


**广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域
拟出让区海砂开采海域使用论证报告书
(公示版)**

广东海兰图环境技术研究有限公司

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 | 4452242021001307 | | |
| 论证报告所属项目名称 | 揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域海砂开采拟出让区 | | |
| 一、编制单位基本情况 | | | |
| 单位名称 | 广东海兰图环境技术研究有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91440101MA59KQLF0D | | |
| 法人代表 | 姜欣 | | |
| 联系人 | 麦晓敏 | | |
| 联系人手机 | 13682240015 | | |
| 二、编制人员有关情况 | | | |
| 姓名 | 信用编号 | 本项论证职责 | 签字 |
| 李舒敏 | BH000294 | 论证项目负责人 | 李舒敏 |
| 李舒敏 | BH000294 | 1. 概述 2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论与建议 | 李舒敏 |
| 郑茜元 | BH001287 | 3. 项目所在海域概况 | 郑茜元 |
| 邹凯林 | BH000295 | 4. 项目用海资源环境影响分析 | 邹凯林 |
| 詹凤娉 | BH000297 | 5. 海域开发利用协调分析 | 詹凤娉 |
| 李志军 | BH000352 | 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 | 李志军 |
| 陈冬梅 | BH001289 | 8. 海域使用对策措施 | 陈冬梅 |
| <p>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。</p> <p style="text-align: center;">承诺主体(公章)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">2021年 11月 02日</p> | | | |

关于项目名称变更的说明

为统一本项目各专题报告名称，现将揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域海砂开采拟出让区海域使用论证报告书更名为广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采海域使用论证报告书。



关于《广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区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,我司对《广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区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,我司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:影响我司商业秘密。

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。



ISO 9001

质量管理体系认证证书

证书编号: CTC04921Q00235R1S

广东海兰图环境技术研究有限公司

注册地址: 广东省广州市天河区高新技术产业开发区首期工业园建中路 62 号六楼
办公地址: 广州大道南 448 号耐智大厦 2006 房
统一社会信用代码: 91440101MA59KQLF0D

根据贵组织的申请, 本公司依据《质量管理体系 要求》(GB/T19001-2016/ISO9001:2015) 规定实施认证审核, 经评定符合要求, 特此发证。质量管理体系覆盖范围为:

海域使用论证; 海洋调查与监测及海洋开发利用技术咨询服务

首次发证日期: 2018 年 02 月 05 日

证书有效日期: 2021 年 02 月 04 日至 2024 年 02 月 03 日

上述范围涉及行政许可前置审批, 强制性认证, 本证书仅覆盖获许可资质, 证书范围内的产品及服务, 证书有效期内, 获证组织须按 CTC 规定接受年度监督, 加贴合格标识, 证书方为有效, 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。

第一次监督合格

第二次监督合格

仅限广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采使用



陈锦汉
董事长

广东质检中诚认证有限公司

地址: 中国广东省广州市黄埔区科学城科学大道 10 号 226 房 邮编: 510670
电话: 020-89232333 传真: 020-89232078
网址: http://www.qtcctc.org





测绘资质证书



单位名称: 广东海环环境工程有限公司
 法定代表人: 姜欣
 注册地址: 广州市天河区新塘街442号
 证书编号: 粤测资字442019000002
 有效期至: 2019年12月31日

专业范围:
 丙级: 地理信息系统工程、地理信息数据采
 集、工程测量、控制测量、地形测量、规划测
 量、建筑工程施工测量、市政工程施工测量、水利工程施工
 量、线路与桥梁测量、海洋测量、海域权属测
 量、海岸地形测量、水深测量、水文观测。***

发证机关(印章)
 2018年10月16日

国家测绘地理信息局制

仅限广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟
 出让区海域开采使用



广东省自然资源厅 公告

第 20 号

广东省自然资源厅办公室

2020 年 12 月 16 日

广东省自然资源厅关于给予测绘单位一年 政策过渡期限的公告

根据《自然资源部办公厅关于给予测绘单位一年政策过渡期限的通知》（自然资办函〔2020〕2257号）要求，公告如下：

一、给予现有测绘单位一年政策过渡期限。将测绘单位依据《测绘资质管理规定》《测绘资质分级标准》（国测管发〔2014〕31号）取得的我省乙级及以下测绘资质证书有效期延至2021年12月31日。甲级测绘资质证书有效期按《自然资源部关于给予测绘单位一年政策过渡期限的公告》（2020年第82号）执行。

二、各测绘单位应严格按照《中华人民共和国测绘法》等相

关法律法规从事测绘活动。新测绘资质管理政策发布实施后，测绘单位应当在 2021 年 12 月 31 日前按照新测绘资质管理政策向测绘资质审批机关申请核发新测绘资质证书。

特此公告。



广东省自然资源厅办公室

2020年12月16日印发

排印：钟婉怡

校对：郭 凯

共印 1 份

目 录

| | | |
|-------|------------------|----|
| 1 | 概述..... | 1 |
| 1.1 | 论证工作由来..... | 1 |
| 1.2 | 论证依据..... | 2 |
| 1.2.1 | 法律法规..... | 2 |
| 1.2.2 | 相关规划和区划..... | 4 |
| 1.2.3 | 技术标准和规范..... | 5 |
| 1.2.4 | 项目基础资料..... | 5 |
| 1.3 | 论证工作等级和范围..... | 6 |
| 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..... | 8 |
| 2.1 | 用海项目建设内容..... | 8 |
| 2.1.1 | 项目基本情况..... | 8 |
| 2.1.2 | 建设规模与总平面布置..... | 8 |
| 2.2 | 海砂矿物组成及储量分析..... | 8 |
| 2.2.1 | 拟出让区矿体地质..... | 8 |
| 2.2.2 | 砂源储量及品位分析..... | 13 |
| 2.3 | 项目主要施工工艺和方法..... | 21 |
| 2.3.1 | 开采范围..... | 21 |
| 2.3.2 | 开采方式..... | 21 |
| 2.3.3 | 施工船舶..... | 24 |
| 2.3.4 | 开采顺序..... | 25 |
| 2.3.5 | 海砂去向与运输方案..... | 26 |
| 2.3.6 | 计划开采量..... | 26 |
| 2.3.7 | 海砂可采时间..... | 26 |
| 2.4 | 项目申请用海情况..... | 27 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 图 2.4-1 项目宗海位置图 | 28 |
| 图 2.4-2 项目宗海界址图 | 28 |
| 2.5 采砂用海必要性 | 29 |
| 2.5.1 海砂开采必要性 | 29 |
| 2.5.2 采砂用海必要性 | 30 |
| 3 项目所在海域概况 | 31 |
| 3.1 自然环境概况 | 31 |
| 3.1.1 气象特征 | 31 |
| 3.1.2 海洋水文动力状况 | 33 |
| 3.1.3 地形地貌与工程地质 | 56 |
| 3.1.4 海洋灾害 | 67 |
| 3.1.5 海洋环境质量现状调查与评价 | 69 |
| 3.1.6 沉积物质量现状调查与评价 | 78 |
| 3.1.7 海洋生物体质量现状调查与评价 | 82 |
| 3.2 海洋生态概况 | 85 |
| 3.2.1 调查项目 | 85 |
| 3.2.2 采样及分析方法 | 85 |
| 3.2.3 评价方法 | 87 |
| 3.2.4 生态调查结果与评价 | 89 |
| 3.2.5 渔业资源调查结果与评价 | 99 |
| 3.3 自然资源概况 | 107 |
| 3.3.1 港口资源 | 107 |
| 3.3.2 航道资源 | 107 |
| 3.3.3 锚地资源 | 108 |
| 3.3.4 海岸线资源 | 109 |
| 3.3.5 矿产资源 | 111 |
| 3.3.6 自然保护区 | 112 |
| 3.3.7 珍稀海洋生物 | 113 |
| 3.3.8 主要经济鱼种“三场一通”分布 | 116 |

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 3.4 | 开发利用现状..... | 119 |
| 3.4.1 | 社会经济概况..... | 119 |
| 3.4.2 | 海域开发利用现状..... | 120 |
| 3.4.3 | 海域使用权属现状..... | 121 |
| 4 | 项目用海资源环境影响分析..... | 125 |
| 4.1 | 项目用海环境影响分析..... | 125 |
| 4.1.1 | 水动力环境影响分析..... | 125 |
| 4.1.2 | 波浪动力环境影响分析..... | 128 |
| 4.1.3 | 冲淤环境影响分析..... | 130 |
| 4.1.4 | 水质环境影响分析..... | 130 |
| 4.1.5 | 沉积物环境影响分析..... | 131 |
| 4.2 | 项目用海生态影响分析..... | 132 |
| 4.2.1 | 对底栖生物的影响分析..... | 132 |
| 4.2.2 | 对浮游生物的影响分析..... | 133 |
| 4.2.3 | 对渔业资源的影响分析..... | 134 |
| 4.2.4 | 对自然保护区的影响分析..... | 135 |
| 4.2.5 | 对“三场一通道”的影响分析..... | 135 |
| 4.2.6 | 对珍稀海洋生物的影响分析..... | 136 |
| 4.2.7 | 运营期生态影响分析..... | 136 |
| 4.3 | 项目用海资源影响分析..... | 137 |
| 4.3.1 | 对海洋空间资源的影响..... | 137 |
| 4.3.2 | 对海砂资源的影响..... | 137 |
| 4.3.3 | 对海洋生物资源的影响..... | 137 |
| 4.4 | 项目用海风险分析..... | 140 |
| 4.4.1 | 项目用海风险识别..... | 140 |
| 4.4.2 | 项目用海风险对所在海域资源环境的影响..... | 144 |
| 4.4.3 | 用海风险对海域开发利用活动的影响分析..... | 151 |
| 4.5 | 通航环境影响分析..... | 151 |
| 4.5.1 | 交通环境条件..... | 151 |

| | | |
|-------|------------------------------|-----|
| 4.5.2 | 与水上交通秩序的相互影响分析..... | 152 |
| 5 | 海域开发利用协调分析..... | 155 |
| 5.1 | 项目用海对海域开发活动的影响..... | 155 |
| 5.1.1 | 对海底电缆管线的影响分析..... | 155 |
| 5.1.2 | 对周边航道、锚地的影响..... | 156 |
| 5.1.3 | 对电厂项目的影响分析..... | 157 |
| 5.1.4 | 对其他项目的影响分析..... | 157 |
| 5.2 | 利益相关者的界定..... | 157 |
| 5.3 | 利益相关者的协调分析..... | 159 |
| 5.4 | 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析..... | 159 |
| 5.4.1 | 对国防安全和军事活动的影响分析..... | 159 |
| 5.4.2 | 对国家海洋权益的影响分析..... | 159 |
| 6 | 项目用海与海洋功能区划符合性分析..... | 160 |
| 6.1 | 项目用海与海洋功能区划的符合性分析..... | 160 |
| 6.1.1 | 项目所在海域海洋功能区划..... | 160 |
| 6.1.2 | 项目用海对所在海洋功能区的影响分析..... | 171 |
| 6.1.3 | 项目用海对周边海洋功能区的影响分析..... | 172 |
| 6.1.4 | 项目用海与海洋功能区的符合性分析..... | 173 |
| 6.2 | 与《广东省海洋生态红线》的符合性分析..... | 174 |
| 6.2.1 | 项目周边海洋生态红线..... | 174 |
| 6.2.2 | 项目用海对海洋生态红线的影响分析..... | 178 |
| 6.2.3 | 对大陆自然岸线保有的影响..... | 178 |
| 6.2.4 | 对海岛自然岸线保有的影响..... | 179 |
| 6.3 | 项目用海与“三线一单”的符合性分析..... | 179 |
| 6.3.1 | 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析 | 179 |
| 6.3.2 | 与《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析 | 180 |
| 6.4 | 项目用海与产业结构符合性分析..... | 181 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.5 | 与其他相关规划的符合性分析..... | 181 |
| 6.5.1 | 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..... | 181 |
| 6.5.2 | 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析..... | 182 |
| 6.5.3 | 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析 183 | |
| 6.5.4 | 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》的符合性分析 | 185 |
| 6.5.5 | 与《广东省环境保护“十三五”规划》的符合性分析..... | 185 |
| 6.5.6 | 与《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析..... | 186 |
| 6.5.7 | 与《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》的符合性分析. | 187 |
| 7 | 项目用海合理性分析..... | 189 |
| 7.1 | 用海选址合理性分析..... | 189 |
| 7.1.1 | 采砂选址与区域社会条件的适宜性..... | 189 |
| 7.1.2 | 采砂选址与自然资源、环境条件的适宜性..... | 189 |
| 7.1.3 | 采砂选址与区域生态系统的适宜性..... | 191 |
| 7.1.4 | 采砂选址与海洋功能区划和相关规划符合性分析..... | 192 |
| 7.1.5 | 采砂选址与周边用海活动的协调性..... | 192 |
| 7.1.6 | 采砂选址与相关部门的协调情况..... | 193 |
| 7.1.7 | 采砂选址合理性分析..... | 193 |
| 7.2 | 用海方式和平面布置合理性分析..... | 194 |
| 7.2.1 | 用海方式合理性分析..... | 194 |
| 7.2.2 | 平面布置合理性分析..... | 194 |
| 7.3 | 用海面积合理性分析..... | 195 |
| 7.3.1 | 是否满足项目用海需求..... | 195 |
| 7.3.2 | 是否符合相关行业的设计标准和规范..... | 196 |
| 7.3.3 | 宗海图绘制及用海面积量算..... | 196 |
| 7.4 | 用海期限合理性分析..... | 200 |

| | | |
|--------|------------------|-----|
| 7.5 | 投资估算与经济效益分析（略） | 200 |
| 8 | 海域使用对策措施 | 200 |
| 8.1 | 区划实施对策措施 | 200 |
| 8.2 | 开发协调对策措施 | 201 |
| 8.3 | 风险防范对策措施 | 201 |
| 8.3.1 | 自然灾害风险防范对策措施 | 201 |
| 8.3.2 | 船舶交通事故风险防范对策措施 | 202 |
| 8.3.3 | 溢油风险防范对策措施 | 202 |
| 8.4 | 监督管理对策措施 | 208 |
| 8.4.1 | 海域使用面积监督管理对策措施 | 208 |
| 8.4.2 | 海域使用用途监督管理对策措施 | 208 |
| 8.4.3 | 海域使用资源环境监督管理对策措施 | 209 |
| 8.4.4 | 海域使用时间监督管理对策措施 | 209 |
| 8.4.5 | 海域使用跟踪监测 | 209 |
| 9 | 生态用海 | 212 |
| 9.1 | 产业准入与区域管控要求符合性 | 212 |
| 9.2 | 岸线利用与保护措施 | 212 |
| 9.3 | 污染防治对策措施 | 213 |
| 9.3.1 | 采砂作业悬浮泥沙污染防治对策措施 | 213 |
| 9.3.2 | 船舶污染防治对策措施 | 213 |
| 9.4 | 生态保护修复 | 214 |
| 9.4.1 | 生态补偿 | 214 |
| 9.4.2 | 生态保护修复措施 | 214 |
| 9.5 | 长期监测与评估 | 215 |
| 10 | 结论与建议 | 216 |
| 10.1 | 结论 | 216 |
| 10.1.1 | 项目用海基本情况 | 216 |
| 10.1.2 | 项目用海必要性结论 | 216 |
| 10.1.3 | 项目用海资源环境影响分析结论 | 216 |

| | | |
|--------|------------------------------|-----|
| 10.1.4 | 海域开发利用协调分析结论..... | 218 |
| 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..... | 218 |
| 10.1.6 | 项目用海合理性分析结论..... | 219 |
| 10.1.7 | 项目用海可行性结论..... | 219 |
| 10.2 | 建议..... | 220 |

1 概述

1.1 论证工作由来

海砂资源是一种重要的、不可再生的海洋矿产资源类型，海砂开采是全球仅次于海洋油气开采的海洋开采产业，同时海砂也是一类重要的生态环境要素。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，具有积极意义。

由于海砂开采投入的成本相对较低，短时间内可获得较高的收益，经济效益显著，因此，超采、滥采海砂现象时有发生。但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。从上世纪 80 年代以来，我国沿海由于海砂开采而引发的社会、环境和海上安全问题层出不穷。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。

随着广东省建设海洋强省步伐的加快，粤港澳大湾区的建设，广州、深圳、香港、澳门、湛江等一大批涉海工程上马建设，围填海用砂需求巨大，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。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）的通知》，“2021 年选划海砂开采储备区 8 片，总面积约 15.28 平方千米，海砂资源量（含泥）0.83 亿立方米，分布在湛江、珠海、揭阳和汕头海域。在海砂计划开采区无法满足需求时，可将海砂开采储备区作为备选出让区块有序组织

开采。”

本项目为广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采，面积为 221.9970 公顷，海砂开采需使用海域，为了能合理、科学地使用海域，保障用海项目得以顺利实施，并为海域使用审批提供重要依据，根据《中华人民共和国海域使用管理法》及相关的法律、条例和规定，需要对采砂区进行海域使用论证。广东海兰图环境技术研究有限公司受委托承担广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采海域使用论证工作。结合揭阳市海域拟出让区海砂开采及其他海洋开发活动的情况，根据海砂开采所在海域的性质、规模和特点，按照《海域使用论证技术导则》（2010 年）等的要求编制了《广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区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

- (1) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月 1 日起实施）；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议第三次修正，自公布之日起施行）；
- (3) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正）；
- (4) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；
- (5) 《中华人民共和国港口法》（2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第三次修正，自公布之日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，自 2021 年 9 月 1 日起施行）；
- (7) 《中华人民共和国安全生产法（修正草案）》（2020 年 11 月 25 日，国务院常务会议通过）；
- (8) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订，2014 年 3 月 1 日起施行）；

- (9) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013年12月7日第二次修订）；
- (10) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第三次修正，自公布之日起实施）；
- (11) 《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》（国办发〔2002〕36号）；
- (12) 《海域使用权管理规定》（国家海洋局，2007年1月1日起实施）；
- (13) 《国家海洋局关于印发〈海洋生态损害评估技术指南（试行）〉的通知》（国海环字〔2013〕583号）；
- (14) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修改）；
- (15) 《国家海洋局关于进一步加强自然保护区海域使用管理工作的意见》（国海函〔2006〕3号）；
- (16) 《中华人民共和国航道管理条例》（2008年12月27日修订，2009年1月1日起施行）；
- (17) 《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》（2018年3月19日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订）；
- (18) 关于印发《海砂开采使用海域论证管理暂行办法》的通知（国海发〔1999〕370号，国家海洋局）；
- (19) 《关于加强海砂开采管理的通知》（国土资发〔2007〕190号，国土资源部）；
- (20) 《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》（国海规范〔2016〕10号）；
- (21) 《海域使用金征收标准》（财综字〔2018〕15号）；
- (22) 《关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2020〕1号，2021年1月8日）；
- (23) 《关于进一步加强海域使用论证工作的若干意见》（国海管字〔2009〕200号，国家海洋局）；
- (24) 《广东省海域使用管理条例》（2007年3月1日实施）；

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

(26) 《广东省自然资源厅关于印发〈广东省项目用海政策实施工作指引〉的通知》（粤自然资函〔2020〕88号，2020年2月28日）；

(27) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号，2020年12月）；

(28) 《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成果的函》（广东省自然资源厅，2020年12月24日）；

(29) 《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》，2015年；

(30) 《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）；

(31) 《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）；

(32) 《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》（广东省自然资源厅，2020年5月6日）。

1.2.2 相关规划和区划

(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1日；

(3) 《全国沿海船舶航路总体规划》（2011年11月18日印发）；

(4) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，2012年11月；

(5) 《广东省海洋主体功能区规划》，2017年12月；

(6) 《广东省海洋生态红线》，2017年；

(7) 《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》，2017年11月；

(8) 《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》（粤府〔2021〕28号）；

(9) 《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（揭府〔2021〕24号）。

业主提供的其他资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本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），用海面积 221.9970 公顷，项目位于揭阳市惠来县靖海镇处海域，距离最近的红线区约 3.0km，为其他海域。根据《海域使用论证技术导则》（2010）中论证等级划分原则，其他海域固体矿产开采用海所有规模论证等级为二级，因此，本项目用海论证等级为二级，需要编制海域使用论证报告书。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级判定标准

| 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 |
| 本项目 | 用海面积 221.9970 公顷，位于揭阳市惠来县靖海镇处海域，距离最近的红线区约 3.0km，为其他海域。 | | | 二 |

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（2010），论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km。本项目为海砂等矿产开采，论证等级为二级，论证范围从项目用海外缘线向外扩展 8km，面积约 327.3381km²。论证范围如图 1.3.2-1 所示。

图 1.3.2-1 项目论证范围图

1.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》（2010 年）的要求，结合项目用海类型及方式、项目所在的海域实际情况，本项目海域使用论证重点确定如下：

(1) 项目用海资源环境影响分析；

- (2) 海域开发利用协调分析；
- (3) 用海选址合理性分析；
- (4) 用海面积合理性分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 项目基本情况

(1) 项目名称：广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采

(2) 项目性质：新建项目

(3) 地理位置：项目位于揭阳市惠来县靖海湾镇[]处海域，地理坐标略。地理位置详见图 2.1.1-1。

图 2.1.1-1 本项目地理位置图

2.1.2 建设规模与总平面布置

本项目用海面积为 221.9970 公顷，呈不规则五边形，各边长分别为 2454.08m、753.06m、1290.5m、891.72m、2635.57m。根据《广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域矿区回填料用海砂资源储量核实报告》[]，截至 2021 年 9 月 6 日，矿区探获海砂控制资源量和推断资源量共 []，其中控制资源量 []，推断资源量 []，矿体平均厚度 8.74m，平均含泥量 14.06%。

图 2.1.2-1 本项目平面布置图

2.2 海砂矿物组成及储量分析

本节主要引用《广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域矿区回填料用海砂资源储量核实报告》（送审稿）[]的相关内容（以下简称《核实报告》）。

2.2.1 拟出让区矿体地质

揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域勘查区地层相对简单，由砾质砂、含砾泥质砂、泥质砂、砂质泥、砾质泥、泥等组成，本次勘查孔包括 ZK01、ZK02、ZK03、ZK04、ZK05、ZK06、ZK07、ZK08、ZK09、ZK10、ZK11、ZK12、ZK13、ZK14、

ZK15、ZK16、ZK17 和 ZK18 等 18 个钻孔，钻孔分布图见图 2.2.1-1。

图 2.2.1-1 钻孔分布图

2.2.1.1 矿体特征

(1) 矿体分布

根据《核实报告》，勘查区发现两个海砂矿体，自上而下分别命名为 V1 和 V2，其平面分布见图 2.2.1-2 和图 2.2.1-3。勘查区范围面积 2.22km²，由 18 个钻孔系统控制。

V1 矿体在中部缺失，钻孔 ZK01~ZK04、ZK07~ZK09、ZK014~ZK18 见矿，钻孔 ZK05、ZK06、ZK10~ZK13 未见矿，结合综合物探资料，V1 矿体仅在勘查区北部、中南部及中西部见矿，而在中部和中北部有留白。V1 矿体与全新统澄海组地层沉积物中的砂层相对应（见《核实报告》第三章）。V1 矿体大致分西部、东部 2 个部分。西部矿体呈不规则状，北东~南西向长 1515m，北西~南东向长 160~547m。中南部矿体呈“刀型”，以勘查区边界为“刀尖”指向南西向，其中“刀尖”缺失。东部矿体北东~南西向长 244~1830m，北西~南东向长 0~912m。中北部未见矿区呈“L 型”，北东~南西向长 374~1513m，北西~南东向长 378~664m。矿体形态较简单，呈层状，近水平方向延伸。勘查区范围内 V1 矿体面积 1313751m²，矿体砂层厚度 1.0~8.7m，平均厚度 3.4m。

V2 矿体基本上全区都有分布，区内 18 个钻孔皆见矿。V2 矿体与上更新统陆丰组地层沉积物中的砂层相对应（见《核实报告》第三章）。矿体呈不规则状，北东~南西方向长 3000m，北西~南东方向长 0~1010m。矿体形态较简单，呈层状，近水平方向延伸。勘查区范围内 V2 矿体面积 2183145m²，矿体砂层厚度 5.4~30.7m，平均厚度 15.5m。

两个矿体主要赋存在第四系全新统澄海组和上更新统陆丰组地层中。

图 2.2.1-2 V1 矿体平面分布图

图 2.2.1-3 V2 矿体平面分布图

(2) 矿体厚度

矿体 V1：该矿层厚度变化在 1.0~8.7m 之间，矿体厚度大致呈现北西部厚，东部和中部薄的趋势（图 2.2.1-4）。其中 ZK18 孔矿体厚度最小，为 1.0m，ZK02 孔矿体厚度最大，为 8.7m。矿层 V1 平均厚度 3.52m。矿体厚度变化系数为 63.25%。

矿体 V2：矿层厚度变化在 5.4~31.7m 之间（图 2.2.1-5），矿体厚度大体呈中南部厚而北东部和中北部薄的趋势。其中 ZK03 孔矿体厚度最小，为 5.4m，ZK10 孔矿体厚度最大，为 31.7m。矿层 V2 平均厚度 15.36m，矿体厚度变化系数为 50.28%。

矿体 V1 和矿体 V2 叠加后的厚度变化在 7.3~31.9m 之间，平均值 17.71m，矿体厚度变化系数为 41.35%。

钻孔 ZK01~ZK18 粒级含量垂向变化见图 2.2.1-6。

图 2.2.1-4 V1 矿体海砂等厚度图

图 2.2.1-5 V2 矿体海砂等厚度图

图 2.2.1-6 各钻孔粒组累积百分含量垂向变化及矿体砂层厚度图（色带为海砂层）

2.2.1.2 矿体盖层

矿体 V1：矿体 V1 盖层厚度在 4.0~18.0m 之间（图 2.2.1-7），大致呈北部和中北部厚而南部薄的趋势，平均厚度 12.42m。

矿体 V2：盖层厚度变化在 8.0~26.7m 之间（图 2.2.1-8），大致呈中南部最薄，北部、中北部、西部和东南部厚的趋势，平均厚度 19.11m。

图 2.2.1-7 V1 矿体海砂盖层等厚度图

图 2.2.1-8 V2 矿体海砂盖层等厚度图

2.2.1.3 矿体顶、底标高及夹层特征

勘查区 V1 矿体顶面标高在 -48.30~-35.10m 之间（图 2.2.1-9），平均 -42.96m。底面标高在 -51.30~-39.20m 之间（图 2.2.1-10），平均 -46.56m。V1 矿体发育 1 个夹层，形状大体呈楔形，仅出现在勘查区南部钻孔 ZK17，夹层厚度为 1.0m（1.0m 的含砾泥），砾石含量 4.4%，砂含量 42.7%，泥含量 52.9%。

V2 矿体顶面标高在 -57.15~-38.60m 之间（图 2.2.1-11），平均 -49.63m。底面标高在 -71.10~-59.70m 之间（图 2.2.1-12），平均 -65.69m。V2 矿体发育 8 个

夹层，形状大体呈楔形，厚度在 1.0~6.6m 之间，平均 2.1m。零星分布在勘查区钻孔 ZK01、ZK03、ZK07、ZK12、ZK15 和 ZK17，夹层厚度分别为 1.0m（砾质泥）、1.0m（含砾泥）、1.0m（含砾泥）、2.1m（含砾泥）、1.0m（含砾泥）和 6.6m（1.0m 的含砾泥和 5.6m 的砂质泥）。砾石含量在 0~7.4%之间，平均值 2.0%；砂含量在 26.9~45.3%之间，平均值 37.3%；泥含量在 54.4~73.1%之间，平均值 60.7%。

图 2.2.1-9 勘查区 V1 矿体顶标高图

图 2.2.1-10 勘查区 V1 矿体底标高图

图 2.2.1-11 勘查区 V2 矿体顶标高图

图 2.2.1-12 勘查区 V2 矿体底标高图

2.2.2 砂源储量及品位分析

2.2.2.1 资源量估算

（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、 $>2\text{mm}$ ($<-1\Phi$) 为砾级；
- B、 $2\sim 0.063\text{mm}$ ($-1\Phi\sim 4\Phi$) 为砂级；
- C、 $<0.063\text{mm}$ ($>4\Phi$) 为泥。

（2）圈矿指标

- 1) 含泥量 $<50\%$ （粒径 $<0.063\text{mm}$ 的沉积物含量）；
- 2) 细度模数 ≥ 0.7 的砂层圈定为矿体；
- 3) 非海砂层中出现的个别海砂样品不参与矿体圈定。

（3）资源量类型划分

根据固体矿产资源储量分类（GB/T 17766-2020），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。其中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 $400\times 400\text{m}$ ，物探控制网度为

200×200m 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二分之一（200m）的外推地段，地质可靠程度较低。

（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。

《核实报告》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：

$$VR=S_i \times H_i$$

其中：VR 为海砂体积资源量（m³）；

S_i 为第 i 个块段的面积（m²）；

H_i 为参加块段资源量估算的各工程海砂厚度的算术平均值（m）。

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：

$$VR=1/2 \times S_i \times H_i$$

其中：VR 为海砂体积资源量（m³）；

S_i 为第 i 个块段的面积（m²）；

H_i 为参加块段资源量估算的各工程海砂厚度的算术平均值（m）。

（5）海砂资源量估算结果

截至 2021 年 9 月 6 日，采用地质块段法估算矿区海底面以下 [REDACTED] 以浅海砂原矿资源量（控制+推断）共 [REDACTED]，其中控制资源量 [REDACTED]，推断资源量 [REDACTED]，矿体平均厚度 8.74m，平均含泥量 14.06%，详见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 海砂资源量计算表

2.2.2.2 品位分析

（1）矿石组成

根据勘查区钻孔组合样矿物光谱半定量分析和碎屑矿物分析结果，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 86.36%~92.80%之间, 重矿物含量(重矿物质量占分析质量的百分比) 在 0.05%~0.25%之间。

石英硬度为 7, 性硬, 无解理, 贝壳状断口。

海砂粒级组成相差不大。V1 矿层内 0.063mm 以上粒级含量变化在 58.4%~84.4%之间, 平均含量 75.16%, 变化系数为 9.95%, 差异性较小。

V2 矿层内 0.063mm 以上粒级含量变化在 52.0%~99.8%之间, 平均含量 86.96%, 变化系数为 10.90%, 差异性较小。

(2) 含泥量

本报告中泥是指泥和粘土的合称, 即: 粒径小于 0.063mm 的颗粒含量。见矿工程含泥量为所取样品含泥量与相应的样长加权平均求得, 块段的平均含泥量为块段中各见矿工程平均含泥量与相应的矿层厚度加权平均求得。

矿体 V1 中各样品含泥量在 15.6%~50.3%之间, 加权平均值 26.72%。其中粉砂的含量在 7.0~27.7%之间, 加权平均值为 16.56%, 粘土的含量加权平均值为 10.16%。

矿体 V2 中各样品含泥量在 0.2%~48.0%之间, 加权平均值 12.94%。其中粉砂的含量在 0.1~32.2%之间, 加权平均值为 8.40%, 粘土的含量加权平均值为 4.54%。

全区加权后平均含泥量 14.06%。

(3) 矿石粒径

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: M_x 为细度模数;

A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 分别为 4.75mm、2.36mm、1.18mm、600 μ m、300 μ m、150 μ m 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》(JGJ 52-2006) 标准, 根据细度模数, 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。

根据本次调查测试结果, 圈定海砂矿层后, 按不同矿体计算的样品各粒级累

计筛余百分率及单工程细度模数：

矿体 V1 砂样细度模数在 0.7~2.7 之间，平均值 1.5 (N=42)，主要为特细砂 (N=23) 和细砂 (N=14)，其余为中砂 (N=5)，总体评价为特细砂~细砂级别。

矿体 V2 砂样细度模数在 0.7~4.4 之间，平均值 2.9 (N=276)，主要粗砂 (N=127) 和中砂 (N=84)，其余为细砂 (N=35) 和特细砂 (N=30)，总体评价为粗砂~中砂级别。

全矿区平均细度模数为 2.8，整体为中砂级别。

(4) 含矿性分析

在矿区取了 6 个样品进行了碎屑矿物分析，共检出碎屑矿物有 27 种，包括陆源碎屑矿物、海洋自生矿物、内源生物碎屑矿物和火山源物质矿物。现按比重分为重矿物与轻矿物两类。

轻矿物主要为石英，长石次之，石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 86.36%~92.80% 之间（表 2.2.2-2）；重矿物含量（重矿物质量占分析质量的百分比）在 0.05%~0.25% 之间。重矿物含量虽少，但种类较多，包括锆石、磷灰石、黄铁矿、金红石、锐钛矿、红柱石、蓝晶石、绿帘石、十字石、独居石、电气石、石榴子石、白钛石、蓝闪石、角闪石、辉石、铬铁矿、钛铁矿、赤褐铁矿、金属球粒和磁铁矿等。

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，勘查区主要的有用重矿物为钛铁矿和锆石，均未达到边界品位（表 2.2.2-4）。

表 2.2.2-2 矿区碎屑矿物主要种类含量表

| 孔号 | 重矿物总含量 (%) | 单一重矿物含量 (%) | | | | | | | | | | 单一轻矿物含量 (%) | | | | |
|------|------------|-------------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------------|------|------|------|------|
| | | 锆石 | 黄铁矿 | 金红石 | 锐钛矿 | 绿帘石 | 独居石 | 电气石 | 白钛石 | 钛铁矿 | 磁铁矿 | 石英 | 长石 | 绿泥石 | 白云母 | 蚀变矿物 |
| ZK02 | 0.25 | 5.57 | 8.92 | 0.09 | 0.42 | 0.24 | 0.29 | 0.38 | 0.71 | 71.05 | 0.33 | 92.06 | 0.99 | 0.04 | 0.01 | 6.89 |
| ZK08 | 0.12 | 6.67 | 20.8 | 0.53 | 0.13 | 4.91 | 0.08 | 0.62 | 0.99 | 52.23 | 2.16 | 86.36 | 3.02 | 1.17 | 0.21 | 9.22 |
| ZK11 | 0.11 | 11.27 | 19.68 | 0.89 | 0.27 | 7.38 | 0.61 | 1.08 | 2.71 | 43.72 | 2.85 | 90.05 | 0.97 | 0.01 | 0.04 | 8.92 |
| ZK13 | 0.05 | 14.66 | 18.49 | 0.88 | 0.81 | 20.01 | 0.51 | 3.02 | 3.58 | 25.37 | 1.27 | 89.44 | 1.97 | 0.15 | 0.11 | 8.32 |
| ZK16 | 0.06 | 24.15 | 9.15 | 4.15 | 1.61 | 3.08 | 1.28 | 2.25 | 4.52 | 38.47 | 0.80 | 91.50 | 1.97 | 0.13 | 0.10 | 6.29 |
| ZK18 | 0.14 | 10.24 | 23.1 | 0.12 | 0.39 | 1.69 | 0.29 | 2.97 | 1.06 | 47.82 | 2.17 | 92.80 | 0.50 | 0.01 | 0.02 | 6.66 |

表 2.2.2-3 本次评价使用的矿床工业指标

| 工业指标项目 | 钛铁矿 | 锆石 | 金红石 | 独居石 |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 边界品位 (kg/m ³) | 5 | 0.8 | 0.5 | 0.5 |
| 最底工业品位 (kg/m ³) | 8 | 1.3 | 0.8 | 0.8 |
| 最小可采厚度 (m) | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 最小夹石剔除厚度 (m) | 3 | 3 | 2 | 2 |

表 2.2.2-4 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 |
| ZK01 | 0.3901 | 0.1462 | 0.0202 | 0.0076 |
| ZK03 | 0.5002 | 0.2304 | 0.0122 | 0.0475 |
| ZK07 | 0.2545 | 0.5122 | 0.0015 | 0.0066 |
| ZK11 | 0.6134 | 0.2624 | 0.0081 | 0.0146 |
| ZK13 | 0.2576 | 0.0639 | 0.0041 | 0.0072 |
| ZK17 | 0.4359 | 0.1748 | 0.0172 | 0.0103 |

(5) 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。本次调查共取 6 个样品进行放射性测试，测试内容包括内照射指数 I_{Ra} 、外照射指数 I_r ，结果显示矿石内照射指数 I_{Ra} 为 0.1~0.2，外照射指数 I_r 介于 0.1~0.2，详见表 2.2.2-5。

海砂放射性物质照射指数小于 1，海砂的放射性比活度符合我国《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）的要求，对环境和人体无危害性。

表 2.2.2-5 钻孔样品放射性指数统计表

| 样品原号 | 检测编号 | 内照射指数 I_{Ra} | 外照射指数 I_r |
|------|------------|----------------|-------------|
| ZK02 | ZH21-299-1 | 0.1 | 0.2 |
| ZK05 | ZH21-288-5 | 0.1 | 0.2 |
| ZK10 | ZH21-288-1 | 0.1 | 0.1 |
| ZK12 | ZH21-288-4 | 0.1 | 0.2 |
| ZK14 | ZH21-288-2 | 0.1 | 0.1 |
| ZK16 | ZH21-288-3 | 0.2 | 0.2 |

(6) 有害物质分析

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，具体见表 2.2.2-6。

表 2.2.2-6 有害物质物质限量

| 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（以氯离子计）/% | ≤0.01 | ≤0.02 | ≤0.06 |
| 贝壳（按质量计）/% | ≤3.0 | ≤5.0 | ≤8.0 |
| 该指标仅适用于海砂，其他砂种不作要求 | | | |

根据矿区采集的 18 个钻孔的 60 件砂样组合样的有害物质分析和 3 个钻孔的 18 件原状样的有机物分析，云母含量 0~0.13%，符合我国《建设用砂》（GB/T 14684-2011）的 I 类 ≤1% 的要求，合格率 100%；轻物质含量 0.02~0.27%，符合 I 类建筑用砂 ≤1% 的要求，合格率 100%；20 件砂岩组合样的有机物均合格，合格率 100%；18 件原状样的有机物分析中仅有两件有机物分析不合格，分别为 ZK09 钻孔 10.00~10.25m 的砂质泥和 19.00~19.25m 的泥，合格率 88.88%，且 ZK09 钻孔的组合砂样有机物分析为合格，综合评价认为有机物合格；硫化物及

硫酸盐含量 0.09~0.37%，合格率 100%，符合I类建筑用砂 $\leq 0.50\%$ 的要求；贝壳含量 0.14~0.84%，符合I类建筑用砂 $\leq 3.0\%$ 的要求，合格率 100%；氯化物含量 0.09~0.27%，大于 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；钻孔样品的有机物含量均符合质量要求；详见表 2.2.2-7。

表 2.2.2-7 钻孔样品有害物质物质含量

| 样品编号 | 检测结果 ω (%) | | | | | |
|--------------|-------------------|------|-----|---------|------|------|
| | 云母 | 轻物质 | 有机物 | 硫化物及硫酸盐 | 氯化物 | 贝壳 |
| ZK01-氯化物 | | | | | 0.11 | |
| ZK01-贝壳 | | | | | | 0.24 |
| ZK01-云母 | 0.09 | | | | | |
| ZK01-轻物质 | | 0.27 | | | | |
| ZK01-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.37 | | |
| ZK01-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK02-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.21 | | |
| ZK02-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK03-氯化物 | | | | | 0.16 | |
| ZK03-贝壳 | | | | | | 0.7 |
| ZK03-云母 | 0.09 | | | | | |
| ZK03-轻物质 | | 0.08 | | | | |
| ZK03-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK04-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK05-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK06-氯化物 | | | | | 0.09 | |
| ZK06-贝壳 | | | | | | 0.14 |
| ZK06-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.26 | | |
| ZK06-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK07-氯化物 | | | | | 0.12 | |
| ZK07-贝壳 | | | | | | 0.72 |
| ZK07-云母 | 0 | | | | | |
| ZK07-轻物质 | | 0.04 | | | | |
| ZK07-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK08-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.3 | | |
| ZK08-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK09-云母 | 0.05 | | | | | |
| ZK09-轻物质 | | 0.02 | | | | |
| ZK09-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK10-氯化物 | | | | | 0.23 | |
| ZK10-贝壳 | | | | | | 0.84 |

| | | | | | | |
|--------------|---------|------|-----|------|------|------|
| ZK10-有机质1 | | | 合格 | | | |
| ZK10-有机质2 | | | 合格 | | | |
| ZK11-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.22 | | |
| ZK11-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK12-云母 | 0.09 | | | | | |
| ZK12-轻物质 | | 0.05 | | | | |
| ZK12-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK13-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.09 | | |
| ZK13-有机质1 | | | 合格 | | | |
| ZK13-有机质2 | | | 合格 | | | |
| ZK14-氯化物 | | | | | 0.18 | |
| ZK14-贝壳 | | | | | | 0.32 |
| ZK14-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK15-云母 | 0.03 | | | | | |
| ZK15-轻物质 | | 0.09 | | | | |
| ZK15-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK16-氯化物 | | | | | 0.22 | |
| ZK16-贝壳 | | | | | | 0.16 |
| ZK16-云母 | 0.05 | | | | | |
| ZK16-轻物质 | | 0.09 | | | | |
| ZK16-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.28 | | |
| ZK16-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK17-有机质 | | | 合格 | | | |
| ZK18-氯化物 | | | | | 0.27 | |
| ZK18-贝壳 | | | | | | 0.4 |
| ZK18-云母 | 0.13 | | | | | |
| ZK18-轻物质 | | 0.16 | | | | |
| ZK18-硫化物及硫酸盐 | | | | 0.17 | | |
| ZK18-有机质 | | | 合格 | | | |
| 原状 样 | ZK3-01 | | 合格 | | | |
| | ZK3-02 | | 合格 | | | |
| | ZK3-03 | | 合格 | | | |
| | ZK6-01 | | 合格 | | | |
| | ZK6-02 | | 合格 | | | |
| | ZK6-03 | | 合格 | | | |
| | ZK7-03 | | 合格 | | | |
| | ZK9-01 | | 合格 | | | |
| | ZK9-02 | | 不合格 | | | |
| | ZK9-03 | | 不合格 | | | |
| | ZK12-01 | | 合格 | | | |
| | ZK12-02 | | 合格 | | | |
| | ZK12-03 | | 合格 | | | |
| ZK15-01 | | 合格 | | | | |

| | | | | | | | |
|------------|---------|--------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|
| | ZK17-03 | | | 合格 | | | |
| | ZK18-01 | | | 合格 | | | |
| | ZK18-02 | | | 合格 | | | |
| | ZK18-03 | | | 合格 | | | |
| 有害物质 评价 | 范围 | 0~0.13 | 0.02~0.27 | 合格 | 0.09~0.37 | 0.09~0.27 | 0.14~0.84 |
| | 评价 | ≤1.0 | ≤1.0 | 总体合格 | ≤0.5 | 大于限量 | ≤3 |
| | 合格率 | 100% | 100% | 94.74% | 100% | 0% | 100% |

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 开采范围

本项目开采范围为广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂矿拟申请采矿权约 221.9970 公顷范围内-71.1m~-35.1m 标高间具有工业开采价值的回填料海砂矿矿体。

2.3.2 开采方式

本项目采砂计划采用露天水下开采方式进行。参考同类工程施工方案，广东省海砂开采常采用的采砂船有射流式采砂船和挖斗式采砂船。考虑工程海域海砂资源分层分布，除表层粉砂外，大量海砂资源上部覆盖有黏土等无法利用的底质，射流吸砂船的吸砂管可以直接进入砂层，不挖其他地层，减少废弃泥土和悬浮泥沙的产生量，对海洋沉积物扰动较少。开采表层海砂时由于高压水射流可能造成较大量的悬浮泥沙扩散，海砂开采时绝大部分时间射流管插入沙层内部，表层海砂随着采砂活动的开展逐步塌陷。抽至表层时间较短，与吸砂过程和洗砂过程造成持续性悬浮泥沙扩散相比，产生的影响较为有限。从海洋环境保护角度来看，采用射流式吸砂船进行海砂开采是合理的。因此根据海洋环境保护要求，本项目计划采用射流式吸砂船。

射流吸砂船具有自航能力，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。

海砂射流开采工艺为：①射流泵将高压射流合成砂浆吸入吸砂管，②吸砂管把砂浆吸到洗砂船舱上，③洗砂船洗砂分选，④成品砂运砂船运出，海砂开采的作业流程见图 2.3.2-1。

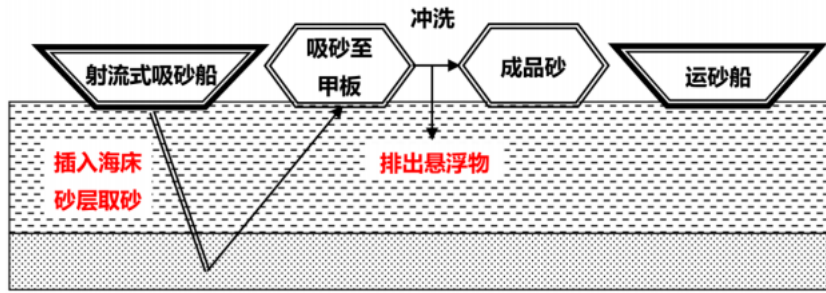


图 2.3.2-1 海砂开采作业流程示意图

(1) 射流泵采砂工作原理

射流式采砂船到达采砂水域后，启动吸砂泵，待吸砂泵机械运转正常达到一定参数后，在指定的海域内将吸砂管（长度一般为 20m~30m，直径为 24 寸）以 60°~70°左右角度插入海床，穿过水层和泥层到达理想砂层。

射流船离心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，在混合室形成负高压，将砂水混合物沿吸管吸入，高压水与砂水混合物在混合室内充分混合后进入扩散管，并逐渐降压后沿砂管排入砂舱。射流泵的工作原理见图 2.3.2-2。

海砂开采作业时，射流船的位置基本上固定不动，开采到的海砂输送到射流船两侧的自卸式皮带运砂船上。淘空砂层后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，刚性射流管和吸砂管随采砂船移动到别工作面。

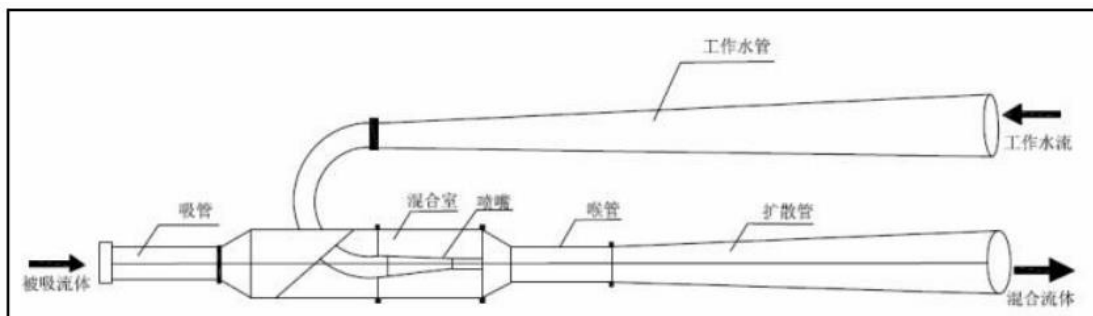


图 2.3.2-2 射流式采砂船采砂的原理示意图（逆向冲采）

(2) 洗砂过程

射流泵将砂浆吸到洗砂船舱，通过甲板上的筛网进行过滤，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采砂船船舷两侧的运砂船上。一般来说，运用射流式吸砂船的出砂率在 70%~85%之间。筛网洗砂原理见图 2.3.2-3。

采砂过程的碎石杂物暂存于船上，在采砂船靠岸检修时由相关接收单位接收处理，不得倾倒入海。

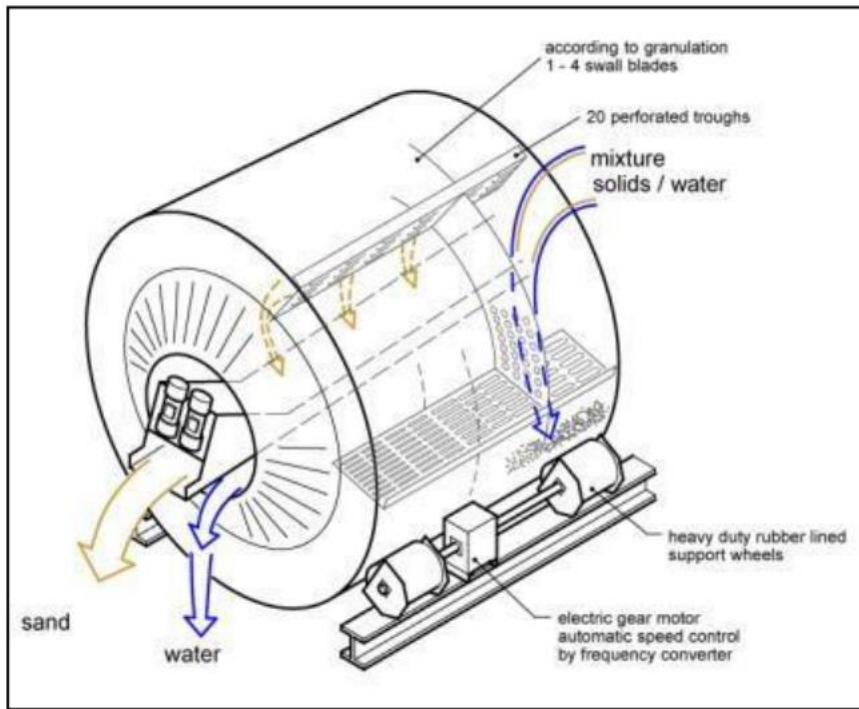


图 2.3.2-3 采砂船上筛网洗砂示意图

(3) 溢流管水底排放工艺

溢流管水底排放工艺过程为：射流泵将混合液体泵入筛网进行过滤水洗，砂粒沉入船舱底部，余水流经船体底部溢流口排出。溢流口径约为 50cm。溢流管水底排放工艺示意图见图 2.3.2-4。

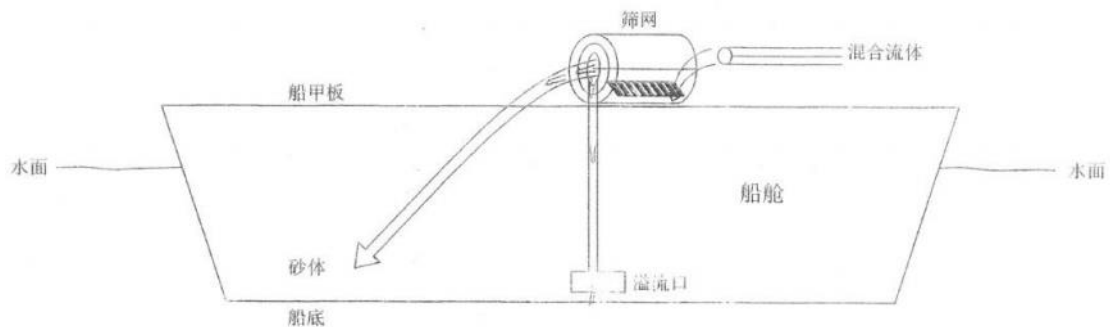


图 2.3.2-4 溢流管水底排放工艺示意图

整体工艺流程图见图 2.3.2-5，采矿作业示意图见图 2.3.2-6。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。

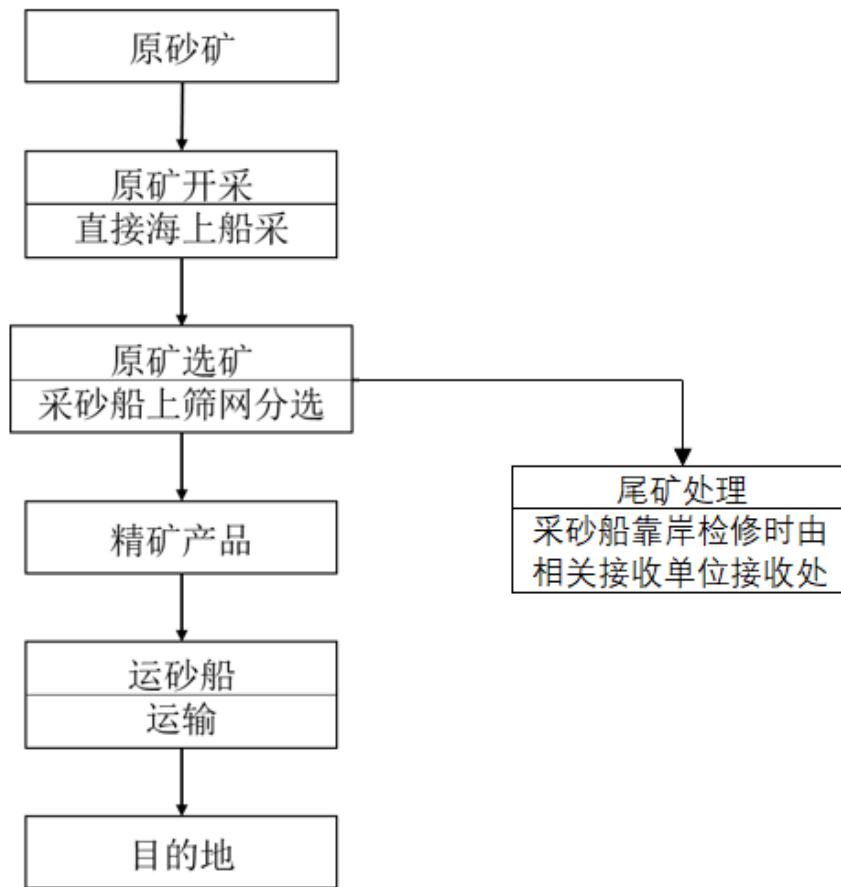


图 2.3.2-5 施工工艺流程图

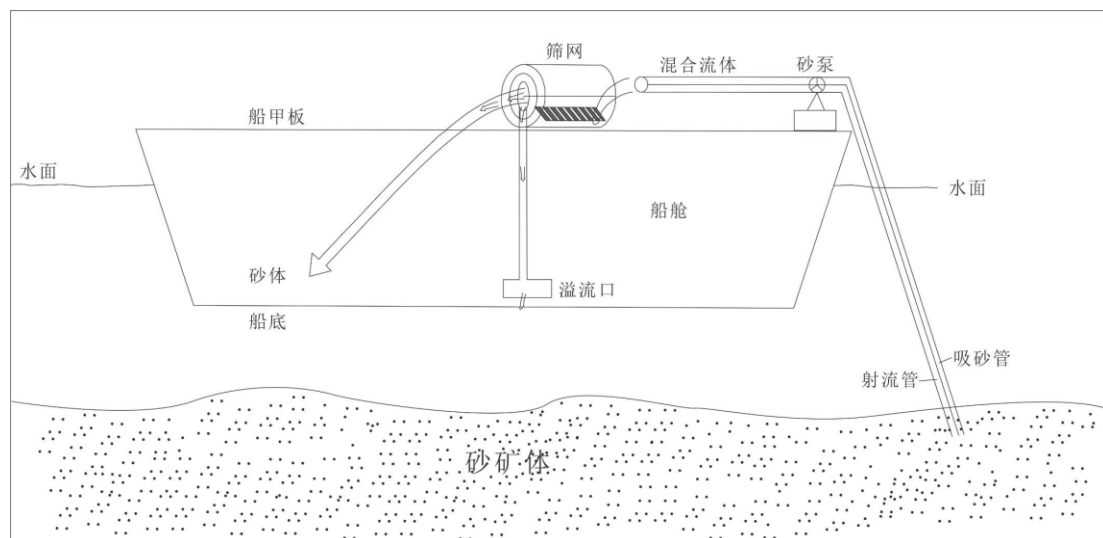


图 2.3.2-6 采矿作业示意图

2.3.3 施工船舶

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。本工程现阶段尚未明确开采活动责任主体，因此尚无法明确开采活动责任主体所拥有的采砂船类型。根据当前采砂行业市场现状，考虑到项目所在海域风浪条件较大，且水深较深，拟投入 1000m³/h 的射流式采砂船 6 艘，3000~5000m³ 运砂船 16 艘。采砂船满载吃水 2m，运砂船满载吃水 4.45m，采砂区域水域满足船舶的施工要求。目前华南地区采砂船最大采砂深度可达水面以下 90m（“长顺 398”轮，该船一天的采砂量可达到 10 万吨，总装机超过 4 万 kW）。采砂船选取应能满足采砂深度需求。

2.3.4 开采顺序

本方案设计采用的开采方式为露天水下开采，根据矿体的赋存情况、转运区位置、矿山采矿生产能力要求，设计确定开采顺序从南向北，由东向西推进。可根据现场开采情况调整。采砂作业应有计划的进行，分层分片，可将采砂区分成若干小区，均进行采矿，防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌。

为避免造成水下矿区边坡坍塌导致超矿区开采，在水下休止角（30°）以内的矿体将不得开采，故设计海砂采场最终边坡角度为 30°。结合开采范围内的地形条件以及盖层、矿体厚度，综合形成露天开采境界终了平面图，即最终确定露天水下采场的露天开采境界。露天水下开采境界圈定结果见表 2.3.4-1，开采境界终了图见图 2.3.4-1。

由于矿区存在两个矿体，V1、V2 矿体均有盖层，V1 矿体位于 V2 矿体上面，先开采 V1 矿体，后开采 V2 矿体。

表 2.3.4-1 露天开采境界圈定结果一览表

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 参数 |
|----|----------|------------------|----------------|
| 1 | 采场最终境界面积 | km ² | 2.22 |
| 2 | 采场底板面积* | km ² | 1.9 |
| 3 | 底部标高 | m | -37.5m~-62.45m |
| 4 | 最终边坡角 | ° | 30 |
| 5 | 确定开采储量 | 万 m ³ | ██████ |
| 6 | 采出矿石量 | 万 m ³ | ██████ |
| 7 | 开采回采率 | % | 90 |

图 2.3.4-1 开采境界终了图

2.3.5 海砂去向与运输方案

本项目海砂拟利用方式为作为填海区填料，由于项目还未出让，供砂对象和位置不确定。

鉴于海砂矿海上开采的特殊性，以及海砂开采量和海砂存储条件的限制，采取“采砂船采砂→原位洗砂→成品砂运输（小型船舶）→成品砂运输（大型船舶）→成品砂运输（小型船舶，目标填海区近岸中转）→目标填海区”的海砂开采及运输方案。计划由采砂区装砂后，暂按运至矿区东北面约 34km 处的汕头港广澳港区。

2.3.6 计划开采量

根据《广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域矿区海砂矿产资源开发利用方案》[]，截至 2021 年 9 月 6 日，矿区共探获回填料用海砂原矿资源量 []（其中：V1 矿体矿石量 []，V2 矿体矿石量 []）；设计可利用矿产资源储量（控制的+推断的） $Q_1 = []$ ；可采资源量 Q_2 （开采储量）= []；开采回采率为 90%，贫化率为 0%，则本矿山采出矿石量 $Q_3 = [] \times 90\% \div (1-0\%) = []$ 。

2.3.7 海砂可采时间

本项目拟使用 6 艘采砂强度为吸砂功率为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 的射流式采砂船进行连续作业，根据拟采用的采砂船型号及船体特性，此类施工船舶连续作业时间不超过 20 小时，日均可采砂 12 万 m^3 ，加之采砂要考虑天气及机械检修等原因，因此初步确定其每个月可作业天数为 20 天，以 8 月至次年 2 月计算为 7 个月，月开采量为 240 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，考虑项目所在的南海北部幼鱼繁育场保护区，在鱼类产卵、繁殖等快速生长期（3 月至 7 月）内，降低采砂强度，每月采砂天数降至 15 天，每日采砂时间降至非敏感期的 2/3，月开采量为 120 万 m^3 ，详见表 2.3.7-1。据此可计算出本项目的年最大开采量如下：

年最大控制开采量 = 开采量/小时 × 船数 × 小时数/天 × 天数/月 × 月数/年
= $1000\text{m}^3/\text{小时} \cdot \text{船} \times 6 \text{ 船} \times 20 \text{ 小时/天} \times 20 \text{ 天/月} \times 7 \text{ 月/年} + 1000\text{m}^3/\text{小时} \cdot \text{船} \times 6 \text{ 船}$

×20 小时/天×2/3×15 天/月×5 月/年=2280 万 m³

本项目拟出让区的海砂估算储量为 [REDACTED]，可采出的原矿石量为 [REDACTED]，年最大开采量为 2280 万 m³，按照以上的采砂强度，海砂可连续开采约 [REDACTED]。因此，本海砂开采区海域使用期限建议为 [REDACTED]。

表 2.3.7-1 海砂开采时间一览表

| | 敏感期 | 非敏感期 |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 控制条件 | 6 艘采砂船 每月工作 15 天 3 月-7 月 | 6 艘采砂船 每月工作 20 天 8 月-次年 2 月 |
| 月最大开采量 (m ³ /d) | 120 | 240 |
| 年最大开采量 (m ³ /d) | 600 | 1680 |
| 合计年最大开采量(m ³ /d) | 2280 | |

2.4 项目申请用海情况

本项目海砂开采范围用海面积为 221.9970 公顷，用海类型为工业用海（一级类）中的固体矿产开采用海（二级类），用海方式为其它方式（一级用海方式）的海砂等矿产开采（二级用海方式），拟申请用海宗海位置见图 2.4-1，宗海界址图见图 2.4-2。项目用海不占用岸线。根据项目性质和设计要求，拟申请用海期限 [REDACTED]。

图 2.4-1 项目宗海位置图

图 2.4-2 项目宗海界址图

2.5 采砂用海必要性

2.5.1 海砂开采必要性

(1) 海砂开采市场前景良好

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，以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/m³ 逐年上涨到 2010 年约 20 元/m³，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/m³，2018 年 12 月份，广东省海砂购进价为 297 元/m³，环比上升 25.04%，至 2019 年下半年开始才有所回落，根据市场调研，现海砂价格约 118 元/m³（坑口不含税价）。

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，所以目前海砂开采的市场前景良好。

(2) 合理的海砂开采是对现有海洋资源科学合理利用的体现

根据《核实报告》，截至 2021 年 9 月 6 日，采用地质块段法估算矿区海底面以下 30.2~40.5m 以浅海砂原矿资源量（控制+推断）共 ██████████，其中控制资源量 ██████████，推断资源量 ██████████，矿体平均厚度 8.74m，平均含泥量 14.06%。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。

(3) 合理的开采海砂是保障建设用砂供应的需要

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 亿吨（约为 1.3 亿 m³），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 m³ 海砂，其中 4000 万 m³ 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。

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 。

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。为保障今年我国重大项目建设所需建筑用海砂的供应，海砂开采是必要的。

2.5.2 采砂用海必要性

本项目采砂计划采用露天水下开采方式进行，采用射流式吸砂船进行海砂开采。海砂开采时射流船的位置基本上固定不动，开采到的海砂输送到射流船两侧的自卸式皮带运砂船上。淘空砂层后，刚性射流管和吸砂管随采砂船移动到别工作面。根据当前采砂行业市场现状，考虑到项目所在海域风浪条件较大，且水深较深，拟投入 1000 m^3/h 的射流式采砂船 6 艘，3000~5000 m^3 运砂船 16 艘，开采期限为 [REDACTED]。

因此，本项目海砂开采需要投入一定的船舶，施工船舶需在采砂区持续施工一定的时间，占用一定海域并对该海域海砂资源进行开采，项目采砂用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气象特征

本项目位于揭阳市惠来县，该区域地处亚热带，属亚热带季风性气候，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。降雨量的年内分配很不均匀，4~9月约占全年降雨量的80%以上，夏季受台风影响降雨强度较大。

本次以[]提供的惠来县气象站[]气象观测资料统计分析区域气候条件。惠来气象站（59317）位于广东省揭阳市，地理坐标为[]，海拔高度42米，距项目最近约32.7km。惠来气象站（59317）是距项目最近的国家气象站，始建于1955年并正式进行气象观测。

根据惠来国家基本气象站[]气象数据，该区域年平均气温22.6℃，年平均地表温度25.2℃，年平均气压1011.2hPa，年平均相对湿度78.91%，年均降雨量1807.5mm，年平均风速2.4m/s。惠来气象站多年平均统计见。

表 3.1.1-1。

表 3.1.1-1 惠来气象站观测资料统计表

| 项目 | 统计值 | 极值出现时间 | 极值 |
|--------------------|-------------|------------|---------|
| 多年平均气温（℃） | 22.6 | / | / |
| 累年极端最高气温（℃） | 36.4 | 2005-07-18 | 38.4 |
| 累年极端最低气温（℃） | 5.7 | 2016-01-25 | 1.5 |
| 多年平均气压（hPa） | 1011.2 | / | / |
| 多年平均水汽压（hPa） | 22.73 | / | / |
| 多年平均相对湿度（%） | 78.91 | / | / |
| 多年平均降雨量（mm） | 1807.5 | 2013-08-18 | 295.4 |
| 灾害 天气 统计 | 多年平均沙暴日数（d） | 1.37 | / |
| | 多年平均雷暴日数（d） | 45.8 | / |
| | 多年平均冰雹日数（d） | 0 | / |
| | 多年平均大风日数（d） | 2 | / |
| 多年实测极大风速（m/s）、相应风向 | 24.44 | 2013-09-22 | 37.1ENE |
| 多年平均风速（m/s） | 2.4 | / | / |
| 多年主导风向、风向频率（%） | ENE18.147 | / | / |

3.1.1.1 风向及风频统计

根据惠来气象站 惠来 风向风速资料统计，惠来气象站 10 月平均风速最大，08 月风最小。近 20 年资料统计的风向玫瑰图见图 3.1.1-1，惠来气象站主要风向为 ENE 和 NE、E、NNE，占 55.6%，其中以 ENE 为主风向，占到全年 18.4%左右。

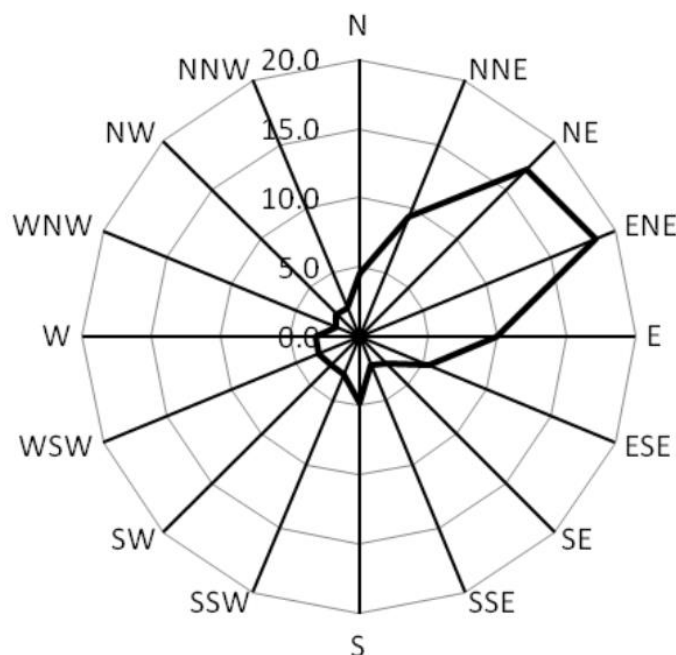


图 3.1.1-1 近 20 年风向频率玫瑰图 (%)

3.1.1.2 月平均气温

惠来气象站 07 月气温最高 (28.73℃)，01 月气温最低 (15.03℃)，近 20 年极端最高气温出现在 2005 年 7 月 18 日 (38.4℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日 (1.5℃)。惠来月平均温度见表 3.1.1-2。

3.1.1.3 月降水量、相对湿度、日照时数

惠来气象站 6 月降水量最大 (411.97 毫米)，1 月降水量最小 (27.33 毫米)，近 20 年极端最大日降水出现在 2013 年 8 月 18 日 (295.4 毫米)。惠来气象站 7 月日照最长 (250.90 小时)，3 月日照最短 (120.28 小时)。惠来气象站 6 月平均相对湿度最大 (86%)，12 月平均相对湿度最小 (70%)。累年各月降水量、相对湿度、日照时数统计见表 3.1.1-2。

表 3.1.1-2 惠来气象站累年月气象要素统计

| 月份 | 平均气温℃ | 降水量 mm | 日照时数 h | 相对湿度% |
|----|-------|--------|--------|-------|
| 1 | 15.03 | 27.33 | 153.15 | 73.03 |
| 2 | 15.87 | 39.23 | 122.24 | 76.57 |
| 3 | 18.05 | 58.98 | 120.28 | 76.58 |
| 4 | 21.87 | 167.96 | 126.26 | 80.73 |
| 5 | 25.19 | 247.97 | 157.47 | 83.39 |
| 6 | 27.54 | 411.97 | 180.05 | 86.25 |
| 7 | 28.73 | 270.82 | 250.90 | 83.25 |
| 8 | 28.44 | 281.85 | 225.63 | 83.57 |
| 9 | 27.50 | 169.18 | 208.00 | 79.28 |
| 10 | 24.87 | 45.91 | 210.82 | 73.06 |
| 11 | 21.18 | 43.97 | 169.66 | 73.16 |
| 12 | 16.80 | 34.35 | 165.24 | 69.66 |

3.1.2 海洋水文动力状况

本节内容引自《揭阳市靖海湾海域海洋水文观测技术报告》

在项目附近海域进行水文观测。

3.1.2.1 调查概况

，在项目附近海域进行大潮水文观测。共布设 6 个水文站位（JHL1、JHL2、JHL3、JHL4、JHL5 和 JHL6 站）和 2 个潮位观测站位（JHC1、JHC2 站位），位置如图 3.1.2-1 所示，站位坐标以及观测内容见表 3.1.2-1。调查内容包括：温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向、海况、潮位等。

表 3.1.2-1 2021 年 8 月水文观测站坐标和观测内容

| | 站号 | 经度 (E) | 纬度 (N) | 观测要素 | | | | |
|-----------------|------|--------|--------|------|----|----|-----|------|
| | | | | 潮位 | 海流 | 悬沙 | 温、盐 | 风速风向 |
| 海流 悬沙 观测站 | JHL1 | | | | √ | √ | √ | |
| | JHL2 | | | | √ | √ | √ | √ |
| | JHL3 | | | | √ | √ | √ | |
| | JHL4 | | | | √ | √ | √ | |
| | JHL5 | | | | √ | √ | √ | √ |
| | JHL6 | | | | √ | √ | √ | |
| 潮位 | JHC1 | | | √ | | | | |
| | JHC2 | | | √ | | | | |

图 3.1.2-1 水文监测站位布设示意图

3.1.2.2 基面关系

参考 [] 的周年潮位资料经调和与分析得到各基面的关系。根据 [] 逐时潮位资料，经调和与分析得出各基面的关系如图 3.1.2-2 所示。

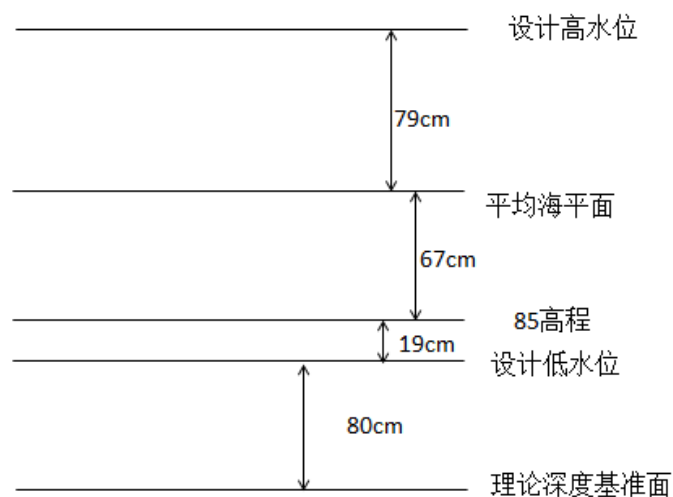


图 3.1.2-2 基面关系图

由 [] 的实测潮位资料统计分析，得 [] 潮位特征值如下：

实测最高潮位：3.44m

实测最低潮位：-0.98m

多年平均高潮位：0.93m

多年平均低潮位：0.14m

多年平均潮位：0.50m

实测最大潮差：2.68m

实测最小潮差：0.01m

多年平均潮差：0.79m

多年平均涨潮历时：6h48min

多年平均落潮历时：5h55min

3.1.2.3 潮汐

本次水文观测期间，风向以西南为主，风速在 3~5.1m/s。各站点风速以及风向变化不大。海况均为 2 级。对 JHC1、JHC2 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和与分析，结果如表 3.1.2-2 所示，两个站位的潮汐性质系数 F 值分别为 2.31

和 2.28，说明调查海区的潮汐类型为不正规全日潮，各分潮中全日分潮占主导地位，由表可知，观测期间调查海区最高潮位为 2.02m，最低潮位为 0.41m，最大涨潮潮差为 1.6m，最大落潮潮差为 1.37m。

表 3.1.2-2 靖海湾潮位站潮汐特征值统计

| 特征值 | JHC1 | JHC2 |
|------------|--------|--------|
| 最高潮位 (m) | 1.96 | 2.02 |
| 最低潮位 (m) | 0.41 | 0.42 |
| 全潮平均海面 (m) | 1.3 | 1.33 |
| 最大涨潮潮差 (m) | 1.55 | 1.6 |
| 最大落潮潮差 (m) | 1.33 | 1.37 |
| 平均涨潮历时 (h) | 12 | 12 |
| 平均落潮历时 (h) | 14 | 14 |
| 潮汐性质系数 F | 2.31 | 2.28 |
| 潮汐类型 | 不正规全日潮 | 不正规全日潮 |

3.1.2.4 实测海流

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 3.1.2-3，图 3.1.2-4 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 3.1.2-3 为涨、落潮流统计表。

从海流的流态来看，观测期内各站点海流的整体流向为西南方向，且与岸线平行。

从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站表层、中层、底层潮流方向基本一致，涨潮流主轴主要偏向 EN，落潮流偏向 WS。

观测期间最大涨潮流速为 86.52cm/s，最大落潮流速为 75.25cm/s，分别出现在 JHL5 站表层和 JHL1 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 51.15cm/s 和 42.22cm/s，分别出现在 JHL5 的表层和 JHL1 站中层。在垂向结构上，各站点流速从上向下比较稳定；在水平上，海流的方向主要与岸线平行，各测站之间流速变化不大。

图 3.1.2-3a 表层海流平面分布矢量图

图 3.1.2-3b 中层海流平面分布矢量图

图 3.1.2-3c 底层海流平面分布矢量图

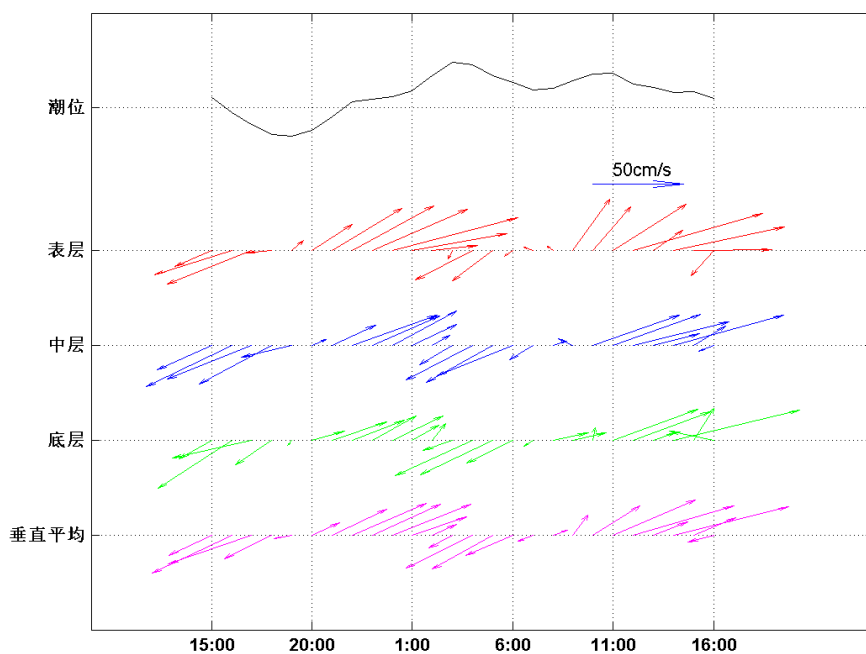


图 3.1.2-4a JHL1 站海流矢量图

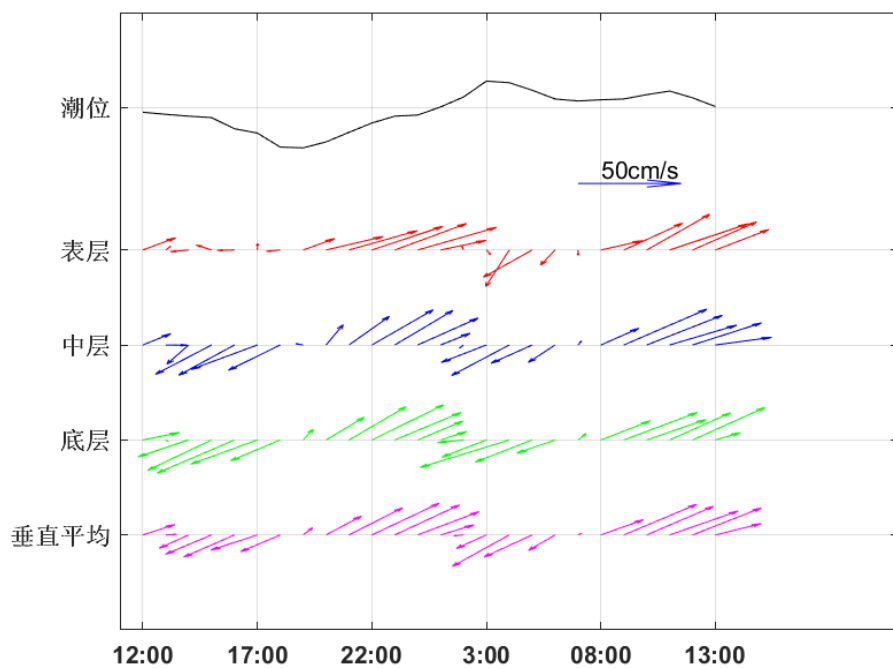


图 3.1.2-4b JHL2 站海流矢量图

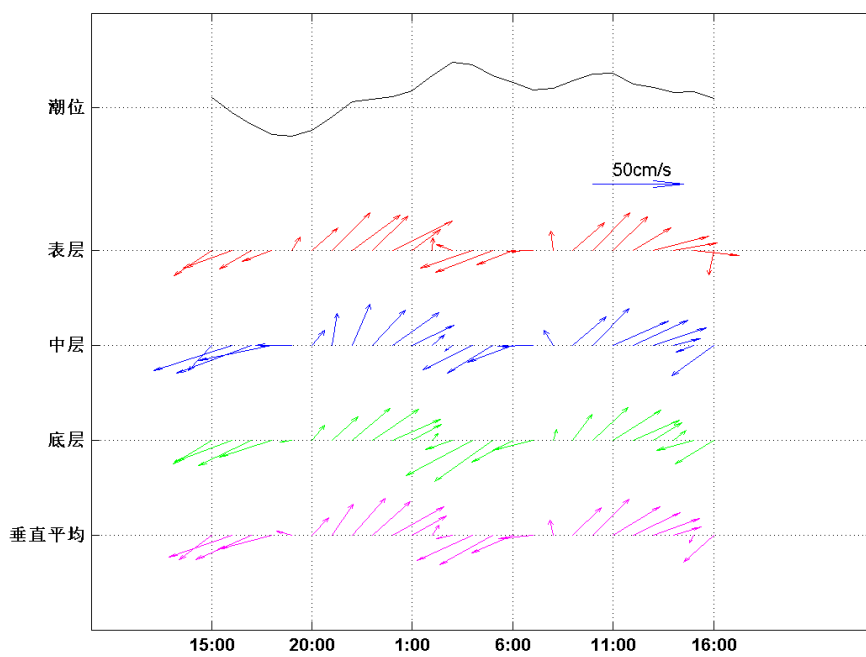


图 3.1.2-4c JHL3 站海流矢量图

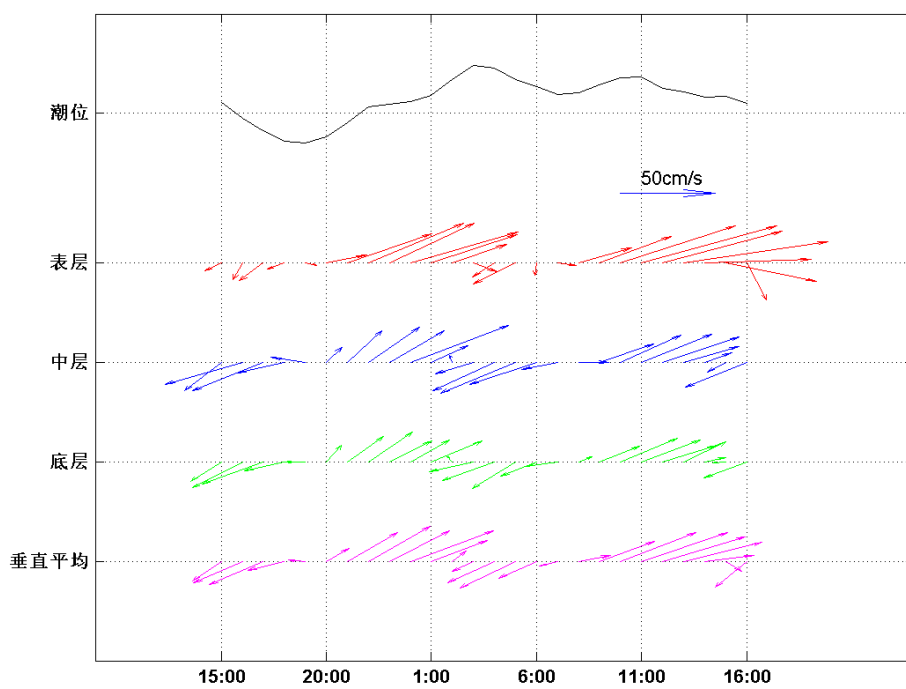


图 3.1.2-4d JHL4 站海流矢量图

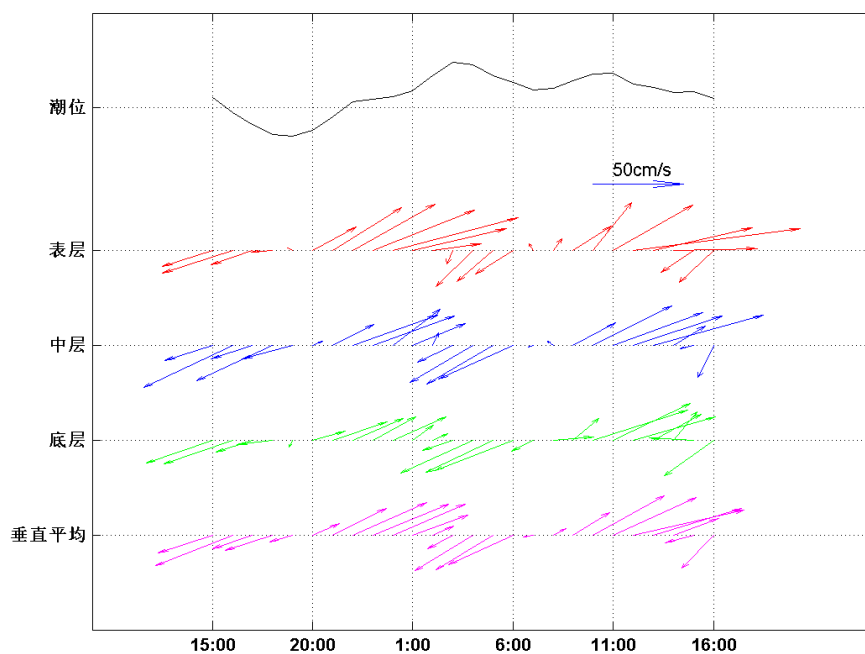


图 3.1.2-4e JHL5 站海流矢量图

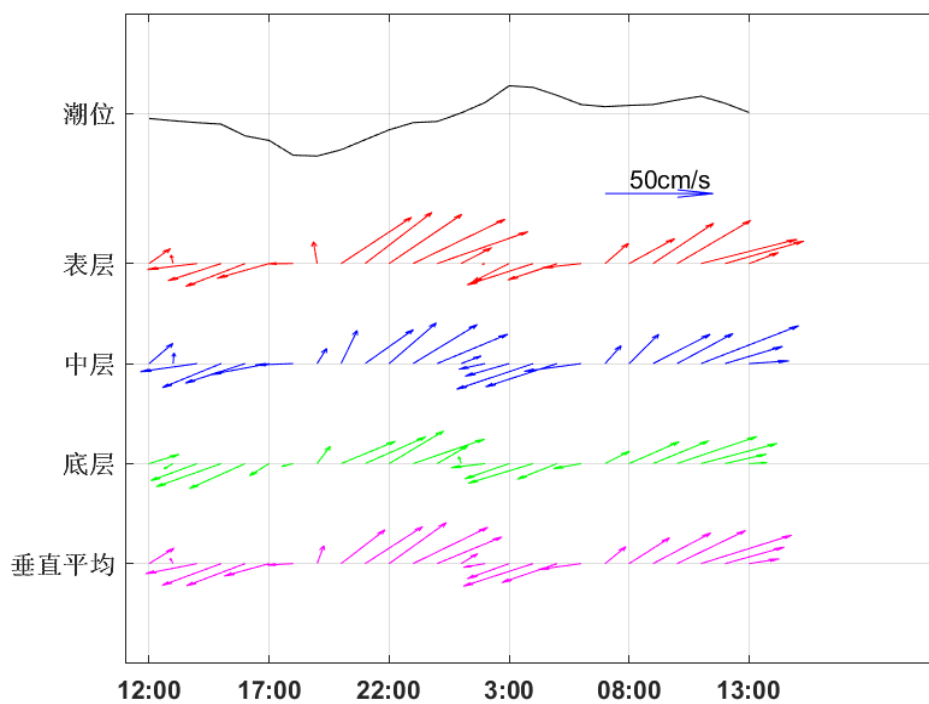


图 3.1.2-4f JHL6 站海流矢量图

表 3.1.2-3 大潮期涨、落潮流对比统计表

| 层 | 站位 | 流速 (cm/s)、流向 (°) |
|---|----|------------------|
|---|----|------------------|

| 次 | | 涨潮最大流速 | 对应时刻流向 | 涨潮平均流速 | 平均流向 | 落潮最大流速 | 对应时刻流向 | 落潮平均流速 | 平均流向 |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 表层 | JHL1 | 71.13 | 61.33 | 42.63 | 87.39 | 75.25 | 58.88 | 35.08 | 177.83 |
| | JHL2 | 46.61 | 36.23 | 30.77 | 86.33 | 40.76 | 43.44 | 17.86 | 149.96 |
| | JHL3 | 44.42 | 32.66 | 32.67 | 94.06 | 33.27 | 27.87 | 24.02 | 162.89 |
| | JHL4 | 74.15 | 60.12 | 46.98 | 94.21 | 50.83 | 86.02 | 25.49 | 135.6 |
| | JHL5 | 86.52 | 74.85 | 51.15 | 96.53 | 42.35 | 235.51 | 25.45 | 185.37 |
| | JHL6 | 58.61 | 40.81 | 41.91 | 70.4 | 39.78 | 55.62 | 23.14 | 200.55 |
| 中层 | JHL1 | 54.34 | 53.51 | 32.85 | 106.29 | 63.56 | 60.06 | 42.22 | 168.58 |
| | JHL2 | 52.33 | 43.9 | 32.73 | 69.38 | 40.79 | 218.15 | 25.9 | 165.63 |
| | JHL3 | 43.83 | 11.92 | 32.97 | 86.06 | 47.44 | 231.96 | 27.72 | 195.94 |
| | JHL4 | 59.47 | 51.88 | 36.95 | 120.47 | 44.38 | 229.77 | 26.02 | 177.7 |
| | JHL5 | 63.56 | 60.06 | 45.54 | 95.89 | 62.74 | 225.03 | 26.18 | 190.31 |
| | JHL6 | 55.5 | 47.07 | 34.68 | 68.33 | 40.86 | 231.14 | 25.09 | 152.34 |
| 底层 | JHL1 | 53.61 | 225.81 | 26.74 | 83.03 | 70.42 | 63.58 | 37.31 | 169.7 |
| | JHL2 | 48.55 | 40.2 | 32.3 | 77.01 | 48.59 | 233.37 | 28.03 | 155.77 |
| | JHL3 | 52.22 | 213.77 | 32.19 | 88.85 | 37.97 | 224.02 | 23.96 | 161.91 |
| | JHL4 | 36.24 | 35.23 | 28.83 | 119.22 | 36.94 | 232.48 | 19.83 | 177.08 |
| | JHL5 | 56.86 | 55.88 | 37.56 | 99.39 | 45.06 | 212.89 | 26 | 171.21 |
| | JHL6 | 42.84 | 50.98 | 29.82 | 103.68 | 35.59 | 229.46 | 19.15 | 165.11 |
| 垂线平均值 | JHL1 | 64.66 | 62.83 | 41.11 | 109.24 | 56.61 | 224.29 | 29.46 | 137.08 |
| | JHL2 | 45.32 | 44.63 | 31.52 | 77.42 | 41.34 | 216.98 | 22.95 | 149.4 |
| | JHL3 | 41.1 | 219.77 | 29.11 | 103.34 | 41.98 | 25.16 | 27.9 | 167.05 |
| | JHL4 | 50.32 | 54.9 | 34.03 | 111.03 | 46.24 | 51.26 | 26.22 | 147.99 |
| | JHL5 | 61.1 | 64.59 | 42.01 | 108.54 | 54.23 | 40.8 | 29.3 | 151.75 |
| | JHL6 | 47.78 | 40.64 | 35.08 | 71.2 | 36.78 | 232.21 | 22.29 | 175.42 |

3.1.2.5 潮流

各站各层潮流性质系数 F 值见表 3.1.2-4。根据潮流调和分析结果，各观测点均是正规半日潮流。由此可见，调查海区表层潮流类型主要表现为正规半日潮流。

表 3.1.2-4 潮流性质系数表

| 站位 | 层位 | 特征值 F | 潮型 |
|------|----|-------|--------|
| JHL1 | 表层 | 0.18 | 正规半日潮流 |
| | 中层 | 0.11 | 正规半日潮流 |
| | 底层 | 0.21 | 正规半日潮流 |
| JHL2 | 表层 | 0.32 | 正规半日潮流 |
| | 中层 | 0.15 | 正规半日潮流 |
| | 底层 | 0.13 | 正规半日潮流 |
| JHL3 | 表层 | 0.21 | 正规半日潮流 |
| | 中层 | 0.13 | 正规半日潮流 |
| | 底层 | 0.13 | 正规半日潮流 |
| JHL4 | 表层 | 0.19 | 正规半日潮流 |
| | 中层 | 0.17 | 正规半日潮流 |
| | 底层 | 0.14 | 正规半日潮流 |
| JHL5 | 表层 | 0.19 | 正规半日潮流 |
| | 中层 | 0.08 | 正规半日潮流 |
| | 底层 | 0.16 | 正规半日潮流 |
| JHL6 | 表层 | 0.22 | 正规半日潮流 |

| | | | |
|--|----|------|--------|
| | 中层 | 0.13 | 正规半日潮流 |
| | 底层 | 0.14 | 正规半日潮流 |

调查海区各站各层 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 M_4 和 MS_4 的潮流椭圆图如图 3.1.2-5 所示，椭圆要素如表 3.1.2-5 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述， k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。 k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

本次观测所有站位各层次潮流主要表现为 M_2 分潮流占优，椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.25，均表现为往复流的特征。最大 M_2 分潮流出现在 JHL5 站中层，流速为 50.268cm/s。

图 3.1.2-5a 各站各层 O_1 分潮椭圆图

图 3.1.2-5b 各站各层 K_1 分潮椭圆图

图 3.1.2-5c 各站各层 M_2 分潮椭圆图

图 3.1.2-5d 各站各层 S_2 分潮椭圆图

图 3.1.2-5e 各站各层 M_4 分潮椭圆图

图 3.1.2-5f 各站各层 MS_4 分潮椭圆图

表 3.1.2-5 各站各层潮流椭圆要素

| 站位层次 | | 最大潮流 (cm/s) | 最小潮流 (cm/s) | 椭圆率 k | 最大潮流方向 ($^\circ$) |
|--------|--------|-------------|-------------|---------|---------------------|
| JHL1-表 | O_1 | 3.705 | 1.413 | -0.3815 | 255.7 |
| | K_1 | 4.372 | 1.668 | -0.3815 | 75.7 |
| | M_2 | 45.799 | 11.2 | -0.2446 | 44.31 |
| | S_2 | 17.861 | 4.368 | -0.2446 | 44.31 |
| | M_4 | 10.543 | 2 | 0.1897 | 247.32 |
| | MS_4 | 8.223 | 1.56 | 0.1897 | 247.32 |
| JHL1-中 | O_1 | 2.388 | 1.114 | 0.4664 | 225.01 |
| | K_1 | 2.818 | 1.314 | 0.4664 | 225.01 |
| | M_2 | 48.233 | 1.588 | -0.0329 | 49.2 |
| | S_2 | 18.811 | 0.619 | -0.0329 | 49.2 |
| | M_4 | 8.087 | 0.86 | 0.1063 | 218.53 |
| | MS_4 | 6.308 | 0.671 | 0.1063 | 38.53 |
| JHL1-底 | O_1 | 3.598 | 0.818 | 0.2274 | 228.61 |

| | | | | | |
|--------|-----------------|--------|-------|---------|--------|
| | K ₁ | 4.246 | 0.965 | 0.2274 | 228.61 |
| | M ₂ | 36.581 | 2.118 | 0.0579 | 48.64 |
| | S ₂ | 14.267 | 0.826 | 0.0579 | 48.64 |
| | M ₄ | 13.53 | 1.369 | 0.1012 | 238.42 |
| | MS ₄ | 10.553 | 1.068 | 0.1012 | 58.42 |
| JHL2-表 | O ₁ | 4.031 | 2.016 | -0.5001 | 201.34 |
| | K ₁ | 4.757 | 2.379 | -0.5001 | 201.34 |
| | M ₂ | 27.27 | 1.117 | 0.041 | 46.17 |
| | S ₂ | 10.635 | 0.436 | 0.041 | 46.17 |
| | M ₄ | 1.581 | 0.219 | 0.1384 | 350.5 |
| | MS ₄ | 1.233 | 0.171 | 0.1384 | 350.5 |
| JHL2-中 | O ₁ | 2.763 | 1.595 | -0.5771 | 12.21 |
| | K ₁ | 3.26 | 1.882 | -0.5771 | 12.21 |
| | M ₂ | 39.443 | 2.862 | -0.0726 | 41.16 |
| | S ₂ | 15.383 | 1.116 | -0.0726 | 41.16 |
| | M ₄ | 3.041 | 0.794 | 0.261 | 228.71 |
| | MS ₄ | 2.372 | 0.619 | 0.261 | 228.71 |
| JHL2-底 | O ₁ | 2.417 | 0.306 | -0.1267 | 23.05 |
| | K ₁ | 2.852 | 0.361 | -0.1267 | 23.05 |
| | M ₂ | 41.049 | 1.173 | -0.0286 | 45.71 |
| | S ₂ | 16.009 | 0.457 | -0.0286 | 45.71 |
| | M ₄ | 4.974 | 0.514 | 0.1033 | 223.3 |
| | MS ₄ | 3.88 | 0.401 | 0.1033 | 223.3 |
| JHL3-表 | O ₁ | 3.203 | 2.471 | 0.7716 | 252.81 |
| | K ₁ | 3.779 | 2.916 | 0.7716 | 72.81 |
| | M ₂ | 32.571 | 5.658 | -0.1737 | 37.03 |
| | S ₂ | 12.703 | 2.207 | -0.1737 | 37.03 |
| | M ₄ | 6.525 | 1.011 | 0.1549 | 235.46 |
| | MS ₄ | 5.089 | 0.788 | 0.1549 | 55.46 |
| JHL3-中 | O ₁ | 2.343 | 1.312 | -0.5599 | 349.99 |
| | K ₁ | 2.765 | 1.548 | -0.5599 | 349.99 |
| | M ₂ | 38.326 | 7.802 | -0.2036 | 40.46 |
| | S ₂ | 14.947 | 3.043 | -0.2036 | 40.46 |
| | M ₄ | 6.739 | 1.093 | 0.1622 | 230.82 |
| | MS ₄ | 5.256 | 0.852 | 0.1622 | 50.82 |
| JHL3-底 | O ₁ | 2.304 | 0.47 | -0.2039 | 219.86 |
| | K ₁ | 2.719 | 0.554 | -0.2039 | 39.86 |
| | M ₂ | 37.589 | 3.023 | -0.0804 | 39.7 |
| | S ₂ | 14.66 | 1.179 | -0.0804 | 39.7 |
| | M ₄ | 5.277 | 2.193 | 0.4156 | 212.84 |
| | MS ₄ | 4.116 | 1.711 | 0.4156 | 32.84 |
| JHL4-表 | O ₁ | 3.511 | 0.228 | 0.065 | 305.17 |
| | K ₁ | 4.143 | 0.269 | 0.065 | 305.17 |
| | M ₂ | 40.894 | 6.352 | -0.1553 | 48.97 |
| | S ₂ | 15.949 | 2.477 | -0.1553 | 48.97 |
| | M ₄ | 5.608 | 1.143 | -0.2038 | 256.06 |
| | MS ₄ | 4.374 | 0.892 | -0.2038 | 256.06 |
| JHL4-中 | O ₁ | 3.26 | 0.484 | 0.1484 | 181.54 |
| | K ₁ | 3.847 | 0.571 | 0.1484 | 1.54 |
| | M ₂ | 42.074 | 3.091 | -0.0735 | 49.79 |
| | S ₂ | 16.409 | 1.205 | -0.0735 | 49.79 |
| | M ₄ | 6.2 | 0.257 | -0.0415 | 231.2 |
| | MS ₄ | 4.836 | 0.201 | -0.0415 | 231.2 |
| JHL4-底 | O ₁ | 2.009 | 0.725 | 0.3611 | 173.87 |
| | K ₁ | 2.371 | 0.856 | 0.3611 | 353.87 |

| | | | | | |
|--------|-----------------|--------|--------|---------|--------|
| | M ₂ | 32.017 | 1.687 | -0.0527 | 48.77 |
| | S ₂ | 12.487 | 0.658 | -0.0527 | 48.77 |
| | M ₄ | 5.353 | 0.581 | 0.1085 | 216.78 |
| | MS ₄ | 4.175 | 0.453 | 0.1085 | 216.78 |
| JHL5-表 | O ₁ | 4.242 | 1.066 | -0.2512 | 225.79 |
| | K ₁ | 5.006 | 1.258 | -0.2512 | 45.79 |
| | M ₂ | 48.14 | 11.473 | -0.2383 | 47.85 |
| | S ₂ | 18.774 | 4.474 | -0.2383 | 47.85 |
| | M ₄ | 11.557 | 1.242 | 0.1074 | 258.82 |
| | MS ₄ | 9.014 | 0.968 | 0.1074 | 258.82 |
| JHL5-中 | O ₁ | 1.741 | 0.42 | 0.2414 | 250.22 |
| | K ₁ | 2.054 | 0.496 | 0.2414 | 250.22 |
| | M ₂ | 50.268 | 1.079 | -0.0215 | 47.01 |
| | S ₂ | 19.604 | 0.421 | -0.0215 | 47.01 |
| | M ₄ | 5.964 | 0.948 | 0.159 | 196.43 |
| | MS ₄ | 4.652 | 0.74 | 0.159 | 196.43 |
| JHL5-底 | O ₁ | 2.998 | 0.165 | 0.0549 | 215.31 |
| | K ₁ | 3.538 | 0.194 | 0.0549 | 215.31 |
| | M ₂ | 41.215 | 2.965 | 0.0719 | 48.72 |
| | S ₂ | 16.074 | 1.156 | 0.0719 | 48.72 |
| | M ₄ | 6.313 | 0.672 | 0.1065 | 221.48 |
| | MS ₄ | 4.924 | 0.524 | 0.1065 | 221.48 |
| JHL6-表 | O ₁ | 3.992 | 1.096 | -0.2745 | 34.7 |
| | K ₁ | 4.71 | 1.293 | -0.2745 | 34.7 |
| | M ₂ | 40.325 | 4.613 | -0.1144 | 43.29 |
| | S ₂ | 15.727 | 1.799 | -0.1144 | 43.29 |
| | M ₄ | 3.967 | 2.229 | 0.5619 | 195.49 |
| | MS ₄ | 3.094 | 1.738 | 0.5619 | 195.49 |
| JHL6-中 | O ₁ | 2.195 | 0.341 | -0.1552 | 197.73 |
| | K ₁ | 2.59 | 0.402 | -0.1552 | 17.73 |
| | M ₂ | 37.362 | 4.445 | -0.119 | 44.04 |
| | S ₂ | 14.571 | 1.734 | -0.119 | 44.04 |
| | M ₄ | 3.729 | 1.042 | 0.2793 | 231.4 |
| | MS ₄ | 2.909 | 0.812 | 0.2793 | 231.4 |
| JHL6-底 | O ₁ | 2.121 | 0.531 | 0.2506 | 2.41 |
| | K ₁ | 2.502 | 0.627 | 0.2506 | 2.41 |
| | M ₂ | 32.702 | 0.982 | -0.03 | 47.72 |
| | S ₂ | 12.754 | 0.383 | -0.03 | 47.72 |
| | M ₄ | 2.522 | 1.848 | 0.7328 | 225.77 |
| | MS ₄ | 1.968 | 1.442 | 0.7328 | 225.77 |

根据各站层的潮流性质（表 3.1.2-4），按相关规定，计算了各层潮流可能最大流速，计算结果列入表 3.1.2-6 中，由表 3.1.2-6 可见，靖海湾附近潮流可能最大流速为 78.94cm/s，出现在 JHL1 站中层，各站层可能最大流速介于 42.19-78.94cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以北偏东向为主。

表 3.1.2-6 各站层潮流可能最大流速

| 站位 | 测层 | 可能最大流速 | |
|------|----|-----------|--------|
| | | 流速 (cm/s) | 方向 (度) |
| JHL1 | 表层 | 65.22 | 51.84 |
| | 中层 | 78.94 | 40.28 |
| | 底层 | 54.36 | 41.89 |

| | | | |
|------|----|-------|-------|
| JHL2 | 表层 | 42.19 | 41.97 |
| | 中层 | 70.23 | 51.8 |
| | 底层 | 69.13 | 45.66 |
| JHL3 | 表层 | 57.1 | 53.09 |
| | 中层 | 70.16 | 52.98 |
| | 底层 | 66.19 | 50.18 |
| JHL4 | 表层 | 63.25 | 51.95 |
| | 中层 | 64.28 | 40.84 |
| | 底层 | 47.93 | 39.22 |
| JHL5 | 表层 | 69.65 | 50.91 |
| | 中层 | 76.98 | 40.08 |
| | 底层 | 55.96 | 38.28 |
| JHL6 | 表层 | 74.19 | 45.17 |
| | 中层 | 60.3 | 46.93 |
| | 底层 | 57.08 | 45.43 |

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向。

3.1.2.6 余流

大潮期水文观测各站各层余流对比见表 3.1.2-7，大潮期余流的分布图见图 3.1.2-6。由图表可知，调查海区观测期间余流主要介于 $4.15\text{cm/s} \sim 27.98\text{cm/s}$ 。最大余流为潮流 JHL4 站（表层， 27.98cm/s ， 68.19° ），最小余流为潮流 JHL3 站（底层， 4.15cm/s ， 357.68° ）。各个站点的余流方向主要平行海岸线北偏东方向。

图 3.1.2-6 观测期各站余流图

表 3.1.2-7 观测期各站各层余流对比表

| 站位及层次 | 观测期间余流 | |
|--------|-----------|-------------------------|
| | 流速 (cm/s) | 流向 ($^\circ\text{N}$) |
| JHL1-表 | 21.15 | 49.72 |
| JHL1-中 | 5.8 | 65.57 |
| JHL1-底 | 6.33 | 52.52 |
| JHL2-表 | 13.73 | 54.97 |
| JHL2-中 | 5.4 | 46.47 |
| JHL2-底 | 4.26 | 26.54 |
| JHL3-表 | 12.24 | 22.68 |
| JHL3-中 | 8.15 | 359.52 |
| JHL3-底 | 4.15 | 357.68 |
| JHL4-表 | 27.98 | 68.19 |
| JHL4-中 | 6.5 | 30.87 |
| JHL4-底 | 5.6 | 28.34 |
| JHL5-表 | 20.3 | 59.18 |
| JHL5-中 | 7.47 | 53.54 |
| JHL5-底 | 6.17 | 43.55 |
| JHL6-表 | 15.25 | 25.58 |
| JHL6-中 | 9.88 | 6.92 |

| | | |
|--------|------|-------|
| JHL6-底 | 6.39 | 35.18 |
|--------|------|-------|

3.1.2.7 温度、盐度

本次水文观测期间，温度、盐度时间过程曲线如图 3.1.2-7 所示，温度、盐度统计如表 3.1.2-8 所示。

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 30.58℃，出现在 JHL3 站表层；测得水温的最小值为 21.48℃，出现在 JHL4 站底层；各个调查站位表层、中层和底层，温度从上到下逐渐减小。

图 3.1.2-7 中有各站表、中、底层温度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各观测站位水温出现明显的分层现象。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.56，出现在 JHL5 的中层；测得盐度的最小值为 31.09，出现在 JHL3 站表层。统计结果表明，观测海区从表到底盐度逐渐增加。

图 3.1.2-7 中有各站表、中、底层盐度的周日变化过程曲线，由图可以看出：观测期间盐度出现明显分层现象。

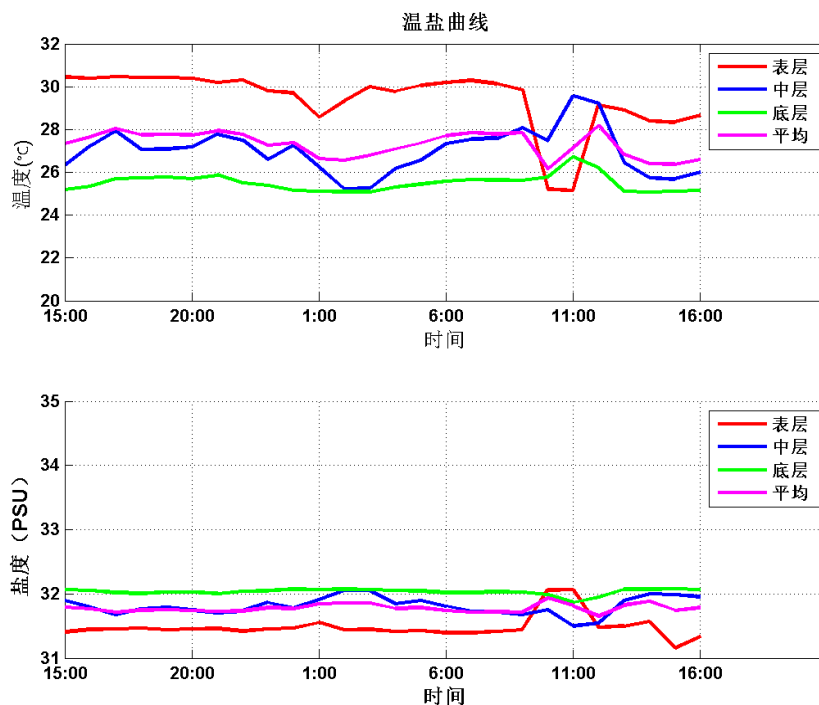


图 3.1.2-7a JHL1 站各层温度、盐度时间过程曲线

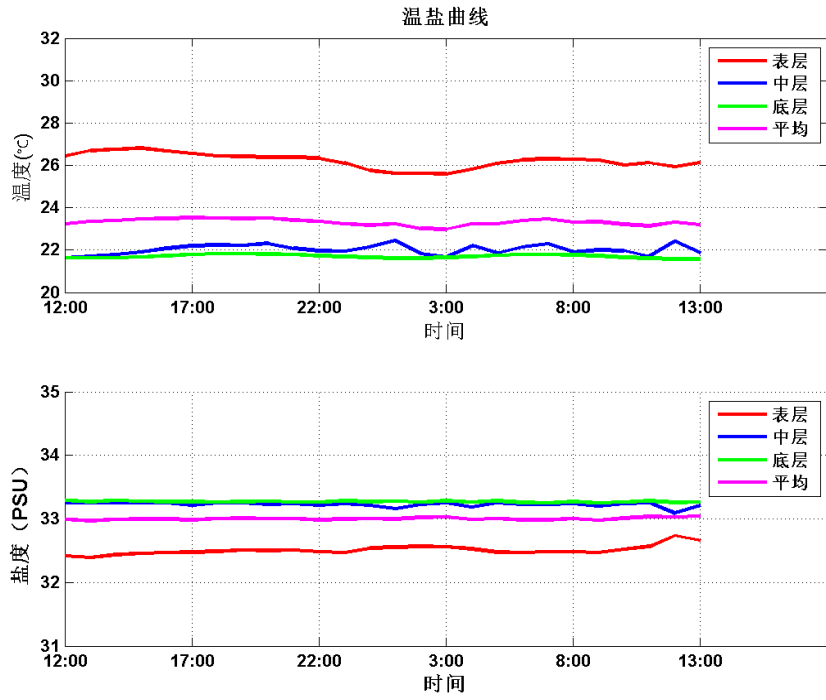


图 3.1.2-7b JHL2 站各层温度、盐度时间过程曲线

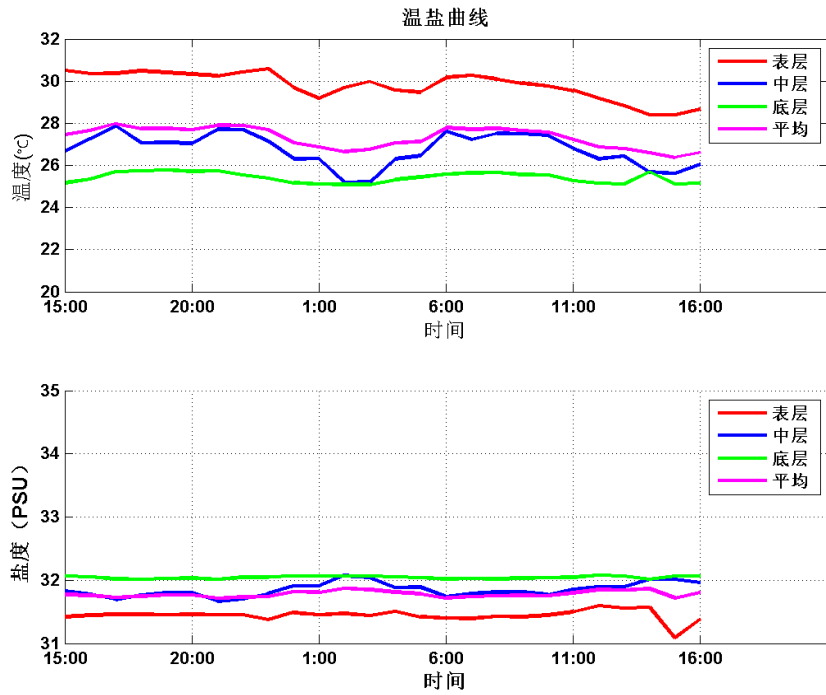


图 3.1.2-7c JHL3 站各层温度、盐度时间过程曲线

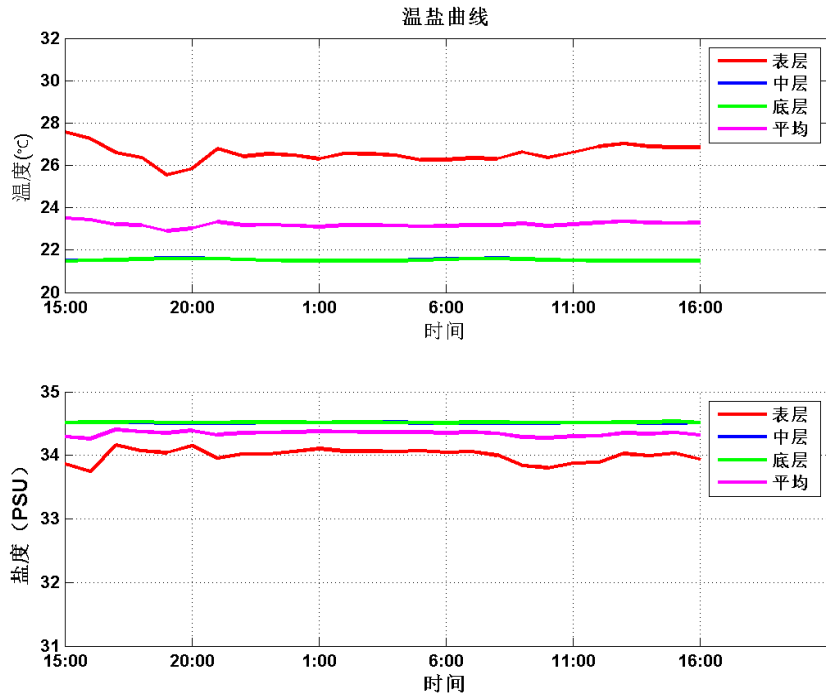


图 3.1.2-7d JHL4 站各层温度、盐度时间过程曲线

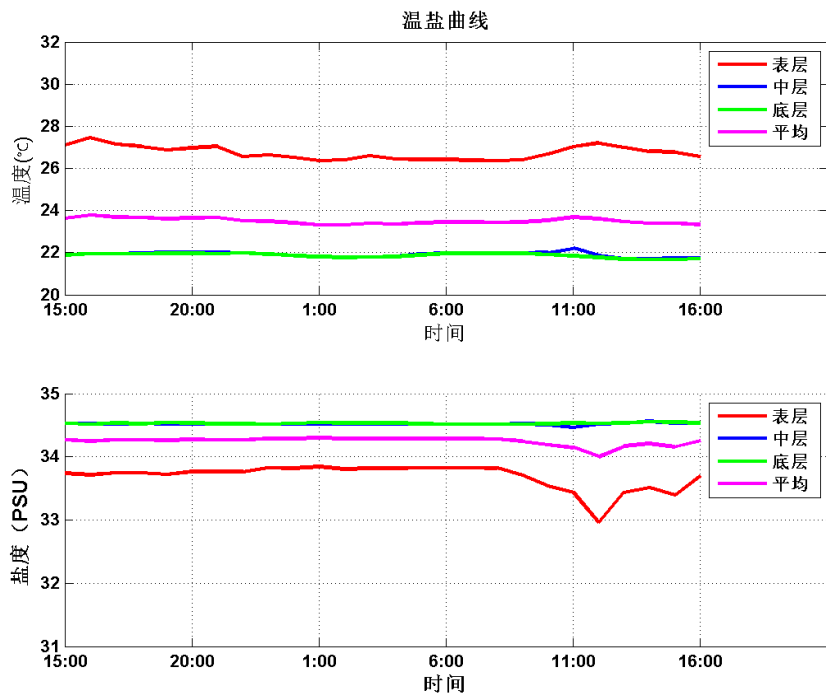


图 3.1.2-7e JHL5 站各层温度、盐度时间过程曲线

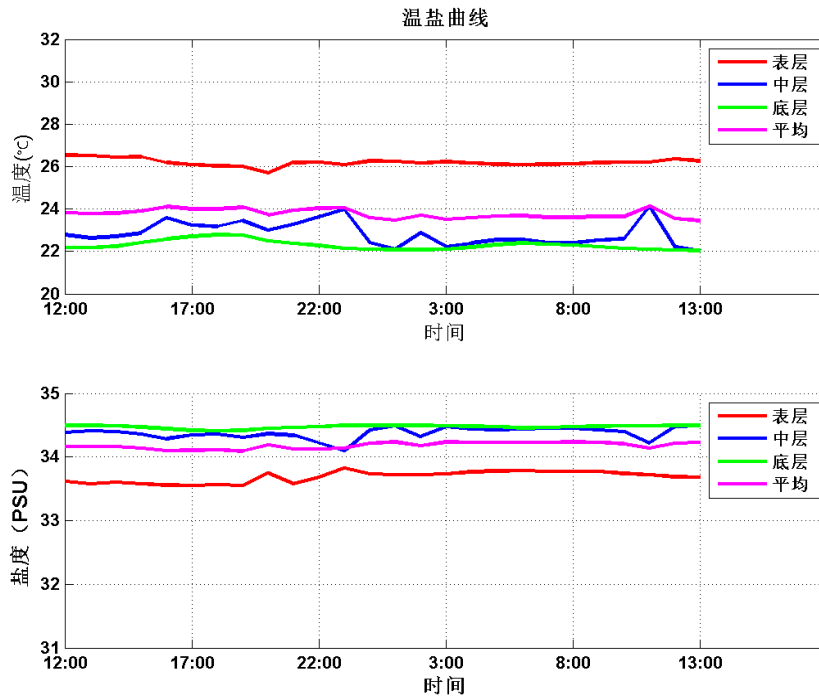


图 3.1.2-7f JHL6 站各层温度、盐度时间过程曲线

表 3.1.2-8 各站温度、盐度统计

| 站位 | 层次 | 温度 (°C) | | | 盐度 | | |
|------|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大 | 最小 | 平均 | 最大 | 最小 | 平均 |
| JHL1 | 表层 | 30.47 | 25.14 | 29.41 | 32.07 | 31.16 | 31.48 |
| | 中层 | 29.55 | 25.21 | 27 | 32.05 | 31.5 | 31.81 |
| | 底层 | 26.74 | 25.08 | 25.5 | 32.08 | 31.86 | 32.03 |
| JHL2 | 表层 | 26.81 | 25.6 | 26.22 | 32.74 | 32.39 | 32.51 |
| | 中层 | 22.45 | 21.64 | 22.02 | 33.26 | 33.09 | 33.23 |
| | 底层 | 21.83 | 21.57 | 21.7 | 33.29 | 33.25 | 33.27 |
| JHL3 | 表层 | 30.58 | 28.4 | 29.79 | 31.59 | 31.09 | 31.44 |
| | 中层 | 27.86 | 25.2 | 26.75 | 32.07 | 31.67 | 31.85 |
| | 底层 | 25.77 | 25.1 | 25.41 | 32.08 | 32.01 | 32.04 |
| JHL4 | 表层 | 27.57 | 25.54 | 26.56 | 34.17 | 33.74 | 34 |
| | 中层 | 21.62 | 21.48 | 21.54 | 34.52 | 34.5 | 34.51 |
| | 底层 | 21.6 | 21.48 | 21.53 | 34.53 | 34.51 | 34.52 |
| JHL5 | 表层 | 27.46 | 26.36 | 26.74 | 33.84 | 32.96 | 33.69 |
| | 中层 | 22.2 | 21.7 | 21.91 | 34.56 | 34.46 | 34.52 |
| | 底层 | 21.97 | 21.67 | 21.87 | 34.55 | 34.52 | 34.53 |
| JHL6 | 表层 | 26.53 | 25.69 | 26.2 | 33.82 | 33.55 | 33.68 |
| | 中层 | 24.12 | 22.04 | 22.83 | 34.5 | 34.1 | 34.38 |
| | 底层 | 22.78 | 22.05 | 22.29 | 34.5 | 34.41 | 34.47 |

3.1.2.8 悬浮泥沙

(1) 悬浮泥沙浓度

本次水文观测期间，各站悬沙浓度过程曲线如图 3.1.2-8 所示，各站悬沙浓

度范围如表 3.1.2-9 所示。

由图表结果可知：观测期间调查海区悬沙浓度范围为 $0.0102\text{kg/m}^3\sim 0.0652\text{kg/m}^3$ ，JHL5 站底层悬沙浓度最大 (0.0652kg/m^3)，其次是 JHL5 站中层悬沙浓度 (0.0594kg/m^3)，HL3 站表层悬沙浓度最小 (0.0102kg/m^3)；在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。各站层次的悬沙浓度都比较稳定，变化不大。

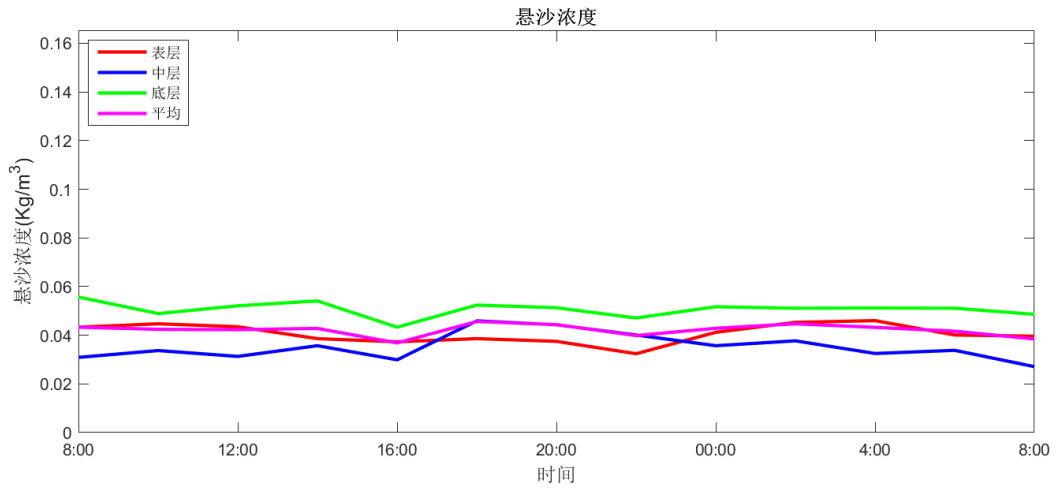


图 3.1.2-8a JHL1 站悬沙浓度时间过程曲线图

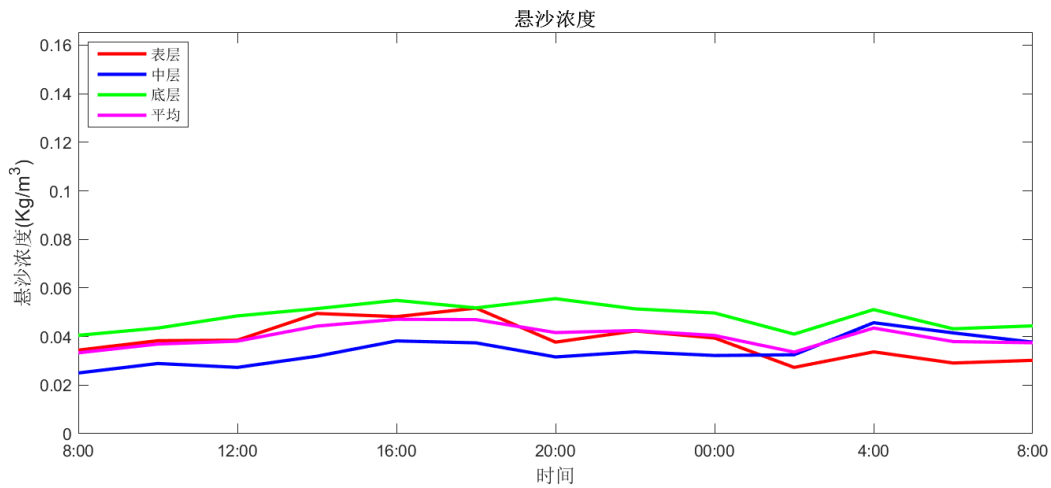


图 3.1.2-8b JHL2 站悬沙浓度时间过程曲线图

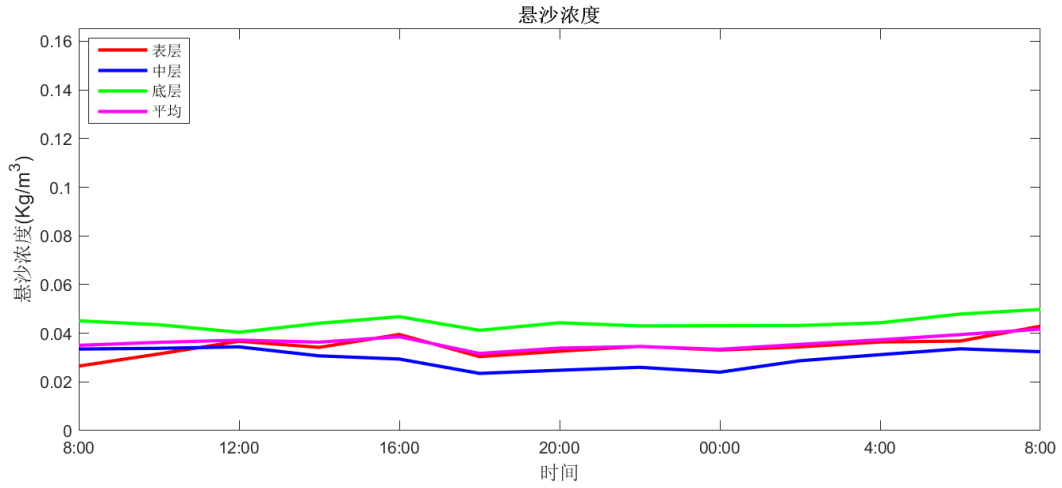


图 3.1.2-8c JHL3 站悬沙浓度时间过程曲线图

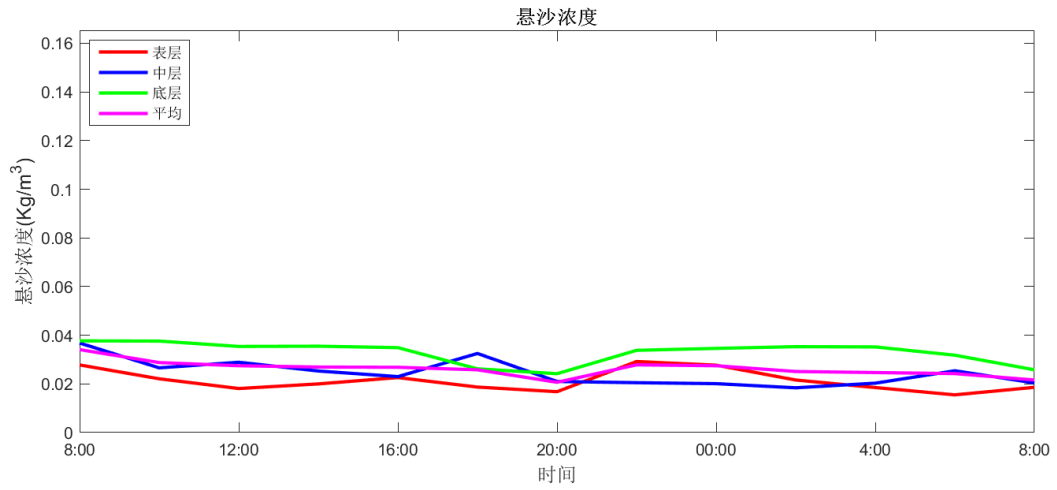


图 3.1.2-8d JHL4 站悬沙浓度时间过程曲线图

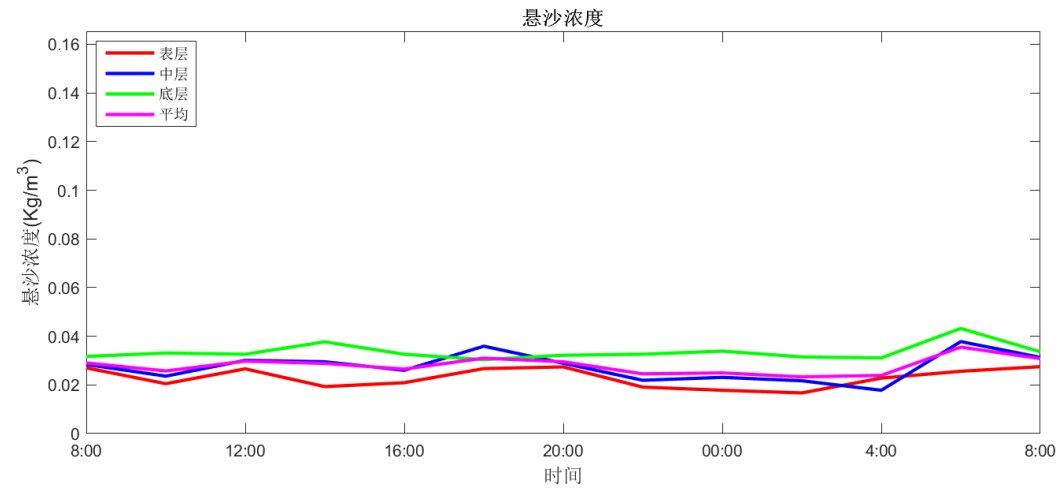


图 3.1.2-8e JHL5 站悬沙浓度时间过程曲线图

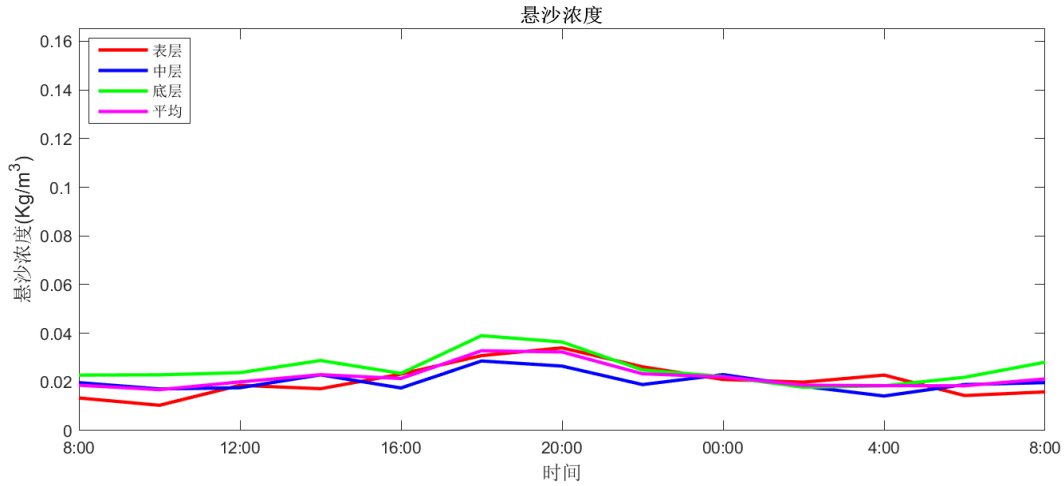


图 3.1.2-8f JHL6 站悬沙浓度时间过程曲线图

表 3.1.2-9 各站悬沙浓度范围

| 项目 | | 悬沙浓度 (kg/m ³) | | | |
|------|----|---------------------------|--------|--------|--------|
| 站位 | 层次 | 最大 | 最小 | 平均 | 全站平均 |
| JHL1 | 表层 | 0.0267 | 0.0141 | 0.0196 | 0.0208 |
| | 中层 | 0.0348 | 0.0106 | 0.0221 | |
| | 底层 | 0.0383 | 0.0116 | 0.0207 | |
| JHL2 | 表层 | 0.0587 | 0.0274 | 0.0388 | 0.0422 |
| | 中层 | 0.0567 | 0.0355 | 0.0429 | |
| | 底层 | 0.0557 | 0.0309 | 0.045 | |
| JHL3 | 表层 | 0.0259 | 0.0111 | 0.0184 | 0.0193 |
| | 中层 | 0.0247 | 0.0127 | 0.0194 | |
| | 底层 | 0.0412 | 0.0102 | 0.0202 | |
| JHL4 | 表层 | 0.0527 | 0.0233 | 0.0349 | 0.0352 |
| | 中层 | 0.0521 | 0.0208 | 0.0366 | |
| | 底层 | 0.0535 | 0.0229 | 0.0341 | |
| JHL5 | 表层 | 0.054 | 0.032 | 0.0447 | 0.0464 |
| | 中层 | 0.0594 | 0.0324 | 0.0479 | |
| | 底层 | 0.0652 | 0.0339 | 0.0466 | |
| JHL6 | 表层 | 0.0491 | 0.0226 | 0.0364 | 0.0379 |
| | 中层 | 0.0481 | 0.0282 | 0.0377 | |
| | 底层 | 0.0557 | 0.024 | 0.0395 | |

(2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 3.1.2-10 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果，图 3.1.2-9 为各站净输沙示意图。

涨潮期最大单宽输沙量为 1.1.44t/m，方向 33.8°，出现在 JHL5 站；落潮期最大单宽输沙量为 0.57t/m，方向 220.5°，出现在 JHL5 站；最大单宽净输沙量为

0.93t/m，方向 70°，出现在 JHL6 站。净输沙主要方向为北偏东。

表 3.1.2-10 各站大潮单宽输沙量统计表

| 站位 | 涨潮 | | 落潮 | | 净输沙 | |
|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 输沙量 | 方向 | 输沙量 | 方向 | 输沙量 | 方向 |
| | (t/m) | (°) | (t/m) | (°) | (t/m) | (°) |
| JHL1 | 0.49 | 47.7 | 0.17 | 237.4 | 0.32 | 42.4 |
| JHL2 | 1.2 | 46.3 | 0.38 | 240.5 | 0.84 | 39.9 |
| JHL3 | 0.23 | 63.8 | 0.2 | 208.5 | 0.14 | 122.7 |
| JHL4 | 0.92 | 37.2 | 0.36 | 250.7 | 0.65 | 19.5 |
| JHL5 | 1.44 | 33.8 | 0.57 | 220.5 | 0.88 | 29.5 |
| JHL6 | 1.21 | 54.3 | 0.4 | 195.2 | 0.93 | 70 |

图 3.1.2-9 净输沙示意图

3.1.2.9 波浪

本节引用

，由 在项目附近海域进行的波浪数学模型研究数据。

(1) 波况

①惠来沟疏站

为掌握工程区外海平常年波浪条件，报告收集了惠来沟疏外海（地理位置见图 3.1.2-10，测站水深约为 20m）整年波浪观测资料。

表 3.1.2-11 和表 3.1.2-12 基于该站整年波浪观测资料，给出了工程区外海各向有效波高的分级频率统计结果、以及平均波周期的分级统计结果。统计结果显示：

1) 工程外海的主要浪向为 E、ESE 和 SE 向，此三个方位内波浪的年出现频率高达 75.6%，其中常浪向为 ESE 向，年出现频率为 32.2%。SSE、S 和 SSW 方位内波浪的出现频率总体相当，此三方位内波浪出现的年频率合计 22.6%。其它方向（除 SW 向波浪频率略高，为 1.34%）波浪出现频率甚低，一般不足 0.4%。

2) 从各级波浪出现的频率上看，1.0m 级以上有效波高波浪的年频率高达 54.5%；1.5m 级以上有效波高波浪的年频率为 15.5%，3.0m 级以上波浪的年频率为 1.1%。全年实测最大有效波高为 6.82m，对应的平均波周期为 9.7s，平均波向 SSE，发生在 2008 年 8 月 22 日 16 时。

3) 从各向波浪平均波周期的强度上看，6.0s 以上平均波周期波浪的年频率

为 7.6%，8.0s 以上的年频率为 0.8%。全年实测最大平均波周期为 10.5s，对应的有效波高为 6.73m，平均波向 SSE，发生在 2008 年 8 月 22 日 08 时。

图 3.1.2-10 甲子角~海门角水下地形图（理论深度基准面）、外海波浪要素计算分析点（M 点）图

表 3.1.2-11 惠来沟疏站（20m 水深）各级平均波周期频率统计结果

| 平均波周期 T _m (s) | 0.0~ 4.0 | 4.0~ 6.0 | 6.0~ 7.0 | 7.0~ 8.0 | 8.0~ 9.0 | 9.0~ 10.0 | >= 10.0 | 合 计 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------|
| 频率 (%) | 9.12 | 83.34 | 5.40 | 1.39 | 0.53 | 0.18 | 0.05 | 100.0 |

注：资料时限：2008 年 7 月~2009 年 7 月。

表 3.1.2-12 惠来沟疏站（20m 水深）各向各级 H_s 波高出现频率统计结果（单位：%）

| H _s (m) 波向 | <0.5 | 0.5~1.0 | 1.0~1.5 | 1.5~2.0 | 2.0~3.0 | >=3.0 | 合计 |
|--------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|
| N | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NNE | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| NE | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| ENE | 0.05 | 0.27 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.39 |
| E | 0.84 | 4.36 | 12.50 | 5.88 | 0.36 | 0.00 | 23.95 |
| ESE | 2.96 | 8.70 | 16.55 | 3.93 | 0.07 | 0.00 | 32.21 |
| SE | 2.70 | 8.76 | 6.30 | 1.05 | 0.30 | 0.34 | 19.45 |
| SSE | 1.76 | 3.31 | 0.54 | 0.42 | 0.28 | 0.35 | 6.65 |
| S | 1.20 | 3.72 | 1.78 | 1.02 | 0.46 | 0.36 | 8.54 |
| SSW | 1.21 | 4.47 | 1.05 | 0.36 | 0.21 | 0.06 | 7.36 |
| SW | 0.34 | 0.73 | 0.23 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 1.34 |
| WSW | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| W | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| WNW | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NW | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| NNW | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| 合计 | 11.06 | 34.40 | 39.02 | 12.74 | 1.68 | 1.11 | 100.0 |

注：资料时限：2008 年 7 月~2009 年 7 月。

②海门站

， 在马耳半岛南部水深约 13m 水深处用 956 测波仪观测了近一年的波浪（实测 230 天）。观测期间，遇到了 8504 号强台风，测到了该台风全过程的波浪资料，测得最大有效波高 7.1m（SE 波向），对应平均波周期 10 秒。

实测波浪资料的统计表明：海域常、强浪向集中，主要为 E~S，此五个方位出现的波浪频率占总频率的 80.8%，其中 ESE 方向占 25.6%；从波级分布来看，

$H_s \leq 1.5\text{m}$ 的频率占 84.1%， $H_s \geq 2.5\text{m}$ 大浪出现频率为 2.4%，且主要集中在 ESE、SSE、S 向。图 3.1.2-11 给出了海门波浪观测站的波浪玫瑰图。

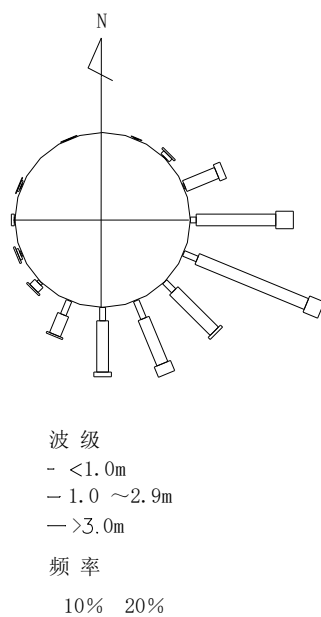


图 3.1.2-11 海门外海（13m 水深）各级波浪波向频率玫瑰图

(2) 基于台风浪后报数据的外海极值波浪条件分析

据 [] 共计 492 场台风浪后报资料，提取了惠来外海 30m 水深 M 站、历次台风浪期间各向最大有效波高、对应的平均波周期和平均波向，台风浪后报数据显示：在 1979~2017 年台风期，M 站 8.0m 级以上台风大浪共发生 9 次；其中 2016 年第 22 号超强台风“海马”为最强，最大有效波高为 10.9m，对应的平均波周期为 12.8s，波向 SE；其次是“7908”号超强台风“Hope”，有效波高为 10.4m，对应的平均波周期为 12.7s，波向 ESE；再次为“1319”号台风“天兔”（有效波高 9.1m，E 向）、“9509”号台风“肯特”（有效波高 9.0m，波向 E）、以及“1604”号台风“妮达”（有效波高 8.9m，波向 SE）。图 3.1.2-12 给出了上述五场台风的路径，可见：引起工程外海出现强浪的台风为西北太平洋台风，其共同特点是在西北太平洋生成后横穿菲律宾~吕宋海峡，然后以西北型或西北西型路径在粤西陆丰~惠州沿海登陆，在该类台风的影响下，工程区处于台风移行路径的右侧，受台风右侧向岸强风的影响，该类路径的台风大浪多发生在 ENE~SSE 向。

图 3.1.2-12 [] 致珠江口外海 P30 站产生 8.0m 级以上有效波高的台风路径

图 3.1.2-13 给出了历次台风浪影响下 M 站的极值有效波高和对应的平均波周期散点分布，进一步采用最小二乘拟合给出了平均波周期（ T_m ）和有效波高（ H_s ）的幂指数关系式：

$$T_m = 4.7H_s^{0.38}$$

为便于比较，该图亦将《规范》推荐之波高周期关系示于其中。据此可知：对于 5.0m 以下波浪而言，其平均波周期的分布范围较宽，最大平均波周期可达 12.1s，这是远区台风涌浪影响所致；对于 5.0m 以上大浪而言，平均波周期和有效波高具有较好的相关性，这说明了大浪的风浪特质；关系式预测的波高周期关系对于 6.0m 以下波浪的预测结果较规范值略大，而对于 6.0m 以上大浪的预测结果较规范值略小。

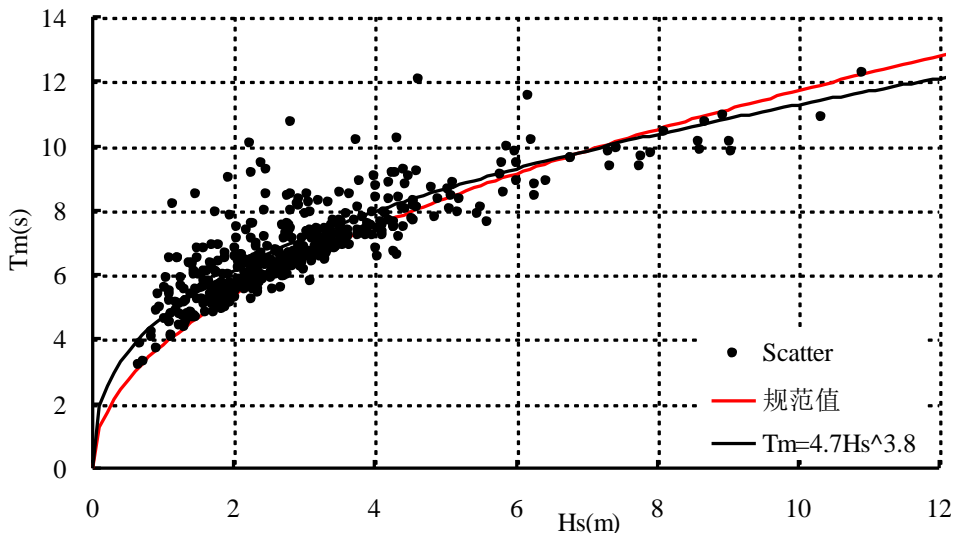


图 3.1.2-13 海门外海历次台风浪影响下的极值有效波高和平均波周期关系曲线

进一步，以历次台风浪期间各向最大有效波高系列数据为样本，采用“泊松—冈贝尔”复合极值分布，结合《规范》规定和工程区水陆形势，从工程安全因素角度出发，逆时针归并相邻方位，统计得到了 M 站以 45 度为间隔的、几个主要方向（W~WSW、SW~SSW 向、S~SSE、SE~ESE 以及 E~ENE）的设计波浪要素，如表 3.1.2-13 所列，表中亦给出了据波高周期关系计算得到的平均波周期。上述统计分析结果显示，在工程外海 M 站，强浪为 SE~ESE 向，S~SSE 向次之，然后是 E~ENE 向，此三方向 50 年一遇的有效波高分别为 10.1m、9.4m 和 8.8m，对应的平均波周期分别为 11.8s、11.4s 和 11.0s；2 年一遇的有效波高分别为 5.1m、4.9m 和 4.8m，对应的平均波周期分别为 8.7s、8.6s 和 8.5s。SW~SSW 向略强于 W~WSW 向，此两方向 50 年一遇的有效波高分别为 7.2m 和 6.5m，2 年一遇的

有效波高分别为 3.4m 和 2.6。

表 3.1.2-13 设计波浪要素

| 重现期 波要素 | | 2 年 | 5 年 | 10 年 | 25 年 | 50 年 | 100 年 |
|------------|----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|
| W~ WSW | H _{13%} (m) | 2.6 | 3.6 | 4.6 | 5.7 | 6.5 | 7.3 |
| | T _m (s) | 6.7 | 7.7 | 8.4 | 9.1 | 9.6 | 10.0 |
| SW~ SSW | H _{13%} (m) | 3.4 | 4.7 | 5.5 | 6.5 | 7.2 | 7.9 |
| | T _m (s) | 7.5 | 8.4 | 9.0 | 9.6 | 10.0 | 10.5 |
| S~ SSE | H _{13%} (m) | 4.8 | 6.3 | 7.3 | 8.5 | 9.4 | 10.3 |
| | T _m (s) | 8.5 | 9.4 | 10.0 | 10.8 | 11.4 | 11.9 |
| SE~ ESE | H _{13%} (m) | 5.1 | 6.7 | 7.8 | 9.1 | 10.1 | 11.1 |
| | T _m (s) | 8.7 | 9.7 | 10.4 | 11.2 | 11.8 | 12.3 |
| E~ ENE | H _{13%} (m) | 4.9 | 6.2 | 7.0 | 8.1 | 8.8 | 9.6 |
| | T _m (s) | 8.6 | 9.4 | 9.9 | 10.5 | 11.0 | 11.5 |

(3) 与海门外海 20m 水深极值波浪条件分析成果的比较

在 [] 中，采用文圣常等提出的混合型海浪数值模式，计算了 [] 期间对工程附近有较大影响的 78 次台风浪过程，通过 Poisson 复合 P-III 分布，统计得到了汕头外海 20m 水深处几个主要方向、不同重现期的极值波浪条件，如表 3.1.2-14 所列。该项研究成果显示，海门外海 20m 水深处强浪为 SE~SSE 向，波浪强度向西南逐渐减弱。表 3.1.2-13 深水波浪条件强于该项分析成果，这一方面是本节分析的深水波要素更靠近外海，另一方面可能也与近期的强台风浪事件所致，如 2002 年后的 1622、1319、1604 号台风所致外海 30m 水深处的大浪有效波高均在 9.0m 级以上。

表 3.1.2-14 关于海门外海 20m 水深不同方向设计波浪要素分析结果

| 重现期 (年) | SE~SSE | | S~SSW | | SW~WSW | |
|------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | Hs(m) | \bar{T} (s) | Hs(m) | \bar{T} (s) | Hs(m) | \bar{T} (s) |
| 50 | 8.59 | 12.8 | 7.84 | 11.5 | 5.70 | 9.8 |
| 10 | 6.91 | 10.8 | 6.31 | 9.7 | 4.25 | 8.8 |
| 5 | 5.95 | 9.4 | 4.99 | 9.2 | 4.13 | 8.3 |
| 2 | 3.71 | 8.8 | 3.92 | 8.1 | 3.2 | 7.3 |

注：据 1968~2002 年 78 场台风浪后报资料分析得到。

(4) 极值风速条件分析

为分析工程区不同重现期的设计风速，现据 [] 的 492 场台风风场

数据，提取了工程外海 M 站、不同方向的极值风速数据，并采用复合极值分布律，计算得到了 M 站不同方向、不同重现期的风速，结果如表 3.1.2-15 所列。结果显示：偏 SE 风向的极值风速强于偏 SW 向风，其中 S~SSE 向 50 年一遇风速最强，为 34.4m/s，SW~SSW 向 50 年一遇风速最弱，为 25.6m/s。

表 3.1.2-15 据台风浪后报资料分析得到的外海 M 站不同重现期风速（单位：m/s）

| 重现期 风向 | 2 年 | 5 年 | 10 年 | 25 年 | 50 年 | 100 年 |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|
| W-WSW | 14.5 | 19.0 | 21.8 | 25.1 | 27.6 | 30.1 |
| SW-SSW | 14.2 | 18.1 | 20.5 | 23.5 | 25.6 | 27.7 |
| S-SSE | 17.3 | 23.1 | 26.7 | 31.2 | 34.4 | 37.7 |
| SE-ESE | 18.0 | 23.3 | 26.7 | 30.8 | 33.9 | 36.9 |

3.1.3 地形地貌与工程地质

3.1.3.1 水深地形

根据《核实报告》，[] 于 [] 海底地形测量结果，勘查区整体水深为 29.41~31.33m（1985 国家高程基准）。最大水深位于勘查区南东部海域，最小水深位于海域北部方位（图 3.1.3-1）。勘查区整体水深自北向南逐渐加深，水深等值线呈 NE-SW 走向，与海岸线大致平行。海底地势相对平坦，整体呈北高南低的趋势。

图 3.1.3-1 勘查区水深图

3.1.3.2 区域地质背景

勘查区大地构造位置位于粤东莲花山脉南东侧，构造上属华南准地台，肇庆—惠来纬向构造带与潮安—陂沟新华夏构造带的交接复合部位，该地区构造发育，岩浆岩较发育。在元古代震旦纪本区域是一片大海，寒武纪早期，北半球出露华夏古陆，本区域就位于华夏古陆的南端。到中生代侏罗纪与白垩纪之间，发生了剧烈的燕山期地壳运动，形成了大小不等的背斜褶皱和向斜褶皱，伴随着大规模的岩浆岩侵入，出露了以西东走向为主的山地和丘陵。本区域沿海地带也由原来的深海上升为浅海，在历经数百万年的冲积从而形成滨海平原。燕山运动的结果基本上构成了本区域现今的地层基础和地形概貌。

（1）地层

本区域出露地层主要有中生界三叠系上统、侏罗系下统、侏罗系上统和新生界第四系晚期沉积物；其地层由老到新分述如下：

1) 三叠系 (T)

上三叠统小坪组 (T_{3x})：海湾沼泽相，碎屑岩建造。出露于惠来县葵潭镇、青山乡及镇大山西北麓等的部分区域。岩性为粉砂质页岩与粉砂岩、砂岩互层夹薄煤层。具类复理石韵律，含植物化石和瓣鳃类化石。

2) 侏罗系 (J)

下侏罗统金鸡组 (J_{1j})：以浅海为主碎屑岩建造，与上三叠统整合接触。按岩性、沉积韵律和化石群，划分为下、中、上亚组。①下亚组，分布广，主要出露在惠来县西部和揭西县灰寨等地。为厚层状粉砂、泥质粉砂岩、长石石英砂岩、粉砂质页岩，含植物化石碎片，偶夹薄煤层。②中亚组，仅见于惠来县石榴潭水库。为薄层~叶片状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹厚层状细粒长石石英砂岩，含丰富动植物化石。③上亚组，出露与惠来县葵潭镇部分区域，地层岩性为石英砂岩与泥质粉砂岩互层，夹页岩或薄煤层。

中侏罗统漳平群 (J_{2z})：在惠来县石榴潭水库一带零星出露。为内陆河湖相的酸性火山碎屑岩~红色砂页岩沉积建造，与下伏金鸡组整合接触。

上侏罗统高基坪群 (J_{3gj})：属粤东沿海火山岩带的一部分，为陆相中酸性火山岩建造，呈喷发不整合於下伏地层之上，按岩性分上、下两段。①下段：出露于惠来县何林乡、青山乡等地，岩性为流纹斑岩、凝灰质流纹斑岩、熔凝灰岩、凝灰岩、凝灰角砾岩夹流纹英安质凝灰熔岩及熔接凝灰岩。②上段：广泛出露于潮安县、湘桥区和饶平县北部以及惠来县，普宁市一带，岩性复杂，主要由熔岩，火山碎屑岩互层，夹砂、页岩，含动植物化石。

3) 白垩系 (K)

白垩系下统官草湖群 (K_g)：出露在揭西县官草湖~龙颈水库一带。以火山碎屑物为上的红色火山湖泊相的碎屑岩建造，厚 385 米以上，与下伏高基坪群不整合接触。

图 3.1.3-2 勘查区及其周围地区地质图 (据惠来幅区域地质图)

4) 第四系 (Q)

更新统下组 (alQ_b)：河流沉积物，分布于惠来县葵潭镇涂墙墩、土角寮村一带，主要为砾石和砾砂。

更新统中组 (alQ_c)：河流沉积物，分布于惠来县葵潭镇的灰寨村、祠堂村、葵潭与吉镇一带；东港镇的东港村、石门村、圆山村；以粘土质砂、砾石和砂砾为主。

更新统上组 (al-m1-mal(ma)Q_d)：主要以河流、潟湖、三角洲、港湾式、海相沉积物为主。其中河流沉积物分布于岐石镇、周田镇、仙庵镇、溪西镇、隆门镇、华湖镇等地；以砂质粘土、粘土质砂和砂砾为主。潟湖沉积物主要分布于东港镇、鳌江镇、岐石镇、神泉镇、前詹镇、周田镇、靖海镇、仙庵镇等地；并以砂质粘土、砂、砾砂为主。三角洲沉积物主要分布于神泉镇松柏岗西南面；并以砂质粘土、砂、砂砾夹泥炭土为主。港湾式沉积物分布于隆江镇、南海乡、东陇镇等地；并以粘土、砂质粘土、砂砾夹泥炭土为主。海相沉积物分布于南海乡南侧沿海、前詹镇、靖海镇、仙庵镇等地沿海区域，以粘土和中细砂为主。

全新统 (m1-ma(aa)-ealQ_e)：潟湖、港湾式和风成、海相沉积物；潟湖沉积物分布于惠来县岐石村西南面及览表村；并以污泥、污泥粉砂为主。港湾式沉积物分布于神泉镇、靖海镇等地，以污泥、细砂、砂夹泥炭土为主。风成沉积物分布于南海乡、前詹镇、靖海镇、仙庵镇等地部分区域，沉积物以粉砂、细砂、中细砂为主。海相沉积物主要位于沿海区域，以淤泥质土、粉砂、细砂、中粗砂为主。

(2) 构造

① 断裂构造

勘查区位于东亚新华夏系构造带第二复式隆起带的东南侧和南岭东西向构造带南部东段交接带的西南端。地质构造属华夏准地台，中生代以来，构造及岩浆活动强烈，构造线北东向、北西向构造强烈，共同组成断块构造格局。

莲花山断裂带 (1) 粤东沿海最大断裂带。北起大埔，南及深圳，呈北东近 45° 展布，在广东省内延伸 360km，宽 20~40km。该断裂带是一条强烈的挤压破碎带，由 120 多条断裂所组成。断裂切断由侏罗-白垩系组成的官草湖向斜，使上三叠统小坪组沿其分布并成为其构造破碎带。沿断裂有揭西汤埔热泉等地热点出露。

普宁~潮州断裂带 (2) 自饶平、潮州经揭阳、普宁、葵潭至海丰入南海，全

长 210 公里，宽数公里。总体走向北东 40°~45°，汕尾以南，倾向南东，倾角 55°~65°；揭阳~洪阳地段，倾向北西，倾角 45°。沿断裂带花岗岩强烈压碎，洪阳西侧糜棱岩化、硅化等，宽达数百米。

惠东~汕头断裂带(3) 由钱东、汕头经惠城入南海，总长 140 公里。穿切揭阳市南东隅，走向北东 30°~50°，倾向南东，倾角 65°~75°，大部分被第四系覆盖。

图 3.1.3-3 勘查区周围地区断裂构造和地震等级分布图（据广东省海岸带自然资源图集）

榕江断裂(4) 由汕头牛田洋经榕城至汤坑，沿榕江河谷带发育，总长约 70 公里。走向北西 320°。沿断裂带有 11 处热泉出露，且呈北西线性分布。

练江断裂(5) 分布于普宁、潮阳两英一带练江平原区，总体走向约北西 320°，其南西盘为同走向的低山丘陵带，其北西则为练江平原，地貌反差明显。下架山汤坑、果陇下尾及流沙人工钻井打出热泉水等一批热泉，大体沿断裂带分布，水温稳定于 46°C~49°C 之间。

龙江断裂(6) 沿惠来县南西边缘隆江、青山、汉塘一带分布，大体与龙江平行，呈北西 48° 方向展布，倾向北东，倾角 65°，延伸约 35 公里，北东段断裂通过燕山晚期二长花岗岩，上侏罗统火山岩、下侏罗统砂页岩。南东段被第四系沉积层所覆盖。该断层与龙江平行，并且横切潮阳~普宁断裂以及钱东~汕头~惠来断裂，反时针方向扭动，平行距离约 0.5~1.8 公里。

南澳断裂(7) 发育在勘查区北东侧，主干断裂南起广东惠来靖海、南澳，终至浙江沿海，全长约 500 公里；整体走向在北 50°~50° 东，倾向东南，倾角 40°~70°。断裂的左旋压剪性特征明显，距本场区约 6 公里。

滨海断裂(8) 发育在南海北部滨海，自东北部的南澎列岛延伸至西南部的北部湾涠洲岛，大体上沿 30~50m 水深线展布，大致与东南沿海岸线平行。

②褶皱

在地质历史上，广东沿海和近海经历了多次构造运动的影响，场区所在的汕头海区处在华南构造体系中，属于华南褶皱系（一级大地构造单元）的一部分。自加里东运动以来经历多期次强裂构造活动，区域性的褶皱断裂相当发育。

新丰~军埠~大南山复式褶皱：位于饶平~普宁一带，呈北东~北北东向断续延伸，由新丰向斜、尖石顶向斜，军埠向斜、大南山向斜等近 10 条短轴褶皱

组成,单个褶皱长 10~35 公里,最长达 40 公里。形成时代为晚三叠世~侏罗纪。

潮安~饶平东西向褶皱:由开阔式不对称背斜和向斜组成,如赤凤向斜、平林背斜、田东河向斜和洋饶岭背斜等,单个长 10~20 公里,形成时代为晚三叠世~侏罗纪。

揭西官草湖断陷盆地:夹持于莲花山深断带东、西断裂束之间,北北东向延伸,面积近 300 平方公里。由下白垩纪官草湖群组成倾角平缓的简单向斜构造。

(3) 岩浆岩

勘查区周围岩浆活动十分活跃,侵入岩极为发育。中生代白垩纪期间,由于燕山运动,中部至东部有多处岩浆岩侵入;在新生代,喜山运动又造成岩浆岩侵入。

晚侏罗世火山岩(J₂):主要为二长花岗岩,细粒、中粒或粗粒黑云母花岗岩、闪长岩和石英闪长岩。其中,二长花岗岩主要分布于惠来县溪西镇、东埔农场、华侨农场、鳌江镇、隆江镇、河林乡、惠城镇、东陇镇和华湖镇等地。细、中、粗粒黑云母花岗岩主要分布于青山乡、隆江镇、华湖镇、神泉镇、前詹镇、周田镇、仙庵镇、靖海镇、葵潭镇、鳌江镇、岐石镇、东埔农场、溪西镇、隆江镇、东陇镇及沿海的部分区域。闪长岩主要出露于河林乡牛拖东部。石英闪长岩主要出露于华侨农场真武山南麓和周田镇杭美村一带。石英二长岩出露于周田镇葫芦潭水库与水磨潭水库之间;靖海镇和仙庵镇也有部分区域出露。

早白垩世火山岩:主要为花岗斑岩、花岗岩和石英斑岩。花岗斑岩主要出露于葵潭镇、惠城镇、华湖镇、靖海镇、仙庵镇、周田镇等区域。花岗岩主要出露于葵潭镇、青山乡、东港镇、华湖镇、仙庵镇等的部分区域。石英斑岩主要出露于葵潭镇、河林乡和隆江镇等的部分区域。

新生代侵入岩:以辉长岩为主,分布于靖海镇笕笞山,岩体多为第四系沉积物所覆盖,基岩出露约 0.5km²,隐伏部分较大。此外还有两个中生代未分期的岩体:五龙山岩体,主要岩性为闪长玢岩,出露于东港镇的五龙佳山;望前山岩体,岩性为辉长岩,外有时代不明的闪长玢岩,出露于仙庵镇排角港。

此外,勘查区地层中还有时代不明的花岗斑岩、石英斑岩、闪长玢岩及岩脉零星出露。

3.1.3.3 矿区地质

(1) 地层

根据本次钻探资料，对比前人研究成果，勘查区内钻探揭露的地层自老到新划分为上更新统陆丰组、全新统潮州组、全新统澄海组、全新统东里组（主要依据岩性特征和沉积环境）。

上更新统陆丰组（al-pl-mQ₃）：钻孔揭露的陆丰组厚度变化在 16.9~29.7m 之间。顶部由灰黄色、灰色的可塑泥层和砂质泥层组成，中下部主要由灰黄色、青灰色含泥砂、含砾泥质砂、泥、砂质泥等组成，冲海积成因。沉积环境总体为滨海环境，推断其形成时代为晚更新世。砂层主要成分为石英砂，磨圆度较好，呈次圆~圆状。砂层和泥层厚度变化较大，其中砂层厚度变化在 5.4~30.7m。



图 3.1.3-4 陆丰组海相砾质砂层（ZK18 孔深 20.0-25.0m）

全新统潮州组（mQ₄¹）：又称横栏组，主要由深灰色含泥砂、含砾泥质砂、泥、砂质泥和砂质粉砂等组成，冲海积成因。富含咸水藻类、海绵骨针，为海相沉积。

全新统澄海组（mQ₄²）：全新世中期海相层，又称万顷沙组，主要为灰黑色含贝壳淤泥质细砂、粉砂，饱和，稍密-中密状，分选性较好，局部含约 10~20%的泥质和少量的贝壳碎屑、砂羌及腐木等，夹少量粘土、粗砂和含砾中砂等，有下粗上细的韵律。属全新世浅海相沉积。砂层和泥层厚度变化较大，其中砂层厚度变化在 0~5.3m。



图 3.1.3-5 潮州组海相粉质粘土层 (ZK02 孔深 15.0-18.0m)



图 3.1.3-6 澄海组浅海相砾质泥质砂层 (ZK14 孔深 13.0-15.0m)

全新统东里组 (mQ_4^3)：全新世晚期海相交互层，在珠江三角洲区域又称灯笼沙组。有下粗上细的韵律。上部主要为淡灰或灰黄色的饱和粘土、粉质粘土组成；下部主要为深灰色粉砂质淤泥及粉砂质粘土、黄色粉细砂，含贝壳及腐木。属全新世晚期海陆混合相沉积。



图 3.1.3-7 东里组粉质粘土沉积层 (ZK03 孔深 3.0-5.0m)

(2) 构造

区域构造体系可归纳为：北东-南西向和北西-南东向展布的新华夏构造体系和东西向构造体系组成华南粤东沿海地区的构造格局。

矿区属海底第四纪近海沉积相，地形相对平坦，未发现向斜和背斜等褶皱构造，也未发现断层构造。

(3) 岩浆岩

矿区属第四纪近海沉积相，本次勘查未发现岩浆岩。

3.1.3.4 勘察区工程地质特征

根据《核实报告》，揭阳市惠来县靖海镇以东海域勘查区地层相对简单，由砾质砂、含砾泥质砂、泥质砂、砂质泥、砾质泥、泥等组成，根据本次勘查和收集的钻孔资料，本次勘查孔包括 ZK01~ZK18 等 18 个钻孔，从上至下勘查区可分为 7 个工程地质层。

①-1 层 淤泥质粉质粘土 (Q₄)：灰色，流塑，夹少量贝壳碎屑。层厚约 5m。

①-a 层 粉质粘土 (Q₄)：灰色，软塑，夹少量粉砂。层厚约 8m。

②-1 层 粉砂 (Q₄)：灰色为主，局部灰黄色，饱和，稍密~中密，局部孔段变相为细砂，偶见贝壳碎屑。层厚约 8m。

②-a 层 粉质粘土 (Q₄)：灰色，软塑~软可塑，夹少量薄层粉砂。层厚约 3m。

②-b 层 粉质粘土 (Q₄)：红褐色，软可塑~硬可塑，局部夹薄层状粉土粉

砂，含少量贝壳碎屑。层厚约 3m。

③-1 层 粉砂 (Q₄)：灰色，局部灰黄色、灰白色，饱和，中密为主，局部密实，局部孔段变相为粉砂、细砂、粗砂。层厚约 15m。

③-a 层 粉质粘土 (Q₄)：红褐色、青灰色、黄褐色，硬可塑～硬塑，土质不均匀。层厚约 3m。

钻孔平面布置图详见图 3.1.3-8，工程地质剖面图详见 3.1.3-9，钻孔柱状图详见 3.1.3-10。

图 3.1.3-8 钻孔平面布置图

图 3.1.3-9 工程地质剖面图

图 3.1.3-10a 钻孔柱状图 (ZK09)

图 3.1.3-10b 钻孔柱状图 (ZK10)

图 3.1.3-10c 钻孔柱状图 (ZK11)

图 3.1.3-10d 钻孔柱状图 (ZK12)

图 3.1.3-10e 钻孔柱状图 (ZK13)

图 3.1.3-10f 钻孔柱状图 (ZK14)

3.1.3.5 地形冲淤变化

第四纪以来，全球性气候剧烈变化而引起世界洋面相应的升降变动，对华南东部陆架的形成和演变有着深刻的影响。华南沿岸分布的海拔 60-80m、0-50m、15-20m 和 3-5m 的四级海成阶地，以及海蚀遗迹的存在，说明南海北部沿岸至少有四次以上规模较大的海陆相对变迁（冯文科，黎维峰，1994）。

图 3.1.3-11 南海北部陆架地貌沉积分类图

根据靖海港邻近海域 2007-2008 年测图地形与 2011 年测图地形等高线比较，等深线在 27m 以深海域的差别较小，海门湾邻近海域 2003 年测图地形与 2012 年测图地形等深线比较，等深线在 18m 以深海域的差别就已非常小，综合海域水动力条件可知，工程海域水深大，达到 32m，导致波浪和潮流作用下的泥沙运动动力条件较弱。由此初步判断，近 18 年来工程周边海域地形变化不大，海床基本稳定。

图 3.1.3-12 靖海港邻近海域不同年份海图地形比较

图 3.1.3-13 海门湾邻近海域不同年份海图地形比较

3.1.4 海洋灾害

3.1.4.1 热带气旋

根据《台风年鉴》《热带气旋年鉴》及相关统计资料，1949~2017 年期间，登陆广东沿海的台风达 238 次，其中在惠来县登陆的有 14 个。热带气旋 8、9 月出现最多，1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年~2014 年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有 29 个，强台风 29 个，台风 37 个，强热带风暴 36 个。

1949~2017 年期间，对项目附近海域最具影响的热带气旋有 12 个，遮浪海洋站记录的风速均在 33m/s 以上，分别是 6903、7908、8819、9009、9509、0104、0313、0601、0812、1319、1622 和 1713 热带气旋。

7908 号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979 年 8 月 2 日 13~14 时，7908 号台风在广

东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达 55m/s，中心气压 925hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时，神泉镇渔港海域平均风力 12 级以上（遮浪海洋站 1979 年 8 月 2 日实测风速 61m/s，风向东北），8 级以上大风时间持续 24 个小时，12 级大风时间持续 12 个小时。

0104 尤特（Utor），于北京时间 2001 年 7 月 1 日 14 时生成于北纬 7.2 度，东经 138.5 度，生成时的中心风速 15 米/秒，中心气压 1000 百帕；3 日 8 时加强为强热带风暴，20 时加强为台风。该台风以较稳定的西北方向穿过巴林塘海峡进入南海北部，最后于 7 月 6 日早上 7: 50 在广东海丰至惠东之间沿海登陆。

1319 超强台风天兔（Usagi）是 2013 年全球最强热带气旋，气象部门均评定天兔接近中心最高持续风速达每小时 200 公里或以上；9 月 15 日，一个低压区在菲律宾东北部海面上形成。9 月 17 日早上升格为热带风暴，9 月 18 日，天兔将东南方的云带卷入中心附近，使得中心得以巩固。早上 8 时 45 分升格为强热带风暴。晚上 8 时升格为中度台风。9 月 19 日，天兔急剧增强，下午 1 时开始，天兔发展出一个完整而细小的风眼。下午 9 时 25 分把天兔进一步升为超强台风。9 月 20 日，天兔采取西北偏西路径，并加速至每小时 18 公里。天兔强度在上午达到颠峰，中午时分开始发展“双重眼壁”现象，导致天兔稍作减弱。9 月 21 日，天兔向西或西北偏西移动，穿越吕宋海峡，并进入南海东北部。22 日 19 时 40 分登陆广东汕尾。

1622 号强台风“海马”，2016 年 10 月 16 日下午 2 时由强热带风暴级加强为台风级，10 月 21 日 5 时台风海马位于惠东县南偏东方大约 230 公里的南海东北部海面上，21 日 12 时 40 分在汕尾市鲘门镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 14 级（42m/s），受其影响广东全省倒塌房屋 327 间，严重损坏房屋 2749 间，农作物受灾面积 17.8 万公顷，惠州市渔业养殖场受损面积 6069 亩；汕尾市损坏堤防 59 处 8160 米，损坏护岸 51 处，损坏水闸 21 座，损坏水利设施 179 处。

1713 号超强台风“天鸽”，2017 年 8 月 20 日 14 时，在西北太平洋洋面上生成。之后强度不断加强，8 月 22 日 8 时加强为强热带风暴，15 时加强为台风。8 月 23 日 7 时加强为强台风，一天连跳两级，最强达 15 级（48m/s，年鉴中修改为 16 级，52m/s），12 时 50 分前后以强台风级（14 级，45m/s）在中国广东省珠海市登陆。为 2017 年以来登陆中国的最强台风。

3.1.4.2 地震

勘察区按地震活动划分，属于东南沿海地震带。地震主要是发生在断裂构造带的交汇及拐弯部位。通过揭阳市的断裂构造主要有北东向的泉州~汕头断裂带、莲花山断裂带和北西向的汕头~兴宁断裂带、榕江断裂带等，榕江三角洲是地震极易发生地区。1992~2004 年的 13 年间，揭阳市境内发生有感地震 6 次。即 1994 年 9 月，台湾海峡（23.0°N，118.5°E）发生 7.3 级地震，波及勘察区。1995 年 8 月，梅州市五华县 4.2 级震群及 11 月丰顺县 4.7 级震群。1997 年 5 月，揭阳市龙潭镇（23.5°N，115.9°E）发生 3.8 级地震；同月，大南山华侨管理区发生 3.2 级地震。1999 年 9 月，台湾省南投县（23.7°N，121.1°E）发生 7.6 级地震。2000 年 9 月，揭东县砲台镇（23.4°N，116.53°E）发生 3.3 级地震。此外，2016 年 10 月 25 日，勘察区东南侧（22.98°N，116.65°E）发生 3.3 级地震，震源深度 21 公里，宏观震中烈度 4.4。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），工程区近岸地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反映谱特征周期为 0.40s，相应地震基本烈度为 VIII 度，设计地震分组为第二组。区域构造稳定性分级为稳定性较差。

3.1.5 海洋环境质量现状调查与评价

本节内容引自《揭阳市海砂开采区海域环境现状调查监测报告（春季）》

，
在
在项目附近海域进行海洋环境调查。

3.1.5.1 调查概况

在项目附近海域进行海洋环境现状调查。共布设 27 个站位，其中水质调查站位 24 个，海洋生态与渔业资源调查站位 15 个，沉积物调查站位 12 个，潮间带调查断面 3 条，具体调查站位详见表 3.1.5-1 和图 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 海洋环境现状调查站位

| 序号 | 站位 | 经度 (E) | 纬度(N) | 调查项目 |
|----|--------|--------|-------|-----------|
| 1 | JYJS01 | | | 水质 |
| 2 | JYJS02 | | | 水质、生态 |
| 3 | JYJS03 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 4 | JYJS04 | | | 水质 |
| 5 | JYJS05 | | | 水质、沉积物、生态 |

| 序号 | 站位 | 经度 (E) | 纬度(N) | 调查项目 |
|----|--------|--------|-------|-----------|
| 6 | JYJS06 | | | 水质 |
| 7 | JYJS07 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 8 | JYJS08 | | | 水质 |
| 9 | JYJS09 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 10 | JYJS10 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 11 | JYJS11 | | | 水质 |
| 12 | JYJS12 | | | 水质、生态 |
| 13 | JYJS13 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 14 | JYJS14 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 15 | JYJS15 | | | 水质 |
| 16 | JYJS16 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 17 | JYJS17 | | | 水质 |
| 18 | JYJS18 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 19 | JYJS19 | | | 水质 |
| 20 | JYJS20 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 21 | JYJS21 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 22 | JYJS22 | | | 水质、沉积物、生态 |
| 23 | JYJS23 | | | 水质、生态 |
| 24 | JYJS24 | | | 水质 |
| 25 | JYC1 | | | 潮间带 |
| 26 | JYC2 | | | 潮间带 |
| 27 | JYC3 | | | 潮间带 |

图 3.1.5-1 调查站位布置图

3.1.5.2 水质调查项目

水温、盐度、pH、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、石油类、铬、铅、镉、锌、铜、汞和砷共计 20 项指标。

3.1.5.3 水质采样与分析方法

调查监测项目采样及其预处理方法根据《海洋调查规范》(GB/T12763.4-2007)、《海洋监测规范》(GB17378-2007)进行。水质采样根据现场水深决定采样层次,当水深<10m时,只采取表层样;当10m≤水深<30m时,采表层和底层水样。

调查项目分析方法根据《海洋监测技术规程》(HY/T147-2013)、《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)进行,具体分析方法见表 3.1.5-2。

表 3.1.5-2 水质调查分析方法

| 序 | 检测指标 | 检测依据 | 分析方法 | 检出限 |
|---|------|------|------|-----|
|---|------|------|------|-----|

| | | | | |
|----|-------|---|---------------|-----------|
| 号 | | | | |
| 1 | 水温 | 《海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测》GB/T 12763.2-2007/5.2.1 | CTD法 | / |
| 2 | 盐度 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/29.1 | 盐度计法 | / |
| 3 | pH | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/26 | pH计法 | / |
| 4 | 溶解氧 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/31 | 碘量法 | 0.11mg/L |
| 5 | 悬浮物 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/27 | 重量法 | / |
| 6 | 化学需氧量 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/32 | 碱性高锰酸钾法 | 0.13mg/L |
| 7 | 硝酸盐 | 《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》GB/T 12763.4-2007/11 | 铈镉还原法 | 0.7μg/L |
| 8 | 亚硝酸盐氮 | 《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》GB/T 12763.4-2007/10 | 重氮-偶氮法 | 0.3μg/L |
| 9 | 氨氮 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/36.1 | 靛酚蓝分光光度法 | 0.4μg/L |
| 10 | 活性磷酸盐 | 《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》GB/T 12763.4-2007/9 | 磷钼蓝分光光度法 | 0.7μg/L |
| 11 | 挥发酚 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/19 | 4-氨基安替比林分光光度法 | 1.1μg/L |
| 12 | 硫化物 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/18.1 | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.2μg/L |
| 13 | 石油类 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/13.2 | 紫外分光光度法 | 3.5μg/L |
| 14 | 汞 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/5.1 | 原子荧光法 | 0.007μg/L |
| 15 | 砷 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/11.1 | 原子荧光法 | 0.5μg/L |
| 16 | 铜 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/6.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.2μg/L |
| 17 | 铅 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/7.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.03μg/L |
| 18 | 镉 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/8.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.01μg/L |
| 19 | 锌 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/9.1 | 火焰原子吸收分光光度法 | 3.1μg/L |
| 20 | 铬 | 《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/10.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.4μg/L |

3.1.5.4 水质评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单因子污染指数法（标准指数法）进行评价。

其中：单项水质评价因子（参数）i 在第j 点的标准指数：

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{i.o}$$

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

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

$C_{i,o}$ ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

对于溶解氧，DO 的标准指数为：

$$S_{DO, j} = \frac{DO_s}{DO_j} \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO, j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_f$$

式中： $SD_{o,j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限制，mg/L；

DO_f ——饱和溶解氧浓度，mg/L， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$

S——实用盐度符号，量纲一；

T——水温，°C。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, pH \leq 7.0; \quad S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH > 7.0$$

式中： $S_{pH, j}$ ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j ——pH 值实测统计代表值；

pH_{su} ——pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} ——pH 评价标准的下限值；

水质评价因子的标准指数 > 1，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

(2) 评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》规定，各调查站位所在功能区执行的海洋环境评价标准见表 3.1.5-3 和图 3.1.5-2。

表 3.1.5-3 调查站位在广东省海洋功能区的执行标准

| 站位 | 所在海洋功能区 | 执行的环境评价标准 |
|--|-----------------|---|
| JYJS03、JYJS04、JYJS05、JYJS06、 JYJS07、JYJS08、JYJS09、JYJS10、 JYJS11、JYJS12、JYJS13、JYJS14、 JYJS15、JYJS17、JYJS18、JYJS19、JYJS20 | 珠海-潮州近海农 渔业区 | 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 |
| JYJS01、JYJ02 | 海门湾-广澳湾农 渔业区 | 执行海水水质二类标准、海 洋沉积物质量一类标准和海 洋生物质量一类标准 |

| | | |
|------------------------------------|---------|-----------------------------------|
| JYJS16、JYJS21、JYJS22、JYJS23、JYJS24 | 靖海港口航运区 | 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 |
|------------------------------------|---------|-----------------------------------|

图 3.1.5-2 调查站位所处广东省海洋功能区示意图

3.1.5.5 海洋水质调查结果与评价

(1) 调查结果

各站位水质监测结果见表 3.1.5-4。

(2) 评价结果

采用上述单项指数评价法，对本次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。

①执行海水水质第一类标准

执行第一类海水水质标准的站位有 JYJS03~JYJS15、JYJS17~JYJS20。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐，超标率分别为 3.13%、6.25%和 6.25%。

JYJS08 调查站位的化学需氧量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；JYJS07、JYJS08 的无机氮含量不符合海水水质第一类标准要求，且 JYJS07、JSJS08 均劣于海水水质第四类标准要求；JYJS07、JYJS08 调查站位的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求，但 JYJS07、JYJS08 符合海水水质第二类标准要求。其余监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

②执行海水水质第二类标准

执行第二类海水水质标准的站位有 JYJS01、JYJS02。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为无机氮，超标率分别为 100.0%。

所有调查站位的无机氮含量均不符合海水水质第二类标准要求，其中 JYJS02 站位底层符合海水水质第三类标准，JYJS01 和 JYJS02 站位表层符合海水水质第四类标准要求；其余监测因子均符合海水水质二类标准。

③执行海水水质第三类标准

执行第三类海水水质标准的站位有 JYJS16、JYJS21~JYJS24。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 100.0%和 42.86%。

所有调查站位的无机氮含量均不符合海水水质第三类标准要求，且均劣于海

水水质第四类标准要求；JYJS21、JYJS22、JYJS23 调查站位的活性磷酸盐含量不符合海水水质第三类标准要求，但符合海水水质第四类标准要求。其余监测因子均符合海水水质三类标准。

综上所述，[REDACTED]调查附近海域部分站位的化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐超过其相对应功能区的标准限值，其余站位的监测因子均符合。

表 3.1.5-4 海水水质调查结果统计表

| 站位 | 水深 | 水温 | 盐度 | pH | 悬浮物 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 氨氮 | 亚硝酸盐氮 | 硝酸盐氮 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 挥发酚 | 石油类 | 锌 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 |
|----------|------|------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|------|------|-------|------|------|--------|-----|
| | m | °C | ‰ | / | mg/L | | | | | | | | | | µg/L | | | | | | | |
| JYJS01 | 9.9 | 23.1 | 32.977 | 8.09 | 7.8 | 6.63 | 1.45 | 0.076 | 0.043 | 0.293 | 0.412 | 0.021 | 0.0024 | 0.024 | 0.010 | 0.6 | 0.7 | 0.24 | 0.08 | <0.4 | 0.028 | 1.0 |
| JYJS02 表 | 13.0 | 23.6 | 33.505 | 8.16 | 43.4 | 7.54 | 1.65 | 0.087 | 0.048 | 0.280 | 0.415 | 0.026 | 0.0028 | 0.012 | 0.009 | <0.2 | 4.4 | 0.08 | 0.12 | <0.4 | 0.043 | 0.9 |
| JYJS02 底 | — | 22.8 | 33.298 | 8.16 | 7.0 | 7.54 | 1.40 | 0.082 | 0.043 | 0.249 | 0.374 | 0.026 | 0.0020 | — | 0.007 | <0.2 | 0.6 | <0.03 | 0.22 | <0.4 | 0.029 | 0.9 |
| JYJS03 表 | 17.8 | 22.6 | 33.123 | 8.17 | 6.8 | 7.22 | 1.40 | 0.027 | 0.010 | 0.099 | 0.136 | 0.014 | 0.0028 | 0.039 | 0.012 | 0.3 | 0.8 | 0.65 | 0.26 | <0.4 | 0.024 | 1.0 |
| JYJS03 底 | — | 22.3 | 33.230 | 8.17 | 11.8 | 7.15 | 1.07 | 0.025 | 0.008 | 0.095 | 0.128 | 0.008 | 0.0031 | — | 0.012 | 0.2 | 4.1 | 0.30 | 0.24 | <0.4 | 0.025 | 1.0 |
| JYJS04 表 | 20.9 | 22.4 | 33.142 | 8.23 | 1.6 | 7.55 | 0.96 | 0.025 | 0.011 | 0.112 | 0.148 | 0.009 | 0.0038 | 0.031 | 0.012 | 0.2 | 0.7 | 0.39 | 0.26 | <0.4 | 0.026 | 0.9 |
| JYJS04 底 | — | 22.2 | 33.367 | 8.23 | 9.8 | 7.34 | 0.66 | 0.024 | 0.009 | 0.078 | 0.111 | 0.013 | 0.0036 | — | 0.012 | <0.2 | 0.9 | 0.17 | 0.27 | <0.4 | 0.023 | 0.9 |
| JYJS05 表 | 24.0 | 22.4 | 33.221 | 8.19 | 10.0 | 7.25 | 0.82 | 0.025 | 0.010 | 0.127 | 0.162 | 0.013 | 0.0018 | 0.031 | 0.014 | 0.5 | 0.5 | 0.46 | 0.07 | <0.4 | 0.021 | 1.0 |
| JYJS05 底 | — | 22.3 | 33.873 | 8.16 | 5.0 | 7.23 | 1.06 | 0.024 | 0.009 | 0.093 | 0.126 | 0.009 | 0.0017 | — | 0.010 | 0.3 | 1.0 | 0.46 | 0.03 | <0.4 | 0.021 | 1.0 |
| JYJS06 表 | 15.8 | 22.5 | 33.104 | 8.16 | 9.8 | 7.54 | 1.08 | 0.028 | 0.010 | 0.121 | 0.159 | 0.013 | 0.0029 | 0.036 | 0.013 | 0.6 | 1.2 | 0.37 | 0.14 | <0.4 | 0.025 | 1.0 |
| JYJS06 底 | — | 22.3 | 33.323 | 8.16 | 11.8 | 7.54 | 0.84 | 0.026 | 0.010 | 0.108 | 0.144 | 0.008 | 0.0018 | — | 0.015 | 0.6 | 3.0 | 0.89 | 0.16 | <0.4 | 0.025 | 1.0 |
| JYJS07 | 9.9 | 23.1 | 33.062 | 7.99 | 4.8 | 6.98 | 1.74 | 0.086 | 0.051 | 0.613 | 0.750 | 0.026 | 0.0011 | 0.021 | 0.015 | 0.5 | 0.3 | 0.41 | 0.19 | <0.4 | 0.031 | 1.0 |
| JYJS08 | 6.9 | 23.0 | 32.979 | 7.78 | 5.2 | 7.03 | 2.24 | 0.080 | 0.051 | 0.633 | 0.764 | 0.026 | <0.0011 | 0.033 | 0.015 | 0.7 | 0.3 | 0.04 | 0.21 | <0.4 | 0.028 | 1.0 |
| JYJS09 表 | 19.3 | 22.5 | 33.236 | 8.19 | 6.9 | 7.73 | 0.86 | 0.024 | 0.008 | 0.126 | 0.158 | 0.008 | 0.0022 | 0.026 | 0.011 | <0.2 | 2.2 | 0.04 | 0.01 | 1.4 | 0.026 | 1.0 |
| JYJS09 底 | / | 21.3 | 33.441 | 8.19 | 4.0 | 8.1 | 0.86 | 0.025 | 0.050 | 0.076 | 0.151 | 0.007 | 0.0017 | — | 0.012 | <0.2 | 1.1 | 0.70 | 0.24 | 0.5 | 0.028 | 1.0 |
| JYJS10 表 | 25.3 | 22.6 | 33.498 | 8.19 | 8.6 | 7.67 | 1.46 | 0.025 | 0.009 | 0.140 | 0.174 | 0.013 | 0.0040 | 0.022 | 0.012 | 0.8 | 1.4 | 0.65 | 0.12 | <0.4 | 0.021 | 0.9 |
| JYJS10 底 | — | 21.9 | 33.561 | 8.19 | 4.4 | 8.34 | 0.94 | 0.027 | 0.009 | 0.107 | 0.143 | 0.008 | 0.0041 | — | 0.012 | 0.7 | 1.6 | 0.43 | 0.23 | 0.4 | 0.021 | 1.0 |
| JYJS11 表 | 29.8 | 22.7 | 33.240 | 8.02 | 3.2 | 7.21 | 0.92 | 0.025 | 0.015 | 0.134 | 0.174 | 0.008 | 0.0019 | 0.022 | 0.012 | 0.4 | 1.7 | 0.28 | 0.30 | 1.0 | 0.019 | 0.9 |
| JYJS11 底 | — | 22.3 | 33.446 | 8.01 | 7.4 | 7.31 | 1.22 | 0.024 | 0.014 | 0.127 | 0.165 | 0.011 | 0.0018 | — | 0.011 | 0.4 | 0.6 | 0.32 | 0.09 | <0.4 | 0.019 | 0.9 |
| JYJS12 表 | 29.5 | 22.6 | 33.104 | 8.24 | 48.8 | 7.68 | 0.78 | 0.033 | 0.012 | 0.091 | 0.136 | 0.010 | 0.0016 | 0.026 | 0.016 | 0.5 | 1.1 | 0.78 | 0.23 | 0.4 | 0.013 | 0.9 |
| JYJS12 底 | — | 22.3 | 33.427 | 8.24 | 6.8 | 7.45 | 0.66 | 0.025 | 0.010 | 0.118 | 0.153 | 0.010 | 0.0011 | — | 0.013 | 0.4 | 0.7 | 0.63 | 0.11 | <0.4 | 0.038 | 0.9 |
| JYJS13 表 | 29.3 | 22.4 | 33.110 | 8.28 | 9.8 | 7.68 | 0.96 | 0.024 | 0.010 | 0.108 | 0.142 | 0.010 | 0.0025 | 0.030 | 0.014 | 0.8 | 2.2 | 0.48 | 0.47 | 0.4 | 0.012 | 0.9 |
| JYJS13 底 | — | 22.2 | 33.393 | 8.23 | 8.0 | 7.98 | 0.83 | 0.025 | 0.010 | 0.127 | 0.162 | 0.012 | 0.0034 | — | 0.013 | 0.7 | 1.5 | 0.26 | 0.39 | 0.8 | 0.023 | 0.9 |
| JYJS14 表 | 29.8 | 22.6 | 33.140 | 7.92 | 10.4 | 7.23 | 0.55 | 0.023 | 0.012 | 0.136 | 0.171 | 0.005 | 0.0026 | 0.027 | 0.007 | 0.8 | 1.6 | 0.26 | 0.53 | 0.9 | <0.007 | 1.0 |
| JYJS14 底 | — | 22.1 | 33.756 | 7.68 | 6.8 | 7.23 | 1.08 | 0.023 | 0.010 | 0.133 | 0.166 | 0.012 | 0.0024 | — | 0.008 | 0.7 | 2.4 | 0.43 | 0.15 | 0.7 | <0.007 | 0.9 |
| JYJS15 表 | 29.2 | 22.8 | 33.043 | 7.43 | 10.2 | 7.66 | 0.77 | 0.023 | 0.015 | 0.110 | 0.148 | 0.009 | 0.0036 | 0.023 | 0.010 | 0.6 | 3.2 | 0.39 | 0.33 | <0.4 | 0.049 | 0.9 |
| JYJS15 底 | — | 22.3 | 33.258 | 7.53 | 11.0 | 7.66 | 1.15 | 0.024 | 0.012 | 0.139 | 0.175 | 0.011 | 0.0037 | — | 0.012 | <0.2 | 0.6 | 0.35 | 0.40 | 0.6 | 0.010 | 0.9 |
| JYJS16 表 | 20.3 | 23.6 | 32.795 | 8.10 | 16.4 | 7.63 | 2.38 | 0.055 | 0.036 | 0.569 | 0.660 | 0.017 | 0.0070 | 0.031 | 0.053 | 0.5 | 10.4 | 0.41 | 0.52 | 1.7 | <0.007 | 0.9 |
| JYJS16 底 | — | 23.0 | 33.082 | 7.92 | 12.6 | 7.79 | 2.12 | 0.048 | 0.027 | 0.485 | 0.560 | 0.016 | 0.0059 | — | 0.011 | 0.3 | 7.5 | 0.15 | 0.58 | 1.1 | <0.007 | 0.9 |
| JYJS17 表 | 29.0 | 22.3 | 33.112 | 7.43 | 10.4 | 7.45 | 0.57 | 0.025 | 0.012 | 0.115 | 0.152 | 0.014 | 0.0039 | 0.035 | 0.011 | 0.3 | <0.2 | <0.03 | 0.50 | 0.5 | 0.017 | 0.9 |
| JYJS17 底 | — | 21.9 | 33.651 | 7.43 | 8.8 | 7.68 | 0.53 | 0.024 | 0.010 | 0.132 | 0.166 | 0.014 | 0.0039 | — | 0.007 | 0.3 | 1.5 | 0.74 | 0.74 | <0.4 | <0.007 | 0.9 |
| JYJS18 表 | 29.6 | 22.5 | 33.117 | 7.28 | 3.8 | 7.66 | 0.74 | 0.025 | 0.010 | 0.122 | 0.157 | 0.011 | 0.0027 | 0.035 | 0.006 | 0.7 | 3.6 | 0.04 | 0.23 | <0.4 | 0.010 | 0.9 |
| JYJS18 底 | — | 22.0 | 33.416 | 7.43 | 10.0 | 7.45 | 1.44 | 0.023 | 0.008 | 0.146 | 0.177 | 0.010 | 0.0040 | — | 0.012 | 0.6 | 3.0 | 0.41 | 0.05 | 0.8 | 0.014 | 0.9 |
| JYJS19 表 | 29.5 | 22.3 | 33.059 | 7.92 | 11.8 | 7.68 | 1.39 | 0.024 | 0.012 | 0.111 | 0.147 | 0.014 | 0.0036 | 0.037 | 0.012 | 0.8 | 1.2 | 0.30 | 0.44 | <0.4 | 0.011 | 0.9 |
| JYJS19 底 | — | 22.1 | 33.359 | 7.68 | 14.0 | 7.45 | 1.05 | 0.031 | 0.012 | 0.128 | 0.171 | 0.013 | 0.0022 | — | 0.015 | 0.7 | 1.0 | 0.02 | 0.16 | 0.8 | 0.016 | 1.0 |
| JYJS20 表 | 29.9 | 22.2 | 33.348 | 7.98 | 10.0 | 7.43 | 0.86 | 0.028 | 0.013 | 0.144 | 0.185 | 0.010 | 0.0025 | 0.020 | 0.010 | 0.8 | 0.6 | 0.48 | 0.23 | 0.4 | 0.016 | 0.9 |
| JYJS20 底 | — | 21.8 | 33.656 | 8.01 | 9.8 | 7.33 | 1.12 | 0.023 | 0.011 | 0.141 | 0.175 | 0.014 | 0.0018 | — | 0.012 | 1.0 | 1.3 | 0.65 | 0.14 | <0.4 | 0.022 | 0.9 |

| 站位 | 水深 | 水温 | 盐度 | pH | 悬浮物 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 氨氮 | 亚硝酸盐氮 | 硝酸盐氮 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 挥发酚 | 石油类 | 锌 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 |
|----------|------|------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|-----|
| | m | °C | ‰ | / | mg/L | | | | | | | | | | µg/L | | | | | | | |
| JYJS21 | 4.4 | 23.1 | 31.670 | 7.87 | 10.8 | 6.65 | 2.65 | 0.090 | 0.056 | 0.625 | 0.771 | 0.036 | 0.0033 | 0.030 | 0.081 | <0.2 | 8.2 | 1.68 | 0.19 | 0.5 | 0.032 | 1.0 |
| JYJS22 | 2.0 | 23.1 | 28.648 | 8.33 | 11.0 | 6.14 | 2.18 | 0.087 | 0.054 | 0.625 | 0.766 | 0.033 | 0.0021 | 0.024 | 0.080 | 0.6 | 5.1 | 0.39 | 0.37 | <0.4 | 0.033 | 1.0 |
| JYJS23 | 5.6 | 23.1 | 31.447 | 7.76 | 5.8 | 7.22 | 2.64 | 0.098 | 0.059 | 0.614 | 0.771 | 0.037 | 0.0020 | 0.034 | 0.074 | <0.2 | 0.4 | 0.78 | 0.11 | 0.5 | 0.029 | 1.0 |
| JYJS24 表 | 28.9 | 22.6 | 33.158 | 7.86 | 10.2 | 7.54 | 2.30 | 0.055 | 0.032 | 0.631 | 0.718 | 0.017 | 0.0073 | 0.022 | 0.029 | 0.3 | 13.4 | 0.11 | 0.35 | 1.5 | <0.007 | 0.9 |
| JYJS24 底 | — | 21.8 | 33.233 | 7.86 | 7.8 | 7.66 | 2.36 | 0.050 | 0.026 | 0.647 | 0.723 | 0.012 | 0.0060 | — | 0.012 | 0.5 | 3.1 | 0.39 | 0.75 | 0.8 | <0.007 | 1.0 |

注：①表中低于检出限项目参与计算平均值时视为其检出限值的一半。②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③“—”表示未检指标。④“<”表示低于检出限。

表 3.1.5-5a 水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的质量指数

| 站位 | pH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 挥发酚 | 石油类 | 锌 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 |
|----------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JYJS03 表 | 0.78 | 0.03 | 0.70 | 0.68 | 0.93 | 0.56 | 0.78 | 0.60 | 0.02 | 0.16 | 0.65 | 0.26 | 0.00 | 0.48 | 0.05 |
| JYJS03 底 | 0.78 | 0.84 | 0.54 | 0.64 | 0.53 | 0.62 | — | 0.60 | 0.01 | 0.82 | 0.30 | 0.24 | 0.00 | 0.50 | 0.05 |
| JYJS04 表 | 0.82 | 0.28 | 0.48 | 0.74 | 0.60 | 0.76 | 0.62 | 0.60 | 0.01 | 0.14 | 0.39 | 0.26 | 0.00 | 0.52 | 0.05 |
| JYJS04 底 | 0.82 | 0.09 | 0.33 | 0.56 | 0.87 | 0.72 | — | 0.60 | 0.01 | 0.18 | 0.17 | 0.27 | 0.00 | 0.46 | 0.05 |
| JYJS05 表 | 0.79 | 0.03 | 0.41 | 0.81 | 0.87 | 0.36 | 0.62 | 0.70 | 0.03 | 0.10 | 0.46 | 0.07 | 0.00 | 0.42 | 0.05 |
| JYJS05 底 | 0.77 | 0.03 | 0.53 | 0.63 | 0.60 | 0.34 | — | 0.50 | 0.02 | 0.20 | 0.46 | 0.03 | 0.00 | 0.42 | 0.05 |
| JYJS06 表 | 0.77 | 0.28 | 0.54 | 0.80 | 0.87 | 0.58 | 0.72 | 0.65 | 0.03 | 0.24 | 0.37 | 0.14 | 0.00 | 0.50 | 0.05 |
| JYJS06 底 | 0.77 | 0.27 | 0.42 | 0.72 | 0.53 | 0.36 | — | 0.75 | 0.03 | 0.60 | 0.89 | 0.16 | 0.00 | 0.50 | 0.05 |
| JYJS07 | 0.66 | 0.86 | 0.87 | 3.75 | 1.73 | 0.22 | 0.42 | 0.75 | 0.03 | 0.06 | 0.41 | 0.19 | 0.00 | 0.62 | 0.05 |
| JYJS08 | 0.52 | 0.85 | 1.12 | 3.82 | 1.73 | 0.11 | 0.66 | 0.75 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.21 | 0.00 | 0.56 | 0.05 |
| JYJS09 表 | 0.79 | 0.45 | 0.43 | 0.79 | 0.53 | 0.44 | 0.52 | 0.55 | 0.01 | 0.44 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.52 | 0.05 |
| JYJS09 底 | 0.79 | 0.56 | 0.43 | 0.76 | 0.47 | 0.34 | — | 0.60 | 0.01 | 0.22 | 0.70 | 0.24 | 0.01 | 0.56 | 0.05 |
| JYJS10 表 | 0.79 | 0.43 | 0.73 | 0.87 | 0.87 | 0.80 | 0.44 | 0.60 | 0.04 | 0.28 | 0.65 | 0.12 | 0.00 | 0.42 | 0.05 |
| JYJS10 底 | 0.79 | 0.86 | 0.47 | 0.72 | 0.53 | 0.82 | — | 0.60 | 0.04 | 0.32 | 0.43 | 0.23 | 0.01 | 0.42 | 0.05 |
| JYJS11 表 | 0.68 | 0.03 | 0.46 | 0.87 | 0.53 | 0.38 | 0.44 | 0.60 | 0.02 | 0.34 | 0.28 | 0.30 | 0.02 | 0.38 | 0.05 |
| JYJS11 底 | 0.67 | 0.08 | 0.61 | 0.83 | 0.73 | 0.36 | — | 0.55 | 0.02 | 0.12 | 0.32 | 0.09 | 0.00 | 0.38 | 0.05 |
| JYJS12 表 | 0.83 | 0.41 | 0.39 | 0.68 | 0.67 | 0.32 | 0.52 | 0.80 | 0.03 | 0.22 | 0.78 | 0.23 | 0.01 | 0.26 | 0.05 |
| JYJS12 底 | 0.83 | 0.20 | 0.33 | 0.77 | 0.67 | 0.22 | — | 0.65 | 0.02 | 0.14 | 0.63 | 0.11 | 0.00 | 0.76 | 0.05 |
| JYJS13 表 | 0.85 | 0.38 | 0.48 | 0.71 | 0.67 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.04 | 0.44 | 0.48 | 0.47 | 0.01 | 0.24 | 0.05 |
| JYJS13 底 | 0.82 | 0.61 | 0.42 | 0.81 | 0.80 | 0.68 | — | 0.65 | 0.04 | 0.30 | 0.26 | 0.39 | 0.02 | 0.46 | 0.05 |
| JYJS14 表 | 0.61 | 0.04 | 0.28 | 0.86 | 0.33 | 0.52 | 0.54 | 0.35 | 0.04 | 0.32 | 0.26 | 0.53 | 0.02 | 0.07 | 0.05 |
| JYJS14 底 | 0.45 | 0.01 | 0.54 | 0.83 | 0.80 | 0.48 | — | 0.40 | 0.04 | 0.48 | 0.43 | 0.15 | 0.01 | 0.07 | 0.05 |
| JYJS15 表 | 0.29 | 0.42 | 0.39 | 0.74 | 0.60 | 0.72 | 0.46 | 0.50 | 0.03 | 0.64 | 0.39 | 0.33 | 0.00 | 0.98 | 0.05 |
| JYJS15 底 | 0.35 | 0.36 | 0.58 | 0.88 | 0.73 | 0.74 | — | 0.60 | 0.01 | 0.12 | 0.35 | 0.40 | 0.01 | 0.20 | 0.05 |
| JYJS17 表 | 0.29 | 0.18 | 0.29 | 0.76 | 0.93 | 0.78 | 0.70 | 0.55 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.50 | 0.01 | 0.34 | 0.05 |
| JYJS17 底 | 0.29 | 0.34 | 0.27 | 0.83 | 0.93 | 0.78 | — | 0.35 | 0.02 | 0.30 | 0.74 | 0.74 | 0.00 | 0.07 | 0.05 |
| JYJS18 表 | 0.19 | 0.38 | 0.37 | 0.79 | 0.73 | 0.54 | 0.70 | 0.30 | 0.04 | 0.72 | 0.04 | 0.23 | 0.00 | 0.20 | 0.05 |
| JYJS18 底 | 0.29 | 0.16 | 0.72 | 0.89 | 0.67 | 0.80 | — | 0.60 | 0.03 | 0.60 | 0.41 | 0.05 | 0.02 | 0.28 | 0.05 |
| JYJS19 表 | 0.61 | 0.37 | 0.70 | 0.74 | 0.93 | 0.72 | 0.74 | 0.60 | 0.04 | 0.24 | 0.30 | 0.44 | 0.00 | 0.22 | 0.05 |

| 站位 | pH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 挥发酚 | 石油类 | 锌 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| JYJS19 底 | 0.45 | 0.17 | 0.53 | 0.86 | 0.87 | 0.44 | — | 0.75 | 0.04 | 0.20 | 0.02 | 0.16 | 0.02 | 0.32 | 0.05 |
| JYJS20 表 | 0.65 | 0.16 | 0.43 | 0.93 | 0.67 | 0.50 | 0.40 | 0.50 | 0.04 | 0.12 | 0.48 | 0.23 | 0.01 | 0.32 | 0.05 |
| JYJS20 底 | 0.67 | 0.05 | 0.56 | 0.88 | 0.93 | 0.36 | — | 0.60 | 0.05 | 0.26 | 0.65 | 0.14 | 0.00 | 0.44 | 0.05 |
| 超标率% | 0.00% | 0.00% | 3.13% | 6.25% | 6.25% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

注：① “—”表示未检指标的标准指数。②低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 3.1.5-5b 水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的质量指数

| 站位 | pH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 挥发酚 | 石油类 | 锌 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 |
|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| JYJS01 | 0.73 | 0.75 | 0.48 | 1.37 | 0.70 | 0.48 | 0.48 | 0.20 | 0.01 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.14 | 0.03 |
| JYJS02 表 | 0.77 | 0.24 | 0.55 | 1.38 | 0.87 | 0.56 | 0.24 | 0.18 | 0.00 | 0.44 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.22 | 0.03 |
| JYJS02 底 | 0.77 | 0.18 | 0.47 | 1.25 | 0.87 | 0.40 | — | 0.14 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.15 | 0.03 |
| 超标率 | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

注：① “—”表示未检指标的标准指数。②低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 3.1.5-5c 水质监测站位（执行第三类海水水质标准）各要素的质量指数

| 站位 | pH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 挥发酚 | 石油类 | 锌 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 |
|----------|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| JYJS16 表 | 0.61 | 0.18 | 0.60 | 1.65 | 0.57 | 0.70 | 0.10 | 0.53 | 0.01 | 0.21 | 0.04 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| JYJS16 底 | 0.51 | 0.21 | 0.53 | 1.40 | 0.53 | 0.59 | — | 0.11 | 0.00 | 0.15 | 0.02 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| JYJS21 | 0.48 | 0.60 | 0.66 | 1.93 | 1.20 | 0.33 | 0.10 | 0.81 | 0.00 | 0.16 | 0.17 | 0.02 | 0.00 | 0.16 | 0.02 |
| JYJS22 | 0.74 | 0.65 | 0.55 | 1.92 | 1.10 | 0.21 | 0.08 | 0.80 | 0.01 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.17 | 0.02 |
| JYJS23 | 0.42 | 0.01 | 0.66 | 1.93 | 1.23 | 0.20 | 0.11 | 0.74 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.00 | 0.15 | 0.02 |
| JYJS24 表 | 0.48 | 0.11 | 0.58 | 1.80 | 0.57 | 0.73 | 0.07 | 0.29 | 0.00 | 0.27 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| JYJS24 底 | 0.48 | 0.11 | 0.59 | 1.81 | 0.40 | 0.60 | — | 0.12 | 0.01 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| 超标率 | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100% | 42.86% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

注：① “—”表示未检指标的标准指数。②低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

3.1.6 沉积物质量现状调查与评价

3.1.6.1 调查项目

调查项目包括含水率、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、锌、铬、总汞和砷。

3.1.6.2 采样与分析方法

各调查项目的采样方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行。

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB 17378.5-2007）进行，各项目的分析方法见表 3.1.6-1。

表 3.1.6-1 沉积物调查分析方法

| 序号 | 检测指标 | 检测依据 | 分析方法 | 检出限 |
|----|------|--|--------------|------------|
| 1 | pH | 《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查》 GB 12763.8-2007/6.7.2 | 电位法 | / |
| 2 | 含水率 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/19 | 重量法 | / |
| 3 | 有机碳 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/18.1 | 重铬酸钾氧化-还原容量法 | 0.02% |
| 4 | 石油类 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/13.1 | 荧光分光光度法 | 1.0mg/kg |
| 5 | 硫化物 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/17.1 | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.3mg/kg |
| 6 | 铜 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/6.2 | 火焰原子吸收分光光度法 | 2.0mg/kg |
| 7 | 铅 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/7.2 | 火焰原子吸收分光光度法 | 3.0mg/kg |
| 8 | 镉 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/8.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04mg/kg |
| 9 | 锌 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/9.1 | 火焰原子吸收分光光度法 | 6.0mg/kg |
| 10 | 汞 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/5.1 | 原子荧光法 | 0.002mg/kg |
| 11 | 铬 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/10.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 2.0mg/kg |
| 12 | 砷 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007/11.1 | 原子荧光法 | 0.06mg/kg |

3.1.6.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

沉积物质量评价采用单项分指数法，即 $S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$ 。

(2) 评价标准

采用现状评价依据标准《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）进行评价，见表 3.1.6-2。

表 3.1.6-2 沉积物质量标准

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

沉积物按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》规定，各调查站位沉积物执行标准见表 3.1.6-3。

表 3.1.6-3 2021 年 4 月各站位执行的沉积物质量标准要求一览表

| 站位 | 所在海洋功能区 | 执行的环境评价标准 |
|--|-------------|---------------|
| JYJS03、JYJS05、JYJS07、JYJS09、JYJS10、JYJS13、JYJS14、JYJS18、JYJS20 | 珠海-潮州近海农渔业区 | 执行海洋沉积物质量一类标准 |
| JYJS16、JYJS21、JYJS22 | 靖海港口航运区 | 执行海洋沉积物质量二类标准 |

3.1.6.4 调查结果与评价

(1) 调查结果

海洋沉积物调查结果分别见表 3.1.6-4。

(2) 评价结果

根据单项标准指数法计算出的表层沉积物各评价因子的标准指数以及超标率的统计结果列于表 3.1.6-5。

由 ██████████ 监测结果及标准指数表结果可知：所有监测站位的各项调查指标均能符合所在功能区要求执行的海洋沉积物质量标准。

表 3.1.6-4 海洋沉积物质量调查结果

| 站位 | 风干样 含水率 | 湿样含 水率 | pH | 有机碳 | 硫化物 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 铬 | 总汞 | 砷 |
|--------|-------------------|-----------|------|-------------------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| | ×10 ⁻² | | / | ×10 ⁻⁶ | | | | | | | | | |
| JYJS03 | 0.58 | 29.49 | 8.44 | 0.73 | 48.6 | 288.2 | 4.4 | 7.5 | 0.05 | 79.5 | 8.1 | 0.049 | 15.46 |
| JYJS05 | 0.41 | 34.56 | 7.99 | 0.75 | 8.8 | 192.7 | 3.1 | 56.2 | <0.04 | 77.1 | 8.4 | 0.036 | 12.22 |
| JYJS07 | 1.69 | 26.17 | 8.26 | 0.88 | 14.9 | 147.8 | 4.7 | 6.6 | 0.06 | 88.8 | 5.2 | 0.053 | 15.84 |
| JYJS09 | 9.56 | 25.95 | 7.87 | 0.79 | 31.6 | 238.7 | 13.4 | 58.4 | 0.05 | 78.7 | 53.5 | 0.046 | 12.57 |
| JYJS10 | 0.52 | 21.73 | 8.04 | 0.70 | 25.1 | 121.1 | 3.8 | 52.6 | 0.04 | 77.1 | 7.2 | 0.041 | 11.58 |
| JYJS13 | 1.43 | 22.55 | 8.48 | 0.26 | 20.9 | 130.2 | 3.0 | 57.9 | <0.04 | 61.7 | 23.7 | 0.022 | 5.91 |
| JYJS14 | 10.29 | 40.71 | 8.55 | 0.87 | 32.9 | 283.9 | 11.2 | 59.3 | <0.04 | 83.0 | 9.4 | 0.054 | 11.62 |
| JYJS16 | 5.22 | 27.21 | 8.46 | 0.71 | 21.2 | 191.9 | 3.8 | 122.4 | 0.05 | 69.9 | 7.3 | 0.059 | 20.22 |
| JYJS18 | 0.57 | 23.59 | 8.54 | 0.25 | 3.2 | 257.5 | 5.1 | 59.1 | <0.04 | 69.7 | 17.9 | 0.032 | 6.72 |
| JYJS20 | 2.99 | 17.24 | 8.32 | 0.32 | 1.5 | 221.3 | 6.4 | 59.7 | <0.04 | 59.8 | 60.6 | 0.020 | 5.68 |
| JYJS21 | 5.11 | 48.31 | 8.12 | 0.99 | 214.0 | 167.9 | 3.9 | 9.6 | 0.04 | 87.9 | 3.4 | 0.051 | 13.39 |
| JYJS22 | 4.07 | 35.47 | 7.62 | 1.04 | 171.8 | 196.5 | 5.4 | 25.6 | 0.05 | 94.3 | 10.0 | 0.050 | 15.72 |
| 最小值 | 0.41 | 17.24 | 7.62 | 0.25 | 1.5 | 121.1 | 3.0 | 6.6 | <0.04 | 59.8 | 3.4 | 0.020 | 5.68 |
| 最大值 | 10.29 | 48.31 | 8.55 | 1.04 | 214.0 | 288.2 | 13.4 | 122.4 | 0.06 | 94.3 | 60.6 | 0.059 | 20.22 |
| 平均值 | 3.54 | 29.41 | 8.22 | 0.69 | 49.5 | 203.1 | 5.7 | 47.9 | 0.04 | 77.3 | 17.9 | 0.043 | 12.24 |

注：①表中低于检出限项目参与计算平均值时视为其检出限值的一半；②“<”表示低于检出限。

表 3.1.6-5a 沉积物监测站位（执行第一类海洋沉积物质量）各要素标准指数

| 站位 | 有机碳 | 硫化物 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 铬 | 总汞 | 砷 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JYJS03 | 0.37 | 0.16 | 0.58 | 0.13 | 0.13 | 0.10 | 0.53 | 0.10 | 0.25 | 0.77 |
| JYJS05 | 0.38 | 0.03 | 0.39 | 0.09 | 0.94 | 0.04 | 0.51 | 0.11 | 0.18 | 0.61 |
| JYJS07 | 0.44 | 0.05 | 0.30 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.59 | 0.07 | 0.27 | 0.79 |
| JYJS09 | 0.40 | 0.11 | 0.48 | 0.38 | 0.97 | 0.10 | 0.52 | 0.67 | 0.23 | 0.63 |
| JYJS10 | 0.35 | 0.08 | 0.24 | 0.11 | 0.88 | 0.08 | 0.51 | 0.09 | 0.21 | 0.58 |
| JYJS13 | 0.13 | 0.07 | 0.26 | 0.09 | 0.97 | 0.04 | 0.41 | 0.30 | 0.11 | 0.30 |
| JYJS14 | 0.44 | 0.11 | 0.57 | 0.32 | 0.99 | 0.04 | 0.55 | 0.12 | 0.27 | 0.58 |
| JYJS18 | 0.13 | 0.01 | 0.51 | 0.15 | 0.99 | 0.04 | 0.46 | 0.22 | 0.16 | 0.34 |

| 站位 | 有机碳 | 硫化物 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 铬 | 总汞 | 砷 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JYJS20 | 0.16 | 0.01 | 0.44 | 0.18 | 1.00 | 0.04 | 0.40 | 0.76 | 0.10 | 0.28 |
| 超标率% | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 |

注：①低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 3.1.6-5b 沉积物监测站位（执行第二类海洋沉积物质量）各要素标准指数

| 站位 | 有机碳 | 硫化物 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 铬 | 总汞 | 砷 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JYJS16 | 0.24 | 0.04 | 0.19 | 0.04 | 0.94 | 0.03 | 0.20 | 0.05 | 0.12 | 0.31 |
| JYJS21 | 0.33 | 0.43 | 0.17 | 0.04 | 0.07 | 0.03 | 0.25 | 0.02 | 0.10 | 0.21 |
| JYJS22 | 0.35 | 0.34 | 0.20 | 0.05 | 0.20 | 0.03 | 0.27 | 0.07 | 0.10 | 0.24 |
| 超标率% | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

注：①低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

3.1.7 海洋生物体质量现状调查与评价

3.1.7.1 调查项目

调查项目包括石油烃、铜、铅、镉、锌、铬、总汞和砷共 8 项指标。

3.1.7.2 采样与分析方法

(1) 采样方法

① 贝类样品的采集

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

② 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。

③ 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。

(2) 分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》(GB 17378.6-2007)进行,各项目的分析方法见表 3.1.7-1。

表 3.1.7-1 海洋生物质量调查分析方法

| 序号 | 检测指标 | 检测依据 | 分析方法 |
|----|------|--|--------------|
| 1 | 石油烃 | 《海洋监测规范 第 6 部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007/13 | 荧光分光光度法 |
| 2 | 铜 | 《海洋监测规范 第 6 部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007/6.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 |
| 3 | 铅 | 《海洋监测规范 第 6 部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007/7.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 |
| 4 | 镉 | 《海洋监测规范 第 6 部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007/8.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 |

| | | | |
|---|---|--|--------------|
| 5 | 汞 | 《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007/5.1 | 原子荧光法 |
| 6 | 砷 | 《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB17378.6-2007/11.1 | 原子荧光法 |
| 7 | 锌 | 《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007/9.1 | 火焰原子吸收分光光度法 |
| 8 | 铬 | 《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB17378.6-2007/10.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 |

3.1.7.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式

$$P_i = C_i / C_{si}$$

式中： P_i 为第*i*种评价因子的质量指数；

C_i 为第*i*种评价因子的实测值；

C_{si} 为第*i*种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

(2) 评价标准

本次甲壳类、鱼类与软体类生物质量标准参考《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》与《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。海洋生物体质量标准限值见表 3.1.7-2。

表 3.1.7-2 海岸带调查标准最高限值 (mg/kg, 湿重)

| 标准名称 | 生物类别 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 总汞 | 砷 | 石油烃 |
|-------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|
| 海岸带标准 | 软体类 | 100 | 10.0 | 5.5 | 250 | 0.3 | 10.0 | 20* |
| | 鱼类 | 20 | 2.0 | 0.6 | 40 | 0.3 | 5.0 | 20* |
| | 甲壳类 | 100 | 2.0 | 2.0 | 150 | 0.2 | 8.0 | 20* |

注：*海岸带生物调查标准中无 TPHs 限量规定，在此石油烃的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

海洋生物质量按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》规定海洋生物质量标准执行，各监测站位执行的海洋生物质量标准见表 3.1.7-3。

表 3.1.7-3 各站位执行的海洋生物质量标准

| 站位 | 所在海洋功能区 | 执行的环境评价标准 |
|--|-------------|--------------|
| JYJS03、YJS05、JYJS07、JYJS09、JYJS10、JYJS12、JYJS13、JYJS14、JYJS18、JYJS20 | 珠海-潮州近海农渔业区 | 执行海洋生物质量一类标准 |
| JYJ02 | 海门湾-广澳湾农渔业区 | 执行海洋生物质量一类标准 |
| JYJS16、JYJS21、JYJS22、JYJS23 | 靖海港口航运区 | 执行海洋生物质量二类标准 |

3.1.7.4 生物体质量调查结果与评价

(1) 调查结果

海洋生物质量现状调查结果见表 3.1.7-4。

表 3.1.7-4 海洋生物质量现状调查结果（单位：mg/kg）

| 站位 | 种类 | 品种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 铬 | 汞 | 砷 |
|--------|-----|-------|------|------|------|--------|------|------|-------|------|
| JYJS02 | 甲壳类 | 须赤虾 | 11.1 | 2.3 | 0.12 | 0.014 | 12.1 | 0.43 | 0.006 | 0.5 |
| JYJS03 | 鱼类 | 刺鲳 | 15.8 | 0.7 | 0.33 | 0.006 | 4.6 | 0.43 | 0.005 | <0.2 |
| JYJS05 | 鱼类 | 带鱼 | 11.0 | 0.8 | 0.53 | 0.011 | 5.2 | 0.37 | 0.020 | <0.2 |
| JYJS07 | 鱼类 | 半滑舌鳎 | 10.3 | 0.8 | 0.59 | <0.005 | 4.5 | 0.38 | 0.015 | 0.3 |
| JYJS09 | 鱼类 | 龙头鱼 | 11.2 | 0.7 | 0.29 | 0.008 | 2.4 | 0.38 | 0.006 | <0.2 |
| JYJS10 | 鱼类 | 鳐鱼 | 11.5 | 0.6 | 0.14 | <0.005 | 4.3 | 0.41 | 0.039 | 1.5 |
| JYJS12 | 甲壳类 | 口虾蛄 | 13.3 | 13.8 | 0.74 | 0.123 | 20.0 | 0.12 | 0.022 | 0.5 |
| JYJS13 | 甲壳类 | 哈氏仿对虾 | 10.8 | 5.7 | 0.24 | 0.014 | 16.7 | 0.34 | 0.010 | 0.3 |
| JYJS14 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 7.6 | 0.6 | 0.09 | <0.005 | 5.9 | 0.27 | 0.016 | <0.2 |
| JYJS16 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 7.7 | 0.7 | 0.43 | 0.005 | 5.6 | 0.36 | 0.019 | <0.2 |
| JYJS18 | 鱼类 | 孔虾虎鱼 | 1.8 | 0.6 | 0.20 | 0.007 | 8.2 | 0.40 | 0.023 | 0.2 |
| JYJS20 | 软体类 | 金乌贼 | 12.9 | 3.9 | 0.42 | 0.112 | 10.8 | 0.74 | 0.014 | 0.3 |
| JYJS21 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 7.7 | 0.8 | 0.40 | 0.006 | 5.7 | 0.67 | 0.016 | <0.2 |
| JYJS22 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 7.7 | 0.7 | 0.48 | <0.005 | 6.0 | 0.43 | 0.017 | <0.2 |
| JYJS23 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 7.6 | 0.7 | 0.38 | 0.006 | 7.3 | 0.38 | 0.019 | <0.2 |
| 最小值 | | | 1.8 | 0.6 | 0.09 | <0.005 | 2.4 | 0.12 | 0.005 | <0.2 |
| 最大值 | | | 15.8 | 13.8 | 0.74 | 0.123 | 20.0 | 0.74 | 0.039 | 1.5 |
| 平均值 | | | 9.8 | 2.2 | 0.36 | 0.021 | 8.0 | 0.41 | 0.017 | 0.3 |

注：表中低于检出限项目参与计算平均值时视为其检出限值的一半；“<”表示低于检出限。

(2) 评价结果

海洋生物质量指数见表 3.1.7-5。

结果显示，鱼类、甲壳类及软体类生物体内各项评价因子的单项标准指数均小于 1，满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）和《全国海岸和海涂资源综合监测简明规程》中规定的生物质量标准要求，无超标现象。

表 3.1.7-5 生物监测站位各要素标准指数

| 站位 | 种类 | 品种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 镉 | 锌 | 汞 | 砷 |
|--------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| JYJS02 | 甲壳类 | 须赤虾 | 0.56 | 0.02 | 0.06 | 0.01 | 0.08 | 0.03 | 0.06 |
| JYJS03 | 鱼类 | 刺鲳 | 0.79 | 0.04 | 0.17 | 0.01 | 0.12 | 0.02 | 0.02 |
| JYJS05 | 鱼类 | 带鱼 | 0.55 | 0.04 | 0.27 | 0.02 | 0.13 | 0.07 | 0.02 |
| JYJS07 | 鱼类 | 半滑舌鳎 | 0.52 | 0.04 | 0.30 | 0.00 | 0.11 | 0.05 | 0.06 |
| JYJS09 | 鱼类 | 龙头鱼 | 0.56 | 0.04 | 0.15 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.02 |
| JYJS10 | 鱼类 | 鳐鱼 | 0.58 | 0.03 | 0.07 | 0.00 | 0.11 | 0.13 | 0.30 |
| JYJS12 | 甲壳类 | 口虾蛄 | 0.67 | 0.14 | 0.37 | 0.06 | 0.13 | 0.11 | 0.06 |
| JYJS13 | 甲壳类 | 哈氏仿对虾 | 0.54 | 0.06 | 0.12 | 0.01 | 0.11 | 0.05 | 0.04 |
| JYJS14 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 0.38 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.15 | 0.05 | 0.02 |
| JYJS16 | 鱼类 | 团口叫姑鱼 | 0.39 | 0.04 | 0.22 | 0.01 | 0.14 | 0.06 | 0.02 |
| JYJS18 | 鱼类 | 孔虾虎鱼 | 0.09 | 0.03 | 0.10 | 0.01 | 0.21 | 0.08 | 0.04 |
| JYJS20 | 软体类 | 金乌贼 | 0.65 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 |

在各断面周围随机采取；定量样品则用大小为 25cm×25cm（或 50cm×50cm）的取样框随机抛投，样框内所获底栖生物样品用 5% 的中性福尔马林溶液固定保存。

（6）鱼类浮游生物

调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。样品于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速保持在 1.5 节左右。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

（7）游泳动物

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

调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2n mile~3n mile 处放网，拖速控制在 2kn~3kn 左右，经 1 小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳网投放，曳网着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳网时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

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

3.2.2.2 分析方法

样品的分析采用《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB17378.7-2007)和《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》(GB/T 12763.6)进行，各项目的分析方法如表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 海洋生态调查分析方法

| 序号 | 检测指标 | 检测依据 | 分析方法 |
|----|--------|---|---------|
| 1 | 浮游植物 | 《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5 | 浓缩计数法 |
| 2 | 浮游动物 | 《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5 | 浓缩计数法 |
| 3 | 大型底栖生物 | 《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/6 | 镜检法 |
| 4 | 潮间带生物 | 《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/7 | 镜检法 |
| 5 | 叶绿素 a | 《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/8.2 | 紫外分光光度法 |
| 6 | 游泳生物 | 《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/14 | 目测法 |
| 7 | 鱼卵仔稚鱼 | 《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/9 | 镜检法 |

3.2.3 评价方法

(1) 初级生产力

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

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

P——初级生产力 (mg·C/m²·d)；

C_a——表层叶绿素 a 含量 (mg/m³)；

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

L——真光层的深度 (m)；

t——白昼时间 (h)，11h。

(2) 优势度

优势度 (Y) 应用以下公式计算：

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

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

(3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为：

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

式中： H' ——种类多样性指数；

S ——样品中的种类总数；

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

(4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为：

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

式中： J ——均匀度；

H' ——种类多样性指数；

S ——样品中的种类总数。

(5) 鱼卵仔鱼

密度以捕获的总个体数除以滤水量计算：

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

式中： V ——鱼卵仔鱼的分布密度，单位为 ind/m^3 ；

N ——每网鱼卵仔鱼数量，单位为 ind ；

S ——网口面积，单位为 m^2 ；

L ——拖网距离，单位为 m 。

(6) 游泳生物

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

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

式中： S ——重量密度 (kg/km^2) 或个体密度 (ind/km^2)；

a ——底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 $2/3$ ）；

y ——平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind/h)；

E —逃逸率（取 0.5）。

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI ，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI = (N+W) F$$

式中： N —某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F —某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

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

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.32~3.276mg/m³，平均值为 6.249mg/m³，其中 JYJS21 号站位含量最高；JYJS22 号站位次之。

调查海域初级生产力的变化范围为 29.495~246.586mg·C/(m²·d)，平均值为 123.850mg·C/(m²·d)，其中 JYJS14 初级生产力水平最高，JYJS22 号站最低。

表 3.2.4-1 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

| 站位 | 透明度 (m) | 叶绿素 a (mg/m ³) | 初级生产力 (mg·C/(m ² ·d)) |
|--------|----------|----------------------------|----------------------------------|
| JYJS02 | 4.5 | 2.146 | 173.826 |
| JYJS03 | 6.5 | 0.650 | 76.050 |
| JYJS05 | 9 | 0.573 | 92.826 |
| JYJS07 | 4 | 1.495 | 107.640 |
| JYJS09 | 5.5 | 2.017 | 199.683 |
| JYJS10 | 8 | 0.819 | 117.936 |
| JYJS12 | 12.5 | 0.840 | 189.000 |
| JYJS13 | 13 | 0.597 | 139.698 |
| JYJS14 | 9.6 | 1.427 | 246.586 |
| JYJS16 | 3.5 | 0.878 | 55.314 |
| JYJS18 | 12.3 | 0.541 | 119.777 |
| JYJS20 | 13 | 0.320 | 74.880 |
| JYJS21 | 2.8 | 3.276 | 165.110 |
| JYJS22 | 0.6 | 2.731 | 29.495 |
| JYJS23 | 3.5 | 1.110 | 69.930 |
| 范围 | 0.6~13.0 | 0.32~3.276 | 29.495~246.586 |
| 平均值 | 7.2 | 6.249 | 123.850 |

3.2.4.2 浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 5 门 142 种（含变型 4 种、变种 2 种）。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 108 种，占总种类数的 76.06%；甲藻门出现 29 种，

占总种类数的 20.42%；另外还存在金藻、蓝藻各 2 种、绿藻 1 种。

本次调查浮游植物种类空间分布如图 3.2.4-1 所示，总体来看浮游植物在各站位空间分布较为不均。其中 JYJS21 号站位最多，为 66 种，硅藻占绝大多数为 43 种，JYJS18 号站位最少，为 18 种，其余站位浮游植物种类数介于 29~62 之间。

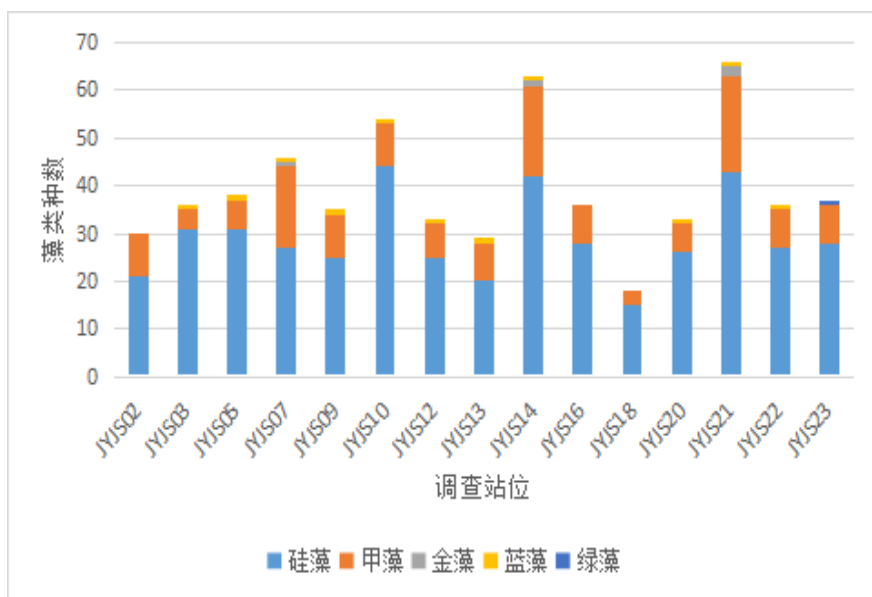


图 3.2.4-1 调查海域浮游植物种类空间分布

表 3.2.4-2 浮游植物种类组成

| 类群 | 种类数 | 种类组成比例 (%) |
|----|-----|------------|
| 硅藻 | 108 | 76.06 |
| 甲藻 | 29 | 20.42 |
| 金藻 | 2 | 1.41 |
| 蓝藻 | 2 | 1.41 |
| 绿藻 | 1 | 0.7 |
| 合计 | 142 | 100.00 |

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 8 种，为薄壁几内亚藻 (*Guinardia flaccida*)、丹麦角毛藻 (*Chaetoceros danicus*)、具槽帕拉藻 (*Paralia sulcata*)、叉状角藻 (*Ceratium furca*)、具尾鳍藻 (*Dinophysis caudata*)、三角角藻 (*Ceratium tripos*)、梭形多甲藻 (*Peridinium fusus*) 和颤藻 (*Oscillatoria sp.*)，优势度最大的为颤藻 (*Oscillatoria sp.*)，优势度为 0.071，其在 15 个调查站位中出现了 8 个站位，其他优势种见表 3.2.4-3。

表 3.2.4-3 浮游植物优势种及优势度

| 类群 | 中文名 | 英文名 | 优势度 |
|----|--------|---------------------------|------|
| 硅藻 | 薄壁几内亚藻 | <i>Guinardia flaccida</i> | 0.04 |

| 类群 | 中文名 | 英文名 | 优势度 |
|----|-------|----------------------------|-------|
| 硅藻 | 丹麦角毛藻 | <i>Chaetoceros danicus</i> | 0.037 |
| 硅藻 | 具槽帕拉藻 | <i>Paralia sulcata</i> | 0.064 |
| 甲藻 | 叉状角藻 | <i>Ceratium furca</i> | 0.059 |
| 甲藻 | 具尾鳍藻 | <i>Dinophysis caudata</i> | 0.03 |
| 甲藻 | 三角角藻 | <i>Ceratium tripos</i> | 0.066 |
| 甲藻 | 梭形多甲藻 | <i>Peridinium fusus</i> | 0.035 |
| 蓝藻 | 颤藻 | <i>Oscillatoria sp.</i> | 0.071 |

(2) 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为（1236.66~4208.12） $\times 10^3$ cells/m³，平均为 2245.30 $\times 10^3$ cells/m³。不同站位的丰度差异较大，最高丰度出现在 JYJS07 号站；JYJS12 号站次之，其丰度为 3465.68 $\times 10^3$ cells/m³；最低丰度则出现在 JYJS18 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占优势，其丰度占各站总丰度的 30.47%~93.96%，平均为 2070.18 $\times 10^3$ cells/m³，硅藻在 12 个测站中均有出现；甲藻次之，在各站丰度中的所占比例为 3.21%~69.53%，平均为 561.01 $\times 10^3$ cells/m³，甲藻在 12 个站位中全部出现；其他藻类较少，占各站总丰度的 0%~40.23%，平均为 343.90 $\times 10^3$ cells/m³。

表 3.2.4-4 浮游植物丰度（ $\times 10^3$ cells/m³）及其百分比值（%）

| 站位 | 总丰度 | 硅藻 | | 甲藻 | | 其他 | |
|--------|-----------------|----------------|-------------|---------------|------------|-----------|---------|
| | | 丰度 | 百分比% | 丰度 | 百分比% | 丰度 | 百分比% |
| JYJS02 | 1322.57 | 402.93 | 30.47 | 919.64 | 69.53 | 0 | 0 |
| JYJS03 | 1536.94 | 931.37 | 60.6 | 62.53 | 4.07 | 543.04 | 35.33 |
| JYJS05 | 2240.11 | 1789.1 | 79.87 | 134.19 | 5.99 | 316.82 | 14.14 |
| JYJS07 | 4208.12 | 2085.3 | 49.55 | 1687.12 | 40.09 | 435.7 | 10.35 |
| JYJS09 | 1560.67 | 710.96 | 45.55 | 635.84 | 40.74 | 213.87 | 13.7 |
| JYJS10 | 2025.86 | 1392.12 | 68.72 | 473.31 | 23.36 | 160.43 | 7.92 |
| JYJS12 | 3465.68 | 2322.11 | 67 | 360.37 | 10.4 | 783.2 | 22.6 |
| JYJS13 | 2951.10 | 1039.82 | 35.23 | 724.03 | 24.53 | 1187.25 | 40.23 |
| JYJS14 | 1628.16 | 1529.74 | 93.96 | 52.23 | 3.21 | 46.19 | 2.84 |
| JYJS16 | 1935.25 | 1144.2 | 59.12 | 791.05 | 40.88 | 0 | 0 |
| JYJS18 | 1236.66 | 944.12 | 76.34 | 292.54 | 23.66 | 0 | 0 |
| JYJS20 | 2841.11 | 1644.47 | 57.88 | 246.32 | 8.67 | 950.32 | 33.45 |
| JYJS21 | 3420.67 | 2464.73 | 72.05 | 629.48 | 18.4 | 326.46 | 9.54 |
| JYJS22 | 1560.21 | 914.24 | 58.6 | 533.36 | 34.19 | 112.61 | 7.22 |
| JYJS23 | 1746.35 | 790.52 | 45.27 | 873.16 | 50 | 82.67 | 4.73 |
| 平均值 | 2245.30 | 2070.18 | 60.01 | 561.01 | 26.51 | 343.90 | 13.47 |
| 变化范围 | 1236.66~4208.12 | 402.93~2464.73 | 30.47~93.96 | 52.23~1687.12 | 3.21~69.53 | 0~1187.25 | 0~40.23 |

(3) 多样性水平

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 18~66 种，平均 39 种。*Shannon-wiener* 多样性指数范围为 3.039~4.727，平均为 3.968，多样性指数以

JYJS21 号站位最高，JYJS12 号站最低，各站多样性水平差异不大，平均多样性指数属于较好的水平；*Pielou* 均匀度指数范围为 0.602~0.901，平均为 0.761，其中 JYJS18 号站均匀度指数最高，JYJS12 号站最低。

表 3.2.4-5 浮游植物的多样性及均匀度指数

| 站位 | 种类数 | 多样性指数(H') | 均匀度 (J) |
|--------|-------|-------------|-------------|
| JYJS02 | 30 | 3.895 | 0.794 |
| JYJS03 | 36 | 3.841 | 0.743 |
| JYJS05 | 38 | 3.852 | 0.734 |
| JYJS07 | 46 | 4.352 | 0.788 |
| JYJS09 | 35 | 4.216 | 0.822 |
| JYJS10 | 54 | 4.499 | 0.782 |
| JYJS12 | 33 | 3.039 | 0.602 |
| JYJS13 | 29 | 3.195 | 0.658 |
| JYJS14 | 63 | 3.802 | 0.636 |
| JYJS16 | 36 | 4.466 | 0.864 |
| JYJS18 | 18 | 3.759 | 0.901 |
| JYJS20 | 33 | 3.22 | 0.638 |
| JYJS21 | 66 | 4.727 | 0.782 |
| JYJS22 | 36 | 4.333 | 0.838 |
| JYJS23 | 37 | 4.318 | 0.829 |
| 平均 | 39 | 3.968 | 0.761 |
| 范围 | 18~66 | 3.039~4.727 | 0.602~0.901 |

(4) 小结

调查海域共记录浮游植物 5 门 142 种(含变型 4 种、变种 2 种)。其中以硅藻门出现的种类为最多；本次调查的浮游植物优势种出现 8 种，为薄壁几内亚藻 (*Guinardia flaccida*)、丹麦角毛藻 (*Chaetoceros danicus*)、具槽帕拉藻 (*Paralia sulcata*)、叉状角藻 (*Ceratium furca*)、具尾鳍藻 (*Dinophysis caudata*)、三角角藻 (*Ceratium tripos*)、梭形多甲藻 (*Peridinium fusus*) 和颤藻 (*Oscillatoria* sp.)；调查海区浮游植物丰度变化范围为 $1236.66 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 1159.83 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，平均为 $2245.30 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ；调查海区各站位浮游植物种数变化范围 18~66 种，平均 39 种；多样性指数范围为 3.039~4.727，平均为 3.968；均匀度指数范围为 0.602~0.901，平均为 0.761，各站位生物量种间分布较为均匀。

3.2.4.3 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 10 个生物类群 92 种，其中桡足类 40 种，浮游幼体类 8 种、刺胞动物 8 种、软甲纲类 9 种、毛颚类 14 种、原生动物 5 种、介形

类 3 种、尾索动物和枝角类各 2 种、端足类 1 种。

(2) 生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 72.318~1590.278mg/m³，平均生物量为 379.909mg/m³。在整个调查区中，生物量最高出现在 JYJS23 号站位，最低出现在 JYJS10 号站位。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 155.77~2928.32ind/m³，平均密度 904.78ind/m³。浮游动物最高密度出现在 JYJS09 号站位，最低密度则出现在 JYJS10 号站位。

表 3.2.4-6 浮游动物的生物量及密度

| 调查站位 | 密度 (ind/m ³) | 生物量 (mg/m ³) |
|--------|--------------------------|--------------------------|
| JYJS02 | 625.64 | 399.091 |
| JYJS03 | 631.31 | 212.975 |
| JYJS05 | 350.91 | 120.682 |
| JYJS07 | 693.04 | 501.899 |
| JYJS09 | 2928.32 | 760.983 |
| JYJS10 | 155.77 | 72.318 |
| JYJS12 | 1570.17 | 307.818 |
| JYJS13 | 329.32 | 120.696 |
| JYJS14 | 409.56 | 106.655 |
| JYJS16 | 324.58 | 119.126 |
| JYJS18 | 1255.4 | 301.449 |
| JYJS20 | 1048.02 | 315.233 |
| JYJS21 | 814.2 | 263.270 |
| JYJS22 | 1650.71 | 506.161 |
| JYJS23 | 784.72 | 1590.278 |
| 平均值 | 904.78 | 379.909 |
| 范围 | 155.77~2928.32 | 72.318 ~1590.278 |

(3) 主要类群分布

① 桡足类

桡足类在全部 15 个调查站位中均有出现，其密度变化范围为 10.23~954.17ind/m³，平均密度为 291.75ind/m³，占浮游动物总密度的 32.25%。其中最高密度出现在 JYJS12 号站位，JYJS02 号站位密度最低。

② 软甲纲类

软甲纲类在全部 15 个调查站位中全部出现，其密度变化范围为 4.11~261.61ind/m³，平均密度为 79.99ind/m³，占浮游动物总密度的 8.84%。其中最高密度出现于 JYJS22 号站。

③ 毛颚动物

毛颚动物在全部 15 个调查站位中有出现 13 个站位，其密度变化范围为 0~388.57ind/m³，平均密度为 106.75ind/m³，占浮游动物总密度的 11.8%，其中最高

密度出现于 JYJS18 号站。

④其他种类

浮游动物的其他类群有端足类、原生动物、介形类、枝角类、尾索动物、浮游幼体等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，但在调查的海域内也较为广泛分布，占据此次调查浮游动物总密度的 47.12%。

(4) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势种仅有 1 种，为刺胞动物的不列颠鲍氏水母 (*Bougainvillia britannica*)。

表 3.2.4-7 浮游动物的优势种及优势度

| 中文名 | 拉丁文 | 优势度 |
|---------|---------------------------------|-------|
| 不列颠鲍氏水母 | <i>Bougainvillia britannica</i> | 0.094 |

(5) 生物多样性指数及其均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 16 种；种类多样性指数范围为 1.114~4.368 之间，平均为 3.123，多样性指数最高出现在 JYJS18 号站位，最低则出现在 JYJS03 号站位，多样性水平属于较高水平；种类均匀度指数变化范围在 0.313~0.982 之间，平均为 0.781，最高出现在 JYJS10 号站位，最低出现在 JYJS09 号站位，各站物种均匀度指数较高。

表 3.2.4-8 浮游动物的多样性指数及均匀度

| 站位 | 种类数 | 多样性指数(H') | 均匀度 (J) |
|--------|-------|-------------|-------------|
| JYJS02 | 13 | 1.326 | 0.358 |
| JYJS03 | 10 | 1.114 | 0.335 |
| JYJS05 | 28 | 2.760 | 0.574 |
| JYJS07 | 17 | 3.750 | 0.917 |
| JYJS09 | 14 | 1.190 | 0.313 |
| JYJS10 | 17 | 4.015 | 0.982 |
| JYJS12 | 20 | 3.825 | 0.885 |
| JYJS13 | 23 | 4.054 | 0.896 |
| JYJS14 | 14 | 3.675 | 0.965 |
| JYJS16 | 12 | 3.392 | 0.946 |
| JYJS18 | 24 | 4.368 | 0.953 |
| JYJS20 | 20 | 4.200 | 0.972 |
| JYJS21 | 11 | 2.909 | 0.841 |
| JYJS22 | 11 | 2.997 | 0.866 |
| JYJS23 | 12 | 3.276 | 0.914 |
| 平均值 | 16 | 3.123 | 0.781 |
| 范围 | 10~28 | 1.114~4.368 | 0.313~0.982 |

(6) 小结

调查海域共记录浮游动物 10 个生物类群 92 种；各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 72.318~1590.278mg/m³，平均生物量为

379.909mg/m³；在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 155.77~2928.32ind/m³，平均密度 904.78ind/m³；浮游动物的优势种仅有 1 种，为刺胞动物的不列颠鲍氏水母；各测站的浮游动物平均出现种类为 16 种；种类多样性指数范围为 1.114~4.368 之间，平均为 3.123；种类均匀度指数变化范围在 0.313~0.982 之间，平均为 0.781。

3.2.4.4 底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物30种，其中环节动物13种、软体动物6种、棘皮动物5种、甲壳类动物3种、蠕虫动物2种、纽形动物1种。软体动物、环节动物和棘皮动物分别占总种数的43.33%、20%和16.67%，环节动物是本次调查的主要类群。

(2) 底栖生物栖息密度和生物量

定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 38ind/m²，其中以环节动物的平均栖息密度最高，为19ind/m²，占总密度的50%；而棘皮动物次之，平均栖息密度为7.33ind/m²，占总平均密度的19.29%；软体动物的平均栖息密度为6.67ind/m²，占总平均密度的17.55%。

底栖生物的平均生物量为32.064g/m²，以软体动物居首位，该种类的平均生物量之和为10.777g/m²，占总平均生物量的33.61%；其次为环节动物，平均生物量为7.291g/m²，占总平均生物量的22.74%；棘皮动物的平均生物量为5.254g/m²，占平均生物量的16.39%。

表 3.2.4-9 底栖生物各类群的栖息密度 (ind/m²)

| 站位 | 合计 | 环节动物 | 软体动物 | 甲壳类动物 | 棘皮动物 | 其他动物 |
|--------|----|------|------|-------|------|------|
| JYJS02 | 40 | 15 | 15 | 5 | 0 | 5 |
| JYJS03 | 30 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS05 | 20 | 0 | 5 | 15 | 0 | 0 |
| JYJS07 | 20 | 15 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS09 | 40 | 30 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| JYJS10 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS12 | 75 | 45 | 0 | 0 | 30 | 0 |
| JYJS13 | 55 | 10 | 20 | 0 | 25 | 0 |
| JYJS14 | 40 | 15 | 5 | 0 | 0 | 20 |
| JYJS16 | 40 | 25 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| JYJS18 | 40 | 15 | 0 | 5 | 20 | 0 |
| JYJS20 | 45 | 10 | 0 | 0 | 35 | 0 |
| JYJS21 | 25 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS22 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS23 | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----|-------|-------|------|------|------|------|
| 平均值 | 38 | 19.00 | 6.67 | 2.33 | 7.33 | 2.67 |
| 范围 | 20-75 | 0-45 | 0-30 | 0-15 | 0-35 | 0-20 |

表 3.2.4-10 底栖生物各类群的生物量 (g/m²)

| 站位 | 合计 | 环节动物 | 软体动物 | 甲壳类动物 | 棘皮动物 | 其他动物 |
|--------|--------------|--------|---------|----------|---------|----------|
| JYJS02 | 78.905 | 4.455 | 34.965 | 11.705 | 0 | 27.78 |
| JYJS03 | 50.090 | 0 | 50.090 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS05 | 40.640 | 0 | 15.575 | 25.065 | 0 | 0 |
| JYJS07 | 16.745 | 5.93 | 10.815 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS09 | 32.010 | 15.12 | 0 | 16.89 | 0 | 0 |
| JYJS10 | 16.155 | 16.155 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS12 | 55.230 | 19.5 | 0 | 0 | 35.730 | 0 |
| JYJS13 | 35.725 | 10.66 | 11.220 | 0 | 13.845 | 0 |
| JYJS14 | 17.490 | 5.97 | 5.280 | 0 | 0 | 6.24 |
| JYJS16 | 41.595 | 8.44 | 0 | 0 | 0 | 33.155 |
| JYJS18 | 24.930 | 4.86 | 0 | 10.29 | 9.780 | 0 |
| JYJS20 | 24.670 | 5.21 | 0 | 0 | 19.460 | 0 |
| JYJS21 | 0.504 | 0.504 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS22 | 12.555 | 12.555 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| JYJS23 | 33.710 | 0 | 33.710 | 0 | 0 | 0 |
| 平均值 | 32.064 | 7.291 | 10.777 | 4.263 | 5.254 | 4.478 |
| 范围 | 0.504-78.905 | 0-19.5 | 0-50.09 | 0-25.065 | 0-35.73 | 0-33.155 |

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从20~75ind/m²,其中最高值在JYJS12站位,最低的站位为JYJS05站位。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀,变化范围从0.504~78.905g/m²,其中最高值在JYJS02站位,最低值在JYJS21站位。

环节动物 在调查海区的平均密度为19ind/m²,在调查海区15个站位中12个站出现,出现频率为80%。密度分布范围为0~45ind/m²;平均生物量为7.291g/m²,生物量分布范围为0~19.5g/m²。

软体动物 在调查海区的平均密度为6.67ind/m²,在15个站位中7个站有出现,出现频率为46.67%。密度分布范围为0~30ind/m²;平均生物量为10.777g/m²,生物量分布范围为0~50.09g/m²。

甲壳类动物 在调查海区的平均密度为2.33ind/m²,在15个站位中4个站有出现,出现频率为26.67%。密度分布范围为0~15ind/m²;平均生物量为4.263g/m²,生物量分布范围为0.00~25.065g/m²。

(3) 种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种,那么本次调查海区的底栖生物优势种仅有双齿围沙蚕 (*Perinereis aibuhitensis*),其优势度为0.038。

(4) 底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~6 种/站，平均 3 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.811~2.523 之间，平均值为 1.51。多样性指数最高出现在 JYJS14 站位；最低则为 JYJS21 站位，调查海域底栖生物各站的多样性指数差别较大，平均多样性指数属于中等偏下水平。均匀度指数范围在 0.811~1 之间，平均值为 0.937，最高出现在 JYJS02 号站位，最低出现 JYJS21 号站位。

表 3.2.4-11 底栖生物的物种多样性指数

| 站位 | 种类数 | 多样性指数(H') | 均匀度 (J) |
|--------|-----|---------------|---------|
| JYJS02 | 2 | 1 | 1 |
| JYJS03 | 3 | 1.561 | 0.985 |
| JYJS05 | 2 | 0.971 | 0.971 |
| JYJS07 | 4 | 1.837 | 0.919 |
| JYJS09 | 3 | 1.406 | 0.887 |
| JYJS10 | 4 | 1.906 | 0.953 |
| JYJS12 | 3 | 1.406 | 0.887 |
| JYJS13 | 4 | 1.936 | 0.968 |
| JYJS14 | 6 | 2.523 | 0.976 |
| JYJS16 | 3 | 1.561 | 0.985 |
| JYJS18 | 3 | 1.5 | 0.946 |
| JYJS20 | 3 | 1.5 | 0.946 |
| JYJS21 | 2 | 0.811 | 0.811 |
| JYJS22 | 2 | 0.918 | 0.918 |
| JYJS23 | 4 | 1.811 | 0.906 |
| 平均值 | 3 | 1.510 | 0.937 |
| 范围 | 2~6 | 0.811~2.523 | 0.811~1 |

(5) 小结

调查海域共记录大型底栖动物 30 种；调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 38ind/m²，平均生物量为 32.064g/m²；本次调查海区的底栖生物优势种仅有双齿围沙蚕 (*Perinereis aibuhitensis*)；调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~6 种/站，平均 3 种/站；多样性指数 (H') 变化范围在 0.811~2.523 之间，平均值为 1.51；均匀度指数范围在 0.811~1 之间，平均值为 0.937。

3.2.4.5 潮间带生物

(1) 种类组成

本次调查记录潮间带生物共 18 种，其中环节动 1 种、甲壳类动物 10 种、软体动物 7 种。环节动物和软体动物分别占总种数的 55.56% 和 38.89%，甲壳类动物为该区域主要类群。

3个断面按沉积物的类型，C1为泥沙相，C2、C3调查断面沉积物为沙相。

①生物量及栖息密度的组成

调查断面潮间带平均生物量为 383.975g/m²，平均栖息密度为 180.67ind/m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以甲壳类动物居首位，平均生物量为 317.447g/m²，占总平均生物量的 82.67%；其次为软体动物，其平均生物量为 47.072g/m²，占总生物量的 12.26%；环节动物的平均生物量为 19.456g/m²，占总生物量的 5.07%。

在平均栖息密度方面，甲壳类动物占首位，为141.11ind/m²，其次为软体动物，其平均密度为21.11ind/m²，环节动物平均密度为18.44ind/m²。

表 3.2.4-12 潮间带平均生物量及栖息密度的组成

| 类别 | 合计 | 环节动物 | 软体动物 | 甲壳类动物 |
|----------------------------|---------|--------|--------|---------|
| 生物量 (g/m ²) | 383.975 | 19.456 | 47.072 | 317.447 |
| 栖息密度 (ind/m ²) | 180.67 | 18.44 | 21.11 | 141.11 |

②生物量及栖息密度的水平分布

调查断面的底栖生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面；平均生物量表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面。

表 3.2.4-13 潮间带生物量及栖息密度的水平分布

| 断面名称 | 项目 | 合计 | 环节动物 | 软体动物 | 甲壳类动物 |
|------|----------------------------|---------|--------|--------|---------|
| C1 | 栖息密度 (ind/m ²) | 118.67 | 0 | 8 | 110.67 |
| | 生物量 (g/m ²) | 258.309 | 0 | 14.864 | 243.445 |
| C2 | 栖息密度 (ind/m ²) | 187.34 | 0 | 40.67 | 146.67 |
| | 生物量 (g/m ²) | 430.316 | 0 | 95.976 | 334.34 |
| C3 | 栖息密度 (ind/m ²) | 236 | 55.33 | 14.67 | 166 |
| | 生物量 (g/m ²) | 463.299 | 58.367 | 30.376 | 374.556 |

③生物量及栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低；平均栖息密度的垂直分布表现为低潮区>中潮区>高潮区。

表 3.2.4-14 潮间带生物量及栖息密度的垂直分布

| 潮带 | 项目 | 合计 | 环节动物 | 软体动物 | 甲壳类动物 |
|----|----------------------------|---------|--------|--------|---------|
| 高 | 栖息密度 (ind/m ²) | 46 | 2 | 18 | 26 |
| | 生物量 (g/m ²) | 71.706 | 2.222 | 29.324 | 40.16 |
| 中 | 栖息密度 (ind/m ²) | 76.01 | 17.33 | 25.34 | 33.34 |
| | 生物量 (g/m ²) | 139.03 | 22.269 | 45.672 | 71.089 |
| 低 | 栖息密度 (ind/m ²) | 420 | 36 | 20 | 364 |
| | 生物量 (g/m ²) | 941.188 | 33.876 | 66.22 | 841.092 |

(2) 潮间带生物多样性指数

结果显示, 3 条调查断面出现的种类数平均 8 种/站, 多样性指数 (H') 平均值为 2.857。多样性指数最高出现在 C1 调查断面。种类均匀度平均值为 0.951, 最高出现在 C2 调查断面。

表 3.2.4-15 潮间带生物多样性指数及均匀度

| 断面名称 | 种类数 | 多样性指数(H') | 均匀度(J) |
|------|-----|---------------|--------|
| C1 | 9 | 3.011 | 0.950 |
| C2 | 7 | 2.672 | 0.952 |
| C3 | 8 | 2.857 | 0.952 |
| 平均值 | 8 | 2.857 | 0.951 |

(3) 小结

调查海域共记录潮间带生物 18 种; 调查断面潮间带生物平均生物量为 383.975g/m², 平均栖息密度为 180.67ind/m²。水平分布方面, 平均栖息密度表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面; 平均生物量表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面。在垂直分布上, 潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高, 中潮区居中, 高潮带最低; 平均栖息密度的垂直分布表现为低潮区>中潮区>高潮区。3 条调查断面出现的种类数平均 8 种/站, 多样性指数 (H') 平均值为 2.857。种类均匀度平均值为 0.951。

3.2.5 渔业资源调查结果与评价

3.2.5.1 鱼卵仔稚鱼

(1) 种类组成

在采集的样品中, 经鉴定, 至少共出现了鱼卵仔鱼 11 种, 其中鲱形目、鲈形目各存在 4、5 种, 灯笼鱼目、鲽形目各存在 1 种。

表 3.2.5-1 调查海区鱼卵仔鱼种类组成

| 种类 | 拉文名 | 鱼卵 | 仔鱼 | |
|------|------|---------------------|----|---|
| 鲱形目 | 鳀科 | <i>Engraulidae</i> | + | |
| | 棱鳀属 | <i>Thryssa</i> | + | + |
| | 鲱科 | <i>Clupea</i> | + | + |
| | 小公鱼属 | <i>Stolephorus</i> | + | |
| 鲈形目 | 鱧科 | <i>Sillaginidae</i> | + | |
| | 石首鱼科 | <i>Sciaenidae</i> | + | + |
| | 鲈科 | <i>Sphyraenidae</i> | + | + |
| | 金线鱼科 | <i>Nemipteridae</i> | + | + |
| | 笛鲷科 | <i>Lutjanidae</i> | + | |
| 鲽形目 | 鲷科 | <i>Soleidae</i> | + | |
| 灯笼鱼目 | 狗母鱼科 | <i>Synodontidae</i> | + | + |

(2) 数量分布

本次调查共采到鱼卵 468 粒，仔鱼 39 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 19.50 粒/100m³，采获鱼卵数量密度最高为 JYJS16 号站位，为 32.50 粒/100m³，调查期间 15 个调查站位中均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，鱼卵密度变化范围在 5.63~32.50 粒/100m³。

仔鱼在 15 个调查站位中有 14 个调查站位被采到，出现率为 93.33%，仔鱼的平均密度为 1.63 尾/100m³。

表 3.2.5-2 鱼类浮游生物密度及其分布

| 站位 | 鱼卵发育期 | |
|--------|---------------------------|---------------------------|
| | 鱼卵 (粒/100m ³) | 仔鱼 (尾/100m ³) |
| JYJS02 | 5.63 | 0 |
| JYJS03 | 25.00 | 2.50 |
| JYJS05 | 26.88 | 1.88 |
| JYJS07 | 19.38 | 2.50 |
| JYJS09 | 23.13 | 3.13 |
| JYJS10 | 19.00 | 2.00 |
| JYJS12 | 25.00 | 4.00 |
| JYJS13 | 21.00 | 1.00 |
| JYJS14 | 14.38 | 1.88 |
| JYJS16 | 32.50 | 0.63 |
| JYJS18 | 12.50 | 1.25 |
| JYJS20 | 11.25 | 0.63 |
| JYJS21 | 23.13 | 1.25 |
| JYJS22 | 27.50 | 1.25 |
| JYJS23 | 6.25 | 0.63 |
| 平均值 | 19.50 | 1.63 |

(3) 主要种类及数量分布

狗母鱼科是本次调查的主要种类，在本次调查中该种鱼卵出现有一定数量，其鱼卵密度在 0~10.0 粒/100m³ 之间，其鱼卵有在 7 个调查站中出现，出现频率为 46.67%，其中鱼卵密度最高出现在 JYJS12、JYJS16 站位。

本次调查中仔稚鱼出现有一定数量，但种类分布的较为分散。主要种类为鲱科，调查海域密度为 1.88 尾/100m³，占总密度的 35.90%。

3.2.5.2 游泳生物

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 46 种，其中：脊索动物 20 种，节肢动物 16 种，软体动物 10 种。

本次调查，各站位出现种类情况见表 3.2.5-3。由表可知，各断面种类数量差别不大，JYJS20、JYJS21 站断面种类数最多，为 13 种，JYJS22 站断面的种数

最少，为 10 种。

表 3.2.5-3 各断面游泳生物出现种类统计结果

| 断面站位 | 脊索动物 | 节肢动物 | 软体动物 | 合计 |
|--------|------|------|------|----|
| JYJS02 | 6 | 4 | 2 | 12 |
| JYJS03 | 6 | 4 | 2 | 12 |
| JYJS05 | 7 | 1 | 3 | 11 |
| JYJS07 | 6 | 4 | 1 | 11 |
| JYJS09 | 7 | 4 | 0 | 11 |
| JYJS10 | 6 | 4 | 1 | 11 |
| JYJS12 | 3 | 6 | 2 | 11 |
| JYJS13 | 6 | 4 | 2 | 12 |
| JYJS14 | 7 | 3 | 2 | 12 |
| JYJS16 | 3 | 5 | 4 | 12 |
| JYJS18 | 6 | 3 | 2 | 11 |
| JYJS20 | 7 | 3 | 3 | 13 |
| JYJS21 | 5 | 5 | 3 | 13 |
| JYJS22 | 4 | 5 | 1 | 10 |
| JYJS23 | 7 | 1 | 3 | 11 |
| 平均值 | 6 | 4 | 2 | 12 |

(2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 11655.002g/h 和 400.67ind/h，其中：脊索动物的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 7181.805g/h 和 218.47ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 61.21% 和 54.87%；节肢动物的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2696.171g/h 和 114.93ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 24.02% 和 28.51%；软体动物的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1777.027g/h 和 67.27ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 14.77% 和 16.62%。

表 3.2.5-4 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

| 断面 | 总个体渔获率 ind/h | 总重量渔获率 g/h | 类群 | | | 类群 | | |
|--------|--------------|------------|--------------|-------|-------|------------|----------|----------|
| | | | 脊索类 | 节肢类 | 软体类 | 脊索类 | 节肢类 | 软体类 |
| | | | 个体渔获率(ind/h) | | | 重量渔获率(g/h) | | |
| | | | 个体渔获比例(%) | | | 重量渔获比例(%) | | |
| JYJS02 | 380 | 11411.922 | 193 | 104 | 83 | 5895.985 | 2728.662 | 2787.275 |
| | | | 50.79 | 27.37 | 21.84 | 51.67 | 23.91 | 24.42 |
| JYJS03 | 455 | 12493.058 | 319 | 81 | 55 | 8762.027 | 2863.341 | 867.69 |
| | | | 70.11 | 17.80 | 12.09 | 70.14 | 22.92 | 6.95 |
| JYJS05 | 411 | 15828.655 | 252 | 27 | 132 | 11136.698 | 576.018 | 4115.939 |
| | | | 61.31 | 6.57 | 32.12 | 70.36 | 3.64 | 26.00 |
| JYJS07 | 394 | 12666.025 | 143 | 106 | 145 | 6136.204 | 1710.601 | 4819.22 |
| | | | 36.29 | 26.90 | 36.80 | 48.45 | 13.51 | 38.05 |
| JYJS09 | 403 | 12808.761 | 181 | 222 | 0 | 8658.817 | 4149.944 | 0 |
| | | | 44.91 | 55.09 | 0.00 | 67.60 | 32.40 | 0.00 |
| JYJS10 | 342 | 14702.028 | 197 | 101 | 44 | 10321.132 | 2918.512 | 1462.384 |
| | | | 57.60 | 29.53 | 12.87 | 70.20 | 19.85 | 9.95 |

| | | | | | | | | |
|--------|--------|-----------|--------|--------|-------|----------|----------|----------|
| JYJS12 | 434 | 9919.322 | 197 | 189 | 48 | 3996.99 | 4826.568 | 1095.764 |
| | | | 45.39 | 43.55 | 11.06 | 40.29 | 48.66 | 11.05 |
| JYJS13 | 463 | 10347.792 | 173 | 232 | 58 | 5116.998 | 4367.438 | 863.356 |
| | | | 37.37 | 50.11 | 12.53 | 49.45 | 42.21 | 8.34 |
| JYJS14 | 223 | 8653.104 | 159 | 28 | 36 | 5699.041 | 1217.153 | 1736.91 |
| | | | 71.30 | 12.56 | 16.14 | 65.86 | 14.07 | 20.07 |
| JYJS16 | 575 | 12940.254 | 270 | 167 | 138 | 6681.842 | 4134.028 | 2124.384 |
| | | | 46.96 | 29.04 | 24.00 | 51.64 | 31.95 | 16.42 |
| JYJS18 | 326 | 10898.684 | 186 | 104 | 36 | 7653.553 | 2666.95 | 578.181 |
| | | | 57.06 | 31.90 | 11.04 | 70.22 | 24.47 | 5.31 |
| JYJS20 | 276 | 12180.09 | 144 | 77 | 55 | 7504.968 | 1446.408 | 3228.714 |
| | | | 52.17 | 27.90 | 19.93 | 61.62 | 11.88 | 26.51 |
| JYJS21 | 522 | 11345.661 | 293 | 146 | 83 | 6875.643 | 2864.248 | 1605.77 |
| | | | 56.13 | 27.97 | 15.90 | 60.60 | 25.25 | 14.15 |
| JYJS22 | 315 | 8617.101 | 172 | 113 | 30 | 4520.457 | 3668.754 | 427.89 |
| | | | 54.60 | 35.87 | 9.52 | 52.46 | 42.58 | 4.97 |
| JYJS23 | 491 | 10012.574 | 398 | 27 | 66 | 8766.713 | 303.939 | 941.922 |
| | | | 81.06 | 5.50 | 13.44 | 87.56 | 3.04 | 9.41 |
| 平均值 | 400.67 | 11655.002 | 218.47 | 114.93 | 67.27 | 7181.805 | 2696.171 | 1777.027 |
| | | | 54.87 | 28.51 | 16.62 | 61.21 | 24.02 | 14.77 |

本次调查，各断面幼体个体渔获率及所占比例见表 3.2.5-5。各断面幼体个体渔获率，脊索类最高，虾类次之，蟹类最低，平均幼体个体总渔获率为 190.07ind/h。各断面幼体个体数占有渔业资源个体数的比例，虾类幼体所占比例最高，其次是蟹类，而脊索类最少，幼体的平均比例为 58.66%。

表 3.2.5-5 各断面幼体个体渔获率(ind/h)及所占比例(%)

| 断面 | 总幼体 渔获率 ind/h | 总幼体 渔获比例 % | 幼体类群 | | | 幼体所占比例 | | |
|--------|---------------------|------------------|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | | | 脊索类 | 虾类 | 蟹类 | 脊索类 | 虾类 | 蟹类 |
| | | | 个体渔获率(ind/h) | | | 个体渔获比例(%) | | |
| JYJS02 | 169 | 56.9 | 103 | 45 | 21 | 53.17 | 64.59 | 60.26 |
| JYJS03 | 242 | 60.5 | 191 | 18 | 33 | 59.85 | 66.94 | 61.61 |
| JYJS05 | 148 | 53.05 | 130 | 18 | 0 | 51.54 | 65.57 | 60.05 |
| JYJS07 | 136 | 54.62 | 75 | 57 | 4 | 52.34 | 57.2 | 52.04 |
| JYJS09 | 249 | 61.79 | 113 | 123 | 13 | 62.36 | 61.74 | 57.93 |
| JYJS10 | 161 | 54.03 | 98 | 17 | 46 | 49.89 | 66.42 | 61.95 |
| JYJS12 | 244 | 63.21 | 120 | 89 | 35 | 60.66 | 67.19 | 61.11 |
| JYJS13 | 249 | 61.48 | 101 | 143 | 5 | 58.18 | 63.7 | 59.49 |
| JYJS14 | 102 | 54.55 | 86 | 0 | 16 | 54.02 | 61.83 | 57.68 |
| JYJS16 | 236 | 54 | 141 | 65 | 30 | 52.35 | 57.92 | 54.22 |
| JYJS18 | 176 | 60.69 | 101 | 75 | 0 | 54.05 | 72.02 | 64.8 |
| JYJS20 | 124 | 56.11 | 78 | 0 | 46 | 53.98 | 60.02 | 59.49 |
| JYJS21 | 236 | 53.76 | 153 | 39 | 44 | 52.35 | 57.2 | 57.68 |
| JYJS22 | 155 | 54.39 | 90 | 27 | 38 | 52.35 | 57.2 | 57.68 |
| JYJS23 | 224 | 52.71 | 208 | 0 | 16 | 52.35 | 57.2 | 57.68 |
| 平均值 | 190.07 | 56.79 | 119.20 | 47.73 | 23.13 | 54.63 | 62.45 | 58.91 |

(3) 资源密度

本次调查渔业资源平均重量密度为 880.913kg/km²，JYJS5 号站断面最高，JYJS22 号站断面最低，范围为 656.541~1205.993kg/km²；平均个体密度为 30.53×10³ind/km²，范围为 (16.99~43.81)×10³ind/km²，个体密度最高的断面为

JYJS16 号站断面，最低为 JYJS14 号站断面。

表 3.2.5-6 各断面渔业资源资源密度

| 断面站位 | 重量密度(kg/km ²) | 个体密度(×10 ³ ind/km ²) |
|--------|---------------------------|---|
| JYJS02 | 869.48 | 28.95 |
| JYJS03 | 951.852 | 34.67 |
| JYJS05 | 1205.993 | 31.31 |
| JYJS07 | 965.03 | 30.02 |
| JYJS09 | 975.906 | 30.7 |
| JYJS10 | 1120.155 | 26.06 |
| JYJS12 | 755.758 | 33.07 |
| JYJS13 | 788.403 | 35.28 |
| JYJS14 | 659.284 | 16.99 |
| JYJS16 | 985.924 | 43.81 |
| JYJS18 | 830.376 | 24.84 |
| JYJS20 | 928.007 | 21.03 |
| JYJS21 | 864.431 | 39.77 |
| JYJS22 | 656.541 | 24 |
| JYJS23 | 762.863 | 37.41 |
| 平均值 | 880.913 | 30.53 |

(4) 脊索动物资源状况

①种类组成

本次调查捕获的脊索动物 20 种。生物类群中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

②资源密度估算

本次调查，脊索动物的资源密度见表 3.2.5-7。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 522.958kg/km² 和 16.64×10³ind/km²。在 15 个站位断面中，生物重量密度分布中，JYJS05 站位断面最高为 848.51kg/km²；生物个体密度分布中，JYJS23 号站断面最高为 30.32×10³ind/km²。

表 3.2.5-7 脊索动物资源密度

| 断面站位 | 重量密度(kg/km ²) | 个体密度(×10 ³ ind/km ²) |
|--------|---------------------------|---|
| JYJS02 | 449.218 | 14.7 |
| JYJS03 | 667.583 | 24.3 |
| JYJS05 | 848.51 | 19.2 |
| JYJS07 | 467.52 | 10.9 |
| JYJS09 | 659.719 | 13.79 |
| JYJS10 | 786.372 | 15.01 |
| JYJS12 | 304.533 | 15.01 |
| JYJS13 | 389.867 | 13.18 |
| JYJS14 | 434.213 | 12.11 |
| JYJS16 | 509.093 | 20.57 |
| JYJS18 | 583.128 | 14.17 |
| JYJS20 | 571.807 | 10.97 |
| JYJS21 | 523.859 | 22.32 |
| JYJS22 | 344.416 | 13.1 |

| | | |
|--------|---------|-------|
| JYJS23 | 304.533 | 30.32 |
| 平均值 | 522.958 | 16.64 |

③优势种

将脊索动物 IRI 指数列于表 3.2.5-8。由表可知，脊索动物 IRI 值在 1000 以上的有 1 种，为团头叫姑鱼 (*Johnius amblycephalus*)。其重量渔获率为 16029.084g/h，占总重量渔获率的 16.2%，其个体渔获率为 919ind/h，占总个体渔获率的 28.04%。

表 3.2.5-8 脊索动物的 IRI 指数

| 种类 | 出现频率 (%) | 重量渔获率 | | 个体渔获率 | | IRI |
|---------|----------|-----------|-------|---------|-------|------|
| | | (g/h) | (%) | (ind/h) | (%) | |
| 多鳞鳢 | 46.67 | 10279.073 | 10.39 | 217 | 6.62 | 794 |
| 团头叫姑鱼 | 66.67 | 16029.084 | 16.2 | 919 | 28.04 | 2949 |
| 斜带髯鲷 | 33.33 | 6437.112 | 6.5 | 347 | 10.59 | 570 |
| 刺鲳 | 26.67 | 6322.036 | 6.39 | 164 | 5 | 304 |
| 焦氏舌鳎 | 13.33 | 1093.126 | 1.1 | 29 | 0.88 | 26 |
| 细蛇鲻 | 40 | 6174.266 | 6.24 | 191 | 5.83 | 483 |
| 拟矛尾鰕虎鱼 | 26.67 | 2439.728 | 2.47 | 174 | 5.31 | 207 |
| 孔虾虎鱼 | 46.67 | 4986.628 | 5.04 | 281 | 8.57 | 635 |
| 带鱼 | 13.33 | 4731.532 | 4.78 | 76 | 2.32 | 95 |
| 日本鲭 | 13.33 | 2178.288 | 2.2 | 72 | 2.2 | 59 |
| 日本燕魷 | 13.33 | 2003.64 | 2.02 | 10 | 0.31 | 31 |
| 龙头鱼 | 40 | 16088.335 | 16.26 | 223 | 6.81 | 923 |
| 银鲳 | 40 | 2869.542 | 2.9 | 117 | 3.57 | 259 |
| 日本须鲷 | 26.67 | 2060.619 | 2.08 | 123 | 3.75 | 155 |
| 金线鱼 | 40 | 3119.382 | 3.15 | 131 | 4 | 286 |
| 六带鲈 | 26.67 | 1401.174 | 1.42 | 68 | 2.08 | 93 |
| 褐菖鲈 | 13.33 | 479.985 | 0.49 | 33 | 1.01 | 20 |
| 汤氏团扇鲷 | 26.67 | 8713.32 | 8.8 | 20 | 0.61 | 251 |
| 六丝矛尾鰕虎鱼 | 13.33 | 296.712 | 0.3 | 53 | 1.62 | 26 |
| 齐头鳎 | 6.67 | 1256.773 | 1.27 | 29 | 0.88 | 14 |

(5) 节肢资源状况

①种类组成

本次调查，共捕获的节肢动物，经鉴定共 16 种，其中：虾类 4 种，蟹类 10 种，虾蛄类 2 种。

②资源密度估算

本次调查，节肢动物的资源密度见表 3.2.5-9。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 206.805kg/km² 和 8.76×10³ind/km²。其中，重量密度范围为 43.887~367.739kg/km²，JYJS5 站断面最低，JYJS12 站断面最高；个体密度分布范围为 2.06~17.68×10³ind/km²，JYJS05 站断面最低，JYJS13 站断面最高。

表 3.2.5-9 节肢动物资源密度

| 断面站位 | 重量密度(kg/km ²) | 个体密度($\times 10^3$ ind/km ²) |
|--------|---------------------------|---|
| JYJS02 | 207.898 | 7.92 |
| JYJS03 | 218.159 | 6.17 |
| JYJS05 | 43.887 | 2.06 |
| JYJS07 | 130.332 | 8.08 |
| JYJS09 | 316.186 | 16.91 |
| JYJS10 | 222.363 | 7.7 |
| JYJS12 | 367.739 | 14.4 |
| JYJS13 | 332.757 | 17.68 |
| JYJS14 | 92.735 | 2.13 |
| JYJS16 | 314.974 | 12.72 |
| JYJS18 | 203.196 | 7.92 |
| JYJS20 | 110.203 | 5.87 |
| JYJS21 | 218.228 | 11.12 |
| JYJS22 | 279.524 | 8.61 |
| JYJS23 | 43.887 | 2.06 |
| 平均值 | 206.805 | 8.76 |

③优势种

节肢动物 IRI 指数列见表 3.2.5-10, 节肢动物 IRI 值 >1000 仅有 1 种, 为哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*)。其重量渔获率为 6323.616g/h, 占总重量渔获率的 15.75%, 其个体渔获率为 432ind/h, 占总个体渔获率的 25.06%。

表 3.2.5-10 节肢动物的 IRI 指数

| 种类 | 出现频率 (%) | 重量渔获率 | | 个体渔获率 | | IRI |
|-------|----------|----------|-------|---------|-------|------|
| | | (g/h) | (%) | (ind/h) | (%) | |
| 须赤虾 | 26.67 | 1683.034 | 4.19 | 118 | 6.84 | 294 |
| 哈氏仿对虾 | 40 | 6323.616 | 15.75 | 432 | 25.06 | 1632 |
| 黑斑口虾蛄 | 40 | 3356.635 | 8.36 | 95 | 5.51 | 555 |
| 墨吉对虾 | 33.33 | 4061.988 | 10.12 | 182 | 10.56 | 689 |
| 口虾蛄 | 33.33 | 5098.826 | 12.7 | 239 | 13.86 | 885 |
| 南美白对虾 | 13.33 | 2066.61 | 5.15 | 70 | 4.06 | 123 |
| 锈斑螭 | 13.33 | 2562.891 | 6.39 | 57 | 3.31 | 129 |
| 直额螭 | 26.67 | 990.352 | 2.47 | 88 | 5.1 | 202 |
| 远海梭子蟹 | 20 | 3461.572 | 8.62 | 76 | 4.41 | 261 |
| 武士螭 | 26.67 | 4258.404 | 10.61 | 111 | 6.44 | 455 |
| 豆形拳蟹 | 20 | 592.327 | 1.48 | 41 | 2.38 | 77 |
| 隆线强蟹 | 20 | 1591.053 | 3.96 | 59 | 3.42 | 148 |
| 三疣梭子蟹 | 13.33 | 202.626 | 0.5 | 45 | 2.61 | 41 |
| 强壮菱蟹 | 20 | 1258.836 | 3.14 | 46 | 2.67 | 116 |
| 矛形梭子蟹 | 20 | 2431.15 | 6.06 | 50 | 2.9 | 179 |
| 看守长眼蟹 | 6.67 | 198.705 | 0.5 | 15 | 0.87 | 9 |

(6) 软体动物资源状况

①种类组成

本次调查, 共捕获的软体动物, 经鉴定共 10 种。

②资源密度估算

本次调查，软体动物的资源密度见表 3.2.5-11。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 135.393kg/km² 和 5.12×10³ind/km²。其中，重量密度范围为 0~367.179kg/km²，JYJS07 站位断面最高；个体密度分布范围为（0~11.05）×10³ind/km²，JYJS07 站位断面最高。

表 3.2.5-11 软体动物资源密度

| 断面站位 | 重量密度 (kg/km ²) | 个体密度 (×10 ³ ind/km ²) |
|--------|----------------------------|--|
| JYJS02 | 212.364 | 6.32 |
| JYJS03 | 66.11 | 4.19 |
| JYJS05 | 313.595 | 10.06 |
| JYJS07 | 367.179 | 11.05 |
| JYJS09 | 0 | 0 |
| JYJS10 | 111.42 | 3.35 |
| JYJS12 | 83.487 | 3.66 |
| JYJS13 | 65.78 | 4.42 |
| JYJS14 | 132.336 | 2.74 |
| JYJS16 | 161.858 | 10.51 |
| JYJS18 | 44.052 | 2.74 |
| JYJS20 | 245.997 | 4.19 |
| JYJS21 | 122.344 | 6.32 |
| JYJS22 | 32.601 | 2.29 |
| JYJS23 | 71.765 | 5.03 |
| 平均值 | 135.393 | 5.12 |

③优势种

软体动物的 IRI 指数列见表 3.2.5-12，软体动物 IRI 值皆在 1000 以下，波纹巴非蛤 (*Paphia undulata*) 为最大值，其重量渔获率为 2267.817g/h，占软体动物总重量渔获率 (25713.477g/h) 的 8.82%；其个体渔获率为 189ind/h，占软体动物总个体渔获率 (1009ind/h) 的 18.73%。

表 3.2.5-12 软体动物的 IRI 指数

| 种类 | 出现频率 (%) | 重量渔获率 | | 个体渔获率 | | IRI |
|-------|----------|----------|-------|---------|-------|------|
| | | (g/h) | (%) | (ind/h) | (%) | |
| 波纹巴非蛤 | 40 | 2267.817 | 8.82 | 189 | 18.73 | 1102 |
| 毛蚶 | 13.33 | 2713.473 | 10.55 | 49 | 4.86 | 205 |
| 浅缝骨螺 | 13.33 | 839.052 | 3.26 | 51 | 5.05 | 111 |
| 小结节滨螺 | 33.33 | 2129.276 | 8.28 | 148 | 14.67 | 765 |
| 条纹隔贻贝 | 26.67 | 2450.352 | 9.53 | 142 | 14.07 | 629 |
| 金乌贼 | 13.33 | 4890.994 | 19.02 | 31 | 3.07 | 294 |
| 半滑舌鳎 | 20 | 6979.56 | 27.14 | 210 | 20.81 | 959 |
| 可变波螺 | 6.67 | 1694.121 | 6.59 | 33 | 3.27 | 66 |
| 带偏顶蛤 | 20 | 721.278 | 2.81 | 75 | 7.43 | 205 |
| 节织纹螺 | 20 | 1027.554 | 4 | 81 | 8.03 | 241 |

3.3 自然资源概况

3.3.1 港口资源

揭阳市所属港口分为榕江港口及惠来沿海港口。揭阳港现有各类泊位 48 个，目前仅惠来电厂的 1 个码头泊位为 7 万吨级，其他有 16 个 3000 吨级泊位，5 个 5000 吨级泊位，年吞吐能力 1040 万吨，码头使用岸线总长 3282m。惠来沿海港区大部分的外海优良岸线尚未有效开发，岸线资源闲置。

揭阳港的货物运输目前主要集中在榕江港区，约占揭阳港吞吐总量的 70%。有 3000-5000 吨级的小型油气码头泊位，主要包括炮台搬运码头、天鹅山油码头、青屿油库码头等，但布点分散，港口建设基本处于自发状态，规模小、设备落后，未能形成明显的分类港区。地都渔港是渔业专用港口，位于榕江潮道，呈东南-西北走向，港池面积 13 万 m²，占用岸线 390m。

现揭阳市规划在惠来沿海建设南海作业区、神泉作业区、前詹作业区、资深作业区、靖海作业区等 5 个作业区。惠来县自 1984 年起就通行港澳的物资装卸点——靖海港、神泉港、澳角和资深等小型渔港，但由于港口规模小且分散、设施落后、船舶老旧等原因，未能有效发挥该区域的航运条件。这些渔港港池共可供避风渔船 3300 艘，在神泉渔港、靖海渔港和资深渔港港区附近共有修造船厂 12 家，机修厂 24 家，制网厂 13 个，此外，还配套有冷库和制冰厂等服务设施。

神泉渔港为国家一级渔港，是一个综合港，港池面积约 315 万 m²，其中渔业港区面积 58 万 m²。靖海渔港既是渔港又是对外装卸口岸，港池面积 48.8 万 m²，岸线长度 7300m，分南北侧岸线，港区渔业生产及后勤区、油库区、城镇发展及公园绿化区，占地面积 27.5 万 m²。资深渔港是渔业专用港，港地面积 7 万 m²。近年来，资深港得到整治，其应有功能逐渐得到恢复。资深港区岸线东岸从东护岸向东 10m；北岸从北护岸向北 10m；西岸从西护岸向西 10m。水域范围包括港口南岸防浪堤、东防浪堤以内的全部水域。

3.3.2 航道资源

根据《揭阳港总体规划》，揭阳港惠来沿海港区航道规划有神泉作业区航道、前詹作业区航道和靖海作业区航道。

神泉作业区航道：规划进港航道通过航道整治使航道等级达到 5000 吨级航

道，可通航 5000 吨级的船舶。航道设计尺度为：按单向航宽设计，宽度为 100m，通航水深为 8.8m，轴线方位角 000°~180°。

前詹作业区航道：西侧采用独立进港支航道，航道轴线走向 000°~180°，航道长 2340m，航道宽度 345m，通航水深 15.5m。东侧航道分为主航道和支航道。主航道是整个作业区的公共航道，方位角为 027°26'39"~207°26'39"，主航道分期实施，近期航道按满足 7 万吨级散货船单向进出港进行设计，航道宽度为 151m，通航水深为 16.0m；远期按满足 15 万吨级散货船单向进出港设计，航道宽度 204m，通航水深为 19.8m。进入东港池的支航道长 1465m，方位角为 054°51'55"~234°51'55"，设计参数与主航道相同。

靖海作业区航道：规划区域设两条航道。其中北港池（一、二期工程）航道规划近期按满足 10 万吨级散货船单向乘潮进出港设计，航道宽度 202m，通航水深为 16.3m，航道方位角 348°~168°。根据地质情况，港池水域疏浚至满足 15 万吨级船舶作业条件下，因此，北港池配套的航道按满足 15 万吨级散货船单向乘潮进出港进行规划，航道宽度 219m，通航水深为 20.0m。三期工程形成的南港池配套航道按满足 30 万吨级散货船单向乘潮进出港设计，航道宽度 273m，通航水深为 25.2m，方位角为 348°~168°。

3.3.3 锚地资源

根据《揭阳港总体规划》，揭阳港惠来沿海港口规划有 5 个锚地，分别为海门湾锚地、惠来石化锚地、靖海锚地、前詹锚地、澳角锚地，锚地见表 3.3.3-1。

表 3.3.3-1 惠来沿海港口锚地规划表

| 名称 | 地理范围 | 地理坐标 | | 功能 | 设计水深 (m) | 底质 | 面积 (km ²) | 备注 |
|--------|--------------------|--|--------------------------------------|----|-------------|--------|--------------------------|----|
| | | 东经 | 北纬 | | | | | |
| 海门湾锚地 | 坐标点为圆心，半径 2km 海域 | 116°36'50" | 23°03'18" | 候泊 | 18 | 淤泥、岩石底 | 12.56 | 保留 |
| 惠来石化锚地 | 北炮台西南部海域 | 东至： 116°37'28" 西至： 116°35'05" | 南至： 23°01'55" 北至： 23°04'02" | 候泊 | 18 | 淤泥、岩石底 | 12.56 | 新增 |
| 靖海锚地 | 坐标点为圆心，半径 1.5km 海域 | 116°33'11" | 22°56'58" | 候泊 | 27 | 泥底、沙底 | 7.06 | 新增 |
| 前詹锚地 | 坐标点为 | 116°24'33" | 22°53'35" | 候泊 | 18 | 泥底 | 7.06 | 新 |

| | | | | | | | | |
|------|----------------------------|------------|-----------|----|---|------------|------|----|
| 地 | 圆心, 半径 1.5km 海域 | | | | | | | 增 |
| 澳角锚地 | 坐标点为 圆心, 半径 1.0km 海域 | 116°19'21" | 22°55'59" | 候泊 | 9 | 沙底、 岩石底 | 3.14 | 保留 |

注：表格中坐标采用 1954 年北京坐标系。

中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程正在建设，规划有三个锚地，即中委 5000 吨级产品码头锚地、中委 5 万吨级产品码头锚地和中委 30 万吨原油码头锚地。

粤东液化天然气项目一期工程建设粤东 LNG 码头锚地；广东惠来电厂项目规划建设惠来电厂煤码头锚地。

3.3.4 海岸线资源

惠来沿海岸线长 109.5km，沿海岸线已建港口较少，主要有神泉、靖海作业区等。神泉湾像一个半月形的浅海湾，由于龙江河改道入海，神泉湾没有龙江河水冲刷，现在处于严重淤积状态；靖海湾呈半耳形海湾，等深线稳定，10m、20m 等深线都离岸线较近，水上少礁盘，但地质条件比较复杂，上部覆盖第四纪海相沉积物主要由淤泥、淤泥质土、粘性土、砂性土交互层，土层变化较大，层位与土层的性质不稳定，厚薄不均，土层连续性差。下部为燕山晚期侵入花岗岩残积土，花岗岩强风化层，岩面变化较大；惠来沿海岛屿众多，暗礁和浅滩零星分布，大部分岸线比较平顺，深水岸线较长且近岸，有多处是天然的避风港，是建港的优良海湾。沿海岸线大部分面向开敞的外海，如建港则需要建设防波堤，港寮湾及附近岸线虽有掩护，但礁石也较多，如果建港需勘察好地形，合理清礁。

根据《揭阳港总体规划》，揭阳港惠来沿海岸线从西到东，从南到北，利用规划如下：

(1) 南海段岸线，长 7.0km。本段岸线顺直，岸线未开发，陆域宽阔平坦，少居民区，10m 等深线离岸近，后方可建设工业园区，该段岸线主要用途是建设临海工业码头、通用泊位和油品码头。规划为港口岸线。

(2) 上村到盐岭河口段岸线，长 3.9km。该段岸线的水域有澳角锚地，岸线顺直，岸线未开发，可建造码头作为南海段岸线的功能延长线。留作港口预留岸线。

(3) 盐岭河下游右岸段岸线，其岸线长 1.3km，该段岸线河面较有限，规划为自然岸线。

(4) 盐岭河下游左岸段岸线，长 2.8km，该段岸线未开发。本段处于神泉湾内，目前有淤积，但以后有条件改善水深，可建设通用泊位、散杂泊位，规划作为港口预留岸线。

(5) 神泉作业区段岸线，长 2.5km。其中已利用岸线 81m，所处位置属优良天然避风港，可建设通用泊位、散杂泊位，规划为港口岸线。

(6) 神泉作业区外堤段岸线，长 2.7km。因为该段岸线已经建有防波堤，陆域狭窄，所以保留现状，留作自然岸线。

(7) 澳角段岸线，长 1.0km。岸线未开发，从远期码头发展考虑，本段岸线可作为神泉段码头的发展延长，并延续岸线功能，规划为港口预留岸线。

(8) 澳角至东坑仔段岸线，长 3.7km。根据城市景观发展需要，规划作城市景观岸线。

(9) 东坑仔至前詹段岸线，长 5.7km。该段岸线后方陆域平坦开阔，岸线未开发，水上风浪不大，水深足，水文条件较好，不失为建港的优良岸线，该段岸线主要功能是建设 LNG 泊位、通用泊位和散杂货泊位。规划为港口岸线。本项目位于该段岸线范围内。

(10) 前詹至港寮湾岸线，长 7.5km，该段岸线在港寮湾内及附近，有港寮湾作为天然的避风港，湾内有礁石，除此之外，该段岸线附近存在环境敏感区，故本段岸线规划为自然岸线。

(11) 石碑山至资深段岸线，长 5.2km。该段岸线未开发，岸线离深水 20m 等深线较近，可建大型港口码头（如 10 万吨以上的集装箱码头、30 万吨以上的油码头），此外岸线功能还包括通用泊位，规划为港口岸线。

(12) 资深至靖海湾岸线，长 2.4km。该段岸线风景优美，海域开阔，海水基本没有污染，是旅游、休闲、度假的好地方，故规划为旅游岸线。

(13) 靖海湾西岸线，长 2.4km。该段岸线较顺直，岸线未开发，海域开阔，是位于靖海湾内的一段岸线，靖海湾属优良的天然港湾，本段岸线功能主要是通用泊位和散杂货泊位，规划为港口岸线。

(14) 靖海湾东岸线，长 5.0km，已开发利用岸线 415m，该段岸线水域水

深条件好，局部岸线自然水深已达-10m，-10~-15m 等深线距岸线仅 1km，其水深条件、陆域及集疏运条件较好，建港地质条件良好，是深水良港的理想港址。现惠来电厂一期 7 万吨级码头已建成投产，本段岸线功能主要是通用泊位和散杂货泊位，此段岸线规划为港口岸线。

(15) 客鸟尾北段岸线，长 6.2km。该段岸线顺直，岸线未开发，少礁石，水深大于 10m 的海域离岸线近，属于深水岸线，可供建设深水码头。《揭阳市海域开发利用总体规划》在该处规划有靖海作业区预留区，故本段规划为岸线港口预留岸线。

(16) 客鸟尾以北至乌屿段岸线，长 3.3km。本段岸线顺直，自然环境优美。受风浪影响比较大。故规划本段岸线为自然岸线，并保留原有的水产养殖区。

(17) 仙庵南段岸线，长 1.4km。本段岸线陆域宽阔平坦，岸线未开发，已建和规划中有多条高速公路和公路干道，道路交通四通八达，货物运输方便、快捷，可为港口的发展提供有利的条件。水深条件好，深水等深线近岸，并且有一定的天然的掩护，是优良的港口岸线，本段岸线的主要功能是货运码头为主兼顾通用泊位。故本段岸线规划作港口岸线。

(18) 仙庵北段岸线，长 1.5km。本段岸线地势平坦，规划作为自然岸线。

3.3.5 矿产资源

揭阳市已找到的矿产 35 种，矿产地 237 处，其中地质勘查程度较高的，有一定探明储量的矿产 29 种：能源矿产 2 种，矿产地 17 处；金属矿产 13 种，矿产地 65 处；非金属矿产 12 种，矿产地 78 处；水气矿产 2 种，矿产地 16 处。储量规模达中、大型的矿产 9 种，矿产地 19 处。矿产地的储量规模以小型为主，规模达到中型以上的有 13 处。

金属矿产：有开采价值的主要有钛铁矿、铜、铅、锌、锡、稀土等，其中稀土矿和铜矿属本市优势矿产，稀土矿有矿产地 2 处，主要分布在揭西县五经富镇和产业园区龙尾镇、揭东区新亨镇，其中规模达大型 1 处，中型 1 处，探明总资源储量 18.9 万吨（重稀土氧化物），约占全省的 22.34%；铜矿矿产地 10 处，主要分布在揭西县、惠来县和普宁市等地，探明资源储量 13.5 万吨。

图 3.3.5-1 揭阳市矿产资源分布图

非金属矿产：开采价值较大的主要有建筑用花岗岩、饰面用花岗岩、钾长石等。建筑用花岗岩分布广、资源丰富，矿产地 29 处，累计探明资源储量 1.19 亿立方米。揭东区莲花山饰面用花岗岩，探明资源储量 1789 万立方米，规模大型，属中、低档饰面板材。矿泉水水源地 7 处，其中规模达中型的 1 处，小型的 6 处，分布在榕城区、揭东区、揭西县和普宁市等地。

勘查区近岸惠来县矿产资料种类较少，截至 2019 年底，全县辖区范围内，矿产 18 种，其中金属矿有金、银、铜、锡、铝、锌、钨、钴、铬镍、钛铁矿、锆英石；非金属矿有黄铁矿、毒砂矿、高岭土、花岗岩、饰面花岗岩；能源矿有煤、泥炭。惠城镇后洋村钟丘洋有含铜多的金属矿，探明铜矿资源量 11.3 万吨，伴有铅锌矿和银矿，可以综合回收利用，是优势矿产之一。神泉图田村一带锆英石、钛铁矿有一定规模储量。全县范围内建筑用花岗岩储量比较大。惠来县沿海一带有丰富的矿产资源，其中花岗岩、瓷土、高岭土、钨锆砂、石英砂等，都具有开采价值。其中，靖海海湾石钛铁矿为滨海沉积钛铁砂矿床，钛铁矿含量达到 24-88kg/m³，同时独居石、锆英石含量均达到工业要求，矿床分布广，沿海岸带分布延长 10 千米以上。

3.3.6 自然保护区

(1) 揭阳市海龟、鲎市级自然保护区

“揭阳市海龟、鲎市级自然保护区”位于惠来县附近海域。保护区地理坐标为 116°26'0"E/22°55'59"N，116°29'0"E/22°56'0"N，116°26'0"E/22°54'26"，116°29'0"E/22°55'35"N 的四点连线范围。保护区总面积约为 934.6 公顷。保护对象为海龟、鲎及其生境，为市级野生动物海洋保护区。项目最近距该保护区约 [REDACTED]。

(2) 揭阳市龙虾市级自然保护区

“揭阳市龙虾市级自然保护区”位于惠来县附近海域。其地理坐标为 116°26'1"E/22°53'59"N，116°29'1"E/22°55'18"N，116°26'1"E/22°53'24"，116°29'1"E/22°53'25"N 的四点连线范围。保护区总面积约为 1172.0 公顷。保护对象为龙虾及其生境，为市级野生动物海洋保护区。项目最近距该保护区约 [REDACTED]。

(3) 揭阳市神泉渔业市级自然保护区

“揭阳市神泉渔业市级自然保护区”位于惠来县附近海域，其地理坐标为

116°18'47"E/22°54'46"N，116°20'12"E/22°54'46"N，116°18'48"E/22°53'36"，116°20'12"E/22°53'37"N 的四点连线范围。保护区总面积约为 513.7 公顷。保护对象为海洋渔业资源，为市级海洋海岸保护区。项目最近距该保护区约 [REDACTED]。

(4) 汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区

2003 年 9 月经汕头市人民政府批准设立“汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区”于（汕府函〔2003〕116 号）。该自然保护区属于野生生物类的野物动物类型自然保护区。中华白海豚是国家一级保护野生动物，该保护区的主要保护对象为“中华白海豚及其生境”。

保护区范围为 116°41'28"E，23°10'00"N，116°43'06"E，23°09'11"N，116°43'06"E，23°07'18"N，116°41'28"E，23°08'23"N，总面积为 976 公顷。项目最近距该保护区约 [REDACTED]。

龙头湾水深 4~12m，沙底，以有滩沙岸为主，间有岩石滩。有濠江于湾顶注入，且紧邻练江和榕江出海口，有大量淡水注入，营养物质丰富，饵料丰富，常有中华白海豚觅食嬉戏。

(5) 田心湾南方鲎自然保护区

“田心湾南方鲎自然保护区”于 2004 年 2 月 1 日建立，保护区总面积约为 333 公顷。保护对象为南方鲎及其生境，为市级野生动物海洋保护区。项目最近距该保护区约 [REDACTED]。

图 3.3.6-1 本项目与周边自然保护区位置关系图

3.3.7 珍稀海洋生物

(1) 鲎

鲎隶属于节肢动物门、肢口纲、剑尾目、鲎科、鲎属，俗称三刺鲎、两公婆、海怪、马蹄蟹、鲎鱼、中国鲎、王蟹、六月鲎。鲎起源甚早，被称为活化石。最早的鲎化石见于奥陶纪（5.05 亿~4.38 亿年前），形态与现代鲎相似的鲎化石出现于侏罗纪（2.08 亿~1.44 亿年前）。中国鲎在国内主要分布于广东、广西、福建沿海海域，国外分布于日本、菲律宾等地。南方鲎，分布于印度、越南、新加坡、印度尼西亚、马来西亚。圆尾鲎，分布于印度、孟加拉、泰国、印度尼西亚，中国广西钦州、北海、海南儋州、临高、澄迈、海口地区沿海也有分布。幼体鲎

食物以单胞藻、轮虫、丰年虫幼体、桡足类为主，成体可以食虾和小鱼。食用后容易发生机体过敏和中毒性休克等，由于鲎具有的特殊生理毒理性质，一直以来极少被人们捕杀，但近些年来，因有些人还没有真正认识到吃鲎对身体健康的危害性，一些小商贩在其经济利益的驱动下进行盲目炒作和蓄意误导，致使这种古生物鲎资源遭到严重破坏。中国鲎与南方鲎为省重点保护动物，《中国物种红色名录》为濒危级别；圆尾鲎为省重点保护动物，《中国物种红色名录》为易危级别。2021年4月调查中本水域未发现鲎。

(2) 龙虾

揭阳市海域重要的保护龙虾种类有中国龙虾、锦绣龙虾等，2021年4月调查中本水域未发现龙虾。现将其生活习性分别介绍如下：

①中国龙虾

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

②锦绣龙虾

锦绣龙虾为无螯下目，龙虾科，龙虾属的一种，俗称青龙虾、花龙虾、山虾、大和虾、沙虾等。体长可达 60 厘米，是龙虾属中体型最大者。腹部、第一触角和步足有黑褐色和黄色相间的斑纹。触角的基部有四对疣刺，后面的一对较小。体色多彩明亮。分布范围从东非到日本、澳洲和斐济群岛，甚至从红海进入地中

海地区。为印度-西太平洋区的重要品种。在中国主要分布于南海和台湾海域。生活在珊瑚外围的斜面至较深的泥沙质地。通常栖息在水深 1 至 10 米处，最深记录为 145 米，以岩礁及礁斜面之静水处为多，有时也可在河口附近水质较混浊之泥底处发现。

昼伏夜出，白天藏匿洞中，仅显露两对触角和头部用以感触洞外动向，夜间外出觅食。主要摄食小鱼、虾蟹类、小贝类、海胆、藤壶、多毛类、藻类等。龙虾依靠步足爬行，不喜游泳，行动迟缓。触角灵敏，遇敌时转动第二触角摩擦发音器发出吱吱声响以惊吓对方。受惊时常屈腹弹跳，引体向后。喜厮斗，常以俯冲方式攻击对方，有群栖习性，虾群区域性明显，常因季节水温变化和索饵、生殖等因素发生迁移，通常夏季栖于浅水处，秋冬移向较深海区，繁殖时复又到浅海处。锦绣龙虾在 5 个月内繁殖 2 次，胚胎发育分为 11 个时期：受精卵、卵裂期、囊胚期、原肠期、膜内无节幼体期、七对附肢期、九对附肢期、十一对附肢期、复眼色素形成期、准备孵化期和孵化期。

(3) 海龟

海龟隶属龟鳖目、海龟科、海龟属。广布于大西洋、太平洋和印度洋。中国海龟北起山东、南至北部湾近海均有分布。长可达 1 米多，寿命最大为 150 岁左右。头顶有一对前额鳞。四肢如桨，前肢长于后肢，内侧各有一爪。头、颈和四肢不能缩入甲内，为国家二级保护动物。海龟适应在水中生活，四肢变成鳍状，利于游泳。一般仅在繁殖季节离水上岸。雌龟将卵产在掘于沙滩的洞穴中。海龟以鱼类、头足纲、甲壳纲动物及海藻为食。4~10 月为繁殖季节，雌、雄海龟常在礁盘或沿岸水域交配，交尾时间长达 3~4 小时，交配后雌龟于晚间爬上岸边沙滩掘坑产卵，先以前肢挖一个深度与体高相当的大坑，伏于坑内，再借后肢交替动作挖一个口径 20cm、深 50cm 左右的“卵坑”，产卵于坑内，产卵一般在夜晚 10 时至翌晨 3 时进行，卵产毕后，将卵坑用沙覆盖后离滩返海。每年可产卵 23 次，每产 91~157 枚，多可达 238 枚。卵白色，圆球形，卵壳革质而韧软，卵径 35~58mm。孵化期 30~90 天，通常 45~60 天，幼龟自出壳即爬归海水中生活。我国广东省惠东、海南的西沙群岛沿岸均为海龟产卵繁殖地。2021 年 4 月调查中本水域未发现海龟。

(4) 中华白海豚

中华白海豚 (*Sousa chinensis*)，又名印度太平洋驼背豚，属哺乳纲、鲸目、海豚科、驼背豚属、中华白海豚种。在 1988 年颁布的《中华人民共和国野生动物保护法》中，中华白海豚被列为国家一级保护动物。在 1991 年颁布的《濒危野生动植物国际贸易公约》附录I中，中华白海豚被列为严格禁止贸易活动的物种。在 2006 年的国际自然保护联盟濒危物种红色名录（或称 IUCN 红色名录）中，中华白海豚被列为濒危物种。2021 年 4 月调查中本水域未发现中华白海豚。

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

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

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

3.3.8 主要经济鱼种“三场一通”分布

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

（1）南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 3.3.8-1 和图 3.3.8-2，本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

(2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域(图 3.3.8-3)，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。

(3) 南海区幼鱼、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。本项不位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。

图 3.3.8-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

图 3.3.8-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

图 3.3.8-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

图 3.3.8-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

本项目位于广东省揭阳市惠来县。惠来县全县陆地面积 1253 平方公里，海域面积 7689 平方公里，海岸线长 109.5 公里。现辖 13 个镇、2 个国营农场、1 个华侨管理区、1 个市直工业区，县人民政府驻地惠城。截至 2017 年末，常住人口 125.62 万人，旅居港澳台和海外侨胞 20 多万人，是广东省著名侨乡。

惠来县位于粤东沿海，毗邻港澳，东连汕头市，西接陆丰，是揭阳市重要的海上交通门户；惠来地处珠三角和汕头、厦门两个经济特区之间，陆路距厦门 270 公里、广州 330 公里、深圳 249 公里、汕头 68 公里，水路距香港 137 海里，紧密融合在“泛珠三角”3 个小时经济圈协作体系和海西经济区之中。全县初步形成以公路为基础，以港口为依托，铁路、水路、航空相互配套的运输网络。粤东地区交通大动脉——深汕高速公路穿越境内 67.8 公里，途经 10 个镇场，设立 4 个出入口；普惠高速公路过境 14.87 公里，设立 2 个出入口；即将进行建设的揭神高速公路，由揭阳潮汕国际机场直达神泉港；规划建设中的沿海一级公路，贯穿了县境沿海东西两翼；国道 324 线越境而过；厦深铁路穿越县境，并在惠来葵潭设立客货站；靖海港是直通港澳航行运输装卸点，神泉港距南海国际航线约 22 海里，国内航线约 10 海里。

根据《2019 年惠来国民经济和社会发展统计公报》（惠来县统计局，2020 年 6 月 8 日），2019 年末全县总户数 274348 户，总人口 1483764 人，比上年末增加 6623 人。2019 年全县生产总值（GDP）完成 244.27 亿元，比上年（下同）增长 2.1%。其中，第一产业增加值 54.03 亿元，增长 5.6%，对地区生产总值增长的贡献率为 54.95%；第二产业增加值 80.03 亿元，下降 4.7%；第三产业增加值 110.21 亿元，增长 7.4%，对地区生产总值增长的贡献率为 136.81%。三次产业结构比重为 22.1：32.8：45.1，第三产业所占比重比上年提高 1.4 个百分点。在第三产业中，批发和零售业增加值增长 4.0%，住宿和餐饮业增加值增长 3.3%，金融业增加值增长 12.2%，房地产业增加值增长 6.7%。其他营利性服务业增长 7.9%，非营利性服务业增长 5.6%。2019 年，全县人均 GDP21400 元，增长 2.0%。

3.4.2 海域开发利用现状

通过实地踏勘、遥感影像以及业主提供的资料，项目周边开发利用活动主要有海底电缆管道工程、电厂项目、开放式养殖、航道和锚地等。项目所在海域周边开发利用现状见表 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表

| 编号 | 项目名称 | 与本项目相对位置、最近距离 | 用海方式等 |
|----|----------------------------|---------------|---------|
| 1 | 潮南区田心湾南方鲎保护区科研用海 | ██████████ | 海洋保护区用海 |
| 2 | 广东粤电惠来电厂 3-4 号机组“上大压小”扩建工程 | ██████████ | 电力工业用海 |
| 3 | 广东惠来电厂项目 | ██████████ | 电力工业用海 |
| 4 | 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海 | ██████████ | 其他工业用海 |
| 5 | 亚太二号光缆汕头至分支 3 段 | ██████████ | 电缆管道用海 |
| 6 | 亚太二号光缆汕头至淡水段 | ██████████ | 电缆管道用海 |
| 7 | 亚欧光缆汕头至支路单元 7 段 | ██████████ | 电缆管道用海 |
| 8 | 东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目 | ██████████ | 电缆管道用海 |
| 9 | 潮阳港引航锚地 | ██████████ | 锚地 |
| 10 | 潮阳港华能海门电厂配套锚地 | ██████████ | 锚地 |
| 11 | 靖海锚地 | ██████████ | 锚地 |
| 12 | 海甲航道（近海船舶习惯航路） | ██████████ | 航路 |
| 13 | 内航路 | ██████████ | 航路 |

图 3.4.2-1 开发利用现状图

本项目论证范围内开发利用活动中，亚太二号光缆汕头至分支 3 段、潮阳港华能海门电厂配套锚地和航路距离本项目相对较近，其余开发利用活动与本项目具有一定的距离。

（1）海底电缆工程

项目东侧有亚太二号光缆汕头至分支 3 段、亚太二号光缆汕头至淡水段、亚欧光缆汕头至支路单元 7 段和东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目。除亚太二号光缆汕头至分支 3 段距离本项目较近外 ██████████，其余项目均在本项目 ██████████ 以外。

亚太二号光缆由中国电信、中国联通、中国网通等 26 家亚太地区主要国际通信公司共同发起建设，分别在上海、汕头、台湾、香港以及日本、韩国、新加

坡、马来西亚和菲律宾登陆。亚太 2 号光缆的建成，不仅可以满足亚太地区之间不断增长的通信业务需求，还可以通过其它国际海底光缆系统与美洲、欧洲、澳洲等地进行无缝隙连接，满足通达世界各地的通信需要。亚太二号光缆汕头至分支 3 段在汕头登陆，申请用海总面积为 [REDACTED]，申请用海期限为 [REDACTED]。

(2) 航道和锚地

①海甲航道：为海门港至甲子港航线，为 1 万吨级船舶习惯航路，该航道是主要的近海船舶习惯航路，主要航行 3000~10000 吨级的船舶，该航路船舶流量较大。本项目与海甲航道最近为 [REDACTED]。

②内航路：

根据《全国沿海航路总体规划》对广东沿海水域航路规划方案，揭阳市海砂开采区 [REDACTED] 为内航路南下航路。

南下航路 第一航段：接石碑山南定线制，以 $22^{\circ}46.4'N/116^{\circ}19.8'E$ 与 $22^{\circ}37.5'N/115^{\circ}51.6'E$ 两点连线为中心线，航向 250° ，航程约 27.4 海里；

北上航路 第四航段：以 $22^{\circ}34.7'N/115^{\circ}52.8'E$ 与 $22^{\circ}43.5'N/116^{\circ}21.0'E$ 两点连线为中心线，航向 070° ，航程约 27.5 海里，接石碑山南定线制。

石碑山南警戒圈：以点 $22^{\circ}49.7'N$ 、 $116^{\circ}34.2'E$ 为圆心，半径 5 海里；

汕头港外警戒圈：以点 $23^{\circ}10.4'N$ 、 $116^{\circ}52.9'E$ 为圆心，半径 3.5 海里；

石碑山南警戒圈与汕头港外警戒圈之间：航向 $040^{\circ}/220^{\circ}$ ，分道宽 2 海里，分隔带宽 1 海里，长度 18.5 海里。

3.4.3 海域使用权属现状

本项目采砂区位于揭阳惠来东部海域，项目周边已确权用海项目主要有潮南区田心湾南方鲎保护区科研用海、广东粤电惠来电厂 3-4 号机组“上大压小”扩建工程、广东惠来电厂项目、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、亚太二号光缆汕头至分支 3 段、亚太二号光缆汕头至淡水段、亚欧光缆汕头至支路单元 7 段、东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目，其中距离本项目最近的为亚太二号光缆汕头至分支 3 段，位于本项目 [REDACTED] 处。

本项目与周边用海项目权属无重叠，详见表 3.4.3-1 和图 3.4.3-1。

图 3.4.3-1 项目周边海域使用权属现状图

表 3.4.3-1 项目周边海域使用权属情况表

| 序号 | 项目名称 | 海域使用权人 | 海域使用权证 | 用海起止期限 | 项目性质 | 用海类型 | 用海方式 | 总用海面积（公顷） | |
|----|--------------------------|--------|--------|--------|------|---------|---------------|-----------|--|
| 1 | 潮南区田心湾南方鲎保护区科研用海 | | | | 公益性 | 海洋保护区用海 | 开放式养殖 | | |
| 2 | 广东粤电惠来电厂3-4号机组“上大压小”扩建工程 | | | | 经营性 | 电力工业用海 | 取、排水口 | | |
| | | | | | 经营性 | 电力工业用海 | 透水构筑物 | | |
| | | | | | 经营性 | 电力工业用海 | 专用航道、锚地及其他开放式 | | |
| | | | | | 经营性 | 电力工业用海 | 专用航道、锚地及其他开放式 | | |
| 3 | 广东惠来电厂项目 | | | | 经营性 | 电力工业用海 | 取、排水口 | | |
| | | | | | | 电力工业用海 | 非透水构筑物 | | |
| | | | | | | 电力工业用海 | 建设填海造地 | | |
| 4 | 中委广东石化2000万吨/年重油加工工程调整 | | | | 经营性 | 其他工业用海 | 专用航道、锚地及其他开放式 | | |

| 序号 | 项目名称 | 海域使用权人 | 海域使用权证 | 用海起止期限 | 项目性质 | 用海类型 | 用海方式 | 总用海面积（公顷） | |
|----|------------------------|--------|--------|--------|------|--------|--------|-----------|--|
| | 用海 | | | | 经营性 | 其他工业用海 | 非透水构筑物 | | |
| 5 | 亚太二号光缆汕头至分支3段 | | | | 经营性 | 电缆管道用海 | 海底电缆管道 | | |
| 6 | 亚太二号光缆汕头至淡水段 | | | | 经营性 | 电缆管道用海 | 海底电缆管道 | | |
| 7 | 亚欧光缆汕头至支路单元7段 | | | | 经营性 | 电缆管道用海 | 海底电缆管道 | | |
| 8 | 东南亚-日本海底光缆系统(SJC)中国段项目 | | | | 经营性 | 电缆管道用海 | 海底电缆管道 | | |

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 水动力环境影响分析

本项目拟申请采砂区位于揭阳市海域，平均采砂深度为 8.74m，工程所在海域潮流动力较强，采砂施工使得区域地形发生变化，潮汐动力受到一定影响，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。本报告通过建立附近海域三维潮流模型，预测工程对海洋环境的影响。

数模分析过程略，结果如下：

预测结果表明，采砂区所在区域 1~6 号代表点的涨落急表层流速和流向出现不同程度的变化，采砂区范围内各代表点涨急表层流速出现不同程度减缓，1~6 号代表点涨急时刻表层流速为 0.37~0.39m/s，工程后表层流速变化量为 -0.05~-0.02m/s；工程后表层流向基本不变，各代表点表层流向变化量均不超过 7°。采砂区附近 7~20 号代表点表层涨急时刻流速为 0.35~0.41m/s，工程后表层流速为 0.35~0.41m/s，表层流速变化量为 -0.01~0.01m/s；该区域表层流向变化不明显，流向最大变化量为 2°。

采砂区所在区域 1~6 号代表点的涨落急底层流速和流向出现不同程度的变化，采砂区范围内各代表点涨急底层流速出现不同程度减缓，1~6 号代表点涨急时刻底层流速为 0.29~0.31m/s，工程后底层流速变化量为 -0.04~0.00m/s；工程后底层流向基本不变，各代表点底层流向变化量均不超过 7°。采砂区附近 7~20 号代表点底层涨急时刻流速为 0.28~0.32m/s，工程后底层流速为 0.28~0.32m/s，底层流速变化量为 -0.01~0.01m/s；该区域底层流向变化不明显，流向最大变化量为 2°。

采砂区范围内各代表点落急流速出现不同程度减缓，1~6 号代表点落急时刻表层流速均为 0.32m/s，工程后表层流速变化量为 -0.04~-0.03m/s；工程后表层流向基本不变，各代表点表层流向变化量均不超过 6°。采砂区附近 7~20 号代表点落急时刻表层流速为 0.31~0.35m/s，工程后表层流速为 0.31~0.35m/s，表层流速变化量为 -0.01~0.01m/s；该区域表层流向变化不明显，流向最大变化量为 2°。

采砂区范围内各代表点落急流速出现不同程度减缓，1~6 号代表点落急时刻

底层流速均为 0.24m/s，工程后底层流速变化量为-0.03~-0.02m/s；工程后底层流向基本不变，各代表点底层流向变化量均不超过 6°。采砂区附近 7~20 号代表点落急时刻底层流速为 0.23~0.26m/s，工程后底层流速为 0.23~0.26m/s，底层流速变化量为-0.01~0.01m/s；该区域底层流向变化不明显，流向最大变化量为 3°。

综上所述，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。

表 4.1.1-1a 工程前后各代表点涨急流速流向变化（表层）

| 代表点 | 流速 (m/s) | | | 流向 (°) | | |
|-----|----------|------|-------|--------|-----|-----|
| | 工程前 | 工程后 | 变化值 | 工程前 | 工程后 | 变化值 |
| 1 | 0.37 | 0.32 | -0.05 | 27 | 34 | 7 |
| 2 | 0.38 | 0.33 | -0.05 | 26 | 31 | 5 |
| 3 | 0.39 | 0.35 | -0.04 | 26 | 29 | 2 |
| 4 | 0.39 | 0.37 | -0.02 | 26 | 25 | -1 |
| 5 | 0.38 | 0.33 | -0.05 | 26 | 27 | 1 |
| 6 | 0.38 | 0.34 | -0.04 | 26 | 28 | 2 |
| 7 | 0.37 | 0.37 | 0.00 | 28 | 29 | 1 |
| 8 | 0.38 | 0.37 | -0.01 | 27 | 27 | 0 |
| 9 | 0.40 | 0.40 | -0.01 | 27 | 25 | -2 |
| 10 | 0.40 | 0.41 | 0.01 | 26 | 26 | 0 |
| 11 | 0.40 | 0.39 | -0.01 | 26 | 27 | 2 |
| 12 | 0.38 | 0.38 | -0.01 | 26 | 25 | -1 |
| 13 | 0.37 | 0.38 | 0.01 | 26 | 25 | -1 |
| 14 | 0.37 | 0.37 | 0.01 | 27 | 28 | 1 |
| 15 | 0.41 | 0.40 | 0.00 | 26 | 26 | 0 |
| 16 | 0.40 | 0.39 | 0.00 | 24 | 23 | -1 |
| 17 | 0.41 | 0.41 | 0.00 | 26 | 27 | 1 |
| 18 | 0.39 | 0.38 | 0.00 | 24 | 24 | 0 |
| 19 | 0.37 | 0.37 | 0.00 | 25 | 25 | 0 |
| 20 | 0.35 | 0.35 | 0.00 | 28 | 29 | 0 |

表 4.1.1-1b 工程前后各代表点涨急流速流向变化（底层）

| 代表点 | 流速 (m/s) | | | 流向 (°) | | |
|-----|----------|------|-------|--------|-----|-----|
| | 工程前 | 工程后 | 变化值 | 工程前 | 工程后 | 变化值 |
| 1 | 0.29 | 0.25 | -0.04 | 26 | 33 | 7 |
| 2 | 0.30 | 0.26 | -0.04 | 25 | 30 | 5 |
| 3 | 0.30 | 0.28 | -0.02 | 25 | 28 | 2 |
| 4 | 0.31 | 0.30 | 0.00 | 25 | 24 | -1 |
| 5 | 0.30 | 0.26 | -0.04 | 25 | 26 | 1 |
| 6 | 0.30 | 0.26 | -0.04 | 25 | 27 | 2 |

| | | | | | | |
|----|------|------|-------|----|----|----|
| 7 | 0.29 | 0.29 | 0.00 | 27 | 28 | 1 |
| 8 | 0.30 | 0.29 | -0.01 | 26 | 26 | 0 |
| 9 | 0.31 | 0.31 | 0.00 | 26 | 24 | -2 |
| 10 | 0.31 | 0.32 | 0.01 | 26 | 25 | 0 |
| 11 | 0.31 | 0.31 | 0.00 | 25 | 27 | 2 |
| 12 | 0.30 | 0.29 | -0.01 | 25 | 24 | -1 |
| 13 | 0.29 | 0.30 | 0.01 | 25 | 24 | -1 |
| 14 | 0.29 | 0.29 | 0.00 | 26 | 27 | 1 |
| 15 | 0.32 | 0.31 | 0.00 | 25 | 25 | 0 |
| 16 | 0.31 | 0.31 | 0.00 | 23 | 22 | -1 |
| 17 | 0.32 | 0.32 | 0.00 | 26 | 26 | 1 |
| 18 | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 24 | 24 | 0 |
| 19 | 0.29 | 0.29 | 0.00 | 25 | 24 | 0 |
| 20 | 0.28 | 0.28 | 0.00 | 27 | 28 | 0 |

表 4.1.1-2a 工程前后各代表点落急流速流向变化（表层）

| 代表点 | 流速 (m/s) | | | 流向 (°) | | |
|-----|----------|------|-------|--------|-----|-----|
| | 工程前 | 工程后 | 变化值 | 工程前 | 工程后 | 变化值 |
| 1 | 0.32 | 0.29 | -0.03 | 218 | 223 | 6 |
| 2 | 0.32 | 0.29 | -0.03 | 218 | 222 | 3 |
| 3 | 0.32 | 0.29 | -0.03 | 219 | 221 | 2 |
| 4 | 0.32 | 0.30 | -0.02 | 219 | 218 | -2 |
| 5 | 0.32 | 0.29 | -0.03 | 220 | 221 | 1 |
| 6 | 0.32 | 0.28 | -0.04 | 219 | 221 | 1 |
| 7 | 0.33 | 0.33 | 0.00 | 216 | 216 | 0 |
| 8 | 0.32 | 0.32 | -0.01 | 216 | 217 | 0 |
| 9 | 0.33 | 0.32 | 0.00 | 218 | 216 | -1 |
| 10 | 0.32 | 0.32 | 0.00 | 219 | 218 | -1 |
| 11 | 0.32 | 0.32 | 0.00 | 221 | 223 | 2 |
| 12 | 0.32 | 0.31 | -0.01 | 221 | 221 | 0 |
| 13 | 0.32 | 0.32 | 0.00 | 219 | 217 | -2 |
| 14 | 0.33 | 0.33 | 0.01 | 218 | 218 | 0 |
| 15 | 0.35 | 0.35 | 0.00 | 211 | 211 | 0 |
| 16 | 0.31 | 0.31 | 0.00 | 213 | 213 | 0 |
| 17 | 0.32 | 0.32 | 0.00 | 223 | 223 | 1 |
| 18 | 0.33 | 0.32 | 0.00 | 222 | 222 | 0 |
| 19 | 0.33 | 0.33 | 0.00 | 219 | 219 | -1 |
| 20 | 0.34 | 0.34 | 0.00 | 218 | 218 | 0 |

表 4.1.1-2b 工程前后各代表点落急流速流向变化（底层）

| 代表点 | 流速 (m/s) | | | 流向 (°) | | |
|-----|----------|------|-------|--------|-----|-----|
| | 工程前 | 工程后 | 变化值 | 工程前 | 工程后 | 变化值 |
| 1 | 0.24 | 0.22 | -0.02 | 216 | 222 | 6 |
| 2 | 0.24 | 0.22 | -0.02 | 217 | 221 | 3 |
| 3 | 0.24 | 0.22 | -0.02 | 218 | 219 | 2 |

| | | | | | | |
|----|------|------|-------|-----|-----|----|
| 4 | 0.24 | 0.22 | -0.02 | 218 | 216 | -2 |
| 5 | 0.24 | 0.21 | -0.03 | 218 | 219 | 1 |
| 6 | 0.24 | 0.21 | -0.03 | 218 | 219 | 1 |
| 7 | 0.25 | 0.25 | 0.00 | 215 | 215 | 0 |
| 8 | 0.24 | 0.24 | -0.01 | 215 | 216 | 1 |
| 9 | 0.25 | 0.24 | 0.00 | 216 | 215 | -1 |
| 10 | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 217 | 217 | -1 |
| 11 | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 219 | 222 | 3 |
| 12 | 0.24 | 0.23 | -0.01 | 220 | 219 | -1 |
| 13 | 0.24 | 0.25 | 0.01 | 218 | 216 | -2 |
| 14 | 0.25 | 0.25 | 0.01 | 217 | 217 | 0 |
| 15 | 0.26 | 0.26 | 0.00 | 210 | 211 | 0 |
| 16 | 0.23 | 0.23 | 0.00 | 212 | 211 | -1 |
| 17 | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 221 | 222 | 1 |
| 18 | 0.24 | 0.24 | 0.00 | 221 | 221 | 0 |
| 19 | 0.25 | 0.25 | 0.00 | 218 | 217 | -1 |
| 20 | 0.25 | 0.25 | 0.00 | 217 | 217 | 0 |

4.1.2 波浪动力环境影响分析

为了研究本项目实施对附近海域波浪动力环境的影响，本报告对实施前后项目附近海域的波浪变化情况进行对比分析。在工程周边海域选取 20 个代表点分别对比实施前后 50 年一遇 S 向和 SW 向波浪变化情况，数模分析过程略，结果如下：

预测结果表明，采砂区所在区域 1~6 号代表点 50 年一遇 S 向波浪的出现不同程度的变化，采砂区范围内各代表点波浪波高出现不同程度抬升，1~6 号代表点波高为 6.29~6.39m，工程后波高变化量为 0.05~-0.22m；工程后波向基本不变，各代表点波向变化量均不超过 2°。采砂区附近 7~20 号代表点波高为 6.02~6.53m，工程后波高为 6.01~6.54m，波高变化量为-0.19~0.08m；该区域波向变化不明显，波向最大变化量为 1°。

采砂区所在区域 1~6 号代表点 50 年一遇 SW 向波浪的出现不同程度的变化，采砂区范围内各代表点波浪波高出现不同程度抬升，1~6 号代表点波高为 4.43~4.59m，工程后波高变化量为 0.08~-0.16m；工程后波向基本不变，各代表点波向变化量均不超过 2°。采砂区附近 7~20 号代表点波高为 3.76~4.84m，工程后波高为 3.76~4.85m，波高变化量为-0.13~0.13m；该区域波向变化不明显，波向最大变化量为 2°。

综上所述，工程实施后采砂区水深增加，该区域波高出现一定程度增加，波向变化不明显，采砂区周边波浪动力变化不大，可见工程实施对波浪动力影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

表 4.1.2-1 采砂前后各代表点 50 年一遇 S 向波高波向变化

| 代表点 | 波高 (m) | | | 波向 (°) | | |
|-----|--------|------|-------|--------|-----|-----|
| | 工程前 | 工程后 | 变化值 | 工程前 | 工程后 | 变化值 |
| 1 | 6.34 | 6.56 | 0.22 | 178 | 177 | 0 |
| 2 | 6.37 | 6.55 | 0.19 | 177 | 178 | 0 |
| 3 | 6.34 | 6.45 | 0.11 | 177 | 179 | 1 |
| 4 | 6.29 | 6.34 | 0.05 | 177 | 180 | 2 |
| 5 | 6.38 | 6.51 | 0.13 | 178 | 179 | 2 |
| 6 | 6.39 | 6.52 | 0.13 | 178 | 179 | 1 |
| 7 | 6.32 | 6.32 | 0.01 | 177 | 177 | 0 |
| 8 | 6.29 | 6.33 | 0.04 | 177 | 176 | -1 |
| 9 | 6.30 | 6.21 | -0.09 | 178 | 177 | -1 |
| 10 | 6.20 | 6.01 | -0.19 | 178 | 177 | -1 |
| 11 | 6.39 | 6.47 | 0.08 | 179 | 180 | 1 |
| 12 | 6.53 | 6.54 | 0.01 | 179 | 179 | 0 |
| 13 | 6.46 | 6.46 | 0.00 | 178 | 178 | 0 |
| 14 | 6.40 | 6.41 | 0.01 | 178 | 178 | 0 |
| 15 | 6.02 | 6.06 | 0.04 | 174 | 174 | -1 |
| 16 | 6.04 | 6.01 | -0.02 | 175 | 175 | 0 |
| 17 | 6.39 | 6.46 | 0.06 | 178 | 179 | 1 |
| 18 | 6.53 | 6.53 | 0.01 | 179 | 179 | 0 |
| 19 | 6.50 | 6.50 | 0.00 | 179 | 179 | 0 |
| 20 | 6.42 | 6.43 | 0.01 | 177 | 177 | 0 |

表 4.1.2-2 采砂前后各代表点 50 年一遇 SW 向波高波向变化

| 代表点 | 波高 (m) | | | 波向 (°) | | |
|-----|--------|------|-------|--------|-----|-----|
| | 工程前 | 工程后 | 变化值 | 工程前 | 工程后 | 变化值 |
| 1 | 4.43 | 4.57 | 0.14 | 208 | 210 | 1 |
| 2 | 4.48 | 4.63 | 0.15 | 209 | 210 | 1 |
| 3 | 4.48 | 4.61 | 0.12 | 209 | 210 | 1 |
| 4 | 4.45 | 4.53 | 0.08 | 209 | 210 | 0 |
| 5 | 4.58 | 4.68 | 0.11 | 210 | 212 | 2 |
| 6 | 4.59 | 4.75 | 0.16 | 210 | 212 | 2 |
| 7 | 4.11 | 4.11 | 0.00 | 206 | 206 | 0 |
| 8 | 4.26 | 4.30 | 0.03 | 207 | 206 | -1 |
| 9 | 4.29 | 4.27 | -0.02 | 207 | 206 | -1 |
| 10 | 4.25 | 4.12 | -0.13 | 208 | 207 | 0 |
| 11 | 4.59 | 4.72 | 0.13 | 211 | 213 | 2 |
| 12 | 4.71 | 4.73 | 0.01 | 212 | 212 | 0 |

| | | | | | | |
|----|------|------|------|-----|-----|----|
| 13 | 4.69 | 4.69 | 0.00 | 211 | 211 | 0 |
| 14 | 4.51 | 4.51 | 0.00 | 210 | 210 | 0 |
| 15 | 3.76 | 3.76 | 0.00 | 202 | 202 | 0 |
| 16 | 3.85 | 3.88 | 0.04 | 202 | 201 | -1 |
| 17 | 4.64 | 4.78 | 0.14 | 211 | 213 | 2 |
| 18 | 4.84 | 4.85 | 0.01 | 212 | 213 | 0 |
| 19 | 4.75 | 4.75 | 0.00 | 212 | 212 | 0 |
| 20 | 4.36 | 4.36 | 0.00 | 209 | 209 | 0 |

4.1.3 冲淤环境影响分析

4.1.3.1 冲淤变化分析

工程建设后对工程所在区域和周边冲淤强度的计算采用的经验公式略。

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，工程后的冲淤分布图略。预测结果表明，在采砂实施后采砂区范围内水深增加，潮流动力减弱，采砂后出现一定程度淤积，上述区域淤积最大速度出现在采砂区南部水域，最大淤积速度为 0.08m/a；采砂区 NE 角和 SW 角区域项目实施后潮流动力增强，该区域出现轻微冲刷情况，最大冲刷速度出现在采砂区 NE 角区域，大部分区域冲刷速率不超过 0.06m/a。

4.1.3.2 骤淤计算分析

实测结果表明，经过采砂区附近海域最大台风最大风速达 52m/s。本报告计算在上述风况作用 5 天下产生的骤淤。骤淤计算公式略，极端天气条件下采砂区底沙、浮泥和悬沙的淤积量计算公式略。根据公式，在极端条件（52m/s 的风速）下，计算得到工程后采砂区骤淤厚度约为 0.13m。

4.1.4 水质环境影响分析

4.1.4.1 施工悬浮物扩散影响分析

本项目采用三维泥沙模型预测施工期对水质环境的影响。数模分析过程略，结果如下：

悬浮泥沙预测结果表明，悬浮泥沙主要随涨落潮流向采砂区附近海域扩散，扩散方向为 NE~SW 向，表层、中层和底层 10mg/L 包络线向 NE 扩散最远距离

分别为 5.85km、6.51km、7.20km，向 SW 扩散最远距离分别为 5.41km、6.25km、6.84km。采砂施工导致的表层、中层和底层超第一、二类海水水质的海域面积分别为 27.32km²、55.30km² 和 73.21km²；超第三类海水水质的海域面积分别为 0km²、0km² 和 26.37km²。由此可见，采砂施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响，这种影响主要在采砂过程出现，一旦施工完毕，工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。

表 4.1.4-1 采砂施工引起的悬浮泥沙增量面积

| 悬浮泥沙浓度增量 | >10mg/L | >20mg/L | >50mg/L | >100mg/L |
|----------------------------|---------|---------|---------|----------|
| 表层包络线面积 (km ²) | 27.32 | 41.57 | — | — |
| 中层包络线面积 (km ²) | 55.30 | 40.89 | 20.38 | — |
| 底层包络线面积 (km ²) | 73.21 | 59.33 | 39.65 | 26.73 |
| 平均包络线面积 (km ²) | 51.94 | 47.26 | 20.01 | 8.91 |

4.1.4.2 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拟经船舶生活污水收集设施收集上岸，后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。

4.1.4.3 运营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 沉积物环境影响分析

(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，并将随水流、波浪向周围海域扩散、沉降。

根据施工方式和数值模拟结果，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（ $>10\text{mg/L}$ ）的平均包络线面积为 51.94km^2 ；超第三类海水水质（ $>100\text{mg/L}$ ）的平均包络线面积为 8.91km^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

4.2.1 对底栖生物的影响分析

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。

4.2.2 对浮游生物的影响分析

4.2.2.1 对浮游植物的影响分析

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。

4.2.2.2 对浮游动物的影响分析

采砂作业过程引起施工海域的局部水体混浊，造成阳光的透射率下降，从而使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，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（ $>10\text{mg/L}$ ）的平均包络线面积为 51.94km^2 ；超第三类海水水质（ $>100\text{mg/L}$ ）的平均包络线面积为 8.91km^2 。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。因此采砂过程对浮游动物的影响是有限的。

4.2.3 对渔业资源的影响分析

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，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对于骤变的环境，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，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（ $>10\text{mg/L}$ ）的平均包络线面积为 51.94km^2 ；超第三类海水水质（ $>100\text{mg/L}$ ）的平均包络线面积为 8.91km^2 。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 对自然保护区的影响分析

本项目周边海域的自然保护区有揭阳市龙虾市级自然保护区 [REDACTED]、揭阳市神泉渔业市级自然保护区 [REDACTED]、揭阳市海龟、鲎市级自然保护区 [REDACTED]、汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区 [REDACTED]、田心湾南方鲎自然保护区 [REDACTED]。

根据水动力、冲淤环境分析结论可知，本工程采砂对工程周边海域的影响主要局限在采砂区及其邻近周边海域，对大范围海域的水动力、冲淤环境基本不会造成影响。因此，本项目采砂后对一定距离外的自然保护区水文动力和冲淤环境影响较小。

此外，悬浮泥沙预测结果表明，悬浮泥沙主要随涨落潮流向采砂区附近海域扩散，扩散方向为 NE~SW 向，表层、中层和底层 10mg/L 包络线向 NE 扩散最远距离分别为 5.85km、6.51km、7.20km，向 SW 扩散最远距离分别为 5.41km、6.25km、6.84km。采砂施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响，这种影响主要在采砂过程出现，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。根据项目施工悬沙增量包络线与周边自然保护区叠加图（图 4.2.4-1），本工程采砂引起的悬浮物不会扩散到上述自然保护区，因此，项目采砂施工基本不会对周边自然保护区造成影响。

图 4.2.4-1 项目施工悬沙增量包络线与周边自然保护区叠加图

4.2.5 对“三场一通道”的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水

域图（第一批），本工程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，不位于南海区幼鱼、幼虾保护区。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目采砂产生的悬浮泥沙扩散将造成采砂区及周边海域水质混浊，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保护区中幼鱼幼虾的生存环境造成一定的影响，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，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的影响降至最低。

4.2.6 对珍稀海洋生物的影响分析

项目周边海域的珍稀海洋生物有鲨、龙虾、海龟、中华白海豚等，根据 2021 年 4 月海洋生态调查结果，项目所在海域均未发现鲨、龙虾、海龟及中华白海豚。本项目采砂作业过程中产生的污水和固体废物均拟收集上岸处理，不排放入海。项目采砂作业对鲨、龙虾、海龟、中华白海豚等的影响主要是施工期悬沙扩散导致环境变化的间接影响以及船舶采砂作业产生的水下噪声直接影响。

由图 4.2.4-1，本工程采砂引起的悬浮物均不会扩散到鲨、龙虾、海龟、中华白海豚等自然保护区，且随着采砂施工完毕，工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。本海域的珍稀海洋生物均是具有运动性的生物，海砂开采时产生的噪声将影响工程附近海域海洋生物的生存环境，游泳生物被驱散，但待施工结束，噪声平静后，这些海洋生物便会重新进入工程附近海域。因此，项目采砂施工不会对鲨、龙虾、海龟、中华白海豚等产生明显不利影响。

本项目施工期应制定严格的生态保护对策措施，尽量减少对珍稀海洋生物产生不利影响。

4.2.7 运营期生态影响分析

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、沉积物环境产生影响，不存在运营期用海对水质、沉积物环境的影响，亦不会对海

洋生态环境产生影响。

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。本项目采砂区占用海域空间资源 221.9970 公顷，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

本采砂区位于揭阳惠来县靖海镇 [REDACTED] 海域，采砂区面积约为 221.9970 公顷，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惠来县靖海镇东侧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。

4.3.3 对海洋生物资源的影响

4.3.3.1 底栖生物资源损耗分析

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。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），海床底土坍塌覆盖，彻底破坏底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里为底栖生

物资源受损量。

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/）。在此为底栖生物密度。

S_i —第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。在此为海砂开采面积。

根据 2021 年春季生态调查中，采砂区附近 JYJS09、JYJS10、JYJS13 站位平均底栖生物量密度为 27.96g/m²。采砂区面积约为 221.9970 公顷，则本次采砂活动引起的底栖生物直接损失量为：

$$27.96 \times 10^{-6} \times 221.997 \times 10^4 = 62.07t$$

大部分底栖生物的生长较缓慢，开采区被抽沙作业后沉积物环境受到破坏，其生态环境的恢复需要较长时间，可能在几年内，开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。在采砂行为结束后底栖生物才能得到逐渐恢复。

4.3.3.2 渔业资源损耗分析

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：

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

式中：

M_i ——为第 i 种生物资源累计损害量，尾、个或千克（kg）；

W_i ——为第 i 种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）；

T ——为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} ——为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，尾/km² 或个/km² 或千克（kg）/km²；

S_i ——为某一污染物第 j 类浓度增量区面积, km^2 ;

K_{ij} ——为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率, %;

n ——为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下:

根据水质环境影响预测, 项目施工期悬沙扩散 $>10\text{mg/L}$ 悬浮泥沙扩散平均包络线面积为 51.94km^2 , $>20\text{mg/L}$ 悬浮泥沙扩散平均包络线面积为 47.26km^2 , $>50\text{mg/L}$ 悬浮泥沙扩散平均包络线面积为 20.01km^2 , $>100\text{mg/L}$ 悬浮泥沙扩散平均包络线面积为 8.91km^2 。

表 4.3.3-1 本工程悬浮物对各类生物损失率参数 (参照《规程》相关规定)

| 悬沙增值浓度 (mg/L) | 污染物 i 的 超标倍数 (B_i) | 底层扩散面积 (km^2) | 各类生物损失率 (%) | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------|----|----------|----------|
| | | | 鱼卵和 仔稚鱼 | 成体 | 浮游 动物 | 浮游植 物 |
| 10~20 | $B_i \leq 1$ 倍 | 4.68 | 5 | 1 | 5 | 5 |
| 20~50 | $1 < B_i \leq 4$ 倍 | 27.25 | 10 | 5 | 10 | 10 |
| 50~100 | $4 < B_i \leq 9$ 倍 | 11.1 | 30 | 15 | 30 | 30 |
| >100 | $B_i \geq 9$ 倍 | 8.91 | 50 | 40 | 50 | 50 |

注: 1.本表列出污染物 i 的超标倍数 (B_i), 指超《渔业水质标准》或超 II 类《海水水质标准》的倍数, 对标准中未列的污染物, 可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定; 当多种污染物同时存在, 以超标准倍数最大的污染物为评价依据。
2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡, 以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类, 毒性试验数据作相应调整。
4.本表对 pH、溶解氧参数不适用。

根据项目采砂进度计划, 本项目每年采砂时间约 215 天, 则污染物浓度增量影响的持续周期数为 14.3 (15 天为 1 个周期), 根据实测水深地形资料, 本项目采砂区平均水深约为 30m。

根据 2021 年春季项目附近海洋环境现状调查资料, 选取采砂区附近站位 JYJS09、JYJS10、JYJS13 站位游泳生物、鱼卵、仔稚鱼平均生物资源密度分别为: $961.488\text{kg}/\text{km}^2$ 、 0.2104 粒/ m^3 、 0.0204 尾/ m^3 。则计算得:

$$\begin{aligned} \text{游泳生物损失量} &= (961.488 \times 4.68 \times 1\% \times 14.3 \\ &\quad + 961.488 \times 27.25 \times 5\% \times 14.3 \\ &\quad + 961.488 \times 11.1 \times 15\% \times 14.3 \end{aligned}$$

$$+961.488 \times 8.91 \times 40\% \times 14.3) \times 10^{-3} = 91.27t$$

$$\text{鱼卵损失量} = 0.2104 \times 4.68 \times 10^6 \times 30 \times 5\% \times 14.3$$

$$+0.2104 \times 27.25 \times 10^6 \times 30 \times 10\% \times 14.3$$

$$+0.2104 \times 11.1 \times 10^6 \times 30 \times 30\% \times 14.3$$

$$+0.2104 \times 8.91 \times 10^6 \times 30 \times 50\% \times 14.3 = 9.70 \times 10^8 \text{ 粒}$$

$$\text{仔鱼损失量} = 0.0204 \times 4.68 \times 10^6 \times 30 \times 5\% \times 14.3$$

$$+0.0204 \times 27.25 \times 10^6 \times 30 \times 10\% \times 14.3$$

$$+0.0204 \times 11.1 \times 10^6 \times 30 \times 30\% \times 14.3$$

$$+0.0204 \times 8.91 \times 10^6 \times 30 \times 50\% \times 14.3 = 9.40 \times 10^7 \text{ 尾}$$

因此，项目施工共造成游泳生物 91.27t、鱼卵 9.70×10^8 粒、仔鱼 9.40×10^7 尾受损。

4.3.3.3 生物资源损失总量

根据以上计算结果，本项目建设引起的直接海洋生物资源的损失量以及项目施工期悬浮物扩散引起的海洋生物资源的直接损失量见表 4.3.3-2。

本项目采砂区施工及施工期悬浮物扩散导致的海洋生物资源累计损失量按 3 年计，工程建设造成的生物资源损失总量见表 4.3.3-2。

表 4.3.3-2 生物资源损失计算

| 影响因素 | 影响对象 | 影响面积 | 直接损失量 | 累计年限 | 累计损失量 |
|----------------------|------|-----------------------|----------------------|------|----------------------|
| 采砂区施工 | 底栖生物 | 221.997m ² | 62.07t | 3 年 | 186.21t |
| 施工期悬浮物扩散影响 (>10mg/L) | 游泳生物 | 见表 4.3.3-1 | 91.27t | | 273.81t |
| | 鱼卵 | | 9.70×10^8 粒 | | 2.91×10^9 粒 |
| | 仔稚鱼 | | 9.40×10^7 尾 | | 2.82×10^8 尾 |

4.4 项目用海风险分析

4.4.1 项目用海风险识别

本项目采砂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。

4.4.1.1 自然灾害风险

自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋、风暴潮、地震等自然灾害所产生的。

本工程区域是受热带气旋影响较为频繁的地区之一，台风风暴潮灾害常有发生，风暴潮是热带气旋强烈的向岸风使海水大量在海岸堆积，造成潮水位变化的一种潮汐现象。

台风是强烈的热带气旋，是发生在热带海洋上的中心附近最大风力达到 12 级以上的暖性低压强烈天气系统。台风的破坏力主要由强风、暴雨和风暴潮三个因素引起。

(1) 强风台风是一个巨大的能量库，其风速都在 17m/s 以上，甚至在 60m/s 以上。据测，当风力达到 12 级时，垂直于风向平面上每平方米风压可达 230 公斤。根据 CMA-STI 热带气旋最佳路径数据集，以汕尾至福建沿海为研究区域，1949~2017 年间共有 106 个热带气旋中心该区域。上述 106 个热带气旋样本涵盖了从热带低压到超强台风的全部强度等级，年平均为 1.54 个；最多的如 1952、1960、1980、1999 年有 4 个热带气旋进入该区域；无热带气旋进入该区域的年份有 8 年。在这 106 个热带气旋样本中，最终在研究区域内登陆的热带气旋有 61 个，占总数的 57.6%。

(2) 风暴潮就是当台风移向陆地时，由于台风的强风和低气压的作用，使海水向海岸方向强力堆积，潮位猛涨，水浪排山倒海般向海岸压去。强台风的风暴潮能使沿海水位上升 5m~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。

(3) 采砂区按地震活动划分，属于东南沿海地震带。地震主要是发生在断裂构造带的交汇及拐弯部位。通过揭阳市的断裂构造主要有北东向的泉州~汕头断裂带、莲花山断裂带和北西向的汕头~兴宁断裂带、榕江断裂带等，榕江三角洲是地震极易发生地区。1992~2004 年的 13 年间，揭阳市境内发生有感地震 6

次。即 1994 年 9 月，台湾海峡（23.0°N，118.5°E）发生 7.3 级地震，波及勘察区。1995 年 8 月，梅州市五华县 4.2 级震群及 11 月丰顺县 4.7 级震群。1997 年 5 月，揭阳市龙潭镇（23.5°N，115.9°E）发生 3.8 级地震；同月，大南山华侨管理区发生 3.2 级地震。1999 年 9 月，台湾省南投县（23.7°N，121.1°E）发生 7.6 级地震。2000 年 9 月，揭东县砲台镇（23.4°N，116.53°E）发生 3.3 级地震。此外，2016 年 10 月 25 日，勘察区东南侧（22.98°N，116.65°E）发生 3.3 级地震，震源深度 21 公里，宏观震中烈度 4.4。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），工程区近岸地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反映谱特征周期为 0.40s，相应地震基本烈度为 VIII 度，设计地震分组为第二组。

4.4.1.2 船舶溢油事故风险

溢油模型计算过程略，结果如下：

根据工程分析，采砂施工拟采用 6 艘 1000m³/h 的采砂船和 16 艘 3000m³~5000m³ 的皮带船，按 5000m³ 的皮带船进行溢油预测，根据世界各国通用的船舶统计单位，每吨相当于 2.83 立方米的容积，则船舶吨位约为 1800t。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）》，非油轮船舶燃油量最大携带量可用船舶总吨位推算，根据船型的不同，一般取船舶总吨的 8~12%。本项目皮带船总吨位约为 1800t，非油轮船舶一般设有 10 个左右油舱，燃油量最大携带量取船舶总吨的 10%。考虑燃油泄露量取一个油舱的油量，则溢油量约为 18t。施工船只发生事故为单油仓泄露，溢油点位于采砂区。根据导则要求，溢油风险考虑夏季主导风平均风速、秋季主导风平均风速和不利风向不利风速等工况，结合工程所在位置及敏感保护目标分布情况，选取最不利风向为 NW，结合工程当地气象条件，考虑大潮涨潮和落潮情况，溢油风险预测工况见表 4.4.1-1，预测时间为 72 小时。

图 4.4.1-1 溢油位置图

表 4.4.1-1 溢油预测工况

| 工况 | 溢油量 (t) | 风向 | 风速 (m/s) | 潮型 |
|----|---------|-----------|----------|----|
| 1 | 18 | NE(冬季主导风) | 2.7 | 涨潮 |
| 2 | | | | 落潮 |

| | | | | |
|---|--|------------|------|----|
| 3 | | SW(夏季主导风) | 2.7 | 涨潮 |
| 4 | | | | 落潮 |
| 5 | | NEE (不利风向) | 13.8 | 涨潮 |
| 6 | | | | 落潮 |

3、溢油预测结果

(1) 总体影响分析

溢油预测结果表明，施工船舶发生溢油事故后，油膜主要随涨落潮流向采砂区附近海域扩散。在冬季主导风（NE 向风，2.7m/s）条件下，受涨潮潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐向岸边迁移，溢油发生 24 小时、48 小时和 72 小时油膜扫海面积分别为 10.12km²、29.97km²和 51.19km²；受落潮潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐迁移往采砂区 SW 角，溢油发生 24 小时、48 小时和 72 小时油膜扫海面积分别为 14.85km²、38.36km²和 65.20km²。在夏季主导风（SW 向风，2.7m/s）条件下，受涨潮潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，溢油发生 24 小时、48 小时和 72 小时油膜扫海面积分别为 9.59km²、22.04km²和 36.91km²；受落潮潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐迁移往岸边迁移，溢油发生 24 小时、48 小时和 72 小时油膜扫海面积分别为 8.30km²、22.63km²和 36.51km²。在不利风（NEE 向风，13.8m/s）条件下，受涨潮潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐迁移靠岸并沿岸线往 SW 向迁移，溢油发生 24 小时、48 小时和 72 小时油膜扫海面积分别为 20.11km²、20.53km²和 31.86km²；受落潮潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐迁移靠岸并沿岸线往 SWW 向迁移，溢油发生 24 小时、48 小时和 72 小时油膜扫海面积分别为 16.65km²、65.10km²和 115.63km²。

表 4.4.1-2a 冬季主导风作用下各计算工况溢油扫海面积统计

| 溢油时间 (h) | 扫海面积 (km ²) | |
|----------|-------------------------|--------------------|
| | 涨潮 (NE 向风, 2.7m/s) | 落潮 (NE 向风, 2.7m/s) |
| 6 | 1.40 | 1.33 |
| 12 | 4.12 | 6.07 |
| 24 | 10.12 | 14.85 |
| 48 | 29.97 | 38.36 |
| 72 | 51.19 | 65.20 |

表 4.4.1-2b 夏季主导风作用下各计算工况溢油扫海面积统计

| 溢油时间 (h) | 扫海面积 (km ²) | |
|----------|-------------------------|--------------------|
| | 涨潮 (SW 向风, 2.7m/s) | 落潮 (SW 向风, 2.7m/s) |
| 6 | 0.89 | 0.93 |
| 12 | 2.60 | 3.00 |
| 24 | 9.59 | 8.30 |
| 48 | 22.04 | 22.63 |
| 72 | 36.91 | 36.51 |

表 4.4.1-2c 不利风作用下各计算工况溢油扫海面积统计

| 溢油时间 (h) | 扫海面积 (km ²) | |
|----------|-------------------------|----------------------|
| | 涨潮 (NEE 向风, 13.8m/s) | 落潮 (NEE 向风, 13.8m/s) |
| 6 | 4.13 | 3.76 |
| 12 | 16.44 | 13.15 |
| 24 | 20.11 | 16.65 |
| 48 | 20.53 | 65.10 |
| 72 | 31.86 | 115.63 |

4.4.2 项目用海风险对所在海域资源环境的影响

4.4.2.1 对资源环境的影响

船舶发生溢油事故时，石油类在水体内发生扩展，难以依靠水体短时间内自净降解，致使水体内石油含量超标。在油膜覆盖下，影响水-气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。溢油污染能引起水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，造成渔业资源的损失。此外，事故溢出的燃料油如积累在近岸的浅海、滩涂，同时可能通过水闸进入河道，可能对项目附近岸线生态环境造成严重影响。因此，本项目应当采取适当的措施，确保事故发生时油膜的影响降低到最小的程度。

1、事故溢油发生对环境的影响

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加。

据有关资料及室内的模拟实验表明，油膜由分散作用和乳化作用而引起的海水上层海水中油类浓度增加值可超过 0.10mg/L 的第二类海水水质标准。在近岸水域，由于粘附在岩石沙滩上油在波浪的往复作用，水质中油类浓度将大大增加，将超过 0.50mg/L 的第三类海水水质标准。

同时，溢油后，油的重组分可自行沉积，或粘附在海区悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面，从而对底质造成影响。

2、事故溢油对水生生态的影响

国内外许多的研究表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡。低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有差异。

(1) 对鱼类的急性毒性测试

根据近年来对几种不同的长江鱼类仔鱼的毒性试验结果表明，石油类对鲤鱼仔鱼 96hLC50 值为 0.5~3.0mg/L，因此污染带瞬时高浓度排放（即事故性排放）可导致急性中毒死鱼事故。

(2) 石油类在鱼体内的蓄积残留分析

污染因子石油类在鱼体中的积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质的变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭，从而影响其食用价值。以 20 号燃料油为例，当石油类浓度为 0.01mg/L 时，7 天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味，30 天内会使绝大多数鱼类产生异味。

(3) 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10.0mg/L 一般为 1.0~3.6mg/L，对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

(4) 对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为 0.1~15mg/L，而且通过不同浓度的石油类环境对桡足类幼体的影响实验表明，永久性终生性浮游动物幼体的敏感性大于阶段性临时性的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

根据所述，石油类对水生生物产生中毒影响的浓度阈值普遍较低，因此项目

营运期一旦发生溢油污染，将会造成污染水域内鱼类急性中毒和鱼的致突变性等，对浮游植物和动物也会产生一定的中毒影响，严重的影响将会造成部分鱼类、水生动植物中毒死亡事故。

3、溢油对渔业资源的影响分析

油污染海洋水环境给渔业带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成捕捞渔获量的直接减产，其次表现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，导致了市场价格下降。另外，溢油发生的时间和位置不同，渔业损失相当悬殊。如果油污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。

4、事故溢油对岸线的影响分析

溢油发生后，一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下，浮上岸边，便会堆积在高潮线附近，粘附在岸边岩土表面，渗入上层的砂子里，这将对岸线生态环境造成严重影响。

4.4.2.2 对敏感目标的影响

结合工程附近敏感点分布情况，分析不同风险工况下对各敏感点的影响，本项目敏感点分布情况见表 4.4.2-1 和图 4.4.2-1。溢油事故对各敏感保护目标的影响如表 4.4.2-2~4.4.2-4。

在冬季主导风（NE 向风，2.7m/s）条件下，泄漏的油品受潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐向岸边迁移，前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区、鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区、鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区、绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区、前詹海洋保护区、揭阳市海龟、蜃市级自然保护区、揭阳市龙虾市级自然保护区、揭阳市神泉渔业市级自然保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区、靖海锚地和海甲航道（近海船舶习惯航路）等 12 个敏感点受影响，涨潮发生溢油事故，油品到达上述敏感点的时间分别为不影响、60h、不影响、53h、62h、49h、30h、47h、0h、1h、37h 和 27h；落潮发生溢油事故，油品到达上述

敏感点的时间分别为 41h、51h、40h、不影响、52h、40h、不影响、不影响、0h、1h、27h 和 28h。

在夏季主导风（SW 向风，2.7m/s）条件下，受潮汐作用，泄漏的油品随潮流流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，汕头深水重要渔业海域限制类红线区、亚太二号光缆汕头至分支 3 段、亚太二号光缆汕头至淡水段、亚欧光缆汕头至支路单元 7 段、南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区和内航路等 7 个敏感点受影响，涨潮发生溢油事故，油品到达上述敏感点的时间分别为 16h、19h、65h、67h、0h、1h 和 23h；落潮发生溢油事故，油品到达上述敏感点的时间分别为 36h、59h、不影响、不影响、0h、1h 和 15h。

在不利风（NE 向风，14.0m/s）条件下，受潮汐动力作用，泄漏的油品随潮流流向采砂区附近海域 NE~SW 往复迁移，并逐渐迁移靠岸，沿岸线往 SW 向迁移，前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区、鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区、绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区、前詹海洋保护区、揭阳市海龟、鲎市级自然保护区、揭阳市龙虾市级自然保护区、揭阳市神泉渔业市级自然保护区、靖海锚地和海甲航道（近海船舶习惯航路）等 9 个敏感点受影响，涨潮发生溢油事故，油品到达上述敏感点的时间分别为不影响、58h、10h、59h、57h、5h、10h、不影响和 6h；落潮发生溢油事故，油品到达上述敏感点的时间分别为 29h、26h、12h、27h、16h、不影响、10h、5h 和 6h。

表 4.4.2-1 工程附近敏感点统计

| 序号 | 环境敏感点 | | 位置关系 |
|----|----------|--------------------------|------------|
| | 类型 | 名称 | |
| 1 | 生态 红线 | 212-前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区 | ██████████ |
| 2 | | 213-鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区 | ██████████ |
| 3 | | 214-鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区 | ██████████ |
| 4 | | 215-绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | ██████████ |
| 5 | | 216-客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区 | ██████████ |
| 6 | | 217-仙庵金海湾重要滨海旅游区限制类红线区 | ██████████ |
| 7 | | 219-龙头湾中华白海豚自然保护区禁止类红线区 | ██████████ |
| 8 | | 237-汕头深水重要渔业海域限制类红线区 | ██████████ |
| 9 | | 247-海门湾重要砂质岸线及邻近海域限制类红区 | ██████████ |
| 10 | 自然 岸线 | 196-港寮湾砂质岸线 | ██████████ |
| 11 | | 197-资深湾砂质岸线 | ██████████ |
| 12 | | 198-靖海内港粉砂淤泥质岸线 | ██████████ |

| | | | |
|----|-------|------------------------|------------------|
| 13 | | 199-靖海港砂质岸线 | |
| 14 | 保护区 | 广澳湾海洋保护区 | |
| 15 | | 前詹海洋保护区 | |
| 16 | | 揭阳市海龟、鲨市级自然保护区 | |
| 17 | | 揭阳市龙虾市级自然保护区 | |
| 18 | | 揭阳市神泉渔业市级自然保护区 | |
| 19 | | 汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区 | |
| 20 | | 田心湾南方鲨自然保护区 | |
| 21 | | 养殖区 | 潮南区田心湾南方鲨保护区科研用海 |
| 22 | 海底电缆 | 亚太二号光缆汕头至分支3段 | |
| 23 | | 亚太二号光缆汕头至淡水段 | |
| 24 | | 亚欧光缆汕头至支路单元7段 | |
| 25 | | 东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目 | |
| 26 | 三场一通道 | 南海北部幼鱼繁育场保护区 | |
| 27 | | 幼鱼幼虾保护区 | |
| 28 | 锚地 | 潮阳港引航锚地 | |
| 29 | | 潮阳港华能海门电厂配套锚地 | |
| 30 | | 靖海锚地 | |
| 31 | 航道 | 海甲航道（近海船舶习惯航路） | |
| 32 | | 内航路 | |

图 4.4.2-1 采砂区附近海域敏感点分布图

表 4.4.2-2 冬季主导风作用下工程附近敏感点影响情况

| 序号 | 环境敏感点 | | 到达时间/h | |
|----|-------|--------------------------|--------|----|
| | 类型 | 名称 | 涨潮 | 落潮 |
| 1 | 生态红线 | 212-前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区 | — | 41 |
| 2 | | 213-鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区 | 60 | 51 |
| 3 | | 214-鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区 | — | 40 |
| 4 | | 215-绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | 53 | — |
| 5 | | 216-客鸟尾自然景观与历史文化遗产限制类红线区 | — | — |
| 6 | | 217-仙庵金海湾重要滨海旅游区限制类红线区 | — | — |
| 7 | | 219-龙头湾中华白海豚自然保护区禁止类红线区 | — | — |
| 8 | | 237-汕头深水重要渔业海域限制类红线区 | — | — |
| 9 | | 247-海门湾重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | — | — |
| 10 | 自然岸线 | 196-港寮湾砂质岸线 | — | — |
| 11 | | 197-资深湾砂质岸线 | — | — |
| 12 | | 198-靖海内港粉砂淤泥质岸线 | — | — |

| | | | | |
|----|-----------|------------------------|-----|-----|
| 13 | | 199-靖海港砂质岸线 | --- | --- |
| 14 | 保护区 | 广澳湾海洋保护区 | --- | --- |
| 15 | | 前詹海洋保护区 | 62 | 52 |
| 16 | | 揭阳市海龟、蜆市级自然保护区 | 49 | 40 |
| 17 | | 揭阳市龙虾市级自然保护区 | 30 | --- |
| 18 | | 揭阳市神泉渔业市级自然保护区 | 47 | --- |
| 19 | | 汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区 | --- | --- |
| 20 | | 田心湾南方蜆自然保护区 | --- | --- |
| 21 | 养殖区 | 潮南区田心湾南方蜆保护区科研用海 | --- | --- |
| 22 | 海底电 缆 | 亚太二号光缆汕头至分支3段 | --- | --- |
| 23 | | 亚太二号光缆汕头至淡水段 | --- | --- |
| 24 | | 亚欧光缆汕头至支路单元7段 | --- | --- |
| 25 | | 东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目 | --- | --- |
| 26 | 三场一 通道 | 南海北部幼鱼繁育场保护区 | 0 | 0 |
| 27 | | 幼鱼幼虾保护区 | 1 | 1 |
| 28 | 锚地 | 潮阳港引航锚地 | --- | --- |
| 29 | | 潮阳港华能海门电厂配套锚地 | --- | --- |
| 30 | | 靖海锚地 | 37 | 27 |
| 31 | 航道 | 海甲航道（近海船舶习惯航路） | 27 | 28 |
| 32 | | 内航路 | --- | --- |

表 4.4.2-3 夏季主导风作用下工程附近敏感点影响情况

| 序号 | 环境敏感点 | | 到达时间/h | |
|----|----------|--------------------------|--------|-----|
| | 类型 | 名称 | 涨潮 | 落潮 |
| 1 | 生态红 线 | 212-前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区 | --- | --- |
| 2 | | 213-鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区 | --- | --- |
| 3 | | 214-鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区 | --- | --- |
| 4 | | 215-绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | --- | --- |
| 5 | | 216-客鸟尾自然景观与历史文化遗产限制类红线区 | --- | --- |
| 6 | | 217-仙庵金海湾重要滨海旅游区限制类红线区 | --- | --- |
| 7 | | 219-龙头湾中华白海豚自然保护区禁止类红线区 | --- | --- |
| 8 | | 237-汕头深水重要渔业海域限制类红线区 | 16 | 36 |
| 9 | | 247-海门湾重要砂质岸线及邻近海域限制类红区 | --- | --- |
| 10 | 自然岸 线 | 196-港寮湾砂质岸线 | --- | --- |
| 11 | | 197-资深湾砂质岸线 | --- | --- |
| 12 | | 198-靖海内港粉砂淤泥质岸线 | --- | --- |
| 13 | | 199-靖海港砂质岸线 | --- | --- |
| 14 | 保护区 | 广澳湾海洋保护区 | --- | --- |
| 15 | | 前詹海洋保护区 | --- | --- |
| 16 | | 揭阳市海龟、蜆市级自然保护区 | --- | --- |

| | | | | |
|----|----------|------------------------|-----|-----|
| 17 | | 揭阳市龙虾市级自然保护区 | --- | --- |
| 18 | | 揭阳市神泉渔业市级自然保护区 | --- | --- |
| 19 | | 汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区 | --- | --- |
| 20 | | 田心湾南方鲷自然保护区 | --- | --- |
| 21 | 养殖区 | 潮南区田心湾南方鲷保护区科研用海 | --- | --- |
| 22 | 海底电 缆 | 亚太二号光缆汕头至分支3段 | 19 | 59 |
| 23 | | 亚太二号光缆汕头至淡水段 | 65 | --- |
| 24 | | 亚欧光缆汕头至支路单元7段 | 67 | --- |
| 25 | | 东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目 | --- | --- |
| 26 | 三场一 | 南海北部幼鱼繁育场保护区 | 0 | 0 |
| 27 | 通道 | 幼鱼幼虾保护区 | 1 | 1 |
| 28 | 锚地 | 潮阳港引航锚地 | --- | --- |
| 29 | | 潮阳港华能海门电厂配套锚地 | --- | --- |
| 30 | | 靖海锚地 | --- | --- |
| 31 | 航道 | 海甲航道（近海船舶习惯航路） | --- | --- |
| 32 | | 内航路 | 23 | 15 |

表 4.4.2-4 不利风作用下工程附近敏感点影响情况

| 序号 | 环境敏感点 | | 到达时间/h | |
|----|----------|--------------------------|--------|-----|
| | 类型 | 名称 | 涨潮 | 落潮 |
| 1 | 生态红 线 | 212-前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区 | --- | 29 |
| 2 | | 213-鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区 | 58 | 26 |
| 3 | | 214-鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区 | --- | --- |
| 4 | | 215-绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | 10 | 12 |
| 5 | | 216-客鸟尾自然景观与历史文化遗产限制类红线区 | --- | --- |
| 6 | | 217-仙庵金海湾重要滨海旅游区限制类红线区 | --- | --- |
| 7 | | 219-龙头湾中华白海豚自然保护区禁止类红线区 | --- | --- |
| 8 | | 237-汕头深水重要渔业海域限制类红线区 | --- | --- |
| 9 | | 247-海门湾重要砂质岸线及邻近海域限制类红区 | --- | --- |
| 10 | 自然岸 线 | 196-港寮湾砂质岸线 | --- | --- |
| 11 | | 197-资深湾砂质岸线 | --- | --- |
| 12 | | 198-靖海内港粉砂淤泥质岸线 | --- | --- |
| 13 | | 199-靖海港砂质岸线 | --- | --- |
| 14 | 保护区 | 广澳湾海洋保护区 | --- | --- |
| 15 | | 前詹海洋保护区 | 59 | 27 |
| 16 | | 揭阳市海龟、鲷市级自然保护区 | 57 | 16 |
| 17 | | 揭阳市龙虾市级自然保护区 | 5 | --- |
| 18 | | 揭阳市神泉渔业市级自然保护区 | 10 | 10 |
| 19 | | 汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区 | --- | --- |
| 20 | | 田心湾南方鲷自然保护区 | --- | --- |

1、近海航行船舶交通流航迹带较宽，开采区以西为近海习惯航路（海甲航道），该航路为海门至甲子近海航行的船舶习惯航路，可通航 1 万吨级船舶，AIS 航迹较为明显。

2、本海砂开采区西南侧为《全国沿海船舶航路总体规划》石碑山南警戒圈，该警戒圈半径为 5 海里。

3、本海砂开采区东侧为《全国沿海船舶航路总体规划》内航路，该航路主要通航 3.5 万吨级以下的船舶，船舶航行密集，AIS 航迹明显。

总体上来看，近海船舶靠本海砂开采区西侧航行，中型船舶主要沿内航路航行，呈东北西南走向。

图 4.5.1-1 拟选海砂开采区附近 AIS 交通流

4.5.1.2 渔船交通流分析

本工程所在的粤东海域渔场遍布，商船与渔船共同使用同一水域，但其活动空间未得到有效控制，导致商船与渔船间的碰撞事故时有发生，特别是在沿岸 15 海里内渔船密集的海域。

揭阳神泉渔港，以及其东北侧约 40 海里处为汕头~揭阳渔港，神泉港沿线均有较多渔船活动，特别在南海休渔期结束后，渔船活动有明显增多的趋势。从附近渔船的实时分布情况可以看出，渔船主要集中在沿岸 15 海里内活动，渔船活动随意，进出港频繁。

渔船分布范围广、数量多、活动随意，除了沿岸水域，渔船活动主要位于本海砂开采区东北侧的南澳岛附近以及揭阳神泉港附近，本工程的建设可能对沿岸的渔船活动存在一定的相互影响，需特别注意。

图 4.5.1-2 船讯网 2021 年 8 月 16 日 1630 时渔船实时图

4.5.2 与水上交通秩序的相互影响分析

4.5.2.1 作业与附近航路的影响分析

揭阳市海砂开采区处于靖海湾东南侧海域内，附近船舶习惯航线主要有海甲航道（近海船舶习惯航路）、内航路以及石碑山南警戒圈（粤东定线制）。此航道基本为船舶习惯航路或航线，无实际维护航道或导助航标志。

海甲航道：为海门港至甲子港航线，为 1 万吨级船舶习惯航路，该航道是主要的近海船舶习惯航路，主要航行 3000~10000 吨级的船舶，该航路船舶流量较大。揭阳海砂开采区与海甲航道最近为 [REDACTED]，相互影响不大。

内航路：根据《全国沿海航路总体规划》对广东沿海水域航路规划方案，揭阳市海砂开采区 [REDACTED] 为内航路南下航路。

南下航路 第一航段：接石碑山南定线制，以 22°46.4'N/116°19.8'E 与 22°37.5'N/115°51.6'E 两点连线为中心线，航向 250°，航程约 27.4 海里；

北上航路 第四航段：以 22°34.7'N/115°52.8'E 与 22°43.5'N/116°21.0'E 两点连线为中心线，航向 070°，航程约 27.5 海里，接石碑山南定线制。

石碑山南警戒圈：以点 22°49.7'N、116°34.2'E 为圆心，半径 5 海里；

汕头港外警戒圈：以点 23°10.4'N、116°52.9'E 为圆心，半径 3.5 海里；

石碑山南警戒圈与汕头港外警戒圈之间：航向 040° /220°，分道宽 2 海里，分隔带宽 1 海里，长度 18.5 海里，该内航路分道与本项目最近距离约 0.3 海里，存在一定的相互影响，但通过安全警戒以及发布航行通告等方式，可将对该航路的影响降到最低。

图 4.5.2-1 海砂开采区与附近习惯航路位置关系图

4.5.2.2 对附近船舶的影响分析

结合 2020 年第二季度 AIS 航迹图和船讯网实时船舶航迹来看，揭阳海砂详查海域附近活动的船舶密度较大，海砂开采区东侧主要为粤东定线制，内航路航行的船舶，西侧为近海习惯航路航行的船舶，航路中心线虽然与本海砂开采区保持一定的安全距离，但就实际船舶航迹来看，实际航行的船舶并非完全按照推荐航线中心线来航行，船舶整体航迹较宽，内航路所处位置船舶航迹明显，揭阳海砂开采区也处在船舶习惯航路附近，就船舶大小来看，航行于近海附近习惯航路附近的船舶多为 3000~10000 吨级的船舶，本海砂开采区附近海域开阔，航行船舶密度较大，海砂开采区边缘与内航路中心线距离仅为 0.3 海里，对过往船舶的航行存在一定的影响。

因此，揭阳市海砂开采期间需要特别注意施工船舶对过往船舶的影响，做好警戒工作，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。

图 4.5.2-2 揭阳海砂区 2020 年第二季度 AIS 航迹图

图 4.5.2-3 2021 年 8 月 9 日 14: 00 附近船舶现状图

4.5.2.3 作业对渔船活动的影响分析

本项目位于惠来县靖海镇东侧海域，所在的粤东海域渔场遍布，揭阳神泉渔港，以及其 ██████████ 处为汕头~揭阳渔港，神泉港沿线均有较多渔船活动，特别在南海休渔期结束后，渔船活动有明显增多的趋势。揭阳海砂开采区面积为 221.9970 公顷，处于粤东汕头~揭阳渔场范围内，渔船分布范围广、数量多、活动随意，渔船主要集中在沿岸 15 海里内活动，本项目附近渔船活动主要出于海门湾附近汕头南澳岛附近较多。

建议：

(1) 在揭阳海砂开采区进行海砂详查以及海砂开采作业期间应设置施工警戒区；并派遣警戒船舶在作业海域附近进行警戒，提醒过往渔船船舶注意拟选出让区作业动态，避开作业海域。

(2) 施工作业单位应向主管机关申请发布航行通（警）告，与渔政管理部门建立良好的沟通联系机制，禁止渔船进入海砂开采区内，不得在海砂开采警戒区及设置渔网、渔具等。尤其在能见度不良天气下，重点关注渔船动向，以防事故发生。

(3) 加强应急救助系统的建设，保障应急救援。

4.5.2.4 对锚地的影响

揭阳海砂开采区与附近现有锚地或规划锚地最近距离在 ██████████ 以上，附近的惠来电厂锚地 ██████████，海门电厂锚地 ██████████ 以及海门锚地 ██████████。

揭阳海砂开采区与揭阳沿海港区港外锚地均保持较大的安全距离，海砂开采区的划定以及开采作业对各锚地的影响不大。

4.5.2.5 作业水域与海上风电场的影响分析

距离项目所在海域最近的海上风电场为揭阳靖海海上风电场，两者相距约 ██████████。目前该海上风电场已经核准，但未开始施工。

项目海砂开采作业对揭阳靖海海上风电场的影响不大。

4.5.2.6 作业与附近海底设施保护区的影响

根据揭阳海砂开采区初期勘察相关资料来看，划定的揭阳海砂开采区海底无相关的管线、沉船以及其他碍航物。海砂开采区与最近的海底光缆（亚太光缆 S2）最近距离约为 ████████，海砂开采区详查以及海砂开采作业均不会对该海底光缆产生影响。

海砂开采期间的运砂船舶也基本沿内航路或者近海船舶习惯航路航行至海砂接收港内，揭阳海砂开采区附近的海底光缆均处于东侧的外海海域内，海砂的运输作业也不会对海底光缆产生影响。

图 4.5.2-4 海砂开采区与附近海底光缆位置关系图

5 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

根据 3.4 节海域开发利用现状分析，项目周边开发利用活动主要有海底电缆管道工程、电厂项目、开放式养殖、航道和锚地等。

根据第 4 章的分析可知，由于采砂项目施工将会在一定程度上改变采砂区及其邻近周边海域的海底地形地貌及冲淤环境。预测结果表明，在采砂实施后采砂区范围内水深增加，潮流动力减弱，采砂后出现一定程度淤积，淤积最大速度出现在采砂区南部水域，为 0.08m/a；采砂区 NE 角和 SW 角区域项目实施后潮流动力增强，出现轻微冲刷情况，最大冲刷速度出现在采砂区 NE 角区域，大部分区域冲刷速率不超过 0.06m/a。

综上，项目实施对周边海域其他开发活动区内的冲淤基本无影响。

5.1.1 对海底电缆管线的影响分析

项目西侧有亚太二号光缆汕头至分支 3 段、亚太二号光缆汕头至淡水段、亚欧光缆汕头至支路单元 7 段和东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目。

项目对周边海底电缆管线主要为海砂开采施工过程中的影响。项目施工过程中产生的悬沙会扩散到亚太二号光缆汕头至分支 3 段（图 5.1.1-1），但该项目为海底电缆管道用海，项目悬沙扩散对其基本无影响，且项目施工对海缆所在海域冲

淤基本无影响。根据《海底电缆管道保护规定》，沿海开阔海域的海底电缆管道保护区范围为两侧各 500m，本项目距离亚太二号光缆汕头至分支 3 段 [REDACTED]。本项目不在海底电缆管道的保护区范围内施工。本项目距离周边海底电缆管道相对较远，除亚太二号光缆汕头至分支 3 段，其余项目均在本项目 [REDACTED]。

综上，本项目施工对周边的海底电缆管线基本不会产生不利影响。

图 5.1.1-1 项目悬沙与周边开发利用现状叠加图

5.1.2 对周边航道、锚地的影响

(1) 对航路的影响

揭阳市海砂开采区处于靖海湾东南侧海域内，附近船舶习惯航线主要有海甲航道（近海船舶习惯航路）、内航路等。此航道基本为船舶习惯航路或航线，无实际维护航道或导助航标志。

根据《揭阳市海砂开采挂牌出让前期工作项目详查作业通航安全保障方案备案稿》（2021 年 8 月），项目海域附近活动的船舶密度较大，项目作业区主要为内航路航行的船舶。项目作业区西侧为近海习惯航路航行的船舶，航路中心线虽然与本海砂作业区保持一定的安全距离，但就实际船舶航迹来看，实际航行的船舶并非完全按照推荐航线中心线来航行，船舶整体航迹较宽，内航路所处位置船舶航迹明显，揭阳海砂开采区也处在船舶习惯航路附近，就船舶大小来看，航行于近海附近习惯航路附近的船舶多为 3000~10000 吨级的船舶，本海砂开采区附近海域开阔，航行船舶密度较大，海砂开采区边缘与内航路中心线距离仅为 [REDACTED]，对过往船舶的航行存在一定的影响。

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，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，将项目施工期可能产生的通航环境影响降至最低。

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，做好警戒工作，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，可避免船舶进出港使用航道时发生冲突。

(2) 对锚地的影响

项目与附近现有锚地最近距离为 [REDACTED]，为潮阳港华能海门电厂配套锚地；其次为靖海锚地，位于本项目 [REDACTED]；潮阳港引航锚地位于本项目 [REDACTED]。项目与揭阳沿海港区港外锚地均保持较大的安全距离，项目海砂开采作业对各锚地的影响不大。

5.1.3 对电厂项目的影响分析

项目西侧有广东粤电惠来电厂 3-4 号机组“上大压小”扩建工程、广东惠来电厂项目，距离本项目 [REDACTED]。项目距离电厂项目距离相对较远，对周边海域冲淤基本无影响，且本项目施工时间较短，施工期间基本不会对电厂项目产生影响。

5.1.4 对其他项目的影响分析

项目西北侧有潮南区田心湾南方鲎保护区科研用海、西南侧有中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海，但距离都较远，[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。

通过对本工程周边用海现状的调查，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，确定本工程的利益相关者。根据对项目建设对周边开发活动的影响情况分析，本项目无利益相关者，需协调单位为海事主管部门，详见表 5.2-1。

表 5.2-1 利益相关者的分析界定表

| 序号 | 项目名称 | 权属人/权属单位 | 与本项目相对位置 | 影响因素 | 是否为利益相关者/协调部门 |
|----|------------------|------------|------------|-------|---------------|
| 1 | 潮南区田心湾南方鲎保护区科研用海 | [REDACTED] | [REDACTED] | 基本无影响 | 否 |
| 2 | 广东粤电惠来电厂 3-4 号机组 | [REDACTED] | [REDACTED] | 基本无影响 | 否 |

| | | | | | |
|----|----------------------------|--|--|-----------|---------------|
| | “上大压小”扩建工程 | | | 响 | |
| 3 | 广东惠来电厂项目 | | | 基本无影响 | 否 |
| 4 | 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海 | | | 基本无影响 | 否 |
| 5 | 亚太二号光缆汕头至分支 3 段 | | | 基本无影响 | 否 |
| 6 | 亚太二号光缆汕头至淡水段 | | | 基本无影响 | 否 |
| 7 | 亚欧光缆汕头至支路单元 7 段 | | | 基本无影响 | 否 |
| 8 | 东南亚-日本海底光缆系统 (SJC) 中国段项目 | | | 基本无影响 | 否 |
| 9 | 潮阳港引航锚地 | | | 基本无影响 | 否 |
| 10 | 潮阳港华能海门电厂配套锚地 | | | 基本无影响 | 否 |
| 11 | 靖海锚地 | | | 基本无影响 | 否 |
| 12 | 海甲航道 (近海船舶习惯航路) | | | 基本无影响 | 否 |
| 13 | 内航路 | | | 施工期船舶通航影响 | 是 (协调责任部门) |

5.3 利益相关者的协调分析

根据分析，本项目无利益相关者，协调单位为海事主管部门。

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。针对施工期间的通航安全问题，项目建设单位应加强施工附近水域的船舶航行管理；在施工前发布航行通告，具体应包括施工作业时间、进度、作业机具、作业方法、方式、区域等，应设置临时助航标志、警戒区等，关注施工船舶与在附近水域通航船舶的相互影响等。

因此，建议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。

5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目所在海域及附近海域无国防、军事设施和场地，其工程建设、生产经营不会对国防产生不利影响。因此，本项目用海不涉及国防安全问题。

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符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：“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”；第十五条规定：“养殖、盐业、交通、旅游等行业规划涉及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接”。因此，需要对本工程项目与海洋功能区划的符合性进行分析。

6.1.1 项目所在海域海洋功能区划

(1) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业区，周边海域海洋功能区有：靖海港口航运区、海门湾工业与城镇用海区、海门湾-广澳湾农渔业区、仙庵旅游休闲娱乐区和田尾山-石碑山农渔业区。项目与各功能区的位置关系详见图 6.1.1-1 及表 6.1.1-1，海洋功能区登记表见表 6.1.1-2。

表 6.1.1-1 项目周围海域海洋功能区分布状况

| 编号 | 海洋功能区名称 | 与本项目的方位关系及最短距离 | 功能区 |
|----|-------------|----------------|----------|
| 1 | 珠海-潮州近海农渔业区 | | 农渔业区 |
| 2 | 靖海港口航运区 | | 港口航运区 |
| 3 | 海门湾工业与城镇用海区 | | 工业与城镇用海区 |
| 4 | 海门湾-广澳湾农渔业区 | | 农渔业区 |
| 5 | 仙庵旅游休闲娱乐区 | | 休闲娱乐区 |
| 6 | 田尾山-石碑山农渔业区 | | 农渔业区 |

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（广东省）

表 6.1.1-2 项目周边海洋功能区登记表

| 序号 | 代码 | 功能区名称 | 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 | 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。 |
| 134 | A2-27 | 靖海港 口航运区 | 东至: 116°34'55" 西至: 116°29'51" 南至: 22°55'25" 北至: 23°01'07" | 港口航运区 | 2894 28036 | 1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.保障资深渔港、靖海渔港、防灾减灾体系建设用海需求, 适当保障临海能源的用海需求; 3.保护砂质海岸、基岩海岸, 避免破坏海岸防护林; 4.维持航道畅通, 维护海上交通安全; 5.围填海须严格论证, 严格控制在靖海港内围填海, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 6.工程建设期间采取有效措施, 严禁对石碑山角领海基点造成影响, 降低对前詹人工鱼礁区的影响, 改善水动力条件和泥沙冲淤环境; 7.加强用海动态监测和监管; 8.优先保障军事用海需求。 | 1.严格保护客鸟尾石笋等海蚀地貌; 2.加强渔港、港区环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 加强海洋环境监测, 建立完善的溢油事故处理等应急体系; 3.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。 |
| 135 | A3-2 | 海门湾 | 东至: 116°35'57" | 工业 | 1136 | 1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用 | 1.保护海门湾生态环境; |

| | | | | | | | |
|-----|-------|-------------|--|--------|-----------------|---|--|
| | 9 | 工业与城镇用海区 | 西至: 116°32'03" 南至: 23°01'07" 北至: 23°11'30" | 与城镇用海区 | 25661 | 海; 2.保障防灾减灾体系建设用海需求, 在基本功能未利用前, 保留增养殖等渔业用海; 3.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; 4.工程建设期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 5.加强对围填海的动态监测和监管。 | 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。 |
| 137 | A1-18 | 海门湾-广澳湾农渔业区 | 东至: 116°45'59" 西至: 116°32'18" 南至: 23°03'02" 北至: 23°13'20" | 农渔业区 | 15616 11328 | 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障巡航执法基地的用海需求; 3.严格控制练江河口海域围填海, 维护河口海域防洪纳潮功能; 4.维持航道畅通, 维护海上交通安全; 5.合理控制增养殖规模和密度; 6.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。 | 1.保护西施舌珍稀渔业品种及其生境; 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.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。 |
| 136 | A5-30 | 仙庵旅游休闲娱乐区 | 东至: 116°33'27" 西至: 116°32'49" 南至: 23°03'08" 北至: 23°04'39" | 休闲娱乐区 | 229 2910 | 1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2.保护砂质海岸, 禁止在沙滩上建设永久性构筑物; 3.依据生态环境的承载力, 合理控制旅游开发强度。 | 1.生产废水、生活污水须达标排海; 2.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。 |
| 130 | A1-17 | 田尾山-石碑山农渔业区 | 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、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; | 1.保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统, 保护龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种; 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。 |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|
| | | | | | | 8.合理控制养殖规模和密度; 9.保障国防安全用海需求。 | |
|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|

注：引自《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）

(2) 揭阳市海洋功能区划 (2013-2020 年)

根据《揭阳市海洋功能区划 (2013-2020 年)》，本项目所在的海洋功能区为揭阳近海捕捞区，周边海域海洋功能区有：靖海港口区、仙庵文体休闲娱乐区、仙庵捕捞区、仙庵工业与城镇用海区 and 港寮湾增殖区。项目与各功能区的位置关系详见图 6.1.1-2 及表 6.1.1-3，各功能区管理要求见表 6.1.1-4。

表 6.1.1-3 项目周围海域海洋功能区分布状况 (揭阳市)



| 编号 | 海洋功能区名称 | 与本项目的方位关系及最短距离 | 功能区 |
|----|-----------------------|----------------|----------|
| 1 | 揭阳近海捕捞区 (B1-2-1) | | 农渔业区 |
| 2 | 靖海港口区 (A2-27-1) | | 港口航运区 |
| 3 | 仙庵文体休闲娱乐区 (A5-30-1) | | 文体休闲娱乐区 |
| 4 | 仙庵捕捞区 (A1-18-1) | | 捕捞区 |
| 5 | 仙庵工业与城镇用海区 (A3-29(1)) | | 工业与城镇用海区 |
| 6 | 港寮湾增殖区 (A1-17-6) | | 增殖区 |

图 6.1.1-2 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图 (揭阳市)


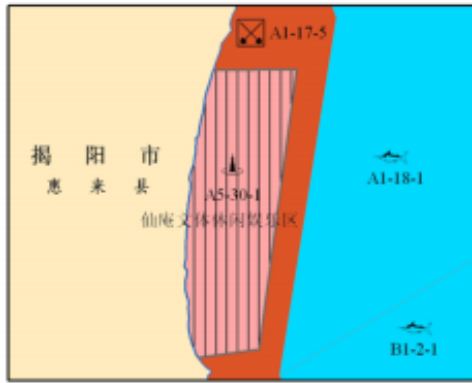
功能区序号: [15]

| | | | | | |
|------------|----------|--|----------|--------|--|
| 功能区名称 | | 揭阳近海捕捞区 | | 功能区位置图 | |
| 功能区类型 | | 捕捞区 | 功能区代码 | B1-2-1 | |
| 所属一级类功能区名称 | | 珠海-潮州近海农渔业区 | 一级类功能区代码 | B1-2 | |
| 地理范围 | | 东至:116° 48' 19" 西至:116° 17' 45" 南至:22° 35' 39" 北至:23° 05' 12" | | | |
| 面积 (公顷) | | 104341 | 岸线长度 (米) | 0 | |
| 开发利用现状 | | 区内建有海甲航道、靖海进港航道以及惠来电厂锚地。 | | | |
| 海域管理要求 | 用途管制 | 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 经过科学论证, 保障交通运输、旅游、核电、海上风电、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求; 3. 优先保障军事用海需求。 | | | |
| | 用海方式控制 | 严格限制改变海域自然属性。 | | | |
| | 整治修复 | | | | |
| 海洋环境保护要求 | 生态保护重点目标 | | | | |
| | 环境保护 | 执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。 | | | |
| 其他管理要求 | | 1. 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; 2. 维持航道畅通。 | | | |
| | | 功能区范围图 | | | |
| | |  | | | |
| | |  | | | |

功能区序号: [9]

| | | | | | |
|------------|----------|--|----------|--|---------|
| 功能区名称 | | 靖海港口区 | | 功能区位置图  | |
| 功能区类型 | | 港口区 | 功能区代码 | | A2-27-1 |
| 所属一级类功能区名称 | | 靖海港口航运区 | 一级类功能区代码 | | A2-27 |
| 地理范围 | | 东至:116° 34' 55" 西至:116° 29' 51" 南至:22° 55' 25" 北至:23° 01' 07" | | | |
| 面积 (公顷) | | 2894 | 岸线长度 (米) | | 27656 |
| 开发利用现状 | | <ol style="list-style-type: none"> 区内建有资深渔港及靖海渔港; 靖海港外陆域建有惠米电厂, 电厂南侧海域建设有码头和防波堤; 靖海湾东部客鸟尾石笋海蚀地貌为揭阳市著名景点, 已开展旅游观光活动; 靖海湾南部沙滩已有自发旅游活动; 区内有靖海进港航道。 | | | |
| 海域管理要求 | 用途管制 | <ol style="list-style-type: none"> 相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 保障资深渔港、靖海渔港、防灾减灾体系建设用海需求; 优先保障军事用海需求, 适当保障临海能源用海需求。 | | 功能区范围图  | |
| | 用海方式控制 | <ol style="list-style-type: none"> 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 严格限制在靖海湾内围填海, 禁止破坏绿洲海岸防护林; 鼓励以透水构筑物方式建设码头。 | | | |
| | 整治修复 | 改善水动力条件和泥沙冲淤环境, 清理靖海渔港内淤积, 开展整治修复项目, 改善绿洲沙滩侵蚀, 整治修复岸线长度不少于 1.2 千米。 | | | |
| 海洋环境保护要求 | 生态保护重点目标 | <ol style="list-style-type: none"> 保护砂质海岸、基岩海岸; 严格保护客鸟尾石笋等海蚀地貌。 | | | |
| | 环境保护 | <ol style="list-style-type: none"> 加强港区、渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须集中处理后达标排海; 加强海洋环境监测, 建立完善的溢油事故处理等应急体系; 执行不低于第三类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。 | | | |
| 其他管理要求 | | <ol style="list-style-type: none"> 维持航道畅通和海上交通安全; 加强用海动态监测和监管; 工程建设期间采取有效措施, 严禁对石碑山角领海基点造成影响, 降低对前詹人工鱼礁区的影响。 | | | |

功能区序号: [11]

| | | | | | |
|------------|----------|---|----------|--|--|
| 功能区名称 | | 仙庵文体休闲娱乐区 | | 功能区位置图 | |
| 功能区类型 | | 文体休闲娱乐区 | 功能区代码 | A5-30-1 | |
| 所属一级类功能区名称 | | 仙庵旅游休闲娱乐区 | 一级类功能区代码 | A5-30 | |
| 地理范围 | | 东至:116° 33' 27" 西至:116° 32' 49" 南至:23° 03' 08" 北至:23° 04' 39" | | | |
| 面积 (公顷) | | 229 | 岸线长度 (米) | 2910 | |
| 开发利用现状 | | <ol style="list-style-type: none"> 区内陆域建有金海湾沙滩高尔夫球场以及粤东金海湾国际乡村俱乐部; 沿岸沙滩上已开展旅游活动。 | | | |
| 海域管理要求 | 用途管制 | <ol style="list-style-type: none"> 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 适当保障交通运输用海需求。 | | | |
| | 用海方式控制 | 严格限制改变海域自然属性, 禁止在沙滩上建设永久性构筑物。 | | | |
| | 整治修复 | 美化岸线景观。 | | | |
| 海洋环境保护要求 | 生态保护重点目标 | 保护砂质海岸。 | | | |
| | 环境保护 | <ol style="list-style-type: none"> 生产废水、生活污水须集中处理后达标排海; 执行不低于第二海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准。 | | | |
| 其他管理要求 | | 依据生态环境的承载力, 合理控制旅游开发强度。 | | | |
| | | | | 功能区范围图 | |
| | | | |  | |
| | | | |  | |

功能区序号: [12]

| | | | | | |
|------------|----------|--|----------|---------|--|
| 功能区名称 | | 仙庵捕捞区 | | 功能区位置图 | |
| 功能区类型 | | 捕捞区 | 功能区代码 | A1-18-1 | |
| 所属一级类功能区名称 | | 海门湾-广澳湾农渔业区 | 一级类功能区代码 | A1-18 | |
| 地理范围 | | 东至:116° 36' 14" 西至:116° 32' 56" 南至:23° 03' 02" 北至:23° 06' 43" | | | |
| 面积 (公顷) | | 2026 | 岸线长度 (米) | 0 | |
| 开发利用现状 | | <p>1. 海域开发利用程度较低, 主要以自然渔业增殖为主;</p> <p>2. 区内有海甲航道, 西北侧有潮阳港引航锚地。</p> | | | |
| 海域管理要求 | 用途管制 | <p>1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海;</p> <p>2. 优先保障军事用海需求。</p> | | | |
| | 用海方式控制 | <p>1. 严格限制改变海域自然属性;</p> <p>2. 禁止设置有碍军事安全的渔网、渔栅等。</p> | | | |
| | 整治修复 | | | | |
| 海洋环境保护要求 | 生态保护重点目标 | | | | |
| | 环境保护 | 执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。 | | | |
| 其他管理要求 | | <p>1. 实行凭证捕捞制度, 使用国家规定的渔具或人工垂钓的方式获取海产经济动物, 维持渔业生产秩序;</p> <p>2. 维持航行通道畅通。</p> | | | |
| | | | | 功能区范围图 | |
| | | | | | |
| | | | | | |

功能区序号: [10]

| | | | | | |
|------------|----------|---|----------|-----------|--|
| 功能区名称 | | 仙庵工业与城镇用海区 | | 功能区位置图 | |
| 功能区类型 | | 工业与城镇用海区 | 功能区代码 | A3-29 (1) | |
| 所属一级类功能区名称 | | 海门湾工业与城镇用海区 | 一级类功能区代码 | A3-29 | |
| 地理范围 | | 东至:116° 34' 26" 西至:116° 32' 12" 南至:23° 01' 07" 北至:23° 06' 22" | | | |
| 面积 (公顷) | | 615 | 岸线长度 (米) | 12889 | |
| 开发利用现状 | | <ol style="list-style-type: none"> 区内海域总体开发利用程度不高, 主要为渔业增殖活动; 区内北部已建有东方夏威夷旅游项目; 客鸟尾部分景观也在区内; 客鸟尾北侧有渔民自发的小型渔船停泊区。 | | | |
| 海域管理要求 | 用途管制 | <ol style="list-style-type: none"> 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 保障交通运输用海需求; 在基本功能未利用前, 保留增殖等渔业用海。 | | | |
| | 用海方式控制 | <ol style="list-style-type: none"> 允许适度改变海域自然属性, 围填海须科学论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源, 降低生态环境影响; 禁止在河口海域附近围填海。 | | | |
| | 整治修复 | 对排角北侧岛礁所在海域进行清淤, 清理沙滩垃圾, 美化沙滩环境, 整治修复岸线长度不少于 2.3 千米。 | | | |
| 海洋环境保护要求 | 生态保护重点目标 | | | | |
| | 环境保护 | <ol style="list-style-type: none"> 加强海洋环境监测和监管, 生产废水、生活污水须集中处理后达标排海; 基本功能未利用前, 执行不低于第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准; 工程建设期间及建设完成后, 执行不低于第三类海水水质标准、第二类海洋沉积物和第二类海洋生物质量标准。 | | | |
| 其他管理要求 | | <ol style="list-style-type: none"> 加强对围填海的动态监测和监管; 工程建设期间采取有效措施降低对周边功能区的影响。 | | | |
| | | 功能区范围图 | | | |
| | | | | | |

功能区序号: [6]


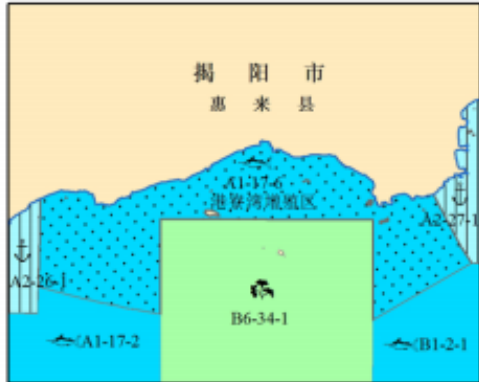
| | | | | | |
|------------|--|--|---------|--|--|
| 功能区名称 | | 港寮湾增殖区 | | 功 能 区 位 置 图 | |
| 功能区类型 | 增殖区 | 功能区代码 | A1-17-6 | | |
| 所属一级类功能区名称 | 田尾山-石碑山农渔业区 | 一级类功能区代码 | A1-17 |  | |
| 地理范围 | 东至:116° 30' 23" 西至:116° 24' 17" 南至:22° 54' 40" 北至:22° 57' 01" | | | | |
| 面积 (公顷) | 1927 | 岸线长度 (米) | 12390 | | |
| 开发利用现状 | <ol style="list-style-type: none"> 区内存在自发渔业增殖; 区内东部有石碑山角领海基点。 | | | | |
| 海域管理要求 | 用途管制 | <ol style="list-style-type: none"> 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 保障深水网箱养殖、人工鱼礁等用海需求; 适当保障石碑山角旅游娱乐用海需求; 适当保障港口航运用海需求; 保障国防安全用海需求。 | | <p>功能区范围图</p>  | |
| | 用海方式控制 | 严格限制改变海域自然属性。 | | | |
| | 整治修复 | | | | |
| 海洋环境保护要求 | 生态保护重点目标 | 保护砂质海岸。 | | | |
| | 环境保护 | <ol style="list-style-type: none"> 加强海湾环境保护, 生产废水、生活污水须集中处理后达标排海; 执行不低于第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准。 | | | |
| 其他管理要求 | <ol style="list-style-type: none"> 禁止在领海基点保护范围内从事与保护无关的活动; 维护航行通道畅通。 | | | | |

表 6.1.1-4 各海洋功能区分布管理要求 (揭阳市)

6.1.2 项目用海对所在海洋功能区的影响分析

根据省、市海洋功能区划，项目位于珠海-潮州近海农渔业区和揭阳近海捕捞区。其中珠海-潮州近海农渔业区的海域使用管理要求：1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；2.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。

揭阳近海捕捞区的用途管制：1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；2.经过科学论证，保障交通运输、旅游、核电、海上风电、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求；3.优先保障军事用海需求。用海方式控制：严格限制改变海域自然属性。环境保护：执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。其他管理要求：1.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序。2.维持航道畅通。

本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，不会影响珠海-潮州近海农渔业区和揭阳近海捕捞区渔业用海功能。本项目采砂计划采用露天水下开采方式进行。考虑工程海域海砂资源分层分布，除表层粉砂外，大量海砂资源上部覆盖有黏土等无法利用的底质，射流吸砂船的吸砂管可以直接进入砂层，不挖其他地层，减少废弃泥土和悬浮泥沙的产生量，对海洋沉积物扰动较小。项目采砂施工引起的悬浮泥沙会对工程所在区域水质产生一定影响，这种影响主要在采砂过程出现，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。

本项目开采位置无需占用航道、海底管线、保护区和军事等用海，不会影响交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区和军事等用海需求。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处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也应对造成的海洋生态损失进行补偿，将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。

本工程不涉及大规模围填海、沟槽开挖等重大海底地貌改造工程，也不会改

变海岸线现状和性质。项目在施工建设过程中，对海洋底栖生物和渔业资源的生态平衡将会造成一定的破坏，并导致局部海水质量降低。因此，必须加强生态环境保护工作，维护海洋生态环境。本工程必须按照省、市各级海洋功能区划的海域使用管理要求和海洋环境保护要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行，可避免或减少对项目所在海洋功能区的影响。

6.1.3 项目用海对周边海洋功能区的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目周边有靖海港口航运区、海门湾工业与城镇用海区、海门湾-广澳湾农渔业区、仙庵旅游休闲娱乐区和田尾山-石碑山农渔业区；按照《揭阳市海洋功能区划（2013-2020年）》，本项目周边海域海洋功能区有：靖海港口区、仙庵文体休闲娱乐区、仙庵捕捞区、仙庵工业与城镇用海区和港寮湾增殖区。

由于本项目与周边功能区距离较远，项目施工产生的悬浮泥沙对周边海域海洋功能区主导功能的发挥不会产生明显不利影响，根据前述分析，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散到附近的靖海港口航运区和靖海港口区，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靖海港口航运区和靖海港口区和距离更远的其他功能区基本无影响。

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，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；考虑项目所在的南海北部幼鱼繁育场保护区，在鱼类产卵、繁殖等快速生长期（3月至7月）内降低采砂强度，每月采砂天数降至15天，每日采砂时间降至非敏感期的2/3。通过溢油分析可知，船舶发生油品泄露后会对周边功能区造成影响，因此，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。同时要加强对突发事件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，避免油污对海洋功能区的影响。

综上所述，本项目建设对周边功能区的影响较小。

6.1.4 项目用海与海洋功能区的符合性分析

(1) 《广东省海洋功能区划》

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目位于珠海-潮州近海农渔业区，经分析，本项目建设符合珠海-潮州近海农渔业区的海域管理要求和环境保护要求。具体分析见表 6.1.4-1。

表 6.1.4-1 项目所在省海洋功能区管理要求符合性分析

| 功能区名称 | 管理要求 | 符合性分析 | 是否符合 |
|-------------|--|--|------|
| 珠海-潮州近海农渔业区 | 1.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。 | 可兼容 |
| | 2.禁止炸岛等破坏性活动； | 本项目未占用海岛资源，不存在炸岛活动。 | 符合 |
| | 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； | 本项目不涉及捕捞作业。对附近海域的捕捞活动影响较小。 | 符合 |
| | 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； | 本项目海砂开采是合理开发揭阳海域的砂矿资源，经过严格论证，可为相关涉海工程提供填海用砂，且已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 |
| | 5.优先保障军事用海需求。 | 项目不涉及军事用海范围。 | 符合 |
| 海洋环境保护 | 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。 | 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 |

(2) 《揭阳市海洋功能区划（2013-2020年）》

根据《揭阳市海洋功能区划（2013-2020年）》，本项目所在的海洋功能区为揭阳近海捕捞区，项目用海与市海洋功能区划的符合性分析见表 6.1.4-2。

表 6.1.4-2 项目所在市一级海洋功能区管理要求符合性分析

| 功能区 | 管理要求 | 符合性分析 | 符合性 |
|--------|------------------|-------------------|-----|
| 揭阳近用途管 | 1.相适宜的海域使用类型为渔业用 | 1.本项目为海砂开采项目，不涉及炸 | 符合 |

| | | | |
|------|----------|--|--|
| 海捕捞区 | 制要求 | 海； 2.经过科学论证，保障交通运输、旅游、核电、海上风电、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求；3.优先保障军事用海需求。 | 岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，不会影响揭阳近海捕捞区的渔业用海功能。 2.本项目为矿产资源开采项目。 3.项目不涉及军事用海范围。 |
| | 用海方式控制要求 | 严格限制改变海域自然属性。 | 本项目没有围填海工程，不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，不会改变海域自然属性。 |
| | 生态保护重点目标 | 无 | / |
| | 环境保护要求 | 执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。 | 本项目施工船舶生活污水和船舶含油污水禁止排放入海，污水由船舶油污接收设施统一收集后，上岸交由有处理资质的单位接收处理。 |

由以上表格分析可知，项目用海与所在省、市海洋功能区主导功能不冲突，对周边海洋功能区影响较小且可控，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》和《揭阳市海洋功能区划（2013-2020年）》的海域使用管理要求和海洋环境保护要求。

6.2 与《广东省海洋生态红线》的符合性分析

海洋生态红线是指依法在重要海洋生态功能区、海洋生态敏感区和海洋生态脆弱区等区域划定的边界线以及管理指标控制线，是海洋生态安全的底线。科学划定广东省海洋生态红线，制定和实施相应管控措施，旨在有效保护全省海洋生态环境、维护海洋生态健康、优化海洋生态安全格局、增强海洋经济可持续发展能力，推进海洋生态文明建设。

6.2.1 项目周边海洋生态红线

根据《广东省海洋生态红线》，本项目不位于海洋生态红线区内，与海洋生态红线的距离均较远。项目周边海洋生态红线分布情况见表 6.2.1-1 和图 6.2.1-1，各生态红线管控要求见表 6.2.1-2。本项目也没有占用大陆自然岸线保有和海岛自然岸线保有，位置见图 6.2.1-2。

表 6.2.1-1 项目与周边海洋生态红线位置关系

| 序号 | 红线区 | 与本项目的方位关系及距离 |
|----|--------------------------|--------------|
| 1 | 237-汕头深水重要渔业海域限制类红线区 | |
| 2 | 216-客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区 | |
| 3 | 215-绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | |
| 4 | 217-仙庵金海湾重要滨海旅游区限制类红线区 | |
| 5 | 212-前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区 | |

图 6.2.1-1 项目周边海洋生态红线分布情况

表 6.2.1-2 项目周边海洋生态红线登记表（摘自《广东省海洋生态红线》）

| 序号 | 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 |
|-----|------|-------------|----------------------|--|--------------------------|----------------|----------------------------|---|
| | | | | | 面积 (km ²) | 海岸线长 度 (km) | | |
| 237 | 限制类 | 重要渔业海域 | 汕头深水重要渔业海域限制类红线区 | 116°38'38.2"- 117°12'42.25"E; 23°57'12.87"- 23°10'51.86"N | 751.61 | 0 | 重要渔业产品的产卵场、索饵场、越冬场及鱼类洄游通道。 | 管控措施：禁止炸鱼等违法捕鱼活动；40 米等深线向岸一侧海域实行凭证捕捞制度，实行禁渔期制度。 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。 |
| 216 | 限制类 | 自然景观与历史文化遗产 | 客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区 | 116°33'36.63"- 116°34'41.52"E; 23°0'27.65"- 23°1'42.72"N | 2.20 | 3.59 | 石笋海蚀地貌 | 管控措施：禁止围填海、填海连岛、实体坝连岛、建造永久构筑物、采挖海砂及其他可能破坏海岛生态系统或改变海岛自然地形地貌的行为，加强对受损海岛生态系统的整治与修复。禁止设置直排排污口、爆破作业等危及文化遗迹安全的，有损海洋自然景观的开发活动，保护历史文化遗产、海岛地质地貌景观，控制旅游开发强度。核电项目温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行，用海企业应采取有效措施，严格控制温排水扩散范围。 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。 |
| 215 | 限制类 | 重要砂质岸线及邻近海域 | 绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区 | 116°30'46.46"- 116°32'6.61"E; 22°58'25.03"- 23°0'3.21"N | 4.19 | 3.45 | 砂质岸线 | 管控措施：禁止实施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和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动加强对受损砂质岸线的修复加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。核电项目温排水温升范围应 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-------------|---------------------|--|--------|------|-------------------|--|
| | | | | | | | | 按照核电项目温排水管控要求执行，用海企业应采取有效措施，严格控制温排水扩散范围。 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。 |
| 217 | 限制类 | 重要滨海旅游区 | 仙庵金海湾重要滨海旅游区限制类红线区 | 116°32'49.62"- 116°33'26.24"E; 23°2'45.3"- 23°5'14.4"N | 3.34 | 5.62 | 砂质岸线 | 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。禁止从事可能改变和影响滨海旅游的开发建设活动，对受损海岸生态环境进行修复。严格保护砂质海岸与基岩海岸。核电项目温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行，用海企业应采取有效措施，严格控制温排水扩散范围。 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；海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。 |
| 212 | 限制类 | 珍稀濒危物种集中分布区 | 前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区 | 116°24'10.63"- 116°32'18.22"E; 22°46'55"- 22°55'59.84"N | 221.75 | 0 | 保护龙虾、海龟、 鲎及其生境 | 管控措施：禁止实施对濒危物种有影响的开发建设活动。维持海域自然属性，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源。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：禁止新设污染物集中排放口，禁止倾倒废物或排放有毒、有害物质，海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，保持海洋水文动力维持原状。 |

6.2.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目无需占用海洋生态红线区，与周边海洋生态红线区的最近距离在约3.0km，悬浮泥沙不会扩散至项目附近的海洋生态红线区。根据采砂区的自然状况以及采砂采取的生态保护措施，在鱼类产卵、繁殖等快速生长期（3月至7月）内，降低采砂强度，每月采砂天数降至15天，每日采砂时间降至非敏感期的2/3。本项目采砂计划采用的采砂船为射流式采砂船，射流吸砂船的吸砂管可以直接进入砂层，不挖其他地层，减少废弃泥土和悬浮泥沙的产生量，对海洋沉积物扰动较少。海砂开采时绝大部分时间射流管插入沙层内部，表层海砂随着采砂活动的开展逐步塌陷。抽至表层时间较短，与吸砂过程和洗砂过程造成持续性悬浮泥沙扩散相比，产生的影响较为有限。

本项目施工过程中产生的船舶舱底含油污水、生活污水、生活垃圾等也均拟收集上岸处理，均不直接排放入海，不会对附近的海洋生态红线区产生影响。虽然本项目基本不会对海洋生态红线区产生影响，但项目仍应采取严格控制采砂范围、控制采砂强度、合理规划采砂工期、及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。

6.2.3 对大陆自然岸线保有的影响


本项目不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，最近距离，相对位置见图6.2.3-1。采砂活动不会改变大陆自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有的没有影响。项目与附近自然岸线保有相对位置见表6.2.3-1，分布情况见图6.2.3-2。

表 6.2.3-1 项目与周边海洋生态红线位置关系




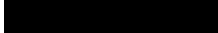
| 序号 | 自然岸线 | 与本项目相对位置 |
|----|-----------------|---|
| 1 | 196-港寮湾砂质岸线 |  |
| 2 | 197-资深湾砂质岸线 |  |
| 3 | 198-靖海内港粉砂淤泥质岸线 |  |
| 4 | 199-靖海港砂质岸线 |  |

图 6.2.3-1 项目周边大陆自然岸线保有分布情况

6.2.4 对海岛自然岸线保有的影响

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

综上所述，本项目的建设符合《广东省海洋生态红线》的要求。

6.3 项目用海与“三线一单”的符合性分析

6.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

为全面贯彻《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，落实生态保护红线，环境质量底线、资源利用上线，广东省人民政府于 2020 年发布了《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府[2020]71 号），确定了生态环境准入清单（以下简称“三线一单”）。

（1）与生态保护红线及一般生产空间符合性分析

根据“三线一单”的要求，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。

本项目位于“三线一单”中的一般管控单元，详见图 6.3.1-1。一般管控单元执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

按照“三线一单”要求，全省生态保护红线暂采用 2020 年 9 月广东省人民政府报送自然资源部、生态环境部的版本；一般生态空间后续与发布的生态保护红线进行衔接参照 2017 年广东省人民政府批复的《广东省海洋生态红线》。根据《广东省海洋生态红线》，本项目所在区域未被划定为省海洋生态红线区，也不占用大陆海岸线自然岸线和海岛自然岸线。

项目建设虽然对所在海域的海洋生态存在一定的影响，但在工程结束后一段时间内可逐渐恢复。采砂单位在采砂作业时合理安排采砂强度、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。在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，可以有效降低对生态环境的影响程度。

因此，本项目符合生态保护红线及一般生态空间的要求。

图 6.3.1-1 广东省环境管控单元图（摘自广东省三线一单生态环境分区管控方案）

（2）与环境质量底线符合性分析

根据 [REDACTED] 海洋环境现状调查结果，项目所在海域部分站位的化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐超过其相对应功能区标准限值，其余站位的监测因子均符合。本项目洗砂溢流水设置溢流管进行海底排放，并在采砂船溢流泄水口上安装拦污栅；船舶生活污水、舱底含油废水均收集上岸，由有处理能力的单位接收处理；生活垃圾收集上岸后，由环卫部门统一清运处理。只要施工单位切实做好各项环保措施，本项目污染物排放不会改变区域环境功能区要求，不会对区域环境质量底线造成冲击。

（3）资源利用上线

本项目为海砂开采工程，不涉及陆域征地及拆迁问题。项目位于珠海-潮州近海农渔业区，项目用海能满足所在功能区的管理要求。项目不占用海岛自然岸线和大陆自然保有岸线，不会对自然岸线的保护产生影响。因此，项目建设不会突破当地的资源利用上线。

（4）环境准入负面清单

本项目为海砂开采工程，根据《市场准入负面清单》（2020 版），项目不属于禁止准入类，与《市场准入负面清单》要求相符。

综上所述，本项目与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》是相符的。

6.3.2 与《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

2021 年 8 月 10 日，揭阳市政府印发《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》。到 2025 年，建立较为完善的“三线一单”生态环境分区管控体系，

自然生态系统得到有效保护，生态环境质量持续改善，能源资源利用效率稳步提高，绿色发展水平明显提升，生态环境治理能力显著增强。

本项目所在海域属于“一般管控单元”中的“珠海-潮州近海农渔业区（揭阳范围）一般管控单元”，具体位置见图 6.3.2-1。如前所述，本项目属海砂开采工程，不涉及陆域征地及拆迁问题。施工期间在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，不会对海洋生态环境产生明显不利影响。项目不占用海岛岸线和大陆自然岸线保有，与《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》是相符的。

图 6.3.2-1 揭阳市环境管控单元图（摘自揭阳市三线一单生态环境分区管控方案）

6.4 项目用海与产业结构符合性分析

本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及围填海行为，不在海上建设永久性水工构筑物，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年修正版），海砂开采没有列入淘汰类项目，且不属于《市场准入负面清单》（2020 年本）中的禁止类。

6.5 与其他相关规划的符合性分析

6.5.1 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

为深入贯彻习近平总书记对广东系列重要讲话和重要指示批示精神，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。

根据《核实报告》，截至 2021 年 9 月 6 日，采用地质块段法估算矿区海底面以下 30.2~40.5m 以浅海砂原矿资源量（控制+推断）共 [REDACTED]，其中控制资源量 [REDACTED]，推断资源量 [REDACTED]，矿体平均厚度 8.74m，平均含泥量 14.06%。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。在对海砂进行合理开采的前提下，本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》关于统筹岸线近海深远海开发利用，加大海洋矿产开采力度的规划目标。

6.5.2 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限制开发区域（图 6.5.2-1）。限制开发区域的功能定位为我省重要的海洋渔业生产基地，重要的海洋生态环境保护地区，是保障海洋食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需求，是人与海洋和谐发展的重要载体。限制开发区的海洋空间总体格局是构建以粤东、粤西两大生态保护与渔业生产重点地区，加强湛江雷州半岛、阳江海陵湾、汕尾红海湾和碣石湾、揭阳神泉湾、潮州柘林湾、汕头南澳等地区的渔业生产和生态保护重点，保障全省海洋生态和渔业发展安全。

本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，本项目开采位置经过严格论证，不会严重影响限制开发区域的渔业用海功能。本项目年开采回填料海砂原矿 2280 万 m³/年，拟作为填海区填料，年平均净利润 ██████████，具有较好的经济效益。矿床开采为露天水下开采，只要规范开采，不会发生地质灾害，不会引起水土流失，项目废水循环使用，总体上对附近生态和环境没有大的影响和破坏作用。

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，同时项目也应对造成的海洋生态损失进行补偿，将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。

因此，项目建设符合《广东省海洋主体功能区划规划》。

图 6.5.2-1 广东省海洋主体功能区规划图

6.5.3 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。

经分析，本项目无需占用岸线，与岸线的距离较远，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。通过与规划图叠加分析，本项目位于海洋生态空间（见图 6.5.3-1）。生态空间是以调节、维持和保障生态安全，提供生态产品和生态服务为主导功能的区域，生态空间在保障区域生态安全中发挥重要作用。海域生态空间面积 3.29 万平方千米，主要分布在大亚湾、珠江口、雷州半岛等国家级及省级海洋自然保护区，韩江口、珠江口等河口，柘林湾、镇海湾、水东湾、湛江湾等重要滨海湿地。生态空间主要承载生态调节和供给功能，可以消解一定程度开发强度而产生的环境压力，进一步提高区域生态环境调节和供给能力，构建可持续发展的“生态银行”。

规划提出，生态空间的管控重点是：构建滨海生态防护带与养护区，发挥生态空间在防灾减灾和生态安全中的基础作用。完善生态环境保护能力和制度建设，提升生态环境保障的技术水平。加强生态环境整治与修复，综合整治重点海湾、海岛等生态环境，开展蓝色海湾、生态岛礁等工程。

实施污染物总量控制制度，严格控制人为因素对自然生态的干扰，严禁大规模的工业化城镇化开发活动。各类设施的建设不得破坏原生态，建设面积不得超过生态空间总面积的 3%。严守生态红线，实施四个“不减少”，即自然岸线不得减少，自然湿地不得减少，沙滩不得减少，公益林不得减少；实施重要敏感目标名录制度，发布重要滨海湿地、重要砂质岸线及沙源保护海域、特殊保护海岛等敏感目标名录。

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。项目的建设不会减少自然岸线、自然湿地、沙滩及公益林。项目采砂施工引起的悬浮泥沙仅对工程所在区域水质产生一定影响，对周边敏感目标不会产生明显不利影响，且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。通过采取有效环保措施，在合理安排采砂强度、作业位置和作业时间的情况下，采砂施工产生的影响是可以接受的。

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》是相符的。

图 6.5.3-1 本项目与海岸带规划关系图

6.5.4 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，根据前述相关规划分析结果可知，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，不会对附近海洋生态红线产生明显的不良影响，符合海洋生态红线的管控要求。项目的建设仅会对工程附近一定范围内的海域产生一定的影响，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。

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。

6.5.5 与《广东省环境保护“十三五”规划》的符合性分析

《广东省环境保护“十三五”规划》提出加强近岸海域整治的要求。要求“规范入海排污口设置，提高沙海项目准入门槛，强化陆源污染排海项目、海岸和海洋工程建设项目监督管理，全面清理非法或设置不合理的入海排污口，推进海洋生态健康养殖，2020年底前沿海市、区入海河流基本消除劣Ⅴ类水体，近岸海域环境质量稳中趋好。”同时提出“加强滨海新区开发过程生态环境保护，严格

控制围填海规模，到 2020 年自然岸线（不包括海岛岸线）保有率不低于 35%。实施“蓝色海湾”综合治理。严格禁渔休渔措施，推进生态健康养殖，控制近海养殖密度。加大珊瑚礁、红树林、海草场等典型生态系统保护力度，遏制近海及海岸生态环境恶化和海洋生物资源衰退，构建蓝色生态屏障”。

海砂开采过程中难以避免会导致水体中悬浮泥沙含量增大，开采期会影响海水水质，导致其使用功能下降。但海砂开采也是合理开发揭阳海域的砂矿资源，在不危害毗邻堤岸的安全、不影响揭阳沿岸港口发展、海上交通安全和海洋生态环境的前提下，海砂开采活动是海洋功能区管理要求所允许的。从另一方面考虑，海砂开采可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，为周边城镇工业和各行业的建设提供建筑砂料，对揭阳沿岸及周边城市的海洋工程建设是有帮助的。海砂开采在一定程度上导致底栖生物受损，底栖生境受到破坏，会带来相当数量的底栖生物的损失，可以通过各种生态补充方式进行恢复补偿。此外，采砂引起的悬浮物扩散会引起浮游动植物和仔稚鱼生物的损失，可以通过在主要生物品种的繁殖和产卵期控制开采强度以达到减少损失的目的。采砂结束以后，还可通过人工放养促进渔业资源的恢复。

通过上述分析表明，可以在该海域合理、科学地进行适当的海砂开采作业。在海砂资源开发利用过程中，应将可能产生的影响控制在可以接受的范围内，采取渔业资源补偿措施，尽量降低其对海洋渔业造成的损害。采砂活动属于不改变海域属性的用海方式，采砂产生的悬浮物对水质的影响主要在采砂施工期间。停止采砂后，通过生态修复等措施，海洋生态环境能够得到逐步恢复，不会受到长期、不可逆的破坏。

综上分析，本项目在严格执行环境保护措施的前提下开展有限度的海砂开采，符合《广东省环境保护“十三五”规划》的要求。

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

2021 年 2 月 1 日揭阳市六届人大七次会议审议批准《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》(以下简称《市十四五规划》)，重点明确“十四五”时期（2021-2025 年）揭阳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，是未来五年揭阳市经济社会发展的宏伟蓝图和全市人民共同的行动纲领。

根据《市十四五规划》，在十四五期间，先进制造业、现代服务业、文化旅游业、现代农业协调发展的产业体系初步形成，战略性新兴产业加快发展，实现老城蝶变、新城崛起，供与需、内与外、城与乡以及全市各区域发展更趋平衡更加协调，发展质量和效益明显提升，增长潜力进一步提高，内需潜力进一步释放，经济结构进一步优化，创新能力进一步提升。

围绕产业强市，谋划储备实施一批支撑重大战略、推动经济发展、引领转型升级的重大产业项目，推动产业集聚集约集群发展。聚焦打基础、利长远、惠民生、补短板，加快启动一批交通基础设施项目，着力提升集机场、铁路、港口、公路为一体的综合交通建设和服务水平。围绕建设活力古城、滨海新城，加快实施新型基础设施、新型城镇化等重点工程，加强城乡基础设施和公共服务设施建设，支持有利于城乡区域协调发展的重大项目建设，提升群众生活品质。以榕江、练江、龙江等流域为重点，加快推进水环境综合整治、水库除险加固、防洪提升等工程建设，加快补齐生态环境基础设施短板。实施新一轮城市更新改造和老旧小区改造计划，提高住房保障水平。2025 年，固定资产投资达到 1902 亿元。

由此分析，揭阳市在十四五期间开展的各项建设项目都需要大量的海砂资源，科学、合理、合法的海砂开采项目，能有利于支援十四五期间揭阳地区的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。因此，项目建设符合《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的规划目标。

6.5.7 与《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》的符合性分析

《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》提出，加快打造惠来临海工业集聚区，培育海洋战略性新兴产业，实施大项目带动战略，加快发展海洋工业、石化能源、海洋交通运输业、海洋渔业、滨海旅游业，合理开发利用海岸带资源，带

动海洋产业大发展。全面、科学认识海洋发展规律，高效集约开发利用海洋资源。积极主动走科技创新、生态文明的海洋发展道路，促进揭阳经济社会可持续发展。

以蓝色经济为引领，形成海洋综合开发利用新格局，海洋经济实力显著增强，成为全市经济持续发展的蓝色引擎；海洋科技贡献率不断提高，产业结构与空间布局得到优化，现代海洋产业体系基本形成；汕潮揭三地海洋合作领域扩大，临港工业基地、滨海休闲旅游度假胜地、现代渔业基地、滨海能源基地、海洋文化产业基地、海洋生态示范区建设取得突破性进展，开创揭阳海洋经济科学发展和跨越发展的新局面。

本项目位于揭阳市惠来县靖海镇[]处海域，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 2280 万 m^3 ，年平均净利润 []，具有较好的经济效益。

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。因此，本项目建设符合《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》高效集约开发利用海洋资源的要求。

综上所述，本项目符合国家产业政策，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020）年》《揭阳市海洋功能区划（2013-2020 年）》《广东省海洋生态红线》和《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》管控要求。

本项目与《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》《广东省海洋主体功能区划》《广东省环境保护“十三五”规划》《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》的要求相一致。

本项目与《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标的建议》和《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》等地方规划文件的目标、要求相符合。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 采砂选址与区域社会条件的适宜性

本项目位于揭阳市惠来县靖海镇[]处海域，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 2280 万 m^3 ，年平均净利润 []，具有较好的经济效益。

7.1.2 采砂选址与自然资源、环境条件的适宜性

(1) 气候条件适宜性

本项目所在区域地处亚热带，属亚热带季风性气候，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。降雨量的年内分配很不均匀，4~9 月约占全年降雨量的 80% 以上，夏季受台风影响降雨强度较大。年平均气温 22.6℃，年平均地表温度 25.2℃，年平均气压 1011.2hPa，年平均相对湿度 78.91%，年均降雨量 1807.5mm，年平均风速 2.4m/s。因此，该区域的气候条件适宜于进行海上采砂作业。但该区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《核实报告》，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 4.00~18.00m 之间，矿体厚度 1.0~8.7m，资源量（推断的）为 [REDACTED]；V2 盖层厚度变化在 8.00~26.70m 之间，矿体厚度 5.4~31.7m，资源量（控制的+推断的）为 [REDACTED]。截至 2021 年 9 月 6 日，矿区共探获回填料海砂原矿资源量（控制的+推断的）共 [REDACTED]，矿体平均厚度 8.74m，平均含泥量 14.06%。经估算可采出的回填料海砂矿矿石量为 [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 -0.05~-0.00m/s；工程后流向基本不变，变化量均不超过 7°。采砂区附近工程后流速变化量为 -0.01~-0.01m/s；流向变化不明显，最大变化量为 2°。

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 -0.04~-0.02m/s；工程后流向基本不变，变化量均不超过 6°。采砂区附近工程后流速变化量为 -0.01~-0.01m/s；流向变化不明显，流向最大变化量为 3°。

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，采砂区所在区域 50 年一遇 S 向波浪的出现不同程度的变化，采砂区范围内波浪波高出现不同程度抬升，工程后波高变化量为 0.05~-0.22m；工程后波向基本不变，波向变化量均不超过 2°。采砂区附近工程后波高变化量为 -0.19~0.08m/s；波向变化不明显，波向最大变化量为 1°。

采砂区所在区域 50 年一遇 SW 向波浪的出现不同程度的变化，采砂区范围内波浪波高出现不同程度抬升，工程后波高变化量为 0.08~-0.16m；工程后波向基本不变，波向变化量均不超过 2°。采砂区附近工程后波高变化量为 -0.13~-0.13m/s；波向变化不明显，波向最大变化量为 2°。

工程实施后采砂区水深增加，该区域波高出现一定程度增加，波向变化不明

显，采砂区周边波浪动力变化不大，可见工程实施对波浪动力影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

(5) 冲淤环境分析

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，淤积最大速度出现在采砂区南部水域，最大淤积速度为 0.08m/a；采砂区 NE 角和 SW 角区域项目实施后潮流动力增强，该区域出现轻微冲刷情况，最大冲刷速度出现在采砂区 NE 角区域，大部分区域冲刷速率不超过 0.06m/a。

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，本项目施工产生的悬浮泥沙主要随涨落潮流向采砂区附近海域扩散，扩散方向为 NE~SW 向，10mg/L 包络线向 NE 扩散最远距离为 7.20km，向 SW 扩散最远距离为 6.84km。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）的平均包络线面积为 51.94km²。采砂过程中造成的生物损失为底栖生物 62.07t、鱼卵 9.70×10⁸ 粒、仔稚鱼 9.40×10⁷ 尾、游泳动物 91.27t。

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 采砂选址与海洋功能区划和相关规划符合性分析

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。

同时项目建设符合国家产业政策，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》《揭阳市海洋功能区划（2013-2020年）》管控要求；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》《广东省海洋主体功能区划》《广东省环境保护“十三五”规划》《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》的要求相一致；与《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标的建议》和《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》等地方规划文件的目标、要求相符合。

7.1.5 采砂选址与周边用海活动的协调性

由第5章的分析可知，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：海底电缆管道工程、电厂项目、开放式养殖、航道和锚地等。根据5.2节分析，本项目无利益相关者，需协调单位为海事主管部门。

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。

7.1.6 采砂选址与相关部门的协调情况

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，广东省将揭阳市惠来县靖海湾东南侧 1 片海域列入广东省海砂开采三年行动计划海砂开采储备区。揭阳市先期已就海砂开采海域选址征求省自然资源厅、生态环境厅、交通环境厅、水利厅、农业农村厅等省直各部门意见及市发展和改革局、市生态环境局、市交通运输局、市水利局、市农业农村局等市级部门意见，经综合汇总并采纳各部门意见后，于 2021 年 7 月 1 日再次征求了省直各部门意见及市级部门意见，本项目选址与相关部门意见可协调。

7.1.7 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，开采顺序从南向北，由东向西推进，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揭阳行政区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 5 个边界拐点圈定，矿区面积约为 221.9970 公顷，水运交通繁忙，但出让区与航道、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、缩小至原选址东南角，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 221.9970 公顷，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，经评估可采出回填料用海砂矿矿石量 [REDACTED]，按照年开采强度 2280 万 m^3 ，则海砂开采作业时间约 [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《核实报告》，拟出让区 221.9970 公顷范围内海底面以下 30.2~40.5m 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，矿区共探获回填料用海砂原矿资源量 [REDACTED]；可采资源量 Q_2 （开采储量）[REDACTED]；开采回采率为 90%，贫化率为 0%，则本矿山采出矿石量 Q_3 为 [REDACTED]。

本项目拟使用 6 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 2.3.7 章节分析，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（以 8 月至次年 2 月计算为 7 个月）月开采量

为 240 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（以 3 月至 7 月计算为 5 个月）月开采量为 120 万 m^3 。因此本项目的年最大开采量为 2280 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 []，可在 2023 年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。”本工程申请的采砂区为结合实际储量，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

（1）宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》《海籍调查规范》，广东海兰图环境技术研究有限公司负责进行本工程海域使用测量，测绘资质证书号为：丙测资字 4423342，参加本项测量人员为李小玲、张均雪。

（2）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）。

（3）宗海界址点的确定方法

本次界址点的确定主要是根据砂源勘探的结果，由揭阳自然资源主管部门根据区域海砂储量、当地用海需求和周边海域开发利用情况，确定采砂拐点坐标，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，确定区块的 5 个界址点，以 5 个界址点的连线作为界址线。

（4）宗海图的绘图方法

1) 宗海位置图的绘制方法：宗海位置图采用航保部 2021 年 3 月出版，图号为 81001 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》上要求的其他海籍要素，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：宗海平面图根据拟实际用海坐标，采用相关的测量软件将坐标转换为国家 2000 大地坐标系下的平面坐标。然后将坐标点用 AutoCAD 软件将其绘制成图，根据宗海位置图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加于图形文件中，并填上《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海界址图，详见图 7.3.3-2。

(5) 宗海界址点坐标及面积的计算方法

1) 宗海界址点坐标的计算方法：

宗海界址点在 AutoCAD 2010 的软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、116°30'为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。宗海界址点坐标见表 7.3.3-1。

表 7.3.3-1 项目界址点坐标

| 界址点编号 | 北纬 | 东经 |
|-------|----|----|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

2) 宗海面积的计算方法:

采砂区宗海面积计算采用坐标解析法, 将各用海单元界址点大地坐标按照 116°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。

3) 宗海面积的计算结果:

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 221.9970 公顷。

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 221.9970 公顷，可采出回填料用海砂矿矿石量 [REDACTED]，按照年开采强度 2280 万 m³，则海砂开采作业时间约 [REDACTED]，因此本项目申请用海时间为 [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 海域使用对策措施

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。海洋开发活动要实施综合管理，统筹规划，海洋资源的开发不得破坏海洋生态平衡。

按照《广东省海洋功能区划》（2011-2020），项目所在海域的海洋功能区划为珠海-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。

采砂中标单位在工程建设和海域使用中应严格执行《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，不得从事与海洋功能区划不相符的开发活动。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》和海洋功能区划的要求，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。

8.2 开发协调对策措施

本项目无利益相关者，需协调责任部门为海事主管部门。建议采砂中标单位合理安排采砂工作及运砂路线，并积极与海事主管部门进行沟通协调，针对采砂船舶和来往运砂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。采砂船舶应严格按照批准的采砂区域内采砂作业，采砂强度可在采砂船上安装视频设施实时监控，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；在采砂和运砂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。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 自然灾害风险防范对策措施

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，为将项目各项风险对项目建设的的影响减至最低，建议采取以下的措施：

- (1) 采砂期应尽量避开台风季节，并做好各项防台抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。
- (2) 根据工程特点，编制相关抵御热带气旋和台风风暴潮入侵的详细计划，并严格贯彻执行。
- (3) 按规定及时收听气象报告，警惕热带气旋预兆及“热带低压”的突然袭击。
- (4) 海上材料运输时，作业船应认真查阅有关航行通电、通告及潮汐表等资料，防止搁浅、风灾等事故发生；应按时收听气象预报，遇有暴雨、台风等恶劣气候，严格遵守有关航行规定，服从海事主管机关的指挥。
- (5) 工程完工后，应加强对航道附近海底冲淤状况监测，及时掌握工程海域稳定状况，把项目的用海风险和对环境影响降低到最小程度。

8.3.2 船舶交通事故风险防范对策措施

船舶交通事故的发生与船舶航行和停泊的地理条件、气象海况、运输装载的货种、船舶密度、导/助航条件以及船舶驾驶等因素有关。本工程发生船舶交通事故造成环境污染的可能性是存在的，一旦发生船舶交通事故，将会造成事故区域环境资源的严重损失，且其应急反应的人力物力财力消耗大，因此采取有效的措施预防船舶交通事故的发生意义重大。

(1) 制定防范恶劣天气和海况措施，船舶航行和海上作业应在适航的天气条件下进行，一旦有恶劣天气来袭，应停止作业，快速有序地组织好船舶归航

(2) 应加强对作业船舶航行的管理，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) 采砂船和运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，采砂中标单位要与当地港务监督部门、海事部门、渔业部门有效沟通和协作，在港务监督部门、海事部门、渔业部门的指导下，采砂中标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) 采砂和运砂船舶必须严格接受海上交通部门的统一管理，作业过程随时注意过往船舶通行情况，避免出现海上交通安全事故。

8.3.3 溢油风险防范对策措施

溢油事故的发生，大部分是人为因素造成的，为防止溢油泄漏事故，可采取以下对策措施：

(1) 预防措施

为防止采砂和运砂过程中发生溢油事故，作业船舶应加强日常管理，严格质量控制和规范管理。一旦发生船舶溢油事故，应立即上报有关部门，采取应急措施，降低事故对周边环境的影响。

(2) 污染控制措施

采用国际上常用的物理清除法和化学清除法处理溢油。

物理清除法主要设备为围油栏和回收设备，利用围油栏将溢油围在一定范围内，采用回收装置回收溢油；化学清除法则是通过向浮油喷洒消油剂等化学药剂，达到分解溢油的目的。

当溢油发生后，应根据溢油量大小、油的扩散方向、气象及海况条件，迅速围住油膜，并缩小围圈，采用吸油船最大限度的回收溢油，随后加入适量消油剂等化学清除试剂对溢油进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻对海洋环境的影响。

(3) 溢油事故应急预案

处理交通突发性污染事故，遵循“预防为主、安全第一”的环境保护基本方针。突发性油污染，需采用应急方式进行处理。应急预案应在《中华人民共和国海上交通安全法》以及《广东省海上险情应急预案》的要求及指导下进行设计。本报告建议制定应急预案如下：

1) 成立组织机构

应急指挥中心：该项目经理任应急总指挥，主管安全项目副经理任副总指挥，成员由相关部门责任人担任。

船上应急组织：船长任船上应急总指挥，根据本船突发情况制定具体应急措施，在日常工作中应注意培养船员的应变能力。船上张贴“应变布置表”，明确各船员的编号、职务和职责。

2) 应急行动

当发生紧急状态时，船长或分项工程负责人应立即发出应急警报，启动程序。听到警报后，现场人员应按应变部署进行应急行动，行动中要服从指挥，防止混乱。现场总指挥与安全调度室保持联系，并根据情势请求必要的援助。紧急状态过后，主管安全项目负责人应及时组织事故调查，进行事故处理，并将结果报有关部门。具体的应急程序见图 8.3.3-1。

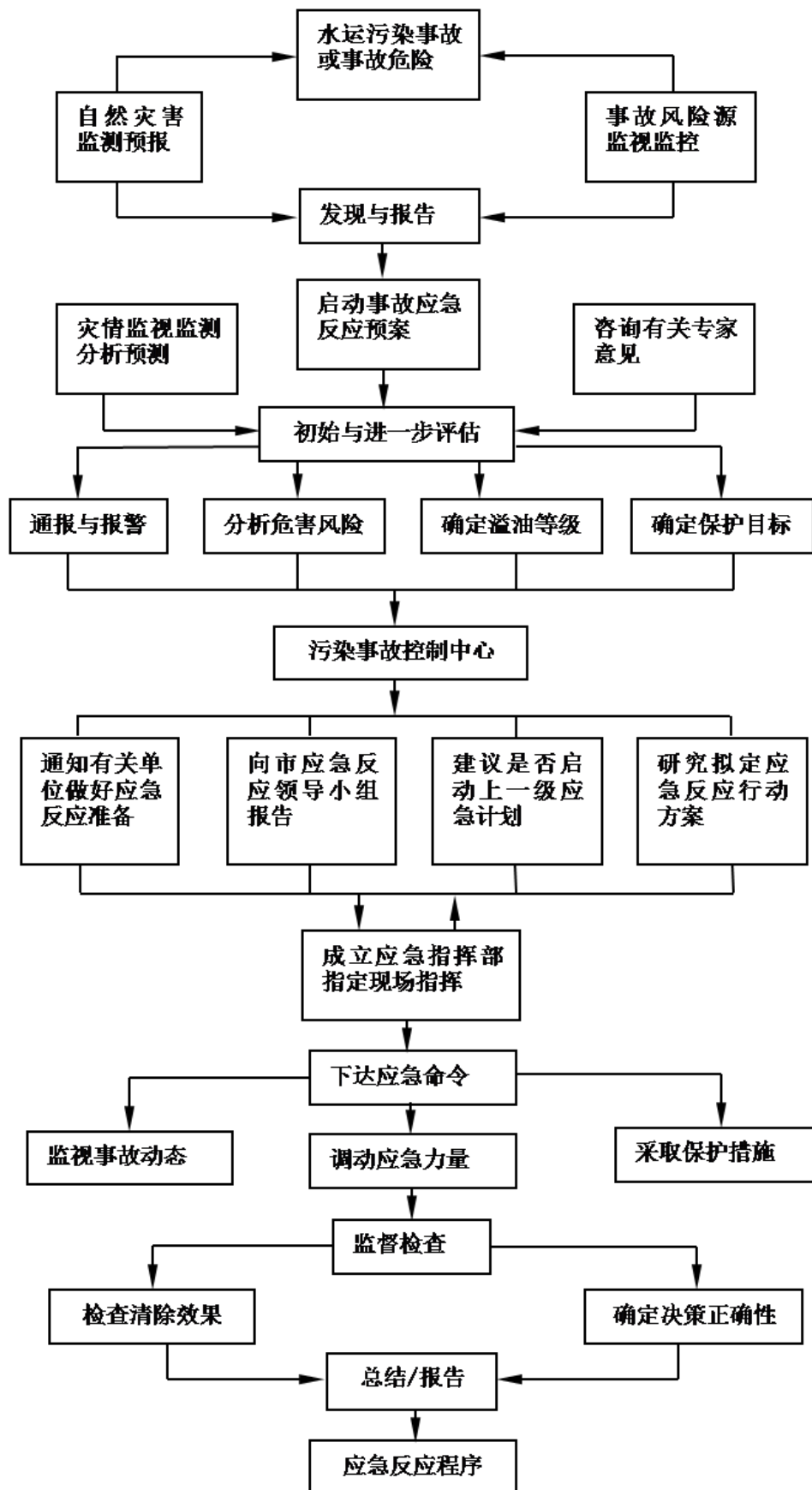


图 8.3.3-1 事故应急程序图

①应急机构及职责

采砂中标单位需设立专门的工程水域应急机构(应急中心),指定专人负责。应急机构应配备足够有效的通信、救助设施,24小时值守。发现紧急情况,应及时向海事主管机关报告,同时按照应急部署的要求,积极组织应急行动,以确保作业安全及水域环境的安全,保持通航畅通。

应急组织指挥体系由应急领导机构、运行管理机构、咨询机构、现场指挥、应急救助力量等组成。组织指挥体系见图 8.3.3-2。

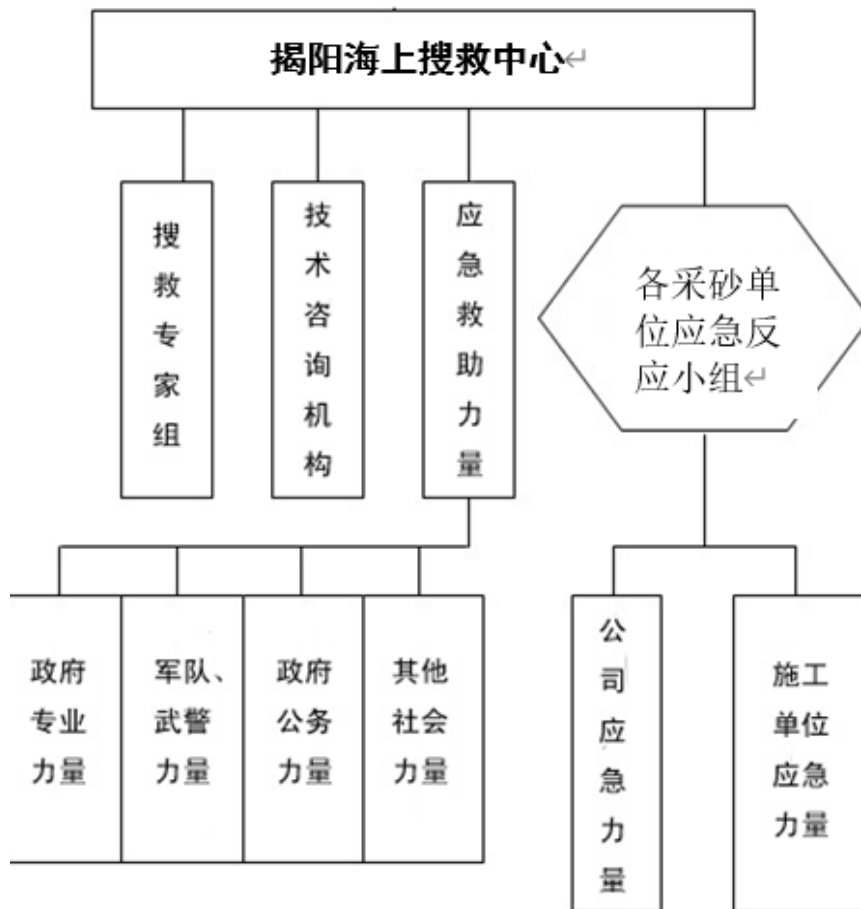


图 8.3.3-2 应急组织指挥体系图

②应急响应程序

应急救助力量包括各级政府部门投资建设的专业救助力量、军队、武警救助力量,政府部门所属公务救助力量,其他社会可投入救助行动的各种力量。

揭阳海事局是应急反应的领导机构,统一领导应急反应工作。

本项目采砂中标单位成立应急响应小组。咨询机构包括应急专家组和其他相关咨询机构。

“应急专家组”由航运、海事、海洋、航空、消防、医疗卫生、环保、石油化工、气象、安全管理等行业专家、专业技术人员组成，负责提供应急技术咨询。专家组成员通过当地海事部门协商有关部门，再由有关部门推荐，然后聘用。

现场指挥由负责组织搜救行动的应急指挥机构指定，按照应急指挥机构指令承担现场协调工作。

如果需要海上搜救中心提供技术指导或采取救助行动的，按照有关险情报告的格式报告，并接受海上搜救中心的领导和指挥。

海上搜救中心接到险情报告后，按照有关应急响应预案的要求，进行险情评估，及时启动各项应急措施。在救助过程中，以人为本，最大限度地减少生命和财产损失。应急响应工作流程见图 8.3.3-3。

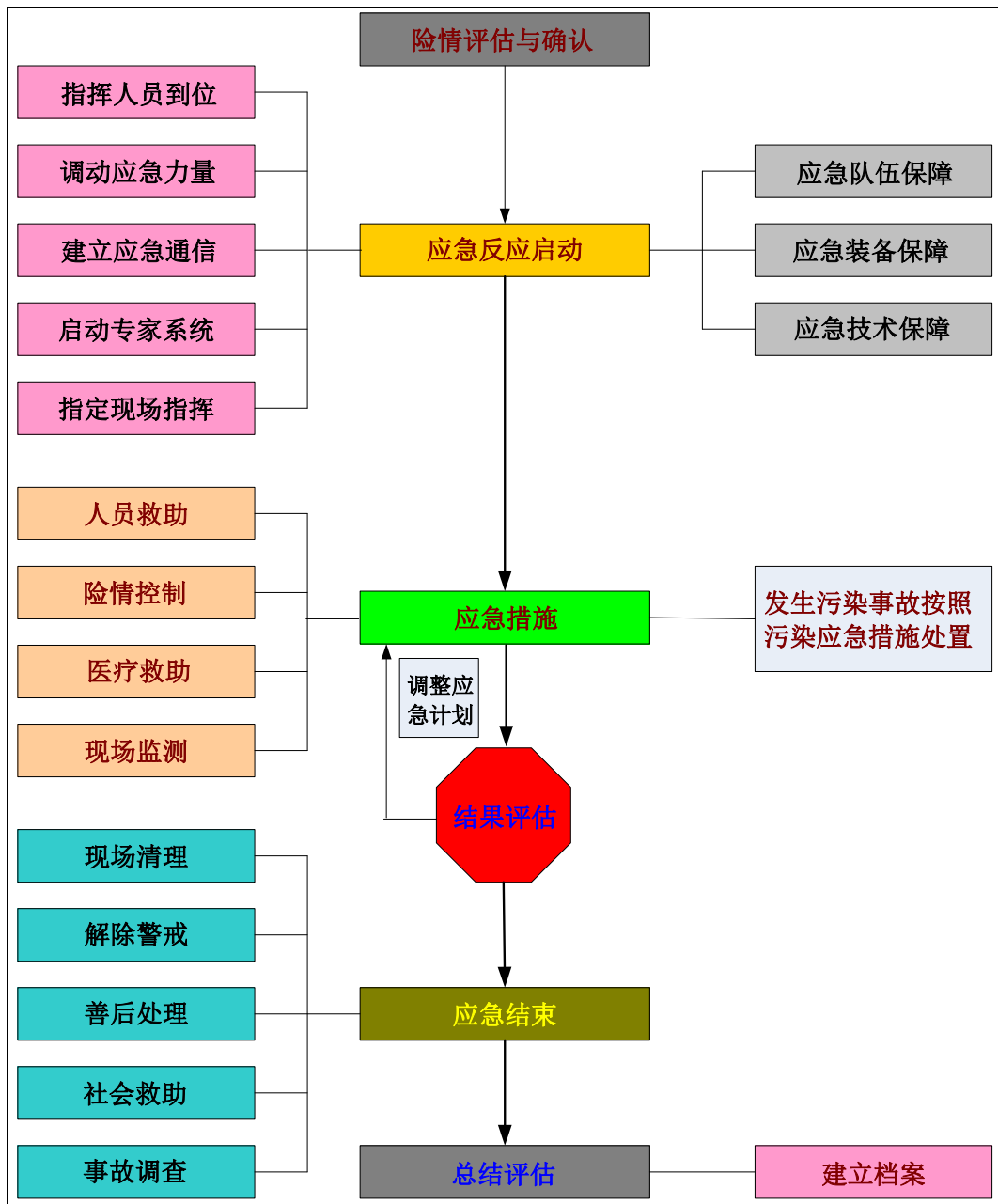


图 8.3.3-3 应急响应工作流程图

3) 应急预案内容

应急预案应至少包括下列内容：

- a、船舶碰撞事故应急处置措施；
- b、船舶搁浅应急处置措施；
- c、船舶失控应急处置措施；
- d、重大污染事故应急处置措施；
- e、船舶有沉没危险时的应急处置措施；
- f、大风及防台应急措施；

g、人员落水应急处置措施。

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

海域使用范围和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采砂，准确定位，详细记录，认真执行《海上交通安全法》的相关规定，防止事故发生。同时，建议自然资源行政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规定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

《海域使用管理法》第二十八条规定“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。”自然资源行政主管部门应当依法对海域使用的性质进行监督检查，发现违法者应当依据《海域使用管理法》第四十六条“违反本法第二十八条规定，擅自改变海域用途的，责令限期改正，没收违法所得，并处非法改变海域用途的期间内该海域面积应缴纳的海域使用金五倍以上十五倍以下的罚款”执行。因此本项目在取得海域使用权后，应严格按照经自然资源行政主管部门的批准使用用途使用海域；如确实需要改变海域使用用途，必须由有资质的单位进行可行性论证，向原批准用海的人民政府申请并经批准后才能按新的使用用途使用海域。自然资源行政主管部门应认真履行法律赋予的权力，在项目实施过程中对海域的使用范围和使用性质随时进行监督检查。

8.4.3 海域使用资源环境监督管理对策措施

《中华人民共和国海域使用管理法》第二十四条要求，海域使用权人发现所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时（主要是风险事故），应当及时报告自然资源行政主管部门，并做好应急响应。

为了及时了解和掌握本用海建设项目所在区域的海域环境质量发展变化情况以及主要污染源的污染排放状况，采砂中标单位必须定期委托有资质的环境监测部门对本项目所在区域的环境质量及各污染源主要污染物的排放源强进行监测，包括了对生物多样性和珍稀、濒危动物、生物资源、脆弱海岸、海域环境（水质、底质）以及使用期终止后的监控管理。

8.4.4 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确定，最长不超过 [REDACTED] [REDACTED]，到期不予续期。

8.4.5 海域使用跟踪监测

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，要求采砂中标单位立即停止开采；影响程度在资源和环境允许的范围内时，应提出减轻有害影响的对策建议，并提请采砂中标单位采取相应措施。

（1）环境质量监测

1) 监测范围、站位与内容

监测范围主要分布在项目周围海域，在项目附近海域设置监测点，共设 8 个点（监测过程中可视情况做适当的调整），监测站位坐标见表 8.4.5-1。

水质监测因子为：悬浮物、COD、溶解氧、铜、铅、总汞、石油类等；

沉积物监测因子为：粒度、有机碳、铜、铅、总汞、石油类等；

海洋生物监测因子为：叶绿素 a、鱼卵仔鱼、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物等；

图 8.4.5-1 环境跟踪监测站位图

表 8.4.5-1 环境跟踪监测站位表

| 站位 | 地理信息 (CGCS2000 坐标) | | 监测内容 |
|----|--------------------|------------|-------------|
| | 东经 (E) | 北纬 (N) | |
| 1 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 2 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 3 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 4 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 5 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 6 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 7 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |
| 8 | ██████████ | ██████████ | 水质、沉积物、海洋生物 |

2) 监测时间与频率

水质：采砂期内春秋各监测一次。海砂开采结束后进行一次后评估监测。

沉积物：采砂期内春秋各监测一次。海砂开采结束后进行一次后评估监测。

海洋生物：采砂期内春秋各监测一次。海砂开采结束后进行一次后评估监测。

(2) 水下地形地貌监测

1) 监测内容

海砂开采期间，定期进行海底地形地貌、水深测量，并给出海砂开采前后的地形定量变化数据。

2) 监测范围

水下地形：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；

水下地貌：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监测工作。

3) 监测频率

海砂开采后 6 个月内监测一次，监测次数根据监测结果确定。

4) 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。

9 生态用海

9.1 产业准入与区域管控要求符合性

本项目用海位于《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，海域使用类型为固体矿产开采用海，用海方式为海砂等矿产开采，在合理选择开采工艺和船型、严格控制开采强度、落实环境保护措施的前提下，项目建设符合珠海-潮州近海农渔业区的管理规定和要求，符合所在海域海洋功能区划的海域使用管理和海洋环境保护要求，项目建设不占用生态红线，符合《广东省海洋生态红线》的要求。

根据《产业结构调整指导目录》（2019年修正版），海砂开采没有列入淘汰类项目，且不属于《市场准入负面清单》（2020年本）中的禁止类。因此项目用海与相关产业政策是符合的。

9.2 岸线利用与保护措施

自然岸线是海陆长期作用形成的自然海岸形态，具有环境上的稳定性、生态上的多样性和资源上的稀缺性等多重属性。自然岸线一旦遭到破坏，很难恢复和再造。本项目海砂开采范围位于近海深水区域，不占用大陆岸线和海岛岸线。

本项目实施过程中应严格控制海砂开采强度和开采范围，对采砂工艺和使用船型应进行控制，维持坡度较缓的开采边坡，防止越界开采和超强度开采，同时应逐层开采，避免局部垂直开采形成大面积的深坑，以尽可能保护岸滩的稳定性。

根据数值模拟结果，在采砂实施后采砂区范围内水深增加，潮流动力减弱，采砂后出现一定程度淤积，淤积最大速度出现在采砂区南部水域，最大淤积速度为0.08m/a；采砂区NE角和SW角区域项目实施后潮流动力增强，该区域出现轻微冲刷情况，最大冲刷速度出现在采砂区NE角区域，大部分区域冲刷速率不超过0.06m/a。本项目实施海砂开采仅对采砂区附近海域冲淤环境有一定影响，对于近岸海域冲淤演变的基本无影响，对岸线的原有生态功能基本无影响。

9.3 污染防治对策措施

9.3.1 采砂作业悬浮泥沙污染防治对策措施

(1) 采砂船溢流泄水排放通过溢流管进行海底排放，减缓射流船穿透海底淤泥层的速率，以利于悬浮物沉降，减少悬浮泥沙对表层水体的影响。

(2) 海砂开采作业必须严格控制在已批准的海域作业，严禁越界开采，避免超矿区开采、造成水下矿区边坡坍塌，水下开采应形成坡度较缓的边坡，降低边坡坍塌造成的悬浮泥沙影响。

(3) 在采砂前对所有的采砂设备，尤其是砂仓进行严格检查，发现有可能泄漏污染物的必须先修理后才能开始采砂。

(4) 在采砂过程中应做好采砂设备和运砂船的日常维修和检查工作，保持抽砂设备和运砂船的良好运行和密闭性；在施工过程中密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生，应立即采取措施予以修复，避免采砂和运砂过程发生悬沙泄露，从而加重悬沙污染影响。

(5) 装砂过程应严格按照作业规程进行，避免装载过程砂矿泄露；运砂船装载量不得过量，确保航行过程中舱内装载的砂石不外溢入海，以避免输送过程中的泄漏对水体造成二次污染。

(6) 采砂作业应有计划的分层逐层进行，防止形成大面积的深坑。

(7) 采砂作业应在气象条件允许的条件下进行，在大风大浪、大雾和雷暴等灾害天气时应暂停作业，避免因灾害天气导致船舶倾覆等，从而造成砂矿倾覆而对海洋环境造成影响。

(8) 对采砂区周边环境进行监测，全面、准确掌握施工对海域生态环境的影响，采砂单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化采砂作业安排和保护措施。此外，采砂过程中也须密切注意采砂区及其周边海域的水质变化，如发现因采砂施工引起水质明显变化，则应立即停工对采砂船和运砂船等进行检查和维修。

9.3.2 船舶污染防治对策措施

(1) 采砂船舶和运输船舶必须配备生活污水收集设施，将船舶工作人员在船舶上产生的生活污水收集上岸后，再由有能力的接收单位统一处理，禁止直接排放入海。

(2) 采砂船舶和运输船舶必须配备舱底含油污水收集设施，将船舶产生的舱底含油污水收集上岸后，委托有资质的单位接收处理，禁止直接排放入海。船舶要配备适量的化学消油剂、吸油剂等物资，防止船舶的溢流事故一旦发生，立即采取措施，收集溢油，缩小溢油的污染范围。

(3) 船舶作业过程中，应加强对船舶的检修和管理，经常检查机械设备性能，避免发生机油溢漏事故。

(4) 采砂船舶和运输船舶维修时产生的油污应经收集上岸后由有资质的单位接收处理，不得直接排放。

(5) 船舶作业人员产生的生活垃圾，应经收集上岸后，由环卫部门统一清运处理，不得直接排放入海。

9.4 生态保护修复

9.4.1 生态补偿

采挖海砂将破坏底栖生物的栖息环境，施工过程中产生的悬浮物也会减弱浮游植物光合作用能力，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少，以及造成渔业资源的损失。为缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，建议建设单位根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿，补偿金额建议参考环境影响评价估算值。

9.4.2 生态保护修复措施

对受到破坏的海洋生境进行恢复与重建，可通过增殖放流等生态修复措施，促进海洋生态系统的恢复。结合项目工程周边海域状况，建议本工程实施以增殖放流为主的生态修复措施，建议建设单位与主管部门协商确定具体生态修复措施。

人工增殖放流是在对野生鱼、虾、蟹、贝类等进行人工繁殖、养殖或捕捞天然苗种在人工条件下培育后，释放到渔业资源出现衰退的天然水域中，使其自然种群得以恢复，再进行合理捕捞的渔业方式。人工增殖放流可以补充经济水产生物幼体和饵料基础，提高渔业资源的数量和底栖生物量，修复和改善工程周围海域渔业生物种群结构。放流前后需进行现场管理，一是时间的选择，放流工作将

安排在定置张网禁渔和伏季休渔期间。二是放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，保护区内禁止的作业除了国家规定禁止的作业类型及伏季休渔禁止的拖网、帆张网等作业之外，禁止在 10 米等深线以外的定置作业，同时禁止在沿岸、滩涂、潮间带等 10 米等深线以内的定置作业、迷魂阵、插网、流网、笼捕作业等小型作业；三是在渔区广为宣传，便于放流品种的回捕、保护、管理等工作的顺利开展。从已有的渔业资源的人工增殖放流的成功经验来看，在本工程海域附近有选择的实施人工增殖的生态恢复措施在技术上及资金投入上均是可行的。具体放流时间及放流品种应按照当地主管部门的增殖放流计划予以确定。

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

本项目为广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采，位于揭阳市惠来县靖海镇[]处海域。项目用海面积为 221.9970 公顷，经估算，矿区探获海砂控制资源量和推断资源量共 []，其中控制资源量 []，推断资源量 []，矿体平均厚度 8.74m，平均含泥量 14.06%。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）。计划采用射流式吸砂船进行采砂作业，可采出回填料用海砂矿矿石量 []，按照年开采强度 2280 万 m³，海砂开采作业时间约 []，因此本项目申请用海时间为 []。

10.1.2 项目用海必要性结论

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，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。预计未来近 10 年，我国建设所需建筑用海砂超过 10 亿 m³，海砂需求量巨大。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。我国有着漫长的海岸线和广阔的浅海，海砂资源丰富，为保障今年我国重大项目建设所需建筑用海砂的供应，海砂开采是必要的。根据《核实报告》，本项目选定的区块海砂储量丰富，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。海砂开采需要使用海域，因此采砂用海是必要的。

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

根据采砂前后水动力模拟结果，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。

根据采砂前后波浪动力模拟结果，工程实施后采砂区水深增加，该区域波高出现一定程度增加，波向变化不明显，采砂区周边波浪动力变化不大，可见工程实施对波浪动力影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

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采砂后出现一定程度淤积，最大淤积速度为 0.08m/a；采砂区 NE 角和 SW 角区域项目实施后出现轻微冲刷情况，大部分区域冲刷速率不超过 0.06m/a。

悬浮泥沙预测结果表明，悬浮泥沙主要随涨落潮流向采砂区附近海域扩散，扩散方向为 NE~SW 向，10mg/L 包络线向 NE 扩散最远距离为 7.20km，向 SW 扩散最远距离为 6.84km。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)的平均包络线面积为 51.94km²；超三类海水水质(>100mg/L)的平均包络线面积为 8.91km²。由此可见，采砂施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响，这种影响主要在采砂过程出现，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。

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，本项目采砂过程中造成的生物损失为底栖生物 62.07t、鱼卵 9.70×10^8 粒、仔稚鱼 9.40×10^7 尾、游泳动物 91.27t。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 221.9970 公顷，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

本项目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：海底电缆管道工程、电厂项目、开放式养殖、航道和锚地等。根据 5.2 节分析，本项目无利益相关者，需协调单位为海事主管部门。

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。

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

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《揭阳市海洋功能区划（2013-2020年）》和《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》管控要求；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》《广东省海洋主体功能区划》《广东省环境保护“十三五”规划》《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》的要求相一致；与《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标的建议》和《揭阳市海洋经济发展“十三五”规划》等地方规划文件的目标、要求相符合。

10.1.6 项目用海合理性分析结论

本项目的建设选址区域的社会条件相适应，选址区域的社会条件满足项目用海需求，有利于项目区域的发展。项目选址与水文动力条件、地形地貌和冲淤条件、水质和沉积物环境条件、工程地质条件、水文气象条件、生态环境及区域生态系统均适宜，与周边其他用海活动无冲突。

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、地形条件、建设目标，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 ██████████，也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，广东省揭阳市惠来县靖海湾东南侧海域拟出让区海砂开采用海是必要的，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均相符。项目选址、用海方式、用海面积和用海期限是合理的。在严格按照本报告书中提出的要求，严格按照批准的用海位置、

面积、方式等进行工程建设，做好海域环境的保护工作，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) 采砂所在海域占用珠海-潮州近海农渔业区。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) 建议建设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。