境恶劣也容易造成船舶自沉，包括船舶交通密度、通航秩序、航道、水深、助航标志、碍航物等等。海砂开采单位应作业船舶进行安全检查，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。

⑥易流态货物具有一定的含水量，航行中货物随着船舶摇摆、颠簸或振动会产生矿、水游离现象而形成自由液面，特别是货物含水量超过 8% 时，自由液面流动性和流动速度都会加大，加上此类货物属于重货，一般都是装载半舱左右，正是自由液面最大的部位，对稳性的影响也最大，短时间内便可能造成船舶倾覆沉没的灾难性事故，其过程往往只有几分钟的时间。本项目船舶运输的海砂为易流态货物，为减轻自沉产生概率，应控制海砂的含水率，尽量将海水含水率控制在 8% 以下。

⑦船舶货物积载不当会破坏船舶的纵向强度、局部强度和扭转强度，还会影响船舶稳性的变化，故为避免因海砂货物积载不当造成船舶自沉，故海砂运输单位应使货物重量均衡，降低运输船舶自沉风险。

⑧公司管理失位易导致船舶自沉，故项目招拍挂应要求船舶航运公司具备船舶管理体系，并对船员进行系统的培训。

7.4.3. 通航安全风险分析及风险防范措施

项目周边海域航道密集，过往的商船、渔船的交通量较大，一旦操作不当，可能会发生船舶碰撞，从而导致溢油和火灾爆炸。建议采砂单位采取以下风险防范措施：

(1) 加强瞭望，运输船采取安全航速行驶，按章航行与避让，保障水域的通航安全；

(2) 采砂中标单位应配合有关部门落实航标的布设工作，并加强对导助航标志的维护，确保导助航标志的正常有效，以改善通航环境；

(3) 作业期间所有船舶须按照交通部信号管理规定显示信号，悬挂正确的旗号和号灯，加强值班瞭望，作业人员应严格按照操作规程进行操作；

(4) 对作业船舶进行安全检查，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；

(5) 作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管路系统的阀门、堵塞油舱通气孔等，防止溢油。

7.4.4. 本项目施工船舶避台应急方案

1、应急预案纲要

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制，制订本项目对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表 7.4.4-1。

表 7.4.4-1 应急预案纲要

序号	项 目	内容及要求
1	总 则	
2	应急计划区	作业区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门。
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上级预案，接受上级应急反应部门的领导。
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式。
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备。
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序。
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	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。

2、本项目应急预案

贯彻“以防为主，安全第一”的避台方针，积极响应对台风可能会带来的威胁，施工单位需落实责任，周密部署，切实做好防台工作，保障现场施工船舶安全。施工单位应依据《交通运输部海上突发公共事件应急响应程序》，《广东省防汛抗旱防风应急预案》，《广东海事局防热带气旋应急预案》，《江门市防汛防旱防风防冻应急预案》等编制施工船舶避台应急方案。

(1) 具体避风水域

拟申请海砂开采区位于广东省江门台山市大帆石北面海域，根据实际情况，选择最安全的避风水域。

(2) 组织机构与职责

施工单位应成立以总经理担任总指挥的防台应急指挥部，组建防台抢险救

援队和防台后期保障小组，各施工船舶成立本船舶防台工作小组，由各船长担任组长。

- 1) 防台应急指挥部：下设总指挥、副总指挥、组员
- 2) 各船舶防台小组：下设组长、副组长、组员
- 3) 防台应急指挥部设在施工单位公司
- 4) 内部分工及职责

① 防台应急指挥部职责

依据国家气象部门和当地海事部门的台风预报信息情况，适时召开防台工作会议，决定防台应急方案的启动和关闭，发布防台指令，布置防台工作的具体措施，落实防台检查，组织防台抢险。根据应急情况需要，调配施工船舶防台力量和物资。及时向上级单位或部门汇报防台动态，对防台工作进行总结。

② 各船舶防台工作小组职责

落实防台指挥部发布的各项防台指令，组织船舶防台加固检查，落实防台工作措施，组织处理船舶防台过程中发生的险情，定时向指挥部报告船舶动态情况，防台期间所有相关人员手机一直处于开机状态，保持通讯畅通。

(3) 台风预警与应急响应行动

1) 防台季节，施工单位指定专人（专职安全管理员）关注天气预报，登录政府相关网站（常用台风查询网址），获取台风的最新情况，施工船舶抄收海岸电台的气象预报。

2) 施工单位应急指挥部管理人员及各船舶船长手机号码加入海事局短信平台。

3) 施工单位专职安全员把施工单位防台指令发布到各船舶防台小组成员的手机上。

4) 与当地海事部门保持密切联系，指挥部适时派出工作组，检查督促各施工船舶的防台风工作。

5) 必要时召开紧急会议，研究并处理突发情况或其他重大事项。

6) 每小时接收发布气象信息一次，每 4 小时通过手机短信或其他途径向各船舶发布台风信息。

(4) 船舶防台工作要求

1) 选择合适的时间离开施工水域，根据经验，在锚地避风的船只较多，进

入锚地时间不宜过迟，应选择合适有利的避风位置。

2) 接到台风预报，所有避风船舶对电器、机械等设备进行检查，船上的物资是否齐全，若达不到要求及时更换。

3) 进入防台部署后，船舶必须服从防台指挥部的统一指挥安排，迅速有序地将船舶拖往防台锚地。

(5) 避台船只风险防范对策

1) 无动力的工作船要防止走锚搁浅，如果避免不了此类风险发生，应千方百计使船舶固定，尽量避免船尾搁浅。

2) 机动船舶发生走锚时，要开动主机进行顶风，以防止进一步走锚。当底质较差时，更换锚地，起锚重抛，放长锚链，加抛双锚等措施。

3) 台风登陆时，船员不要走出房间，防止人被风和涌浪打入海中，必须出去时，穿好救生衣系好绳索加以保护。

4) 切忌在大风中绞动锚，因为会引起急速走锚。如果必须绞动锚时，应备好车、舵、锚一齐协调动作，必要时先动车后绞锚，或者一边动车一边绞锚。

(6) 预案关闭，避台结束

1) 台风登陆或过境后，根据气象部门台风解除消息和现场的实际风力情况，经防台指挥部审定，由防台总指挥部发布关闭指令，宣布预案关闭。

2) 台风过后，各船舶在组长的带领下，检查船舶有无受损情况，如有受损应用摄录设备予以记录，并按规定向指挥部报告。

3) 做好复工前安全检查，电气设备要经检测后才允许通电使用。

4) 做好防台小结并上报公司，总结经验教训，提出预防改进措施

5) 保留下列资料并存档 ①天气预报记录 ②防台会议记录 ③检查记录 ④防台值班安排记录 ⑤防范措施记录 ⑥ 通讯，汇报，总结等记录。

7.4.5. 采砂坑、坍塌风险分析及风险防范措施

采砂施工结束后将在海床上形成大面积的采砂坑，采砂坑的形成将对开采区底栖生物及其生境产生影响，对周边的地形地貌也会产生影响。坍塌引起坍塌区域悬沙剧增，悬沙扩散对塌陷区周边生物产生不利影响，同时覆盖塌陷区底栖生物，使塌陷区底栖生物迁移。根据数模预测结果，两采砂区同时采砂情况下，受采砂作业影响，泥沙回淤量增加，年回淤厚度在 0.056m 左右。

海砂开采单位在开采期间应采取以下措施降低本区块采砂后形成采砂坑、产

生坍塌的情况的发生：

(1) 严格控制采砂作业范围和深度，防止水平和纵向的越界开采；

(2) 采砂船须在开采边界预留一定距离，严格遵守放坡开采，形成约 30° 开采边坡，以保证开采完毕后，采砂坑坍塌范围不会超过申请用海的区域范围，避免增加采砂坑的面积和深度；

(3) 对本项目造成的生物资源损失进行生态补偿，缴纳补偿费，并采取增殖放流的方式减少生态损失。

若发生坍塌的情况，采砂单位则应加强采砂作业的监督、自查，找出原因，避免再次发生，采砂单位应委托有能力的测绘单位对坍塌区的面积、水深及周边地形地貌进行勘测，上报监管部门，同时增加增殖放流渔业资源的种类和数量。

采砂期间及闭矿后采砂单位应根据环评要求对海砂开采区进行地形、地貌、水深等进行跟踪监测，并上报监管部门。具体的监测计划详见本文 12.4 节。

7.4.6. 应急资源与区域联动

1. 应急资源与区域联动

1) 区域联动组织架构

一旦海上发生溢油事故，在事故处置过程中，将涉及救助现场指挥、交通管制、海上搜救、海上消防、难船险情处置、难船水下作业、难船抽油过驳、海上清污作业、海上监视监测等，就需要海巡船、打捞船、专业清污船、海监船、渔政船及海上直升机等的相互应急协作，还需要与国家海洋环境预报中心协作，及时跟踪事发海域气象、海况情况，预测海上溢油漂流方向和范围。

因此，采砂单位应建立与当地海事主管部门及其他成员单位的应急联动，实现资源的合理有效利用，及时处置初期阶段事故，有效防范重特大事故发生、最大程度减少人员伤亡、财产损失，降低环境影响。在当地海事主管部门突发环境污染事件应急指挥部的统一领导下，应急办负责统一协调突发环境污染事件的应对工作，各专业部门按照各自职责做好相关专业领域突发环境污染事件应对工作，各应急支持保障部门按照各自职责做好突发环境污染事件应急保障工作。跨区域的环境突发事件，由市政府统一协调。

本项目事故溢油应急预案的区域联动和应急组织机构图见图 7.4.6-1。



图 7.4.6-1 区域联动和应急组织机构图

2) 应急联动清污机构及设备

项目一旦发生溢油事故，应充分利用区域内各种溢油应急防治设备。根据调查江门市内距离项目较近的有 3 个应急储备点，应急储备点物资见表 7.4.6-1。3 个应急储备点形成“近点首发、海岛主力增援、市域后备兜底”的三级调度体系：储备物资涵盖适配外海风浪工况的橡胶抗浪围油栏、PVC 围油栏、吸油拖栏、污水水储存罐及全套通用连接配件，物资品类完整覆盖海上溢油围控、吸附、储存全处置环节，装备规格统一可互换调配，其中上川岛海事基地兼具物资、作业船舶与专业处置队伍，台山铜鼓点海上驰援距离最短、响应最快，恩平横板点作为远距离补给后盾；项目采用船舶自备小型应急物资处置初期渗漏、外部储备点应对中大型溢油事故的分级配置模式，各点位均配套码头装卸转运条件，纳入江门海上溢油联动预案，可提前签订物资调用协议，区位匹配度高、工况适配性强、多库兜底无单点保障风险，项目应急资源配置逻辑合理，周边应急物资依托具备充分可行性。

本项目施工船舶最大溢油量按 100t 考虑，可依托辖区船舶污染清除单位的溢油应急能力。

8. 清洁生产与环保措施

8.1. 清洁生产分析

8.1.1. 清洁生产的要求

《建设项目环境保护管理条例》规定：“工业建设项目应当采用能耗少，污染物产生量少的清洁生产工艺，合理利用自然资源，防止环境污染和生态破坏”，这体现了清洁生产的思想。

于 2003 年 1 月 1 日施行的《中华人民共和国清洁生产促进法》，是为了促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健康，促进经济与社会可持续发展而制定。《中华人民共和国清洁生产促进法》的公布实施，标志着我国污染治理模式的重大变革，对实现经济和社会可持续发展必将产生积极的影响。

《中华人民共和国清洁生产促进法》第二条指出该法所称的清洁生产，是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

8.1.2. 本项目清洁生产分析

本项目拟采用射流抽吸式采砂船配自卸皮带式运砂船，射流抽吸式采砂船是目前采用较多的采砂方式。目前可用于深水采砂的设备有潜水泵式、气动泵式和射流式等装置。潜水泵式采砂装置水下部分，特别是潜水电机的密封装置容易磨损，工作可靠性差。气动泵式采砂装置单位能耗高。射流式采砂装置由于它在水下无转动部件、结构简单、耐磨损、工作可靠，它的水下开挖深度大，单位能耗比气动泵式采砂装置低，因此是一种比较理想的水下采砂装备。

射流式采砂装备由工作水泵、射流泥浆泵、冲砂器、管道及闸阀等部分组成。它的工作原理是利用工作水泵产生压力工作水，通过管道压送到冲砂器及射流泥浆泵。利用冲砂器喷嘴的高压水射流破土，使它穿越水下淤泥覆盖层。通过调节它的射流流速及流向，将所需级配的砂砾通过射流泥浆泵将其吸入，提升至水面。射流抽吸式采砂船可以直接穿透覆盖层，进入藏砂区，不需要开挖表层的淤泥，

减少表层淤泥开挖过程中悬沙的排放。采砂船将泥层下的砂层开采后，泥层塌陷有利于采砂坑的回淤。

本项目参照目前国内较先进的采砂工艺，采砂船与运砂船分离，采砂船抽砂、选砂均采用专业设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制，在同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、选砂过程中的悬浮泥沙排放及对水质的影响。

本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物，杜绝船舶污染物直排水体。可见，项目的生产船舶排污也能满足清洁生产的要求。

综上所述，本工程的采砂工艺是相对清洁的生产工艺。

8.1.3. 本项目的清洁生产建议

为了进一步提高本项目的清洁生产水平，本报告提出以下建议：

(1) 加强管理

政府有关部门要加强对矿产资源的环境管理，严格执行矿产开发项目的环境影响评价制度和清洁生产审核制度，要把两项法律制度作为采矿许可证发放的重要前提。加强对采砂船的环境监理工作，密切监视海上环境变化，如发现异常现象，应采取必要的措施，如暂停采砂等，并及时通知海洋监测部门，查明原因。

(2) 选用合适的施工工艺、船型、方案，制定合理的施工计划

本采砂项目要求按照本报告书中建议的施工工艺、采砂船型、作业方案进行海砂开采，同时要合理制定采砂作业计划，减少由于采砂活动对周围环境造成的不利影响。具体的施工工艺、作业船型及开采方案等控制要求见 3.3 章节。

(3) 制定安全、合理的防污措施

为减少采砂过程中产生的污染物，采砂单位须按照本报告书的建议落实污染防治设施和措施，并贯彻执行。采砂单位还应根据本报告书提出的应急措施，制定应急预案来应对采砂过程中出现的突发事件，避免或减少对水质及生态环境的影响。

8.1.4. 清洁生产结论

根据上述分析，本项目生产设备的选择合理，所采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺，生产船舶排污也能满足清洁生产的要求。本工程采砂工艺清洁生产水平可达国内先进水平。

8.2. 环境保护与污染防治对策措施

8.2.1. 采砂作业悬浮泥沙污染防治措施

针对采砂作业产生的悬浮泥沙对环境的影响，拟采取的悬浮泥沙污染防治措施如下：

(1) 原砂经分选得到海砂产品后，剩余含细砂(小于 0.063mm 粒级砂)及淤泥的海水，经位于海面以下约 2m 左右的溢流口溢流回采砂区，以利于悬浮物沉降，减少悬浮泥沙对表层水体的影响。

(2) 减缓射流船穿透海底淤泥层的速率，以减少此过程中的悬沙扩散。

(3) 海砂开采作业必须严格控制在已批准的海域作业，严禁越界开采、严禁超量开采。为避免超矿区开采、造成水下矿区边坡坍塌，水下休止角(23°)以内的矿体不得开采；在采砂区边界采砂船应以 60°~70°左右的角度插入矿层，以形成坡度较缓的边坡，降低边坡坍塌造成的悬浮泥沙影响。

(4) 对矿体分布厚度较小且存在夹层区域，开采前需在勘探边界处布设浮标标识，仅使用小型(400m³/h) 射流式采砂船作业。

(5) 在采砂前对所有的采砂设备，尤其是砂舱进行严格检查，发现有可能泄漏污染物的必须先修理后才能开始采砂。

(6) 在采砂过程中应做好采砂设备和过驳船的日常维修和检查工作，保持采砂设备和过驳船的良好运行和密闭性；在施工过程中密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生，应立即采取措施予以修复，避免采砂和运砂过程发生悬沙泄露，从而加重悬沙污染影响。

(7) 装砂过程应严格按照作业规程进行，避免装载过程砂矿泄露；过驳船装载量不得过量，当过驳船装载量达到最小干舷 30cm 时，必须停止继续装载，确保航行过程中舱内装载的砂石不外溢入海，以避免输送过程中的泄漏对水体造成二次污染。

(8) 采砂作业应有计划的分层逐层进行，这样能够防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌，既便于管理，又能够减小悬浮泥沙产生量及其影响范围。

8.2.2. 采砂作业对地形冲淤环境保护措施

本项目为在拟申请海砂开采区内采砂改变采砂区水下地形，从而造成附近水动力环境和冲淤环境发生变化，对周围的环境敏感目标造成影响。因此，本项目实施工程中应注意控制海砂开采强度和开采范围，防止越界开采和超强度开采，可将采砂区分成若干小区，均匀进行采孔，这样能够防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌，还能够使悬浮泥沙扩散范围缩小，进而减小海洋生物资源的损失。同时对采砂工艺和使用船型也应按照本报告预测使用的船型和工艺进行控制，避免采砂作业影响超出本报告预测范围。项目采砂过程中环境保护措施见表 8.2.1-1。

表 8.2.1-1 采砂过程中环保措施一览表

阶段	主要污染或影响	环保措施	预期效果	实施地点	责任主体	运行机制
采砂过程	悬沙、水动力和地形地貌的改变	(1) 注意控制海砂开采强度和开采范围，防止越界开采和超强度开采。严格控制开采范围，禁止开采水下休止角以内矿体，采砂作业应有计划的分层逐层进行，控制采砂船插入矿层角度以避免矿区边坡坍塌。 (2) 采砂应尽可能选择在大潮和中潮期，利用潮流动力扩散悬浮物，降低悬浮物浓度。 (3) 委托相关的具有相应监测能力的环境监测单位对采砂区周边环境进行监测，对发现的具体问题采取必要的措施，必要时可短暂停工。 (4) 采砂作业应在气象条件允许的条件下进行，在大风大浪，大雾和雷暴等灾害天气时应暂停作业；减缓吸砂管穿透海底淤泥层的速率，减少悬浮物扩散；采砂船分选得到产品后剩余含细砂及淤泥的海水经海面以下 2.0m 的溢流口排放，减少悬浮泥沙对表层水体的影响。	避免采砂作业影响超出本报告预测范围	采砂区	采砂单位	贯穿整个采砂过程

8.2.3. 防止超界、超量、超时开采或运输等管控措施

(1) 防止超界的管控措施：海砂开采作业必须严格控制在已批准的海域作业，严禁越界开采。船上及岸基管理联动，利用 AIS 划定坐标区域，岸基管理员电子巡航，可实时纠正采砂船是否超界。采砂作业应有计划的进行，分层分片，可将采砂区分成若干小区，均匀进行采孔，这样能够防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌，既便于管理，又能够使泥沙污水扩散范围缩小，进而减小海洋生物资源的损失。

(2) 防止超时、超量的管控措施：采装砂每船次都有统计单证，由现场管理员与采砂船、运输船对数汇总项目管理部，项目管理部根据有效期时间、阶段气候情况、总量的差量，会进行适时调度控制开采时间和开采量。对超量、超强度、超时开采的行为进行批评教育或作出相应处罚，从而杜绝超量开采，超强度开采，超载等违规行为。

(3) 在采砂过程中应做好采砂设备的日常维修和检查工作，保持抽砂设备的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复。

(4) 运砂船装载量不得过量，装砂过程应严格按照作业规程进行，防止在风浪作用下或因装砂重心倾斜导致运砂船发生倾覆或海砂外溢。

(5) 严格管控海砂开采总量，非敏感期开采量不超过 605 万 m^3 ，敏感期开采量不超过 142 万 m^3 。由环境监理单位对海砂开采总量进行监督。

8.2.4. 作业船舶污染防治措施

本项目实施过程中产生的污染物除了悬浮泥沙外，主要是船舶污染物。船舶污染物主要由含油污水、选砂过程产生的废水、生活污水和船舶垃圾等固废。

参与本项目采砂作业的主体责任船公司应建立、执行船舶垃圾、油污水回收等制度，落实船舶铅封管理规定，加强对船员防污染知识培训和实操教育，切实落实施工单位、船舶和作业人员防污染管理责任。根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》《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》等相关法规及规章，本项目采砂区作业船舶需与具有相应资质或者能力的单位签订污染物转运和处置协议。

含油污水：主要来自机舱含油污水、船舶作业期间漏油或者维修产生的油污以及船舶、油舱等定期清洗产生的含油污水。依据《省交通厅工信厅省生态环境厅省住建厅广东海事局关于联合印发〈广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案〉的通知（粤交港〔2021〕547 号）要求，采砂中标单位委托施工单位时应在施工合同中应明确施工期间船舶含油污水处理方式，项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置，应当按规定在《油类记录簿》上如实记载操作情况。

选砂过程产生的废水：选砂过程的冲洗过筛用水因直接取用海水，故选砂过程产生的淤泥、废水可随水流经采砂船体底部的溢流口排海，对环境影响较小。

生活污水：采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。

固废：主要来自船舶生活垃圾，贝壳、砾石等尾矿。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。尾矿主要是选砂后产生的贝壳、砾石等，可就地排海回填砂坑，贝壳、砾石等尾矿来自海底，再回填于砂坑。

另外，运砂船须到获批准经营的砂石码头进行卸载，装载量不得过量，装砂、运输和卸载过程应严格按照作业规程进行，防止在风浪作用下或因装砂重心倾斜导致运砂船发生倾覆或海砂外溢。

8.2.5. 采砂期生态影响防治对策

8.2.5.1 中华白海豚的保护措施

（1）施工噪声缓解、避让措施

本项目附近海域有白海豚出没，采砂中标单位应做好施工前的宣传教育活动，大力宣传保护中华白海豚的相关规定和奖惩机制，进行中华白海豚保护及救助方面的宣传和培训，提高工作人员对中华白海豚的关注度、责任感和法律意识。采砂前，对项目区及附近海域进行观察监测，确保采砂范围内没有中华白海豚活动后方可开始施工。在采砂过程中施工船舶上配备专人进行瞭望，如发现白海豚出没，运砂船与采砂船需减速，并尽量减少施工机器的开动量，以减轻施工噪音对海豚的干扰。如果有海豚出现在航道上，运砂船应减速或暂停以避让海豚，直到海豚游离航道后方可施工，以避免海豚被机器或船只螺旋桨撞伤。任何单位和个人发现受伤、搁浅而被困的中华白海豚时，应当及时采取紧急救护措施并报告市渔政管理机构处理。

（2）溢油事故应急生态保护措施

本项目施工期一旦发生船舶事故，造成溢油或危险化学品泄漏，将给水域生态带来严重危害。应进一步加强水上交通管理，避免发生碰撞、沉船、溢油和物料泄漏等航行事故。为防患于未然，所有施工船舶均需经过严格船检，达到作业现场的抗风浪能力，并保持良好工况；应特别注意防范台风和大雾等恶劣天气对

航船的不利影响。实施安全航速是避免事故的重要措施，也应预早制定紧急漏油事故应变措施，以准备第一时间尽快清理油污及防止扩散。

8.2.5.2 海洋生态补偿措施

项目实施对资源造成最直观的损失是工程造成的潮间带生物、底栖生物的直接损失以及悬浮物造成的鱼卵仔稚鱼、游泳生物的死亡，对项目所在的海域海洋生态环境造成了事实上的负面影响。《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：（1）经济补偿；（2）资源补偿：对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；（3）生境补偿：对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建，生态补偿可采取缴纳生态补偿金或采取增殖放流措施。

（1）缴纳生态补偿金。

建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿。

（2）采取增殖放流措施

就本项目的生态赔偿措施，本评价建议采取目前普遍采用的增殖放流方式。放流的品种建议按照《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）中规定的适宜在南海海域放流的鱼种。根据相关规定，在项目附近海域投放一些本地常见鱼苗，放流时间建议选择在5月至8月休渔期间；并委托技术单位对放流效果进行跟踪监测，如需进行补充增殖放流，应结合监测结果调整放流种类和规模。

建设单位可按照《广东省海洋与渔业资源环境损失赔偿款收缴使用管理暂行办法》，按规定向市级渔业行政主管部门缴纳生物资源损害赔偿费用，并签订相关协议，由市级渔业行政主管部门统筹落实项目周边海域渔业资源保护工作。此外，建设单位作为水生生物资源保护和赔偿的主体，也可以自行组织水生生物资源保护和赔偿工作。具体的补偿措施和方案在实施之前，应协调主管部门商定，报市级渔业行政主管部门审查。

8.2.5.3 其他生态保护措施

本项目在施工过程中会对海洋生物栖息地造成彻底的破坏,施工产生的污染物也会损害海域水体生境,具体生态保护对策如下:

(1) 施工单位在施工前期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保护动物保护的意识;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。

(2) 采砂作业导致的悬浮物及噪声等会对水生生物栖息地造成破坏,对水生生物的生存和健康生长造成危害。因此,采砂作业应预先制定合理的施工计划,确定合适的采砂范围,减少对底质环境的扰动强度和范围,防止造成不可恢复的破坏和影响。

(3) 船舶污染物向海域倾倒,都将对附近海洋生态环境产生一定影响,因此应按照有关施工期环境保护措施中提出的具体要求加以实施,认真落实,严格管理,杜绝污染物直接入海。

(4) 在采砂过程中应做好采砂设备的日常维修和检查工作,保持抽砂设备的良好运行和密闭性,发生故障后应及时予以修复。

(5) 采砂应尽可能选择在大潮和中潮期,利用潮流动力扩散悬浮物,降低悬浮物浓度。

(6) 施工期间应对项目附近的生态环境进行跟踪监测,掌握生态环境的发展变化趋势,以便及时采取调控措施。

(7) 严格落实开采总量控制,合理安排采砂强度,降低南海北部幼鱼繁育场保护区和南海鱼类产卵场保护期的作业强度。项目应按照采砂敏感期(3月至5月,共3个月)和非敏感期(1月至2月、6月至12月,共9个月)进行作业,敏感期工作天数30天,非敏感期工作天数128天,每天工作24小时(考虑到开采过程中采砂船涉及移位、重新选择砂口及插拔抽砂管等工作,预计需花费9小时,实际开采作业15小时)。

8.2.6. 大气污染防治措施

(1) 船舶应使用合格燃料,加强管理,船舶燃油应按《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求使用含硫量不大于0.5% m/m 的低硫燃油,以减少尾气的排放。

(2) 加强对燃油机械设备的维护和保养,保持设备在正常良好的状态下工

作。同时燃油机械应安装主动再生式柴油颗粒捕集器，使尾气能够达标排放。

8.2.7. 噪声防治措施

(1) 采用低噪声、设备性能良好的采砂船，尽量降低施工船舶噪声可能对海洋生物的环境影响。在采砂过程中，如发现有白海豚出没，减速或暂停作业船只，以减轻施工噪音对白海豚的干扰。

(2) 施工进度安排上，要进行适当的组合搭配，避免采砂船、运砂船同时在相对集中的地点工作，尽可能使机械设备较均匀的使用，等待装船的运砂船应予以关闭或减速。

(3) 船舶做好管理、保养和维护，维持作业船舶的良好运行状态和降低运行噪声。

8.2.8. 交通安全保障措施

考虑到采砂作业期间，采砂船长期占用海域，运砂船频繁进出采砂区与用砂区，对通航和交通安全造成一定影响。本报告根据采砂项目自身的特点，项目所在海域及运砂船航路附近海域的通航环境，有针对性的提出本项目实施期间采砂船和运砂船的交通安全保障措施，详见表 8.2.8-1。

表 8.2.8-1 通航安全保障措施一览表

名称	交通安全保障措施	备注
采砂区交通安全	获发水上水下施工作业许可证和通航公警告才能正式进场作业	/
	采砂船和运砂船应悬挂正确的旗号和号灯	/
	开采区应设置明显的标志，加强同上下游企业的沟通	/
运砂船交通安全	严格按海事部门的相关规定运营，严禁运砂船超载	/
	安装 AIS 船舶自动识别系统，设置助航设施，保证渔船航行安全	/
恶劣天气情况下的交通安全	防范台风、风暴潮以及雷雨大风的袭击	风力超过 6 级，波浪超过 1.5 级，能见度小于 1000m，停止作业
	悬挂黄色热带气旋警报时，所有船舶择地避风	/
航道安全	对航道水深、流场变化及边坡稳定性进行跟踪监测	一旦发现影响通航安全的问题，立刻停止开采，并通报海事等相关部门及时解决问题
	严禁往航道抛淤泥和石块	/
	船舶夜间作业时显示的灯光应实行管制，防止出现影响船舶在出海航道正常航行的背景亮光	/
	运砂船不得随意穿越航道，如穿越航道，应主动避让大船，并尽量垂直航道穿越	/

8.2.9. 环保措施可行性分析

本项目拟采取的污染防治对策措施、生态保护对策措施一览表见表 8.2.9-1 所示。

本项目环境影响主要来自采砂作业期的废水、固废、废气和噪声。项目所采用的采砂施工工艺是目前比较先进的施工工艺，采砂及其运输设备符合项目的实际情况的要求，有利于在施工生产过程中减少污染物的排放。采砂作业拟采取的悬浮泥沙污染、噪声防治措施技术可行，项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置，采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放；船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理；船舶燃油按《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求使用含硫量不大于 0.5% m/m 的低硫燃油。采砂单位要加强严格管理，文明施工，切实落实相应的环保治理措施，确保采砂作业各类污染物合理处置。采砂作业环保处理处置费用相对较低，从经济、技术上来看，采砂产生的各类污染防治措施可行，并具有技术、经济可行性。

由于项目所在海域海洋环境的敏感性，为减少矿区开采环境影响，应完善矿区开采作业的污染防治措施。控制开采强度，优化开采时间计划安排。加强环境跟踪监测和环境监理。

表 8.2.9-1 污染防治对策措施一览表

类别	污染物	环保措施	预期效果	实施地点	责任主体	运行机制
废水	悬浮泥沙	(1) 注意控制海砂开采强度和开采范围, 防止越界开采和超强度开采。 (2) 采砂应尽可能选择在大潮和中潮期, 利用潮流动力扩散悬浮物, 降低悬浮物浓度。 (3) 委托相关的具有相应监测能力的环境监测单位对采砂区周边环境进行监测, 对发现的具体问题采取必要的措施, 必要时可短暂停工。	在一定程度上减轻施工悬浮泥沙对周围环境的影响。	采砂区	采砂单位	贯穿整个采砂过程
	含油污水	项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱, 委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置。	不排海, 不影响该海域水质和生态环境。	收集后上岸处理。	由采砂单位委托接收单位完成	定期
	生活污水	采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式, 由专业接收船统一接驳转运上岸, 不在矿区海域直接排放; 运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理, 在满足《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 要求的前提下排放。	不排海, 不影响该海域水质和生态环境。	采砂区不得排海。		不定期
	选砂废水	选砂过程的冲洗过筛用水因直接取用海水, 故选砂过程产生的废水可随水流经采砂船体底部的溢流口排海, 对环境影响较小。	直接取用海水, 又排入海水, 对其影响较小。	排海	采砂单位	贯穿整个采砂过程
固废	生活垃圾	船舶生活垃圾实行分类收集, 配置专用污染物接收船巡回收集, 运回港口后移交环卫单位处置; 不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸, 建立垃圾接收台账, 形成收集—转运—处置闭环管理。	船舶垃圾不排海, 不影响该海域水质和生态环境。	收集上岸	由采砂单位委托接收单位完成	定期
	尾矿	可就地排海, 回填砂坑, 贝壳、砾石等尾矿来自海底, 再回填于砂坑。	就地排海回填砂坑, 来自海底再回填于砂坑, 对海洋环境影响较小。	回填于砂坑	采砂单位	根据施工情况而定

海洋生态保护措施	中华白海豚保护措施：采砂中标单位应做好施工前的宣传教育活动，严禁施工人员捕猎。在采砂过程中，如发现白海豚出没，运砂船与采砂船需减速，并尽量减少施工机器的开动量，以减轻施工噪音对海豚的干扰。如果有海豚出现在航道上，运砂船应减速或暂停以避免海豚，直到海豚游离航道后方可施工，以避免海豚被机器或船只螺旋桨撞伤。任何单位和个人发现受伤、搁浅而被困的中华白海豚时，应当及时采取紧急救护措施并报告市渔政管理机构处理。应进一步加强水上交通管理，避免发生碰撞、沉船、溢油和物料泄漏等航行事故。为防患于未然，所有施工船舶均需经过严格船检，达到作业现场的抗风浪能力，并保持良好工况；应特别注意防范台风和大雾等恶劣天气对航船的不利影响。实施安全航速是避免事故的重要措施，也应预早制定紧急漏油事故应变措施，以准备第一时间尽快清理油污及防止扩散。	减小悬沙、噪声的影响程度和范围，减小对海洋生态环境的影响	采砂区	采砂单位	贯穿整个采砂过程
	施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，预先制定合理的施工计划，严格落实施工环保措施，杜绝污染物直接入海，保持抽砂设备的良好运行和密闭性等。				
	合理规划采砂工期：采砂应尽可能选择在大潮和中潮期，利用潮流动力扩散悬浮物，降低悬浮物浓度。				
	跟踪监测：施工期间应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。				
	生态损失补偿：采用增殖放流等方法进行补偿。	通过人工放流，增加渔业资源量	采砂单位与渔业部门沟通磋商后确定	采砂单位	随时

9. 环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要组成部分，其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。因而，环境影响经济具体定量化分析，目前难度还是较大的，多数是采用定性与半定量相结合的方法进行讨论。

本报告书以资料分析为主，在详细了解项目的工程概况及各环节污染物影响的程度和范围的基础上，运用费用—效益分析方法进行定性分析评价。

费用—效益分析是最常用的项目环境损益分析方法和政策方法。利用此方法对建设项目进行分析将有利于正确分析项目的可行性。费用是总投资的一部分，而效益包括经济、社会和环境效益。关系为：

费用=生产成本+社会代价+环境损害

效益=经济效益+社会效益+环境效益

9.1. 社会效益分析

海砂作为一种可再生资源，对促进地区经济建设意义重大。开采海砂，可带动航运、建材、房地产开发服务等一系列相关产业的发展，具有很强的产业联动效应，为第三产业的发展提供了一定的商机，有利于促进地区经济繁荣，具有良好的社会效益和经济效益。

本采砂区开采的海砂以市场化方式销售，拟对粤港澳大湾区及广东省国家战略重大项目供砂，可用于民用建筑及基础设施建设（需要进行淡化处理，达到建筑用砂标准）。城市基础建设对海砂的需求量巨大，在一定程度上缓解了上述大型工程建设用砂的社会供需矛盾。

本项目所在海域曾有大批的非法采砂船，采砂秩序混乱，严重扰乱海上安全并造成社会资源无序开发。本项目的启动，能有效打击非法采砂，对加强采砂管理、保障海上交通安全、保护海上设施起到积极的推动作用。

本项目的实施还可以为当地百姓提供一定的就业岗位。

9.2. 经济效益分析

1. 成本估算

根据矿区采用的采矿和加工工艺，结合当地物价和工资水平，并参考矿区以往的成本费用，折算单位矿石开采直接生产成本约为 24.76 元/m³（含设备、燃料、人工等）。

单位矿石总成本费用为 35.34 元/m³（不含增值税）（见表 9.2-1）。

表 9.2-1 单位矿石总成本费用表

序号	项目	单位	成本
1	单位矿石直接生产成本	元/m ³	24.76
1.1	设备租赁费	元/m ³	22.5
1.2	职工薪资	元/m ³	2.26
2	管理费用	元/m ³	3.5
3	销售费用（不含折旧费摊销费）	元/m ³	2.5
4	安全费用	元/m ³	4.58
5	总成本费用	元/m ³	35.34

矿区年总成本费用（不含增值税）： $35.34 \times 795 = 28095.3$ （万元/年）。

2. 年销售收入

为保障重大工程项目建设用砂需求，广东省不断加推砂石矿山和一定量的回填料用海砂资源。2019~2025 年，广东省先后以海砂采矿权和海域使用权“两权合一”挂牌出让海砂项目 12 宗，但矿区所在海域暂无海砂项目。本次通过收集汕尾市海砂矿区的近三年来的海砂销售数据可知，2023 年海砂坑口价为 112 元/m³，2024 年海砂坑口价为 87 元/m³，2025 年海砂坑口价为 62.9 元/m³，近三年来海砂坑口价约为 88 元/m³（注：海砂产品规格为中砂，含泥量≤5%，不含税）。考虑本矿区产品方案为回填料用海砂，产品规格为中砂，含泥量约 10%，本次海砂坑口价约为 85 元/m³。则矿区年销售收入 A（产销率按 100%）为：

$$A = QP$$

式中：

A--年销售收入（万元）；

Q--海砂矿精矿年产量，629.08 万 m³/年；

P--海砂矿精矿不含税价，85 元/m³；

$A=QP=629.08 \text{ 万 m}^3/\text{年} \times 85 \text{ 元/m}^3=53471.8 \text{ 万元/年}$ （不含增值税）。

3.经济效益

（1）年应交增值税

增值税为销售收入的 13%，即 $53471.8 \times 13\%=22.5$ （设备租赁费）
 $\times 795 \times 13\%=4625.96 \text{ 万元/年}$ 。

（2）销售税金及附加

本项目的销售税金及附加包括城市维护建设税、教育费附加和资源税。城市维护建设和教育费附加以应交增值税为税基。

城市维护建设为应交增值税的 7%，即 $4625.96 \times 7\%=323.82 \text{ 万元/年}$ ；

教育费附加为应交增值税的 3%，即 $4625.96 \times 3\%=138.78 \text{ 万元/年}$ ；

地方教育费附加为应交增值税的 2%，即 $4625.96 \times 2\%=92.52 \text{ 万元/年}$ ；

应缴资源税为销售收入的 2%，即 $53471.8 \times 2\%=1069.44 \text{ 万元/年}$ （《关于广东省资源税具体适用税率等事项的决定》）；

则总销售税金及附加= $323.82+138.78+92.52+1069.44=1624.56 \text{ 万元/年}$ 。

（3）平均年税前利润总额

平均年税前利润总额= 53471.8 （年销售收入）- 1624.56 （销售税金及附加）
 -28095.3 （矿区总成本费用）= 23751.94 万元/年 。

（4）年所得税

年所得税= 23751.94 （年税前利润总额） $\times 25\%=5937.99 \text{ 万元/年}$ 。

（5）平均年净利润总额

平均年净利润= 23751.94 （年税前利润总额）- 5937.99 （年所得税）= 17813.95 万元/年 。

（6）静态投资经济指标

1）投资利税率= $(53471.8-28095.3)$ （年税前利税总额） $\div 34639.49$ （总投资） $\times 100\%=73.26\%$ ；

2）投资利润率= 17813.95 （年净利润总额） $\div 34639.49$ （总投资） $\times 100\%=51.43\%$ ；

3）静态投资回收期 $T=34639.49$ （总投资） $\div 17813.95$ （年净利润总额） ≈ 1.94 年。

4.综合分析评价

该项目生产规模属大型，其内外部建设条件较好，海砂矿开采和加工对环境没有大的影响，开发该矿床具有一定的经济效益。项目开发可充分回收利用海砂矿产资源，对当地经济发展有一定的促进作用。矿床开采为露天水下开采，在按照相关要求规范开采的前提下，不会发生地质灾害，不会引起水土流失，总体上对附近生态和环境的影响较为有限。

5.小结

本章节分析了在拟申请的 172.4196 公顷的采砂区内，按照本报告建议的控制条件实施采砂作业，申请采砂年限为 3 年，所造成的对生态环境及水生生物的直接破坏，和悬浮泥沙对水生生物及其生存环境的影响，并对所造成的长期的生物损失进行量化的估算。结论如下：

(1) 海砂开采降低采砂区附近海域浮游植物和浮游动物的生物量以及海洋初级生产力；采砂区大部分底栖生物的生长较缓慢，开采区底栖生物的栖息环境受到破坏，其生态环境的恢复需要较长时间；水中含有过量的悬浮固体降低鱼类的繁殖。

(2) 在本报告建议的控制开采条件下实施采砂作业，产生的入海悬浮泥沙浓度增量超过 200mg/L（对浮游生物和渔业资源造成显著影响）的水域仅限于采砂点附近很小范围，并且采砂作业对海洋生物的影响是局部的、暂时的，采砂结束后，附近海域生态系统将会建立新的平衡使采砂作业期的影响逐渐消失。

9.3. 环境保护投资估算

类比同类项目，本项目环保投资预算如下：

表 9.3-1 环保投资估算一览表

项 目	任 务	内 容	环保投资估算（万元）
施工期环境监理	合理安排施工进度，严格掌握采砂设施性能、控制悬浮泥沙扩散影响范围	环保监理人员 3-4 人（工程监理可兼任）	20
施工期环境监测	掌握施工期污染物排放状况，为施工管理提供依据	详见监测计划	75
生态补偿	补偿施工期造成的生态损失	采取增殖放流等措施	1476
船舶油污水、垃圾接收处理	施工船舶产生的生活污水、油污水及船舶垃圾严禁向海域排放	由有处理能力单位接收处理	10

溢油应急费用	施工船舶发生溢油事故时，采取的应急措施	配备必要的应急设施及设备	100
预留	事故状态下的环境跟踪监测等不可预见费		100
海事监管经费	对执法设备设施、基本运维保障、基础数据服务及信息化建设上进行投入	配备必要的执法设施、设备等	100
合计	—	—	1881

9.4. 环境经济损益综合分析与评价

该项目将会产生较大的正面社会效益和经济效益，其中可以计算的部分有较好的效益。项目建成后将会在资源利用、市场需求、规范市场以及本地经济发展等方面产生正面效益；而导致的环境方面的负面影响，如果确实按照开采计划进行，并采取本报告提出的环保措施，是能够降低到最小的。以现有的认识水平和环境学、经济理论来衡量，本项目造成的环境方面的负面效应是完全可以由其产生的社会效益和经济效益弥补的。总体来看，项目在环境经济效益方面是可行的。

10. 海砂开采量的控制

10.1. 开采方式的控制

根据《开发利用方案》，本项目 JM24-02 矿区内共发育 2 个海砂矿体，矿区共探获回填料用海砂原矿量（控制的+推断的）2434.19 万 m^3 ，矿区可采出海砂原矿量为 2185.69 万 m^3 。本项目建设规模为年产 795 万 m^3 ，矿区服务年限约 3 年（含准备期 3 个月）。

拟对粤港澳大湾区、广东省国家战略重大项目供砂，以及民用建筑及基础设施建设（要进行淡化处理，达到建筑用砂标准）。本项目控制开采方式如下：

表 10.1-1 采砂船舶规模和工艺控制要求一览表

控制对象	控制内容	具体要求	预期效果
施工工艺	采砂船作业平面布置合理，事先制定开采计划，采用清洁的生产工艺。	作业船舶尽量分散作业。	降低采砂作业产生的悬浮泥沙源强。
		吸砂功率与选砂功率相匹配。	节约能耗，提高开采效率，降低未吸上船舱的悬沙量。
		减缓射流船穿透海底淤泥层的速率。	减少此过程中的悬沙扩散。
		选砂水通过接到船底的软管溢流回采砂坑内	采砂坑内水底排放能降低悬沙扩散
		提高选砂效率和出砂率	节约能耗，提高开采效率。
采砂船型	控制作业船舶数量、船型。	划定的开采区范围内配备 2 艘采砂量约为 1000 m^3/h 和 4 艘采砂量约为 400 m^3/h 的射流抽吸式采砂船和 12 艘（根据实际情况配置相应船舶数量）自卸运砂船。	根据采砂船数量合理配置运砂船，提高运砂船作业效率的同时，降低交通量。
		出砂效率约 1000 m^3/h 和 400 m^3/h	满足开采强度和开采量控制要求
		采砂船每年都需要年检，注意使用的船舶检验证书必须在有效期内。	保证施工船舶排污，设备配备，设施安全等达标

10.2. 开采强度的分析

根据国土资发〔2007〕190 号文，我国对海砂开采实行开采总量严格控制制度，严禁超总量开采。同时，为了降低对本海砂开采区附近海洋环境和海洋生物等的损害，本海砂开采区将严格控制开采总量，并落实采砂强度控制指标。

为充分开发利用出让海域海砂资源，同时最大程度保护附近敏感目标，特别是降低对海域海洋环境的不利影响，项目需根据科学安排采砂作业的时间和强

度。项目选址位于幼鱼、幼虾保护区和南海北部幼鱼繁殖场保护区，其中幼鱼幼虾保护区保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。因此，项目应按照采砂敏感期（3 月至 5 月，共 3 个月）和非敏感期（1 月至 2 月、6 月至 12 月，共 9 个月）进行作业，敏感期工作天数 30 天，非敏感期工作天数 128 天，每天工作 24 小时（考虑到开采过程中采砂船涉及移位、重新选择砂口及插拔抽砂管等工作，预计需花费 9 小时，实际开采作业 15 小时）。

根据工程施工进度情况和敏感期控制开采量，适时进行船舶设备调整补充，确保完成年终供砂工程量的任务。

表 10.2-1 JM24-02 矿区海砂开采计划拟定采砂强度控制指标

控制参数		控制量	控制条件
非敏感期控制开采量		644 万 m ³ /年	1 月至 2 月、6 月至 12 月
敏感期控制开采量		151 万 m ³ /年	3 月 1 日至 5 月 31 日
开采 总量	年均最大开采量	795 万 m ³ /年	矿区采用间断工作制度，年工作 158 天。
	资源总储量	2434.19 万 m ³	原矿储量
	控制开采总量	2185.69 万 m ³	可开采海砂原矿储量
	可开采量	2428.54 万 m ³	考虑回采率情况下的可开采资源量
采场最终境界面积		1.7242km ²	为避免造成水下矿区边坡坍塌导致超矿区开采，在水下休止角（30°）以内的矿体将不得开采，故设计海砂采场最终边坡角度为 30°。结合开采范围内的地形条件以及盖层、矿体厚度，综合形成露天开采境界终了平面图，即最终确定露天水下采场的露天开采境界。
采场底板面积		/	
矿区服务年限		3 年	含 3 个月准备期

11. 环境可行性及与规划相符性分析

11.1. 与空间规划的符合性

11.1.1. 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》的符合性分析

（1）与所在海洋空间规划分区的符合性分析

2025 年 1 月 23 日，广东省自然资源厅印发《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）。项目用海位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》“海洋功能分区”中的“潯州西南部工矿通信用海区”。本项目与潯州西南部工矿通信用海区的相符性分析如表 11.1.1-1 所示。

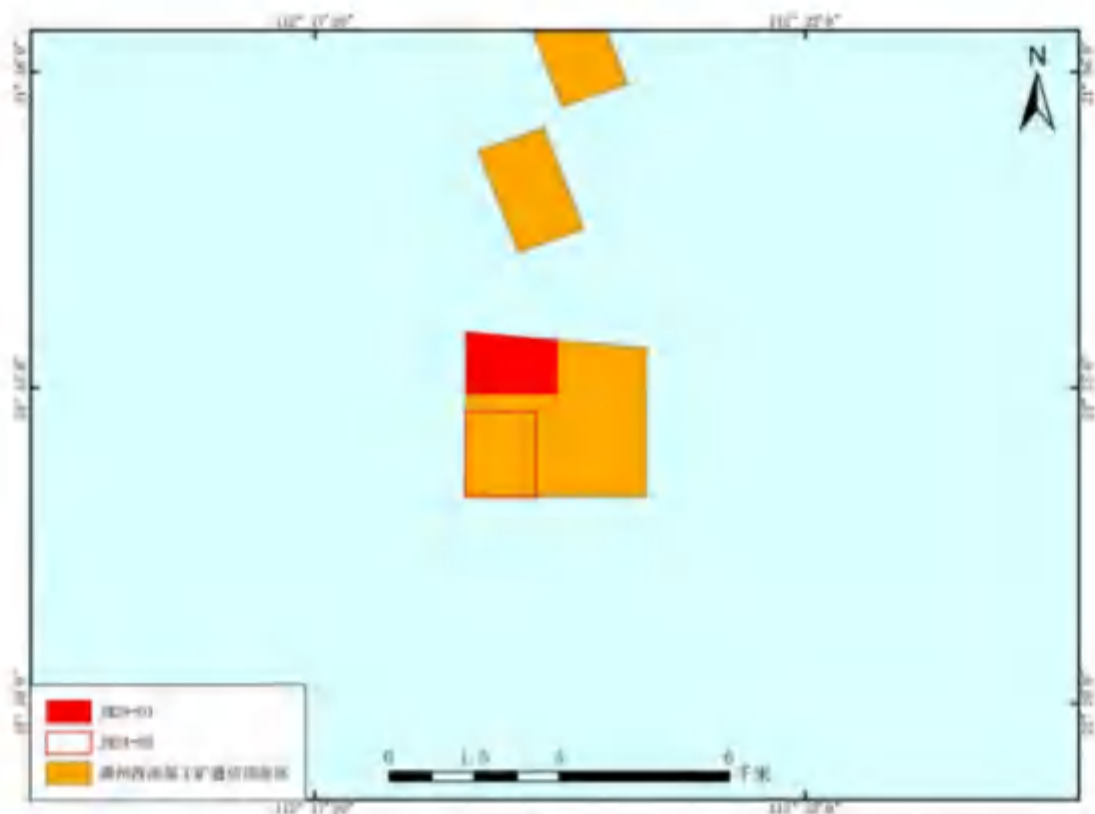


图 11.1.1-1 项目与潯州西南部工矿通信用海区的位置关系图

表 11.1.1-1 本项目与潯州西南部工矿通信用海区管控要求符合性分析

相关要求	符合性分析	是否符合
空间准入：		
1.允许固体矿产用海；	本项目海砂开采活动属于固体矿产用海；本项目不涉及养殖；本项目目前正在开展前期工作，初步征求考古、文保	符合
2.在未开发利用之前可兼容开放式养殖等增养殖用海；		

相关要求	符合性分析	是否符合
3.保障考古调查发掘、文物保护活动的用海需求。	等相关部门无意见,项目实施过程将保障考古调查发掘、文物保护活动的用海需求。	
利用方式:		
1.严格限制改变海域自然属性;	本项目海砂开采过程中将加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测,严格限制改变海域自然属性。	符合
2.不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全。	本项目根据海域现状开发活动,开采区块不涉及海上交通及海底电缆管道的安全,目前项目也正在开展通航安全专题评价。	符合
保护要求:		
1.海上矿产开发利用过程中应加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测;	本项目海砂开采过程中将加强对海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测。	符合
2.“南海 1 号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制,保护文物的安全、环境和历史风貌。	项目海砂开采活动将依法执行“南海 1 号”水下文物保护区监控水域对建设项目的准入限制,保护文物的安全、环境和历史风貌。	符合
其他要求		
加强海啸灾害防范,重点防范海浪灾害风险,加强海上作业安全防范。	本项目海砂开采活动前,将进行开采活动专项培训,明确开采过程中将加强海啸灾害防范,重点防范海浪灾害风险,加强海上作业安全防范。	符合

(2) 对周边海洋功能区的影响分析

采砂区块紧邻镇海湾渔业用海区,根据数模预测,本项目海砂开采过程中产生的悬浮泥沙会扩散至周边的海洋功能分区,包括镇海湾渔业用海区、大帆石-乌猪岛生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区(图 11.1.1-2),本项目对《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》的分区影响见表 11.1.1-2。

表 11.1.1-2 本项目对周边海洋功能区的影响分析

海洋功能分区	管控要求		影响分析
镇海湾渔业用海区	空间准入	1.允许增养殖用海；2.可兼容海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、海底电缆管道、航运等用海空间可立体利用；4.保障考古调查发掘、文物保护活动的用海需求。	本项目为海砂开采项目，紧邻镇海湾渔业用海区，在海砂开采实施之前可兼容开放式养殖等增养殖用海，不影响该功能区的主体功能；海砂开采过程中将加强对海底地形和潮流水动力等海洋环境特征的监测，严格限制改变海域自然属性，加强开采边界控制，禁止超采，严禁超边界涉及镇海湾渔业用海区进行开采活动；项目采砂作业期产生的悬浮泥沙影响范围主要局限在项目施工作业场地附近的水域，高浓度污染局限于施工点附近，施工结束后污染将会消失，不会对镇海湾渔业用海区产生长期影响；本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物，杜绝船舶污染物直排水体；项目将严格控制开采边界，严禁超采，保护“南海1号”水下文物的安全、环境和历史风貌；项目海砂开采活动前，将进行开采活动专项培训，防范海啸、风暴潮灾害风险。
	利用方式	1.严格限制改变海域自然属性；2.增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。	
	保护要求	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；2.切实保护严格保护岸线；3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；4.保护和合理利用无居民海岛资源；5.保护红树林、基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境；6.“南海1号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。	
	其他要求	防范海啸、风暴潮灾害风险。	
大帆石-乌猪岛生态保护区	空间准入	1.大帆石特别保护海岛生态保护红线允许开展保护执法、科学研究、调查监测、军事国防等活动及相关的必要设施修筑；2.江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园生态保护红线禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展保护执法、科学研究、调查监测、军事国防、适度的生态旅游、科普宣教，经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动，生态修复等有限人为活动。	本项目为海砂开采项目，距离大帆石-乌猪岛生态保护区约1.00km，海砂开采过程中加强开采边界控制，禁止超采，不会影响该功能区的主体功能，不会影响该功能区的地形地貌及海域自然属性，不会对“南海1号”水下文物保护区核心保护区造成影响。
	利用方式	1.大帆石特别保护海岛严格按照领海基点保护相关法律法规规定，禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变该区域地形、地貌的活动；2.江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园严格限制改变海域自然属性。	

	保护要求	1.大帆石特别保护海岛严格落实领海基点管理要求,实施全岛保护,防止海岛灭失; 2.江门台山乌猪岛地方级海洋自然公园保护乌猪岛及其生境; 3.保护潮间带; 4.保护和合理利用无居民海岛资源; 5.“南海1号”水下文物保护单位核心保护区内严格控制各类与文物保护利用无关的建设活动准入,保护文物本体的真实性、安全性与完整性。	
	其他要求	加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。	
东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区	空间准入	1.禁止开发性、生产性建设活动,可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下,开展适度的生态旅游、科普宣教,经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动,生态修复等有限人为活动; 2.在符合生态保护红线管控的前提下,可兼容海底电缆管道用海。	本项目为海砂开采项目,距离东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区约1.00km,本项目海砂开采过程中加强监管,科学论证开采方式、开采时间,控制开采边界,禁止超采,不会影响该功能区的海域自然属性;项目采砂作业期产生的悬浮泥沙影响范围主要局限在项目施工作业场地附近的水域,高浓度污染局限于施工点附近,施工结束后污染将会消失,不会对东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区产生长期影响;本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物,杜绝船舶污染物直排水体;项目将严格控制开采边界,严禁超采,保护“南海1号”水下文物的安全、环境和历史风貌。
	利用方式	严格限制改变海域自然属性。	
	保护要求	1.重点保护珍稀濒危物种及其生境; 2.“南海1号”水下文物保护单位监控水域依法实施建设项目准入限制,保护文物的安全、环境和历史风貌。	
	其他要求	加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。	
广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	空间准入	1.生态保护红线内的区域禁止开发性、生产性建设活动,可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下,开展适度的生态旅游、科普宣教,经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘,标本采集和文物保护活动,生态修复等有限人为活动; 2.生态保护红线外的区域强化生态保育和生态建设,可开展生态保护红线允许的用海活动以及开发利用后生态功能可自然恢复的必要用海活动; 3.在符合生态保护红线管控的前提下,可兼容海底电缆管道用海。	本项目为海砂开采项目,距离广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区约2.79km,本项目海砂开采过程中加强监管,科学论证开采方式、开采时间,控制开采边界,禁止超采,不会影响该功能区的海域自然属性;项目采砂作业期产生的悬浮泥沙影响范围主要局限在项目施工作业场地附近的水域,高浓度污染局限于施工点附近,施工结束后污染将会消失,不会对重要渔业资源产卵场产生长期影响;项目将严格控制开采边界,严禁超采,保护“南海1号”水下文物的安全、环境和历史风貌。

	利用方式	严格限制改变海域自然属性。	貌。
	保护要求	1.重点保护重要渔业资源产卵场； 2.保护潮间带； 3.保护和合理利用无居民海岛资源； 4.“南海1号”水下文物保护区监控水域依法实施建设项目准入限制，保护文物的安全、环境和历史风貌。	
	其他要求	加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。	

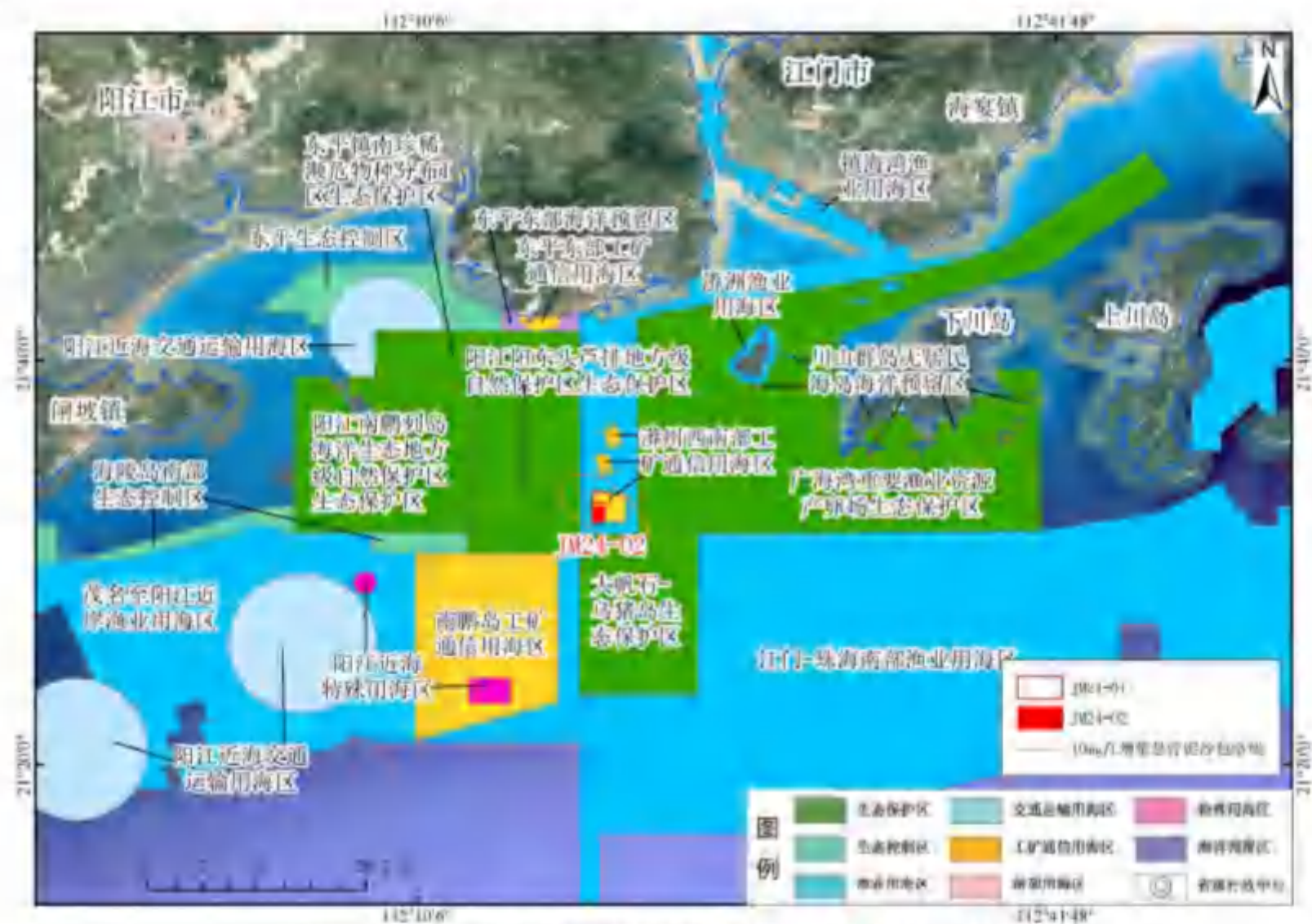


图 11.1.1-2 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与海洋功能分区叠加图

(3) 小结

本项目采砂区块位于台山市大帆石北面海域，本项目不占用生态保护区和生态控制区，该区块选址位置是依据广东省海砂开采规划确定。海砂开采活动符合漳州西南部工矿通信用海区的管控要求，项目采砂作业期产生的悬浮泥沙影响范围主要局限在项目施工作业场地附近的水域，高浓度污染局限于施工点附近，施工结束后污染将会消失，对周边海洋功能区影响可控。

综上所述，本项目海砂开采符合《广东省海岸带及近岸海域空间规划（2021—2035 年）》。

11.1.2. 与国土空间规划的相符性分析

11.1.2.1. 与《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》的符合性分析

(1) 项目所在海域海洋生态保护红线

根据《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》，本项目不占用海洋生态保护红线，评价范围内分布的海洋生态保护红线有阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区、东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区、阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区和广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区，最近的生态红线区为东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区和大帆石-乌猪岛生态保护区，距离均约 1.00km（见表 11.1.2-1）。

表 11.1.2-1 项目周边海洋生态红线分布（广东省）

序号	红线区	类型	相对工程的方位	与项目最短距离
1	7.阳江南鹏列岛海洋生态地方级自然保护区生态保护区	重要渔业资源产卵场	西侧	约 10.32km
2	8.东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区	珍稀濒危物种分布区	西侧	约 1.00km
3	9.阳江阳东头芦排地方级自然保护区生态保护区	重要渔业资源产卵场	西侧	约 3.06km
4	10.大帆石-乌猪岛生态保护区	特别保护海岛	南侧	约 1.00km
5	11.广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区	重要渔业资源产卵场	东侧	约 2.79km

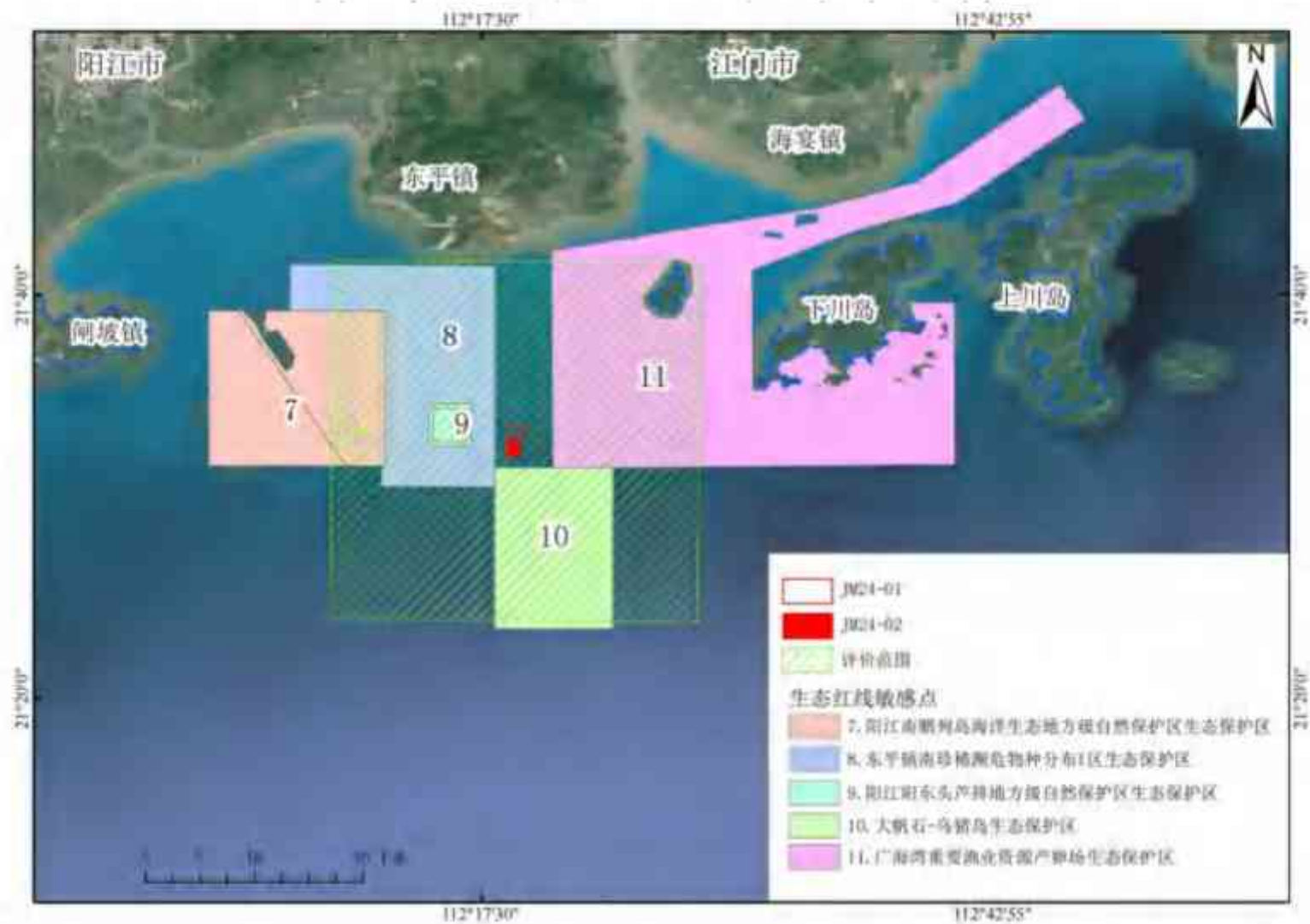


图 11.2.1-1 项目所在海域及周边海域海洋生态保护红线分布示意图

(2) 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，开采位置已征求了各相关部门的意见，并根据各部门意见对选址进行了优化。本项目不占用海洋生态保护红线，最近的生态红线区为东平镇南珍稀濒危物种分布I区生态保护区和大帆石-乌猪岛生态保护区，距离均约 1.00km。本项目施工过程中产生的悬浮泥沙会扩散至项目附近的海洋生态保护红线，会对生态保护红线的水质产生一定的影响。采砂施工呈间歇模式，船舶移位，寻找砂源期间临时停采，悬浮泥沙增量仅在采砂扰动阶段持续产生，一旦采砂扰动停止，悬浮泥沙在水动力作用下逐步沉降扩散，水体悬浮物水平将逐步回落，整体影响具有暂时性、可逆性，不存在长期累积效应。本项目应采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物，杜绝船舶污染物直排水体，不会对附近的海洋生态红线产生影响。此外，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，海砂开采过程中以及开采后将加强水质、生态及地形地貌与冲淤等跟踪监测，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上所述，本项目海砂开采符合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》。

11.1.2.2. 与《江门市国土空间总体规划（2021—2035 年）》相符性分析

《江门市国土空间总体规划（2021—2035 年）》第 23 条提出：严格生态保护红线管控，保障和维护国家生态安全的底线和生命线。以生态保护红线为核心，整体保护和合理利用森林、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地等自然生态空间，全面改善自然生态系统质量，全力增强生态产品供给功能。第 141 条提出，推进海砂采矿权和海域使用权“两权合一”以及养殖用海海域使用权市场化出让工作，提高海洋资源开发利用效益。第 147 条提出，合理开采海砂资源，统筹做好促生产、保供应、强监管等工作，保障工程项目建设用砂供给和民生需要。

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，项目环评获批后，为后续海砂开采挂牌出让提供必要的信息和技术支持，可协助采购人编制海砂开采海域使用权和采矿权“两权合一”出让方案，提供出让过程有关技术咨询服务，为采

购人开展海砂开采挂牌出让工作提供技术支撑。项目不占用海洋生态保护红线，本项目在严格落实本报告提出的各项生态保护措施的前提下，采砂作业对附近的海洋生态红线影响较小。本项目的开采推进了海砂资源的开发利用，项目开采范围、开采时段和开采量经过严格论证，项目的开采将在一定程度上解决江门市及广东省国家战略重大项目建设用砂的社会供需矛盾。

综上所述，本项目海砂开采符合《江门市国土空间总体规划（2021—2035 年）》。

11.1.2.3. 与《台山市国土空间规划（2021—2035 年）》相符性分析

《台山市国土空间规划（2021—2035 年）》第 27 条 明确底线管控要求提出：统筹协调矿产资源开发与保护，严格控制矿产资源开发强度，优化矿产资源开采布局，提高矿产资源综合利用效率。严格落实生态保护红线、自然保护地相关的保护规定，执行“三线一单”，明确各类型规划实施的“生态红线、底线和上线”，细化落实不同类别生态空间用途管制制度，推动完善生态环境治理体系建设。

本项目为海砂开采项目，不进行构筑物建设。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。本项目不占用海洋生态保护红线，本项目在严格落实本报告提出的各项生态保护措施的前提下，采砂作业对附近的海洋生态红线影响较小，项目符合“三线一单”的要求。

综上所述，本项目海砂开采符合《台山市国土空间规划（2021—2035 年）》。

11.1.3. 与“三线一单”符合性分析

11.1.3.1. 与“三线一单”相符性分析

1. 生态保护红线

本项目不占用广东省海洋生态保护红线，距离最近的东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区，距离约 1.00km。本项目施工过程中产生的悬浮泥沙会扩散至项目附近的海洋生态保护红线，会对该生态保护区的水质生态产生不利影响。采砂施工呈间歇模式，船舶移位、寻找砂源期间临时停采，悬浮泥沙增量仅在采砂扰动阶段持续产生，一旦采砂扰动停止，悬浮泥沙在水动力作用下逐步沉降扩散，水体悬浮物水平将逐步回落，整体影响具有暂时性、可逆性，不存在长

期累积效应。本项目应采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。本项目海砂开采符合生态保护红线的要求。

2. 环境质量底线

项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。另外，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，海砂开采过程中以及开采后将加强水质、生态及地形地貌与冲淤等跟踪监测，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

本项目进行海砂开采虽然会产生一定的环境影响，在严格落实报告书中环保措施的前提下，本项目对周边环境影响很小，对周边环境保护目标影响在可接受范围内，本项目海砂开采符合环境质量底线的要求。

3. 资源利用上线

本项目不占用大陆自然岸线 and 海岛自然岸线，与大陆自然岸线和海岛自然岸线的距离均较远，不会改变大陆自然岸线和海岛自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线和海岛自然岸线无影响，本项目海砂开采符合资源利用上线要求。

4. 环境准入负面清单

本工程为海砂开采项目，不属于国务院《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的限制类或淘汰类，不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》中的禁止限制类。本项目属于江门市环境管控单元准入清单（海域）中的一般管控单元，符合环境准入清单管控要求。

综上所述，本项目海砂开采符合“三线一单”要求。

11.1.3.2. 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，全省海域环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类。本项目所在位置为海域管控分区的一般管控单元（见图 11.1.3-1），为优先保护单元、重点保护单元以外的海域，其管控要求为“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”。

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，开采位置已征求了各相关部门的意见，并根据各部门意见对选址进行了优化。项目环评获批后，为后续海砂开采挂牌出让提供必要的信息和技术支持，可协助采购人编制海砂开采海域使用权和采矿权“两权合一”出让方案，提供出让过程有关技术咨询服务，为采购人开展海砂开采挂牌出让工作提供技术支撑。项目不占用自然保护区、海洋生态红线等环境敏感区，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，海砂开采过程中以及开采后将加强水质、生态及地形地貌与冲淤等跟踪监测，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上所述，本项目海砂开采符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》。

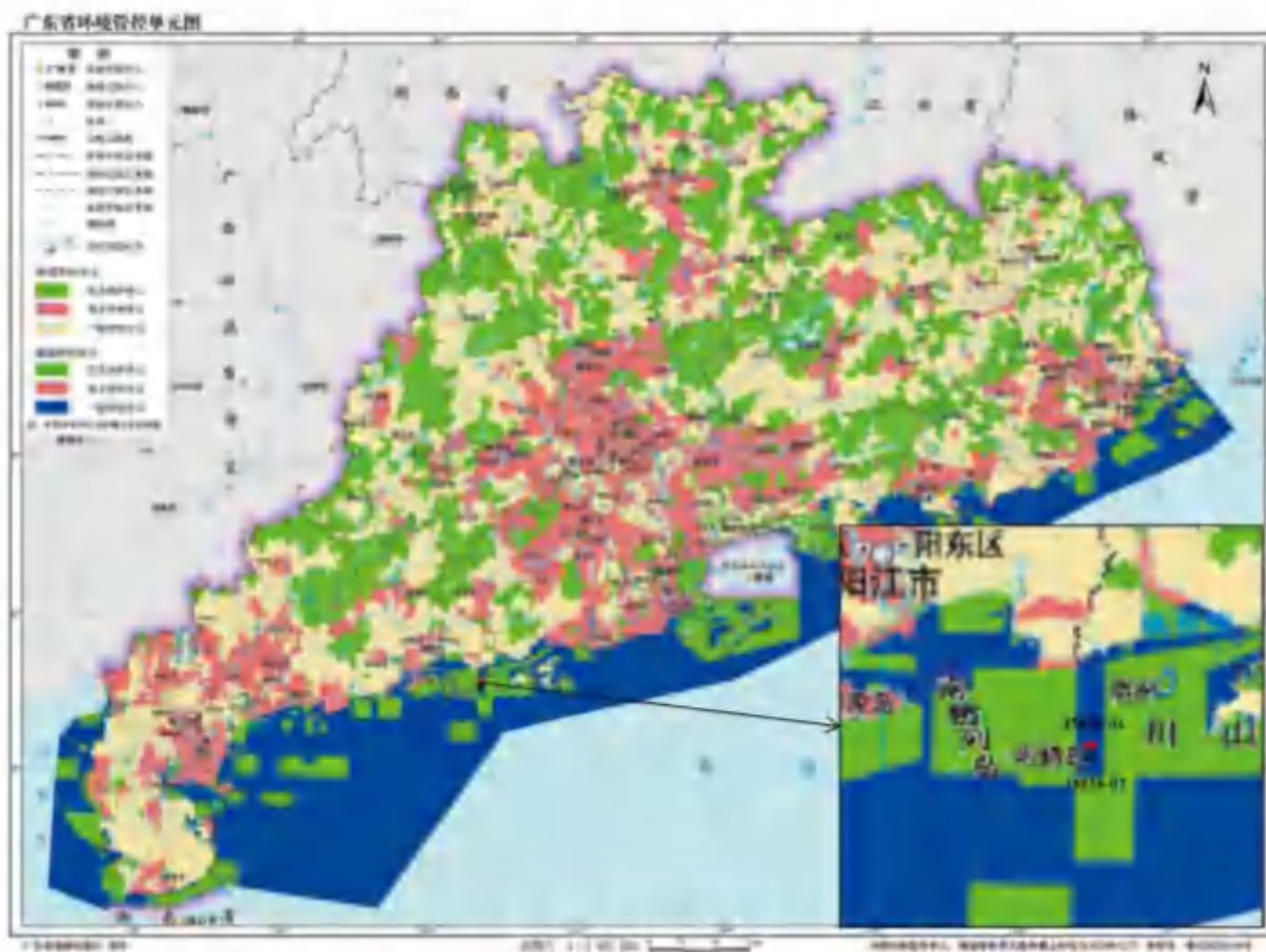


图 11.1.3-1 本项目与广东省环境管控单元叠加图

11.1.3.3. 与《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订)》(江府〔2024〕15 号)的符合性分析

根据《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订)》(江府〔2024〕15 号),本项目位于海域管控单元中的一般管控单元(图 11.1.3-2~图 11.1.3-3),项目所在环境管控单元名称为:湛江—珠海近海农渔业区(HY44040030009),管控单元和管控要求具体见表 11.1.3-1。

表 11.1.3-1 与《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》一般管控单元相符性分析

环境管控单元编码	单元名称	管控单元分类	符合性
HY44070030009	湛江—珠海近海农渔业区	一般管控单元	
管控维度	准入要求	相符性分析	
区域布局管控	农渔业区要按照提升近海,开发深海,拓展远洋的原则,重点支持深水网箱养殖基地、人工鱼礁和现代海洋牧场建设,切实保障传统渔民生产用海,渔业基础设施建设用海。	本项目不涉及海水养殖,严格控制采砂范围,控制采砂强度,合理规划采砂工期,及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施,将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案,也将控制开采强度,确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。	符合
能源资源利用	严格控制近海捕捞强度。加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护,保持海洋生态系统结构与功能的稳定。	本项目为海砂开采项目,不涉及捕捞作业。	符合
污染物排放管控	1.科学控制海湾养殖规模和密度。防止养殖自身污染和水体富营养化。 2.加强港湾综合整治,生产废水、生活污水须达标排海;严格执行农渔业区海水水质标准。	本项目不涉及海水养殖,严格控制采砂范围,控制采砂强度,合理规划采砂工期,及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施,将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。项目在海砂开采过程中严控污染物排海,加强环境监测,项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱,委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置;采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式,由专业接收船统一接驳转运上岸,不在矿区海域直接排放;运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理,在满足《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)要求的前提下排放。	符合
环境风险管控	防止外来物种入侵。	本项目不涉及海洋动植物物种引进。	符合

综上所述,本项目海砂开采符合《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》。



图 11.1.3-2 本项目与“三线一单”平台叠加图



图 11.1.3-3 本项目与江门市环境管控单元叠加图

11.2. 其它规划的符合性

11.2.1. 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

2021 年 11 月，广东省生态环境厅印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》，规划立足新发展阶段、贯彻新发展理念，构建新发展格局，围绕美丽广东建设的宏伟蓝图，坚持战略引领，以“推动全省生态环境保护和绿色低碳发展走在全国前列、创造新的辉煌”为总目标，坚持“以高水平保护推动高质量发展为主线，以协同推进减污降碳为抓手，深入打好污染防治攻坚战，统筹山水林田湖草沙系统治理，加快推进生态环境治理体系和治理能力现代化”的总体思路，着眼长远、把握大势，系统谋划“十四五”时期全省生态环境保护工作的指导思想、基本原则、主要目标、重点任务和政策措施，奋力开创广东生态环境保护新局面，推动生态文明建设取得新进步。是“十四五”时期统筹推进我省生态环境保护工作的重要依据和行动指南。《规划》第七章强化陆海统筹，加快建设美丽海湾第一节统筹陆海污染治理。强化海域污染治理。推进船舶污染防治设施设备配备和改造升级，确保船舶水污染物达标排放。第二节加强海洋生态保护和修复。加强海洋资源保护利用。坚持生态用海、集约用海原则，落实海洋生态空间和开发利用空间的管控要求，严格空间准入，严守海洋生态保护红线。

海砂开采过程中难以避免会导致水体中悬浮泥沙含量增大，开采期会影响海水水质，导致其使用功能下降。但海砂开采也是合理开发江门海域的砂矿资源，在不危害毗邻堤岸的安全、不影响江门沿岸港口发展、海上交通安全和海洋生态环境的前提下，海砂开采活动是海洋功能区管理要求所允许的。从另一方面考虑，海砂开采可为地方经济发展提供填海用砂，为周边城镇工业和各行各业的建设提供建筑砂料，有助于海洋工程建设。海砂开采在一定程度上导致底栖生物受损，底栖生境受到破坏，会带来相当数量的底栖生物的损失，可以通过各种生态补偿方式进行恢复补偿。此外，采砂引起的悬浮物扩散还能够引起浮游动植物和仔稚鱼生物的损失，可以通过在主要生物品种的繁殖和产卵期控制开采强度以达到减少损失的目的。采砂结束以后，还可通过人工增殖放流促进渔业资源的恢复。

综上所述，项目可以在该海域进行适当的海砂开采作业。在海砂资源开发利用过程中，应将可能产生的影响控制在可以接受的范围内，并采取渔业资源补偿措施，尽量降低其对海洋渔业造成的损害。采砂活动属于不改变海域属性的用海

方式，采砂产生的悬浮物对水质的影响主要在采砂施工期间。停止采砂后，通过生态修复等措施，海洋生态环境能够得到逐步恢复，不会受到长期、不可逆的破坏。

综上所述，本项目海砂开采符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》。

11.2.2. 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》第四章坚持“三个治污”，持续改善近岸海域环境质量 第二节强化海上污染协同治理。《规划》提出强化海上污染协同治理，拟开展“污水处理设施建设工程、陆源污染综合治理工程、海水养殖污染整治工程和港口船舶污染防治工程、岸滩和海漂垃圾清理整治工程等海洋污染治理重点工程项目”。第三节实施重点海域综合治理攻坚 实施珠江口邻近海域综合治理攻坚战。深入实施陆海统筹的综合治理、系统治理、源头治理，对标国际大湾区海洋生态环境治理先进水平，开展入海排污口排查、入海河流水质改善、沿海城市污水处理提质增效、沿海农业农村污染治理、海水养殖环境整治、船舶港口污染防治、岸滩环境整治、海洋生态系统保护修复等行动。

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，项目环评获批后，为后续海砂开采挂牌出让提供必要的信息和技术支持，可协助采购人编制海砂开采海域使用权和采矿权“两权合一”出让方案，提供出让过程有关技术咨询服务，为采购人开展海砂开采挂牌出让工作提供技术支撑。项目不占用自然保护区、海洋生态红线等环境敏感区，项目用海期限较短，且不进行构筑物建设。项目在海砂开采过程中严控污染物排海、加强环境监测，项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上所述，本项目海砂开采符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》。

11.2.3. 与《江门市海洋生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《江门市海洋生态环境保护“十四五”规划》第四章 坚持“三个治污”，持续改善近岸海域环境质量 第二节 强化海上污染协同治理，加强能力建设，实施港口船舶污染整治。《规划》提出：加强船舶水污染物治理。完善船舶水污染物收集处理设施，提高港口接收转运能力。完善船舶水污染物联合监管制度，推进船舶、接收单位、转运单位、处置单位及修造船厂等入驻并应用广东省船舶水污染物监测平台，全过程监督污染物的产生、接收、转运和处置。严格执行《船舶水污染物排放控制标准》，限期淘汰水污染物排放不达标且不能整改的船舶。严厉打击船舶向水体超标排放含油污水，加强船舶污染物排放监测监管力度。规范船舶水上拆解，禁止冲滩拆解。继续加强对船舶、船员、航运公司及船舶污染物接收单位的法规宣贯，提高其对船舶防污染管理的认识，营造良好的环保氛围。

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，项目在海砂开采过程中严控污染物排海、加强环境监测，项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上所述，本项目海砂开采符合《江门市海洋生态环境保护“十四五”规划》。

11.2.4. 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》的符合性分析

《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》指出要加快构建海洋开发新格局，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。大力拓展深远海空间，加大深海油气资源勘探开发力度和深海矿产资源勘查，建设深海矿产资源基地及南海开发保障基地。

适当合理的开采海砂，也是集约利用海洋资源的体现：适当合理的开采海砂，在一定程度上解决了项目所在地区大型工程建设用砂的社会供需矛盾，为广东海洋经济发展提供资源支持。因此，本项目海砂开采符合《广东省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

11.2.5. 与《广东省国民经济和社会发展规划第十五个五年规划纲要》符合性分析

根据《广东省国民经济和社会发展规划第十五个五年规划纲要》，强化海洋资源开发保护。推动资源开发和生产建设由陆地向海洋延伸、由近海向深远海拓展，落实海洋资源集约使用、有偿使用。加强海岸线分类分段精细化管理，盘活存量资源，提高岸线产出效益。优近拓远开发海域，积极推进海域立体分层利用，统筹推进近海渔业、矿产、旅游等资源的科学开发，分类保护利用海岛，探索无居民海岛保护开发新模式。加大深远海、极地资源勘查开发力度，提高深远海、大洋和极地抵达利用能力。建立陆海协同、区域联动的海洋生态保护体系，强化陆海污染源全链条整治，加强海洋生态保护修复，建设一批美丽海湾、和美海岛。

因此，本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，项目的实施有利于推动科学、合理、合法的海砂开采，有利于落实海洋资源管理制度。因此，项目的建设符合《广东省国民经济和社会发展规划第十五个五年规划纲要》的相关要求。

11.2.6. 与《江门市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

《江门市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》第十四章 积极拓展蓝色发展空间 大力发展海洋经济 第三节 大力实施海洋综合治理 完善海洋资源管理体系。完善海域海岛使用管理体制机制，深化海域使用“放管服”改革。开展海洋资源调查，建设海洋大数据平台，推进海洋数据开放

共享。加大海洋执法力度，加强海监、渔政等海洋执法力量建设。全面落实国家海域保护政策，加强近岸海域水产养殖污染控制，划定禁止养殖区和限制养殖区，科学控制增养殖密度和规模。严格控制滩涂围垦和围填海，合理保护和利用黄茅海西滩滩涂资源，严格控制两侧空间，实现还岸于公、还岸于民。加强自然岸线保护，完成省自然岸线保有指标任务。推进海砂采矿权和海域使用权“两权合一”以及养殖用海海域使用权、无居民海岛使用权市场化出让工作，提高海洋资源开发利用效益。

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，目前，项目同步开展储量报告、开发利用方案、海域使用论证等前期专题研究。项目环评获批后，为后续海砂开采挂牌出让提供必要的信息和技术支持，可协助采购人编制海砂开采海域使用权和采矿权“两权合一”出让方案，提供出让过程有关技术咨询服务，为采购人开展海砂开采挂牌出让工作提供技术支撑。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。目前，就本项目选址已征求了广东省海洋综合执法总队，回函明确对江门市海砂开采区海域选址无不同意见；另就海砂开采监管工作提出建议加强海洋综合执法装备建设、提升海砂全链条监管合力、严格落实海砂开采属地监管责任等建议，海砂出让单位明确将在后期的招牌管理中逐步相应落实。目前，就本项目选址也征求了广东海事局，

综上所述，本项目海砂开采符合《江门市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

11.2.7. 与《广东省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》的符合性分析

《广东省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》总体要求的总体布局中指出：落实国家海洋战略部署，助推海洋矿产勘查开发：推进海砂和天然气水合物等海洋矿产资源勘查和开发利用，支持天然气水合物研发基地建设，做强做大海洋能源产业。根据国家对海洋矿产资源的勘查开发工作部署同步推进其他海洋矿产资源勘查开发利用。开展近海海砂资源调查：对沿海海砂资源进行系统勘查，摸清海砂资源分布、估算潜在矿产资源、分析海砂质量和含矿性，圈定有利区。在有利区中开展进一步调查工作，圈定拟出让区，加快海砂挂牌出让，为海砂开发利

用提供资源保障。推动海砂开发利用：合理确定海砂开采范围、开采时段和开采量，有序组织海砂资源海域使用权和采矿权“两权合一”市场化出让，满足市场的海砂需求。

本项目属于江门市海砂开采挂牌出让前期工作项目，目前，项目同步开展储量报告、开发利用方案、环境影响评价等前期专题研究。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，合理控制开采强度、开采范围、开采时段和开采量，有利于推动海砂的合理开发利用，促进海砂资源海域使用权和采矿权“两权合一”市场化出让，满足市场的海砂需求。

综上所述，本项目海砂开采符合《广东省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》的要求。

11.2.8. 与《广东省养殖水域滩涂规划（2018-2030）》的符合性分析

根据《广东省养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》，养殖水域滩涂规划基本功能区类型有：禁养区、限养区和养殖区，本项目位于养殖区。

养殖区是指符合《广东省海洋功能区划》和生态保护红线等管控要求，根据水域滩涂承载力和经济社会发展状况可以开展养殖活动的备选空间。养殖区内开展养殖活动需按照《水域滩涂养殖证登记办法》（农业部令 2010 年第 9 号）要求实施，并符合生态环境、交通、水利、海事、自然资源等部门相关要求。养殖区可细化为陆域养殖区和海域养殖区。陆域养殖区包括池塘养殖区、湖泊养殖区、水库增养殖区、滩涂养殖区和其它养殖区。全省共划定养殖区面积 42274 平方公里，占全省水域滩涂总面积的 55.64%。海域养殖区面积 34304 平方公里，占全省水域滩涂总面积的 45.15%。陆域养殖区面积 7970 平方公里，占全省水域滩涂总面积的 10.49%。

本项目不涉及养殖活动，项目选址范围内截至目前没有进行水产养殖活动。目前，就本项目选址已征求了江门市农业农村局，回函明确：该海域与台山市规划建设的现代化海洋牧场深远海区域有重叠，该海域海砂开采应在海洋牧场开发前完成，避免影响该海域海洋牧场的建设生产。此外，拟出让海砂开采区海域是鱼类产卵、孵化的场所，在此区域开采海砂会对生态资源造成一定程度的破坏，建议在前期工作中加强生态资源影响分析和环境影响分析，降低对渔业资源的不利影响。该意见未对选址提出异议，海砂开采时间一般不超过 3 年，不影响台山市规划的海洋牧场深远海区域开发，目前项目前期出让负责单位已与市农业农村

局沟通相关情况。本项目在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，尽量减少对养殖区海洋环境影响。采砂单位落实上述措施后，采砂作业对养殖区海洋环境的影响较小。

综上，本项目与《广东省养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》相符。

11.2.9. 与《台山市养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》的符合性分析

根据《台山市养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》，养殖水域滩涂规划基本功能区类型有：禁养区、限养区和养殖区（如图 11.2.9-1）。由图 11.2.9-1 可知，本项目位于养殖区。

本项目不涉及养殖活动，项目选址范围内截至目前没有进行水产养殖活动。目前，就本项目选址已征求了江门市农业农村局，回函明确：该海域与台山市规划建设的现代化海洋牧场深远海区域有重叠，该海域海砂开采应在海洋牧场开发前完成，避免影响该海域海洋牧场的建设生产。此外，拟出让海砂开采区海域是鱼类产卵、孵化的场所，在此区域开采海砂会对生态资源造成一定程度的破坏，建议在前期工作中加强生态资源影响分析和环境影响分析，降低对渔业资源的不利影响。该意见未对选址提出异议，海砂开采时间一般不超过 3 年，不影响台山市规划的海洋牧场深远海区域开发，目前项目前期出让负责单位已与市农业农村局沟通相关情况。

此外，项目不占用自然保护区、海洋生态红线等环境敏感区，项目采砂过程中产生的悬浮泥沙会扩散至项目附近的海洋生态保护红线，会对该生态保护区的水质生态存在不利影响。采砂施工呈间歇模式，船舶移位、寻找砂源期间临时停采，悬浮泥沙增量仅在采砂扰动阶段持续产生，一旦采砂扰动停止，悬浮泥沙在水动力作用下逐步沉降扩散，水体悬浮物水平将逐步回落，整体影响具有暂时性、可逆性，不存在长期累积效应。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，海砂开采过程中以及开采后将加强水质、生态及地形地貌与冲淤等跟踪监测，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。采砂单位在采砂时要严格按审批的范围进行作业，应建立完善的环境保护措施和管理体系，合理制订采砂计划；在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，尽量减少对养殖区海洋环境影响。采砂单位落实

上述措施后，采砂作业对养殖区海洋环境的影响较小。

综上所述，本项目海砂开采符合《台山市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》。

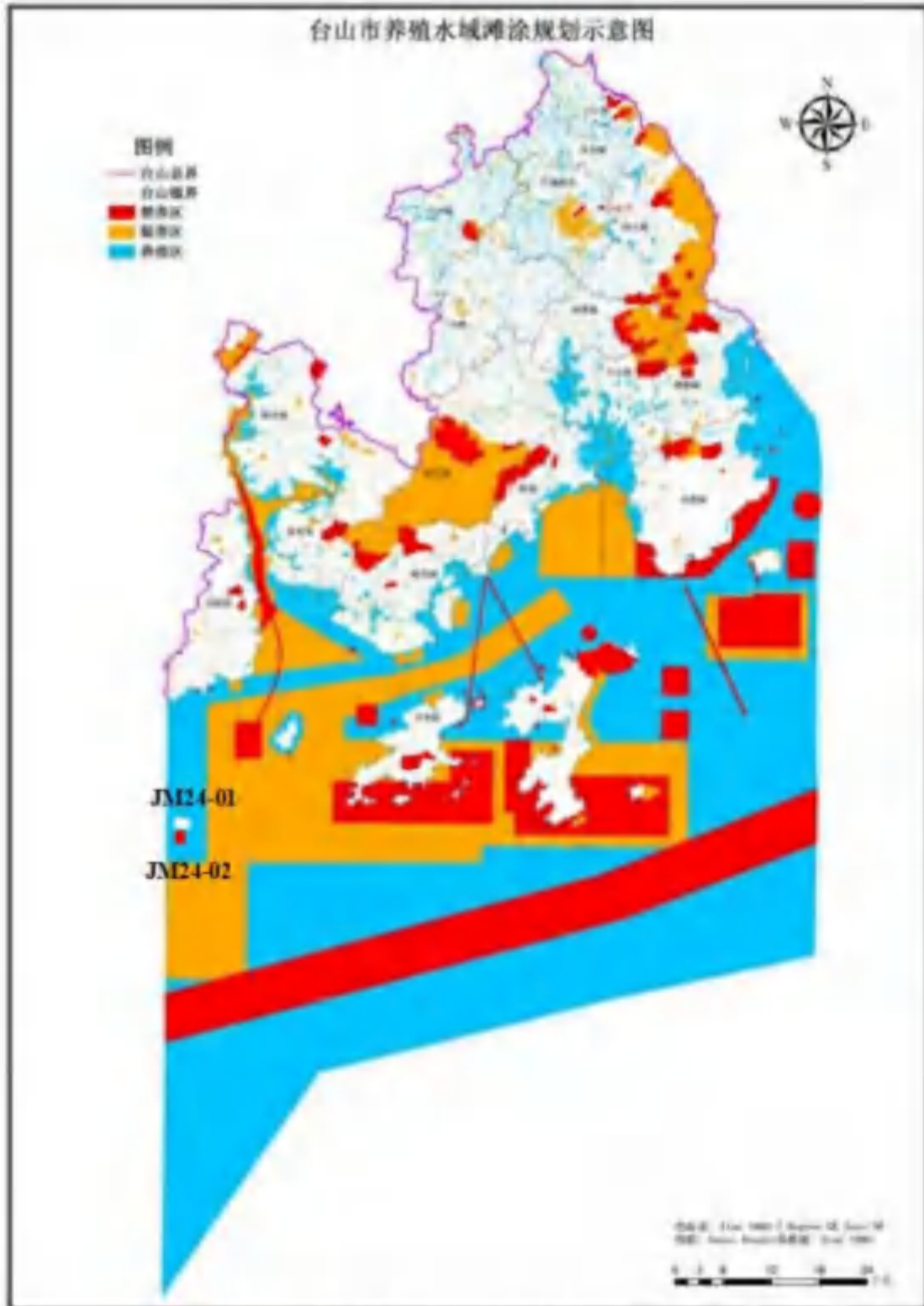


图 11.2.9-1 本项目与台山市养殖水域滩涂规划位置关系图

11.2.10. 与《江门港总体规划（2025-2035 年）》符合性分析

根据《江门港总体规划（2025-2035年）》，江门港依江傍海，拥有广海湾海域、银洲湖开放水域及内河水域，港口岸线资源多样，具备良好的建港条件。根据江门市行政区划、沿海和内河港口岸线资源条件、考虑港区的集中布置和港口岸线管理与审批需要等因素，遵从原江门港港区划分，并综合考虑拟将江门港划分为沿海港区和内河港区两大类，其中，沿海港区包括广海湾、新会、恩平等三个港区，内河港区包括主城、鹤山、台山、开平等四个港区，各港区规划包括数量不等的作业区和岸线。

本项目为海砂开采项目，不占用岸线，项目位于江门台山大帆石北面海域，距离东大帆石约 8.46km，距离潯洲约 16.85km，距离大陆岸线约 17km，远离广海湾港区新会、恩平等沿海港区的作业区，不在港口规划码头、港池、进港航道、规划锚地、临港填海预留区内，与最近港口岸线直线距离超 15km，与江门港总体规划无空间占用冲突（图 11.2.10-1）。此外，海砂开采可为规划港口、临港基建提供稳定原料保障，与《江门港总体规划（2025-2035 年）》相契合。

综上，本项目符合《江门港总体规划（2025-2035年）》的相关要求。



图 11.2.10-1a 本项目与江门港总体规划相对位置示意图



江门港总体规划 (2025—2035年)

附图4 江门港港口岸线利用规划示意图

江门市交通运输局 广东省交通运输规划研究中心 2023年6月

图 11.2.10-1b 本项目与江门港港口岸线相对位置示意图

11.2.11. 与《广东省大广海湾（江门台山）现代化海洋牧场规划建设方案（2023-2035 年）》的符合性分析

《广东省大广海湾（江门台山）现代化海洋牧场规划建设方案（2023-2035 年）》提出积极建设现代化海洋牧场，打造“粤海粮仓”。本次规划范围为台山市域范围(含海域、海岛)，规划陆域面积 3308.24 平方公里，规划海域范围以省海域勘界成果对本市的海域范围界定范围为准。研究范围延伸至大广海湾全域（主要包括江门市管辖海域、海岛和渔港）。近海养殖空间位于 10 米等深线以浅海域，深远海养殖空间主要布局重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台、养殖工船等大型渔业装备：重力式网箱原则上布设在低潮位水深不小于 15 米的海域，桁架类网箱及养殖平台、养殖工船原则上布设在低潮位水深不小于 20 米或离岸 10 千米以上的海域。规划期限为 2023-2035 年，其中，基期年为 2022 年，近期至 2025 年，远期至 2035 年。

本项目为海砂开采项目，项目位于现代化海洋牧场深远海重点养殖区选址范围内（图 11.2.11-1），本项目矿区整体水深为 18.20~19.64m，属于桁架类网箱及养殖平台、养殖工船规划布设范围，本项目海砂开采平均深度 18.4m，开采后水深约 37m，仍满足规划的桁架类网箱及养殖平台、养殖工船布设范围，因此，本项目海砂开采对现代化海洋牧场深远海区域影响较小。本项目用海期限较短，且不进行构筑物建设，开采后将不再占用海域，仍可进行渔业用海等活动，因此项目实施前与相关部门积极沟通，待现代化海洋牧场项目落地前，需进一步探明水下地形，不在现代化海洋牧场建设期进行海砂开采，避免与现代化海洋牧场建设产生冲突。此外，项目实施过程中严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。项目在海砂开采过程中严控污染物排海、加强环境监测，项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环

卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上，项目的实施符合《广东省大广海湾（江门台山）现代化海洋牧场规划建设方案（2023-2035 年）》的相关要求。



图 11.2.11-1 项目与广东省大广海湾（江门台山）现代化海洋牧场规划建设方案的相对位置

11.2.12. 与《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海砂开采实施方案（2026-2030）的通知〉》的符合性分析

根据《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海砂开采实施方案（2026-2030）的通知〉》，将海砂资源开发潜力较好，采砂活动对生态安全、通航安全以及周边海域开发利用活动等无影响或不利影响较小，允许进行海砂开采的海域划定为海砂可采区。共划定海砂可开采区 36 块（其中 30 块已组织海砂出让前期工作），海砂资源估算量（含泥）约 10 亿立方米，涉及海域面积约 75 平方千米，主要分布在湛江、茂名、阳江、江门、珠海、汕尾、汕头、潮州等市近海海域。

江门海域海砂开采区块共有 4 块，编号为 KC-18、KC-19、KC-20 和 KC-21（其中 KC-18、KC-19 已组织海砂出让前期工作），海砂资源估算量（含泥）约 1.02 亿立方米，涉及海域面积约 6.46 平方千米；海砂类型为古河道砂，砂层平均厚度为 15 米，海砂主成分为粗砂，其次为细砂和中砂；分布在下川岛西南侧海域，离岸距离约 17 千米，水深范围为 10~20 米。

根据规划，海砂开采计划实施要求如下：

1. 有序推进海砂出让工作。按照《广东省自然资源厅海砂开采海域使用权和采矿权挂牌出让工作规范》等文件要求，组织海砂开采区块海域使用权和采矿权挂牌出让等相关工作。

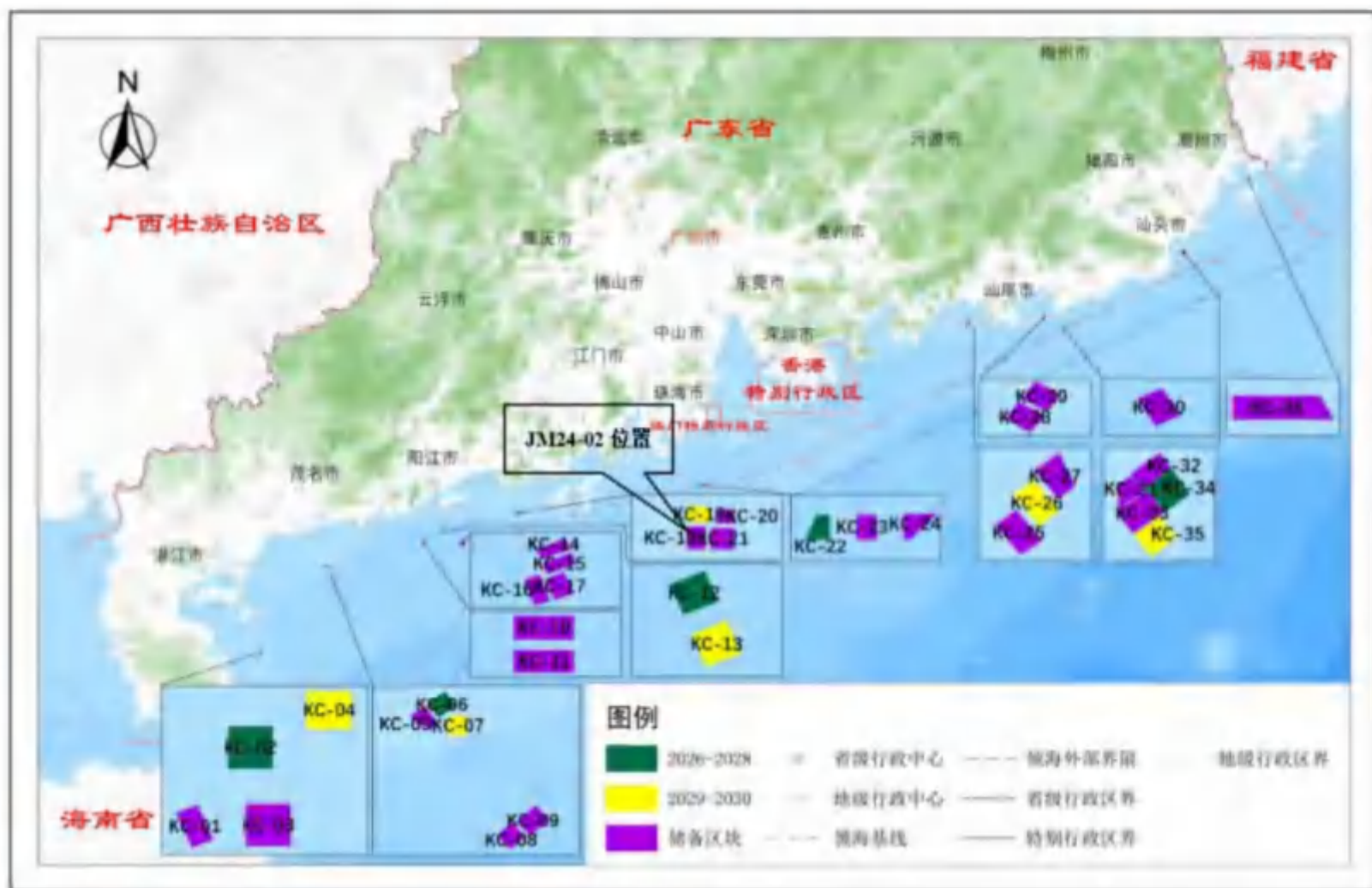
2. 强化海砂开采监管。海砂开采实行定点、定时、定量、定向和视频监控管理，监督采砂单位严格按照规定的范围和核定的开采强度、作业方式和开采时间等进行开采，实行船舶进场作业备案、海上运输合法来源证明、海砂开采监管台账制度，落实安全生产保障措施和海上交通安全管理措施，做好海洋生态环境（含水生生物资源）保护和生态补偿。同时做好海砂开采区块及周边海域的生态、环境等要素的动态监测，防止海砂开采活动对海洋资源、生态环境、海洋设施以及周边海岸、海底地形等造成损害。

3. 落实生态跟踪监测。在海砂开采结束后，监督采砂单位按照已批复的海域使用论证等要求，积极采取有效的生态补偿措施，修复受损的海洋生态环境，实施定期的海洋环境监测，掌握海砂开采海域的生境恢复情况。

根据项目与规划采砂区叠图（图 11.2.12-1）可知，项目位于规划的江门海域可采区 KC-19 内，项目选址已征求相关部门和单位意见，目前正有序开展海砂

出让前期工作。环评要求采砂单位严格按照规定的区域和核定的开采强度、开采时间以及作业方式、作业船舶数量、海洋环境保护措施、采砂量进行开采，落实安全生产保障措施和海上交通安全管理措施。项目指定了海洋生态环境跟踪监测方案，采砂结束后将采取有效的生态补偿措施，修复受损的海洋生态环境。

综上所述，项目与《广东省自然资源厅关于印发<广东省海砂开采实施方案（2026-2030）的通知>》相符。



比例尺 1:250000 (高斯-克吕格投影)

广东省海洋发展规划研究中心 编制
2026年4月

图 11.2.12-1 项目与《广东省海砂开采实施方案（2026-2030）》规划采砂区叠图

11.3.工程生态用海方案分析

11.3.1. 政策符合性分析

与规划顶层设计相符合是指从规划顶层设计的角度分析本项目与海岸带及海洋空间规划、相关保护规划的符合性、区域规划、行业规划和产业政策的符合性，增强对海洋开发利用活动的引导和约束。

项目用海符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》，符合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》《广东省海洋生态环境保护“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》《江门市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》等相关规划。

本工程为海砂开采项目，不属于国务院《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的限制类或淘汰类，不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》中的禁止限制类。本项目属于江门市环境管控单元准入清单（海域）中的一般管控单元，符合环境准入清单管控要求。

因此，本项目海砂开采符合国家和广东省现行的相关政策。

11.3.2. 项目用海选址方案优化

为贯彻落实省政府及省自然资源厅关于海砂开采工作的部署要求，加快推进海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让工作，切实保障重大项目建设海砂供应，根据《广东省海洋与渔业厅海砂开采海域使用权挂牌出让工作规范》（粤海渔规〔2018〕4 号）、《自然资源部关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知》（自然资规〔2019〕5 号）、《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022 年）〉的通知》（粤自然资海域〔2020〕842 号）等文件要求，2020 年 12 月江门市自然资源局印发了《江门市自然资源局关于征求海砂开采区选址意见的函》，拟对上川岛东侧海域海砂开采区（选址 1）进行征求意见并出让，该区域面积为约 2.25 平方公里，经广州海洋地质调查局调查发现该选址海砂资源不理想，因此需调整采砂选址。

为尽快落实海砂开采选址，江门市自然资源局根据广州海洋地质调查局提供的江门市海砂资源调查情况，拟在台山市泮洲西南方向选划面积约 30.2 平方公

里的海域作为海砂开采区块,首期选划一块面积约 2.4 平方公里的海砂开采区(选址 2)进行挂牌出让。2021 年 5 月江门市人民政府印发了《江门市人民政府关于再次征求海砂开采区选址意见的函》,对该采砂区块再次征求意见,但军事部门提出了异议,因此需要重新选址。

2022 年 9 月广东省自然资源厅下发《关于移交两宗海砂挂牌出让项目的通知》(粤自然资海域〔2022〕2220 号),将珠江口黄茅海海域海砂开采项目(选址 3)移交江门市,要求于 2023 年年初组织完成挂牌出让工作。该项目位于崖门水道出海口,涉及海域面积 0.8 平方公里,海砂资源储量 515.6 万立方米,纳入《广东省海砂开采三年行动计划(2020-2022 年)》。然而,水利部珠江水利委员会作出书面回复,指出该区域位于水利部 2021 年 6 月批复的《珠江流域重要河段河道采砂管理规划(2021-2025 年)》划定的禁采区,明确不支持在项目所属海域进行海砂开采。

最终,2023 年江门市自然资源局根据广东省历年海砂资源调查成果、现有海砂开采技术条件,结合国土空间规划管控要求,规避敏感或功能冲突区域(包括生态保护红线、海上风电、海底电缆管道、现状确权用海、航道锚地等)后选划该采砂区域,编号 JM24-01 和 JM24-02,拟出让区域具体位置、面积均已征求省、市两级有关单位意见,各单位表示无异议。根据广州海洋地质调查局砂源勘察结果,本矿区圈定的海砂矿体为回填料海砂矿体,矿区内发现 2 个海砂矿体,自上而下分别命名为 V1 和 V2,矿区范围面积 1.7242km²。截至 2025 年 7 月 31 日,矿区总的控制资源量为 1426.43×10⁴m³,推断资源量为 1007.76×10⁴m³,控制资源量和推断资源量共 2434.19×10⁴m³,平均含砂量为 77.29%。

本项目采砂区与原采砂区的相对位置关系如图 11.3.2-1。

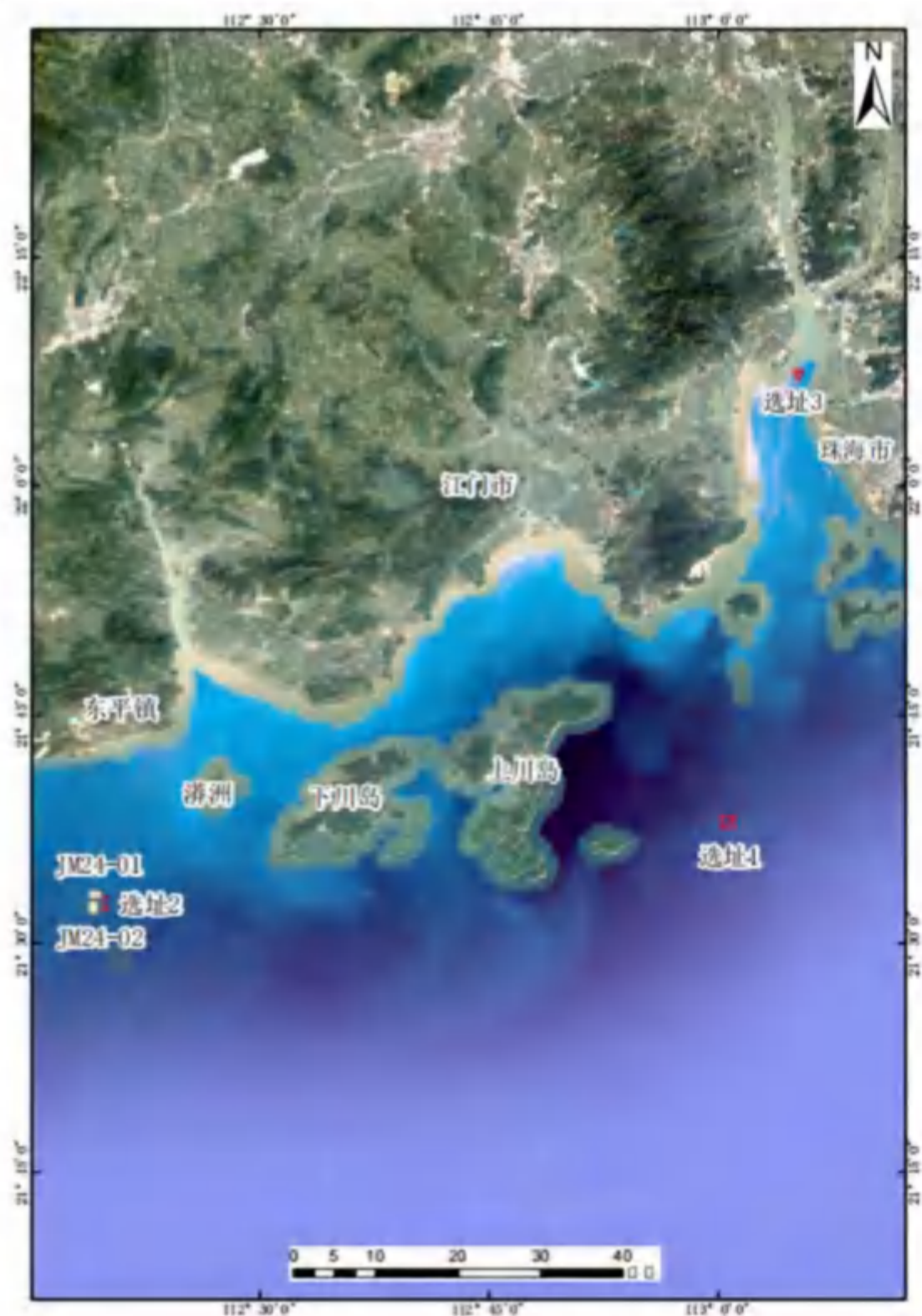


图 11.3.2-1 各采砂区相对位置关系图

11.3.3. 生态用海方案

11.3.3.1. 绿色施工工艺

本项目拟采用射流抽吸式采砂船配自卸皮带式运砂船，射流抽吸式采砂船是目前采用较多的采砂方式。目前可用于深水采砂的设备有潜水泵式、气动泵式和射流式等装置。潜水泵式采砂装置水下部分，特别是潜水电机的密封装置容易磨损，工作可靠性差。气动泵式采砂装置单位能耗高。射流式采砂装置由于它在水下无转动部件、结构简单、耐磨损、工作可靠，它的水下开挖深度大，单位能耗比气动泵式采砂装置低，因此是一种比较理想的水下采砂装备。

射流式采砂装备由工作水泵、射流泥浆泵、冲砂器、管道及闸阀等部分组成。它的工作原理是利用工作水泵产生压力工作水，通过管道压送到冲砂器及射流泥浆泵。利用冲砂器喷嘴的高压水射流破土，使它穿越水下淤泥覆盖层。通过调节它的射流流速及流向，将所需级配的砂砾通过射流泥浆泵将其吸入，提升至水面。射流抽吸式采砂船可以直接穿透覆盖层，进入藏砂区，不需要开挖表层的淤泥，减少表层淤泥开挖过程中悬沙的排放。采砂船将泥层下的砂层开采后，泥层塌陷有利于采砂坑的回淤。

本项目参照目前国内先进的采砂工艺，采用采砂船与运砂船分离，采砂船抽砂、选砂均采用专业设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制，在同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、选砂过程中的悬浮泥沙排放及对水质的影响。

综上所述，本项目的采砂工艺是相对清洁的绿色施工工艺。

11.3.3.2. 污染排放与控制

项目采砂船、运砂船、补给船产生的机舱含油污水统一储存于污水舱，委托具备海事作业资质的污染物接收船定期上门接收上岸处置；采砂船产生的生活污水生活污水采用船上储存方式，由专业接收船统一接驳转运上岸，不在矿区海域直接排放；运砂船、补给船产生的生活污水经配套船载生活污水处理设施处理，在满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求的前提下排放。

船舶生活垃圾实行分类收集，配置专用污染物接收船巡回收集，运回港口后移交环卫单位处置；不依靠运砂船舶自行携带垃圾上岸，建立垃圾接收台账，形成收集—转运—处置闭环管理。在采砂过程中产生的贝壳、砾石等尾矿就地排海回填砂坑，贝壳、砾石等尾矿来自海底，再回填于砂坑。选砂过程产生的废水随水流经采砂船体底部的溢流口排海。

综上所述,本项目施工期对废水、固废等污染物均将采取有效的措施进行收集处理,严格进行污染物排放与控制,工程建设符合生态用海的要求。

11.3.3.3. 跟踪监测

采砂中标单位应严格落实监测计划,按照相关规定严格执行竣工验收。跟踪监测内容详见环境监测计划章节,在此不再赘述。

11.3.4. 海洋生态修复措施

《中国水生生物资源养护行动纲要》(国发〔2006〕9号)明确提出:建立健全水生生物资源有偿使用制度,完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则,开发利用者应依法缴纳资源增殖保护费用,专项用于水生生物资源养护工作;对资源及生态造成损害的,应进行赔偿或补偿,并采取必要的修复措施。

目前,海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式:(1)经济补偿;(2)资源补偿:对重要生物资源(鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼)的损失应进行增殖放流补充;(3)生境补偿:对受到破坏的海洋生境(渔场、繁殖地、育幼场和索饵场)进行恢复与重建。

本项目对海洋生态环境造成的影响和破坏主要发生在项目施工过程中。采砂作业会对底栖生物及其生境造成破坏,施工期悬浮泥沙短时间内会对一定范围内的海洋生物的栖息环境及其生长发育造成影响。

根据海洋生物资源损失的定量计算,本项目施工将会对海洋生态系统会造成一定影响。经过计算,本项目采砂导致底栖生物直接损失量为 17490.59kg,游泳生物(鱼类)的损失量为 1295.35kg,鱼卵 4.16×10^4 粒、仔稚鱼 9.45×10^6 尾。本项目生态修复和补偿建议采取适当的生态恢复、补偿措施,采砂单位作为项目水生生物资源保护和补偿的主体,应制定具体的实施方案并组织落实水生生物资源保护和补偿措施。渔业部门要对保护和补偿措施落实情况进行监督管理。

根据近年来的采砂项目招拍挂情况,有关具体的海洋生物资源和渔业资源补偿实施方案,建议在项目招拍挂确定海砂开采中标单位后,根据相关文件要求和地方规定,与渔业等主管部门协商制定,报主管部门审查后实施。拟采取增殖放流的方式进行海洋生态补偿,具体措施以农业部门审核后的方案为准。增殖放流物种应结合工程所在海域的海洋生物种类、分布特征和目前人工育苗、增殖放流

技术合理选取，确保生态补偿措施落实到位，以取得预期恢复效果。

增殖放流建议如下：

（1）增殖放流品种选择原则

根据《海水鱼类增殖放流技术规范》（DB44/T 2280-2021），增殖放流品种选择原则包括：

a 生物多样原则：根据涉海工程水域的生物多样性特点，选择多种鱼类、虾类、贝类实施增殖放流。

b 生物安全原则：增殖放流种类须是本海域自然生长种或优势种、常见种，非外来种，且是子一代苗种。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。

c 技术可行原则：增殖放流种类在技术上是可行的，可以进行人工繁殖和规模化生产，能大批量人工育苗。

d 兼顾效益原则：增殖放流能产生一定的经济、生态和社会效益。选择品质优良品种（优质经济鱼、虾、贝类），其中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。

e 对接修复原则：增殖放流种类的选择原则上以海区被破坏种类相衔接，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的品种。

（2）增殖放流苗种规格质量

根据本项目增殖放流地点的海域资源与环境特点，拟选择多种鱼类、虾类相结合的方式实施增殖放流。既兼顾当地的生态环境恢复，又兼顾近外海资源恢复和渔民增收。

根据《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T 9401-2010），鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 2.5cm 以上。放流苗种应当来自有资质的生产单位，经过检验机构的认可。

（3）增殖放流时间

结合《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T 9401-2010）《广东省海洋生物增殖放流技术指南》《海水鱼类增殖放流技术规范》（DB44/T 2280-2021）及相关技术规范要求，推荐每年的 5-8 月休渔期进行增殖放流。

（4）苗种供应单位的选择

供应商必须具有苗种生产许可证，且在有效期内。供应商必须遵守国家和广

东省制定的海水经济物质放流技术规范，所提供的苗种必须经具备资格的检验机构检验合格，且符合有效期规定。供应商自觉配合完成放流苗种的评估验收等工作，接受主管部门的监督检查。

a 资信良好。信誉良好、科研力量雄厚、技术水平较高的苗种生产单位，有水产苗种生产基地（场），持有水产苗种生产许可证。

b 公平竞争。通过公开招标或议标的方式选定苗种供应单位。

c 权利与义务一致。以合同的形式确定生态补偿实施单位和苗种供应单位的权利与义务。

（5）增殖放流方法

由《广东省海洋生物增殖放流技术指南》可知，增殖放流天气与方法应满足以下要求：

选择晴朗、多云或阴天进行增殖放流，若 2 d 内放流区域有 5 级以上大风或中雨以上天气，应暂停放流。

在增殖放流前通过水温调节处理，把运输容具的水温逐步调节到和放流水域相近，提高放流物种对新环境的适应能力。

将装运鱼、虾的塑料袋或将鱼虾苗用阔口盆皿装盛（配有一定量清水）靠近水面，顺水徐徐把放流物种放入海中，在正午前完成放流物种投放工作。增殖放流时，尽可能贴近海面，不超过海面 1 m，顺风缓缓放入水中。放流时，船速小于 0.5 m/s。

放流时，为提升放流效果，避免鱼苗直接吞食虾苗，鱼类与虾类需在不同位置上放流，并保留足够的距离。

增殖放流人员应包括海洋渔业主管部门、自然资源部门、生态环境部门、海洋综合执法部门、采砂单位、验收专家等单位领导及渔民代表、社会民众、公证处和工作人员等。

（6）增殖放流宣传

为了扩大社会影响，接受社会各界监督，也为确保渔政管理工作顺利开展营造氛围，邀请社会各界参与。

放流活动宣传通过媒体宣传、现场悬挂横幅等方式开展增殖放流宣传工作，动员社会各界共同参与。

（7）增殖放流后的调查与评价

在主管部门的领导和监督指导下，增殖放流效果调查与评价工作由具有增殖放流技术优势及实践经验的在粤科研机构或企业具体承担实施，采取标志放流、跟踪监测和社会调查等措施对增殖放流效果进行评价。

各地海洋渔业行政主管部门应协助增殖放流效果调查与评价工作、有关增殖放流的科研攻关及技术指导工作的开展。

11.4.环境影响可接受性分析

本项目污染型环境影响主要来自采砂作业期的废水、废气、固废和噪声。

项目所采用的采砂施工工艺是目前比较先进的施工工艺，采砂及其运输设备符合项目的实际情况的要求，有利于在施工生产过程中减少污染物的排放。采砂作业拟采取的废水污染防治措施技术可行，船舶燃油按《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求使用含硫量不大于 0.5% m/m 的低硫燃油，以减少尾气的排放。固废处置尽量做到无害化、资源化、减量化。采砂单位要加强严格管理，文明施工，切实落实相应的环保治理措施。使用先进工艺设备，施工前进行现场公示，尽量减轻采砂作业带来的噪声影响。

采砂作业有限，其废（污）水、固废处理费用相对较低，从经济、技术上来看，采砂产生的各类废水、废气、噪声、固废污染防治措施可行，对环境影响较少，环境影响可接受。

12. 环境管理与监测计划

12.1. 环境管理

本次评价将结合本项目环境影响预测分析结果、评价工程所在海区的环境保护目标、周围用海现状等，并据此提出针对本项目的环境管理、监测和监理方案。

12.2. 环境管理计划

环境管理是工程管理和公司管理的重要组成部分，环境管理机构是实施环境管理的组织保证。为了做好本项目的环境保护工作，减轻本项目产生的污染物对海洋环境的影响程度，采砂中标单位应高度重视海洋环境保护工作，应成立专门机构进行环境保护管理工作。

根据本项目海砂开采的实际情况，采砂期间工程指挥部应设专人负责环境保护事宜。环境保护工作受生态环境主管部门的指导和监督。

12.2.1. 环境管理计划

采砂中标单位应设立内部环境保护管理机构，主要由采砂中标单位主要负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责采砂工序的环境管理工作，保证采砂作业期间环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。采砂期间的环境管理应着重于作业场所的现场检查和监督。应采取日常的、全面的检查和重点监督检查相结合。对于违规采砂的，应及时予以处罚和追究责任。

采砂中标单位的管理内容主要有：

(1) 负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

(2) 及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与采砂有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

(3) 按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细的采砂作业环境保护措施落实计划，明确采砂工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

(4) 所有的检查计划、检查情况和处理情况都应当有现场的文字记录，并

应及时通报给各有关部门。记录应定期汇总、归档。

12.2.2. 采砂单位环境管理计划

为了有效保护项目所在海域环境质量,切实保证本报告提出的各项采砂环境保护措施的落实,除了采砂中标单位应设置环境保护管理机构外,针对采砂实际情况,还应成立专门小组,定员为 3~4 人,负责环境管理和环境监测计划的制定和实施,监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况,并在选择采砂单位前,将主要环境保护措施列入招标文件中,将各采砂单位落实主要环境保护措施的能力作为采砂单位中标考虑因素,将需落实的环保措施列入与采砂中标单位签署的合同中,聘请有资质的施工监理机构对施工单位环境保护措施落实情况进行跟踪监理,并且配合环境保护主管部门对项目采砂实施监督、管理和指导。

采砂单位环境保护管理机构的主要职责为:

(1) 对工程辖区范围内的环境保护实行统一管理,贯彻执行国家和地方的有关环境保护法规。

(2) 做好环境教育和宣传工作,提高各级管理人员和操作人员的环境保护意识,加强员工对环境污染防治的责任心,自觉遵守和执行各项环境保护的规章制度。

(3) 加强建设项目的环境管理,根据本报告提出的污染防治措施和对策,制定出切实可行的环境污染防治办法和措施,并对其实施情况进行监督、检查。

(4) 制定本项目的环境保护规划和年度目标计划,制定污染物排放控制指标,并组织实施。

(5) 领导和组织工程辖区范围内的环境监测工作,建立监控档案:负责环保资料的收集、汇总、保管、归档工作。

(6) 负责对采砂作业过程中的各项环保设施运行状况的例行监测和检查工作,并及时纠正违规行为,防止污染事故的发生。

(7) 加强与环境保护管理部门的沟通和联系,主动接受主管部门的管理、监督和指导。

12.3. 环境监理

项目在用海过程中,应接受海洋主管部门的监控监视。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予以纠正，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，工程指挥部需委托具有资质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、公正的开展工作。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。采砂单位和承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。根据本项目对环境产生破坏的范围和程度，制定本项目的环境监理计划。

监理单位需帮助采砂单位对项目中的环保设计把关并对环保设施的选购提供参考意见，同时，监理过程中监理人员对采砂过程中出现的环境问题及时与采砂单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工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采砂现场，监督工程的采砂进度和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；了解并掌握是否按采砂约定的采砂量进行采砂等。

(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境主管部门、海洋行政主管部门报告，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，监理人员需对采砂人员进行生物多样性保护的宣传教育，协调因环境

问题产生的纠纷。

12.4.环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其采砂过程中对海洋水质、沉积物和生态产生的影响，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对采砂项目采砂过程对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握项目实施过程中对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制定监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

在监测过程中，从海岸动力、沉积地貌方面发现海砂开采造成或加剧海岸侵蚀时，则应报告主管部门，要求采砂单位立即停止开采；影响程度在资源和环境允许的范围内时，应提出减轻有害影响的对策建议，并提请采砂单位采取相应措施。

结合工程特点和项目周围的环境敏感保护目标，海砂跟踪监测方案如下：

(1) 海底地形的监测

监测内容：监测海砂开采造成海底地形的变化以及附近海砂回淤对周边开发活动的影响，在海砂开采期间，定期进行海底地形、水深测量，并给出海砂开采前后的地形定量变化数据。

监测范围：监测范围原则上为海砂开采区边界，垂直主流向向两侧各延伸1km；范围界定主要参照地形地貌与冲淤积环境影响预测结果，海底地形监测范围应覆盖冲淤影响的外包络线，为项目实施后岸滩动态变化分析提供基础资料。

监测比例尺：海砂开采区比例尺为 1:1000（测线间距 100m，测点间距 50m），向外延伸区比例尺为 1:10000（测线间距 100m，测点间距 100m）。

平面控制及深度基准：平面控制采用 CGCS2000 坐标系、高斯投影，深度基准采用当地理论深度基准面。

监测技术要求：测量按照《海洋工程地形测量规范》（GB17501-1998）执行，采用回声测深仪与信标实时差分 GPS 进行测量。

监测频率：在海砂开采后每 6 个月进行一次。海砂开采到期后，应再进行一次海底地形测量，作为采砂区用海申请续期的一个依据，并报海事和交通部

门备案。

(2) 海底地貌监测

监测范围：从海砂开采区起向岸延伸5km或至岸滩低潮位止的区域。由于水下地貌调查受水深限制影响较大，根据规范，侧扫的工作条件要求水深大于3.0m，因此只在水深大于3.0m的海区范围进行地貌侧扫工作。

监测频率：海砂开采前一次、海砂开采期间每年一次、海砂开采后一次。

平面控制：平面控制采用CGCS2000坐标系、高斯投影。

测量比例尺：1:5000。

测线布设：同水下地形测量。

(3) 环境质量监测

在海砂开采过程中，项目监测范围主要选择在施工区等所在海域，在施工期工程区附近海域设置监测点，共设7个监测站位（监测过程中可视情况做适当的调整）。水质监测点主要考虑布设在项目采砂区块外、10mg/L 悬浮泥沙包络线边界和扩散范围外、自然保护区、生态保护红线、国控站位等，结合环境质量现状监测点进行布设。详见表 12.4-1、图 12.4-1。监测周期为开采后每6个月的大中潮期进行一次，至开采结束。如遇海砂开采期间出现特殊情况（如出现大范围的悬浮物扩散、加快海砂开采进度等）应及时进行临时跟踪监测。

表 12.4-1 跟踪监测点位经纬度一览表

站位号	北纬 (N)	东经 (E)	监测内容
S1	112°18'08.058"	21°34'23.264"	水质、生态、沉积物
S2	112°17'16.038"	21°33'23.030"	水质、生态
S3	112°18'10.796"	21°32'01.806"	水质、生态、沉积物
S4	112°19'04.641"	21°31'26.214"	水质、生态、沉积物
S5 (国控点 GDN17002)	112°21'12.960"	21°31'30.720"	水质
S6	112°21'02.371"	21°32'41.049"	水质、生态

海洋海水水质评价因子：pH、溶解氧 (DO)、化学耗氧量 (COD_{Mn})、营养盐 (NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P)、石油类、悬浮物等。

海洋沉积物评价因子：粒度、铜、铅、锌、镉、汞、砷、石油类、硫化物等。

海洋生物体：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油烃。

海洋生物评价因子：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔鱼、底栖生物、游泳生物。

这项监测工作，建议由采砂区所在海域的生态环境主管部门制定规章制度，定时对采砂单位是否开展了该项监测进行监督检查，对超出规定时间仍未委托有资质单位开展环境监测的采砂单位，做出罚款、暂停采砂等处罚。

(4) 分析方法、评价标准和评价方法

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法均与本次进行全面监测和评价时相同。

(5) 数据分析与质量保证

数据分析测试与质量保证应满足《海洋监测规范》（GB 173782~2007）和《海洋调查规范》（GB 127637~2007）的要求。

(6) 执行单位和监督单位

委托有 CMA 资质认证的环保监测部门具体执行，由当地生态环境行政主管部门进行监督指导。

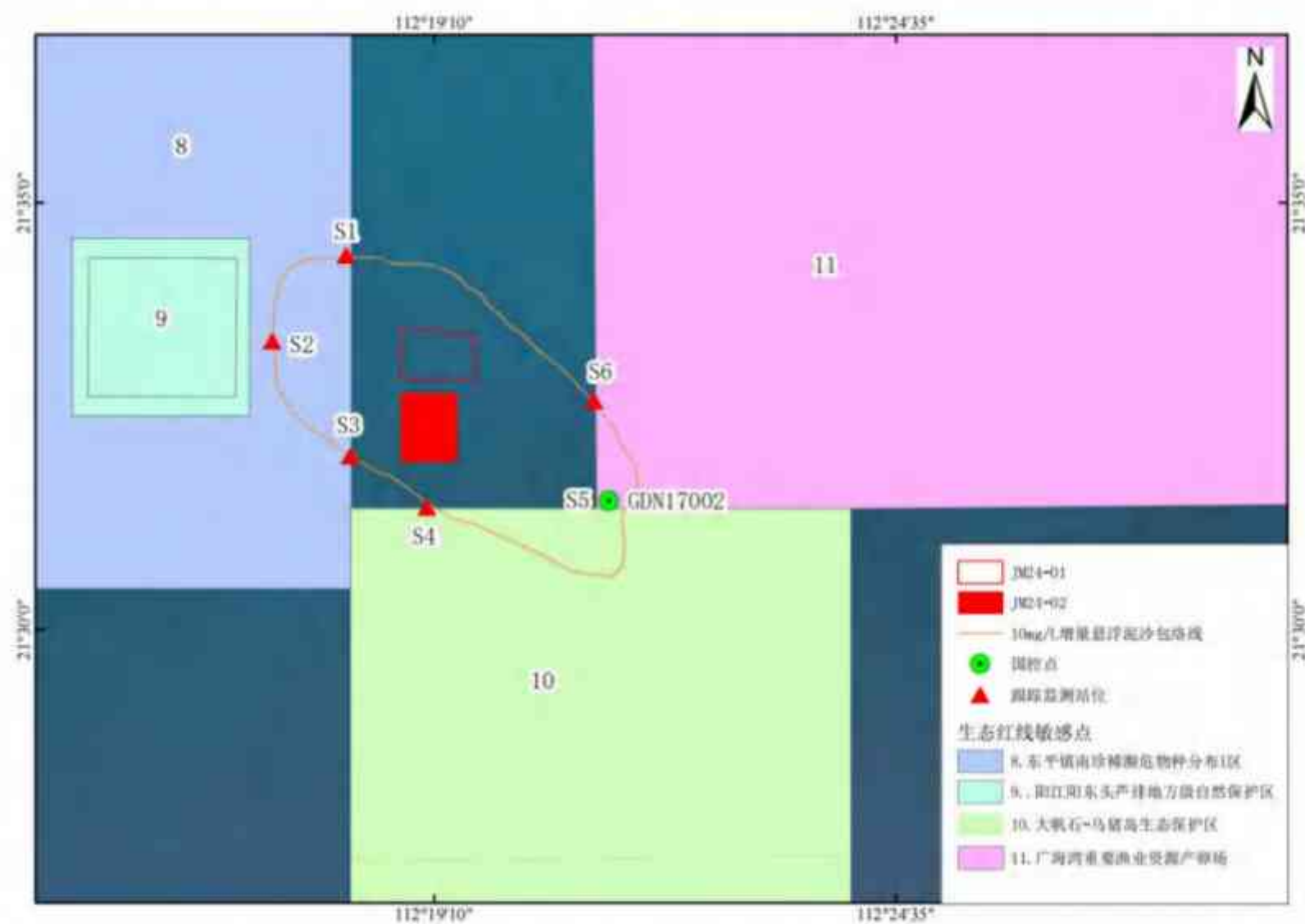


图 12.4-1 环境监测站位示意图

13. 环境影响评价结论及对策建议

13.1. 工程概况

本项目位于广东省江门台山市大帆石北面 11km 处海域。拟申请采砂区用海面积 172.4196 公顷, 矿区共探获回填料用海砂原矿资源量(控制的+推断的) 2434.19 万 m^3 , 矿区可采出海砂原矿量为 2185.69 万 m^3 。本项目建设规模为年产 795 万 m^3 , 矿区服务年限约 3 年(含准备期 3 个月)。根据推荐采砂方案, 拟采用 2 艘采砂量约为 1000 m^3/h 和 4 艘采砂量约为 400 m^3/h 的射流抽吸式采砂船, 并根据采砂规模配置相应容量及数量的运砂船。

13.2. 工程分析结论

1. 采砂生产各阶段污染环境影响分析

(1) 采砂施工过程中高压射流扰动底质中的砂和淤泥, 部分淤泥悬浮后未被抽砂管吸取, 而随潮流扩散, 以及溢流作业产生的悬浮泥沙对海洋水质环境的影响; 采砂引起的悬浮泥沙源强: 高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的源强为 0.97kg/s、0.39kg/s; 每艘选砂环节产生的悬浮泥沙溢流的源强为 57.12kg/s、22.85kg/s。

(2) 采砂队伍产生的生活污水对海洋环境的影响, 生活污水 8.67 m^3/d 。

(3) 采砂船舶维修时产生的含油污水对海洋环境的影响, 含油污水 36.2 t/d, 石油类产生量为 362kg/d。

2. 采砂生产环境非污染因素影响分析

根据工程的特点, 工程非污染环境影响主要是:

- (1) 采砂区海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响;
- (2) 采砂施工后改变海床地形地貌对水动力条件的影响;
- (3) 潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响;
- (4) 采砂作业对海洋生态的影响;
- (5) 采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响;
- (6) 采砂作业对航道稳定性和通航环境的影响等。

13.3.环境质量现状结论

13.3.1. 水文动力环境现状结论

根据对调查海域 2024 年 12 月 1 日—2024 年 12 月 3 日期间 2 个临时潮位站和 7 个海流、悬沙、温盐观测站的大潮期水文观测资料的分析,我们得到如下几点看法,水文观测期间:

(1) 调查海域的潮汐潮流主要是太平洋潮波进入南海后形成的,受附近海岛和地形摩擦影响,潮汐特征变得比较复杂,调查海域属于不规则半日潮。

(2) 调查海域潮流受地形影响明显,潮流主要呈带旋转性质的往复流,涨潮流从外海进入调查海域,涨潮流主要呈偏西北向;落潮流方向与涨潮流方向大致相反,落潮流主要呈偏东南向;大潮期涨、落潮平均流速在 7.3 cm/s~24.6 cm/s 之间,最大实测流速为 50.6 cm/s;大部分站层涨潮流流速的平均值大于落潮流流速的平均值,涨潮流流速的最大值大于落潮流流速的最大值。

(3) 调查海区的潮流性质以不规则半日潮流为主,主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴(即最大流速)为最大,反映了半日潮流的特征;主要分潮流最大流速的方向(即潮流椭圆长半轴的方向)主要表现为偏北—偏南向,反映了潮流的主要方向。

(4) 调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离分别可达 51.4 cm/s 和 10.6 km。

(5) 总体而言,调查海区的余流较小,大潮期余流最大为 17.2 cm/s,余流以偏西北向为主。

(6) 调查海区各站层水温变化不大,海水温度在大潮期在 20.33℃~22.61℃ 之间。

(7) 调查海区海水盐度变化不大,海水盐度在大潮期在 29.33~32.25 之间。

(8) 调查海区悬浮泥沙浓度不超过 0.03 kg/m³,悬浮泥沙浓度介于 0.0001 kg/m³~0.0212 kg/m³ 之间;大潮期悬浮泥沙以粉砂为主,平均粒径在 3.945 Φ ~7.226 Φ 之间,平均值为 5.875 Φ ;中值粒径在 3.771 Φ ~7.329 Φ 之间,平均值为 5.938 Φ 。

(9) 表层沉积物以粘土质粉砂为主,平均粒径在 5.211 Φ ~7.456 Φ 之间,平均值为 6.469 Φ ;中值粒径在 4.829 Φ ~7.343 Φ 之间,平均值为 6.437 Φ 。

13.3.2. 水环境质量现状结论

本次调查站位 1、2、4、5、6、7、9、10、11、12、13、14、18、19 执行海水水质一类标准。由调查及评价结果可知，pH、DO、COD_{Mn}、油类、活性磷酸盐、汞、铜、锌、镉、砷、总铬、挥发酚、硫化物含量均符合海水水质一类标准，未出现超标情况。无机氮和重金属铅存在一定程度的超标，无机氮超标率为 28.6%，最大超标倍数为 0.37，铅超标率为 14.3%，最大超标倍数为 0.23。

本次调查站位 3、8、15、20 执行海水水质二类标准。由调查及评价结果可知，pH、DO、COD_{Mn}、油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、挥发酚、硫化物含量均符合海水水质二类标准，未出现超标情况。

本次调查站位 16、17、21 执行海水水质三类标准。由调查及评价结果可知，pH、DO、COD_{Mn}、油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、挥发酚、硫化物含量均符合海水水质三类标准，未出现超标情况。

本项目调查站位中一类水质中仅 2 个站位的铅存在轻微超标，超标倍数分别为 0.23 和 0.04，调查结果显示，该 2 个站位中，仅表层海水的铅含量较高，底层较低，因此根据《表层海水重金属的变化特征及影响因素》等相关文献，表层海水中重金属元素铅的含量和大气输入有着密切的关系，工业气溶胶、船舶尾气颗粒物等，经大气长距离输送至该海域上空，通过降雨（湿沉降）、颗粒物降落（干沉降）入海，可能造成表层海水中的铅轻微超标。

13.3.3. 海洋沉积物质量现状结论

调查站位 1、12、C2、5、13、18、C3、3、8、15、20、C1 执行海洋沉积物一类标准，由调查及评价结果可知，除重金属铜，其余所有调查站位的调查因子均符合海洋沉积物一类标准。仅 1 个站位的重金属铜超标，超标率为 8.33%，超标倍数为 0.14。

调查站位 16、21 执行海洋沉积物二类标准，由调查及评价结果可知，所有调查站位的调查因子均符合海洋沉积物二类标准。

报告分析表明，2025 年 3 月大潮期该海域沉积物质量一般。

13.3.4. 生物体环境质量现状结论

2025 年 3 月调查共包含 13 个生物体调查站位，由调查及评价结果可知，除 13 号站位杜氏枪乌贼的石油烃超标外，其余调查站位的鱼类、甲壳类和软体类

均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409—2025)附录 C 标准,杜氏枪乌贼的石油烃超标倍数为 0.78。仅 1 个站位采集到贝类样品(毛蚶),毛蚶中的总汞、铜、铅、镉、砷、铬均符合一类海洋生物体质量标准,仅石油烃超出一类海洋生物体质量标准,符合二类海洋生物体质量标准。

报告分析表明,项目及其周围海域海洋生物体质量受石油烃影响较大,海洋生物体质量状况一般。

13.3.5. 生态环境质量现状结论

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 $0.24 \text{ mg/m}^3 \sim 1.58 \text{ mg/m}^3$,平均值为 0.80 mg/m^3 。初级生产力的变化范围为 $42.28 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 385.54 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,平均值为 $221.99 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

本次调查共记录浮游植物 3 门 33 属 86 种,硅藻门出现的种类为最多,为 26 属 51 种。本次调查的浮游植物优势种出现 9 种,分别为硅藻门的透明辐杆藻、尖刺拟菱形藻、中肋骨条藻、辐射圆筛藻、并基角毛藻,甲藻门的夜光藻、三角角藻、梭角藻和蓝藻门的红海束毛藻。调查海区浮游植物丰度变化范围为 $1.53 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 56.53 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,平均为 $16.02 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物种数变化范围 16~48 种,物种丰富度指数范围为 3.096~6.794,平均为 5.087,多样性指数范围为 2.340~3.906,平均为 3.200,多样性属于较高水平;均匀度指数范围为 0.472~0.752,平均为 0.637。

本次调查共记录浮游动物 7 个生物类群 31 种。各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $0.08 \text{ g/m}^3 \sim 0.94 \text{ g/m}^3$,平均生物量为 0.32 g/m^3 ,浮游动物密度变化幅度为 $194.24 \text{ ind/m}^3 \sim 497.25 \text{ ind/m}^3$,平均密度 360.38 ind/m^3 。本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 5 种,为原生动物的夜光虫、桡足类的小拟哲水蚤、浮游幼体的桡足类无节幼虫、桡足类幼体和有尾类的异体住囊虫。本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围 5~18 种,种类丰富度指数范围为 0.537~1.724 之间,平均为 1.231,种类多样性指数范围为 0.706~2.053 之间,平均为 1.496,多样性属于低水平;种类均匀度变化范围 0.197~0.618 之间,平均为 0.428。

本次调查共记录大型底栖动物 79 种,其中环节动物 40 种、节肢动物 20 种、软体动物 10 种、其他种类动物共 9 种。调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 181.15 ind/m^2 ,平均生物量为 8.42 g/m^2 。本次调查海区的底栖生物有 9 个优势种,分别为环节动物的拟单指虫、不倒翁虫、阿拉伯等栉虫、暖湿内卷齿蚤、背蚓虫

属、中华竹节虫和棘皮动物的倍棘蛇尾属、纽形动物的纵沟纽虫科和星虫动物的毛头梨体星虫。各采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 7~24 种/站，物种丰富度指数变化范围在 2.415~6.762 之间，平均为 4.565，多样性指数变化范围在 2.292~4.482 之间，平均值为 3.621，多样性指数属于较高水平；均匀度范围在 0.720~0.978 之间，平均值为 0.905。

本次调查共记录潮间带生物 20 种，其中节肢动物 4 种、软体动物 8 种、环节动物 6 种和纽形动物、棘皮动物各 1 种。调查断面潮间带生物平均生物量为 297.00 g/m^2 ，平均栖息密度为 4202.67 ind/m^2 。水平分布方面：平均栖息密度表现为 C2 断面 > C1 断面 > C3 断面；平均生物量则表现为 C1 断面 > C3 断面 > C2 断面。垂直分布方面：潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低；平均栖息密度的垂直分布，则表现为中潮区 > 高潮区 > 低潮区。3 条调查断面出现的种类数在 7~8 种/断面，物种丰富度指数变化范围在 0.818~2.585 之间，平均值为 1.842，多样性指数和均匀度平均值分别为 1.538 和 0.514，多样性指数属于较低水平。

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 26 个样品中，至少共出现了鱼卵仔鱼 9 种。本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 2794 粒，仔鱼 12 尾，鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 214.92 ind/net 。仔鱼的出现率为 53.85%，仔鱼各站平均捕获数量平均为 0.94 ind/net 。鲷科和鲻科是本次水平拖网定性调查中的主要种类，鲷科鱼卵占本次定性调查鱼卵总数的 39.73%，鲻科仔鱼占本次调查仔鱼总数的 33.33%。本次垂直拖网定量调查共采到鱼卵 111 粒，仔鱼 2 尾。鱼卵出现率为 100.00%，调查海区的鱼卵平均密度为 6.52 ind/m^3 ，仔鱼的出现率为 15.38%，仔鱼的平均密度为 0.09 ind/m^3 。鲷科是本次垂直拖网定量调查中出现的主要种类，鱼卵的平均密度为 3.05 ind/m^3 ，占本次调查鱼卵总数的 84.62%，仔鱼的平均密度为 0.09 ind/m^3 ，是本次垂直拖网调查唯一的仔鱼。

本次调查共捕获游泳动物 56 种，鱼类 31 种，甲壳类 23 种，头足类 2 种。渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 11.55 kg/h 和 3033.74 尾/h ，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.34 kg/h 和 1778.22 尾/h ，鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.80 kg/h 和 1178.02 尾/h ，头足类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.41 kg/h 和 77.51 尾/h 。本次调查各断面渔业资源密的平均重量密度为 554.16 kg/km^2 ，平均个体密度为

145.61 $\times 10^3$ 尾/ km^2 。其中：鱼类的平均重量密度和平均个体密度分别为 278.53 kg/km^2 和 56.54 $\times 10^3$ 尾/ km^2 ；甲壳类的平均重量密度和平均个体密度分别为 256.16 kg/km^2 和 85.35 $\times 10^3$ 尾/ km^2 ；头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 19.48 kg/km^2 和 37.2 $\times 10^3$ 尾/ km^2 。鱼类的优势种 3 种，为棘头梅童鱼、皮氏叫姑鱼和尖头黄鳍牙鲷；甲壳类的优势种有 4 种，为双斑蟳、细巧仿对虾、鲜明鼓虾和口虾蛄。本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 50.40%，鱼类幼体比例为 88.31%，甲壳类幼体比例为 24.73%，头足类幼体比例为 96.12%。调查海域的各定量采样站位游泳动物出现种数变化的范围在 26~35 种/站，物种丰富度指数变化范围在 3.448~5.280 之间，平均为 4.107；多样性指数（ H' ）变化范围在 2.899~4.248 之间，平均值为 3.624；均匀度范围在 0.603~0.842 之间，平均值为 0.736，各站位之间物种分布较为均匀。

13.4.环境影响预测评价结论

13.4.1. 水文动力环境影响评价结论

报告书预测分析，在本项目单独采砂结束后，采砂过程对海域的潮流影响主要集中在项目区附近，离项目区越远，潮流影响越小；涨、落急时刻采砂坑附近海域的最大流速变幅为-0.07m/s和+0.015m/s；工程前后流速变化大于0.01m/s的影响范围仅限于采砂坑周边2.41km。

在JM24-01、JM24-02两个采砂区作业全部完成后，采砂区周边各代表点涨落急流速变化有增有减，越靠近采砂区，代表点流速变化越大。涨、落急时刻采砂坑附近海域的最大流速变幅为-0.023m/s和+0.028m/s，采砂前后流速变化大于0.01m/s的影响范围在采砂坑周边3.75km内，对工程海域的潮流影响较小。

13.4.2. 地形地貌与冲淤环境影响评价结论

报告书预测分析，在JM24-02矿区单独采砂结束后，采砂区内年最大淤积厚度约为0.034m/a，平均年淤积厚度约为0.025m/a；采砂坑周边年最大冲刷厚度为0.016m/a；泥沙冲淤变化大于0.005m/a的范围基本在采砂区中心1.21km范围内，对采砂周边1.21km以外基本无影响。

在JM24-01矿区、JM24-02矿区作业全部完成后，采砂坑内最大年回淤量为0.037m/a，出现在JM24-01东北侧海域；采砂坑平均年回淤量约为0.028m/a；采砂坑周边最大年冲刷深度为0.019m/a，位于JM24-01西北侧海域；其中年淤积厚度

大于0.005m的影响范围仅限于采砂区周边1.95km以内，对采砂中心1.95 km 以外影响较小。

总体上看，正常情况下，采砂工程实施后，采砂区及附近海域底床会有一个缓慢的再调整过程，但幅度不会很大。对采砂区内及采砂区1.95km附近海域有影响，对采砂中心1.95km 以外影响较小。在极端天气情况下底床调整幅度可能会变大。

13.4.3. 水环境影响评价结论

选砂作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染，从分布趋势看，洗砂产生的悬沙扩散主要沿涨落潮方向往复运动。由于泥沙的沉降作用导致底层产生的悬沙浓度和范围明显大于表层。施工作业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，高浓度中心点主要分布在采砂区附近区域。单矿施工，预测结果显示：表层大于10mg/L的包络线面积约为18.09km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为12.56km²，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为6.21km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为3.13km²；中层大于10mg/L浓度区的包络线面积为22.17km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为16.19km²，大于50mg/L浓度区的包络线面积为9.04km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为4.48km²；底层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为24.62km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为18.31km²，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为10.86km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为5.71km²。

两个采砂区同时施工，其预测结果显示：表层大于10mg/L的包络线面积约为30.37km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为22.08km²，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为11.85km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为6.22km²；中层大于10mg/L浓度区的包络线面积为35.71km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为27.46km²，大于50mg/L浓度区的包络线面积为16.36km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为8.70km²；底层大于10mg/L浓度区的包络线面积为38.96km²，大于20 mg/L浓度区的包络线面积为30.28km²，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为19.21km²，大于100 mg/L浓度区的包络线面积为10.89km²。

由此可见采砂施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响，这种影响主要在采砂过程中出现，一旦施工完毕，工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。

13.4.4. 海洋沉积物环境评价影响

根据施工方式和数值模拟结果，采砂溢流产生的悬浮物浓度增量主要集中在采砂区，基本不会改变其悬浮物浓度，因此，在陆源污染不变的情况下，吸附到悬浮泥沙上的污染物基本不会改变采砂区以外海底的沉积物特征。

采砂作业结束后，采砂区将通过相当长的一段时间重新建立新的相对稳定的沉积物环境。

13.4.5. 生态环境影响评价结论

采砂过程将引起局部海域内水体悬浮物增加、透明度及溶解氧降低，对浮游植物、浮游动物、游泳生物、鱼卵仔鱼等产生一定不良影响；采砂过程采砂区的底栖生物种类将被掩埋、覆盖，造成栖息于此的底栖生物生物量的损失。本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 17490.59kg，游泳生物（鱼类）的损失量为 1295.35kg，鱼卵 4.16×10^8 粒、仔稚鱼 9.45×10^6 尾。采砂过程对海洋生态环境及渔业资源是暂时的、可逆的，在采取相应的生态补偿措施后，可降低工程施工对海洋生态环境及渔业资源的影响。

13.4.6. 对环境敏感目标和社会关注区的影响分析与评价

1. 对渔业“三场一通道”的影响分析

本项目采砂产生的悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质浑浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区中的幼鱼幼虾、产卵场等的生存环境将造成一定的影响，从而造成一定的海洋生物量损失。但本项目不涉及底拖网作业和捕捞作业，且随着本项目采砂工作的结束，采砂点附近海域水质和生态环境会逐渐恢复，对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区的影响也将逐渐消失。同时，本项目也将采取在幼鱼和幼虾保护期等敏感期（3 月至 5 月）降低每月的采砂时间，控制每月开采量。项目也拟采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，加强采砂期间的跟踪监测等措施，将项目采砂过程可能对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区的影响降至最低。为减少对海洋生态和渔业资源的影响，通过生态补偿措施可以使海洋生物资源得到有效的恢复和保护，不会对其产生长远的不良影响。本项目采砂作业对南海幼鱼和幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场和黄花鱼幼鱼保护区的影响是可以接受的。

2.对自然保护地、海洋生态保护红线的影响分析

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达江门台山乌猪岛海洋公园：到达东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区、广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区、大帆石-乌猪岛生态保护区生态保护红线。当两个采砂区同时作业分别达 5 小时、8 小时以及 90 小时后悬沙扩散分别进入江门台山乌猪岛海洋公园（大帆石-乌猪岛生态保护区）、东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区和广海湾重要渔业资源产卵场生态保护区，随着涨落潮的来回运动，悬沙也不断的进入上述三个区域，进入上述环境敏感保护目标的最大浓度分别为：32.3 mg/l、51.4 mg/l、16.4 mg/l；相应扩散面积分别为：2.11 km²、3.65 km²、0.87km²。因此，本项目采砂作业扰动产生的悬浮泥沙将对自然保护地及生态保护红线海域水质、生态环境产生一定影响。采砂施工呈间歇模式，船舶移位、寻找砂源期间临时停采，悬浮泥沙增量仅在采砂扰动阶段持续产生，一旦采砂扰动停止，悬浮泥沙在水动力作用下逐步沉降扩散，水体悬浮物水平将逐步回落，整体影响具有暂时性、可逆性，不存在长期累积效应。

根据冲淤数模预测结果，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，项目附近的东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区与采砂区的最近距离为 1.0km，因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对其将造成一定程度的影响。

本项目应采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，加强采砂期间的跟踪监测，在保证项目开采进度的前提下项目西侧靠近东平镇南珍稀濒危物种分布 I 区生态保护区一侧尽量减少同时开采作业的船舶数量，减少悬浮泥沙扩散范围。采砂对工程区域内的底栖生物和渔业资源的影响，采砂单位将采取增殖放流或生态补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。本项目全过程规范管控船舶各类水污染物与固体废弃物，杜绝船舶污染物直排水体，不会对附近的自然保护地和海洋生态红线产生影响。此外，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，海砂开采过程中以及开采后将加强水质、生态及地形地貌与冲淤等跟踪监测，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。

综上所述，本项目实施对周边自然保护地和生态保护红线的影响可控。

3.对无居民海岛的影响分析

(1) 水质、生态环境影响

本项目采砂作业会使采砂区周围海域悬浮物浓度增加，水质变差。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：两砂区同时施工 10mg/L 浓度最大包络线未到达最近的海岛，对岛屿周边水质、生态环境基本不会产生不利影响。

(2) 海岛岸线影响分析

本项目不占用无居民海岛划定的自然岸线。根据工程淤积强度分析，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，对最近的海岛基本无影响。因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对无居民海岛物影响。

4.对“南海I号”水下文物保护区的影晌分析

根据冲淤数模预测结果，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，而“南海I号”水下文物核心保护区与本采砂区的距离为 5.60km，因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对“南海I号”水下文物核心保护区基本无影响。

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线未到达“南海I号”水下文物核心保护区，最大包络线距离其核心保护区约 0.92km，本项目可采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，尽量降低悬浮泥沙对水下文物保护区监控水域的环境影响。

5.对珍稀水生生物的影响分析

(1) 悬浮泥沙对中华白海豚的影响分析

根据数模结果显示，本项目进行海砂开采所引起的水动力改变仅在采砂坑及其附近海域，本项目采砂作业造成的悬浮泥沙 10mg/l 包络线未达到中华白海豚活动区域，因此，本项目采砂过程中产生的悬浮泥沙对中华白海豚的活动基本无影响。

(2) 水下噪声对中华白海豚的影响

本项目水下噪声主要来源于船舶采砂作业，一般噪声源强为 80~100dB，可一定程度上提高背景噪声。本项目水下噪声随距离呈现反平方规律衰减，随着水深的增加下降较快，而且工程施工产生的频率不在白海豚觅食及沟通的频率之内，因此，工程水下施工的影响范围是比较有限的，另外，中华白海豚通常可在喧闹的海洋环境噪声下嬉戏、生存，具有一定的抗水下环境噪声干扰的能力，项目船舶采砂作业噪声对中华白海豚活动水域的影响在可接受范围内。

6.对近岸海域国控点的影响分析

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10mg/L 浓度最大包络线到达国控站位 GDN17002，对其水质产生一定影响，当 2 个采砂区同时作业 139 个小时后悬沙扩散进入国控点 GDN17002，随后增量悬沙扩散随着涨落潮来回运动反复进入，最大浓度为 14.5mg/L。海砂开采过程中产生的悬浮泥沙，不仅包含矿物颗粒，还可能携带原本沉积在海底的重金属元素如铅、镉、汞等，重金属释放到水体中将对水质造成一定影响。采砂施工产生的悬浮泥沙来源于本海域。本项目每年实际开采天数为 158 天，对国控站位的实际影响时间较短，应严格采取各项避免措施：（1）项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度；（2）项目采砂前，须向生态环境等主管部门完成采砂施工备案，建立与环境监测机构信息互通渠道；同时加强采砂期间的跟踪监测，将 GDN17002 设为跟踪监测站位，采砂期内的每个潮汐年的春、秋季各进行一次监测，施工结束后进行一次后评估监测，监测内容包含悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、溶解氧、石油类、铅、镉、铜、汞等因子。根据跟踪监测结果与国控站位监测结果进行对比，及时调整和优化采砂作业安排和保护措施。

7.对养殖区的影响分析

本项目采砂作业会使采砂区周围海域悬浮物浓度增加，水质变差。根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：两砂区同时施工 10mg/L 浓度最大包络线未到达最近的养殖区，对养殖区无影响。

8.对人工鱼礁的影响分析

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：两砂区同时施工其 10mg/L 浓度最大包络线未到达阳东区头芦排人工鱼礁工程所在海域，对其无影响。

9.对评价范围内风电场项目的影响分析

项目附近风电场均位于本项目的西侧，根据数模预测结果，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，而项目附近的海上风电项目与采砂区的最近距离为 2.68km，因此，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对上述海上风电场基本无影响。

综合分析，本项目实施后，对较近的风电场所处海域的冲淤环境影响较小，但项目仍应严格执行《海底电缆管道保护规定》的要求，严格控制施工范围，避

免超范围施工，严禁超总量采砂，将项目可能对附近的风电场的影响降至最低。

10.对航道、航路和锚地的影响分析

海砂开采过程，施工船舶作业会占用一部分海域，对通过采砂区的其他船舶正常航行会带来一定影响；同时，采砂船舶靠航道一侧水域施工时，过往船舶也会对施工船舶自身安全造成一定隐患。在海砂运输过程中，施工船舶将增加航道通航密度，对通航安全和锚地停泊可能有一定的影响。

根据冲淤数模预测结果，两采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 1.95km 范围内，因此，本项目对北侧的粤西沿海近岸航路冲淤环境影响较小。江门市人民政府在项目选址阶段征求广东省海事局意见时，广东省海事局提出应落实项目管安全管理要求，具体详见附件 2。就此，海砂出让单位明确：

（1）海砂出让单位已委托编制海砂开采利用方案和海上交通安全影响专题分析，届时将征求海事管理结构的意见；（2）本项目在开采实施前，组织相关职能部门制定海砂开采管理制度及配套安全管理标准，明确海砂开采企业的安全管理主体责任；细化项目现场管理场所、监控系统、救援设施设备、船舶污染海洋环境防治设备的配置标准；确定安全监管资金的专项投入标准，保障安全管理设施及措施落地。（3）后续出让工作开展前，将结合地方实际进一步协商明确海事监管经费的保障方式、拨付渠道等。针对上述第（1）条意见，海砂出让单位江门市自然资源局特函征求江门市海事局，回复（附件 19）如下：（1）根据《江门市海砂开采区 JM24-01 海上交通安全影响评价报告》《江门市海砂开采区 JM24-02 海上交通安全影响评价报告》结论和专家组意见，从通航角度看，项目选址基本合理，项目总体可行；（2）依据《中华人民共和国海上交通安全法》第四十八条规定，项目施工前应当向该局申请取得许可后方可施工。

为了尽量减少海砂开采对周围航道航路的通航环境影响，本项目将采取如下措施：（1）项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，加强采砂期间的跟踪监测等措施，在航路及采砂区之间设置多个监测点，定期监测水深、泥沙浓度、水流速度等指标，一旦发现异常，立即暂停采砂作业并启动处置。（2）采砂作业中应落实安全措施，作业船只按规定安装监控系统和 AIS 设备，在施工水域设置锚缆标志，申请海事部门发布航行通告，采砂作业也保持正常的瞭望及有效警戒，防止过往船舶误入施工水域。并对照明灯光有效遮蔽，防止影响航道内船舶的正常航行。（3）采砂单位要加强采砂作业安全管理，严格控制

船位，采砂船、运砂船严禁进入航路区，不得在航路区内抛锚、漂航停留等。采砂作业过程中也要密切注意高速船的航行动态，加强联系，积极协调，要求高速船航经作业水域时控制航速，并做好自身安全措施。（4）同时，因为采砂作业区远离陆地，现场安全监管手段有限，江门海事局小型海巡船难于航行到达作业水域开展安全监管工作。大中型海巡船资源有限，也不利于现场安全监管。建议采砂单位要落实有关安全监管资源的配备，为海事部门的安全监管工作提供必要的条件，如建设现场视频监控系统、落实现场安全监管办公场地与设施，为安全监管工作人员提供必要的工作生活条件等。

11.对海洋牧场的影响分析

本项目与台山市规划建设的现代化海洋牧场深远海区域有重叠，根据江门市农业农村局关于征求海砂开采海域选址意见的复函，本项目海砂开采应在海洋牧场开发前完成，避免影响该海域海洋牧场的建设生产。

《广东省大广海湾（江门台山）现代化海洋牧场规划建设方案（2023-2035年）》规划范围为台山市域范围(含海域、海岛)，规划陆域面积 3308.24 平方公里，规划海域范围以省海域勘界成果对本市的海域范围界定范围为准，研究范围延伸至大广海湾全域（主要包括江门市管辖海域、海岛和渔港）；近海养殖空间位于 10 米等深线以浅海域；深远海养殖空间主要布局重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台、养殖工船等大型渔业装备；重力式网箱原则上布设在低潮位水深不小于 15 米的海域，桁架类网箱及养殖平台、养殖工船原则上布设在低潮位水深不小于 20 米或离岸 10 千米以上的海域。本项目矿区整体水深为 18.20~19.64m，属于桁架类网箱及养殖平台、养殖工船规划布设范围，本项目海砂开采平均深度 18.4m，开采后水深约 37m，仍满足规划的桁架类网箱及养殖平台、养殖工船布设范围，因此，本项目海砂开采对现代化海洋牧场深远海区域影响较小，建议待现代化海洋牧场项目落地前，需进一步探明水下地形。

本项目在此区域开采海砂对生态资源造成的破坏，通过生态补偿措施可以使海洋生物资源得到有效的恢复和保护，降低对渔业资源的不利影响。

13.5.固体废物环境影响分析结论

本项目产生的生活垃圾主要来自值守在船舶上的施工人员，船舶生活垃圾集中收集存放于船舶上设置的垃圾箱内，定期交由环卫部门定期统一清运，禁止随意向附近水体倾倒垃圾，本项目产生的生活垃圾不会对施工区及周边环境产生影

响。固体废物主要是采砂出的除可利用砂之外的贝壳、砾石等尾矿。贝壳、砾石等尾矿就地排海回填砂坑，尾矿来自海底再回填于砂坑，对海洋环境影响较小。

13.6.大气环境影响预测与评价结论

废气污染主要为船舶所排放的尾气，其产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式因素的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 CO、NO_x、THC 等。海船进入排放控制区，应使用符合《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交通运输部，交海发〔2018〕168 号）船用燃油，这些废气的产生量不大，影响范围、时间有限，拟申请采砂区处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有大气敏感点，对环境影响较小。

13.7.环境风险影响评价结论

项目存在的环境风险主要包括可能发生的通航安全事故、船舶碰撞发生溢油事故进而污染周边海域等。为避免上述事故的发生和降低环境风险，施工前向海事部门申请划定施工水域和安全作业区，设置航行警戒标，配置现场警戒船，必要时向海事部门申请发布航行通告和航行警告，申请协助进行水上安全维护；配备足够的防止油膜扩散的装备和设施；制订溢油事故应急预案，并与区域相关应急预案衔接等。

在严格落实上述环境风险防范措施和应急预案的情况下，可有效降低环境风险事故发生的概率，有效控制环境风险事故发生对环境的影响。

13.8.清洁生产与环保措施结论

本项目生产设备的选择合理，所采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺，生产船舶排污也能满足清洁生产的要求。本工程采砂工艺清洁生产水平可达国内先进水平。

本项目采用的采砂工艺相对较清洁，污染防治措施具体、有效，能够达到环境保护的要求。在实施环境保护措施情况下进行海砂开采，其产生的海洋环境影响达到最小，海区渔业资源和环境敏感目标所受损害相对较小，采砂作业产生的主要污染物质采取了相应的污染防治措施，可以得到妥善处理。本项目的环境保护措施在技术上和经济上是可行的。

13.9. 环境经济损益分析结论

本项目与当地社会经济发展需求是相适应的，促进海洋经济的开发活动及附近区域进一步繁荣发展都具有重要的意义和作用。本项目的采砂会给项目所在海域环境带来一定的影响，因此采砂项目需在施工作业中采取减少对环境产生不利影响的保护措施，最大程度地降低其引起的环境损失，从而也降低对海区渔业资源和环境敏感目标所引起的损害。

经过比较分析，该工程项目能取得较好的社会经济效益，环境污染导致的生态效益损失是可以协调补偿解决的。因此，本项目在环境、经济方面是可行的。

13.10. 公众参与分析与评价结论

根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）规定，海砂出让单位于2025年12月12日在江门市自然资源局网站进行了第一次公示；报告书征求意见稿完成后，于2026年4月20日~5月6日在江门市自然资源局网站进行了征求意见稿公示，并同步在《新快报》报纸上进行了两次刊登，在川岛镇委、北陡镇进行了现场张贴公示；于2026年5月21日在江门市自然资源局网站进行了报批前公示，公示期间均未接到公众意见表。

13.11. 环境监测计划的可行性结论

本项目通过跟踪监测，结合采砂施工特点和项目周围的环境敏感保护目标，重点监测开采活动对海底地形、水质等方面的影响，根据不同监测内容确定相应监测范围、布设监测站位和设计监测频率等，采砂期和采砂结束后海洋环境监测方案，能够及时了解和掌握项目实施过程中对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制定监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，妥善处理。本项目的环境监测计划是可行的。

13.12. 环境影响评价结论

本项目为海砂开采项目，不属于国务院《产业结构调整指导目录（2024年本）》中的限制类或淘汰类，不属于《市场准入负面清单（2025年版）》中的禁止限制类，符合国家产业政策。

本项目符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》《广东省国土空间规划（2021—2035年）》《江门市国土空间总体规划（2021—2035年）》《台山市国土空间规划（2021—2035年）》《广东省生态环境保护“十四

五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《江门市海洋生态环境保护“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》《江门市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》《台山市养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》等规划，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》的管控要求。本项目与相关生态功能区划、海洋环境保护规划相协调。工程用海合法合规，选址与平面布置合理。

综合考虑采砂项目对项目海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境、悬浮泥沙扩散影响、采砂施工工艺及采砂效率、市场需求及经济效益分析，经本报告的环境影响预测与评价，本报告针对本项目的工程特点和环境特征，提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施，并特别对本项目实施的工艺和船型等开采条件进行了限定。本评价认为：在采砂单位切实执行国家有关法律法规、严格按照本报告书提出的开采范围、方式、时间和强度作业，并注意监测附近海底地形地貌变化和航道安全，避免超界、超量、超强度开采，落实报告书中提出的各项安全生产、污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从环境保护的角度，本项目海砂开采是可行的。

13.13. 环境保护对策建议

（1）采砂中标单位应建立健全安全管理机制，加强对采、运砂船上人员的安全教育和安全管理，认真落实有关安全措施，尽量减少对通航环境的不利影响，保障施工作业和过往船舶的安全，避免发生海上交通事故。

（2）采砂中标单位应该严格按批准的采砂区范围和本报告书建议的开采强度和开采总量依法采砂，不得在申请区域外采砂或随意扩大采砂范围。加强海砂开采监管，对采砂作业准确定位、详细记录其过程，防止超范围开采、超量开采、超强度开采。作业前采砂区应设置警示标志。

（3）合理安排采砂船舶位置，射流功率和抽砂泵功率应相配合，以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物。建议采砂船装舱不应过量，以避免由风浪等原因引起的船舶倾斜造成海砂外溢，防止运砂过程中漏砂。

（4）采砂应尽可能选择在大潮和中潮期，利用潮流动力扩散悬浮物，降低悬浮物浓度；同时在鱼类的产卵、繁殖期降低采砂强度。为减少采砂过程中产生

的污染物，采砂单位须按照本报告书的建议落实采砂船舶规模和工艺控制要求、采砂过程的污染防治措施和环保投资，并贯彻执行，避免或减少对水质及生态环境的影响。

(5) 加强对施工船舶的环境监理工作，密切监视海上环境变化，如发现异常现象，应采取必要的措施，如暂停施工等，以保护海域的生态环境和航道，并及时通知海洋监测部门，查明原因。

(6) 严格执行采砂过程中的跟踪监测计划，并依据污染状况调整作业方案，如改变采砂强度和采砂船只数量。

(7) 项目采砂造成的渔业资源损失，建议采砂单位在渔业部门的指导下，积极采取有效的生态补偿和生态恢复措施，补偿对渔业资源的损失。

(8) 建议两个采砂区海砂开采责任人合理安排采砂工作及运砂路线，并积极与航道、海事主管部门进行沟通协调，针对作业船舶和来往船舶的通航安全做好安全保障措施方案。

(9) 采砂单位应建立完善的环境保护措施和管理体系，严格按审批的范围进行作业，合理制定采砂计划，在海洋生态敏感期（3月至5月，共3个月）适当降低开采强度；施工结束后，积极采取有效的生态补偿措施。

(10) 强风险防范，落实施工监管和安全生产保障措施，防止环境风险事故发生，并保障周边水域通航安全。

(11) 由于项目所在海域海洋环境的敏感性，为减少矿区开采环境影响，应完善矿区开采作业的污染防治措施、控制开采强度，优化开采时间计划安排。加强环境跟踪监测和环境监理。

(12) 开采作业前，开采作业单位应按规定到广东省交通运输厅办理通航水域水上水下施工作业审批手续。

(13) 加强海砂开采、运输、装卸、销售和使用等全链条全过程监管，建立健全海砂全链条监管长效机制，强化多部门协同联动监管，切实保护海洋生态环境，推动海洋经济可持续发展。