广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采海域使用论证报告书

（公示稿）

广东省海洋发展规划研究中心

二〇二一年十一月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4415022021001417		
论证报告所属项目名称	广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东省海洋发展规划研究中心		
统一社会信用代码	124400003039297573		
法人代表	徐天		
联系人	黄思龙		
联系人手机	13186967627		
二、编制人员有关情况			
姓名	**信用编号**	**本项论证职责**	**签字**
孙华烨	BH001118	论证项目负责人	
杨名名	BH001115	1. 概述 3. 项目所在海域概况 4. 项目用海资源环境影响分析 7. 项目用海合理性分析 9. 结论与建议	
黄思龙	BH001116	5. 海域开发利用协调分析	
彭子奇	BH001117	2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 1. 概述	
孙华烨	BH001118	2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况 4. 项目用海资源环境影响分析 8. 海域使用对策措施 1. 概述	
张昊丹	BH001712	7. 项目用海合理性分析	
李博文	BH001713	2. 项目用海基本情况	
邵子南	BH001766	3. 项目所在海域概况	

本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。**愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。**

承诺主体(公章)：

2024 年 11 月 26 日

全国海域使用论证信用平台 AnCOup

关于《广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采海域使用论证报告书》全文公示删减内容及理由的说明

根据《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2021〕1 号）相关要求，我单位对《广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采海域使用论证报告书》全本予以公示。

在此次公示中，我单位按要求删除或模糊处理其中涉及技术秘密、商业秘密等内容。现将删除或模糊处理内容说明如下：

1.删除或模糊处理工程具体位置，具体平面布置情况、开采期限等敏感信息。

原因：此部分内容属于项目建设的涉密部分。

2.模糊处理本项目海砂资源量、具体开采量、投资估算与经济效益等主要经济指标。

原因：此部分内容属于项目的商业秘密。

3.删除或模糊处理有关引用材料的编制单位信息。

原因：影响第三方商业秘密。

4.删除数模计算过程，保留结果。

原因：影响我单位商业秘密。

5.公示内容不包含环境监测、现场踏勘详细数据记录。

原因：详细数据涉及监测单位和详勘单位的商业秘密。

6.删除项目工程地质勘察、地形地貌调查的部分图件及数据，保留分析结论。

原因：此部分内容属于项目建设的涉密部分。

7.删除附件内容。

原因：此部分内容涉及用海单位、利益相关者及有关管理部门的管理要求，附件文件未经同意不允许公开。

中鉴认证有限责任公司

质量管理体系认证证书

NO：0070021Q52316R0M

兹 证 明

广东省海洋发展规划研究中心

广东省广州市海珠区南华东路547号5-7楼

统一社会信用代码：124400003039297573

质量管理体系符合

GB/T 19001-2016/ISO9001:2015 标准

该质量管理体系适合

海域海岛海岸带保护利用与管理的调查研究，海洋经济与政策调查研究，遥感测绘及海洋数据和信息处理，涉海项目的规划、咨询、评估、工程和技术服务

（本证书范围仅包括证书所列场所，若覆盖范围涉及行政许可前置审批、强制性认证的，仅涵盖许可资质、强制性认证证书范围内的产品及服务）

颁证日期：2021年06月09日

本证书有效期自2021年06月09日始至2024年06月08日

获证组织必须定期接受监督审核并经审核合格此证书方继续有效

仅限广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采使用

公司代表（签名）

中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C007-M

本证书信息可在国家认证认可监督管理委员会官方网站（www.cnca.gov.cn）上查询
证书时效及适用性可向认证机构查询：网址：www.gzcc.org.cn 或致电：020-66390902。
中国广东省广州市广州大道中227号华景大厦4楼(510600) 中鉴认证有限责任公司

测绘资质证书

单位名称：广东省海洋发展规划研究中心

法定代表人：徐天

注册地址：广东省广州市海珠区南华东路547号5-7楼

证书编号：丙测资字4422805

有效期至：2021年12月31日

专业范围：

丙级：摄影测绘与遥感：摄影测量与遥感外业、摄影测量与遥感内业；地理信息系统工程：地理信息数据采集、地理信息数据处理、地理信息系统及数据库建设、地理信息软件开发；工程测量：控制测量、地形测量；不动产测绘：地籍测绘；海洋测绘：海域权属测绘、海岸地形测量、水深测量、水文观测。***

发证机关（印章）

2021年5月27日

中华人民共和国自然资源部监制

仅限广东珠山尾管辖海域2021-09区块海砂开采使用

目录

1 概述 1
1.1 论证工作来由 1
1.1.1 论证背景 1
1.1.2 论证过程 2
1.2 论证依据 2
1.2.1 法律法规及相关依据 3
1.2.2 主要技术规范 4
1.2.3 相关规划 5
1.2.4 项目基础资料 5
1.3 论证工作等级和论证范围 5
1.3.1 论证工作等级 6
1.3.2 论证范围 6
1.4 论证重点 6
2 项目用海基本情况 7
2.1 海砂开采用海基本情况 7
2.1.1 海砂开采选取的原则 7
2.1.2 海砂开采的地理位置 7
2.2 海砂矿物组成及储量分析 8
2.2.1 矿体地质状况 8
2.2.2 砂源储量及品位分析 10
2.3 开采方式及生产能力 15
2.3.1 采砂工艺流程 15
2.3.2 计划开采量 16
2.4 采砂用海的必要性 16
2.4.1 项目建设必要性 16
2.4.2 项目用海必要性 18
2.5 项目申请用海情况 18
3 项目所在海域概况 19
3.1 自然环境概况 19
3.1.1 气象 19
3.1.2 海洋水文 21
3.1.3 地形地貌与冲淤 47
3.1.4 海洋灾害 60
3.1.5 海洋环境质量现状 63
3.1.6 沉积物质量现状调查与评价 85
3.1.7 生物质量现状调查与评价 91
3.2 海洋生态概况 96
3.2.1 调查监测内容 97

3.2.2 调查监测方法与依据 97
3.2.3 调查数据计算和处理 98
3.2.4 生态调查结果与评价 100
3.2.5 渔业资源调查结果与评价 124
3.3 自然资源概况 139
3.3.1 海砂资源 139
3.3.2 港口资源 140
3.3.3 航道资源 141
3.3.4 锚地资源 142
3.3.5 岛礁资源 142
3.3.6 渔业资源 143
3.3.7 三场一通道 144
3.3.8 自然保护区 146
3.4 开发利用现状 147
3.4.1 社会经济概况 147
3.4.2 海域开发利用现状 148
3.4.3 海域使用权属现状 150
4 海洋环境和资源的影响预测与评价 152
4.1 项目用海环境影响分析 152
4.1.1 对海洋水文动力环境影响分析与评价 152
4.1.2 对波浪动力环境影响分析与评价 160
4.1.3 对海底地形地貌、冲淤环境影响分析与评价 166
4.1.4 对水环境影响分析与评价 168
4.1.5 对海水沉积物环境影响分析与评价 173
4.2 项目用海生态影响分析 173
4.2.1 对初级生产力、浮游生物的影响 174
4.2.2 对底栖生物的影响 175
4.2.3 对渔业资源的影响 175
4.2.4 对附近海域水生生态系统的影响 176
4.2.5 对遮浪角东人工渔礁自然保护区的影响 177
4.2.6 对"三场一通道"的影响分析 177
4.3 项目用海资源影响分析 178
4.3.1 对海洋空间资源的影响 178
4.3.2 对海砂资源的影响 179
4.3.3 对港口资源的影响分析 179
4.3.4 对海洋生物资源的影响分析 179
4.3.5 对浮游生物和渔业资源的影响 180
4.4 海砂开采的风险性分析 182
4.4.1 环境风险识别 183
4.4.2 环境风险源项分析 183
4.4.3 溢油事故影响预测分析 186

4.4.4 项目用海风险对周边开发活动的影响 188
5 海域开发利用协调分析 189
5.1 项目用海对海域开发利用活动的影响分析 189
5.2 利益相关者的界定 191
5.3 利益相关者的协调分析 192
5.3.1 与 JH21-08、JH22-03 区块海砂开采责任人的协调分析 192
5.3.2 与航道、海事主管部门的协调分析 192
5.3.3 与保护区管理部门的协调分析 193
5.4 对国防安全保障的影响 193
5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析 193
5.4.2 对国家海洋权益的影响分析 193
6 项目用海与海洋功能区划和相关规划符合性分析 194
6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析 194
6.1.1 项目所在海域海洋功能区划 194
6.1.2 项目用海对邻近海洋功能区的影响分析 202
6.1.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析 204
6.2 与《广东省海洋生态红线》规划符合性分析 206
6.2.1 项目所在海域海洋生态红线区 206
6.2.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析 221
6.3 项目用海与相关规划符合性分析 222
6.3.1 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 222
6.3.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析 224
6.3.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析 .. 224
6.3.4 与《广东省海砂开采三年行动计划(2020—2022 年）》的符合性分析 225
6.3.5 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》的符合性分析 226
6.3.6 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性分析 226
7 海砂开采用海合理性分析 228
7.1 用海选址合理性分析 228
7.1.1 区位和社会条件适宜性分析 228
7.1.2 自然资源和生态环境适宜性分析 228
7.1.3 采砂选址与区域生态系统的适宜性 230
7.1.4 周边其他用海活动可协调性分析 231
7.1.5 采砂选址与相关部门协调情况 232
7.1.6 采砂选址合理性分析 232
7.2 用海方式和平面布置合理性分析 233
7.2.1 用海方式合理性分析 233
7.2.2 平面布置合理性分析 233
7.3 用海面积合理性分析 234

7.3.1 是否满足项目用海需求 234
7.3.2 是否符合相关行业的设计标准和规范 235
7.3.3 宗海图绘制及用海面积量算 235
7.4 用海期限合理性分析 238
7.5 投资估算与经济效益分析（略） 238
8 海域管理对策措施 238
8.1 区划实施对策措施 238
8.2 开发协调对策措施 239
8.3 风险防范对策措施 240
8.3.1 自然灾害风险防范措施 241
8.3.2 通航风险防范对策措施 241
8.3.3 溢油风险防范措施和应急对策 242
8.4 监督管理对策措施 245
8.4.1 海域使用面积监督管理对策措施 245
8.4.2 海域使用用途监督管理对策措施 245
8.4.3 海域使用时间监督管理对策措施 245
8.4.4 海域使用动态监管措施 245
8.4.5 海域使用监测计划 247
9 项目用海生态方案 248
9.1 项目用海主要生态问题 249
9.2 生态保护修复重点与目标 250
9.3 生态保护修复措施 250
9.4 生态保护修复实施计划 251
9.5 长期监测与评估 252
10 结论与建议 254
10.1 结论 254
10.1.1 项目用海基本情况 254
10.1.2 项目用海必要性结论 254
10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论 255
10.1.4 海域开发利用协调分析结论 256
10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论 256
10.1.6 项目用海合理性分析结论 257
10.1.7 项目用海可行性结论 257
10.2 建议 257

1 概述

1.1 论证工作来由

1.1.1 论证背景

砂石资源是重要的国有自然资源和战略资源，对基础设施建设和经济社会发展具有重要支撑和保障作用。随着陆地砂源日益紧张，而经济发展对砂石料的需求巨大，海砂成为现阶段勘探开发的热点。海砂是海洋中的重要矿产资源，也是海洋生态系统的重要组成部分。合理开采利用海砂，弥补陆地矿产资源的不足，发挥海砂资源的经济效益，保障国家重大项目海砂供应，具有积极意义。

自上世纪九十年代以来，我国沿海海砂开采活动十分活跃，由于投入成本相对较低，短期收益较高，受经济利益驱使，超采、滥采海砂现象时有发生，由于海砂开采而引发了诸多社会、环境和海上安全问题。但是海砂属于不可再生资源，如果不注意合理开发利用，则会导致海砂资源的枯竭和海洋资源环境的重大损害，甚至会造成国家海洋权益的重大损失。针对沿海海砂开采的问题，国家相关管理部门曾出台《关于加强海砂开采管理的通知》（国土资发〔1999〕52 号）、《海砂开采使用海域论证管理暂行办法》（国海管发〔1999〕370 号），加强海砂的管理，规范海砂开采用海秩序，使海砂开采初步走上了有偿使用、有法可依的轨道。

随着我国沿海经济的快速发展，广东省建设海洋强省步伐加快，粤港澳大湾区建设、中国特色社会主义先行示范区建设、横琴粤澳深度合作区建设等国家战略的实施，一大批涉海工程上马建设，填海造地海砂需求巨大，海砂作为填海造地工程的主要填料，市场需求较大。但是，随着开采数量和从业人员的迅速增加，局部海域海砂开采用海活动密集，对海砂资源的需求量巨大，由于海砂开采供应存在基础薄弱和出让政策机制不完善等问题，砂石供需矛盾日益突出，价格不断上涨，同时非法开采、运输问题严峻，大量不合规、不合格砂石流入市场，破坏了生态环境，扰乱了市场秩序，带来工程质量隐患。为了进一步规范海砂开采活动，合理利用海砂资源、保护海洋环境、促进海洋经济的可持续发展，根据《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》（国海管

字〔2012〕895 号）、《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》（粤府办〔2017〕62 号）、《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）和《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）规定，全面实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招标拍卖挂牌出让制度进行出让，大幅精简并优化出让环节与办事流程。广东省人民政府办公厅发布《关于进一步加强砂石资源开发利用管理工作的会议纪要》（省政府工作会议纪要〔2019〕213 号），提出全面推进海砂开采工作，通过开展海砂开采出让项目，加强市场海砂供给，解决海砂供应问题。2020 年 5 月，根据广东省海砂资源的分布情况，结合全省的建设用砂需求，以保障国家重大项目海砂供应为重点，广东省自然资源厅印发了《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）。根据该行动计划，2021 年计划开采海砂 9 片，总面积约 13.86 km^2，本项目属于 2021 年计划开采海砂的 9 个片区中的[redacted]

1.1.2 论证过程

根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《海域使用权管理规定》（国海发〔2006〕27 号）和《广东省海域使用管理条例》等相关要求，持续使用特定海域三个月以上排他性用海活动应向自然资源主管部门申请使用海域，对项目进行全面的海域使用论证，需开展出让区海砂开采海域使用论证工作，编制出让区海域使用论证报告。

受汕尾市自然资源局的委托，广东省海洋发展规划研究中心（以下简称省海洋中心）结合汕尾碣石湾施公寮岛东南侧海域海砂开采及其他海洋开发活动的情况，并收集相关资料，省海洋中心根据该项目海域使用的性质、规模和特点，通过现场调查、用海勘测、资料收集分析等工作，按照《海域使用论证技术导则》（2010 年）等的要求编制了《广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规及相关依据

1. 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，2001 年；
2. 《中华人民共和国海洋环境保护法》，全国人大常委会，2017 年修订；
3. 《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常委会，2009 年修订；
4. 《中华人民共和国渔业法》，全国人大常委会，2013 年修订；
5. 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2016 年修订；
6. 《中华人民共和国港口法》，全国人大常委会，2018 年修订；
7. 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2016 年修订；
8. 《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，中华人民共和国国务院令第 475 号，2006 年；
9. 《国务院关于修改〈中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例〉的决定》，中华人民共和国国务院令第 507 号，2007 年；
10. 关于印发《海砂开采使用海域论证管理暂行办法》的通知，国家海洋局，国海发〔1999〕370 号；
11. 《关于加强海砂开采管理的通知》，国土资源部，国土资发〔2007〕190 号；
12. 《海砂开采动态监测简明规范（试行)》，国家海洋局，国海发〔2000〕11 号；
13. 《财政部、国家海洋局关于加强海域使用金征收管理的通知》，财政部、国家海洋局，财综〔2007〕10 号；
14. 《关于调整海域、无居民海岛使用金征收标准的通知》，财政部、国家海洋局，财综〔2018〕15 号，；
15. 《关于印发<海域使用论证管理规定>的通知》，国家海洋局，国海发〔2008〕4 号；
16. 《国务院关于进一步加强海洋管理工作若干问题的通知》，国务院，国发〔2004〕24 号；
17. 《关于进一步加强海域使用论证工作的若干意见》，国家海洋局，国海管字〔2009〕200 号；
18. 《海域使用权登记办法》，国家海洋局，2006 年；

19. 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006 年；
20. 《广东省海域使用管理条例》，广东省人大常委，2007 年；
21. 《广东省海洋与渔业局关于海砂开采海域使用管理暂行办法》，广东省海洋与渔业局，2015 年。
22. 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，广东省人民政府，粤府办〔2017〕62 号；
23. 《关于进一步加强砂石资源开发利用管理工作的会议纪要》，广东省人民政府，省政府工作会议纪要〔2019〕213 号；
24. 《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》，自然资源部，自然资规〔2019〕5 号；
25. 《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。
26. 《2020 年汕尾市国民经济和社会发展统计公报》，2021 年 3 月

1.2.2 主要技术规范

1. 《关于印发<海域使用论证技术导则>的通知》，国家海洋局，国海发〔2010〕22 号；
2. 《关于印发<分类型海域使用论证报告编写大纲>的通知——海砂开采用海海域使用论证报告编写大纲》，国家海洋局，2009 年 1 月 22 日；
3. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T9110-2007，农业部第 951 号文；
4. 《全球定位系统（GPS)测量规范》，GB/T18314-2001；
5. 《海洋工程地形测量规范》，GB17501-1998；
6. 《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；
7. 《海洋监测规范》，GB17378-2007；
8. 《海洋调查规范》，GB12763-2007；
9. 《海水水质标准》，GB3097-1997；
10. 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
11. 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
12. 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；

13. 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
14. 《中国海图图式》，GB12319-1998；
15. 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018；
16. 《渔业水质标准》，GB11607-89。

1.2.3 相关规划

1. 《全国海洋功能区划》（2011-2020 年），2012 年 4 月；
2. 《全国海洋主体功能区规划》，2015 年 8 月；
3. 《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部公告第 189 号）
4. 《全国海洋经济发展“十三五”规划》（发改地区〔2017〕861 号）；
5. 《广东省海洋功能区划（2011～2020 年）》；
6. 《广东省海洋主体功能区规划》，2017 年 12 月；
7. 《广东省海洋生态红线》，2016 年 12 月；
8. 《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》，2017 年 11 月；
9. 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，2017 年 11 月；
10. 《广东省海岸线修测成果》，粤府函〔2008〕142 号；
11. 《广东省海洋经济发展“十三五”规划》，2017 年 5 月；
12. 《汕尾市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，2016 年 5 月。

1.2.4 项目基础资料

1. 《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》（送审稿），[redacted]；
2. 《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 区块海砂矿产资源开发利用方案》（送审稿），[redacted]；
3. 业主提供的其他资料。

1.3 论证工作等级和论证范围

1.3.1 论证工作等级

海砂开采属于工业用海（一级类）中的固体矿产用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）的固体矿产开采用海（二级方式）。本项目位于汕尾市[redacted]海域，根据《广东省海洋生态红线》，JH21-09 区块距离[redacted]遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区[redacted]，且离金屿岛（该海岛岸线为海岛保有自然岸线）[redacted]，属于敏感海域，依据《海域使用论证技术导则》关于海域使用论证等级划分的规定，其论证工作等级为一级。结合本项目海砂开采的地理位置、特点和建设规模，以及所在海区的自然环境条件和敏感目标情况，论证范围如图 1.3.1-1。

表 1.3.1-1 论证工作等级判定

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
其他用海方式	固体矿产开采用海	所有规模	敏感海域	一
			其他海域	二

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（国海发[2010]22 号）要求，一级论证论证范围以项目用海外缘线为起点，向外扩展 15km。确定本次论证工作范围为海砂开采区域所在的周边海域，[redacted]，如图 1.3.2-1 所示。

图 1.3.2-1 论证范围示意图

1.4 论证重点

根据海砂开采的特点，结合采砂区所在海域的自然环境、社会环境、经济环境状况，确定本项目论证重点为：

1. 海砂开采用海与海洋功能区划的符合性；
2. 海砂开采用海与海洋生态红线的符合性；
3. 海域开发利用协调分析；
4. 海砂开采用海选址的合理性；
5. 海砂开采用海面积的合理性；

6. 海砂开采对潮流动力场、岸滩和海底冲刷稳定性的影响；
7. 海砂开采对海洋生态环境的影响。

2 项目用海基本情况

2.1 海砂开采用海基本情况

2.1.1 海砂开采选取的原则

海砂采砂区的选取较为关键，其选取应满足以下原则：

1. 砂源储量丰富。
2. 对周围海洋环境影响较小。
3. 与其他海洋开发活动没有重大冲突。
4. 集约节约利用资源。

2.1.2 海砂开采的地理位置

本次拟出让的海砂开采区位于汕尾[redacted]海域，整体水深[redacted]（理论深度基准面），[redacted]见图 2.1.2-1，[redacted]，截止 2021 年 11 月 17 日，矿区共探获回填用海砂原矿资源量（控制的+推断的）[redacted]，矿体平均厚度 7.15m，平均含泥量 16.05%。

图 2.1.2-1 海砂开采地理位置示意图

2.2 海砂矿物组成及储量分析

本节主要引用《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》的相关内容。

2.2.1 矿体地质状况

2.2.1.1 矿体特征

（1）矿体分布

矿区内发现两个海砂矿体，自上而下分别命名为 V1 和 V2，其平面分布见图 2.2.1.1-1 和图 2.2.1.1-2。[redacted]由 15 个钻孔系统控制。

V1 矿体在 15 口钻孔 SGL01Z01、SGL01Z02…SGL01Z15 周边都有分布，皆见矿。V1 矿体与上更新统上段海积砂层相对应，浅埋藏表层沉积砂体，砂质颗粒较细。矿体连续，由 1 个矩形组成。矿体形态较简单，呈层状，总体向西南增厚趋势。矿区范围内 V1 矿体面积[redacted]，矿体砂层厚度变化较大，矿体砂层厚度 1.0~15.5m，平均厚度 5.84m。

V2 矿体也在 15 口钻孔都有分布。V2 矿体与上更新统下段地层相对应，属晚更新世时期由海岸带地质营力（波浪、潮流、河流和海流等）作用而形成的海相砂质沉积物，矿体连续，由 1 个矩形组成。矿体分布广泛，形态较简单，呈层状，总体中西部和东南部偏厚。矿区范围内 V2 矿体面积[redacted]，矿体砂层厚度变化较大，在 4.4~21.3m 之间，平均厚度 12.54m。两个矿体主要赋存在第四系上更新统海相层中。

图 2.2.1.1-1　V1 矿体平面分布图

图 2.2.1.1-2　V2 矿体平面分布图

（2）矿体厚度

矿体 V1：该矿层厚度变化在 1.0~15.5m 之间（图 2.2.1.1-3），矿体厚度大体往西南方向增厚。其中 SGL01Z03、SGL01Z09 孔矿体最薄，厚度为 1.0m，SGL01Z01、SGL01Z04、SGL01Z05 孔矿体厚度 3m~3.9m 左右，SGL01Z02、SGL01Z06、SGL01Z07、

SGL01Z08、SGL01Z10、SGL01Z11、SGL01Z12、SGL01Z15 矿体厚度在 5~8.4m 之间，SGL01Z13、SGL01Z14 矿体厚度大于 10m。矿体厚度变化系数为 62.02%。

矿体 V2：矿层厚度变化在 3.9~21.3m 之间（图 2.2.1.1-4），矿体厚度大体呈西西南及东南厚、北部方向和东部变薄的趋势。其中 SGL01Z02、SGL01Z03、SGL01Z09、SGL01Z14 孔矿体厚度相对较小，分别为 3.9m、7m、5.4m 和 7.5m，其他砂体厚度都在 10m 以上，矿体最大厚度出现在 SGL01Z15、SGL01Z12 和 SGL01Z11 孔，分别为 21.3、18.4m 和 17.8m。矿层 V2 平均厚度 12.49m，矿体厚度变化系数为 40.47%。

钻孔 SGL01Z01~ SGL01Z15 粒级含量垂向变化见图 2.2.1.1-5。

图 2.2.1.1-3　V1 矿体海砂等厚度图

图 2.2.1.1-4　V2 矿体海砂等厚度图

图 2.2.1.1-5 各钻孔粒级含量、细度模数垂向变化及矿层厚度图（色带为矿层）

2.2.1.2 矿体盖层

矿体 V1：盖层厚度变化在 2.5~6.6m 之间（图 2.2.1.2-1），平均厚度 4.3m，由中部向西南部变薄的趋势，其中 SGL01Z09 和 SGL01Z15 钻孔盖层厚度相对较大，分别为 6.6m 和 6.1m。

矿体 V2：盖层厚度变化在 11.2~23.9m 之间（图 2.2.1.2-2），向中西部和东南角变薄的趋势，平均厚度 17.8m。

图 2.2.1.2-1　V1 矿体海砂盖层等厚度图

图 2.2.1.2-2　V2 矿体海砂盖层等厚度图

2.2.1.3 矿体顶、底面标高及夹层特征

V1 矿体顶面标高在-22.67~-18.26m 之间（图 2.2.1.3-1），平均值-19.97m；底面标高在在-36.77~-20.92m 之间（图 2.2.1.3-2），平均值-25.81m。V1 矿体有夹层，SGL01Z04、SGL01Z06、SGL01Z10 钻孔的夹层厚度各为 1m（砂），SGL01Z08 钻孔的夹层厚度为 0.7m（泥质砂），SGL01Z14 钻孔的夹层厚度为 2.8m（砂和泥质砂）。

V2 矿体顶面标高在-39.75~-26.96m 之间（图 2.2.1.3-3），平均值-33.46m；底面标高在-53.87~-40.55m 之间（图 2.2.1.3-4），平均值-45.95m。V2 矿体在钻孔 SGL01Z04 钻孔的夹层厚度为 0.7m（砂质泥），SGL01Z05 钻孔的夹层厚度为 1m（砂质泥）。

图 2.2.1.3-1　矿区 V1 矿体顶面标高图

图 2.2.1.3-2　矿区 V1 矿体底面标高图

图 2.2.1.3-3　矿区 V2 矿体顶面标高图

图 2.2.1.3-4　矿区 V2 矿体底面标高图

2.2.2 砂源储量及品位分析

2.2.2.1 砂源储量估算

（1）粒度分级标准

粒度分级采用伍登-温德沃斯等比制粒级标准分为三个级别：

A．＞2mm（＜-1Φ）为砾级；

B．2~0.063mm（-1Φ~4Φ）为砂级；

C．＜0.063mm（＞4Φ）为泥。

（2）圈矿指标

1）含砂量≥50%（粒径≥0.063mm 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）；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）。

（3）开采技术条件指标

1）最小可开采厚度：≥2m；

2）夹石剔除厚度：＞1m。

（4）资源量估算方法

本矿床矿体呈近似层状展布，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。

根据矿床地质特点将矿体划分为若干小块段，将它们看作是理想板状体，板状体的体积为块段体积。

本报告海砂资源量以体积表示，地质块段法的资源量估算公式如下：

VR=Si×Hi

其中：VR 为海砂体积资源量；

Si 为第 i 个块段的面积；

Hi 为块段的平均砂层厚度。

当使用基本工程间距的二分之一尖推时，地质块段法的资源量估算公式如下：

VR=1/2×Si×Hi

其中：VR 为海砂体积资源量；

Si 为第 i 个块段的面积；

Hi 为参加块段资源量估算的各工程海砂厚度的算术平均值。

（5）资源量类型确定

本次详查仅开展概略研究，根据固体矿产资源储量分类（GB/T 17766-2020），本详查报告按照地质可靠程度高低，将矿床资源量划分为控制资源量和推断资源量两类。各类资源量所具备的基本条件如下：

控制资源量：是指勘查工作程度已达到详查阶段要求（矿体工程控制网度为 400m×400m，物探控制网度为 200m×200m 的地段），地质可靠程度高。

推断资源量：是指勘查工作程度达到详查阶段要求，但在内边界线以外，按基本工程间距外推四分之一（100m）或二分之一（200m）的外推地段，地质可靠程度较低。

（6）海砂资源量估算结果

截止到 2021 年 11 月 17 日，JH21-09 区块海底以下 [redacted] 以浅海砂原矿资源量 [redacted]，其中控制资源量 [redacted]，推断资源量 [redacted]，含泥量 16.05%，详见表 2.2.2.1-1。

表 2.2.2.1-1　海砂资源计算表

2.2.2.2 品位分析

（1）矿石组成

根据矿区钻孔 30 个组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 88.24%～95.54%之间。

海砂粒级组成相差不大。V1 矿层内 0.063mm 以上粒级含量（单工程砂层平均含量）变化在 79.97%～91.58%之间，平均含量 84.43%，变化系数为 5.50%，差异性较小。

V2 矿层内 0.063mm 以上粒级含量（单工程砂层平均含量）变化在 75.87%～91.49%之间，平均含量 83.74%，变化系数为 11.00%，差异性较小。

（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所取样品含泥量的算术平均值；块段的平均含泥量为见矿工程含泥量的厚度加权平均值。

矿体 V1 中各样品含泥量在 6.54%～26.55%之间，算术平均值 15.88%，加权平均值 15.90%。

矿体 V2 中各样品含泥量在 1.91%～62.11%之间，算术平均值 16.45%，加权平均值 16.12%。

全区加权后平均含泥量 16.05%。

（3）细度模数

1）细度模数的定义和计算方法

细度模数是用以衡量海砂粗细程度主要指标。其计算公式为：

$$M_x = \frac{(A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6) - 5A_1}{100 - A_1}$$

式中：Mx 为细度模数；A1、A2、A3、A4、A5、A6 分别为 4.75mm、2.36mm、1.18mm、600μm、300μm、150μm 筛的累计筛余百分率。

参照《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》（JGJ52—2006）标准，海砂可分为粗、中、细和特细 4 种规格：

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）矿区矿体海砂细度模数

矿体 V1 砂样细度模数在 0.4~3.3 之间，平均值 1.4（N=89），主要为特细砂（N=55），其次为细砂（N=13），少量为中砂（N=5）和粗砂（N=8），有 8 个样品未达到特细砂规格。总体评价为细~特细砂级别。

矿体 V2 砂样细度模数在 0.7~3.5 之间，平均值 2.7（N=193），主要为中砂（N=93），其次为粗砂（N=65），少量为细砂（N=14）和特细砂（N=21）。总体评价为粗~中砂级别。

全矿区平均细度模数为 2.2，整体为细砂级别。

（4）放射性分析

放射性测定是为研究海砂矿放射性强度，以评价其对环境和人体的危害程度。根据《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566—2010）要求，最严格限量是建筑主体材料中天然放射性核素 226Ra、232Th、40K 的放射性比活度应同时满足 $I_{Ra}\leq 1.0$ 和 $I_{\gamma}\leq 1.0$。

本次调查 1 个样品进行放射性测试，测试内容包括 226Ra（$Bg\cdot kg^{-1}$）、232Th（$Bg\cdot kg^{-1}$）和 40K（$Bg\cdot kg^{-1}$），结果见表 2.2.2.2-1。内照射指数 I_{Ra} 为 0.06，外照射指数 I_{γ} 为 0.3。海砂放射性物质照射指数远小于 1，海砂的放射性比活度符合国家标准 GB 6566—2010 的要求，对环境和人体无危害性，可作为建筑主体材料。

表 2.2.2.2-1　钻孔样品放射性物质照射指数

样品编号	CRa（$Bg\cdot kg^{-1}$）	CTh（$Bg\cdot kg^{-1}$）	CK（$Bg\cdot kg^{-1}$）	I_{Ra}	I_{γ}
SGL01-01	12.3	21.5	631.5	0.06	0.3

（5）有害物质

砂中如含有云母、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 2.2.2.2-2。

表 2.2.2.2-2　有害物质限量

类 别	I	II	III
云母（按质量计）/%	≤1.0	≤2.0	
轻物质（按质量计）/%	≤1.0		
有机物	合格		
硫化物及硫酸盐（按 SO_3 质量计）/%	≤0.5		
氯化物（以氯离子质量计）/%	≤0.01	≤0.02	≤0.06
贝壳（按质量计）/%a	≤3.0	≤5.0	≤8.0
a 该指标仅适用于海砂，其他砂种不作要求			

对矿区采集的 1 件砂层混合样进行了有害物质分析，结果表明硫化物及硫酸盐含量为 0.08%，小于标准值 0.5%，符合我国《建设用砂》（GB/T14684-2011）的要求；氯化物含量为 0.38%，大于 III 类标准值 0.06%，氯化物超标的主要原因为海水中氯化物（氯化钠）超标，经过淡冲洗后可有效降低氯化物含量；有机物、云母和轻物质含量均符合质量要求；贝壳含量为 0.3%，符合海砂 I 类要求。详见表 2.2.2.2-3。

表 2.2.2.2-3　钻孔样品有害物质检测结果

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
SGL01-01	0.08	0.38	合格	0.2	0.1	0.3

（6）含矿性分析

JH21-09 矿区共有 15 个钻孔，在每个钻孔取了 2 个样品进行了碎屑矿物分析，共检出碎屑矿物有 37 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。

对矿区 2 个砂质样品进行了重砂分析，检测出磁铁矿、钛铁矿、电气石、角闪石、锆石、金红石、白钛石、褐铁矿、黄铁矿、锐钛矿、辉石、独居石、绿帘石、石榴石、赤铁矿等共计 15 种矿物，某些矿物的含量极少，未进行称重计量。根据钻孔中单样重砂分析结果折算的品位，参照工业指标要求，矿区主要的有用重矿物为钛铁矿和锆石，均未达到边界品位。（见表 2.2.2.2-4 和表 2.2.2.2-5）

表 2.2.2.2-4 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	1	0.1
最底工业品位（kg/m^3）	13	2	2	0.2
可采厚度（m）	≥2	≥2	0.5	≥0.5
最小夹石剔除厚度（m）	2~3	2~3	≤4	

表 2.2.2.2-5 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
J2105-1	0.453	0.151	/	/
J2105-2	0.327	0.088	/	/

2.3 开采方式及生产能力

2.3.1 采砂工艺流程

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°~70°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。射流泵的工作原理见图 2.3-1。

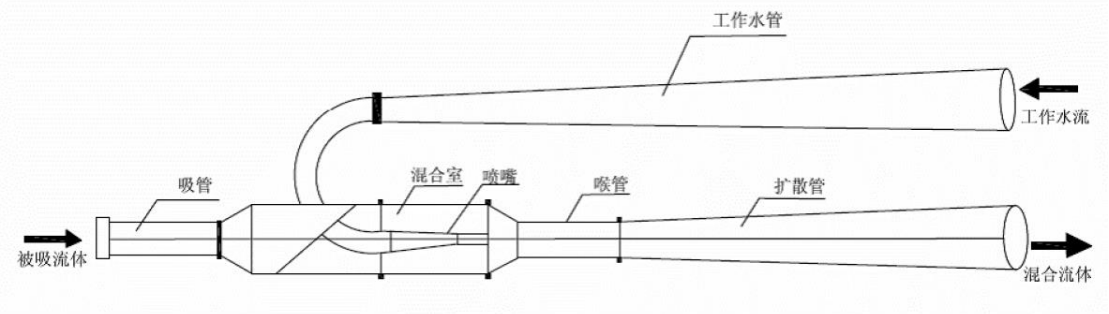

图 2.3.1-1　射流泵的工作原理示意图

射流泵将砂浆吸到洗砂船舱，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，海砂流入砂仓，经过水体清洗，砂粒迅速沉入船舱底部，表面形成含泥余水，淤泥、粉砂则随水流经采砂船体两侧的溢流口排出，采砂船舱中的海砂用传送带输送到泊在挖砂船旁边的运砂船上。

为保证回采率，降低贫化率，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。

2.3.2 计划开采量

为充分开发利用出让海域海砂资源，同时最大程度保护附近敏感目标，特别是降低对海域海洋环境的不利影响，需科学安排采砂作业的时间和强度。项目选址位于幼鱼、幼虾保护区和南海北部幼鱼繁殖场保护区，其中幼鱼幼虾保护区保护期为每年的3月1日至5月31日。由于本项目所在海域的鱼类主要是在春、夏两季（即4~7月）产卵、繁殖，同时项目附近的幼鱼幼虾保护区保护期为每年的3月1日至5月31日。因此建设单位按敏感期（3月至7月，共5个月）和非敏感期（1月至2月、8月至12月，共7个月）进行不同工作制。其中敏感期每月工作15天，每天工作10小时，日均可采砂4万m^3，共工作75天；非敏感期每月工作20天，每天工作15小时，日均可采砂6万m^3，共工作140天。经计算，敏感区工作75天，非敏感期工作140天，则全年累计工作215天。敏感期5个月，月开采量为60万m^3；非敏感期7个月，月开采量为120万m^3。由此计算年最大采砂强度为1140万m^3。采用4艘采砂强度为吸砂功率为1000m^3/h的射流式采砂船进行作业，可满足海砂开采需求。

经计算，矿山生产服务年限[redacted]。

2.4 采砂用海的必要性

2.4.1 项目建设必要性

2.4.1.1 海砂开采是经济发展的需要

近年来随着我国沿海城市的飞速发展和众多大型建设项目的启动，砂矿作为重要的建筑原料，需求量直线上升，每年消耗建筑用砂超过2.6亿t（约为1.3亿m^3），而内陆的河砂资源的枯竭和限采，导致供砂远不能满足市场建筑用砂的需求，供需矛盾越来越激烈。而我国有着漫长的海岸线和广阔的浅海，海砂资源丰富，1990年～2000年间，香港各填海工程共消耗2.85亿m^3海砂，其中4000万m^3来自大陆。近期，为贯彻落实习近平总书记重要讲话和重要指示批示精神，加快实施粤港澳大湾区建设、支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区等国家战略，需保障近三年粤港澳大湾区及我省国家战略重大项目建设海砂供应。

我国海砂的产量和消费量之间的不平衡状况仍很明显，相当长的时间内难以消除，随着我国经济建设持续稳定发展，及沿海地区市场需求的强烈刺激和拉动下，海

砂作为解决“砂荒”问题的有效途径，其价格随市场供求关系呈逐渐上升的趋势。据了解，从 2001 年珠江口海上供砂价 5~6 元/m^3 逐年上涨到 2010 年约 20 元/m^3，到 2012 年－2016 年港珠澳大桥建设阶段，珠江口的砂价最高峰高达 47~48 元/m^3，其后又经过暴涨，2018 年 12 月份，广东省海砂购进价为 297 元/m^3，至 2019 年下半年开始才有所回落，现海砂价格约 150 元/m^3。

目前，珠江三角洲区域建筑用砂资源市场较为旺盛，供不用求。以广东省为例，广东省持证开采海砂企业 4 家，环评核准年度最大采砂量仅 1021 万 m^3，且均已签订供砂协议，主要定向供给香港国际机场第三跑道填海工程。珠江口在建的深圳至中山跨江通道项目、深圳市海洋新兴产业基地和深圳机场三跑道扩建工程三个重大建设项目所需填海用砂石就超过 3000 万 m^3。随着生态文明建设的大力推进，国家进一步加大力度对违规违法开采海砂的管制，同时一批重大填海项目上马，作为重要填海原料的海砂资源的市场需求将进一步扩大，海砂价格将有上涨的趋势。预计未来近 10 年，我国建设所需建筑用海砂超过 10 亿 m^3，海砂需求量巨大。这些重大项目存在着任务重、工期紧与所需海砂填料量大的矛盾，填海工程建设对土石和海砂的需求日益显著，这一系列工程的开展导致目前市场的吹填用砂供不应求，供需矛盾十分突出。因此，本项目海砂开采可在一定程度上缓解填海用砂的供需矛盾，海砂开采是必要的。

2.4.1.2 拟出让海砂资源丰富

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》，广东省汕尾市[redacted]矿体 2 个，上部为“水下三角洲砂”，下部为“滨浅海砂”。划分为 V1 和 V2 两个海砂矿体，分别对应于“水下三角洲砂”和“滨浅海砂”。截止至 2021 年 11 月 17 日，V1 矿体控制资源量为[redacted]，V1 矿体推断资源量为[redacted]；V2 矿体控制资源量为[redacted]，V2 矿体推断资源量为[redacted]；整矿区控制资源量[redacted]，推断资源量[redacted]，控制资源量和推断资源量共[redacted]，含泥量 16.05%。进行合理的海砂开采，是对现有海洋资源科学合理利用的体现。

2.4.1.3 海砂开采区与大型建设项目距离较近，可节省成本

吹填用砂既可用陆地土石方也可使用海砂，工程建设地附近地势低平，建设区内的陆地土石方不足以满足填海需要，若进行异地取石，一般开山炸石地多在偏僻地区，距离填海工程较远，采用陆地土石方运输成本较高，从而提高建设成本。海砂中由于含有一定的盐分，目前作为填海使用则是非常适宜的物料，已经得到大规模的应用。

拟出让的海砂开采区周边有便捷的海路运输条件，与汕尾港航道距离较近，可为汕尾周边项目及粤港澳大湾区等项目供砂。同时与汕尾临港工业园等用砂项目距离较近，大大减少了为汕尾市重大项目供砂的运输距离，降低了运输费用和工程建设的成本。

综上所述，项目建设是必要的。

2.4.2 项目用海必要性

本项目为海砂开采项目，属于工业用海类别中的固体矿产用海，用海方式为固体矿产开采用海。项目的建设内容及性质决定了其用海的必要性。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），2021 年计划开采海砂 9 片，总面积约 13.86 平方千米，初步估算海砂资源量（含泥）约 0.77 亿立方米，分布在湛江、阳江、珠海和汕尾海域。本项目属于 2021 年计划开采海砂的 9 个区块中的 JH21-09 区块。本项目主要工艺为海砂开采，必须要在海域内施工。

因此，项目用海是必要的。

2.5 项目申请用海情况

本项目海砂开采范围用海面积[redacted]，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）。项目用海不占用岸线。界址点坐标详见表 2.5-1。

表 2.5-1 项目用海界址点坐标（CGCS2000 坐标系）

根据项目性质和设计要求，拟申请用海期限 [redacted]。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气象

本区域属南亚热带季风气候区，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

根据《汕尾年鉴 2016》：汕尾市年平均气温为 22℃左右，最冷月为 1 月，平均气温 15℃左右，最热月为 7 月，平均气温 28℃左右。由于全年各月平均气温均大于 10℃，因此无气候意义冬季，夏季长达 183 天左右，初春在二月初已经来临，而初秋至十月底才姗姗来到。汕尾市濒临南海，尽享“天然海洋空调”之优势，冬季为广东省最暖地区之一，≤5℃低温日数年平均仅为 1～3 天；夏季则是广东省最佳避暑胜地，≥35℃高温日数年平均只有 1～4 天。自有气象观测记录以来，也曾出现较为极端气候观测值，如：极端最低气温为-0.1℃（1967 年 1 月 17 日出现在海丰县）；极端最高气温为 39.1℃（2006 年 7 月 13 日出现在海丰县）。2015 年全市平均气温 23.4℃，比历年偏高 0.9℃，为有观测记录以来汕尾最暖年份。高温日数偏多，盛夏时各地日平均气温超过 30℃天数刷新观测历史纪录。

（2）降水量

汕尾市年平均降雨量为 1966.0-2498.2mm，是全国降水最丰沛地区之一。年平均降雨日数为 123-147 天，年最多降雨日数达 186 天（1975 年），年最少降雨日数为 92 天（1963 年）。最大连续性降水过程出现在海丰县，2006 年 5 月 20-6 月 20 日，连续降雨 1 个月累计达到 1471.1 毫米，为正常年份年总雨量 6 成。极端最大年总雨量为 3727.8 毫米（1997 年出现在海丰县）。每年 4-9 月是汕尾降水最集中时期，即“雨季”，降雨量占全年总雨量 85%左右，而 10 月-次年 3 月，干燥少雨，即“干季”，

降雨量仅占全年总雨量 15%左右。由于雨季雨量较为集中，易发生洪涝灾害，而干季雨量较少，易出现秋冬春连旱。2015 年全市降雨量 1945 毫米，比常年偏少 1 成，其中汕尾市城区降水比常年偏少三分之一；汛期（5 月 5 日～10 月 4 日）降水集中、猛烈，降下全年雨量 85.5%。期间较大降水过程有：龙舟水强降水集中期（5 月 19 日到 6 月 1 日）、季风低压和季风槽连续降水过程（7 月 19 到 26 日）和几次台风过程。全年强对流天气发生较过去两年大幅减少，种类主要包括雷暴、雷雨大风、短时强降水、暴雨和龙卷等。

（3）湿度

汕尾气象站累年（1953 年～2010 年）平均相对湿度为 78%，其中 3～8 月平均相对湿度较大，9 月到翌年 2 月平均相对湿度较小，见表 3.1.1-1。

表 3.1.1-1　汕尾气象站多年统计各月相对湿度特征值表（%）

测站	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
汕尾	平均	71	77	80	82	84	86	84	84	79	72	70	69	78
	最小	4	6	14	21	18	27	33	36	24	19	13	7	4

（4）风

本海域地处季风区。海面风速的季节变化特点是秋冬风速较大，夏季风速较小，这跟秋冬季节冷空气活动频繁、而夏季天气系统活动相对较少有关，且冬半年冷空气影响下的海面往往有偏北向大风出现。年平均风向以东北向为主，5 月份随着西南气流的增强，偏南风分量增加，6 月份平均风向为东到西南风，7、8 月份转偏南风，其中 8 月份偏南风最多，9 月份以后东北季风再次控制沿海，风向变为东北偏北。该海域常有大风（最大风速≥17.2m/s）天气出现，根据 2009-2013 年的浮标站观测资料统计发现，在这四年的观测期间，有 32 天出现大风；此外，大风天气多出现在 3、5、7 和 9 月份，冷空气和热带气旋是导致该海域大风出现的主要天气系统，最大大风记录由强台风（1319 号台风“天兔”）登录前后引起的，达到 14 级（44m/s）。3 月份冷空气影响造成的大风出现次数较多，西南季风爆发伴随的强对流天气常常在 4 月和 5 月出现，7 月和 9 月受热带气旋影响易出现全年极大风速，大风的出现和持续时间受天气系统的强度和移动影响。台风和强冷空气等极端天气将会影响砂场正常生产工作。

（5）海雾

本海域雾季为 1-4 月，多年月平均雾日数在 3 天以上，其中 4 月的多年月平均雾日数可达 5.7 天，为全年雾日数最多月份，此外，历年月雾日数最大值出现在 3 月，可达 13 天；随后多年月平均雾日数迅速减少，5 月份的雾日数仅为 1.9 天，6-12 月的雾日数甚至小于 1 天。

3.1.2 海洋水文

项目所在海区位于广东沿岸，属于南海北部陆架海域，该海域的环流特征主要包括南海北部陆坡流、南海暖流、广东沿岸流、夏季南海北部上升流、冬季下降流等要素（图 3.1.2-1），而本项目位于汕尾[redacted]，其海流的主要驱动力为周期性的潮流和广东沿岸流。根据以往的水文观测及研究成果，粤东沿岸流受南海季风的影响显著，流向随季风风向变化，冬季为西南向流，夏季为东北向流；另一方面，夏季珠江径流量增大，珠江冲淡水在强西南季风的驱动下得以向东扩展，对粤东近岸的海流和盐度分布产生影响。

项目所在海区的表层水温年度变化范围约为 19-29℃，海水盐度通常在 32-33，夏季在强西南季风的影响下盐度可能会受到珠江冲淡水的影响，使表层盐度等值线向外海扩展移动，项目海区的盐度值可降至 31 左右。此外，夏季西南季风和粤东沿岸地形均有利于在汕尾至福建沿海区域产生上升流，上升流可驱动深层冷水向岸爬升，进而影响海水温度和盐度的垂向分布。

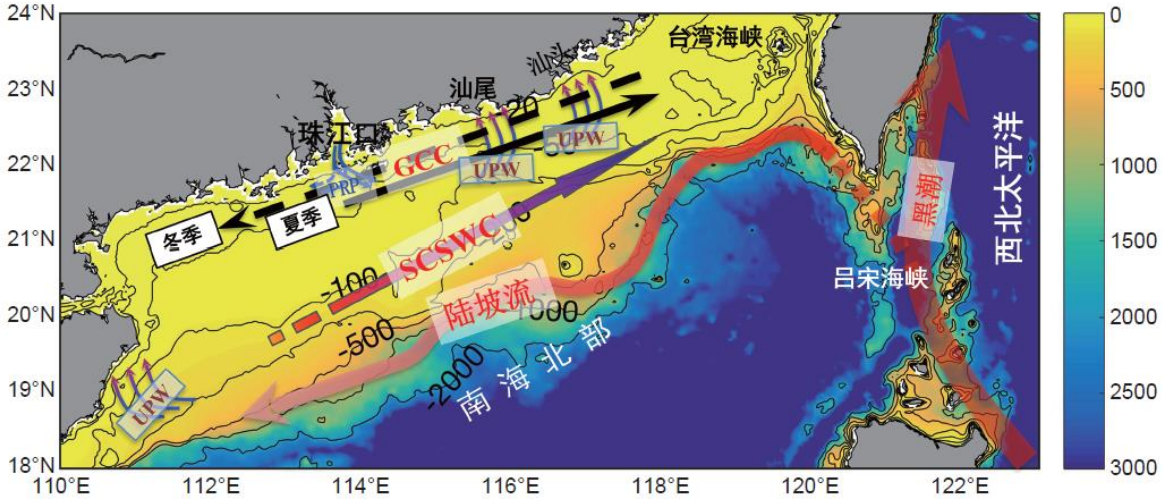

图 3.1.2-1 南海北部流系示意图

项目海域实测海洋水文状况主要根据[redacted]在项目附近海域观测的潮位、海流和悬沙资料编写。基于项目所在位置及其所属海域的地理特点，本次夏季水文观测共布设潮位站 2 个，定点连续海流观测站 6 个（见表 3.1.2-1 及图 3.1.2-2）。夏季水文观测开展于 2021 年 5 月 27 日至 5 月 29 日，其中潮位站记录潮位数据连续变化，定点连续观测站获取大潮期间各水层流速、流向、温度、盐度、悬沙含量的变化。长周期潮位资料采用项目临近海域具有代表性的[redacted]的历史观测资料统计而来。以上数据作为本报告的海流、泥沙等海洋水文条件的主要依据。

图 3.1.2-2 2021 年 5 月海洋水文调查站位分布图（深度基面：平均海平面）

表 3.1.2-1　潮位、流速、流向及悬沙调查站

站位	东经(°)	北纬(°)	观测时间	潮型	观测内容
SW2-1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	大潮	流速、流向、悬沙、水温、盐度
SW2-2	[redacted]	[redacted]			流速、流向、悬沙、水温、盐度、风速、风向
SW2-3	[redacted]	[redacted]			流速、流向、悬沙、水温、盐度
SW2-4	[redacted]	[redacted]			流速、流向、悬沙、水温、盐度
SW2-5	[redacted]	[redacted]			流速、流向、悬沙、水温、盐度、风速、风向
SW2-6	[redacted]	[redacted]			流速、流向、悬沙、水温、盐度
SWC3	[redacted]	[redacted]	[redacted]		潮位
SWC4	[redacted]	[redacted]			潮位

3.1.2.1 潮汐

（1）基面关系

项目海区基面关系为理论最低潮面在平均海平面下 0.9m，56 黄海平均海面在理论最低潮面上 0.623m，85 国家高程在理论最低潮面上 0.465m，本节除特别说明外，潮位基面均基于平均海平面。

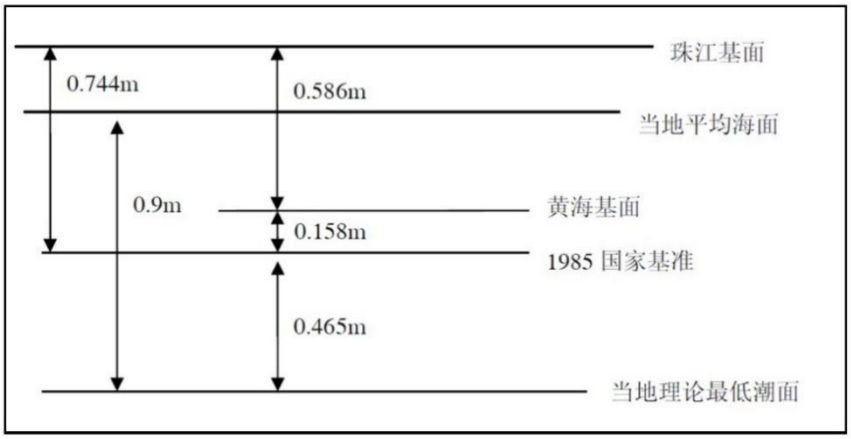

图 3.1.2.1-1　汕尾站基面关系图（单位：m）

（2）潮位特征

根据 2021 年 5 月 27 日~29 日大潮期间项目海区附近 2 个站位 SWC3 和 SWC4 的实测潮位资料以及 2017 年 12 月[redacted]历史潮位数据（潮位基面为平均海平面，以下潮位值未作特殊说明的均是采用此基面）统计得出项目海区潮位特征值如表 3.1.2-2 所示，SWC3 和 SWC4 站实测潮位变化如图 3.1.2.1-2 所示。3 个站的平均潮差相当，均为 1.5m 左右，遮浪站最大；平均高潮位以 SWC3 站为最高为 0.78m，遮浪站最低为 0.64m；平均低潮位以遮浪站最高为-0.48m，SWC3 站最低为-0.74m；最大潮差以遮浪站最大为 1.84m，SWC4 站最小为 1.49m；最大潮差以 SWC3 站最大为 1.59m，遮浪站最小为 1.13m；观测海域的平均涨潮历时大于落潮历时，在 3 个潮位站中，遮浪站的平均涨潮历时和平均落潮历时差距最大，分别为 14.50h 和 9.50h。各潮位站的潮位数据日周期变化明显，并在其上叠加有半日周期的小幅振荡，长期站遮浪站约 14 天周期的大小潮变化显著。项目海区各站潮差均较小，属于弱潮海区。

表 3.1.2.1-1　各潮位站短期潮位特征值（单位：m）

特征值/站点	[redacted]	SWC3	SWC4
最高潮位	1.12	0.85	0.80
最低潮位	-0.80	-0.77	-0.72
平均高潮位	0.64	0.78	0.73
平均低潮位	-0.48	-0.74	-0.69

最大潮差	1.84	1.59	1.49
平均潮差	1.13	1.52	1.42
平均涨潮历时（h）	14.50	14.50	14.50
平均落潮历时（h）	9.50	10.00	10.00

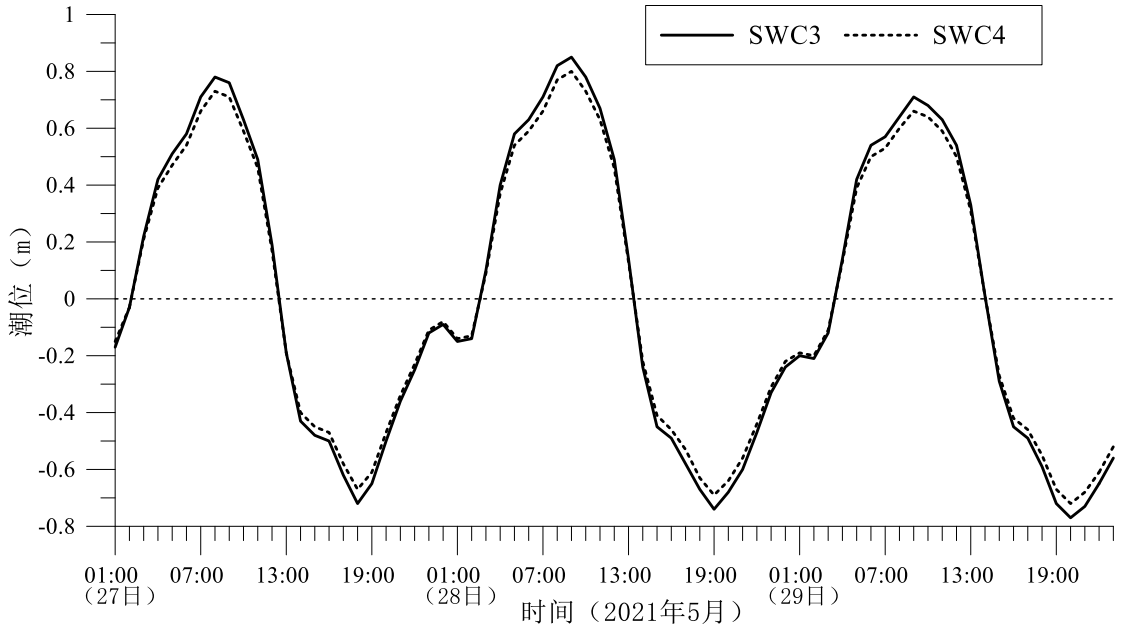

图 3.1.2.1-2　2021 年 5 月 27~29 日调查站位实测潮位变化

（3）潮汐性质

本海区潮汐主要是由太平洋潮波经巴士海峡和巴林塘海峡进入南海而形成的。对 SWC3 和 SWC4 两个潮位站短期潮位观测资料进行调和分析，得到该海区的主要分潮为 K1、O1、M^2、S2 以及浅水分潮 M4、MS4。主要分潮调和常数见表 3.1.2.1-2，计算得到 SWC3 和 SWC4 两个站的潮性系数F值（$F=\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}$）分别为 2.164 和 2.159，属于全日潮为主的混合潮类型。混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从潮位过程曲线可以看到，碣石湾湾口附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 3.1.2.1-2 潮位站主要分潮调和常数表

分潮	SWC3		SWC4	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
O1	31.7	266	30.0	266
K1	35.6	274	32.9	274
M^2	20.0	274	18.7	274

S2	11.1	204	10.4	205
M4	9.5	207	9.0	207
MS4	1.7	125	1.7	126

3.1.2.2 潮流

根据 2021 年 5 月 27 日 22 时至 28 日 23 时大潮期间项目附近海区 6 个站位的同步海流周日全潮连续观测资料分析该海区的海流特征。实测海流流场主要包括潮流和余流两部分，它能更客观地反映调查海域在潮流、径流、风生流等综合作用下的实际流动状况。具体观测站位见图 3.1.2-2 和表 3.1.2-1。

（1）调查期间风况

由观测期间 SW2-2 和 SW2-5 站位风速、风向实测资料分析得出海洋水文调查期间海区风况，观测期间以 S~SW 风为主，SW 风频率最高，达 60%，最大风速 5.6 m/s，发生于湾内项目附近的 SW2-2 站（2021/5/27 22:00），平均风速 4.7 m/s，其次为 S 风，频率为 30%，最大风速 7.5 m/s，同样发生于 SW2-2 站（2021/5/28 16:00），平均风速 6.4 m/s。其他风向频率均较低。

（2）实测海流分析

大潮期间的实测涨落潮最大值流速和流向统计表见表 3.1.2.2-1，实测海流矢量图见图 3.1.2.2-1～图 3.1.2.2-6，图 3.1.2.2-7～图 3.1.2.2-10 为各站各层海流玫瑰图。

表 3.1.2.2-1 海流观测站最大流速、流向统计

潮 次	站 位	测 层	涨潮流(cm/s、°)		落潮流(cm/s、°)		潮内潮流(cm/s、°)	
			Vmax	Dmax	Vmax	Dmax	Vmax	Dmax
大潮	SW2-1	表层	16.7	79.7	21.1	259.4	21.1	259.4
		中层	14.7	294.6	20.6	245.9	20.6	245.9
		底层	37.8	270.8	28.2	255.1	37.8	270.8
	SW2-2	表层	21.8	45.6	45.8	128.0	45.8	128.0
		中层	21.9	297.7	23.6	107.9	23.6	107.9
		底层	38.6	283.3	29.9	102.3	38.6	283.3
	SW2-3	表层	15.0	88.7	33.0	227.9	33.0	227.9
		中层	9.7	295.4	37.6	216.6	37.6	216.6
		底层	20.2	355.2	31.6	225.3	31.6	225.3
	SW2-4	表层	62.4	57.2	65.9	197.3	65.9	197.3
		中层	58.9	38.7	46.9	204.2	58.9	38.7
		底层	46.5	24.0	60.9	200.5	60.9	200.5
	SW2-5	表层	58.8	52.3	65.9	197.3	65.9	197.3

		中层	53.7	40.4	46.5	205.2	53.7	40.4
		底层	48.2	21.2	60.9	200.5	60.9	200.5
	SW2-6	表层	51.3	68.8	58.2	92.9	58.2	92.9
		中层	34.4	84.8	33.7	90.7	34.4	84.8
		底层	43.1	86.7	52.0	99.4	52.0	99.4

从表 3.1.2.2-1 可以看出，各站最大流速或发生于大潮期的落急时刻，或于涨急时刻。从各站流速极值的垂向分布特征来看，除施公寮东北侧近岸的 SW2-1 站底层极值流速最大和 SW2-3 站中层极值流速最大外，其他站位均表现为由表向底先减小后增大的趋势，表层极值流速最大。极值流速垂向分层流向分布来看，施公寮东南侧项目所在区域 SW2-2 站底层朝向 WNW、表中层朝向 ESE，碣石湾口门外西南侧海域 SW2-4 站和 SW2-5 站中层朝向 NE、表底层朝向 SSW，碣石湾内湾顶东、西侧 SW2-3 站和 SW2-1 站表中底层分别整体朝向 SW 和 W，碣石湾湾口东侧外海站位 SW2-6 站表中底层整体朝向 ESE~ENE。

整体来看，调查期间项目海区各站落潮极值流速整体大于涨潮，表现出较强的落潮优势，尤其是湾内表、中层流速落潮极值流速普遍大于涨潮，而湾口外侧站位涨落潮极值流速基本相当。虽然上游螺河径流量较小，但是这在一定程度上反映了湾内近岸站位受上游冲淡水影响，加强了落潮流，而外海站位几乎不受上游河口冲淡水影响。

从流速的空间分布来看，项目东北侧沿岸的 SW2-3 站流速最小，西北侧施公寮岛东北沿岸的 SW2-1 站次之，各层最大流速均不超过 38 cm/s；项目位置所在的 SW2-2 站次之，各层最大流速均不超过 46 cm/s；其余各站最大流速均有大于 50cm/s 的测层。观测期间，表层最大流速出现于 SW2-4 和 SW2-5 站，流速为 65.9cm/s，流向为 197°；中、底层最大流速均出现于 SW2-4 站，流速分别为 58.9 cm/s、60.9 cm/s，流向分别为 39°、201°。可见，项目附近海域流速整体较小，主流向呈 NW~SE，而碣石湾外侧遮浪岬角外侧海域流速明显增强较大，主流向呈 NE~SW，主要受南侧外海较强的东北-西南向潮流以及西南季风和上升流的作用。

SW2-3、SW2-4 和 SW2-5 调查站位表、中、底层海流流向的变化具有较高的一致性，各站流向表现出了较明显的往复流特征，SW2-4 和 SW2-5 站呈现出涨潮向东北、落潮向西南的往复流性质。但沿岸的 SW2-1、SW2-2 和 SW2-6 站的表、中、底

层海流流向变化的一致性相对较差，流向在垂向上表现出了一定的旋转流特征，SW2-6 站表、中、底层海流流向表现出了较明显的旋转流特征。潮流玫瑰图显示该海区海流主要受到地形及南海环流的影响，SW2-1、SW2-3 站 2 个站离岸较近，受地形影响较大，主流向和近岸地形走向较为接近，其余各站受外海传入的潮波和沿岸上升流的影响较大，主流向近似垂直于地形走向。

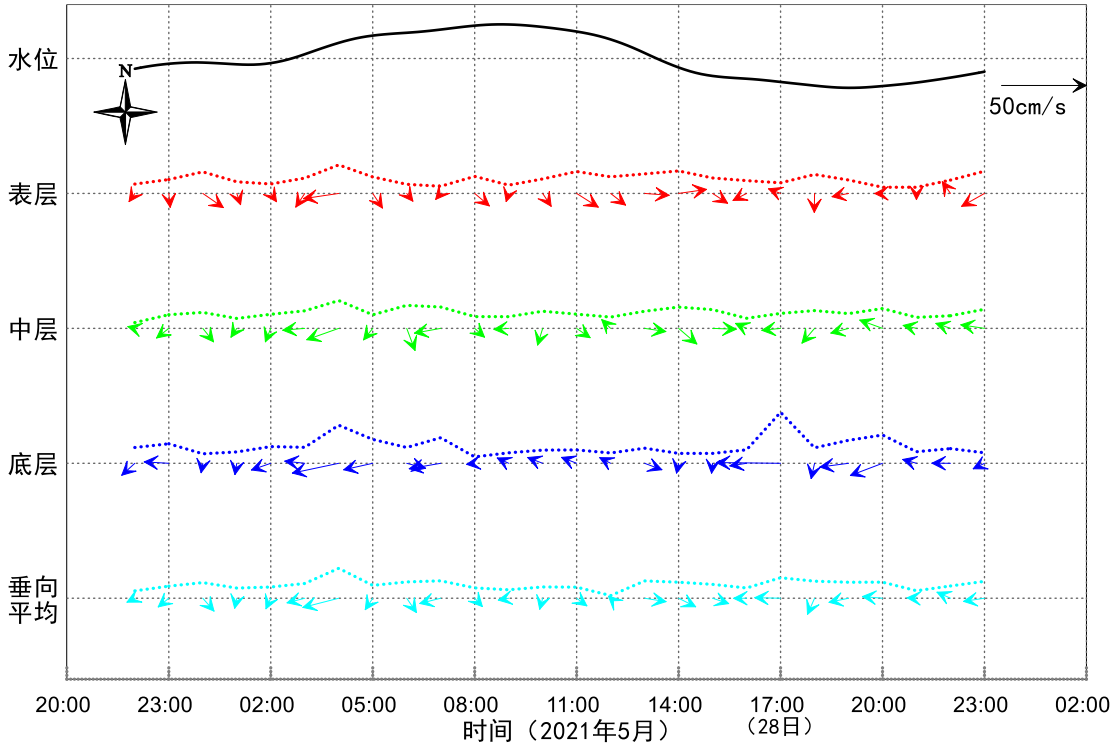

图 3.1.2.2-1 海流矢量时间变化序列图（SW2-1 站）

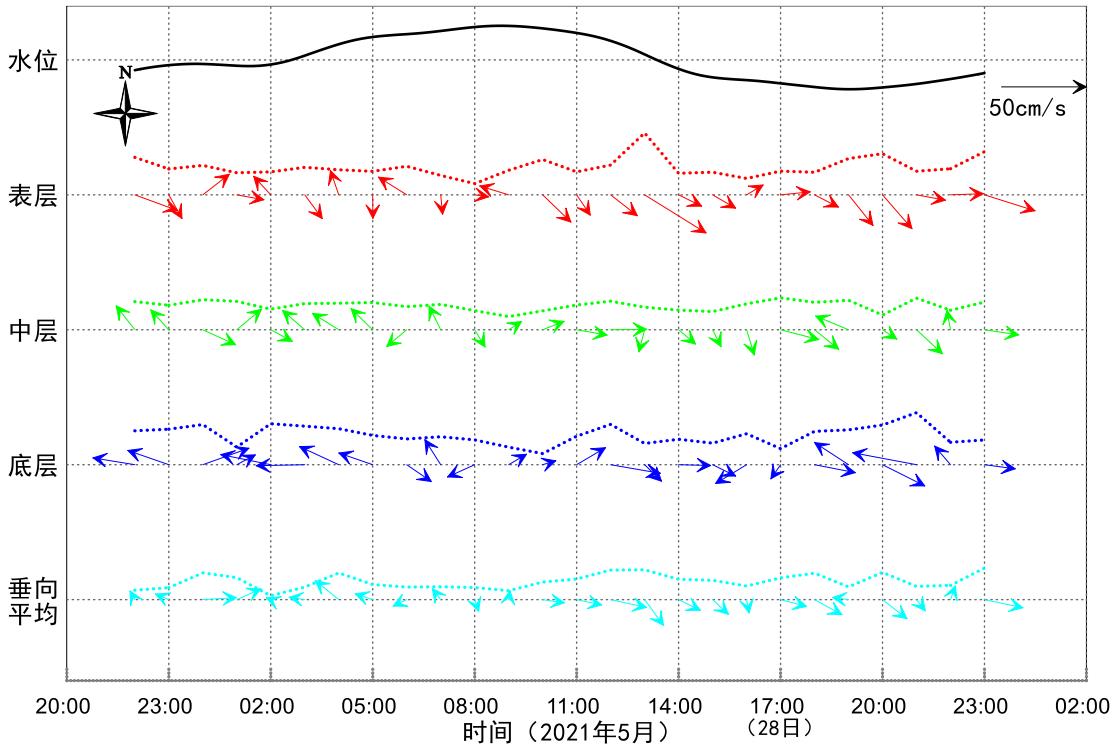

图 3.1.2.2-2 海流矢量时间变化序列图（SW2-2 站）

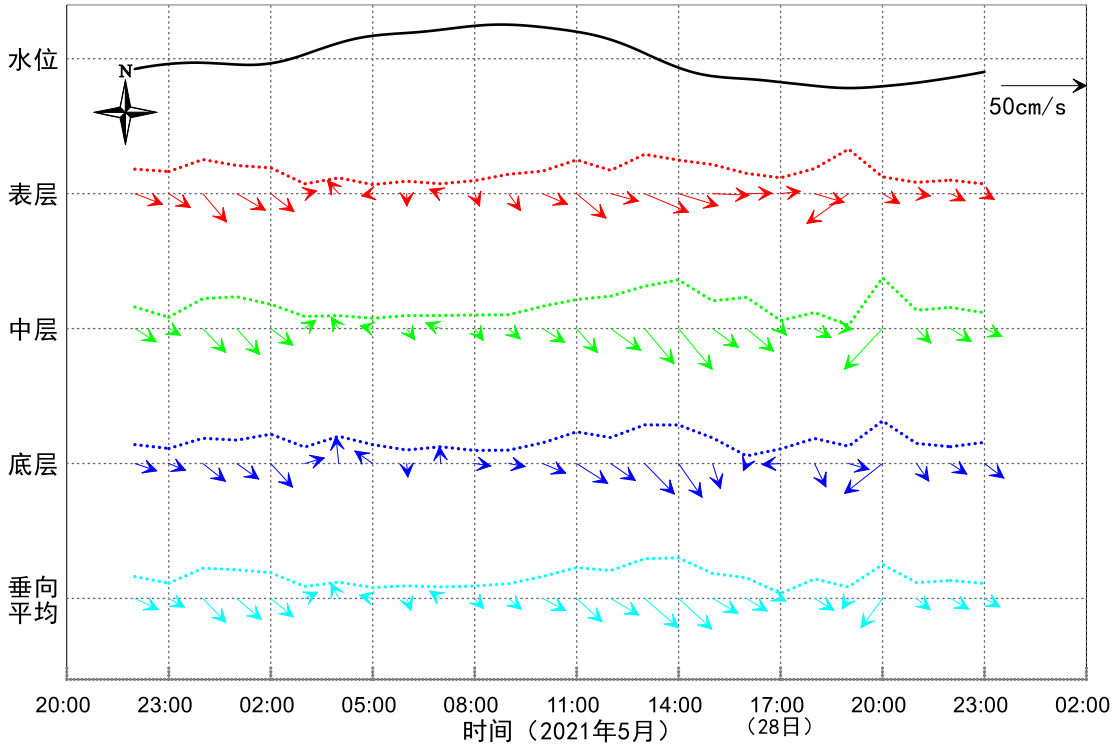

图 3.1.2.2-3 海流矢量时间变化序列图（SW2-3 站）

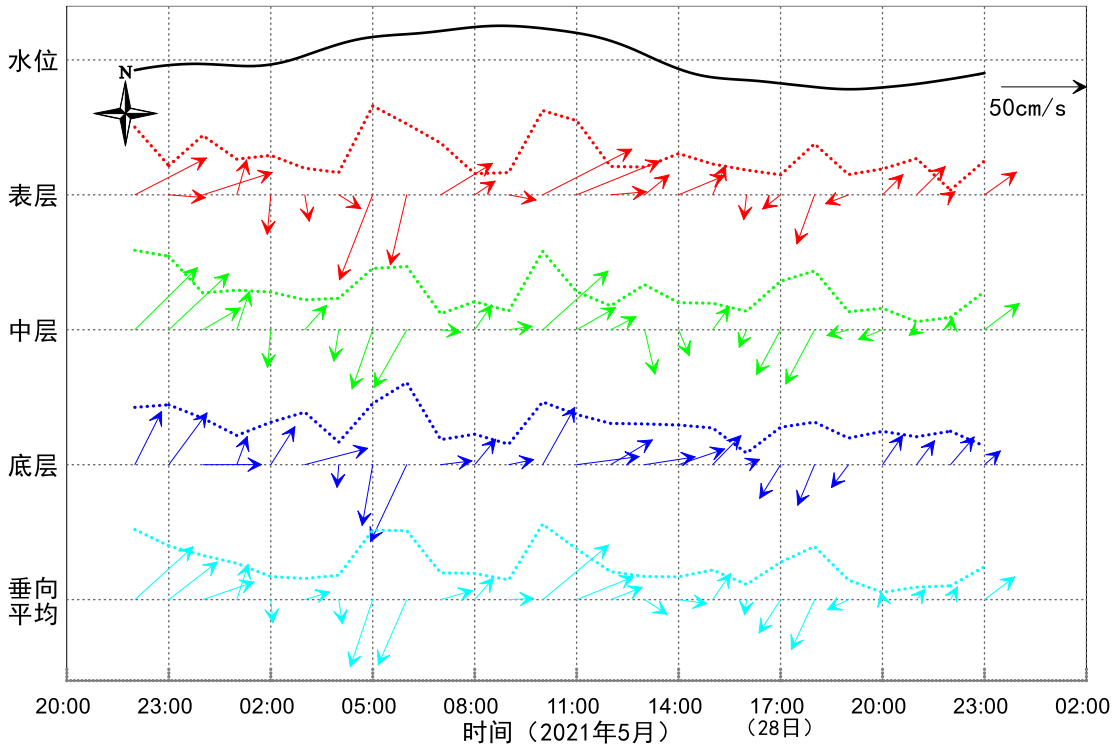

图 3.1.2.2-4 海流矢量时间变化序列图（SW2-4 站）

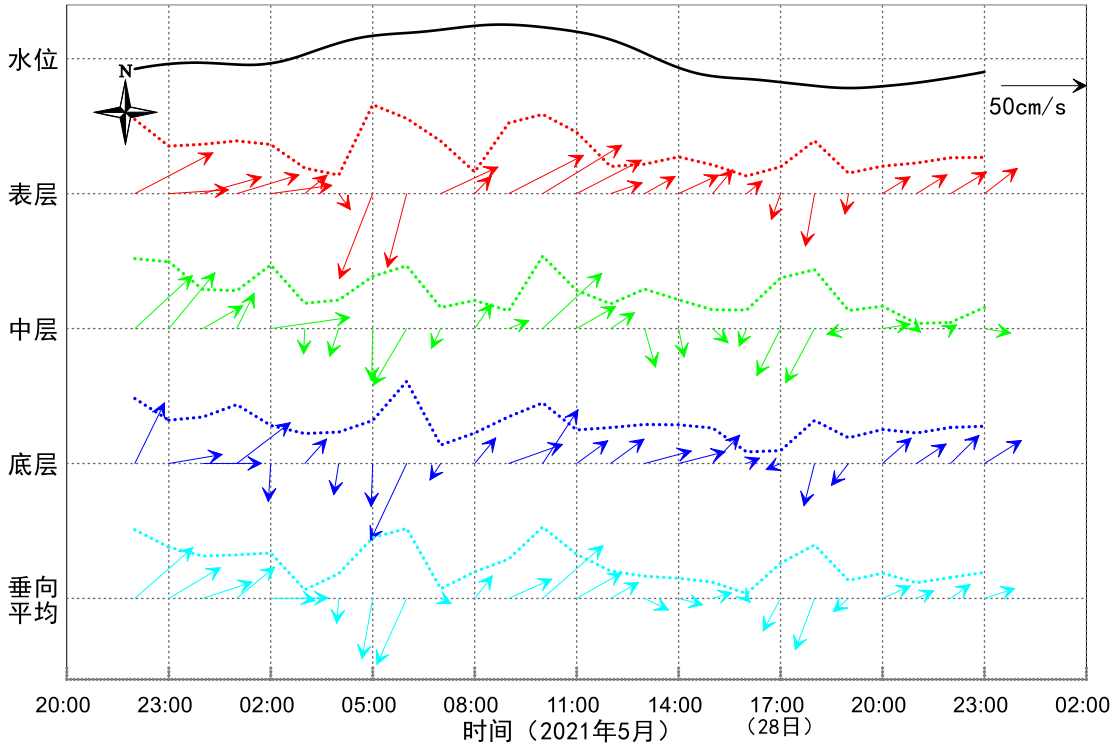

图 3.1.2.2-5 海流矢量时间变化序列图（SW2-5 站）

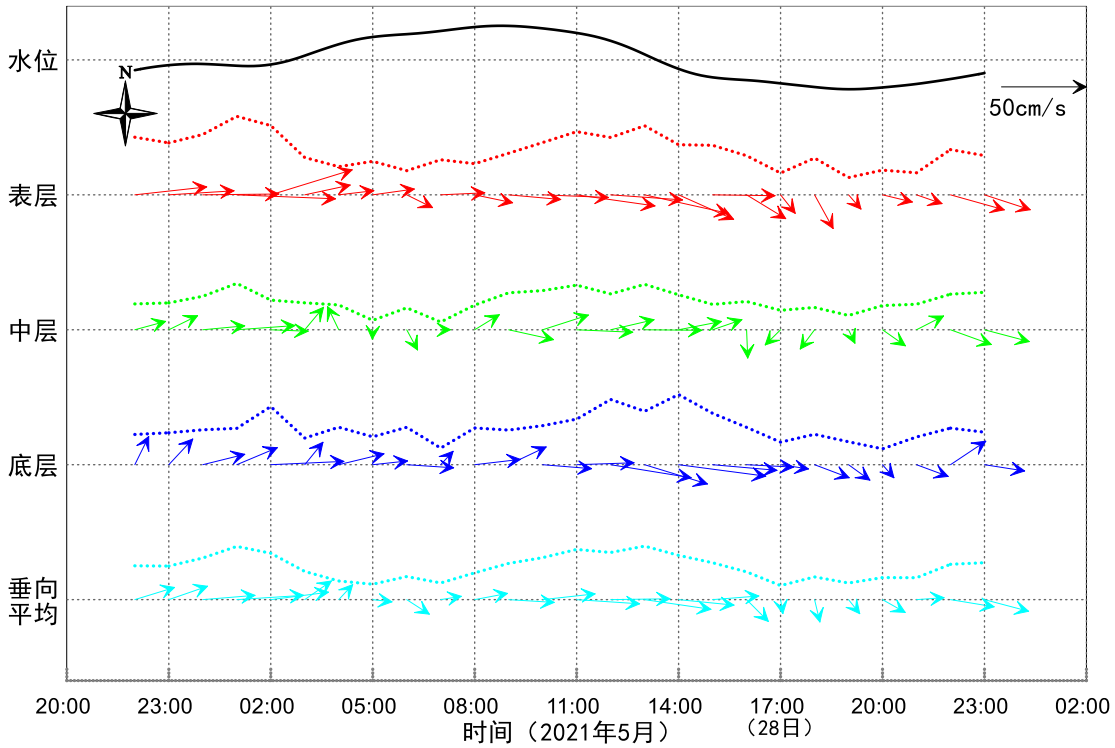

图 3.1.2.2-6 海流矢量时间变化序列图（SW2-6 站）

图 3.1.2.2-7 表层海流矢量玫瑰图

图 3.1.2.2-8 中层海流矢量玫瑰图

图 3.1.2.2-9 底层海流矢量玫瑰图

图 3.1.2.2-10 垂向平均海流矢量玫瑰图

（3）潮流调和分析

根据潮流调和分析原理，能够互相分离的分潮之间的最小频率间隔与观测时段的长度有关，当分潮之间的会合周期显著大于观测时段长度时，必须引入已知的关系进行分析（陈宗镛，1980）。在准调和分析中，可以有两种办法，一种是进行两次以上周日观测，以便得到 4 个以上的求解方程—不引入差比关系方法；另一种办法是进行一次周日观测，同时在两个分潮流之间引入某种关系（差比关系） 以获得求解的方程—引入差比关系方法（方国洪等，1986）。本次观测采用的是一周日的观测，

因此通过引入差比数的方法计算各站位表层、中层、底层的 O1、K1、M^2、S2、M4、MS4 六个主要分潮流的调和常数、椭圆要素、余流。按照《海洋调查规范-海洋调查资料处理》中关于“引入差比关系的准调和分析方法”的规定，此处选取距离项目位置相对较近的验潮站的长周期的历史潮位观测资料的调和分析结果得到的差比数，对海流观测资料进行分析计算，进一步计算潮流椭圆各参数。图 3.1.2.2-11～图 3.1.2.2-16 给出了各站各测层六个主要分潮流的潮流椭圆及其长半轴分布图；表 3.1.2.2-2 给出了各观测站各层的 O1、K1、M^2、S2、M4 与 MS4 六个主要分潮流的椭圆要素。可以看出：

各测站椭圆要素中，M^2 分潮流量值最大，K1 分潮流次之，为主要分潮流；S2 和 M4 分潮流量值次之，O1 与 MS4 分潮流量值较小。M^2 分潮潮流椭圆长半轴中、底层最大值均出现于 SW2-4 站，分别为 20.4 cm/s、18.9 cm/s，倾角分别为 35°、33°；表层最大值出现于 SW2-5 站，为 20.3 cm/s，倾角为 40°。

近岸站点 SW2-1、SW2-2、 SW2-3 和 SW2-6 站受地理位置影响，M^2 分潮流的长轴向基本与等深线和邻近岸线平行，而外海站点 SW2-4 和 SW2-5 站 M^2 分潮流的长轴向近似与等深线和邻近岸线垂直。

各站各分潮流椭圆率/旋转率有正（潮流矢量随时间增加按逆时针旋转）有负（潮流矢量顺时针旋转），说明潮流旋转方向不尽一致，且每个站各分潮以及各层旋转方向也有所不同，无较一致的规律。

由各站 M^2 分潮流的椭圆率来看，SW2-1、SW2-2 和 SW2-3 站表现为旋转流特征，其它各站以往复流为主。

图 3.1.2.2-11 各测站 O1 分潮流分布图

图 3.1.2.2-12 各测站 K1 分潮流分布图

图 3.1.2.2-13 各测站 M^2 分潮流分布图

图 3.1.2.2-14 各测站 S2 分潮流分布图

图 3.1.2.2-15 各测站 M4 分潮流分布图

图 3.1.2.2-16 各测站 MS4 分潮流分布图

表 3.1.2.2-2 各测站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s，°）

站位	测层	O1				K1				M^2			
		长半轴	短半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	短半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	短半轴	椭圆率	长轴向
SW2-1	表层	1.8	0.8	0.471	94.1	3	1.4	0.471	274.1	3.9	0.2	-0.043	98.5
	中层	1.7	1.2	0.722	269.7	2.9	2.1	0.722	269.7	3.7	1.4	-0.364	89.7
	底层	1.2	0	-0.031	45.9	2	0.1	-0.031	225.9	3.8	1.5	-0.383	74.7
SW2-2	表层	3.7	1.3	0.339	295.7	6.1	2.1	0.339	295.7	5.2	2.3	0.451	120.2
	中层	3.6	0.1	0.018	325.2	5.9	0.1	0.018	325.2	4.6	1.5	-0.322	82.4
	底层	4.3	0.7	-0.152	299	7.1	1.1	-0.152	299	5.7	1.5	-0.266	72.1
SW2-3	表层	1.9	0.2	-0.081	277.9	3.2	0.3	-0.081	277.9	7.3	2.5	0.34	109.4
	中层	2.5	0.4	-0.158	330.7	4.2	0.7	-0.158	330.7	7.5	1.3	0.175	125.9
	底层	2.7	0.6	-0.217	7	4.5	1	-0.217	7	7.7	0.3	-0.034	125.8
SW2-4	表层	2.7	2.2	0.797	175.9	4.5	3.6	0.797	175.9	20.2	0.4	-0.022	40.1
	中层	1.8	1.6	-0.862	62.9	3	2.6	-0.862	62.9	20.4	2.3	-0.111	35
	底层	1.9	0.5	0.249	138.3	3.1	0.8	0.249	318.3	18.9	2.7	-0.145	32.9
SW2-5	表层	1.9	0.9	0.479	146.6	3.1	1.5	0.479	146.6	20.3	0.4	-0.019	39.5
	中层	2.3	0.5	-0.211	38.9	3.8	0.8	-0.211	38.9	20	3.4	-0.168	32.6
	底层	2.6	0.1	-0.044	191.2	4.3	0.2	-0.044	191.2	18.6	2.6	-0.143	37.8
SW2-6	表层	3.2	0.9	-0.288	25.9	5.3	1.5	-0.288	25.9	11.2	0.7	0.06	80.8
	中层	1.9	0.6	-0.334	21	3.1	1	-0.334	21	11.2	1.7	0.154	71.1
	底层	3.5	1.7	-0.485	321.6	5.9	2.8	-0.485	321.6	6.6	1.5	-0.227	81.4
站位	测层	S2				M4				MS4			
		长半轴	短半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	短半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	短半轴	椭圆率	长轴向
SW2-1	表层	1.4	0.1	-0.043	98.5	2.4	1.1	0.441	268.1	1.4	0.6	0.441	268.1
	中层	1.4	0.5	-0.364	89.7	1.8	1	0.585	298.7	1	0.6	0.585	298.7
	底层	1.4	0.5	-0.383	74.7	2.7	0.3	0.111	292.5	1.6	0.2	0.111	292.5
SW2-2	表层	1.9	0.9	0.451	120.2	2	0.3	-0.145	338.7	1.2	0.2	-0.145	338.7
	中层	1.7	0.5	-0.322	82.4	2	0.2	0.114	343.5	1.2	0.1	0.114	343.5
	底层	2.1	0.6	-0.266	72.1	5.6	0.3	-0.057	268.7	3.3	0.2	-0.057	268.7

SW2-3	表　层	2.7	0.9	0.34	109.4	2.6	0.7	0.283	16.1	1.5	0.4	0.283	16.1
	中　层	2.8	0.5	0.175	125.9	2.8	0.5	0.195	10.9	1.7	0.3	0.195	10.9
	底　层	2.8	0.1	-0.034	125.8	2.9	0	0.016	349.6	1.7	0	0.016	349.6
SW2-4	表　层	7.5	0.2	-0.022	40.1	5.1	1	-0.195	179.9	3	0.6	-0.195	179.9
	中　层	7.5	0.8	-0.111	35	4.6	1.5	-0.325	27.1	2.7	0.9	-0.325	27.1
	底　层	7	1	-0.145	32.9	8.4	0.7	0.081	198	4.9	0.4	0.081	18
SW2-5	表　层	7.5	0.1	-0.019	39.5	9.3	0.4	0.045	201.3	5.5	0.2	0.045	21.3
	中　层	7.4	1.2	-0.168	32.6	3.3	0.2	-0.051	224	2	0.1	-0.051	44
	底　层	6.9	1	-0.143	37.8	7.1	1.4	0.196	196.9	4.2	0.8	0.196	16.9
SW2-6	表　层	4.1	0.2	0.06	80.8	1.3	1.1	0.842	203.1	0.8	0.7	0.842	203.1
	中　层	4.1	0.6	0.154	71.1	3	1.2	0.418	242.1	1.8	0.7	0.418	242.1
	底　层	2.4	0.6	-0.227	81.4	2.2	0.8	0.372	348.4	1.3	0.5	0.372	348.4

（4）实测潮流性质

依据潮流潮型数 K =（WO1+WK1）/WM^2（W 为分潮流的长半轴）作为判断潮流特性的指标，表 3.1.2.2-3 列出了各海流观测站各层的潮流特性。除 SW2-2 和 SW2-3 站个别层潮流属不规则全日潮流外，其他均为不规则半日潮流和规则半日潮流，其中外海站位 SW2-4 和 SW2-5 站表、中、底层潮流均属规则全日潮流。观测海区潮流性质以不规则半日潮流为主。表明项目附近近岸海域潮流以不规则半日潮流为主。

表 3.1.2.2-3 各站位、层的潮流特征值

测　站	层　次	特 征 值 K	潮型
SW2-1	表　层	1.225	不规则半日潮流
	中　层	1.234	不规则半日潮流
	底　层	0.824	不规则半日潮流
SW2-2	表　层	1.909	不规则半日潮流
	中　层	2.061	不规则全日潮流
	底　层	2.015	不规则全日潮流
SW2-3	表　层	0.699	不规则半日潮流
	中　层	0.895	不规则全日潮流
	底　层	0.928	不规则半日潮流
SW2-4	表　层	0.361	规则半日潮流
	中　层	0.238	规则半日潮流
	底　层	0.265	规则半日潮流
SW2-5	表　层	0.247	规则半日潮流
	中　层	0.307	规则半日潮流

	底　层	0.370	规则半日潮流
SW2-6	表　层	0.765	不规则半日潮流
	中　层	0.442	规则半日潮流
	底　层	1.432	不规则半日潮流

（5）理论最大可能潮流和潮流水质点的可能最大运移距离

根据《海港水文规范》（JTS 145-2-2013）的规定，对于正规半日潮流的海区，最大可能潮流 Vmax 按式（1）计算；对于正规全日潮流的海区，最大可能潮流 Vmax 按式（2）计算；对于不正规半日潮流和不正规全日潮流的海区，最大可能潮流 Vmax 取式（1）和式（2）计算中的较大值：

$$\vec{V}_{MAX}=1.295\vec{W}_{M2}+1.245\vec{W}_{S2}+\vec{W}_{K1}+\vec{W}_{O1}+\vec{W}_{M4}+\vec{W}_{MS4} \quad （1）$$

$$\vec{V}_{MAX}=\vec{W}_{M2}+\vec{W}_{S2}+1.600\vec{W}_{K1}+1.450\vec{W}_{O1} \quad （2）$$

式中 W 为分潮流的最大流矢量。由上计算可知，工程海区属于不规则半日潮流海区，故采用式（1）和式（2）中的较大值作为分潮流最大可能潮流值。计算结果列于表 3.1.2.2-4。

根据《海港水文规范》的规定，对于正规半日潮流的海区，潮流水质点的可能最大运移距离 Lmax 按式（3）计算；对于正规全日潮流的海区，水质点的可能最大运移距离 Lmax 按式（4）计算；对于不正规半日潮流和不正规全日潮流的海区，水质点的可能最大运移距离 Lmax 取式（3）和式（4）计算中的较大值：

$$\vec{\mathrm{L}}_{\mathrm{MAX}}=184.3\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{M2}}+171.2\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{S2}}+274.3\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{K1}}+295.9\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{O1}}+71.2\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{M4}}+69.9\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{MS4}}$$
（3）

$$\vec{\mathrm{L}}_{\mathrm{MAX}}=142.3\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{M2}}+137.5\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{S2}}+438.9\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{K1}}+429.1\vec{\mathrm{W}}_{\mathrm{O1}} \quad （4）$$

式中 W 为分潮流的最大流矢量。由上计算可知，工程海区属于不规则半日潮流海区，故采用式（3）和式（4）中的较大值作为潮流水质点的可能最大运移距离。计算结果列于表 3.1.2.2-5。

根据计算结果，本海区内最大可能潮流流速和对应的流向受地形影响各有不同：理论最大可能潮流流速的最大值出现在 SW2-4 站中层，达 47.2 cm/s，流向为 36.5°，即 NNE 向。潮流水质点的可能最大运移距离的最大值同样出现在 SW2-4 站中层，达 6.78 km，流向为 39.8°，即 NNE 向。

表 3.1.2.2-4 潮流最大可能流速及流向

站号 层次 要素		SW2-1	SW2-2	SW2-3	SW2-4	SW2-5	SW2-6
表	流速(cm/s)	3.1	8.1	8.2	26.2	31.1	25.2
	流向(°)	101.6	291.7	87.3	63.1	50.6	55.6
中	流速(cm/s)	2.0	13.0	8.6	47.2	39.9	21.1
	流向(°)	269.7	350.6	73.0	36.5	33.2	54.8
底	流速(cm/s)	4.0	13.5	11.6	30.1	24.2	13.4
	流向(°)	84.9	323.9	70.9	32.4	47.6	21.2

表 3.1.2.2-5 潮流水质点的可能最大运移距离及其方向

站号 层次 要素		SW2-1	SW2-2	SW2-3	SW2-4	SW2-5	SW2-6
表	距离(m)	410.8	3267.8	883.9	3588.4	4577.5	5245.8
	方向(°)	108.4	294.3	259.4	70.0	57.8	45.6
中	距离(m)	1283.3	3811.0	1710.0	6776.5	6574.3	3925.8
	方向(°)	269.7	337.2	351.6	39.8	34.1	45.9
底	距离(m)	538.3	4285.7	2746.2	4516.2	2832.2	3631.6
	方向(°)	64.7	309.8	35.2	30.2	57.4	339.3

（6）余流分析

余流是指实测海流分离出潮流后的水体运动，它是一种综合流动，主要包括风海流、地转流、河口径流、上升流、盐淡水交汇引起的密度流等，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它有显著影响。余流对于水体及其携带物质的运移具有重要意义。表 3.1.2.2-6 列出了各站各层的余流统计情况，图 3.1.2.2-17 为各站余流分布图。

调查海区观测期间各层余流流向变化较为复杂，规律性不强。余流主要介于 2.35～30.52 cm/s。表、中、底层余流最大值均出现于 SW2-6 测站，分别为 30.52、15.44、24.60 cm/s，流向分别为 99°、92°、86°，均指向东，基本与岸线平行。项目位

置附近，即 SW2-2 站余流表层较大，为 12.67 cm/s，中、底层均较小，垂向上表、中层余流和底层的流向基本相反，表、中层指向东南，底层流向西北，整体呈现为与等深线垂直。靠近施公寮岛东北沿岸的 SW2-1 站的余流流向与近岸岸线走向不一致，表层指向南，中底层指向西南，流向垂向差异较大，说明受沿岸复杂岛屿地形影响较明显。其余站位表中底层余流流向基本一致。

余流流速大小的垂向变化较为明显，整体表现为由表至底先减小后增大的特点。除了湾外的 SW2-4 和 SW-5 站余流流向表现出一定程度向湾内输运物质的趋势，其余站余流均呈现向外海输运的相反趋势。

表 3.1.2.2-6 各站余流统计

站位	余流	测层			
		表	中	底	垂向平均
SW2-1	流速（cm/s）	5.79	5.62	9.56	5.58
	流向（°）	172.00	225.46	252.39	220.01
SW2-2	流速（cm/s）	12.67	4.09	2.35	5.30
	流向（°）	122.45	96.81	319.52	111.31
SW2-3	流速（cm/s）	11.65	12.79	10.29	11.85
	流向（°）	127.18	143.57	139.37	138.06
SW2-4	流速（cm/s）	13.04	6.42	13.70	9.67
	流向（°）	86.83	92.25	64.42	82.43
SW2-5	流速（cm/s）	19.46	8.47	13.24	12.28
	流向（°）	76.15	106.28	70.04	84.79
SW2-6	流速（cm/s）	30.52	15.44	24.60	21.70
	流向（°）	99.06	91.52	85.96	93.44

图 3.1.2.2-17 各站余流分布图

3.1.2.3 波浪

项目附近海域波况采用[redacted]1986 年 1 月至 2015 年 12 月的观测资料分析。本海域累年最多浪向为东北东向和东北向，年频率分别为 24%和 19%；其中 8 月至翌年 5 月盛行东北东向浪，月频率在 28 %以上；而 6～7 月份盛行西南及西浪向，月频率在 16 %以上，见表 3.1.2.3-1a。

累年最多涌向为东南向和东南东向，年频率分别为 24%和 20%；其中 1～12 月份盛行东南、东南东、东涌向，月频率在 21%以上，见表 3.1.2.3-1b。

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，平均波高年均值为 1.2 米，秋冬两季稍大，春夏两季略小。一般月平均波高最小值出现于季风转换时期，而年极值波高出现于热带气旋影响期间。各月份平均波高，10 月至翌年 03 月稍高为 1.3 米以上； 04~09 月份稍低为 1.1 米及以下； 其中 5、7~8 月份最低，仅为 1.0 米。各月份最大波高， 05~09 月份较大均在 7.0 米以上；其中 09 月份最高达 8.6 米；而其余月份均在 5.9 米及以下；其中 04 月份最低， 仅为 4.4 米。历年最大波高均在 3.3 米以上。历年最大波高主要出现在 2、5~12 月份热带气旋及冷空气影响期间。2011 年期间，本站最大波高极值为 8.6 米，出现在 2011 年 09 月 29 日，见表 3.1.2.3-1c。

图 3.1.2.3-1 波浪观测站位图

表 3.1.2.3-1a [redacted]累年各月（年）最多风浪向及频率（单位：%）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	累年
多向	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	SW	W	NE	NE	ENE	NNE	NNE	ENE
频率	29	32	31	34	28	20	16	16	25	32	32	35	24
次向	NNE	E	E	E	E	ENE	WSW	ENE	ENE	NE	NE	NE	NE
频率	25	24	30	31	23	13	14	14	24	24	24	26	19

表 3.1.2.3-1b [redacted]各月（年）涌浪向（单位: %）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	累年
多向	ESE	ESE	ESE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	E	E	E	SE
频率	36	36	35	28	32	24	21	22	35	34	44	39	24

次向	E	E	SE	ESE	ESE	SW	S	S	S	ESE	ESE	ESE	ESE
频率	35	36	27	25	17	19	20	22	14	29	30	36	20

表 3.1.2.3-1c [redacted]各月（年）波高（单位：m）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	累年
平均	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.4	1.4	1.3	1.2
最大	4.8	4.9	4.5	4.4	7.0	7.3	8.3	8.0	8.6	5.9	5.5	4.6	8.6
日期	10	19	10	25	17	27	31	31	29	21	24	23	29
年份	2013	2012	2015	1993	2006	1993	1990	1995	2011	2010	1991	1992	2011

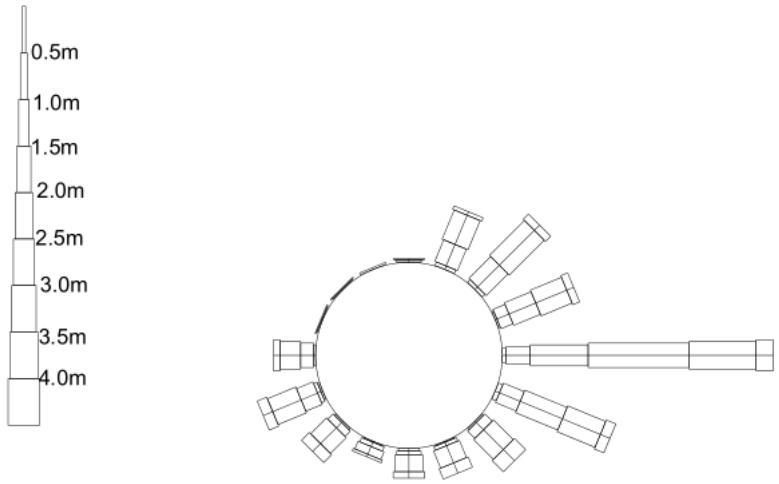

图 3.1.2.3-2 [redacted]年 H1/10 波高玫瑰图

3.1.2.4 泥沙

1、悬沙

项目所在海域悬沙状况根据[redacted]在项目附近海区的泥沙含量调查数据确定，调查站位同海流调查站位，观测时间为 2021 年 5 月天文大潮期间，悬沙采样工作与测流同步进行，采样频率为每小时一次，按照调查规范，采样

层次设置为表、中、底三层，站位分布见图 3.1.2-2 和表 3.1.2-1。悬沙含量与水流强弱及风浪大小密切相关。由各站位实测含沙量统计，及图 3.1.2.4-1~6 所示悬沙量周日曲线图可见，除了 SW2-4 和 SW2-5 站在部分憩流时刻悬沙浓度增大外，悬沙量与流速变化趋势基本一致，在流速较大的急流时刻，悬沙量亦出现较大值，并且悬沙量变化较流速变化有一定的滞后性。表层和中层底层最大含沙量均位于 SW2-2 站，分别为 0.0540 和 0.0525 kg/m^3，底层最大含沙量位于 SW2-5 站，为 0.0535 kg/m^3。总体来说，SW2-1、SW2-2、SW2-3 和 SW2-6 站底层含沙量大于表、中层含沙量，说明其悬沙主要由再悬浮作用引起，而 SW2-4、SW2-5 站中层含沙量略大于表层和底层，说明其悬沙主要由底部泥沙再悬浮和平流输运作用引起。各站垂线平均含沙量均大于 0.032 kg/m^3，含沙量相对较大。

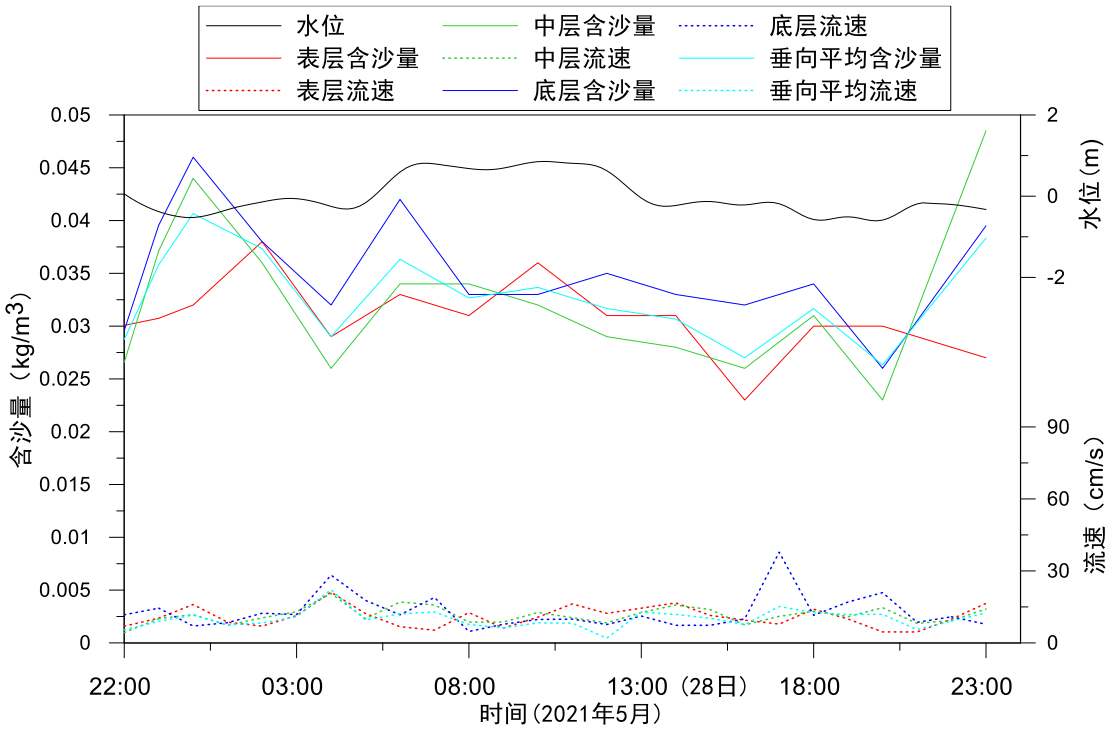

图 3.1.2.4-1 SW2-1 测站潮位与含沙量变化过程图

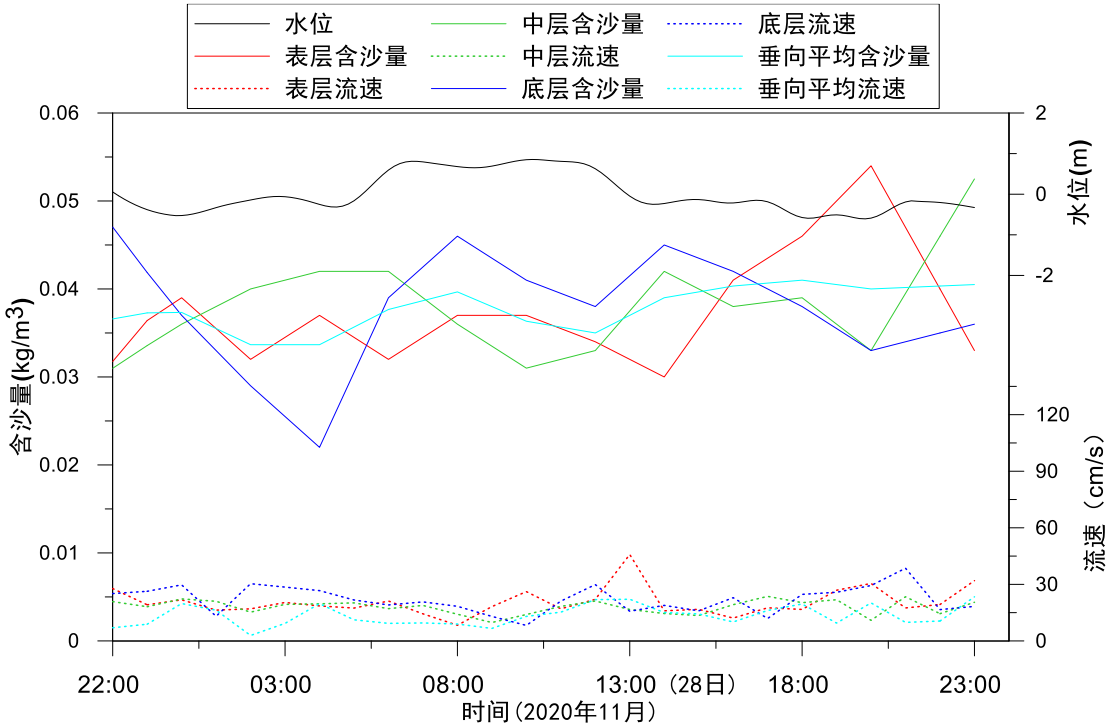

图 3.1.2.4-2 SW2-2 测站潮位与含沙量变化过程图

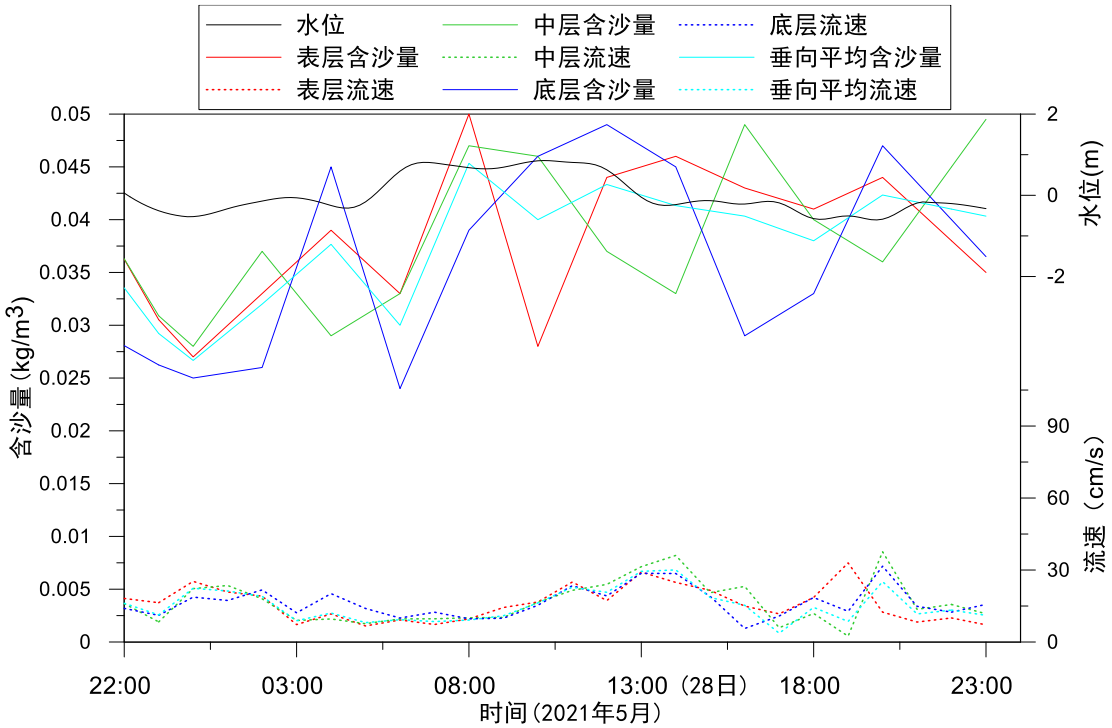

图 3.1.2.4-3 SW2-3 测站潮位与含沙量变化过程图

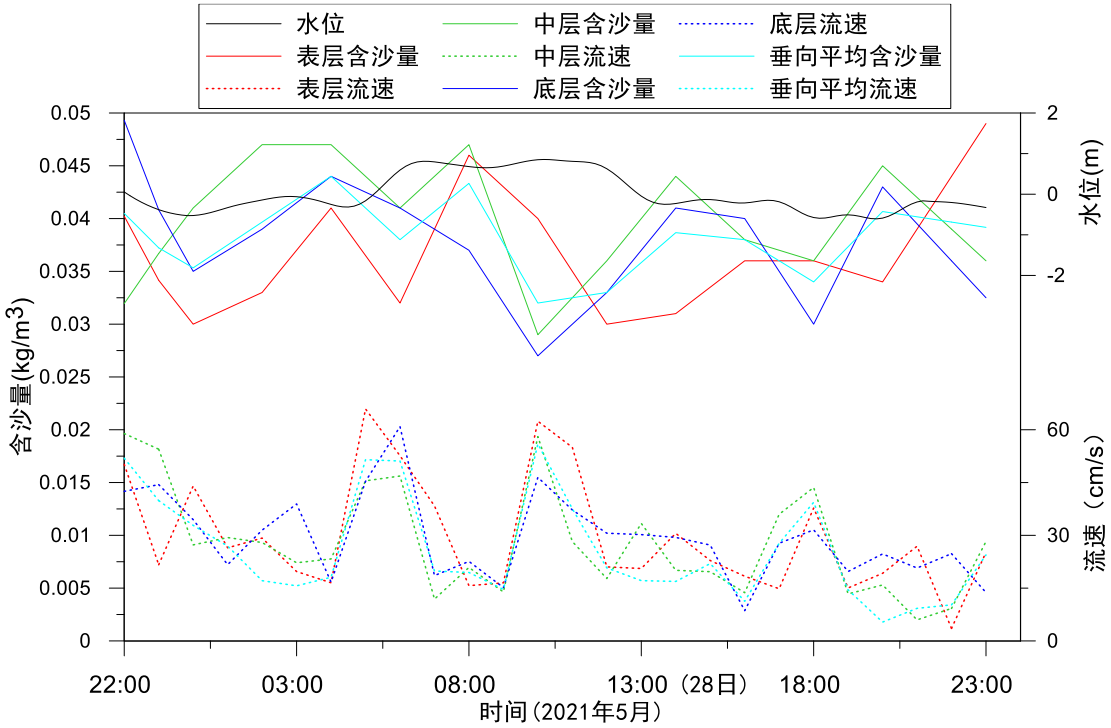

图 3.1.2.4-4 SW2-4 测站潮位与含沙量变化过程图

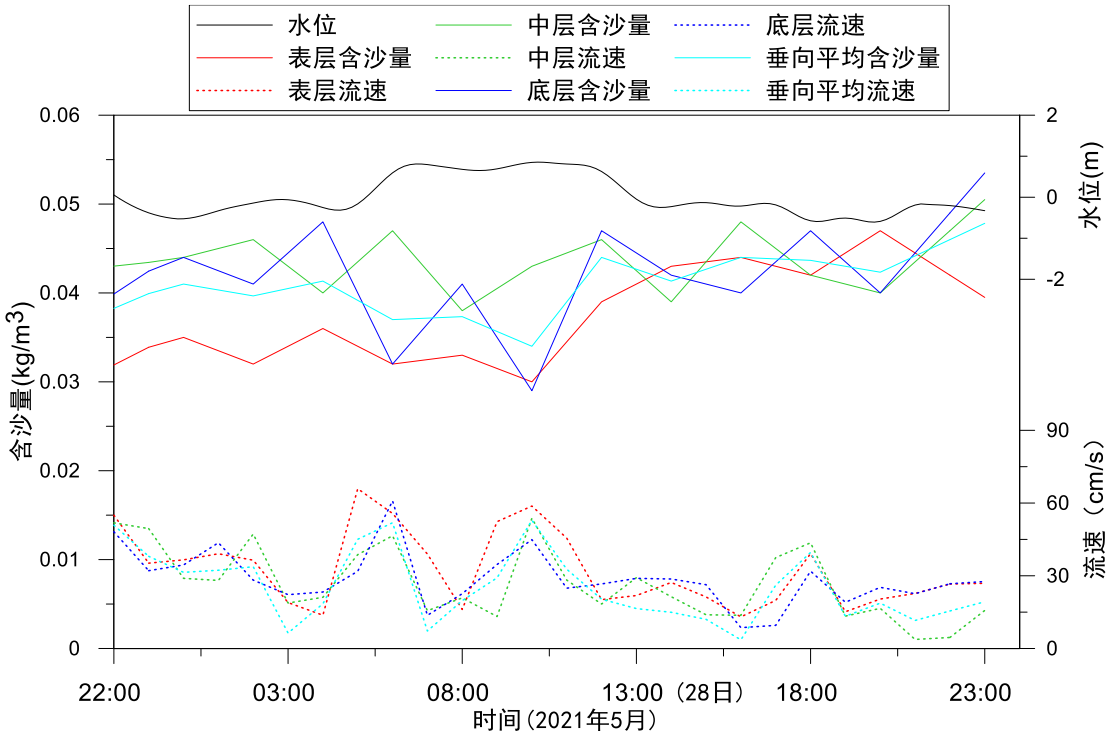

图 3.1.2.4-5 SW2-5 测站潮位与含沙量变化过程图

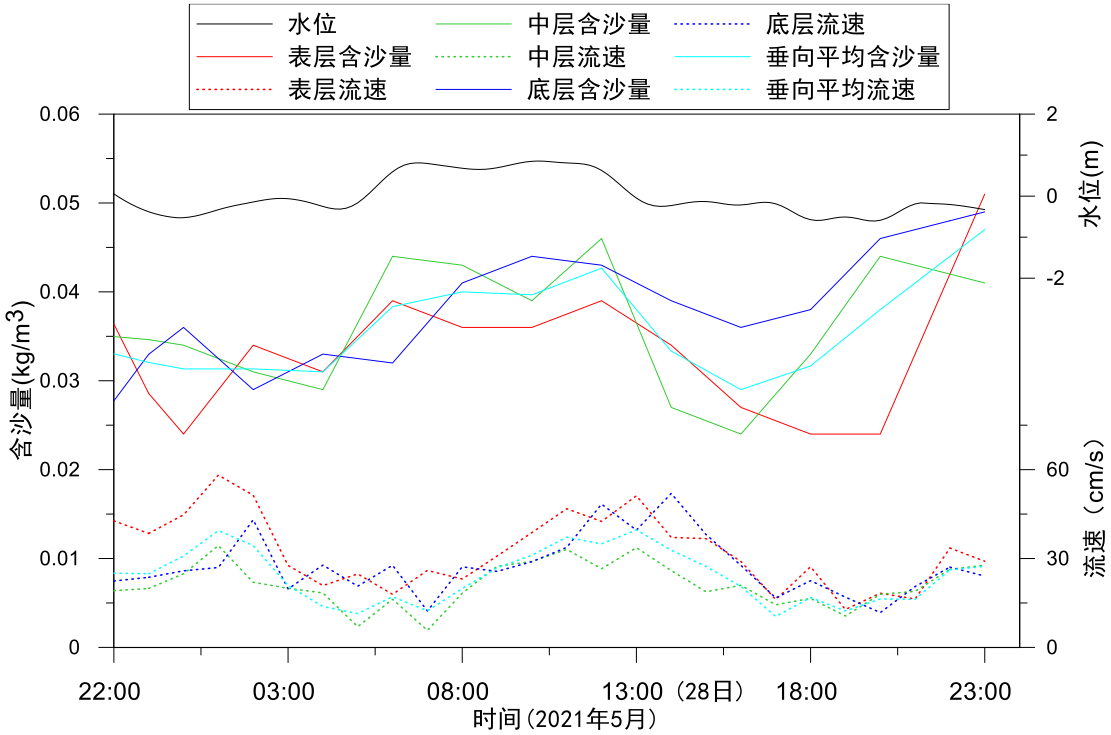

图 3.1.2.4-6　SW2-6 测站潮位与含沙量变化过程图

表 3.1.2.4-1 悬沙浓度特征值统计表（kg/m^3）

站位	层次	最大浓度	最小浓度	平均浓度	垂向平均浓度
SW2-1	表层	0.0380	0.0230	0.0308	0.0326
	0.6H	0.0485	0.0230	0.0322	
	底层	0.0460	0.0260	0.0349	
SW2-2	表层	0.0540	0.0300	0.0377	0.0378
	0.6H	0.0525	0.0310	0.0382	
	底层	0.0470	0.0220	0.0377	
SW2-3	表层	0.0500	0.0270	0.0385	0.0379
	0.6H	0.0495	0.0280	0.0385	
	底层	0.0490	0.0240	0.0367	
SW2-4	表层	0.0490	0.0300	0.0366	0.0382
	0.6H	0.0470	0.0290	0.0402	
	底层	0.0493	0.0270	0.0377	
SW2-5	表层	0.0470	0.0300	0.0376	0.0410
	0.6H	0.0505	0.0380	0.0435	
	底层	0.0535	0.0290	0.0419	
SW2-6	表层	0.0510	0.0240	0.0332	0.0360
	0.6H	0.0460	0.0240	0.0363	
	底层	0.0490	0.0277	0.0384	

从各站悬沙通量分布看，最大通量值出现于碣石湾湾口东南侧的 SW2-6 站，其表、中、底层悬沙通量方向和量值基本一致，指向东，底层通量最大，可达 0.0095 kg/m^2/s，因此，垂向平均的净泥沙通量同样向东输运，达 0.0085 kg/m^2/s。项目位置附近的 SW2-2 站表、中层悬沙通量远大于底层，方向一致性较好，整体指向东东南，垂向平均的净泥沙通量指向东东南，为 0.002 kg/m^2/s，相对较小。项目西北侧沿岸 SW2-1 站悬沙通量值最小，整体指向西南。SW2-3、SW2-4、SW2-5 站悬沙通量表、中、底层悬沙通量方向一致性较好，垂向平均的净泥沙通量值相当，分别为 0.0044、0.0039、0.0053 kg/m^2/s，分别指向东南、东东北、东东北。整体来看，调查海域在调查时段内悬沙通量较小，呈现出 SW2-4、SW2-5 站向湾内输运，其余站位向湾外输运的趋势。

表 3.1.2.4-2 各站层净悬沙通量（kg/m^2/s）和方向（°）

层次	SW2-1		SW2-2		SW2-3	
	通量	方向	通量	方向	通量	方向
表层	0.0019	168.9	0.0049	122.7	0.0044	126.2
中层	0.0019	224.5	0.0015	98.6	0.0050	142.7
底层	0.0032	251.4	0.0006	336.2	0.0039	139.9
平均	0.0019	223.7	0.0020	113.6	0.0044	136.4
层次	SW2-4		SW2-5		SW2-6	
	通量	方向	通量	方向	通量	方向
表层	0.0049	85.1	0.0069	76.1	0.0103	98.6
中层	0.0023	104.9	0.0037	106.4	0.0058	92.0
底层	0.0051	64.1	0.0056	70.0	0.0095	87.6
平均	0.0039	79.9	0.0053	80.7	0.0085	93.1

图 3.1.2.4-7 各测站悬沙通量分布图

2、海底表层沉积物

（1）沉积物组成及类型

表层沉积物粒径分析采用 2021 年 5 月夏季采样成果分析，站位分布如图 3.1.2.4-8。根据《海洋调查规范-第 8 部分：海洋地质地球物理调查》采用谢帕德沉积物粒度三角图解法（图 3.1.2.4-9）进行分类。由表可知，项目海区表层沉积物类型相对简单，

主要为粉砂质粘土。从表层沉积物组分表可以看出（见表 3.1.2.4-3），项目海区表层沉积物组成以粘土为主，均超过 50%，其次是粉砂，约占 30%。

（2）中值粒径

调查海域沉积物相对较细，中值粒径在 0.0028～0.0036 mm 之间变化，中值粒径主要集中在 0.0030~0.0036 mm 的范围内，占总样品数的 70.0%，而中值粒径小于 0.0030 mm 的沉积物样品数为 3。该片海域表层沉积物中值粒径在一定程度上呈现由海向陆逐渐减小的趋势，项目附近表层沉积物中值粒径多在 0.003 mm 左右。

图 3.1.2.4-8　沉积物站位分布图

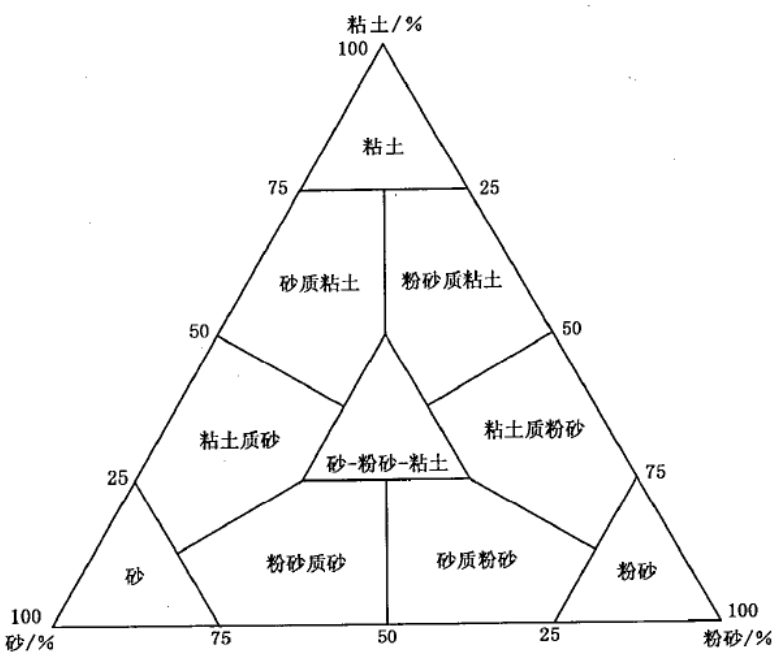

图 3.1.2.4-9 沉积物粒度三角图分类

表 3.1.2.4-3 项目海区沉积物粒级含量成果表　　(%)

站号	砾石(G)		砂(S)					粉砂(T)				粘土(Y)			粒度系数					质量分数%				沉积物名称
	细砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土		细粘土	平均粒径 Mz(mm)	中值粒径 Md(mm)	偏态值 Skf	峰态值 Kg	分选系数 σi(φ)	砾石	砂	粉砂	粘土	
	8～4	4～2	2～1	1～0.5	0.5～0.25	0.25～0.125	0.125～0.063	0.063～0.032	0.032～0.016	0.016～0.008	0.008～0.004	0.004～0.002	0.002～0.001	<0.001										
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
B1	/	/	2.01	0.61	1.86	1.98	4.93	9.92	10.05	6.66	5.88	18.64	19.54	17.92	0.015	0.0031	0.020	3.689	0.041	/	11.39	34.56	54.05	粉砂质粘土
B3	/	/	0.16	2.06	6.03	3.01	4.00	7.00	8.63	7.06	9.87	15.63	17.00	19.55	0.020	0.0036	0.055	5.828	0.064	/	15.26	32.56	52.18	粉砂质粘土
B5	/	/	0.39	1.62	1.82	3.03	7.66	3.09	7.39	8.46	9.44	18.02	18.92	20.16	0.015	0.0030	0.017	5.171	0.038	/	14.52	28.38	57.10	粉砂质粘土
B6	/	/	1.41	1.48	3.07	3.33	6.00	4.16	5.60	7.11	9.00	18.86	20.34	19.64	0.019	0.0028	0.044	8.402	0.058	/	15.29	25.87	58.84	粉砂质粘土
B8	/	/	1.14	2.00	3.02	3.60	5.11	4.13	7.00	7.88	8.21	18.05	20.64	19.22	0.018	0.0029	0.048	8.038	0.060	/	14.87	27.22	57.91	粉砂质粘土
B9	/	/	1.66	1.87	3.06	3.02	7.22	3.00	7.99	8.09	9.02	18.46	17.99	18.62	0.023	0.0032	0.058	7.626	0.068	/	16.83	28.10	55.07	粉砂质粘土

站号	砾石(G)		砂(S)					粉砂(T)				粘土(Y)			粒度系数					质量分数%				沉积物名称
	细砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土		细粘土	平均粒径 Mz(mm)	中值粒径 Md(mm)	偏态值 Skf	峰态值 Kg	分选系数 σi(φ)	砾石	砂	粉砂	粘土	
	8～4	4～2	2～1	1～0.5	0.5～0.25	0.25～0.125	0.125～0.063	0.063～0.032	0.032～0.016	0.016～0.008	0.008～0.004	0.004～0.002	0.002～0.001	<0.001										
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
B10	/	/	1.18	1.68	2.01	3.65	10.09	2.33	7.52	7.69	8.22	18.08	19.33	18.22	0.025	0.0032	0.030	6.218	0.054	/	18.61	25.76	55.63	粉砂质粘土
B11	/	/	1.20	1.43	0.78	3.08	8.22	1.95	7.02	8.33	10.22	18.25	19.53	19.99	0.013	0.0029	0.014	5.526	0.035	/	14.71	27.52	57.77	粉砂质粘土
B15	/	/	1.24	1.68	2.12	4.03	7.63	2.11	7.56	8.33	10.32	17.21	18.56	19.21	0.023	0.0030	0.050	7.896	0.063	/	16.70	28.32	54.98	粉砂质粘土
B19	/	/	1.00	1.66	2.01	4.02	6.12	4.35	7.56	7.89	9.78	17.55	19.78	18.28	0.018	0.0031	0.027	5.641	0.047	/	14.81	29.58	55.61	粉砂质粘土

备注：“/”表示不适用。

3.1.3 地形地貌与冲淤

本节资料来源于《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》（2021 年 11 月 18 日）的相关内容。

3.1.3.1 地形地貌

矿区整体水深为 [redacted]（理论深度基准面），平均水深为 [redacted]，最大水深位于矿区南侧偏中间海域，最小水深位于矿区西北角海域（图 3.1.3.1-1）。矿区整体水深自北向南逐渐加深，中间波痕起伏，水深等值线走向以 15.5m 为界一分为二，15.5m 以浅海域水深等值线走向大致呈 NEE 向，15.5m 以深海域等值线走向为近东西向。矿区整体海底水深变化不大，从北到南呈阶梯式下降趋势（图 3.1.3.1-1~图 3.1.3.1-3），坡度变化范围为 0.05°~1.2°，平均坡度约 0.27°（图 3.1.3.1-4），受到海底波纹发育的影响，地形崎岖起伏但是幅度很小。在工区南部其走向为近 NS 向，工区北部其走向发生转变，走向为 NNE 向。

矿区属于水下岸坡区中的水下侵蚀-堆积岸坡地貌，水深在 20m 以浅区域。水下岸坡系指海岸带的水下斜坡部分，它的范围是自低潮线以下，一直到波浪作用下界（即相当于 1/2 波长的深处）之间的地带，一般海浪波长在 40~80m 左右，把水下岸坡的下限定为基面，在此基面以下波浪作用十分微弱，在此基面以上沉积物在波浪和潮流等水动力作用下处于活动状态，侵蚀和堆积作用都较为强烈。波纹是矿区最为发育的地貌，遍布整个矿区，波脊线走向为近南北向（图 3.1.3.1-1，图 3.1.3.1-3），波长为矿区南北两端波长相对较长，中间海域波长相对较短，南北两侧波纹波长为 10~15m，中间海域沙波波长为 15~25m，波高均为 0.05m~0.5m。

图 3.1.3.1-1 矿区水深图

图 3.1.3.1-2 矿区从北到南水深剖面图

图 3.1.3.1-3 矿区三维地形图

图 3.1.3.1-4 矿区地形坡度图

3.1.3.2 矿区工程地质

（1）地层

矿区地层均为第四系，根据本次钻探资料，对比前人研究成果，矿区内钻探揭露的地层自上而下大致可以划分为三层（主要依据沉积物特征和沉积环境）。

第一层（全新统 Q4）：全新统浅海相沉积层。上部由灰色、青灰色、浅灰色、灰褐色的淤泥、淤泥混粉砂组成（图 3.1.3.2-1），湿，流塑-软塑，局部含适量的贝壳及贝壳碎屑，有腥味，粉砂一般分布均匀或呈薄层状或团粒状分布于淤泥中。该组属全新世浅海相沉积，厚度变化大约在 2.5～6.1m 之间，平均厚 3.9m。

第二层（上更新统上部 Q32）：矿区主要的上层海砂发育层（图 3.1.3.2-2），总体以滨海相沉积为主，局部发育有冲积、洪积相的砂层，主要受潮汐涨落潮的影响较大。底部有浅海相沉积层。由青灰色、浅灰色粘土、粘土混粉砂、粉砂混粘土等组成，湿，可塑，北部粘性高，南部粘性一般，含贝壳、生物碎屑（图 3.1.3.2-2）。该组属上更新世浅海相沉积，厚度变化在 7.6～20.6m 之间，平均厚 14m。

第三层（上更新统下部 Q31）：上更新统冲积、洪积、滨海相沉积层。由青灰色、土黄色、灰白色、灰褐色细砂、中细砂、粗砂、石英砂、砾质砂等组成，饱和，松散，总体较均匀，分选好，磨圆较好，砂质成分以石英、长石为主，局部含少量砾石（图 3.1.3.2-3）。该层形成时代为晚更新世，是矿区主要的下层海砂发育层，总体以滨海相沉积为主，局部发育有冲积、洪积相的砂层，底部为花岗岩全风化层（图 3.1.3.2-3）。钻探工程揭露的厚度范围在 7.2～20.4m 之间，平均厚 12.5m。

底部为花岗岩风化壳，土黄色、灰白色，强风化，由花岗碎屑和粘土组成，花岗碎屑分选、磨圆较差。部分钻孔钻遇新鲜的花岗岩，主要为钾长花岗岩、二长花岗岩。工区砂层整体有两层，上层为粉、细砂，下层为中-粗砂、砾质砂，工区范围内由北向南砂层有逐渐增厚的趋势。

图 3.1.3.2-1　钻孔 SGL01Z06 揭露的第一层粉砂质淤泥层（进尺 0-5.0m）

图 3.1.3.2-2　钻孔 SGL01Z06 揭露的第二层粉砂、细砂层及粘土层（进尺 5.0-20.0m）

图 3.1.3.2-3 钻孔 SGL01Z06 揭露的第三层中砂、粗砂、砾质砂层及底部风化层和花岗岩（进尺 20.0-31.0m）

（2）地质构造

1）构造位置及演化

调查区位于华南板块东南缘的华夏地块，北侧靠近江南造山带，东南侧濒临西太平洋，南部为南海地块。华南板块自太古代以来，经历了一系列的大地构造演化过程，主要包括太古代-古元古代（4000-1600Ma）古老结晶基底形成阶段，中、新元古代

（1600-541Ma）华南大陆板块形成与裂解阶段，早古生代（541-359Ma）陆内造山作用，早中生代（251-200Ma）印支期造山旋回，晚中生代（170-66Ma）燕山期造山旋回。

太古代-古元古代（4000-1600Ma）古老结晶基底形成阶段

在这个阶段，自原始的华南古陆形成之后，华南板块最古老的太古代结晶基底报道于扬子板块北缘的宜昌崆岭杂岩。该杂岩体中的奥长花岗片麻岩年龄为 2900Ma，变沉积岩中保存有 300Ma 的锆石，混合岩中的继承锆石年龄达 3200Ma 以及 2900Ma 的片麻岩，同时宜昌震旦纪的砂岩和冰积岩中碎屑锆石年龄也达到 3300-3500Ma，这些锆石年龄说明扬子板块存在太古代的古老结晶基底。华南板块在 2700-2500Ma 期间，经历了五台地质构造运动，形成一系列褶皱与断裂，古老地层严重变形。在 1900-1700Ma 期间，吕梁运动造成了北武夷山地区的变形与变质作用，华夏板块最古老的结晶基底形成。华夏板块最古老的结晶基底是位于浙西南和闽西北地区的八都杂岩，以花岗质的岩石为主，年龄在 1800-1900Ma 之间。

中、新元古代（1600-541Ma）华南大陆板块形成与裂解阶段

中元古代时期，华南构造格局以多块体分离为特征，扬子与华夏内部存在性质各异的微块体，为非同一的地体。此时多块体开始聚合成 Rodinia 超大陆，著名的全球格林威尔期造山运动（1300-1000Ma）也是发生在中元古代晚期 ，新元古代早期，华南一系列残存的 1000-900Ma （晋宁 I 期）的板块拼合信息记录了扬子板块与华夏板块内部微小块体各自拼合成统一块体的构造事件。晋宁 II 期（850-820Ma），西北侧的扬子地块和东南侧的华夏地块沿现今的江绍断裂带碰撞拼合成统一的华南板块，同时也形成了江南造山带。该时期内的四堡造山运动，因黔桂地区广泛发育的冷家溪群与板溪群角度不整合面而命名。自 820Ma 之后，扬子地块与华夏地块从 Rodinia 大陆分裂出来，导致大区域的花岗岩以及基性岩脉的侵入，其岩浆年龄在 820-700Ma 之间，成因一直是争论的焦点，或是地幔柱成因，或是岛弧岩浆作用所致，或是古老洋壳俯冲所致。板内裂解作用不仅诱发了强烈的岩浆作用，而且还导致了南华裂谷盆地的形成，从新元古代晚期一直到早古生代早期奥陶纪。沉积相在扬子板块与华夏板块各异，扬子板块主要以海相碳酸盐岩沉积为主，而华夏板块主要以浅海-半深海相碎屑沉积为主。

早古生代（541-359Ma）陆内造山作用

新的年代学证据、古生物地层学资料、古生态演化和沉积古环境证据、早古生代岩浆活动面状分布、华南板块东部早古生代构造变形、变质活动、岩浆活动和上下古生界之间所形成的区域性构造角度不整合等表明发生在 488-416Ma（奥陶纪 -志留纪）期间的造山运动是大陆板块的陆内造山作用，导致华南中东部形成广泛的陆内造山带。这次强烈的构造事件被称为加里东期构造运动，使得华南板块震旦系-下古生界地层发生强烈的褶皱与韧性剪切变形，也导致了强烈的花岗岩浆作用，导致新的沉积地层大规模的角度不整合覆于前泥盆纪地层之上。

早中生代（251-200Ma）印支期造山旋回

早中生代时期，华南板块发生的印支构造运动是华南大陆另外一次陆内山事件，这次构造运动决定了华南地区现如今的构造格局，在早中代，古特斯洋关闭，华南板块与与北部的华北板块和西南部的印支板块分别沿着秦岭-大别缝合带和松马带发生陆陆碰撞，使得扬子板块与华夏板块之间的新元古代江南造山带收到陆内挤压重新活化隆升，构造运动产生的变形形迹主要表现为近东西向褶皱和冲断-推覆构造以及 NE-NNE 向左旋走滑韧性剪切带，包括南盘江褶皱带、十万大山-云开山褶皱逆冲带、南岭褶皱带、闽西南褶皱带、江南造山带、扬子褶皱带等。

晚中生代（170-66Ma）燕山期造山旋回

在侏罗纪-白垩纪时期，华南板块因为受到东边古太平洋板块的俯冲，华南板块东南沿海地区发生了广泛的岩浆活动，华南东部发育大规模钙碱性花岗岩、火山岩和弧后裂谷盆地，这次构造运动就是著名的燕山运动，分为早燕山运动（170-145Ma）和晚燕山运动（145-60Ma）两个阶段，致使华南形成了宽 300km 的 NE-NNE 向褶皱逆冲构造系统。早燕山运动造成了华南板块东南缘地壳缩短加厚，地表形成了一系列的北北东向褶皱带和逆冲推覆构造。晚燕山运动使得华南板块东南缘形成大规模的伸展断陷盆地，被大规模的火山岩所覆盖。

南海和新生代沉积盆地形成阶段，包括陆缘张裂阶段、海盆扩张阶段、构造活化期。

陆缘张裂阶段：晚白垩纪开始，南海陆缘进入明显张裂期（神狐运动），伴随张裂作用是明显的地壳抬升、剥蚀和岩浆活动。早始新统（约 49~44Ma），北部陆缘发生强裂陷活动—珠琼运动一幕，珠江口和琼东南盆地开始进入强裂陷期，盆地很多凹陷内出现中深湖相沉积。晚始新统-早渐新世（约 39~36Ma），经历珠琼运动二幕

裂陷作用，该期珠江口和琼东南盆地湖盆面积进一步扩大，且两盆地南部已经出现海侵。此阶段陆区主要表现在河源盆地内多次小规模火山喷发，由于河源断裂带的活动，自始新世以来，碎屑沉积多次伴随着杏仁玄武岩的喷发，该火山作用持续至中新世。

海盆扩张阶段：南海海盆从 32Ma 即进入扩张期，沿中央海盆和西北次海盆进行，为 NW-SE 向，珠江口盆地、台西盆地和台西南盆地裂陷作用逐渐停止，发育解体不整合面，进入裂后热沉降期，称为南海运动，西北次海盆在扩张约 3.5Ma（32Ma~28.5Ma）后即停止了。东部次海盆的扩张作用持续至 25.5Ma，扩张方向变至近南北向，且伴随扩张作用，扩张脊向南推进至中沙-西沙地块以东。25.5Ma 之后，扩张脊向南越迁。新的扩张作用在 23.8Ma 以后以 NW-SE 向进行，从中央海盆向西迅速传递至西南次海盆。多数断裂一直持续至 16Ma，这时南沙地块与婆罗洲地块发生陆-陆接触和碰撞，南海海盆的扩张作用全部停止。太平洋板块向欧亚板块的俯冲速率继续上升，成为南海伸展和扩张的阻力。陆区构造发育表现在澎湖列岛，南海的扩张导致其在中新世火山作用强烈，发育间歇性的沉积层状岩。

构造活化期：大约 10Ma 以后，南海表现出不同程度的构造活化，印藏汇聚速率上升，地块挤出作用增强，华南地块开始发生挤出。珠江口盆地、台西和台西南盆地在中中新世-晚中新世（约 10Ma~5Ma）期间，发生断块的升降、隆起剥蚀和局部褶皱现象，并伴有断裂和频繁的岩浆活动。盆地发育了一组 NWW 走向的张剪断裂，该期为“东沙运动”，珠江口盆地反转构造发育，反转期主要为中晚中新世期间，强度不大。后开始台湾造山运动（约 5.3Ma），使得海区再次被轻微抬升和剥蚀，在珠江口盆地表现为不整合，在陆架区可见基底隆起的剥蚀等。局部地区地层发育了褶皱隆起、小断裂及岩浆活动。此后，海域全面沉降，接受了晚中新世-第四纪的海相沉积。由于地壳内的减薄，地壳被掀斜，在高部位生长了大量的珊瑚礁，形成了现今的构造地貌格局。陆域由于喜山运动一幕影响，使得广东地壳发生了强烈抬升，导致陆区古近纪盆地迅速抬升而萎缩消亡，结束了盆地的沉降史。在渐新世—更新世中期间，陆区一直处于隆升剥蚀状态，直至更新世晚期开始才接受第四纪沉积。更新世—全新世的沉积作用受断裂新构造运动和海平面升降双重影响。一方面表现为间歇式上升，形成多级河流阶地，在河谷内形成河流冲积层，在构造活动地带的山前谷地形成冲积洪积扇；另一方面表现为在韩江三角洲、海丰盆地及沿海地带沉积了海陆交互相砂、泥

质物质。这一时期的构造运动主要表现为地壳的升降及断块运动，沿莲花山断裂带、河源断裂带，地震频繁发生，且有地下热水涌出。

2）褶皱

陆区褶皱主要赋存于地层中，区域上常被断裂切割和岩浆侵入破坏而残缺不全，主要发育在加里东期、印支期和燕山期。

海区包括伸展、走滑和挤压等构造样式，以伸展构造样式为主。其中走滑构造主要发育在珠江口盆地 NW 向走滑断裂带内，样式以花状构造为主，局部发育垂直变形的强烈挤压褶皱，褶皱变形呈多种形态，有宽缓的开褶皱及窄的紧密褶皱，褶皱的沉积地层表现为同步形变，即自上而下，沉积层表现为韧性揉皱，地层发生平行或相似形变，沉积层形变轴呈大角度或近于垂直。挤压构造样式同样会形成褶皱和逆断层，地震剖面中偶尔会出现小范围的褶皱变形，卷入褶皱变形的地层通常为基底以上的所有地层，且具有由下往上变形逐渐减弱的趋势。反转构造为正反转构造，反转强度不大，属于局部的轻度反转，晚期受到挤压产生了褶皱变形。

3）断裂构造

本区断裂极为发育，不同方向、不同规模、不同性质和不同深度的断裂均有分布。断层走向主要有三组：NE-NEE、NW-NWW 和近 EW 向。NE-NEE 和 NW-NWW 向断层在陆区和海区都十分发育，控制了新生代盆地的沉积和发育，为主要断裂系统，近 EW 向断层主要发育在珠江口盆地和台西南盆地西南部。陆区断裂主要是在燕山期挤压状态下形成的，而海区断裂是在喜山期拉张状态下形成。

陆区断裂：

陆区经历了多期地壳构造运动，伴随构造运动相应地形成了一系列的深度、规模、方向和性质不同的断裂带。一般断裂不计其数，区域性大断裂亦较发育，这些区域性大断裂往往切割硅铝层或硅镁层，规模较大，对沉积岩相、岩浆活动及成矿作用起着明显的控制作用，且多为复活断裂或地体拼接带。区内韧性构造亦较发育，确认了一系列韧性剪切带和滑脱构造体系。区域性大断裂主要表现于 NE、NW 及近 EW 三个方向。断裂的构造运动经历了加里东期、印支期、燕山期、喜山期四个阶段。

NE 向断裂在区内构造形迹最为显著，具继承性多期活动特征，其强烈的分割作用奠定了本区大地构造的基本格局，并在很大程度上控制了显生宙地层及岩浆岩的分布。莲花山断裂带呈北东向贯穿全区，由三条深大断裂组成，自北西向南东依次为

丰顺-海丰、普宁-潮安、惠来-饶平断裂。丰顺-海丰断裂东起丰顺北部，经揭东，至海丰，全长约 300 公里，宽约 2 公里，沿断裂分布着金坑、塌山、吉水门、长埔和牛头山等多个锡多金属矿床；普宁-潮安断裂东起潮州北部，经普宁，至陆丰入南海，全长约 210 公里，宽数公里，沿断裂分布着厚婆坳、西岭等多个锡多金属矿床；惠来-饶平断裂带东起饶平，经澄海、汕头、至惠来，全长 150 公里，受沿海第四系覆盖断续出露。

EW 向断裂带形成时代较早，属“南岭纬向构造带”的组成部分，主要表现为对岩体分布的控制以及呈断续分布的 EW 向断裂形迹。

NW 向断裂带主要包括饶平-大埔断裂、韩江断裂、揭西-汕头断裂等，形成时代有早有晚，通常这组断裂被看作 NE 向构造的配套断裂或共轭关系，新生代这组断裂构造活动强烈而显著，表现为切割 NE、EW 向断裂，地貌上标志十分明显，如控制河流转向，第四系分布等。这组断裂也是浅源地震诱发地带，因为地震一般都发生在 NW 向断裂与 NE 向或 EW 向断裂的交汇处。

饶平-大埔大断裂：位于东北的平远、蕉岭、梅县、大埔、饶平一带，主要由双溪、帽山，嶂溪、竹笼断裂等组成，长约 150km。断裂切过晚三叠世-白垩纪地层，沿断裂带构造透镜体、压碎岩、片理、劈理和节理发育，并分布燕山晚期的岩浆岩脉。表明断裂早期具压剪性特征，晚期为张性。

海区断裂：

海区断裂反映的主要是新生代以来发育的断裂。海区断裂非常发育，大部分为正断裂，少数为走滑断裂，断裂按其走向大致可分为近 EW 向、NE-NEE 向和 NW-NWW 向三组。北部陆架区大多断裂朝凹陷的主体部位呈阶梯状断落；断裂的走向大多与局部凹陷构造展布的方向一致，凹陷的规模往往受断裂大小所控制；且大部分断裂发育在下第三系，在上第三系数量明显减少，只有少数断裂贯穿整个新生界。海区断裂是在基底拉张状态下形成的，并控制了新生代隆拗格局的发育。断层的数量随着地层由老到新而减少，沉积盆地的发育过程也随之由早期的断陷阶段，发展到晚期的坳陷阶段。

距离矿区海域最近距离的为闽粤滨海断裂带，其大致分布在 40～50m 水深线附近，其走向与海岸线平行，主要呈 NEE 走向，此带的西北侧为大陆地形顺势延伸的水下岸坡区，地势起伏变化大，陆连岛、陆连沙嘴发育，岛链、礁岩星罗棋布，水下

谷地、洼地交错，新生代沉积分布不连续，厚度一般不超过 200 m；其东南侧岛礁消失，地势平坦，普遍为新生界覆盖，厚度一般超过 500m。此带还是大陆沿岸泥类沉积物（北侧）与滨-浅海砂类沉积物（南侧）的重要分界线。该断裂带是历史上多次强震的发震构造，近期弱震密集分布，该断裂带由一系列近于平行的规模不等的断裂组成。全长约 530km，宽约 10~24km，内部发育有许多小断裂，断裂主要倾向 SE，为正断层。具有明显的分段特征，根据断裂形态及其对沉积的控制作用，以 F17 和 F18 两断裂为界，可将该断裂带分为三段。东段断裂带宽约 24km，中段宽约 21km，西段宽约 18km。

（3）岩浆岩

华南板块从古生代到晚中生代，发生了大规模、多期次的岩浆活动，在华南内陆和东南沿海地区形成了大量的侵入岩和火山岩，其中侵入岩主要为燕山期，海域部分区域揭示有喜山期岩浆岩。

陆域岩浆岩

陆域主要以燕山期侵入岩为主，该时期花岗质岩石与多种矿床有密切关系，对矿床的时空分布、成矿物质来源等诸多方面都起着决定性的作用。岩性为辉绿岩、辉长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、花岗岩和黑云母花岗岩。辉绿岩和辉长岩以岩脉和岩墙产出，主要分布在惠来和莲花山地区。石英闪长岩和花岗闪长岩以岩株产出，主要分布在莲花山断裂带中部地区。二长花岗岩和黑云母花岗岩则以岩基产出，分布范围遍及全区。前人研究将区内花岗岩分为燕山二期、燕山三期和燕山四期，最新成果表明区内侵入岩的形成时代由老至新则主要有以下三个阶段：中晚侏罗世（170~155 Ma）、早白垩世（145~135 Ma）和白垩纪中期（130~120 Ma）。

中晚侏罗世（170~155 Ma）：主要以高钾钙碱性花岗闪长质岩石为主，主要分布在惠州、揭阳和惠来等地区，岩性主要以石英闪长岩和花岗闪长（斑）岩为主。部分岩石与斑岩型铜金矿有关，如钟丘洋、新寮崠和鸿沟山铜多金属矿。花岗闪长岩一般呈灰白色，中粗粒结构、斑状结构，块状构造，主要矿物为斜长石（35~45%）、钾长石（10~15%）、石英（15~20%），含有一定角闪石和黑云母，副矿物有锆石、磷灰石和榍石等。石英闪长岩，灰白色，中细粒结构，块状构造，主要矿物为斜长石（40~45%）、钾长石（5~10%）、石英（5~15%）、角闪石（10~15%）和黑云母（5~10%），副矿物为磁铁矿、磷灰石、锆石和榍石等。

早白垩世（145~135 Ma）：主要岩性为二长花岗岩、花岗斑岩和黑云母花岗岩，高钾钙碱性，成因类型为 I 型或者 A 型，具有高分异特征，部分岩石与钨锡成矿作用相关。该时期岩石主要分布在潮汕和揭阳地区。二长花岗岩，灰白色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物为钾长石（35~40%）、斜长石（30~35%）、石英（15~20%），含有一定的黑云母，副矿物为锆石、榍石等。花岗斑岩，灰白色，斑状结构，斑晶（约为 30%）主要为钾长石和石英，含有少量的黑云母，基质主要为钾长石、斜长石、石英和黑云母，副矿物为磷灰石和锆石。黑云母花岗岩，整体呈肉红色或者灰色，主要矿物为钾长石（35~50%）、斜长石（10~15%）、石英（20~30%）和黑云母（10~15%），副矿物为锆石和铁钛氧化物。

白垩纪中期（130~120 Ma）：主要为花岗岩和黑云母花岗岩，分布极为有限，主要在潮汕地区，以莲花山岩体为代表（Liu et al., 2017）。花岗岩，灰白色或者肉红色，花岗结构，块状构造，主要矿物为钾长石（35~50%）、斜长石（10~15%）、石英（30~35%）和黑云母（5~10%），副矿物为锆石、磷灰石和铁钛氧化物。黑云母花岗岩，灰色，细粒结构，块状构造，主要矿物为钾长石（45~50%）、斜长石（10~15%）、石英（15~30%）和黑云母（10~15%），副矿物为锆石、磷灰石、钛铁矿和独居石等。

海域岩浆岩

根据南海北部钻井资料，区域岩浆活动发育时期主要为中生代的燕山期和新生代的喜山期，燕山期的岩浆活动主要以中-酸性为主，连片分布规模较大，喜山期的岩浆活动主要以基性为主，分布零散且范围变化较大，属散布型火成岩区。

燕山期岩浆岩广为发育，规模大小不一，其分布明显受断层控制，多与断层伴生。岩浆岩体分侵入岩和喷出岩两大类，在中部隆起区和南部隆起区上，一般发育酸性、中酸性侵入岩；盆地或拗陷内主要为地幔物质上涌、喷溢而成的喷出岩，构成为数不少的海山或海丘，部分为酸性-基性的侵入岩。这些岩浆岩在地震剖面上表现为柱状、丘状或不规则状，在平面上多呈与断层走向一致的长条状或串珠状，规模较小的岩体通常呈椭圆状。

喜山早期岩浆岩集中分布在东南部的中央隆起带东部、笔架盆地、南部隆起中北部、以及台西南盆地南部等区域的结合部位；其次，在珠一拗陷、北部断阶带以及珠二拗陷北部和中央隆起带西部局部还零散分布着几十个规模小得多的岩体。主要为火山岩，包括为玄武岩和粗面岩，在地震剖面上形态为岩墙、岩柱状及其复合形态，

岩体两翼明显受断层控制，大多与断层伴生，沿断层的上升盘产出。岩体边界反射较清楚，顶部呈强反射，内部为杂乱-断续反射，向上刺穿较明显。

喜山晚期岩浆岩在东部台西南盆地、南部隆起、笔架盆地和南海地块东南端局部零星分布。平面上为近圆状、椭圆状和不规则状，走向以 NEE 为主；地震剖面表现为地层反射界面的连续性遭到破坏、波组中断。部分岩体两侧具有明显的牵引现象，形成不规则的柱状、锥状或蘑菇状的形态。而后期沉积层上超于岩体两侧或披覆在岩体的上部。该期岩体一般为中基性火成岩，一般是与断裂作用相伴生的侵位岩浆岩，主要发育期在渐新世~中新世，部分为第四纪。

（4）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 45 个钻孔表层沉积物的粒度组成特征（表 3.1.3.2-1），矿区海底底质沉积物类型（采用福克不含砾三角图解）主要为砂质泥（N=43），极少数为泥质砂（N=1）和泥（N=1）。

从表 3.1.3.2-1 可知，矿区表层沉积物均不含砾石，砂含量介于 8.50～54.10%之间，平均值 15.92%，泥含量介于 45.90～91.50%之间，平均值 84.09%，由此可见，矿区表层沉积物普遍较细，以泥为主，砂含量局部较高，矿区海底处于水动力较弱的沉积环境。

矿区表层沉积物平均粒径介于 4.52Φ~6.67Φ 之间，均大于 4Φ，普遍较细，分选系数介于 1.93~2.55 之间，大多数分选很差，少数分选差，偏态介于-0.14~0.51 之间，大部分正态分布，其次为正偏，极少数负偏，峰态介于 0.71~1.04 之间，大部分为宽峰态，其次为中等峰态。

表 3.1.3.2-1 矿区表层沉积物粒级含量及粒度参数统计表

（5）工程地质

汕尾市[redacted] JH21-09 矿区地层相对简单，由泥、砂、砾质砂和花岗岩风化壳等组成，根据本次勘查和收集的钻孔资料，本次勘查孔包括 SGL01Z01~SGL01Z15 等 15 个钻孔，从上至下矿区可分为 5 个工程地质层。

第一层：为全新世海侵过程形成的海相沉积层，土质类型为灰色、青灰色、灰绿色的泥。该泥层上部为淤泥混粉砂，有腥味，部分含生物碎屑，以团粒形式分布；底部粘土混粉砂，饱和，粘土以薄层状或团块状分布。区内所有钻孔揭露该层，层厚 2.5～6.1 m，层顶标高-14.91～-16.57 m。

第二层：为晚更新世海侵过程形成的海相沉积层，土质类型为灰绿色、灰黄色、青灰色的砂和泥质砂。该砂层为分选较好-好，部分孔含生物碎屑。区内区内所有钻孔揭露该层，层厚 1.0～15.5m，顶层标高-18.26～-22.67 m。

第三层：为晚更新世海相沉积层，土质类型为灰色、青灰色、黄色的泥，局部混粉砂薄层，可塑，部分含生物碎屑，层厚 8.7～16.3m，顶板标高-20.92～-36.77m。

第四层：为晚更新世滨海相沉积层，土质类型为灰色、青灰色、灰黄色、褐黄色的砾质砂。砂层松散，整体分选较差，磨圆较好。区内所有钻孔揭露该层。层厚 3.9～21.3m，顶层标高为-36.15~-52.27m。

第五层：为晚更新世半风化-风化层，土质类型为土黄色、灰白色、肉黄色的花岗岩风化壳，主要由花岗碎屑和粘土组成，花岗碎屑分选磨圆差，具有棱角，约占50%~60%，粘土矿物为灰白色，区内钻孔均有揭露，但未钻穿风化壳层，顶层标高为-41.55~-60.5m。

3.1.4 海洋灾害

（1）热带气旋

根据中国气象局出版的 1949～2010 的台风年鉴或中央气象台实时发布的台风资料统计，在这 58 年中，在该统计范围内经过或登陆的热带气旋共 176 个，其中热带风暴（中心附近最大平均风速 17.2～24.4m/s）32 个，约占 18.2%；强热带风暴（中心附近最大平均风速 24.5～32.6m/s）55 个，约占 31.3%；台风（中心附近最大平均风速 32.7～41.4m/s）61 个，约占 34.7%；强台风（中心附近最大平均风速 41.5～50.9m/s）22 个，约占 12.5%；超强台风（中心附近最大平均风速≥51.0m/s）6 个，约占 3.4%（见图 3.1-29）。经统计，年平均影响此范围的台风为 1.53 个。

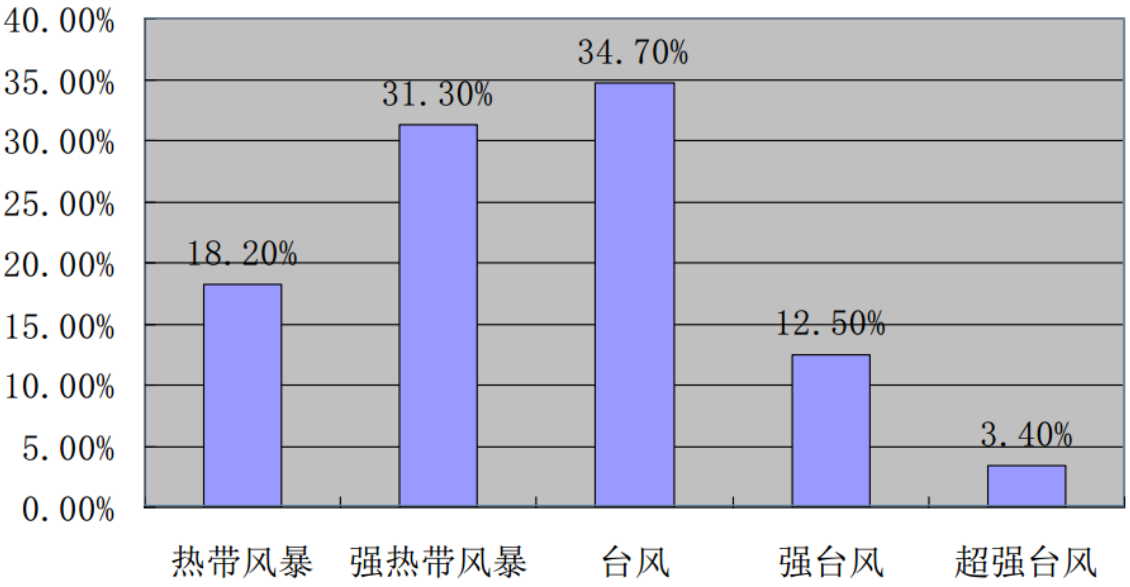

图 3.1.4-1 各级别台风占总数的百分比

截至 2010 年，该区域范围内出现的 6 个超强台风，分别为 5413（Ida）、5427（Pamela）、6311（Faye）、6617（Viola）、6903（Viola）、7908（Hope）号超强台风。5413 号超强台风中心气压最低为 890hPa，台风中心附近最大平均风速 65m/s，为统计范围内出现的台风最大风速，7908 号超强台风最低气压 925hPa，台风中心最大平均风速 60m/s，8 月 2 日 7908 号台风于 13～14 时在广

东深圳登陆，汕尾验潮站受此台风影响，出现最大增水 177cm，为 1979 年最大增水，也是 1970～2010 年以来汕尾站最大增水。

（2）风暴潮

据 1979~2007 年间登陆粤东沿海的台风暴潮资料统计，产生显著的风暴潮增水共 29 次，平均每年约 1 次。风暴增水是风暴潮产生灾害的重要因素，多年粤东沿海验潮站各级风暴增水情况如表 3.1.4-2 所示。

查测和实测风暴潮资料显示，20 世纪的后 80 年，发生过多次比较大的台风风暴潮。其中风暴潮潮位高、影响范围大、灾害性严重的特大风暴潮灾害发生过如下几次，它们分别是 6903 台风，0104 号台风。

1969 年 7 月 28 日（农历六月十五日），6903 台风 7 月 28 日 11 时至 12 时在潮阳至惠来县沿海地区登陆，台风登陆时近中心最大风速 50m/s，阵风 52.1m/s。由于这个台风强度强，风速大，移动速度快，大风范围广，在广东省东部沿海地区造成了巨大风暴潮。汕头市妈屿潮位站、澄海县东溪口潮位站、潮阳县海门潮位站的最高风暴潮位分别为 310cm、308cm、202cm；最大台风增水分别为 314cm 和 247cm，其最高潮位约为 50 年至 100 年一遇。在这次台风中一共造成 554 人死亡，其中大学生死亡 83 人，解放军死亡 470 人。据汕头、澄海、潮阳、饶平、南澳等县市统计，海堤冲缺共 180km，农业受灾面积 8.77×104ha，房屋倒塌 8.23 万间，受灾人口 93 万，直接经济损失 1.98 亿元。2001 年 0104 号台风“尤特”，于 7 月 6 日 7 时 50 分在海丰至惠东交界处登陆，台风登陆时正值天文大潮期，风助潮势，致使汕尾港潮位达 167cm（珠基），超过警戒水位 14cm（警戒水位 153cm）；陆丰市湖东前围潮水位超过历史最高潮 41 水位 30cm；汕头市妈屿站潮位 261cm，接近 50 年一遇水位；澄海县东溪口站 317cm，是历年最高潮位。台风“尤特”造成揭阳、汕头、汕尾、潮州等 10 市 48 个县 537 个乡镇受灾，全省受灾人口 698.61 万人，死亡 26 人，倒塌房屋 1.09 万间，农作物受灾面积 28.047

万公顷，水产养殖损失 1.0809 万公顷，损坏小型水库、堤防、护岸等一大批，全省直接经济损失 27.661 亿元。

表 3.1.4-2 粤东沿海验潮站多年各等级风暴增水（△H）统计

增水（△H）	△H＞100（cm）	△H＞150（cm）	△H＞200（cm）	极值（建站后～2007）	
				增水 cm	潮位 cm
东溪口站	15	5	1	265	317
次/年	0.65	0.22	0.04	0104 台风	0104 台风
妈屿站	20	7	2	314	310
次/年	0.87	0.30	0.08	6903 台风	6903 台风
海门站	19	8	1	219	262
次/年	0.83	0.35	0.04	0104 台风	0104 台风
汕尾站	7	1		155	180
次/年	0.30	0.04		7114 台风	7114 台风
港口站	5			117	169
次/年	0.22			0104 台风	0104 台风

注：本表潮位基面为珠江基面；最高潮位和最大增水值单位为 cm。

（3）雷暴

暴雨是指日量≥50 毫米的强降水过程，日雨量≥100 毫米为大暴雨；日雨量≥250 毫米为特大暴雨。近年来惠来县雷击灾害时有发生，对供电设施（变压器）、家用电器（电脑、电视机）、人畜等造成过危害。根据多年统计成果，本区域年平均雷暴日数 54.0d。

（4）地震

项目所在区域处于太平洋板块边界强地震活动区和华南地块中等强度地震活动区之间的过渡区的东南沿海地震带中段，地震活动强度和频度介于两者之间。区域范围内自 1067 年至今共记录到 Ms 大于等于 4.7 级地震 38 次，其中 7.0~7.9 级地震 2 次；6.0~6.9 级地震 9 次；5.0~5.9 级地震 13 次；4.7~4.9 级地震 14 次。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），汕尾市陆丰县抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，抗震设防类别为丙类（标准设防类）。

3.1.5 海洋环境质量现状

本节引用《广东省汕尾海砂开采区 2 号点海域监测海洋环境现状调查与评价报告》[redacted]由[redacted]于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。同时引用《广东省汕尾海砂开采区 2 号点海域监测海洋环境现状调查与评价报告》[redacted]，由汕[redacted]于 2021 年 10 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。

3.1.5.1 调查概况

（1）2021 年 4 月

共布设水质调查站点 20 个，沉积物调查站点 10 个，海洋生态调查站位 12 个，潮间带生物调查断面 3 个，游泳动物调查断面 6 个。调查站位位置见表 3.1.5.1-1，站位见图 3.1.5.1-1。

表 3.1.5.1-1　2021 年 4 月现状调查站位表

监测站位编号	经纬度	监测类别
B1	[redacted]	水质、沉积物、生态
B2※	[redacted]	水质
B3	[redacted]	水质、沉积物、生态
B4	[redacted]	水质
B5	[redacted]	水质、沉积物、生态
B6	[redacted]	水质、沉积物、生态
B7	[redacted]	水质
B8	[redacted]	水质、沉积物、生态
B9	[redacted]	水质、沉积物、生态
B10	[redacted]	水质、沉积物、生态
B11	[redacted]	水质、沉积物、生态
B12	[redacted]	水质
B13	[redacted]	水质、生态
B14	[redacted]	水质
B15	[redacted]	水质、沉积物、生态
B16	[redacted]	水质

监测站位编号	经纬度	监测类别
B17	[redacted]	水质
B18	[redacted]	水质、生态
B19	[redacted]	水质、沉积物、生态
B20※	[redacted]	水质
CJ4	[redacted]	潮间带生物
CJ5	[redacted]	潮间带生物
CJ6	[redacted]	潮间带生物
SF7	[redacted]	游泳动物
SF8	[redacted]	游泳动物
SF9	[redacted]	游泳动物
SF10	[redacted]	游泳动物
SF11	[redacted]	游泳动物
SF12	[redacted]	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	

图 3.1.5.1-1 2021 年 4 月现状调查站位图

（2）2021 年 10 月

共布设水质调查站点 20 个，沉积物调查站点 10 个，海洋生态调查站位 12 个，潮间带生物调查断面 3 个，游泳动物调查断面 6 个。调查站位位置见表 3.1.5.1-2，站位见图 3.1.5.1-2。

表 3.1.5.1-2　2021 年 10 月现状调查站位表

监测站位编号	经纬度	监测类别
B1	[redacted]	水质、沉积物、生态
B2※	[redacted]	水质
B3	[redacted]	水质、沉积物、生态
B4	[redacted]	水质
B5	[redacted]	水质、沉积物、生态
B6	[redacted]	水质、沉积物、生态
B7	[redacted]	水质
B8	[redacted]	水质、沉积物、生态
B9	[redacted]	水质、沉积物、生态
B10	[redacted]	水质、沉积物、生态
B11	[redacted]	水质、沉积物、生态
B12	[redacted]	水质
B13	[redacted]	水质、生态
B14	[redacted]	水质
B15	[redacted]	水质、沉积物、生态
B16	[redacted]	水质
B17	[redacted]	水质
B18	[redacted]	水质、生态
B19	[redacted]	水质、沉积物、生态
B20※	[redacted]	水质
CJ4	[redacted]	潮间带生物
CJ5	[redacted]	潮间带生物
CJ6	[redacted]	潮间带生物
SF7	[redacted]	游泳动物
SF8	[redacted]	游泳动物
SF9	[redacted]	游泳动物
SF10	[redacted]	游泳动物
SF11	[redacted]	游泳动物
SF12	[redacted]	游泳动物

监测站位编号	经纬度	监测类别
备注	带※监测点位采集平行样	

图 3.1.5.1-2　2021 年 10 月现状调查站位图

3.1.5.2 调查项目

春、秋两季海水水质调查内容包括：水深、水色、pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌共 20 项。

3.1.5.3 采样与分析方法

春、秋两季海水水质现场调查采样按《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行。按《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的方法进行样品的采集、保存和实验室分析测试。水质样品采集，按照规范要求，水深小于 10m 仅采集表层 0.5m 一个样品；水深大于 10m 小于 25m，采集表、底两层样品；水深大于 25m 小于 50m，采集表层 0.5m，10m 以及底层样品。

表 3.1.5.3-1 水质要素分析方法

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
海水	水深	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（4.8）	/	测深绳
	水色	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（10）	/	海水比水色计/XH-B21
	pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（26.1）	/	精密 pH 计/PHS-3C

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	水温	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（25.1）	/	表层水温计/0℃~41℃
	盐度	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（29.1）	/	盐度计/YK-31SA
	悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（27）	/	十万分之一天平/BT25S
	硫化物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007 （18.1）	0.2 μg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（32）	0.096 mg/L	电子滴定器/brand
海水	溶解氧	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（31）	/	酸碱滴定管/25mL
	亚硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（37）	/	紫外可见分光光度计/UV-1800
	硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（38.1）	0.00127mg/L	紫外分光光度计/普析 T6 新世纪
	氨	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（36.1）	/	紫外可见分光光度计/UV-1800
	活性磷酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（39.1）	0.002mg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	石油类	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（13.2）	3.5μg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	铜	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（6.1）	0.0002mg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	铅	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（7.1）	0.00003mg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	镉	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（8.1）	0.00001mg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	汞	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（5.1）	0.000007mg/L	原子荧光光度计/AFS-8520
	砷	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（11.1）	0.0005mg/L	原子荧光光度计/AFS-8520
	锌	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007（9.1）	0.0031mg/L	原子吸收分光光度计（火焰）/AA-7000

3.1.5.4 评价方法及评价标准

（1）评价方法

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

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

评价标准计算公式 PIi，j=Ci/Si，

式中：PIi–某监测站位污染物 i 的污染指数；

Ci–某监测站位污染物 i 的实测浓度；

Si–污染物 i 的评价标准。

溶解氧的污染指数：

QDO=｜DOf-DOj｜/（DOf－DOs） DOj≥DOs

QDO=10-9 DOj/ DOs DOj<DOs

式中：DOf 为某水温、气压条件下的饱和溶解氧浓度（mg/L），计算公式常采用=468/（31.6+T），T 为水温；

DOj 为溶解氧实测值（mg/L）；

DOs 为溶解氧评价标准限值（mg/L）。

海水中 pH 的污染指数：

PIpH=｜pH-pHsm｜/DS

其中，pHsm=$\frac{1}{2}$（pHsu+pHsd）, DS=$\frac{1}{2}$(pHsu-pHsd)

式中：PIpH——pH 值的污染指数；

pH——pH 值的实测值；

pHsu——pH 值评价标准上限；

pHsd——pH 值评价标准下限。

（2）评价因子

水质：pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、氨的总和）、活性磷酸盐、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌共 13 项。

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。

（3）评价标准

①2021 年 4 月

海洋水质按照《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。

表 3.1.5.4-1 调查范围执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准
		海水质量
B1	红海湾农渔业区	执行海水水质二类标准
B2-8、10-15	珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质二类标准
B9	遮浪海洋保护区	执行海水水质一类标准
B16-20	碣石湾农渔业区	执行海水水质二类标准

图 3.1.5.4-1 监测站位所在海洋功能区示意图

②2021 年 10 月

海洋水质按照《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。

表 3.1.5.4-2 调查范围执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准
		海水质量
B1	红海湾农渔业区	执行海水水质二类标准
B2-8、10-12、14、15	珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质二类标准
B9	遮浪海洋保护区	执行海水水质一类标准
B13	田尾山工业与城镇用海区	执行海水水质三类标准
B16-20	碣石湾农渔业区	执行海水水质二类标准

图 3.1.5.4-2 监测站位所在海洋功能区示意图

表 3.1.5.4-3 水质评价标准值

评价因子	评价标准值	评价标准值	评价标准值	评价标准值
	(第一类）	(第二类）	(第三类）	(第四类）
pH	7.8∽8.5	7.8∽8.5	6.8∽8.8	6.8∽8.8
溶解氧(DO)	>6mg/L	>5mg/L	>4mg/L	>3mg/L
化学需氧量(COD)	<2mg/L	<3mg/L	<4mg/L	<5mg/L
活性磷酸盐	<0.015mg/L	<0.030mg/L	<0.030mg/L	<0.045mg/L
无机氮	<0.20mg/L	<0.30mg/L	<0.40mg/L	<0.50mg/L
汞	<0.05μg/L	<0.20μg/L	<0.20μg/L	<0.50μg/L
砷	<20μg/L	<30μg/L	<50μg/L	<50μg/L
锌	<20μg/L	<50μg/L	<100μg/L	<500μg/L
镉	<1μg/L	<5μg/L	<10μg/L	<10μg/L
铅	<1μg/L	<5μg/L	<10μg/L	<50μg/L
铜	<5μg/L	<10μg/L	<50μg/L	<50μg/L
石油类	<0.05mg/L	<0.05mg/L	<0.30mg/L	<0.50mg/L
硫化物	<20μg/L	<50μg/L	<100μg/L	<250μg/L

3.1.5.5 海洋水质调查结果与评价

（1）调查结果

①2021 年 4 月

2021 年 4 月春季调查结果表 3.1.5.5-1。

②2021 年 10 月

2021 年 10 月春季调查结果表 3.1.5.5-2。

（2）评价结果

①2021 年 4 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.5.5-3。

该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。pH、活性磷酸盐、溶解氧、硫化物、无机氮、化学需氧量、铜、铅、镉、砷、锌符合相应环境功能区二类水质标准。石油类、汞出现不同程度超标现象，具体如下：

B1、B5 表层石油类轻微超出海水水质第一、二类标准（≤0.050mg/L），属于第三类标准限值，超标倍数分别为 0.01、0.02。

B9 表底层汞超出海水水质第一类标准（≤0.00005mg/L），属于第二、三类标准限值，超标倍数分别为 0.28、1.28。

根据监测结果，在遮浪海洋保护区内的 B9 站位汞超标比较明显，石油类仅在个别站位中出现轻微超标情况，总体来说，目标海域水质环境较好。

②2021 年 10 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.5.5-4。

该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。pH、溶解氧、硫化物、无机氮、化学需氧量、铜、镉、砷、锌符合相应环境功能区水质标准。活性磷酸盐、石油类、铅出现不同程度超标现象，具体如下：

B9 底层活性磷酸盐超出海水水质第一标准（≤0.015mg/L），属于第二、三类标准限值，超标倍数为 0.40。

B1、B14 石油类轻微超出海水水质第一、二类标准（≤0.050mg/L），属于第三类标准限值，超标倍数分别为 0.16、0.23。

B9 表层铅超出海水水质第一类标准（≤0.001mg/L），属于第二类标准限值，超标倍数为 0.13。

综上所述，根据两季监测结果，总体来说，目标海域水质质量较好。在遮浪海洋保护区内的 B9 站位比较容易超标，石油类仅在个别站位中出现轻微超标情况。

表 3.1.5.5-1 2021 年 4 月水质现状监测结果

样品编号	站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	CODMn	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L
HS20210425001	B1	表层	8.06	23.4	31	0.005	0.0507	7.72	未检出	0.057	0.087	1.09	31.2	0.0064	0.0008	0.00016	未检出	0.046	0.0022	0.022
HS20210425002	B1	底层	8.04	23.7	32	0.006	/	7.9	0.0002	0.056	0.053	0.72	38.9	0.0061	0.0024	0.00031	未检出	0.035	0.0021	未检出
HS20210425003	B2	表层	7.99	23.4	30	0.003	0.0332	7.12	0.0004	0.056	0.062	1.03	36.4	0.0062	0.0045	未检出	未检出	0.028	0.002	0.0077
HS20210425004	B2	底层	8.01	25.7	31	0.003	/	7.03	0.0002	0.056	0.072	0.77	45.4	0.0062	0.0038	未检出	未检出	0.045	0.0023	0.0068
HS20210425005	B2 PX	表层	7.98	23.4	30	0.003	0.0341	7.59	0.0009	0.058	0.041	0.96	36.4	0.0063	0.0046	未检出	未检出	0.049	0.0022	0.0043
HS20210425006	B2 PX	底层	8.04	25.7	31	0.007	/	7.71	0.0004	0.062	0.046	0.76	37.9	0.0062	0.0025	未检出	0.00005	0.041	0.0021	0.0081
HS20210425007	B3	表层	8.08	22.5	33	0.009	0.0299	7.31	0.0005	0.087	0.022	0.47	52	0.006	0.0004	0.0006	0.00002	0.04	0.0023	未检出
HS20210425008	B3	底层	8.06	22.3	33	0.006	/	8.16	0.0008	0.087	0.033	0.68	35.6	0.006	0.0004	未检出	未检出	0.053	0.0021	未检出
HS20210425009	B4	表层	8.05	22.8	32	0.006	0.0298	7.78	0.0007	0.095	0.024	1.2	35.5	0.006	0.0022	0.00031	0.00002	0.048	0.0023	未检出
HS20210425010	B4	底层	8.07	22.2	33	0.007	/	7.08	0.0009	0.095	0.086	1.24	39.9	0.0059	0.0024	未检出	未检出	0.048	0.0026	0.0183

HS20210425011	B5	表层	8.08	22.6	32	0.004	0.051	7.44	0.0005	0.103	0.036	0.99	39.5	0.0056	0.0003	0.00087	未检出	0.072	0.0022	未检出
HS20210425012	B5	底层	8.08	22	32	0.005	/	7.23	0.0006	0.103	0.039	1.01	42.2	0.0057	0.0035	0.00005	0.00001	0.049	0.0026	未检出
HS20210425013	B6	表层	8.01	23	33	0.02	0.0309	7.39	0.0007	0.077	0.056	0.85	45.6	0.0054	0.0029	0.00021	未检出	0.071	0.0023	未检出
HS20210425014	B6	底层	8.04	23.4	33	0.004	/	6.95	0.0014	0.072	0.009	0.88	38.3	0.005	0.0033	0.00043	未检出	0.058	0.0023	0.0077
HS20210425015	B7	表层	8.03	23.2	30	0.003	0.0285	7.2	0.0007	0.076	0.039	0.76	47.6	0.005	0.0038	0.00044	未检出	0.048	0.0022	未检出
HS20210425016	B7	底层	8.02	23.4	31	0.006	/	6.49	0.001	0.075	0.018	0.8	42.4	0.005	0.0039	0.00037	未检出	0.059	0.0022	未检出
HS20210425017	B8	表层	7.97	22.8	30	0.006	0.0168	7.51	0.0012	0.005	0.042	0.4	50.3	0.0055	0.0005	0.00035	未检出	0.062	0.0022	未检出
HS20210425018	B8	底层	7.99	22.5	30	0.008	/	7.87	0.0016	0.005	0.014	0.36	42.6	0.006	0.0012	未检出	未检出	0.06	0.002	未检出
HS20210425019	B9	表层	7.97	23	32	0.007	未检出	7.49	0.0012	0.005	0.032	0.88	40.7	0.0064	0.001	未检出	未检出	0.064	0.0023	0.0037
HS20210425020	B9	底层	8.01	22.6	33	0.012	/	7.54	0.0022	0.004	0.017	1.01	43.5	0.0058	0.0011	未检出	未检出	0.114	0.0022	未检出
HS20210425021	B10	表层	8.03	23	31	0.009	0.0126	7.65	0.0009	0.004	0.028	0.66	41.1	0.0054	0.002	未检出	未检出	0.064	0.0022	0.0296
HS20210425022	B10	底层	8.04	23	31	0.007	/	8.42	0.0016	0.002	0.009	0.66	45.5	0.0054	0.0007	未检出	未检出	0.076	0.0023	未检出
HS20210425023	B11	表层	8.01	22.5	33	0.006	0.0071	7.9	0.0008	0.044	0.031	0.88	45.3	0.005	0.0027	未检出	0.00001	0.065	0.002	0.013
HS20210425024	B11	底层	7.99	22.2	33	0.008	/	8.35	0.0009	0.044	0.032	1.09	43	0.0046	0.0025	未检出	未检出	0.064	0.0019	未检出
HS20210425025	B12	表层	7.98	22.8	32	0.009	未检出	7.52	0.0006	0.07	0.052	0.88	39.5	0.0047	0.003	未检出	0.00001	0.074	0.0021	0.0119
HS20210425026	B12	底层	8.01	22.2	32	0.005	/	7.2	0.0009	0.07	0.035	0.96	38.4	0.0045	0.0015	未检出	未检出	0.068	0.0021	未检出

HS20210425027	B13	表层	8	22.5	32	0.006	0.0085	7.97	0.0021	0.016	0.057	0.53	40.8	0.0042	0.0005	0.00044	未检出	0.182	0.0022	0.0032
HS20210425028	B13	底层	8.02	21.9	33	0.007	/	8.16	0.0024	0.015	0.013	0.47	43.6	0.0042	0.0007	未检出	未检出	0.061	0.0022	未检出
HS20210425029	B14	表层	7.97	22.6	30	0.005	未检出	6.31	0.0024	0.062	0.041	0.74	45.1	0.0039	0.002	0.00006	未检出	0.069	0.0022	未检出
HS20210425030	B14	底层	8	22	31	0.007	/	7.28	0.0021	0.063	0.024	0.76	47.8	0.0042	0.0016	未检出	未检出	0.071	0.0022	未检出
HS20210425031	B15	表层	7.96	22.5	30	0.028	未检出	8.03	0.0009	0.058	0.048	0.58	37	0.005	0.0035	0.00072	0.00002	0.158	0.0025	0.0041
HS20210425032	B15	底层	7.98	22.2	30	0.008	/	7.97	0.0011	0.057	0.029	0.56	43.2	0.0058	0.0016	0.00046	未检出	0.083	0.0026	未检出
HS20210425033	B16	表层	7.99	22	31	0.013	未检出	6.65	0.0037	0.01	0.034	0.92	39.8	0.0065	0.0007	0.00052	0.00001	0.075	0.0025	未检出
HS20210425034	B17	表层	7.96	22	30	0.014	未检出	7.98	0.0036	0.01	0.033	0.88	47.5	0.0066	0.0005	0.00022	未检出	0.065	0.0024	未检出
HS20210425035	B18	表层	8.01	22.6	32	0.007	未检出	7.87	0.0015	0.013	0.02	1.12	45.7	0.007	0.0006	0.00055	未检出	0.074	0.0025	未检出
HS20210425036	B19	表层	7.99	22.5	30	0.006	未检出	7.72	0.001	0.014	0.026	0.64	39.9	0.0064	0.0027	0.00062	0.00002	0.065	0.0023	未检出
HS20210425037	B20	表层	7.98	23.8	30	0.009	未检出	7.29	0.0011	0.01	0.017	0.59	40.5	0.006	0.0013	0.00078	未检出	0.066	0.0024	0.0077
HS20210425038	B20PX	表层	8.01	23.8	31	0.008	未检出	7.97	0.0008	0.011	0.019	0.64	41.2	0.006	0.0013	未检出	未检出	0.072	0.0021	未检出
备注："/"表示该项目无需检测。																				

表 3.1.5.5-2 2021 年 10 月水质现状监测结果

样品编号	站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	CODMn	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L
HS20211018001	B1	表	8.1	25.6	35.5	0.018	0.0581	6.87	0.037	0.04	未检出	0.79	127.6	未检出	0.0011	0.00342	未检出	0.034	0.0024	未检出
HS20211018002	B1	底	8.1	26	35.2	0.019	/	6.94	0.036	0.028	未检出	0.96	72.9	0.0002	0.0014	0.00285	0.00008	0.035	0.0023	未检出
HS20211018003	B2	表	8.12	26	36.1	0.016	0.0316	6.85	0.033	0.025	未检出	0.49	100	0.0007	0.001	0.00087	未检出	0.05	0.0023	未检出
HS20211018004	B2	底	8.1	26.2	36.2	0.018	/	6.81	0.038	0.028	未检出	0.56	68.9	0.0007	0.0022	0.00125	未检出	0.025	0.0023	未检出
HS20211018005	B2	表	8.16	26	35.6	0.016	0.0316	6.81	0.033	0.03	未检出	0.62	73.2	0.0007	0.001	0.00118	未检出	0.043	0.0024	未检出
HS20211018006	B2	底	8.14	26.2	35.6	0.015	/	6.94	0.037	0.027	未检出	0.72	72.3	0.0009	0.0026	0.00203	0.00045	0.016	0.0023	未检出
HS20211018007	B3	表	8.12	26.4	34.5	0.016	0.0305	7.2	0.07	0.068	未检出	1.1	68.8	0.0004	0.0016	0.00128	未检出	0.027	0.0023	未检出
HS20211018008	B3	底	8.11	26.2	34.2	0.017	/	7.17	0.039	0.068	0.009	1.04	68.1	0.0003	0.0018	0.00135	未检出	0.054	0.0023	未检出
HS20211018009	B4	表	8.13	26.4	36.5	0.018	0.0386	7.07	0.037	0.035	未检出	0.48	69.5	0.0004	0.0013	0.0013	未检出	0.017	0.0023	未检出
HS20211018010	B4	中	8.12	26.2	36.4	0.019	/	7.1	0.038	0.048	0.005	0.41	66.1	0.0004	0.0009	0.00096	0.00023	0.035	0.0023	未检出
HS20211018011	B4	底	8.11	26	36.5	0.019	/	7.22	0.036	0.03	0.003	0.73	68.5	未检出	0.0017	0.00313	未检出	0.049	0.0023	未检出
HS20211018012	B5	表	8.13	26.6	36.9	0.018	0.0433	7.23	0.036	0.03	0.001	0.72	75.5	0.0002	0.0014	0.00085	0.00023	0.026	0.0028	未检出
HS20211018013	B5	中	8.14	26	36.9	0.016	/	7.23	0.037	0.039	0.002	0.76	77.5	未检出	0.0047	0.00107	未检出	0.019	0.0024	未检出

HS20211018014	B5	底	8.15	26	36.3	0.017	/	7.2	0.031	0.037	未检出	0.76	71.4	未检出	0.0006	0.00125	未检出	0.02	0.0023	未检出
HS20211018015	B6	表	8.14	26.8	36.7	0.017	0.0363	6.94	0.034	0.042	未检出	0.54	64.6	未检出	0.0019	0.00053	未检出	0.064	0.0024	未检出
HS20211018016	B6	底	8.12	26.2	36.7	0.016	/	6.96	0.034	0.039	未检出	0.59	77.3	未检出	0.0025	0.00132	未检出	0.088	0.0025	未检出
HS20211018017	B7	表	8.12	26.4	36.6	0.015	0.0255	7.36	0.036	0.031	未检出	0.56	71.7	未检出	0.0022	0.00231	0.00002	0.07	0.0024	未检出
HS20211018018	B7	底	8.14	26	36.7	0.017	/	7.35	0.038	0.08	0.002	0.6	86.4	未检出	0.0041	0.00164	未检出	0.027	0.0024	未检出
HS20211018019	B8	表	8.12	26.8	34.7	0.017	0.0224	7.42	0.072	0.043	未检出	0.48	79.7	未检出	0.0009	0.00066	0.00016	0.028	0.0022	未检出
HS20211018020	B8	底	8.12	26.2	34.5	0.01	/	7.4	0.066	0.04	0.002	0.54	85.5	未检出	0.0014	0.00083	未检出	0.037	0.0021	未检出
HS20211018021	B9	表	8.14	26.8	34.6	0.011	0.0322	7.42	0.063	0.054	0.001	0.89	115.7	0.0002	0.0012	0.00113	未检出	0.029	0.0022	未检出
HS20211018022	B9	底	8.11	26.2	35	0.021	/	7.43	0.063	0.051	0.003	0.84	73.8	0.0002	0.0015	0.00087	未检出	0.045	0.0022	未检出
HS20211018023	B10	表	8.15	27	34.5	0.022	0.0311	7.25	0.061	0.067	0.003	0.96	83.2	0.0002	0.0042	0.0018	未检出	0.022	0.0021	未检出
HS20211018024	B10	底	8.12	26.2	34.6	0.023	/	7.31	0.067	未检出	0.005	0.93	93.5	未检出	0.0025	0.00137	未检出	0.104	0.002	未检出
HS20211018025	B11	表	8.13	27	36.7	0.02	0.0316	7.36	0.036	0.044	未检出	0.55	88.4	未检出	0.002	0.00091	未检出	0.051	0.0024	0.0086
HS20211018026	B11	底	8.14	26.4	36.6	0.025	/	7.34	0.038	0.035	未检出	0.48	79.8	0.0002	0.0019	0.00118	未检出	0.029	0.0024	0.0098
HS20211018027	B12	表	8.13	26.8	36.8	0.029	0.0191	7.52	0.036	0.032	未检出	0.24	67.8	0.0003	0.0022	0.00462	未检出	0.078	0.0024	0.0079
HS20211018028	B12	底	8.12	26.2	36.6	0.022	/	7.55	0.037	0.033	未检出	0.22	74.6	0.0003	0.0033	0.00198	未检出	0.026	0.0023	0.007
HS20211018029	B13	表	8.15	26.8	36.3	0.019	0.019	7.47	0.035	0.034	未检出	0.96	78.7	0.0002	0.0009	0.00114	0.00012	0.029	0.0024	未检出
HS20211018030	B14	表	8.14	26.8	37.1	0.021	0.0616	7.62	0.032	0.031	未检出	0.54	66.5	0.0002	0.0022	0.00126	未检出	0.057	0.0025	未检出

HS20211018031	B14	底	8.15	26.4	37	0.021	/	7.59	0.037	0.032	未检出	0.67	91.1	0.0002	0.0018	0.00315	未检出	0.049	0.0023	未检出
HS20211018032	B15	表	8.2	27	36.5	0.023	0.0256	7.08	0.022	未检出	未检出	0.47	96	未检出	0.0015	0.00043	未检出	0.11	0.0021	未检出
HS20211018033	B15	底	8.18	26.6	36.8	0.024	/	7.16	0.01	0.002	未检出	0.67	87.8	0.0005	0.0019	0.00048	未检出	0.048	0.0021	未检出
HS20211018034	B16	表	8.21	27	36.4	0.025	0.0094	7.16	0.013	未检出	未检出	0.64	113.9	0.0004	0.0012	0.00404	未检出	0.141	0.0022	未检出
HS20211018035	B17	表	8.18	27	36.9	0.023	0.0373	7.15	0.018	0.028	未检出	0.56	83.3	0.0003	0.0031	0.00092	未检出	0.078	0.0024	未检出
HS20211018036	B18	表	8.18	27.2	37.3	0.024	未检出	7.24	0.018	0.022	未检出	0.64	80.5	0.0002	0.0024	0.0009	0.00026	0.077	0.003	未检出
HS20211018037	B19	表	8.18	27.2	37.1	0.025	未检出	7.48	0.02	0.014	未检出	0.54	81.5	0.0003	0.0025	0.00321	未检出	0.06	0.0023	未检出
HS20211018038	B20	表	8.17	27.4	37.3	0.026	未检出	6.92	0.024	0.021	未检出	0.48	79.8	0.0003	0.005	0.00267	未检出	0.06	0.0025	未检出
HS20211018039	B20	表	8.16	27	37.2	0.025	未检出	7.01	0.025	0.015	未检出	0.5	83.6	0.0003	0.0029	0.00228	0.00002	0.068	0.0023	未检出
备注："/"表示该项目无需检测。																				

表 3.1.5.5-3 2021 年 4 月海水质量评价指数

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
B1	表层	0.257	0.17	1.01	0.22	0.48	0.36	0.13	0.08	0.032	0.001	0.23	0.073	0.440
B1	底层	0.314	0.20	/	0.16	0.36	0.24	0.12	0.24	0.062	0.001	0.18	0.070	0.031
B2	表层	0.457	0.10	0.66	0.40	0.39	0.34	0.12	0.45	0.003	0.001	0.14	0.067	0.154
B2	底层	0.400	0.10	/	0.36	0.43	0.26	0.12	0.38	0.003	0.001	0.23	0.077	0.136
B2PX	表层	0.486	0.10	0.68	0.26	0.33	0.32	0.13	0.46	0.003	0.001	0.25	0.073	0.086
B2PX	底层	0.314	0.23	/	0.14	0.36	0.25	0.12	0.25	0.003	0.010	0.21	0.070	0.162
B3	表层	0.200	0.30	0.60	0.37	0.37	0.16	0.12	0.04	0.120	0.004	0.20	0.077	0.031
B3	底层	0.257	0.20	/	0.14	0.40	0.23	0.12	0.04	0.003	0.001	0.27	0.070	0.031
B4	表层	0.286	0.20	0.60	0.23	0.40	0.40	0.12	0.22	0.062	0.004	0.24	0.077	0.031
B4	底层	0.229	0.23	/	0.44	0.61	0.41	0.12	0.24	0.003	0.001	0.24	0.087	0.366
B5	表层	0.200	0.13	1.02	0.33	0.47	0.33	0.11	0.03	0.174	0.001	0.36	0.073	0.031
B5	底层	0.200	0.17	/	0.40	0.48	0.34	0.11	0.35	0.010	0.002	0.25	0.087	0.031
B6	表层	0.400	0.67	0.62	0.33	0.45	0.28	0.11	0.29	0.042	0.001	0.36	0.077	0.031
B6	底层	0.314	0.13	/	0.44	0.27	0.29	0.10	0.33	0.086	0.005	0.29	0.077	0.154
B7	表层	0.343	0.10	0.57	0.38	0.39	0.25	0.10	0.38	0.088	0.005	0.24	0.073	0.031
B7	底层	0.371	0.20	/	0.58	0.31	0.27	0.10	0.39	0.074	0.005	0.30	0.073	0.031
B8	表层	0.514	0.20	0.34	0.30	0.16	0.13	0.11	0.05	0.070	0.005	0.31	0.073	0.031
B8	底层	0.457	0.27	/	0.21	0.07	0.12	0.12	0.12	0.003	0.005	0.30	0.067	0.031
B9	表层	0.514	0.47	0.04	0.42	0.19	0.44	0.32	0.20	0.015	0.005	1.28	0.115	0.185
B9	底层	0.400	0.80	/	0.42	0.12	0.51	0.29	0.22	0.015	0.005	2.28	0.110	0.078

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
B10	表层	0.343	0.30	0.25	0.26	0.11	0.22	0.11	0.20	0.003	0.001	0.32	0.073	0.592
B10	底层	0.314	0.23	/	0.04	0.04	0.22	0.11	0.07	0.003	0.001	0.38	0.077	0.031
B11	表层	0.400	0.20	0.14	0.21	0.25	0.29	0.10	0.27	0.003	0.002	0.33	0.067	0.260
B11	底层	0.457	0.27	/	0.09	0.26	0.36	0.09	0.25	0.003	0.001	0.32	0.063	0.031
B12	表层	0.486	0.30	0.04	0.30	0.41	0.29	0.09	0.30	0.003	0.002	0.37	0.070	0.238
B12	底层	0.400	0.17	/	0.41	0.35	0.32	0.09	0.15	0.003	0.001	0.34	0.070	0.031
B13	表层	0.429	0.20	0.17	0.19	0.25	0.18	0.08	0.05	0.088	0.001	0.91	0.073	0.064
B13	底层	0.371	0.23	/	0.16	0.10	0.16	0.08	0.07	0.003	0.001	0.31	0.073	0.031
B14	表层	0.514	0.17	0.04	0.64	0.35	0.25	0.08	0.20	0.012	0.001	0.35	0.073	0.031
B14	底层	0.429	0.23	/	0.39	0.30	0.25	0.08	0.16	0.003	0.001	0.36	0.073	0.031
B15	表层	0.543	0.93	0.04	0.17	0.36	0.19	0.10	0.35	0.144	0.004	0.79	0.083	0.082
B15	底层	0.486	0.27	/	0.20	0.29	0.19	0.12	0.16	0.092	0.001	0.42	0.087	0.031
B16	表层	0.457	0.43	0.04	0.56	0.16	0.31	0.13	0.07	0.104	0.002	0.38	0.083	0.031
B17	表层	0.543	0.47	0.04	0.20	0.16	0.29	0.13	0.05	0.044	0.001	0.33	0.080	0.031
B18	表层	0.400	0.23	0.04	0.21	0.12	0.37	0.14	0.06	0.110	0.001	0.37	0.083	0.031
B19	表层	0.457	0.20	0.04	0.25	0.14	0.21	0.13	0.27	0.124	0.004	0.33	0.077	0.031
B20	表层	0.486	0.30	0.04	0.34	0.09	0.20	0.12	0.13	0.156	0.001	0.33	0.080	0.154
B20PX	表层	0.400	0.27	0.04	0.14	0.10	0.21	0.12	0.13	0.003	0.001	0.36	0.070	0.031
最大值		0.54	0.93	1.02	0.64	0.61	0.51	0.32	0.46	0.174	0.010	2.28	0.115	0.592
最小值		0.20	0.10	0.04	0.04	0.04	0.12	0.08	0.03	0.003	0.001	0.14	0.063	0.031
超标率%		0	0	5.26	0	0	0	0	0	0	0	5.26	0	0

表 3.1.5.5-4 2021 年 10 月海水质量评价指数

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
B1	表	0.143	0.60	1.16	0.41	0.26	0.26	0.002	0.11	0.684	0.001	0.17	0.080	0.031
B1	底	0.143	0.63	/	0.38	0.21	0.32	0.004	0.14	0.570	0.016	0.18	0.077	0.031
B2	表	0.086	0.53	0.63	0.41	0.19	0.16	0.014	0.10	0.174	0.001	0.25	0.077	0.031
B2	底	0.143	0.60	/	0.42	0.22	0.19	0.014	0.22	0.250	0.001	0.13	0.077	0.031
B2PX	表	0.029	0.53	0.63	0.42	0.21	0.21	0.014	0.10	0.236	0.001	0.22	0.080	0.031
B2PX	底	0.029	0.50	/	0.37	0.21	0.24	0.018	0.26	0.406	0.090	0.08	0.077	0.031
B3	表	0.086	0.53	0.61	0.28	0.46	0.37	0.008	0.16	0.256	0.001	0.14	0.077	0.031
B3	底	0.114	0.57	/	0.30	0.39	0.35	0.006	0.18	0.270	0.001	0.27	0.077	0.031
B4	表	0.057	0.60	0.77	0.33	0.24	0.16	0.008	0.13	0.260	0.001	0.09	0.077	0.031
B4	中	0.086	0.63	/	0.32	0.30	0.14	0.008	0.09	0.192	0.046	0.18	0.077	0.031
B4	底	0.114	0.63	/	0.29	0.23	0.24	0.002	0.17	0.626	0.001	0.25	0.077	0.031
B5	表	0.057	0.60	0.87	0.27	0.22	0.24	0.004	0.14	0.170	0.046	0.13	0.093	0.031
B5	中	0.029	0.53	/	0.29	0.26	0.25	0.002	0.47	0.214	0.001	0.10	0.080	0.031
B5	底	0.000	0.57	/	0.30	0.23	0.25	0.002	0.06	0.250	0.001	0.10	0.077	0.031
B6	表	0.029	0.57	0.73	0.36	0.25	0.18	0.002	0.19	0.106	0.001	0.32	0.080	0.031
B6	底	0.086	0.53	/	0.37	0.24	0.20	0.002	0.25	0.264	0.001	0.44	0.083	0.031
B7	表	0.086	0.50	0.51	0.23	0.22	0.19	0.002	0.22	0.462	0.004	0.35	0.080	0.031
B7	底	0.029	0.57	/	0.25	0.40	0.20	0.002	0.41	0.328	0.001	0.14	0.080	0.031
B8	表	0.086	0.57	0.45	0.20	0.38	0.16	0.002	0.09	0.132	0.032	0.14	0.073	0.031
B8	底	0.086	0.33	/	0.23	0.36	0.18	0.002	0.14	0.166	0.001	0.19	0.070	0.031

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
B9	表	0.029	0.73	0.64	0.29	0.59	0.45	0.004	0.24	1.130	0.005	0.58	0.110	0.078
B9	底	0.114	1.40	/	0.32	0.59	0.42	0.004	0.30	0.870	0.005	0.90	0.110	0.078
B10	表	0.000	0.73	0.62	0.25	0.44	0.32	0.004	0.42	0.360	0.001	0.11	0.070	0.031
B10	底	0.086	0.77	/	0.25	0.24	0.31	0.002	0.25	0.274	0.001	0.52	0.067	0.031
B11	表	0.057	0.67	0.63	0.21	0.27	0.18	0.002	0.20	0.182	0.001	0.26	0.080	0.172
B11	底	0.029	0.83	/	0.24	0.24	0.16	0.004	0.19	0.236	0.001	0.15	0.080	0.196
B12	表	0.057	0.97	0.38	0.16	0.23	0.08	0.006	0.22	0.924	0.001	0.39	0.080	0.158
B12	底	0.086	0.73	/	0.18	0.23	0.07	0.006	0.33	0.396	0.001	0.13	0.077	0.140
B13	表	0.000	0.63	0.06	0.14	0.17	0.24	0.002	0.02	0.114	0.012	0.15	0.048	0.016
B14	表	0.029	0.70	1.23	0.13	0.21	0.18	0.004	0.22	0.252	0.001	0.29	0.083	0.031
B14	底	0.000	0.70	/	0.16	0.23	0.22	0.004	0.18	0.630	0.001	0.25	0.077	0.031
B15	表	0.143	0.77	0.51	0.30	0.07	0.16	0.002	0.15	0.086	0.001	0.55	0.070	0.031
B15	底	0.086	0.80	/	0.29	0.04	0.22	0.010	0.19	0.096	0.001	0.24	0.070	0.031
B16	表	0.171	0.83	0.19	0.28	0.04	0.21	0.008	0.12	0.808	0.001	0.71	0.073	0.031
B17	表	0.086	0.77	0.75	0.28	0.15	0.19	0.006	0.31	0.184	0.001	0.39	0.080	0.031
B18	表	0.086	0.80	0.04	0.24	0.13	0.21	0.004	0.24	0.180	0.052	0.39	0.100	0.031
B19	表	0.086	0.83	0.04	0.16	0.11	0.18	0.006	0.25	0.642	0.001	0.30	0.077	0.031
B20PX	表	0.057	0.87	0.04	0.35	0.15	0.16	0.006	0.50	0.534	0.001	0.30	0.083	0.031
B20PX	表	0.029	0.83	0.04	0.33	0.13	0.17	0.006	0.29	0.456	0.004	0.34	0.077	0.031
最大值		0.171	1.40	1.23	0.42	0.59	0.45	0.018	0.50	1.130	0.090	0.90	0.11	0.196
最小值		0.000	0.33	0.04	0.13	0.04	0.07	0.002	0.02	0.086	0.001	0.08	0.05	0.016

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	化学需氧量	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
超标率%		0	2.56	5.13	0	0	0	0	0	2.56	0	0	0	0

3.1.6 沉积物质量现状调查与评价

3.1.6.1 调查概况

与水质调查同步进行，见表 3.1.5.1-1~2 和图 3.1.5.1-1~2。

3.1.6.2 调查项目

春、秋两季沉积物调查内容包括：粒度、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总汞、锌共 10 项。

3.1.6.3 采样方法与分析

本项目调查取样与分析方法按 GB/T12763-2007《海洋调查规范》和 GB17378-2007《海洋监测规范》等执行。到达指定站位后，用抓斗式采泥器采集沉积物，仅取表层样（0~10cm），进行分装与处理、保存，沉积物样品分析方法见表 3.1.6.3-1。

表 3.1.6.3-1 海洋沉积物调查分析方法

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
沉积物	粒度	《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T 12763.8-2007 沉积物粒度分析（6.3）	/	电子天平(BSA224S) YQ-020-05
	有机碳	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（18.1）	/	酸式滴定管/25mL
	硫化物	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（17.1）	0.3 mg/kg	紫外可见分光光度计/UV-1800
	石油类	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（13.2）	3.0 mg/kg	紫外可见分光光度计/UV-1800
	铜	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（6.1）	0.5 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	铅	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（7.1）	1.0 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	镉	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（8.1）	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	总汞	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（5.1）	0.002 mg/kg	原子荧光光度计/AFS-8520

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	砷	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（11.1）	0.06 mg/kg	原子荧光光度计/AFS-8520
	锌	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（9.1）	6.0 mg/kg	原子吸收分光光度计（火焰）/AA-7000

3.1.6.4 评价方法及评价标准

（1）评价方法

沉积物质量现状评价采用单因子指数法。根据监测结果，统计样品检出率和超标率，予以分析。

评价标准计算公式 PIi，j=Ci/Si，

式中：PIi–某监测站位污染物 i 的污染指数；

Ci–某监测站位污染物 i 的实测浓度；

Si–污染物 i 的评价标准。

（2）评价因子

沉积物：有机碳、油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌共 9 项。

沉积物评价因子的标准指数＞1，则表明该项沉积物质量超过了规定的沉积物质量标准。

（3）评价标准

①2021 年 4 月

海洋沉积物质量按照《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。

表 3.1.6.4-1 调查范围执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准
		海水质量
B1	红海湾农渔业区	执行海水水质一类标准
B2-8、10-15	珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质一类标准
B9	遮浪海洋保护区	执行海水水质一类标准

B16-20	碣石湾农渔业区	执行海水水质一类标准

②2021 年 10 月

海洋沉积物质量按照《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。

表 3.1.6.4-2 调查范围执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准
		海水质量
B1	红海湾农渔业区	执行海水水质二类标准
B2-8、10-12、14、15	珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质二类标准
B9	遮浪海洋保护区	执行海水水质一类标准
B13	田尾山工业与城镇用海区	执行海水水质三类标准
B16-20	碣石湾农渔业区	执行海水水质二类标准

表 3.1.6.4-3 沉积物质量标准

项目	第一类	第二类	第三类	备注
硫化物(x10-6)≤	300	500	600	引自《中华人民共和国国家标准海洋沉积物质量 GB18668-2002》
石油类(x10-6)≤	500	1000	1500	
有机碳(%)≤	2	3	4	
锌(x10-6)≤	150	350	600	
镉(x10-6)≤	0.5	1.5	5	
铅(x10-6)≤	60	130	250	
铜(x10-6)≤	35	100	200	
总汞(x10-6)≤	0.2	0.5	1	
砷(x10-6)≤	20.0	65.0	93.0	

3.1.6.5 海洋沉积物质量调查结果与评价

（1）调查结果

①2021 年 4 月

2021 年 4 月春季调查结果表 3.1.6.5-1。

②2021 年 10 月

2021 年 10 月春季调查结果表 3.1.6.5-2。

（2）评价结果

①2021 年 4 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.6.5-3。

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

2021 年 10 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.6.5-4。

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

表 3.1.6.5-1 2021 年 4 月沉积物质量现状监测结果

样品编号	站号	类型	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
			%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DZ20210425001	B1	褐泥质粘土	1.13	231.9	24.2	14.1	28.5	未检出	0.044	5.34	105.7
DZ20210425002	B3	褐泥质粘土	0.93	96.4	3.3	12.8	18.9	未检出	0.062	6.22	101.2
DZ20210425003	B5	褐泥质粘土	1.08	228.2	31.4	15.6	22.0	未检出	0.046	5.46	110.7
DZ20210425004	B6	褐泥质粘土	1.09	166.8	11.6	14.8	29.3	未检出	0.053	8.89	109.6
DZ20210425005	B8	褐泥质粘土	0.56	132.6	5.4	10.3	20.1	未检出	0.060	7.01	81.0
DZ20210425006	B9	褐泥质粘土	0.50	105.1	7.9	8.3	21.4	未检出	0.014	0.37	75.3
DZ20210425007	B10	褐泥质粘土	0.54	78.8	未检出	8.3	19.8	未检出	0.184	3.59	65.4

DZ20210425008	B11	褐泥质粘土	0.62	290.8	30.9	9.3	17.5	未检出	0.025	1.69	68.9
DZ20210425009	B15	褐泥质粘土	0.86	181.1	36.1	13.0	19.1	未检出	0.046	7.88	101.5
DZ20210425010	B19	褐泥质粘土	0.63	269.9	34.4	13.5	27.0	未检出	0.052	7.60	105.7

表 3.1.6.5-2 2021 年 10 月沉积物质量现状监测结果

样品编号	站号	类型	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
			%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DZ20211018001	B1	泥质	1.74	197.2	216.7	15.1	22.8	0.05	0.072	5.68	116.7
DZ20211018002	B3	泥质	1.33	57.8	77.0	16.0	17.4	0.06	0.055	6.31	106.9
DZ20211018003	B5	泥质	1.65	59.3	68.9	13.8	17.8	0.06	0.056	6.05	101.0
DZ20211018004	B6	泥质	1.60	108.6	55.5	13.5	5.8	0.19	0.066	7.06	104.4
DZ20211018005	B8	泥质	1.39	120.2	173.7	15.2	14.9	0.10	0.071	6.74	112.3
DZ20211018006	B9	泥质	1.66	181.3	168.5	14.2	17.2	0.10	0.063	6.29	104.2
DZ20211018007	B10	泥质	1.73	85.7	155.1	9.1	11.6	0.09	0.070	6.50	77.4
DZ20211018008	B11	泥质	1.25	77.6	43.7	9.3	14.3	0.04	0.118	11.80	77.0
DZ20211018009	B15	泥质	1.31	152.0	120.4	11.6	12.6	0.14	0.060	6.64	96.4
DZ20211018010	B19	泥质	1.40	34.7	56.3	11.6	12.7	0.07	0.062	5.32	101.1

表 3.1.6.5-3 2021 年 4 月沉积物质量评价指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
B1	0.57	0.77	0.048	0.40	0.48	0.04	0.22	0.002	0.70
B3	0.47	0.32	0.007	0.37	0.32	0.04	0.31	0.311	0.67
B5	0.54	0.76	0.063	0.45	0.37	0.04	0.23	0.273	0.74
B6	0.55	0.56	0.023	0.42	0.49	0.04	0.27	0.445	0.73
B8	0.28	0.44	0.011	0.29	0.34	0.04	0.30	0.002	0.54
B9	0.25	0.35	0.016	0.24	0.36	0.04	0.07	0.019	0.50

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
B10	0.27	0.26	0.003	0.24	0.33	0.04	0.92	0.002	0.44
B11	0.31	0.97	0.062	0.27	0.29	0.04	0.13	0.002	0.46
B15	0.43	0.60	0.072	0.37	0.32	0.04	0.23	0.002	0.68
B19	0.32	0.90	0.069	0.39	0.45	0.04	0.26	0.002	0.70
最大值	0.57	0.97	0.072	0.45	0.49	0.04	0.92	0.445	0.74
最小值	0.25	0.26	0.003	0.24	0.29	0.04	0.07	0.002	0.44
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
B1	0.57	0.77	0.048	0.40	0.48	0.04	0.22	0.002	0.70
B3	0.47	0.32	0.007	0.37	0.32	0.04	0.31	0.311	0.67
B5	0.54	0.76	0.063	0.45	0.37	0.04	0.23	0.273	0.74
B6	0.55	0.56	0.023	0.42	0.49	0.04	0.27	0.445	0.73
B8	0.28	0.44	0.011	0.29	0.34	0.04	0.30	0.002	0.54
B9	0.25	0.35	0.016	0.24	0.36	0.04	0.07	0.019	0.50
B10	0.27	0.26	0.003	0.24	0.33	0.04	0.92	0.002	0.44
B11	0.31	0.97	0.062	0.27	0.29	0.04	0.13	0.002	0.46
B15	0.43	0.60	0.072	0.37	0.32	0.04	0.23	0.002	0.68
B19	0.32	0.90	0.069	0.39	0.45	0.04	0.26	0.002	0.70
最大值	0.57	0.97	0.072	0.45	0.49	0.04	0.92	0.445	0.74
最小值	0.25	0.26	0.003	0.24	0.29	0.04	0.07	0.002	0.44
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.1.6.5-4 2021 年 10 月沉积物质量评价指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
B1	0.87	0.66	0.433	0.43	0.38	0.04	0.36	0.284	0.78
B3	0.67	0.19	0.154	0.46	0.29	0.04	0.28	0.316	0.71
B5	0.83	0.20	0.138	0.39	0.30	0.04	0.28	0.303	0.67
B6	0.80	0.36	0.111	0.39	0.10	0.04	0.33	0.353	0.70
B8	0.70	0.40	0.347	0.43	0.25	0.04	0.36	0.337	0.75

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
B9	0.83	0.60	0.337	0.41	0.29	0.04	0.32	0.315	0.69
B10	0.87	0.29	0.003	0.26	0.19	0.04	0.35	0.325	0.52
B11	0.63	0.26	0.087	0.27	0.24	0.04	0.59	0.590	0.51
B15	0.66	0.51	0.241	0.33	0.21	0.04	0.30	0.332	0.64
B19	0.70	0.12	0.113	0.33	0.21	0.04	0.31	0.266	0.67
最大值	0.87	0.66	0.433	0.46	0.38	0.04	0.59	0.590	0.78
最小值	0.63	0.12	0.003	0.26	0.10	0.04	0.28	0.266	0.51
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.1.7 生物质量现状调查与评价

3.1.7.1 调查概况

与水质调查同步进行，见表 3.1.5.1-1~2 和图 3.1.5.1-1~2。

3.1.7.2 调查项目

春、秋两季生物体调查内容包括：石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌共 7 项。

3.1.7.3 采样方法与分析

（1）采样方法

①虾与中小型鱼样采集

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

②大型鱼类采集

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

和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.1.7.3-1。

表 3.1.7.3-1 海洋沉积物调查分析方法

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
海洋生物	石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（13）	0.2 mg/kg	荧光分光光度计/RF-6000
	铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（6.1）	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（7.1）	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（8.1）	0.005 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
	总汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（5.1）	0.002 mg/kg	原子荧光光度计/AFS-8520
	砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（11.1）	0.2 mg/kg	原子荧光光度计/AFS-8520
	锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（9.1）	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计（火焰）/AA-7000

3.1.7.4 评价方法及评价标准

（1）评价方法

生物质量现状评价采用单因子指数法。根据监测结果，统计样品检出率和超标率，予以分析。

评价标准计算公式 PIi，j=Ci/Si，

式中：PIi–某监测站位污染物 i 的污染指数；

Ci–某监测站位污染物 i 的实测浓度；

Si–污染物 i 的评价标准。

（2）评价因子

生物：石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌共 7 项。

生物质量评价因子的标准指数＞1，则表明该项生物质量超过了规定的生物质量标准。

（3）评价标准

鱼类、软体类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的"海洋生物质量评价标准"进行评价，鱼类、软体类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价，按一类标准执行。本次调查从 6 个断面采集了鱼类、甲壳类、头足类共 12 个样品。

3.1.7.5 生物质量调查结果与评价

（1）调查结果

①2021 年 4 月

2021 年 4 月春季调查结果表 3.1.7.5-1。

②2021 年 10 月

2021 年 10 月春季调查结果表 3.1.7.5-2。

（2）评价结果

①2021 年 4 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.7.5-3。

该海域中生物体中石油烃、镉、总汞、砷、锌含量水平低于相应标准限值，没有出现超标现象，符合所在海洋功能区海洋生物质量一类标准要求；铜、铅含量超标，具体情况如下：

SF12 断面火枪乌贼铜轻微超出一类标准要求，超标倍数为 0.11；

SF9 断面棘头梅童鱼铅含量超出一类标准要求，超标倍数为 0.96。

②2021 年 10 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.7.5-4。

该海域中生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平低于相应标准限值，没有出现超标现象，符合所在海洋功能区海洋生物质量一类标准要求。

表 3.1.7.5-1 2021 年 4 月生物质量现状监测结果

样品编号	断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SW20210425001	SF7	口虾蛄	8.6	10.4	0.23	0.041	0.016	0.8	10.5
SW20210425002		隆线强蟹	10.6	9.4	0.28	0.054	0.014	0.5	7.6
SW20210425003	SF8	口虾蛄	10.1	11.6	未检出	0.298	0.009	2.8	10.4
SW20210425004		变态蟳	14.3	9.9	0.07	0.043	0.012	1.0	4.4
SW20210425005	SF9	皮氏叫姑鱼	3.4	1.0	未检出	0.054	0.055	0.5	未检出
SW20210425006		棘头梅童鱼	14.5	1.0	3.92	0.061	0.008	0.4	7.2
SW20210425007	SF10	龙头鱼	2.2	2.2	0.25	0.058	0.011	0.4	未检出
SW20210425008		棘头梅童鱼	7.0	1.0	0.29	未检出	0.012	0.3	6.6
SW20210425009	SF11	口虾蛄	17.0	19.0	0.43	0.154	0.020	1.4	9.6
SW20210425010		变态蟳	10.1	12.7	未检出	0.048	0.019	1.3	未检出
SW20210425011	SF12	火枪乌贼	4.3	22.2	未检出	0.207	0.023	1.1	6.6
SW20210425012		口虾蛄	7.2	15.6	0.51	0.273	0.021	2.8	18.8

表 3.1.7.5-2 2021 年 10 月生物质量现状监测结果

样品编号	断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SW20211018001	SF7	红星梭子蟹	12.8	7.6	0.26	0.089	0.009	1.0	10.6
SW20211018002		口虾蛄	19.3	20.7	0.34	0.414	0.009	0.8	24.5
SW20211018003	SF8	红星梭子蟹	14.3	9.4	0.36	0.113	0.010	0.9	13.6
SW20211018004		口虾蛄	14.7	17.9	0.22	0.340	0.011	1.5	24.3
SW20211018005	SF9	红星梭子蟹	19.9	11.4	0.51	0.148	0.007	1.1	17.6

样品编号	断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SW20211018006		白姑鱼	19.8	0.7	0.05	未检出	0.006	0.4	11.6
SW20211018007	SF10	口虾蛄	14.6	13.4	0.21	0.416	0.009	1.8	23.6
SW20211018008		鹰爪虾	18.0	11.1	1.86	0.072	0.006	1.4	17.3
SW20211018009	SF11	口虾蛄	17.1	17.9	1.62	0.398	0.009	1.4	23.0
SW20211018010		红星梭子蟹	11.9	6.8	0.57	0.073	0.009	0.7	15.4
SW20211018011	SF12	口虾蛄	9.9	14.5	0.20	0.215	0.010	0.7	11.3
SW20211018012		红星梭子蟹	17.0	8.2	0.33	0.050	0.012	1.6	22.1

表 3.1.7.5-3 2021 年 4 月生物质量评价指数

序号	断面	样品类型	名称	评价结果						
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
1	SF7	甲壳类	口虾蛄	0.43	0.10	0.115	0.021	0.080	0.10	0.070
2		甲壳类	隆线强蟹	0.53	0.09	0.140	0.027	0.070	0.06	0.051
3	SF8	甲壳类	口虾蛄	0.51	0.12	0.001	0.149	0.045	0.35	0.069
4		甲壳类	变态蟳	0.72	0.10	0.035	0.022	0.060	0.13	0.029
5	SF9	鱼类	皮氏叫姑鱼	0.17	0.05	0.001	0.090	0.183	0.10	0.005
6		鱼类	棘头梅童鱼	0.73	0.05	1.960	0.102	0.027	0.08	0.180
7	SF10	鱼类	龙头鱼	0.11	0.11	0.125	0.097	0.037	0.08	0.005
8		鱼类	棘头梅童鱼	0.35	0.05	0.145	0.004	0.040	0.06	0.165
9	SF11	甲壳类	口虾蛄	0.85	0.19	0.215	0.077	0.100	0.18	0.064
10		甲壳类	变态蟳	0.51	0.13	0.001	0.024	0.095	0.16	0.001
11	SF12	头足类	火枪乌贼	0.22	1.11	0.001	0.345	0.115	0.22	0.165
12		甲壳类	口虾蛄	0.36	0.16	0.255	0.137	0.005	0.35	0.125
最大值				0.85	1.11	1.960	0.345	0.183	0.35	0.180
最小值				0.11	0.05	0.001	0.004	0.005	0.06	0.001

序号	断面	样品类型	名称	评价结果						
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
超标率%				0	8.3	8.3	0	0	0	0

表 3.1.7.5-4 2021 年 10 月生物质量评价指数

序号	断面	样品类型	名称	评价结果						
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
1	SF7	甲壳类	红星梭子蟹	0.640	0.08	0.130	0.045	0.045	0.13	0.071
2		甲壳类	口虾蛄	0.965	0.21	0.170	0.207	0.045	0.10	0.163
3	SF8	甲壳类	红星梭子蟹	0.715	0.09	0.001	0.057	0.050	0.11	0.091
4		甲壳类	口虾蛄	0.735	0.18	0.110	0.170	0.055	0.19	0.162
5	SF9	甲壳类	红星梭子蟹	0.995	0.11	0.001	0.074	0.035	0.14	0.117
6		鱼类	白姑鱼	0.990	0.04	0.025	0.004	0.020	0.08	0.290
7	SF10	甲壳类	口虾蛄	0.730	0.13	0.105	0.208	0.045	0.23	0.157
8		甲壳类	鹰爪虾	0.900	0.11	0.930	0.036	0.030	0.18	0.115
9	SF11	甲壳类	口虾蛄	0.855	0.18	0.810	0.199	0.045	0.18	0.153
10		甲壳类	红星梭子蟹	0.595	0.07	0.001	0.037	0.045	0.09	0.103
11	SF12	甲壳类	口虾蛄	0.495	0.15	0.001	0.108	0.050	0.09	0.075
12		甲壳类	红星梭子蟹	0.850	0.08	0.165	0.025	0.060	0.20	0.147
最大值				0.995	0.21	0.930	0.208	0.060	0.23	0.290
最小值				0.495	0.04	0.001	0.004	0.020	0.08	0.071
超标率%				0	0	0	0	0	0	0

3.2 海洋生态概况

本节引用《广东省海沙开采区项目（JH21-08）海洋生态与渔业资源现状调查报告》[redacted]，由[redacted]于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。同时引用《广东省海沙开采区项目（JH21-08）海洋生态与渔业资源现状调查报告》[redacted]

[redacted]，由[redacted]于 2021 年 10 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。调查站位详见 3.1.5.1 节。

3.2.1 调查监测内容

包括海洋生态和渔业资源调查，具体情况如下：

海洋生态：叶绿素 a 和初级生产力、浮游生物（浮游植物、浮游动物）、底栖生物、潮间带生物共 6 项；

渔业资源：鱼类浮游生物、游泳动物拖网调查共 2 项。

开展了 1 次现场调查，时间：2021 年 4 月 25 日。

3.2.2 调查监测方法与依据

海洋生态和渔业资源各项目的现场调查、采样、样品保存和实验室分析测试等均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）执行，具体方法如下：

3.2.2.1 海洋生态

叶绿素 a（Chl-a）和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样，水样现场过滤，滤膜装入 10mL 离心管放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外可见分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman (1974) 提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

浮游植物：用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水III型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5%福尔马林固定，沉淀法浓缩，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

浮游动物：大中型浮游动物采用浅水I型浮游生物网（网口直径为 50cm，网口面积为 0.2m^2，网长 145cm，筛绢孔径约为 0.505mm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

底栖生物：定量样品采用 0.0375m^2 采泥器，在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

潮间带生物：在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位用 25×25 厘米的正方形取样框取样，每站各取样 1 次，取样方法是在站位上随机抛投取样框，先拾取框内滩面上的生物，再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 25×25 厘米正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

3.2.2.2 渔业资源

鱼卵和仔稚鱼：用大型浮游生物网采集，每个断面水平拖 1 网，拖 30min，平均拖速约 2.5kn，所采样品用 5%福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

游泳动物：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船（红遮 2182）进行渔业资源调查。该船主机功率 65kW，船长 12 m，宽 3 m，吃水水深 0.8 m；调查所用网具每张网的上纲长 7.0 m，网衣长 12.0 m，网口大 3m，网目大 50 mm，扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 8m。调查放网 1 张，拖速约 2.5 kn，拖时 30min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

3.2.3 调查数据计算和处理

（1）初级生产力

初级生产力采用叶绿素法，按照 Cadee 和 Hegeman (1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算：

$$P = \frac{CnQED}{2}$$

P ——每日现场的初级生产力(mgC／m^2·d)；

Cn ——表层叶绿素 a 含量；

Q ——同化系数，采用闽南-台湾浅滩近海水域平均同化系数这里取 3.5；

E ——真光层深度(m)，取透明度的 3 倍；

D ——白昼时间(h)，取 12 h。

（2）优势度(Y)：

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

（3）Shannon-Weaver 多样性指数：

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

（4）Pielou 均匀度指数：

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

式中：Pi=ni/N

ni ——第 i 种的个体数量(ind/m^3)

N ——某站总生物数量(ind/m^3)

fi ——某种生物的出现频率(%)

Hmax —— log2S，最大多样性指数

S ——出现生物总种数。

（5）优势种

采用 Pinkas 相对重要性指数（Index of Relative Importance,IRI）

IRIi=（Ni/N+Wi/W）×Fi×100

式中：

Ni/N——种类 i 的个体数占总个体数的百分比；

Wi/W——物种 i 的重量占总个体重量百分比；

Fi——种类 i 出现次数占调查次数的百分比。

（6）渔业资源密度

渔业资源密度(kg/km^2)根据扫海面积法估算，公式如下：

$$B=\frac{Y}{A(1-E)}$$

式中：Y ——平均渔获率 (kg/h)

A ——每小时扫海面积 (km^2/h)

E ——逃逸率 (这里取 0.5)

3.2.4 生态调查结果与评价

3.2.4.1 叶绿素 a 与初级生产力

（1）2021 年 4 月

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 1.056mg/m^3，变化范围为 0.323～2.258mg/m^3，变幅较大（SD=0.626）。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，总体叶绿素含量呈现由近岸向外海逐渐减少的趋势。其中 B5 站位叶绿素含量最低，B18 站位叶绿素含量最高（见表 3.2.4.1-1）。

调查监测区内平均初级生产力为 179.19 mg·C/m^2·d，区域变化范围在 67.17～369.89 mg·C/m^2·d 之间，变幅较大（SD=95.51）。其中 B5 站位初级生产力最低，B18 站位初级生产力最高。总体上，监测区域初级生产力处于较低水平。

表 3.2.4.1-1　叶绿素 a（Chla）和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a（mg/m^3）	初级生产力（mg·C/m^2·d）
B1	0.442	83.46
B3	0.442	91.81
B5	0.323	67.17
B6	0.663	146.24
B8	1.461	276.15
B9	0.560	102.33
B10	1.461	257.74
B11	0.561	102.48
B13	1.461	184.10
B15	1.461	230.12
B18	2.258	369.89
B19	1.580	238.84

变化范围	0.323 ~ 2.258	67.17 ~ 369.89
平均值	1.056 ± 0.626	179.19 ± 95.51

（2）2021 年 10 月

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 1.204 mg/m^3，变化范围为 0.444 ~ 2.718mg/m^3，变幅较大（SD=0.718）。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，总体叶绿素含量呈现由近岸向外海逐渐减少的趋势。其中 B11 站位叶绿素含量最低，B8 站位叶绿素含量最高（见表 3.2.4.1-2）。

调查监测区内平均初级生产力为 219.72 mg·C/m^2·d，区域变化范围在 89.51 ~ 547.95 mg·C/m^2·d 之间，变幅较大（SD=144.74）。其中 B11 站位初级生产力最低，B8 站位初级生产力最高。总体上，监测区域初级生产力处于较低水平。

表 3.2.4.1-2　叶绿素 a（Chla）和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a（mg/m^3）	初级生产力（mg·C/m^2·d）
B1	1.463	276.51
B3	0.563	113.50
B5	0.783	167.72
B6	0.563	127.69
B8	2.718	547.95
B9	2.276	430.16
B10	1.699	321.11
B11	0.444	89.51
B13	0.784	128.42
B15	0.800	131.04
B18	1.226	154.48
B19	1.123	148.57
变化范围	0.444 ~ 2.718	89.51 ~ 547.95
平均值	1.204 ± 0.718	219.72 ± 144.74

3.2.4.2 浮游植物

（1）2021 年 4 月

①种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 4 门 26 属 52 种（含 4 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 18 属 35 种，占总种类数的 67.31%（见表 3.2.4.2-1）；甲藻门种类次之，出现 6 属 14 种，占总种类数的 26.92%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 3.85%，金藻门出现 1 属 1 种，占总种类数的 1.92%。出现种类较多的属为角藻属（10 种）。

表 3.2.4.2-1　浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	18	35	67.31
甲藻	6	14	26.92
蓝藻	2	2	3.85
金藻	1	1	1.92
总计	26	52	100

②丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 21.91~120.86×104cell/m^3，均值为 54.98×104 cell/m^3（见表 3.2.4.2-2）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 B18，B3 次之。总体浮游植物丰度分布较为一般。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 49.73% ~73.63%，占调查区域平均丰度的 64.65%，在 12 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 24.75% ~ 44.38%之间，占区域浮游植物平均丰度的 33.03%，其他藻类丰度的占比在 1.42% ~ 6.25%之间，占区域浮游植物平均丰度的 2.32%。

表 3.2.4.2-2 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
B1	28.51	14.18	49.73%	12.55	44.02%	1.78	6.25%
B3	21.91	11.55	52.74%	9.72	44.38%	0.63	2.88%
B5	27.85	17.47	62.71%	9.57	34.38%	0.81	2.92%
B6	61.25	42.03	68.61%	18.00	29.38%	1.23	2.01%
B8	41.68	24.13	57.90%	16.70	40.07%	0.84	2.02%
B9	37.25	23.71	63.64%	13.55	36.36%	/	/
B10	45.77	27.09	59.18%	18.68	40.82%	/	/

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
B11	34.59	19.59	56.61%	15.01	43.39%	/	/
B13	61.31	42.76	69.75%	17.67	28.83%	0.87	1.42%
B15	63.42	46.70	73.63%	15.70	24.75%	1.03	1.62%
B18	120.86	77.52	64.14%	40.00	33.08%	3.36	2.78%
B19	115.32	79.80	69.20%	30.81	26.72%	4.71	4.09%
平均值	54.98	35.54	64.65%	18.16	33.03 %	1.27	2.32%

注：丰度单位为×104cell/m^3,″/″为未出现。

③优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为中肋骨条藻(Skeletonema costatum)、短角藻(Ceratium breve)、叉状角藻(Ceratium furca)、梭角藻(Ceratium fusus)、大角角藻(Ceratium macroceros)、星脐圆筛藻(Coscinodiscus asteromphalus)、海洋原多甲藻(Protoperidinium oceanicum)和北方角毛藻(Chaetoceros borealis)（见表 3.2.4.2-3）。这 8 种优势种丰度占调查海域总丰度的 43.70%。其中中肋骨条藻为第一优势种，其优势度为 0.135，其丰度变化范围在 2.65 ~ 14.94×10^4cell/m^3，占各站位丰度的 9.2% ~ 18.6%，平均丰度 6.91×104 cell/m^3，占区域浮游植物平均丰度的 12.57%。B18 站中肋骨条藻丰度最高，为 14.94×104 cell/m^3。B3 站中肋骨条藻丰度最低，为 2.65×10^4 cell/m^3。另外，短角藻的优势度居第二位，为 0.059，占总丰度的 6.40%。其他 6 个优势种的优势度在 0.021 ~ 0.059，平均丰度在 1.72 ~ 3.27×10^4cell/m^3 之间，这 8 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 3.2.4.2-3　浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
中肋骨条藻	Skeletonema costatum	硅藻	0.126	6.91	12.57%
短角藻	Ceratium breve	甲藻	0.059	3.52	6.40%
叉状角藻	Ceratium furca	甲藻	0.059	3.27	5.94%
梭角藻	Ceratium fusus	甲藻	0.038	2.76	5.02%
大角角藻	Ceratium macroceros	甲藻	0.032	2.10	3.82%
星脐圆筛藻	Coscinodiscus asteromphalus	硅藻	0.024	2.01	3.65%
海洋原多甲藻	Protoperidinium oceanicum	甲藻	0.021	1.75	3.17%
北方角毛藻	Chaetoceros borealis	硅藻	0.021	1.72	3.12%

注：丰度单位为×10^4cell/m^3

多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 17 种~ 29 种，平均 22 种（见表 3.2.4.2-4）。多样性指数范围为 3.784 ~ 4.699，平均为 4.191。均匀度指数范围为 0.664 ~ 0.824，平均为 0.735。多样性指数和均匀度指数均以 B19 最高，B1 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 3.2.4.2-4 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
B1	17	3.784	0.664
B3	18	3.901	0.684
B5	27	4.489	0.787
B6	25	4.411	0.774
B8	19	4.032	0.707
B9	21	4.173	0.732
B10	20	3.952	0.693
B11	19	4.065	0.713
B13	23	4.280	0.751
B15	22	4.139	0.726
B18	25	4.372	0.767
B19	29	4.699	0.824
平均值	22	4.191	0.735

（2）2021 年 10 月

①种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 27 属 58 种（含 3 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 19 属 42 种，占总种类数的 72.41%（见表 3.2.4.2-5）；甲藻门种类次之，出现 6 属 14 种，占总种类数的 24.14%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 3.45%。出现种类较多的属为角毛藻属（12 种）。

表 3.2.4.2-5　浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	19	42	72.41
甲藻	6	14	24.14
蓝藻	2	2	3.45

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
总计	27	58	100

②丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 46.13 ~ 220.18×10^4cell/m^3，均值为 108.35×10^4 cell/m^3（见表 3.2.4.2-6）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 B9，B8 次之。总体浮游植物丰度分布较为一般。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 80.55% ~ 90.90%，占调查区域平均丰度的 84.13%，在 12 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 9.11%~17.27%之间，占区域浮游植物平均丰度的 14.51%，其他藻类丰度的占比在 1.27%~7.86%之间，占区域浮游植物平均丰度的 1.35%。

表 3.2.4.2-6 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
B1	66.19	57.49	86.86%	8.70	13.14%	/	/
B3	46.54	38.65	83.04%	7.89	16.96%	/	/
B5	46.13	39.02	84.58%	7.11	15.42%	/	/
B6	64.79	58.34	90.05%	6.44	9.95%	/	/
B8	167.61	152.34	90.89%	15.27	9.11%	/	/
B9	220.18	184.59	83.84%	35.59	16.16%	/	/
B10	110.31	89.86	81.46%	19.06	17.27%	1.40	1.27%
B11	80.93	65.75	81.24%	12.91	15.95%	2.27	2.81%
B13	119.41	100.86	84.47%	18.55	15.53%	/	/
B15	140.10	116.72	83.31%	23.38	16.69%	/	/
B18	120.36	95.39	79.25%	19.76	16.41%	5.21	4.33%
B19	117.69	94.81	80.55%	13.64	11.59%	9.25	7.86%
平均值	108.35	91.15	84.13%	15.69	14.51%	1.51	1.36%

注：丰度单位为×10^4cell/m^3,"/"为未出现。

③优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为菱形海线藻(Thalassionema nitzschioides)、中肋骨条藻(Skeletonema costatum)、洛氏角毛藻(Chaetoceros lorenzianus)、掌状冠盖藻(Stephanopyxis palmeriana)、伏氏角毛

藻(Thalassiothrix frauenfeldii)、梭角藻(Ceratium fusus)、笔尖形根管藻(Rhizosolenia styliformis)和翼根管藻(Rhizosolenia alata)（见表 3.2.4.2-7）。这 8 种优势种丰度占调查海域总丰度的 44.76%。其中菱形海线藻为第一优势种，其优势度为 0.122，其丰度变化范围在 7.06 ~ 24.94×10^4cell/m^3，占各站位丰度的 8.16% ~ 21.20%，平均丰度 13.26×10^4 cell/m^3，占区域浮游植物平均丰度的 12.24%。B9 站菱形海线藻丰度最高，为 24.94×10^4 cell/m^3。B11 站菱形海线藻丰度最低，为 7.06×10^4 cell/m^3。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.074，占总丰度的 7.36%。其他 6 个优势种的优势度在 0.022 ~ 0.062，平均丰度在 3.50 ~ 6.68×10^4cell/m^3 之间，这 8 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 3.2.4.2-7　浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
菱形海线藻	Thalassionema nitzschioides	硅藻	0.122	13.26	12.24%
中肋骨条藻	Skeletonema costatum	硅藻	0.074	7.98	7.36%
洛氏角毛藻	Chaetoceros lorenzianus	硅藻	0.062	6.68	6.17%
掌状冠盖藻	Stephanopyxis palmeriana	硅藻	0.057	6.22	5.74%
优氏海毛藻	Thalassiothrix frauenfeldii	硅藻	0.042	6.12	5.65%
梭角藻	Ceratium fusus	甲藻	0.032	4.16	3.84%
笔尖形根管藻	Rhizosolenia styliformis	硅藻	0.025	4.09	3.77%
翼根管藻	Rhizosolenia alata	硅藻	0.022	3.50	3.23%

注：丰度单位为×10^4cell/m^3

④多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 22 种~ 30 种，平均 27 种（见表 3.2.4.2-8）。多样性指数范围为 3.912 ~ 4.538，平均为 4.388。均匀度指数范围为 0.668 ~ 0.775，平均为 0.749。多样性指数和均匀度指数均以 B13 最高，B3 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 3.2.4.2-8 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
B1	28	4.334	0.740
B3	22	3.912	0.668

B5	22	4.292	0.733
B6	28	4.401	0.751
B8	28	4.484	0.765
B9	27	4.529	0.773
B10	29	4.465	0.762
B11	27	4.507	0.769
B13	28	4.538	0.775
B15	25	4.402	0.752
B18	30	4.471	0.763
B19	26	4.323	0.738
平均值	27	4.388	0.749

3.2.4.3 浮游动物

（1）2021 年 4 月

①种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 46 种（类），种类一般，分属 8 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游甲壳动物桡足类、浮游甲壳动物莹虾类、浮游幼体、浮游甲壳动物枝角类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 21 种，占总种类数的 45.65%；浮游幼体次之，出现 10 种（21.74%）；其他类群出现种类较少。（见表 3.2.4.3-1）

表 3.2.4.3-1　浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例（%）
浮游甲壳动物桡足类	21	45.65
浮游幼体	10	21.74
浮游毛颚类	7	15.22
腔肠动物水螅水母类	2	4.35
被囊动物有尾类	2	4.35
浮游甲壳动物枝角类	2	4.35
浮游甲壳动物莹虾类	1	2.17
原生动物	1	2.17
总计	46	100

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查出现优势种 7 种（表 3.2.4.3-2），分别为桡足类幼体(Copepoda larvae)、短角长腹剑水蚤(Oithona brevicornis)、小拟哲水蚤(Paracalanus parvus)、简长腹剑水蚤(Oithona simplex)、强额拟哲水蚤(Paracalanus crassirostris)、亚强次真哲水蚤(Subeucalanus subcrassus)和太平洋纺锤水蚤(Acartia pacifica)。这 7 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.116，海域平均栖息密度为 22.76 ind./m^3，占浮游动物总密度的 11.62%，在 12 个站位均有出现。

表 3.2.4.3-2　浮游动物优势种组成

优势种	优势度（Y）	平均密度 (ind./m^3)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.116	22.76	11.62	100
短角长腹剑水蚤	0.048	14.15	7.22	66.67
小拟哲水蚤	0.041	11.97	6.11	66.67
简长腹剑水蚤	0.040	11.74	5.99	66.67
强额拟哲水蚤	0.038	11.24	5.74	66.67
亚强次真哲水蚤	0.033	10.94	5.58	58.33
太平洋纺锤水蚤	0.027	8.93	4.56	58.33

②密度与生物量

从表 3.2.4.3-3 可以看出，12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 98.86～402.47 ind./m^3，均值 195.89 ind./m^3，变幅较大（SD=115.31）。12 个站位中以 B19 最高、B13（376.00 ind/m^3）次之，B1 最低。总体调查海域浮游动物密度一般。12 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 42.05～426.54 mg/m^3，均值 142.89 mg/m^3，变幅较大（SD=131.09）。以 B19 最高，B13（303.60 mg/m^3）次之，B1 最低。总体上，调查海域总生物量处于较低水平。

表 3.2.4.3-3　浮游动物生物量统计

站位	全网数量（ind.）	密度/(ind./m^3)	总生物量/（mg/m^3）
B1	348	98.86	42.05
B3	472	109.26	55.79
B5	468	99.57	43.83
B6	476	113.33	62.86

B8	456	128.09	52.53
B9	492	160.78	44.44
B10	508	173.97	225.34
B11	468	157.05	74.83
B13	940	376.00	303.60
B15	348	164.15	277.36
B18	536	367.12	105.48
B19	652	402.47	426.54
平均值	474	195.89±115.31	142.89±131.09

③多样性水平

本次调查，各站平均出现浮游动物 15 种（类）；浮游动物多样性指数中等，均值为 3.67，变幅较小（SD=0.17），变化范围为 3.45～4.10，以 B19 最高，B6（3.77）次之，B5 最低；均匀度指数变化范围为 0.62～0.74，均值为 0.66，海区均匀度中等，变幅较小，以 B19 最高，B5 最低（见表 3.2.4.3-4）。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价，多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类：I类为> 3.5，II类为 2.5~3.5，III类为 1.5~2.5，IV类为 0.6~1.5，V类为< 0.6。本次调查，海域多样性阈值变化范围为 2.15～3.05，均值为 2.44，变幅较小（SD=0.24）。B19 最高，B5 最低；其中 B6、B11、B15、B18 和 B19 站位属II类水平，多样性较丰富；其他站位均属III类水平，多样性中等。总体调查海域整体属III类，浮游动物多样性中等。

表 3.2.4.3-4　调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数（H′）	均匀度指数(J)	多样性阈值（Dv）
B1	14	3.59	0.65	2.33
B3	14	3.56	0.64	2.30
B5	12	3.45	0.62	2.15
B6	15	3.77	0.68	2.58
B8	15	3.56	0.64	2.29
B9	15	3.69	0.67	2.47
B10	14	3.48	0.63	2.20
B11	17	3.75	0.68	2.55
B13	15	3.62	0.66	2.37

站位	种类数	多样性指数（H′）	均匀度指数(J)	多样性阈值（Dv）
B15	16	3.72	0.67	2.50
B18	16	3.72	0.67	2.50
B19	22	4.10	0.74	3.05
平均值	15	3.67± 0.17	0.66 ± 0.03	2.44 ± 0.24

（2）2021 年 10 月

①种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 42 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游甲壳动物桡足类、浮游甲壳动物莹虾类、浮游甲壳动物樱虾类、浮游幼体、浮游甲壳动物枝角类、腔肠动物水螅水母类、腔肠动物栉水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 17 种，占总种类数的 40.48%；浮游幼体次之，出现 9 种（21.43%）；其他类群出现种类较少。（见表 3.2.4.3-5）

表 3.2.4.3-5　浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例（%）
浮游甲壳动物桡足类	17	40.48
浮游幼体	9	21.43
浮游毛颚类	6	14.29
腔肠动物水螅水母类	2	4.76
被囊动物有尾类	2	4.76
浮游甲壳动物枝角类	2	4.76
浮游甲壳动物莹虾类	1	2.38
浮游甲壳动物樱虾类	1	2.38
腔肠动物栉水母类	1	2.38
原生动物	1	2.38
总计	42	100

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查出现优势种 9 种（表 3.2.4.3-6），分别为桡足类幼体(Copepoda larvae)、亚强次真哲水蚤(Subeucalanus subcrassus)、肥胖三角溞(Evadne tergestina)、普通波水蚤(Undinula vulgaris)、肥胖箭虫(Sagitta enflata)、

鸟喙尖头溞(Penilia avirostris)、中华哲水蚤(Calanus sinicus)、锥形宽水蚤(Temora turbinata)和夜光虫(Noctiluca scintillans)。这 9 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.132，海域平均栖息密度为 32.58 ind./m^3，占浮游动物总密度的 13.17%，在 12 个站位均有出现。

表 3.2.4.3-6　浮游动物优势种组成

优势种	优势度（Y）	平均密度 (ind./m^3)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.132	32.58	13.17	100
亚强次真哲水蚤	0.105	26.07	10.54	100
肥胖三角溞	0.058	15.67	6.33	91.67
普通波水蚤	0.050	18.64	7.53	66.67
鸟喙尖头溞	0.042	13.68	5.53	75.00
肥胖箭虫	0.037	12.26	4.96	75.00
夜光虫	0.030	11.02	4.46	66.67
锥形宽水蚤	0.029	10.87	4.39	66.67
中华哲水蚤	0.028	11.90	4.81	58.33

②密度与生物量

从表 3.2.4.3-7 可以看出，12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 112.93～450.00 ind./m^3，均值 247.43 ind./m^3，变幅中等（SD=106.96）。12 个站位中以 B13 最高、B18（409.33 ind/m^3）次之，B5 最低。总体调查海域浮游动物密度一般。12 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 60.88～327.70 mg/m^3，均值 147.93 mg/m^3，变幅中等（SD=77.82）。以 B13 最高，B18（234.00 mg/m^3）次之，B5 最低。总体上，调查海域总生物量处于较低水平。

表 3.2.4.3-7　浮游动物生物量统计

站位	全网数量（ind.）	密度/(ind./m^3)	总生物量/（mg/m^3）
B1	730	197.30	131.08
B3	652	138.72	88.30
B5	664	112.93	60.88
B6	694	146.41	70.68
B8	756	196.88	96.09
B9	758	231.10	96.95

站位	全网数量（ind.）	密度/(ind./m^3)	总生物量/（mg/m^3）
B10	630	201.92	133.33
B11	840	250.00	153.27
B13	666	450.00	327.70
B15	768	342.86	201.34
B18	614	409.33	234.00
B19	490	291.67	181.55
平均值	635.54	247.43 ±106.96	147.93 ±77.82

③多样性水平

本次调查，各站平均出现浮游动物 16 种（类）；浮游动物多样性指数较高，均值为 3.74，变幅较小（SD=0.17），变化范围为 3.51～4.04，以 B15 最高，B19（3.96）次之，B13 最低；均匀度指数变化范围为 0.65 ~ 0.75，均值为 0.69，海区均匀度较高，变幅较小，以 B15 最高，B13 最低（见表 3.2.4.3-8）。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价，多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类：I类为> 3.5，II类为 2.5~3.5，III类为 1.5~2.5，IV类为 0.6~1.5，V类为< 0.6。本次调查，海域多样性阈值变化范围为 2.03～3.02，均值为 2.54，变幅较小（SD=0.27）。B15 最高，B5 最低；其中 B1、B6、B8、B9 和 B13 站位属III类水平，多样性较丰富；其他站位均属II类水平，多样性中等。总体调查海域整体属II类，浮游动物多样性较丰富。

表 3.2.4.3-8　调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数（H′）	均匀度指数(J)	多样性阈值（Dv）
B1	15	3.60	0.67	2.40
B3	16	3.75	0.69	2.60
B5	19	3.87	0.72	2.78
B6	16	3.65	0.68	2.47
B8	15	3.54	0.66	2.32
B9	15	3.63	0.67	2.44
B10	16	3.84	0.71	2.73
B11	15	3.76	0.70	2.62
B13	13	3.51	0.65	2.29
B15	18	4.04	0.75	3.02

站位	种类数	多样性指数（H′）	均匀度指数(J)	多样性阈值（Dv）
B18	17	3.76	0.70	2.62
B19	20	3.96	0.73	2.91
平均值	16	3.74± 0.17	0.69 ± 0.03	2.60 ± 0.23

3.2.4.4 底栖生物

（1）2021 年 4 月

①种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 4 门 18 科 20 种。其中软体动物为主要生物群为 8 科 8 种，占种类总数的 36.35%，其次为环节动物和节肢动物分别为 5 科 5 种、4 科 5 种，均分别占种类总数的 22.73%。（见表 3.2.4.4-1）

表 3.2.4.4-1　底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例(%)
软体动物	8	8	40.00
节肢动物	4	6	30.00
环节动物	4	4	20.00
棘皮动物	2	2	10.00
总计	18	20	100

②优势种和优势度

本次调查，出现的 20 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 5 种，分别为不倒翁虫(Sternaspis scutata)、纵肋织纹螺(Nassarius variciferus)、毛蚶(Scapharca subcrenata)、菲律宾蛤仔(Ruditapes philippinarum)和托氏蜎螺(Umbonium thomasi)；这 5 种生物的优势度范围为 0.022 ~ 0.155。

表 3.2.4.4-2　底栖生物优势种组成

优势种	优势度（Y）
不倒翁虫(Sternaspis scutata)	0.155
纵肋织纹螺(Nassarius variciferus)	0.067
毛蚶(Scapharca subcrenata)	0.030
菲律宾蛤仔(Ruditapes philippinarum)	0.024
托氏蜎螺(Umbonium thomasi)	0.022

③生物量及栖息密度

总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 125.56 ind./m^2，总平均生物量为 136.17 g/m^2。栖息密度主要以软体动物为优势，栖息密度为 60.00 ind./m^2，占 47.79%；其次为环节动物，栖息密度为 46.67 ind./m^2，占 37.17%。生物量的组成也以软体动物为主，生物量为 111.13 g/m^2，占总生物量的 75.33%；其次为节肢动物，生物量为 26.73 g/m^2，占总生物量的 18.12%。（见表 3.2.4.4-3）。

表 3.2.4.4-3　底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
栖息密度（ind./m^2）	60.00	3.33	15.56	46.67	125.56
栖息密度比例（%）	47.79	2.65	12.39	37.17	100
生物量（g/m^2）	111.13	3.30	26.73	6.36	136.17
生物量比例（%）	75.33	2.24	18.12	4.31	100

生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异不大，12 个调查站位生物量范围为 38.68 ~246.53 g/m^2；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为 40.00 ~ 226.67 ind./m^2，其中 B18 站位的生物量最高，为 246.53 g/m^2，同时 B18 站位的栖息密度也为最高，为 226.67 ind./m^2（见表 3.2.4.4-4）。最高生物量是最低生物量的 6.4 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 5.7 倍。

软体动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 60.00 ind./m^2，平均生物量为 111.13 g/m^2；其次为节肢动物，平均密度为 15.56 ind./m^2，平均生物量为 26.73 g/m^2。其他两种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。所有站位的生物量及栖息密度都较一般。

表 3.2.4.4-4　底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项 目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
B1	生 物 量	70.00	/	49.73	7.20	126.93
	栖息密度	26.67	/	26.67	40.00	93.33
B3	生 物 量	91.20	20.27	72.80	/	184.27
	栖息密度	53.33	13.33	26.67	/	93.33
B5	生 物 量	102.13	/	/	/	102.13
	栖息密度	66.67	/	/	/	66.67
B6	生 物 量	56.67	/	20.13	/	76.80

站位	项 目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
	栖息密度	26.67	/	13.33	/	40.00
B8	生 物 量	109.07	/	42.53	3.20	154.80
	栖息密度	53.33	/	26.67	40.00	120.00
B9	生 物 量	146.40	12.53	54.80	5.47	219.20
	栖息密度	80.00	13.33	40.00	53.33	186.67
B10	生 物 量	187.20	/	/	4.40	191.60
	栖息密度	80.00	/	/	66.67	146.67
B11	生 物 量	138.40	6.80	22.13	/	167.33
	栖息密度	40.00	13.33	13.33	/	66.67
B13	生 物 量	28.40	/	/	10.27	38.67
	栖息密度	40.00	/	/	53.33	93.33
B15	生 物 量	48.27	/	13.60	24.80	86.67
	栖息密度	26.67	/	13.33	146.67	186.67
B18	生 物 量	201.47	/	33.87	11.20	246.53
	栖息密度	133.33	/	13.33	80.00	226.67
B19	生 物 量	154.40	/	11.20	9.73	175.33
	36 栖息密度	93.33	/	13.33	80.00	186.67
平均	生 物 量	111.13	3.30	26.73	6.36	136.17
	栖息密度	60.00	3.33	15.56	46.67	125.56

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind./m^2，″/″表示没有出现。

④生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 0.92～2.84 之间（见表 3.2.4.4-5），平均为 1.93。多样性指数 B19 站位最高，B6 站位最低；均匀度分布范围在 0.21～0.66 之间，均值为 0.45。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

表 3.2.4.4-5　底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H′)	均匀度(J)
B1	4	7	1.84	0.43
B3	4	7	1.66	0.39
B5	2	5	0.97	0.22

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H′)	均匀度(J)
B6	2	3	0.92	0.21
B8	5	9	2.20	0.51
B9	8	14	2.75	0.64
B10	4	11	1.79	0.41
B11	3	5	1.37	0.32
B13	4	7	1.84	0.43
B15	6	14	2.22	0.51
B18	6	17	2.74	0.63
B19	8	14	2.84	0.66
平均值	5	9	1.93	0.45

（2）2021 年 10 月

①种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 4 门 21 科 23 种。其中软体动物为主要生物群为 10 科 10 种，占种类总数的 43.48%，其次为节肢动物分别为 6 科 8 种，占种类总数的 34.78%。（见表 3.2.4.4-6）

表 3.2.4.4-6　底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例(%)
软体动物	10	10	43.48
节肢动物	6	8	34.78
环节动物	3	3	13.04
棘皮动物	2	2	8.70
总计	21	23	100

②优势种和优势度

本次调查，出现的 23 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 5 种，分别为不倒翁虫(Sternaspis scutata)、菲律宾蛤仔(Ruditapes philippinarum)、纵肋织纹螺(Nassarius variciferus)、变态蟳(Charybdis variegata)和浅缝骨螺(Murex trapa Roding)；这 5 种生物的优势度范围为 0.022 ~ 0.138。

表 3.2.4.4-7　底栖生物优势种组成

优势种	优势度（Y）
不倒翁虫(Sternaspis scutata)	0.138
菲律宾蛤仔(Ruditapes philippinarum)	0.069
纵肋织纹螺(Nassarius variciferus)	0.044
变态蟳(Charybdis variegata)	0.044
浅缝骨螺(Murex trapa Roding)	0.022

③生物量及栖息密度

总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 150.00 ind./m^2，总平均生物量为 161.50 g/m^2。栖息密度主要以软体动物为优势，栖息密度为 74.44 ind./m^2，占 49.63%；其次为环节动物，栖息密度为 43.33 ind./m^2，占 28.89%。生物量的组成也以软体动物为主，生物量为 116.23 g/m^2，占总生物量的 71.97%；其次为节肢动物，生物量为 40.63 g/m^2，占总生物量的 25.16%。（见表 3.2.4.4-8）。

表 3.2.4.4-8　底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
栖息密度（ind./m^2）	74.44	3.33	28.89	43.33	150.00
栖息密度比例（%）	49.63	2.22	19.26	28.89	100
生物量（g/m^2）	116.23	2.49	40.63	2.14	161.50
生物量比例（%）	71.97	1.54	25.16	1.33	100

生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异不大，12 个调查站位生物量范围为 55.47 ~269.07 g/m^2；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为 80.00 ~ 280.00 ind./m^2，其中 B19 站位的生物量最高，为 269.07 g/m^2，B15 站位的栖息密度也为最高，为 280.00 ind./m^2（见表 3.2.4.4-9）。最高生物量是最低生物量的 4.9 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 3.5 倍。

软体动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 74.44 ind./m^2，平均生物量为 116.23 g/m^2；其次为节肢动物，平均密度为 28.89 ind./m^2，平均生物量为 40.63 g/m^2。其他两种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。所有站位的生物量及栖息密度都较一般。

表 3.2.4.4-9　底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项 目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
B1	生 物 量	148.13	/	35.47	8.93	192.53
	栖息密度	80.00	/	13.33	53.33	146.67
B3	生 物 量	16.00	/	35.47	4.00	55.47
	栖息密度	13.33	/	26.67	66.67	106.67
B5	生 物 量	71.20	/	25.87	0.67	97.73
	栖息密度	40.00	/	13.33	40.00	93.33
B6	生 物 量	78.13	/	27.33	/	105.47
	栖息密度	53.33	/	13.33	/	66.67
B8	生 物 量	112.67	/	91.87	4.13	208.67
	栖息密度	66.67	/	40.00	80.00	186.67
B9	生 物 量	158.80	/	14.13	2.13	175.07
	栖息密度	80.00	/	13.33	53.33	146.67
B10	生 物 量	50.67	/	73.87	/	124.53
	栖息密度	40.00	/	40.00	/	80.00
B11	生 物 量	63.20	/	83.33	2.13	148.67
	栖息密度	40.00	/	66.67	66.67	173.33
B13	生 物 量	154.13	11.20	6.80	0.27	172.40
	栖息密度	93.33	13.33	13.33	13.33	133.33
B15	生 物 量	172.67	/	59.33	2.27	234.27
	栖息密度	133.33	/	66.67	80.00	280.00
B18	生 物 量	139.73	/	24.40	/	154.13
	栖息密度	106.67	/	26.67	/	133.33
B19	生 物 量	239.47	18.67	9.73	1.20	269.07
	36 栖息密度	146.67	26.67	13.33	66.67	253.33
平均	生 物 量	116.23	2.49	40.63	2.14	161.50
	栖息密度	74.44	3.33	28.89	43.33	150.00

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 $ind./m^2$，″/″表示没有出现。

④生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 1.92～3.18 之间（见表 3.2.4.4-10），平均为 2.60。多样性指数 B15 站位最高，B6 站位最低；均匀度分

布范围在 0.42～0.70 之间，均值为 0.57。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

表 3.2.4.4-10　底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H′)	均匀度(J)
B1	7	11	2.66	0.59
B3	5	8	2.16	0.48
B5	6	7	2.52	0.56
B6	4	5	1.92	0.42
B8	7	14	2.50	0.55
B9	6	11	2.37	0.52
B10	5	6	2.25	0.50
B11	7	13	2.72	0.60
B13	8	10	2.92	0.65
B15	10	21	3.18	0.70
B18	6	10	2.91	0.64
B19	10	19	3.07	0.68
平均值	7	11	2.60	0.57

3.2.4.5 潮间带生物

（1）2021 年 4 月

①潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 3 门 11 科 12 种。三个现场断面均为沙质断面，受风浪潮流作用强度大，沉积环境并不稳定，仅采集到软体动物和节肢动物，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 8 科 9 种，占种类总数的 75.00%；节肢动物各 2 科 2 种，各占种类总数的 16.67%，常见棒锥螺，疣荔枝螺等。

②潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 31.69 g/m^2，平均栖息密度为 11.56 ind./m^2，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 3.2.4.5-1。

表 3.2.4.5-1　潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
生物量(g/m^2)	27.44	3.87	0.38	31.69
生物量百分比（%）	86.59	12.21	1.19	100

栖息密度(ind./m²)	9.33	1.33	0.89	11.56
栖息密度百分比（%）	80.77	11.54	7.69	100

③生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ6 号断面的中潮区采样点为最高，其生物量为 114.20 g/m²；其次是 CJ6 号断面的低潮区采样点，其生物量为 58.76 g/m²，最高生物量是最低生物量的 11.20 倍；栖息密度也以 CJ6 号断面的中潮区最高；栖息密度为 28 ind./m²，其次是 CJ6 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 20 ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 11 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 3.2.4.5-2。

表 3.2.4.5-2　潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ4 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ4 中潮区	生物量	10.20	/	/	10.20
	栖息密度	4	/	/	4
CJ4 低潮区	生物量	35.80	/	/	35.80
	栖息密度	12	/	/	12
CJ5 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ5 中潮区	生物量	14.28	/	/	14.28
	栖息密度	4	/	/	4
CJ5 低潮区	生物量	16.20	/	/	16.20
	栖息密度	4	/	/	4
CJ6 高潮区	生物量	35.80	/	/	35.80
	栖息密度	12	/	/	12
CJ6 中潮区	生物量	75.96	34.84	3.40	114.20
	栖息密度	24	12.00	8.00	44
CJ6 低潮区	生物量	58.76	/	/	58.76
	栖息密度	24	/	/	24

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，″/″表示没有出现

④调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为 CJ6＞CJ4＞CJ5，见表 3.2.4.5-3。

表 3.2.4.5-3　潮间带生物各断面水平分布

项 目	CJ4	CJ5	CJ6
生物量（g/m²）	46.00	30.48	208.76
栖息密度（ind./m²）	16	8	80

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为中潮区＞低潮区＞高潮区，见表 3.2.4.5-4。

表 3.2.4.5-4　潮间带生物各断面垂直分布

项 目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量（g/m²）	35.80	138.68	110.76
栖息密度（ind./m²）	12	52	40

生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 3.2.4.5-5，多样性指数和均匀度的变化范围较大，在 0.81～2.86 之间，平均值为 1.56；均匀度的变化范围为 0.23～0.80，平均值为 0.43；总的来说，多样性指数和均匀度均处于中等水平。

表 3.2.4.5-5　潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ4	2	4	0.81	0.23
CJ5	2	2	1.00	0.28
CJ6	9	20	2.86	0.80
平均值	4	8	1.56	0.43

（2）2021 年 10 月

①潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 11 科 12 种。三个现场断面均为沙质断面，受风浪潮流作用强度大，沉积环境并不稳定，仅采集到软体动物和节肢动物，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 9 科 10 种，占种类总数的 83.33%；节肢动物各 2 科 2 种，各占种类总数的 16.67%，常见棒锥螺，疣荔枝螺等。

②潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 28.73 g/m^2，平均栖息密度为 15.56 ind./m^2，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 3.2.4.5-6。

表 3.2.4.5-6　潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	总计
生物量(g/m^2)	26.76	1.97	28.73
生物量百分比（%）	93.15	6.85	100
栖息密度(ind./m^2)	14.22	1.33	15.56
栖息密度百分比（%）	91.43	8.57	100

③生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ6 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 58.44 g/m^2；其次是 CJ5 号断面的中潮区采样点，其生物量为 39.08 g/m^2，最高生物量是最低生物量的 2.7 倍；栖息密度也以 CJ6 号断面的低潮区最高；栖息密度为 40ind./m^2，其次是 CJ6 号断面的中潮区采样点，栖息密度为 24 ind./m^2，最高栖息密度是最低栖息密度的 3.3 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况，见表 3.2.4.5-7。

表 3.2.4.5-7　潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	总计
CJ4 高潮区	生物量	/	/	/
	栖息密度	/	/	/
CJ4 中潮区	生物量	44.84	/	44.84
	栖息密度	20	/	20
CJ4 低潮区	生物量	44.28	/	44.28
	栖息密度	20	/	20
CJ5 高潮区	生物量	/	/	/
	栖息密度	/	/	/
CJ5 中潮区	生物量	39.08	/	39.08
	栖息密度	16	/	16
CJ5 低潮区	生物量	21.28	/	21.28
	栖息密度	12	/	12
CJ6 高潮区	生物量	14.24	8.32	22.56

采样点	项目	软体动物	节肢动物	总计
	栖息密度	8	4.00	12
CJ6 中潮区	生物量	23.92	4.20	28.12
	栖息密度	20	4.00	24
CJ6 低潮区	生物量	53.24	5.20	58.44
	栖息密度	36	4.00	40

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind./m^2，″/″表示没有出现。

④调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为 CJ6＞CJ4＞CJ5，见表 3.2.4.5-8。

表 3.2.4.5-8　潮间带生物各断面水平分布

项 目	CJ4	CJ5	CJ6
生物量（g/m^2）	89.12	60.36	109.12
栖息密度（ind./m^2）	36	28	76

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为低潮区＞中潮区＞高潮区，见表 3.2.4.5-9。

表 3.2.4.5-9　潮间带生物各断面垂直分布

项 目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量（g/m^2）	22.56	112.04	124.00
栖息密度（ind./m^2）	12.00	60.00	68.00

⑤生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 3.2.4.5-10，多样性指数和均匀度的变化范围较大，在 1.39～2.72 之间，平均值为 1.99；均匀度的变化范围为 0.39～0.76，平均值为 0.56；总的来说，多样性指数和均匀度均处于中等水平。

表 3.2.4.5-10　潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ4	3	9	1.39	0.39
CJ5	4	7	1.84	0.52
CJ6	8	19	2.72	0.76
平均值	5	12	1.99	0.56

3.2.5 渔业资源调查结果与评价

3.2.5.1 渔业资源调查结果

（1）2021 年 4 月

①种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 33 种，其中：鱼类 15 种，甲壳类共 15 种（其中虾类 4 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是龙头鱼、棘头梅童鱼、二长棘鲷、火枪乌贼和口虾蛄等。

六个断面的种类数相对差别一般，其中 SF12 断面的种类数量相对较多为 24 种；SF7 和 SF11 断面种类数量最少，为 17 种。

表 3.2.5.1-1　各断面的出现种类统计结果

类群	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12
鱼类	9	6	10	11	5	11
甲壳类	7	12	7	7	11	11
头足类	1	2	1	3	1	2
合计	17	20	18	21	17	24

②渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 3.37～7.70 kg/h，平均重量渔获率为 5.71 kg/h；个体渔获率变化范围为 512 ~ 610 ind./h，平均个体渔获率为 557 ind./h（表 3.2.5.1-2）。其中，甲壳类重量渔获率和个体渔获率为 2.55 kg/h 和 318.67 ind./h，均占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。

表 3.2.5.1-2　各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	项目	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
鱼类	重量渔获率	2.65	0.89	5.10	4.04	0.82	1.58	2.51
	个体渔获率	172	96	250	272	106	188	180.67
甲壳类	重量渔获率	3.38	3.14	2.03	1.82	2.26	2.67	2.55
	个体渔获率	354	334	208	278	418	320	318.67
头足类	重量渔获率	0.66	0.71	0.57	0.64	0.29	1.00	0.65
	个体渔获率	60	52	54	60	24	96	57.67
合计	重量渔获率	6.68	4.75	7.70	6.51	3.37	5.25	5.71

	个体渔获率	586	512	512	610	548	604	557.00

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind./h；″/″表示没有出现。

③资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 246.65 kg/km^2 和 24060 ind./km^2。重量密度分布由低到高的断面依次是 SF11、SF8、SF12、SF10、SF7、SF9；个体密度分布由低到高的断面依次是 SF8、SF9、SF11、SF7、SF12、SF10。

表 3.2.5.1-3　调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度（kg/km^2）	个体密度（ind./km^2）
SF7	288.76	25313
SF8	205.09	20821
SF9	332.57	22117
SF10	281.25	26350
SF11	145.57	23672
SF12	226.65	26091
平均	246.65	24060

④鱼类资源状况

鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 15 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.2.5.1-4，其平均重量密度为 108.63kg/km^2，平均个体密度为 7804 ind./km^2。

表 3.2.5.1-4　鱼类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度（kg/km^2）	114.55	38.40	220.26	174.69	35.46	68.42	108.63
个体密度	7430	4147	10799	11749	4579	8121	7804

鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 3.2.5.1-5，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：黄姑鱼、二长棘鲷、龙头鱼、棘头梅童鱼和皮氏叫姑鱼，这 5 种鱼类其平均重量渔获率之和为 2.08 kg/h，占鱼类总平均重量渔获率（2.51 kg/h）的 82.87%；这 5 种鱼类其平均个体渔获率为 129 ind./h，占鱼类总平均个体渔获率（180.67 ind./h）的 71.40%。由此确定这 5 种为鱼类的优势种。

表 3.2.5.1-5　鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
黄姑鱼	100.00	0.7710	10.11	24	4.31	1442.04
短吻鳐	83.33	0.2380	3.12	49	8.80	993.17
二长棘鲷	100.00	0.5510	7.23	132	23.70	3092.47
乌塘鳢	33.33	0.1005	1.32	13	2.33	121.72
棕斑兔头鲀	16.67	0.0085	0.11	1	0.18	4.85
皮氏叫姑鱼	66.67	1.5430	20.24	16	2.87	1540.67
灰康吉鳗	16.67	0.0505	0.66	1	0.18	14.03
龙头鱼	66.67	1.6904	22.17	45	8.08	2016.67
棘头梅童鱼	100.00	1.6815	22.05	170	30.52	5257.34
白姑鱼	50.00	0.3625	4.75	13	2.33	354.40
斑头舌鳎	50.00	0.0750	0.98	4	0.72	85.09
眶棘双边鱼	33.33	0.1845	2.42	39	7.00	314.02
孔虾虎鱼	33.33	0.2035	2.67	38	6.82	316.34
宽体舌鳎	16.67	0.0205	0.27	1	0.18	7.47
多鳞鳙	16.67	0.1445	1.90	11	1.97	64.51

主要经济鱼类生物学特性

黄姑鱼

地理分布：分布于西北太平洋区，包括中国、日本、韩国、朝鲜、越南。在中国分布于渤海(在渤海湾北起河北的秦皇岛、南达天津的歧口)、黄海、东海、南海。

生活习性：黄姑鱼为近海中下层鱼类。喜栖息于水深 70～80 米、泥或沙泥底海域。具明显季节洄游习性，具有发声能力，特是鱼群密集生殖盛期。越冬期间主要分布在黄海南部和东海北部外海。幼鱼主要摄食小型虾类、幼鱼和多毛类，成鱼以小型鱼类、虾类和双壳类等底栖生物为主。

本次调查的黄姑鱼体长范围为 55~168mm，体重范围为 17.0～47.5g，平均体重为 32.12g。

二长棘鲷

地理分布：分布于北太平洋西部。日本南部，东海，南海北部,台湾海峡以及印度尼西亚沿海均有分布。

生活习性：二长棘鲷为暖温性底层鱼类，栖息于近海水深 20～70 米。为南海经济鱼类。每年的 3～4 月，是二长棘鲷和四长棘鲷(以下称长棘鲷)繁殖生长期。沿海一带浅海域、内湾几乎都有长棘鲷的踪迹，虽然个体不大，但其种群庞大、数量极多。

本次调查的二长棘鲷体长范围为 34～49mm，体重范围为 3.5～8.0g，平均体重为 4.17g。

龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、台湾及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼栖息于沿海中、下层，为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类为食。

本次调查的龙头鱼体长范围为 60 ~ 186mm，体重范围为 18.5 ~ 51.0g，平均体重为 37.56g。

棘头梅童鱼

地理分布：分布于西太平洋区，包括菲律宾、越南、中国、朝鲜、韩国及日本等沿海。

生活习性：主要栖息于河口及深度可达 90 米之砂泥底质中下层水域，群聚性较弱。对温度、盐度的适应能力较强，在长江口、杭州湾等河口海湾内侧沿岸江河淡水注入海区均有分布，有向深浅水间移动和发声习性。捕食底栖生物和小鱼、虾和糠虾为主，有自食幼体现象。

本次调查的棘头梅童鱼体长范围为 20 ~ 78mm，体重范围为 1.5 ~ 12.0g，平均体重为 9.89g。

皮氏叫姑鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，西起波斯湾，东至澳大利亚北部。在中国分布于渤海(在渤海湾南起河北的秦皇岛、北达天津歧口)、黄海、东海、南海。

生活习性：皮氏叫姑鱼为暖温性近岸中下层小型鱼类。喜栖息于泥沙底以及岩礁附近海区，产卵时能发出"咕咕"叫声。主要饵料为桡足类、多毛类、细螯虾、小眼端足类、小蟹、褐虾、鼓虾和小鱼等。幼鱼以浮游动物为主食，成鱼主食小型鱼、虾类、底栖生物等。

本次调查的皮氏叫姑鱼体长范围为 75～204mm，体重范围为 50.5～150.0g，平均体重为 94.44g。

⑤头足类的资源状况

种类组成

本次调查海域内捕获到火枪乌贼、中国枪乌贼和曼氏无针乌贼 3 种头足类。

头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6 个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表 3.2.5.1-6，其平均重量密度和平均个体密度分别为 27.88 kg/km^2 和 2491 ind./km^2。

表 3.2.5.1-6　头足类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度（kg/km^2）	28.34	30.84	24.67	27.82	12.53	43.11	27.88
个体密度（ind./km^2）	2592	2246	2333	2592	1037	4147	2491

⑥甲壳类资源状况

种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 15 种，其中：虾类 4 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种。

优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 3.2.5.1-7，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 4 种，分别为：猛虾蛄、锈斑蟳、变态蟳和口虾蛄。这 4 种甲壳类平均重量渔获率之和为 1.95 kg/h，占甲壳类总平均重量渔获率（2.55kg/h）的 76.47%；这 4 种甲壳类平均个体渔获率之和为 181.67 ind./h，占甲壳类总平均个体渔获率（318.67ind./h）的 57.01%。由此确定这 4 种为甲壳类的优势种。

表 3.2.5.1-7　甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
口虾蛄	100.00	2.8110	36.75	211	22.07	5882.15
猛虾蛄	66.67	0.7425	9.71	65	6.80	1100.48
红星梭子蟹	66.67	0.4665	6.10	52	5.44	769.25
隆线强蟹	66.67	0.7140	9.33	50	5.23	971.04
变态蟳	100.00	1.6490	21.56	217	22.70	4425.74
日本拟平家蟹	16.67	0.0535	0.70	4	0.42	18.63
颗粒拟关公蟹	33.33	0.0340	0.44	9	0.94	46.19
七刺栗壳蟹	33.33	0.1070	1.40	21	2.20	119.84
锈斑蟳	83.33	0.6539	8.55	52	5.44	1165.64
鲜明鼓虾	83.33	0.1170	1.53	83	8.68	850.94
豆形拳蟹	33.33	0.0285	0.37	13	1.36	57.74
中国毛虾	33.33	0.0390	0.51	94	9.83	344.72
鹰爪虾	33.33	0.0720	0.94	17	1.78	90.64
日本蟳	33.33	0.0170	0.22	25	2.62	94.57
须赤虾	83.33	0.1440	1.88	43	4.50	531.69

甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 3.2.5.1-8，其平均重量密度和平均个体密度分别为 110.14 kg/km^2 和 13765 ind./km^2。平均重量密度分布从高到低的站位依次为 SF7、SF8、SF12、SF11、SF9、SF10；平均个体密度分布从高到低的站位依次为 SF11、SF7、SF8、SF12、SF10、SF9。

表 3.2.5.1-8　甲壳类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度（kg/km^2）	145.87	135.84	87.65	78.75	97.58	115.12	110.14
个体密度（ind./km^2）	15292	14428	8985	12009	18056	13823	13765

（2）2021 年 10 月

①种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 40 种，其中：鱼类 19 种，甲壳类共 18 种（其中虾类 7 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是白姑鱼、龙头鱼、短棘银鲈、中国枪乌贼、红星梭子蟹和口虾蛄等。

六个断面的种类数相对差别一般，其中 SF11 断面的种类数量相对较多为 21 种；SF9 断面种类数量最少，为 17 种。

表 3.2.5.1-9　各断面的出现种类统计结果

类群	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12
鱼类	6	7	7	10	8	6
甲壳类	12	11	9	10	11	12
头足类	1	2	1	0	2	1
合计	19	20	17	20	21	19

②渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 3.53～4.97 kg/h，平均重量渔获率为 4.16 kg/h；个体渔获率变化范围为 300～518 ind./h，平均个体渔获率为 385.00 ind./h（表 3.2.5.1-10）。其中，甲壳类重量渔获率和个体渔获率为 3.57 kg/h 和 348.33 ind./h，均占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。

表 3.2.5.1-10　各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	项目	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
鱼类	重量渔获率	0.35	0.34	1.25	0.46	0.77	0.21	0.56
	个体渔获率	32	18	42	44	26	18	30.00
甲壳类	重量渔获率	3.96	3.39	3.32	3.07	4.14	3.52	3.57
	个体渔获率	366	378	290	298	482	276	348.33
头足类	重量渔获率	0.02	0.06	0.02	/	0.06	0.03	0.03
	个体渔获率	6	12	6	/	10	6	6.67
合计	重量渔获率	4.34	3.78	4.58	3.53	4.97	3.76	4.16
	个体渔获率	404	408	338	342	518	300	385.00

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind./h；″/″表示没有出现。

③资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 224.67 kg/km^2 和 20788 ind./km^2。重量密度分布由低到高的断面依次是 SF10、SF12、SF8、SF7、SF9、SF11；个体密度分布由低到高的断面依次是 SF12、SF9、SF10、SF7、SF8、SF11。

表 3.2.5.1-11　调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度（kg/km²）	个体密度（ind./km²）
SF7	234.07	21814
SF8	204.10	22030
SF9	247.48	18251
SF10	190.60	18467
SF11	268.57	27970
SF12	203.19	16199
平均	224.67	20788

④鱼类资源状况

鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 19 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.2.5.1-12，其平均重量密度为 108.63kg/km²，平均个体密度为 7804 ind./km²。

表 3.2.5.1-12　鱼类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度（kg/km²）	19.06	18.14	67.44	24.84	41.68	11.39	30.43
个体密度	1728	972	2268	2376	1404	972	1620

鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 3.2.5.1-13，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，分别为：白姑鱼、龙头鱼和短棘银鲈，这 3 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.40 kg/h，占鱼类总平均重量渔获率（0.56 kg/h）的 71.43%；这 3 种鱼类其平均个体渔获率为 18 ind./h，占鱼类总平均个体渔获率（30.00 ind./h）的 60.00%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 3.2.5.1-13　鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
白姑鱼	100.00	0.9885	58.47	24	26.67	8514.05
龙头鱼	83.33	0.1225	7.25	23	25.56	2733.49
矶塘鳢	66.67	0.0400	2.37	8	8.89	750.34
尖尾鳗	33.33	0.1260	7.45	2	2.22	322.52
红狼牙虾虎鱼	83.33	0.0150	0.89	7	7.78	722.09
短棘银鲈	83.33	0.0810	4.79	7	7.78	1047.44
棘头梅童鱼	16.67	0.0045	0.27	1	1.11	22.96
斑头舌鳎	33.33	0.0130	0.77	2	2.22	99.71
鳗鲇	33.33	0.0780	4.61	2	2.22	227.87
中线天竺鲷	16.67	0.0195	1.15	2	2.22	56.26
弓线天竺鲷	16.67	0.0085	0.50	1	1.11	26.90
褐篮子鱼	33.33	0.0525	3.11	3	3.33	214.63
多鳞鳙	16.67	0.0025	0.15	1	1.11	20.98
宽体舌鳎	16.67	0.0090	0.53	1	1.11	27.39
二长棘鲷	16.67	0.0250	1.48	1	1.11	43.17
食蟹豆齿鳗	16.67	0.0500	2.96	1	1.11	67.81
眶棘双边鱼	16.67	0.0075	0.44	1	1.11	25.91
皮氏叫姑鱼	33.33	0.0380	2.25	2	2.22	149.00
黄姑鱼	16.67	0.0095	0.56	1	1.11	27.88

主要经济鱼类生物学特性

白姑鱼

地理分布：分布于印度洋和太平洋西部，在中国分布于渤海（在渤海湾北起河北的秦皇岛、南至天津岐口）、黄海、东海、南海。

生活习性：白姑鱼为暖温性近底层鱼类。有明显季节洄游习性，春季因生殖集群游向近岸产卵场，产卵场水温约为 20℃、盐度 33.4‰，主要产卵场水深为 40-60 米，产卵后在附近海区索饵，秋末返回越冬场。白姑鱼为捕食性鱼类，食性较杂，主要摄食底栖动物及小型鱼类，如长尾类、短尾类、脊尾白虾、日本鼓虾、鲜明鼓

虾、小蟹、矛尾虾虎鱼、纹缟虾虎鱼等。不同月份其摄食强度有较大差异，5-8 月摄食强度较大，冬季则较小。

本次调查的白姑鱼体长范围为 130~215mm，体重范围为 36.5～58.0g，平均体重为 41.19g。

龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、台湾及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼栖息于沿海中、下层，为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类为食。

本次调查的龙头鱼体长范围为 100 ~ 150mm，体重范围为 4.0 ~ 10.5g，平均体重为 5.33g。

短棘银鲈

地理分布：分布于中国南海、台湾海峡；印度洋北部沿岸至中国的南海东海。

生活习性：短棘银鲈为热带沿海内湾习见鱼类，摄食端足类、多毛类、桡足类。3—4 月产卵。

本次调查的棘头梅童鱼体长范围为 85～105 mm，体重范围为 8.5～13.5g，平均体重为 11.57g。

⑤头足类的资源状况

种类组成

本次调查海域内捕获到火枪乌贼、中国枪乌贼和曼氏无针乌贼 3 种头足类。

头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，在 5 个断面有捕获头足类，头足类的资源密度见表 3.2.5.1-14，其平均重量密度和平均个体密度分别为 1.66 kg/km^2 和 360 ind./km^2。

表 3.2.5.1-14　头足类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度（kg/km^2）	1.24	2.97	1.03	/	3.13	1.62	1.66
个体密度（ind./km^2）	324	648	324	/	540	324	360

注：″/″表示没有出现。

⑥甲壳类资源状况

种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 18 种，其中：虾类 7 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种。

优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 3.2.5.1-15，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：红星梭子蟹、鹰爪虾、猛虾蛄、豆形拳蟹和口虾蛄。这 5 种甲壳类平均重量渔获率之和为 3.34 kg/h，占甲壳类总平均重量渔获率（3.57kg/h）的 93.56%；这 5 种甲壳类平均个体渔获率之和为 300.00 ind./h，占甲壳类总平均个体渔获率（385.00ind./h）的 77.92%。由此确定这 5 种为甲壳类的优势种。

表 3.2.5.1-15　甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
红星梭子蟹	100.00	3.9000	36.45	278	26.60	6305.25
鹰爪虾	100.00	0.9945	9.29	177	16.94	2623.25
口虾蛄	100.00	4.1665	38.94	324	31.00	6994.51
猛虾蛄	100.00	0.6415	6.00	44	4.21	1020.60
日本蟳	66.67	0.0625	0.58	5	0.48	70.84
脊尾白虾	33.33	0.0735	0.69	8	0.77	48.42
豆形拳蟹	100.00	0.3085	2.88	77	7.37	1025.17
隆线强蟹	83.33	0.0525	0.49	15	1.44	160.51
日本拟平家蟹	66.67	0.0577	0.54	8	0.77	86.99
变态蟳	33.33	0.0300	0.28	23	2.20	82.71
中华管鞭虾	100.00	0.1290	1.21	44	4.21	541.62
刀额仿对虾	16.67	0.1005	0.94	7	0.67	26.82
锈斑蟳	16.67	0.0245	0.23	1	0.10	5.41
中国毛虾	50.00	0.0195	0.18	19	1.82	100.02
三疣梭子蟹	16.67	0.0845	0.79	3	0.29	17.95
颗粒拟关公蟹	50.00	0.0355	0.33	5	0.48	40.51
鲜明鼓虾	33.33	0.0170	0.16	6	0.57	24.43
须赤虾	16.67	0.0020	0.02	1	0.10	1.91

甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 3.2.5.1-16，其平均重量密度和平均个体密度分别为 192.58 kg/km^2 和 18808 ind./km^2。平均重量密度分布从低到高的站位依次为 SF10、SF9、SF8、SF12、SF7、SF11；平均个体密度分布从低到高的站位依次为 SF12、SF9、SF10、SF7、SF8、SF11。

表 3.2.5.1-16　甲壳类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度（kg/km^2）	213.77	182.99	179.02	165.77	223.76	190.17	192.58
个体密度（ind./km^2）	19762	20410	15659	16091	26026	14903	18808

3.2.5.2 鱼卵仔鱼调查结果

（1）2021 年 4 月

①种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科 10 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(Stolephorus sp.)、鲻科(Mugilidae)、鳊属(Leiognathus)、舌鳎科(Cynoglossidae) 、小沙丁鱼属(Sardinella)、鲷科(Sparidae)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲻科(Mugilidae)、虾虎鱼(Ctenogobius giurinus)、棘头梅童鱼(Collichthys lucidus)、小沙丁鱼属(Sardinella)、眶棘双边鱼(Ambassis gymnocephalus)、鳊属(Leiognathus)、小公鱼属(Stolephorus.sp)和多鳞鱚(Sillago sihama)，共 8 种。

本次调查共采获鱼卵 553 粒，仔稚鱼 89 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 22.24%，其次是小沙丁鱼属占总数的 16.46%，鲻科占 11.75%，鳊属占 11.57%，舌鳎科占 8.50%，鲷科占 8.32%。仔稚鱼数量以小沙丁鱼属数量最多，占 28.09%，其次是小公鱼属占 19.10%，鲻科占 16.85%，多鳞鱚占 14.61%，棘头梅童鱼占 8.99%，虾虎鱼占 5.62%，眶棘双边鱼占 4.49%，鳊属占 2.25%。出现的经济种类有多鳞鱚、小沙丁鱼属、小公鱼属和鲻科等鱼类。

②数量分布

调查 6 个断面共采到鱼卵 553 粒，仔稚鱼 89 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 362 粒/1000 m^3，处于一般水平。在调查期间 6 个断面均有采到鱼卵，数量分布差别一般。以 SF11 断面数量最多，密度为 526 粒/1000 m^3，其次是 SF12 断面密度为 507 粒/1000 m^3，以 SF9 断面数量最少鱼卵为 228 粒/m^3，详见表 3.2.5.2-1。

仔稚鱼采获数量一般，所有断面均有出现，平均密度为 58 尾/1000 m^3，处于一般水平，以 SF8 断面数量最多，密度为 79 尾/1000 m^3，其次是 SF12 断面，密度为 75 尾/1000 m^3，最低密度是 SF7 断面，密度均为 31 尾/1000 m^3。

表 3.2.5.2-1　各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵（ind./1000 m^3）	仔稚鱼（ind./1000 m^3）
SF7	243	31
SF8	404	79
SF9	228	71
SF10	263	39
SF11	526	55
SF12	507	75
平均	362	58

③主要种类的数量分布

小公鱼属

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3 ~ 11 月，本属有多个种类，优势种为中华小公鱼。本次调查出现的小公鱼鱼卵共有 123 粒，在其中 6 个断面均有出现，平均密度为 80 粒/1000 m^3，占本次调查鱼卵总密度的 22.10%；仔鱼 17 尾，在 6 个断面均有出现。小公鱼鱼卵在调查海域分布以 SF12 站数量最多，密度为 106 粒/1000 m^3。

小沙丁鱼属

小沙丁鱼为近海暖水性鱼类，一般不见于外海和大洋。游泳迅速，通常栖息于中上层，但秋、冬季表层水温较低时则栖息于较深海区。本次调查出现的小沙丁鱼鱼卵共有 91 粒，在 6 个断面均有出现，平均密度为 60 粒/1000 m^3，占本次调查鱼卵总密度的 16.57%；仔鱼 25 尾，在 6 个断面均有出现。小沙丁鱼卵广泛分布于调查海域，以 SF12 站数量最多，密度为 94 粒/1000 m^3。

鰕虎科

鰕虎科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鰕虎科鱼卵共有 65 粒，在 5 个断面 SF7、SF8、SF9、SF11 和 SF12 均有出现，平均密度为 42 粒/1000 m^3，占本次调查鱼卵总密度的 11.60%；仔鱼 15 尾，在 4 个断面 SF7、SF8、SF9 和 SF12 均有出现。鰕虎科鱼卵在调查海域分布以 SF11 站数量最多，密度为 98 粒/1000 m^3。

（2）2021 年 10 月

①种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科 10 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(Stolephorus sp.)、鲻科(Mugilidae)、鳗属(Leiognathus)、褐菖鲉(Sebastiscus marmoratus)、斑鰶(Konosirus punctatus)、鲷科(Sparidae)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲻科(Mugilidae)、鲬(Platycephalus indicus)、美肩鳃鳚(Omobranchus elegans)、白氏银汉鱼(Allanetta bleekeri)、褐菖鲉(Sebastiscus marmoratus)、鳗属(Leiognathus)、斑鰶(Konosirus punctatus)、小公鱼属(Stolephorus.sp)和多鳞鱚(Sillago sihama)，共 9 种。

本次调查共采获鱼卵 736 粒，仔稚鱼 49 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 18.89%，其次是鲷科占总数的 18.48%，鲻科占 16.98%，鳗属占 15.76%，褐菖鲉占 3.80%，斑鰶占 3.67%。仔稚鱼数量也以小公鱼属数量最多，占 36.73%，其次是鳗属占 24.49%，鲻科占 20.41%，褐菖鲉占 6.12%，斑鰶占 4.08%，鲬、美肩鳃鳚、白氏银汉鱼和多鳞鱚均占 2.04%。出现的经济种类有多鳞鱚、小公鱼属和鲻科等鱼类。

②数量分布

调查 6 个断面共采到鱼卵 736 粒，仔稚鱼 49 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 482 粒/1000 m^3，处于一般水平。在调查期间 6 个断面均有采到鱼卵，数量分布差别一般。以 SF12 断面数量最多，密度为 624 粒/1000 m^3，其次是 SF11 断面密度为 593 粒/1000 m^3，以 SF7 断面数量最少鱼卵为 338 粒/m^3，详见表 3.2.5.2-2。

仔稚鱼采获数量一般，所有断面均有出现，平均密度为 32 尾/1000 m^3，处于一般水平，以 SF12 断面数量最多，密度为 51 尾/1000 m^3，其次是 SF9 和 SF11 断面，密度均为 35 尾/1000 m^3，最低密度是 SF7 和 SF8 断面，密度均为 20 尾/1000 m^3。

表 3.2.5.2-2　各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵（ind./1000 m^3）	仔稚鱼（ind./1000 m^3）
SF7	338	20
SF8	412	20
SF9	448	35
SF10	475	31
SF11	593	35
SF12	624	51
平均	482	32

③主要种类的数量分布

小公鱼属

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3 ~ 11 月，本属有多个种类，优势种为中华小公鱼。本次调查出现的小公鱼鱼卵共有 139 粒，在其中 6 个断面均有出现，平均密度为 91 粒/1000 m^3，占本次调查鱼卵总密度的 18.89%；仔鱼 18 尾，在 6 个断面均有出现。小公鱼鱼卵在调查海域分布以 SF11 和 SF12 站数量最多，密度均为 122 粒/1000 m^3。

鳊属

鳊属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1～40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。本次调查出现的鳊屬鱼卵共有 116 粒，在 6 个断面均有出现，平均密度为 76 粒/1000 m^3，占本次调查鱼卵总密度的 15.76%；仔鱼 12 尾，除了 SF7 外其他断面均有出现。鳊屬鱼卵分布于调查海域，以 SF8 和 SF12 站数量最多，密度为 102 粒/1000 m^3。

鰏科

鳀科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鳀科鱼卵共有 136 粒，在 6 个断面均有出现，平均密度为 82 粒/1000 m^3，占本次调查鱼卵总密度的 16.98%；仔鱼 10 尾，在 4 个断面 SF7、SF9、SF11 和 SF12 均有出现。鳀科鱼卵在调查海域分布以 SF12 站数量最多，密度为 149 粒/1000 m^3。

3.3 自然资源概况

3.3.1 海砂资源

拟出让海域周围矿产资源较丰富，近岸区至滨浅海陆架浅水区矿床类型众多。周缘的含矿母岩为滨浅海砂矿形成提供了丰富的物质来源，广东珠江沿岸河流等水系为砂矿运移输入提供了重要途径，在不同控矿因素作用下，有用矿物汇聚富集成为具有经济价值的矿产资源。

近岸滨海及浅海区具有远景的矿种主要有钛矿物（钛铁矿、金红石、锐钛矿）、锆石、独居石、磷钇矿和石榴石等。滨海砂矿大多数为复合矿床，成因类型主要以海积型为主，冲积、风积型次之，其中海积型成因矿床的矿体规模大，主要形成于沙堤、沙嘴，其次为沙地、沙滩、海积阶地；冲积、风积型成因矿床的矿体规模小，主要形成于河口堆积平原、冲积阶地、风积沙丘，少量形成于河床、河漫滩。南海北部砂矿在长期演变过程中形成带状分布，称为成矿带。成矿带表现为东西分块、南北分带的特点。由陆至海，每个成矿带的变化趋势基本表现为:砂矿类型由比重大的钛铁矿、砂金、锡石变化为比重小的铌钽铁矿等稀有元素矿床；成因类型由河成型到混合型、海成型、残留型；从北往南，砂矿矿床越来越丰富，规模越来越大。粤西地区除花岗岩外，尚有石英砂岩、石英片岩、火山岩、混合岩等出露，故粤西海岸砂矿重砂矿物多且较为复杂。属磁性和电磁性矿物有黄铁矿、钛铁矿、锐铁矿、白钛矿、独居石、电气石等，非磁性矿物有锆石、金红石、黄玉、十字石、锡石、刚玉等。

根据矿床类型和产出区域，滨海砂矿资源可划分成两个成矿带：①粤东锆石-钛石英成矿带；②粤中锡石-褐钇铌矿、稀土砂矿成矿带，并进一步细分为饶平-海丰丘陵平原港湾式海岸锆石、石英砂矿成矿亚带、惠东-台山低山丘陵平原港湾式海岸褐

钇铌矿。粤东锆石-钛石英成矿带主要分布在饶平-陆丰沿岸，主要以锆石和钛铁矿为主，次为独居石，主要以中小型砂矿。成因类型有砂堤砂矿，冲积平原砂矿和阶地残留砂矿。成矿时间从晚更新世至现在。粤中锡石-褐钇铌矿、稀土砂矿成矿带主要分布在陆丰-台山沿岸，以砂锡、铌钽矿为主，中小型规模居多，为冲积砂矿，成矿期为全新世。

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》，广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区海砂控制资源量 [redacted]，推断资源量 [redacted]，控制资源量和推断资源量共 [redacted]，含泥量 16.05%。

3.3.2 港口资源

汕尾港位于广东省东南沿海，分布在红海湾和碣石湾内。该港地处汕头港至珠江口之间海岸线的中部，地理位置优越。东距汕头港 117 海里；西距香港维多利亚港 81 海里、广州港黄埔港区 163 海里，地理位置优越，是粤东地区重要的对外贸易口岸和渔业基地之一。

汕尾市大陆岸线长 455.2km，东起陆丰甲子角，西至海丰小漠螺丝头，辖红海湾、碣石湾两大海湾，辖区水域广阔，自然条件通航里程达 165 海里。根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013 年 5 月），汕尾市目前有汕尾港区、汕尾新港区（红海湾）、海丰港区和陆丰港区共 4 个港区，截至 2013 年，该港拥有各类生产泊位 28 个。汕尾港具有航道短、波浪小、泥沙少、岸线稳定等特点，港口设备完善，陆上交通便利，附近有很多可利用的港湾。汕尾市作为连接珠三角和粤东地区的重要沿海港口城市，是全国首批对外开放的 16 个港口之一，国家一类港口，是广东沿海重要外贸口岸和物资集散枢纽，港口经济发展条件优越。

汕尾港各港区的发展现状如下：

（1）汕尾港区

该港区现共有码头泊位 14 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000～5000DWT 级泊位 10 个，1000DWT 级以下泊位 2 个；设计年综合通过能力 180 万 t。

（2）汕尾新港区（红海湾）

该港区现共有泊位 7 个，包括 1 个 70000DWT 泊位、2 个 3000DWT 泊位、2 个 2000DWT 泊位和 2 个 1000DWT 泊位，设计年综合通过能力 638.8 万 t。

（3）海丰港区

该港区现共有泊位 2 个，包括 1 个 3000DWT 泊位和 1 个 1000DWT 级泊位；设计年综合通过能力 113 万 t。

（4）陆丰港区

该港区现共有码头泊位 5 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000DWT 级以下泊位 3 个；设计年综合通过能力 55 万 t。

图 3.3.2-1 汕尾港港区分布图

3.3.3 航道资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013 年 5 月），汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、后门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见表 3.3.3-1 所示。

图 3.3.3-1 汕尾港附近航道图

汕尾港航道：汕尾港航道分外航道和港内航道两部分①汕尾港外航道：自引航锚地至三点金灯桩东南 0.5 海里处，为人工疏浚航道，全长 2.55 海里，设计航道底宽 75m，基准水深-5.2~-7.0m，可供 5000 吨级船舶进出港。②汕尾港内航道：由沙舌北端至港内东端码头之间的水道（即涨落潮流冲刷的深槽线），可航水域宽 100m~200m，泥沙底，设有港内引航灯桩。自然航道，基准水深在-3.5~-7.0m。

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

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

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

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

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

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

3.3.4 锚地资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013 年 5 月），汕尾港现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，锚地信息列表见表 3.3.4-1。

表 3.3.4-1 汕尾港锚地规划表

序号	名称	中心地点	半径（海里）	用途
1	大型船舶临时避风锚地	[redacted]	2	避风、防台
2	过驳锚地	[redacted]	2	侯泊、过驳、防台
3	引航锚地	[redacted]	1	引航、防台
4	检疫锚地	[redacted]	0.5	检疫、防台
5	装运危险货物船舶锚地	[redacted]	0.5	装运危险货物船舶侯泊
6	检疫锚地	[redacted]	0.5	检疫、防台
7	装运危险货物船舶锚地	[redacted]	0.5	装运危险货物船舶侯泊
8	引航检疫锚地	[redacted]	1	引航、检疫、防台
9	大型船舶临时避风锚地	[redacted]	2	避风、防台
10	过驳锚地	[redacted]	2	过驳、侯泊、防台
11	引航检疫锚地	[redacted]	0.5	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	[redacted]	0.5	引航、检疫、防台
13	引航检疫锚地	[redacted]	0.5	引航、检疫、防台
14	引航检疫锚地	[redacted]	0.5	引航、检疫、防台
15	引航检疫锚地	[redacted]	1	引航、检疫、防台

3.3.5 岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岸线自陆丰与惠来县南海农场交界处至海丰县小漠乌山全长 455.2 公里。全国著名的汕尾渔场，面积达 3.5 万平方公里。其中属大陆架内的海洋国土面积 2.39 万平方公里，相当于汕尾市陆地国土面积的 4.5 倍。据《中国海岛志·广东卷第一册》记载，汕尾市近海海域有岛（礁）311 个，其中有居民岛 2 个，无居民岛（礁）309 个。海岛总面积 79.6 平方公里，岛岸线长 12.82 公里，面积大于或等于 500 平方米的岛（礁）93 个。根据 2005 年版《海丰县志》和 2007 年版《陆丰县志》记载的岛屿名录共有 74 个。其中陆丰县 17 个。具体名称是：甲子屿岛、叠石岛、

东白礁岛屿、大礁母岛、宫仔岛、赤礁东岛、大士岛、羊仔岛、北士岛、渔翁礁、眼礁岛、东桔礁岛、西桔礁岛、刺礁岛、头干岛、白礁岛、黑大礁岛。

汕尾市位于海岛保护区的粤东区，规划范围有 2 个区，分别是红海湾区、甲子湾—碣石湾沿岸区。该区域共有海岛 428 个，其中，有居民海岛 2 个，无居民海岛 424 个，列入国家第一批可开发利用无居民海岛有 2 个。

3.3.6 渔业资源

（1）海洋渔业资源

陆丰海域渔业资源极为丰富，在陆丰市海洋捕捞渔获产量中，鱼类居首位，约占渔获总量的 64%，其次是甲壳类、头足类、贝类和藻类等。鱼类主要种类有金线鱼、带鱼、沙丁鱼、海鳗、鲷、白姑鱼、马面鲀、石斑鱼、小黄鱼、鲳鱼、鲱鱼、大黄鱼、竹荚鱼、鲳鱼等；甲壳类主要有毛虾、对虾、虾蛄、梭子蟹、青蟹等；头足类有乌贼、鱿鱼、章鱼等。海洋捕捞方式有拖网、刺网、围网、张网和钓业等，其中拖网作业产量约占总捕捞量的 77.6%。

（2）海水养殖资源

陆丰市海水养殖水域主要有滩涂和海上养殖，养殖方式主要有池塘、吊笼、网箱。养殖种类有鱼类、甲壳类、贝类、藻类，其中鱼类主要有：鲈鱼、石斑鱼等；甲壳类有：南美白对虾、斑节对虾、中国对虾、日本对虾、青蟹；贝类有：牡蛎、杂色鲍、螺、蚶、贻贝、江珧、扇贝、文蛤等；藻类主要有海带、裙带菜、紫菜、江蓠等；其它主要有海参和海胆等。陆丰市淡水养殖主要是池塘养殖，养殖种类主要有：鱼类、甲壳类和贝类。其中鱼类主要有：鲢鱼、鲤鱼、青鱼、草鱼、鲫鱼、鳊鱼、鳙鱼、鲶鱼、泥鳅、淡水白鲳、鳜鱼、罗非鱼、鲈鱼等；甲壳类有：罗氏沼虾、青虾、南美白对虾、河蟹；贝类有：河蚌、螺、蚬；以及龟、鳖、蛙等。

根据《2020 年广东农村统计年鉴》统计：

①2019 年汕尾市渔业经济总产值 1812684.34 万元，其中海洋捕捞产值 391894.18 万元，海水养殖 565427.4 万元。

②渔业人口与从业人员：2019 年，汕尾市共有海洋渔业乡镇 19 个，海洋渔业村 83 个，海洋渔户 28728 户，海洋渔业人口 142677 人。其中，从事海洋捕捞和海水养殖的专业劳动力分别有 26722 人和 10176 人。

③捕捞渔船情况：2019 年，汕尾市拥有机动渔船 4755 艘，总吨位 96930t，总功率 285892kw。其中养殖机动渔船 212 艘，总吨位 317t，总功率 1551kw；捕捞机动渔船 4333 艘，总吨位 90069t，总功率 256400kw。

④海洋捕捞情况：2019 年，汕尾市海洋捕捞 195214 吨，其中鱼类 124214 吨，甲壳类 39989 吨，贝类 9328 吨，藻类 1153 吨，头足类 16808 吨，其他 3722 吨，捕捞方式主要为拖网、围网、刺网等。

⑤海水养殖情况：2019 年，汕尾市海水养殖总产量 338103 吨，总面积 13680 公顷；其中鱼类 72545 吨，面积 3059 公顷；甲壳类 49816 吨，面积 4371 公顷；贝类 204214 吨，面积 5729 公顷；藻类 3437 吨，面积 424 公顷；其他 8091 吨，面积 97 公顷。

3.3.7 三场一通道

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

3.3.7.1 南海幼鱼产卵场

南海中上层鱼类产卵场分布见图 3.3.7.1-1，本项目不在产卵场内。项目附近海域产卵场有：鲐鱼产卵场，位于珠江口近海区，东经 113°15′~l16°20′，北纬 21°~22°25′，水深 30~80 米，产卵期 1 月~3 月。

南海底层、近底层鱼类产卵场分布见图 3.3.7.1-2，本项目不在产卵场内。项目附近海域产卵场有：金钱鱼产卵场，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近，东径 111°45′~115°45′，水深为 25~107 米，主要是 40~80 米，产卵期 3 月~8 月；绯鲤类产卵场，位于珠江口近海，东径 112°55′~115°40′，北纬 21°30′~22°15′，水深为 20 米~87 米，产卵期 3 月~6 月。长尾大眼鲷产卵场，位于万山列岛的东南部，东径 113°20′~115°45′，北纬 20°35′~22°20′，水深为 26 米~8O 米，产卵期 5 月~7 月。

图 3.3.7.1-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

图 3.3.7.1-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

3.3.7.2 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸-40 m 等深线水域，保护期为 1-12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。如图 3.3.7.2-1 所示。

图 3.3.7.2-1 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

表 3.3.7.2-1　南海北部幼鱼繁育场保护区 17 个基点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
第一基点	[redacted]	[redacted]	第十基点	[redacted]	[redacted]
第二基点	[redacted]	[redacted]	第十一基点	[redacted]	[redacted]
第三基点	[redacted]	[redacted]	第十二基点	[redacted]	[redacted]
第四基点	[redacted]	[redacted]	第十三基点	[redacted]	[redacted]
第五基点	[redacted]	[redacted]	第十四基点	[redacted]	[redacted]
第六基点	[redacted]	[redacted]	第十五基点	[redacted]	[redacted]
第七基点	[redacted]	[redacted]	第十六基点	[redacted]	[redacted]
第八基点	[redacted]	[redacted]	第十七基点	[redacted]	[redacted]
第九基点	[redacted]	[redacted]			

3.3.7.3 渔业品种保护区

南海国家级及省级渔业品种保护区分布见图 3.3.7.3-1。

（1）南海幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。

（2）经济鱼类繁育场保护区

经济鱼类繁育场保护区共有二处。项目附近一处为珠江口经济鱼类繁育场保护区，范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，番禺市的莲花山至东莞市的新沙二点连线以南的水域，保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日。珠江口经济鱼类繁育场保护区距离项目较远，不在项目用海范围内。

图 3.3.7.3-1 南海国家级及省级渔业品种保护区

3.3.8 自然保护区

（1）红海湾遮浪角东人工渔礁自然保护区

位于遮浪角以东海域，保护区范围为 115°34′11″-115°36′58.39″E；22°39′24.22″-22°41′41″N，面积 1703 公顷，共投放礁体 860 个，总空方 26691m^3。重点保护海洋生物资源和海岛景观。

（2）碣石湾海马资源自然保护区

位于田尾山以南海域，由汕尾市于 2006 年批准建立。保护区范围包括 A：115°42′00″E，22°33′00″N；B：116°00′50″E，22°34′00″N；C：116°02′35″E，22°24′40″N；D：115°42′00″E，22°20′40″N 等四点连线内海域，面积约 500hm^2，保护对象为三斑海马、日本海马和克氏海马等及其栖息环境。

克氏海马（Hippocampuskelloggi），又名线纹海马，也叫黄金海马，是一种近海暖水性鱼类，为国家二级保护鱼类。克氏海马生活在近海海藻丛或珊瑚礁丛非常繁茂的地带，喜栖息于海藻丛生、水质清澈的近海海区，游泳方式多样，但游泳能力较差，常靠尾部卷在海藻上捕食，用口吸食游近其身体的各种浮游动物和小虾。自然海区海马主要摄食小型甲壳动物，主要有挠足类、蔓足类的藤壶幼体、虾类的幼体及成体、萤虾、糠虾和钩虾等。海马的摄食量与水温、水质密切相关。海马生长对温度的要求为 10～32℃，溶氧要求在 4mg/L 以上，盐度的适应范围为 5～32，一般要求比重在 9 以上，如果比重过低则会引起海马的死亡。在适温范围内，水温高，则摄食量大，消化快。水质不良时，摄食量减少，甚至停食。在正常条件下，海马的日摄食量约占体重的 10%。海马一次摄食量很大，同时耐饥性也很强，从初生苗到成鱼耐饥时间可达 4～132 天。克氏海马鱼的繁殖方式也与其他鱼类不同，是由雄性代替雌性来进行养育后代的工作，水温在 20℃以上时开始繁殖，时间多集中在 6～9 月，孵化期 8～20 天，在良好的生活条件下，每尾亲鱼一年可繁殖 10 次，每次可产小海马鱼近千尾。小海马生长迅速，数月后可长到亲体大小。克氏海马分布于我国东海和南海（广东、福建、台湾等地），在广东沿海的广州、汕头、北海、闸坡也有分布。

（3）遮浪角东海洋生态自然保护区

位于遮浪角东北部海域，由汕尾市于 2006 年批准建立。保护区保护区范围包括 A：115°34′11″E，22°41′38″N；B：115°34′33″E，22°39′24″N；C：115°35′51″E，22°40′28″N；

D：115°35′14″E，22°41′41″N 四点连线内的水域，面积约 810hm^2，水深范围在 10～21m。保护对象为遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境。

（4）遮浪汇聚流海洋生态系统保护区

为省级保护区，位于遮浪南部海域。保护区范围为 A：115 25 51″E，22 40 46″N；B：115 26 55″E，22 41 13″N；C：115 27 16″E，22 40 15″N；D：115 25 17″E，22 39 23″N；E：115 26 00″E，22 38 44″N 五点连线范围内的海域，总面积 850hm^2。主要保护为珍稀濒危野生动物、重要海珍品及其栖息环境，包括海龟、玳瑁、中国鲎、紫海胆、杂色鲍、锦锈龙虾等。

（5）汕尾碣石湾鳙鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区

位于粤东汕尾市碣石湾。保护区范围为：A：22°49.14′N，115°37.38′E；B：22°47.22′N，115°37.38′E；C：22°47.22′N，115°40.44′E；D：22°49.14′N，115°40.44′。保护区总面积 1800hm^2，核心区面积 675hm^2，实验区面积 1125hm^2。主要保护对象为为鳙鱼、长毛对虾以及海鳗、赤点石斑、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等经济渔业种类亲体和幼体。综合保护种类的产卵期和幼体的繁殖期，特别保护期为每年 2～4 月和 10～12 月，一般保护期为每年的 7 月份至翌年 4 月份。

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

汕尾市位于广东省东南部沿海，东邻揭阳惠来县，西连惠州惠东县，北接梅州市和河源紫金县，南濒南海，总面积 4865.05 平方千米，全市人口 356.15 万人。下辖 1 个市辖区、2 个县，代管 1 个县级市。全市海岸线长 455 公里，居全省第二位；海岛数量 881 个，居全省第一位，是南海优良渔场。有中国大陆最大的滨海潟湖——品清湖。曾获“中国民间文化艺术之乡”“中国最具魅力城市”“中国最具投资价值旅游城市”“中国现代旅游新地标”“中国水鸟之乡”“中国青梅之乡”等称号。

近年来，为贯彻全面深化改革战略部署、落实省委省政府促进粤东西北地区振兴发展决策的重要举措、让汕尾加快全面融入珠三角的发展浪潮、提升汕尾中心城区的质量、探索海洋经济发展和现代滨海城市建设新模式，汕尾市正积极推进汕尾新区的建设。本项目的海砂开采区域正是位于汕尾新区范围内。汕尾新区位于汕尾市南端，地处广东东部沿海通道中点，依托厦深铁路、深汕高速等重大区域性通道，

西联珠三角，东联汕潮揭城市群，自古以来是广东沿海的重要驿站。红海湾建港条件优越，距国际航道仅 12 海里，距香港仅 82 海里。厦深铁路贯穿全境，是粤东西北地区唯一拥有两座高铁站的新区，通车后 1 小时内可达深圳、汕头，是连接珠三角与粤东的首要门户。

根据《2020 年汕尾市国民经济和社会发展统计公报》，全市年末户籍人口 356.15 万人，其中城镇人口 182.93 万人，占户籍人口的比重 51.4%。2020 年汕尾实现地区生产总值（初步核算数）1123.81 亿元，比上年增长 4.6%。其中，第一产业完成增加值 159.64 亿元，比上一年增长 4.1%；第二产业完成增加值 408.26 亿元，比上一年增长 4.5%；第三产业完成增加值 555.90 亿元，比上一年增长 4.8%。三次产业结构为 14.2:36.3:49.5。全年全市居民人均可支配收入 24,427.00 元，比上年增长 7.2%，全年全市居民人均消费支出 18,774.00 元，比上年增长 5.3%。全年城镇新增就业 5.2 万人。

3.4.2 海域开发利用现状

本小节主要通过资料收集的方式，了解采砂区附近的海域开发利用现状。采砂区位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧，周边的开发利用总体较少。从项目周围用海现状示意图可知，项目所在及周边海域用海活动主要有航道、公路、电厂、渔港、保护区、海岛等。具体开发利用见表 3.4.2-1 和图 3.4.2-1。

表 3.4.2-1 项目所在海域开发利用现状分布表

名称	距离	用海类型
乌坎西线航道	[redacted]	航道用海
乌坎东线航道	[redacted]	航道用海
碣石航道	[redacted]	航道用海
汕尾市白沙湖连岛公路	[redacted]	路桥用海
广东汕尾电厂一期工程	[redacted]	电力工业用海
广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程	[redacted]	渔业用海
遮浪角东人工渔礁自然保护区	[redacted]	自然保护区
红海湾海洋特别保护区	[redacted]	自然保护区
施公寮岛	[redacted]	海岛
金屿	[redacted]	海岛

（1）广东汕尾电厂一期工程

广东汕尾电厂一期工程位于本项目[redacted]，厂区位于红海湾经济开发区施工寮岛以西的白沙湖海域内，南北拦沙堤位于后江湾海域。用海面积为 108.7365 公顷。用海类型为工业用海中的电力工业用海，该工程目前已经确权。

（2）广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程

广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程位于本项目[redacted]，坐落在汕尾红海湾经济开发区遮浪渔港。用海类型为渔业用海中的渔业基础设施用海。用海面积为 6.5862 公顷。广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程的结构设计年限为 50 年，码头全长 220 米，该工程建设的主要目的是为了进一步提高防灾减灾能力，保障渔民生命财产安全。该工程目前已经确权。

（3）航道

本项目附近的航道主要有乌坎西线航道、乌坎东线航道、碣石航道以及以及于规划中的汕尾新港区进港航道。乌坎西线航道位于本项目[redacted]，乌坎东线航道位于本项目[redacted]，碣石航道位于[redacted]，汕尾新港区进港航道 3.41 公里。乌坎西线航道、乌坎东线航道、碣石航道三条航道呈“三角形”分布，本项目开采区域位于“三角形”的中间区域内。

（4）自然保护区

本项目附近海域有遮浪角东人工渔礁自然保护区、红海湾海洋特别保护区。其中遮浪角东人工渔礁自然保护区距离采砂区[redacted]。

（5）海岛

位于本项目论证范围内的海岛有 2 个，分别为施公寮岛和金屿。

1）施公寮岛

隶属于汕尾市城区遮浪街道，位于汕尾市碣石湾西南侧，为已开发的有居民海岛，岛上建设有船厂、厂房，岛上有养殖业、渔业等为岛上居民的主要经济来源，岛上建设有环岛公路，且有一条公路连往陆地。

2）金屿

隶属于汕尾市城区遮浪街道，位于汕尾市碣石湾西南侧施公寮岛东南部海域，为已开发无居民海岛，岛上有一土地庙，岛周边有渔业养殖，岛上建有一小码头，岛上养有鸡、狗等家禽，岛屿西南岬湾内有一处房屋，有渔民常驻在此。

（6）汕尾市白沙湖连岛公路

汕尾市白沙湖连岛公路位于本项目[redacted]，坐落在白沙湖之上，为连接遮浪角与施公寮岛的连岛公路。使用权归广东红海湾发电有限公司所有。公路全长约 3.8 公里。

图 3.4.2-1 项目所在海域开发利用现状分布图

3.4.3 海域使用权属现状

采砂区附近海域已确权的用海项目包括广东汕尾电厂一期工程、广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程以及汕尾市白沙湖连岛公路。项目周边海域使用权属分布图见 3.3.2-1，周边海域使用确权项目表见表 3.3.3-1。距离本项目最近的为广东汕尾电厂一期工程和汕尾市白沙湖连岛公路，[redacted]。本项目与周边确权的项目不存在权属冲突。

表 3.4.3-1 周边海域使用确权项目表

序号	项目名称	使用权人	主要证书编号	起止期日	用海类型	主要用海方式
1	广东汕尾电厂一期工程	广东红海湾发电有限公司	2014A44150000848、2014A44150000879	2014 年 9 月 12 日-2055 年 12 月 22 日	电力工业用海	建设填海造地、港池、蓄水等
2	广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程	广东汕尾红海湾经济开发区遮浪渔港管理处	2016B44150101215、2016B44150101224	2016 年 9 月 9 日-2056 年 9 月 8 日	渔业基础设施用海	建设填海造地
3	汕尾市白沙湖连岛公路	广东红海湾发电有限公司	054400001	2005 年 1 月 26 日-2055 年 1 月 25 日	路桥用海	建设填海造地

4 海洋环境和资源的影响预测与评价

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 对海洋水文动力环境影响分析与评价

本项目拟申请采砂区位于汕尾市[redacted]，水深[redacted]，平均采砂深度[redacted]，工程所在海域以潮流作用为主，采砂施工使得区域地形发生变化，潮流动力受到一定影响，产生的悬浮泥沙随海流输运扩散，对采砂区及附近海域水质产生一定影响。本论证通过建立附近海域三维潮流模型，预测工程对海洋水文动力环境的影响。

4.1.1.1 计算结果

工况一：采砂区 JH21-09 施工对潮流动力的影响

采砂区 JH21-09 单独采砂情况下，工程前后各代表点中层大潮涨潮平均、大潮落潮平均流速、流向对比结果见表 4.1.1.3-1 和表 4.1.1.3-2，工程后项目海域表中底涨、落急流场图、工程实施前后中层涨落急流速对比见图 4.1.1.3-4~图 4.1.1.3-7。

①从流速差值分布图可以看出，采砂工程实施对海域的潮流影响主要集中在工程区附近，离工程区越远，潮流影响越小。采砂工程实施对采砂区及采砂区南北侧潮流影响以流速减小为主，对采砂区东西侧潮流影响以流速增加为主，影响范围南北向和东西向约 6 km。工程实施后，采砂区水深加深，潮流流速减小；同时，采砂区水深增大，受涨落潮流向影响，采砂区南北侧潮流部分向采砂区偏移，其流速也相应略有减小；而采砂区东西侧流速则略有增大。工程前后流速变化幅度均在 0.02m/s 以下。

②从表 4.1.1.3-1～表 4.1.1.3-2 可以看出，采砂区内流速变化以减小为主，涨落潮流速减小幅度最大位于采砂区内的 28 号点，涨潮时流速减小 0.02m/s，变率达到-19.3%，落潮时流速减小 0.018m/s，变率达-18.5%；位于采砂区北侧的 32 号点流速增幅最大，涨潮时流速增大 0.01m/s，变率达 10.1%。涨潮流向改变幅度最大位于 18、32 号点，变化幅度为-2.9°（流向变化正值代表顺时针旋转，负值代

表逆时针旋转，下同）；落潮流向改变幅度最大位于 32 号点，改变幅度为-4.7°。其余点流速变化均小于 0.01 m/s。可见，由于采砂区工程前水深较浅，约 15m，采砂工程实施后，平均挖深至约 22m，地形变化较大，加上工程区域工程前流速较小，因此，采砂工程对采砂区内流场影响主要集中于采砂区内，采砂区 2.5km 以外海域潮流场基本无变化。

③从工程区域大范围海域流速变化来看，涨、落潮时采砂工程对周边海域产生的流速变幅除了采砂区内及采砂区附近的 1 号、18 号、23 号、27 号、28 号、31 号、32 号、36 号、40 点外，基本在 0.002m/s 及以下，流向变幅基本在 1°以内。23 号、28 号点位于工程区内，流速变幅率在-14.3%~-19.3%中间，流向变化幅度在-1.0~1.4°之间；18 号、32 号点靠近工程区，其流速变幅率不超过 11%，流向改变幅度较小，不超过 5°。因此，可认为采砂工程对大范围海域潮流场的影响很小。

表 4.1.1.3-1 工程前后中层大潮涨潮平均流速流向变化

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
1	0.066	336.3	0.069	333.7	0.003	4.3	-2.6
2	0.107	20.2	0.108	19.5	0.001	0.7	-0.7
3	0.101	33.3	0.102	32.3	0.001	0.9	-1.0
4	0.092	37.9	0.092	37.0	0.000	-0.4	-0.9
5	0.084	40.8	0.083	40.2	-0.001	-0.6	-0.6
6	0.063	333.7	0.065	332.2	0.002	2.8	-1.5
7	0.091	17	0.092	15.8	0.001	1.5	-1.2
8	0.103	29.9	0.104	28.6	0.001	1.0	-1.3
9	0.093	33.5	0.092	32.5	-0.001	-1.4	-1.0
10	0.082	37.1	0.081	36.5	-0.001	-1.0	-0.6
11	0.054	4.7	0.055	3.4	0.001	2.4	-1.3
12	0.104	9.6	0.104	9.2	0.000	0.4	-0.4
13	0.108	27.4	0.110	25.9	0.002	1.4	-1.5
14	0.098	27.6	0.097	26.6	-0.001	-1.4	-1.0
15	0.079	34.2	0.078	33.6	-0.001	-0.8	-0.6
16	0.037	24.9	0.038	23.7	0.001	3.7	-1.2
17	0.165	16.9	0.164	16.8	-0.001	-0.4	-0.1
18	0.112	19.4	0.119	16.5	0.007	6.2	-2.9

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
19	0.088	27.5	0.086	26.5	-0.002	-2.3	-1.0
20	0.077	30.1	0.076	29.6	-0.001	-1.2	-0.5
21	0.047	9	0.046	7.7	-0.001	-1.2	-1.3
22	0.128	40.8	0.126	41.0	-0.002	-1.3	0.2
23	0.104	14.6	0.089	16.0	-0.015	-14.3	1.4
24	0.087	22.7	0.085	22.5	-0.002	-2.8	-0.2
25	0.075	26.9	0.074	26.4	-0.001	-1.6	-0.5
26	0.054	47.7	0.054	47.3	0.000	-0.8	-0.4
27	0.124	42.6	0.121	42.8	-0.003	-2.5	0.2
28	0.103	12.6	0.083	13.0	-0.020	-19.3	0.4
29	0.087	17.2	0.085	17.9	-0.002	-2.8	0.7
30	0.072	24.7	0.071	24.2	-0.001	-0.8	-0.5
31	0.25	8.2	0.241	8.3	-0.009	-3.6	0.1
32	0.104	8	0.114	5.1	0.010	10.1	-2.9
33	0.085	13.3	0.084	14.1	-0.001	-1.5	0.8
34	0.07	19.4	0.069	19.1	-0.001	-0.7	-0.3
35	0.14	359.9	0.138	359.8	-0.002	-1.8	-0.1
36	0.105	2.3	0.108	1.2	0.003	2.7	-1.1
37	0.083	8.8	0.083	9.5	0.000	-0.4	0.7
38	0.068	14.9	0.068	14.5	0.000	0.0	-0.4
39	0.029	267.8	0.029	266.9	0.000	1.2	-0.9
40	0.186	344.6	0.185	344.5	-0.001	-0.6	-0.1
41	0.1	357.2	0.101	357.1	0.001	0.8	-0.1
42	0.079	4.6	0.079	4.8	0.000	0.3	0.2
43	0.066	10.7	0.066	10.4	0.000	-0.6	-0.3

表 4.1.1.3-2 工程前后中层大潮落潮平均流速流向变化

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
1	0.110	168.3	0.107	168.4	-0.003	-2.7	0.1
2	0.108	204.2	0.108	204.8	0.000	0.4	0.6
3	0.108	217.9	0.109	217.9	0.001	1.1	0.0
4	0.104	225.7	0.104	225.8	0.000	0.4	0.1
5	0.100	232.0	0.100	232.1	0.001	0.7	0.1

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
6	0.071	154.4	0.071	155.0	-0.001	-0.9	0.5
7	0.089	202.2	0.090	203.0	0.000	0.2	0.8
8	0.108	214.6	0.110	214.4	0.002	1.6	-0.3
9	0.108	223.6	0.108	223.8	0.000	0.3	0.1
10	0.097	230.9	0.098	231.0	0.001	0.6	0.2
11	0.060	183.6	0.059	184.8	-0.001	-1.0	1.2
12	0.088	199.4	0.089	200.5	0.000	0.2	1.1
13	0.109	211.1	0.111	210.1	0.002	2.1	-1.0
14	0.109	218.4	0.109	218.6	0.000	-0.1	0.2
15	0.094	230.2	0.095	230.4	0.001	0.6	0.2
16	0.040	202.5	0.039	204.8	-0.001	-3.7	2.3
17	0.133	204.3	0.134	204.8	0.001	0.9	0.5
18	0.105	205.8	0.109	203.1	0.004	4.2	-2.7
19	0.093	218.3	0.093	218.7	0.000	-0.2	0.4
20	0.089	227.5	0.090	228.0	0.001	0.6	0.4
21	0.059	199.0	0.056	199.7	-0.002	-4.2	0.7
22	0.116	221.9	0.118	222.4	0.001	1.2	0.5
23	0.097	204.4	0.082	205.2	-0.015	-15.7	0.8
24	0.089	216.0	0.089	216.8	0.000	-0.2	0.9
25	0.086	227.2	0.087	227.6	0.001	0.8	0.4
26	0.054	228.4	0.054	228.8	0.000	0.6	0.4
27	0.129	226.9	0.129	227.2	0.001	0.4	0.3
28	0.095	202.8	0.077	201.8	-0.018	-18.5	-1.0
29	0.086	212.2	0.087	213.5	0.000	0.6	1.3
30	0.081	226.8	0.082	227.3	0.001	0.9	0.5
31	0.257	180.6	0.259	181.0	0.001	0.4	0.4
32	0.094	199.5	0.099	194.8	0.005	5.0	-4.7
33	0.082	209.9	0.083	211.2	0.001	1.6	1.2
34	0.076	224.3	0.077	224.8	0.001	1.4	0.5
35	0.132	183.7	0.133	183.8	0.001	0.5	0.1
36	0.092	193.8	0.095	192.4	0.003	3.3	-1.5
37	0.078	206.2	0.080	207.4	0.002	2.7	1.2
38	0.071	221.9	0.072	222.3	0.001	1.0	0.4
39	0.021	82.0	0.022	85.8	0.001	4.0	3.7

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
40	0.146	167.3	0.149	167.1	0.003	1.8	-0.1
41	0.085	188.9	0.087	188.3	0.002	2.8	-0.6
42	0.072	203.7	0.074	204.1	0.002	2.4	0.4
43	0.065	219.6	0.066	220.0	0.001	1.2	0.4

工况二：三个采砂区施工完成后对水动力环境影响分析

三个采砂区整体施工情况下，根据海砂储量分析，JH21-08 区块平均开挖厚度 7.76m，JH22-03 区块平均开挖厚度 6.5m，按最不利工况模拟计算得出，工程前后各代表点中层大潮涨潮平均、大潮落潮平均流速、流向对比结果见表 4.1.1.3-3 和表 4.1.1.3-4，工程后项目海域表中底涨、落急流场图、工程实施前后中层涨落急流速对比见图 4.1.1.3-8~图 4.1.1.3-11。

从各代表点中层涨急和落急流速对比结果可以看出，三个采砂区工程实施后采砂区内代表点中层涨、落潮平均流速整体减小，工程后涨潮平均流速变化幅度约为-0.023m/s~0.013m/s，中层落潮平均流速变化幅度约为-0.019m/s~0.006m/s，涨潮平均流速变化幅度大于落潮平均流速，越靠近采砂区，代表点流速变化越大。

从各代表点中层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，中层涨、落潮平均流向分别偏转 7.0°和 1.1°，采砂区外流向变化相对较小，越靠近采砂区，代表点流向变化越大。

从中层涨、落急流场对比图可以看出，采砂区开挖对附近海域潮流动力的影响主要集中在采砂区周边 3.0km 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、落潮平均流速呈现减小趋势，流向略有变化，最大流速减小值约 0.023m/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 3.0km 以外的海域水动力环境基本无变化。

表 4.1.1.3-3 工程前后中层大潮涨潮平均流速流向变化（三个采砂区施工后）

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
1	0.066	336.3	0.069	335.1	0.003	4.2	-1.2
2	0.107	20.2	0.110	18.5	0.003	2.7	-1.7
3	0.101	33.3	0.104	30.6	0.003	2.7	-2.7
4	0.092	37.9	0.090	35.1	-0.002	-2.1	-2.8

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
5	0.084	40.8	0.082	39.3	-0.002	-2.4	-1.5
6	0.063	333.7	0.067	331.0	0.004	6.0	-2.7
7	0.091	17.0	0.094	15.0	0.003	3.5	-2.0
8	0.103	29.9	0.108	27.2	0.005	5.2	-2.7
9	0.093	33.5	0.089	30.3	-0.004	-4.5	-3.2
10	0.082	37.1	0.079	35.6	-0.003	-3.1	-1.5
11	0.054	4.7	0.056	1.3	0.002	3.1	-3.4
12	0.104	9.6	0.104	8.8	0.000	-0.3	-0.8
13	0.108	27.4	0.121	27.0	0.013	11.9	-0.4
14	0.098	27.6	0.093	24.6	-0.005	-5.5	-3.0
15	0.079	34.2	0.077	32.9	-0.002	-2.9	-1.3
16	0.037	24.9	0.038	20.8	0.001	3.0	-4.1
17	0.165	16.9	0.161	16.2	-0.004	-2.5	-0.7
18	0.112	19.4	0.095	13.6	-0.017	-15.5	-5.8
19	0.088	27.5	0.081	26.2	-0.007	-7.8	-1.3
20	0.077	30.1	0.075	29.1	-0.002	-3.1	-1.0
21	0.047	9.0	0.046	5.1	-0.001	-3.1	-3.9
22	0.128	40.8	0.122	40.5	-0.006	-4.5	-0.3
23	0.104	14.6	0.087	12.8	-0.017	-16.8	-1.8
24	0.087	22.7	0.081	25.0	-0.006	-7.1	2.3
25	0.075	26.9	0.073	26.0	-0.002	-3.1	-0.9
26	0.054	47.7	0.052	46.4	-0.002	-4.0	-1.3
27	0.124	42.6	0.116	42.2	-0.008	-6.1	-0.4
28	0.103	12.6	0.080	11.5	-0.023	-22.2	-1.1
29	0.087	17.2	0.085	21.1	-0.002	-2.8	3.9
30	0.072	24.7	0.071	23.8	-0.001	-1.9	-0.9
31	0.250	8.2	0.232	8.3	-0.018	-7.0	0.1
32	0.104	8.0	0.112	3.5	0.008	8.0	-4.5
33	0.085	13.3	0.086	15.4	0.001	1.1	2.1
34	0.070	19.4	0.069	18.7	-0.001	-1.3	-0.7
35	0.140	359.9	0.134	359.4	-0.006	-4.1	-0.5
36	0.105	2.3	0.107	359.8	0.002	2.0	357.5
37	0.083	8.8	0.084	9.3	0.001	1.2	0.5
38	0.068	14.9	0.068	14.1	0.000	-0.1	-0.8

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
39	0.029	267.8	0.029	265.2	0.000	-0.5	-2.6
40	0.186	344.6	0.181	344.3	-0.005	-2.5	-0.3
41	0.100	357.2	0.101	355.8	0.001	0.7	-1.4
42	0.079	4.6	0.080	4.5	0.001	1.0	-0.1
43	0.066	10.7	0.066	9.8	0.000	-0.4	-0.9

表 4.1.1.3-4 工程前后中层大潮落潮平均流速流向变化（三个采砂区施工后）

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
1	0.110	168.3	0.107	169.8	-0.003	-2.5	1.6
2	0.108	204.2	0.109	205.8	0.001	0.7	1.5
3	0.108	217.9	0.111	218.0	0.003	2.7	0.1
4	0.104	225.7	0.105	226.3	0.001	0.7	0.6
5	0.100	232.0	0.101	232.5	0.002	1.6	0.5
6	0.071	154.4	0.069	156.9	-0.002	-3.5	2.5
7	0.089	202.2	0.090	204.4	0.001	1.2	2.2
8	0.108	214.6	0.113	213.9	0.005	4.4	-0.8
9	0.108	223.6	0.108	224.6	0.000	0.2	1.0
10	0.097	230.9	0.099	231.5	0.002	1.6	0.6
11	0.060	183.6	0.059	186.0	-0.001	-1.9	2.5
12	0.088	199.4	0.089	202.7	0.001	0.8	3.3
13	0.109	211.1	0.124	208.5	0.015	13.6	-2.6
14	0.109	218.4	0.108	220.5	-0.001	-0.7	2.1
15	0.094	230.2	0.096	231.0	0.002	1.8	0.8
16	0.040	202.5	0.039	205.9	-0.001	-2.7	3.4
17	0.133	204.3	0.134	205.5	0.001	1.0	1.3
18	0.105	205.8	0.097	205.4	-0.008	-7.7	-0.3
19	0.093	218.3	0.093	220.7	0.000	-0.5	2.4
20	0.089	227.5	0.092	228.8	0.003	2.9	1.3
21	0.059	199.0	0.059	201.1	0.000	0.1	2.1
22	0.116	221.9	0.120	223.3	0.004	3.0	1.4
23	0.097	204.4	0.079	204.1	-0.018	-18.8	-0.3
24	0.089	216.0	0.086	219.8	-0.003	-3.9	3.8
25	0.086	227.2	0.088	228.3	0.002	2.5	1.1

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率（%）	流向差值
	大小(m/s)	角度（°）	大小(m/s)	角度（°）			
26	0.054	228.4	0.055	230.0	0.001	1.7	1.6
27	0.129	226.9	0.131	227.7	0.002	1.7	0.8
28	0.095	202.8	0.076	201.7	-0.019	-20.0	-1.1
29	0.086	212.2	0.088	216.7	0.002	2.1	4.5
30	0.081	226.8	0.084	228.0	0.002	2.8	1.2
31	0.257	180.6	0.263	181.5	0.006	2.2	0.8
32	0.094	199.5	0.099	194.1	0.004	4.6	-5.3
33	0.082	209.9	0.088	212.5	0.006	6.7	2.6
34	0.076	224.3	0.079	225.4	0.003	3.4	1.1
35	0.132	183.7	0.135	183.9	0.003	2.3	0.2
36	0.092	193.8	0.097	191.9	0.005	5.1	-1.9
37	0.078	206.2	0.082	207.6	0.005	6.4	1.5
38	0.071	221.9	0.073	223.0	0.002	3.4	1.1
39	0.021	82.0	0.024	90.6	0.002	10.7	8.6
40	0.146	167.3	0.153	167.1	0.006	4.4	-0.2
41	0.085	188.9	0.089	187.8	0.004	5.3	-1.2
42	0.072	203.7	0.076	204.0	0.004	5.2	0.3
43	0.065	219.6	0.067	220.5	0.002	2.9	0.9

4.1.1.2 小结

通过采用数学模型对 JH21-09 区块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 2.5 km 范围内，在 2.5 km 外流速变化小于 0.01m/s，流向变化小于 1°，总体上来看采砂对流场影响较小，对红海湾开发区周边海域不会造成明显影响，不会导致海岸线坍塌等影响，且采砂工期短，结束后可恢复正常。

三块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 3.0km 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 0.023m/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 3.0km 以外的海域水动力环境基本无变化。

4.1.2 对波浪动力环境影响分析与评价

本项目通过建立二维波浪模型，模拟计算采砂工程实施对附近海域波浪动力环境的影响。

4.1.2.1 工程后波浪动力变化分析

考虑到本项目附近共三个采砂区，分两种工况考虑工程实施后对采砂区水动力环境影响，工况一为本项目实施后对水动力环境的影响，工况二为三个采砂区施工完成后对水动力环境的影响。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 43 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 4.1.1.3-3。

工况一：采砂区 JH21-09 对波浪动力的影响

采砂区 JH21-09 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 4.1.2.3-1。从表中可以看出，工程实施后，采砂区附近 23、27、28、32、35 代表点有效波高变化相对较大，50 年一遇 SE 向有效波高最大减小 0.39m；50 年一遇 E 向有效波高最大减小 0.29m。采砂区周边海域代表点波高有增有减，50 年一遇 SE 向和 E 向有效波高增加最大值和减小最大值都出现在采砂区内。采砂区采砂后，工程附近波周期变化较小，1~43 代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均不超过±0.40s。总体上看，本项目实施会对工程区内波浪动力环境产生一定程度的影响，但影响范围较小。

表 4.1.2.3-1　各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素对比（采砂区 JH21-09）

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
1	2.35	2.35	0.00	10.80	10.80	0.00
2	4.82	4.83	0.01	10.50	10.50	0.00
3	4.99	4.99	0.00	10.48	10.48	0.00
4	5.24	5.24	0.00	10.49	10.49	0.00
5	5.45	5.45	0.00	10.46	10.46	0.00
6	2.81	2.81	0.00	10.67	10.68	0.01
7	4.62	4.62	0.00	10.50	10.50	0.00
8	4.85	4.85	0.00	10.49	10.49	0.00
9	5.12	5.13	0.01	10.52	10.52	0.00
10	5.35	5.35	0.00	10.48	10.48	0.00
11	3.29	3.30	0.01	10.80	10.80	0.00
12	4.29	4.30	0.01	10.71	10.71	0.00
13	4.63	4.63	0.00	10.47	10.48	0.01
14	5.02	5.02	0.00	10.60	10.60	0.00
15	5.17	5.17	0.00	10.50	10.50	0.00
16	2.86	2.86	0.00	10.64	10.64	0.00
17	3.15	3.16	0.01	10.93	10.94	0.01
18	4.49	4.51	0.02	10.49	10.49	0.00
19	4.72	4.72	0.00	10.52	10.52	0.00
20	4.99	4.99	0.00	10.52	10.52	0.00
21	2.94	2.95	0.01	10.94	10.95	0.01
22	2.29	2.33	0.04	10.54	10.58	0.04
23	4.35	4.05	-0.30	10.50	10.27	-0.23
24	4.58	4.58	0.00	10.50	10.51	0.01
25	4.87	4.87	0.00	10.53	10.53	0.00
26	0.25	0.25	0.00	11.21	11.23	0.02
27	2.61	2.74	0.13	10.40	10.52	0.12
28	4.22	3.83	-0.39	10.55	10.23	-0.32
29	4.43	4.45	0.02	10.50	10.50	0.00
30	4.66	4.66	0.00	10.51	10.51	0.00
31	0.82	0.83	0.01	11.25	11.29	0.04
32	4.05	3.71	-0.34	10.59	10.41	-0.18
33	4.24	4.28	0.04	10.51	10.52	0.01
34	4.38	4.38	0.00	10.51	10.51	0.00
35	2.64	2.46	-0.18	10.64	10.51	-0.13
36	3.85	3.85	0.00	10.60	10.59	-0.01
37	4.00	4.07	0.07	10.51	10.54	0.03

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
38	4.19	4.19	0.00	10.53	10.53	0.00
39	0.65	0.62	-0.03	10.98	10.83	-0.15
40	2.35	2.35	0.00	10.80	10.80	0.00
41	4.82	4.83	0.01	10.50	10.50	0.00
42	4.99	4.99	0.00	10.48	10.48	0.00
43	5.24	5.24	0.00	10.49	10.49	0.00

表 4.1.2.3-2　各代表点 50 年一遇 E 向波浪要素对比（采砂区 JH21-09）

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
1	2.36	2.36	0.00	9.22	9.22	0.00
2	3.29	3.30	0.01	8.95	8.95	0.00
3	3.45	3.45	0.00	8.96	8.96	0.00
4	3.66	3.67	0.01	8.98	8.98	0.00
5	3.93	3.93	0.00	9.01	9.01	0.00
6	2.55	2.55	0.00	9.03	9.03	0.00
7	3.16	3.17	0.01	8.92	8.92	0.00
8	3.27	3.27	0.00	8.91	8.91	0.00
9	3.51	3.51	0.00	8.97	8.97	0.00
10	3.80	3.80	0.00	9.00	9.00	0.00
11	2.63	2.64	0.01	9.00	9.01	0.01
12	3.05	3.05	0.00	9.01	9.01	0.00
13	3.08	3.09	0.01	8.85	8.85	0.00
14	3.39	3.39	0.00	9.00	9.00	0.00
15	3.52	3.52	0.00	8.94	8.94	0.00
16	2.09	2.09	0.00	8.66	8.67	0.01
17	2.06	2.07	0.01	8.98	8.99	0.01
18	2.96	3.00	0.04	8.83	8.85	0.02
19	3.11	3.11	0.00	8.87	8.87	0.00
20	3.25	3.25	0.00	8.86	8.86	0.00
21	2.11	2.12	0.01	8.86	8.88	0.02
22	1.66	1.68	0.02	8.68	8.72	0.04
23	2.88	2.68	-0.20	8.81	8.59	-0.22
24	3.01	3.01	0.00	8.83	8.83	0.00
25	3.17	3.17	0.00	8.85	8.84	-0.01
26	0.27	0.27	0.00	9.08	9.11	0.03
27	2.11	2.09	-0.02	8.85	8.83	-0.02
28	2.80	2.66	-0.14	8.79	8.60	-0.19

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
29	2.89	2.90	0.01	8.77	8.78	0.01
30	3.01	3.01	0.00	8.79	8.79	0.00
31	0.76	0.75	-0.01	9.66	9.57	-0.09
32	2.63	2.53	-0.10	8.75	8.66	-0.09
33	2.65	2.66	0.01	8.69	8.70	0.01
34	2.62	2.62	0.00	8.62	8.62	0.00
35	2.13	1.84	-0.29	8.93	8.62	-0.31
36	2.47	2.60	0.13	8.71	8.81	0.10
37	2.41	2.42	0.01	8.59	8.61	0.02
38	2.38	2.38	0.00	8.52	8.52	0.00
39	0.56	0.55	-0.01	9.36	9.37	0.01
40	2.08	2.02	-0.06	8.86	8.79	-0.07
41	2.28	2.37	0.09	8.62	8.71	0.09
42	2.23	2.25	0.02	8.50	8.53	0.03
43	2.38	2.39	0.01	8.55	8.56	0.01

工况二：三个采砂区对波浪动力的叠加影响

三个采砂区同时施工完成情况下，工程前后各代表点 50 年一遇 SE 向、E 向波浪要素变化统计结果见表表 4.1.2.3-4 和表 4.1.2.3-5，工程前后各代表点 50 年一遇 SE 向、E 向波高分布见图 4.1.2.3-6 和图 4.1.2.3-7。从表中可以看出，工程实施后，三个采砂区内代表点发生不同程度的变化，波高以减小为主，50 年一遇 SE 向有效波高变化幅度为-1.30m~0.29m；50 年一遇 E 向有效波高变化幅度为-0.37m~0.26m；采砂区周边海域代表点波高有增有减，变化幅度不大。三个采砂区采砂后，工程附近海域波周期较小，代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于±0.42s；代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于±0.42s。总体上看，三个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。

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
1	2.35	2.39	0.04	10.80	10.83	0.03
2	4.82	4.87	0.05	10.50	10.51	0.01
3	4.99	5.00	0.01	10.48	10.49	0.01
4	5.24	5.24	0.00	10.49	10.49	0.00
5	5.45	5.45	0.00	10.46	10.46	0.00
6	2.81	2.80	-0.01	10.67	10.69	0.02

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
7	4.62	4.68	0.06	10.50	10.52	0.02
8	4.85	4.90	0.05	10.49	10.51	0.02
9	5.12	5.13	0.01	10.52	10.53	0.01
10	5.35	5.35	0.00	10.48	10.48	0.00
11	3.29	3.30	0.01	10.80	10.81	0.01
12	4.29	4.31	0.02	10.71	10.73	0.02
13	4.63	4.87	0.24	10.47	10.55	0.08
14	5.02	5.02	0.00	10.60	10.60	0.00
15	5.17	5.18	0.01	10.50	10.50	0.00
16	2.86	2.86	0.00	10.64	10.65	0.01
17	3.15	3.16	0.01	10.93	10.95	0.02
18	4.49	4.25	-0.24	10.49	10.32	-0.17
19	4.72	4.75	0.03	10.52	10.53	0.01
20	4.99	5.00	0.01	10.52	10.52	0.00
21	2.94	2.95	0.01	10.94	10.96	0.02
22	2.29	2.34	0.05	10.54	10.60	0.06
23	4.35	3.99	-0.36	10.50	10.24	-0.26
24	4.58	4.72	0.14	10.50	10.55	0.05
25	4.87	4.88	0.01	10.53	10.53	0.00
26	0.25	0.25	0.00	11.21	11.24	0.03
27	2.61	2.67	0.06	10.40	10.47	0.07
28	4.22	3.77	-0.45	10.55	10.20	-0.35
29	4.43	4.65	0.22	10.50	10.58	0.08
30	4.66	4.68	0.02	10.51	10.52	0.01
31	0.82	0.82	0.00	11.25	11.24	-0.01
32	4.05	3.51	-0.54	10.59	10.29	-0.30
33	4.24	4.53	0.29	10.51	10.62	0.11
34	4.38	4.41	0.03	10.51	10.52	0.01
35	2.64	2.33	-0.31	10.64	10.36	-0.28
36	3.85	3.55	-0.30	10.60	10.39	-0.21
37	4.00	4.26	0.26	10.51	10.63	0.12
38	4.19	4.24	0.05	10.53	10.55	0.02
39	0.65	0.61	-0.04	10.98	10.74	-0.24
40	2.35	2.44	0.09	10.80	10.38	-0.42
41	4.82	3.52	-1.30	10.50	10.51	0.01
42	4.99	4.01	-0.98	10.48	10.62	0.14
43	5.24	4.15	-1.09	10.49	10.55	0.06

表 4.1.2.3-3　各代表点 50 年一遇 E 向波浪要素对比（三个采砂区）

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
1	2.36	2.41	0.05	9.22	9.26	0.04
2	3.29	3.36	0.07	8.95	8.98	0.03
3	3.45	3.46	0.01	8.96	8.97	0.01
4	3.66	3.67	0.01	8.98	8.98	0.00
5	3.93	3.93	0.00	9.01	9.01	0.00
6	2.55	2.56	0.01	9.03	9.04	0.01
7	3.16	3.25	0.09	8.92	8.97	0.05
8	3.27	3.34	0.07	8.91	8.96	0.05
9	3.51	3.51	0.00	8.97	8.97	0.00
10	3.80	3.80	0.00	9.00	9.00	0.00
11	2.63	2.65	0.02	9.00	9.02	0.02
12	3.05	3.08	0.03	9.01	9.03	0.02
13	3.08	3.34	0.26	8.85	8.99	0.14
14	3.39	3.39	0.00	9.00	9.00	0.00
15	3.52	3.52	0.00	8.94	8.94	0.00
16	2.09	2.09	0.00	8.66	8.68	0.02
17	2.06	2.07	0.01	8.98	8.98	0.00
18	2.96	2.85	-0.11	8.83	8.70	-0.13
19	3.11	3.12	0.01	8.87	8.88	0.01
20	3.25	3.25	0.00	8.86	8.86	0.00
21	2.11	2.12	0.01	8.86	8.88	0.02
22	1.66	1.66	0.00	8.68	8.67	-0.01
23	2.88	2.70	-0.18	8.81	8.59	-0.22
24	3.01	3.03	0.02	8.83	8.84	0.01
25	3.17	3.17	0.00	8.85	8.85	0.00
26	0.27	0.27	0.00	9.08	9.12	0.04
27	2.11	1.97	-0.14	8.85	8.69	-0.16
28	2.80	2.62	-0.18	8.79	8.55	-0.24
29	2.89	2.94	0.05	8.77	8.81	0.04
30	3.01	3.01	0.00	8.79	8.79	0.00
31	0.76	0.74	-0.02	9.66	9.44	-0.22
32	2.63	2.38	-0.25	8.75	8.53	-0.22
33	2.65	2.74	0.09	8.69	8.76	0.07
34	2.62	2.63	0.01	8.62	8.63	0.01
35	2.13	1.76	-0.37	8.93	8.51	-0.42
36	2.47	2.58	0.11	8.71	8.79	0.08
37	2.41	2.50	0.09	8.59	8.68	0.09

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
38	2.38	2.39	0.01	8.52	8.53	0.01
39	0.56	0.55	-0.01	9.36	9.33	-0.03
40	2.08	1.93	-0.15	8.86	8.69	-0.17
41	2.28	2.41	0.13	8.62	8.75	0.13
42	2.23	2.30	0.07	8.50	8.57	0.07
43	2.38	2.40	0.02	8.55	8.57	0.02

4.1.3 对海底地形地貌、冲淤环境影响分析与评价

从潮流模型计算结果分析可知，采砂工程实施对流态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流态影响较小。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。

4.1.3.1 工程实施后采砂区附近海床冲淤变化分析

根据上述冲淤计算模式，采用全潮平均流速的变化对采砂工程实施后工程海域的淤积进行估算。计算得到工程海区附近海域海床年冲淤变化图和平衡冲淤变化图分别见图 4.1.3.2-1 和 4.1.3.2-2。

基于水动力结果计算了工程实施前后航道年冲淤变化，由计算结果可知，方案实施后，由于采砂区内水深增加，采砂工程实施后采砂区内基本处于回淤状态。冲淤变化较大的区域主要位于采砂区内，年回淤厚度在 0.3m 左右；采砂区南北则以淤积为主，淤积幅度在 0.25m/a 以内。采砂区内部受流速减小幅度较大影响，淤积幅度最大，最大淤积幅度为 0.30m/a，平均淤积幅度约为 0.25m/a；往南北两侧淤积幅度逐渐减小，在 0.05~0.25m/a 之间，平均淤积幅度约为 0.15m/a；东西侧靠近采砂区冲刷幅度较大，远离采砂区冲刷幅度逐渐减小，最大冲刷幅度为-0.13m/a，平均冲刷幅度约为-0.06m/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 2.5km 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；在极端天气情况下底床调整幅度可能会变大。

根据上述计算模式和第一年冲淤变化情况结果，可计算出往后逐年的冲淤变化情况。随着冲淤过程的深入和地形向适应工程实施后动力环境方向的调整，其冲淤强度将逐年较小。工程区淤回到原来水深所需的时间为 7.1m/（0.25m/a)=28.4 年。需要特别指出的是，由于大洪水、风暴潮、台风等极端天气条的不可预测性和复杂性，本报告中关于回淤时间的计算仅考虑潮流输沙作用。若将这些极端天气条件考虑在内，回淤时间将大大缩短。

结合工程前后及冲淤平衡后地形分布图（图 4.1.3.2-3~4.1.3.2-5）来看，工程实施后采砂区地形加深至约 22m，靠近采砂区附近地形由于采砂造成的地形坡度影响也有所降低，冲淤平衡后，采砂区地形回淤约 7m，采砂区南北侧也有所淤积，东西侧则有所冲刷。

距离采砂区最近的乌坎西线航道整体上处于淤积状态，靠近施公寮岛最近的位置航道有部分冲刷，年淤积量为 0.003m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为 0.09m，相较于当前该段航道深度约 12m，30 年后淤积的程度几乎无影响。碣石航道，靠近采砂区西侧部分航道内为淤积，年淤积量为 0.0001m/a，25~30 年达到平衡后淤积量为 0.003m，相较于当前该段航道深度约 16m，30 年后淤积的程度几乎无影响。采砂区东北侧和东南侧的两个锚区，影响到的区域 30 年后冲刷程度不超过 0.04m，两个锚区的深度均超过 10m，对其几乎无影响。

对于规划中的汕尾新港区进港航道，航道整体上处于淤积状态，靠近规划中的汕尾电厂位置靠岸区航道有部分淤积，年淤积量为 0.001m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为 0.030m，目前该淤积段为 8m 左右，规划该部分计划疏浚，且连接施公寮岛的防波堤计划拆除，该段的水深与水动力条件均会发生改变，该港湾处的冲淤预测会有较大的变化。该段向海侧的汕尾新港区进港航道处于冲刷状态，年冲刷量为 0.003m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内冲刷为 0.084m，有利于该段航道的维护。

4.1.3.2 小结

JH21-09 区块开采区距离碣石航道保护宽度（994m）之外 19.6~89m；距离施公寮岛最近岸线最近 2.9km；未占用航道，且通过数模结果分析，乌坎西线航道整体上处于淤积状态，靠近施公寮岛最近的位置航道有部分淤积，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为 0.09m，相较于当前该段航道深度约 12m，

30 年后淤积的程度几乎无影响。碣石航道，靠近采砂区部分航道内西侧为淤积，25~30 年达到平衡后淤积量为 0.003m，相较于当前该段航道深度约 16m，30 年后淤积的程度几乎无影响。采砂区东北侧和东南侧的两个锚区，影响到的区域 30 年后冲刷程度不超过 0.04m，两个锚区的深度均超过 10m，对其几乎无影响。海砂开采对航道正常使用几乎无影响。针对未来规划中的汕尾新港区进港航道，航道整体上处于冲刷状态，对未来规划的航道正常使用几乎无影响。

4.1.4 对水环境影响分析与评价

本工程施工对水质影响主要考虑船舶洗砂过程中所产生的源强。船舶洗砂过程中会产生高浓度含泥沙水，通过溢流管海底排放后会形成高浓度悬沙，其后悬沙随海流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。施工带来的悬浮泥沙输运扩散对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。

4.1.4.1 采砂区 JH21-09 开采模拟结果

本项目计划采用 4 艘采砂能力为 1000m^3/h 的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，本论证根据悬沙扩散预测结果，统计各计算网格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，其统计结果见表 4.1.4.3-1。图 4.1.4.3-1~4.1.4.3-3 为模拟期内洗砂作业过程中产生悬沙增量包络线浓度场。

表 4.1.4.3-1　施工产生悬沙增量面积(km^2)

悬沙浓度 / 包络线 / 面积	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L	>200 mg/L	>300 mg/L	扩散距离（km）	
							南北向	东西向
表层	24.53	22.35	17.54	10.75	0.00	0.00	7.2	5.4
中层	26.82	22.56	17.62	12.67	3.41	0.00		
底层	27.12	23.54	18.25	13.22	5.77	3.24		
垂线平均	26.15	22.81	17.80	12.21	3.06	1.08		

在洗砂作业过程中，由于机械的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为悬浮泥沙（SS）。

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北和西南方向运动，由于洗砂产生的悬浮泥沙通过设置溢流管道海底排放，因此，底层产生的悬沙范围明显大于表层。整体上看，表层没有产生大于 200mg/L 浓度区，大于 10mg/L 的包络线面积约为 24.53 km^2，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 22.35km^2，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 17.62km^2，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 10.75km^2；中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 26.82km^2，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为22.56km^2，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为17.62km^2，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 12.67km^2，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 3.41km^2；底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 27.12km^2，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 23.54km^2，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 18.25km^2，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 13.22km^2，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 5.77km^2，大于 300 mg/L 浓度区的包络线面积为 3.24km^2。

受到采砂影响的敏感区为遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区，最大影响范围为 1.38 km^2。

4.1.4.2 三个采砂区同时开采模拟结果

由工程分析可知，本项目采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂（约 15 分钟）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，因此该影响时间非常短暂，本次不对该短时影响进行悬沙扩散影响预测。

此外，由于本项目采砂层上部有较厚的盖层，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；由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，采砂的同时不断有过流水流入采砂坑内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强而也较小；此外，根据本项目开发利用方案，为避免超矿区开采，造成水下矿区边坡坍塌，采砂船将以 60°～70°左右角度插入海床，在水下休止角（30°）以内的矿体将得不到开采，因此在采砂船规范作业的情况下，本项目采砂过程基本不会造成边坡坍塌。因此，高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙、盖层崩塌和边坡坍塌产生的悬浮泥沙源强均非常小，相较于本项目洗砂过程产生的悬浮泥沙，其影响基本可忽略不计，本次不对前述过程可能产生的影响进行定量预测评价。

因此，本次环境影响评价主要对本项目洗砂过程产生悬浮泥沙的扩散影响进行预测，根据施工安排，采砂过程拟采用 4 艘 1000m^3/h 采砂船同时施工，因此，本报告预测 4 艘 1000m^3/h 采砂船在三个采砂区施工产生的悬沙扩散。悬沙产生源强为 60.6333kg/s。预测源强位置见图 4.1.4.4-1。

本项目计划采用 4 艘采砂能力为 1000m^3/h 的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，本评价根据悬沙扩散预测结果，统计各计算网格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，其统计结果见表 4.1.4.4-1。图 4.1.4.4-1~4.1.4.4-3 为模拟期内洗砂作业过程中产生悬沙增量包络线浓度场。

表 4.1.4.4-1　施工产生悬沙增量面积(km^2)

悬沙浓度 包络线 面积	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L	>200 mg/L	>300 mg/L	扩散距离（km）	
							南北向	东西向
表层	27.56	23.37	18.53	12.86	0.00	0.00	8.6	7.8
中层	28.92	23.65	20.37	14.28	6.57	0.00		
底层	35.48	32.84	25.21	19.26	12.05	8.17		
垂线平均	30.65	26.62	21.37	15.47	6.21	2.72		

在洗砂作业过程中，由于机械的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。

计算结果显示，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北和西南方向运动，由于洗砂产生的悬浮泥沙通过设置溢流管道海底排放，因此，底层产生的悬沙范围明显大于表层。整体上看，表层没有产生大于 200mg/L 浓度区，大于 10mg/L 的包络线面积约为 27.56 km^2，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 23.37km^2，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 18.53km^2，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 12.86km^2；中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 28.92km^2，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为23.65km^2，大于50 mg/L浓度区的包络线面积为20.37km^2，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 14.28km^2，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 6.57km^2；底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 35.65km^2，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 32.84km^2，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 25.21km^2，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 19.26km^2，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 12.05km^2，大于 300 mg/L 浓度区的包络线面积为 8.17km^2。

受到采砂影响的敏感区为遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区，最大影响范围为 1.52 km^2。

4.1.4.3 施工废水对水质环境的影响

本项目采砂期间产生的废水主要包括船舶工作人员产生的生活污水和船舶舱底含油污水。

本项目船舶工作人员生活污水经船舶生活污水收集设施收集上岸，后由有能力的接收单位接收处理，不得直接向项目及其附近海域排放，不会对项目所在海域及其附近海域的水质产生影响。

本项目采砂期间采砂船舶舱底含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准）（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，经收集上岸后交由有资质的单位处理，不会对项目所在海域及其附近海域的水质产生影响。

4.1.4.4 运行期对水质环境的影响

本项目为海砂开采，仅采砂施工期间涉及用海，采砂结束后不再对水质环境产生影响，不存在运营期用海对水质环境的影响。

4.1.5 对海水沉积物环境影响分析与评价

（1）施工期

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。抽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，并将随海流、波浪向周围海域扩散、沉降。

根据施工方式和数值模拟结果，本项目采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的最大包络线面积为 27.12 km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的最大包络线面积为 13.22 km^2。可见，采砂溢流产生的悬浮物浓度增量主要集中在采砂区附近。采砂过程产生的悬浮物浓度增量主要集中在采砂区及周围海域，随着扩散距离的增加，沉积粒径越来越细，相对几公里外海域海水本底浓度值来讲影响较小，基本不会改变其悬浮物浓度。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。

（2）运营期

本项目为海砂开采，仅采砂施工期间涉及用海，采砂结束后不再对沉积物环境产生影响，不存在运营期用海对沉积物环境的影响。

4.2 项目用海生态影响分析

海砂开采属于工业用海类别中的固体矿产用海，用海方式为固体矿产开采用海。项目用海对海洋生态的影响主要为海砂开采汇兑占用区域的底栖生物等造成一定的不良影响，此外开采过程中产生的悬浮泥沙会对开采区域及周边的海域生物造成影响。

4.2.1 对初级生产力、浮游生物的影响

采砂过程中的吸砂及洗砂环节将产生一定量的悬浮泥沙，污染采砂区附近的水质环境。从水生生态角度来看，施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，将使溶解氧降低，对水生生物将产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体内浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

采砂作业过程引起施工海域的局部水体混蚀， 造成阳光的透射率下降，从而使得该海域内的游泳动物迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

根据水质预测可知，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的附近海域。JH21-09 采砂区块单独采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 26.15km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的海域面积为 12.21km^2，悬浮物含量超过 300mg/L 的海域面积为 1.08km^2，主要集中在采砂位置。三个采砂区块同时引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 30.65km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L） 的海域面积为 15.47km^2；悬浮物含量超过 300mg/L 的海域面积为 2.72km^2，主要集中在采砂位置。悬浮泥沙增量主要集中于采砂点附近，不会影响到周边的海洋功能区划， 也不影响附近的其它环境敏感目标。

需要指出的是，上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的防护措施，比如可视悬浮物扩散情况，在海砂开采区周围的浑水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制悬浮物（ SS）的扩散范围，缩短影响时间。此外，采砂施工过程中的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，将在较短的时间内结束。因此采砂过程对游泳生物的影响是有限的。

4.2.2 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，采砂区范围内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，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。同时，海砂开采造成局部海域悬浮物增加，降低海水透明度，透明度降低会使底栖生物正常的生理过程受到影响，一些敏感种会受损，甚至消失，但这种对海水水质的影响是短暂的，一旦施工完毕，海水水质将在较短的时间内恢复。

4.2.3 对渔业资源的影响

本节所述渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔稚鱼。采砂作业过程中，悬浮物对部分游泳生物的影响较为显著。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸因难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生″驱散效应″。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤

其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

根据水质预测结果，JH21-09 采砂区块单独采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 26.15km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的海域面积为 12.21km^2，悬浮物含量超过 300mg/L 的海域面积为 1.08km^2，主要集中在采砂位置。三个采砂区块同时引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 30.65km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L） 的海域面积为 15.47km^2；悬浮物含量超过 300mg/L 的海域面积为 2.72km^2，主要集中在采砂位置。悬浮泥沙增量主要集中于采砂点附近，影响范围有限，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着采砂作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降， 项目海区的水质会逐渐恢复原有的水平。因此，游泳生物会由于采砂影响范围内的 SS 增加而游离采砂所在海域，采砂作业完成后在很短的时间内， SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个采砂过程，但采砂结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但采砂作业期内会造成渔业资源一定量的损失。

同时，项目采砂作业船舶通行时将产生一定的噪声，海域中某些海洋生物对噪声较敏感，如鱼类可能因高强度噪声产生的震动能量而受到较大影响甚至死亡。参照国家海洋局第三海洋研究所编制的《厦门北通道公铁两用桥工程环境影响评价报告》，海域船舶通行等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下背景噪声提高仅约 4dB，噪声经海底沉积物的吸收，将很快衰减，影响范围将仅仅局限在工程附近海域，不会对所在海域的渔业资源产生明显的不良影响。

4.2.4 对附近海域水生生态系统的影响

由上述分析可知，挖砂致使底栖生物大部分丧失，同时挖砂时产生的大量悬浮泥沙和噪音将影响工程附近海域浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的生存环境，浮游动、植物的生长受到影响，游泳生物被驱散， 产卵海域受损，同时，生物

洄游路线也将在施工期间发生改变， 将避开采砂区。因此，工程附近海域水生生物多样性、均匀度和生物密度将有所下降。

因此， 工程附近海域的水生生态系统将受到较大的影响。对于采砂引起的工程附近海域水生生态系统的损耗应进行增殖放流。待施工结束，水质恢复、噪声平静后，这些品种的水生生物便会重新进入工程附近海域， 使得工程附近海域的生物量恢复至工程前的水平。

4.2.5 对遮浪角东人工渔礁自然保护区的影响

根据 4.1 节水环境影响分析与评价中，悬浮泥沙包络线的分布情况可知，海砂开采会对遮浪角东人工渔礁自然保护区东北角产生一定的影响。遮浪角东人工渔礁自然保护区的管控措施为禁止围填海，禁止截断洄游通道等开发活动，维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道，禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。环境保护要求为按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄涌等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。

根据包络线的范围，悬浮泥沙到达遮浪角东人工渔礁自然保护区的浓度主要在 50mg/L 以下，会对保护区内的海洋生物产生一定的影响，造成鱼卵、仔稚鱼的死亡以及部分鱼类的迁移。因此，本项目在施工时，需注意控制采砂范围，严格根据批复的区域进行采砂，并控制采砂强度，做好防悬浮泥沙扩散的设施，尽量减少对保护区的影响。此外，需与保护区进行协调沟通，做好后续的损失补偿。

4.2.6 对"三场一通道"的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》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，本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。

项目附近有珠江口经济鱼类繁育场保护区，范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，番禺市的莲花山至东莞市的新沙二点连线以南的水域，保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日。

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和幼鱼幼虾保护区等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和幼鱼幼虾保护区等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和幼鱼幼虾保护区等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，在南海幼鱼幼虾保护区保护期内降低采砂强度，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幼鱼幼虾保护区影响降至最低。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 对海洋空间资源的影响

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区，根据各功能的重要程度排出的功能顺序，其首位功能为主导功能。本项目占用的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业区。根据本项目使用海域宗海界址图，本项目 JH21-09 区块采砂占用的海域空间资源 [redacted]，采砂期间限制了其他的海洋开发活动。本项目拟申请用海期限为 [redacted]，用海时间较短，且不进行构筑物建设，用海期限结束后，不会影响其他活动对该海域的开发利用。

4.3.2 对海砂资源的影响

本采砂区位于汕尾市管辖海域碣石湾施公寮岛东南侧，面积约为[redacted]，估算海砂资源储量为[redacted]因此，本项目海砂开采实施将直接导致[redacted]海域海砂资源的减少，且海砂这种资源是不可再生的，将在相当长的时期内透支该片海域的矿产资源，但相对于碣石湾海域大量的砂源储量来说，对所在海域的海砂资源的影响较小。

4.3.3 对港口资源的影响分析

采砂区域位于汕尾市[redacted]，距离汕尾港区、汕尾新港区（红海湾）以及陆丰港区均有一定距离，不会对船舶进出港区产生影响。但采砂区距离航道较近，整个采砂过程中，使用的各种施工船舶如采砂船、运砂船等在施工及附近海域活动将增加了附近海域的通航密度。

航行于碣石湾公寮岛东南侧海域的过往船舶交通流量大，而本采砂区的砂源又主要是通过航道运往陆域。因此，运砂船在运输过程中会与在航行的过往船舶形成交叉会遇局面，可能会增加其他船舶的航行、避让困难，会对该海域的通航环境造成一定的影响；夜间施工作业时，施工照明产生的背景亮光可能会影响船舶的安全航行。施工期间若发生船舶火灾、沉船、主机、舵机故障、船舶失控漂航等事故，对采砂海域附近船舶航行安全会有很大影响。因此，海事部门需加大监管资源投入，特别时现场监管。采砂单位应严密、科学地进行施工组织和合理的采砂调度，采砂船严格在划定的海域内作业，可以最大限度地减少施工对通航环境和船舶通航的影响。

4.3.4 对海洋生物资源的影响分析

4.3.4.1 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》），项目彻底破坏了底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：Wi 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克（kg），这里为底栖生物资源受损量；

Di 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/km^2 或个/km^2 或千克（kg）/km^2，在此为底栖生物密度；

Si 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2，在此为采砂面积。

根据海洋生态调查结果，2021 年 4 月春季工程海域底栖生物量平均值为 136.17 g/m^2，2021 年 10 月秋季底栖生物量平均值为 161.50g/m^2，则该两季的底栖生物量平均值为 148.835g/m^2。采砂区面积约[redacted]，本次采砂活动引起的底栖生物直接损失量为：$148.835\times10^{-6}\times229.9783\times104=342.29$t.

4.3.5 对浮游生物和渔业资源的影响

本项目计划年采砂天数为 215 天，超过 15 天， 按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），悬浮物扩散范围内对海洋生物产生持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：Mi 为第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

Wi 为第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克（kg）；

T 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），单位为个。

Dij 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米（kg/km^2）；

Sj 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

Kij 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

①污染物浓度增量区面积（Si）和分区总数（n）

参照《规程》中的"污染物对各类生物损失率"，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率，浓度增量面积按照悬沙浓度包络线面积的垂线平均计算，即浓度增量范围在 10～20 mg/L 的面积为 3.34km^2，浓度增量范围在 20～50 mg/L 的面积为 5.01km^2，浓度增量范围在 50～100 mg/L 的面积为 5.59km^2，浓度增量范围大于 100 mg/L 的面积为 12.21km^2。

②生物资源损失率（Kij）

参照《规程》中的"污染物对各类生物损失率"，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.3.4.2-1）。小于 10 mg/L 浓度增量范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 4.3.4.2-1 项目施工悬浮物对各类生物损失率

分区	面积（km^2）	浓度增量范围（mg/L）	超标倍数（Bi）	各类生物损失率（%）			
				鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
I区	3.34	10～20	Bi≤1 倍	5	0.5	5	5
II区	5.01	20～50	1＜Bi≤4 倍	15	5	15	15
III区	5.59	50～100	4＜Bi≤9 倍	40	15	40	40
IV区	12.21	≥100	Bi≥9 倍	50	20	50	50

③持续周期数（T）和计算区水深

本项目年拟采砂天数为 215 天，污染物浓度增量影响的持续周期为 15（15 天为 1 个周期）；根据工程海域测量资料，拟申请采砂区悬浮物浓度增量超标范围的平均水深取 15m。

④生物资源密度（Dij）

根据海洋生态调查结果，浮游 物和渔业资源密度取 2021 年 4 月和 2021 年 10 月调查海域的平均资源密度，具体见表 4.3.4.2-2 所示。

表 4.3.4.2-2 项目游泳生物和渔业资源资源密度取值一览表

类别	生物量		
	2021 年 4 月平均生物量量	2021 年 10 月平均生物量	两季平均值
游泳生物	246.65 kg/km^2	224.67 kg/km^2	235.66 kg/km^2
鱼卵	362 粒/1000 m^3	482 粒/1000 m^3	422 粒/1000 m^3

仔稚鱼	58 尾/1000m^3	32 尾/1000m^3	45 尾/1000m^3
浮游植物	54.98×104 cell/m^3	108.35×104 cell/m^3	81.665×104 cell/m^3
浮游动物	142.89 mg/m^3	147.93 mg/m^3	145.41 mg/m^3

⑤损失量计算结果

游泳生物损失量=(235.66×3.34×0.5%×15

+235.66×5.01×5%×15

+235.66×5.59×15%×15

+235.66×12.21×20%×15)×10-3=12.54t；

鱼卵损失量=422×10-3×3.34×106×5%×15×15

+422×10-3×5.01×106×15%×15×15

+422×10-3×5.59×106×40%×15×15

+422×10-3×12.21×106×50%×15×15=8.79×10^8 粒；

仔稚鱼损失量=45×10-3×3.34×106×5%×15×15

+45×10-3×5.01×106×15%×15×15

+45×10-3×5.59×106×40%×15×15

+45×10-3×12.21×106×50%×15×15=9.38×10^7 尾；

浮游植物损失量=81.665×104×3.34×106×5%×15×15

+81.665×104×5.01×106×15%×15×15

+81.665×104×5.59×106×40%×15×15

+81.665×104×12.21×106×50%×15×15=1.70×10^{15} cell；

浮游动物损失量=145.41×10-6×3.34×106×5%×15×15

+145.41×10-6×5.01×106×15%×15×15

+145.41×10-6×5.59×106×40%×15×15

+145.41×10-6×12.21×106×50%×15×15=3.03×10^{5}kg.

因此，根据以上计算结果，采砂将造成底栖生物损失量为 342.29t，游泳生物损失量为 12.54t，鱼卵损失量为 8.79×10^8 粒，仔稚鱼损失量为 9.38×10^7 尾，浮游植物损失量为 1.70×10^{15} cell，浮游动物损失量为 3.03×10^{5}kg。

4.4 海砂开采的风险性分析

4.4.1 环境风险识别

本项目海砂开采的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对项目造成的危害，另一方面是项目自身引起的突发或缓发事件。本项目采砂作业增大了周边海域的船舶密度，可能导致采砂船与周边其他船舶发生通航事故安全。同时，采砂船以及其他船舶均需携带一定数量的燃料油，海上施工过程中各类船舶由于恶劣的自然条件、人为操作失当等发生通航安全事故，进而可能引发溢油事故，对海域资源、环境造成的危害。

4.4.2 环境风险源项分析

4.4.2.1 自然灾害风险

汕尾市属于南亚热带季风气候区，西临西太平洋和南海，故常受台风（含强热带风暴、热带风暴，以下简称台风）袭击，据统计，1975-2004 年共有 23 次台风在汕尾以东到福建交界沿岸登陆，6-10 月为热带气旋影响期，7-9 月为盛行期，此阶段的台风出现频率将近是全年的 80%以上。其中，7 月份台风次数最多，占全年的 39.1%。

台风灾害作用强，对海岸地貌、海底地形和滨海沉积物运移都有较大影响。台风主要以大风和暴雨的方式致灾，具有较大的破坏性，造成水工构筑物倒塌、受损，严重威胁海上开采活动的船舶安全和人身安全。台风常伴以大浪和风暴潮增水，强台风的风暴潮能使沿海水位上升 5~6m。风暴潮与天文大潮高潮位相遇，产生高频率的潮位，会导致潮水漫溢，海堤溃决，冲毁房屋和各类建筑设施，淹没城镇和农田，造成大量人员伤亡和财产损失。风暴潮还会造成海岸侵蚀，海水倒灌造成土地盐渍化等环境问题。因此，项目采砂施工启动后，应积极与气象部门的沟通，避免在台风期间进行海上采砂活动。

4.4.2.2 通航事故风险

采砂区域位于汕尾[redacted]海域，面积 [redacted]。本项目距离施公寮岛最近岸线[redacted]，距离北侧码头、港口有一定距离，不会对船舶进出港区产生影响。但采砂区距离西侧乌坎西线航道保护宽度（837m）仅[redacted]距南侧碣石航道保护宽度（994m）[redacted]。海域往来船舶较多，海砂开采期间，使用的各种施工船舶如采砂船、运砂船等在施工及附近海域活动增多，且运输船

舶与过往船舶会形成交叉会遇局面，引起周边海域主航道通航密度增加，可能会增加其他船舶的航行、避让困难，会对该海域的通航环境造成一定的影响，船舶碰撞的概率也将随之提高。

本项目东北侧和东南侧的两个锚区，分别是过驳锚地和大型船舶临时避风锚地，直径均为 2 海里，距离最近锚区活动半径外 [redacted]，本项目无需占用锚地，由冲淤环境影响预测结果可知，影响到的区域 30 年后冲刷程度不超过 0.5m，两个锚区的深度均超过 10m，本项目的建设基本不会对附近锚地产生影响。

因此，项目施工期间需要特别注意作业船舶对过往船舶的影响，建议采砂作业前编制施工安全保证方案，采砂施工时应采取严格控制采砂范围，安排警戒船舶、设置施工期航标等措施，提前发布航行通告，加强瞭望，正确显示号灯号型，确保作业安全，并听从海事部门的调度，将项目施工期可能产生的通航环境影响降至最低。

4.4.2.2 船舶溢油事故风险

海砂开采期间，大量施工船来往和定点作业，对通航环境造成一定影响，各类船舶由于恶劣的自然条件、人为操作失当等原因，增加水上交通事故发生概率。由于采砂船以及其他船舶均需携带一定数量的燃料油，一旦发生通航安全事故，存在船舶燃油及油船油品泄露的可能，进而对海域资源、环境造成危害。

（1）国内船舶航行事故概率

从粤东海域交通事故发生情况来看，2009-2019 年粤东海区共发生水上交通事故 224 宗，沉船 44 艘，造成直接经济损失约 2.61 亿元。其中发生在海上的事故 175 宗，占事故总量的 78.1%；发生在港区水域的事故 49 宗，占事故总量的 21.9%。224 宗事故中，碰撞事故 125 宗，占事故总量的 55%；触礁事故 13 宗，占事故总量的 6%；触损事故 29 宗，占事故总量的 13%；搁浅事故 15 宗，占事故总量的 7%；其他事故（包括自沉、风灾、火灾等）42 宗，占事故总量的 19%。

2016-2019 年本项目所在海域没有发生上报等级水上交通事故，临近的甲子对开水域有过船舶险情发生，也有一些渔船的险情，但总体来看，水域交通安全状况良好。

（2）典型事故案例分析

从我国（1997-2002 年）船舶溢油事故的统计情况来看，6 年间沿海船舶、码头共发生 1t 以上溢油事故 178 起，其中操作性事故 145 起，占总事故数的 82%，事故性事故 33 起，占总事故数的 18%。按溢油量计算，145 起操作性事故的溢油量为 648t，平均每起事故溢油量为 4.47t，占总溢油量的 8%；33 起事故性溢油量为 7735t，平均每起事故溢油量为 234t，占总溢油量的 92%。

广州港 1991 年至 2005 年船舶、码头溢油事故统计显示，15 年总共发生 133 起溢油事故，其中 119 起操作性事故的溢油量为 52.01 吨，平均每起溢油量为 0.44 吨，占总溢油量的 2.32%；14 起事故性溢油量为 2191.80 吨，平均每起溢油量为 156.56 吨，占总溢油量的 97.68%，133 起溢油事故的溢油量总计 2243.81 吨，总平均 16.87 吨。

（3）本工程溢油事故发生概率

广东省海事局 2007-2011 年度近 5 年的溢油资料进行统计分析，结果表明：2007-2011 年度，广东省共发生船舶污染事故 44 起，其中操作性事故 24 起，海损性事故 19 起。全省溢油污染事故发生概率为 8.8 次/年，其中 10 吨以下的事故发生概率为 7.2 次/年，10-50 吨、100-500 吨事故发生概率均约为 0.6 次/年（约 1 年一遇）。

参考国际油气生产商协会（OGP）编制的《风险评估数据指南》（2010 年 3 月版），船舶发生重大事故的概率为 1.1×10^{-6} 次/年。根据本工程施工组织设计，本工程同时作业船舶最多按 4 艘计，则本工程发生船舶碰撞事故的概率为 4.4×10^{-6} 次/年。发生碰撞事故后，再发生溢油事故的概率按 0.6 次/年计算，则本工程发生船舶碰撞溢油风险的概率为 2.64×10^{-6} 次/年。

（4）最大可信事故预测

最大可信事故是指在所有预测的概率不为零的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故。而重大事故是指导致有毒有害物泄漏的火灾、爆炸和有毒有害物泄漏事故，给公众带来严重危害，对环境造成严重污染。船舶碰撞引发燃料油泄漏时，采取堵漏、截留等应急措施困难，造成海洋环境污染的可能性更大。因此，最大可信事故确定为船舶碰撞引发的燃油泄漏事故。

根据采砂开发利用方案，本项目施工采用 4 艘 1000m^3/h 射流式采砂船采砂。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）和《船舶污染海洋环

境风险评价技术规范（试行）》，新建水运工程建设项目的最大可能水上溢油事故溢油量，按一个左右油舱或燃油舱的油全漏完预测：非油轮船舶燃油最大携带量可用船推算，根据船型的不同，一般取船舶总吨的 8-12%。本项目按吨位较大的皮带船（1800t）进行最大可信事故溢油预测，假设其设有 10 个燃油舱，燃油最大携带量取船舶总吨的 10%，溢油量取 1 个燃油舱的油量，则溢油预测的溢油量约为 18t。

4.4.3 溢油事故影响预测分析

4.4.3.1 溢油事故环境影响分析

表 4.4.3.3-2 列出了不同工况组合下溢油影响范围统计结果。图 4.4.3.3-1~图 4.4.3.3-6 给出了不同工况组合下油膜的扫海范围图。

工况 1（EN 向风速 4.1m/s，溢油时刻大潮涨初）情况下到达海岸的时间为 18.3h，不经过敏感区。

工况 2（EN 向风速 4.1m/s，溢油时刻大潮落初）情况下到达遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区边界时间为 8.1h，到达捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区边界时间为 15.8h，到达海岸的时间为 16.6h。

工况 3（S 向风速 4.1m/s，溢油时刻大潮涨初）情况下到达碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区边界时间为 15.2h，到达金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区的时间为 31.5h，到达海岸的时间为 32.4h。

工况 4（S 向风速 4.1m/s，溢油时刻大潮落初）情况下到达碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区边界时间为 18.4h，到达金厢重要渔业限制类红线区的时间为 29.6h，到达金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区的时间为 34.8h，到达海岸的时间为 35.7h。

工况 5（SW 向风速 13.8m/s，溢油时刻大潮涨初）情况下到达海岸的时间为 12.4h，不经过敏感区。

工况 6（SW 向风速 13.8m/s，溢油时刻大潮落初）情况下到达海岸的时间为 13.1h，不经过敏感区。

表 4.4.3.3-2 溢油事故分析表

工况	溢油时刻	风速（m/s）	风向	时间（h）	扫海面积（km^2）	漂移距离（km）
工况 1	大潮涨初	4.1	EN	2	0.65	1.52
				12	2.81	5.34
				24	5.46	8.75
				48	5.47	8.75
				72	5.49	8.75
工况 2	大潮落初	4.1	EN	2	0.94	1.41
				12	6.38	7.35
				24	10.26	9.24
				48	10.28	9.24
				72	10.29	9.24
工况 3	大潮涨初	4.1	S	2	0.41	1.01
				12	5.15	6.72
				24	11.37	13.41
				48	15.12	16.75
				72	15.15	16.75
工况 4	大潮落初	4.1	S	2	0.38	0.86
				12	4.48	4.65
				24	10.41	11.26
				48	15.24	16.75
				72	15.26	16.75
工况 5	大潮涨初	13.8	SW	2	1.85	3.34
				12	14.51	19.02
				24	15.03	19.94
				48	15.08	19.94
				72	15.13	19.94
工况 6	大潮落初	13.8	SW	2	3.10	3.12
				12	23.54	16.82
				24	25.11	20.15
				48	25.13	20.15
				72	25.16	20.15

工况 1（EN 向风速 4.1m/s，溢油时刻大潮涨初）

4.4.4 项目用海风险对周边开发活动的影响

采砂区附近海域开发利用活动主要有锚地、航道等，一旦发生溢油事故将会对这些区域发生不利影响，通过分析溢油各种工况下的计算结果，油膜到达周围敏感目标的时间范围 8.1-35.7h，可见采砂作业期间在工程海域发生溢油事故后，油膜在较短的时间内可到达周边敏感目标，溢油事故的应急处工作难度较大。因此，应严格加强施工期施工船舶的安全管理，杜绝事故的发生。同时要加强突发事故的风险防范和应急处置能力建设，一旦发生溢油事故，应尽快采取阻拦措施，最大限度地防止油膜漂移，并组织人员进行油品的回收工作，尽量减少对周边开发活动的影响。

5 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发利用活动的影响分析

根据本报告第 4 章的分析可知，由于采砂项目施工将在采砂区形成采砂坑，使得区域地形发生变化，潮流动力受到一定影响，产生的悬浮泥沙随海流输运扩散，对采砂区及附近海域水质产生一定影响。工程实施后采砂区地形加深至约 22m，靠近采砂区附近地形由于采砂造成的地形坡度影响也有所降低。由于水深增加，采砂区内基本处于回淤状态。冲淤变化较大的区域主要位于采砂区内，年回淤厚度在 0.3m 左右；采砂区南北则以淤积为主，淤积幅度在 0.25m/a 以内。采砂区内部受流速减小幅度较大影响，淤积幅度最大，往南北两侧淤积幅度逐渐减小。东西侧靠近采砂区冲刷幅度较大，远离采砂区冲刷幅度逐渐减小。三块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 3.0km 范围内，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 0.023m/s。

采砂项目施工将产生一定量的悬浮泥沙，对采砂区周边海域的水质环境将带来一定影响。本项目采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的最大包络线面积为 27.12 km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的最大包络线面积为 13.22 km^2。采砂过程产生的悬浮物浓度增量主要集中在采砂区及周围海域，主要沿涨落潮方向往东北和西南方向运动，随着扩散距离的增加，对海域海水本底浓度值影响较小。

根据采砂作业实施前后采砂区附近海域的海底地形地貌及冲淤环境影响预测，以及采砂施工对周边海域水环境影响预测的结果，将本采砂区附近海域开发利用现状与预测模拟结果进行叠加，分析所在海域的各项开发利用活动受海砂开采的影响情况，影响预测的叠置分析图如图 5.1-1 所示。

5.1-1 项目施工悬沙增量包络线与周边开发利用现状叠加图

（1）对周边航路、锚区的影响

本项目附近的航道主要有乌坎西线航道、乌坎东线航道、碣石航道以及于规划中的汕尾新港区进港航道。其中，乌坎西线航道位于本项目[redacted]，乌坎东线航道位于本项目[redacted]，碣石航道位于[redacted]，汕尾

新港区进港航道 [redacted]。距离采砂区最近的乌坎西线航道整体上处于淤积状态，靠近施公寮岛最近的位置航道有部分冲刷，年淤积量为 0.003m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为 0.09m，相较于当前该段航道深度约 12m，30 年后淤积的程度几乎无影响。碣石航道，靠近采砂区西侧部分航道内为淤积，年淤积量为 0.0001m/a，25~30 年达到平衡后淤积量为 0.003m，相较于当前该段航道深度约 16m，30 年后淤积的程度几乎无影响。汕尾新港区进港航道计划疏浚，且连接施公寮岛的防波堤计划拆除，航道的水深与水动力条件均会发生改变，向海侧的汕尾新港区进港航道处于冲刷状态，年冲刷量为 0.003m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内冲刷为 0.084m，有利于该段航道的维护。

采砂区东北侧和东南侧的两个锚区，影响到的区域 30 年后冲刷程度不超过 0.04m，两个锚区的深度均超过 10m，对其几乎无影响。

此外，本项目运砂船舶将海砂运输上岸过程中，将会增加附近航道的通航密度，而且船舶可能与过往船舶发生碰撞事故，增加海事部门的管理难度和强度。因此，采砂前应尽快编制施工安全保证方案，采砂施工时应采取严格控制采砂范围，安排警戒船舶、设置施工期航标等措施，将项目施工期可能产生的通航环境影响降至最低。

（2）对周边保护区的影响

本项目附近海域有遮浪角东人工渔礁自然保护区、红海湾海洋特别保护区。其中遮浪角东人工渔礁自然保护区距离采砂区距离[redacted]，在悬沙增量 50mg/L 的包络线范围内，最大影响范围为 1.52 km^2，一定程度上对保护区用海的水质及生态环境有所影响。其余保护区距离较远，采砂工程对项目施工影响较小。

（3）对周边其他 2 个采砂区的影响

根据广东省自然资源厅统一部署，汕尾管辖海域除本区块（JH21-09）外还有两区块需进行出让，分别为 JH21-08、JH22-03，三个区块位置相邻。由于广东省海砂开采海域使用权一律通过招标、拍卖、挂牌等市场化方式进行出让，本工程现阶段尚不明确各个区块开采活动责任主体，因此需要分析本项目对其两个采砂区的影响。本项目施工引起的悬浮物增量是有限的、临时的，且采砂区对悬浮物的增量不敏感，所以本项目对其他两个采砂区的影响主要体现在施工船舶对其施工造成的影响。本项目施工会在一定程度上增加附近海域的船舶密度，对采砂船及运砂船的调度工作

产生一定影响，加大了与其他三个采砂区施工船舶的碰撞风险。同时，采砂过程中采砂船锚定位置可能在确权范围外，可能会对其他采砂活动产生一定影响。

（4）对其他项目的影响分析

项目西向有广东汕尾电厂一期工程和汕尾市白沙湖连岛公路、西南向广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程，但距离都较远，均距离[redacted]，本项目施工过程不会影响到上述项目的正常运营。

5.2 利益相关者的界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

通过对本工程周围用海现状的调查，分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，来确定本工程的利益相关者，见表

表 5.2-1 周边利益相关者情况表

序号	附近海域开发活动	位置及距离	利益相关者或协调责任人	可能影响因素	是否为利益相关者	备注
1	汕尾市白沙湖连岛公路	[redacted]	广东红海湾发电有限公司	海底地形地貌与冲淤环境影响	否	
2	广东汕尾电厂一期工程	[redacted]	广东红海湾发电有限公司	海底地形地貌与冲淤环境	否	
3	广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程	[redacted]	使用权 广东汕尾红海湾经济开发区遮浪渔港管理处	海底地形地貌与冲淤环境	否	
4	遮浪角东人工渔礁自然保护区	[redacted]	保护区管理部门	水质、生态环境	是	
5	红海湾海洋特别保护区	[redacted]			否	
6	乌坎西线航道	[redacted]	航道、海事管理部门	海底地形地貌与冲	是	
7	乌坎东线航道	[redacted]			否	

8	碣石航道	[redacted]		淤环境、通航安全	是	
9	汕尾新港区进港航道（规划中）	[redacted]			是	
10	JH21-08 采砂区块	[redacted]	区块开采责任人	海底地形地貌与冲淤环境、通航安全	是	
11	JH22-03 采砂区快	[redacted]	区块开采责任人		是	

根据对项目建设对周边开发活动的影响情况分析，界定本项目的利益相关者为紧邻本项目的 JH21-08、JH22-03 区块开采责任人，协调责任部门为航道、海事主管部门和保护区管理部门。

5.3 利益相关者的协调分析

5.3.1 与 JH21-08、JH22-03 区块海砂开采责任人的协调分析

本项目施工引起的悬浮物增量是有限的、临时的，且采砂区对悬浮物的增量不敏感，所以本项目对其他 2 个采砂区的影响主要体现在施工船舶对其施工造成的影响。本项目施工会在一定程度上增加附近海域的船舶密度，加大了与其他 2 个采砂区施工船舶的碰撞风险。同时，采砂过程中采砂船锚定位置可能在确权范围外，可能会对其他采砂活动产生一定影响。在合理安排采砂及运砂路线，服从海事主管部门统一调度的前提下，本项目与其他三个采砂区海砂开采活动是可以协调的。

5.3.2 与航道、海事主管部门的协调分析

项目位置距离航道、锚地较近，采砂作业会对周边海域的海床冲淤环境带来影响。根据数模结果，乌坎西线航道、碣石航道、汕尾新港区进港航道整体上处于淤积状态，但年淤积量较小，冲淤平衡后对航道正常使用几乎无影响。采砂施工会增加附近海域的通航密度，对附近过往船舶也将会造成一定的影响，只要确保安全防护措施到位，并保持一定的安全距离，对船舶通航安全造成影响不大。

为此，建议采砂责任人积极与当地航道、海事管理部门进行沟通协调，对于因采砂施工导致的航道冲淤变化要密切关注，做好定期监测等计划。同时，采砂施工船舶也应严格按照批准的采砂区内采砂作业，不得超过划定的采砂区，以免影响其

它船舶的航行，安排警戒船舶、设置施工期航标等措施，将项目施工期可能产生的通航环境影响降至最低。运砂船在航行时，要密切注视过往船舶的交通状态，谨慎驾驶，防止发生海事事故；在施工过程中船舶航行要服从当地海事局的管理，保证海上交通的正常秩序。

5.3.3 与保护区管理部门的协调分析

本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近，但有少量扩散至遮浪角东人工渔礁自然保护区范围。建议采砂责任人积极与保护区管理部门进行沟通协调，承诺在采砂过程中采取必要的阻拦措施，减少悬浮泥沙扩散对保护区水质与生态环境的影响。施工期的生活垃圾、生活污水和船舶含油污水将由协议单位收集处理，禁止直接排放入海；通过溢油分析可知，船舶发生油品泄露后影响海洋保护区，应严格加强施工期施工船舶的安全管理，避免溢油事故的发生。同时要加强突发事故的风险防范和应急处置能力建设，一旦发生溢油事故，应尽快采取阻拦措施，并组织人员进行油品的回收工作，避免油污对海洋保护区的影响。

5.4 对国防安全保障的影响

5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析

根据目前掌握的资料，在采砂位置范围内及附近海域未发现海上国防设施和军事训练场地，本项目用海对国防安全基本不会产生不利影响。

5.4.2 对国家海洋权益的影响分析

采砂区用海不涉及领海基点，同时也不涉及国家秘密。项目采砂将在获得海域使用权证书之后开展，未来的海砂开采作业无碍国家海洋权益。

6 项目用海与海洋功能区划和相关规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.1.1 项目所在海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域的海洋功能区划为珠海-潮州近海农渔业区。周边海域海洋功能区划有：红海湾农渔业区、遮浪旅游休闲娱乐区、遮浪矿产与能源区、遮浪南海洋保护区、碣石湾近海海洋保护区、遮浪海洋保护区、施公寮港口航运区、碣石湾西部工业与城镇用海区、碣石湾农渔业区、金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区和田尾山-石碑山农渔业区。各功能区的分布详见图 6.1.1-1 及表 6.1.1-1, 海洋功能区划登记表见表 6.1.1-2。

图 6.1.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图

表 6.1.1-1 项目周围海域海洋功能区划分布状况

序号	海洋功能区	功能区类型	与本项目距离最近距离
1	珠海-潮州近海农渔业区	农渔业区	[redacted]
2	施公寮港口航运区	港口航运区	[redacted]
3	碣石湾农渔业区	农渔业区	[redacted]
4	遮浪海洋保护区	海洋保护区	[redacted]
5	遮浪旅游休闲娱乐区	旅游休闲娱乐区	[redacted]
6	遮浪矿产与能源区	矿产与能源区	[redacted]
7	碣石湾西部工业与城镇用海区	工业与城镇用海区	[redacted]
8	红海湾农渔业区	农渔业区	[redacted]
9	遮浪南海洋保护区	海洋保护区	[redacted]
10	田尾山工业与城镇用海区	工业与城镇用海区	[redacted]
11	金厢旅游休闲娱乐区	旅游休闲娱乐区	[redacted]
12	碣石湾近海海洋保护区	海洋保护区	[redacted]
13	田尾山-石碑山农渔业区	农渔业区	[redacted]

表 6.1.1-2 项目所在及周边海洋功能区登记表（《广东省海洋功能区划(2011-2020 年）》）

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
220	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至:117°31′36″ 西至:114°26′02″ 南至:21°49′34″ 北至:23°35′10″	农渔业区	1272845	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 禁止炸岛等破坏性活动； 3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序； 4. 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求； 5. 优先保障军事用海需求。	1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
118	A1-15	红海湾农渔业区	汕尾市	东至:115°33′36″ 西至:115°01′32″ 南至:22°37′21″ 北至:22°54′58″	农渔业区	36273 127532	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 保障鲘门渔港、遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求，保障龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海； 3. 适当保障工业和港口航运用海需求；	1. 保护九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统； 2. 保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种； 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；

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
							4. 保护沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸； 5. 禁止炸岛等破坏性活动； 6. 严格控制在长沙湾等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能； 7. 合理控制养殖规模和密度； 8. 优先保障军事用海需求，禁止设置有碍军事安全的渔网、渔栅等。	4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
124	A5-28	遮浪旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至:115°34′50″ 西至:115°33′34″ 南至:22°38′30″ 北至:22°41′17″	旅游休闲娱乐区	620 7874	1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海； 2. 保障帆船训练基地用海需求； 3. 保护砂质海岸、基岩海岸，禁止在沙滩建设永久性构筑物； 4. 禁止炸岛等破坏性活动； 5. 依据生态环境的承载力，合理控制旅游开发强度； 6. 优先保障军事用海需求。	1. 保护近岸海域生态环境； 2. 生产废水、生活污水须达标排海； 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
125	A2-25	施公寮港口航运区	汕尾市	东至:115°36′16″ 西至:115°32′55″ 南至:22°41′04″ 北至:22°45′31″	港口航运区	2207 5693	1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海； 2. 适当保障临海能源工业用海； 3. 维持航道畅通，维护海上交通安全；	1. 加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；

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
							4. 在施公寮半岛东部、北部海域基本功能未利用前，保留浅海增养殖等渔业用海及部分旅游娱乐用海； 5. 保护基岩海岸及施公寮半岛北部砂质海岸； 6. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 7. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区的影响； 8. 加强用海动态监测和监管。	2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
126	A3-25	碣石湾西部工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°36′25″ 西至:115°31′17″ 南至:22°42′51″ 北至:22°51′15″	工业与城镇用海区	3445 24141	1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2. 保障大湖渔港用海需求，在基本功能未利用前，保留白沙湾增养殖等渔业用海； 3. 适当保障港口航运用海需求； 4. 保护海铺圩-角仔砂质海岸、基岩海岸；	1. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 2. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准； 3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷）岸段长度（米）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
							5. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 6. 加强对围填海的动态监测和监管。	海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
127	A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至:115°49′00″ 西至:115°31′21″ 南至:22°45′11″ 北至:22°54′24″	农渔业区	17434 91757	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求； 3. 保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海； 4. 经过严格论证，保障核电等工业发展的用海需求； 5. 严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海； 6. 合理控制养殖规模和密度； 7. 维护河口海域防洪纳潮功能，维持航道畅通。	1. 保护碣石湾生态环境； 2. 保护鲍、海马等重要渔业品种； 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 4. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
128	A5-29	金厢旅游休闲	汕尾市	东至:115°46′23″ 西至:115°42′33″ 南至:22°49′58″ 北至:22°51′06″	旅游休闲娱乐区	411 7277	1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海； 2. 保障碣石渔港、人工鱼礁用海需求；	1. 保护近岸海域生态环境； 2. 生产废水、生活污水须达标排海；

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
		娱乐区					3. 禁止在沙滩上建设永久性构筑物，保护砂质海岸； 4. 依据生态环境的承载力，合理控制旅游开发强度。	3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
129	A3-26	田尾山工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°50′30″ 西至:115°45′56″ 南至:22°42′55″ 北至:22°48′35″	工业与城镇用海区	4183 15382	1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2. 保障核电用海需求，在基本功能未利用前，保留浅海增养殖等渔业用海； 3. 适当保障港口航运用海需求； 4. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 5. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响； 6. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	1. 加强海洋环境监测，建立完善的应急体系； 2. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准； 3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
130	A1-17	田尾山-石碑山农渔业区	汕尾市、揭阳市	东至:116°30′23″ 西至:115°49′43″ 南至:22°43′05″ 北至:22°59′33″	农渔业区	44281 128331	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 严格保护石碑山角领海基点； 3. 保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、	1. 保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、蚕、海龟、海胆等重要渔业品种；

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
							人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求； 4. 适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求； 5. 适当保障港口航运用海需求； 6. 经严格论证后，适当保障海上风电用海需求； 7. 严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通； 8. 合理控制养殖规模和密度； 9. 保障国防安全用海需求。	2. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
228	B6-30	遮浪南海洋保护区	汕尾市	东至:115°41′10″ 西至:115°32′03″ 南至:22°27′29″ 北至:22°35′50″	海洋保护区	15552	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1. 严格保护遮浪上升流海洋生态系统； 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。
229	B6-31	遮浪海洋保护区	汕尾市	东至:115°36′19″ 西至:115°34′18″ 南至:22°39′42″ 北至:22°42′10″	海洋保护区	819	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1. 保护人工鱼礁礁体及海域生态环境； 2. 加强保护区海洋生态环境监测；

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
								3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
230	B4-2	遮浪矿产与能源区	汕尾市	东至:115°37′38″ 西至:115°35′37″ 南至:22°37′26″ 北至:22°38′48″	矿产与能源区	857	1. 相适宜的海域使用类型为工业用海； 2. 通过论证，合理安排波浪能相关开发活动，维持航道畅通。	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
231	B6-32	碣石湾近海海洋保护区	汕尾市	东至:116°01′33″ 西至:115°42′00″ 南至:22°21′15″ 北至:22°34′00″	海洋保护区	48115	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1. 保护海马及其生境； 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。

6.1.2 项目用海对邻近海洋功能区的影响分析

6.1.2.1 项目对海洋功能利用情况分析

本项目占用《广东省海洋功能区划(2011-2020 年）》中珠海-潮州近海农渔业区的部分海域，项目对海洋功能的利用情况见表 6.1.2-1。

表 6.1.2-1 项目对海洋功能的利用情况

序号	项目利用的功能类型	利用方式	程度	拟采用的生态与环境保护措施
1	珠海-潮州近海农渔业区	海砂开采	占用面积 [redacted]	采砂单位在采砂时要严格按审批的范围进行作业，建立完善的环境保护措施和管理体系，合理安排采砂强度，尽量减少对农渔业区的影响。停止采砂后，其影响可通过恢复措施而逐渐减小。

6.1.2.2 项目对周边海域海洋功能区的影响分析

本项目用海周边功能区有施公寮港口航运区、碣石湾农渔业区、遮浪海洋保护区、遮浪旅游休闲娱乐区、遮浪矿产与能源区等。本项目施工产生的悬浮泥沙可能对所在海域海洋功能区主导功能的发挥将产生一定程度的不利影响，但对周边海域海洋功能区主导功能的发挥基本不产生影响（见图 6.1.2-1）。

图 6.1.2-1 项目施工造成的悬沙增量包络线与项目附近的海洋功能区叠置图

（1）项目用海对港口航运区的影响

本项目[redacted]为施公寮港口航运区。根据图 6.1.2-1 可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散到附近的施公寮港口航运区，而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，因此本项目建设对项目附近的施公寮港口航运区基本无影响。但施工运营期船舶将增大该海域的通航密度，存在一定的海上交通安全隐患。因此，为保证海上交通的正常秩序、保障船舶和施工作业安全，要根据各航道船舶通行船只数量、进出各港区船舶的数量，对采砂、运输船只的活动时间及活动范围进行控制和规范，并上报交通部门审批。

（2）项目用海对农渔业区的影响

本项目附近有碣石湾农渔业区、红海湾农渔业区和田尾山-石碑山农渔业区，分别距离本项目[redacted]。由图 6.1.2-1 可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散至上述农渔业区，而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，因此本项目建设对项目附近的上述农渔业区无影响。

（3）项目用海对海洋保护区的影响

本项目附近有遮浪海洋保护区、遮浪南海洋保护区和碣石湾近海海洋保护区，分别距离项目[redacted]。由图 6.1.2-1 可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散至上述保护区，而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散。同时施工期的生活垃圾、生活污水和船舶含油污水将收集处理，禁止直接排放入海。因此本项目建设对项目附近的上述保护区基本无影响。

（4）项目用海对旅游休闲娱乐区的影响

本项目附近有遮浪旅游休闲娱乐区和金厢旅游休闲娱乐区，分别距离本项目[redacted]。本项目除了海砂开采施工外，没有其他用海方式和施工方式，不会对附近上述旅游休闲娱乐区的主导功能产生不利影响。由图 6.1.2-1 可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散至上述旅游休闲娱乐区，而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，对附近上述旅游休闲娱乐区的生态环境几乎无影响。

（5）项目用海对遮浪矿产与能源区的影响

本项目[redacted]为遮浪矿产与能源区。根据图 6.1.2-1 可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域， 10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散至遮浪矿产与能源区，而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，因此本项目建设对项目附近的遮浪矿产与能源区基本无影响。

（6）项目用海对工业与城镇用海区的影响

本项目附近有碣石湾西部工业与城镇用海区和田尾山工业与城镇用海区，分别距离本项目[redacted]。根据图 6.1.2-1 可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域， 10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散至上

述工业与城镇用海区，而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，因此本项目建设对项目附近的上述工业与城镇用海区基本无影响。

综上分析，本项目建设对周边功能区的影响较小。

6.1.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

本项目占用《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的珠海-潮州近海农渔业区。项目用海占用海洋功能区的管理要求符合情况见表 6.1.3-1。

表 6.1.3-1　项目用海与功能区划的符合性分析一览表

项目利用的功能类型	管理要求		符合性分析	符合性
珠海-潮州近海农渔业区	海域使用管理要求	相适宜的海域使用类型为渔业用海；	本项目为海砂开采用海，采砂活动对所在海域的海洋主导功能有一定影响，采砂活动不改变海域属性，通过生态修复后，海洋生态环境能够得到逐步恢复，海洋功能区的正常功能不会受到长期、不可逆的破坏。	符合
		禁止炸岛等破坏性活动；	本项目用海未占用岛屿资源。	符合
		40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序；	本项目用海对附近海域的捕捞活动影响小。	符合
		经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求；	本项目海砂开采是合理开发汕尾海域的砂矿资源，经过严格论证，可为相关涉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、核电、海洋能、倾废、海底管线、保护区等用海需求的影响。	符合
		优先保障军事用海需求。	本项目用海不会影响军事用海活动。	符合
	海洋环境保护	保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；	1.在采砂过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散。 2.采砂船舶含油污水交由有资质的单位处理。 3.采取渔业资源补偿措施，尽量降低其对农渔业区造成的损害。	符合
		执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海		符合

	要求	洋生物质量一类标准。		

（1）与海洋功能区海域使用管理要求的符合性分析

珠海-潮州近海农渔业区的海域使用管理要求为“1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海；2. 禁止炸岛等破坏性活动；3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序；4. 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求；5. 优先保障军事用海需求。”

本项目为海砂开采用海，在不危害毗邻堤岸的安全、不影响汕尾沿岸港口发展、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。同时，海砂开采可为港口发展提供填海用砂，为周边城镇工业区的建设提供建筑砂料，并且运距短，运输成本低，对汕尾沿岸的海洋工程建设等是有帮助的。

采砂活动对所在海域的海洋主导功能有一定影响，在一定程度上会导致底栖生物受损，底栖生境受到破坏，采砂引起的悬浮物扩散也会引起浮游动植物和仔稚鱼生物的损失，但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。采砂活动不改变海域属性，通过生态修复后，海洋生态环境能够得到逐步恢复，海洋功能区的正常功能不会受到长期、不可逆的破坏。

因此，本项目申请海砂开采符合《广东省海洋功能区划(2011-2020 年）》(2012 年）中关于珠海-潮州近海农渔业区的海域使用管理要求。

（2）与海洋功能区环境保护要求的符合性分析

珠海-潮州近海农渔业区的环境保护要求为“1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。”本采砂区所在位置没有重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，施工和营运期间，根据相关要求对项目所在海域海洋环境要进行监视监测，并严格执行相关评价标准。

项目施工造成的悬浮物增量包络线（10mg/L）与项目附近的海洋功能区叠加图见图 6.1.2-1，项目用海对海洋功能区的利用见表 6.1.2-1。由图、表可以看出，采砂过程造成的悬浮物扩散主要集中在工程所在的珠海-潮州近海农渔业区，在一定程度上会影响农渔业区的生态环境，悬浮物沉降后，沉积物的环境质量基本保持现有水平。停止采砂后正常工况下，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等将保持现状。采砂单位在采砂时要严格按审批的范围进行作业，建立完善的环境保护措施

和管理体系，合理安排采砂强度，尽量减少对农渔业区的影响。停止采砂后，其影响可通过恢复措施而逐渐减小。因此，项目的建设是与珠海-潮州近海农渔业区的环境保护要求相符合。

综上，本项目用海符合海域使用管理要求和海洋环境保护要求，对周边海洋功能区影响不大，本项目用海与《广东省海洋功能区划(2011-2020 年）》相符合。

6.2 与《广东省海洋生态红线》规划符合性分析

6.2.1 项目所在海域海洋生态红线区

根据《广东省海洋生态红线》（2017），本项目未位于生态红线区，周边的生态红线区有 14 个，其中限制类红线区有 11 个，禁止类红线区有 3 个，分别为捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（189）、捷胜重要渔业海域限制类红线区（190）、红海湾海洋特别保护区限制类红线区（191）、红海湾海洋特别保护区禁止类红线区（192）、遮浪南重要渔业海域限制类红线区（193）、遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区（194）、遮浪重要滨海旅游区限制类红线区（195）、施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（196）、螺河重要河口生态系统限制类红线区（197）、碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区（198）、金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（199）、金厢重要渔业海域限制类红线区（200）、碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区（201）和碣石湾海马海洋自然保护区禁止类红线区（202）；项目建设不占用大陆岸线保有自然岸线，周边大陆岸线保有自然岸线有 10 处，分别为捷胜镇（176）、遮浪港（177）、寮咀湾（178）、大湖（179）、螺河口（180）、乌坎河口（181）、金厢港（182）、金厢角（183）、浅澳港（184）和湖东港（185）；项目建设不占用海岛自然岸线保有岸线，周边海岛自然岸线保有岸线有 9 处，分别为施公寮岛（47）、施公寮岛（48）、龟龄岛（49）、竹竿屿（52）、汕尾妈屿（53）、汕尾东屿（54）、金屿（55）、遮浪岩（56）和虎头（57），见图 6.2.1-1（a、b、c）、表 6.2.1-1（a、b、c）及表 6.2.1-2（a、b、c）。

表 6.2.1-1a 项目周边海洋生态红线区及相对位置关系

序号	生态红线区	类型	与本项目距离最近距离

1	捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（189）	重要砂质岸线及邻近海域	[redacted]
2	捷胜重要渔业海域限制类红线区（190）	重要渔业海域	[redacted]
3	红海湾海洋特别保护区限制类红线区（191）	海洋特别保护区	[redacted]
4	红海湾海洋特别保护区禁止类红线区（192）	海洋特别保护区	[redacted]
5	遮浪南重要渔业海域限制类红线区（193）	重要渔业海域	[redacted]
6	遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区（194）	海洋自然保护区	[redacted]
7	遮浪重要滨海旅游区限制类红线区（195）	重要滨海旅游区	[redacted]
8	施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（196）	重要砂质岸线及邻近海域	[redacted]
9	螺河重要河口生态系统限制类红线区（197）	重要河口生态系统	[redacted]
10	碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区（198）	重要渔业海域	[redacted]
11	金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（199）	重要砂质岸线及邻近海域	[redacted]
12	金厢重要渔业海域限制类红线区（200）	重要渔业海域	[redacted]
13	碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区（201）	珍稀濒危物种集中分布区	[redacted]
14	碣石湾海马海洋自然保护区禁止类红线区（202）	海洋自然保护区	[redacted]

表 6.2.1-1b 项目周边大陆自然岸线保有分布（广东省）

序号	大陆自然岸线保有	类型	与本项目距离最近距离
1	捷胜镇（176）	砂质岸线	[redacted]
2	遮浪港（177）	砂质岸线	[redacted]
3	寮咀湾（178）	基岩岸线	[redacted]
4	大湖（179）	砂质岸线	[redacted]
5	螺河口（180）	河口岸线	[redacted]
6	乌坎河口（181）	砂质岸线	[redacted]
7	金厢港（182）	砂质岸线	[redacted]
8	金厢角（183）	砂质岸线	[redacted]

9	浅澳港（184）	砂质岸线	[redacted]
10	湖东港（185）	砂质岸线	[redacted]

表 6.2.1-1c 项目周边海岛自然岸线保有分布（广东省）

序号	海岛自然岸线保有	类型	与本项目距离最近距离
1	施公寮岛（47）	海岛自然岸线	[redacted]
2	施公寮岛（48）	海岛自然岸线	[redacted]
3	龟龄岛（49）	海岛自然岸线	[redacted]
4	竹竿屿（52）	海岛自然岸线	[redacted]
5	汕尾妈屿（53）	海岛自然岸线	[redacted]
6	汕尾东屿（54）	海岛自然岸线	[redacted]
7	金屿（55）	海岛自然岸线	[redacted]
8	遮浪岩（56）	海岛自然岸线	[redacted]
9	虎头（57）	海岛自然岸线	[redacted]

图 6.2.1-1a　项目所在海域及周边生态红线区分布示意图

图 6.2.1-1b　项目周边大陆海岸线自然岸线保有示意图

图 6.2.1-1c　项目周边海岛自然岸线保有示意图

表 6.2.1-2a　项目所在及周边海洋生态红线区登记表（摘自《广东省海洋生态红线》（2017 年））

序号	所在行政区域		代码	管控类别	类型	名称	地理位置（四至）	覆盖区域		生态保护目标	管控措施
	市级	县级						面积(km^2)	海岸线长度(km)		
189	汕尾	海丰	44-Xh17	限制类	重要砂质岸线及邻近海域	捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	115°22′58.63″-115°32′7.23″E;22°40′3.26″-22°42′12.93″N	28.36	20.12	沙滩	管控措施：禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物，改善海洋环境质量。
190	汕尾	城区	44-Xe24	限制类	重要渔业海域	捷胜重要渔业海域限制类红线区	115°26′30.75″-115°31′52.73″E;22°36′30.64″-22°39′39.81″N	49.61	0	渔业资源	管控措施：维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止截断洄游通道等开发活动；禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃

											物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。
191	汕尾	城区	44-Xb06	限制类	海洋特别保护区	红海湾海洋特别保护区限制类红线区	115°32′10.01″-115°34′39.98″E;22°38′33.57″-22°40′20.55″N	6.23	8.81	礁盘生态系统	管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》等相关法律法规，重点保护礁盘生态保护目标及其栖息环境。禁止在海洋特别保护区内实施采石、挖砂、围垦滩涂、围海、填海等严重影响海洋生态的利用活动。鼓励实施与保护区保护目标相一致的生态型资源利用活动，鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物，改善海洋环境质量，防治海岛岸线侵蚀灾害，维持海岛自然岸线。
192	汕尾	城区	44-Jb06	禁止类	海洋特别保护区	红海湾海洋特别保护区禁止类红线区	115°32′11.26″-115°34′55.47″E;22°38′16.89″-22°40′20.54″N	9.50	0	礁盘生态系统	管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和任何形式的工程建设活动。 环境保护要求：按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海岛、海域排放污染物，改善海域海岛环境质量，执行第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物标准和第一类海洋生物标准。

193	汕尾	城区	44-Xe25	限制类	重要渔业海域	遮浪南重要渔业海域限制类红线区	115°16′30.44″-115°41′10.84″E;22°22′56.42″-22°35′50.96″N	652.90	0	上升流生态系统	管控措施：禁止围填海，禁止截断洄游通道等开发活动，维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道，禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。
194	汕尾	城区	44-Ja24	禁止类	海洋自然保护区	遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区	115°34′11″-115°36′58.39″E;22°39′24.22″-22°41′41″N	17.03	1.12	人工鱼礁系统	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋特别保护区管理办法》和《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规，重点保护海洋生物资源和海岛景观。禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和工程建设活动。鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。
195	汕尾	城区	44-Xj25	限制类	重要滨海	遮浪重要滨海旅游区	115°33′45.8″-115°34′21″E;	0.79	1.63	沙滩	管控措施：禁止围填海，依据海域生态环境承载力，控制旅游区开发强度。实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。禁止从事可能改变

					旅游区	限制类红线区	22°40′33.82″-22°41′23.39″N				和影响滨海旅游的开发建设活动。严格保护砂质海岸与基岩海岸。 环境保护要求：生产废水、生活污水须达标排放；加强海域生态环境监测；执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
196	汕尾	城区	44-Xh18	限制类	重要砂质岸线及邻近海域	施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	115°33′28.26″-115°33′41.69″E; 22°41′4.48″-22°41′58.14″N	0.43	1.81	沙滩	管控措施：禁止从事可能改变或影响砂质岸线自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。 环境保护要求：海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保持海洋水文动力维持原状。
197	汕尾	陆丰	44-Xc17	限制类	重要河口生态系统	螺河重要河口生态系统限制类红线区	115°31′21.12″-115°37′51.87″E; 22°49′20.12″-22°54′1.03″N	23.64	47.20	河口湿地生态系统	管控措施：禁止围填海、采挖海沙、设置直排排污口及其他可能破坏河口生态系统的开发活动，保护河口生态系统、保持河口基本形态稳定，维护海域防洪纳潮功能，保障渔业资源自然繁衍空间，兼容道路交通等民生基础设施。 环境保护要求：保护河口生态环境，加强对陆源污染物及船舶排污的监控，按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观，并加强对重要河口生态系统的整治与生态修

											复，海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量维持现状。
198	汕尾	陆丰	44-Xe26	限制类	重要渔业海域	碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区	115°37′13.2″-115°40′15.6″E; 22°47′7.8″-22°49′4.8″N	18.74	0	长毛对虾资源及海域生态环境	管控措施：禁止围填海，禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动；维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。
199	汕尾	陆丰	44-Xh19	限制类	重要砂质岸线及邻近海域	金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	115°42′0.08″-115°47′19.57″E; 22°49′14.93″-22°51′6.38″N	4.92	10.41	砂质岸线	管控措施：禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物，改善海洋环境质量。
200	汕尾	陆丰	44-Xe27	限制类	重要渔业海域	金厢重要渔业海域限	115°42′5.07″-115°45′50.96″E;	26.15	0	渔业资源及海	管控措施：禁止围填海，禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动；保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。维持海域自然属

						制类红线区	22°47′15.71″-22°50′18.43″N			域生态环境	性，禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，严格控制有害有毒的污水、油类、油性混合物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。
201	汕尾	陆丰	44-Xk05	限制类	珍稀濒危物种集中分布区	碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	115°41′55.01″-116°0′50″E; 22°32′59.98″-22°38′58.42″N	210.29	0	海马生物资源及海域生态环境	管控措施：禁止围填海，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源，维持海域自然属性，严格保护海马资源及其生境，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。 环境保护要求：执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准。
202	汕尾	陆丰	44-Ja25	禁止类	海洋自然保护区	碣石湾海马海洋自然保护区禁止类红线区	115°41′58.9″-116°1′33.61″E; 22°21′15.78″-22°33′59.98″N	480.23	0	海马生物资源及海域生态环境	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋特别保护区管理办法》和《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规，重点保护海洋生物资源和海岛景观。禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和工程建设活动。鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。

											环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。

表 6.2.1-2b　项目周边大陆自然岸线保有登记表（摘自《广东省海洋生态红线》（2017 年））

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止坐标）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
176	汕尾	44-o050	砂质岸线	捷胜镇	位于红海湾,起点坐标：115°30′55.271"E，22°41′00.560"N；终点坐标：115°20′52.444"E，22°45′27.824"N。	28635	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。	含砂质岸线 12903 米，基岩岸线 12870 米，修复岸线 2602 米，河口岸线 260 米。
177	汕尾	44-o051	砂质岸线	遮浪港	位于红海湾,起点坐标：115°33′23.407"E，22°40′11.899"N；终点坐标：	5840	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	含砂质岸线 3058 米，基岩岸线 2782 米。

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止坐标）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
					115°30′58.187"E，22°40′55.909"N。				
178	汕尾	44-q047	基岩岸线	寮咀湾	位于碣石湾,起点坐标：115°33′52.549"E，22°42′43.049"N；终点坐标：115°33′40.597"E，22°39′46.256"N。	11354	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	含砂质岸线 5459 米，基岩岸线 5797 米，修复岸线 108 米。
179	汕尾	44-o052	砂质岸线	大湖	位于碣石湾,起点坐标：115°36′43.351"E，22°52′07.759"N；终点坐标：115°31′30.209"E，22°46′08.954"N。	17309	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	含砂质岸线 11201 米，基岩岸线 5340 米，修复岸线 768 米。
180	汕尾	44-t035	河口岸线	螺河口	位于碣石湾,起点坐标：115°36′52.283"E，22°54′01.026"N；终点坐标：	297	自然岸线及潮滩	维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。	

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止坐标）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
					115°36′41.929"E，22°53′59.878"N。				
181	汕尾	44-o053	砂质岸线	乌坎河口	位于碣石湾,起点坐标：115°39′19.393"E，22°52′43.763"N；终点坐标：115°37′00.952"E，22°51′58.464"N。	6546	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	含砂质岸线 6162 米，修复岸线 384 米。
182	汕尾	44-o054	砂质岸线	金厢港	位于碣石湾,起点坐标：115°41′59.118"E，22°52′11.406"N；终点坐标：115°40′25.054"E，22°53′07.955"N。	5709	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	含砂质岸线 4059 米，基岩岸线 1155 米，修复岸线 495 米。
183	汕尾	44-o055	砂质岸线	金厢角	位于碣石湾,起点坐标：115°47′22.805"E，22°49′25.871"N；终点坐标：	13080	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	含砂质岸线 12127 米，基岩岸线 953 米。

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止坐标）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
					115°42′01.634"E，22°51′38.689"N。				
184	汕尾	44-o056	砂质岸线	浅澳港	位于碣石湾,起点坐标：115°48′30.215"E，22°45′01.534"N；终点坐标：115°47′49.175"E，22°49′02.658"N。	12109	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。	含砂质岸线 9210 米，基岩岸线 1907 米，修复岸线 992 米。
185	汕尾	44-o057	砂质岸线	湖东港	位于甲子湾,起点坐标：115°56′45.827"E，22°48′41.468"N；终点坐标：115°49′16.946"E，22°44′53.819"N。	19521	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。	含砂质岸线 18378 米，基岩岸线 1143 米。

表 6.2.1-2c　项目周边海岛自然岸线保有登记表（摘自《广东省海洋生态红线》（2017 年））

序号	所在行政区	海岛名称	保有自然岸线位置	自然岸线长度（米）
47	汕尾市	施公寮岛	海岛北侧及东侧岸段，起点坐标：115° 34' 8.0" E，22° 43' 1.3" N，终点坐标：115° 33' 40.2" E，22° 45' 8.4" N。	13688
48	汕尾市	施公寮岛	海岛北侧及东侧岸段，起点坐标：115° 33' 44.8" E，22° 44' 28.3" N，终点坐标：115° 33' 24.4" E，22° 44' 58.1" N。	1644
49	汕尾市	龟龄岛	除海岛西侧人工岸线外，其他均为自然岸线，起点坐标：115°25' 37.4" E，22°39' 34.2" N，终点坐标：115° 25' 35.3" E，22°39' 33.7" N。	2263
52	汕尾市	竹竿屿	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬 22°37′47.5″，东经 115°28′40.3″。	2303.3
53	汕尾市	汕尾妈屿	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬 22°38′19.6″，东经 115°28′52.9″。	1073.7
54	汕尾市	汕尾东屿	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬 22°38′12.1″，东经 115°28′58.5″。	715.7
55	汕尾市	金屿	除海岛西南侧小段岸线之外，全部为保有自然岸线，起点坐标：115°36' 52.9" E，22°42'17.5" N，终点坐标：115° 36' 53.2" E，22°42' 17.3" N。	3130.7
56	汕尾市	遮浪岩	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬 22°39′5.1″，东经 115°34′9.4″。	1498.9
57	汕尾市	虎头	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬 22°39′29.8″，东经 115°34′19.9″。	1016.5

6.2.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析

6.2.2.1 对海洋生态红线区的影响分析

由表 6.2.1-1a 和图 6.2.1-1a 可知，项目未位于生态红线区，项目周边生态红线区距离项目均有一定距离。周边生态红线区的管控措施主要为：禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动；设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑；禁止截断洄游通道等开发活动；禁止破坏性捕捞方式；禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量等。

本项目为海砂开采项目，项目建设不涉及填海，施工及运营期间的生活船舶油污均收集上岸处理，不会向海洋排放有害物质，项目施工和运营不会对其周边生态控制区产生影响。项目施工期间会造成海域一定量的悬浮物增量，根据数模结果，大于 10mg/L 的悬浮物增量包络线会扩散至遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区，采砂单位将合理安排施工强度和时间，并采取布放防污帘等有效的水污染防治措施，尽量把悬浮物的扩散范围降至最低，还将采取渔业资源补偿措施，尽量降低其对生态环境造成的损害，做好海洋环境保护工作。同时，由于这种悬浮物来自海域本底沉积物，产生的悬浮物增量在施工结束后很快就会沉积，见图 6.2.2-1，因此对该红线区内海域生态系统影响较小。此外，数模结果还显示采砂工程实施后对海域水动力条件、地形地貌及冲淤情况的影响主要集中在海砂开采区附近范围内，对周边海域不会造成明显影响，不会导致海岸线坍塌等影响，且采砂工期短，结束后可恢复正常。因此，项目建设是符合海洋生态红线区的管控要求的。

图 6.2.2-1 项目所在海域及周边生态红线区分布与悬沙扩散叠加示意图

6.2.2.2 对大陆自然岸线保有的影响

由表 6.2.1-1b 和图 6.2.1-1b 可知，项目周边大陆自然岸线距离项目的距离均[redacted]。而数模结果显示采砂工程实施后对海域水动力条件、地形地貌及冲淤情况的影响主要集中在海砂开采区周边范围内，且采砂对流场影响较小，对周边海

域不会造成明显影响，不会导致海岸线坍塌等影响。因此，项目海砂开采对大陆自然岸线保有基本无影响。

6.2.2.3 对海岛自然岸线保有的影响

由表 6.2.1-1c 和图 6.2.1-1c 可知，项目距离最近的海岛自然岸线保有[redacted]。《广东省海洋生态红线（2017 年）》对海岛自然岸线的管控措施：

①以国家规定的红线指标为标准，维持岸线自然属性导向，限制实施可能改变海岛自然岸线（滩）生态功能的开发建设活动，严禁占用岸线进行围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂；

②对于有居民海岛，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态；

③对于无居民海岛，已划定的保有自然岸线原则不得占用，如确实因国防安全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则；

④根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于因国防安全或重大项目建设需占用海岛自然砂质岸线的，应维持拟使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。

根据数模结果，项目建设对项目周边海域水文动力、地形地貌与冲淤环境的影响较小，对原砂质岸线的类型和生态功能不造成长久性影响，不会影响海岛自然岸线形态及原有生态功能。因此，项目海砂开采对海岛自然岸线保有影响较小。

因此本项目建设符合《广东省海洋生态红线》（2017）的要求。

6.3 项目用海与相关规划符合性分析

6.3.1 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

2021 年 1 月 26 日省十三届人大四次会议审议批准《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》（以下简称《省十四五规划》），

重点明确“十四五”时期（2021-2025 年）广东经济社会发展的指导思想、基本原则、发展目标、发展要求，谋划重大战略，部署重大任务，并对 2035 年远景目标进行展望，是战略性、宏观性、政策性规划，是政府履行经济调节、市场监管、社会管理、公共服务和生态环境保护职能的重要依据，是未来五年广东省经济社会发展的宏伟蓝图和全省人民共同的行动纲领。

《省十四五规划》要求，统筹岸线近海深远海开发利用。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。推行资源有偿使用和生态保护补偿机制。完善资源环境价格机制，将生态环境成本纳入经济运行成本。完善土地、矿产资源、海域海岛等自然资源有偿使用制度，强化环境保护、节能减排降碳约束性指标管理，推进用水权、用能权、排污权、碳排放权市场化交易。

根据《省十四五规划》，“十四五”时期安排新型基础设施、重大产业集群、现代服务业、综合交通运输、现代能源、现代水利、新型城镇化与区域融合发展、农业农村、生态文明、民生保障等十大领域重大项目工程包，“十四五”期间投资 5 万亿元左右。这些项目建设需要大量的海砂资源，本项目拟开采的海砂为深海矿产资源，科学、合理、合法的海砂开采项目的开展能有利于支援十四五期间沿海地区经济建设和城市总体建设，就近提供海砂资源，满足建设项目的砂石需求，而且可以减少海砂私采、盗采、乱采活动，实现海砂资源的可持续利用。

本项目是进行合理的海砂开采，是对现有海洋资源科学合理利用的体现。项目的实施在社会供需矛盾、社会能源危机和采砂规范化管理等一系列社会问题的解决上具有不同程度的促进作用，且对自然资源的开发带来可观的经济价值。因此，项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

6.3.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

2017 年 12 月，广东省人民政府正式批复《广东省海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于广东省海洋主体功能区重点开发区域（图 6.3.2-1）。重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。重点开发区域的功能定位是推动全省海洋经济持续增长的重要增长极，引领粤东西沿海发展的重要支撑点。重点开发区域的海洋空间开发总体格局是重点培育茂名滨海新区、阳江江城区、汕尾市城区、深汕特别合作区、揭阳大南海石化工业区、潮州港经济区等功能节点，形成区域海洋经济发展的新极核。

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。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；在南海幼鱼、幼虾保护区保护期和鱼类产卵、繁殖等快速生长期（3 月至 7 月）内，降低采砂强度；在采砂船溢流泄水口上安装拦污栅，施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有资质的单位处理；在施工期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进行补偿，将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。

本次海砂开采的实施可以为汕尾周边项目及粤港澳大湾区等项目的建设提供海砂资源，满足附近建设项目的砂石需求，对海洋生态环境影响较小，总体符合《广东省海洋主体功能区规划》要求。

图 6.3.2-1　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》）

6.3.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

2017 年 10 月 27 日发布的《广东省人民政府国家海洋局关于印发<广东省海岸带综合保护与利用总体规划>的通知》（粤府[2017]120 号）中，为了严格海岸线管控和构建海岸带基础空间布局，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海域“三线”分

为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为海洋生态空间、海洋生物资源利用空间和建设用海空间。

本项目位于海洋生态空间，海洋生态空间是指对维护海洋生态系统平衡，保障海洋生态安全，构建灾害防御屏障具有关键作用，在重要海洋生态功能区、海洋生态环境敏感区及脆弱区等海域，优先划定以承担生态服务和生态系统维护、灾害防御为主体功能的海洋空间。海洋生态空间实行分级管控。海洋生态保护红线内的海洋生态空间，保护脆弱海洋生态系统、珍稀濒危生物和经济物种；保持自然岸线、水动力环境、水质环境、地形地貌等稳定。对于海洋生态保护红线外的海洋生态空间，在保持自然岸线、地形地貌、底质等稳定的基础上，经相关管理机构批准，可在限定的时间和范围内适当开展观光型旅游、科学研究、教学实习等活动，以及依法批准的其他用海活动。

本项目为海砂开采项目，除了海砂开采施工外，没有其他用海方式和施工方式，施工期的生活垃圾、生活污水和船舶含油污水将收集上岸处理，禁止直接排放入海。项目不占用岸线，与岸线有一定距离，基本不会对岸线的基本属性、物质组成和生态功能等产生影响。项目采砂施工引起的悬浮泥沙会对工程附近区域生态环境产生一定影响，但在采砂过程中，将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，项目施工结束后，产生的悬浮物增量很快就会沉积。因此，项目的建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

6.3.4 与《广东省海砂开采三年行动计划(2020—2022 年）》的符合性分析

根据《广东省海砂开采三年行动计划 (2020-2022 年）》，2021 年广东省计划开采海砂 9 片，总面积约 13.86 平方千米，初步估算海砂资源量（含泥）约 0.77 亿立方米，分布在湛江、阳江、珠海和汕尾海域。

本项目属于 2021 年计划开采海砂的 9 个片区中的 JH21-09 片区，开采顺序属于行动计划中的第三批次。因此，本项目的建设与《广东省海砂开采三年行动计划(2020-2022 年）》相符。

表 6.3.4-1 2021 年海砂开采计划表

6.3.5 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》提出了：“（1）全面落实主体功能区和海洋功能区划。强化主体功能区规划在海洋空间开发保护中的基础作用，推动形成海洋主体功能区布局……（2）实施海洋生态保护红线。划定全省海洋生态保护红线，全面实施海洋生态红线制度，制定海洋生态红线监督管理办法……（3）加强海岸带综合保护与利用。全面落实《海岸线保护与利用管理办法》和《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，坚持海陆统筹、实施基于生态系统的海岸带综合管理，优化海岸带生产、生活、生态空间架构，强化海岸线分类分段管控，严守自然岸线保有率，筑牢生态安全屏障。基于广东海岸带自然资源禀赋、生态环境容量、产业基础和发展潜力，以海岸线为轴，构建“一线管控、两域对接，三生协调、生态优先，多规融合、湾区发展”的海岸带保护与利用总体格局……（4）加大保护力度，强化海洋生物资源养护。①加强海洋保护区规范化建设；②保护海洋生物多样性。”

本项目为海砂开采项目，本项目的建设符合项目所在海域的海洋功能区划的海域使用及环境保护要求，符合海洋生态红线的管控要求，施工期的生活垃圾、生活污水和船舶含油污水将收集上岸处理，禁止直接排放入海，通过采取适当措施，项目采砂产生的悬浮泥沙增量对区域生态环境系统的整体影响可以接受。因此，项目的建设符合《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》的要求。

6.3.6 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性分析

《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，是实施海洋经济综合开发的重要区域。重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋运输等产业，大力开发海洋可再生能源。适度控制近海捕捞强度，加快海洋牧场建设。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，是对海砂资源的合理开发利用，因此本项目基本符合《广东海洋经济综合试验区发展规划》。

综上，本项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、《广东省海洋主体功能区规划》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》、《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规划（2017-2020 年）》和《广东海洋经济综合试验区发展规划》等的相关要求。

7 海砂开采用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件适宜性分析

本项目位于汕尾市[redacted]，西邻珠三角粤港澳大湾区、深汕合作区，东接海峡西岸经济区，区位优势显著。目前，珠江三角洲区域建筑用砂资源市场较为旺盛，供不应求。以广东省为例，广东省持证开采海砂企业 4 家，环评核准年度最大采砂量仅 1021 万 m^3，且均已签订供砂协议，主要定向供给香港国际机场第三跑道填海工程。珠江口在建的深圳至中山跨江通道项目、深圳市海洋新兴产业基地和深圳机场三跑道扩建工程三个重大建设项目所需填海用砂石就超过 3000 万 m^3。一系列工程开展导致目前市场的吹填用砂供不应求，供需矛盾十分突出，海砂开采可在一定程度上缓解用砂供需矛盾，保障重大工程的工期要求。本项目拟选海砂开采区附近外海海域开阔，航行条件良好。根据海砂市场价格分析，减掉销售税金及附加、所得税，按采砂区年产原矿 [redacted]，年平均净利润 [redacted]，具有较好的经济效益。

7.1.2 自然资源和生态环境适宜性分析

（1）气候条件适宜性

本项目所在区域属于亚热带季风性海洋气候，冬半年盛行东北季风，夏半年盛行西南和东南季风，高温多雨。汕尾市年平均气温为 22℃左右，最冷月为 1 月，平均气温 15℃左右，最热月为 7 月，平均气温 28℃左右。年平均降雨量为 1966.0-2498.2mm，年平均降雨日数为 123-147 天。平均相对湿度为 78%。雾季为 1-4 月，多年月平均雾日数在 3 天以上。因此，该区域的气候条件适宜于进行海上采砂作业。但该区在夏季有受台风影响的可能，因此在采砂过程中要做好防台工作。

（2）海砂开采区海砂资源条件

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》[redacted]，勘查区共发现两个海砂矿体 V1 和 V2 ，其中 V1 盖层厚度变化在 2.5~6.6m 之间，矿体厚度 1.0~15.5m，资源量（控制的+推断的）为

[redacted]，V2 盖层厚度变化在 11.2~23.9m 之间，矿体厚度 4.4~21.3m ，资源量（控制的+推断的）为 [redacted]。截至 2021 年 11 月 17 日。，矿区共探获回填用海砂原矿资源量（控制的+推断的）共 [redacted]，矿体平均厚度 7.51m ，平均含泥量 16.05%。经估算可采出的回填用海砂矿矿石量为 [redacted]。海砂资源较丰富，适宜进行海砂开采活动。

（3）水动力条件分析

采砂施工期间砂层不断被抽走，原海床逐渐坍塌，在采砂区形成深坑。由于海床的地形地貌改变，带来工程周边水动力特征的变化。

根据采砂前后水动力模拟结果，采砂区所在区域涨急流速和流向出现不同程度的变化，采砂区范围内涨急流速出现不同程度减缓，工程后流速变化量为 0.001~ 0.02 m/s；工程后流向基本不变，变化量均不超过 2.9°。采砂区附近南北侧略有减小，东西侧略有增大，工程后流速变化量为 0.001~0. 01m/s；流向变化不明显，最大变化量为 1.3°。

采砂区范围内落急流速出现不同程度减缓，工程后流速变化量为 0.001~ 0.018m/s；工程后流向基本不变，变化量均不超过 4.7°。采砂区附近工程后流速变化量为流速变化量为 0.001~0. 01m/s；流向变化不明显，流向最大变化量为 3.7°。

三个采砂区采砂完成后，工程前后的潮流场变化主要局限在采砂区附近，大潮涨落急流速最大变幅很小，在 0.023m/s 以下，距离最近的施公寮岛东北角岸滩约 3km，本项目与附近岸线的最近距离较远，而采砂工程引起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 3km 以外的海域潮流场变化很小。因此，本项目的实施基本不会改变附近岸滩的流场。

工程实施后采砂区水深增加，该区域流速出现一定程度减缓，流向变化不明显，采砂区周边潮汐动力变化不大，可见工程实施对潮汐动力影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

（4）波浪动力条件分析

根据采砂前后波浪动力模拟结果，采砂区海域 50 年一遇 SE 向波浪有效波高最大减小 0.39m；50 年一遇 E 向有效波高最大减小 0.29m。50 年一遇 SE 向和 E 向有效波高增加最大值和减小最大值都出现在采砂区内。采砂区采砂后，工程附近波周

期变化较小，50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均不超过±0.40s。总体上看，本项目实施会对工程区内波浪动力环境产生一定程度的影响，但影响范围较小。

三个采砂区采砂实施后，三个采砂区内波高发生不同程度的变化，以减小为主，50 年一遇 SE 向有效波高变化幅度为-1.30m~0.29m；50 年一遇 E 向有效波高变化幅度为-0.37m~0.26m；采砂区周边海域波高有增有减，变化幅度不大。三个采砂区采砂后，工程附近海域波周期较小，50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于±0.42s；50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于±0.42s。总体上看，三个采砂区同时采砂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。

（5）冲淤环境及岸滩稳定性分析

采砂区附近海域潮流运动以往复流为主。工程建设后，使得局部水流条件稍有改变，从而引起海床冲淤变化。变化主要出现在工程周边水域，预测结果表明，在采砂实施后采砂区范围内潮流动力减弱，采砂后出现一定程度淤积，采砂区内部淤积幅度最大，最大淤积幅度为 0.30m/a，平均淤积幅度约为 0.25m/a；往南北两侧淤积幅度逐渐减小，在 0.05~0.25m/a 之间，平均淤积幅度约为 0.15m/a；东西侧最大冲刷幅度为-0.13m/a，平均冲刷幅度约为-0.06m/a。采砂工程实施一年后，对采砂区内及采砂区附近地形冲淤影响较大，对采砂中心 2.5km 以外基本无影响。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，随着冲淤过程的深入和地形向适应工程实施后动力环境方向的调整，其冲淤强度将逐年较小。

三个采砂区位于碣石湾海域，通过分析采砂工程实施前后岸滩附近潮流和波浪水动力场的变化以及采砂区附近的泥沙来源情况，可知，由于采砂区距离砂质岸线较远，项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限。因此，采砂对岸滩稳定性的影响甚微。

7.1.3 采砂选址与区域生态系统的适宜性

根据悬浮泥沙扩散模型预测，采砂区 JH21-09 单独开挖产生的悬浮物瞬时增量大于 10mg/L 的最大影响范围为 26.15km^2，距离项目向南北扩散 7.2km, 距离项目向东西扩散 5.4km;悬浮物浓度增量大于 100mg/L 的最大影响范围为 12.21km^2。两采砂区同时开挖产生的悬浮物瞬时 增量大于 10mg/L 的最大影响范围为 30.65km^2，距离

项目向南北扩散 8.6km，距离项目向东西扩散 7.8km；悬浮物浓度增量大于 100mg/L 的最大影响范围为 15.47km^2。采砂将造成底栖生物损失量为 342.29t，游泳生物损失量为 12.54t，鱼卵损失量为 8.79×10^8 粒，仔稚鱼损失量为 9.38×10^7 尾，浮游植物损失量为 1.70×10^{15} cell，浮游动物损失量为 3.03×10^5kg。采砂单位在采砂作业时采取有效环保措施 ，合理安排采砂强度、作业位置和作业时间的情况下，采砂施工产生的悬浮泥沙增量对区域生态环境系统的整体影响是可以接受的。

采砂单位在采砂作业时采取有效环保措施，合理安排采砂强度、作业位置和作业时间的情况下，采砂施工产生的悬浮泥沙增量对区域生态环境系统的整体影响是可以接受的。

海砂开采作业将对作业海域内浮游生物的生长繁殖产生一定的干扰，导致生物量略有下降，但其影响不显著。采砂作业还会引起采砂区内的鱼类繁育速率有所下降，同时采砂区内的鱼卵在采砂作业中也会被抽走填埋，造成作业海域内鱼类资源下降。为减少鱼类资源的损失，应严格控制采砂区海砂开采强度。海砂开采导致底栖生境遭到破坏，在几年内开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。针对这一情况，可在渔业行政主管部门的指导下，通过生态修复等措施加以补偿。

可见，采砂用海对区域生态系统的影响主要是暂时改变开采区海底地貌和破坏底栖生物环境，但具有可恢复性。因此，在合理控制开采强度、切实做好污染防治措施和生态补偿工作前提下，采砂选址与区域生态系统具有适宜性。

7.1.4 周边其他用海活动可协调性分析

拟出让的采砂区与其他已批准的海洋开发活动不重叠，周边的用海活动主要为：采砂、自然保护区、航道和锚地等。根据 5.2 节分析，界定本项目的利益相关者为紧邻本项目的 JH21-08、JH22-03 区块开采责任人，协调责任部门为航道、海事主管部门和保护区管理部门。

项目海砂开采过程中施工作业船可能使该海域海上交通密度增大，在一定程度上影响通航安全。项目建设单位应与海事主管部门沟通协调，同时与其建立有效联系机制，采取措施尽量减少对船舶正常通航和作业的影响。同时，业主应积极配合海事部门建立完善科学的海上交通监督管理系统和船舶交通管理系统，大大增强海事部门对该海域的船舶交通管理力度，最大限度保证船舶交通安全，将施工期的通

航风险降至最低。在采取一定措施的前提下，项目采砂选址与周边的用海活动可相协调。

采砂位置范围内及附近海域未发现海上国防设施和军事训练场地，本项目用海对国防安全基本不会产生不利影响。

7.1.5 采砂选址与相关部门协调情况

为提高海砂开采管理科学性和规范性，维护海砂开采秩序，切实保障近三年粤港澳大湾区及广东省国家战略重大项目建设用砂供应，广东省已将本项目所在汕尾施公寮海域列入《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022 年）》2021 年度海砂开采片区。汕尾市先后就海砂开采海域选址征求向市城区人民政府、陆丰市人民政府、红海湾开发区管委会，市交通运输局、市生态环境局、市农业农村局、市水务局、汕尾海事局、汕尾海警局、东江航道事务中心汕尾航标与测绘所、南海舰队参谋部作战处等 11 个单位意见，部分相关部门意见见附件 2 至附件 7，本项目选址与相关部门意见可协调。

7.1.6 采砂选址合理性分析

海砂开采可在一定程度上缓解用砂供需矛盾，保障重大工程的工期要求。本项目拟选海砂开采区附近外海海域开阔，航行条件良好，具有较好的经济效益，与区域社会条件是相适宜的。

本项目选址与所在海域气候条件是相适宜性，海砂开采区海砂资源较丰富，适宜进行海砂开采活动。工程实施对潮汐动力、波浪动力、冲淤环境影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

本项目采砂用海对区域生态系统的影响主要是暂时改变开采区海底地貌和破坏底栖生物环境，但具有可恢复性。因此，在合理控制开采强度、切实做好污染防治措施和生态补偿工作前提下，采砂选址与区域生态系统具有适宜性。

项目海砂开采符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中关于珠海-潮州近海农渔业区的海域使用管理要求和环境保护要求；符合《广东省海洋生态红线》的要求。同时项目建设符合国家产业政策及其他相关规划。

在采取一定措施的前提下，项目采砂选址与周边的用海活动可相协调，与相关部门意见可协调。

综上所述，本次提出的采砂选址是合理的。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性分析

海砂矿产开采为临时用海，计划采砂作业 [redacted]，采用露天水下开采，含砂层掏空导致的海床地形地貌变化、悬浮泥沙扩散必然影响海域水动力、冲淤环境和海洋生态，但这种改变是暂时性的，是可恢复的；采用射流式吸砂船穿过水层和泥层直接到达理想砂层不挖其他地层，减少废弃泥土和悬浮泥沙的产生量，对海洋沉积物扰动小，并且悬浮泥沙在重力作用下重新沉降在开采区，将在一定程度上填补海床下降，最大程度的减少对海域地形地貌的影响。

本项目建设不占用大陆自然岸线和海岛保有自然岸线，不影响周边海岛保有自然岸线的自然功能的发挥。

本项目建设采用的施工方式会对周围通航环境和通航安全带来一定影响，但用海单位与当地海事主管机关进行充分的协调和联系，共同加强对附近水域的安全管理。通过制定相应的安全管理办法以及设置助航标志，并采取本报告提出的一系列安全保障和维护措施后，其不利影响将会得到相当程度的缓解或消除，可以维护周围海域基本功能。本项目用海方式尽最大程度维护了所在海域基本功能，因此，用海方式是合理的。

7.2.2 平面布置合理性分析

本项目为海砂矿产开采，其选址和平面布置是在对汕尾市管辖海域范围内海砂资源分布、资源量、质量、开采条件已开展调查研究、摸清海砂资源家底的基础上进行的，拟出让区内海砂矿体赋存情况基本决定了可供项目落户的位置及面积具有唯一性，本项目由 4 个边界拐点圈定，矿区面积约[redacted]，水运交通繁忙，但该项目海砂开采拟出让区与航道、锚地、海砂开采等其他海洋开发活动没有冲突；经统筹考虑协调各部门意见后，将开采区调整、缩小至原选址西北，体现了集约、节约用海的原则。项目施工可能造成局部海域船只数量增多，在合理安排采砂工作与运砂路径，服从海事主管部门统一调度的前提下，不会对周边海域通航环境造成明显不利影响。

因此，本项目的平面布置是合理的。

7.3 用海面积合理性分析

海砂开采属于工业用海类别中的固体矿产用海，用海方式为海砂等矿产开采。根据勘察结果，项目所在海域具有较丰富的海砂资源，适合进行海砂开采活动。本项目根据当地用海需求、区域内海砂量及周边海域开发利用情况确定采砂区拐点坐标，依据《海籍调查规范》确定项目用海范围并由此计算得到海砂开采区面积[redacted]，从项目区内海砂层的分布可以看出，申请用海范围内分布有较丰富的砂层，经评估可采出回填用海砂矿矿石量[redacted]，按照年开采强度 1140 万 m^3，则海砂开采作业时间[redacted]，待期满后应进行海砂剩余储量评估，主管部门根据评估结果确定是否继续开展海砂开采出让。通过这种方式能够充分利用此区块的海砂资源，且影响主要集中在开采区域附近，不造成海砂资源、海域空间资源的浪费以及减少海洋生态资源损失，因此，本项目用海面积是合理的、适宜的。

7.3.1 是否满足项目用海需求

（1）海砂资源丰富

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填用海砂资源储量核实报告》，拟出让区[redacted]范围内海底面以下[redacted]以浅海砂原矿资源量（控制+推断）共[redacted]，详见表 7.3.1-1。

项目拟出让区海砂资源丰富，适宜进行海砂开采活动。

表 7.3.1 1 海砂资源量计算表

（2）开采期限适宜

根据本项目开发利用方案，矿区共探获回填用海砂原矿资源量[redacted]。

本项目拟使用 4 艘采砂强度为吸砂功率为 1000m^3/h 的射流式采砂船进行连续作业，由本报告 2.3 节分析，根据拟采用的采砂船型号及船体特性，考虑天气及机械检修等原因，非敏感期（1 月至 2 月、8 月至 12 月，共 7 个月），月开采量为 120

万 m^3；根据采砂区的自然状况以及采砂采取的生态保护措施，敏感期（3 月至 7 月，共 5 个月）月开采量为 60 万 m^3。因此本项目的年最大开采量为 1140 万 m^3。

根据本项目可采出的原矿石量及年最大开采量，计算得海砂开采期限为 [redacted]，可在 [redacted]前完成海砂开采活动，用海期限满足要求。

7.3.2 是否符合相关行业的设计标准和规范

根据《海籍调查规范》中第 5.4.2.2 节中的规定：“海砂开采用海，以实际占用或主管部门批准的用海范围为界。”本项目申请的采砂区用海为结合实际储量，并避开周边海域开发活动后所界定，满足海籍调查规范的要求。

7.3.3 宗海图绘制及用海面积量算

本次界址点的确定主要是根据砂源勘探的结果，由汕尾海洋主管部门根据当地用海需求和周边海域开发利用情况，确定采砂四至坐标，宗海平面图根据拟实际用海坐标在海图上定位，按照技术规范的要求，确定每个区块的 4 个界址点，以 4 个界址点的连线作为界址线。

广东省海洋发展规划研究中心（测绘资质证书号为：丙测资字 4422805）根据《海域使用分类》、《海籍调查规范》，负责完成了本工程海域使用测量及宗海图编制工作。参加本项主要测量人员为：杨名名、张昊丹。

（1）执行的技术标准

《海域使用面积测量规范》（HY 070-2003）；

《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；

《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）。

（2）宗海图的绘图方法

1）宗海位置图的绘制方法：宗海位置图采用海事局 2017 年 12 月出版，图号为 82001 的海图，图式采用 GB12319-1998，2000 国家大地坐标系，深度……米……理论最低潮面，高程……米……1985 国家高程基准，比例尺为 1:150,000，将其作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加于上述图件中，并填写《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》上要求的其他制图要素，设置合适的比例尺形成宗海位置图，详见图 7.3.3-1。

2）宗海界址图的绘制方法：将委托方提供的项目平面布置图作为宗海界址图的参考数据，将数字化地形图、海岸线、陆域、海洋等要素作为底图数据，并将其转换成 CGCS2000 坐标系。在 AutoCAD 软件下，根据项目平面布置图和断面结构图等数据提取用海界址线，并将界址点、界址线、用海单元、毗邻宗海信息以及其他制图要素叠加到底图数据上，设置合适的比例尺绘制宗海界址图，详见图 7.3.3-2。

（3）宗海面积的计算

采砂区 JH21-09 宗海面积计算采用坐标解析法，将各用海单元界址点大地经纬度坐标按照 115°30′中央经线进行高斯投影，计算出界址点平面坐标并绘制到 AutoCAD 软件下，连接成闭合的用海单元，利用 AutoCAD 软件自动计算各用海单元面积。根据《海籍调查规范》及本项用海的实际用海类型，界定本项目用海为 1 宗海，有 1 个用海单元，用海总面积为 [redacted]。宗海位置图和宗海界址图分别见图 7.3.3-1～图 7.3.3-2。

图 7.3.3-1 宗海位置图

图 7.3.3-2 宗海界址图

7.4 用海期限合理性分析

项目海域使用面积 [redacted]，可采出回填用海砂矿矿石量 [redacted]，按照年开采强度 1140 万 m^3，则海砂开采作业时间[redacted]，因此本项目申请用海时间[redacted]。根据《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）等有关文件的规定，出让海砂海域使用权期限一般不超过 3 年，因此本项目海砂开采海域使用权期限 [redacted] 是合理的。

7.5 投资估算与经济效益分析（略）

8 海域管理对策措施

8.1 区划实施对策措施

依照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，国家实行海洋功能区划制度，海域使用必须符合海洋功能区划。海洋功能区划是海域使用的基本依据，海域使用权人不能擅自改变经批准的海域位置、海域用途、面积和使用期限。海洋产业的发展必须符合海洋功能区划和海域开发利用与保护总体规划的要求，以保护海洋资源和海洋功能为前提，按照中央和省的有关法律、法规和政策开发利用海洋，对违反规定造成海洋污染和破坏生态环境的行为，应追究法律责任。

（1）本项目占用《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中的珠海-潮州近海农渔业区。本项目为海砂开采工程，采砂活动对所在海域的海洋主导功能有一定影响，但采砂活动不改变海域属性，应采取一定的措施，包括降低采砂强度、生态修复，逐步恢复海洋生态环境，保障海洋功能区的正常功能不会受到长期、不可逆的破坏。首先在项目用海实施前，制定各种防范措施，在项目用海过程中，避免采用可能严重损毁海洋功能的开发利用方式。其次，要求在项目用海过程中，根据功能区监测与评价结果，针对海洋功能损毁的成因及趋势，对海洋开发利用方式进行适当调整，修复并维护应有的海洋功能。第三，要求在项目用海过程中，如遇海洋功能遭受严重损毁，且无有效的修复办法等评价结论，应妥善终止项目用海。

（2）各海洋功能区必须严格管理，维护海洋环境和生态环境。建设用海工程必须按照《中华人民共和国海域使用管理法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及海洋功能区划的海域使用管理和海洋环境保护要求，制定严格的各项管理制度和管理对策，执行海洋使用可行性论证制度、环境评价制度和环境监测制度，做好环境保护和安全维护工作，保证工程对海洋环境的影响最小，对海上交通运输的影响最小，对周围海洋功能区的影响最小。同时，也要采取相应的措施，防止其它功能区对工程所在区域功能区的损害，并且，应妥善处理施工所产生的污水、生活垃圾等废弃物，减少对海洋环境的污染和本海区航运的影响。

因此，只要做好生态补偿措施和施工期船舶安全保障措施等工作，按批准的用海功能区进行施工，同时，对该项目在用海过程中，接受自然资源主管部门的监测监管。当发现有超出海域使用范围，改变海域使用性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时进行纠正，对出现问题及时加以解决。本项目在区划实施方面是可以顺利开展的。

8.2 开发协调对策措施

与利益相关者、用海直接影响对象的主管部门等达成一致的协商意见，并落实协调方案，是项目用海消除用海矛盾的有效途径，也是项目用海批复前必须达到的条件。同时项目用海必须对国防和国家权益不构成损害。 项目建设单位应认真落实相关管理机构、海洋、环保等行政主管部门提出的项目建设的各项管理要求，正确处理好与利益相关者的协调关系，切实落实利益相关者协调协议或协调方案，保障用海秩序，尽量减轻对周边利益相关者的影响。为了防止用海过程中的矛盾扩大化和用海后留下遗留问题。本报告提出以下开发协调措施：

（1）优化协调方案落实流程

协调方案的落实过程复杂、繁琐，因此需要一个科学合理的实施流程来协助其完成。将操作流程进行细分，把复杂的任务解剖，分解为简单的、易于操作的子任务，多个子任务按部就班地展开，最后整合成具有阶段性成果的任务。所以，可以考虑将协调方案的落实粗略地分为几个阶段，明确每一阶段要完成的具体任务与时间节点，并优化配置一定的人力物力资源确保每一阶段顺利完成，同时衔接恰当。

（2）引入第三方组织

应在协调方案的落实过程中设立一个第三方组织，使其处在一个公正的位置，以一局外人的视角来分析和判断，并赋予其相关的权利，来裁决和协调三方的利益诉求与行为冲突。

（3）细化补偿标准

在协调方案的落实过程中，补偿标准的设定是至关重要的环节，也是引起三方矛盾与冲突的导火索。补偿标准是否公平合理决定了利益相关者的利益是否得到体现。满足补偿标准的公平性就要做到使每一项补偿数额都有理有据，这就要求补偿标准要细化到一定程度，考虑到有争议性问题的方方面面，争取不留有任何引发质疑的问题。此外，补偿标准还要满足合理性，要考虑到养殖户继续养殖等多重问题。

建议建设单位在工程施工期必须随时加强与相关利益相关者的联系沟通，对用海过程中发生的问题及时协商，解决双方存在和新产生的分歧，避免用海和施工矛盾的产生。

根据第五章分析，本项目的利益相关者为 JH21-08、JH22-03 区块海砂开采责任人。本项目采砂施工将可能会对遮浪角东人工渔礁自然保护区产生一定程度的影响，因此，采砂中标单位要严格落实与利益相关者的协调措施，采取必要、可行的措施减轻工程建设对利益相关者的影响，加强与利益相关者的联系沟通，制定切实可行的协调方案，施工期需要做好定期监测计划，采砂施工船舶也应严格按照批准的采砂区内采砂作业，不得超过划定的采砂区，保持一定的安全距离。

此外，由于三个采砂区可能会同时施工，为保障各自的采砂施工安全有序进行，三方业主应充分沟通协调，协同施工，并严格遵守汕尾海事局的调度和管理，保障施工船舶安全，提高施工效率，并严格落实环保措施，避免溢油等污染事故，避免污染海域。

建议采砂中标单位积极与汕尾海事局进行沟通协调，针对施工期船舶和来往船舶的通航安全做好安全保障措施方案，如设立警示标志等。采砂施工船舶应严格按照批准的采砂区域内采砂作业，不得超过划定的采砂区域，以免影响其它船舶的航行；运砂船在航行时，要密切注视过往船舶的交通状态，谨慎驾驶，防止发生海事事故；在施工过程中船舶航行要服从汕尾海事局的管理，保证海上交通的正常秩序。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 自然灾害风险防范措施

本项目用海区主要的自然灾害主要是可能突发的热带气旋、风暴潮等，为将其对项目的影响减至低，建议本工程采取以下的措施：

（1）施工前，认真设计科学的施工工艺，使工程完全在已批准的海域使用范围内进行，施工工艺需符合相关规范要求。

（2）成立专门的防灾部门，密切关注气象部门发布的天气预警与预报信息，及时掌握天气变化，以便针对性地做好防范工作。

（3）制定防范恶劣天气和海况措施，船舶航行和海上采砂作业应在适航的天气条件下进行，一旦有恶劣天气来袭，应停止采砂作业，快速有序地组织好采砂船归航，做好施工人员、施工材料、机械设备的保护转移工作。

（4）施工期间应尽量选择避开台风天气，在台风季节施工应根据天气预报，及时做好各项抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

（5）风暴潮等自然灾害过后，应加强对采砂海域的冲淤状况进行监测，及时掌握海底稳定状况，把项目的用海风险和对环境的影响降低到小程度。

8.3.2 通航风险防范对策措施

在采砂过程中，具有一定的通航环境风险，从而存在一定油料泄露的风险，为了保证工程施工安全，防止采砂船舶碰撞发生溢油污染风险事故，施工单位必须有水上施工经验，施工过程中需科学合理安排采砂工序，应对采砂船舶管理应采取以下措施。

（1）制定防范恶劣天气和海况措施，船舶航行和海上抽沙作业应在适航的天气条件下进行，一旦有恶劣天气来袭，应停止采砂作业，快速有序地组织好采砂船归航。

（2）应加强对采砂作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

（3）采砂船增加了该海域来往船只的密度，将会影响进出往来运输船舶航行。因此，采砂单位要与当地港务监督部门、渔业生产部门有效沟通和协作，在港务监督部门的指导下，采砂单位必须根据港区船舶动态，合理安排采砂作业面，作业期

间应加强值班和观察，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生。

（4）采砂船在采砂和运输过程中应加强值班和观察，作业人员应严格按照操作规程进行操作。

（5）采砂船在发生紧急事件时，应立即采取必要措施，同时向海上交通管理中心及时报告。

（6）发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

（7）严禁无关船只进入作业海域，并提前、定时发布航行公告。

（8）建议采砂中标单位在采砂船和运砂船上安装 AIS 船舶自动识别系统，以确保航运安全。

8.3.3 溢油风险防范措施和应急对策

溢油事故的发生，有很大部分是由于人为因素造成的，这部分事故可通过严格质量控制和完善的管理予以防范。但是，由于存在多种不可预见因素，突发性事故是不可绝对避免的。溢油事故一旦发生，其影响程度很广，危害程度也很大，因此，必须制定污染防范、控制措施和应急预案。

（1）防范措施

为防止施工过程中溢油事故的发生，采砂船和运砂船应加强日常管理措施，通过严格质量控制和完善的管理予以防范。一旦发生船舶溢油事故，应立即通报有关部门，采取应急措施，把溢油事故对周围环境的影响降低到最小。

（2）污染控制措施

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。

当溢油发生后，应根据溢油量的大小，油的扩散方向、气象及海况条件，迅速围住油膜，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。

（3）应急预案

对于交通突发性污染事故的处理，应遵循"预防为主，安全第一"的环境保护基本方针。尤其对诸如突发性油污染或其他污染，只有通过应急方式来处理。应急预案应在《中华人民共和国海上交通安全法》和《广东省海上险情应急预案》的要求及指导下进行具体设计。一旦发生海上溢油事故时，为了能及时做出反应，对事故做出最快速、最有效地处理，应制定相应的海上溢油应急预案。

①成立组织机构

为了对突发的紧急事故在第一时间作出反应并采取相应的措施，使突发事故得以消除或控制在尽可能小的范围内，有必要建立一个高效率、强有力的应急指挥中心来对紧急情况做出反应、进行处理，并根据事故的级别和区域由应急中心响应进行处理。应急机构成员包括指挥、对外联络人、法律顾问、人力调配主管、作业主管等等多方面的责任主管人员。

②应急响应通知程序

为了确保有关人员能在发生事故时能及时得到警报并针对发生的紧急情况做出相应的反应，采取应对措施而设定应急响应通知程序，一旦通知在应急指挥中心指挥责任范围内，应急措施程序就立即生效。事故的通知取决于事故的种类和事故大小级别，并针对不同的种类、级别做出适当的响应。

③应急反应行动

所有应急行动现场总指挥应确保与本工程安全调度室保持联系，行动中要服从指挥，并根据情势请求地方海事局援助。

根据溢油类型、规模、溢出地点、种类、扩散方向等，考虑采取如下相应的防治措施：对于非持久性的油类，一般不大可能采取回收方式，可利用围油栏拦截和导向；对持久性油类，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、吸油材料以及人工捞取等。回收的废油、含油废水和岸上清理出来的油污废弃物统一运送到有相关处理资质的单位集中处理。进行溢油事故处理后，应将结果报有关部门。

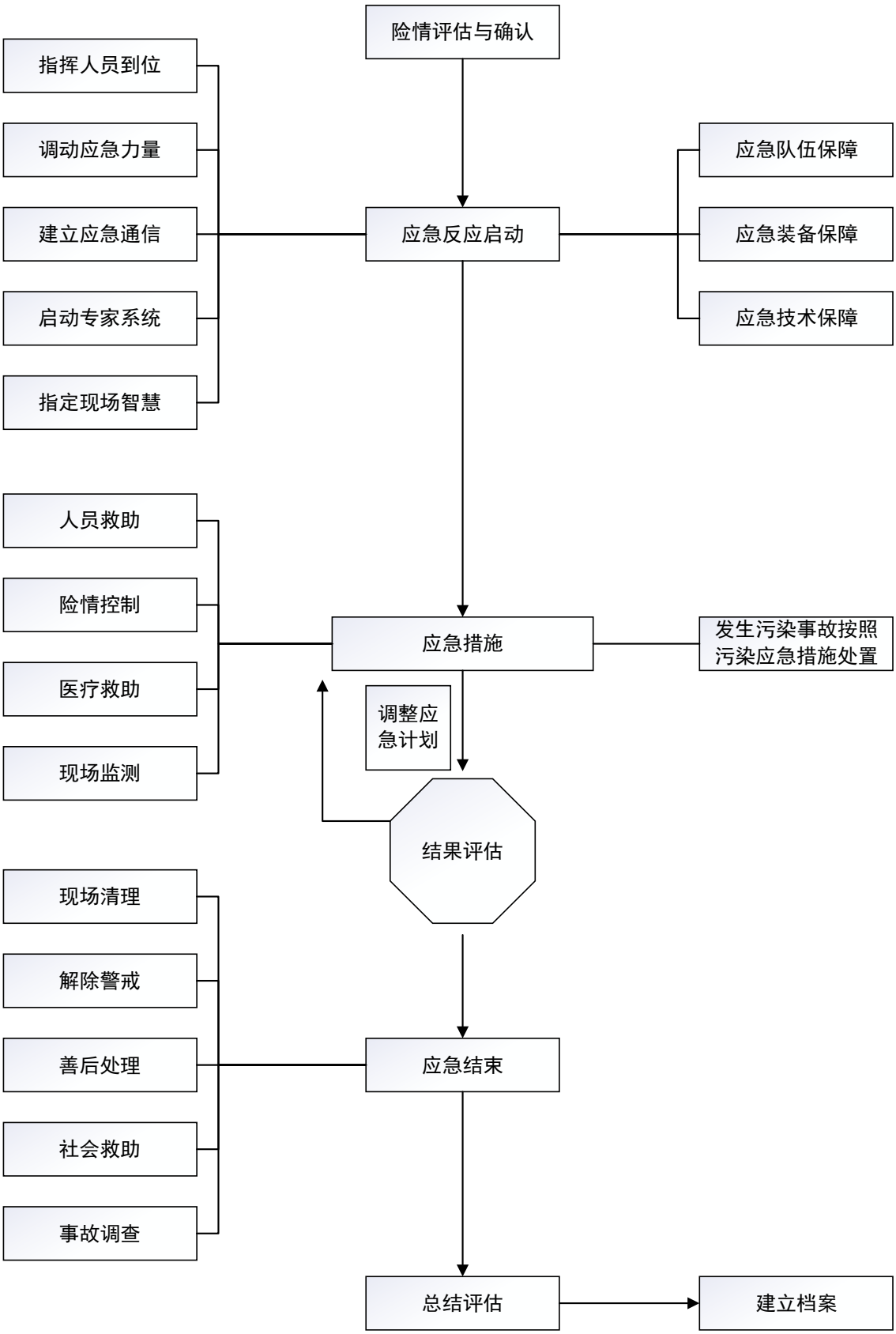

图 8.3.3-1 应急反应工作流程图

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 海域使用面积监督管理对策措施

海域使用面积的监控是实现国有资源有偿、有度、有序使用的重要保障。加强海域使用面积监控可以防止海域使用单位和个人采取少审批、多占海，非法占用海域资源，造成海域使用金流失现象的发生；同时可以防止用海范围超出审批范围造成的海域资源不合理利用，造成海洋资源的浪费、环境的破坏以及引发用海矛盾等现象的发生。因此，进行项目用海的海域使用面积监控是非常必要的。

海砂开采责任人应该严格按照海砂开采海域使用权证书核定的地点和范围进行开采批准的范围采砂，准确定位，详细记录，认真执行《海上交通安全法》，防止事故发生。同时，建议自然资源主管部门联合执法部门采取定期、不定期，抽查与普查相结合的形式对项目用海面积进行监控管理。海砂开采作业必须严格按照海洋环境影响报告书要求的开采量安排生产时间和船舶数量，严格控制采砂规模和开采深度，防止越界开采、超量开采和超强度开采。

8.4.2 海域使用用途监督管理对策措施

按照《海域使用管理法》第二十八条的规定，"海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准。"海砂开采责任人不得私自改变海域用途。

建议自然资源主管部门应当依法对海域使用的性质进行监督检查，发现违法行为联合执法部门依据《海域使用管理法》第四十六条执行。

8.4.3 海域使用时间监督管理对策措施

海砂开采海域使用权期限根据所在海域海砂资源状况和批复后的海洋环境影响报告书科学确定，最长不超过 3 年，到期不予续期。

8.4.4 海域使用动态监管措施

本项目海砂主要用于汕尾及粤港澳大湾区项目建设用砂，不得非法流入建筑市场。除了执法部门做好执法监管工作外，还需要协调海事部门、水利、交通运输等部门建立海砂开采和运输环节信息通报和执法协作机制。其中海事部门负责海砂运

输环节的监管，加强开采海砂水下施工管理、采砂船和运砂船航行安全监管，依法从严从重查处采砂船和运砂船不开启 AIS 设备、不按规定悬挂船名牌、超适航航区作业航行以及非法改装从事海砂开采等违法行为；住房城乡建设部门负责建筑用砂管理，对商品混凝土搅拌站、房屋市政工地内的用砂堆放场和用砂质量进行前面检查，并配合有关部门探索建立倒查机制查清海砂来源，严格控制海砂非法流入建筑市场；水利部门在监管过程中发现的海砂运输船名号、运砂量和具体流向进行登记，及时通报相关部门；交通部门则负责查处航道内未经许可或超越许可范围非法从事海砂运输的行为，定期向有关部门通报相关情况。

海砂开采单位应设立内部环境保护管理机构，主要由海砂开采单位主要负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个海砂开采工序的环境管理工作，保证海砂开采期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

海砂开采单位的管理内容主要为：

（1）制定出切实可行的环境污染防治办法和措施；

（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定；

（3）加强海砂开采的环境管理，严格执行本报告提出的污染防治措施和对策；

（4）定期对作业船舶进行维护和保养，特别是油水分离器的正常运行，防止污染事故的发生，采砂产生的杂物进行陆域处理，严禁排海；

（5）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；

（6）及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与本项目海砂开采有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议；

（7）落实本项目环境影响评价报告提出的各项环境保护措施，编制详细海砂开采期环境保护措施落实计划，明确各海砂开采工序的环境影响、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；

（8）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。

8.4.5 海域使用监测计划

为及时、准确地了解和掌握海砂开采区及其附近海域的生态、环境等要素的变化情况，防止海砂开采活动对海洋资源、生态环境、海底地形等造成损害，根据相关法律法规要求，在海砂开采期间应进行动态监测。根据《海砂开采动态监测简明规范（试行）》、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，编制海砂开采动态监测方案。

在监测过程中，从海岸动力、沉积地貌方面发现海砂开采造成或加剧海岸侵蚀时，则应报告主管部门，要求业主立即停止开采；影响程度在资源和环境允许的范围内时，应提出减轻有害影响的对策建议，并提请采砂业主采取相应措施。

结合工程特点和项目周围的环境敏感保护目标，海砂动态监测方案如下：

（1）水下地形监测

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：海砂开采后每 6 个月进行一次。

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；垂直主测线布设适量检查线，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 或至岸滩低潮位止的区域。由于水下地貌调查受水深限制影响较大，根据规范，侧扫的工作条件要求水深大于 3.0m，因此只在水深大于 3.0m 的海区范围进行地貌侧扫工作。

监测频率：海砂开采后每 6 个月进行一次。

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

监测站位布设：按照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《海砂开采动态监测简明规范》（试行）的要求，海砂开采过程中，在工程区域附近设置 6 个监测站位进行监测。监测站位布设情况见表 8.4.5-1 及图 8.4.5-1。

监测周期：施工期内每个潮汐年的春秋季各监测一次。

监测项目

水质：水深、水色、pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌；

沉积物：粒度、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总汞、锌；

海洋生物：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。

表 8.4.5-1 监测站位一览表

监测站位编号	经纬度	监测类别
B1	[redacted]	水质
B2	[redacted]	水质、沉积物、生态
B3	[redacted]	水质、沉积物、生态
B4	[redacted]	水质
B5	[redacted]	水质、沉积物、生态
B6	[redacted]	水质、沉积物、生态

表 8.4.5-1 监测站位布设图

（4）质量控制与保证

本项目调查主要按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的海洋水文气象、海洋化学要素、海洋地质和海洋生物部分调查技术执行。进行跟踪监测的单位应通过国家级的计量认证，使用的仪器必须是经过国家法定计量机构检定的。

在完成一个航次的跟踪监测后应及时将监测结果报海洋管理部门和其它相关部门，确保及时了解由于海砂开采对附近海域造成的影响。

9 项目用海生态方案

规划用海、集约用海、生态用海、科技用海和依法用海这"五个用海"是合理开发利用海洋资源，有效保护海洋环境，大力推进海洋生态文明建设，更好地服务于国家经济社会发展大局，全力推动海洋经济社会可持续发展的用海方针和科学方法。全面贯彻落实"五个用海"的总体要求，把海洋生态文明理念落实到每个用海工程项目之中。生态用海就是按照整体、协调、优化和循环的思路，进行海域资源的合理开发与可持续利用，维持海洋生态平衡。2015 年 7 月，国家海洋局印发《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015～2020 年）（以下简称《实施方案》），要求各单位把落实《实施方案》当作"十三五"期间海洋事业发展的重要基础性工作抓实抓牢，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，推动海洋生态文明建设上水平、见实效。

9.1 项目用海主要生态问题

广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采项目属于工业用海类别中的固体矿产用海，用海方式为固体矿产开采用海，结合碣石湾海域广阔、海底地势相对平坦的特征，参考前面章节对项目用海的环境、资源生态影响预测及分析结果，工程附近海域的水生生态系统将受到较大的影响。分析本项目用海引起的主要生态问题如下：

（1）附近海域水生生物的生物量减少

海砂开采将引起一定时间内附近海域水生生物的生物量减少。由于采砂将造成施工海域的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，溶解氧降低，影响浮游植物的光合作用，降低单位水体内浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，从而使浮游植物生物量降低，并通过食物链的传递，进而影响到浮游动物的生物量和鱼类生物的觅食，造成浮游动物生物量和鱼类生物的资源量减少。

（2） 附近海域水生生态系统的直接生物损耗

海砂开采将带来附近海域水生生态系统的生物损失。浮游动物将因阳光的透射率下降而迁移别处，特别是浮游桡足类动物可能由于水中悬浮物质含量增加影响过滤系统和消化器官而死亡。采砂区范围内的底栖生物将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡。由于大部分底栖生物的生长较缓慢，海砂开采后的几年内，开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。根据本工程悬浮物扩散数模分析，

JH21-09 采砂区块单独采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 26.15km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的海域面积为 12.21km^2，悬浮物含量超过 300mg/L 的海域面积为 1.08km^2，主要集中在采砂位置。三个采砂区块同时引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 30.65km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L） 的海域面积为 15.47km^2；悬浮物含量超过 300mg/L 的海域面积为 2.72km^2，主要集中在采砂位置。鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生死亡，在该范围内成鱼可以回避， 但幼体由于缺乏足够的游泳能力将出现部分死亡，导致生物资源的损耗。

（3）海砂开采将破坏附近海域水生生物生境

开采区抽沙作业后沉积物环境受到破坏，底层砂被掏空，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，附近海域水生生物生境特别是底栖生物生境、游泳生物产卵生境遭受破坏， 且这种生态环境需要较长时间才能恢复。

9.2 生态保护修复重点与目标

本项目位于汕尾市[redacted]海域，占用的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业区[redacted]，不属于汕尾市的重点保护、优化控制和整治修复区域。造成海洋底栖生物和渔业资源等海洋生物资源的一定损失。

依据海砂开采项目的特征和项目用海引起的主要生态问题，本着"预防为主，修复为辅"、"自然恢复为主、人工修复为辅"的基本原则，确定本项目生态保护与修复重点为海洋生物资源，本项目生态保护修复的总体目标是海洋生物资源不衰退、生态系统服务功能不降低。通过划定采砂区及附近海域自然恢复保护范围、在附近海域实施增殖放流，恢复该海域的生态环境，优化生态系统功能。

9.3 生态保护修复措施

根据本项目用海引起的生态问题及生态保护修复重点与目标分析，除加强海砂开采施工期间的环境保护措施之外，提出以下生态保护修复措施，以弥补海砂开采引起的生态影响。

（1）严格落实施工期生态环保措施

海砂开采工程施工期间，实施严格的海洋生态环境保护措施。

按照《中华人民共和国海域使用管理法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及《广东省海洋功能区划》的海域使用管理和海洋环境保护要求，制定严格的各项管理制度和管理对策并严格执行，做好环境保护工作，最大程度减轻工程施工对海洋生态环境的影响。

施工期间，严格落实海砂每日开采量或开采总量不得超过海洋环境影响评价报告核准的数量的要求，确保每日悬沙扩散量在海域生物可承受范围内；严格防范溢油风险，最大可能减少溢油污染的产生；采砂过程产生的碎石杂物暂存于船上，不得倾倒入海；采砂工作人员所产生的污水、生活垃圾等废弃物实施集中收集，运至陆地进行处理，避免污染海洋生态环境。

（2）采砂区生境自然恢复

对海砂开采引起的生境破坏实施生境自然恢复措施。

由于海砂开采引起采砂区地形深度加深及附近海域地形地貌的冲淤变化，导致水生生物特别是底栖生物生境和游泳类生物产卵生境改变。工程结束后，为促进采砂区及周边海域的生物生境恢复，划定采砂区及周边 2.5km 范围（如图 9.3-1 所示），作为水生生物生境自然恢复范围，实施严格的保护与监管，海砂开采工程结束后 10 年内，不得进行任何海砂开采等开发利用活动活动，促进地形地貌的自然恢复、以及水生生物生境的自我构建。工程结束后，每两年开展一次生境恢复调查。

图 9.3-1 自然恢复保护范围

（3）海洋生物资源增殖放流

海砂开采引起的生物资源损失，因此实施增殖放流。增殖放流区域选择在采砂区附近海域，恢复该海域因海砂开采造成的海洋生物资源损失，增加食物网的复杂性，维护区域海洋生态环境的稳定性。

增殖放流备选品种可根据采砂区附近海域主要渔业资源并参考周边海域放流苗种历史来确定。为达到较好的增殖放流效果，计划自 2022 年起至 2028 年每年增殖放流一次，参考《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，建议选择每年 6 月进行增殖放流。并每 3 年进行一次增殖放流效果评估检验，对放流方案进行优化调整。

9.4 生态保护修复实施计划

（1）严格开展施工期生态环保措施

实施计划：海砂开采工程实施前制定好严格的海砂开采管理制度与环境保护对策；海砂开采施工期间，严格执行各项措施。

责任单位：汕尾市自然资源局。

组织方式：由汕尾市自然资源局、海砂开采业主单位共同组织实施。

预期目标：制定严格的海砂开采管理制度与环境保护对策；海砂开采施工期间，海砂每日开采量不超标；施工工作人员的生活废弃物集中收集至陆域处理的比率达100%。

（2）采砂区生境自然恢复

实施计划：海砂开采工程结束后 10 年内，保护采砂区及附近 2.5km 范围海域。实施定期的巡查监视，每年开展一次生境恢复效果调查。

责任单位：汕尾市自然资源局。

组织方式：由汕尾市自然资源局、海砂开采业主单位共同组织实施。

预期目标：自然恢复措施实施半年后，海砂开采区水质环境恢复到海砂开

采前的状态；自然恢复措施实施后，海砂开采区生境逐渐得到恢复，10 年后的生物资源特别是底栖生物恢复到海砂开采前的 70%以上。

（3）海洋生物资源增殖放流

实施计划：共实施 6 年，2022-2028 年期间每年 6 月开展增殖放流。放流前对放流生物进行必要的检测、检疫。每年定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况，保障增殖放流效果。

责任单位：汕尾市自然资源局。

组织方式：由汕尾市自然资源局、海砂开采业主单位共同组织实施。

预期目标：增殖放流实施 3 年后，海砂开采区生物资源恢复 40%以上；6 年后，海砂开采区生物资源恢复 70%以上。

9.5 长期监测与评估

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为及时了解和掌握本项目在其实施期间对海洋水质、沉积物和生态产生的影响，分析其影响范围和影响程度，对可能造成环境影响的关键环节事先进行制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对项目建设对海洋环境产生的影响进行长期监测和评

估。根据本建设项目的工程特征和区域环境现状、环境规划要求，制定本项目的环境监测计划，包括环境监测的项目、频次、分析方法和评价标准等具体内容，详见报告 8.4.5 章节。

10 结论与建议

10.1 结论

10.1.1 项目用海基本情况

本项目拟出让的海砂开采区位于汕尾市[redacted]海域，区域水深分布[redacted]。项目距离遮浪港码头[redacted]，距离乌坎港码头[redacted]，距离碣石港码头[redacted]，距离汕尾港码头[redacted]，用海面积为[redacted]，经估算，矿区探获海砂控制资源量和推断资源量共[redacted]，其中控制资源量[redacted]，推断资源量[redacted]，矿体平均厚度 7.15m，平均含泥量 16.05%。项目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（一级用海方式）的海砂等矿产开采（二级用海方式）。计划采用 4 艘射流式吸砂船进行采砂作业，可采出回填用海砂矿矿石量[redacted]，按照年开采强度 1140 万 m^3，海砂开采作业时间约[redacted]，因此本项目申请用海时间为[redacted]。

10.1.2 项目用海必要性结论

随着广东省海洋强省建设步伐加快，粤港澳大湾区建设、中国特色社会主义先行示范区建设等国家战略的实施，沿海经济带的快速发展和众多大型建设项目的启动，用砂需求巨大。在对河砂开采管理趋严背景下，资源丰富、含泥量低、细度均匀、运距短运费低的海砂脱颖而出，可有效弥补工程用砂的巨大需求。本项目选定的区块海砂储量丰富，矿床开发具有较大的社会效益与经济效益，矿床开发技术条件成熟，在进行合理开采的基础上，是对现有自然资源科学利用的体现，可缓解资源的匮乏。同时，拟出让的海砂开采区位于汕尾碣石湾西南海域，东西侧与海砂开采需求旺盛的粤港澳大湾区和海峡西岸经济区腹地相邻，西侧紧靠深汕合作区腹地，地理位置优越，周边有便捷的海路运输条件，大大减少了运输距离，降低了运输费用和工程建设的成本。项目开采海砂需要使用海域，因此本项目采砂用海是必要的。

10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

（1）项目用海环境影响

海砂开采对水环境质量的影响主要是增加采砂区附近海水中悬浮物的含量。根据海区悬浮物本底条件以及悬浮物扩散模型预测分析，在海砂开采过程中引起的悬浮物浓度增加对项目附近的渔业资源有一定的影响，海砂大面积开采还会破坏采砂区内的底栖生物，但这种影响主要在采砂过程出现，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。

海砂开采过程将会改变采砂区海底的地形地貌，对冲淤环境和潮流动力有一定影响，但对流场和波浪强度的改变较小，采砂用海与自然环境是适宜的。

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。

（2）项目用海生态影响

经计算，采砂将造成底栖生物损失量为 342.29t，游泳生物损失量为 12.54t，鱼卵损失量为 8.79×108 粒，仔稚鱼损失量为 9.38×107 尾，浮游植物损失量为 1.70×1015 cell，浮游动物损失量为 3.03×105kg。随着本项目工程的结束，附近海域水质逐渐恢复，浮游生物群落重新建立，游泳生物将自行游回该海域。采砂单位在采砂作业时采取有效环保措施，合理安排采砂强度、作业位置和作业时间的情况下，采砂施工产生的悬浮泥沙增量对区域生态环境系统的整体影响是可以接受的。

（3）项目用海资源影响

本项目采砂区占用海域空间资源 [redacted]，采砂期间限制了其他的海洋开发活动。本项目拟申请用海期限为 [redacted]，用海时间较短，且不进行构筑物建设，用海期限结束后，不会影响其他活动对该海域的开发利用。

（4）项目用海风险

本项目用海风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对项目造成的危害，另一方面是项目自身引起的突发或缓发事件。本项目通过采取成立应急组织机构、建立区域应急联动机制和完善溢油应急设备等方式防范风险事故的发生。

10.1.4 海域开发利用协调分析结论

拟出让的采砂区与其他已批准的海洋开发活动不重叠，周边的用海活动主要为：采砂、自然保护区、航道和锚地等。根据 5.2 节分析，界定本项目的利益相关者为紧邻本项目的 JH21-08、JH22-03 区块开采责任人，协调责任部门为航道、海事主管部门和保护区管理部门。

本项目海砂开采过程中施工作业船可能使该海域海上交通密度增大，在一定程度上影响通航安全。项目采砂业主单位应积极与汕尾海事局进行沟通协调，同时对于采砂施工导致的航道冲淤变化要密切关注，做好定期监测、疏浚维护等计划，采取措施尽量减少对船舶正常通航和作业的影响。同时，业主单位应积极配合海事部门建立完善科学的海上交通监督管理系统和船舶交通管理系统，大大增强海事部门对该海域的船舶交通管理力度，最大限度保证船舶交通安全，将施工期的通航风险降至最低。在采取一定措施的前提下，项目采砂选址与周边的用海活动可相协调。

10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

本项目采砂区所在海域的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业区。海砂开采施工产生的悬浮泥沙会暂时性的影响珠海-潮州近海农渔业区的水质，并破坏一定的底栖生境，但施工结束后，可通过增殖放流等方式促进底栖群落重新建立，水质逐渐得到恢复，不会影响到功能区“渔业用海”用途的正常发挥。本项目不会改变采砂所在海域的主导功能，也不会产生长期不利或不可逆的影响。

本项目作为海砂等矿产开采用海符合“经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求”的海域使用管理要求控制指标。在合理制订采砂计划，并进行恢复补偿、修复受损的海洋生态环境后，海砂开采符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中关于珠海-潮州近海农渔业区的海域使用管理要求和环境保护要求。

项目未占用海洋生态红线，离生态红线较远，对其影响很小，符合《广东省海洋生态红线》的要求。

项目建设符合国家产业政策，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》、《广东省海洋主体功能区划》、《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》、《广

东省海砂开采三年行动计划（2020-2022 年）》、《广东海洋经济综合实验区发展规划》等相关要求。

10.1.6 项目用海合理性分析结论

本项目采砂所在海域砂源储量丰富，地理位置优越，气候条件良好，年平均可作业天数高。海砂开采与区域的社会条件相适应，选址与水文动力条件、地形地貌和冲淤环境条件、水质和沉积物环境条件、工程地质条件、气象条件、生态环境及区域生态系统均适宜，采砂活动不会影响到功能区主导功能的正常发挥，与周边其他用海活动无冲突，因此在采砂补偿方案得到主管部门认可并同意在该区采砂的前提下，海砂开采区选址合理。

本项目用海方式充分考虑了工程区域内的自然资源与环境条件、地质条件、地形条件、开采目标等，与区域自然条件及项目建设要求相适应。

项目申请用海面积满足项目用海需求，符合有关行业的设计规范，宗海界址点的界定和宗海面积的量算符合《海籍调查规范》等相关规范要求。

项目申请用海期限为 [redacted]，是根据项目本身的性质考虑的，符合海域使用管理法规要求。

综合考虑项目所在地的海域自然、环境、资源情况，区域社会、经济、产业结构与布局等各种因素，本项目选址合理、可行，申请用海面积和用海期限合理。

10.1.7 项目用海可行性结论

综上所述，广东省汕尾市[redacted]海域拟出让区海砂开采用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》“珠海-潮州近海农渔业区”的海域使用管理和环境保护要求以及《广东省海洋生态红线》的管控要求均相符。项目选址、用海方式、用海面积和用海期限是合理的。只要合理控制采砂范围和采砂强度，在严格按照批准的用海位置、面积、方式等进行开采，按相关部门批准量合理控制开采量，切实落实生态补偿方案，避免项目用海的风险的前提下，从海域使用角度出发，本项目用海是可行的。

10.2 建议

（1）采砂所在海域部分占用珠海-潮州近海农渔业区，同时施工期间大于10mg/L 的悬浮物增量包络线将扩散至遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区（194）。海砂开采责任人应在渔业主管部门的指导下，积极采取有效的生态恢复措施，补偿对渔业资源的损失。

（2）海砂开采责任人应当严格遵守海砂开发利用方案的要求，安排生产时间和船舶数量。海砂每日开采量或开采总量不得超过海砂开发利用方案核准的数量。

（3）建议海砂开采施工单位加强施工期自然灾害风险和安全事故防范，降低用海风险。建议该采砂区块海砂开采责任人与相邻采砂区责任人协商委托相关单位编制整体的动态监测方案，节约动态监测费用的同时可以反映相邻三个采砂区的整体影响情况。