

广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号矿
区海砂开采
环境影响报告书

征求意见稿

海砂出让单位：珠海市自然资源局
环评单位：广州南科海洋工程有限公司

2023 年 5 月

目 录

第一章 概述	1
1.1 建设项目特点	1
1.1.1 项目背景及概况.....	1
1.1.2 项目特点.....	4
1.1.3 环境特点.....	4
1.2 环境影响评价的工作过程	4
1.3 分析判定相关情况	5
1.3.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性分析判定.....	5
1.3.2 区域和行业规划的符合性分析判定.....	6
1.4 关注的主要环境问题及环境影响	7
1.5 环境影响评价的主要结论	8
第二章 总则	9
2.1 编制报告书的依据	9
2.1.1 国家法律法规.....	9
2.1.2 地方性法规及规范性文件.....	10
2.1.3 相关规划和区划.....	11
2.1.4 行业标准和技术规范.....	12
2.1.5 其他相关依据.....	13
2.2 评价区域所属环境功能区及执行标准	14
2.2.1 海洋环境.....	15
2.2.2 声环境.....	21
2.2.3 大气环境.....	22
2.2.4 生态环境.....	24
2.3 评价工作等级	28
2.4 评价范围	29
2.5 评价重点	31
2.6 环境保护目标	31
2.6.1 海洋生态环境保护目标.....	31

2.6.2 地形冲淤环境保护目标	32
第三章 建设项目工程分析	38
3.1 工程概况	38
3.1.1 海砂开采名称、性质及地理位置	38
3.1.2 建设规模与总平面布置	38
3.1.3 砂源分析	43
3.2 海砂开采方案分析	64
3.3 工程分析	68
3.3.1 采砂工艺分析	68
3.3.2 工程各阶段污染性环境影响分析	73
3.3.3 工程各阶段非污染性环境影响分析	77
3.3.4 环境影响因子的判断与筛选	77
第四章 区域自然环境概况	80
4.1 采砂所在区域海域自然环境概况	80
4.1.1 气候气象	80
4.1.2 海洋水文特征	85
4.1.3 地质与地貌	88
4.2 采砂所在区域海洋资源与海域开发利用与保护概况	101
4.2.1 港口、航道、锚地资源	101
4.2.2 海岸线、岛礁资源	103
4.2.3 海洋资源	104
4.2.4 矿产资源	104
4.2.5 滩涂资源	105
4.2.6 旅游资源	106
4.2.7 海砂资源	106
4.2.8 海域敏感保护生物	106
4.2.9 主要经济鱼种“三场一通”分布	109
第五章 环境现状调查与评价	112
5.1 水文动力环境现状调查与评价	112
5.1.1 观测站位	112

5.1.2 潮汐	115
5.1.3 潮流	117
5.1.4 泥沙	135
5.1.5 表层沉积物	137
5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	139
5.2.1 采砂区水下地形地貌特征	139
5.2.2 冲淤环境	142
5.2.3 泥沙来源	142
5.3 海水水质环境现状调查与评价	142
5.3.1 调查概况	142
5.3.2 海水水质现状及评价	150
5.4 沉积物环境质量现状调查与评价	157
5.4.1 调查概况	157
5.4.2 调查方法、评价标准及评价方法	158
5.4.3 调查结果及评价	158
5.5 海洋生物质量现状与评价	160
5.5.1 调查概况	160
5.5.2 评价标准	160
5.5.3 调查方法	160
5.5.4 调查结果	161
5.5.5 生物质量现状评价	162
5.6 生态环境现状调查与评价	164
5.6.1 调查分析方法	164
5.6.2 2020年4月(春季)调查	167
5.6.3 2021年9月(秋季)调查	183
5.7 大气环境现状调查与评价	194
第六章 环境影响预测与评价	196
6.1 水文动力环境影响预测分析	196
6.1.1 控制方程	196
6.1.2 模型验证	199

6.1.3 采砂工程对水动力影响分析	201
6.1.4 6个采砂区施工后对水动力综合影响分析	209
6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价	217
6.2.1 泥沙模型构建	217
6.2.2 工程实施后采砂区附近海床冲淤变化分析	218
6.2.3 冲淤变化对敏感目标的影响	221
6.2.4 骤淤计算	222
6.3 水环境影响预测与评价	223
6.3.1 模型介绍	224
6.3.2 模型建立	224
6.3.3 源强分析	224
6.3.4 模拟结果	225
6.3.5 其他废水	228
6.4 波浪环境影响分析	228
6.4.1 波浪模型	228
6.4.2 单个采砂工程对波浪影响分析	229
6.4.3 六个采砂工程对波浪场综合影响分析	238
6.5 海洋沉积物环境影响预测与评价	247
6.6 生态环境影响预测与评价	248
6.6.1 对底栖生物栖息的影响分析	248
6.6.2 对浮游生物的影响分析	248
6.6.3 对渔业资源影响分析	249
6.6.4 船舶噪声对海洋生态环境影响分析	249
6.6.5 生物资源损失量估算	250
6.7 对环境敏感目标的影响分析与评价	254
6.7.1 对渔业资源保护区的影响分析	254
6.7.2 对海洋保护区及红线区的影响	255
6.7.3 对养殖活动影响	257
6.7.4 对珍稀水生生物的影响分析	257
6.7.5 对航道的影响分析	259

6.7.6 对风电场的影响分析.....	260
6.8 固体废物环境影响分析.....	260
6.8.1 生活垃圾.....	260
6.8.2 采砂尾矿.....	261
6.9 大气环境影响预测与评价.....	261
第七章 环境风险预测与评价.....	262
7.1 风险评价等级.....	262
7.2 风险事故识别.....	263
7.2.1 溢油事故发生的原因.....	264
7.2.2 溢油事故发生概率分析.....	264
7.3 溢油事故影响分析.....	267
7.3.1 溢油模型简介.....	267
7.3.2 工况设置.....	268
7.3.3 溢油常规工况.....	268
7.3.4 溢油风险工况.....	280
7.3.5 溢油环境影响分析.....	287
7.4 环境风险管理.....	290
7.4.1 作业船舶溢油防范对策.....	290
7.4.2 作业船舶溢油事故应急预案.....	291
7.4.3 作业船舶溢油污染控制措施.....	295
7.4.4 本项目需配备主要应急设施及设备.....	295
7.4.5 本项目施工船舶避台应急方案.....	296
7.4.6 当地海事、海洋管理部门应急系统联动方案.....	298
第八章 清洁生产与环保措施.....	299
8.1 清洁生产分析.....	299
8.1.1 清洁生产的要求.....	299
8.1.2 本项目清洁生产分析.....	299
8.1.3 本项目的清洁生产建议.....	300
8.1.4 清洁生产结论.....	300
8.2 环境保护与污染防治对策措施.....	300

征求意见稿

8.2.1 悬浮泥沙及地形冲淤环境保护措施	300
8.2.2 作业船舶污染防治措施	302
8.2.3 采砂期生态影响防治对策	303
8.2.4 大气污染防治措施	305
8.2.5 噪声防治措施	305
8.2.6 交通安全保障措施	306
8.2.7 环保措施可行性分析	306
第九章 环境经济损益分析	310
9.1 社会效益分析	310
9.2 经济效益分析	311
9.2.1 经济估算	311
9.2.2 海洋生物资源直接经济损失	312
9.2.3 小结	312
9.3 环境保护投资估算	312
9.4 环境经济损益综合分析与评价	313
第十章 海砂开采量的控制	314
10.1 开采方式的控制	314
10.2 开采强度的分析	314
第十一章 环境可行性及与规划相符性分析	316
11.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性	316
11.1.1 与《广东省海洋功能区划》的符合性分析	316
11.1.2 与《广东省近岸海域环境功能区划》的符合性分析	318
11.1.3 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析	318
11.1.4 与《广东省海洋生态红线》的符合性分析	321
11.2 区域和行业规划的符合性	326
11.2.1 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析	326
11.2.2 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	326
11.2.3 与《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析	327

11.2.4 本项目与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析	327
11.2.5 本项目与《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析	328
11.2.6 与《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》的符合性分析	330
11.2.7 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析	331
11.2.8 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析	332
11.2.9 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性	332
11.3 工程生态用海方案分析.....	333
11.3.1 政策符合性分析	333
11.3.2 生态用海方案	333
11.3.3 海洋生态修复措施	334
11.4 环境影响可接受性分析.....	335
第十二章 环境管理与监测计划.....	336
12.1 环境管理.....	336
12.2 环境管理计划.....	336
12.2.1 环境管理计划.....	336
12.2.2 采砂单位环境管理计划	337
12.3 环境监理.....	337
12.4 环境监测计划.....	338
第十三章 环境影响评价结论及对策建议.....	342
13.1 工程概况.....	342
13.2 工程分析结论.....	342
13.3 环境质量现状结论.....	343
13.3.1 水文动力环境现状结论	343
13.3.2 水环境质量现状结论	344
13.3.3 海洋沉积物质量现状结论	345
13.4.4 生物体环境质量现状结论	345
13.3.5 生态环境质量现状结论	345

13.4 环境影响预测评价结论	347
13.4.1 水文动力环境影响评价结论	347
13.4.2 地形地貌与冲淤环境影响评价结论	347
13.4.3 水环境影响评价结论	347
13.4.4 海洋沉积物环境评价影响	348
13.4.5 生态环境影响评价结论	348
13.5 环境风险影响评价结论	348
13.6 清洁生产与环保措施结论	349
13.7 环境经济损益分析结论	349
13.8 环境监测计划的可行性结论	349
13.9 环境影响评价结论	349
13.10 环境保护对策建议	350
附录（春季）	352
附录I 浮游植物种类名录	352
附录II 浮游动物种类名录	353
附录III 底栖生物种类名录	353
附录IV 潮间带生物种类名录	353
附录V 鱼卵与仔稚鱼种类名录	353
附录VI 游泳动物种类名录	353
附录（秋季）	353
附录	353
附录 II	353
附录 III	353
附录IV	354
附录V	354
附件一：委托书	355
附件二：广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）	356
附件三：矿产资源储量评审意见书	365
附件四：监测报告	366

第一章 概述

1.1 建设项目特点

1.1.1 项目背景及概况

我国海域面积辽阔，海洋中蕴藏着适合人类社会多方面发展所需的各种资源。在党的十九大报告中，习近平总书记明确要求“坚持陆海统筹，加快建设海洋强国”，为建设海洋强国再一次吹响号角。坚持海洋强国可持续发展战略，对于全面贯彻国家“五大发展理念”，注重生态文明，突破海洋领域经济发展瓶颈，实现中华民族伟大复兴的中国梦具有举足轻重的重要。

随着我国社会的不断发展，“两横三纵”的经济带逐步形成。其中，沿海经济带包含了全国40多座城市，未来在“一带一路”、自由贸易建设和海洋经济发展中具有不可替代的优势。而大规模的城市建设、高速发展的社会经济，不可避免的需要消耗大量的自然资源和社会资源。海砂作为一种重要的海洋矿产资源和建筑材料，被广泛用于沿海地区各种类型的工程项目建设和填海造地中，目前已成为支撑沿海地区工程项目建设最重要的矿产资源之一。随着沿海城市工程项目如春笋般增长，对海砂的需求量也急剧攀升。数据显示，全球海洋资源开发活动中，海砂开采是海洋资源开采活动中仅次于石油天然气的第二大海洋矿产资源开采活动。目前，我国领海海域范围内的海砂开采活动相对频繁，海砂开采存在成本低、时间短、收益高等特点，不科学、不规范、不合法的超采、滥采情况时有发生，严重危害海洋生态环境，威胁海底设施安全，造成国有资产流失。

为规范海洋矿产资源利用，加强海砂资源开采管理，国家相关管理部门相继出台了《国土资源部关于加强海砂开采管理的通知》《国家海洋局关于全面实施以市场化方式出让海砂开采海域使用权的通知》等文件，要求在全国范围内以拍卖挂牌等市场化方式出让海砂开采采矿权和海域使用权，一定程度上加快了海砂开采的市场化进程；《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）《自然资源部关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见（试行）》（自然资规〔2019〕7号）等文件，要求进一步公平、公开、公正配置海域资源，加强海砂管理，规范海砂开采用海秩序，使海砂开采走上依法可依的轨道。

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，广东省自然资源厅2020年5月6日印发了《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》，提出自2020年起，连续3年组织海砂资源市场化出让，每年向市场投放约10片海域共6000万~7000万立方米的海砂资源；广东省人民政府办公厅发布《关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知》（粤办函〔2021〕51号），科学合理扩大资源有效供给，积极推进节约集约循环利用，严厉打击违法行为，构建供需平衡、价格合理、绿色环保、优质高效的砂石产业体系。

根据《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》（粤自然资海域〔2020〕842号），珠海市自然资源局经充分征求省、市两级及驻粤、驻珠各相关单位意见，在高栏岛东南侧约30km海域设置了3个海砂资源拟出让区，面积总共有8.8km²，其中1号砂区面积约为2.8km²、2号砂区面积约为3.00km²、3号砂区面积约为3.00km²。本报告书评价的是其中的3号砂区。

征求意见稿

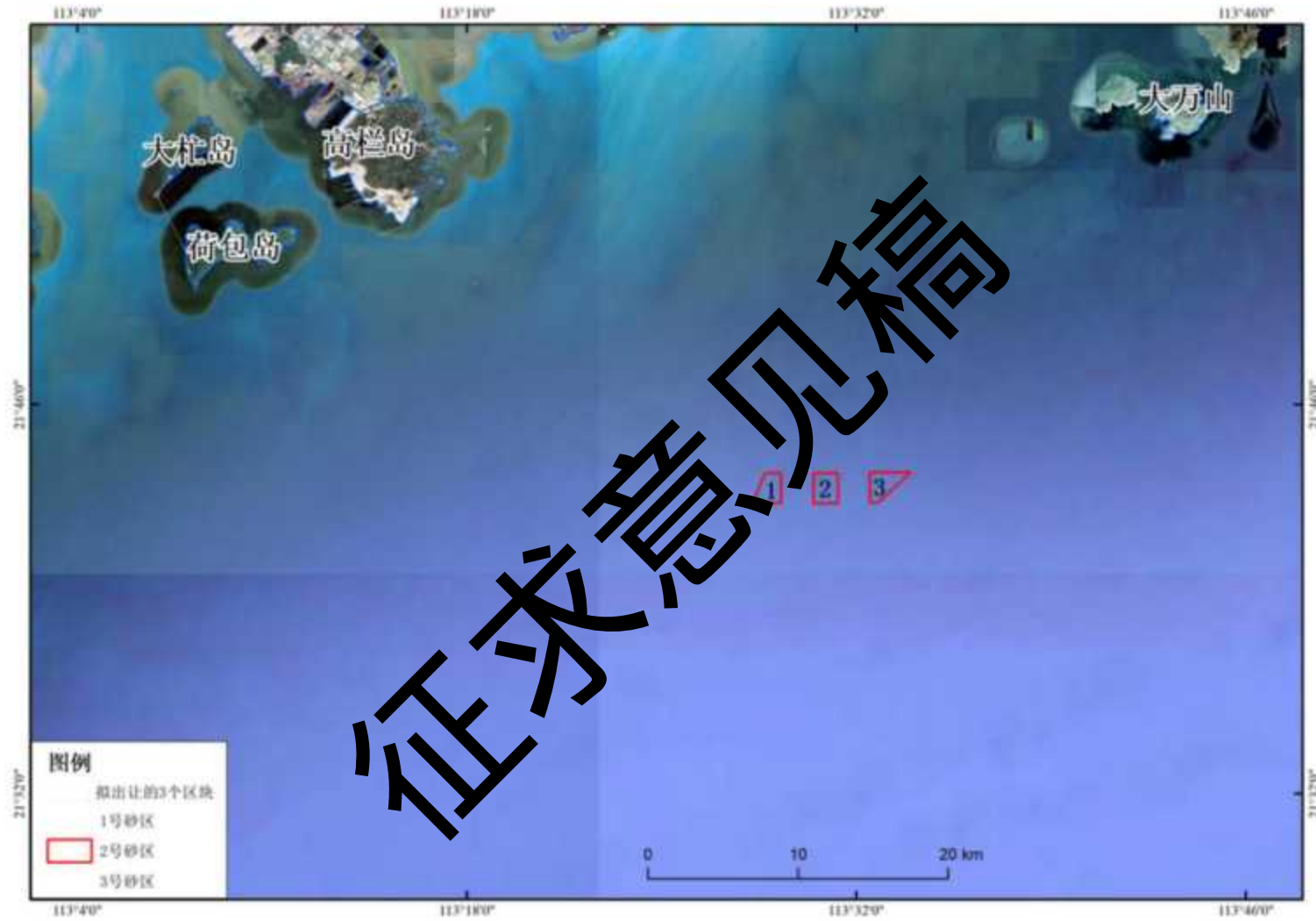


图 1.1-1 拟出让区块分布图

1.1.2 项目特点

本项目拟申请海砂开采区位于广东省珠海市高栏岛东南约 30km，横琴岛南端 39km 处海域。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 23.8%。

根据《广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号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，2022 年 10 月）及《广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号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，2023 年 4 月），矿区共探获回填料用海砂原矿量（控制的+推断的）***万 m³，采砂区可采出的海砂原矿矿石量约为***万 m³，建设规模为年产***万 m³，矿区出让年限为 2 年 11 个月（含准备期 4 个月）。

项目开采范围用海面积为 300 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，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和保护海洋资源可持续开发利用及维护海洋生态平衡的重要科学研究方法和技术手段。

本项目位于珠海市高栏岛东南部海域，所在海域的海洋功能区为万山群岛保留区，距离项目最近的海洋保护区为珠海万山群岛地方级自然保护区，最近距离为 26.64m。项目不占用海洋生态红线区，符合国家的产业政策、海洋功能区划、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《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等相关法律法规的规定和要求，一切可能对海洋环境产生影响的新建、改

建或扩建的海洋工程项目必须进行海洋环境影响评价。受珠海市自然资源局的委托，广州南科海洋工程有限公司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《珠海市 2021 年高栏岛东南侧 3 号砂区海砂开采海洋环境影响报告书》。

本次评价是基于《广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号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，2022 年 10 月）《广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号矿区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，2023 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，同时也是截止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，根据海洋功能区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。

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

1.3.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性分析判定

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年），本项目采砂区所在的海洋功能区为万山群岛保留区。海砂开采属于矿产资源利用，在合理开发并采取一定的环境保护措施的前提下，对所在海洋功能区万山群岛保留区的影响较小，对周边海洋功能区影响很小，总体而言其影响可控可接受。项目选址和海砂开采符合万山群岛保留区的海域管理要求，本项目海砂开采符合《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）。

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）和

《珠海市近岸海域环境功能区划修编》，本项目不属于近岸海域范围。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，尽量减少对万山群岛保留区的影响；施工结束后，在渔业部门的指导下，积极采取有效的生态补偿措施，修复受损的海洋生态环境。采砂单位落实上述措施后，采砂作业对海域生态环境的影响较小，拟申请采砂区对所在海域的海洋主导功能发挥有影响，其影响是可控可接受的，对项目近岸海域环境功能影响不大。本项目海砂开采符合《广东省近岸海域环境功能区划》。

本项目为海砂开采项目，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。本项目海砂开采符合《广东省海洋主体功能区规划》的要求。

本项目未穿越或占用广东省“三区三线”划定的生态保护红线。评价范围内的海洋生态红线区(万山群岛重要渔业资源产卵场)的最近距离为20.9km。本项目采砂作业不涉及围填海，采砂作业不涉及水下爆破施工工艺。施工期间船舶含油污水交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接收单位接收。采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求排放。项目采砂作业会造成海域一定量的悬浮物增量，这种悬浮物来自海域本底沉积物，根据数模结果，大于10mg/L的悬浮物增量不会扩散周边红线区，而且产生的悬浮物增量在施工结束后很快就会沉积，对周边生态红线区的海域生态系统影响较小；根据数模结果，本项目海砂开采对水文动力的影响很小，不会造成生态红线区的沙滩蚀退；项目距离白海豚经常活动的区域较远，施工期船舶噪声对中华白海豚的影响较小，因此本项目海砂开采是符合海洋生态红线区的管控要求的。

1.3.2 区域和行业规划的符合性分析判定

本项目的实施在一定程度上解决了项目所在地建设用砂的社会供需矛盾，促进了地方经济建设，加快了城市的建设步伐，有利于项目所在地区社会经济的进一步繁荣发展。本项目海砂开采满足海域“三线”和海域“三区”的管控要求，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

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。本项目海砂开采符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》。

科学、合理、合法的海砂开采项目的开展有利于珠海市建设枢纽型核心城市和新时代中国特色社会主义现代化国际化经济特区的布局，在一定程度上解决了珠海大型工程建设用砂的社会供需矛盾，因此，本项目海砂开采符合《珠海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》。

根据《珠海市人民政府关于印发珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（2021年6月30日），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：万山群岛保留区。（1）项目海砂开采符合其区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控及环境风险防控等，与《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求相符。（2）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，本项目对周边环境的影响很小，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）本项目不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，不会改变大陆自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有无影响。本项目不在海岛自然岸线保有范围之内，与海岛自然岸线的距离均较远，不会改变海岛自然岸线的自然属性和生态功能，对海岛自然岸线保有无影响。本项目进行海砂开采符合资源利用上线要求。（4）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（2019年本）》（2021修订版）中的限制类或淘汰类，不属于《市场准入负面清单（2022年版）》中的禁止限制类。本项目属于珠海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。

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》（2019年本）《广东省“三区三线”划定的生态保护红线》《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》及《珠海市“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，落实本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。

征求意见稿

第二章 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》（2017年11月5日实施）；
3. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2022年6月5日起施行）；
4. 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修订）；
5. 《中华人民共和国水法》（2002年10月1日实施，2016年7月修订）；
6. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12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》（2013年12月28日修订）；
11. 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月）；
12. 《防治海洋工程建设项目对海洋环境管理条例》（2018年3月19日修订）；
13. 《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）；
14. 《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；
15. 《中国海洋渔业水域图(第一批)》（农业部2002年公告第189号）；
16. 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018年3月19日修正）；
17. 《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）
18. 《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）；
19. 《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）；

20. 《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）；
21. 《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）；
22. 《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）；
23. 《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）；
24. 《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月1日实施）；
25. 《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）；
26. 《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）；
27. 《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕19号）；
28. 《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）；
29. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2011年1月1日起施行）；
30. 《产业结构调整指导目录（2019年版）》（2021年12月30日修订）；
31. 关于加强生态保护红线管理的通知（试行）（自然资发〔2022〕142号）；
32. 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2207号，2022年10月14日）；
33. 《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）；
34. 《国家重点保护野生动物名录》（2021年2月1日施行）；
35. 《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）；
36. 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环境保护部、农业部，2013年8月5日）；
37. 《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规〔2022〕397号，2022年3月12日）；
38. 《“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）；

39. 《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）。

2.1.2 地方性法规及规范性文件

1. 《广东省环境保护条例》，广东省大会常务委员会，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，2021.1.1；
5. 《广东省大气污染防治条例》，广东省人大常委会，2019.3.1；
6. 《广东省固体废物污染环境防治条例》，广东省人大常委会，2018.11.29修正；
7. 《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》，广东省人大常委会，2018.11.29修正；
8. 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，广东省人大常委会，2018.11.29修正；
9. 《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；
10. 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，粤府〔2020〕71号，2020.12.29；
11. 《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）。
12. 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目名录（2019年本）的通知》（粤环〔2019〕24号）；
13. 《广东省航道管理条例》，2006年1月。

2.1.3 相关规划和区划

1. 《全国海洋主体功能区规划》，国发[2015]42号，2015年8月22日；
2. 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，国函[2012]182号，2012.11；
3. 《广东省近岸海域环境功能区划》，粤府办[1999]68号，1999.7.27；
4. 《广东省海岛保护规划（2011—2020年）》（粤海渔[2011]163号，2011年）；

5. 《广东省海洋主体功能区规划》（广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017年12月）；
6. 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》（粤府函[2017]275号，2017年9月29日）；
7. 关于印发《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的通知（广东省人民政府、国家海洋局，粤府[2017]120号）；
8. 《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》，广东省自然资源厅，2020年5月6日；
9. 《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；
10. 《珠海市生态环境局关于印发珠海市声环境功能区划的通知》（珠环〔2020〕177号），2020年12月1日；
11. 《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》，珠海市人民政府，2021年6月30日。
12. 《珠海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》，珠海市人民政府，2021年4月12日。
13. 《珠海市生态环境保护暨生态文明建设“十四五”规划》，珠海市人民政府，2022年1月29日；
14. 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，广东省生态环境厅，2022年4月27日；
15. 《广东省矿产资源总体规划（2021~2025年）》（2021年）。

2.1.4 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. 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

7. 《海砂开采环境影响评价技术规范》；
8. 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
9. 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）；
10. 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年）；
11. 《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）；
12. 《海洋监测规范》（GB17378.4-2007）；
13. 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
14. 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
15. 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
16. 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
17. 《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T 078-2005）；
18. 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T112-2011）；
19. 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；
20. 《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）
21. 《船舶污染海洋环境风险评估技术规范（试行）》；

2.1.5 其他相关依据

1. 《广东省珠海市高栏岛东南侧3号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，2022年10月）；
2. 《广东省珠海市高栏岛东南侧3号矿区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，2023年4月）；
3. 《广东省珠海市高栏岛东南侧1号砂区开采海域使用论证报告书》（广东省海洋发展规划研究中心，2023年4月）；
4. 委托书；
5. 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

本项目位于珠海市高栏岛东南侧海域，不涉及地表水、地下水和陆域生态功能区划，本项目评价区域所属功能区划如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 本项目评价区域所属功能区划一览表

序号	项目	功能区划	划分依据	执行标准
1	海洋环境	项目占用万山群岛保留区，评价区域内有湛江-珠海近海农渔业区	《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）	评价范围内位于万山群岛保留区的区域海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状，位于湛江-珠海近海农渔业区的海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均为一类标准
2	近岸海域	不在功能区划范围内	《广东省近岸海域环境功能区划》	/
3	生态环境	不涉及近岸海域各分级控制区	《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》	/
		不占用划定的广东省海洋生态红线	《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》	/

项目远离陆域，未划分声环境、环境空气功能区。

2.2.1 海洋环境

2.2.1.1 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（2012年），本项目采砂区所在的海洋功能区为万山群岛保留区，周边海域的功能区有湛江-珠海近海农渔业区等。各功能区的分布详见图2.2.1-1和表2.2.1-2，各功能区具体情况详见表2.2.1-3。

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	湛江-珠海近海农渔业区	农渔业区	西侧，2.99km
2	万山群岛保留区	保留区	项目占用

2.2.1.2 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）和《珠海市近岸海域环境功能区划修编》，本项目整体水深30.5~32.27m，不属于近岸海域范围。各功能区的分布详见图2.2.1-2。

征求意见稿

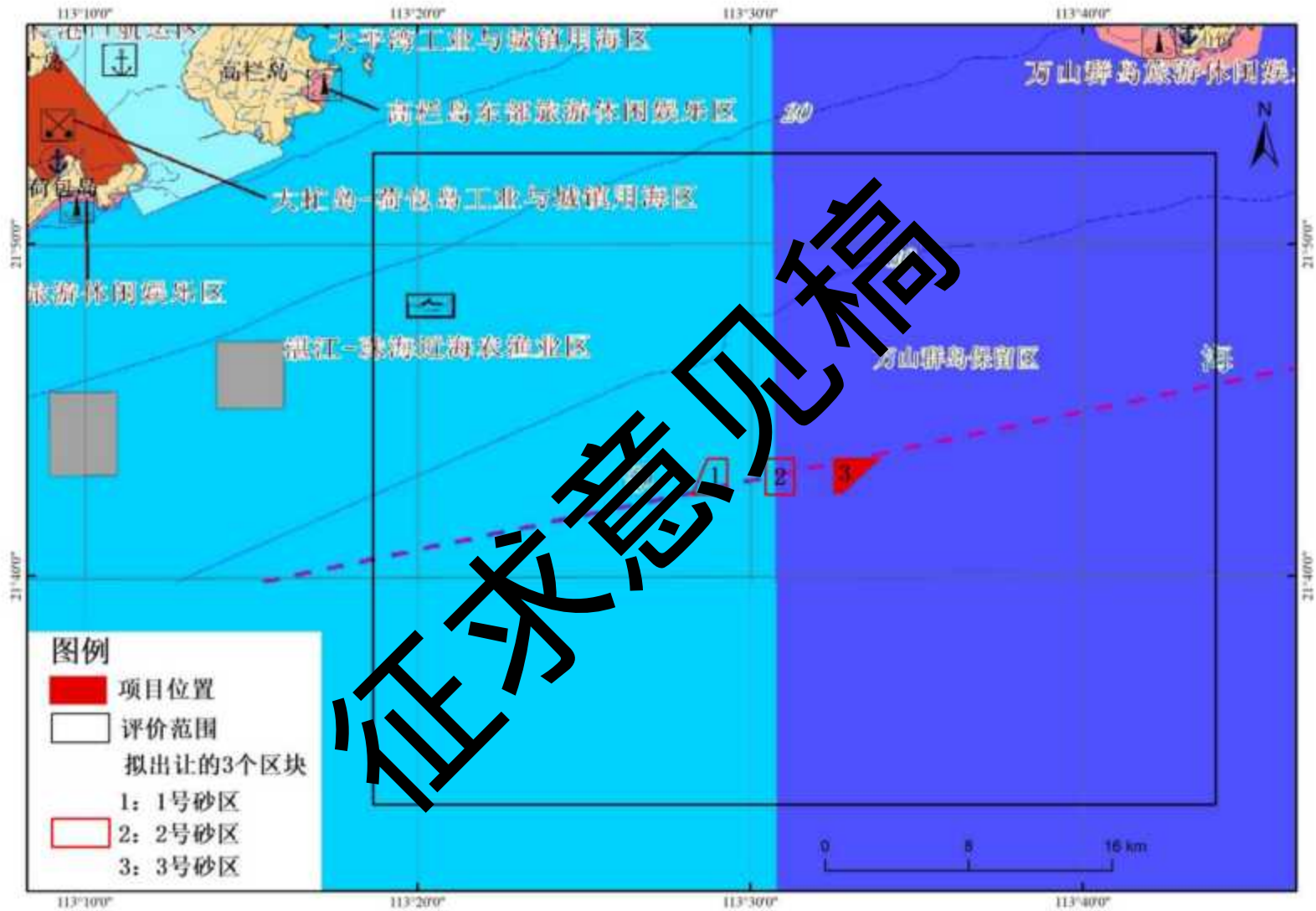


图2.2.1-1 广东省海洋功能区划（2011—2020年）



图 2.2.1-2 近岸海域环境功能区

表 2.2.1-2 本项目所在海域及周边海域海洋功能区登记表（摘自《广东省海洋功能区划》（2012））

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
160	B1-1	湛江-珠海近海农渔业区	珠海市、茂名市、阳江市、江门市、珠海市	东至:113°30'50" 西至:109°24'40" 南至:20°07'01" 北至:22°03'37"	农渔业区	3053896	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 禁止炸岛等破坏性活动； 3. 40 米等深线向岸一侧实行交通管制制度,维持渔业生产秩序； 4. 经过严格论证,保障交通、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保通等用海需求； 5. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
205	B8-2	万山群岛保留区	珠海市	东至:114°30'37" 西至:113°30'37" 南至:21°30'40" 北至:22°10'59"	保留区	499200	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强管理,严禁随意开发； 2. 严禁随意改变海域自然属性； 3. 通道开辟论证,合理安排相关开发活动； 4. 保障海上交通安全,优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护万山群岛海域生态环境； 2. 加强对海岛污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控； 3. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。

征求意见稿

2.2.1.3 环境质量标准

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020），工程所在海域功能区划为万山群岛保留区。海水水质、海洋沉积物、海洋生物中的贝类质量评价按照现状调查站位所处海洋功能区划的管理要求执行，海洋生物中的鱼类、甲壳类、软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020），本项目评价范围内位于湛江-珠海近海农渔业区的调查站位执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准，位于万山群岛保留区的站位执行海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状。各执行标准详见表2.2.1-3~表2.2.1-6。

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			
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
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
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050

表 2.2.1-4 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002） 单位：×10⁻⁶

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	砷	有机碳 %	硫化物
第一类标准	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	20.0	2.0	300
第二类标准	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	65.0	3.0	500
第三类标准	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	93.0	4.0	600

表 2.2.1-5 海洋生物（贝类）质量（GB18421-2001） 单位：mg/kg

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	石油烃
第一类标准	贝类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	15

第二类标准	贝类	25	2.0	2.0	50	0.1	5.0	50
第三类标准	贝类	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	0.3	8.0	80

表 2.2.1-6 海岸带调查标准最高限值

单位: $\times 10^{-6}$ 湿重

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

2.2.1.4 排放标准

本项目产生的船舶舱底油污水、船舶生活污水、船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)中的标准及相关控制要求,详见表 2.1.1-7。

表 2.2.1-7 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)

内容	项目	标准限值	备注
船舶含油污水	机器处所油污水 (石油类)	$\leq 15\text{mg/L}$	机器处所油污水
	含货油残余物的油污水	自 2018 年 7 月 1 日起, 收集并排入接收设施, 或在船舶航行中排放, 并同时满足下列条件: (1) 油船离最近陆地 50 海里以上; (2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 L/海里; (3) 排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/30000; (4) 排油监控系统运转正常。	150 总吨及以下油船
		自 2018 年 7 月 1 日起, 收集并排入接收设施	150 总吨及以上油船
船舶生活污水	近最近陆地 3 海里以内(含)的海域	BOD ₅	$\leq 50\text{mg/L}$
		SS	$\leq 150\text{mg/L}$
		耐热大肠杆菌数	≤ 500 个/L
		BOD ₅	$\leq 60\text{mg/L}$
		SS	6~8.5
		耐热大肠杆菌数	$< 0.5\text{mg/L}$
		COD	$\leq 20\text{mg/L}$
		pH	$\leq 15\text{mg/L}$
		总氯(总余氯)	$\leq 1.0\text{mg/L}$
		BOD ₅	$\leq 20\text{mg/L}$
SS	$\leq 20\text{mg/L}$		
耐热大肠	≤ 1000 个/L		

	杆菌数		生活污水处理装置的船舶,向环境水体排放生活污水
	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。		
船舶垃圾	塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾 塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾	禁止投入水域	收集并排入接收设施
	食品废弃物	在距最近陆地12海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地3海里至12海里(含)的海域,粉碎或磨碎至直径不大于2.5mm,方可排放;在距最近陆地12海里以外的海域可以排放	/
	货物残留物	在距最近陆地12海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地12海里以外的海域,不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放	/
	动物尸体	在距最近陆地12海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地12海里以外的海域可以排放	/
	货舱、甲板和外表面清洗水	其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放;其他操作废弃物应收集并排入接收设施	/

2.2.2 声环境

施工期施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

表 2.2.2-2 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位: dB(A)

施工	噪声限值	
	昼间	夜间
建筑施工场界	70	55

2.2.3 大气环境

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》硫氧化物和颗粒物排放控制要求与氮氧化物排放控制要求。

(1) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求

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

②2020年3月1日起，未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施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（含）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2.2.3-1。



图 2.2.3-1 项目与排放控制区范围关系图

2.2.4 生态环境

2.2.4.1 广东省生态功能区划

1. 陆域生态功能区划

本项目位于珠海市高栏岛东南侧海域，因此不涉及陆域生态功能区划。

2. 近岸海域生态控制分级

根据《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目不涉及近岸海域各分级控制区。

2.2.4.2 广东省海洋生态红线

依据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2207号，2022年10月14日），按照《全国国土空间规划纲要（2021—2035年）》确定的耕地、永久基本农田保护红线任务和《全国“三区三线”划定规则》，我省（区、市）完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据，“三区三线”划定成果具体以自然资源部反馈的矢量数据成果为准。

根据我省“三区三线”划定的生态保护红线，本项目不占用“三区三线”划定的生态保护红线，评价范围内有一个生态红线区为万山群岛重要渔业资源产卵场，距离为20.91km（见表2.2.4-1和图2.2.4-1）。

表 2.2.4-1 项目周边海洋生态红线分布（广东省）

序号	生态红线区	类型	相对工程的位置	与项目最短距离（单位：km）
1	万山群岛重要渔业资源产卵场	重要渔业海域	东侧	20.91

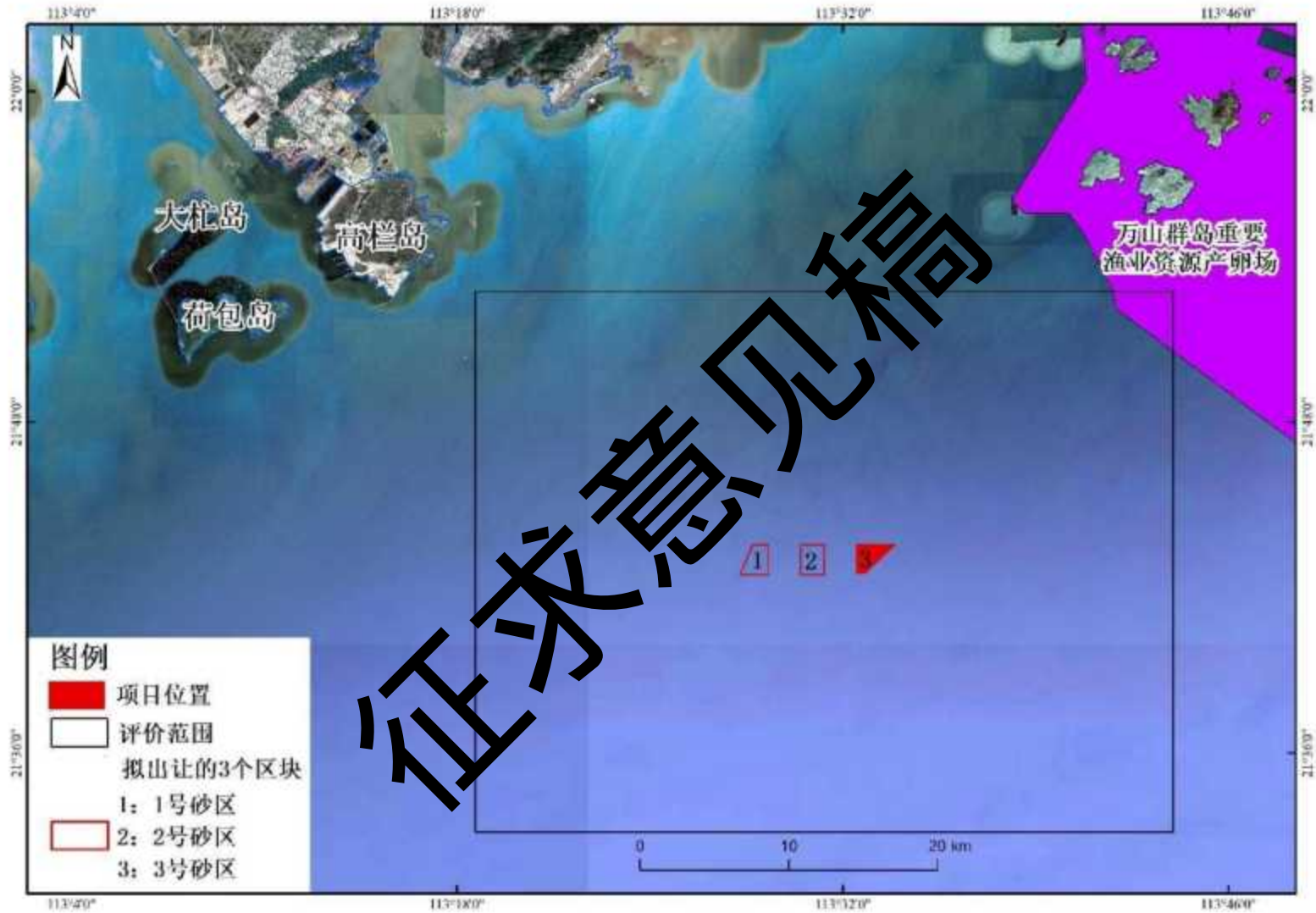


图 2.2.4-1 项目所在海域及周边海域海洋生态红线区分布示意图

2.3 评价工作等级

根据本项目工程的特点，《环境影响评价技术导则》以及工程环境影响识别，本项目各单项的环境影响评价等级确定见表 2.3-1。

表 2.3-1 评价等级划分依据

环境因素	依据	等级									
海洋环境	依据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，连片和单项海砂开采工程海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为 1 级；本项目所在海域位于重要水生生物三场一通道，属于环境敏感区，依据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，水文动力环境、水质环境、沉积物环境和生态环境评价等级均为 1 级。	海洋地形地貌与冲淤环境、水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态环境均为 1 级									
声环境	依据《环境影响评价技术导则 声环境》，建设项目所处声环境功能区为 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 3 dB(A) 以下[不含 3 dB(A)]，且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。结合章节 2.2.2.1，本项目所在海域声环境功能区为 3 类，且本项目评价范围内无声环境保护目标，按照导则声环境影响评价工作等级为三级。	三级									
环境空气	依据《环境影响评价技术导则—大气环境》(HJ2.2-2018)，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。	三级									
环境风险	本项目采砂配备 6 艘 2000t 的采砂船、29 艘 3000t~5000t 皮带船，总计最大携油量约 5000t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中油类物质临界量为 2500t，则危险物质数量与临界量比值(Q)=17500/2500=7，根据附录 C、D 判定本项目环境风险潜势综合等级确定为 III，因此风险评价等级确定为三级(详见环境风险章节)，重点分析采砂作业船舶溢油事故风险。	二级									
地下水	依据《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。 地下水环境影响评价行业分类表(摘录)	不开展									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>J、非金属矿采选及制品制造</th> <th>报告书</th> <th>报告表</th> <th>报告书</th> <th>报告表</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>54、土砂石开采</td> <td>年采 10 万立方米及以上；海砂开采工程；涉及环境敏感区的</td> <td>其他</td> <td>IV 类</td> <td>IV 类</td> </tr> </tbody> </table>		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
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							
土壤环境	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。	不开展									

2.4 评价范围和评价重点

2.4.1 评价范围

(1) 海洋环境：

根据《海砂开采环境影响评价技术规范》的规定，本项目海洋环境影响评价范围如下：

1) 海洋水文动力环境、水质环境和沉积物环境调查评价范围

以海砂开采区外缘线为起点进行划定，1级评价分别向外扩展不小于15km。

2) 地形地貌与冲淤环境调查评价范围

地形调查范围由采砂区外扩2km范围需进行现场调查；按垂直等深线走向平行布设主测线，采砂区及外扩500m范围内主测线间距以50m为宜，采砂区外扩500m至2km范围内主测线间距宜为100m；地貌调查测线布设与地形调查相同。评价范围横向（垂直于海砂开采项目所在海区中心点潮流主流向）距离一般不小于5km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

3) 海洋生态环境调查评价范围

以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般以采砂区外缘线为起点进行划定，1级评价分别向外扩展不小于15km。调查范围应覆盖评价范围。

(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扩20m。

(3) 大气环境影响评价范围：二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GB/T 19485，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：由于本项目涉及的环境风险物质仅包括燃料油，其发生泄漏事故时，仅对海洋环境产生影响，基本不会对大气环境产生影响，因此，本项目环境风险影响评价范围应依据海水环境风险评价范围，即覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域，与海洋环境影响评价范围一致。

综上所述，本项目环评范围为北纬21°33'07.080"N-21°52'43.751"，东经113°18'39.850"E-113°43'59.330"的海域，评价范围的水域部分面积约为1580.612km²，评价范围如图2.4-1所示。

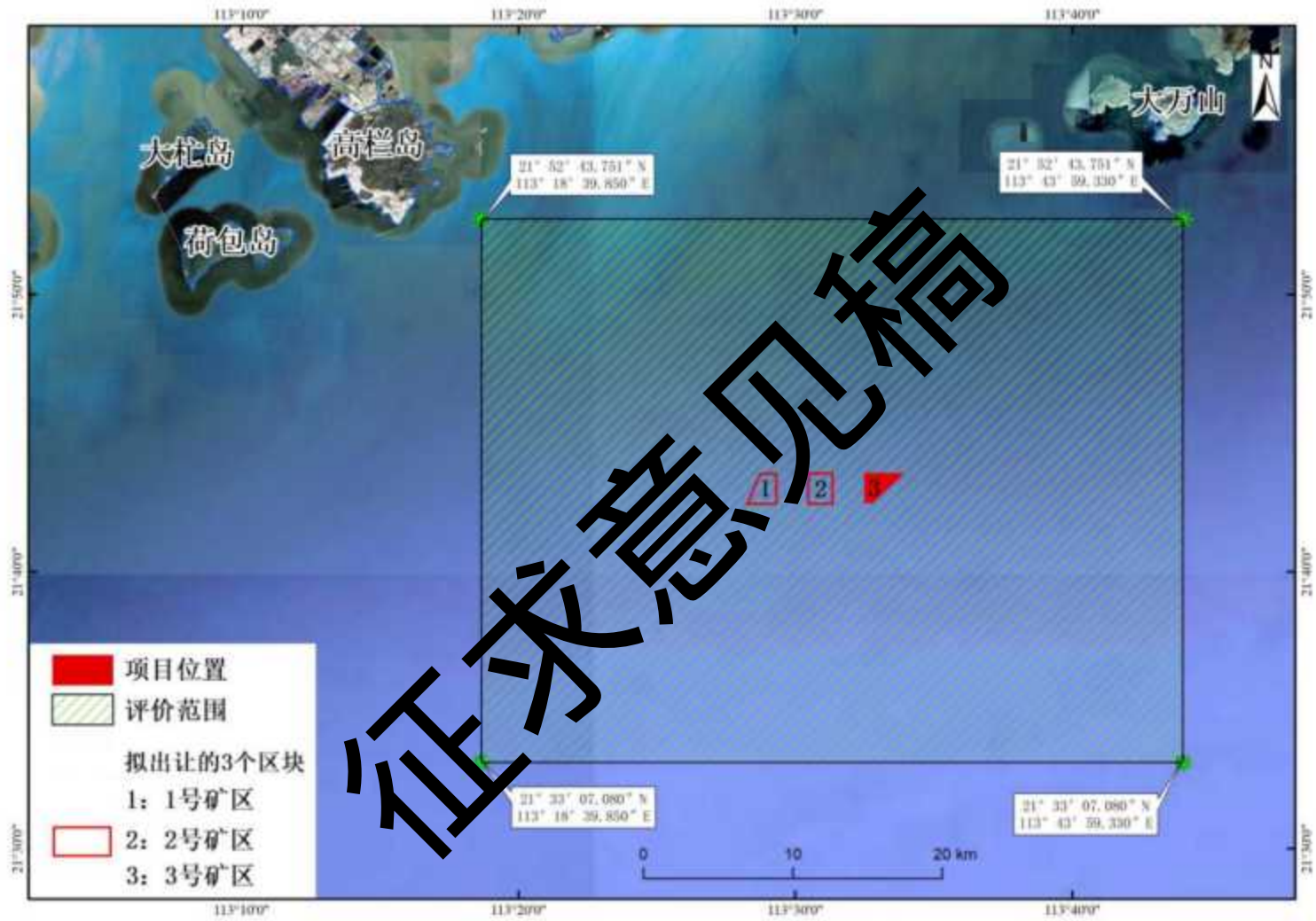


图 2.4-1 海洋环境评价范围示意图

2.4.1 评价重点

根据本项目所在区域环境特点及对环境影响特征，本项目的环评重点为：

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，而随潮流扩散，以及在疏浚作业产生的悬浮泥沙对海洋水质环境的影响；
- 2、采砂队伍产生的生活污水对海洋环境的影响；
- 3、采砂船舶检修时产生的含油污水对海洋环境的影响；
- 4、海砂运输和卸载过程中也有可能海砂外溢对海洋水质环境造成影响。

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。

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到海水水质、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《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012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

影响因子类型	可能产生的环境影响	产生影响的时期
海水环境	采砂作业引起的 SS 增加引起水体污染	采砂作业
海洋沉积物环境	扰动底床，使底泥沉积物发生再悬浮；造成一定量的海洋沉积物迁移和海底表面冲刷	采砂作业
海洋生态和生物资源环境	可能对项目周围海域的海洋生态、渔业资源造成影响	采砂作业
水文动力环境	对潮流、海流的影响	采砂作业
地形地貌	对地形地貌、地貌环境的影响	采砂作业
岸滩稳定性	对岸滩稳定性的影响	采砂作业
通航环境	对通航环境的影响	采砂作业
环境风险	溢油事故	采砂作业

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

施工船舶产生的含油污水、生活垃圾均运回陆地处理，采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求排放入海。生活污水处理后达标排放，对海洋环境污染影响较小。覆盖泥层剥离和砂层开挖产生的悬浮泥沙将对海水和沉积物及海洋生态产生污染影响，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：水深、水温、透明度、pH、盐度、悬浮物、DO、COD_{Mn}、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、Cu、Pb、Cd、Zn、Hg、Cr、DDT。

水质预测因子：SS。

海洋沉积物环境现状评价因子：含水率、粒度、pH、硫化物、有机碳、油类、挥发酚、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）和砷（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、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔稚鱼、潮间带生物、渔业资源（游泳生物）等。

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，使矿区的水系和地形地貌发生变化，从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

2.6.1 海洋生态环境保护目标

通过对项目附近海域进行现场勘查和分析，结合《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（2012年）及广东省“三区三线”划定的生态保护红线，并考虑到项目用海要求及影响范围，确定本次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 2.6.1-1。环境保护目标的分布见图 2.6.1-1~2.6.1-5。

表 2.61-1 海洋生态敏感区和敏感保护目标一览表

类别	序号	环境敏感区	位置关系	概况	保护目标/保护对象	保护级别及批复依据
重要渔业水域	1	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在海域	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。	经济鱼类繁育活动	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	幼鱼幼虾保护区	项目北面约 20km	保护区范围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 水深以内海域；每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日为保护期，禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船在本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。	渔业资源	
	3	南海鱼类产卵场	项目所在海域	南海中上层鱼类产卵场 ：珠江口近海蓝圆鲹产卵场分布海域为东经 112°50'-114°30'，北纬 21°-22°，水深为 60 米以内，产卵期为 2-3 月；珠江口近海鲈鱼产卵场的分布海域约为东经 113°15'-116°20'，北纬 21°-22°25'，水深 30-80 米，产卵期为 1-4 月；南海北部长尾大眼鲷产卵场分布海域约为东经 113°20'-115°45'，北纬 21°35'-22°20'，水深 26-80 米，产卵期为 5-7 月。 南海底层、近底层鱼类产卵场 ：东海近海绯鲤类产卵场，该产卵场的分布海域约东经 112°5'-115°45'，北纬 21°05'-22°15'，水深 20-87 米以内，产卵期为 3-6 月；南海北部近底层产卵场分布分布海域为东经 111°45'-115°45'，水深 20-80 米，产卵期为 3-8 月。	保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。	
海洋功能区	4	湛江-珠海近海农渔业区	项目西侧 3km	东至 109°30'40"，西至 109°24'40"，南至 22°07'01"，北至 22°03'37"，农渔业区，3053896 公顷。	保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。	省级，《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）
海洋生态红线	5	万山群岛重要渔业资源产卵场	项目东面 20.91km	该红线区总面积 4178388km ² ，东至 114°30'16.805"，西至 109°04'40"，南至 21°44'47.753"，北至 22°03'37"。	重要渔业资源产卵场	省级，《广东省生态保护红线》
国控站位	6	GDN03009	北侧，19.1km	E: 113.4168, N: 21.7650, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准（GB 3097-1997）一类	水质	省级，《广东省近岸海域水质监测信息》
	7	GDN03014	西南，14.4km	E: 113.4168, N: 21.6501, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准（GB 3097-1997）一类	水质	
	8	GDN03018	东北，11.8km	E: 113.6702, N: 21.7685, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准（GB 3097-1997）二类	水质	

	9	GDN03027	北侧,7.9km	E: 113.5243, N: 21.7969, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准 (GB 3097-1997) 一类	水质	
	10	GDN03028	东北, 23.4km	E: 113.7266, N: 21.8755, , 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准 (GB 3097-1997) 二类	水质	
	11	GDN03032	西北, 20.8km	E: 113.3599, N: 21.8077, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准 (GB 3097-1997) 一类	水质	
	12	GDN03037	东北, 13.6km	E: 113.6251, N: 21.8361, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准 (GB 3097-1997) 一类	水质	
	13	GDN03044	东南,3.8km	E: 113.5782, N: 21.6908, 水质满足或优于国家控制标准海水水质标准 (GB 3097-1997) 一类	水质	
珍稀水生生物	14	中华白海豚	/	根据中国水产科学研究院南海水产研究所等的研究成果,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,向西经深圳岛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	/
	15	印太江豚	/		印太江豚	/

2.6.2 地形冲淤环境保护目标

本项目所在的区域附近还有地形冲淤环境的主要敏感区见表 2.6-2 和图 2.6-1-1。

表 2.6-2 地形冲淤环境敏感点一览表

序号	环境敏感区(点)	与工程区相对位置和最近距离	保护内容
1	锚地	西北侧, 20.36km	水深、地形冲淤
2	南海深水天然气开发输气管道项目	西侧, 14.71km	水深、地形冲淤
3	东方 13-2 气田群开发项目高栏岛陆段管线项目	西北侧, 12.57km	水深、地形冲淤
4	珠海金湾海上风电项目	西北侧, 18.34km	水深、地形冲淤
5	番禺/惠州天然气开发项目	东北侧, 17.71km	水深、地形冲淤
6	亚欧光缆澳门至支路单元 6 段	东北侧, 19.80km	水文动力、地形冲淤

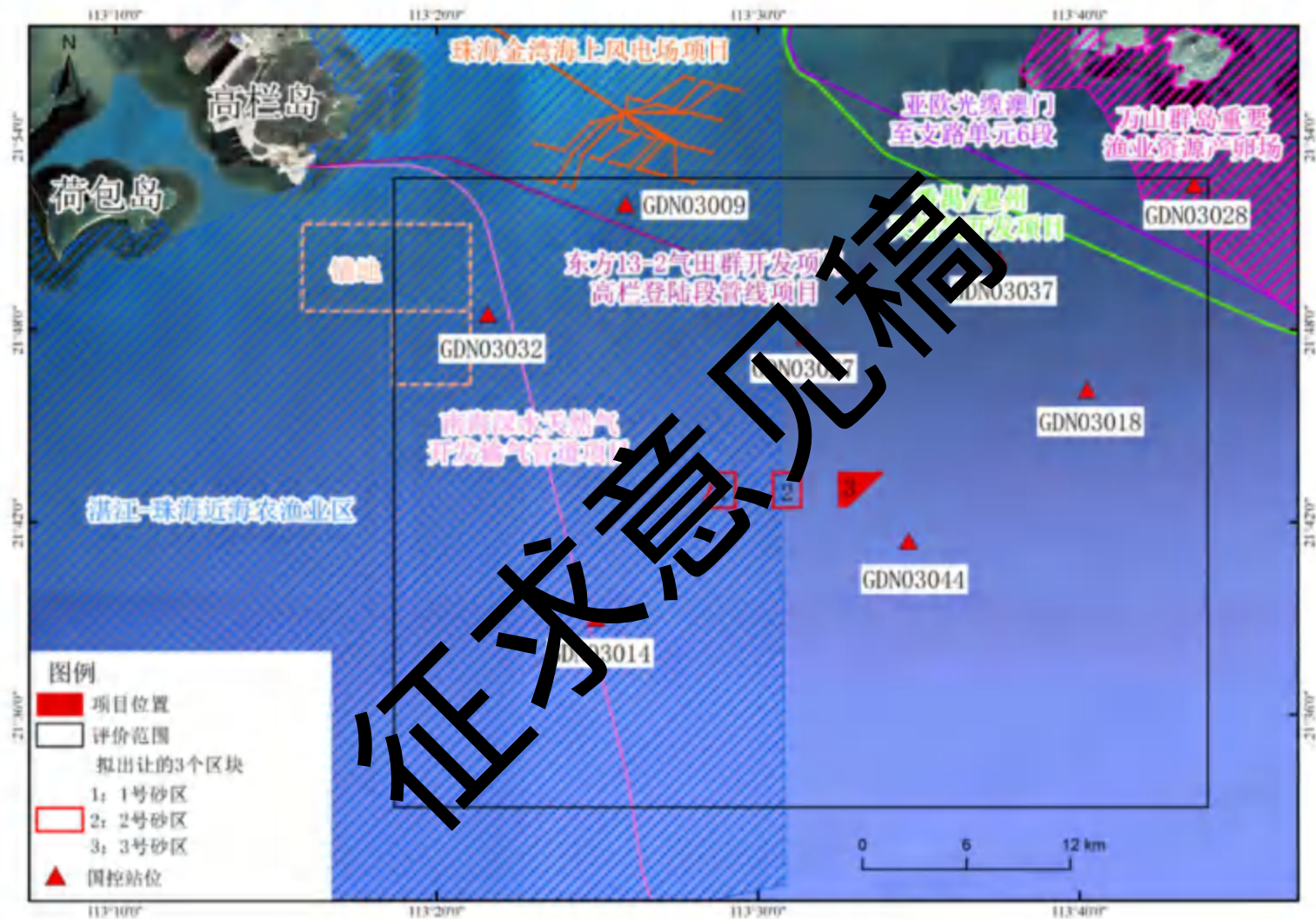


图 2.6.1-1 环境敏感保护目标分布图

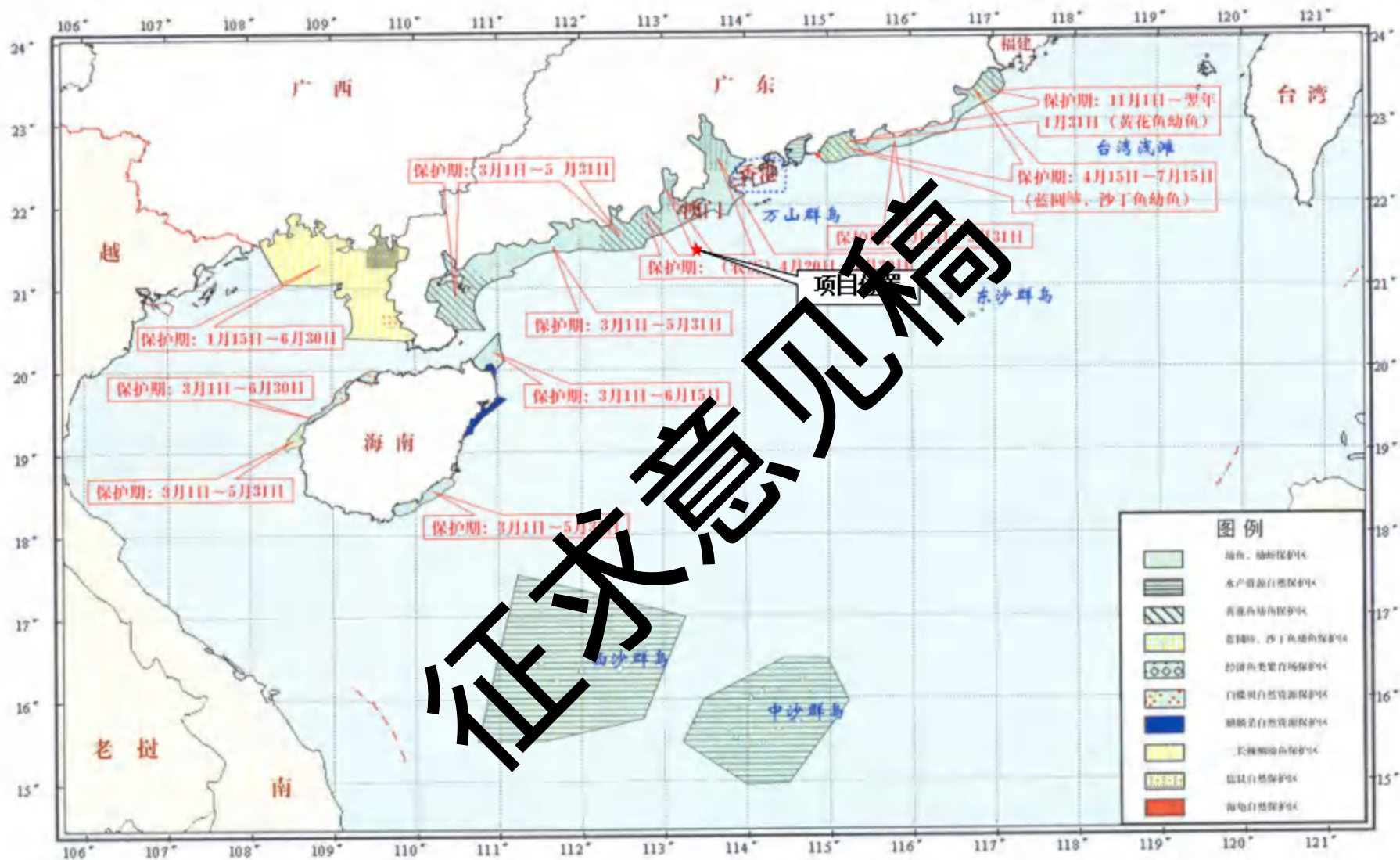


图 2.6.1-2 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图



图 2.6.1-3 南海北部幼鱼繁育场保护区

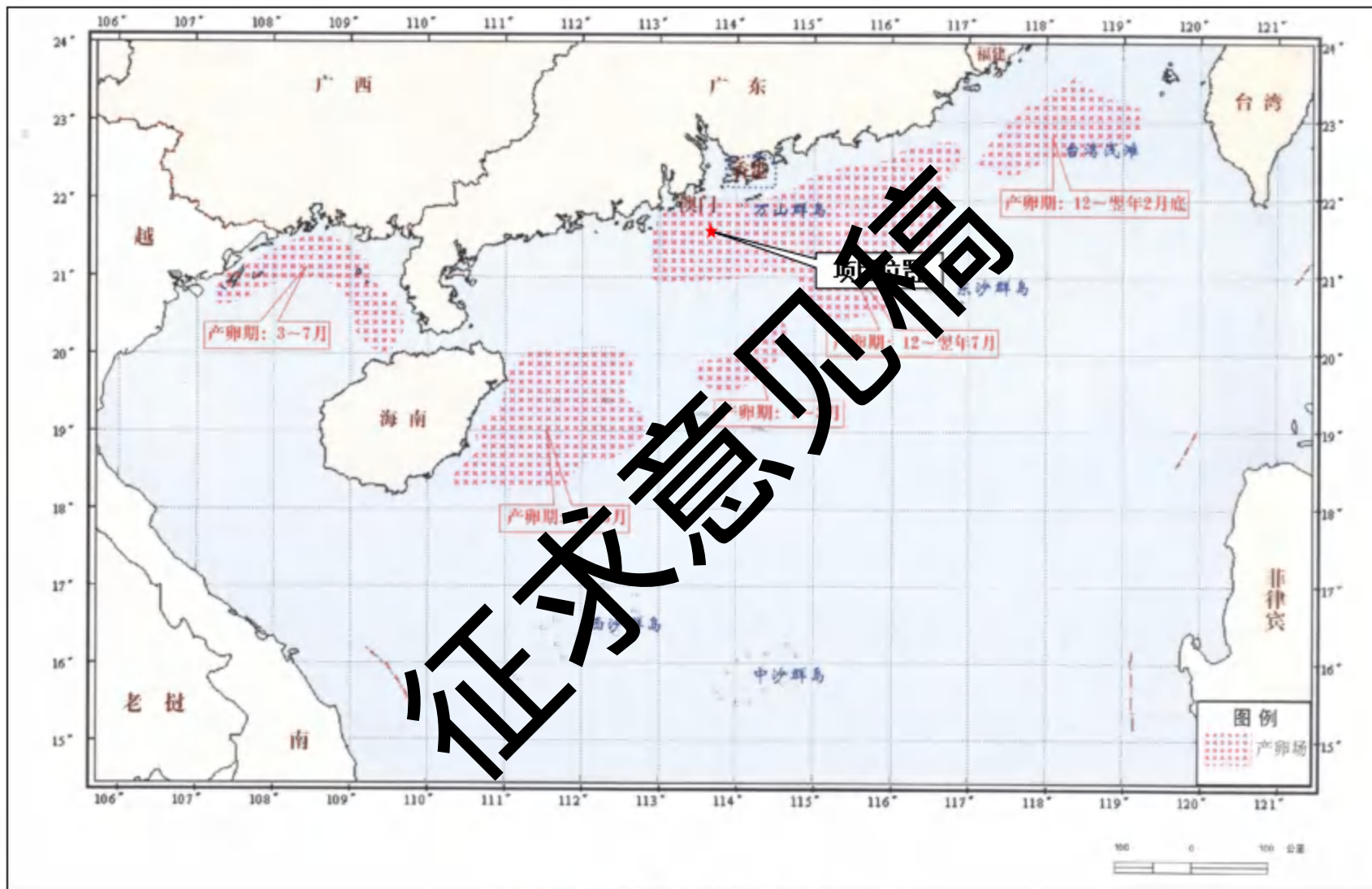
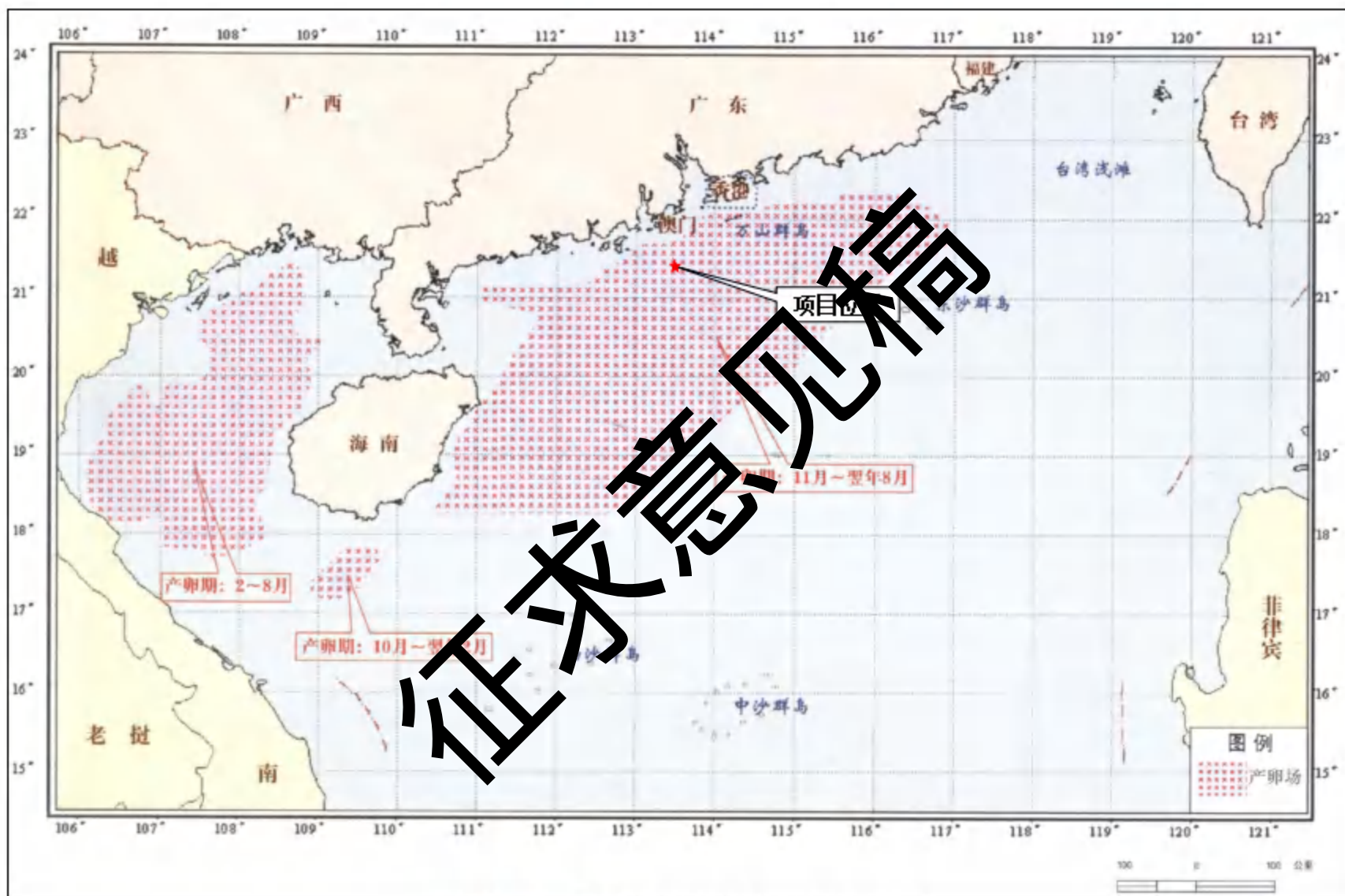


图 2.6.1-4 南海中上层鱼类产卵场示意图



第三章 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

珠海市高栏岛东南侧3号矿区海砂开采。

3.1.1.2 海砂开采性质

本项目为新建采矿权项目，开采方式为露天水下开采，矿区出让年限为2年11个月（含准备期4个月）。

3.1.1.3 海砂开采地理位置

拟采砂区位于广东省珠海市高栏岛东南约35km、横琴岛南端39km处海域，行政区域属珠海市管辖。2021年珠海海砂资源拟出让区块共三块，本项目为其中的3号区块，面积为300公顷，拟开采标高：-28.80~-81.50m。项目地理位置见图3.1.1-1所示。三个采砂区的位置关系见图3.1.1-1所示。

3.1.2 建设规模与总平面布置

根据广东省自然资源厅统一部署，珠海市经充分征求省、市两级及驻粤、驻珠各相关单位意见，在高栏岛东南侧约70km海域选划了3个海砂资源拟出让区。3个片区基本信息见表3.1.2-1。3号区块位于片区东部，拟出让面积约300公顷，距1、2号区块的距离分别为5.5km和2km，详见图3.1.2-1。

表3.1.2-1 各采砂区概况

拟出让区编号	面积 (ha)	原矿储量 ($\times 10^4 m^3$)	可开采储量 ($\times 10^4 m^3$)	采砂船出砂效率 (m^3/h)	采砂船数量 (艘)	运砂船数量 (艘)	矿区出让年限	悬砂数模源强 (单艘, kg/s)	
								采砂	洗砂
1号	280	***	***	2000	4	19	3年	31.33	146.5
2号	300	***	***	2000	4	19	2年9个月	31.33	135.4
3号	300	***	***	2000	6	29	2年11个月	31.33	125.29

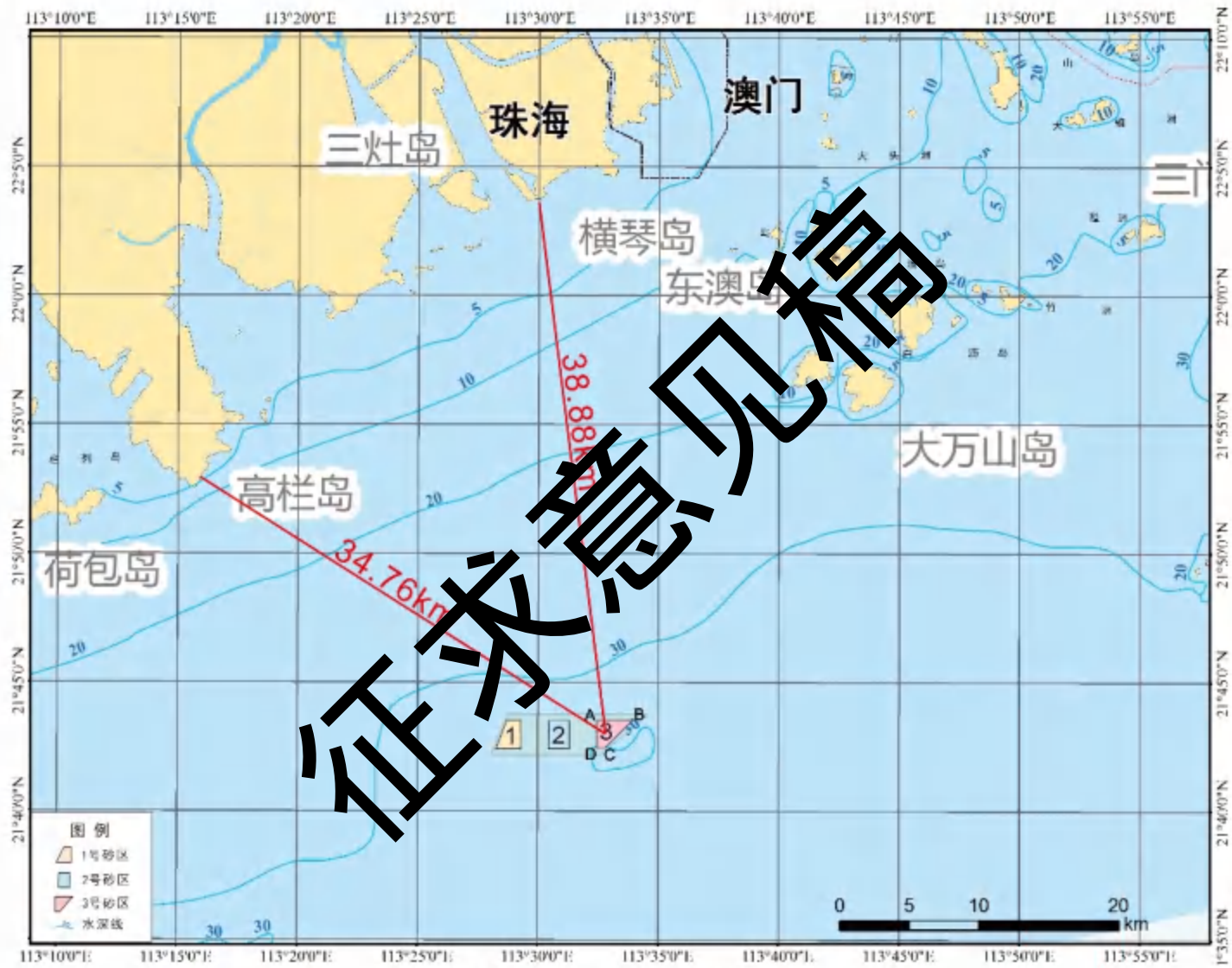


图 3.1.1-1 采砂区地理位置图

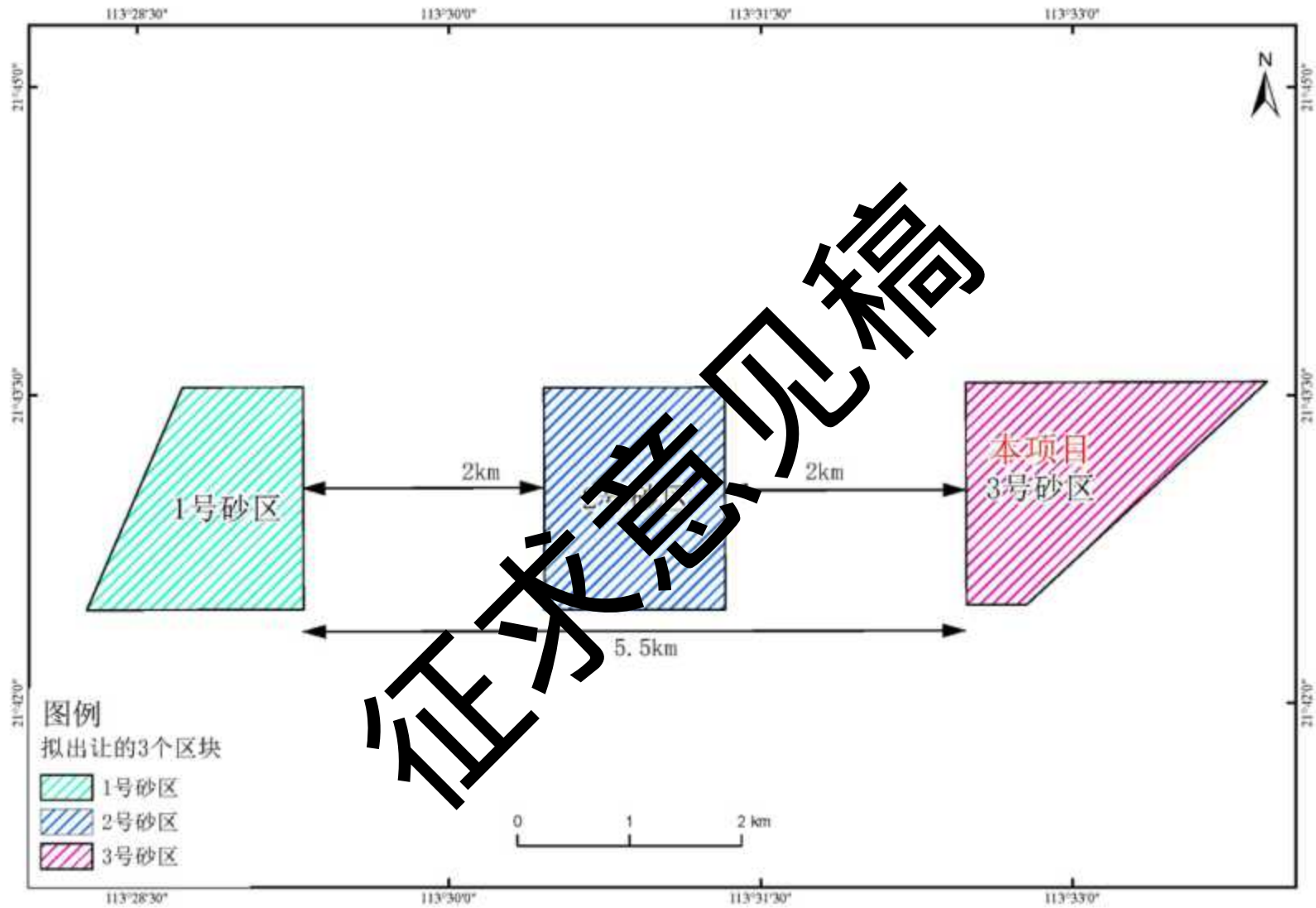


图3.1.2-1 珠海市高栏岛东南侧海域拟出让海砂开采区平面布置及位置关系图

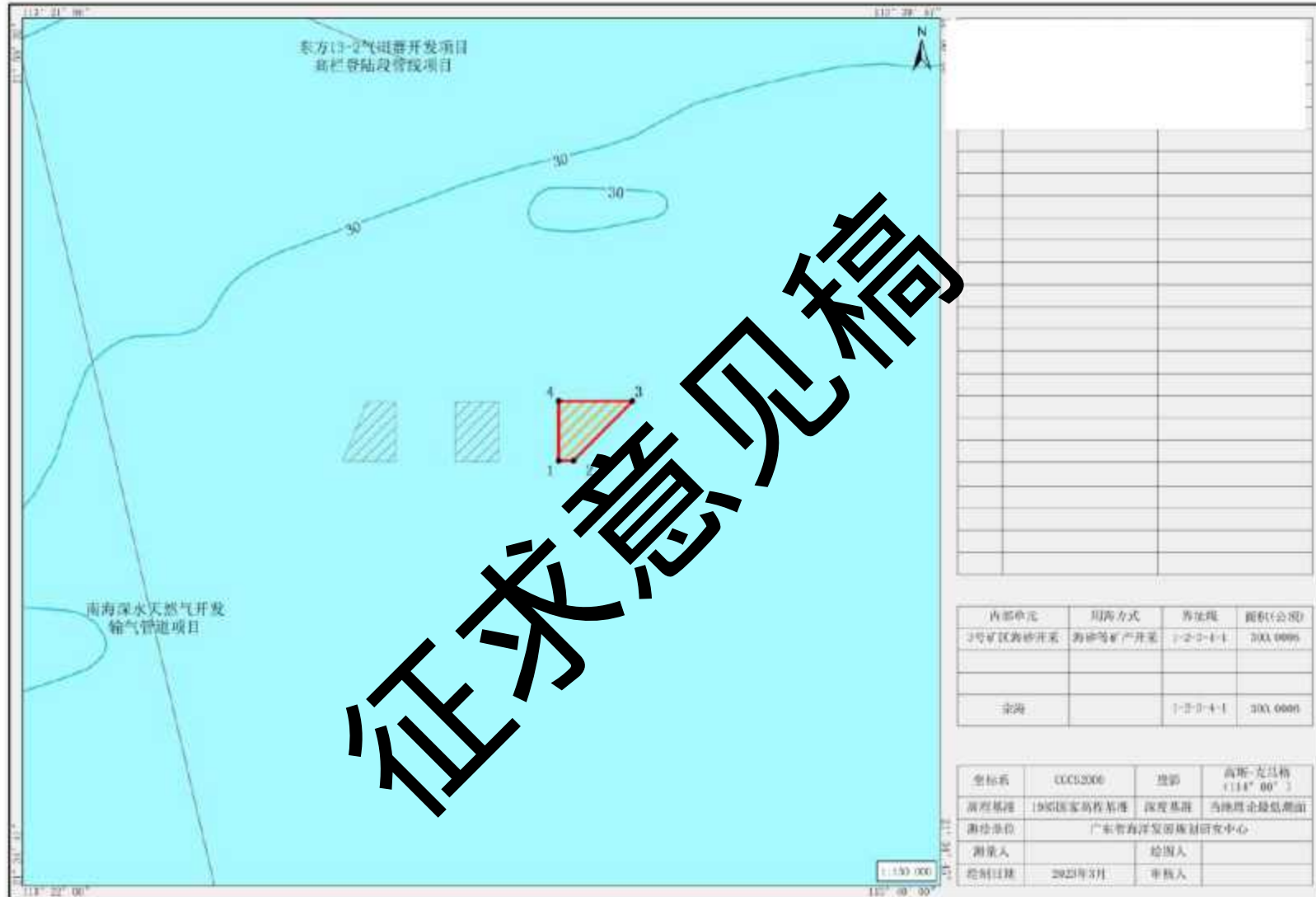


图3.1.2-2 采砂宗海界址图

本项目海砂开采区用海面积为 300 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。

3.1.3 砂源分析

本节主要引用《广东省珠海市高栏岛东南侧3号砂区回填料用海砂资源储量核实报告》（珠海市自然资源局，2022年10月）的相关内容（以下简称《核实报告》）。

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用海砂矿体，矿区范围面积 3000008m²，由 21 个钻孔系统控制。矿区内发现 3 个海砂矿体，自上而下分别命名为 V1、V2 和 V3，其中，V1 矿体位于上全新统灯笼沙组上部，V2 矿体位于灯笼沙组下部，V3 矿体位于万顷沙组上部。其平面分布见图 3.1.3-1~图 3.1.3-4。

V1 矿体全区皆有分布，区内 21 个钻孔皆见矿。矿区内 V1 矿体平面形状为倒梯形，面积 3000008m²，其南北长 2000m，东西宽 500~2500m，赋存标高 -44.71~-28.80m。矿体形态呈近似板状体，剖面呈层状，厚度较稳定，东南部稍有增厚。产状稳定，总体近水平，局部低角度倾斜。

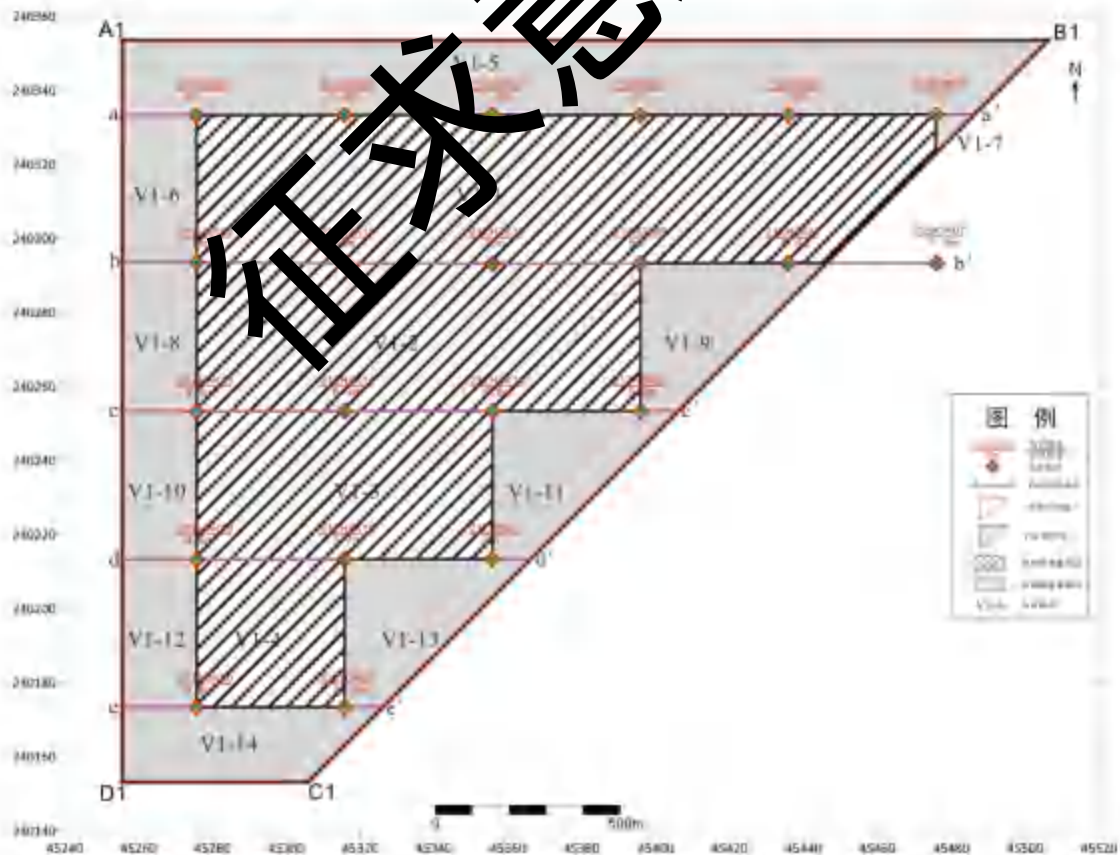


图3.1.3-1 珠海市高栏岛东南部3号砂区V1矿体平面分布图

V2 矿体全区皆有分布，区内 21 个钻孔皆见矿。矿区范围内 V2 矿体平面形状为倒梯形，面积 3000008m²，其南北长为 2000m，东西宽 500~2500m，赋存标高-66.78~-37.80m。矿体形态呈近似板状体，剖面呈层状、透镜状产出，连续性较好，局部有增厚、减薄及分支复合现象。产状总体近水平，局部低角度倾斜。

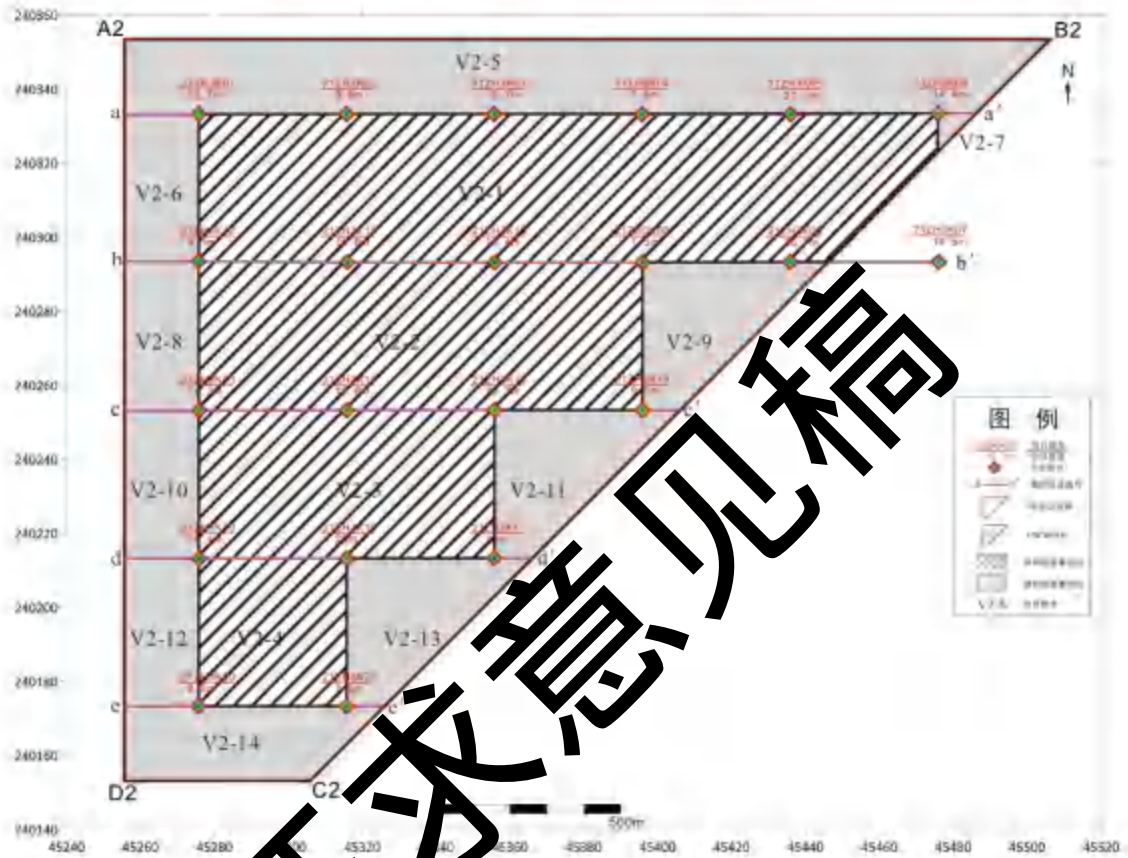


图 3.1.3-2 珠海市高栏岛东南部 3 号砂区 V2 矿体平面分布图

V3 矿体全区皆有分布，区内 21 个钻孔皆见矿（图 4-1-3）。矿区范围内 V3 矿体平面形状为倒梯形，面积 3060008m²，其南北长为 2000m，东西宽 500~2500m，赋存标高-81.80~-61.82m，矿体角点坐标见表 4-1-3。矿体形态呈近似板状体，剖面呈层状、透镜状产出，连续性较好，局部有增厚、减薄及分支复合现象。产状总体近水平，局部低角度倾斜。

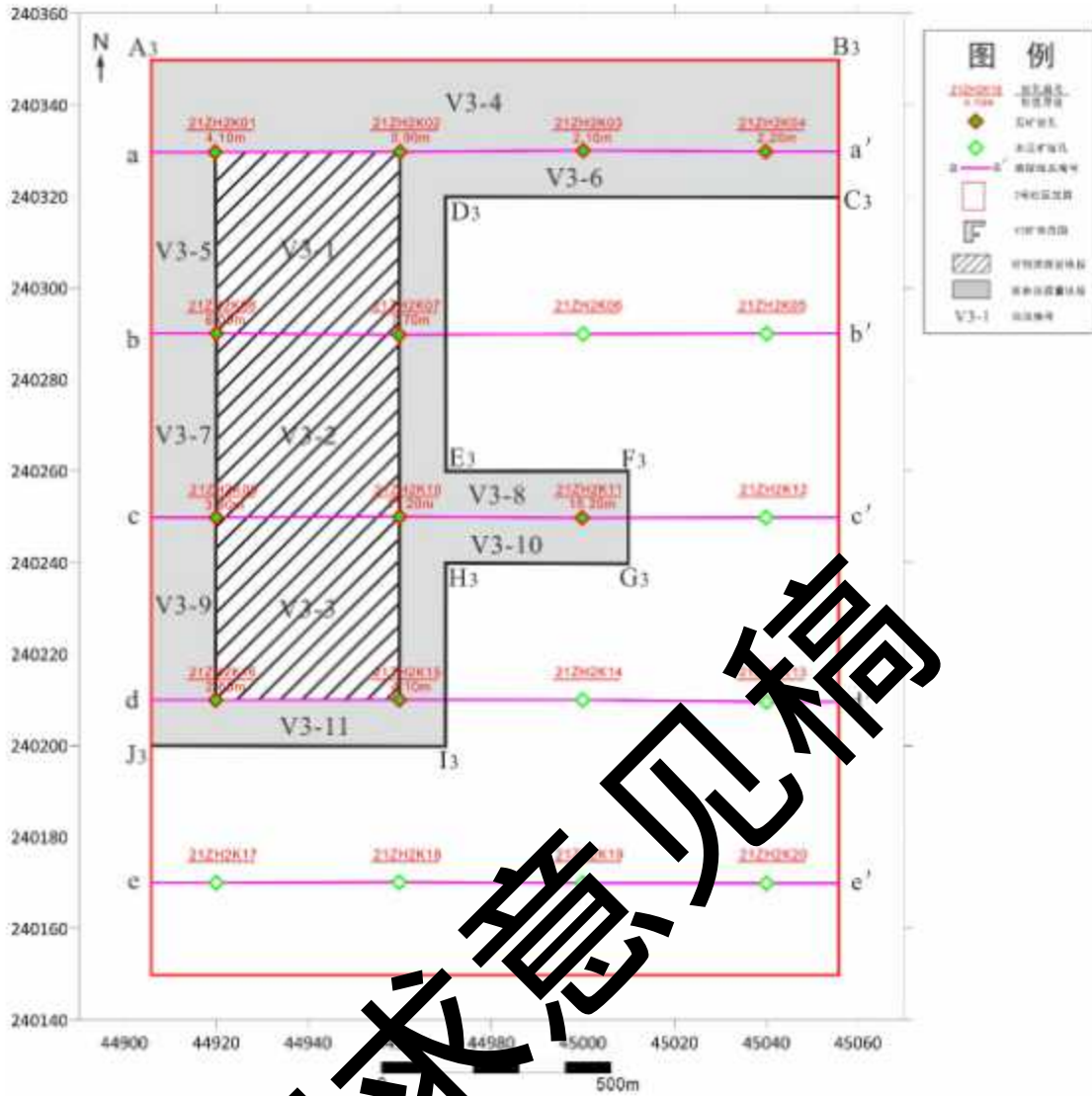


图 3.1.3-3 珠海市高栏岛东南部 3 号砂区 V3 矿体平面分布图

各个钻孔中矿体 V1、V2 和 V3 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 珠海市高栏岛东南部3号砂区各钻孔 V1、V2 和 V3 矿体顶底面标高、厚度和盖层厚度表 (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	V3 矿体 顶面标高	V3 矿体 底面标高	V4 矿体 顶面标高	V4 矿体 底面标高	V1 矿体 厚度	V2 矿体 厚度	V3 矿体 厚度	V4 矿体 厚度	V1 矿体盖 层厚度	V2 矿体 盖层厚度	V3 矿体 盖层厚度	V4 矿体 盖层厚度
21ZH3K01	-29.44	-29.44	-35.44	-43.84	-65.34	-71.04	-80.64	6.00	15.70	9.60	0	14.40	41.60	21ZH3K01	-29.44	-29.44	-35.44
21ZH3K02	-29.35	-29.35	-34.95	-46.65	-56.45	-65.15	-81.35	5.60	9.80	14.50	0	17.30	35.80	21ZH3K02	-29.35	-29.35	-34.95
21ZH3K03	-29.35	-29.35	-37.15	-46.55	-65.35	-66.35	-79.95	7.80	15.70	13.60	0	17.20	37.00	21ZH3K03	-29.35	-29.35	-37.15
21ZH3K04	-29.98	-29.98	-36.98	-44.98	-59.18	-66.98	-81.38	7.00	7.80	14.40	0	15.00	37.00	21ZH3K04	-29.98	-29.98	-36.98
21ZH3K05	-29.22	-29.22	-36.82	-43.92	-65.22	-65.22	-79.22	7.60	21.30	14.00	0	14.70	36.00	21ZH3K05	-29.22	-29.22	-36.82
21ZH3K06	-29.38	-29.38	-36.38	-49.68	-64.08	-65.38	-80.68	7.00	14.40	15.30	0	17.30	36.00	21ZH3K06	-29.38	-29.38	-36.38
21ZH3K07	-29.39	-29.39	-37.19	-46.89	-61.39	-67.49	-73.99	7.80	14.50	6.50	0	17.50	38.10	21ZH3K07	-29.39	-29.39	-37.19
21ZH3K08	-29.83	-29.83	-35.73	-44.53	-65.23	-65.23	-81.03	5.90	20.70	14.50	0	14.70	35.40	21ZH3K08	-29.83	-29.83	-35.73
21ZH3K09	-29.03	-29.03	-34.03	-50.73	-52.03	-68.43	-77.73	5.00	1.20	9.30	0	21.70	39.40	21ZH3K09	-29.03	-29.03	-34.03
21ZH3K10	-29.02	-29.02	-40.02	-44.02	-62.42	-74.72	-79.02	11.00	18.40	11.00	0	15.00	45.70	21ZH3K10	-29.02	-29.02	-40.02
21ZH3K11	-29.37	-29.37	-39.37	-46.17	-56.77	-66.87	-80.57	10.00	20.60	11.70	0	16.80	37.50	21ZH3K11	-29.37	-29.37	-39.37
21ZH3K12	-29.42	-29.42	-36.42	-44.02	-58.52	-61.82	-81.12	7.00	19.00	19.30	0	14.60	32.40	21ZH3K12	-29.42	-29.42	-36.42
21ZH3K13	-29.30	-29.30	-38.80	-48.30	-62.60	-62.60	-79.80	9.00	14.30	17.20	0	19.00	33.30	21ZH3K13	-29.30	-29.30	-38.80
21ZH3K14	-30.40	-30.40	-36.70	-37.80	-54.40	-62.80	-81.10	6.30	16.00	16.70	0	7.40	32.40	21ZH3K14	-30.40	-30.40	-36.70
21ZH3K15	-29.79	-29.79	-36.59	-41.89	-52.59	-63.29	-81.19	6.80	10.70	17.90	0	12.10	33.50	21ZH3K15	-29.79	-29.79	-36.59
21ZH3K16	-30.02	-30.02	-35.22	-46.02	-55.12	-62.82	-76.02	9.20	9.10	13.20	0	16.00	32.80	21ZH3K16	-30.02	-30.02	-35.22
21ZH3K17	-29.30	-29.30	-37.30	-44.80	-63.80	-78.30	-80.30	8.00	19.00	2.00	0	15.50	49.20	21ZH3K17	-29.30	-29.30	-37.30
21ZH3K18	-28.80	-28.80	-36.50	-38.80	-63.80	-65.80	-80.10	7.70	25.00	11.70	0	10.00	35.00	21ZH3K18	-28.80	-28.80	-36.50
21ZH3K19	-30.78	-30.78	-35.38	-50.38	-66.78	-74.48	-79.88	4.60	16.40	4.80	0	19.60	43.70	21ZH3K19	-30.78	-30.78	-35.38
21ZH3K20	-28.99	-28.99	-31.79	-55.39	-63.99	-66.29	-80.39	2.80	8.60	12.10	0	26.40	37.30	21ZH3K20	-28.99	-28.99	-31.79
21ZH3K21	-31.31	-31.31	-44.71	-56.51	-64.11	-66.11	-81.51	13.40	7.60	13.60	0	25.20	34.80	21ZH3K21	-31.31	-31.31	-44.71
平均值	-29.59	-29.59	-36.83	-46.28	-60.91	-66.92	-79.87	7.20	13.70	12.30	0	16.70	37.30	平均值	-29.59	-29.59	-36.83

3.1.3.1.2 矿体厚度

矿体 V1：矿区该矿体厚度变化在 2.80~13.40m 之间，平均厚度 7.20m，矿区北部矿体厚度大致呈现中间厚、四周薄的特征，矿区南部矿体厚度呈西薄东厚的特征（图 3.1.3-5）。矿体沿勘探线 a-a'自西向东厚度较均匀，在 5.60~7.70m 之间；沿勘探线 b-b'自西向东呈波浪变化，最厚 11.00m，最薄 5.00m；沿勘探线 c-c'自西向东呈整体变薄的特征，最厚 9.50m，最薄 5.20m；沿勘探线 d-d'自西向东呈变厚的特征，最厚 8.00m，最薄 4.60m；沿勘探线 e-e'自西向东呈变厚的特征，最厚 13.40m，最薄 2.80m。其中，21ZH3K20 钻孔矿体厚度最小，为 2.80m，21ZH3K21 钻孔厚度最大，为 13.40m，矿体厚度变化系数为 32.4%，矿体厚度稳定。

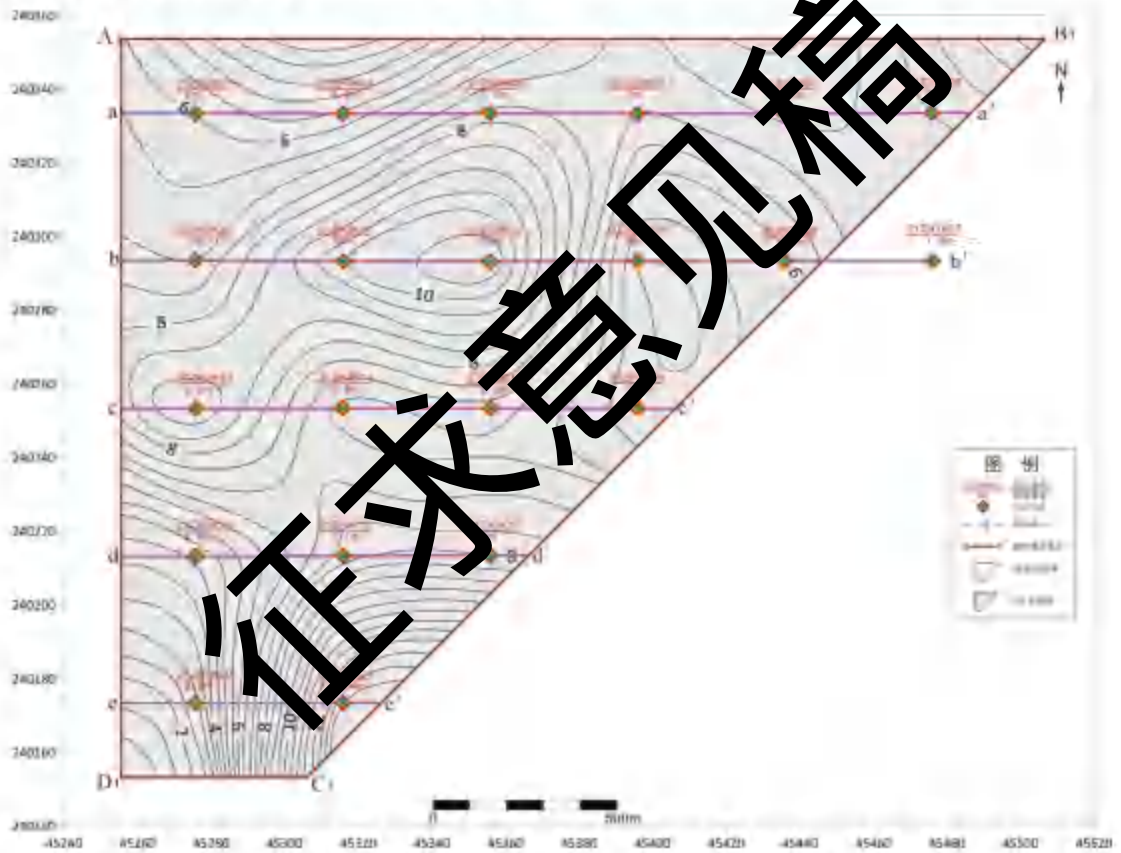


图3.1.3-5 珠海市高栏岛东南部3号砂区V1矿体海砂等厚度图

矿体 V2：矿体厚度变化在 1.30~25.00m 之间，平均厚度 13.70m，矿区北部矿体厚度自西向东大致呈波浪变化，矿区南部矿体厚度呈中间厚、向四周减薄的特征（图 3.1.3-6）。矿体沿勘探线 a-a'自西向东呈波浪变化，最厚 21.30m，最薄 7.80m；沿勘探线 b-b'自西向东也呈波浪变化，最厚 20.70m，最薄 1.30m；沿勘探线 c-c'自西向东也呈波浪变化，最厚 16.60m，最薄 9.10m；沿勘探线 d-d'自西向东呈波浪变化，最厚 25.00m，最薄 15.00m；沿勘探线 e-e'自西向东厚度较均匀，在 7.60~8.60m 之间。其中，21ZH3K09

钻孔矿体厚度最小，为 1.30m，21ZH3K18 钻孔厚度最大，为 25.00m，矿体厚度变化系数为 41.4%，矿体厚度较稳定。

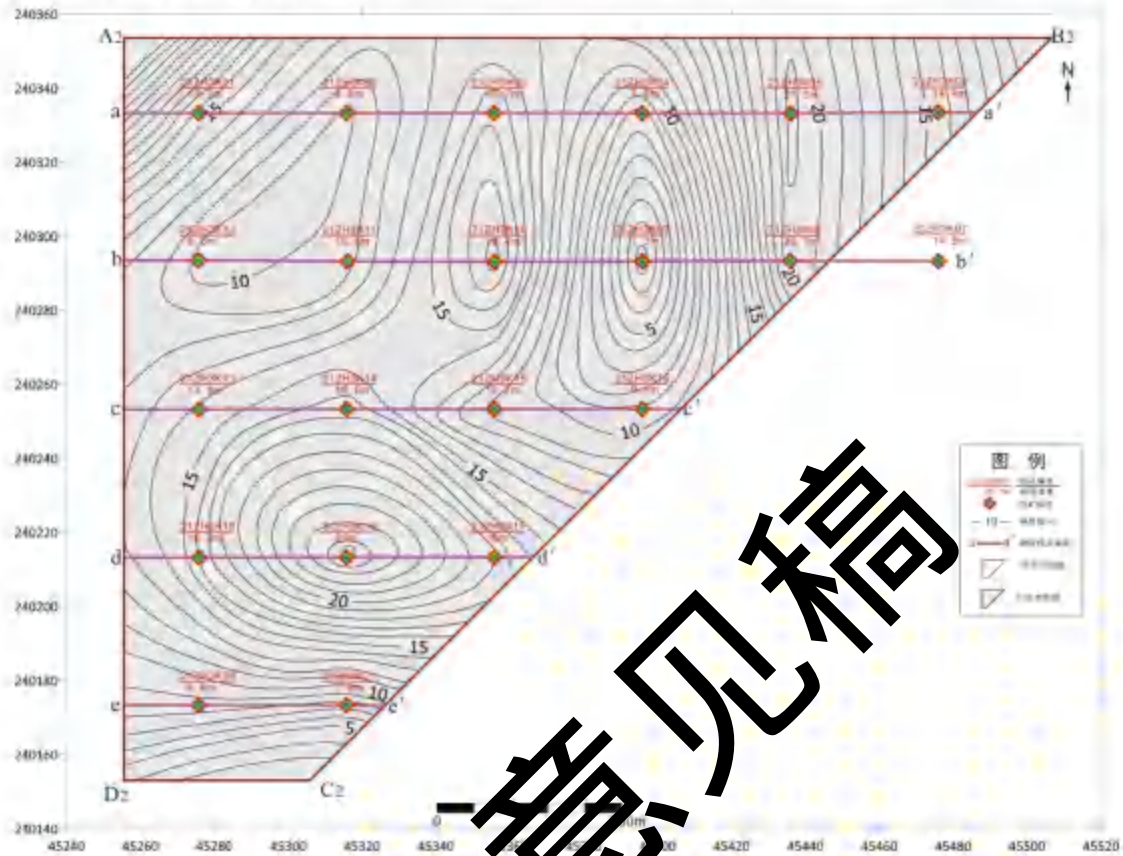


图3.1.3-6 珠海市高栏岛东南侧3号矿区海砂区V2矿体海砂等厚度图

矿体 V3：矿体厚度变化在 2.00m—19.30m 之间，平均厚度 12.30m，矿区矿体厚度整体上呈波浪变化特征（图 3.1.3-7）。矿体沿勘探线 a-a' 自西向东呈先变厚-再均匀的特征，最厚 15.30m，最薄 9.60m；沿勘探线 b-b' 自西向东呈波浪变化，最厚 19.30m，最薄 4.30m；沿勘探线 c-c' 自西向东整体呈变薄的特征，最厚 17.90m，最薄 13.20m；沿勘探线 d-d' 自西向东呈波浪变化，最厚 11.70m，最薄 2.00m；沿勘探线 e-e' 自西向东呈整体变厚的特征，最厚 13.60m，最薄 12.10m。其中，21ZH3K17 钻孔矿体厚度最小，为 2.00m，21ZH3K12 钻孔厚度最大，为 19.30m，矿体厚度变化系数为 35.4%，矿体厚度稳定。

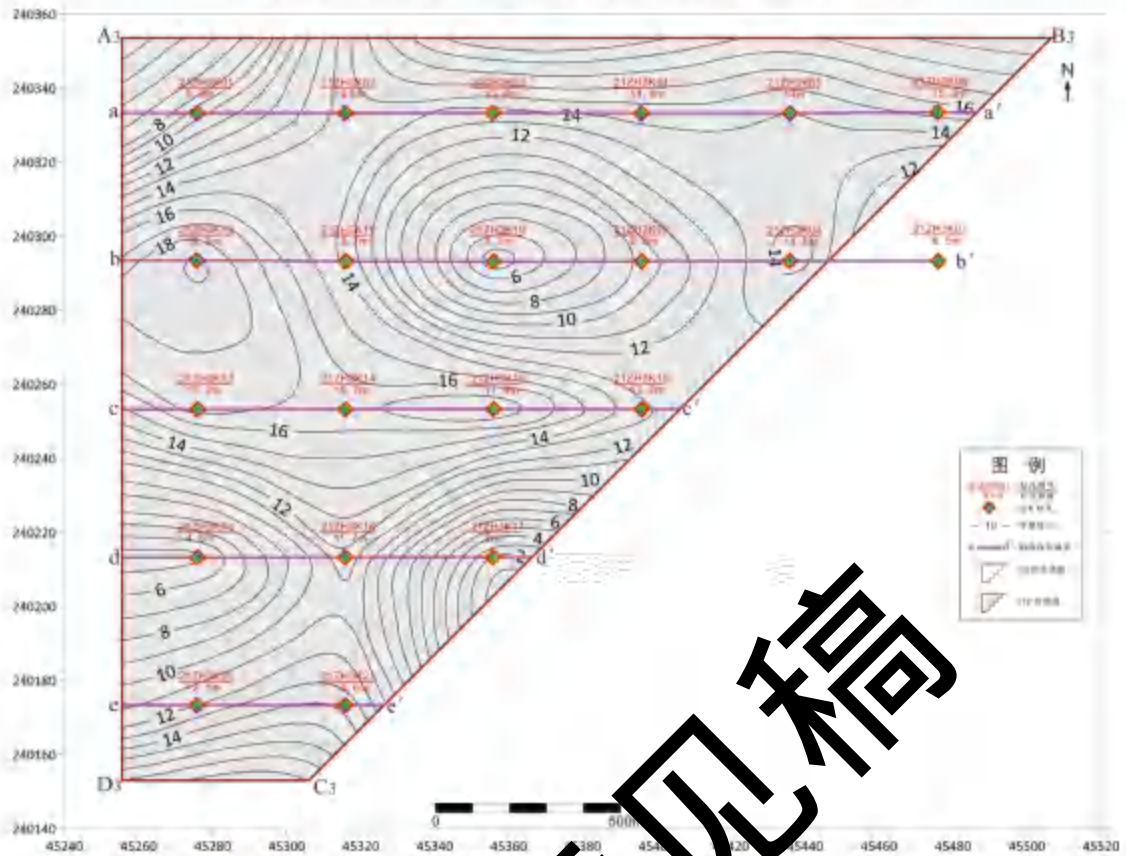


图 3.1.3-7 珠海市高栏岛东南侧 3 号矿区 V3 矿体海砂等厚度图

3.1.3.2 资源量估算

1、质量指标

- (1) 含砂量 $\geq 50\%$ （粒径 $\geq 0.075\text{mm}$ 的沉积物含量）；
- (2) 细度模数 ≥ 0.7 （根据《建设用砂》（GB/T 14684-2011）和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ 52-2006））。
- (3) 放射性物质照射指数 ≤ 1 、云母含量 $< 2\%$ 、硫化物及硫酸盐 $< 0.5\%$ ；
- (4) 粗砂 3.7~3.1，中砂 3.0~2.3，细砂 2.2~1.6，特细砂 1.5~0.7。

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) 单钻孔矿体的圈定

- 1) 凡达到工业指标要求、厚度 $\geq 2\text{m}$ 的连续样段圈为矿体。
- 2) 不符合工业指标要求、厚度 $> 1\text{m}$ 的样段一般作为夹层圈定。
- 3) 达到工业指标要求的连续样段间夹 $> 1\text{m}$ 不符合工业指标要求的样段，当经与上、

下矿石样段加权平均达到工业指标要求时，作矿体圈定。

4) 对于厚度小于最小可采厚度而符合工业指标要求的样段，当其与相邻钻孔相对应时，仍作矿体圈定。

5) 夹于夹层间的个别小于可采厚度的矿石样段，若未与相邻钻孔相对应时，一并作为夹层圈。

(2) 剖面矿体的连接

1) 剖面上相邻两钻孔，同层同矿体根据地质特征连接。

2) 剖面上相邻两钻孔，当一钻孔见矿体，另一钻孔未见矿体，则由见矿矿体钻孔平行外推相邻钻孔间距的 1/4 为界；边缘钻孔矿体（夹层）平行外推至边界（边缘钻孔、剖面与矿区边界的间距均 < 200m）；剖面上相邻两钻孔矿体间的夹层，当一钻孔为夹层，另一钻孔未见夹层，则由见夹层钻孔有限外推钻孔间距的 1/2 为界。

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，地质块段法的资源量计算公式如下：

其中：VR 为海砂原矿体积；

S_i 为第 i 个块段的面积；

H_i 为参加块段资源量估算的各工程海砂厚度的算术平均值。

本报告海砂资源量估算公式为：

$$V = VR \times (1 - M)$$

其中：V 为海砂体积资源量；

M 为海砂原矿平均含泥量。

6、海砂资源量（不含泥）估算结果

本矿区回填料用海砂资源量估算信息详见表 3.1.3-2~表 3.1.3-5。

V1 矿体：

控制资源量： $V_{V1-k} = ***m^3$ ；推断资源量： $V_{V1-t} = ***m^3$

V2 矿体：

控制资源量： $V_{V2-k} = ***m^3$ ；推断资源量： $V_{V2-t} = ***m^3$

V3 矿体：

控制资源量： $V_{V3-k} = ***m^3$ ；推断资源量： $V_{V3-t} = ***m^3$

矿区：

控制资源量： $V_k = V_{V1-k} + V_{V2-k} + V_{V3-k} = ***m^3$

推断资源量： $V_t = V_{V1-t} + V_{V2-t} + V_{V3-t} = ***m^3$

控制+推断资源量： $V = V_k + V_t = ***m^3$

表 3.1.3-2 珠海市高栏岛东南部3号砂区 V1 矿体海砂资源量估算表

矿体号	块段号	资源量类型	面积 (m ²)	平均厚度 (m)	体积 (×10 ⁴ m ³)	平均含泥量 (%)	资源量 (×10 ⁴ m ³)
V1	V1-1	控制	755493	7.31	552.27	***	***
	V1-2	控制	479505	7.60	364.42	***	***
	V1-3	控制	319998	7.15	228.80	***	***
	V1-4	控制	159572	7.13	113.77	***	***
	V1-5	推断	480515	6.83	328.19	***	***
	V1-6	推断	79197	6.50	51.8	***	***
	V1-7	推断	5160	7.00	3.61	***	***
	V1-8	推断	80334	8.25	66.28	***	***
	V1-9	推断	119828	5.37	64.35	***	***
	V1-10	推断	80289	7.05	56.60	***	***
	V1-11	推断	120086	6.67	80.1	***	***
	V1-12	推断	79765	7.70	61.51	***	***
	V1-13	推断	120017	9.69	116.42	***	***
	V1-14	推断	120257	8.10	97.40	***	***
小计		控制	174568				***
		推断	284440				***
合计		控制+推断	459008				***

表 3.1.3-3 珠海市高栏岛东南部3号砂区 V2 矿体海砂资源量估算表

矿体号	块段号	资源量类型	面积 (m ²)	平均厚度 (m)	体积 (×10 ⁴ m ³)	平均含泥量 (%)	资源量 (×10 ⁴ m ³)
V2	V2-1	控制	755493	13.29	1004.05	***	***
	V2-2	控制	479505	11.29	541.36	***	***
	V2-3	控制	319998	17.00	544.00	***	***
	V2-4	控制	159572	14.40	229.78	***	***
	V2-5	推断	480515	14.12	678.49	***	***
	V2-6	推断	79197	12.50	99.00	***	***
	V2-7	推断	5160	14.40	7.43	***	***
	V2-8	推断	80334	11.80	94.79	***	***
	V2-9	推断	119828	10.37	124.26	***	***
	V2-10	推断	80289	15.35	123.24	***	***
	V2-11	推断	120086	12.93	155.27	***	***
	V2-12	推断	79765	12.50	99.71	***	***
	V2-13	推断	120017	17.20	206.43	***	***

	V2-14	推断	120251	8.10	97.40	***	***
	小计	控制	1714568				***
		推断	1285440				***
	合计	控制+推断	3000008				***

表 3.1.3-4 珠海市高栏岛东南部 3 号砂区 V3 矿体海砂资源量估算表

矿体号	块段号	资源量类型	面积(m ²)	平均厚度(m)	体积(×10 ⁴ m ³)	平均含泥量(%)	资源量(×10 ⁴ m ³)
V3	V3-1	控制	755493	12.42	938.32	***	***
	V3-2	控制	479505	13.95	668.91	***	***
	V3-3	控制	319998	11.72	375.04	***	***
	V3-4	控制	159572	10.55	168.35	***	***
	V3-5	推断	480515	13.57	652.06	***	***
	V3-6	推断	79197	14.45	114.44	***	***
	V3-7	推断	5160	15.30	7.90	***	***
	V3-8	推断	80334	18.25	146.61	***	***
	V3-9	推断	119828	12.33	147.5	***	***
	V3-10	推断	80289	11.00	88.32	***	***
	V3-11	推断	120086	11.00	132.46	***	***
	V3-12	推断	79765	8.55	67.40	***	***
	V3-13	推断	120017	9.10	109.22	***	***
	V3-14	推断	120251	12.85	154.52	***	***
		小计	控制	1714568			
	推断		1285440				***
	合计	控制+推断	3000008				***

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 63 个综合样碎屑矿物分析结果，海砂的矿物组成主要为石英，次要矿物为长石，其中石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 91.95%~96.98%之间。砂层呈层状构造。原砂结构为超细粒、细及中粗粒结构，松散状或稍密。呈层状构造。原砂结构为超细粒、细及中粗粒结构，松散状或稍密。原矿堆积密度 1080kg/m³，紧密密度为 1320kg/m³。

全矿区 0.063mm 以上粒级含量（即砂+砾含量）平均值为 77.66%（含砂、泥量计算过程详见附表 2）。

钻孔 21ZH3K01~21ZH3K21 粒级含量和细度模数垂向变化见图 3.1.3-9。整体上各钻孔砂+砾含量随深度变深的变化无明显规律性。

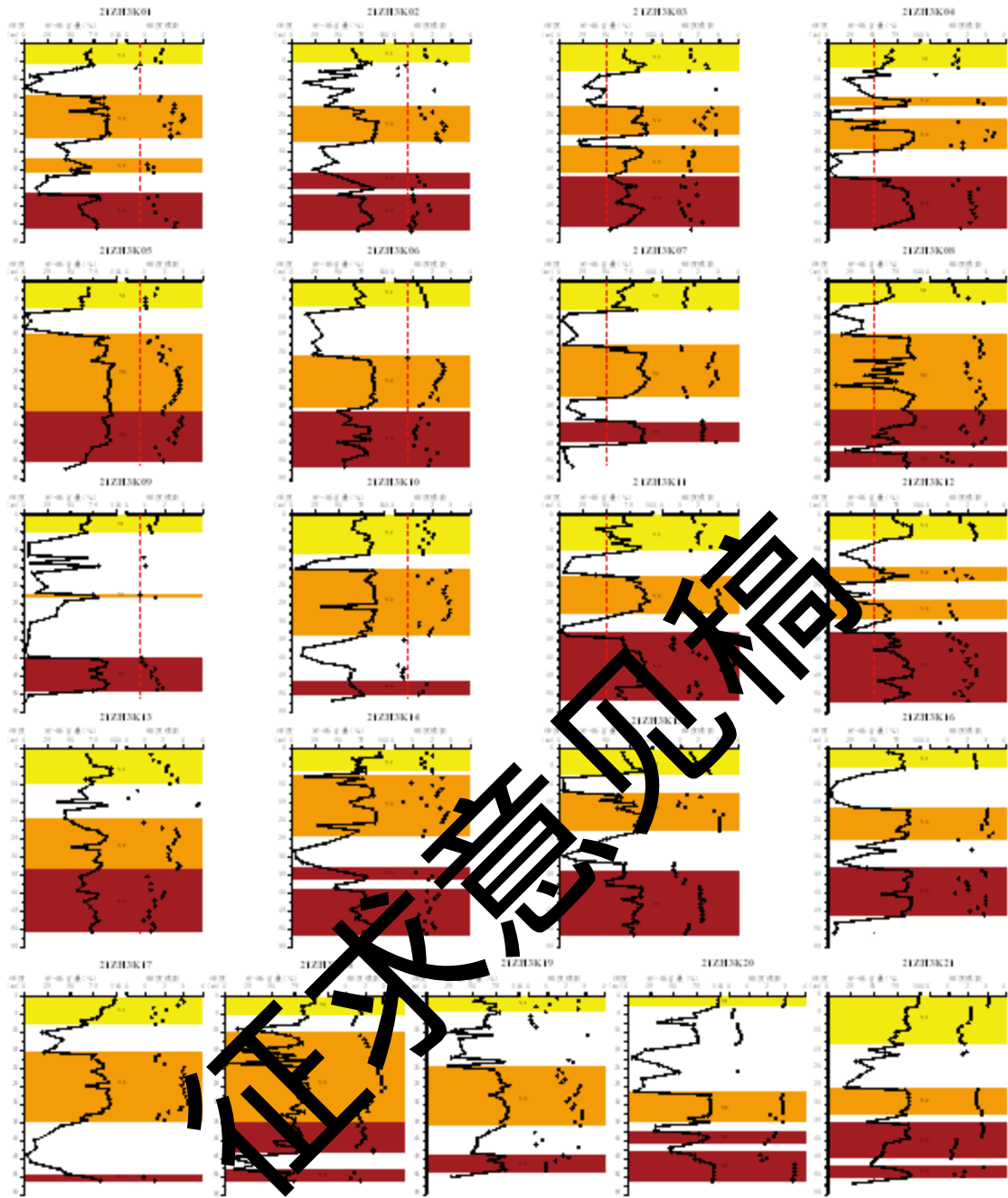


图3.1.3-9 3号砂区各钻孔粒级含量、细度模数垂向变化及矿体厚度图（色带为矿体）

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。见矿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 中各砂层样品含泥量在 2.23~59.98%之间，加权平均值为 25.17%。

矿体 V2 中各样品含泥量在 3.74~98.10%之间，加权平均值为 19.70%。

矿体 V3 中各样品含泥量在 5.81~74.15%之间，加权平均值为 23.61%。

全区所有样品按样长加权的平均含泥量为 22.34%。

3.1.3.3.3 矿区砂源粒径分析

圈定海砂矿体后，按不同矿体计算的样品各粒级累计筛余百分率及单工程细度模数。每个矿体的单孔细度模数按各取样层位厚度加权平均计算总体细度模数，整个矿体的细度模数按各钻孔的算术平均值计算。

V1 矿体砂样细度模数在 0.4~3.1 之间，平均值 1.8 (N=172)，主要为细砂 (N=67) 和特细砂 (N=67)，少数为中砂 (N=35) 和粗砂 (N=2)，总体评价为细砂级别，另外有 1 个样品未达到特细砂规格。

V2 矿体砂样细度模数在 0.5~3.4 之间，平均值 2.3 (N=314)，主要为中砂 (N=174)，其次为细砂 (N=81)，少数为特细砂 (N=49) 和粗砂 (N=9)，总体评价为中砂级别，另外有 1 个样品未达到特细砂规格。

V3 矿体砂样细度模数在 0.6~3.8 之间，平均值 1.8 (N=279)，主要为细砂 (N=109)，其次为特细砂 (N=108)，少数为中砂 (N=48) 和粗砂 (N=1)，总体评价为细砂级别，另外有 1 个样品未达到特细砂规格、1 个样品高于粗砂规格。

全矿区平均细度模数为 2.0，以中砂为主，次为细砂，质量中等-好。

3.1.3.3.4 含矿性分析

1、碎屑矿物

3 号矿区共有 21 个钻孔，每个钻孔均取了 3 个样品进行了碎屑矿物分析，共检出碎屑矿物有 32 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。现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、铬铁矿、菱铁矿、黑云母、绿帘石、岩屑、褐帘石、锡石、透闪石、石榴石、海绿石、辉石、角闪石、榍石、金红石、锐钛矿、白钛石、黄铁矿、电气石、磷灰石、板钛矿、尖晶石及锆石等，轻矿物主要包括碳屑、方解石、蛋白石、白云母、长石及石英等。各钻孔主要碎屑矿物含量变化见表 3.1.3-6。

2、重砂矿物品位

3 号矿区按野外划分的上、中、下三大套砂体（上部大套砂层（0-15m 左右），主要为黄褐色中、粗砂和青灰色泥质砂，多为河道和决口扇沉积；中部大套砂层（15-35m 左右）主要为深灰色中、细砂和深灰色泥质砂，多为决口扇和三角洲朵叶沉积；下部大套砂层（35-50m 左右）主要为黄褐色中、粗砂和青灰色泥质砂，多为河道和决口扇沉积；下同）各取了 1 个混合样，室内对这 3 个混合样进行了重砂分析，检测出磁铁矿、

钛铁矿、锆石、黄铁矿、褐铁矿、金红石、菱铁矿、白钛石、电气石、石榴石、角闪石、绿帘石、辉石、独居石、赤铁矿、锐钛矿等共计 16 种矿物，某些矿物的含量极少，未进行称重计量。

海区砂矿目前国内尚无统一的参考性工业指标，矿床评价指标方案使用《砂矿（金属矿产）地质勘查规范》（DZ/T0208-2002）和《矿产地质勘查规范—金属砂矿类》（DZ/T0208-2020）中的一般工业指标，其中钛铁矿和锆石的评价指标参照《矿产地质勘查规范—金属砂矿类》（DZ/T0208-2020）中的一般工业指标，金红石和独居石的评价指标参照《砂矿（金属矿产）地质勘查规范》（DZ/T0208-2002）中的一般工业指标，具体见表 3.1.3-7。

表 3.1.3-7 本次评价使用的矿床工业指标

工业指标项目	钛铁矿	锆石	金红石	独居石
边界品位 (kg/m ³)	5	0.8	0.5	0.5
最底工业品位 (kg/m ³)	13	2	1	1.2
可采厚度 (m)	≥2	≥1	≥1	1
最小夹石剔除厚度 (m)	2~3	2~3	2	1~2

3、品位计算以及评价

为了便于与使用的工业指标作比较，将矿物含量单位 g/t 转换为 kg/m³，所用的砂土的干密度值为 1.75g/cm³，换算结果见表 3.1.3-8。表中的“/”表示未检出。

表 3.1.3-8 钻孔中单样折算后品位

样品编号	重矿物品位 (kg/m ³)			
	钛铁矿	锆石	金红石	独居石
21ZH3-01 (轻砂)	1.13	0.28	0.09	/
21ZH3-02 (重砂)	0.75	0.15	/	/
21ZH3-03 (轻砂)	1.11	0.33	0.08	/

根据钻孔中单样重砂分析结果折算的品位，参照工业指标，矿区主要的有用重矿物为钛铁矿、锆石、金红石和独居石，均未达到边界品位。

表 3.1.3-6 3号砂区碎屑矿物主要种类含量表

野外编号	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	褐铁矿	赤铁矿	黑云母	石膏	海绿石	黄铁矿	蛭石	方解石	白云母	长石	石英
21ZH3K01-01	1.35	32.02	3.53	1.60	13.46	0.96	0.32	75.32	3.85	0.00	0.00	0.72	0.24	3.34	95.47
21ZH3K01-02	0.32	13.37	5.66	1.57	3.77	0.31	0.63	70.75	0.00	0.00	0.00	1.09	0.55	2.73	95.63
21ZH3K01-03	1.28	32.23	7.94	0.88	0.88	0.00	0.29	36.76	51.74	0.29	0.00	3.45	0.46	4.14	91.95
21ZH3K02-01	1.79	41.54	5.78	0.30	0.61	0.00	0.61	53.19	37.01	0.00	0.00	0.84	1.05	3.77	94.34
21ZH3K02-02	0.22	21.34	21.56	1.50	0.90	0.00	0.90	67.37	0.00	0.60	0.00	0.72	0.48	2.64	96.15
21ZH3K02-03	3.11	49.36	3.37	0.61	0.92	0.00	0.61	41.41	50.01	0.31	0.00	0.64	0.21	3.61	95.54
21ZH3K03-01	0.39	28.37	17.76	0.31	4.67	2.18	1.56	61.98	3.74	0.00	0.00	1.19	0.48	2.86	95.47
21ZH3K03-02	0.42	24.14	18.69	0.30	4.45	0.59	1.19	53.80	8.01	0.59	0.00	1.20	0.24	2.40	96.15
21ZH3K03-03	3.00	67.23	4.53	0.30	0.60	0.30	1.50	34.00	55.89	0.00	0.00	0.64	0.43	3.19	95.74
21ZH3K04-01	1.92	41.16	7.04	0.56	3.38	0.30	1.21	72.11	32.39	0.28	0.00	3.11	0.62	3.11	93.17
21ZH3K04-02	0.46	30.52	10.50	0.58	6.12	0.00	1.46	75.80	0.00	0.87	0.00	0.96	0.48	2.87	95.69
21ZH3K04-03	0.25	22.42	20.35	0.87	4.38	0.87	0.87	68.31	2.03	0.58	0.00	0.96	0.24	2.64	96.15
21ZH3K05-01	2.18	47.99	8.08	0.30	6.30	0.00	0.90	51.50	37.43	0.00	0.00	3.72	0.2	2.69	92.98
21ZH3K05-02	0.38	22.56	8.18	3.64	2.12	0.51	1.21	81.82	0.00	0.61	0.24	0.72	0.24	2.88	95.92
21ZH3K05-03	3.43	15.71	3.60	0.90	7.21	0.60	0.60	82.58	0.00	0.30	0.24	1.43	0.2	2.86	95.24
21ZH3K06-01	1.56	46.38	4.82	0.60	8.09	0.00	0.60	49.70	40.66	0.00	0.00	2.49	0.41	3.53	93.36
21ZH3K06-02	0.16	26.29	20.57	0.60	2.14	0.57	0.57	64.29	4.29	0.57	0.00	0.72	0.48	2.41	96.39
21ZH3K06-03	2.59	33.18	7.00	0.58	1.46	0.29	0.87	53.94	33.53	0.29	0.24	1.18	0.71	3.08	94.79
21ZH3K07-01	1.21	27.92	7.62	0.29	0.59	0.29	0.29	33.72	54.25	0.29	0.00	2.35	0.23	3.05	93.90
21ZH3K07-02	0.28	15.68	11.93	1.53	3.67	0.92	0.61	76.45	1.53	0.00	0.00	1.19	0.48	3.10	95.24
21ZH3K07-03	1.29	27.35	8.42	0.27	6.79	1.09	0.54	44.84	36.68	0.27	0.23	2.10	0.47	3.50	93.46
21ZH3K08-01	1.48	7.49	0.65	0.33	11.76	0.00	0.65	86.60	0.00	0.00	0.27	1.37	0.82	1.37	96.15

珠海市高栏岛东南侧3号矿区海砂开采环境影响报告书

野外编号	重矿物 总含量 (%)	轻矿物 总含量 (%)	重—重矿物含量(%)								重—轻矿物含量(%)				
			褐铁矿	黄铁矿	磁铁矿	赤铁矿	黑云母	岩屑	海绿石	黄铁矿	磷屑	方解石	白云母	长石	石英
21ZH3K08-02	0.19	17.68	7.44	3.57	5.36	0.89	0.60	77.38	4.46	0.30	0.00	0.82	0.27	3.28	95.63
21ZH3K08-03	0.18	57.48	10.88	8.16	1.51	0.30	0.91	67.98	6.34	0.30	0.00	0.43	0.22	2.58	96.77
21ZH3K09-01	1.13	37.77	7.14	0.86	2.00	0.57	0.57	47.14	38.57	0.29	0.00	2.49	0.42	3.12	93.56
21ZH3K09-02	0.24	46.15	18.46	5.38	3.85	0.77	1.28	60.26	6.42	0.51	0.00	0.43	0.43	2.16	96.98
21ZH3K09-03	0.79	44.72	14.11	0.50	5.94	1.24	0.74	43.32	30.82	0.55	0.00	0.85	0.21	2.78	96.15
21ZH3K10-01	0.42	45.92	14.20	3.63	5.44	0.00	2.11	71.00	6.60	0.30	0.00	0.72	0.24	3.12	95.92
21ZH3K10-02	0.29	13.90	8.36	0.62	6.50	0.62	2.17	48.55	0.00	0.31	0.00	0.96	0.24	2.64	96.15
21ZH3K10-03	1.58	50.30	10.74	0.31	0.61	0.00	0.31	43.80	72.09	0.61	0.00	2.50	0.42	3.33	93.75
21ZH3K11-01	0.38	24.59	10.44	0.27	0.82	0.55	0.82	45.33	17.09	3.30	0.42	1.48	0.42	2.74	94.94
21ZH3K11-02	0.21	13.24	9.92	0.00	5.79	0.55	0.10	64.74	15.70	1.38	0.00	0.72	0.24	3.12	95.92
21ZH3K11-03	1.42	30.90	10.92	0.28	0.84	0.00	0.31	42.21	51.82	0.00	0.00	0.95	0.48	3.33	95.24
21ZH3K12-01	1.15	20.32	6.25	0.30	0.89	0.00	0.31	66.96	22.32	0.30	0.00	1.66	0.48	2.85	95.01
21ZH3K12-02	0.14	22.52	15.50	0.91	0.60	0.00	0.00	65.35	17.33	0.00	0.00	3.48	0.46	3.25	92.81
21ZH3K12-03	1.32	27.90	9.80	0.28	0.34	0.00	0.56	35.01	49.02	0.28	0.00	1.42	0.24	3.78	94.56
21ZH3K13-01	1.99	34.84	7.29	0.29	0.58	0.00	0.58	48.10	39.36	0.29	0.00	2.31	0.63	2.52	94.54
21ZH3K13-02	0.33	11.22	11.73	0.00	0.63	0.62	0.93	80.25	0.00	0.93	0.00	0.82	0.27	2.75	96.15
21ZH3K13-03	1.81	41.36	6.59	0.00	0.60	0.00	0.60	40.42	49.40	0.30	0.00	1.06	0.21	2.98	95.74
21ZH3K14-01	0.28	13.16	12.50	0.00	0.36	0.30	0.89	55.06	22.32	0.30	0.00	3.21	0.5	2.67	93.58
21ZH3K14-02	0.67	61.32	13.80	3.68	0.92	0.00	6.44	72.09	0.00	0.31	0.00	1.47	1.05	3.14	94.34
21ZH3K14-03	0.82	24.67	7.76	0.57	0.86	0.00	1.44	33.05	53.16	1.44	0.00	0.73	0.00	2.42	96.85
21ZH3K15-01	0.53	27.41	2.74	0.91	1.52	0.00	0.61	41.03	50.15	0.00	0.00	2.80	0.23	3.26	93.24
21ZH3K15-02	0.12	12.19	5.57	2.17	6.50	0.62	0.62	77.40	4.64	0.31	0.00	1.36	0.54	3.25	94.85
21ZH3K15-03	0.52	27.25	8.72	1.16	0.87	0.58	0.29	36.34	50.87	0.29	0.00	2.35	0.23	3.29	93.90
21ZH3K16-01	0.53	28.21	4.79	0.60	1.50	0.00	0.60	40.42	49.40	0.30	0.00	2.81	0.00	3.28	93.68

珠海市高栏岛东南侧3号矿区海砂开采环境影响报告书

野外编号	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	褐铁矿	赤铁矿	黑云母	岩屑	海绿石	黄铁矿	碳屑	方解石	白云母	长石	石英
21ZH3K16-02	0.16	20.85	10.54	5.13	6.84	0.57	0.57	69.80	4.27	0.85	0.00	0.72	0.24	2.65	96.39
21ZH3K16-03	0.18	16.76	8.48	7.02	3.51	0.58	0.88	62.87	15.20	0.29	0.00	3.18	0.80	3.18	92.84
21ZH3K17-01	0.38	21.55	14.47	0.25	3.81	0.51	1.27	58.38	18.27	0.00	0.00	1.19	0.48	3.10	95.24
21ZH3K17-02	0.41	18.14	5.59	0.59	0.88	0.29	1.18	66.18	22.06	0.88	0.00	1.06	0.21	3.18	95.54
21ZH3K17-03	0.66	44.29	17.56	3.66	1.22	0.24	1.22	45.12	28.45	0.84	0.21	0.64	0.43	2.56	96.15
21ZH3K18-01	0.61	24.11	17.86	0.60	3.57	0.30	1.49	63.99	16.57	0.50	0.00	1.48	0.42	2.96	95.14
21ZH3K18-02	0.32	15.03	11.41	0.90	2.10	0.60	2.10	75.57	8.11	0.30	0.00	1.20	0.48	2.63	95.69
21ZH3K18-03	0.22	15.55	12.43	0.89	1.48	0.30	1.48	73.96	7.10	0.30	0.00	0.96	0.00	2.65	96.39
21ZH3K19-01	2.15	45.73	3.57	0.60	4.46	0.00	1.19	75.59	12.50	0.00	0.00	1.05	0.63	3.58	94.74
21ZH3K19-02	0.77	28.66	6.23	0.89	1.48	0.00	0.59	32.64	56.38	0.30	0.00	1.19	0.48	2.86	95.47
21ZH3K19-03	0.35	36.56	11.97	1.42	0.85	0.00	0.23	75.50	7.12	0.28	0.00	0.43	0.22	2.58	96.77
21ZH3K20-01	3.13	26.34	13.53	0.27	3.98	0.00	0.27	46.42	33.16	0.53	0.00	1.07	0.21	2.36	96.36
21ZH3K20-02	0.54	19.76	7.16	0.30	0.60	0.00	0.60	55.22	34.33	0.90	0.24	1.19	0.48	3.09	95.01
21ZH3K20-03	0.60	16.85	14.55	0.61	0.91	0.00	0.30	65.15	13.64	0.00	0.00	1.65	0.47	3.54	94.34
21ZH3K21-01	0.52	28.39	18.21	0.90	1.49	0.60	0.60	67.16	7.46	0.60	0.00	0.96	0.24	3.11	95.69
21ZH3K21-02	0.70	15.32	10.20	0.28	2.13	0.57	1.42	52.41	32.58	0.28	0.00	0.96	0.24	2.41	96.39
21ZH3K21-03	2.26	28.98	3.45	0.63	0.94	0.00	0.31	78.37	14.11	0.63	0.00	1.06	0.42	3.38	95.14

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 1 个海砂原矿样品（所有钻孔海砂混合样）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 3.1.3-9。

3 号矿区海砂的内照射指数为 0.1，外照射指数为 0.3；其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（内、外照射指数小于 1），对环境 and 人体无危害性。

表 3.1.3-9 钻孔样品放射性物质照射指数测试结果

样品编号	C_{Ra}	C_{Th}	C_{K}	I_{Ra}	I_{T}
	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	—	—
21ZH3-放射性	22.9	28.2	366.1	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，具体见表 3.1.3-10。

表 3.1.3-10 有害物质物质限量技术指标

类别	I	II	III
云母（按质量计）/%	≤0.5	≤2.0	≤2.0
轻物质（按质量计）/%	≤0.5	≤1.0	≤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	≤0.5	≤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

3 号矿区采集的 1 件有害物质原矿组合样（所有钻孔海砂混合样）分析结果表明，本区硫化物及硫酸盐含量为 0.3%，小于标准值 0.5%；氯化物含量为 0.20%，高于三类标准值 0.06%，不符合我国《建设用砂》（GB/T 14684-2011）的要求；有机物、云母、轻物质和贝壳的含量均符合质量要求。各有害物质具体检查结果详见表 3.1.3-11。

表 3.1.3-11 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
21ZH3-有害物质	0.3	0.20	浅于标准色	0	0.1	0.9

3.2 海砂开采方案分析

本节内容根据《广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号矿区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, 2023年3月)编写。

珠海市在高栏岛东南侧约30km海域设置了3个海砂资源拟出让区,面积总共为8.80km²,本项目为其中的3号矿区,矿区设拐点4个,面积为3.00km²。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。综合考虑海砂中的价值,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,3号矿区海底以下50m内共发育3个海砂矿体,采用地质块段法估算,3个矿体合计海砂资源储量为***万m³(不含泥),其中控制资源量***万m³,推断资源量***万m³。全区3个海砂矿体加权后平均含泥量为22.34%。海砂原矿资源量共***万m³。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(12月至翌年6月,共7个月)和非敏感期(7月至11月,共5个月)进行作业,非敏感期每月作业天数不应超过20天,敏感期每月作业天数不应超过10天。同时,考虑到春节期间约有一个月因放假等因素无法作业。结合本项目实际情况,海砂开采计划使用采砂量2000m³/h射流式采砂船采砂,年工作137天,每天工作8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***万m³。针对此次拟开采海砂矿区,设计采矿规模(原矿)为***万m³/a。

1、确定开采量

(1) 原矿资源量(Q)

经评审,截至2022年1月31日,矿体海砂资源储量为***万m³(不含泥),其中控制资源量***万m³,推断资源量***万m³。全区3个海砂矿体加权后平均含泥量为22.34%;原矿控制资源量***万m³,推断资源量***万m³,控制资源量和推断资源量共***万m³。

(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（试行）》（2017年11月1日起实施），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***万 m^3 。

（3）确定的开采储量（ Q_2 ）

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、V3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，以矿体底层为基准，以矿体对应上部盖层平均厚度设计 30° 休止角内可开采区域。

估算其中不可开采部分：V1矿体约有***万 m^3 ，V2矿体约有***万 m^3 ，V3矿体约有***万 m^3 。则实际可开采海砂原矿储量为：***万 m^3 。

（4）设计资源利用率

方案设计利用资源量为***万 m^3 ，确定开采储量为***万 m^3 ，设计资源利用率为： $\eta=***$ 。

（5）采出矿石量（ Q_3 ）

根据矿区以往露天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。本矿区海砂原矿资源量共9929.71万 m^3 ，资源储量较多，且通过开采剖面图可知矿层较为平坦，海砂矿区开采技术条件和资源储量较好，确定开采回采率 $\alpha=92\%$ ，贫化率 $\beta=0\%$ ，则采出海砂原矿矿石量 Q_3 为：***万 m^3 。

2、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137天，每天工作19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。

根据大万山海洋站2010年1月~2019年12月的统计资料，项目所在海域波高大于2m的多年月平均天数统计见表5.3.1-1。根据大山海洋观测站2006年1月~2019年12月的统计资料，大万山海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为14.5天，2~4月份平均

雾日较多，多年月平均雾日都在 2.7 天以上，3 月份最多，多年月平均为 5.0 天，5~12 月份较少，多年月平均不到一天，其中 7 和 10 月份没有雾日，本次按 3 月份平均雾日为 5 天，7 月份和 10 月份雾日为 0 天，其他月份的平均雾日为 1 天进行计算。此外，珠海属于多雷地区，多年平均雷暴日 60 天，全年各月份均有雷暴发生记录，本次按每月平均雷暴日 5 次计算。详见表 3.2-1。

同时根据《广东省珠海市高栏岛东南侧 3 号矿区回填料海砂资源开采海洋环境影响评价报告书》，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。项目选址位于南海中上层鱼类产卵场中的珠江口近海蓝圆鲹产卵场（产卵期为 12~3 月）和珠江口近海鲈鱼产卵场（产卵地为 1~3 月），南海底层、近底层鱼类产卵场中的珠江口近海绯鲤类产卵场（产卵期为 3~6 月）。因此，项目应按照采砂敏感期（2 月至翌年 6 月，共 7 个月）和非敏感期（7 月至 11 月，共 5 个月）进行作业。敏感期应适当降低开采时间，参考珠海市 JH20-06 矿区和 JH20-07 矿区，非敏感期每月作业天数不应超过 20 天，敏感期每月作业天数不应超过 10 天。同时，考虑到春节假期约有一个月因放假等因素无法作业，综合计算后全年开采天数约为 137 天，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）

	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
波浪 >2m	10	9	11	10	10	10	13	8	5	10	12	11	112
雷暴	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
雾	1	1	5	1	1	1	0	1	1	0	1	1	14
不可采 天数	16	15	21	12	13	16	18	14	11	15	18	17	186
每月天 数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
理论可 采天数	15	13	10	18	18	14	13	17	19	16	12	14	179
最大工 作天数	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	10	170
实际可 开采天 数	0	10	10	10	10	10	13	17	19	16	12	10	137

(2) 矿山生产能力

本矿区原矿生产能力拟定为：原矿***万 m³/a。

(3) 生产能力验证及施工船舶配置

在本拟出让区开采海砂可采用目前常用的采砂工艺，采砂船与运砂船分离的方式。结合本项目实际情况，海砂开采计划使用采砂量 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 射流式采砂船采砂，采砂区域水域满足船舶的施工要求。本项目在广东省珠海市高栏岛东南侧3号矿区取砂，海砂采出后直接售卖，当出现海砂滞销或其他情况时，可协商运至附近港口码头。取砂区与附近码头水路航线单程距离约 34km （18.4海里），运砂船装砂时间约1.5小时，运砂船满载航行时间约3.5小时，皮带运砂船卸砂时间为1.5小时，卸砂后空载返回至采砂区时间为3小时，运砂船一航次运砂时间共计为9.5小时，加上航行中的其他因素，根据当地的水文条件，运砂船日施工能力约为2航次。为了达到设计的生产能力，需投入6艘采砂量 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 的射流式采砂船进行连续作业，每天作业时间不超过19小时，日均可采砂约***万 m^3 。同时投入仓容为 $3000\sim 5000\text{m}^3$ 的皮带运砂船29艘，每天2班，才能满足要求，每天的施工效率为：***万 m^3 。按年工作130天计算，年生产效率为：***万 m^3 。根据工程施工进度情况和敏感期控制开采量，适时增加船舶设备调整补充，确保完成年终供砂工程量的任务。

(4) 矿山服务年限

经计算，项目年最大采砂强度为***万 m^3 ，采用6艘采砂量 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 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2.58年（2年7个月），预计4个月准备期，则矿区出让年限约为2.91年（2年11个月）。

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3.2-1。

表 3.2-1 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	从海砂中分选重矿物或其他金属矿物进行冶炼
海砂玻璃砂	石英砂	石英砂为制造玻璃用的主要原料
海砂铸造砂	铸模	用于制造钢铁及铸造铜、铝、铁的合金。
海砂绝热砂	石英砂	常以石英岩为原料，用于制造绝热耐火砖。
海砂研磨砂	石英砂	主要由石英砂组成，用于锯石、磨玻璃、金属抛光及喷砂等。

本采砂区开采的海砂以市场化方式销售，主要供给广东省、珠海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，办妥相关手续与单位后方可开航。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，沿习惯航路航行至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。

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，做好采取规划，将采取划分为若干个矿块，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吸砂管把砂浆吸到洗砂船舱上；③洗砂船洗砂分选；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，并提升输送到船舱一侧的皮带运输机上，通过皮带转运至运砂船内。筛网洗砂原理见图 3.3.1-1，砂舱内洗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。

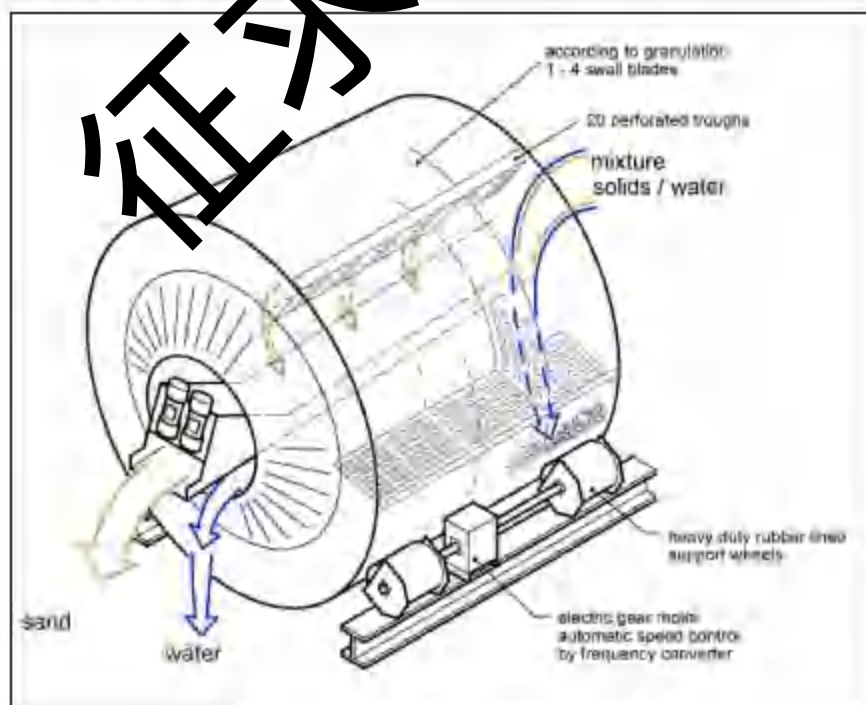


图 3.3.1-1 采砂船上筛网洗砂示意图

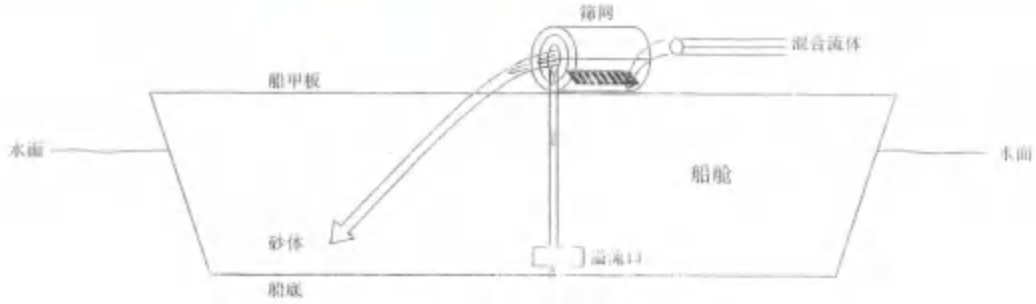


图 3.3.1-2 溢流管船底排放工艺示意图

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 3.3.1-4a 射流式采砂船
采砂工艺流程图见图 3.3.1-3。

图 3.3.1-4b 自卸式皮带运砂船

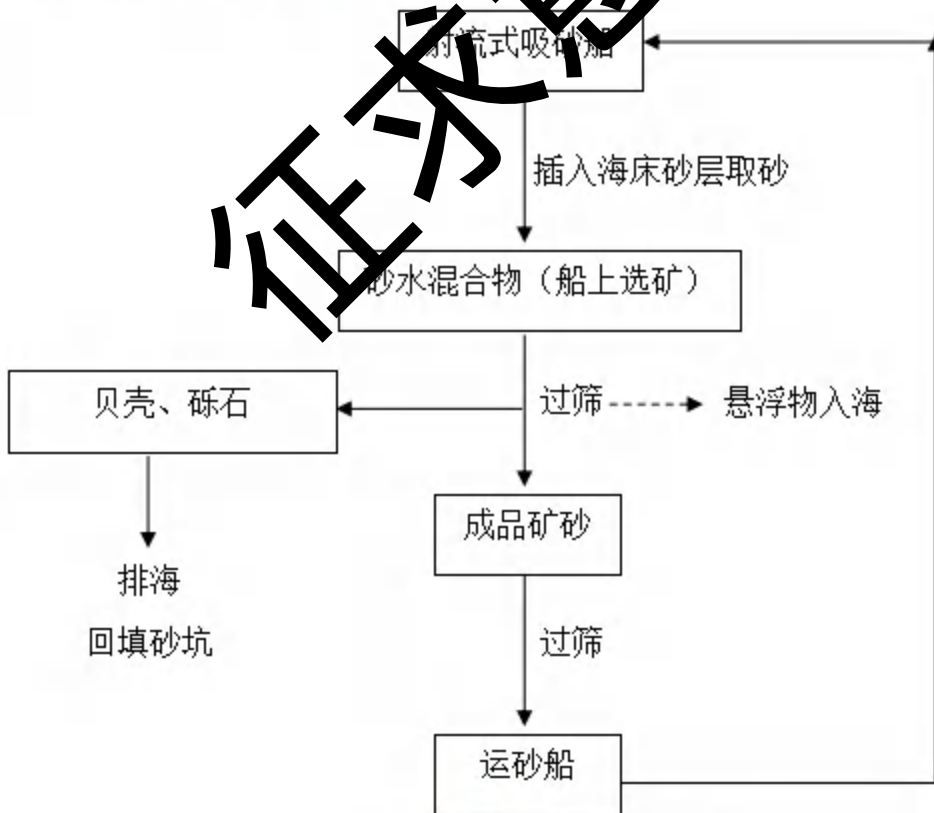


图 3.3.1-1 采砂工艺流程图

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，采砂管设置在艄部，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。推进设备在艏部，三浆三机，航速在 3 至 6 节左右。以粤东莞工 0262 为例，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。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。由于矿区存在三个矿体，V1 矿体基本裸露海底，V2 和 V3 均有盖层，其自上而下的顺序为：V1 矿体、V2 矿体和 V3 矿体。因而，开采顺序依次是 V1 矿体、V2 矿体、V3 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南向北推进，可根据实际情况调整。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，均进行开采，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

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抽吸入采砂船船舱，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料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 >37.5mm 粒级杂物后，通过渣浆泵扬至振动筛进行筛分分级，得到 4.75~37.5mm 粒级海砂产品，小于 4.75mm 海砂经过水力分级得到 0.063~4.75mm 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（<0.063mm 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。

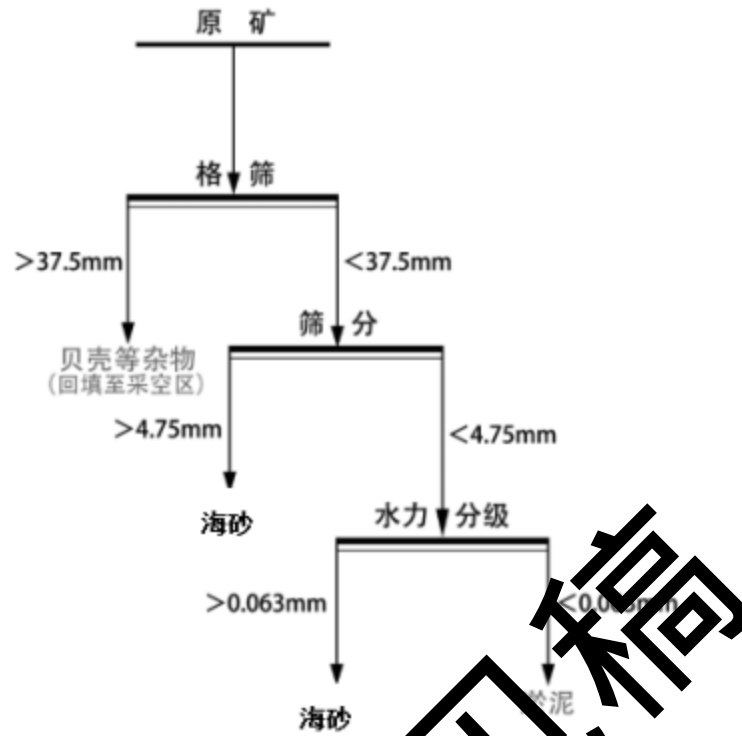


图3.3.1-2 选矿工艺流程图

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	***	
2	选矿处理能力	-	100	***		
3	选矿作业	回填料海砂	0.063~37.5	81.23	***	海砂产品
4		贝壳等杂物	>37.5	0.9	***	回填采空区
5		淤泥	<0.063	17.87	***	回填采空区

4、尾矿处理

本海砂开采方案的尾矿主要为淤泥（大小为： $<0.063\text{mm}$ ）。贝壳杂物等尾矿因来自采矿区故可直接回填采空区。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底部，最后由溢流口排出。由于洗砂过程中不加入其他物质，故尾矿中不含有人为污染物，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，达到尾矿回收的目的。

征求意见稿

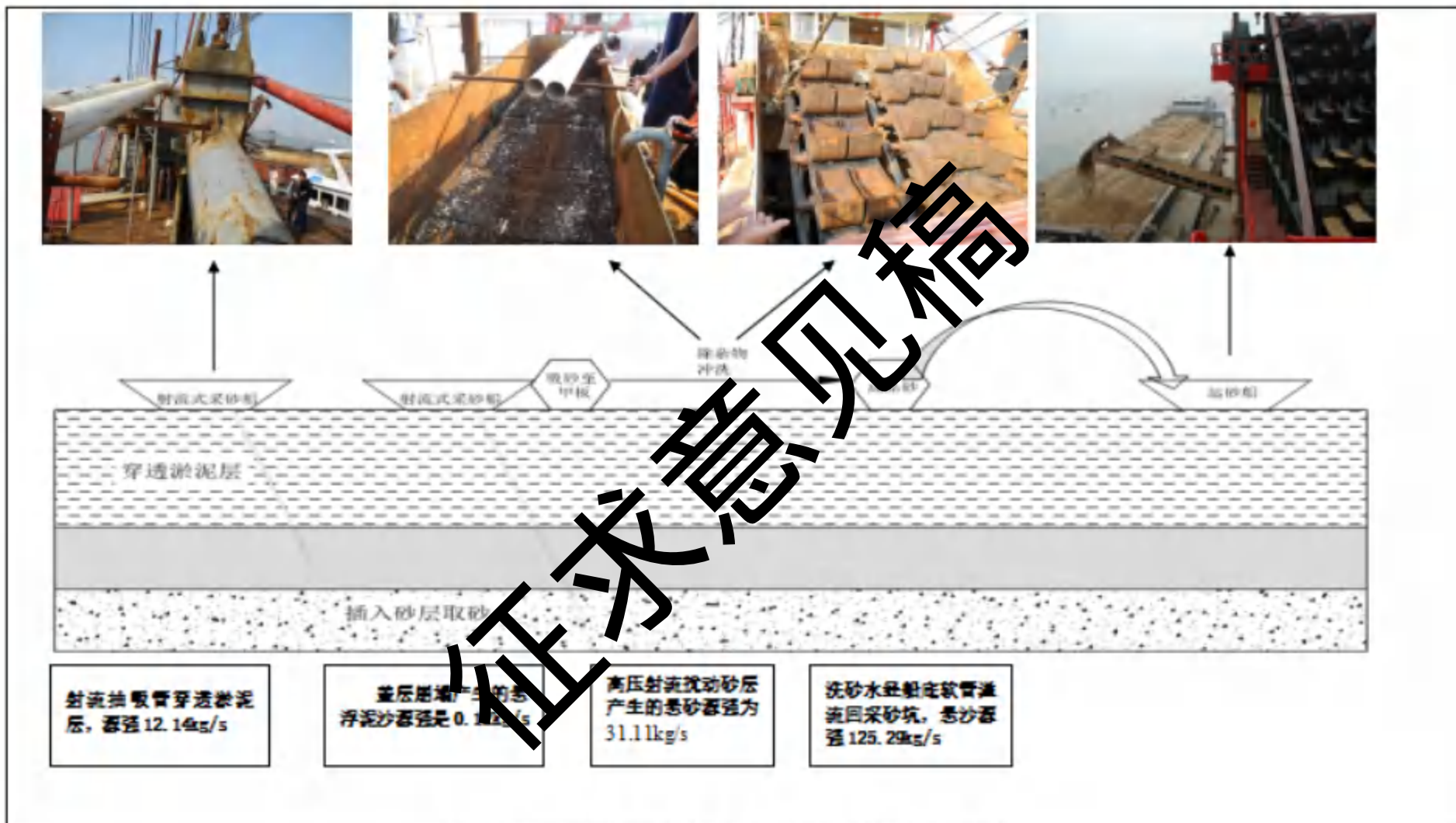


图 3.3.1-6 射流抽吸船海砂开采作业流程及产污环节示意图

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、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；
- 2、采砂队伍产生的生活污水对海洋环境的影响；
- 3、采砂船舶检修时产生的含油污水对海洋环境的影响。

3.3.2.2 污染源强分析

海砂开采作业采用射流抽砂和洗砂溢流作业。抽砂船作业方式是：高压射流把水和砂混合、抽砂泵把砂浆送到砂舱洗砂，砂粒沉到船舱，细颗粒泥水沿回流管溢流到采砂坑，射流扰动与洗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 7.18m 计算，考虑 60 度角插入，高压射流产生的洞口平均约 15m²，则排出海砂体积 $7.18 \times \sqrt{3} \times 2 \times 15 = 124.86\text{m}^3$ ，开采时水砂比约 4:1，则穿越覆盖层时间 $124.86 \times (4+1) \div 2000 = 0.31\text{h}$ （约 19 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，根据工程经验，参照海底管线喷射式开挖的泥沙起悬经验系数 15% 进行估算，泥质的容重按 1.12 t/m³ 计算，则单艘采砂船插管悬浮泥沙产生源强 (kg/s) = 排出海砂体积 × 起悬比例 (%) × 泥质干容重 (t/m³) × 盖层泥含量 (%) ÷ 持续时间 (s) × 1000 = $124.86 \times 15\% \times 1.12 \times 50\% \div 0.24 \div 3600 \times 1000 = 12.14\text{kg/s}$ 。

射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，很快就会稳定形成洗砂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。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（在混合室形成负压高压，将砂水混合物沿吸管吸入），根据《核实报告》，V1矿体盖层厚度为0m，因此，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，根据工程实践经验，高压射流扰动砂层产生悬浮泥沙量约为流量的5%左右，本项目采砂船额定工作效率为2000m³/h，计算悬沙排放强度为100m³/h，泥质的干容重按1.12t/m³计算，则每艘采砂船射流扰动底质的源强=2000×5%×1.12×1000/3600=31.11kg/s。

由于本项目V2~V3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，只有少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体，因此在V2~V3矿体采砂时可忽略这部分影响。

3) 洗砂环节产生的悬浮泥沙溢流

3) 洗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25.17%，比矿体V2~V3中各样品含泥量平均值最高（V3矿体）的12.6%高，因此洗砂环节产生的悬浮泥沙溢流源强用V1矿层的来计算，根据抽砂船开采效率约2000m³/h计算，没有被利用的淤泥将随溢流排入海中，按照80%的淤泥被洗掉，泥质干容重1.12t/m³计算，则在V1矿体采砂单艘采砂船洗砂泥质排放源强(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)×1000÷3600=2000×25.17%×0.8×1.12×1000/3600=125.29kg/s。

4) 矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙

吸砂管移动取砂作业时，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的被吸入“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。泥质的干容重按本矿区各钻孔的平均堆积密度(1.12t/m³)计算，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×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)÷3600×1000=124.86×0.1%×1.12×50%÷0.12÷3600×1000=0.16kg/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 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 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) 小结

根据前述计算结果,单艘施工船舶射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙的源强约为 12.14kg/s ,射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程,因此悬沙扩散模拟时不考虑。

本项目矿体采砂高压射流扰动砂层产生、未被采砂船抽吸而扩散的悬浮泥沙源强为 31.33kg/s ;洗砂过程产生的悬浮泥沙源强为 125.29kg/s ,纳入数值计算源强。

盖层崩塌过程悬浮泥沙的产生源强约为 0.16kg/s ,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管采砂船,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而也较小,悬砂预测时不考虑此部分源强。

(2) 船舶作业源强

本项目拟投入6艘 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 的采砂船进行采砂,配备29艘 $3000\sim 5000\text{m}^3$ 的皮带船进行运输。

参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018),采砂船和皮带船的舱底含油污水产生量按 $1.385\text{t}/\text{艘}$ (插值法,吨位按 5000t 计算)计,则本项目作业船舶舱底含油污水产生量最大约为 $48.48\text{t}/\text{d}$ (6艘采砂船、29艘皮带船共35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 $484.8\text{kg}/\text{d}$ 。

2) 生活污水

根据项目附近采砂项目的实际调研,采砂船船员配置人数为30人/艘,运砂船作业人员配置人数为以15人/艘计,采砂区最多按6艘采砂船和29艘运砂船共同作业计算,则本项目作业船舶共有作业人员约615人,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 $52.28\text{m}^3/\text{d}$ 。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 、 BOD_5 以 200mg/L 、

NH₃-N 以 25mg/L、SS 以 220 mg/L 计，则 COD_{Cr} 排放量为 20.91kg/d、BOD₅ 排放量为 10.46kg/d、NH₃-N 排放量为 1.31kg/d、SS 排放量为 11.50kg/d。

3) 固体废物

生活垃圾：本项目船舶工作人员合计约 615 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 922.5kg/d。船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

采砂尾矿：尾矿主要是洗砂后产生的贝壳、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，对海洋环境影响较小。

5) 噪声

项目采砂作业船舶作业将产生一定的噪声，噪声主要来自船舶柴油机，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。

6) 废气

废气污染主要为船舶所排放的废气，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、CO_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，施工船舶含油污水、生活垃圾按照船舶管理规定，禁止排海，将定期由有处理能力的单位回收处理或处置，生活污水处理后达标排放，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 3.3.2-1。

表 3.3.2-1 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）	12.13kg/s	SS	控制采砂范围等
		高压射流扰动（单艘）	31.11kg/s	SS	控制采砂范围等
		洗砂（单艘）	111.2kg/s	SS	/
		矿体盖层淤泥细砂崩塌	0.16kg/s	SS	/
	船舶	含油污水	48.48t/d	石油类:484.8kg/d	经收集上岸后，交由处理能力的单位接收处理。
		生活污水	52.28m ³ /d	COD _{Cr} : 20.91kg/d BOD ₅ : 10.46kg/d 氨氮: 1.31kg/d SS: 11.50kg/d	采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后，按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求排放入海。
固废	生活垃圾	922.5kg/d	卫生清扫物、废旧包装瓶、罐等	分类收集上岸后，由城市环卫部门清运处理	
	尾矿	一定量	贝壳、碎石等	排海回填砂坑	

征求意见稿

第四章 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

本节引用大万山海洋站 1995 年 1 月~2019 年 12 月实测资料分析结果,代表项目区域的气候与气象特征。大万山地处祖国大陆东南部,属亚热带季风气候区,海洋性气候明显,光、热、水资源丰富。其主要气候特点是:气候温暖,雨量充沛,雨热同季,光照充足;冬不寒冷,夏不酷热,夏长冬短,春早秋迟;秋冬春旱,常有发生,夏涝风灾,危害较重。

(1) 气温

本区域全年气温较高,多年平均气温为 25.1°C,气温年变幅不大,平均年较差为 4.3°C。最热月出现在 6~9 月份,多年月平均气温为 27.7~28.6°C;5 月次之,多年月平均气温为 25.8°C;最冷月出现在 1 月,多年月平均气温为 15.7°C。平均最高气温出现在 7 月份为 28.6°C,平均最低气温出现在 1 月份为 15.7°C。历年最高气温为 34.8°C,出现在 2012 年 8 月 2 日;历年最低气温为 2.8°C,出现在 2016 年 1 月 24 日。

日最高气温 $\geq 25.0^{\circ}\text{C}$ 的天气没有出现过。日最高气温 $\geq 30.0^{\circ}\text{C}$ 的天气出现在 4~11 月,以 7 月最多为 20.6 天,累年平均出现日数为 75.2 天。日最低气温 $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$ 的天气出现在 11 月至翌年 3 月,以 12 月至翌年 2 月最多,累年平均出现日数为 6.7 天;日最低气温 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ 出现在 1 月份,累年平均出现日数为 0.1 天。

(2) 降水量

① 平均降水量、降水日数、降水的季节分配等

大万山海洋站年降水量充沛,累年平均降水量为 1846.9mm,年际变化较大,最多年降水量为 2360.2mm (1993 年),最少年降水量为 966.0mm (2004 年)。季节变化也非常明显,有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月为雨季,累年月平均降水量均在 141.5mm 以上,受季风和热带气旋影响,6 月降水最多,累年月平均降水量为 329.0mm,整个雨季平均降水量共 1557.1mm,占全年降水量的 84%。10 月至翌年 3 月为旱季,平均降水量总共为 289.8mm,只占全年降水量的 16%。

大万山海洋站日降水量不少于 0.1mm 的降水日数年平均 124.9 天。降水日数年际变化和季节变化较大,年最多为 144 天(2016 年),年最少为 97 天(2004 年),降水日数的季节变化与降水量的季节变化一致,雨季降水日数最多,3~9 月的月平均降水日数都在 10.8 天以上,其中 6~7 月最多,月平均降水日数达 15 天以上,降水日数的月际变化与降水量变化基本一致;旱季的 10 月至翌年 2 月降水日数最少,月平均只有 5~8 天,夏季降水日数较多,冬季较少。

日最大降水量为 332.2mm,出现在 1999 年 8 月 23 日,暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~9 月。

②各级降水量日数

大万山海洋站区域降水日数与降水强度密切相关,($S \geq 10\text{mm}$)的年平均降水日数 41.4 天,雨季的 4~9 月都在 3 天以上,6~8 月最多,雨季月平均都在 6 天以上,暴雨大暴雨多出现在夏季。

③累年各月最长连续降水日数及其降水量

大万山海洋站累年各月最长连续降水日数及其降水量统计见表 17,连续降水时间最长和连续降水量最大出现于夏季,其中月份连续降水时间最长出现在 1994 年 7 月 13 日至 31 日,为 19 日,降水量达 606.7mm,连续降水量最大值出现在 1994 年 7 月 13 日至 8 月 2 日,降水量达 621.3mm。

④累年各月最长连续无降水日数

大万山海洋站月份连续时间最长无降水日数出现于 10 月至翌年 2 月,其中最长连续无降水日数为 53 天。

(3) 相对湿度

大万山海洋站海域相对湿度较高,多年平均值为 82%,2~9 月平均相对湿度较大,多年月平均都在 82% 以上,5 月相对湿度最大,多年月平均为 89%,10 月至翌年 1 月平均相对湿度较小,多年月平均相对湿度在 77% 以下,12 月平均相对湿度最小,多年月平均相对湿度为 72%。大万山海洋站观测到极端最小相对湿度为 19%,出现在 2008 年 3 月 3 日。

(4) 能见度

大万山海洋站海域能见度一般,多年能见度平均值为 16.8km,6~8 月份平均能见度较大,多年月平均都在 23.9km 以上,7 月份能见度最大,多年月平均

为 26.5km，1~4 月份平均能见度较小，多年月平均在 12.0km 以下，大万山海洋站观测到极端最小能见度为 0.1km，1996 年、1998 年、2001 年都有出现。

(5) 风

大万山海洋站地处季风区，累年平均风速 5.0m/s，年主导风向为东南和东南东向，出现频率分别为 20.1%和 18.5%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行偏北风，春季仍以偏东风居多，夏季盛行东南季风，东南风频率最大，次多风向为东南东。秋、冬季风速较大，其中 1 月份风速较大，多年平均值为 6.4m/s。春、夏季风速较小，其中 6、8 月份风速最小，多年平均值为 3.6m/s。历年最大风速为 34.5m/s，风向东南，出现在 2018 年 9 月 16 日。

大万山海洋站强风向为东南，最大风速为 34.5m/s，次强风向为东南东，最大风速为 29.8m/s。常年风向为东南，累年出现频率为 20.1%，其对应风向的平均风速为 4.4m/s，最大风速为 34.5m/s；次常年风向为东南东，累年出现频率为 18.7%；其对应风向的平均风速为 4.9m/s，最大风速为 29.8m/s。最少风向是西南和西南西，其出现频率为 0.2%，对应风向的平均风速分别为 1.5m/s 和 1.3m/s，最大风速分别为 10.1m/s 和 12.6m/s。风向频率分布见图 4.1.1-1。

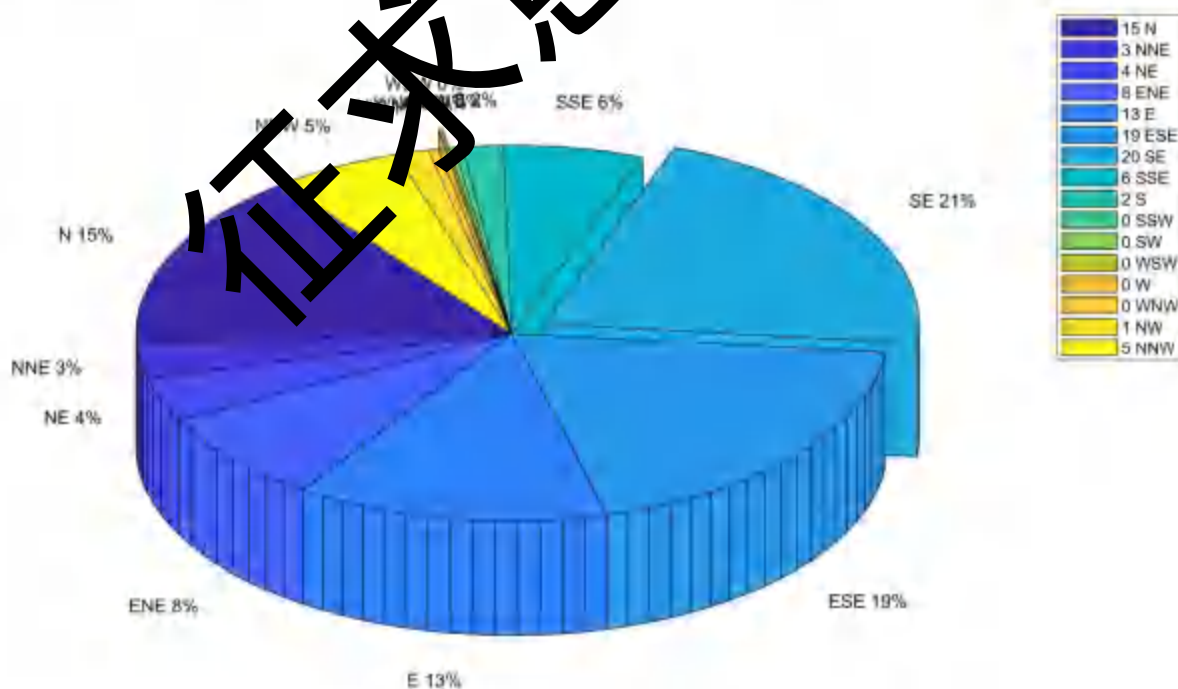


图 4.1.1-1 大万山海洋站风向频率分布图

(6) 海雾

大万山海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为 14.5 天，各月平均雾日数，2~4 月份平均雾日较多，多年月平均雾日都在 2.7 天以上，3 月份雾日最多，多年月平均为 5.0 天，5~12 月份平均雾日较少，多年月平均不到一天，其中 7 和 10 月份没有雾日。

(7) 灾害天气

① 热带气旋和风暴潮

分析 1961-2018 年热带气旋资料发现，1949 年以来登陆珠海市的台风有 17 个，未登陆但造成严重影响的有 39 个。其中影响珠海最多的年份为 1961 年，共 9 个；最年份为 2000 年和 2004 年，没有热带气旋影响。影响珠海的热带气旋存在明显的月际变化，7 月最多，占 34%，其次是 8 月和 9 月，各占 23% 和 22%，5 月、6 月、10 月和 11 月受热带气旋影响的概率较小，4 月、12 月极少（各一个），1-3 月无热带气旋影响。台风移近或到近北海区时，风应力中切线分量在台风前进风向向右侧使海水向岸堆积，造成增水，而在左侧，使海水离岸造成减水。一般在北纬 20 度以北，东经 114 度以西的海面，都会使本海区产生台风增水，从而导致潮水漫溢，海堤冲决，冲毁建筑设施，造成大量人员伤亡和财产损失。严重影响珠海的台风有 6 个，均发生重大灾情，尤其 8908 号、9316 号、0814 号和 1208 号台风灾害最重。

1989 年 7 月 18 日 8908 号台风在珠海以西的阳江登陆，珠海最大风力达 11 级，8 级以上大风持续 24 小时，又适逢农历十六大潮，全市各地普遍出现特大值高潮位，青洲站 2.2m，超记录 0.33m，三灶站 2.6m，超记录 0.65m，所有堤防水位超过警戒水位 0.7~1.1m，漫顶堤段长 265km，崩坍决口 70.2km/1284 处，共有 37.6 万亩农田、鱼塘受淹，倒塌房屋 4894 间，死亡 13 人，经济损失 2.05 亿元。

1993 年 9 月 17 日 9316 号台风正面袭击珠海，阵风 12 级以上，最大风速 44.6m/s，时值农历初二大潮，各地普遍出现有历史记录以来的最高潮位（灯笼山 2.69m，广昌水闸 2.92m，三灶 3.14m，白藤大闸 3.4m）。三灶湾、鹤洲北海堤全部漫顶，堤围受损 45.08km，决口 14.56km/275 处，沉船 187 艘，30 多艘百吨以上的避风船被抛上堤岸，受淹农田 22.5 万亩，倒塌房屋 144 座/1.61 万 m²，死亡 12 人，受伤 400 多人，经济损失 6 亿多元。

2008年第14号台风“黑格比”于9月24日6:45在广东省电白县陈村镇沿海登陆，登陆时中心最大风力有15级（48m/s），这是今年登陆我国影响最大的台风，也是广东省多年来未遇到的强台风。强台风“黑格比”由于具有强度大、移速快、影响范围广等特点，给沿海地区造成了巨大的风暴潮增水，同时由于最大增水出现的时间基本与天文潮高潮时间同步，导致沿海地区部分风暴潮站不同程度地出现了超历史的最高水位。横门站2008年9月24日（2008年第14号台风（黑格比）期间）出现历年最高潮位为3.31m。“黑格比”期间，珠海市4个区（县）23个乡镇，4.553万人口受灾，倒塌房屋50间，死亡人口1人，直接经济损失4.98亿元。其中，农作物受灾面积1.304万公顷，农林牧渔业直接经济损失2.18亿元；水利设施方面，损坏45处约长46km²堤防、3座水闸、2座机电泵站，直接经济损失0.838亿元。

2012年第8号台风“韦森特”于7月24日04时15分在台山市赤溪镇登陆，登陆时中心附近最大风力13级，达到40m/s。“韦森特”强度强，影响范围广，风雨影响重。据珠海市气象台监测到，珠海市沿岸及海岛上阵风已达到14~17级，最大风速出现在珠海港区，最高达60m/s，均被珠海气象史上纪录。据珠海市三防指挥部初步统计，珠海全市因灾死亡2人，失踪3人，9404人受灾，转移人员19390人。全市约1543棵树木被吹毁，吹倒广告牌约4420m²，房屋、工棚受损692间，农作物受灾66240亩，水产养殖过水约66186亩，渔船、鱼排损毁23条，海堤受损约237m，供电线路损坏77条，电线杆（塔）吹倒25根（座），压坏车辆14辆，经济损失约1.4356亿元。

2017年第15号台风“天鸽”（强台风级）的中心于8月23日12时50分前后在广东珠海南部沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有14级（45米/秒），中心最低气压950百帕。监测显示，珠海12点10-15分之间观测到51.9米/秒（16级）的瞬时大风，打破当地风速纪录（原纪录为1993年9月17日44.6米/秒）。天鸽给珠海市带来狂风骤雨，陆地风力12级阵风13-14级，沿岸及海面风力13-14级阵风16-17级，台风天鸽造成珠海2人死亡，房屋倒塌275间，全市农作物受灾面积3万亩，大部分地区出现停水停电，部分道路因为树木倒伏通行受阻，直接经济总损失55亿元。

1822号台风“山竹”2018年9月16日17时在广东台山海宴镇登陆，登陆

时中心附近最大风力 14 级，中心最低气压 955 百帕。期间，珠海站的平均风已达 12 级（33.5 米/秒），超过天鸽，打破历史记录，造成珠海大面积海水倒灌，全市无人员死亡。

②暴雨和雷暴

根据珠海气象站资料，1981 年~2010 年，珠海市年平均发生暴雨 10~11 次，其中大暴雨(日降雨量 100.0~249.9mm)年平均约 3 次，特大暴雨(日降雨量 ≥250.0mm)年平均约 0.2 次。暴雨最多是 1997 年和 2008 年有 16 次；最少是 1985 年、1990 年，只有 5 次。一年中，暴雨、大暴雨或特大暴雨主要集中在 4~9 月，以 5 月至 8 月为最多。

珠海属于多雷区，多年平均雷暴日 60 天。全年 1-12 月份均有雷暴发生记录，4-9 月是多发期，月平均雷暴日数都超过 5 天，最高为 16 天。以 8 月份平均雷暴日数最多，6 月次之。

③海浪

海浪：海面由风引起的波动现象，主要包括风浪和涌浪。按照诱发海浪的大气扰动特征来分类，由热带气旋引起的海浪称为台风浪；由温带气旋引起的海浪称为气旋浪；由冷空气引起的海浪称为冷空气浪。

2017 年，广东省海域共发生 4 次海浪灾害，造成直接经济损失 14.63 万元，未造成人员伤亡。2017 年珠海市出现海浪灾害。2017 年广东省海浪灾害损失统计见表 4.1.1-1。

表 4.1.1-1 2017 年广东省受海浪灾害影响损失统计

发生时间	受灾地区(点)	受灾原因	死亡(含失踪)人数(人)	损毁船只(艘)	直接经济损失(万元)
3月15日	雷州市洪流埠	冷空气浪	0	1	3.35
9月15日	汕头市澄海区 莱芜边防码头	台风浪	0	1	1.00
10月07日	徐闻县龙塘 下海村前停泊点	冷空气和 热带低压浪	0	1	4.32
10月30日	台山市沙堤附近海域	冷空气浪	0	1	5.96
总计			0	4	14.63

4.1.2 海洋水文特征

(1) 基面关系

大万山海洋站潮高的基准面(即观测水尺零点)位于 1985 国家高程基准(简称 85 高程)点下 162cm。大万山海洋站水尺零点、85 高程、平均海平面和当地理论最低潮面的关系见图 4.1.2-1。

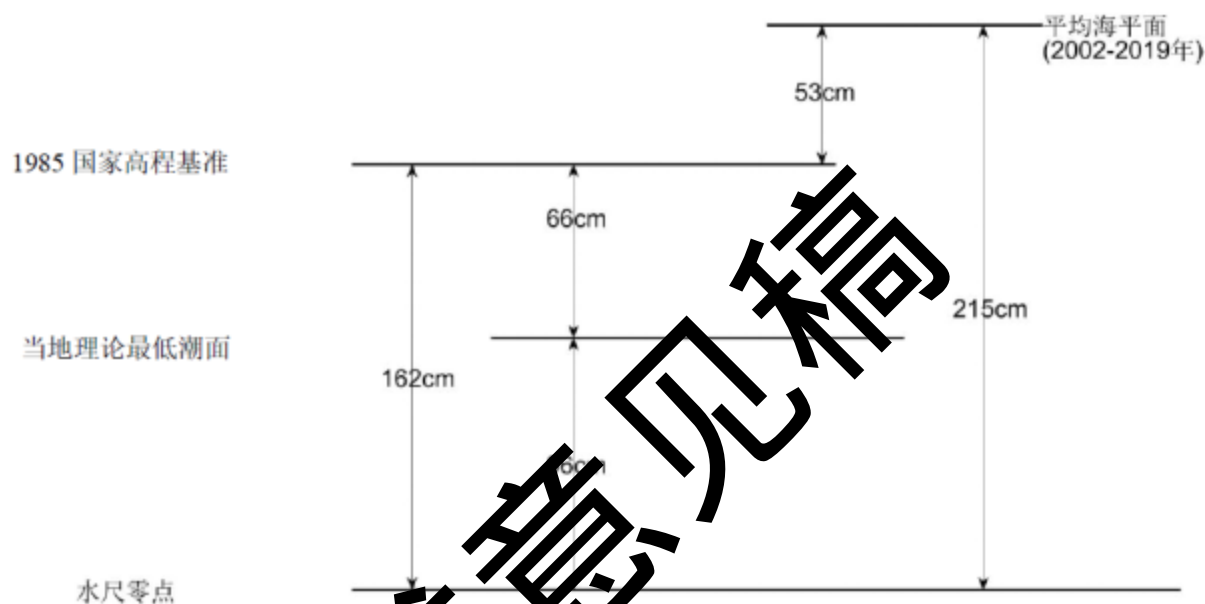


图 4.1.2-1 水尺零点、85 高程和当地理论最低潮面关系图

(2) 潮汐

根据 2002 年 1 月-2019 年 12 月大万山站的统计数据, 该站主要日潮和半日潮的振幅比 $(H_{1+2}-H_{0+1})/M_2=1.57$ (见表 3.1.2-1)。依照潮汐分类标准, 属不规则半日潮混合站点, 即在朔望前后多数天里在一个太阴日内有两次高潮和两次低潮, 而两次高潮和低潮的潮高不等, 潮时也不等。

年平均潮位 119cm(当地理论最低潮面, 下同)。本站 2002 年 1 月以来, 最高潮位为 431cm, 最低潮位为 -47cm, 平均高潮位 175cm, 平均低潮为 74cm, 平均潮差 100cm, 最大潮差 188cm。

表 4.1.2-1 本站潮位统计结果

(2002 年 1 月-2019 年 12 月, 单位: cm, 当地理论最低潮面基面)

潮汐性质系数 F	1.57
最高潮位	431
最低潮位	-47
平均高潮位	175

平均低潮位	74
平均潮位	119
平均潮差	100
最大潮差	188

(3) 波浪

根据大万山海洋站 1995 年 7 月-2019 年 12 月的波浪资料进行统计分析。

本站近岸海域由于水深和地形的影响,从季节上看,波高的季节变化,冬半年月平均波高大于夏半年,月平均波高以 1~3、6~7 和 11~12 月份为最大达 1.4m;其余各月 1985 国家高程基准当地理论最低潮面均波高为 1.2~1.3m。累年平均波高为 1.4m。月份平均波高最小值出现于季风转换时期。年极值波高出现于热带气旋影响期间。各月最大波高以 5 月和 7~9 月份较大,均在 6.1m 以上,其中 9 月份最大达 9.5m;其余各月在 3.1~5.3m 之间。历年最大波高均在 2.3m 以上。历年最大波高多出现在 1、4~5、7~10 月间。其中以 8 月份出现机会最多。2011 年期间,本站最大波高极值为 9.5m,出现在 2011 年 9 月 29 日。

波高:各向年平均波高,以东南东、东北东、东南和西南西向最大均为 1.4m;西向最小为 1.0m。其余各向平均波高均在 1.1~1.3m 之间。各向年最大波高,以东南东最大,达 9.5m;东南次之为 7.9m。其余各向最大波高均在 2.4~6.5m 之间。

冬季,平均波高均在 1.0~1.5m 之间;最大波高以偏北向的波高为最大达 3.1m;其余波向的最大波高均在 2.9m 以下。春季,平均波高均在 0.0~1.4m 之间;最大波高以偏东向的波高稍大,达 4.7m。其余波向的最大波高均在 0.0~3.5m 之间。夏季,各向平均波高以偏南西和偏西向的波高为最大,达 1.6m 外,其余波向的平均波高差别不大,多在 1.0~1.5m 之间。各向最大波高,以南南东为最大达 6.5m,其次是东南向为 5.8m。其余波向的最大波高在 1.3~5.6m 之间。秋季,各向平均波高均在 0.0~1.5m 之间。各向最大波高以东和东南向为最大,达 4.5~4.8m;其余波向的最大波高均在 0.0~4.2m 之间。

周期:从季节上分析,平均周期的年变化与平均波高的变化趋势相同,即冬半年的平均周期大于夏半年,最大周期和最大波高的产生均由热带气旋影响所致。据统计,多年平均周期为 5.3s。历年最大周期均在 6.8s 以上。历年最大周期多出现在 1、4、6~11 月间。其中以 8 月份出现机会最多。2019 年期间,本站最大周期极值为 22.5s,出现在 2019 年 5 月 21 日。本站近岸波浪各向年平均周

期，除东北东、东、东南东向的周期为 5.4s 外，其余各向年平均周期均在 5.0~5.3s 之间，各向平均周期的季节变化，其特点主要表现为冬春季普遍较小，而夏秋季逐渐增大。

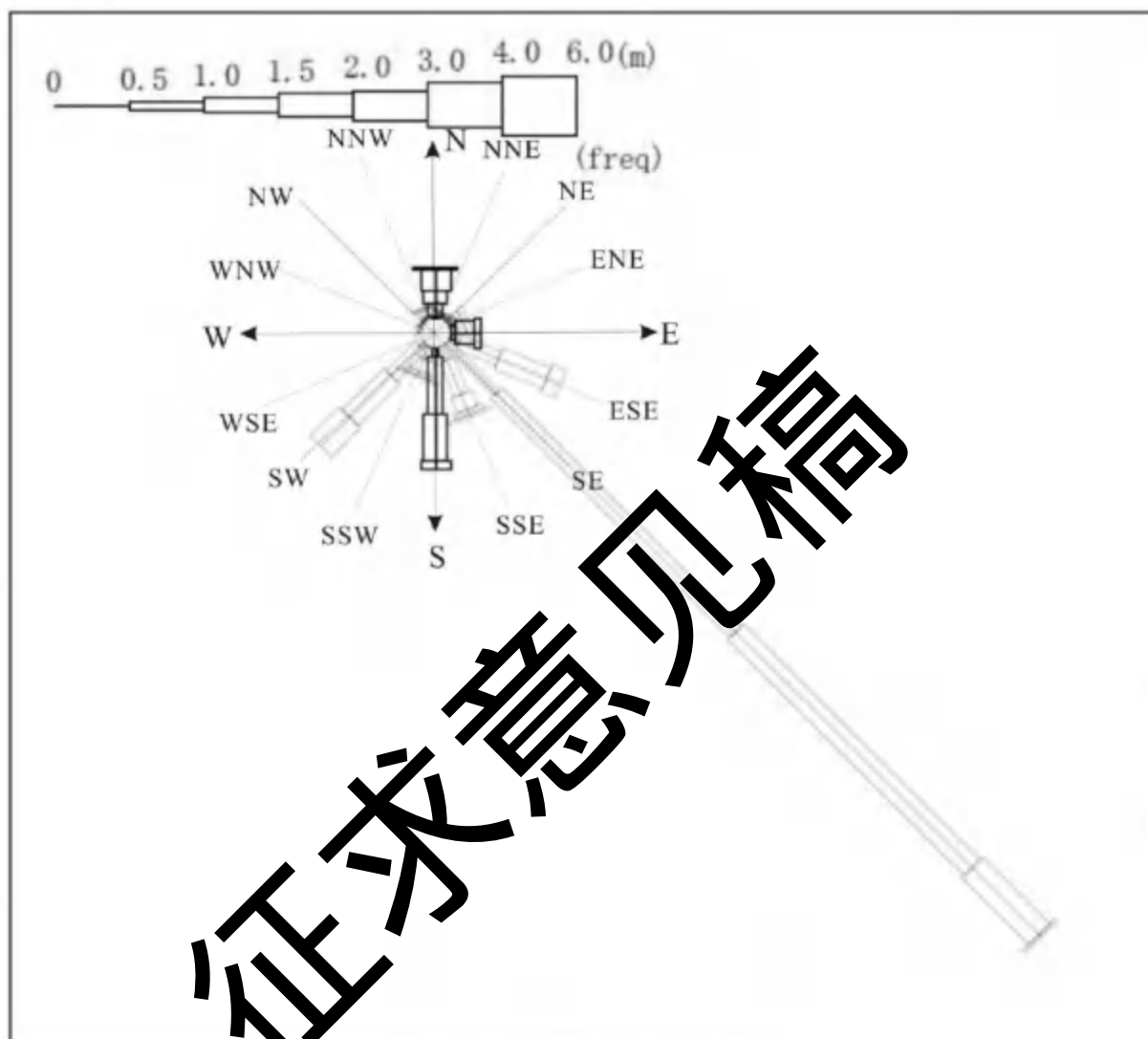


图 4.1.2-2 大万山海洋站全年波浪玫瑰图

4.1.3 地质与地貌

4.1.3.1 地质构造

珠江三角洲地区的地质历史有以下几个主要的特点和发展阶段（李春初，1988）：

(1) 古老的地质基础，较稳定的构造单元。本区在大地构造上属粤桂隆起区，区内出露的最老地层是震旦系和寒武系岩系，加里东运动时它们均强烈褶皱

变质。上古生代至三叠纪为拗陷带，广大地区沉积了较厚的泥盆系至三叠系砂页岩岩系，但属地台浅海相沉积建造。早侏罗世末燕山运动致使本区上升成陆。

(2) 燕山运动奠定断陷构造盆地的形势。燕山运动时，本区多次发生花岗岩侵入和断裂构造活动。现珠江三角洲中、北部地区形成断陷盆地。盆地自白垩纪至古近纪以陆相碎屑沉积为主，沉积层总厚 1000 多米，此即红色岩系沉积。

(3) 新构造运动影响下形成现在地形轮廓的基本格局。新近纪至第四纪中更新世，本区以上升和剥蚀侵蚀为主。这一时期的构造运动即新构造运动，以大面积间歇性上升和断块差异运动为特点。它使前期白垩纪至古近纪的红岩盆地分化解体。这一时期的断裂活动具有明显的继承性，原沉积盆地四周山岭断裂上升幅度较大，盆地本部较小，加之红岩岩性脆弱，占珠江三角洲盆地的断裂构造切割发育，故原盆地部分地势仍相对较低下。由于整个区域被北东、北西和东西三组走向不同的断裂分割成大小不等的断块，原盆地地区形成若干新的次一级的构造单元。因此，现珠江三角洲平原区不仅地势低，而且基底地形具“平行岭谷”和“棋盘状格局”特点（黄镇国等，1982）。

(4) 晚更新世以来，大量接受河流沉积覆盖，其间两次受海侵影响。晚更新世中期以后，本区地史发展进入一个新阶段，一改过去长期（第三纪中期至第四纪中更新世和晚更新世初期）基本上以侵蚀为主而缺少堆积或堆积不很发育的状况，广泛接受陆相河流沉积、海积和海、陆交互相沉积等疏松沉积物的覆盖。这些沉积物堆积所及之处，原始起伏不平的基岩面和风化壳被掩埋。这就是晚第四纪珠江下游冲积平原和三角洲形成发展的新时期。珠江三角洲平原及其附近上第四系沉积共由下、中、上三组碎屑沉积物组成，下、中两组沉积分别形成于距今 39000~22000 年和距今 19000~6000 年，它们均为海侵条件下的进侵型溯源沉积体系，上组沉积物为近 6000 年来海面基本稳定时向海淤积发展的现代三角洲沉积，各组沉积之间呈不整合关系接触。

珠江口近海区位于华南褶皱系（I级）的粤中拗陷的南部，地处 NE-NEE，NW-NNW 和近 EW 几组走向深大断裂所围限的相对下陷部位，称为珠江三角洲断陷区，属南海北部的不稳定区，其北部是 NE 向蕉岭—增城—腰古—云开复式背斜带，南部是 NE-NEE 向、新生代大陆边缘活动褶皱带。构造总体上以北东向构造为主，次为北西向构造，此外还有零星的東西向及南北向构造，它们相互切

割、复合，构成了本区构造的基本格局（图 2-3-1，图 2-3-2），多次构造运动中，燕山运动活动最为强烈，奠定了区域基本构造格局（据马胜中等，2006）。

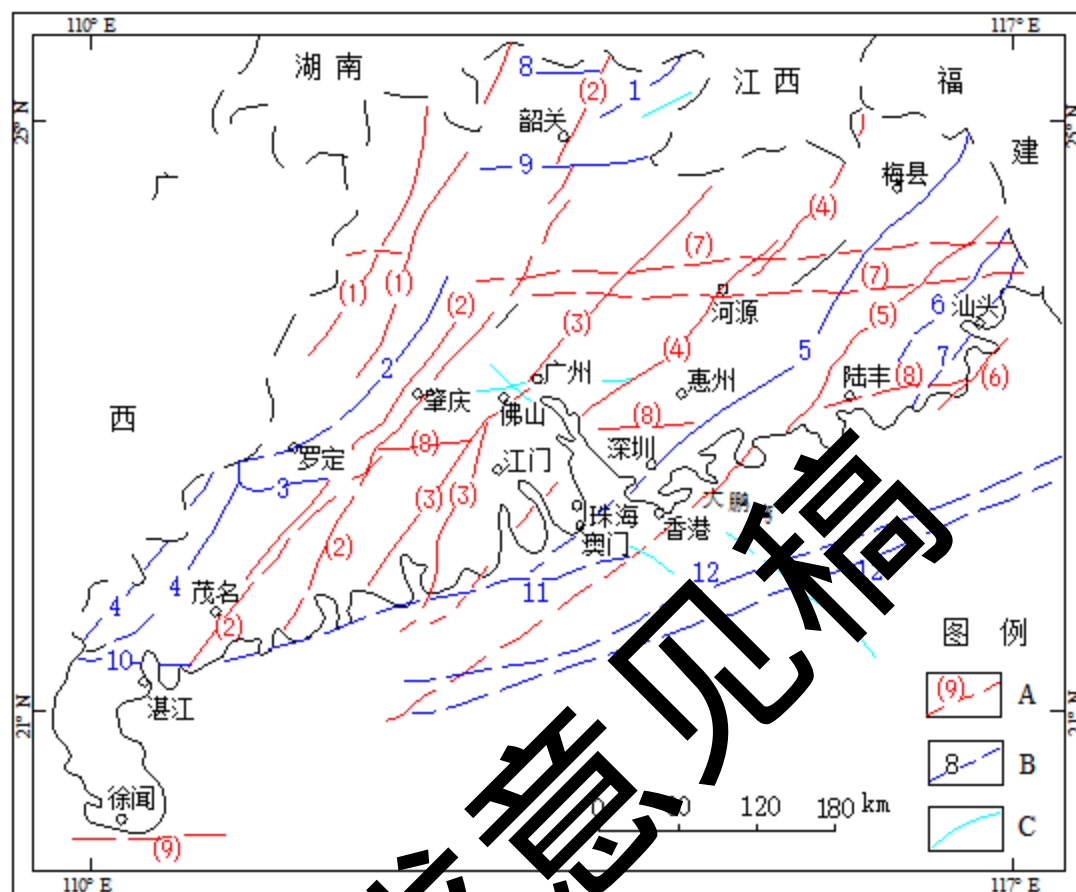


图 4.1.5 广东省深大断裂分布图（据马胜中等，2006）

A: 深断裂：(1) 郴县—怀集断裂带，(2) 四会—吴川断裂带，(3) 新丰—恩平断裂带，(4) 河源断裂带，(5) 莲花山断裂带，(6) 南澳断裂带，(7) 佛冈—丰凉断裂带，(8) 高要—惠来断裂带，(9) 琼州海峡断裂带；

B: 大断裂：1 南雄—江华断裂，2 罗定—悦城断裂，3 贵子—弧形断裂，4 信宜—廉江断裂，5 紫金—博罗断裂，6 潮安—普宁断裂，7 汕头—惠来断裂，8 九峰断裂，9 贵东断裂，10 遂溪断裂，11 香港—万山断裂带，12 珠江拗陷北缘断裂带；

C: 一般断裂。（资料来源：广东省区域地质志）

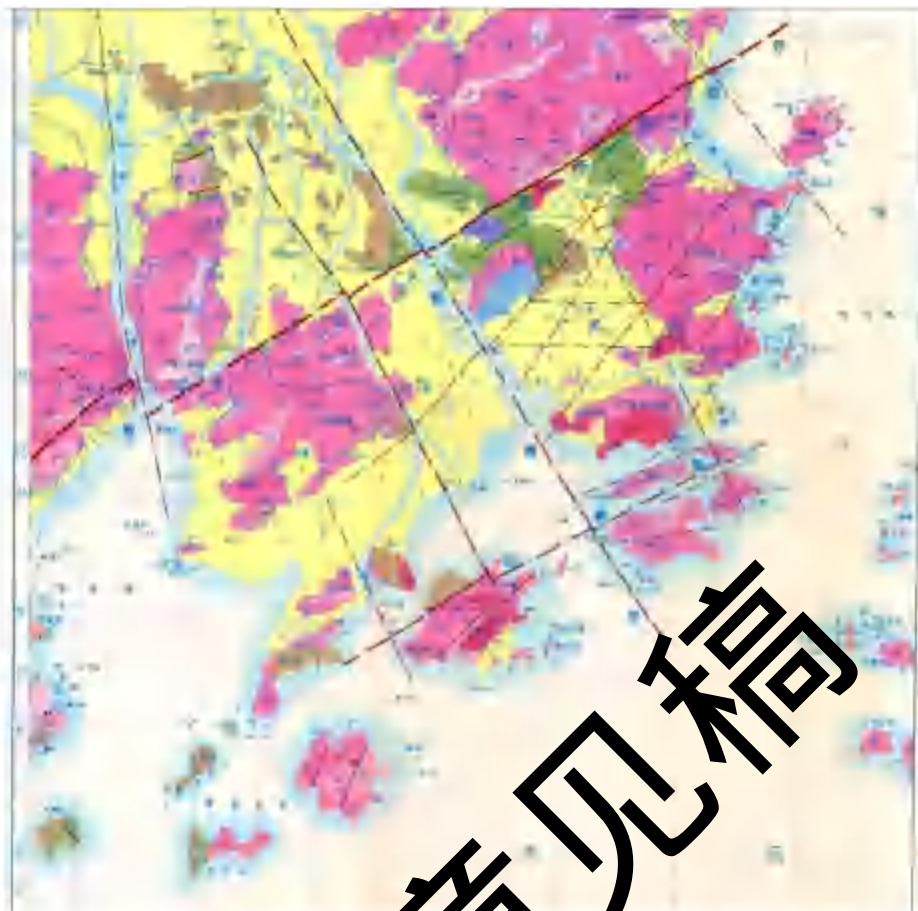


图 4.1.3-2 矿区附近构造地质图（资料来源：广东省第二核电站候选场构造地质图）

在珠江三角洲的演变过程中，新构造运动是一个非常重要的因素，既控制河道的变迁又影响三角洲的沉积。第四纪地层中的两期河流相砂砾层分别代表了晚更新世、全新世两次海侵前古河谷的位置，而两期砂砾层分布的差异则反映了第一次海侵后、第二次海侵前河道所发生的变化，研究证明这是断裂活动的结果。进入全新世后，珠江三角洲断裂活动减弱，河流体系基本上继承了第二次海侵前的格局。

珠江三角洲位于南海北部被动大陆边缘，该区域发育的北东向、北西向和近东西向三组断裂，大部分是基底断裂，受基底断裂的切割，珠江三角洲可划分为7个断块，由于不同断裂或同一断裂的不同段所运动的方向或速率不同，引起各断块之间发生差异升降运动（陈伟光等，2002；陈国能等，1995；姚衍桃等，2008）。因此，珠江三角洲地区的新构造运动以断裂活动和断块差异升降运动为主要特征。

上述三组断裂中，NE和近EW向两组断裂主要形成于白垩纪燕山运动，并在随后的发展过程中又发生过多活动，这些断裂绝大多数为基底断裂，规模较大，在区域地形地貌演变中起了非常重要的作用。NW向断裂则比前两者年轻，

主要形成于渐新世至上新世的喜马拉雅运动（黄镇国等，1982），在珠江三角洲的发育演化过程中起了重要作用，如界定珠江三角洲西界的西江断裂在晚更新世以来有过活动，磨刀门钻探结果显示西江断裂南段明显切穿了上更新统（Chen guoneng 等，2002；黄玉昆等，1992），取自斗门水磨岩、珠海挂碗角和磨刀门钻孔 ZK-13 的断层泥的热释光年龄分别为 20.08 ± 2.02 、 35.43 ± 0.236 及 2.34 ± 0.15 万年，这也充分反映了西江断裂在晚更新世的活动。

第四系厚度与基底地貌有关，沉积中心对应着基底凹陷，也就是第四纪时期沉降幅度比较大的断块，表明断块沉降为珠江三角洲的沉积创造了空间，另外，基岩山地与三角洲平原的分界线主要沿断裂延伸，并且常伴随有明显的坡度转折，也反映了断裂对第四系沉积的控制。

4.1.3.2 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。

4.1.3.2.1 钻孔部署

本项目位于广东省珠海市高栏岛东南侧海域，布设钻探20口。钻探口位置示意图见图4.1.3-3，矿区地质剖面图见图4.1.3-4、4.1.3-5、4.1.3-6、4.1.3-7。

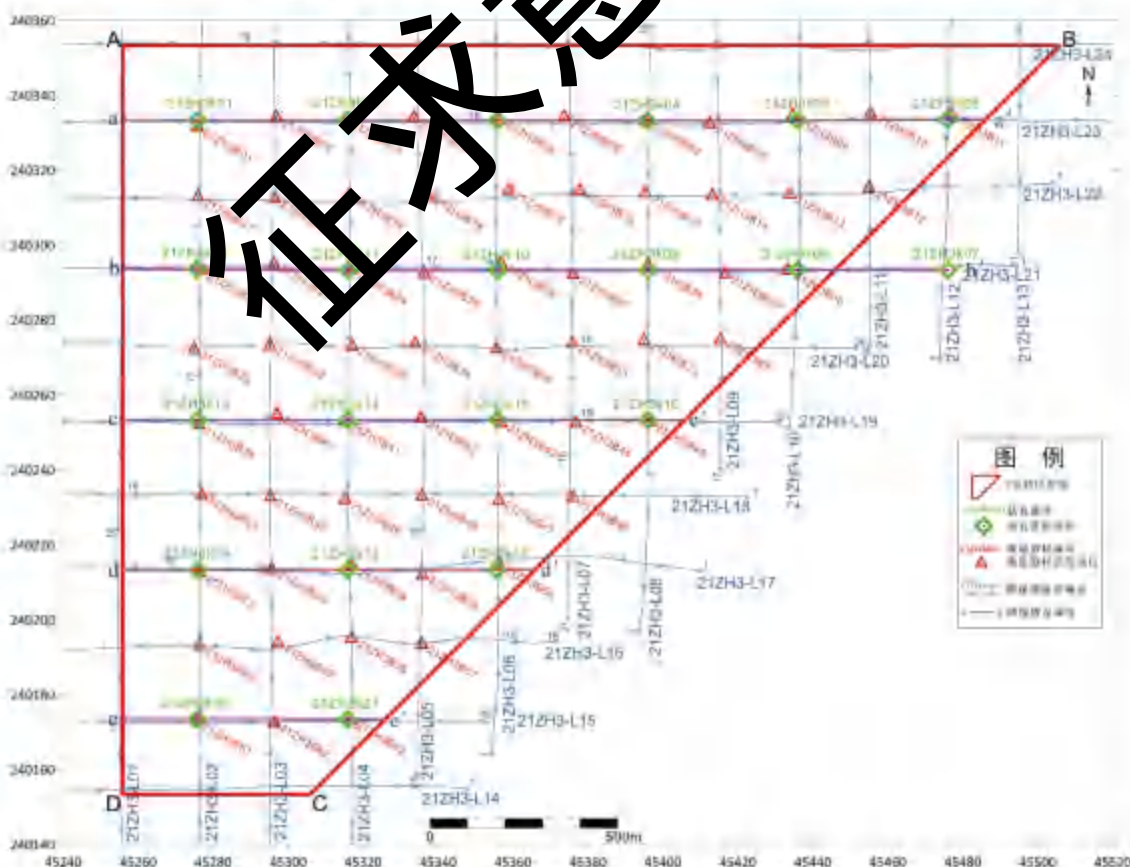


图 4.1.3-3 拟挂牌区钻孔部署图

4.1.3.2.2 地层特征

根据本次钻探资料，依据层序地层划分、岩性特征和沉积环境，对比广东区域地质志和前人在本地区研究成果，分析确定矿区内 21 个钻孔所揭示地层均为第四系，自上而下划分为灯笼沙组和万顷沙组。

灯笼沙组 (Q_4^d)：本组地层对应单道地震解释的准层序组 A，据广东省区域地质志，灯笼沙组 14C 测定年龄值集中在 $2350\pm 110\sim 1260\pm 90$ 年，属晚全新世。钻探工程揭露矿区内地层厚度变化在 $32.40\sim 37.00\text{m}$ 之间，平均厚度约 34.60m 。该组是矿区主要的海砂发育层，以三角洲相沉积为主。依据岩性特征可分为上、下两部分，其中：

上部岩性主要由深灰色、灰黑色、灰褐色、青灰色、灰黄色、黄褐色、浅灰色的砂质砾、粗砂、中砂、细砂、泥质砂、砂质泥及泥组成，呈松散状、饱和、分选性差，矿物主要为石英，长石次之，局部含适量的贝壳及贝壳碎屑。砂层厚度约 $2.80\sim 13.40\text{m}$ 。

下部主要由深灰色、青褐色、青灰色、灰褐色、灰黄色、灰绿色、浅灰色的砾质砂、中砂、细砂、粉砂、泥质砂、砂质泥和泥组成，地层松散、可塑、饱和、分选性差，矿物主要为石英，长石次之，局部含适量的贝壳及贝壳碎屑。砂层厚度约 $1.30\sim 25.00\text{m}$ ；21ZH3K05、21ZH3K08、21ZH3K10、21ZH3K17、21ZH3K18、21ZH3K19 等钻孔钻遇大套的厚层砂，砂层厚度在 $16.40\sim 25.00\text{m}$ 之间。

万顷沙组 (Q_4^w)：本组地层对应单道地震解释的准层序组 B，据广东省区域地质志，万顷沙组 14C 测定年龄值为 $4940\pm 250\sim 2510\pm 110$ 年，属中全新世晚期。钻孔仅揭示了万顷沙组上部地层，钻孔揭示的本组地层厚度变化范围 $14.40\sim 19.30\text{m}$ 。该组是矿区次要的海砂发育层，以三角洲相沉积为主。岩性由灰黑色、深灰色、青灰色、灰黄色、褐黄色的砂质砾、粗砂、中砂、细砂、泥质砂、砂质泥及泥组成，可塑、饱和、稍密、分选性差，矿物主要为石英，长石次之，偶见腐木碎屑、腐质植和贝壳碎屑。钻孔揭示该组上部砂层厚度在 $2.00\sim 19.30\text{m}$ 之间；其中 21ZH3K02、21ZH3K03、21ZH3K04、21ZH3K05、21ZH3K06、21ZH3K11、21ZH3K12、21ZH3K13、21ZH3K14 和 21ZH3K15 等钻孔钻遇大套的厚层砂，砂层厚度在 $13.60\sim 19.30\text{m}$ 之间。

4.1.3.2.3 构造

单道地震资料显示，3号矿区海底以下50m内为第四纪近海珠江三角洲沉积，本次勘查未发现断层，物探资料显示地层内部沉积结构保持了原有的沉积形态，未发生构造变形，无向斜或背斜形成。

4.1.3.2.4 岩浆岩

矿区属第四纪近海沉积相，本次勘查在3号砂区海底以下50m内未发现岩浆岩。

4.1.3.2.5 海底底质

海底底质是指矿区海底沉积物类型。根据本次勘查获取的63个表层沉积物的粒度组成特征（表4.1.3-1），矿区海底底质沉积物类型按泥质含量主要为砂（N=39），次为泥质砂（N=24）。按照细分法主要为泥质细砂（N=20），次为中砂（N=17）和粗中砂（N=14），少数为中粗砂（N=6），细泥质中细砂（N=4），极少数为混合砂（N=2）。砾石含量在0.04~2.77%之间，平均值0.87%；砂含量在59.62~98.53%之间，平均值83.77%；泥含量在1.26~39.46%之间，平均值15.36%。

表4.1.3-1 3号砂区海砂沉积物粒度含量统计表

编号	粒度含量 (%)			粒度系数			沉积物分类	
	砾石	砂	泥	平均粒径 Mz (μ)	分选系数 σ	偏态 S_{sk}		峰态 K_{sk}
21ZH3B01G-1/2	2.61	71.13	26.26	3.48	2.35	0.49	1.27	泥质砂
21ZH3B02G-1/2	1.51	83.99	14.70	3.75	2.34	0.53	0.90	泥质砂
21ZH3B03G-1/2	1.14	65.90	32.96	3.75	2.31	0.56	0.88	泥质砂
21ZH3B04G-1/2	1.14	59.56	38.74	3.88	2.47	0.52	0.82	泥质砂
21ZH3B05G-1/2	1.38	65.95	31.66	3.71	2.31	0.49	0.98	泥质砂
21ZH3B06G-1/2	0.86	65.81	33.34	3.82	2.25	0.52	0.84	泥质砂
21ZH3B07G-1/2	0.85	65.03	34.12	3.80	2.29	0.59	0.82	泥质砂
21ZH3B08G-1/2	1.59	60.58	37.83	3.86	2.39	0.54	0.80	泥质砂
21ZH3B09G-1/2	0.57	60.42	39.02	3.92	2.37	0.57	0.77	泥质砂
21ZH3B10G-1/2	0.71	59.83	39.46	3.96	2.34	0.57	0.77	泥质砂
21ZH3B11G-1/2	0.56	65.82	33.63	3.79	2.31	0.58	1.03	泥质砂
21ZH3B12G-1/2	0.16	61.81	38.03	3.88	2.40	0.58	0.76	泥质砂
21ZH3B13G-1/2	0.25	69.56	30.20	3.64	2.24	0.58	0.99	泥质砂
21ZH3B14G-1/2	0.87	65.40	33.75	3.62	2.37	0.59	0.87	泥质砂
21ZH3B15G-1/2	0.33	66.83	32.85	3.76	2.33	0.59	1.03	泥质砂
21ZH3B16G-1/2	0.76	62.54	36.71	3.82	2.31	0.58	0.80	泥质砂
21ZH3B17G-1/2	1.28	59.99	38.74	3.91	2.55	0.52	0.84	泥质砂
21ZH3B18G-1/2	2.77	67.50	29.73	3.63	2.45	0.49	1.02	泥质砂

编号	粒级含量(%)			粒度系数				沉积物分类
	砾石	砂	泥	平均粒径 Mz_{ϕ}	分选系数 σ	偏态 S_{sk}	峰态 K_g	
21ZH3B19G-1/2	2.65	67.39	29.96	3.64	2.36	0.53	1.02	泥质砂
21ZH3B20G-1/2	3.87	66.44	29.71	3.55	2.55	0.45	1.16	泥质砂
21ZH3B21G-1/2	0.61	72.31	27.08	3.54	2.23	0.57	1.01	泥质砂
21ZH3B22G-1/2	0.47	60.61	38.91	3.90	2.43	0.56	0.78	泥质砂
21ZH3B23G-1/2	1.01	71.97	27.01	3.42	2.09	0.56	1.39	泥质砂
21ZH3B24G-1/2	1.06	62.93	36.00	3.79	2.36	0.57	0.78	泥质砂
21ZH3B25G-1/2	3.62	82.36	14.02	1.86	2.24	0.37	2.88	砂
21ZH3B26G-1/2	1.00	86.30	12.70	1.80	6.45	0.50	14.23	砂
21ZH3B27G-1/2	0.96	96.40	2.63	1.25	0.68	0.07	1.17	砂
21ZH3B28G-1/2	1.02	97.36	1.62	1.21	0.63	0.05	1.11	砂
21ZH3B29G-1/2	1.56	95.93	2.53	1.11	0.64	0.07	1.14	砂
21ZH3B30G-1/2	1.43	95.27	3.26	1.12	0.66	0.09	1.20	砂
21ZH3B31G-1/2	1.57	95.72	2.73	1.08	0.60	0.04	1.15	砂
21ZH3B32G-1/2	0.87	83.66	15.47	1.70	1.57	0.09	1.37	砂
21ZH3B33G-1/2	1.77	94.74	3.50	1.31	0.68	0.09	1.37	砂
21ZH3B34G-1/2	0.76	97.39	1.84	1.29	0.57	0.05	1.12	砂
21ZH3B35G-1/2	0.68	97.99	1.32	1.32	0.57	0.09	1.25	砂
21ZH3B36G-1/2	0.86	96.48	2.64	1.28	0.57	0.06	1.31	砂
21ZH3B37G-1/2	1.17	97.42	1.41	1.27	0.56	0.17	1.47	砂
21ZH3B38G-1/2	1.00	90.96	8.02	1.42	0.73	0.45	4.07	砂
21ZH3B39G-1/2	0.45	87.75	11.78	1.42	0.55	0.53	18.76	砂
21ZH3B40G-1/2	0.42	95.87	3.71	1.35	0.50	0.12	1.31	砂
21ZH3B41G-1/2	0.39	97.99	1.63	1.31	0.42	-0.01	1.00	砂
21ZH3B42G-1/2	0.81	97.42	2.01	1.28	0.46	0.04	1.05	砂
21ZH3B43G-1/2	0.71	94.96	4.44	1.31	0.58	0.16	1.45	砂
21ZH3B44G-1/2	0.66	96.65	3.65	1.30	0.51	0.08	1.20	砂
21ZH3B45G-1/2	0.52	97.83	1.99	1.15	0.55	0.02	1.07	砂
21ZH3B46G-1/2	0.51	94.42	2.32	1.38	0.47	0.08	1.24	砂
21ZH3B47G-1/2	0.34	88.47	11.18	1.50	4.16	0.47	16.05	砂
21ZH3B48G-1/2	0.32	98.03	1.64	1.36	0.43	0.05	1.08	砂
21ZH3B49G-1/2	0.27	98.49	1.26	1.37	0.41	0.04	1.07	砂
21ZH3B50G-1/2	0.14	98.17	1.70	1.43	0.43	0.07	1.19	砂
21ZH3B51G-1/2	0.11	98.08	1.82	1.45	0.41	0.09	1.20	砂
21ZH3B52G-1/2	0.08	96.60	3.34	1.51	0.49	0.17	1.48	砂
21ZH3B53AG-1/2	0.13	96.15	3.73	1.49	0.50	0.16	1.51	砂
21ZH3B54G-1/2	0.38	96.84	2.79	1.39	0.49	0.12	1.29	砂
21ZH3B55G-2/2	0.3	97.85	1.85	1.42	0.46	0.10	1.24	砂
21ZH3B56G-1/2	0.23	94.57	5.20	1.46	0.78	0.31	2.65	砂
21ZH3B57G-2/2	0.27	96.58	3.19	1.58	0.43	0.17	1.51	砂
21ZH3B58G-1/2	0.06	97.78	2.15	1.55	0.47	0.13	1.37	砂
21ZH3B59G-1/2	0.08	96.76	3.16	1.66	0.42	0.17	1.53	砂
21ZH3B60G-1/2	0.05	98.14	1.80	1.73	0.46	0	1.01	砂

编号	粒级含量(%)			粒度系数				沉积物分类
	砾石	砂	泥	平均粒径 Mz_{ϕ}	分选系数 σ_{ϕ}	偏态 S_{sk}	峰态 K_g	
21ZH3B61G-1/2	0.10	97.67	2.22	1.69	0.45	0.22	1.81	砂
21ZH3B62G-2/2	0.04	95.91	4.04	1.79	0.49	0.30	1.59	砂
21ZH3B63G-1/2	0.08	98.53	1.37	1.90	0.55	-0.01	1.00	砂
平均值	0.87	83.77	15.36	2.32	1.51	0.31	1.97	

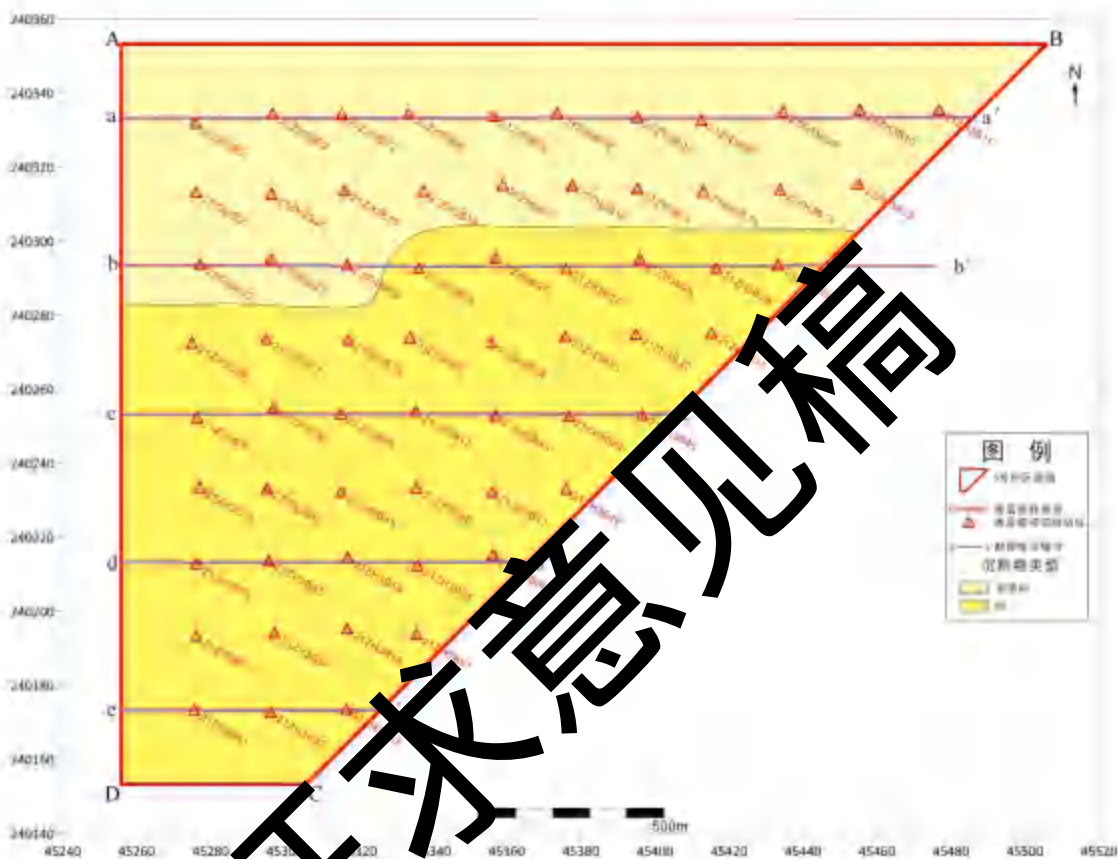


图 4.1.4 珠海市高栏岛东南部 3 号砂区海底表层沉积物类型图

4.1.3.3 地形地貌

本次调查采用多波束勘查技术精确探测海底地形地貌特征。根据《中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T 0292-2016 海洋多波束水深测量规程》的要求，本项目的多波束测深资料需要进行潮汐改正。在进行潮汐改正时，应用的是预报潮汐数据，采用单一潮汐站任意时间间隔方法来计算潮汐改正数据。通过计算，理论最低潮面位于当地平均海平面以下 133cm，多波束测深以理论最低潮面为深度基准面。根据多波束测量结果，矿区以理论最低潮面为基准的水深范围为 30.59~32.27m，平均水深 31.37m。3 号矿区海底地势相对平坦，平均坡度 0.03°，最大水深位于北部偏东海域，其值 32.27m；最小水深位于南部偏西海域，其值

为 30.59m，整体水深呈北深南浅的趋势。

4.1.3.4 地球物理特征

3号矿区单道地震和浅地层剖面测线共24条，南北向测线13条（21ZH3-L01~21ZH3-L13），东西向测线11条（21ZH3-L14~21ZH3-L24）。钻孔资料揭示，本区主要发育厚层三角洲相砂；浅地层剖面测量穿透能力较弱，仅能揭示了海底以下15m内的地层局部详细结构；而单道地震穿透能力较强，能较好揭示海底100m以内地层结构。因此，本节结合钻孔资料，通过浅剖和单道地震资料来分析矿区浅部地层的地球物理特征。

浅地层剖面测量使用德国INNOMAR公司的SES2000-Medium 70型参量浅地层剖面仪，发射频率为6kHz，本次浅地层剖面调查的主要目的是查明海底浅表地层结构，并关注海底及以下可能存在的障碍物。

单道地震资料采集采用Ixblue Delph Seismic数字单道地震记录系统，震源采用SIG 2Mille电火花震源系统，GEO-SENSE 48型单道信号接收电缆，电缆长度约100米，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0.25米，道间距，震源选用1000J，激发间隔为1s。

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采用经验数据，泥层速度为1600m/s，砂层速度为1800m/s。

依据地震地层学和层序地层学原理，结合各个剖面的地震反射结构、波组特征和反射界面接触关系（如上超、下超、顶超或削截等），在单道地震剖面上识别出3个主要的地震反射界面，从上往下依次为 R_0 、 R_1 和 R_2 （单道地震剖面与钻孔的联合对比解释图例图见图4.1.3-5）。结合区域地质资料分析，以 R_0 、 R_1 和 R_2 为界相应地划分出A、B共2个准层序组。通过孔震联合对比解释，本矿区包括准层序组A和准层序组B。其中，准层序组A对应灯笼沙组，为三角洲相、滨浅海相沉积，剖面上表现出多期河道充填和三角洲前积地震反射特征。准层序组B对应万顷沙组，仍以三角洲相厚层河道砂体沉积为主。各地震层序特征如下：

准层序组A（ R_0-R_1 ）：顶界为海底，底界为 R_1 反射界面，根据地震反射特征和钻孔垂向岩性组合特征，该准层序组可分为上、下两部分，其中：

上部反射层组以中-高频、强振幅、高连续为特征，总体为平行和亚平行反

射结构，局部有三角洲斜交前积和河道充填结构。据钻孔资料，该层岩性主要有粗砂、中砂、细砂、泥质砂、砂质泥及泥，颜色以深灰色、灰色、青灰色、灰黄色、黄褐色为主，偶见贝壳碎屑，综合判断为三角洲平原分流河道和决口扇沉积。

下部反射层组以高频、中-弱振幅、较连续-连续为特征，与底界面 R_2 呈下超或亚平行接触关系。纵剖面见多期前积结构叠加，“S”型、斜交型、复合型均有发育，大体呈现由北向南的生长趋势。横剖面上则表现为多期决口扇朵叶叠加。根据钻孔资料，该层岩性主要有砾质砂、粗砂、中砂、细砂、泥质砂、砂质泥及泥，颜色以灰黑色、深灰色、青灰色、灰黄色为主，偶见贝壳碎屑。纵向上砂层较厚，综合判断为三角洲前缘多期决口扇朵叶交互叠置的沉积特征。

准层序组 B (R_1-R_2)：其顶界面为 R_1 ，底界为 R_2 界面，内部反射层组表现为高频、弱振幅、中等连续反射，总体呈亚平行反射特征，局部见斜交和河道充填反射结构，席状或充填外形，与底界面 R_2 呈下超接触关系。由于钻孔仅揭示上部地层，其岩性主要有砾质砂、粗砂、中砂、细砂、泥质砂、砂质泥及泥，颜色以灰黑色、深灰色、青灰色、灰黄色、褐黄色为主，偶见腐木碎屑、腐质植和贝壳碎屑，综合判断为三角洲平原沉积。

征求意见

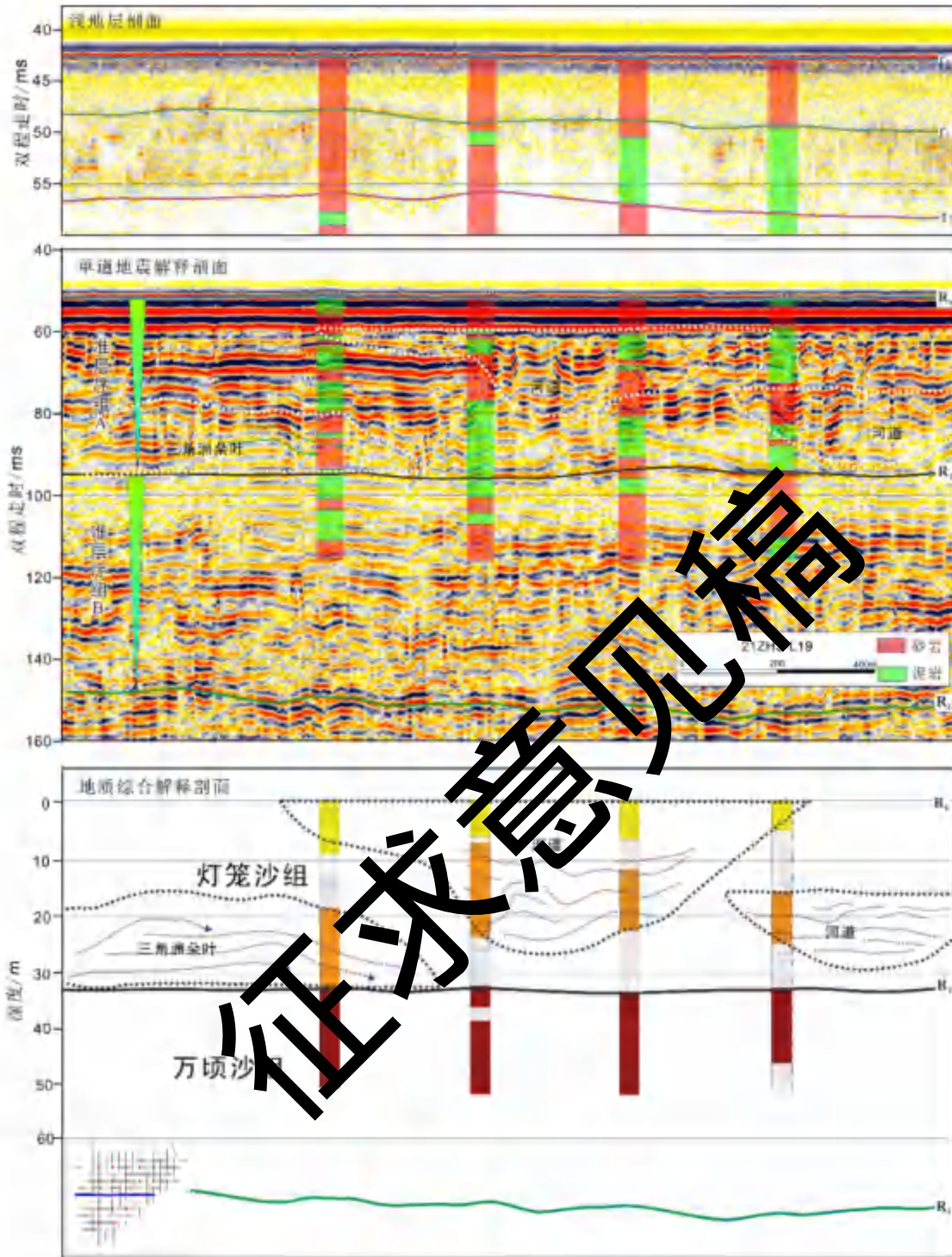


图 4.1.3-5 21ZH2-L13 测线物探综合解释剖面图

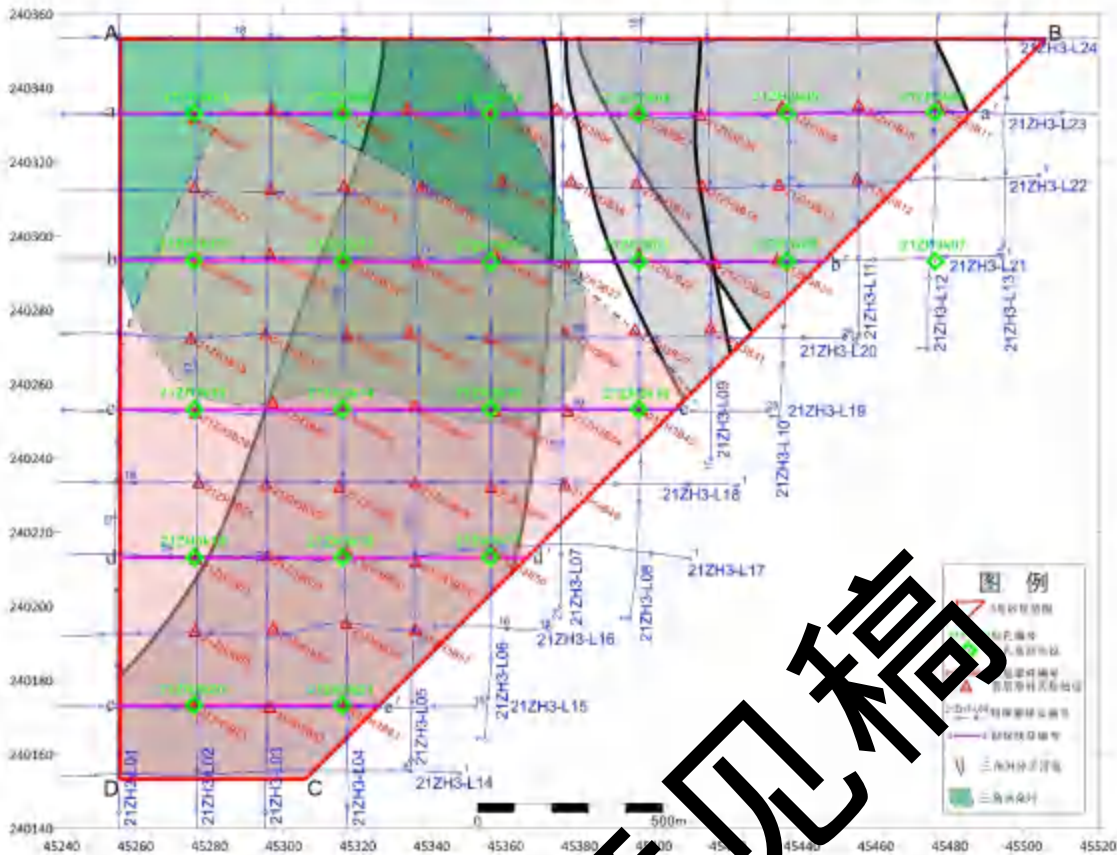


图 4.1.3-6 3号矿区准层序级、砂三角洲河道及朵叶分布图

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

珠海港是全国二十个沿海之枢纽港之一，目前珠海港已形成包括西部的高栏港区、东部的桂山港区以及九州、香洲、唐家、洪湾、井岸、斗门等港区的港口格局，其中高栏和桂山为深水港区，其它为中小泊位区。一类开放口岸 5 个，二类口岸 17 个。珠海海洋面积 9348km²，拥有 262 个海岛，大陆海岸线长 227.26km，距大西水道 1 海里，通过珠江西部支流可实现江海联运。截至 2018 年 9 月，高栏港已建成生产性泊位 61 个，其中万吨级以上泊位 27 个。珠海港港口资源分布见下图。



引自：《珠海港总体布局规划》，珠海市港务管理局

图 5.2-1 珠海港口资源分布示意图

珠海港是广东省及泛珠三角地区实现区域经济社会协调发展的重要依托区域之一，也是其辐射的腹地参与国际经济合作和竞争的重要战略资源。依据规划，珠海港将重点发展油气化工品和大宗物资转运及集装箱运输服务，并为临海工业提供运输服务，拓展港口物流、保税、信息、商贸等功能，并将珠海港发展成为大宗散货和外贸物资运输为主，客货兼顾、内外贸结合、商工贸并举的多功能、现代化的综合性港口。

珠海港的七个港区（高栏、万山、九洲、香洲、唐家、洪湾、斗门）按规划都有各自相应的重点功能。各港区的主要功能定位如下：

(1) 高栏港区：以油气化工品、矿石、煤炭等大宗散货、集装箱和杂货运输为主的综合性港区，并为发展临港工业和现代物流服务。

(2) 万山港区：以大宗散货转运为主，并为海岛物资运输和旅游客运服务。

(3) 九洲港区：重点发展珠海至香港、深圳的水上高速客运。

(4) 香洲港区：以陆岛运输和海岛旅游客运为主。

(5) 唐家港区：以客运及旅游服务为主。

(6) 洪湾港区：以集装箱、建筑材料和散杂货运输为主。

(7) 斗门港区：以集装箱、建筑材料、农副产品运输为主。

根据珠海港的性质、功能与岸线水深情况，未来珠海港将：重点突出高栏港区在综合运输服务中的枢纽性作用；有序调整九洲、香洲、唐家港区的功能；积极发展万山港区；理顺为城市发展服务、以城市建材、生活物资和内河集装箱运输为主的斗门、洪湾等内河港区；以使珠海港具备装卸储运、运输组织、工业开发、现代物流、通信信息、综合服务等多种功能。

4.2.1.2 航道锚地资源

在高栏、万山、九洲、唐家、香洲五个沿海港区中，高栏港和九洲港是人工开挖的进港航道；万山港、唐家港和香洲港是天然航道。

珠海港水域布置有 30 个锚地。九洲港、九洲港澳小型船舶引航锚地、桂山引航、检疫和装卸锚地等多处锚地；万山港区主要利用桂山国际锚地，桂山港区利用桂山国际锚地，高栏港区锚地位于高栏岛南侧。高栏港区主要利用高栏岛南侧的高栏一号锚地和高栏检疫锚地区。

4.2.2 海岸线、岛礁资源

珠海市海域广阔，大陆海岸线长 229.2 千米。珠海市岛屿众多，素有“百岛之市”的美誉，全市拥有大小海岛 262 个，面积共计 245.3404 平方千米，岛岸线总长 525.518 千米。其中有居民海岛共 10 个，领海基点所在海岛 1 个，即佳蓬列岛的平洲。

珠海市海岛主要分布为五大岛群：以桂山岛为中心的岛群、万山列岛群、外伶仃西南海域岛群、担杆列岛群、高栏岛群。这些岛屿大部分由花岗岩组成，地表层主要由花岗岩发育成的赤红壤土层组成，大部分为地表露岗岛。例如，万山群岛原来曾经属于广东大陆的一部分，是粤东莲花山脉经香港的西向延伸。在地质历史中，更新世晚期时，万山群岛还是陆地上的一座座山峰，到了全新世中期，由于海面上升，淹没了山间谷地和低洼地区才与大陆分开，形成了重重叠叠的座座岛屿。在地质构造上，组成万山群岛的地层主要是晚侏罗纪的燕山期花岗岩，只有少量的沉积岩、变质岩和火山岩。构造以断裂为主，发育有两组断裂，一组为北东向，另一组为北西向，但规模都不大。没有规模较大的褶皱构造出现。万山群岛地势高差较大，岛上峰岭逶迤，海岸陡峭，峡湾比比皆是。群岛最高峰大濠岛的大屿山海拔高 935m。200m 以上的山峰较为普遍，形成万山群岛起伏的低山丘陵。东部岛屿以侵蚀为主，基岩裸露，坡度较大，植被稀少。西部岛屿属堆积地貌，植被茂密，地形较缓。各岛古海蚀阶地和海蚀蘑菇等景观随处可见。

4.2.3 海产资源

珠海附近海域中，水产资源丰富。鱼类品种繁多，具有捕捞价值的鱼类近200种，在海洋捕捞中常见的主要经济鱼类70多种。有：灰星鲨(沉水鲨)、中华青鳞鱼(青鳞)、金色小沙丁鱼(横泽)、鲷鱼(三黎)、斑鲈(黄鱼)、鳓鱼(曹白)、黄鲫(黄雀)、七丝鲚(马齐)、马条蛇鲻(九棍、沙丁)、海鲶(赤鱼)、海鳗(山鳢)、四指马鲛(马鲛)、短尾大眼鲷(大眼鸡、目连)、蓝圆鲹(池鱼)、乌鲳(黑鲳)、棘头梅童鱼(黄皮、狮头)、大黄鱼(黄花)、鲩鱼(敏鱼)、印度白姑鱼(或鱼)、金钱鱼(红三)、断斑石鲈(头鲈)、鲤鲷鱼(石或)、黄带鲱鲤(红线)、带鱼(牙带)、康氏马鲛(马鲛)、中国鲳(白鲳)、刺鲳(南鲳)、印度双鳍鲳(叉尾鲳)、扁舵鲹(杜仲)、红狼牙鰕虎鱼、黄鳍马面鲀(羊鱼)、中华乌塘鳢、舌鳎(龙利)、红眼鲈(盲槽)、鲢(甫鱼)、公鱼仔、海河等。

甲壳类有：墨吉对虾、近缘新对虾、周氏新对虾、斑节对虾、日本对虾、刀额新对虾、龙虾、毛虾(银虾)以及锯缘青蟹、红星梭子蟹、三疣梭子蟹、远洋梭子蟹等。

贝类有：近江牡蛎(蚝)、翡翠贻贝(青口螺)、泥蚶(蚶)、毛蚶(六蚶)、文蚶(沙螺)、扇贝、鲍(鲍鱼)、兰蛤(白蚬)、乌贼(墨鱼)、日本枪乌贼(鱿鱼)、章鱼(八爪)等。

藻类有广东紫菜、石花菜、江蓠、海胆、裙带菜、鹅掌菜等。

1988年后，鱼类资源逐步减少。海区鱼种虽多，但种群生物量不大，捕捞量增长过快，近海捕捞强度超过水产资源的再生能力，加上珠江口污染，致使经济鱼类资源严重减少，捕捞下降，传统的大宗池鱼种群已经枯竭，不成渔讯。有的近海区已无鱼可捕。

4.2.4 矿产资源

(1) 石料

珠海市蕴藏的石料主要为黑云母花岗岩、黑云母二长花岗岩、花岗闪长岩。可用作建筑饰面材料、设备的防蚀材料和建筑石料。石料资源广泛分布于低山丘陵区 and 低丘台地区，其中可分为北部的凤凰山区，中部的板樟山区、南部的牛筋头山区，西部的黄杨山区和海岛区。

(2) 砂料

珠海滨海平原地区有多处石英砂矿床。其中金鼎的玻璃砂矿床，赋存于第四系全新统(Q2/4)的万顷沙组(Q2-2/4¹)中，属滨海拦湾砂堤型矿床，矿层分三层，矿体主要由石英砂组成，原矿品位SiO₂占96%以上，矿砂总储量为***万吨。

(3) 粘土及高岭土

珠海有多种类型的粘土矿或高岭土矿。按成因可分为4种类型：风化岩脉型高岭土矿、花岗岩风化壳型高岭土矿、冲积—泻湖堆积型粘土矿和山麓冲积型粘土矿。

冲积—泻湖堆积型粘土矿以位于山场—南村—红山地段的红山粘土矿较典型，其粘土质量较好，含 Al_2O_3 20.29~30.40%，远景储量约1500万吨，覆盖薄，易露天开采，交通方便。柠溪、南水、横琴岛的深井、二井、金鼎的河头埔、留狮山等地的风化岩脉型高岭土矿具有一定的工业开采价值；下栅六组、会同、永丰、官塘，前山的东坑，斗门的岐沥、马山、大托等地的山麓冲积型粘土矿可供小规模开采。

(4) 其他矿产

全市铁矿床(点)共8个，钨、锡、铋、铜、铅、锌等有色金属矿床(点)共16处，但规模小，仅砂锡矿1处属小型矿床。铌、钽、铍等稀有金属矿点1处。硼长石、硅石、含钾岩石、黄铁矿等非金属矿点共8个。炭土矿点有11个，均分布在斗门县内，含油率10-11%，腐植酸9.6-27.73%，可作燃料及肥料利用，但规模小，仅可供地方开采。

斗门上横乡的三隆有浅层天然气产出，含气层分布广，但气储量有限，气量、气压小，且不稳定，可供民用开采。

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。再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。

珠海市滩涂面积20467.7亩，占全市土地面积12.69%，其中超高滩5260亩，高滩5040.4亩，中滩24112.1亩，低滩18894.2亩，浅滩251306.4亩。按滩涂底质分为泥滩(占88.15%)和砂石滩(11.85%)。在26851.8亩泥滩中，生有咸水草的(草滩)3082亩，有红树林的(林滩)5689亩，曾养牡蛎的(老牡蛎滩)10917亩，没有草木生长的(光滩)248832亩。

全市滩涂可分4个区：(1)磨刀门口门滩涂区，包括鹤洲北、鹤洲南、三灶湾、洪湾西、洪湾北、洪湾南等6片，占滩涂总面积37.61%。该区淡水来源充足，可发展鱼、稻、蔗、果的综合性生产。(2)东部沿海滩涂区，包括金鼎、唐家、香洲等片，占滩涂总面积14.77%，是历史上的养牡蛎区，可发展以牡蛎为主、鱼虾蟹结合的咸淡水养殖业。(3)西部沿海滩涂区，包括雷蛛和平沙两片，占滩涂总面积20.83%，可以蔗、鱼为主，种养结合的综合经营。(4)近岸岛屿滩涂区，包括淇澳、横琴、三灶、南水、高栏诸岛，占滩

涂总面积26.78%，滩涂形成于岛屿湾内，小片分散，类型多种多样，以浅泥滩和中泥滩居多，可以种植或养殖，尤以发展牡蛎生产的潜力很大。

4.2.6 旅游资源

珠海市旅游资源非常丰富，主要包括东澳岛的环岛游、东澳岛南沙湾泳场和游艇垂钓区、外伶仃岛和大万山岛游艇区和垂钓区、三灶岛金海滩泳场、高栏岛飞沙滩旅游度假区、荷包岛大南湾泳场、淇澳岛红树林保护区、九州东沙滩泳场，广州至万山群岛环海游、东海岛海上观光等。海渔女与情侣路是珠海市一道亮丽的风景线，香炉湾畔的珠海渔女雕像高8.7m，重10t，由70件巨型花岗岩石组合而成，渔女高举明珠向人们献宝已成为珠海市的象征。野狸岛以海燕桥与闹市区相连。远近闻名的情侣路，自南、东、西三个方向侧岛通过，位置优越，交通便利。全岛面积42万 m^2 ，岛有四峰，最高处海拔不到70m，岛的大小和山体、高度很适合辟为旅游观光的风景名胜。

4.2.7 海砂资源

珠江口泥沙主要来自江河径流携带沉积，珠江水入海年悬移质输沙量约为8735万吨，底砂输移约400万吨，再随着潮流输送到口外海域。珠江口内外散布着218个岛屿，对潮流、波浪起着顶冲促淤的作用，有利于泥沙在此沉积。近岸海岛区堆积作用强，常发育泥岸和沙岸；远岸海岛区则侵蚀作用强，海积平原极少；珠江口西侧滩涂发育迅速，泥沙资源丰富。

珠江口海砂资源储量丰富，估计在12亿 m^3 ~13亿 m^3 之间。仅珠海唐家、淇澳、横琴、南水、三灶等海岛可供挖掘填海砂源在6000万 m^3 以上；在珠江口大蜘洲—三门列岛—外伶仃岛海域海砂资源也相当丰富。

4.2.8 海域敏感保护生物

4.2.8.1 中华白海豚

中华白海豚，属国家一级保护动物。中华白海豚（*Sousa chinensis* Osbeck 1765）是一种沿岸定居性的小型齿鲸类，属海洋哺乳动物，是世界上85种鲸类之一，国际上习惯称之为印度太平洋驼背豚（Indo-Pacific humpback dolphin）。

在中国水域，中华白海豚主要分布东南沿海的河口内湾，北至福建省宁德市（Chen et al.2012），南至北部湾的越南水域边界。中华白海豚的个体活动范围会随着年龄、性

别、生育状态的变化而改变。年长的白海豚需要较大的活动范围以保证其食物供给以及寻求更多的交配机会来保证繁殖的成功。年少的海豚尚未建立好自己的栖息地，经常在种群分布范围内探索，因此在某个地方的停留时间较短，其活动范围较少固定。

根据《珠江西部河口中华白海豚的分布和季节变化》（《中国水产科学》第17卷第5期，2010年9月，中国水产科学研究院南海水产研究所陈涛等）文中介绍，2007年8月至2008年7月，南海水产研究所采用船基截线法在包括大襟岛海洋保护区在内的珠江西部河口进行了1周年的海豚调查，对该水域中华白海豚的分布、季节变化和群体结构等信息进行了分析。本次调查共目击中华白海豚153群次，约1035头次，表明珠江西部河口是中华白海豚的重要栖息地之一。

丰、枯水期目击中华白海豚的次数和位置分布有明显季节差别。丰水期目击中华白海豚的次数高于枯水期。在丰水期，中华白海豚主要分布在水深10m的水域，各水深区的分布比例由高到低依次为<5m（47%）、5~10m（42%）和10~20m（11%）。

从三灶岛南至大襟岛以西水域中华白海豚出现较为频繁，尤其是大杧岛周围、荷包岛以西和大襟岛周围水域；在该季节，中华白海豚分布至大杧岛以北水域，20m等深线附近水域未目击到中华白海豚。

在枯水期，中华白海豚的分布趋向于离岸深水区，以5~10m水深区的目击次数最多（42%）；其次为10~20m水深区（32%），5m水深区目击次数最少（26%），且大杧岛以北水域没有海豚出现。在该季节，海豚频繁出现的区域不是很明显。

中国水产科学研究院南海水产研究所于2007年8月至2008年7月在珠江西部河口中华白海豚观测情况见下图。

2014年4月，中国水产科学研究院南海水产研究所在高栏岛附近海域进行春季海洋生态环境现状调查，在Y8断面（断面位置见下一节的图4.2.8-1中所示）进行拖网和行船过程中，发现2头中华白海豚跟随船尾，跟随时间约为5分钟。调查期间的其余时间未发现中华白海豚的踪迹。

图中显示，在大襟岛南面海域还有少量江豚出现，所以也应将其作为敏感保护目标。

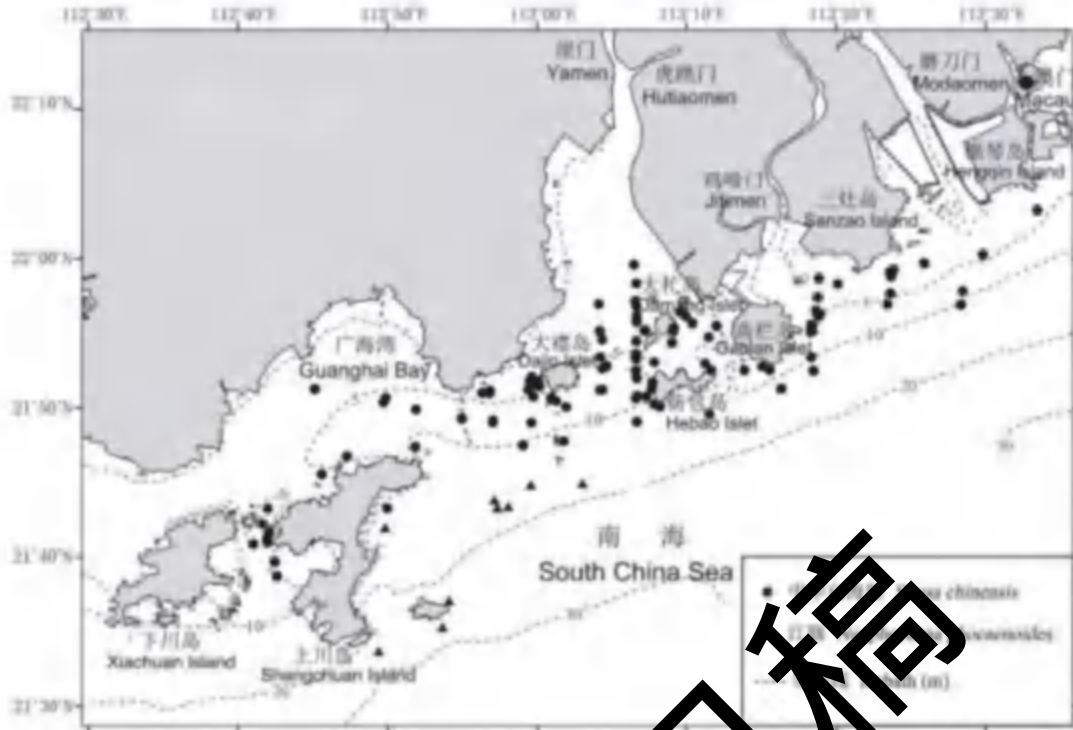


图 4.2.8-1 珠江西部河口中华白海豚观测情况（丰水期）



图 4.2.8-2 珠江西部河口中华白海豚观测情况（枯水期）

中国水产科学研究院南海水产研究所长期关注中华白海豚，近年来监测发现，在包括了漠阳江口的泛珠江口海域，中华白海豚的种群数量正在减少。近期，他们终于确定了珠江口中华白海豚种群的分布边界，最西可到达阳江海陵岛的东边。下图为最新的珠

江口白海豚种群分布范围图。



FIGURE 6 Full range of the Pearl River estuary–Mogyang River estuary population of Chinese White Dolphins (shaded area) and the existing marine protected area: A, Guangdong Pearl River Estuary Chinese White Dolphin Reserve; B, Ninghai Chinese White Dolphin Provincial Nature Reserve; C, Sha Oua and Long Kwai Chau Marine Park; D, The Pearl River Estuary Park

珠江口种群分布范围 (阴影区) (Li et al., 2011)

图 4.2.8-3 珠江口白海豚种群分布范围图

4.2.8.2 印太江豚

印太江豚是国家二级重点保护野生动物。印太江豚跟其他的小鲸一样，它们的习性比中华白海豚内向，不太容易见到。印太江豚不同地区的印太江豚性格也会有点不同(例如在香港生活的就比较害怕人类)。有些地方的印太江豚会主动跟着船只一起游泳，但是大部分的印太江豚害怕船只，而不会靠近。印太江豚主要食物是鱼，但亦会进食虾及鱿鱼。印太江豚通常栖于咸淡水交界的海域，也能在大小河川的下游地带等淡水中生活。印太江豚喜单独活动，有时也结成2~3只的小群。但也有87只在一起的记录。

4.2.9 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

保护区范围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

水深以内海域；每年的3月1日至5月31日为保护期，禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。幼鱼幼虾保护区位于本项目北面约20km。

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。本项目属于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底拖网作业。该繁育场17个基点的地理位置见下表，见图 2.6.1-2。

表 4.2.9-1 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	108°00'	18°00'
第二基点	117°25'	23°00'	第十一基点	108°00'	18°20'
第三基点	115°10'	22°05'	第十二基点	108°00'	18°45'
第四基点	114°50'	22°05'	第十三基点	108°00'	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°30'	21°31'
第九基点	109°50'	17°50'			

3、南海鱼类产卵场

根据中华人民共和国农业部2002年2月编制的《中国海洋渔业水域图》，本工程海域位于南海中上层鱼类产卵场中的珠江口近海蓝圆鲹产卵场、珠江口近海鲈鱼产卵场和南海北部长尾大眼鲷产卵场，其中珠江口近海蓝圆鲹产卵场分布海域约为东经112°50'-114°30'，北纬21°-22°，水深为60米以内，产卵期为12-3月；珠江口近海鲈鱼产卵场的分布海域约为东经113°15'-116°20'，北纬21°-22°25'，水深30-80米，产卵期为1-3月；南海北部长尾大眼鲷产卵场分布海域约为东经113°20'-115°45'，北纬20°35'-22°20'，水深26-80米，产卵期为5-7月。

此外，本项目也位于南海底层、近底层鱼类产卵场中的珠江口近海绯鲤类产卵场和南海北部金线鱼产卵场，近海绯鲤类产卵场分布海域约东经112°5'-115°40'，北纬21°30'-22°15'，水深为20-87米以内，产卵期为3-6月；南海北部金线鱼产卵场分布海域为东经111°45'-115°45'，水深40-80米，产卵期为3-8月。

南海鱼类产卵场示意图见图 2.6.1-3、2.6.1-4。

第五章 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 观测站位

国家海洋局珠海海洋环境监测中心站于2021年5月30日-31日及2021年11月5日-6日，在项目所在海域分别进行春季和秋季的大潮水文观测。布设连续观测站6个，编号为H1~H6，分别在各测站进行海流、悬浮泥沙、风速、风向等项目连续观测，并同时在H4（Y3）站位进行了潮位观测，Y1和Y2站位计划采用大万山海洋环境监测站和高栏海洋环境监测站长期验潮站数据。

5.1.2 春季调查结果分析

(1) 潮位分析

利用临时 Y1、Y2、Y3 潮位站的实测潮位资料，我单位绘制了该处的潮位过程曲线（图 5.1-1~图 5.1-2），其中高度基准面采用 85 基准高程。从图 5.1-1 的潮位过程曲线可以看出：在一个太阴日内，测区出现一次高潮和一次低潮（日潮），由此可见，测区潮汐类型表现为全日潮。

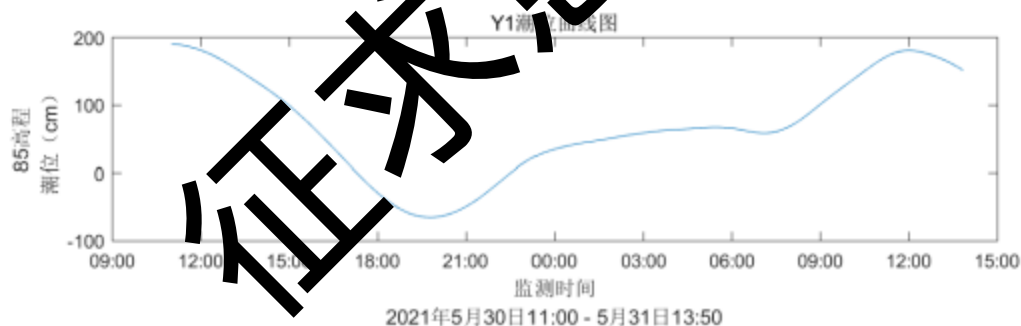


图 5.1.2-1 Y1 潮位曲线图

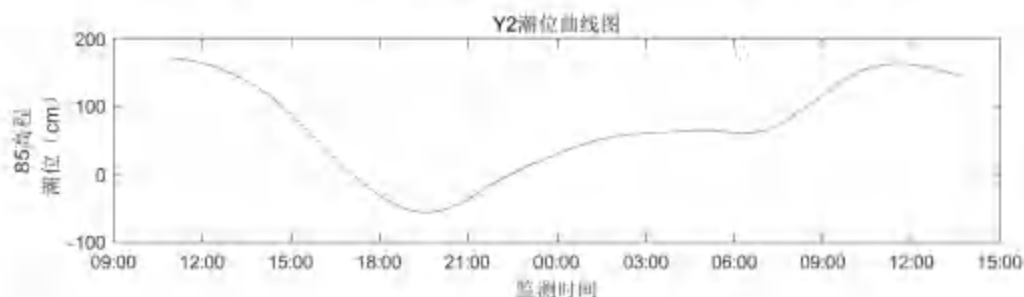
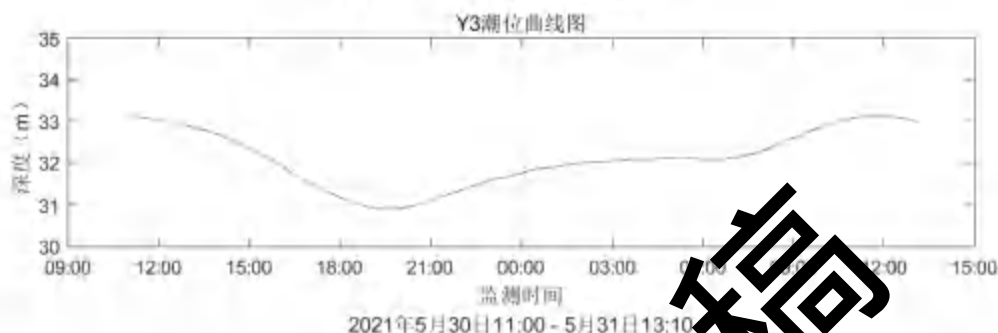


图 5.1.2-2 Y2 潮位曲线图



5.1.2-3 Y3 潮位曲线图 (没有水深)

表 5.1.2-1 列出了临时潮位站处 4 个主要分潮和 2 个主要浅水分潮的潮汐调和常数。由此可见，临时潮位站处的潮汐以 K_1 分潮为主，验潮站 Y1 和 Y2 的 K_1 分潮振幅分别为 79.67cm 和 77.80cm，其次是 O_1 分潮，其振幅分别为 51.94cm 和 50.71cm，表明该海区由全日潮占主导。

1) Y1 潮位站第一类潮汐特征值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2} + H_{S2}}$ 为 2.87，大于 1.5，小于 3，第二类潮汐特征值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 为 2.46，大于 2，小于 4，在一个太阴日中有一次高潮和一次低潮，因此本测区的潮汐类型为不正规全日潮。

2) Y2 潮位站第一类潮汐特征值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2} + H_{S2}}$ 为 2.11，大于 1.5，小于 3，第二类潮汐特征值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 为 2.78，大于 2，小于 4，在一个太阴日中有一次高潮和一次低潮，因此本测区的潮汐类型为不正规全日潮。

表 5.1.2-1 测区临时潮位站的潮汐调和常数列表

分潮	B1		B2	
	振幅 H (cm)	迟角 g (°)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)
K1	79.67	301.70	77.80	297.78

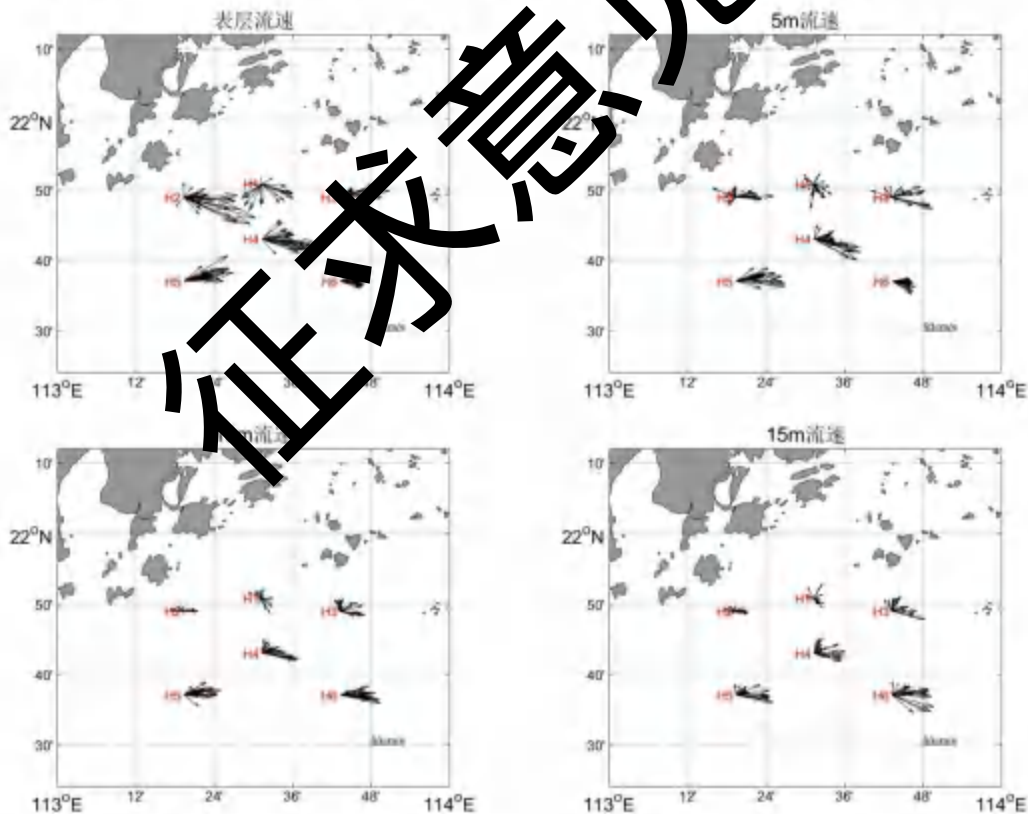
O1	51.94	256.57	50.71	252.65
M2	53.50	275.81	46.27	268.39
S2	16.76	284.53	14.50	277.11
M4	10.52	70.21	5.72	21.77
MS4	5.61	110.38	3.05	61.94
第一类潮汐特征值	2.87		2.11	
第二类潮汐特征值	2.46		2.78	

(2) 潮流

1) 定点测站实测潮流分析

按照项目技术要求，针对实测 6 个定点测站（H1—H6）连续 25 小时的潮流观测数据绘制的潮流矢量图，如图 5.1.2-4，予以分析。

- ①本次潮流监测期间为大潮期，测区潮流运动形式以东北方向为主。
- ②从层次来看，测区普遍中、上层流速较大，底层流速较小。
- ③潮流实测最大值为 118cm/s，方向为 106°，发生自 H2 站位表层。



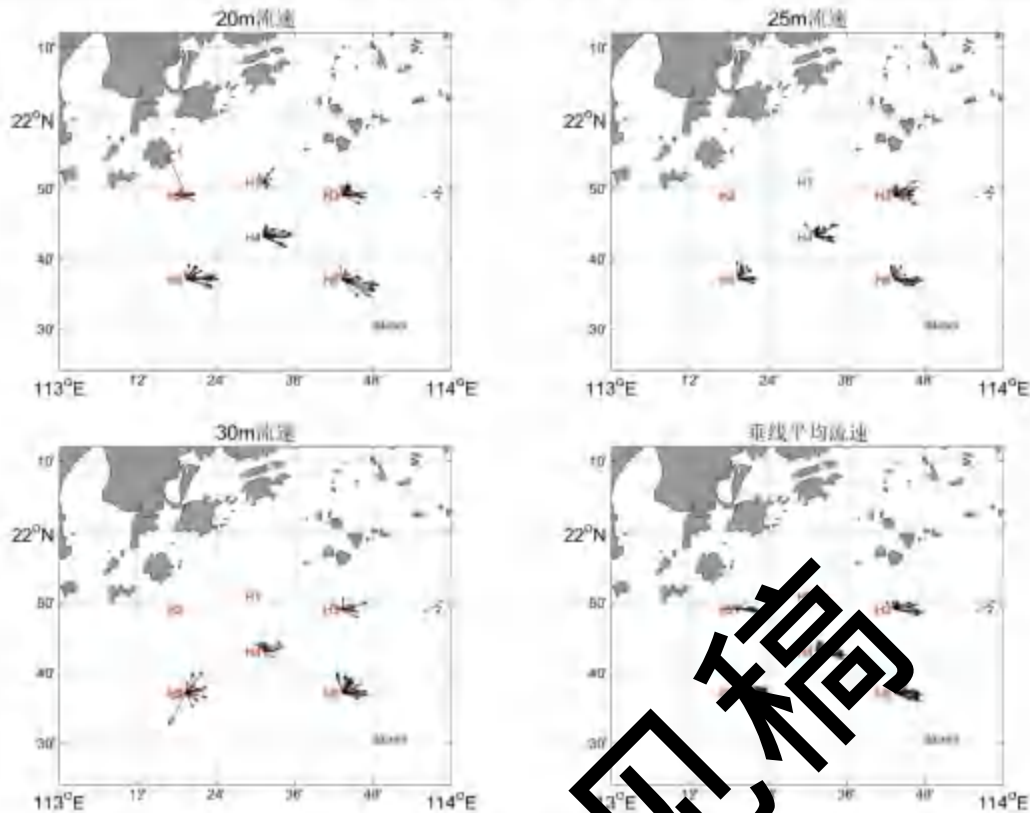


图 5.1.2-4 各潮流站各层次潮流流量图

2) 海流可能最大流速

计算得到的各测站潮流可能最大流速列于表 5.1.2-3。其中，H2 测站表层潮流可能最大流速最大，流速值为 138.77cm/s ，对应流向 110° ；H1 测站底层的潮流可能最大流速最小，流速值为 16.44cm/s ，对应流向 104° 。测区 6 个测站各层次潮流可能最大流速对应流向偏正东方向。

(3) 余流

余流是指剔除周期性变化潮流之后的一种相对稳定的流动。然而由于受分析方法和计算资料序列的限制，本次水文观测各潮流站各层余流数据对比如表 5.1.2-4 和图 5.1.2-5 所示。表 5.1.2-4 列出的余流值仍可能包含部分尚未被分离的潮流成分，但其结果仍可表征某些统计性的规律。由此可见：

- 1) 测区整体余流较大，整个测验期间的余流整体偏向东方向。
- 2) 测区平均余流为 19.06cm/s ，方向为正东偏北 9° 。
- 3) 大余流出现在 H4 测站表层，流速值为 52.77cm/s ，对应流向 93° 。
- 4) 此次测验期间，测区六个测站的余流均表现为表层 > 底层 > 中层。

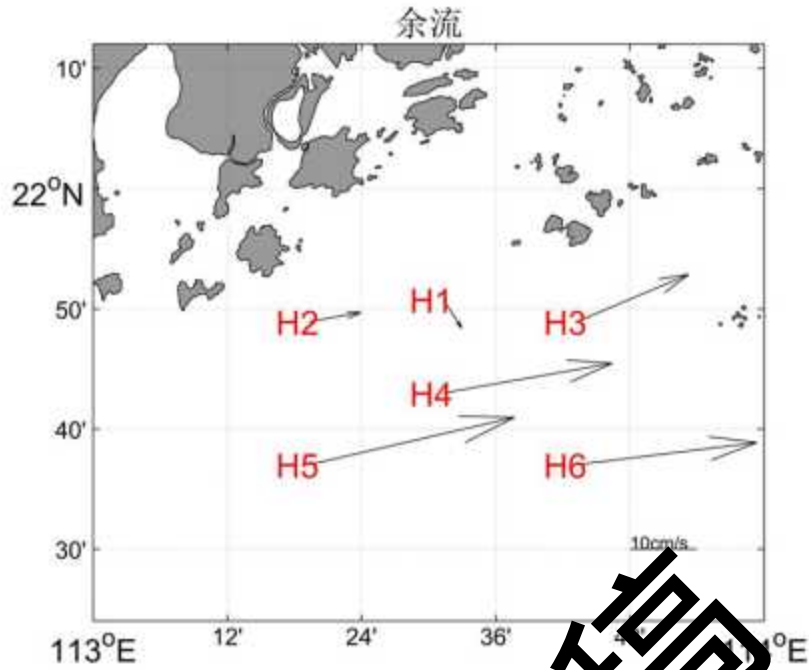


图 5.1.2-5 监测海域余流（平均方向）示意图

(4) 温度、盐度

本次水文观测小潮期间，各潮流站温度、盐度过程曲线如图 5.1.2-6 至图 5.1.2-17 所示，各潮流站温度、盐度范围如表 5.1.2-2 所示。

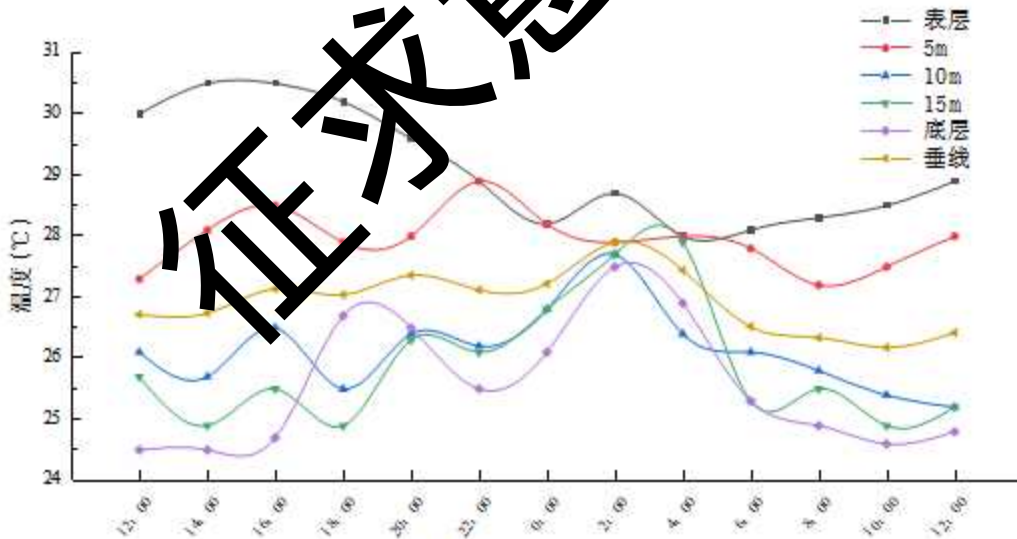


图 5.1.2-6 H1 温度变化

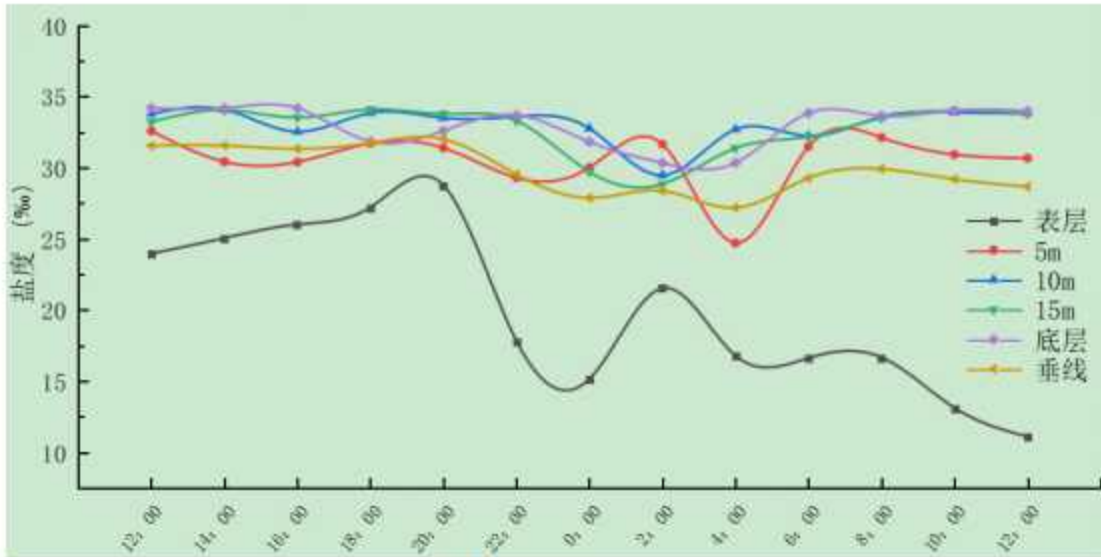


图 5.1.2-7 H1 盐度变化

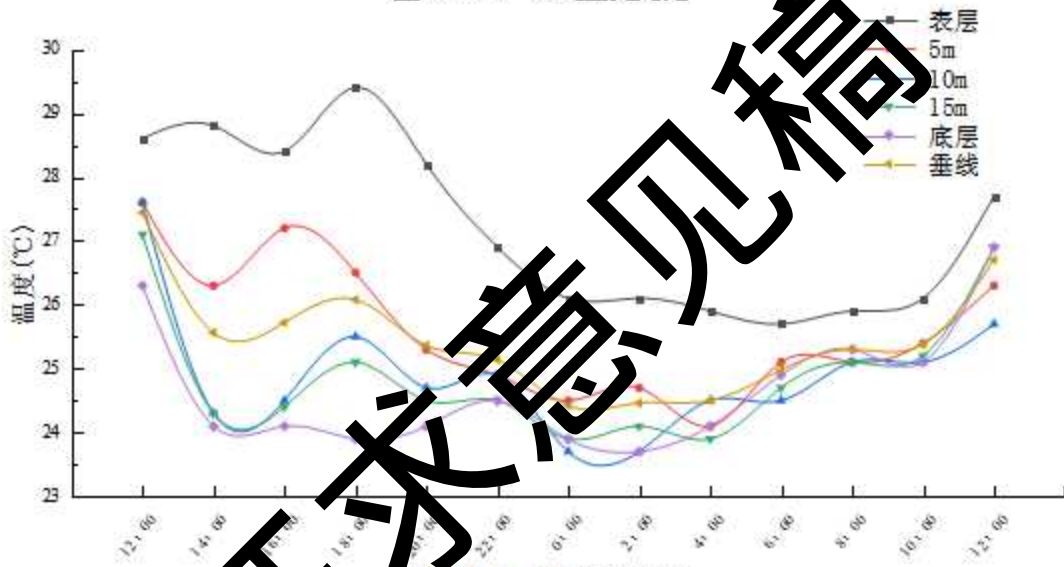


图 5.1.2-8 H2 温度变化

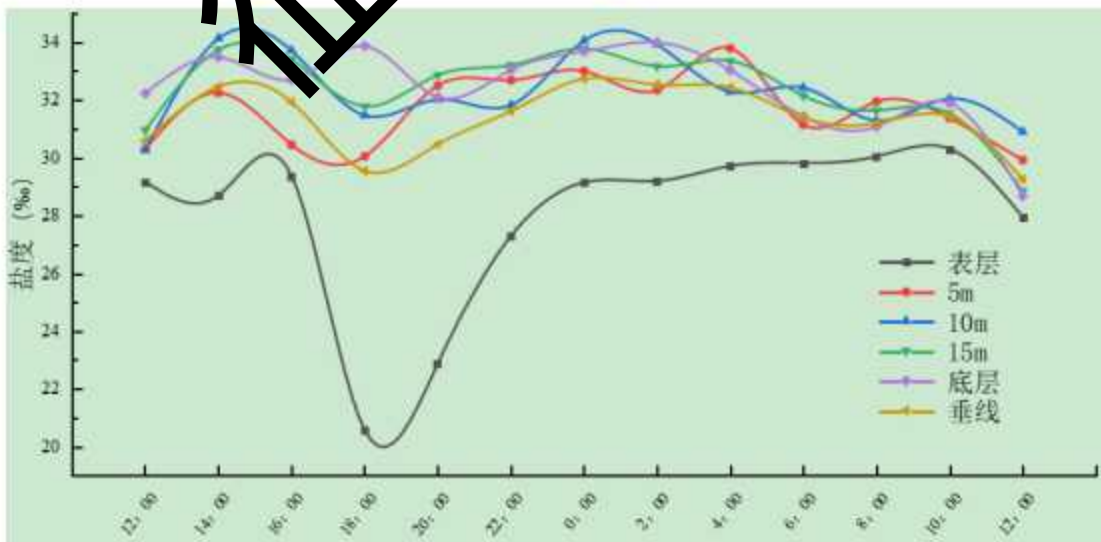


图 5.1.2-9 H2 盐度变化

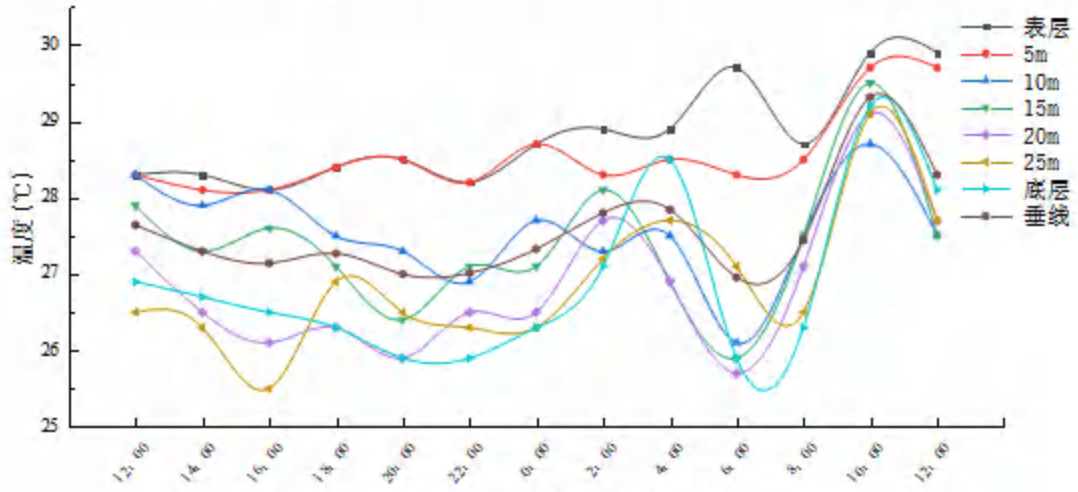


图 5.1.2-10 H3 温度变化

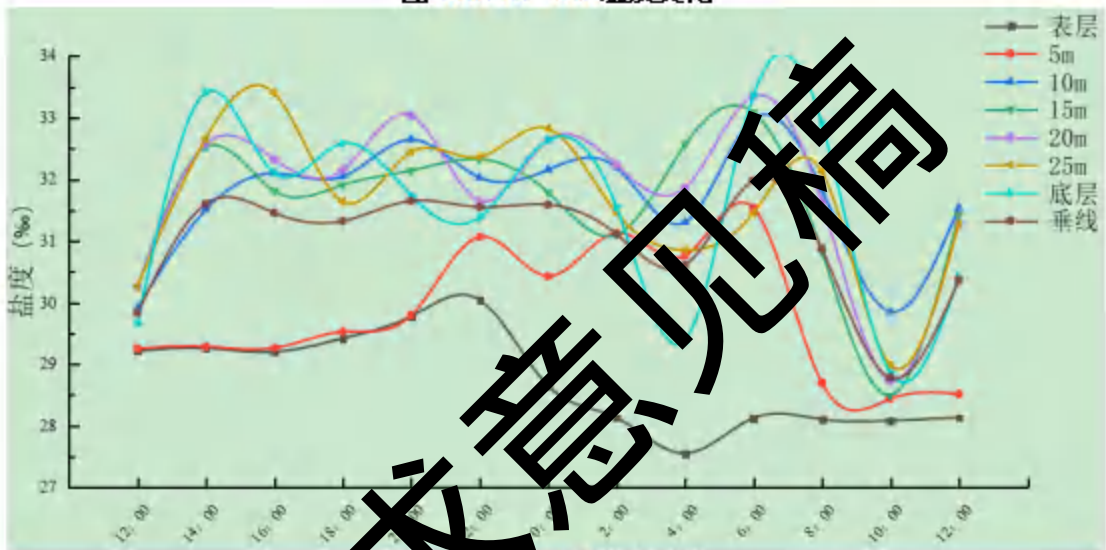


图 5.1.2-11 H3 盐度变化

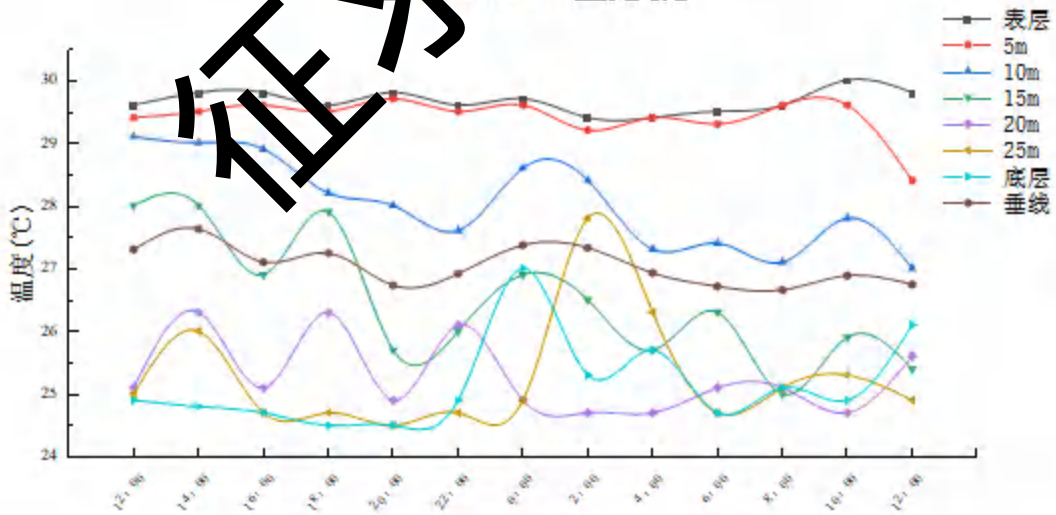


图 5.1.2-12 H4 温度变化

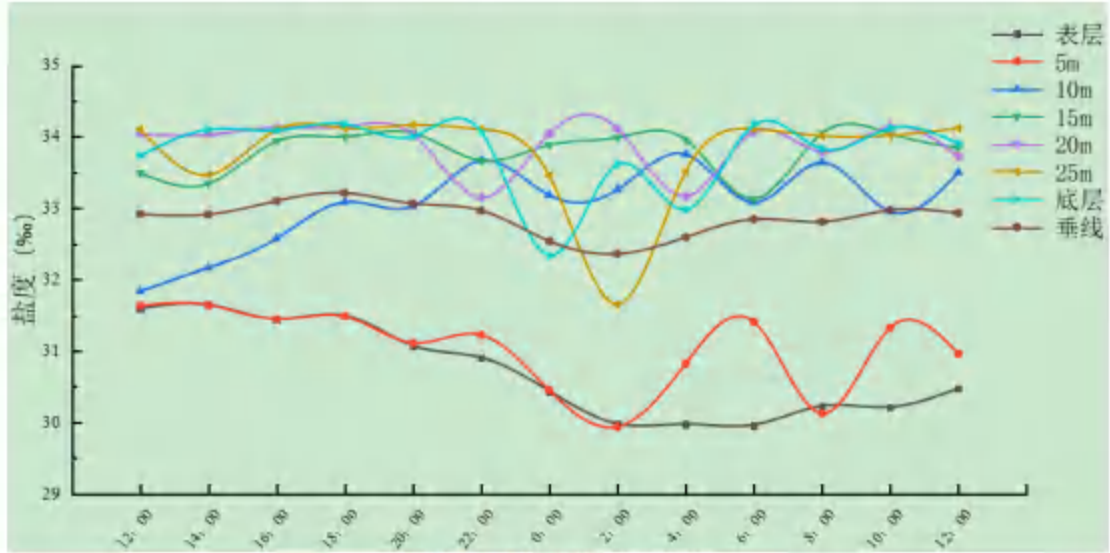


图 5.1.2-13 H4 盐度变化

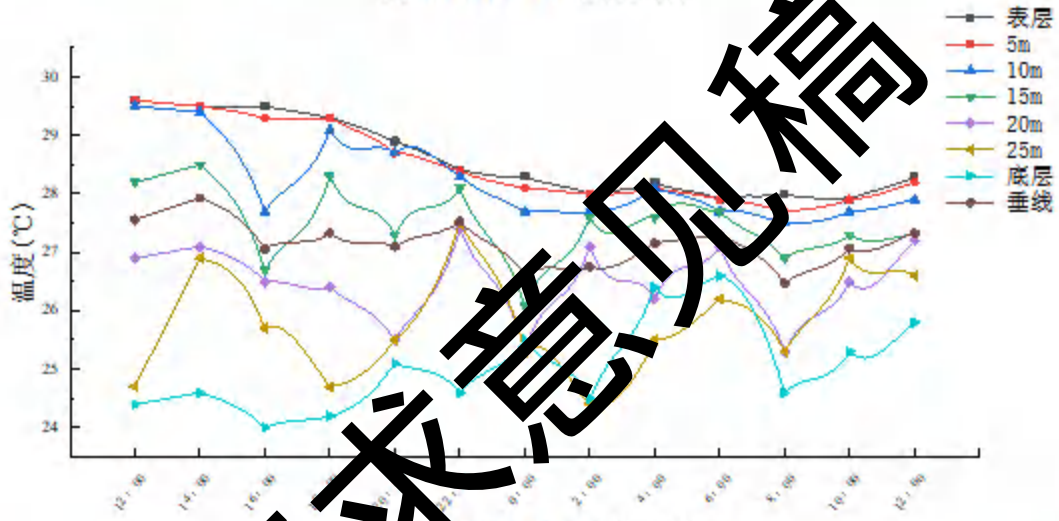


图 5.1.2-14 H5 温度变化

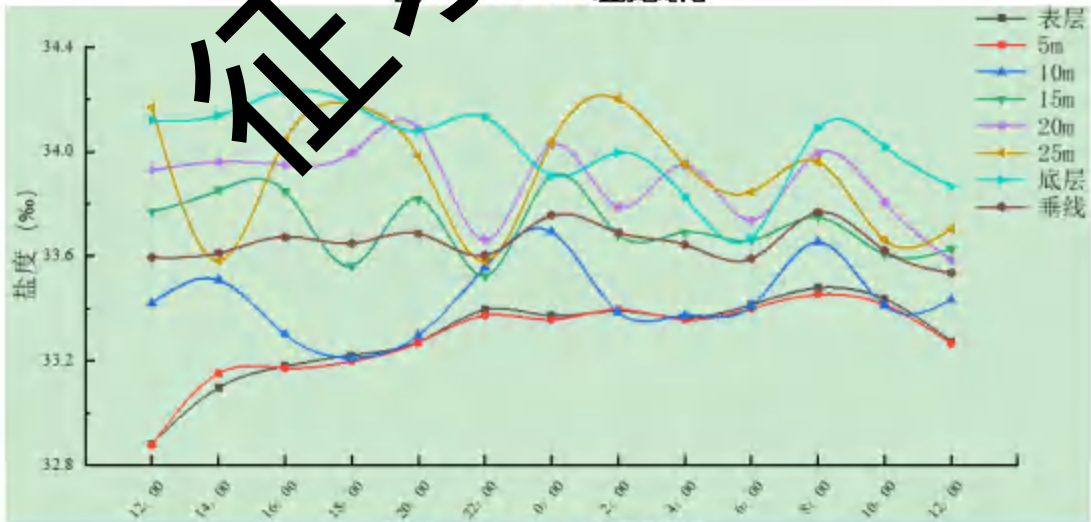


图 5.1.2-15 H5 盐度变化

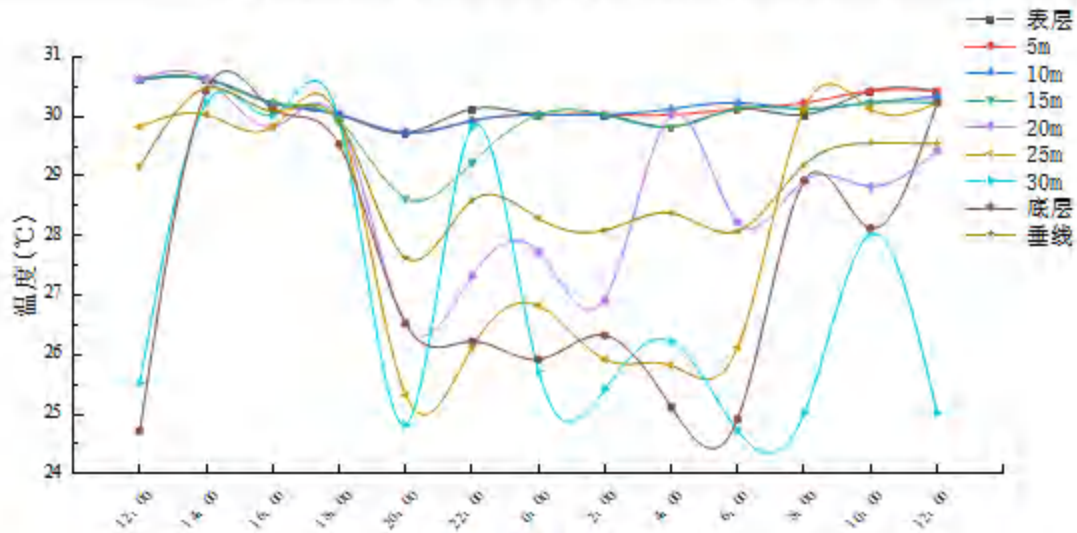


图 5.1.2-16 H6 温度变化

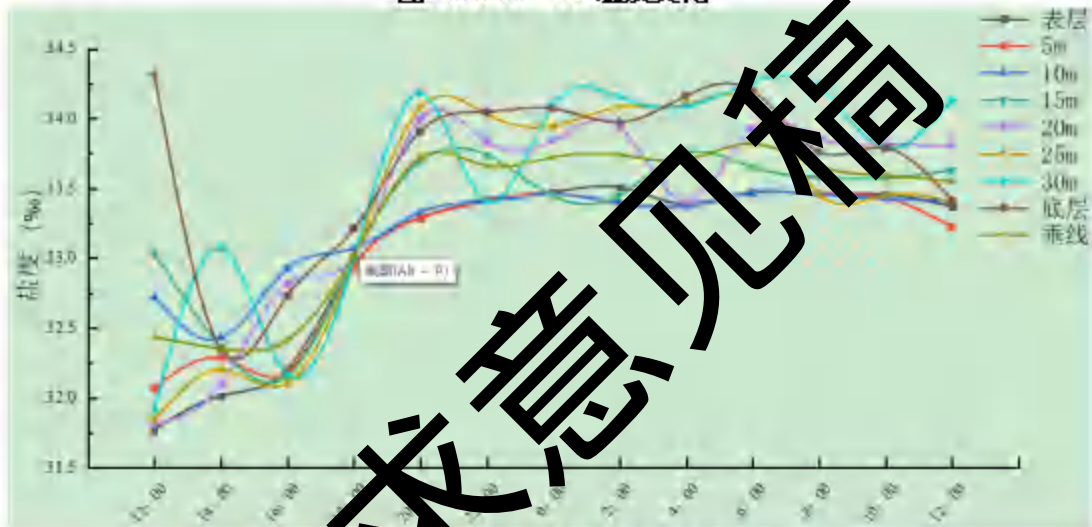


图 5.1.2-17 H6 盐度变化

温度结果：(1) H1、H2、H3、H4、H5 和 H6 站垂线平均温度分别为 26.9°C、25.5 °C、27.6 °C、27.0 °C、27.1 °C、27.0 °C，整体上 6 个站点的温度由近岸至远海温度越来越高；(2) 在垂向上，温度基本呈现表层>中层>底层的趋势，垂向上温度差异较小；(3) 在时间上基本上呈现中午温度高，早晚温度低的特点。

盐度结果：(1) 本次监测站位均在珠江口外，盐度值由近岸至远海逐渐增加；(2) H1、H2、H3、H4、H5 和 H6 站垂线平均盐度分别为 29.8、31.3 、31.0 、32.9 、33.6 、33.3，越靠近外海（H5、H6），盐度相对越高。

5.1.3 秋季调查结果分析

(1) 潮位分析

利用临时 Y1、Y2、Y3 潮位站的实测潮位资料，我单位绘制了该处的潮位过程曲线（图 5.1.3-1~图 5.1.3-3），其中高度基准面采用 85 基准高程。从图 5.1.3-1 的潮位过程

曲线可以看出：在一个太阴日内，测区出现两次高潮和两次低潮（日潮），由此可见，测区潮汐类型表现为半日潮。

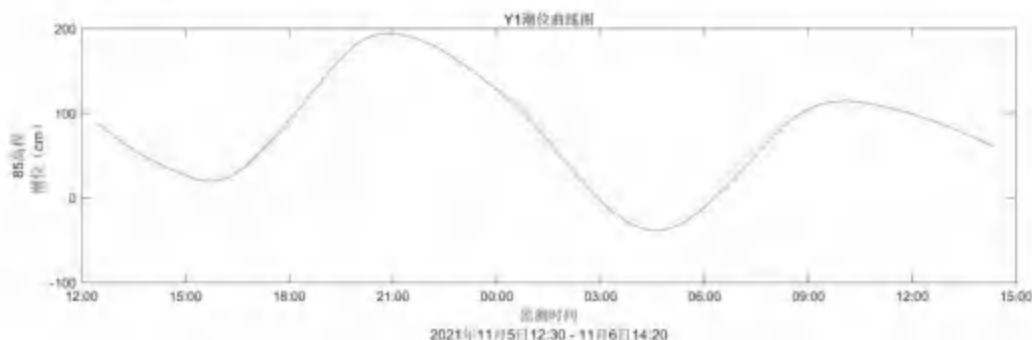


图 5.1.3-1 Y1 潮位曲线图

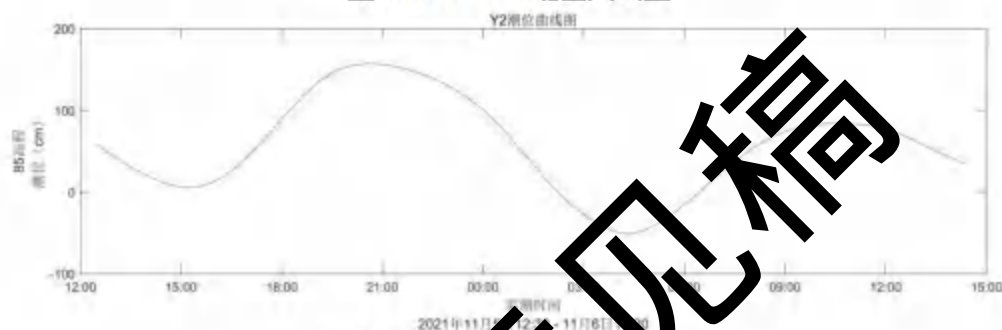


图 5.1.3-2 Y2 潮位曲线图

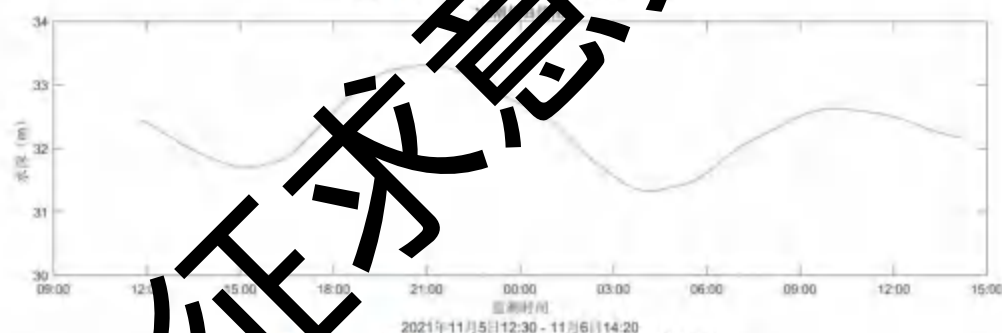


图 5.1.3-3 Y3 潮位曲线图（仅有水深）

表 5.1.3-1 列出了临时潮位站处 4 个主要分潮和 2 个主要浅水分潮的潮汐调和常数。由此可见，临时潮位站处的潮汐以 M2 分潮为主，验潮站 Y1 和 Y2 的 M2 分潮振幅分别为 77.40cm 和 68.37cm，其次是 K1 分潮，其振幅分别为 44.11cm 和 43.62cm，表明该海区由半日潮占主导。

1) Y1 潮位站第一类潮汐特征值 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}+H_{S2}}$ 为 0.72，大于 0.25，小于 1.5，第二类潮汐特征值 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}$ 为 0.94，大于 0.5，小于 2，在一个太阴日中有两次高潮和两次低潮，因此本测区的潮汐类型为不正规全日潮。

2) Y1 潮位站第一类潮汐特征值 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}+H_{S2}}$ 为 0.81, 大于 0.25, 小于 1.5, 第二类潮汐特征值 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}$ 为 1.05, 大于 0.5, 小于 2, 在一个太阴日中有两次高潮和两次低潮, 因此本测区的潮汐类型为不正规全日潮。

表 5.1.3-1 测区临时潮位站的潮汐调和常数列表

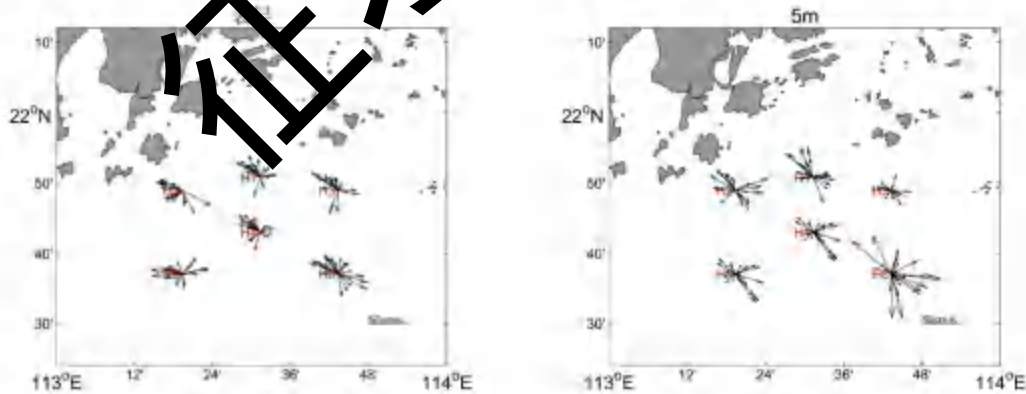
分潮	B1		B2	
	振幅 H (cm)	迟角 g (°)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)
K1	44.11	240	43.62	237
O1	28.83	195	28.51	191
M2	77.40	268	68.37	261
S2	23.99	276	21.19	269
M4	11.80	53	9.18	9
MS4	6.25	93	4.11	49
第一类潮汐特征值	0.72		0.81	
第二类潮汐特征值	0.94		1.05	

(2) 潮流

1) 定点测站实测潮流分析

按照项目技术要求, 针对实测 6 个定点测站 (H1—H6) 连续 26 时次的潮流观测数据绘制的潮流矢量图, 如图 5.1.3-4, 予以分析。

- 1) 本次潮流监测期间为大潮期, 测区潮流运动形式以西北-东南方向为主。
- 2) 从层次来看, 测区普遍上层流速较大, 底层流速较小。
- 3) 潮流实测最大值为 98cm/s, 方向为 139°, 发生自 H2 站位 15m 处。



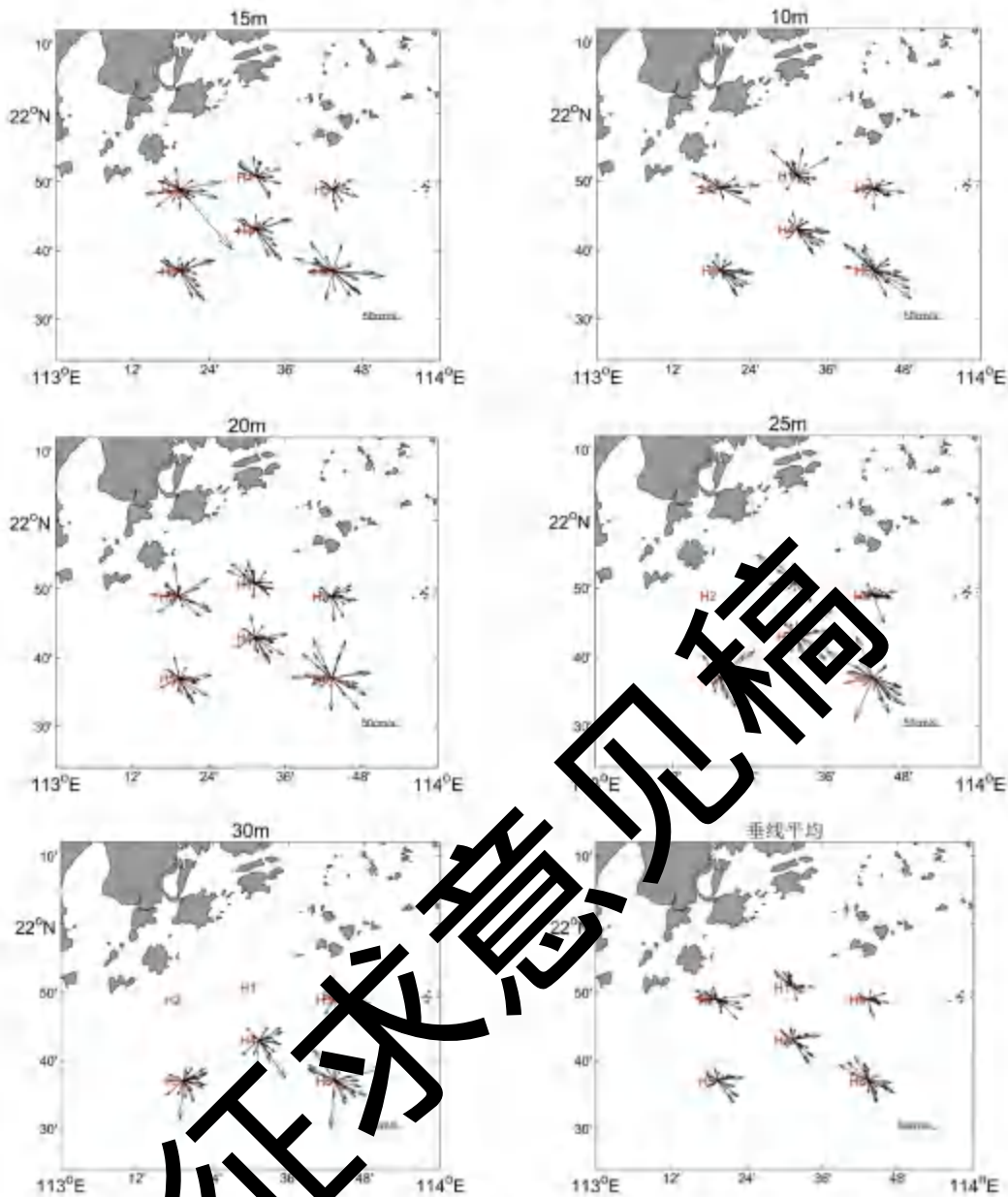


图 5.13-4 各潮流站各层次潮流矢量图

2) 潮流运动形式及椭圆要素

潮流类型以主要全日分潮流与半日分潮流椭圆的长轴的比值 $F = \frac{W_{K1} + W_{O1}}{W_{M2}}$ 来判别。

有时，为了考察测区浅海。有时，为了考察测区浅海分潮流的大小与作用，往往又将主要浅海分潮流 M4 椭圆长半轴 W_{M4} 与 W_{M2} 之比 $G = W_{M4} / W_{M2}$ 作为判据，进行分析。

经对测验海区 6 个测站潮流资料的调和计算，表 5.13-5 中给出了本测区 6 个测站各层次潮流性质判据计算结果的统计 F 值是表征潮流类型的特征参数，按《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）之规定，确定港区的潮流类型。

由实测资料表明，H2、H4、H5 测站的层次 F 值在 0~2.0 之间，为 B 不规则半日

潮流；H1、H3 测站的 F 比值均大于 0.5 小于 2，为不正规半日潮流；H6 测站各层次 F 值在 0~4 之间，为不正规全日潮流；可以认为，测验海区受地形影响，不正规半日潮流占优，正规半日潮及不正规全日潮次之。

H1~H6 测站 G 值在 0.07~1.47 之间，大于 0.04，说明该区域受浅海分潮的影响比较大。

因此，总体而言，本水域的潮流性质受地形影响严重，应属于不规则半日潮流，并且受浅海分潮的影响较大。

3) 海流可能最大流速

根据《海港水文规范》JTS 145-2-2013 的规定，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。对于规则半日潮海区，潮流可能最大流速按式 (5-1) 计算，而对于规则全日潮海区，潮流可能最大流速按式 (5-2) 计算：

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (\text{式 5-1})$$

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.60\vec{W}_{K_1} + 1.15\vec{W}_{O_1} \quad (\text{式 5-2})$$

上式中 \vec{W}_{M_2} 、 \vec{W}_{S_2} 、 \vec{W}_{K_1} 、 \vec{W}_{O_1} 、 \vec{W}_{M_4} 和 \vec{W}_{MS_4} 分别为 M₂、S₂、K₁、O₁、M₄ 和 MS₄ 这 6 个主要分潮潮流椭圆长半轴矢量。若同时存在半日潮流和全日潮流，则潮流可能最大流速按照上述两式中的最大值计算。鉴于该海域潮汐呈不规则半日潮，故采用式 (5-1)、式 (5-2) 中的最大值计算潮流可能最大流速。

4) 潮流水质点的最大可能运移距离

根据《港口与航道水文规范》JTS145-2015 的规定，对于规则半日潮海区，流水质点的最大运移距离按式 (5-3) 计算，而对于规则全日潮海区，海流水质点的最大运移距离 (5-4) 计算：

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (\text{式 5-3})$$

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (\text{式 5-4})$$

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，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，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，流向：°）；

\vec{W}_{O1} — 主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm，流向：°）；

\vec{W}_{M4} — 太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm，流向：°）；

\vec{W}_{MS4} — 太阴太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm，流向：°）；

不规则半日潮流和不规则全日潮流海区，采用两式的最大值计算，鉴于该海域潮汐呈混合的不正规半日潮，故采用式（5-3）、式（5-3）中的最大值计算海流水质点的最大运移距离。

（3）余流

余流是指剔除周期性变化潮流之后的一种相对稳定的流动。然而由于受分析方法和计算资料序列的限制，本次水文观测各潮流站各层余流数据对比如表 5.1.3-6 所示。表 5.1.3-6 列出的余流值仍可能包含部分尚未被分离的潮流成分，但其结果仍可表征某些统计性的规律。由此可见：

- 5) 测区整体余流较大，整个测验期间的余流 H1 偏向北方向，H2-H5 偏东南方向。
- 6) 最大余流出现在 H2 测站表层，流速值为 12.35cm/s，对应流向 259°。
- 3) 此次测验期间，测区六个测站的余流均表现为表层 > 中层 > 底层。

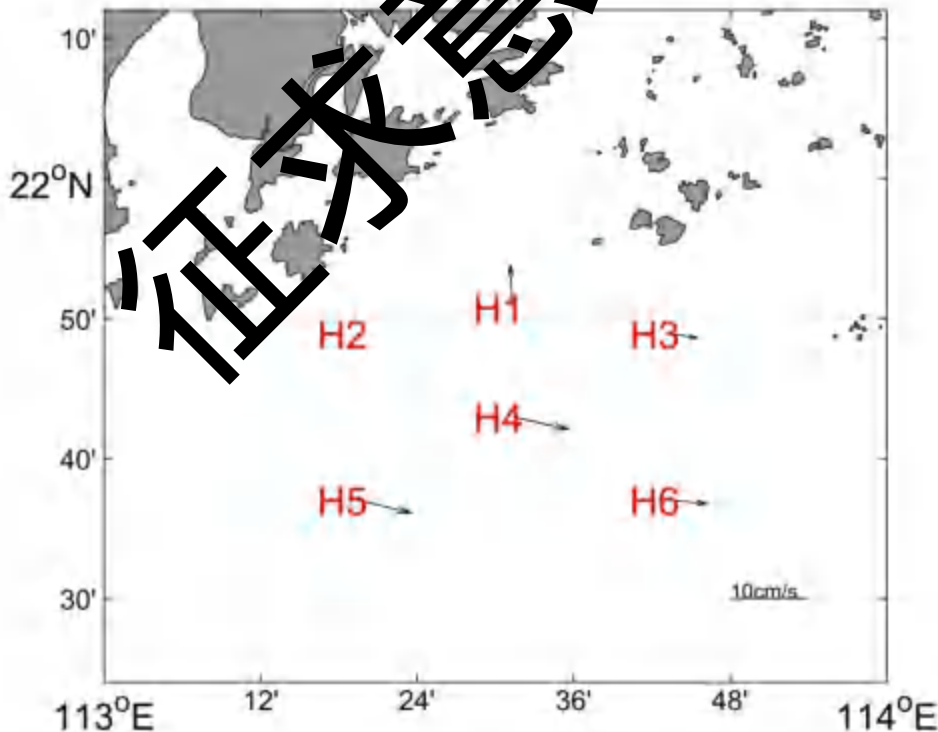


图 5.1.3-5 监测海域余流示意图

（4）温度、盐度

本次水文观测小潮期间，各潮流站温度、盐度过程曲线如图 5.1.3-6 至图 5.1.3-17 所

示，各潮流站温度、盐度范围如表 5.1.3-7 所示。

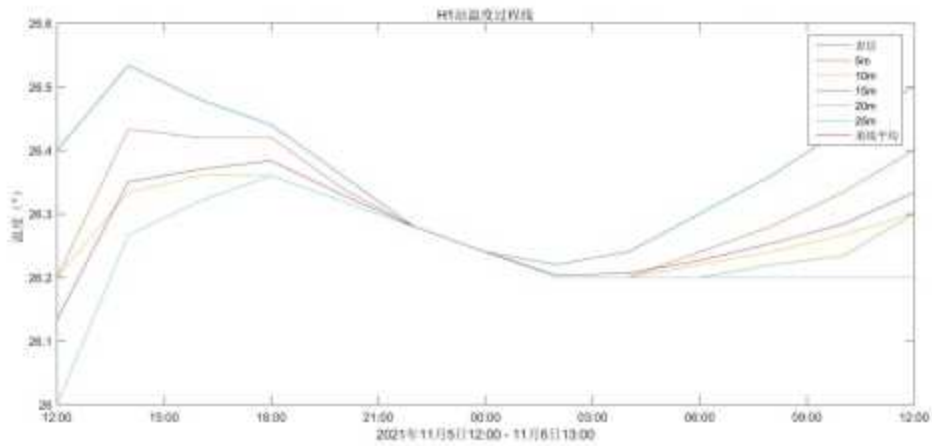


图 5.1.3-6 H1 温度变化

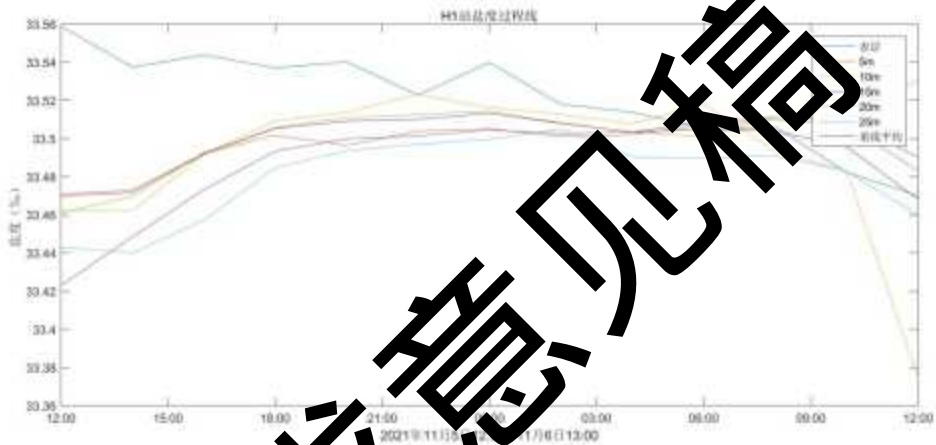


图 5.1.3-7 H1 盐度变化

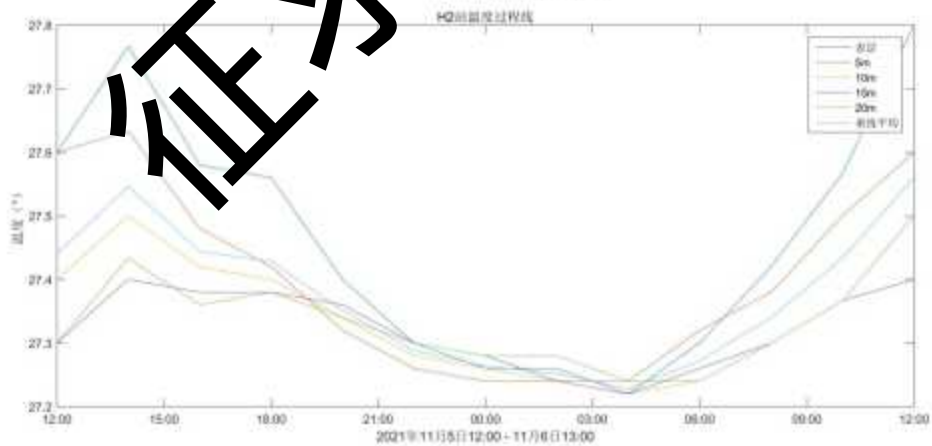


图 5.1.3-8 H2 温度变化

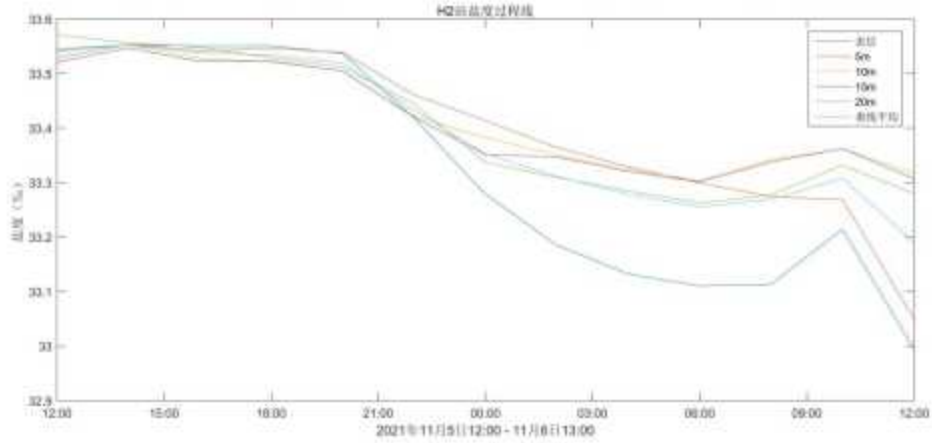


图 5.1.3-9 H2 盐度变化

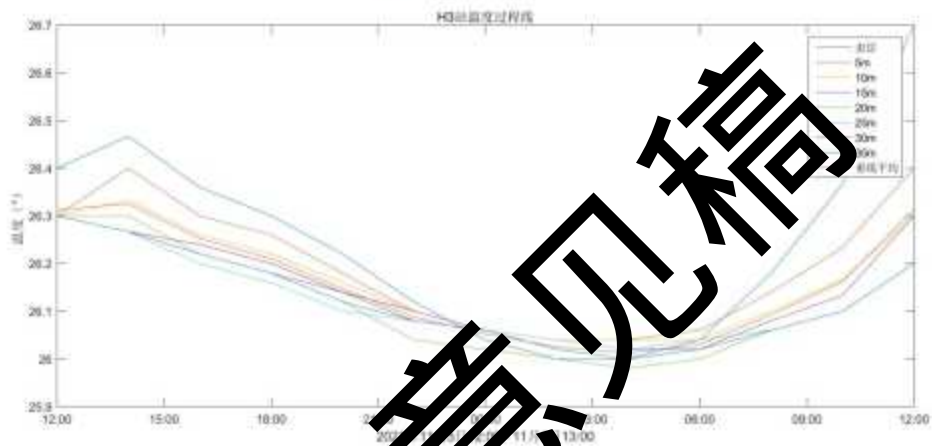


图 5.1.3-10 H3 温度变化

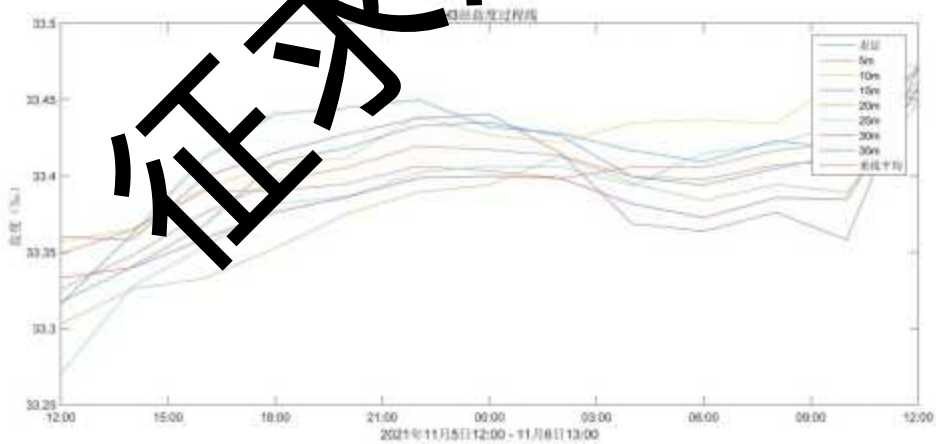


图 5.1.3-11 H3 盐度变化

征求意见稿

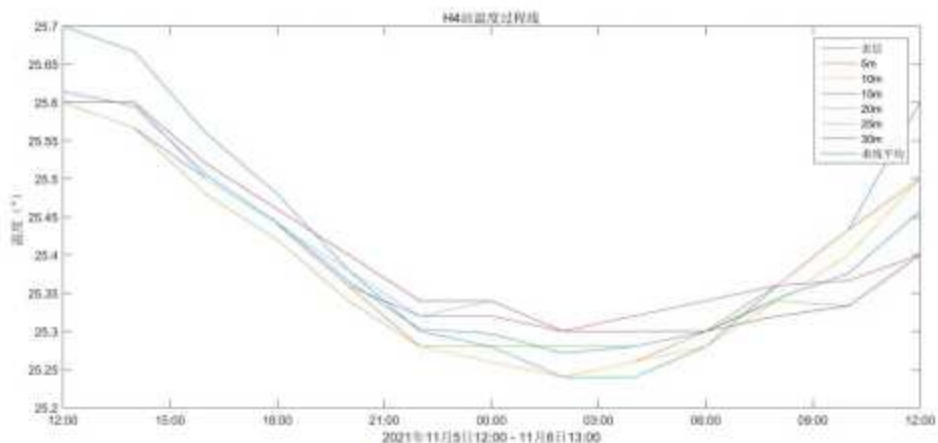


图 5.1.3-12 H4 温度变化

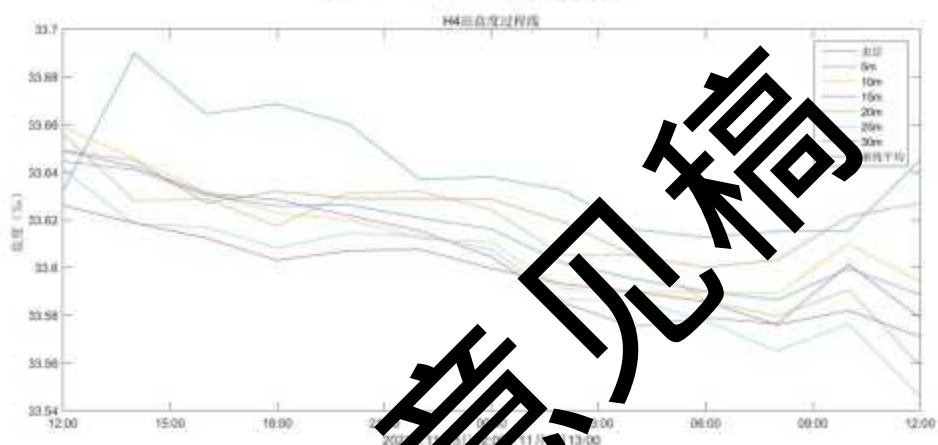


图 5.1.3-13 H4 盐度变化

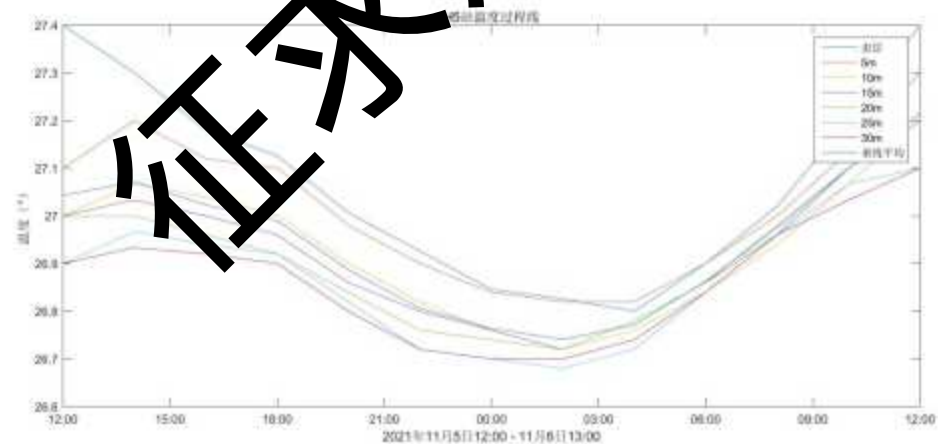


图 5.1.3-14 H5 温度变化

征求意见稿

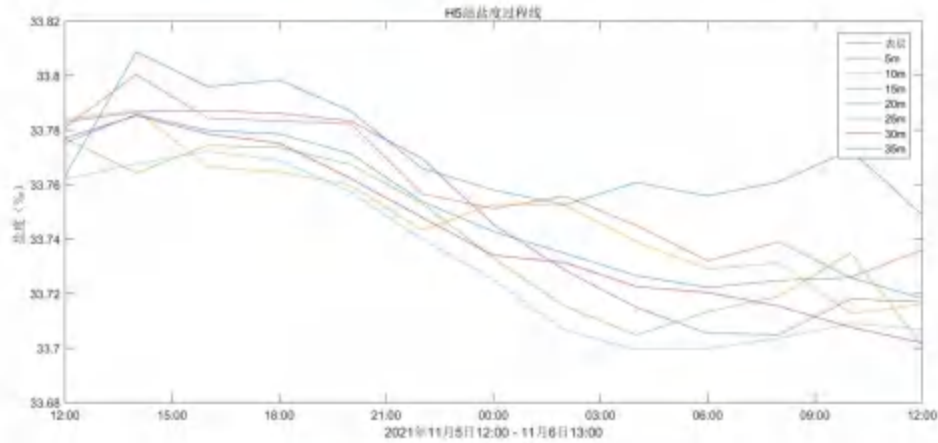


图 5.1.3-15 H5 盐度变化

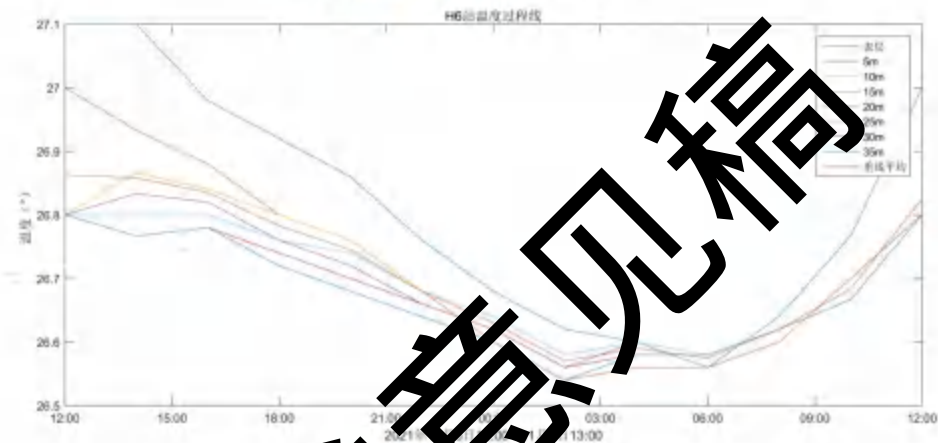


图 5.1.3-16 H5 温度变化

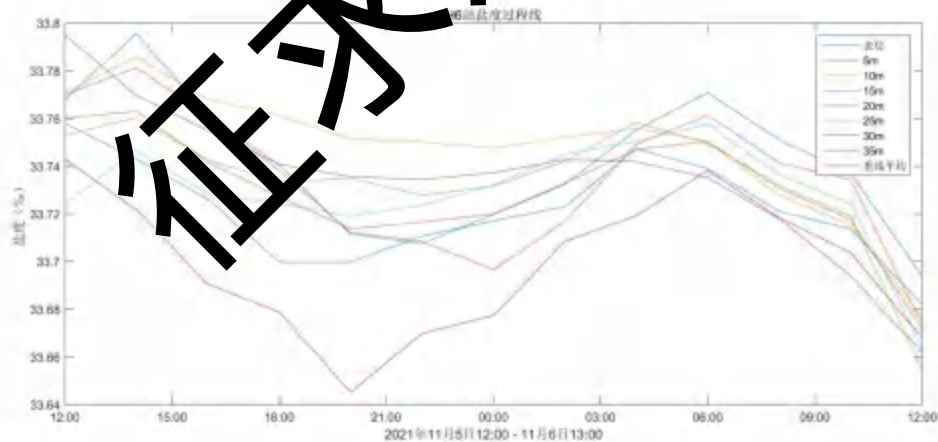


图 5.1.3-17 H6 盐度变化

温度结果：(1) H1、H2、H3、H4、H5 和 H6 站垂线平均温度分别为 26.3 °C、27.4 °C、26.1 °C、25.4 °C、26.9 °C、26.7 °C，整体上 6 个站位的温度变化较小，在 1.3°C 以内；(2) 在垂向上，温度基本呈现表层>中层>底层的趋势，垂向上温度差异较小；(3) 在时间上基本上呈现中午温度高，早晚温度低的特点。

盐度结果：H1、H2、H3、H4、H5 和 H6 站垂线平均盐度分别为 33.5 、33.4 、33.4 、

33.6、33.8和33.7，盐度变化较小，在0.4‰以内。

(5) 含沙量

本次水文观测大潮期间，各潮流站含沙量统计表见表5.1.3-8。根据统计结果可知：

(1)H1~H6站垂线平均含沙量分别为21.3mg/L、26.7mg/L、25mg/L、13.8mg/L、15.5mg/L、15.7mg/L，整体上6个站位的均较小（小于50mg/L）；（2）在垂向上，含沙量基本呈现表层>中层>底层的趋势；（3）在空间上，整体呈现内海>外海的特点。

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1 地形地貌

珠海市海域广阔，大陆海岸线长227.26千米。珠海市岛屿众多，素有“百岛之市”的美誉，全市拥有大小海岛262个，面积共计249.3404平方千米，岛岸线总长525.518千米。其中有居民海岛共10个，领海基点所在海岛1个，即在荷包岛的平洲。珠海位于西江水系入海口范围内，磨刀门水道与虎跳门水道之间地域广阔，西江在此分流入境，分口出海，开成大面积的三角洲冲积海积平原，并经历作人工围垦，浅海滩涂不断扩展，其间有孤丘、台地零星分布，河网密布，区内低山丘陵较多，峰峦起伏，其间发育有沟谷平原、海积平原、泻湖平原及台地，平原面积相对较小。境内低山丘陵均呈东北~西南华夏式走向，大多迫近海岸峰峦突兀陡峭，坡度界于 20° ~ 30° 之间。珠海近岸浅海发育有成片大面积滩涂，主要分布在境内西江诸出海口附近。境内沿海分布天然海湾，珠江口外从伶仃洋以西有唐家、香洲、九洲、湾仔等海港。

将中华人民共和国海事局2006年9月第1次印刷海图（图名：澳门港至珠海港；图号：80707；深度基准面：理论最低潮面（米）；高程基准面：1985国家高程基准；投影方式：墨卡托投影；坐标系：2000国家大地坐标系）与中国人民解放军海军海道测量局2021年12月第5次印刷海图（图名：珠江口及附近；图号：15440；深度基准面：理论最低潮面（米）；高程基准面：1985国家高程基准；投影方式：墨卡托投影；坐标系：2000国家大地坐标系）叠加（见图5.2-1），可发现项目对出海域0m、2m、5m、10m、20m、30m等深线在15年间有逐渐向海外移的趋势，即该范围内海域正呈现不同程度的淤积，尤其是在近岸以及河流对出海域尤为明显。

5.2.2 水下地形与冲淤环境现状

本次调查采用多波束勘查技术精确探测海底地形地貌特征。根据《中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T 0292-2016 海洋多波束水深测量规程》的要求，本项目的多波束测深资料需要进行潮汐改正。在进行潮汐改正时，应用的是预报潮汐数据，采用单一潮汐站任意时间间隔方法来计算潮汐改正数据。通过计算，理论最低潮面位于当地平均海平面以下 133cm，多波束测深以理论最低潮面为深度基准面。根据多波束测量结果，矿区以理论最低潮面为基准的水深范围为 30.59~32.27m，平均水深 31.37m。3号矿区海底地势相对平坦，平均坡度 0.03°，最大水深位于北部偏东海域，其值 32.27m；最小水深位于南部偏西海域，其值为 30.59m，整体水深呈北深南浅的趋势（图 5.2-2）。

当地平均海平面高于 1985 国家高程基准面 47cm，因此理论最低潮面位于 1985 国家高程基准面之下 86cm，以 1985 国家高程基准面为深度基准面，测区海底标高范围为 -31.45~-33.13m。多波束深度值与各基准面关系图见图 5.2-1。

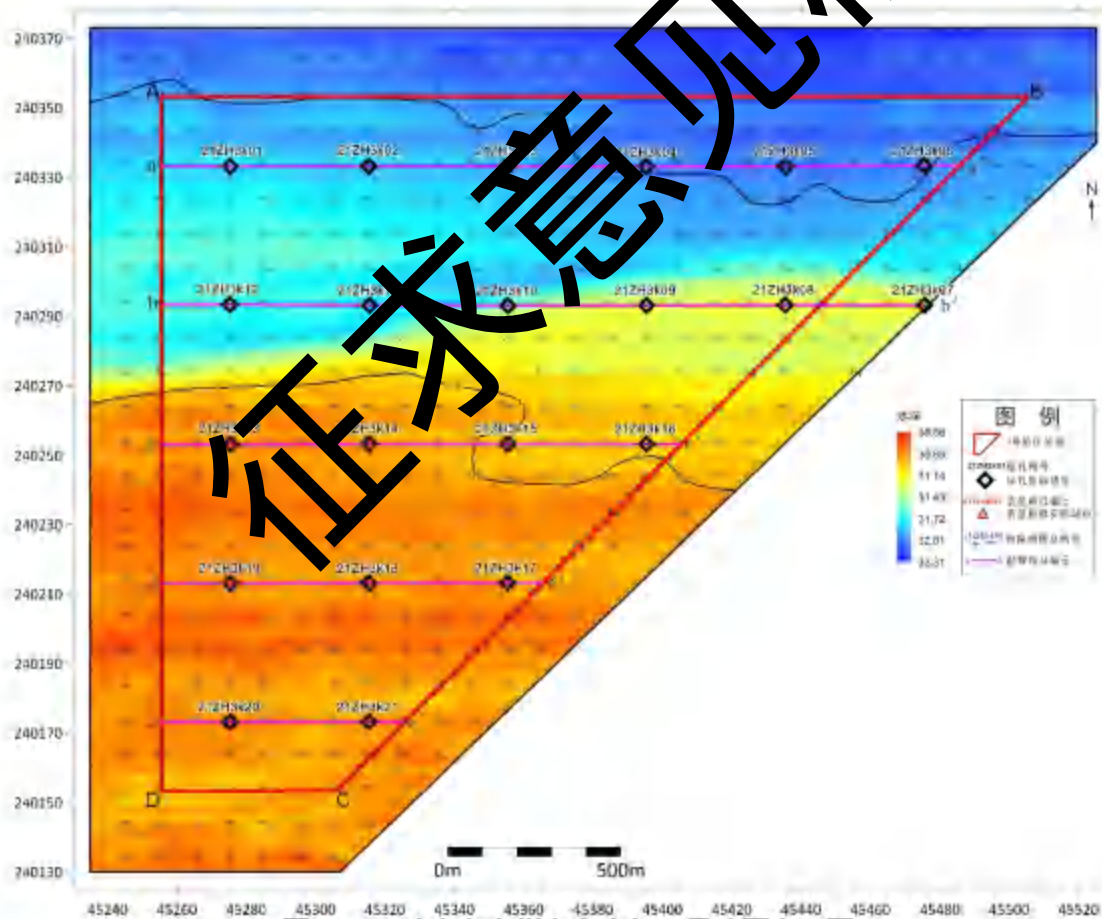


图 5.2-2 珠海市高栏岛东南部 3 号矿区水深图



图 5.2-3 珠海市高栏岛东南部3号矿区水深测量各基准面关系示意图

在地貌类型划分中，3号矿区的一级地貌为大陆边缘地貌，二级地貌为陆架地貌；三级地貌为堆积型地貌中的现代河成水下三角洲地貌。3号矿区地势平坦，由于位于珠江口入海口处，地貌受珠江入海水流的冲刷作用较大；而海水深度在10m，海洋动力对地貌的影响作用较弱。

根据对3号矿区的侧扫声呐、多波束测深等调查资料的判读、分析及总结，认为该区海底四级地貌存在托底渔网作业形成的拖痕等人工地貌。图5.2-4中显示，有大量直线和弧形的条带状反射带（白色虚线圈），判断其也为拖底渔网所形成的拖痕；还有一些浅坑反射（绿色虚线圈），判断为渔船抛锚形成的浅坑。这些人工地貌的存在与该海域有大量渔业活动情况相符合，并不影响后期砂矿的开采。

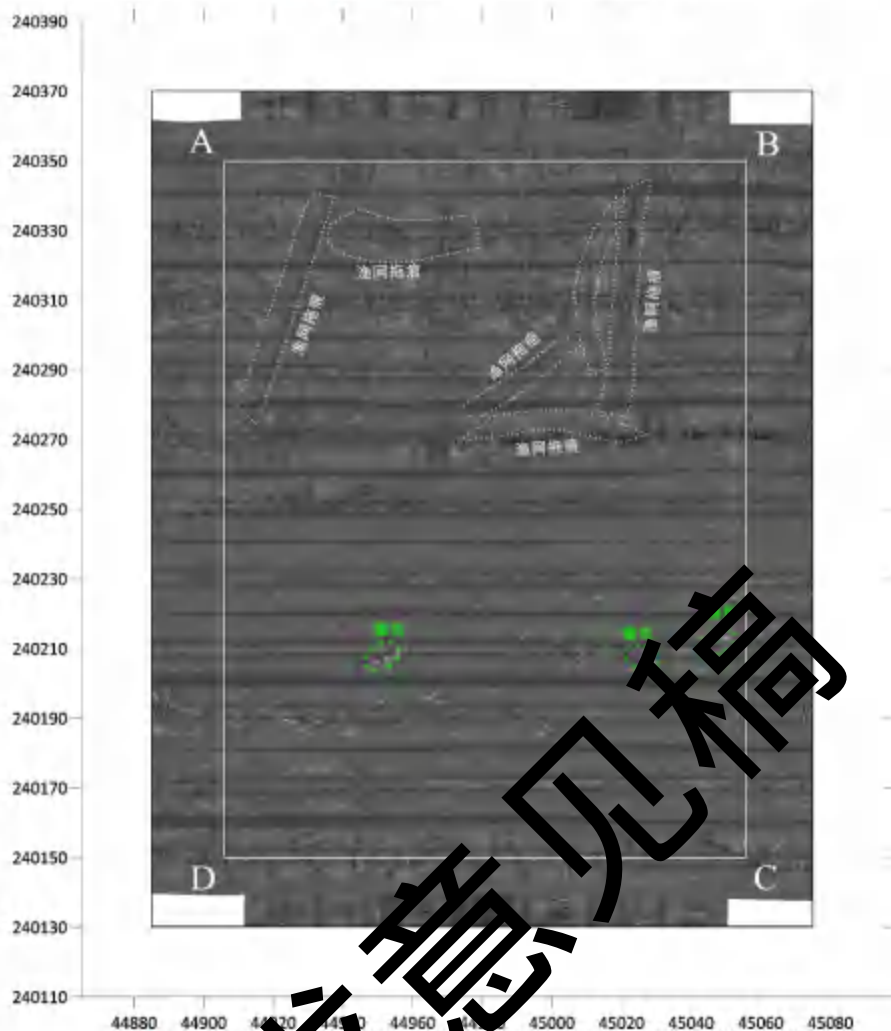


图 5.2-4 珠海高栏岛东南部3号矿区侧扫声呐镶嵌图

按海上工程要求，矿区多波束水深测量值的基准面为理论最低潮面；钻孔实测孔口标高其基准面为 1985 国家高程基准面。理论最低潮面位于 1985 国家高程基准面之下 86cm，其具体关系在图 5.2-3 中详细列明。

将项目水深实测值（当地理论最低潮面）与中华人民共和国海事局 2015 年 3 月第 1 次印刷海图（图名：担杆岛至高栏岛；图号：84001；深度基准面：理论最低潮面（米）；高程基准面：1985 国家高程基准；投影方式：墨卡托投影；坐标系：2000 国家大地坐标系）叠加（见图 5.2-5），发现项目所在海域实测水深地形与 2015 年海图水深地形基本一致，地形相对平坦，水深在 31 m 左右，表明近年项目所在海域水下地形地貌变化不大，少有人为干预痕迹。

5.2.3 泥沙来源

根据王文介的研究，华南入海河流每年向南海输送的悬移质泥沙约 $1 \times 10^8 \text{t}$ ，推移质泥沙约 $1 \times 10^7 \text{t}$ ，溶解质约 $36 \times 10^6 \text{t}$ ，这些泥沙在区域海洋动力因素（潮流、海流、波浪...）作用下，主要在近岸带和陆架区发生运移和沉积，并影响至深海。珠江及粤西入海河流泥沙扩散和沉积的范围，主要在珠江口至雷州半岛东部水深50 m以浅的近岸带和内陆架。但珠江口外夏半年受东北向海流影响，珠江泥沙可向东南方向扩散至水深100m海域。方建勇等人也指出，华南沿海的众多河流特别是珠江的入海泥沙是南海北部陆架表层沉积物的主要物质来源。

根据杨远东等人的研究，珠江多年平均径流量3100多亿 m^3 （1954~2016年），多年平均输沙率2800多万t（1954~2016年），径流水沙季节分配很不均匀，常年4~9月份洪水期多年平均径流量约占全年的80%，输沙率占91%~95%。

综上，本项目位于南海北部珠江口外，泥沙来源主要为珠江入海泥沙和海洋动力影响下的沿岸输沙。

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

国家海洋局珠海海洋环境监测中心站于2021年5月和2021年9月在项目评价海域开展了24个站水质调查，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、盐度、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、亚硝酸盐、硝酸盐、活性磷酸盐、油类、悬浮物、硫化物、挥发酚、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、汞（Hg）、砷（As）、总铬（Cr）、666、滴滴涕和多氯联苯共24项。

5.3.1.3 调查方法

样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)中的规定进行。

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 5.3.1-3 海水水质分析及检测仪器一览表

序号	项目名称	执行标准与分析测试方法	分析测试仪器设备	检出限
1	透明度	《海洋调查规范 第2部分:海洋水文观测》GB/T12763.2-2007/10 海水透明度	透明度盘	—
2	水温	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/25 水温	SWL1-1 表层水温表	—
3	pH	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/26 pH 计法	PHSJ-5 型实验室 pH 计 PHSJ-4F 型实验室 pH 计	0.01
4	盐度	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/29.1 盐度计法	HYST-12 型实验室盐度计	2.000
5	悬浮物	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/27 重量法	SECURAL-10N 型电子天平	0.2mg/L
6	溶解氧	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/31 碘量法	2017 数字滴定器	0.32mg/L
7	化学需氧量	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/32 酸性高锰酸钾法	25mL 数字滴定器	0.10mg/L
8	油类	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/13.2 紫外分光光度法	UV-2800AH 型紫外可见分光光度计	3.5μg/L
9	氨	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/36.2 次溴酸盐氧化法	TU-1950 型紫外可见分光光度计	5.0μg/L
10	活性磷酸盐	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/39.1 磷钼蓝分光光度法	TU-1950 型紫外可见分光光度计	1.0μg/L
11	亚硝酸盐	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/37 萘乙二胺分光光度法	UV-2800AH 型紫外可见分光光度计	0.5μg/L
12	硝酸盐	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/38.1 镉柱还原法	UV-2800AH 型紫外可见分光光度计	3.0μg/L
13	铜	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/6.2 阳极溶出伏安法	797 型伏安极谱仪	0.6μg/L
14	锌	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/9.2 阳极溶出伏安法		1.2μg/L
15	铅	《海洋监测规范第4部分:海水分析》GB17378.4-2007/7.2 阳极溶出		0.3μg/L

		伏安法		
16	镉	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/8.2 阳极溶出伏安法		0.09μg/L
17	汞	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/5.1 原子荧光光度法	PF72型原子荧光光度计	0.007μg/L
18	砷	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/11.1 原子荧光光度法	PF72型原子荧光光度计	0.5μg/L
19	总铬	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/10.1 无火焰原子吸收分光光度法	PinAAcle 900T型原子吸收分光光度计	0.4μg/L
20	666	《海洋监测技术规程第1部分：海水》HY/T147.1-2013//18 有机氯农药的测定-气相色谱法	78990B-5977B型气相色谱质谱联用仪	1.31μg/L
21	DDT	《海洋监测技术规程第1部分：海水》HY/T147.1-2013//18 有机氯农药的测定-气相色谱法	78990B-5977B型气相色谱质谱联用仪	1.92μg/L
22	PCBs	《海洋监测技术规程第1部分：海水》HY/T147.1-2013//19 多氯联苯的测定-气相色谱法	78990B-5977B型气相色谱质谱联用仪	1.84μg/L
23	硫化物	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/18.4	UV-7504型紫外/可见分光光度计	0.0002mg/L
24	挥发酚	《海洋监测规范第4部分：海水分析》GB17378.4-2007/17.1	UV-7504型紫外/可见分光光度计	1.1μg/L

5.3.1.4 评价标准

海水水质按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中调查站位所在功能区的海洋环境评价标准执行，秋季和春季调查各站位所在海洋功能区及需执行的标准见表5.3.1-4所示，具体标准限值见2.2.1节相关内容。

表 5.3.1-4 海水、沉积物、海洋生物质量评价标准表

功能区	功能区名称	站位	海洋环境标准要求
农渔业区	湛江-珠海近海农渔区	Z01、Z02、Z09、Z10、Z11、Z12、Z19、Z20、Z21、Z22	海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
保留区	万山群岛保留区	Z03、Z04、Z05、Z06、Z07、Z08、Z13、Z14、Z15、Z16、Z17、Z18、Z23、Z24	海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状

5.3.1.5 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：

$$S_{DO,j} = \begin{cases} DO_s / DO_j & DO_j \leq DO_s \\ \frac{|DO_s - DO_j|}{DO_s - DO_l} & DO_j > DO_s \end{cases}$$

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

S ——实用盐度符号，量纲为 1；

T ——水温，°C。

3) pH 值的指数计算公式为：

海水中 pH 的标准指数为：

$$I_i = \frac{|\text{pH}_i - 8.15|}{(\text{pH}_u - \text{pH}_l)}$$

式中： I_i (pH)——pH 标准指数；

pH_i ——pH 实测值；

pH_u ——pH 标准值上限；

pH_l ——pH 标准上下限平均值。

水质评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

5.3.2 海水水质现状及评价

5.3.2.1 调查结果

2021 年春季水环境质量调查的结果分别见表 5.3.2-1 所示。2021 年秋季水环境质量调查的结果分别见表 5.3.2-2 所示。

(1) 温度

2021年5月：调查海域海水温度介于24.7~30.9°C之间，平均值为29.1°C。最小值出现在Z16站底层海域，最大值出现在Z07站表层海域。

2021年9月：调查海域各层海水温度介于26.2~30.7°C之间，平均值为28.1°C。最小值出现在Z12站表层海域，最大值出现在Z10站表层海域。

(2) 盐度

2021年5月：调查海域盐度介于3.076~33.925之间，平均值为28.614。最小值出现在Z01站表层海域，最大值出现在Z17站底层海域。

2021年9月：调查海域海盐度介于14.403~33.853之间，平均值为32.738。最小值出现在在Z01站表层海域，最大值出现在Z23站表层海域。

(3) pH

2021年5月：调查海域pH介于8.05~8.79之间，平均值为8.26。最小值出现在Z01站底层海域，最大值出现在Z02站表层海域。

2021年9月：调查海域pH介于7.92~8.25之间，平均值为8.19。最小值出现在Z01站表层海域，最大值出现在Z17站中层海域。

(4) 溶解氧 (DO)

2021年5月：调查海域溶解氧含量介于5.00mg/L~7.52mg/L之间，平均值为6.23mg/L。最小值出现在Z04站底层海域，最大值出现在Z07站表层海域。

2021年9月：调查海域溶解氧含量介于5.27mg/L~6.49mg/L之间，平均值为6.13mg/L。最小值出现在Z08站中层海域，最大值出现在Z04站中层海域。

(5) 化学需氧量 (COD_{Mn})

2021年5月：调查海域化学需氧量含量介于0.38mg/L~4.29mg/L之间，平均值为1.57mg/L。最小值出现在Z18站底层海域，最大值出现在Z09站表层海域。

2021年9月：调查海域化学需氧量含量介于0.15mg/L~2.40mg/L之间，平均值为0.60mg/L。最小值出现在站附近海域，最大值出现在站附近海域。

(6) 油类

2021年5月：调查海域石油类含量介于0.004mg/L~0.092mg/L之间，平均值为0.031mg/L。最小值出现在Z21站表层海域，最大值出现在Z15站中层海域。

2021年9月：调查海域石油类含量介于0.008mg/L~0.078mg/L之间，平均值为0.026mg/L。最小值出现在Z23站中层海域，最大值出现在Z13站表层海域。

(7) 悬浮物 (SS)

2021年5月：调查海域悬浮物含量介于5.8mg/L~18.8mg/L之间，平均值为13.3mg/L。最小值出现在Z03站表层海域，最大值出现在Z09站中层海域。

2021年9月：调查海域悬浮物含量介于9.8mg/L~22.4mg/L之间，平均值为15.7mg/L。最小值出现在站附近海域，最大值出现在站附近海域。

(8) 无机氮

2021年5月：调查海域无机氮含量介于9.17 μ g/L~1478.57 μ g/L之间，平均值为242.37 μ g/L。最小值出现在Z16站底层海域，最大值出现在Z01站表层海域。

2021年9月：调查海域无机氮含量介于33.01 μ g/L~1058.38 μ g/L之间，平均值为91.56 μ g/L。最小值出现在Z22站底层海域，最大值出现在Z01站表层海域。

(9) 活性磷酸盐

2021年5月：调查海域活性磷酸盐含量介于 Δ ~7.5 μ g/L之间，平均值为4.2 μ g/L。未检出最小值出现在Z07~Z24站附近海域，均为未检出，最大值出现在Z04站中层海域。

2021年9月：调查海域活性磷酸盐含量介于1.1 μ g/L~9.8 μ g/L之间，平均值为3.3 μ g/L。最小值出现在站附近海域，最大值出现在站附近海域。

(10) 铜 (Cu)

2021年5月：调查海域铜含量介于 Δ ~9.9 μ g/L之间，平均值2.3 μ g/L。最小值出现在Z15站中层海域，最大值出现在Z09站表层海域。

2021年9月：调查海域铜含量介于1.0 μ g/L~11.1 μ g/L之间，平均值6.3 μ g/L。最小值出现在Z22站中层海域，最大值出现在Z20站表层海域。

(11) 铅 (Pb)

2021年5月：调查海域铅含量介于0.9 μ g/L~7.1 μ g/L之间，平均值2.2 μ g/L。最小值出现在Z22站底层海域，最大值出现在Z05站表层海域。

2021年9月：调查海域铅含量介于1.5~4.7 μ g/L之间，平均值2.4 μ g/L。最小值出现在站附近海域，最大值出现在站附近海域。

(12) 锌 (Zn)

2021年5月：调查海域锌含量1.9~26.1 μ g/L之间，平均值7.9 μ g/L。最小值出现在Z18站底层海域，最大值出现在Z01站底层海域。

2021年9月：调查海域锌含量2.8~25.6 μ g/L之间，平均值8.6 μ g/L。最小值出现在Z22站中层海域，最大值出现在Z11站表层海域。

(13) 镉 (Cd)

2021年5月：调查海域镉含量介于 $\Delta \sim 0.27\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.04\mu\text{g/L}$ 。调查海域镉含量较低，大多数调查站位未检出镉，最大值出现在 Z02 站表层海域。

2021年9月：调查海域镉含量介于 $\Delta \sim 0.3\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.2\mu\text{g/L}$ 。调查海域镉含量较低，大多数调查站位未检出镉，最大值出现在 Z15 站所在海域。

数据结果表明，2021年5月和2021年9月水质中的镉含量均较低，海水水质中镉的质量状况良好，两个季节均符合一类海水水质。

(14) 砷 (As)

2021年5月：调查海域砷含量介于 $\Delta \sim 1.26\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.6\mu\text{g/L}$ 。调查海域砷含量较低，大多数调查站位未检出砷，最大值出现在 Z01 站表层海域。

2021年9月：调查海域砷含量介于 $\Delta \sim 1.2\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.7\mu\text{g/L}$ 。调查海域砷含量较低，大多数调查站位未检出砷，最大值出现在 Z01 站底层海域。

(15) 铬 (Cr)

2021年5月：调查海域铬含量介于 $\Delta \sim 0.8\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.5\mu\text{g/L}$ 。调查海域铬含量较低，大多数调查站位未检出铬，最大值出现在 Z10 站表层海域。

2021年9月：调查海域铬含量介于 $\Delta \sim 2\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.7\mu\text{g/L}$ 。调查海域铬含量较低，大多数调查站位未检出铬，最大值出现在 Z18 站所在海域。

(16) 汞 (Hg)

2021年5月：调查海域汞含量介于 $0.010 \sim 0.020\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.013\mu\text{g/L}$ 。最小值出现在 Z22 站表层海域，最大值出现在 Z01 站底层海域。

2021年9月：调查海域汞含量介于 $\Delta \sim 0.024\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.018\mu\text{g/L}$ 。Z11、Z19、Z20、Z24 站位所在海域未检出汞，汞最大值出现在 Z14 站底层海域。

(17) 666

2021年5月：调查海域 666 含量均为未检出。

2021年9月：调查海域 666 含量均为未检出。

(18) DDT

2021年5月：调查海域 DDT 含量介于 $0 \sim 0.013\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.002\mu\text{g/L}$ 。

2021年9月：调查海域 DDT 含量均为未检出。

(19) PCBs

2021年5月：查海域 PCBs 含量介于 $0 \sim 0.013\mu\text{g/L}$ 之间，平均值 $0.002\mu\text{g/L}$ 。

2021年9月：调查海域PCBs含量均为未检出。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》GB/T 19485-2014，对于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程类海底管道、海底电光缆类工程、基础开挖、疏浚、冲（吹）填、倾倒、海中取土（沙）等海洋工程，开展水质背景调查应检测酸碱度、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、氰化物、硫化物、氟化物、挥发性酚、有机氯农药（666、DDT）、石油类、重金属、多环芳烃、多氯联苯等。详见导则中第38页表8水质调查参数表。因此，本次调查中开展了666、DDT和PCBs的检测。

5.3.2.2 评价结果

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状调查结果进行标准指数计算，调查海域功能区水质达标情况见表5.3.2-3和表5.3.2-4，各站水质评价因子的标准指数见表5.3.2-5和表5.3.2-6。

5.3.2.2.1 2021年5月水质调查结果

(1) 农渔业区

调查海域农渔业区仅包括湛江-珠海近海农渔业区，要求执行海水水质一类标准。由调查及评价结果可知，湛江-珠海近海农渔业区包含10个调查站位，主要超标因子为铅和化学需氧量，其次为无机氮、溶解氧、铜、pH值、锌和油类，其他因子全部符合海水水质一类标准。其中铅超标率为97%，最大超标倍数为5.44倍；化学需氧量超标率为52%，最大超标倍数为2.15倍；无机氮超标率为33%，最大超标倍数为7.39倍；溶解氧超标率为21%，最大超标倍数为1.08倍；铜超标率为12%，最大超标倍数为1.99倍；pH值超标率为9%，最大超标倍数为1.83倍；锌超标率为9%，最大超标倍数为1.31倍；油类超标率为3%，最大超标倍数为1.03倍。

(2) 保留区

调查海域保留区仅包括万山群岛保留区，要求海水水质维持现状，即从海水水质一类标准开始评价直至符合评价标准为止。由调查及评价结果可知，保留区包含14个调查站位。按照一类海水水质评价，主要超标因子为铅，其次为油类、化学需氧量、无机氮、溶解氧、pH值、锌和铜。其中铅超标率为82%，最大超标倍数为7.07倍；油类超标率为31%，最大超标倍数为1.85倍；化学需氧量超标率为29%，最大超标倍数为1.75倍；无机氮超标率为24%，最大超标倍数为4.85倍；溶解氧超标率为18%，最大超标

倍数为 1.11 倍；pH 值超标率为 11%，最大超标倍数为 1.34 倍；锌超标率为 2%，最大超标倍数为 1.05 倍；铜超标率为 2%，最大超标倍数为 1.01 倍。

按照二类海水水质评价，主要超标因子为油类和无机氮，其次为 pH 值、铅和化学需氧量。其中油类超标率为 31%，最大超标倍数为 1.85 倍；无机氮超标率为 22%，最大超标倍数为 3.23 倍；pH 值超标率为 11%，最大超标倍数为 1.34 倍；铅超标率为 4%，最大超标倍数为 1.41 倍；化学需氧量超标率为 2%，最大超标倍数为 1.17 倍。

按照三类海水水质评价，主要超标因子为无机氮。其中无机氮超标率为 20%，最大超标倍数为 2.43 倍。

按照四类海水水质评价，主要超标因子为无机氮。其中无机氮超标率为 20%，最大超标倍数为 1.94 倍。

表5.3.2-3 调查海域功能区水质超标情况一览表

功能区	功能区名称	站位	海水水质标准要求	超标因子（超标率）
农渔业区	湛江-珠海近海农渔业区	Z01、Z02、Z09、Z10、Z11、Z12、Z19、Z20、Z21、Z22	执行海水水质一类标准	主要超标因子为铅（97%）和化学需氧量（52%），其次为无机氮（33%）、溶解氧（27%）、铜（12%）、PH值和锌（9%）、油类（3%）。
保留区	万山群岛保留区	Z03、Z04、Z05、Z06、Z07、Z08、Z13、Z14、Z15、Z16、Z17、Z18、Z23、Z24	执行海水水质二类标准	主要超标因子为铅（82%），其次为油类（31%）、化学需氧量（29%）、无机氮（24%）、溶解氧（18%）、PH值（11%）、锌（2%）和铜（2%）。
			执行海水水质二类标准	主要超标因子为油类（31%）、无机氮（22%）、PH值（11%）、铅（4%）和化学需氧量（2%）。
			执行海水水质三类标准	主要超标因子为无机氮（20%）。
			执行海水水质四类标准	主要超标因子为无机氮（20%）。

5.3.2.2.2 2021年9月水质调查结果

(1) 农渔业区

调查海域农渔业区仅包括湛江-珠海近海农渔业区，要求执行海水水质一类标准。由调查及评价结果可知，湛江-珠海近海农渔业区包含 10 个调查站位，主要超标因子为铅和铜，其次为无机氮、化学需氧量、溶解氧、油类和锌，其他因子全部符合海水水质一类标准。其中铅超标率为 100%，最大超标倍数为 4.71 倍；铜超标率为 52%，最大超标倍数为 2.23 倍；无机氮超标率为 12%，最大超标倍数为 5.29 倍；化学需氧量超标率为 6%，最大超标倍数为 1.20 倍；溶解氧超标率为 6%，最大超标倍数为 1.05 倍；锌超

标率为 3%，最大超标倍数为 1.28 倍；油类超标率为 3%，最大超标倍数为 1.40 倍。

(2) 保留区

调查海域保留区仅包括万山群岛保留区，要求海水水质维持现状，即从海水水质一类标准开始评价直至符合评价标准为止。由调查及评价结果可知，保留区包含 14 个调查站位。

按照一类海水水质评价，主要超标因子为铅和铜，其次为溶解氧和油类。其中铅超标率为 100%，最大超标倍数为 3.56 倍；铜超标率为 75%，最大超标倍数为 2.03 倍；溶解氧超标率为 20%，最大超标倍数为 1.14 倍；油类超标率为 5%，最大超标倍数为 1.55 倍。

按照二类海水水质评价，主要超标因子为油类和铜。其中油类超标率为 5%，最大超标倍数为 1.55 倍；铜超标率为 2%，最大超标倍数为 1.01 倍。

按照三类、四类海水水质评价，均无超标因子。

表5.3.2-4 调查海域功能区水质超标情况一览表

功能区	功能区名称	站位	海水水质标准要求	超标因子
农渔业区	湛江-珠海近海农渔业区	Z01、Z02、Z09、Z10、Z11、Z12、Z19、Z20、Z21、Z22	执行海水水质一类标准	主要超标因子为铅（100%）和铜（52%），其次为无机氮（12%）、化学需氧量（6%）、溶解氧（6%）、油类（3%）和锌（3%）。
保留区	万山群岛保留区	Z03、Z04、Z05、Z06、Z07、Z08、Z13、Z14、Z15、Z16、Z17、Z18、Z23、Z24	执行海水水质一类标准	主要超标因子为铅（100%）和铜（75%），其次为溶解氧（20%）和油类（5%）。
			执行海水水质二类标准	主要超标因子为油类（5%）和铜（2%）。
			执行海水水质三类标准	无
			执行海水水质四类标准	无

5.3.2.2.3 小结

本年度开展春季（5月）和秋季（9月）两季海水调查，调查站位分布在湛江-珠海近海农渔业区（10个站位）和万山群岛保留区（14个站位），调查因子包括水温、pH、盐度、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、油类、无机氮（三氮之和）、活性磷酸盐、锌、镉、铅、铜、铬、汞、砷、666、DDT、PCBs。

从调查结果来看，对于湛江-珠海近海农渔业区，按照一类海水水质评价，超标因子主要为铅、铜和化学需氧量。其中，铅两次调查均超标且超标率超过 90%，铜和化学

需氧量各有 1 次超标率超过 50%，其他超标因子无机氮、溶解氧、锌和油类超标率较低在（3%~33%）。对于万山群岛保留区，按照一类海水水质评价，主要超标因子为铅和铜。其中，铅两次调查均超标且超过 80%，铜有 1 次超标率超过 50%，其他超标因子无机氮、溶解氧、锌、pH 值和油类超标率较低在（2%~31%）；按照二类海水水质评价，超标因子有油类、无机氮、铅、化学需氧量和铜，超标率范围为（34%~2%）；按照三类、四类海水水质评价，春季调查超标因子为无机氮，超标率为 20%。

综上所述，调查海域水质主要超标因子为铅和铜。由于调查站位主要分布于珠江口外高栏岛东南海域，根据《中国海湾志》第十四分册（重要河口）记载，珠江口铅含量范围在（2.0~18.0） $\mu\text{g/L}$ ，平均含量为 10.0 $\mu\text{g/L}$ ，达到三类海水水质评价标准（10.0 $\mu\text{g/L}$ ），铜在崖门口外海域为 17.7 $\mu\text{g/L}$ ，超过二类海水水质标准（10.0 $\mu\text{g/L}$ ）。此外，本次调查区域属于珠江入海口，珠江径流每年带入大量陆源重金属污染源，这些污染物质主要来源于工业废水和农业污水排放；陈亮等（2016）研究表明，珠江径流输入的重金属污染物最远可到达北部湾东部，而珠江口重金属重度污染区主要分布在珠江口至衙门口。另有研究表明，对于重金属铅，除了径流输入外，大气中铅输入也是该海域铅输入的重要来源（王欣睿等，2012）。总的来说，调查海域检出重金属铅和铜超标，主要是由于该海域有较高的背景值，同时，珠江径流输入和大气铅输入也是造成两次调查铅和铜超标的主要原因。2021 年 9 月调查时部分站位表层和近表层海水水质石油类超标原因可能是由于途径该海域的船舶油污污染所致。

5.4 沉积物环境质量现状调查与评价

5.4.1 调查概况

国家海洋局珠海海洋环境监测中心站于 2021 年 5 月（春季）在项目附近设置了 10 个沉积物调查站位，详见图 5.3.1-1 和表 5.3.1-1。调查项目为含水率、粒度、pH、硫化物、有机碳、油类、挥发酚、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）共 14 项，调查时间与水质同步。

5.4.2 调查方法、评价标准及评价方法

各调查项目的采样、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	项目名称	执行标准与分析测试方法	分析测试仪器设备	检出限
1	含水率	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/19 重里法	SECURA224-ICN型电子天平	—
2	硫化物	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/17.3 碘里法	(0~25)mL 数字滴定器	4.0×10^{-6}
3	油类	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/13.2 紫外分光光度法	UV-2800AH 型紫外-可见分光光度计	3.0×10^{-6}
4	有机碳	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/18.1 重铬酸钾氧化-还原容量法	25mL 数字滴定器	0.03×10^{-6}
5	锌	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/9 火焰原子吸收分光光度法	PmAAcle 900T 型原子吸收分光光度计	6.0×10^{-6}
6	铜	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/6.2 火焰原子吸收分光光度法		2.0×10^{-6}
7	镉	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/8.2 火焰原子吸收分光光度法		0.04×10^{-6}
8	铅	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/7.2 火焰原子吸收分光光度法		1.0×10^{-6}
9	总铬	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/10.1 无火焰原子吸收分光光度法	PmAAcle 900T 型原子吸收分光光度计	2.0×10^{-6}
10	总汞	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/5.1 原子荧光法	PF72 型原子荧光光度计	0.002×10^{-6}
11	砷	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/4.1 原子荧光法	PF72 型原子荧光光度计	0.06×10^{-6}
12	pH	《海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查》XGB/T12768-2007/6.7.2 电位法	PHSJ-5 型实验室 pH 计 PHSJ-4F 型实验室 pH 计	—
13	粒度	《海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查》XGB/T12768-2007/6.3 沉积物粒度分析	MS3000+EV 型激光粒度分析仪	$0.01 \mu\text{m}$
14	挥发酚	土壤和沉积物 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ 998-2018	UV-7504 型紫外-可见分光光度计	0.3mg/kg

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》，本项目所在海域海洋沉积物评价标准按《海洋沉积物质量标准》见表5.3.1-4。

采用单点单因子标准指数法进行评价。

5.4.3 调查结果及评价

2021年开展的沉积物调查结果见表5.4.2-2 沉积物现状监测结果（2021年5月），由表可见，该海域沉积物有机碳含量为未检出~0.87%，平均值为0.44；pH值范围为7.37~8.16，平均值为7.77；石油类范围为7~79（mg/kg），平均值26 mg/kg；硫化物范围

为 7~42 (mg/kg), 平均值 17 mg/kg; 锌含量范围为 12.4~133.1 (mg/kg), 平均值 63.1 mg/kg; 镉含量范围为未检出~0.30 (mg/kg), 平均值 0.03 mg/kg; 铅含量范围为 5.5~24.9 (mg/kg), 平均值 12.7 mg/kg; 铜金属含量范围为 4.1~41.1 (mg/kg), 平均值 12.2 mg/kg; 总铬含量范围为 9.2~71.7 (mg/kg), 平均值 36.2 mg/kg; 总汞含量范围为 0.004~0.109 (mg/kg), 平均值 0.027 mg/kg; 砷含量范围为 3.7~15.9 (mg/kg), 平均值 7.6 mg/kg。

采用上述单项指数法, 对现状监测结果 (见表 5.4.2-2) 进行标准指数计算, 各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 5.4.2-3。

Z01、Z09、Z11、Z19、Z21、Z22 位于湛江-珠海近海农渔业区, 海洋沉积物质量执行第一类标准。评价结果显示, 除 Z01 站位铜超标外, 其余站位所有评价要素均符合第一类海洋沉积物标准。Z01 站位铜超第一类海洋沉积物标准, 符合第二类海洋沉积物标准。

Z03、Z05、Z07、Z13、Z15、Z17、Z23、Z24 位于万山群岛保留区, 海洋沉积物质量维持现状, 即从海洋沉积物质量一类标准开始评价直至符合评价标准为止。评价结果显示, 所有站位的所有评价要素均符合海洋沉积物质量第一类标准。

综上所述, 调查海域海洋沉积物质量总体较好, 超标因子只有个别站位的铜。

5.5 海洋生物质量现状与评价

5.5.1 调查概况

国家海洋局珠海海洋环境监测中心站 2021 年 5 月 (春季) 和 2021 年 9 月 (秋季) 在项目附近海域的现状调查资料进行评价, 调查项目有总石油烃、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As) 和总铬 (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 评价标准

海洋生物质量标准按照《广东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》中调查站位所在功能区的海洋环境评价标准执行, 秋季和春季调查各站位所在海洋功能区及需执行的标准见表 5.3.1-4 所示, 具体标准限值见 2.2.1 节相关内容。

5.5.3 调查方法

各调查项目的采样、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/T-2007) 的规定进行。各项目分析方法见样品监测

报告。

表 5.5-1 海洋生物质量分析及检测仪器一览表

序号	项目名称	执行标准与分析测试方法	分析测试仪器设备	检出限
1	石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/13 荧光分光光度法	970CRT 型荧光分光光度计	1.0×10^{-6}
2	汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/5.1 原子荧光法	AFS-3100 型原子荧光光度计	2.0×10^{-9}
3	砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/11.1 原子荧光法	AFS-3100 型原子荧光光度计	0.2×10^{-6}
4	锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/9.1 火焰原子吸收分光光度法	AA-7020 型原子吸收分光光度计	0.2×10^{-6}
5	铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/6.3 火焰原子吸收分光光度法	AA-7020 型原子吸收分光光度计	2×10^{-6}
6	镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/8.1 无火焰原子吸收分光光度法	AA-7020 型原子吸收分光光度计	0.02×10^{-6}
7	铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/7.1 无火焰原子吸收分光光度法	AA-7020 型原子吸收分光光度计	0.1×10^{-6}
8	总铬	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/10.1 无火焰原子吸收分光光度法	AA-7020 型原子吸收分光光度计	0.04×10^{-6}

5.5.4 调查结果

采用同期调查底栖拖网采集样品进行生物质量检测,调查结果见表 5.5-2 和表 5.5-3。

(1) 2021 年 5 月

2021 年 5 月调查时从底栖生物样品中选取了鱼类样品 14 个,软体类样品 6 个,甲壳类样品 4 个进行生物质量检测。

2021 年 5 月调查时,甲壳类铜含量范围为 2.1~7.0 mg/kg, 平均值 3.75mg/kg; 锌含量范围为 6.1~12.2 mg/kg, 平均值 9.35mg/kg; 铅含量范围为 0.05~0.07 mg/kg, 平均值 0.06 mg/kg; 镉含量范围为 0.01~0.11 mg/kg, 平均值 0.04mg/kg; 总铬含量范围为未检出~0.05 mg/kg; 总汞含量范围为 0.0060~0.0192 mg/kg, 平均值 0.0114mg/kg; 砷含量范围为 0.58~1.65 mg/kg, 平均值 0.99 mg/kg; 石油烃含量范围为 11.07 ~22.31 mg/kg, 平均值 16.76mg/kg

2021 年 5 月调查时,软体类铜含量范围为 2.2~6.7 mg/kg, 平均值 3.98mg/kg; 锌含量范围为 6.4~13.9 mg/kg, 平均值 10.37mg/kg; 铅含量范围为 0.05~0.13mg/kg, 平均值 0.10 mg/kg; 镉含量范围为 0.05~0.17 mg/kg, 平均值 0.08mg/kg; 总铬含量范围为未检出~0.04 mg/kg; 总汞含量范围为 0.0034~0.0063 mg/kg, 平均值 0.0046mg/kg; 砷含量范围

为 0.29~0.44 mg/kg, 平均值 0.35 mg/kg; 石油烃含量范围为 15.97~25.48 mg/kg, 平均值 21.69mg/kg。

2021年5月调查时, 鱼类铜含量范围为 2.7~4.4 mg/kg, 平均值 3.55mg/kg; 锌含量范围为 1.6~16.0 mg/kg, 平均值 5.22mg/kg; 铅含量范围为未检出~0.05mg/kg; 镉含量范围为未检出~0.18mg/kg, 平均值 0.03mg/kg; 总铬含量范围为未检出~0.04 mg/kg; 总汞含量范围为 0.0047~0.0314 mg/kg, 平均值 0.0155mg/kg; 砷含量范围为 0.35~2.48mg/kg, 平均值 1.30 mg/kg; 石油烃含量范围为 13.61~27.79 mg/kg, 平均值 19.00mg/kg。

(2) 2021年9月

2021年9月调查时从底栖生物样品中选取了鱼类样品 16个, 软体类样品 2个, 甲壳类样品 3个进行生物质量检测。

2021年9月调查时, 甲壳类铜含量范围为未检出~3.4 mg/kg; 锌含量范围为 6.9~9.0mg/kg, 平均值 7.7mg/kg; 铅含量范围为 0.11~0.13 mg/kg, 平均值 0.12 mg/kg; 镉含量范围为 0.025~0.026mg/kg, 平均值 0.025 mg/kg; 总铬含量范围为未检出~0.05 mg/kg; 总汞含量范围为 0.0113~0.0238 mg/kg, 平均值 0.0157mg/kg; 砷含量范围为 0.96~1.71 mg/kg, 平均值 1.37mg/kg; 石油烃含量范围为 1.72~4.99 mg/kg, 平均值 3.72 mg/kg

2021年9月调查时, 软体类铜含量范围为未检出~3.2 mg/kg; 锌含量范围为 6.5~7.0mg/kg, 平均值 6.75mg/kg; 铅含量范围为 0.05~0.06mg/kg, 平均值 0.06mg/kg; 镉含量范围为 0.032~0.071 mg/kg, 平均值 0.052mg/kg; 总铬含量范围为未检出~0.05 mg/kg; 总汞含量范围为 0.0051~0.0272 mg/kg, 平均值 0.0162mg/kg; 砷含量范围为 0.39~3.22 mg/kg, 平均值 1.31 mg/kg; 石油烃含量范围为 3.33~6.64 mg/kg, 平均值 4.99mg/kg。

2021年9月调查时, 鱼类铜含量范围为未检出~3.9 mg/kg; 锌含量范围为 1.9~7.9mg/kg, 平均值 4.19mg/kg; 铅含量范围为未检出~0.13mg/kg; 镉含量范围为 0.012~0.019mg/kg, 平均值 0.015mg/kg; 总铬含量范围为未检出~0.04 mg/kg; 总汞含量范围为 0.0048~0.1035mg/kg, 平均值 0.0378mg/kg; 砷含量范围为 0.74~2.97mg/kg, 平均值 1.71 mg/kg; 石油烃含量范围为 2.50~25.75 mg/kg, 平均值 10.18mg/kg。

5.5.5 生物质量现状评价

海洋生物质量评价方法采用单因子指数法。

2021年5月和2021年9月调查结果显示，除石油烃外，两次调查海域鱼类、甲壳类和软体类底栖生物体内各项评价因子的单项标准指数均小于1，满足《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）和《全国海岸和海涂资源综合监测简明规程》中规定的生物质量标准要求；石油烃在两次调查中鱼类和软体类均有超标。

总体来说，项目所在海域海洋生物质量一般。

5.6 生态环境现状调查与评价

国家海洋局珠海海洋环境监测中心站于2021年5月和2021年9月在项目所在海域进行了14个生态调查站位、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。

5.6.1 调查分析方法

(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**：水质采样相同，根据水深，用采水器采集表（0.5m）、底（离底2m）两层或者表中底三层水样。采样后量取一定体积（250mL）水样，经GF/F玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于50 kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好，存放于液氮罐中，带回实验室用萃取荧光法测定，分析其水体中叶绿素a含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

② **浮游植物**：用浅水III型浮游生物网（网口内径37cm，面积0.1m²、筛绢孔径为0.077mm）由底层至表层垂直拖网采集样品，底层为距海底2m的水层。拖网速度：落网为0.5m/s，起网为0.5m/s~0.8m/s。样品浓缩后用鲁哥试剂固定，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

③ **浮游动物**：采用浅水I型浮游生物网（网口直径为50 cm，网口面积为0.2 m²，网长145cm，筛绢孔径约为0.505mm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，底层为距海底2m的水层。拖网速度：落网为0.5m/s，起网为0.5m/s~0.8m/s。样品浓缩后用5%的甲醛（福尔马林）溶液固定，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

④ **底栖生物**：定量样品采用 0.05m^2 抓斗式采泥器，在每站位连续采集样品2~4次，经两层套筛分离淘洗（上层套筛孔径为 0.5mm ，下层套筛孔径为 0.042mm ），收集生物样品用5%福尔马林固定带回实验室进行种类鉴定、计数和称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。定性样品采用网宽 1.5m 的阿氏拖网，近岸海域拖网绳长一般为水深3倍，投网后以 3km 船速稳定航行 $10\text{--}15\text{min}$ 。收网后记录拖网时间和距离。采集样品冷冻保存，然后带回实验室进行种类鉴定和计数。

⑤ **潮间带生物**：选择项目附近具有代表性，滩面底质类型相对均匀、潮带较完整、无人破坏或人为扰动较小且相对稳定的地点，根据底质具体情况设置3条断面。在各断面的高低潮带各设2个站点，中潮带布设3个站点进行定量样品采集，同时对各断面进行全潮带定性样品的采集。易碎生物（如牡蛎、藤壶等），现场先计数，并观察记录优势种的覆盖面积。然后用小铁铲或刮刀将定量框内所有生物刮取干净。采集样品用5%的甲醛固定，带回实验室进行种类分析、栖息密度、生物量测定并分析其分布特征。

⑥ **鱼卵与仔稚鱼**：定量分析样品采用带有流量计的潜水型浮游生物网（网口直径为 50cm ，网口面积为 0.2m^2 ，网长 145cm ，筛绢孔径约为 0.05mm ）由底层至表层垂直拖网采集样品，底层为距海底 2m 的水层，拖网速度：落网为 0.5m/s ，起网为 $0.5\text{m/s}\text{--}0.8\text{m/s}$ 。样品浓缩后用5%福尔马林固定，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，分析种类组成、数量、和分布特点。定性分析样品采用大型浮游生物网（网口直径为 80cm ，网口面积为 1.5m^2 ，网长 280cm ，筛绢孔径约为 0.505mm ）在海水表层（ $0\text{--}3\text{m}$ ）进行水平拖网 $10\text{min}\text{--}15\text{min}$ ，船速为 $1\text{km}\text{--}2\text{km}$ ，样品浓缩后用5%的甲醛（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。鱼卵和仔稚鱼密度分别用（粒/尾） m^3 表示。

⑦ **游泳生物**：采用单船有翼单囊拖网/底拖网进行作业记录调查船主机功率、船体全长、船宽及吃水深和调查底拖网网具规格，包括浮纲长、网衣全长、网口目和网囊目大小。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距标准站 $2\text{ n mile}\text{--}4\text{ n mile}$ 的位置放网，拖速为 $2\text{--}3\text{ km}$ ，拖时 $0.5\text{--}1\text{ h}$ ，收网时到达标准站附近位置。记录拖网时长、船速、拖网距离。分析渔获物的组成种类组成、数量分布、群体组成等。

(3) 分析方法和计算公式

海洋生物生态采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GBT 12763.6-2007）中规定的方法进行。各项目的分析方法

如表 5.6.1-1。

表 5.6.1-1 样品分析方法一览表

序号	项目名称	执行标准与分析测试方法
1	浮游植物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/5 浮游生物生态调查
2	浮游动物	
3	底栖生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/6 大型底栖生物生态调查
4	鱼卵仔鱼	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007/9 鱼类浮游生物调查
5	潮间带	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/7 潮间带生物生态调查
6	游泳动物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007/14 游泳动物调查

根据各站叶绿素a含量计算初级生产力水平，根据各站浮游植物、浮游动物、底栖生物的密度和种类，分别对浮游植物、浮游动物、底栖生物多样性的多样性指数、均匀度等进行统计学评价分析，计算公式为：

1) 叶绿素a与初级生产力

叶绿素a和初级生产力用采水器分表层（0.5m）、底层（离底2m）两个层次采取水样，当站位水深小于10m时只采表层，当站位水深大于10m时采表层、底层水样。

叶绿素a（Chl-a）：用容积为1L的有机玻璃，采水器表层0.5m的水样，现场过滤，滤膜孔径为0.45 μ m。滤膜用保温盒冷藏（-20 $^{\circ}$ C），带回实验室采用分光光度法测定。

水柱初级生产力：采用叶绿素a法，按照Cadee和Hegeman（1974）提出的简化公式，依据叶绿素a、透明度、水深、光照时间和碳同化系数进行估算：

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

Ca——叶绿素a含量（ mg/m^3 ）；

Q——同化系数（ $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl-a}\cdot\text{h})$ ），根据以往调查结果，取3.7；

L——真光层的深度（m）；

t——白昼时间（h），根据调查日出日落时间计算，取11.5h。

2) 浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（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，站位绳长为3~10m。样品现场用福尔马林固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计

数用计数框，整片计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（ind/m³）。

浮游植物优势度（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。

采用Shannon-Weaner指数测定浮游植物的多样性指数，其计算公式为：

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

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。

采用Pielou均匀度测定浮游植物的均匀度，其公式为：

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

式中：J——均匀度

H'——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

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》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。

各航次均采用浮游生物浅水I型浮游生物网，网口面积0.2m²，网底管筛绢孔径0.505cm，网衣长145cm。调查采用垂直拖网法，从网口离底2m开始垂直拖网，起网速度0.5m/s。样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的5%，带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

浮游动物优势度（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。

采用Shannon-Weaner指数测定浮游动物的多样性指数，其计算公式为：

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

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

采用Pielou均匀度测定浮游动物的均匀度，其公式为：

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

式中： J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

4) 底栖生物

底栖生物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17358-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。

样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的5%，带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

优势度计算采用如下公式：

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

式中， n_i ——第*i*种的个体数

N ——总个体数

f_i ——该种在各采样站中出现的频率。

采用Shannon-Weaver指数法研究多样性指数，其计算公式为：

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

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。

采用Pielou均匀度法研究均匀度，其公式为：

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

式中： J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

5) 潮间带生物

潮间带生物的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6-2007)中规定的方法进行。

样品用中性甲醛溶液固定,加入量为样品体积的5%,带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

优势度计算采用如下公式:

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

式中, n_i 为第*i*种的个体数, N 为总个体数, f_i 为该种在各采样站中出现的频率。采用Shannon-Weaner指数测定多样性指数,其计算公式为:

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

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。

采用Pielou均匀度测定均匀度,其公式为:

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

式中: J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

6) 游泳生物

资源密度的评估根据底拖网扫海面积法(密度指数法),来估算评价区内的游泳生物资源密度,求算公式为 $S = (y) / a(1-E)$ 。

式中: S —资源密度 (kg/km^2 , ind/km^2)

a —底拖网每小时的扫海面积(扫海宽度取浮网长度的2/3,单位 km^2)

y —平均渔获率 (kg/h , ind/h)

E —逃逸率(取0.5)。

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

式中： N -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 -某一种类的出现的站位数占调查总站位数的百分比

通过 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Pielou 均匀度指数 (J') 和 Margalef 种类丰富度指数 (D) 来分析渔业资源群落生态多样性。

Shannon-Wiener 多样性指数:

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

Pielou 均匀度指数:

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

Margalef 种类丰富度指数:

$$D = (S-1) / \log(N, 2)$$

式中, n_i : 第 i 种的个体数量 (ind./m³); N : 某站总生物数量 (ind./m³); f_i : 某种生物的出现频率 (%); $P_i = n_i/N$; $H_{\max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数。

5.6.2 浮游植物调查结果

5.6.2.1 春季调查

(1) 种类组成

本调查监测海区位于珠江口海域, 属亚热带区域, 浮游植物以沿岸暖水性种为主。本次调查经初步鉴定有浮游植物 86 种, 隶属于 4 门 20 科 32 属 (见附录 I)。其中以硅藻门出现的种类为最多, 达 2 科 2 属 59 种, 占总种类数的 68.60%; 甲藻门次之, 出现了 6 科 7 属 22 种, 占总种类数的 25.58%; 蓝藻出现了 1 科 2 属 4 种, 着色鞭毛藻门出现 1 种。本次种类出现最多的为硅藻门中的角毛藻属, 共 19 种。种类出现最多的为 Z13 站, 多达 36 种, Z05 站其次, 种类最少的为 Z11 站, 仅 9 种。

(2) 数量分布

本次调查结果表明, 本海域各站位浮游植物的个体数量差异较大, 生物量变化范围为 (50.58 ~ 1770.26) × 10⁴ cells/m³, 平均为 589.14 × 10⁴ cells/m³。根据贾晓平等的《海洋渔场生态环境质量状况综合评价方法探讨》文献方法, 本次调查海域大部分监测站浮游植物个体数处于超高水平 (>200 × 10⁴ cells/m³), 仅 Z17 和 Z19 站浮游植物个体数处于中等水平, Z15 站浮游植物个体数处于高水平。浮游植物最高生物量出现在 Z03 站, Z01 站

次之，最低出现在Z19。

(3) 优势种分析

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种共出现 4 种，其优势度和数量百分比见表 5.6.2-1。这 4 个优势种的数量占调查海区平均生物量的 11.05%~45.87%，在总生物量中所占比例之和为 96.02%。

(4) 多样性、均匀度和丰度分析

经计算，各站浮游植物的多样性指数、均匀度、和丰度列于表 5.6.2-2。

由表 4.4.1-4 可见，本次调查海域各站位浮游植物种数变化范围 9~36 种；Shannon-weaver 多样性指数 H' 处于低水平，变化范围为 0.76~1.60，平均值为 1.18，按照《近岸海域环境监测规范》(HJ442-2008) 中关于生境质量的定性评价标准， H' 值 ≥ 3 ，生境质量为优良， H' 值在 2~3，生境质量为一般， H' 值在 1~2，生境质量为差， H' 值 < 1 ，生境质量为极差。2021 年 04 月调查结果可见，总体来说，本次调查海域大部分监测站浮游植物生境质量差 (Z01、Z03、Z05、Z07、Z09、Z12、Z17、Z19)，部分监测站 (Z11、Z13、Z15) 浮游植物生境质量极差。本次调查海域浮游植物均匀度均较低，Z01 站第一优势种为短角弯角藻，其余站第一优势种均为汉氏束毛藻。

5.6.2.2 秋季调查

(1) 种类组成

本调查监测海区位于金湾采砂工程及附近海域，属热带区域，浮游植物以沿岸暖水性种为主。本次调查经初步鉴定有浮游植物 140 种，隶属于 4 门 29 科 46 属 (见附录 II)。其中以硅藻门出现的种类为最多，达 32 属 90 种，占总种类数的 64.29%；甲藻门次之，出现了 12 属 46 种，占总种类数的 32.86%；蓝藻出现了 1 属 3 种，金藻门仅出现 1 种。本次种类出现最多的为甲藻门中的角藻属，出现 19 种；硅藻门角毛藻属，共 18 种；硅藻门根管藻属出现了 15 种。种类出现最多的为 Z09 站，多达 50 种，Z11 站其次，种类最少的为 Z15 站。

(2) 数量分布

本次调查结果表明，本海域各站位浮游植物的个体数量差异较大，生物量变化范围为 $(3.57 \sim 142.57) \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，平均为 $29.72 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。最高生物量出现在 Z09 站，Z07 次之，最低出现在 Z17。

(3) 优势种分析

以优势度 $I \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种共出现 7 种，其优势度和数量百分比见表 5.6.2-3。这 7 个优势种的数量占调查海区平均生物量的 2.49%~25.71%，在总生物量中所占比例之和为 77.74%。

(4) 多样性、均匀度和丰度分析

经计算，各站浮游植物的多样性指数、均匀度、和丰度列于表 5.6.2-4。

由表 5.6.2-4 可见，本次调查海域各站位浮游植物种数变化范围 25~50 种；Shannon-weaver 多样性指数 H' 处于中等水平，变化范围为 1.50~4.02，平均值为 2.82，按照《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）中关于生境质量的定性评价标准， H' 值 ≥ 3 ，生境质量为优良， H' 值在 2~3，生境质量为一般， H' 值在 1~2，生境质量为差， H' 值 < 1 ，生境质量为极差。2021 年 05 月调查结果可见，总体来说，本次调查海域浮游植物生境质量等级为一般，其中，Z03、Z05、Z15 和 Z24 站浮游植物生境质量为差，Z07、Z09、Z11 和 Z19 站浮游植物生境质量为一般，其他站浮游植物生境质量为优良。总体而言，由于本次调查海域浮游植物种类数较多，但由于蓝藻门束毛藻的数量较大，使得调查海域浮游植物的均匀度指数和物种丰度指数均较低。

5.6.3 浮游动物调查结果

5.6.3.1 春季调查

(1) 种类组成

本次调查共鉴定出 12 个生物类群共计 60 种，以及鱼卵、仔稚鱼，（见附录 III），其中桡足类 31 种，水母类 5 种，翼足类 4 种，被囊类 3 种，枝角类 2 种，异足类 1 种，翼舌类 1 种，介形类 1 种，端足类 1 种，十足类 1 种，毛颚类 1 种，阶段性浮游幼体类 9 种以及鱼卵 246 个，仔稚鱼 110 个。本次调查海域浮游动物中桡足类种类最多，阶段性浮游幼体类次之。

(2) 浮游动物生物量、密度及分布

本次调查结果显示，本海域各采样站浮游动物湿重生物量差异较大，变化幅度为 $20.00 \text{ mg/m}^3 \sim 190.15 \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 68.35 mg/m^3 。在密度分布方面，变化幅度为 $41.56 \text{ ind./m}^3 \sim 330.00 \text{ ind./m}^3$ ，平均密度为 133.33 ind./m^3 。在整个调查区中，湿重生物量最高出现在 Z03 号站，为 190.15 mg/m^3 ，其次出现在 Z09 号站，为 164.96 mg/m^3 ，最低出现在 Z11 号站，为 20.00 mg/m^3 。浮游动物个体密度的最高值出现在 Z09 号站 (330.00 ind./m^3)，其次为 Z12 号站 (304.65 ind./m^3)，Z19 号站最低 (41.56 ind./m^3) (表 5.6.3-1)。

(3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本调查海域在调查期间浮游动物的优势种共有 9 种, 分别是鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*), 异尾宽水蚤 (*Temaora discaudata*), 肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*), 普通波水蚤 (*Undinula vulgaris*), 微刺哲水蚤 (*Canthocalanus pauper*), 长尾类幼体 (*Macrura Larvae*), 短尾类幼体 (*Brachyura Larvae*), 鱼卵 (FISH EGG) 和大西洋五角水母 (*Muggiaea atlantica*), 其优势度分别为 0.266, 0.107, 0.095, 0.068, 0.049, 0.046, 0.046, 0.028 和 0.024。这 9 种浮游动物的个体数量占海区浮游动物个体数的 80.16%。

(4) 生物多样性指数、均匀度和丰度

本次调查海域站位的浮游动物平均出现种类为 22.42 种, 种类多样性指数范围在 1.63~4.71 之间, 平均值为 2.87, 最高出现在 Z12 号站, 其次为 Z11 号站, 最低出现在 Z19 号站。各调查站位的种类均匀度变化范围为 0.37~0.96, 平均值为 0.64, 最高出现在 Z11 号站, 最低出现在 Z19 号站。调查各站位丰度的变化范围为 1.75~2.96, 平均值为 2.31, 最高值出现在 Z07 号站, 其次为 Z12 号站。总的来说, 本海区浮游动物多样性指数 H' 及均匀度 J 均属于中等水平 (见表 5.6.3-2), 说明本海区浮游动物生境质量一般。

5.6.3.2 秋季调查

(1) 种类组成

本次调查共鉴定出 12 个生物类群共计 90 种, 以及鱼卵、仔稚鱼, (见附录 IV), 其中水母类 15 种, 桡足类 42 种, 枝角类 2 种, 端足类 2 种, 十足类 1 种, 被囊类 3 种, 毛颚类 2 种, 翼足类 7 种, 介形类 1 种, 异足类 1 种, 海蜗牛科 1 种, 阶段性浮游幼体类 13 种以及鱼卵 54 个, 仔稚鱼 24 个。本次调查海域浮游动物中桡足类种类最多, 水母类次之。

(2) 浮游动物生物量、密度及分布

本次调查结果显示, 本海域各采样站浮游动物湿重生物量差异较大, 变化幅度为 $0.68 \text{ mg/m}^3 \sim 215.34 \text{ mg/m}^3$, 平均生物量为 63.98 mg/m^3 。在密度分布方面, 变化幅度为 $11.92 \text{ ind/m}^3 \sim 1867.98 \text{ ind/m}^3$, 平均密度为 451.44 ind/m^3 。在整个调查区中, 湿重生物量最高出现在 Z03 号站, 为 215.34 mg/m^3 , 其次出现在 Z09 号站, 为 214.84 mg/m^3 , 最低出现在 Z15 号站, 为 0.68 mg/m^3 。浮游动物个体密度的最高值出现在 Z03 号站 (1867.98 ind/m^3), 其次为 Z08 号站 (1274.83 ind/m^3), Z24 号站最低 (11.92 ind/m^3) (表 5.6.3-3)。

(3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本调查海域在调查期间浮游动物的优势种共有 6 种 (见表 4.3.3-3), 锥形宽水蚤 (*Temora turbinata*), 普通波水蚤 (*Undimula vulgaris*), 鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*), 奥氏胸刺水蚤 (*Centropages orsinii*), 微刺拟哲水蚤 (*Canthocalanus pauper*) 和肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*), 其优势度分别为 0.223, 0.082, 0.060, 0.042, 0.033, 0.032, 这 6 种浮游动物的个体数量占海区浮游动物个体数的 64.84%。

(4) 生物多样性指数、均匀度和丰度

本次调查海域站位的浮游动物平均出现种类为 33.9 种; 种类多样性指数范围在 3.24~4.05 之间, 平均值为 3.70, 最高出现在 Z22 号站, 其次为 Z23 号站, 最低出现在 Z12 号站。各调查站位的种类均匀度变化范围为 0.62~0.90, 平均值为 0.75, 最高出现在 Z19 号站, 最低出现在 Z09 号站。调查各站位丰度的变化范围为 2.41~4.33, 平均值为 3.39, 最高值出现在 Z03 号站, 其次为 Z01 号站。总的来说, 本海区浮游动物多样性指数 H' 及均匀度 J 均属于较高水平 (见表 5.6.3-4), 说明本海区浮游动物生境质量较好。

5.6.4 底栖生物调查结果

底栖生物调查船舶及网具: 2021 年 4 月调查时, 利用“粤珠渔 31008”渔船进行。渔船主机功率 120kW, 船长 22.07m、船宽 5.9m、型深 3.2m, 使用底拖网开展底栖生物拖网调查, 该网具上纲长度 2.0m, 网长 6m, 网目目 3cm, 网囊目 2cm。拖网速度 2kn, 拖网时间 30min。定量调查采用采样面积 0.05m² 抓泥斗, 每次采样 3 次, 采样厚度约 10cm。2021 年 9-11 月调查时, 利用“粤珠渔 31008”渔船进行。渔船主机功率 120kW, 船长 22.07m、船宽 5.9m、型深 3.2m, 使用底拖网开展底栖生物拖网调查, 该网具上纲长度 2.0m, 网长 6m, 网目目 3cm, 网囊目 2cm。拖网速度 3kn, 拖网时间 30min。定量调查采用采样面积 0.05m² 抓泥斗, 每次采样 3 次, 采样厚度约 10cm。

5.6.4.1 春季调查

(1) 底栖生物定性调查

1) 种类组成

本次底栖生物网采定性样品经初步鉴定共有 101 种, 隶属于 6 门 59 科。其中节肢动物门出现种类数最多, 为 14 科 38 种, 占总种数的 37.62%, 脊索动物门次之, 为 23 科 34 种, 占总种数的 33.66%, 软体动物门, 为 17 科 23 种, 蠕虫动物门, 为 1 科 2 种, 棘皮动物门, 为 2 科 2 种, 刺胞动物门, 为 2 科 2 种。(见附录 V)。

2) 经济种类

本次调查采用渔船底拖网作业，采集到的底栖生物多为底游生物，出现的经济鱼类较少，没有采集到优势种；采集的经济类甲壳动物动物较多，主要有直额螯、双斑螯、须赤虾和红色相机蟹等；采集到的经济类软体动物较少，主要为毛嵌线螺、见习赤蛙螺。

3) 优势种

根据优势度 $Y \geq 0.02$ 为本海区优势种作为判断标准，本次拖网调查的底栖生物优势种出现了 6 种，主要优势种为直额螯、双斑螯和须赤虾，这主要的三种优势种的优势度分别为 0.076、0.067 和 0.043，它们的数量占调查生物数量的 10.07%、8.98% 和 5.22%。所有 6 种优势种的数量占调查生物总数量的 37.50%。

4) 多样性、均匀度和丰度分析

调查站位多样性指数变化范围在 3.36~4.68，平均值为 4.15。均匀度变化范围在 0.78~0.95，平均值 0.89，丰度变化范围在 2.72~5.01，平均值 3.76。按照《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）中关于生境质量的定性评价， H' 值 >4 ，生境质量为优； H' 值在 3~4 生境质量为良好， H' 值在 2~3 生境质量为一般， H' 值在 1~2 生境质量为差， H' 值 <1 生境质量为极差。本次底栖生物多样性调查结果表明该海域底栖生物（定性）生境质量总体表现为良好，其中 Z0、Z07、Z08、Z11、Z12 和 Z17 号站为优秀。综合看该海区域底栖生物（定性调查）群落结构比较稳定。

(2) 底栖生物定量调查

本次底栖生物定量调查样品经初步鉴定共计 8 门 44 科 63 种。其中环节动物门出现种类数最多，为 22 科 36 种，节肢动物门 10 科 12 种，软体动物门 6 科 7 种，脊索动物门 2 科 2 种，蠕虫动物门及棘皮动物门各 1 科 2 种，星虫动物门及纽形动物门各 1 科 1 种。

调查各站位种类在 4~19 种，最大值出现在 Z01 站，最低值出现在 Z08 站，平均 10.50 种；栖息密度范围为 (26.67~206.67) ind/m²，最大值出现在 Z01 站，最小值在 Z08 站，平均值为 97.22 ind./m²；生物量范围为 (0.22~39.24) g/m²，最大值出现在 Z01 站，最小值在 Z19 站，平均值为 6.64 g/m²。

根据优势度 $Y > 0.02$ 为本海区优势种作为判断标准，本次调查优势种为奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*)、锥稚虫 (*Aonides oxycephala*)、膜质伪才女虫 (*Pseudopolydora*)

kempi)、短小拟钩虾 (*Gammaropsis nitida*) 及毛头梨体星虫 (*Apionsoma trichocephala*)。

调查站位多样性指数变化范围在 2.00~4.06, 平均值为 3.17。均匀度变化范围在 0.92~1.00, 平均值 0.97, 丰度变化范围在 1.50~3.63, 平均值 2.47。调查结果表明调查海域的浮游动物生态环境良好。

5.6.4.2 秋季调查

(1) 底栖生物定性调查

1) 种类组成

本次底栖生物网采定性样品经初步鉴定共有 97 种, 隶属于 5 门 55 科。其中节肢动物门出现种类数最多, 为 12 科 32 种, 占总种数的 32.99%, 软体动物门次之, 为 20 科 31 种, 占总种数的 31.96%, 脊索动物门, 为 19 科 30 种, 蠕虫动物门, 为 1 科 1 种, 刺胞动物门, 为 2 科 2 种 (见附录 VII)。

2) 经济种类

本次调查采用渔船底拖网作业, 采集到的底栖生物多为底游生物, 出现的经济鱼类较少, 优势种主要有横带长鳍天竺鲷、鳓等; 采集的经济类甲壳动物动物较多, 主要有直额蛄、矛形梭子蟹、须赤虾和红色招潮蟹等; 采集到的经济类软体动物数量也比较多, 主要为毛嵌线螺、习习赤螺、浅隆骨螺等。

3) 优势种

根据优势度 $V > 0.02$ 为本海区优势种作为判断标准, 本次拖网调查的底栖生物优势种出现了 7 种, 主要优势种为直额蛄、矛形梭子蟹和横带长鳍天竺鲷, 这主要的三种优势种的优势度分别为 0.136、0.107 和 0.034, 它们的数量占调查生物数量的 16.70%, 13.23% 和 4.88%。所有 7 种优势种的数量占调查生物总数量的 47.23%。

4) 多样性、均匀度和丰度分析

调查站位多样性指数变化范围在 2.36~4.38, 平均值为 3.61。均匀度变化范围在 0.63~0.88, 平均值 0.81, 丰度变化范围在 1.83~5.21, 平均值 3.32。按照《近岸海域环境监测规范》(HJ442-2008) 中关于生境质量的定性评价, H' 值 > 4 , 生境质量为优; H' 值在 3~4 生境质量为良好, H' 值在 2~3 生境质量为一般, H' 值在 1~2 生境质量为差, H' 值 < 1 生境质量为极差。本次底栖生物定性调查结果表明该海域底栖生物 (定性)

生境质量总体表现为良好，其中 Z07、Z11、Z19 和 Z23 号站为优秀。综合看该海区域底栖生物（定性调查）群落结构比较稳定。

(2) 底栖生物定量调查

本次底栖生物定量调查样品经初步鉴定共计 9 门 46 科 69 种。其中环节动物门出现种类数最多，为 20 科 36 种，节肢动物门 10 科 14 种，软体动物门 8 科 9 种，脊索动物门及刺胞动物门 2 科 2 种，棘皮动物门及蠕虫动物门各 1 科 2 种，星虫动物门及毛颚动物门各 1 科 1 种（见附录 VIII）。

调查各站位种类在 1~16 种，最大值出现在 Z01 站，最低值出现在 Z24 站，平均 7.25 种；栖息密度范围为 (6.67~880.00) ind/m²，最大值出现在 Z02 站，最小值在 Z24 站，平均值为 137.50 ind/m²；生物量范围为 (0.14~427.11) g/m²，最大值出现在 Z03 站，最小值在 Z19 站，平均值为 40.03 g/m²，详见表 5.6.4-7。

根据优势度 $Y > 0.02$ 为本海区优势种作为判断标准，本次调查优势种为奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*) 及短吻铲荚蛭 (*Listriolobus brachyostriis*)。

调查站位多样性指数变化范围在 1.09~2.29，平均值为 2.29。均匀度变化范围在 0.00~1.00，平均值 0.85，丰度变化范围在 0.06~2.51，平均值 1.73。调查结果表明调查海域的浮游动物生态环境一般。

5.6.5 游泳动物调查结果

游泳生物调查按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

①调查船舶：2021年7月调查时，渔业资源调查租用“粤珠渔31008”渔船进行。渔船主机功率120kW，船长22.07m、船宽5.9m、型深3.2m，使用的网具为底拖网，上纲长度2.0m，网长6m，网口目3cm，网囊目2cm，采样均于白天进行，平均拖速为2.0kn。每站拖网时间30min。

2021年9~11月调查时，渔业资源调查租用“粤珠渔31008”渔船进行。渔船主机功率船主机功率120kW，船长22.07m、船宽5.9m、型深3.2m，使用的网具为单拖网，浮纲长21m，网长25m，网口目5cm，网囊目3cm，平均拖速为3.0kn，每站拖网30min。

②样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量 (kg)。渔获物总质量在40kg以下时，全部取样分析；渔获物大于40kg时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品20kg左右，然后把余下的渔获物按品种和不

同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg），两次调查每次渔获量均小于40kg，故全量取回样品。样品鉴定参考书籍《中国海洋物种和图集》（黄宗国 林茂 海洋出版社，2012）等。

5.6.5.1 春季调查

(1) 渔获种类

本次调查共捕获游泳生物 827 尾（个），分属于 3 大类 58 科 111 种。其中，鱼类 8 目 33 科 53 种，甲壳类 12 科 39 种，软体动物类 13 科 19 种（含头足类 6 种）本次采用网具为底拖网，同时获得底栖生物 12 尾，其中蠕虫动物 1 科 1 种，棘皮动物 2 科 2 种，刺胞动物 2 科 2 种（见附录 IX）。本次调查渔获游泳动物数最多的是 Z01 号站，出现 36 种，其次为 Z08 号站，种类数最少的是 Z19 号站；渔获数量最多的也为 Z01 号站，渔获数量最少的为 Z05 号站。本次调查游泳生物种类组成情况见图 5.6.5-1。

(2) 渔获率

本次调查各站位的游泳生物平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.928 kg/h 和 69.1 ind/h，其中游泳生物鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.634 kg/h 和 35.7 ind/h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 68.3%和 51.6%；甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.17 kg/h 和 2.6 ind/h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 21.2%和 32.7%；软体类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.097 kg/h 和 10.8 ind/h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别约为 10.5%和 15.7%。

从空间分布上看，个体渔获率最大值均出现在 Z01 号站；个体渔获率最低出现在 Z05，重量渔获率最高出现在 Z07 号站，最低出现在 Z03。

(3) 优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI ，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定优势种。 IRI 计算公式为 $IRI = (N+W)F$ 。式中： N —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 —某一种类的出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次调查结果表明， IRI 值在 500 以上的有 4 种依次分别为：日本竹荚鱼、四带牙鲷、长条蛇鲭，由此确定这 4 种为游泳生物的优势种。

(4) 现存资源量评估

资源密度的估算采用扫海面积法，根据公式计算，本次调查各站位游泳动物个体资源密度变化范围为(11744.1~55075.6) ind/km²，各站平均值为 27976.5 ind/km²；重量资源密度变化范围为(242.94~530.71) kg/km²，各站平均值为 375.77 kg/km²。其中鱼类个体资源密度和重量资源密度比例均最高，甲壳类次之，软体类最低。

游泳动物个体资源密度和重量资源密度空间分布情况见图 5.6.6-3 和图 5.6.6-4。由图可见，个体资源密度最高值出现在 Z01 站，Z08 站次之，Z05 站最低；重量资源密度最高值也出现在 Z07 站，Z01 站次之，最低值出现在 Z03 站。

(5) 多样性指数、均匀度和丰度

本次调查各站位游泳动物多样性指数 H' 变化范围为 1.63~4.71，均值为 2.87，均匀度变化范围为 0.37~0.96，均值为 0.64，丰度变化范围为 1.75~2.9，均值为 2.31，本次海域调查游泳动物种类较多，群落结构相对稳定。

5.6.5.2 秋季调查

(1) 渔获种类

本次调查共捕获游泳生物 6818 尾(个)，分属于 8 大类 55 科 113 种。其中，鱼类 10 目 35 科 63 种，甲壳类 11 科 37 种，软体动物类 9 科 13 种(其中头足类 2 种)，本次调查拖网还采集到底栖生物刺胞动物 2 科 2 种(见附录 X)。本次调查渔获游泳动物种类数最多的是 Z09 号站，出现 23 种，种类数最少的是 Z17 号站；本次调查渔获数量最多的为 Z03 号站，渔获数量最少的是 Z24 号站。

(2) 渔获率

本次调查各站位的游泳生物平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 21.439 kg/h 和 852.3 ind/h，其中游泳生物中的鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 20.355 kg/h 和 772.3 ind/h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 94.9%和 90.6%；甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.874 kg/h 和 56.6 ind/h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 4.1%和 6.6%；软体类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.210 kg/h 和 23.4 ind/h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别约为 1.0%和 2.7%。

从空间分布上看，重量渔获率最大值出现在 Z01 号站，最低出现在 Z24；个体渔获率最高出现在 Z03 号站，最低出现在 Z24。

(3) 优势种

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

$(N+W)F$ 。式中： N —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 —某一种类的出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次调查结果表明，IRI 值在 500 以上的有 7 种依次分别为：及达副叶鲽、蓝圆鲹、细纹鲷、四带牙鲷、金线鱼、中华海鲶、二长棘犁齿鲷，由此确定这 7 种为游泳生物的优势种。

(4) 现存资源量评估

资源密度的估算采用扫海面积法，根据公式计算，本次调查各站位游泳动物个体资源密度变化范围为 (5759.5~109328.4) ind/km²，各站平均值为 43826.5 ind/km²；重量资源密度变化范围为 (217.5~4634.3) kg/km²，各站平均值为 1389.1 kg/km²。其中鱼类个体资源密度和重量资源密度比例均最高，甲壳类次之，软体类最低。

游泳动物个体资源密度和重量资源密度空间分布情况见图 5.6.5-9 和图 5.6.5-10。由图可见，个体资源密度最高值出现在 Z03 站，Z08 站次之，Z2 站最低；重量资源密度最高值出现在 Z01 站，Z03 站次之，最低值出现在 Z2 站。

(5) 多样性指数、均匀度和丰度

本次调查各站位游泳动物多样性指数 H' 变化范围为 1.72~4.32，均值为 2.94，均匀度变化范围为 0.36~0.85，均值为 0.63，丰度变化范围为 2.14~5.11，均值为 3.11，本次海域调查游泳动物种类较多，群落结构和稳定，Z01、Z03 和 Z08 站由于有大量及达副叶鲽、细纹鲷、中华海鲶等种类聚集，使得调查站位游泳动物多样性降低。

5.6.6 鱼卵仔稚鱼调查结果

鱼卵与仔稚鱼调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量调查网具使用浅水 I 型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5 m/s~0.8 m/s。定性调查网具采用大型浮游生物网水平拖网采样，拖网时间 10~15min。

5.6.6.1 春季调查

(1) 定性调查

本次调查出现的鱼卵仔鱼数量较多。水平拖网定性调查采集的 12 个样品中，共获得鱼卵 993 个，仔稚鱼 245 尾。

1) 种类组成和分布

本次水平拖网调查采集的 12 个样品中，共获得鱼卵 993 枚，仔稚鱼 245 尾。经初

步鉴定隶属于1门8目18科31种(含未定种)。采集的鱼卵和仔稚鱼基本为热带或亚热带浅海沿岸鱼类,主要有狗母鱼科、鲷科、鲱科、鲷科、石首鱼科、舌鲷科、鲱科、鳀科、大眼鲷科、弱棘鱼科、带鱼科、鲷科和鲷科等,种类组成及分布见图5.6.6.1-1和图5.6.6.1-2。

春季水平拖网采集鱼卵993枚,隶属于8目17科30种(含未定种),见附录XI。各类鱼卵以鲈形目鱼卵的种类最多。获得的鱼卵主要为仙女鱼目鱼卵(234枚),隶属于1科2种,数量占总数的22.20%。从调查分布看,Z07、Z11站鱼卵种类数最多,Z19站其次,Z13和Z15站鱼卵种类数最少。

春季水平拖网采集仔稚鱼245尾,隶属于4目7科7种,见附录XII。各类仔稚鱼捕获量为2~96枚,获得的仔稚鱼主要为鲈形目仔稚鱼,隶属于鲈形目3科,见图5.6.6-4,数量占总数的56.33%。从调查分布看,Z01站仔稚鱼种类数最多,Z09、Z13和Z15站仔稚鱼种类数最少。

2) 数量分布

水平拖网调查,调查海区各调查站鱼卵采获数量范围为(4~188) ind/net。由表5.6.6.1-1可见,水平拖网渔获鱼卵数量最大值出现在Z11站,其次为Z19,最低出现在Z15站。水平拖网渔获仔鱼数量最大值出现在Z01,其次为Z03,最低出现在Z09、Z13和Z15站。

(2) 定量调查

1) 种类组成和分布

本次垂直拖网调查采集的12个样品中,共获得鱼卵246枚,仔稚鱼110尾。经初步鉴定隶属于1门7目18科26种(含未定种)(附录XIII)。采集的鱼卵和仔稚鱼基本为热带或亚热带浅海沿岸鱼类,主要有鲱科、鳀科、鲱科、鳀科、石首鱼科、鲷科、鳀科、金线鱼科、鲷科、带鱼科、狗母鱼科、天竺鲷科、鲷科、鲷科、弱棘鱼科等。

春季垂直拖网采集鱼卵246枚,隶属于13科21种(含未定种)见附录V。各类鱼卵捕获量为1~32枚,获得的鱼卵主要为鲈形目鱼卵,隶属于5科,数量占总数的19.27%。从调查分布看,Z03站鱼卵种类数最多,Z05、Z17和Z19站鱼卵种类数最少。

春季垂直拖网采集仔稚鱼110尾,隶属于3目11科11种,见附录XIII。各类仔稚鱼捕获量为1~32枚,获得的仔稚鱼主要为鲈形目仔稚鱼,隶属于鲈形目8科,数量占总数的70.91%。从调查分布看,Z12站仔稚鱼种类数最多,Z05和Z09站仔稚鱼种类数最少。

2) 密度分布

垂直拖网调查, 调查海区各调查站鱼卵采获数量范围为(1~79) ind/net, 平均为20.50 ind/net; 各站鱼卵密度变化范围为(0.16~29.92) ind/m³, 平均为4.98 ind/m³。鱼卵密度最高出现在Z01站, 最低出现在Z19站。

垂直拖网调查, 调查海区各调查站仔稚鱼采获数量范围为(1~26) ind/net, 平均为9.17 ind/net; 各站仔稚鱼密度变化范围为(0.18~5.30) ind/m³, 平均为1.74 ind/m³。仔稚鱼密度最高出现在Z01站, 最低出现在Z05站。

5.6.6.2 秋季调查

(1) 定性调查

本次调查出现的鱼卵仔鱼数量较多。水平拖网定性调查采集的16个样品中, 共获得鱼卵1821个, 仔稚鱼39尾。

1) 种类组成和分布

本次水平拖网调查采集的16个样品中, 共获得鱼卵1821枚, 仔稚鱼39尾。经初步鉴定隶属于1门8目26科30种(含未定种)。采集的鱼卵和仔稚鱼基本为热带或亚热带浅海沿岸鱼类, 主要有鲷科、鲱科、鲈科、石首鱼科、鲭科、鳕科、鲳科、鲷科、裸颊鲷科、笛鲷科、带鱼科、金线鱼科、水银鲷科、鲱科、狗母鱼科、舌鲷科、鲾科、飞鱼科、海鳗科、毒鲉科等。

秋季水平拖网采集鱼卵1821枚, 隶属于8目16科24种(含未定种), 见附录XIV。各类鱼卵捕获量为1~111枚。获得的鱼卵主要为鲈形目鱼卵(681枚), 隶属于8科9种, 数量占总数的37.40%。从调查分布看, Z19站鱼卵种类数最多, Z01和Z11其次, Z08、Z21和Z23站鱼卵种类数最少。

秋季水平拖网采集仔稚鱼39尾, 隶属于5目14科14种, 见附录XV。各类仔稚鱼捕获量为2~22尾, 获得的仔稚鱼主要为鲈形目仔稚鱼, 隶属于鲈形目8科, 数量占总数的56.41%。从调查分布看, Z01站仔稚鱼种类数最多, Z12和Z13站仔稚鱼种类数最少。

2) 数量分布

水平拖网调查, 调查海区各调查站鱼卵采获数量范围为(1~692) ind/net。由表5.6.6.2-1可见, 水平拖网渔获鱼卵数量最大值出现在Z11站, 其次为Z19, 最低出现在Z21站。水平拖网渔获仔鱼数量最大值出现在Z15, 其次为Z07, 最低出现在Z12和Z13。

(2) 定量调查

1) 种类组成和分布

本次垂直拖网调查采集的 16 个样品中，共获得鱼卵 54 枚，仔稚鱼 24 尾。经初步鉴定隶属于 1 门 7 目 13 科 18 种（含未定种）。采集的鱼卵和仔稚鱼基本为热带或亚热带浅海沿岸鱼类，主要有鯷科、鲷科、鲷科、带鱼科、狗母鱼科、舌鲷科、笛鲷科、鲹科、赤刀鱼科、飞鱼科、犀鳐科等。

秋季垂直拖网采集鱼卵 54 枚，隶属于 5 目 8 科 10 种（含未定种），见附录 XVI。各类鱼卵捕获量为 1~38 枚，获得的鱼卵主要为鲱形目鱼卵，隶属于 1 科，数量占总数的 70.37%。从调查分布看，Z01 站鱼卵种类数最多，Z05、Z07、Z09、Z19、Z21、Z22、Z23 和 Z24 站鱼卵种类数最少。

秋季垂直拖网采集仔稚鱼 24 尾，隶属于 6 目 9 科 12 种（含未定种），见附录 XVI。各类仔稚鱼捕获量为 1~8 枚，获得的仔稚鱼主要为鲈形目仔稚鱼，隶属于 4 科，数量占总数的 33.33%。从调查分布看，Z09 站仔稚鱼种类数最多，Z01、Z12、Z13、Z15 和 Z23 站鱼卵种类数最少。

2) 密度分布

垂直拖网调查，调查海区各调查站鱼卵采获数量范围为（0~41）ind/net，平均为 3.38 ind/net；各站鱼卵密度变化范围为（0~1.15）ind/m³，平均为 1.15ind/m³。鱼卵密度最高出现在 Z01 站，最低出现在 Z05、Z07、Z09、Z19、Z21、Z22、Z23 和 Z24 站。

垂直拖网调查，调查海区各调查站仔稚鱼采获数量范围为（0~7）ind/net，平均为 1.50 ind/net；各站仔稚鱼密度变化范围为（0~1.26）ind/m³，平均为 0.28ind/m³。仔稚鱼密度最高出现在 Z09 站，最低出现在 Z01、Z12、Z13、Z15 和 Z23 站。

5.6.7 潮间带生物调查结果

5.6.7.1 春季调查

(1) 种类组成和空间分布

本次潮间带调查定性和定量采集的潮间带生物经鉴定共有 7 大门类 43 科 62 种。其中软体动物最多，共 14 科 24 种；环节动物其次，12 科 18 种；节肢动物 12 科 15 种；昆虫动物 2 科 2 种；脊索动物、刺胞动物及棘皮动物各 1 科 1 种。

鉴定共 6 门 21 科 26 种（见附录 XVII）。调查各断面中，ZHJWC1 断面共鉴定出底栖生物 7 种，ZHJWC2 断面 5 种，ZHJWC3 断面 17 种。

定量调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 6 大门类 38 科 55 种。软体动物种类

最多，为 13 科 22 种；环节动物种类次之，为 12 科 18 种；节肢动物共 10 科 12 种；刺胞动物、棘皮动物及星虫动物各 1 科 1 种（见附录 XVIII）。

(2) 优势种类及分布

本次调查海域潮间带断面位于珠海市金湾区、荷包岛及大万山岛，属亚热带海区，栖息的潮间带生物种类较多，种类组成呈现明显的亚热带群落区系特征，优势种较突出。本次调查潮间带的优势种有 1 种，为刻缘短齿蛤（*Brachidontes setiger*）。

不同断面由于底质不同，代表种类有较大差异。ZHJWC1 断面为沙质岩石混合滩，低潮带主要代表物种有软体动物中的刻缘短齿蛤（*Brachidontes setiger*）；中潮带主要代表物种有软体动物中的刻缘短齿蛤（*Brachidontes setiger*）及棘刺牡蛎（*Saccostrea echinata*）；高潮带主要代表物种为软体动物中的棘刺牡蛎（*Saccostrea echinata*）及薄片牡蛎（*Dendostrea folium*）等。

ZHJWC2 断面为沙质泥质混合滩，低潮带代表种为环节动物中的叉毛矛毛虫（*Phylloporanus*）及尖刺缨虫（*Potamilla acuminata*）；中潮带代表种为环节动物中的软疣沙蚕（*Tyloneis bogoyavlenskii*）及节肢动物中的圆球股瓷蟹（*Scopinera globosa*）等；高潮带为沙质相滩，物种较少。

ZHJWC3 断面主要为岩石滩，软体动物中的青蚶（*Barbatia obliquata*）及疣荔枝螺（*Thais clavigera*）全潮带均有分布。低潮带还分布有蓝绿细螯寄居蟹（*Clibanarius virescens*）及凸壳肌蛤（*Musculus yonhoisia*）等；中潮带还分布有近江牡蛎（*Crassostrea ariakensis*）等；高潮带则主要分布有平轴螺（*Planaxis sulcatus*）等。

(3) 潮间带种类数、生物量及栖息密度

各断面不同潮带各位动物种类数在 1~16 种，其中 ZHJWC2 断面高潮带 ZHJWC2-H2 站位最低，为 1 种，ZHJWC3 断面高潮带 ZHJWC3-H2 站位种类数最高，为 16 种；栖息密度（8.00~8150.00）ind/m²，以 ZHJWC1 断面低潮带 ZHJWC1-L1 站位最高，ZHJWC2 断面高潮带 ZHJWC2-H1 站位及 ZHJWC2-H2 最低，平均 1216.30 ind/m²；生物量（0.03~3886.66）g/m²，以 ZHJWC3 断面高潮带 ZHJWC3-H2 站位最高，ZHJWC1 断面高潮带 ZHJWC1-H1 及 ZHJWC2 断面 ZHJWC2-H1 站位最低，平均值 1829.91 g/m²。

不同类群栖息密度大小排序为软体动物>节肢动物>环节动物>星虫动物>刺胞动物=棘皮动物；生物量大小排序为软体动物>节肢动物>棘皮动物>环节动物>星虫动物>刺胞动物；水平分布方面，生物量表现为 ZHJWC3>ZHJWC1>ZHJWC2 断面，栖息密度表现为 ZHJWC1>ZHJWC3>ZHJWC2 断面。

在各个断面的垂直分布方面，生物量分布表现为高潮带>中潮带>低潮带；栖息密度分布表现为低潮带>中潮带>高潮带。

(4) 生物多样性指数及均匀度

采用 Shannon-Wiener 指数法测定潮间带生物多样性指数。

计算结果显示，调查断面潮间带多样性指数(H')均值为 1.80；均匀度均值为 0.75；丰度为 1.18，表明本海域潮间带生态环境多样性较差，种类分布均匀度一般。

5.6.7.2 秋季调查

(1) 种类组成和空间分布

本次潮间带调查定性和定量采集的潮间带生物经鉴定共有 7 大门类 35 科 49 种。其中软体动物最多，共 15 科 21 种；节肢动物其次，为 9 科 12 种；环节动物 6 科 11 种；脊索动物 2 科 2 种；星虫动物、刺胞动物及棘皮动物各 1 科 1 种。

本次潮间带定性调查采集到的样品经初步鉴定共 6 门 21 科 27 种（见附录 XIX）。调查各断面中，ZHJWC1 断面共鉴定出底栖生物 7 种，ZHJWC2 断面 9 种，ZHJWC3 断面 13 种。

定量调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 6 大门类 29 科 41 种。软体动物种类最多，为 13 科 19 种；环节动物其次之，为 6 科 11 种；节肢动物共 7 科 8 种；刺胞动物、棘皮动物及星虫动物各 1 科 1 种（见附录 XX）。

(2) 优势种类及分布

本次调查海域潮间带断面位于珠海市金湾区、荷包岛及大万山岛，属亚热带海区，栖息的潮间带生物种类较多，种类组成呈现明显的亚热带群落区系特征，优势种较突出。本次调查潮间带的优势种有 1 种，为刻缘短齿蛤（*Brachidontes setiger*）。

不同断面由于底质不同，代表种类有较大差异。ZHJWC1 断面为沙质岩石混合滩，中低潮带主要代表物种有软体动物中的刻缘短齿蛤（*Brachidontes setiger*）及环节动物中的斑纹围沙蚕（*Perinereis cavifrons*）；高潮带主要代表物种为软体动物中的棘刺牡蛎（*Saccostrea echinata*）等。

ZHJWC2 断面为沙泥质混合滩，软疣沙蚕（*Tylonereis bogoyavlenskyyi*）全潮带均有分布；低潮带代表种为软体动物中的光滑河篮蛤（*Potamocobula laevis*）；中高潮带代表种为节肢动物中的圆球股窗蟹（*Scopimera globosa*）等。

ZHJWC3 断面主要为岩石滩，软体动物中的青蚶 (*Barbatia obliquata*) 及节肢动物中的中型相手蟹 (*Sesarma intermedia*) 全潮带均有分布。低潮带还分布有蓝绿细螯寄居蟹 (*Clibanarius virescens*) 及可口革囊星虫 (*Phascolosoma esculenta*) 等；中高潮带还分布有近江牡蛎 (*Crassostrea ariakensis*)、平轴螺 (*Planaxis sulcatus*) 及疣荔枝螺 (*Thais clavigera*) 等。

(3) 潮间带种类数、生物量及栖息密度

各断面不同潮带站位动物种类数在 2~10 种，其中 ZHJWC1 断面中潮带 ZHJWC1-M1 站位、高潮带 ZHJWC1-H1 站位及 ZHJWC2 断面中潮带 ZHJWC2-M2 站位最低，ZHJWC1 断面低潮带 ZHJWC1-L2 站位种类数最高，平均为 5.38 种；栖息密度 (6.40~14300.00) ind/m²，以 ZHJWC1 断面中潮带 ZHJWC1-M1 站位最低，ZHJWC1 断面中潮带 ZHJWC1-M2 站位最高，平均 1221.47 ind/m²；生物量 (0.05~6447.76) g/m²，以 ZHJWC1 断面高潮带 ZHJWC1-H2 站位最高，ZHJWC1 断面高潮带 ZHJWC1-H1 及中潮带 ZHJWC1-M1 站位最低，平均值 1059.74 g/m²。

不同类群栖息密度大小排序为软体动物>环节动物>节肢动物>刺胞动物>星虫动物>棘皮动物；生物量大小排序为软体动物>棘皮动物>节肢动物>环节动物>星虫动物>刺胞动物；水平分布方面，生物量表现为 ZHJWC1>ZHJWC3>ZHJWC2 断面，栖息密度表现为 ZHJWC1>ZHJWC3>ZHJWC2 断面。

在各个断面的垂直分布方面，生物量分布表现为高潮带>中潮带>低潮带；栖息密度分布表现为中潮带>低潮带>高潮带。

(4) 生物多样性指数及均匀度

采用 Shannon-Wiener 指数法测定潮间带生物的多样性指数。

计算结果显示，调查断面潮间带多样性指数 (H') 均值为 1.85；均匀度均值为 0.84；丰度为 1.14，表明本海域潮间带生态环境多样性较差，种类分布均匀度一般。

5.7 大气环境现状调查与评价

根据《2021 年珠海市环境质量状况》，珠海大气环境质量如下：

2021 年空气质量达标率为 95.1%，较 2020 年上升 1.7 个百分点，有效监测天数共 365 天，其中：优 192 天，良 155 天，轻度污染 18 天；优良天数共计 347 天，同比增加 5 天。全市六项污染物中 NO₂ 和 CO 均值同比下降，其余污染物均值同比上升。PM_{2.5}

污染物浓度达到 20 微克/立方米，达到世界卫生组织二级标准。根据生态环境部公布，2021 珠海市在全国 168 个重点城市中排名第 10 位。

2021 年环境空气质量六项污染物全部达标。全市 PM_{2.5}均值为 20 微克/立方米，同比上升 5.3%；PM₁₀均值为 37 微克/立方米，同比上升 8.8%；SO₂均值为 6 微克/立方米，同比上升 20%；NO₂均值为 22 微克/立方米，同比下降 8.3%；CO均值为 0.8 毫克/立方米，同比下降 11.1%；O₃均值为 144 微克/立方米，同比上升 1.4%。

征求意见稿

第六章 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《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)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。

拟申请采砂区位于珠海市高栏岛东南约 32km 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

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

(2) 动量方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} + \frac{\partial h w u}{\partial \sigma} &= -\rho_0 h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{gh}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial p}{\partial x} dz + h F_u + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{u \tau}{h} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) \\ \frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial hv^2}{\partial y} + \frac{\partial hv u}{\partial x} + \frac{\partial h w v}{\partial \sigma} &= -\rho_0 h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{gh}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial p}{\partial y} dz + h F_v + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{v \tau}{h} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) \end{aligned}$$

$$h F_u = \frac{\partial}{\partial x} \left(2hA \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(hA \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right)$$

$$h F_v = \frac{\partial}{\partial y} \left(2hA \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(hA \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right)$$

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;

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

$$S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right), \quad (i, j=1, 2); \quad \tau_{bx}, \tau_{by} \text{—底切应力, } \tau_b \text{ 在 } x、y \text{ 方向的分量,}$$

$$\tau_b = \rho_0 C_f |U_b| U_b, \quad U_b \text{ 为底流速, } C_f \text{ 为底拖曳系数, } C_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2}, \quad M \text{ 为 Manning 数,}$$

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

$$w(0)=0; \quad \left(\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y} \right) = \frac{h}{\rho_0 \nu_t} (\tau_x, \tau_y)$$

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， $\tau_{bn} = 0$

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

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，所在水域位于高栏岛东南 30km 外海，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。考虑到珠江口岸线复杂、岛屿众多等地形特征，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过 30m，采用三维水动力模型模拟，模型垂向坐标使用 Sigma 坐标，模型层数为三层。模型网格分辨率 50~1500m，其中工程区域网格空间步长 50~100m。计算网格单元数 48871，节点个数 27820。网格布置见图 6.1.1-1。

模型计算时 Manning 数取 50，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。

模型共设 1 个潮位开边界，外海开边界外海开边界从 Mike (2014) 自带全球潮汐模

型中提取。珠江水系各口门边界入海流量采用多年平均值。

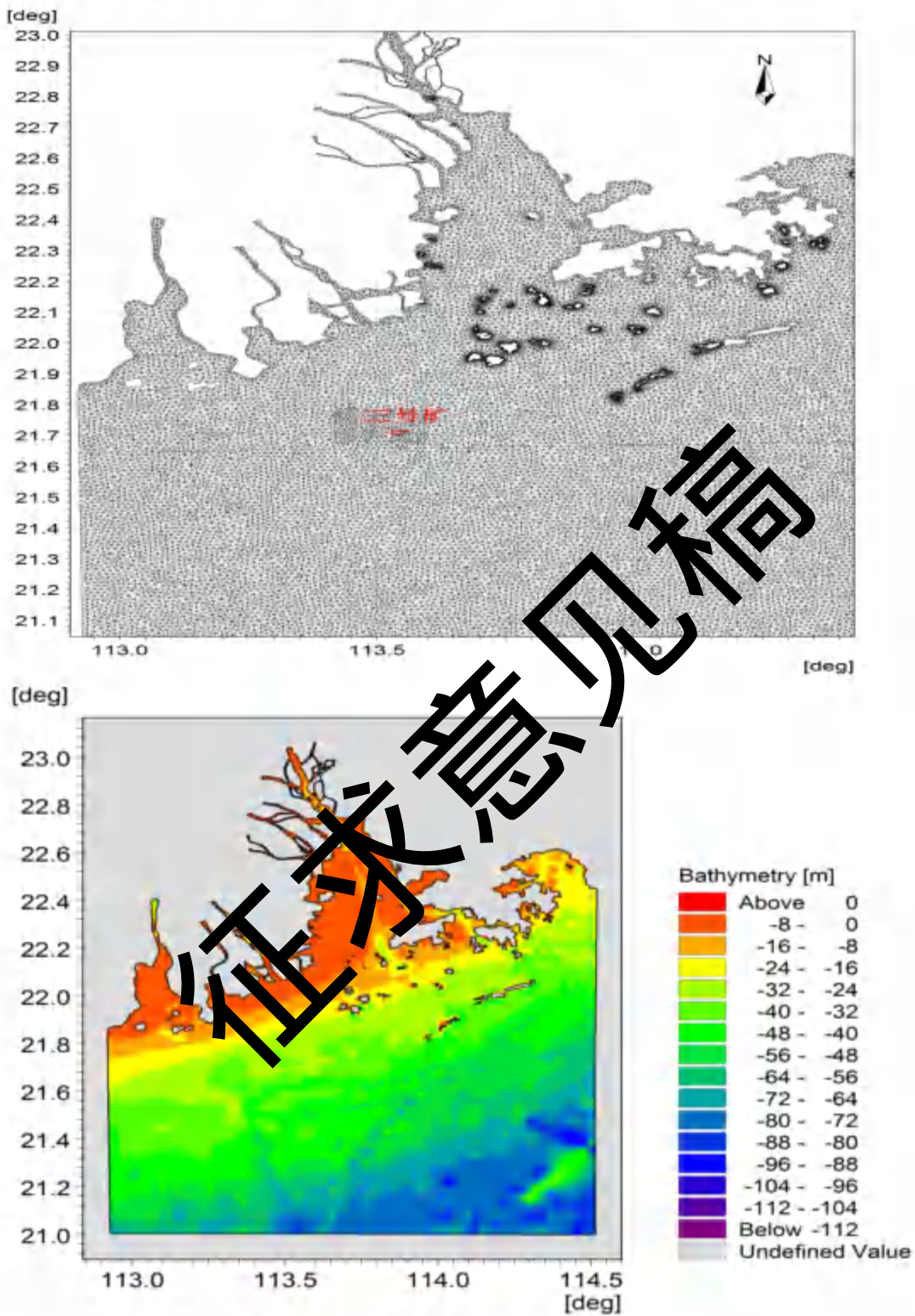


图 6.1.1-1 计算范围网格和地形图

6.1.2 模型验证

采用 2021 年 11 月高栏岛东南水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。其中潮位验证采用珠海和大万山海洋站 2021 年 11 月的观测资料；潮流验证采用 2021 年 11 月（H1-H6 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。验证结果见图 6.1.2-2 和图 6.1.2-3a、b 和 c。

从图6.1.2-2中可以看出，2021年11月Y1站、Y2站潮位模拟值与实测值验证很好，基本一致。潮流验证结果显示，模式模拟海流流速和流向与2021年11月实测海流流速变化趋势大体一致。个别站点在转流时刻附近出现偏差，多数站点的模型计算流速与实测流速量值大小接近，个别站点模型计算的最大流速略小于实测流速。总体而言，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、冲淤环境等方面计算基础。

(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挖深处理。根据本矿区的海砂开采量，估算采砂区平均开挖深度为29.5m，则工程后采砂区地形在现状水深基础上增加29.5m。

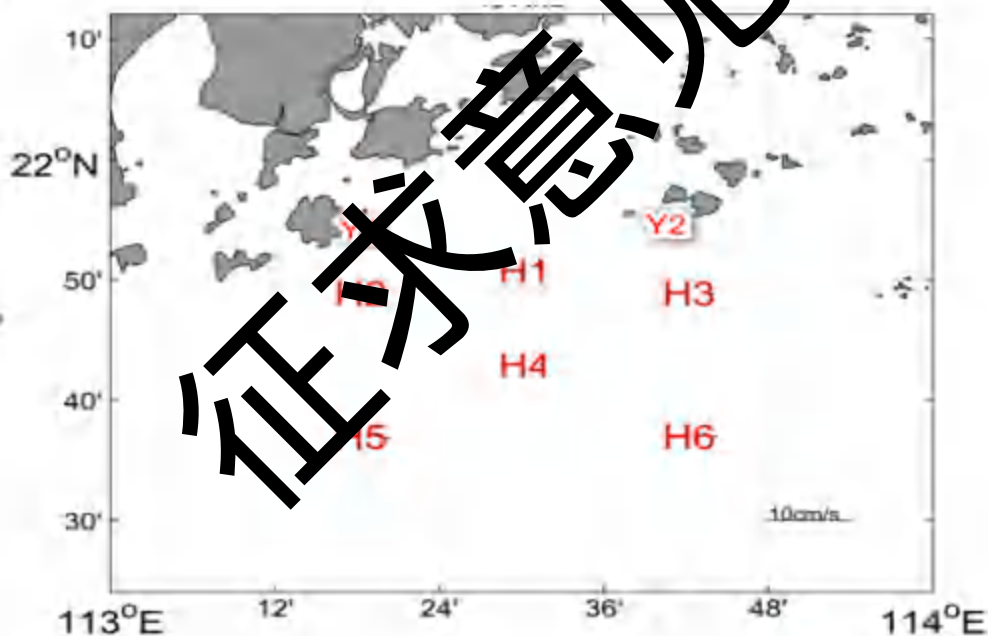


图 6.1.2-1 潮位站点和流速站点位置(Y1、Y2-潮位观测站；H1-H6 潮流观测站)

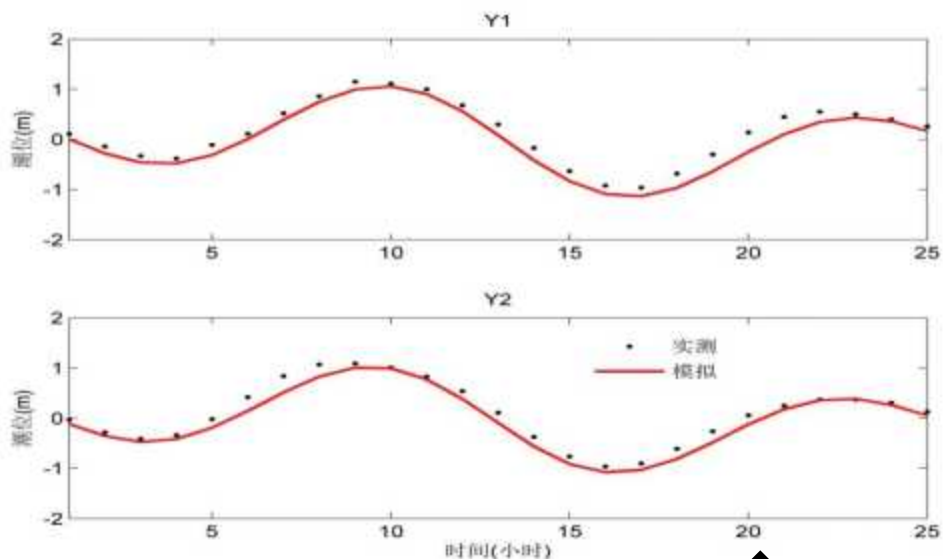
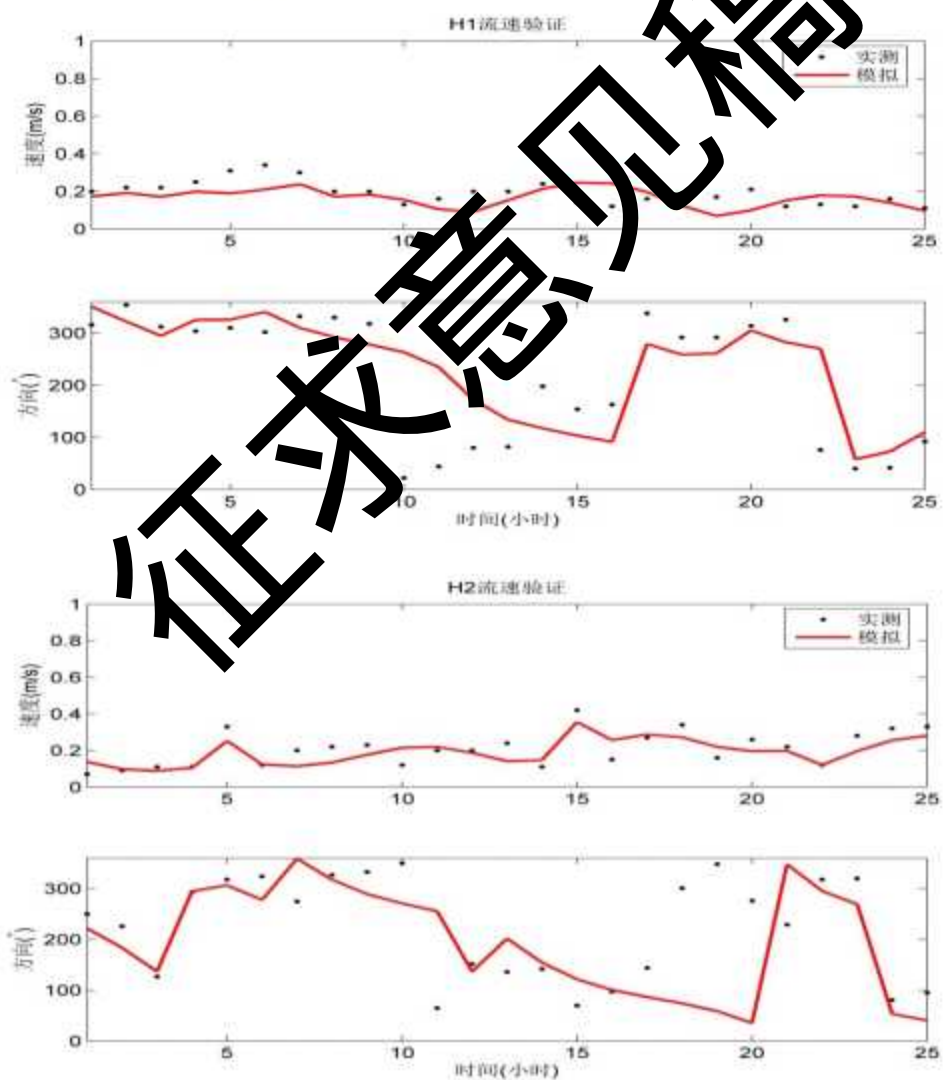
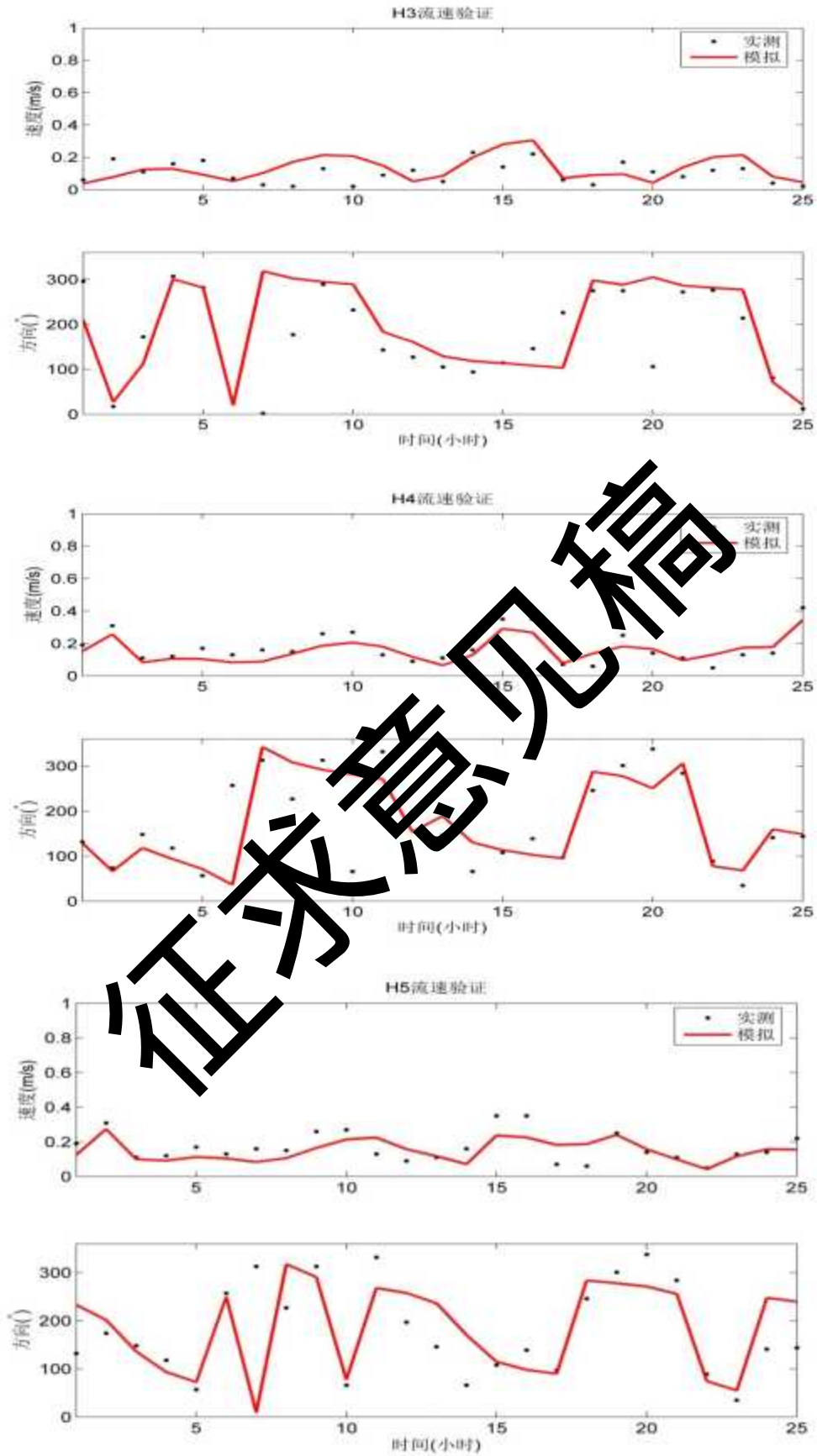


图 6.1.2-2 2021 年 11 月测站潮位验证曲线





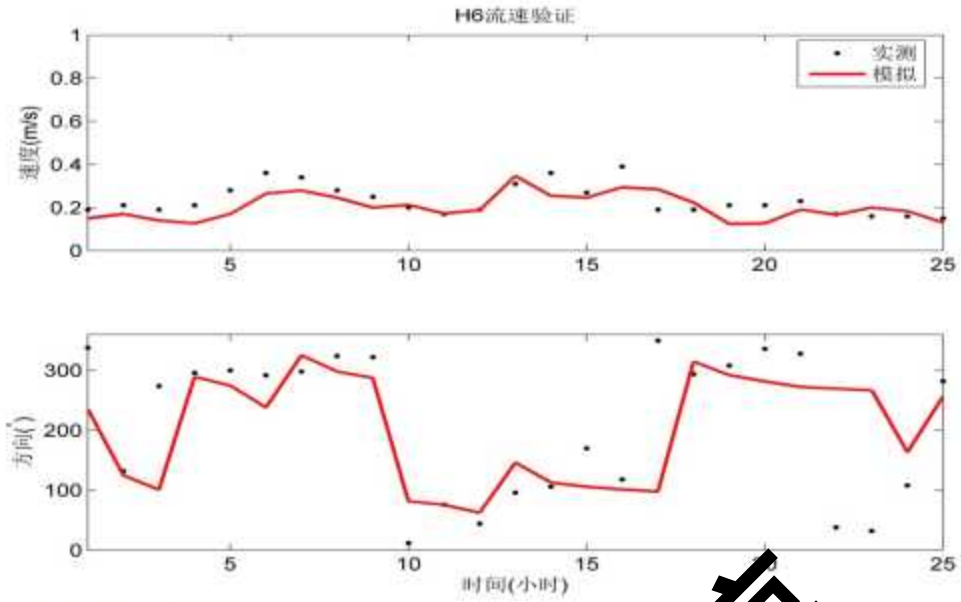
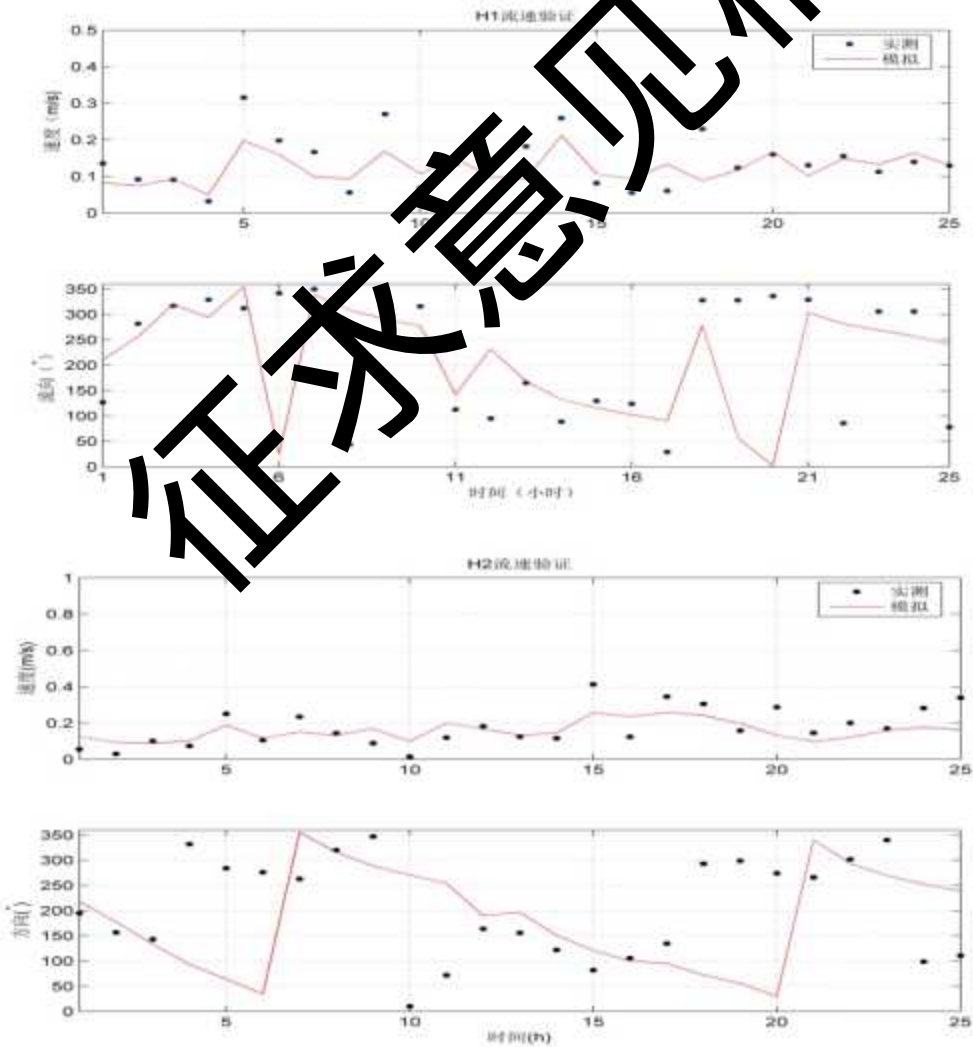
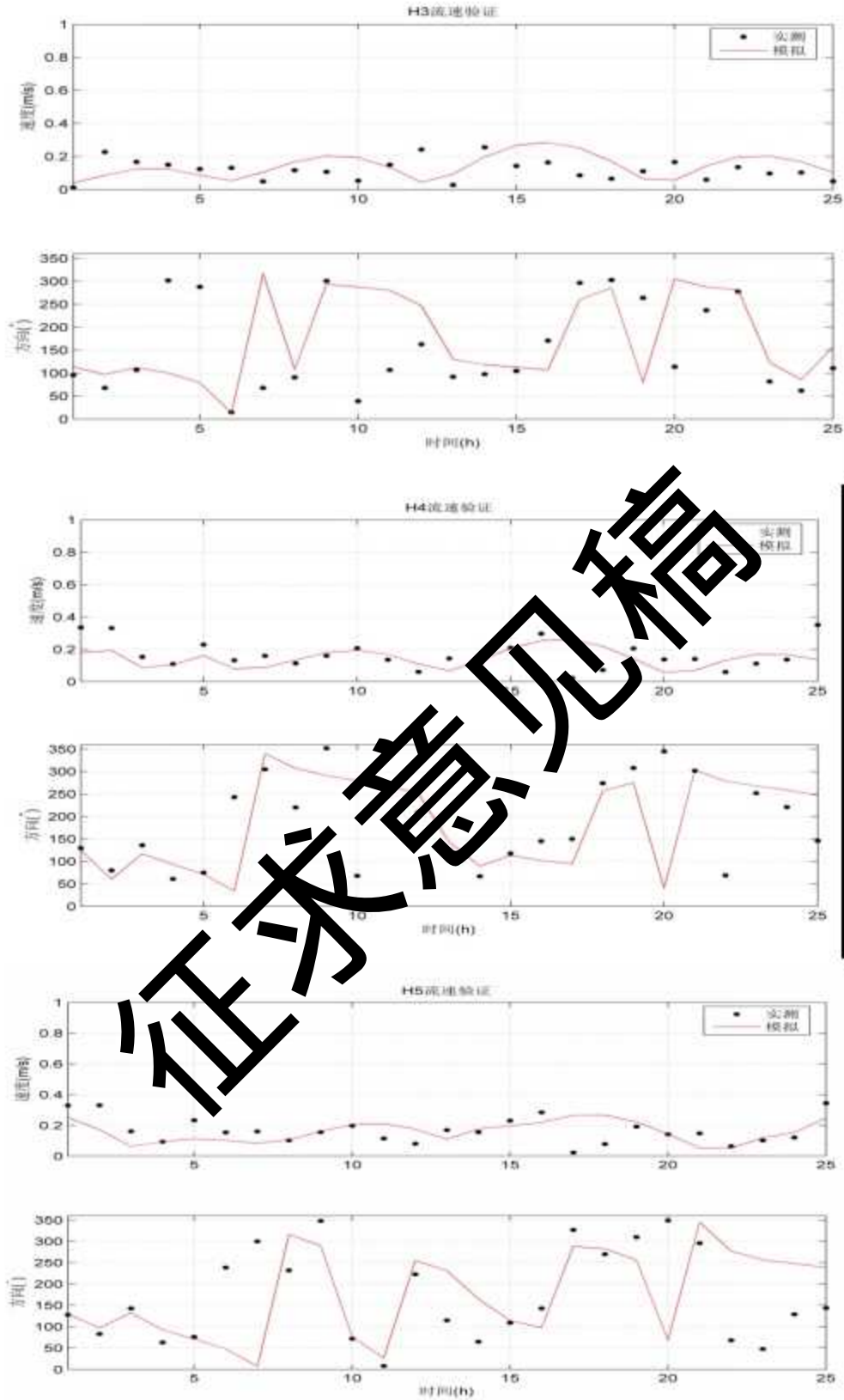


图 6.1.2-3a 2021 年 11 月表层流速流向验证图 (·表示实测值, —表示模拟值)





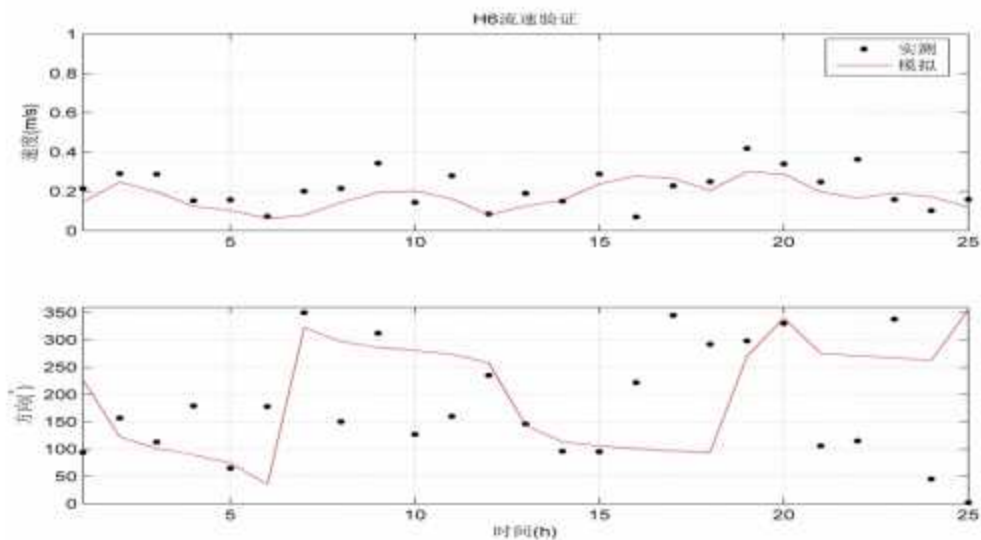
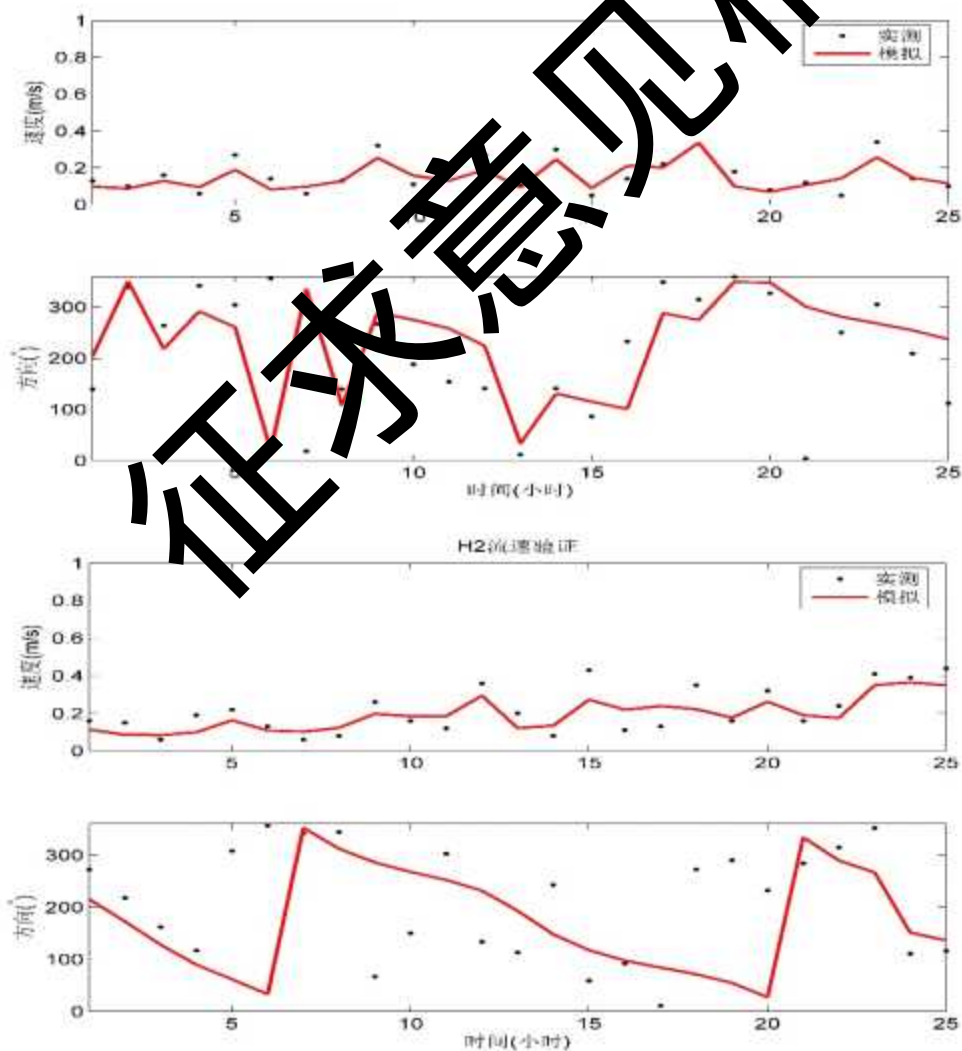
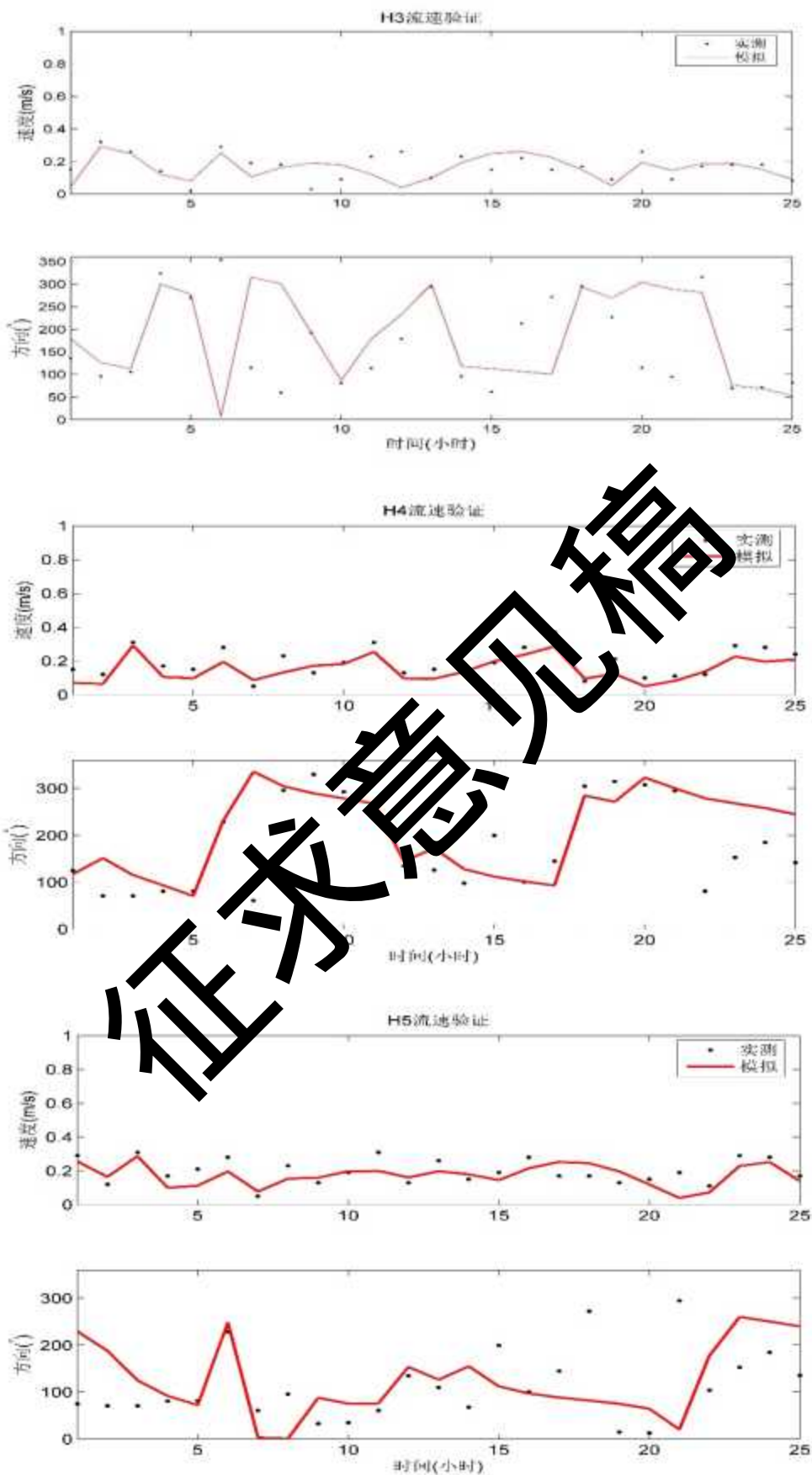


图 6.1.2-3b 2021 年 11 月中层流速流向验证图（表示实测值——表示模拟值）





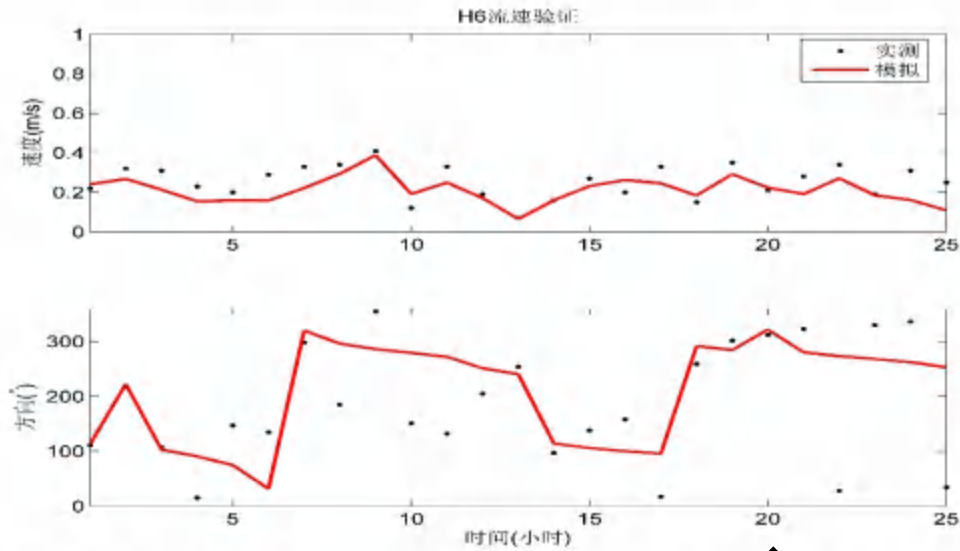


图 6.1.2-3c 2021 年 11 月底层流速流向验证图（·表示实测值，—表示模拟值）

6.1.3 潮流动力变化分析

考虑到本项目（三号采砂区）与一号和二号采砂区相邻，本报告分析三号采砂区单独采砂对潮流动力影响以及三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，在采砂区周边水深10m处设置20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6.1.3-1。

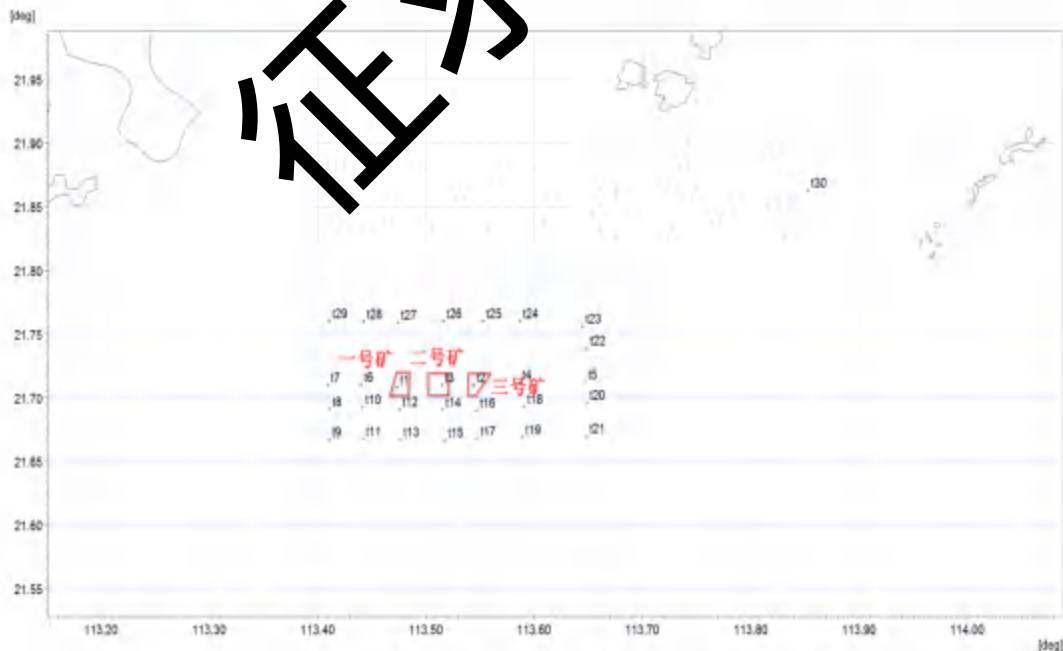


图 6.1.3-1 项目附近代表点位置示意图

(1) 三号采砂区对潮流动力的影响

三号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及流速变化图见图6.1.3-4和图6.1.3-5。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T2和T16代表点涨、落急流速明显减缓，流速减小 $0.005\text{m/s}\sim 0.025\text{m/s}$ ，涨急流速减小值小于落急。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 $-0.025\text{m/s}\sim 0.0099\text{m/s}$ 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T2和T16代表点涨落急流向均有所变化，涨急流向分别偏转 -6.9° （表层）/ -8.3° （底层）和偏转 0.022° （表层）/ -0.85° （底层），落急流向分别偏转 2.08° （表层）/ -3.35° （底层）和偏转 0.21° （表层）/ -1.05° （底层）；采砂区周边各代表点涨落急流向变化值在 $-8.3^\circ\sim 1.75^\circ$ 之间，越靠近采砂区，代表点流向变化越大。

从工程前后涨、落急流场对比图和流速变化图可以看出，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 2.2km 范围内，离采砂区越远，潮流影响越小。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。采砂区开挖后，受工程区域水深增大的影响，涨急时采砂区东西两侧流速增大，南北两侧流速减小；落急时，采砂偏东南侧和偏西侧水域流速增大，南侧和北侧水域流速减小。工程前后来砂区周边水域涨落急流速增加最大值分别为 0.009m/s 和 0.0099m/s ，涨落急流速减小最大值分别为 0.020m/s 和 0.025m/s 。

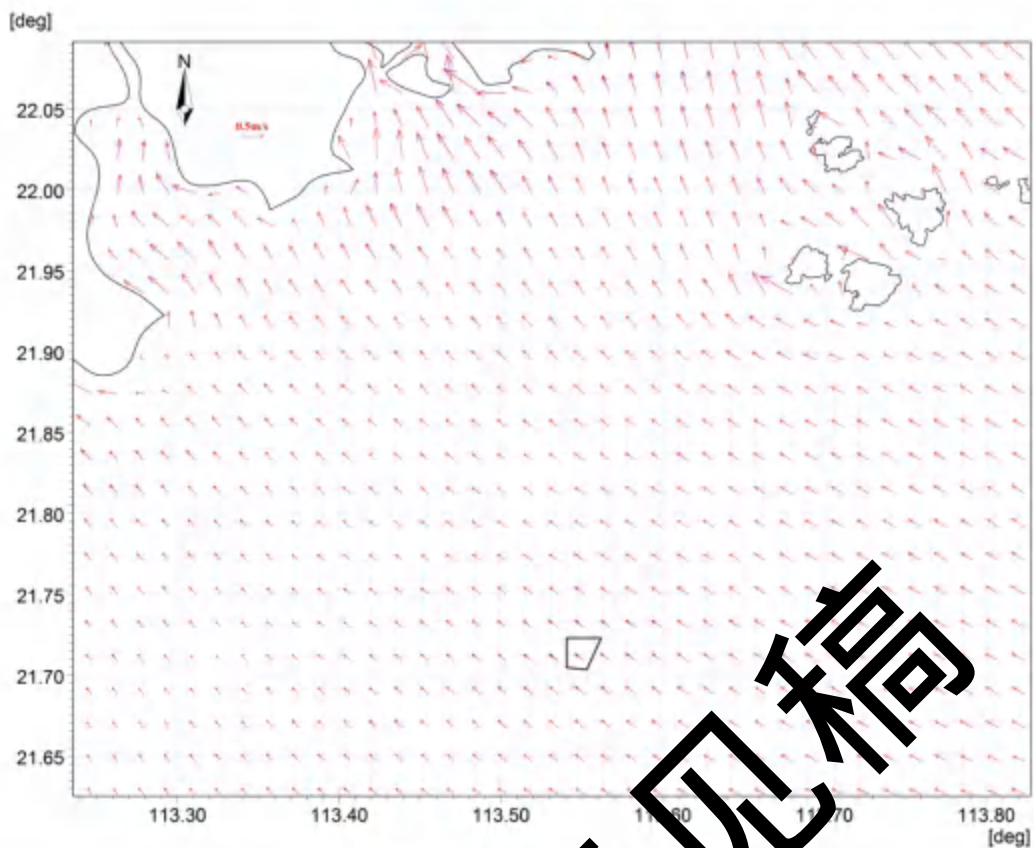


图 6.1.3-2a 工程海域急流场对比（表层）

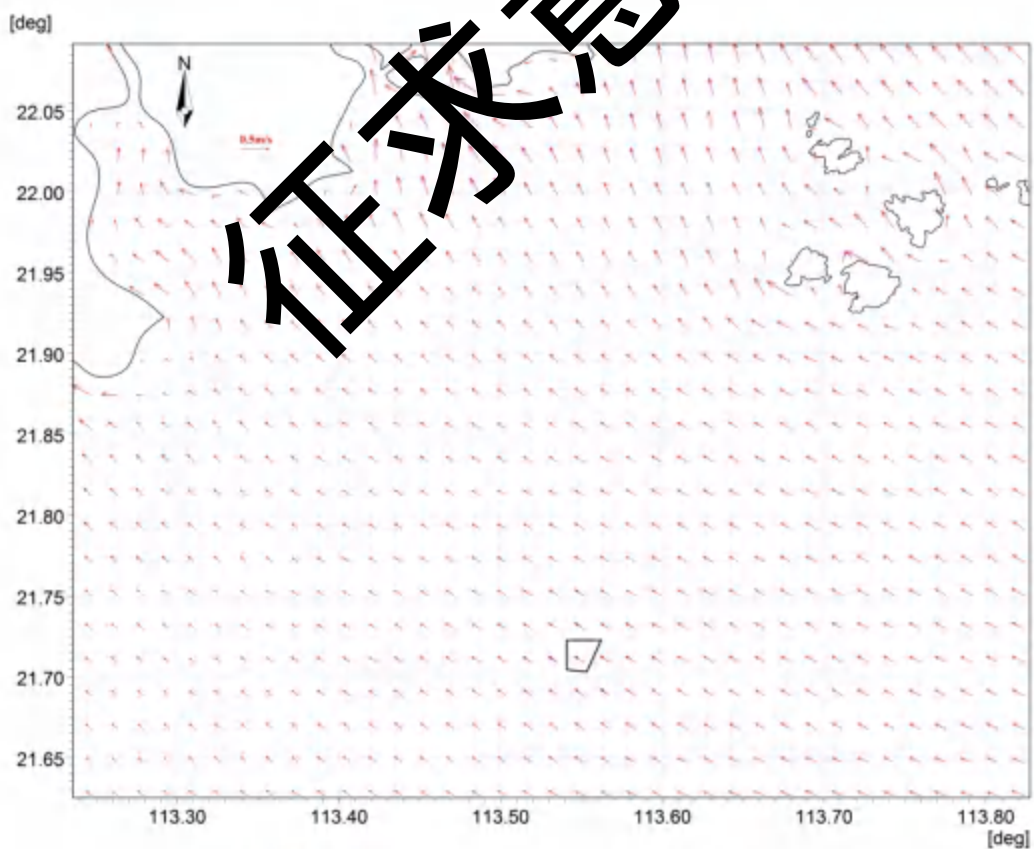


图 6.1.3-2b 工程海域急流场对比（底层）

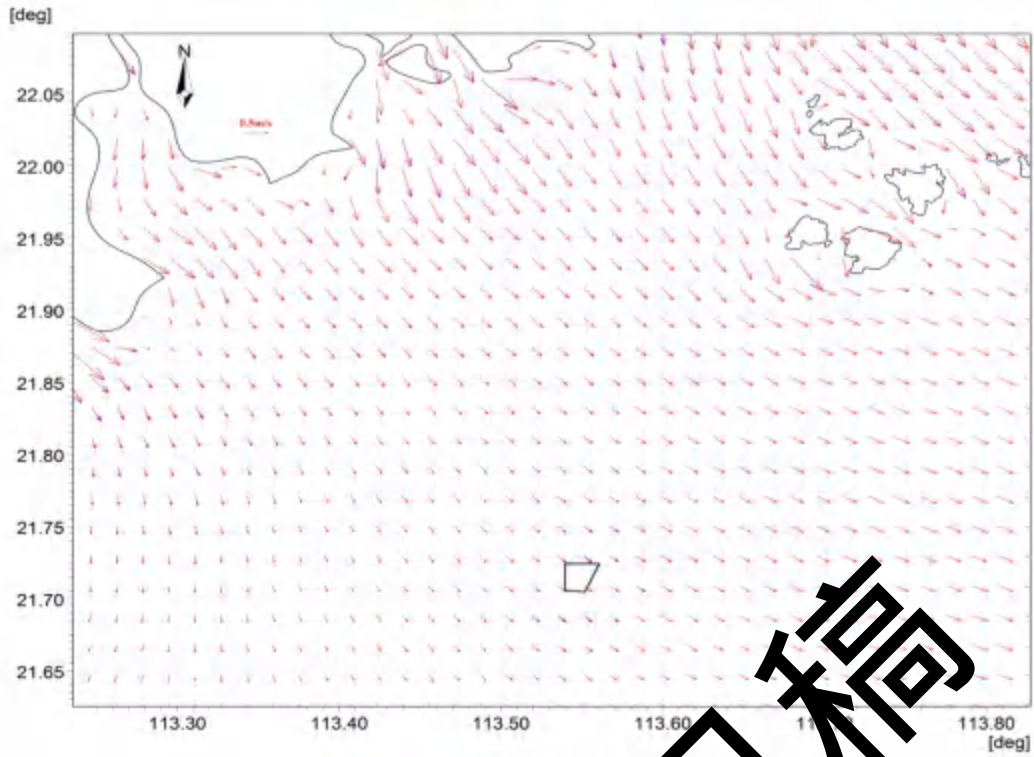


图 6.1.3-3a 工程海域落急流场对比（表层）

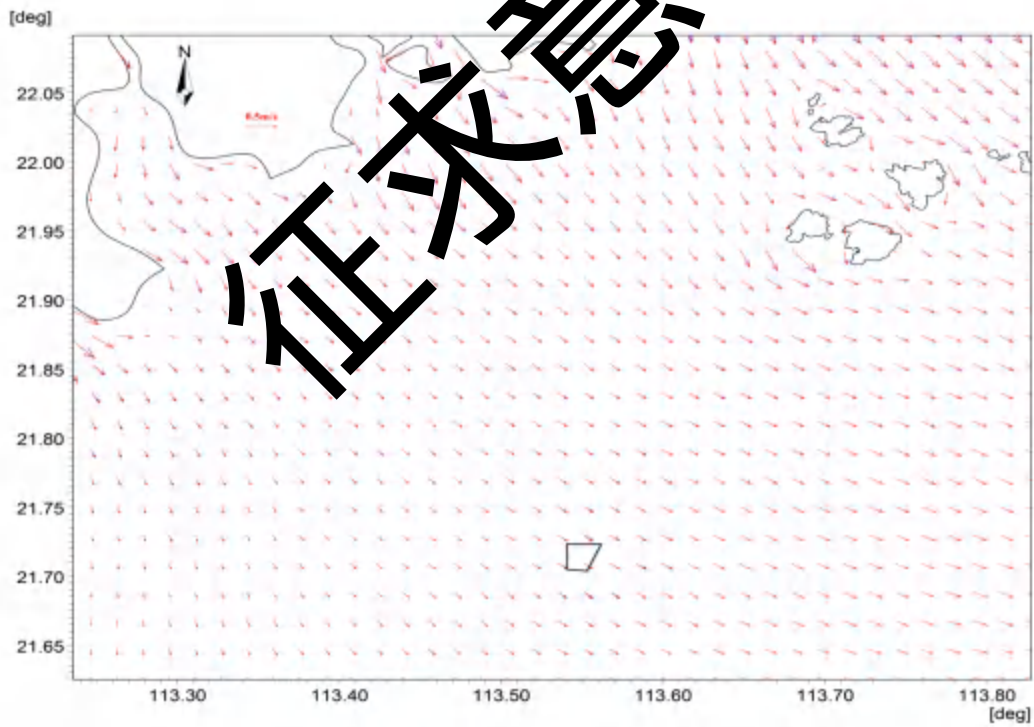


图 6.1.3-3b 工程海域落急流场对比（底层）

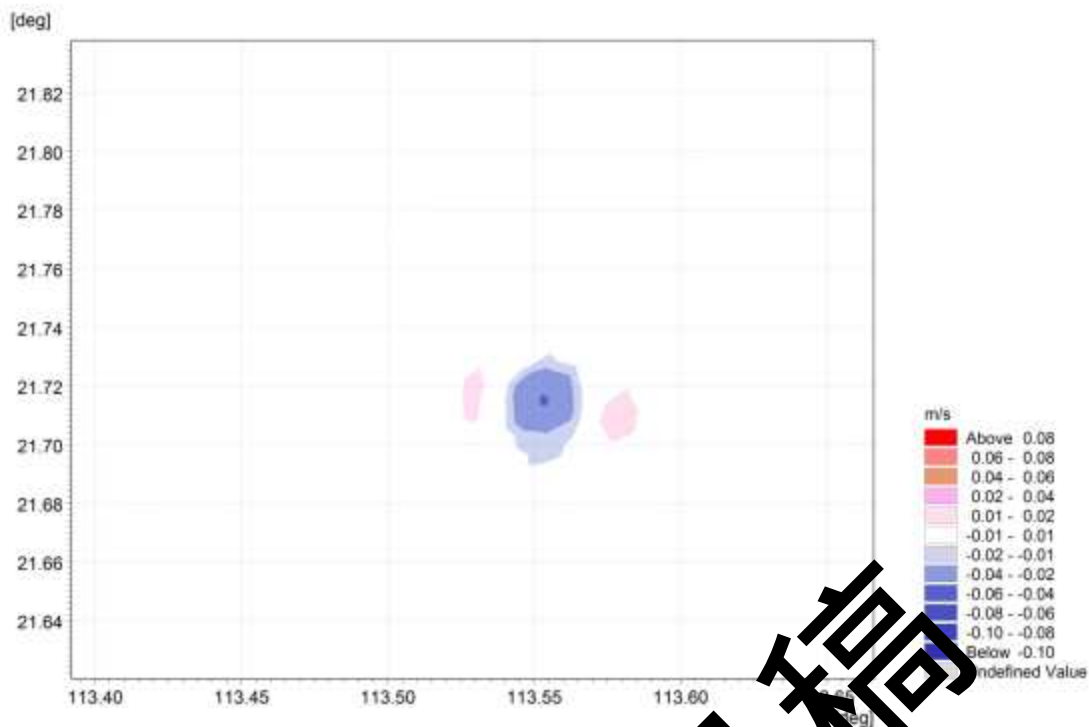


图 6.1.3-4a 工程海域涨急流速变化（表层）

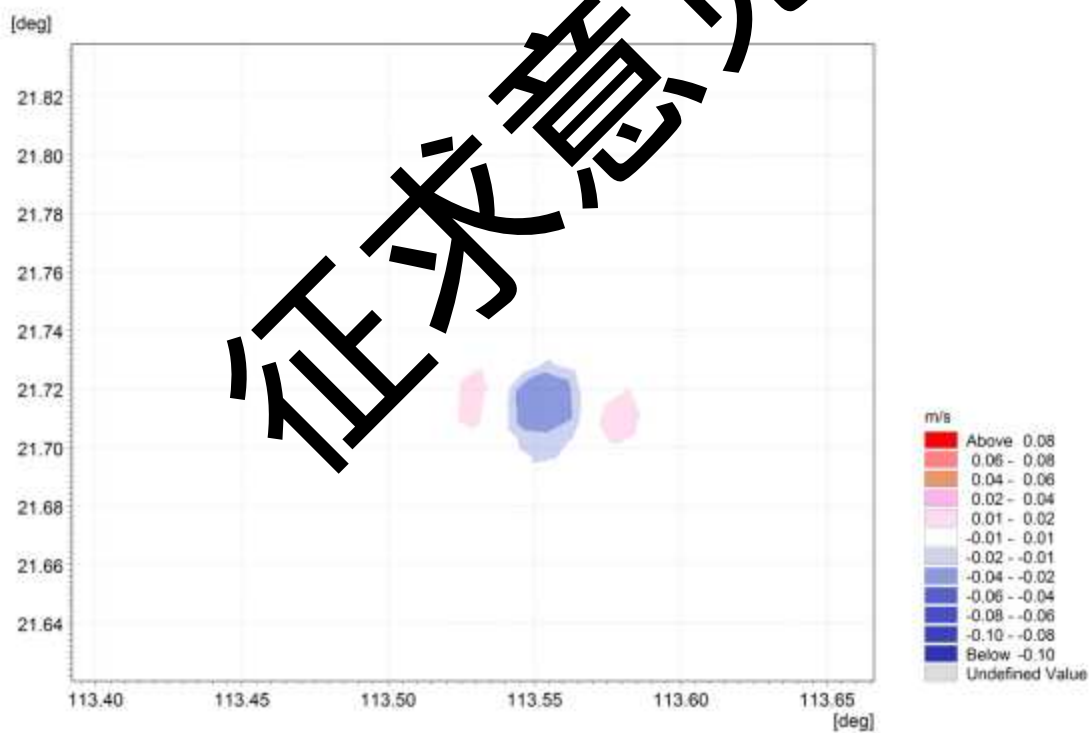


图 6.1.3-4b 工程海域涨急流速变化（中层）

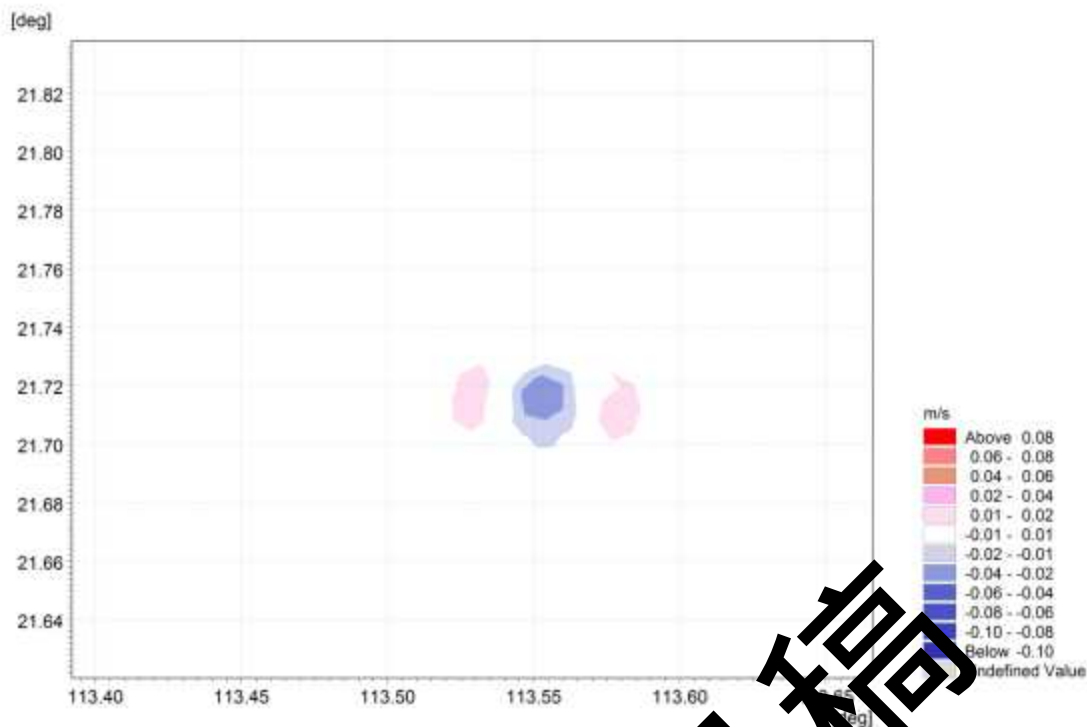


图 6.1.3-4c 工程海域涨急流速变化 (底层)

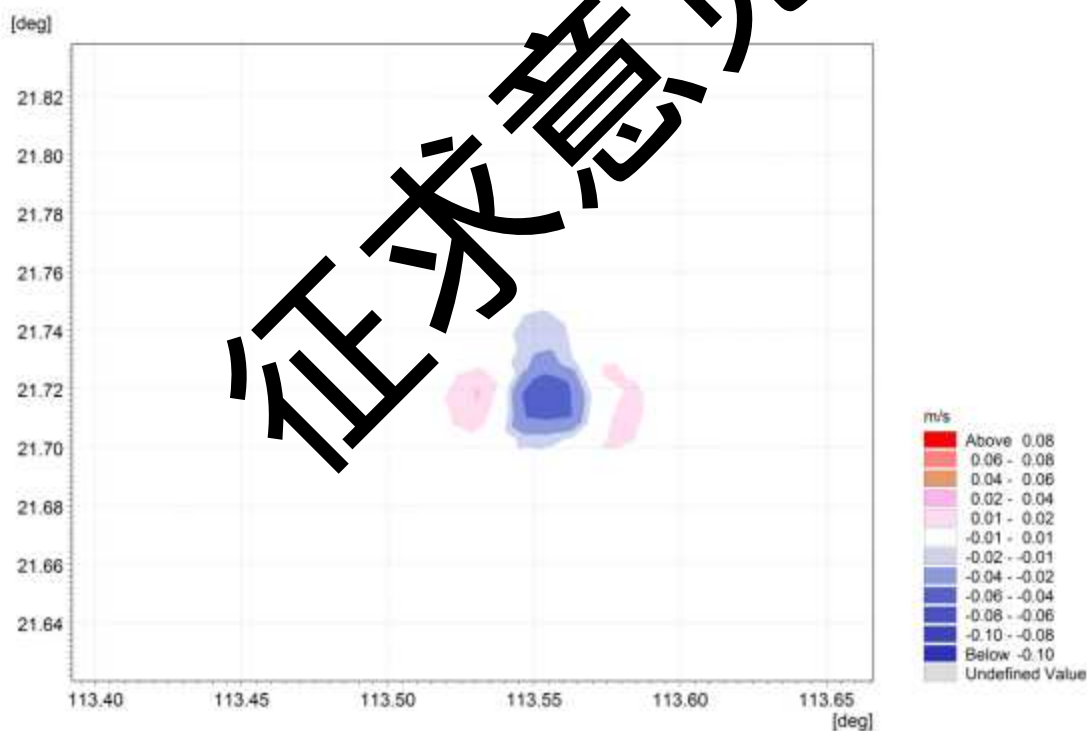


图 6.1.3-5a 工程海域落急流速变化 (表层)

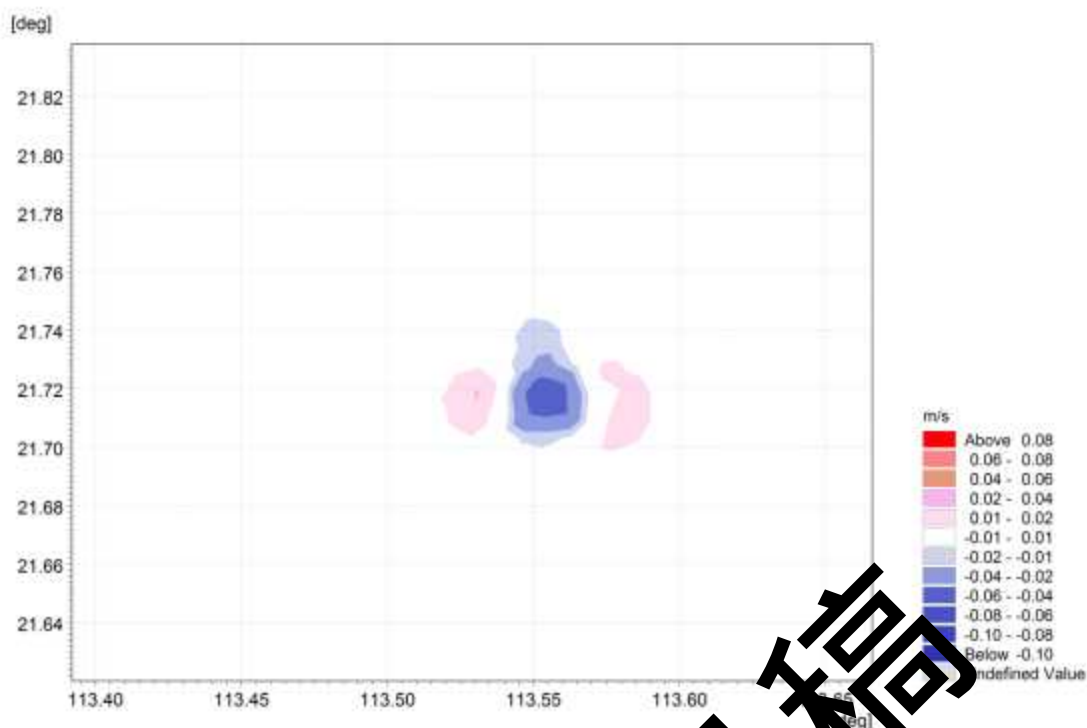


图 6.1.3-5b 工程海域落急流速变化（中层）

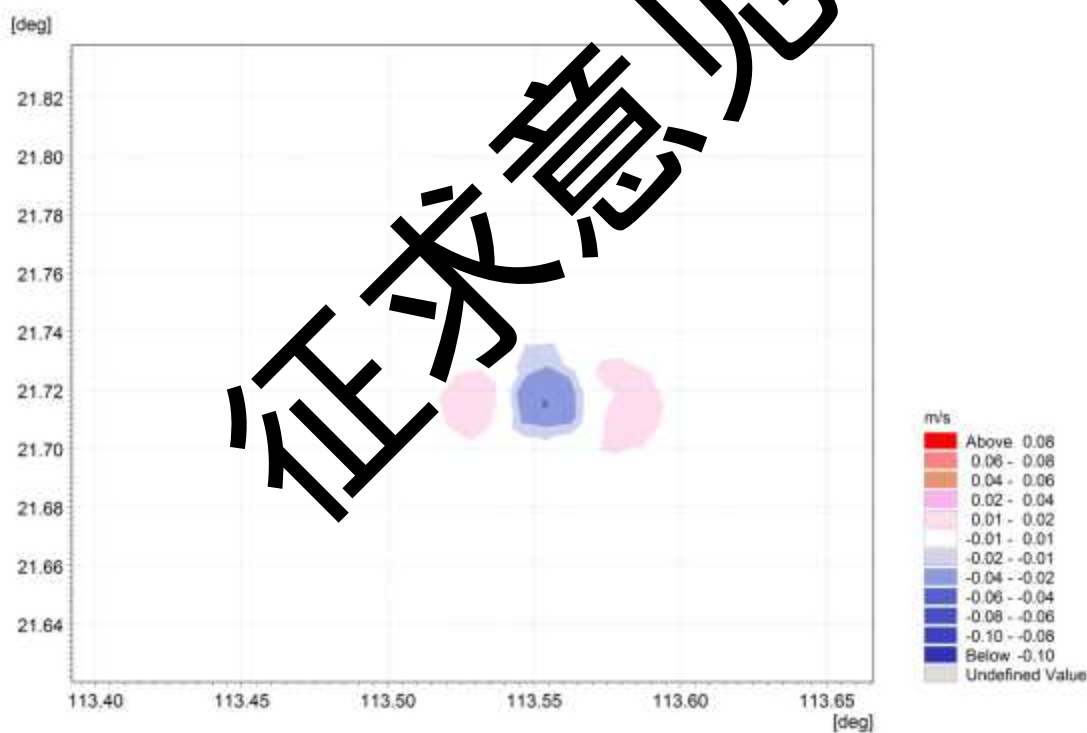


图 6.1.3-5c 工程海域落急流速变化（底层）

(2) 三矿区对潮流的叠加影响

三个矿区同时采砂情况下，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、落急流场对比及流速变化见图 6.1.3-6 和图 6.1.3-7 及

流速变化图见图6.1.3-8和图6.1.3-9。从各代表点涨急和落急流速对比结果可以看出，工程后3个采砂区内代表点（T1、T2、T3）涨落急流速明显减小，涨急流速减小0.011m/s~0.036m/s，落急流速减小0.006m/s~0.043m/s；采砂区周边各代表点涨落急流速变化值在-0.043m/s~0.01 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，三采砂区内涨急流向最大变化出现在T2代表点，流向分别偏转-6.93（表层）和-8.05°（底层）；落急流向最大变化出现在T1代表点，流向分别偏转-3.43（表层）和-4.4°（底层）。采砂区周边各代表点涨落急流向变化值在-8.05°~1.92°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。从流速变化图可以看出，三个采砂区对附近海域潮流动力的影响主要集中在两采砂区周边2.6km 范围内，离采砂区越远，潮流影响越小。由于工程后三采砂区均浚深，三采砂区内涨落急流速明显减小，流向略有变化，最大流速减小值约0.036m/s。三采砂区采砂后，受工程区域水深增大的影响，涨急时3号砂区东南侧和1号及2号采砂区西北侧流速增大，三个采砂区南北方向流速均减小。落急时，三采砂区南侧和北侧水域流速减小，东侧和西侧水域流速增加。

(3) 小结

通过采用数学模型对三号砂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2.2 km 范围内，在2.2km 外流速变化小于0.01m/s，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。三个采砂区同时开挖对附近海域潮流动力的影响主要集中在采砂区周边2.6km 范围内，离采砂区越远，潮流影响越小。由于工程后采砂区浚深，采砂区内涨落潮平均流速呈减小趋势，流向略有变化，最大流速减小值约0.036m/s。水动力环境变化较大的区域主要在采砂区附近，距离采砂区2.6km 以外的海域水动力环境基本无变化。

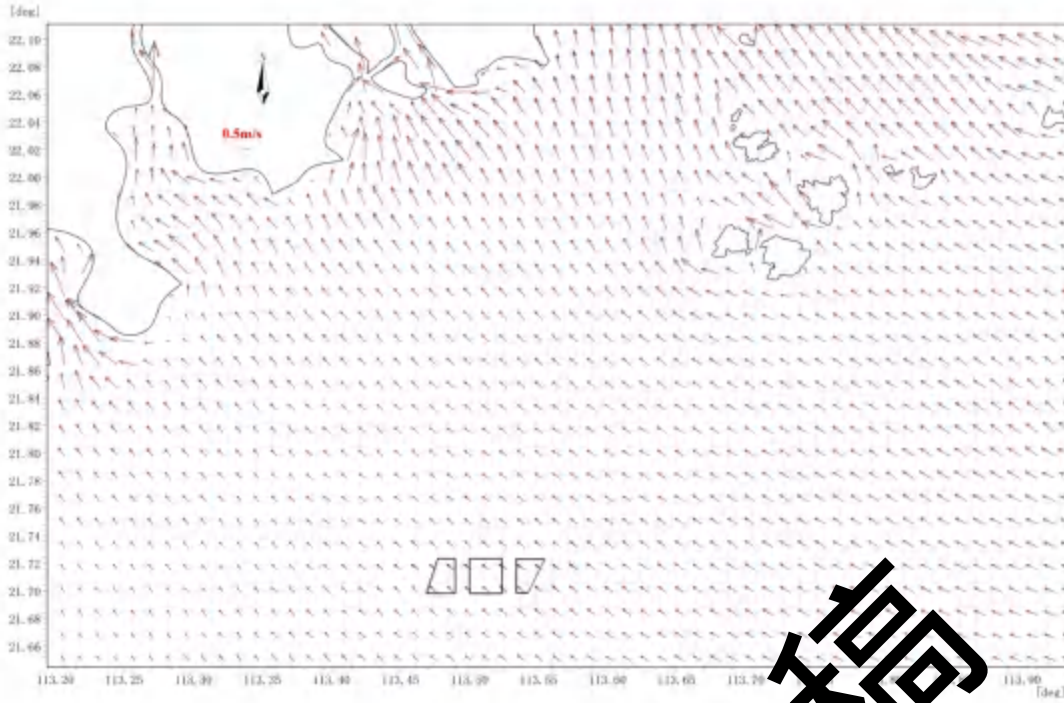


图 6.13-6a 工程海域涨急流场对比（表层）

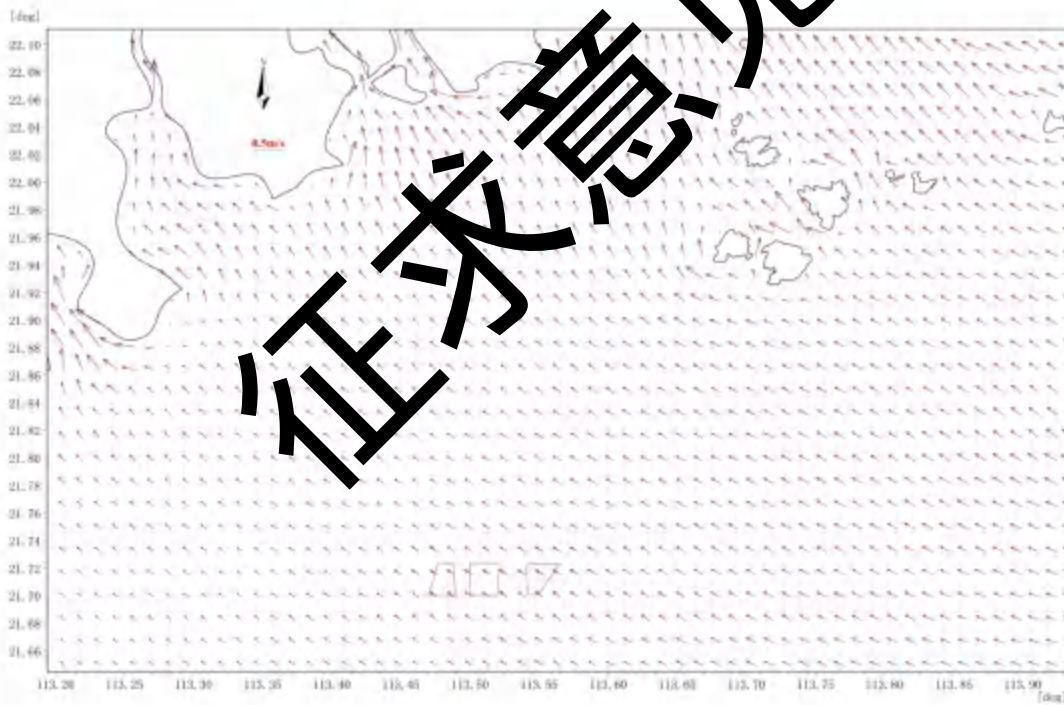


图 6.13-6b 工程海域涨急流场对比（底层）

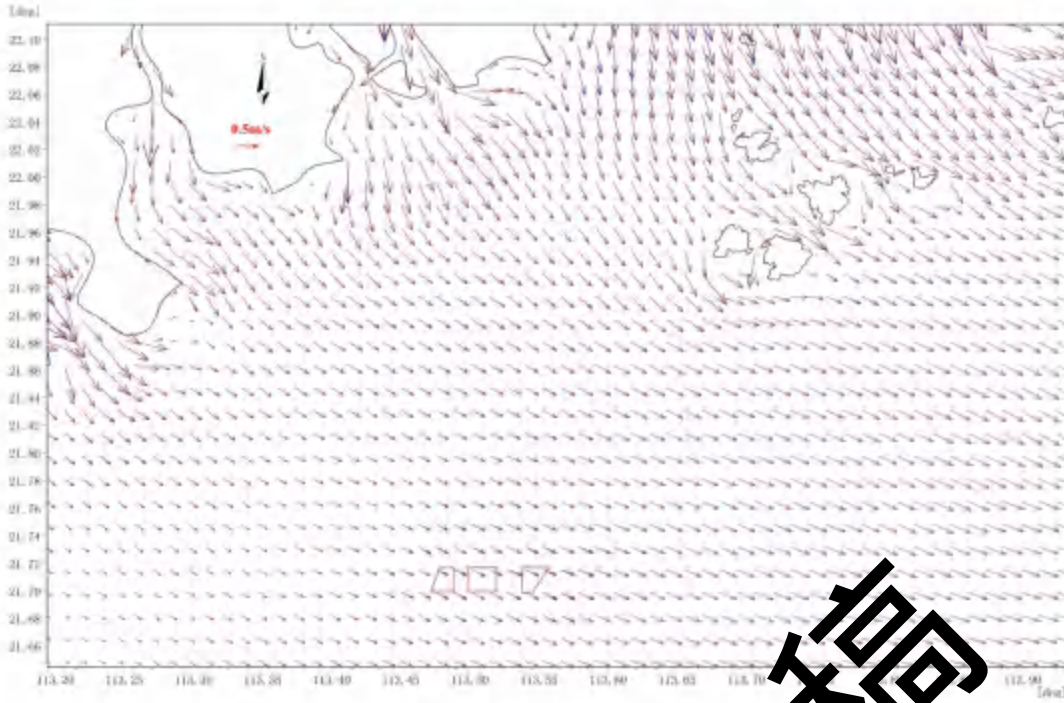


图 6.13-7a 工程海域落急流场对比（表层）

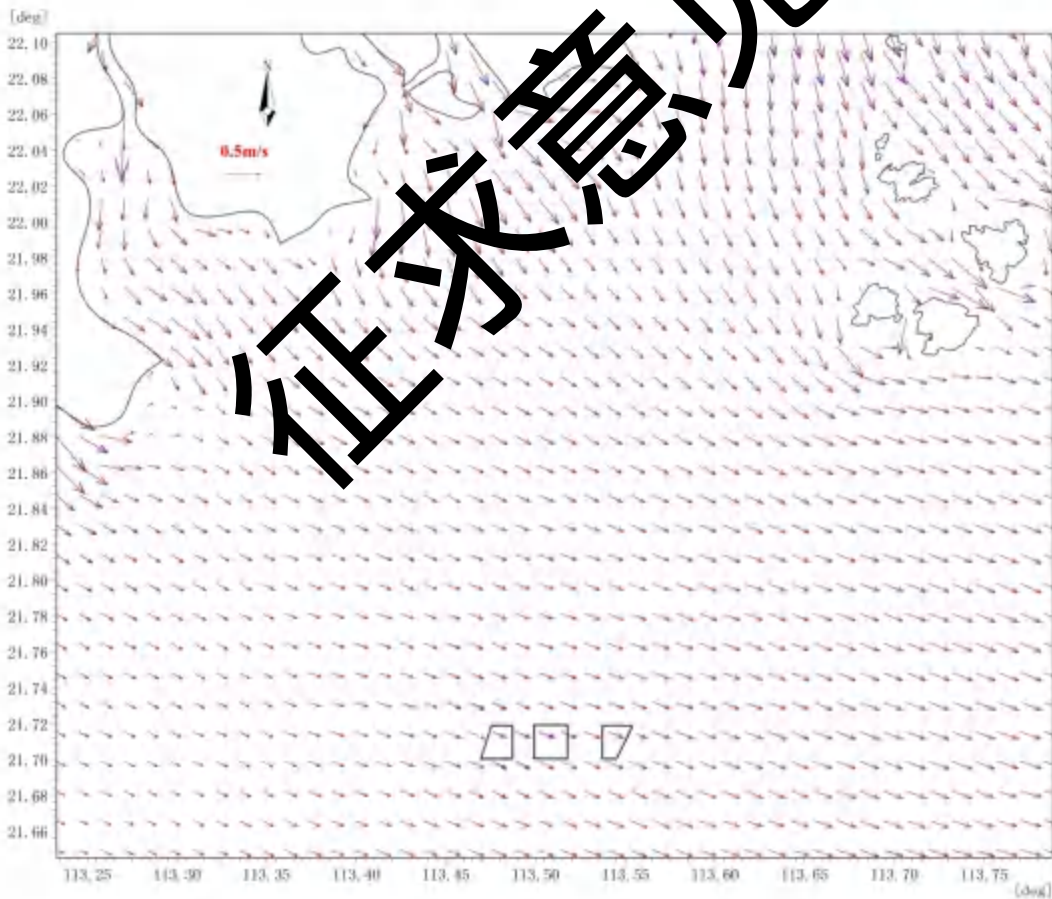


图 6.13-7b 工程海域落急流场对比（底层）

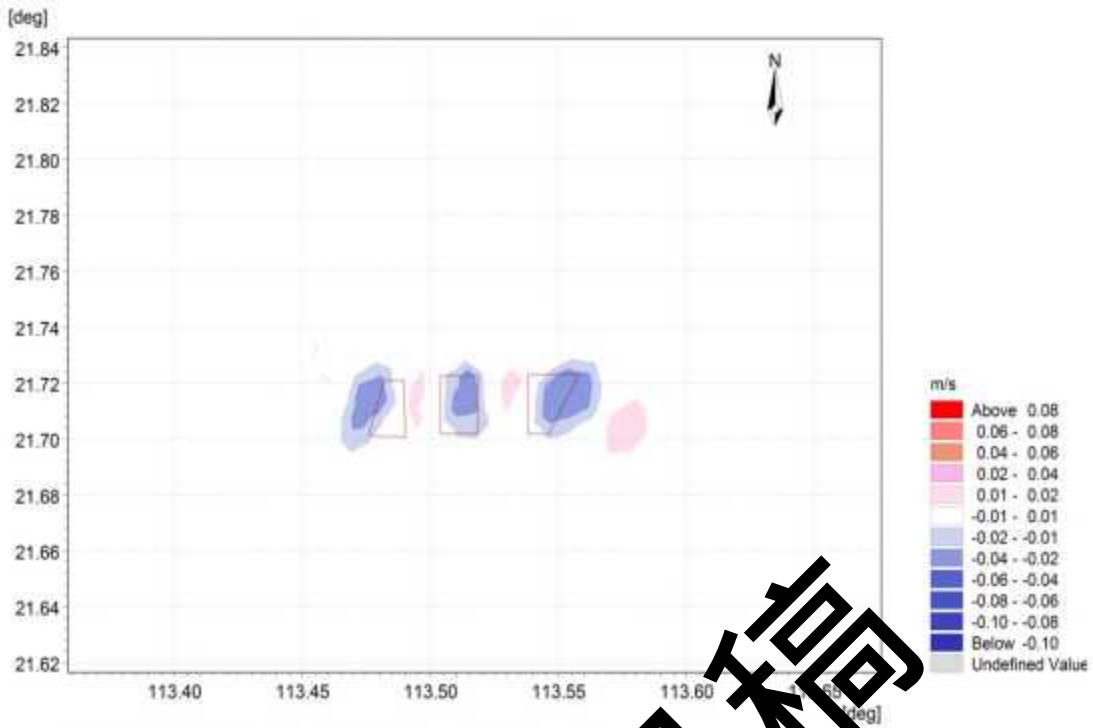


图 6.1.3-8a 工程海域涨急流速变化 (表层)

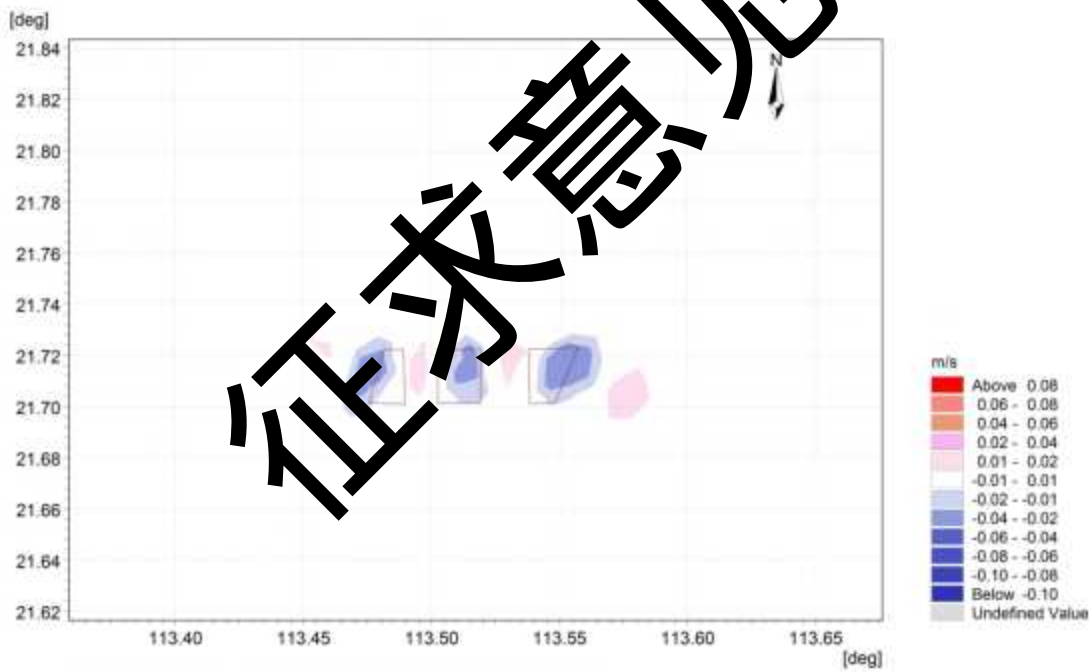


图 6.1.3-8b 工程海域涨急流速变化 (中层)

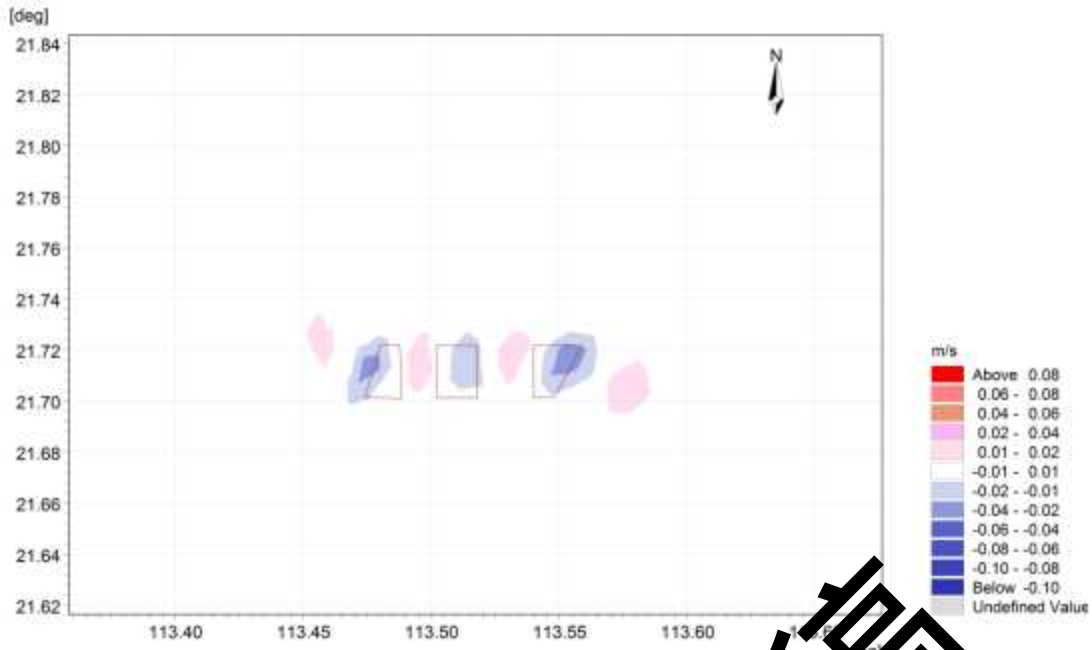


图 6.1.3-8c 工程海域涨急流速变化 (表层)

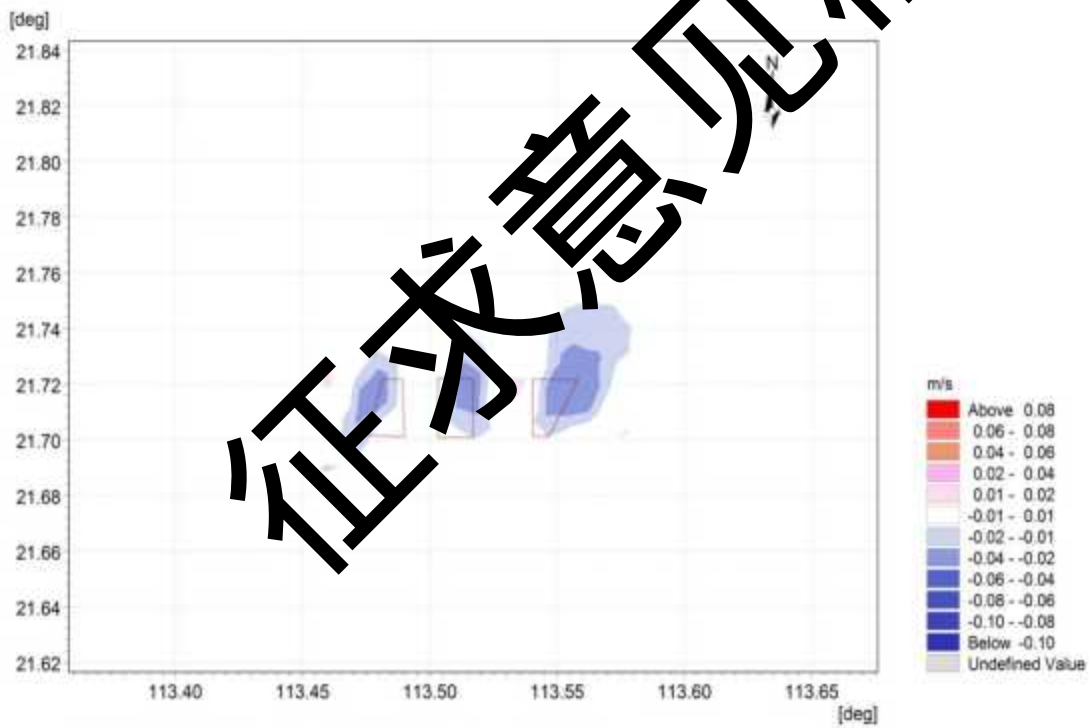


图 6.1.3-9a 工程海域落急流速变化 (表层)

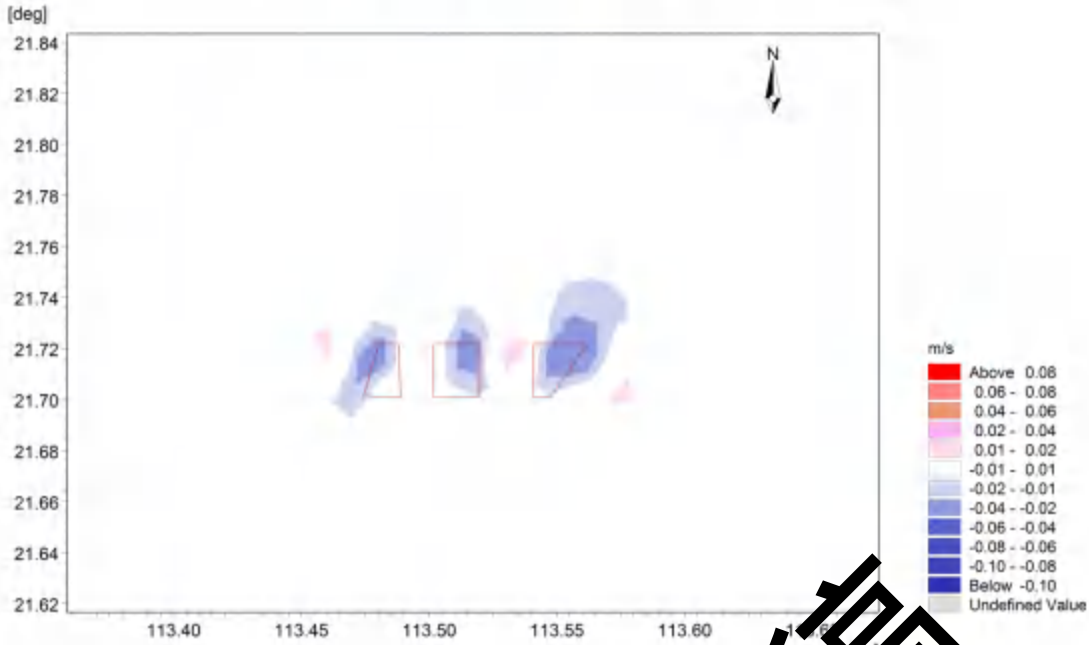


图 6.1.3-9b 工程海域落急流速变化（中层）

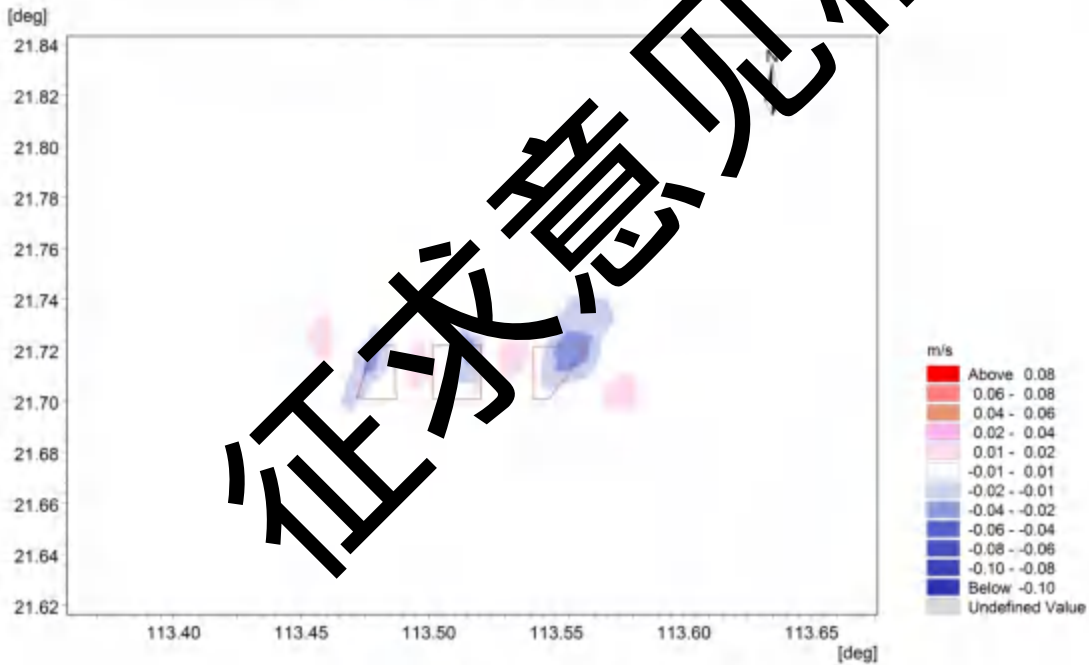


图 6.1.3-9c 工程海域落急流速变化（底层）

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，采用由动力场变化引起的半经验半理论公式进行冲淤估算。

6.2.1 计算公式

本评价采用曹祖德等人研究的淤积计算模式进行冲淤估算。该模式利用三维潮流数值计算模型得到工程前后流场分布变化，再应用淤积预报模型公式，计算得到各计算区域的淤积强度，具体计算公式如下：

$$P = \frac{\alpha \omega S t}{\gamma_0} \left(1 - \left(\frac{V'}{V} \right)^2 \frac{d_1}{d_2} \right)$$

式中： P 为冲淤强度（m/a）；

α 为沉积几率，取0.67；

ω 为细颗粒泥沙的絮凝沉降速度（m/s），取0.0004~0.0005；

S 为水体平均含沙量（kg/m³）；

t 为淤积历时（s）；

γ_0 为泥沙的干容重（kg/m³）；

V 、 V' 分别为工程实施前、后平均流速（m/s）；

d_1 、 d_2 分别为工程实施前、后的水深（m）。

参数选取

①水体平均含沙量 S

根据2021年11月现状调查的泥沙含量观测结果，取工程海域的平均含沙量0.024kg/m³。

②淤积物的干容重 γ_0

$$\gamma_0 = 1750 D_{50}^{-1.83}$$

式中 γ_0 淤积物的干容重（kg/m³）；

D_{50} 为淤积物颗粒的中值粒径（mm），根据历史资料统计，项目附近大部分取样点中值粒径在0.006mm~0.520mm之间，平均值为0.025mm。

根据以上参数，以2019年12月10日~17日包含大、中、小潮的潮汐过程为代表动力过程，计算得到正常天气情况下本项目施工后工程海域海床冲淤变化情况。

6.2.2 工程实施后采砂区附近海床冲淤变化分析

(1) 三号矿区单独采砂引起冲淤变化

三号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

砂区内出现淤积，年淤积厚度约为0.058m/a；越靠近采砂区，淤积强度越大；东南和东北两侧出现冲刷，冲刷强度由采砂区边缘向外围逐渐减小，年冲刷厚度约0.09m。因此，采砂工程实施一年后，对采砂区内及采砂区附近影响较大，对采砂中心2.1km 以外基本无影响。

(2) 三采砂区同时采砂引起的冲淤变化

三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，采砂区内泥沙淤积强度较大，年淤积厚度约0.21m/a；紧邻采砂区东西两侧也以淤积为主，大部分区域淤积强度在0.01~0.1m/a 之间，越靠近采砂区，淤积强度越大；采砂区南北两侧则出现冲刷，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0.21m/a。因此，采砂工程实施一年后，对采砂区内及采砂区附近影响较大，对采砂中心2.4km 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2.4km 附近海域有影响，对采砂中心2.4km 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。

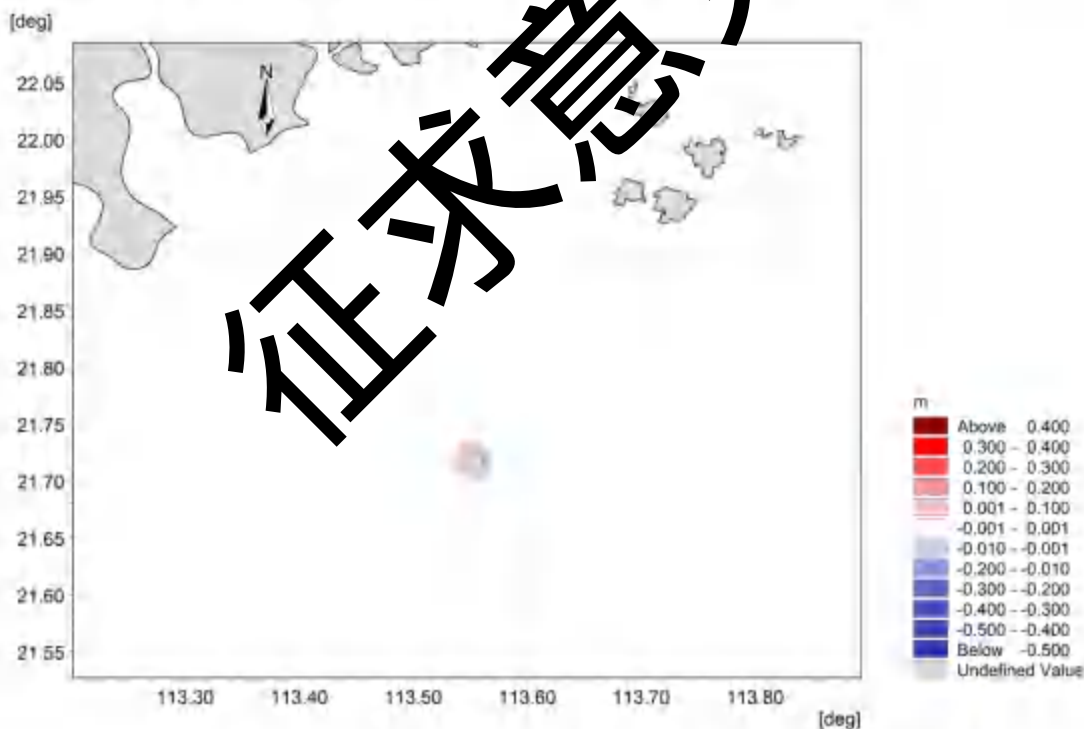


图 6.2.2-1 工程区附近海床年冲淤变化平面分布图（二号矿区单独采砂）

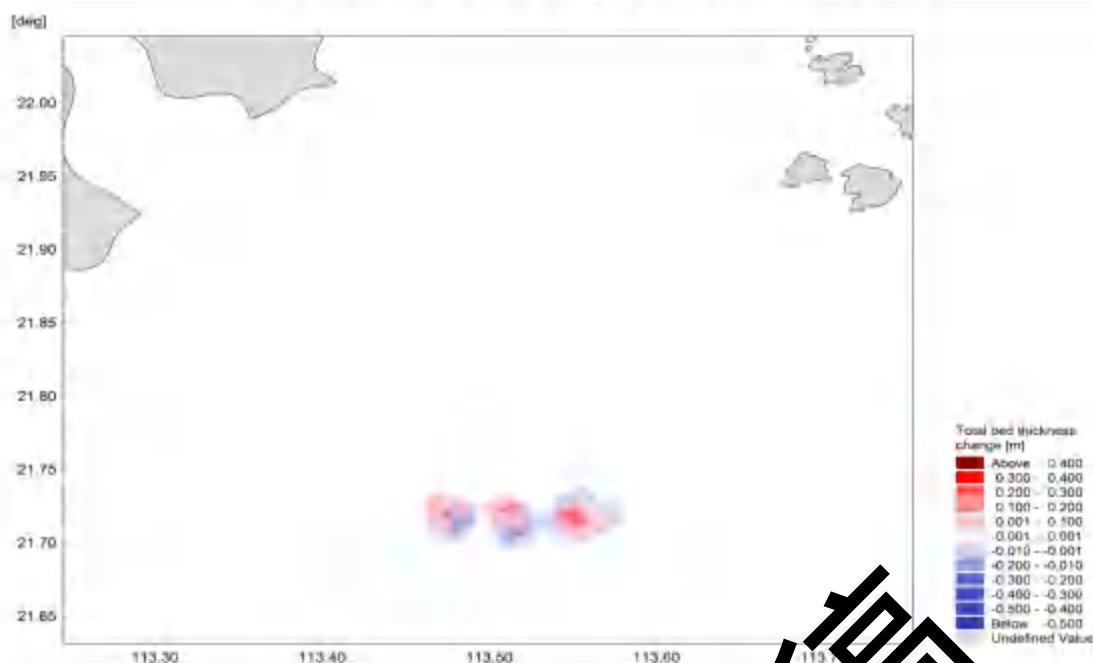


图 6.2.2-2 工程区附近海床年冲淤变化平面分布图（三矿区同时采砂）

6.2.3 采砂前后冲淤变化对敏感目标的影响

由图6.2.2-1 可知，三号采砂区单独采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 2.1km 范围内，而项目附近的海底电缆管道、大万山群岛渔业资源产卵场等等敏感目标与采砂区的距离均大于 2.1km，因此，三号采砂区单独采砂后引起的冲淤变化对敏感目标的影响很小。由图6.2.2-2 可知，三采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 2.4km 范围内，而项目附近的海底电缆管道、大万山群岛渔业资源产卵场等敏感目标与采砂区的距离均大于 2.4km，因此，三采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对敏感目标的影响很小。

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 6.1.1 节、6.1.2 节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：

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

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扩散系数的方式计算，比例系数取值1；

F_s —悬浮物源强；

$k=aw$ ，其中a为泥沙沉降机率，w—沉降速度。

根据2021年工程区沉积物调查结果显示，工程区沉积物平均中值粒径约为0.021，沉降速度为0.07cm/s。洗砂过程产生的泥沙中主要包含粉砂和粘土两种组分，具体参数见表6.3.1-1。悬沙扩散预测不考虑泥沙的再悬浮，泥沙沉降机率取0.5，冲刷系数取0，临界冲刷切应力取 $0.07N/m^2$ 。

表 6.3.1-1 泥沙组分及相关参数

组分	粉砂	粘土
粒度区间 (mm)	0.004-0.063	≤0.004
d (mm)	0.032	0.002
静水沉速 (cm/s)	0.08	0.05
沉速计算选用方法	Stokes公式	考虑絮凝作用，取值依据《海港水文规范》(JTSL45-2013)

6.3.2 模型建立

泥沙模型计算以本项目潮流模型为基础，模型网格见水动力章节。泥沙模型中x、y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。本工程对水质影响主要考虑采砂施工的影响，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。

6.3.3 源强分析

1) 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 矿体盖层厚度为 0m，因此，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，根据工程实践经验，高压射流扰动砂层产生悬浮泥沙量约为流量的 5%左右，本项目采砂船额定工作效率为 2000m³/h，计算悬沙排放强度为 100m³/h，泥质的干容重按 1.12 t/m³计算，则每艘采砂船射流扰动底质的源强=2000×5%×1.12×1000/3600=31.11kg/s。

由于本项目 V2~V3 采砂层上部有较厚的盖层，且加上抽吸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~V3 矿体采砂时可忽略此部分影响。

2) 洗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 25.17%，比矿体 V2~V3 中各样品含泥量平均值最高（V3 矿体）的 23.51%高，因此洗砂环节产生的悬浮泥沙溢流源强用 V1 矿层的来计算，根据抽砂船开采效率约 2000 m³/h 计算，没有被利用的淤泥将随溢流排入海中，按照 80%的淤泥被洗掉，泥质干容重 1.12 t/m³计算，则在 V1 矿体采砂单艘采砂船洗砂泥质排放源强（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）×1000÷3600=2000×25.17%×0.8×1.12×1000/3600=125.29kg/s。

本项目 V1 矿体采砂高压射流扰动砂层产生、未被采砂船抽吸而扩散的悬浮泥沙源强为 31.33kg/s；洗砂过程产生的悬浮泥沙源强为 125.29kg/s。因此数模计算源强为：采砂 31.33kg/s、洗砂 125.29kg/s。

为预测采砂过程中产生的悬沙最大扩散范围，施工船舶源强代表点示意位置见图 6.3.3-1。

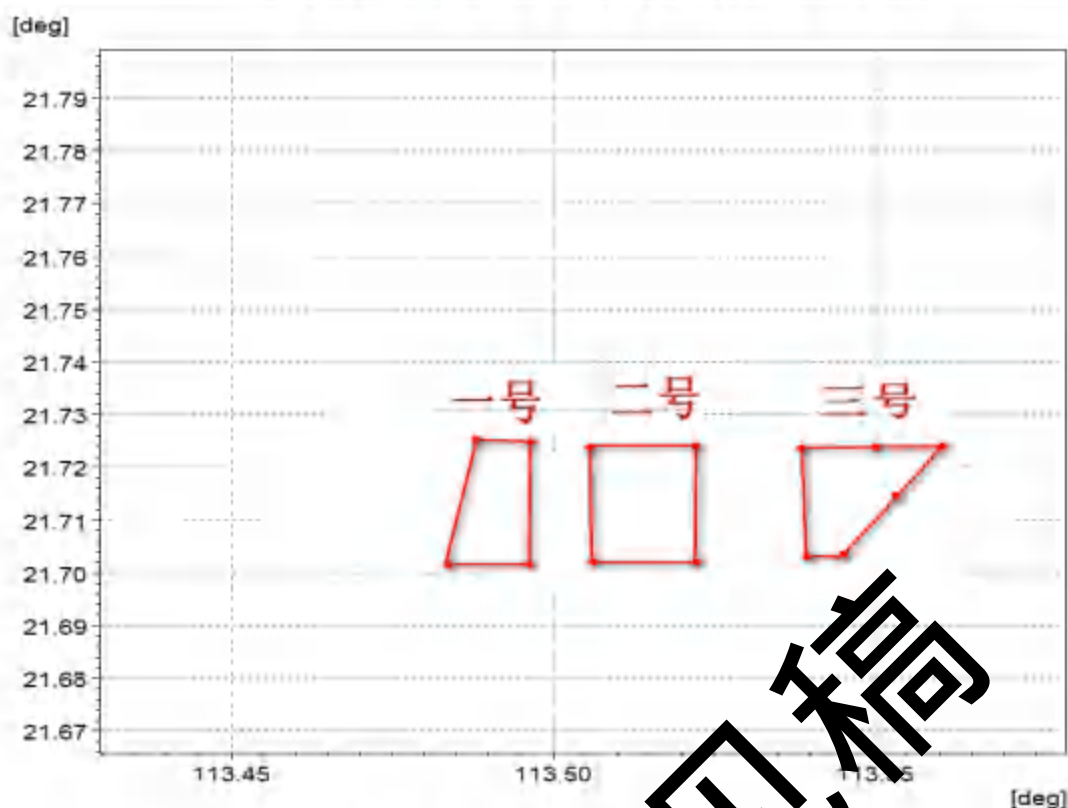


图 6.3.3-1 三个采砂区源强代表单位示意图

6.3.4 模拟结果

1、单个区块施工工况

本项目计划在三号矿区采用6艘采砂能力为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 射流式采砂船进行采砂，由于采砂过程中，采砂船是移动的，且不同时刻的水动力条件不同，因此，在不同的时刻，采砂过程产生的悬浮泥沙影响范围是不同的，为了解本项目整个采砂过程中可能影响到的全部范围情况，本次根据每个源强点单独溢出一个全潮期的悬沙扩散预测结果，统计全部源强点在模拟期间内的悬浮泥沙增量最大值，绘制悬沙增量最大包络线图。模型给出模拟采砂区块施工15天（包含一个大、中、小潮期）所产生的输运和扩散结果。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6.3.4-1~图6.3.4-3。

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东南和西北方向运动。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。表层大于 10mg/L 的包络线面积约为 134.67km^2 ，大于 20mg/L 浓度区的包络线

面积为105.43km²，大于50 mg/L 浓度区的包络线面积为58.10km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为3.17km²；中层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为135.86km²，大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为115.39km²，大于50mg/L 浓度区的包络线面积为62.79km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为9.15km²；底层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为137.34km²，大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为125.02km²，大于50 mg/L 浓度区的包络线面积为82.24km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为16.24km²。

表6.3.4-1 三号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	>150 mg/L
表层扩散面积 (km ²)	134.67	105.43	58.10	3.17	—
中层扩散面积 (km ²)	135.86	115.39	62.79	9.15	—
底层扩散面积 (km ²)	137.34	125.02	82.24	16.24	4.13
平均扩散面积 (km ²)	135.95	115.8	67.7	9.52	1.38

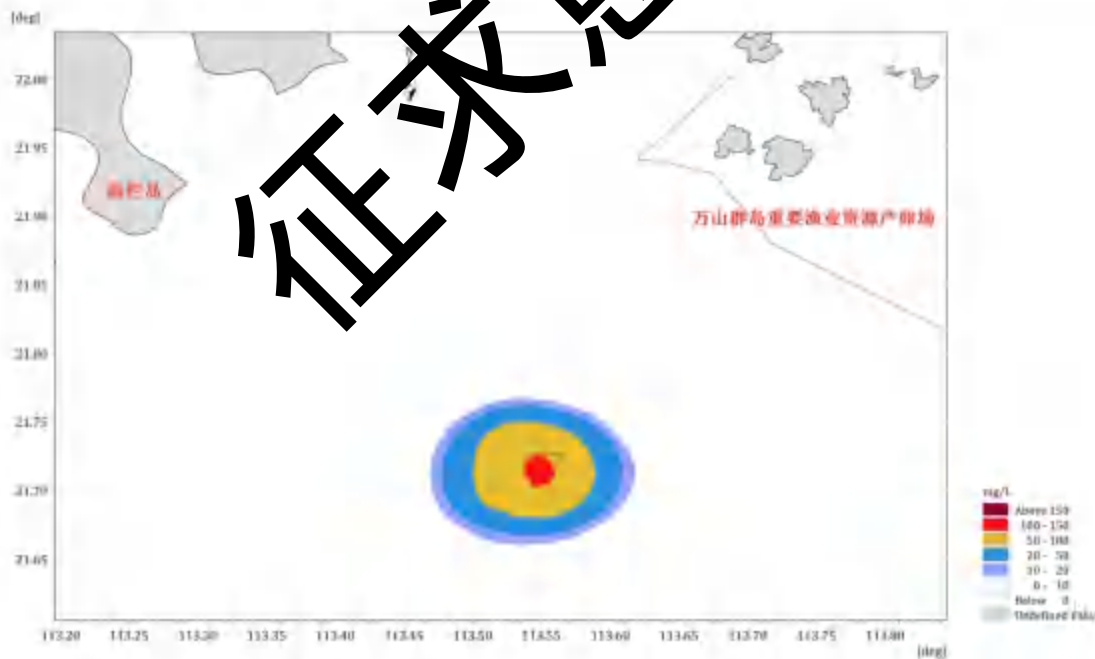


图 6.3.4-1 三号采砂区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（上层）

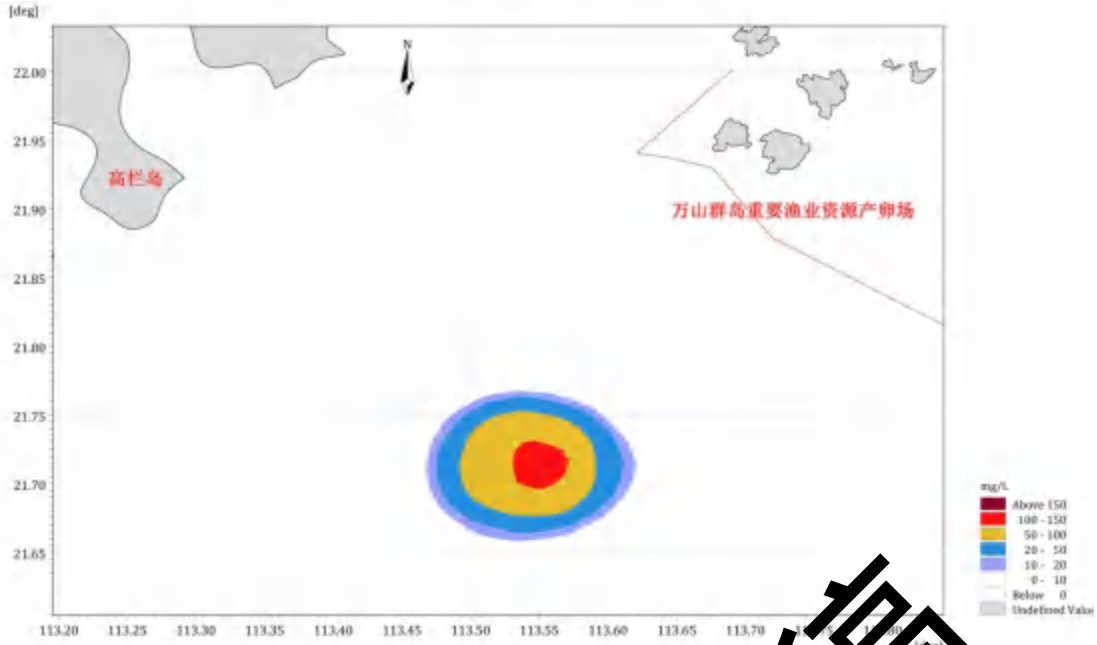


图 6.3.4-2 三号采砂区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布(上层)

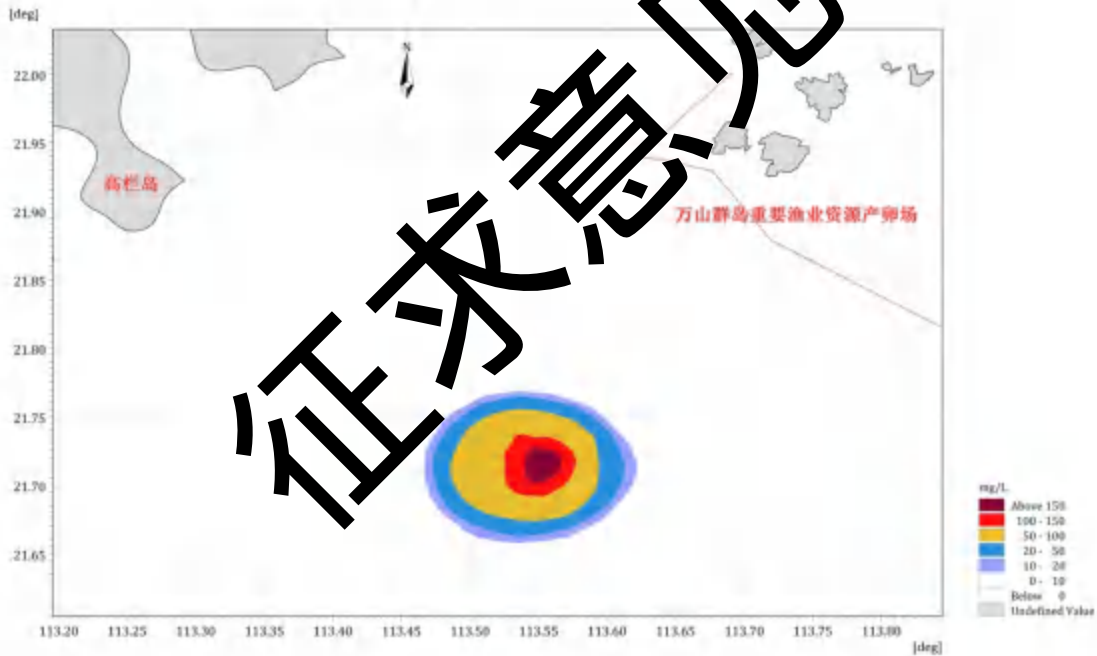


图 6.3.4-3 三号采砂区块施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布(下层)

2、三个采砂区块同时施工工况

三个采砂区同时施工引起的悬浮泥沙增量面积统计情况见表 6.3.4-2，对应的最大扩散范围见图 6.3.4-4~图 6.3.4-6。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。

三采砂区同时开采情况下，在秋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130.21 km²，大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为102.43km²，大于50 mg/L 浓度区的包络线面积为67.74km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为30.14km²；中层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为131.55km²，大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为104.07km²，大于50mg/L 浓度区的包络线面积为71.36km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为34.38km²；底层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为138.16km²，大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为104.65km²，大于50 mg/L 浓度区的包络线面积为72.87km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为44.23km²。

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 6.3.4-2 三个采砂区同时施工引起的悬浮泥沙扩散面积

悬沙浓度	> 10mg/L	> 20mg/L	>50mg/L	>100 mg/L	>150 mg/L
表层扩散面积 (km ²)	130.21	102.43	67.74	30.14	0.41
中层扩散面积 (km ²)	131.55	104.07	71.36	34.38	9.34
底层扩散面积 (km ²)	138.16	104.65	72.87	44.23	26.08
平均扩散面积 (km ²)	133.30	103.71	70.65	36.25	11.94

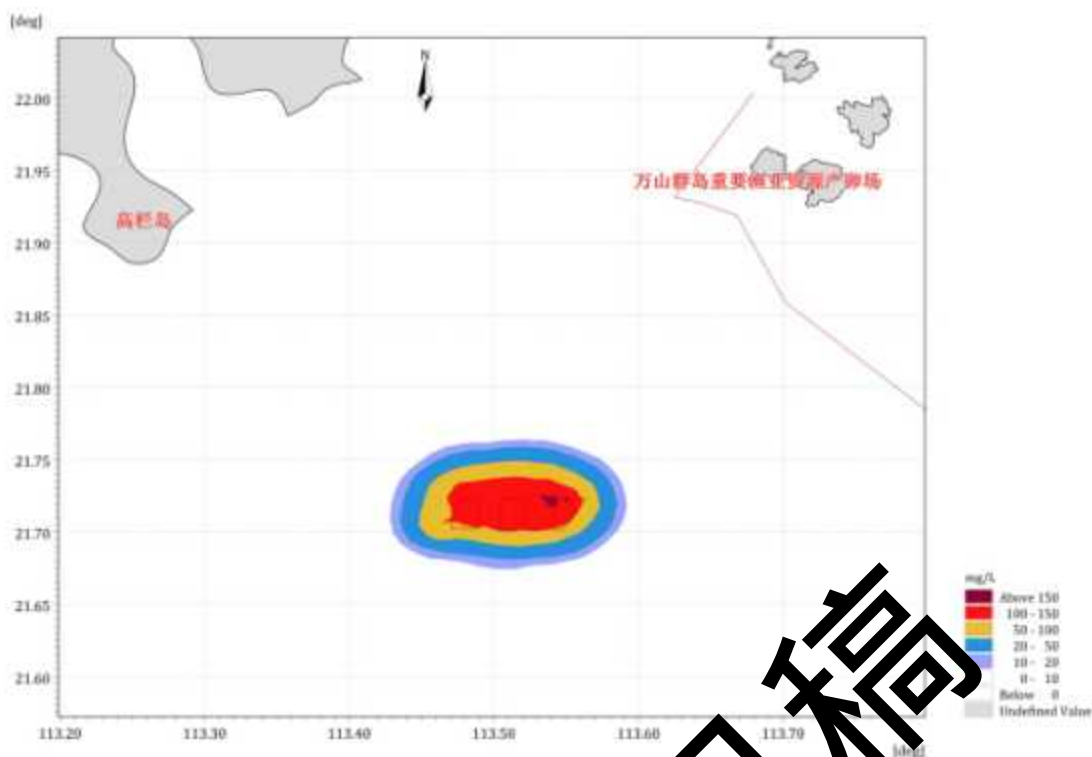


图 6.3.4-4 三个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（表层）

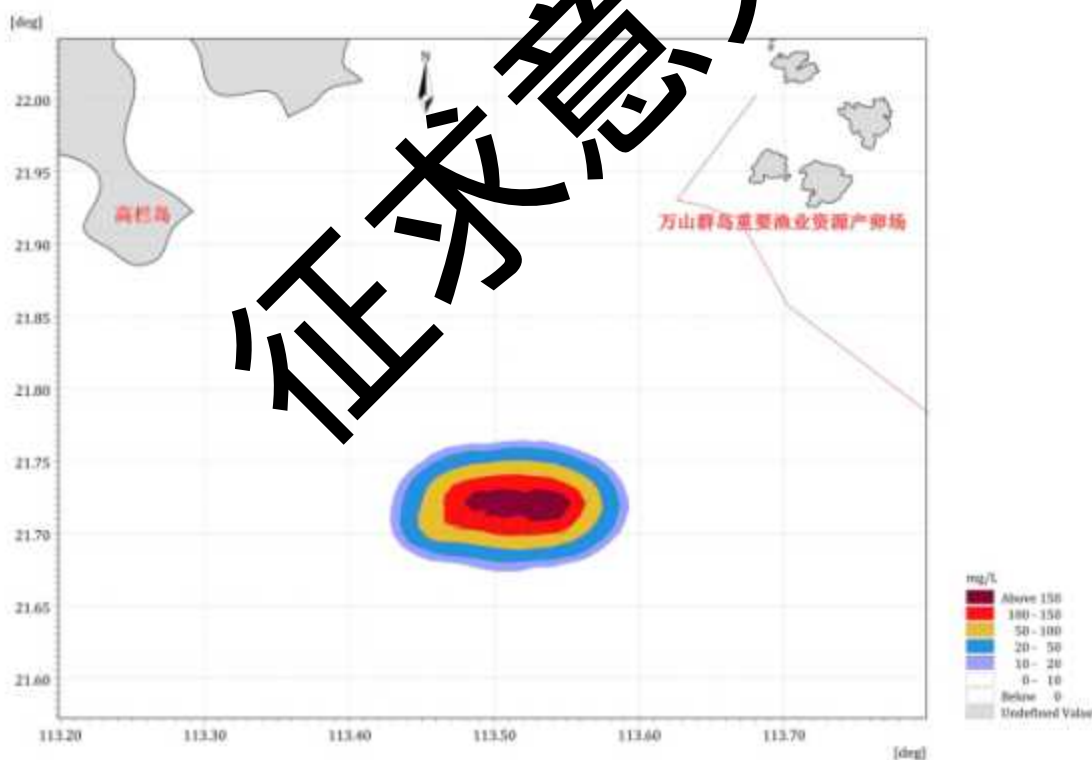


图 6.3.4-5 三个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（中层）

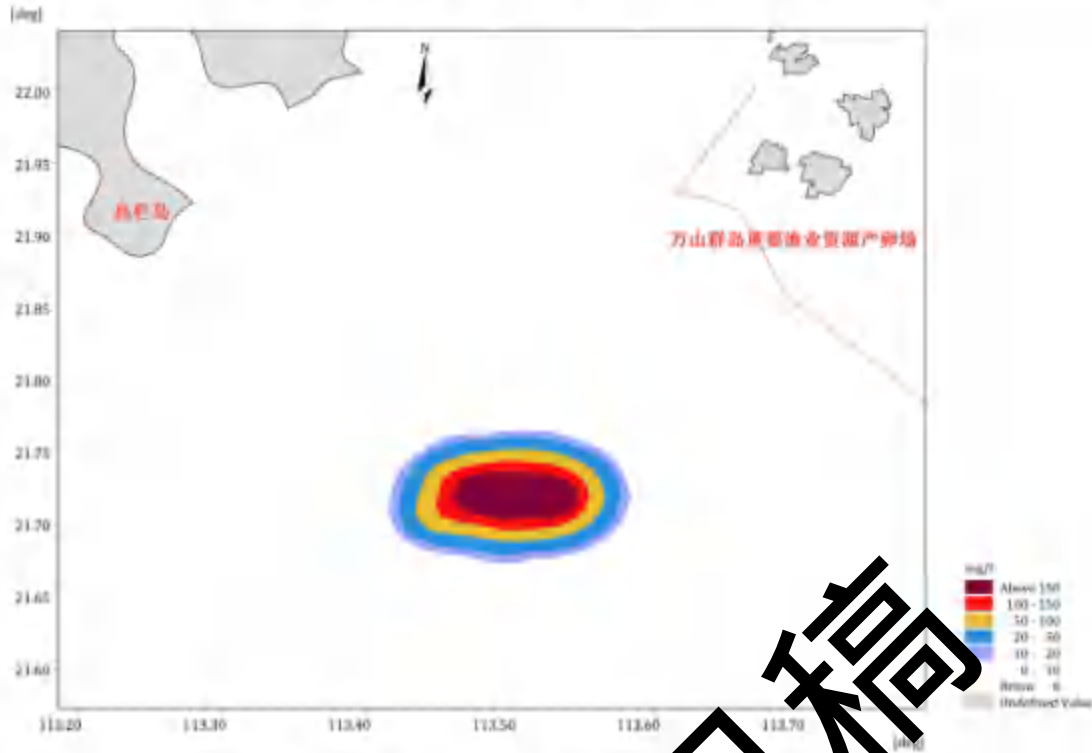


图 6.3.4-6 三个采砂区块同时施工增量悬浮泥沙最大浓度平面分布（下层）

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、破碎等引起的能量损耗。

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。

由于珠海高栏岛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三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	8.0m	12.1

6.4.2 波浪动力分析

为分析珠海海域和工程海域的波浪特征，图6.4.2-1给出了工程前珠海海域和工程海域50年一遇SE向波浪分布。从图中可以看出，外海SE向波浪传播至大万山海域，遇到岛屿后波浪发生折射和绕射，同时受近岸地形变化的影响，波能逐渐衰减，波峰线逐渐趋于与岸线平行，越靠近岸边波高越小。本项目采砂区位于高栏岛东南约31km开阔海域，水深较大，来自外海的SE向波浪经过工程海域时仍维持原方向向磨刀门传播，该海域50年一遇SE向有效波高在4.5m左右。

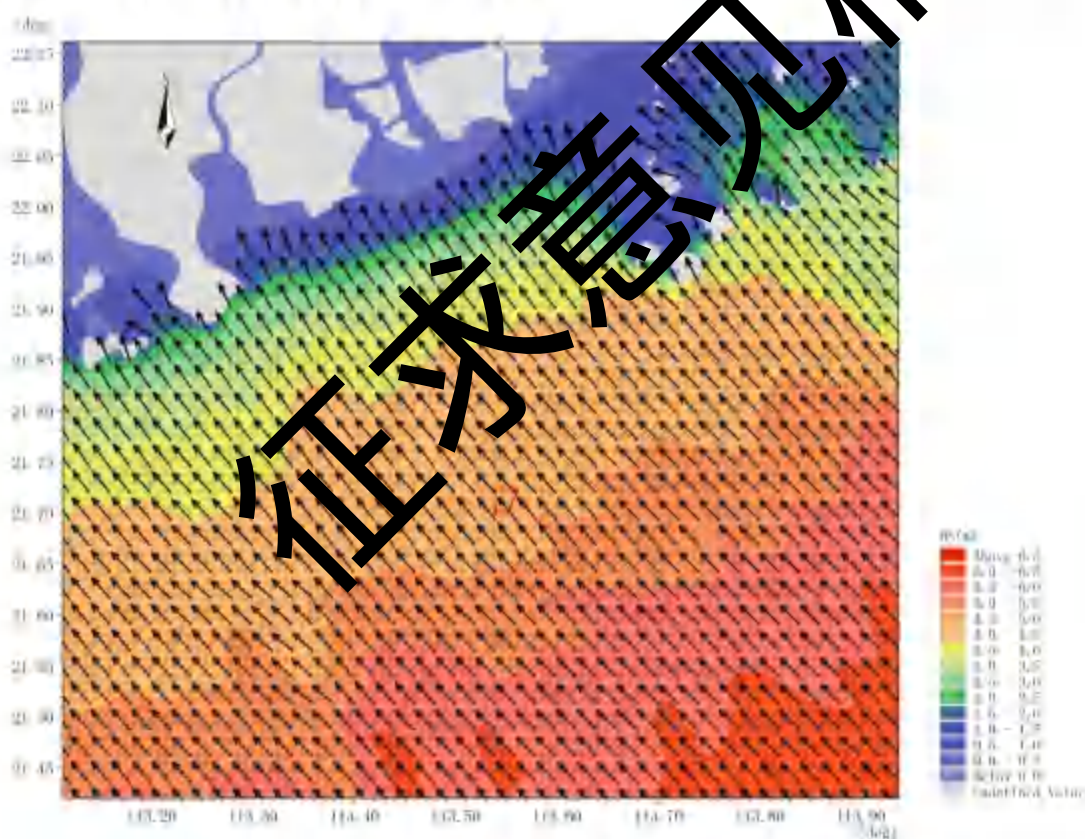


图 6.4.2-1 工程海域 50 年一遇 SE 向波浪分布（工程前）

6.4.3 波浪动力变化分析

考虑到本项目（三号采砂区）与另外两个采砂区相邻，本报告除分析三号采砂区单

独采砂对波浪要素的影响，还分析三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29个代表点对比工程前后50年一遇SE向波浪要素变化情况，代表点位置与潮流代表点一致，见图6.1.3-1。

(1) 三号采砂区对波浪动力的影响

三号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，工程实施后，采砂区内T2和T16代表点波高有所降低，50年一遇SE向有效波高减小0.04m和0.06；采砂区周边海域代表点波高有增有减，50年一遇SE向有效波高增加最大值和减小最大值分别出现在T11代表点和采砂区西北侧T9代表点，波高变化值分别为0.33m 和-0.23m。采砂区采砂后，工程附近海域波周期较小，29个代表点50年一遇SE 向波浪平均周期变化均不超过 $\pm 0.10s$ 。总体上看，本项目实施会对工程附近波浪动力环境产生一定程度的影响，但影响较小。

表6.4.3-1 各代表点50年一遇SE 向波浪要素对比（三号采砂区单独采砂）

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	4.19	4.1	-0.09	8.14	8.14	0.00
T2	4.58	4.54	-0.04	7.96	7.96	0.00
T3	4.3	4.11	-0.19	7.82	7.88	0.06
T4	4.2	4.47	0.27	7.71	7.80	0.09
T5	4.17	4.35	0.18	7.54	7.56	0.02
T6	4.36	4.38	0.02	7.29	7.29	0.00
T7	4.08	4.08	0	8.07	8.07	0.00
T8	4.39	4.5	0.11	7.89	7.88	-0.01
T9	4.32	4.09	-0.23	7.74	7.75	0.01
T10	4.29	4.15	-0.14	7.64	7.69	0.06
T11	4.06	4.39	0.33	7.46	7.55	0.10
T12	4.31	4.25	-0.06	7.20	7.23	0.02
T13	4.06	4.08	0.02	7.98	7.97	-0.01
T14	4.17	4.01	-0.16	7.81	7.80	-0.01
T15	4.18	4.24	0.06	7.65	7.64	-0.01
T16	4.33	4.27	-0.06	7.55	7.55	0.00

T17	4.47	4.4	-0.07	7.36	7.38	0.02
T18	4.16	4.32	0.16	7.10	7.17	0.07
T19	4.21	4.21	0	8.20	8.20	0.00
T20	4.06	4.06	0	8.02	8.02	0
T21	4.35	4.35	0	7.86	7.86	0
T22	4.31	4.4	0.09	7.77	7.77	0
T23	4.24	4.45	0.21	7.6	7.6	0
T24	4.16	4.17	0.01	7.41	7.4	-0.01
T25	4.26	4.26	0	8.27	8.27	0
T26	4.42	4.42	0	8.06	8.06	0
T27	4.46	4.46	0	7.91	7.91	0
T28	4.48	4.49	0.01	7.82	7.82	0
T29	4.37	4.4	0.03	7.69	7.69	0

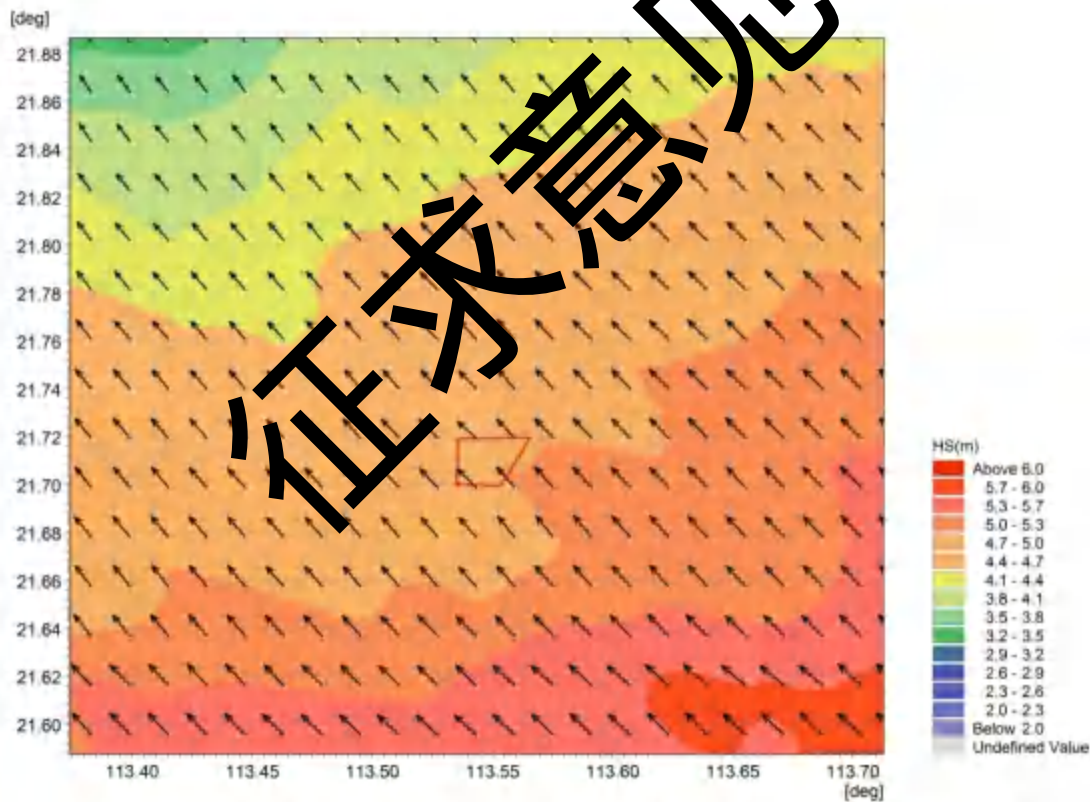


图 6.4.2-2 工程海域 50 年一遇 SE 向波浪分布 (三号采砂区单独采砂后)

(2) 三个采砂区对波浪动力的影响

三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，采砂区 T1、T2 和 T3 代表点波高有所降低。采砂区周边海域代表点波高有增有减，50 年一遇 SE 向有效波高增加最大值和减小最大值分别出现在代表点 T16 北侧 P23 代表点和 T2 代表点，波高变化值分别为 0.19m 和 -0.4m。三采砂区采砂后，工程附近海域波周期变化较小，29 个代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于±0.20s。总体上看，三采砂区采砂会对工程附近波浪动力环境产生一定程度的影响。

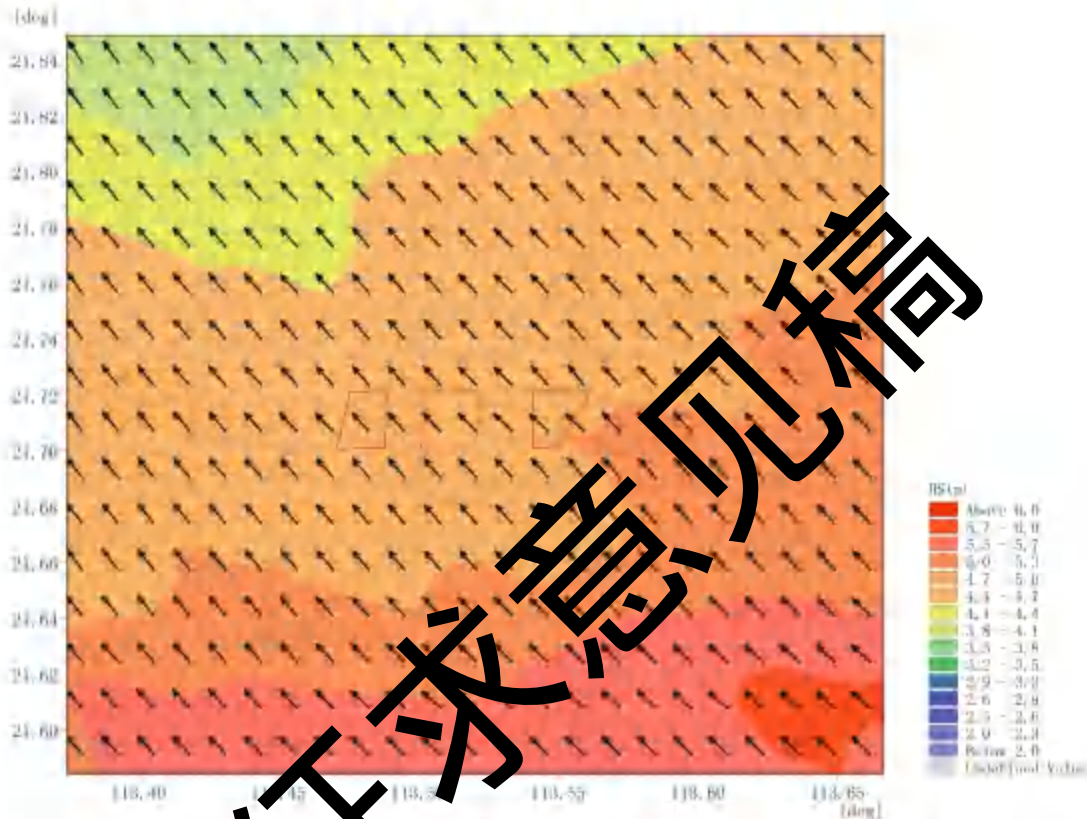


图 6.4.2.2 工程海域 50 年一遇 SE 向波浪分布 (三个采砂区同时采砂后)

表 6.4.3-2 各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素对比 (三砂区同时采砂)

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	4.19	4.02	-0.17	8.14	8.14	0
T2	4.49	4.09	-0.4	7.96	7.95	-0.01
T3	4.3	4.01	-0.29	7.82	7.9	0.08
T4	4.2	4.39	0.19	7.71	7.87	0.17
T5	4.17	4.24	0.07	7.54	7.65	0.12

T6	4.36	4.45	0.09	7.29	7.31	0.02
T7	4.08	4.11	0.03	8.07	8.06	-0.01
T8	4.39	4.11	-0.28	7.89	7.86	-0.03
T9	4.32	4.12	-0.2	7.74	7.75	0.01
T10	4.29	4.4	0.11	7.64	7.71	0.08
T11	4.06	4.23	0.17	7.46	7.6	0.14
T12	4.31	4.42	0.11	7.2	7.29	0.08
T13	4.06	4.11	0.05	7.98	7.96	-0.01
T14	4.17	4.26	0.09	7.81	7.79	-0.02
T15	4.18	4.26	0.08	7.65	7.64	-0.01
T16	4.13	4.32	0.19	7.55	7.55	0
T17	4.47	4.49	0.02	7.36	7.39	0.03
T18	4.16	4.18	0.02	7.1	7.1	0.1
T19	4.21	4.21	0	8.2	8.2	0
T20	4.06	4.06	0	8.0	8.02	0
T21	4.35	4.27	-0.08	7.8	7.92	0.06
T22	4.31	4.14	-0.17	7.7	7.86	0.09
T23	4.24	4.07	-0.17	7.6	7.62	0.02
T24	4.16	4.25	0.09	7.41	7.41	0
T25	4.26	4.26	0	8.27	8.27	0
T26	4.42	4.42	0	8.06	8.06	0
T27	4.46	4.46	0	7.91	7.91	0
T28	4.48	4.42	-0.06	7.82	7.82	0
T29	4.3	4.33	-0.04	7.69	7.69	0

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。洗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周边区域，对其悬浮物浓度影响有限，因此，在陆源污染不变的情况下，由于本项目采砂

施工产生的悬浮泥沙来源于本海域，不会使本海域沉积物的理化性质产生影响，并且本海域沉积物的环境质量不会发生明显的变化。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洗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，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。大部分底栖生物的生长较缓慢，采砂区抽砂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，采砂区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。

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，导致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，进而阻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，造成内部消化系统絮乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 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。

6.6.5.2 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：

$$M_i = W_i \times T$$

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

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害量，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/km² 或个/km² 或千克（kg）/km²；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，km²；

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_i ）和分区总数（ n ）

根据第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，下面给出本项目在最不利条件和最大开采强度作业时，15 天内造成的 SS 增量分区以及分区最大包络面积。

表 6.6-1 3 个采砂区块不同超标倍数的 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	$10 < B_i \leq 20$	(103.26-91.58) =11.68
$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	(91.58-54.32) =37.26
$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	(54.32-16.17) =38.15
$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	9.22

上述影响面积为3个区块同时开采的情况下最不利的潮流、径流条件下的影响面积，本次评价从保守角度出发，按照该采砂区占总采砂区（3个采砂区块的总面积）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300公顷，本采砂区开采面积占3个采砂区块的总面积比例为 $300/(300+300+300) = 0.34$ 。

表 7.6-2 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	$10 < B_i \leq 20$	3.97
$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	12.67
$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	12.97
$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	3.13

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 6.6-3）。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 6.6-3 《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。

本次评价按《规程》中的“污染物对各类生物损失率”范围值的中值确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 6.6-4）。

表 6.6-4 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	15	5	20	20
$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15	40	40
$B_i \geq 9$ 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 147 天, 则每年的污染物浓度增量影响的持续周期数为 9.8 (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 31.37m。

④ 生物资源密度 (D_{ij})

根据海洋生物春季和秋季的调查结果, 取调查海区离项目最近的 4 个站位 Z21, Z22, Z23, Z24 的平均值。游泳生物资源密度平均值为 13.28 g/km^2 , 鱼卵分布平均密度为 0 粒/m^3 , 仔鱼分布平均密度为 0.205 尾/m^3 。

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 1000 mg/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 $75 \sim 100 \text{ mg/L}$, 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 80000 mg/L 时, 鱼类最多只能存活一天; 含量为 6000 mg/L 时, 最多能存活一周; 含量为 300 mg/L 时, 若每天作短时间搅拌, 使沉淀的淤泥泛起, 保持悬浮物质含量达到 2300 mg/L 时, 则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200 mg/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，但其腮部会严重受损，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 船舶噪声对海洋生态环境影响分析

项目采砂作业船舶作业将产生一定的噪声，鱼类良好的听觉频率范围一般为16-1033Hz，随着音频信号的升高，鱼类听觉的敏感度急剧下降。同时，鱼类对人工造成水中音频变化的反应也很敏感。施工产生的噪声由于水体的传导，直接对鱼类产生不利的影响。参照国家海洋局第三海洋研究所编制的《厦门七通港公铁两用桥工程环境影响评价报告》，海域船舶通行等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下背景噪声提高仅约4dB，噪声经海底沉积物的吸收，将很快衰减，影响范围将仅仅局限在工程附近海域，不会对所在海域的海洋生态环境产生明显的不良影响。

6.6.5 生物资源损失量估算

6.6.5.1 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）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/）。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，春秋两季底栖生物量平均值为 $13.125\text{g}/\text{m}^2$ （选取最近4个站位 Z21,Z22,Z23,Z24 的平均值），采沙区面积约为300公顷，同时考虑采砂区周边塌陷区外扩50m，则对底栖生物的影响面积约为340.3316公顷，本次采砂活动引起的底栖生物直接损失量为： $13.125 \times 10^{-3} \times 340.3316 \times 10^4 = 44668.52\text{kg}$ 。

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。

6.6.5.3 海洋生物资源损失量计算结果

按照上述的计算公式和取值依据，本项目采砂施工造成的生物的资源损失量计算过程和结果如下：

游泳生物损失量 M = 污染物浓度增量区面积 S × 生物资源损失率 K × 生物资源密度 D × 影响的持续周期数 T

$$\text{游泳生物（鱼类）损失} = (3.97 \times 0.005 + 12.67 \times 0.05 + 12.97 \times 0.15 + 3.13 \times 0.20) \times 13.28 \times 9.8 = 541.90\text{kg}$$

鱼卵仔稚鱼损失量 M = 污染物浓度增量区面积 S × 生物资源损失率 K × 超标范围水层平均厚度 H × 生物资源密度 D × 影响的持续周期数 T

$$\text{鱼卵损失量} = (3.97 \times 0.05 + 12.67 \times 0.15 + 12.97 \times 0.40 + 3.13 \times 0.50) \times 10^6 \times 31.37 \times 0 \times 9.8 = 0\text{粒}$$

$$\text{仔稚鱼损失量} = (3.97 \times 0.05 + 12.67 \times 0.15 + 12.97 \times 0.40 + 3.13 \times 0.50) \times 10^6 \times 1.57 \times 0.55 \times 9.8 = 0.56 \times 10^9\text{尾}$$

通过计算，本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 44668.52kg，游泳生物(鱼类)的损失量为 541.90kg，鱼卵 0 粒、仔稚鱼 0.56×10^9 尾。

6.6.5.4 海洋生物资源直接经济损失

(1) 直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

底栖生物：

底栖生物均按成体生物处理，计算公式为：

$$M = W \times E$$

式中： M 为经济损失额，元；

W 为生物资源一次性损失总量，千克（kg）；

E 为生物资源的价格，元/kg；

底栖生物按成体生物处理，商品价格按照经济贝类市场价格计算（15元/kg）

则底栖生物直接经济损失额为 $44668.52 \times 15 / 10000 = 67.00$ 万元。

鱼卵和仔稚鱼、游泳生物：

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M = W \times P \times V$$

式中： M 为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W 为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

P 为鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，%； V 为鱼苗的商品价格，按珠海市主要鱼类苗种的平均价格计算，1.0 元/尾。

参考珠海市 2019 年主要鱼类苗种价格，鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗后的价格取 1.0 元/尾。游泳生物按 2019 年珠海市市场平均海鱼价格 10 元/kg 计算。

游泳生物直接经济损失额 = $541.90 \times 10 / 1000 = 5.42$ 万元

鱼卵直接经济损失 = $0 \times 0.01 \times 1.0 \times 10^4 = 0$ 万元

仔鱼直接经济损失 = $0.56 \times 5 \times 1.0 \times 10^4 = 2800$ 万元

综上所述，本采砂区块造成的直接经济损害赔偿额为 2868.09 万元。

6.6.5.5 海洋生物资源损害赔偿额

依据《规程》的规定，占用海洋水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按照 3 年补偿；本项目按 3 年进行补偿计算，则本项目因海砂开采造成的生物资源损害应给予的海洋生物资源赔偿总额为 $2868.09 \times 3 = 8604.27$ 万元。

6.7 对环境敏感目标的影响分析与评价

6.7.1 对渔业资源保护区的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内，项目施工过程中产生的悬浮泥沙不会扩散至南海中上层鱼类产卵场和底层、近底层鱼类产卵场内，不会对其产生影响。

项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区范围内，该保护区的保护期为 1-12 月，管理

要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。此外，本项目在珠江口近海蓝圆鲹产卵场、珠江口近海鲈鱼产卵场、珠江口近海绯鲤类产卵场范围内，产卵期为每年的12月至翌年6月。

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混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，对南海北部幼鱼繁育场、南海鱼类产卵场中的幼鱼幼虾、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，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，对南海北部幼鱼繁育场保护区、南海鱼类产卵场的影响也将逐渐消失。因此，本项目不会对南海北部幼鱼繁育场保护区、南海鱼类产卵场产生长远的不良影响，但项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，在南海北部幼鱼幼虾保护区和南海鱼类产卵场产卵期内降低采砂强度，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北部幼鱼繁育场保护区和南海鱼类产卵场的影响降至最低。

6.7.2 对海洋功能区及红线区的影响

本项目评价范围内涉及的海洋功能区有湛江-珠海近海农渔业区，采砂作业占用其功能区；本项目评价范围内涉及的生态红线区有万山群岛重要渔业资源产卵场（项目东面20.91km），红线区距离相对较远。

根据数模结果显示，施工过程中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。三采砂区同时开采情况下，在秋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，10mg/L悬沙包络线最大扩散距离约3.6km。根据图6.7-1~2，采砂作业所造成的悬浮泥沙增量未到达上述红线区，因此，本项目基本不会对万山群岛重要渔业资源产卵场产生影响；由于项目本身临近湛江-珠海近海农渔业区，采砂作业将对其功能区渔业资源环境造成一定的影响，但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，对其影响也将逐渐消失。

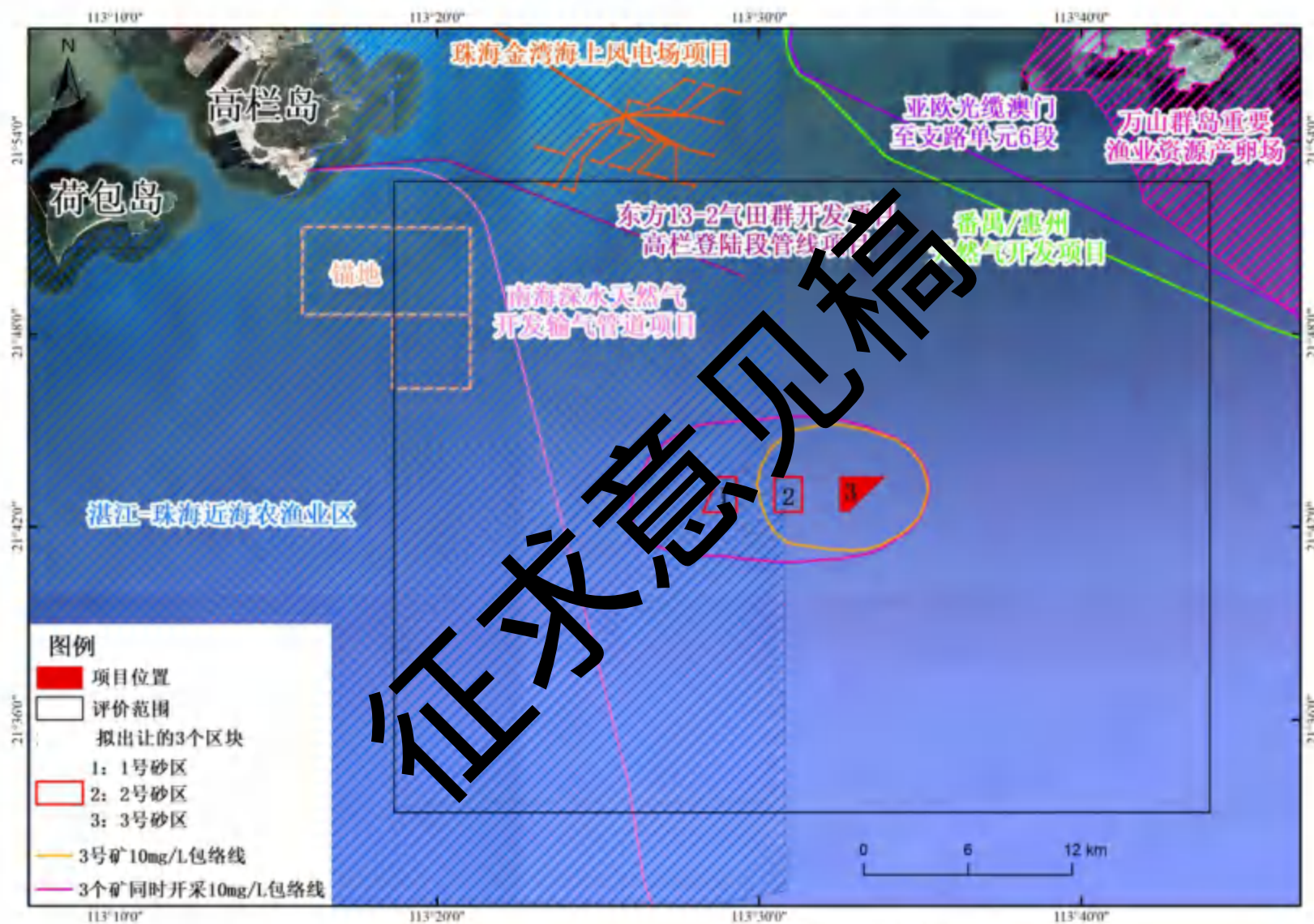


图 6.7-1 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感保护目标叠加图

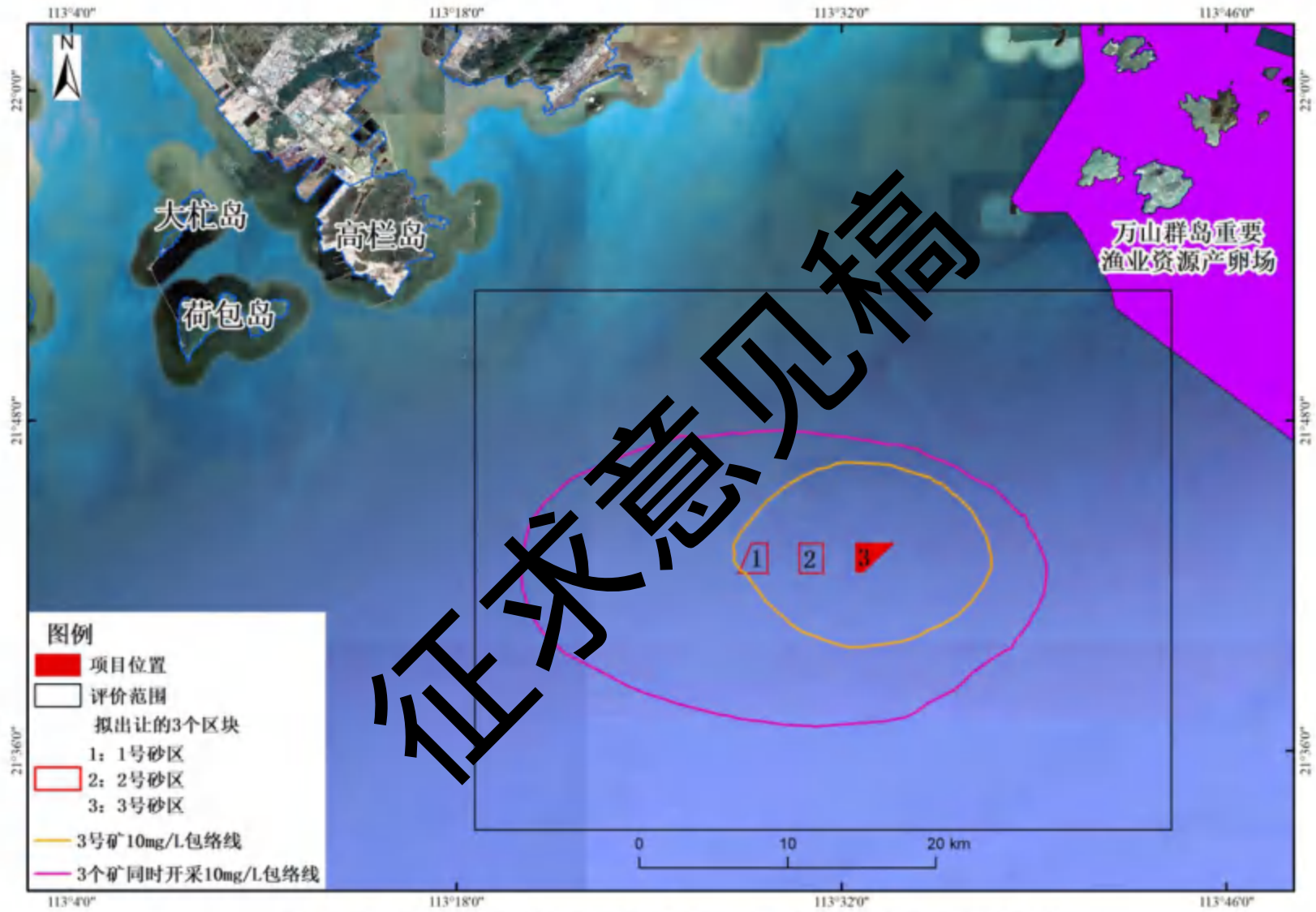


图 6.7-2 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与生态红线区叠加图

6.7.3 对珠江口水域国控站位的影响分析

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8个：GDN03009、GDN03014、GDN03018、GDN03027、GDN03028、GDN03032、GDN03037、GDN03044。其中距离本项目较近的站位有是GDN03027、GDN03044，距离分别约7.9km、3.8km。

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最近的国控站位，项目施工过程中引起的悬浮泥沙扩散对国控站位的水质监测无影响。

6.7.4 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和印太江豚。采砂作业过程中产生的污水和固体废物均拟收集上岸处理，不排放入海。因此，本项目可能对中华白海豚和印太江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和印太江豚的影响分析

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沙坑及其附近海域，根据图6.7-3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和印太江豚活动区域，因此，本项目采砂过程中产生的悬浮泥沙对中华白海豚和印太江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和印太江豚产生影响。

(2) 水下噪声对中华白海豚和印太江豚的影响

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 6.7.4-1。

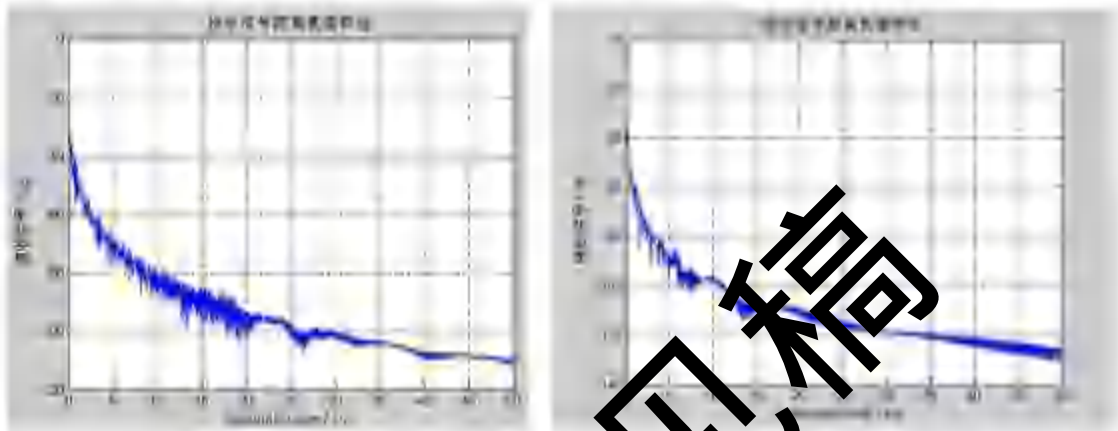


图 6.7.4-1 海况分别为 1 级和 3 级时的传播损失（载频 5kHz）

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；第二部分为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成反平方规律衰减，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（RichardsonandWü rsig1997）。

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，且本项目与中华白海豚和印太江豚的活动水域的最近距离分别达到了 19.2km 和 9.3km，距离较远，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和印太江豚活动水域的影响在可接受范围内。

6.7.5 对锚地的影响分析

本采砂区评价范围内有一个锚地，在本项目的西北侧，最近距离约 20.36km。本项目采砂大型船舶进出无需占用锚地。

根据冲淤数模分析，三个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。采砂作业结束后采砂区将形成一个长期存在的呈微弱淤积态势的大矿坑，对采砂区内及采砂区 2km 附近海域有影响，除此之外不会影响周边海底的岸滩稳定，对海域及附近海岛岸滩的功能使用不会带来危害，且采砂工程实施后，采砂区及附近海域底床会有一个缓慢的再调整过程。

总而言之，工程实施后只是对项目所在位置及其周边一定范围内的冲淤状况产生一些影响，锚地距离较远，对其回淤和水体环境无影响。

6.7.6 对评价范围内风电场、海底管线等项目的影响分析

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，本项目不在评价范围内【南海深水天然气开发输气管道项目、东方 13-2 气田群开发项目高栏登陆管道项目、珠海金湾海上风电场项目、番禺/惠州天然气开发项目、亚欧光缆澳门至支路单元】海底电缆管道的保护区范围内进行采砂作业。

项目附近风电场及海底管道位于本项目的东北侧、西北侧或西侧，根据数模预测结果，三采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 2.4km 范围内，而项目附近的海底电缆管道、大万山群岛渔业资源产卵场等敏感目标与采砂区的距离均大于 2.5km，因此，三采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对敏感目标的影响很小。

综合分析，本项目实施后，会对较近的风电场及海底管道所在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，以将项目可能对附近的风电场及海底管道的影响降至最低。

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于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。

第七章 环境风险预测与评价

7.1 风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中 381 油类物质(矿物油类,如石油、汽油、柴油等;生物柴油等),临界量为 2500t。根据附录 C.1.1 危险物质数量及临界量比值(Q),当只涉及一种危险物质时,计算该物质的总量与其临界量比值,即为 Q。

本项目施工船有 6 艘 2000m³/h 的采砂船、29 艘 3000t~5000t 皮带船。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》附录 4.1 中的规定,非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算,根据船型不同,一般取船舶总吨的 3%~21%。采砂船和皮带船约为 5000t,按照 10%推算这两种作业船的燃油最大携带量为 5000×33×10%=16500 吨。

(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)

本项目以 2500 吨估算 Q 值(见表 7.1-1),为 11000/2500=4.4>1。

表 7.1-1 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在量 q _n /t	临界量 Q _n /t	该种危险物质 Q 值
381	油类物质(矿物油类,如石油、汽油、柴油等;生物柴油等)	/	17500	2500	7
项目 Q 值					7

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 7.1-2。

表 7.1-2 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≤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 7.1-3。项目 1≤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 7.1-3 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、地下水环境的敏感程度。

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7.1-4 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感程度
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的地区;或周边 500m 范围内人口总数大于 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 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 500m 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 200m 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范围内人口总数步于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接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7.1-5 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7.1-6 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 7.1-7 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(包括核心区、缓冲区等)；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 区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)1 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的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海洋公园游览区；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 包括特别保护目标

项目所在海洋功能区划为“珠江-珠海近海渔业区”，危险物质泄漏到水体排放点海水水质执行《海水水质标准》(GB 3097-1997) 第一类标准，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，环境敏感目标分级为 S1；根据表 7.1-7 判定，项目地表水环境敏感程度分级为 E1。

③地下水环境敏感程度

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJT169-2018) 附录 D 中环境敏感程度(E)的分级办法，本项目不在地下水环境敏感区和较敏感区，判定地下水环境敏感程度为 E3。

(3) 建设项目环境风险势判断

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，地下水环境敏感程度为 E3，建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性为 P4，按照表 7.1-8 确定大气环境风险势为 I，地表水环境风险势为 III，地下水环境风险势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJT169-2018) 中“建设项目环境风险势综合等级取各要素等级的相对高值”，则本项目环境风险势为 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 7.1-4。

表 7.1-4 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 7.1-5 评价等级划分

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

^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。

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的影响相对较小，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

根据交通部海事部门有关统计资料,我国1990年~2010年各类等级的溢油事故分档统计见表7.2.2-1。由于船舶溢油事故50t以下的数据不够完整,该表对一般船舶污染事故不做统计。

表 7.2.2-1 我国 1990 年~2010 年船舶、码头溢油事故分档统计表

	较大船舶污染事故		重大船舶污染事故		特别重大船舶污染事故	
	事故次数	溢油总量/t	事故次数	溢油总量/t	事故次数	溢油总量/t
1990	1	100	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0
1992	2	430	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0
1994	3	300	0	0	0	0
1995	5	1367	1	700	0	0
1996	3	785	2	1532	0	0
1997	3	490	0	0	1	1000
1998	2	392	0	0	0	0
1999	0	0	2	1000	0	0
2000	1	230	0	0	0	0
2001	1	200	0	0	1	2000
2002	4	825	1	900	0	0
2003	2	650	0	670	0	0
2004	1	100	0	0	2	3268
2005	2	575	1	950	0	0
2006	2	660	0	0	0	0
2007	2	550	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0
2009	2	532	1	500	0	0
2010	0	0	0	0	0	0
总计	36	7900	9	6341	4	6268

1990~2010 年期间,共发生船舶溢油事故(溢油量 $\geq 50\text{t}$),71起,其中我国海域发生较大船舶溢油污染事故36起,发生频率为1.71次/a,所占比例50.7%;发生重大船舶溢油事故9起,发生频率为0.43次/a,所占比例为12.7%;发生特别重大船舶溢油污染事故4起,发生频率为0.19次/a,所占比例为5.6%。根据分析结果可知,发生较大船舶溢油污染事故的频率较高,应引起重视。船舶溢油事故按事故原因可分为操作性事故和海损性事故。操作性事故一般指在装/卸货油、加燃油、其他作业期间发生的事故,包括违章故意排放。海损性事故一般指由于碰撞、触礁搁浅、船体损坏、火灾爆炸等引起的船舶事故。根据《我国沿海港口船舶溢油事故分析及对策研究》,对于溢油量在1t 以下的船舶溢油事故,其原因主要是操作性事故。对于溢油量在7t 以上的船舶溢油事故,原

因则主要是海损性事故。从图7.3-1对船舶溢油事故原因分析可以看出，7种事故原因所引起的船舶溢油事故次数和溢油总量的变化规律基本一致。即碰撞是船舶溢油事故的最主要原因，共发生溢油事件42起，其发生次数占总溢油次数的59.15%，其导致的溢油总量也最高，占有所有溢油事故溢油总量的44.35%；其次是触礁搁浅而引起的船舶溢油事故，共发生溢油事件14起，占总船舶溢油事件次数的19.72%，其溢油总量为6564t，占有所有溢油事故溢油总量的29.79%。由操作性原因和船体倾覆所导致的船舶事故次数最低，都为2起，占总船舶溢油事故的2.82%。因此，碰撞、触礁搁浅是我国溢油量在50t以上船舶溢油事故发生的主要原因。



图 7.2.1-1 我国船舶溢油事故原因分析

2) 区域事故概率分析

根据广东海事局对广东水域船舶交通事故的统计分析，2020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40起，死亡失踪65人，沉船19艘，直接经济损失8176.9万元，40起事故中，一般事故34起，较大事故5起，重大事故1起。事故类型统计见表7.2.2-2。

表 7.2.2-2 2020年船舶安全事故统计表

年份	事故类型及数量										合计
	碰撞	搁浅	触礁	触损	浪损	火灾	风灾	机损	自沉	其他	
2020	18		1	2		1	1		8	9	40

从事故种类来看，碰撞、其他、自沉等事故多发，这三类事故占事故总数的87.5%，其中，碰撞事故就占了45.0%。

《广东水上交通安全情况新闻发布会》（2022年1月27日）上的公开资料显示，涉砂船舶事故大幅下降。通过持续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，涉砂船舶事故明显减少。全年共发生涉砂船舶事故8起，同比下降42.9%，死亡失踪人数同比下降77.8%，较大等级以上事故同比下降75%。

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。

综上所述，该项目采砂作业存在着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船舶突遇恶劣天气，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。

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t u dt \qquad y = y_0 + \int_{t_0}^t v dt$$

$$u = u_c + Ku_w + u_r \qquad v = v_c + Kv_w + v_r$$

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， k 为风对油膜拖曳系数，取0.03。通过跟踪各油膜坐标 (x, y) 的各位置，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 溢油预测工况

本次仅在项目中心区内设置1个溢油点进行计算。预测时段为溢油发生后72h，预测潮型为大潮涨潮和大潮落潮。根据大万山（海丰站）95~2019年的气象统计资料，夏季主导风为SE向，平均风速约5m/s，冬季主导风为N向，年平均风速为5m/s。本项目考虑最大允许施工风速13.8m/s情况下发生溢油对南海北部幼鱼繁育场保护区、湛江-珠海近海农渔业区、万山群岛重要渔业资源产卵场等敏感目标的影响，不利风向取E、N和SE向。具体溢油预测工况组合见表7.3.2-1。

表7.3.2-1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	SE	5.0	涨潮	常规工况
2	项目中心点			落潮	
3	项目中心点	N	5.0	涨潮	常规工况/
4	项目中心点			落潮	
5	项目中心点	E	13.8	涨潮	不利工况
6	项目中心点	SE	13.8	涨潮	不利工况

7	项目中心点	N	13.8	涨潮	不利工况
---	-------	---	------	----	------

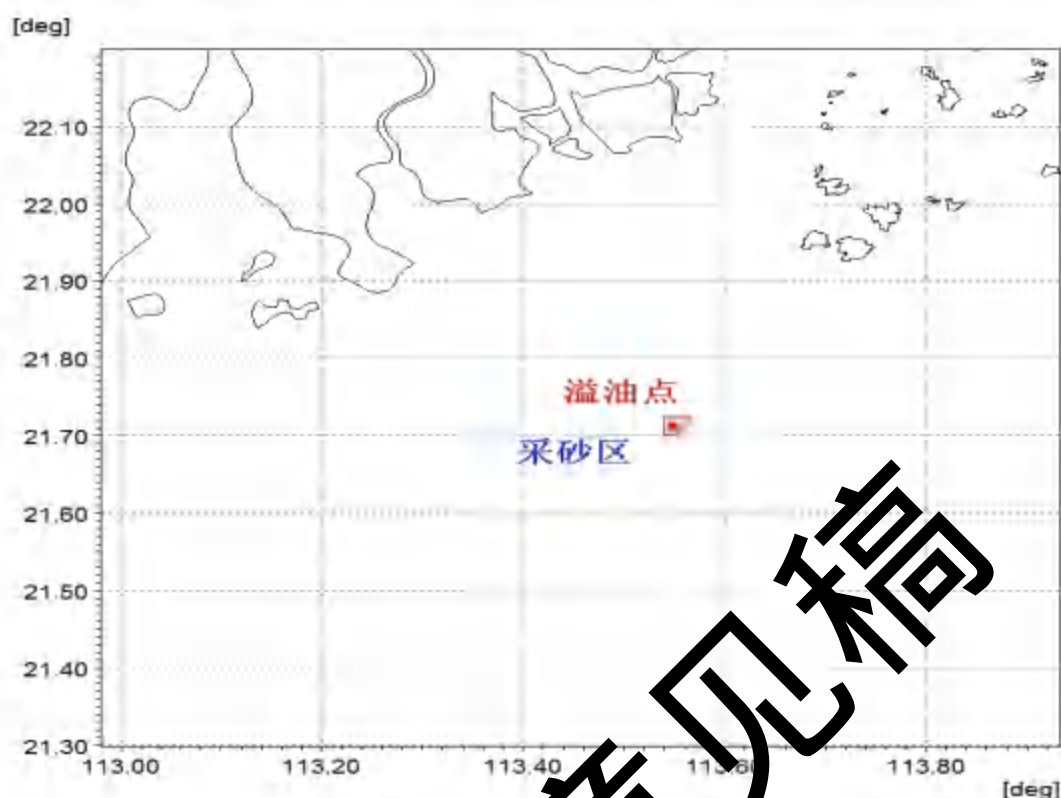


图 7.3.2 溢油点分布示意图

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 给出了不同时刻的溢油扫海面积；图 7.3.3-1~图 7.3.3-7 给出了不同工况的溢油扫海范围图。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。

5m/s 的 SE 向风条件下，油膜在风和流的作用下向西北漂移，涨潮溢油 20h 后油膜进入珠海三灶岛东海岸，72 小时扫海面积为 86.52km²；落潮溢油 21h 后油膜到达珠海三灶岛东海岸，72 小时扫海面积为 96.27km²。

5m/s 的 N 向风条件下，油膜在风和流的作用下向西南漂移，涨潮溢油 49h 后油膜溢出模型，落潮溢油 48h 后油膜溢出模型。

13.8m/s 的 SE 向风条件下，油膜在风和流的作用下快速向三灶岛漂移，10.5h 后抵达三灶岛西南面水域。72 小时扫海面积约 71.21km²。

13.8m/s 的 N 向风条件下，油膜在风和流的作用下快速向西北偏西漂移，涨潮溢油 24h

后溢出模型。

13.8m/s的E向风条件下，油膜在风和流的作用下快速向西南偏北漂移，17h后油油膜溢出模型。

表7.3.3-1不同工况溢油扫海面积统计表

溢油 时间	大潮溢油扫海面积 (km ²)						
	常规工况 (5m/s)		常规工况 (5m/s)		不利风况 (13.8m/s)		
	SE		N		E	N	SE
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	涨潮	涨潮
24 h	27.69	22.51	26.42	23.43	溢出模型	25.21	18.62
48 h	66.51	69.15	54.51	56.32	溢出模型	溢出模型	39.45
72 h	86.52	96.27	溢出模型	溢出模型	溢出模型	溢出模型	71.21

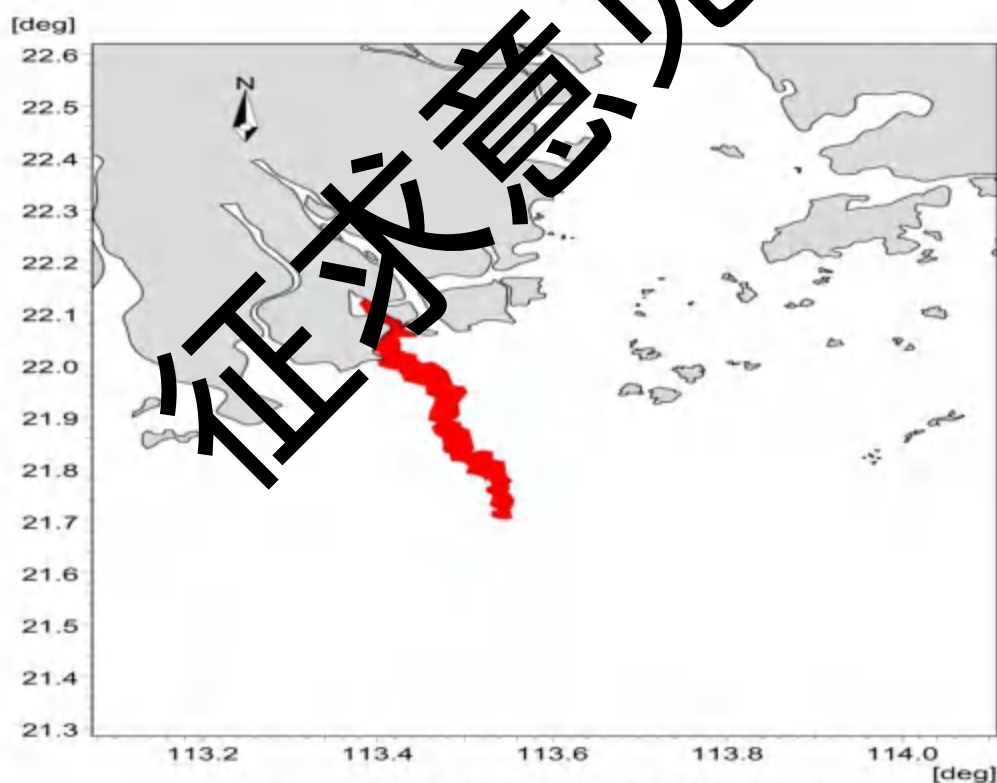


图7.3.3-1 SE风72小时扫海范围图 (大潮涨潮, 5m/s)

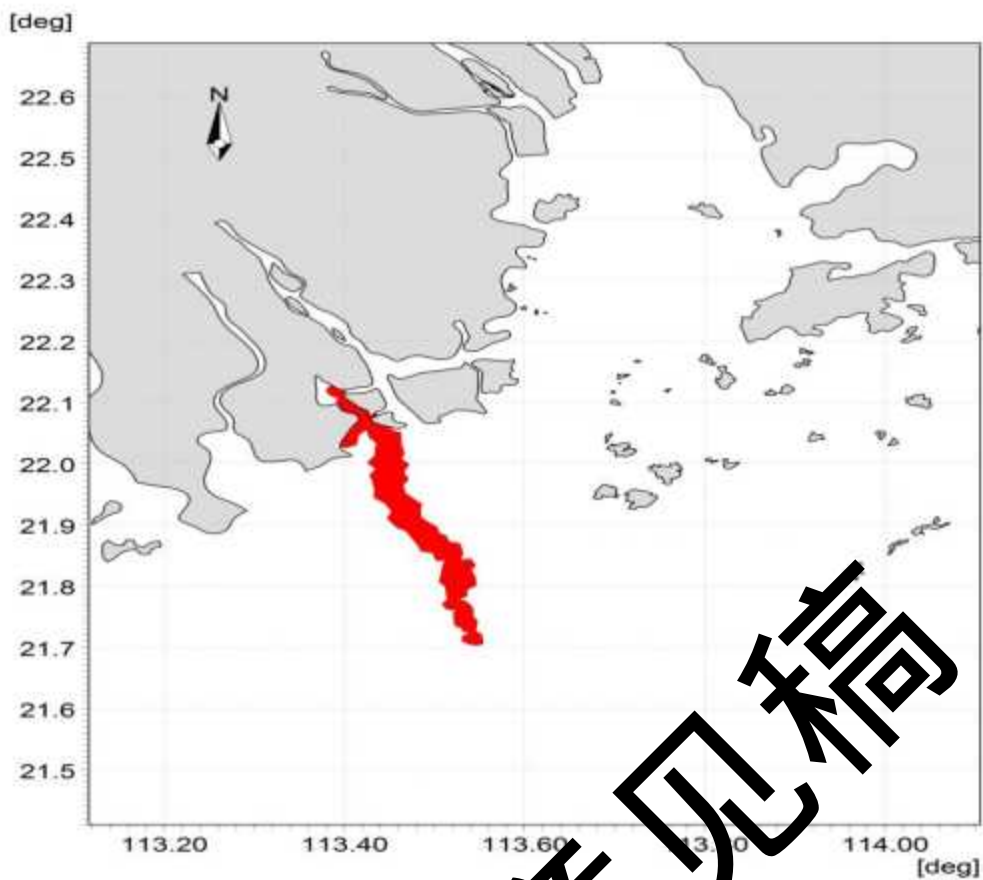


图7.3.3-2 SE风72小时扫海范围图（大潮落潮，5m/s）

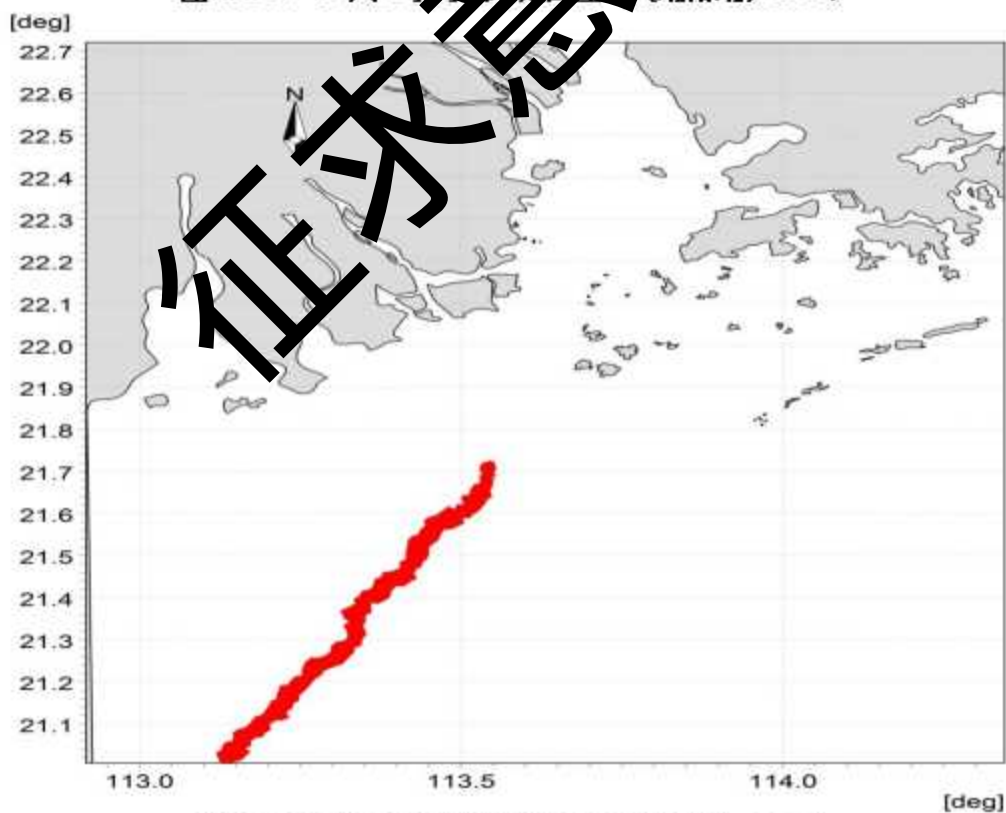


图7.3.3-3 N风72小时扫海范围图（大潮涨潮，5m/s）

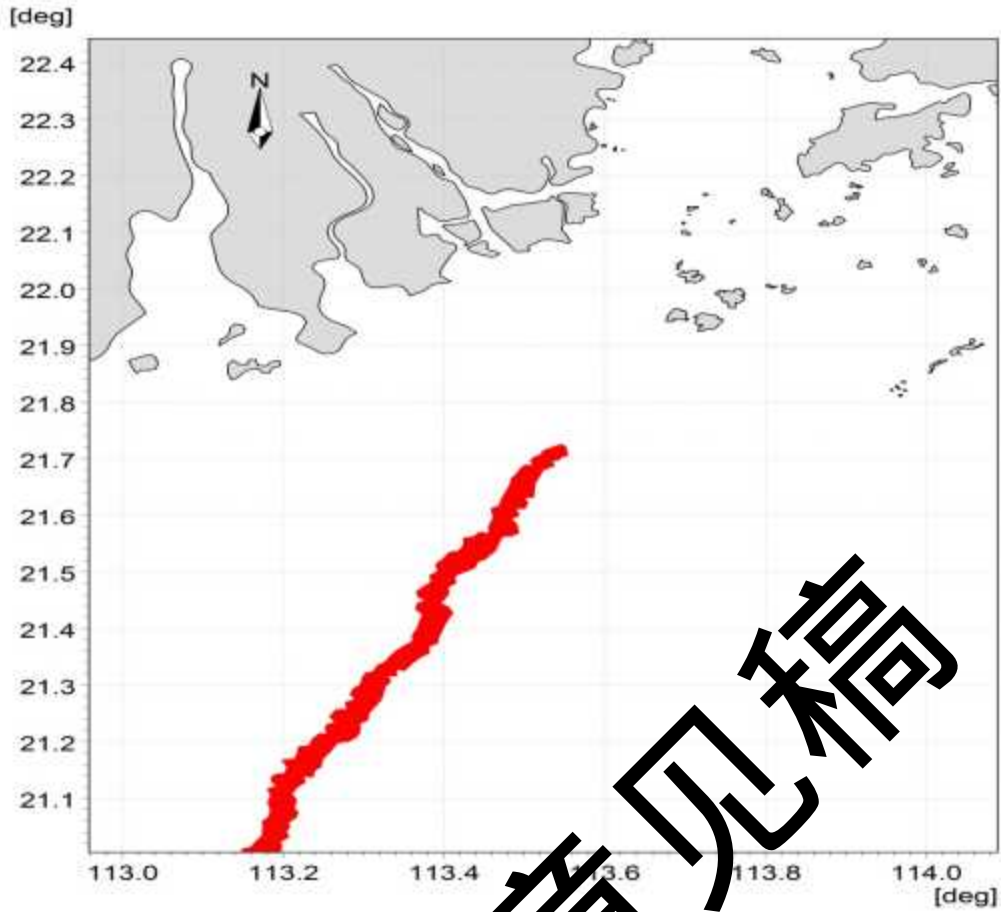


图7.3.3-4 N风72小时路径图(大潮落潮, 5m/s)

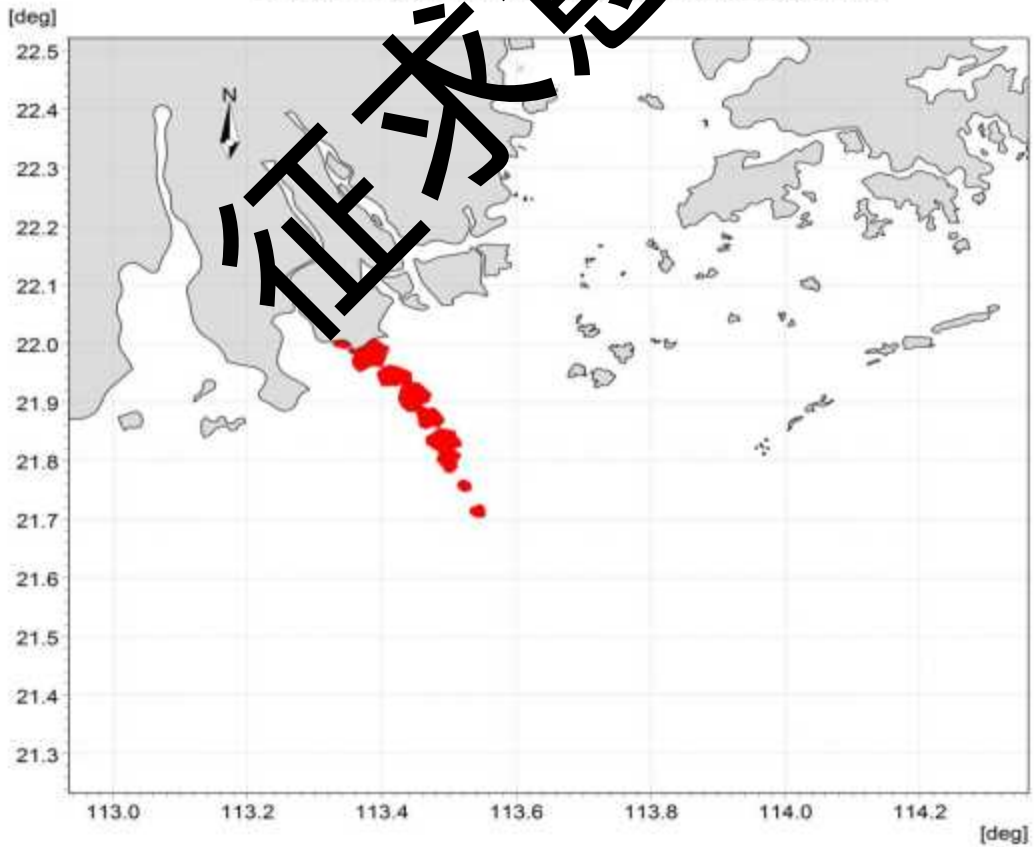


图7.3.3-5 SE风72小时扫海范围图(大潮涨潮, 13.8m/s)

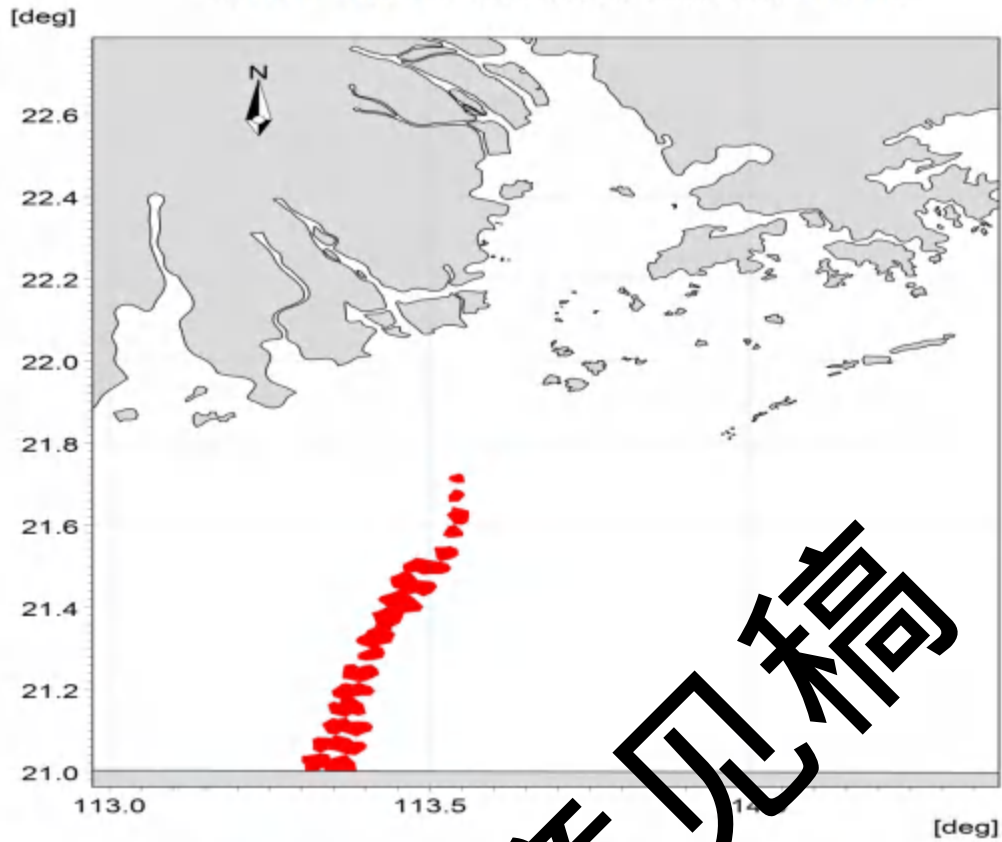


图7.3.3-6 N风72小时扫海范围图(大潮涨潮, 13.8m/s)

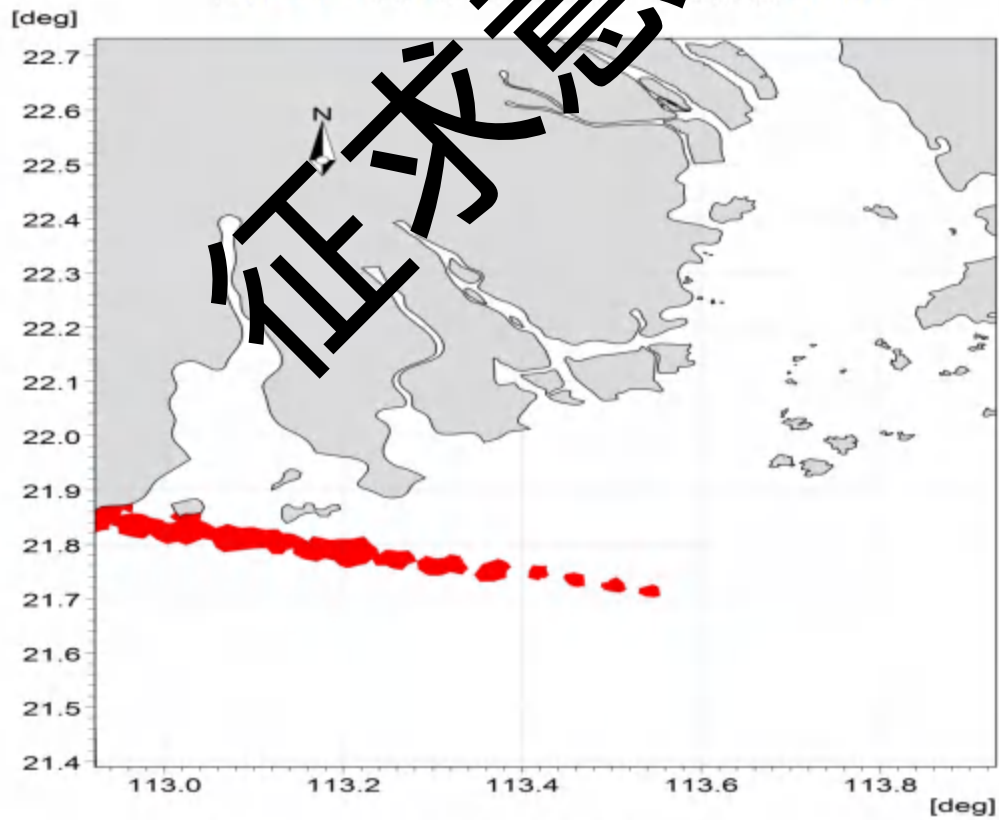


图7.3.3-7 E风72小时扫海范围图(大潮涨潮, 13.8m/s)

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，那些对污染抵抗力弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

a) 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 1mg/L 。对于更敏感的生物种类，即使油浓度低于 0.1mg/L 也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

b) 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： 0.01ppm 的石油可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制，进而导致死亡。

底栖生物的耐油污性通常很差，即使水体中石油含量只有 0.01ppm ，也会导致其死亡。当水体中石油浓度在 $0.1\sim 0.01\text{ppm}$ 时，对某些底栖甲壳类动物幼体有明显的毒效。

c) 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。

D) 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，因此燃料油泄露对海洋生物资源的影响要低于原油。

E) 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，由于做为对虾饵料的贝类大量减少，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。漫滩的油污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 溢油对和环境敏感区的影响分析

由前述影响分析结果可知，除本项目所在的南海北部幼鱼繁育场保护区、湛江-珠海近海农渔业区外，与其他环境敏感点较远，因此发生溢油环境风险事故时，将对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养殖场带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成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和市场供求关系的改变，将导致市场价格下降。另外，油品泄露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。

7.4 环境风险管理

7.4.1 作业船舶溢油防范对策

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。

表 7.4-1 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，杜绝溢油。	---	施工单位
船舶本身出现设施损废，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，以防台风和风暴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，制定应对恶劣天气和海况措施，保证船舶航行和海上作业在适航的天气条件下进行，一旦有恶劣天气来临，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合作，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

7.4.2 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:

珠海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: 培训内容应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游戏中或得。

演习: 应定期参加应急响应练习, 检验应急计划中的各个环节是否能快速、协调有效的实施, 提高应急响应系统的实战能力。

演习目标:

- a) 使参与应急响应的各成员部分掌握、熟悉和深刻理解各自的职责;
- b) 保持应急响应各个环节的快速、协调、有效的运作;
- c) 检查设备的可用性和性能;
- d) 考核各级应急响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响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) 应急响应

应急响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, 并立即向珠海海事局等部门报告:

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, 尽快再向公安报警(通报)部门采取应急响应措施。

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响应行动。

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, 以作为员工的培训学习的案例, 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气物等，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，根据具体情况立即做出反应，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，调动必须的设备、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。

7.4.3 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：

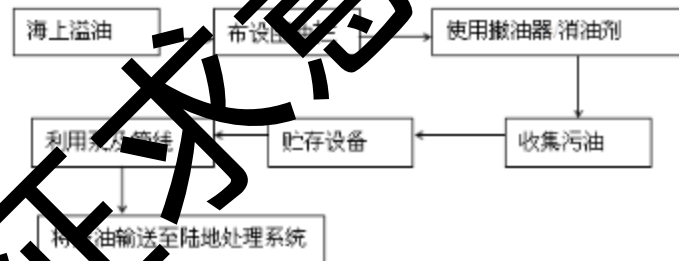


图 7.4.3-1 溢油处理系统流程图

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。

7.4.4 本项目需配备主要应急设施及设备

除了充分利用周边目前已有的溢油应急设施、器材外，本项目采砂船应配备一定数量的应急设备和器材，以便能够及时应对溢油风险。同时，本项目采砂船自身配备一定数量的溢油应急设施和器材，还能够应对跑、冒、滴、漏油等大概率事件发生。配备的

应急器材数量见表 7.4.4-3。

表 7.4.4-3 应急器材设置一览表

本项目采砂船配备的防污应急设施和器材		
序号	应急设备和器材	数量
1	手提式灭火器	20 个
2	吸油毡	300kg
3	围油栏	400m
	合计	
有资质的单位提供的防污应急设施		
1	防污染工作船	1 艘
2	围油栏	400m
3	吸油毡	300kg
4	手提式灭火器	20 个
5	推车式灭火器	2 辆
6	锚、缆绳和垃圾袋等	若干

7.4.5 本项目施工船舶避台应急方案

贯彻“以防为主，安全第一”的避台方针，积极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，切实做好避台工作，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》，《珠海市防风工作预案》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高栏岛东南侧海域，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，登陆政府相关网站（常用台风查询网址），获取台风的最新情况，施工船舶收听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，以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, 必须要出去时, 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, 提出预防措施并落实。

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。

7.4.6 当地海事、海洋管理部门应急系统联动方案

采砂单位应建立与当地海事、海洋管理部门的应急联动, 实现资源的合理有效利用, 及时处置初期阶段事故, 有效防止重特大事故发生、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、海洋管理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。

第八章 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。《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。目前可用于浮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，将所需级配的沙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、洗砂

均采用专业设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制，同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、洗砂过程中的悬浮泥沙排放及对水质的影响。

项目生产作业船舶所产生的固体废弃物及含油污水将均收集上岸进行处理，生活污水经处理后达标排放。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，如发现异常情况，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、合理的防护措施

为减少采砂过程中产生的污染，采砂单位须制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 悬浮泥沙及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，可能造成的环境影响是采砂作业产生的悬浮泥沙对海洋环境和周围环境敏感保护目标的影响；以及海砂开采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。 (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，减低悬浮物浓度。 (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，必要时可暂停作业。	避免采砂作业影响超出预测范围	采砂区	采砂单位	贯穿整个采砂过程

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***万 m³，敏感期开采量不超过***万 m³。由环境监理单位对海砂开采总量进行监督。

8.2.2 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、洗砂过程产生的废水、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的污染物接收和处置协议。

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。采砂船舶含油污水依据《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，应将其交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接收单位接收。采砂中标单位在开工前应与其在合同中应明确施工期船舶含油污水必须全部收集处理，并施工单位应与接受单位签订船舶油污水接受协议。船舶含油污水必须储存在污油柜中，应当按规定在《油类记录簿》上如实记载操作情况。确需排放油污水时采砂船可通知接收单位按时派船进行油污水接收作业，作业船舶将接收到的油污水临时储存在接收船舶的污油罐中，等靠泊码头后安排污油车将污油罐中的油污水转运并进行无害化处理。

洗砂过程产生的废水：洗砂过程的冲洗过筛用水因直接取用海水，故洗砂过程产生的淤泥、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：采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求排放入海。

固废：主要来自船舶生活垃圾，贝壳、砾石等尾矿。船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理。尾矿主要是洗砂后产生的贝壳、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。

8.2.3 采砂期生态影响防治对策

8.2.3.1 中华白海豚和印太江豚保护措施

(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，严禁施工人员捕猎。在采砂过程中，如发现有白海豚出没，运砂船与采砂船须减速，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。船行的速度限制在 10 节以下，可以有效防止航船撞击海豚和降低噪音滋扰，因此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，也应预先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。

8.2.3.2 海洋生态补偿措施

(1) 生态补偿方案

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，采砂单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿。根据生物损失量和资源损失计算，本项目因海砂开采造成的生物资源损害应给予的海洋生物资源赔偿总额为 8604.27 万元。

《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发[2006]9号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。

目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：（1）经济补偿；（2）资源补偿，对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；（3）生境补偿，对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建。

根据《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》，采砂单位是涉渔工程水生生物资源保护和补偿的主体，应根据环境影响评价报告中所列的水生生物资源保护和补偿内容，制定具体的实施方案。渔业部门要对实施方案编制进行组织协调和指导把关，确保方案合理可行。采砂单位应根据实施方案，组织落实水生生物资源保护和补偿措施。无能力落实保护和补偿措施的，可以委托具备相应能力的社会第三方机构实施。补偿资金由建设单位支付给受委托的社会第三方机构。渔业部门要对保护和补偿措施落实情况进行监督管理，组织开展技术审查和调查评估，所需相关费用应纳入补偿资金。

(1) 海洋生态修复措施

就本项目的生态补偿措施，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部《关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》和《全国水生生物增殖放流总体规划（2011-2020）》规定的适宜在当地海域放流的鱼虾种。放流后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。

本报告就本项目的工程特点、排放污染物特征以及项目海域环境特征，有针对性的提出了生态影响防治对策和生态修复措施。生态影响防治对策措施见表 8.2.3-1。

表 8.2.3-1 生态保护对策措施一览表

类别	环保措施	预期效果	实施地点	投入使用时间	责任主体	运行机制
渔业资源	渔业资源繁殖季节开采强度降低 50%	减小悬沙影响程度和范围，减小对鱼卵仔鱼的影响	采砂区	3月1日至5月31日	采砂单位	定期
	选择适合本海域生长的鱼类进行放流。	通过人工放流，增加渔业资源量	采砂区	南海休渔初期的6月初	采砂单位组织落实，渔业部门监督管理	沟通磋商
底栖生物	施工前打钻孔了解开采区砂源分布情况，对砂源储量稀少的区域不进行开采	减少对海砂储量稀少区域底质的扰动	采砂区	采砂作业期间	采砂单位	连续
	对采砂作业准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，避免在一个区域重复开采	减少对采砂区底质扰动的强度	采砂区	采砂作业期间	采砂单位	连续

	选择适合本海域生长的贝类底播。	通过贝类底播，增加底栖生物资源量	采砂区	在南海休渔初期的6月初	采砂单位组织落实，渔业部门监督管理	沟通磋商
--	-----------------	------------------	-----	-------------	-------------------	------

8.2.3.3 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对损害海域水体生境，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，减低悬浮物浓度。

(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。

8.2.4 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。

8.2.5 噪声防治措施

(1) 在南海幼鱼幼虾保护期（3月1日至5月31日）通过减少夜间施工时间和减少施工机械设备数量来减少施工强度，确需连续施工作业的，经建设部门预审后向环境

生态主管部门申请，经批准取得《施工噪声许可证》后才可施工。

(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降低运行噪声。

8.2.6 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 8.2.6-1。

表 8.2.6-1 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，加强与上下游企业的沟通	/
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	/
恶劣天气情况下的交通安全	防范台风、风暴潮以及海浪的袭击	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、疏浚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
	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	/

8.2.7 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 10.2.7-1 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，船舶含油污水、船舶垃圾按法规要求交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接；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污染防治措施可行，并具有技术、经济可行性。

征求意见稿

表 10.2.7-1 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,减低悬浮物浓度。 (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	将其交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接收单位接收。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船舶含油污水必须全部收集处理,由施工单位自行与接收单位签订船舶油污水接收协议。船舶含油污水必须储存在污油柜中,应当按规定在《油类记录簿》上如实记载操作情况。确需排放油污水时采砂船可通知接收单位按时派船进行油污水接收作业,作业船舶将接收到的油污水临时储存在接收船舶的污油柜中,等靠泊码头后安排污油车将污油罐中的油污水转运并进行无害化处理。	不排海,不影响该海域水质和生态环境。	交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接收单位接收。	由采砂单位委托接收单位完成	定期
	生活污水	采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施,将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求排放入海。	经处理后按标准要求排海,对海域水质和生态环境影响较小。			不定期
	洗砂废水	洗砂过程的冲洗过筛用水因直接取用海水,故洗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,对环境的影响较小。	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	船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后,由环卫部门清运处理。	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	<p>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，运砂船与采砂船须减速，并尽量减少施工船器的开动力，以减轻施工噪音对海豚的干扰。船行的速度限制在 10 节以下，可以有效防止船舶撞击海豚和降低噪音滋扰，因此如果有海豚出现在航道上，运砂船应减速或暂停作业，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海洋管理机构处理。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急预案，以准备第一时间尽快清理油污及防止扩散。</p>	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	
	<p>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。</p>					
	<p>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，减低悬浮物浓度。</p>					
	<p>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。</p>					
	<p>生态损失补偿：采用增殖放流等方法进行补偿。</p>					通过人工放流，增加渔业资源量

第九章 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评价方法，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（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。

9.2.2 海洋生物资源直接经济损失

根据第6章的计算结果，各类渔业资源直接经济损失总额为2868.09万元；海洋生物资源损害赔偿额为8604.27万元。

9.2.3 小结

本章节分析了在拟申请的300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。

(3) 根据本报告建议的开采强度和开采期限计算，本项目因海砂开采造成的生物资源损害应给予的海洋生物资源赔偿总额为8604.27万元。

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	25
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	8604.27
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
合计	—	—	8859.27

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，项目在经济环境效益方面是可行的。

征求意见稿

第十章 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》矿区共探获回填料用海砂原矿量（控制的+推断的）***万 m³，采砂区可采出的海砂原矿矿石量约为***万 m³，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。
		吸砂功率与洗砂功率相匹配。	节约能耗，提高开采效率，降低未吸上船舶的悬沙量。
		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。
		洗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
		提高洗砂效率和出砂量	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一艘射流抽吸式采砂船和9艘自卸皮带船	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。
		采砂效率≥10000m ³ /h	满足开采强度和开采量控制要求
		采砂船每半年都需要年检，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。项目选址位于南海中上层鱼类产卵场中的珠江口近海蓝圆鲹产卵场（产卵期为12~3月）和珠江口近海鲑鱼产卵场（产卵地为1~3月），南海底层、近底层鱼类产卵场中的珠江口近海绯鲤类产卵场（产卵期为3~6月），南海区幼鱼、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(12月至翌年6月,共7个月)和非敏感期(7月至11月,共5个月)进行作业,非敏感期每月作业天数不应超过20天,敏感期每月作业天数不应超过10天,同时,考虑到春节期间约有一个月因放假等因素无法作业,综合计算后全年开采天数约为137天。实际每月开采天数见表10.2-1。

表 10.2-1 每月可开采天数估算一览表(单位:天)

	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
波浪 >2m	10	9	11	6	7	10	13	8	5	10	12	11	112
雷暴	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
雾	1	1	5	1	1	1	0	1	1	0	1	1	14
不可采天数	16	15	21	12	13	16	18	14	11	15	18	17	186
每月天数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
理论可采天数	15	13	10	18	18	14	13	17	17	16	12	14	179
最大工作天数	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	10	170
实际可开采天数	0	10	10	10	10	10	13	13	10	16	12	10	137

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 10.2-11 号砂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		***万 m ³ /年	7月至11月
敏感期控制开采量		***万 m ³ /年	12月至翌年6月
开采总量	年开采量	***万 m ³ /年	矿山采用间断工作制度,年工作137天。
	资源总储量	***万 m ³	原矿储量
	控制开采总量	***万 m ³	可开采资源量
采场最终境界面积		3km 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		2.34km ²	
矿区出让年限		2.91年	含4个月准备期

第十一章 环境可行性及与规划相符性分析

11.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性

11.1.1 与《广东省海洋功能区划》的符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》，本项目采砂区所在的海洋功能区为万山群岛保留区，周边海域的功能区还有湛江-珠海近海农渔业区等。

万山群岛保留区的海域使用管理要求为：1. 加强管理，严禁随意开发；2. 严禁显著改变海域自然属性；3. 通过严格论证，合理安排相关开发活动；4. 维护海上交通安全，优先保障军事用海需求。所在功能区海洋环境保护要求为：1. 保护万山群岛海域生态环境；2. 加强对海岛污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控；3. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。

采砂作业是在严格论证的前提下进行的合理开发活动，不属于随意开发行为，用海方式为其它方式（一级类）中海砂等矿产开采（二级类），无需在海上建设任何永久性水工构筑物，不改变所在海域的自然属性符合海域使用管理要求中的第1、2条；该采砂区块也正在开展海域使用论证工作，本项目海砂开采是合理开发珠海海域的砂矿资源，经过严格论证，可为相关造海工程提供填海用砂，项目选址地是比较理想的采砂区域，尽量减轻了对交通运输、旅游、海洋能、倾废、海底管线、保护区等用海需求的影响；采砂作业也是在严格管理的情况下进行工作的，将严格遵守海事航道管理部门的管理，采取一定的通航安全保障措施，同时按要求办理相关水上、水下施工作业许可证，不会对海洋交通安全造成影响，不会影响军事用海需求，符合海域使用管理要求中的第3、4条。

在海砂开采过程中，悬浮泥沙影响范围主要集中在海砂开采区附近，基本不会影响到周边的海洋功能区划，符合项目所在海洋功能区划的水质要求。此外，采砂施工过程中悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，一旦施工结束此污染便会消失。

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，项目采砂期间，在产卵场产卵期、幼鱼幼虾保护区保护期（12月到翌年6月）拟降低采砂强度，同时，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，尽量减少对万山群岛保留区的影响；施工结束后，在渔业部门的指导下，积极采取有效的生态补偿措施，修复受损的海洋生态环境。采砂单位落实上

述措施后，采砂作业对海域生态环境的影响较小，符合海洋环境保护要求中的第1条；采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求排放入海。施工过程中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，一旦施工结束此污染便会消失。项目采砂作业期对项目所在海域的水质、沉积物和海洋生态环境影响较小，采砂期间拟对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也将对造成的海洋生态损失及时进行补偿，则可将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。符合海洋环境保护要求中的第2、3条。

表 11.1.1-1 项目与省海洋功能区划的符合性分析

海域管理要求	项目与海域管理要求的符合性分析
1. 加强管理，严禁随意开发；	本项目海砂开采经广东省统一规划和论证，为广东省国家重大项目供砂，并拟经过统一招拍挂出让，在项目实施中在监理、监管的监督下，严格按照获行政许可的范围进行开采，采砂作业是在严格论证的前提下进行的合理开发活动，不属于随意开发行为；
2. 严禁显著改变海域自然属性；	本项目为海砂开采项目，用海方式为其它方式（一级类）中海砂等矿产开采（二级类），不需在海上建设任何永久性水工构筑物，不改变所在海域的自然属性；
3. 通过严格论证，合理安排相关开发活动。	该采砂区块在《广东省开展海域使用论证工作》，本项目海砂开采是合理开发珠海海砂资源，经过严格论证，可为相关涉海工程提供填海用砂，拟采砂区块是比较理想的采砂区域，尽量减轻了对交通运输、旅游、海洋工程、倾废、海底管线、保护区等用海需求的影响；
4. 维护海上交通安全，优先保障军事用海需求。	本项目采砂作业是在严格管理的情况下进行工作的，也将严格遵守海事管理部门的管理，采取一定的通航安全保障措施，同时按要求办理相关水上、水下施工作业许可证，不会对海洋交通安全造成影响，本项目无需占用军用管线用海及海上军事训练区，不会影响军事用海需求。
海洋环境保护管理要求	项目与海洋环境保护管理要求的符合性分析
1. 保护万山群岛海域生态环境；	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，尽量减少对万山群岛海域生态环境的影响，施工结束后，在渔业部门的指导下，积极采取有效的生态补偿措施，修复受损的海洋生态环境。采砂单位落实上述措施后，采砂作业对海域生态环境的影响较小；
2. 加强对海岛污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控；	采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求排放入海。施工过程中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，一旦施工结束此污染便会消失。

海域管理要求	项目与海域管理要求的符合性分析
3.海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。	本施工过程中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，一旦施工结束此污染便会消失。项目采砂作业期对项目所在海域的水质、沉积物和海洋生态环境影响较小，项目采砂作业期对项目所在海域的水质、沉积物和海洋生态环境影响较小，采砂期间拟对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也将对造成的海洋生态损失及时进行补偿，则可将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。
与省海洋功能区划是否符合	符合

采砂区块周边海域的功能区还有湛江-珠海近海农渔业区，与项目最近距离约2.99km，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，一旦施工结束此污染便会消失。项目采砂作业期对项目周边海洋功能区的水质、沉积物和海洋生态环境影响很小。

综上所述，海砂开采属于矿产资源利用，在合理开发并采取一定的环境保护措施的前提下，对所在海洋功能区万山群岛保留区的影响较小，对周边海洋功能区影响很小，总体而言其影响可控可接受。项目选址和海砂开采符合万山群岛保留区海域管理要求，本项目海砂开采符合《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（2012年）。

11.1.2 与《广东省近岸海域环境功能区划》的符合性分析

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）和《关于调整珠海市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（2007），近岸海域环境功能区向岸海域宽度，基本沿10米等深线（对于大陆架陡峭段为5米等深线）作规整后确定，本项目整体水深31.95~32.45m，不属于近岸海域范围，本项目所在海域近岸海域环境功能区划图见图2.2.1-2。

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，尽量减少对湛江-珠海近海农渔业区的影响；施工结束后，在渔业部门的指导下，积极采取有效的生态补偿措施，修复受损的海洋生态环境。采砂单位落实上述措施后，采砂作业对海域生态环境的影响较小，对项目近岸海域环境功能影响甚微。因此，本项目海砂开采符合《广东省近岸海域环境功能区划》。

11.1.3 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下

四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于广东省海洋主体功能区规划的优化开发区域，具体位置关系见图11.1.3-1。该区域开发总体格局为“构建以广州、深圳、珠海为核心的珠江三角洲海洋经济优化开发区，以惠州、东莞、中山、江门等节点城市补充的珠江三角洲一体化海洋空间开发格局，与港澳共同推进海洋开发与保护。粤东西两翼构建以湛江港和汕头港为中心的海洋优化开发区，加强与珠三角海洋优化发展区域的联系，推进湛江湾与北部湾经济区的对接，促进汕头港与海峡西岸经济区的协作。”

本项目为海砂开采项目，用海期限较短，且不进行构筑物建设。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。此外，本项目的建设可为广东省重大项目提供海砂，保障重大项目的用砂需求，有效解决广东省“用砂难、用砂贵”的问题。推进项目所在区域的建设。总体来讲，本项目建设符合《广东省海洋主体功能区规划》要求。

征求意见稿



图 11.1.3-1 本项目与广东省海洋主体功能区规划位置关系图（引自《广东省海洋主体功能区规划》）

11.1.4 与广东省“三区三线”的符合性分析

(1) 项目所在海域海洋生态红线区

根据广东省“三区三线”划定的生态保护红线，本项目不位于海洋生态红线区内，评价范围内只涉及万山群岛重要渔业资源产卵场红线区，与该海洋生态红线的距离 20.91km（见表 11.1.4-1 和图 2.2.4-1）。

表 11.1.4-1 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	万山群岛重要渔业资源产卵场	重要渔业海域	东侧	20.91

(2) 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目无需占用海洋生态红线区，与海洋生态红线区的最近距离均在 20km 以上，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙不会扩散至项目附近的海洋生态红线区，此外，本项目施工过程中产生的船舶舱底含油污水、生活污水、生活垃圾等均拟收集上岸处理，因此施工过程中产生的船舶生活污水、船舶舱底含油污水和船舶生活垃圾等均不直接排放入海，不会对附近的海洋生态红线产生影响。因此，本项目基本不会对海洋生态红线产生影响，但项目仍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。

(3) 小结

综合分析，本项目的建设符合广东省“三区三线”的要求。

11.2 区域和行业规划的符合性

11.2.1 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

广东省人民政府、国家海洋局于2017年12月联合发布《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。《规划》全面贯彻落实党的十九大精神，坚持陆海统筹，加快建设海洋强国的重要举措，是优化生态安全屏障体系、加快海洋生态文明建设、维护生态安全、建设美丽中国的必然要求。各部门应加强陆海统筹和海岸带综合管理，促进海洋资源环境保护与产业转型升级和开放型经济发展相互结合，拓展蓝色经济空间，打造沿海经济带。

本项目无需占用岸线，与岸线距离较远，不会对岸线的基本属性、物质组成和生态功能等产生影响。本项目位于海洋生产空间（建设用海空间），建设用海空间应重点保障重大基础设施、国防工程、重大民生工程和国家重大战略利用用海，优先支持海洋战略性新兴产业、绿色环保产业、循环经济产业发展和海洋特色产业园区建设用海。

本项目的实施在一定程度上解决了项目所在地建设用砂的社会供需矛盾，促进了地方经济建设，加快了城市的建设步伐，有利于项目所在地区社会经济的进一步繁荣发展。因此，本项目海砂开采满足海域“三线”和“海陆三区”的管控要求，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

11.2.2 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

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第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

11.2.3 与《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

《珠海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》指出，“十四五”时期珠海发展定位为：围绕新珠海、新经济、新生活，打造粤港澳大湾区经济新引擎、独具特色令人向往的大湾区魅力之城和践行新发展理念的典范城市，努力建设枢纽型核心城市和新时代中国特色社会主义现代化国际化经济特区。规划指出打造粤港澳大湾区经济新引擎就包括创建现代海洋城市，优化海洋开发格局，拓展蓝色发展空间，提升海洋产业竞争力，发展特色海洋经济，推进海洋治理体系和治理能力现代化。

科学、合理、合法的海砂开采项目的开展有利于珠海市建设枢纽型核心城市和新时代中国特色社会主义现代化国际化经济特区的布局，在一定程度上解决了珠海大型工程建设用砂的社会供需矛盾，因此，本项目海砂开采符合《珠海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》。

11.2.4 本项目与《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 6.3-1），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”。

本项目作为海砂开采项目，项目实施期间严格执行区域生态环境保护的要求，严控污染物排海，加强环境监测。因此，本项目符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

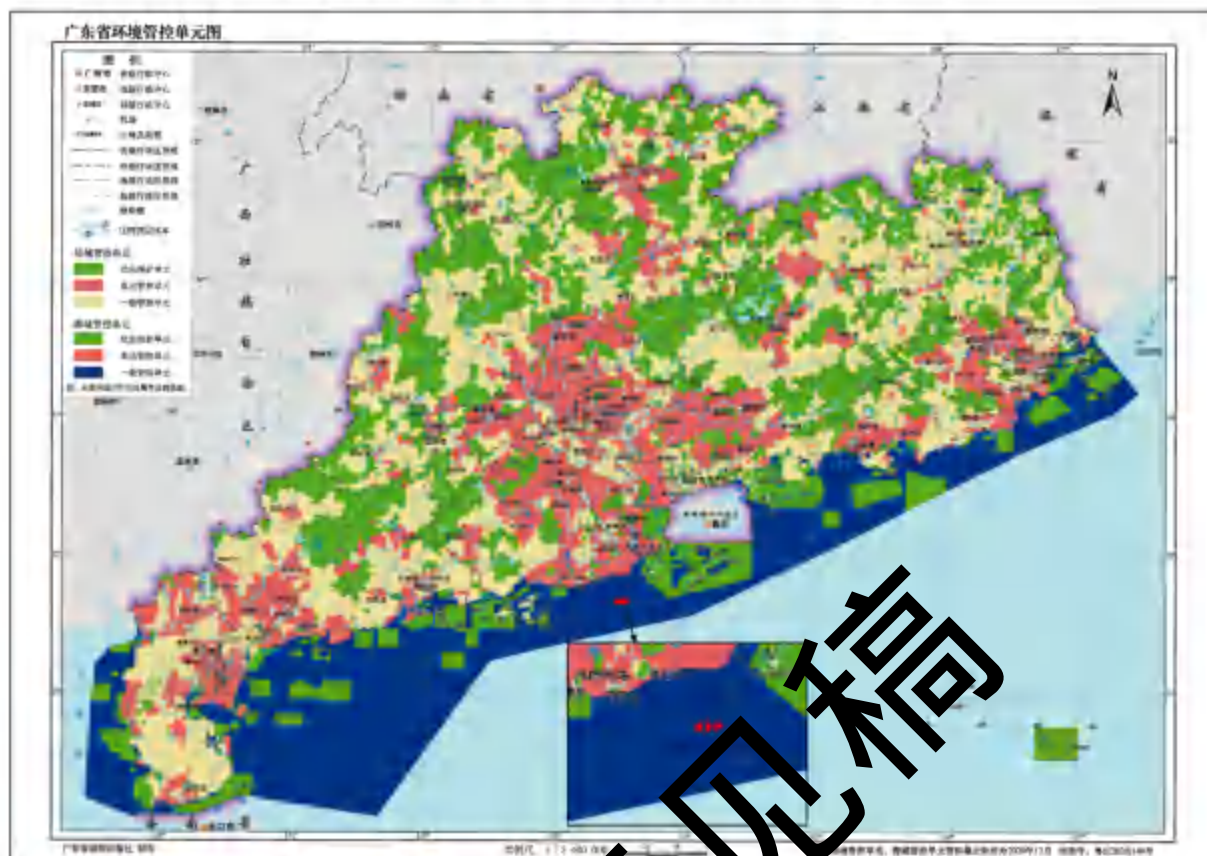


图 11.2-1 本项目与广东省环境管控单元叠加图

11.2.5 本项目与《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

11.2.5.1 生态保护红线

根据《珠海市人民政府关于印发珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（2021年6月29日），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：万山群岛保留区（HY44040030004），项目周边还有湛江-珠海近海农渔业区（HY44040030003），也位于一般管控单元，管控单元和管控要求具体见表 11.3.4-1。

表 11.2.5-1 与《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

环境管控单元名称	管控要求	相符性分析	符合性
----------	------	-------	-----

环境管控单元名称	管控要求	相符性分析	符合性
区域布局管控	<p>1-1 严格限制开展显著改变海域自然属性的用海活动，确需开发利用的应通过科学规划和严格论证，开发利用活动不得影响毗邻海域用海功能和防洪纳潮功能。</p> <p>1-2 适当保障庙湾渔港、增养殖、人工鱼礁等渔业用海及旅游娱乐用海需求；保障国防安全用海需求。</p> <p>1-3 禁止炸岛等破坏性活动，禁止破坏人工鱼礁。</p> <p>1-4 保护珊瑚礁生态系统。</p>	<p>本项目为海砂矿产开采项目，不会显著改变海域自然属性，开采位置已征求省、市两级及驻粤、驻珠各相关单位意见，与广东省海砂开采三年行动计划相符；为将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低，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，减低悬浮物浓度；同时减少在南海北部幼鱼幼虾保护期和南海鱼类产卵场产卵期的作业强度。在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也应对造成的海洋生态损失进行补偿，将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。</p>	符合
能源资源利用	<p>2-1 严格控制近海捕捞强度，实行近海捕捞产量负增长政策，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。</p>	<p>本项目为海砂开采项目，不涉及近海捕捞作业。</p>	符合
污染物排放管控	<p>3-1 污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。</p> <p>3-2 海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。</p>	<p>本项目不涉及海水养殖；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；本项目施工船舶的含油污水经收集暂存于其交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接收单位接收处理，生活污水经船舶配备的生活污水收集处理设施收集处理达标排放，施工人员产生的生活污水经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。本项目不涉及海水养殖。</p>	符合
环境风险防控	<p>4-1 引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。</p>	<p>本项目不涉及海洋动植物物种引进</p>	符合

综上所述，项目与《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求相符。

11.2.5.2 环境质量底线

《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》中的环境质量底线中对海域的要求为：近岸海域水环境质量逐步改善。

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，本项目对周边环境的影响很小，对周边环境保护目标的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。

11.2.5.3 资源利用上限分析

本项目不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，不会改变大陆自

然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有无影响。

本项目不在海岛自然岸线保有范围之内，与海岛自然岸线的距离均较远，不会改变海岛自然岸线的自然属性和生态功能，对海岛自然岸线保有无影响。

综上所述，本项目海砂开采符合资源利用上线要求。

11.2.5.4 环境准入清单分析

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（2019年本）》（2021修订版）中的限制类或淘汰类，不属于《市场准入负面清单（2022年版）》中的禁止限制类。本项目属于珠海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。

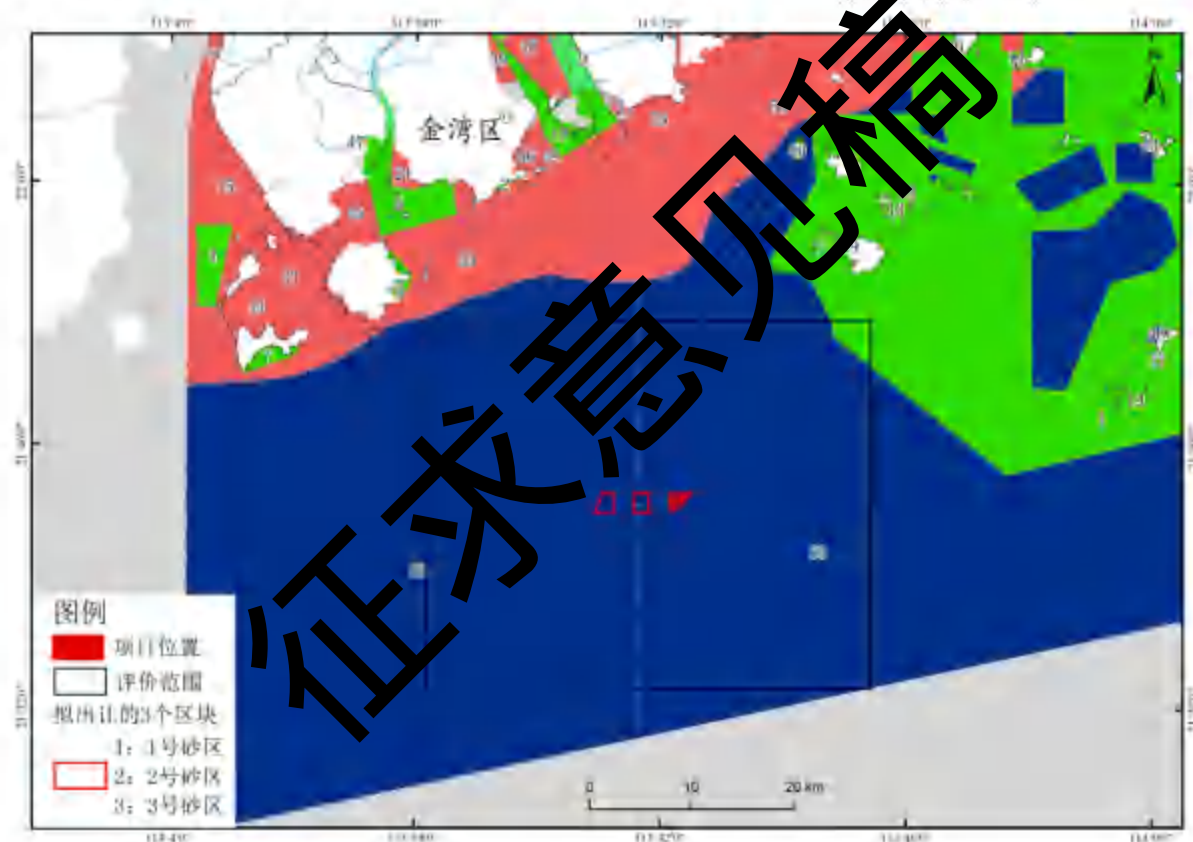


图 11.2-2 本项目与珠海市环境管控单元叠加图

11.2.6 与《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》的符合性分析

广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》中 2021 年涉及珠海市 5 块砂区海砂出让前期工作，5 块砂区总面积共 9.53 平方公里。由于 5 块砂区所在海域离岸较远，水深较深，海况常年涌浪较大，海砂开采和运输难度大，且 5 块砂区面积较小，砂区分布较集中，不利于后续开采作业及执法部门监管，珠海市自然资源局在综合省市各相关

单位反馈意见，考虑到我省现有采砂船舶开采工艺，于初步选划海域范围内只遴选出3块采砂区，每块采砂区面积较外伶仃岛东侧采砂区及小万山岛西侧砂区均有所增长，为降低后续开采活动安全风险，砂区之间保持了2公里的安全距离。其中1号砂区面积为2.8平方公里，2号、3号砂区面积各为3平方公里，总面积共8.8平方公里。本次选划3块砂区在数量上相比虽有减少，但总面积（8.8平方公里）较5块砂区总面积（9.53平方公里）相比变化不大，选址已报省自然资源厅备案。因此，本项目与《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》基本相符。

11.2.7 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主要依据和行动指南。规划提出，按照贯通陆海污染防治和生态保护的总要求，以美丽海湾建设为目标，全面加大近岸海域污染防治力度，强化陆海生态保护的统筹联动，打造“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的美丽海湾。

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珠海海域的砂矿资源，在不危害毗邻堤岸的安全、不影响珠海沿岸港口发展、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，并且运距短，运输成本低，对海洋工程建设等是有帮助的。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，这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，这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，还可通过人工放养促进渔业资源的恢复。

通过上述分析证明，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损失补偿措施，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。

因此，本项目建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的要求。

11.2.8 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提出建立健全陆海统筹的生态环境治理制度，打好珠江口邻近海域综合治理攻坚战，扎实推进美丽海湾保护与建设，实现广东海洋生态环境质量持续改善，推进海洋生态文明建设取得新进步。规划指出，发挥粤港澳大湾区和深圳中国特色社会主义先行示范区“双区”引领作用，珠三角核心区突出创新驱动、示范带动，推进城市群生态文明建设，实施美丽海湾建设等示范行动。积极推动广州南沙、深圳前海、珠海横琴等区域重大战略平台绿色低碳发展，创新陆海生态环境治理，形成一批可复制、可推广的创新成果。支持和鼓励广州、深圳等地大胆创新，全面支持深圳全球海洋中心城市建设，助推广州打造成为世界海洋创新发展之都，助力珠海创建现代海洋城市，对标国际最优最强湾区城市，在海洋生态红线中实施最严守护，在海洋污染防治工作中做到标杆表率，在海洋生态环境保护与高质量发展中做到引领示范，在区域治理合作中做到深度融合。

本项目地处珠海，本项目的建设可为珠海的建设项目项目提供海砂，保障珠海建设项目的用砂需求，助力珠海创建现代海洋城市。本项目施工期和运营期严控污染物排海、加强环境监测，同时做好应急预案。因此，本项目符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的要求。

11.2.9 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性

《广东海洋经济综合试验区发展规划》明确提出，广东省近海海域“领海外部界线至500米等深线之间的区域，拥有丰富的海洋渔业、油气矿产和海洋可再生能源等资源，海洋开发潜力巨大，是实现海洋经济综合开发的重要区域……加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度”，“要强化涉海基础设施建设，按照统筹规划、合理布局、适度超前、安全可靠的要求，加快海洋运输、海堤防灾、渔业港口、能源通信等基础设

施体系建设，提高海洋经济综合开发保障能力”。

本项目为海洋矿产资源开发工程，科学合理的海砂开采对《规划》提出的强化涉海基础设施建设具有积极的促进作用，因此本项目符合《广东海洋经济综合试验区发展规划》。

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洋功能区划、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《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》《广东省近岸海域环境功能区划》，符合《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海洋生态红线》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《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》《珠海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》《珠海市“三线一单”生态环境分区管控方案》《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东海洋经济综合试验区发展规划》。

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（2019年本）》（2021修订版）中的限制类或淘汰类，不属于《市场准入负面清单（2022年版）》中的禁止限制类。本项目属于珠海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 生态用海方案

11.3.2.1 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，将所需级配的沙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、洗砂均采用专用设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制。同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、洗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。

11.3.2.2 污染排放与控制

船舶含油污水交由经珠海市交通运输局备案的船舶污染物接收单位接收。采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集处理设备，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水处理后按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3572-2018）的要求排放入海。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。洗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。

11.3.2.3 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。

11.3.3 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。

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。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 44668.52kg，游泳生物(鱼类)的损失量为 541.90kg，鱼卵 0 粒、仔稚鱼 0.56×10^9 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。

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 $0.5\% \text{m/m}$ 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。

第十二章 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，需填写现场监理记录，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。

根据《海砂开采动态监测简明规范（试行）》的规定，加强对施工单位的监管和海砂开采跟踪动态监测的工作，发现问题及时解决，防止海砂开采对海洋资源、生态环境、海洋设施以及海岸、海底地形等造成损害。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、水质悬浮物等方面的影响，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，采砂作业期和采砂结束后海洋环境监测方案如下：

（1）海底地形的监测

监测内容：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：海砂开采区沿主流向向两侧各延伸 2km，垂直主流向向两侧各延伸 3km 范围。

监测频率：海砂开采前进行一次，开采后每年至少进行一次。

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。

测量比例尺：海砂开采区 1:5000，向外延伸区 1:10000。

测线及测点布设：测线垂直等深线平行布设，测线间距为 100m，测点间距为 50m；垂直主测线布设少量检查线，检查线间隔 500m。

（2）水下地貌监测

监测范围：从海砂开采区起向岸延伸 5km 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：海砂开采前进行一次，开采后每年至少进行一次。

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，设置水质监测站位 9 个，沉积物站位 5 个，生态站位 5 个监测。详见图 12.4-1。监测周期为开采后每 6 个月的大潮期进行一次。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。

海洋海水水质评价因子：水温、盐度、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、亚硝酸盐、硝酸盐、无机磷、油类、悬浮物、硫化物、挥发酚、铜(Cu)、铅(Pb)、镉(Cd)、锌(Zn)、汞(Hg)、砷(As)、总铬(Cr)、666、滴滴涕和多氯联苯。

海洋沉积物评价因子：现场描述、粒度、pH、硫化物、有机碳、油类、挥发酚、铜(Cu)、铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)、锌(Zn)、总汞(Hg)、砷(As)。

海洋生物评价因子：叶绿素 a 及初级生产力、浮游动物、浮游植物、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质量监测的采砂单位，做出罚款、暂停采砂等处罚。

(3) 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。

(4) 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 124637-2007)的要求。

(5) 执行单位和监督单位

委托有资质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。

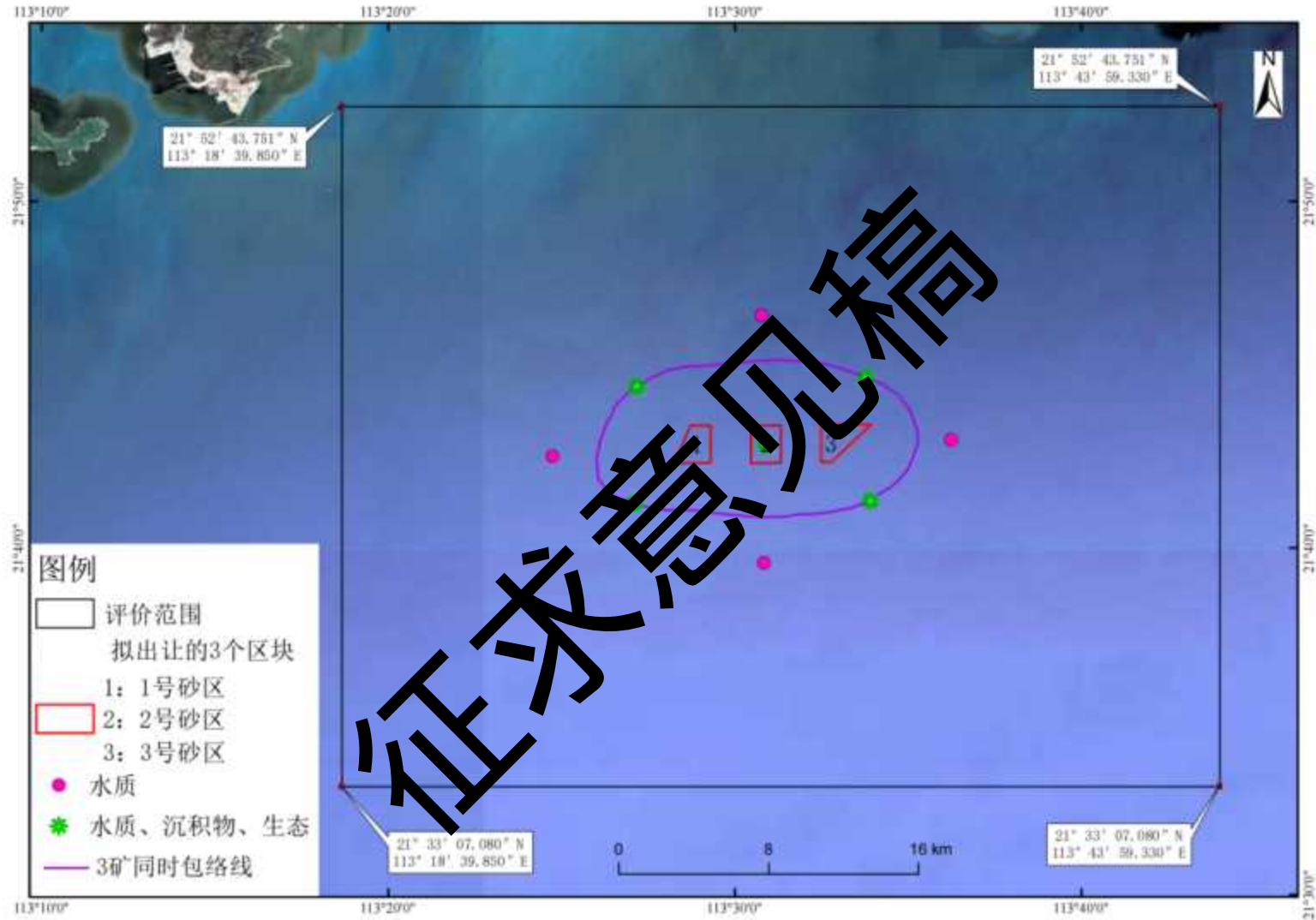


图 12.4-1 环境监测站位示意图

第十三章 环境影响评价结论及对策建议

13.1 工程概况

本项目位于广东省珠海市高栏岛东南约 34km，横琴岛南端 39km 处海域。拟申请采砂区用海面积 300 公顷，矿区共探获回填料用海砂原矿量（控制的+推断的）***万 m³，采砂区可采出的海砂原矿矿石量约为***万 m³，建设规模为年产***万 m³，矿区出让年限约 2 年 11 个月（含准备期 4 个月）。根据推荐采砂方案，拟采用采砂量约 2000m³/h 的射流抽吸式采砂船 6 艘，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 31.33kg/s；洗砂过程产生的悬浮泥沙源强为 125.29kg/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 52.28m³/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 48.48 t/d，石油类产生量为 484.8kg。

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。

13.4 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

通过采用数学模型对三号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 2.2 km 范围内,在 2.2km 外流速变化小于 0.01m/s,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。三个采砂区同时开挖对附近海域潮流动力的影响主要集中在采砂区周边 2.6km 范围内,离采砂区越远,潮流影响越小。由于工程后采砂区浚深,采砂区内涨落潮平均流速呈减小趋势,流向略有变化,最大流速减小值约 0.036m/s。水动力环境变化较大的区域主要在采砂区附近,距离采砂区 2.6km 以外的海域水动力环境基本无变化。

13.4.2 地形地貌与冲淤环境影响评价结论

三号采砂区单独采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 2.1km 范围内,而项目附近的海底电缆管道、大万山群岛渔业资源产卵场等等敏感目标与采砂区的距离均大于 2.1km,因此,三号采砂区单独采砂后引起的冲淤变化对敏感目标的影响很小。三采砂区同时采砂后引起的冲淤变化主要集中在工程周边 2.1km 范围内,而项目附近的海底电缆管道、大万山群岛渔业资源产卵场等等敏感目标与采砂区的距离均大于 2.1km,因此,三采砂区同时采砂后引起的冲淤变化对敏感目标的影响很小。

13.4.3 水环境影响评价结论

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东南和西北方向运动。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。表层没有产生超过100mg/L的浓度区,大于10mg/L的包络线面积约为84.23km²,大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为47.59km²,大于50 mg/L 浓度区的包络线面积为17.15km²;中层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为85.69km²,大于20 mg/L 浓度区的包络线面积为51.15km²,大于50mg/L 浓度区的包络线面积为19.43km²,大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为1.06km²;底层大于10mg/L 浓度区的包络线面积为86.85km²,大于20 mg/L 浓度区的包络线面积

为53.12km²，大于50 mg/L 浓度区的包络线面积为22.41km²，大于100 mg/L 浓度区的包络线面积为5.68km²。

13.4.4 海洋沉积物环境影响评价影响

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

项目采砂将造成栖息于此的底栖生物生物量的损失，采砂和溢流过程产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 44668.52kg，游泳生物(鱼类)的损失量为 541.90kg，鱼卵 0 粒、仔稚鱼 0.56×10⁹尾，本项目因海砂开采造成的生物资源损害应给予的海洋生物资源赔偿总额为 8604.27 万元。项目应采取一定的生态补偿措施，对项目施工期造成的生物损失补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

13.5 环境风险影响评价结论

采砂作业环境风险事故主要来自灾害性天气、繁忙船舶往来等环境下或者由于超载超限量等违规操作、忽略安全行驶，导致船舶碰撞而发生溢油事故。项目所在海域热带气旋活动频繁，运砂船多是小船，抗风浪能力差，每天穿梭来往的次数较多，超载、超限量等违章行为时有发生，因此船舶存在恶劣天气条件下与沿途运输的船舶碰撞的风险。

拟申请采砂区位于珠海海事局的有效管理、服务范围内，建议将本项目纳入到珠海市应急预案中，将有利于海事行政主管部门进行监督管理，保障海砂开采作业安全。除了充分利用周边目前已有的溢油应急设施、器材外，本项目采砂船应配备一定数量的应急设备和器材，以便能够及时应对溢油风险。

为了最大程度降低风险事故影响，采砂单位应加强对施工作业和船舶航行的管理；要与当地港务监督部门、渔业生产部门有效沟通和协作，随时向海上交通安全管理部门通报采砂船的航行与作业情况；制定防范恶劣天气和海况措施，船舶航行和海上抽砂作

业应在适航的天气条件下进行；应编制事故预防与应急计划，配备必要的应急反应设备、制定严格的行动规程。

13.6 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。

13.7 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，该工程项目的取得较好的社会效益，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。

13.8 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。

13.9 环境影响评价结论

本项目符合国家的《产业结构调整指导目录》（2019年本）《广东省“三区三线”划定的生态保护红线》《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》及《珠海市“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，落实本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。

13.10 环境保护对策建议

(1) 采砂中标单位应建立健全安全管理制度，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，避免发生水上交通安全事故。

(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。对采砂作业准确定位、详细记录其过程，防止越界开采、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，减低悬浮物浓度；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动态监测计划，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) 项目所在海域处于万山群岛保留区，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) 建议三个区块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。

征求意见稿