

湛江经开区红树林湿地生态修复系
统治理项目

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：湛江开发区新月发展有限公司

评价单位：湛江市凯林技术服务有限公司

二〇二四年六月

目录

| | | |
|-----|------------------------|-----|
| 1 | 概述 | 1 |
| 1.1 | 项目由来 | 1 |
| 1.2 | 环境影响评价过程 | 2 |
| 1.3 | 建设项目环境影响特点 | 3 |
| 1.4 | 分析判定相关情况 | 5 |
| 1.5 | 环评结论 | 8 |
| 2 | 总论 | 9 |
| 2.1 | 评价目的与原则 | 9 |
| 2.2 | 编制依据 | 10 |
| 2.3 | 区域环境功能区划 | 16 |
| 2.4 | 评价标准 | 33 |
| 2.5 | 环境影响识别评价因子的选取 | 37 |
| 2.6 | 评价工作等级 | 39 |
| 2.7 | 评价范围 | 44 |
| 2.8 | 主要环境保护目标及社会活动关注区 | 49 |
| 3 | 工程分析 | 57 |
| 3.1 | 建设项目概况 | 57 |
| 3.2 | 建设项目施工组织设计 | 86 |
| 3.3 | 土石方平衡分析 | 93 |
| 3.4 | 项目占用海岸线和海域状况 | 94 |
| 3.5 | 项目施工期污染源强分析及拟采用的污染防治措施 | 94 |
| 3.6 | 项目营运期污染源强分析及拟采用的污染防治措施 | 100 |
| 3.7 | 项目各阶段非污染环境影响分析 | 101 |
| 3.8 | 建设项目清洁生产分析 | 102 |
| 3.9 | 建设项目总量控制 | 105 |
| 4 | 区域自然环境概况 | 107 |
| 4.1 | 工程区域自然环境概况 | 107 |
| 4.2 | 工程区域自然资源概况 | 118 |
| 4.3 | 区域开发利用现状 | 134 |
| 5 | 环境质量现状调查与评价 | 140 |
| 5.1 | 水文动力环境现状调查与评价 | 140 |
| 5.2 | 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价 | 159 |
| 5.3 | 海洋环境质量现状调查概况 | 159 |
| 5.4 | 大气环境质量现状 | 248 |

| | |
|--|------------|
| 5.5 声环境质量现状 | 248 |
| 5.6 动物资源现状调查 | 249 |
| 5.7 红树林资源现状调查 | 253 |
| 5.8 陆域生态环境质量现状 | 257 |
| 6 施工期环境影响预测与评价 | 260 |
| 6.1 海洋水文动力环境影响预测与评价 | 260 |
| 6.2 海洋地形地貌与冲淤环境影响分析 | 270 |
| 6.3 海水水质环境影响预测与评价 | 272 |
| 6.4 对沉积物环境的影响 | 276 |
| 6.5 海洋生态和生物资源环境影响预测与评价 | 277 |
| 6.6 海域生物资源损耗分析 | 281 |
| 6.7 对海域生态敏感目标影响分析 | 285 |
| 6.8 对广东湛江红树林国家级自然保护区和湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区的影响 | 291 |
| 6.9 大气环境影响分析 | 292 |
| 6.10 环境噪声影响预测与评价 | 292 |
| 6.11 固体废弃物影响分析 | 294 |
| 6.12 陆域生态、水生环境影响分析 | 294 |
| 6.13 对鸟类的影响分析 | 295 |
| 6.14 对周边航道及通航环境影响 | 298 |
| 7 运营期环境影响预测与评价 | 300 |
| 7.1 海洋水质环境影响预测与评价 | 300 |
| 7.2 海洋沉积物环境影响预测与评价 | 301 |
| 7.3 固体废弃物环境影响分析 | 302 |
| 7.4 海洋生态和生物资源环境影响预测与评价 | 302 |
| 7.5 对海洋敏感目标的影响分析 | 302 |
| 8 环境保护措施及其可行性论证 | 306 |
| 8.1 污染环境保护对策措施 | 306 |
| 8.2 非污染防治对策措施 | 309 |
| 8.3 海洋生态保护对策措施 | 311 |
| 8.4 环境保护设施和对策措施 | 316 |
| 8.5 生态用海方案的环境可行性 | 318 |
| 9 环境事故风险分析与评价 | 322 |
| 9.1 环境风险评价原则与工作程序 | 322 |
| 9.2 环境风险识别与事故概率分析 | 324 |
| 9.3 船舶事故溢油风险影响预测与评价 | 328 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 9.4 船舶碰撞风险分析 | 341 |
| 9.5 自然灾害风险分析 | 342 |
| 9.6 赤潮风险分析 | 342 |
| 9.7 环境风险防范措施 | 343 |
| 9.8 风险事故应急预案 | 345 |
| 9.9 环境风险评价小结 | 352 |
| 10 项目建设与规划相符性分析 | 354 |
| 10.1 产业政策相符性分析 | 354 |
| 10.2 占用方案与相关法律法规的相符性分析 | 355 |
| 10.3 规划相符性分析 | 375 |
| 10.4 海域相关规划相符性分析 | 386 |
| 11 环境经济损益分析 | 398 |
| 11.1 环境保护设施和措施投资估算 | 398 |
| 11.2 生态效益分析 | 399 |
| 11.3 经济效益分析 | 400 |
| 11.4 社会效益分析 | 400 |
| 11.5 环境影响效益分析 | 401 |
| 11.6 环境影响经济损益分析结论 | 404 |
| 12 环境管理 | 408 |
| 12.1 环境管理机构及职责 | 408 |
| 12.2 环境管理计划 | 408 |
| 12.3 环境监理计划 | 410 |
| 12.4 环境监测计划 | 413 |
| 12.5 “三同时”环保设施验收一览表 | 416 |
| 13 环境影响综合评价结论 | 418 |
| 13.1 项目概况 | 418 |
| 13.2 环境现状分析与评价结论 | 418 |
| 13.3 环境影响评价结论 | 424 |
| 13.4 与相关规划和产业政策相符性分析结论 | 430 |
| 13.5 公众参与 | 431 |
| 13.6 总量控制 | 431 |
| 13.7 建议 | 431 |
| 13.8 项目总结论 | 431 |

1 概述

1.1 项目由来

当今时代背景，“碳达峰，碳中和”的时代趋势下，“十四五”时期我国生态文明建设进入以降碳为重点战略方向。在最严格的生态环境保护制度下，统筹山水林田湖草系统治理，全方位、全地域、全过程开展生态文明建设是时代大势所趋。为贯彻落实习总书记“一定要尊重科学、落实责任，把红树林保护好”的重要指示精神，相关政府机构全面加强红树林保护修复工作，保护珍稀植物是保护生态环境的重要内容。湛江东海岛背靠中国最大红树林海岸，成为中国红树林碳汇经济的开创者，坐拥中欧、中日候鸟迁徙通道广东重要鸟区之一兼多条候鸟迁徙通道的转场地，拥有丰厚的自然资源，为迎合前所未有的中国大市场，旅游市场重大转型，精品生态旅游取代传统观光旅游的发展方向奠定基础，不断推动中国旅游大国向旅游强国的迈进。

湛江市为深入贯彻习近平生态文明思想，落实自然资源部、国家林业和草原局《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》及《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》有关要求，于2021年12月30日印发《湛江市建设“红树林之城”行动方案（2021-2025）》，制定到2025年营造和修复红树林面积4183公顷（营造红树林2813公顷、修复现有红树林1379公顷）的目标，推动湛江市红树林的保护利用，引导全市上下坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，打响“红树林之城”特色品牌，打造广东生态建设的新名片。

2022年12月13日，湛江市召开建设“红树林之城”工作推进会暨重点提案督办会，深入学习贯彻党的二十大精神，积极践行习近平生态文明思想，全力推动市政协重点提案办理，加快推进“红树林之城”建设，打造广东生态文明建设新名片、“绿美广东”建设新亮点。市委书记刘红兵强调，加强红树林保护修复，抓紧出台《湛江市红树林资源保护条例》，压实地方和部门的红树林生态环境监管职责，切实把红树林管理好保护好；提升红树林科学研究水平，广泛开展国际湿地生态合作，提升我市红树林生态修复与保护管理的科学化标准化水平；拓展红树林开发利用途径，努力打造海洋碳汇核算方法学的“湛江标准”，推进

海洋碳中和试点城市建设。

为进一步打响“红树林之城”特色品牌，湛江市人民政府于今年制定《湛江市红树林营造工作实施方案》，要求 2024 年前全市完成修复红树林 1370 公顷，营造红树林 2813 公顷，其中经开区红树林营造任务不少于 683.3 公顷。

本项目位于湛江市经济技术开发区东海岛西部民安街道办范围内，整个片区保护区总面积 3044.9 公顷。对现有红树林实施全面保护，逐步完成自然保护区内的养殖塘等开发性、生产性建设活动的清退，恢复红树林自然保护地生态功能。

整个项目营造红树林规模为 683.37 公顷（约 10249.61 亩）。项目分两期建设，其中，一期营造红树林规模为 9.87 公顷（约 148.11 亩），二期营造红树林规模为 673.50 公顷（约 10102.5 亩）。设计内容包括地形改造、苗木种植、管护以及养殖设计等。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》等规定，本项目属于“五十四、海洋工程”中“158 海洋生态修复工程”中“工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程”，应编制环境影响报告书。为此，湛江开发区新月发展有限公司（以下简称建设单位）委托湛江市凯林技术服务有限公司（以下简称我单位）承担本项目环境影响报告评价工作（详见附件 1）。

接受委托后，我单位组成了项目组，制定了本项目环境影响评价实施计划，收集相关资料，并根据有关法律法规、环境政策、环境影响评价技术导则等，编制了《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目环境影响报告书》。

1.2 环境影响评价过程

我单位受湛江开发区新月发展有限公司的委托，承担了湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目环境影响报告书的编制工作。接受委托后，我单位成立了项目组，组织有关技术人员到现场及其周围进行了实地勘查与调研，编制完成了《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目环境影响报告书》。环境影响评价工作过程见图 1.2-1。

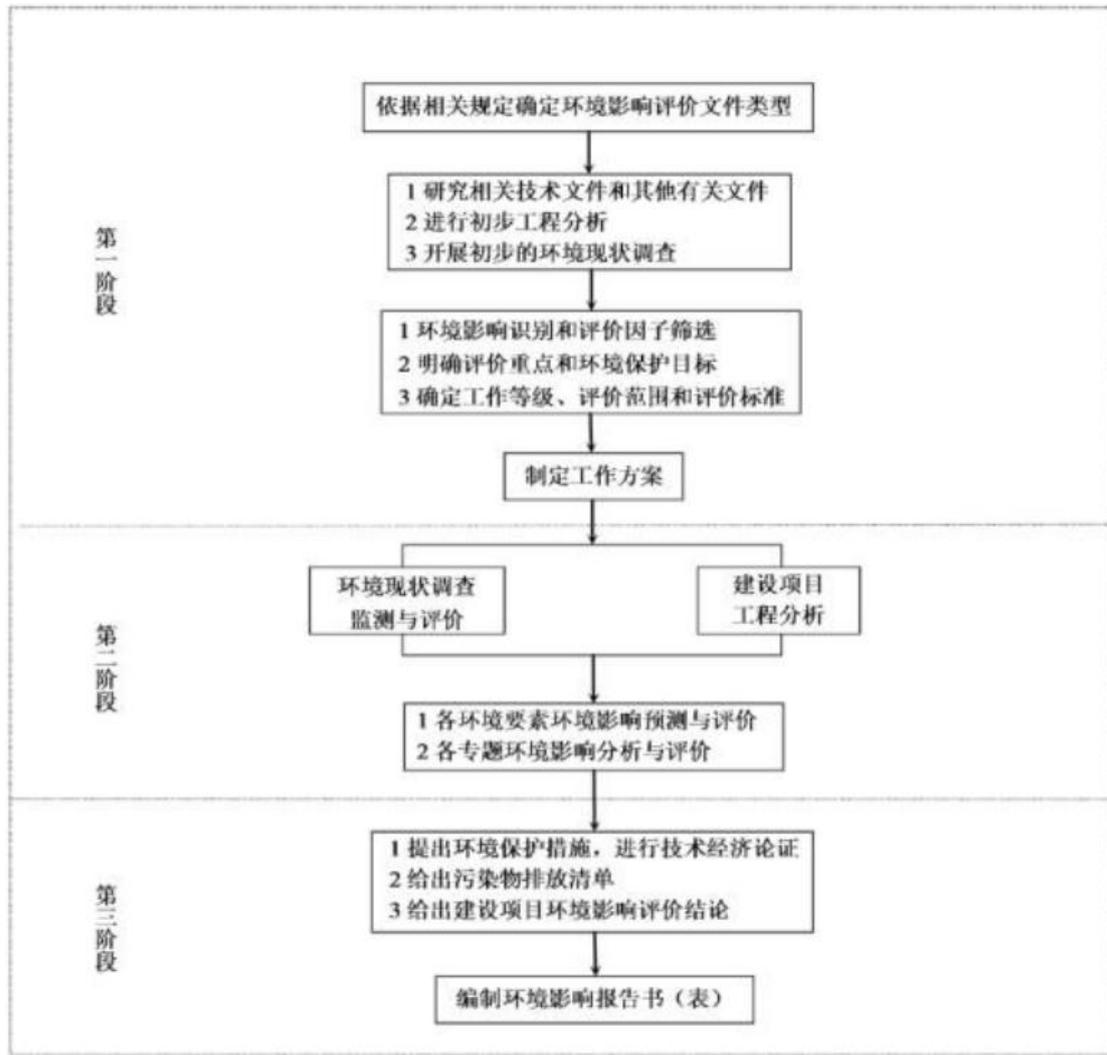


图 1.2-1 环境影响评价工作过程

1.3 建设项目环境影响特点

1.3.1 施工期

(1) 悬浮泥沙

项目滩涂高程改造会产生悬浮泥沙，并且对周围环境会产生一定的影响，悬浮泥沙随着施工的结束而结束，对周围环境的影响是短暂的。

(2) 废水

施工期废水主要为施工期施工人员生活污水，船舶含油污水；施工人员住宿与办公租用附近村庄民房，生活污水纳入当地生活污水一同处理。船舶含油污水应严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理。施工船舶

产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。

(3) 废气

项目施工船舶、各类施工机械及车辆排放的燃油废气，其主要污染物为烟尘、SO₂、NO_x、CO 和烃类等，鉴于施工使用的船机设备较少，燃油废气产生量相对较小，且排放点分散，施工方在施工过程中尽量使用低污染排放的设备，日常注意设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转，并在机械设备尾气排放口加装废气过滤器情况下，废气污染的影响很小，是可接受的；车辆运输扬尘、施工场地产生的扬尘，源强较小，通过采取洒水抑尘等措施，影响不大。

(4) 噪声

项目施工期施工船舶、运输车辆、机械设备会有噪声产生，施工期间向周围排放噪声应按照《中华人民共和国噪声污染防治法》等相关规定，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 进行控制。施工单位将按照有关规定，采取切实可行的措施来防治噪声污染，如选用低噪声设备，合理规划运输路线及运输时段等措施，减少噪声对运输路线两侧村庄的影响。项目施工期对周围声环境影响随着施工结束而结束。

(5) 固体废物

生活垃圾通过及时收集，交由当地环卫部门统一外运进行处理；滩涂杂物清理收集后分拣，可回收部分回收，不可回收部分交由环卫部门清运；施工船舶作业产生的残油、废油等危险废物，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

施工期间产生的各类固体废物经合理处理后对环境的影响不明显。

(6) 非污染环境影响分析

工程施工期的影响主要是施工悬浮泥沙扩散使得项目附近区域海水中悬浮物含量增加、透明度减小，从而对浮游动植物等造成损失；取土垫高、种植床建造过程占用和破坏海洋底栖生物的栖息环境，将会对海洋生态资源造成损害，导致海洋生物量的损失。此外，工程改变区域自然环境和生态环境，可能对工程区域局部海域的生态适宜性和生物多样性产生一定影响。

1.3.2 运营期

本项目是生态修复项目，工程本身不产生“三废”，属于无污染社会公益性

基础工程，红树林长成后不会产生噪音、大气污染、水污染、固体废物等。

1.4 分析判定相关情况

(1) 与产业政策的相关符合性判断

本项目为生态修复建设项目，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中“第四十二、环境保护与资源综合利用-2.生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程，海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，不属于淘汰类和限制类；本项目未列入《市场准入负面清单》（2022 年版），对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入，故符合产业政策要求。

(2) 与海洋功能区划的符合性

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），项目所处海域的海洋功能区为通明海海洋保护区，周边海域的海洋功能区有雷州湾农渔业区、东海岛南部工业与城镇用海区、湛江港港口航运区、南渡河口海洋保护区、特呈岛海洋保护区、湛江港保留区，本项目为湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目，不涉及围填海，主要拟进行地形改造，苗木种植、管护等工程建设，不影响所在海域的保障功能。本项目为红树林营造修复工程，没有改变周围海域的自然属性，建设不会使项目所属海域的水质、沉积物和生物质量恶化，会改善周边海域水质、沉积物和生物质量，项目建设不涉及围填海；在项目施工过程中，会产生悬浮物对周围海水水质产生一定影响，预测结果表明，施工悬浮物扩散范围主要集中在项目所在区域，通过采取积极有效的水污染防治措施降低悬浮物、加强环境监督管理，工程施工期不会对周围生态环境造成较大的明显的不利影响，可降低对海洋功能区的影响，且能够满足环境保护要求。

项目通过红树林修复，提高海岸防护功能，防风固沙，保护砂质海岸资源，同时改善海洋生态环境，符合海洋生态红线对该区域的要求。

因此，本项目的建设符合广东省功能区划要求。

(3) “三线一单”相符性分析

项目与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府【2020】71 号），本项目位于 ZH44081120001（建成区-东海岛

-硇洲岛重点管控单元)陆域环境重点管控单元、ZH44081120021(湛江大型产业园区东海岛片区重点管控单元)陆域环境重点管控单元、YS4408113110011(经济技术开发区生态空间一般管控区)生态空间一般管控区、YS4408111130003(湛江经济技术开发区一般生态空间)一般生态空间优先保护区、YS4408113210002(龙腾河湛江东海岛控制单元)水环境一般管控区、HY44080010024(广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区)海域环境管控单元优先保护区、HY44080010059(湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园)海域环境管控单元优先保护单元、HY44080010070(湛江市麻章区红树林)海域环境管控单元优先保护区、HY44080030010(通明海海洋保护区)海域环境管控单元一般管控单元、YS4408111310010(优先保护区)大气环境优先保护区、YS4408111310011(优先保护区)大气环境优先保护区、YS4408112310001(重点管控区)大气环境高排放重点管控区、YS4408112310002(重点管控区)大气环境高排放重点管控区。

根据《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(湛府【2021】30号),本项目陆域部分位于ZH44081120004(建成区-东海岛-硇洲岛重点管控单元)重点管控单元、ZH44081120001(湛江大型产业园区东海岛片区)重点管控单元(园区型);海域部分位于:HY44080010024(广东湛江红树林国家级自然保护区-一般管控区)优先保护单元、HY44080010059(湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园)优先保护单元、HY44080010070(湛江市麻章区红树林)优先保护单元、HY44080030010(通明海海洋保护区)一般管控单元。

ZH44081120004(建成区-东海岛-硇洲岛重点管控单元)重点管控单元要素细类为:大气环境受体敏感重点管控区、大气环境高排放重点管控区、水环境城镇生活污染重点管控区、高污染燃料禁燃区、地下水开采重点管控区、建设用地污染风险重点管控区。ZH44081120001(湛江大型产业园区东海岛片区)重点管控单元(园区型)要素细类:大气环境高排放重点管控区、建设用地污染风险重点管控区。

本项目属于生态修复改造工程,不涉及新增围填海、采矿挖砂,不含养殖内容,主要工程为红树林种植,本项目施工期不在海域排放污水,且项目已制定了跟踪监测计划,符合《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

综合分析,本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》

和《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

(4) 与《广东省海洋生态红线》相符性分析

根据《广东省海洋生态红线》，本项目位于通明海红树林限制类红线区（序号 41），本项目不占用自然岸线。通明海红树林限制类红线区管控要求如下表所示。

表 1.4-1 通明海红树林限制类红线区管控要求

| | | |
|----------|--------------------|--|
| 序号 | | 41 |
| 所在行政区划 | | 湛江 |
| 代码 | | 44-X105 |
| 管理类别 | | 限制类 |
| 类型 | | 红树林 |
| 名称 | | 通明海红树林限制类红线区 |
| 地理位置（四至） | | 110°9'34.7"E-110°28'13.76"E 20°57'26.8"N-21°8'4"N |
| 覆盖区域 | 面积 km ² | 160.91 |
| | 海岸线长度 (km) | 72.39 |
| 生态保护目标 | | 红树林、生态湿地生态系统 |
| 管控要求 | 管控措施 | 禁止围填海、毁林挖塘及其他可能破坏红树林、海草床资源的各类开发活动，控制养殖规模，提倡生态养殖，保护现有红树林、海草资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统、海草生态系统的修复，加强海漂垃圾，禁止新设排污口，禁止排放其他有毒有害物质。 |
| | 环境保护要求 | 按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，已建集中排污口适时退出，改善海洋、湿地环境质量，执行不低于二类海水水质标准、海洋沉积物标准和一类海洋生物标准。 |

根据上表管控要求，本项目不涉及禁止围填海、毁林挖塘及其他可能破坏红树林、海草床资源的各类开发活动，不涉及海水养殖，不新设污水排污口，不排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物。本项目种植红树林，对受损红树林生态系统的修复，施工期进行海域垃圾清理，改善海洋、湿地环境质量。属于对生态环境友好型项目，符合通明海红树林限制类红线管控要求。项目用海与《广东省海洋生态红线》相符。

(5) 与其他规划相符性

项目主要建设内容为红树林种植，属于生态修复项目，项目符合《全国重

要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》《广东省湿地保护条例》《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》《湛江市城市总体规划（2011-2020年）》《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》《广东湛江红树林国家级自然保护区管理办法》《湛江港总体规划》《全国海洋主体功能区规划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省航道发展规划（2020-2035年）》等相关政策文件要求。

1.5 环评结论

本项目建设符合国家产业政策及相关规划要求，施工过程中产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响是暂时的，施工过程中产生的污水和固体废物妥善处理。针对本项目的工程特点和环境特征，本报告提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。且本项目属于生态修复项目，本项目的实施将可提高所在海域的生态环境质量，对所在海洋环境具有良好的环境正面效益。在建设单位切实执行国家有关法律法规、严格落实报告书中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从环境保护角度考虑，湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目的建设是可行的。

2 总论

2.1 评价目的与原则

2.1.1 评价目的

(1) 通过环境现状监测与调查，掌握本项目所在区域的自然环境及环境质量现状，为环境影响评价提供依据。

(2) 针对本项目的特点和污染特征，确定主要污染因子和环境影响要素；

(3) 分析本项目对当地环境造成影响的范围和程度，并提出进一步避免或减轻污染的对策和建议；

(4) 从技术、经济角度分析本工程采用污染治理措施的可行性，从环境保护的角度对本工程的建设是否可行作出明确的结论；

(5) 为主管部门提供决策依据，为设计工作规定防治措施，为环境管理提供科学依据；

(6) 从环保的角度明确给出项目建设的可行性结论。

2.1.2 评价原则

在认真贯彻《中华人民共和国环境影响评价法》基础上，坚持环境影响评价为环境管理服务；同时结合城市总体规划、环境功能区划及其它相关规划，科学、客观、公正地开展环评工作。本次环评遵循以下原则：

(1) 针对项目的工程特征和所在地区的环境特征进行深入细致地调查和分析，并抓住危害环境的主要因素；

(2) 严格贯彻国家与地方的有关方针、政策、标准、规范以及规划；

(3) 在环境影响评价工作中要做到准确和公正，评价结论要明确、可信、有充分的科学依据；

(4) 为缩短评价周期并保证环评报告质量，通过实测以取得必须的有关资料外，尽量利用现有的环境监测及环境评价资料。

2.2 编制依据

2.2.1 国家法律法规及政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日修改）；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正）；
- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月 1 日施行）；
- (5) 《中华人民共和国海岛保护法》（2010 年 3 月 1 日施行）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修改，2018 年 1 月 1 日施行）；
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日施行）；
- (8) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- (9) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；
- (10) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 4 月 29 日修订，2021 年 9 月 1 日施行）；
- (11) 《中华人民共和国航道法》（2015 年）；
- (12) 《中华人民共和国港口法》（2018 年 12 月 29 日修正）；
- (13) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修正，2020 年 1 月 1 日施行）；
- (14) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月 29 日修改，2012 年 7 月 1 日施行）；
- (15) 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- (16) 《中华人民共和国节约能源法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- (17) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日修改并施行）；
- (18) 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日施行）；
- (19) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- (20) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日修订）；
- (21) 《海洋自然保护区管理办法》（国家海洋局，1995 年 5 月 29 日

施行)；

(22)《国家危险废物名录(2021年版)》；

(23)《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月16日修订,2017年10月1日施行)；

(24)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月19日修正)；

(25)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2018年3月19日修订)；

(26)《防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月19日修订)；

(27)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号,2019年1月1日起施行)；

(28)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》；

(29)《国务院办公厅关于做好自然保护区管理有关工作的通知》(国办发[2010]63号,2010年12月28日)；

(30)《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局,农业农村部公告2021年第3号)；

(31)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》；

(32)《海岸线保护与利用管理办法》(国家海洋局,2017年3月31日)；

(33)《中华人民共和国湿地保护法》(2021年12月24日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过,2022年6月1日起施行)；

(34)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(修订,2017年3月)；

(35)《中华人民共和国噪声污染防治法》(2021年12月24日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过,自2022年6月5日起施行)；

(36)《红树林生态修复手册》(自然资办发〔2021〕1809号)；

(37)《红树林保护修复专项行动计划(2020~2025年)》；

(38)《中华人民共和国湿地保护法》(2022年6月1日起施行)；

(40)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》

例》（修订，2017年3月）；

（41）《近岸海域功能区管理办法》；

（42）《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》；

（43）《中华人民共和国航道法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议于2014年12月28日通过，自2015年3月1日起施行）；

（44）《关于组织申报中央财政支持海洋生态保护修复项目的通知》（财办资环〔2020〕3号）；

（45）《海洋生态保护修复资金管理办法》（财资环〔2020〕76号）。

2.2.2 地方性法律法规及政策

（1）《广东省环境保护条例》（2019年11月29日实施）；

（2）《广东省海洋生态红线》，2017年9月29日；

（3）《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》（2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修改）；

（4）《广东省大气污染防治条例》（根据2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，2019年3月1日施行）；

（5）《广东省固体废物污染环境防治条例》（由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于2018年11月29日修订通过，自2019年3月1日起施行）；

（6）《广东省海域使用管理条例》（2021年9月29日修正）；

（7）《广东省渔业管理条例》（2019年9月24日修正）

（8）《广东省野生动物保护管理条例》（2020年3月31日修订）；

（9）《广东省航道管理条例》（1996年1月1日施行）；

（10）《广东省海洋生态文明建设行动计划（2016~2020）》；

（11）《广东省近岸海域污染防治实施方案》（粤环函〔2018〕1158号）；

（12）广东省自然资源厅、广东省林业局印发《广东省红树林保护修复专项行动实施方案》（粤自然资发〔2021〕6号）；

（13）《近岸海域污染防治方案》（环办水体函〔2017〕430号）；

(14) 《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》；

(15) 《广东省湿地保护条例》，2020 年 11 月 27 日；

(16) 《广东湛江红树林国家级自然保护区管理办法》；

(17) 《广东省自然资源厅关于印发我省海岸线修测成果的通知》（粤自然资源函〔2022〕51 号）

(18) 《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》（2021 年 7 月 2 日）

(19) 《广东省航道管理条例》（广东省第八届人民代表大会常务委员会第十八次会议于 1995 年 11 月 21 日通过）。

2.2.3 相关规划和区划

(1) 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》；

(2) 《全国海洋功能区划（2011~2020）》（2012 年 3 月 3 日国务院批准）；

(3) 《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号）；

(4) 《全国海洋主体功能区规划》（国发[2015]42 号，2015 年 8 月 1 日）；

(5) 《海洋工程环境影响评价管理规定》（国海规范[2017]7 号）；

(6) 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035 年)》；

(7) 《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》；

(8) 《全国湿地保护“十三五”实施规划》；

(9) 《全国海洋经济发展规划纲要(2016-2020 年)》（国发[2003]13 号）；

(10) 《湿地保护管理规定》（2013 年 5 月 1 日施行）；

(11) 《广东省主体功能区规划》（粤府[2012]120 号，2012 年 9 月 14 日）；

(12) 《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（粤府[2013]9 号，2013 年 1 月 22 日）；

(13) 《广东省人民政府关于修改〈广东省海洋功能区划（2011-2020 年）〉

的通知》（粤府函[2016]328 号）；

（14）《广东省海洋环境保护规划》（粤府办[2002]102 号）；

（15）《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》（粤府[2006]35 号，2006 年 4 月 4 日）；

（16）《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环[2021]10 号，2021 年 11 月 9 日）；

（17）《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环[2022]7 号）；

（18）《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号，1999 年 7 月 27 日）；

（19）《广东省海洋主体功能区规划》（粤府函[2017]359 号）；

（20）《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》（广东省海洋与渔业厅 2017 年 11 月 15 日发文实施）；

（21）《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（粤府[2017]120 号）；

（22）《广东省近岸海域污染防治实施方案》（粤环函[2018]1158 号）

（23）《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》（粤府[2017]119 号）；

（24）《广东省海岛保护规划（2011-2020）》；

（25）《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）；

（26）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省自然资源保护与开发“十四五”规划的通知》（粤府办〔2021〕31 号）；

（27）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知》（粤府办[2021]33 号）；

（28）《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；

（29）《湛江市城市总体规划（2011—2020 年）》国办函[2017]60 号；

（30）《湛江市海洋经济发展“十三五”规划（2016—2020）》；

（31）《湛江市生态环境保护“十四五”规划》；

（32）《湛江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》（湛府〔2021〕36 号）；

- (33) 《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府〔2021〕30号）；
- (34) 《近岸海域环境功能区管理办法》（国家环境保护总局令第8号）；
- (35) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（中华人民共和国国务院令第62号，2017年3月1日第二次修订）；
- (36) 《湛江市环境保护规划（2006-2020）》；
- (37) 《广东省航道发展规划（2020-2035年）》（粤交规〔2020〕786号，2020年12月8日）。

2.2.4 行业标准和技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ19-2022）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (8) 《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (10) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (11) 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T 9404-2012）；
- (12) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (13) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (14) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- (15) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (16) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (17) 《海洋功能区划技术导则》（GB17108-2006）；
- (18) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (19) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；
- (20) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年）；

- (21) 《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021）；
- (22) 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）；
- (23) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (24) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (25) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；
- (26) 《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）；
- (27) 《红树林建设技术规程》（LYT 1938-2011）；
- (28) 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552—2018）；
- (29) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- (30) 《广东省海洋生物增殖放流技术指南》；
- (31) 《红树林生态修复手册》（自然资办发〔2021〕1809 号）。

2.2.5 其他相关资料

- (1) 环评委托书；
- (2) 湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目初步勘察设计（一期）（中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2024 年 1 月）；
- (3) 湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目初步勘察设计（二期）（中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2024 年 6 月）。

2.3 区域环境功能区划

2.3.1 近岸海域功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号），本项目临近水体为通明海二类区，附近水体为通明港四类区，其中通明海二类区为二类功能区，主要功能为红树林、养殖、预留；通明港四类区为四类功能区，主要功能为港口、跨海桥梁、预留。通明海二类区水质目标为《海水水质标准》（GB3097-1997）二类，通明港四类区水质目标为《海水水质标准》（GB3097-1997）三类。具体详见图 2.3.1-1、2.3.1-2。



图 2.3-1 湛江市近岸海域环境功能区划（按类别）



附图 2.3-2 项目与近岸海域功能区划图（按水质）

2.3.2 海洋功能区划

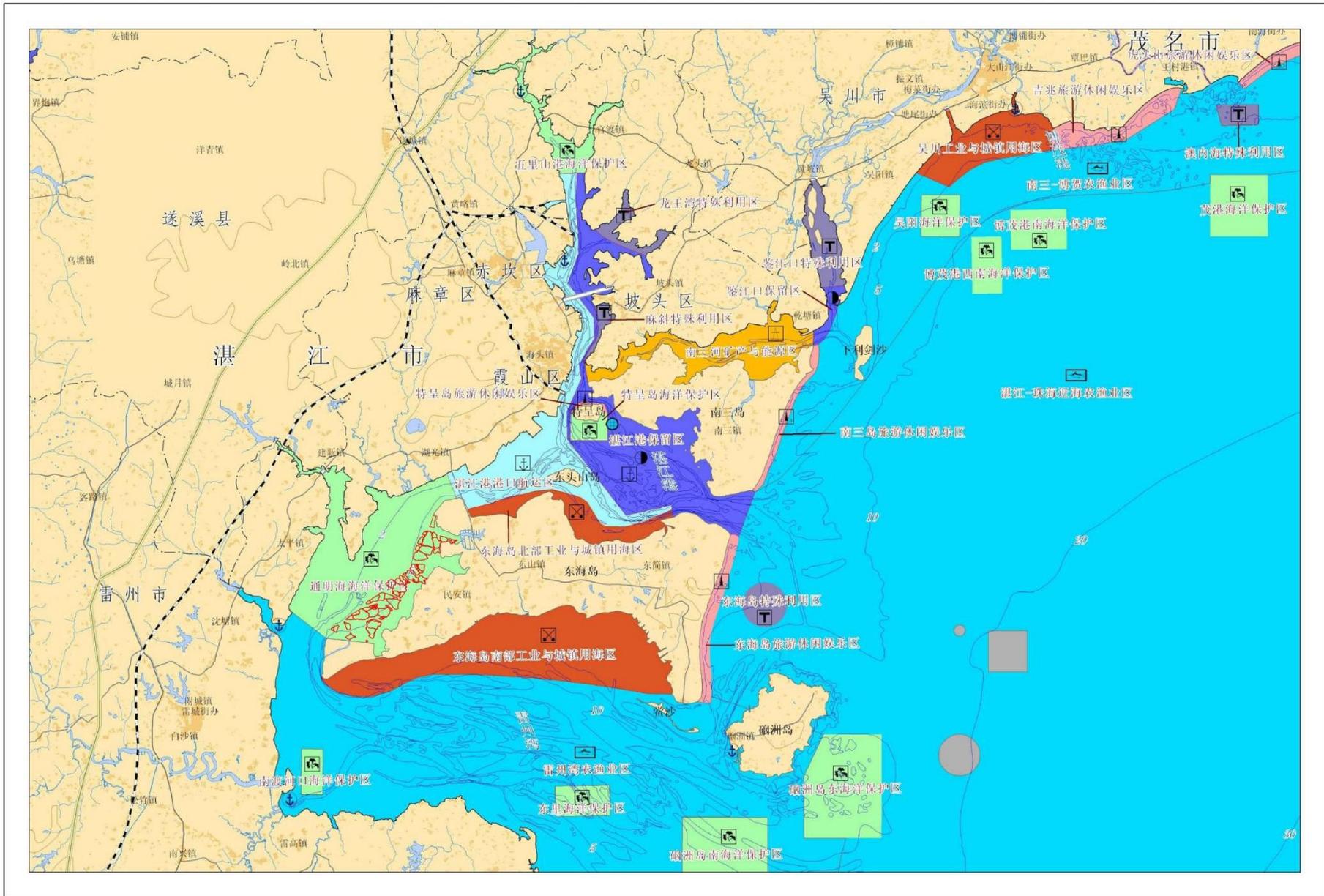
根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），项目所处海域的海洋功能区为通明海海洋保护区，周边海域的海洋功能区有雷州湾农渔业区、东海岛南部工业与城镇用海区、湛江港港口航运区、南渡河口海洋保护区、特呈岛海洋保护区、湛江港保留区、东海岛北部工业与城镇用海区，本次海域评价范围内所涉及的海域功能区见表 2.3.2-1 和图 2.3.2-1。

表 2.3.2-1 项目所在海域海洋功能区分布表

| 序号 | 代码 | 功能区 | 地理范围 | 与项目位置关系 | 功能区类型 | 管理要求 | |
|----|------|----------|--|---------------|-------|---|--|
| | | | | | | 海域使用管理 | 海洋环境保护 |
| 1 | A6-6 | 通明海海洋保护区 | 东至：110°19'39" 西至：110°09'34" 南至：20°57'40" 北至：21°08'03" | 项目位于该区 | 海洋保护区 | 1、相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2、保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海，限制扩大养殖规模； 3、严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律法规和标准进行管理。 | 1、保护通明海红树林； 2、严格控制养殖污染和水质富营养化，防止外来物种入侵； 3、加强保护区海洋生态环境监测； 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。 |
| 2 | A1-4 | 雷州湾农渔业区 | 东至：110°39'09" 西至：110°07'39" 南至：20°15'15" 北至：21°00'59" | 位于项目南侧 0.93km | 农渔业区 | 1、相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2、保障南渡河口避风塘、通明渔港、博赊渔港、赤坎仔渔港、人工鱼礁等用海需求； 3、适当保障港口航运用海需求； 4、保护南渡河、通明港口海岸、生物海岸； 5、严禁在南渡河河口海域围填海，维护海湾防洪纳潮功能； 6、禁止炸岛等破坏性活动； 7、合理控制养殖规模和密度。 | 1、保护东海岛海草床生态系统； 2、保护龙虾、石斑鱼、栉江珧等重要渔业品种； 3、严格控制养殖自身污染和水质富营养化，防止外来物种入侵； 4、加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5、执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 |

| | | | | | | | |
|---|------|---------------|--|---------------|----------|---|---|
| 3 | B3-1 | 东海岛南部工业与城镇用海区 | 东至：110°30'12" 西至：110°11'57" 南至：20°55'44" 北至：21°00'11" | 位于项目南侧 0.65km | 工业与城镇用海区 | 1、相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2、保障港口用海需求； 3、在基本功能未利用前，保留养殖等渔业用海； 4、围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 5、工程建设期间采取有效措施降低对湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响； 6、加强对围填海的动态监测和监管； 7、优先保障军事用海需求，围填海等开发活动需保障军事设施安全。 | 1、保护民安-山北红树林及其生境； 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。 |
| 4 | A2-3 | 湛江港港口航运区 | 东至：110°30'08" 西至：110°18'27" 南至：21°03'58" 北至：21°21'01" | 项目东北侧 2.4km | 港口航运区 | 1、相适宜的海域使用类型为交通运输用海； 2、保障调顺渔业基地及巡航执法基地等用海需求； 3、围填海须进行严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 4、改善水动力条件和泥沙冲淤环境，维护湛江湾防洪纳潮功能，维持航道畅通； 5、加强用海动态监测和监管； 6、优先保障军事用海需求。 | 1、加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海，推进湛江港湾的综合整治； 2、加强海洋环境监测，建立完善的应急体系； 3、执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。 |
| 5 | B6-4 | 南渡河口海洋保护区 | 东至：110°12'06" 西至：110°10'59" 南至：20°51'00" 北至：20°53'12" | 位于项目南侧 10.0km | 海洋保护区 | 1、相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2、适当保留增殖等渔业用海，严格控制围海养殖，保持潮汐通道； 3、严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律法规和标准进行管理。 | 1、加强红树林保护； 2、加强保护区海洋生态环境监测； 3、执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 |

| | | | | | | | |
|---|------|---------------|--|----------------|----------|--|--|
| 6 | B6-6 | 特呈岛海洋保护区 | 东至：110°26'45" 西至：110°24'51" 南至：21°08'07" 北至：21°09'26" | 位于项目东北侧 13.8km | 海洋保护区 | 1、相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2、保障深水网箱养殖用海需求， 3、维护防洪纳潮功能，维持航道畅通； 4、严格按照国家关于海洋环境保护以及特别保护区管理的法律法规和标准进行管理。 | 1、严格保护红树林及其生态系统； 2、加强保护区海洋生态环境监测； 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。 |
| 7 | A8-2 | 湛江港保留区 | 东至：110°34'25" 西至：110°24'40" 南至：21°03'29" 北至：21°21'01" | 位于项目东北侧 13.6km | 保留区 | 1、通过严格论证，合理安排相关开发活动； 2、严格控制围填海，严格限制设置明显改变水动力环境的构筑物； 3、改善水动力条件和泥沙冲淤环境，维护湛江港防洪纳潮功能，维持航道畅通； 4、优先保障军事用海需求。 | 1、保护湛江港生态环境； 2、海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。 |
| 8 | B3-2 | 东海岛北部工业与城镇用海区 | 东至：110°30'15" 西至：110°19'32" 南至：21°03'06" 北至：21°05'45" | 位于项目东北侧 3.0km | 工业与城镇用海区 | 1、相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2、保障港口航运用海需求； 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、工程建设及运营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； 6、优先保障军事用海需求及军事设施安全。 | 1、保障海域生态功能； 2、执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。 |



WGS-84坐标系 高斯-克吕格投影

比例尺 1:300,000 0 3 6 12 千米

制图时间 2012年10月

图 2.3.2-1 项目与广东省海洋功能区划图的位置关系图

2.3.3 环境空气功能区划

根据《湛江市环境保护规划纲要（2006-2020）》和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单，项目保护区修复工程位于广东湛江红树林国家级自然保护区内，属一类环境空气质量功能区，参照执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中的一级标准。

2.3.4 声环境功能区划

根据《湛江市城市声环境功能区划分（2020 年修订）》，项目所在海域未划分声环境功能区划。本项目位于广东湛江红树林国家级自然保护区内，故执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

2.3.5 生态环境功能区划

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府【2020】71 号），本项目位于海域管控单元中的优先保护单元、一般管控单元，陆域管控单元中的重点管控单元。具体详见图 2.3.5-1。

根据《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府【2021】30 号），本项目陆域部分位于 ZH44081120004（建成区-东海岛-硇洲岛重点管控单元）重点管控单元、ZH44081120001（湛江大型产业园区东海岛片区）重点管控单元（园区型）；海域部分位于：HY44080010024（广东湛江红树林国家级自然保护区-一般管控区）优先保护单元、HY44080010059（湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园）优先保护单元、HY44080010070（湛江市麻章区红树林）优先保护单元、HY44080030010（通明海海洋保护区）一般管控单元。

ZH44081120004（建成区-东海岛-硇洲岛重点管控单元）重点管控单元要素细类为：大气环境受体敏感重点管控区、大气环境高排放重点管控区、水环境城镇生活污染重点管控区、高污染燃料禁燃区、地下水开采重点管控区、建设用地污染风险重点管控区。ZH44081120001（湛江大型产业园区东海岛片区）重点管控单元（园区型）要素细类：大气环境高排放重点管控区、建设用地污染风险重点管控区。

湛江市“三线一单”环境管控单元区划、湛江市经济技术开发区“三线一单”

环境管控单元图详见图 2.3.5-2、图 2.3.5-3。

本项目在广东省“三线一单”应用平台进行了生态功能区划复核，将本项目用地矢量图输入平台并经相符性分析后，本项目共涉及 13 个单元，分别是 ZH44081120001（建成区-东海岛-硃洲岛重点管控单元）陆域环境重点管控单元、ZH44081120021（湛江大型产业园区东海岛片区重点管控单元）陆域环境重点管控单元、YS4408113110011（经济技术开发区生态空间一般管控区）生态空间一般管控区、YS4408111130003（湛江经济技术开发区一般生态空间）一般生态空间优先保护区、YS4408113210002（龙腾河湛江东海岛控制单元）水环境一般管控区、HY44080010024（广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区）海域环境管控单元优先保护区、HY44080010059（湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园）海域环境管控单元优先保护单元、HY44080010070（湛江市麻章区红树林）海域环境管控单元优先保护区、HY44080030010（通明海海洋保护区）海域环境管控单元一般管控单元、YS4408111310010（优先保护区）大气环境优先保护区、YS4408111310011（优先保护区）大气环境优先保护区、YS4408112310001（重点管控区）大气环境高排放重点管控区、YS4408112310002（重点管控区）大气环境高排放重点管控区。具体详见图 2.3.5-4~图 2.3.5-7。

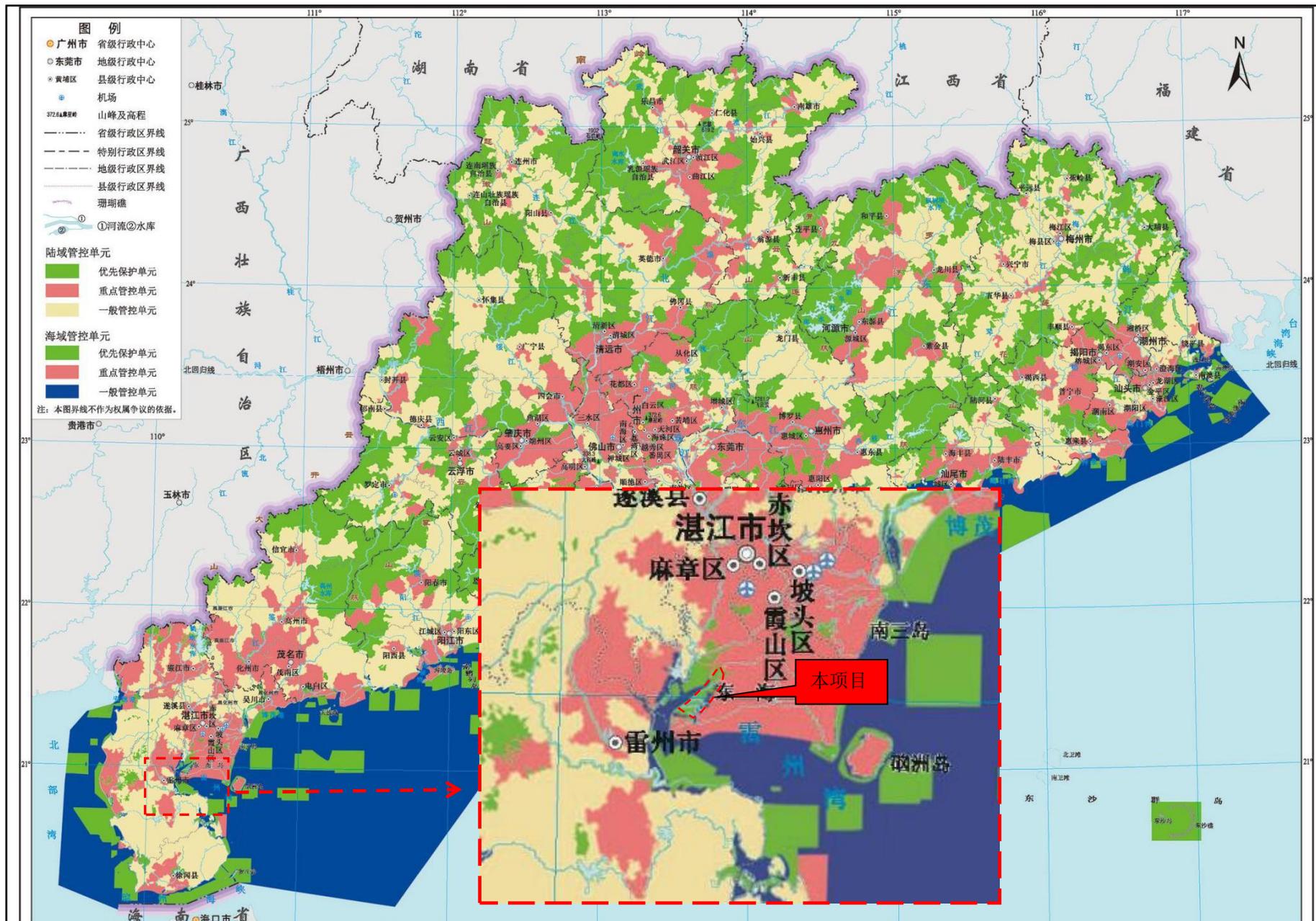


图 2.3.5-1 广东省“三线一单”环境管控单元图

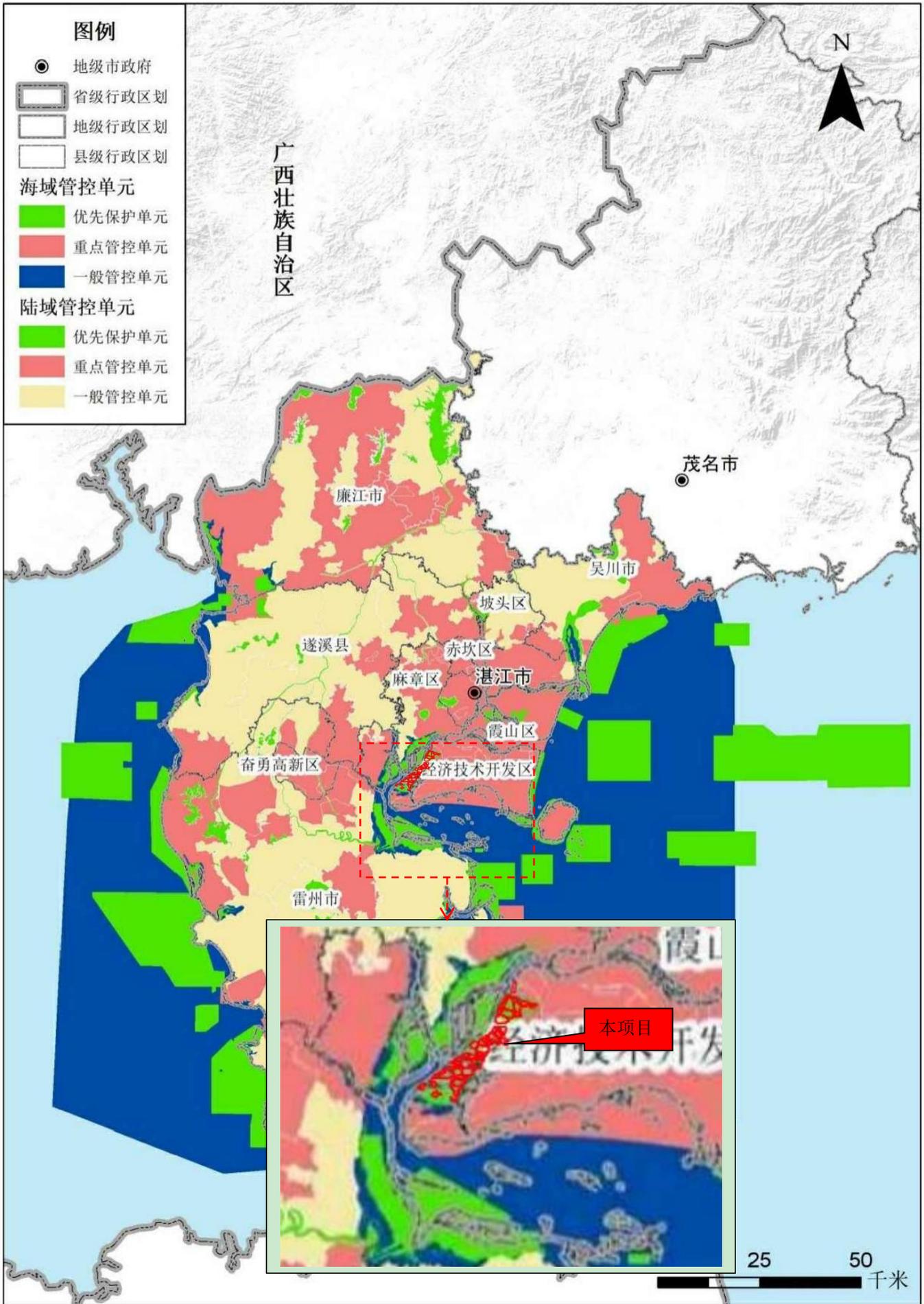


图 2.3.5-2 湛江市“三线一单”环境管控单元区划

湛江经济技术开发区环境管控单元图

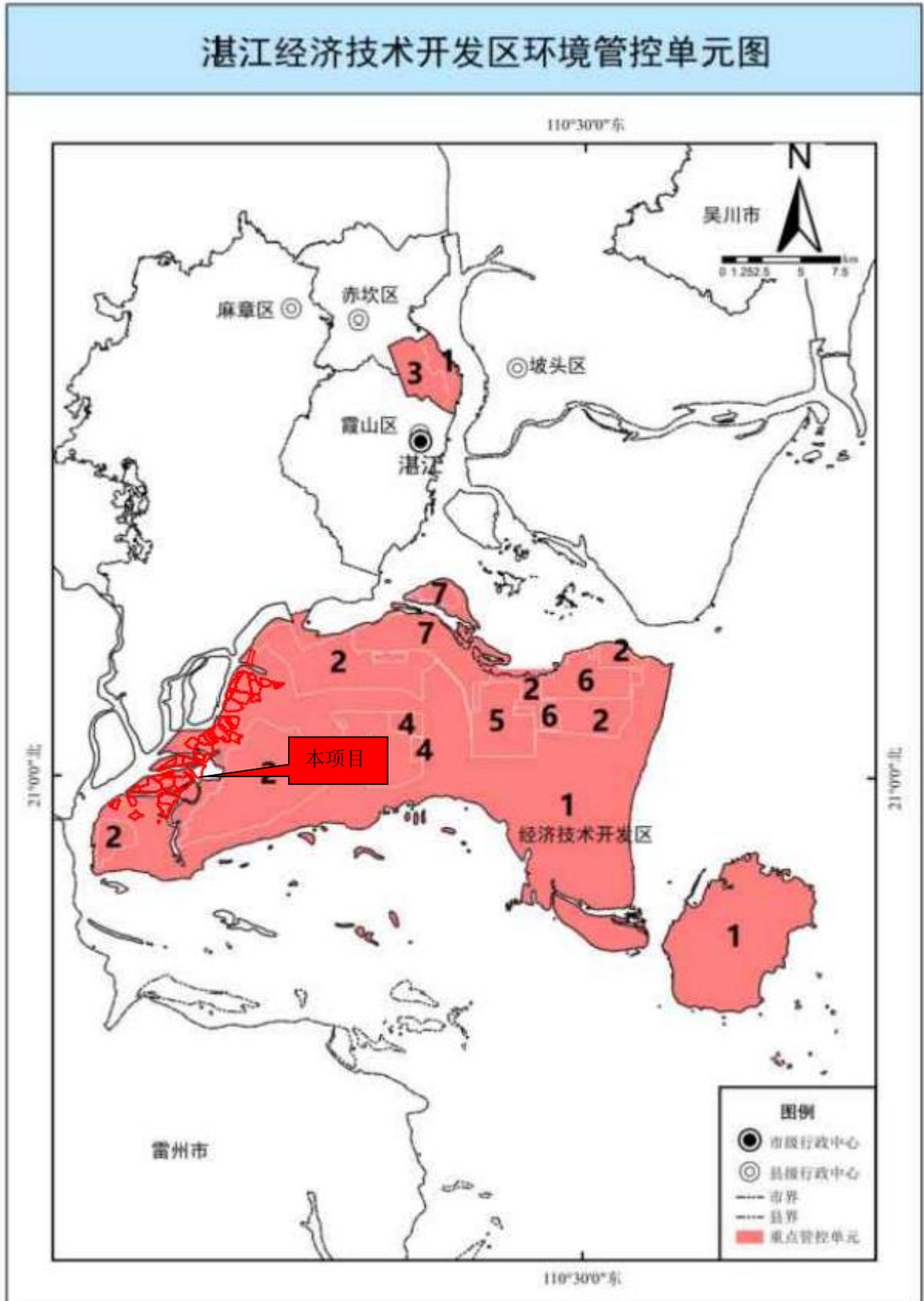


图 2.3.5-3 湛江经济技术开发区“三线一单”环境管控单元区划



图 2.3.5-4 广东省“三线一单”应用平台截图（陆域环境管控区划）



图 2.3.5-5 广东省“三线一单”应用平台截图（海域环境管控区划）

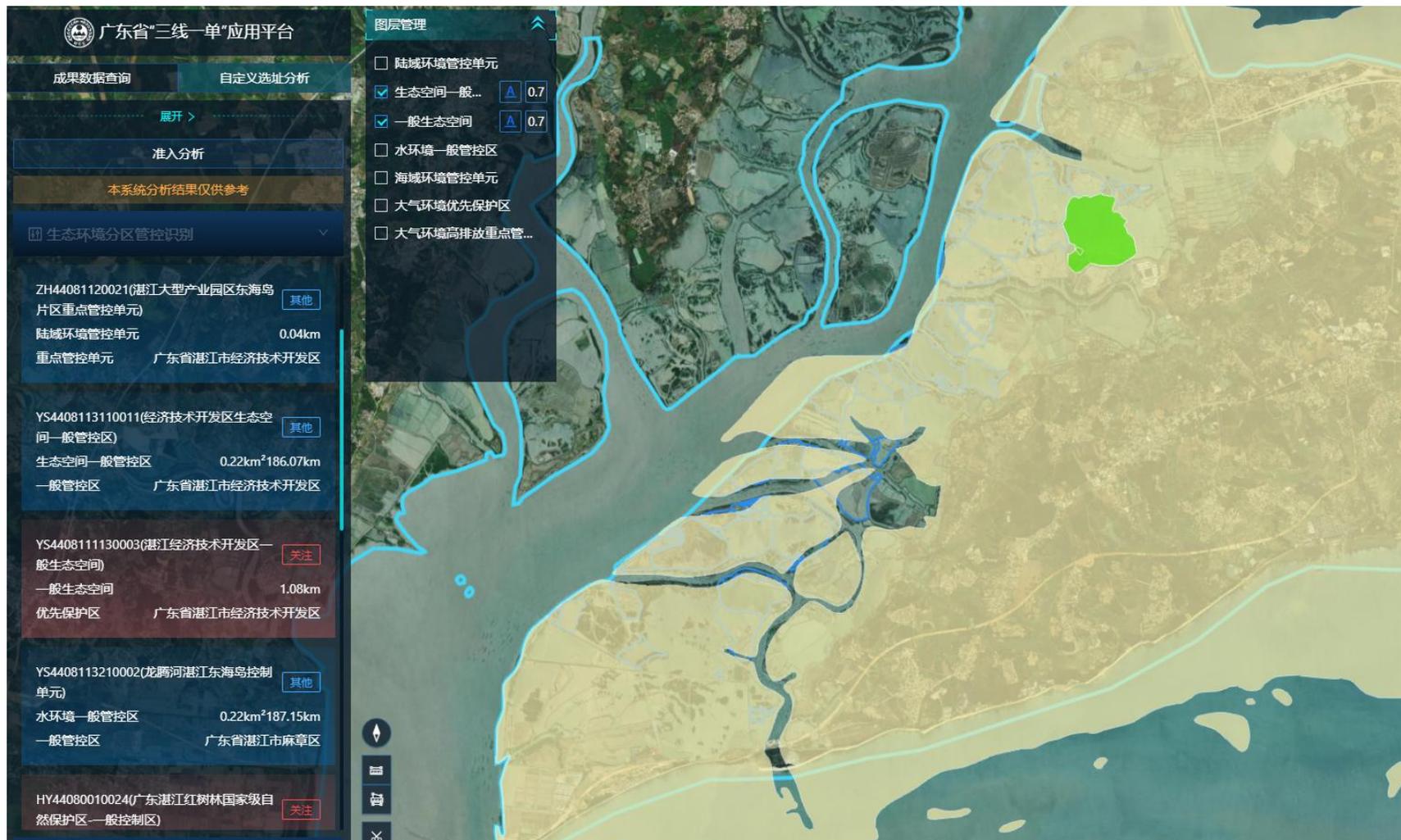


图 2.3.5-6 广东省“三线一单”应用平台截图（一般生态空间管控区划）

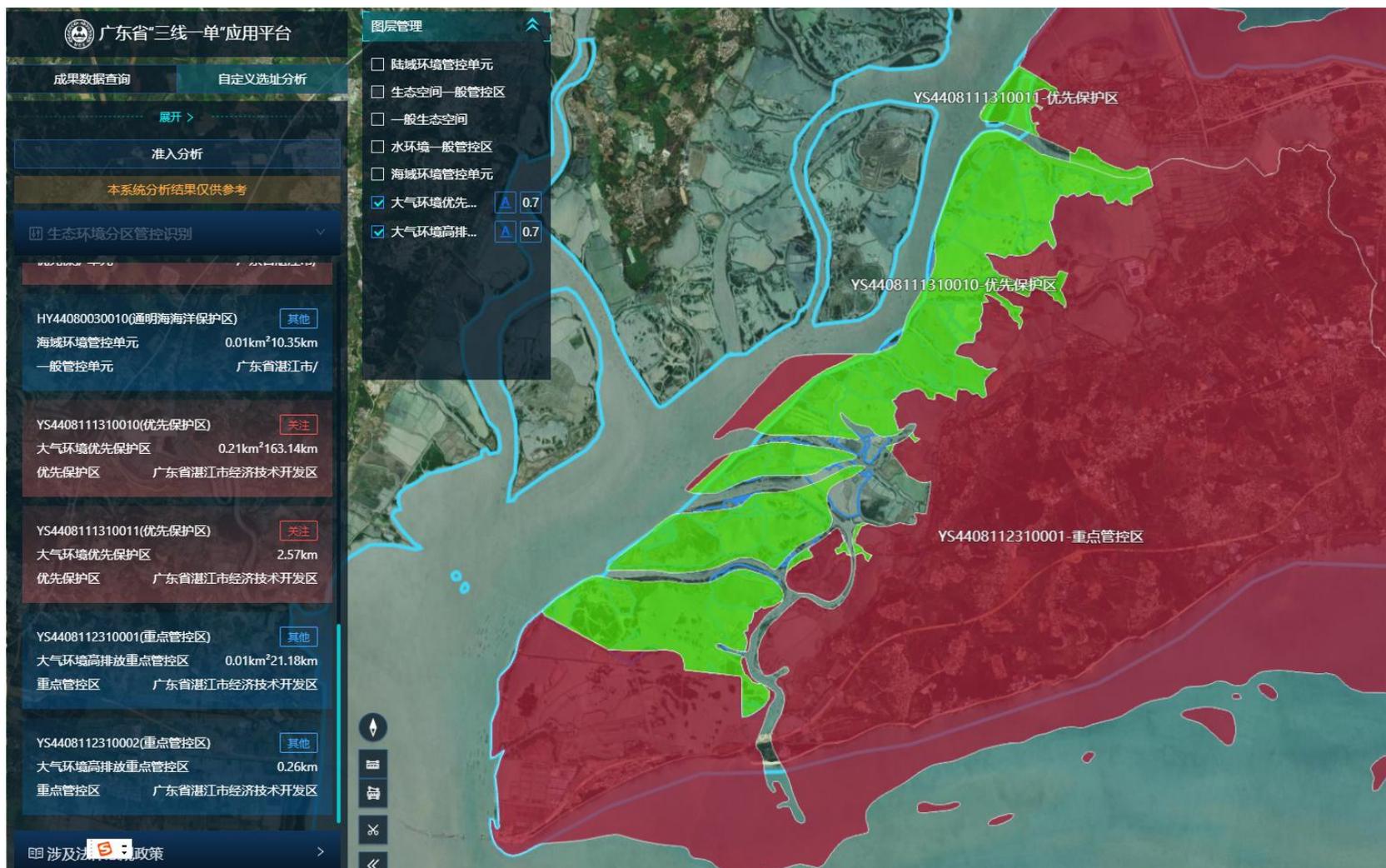


图 2.3.5-7 广东省“三线一单”应用平台截图（大气环境管控区划）

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

2.4.1.1 海水水质标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），项目所处海域的海洋功能区为通明海海洋保护区，执行海水水质二类标准。同时根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）、《湛江市环境保护规划（2006-2020）》，项目涉及功能区类别为二类，水质目标为二类。综合判定项目所在海域执行《海水质量标准》（GB3097-1997）第二类标准。

表 2.4.1-1 海水水质标准（单位：pH 无量纲，其余单位为 mg/L）

| 序号 | 项目 | 第一类 | 第二类 | 第三类 | 第四类 |
|----|--------------------------|----------|---------|------------|------------|
| 1 | pH | 7.8~8.5 | | 6.8~8.8 | |
| 2 | 溶解氧 | >6 | >5 | >4 | >3 |
| 3 | 悬浮物 | 人为增加量≤10 | | 人为增加量 ≤100 | 人为增加量 ≤150 |
| 4 | 化学需氧量（CODMn） | ≤2 | ≤3 | ≤4 | ≤5 |
| 5 | 生化需氧量（BOD ₅ ） | ≤1 | ≤3 | ≤4 | ≤5 |
| 6 | 无机氮（以 N 计） | ≤0.20 | ≤0.30 | ≤0.40 | ≤0.50 |
| 7 | 活性磷酸盐（以 P 计） | ≤0.015 | ≤0.030 | | ≤0.045 |
| 8 | 汞 | ≤0.00005 | ≤0.0002 | | ≤0.0005 |
| 9 | 镉 | ≤0.001 | ≤0.005 | ≤0.010 | |
| 10 | 铅 | ≤0.001 | ≤0.005 | ≤0.010 | ≤0.050 |
| 11 | 砷 | ≤0.020 | ≤0.030 | ≤0.050 | |
| 12 | 铜 | ≤0.005 | ≤0.010 | ≤0.050 | |
| 13 | 锌 | ≤0.020 | ≤0.050 | ≤0.10 | ≤0.50 |
| 14 | 六价铬 | ≤0.005 | ≤0.01 | ≤0.02 | ≤0.05 |
| 15 | 总铬 | ≤0.05 | ≤0.10 | ≤0.20 | ≤0.50 |
| 16 | 石油类 | ≤0.05 | | ≤0.30 | ≤0.50 |
| 17 | 硫化物（以硫计） | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.010 | ≤0.050 |

2.4.1.2 海洋沉积物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目所处海域的海洋功能区为通明海海洋保护区，执行海洋沉积物质量一类标准。

表 2.4.1-2 海洋沉积物质量标准（单位：×10⁻⁶，干重，有机碳为%）

| 序号 | 项目 | 第一类 | 第二类 | 第三类 |
|----|------|-------|--------|--------|
| 1 | 有机碳≤ | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 2 | 石油类≤ | 500.0 | 1000.0 | 1500.0 |
| 3 | 硫化物≤ | 300.0 | 500.0 | 600.0 |
| 4 | 汞≤ | 0.20 | 0.50 | 1.0 |
| 5 | 砷≤ | 20.0 | 65.0 | 93.0 |
| 6 | 镉≤ | 0.50 | 1.50 | 5.00 |
| 7 | 铅≤ | 60.0 | 130.0 | 250.0 |
| 8 | 铜≤ | 35.0 | 100.0 | 200.0 |
| 9 | 锌≤ | 150.0 | 350.0 | 600.0 |
| 10 | 铬≤ | 80.0 | 150.0 | 270.0 |

2.4.1.3 海洋生物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所处海域的海洋功能区为通明海海洋保护区，执行海洋生物质量一类标准。

表 2.4.1-3 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）

| 序号 | 项目 | 第一类 | 第二类 | 第三类 |
|----|------|------|------|-------------|
| 1 | 总汞≤ | 0.05 | 0.10 | 0.30 |
| 2 | 砷≤ | 1.0 | 5.0 | 8.0 |
| 3 | 镉≤ | 0.2 | 2.0 | 5.0 |
| 4 | 铬≤ | 0.5 | 2.0 | 6.0 |
| 5 | 铅≤ | 0.1 | 2.0 | 6.0 |
| 6 | 铜≤ | 10 | 25 | 50（牡蛎 100） |
| 7 | 锌≤ | 20 | 50 | 100（牡蛎 500） |
| 8 | 石油烃≤ | 15 | 50 | 80 |

注：以贝类去壳部分的鲜重计

表 2.4.1-4 海洋生物体评价标准（湿重：mg/kg）

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

2.4.1.4 环境空气质量标准

根据《湛江市环境保护规划纲要（2006-2020）》和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单，项目保护区修复工程位于广东湛江红树

林国家级自然保护区内，属一类环境空气质量功能区，参照执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中的一级标准。

表 2.4.1-5 环境空气质量评价执行标准

| 污染物名称 | 取值时间 | 浓度限值 | 选用标准 |
|-------------------|------------|----------------------|---------------------------------------|
| SO ₂ | 年平均 | 20μg/m ³ | 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)及其修改单的一级标准 |
| | 24 小时平均 | 50μg/m ³ | |
| | 1 小时平均 | 150μg/m ³ | |
| NO ₂ | 年平均 | 40μg/m ³ | |
| | 24 小时平均 | 80μg/m ³ | |
| | 1 小时平均 | 200μg/m ³ | |
| PM ₁₀ | 年平均 | 40μg/m ³ | |
| | 24 小时平均 | 50μg/m ³ | |
| PM _{2.5} | 年平均 | 15μg/m ³ | |
| | 24 小时平均 | 35μg/m ³ | |
| CO | 24 小时平均 | 4mg/m ³ | |
| | 1 小时平均 | 10mg/m ³ | |
| O ₃ | 日最大 8 小时平均 | 100μg/m ³ | |
| | 1 小时平均 | 160μg/m ³ | |

2.4.1.5 声环境质量标准

根据《湛江市城市声环境功能区划分（2020 年修订）》，项目所在海域未划分声环境功能区划。本项目位于广东湛江红树林国家级自然保护区内，故执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

表 2.4.1-6 声环境质量标准 单位：dB（A）

| 声环境功能区类别 | 时段 | |
|----------|----|----|
| | 昼间 | 夜间 |
| 1 类 | 55 | 45 |

2.4.2 污染物排放标准

2.4.2.1 水污染物排放标准

1、施工期

(1) 生活污水

施工人员住宿与办公租用附近村庄民房，生活污水纳入当地生活污水一同处

理。

(2) 船舶含油污水

施工船舶含油污水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)中相关要求,禁止直接向沿海海域排放污染物,船舶含油污水经收集上岸后交由有资质的单位集中处理。

(3) 施工悬沙

项目悬浮泥沙执行广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准(SS<60mg/l)。

2、运营期

项目抚育期不设施工营地,抚育人员拟雇用周边居民,项目内不产生生活污水。运营期项目不产生废水。

2.4.2.2 大气污染物

(1) 船舶尾气

项目施工船舶尾气和结构稳定期打捞海漂垃圾的小艇废气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段周界最高浓度限值。

(2) 其他机械

施工器械、运输车辆产生的SO₂、NO_x及施工过程中产生的施工扬尘(TSP)执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段周界最高浓度限值。

表 2.4.2-1 废气污染物排放标准

| 类别 | 污染物 | 标准值 (mg/m ³) | 标准来源 |
|----|-----------------|--------------------------|---|
| 废气 | SO ₂ | 0.4 | 广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段周界最高浓度限值。 |
| | NO _x | 0.12 | |
| | TSP | 1 | |

2.4.2.3 噪声

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

表 2.4.2-4 建筑施工场界环境噪声排放标准（施工期执行） 单位：dB(A)

| | |
|----|----|
| 昼间 | 夜间 |
| 70 | 55 |

2.4.2.4 固体废物

（1）一般固废

建设项目一般固废暂存、处置过程执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）。

（2）危险废物

残油、废油等危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。

（3）生活垃圾

施工生活垃圾通过及时收集和进行分类后，交由当地环卫部门统一外运进行处理。

运营期主要固体废物为海漂垃圾等，均收集、分类后交由当地环卫部门统一外运进行处理。

2.5 环境影响识别评价因子的选取

2.5.1 环境影响识别

项目施工主要内容为开挖、回填淤泥等地形改造、红树林种植，施工期对环境造成影响的因素主要是开挖、回填淤泥产生的悬浮物，施工队伍产生的生活污水、船舶含油污水、生活垃圾等对水质环境和海洋生态环境的影响，以及工程潜在的环境风险事故；运营期的环境影响主要为景观、固体废物。工程环境影响要素和评价因子分析见表 2.5.1-1。

表 2.5.1-1 工程环境影响要素和评价因子分析表

| 评价时段 | 环境影响要素 | 评价因子 | 工程内容及其表征 | 影响程度与分析评价深度 |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------|
| 施工期 | 海洋水文动力环境 | 潮流场 | 开挖淤泥、回填淤泥、红树林种植 | +++ |
| | 泥沙冲淤环境 | 海底地形和冲淤变化 | 开挖淤泥、回填淤泥、红树林种植 | +++ |
| | 海水水质环境 | 悬浮物 | 开挖淤泥、回填淤泥、红树林种植 | +++ |

| | | | | |
|------|------------|---------------------------------------|-----------------|-----|
| | | 生活污水 | 施工队伍 | + |
| | | 含油污水 | 施工船舶 | + |
| | 沉积物环境 | 沉积物 | 开挖淤泥、回填淤泥、红树林种植 | + |
| | 海洋生态环境 | 底栖生物 | 开挖淤泥、回填淤泥、红树林种植 | +++ |
| | | 浮游生物 | | ++ |
| | | 游泳动物 | | ++ |
| | | 红树林资源及其生境 | | + |
| | 环境风险 | 自然灾害 | 台风等不利影响 | + |
| | | 赤潮 | 施工作业 | + |
| | | 通航 | 船舶碰撞 | ++ |
| | | 石油类 | 船舶碰撞溢油 | +++ |
| | 环境空气 | SO ₂ 、NO _x 、TSP | 施工机械、船舶废气 | + |
| | 声环境 | 等效连续 A 声级 LeqdB(A) | 施工机械、船舶噪声 | + |
| 陆域生态 | 植被覆盖度、生境面积 | 施工临时占地 | + | |
| 运营期 | 景观 | 景观 | 红树林种植、生态修复 | ++ |
| | 固体废物 | 海漂垃圾 | 红树林生长 | + |

注：+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要分析与影响预测；

++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

+++：表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点影响分析与影响预测。

2.5.2 评价因子选取

根据本工程的环境影响要素识别、工程施工和工程后的特点，对评价因子进行筛选。筛选的结果见表 2.5.2-1。

2.5.2-1 评价因子筛选结果

| 时段 | 环境要素 | 主要污染因素 | 环境现状评价因子和内容 | 影响评价因子和内容 |
|------|---------------------------|--|--|---|
| 施工期 | 海水水质环境、海洋沉积物、海洋生物、生态环境 | 施工作业造成悬浮泥沙含量的增加；施工过程中水污染物排放 | 海水水质：水深、温度、盐度、pH、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、无机氮、叶绿素 a、活性磷酸盐、阴离子表面活性剂、石油类、铬、铅、镉、锌、铜、汞、砷等 | 取悬沙为预测评价因子，分析施工悬浮泥沙对水环境、沉积物环境、海洋生物的影响；施工期废水、废气及固废影响分析 |
| | | | 海洋沉积物：pH、硫化物、有机碳、总汞、铜、锌、铅、镉、石油类 | |
| | | | 海洋生物生态：叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、鱼类浮游生物、游泳动物 | |
| | 水文动力、冲淤环境变化 | 项目建设对海域流场的影响 | 工程海域水文动力环境、地质地貌和冲淤环境分析 | 工程后海域潮流变化、冲淤环境变化分析 |
| | 大气环境 | 颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、烃类 | PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃ | 颗粒物 |
| | 声环境 | 等效 A 声级 | 等效连续 A 声级 | 等效连续 A 声级 |
| 固体废物 | 一般工业固体废物、生活垃圾 | / | 一般工业固体废物、生活垃圾 | |
| 生态环境 | 施工噪声、施工废水、施工固废、植被覆盖度、生境面积 | 植物、动物、植被覆盖度、生境面积 | 鸟类、红树林、景观 | |
| 运营期 | 固体废物 | 海漂垃圾 | / | 海漂垃圾 |
| | 景观生态 | 景观生态 | 景观 | 景观 |

2.6 评价工作等级

评价等级根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)、《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)、《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)

和《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)、《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)中关于评价工作级别划分的判定规则及对该项目周围环境特征、污染物排放量分析,确定本项目环境影响评价工作等级如下:

2.6.1 海洋环境影响评价工作等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)的规定,环境影响评价工作等级依据建设项目的工程特点、工程所在地的环境特征、国家和地方政府所颁布的有关法规等因素而确定。本工程位于广东湛江红树林国家级自然保护区、通明海红树林限制类红线区,属生态环境敏感区。根据项目设计方案,工程施工内容主要包括红树林种植、潮沟开挖取土、种植区垫高等。其中,工程滩涂造林和退塘还林均需要滩涂垫高,从周边潮沟开挖取土,取土量约 386.50 万 m³,大于 300×10⁴m³。由此可确定:水动力环境、水质环境、生态和生物资源环境评价等级为 1 级评价,沉积物环境评价等级为 2 级评价。

本项目占地总面积 3044.9 公顷,营造红树林 683.37 公顷。本项目不可逆地对海床自然性状产生一定的冲刷、淤积影响,根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)判定项目海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为 1 级。

因此,本项目的海洋环境影响评价等级为 1 级。

表 2.6.1-1 海洋环境评价等级一览表

| 海洋工程类别 | 工程内容 | 工程规模 | 工程所在海域特征和生态环境类型 | 单项海洋环境影响评价等级 | | | |
|--------|--|--|-----------------|--------------|------|-------|-----------|
| | | | | 水动力环境 | 水质环境 | 沉积物环境 | 生态和生物资源环境 |
| 其他海洋工程 | 水下基础开挖等工程;疏浚、冲(吹)填工程;海中取土(沙)等工程;挖入式港池、船坞和码头等工程;海上水 | 开挖、疏浚、冲(吹)填、倾倒量大于 300×10 ⁴ m ³ | 生态环境敏感区 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | | | 其他海域 | 2 | 2 | 3 | 2 |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------------|--|--|--|
| 产品加工工程 等 | | | | | | | |
| 面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其他类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。 | | | | 海洋地形地貌与冲淤环境评价等级 | | | |
| | | | | 1 | | | |

表 2.6.1-2 各单项海洋环境影响评价等级

| 单项目评价等级 工程规模 | 水文动力 环境 | 水质 环境 | 沉积物 环境 | 生态和生物 资源环境 | 海洋地形地貌 与冲淤环境 |
|---------------------------------|------------|----------|-----------|---------------|-----------------|
| 潮沟开挖及滩涂垫高 386.50万 m^3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |

2.6.2 地表水环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，本项目属于水文要素影响型项目。

（1）施工期地表水环境影响评价等级

本项目为红树林湿地生态修复工程，施工期不可避免对地表水域水文要素造成影响，属于水文要素影响型建设项目。本项目位于通明海海洋保护区，属于近岸海域；本项目海域工程面积为 3044.9hm^2 （ 30.4km^2 ），根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）表 2 等级判断依据，本项目属于“入海河口、近岸海域”中的“ $A1 \geq 0.5 \text{km}^2$ ”类型，故水文要素影响评价等级为一级。

表 2.6-3 水文要素影响型建设项目评价等级判定表

| 评价等级 | 水温 | 径流 | | 受影响地表水域 | |
|------|---------------------|-------------------------|----------------------------|---|---|
| | 年径流量与总库容之比 α | 兴利库容占年径流量百分比 $\beta/\%$ | 取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$ | 工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$ | 工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 |
| | | | 河流 | 湖库 | |

| | | | | | | |
|----|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|---|---|--|
| 一级 | $\alpha \leq 10$; 或稳定分层 | $\beta \geq 20$; 或完全年调节与多年调节 | $\gamma \geq 30$ | $A_1 \geq 0.3$; 或 $A_2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 10$ | $A_1 \geq 0.3$; 或 $A_2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 20$ | $A_1 \geq 0.5$; 或 $A_2 \geq 3$ |
| 二级 | $20 > \alpha > 10$; 或不稳定分层 | $20 > \beta > 10$; 或季调节与不完全年调节 | $30 > \gamma > 10$ | $0.3 > A_1 > 0.05$; 或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $10 > R > 5$ | $0.3 > A_1 > 0.05$; 或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $20 > R > 5$ | $0.5 > A_1 > 0.15$; 或 $3 > A_2 > 0.5$ |
| 三级 | $\alpha \geq 20$; 或混合型 | $\beta \leq 2$, 或无调节 | $\gamma \leq 10$ | $A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$ | $A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$ | $A_1 \leq 0.15$; 或 $A_2 \leq 0.5$ |

注 1: 影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标, 评价等级应不低于二级。

注 2: 跨流域调水、引水式电站、可能受到大型河流感潮河段咸潮影响的建设项目, 评价等级不低于二级。

注 3: 造成入海河口(湾口)宽度束窄(束窄尺度达到原宽度的 5%以上), 评价等级应不低于二级。

注 4: 对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防波堤、导流堤等), 其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时, 评价等级应不低于二级。

注 5: 允许在一类海域建设的项目, 评价等级为一级。

注 6: 同时存在多个水文要素影响的建设项目, 分别判定各水文要素影响评价等级, 并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

(2) 运营期地表水环境评价等级

本项目运营期不排放废水。

2.6.3 环境空气评价工作等级

本项目为红树林湿地生态修复工程。项目运营期无废气产生, 根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ/T2.2-2018), 大气环境评价等级定为三级。

2.6.4 声环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4—2021), 评价范围内有适用于 GB 3096 规定的 0 类声环境功能区, 或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达 5 dB(A) 以上(不含 5 dB(A)), 或受影响人口数量显著增加时, 按一级评价。建设项目所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 1 类、2 类地区, 或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达 3 dB(A)~5 dB(A), 或受噪声影响人口数量增加较多时, 按二级评价。

在确定评价工作等级时, 如建设项目符合两个以上级别的划分原则, 按较高级别的评价等级评价。

本项目为红树林营造海洋生态修复工程, 运营期不涉及噪声污染源, 项目产生的噪声主要来自施工期的施工机械噪声。本项目位于声环境功能 1 类区域, 声

环境保护目标噪声级增量在 3dB（A）以下，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境评价等级为二级。

2.6.5 环境风险影响评价工作等级

1、风险物质识别

本项目为红树林营造海洋生态修复工程，运营期主要为红树林管护，主要涉及的环境风险物质为施工期施工船舶燃油，本项目有 2 艘运输货船，2 艘绞吸式挖泥船，单艘货船总吨位为 30t，根据施工单位介绍最大施工船只为 30t 货船，最大携带量取船舶总吨的 10%，则最大燃油携带量为 3t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表 B.1 中突发环境事件风险物质及临界量中油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油）临界量 2500t。因此危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，该项目风险潜势为 I，环境风险评价等级为简单分析。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018）附录 D，危险物质数量与临界量比值（Q）的计算公式为：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量，t；

则本项目的 Q 值为：

$$Q = \frac{3}{2500} = 0.0012$$

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018）中评价工作等级划分，本项目 $Q < 1$ ，风险潜势为 I，可开展简单分析。

表 2.6.5-1 环境风险评价工作等级划分

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

2.6.6 地下水环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），本项目为红树林种植生态修复项目，不属于污染型建设项目，地下水环境影响评价项目类别

为IV类项目，不开展地下水环境影响评价。

2.6.7 土壤环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目属于导则附录 A 中规定的其他行业，故土壤影响评价项目类别属于IV类。综上，根据导则第 6.2.2.3 条及表 4，本项目可不开展土壤环境影响评价。

2.6.8 生态环境影响评价工作等级

本项目属于涉海工程，根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022）的规定，本项目生态评价等级参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）确定。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）表 2 要求，生态评价等级定为 1 级，见表 2.6.1-2。综上，本工程将生态环境影响评价等级定为 1 级。

2.7 评价范围

2.7.1 海洋环境影响评价范围

海洋工程的环境影响评价范围，主要由工程的地理位置、特点和建设规模，以及所在海区的自然环境条件和敏感目标情况而定，依据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485—2014），各单项海洋环境影响评价范围的确定依据见表 2.7.1-1。

表 2.7.1-1 海洋环境影响评价范围的确定依据

| 单项评价内容 | 评价范围 | |
|----------------|---|--------------------------|
| 水动力环境（1 级） | 垂向（垂直于工程中心点潮流主流向）评价范围 | 纵向（潮流主流向）评价范围 |
| | 一般不小于 5km | 不小于一个潮周期内水质点可达到的最大水平距离两倍 |
| 水质环境（1 级） | 调查与评价范围应能覆盖建设项目的环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求 | |
| 沉积物环境（2 级） | 调查与评价范围应能覆盖受影响区域，并能充分满足环境影响评价与预测的需求；一般情况下应与海洋水质、海洋生态和生物资源环境的现状调查与评价范围保持一致 | |
| 生态和生物资源环境（1 级） | 以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定评价范围，扩展距离一般不能小于 8km~30km | |

| | |
|---------------------|--|
| 地形地貌与冲淤环境 (1级评价) | 调查与评价范围应包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，同时应满足建设项目地貌与冲淤环境特征的要求 |
|---------------------|--|

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)的技术要求，1级评价项目的水质、海洋生态环境的调查和评价范围，扩展距离一般不能小于8km~30km。本工程位于广东湛江红树林国家级自然保护区、湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园、通明海海洋保护区、湛江市麻章区红树林，属生态环境敏感区。根据项目设计方案，工程施工内容主要包括淤泥开挖取土、淤泥回填、红树林种植等。本工程属于红树林生态修复工程，不在海域设置水工构筑物。结合项目海区的海洋功能区划和敏感目标情况，故确定海洋环境影响评价范围为以工程边缘线为起点向外扩展15km的海域范围，评价面积599.4 km²。评价范围坐标详见表2.7-1，评价范围见图2.7.1-1。

表 2.7.1-2 海洋环境评级范围四至坐标表

| 序号 | 东经 | 北纬 |
|----|-------------------|------------------|
| 1 | 110° 24' 21.641'' | 21° 9' 54.882'' |
| 2 | 110° 26' 31.072'' | 21° 9' 45.372'' |
| 3 | 110° 26' 35.333'' | 21° 4' 0.765'' |
| 4 | 110° 23' 12.563'' | 20° 59' 40.872'' |
| 5 | 110° 23' 8.961'' | 20° 49' 7.651'' |
| 6 | 110° 9' 35.432'' | 21° 7' 58.441'' |
| 7 | 110° 7' 47.602'' | 21° 0' 51.932'' |
| 8 | 110° 10' 10.424'' | 21° 49' 53.011'' |

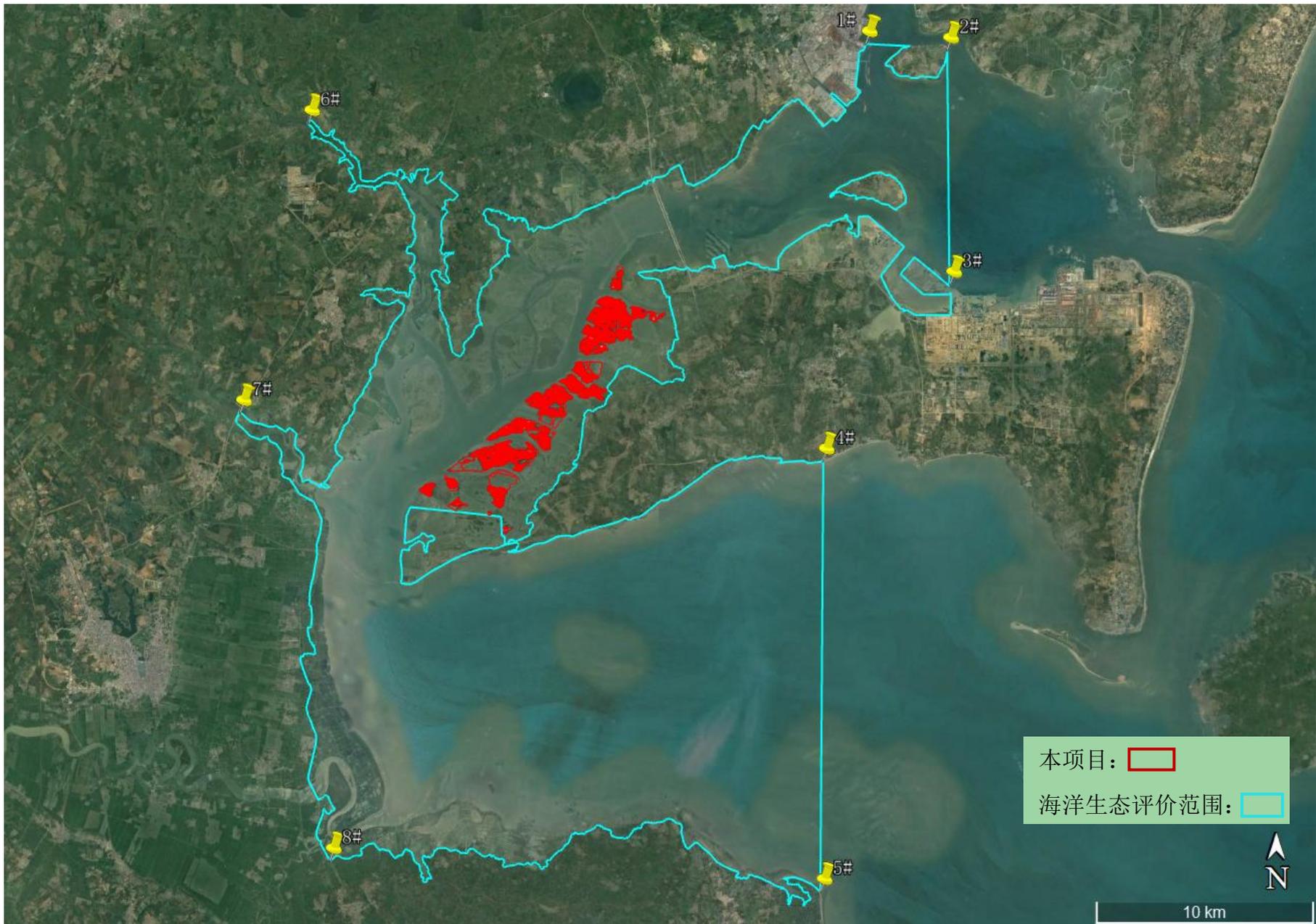


图 2.7.1-1 海洋环境评价范围图

2.7.2 地表水环境影响评价范围

按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目施工期水文要素影响评价等级为一级。评价范围与海洋环境评价范围一致，详见图 2.7.1-1。

2.7.3 环境空气影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价不需要设置评价范围。

2.7.4 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），本项目声环境影响评价等级为二级，声环境影响评价范围为项目工程区界外 200m 范围，声环境影响评价范围见图 2.7.4-1。

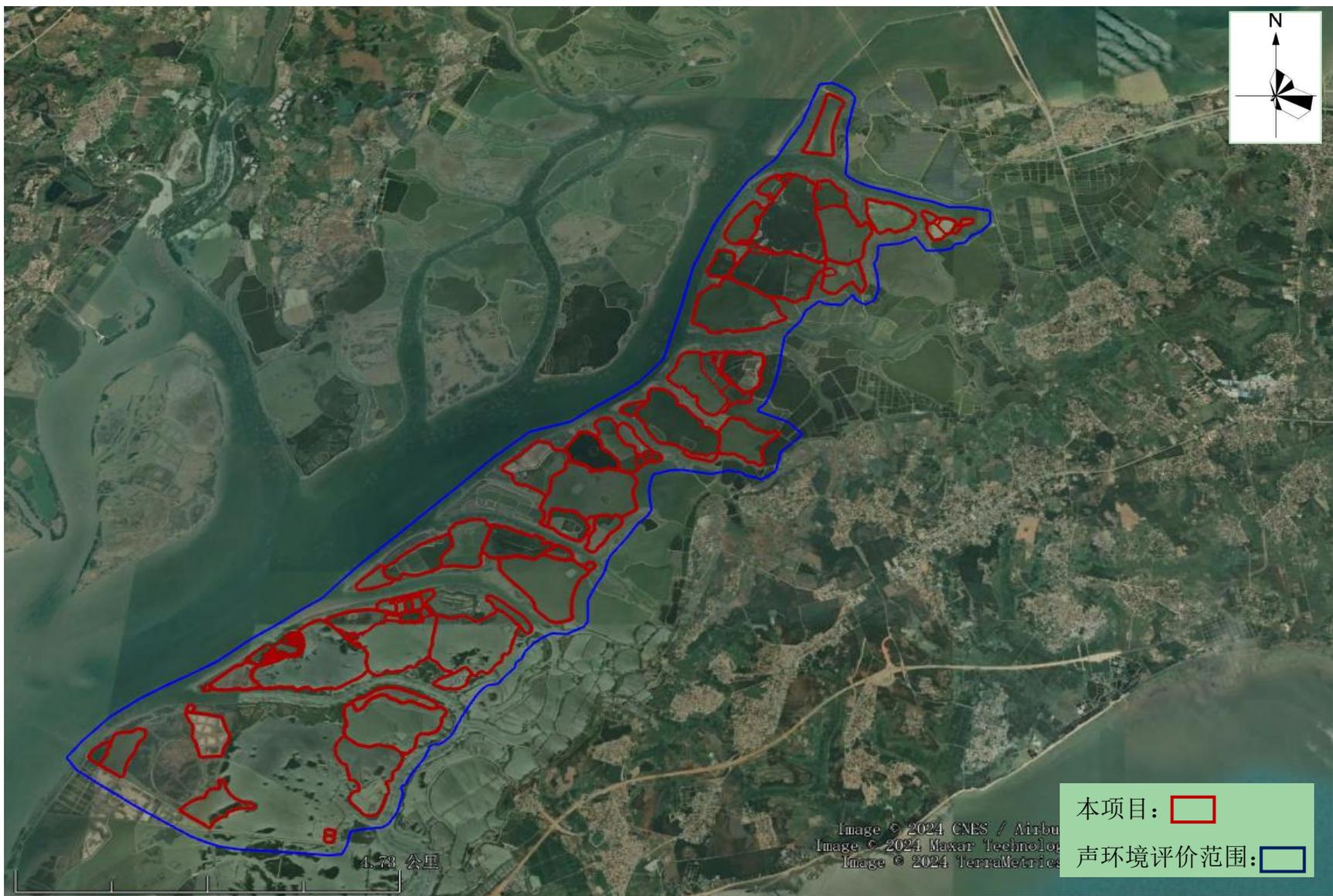


图 2.7.4-1 声环境评价范围图

2.7.5 环境风险影响评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目环境风险评价等级为简单分析，重点分析溢油风险对项目所在海域的影响，评价范围与海洋环境影响评价范围一致。

2.7.6 生态环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）生态影响评价范围的确定原则，本项目涉海工程评价范围参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）确定。本项目海洋生态环境影响评价等级为一级，评价范围与海洋环境影响评价范围一致，详见图 2.7.1-1。

2.7.7 小结

建设项目评价范围一览表见表 2.7.7-1。

表 2.7.7-1 评价范围一览表

| 序号 | 类别 | | 评价等级 | 评价范围 |
|----|----------|-------------|------|--------------------------|
| 1 | 海洋环境 | 水文动力环境 | 1 级 | 以工程边缘线为起点向外扩展 15km 的海域范围 |
| | | 海洋水质环境 | 1 级 | |
| | | 海洋沉积物环境 | 2 级 | |
| | | 海洋生态与生物资源环境 | 1 级 | |
| | | 地形地貌与冲淤环境 | 1 级 | |
| 2 | 施工期地表水环境 | 水文要素影响型 | 一级 | 与海洋环境评价范围一致 |
| 3 | 环境空气 | | 三级 | 不需设置大气环境影响评价范围 |
| 4 | 声环境 | | 二级 | 项目工程边界外 200m 范围以内的区域 |
| 5 | 环境风险 | | 简单分析 | 与海洋环境评价范围一致 |
| 6 | 生态环境 | | 1 级 | 与海洋环境评价范围一致 |

2.8 主要环境保护目标及社会活动关注区

2.8.1 海域环境保护目标

本项目的环境敏感区与环境保护目标主要有：海洋环境保护区、自然保护区、

海洋生态红线区、浅海养殖区等。

表 2.8.1-1 评价范围内环境保护目标

| 敏感目标 | | 位置关系 | 保护目标 | 环境保护要求 |
|-------|---------------------------|---------------|-------------|--|
| 类型 | 名称 | | | |
| 海洋保护区 | 《广东省海洋功能区划（2011- 2020 年）》 | 项目位于 | 红树林及其生境 | 1.保护通明海红树林； 2.严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3.加强保护区海洋生态环境监测； 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。 |
| | | 西南侧，约 10.9km | 海洋生态系统 | 1.保护东海岛海草床生态系统； 2.保护龙虾、石斑鱼、栉江珧等重要渔业品种； 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 4.加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 |
| | | 东北侧，约 14.34km | 红树林种群及其生态系统 | 1.严格保护红树林及其生态系统； 2.加强保护区海洋生态环境监测； 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。 |

| | | | | | |
|---------|---------------------|------------------------|-------------|--------------|--|
| | 自然保护区 | 广东湛江红树林国家级自然保护区 | 项目部分位于 | 红树林及其生境、鸟类 | 在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产建设设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的， |
| | 湿地公园 | 湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园 | 项目部分位于 | 红树林种群、湿地生态系统 | 禁止围填海，维护海洋生态系统健康和生态安全，严格执行海洋生态红线管控要求。 |
| 海洋生态红线区 | 《广东省海洋生态红线》（2017年版） | 通明海红树林限制类红线区（41） | 项目位于 | 红树林、湿地生态系统 | 禁止围填海、毁林挖塘及其他可能破坏红树林、海草床资源的各类开发活动，控制养殖规模，提倡生态养殖，保护现有红树林、海草资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统保护。 |
| | | 广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区（42） | 东北侧，14.14km | 海岛及海洋生态系统 | 执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和任何形式的工程建设活动。禁止围填海。 |
| | | 广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区（43） | 东北侧，14.84km | 海岛及海洋生态系统 | 执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止围填海、采挖海砂。禁止新增入海工业排污口，入海排污口达标率100%。鼓励生态整治与修复，恢复海洋生态、资源与关键生境。 |
| | | 南渡河重要河口生态系统限制类红线区（40） | 西南侧，6.42km | 河口、湿地生态系统 | 禁止围填海、采挖海砂、设置直排排污口及其他可能破坏红树林资源、河口生态功能的开发活动，加强对重要河口生态 |

| | | | | | |
|--------------|--|---|-----------|------------|--|
| | | | | | 系统的整治与生态修复，保障河口行洪安全，保障渔业资源自。 |
| “三线一单”优先保护单元 | 《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府〔2021〕30号） | HY44080010024（广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区）海域优先保护区 | 项目部分位于 | 红树林及其生境、鸟类 | 禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安 全，严格执行海洋生态红线管控要求。海洋生态保护红线调整更新后，按调整更新的版本实施管控。 |
| | | HY44080010059（湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园）海域优先保护区 | 项目部分位于 | 红树林种群 | |
| 自然岸线保有 | 《广东省海洋生态红线》（2017年版） | 金牛岛 | 西侧，2.93km | 大陆岸线保有 | 维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。 |
| | | 东海岛 | 占用 | 海岛岸线保有 | 1、以国家规定的红线指标为标准，维持岸线自然属性导向，限制实施可能改变海岛自然岸线（滩）生态功能的开发建设活动，严格控制围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂； 2、对于有居民海岛，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线 |

| | | | | | |
|-------|------------------|--------------|------|----------------|--|
| | | | | | 的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态； 3、对于无居民海岛，已划定的保有自然岸线原则不得占用，如确实因国防安全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则； 4、根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于项目需占用海岛自然砂质岸线的，应维持拟使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。 |
| 三场一通道 | 《中国海洋渔业水域图（第一批）》 | 黄花鱼幼鱼保护区 | 项目占用 | 黄花鱼幼鱼 | 保护期为每年的3月1日至5月31日 |
| | | 南海北部幼鱼繁育场保护区 | 项目占用 | 幼鱼繁育场 | 保护期为1~12月 |
| 养殖 | | 现状养殖鱼塘 | 项目位于 | 海水水质、生态环境、养殖物种 | / |

注：①HY44080010026 广东湛江红树林国家级自然保护区-核心区在《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》中定为核心区，但现行有效的红树林保护区核心区以红树林管理局核定的为准，根据红树林管理局的文件明确实际上项目位于实验区，不涉及核心区。

2.8.2 陆域环境保护目标

本项目为红树林营造海洋生态修复工程，运营期不涉及噪声污染源，项目产生的噪声主要来自施工期的施工机械噪声。本项目位于声环境功能1类区域，声环境保护目标噪声级增量在3dB（A）以下，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境评价等级为二级。评价范围按项目周边200m考虑，本项目声环境评价范围内无环境敏感目标。

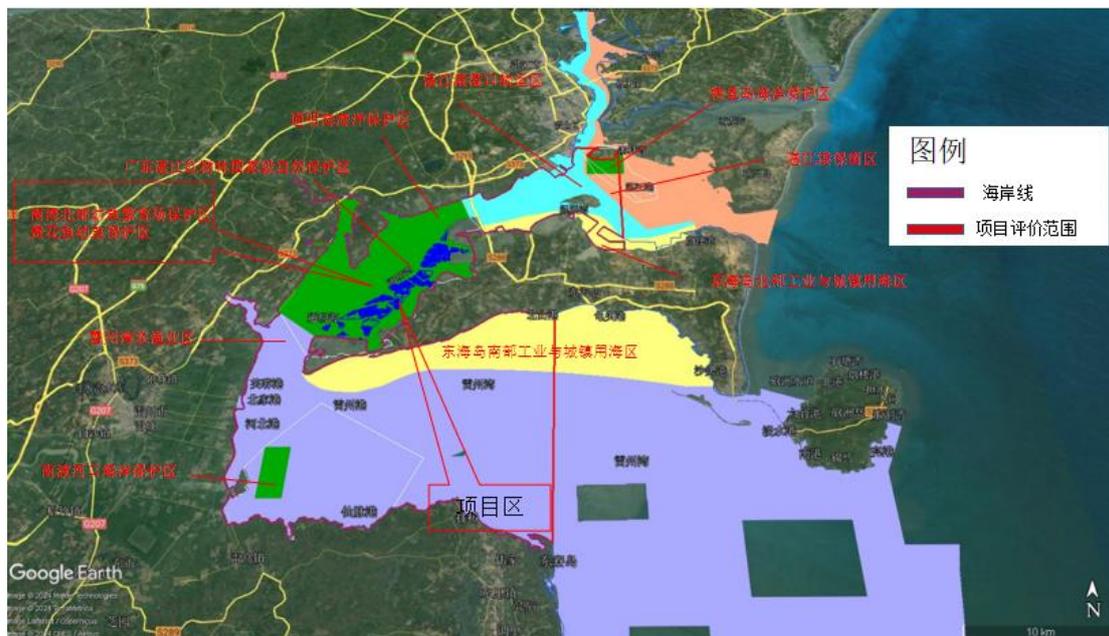


图 2.8.1-1 评价范围内环境保护目标分布图

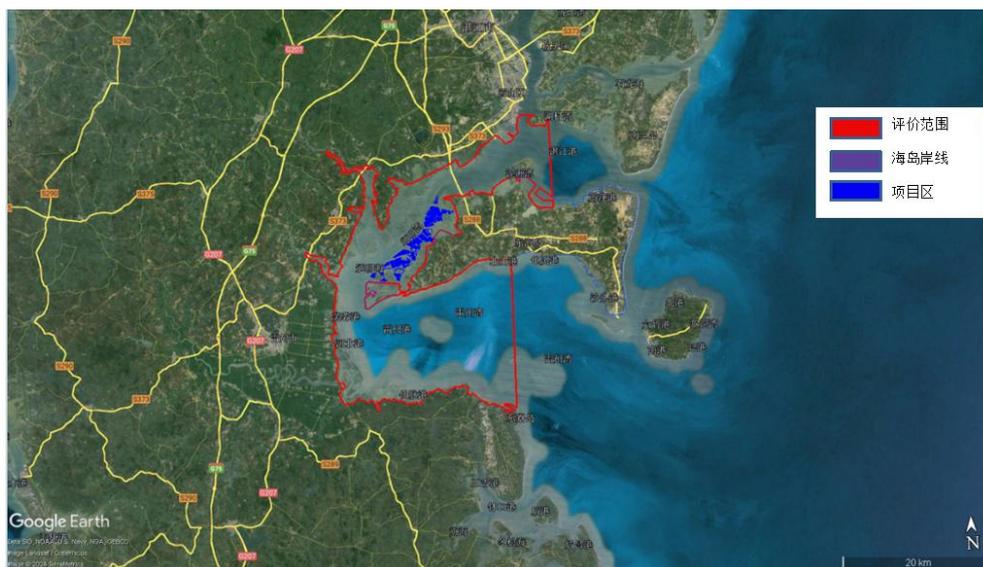


图 2.8.1-2 评价范围内海岛自然岸线分布图



图 2.8.1-3 项目周边大陆自然岸线保有示意图



图 2.8.1-4 项目与广东湛江红树林国家级自然保护区位置关系图

3 工程分析

3.1 建设项目概况

3.1.1 建设项目基本情况

3.1.1.1 项目组成及规模

项目名称：湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目

建设单位：湛江开发区新月发展有限公司

建设性质：新建

总投资：58060.28 万。

环保投资：682.89 万元（占总投资 1.18%）

地理位置：湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目位于湛江东海岛西部，东雷高速以北，西湾村以东，红树林保护区西南，北侧包含约 31.62 平方公里的红树林保护区，南侧面向南海，拥有约 18 公里的海岸线，西侧东雷高速跨越峡口，通向雷州半岛。项目地理位置图见图 3.1.1-1。

主要建设内容：

本项目对东海岛红树林湿地进行生态修复和治理，包括地形改造、苗木种植、管护等，总占地面积 3044.9 公顷，整个项目营造红树林规模为 683.37 公顷（约 10249.61 亩）。项目分两期建设，其中，一期营造红树林规模为 9.87 公顷（约 148.11 亩），二期营造红树林规模为 673.50 公顷（约 10102.5 亩）。

本项目一期占地面积 16.18 公顷，其中种植红树林 9.87 公顷，水道 0.95 公顷，光滩 1.08 公顷，红树林疏林地 4.28 公顷。

本项目二期养殖塘水域面积 1494.53 公顷（约 22417.95 亩），实际种植红树林面积 673.50 公顷（约 10102.5 亩）。

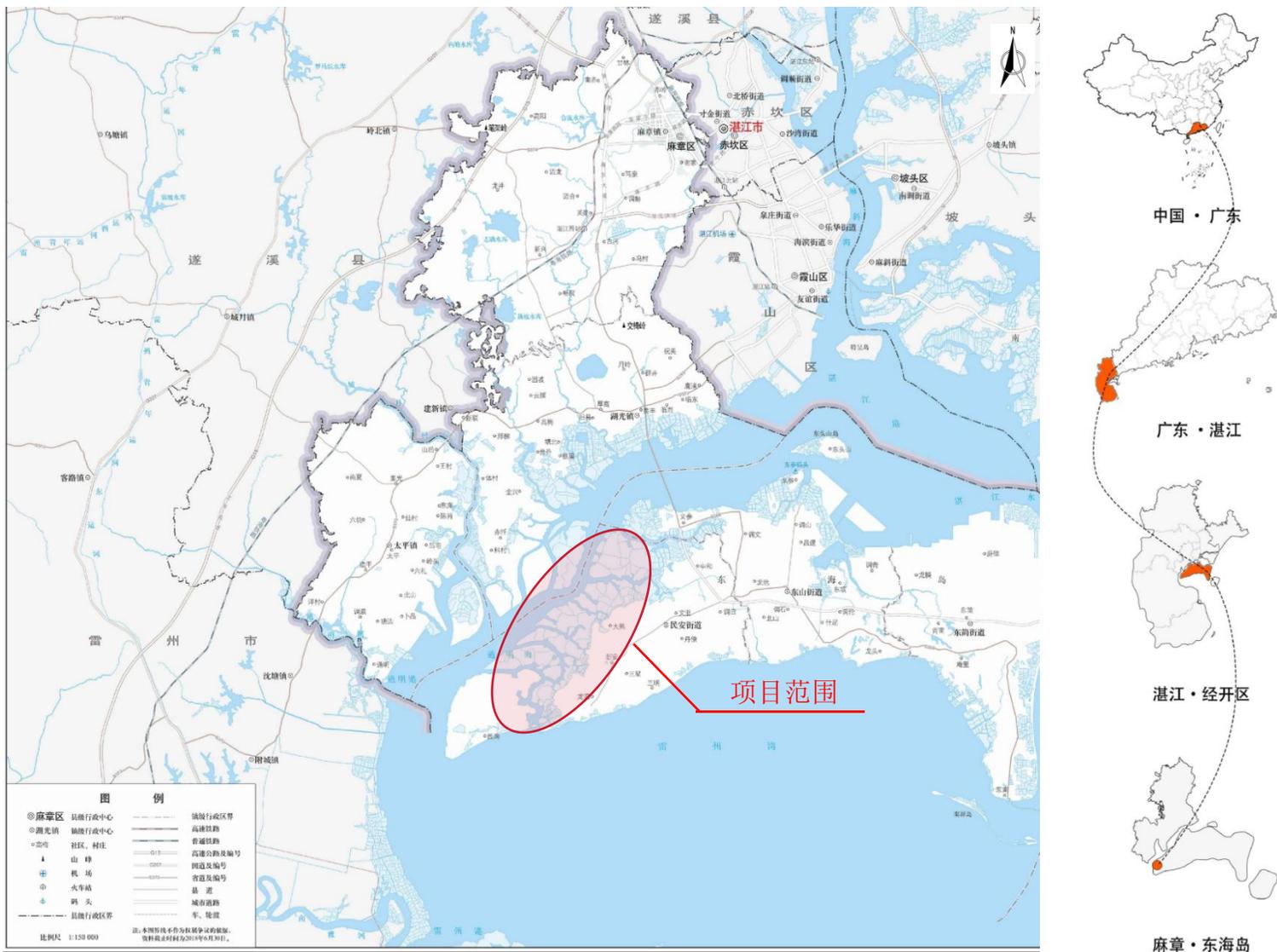


图 3.1.1-1 项目地理位置图

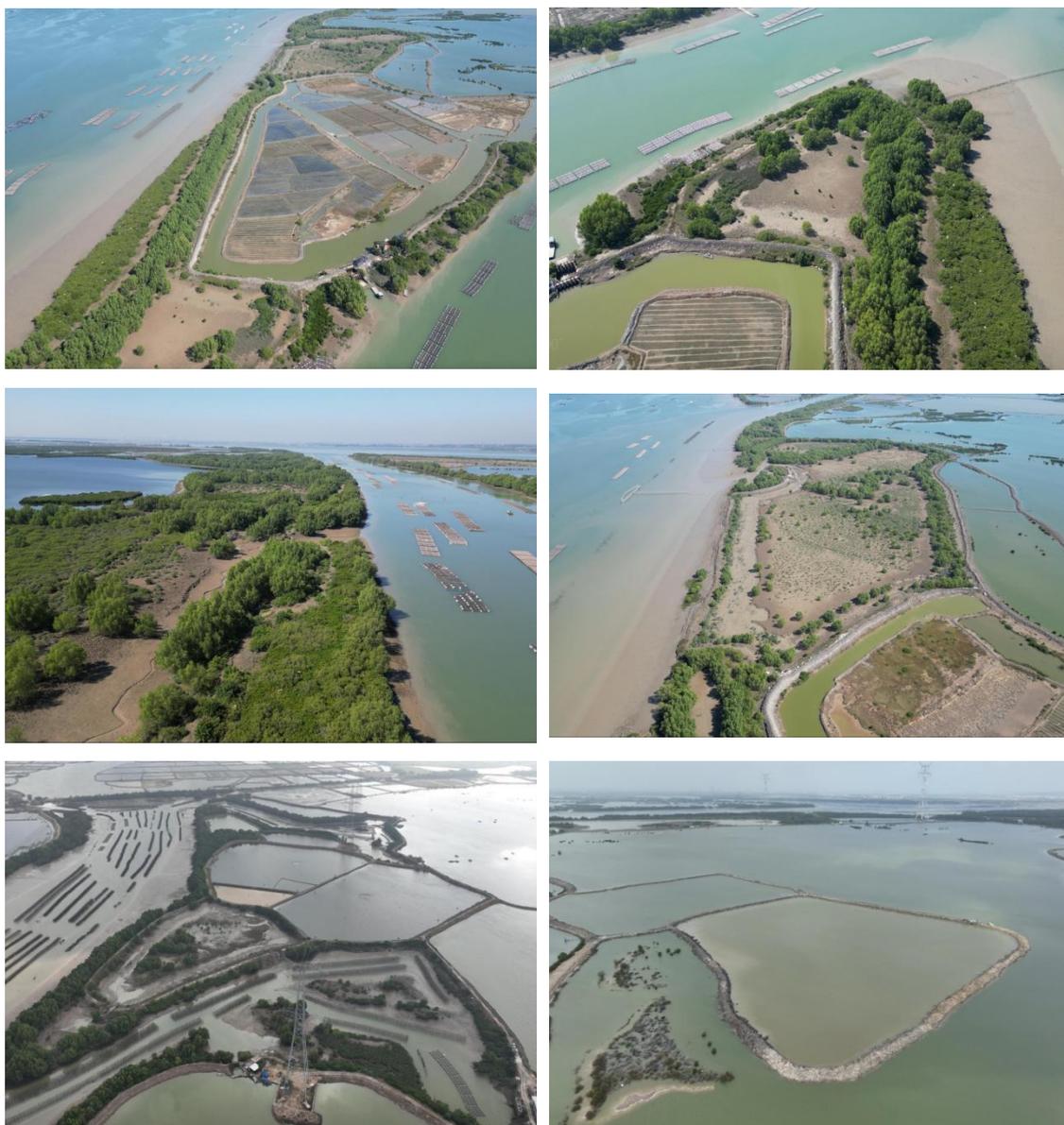
3.1.1.2 项目生态现状

1、区域内以大面积的水域为主，包含大量养殖塘和少量滩涂

红树林保护区域内主要为大面积的水域，其中包含红树林、滨水植被、大量养殖塘和少量滩涂，周边有较多村庄聚集。

现状水域来源为海洋输入，由闸门控制。部分水域由于养殖塘的建设，水体颜色发生了改变，形成了不同颜色的水域肌理。现状滩涂主要集中在红树林群落区域。

受红树林和养殖塘使用的影响，绝大部分的浅滩仅承担当地居民捕捞鱼虾、采摘以及养护红树林的落脚点。现状养殖塘已具备相对成熟的生产体系，主要经营海产品的养殖输出，业态单一但规模较大。



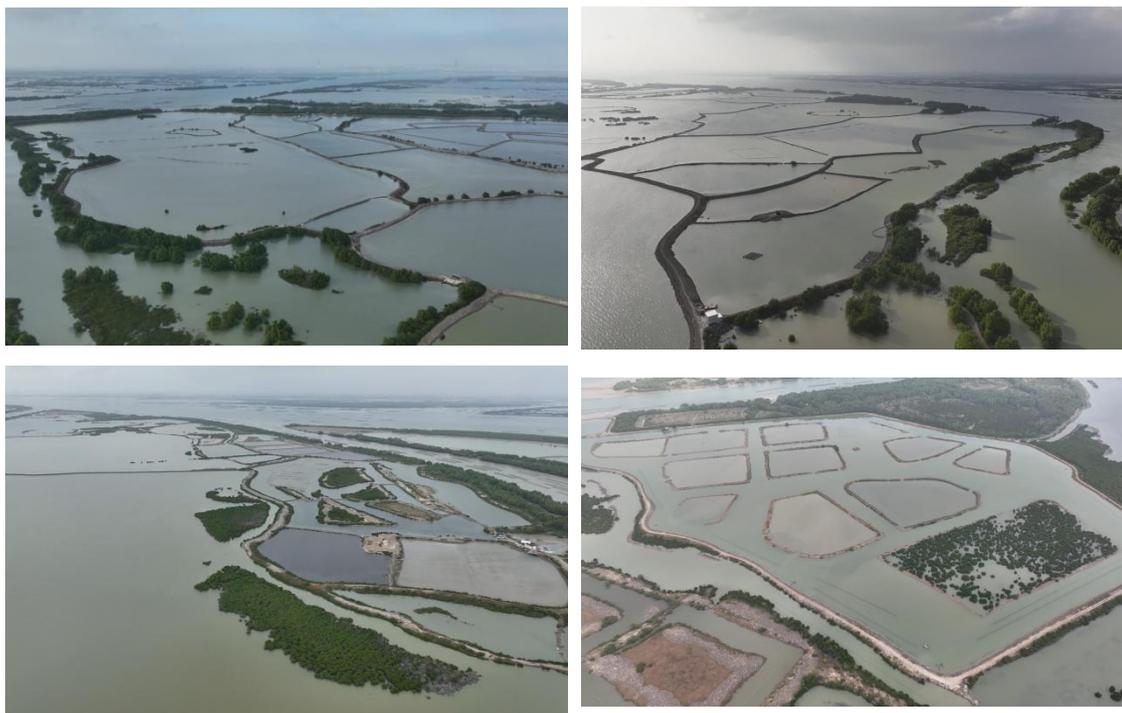


图 3.1.1-2 养殖塘生态状况

2、区域红树林分布及养殖塘现状

本次开展红树林营造的区域位于红树林保护区内，地块属性为养殖塘。塘内和塘外水道中分布有现状生长红树林。修复区红树林主要为白骨壤、红海榄、桐花树等本土树种，靠海侧养殖塘塘埂外分布了较茂盛的无瓣海桑，另外部分塘埂上有半红树海漆、黄槿等，受养殖塘影响，修复区红树林存在生境破碎化、生态系统退化问题。

3、养殖塘闸口现状

项目一期包括养殖塘 3 口，二期包含养殖塘 41 口，面积从几公顷至 100 多公顷不等，每口塘依靠水闸与外海进行水交换。水闸为手动启闭，闸门尺寸在 1~12m 之间，每个月大潮期间（约 8~12 天）涨潮时打开水闸换水，平潮时关闭水闸，维持塘内水位在 1~3m 左右，闸门关闭后，塘内水位基本恒定。

项目二期养殖塘闸门基本情况如下：

A01 号塘水域面积 31.00hm²，通过西北侧进行海水交换。

A02 号塘水域面积 9.81hm²，通过塘南侧水闸进行海水交换，水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m，底高程为 0.50m。

A03 号塘水域面积 21.79hm²，通过塘西南侧水闸进行海水交换，水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 0.92m，底高程为-0.06m。

A04 号塘水域面积 12.76hm²，通过塘西南侧水闸进行海水交换，水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为 0.55m。

A05 号塘水域面积 96.24hm²，通过塘西侧水闸进行海水交换，水闸分为两级，一级水闸为塘侧水闸，水闸为 12 孔水闸，闸孔宽度为 0.98m，底高程为 0.45m；二级水闸为海侧水闸，水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 2.09m，底高程为 0.45m。

A06 号塘水域面积 76.00hm²，通过塘西侧水闸进行海水交换，水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程为 0.90m。

A07 号塘水域面积 76.02hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 9 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为 0.97m。

A08 号塘水域面积 15.75hm²，通过塘东北侧水闸进行海水交换，东北侧水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.14m，底高程为 0.77m。

A09 号塘水域面积 51.39hm²，通过塘东侧水闸进行海水交换，东侧水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.11m，底高程为 0.77m。

A10 号塘水域面积 23.31hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m，底高程为 0.77m。

A11 号塘水域面积 26.66hm²，通过塘东侧和西侧水闸进行海水交换，东侧水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为 0.69m；西侧水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程为 0.73m。

A12 号塘水域面积 2.46hm²，通过塘西北侧缺口进行海水交换，缺口宽为 14.00m，底高程为-0.17m。

A13 号塘水域面积 9.74hm²，通过塘北侧和西侧水闸进行海水交换，北侧水闸为 2 孔水闸（1 个孔废弃），闸孔宽度为 1.12m，底高程为-0.29m；西侧水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为-0.29m。

A14 号塘水域面积 1.11hm²，通过塘南侧水闸进行海水交换，水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程为 0.34m。

A15 号塘水域面积 1.43hm²，通过塘南侧水闸进行海水交换，水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为 1.18m，底高程为 0.37m。

B01 号塘水域面积 85.42hm²，通过塘北侧和西侧水闸进行海水交换，北侧 1#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.91m，底高程为 0.45m；北侧 2#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.91m，底高程为 0.45m；北侧 3#水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为

1.30m，底高程为 0.05m；西侧 1#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.14m，底高程为 0.77m；西侧 2#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.25m，底高程为 1.27m。

B02 号塘水域面积 3.88hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 0.94m，底高程为 0.79m。

B03 号塘水域面积 66.13hm²，通过塘西北侧和东南侧水闸进行海水交换，西北侧水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为 0.66m；东南侧水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 1.08m，底高程为 0.34m。

B04 号塘水域面积 32.68hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为 0.74m。

B05 号塘水域面积 11.88hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为-0.05m。

B06 号塘水域面积 24.41hm²，通过塘西侧水闸进行海水交换，水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.98m，底高程为 0.43m。

B07 号塘水域面积 25.38hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 1.27m，底高程为 0.24m。

B08 号塘水域面积 40.11hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为-0.18m。

B09 号塘水域面积 109.35hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，1#水闸为 7 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为 0.15m；2#水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 0.85m，底高程为 0.20m。

B10 号塘水域面积 67.10hm²，通过塘北侧水闸进行海水交换，1#水闸为 6 孔水闸，闸孔宽度为 0.95m，底高程为 0.21m；2#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为 0.34m；3#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为 0.38m。

B11 号塘水域面积 34.42hm²，通过塘北侧水闸进行海水交换，1#水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 0.86m，底高程为 0.65m；2#水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 0.95m，底高程为 0.41m；3#水闸为 9 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m，底高程为 0.49m。

B12 号塘水域面积 31.84hm²，通过塘东北侧和北侧水闸进行海水交换，东北侧水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.02m，底高程为 0.24m；北侧水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.02m，底高程为 0.24m。

B13 号塘水域面积 29.66hm²，通过塘西北侧和东南侧水闸进行海水交换，西

北侧水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.02m，底高程为 0.35m；北侧水闸为 5 孔水闸，闸孔宽度为 1.02m，底高程为 0.35m。

B14 号塘水域面积 8.55hm²，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m，底高程为 0.03m。

C01 号塘水域面积 10.91hm²，通过塘北侧水闸进行海水交换，水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为 0.21m。

C02 号塘水域面积 7.55hm²，通过塘东北侧水闸进行海水交换，水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m。

C03 号塘水域面积 72.70hm²，通过塘东侧和东南侧水闸进行海水交换，东侧水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m；东南侧水闸为 3 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m。

C04 号塘水域面积 6.72hm²，通过塘东北侧水闸进行海水交换，水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为 1.00m。

C05 号塘水域面积 81.08hm²，通过塘东南侧和南侧水闸进行海水交换，东南侧水闸为 7 孔水闸，闸孔宽度为 1.50m，底高程为 0.26m；南侧水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.27m，底高程为 0.24m。

C06 号塘水域面积 97.22hm²，通过塘南侧水闸进行海水交换，1#水闸为 6 孔水闸，闸孔宽度为 0.95m，底高程为 0.21m；2#水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为 0.34m。

C07 号塘水域面积 127.22hm²，通过塘东侧、北侧及西侧水闸进行海水交换，东侧水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 0.98m，底高程为 1.04m；北侧 1#水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 0.90m，底高程为 0.45m；北侧 2#水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 0.80m，底高程为 0.45m；北侧 3#水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 0.8m，底高程为 0.05m；西侧水闸为 6 孔水闸，闸孔宽度为 0.93m，底高程为 1.21m。

C08 号塘水域面积 1.67hm²，通过塘西侧水闸进行海水交换。

C09 号塘水域面积 22.89hm²，通过塘西北侧水闸进行海水交换，水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为 2.52m，底高程为 0.83m。

C10 号塘水域面积 21.70hm²，通过塘西北侧水道进行海水交换。

C11 号塘水域面积 18.46hm²，该塘为半塘。

C12 号塘水域面积 3.94hm²，通过塘西北侧水闸进行海水交换，水闸为 1 孔水闸，闸孔宽度为 1.10m，底高程为 1.30m。

项目区养殖塘水闸以砖砌水闸为主，少数为混凝土水闸，水闸普遍采用木质闸板，水闸主体结构稳定，满足使用需求，少部分水闸闸板老旧、破损，需要修缮。



图 3.1.1-3 养殖塘闸口现状

由于沿岸水产养殖等人为活动长期、频繁的干扰，沿岸自然陆生植被基本已消失殆尽，残存的陆生植被群落主要分布在堤岸、道路两旁，组成上基本以常见的城镇杂草为主，乔木、灌木零散分布，主要植被类型为灌草丛。

灌草丛是指以中生或旱中生多年生草本植物为主要建群种，但其中散生灌木的植被群落。灌草丛群落物种组成丰富。其中草本层一般高约 0.3-0.5m，主要以华南地区常见蔓生性野草为主，白花鬼针草、南美蟛蜞菊、厚藤、卤蕨等；灌木层稀疏，呈块状散生分布，高约 1.5-2.5m，常见有颠茄、马甲子等，有时群落内会偶见几株乔木零散分布，有木麻黄、黄瑾等。

项目红树林种植有利于恢复周边生态系统。

3.1.2 建设项目工程内容

本项目营造红树林规模为 683.37 公顷（约 10249.61 亩），建设内容包括地形改造、红树林种植、管护等。总种植红树林 5457501 株。项目分两期建设，其

中，一期营造红树林规模为 9.87 公顷（约 148.11 亩），种植红树林 78855 株；二期营造红树林规模为 673.50 公顷（约 10102.5 亩），种植红树林 5378646 株。本项目总工程量见下表。

表3.1.2-1 项目总工程量一览表

| 序号 | 项目内容 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|-------|----------|--------------------------------|------------------|---------|-------------------------|
| 一 | 红树林营造一期 | | 公顷 | 9.87 | 红树林设计种植斑块面积 |
| | | | 亩 | 148.1 | |
| 1 | 红树林种植 | | 万 m ² | 9.87 | |
| 1.1 | 桐花树 | 中苗：株高 40~65cm； 基径 0.8~1.5cm | 株 | 19077 | 含 15%补植株数，种植间距 1.2×1.2m |
| 1.2 | 红海榄 | 中苗：株高 60~90cm； 基径 1.0~1.5cm | 株 | 11053 | 含 15%补植株数，种植间距 1.2×1.2m |
| 1.3 | 白骨壤 | 中苗：株高 50~75cm， 基径 0.8~1.5cm | 株 | 48725 | 含 15%补植株数，种植间距 1.2×1.2m |
| 1.3 | 苗木二次转运 | | 株 | 78855 | |
| 2 | 管理维护 | | 年 | 3 | |
| 2.1 | 巡护清理 | | 万 m ² | 9.87 | |
| 2.2 | 病虫害防治 | | 万 m ² | 9.87 | |
| 二 | 红树林营造二期 | | 公顷 | 673.5 | 红树林设计种植斑块面积 |
| | | | 亩 | 10102.5 | |
| 1 | 地形改造 | | | | 养殖塘高程改造 |
| 1.1 | 开挖淤泥 | | 万 m ³ | 386.50 | |
| 1.1.1 | 水陆挖机开挖淤泥 | | 万 m ³ | 316.75 | 水陆挖机开挖 |
| 1.1.2 | 绞吸船开挖淤泥 | | 万 m ³ | 69.75 | 绞吸船吹填 |
| 1.2 | 回填淤泥 | | 万 m ³ | 386.50 | 含 15%的设计沉降及流失量，水陆挖机回填整平 |
| 1.2.1 | 水陆挖机回填淤泥 | | 万 m ³ | 316.75 | 水陆挖机回填整平 |
| 1.2.2 | 绞吸船回填淤泥 | | 万 m ³ | 69.75 | 绞吸船吹填 |
| 1.3 | 松木桩护土措施 | 直径 100mm，长 5.0m， 间距 500mm | m | 20180 | |
| 1.4 | 养殖塘闸口改造 | | 个 | 60 | |
| 2 | 红树林种植 | | 万 m ² | 673.50 | |
| 2.1 | 白骨壤 | 中苗：株高 50~75cm， 基径：0.8~1.5cm | 株 | 1699444 | 含 15%补植株数，种植间距 1.2×1.2m |

| | | | | | |
|-----|--------|----------------------------------|------------------|---------|-----------------------------|
| 2.2 | 红海榄 | 中苗：株高 60~90cm ， 基径： 1.5~2.0cm | 株 | 2538865 | 含 15%补植株数，种植间 距 1.2×1.2m |
| 2.3 | 桐花树 | 中苗：株高 40~65cm ， 基径： 0.8~1.5cm | 株 | 601115 | 含 15%补植株数，种植间 距 1.2×1.2m |
| 2.4 | 秋茄 | 中苗：株高 50~80cm； 基径 1.5~2.0cm | 株 | 539222 | 含 15%补植株数，种植间 距 1.2×1.2m |
| 2.5 | 苗木二次转运 | | 株 | 5378646 | |
| 2.6 | 固定材料 | | 根 | 5378646 | 竹竿固定 |
| 3 | 管理维护 | | 年 | 3 | |
| 3.1 | 巡护清理 | | 万 m ² | 673.50 | |
| 3.2 | 病虫害防治 | | 万 m ² | 673.50 | |
| 3.3 | 保护标志牌 | | 块 | 82 | 0.5m×0.8m 不锈钢板，配 支架 |

3.1.3 项目总平面布置

本项目位于湛江经济技术开发区东海岛西部养殖塘区域，为退塘还林项目，拟形成以红树林种植区、养殖区交错的布局，保证水系联通、满足养殖、红树林生长及水鸟等生物觅食需求。本项目总占地面积 3044.9 公顷，整个项目营造红树林规模为 683.37 公顷（约 10249.61 亩）。项目分两期建设，其中，一期营造红树林规模为 9.87 公顷（约 148.11 亩），二期营造红树林规模为 673.50 公顷（约 10102.5 亩）。项目总平面技术指标表见表 3.1.3-1，项目总平面布置图见图 3.1.3-1。

表 3.1.3-1 项目总平面技术指标表

| 序号 | 项目 | 单位 | 指标 | 备注 |
|----|-----------|----|---------|-------------------------------------|
| 一 | 红树林营造一期 | 公顷 | 16.18 | 一期总占地面积 |
| 1 | 红树林营造区 | 公顷 | 9.87 | |
| 2 | 水道 | 公顷 | 0.95 | |
| 3 | 光滩 | 公顷 | 1.08 | |
| 4 | 红树林疏林地 | 公顷 | 4.28 | |
| 二 | 红树林营造二期 | 公顷 | 1494.53 | |
| 1 | 养殖塘水域面积 | 公顷 | 1494.53 | 水域面积按养殖塘合理水面高度进行测量，塘基到水面垂直高度约 40 厘米 |
| 2 | 养殖塘营造设计面积 | 公顷 | 1459.79 | 水域面积与现有红树林面积之差 |
| 3 | 红树林实际种植面积 | 公顷 | 673.50 | |

| | | | | |
|---|------------|----|--------|----------------------|
| 4 | 三调现有红树林面积 | 公顷 | 28.20 | |
| 5 | 现有红树林疏林地面积 | 公顷 | 6.54 | 三调范围外的现有红树林 |
| 6 | 养殖水域面积 | 公顷 | 786.29 | 改造后养殖区面积、水深 0.4-3.2m |

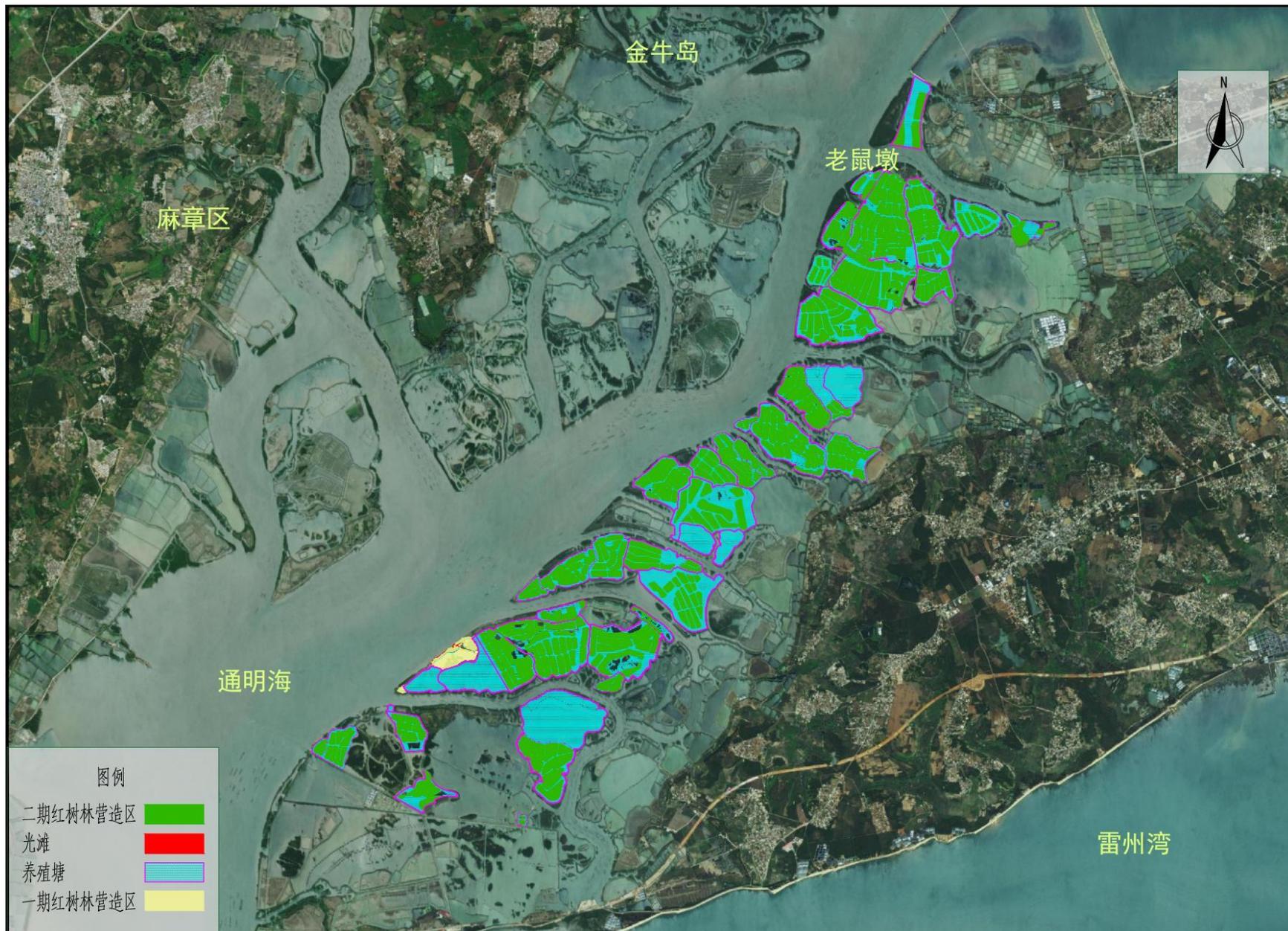


图 3.1.3-1 项目总平面布置图

1、一期工程

本项目一期占地面积 16.18 公顷，其中种植红树林 9.87 公顷，水道 0.95 公顷，光滩 1.08 公顷，红树林疏林地 4.28 公顷。

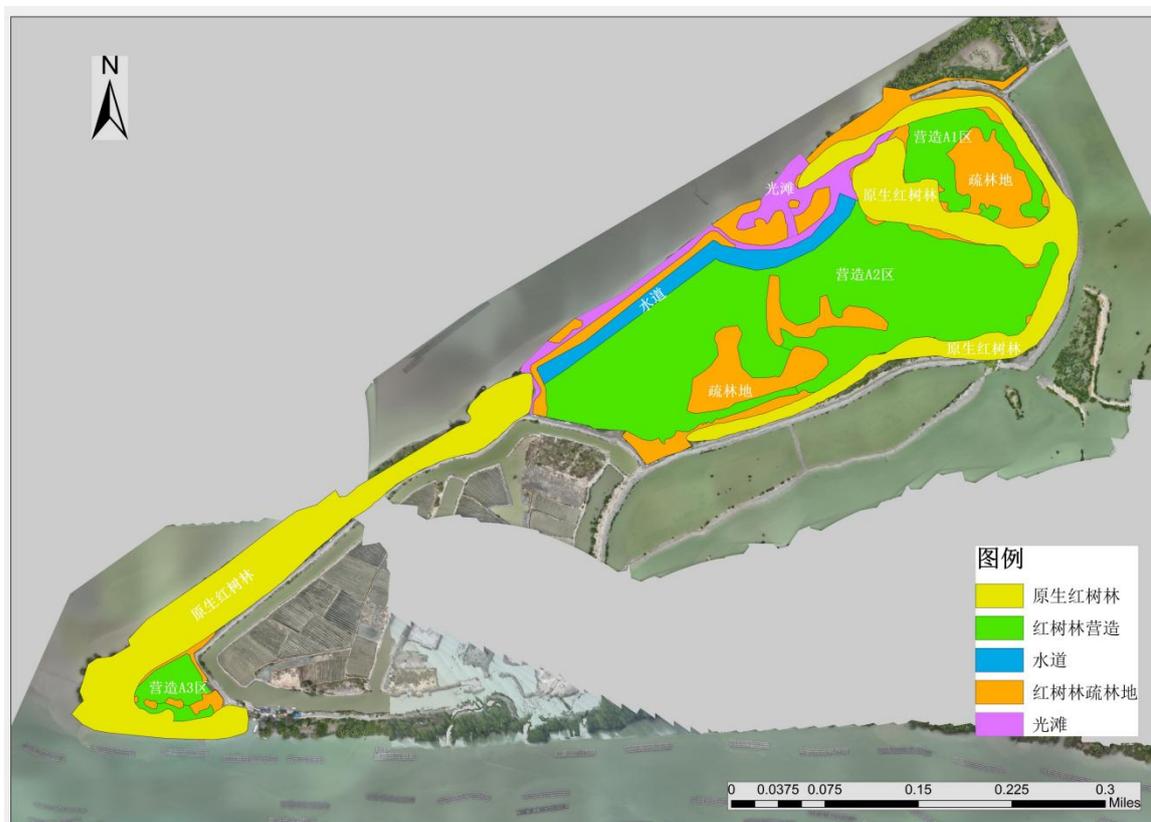


图 3.1.3-2 项目一期总平面布置图

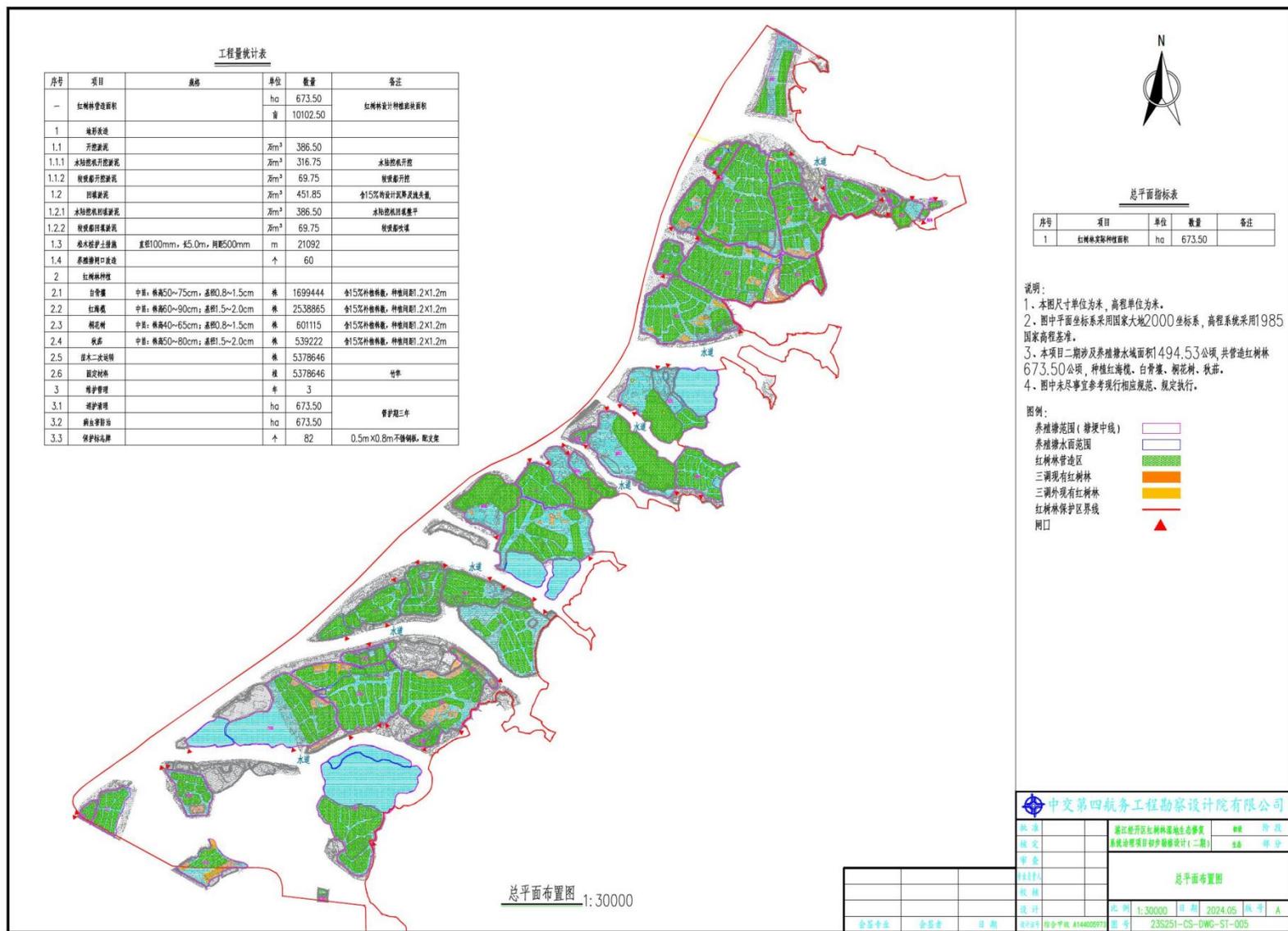
项目一期技术指标表如下表所示：

表 3.1.3-1 项目一期技术指标表

| 序号 | 项目 | 单位 | 指标 |
|-----|---------|----------------|-----------|
| 一 | 红树林营造一期 | m ² | 119021.94 |
| 1 | 红树林营造区 | m ² | 98740.17 |
| 1.1 | 营造 A1 区 | m ² | 10377.98 |
| 1.2 | 营造 A2 区 | m ² | 83393.77 |
| 1.3 | 营造 A3 区 | m ² | 4968.42 |
| 2 | 水道 | m ² | 9529.19 |
| 3 | 光滩 | m ² | 10752.58 |

2、二期工程

本项目二期涉及养殖塘水域面积 1494.53 公顷，实际种植红树林面积 673.50 公顷（10102.50 亩）。



中文第四勘测工程勘察设计院有限公司

| | | | |
|----|-----------------|----|----|
| 批准 | 浙江海洋红树林湿地生态修复 | 审核 | 阶段 |
| 修改 | 养殖塘项目初步勘察设计(二期) | 审核 | 设计 |
| 修改 | | 审核 | 设计 |
| 修改 | | 审核 | 设计 |
| 修改 | | 审核 | 设计 |

| | | | | | |
|----|---------|----|---------|----|----|
| 比例 | 1:30000 | 日期 | 2024.05 | 编号 | A |
| 设计 | 设计 | 设计 | 设计 | 设计 | 设计 |

图号: 23S251-CS-DWG-ST-005

图 3.1.3-3 项目二期总平面布置图

项目二期技术指标表如下表所示：

表 3.1.3-2 项目二期技术指标表

| 序号 | 项目 | 单位 | 指标 | 备注 |
|----|------------|----|---------|-------------------------------------|
| 1 | 养殖塘水域面积 | 公顷 | 1494.53 | 水域面积按养殖塘合理水面高度进行测量，塘基到水面垂直高度约 40 厘米 |
| 2 | 养殖塘营造设计面积 | 公顷 | 1459.79 | 水域面积与现有红树林地面积之差 |
| 3 | 红树林实际种植面积 | 公顷 | 673.50 | |
| 4 | 三调现有红树林面积 | 公顷 | 28.20 | |
| 5 | 现有红树林疏林地面积 | 公顷 | 6.54 | 三调范围外的现有红树林 |
| 6 | 养殖水域面积 | 公顷 | 786.29 | 改造后养殖区面积、水深 0.6-2.3m |

3.1.4 项目设计方案

3.1.4.1 地形改造设计

1、一期项目

根据现场勘测高程数据，红树林营造区滩面高程在 1.8~2.0m 之间，地块地势中间高，四周低，呈微坡趋势，有利于退潮时退水，不积水。地块西北侧有一条约 30 米宽的现状水道。

红树林营造区现状裸滩高程稍高于周边红树林分布的下限高程，其次裸滩周边红树林生长较好，考虑保护原生红树林，不宜进行机械挖填土方。该区域不做地形改造，选用如红海榄、白骨壤、桐花等植株，直接原泥面种植即可。

2、二期项目

项目区地形改造主要通过将养殖水域区域土方开挖转运或吹填至种植区内，改造种植区高程以适应红树林生长，同时降低养殖水域区域高程，提高养殖水域水深。种植地块宜平整，并避免局部积水过深，更利于红树植物生长。

退塘还林项目区总面积为 1494.53 公顷，营造红树林 673.50 公顷，平面布置上应形成红树林、养殖水域交错的布局。根据养殖塘高程和水闸改造，同时满足养殖塘内红树林生长和养殖需求。

根据项目区养殖塘现状，制定不同的地形改造方案：地形改造采用挖掘机垫钢板或水陆两用挖掘机和绞吸式挖泥船进行施工。其中养殖塘 A13、B01、B03、B05、B06、B08 采用绞吸式挖泥船进行施工，其他养殖塘采用挖掘机垫钢板或

水陆两用挖掘机。

每口养殖塘内地形改造所需土方来自养殖水域开挖土，养殖水域走向应保障潮水畅通，养殖水域宽约 20~35m（满足养殖户养殖用水需求），改造后养殖水域水深普遍在 0.6~2.3m 之间，满足养殖需求。每口塘土方自我平衡，无需外运或外抛。

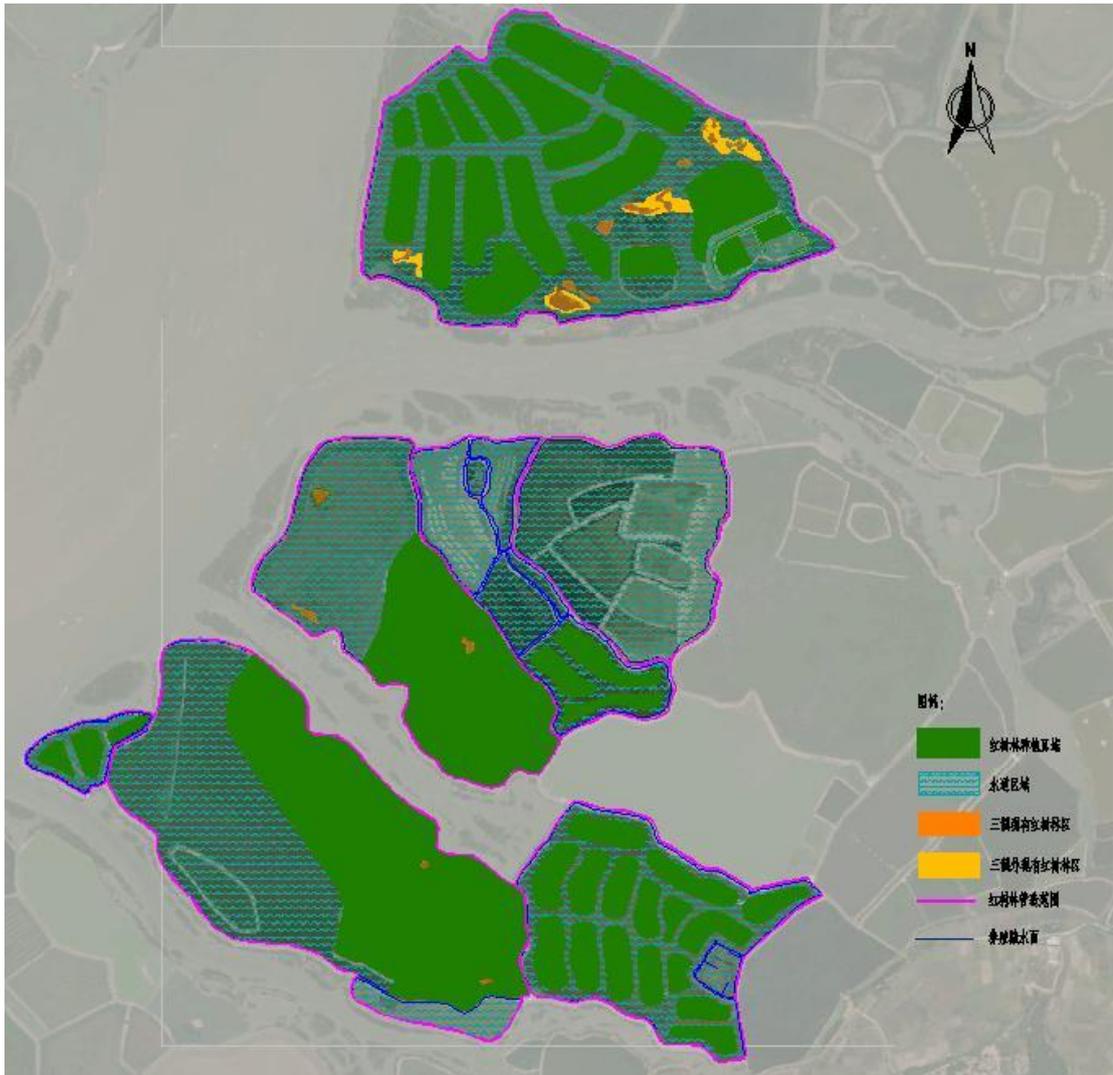


图 3.1.4-1 典型塘平面布置图

(1) 塘内水位确定原则

根据项目设计资料，本项目一期工程不涉及地形改造，直接原泥面种植红树林，对于二期工程塘内水位设计分以下两种情况。

①有现状红树林生长的养殖塘：通过现场踏勘和测量数据可以发现现状养殖塘内红树林主要为红海榄、白骨壤和桐花树，大部分都处于长期淹水状态，少部

分露出水面，其中红海榄淹水深度在-0.46~0.89m 之间，白骨壤淹水深度在-0.14~0.69m 之间，桐花树淹水深度在-0.16~0.80m 之间。个别塘中长期淹水且淹水深度较深的现状红树林出现红树林面积严重退化或较大面积的死亡现象，为保护好现状红树林，设计中尽量降低现状红树林的淹水深度或使现状红树林不再淹水，改造后要保证后续养殖对水深的需求，并且改造过程要尽量减少土方开挖量节约投资。

②现状无红树林生长的养殖塘：塘内水位确定主要考虑满足养殖品种的水深需求，不大幅度减少养殖水体体积，在此基础上尽量降低红树林营造区高程，以减少土方开挖回填量，节约工程投资。

(2) 养殖塘改造高程及水位控制

由于项目养殖塘数量众多，塘面积、闸门尺寸、是否生长有原生红树林等条件不相同，需分别对每口塘进行地形改造及塘内水位控制设计。

参考同类项目及根据本项目计算结果，红树林种植面积占养殖塘总面积 50% 左右时，种植区地形整理填高约 0.3m~0.6m 时改造成本相对较低且能满足养殖水深要求，养殖塘水位及高程确定见下表 3.1.4-1，养殖塘分区见下图 3.1.4-2。

表 3.1.4-1 养殖塘水位计高程表

| 序号 | 养殖塘编号 | 红树林种植高程/改造后养殖塘常水位高程 (m) | 改造后养殖区塘底平均高程 (m) | 改造后养殖区平均水深 (m) |
|----|-------|-------------------------|------------------|----------------|
| 1 | A01 | 1.10 | -2.10 | 3.20 |
| 2 | A02 | 2.00 | 0.60 | 1.40 |
| 3 | A03 | 1.80 | 0.30 | 1.50 |
| 4 | A04 | 1.90 | -0.10 | 2.00 |
| 5 | A05 | 1.90 | 0.32 | 1.58 |
| 6 | A06 | 1.90 | 0.65 | 1.25 |
| 7 | A07 | 1.90 | 0.88 | 1.02 |
| 8 | A08 | 2.00 | 0.55 | 1.45 |
| 9 | A09 | 1.80 | -0.23 | 2.03 |
| 10 | A10 | 2.00 | 1.40 | 0.60 |
| 11 | A11 | 1.80 | -0.20 | 2.00 |
| 12 | A12 | 1.70 | 1.00 | 0.70 |
| 13 | A13 | 1.90 | -0.40 | 2.30 |
| 14 | A14 | 1.70 | -0.40 | 2.10 |
| 15 | A15 | 1.70 | 1.00 | 0.70 |
| 16 | B01 | 1.60 | 0.22 | 1.38 |
| 17 | B02 | 1.60 | -0.65 | 2.25 |

| | | | | |
|----|-----|------|-------|------|
| 18 | B03 | 1.80 | 0.43 | 1.37 |
| 19 | B04 | 1.60 | 0.45 | 1.15 |
| 20 | B05 | 1.60 | 0.10 | 1.50 |
| 21 | B06 | 1.60 | 0.20 | 1.40 |
| 22 | B07 | 1.50 | -0.05 | 1.55 |
| 23 | B08 | 1.60 | -0.60 | 2.20 |
| 24 | B09 | 1.60 | 0.50 | 1.10 |
| 25 | B10 | 1.20 | -0.21 | 1.41 |
| 26 | B11 | 1.70 | 0.40 | 1.30 |
| 27 | B12 | 1.60 | -0.40 | 2.00 |
| 28 | B13 | 1.60 | 0.35 | 1.25 |
| 29 | B14 | 1.80 | 0.65 | 1.15 |
| 30 | C01 | 1.80 | 1.20 | 0.60 |
| 31 | C02 | 1.50 | -0.70 | 2.20 |
| 32 | C03 | 1.80 | 0.15 | 1.65 |
| 33 | C04 | 1.90 | -0.05 | 1.95 |
| 34 | C05 | 1.80 | 0.25 | 1.55 |
| 35 | C06 | 1.80 | 0.68 | 1.12 |
| 36 | C07 | 2.10 | 0.58 | 1.52 |
| 37 | C08 | 2.00 | 1.40 | 0.60 |
| 38 | C09 | 2.10 | 1.50 | 0.60 |
| 39 | C10 | 2.00 | 1.40 | 0.60 |
| 40 | C11 | 2.00 | 0.45 | 1.55 |
| 41 | C12 | 1.60 | 0.35 | 1.25 |

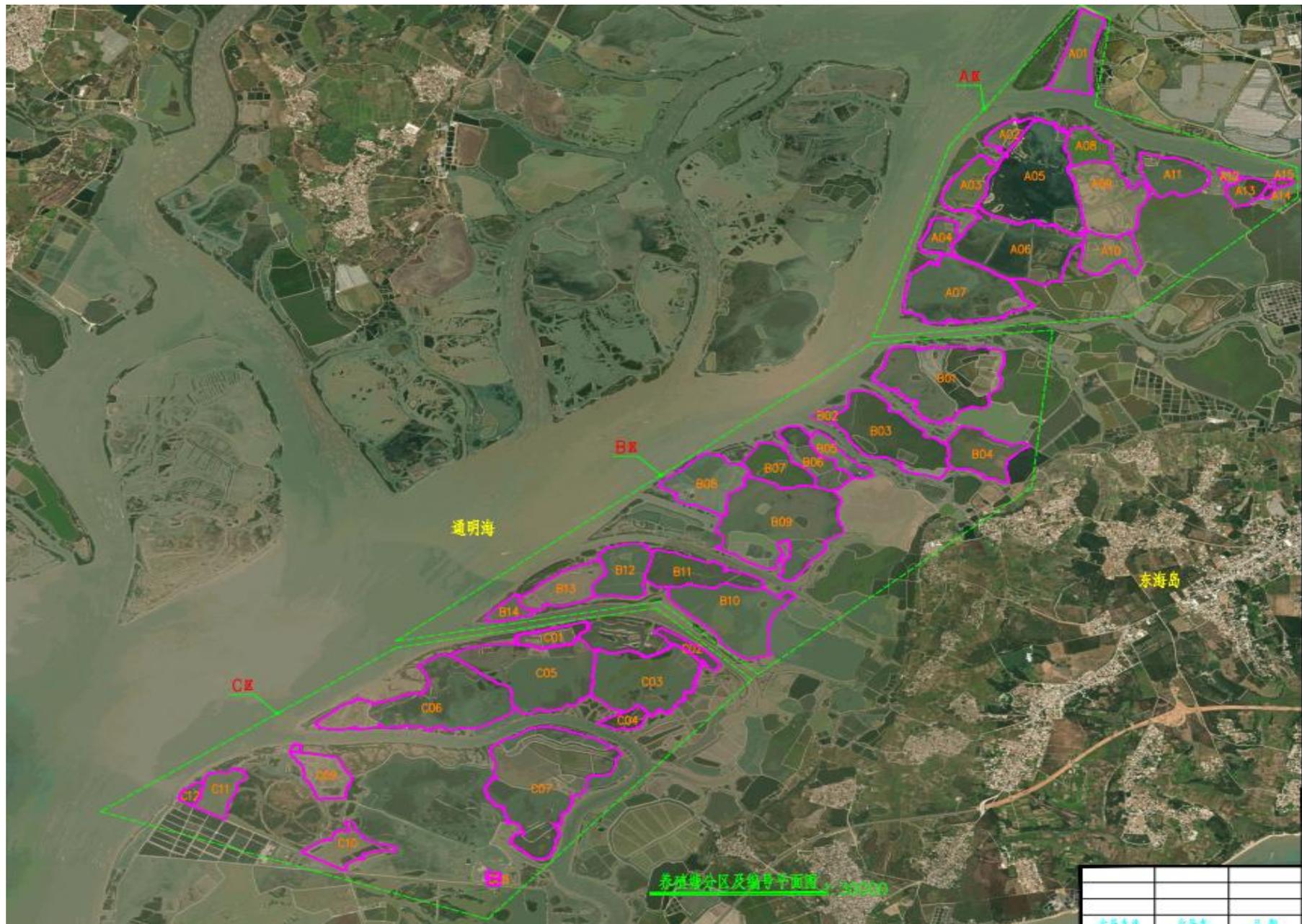


图 3.1.4-2 养殖塘分区图

3.1.4.2 潮沟设计

在项目二期养殖塘内设置若干主潮沟和补水潮沟，潮沟走向应保障潮水畅通；主潮沟宽约 15~35m（满足养殖户养殖用水需求），边坡坡比 1:3，作为红树林修复地形改造土方来源，同时也是后续养殖主要区域；补水潮沟主要位于种植区内，根据地勘报告修复区土质的含水率、渗透率等指标，结合以往项目经验，确定补水潮沟每隔 10m 布置一条，补水潮沟宽 0.8m，深 0.3m，边坡坡比 1:1，作用是保持种植区内部滩面处于湿润状态，保证红树林生长需要。

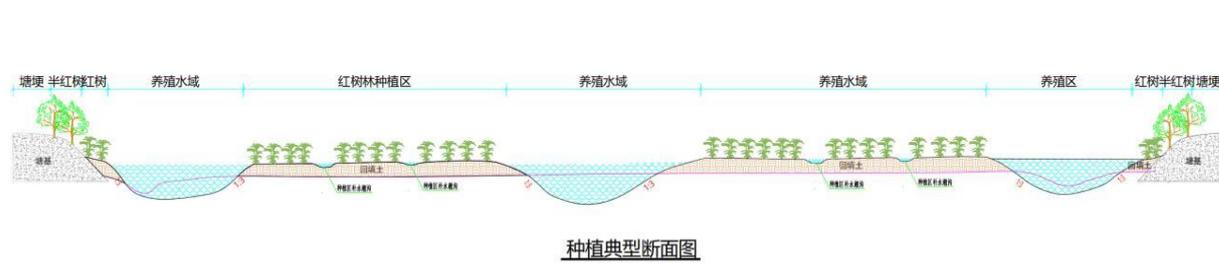


图 3.1.4-3 潮沟开挖及回填典型断面示意图

3.1.4.3 红树林造林设计

1、苗木选用原则

- ①以适应性强的乡土红树植物种类为主，构建适应性强的优势植被；
- ②适当参考临近区域引入种类，构建少量补充植被，以增加红树林生物多样性；
- ③大规模种植宜采用中苗，靠近养殖塘闸口等冲刷较严重的区域可适当选用大苗，本次设计区域均选用中苗；
- ④低盐度苗木用于高盐度滩涂造林，需进行炼苗；
- ⑤常用苗木规格可参照下表的标准进行选择，可根据苗高、基径和土球直径评定苗木质量。合格苗必须同时满足苗高、基径和土球直径标准；
- ⑥苗木具有“两证一签”（生产经营许可证、检疫合格证和苗木产地标签）。

表 3.1.4-2 红树林修复合格苗木标准

| 规格 | 树种 | 苗高 (cm) | 基径 (cm) | 土球直径×厚度 (cm) |
|----|-----|-----------|-----------|----------------|
| 小苗 | 秋茄 | 30-50 | 1.0- 1.5 | ≥10×10 |
| | 桐花树 | 20-40 | 0.5-0.8 | ≥10×10 |
| | 红海榄 | 40-60 | 1.0- 1.5 | ≥10×10 |
| | 白骨壤 | 30-50 | 0.5-0.8 | ≥10×10 |

| | | | | |
|----|-----|-------|---------|---------------------|
| 中苗 | 秋茄 | 50-80 | 1.5-2.0 | $\geq 15 \times 15$ |
| | 桐花树 | 40-65 | 0.8-1.5 | $\geq 15 \times 15$ |
| | 红海榄 | 60-90 | 1.5-2.0 | $\geq 15 \times 15$ |
| | 白骨壤 | 50-75 | 0.8-1.5 | $\geq 15 \times 15$ |
| 大苗 | 秋茄 | >80 | >2.0 | $\geq 20 \times 20$ |
| | 桐花树 | >65 | >1.5 | $\geq 20 \times 20$ |
| | 红海榄 | >90 | >2.0 | $\geq 20 \times 20$ |
| | 白骨壤 | >75 | >1.5 | $\geq 20 \times 20$ |

注：本表引用自广东省自然资源厅广东省林业局 2022 年 1 月印发的《广东省红树林生态修复技术指南》。

2、树种选择

优先选用乡土红树植物，结合修复区域的潮位、盐度以及基质条件进行树种选择，树种选择参见下表。地势较高区域选用半红树植物。

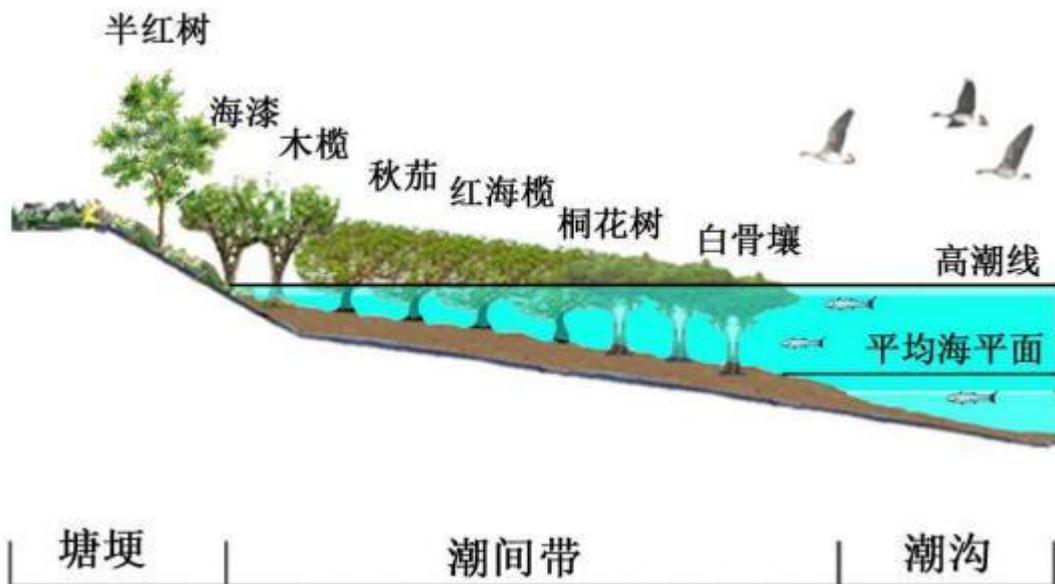


图 3.1.4-4 苗木配置示意图

表 3.1.4-3 红树林营造修复适宜树种及其生境特征

| 物种名 | 适宜潮位 | 适宜盐度 |
|-----|--------|------|
| 桐花树 | 低、中、高潮 | 低、中 |
| 白骨壤 | 低、中潮带 | 中、高 |
| 红海榄 | 低、中潮带 | 中、高 |
| 秋茄 | 中、高潮带 | 低、中 |

项目区周边植被调查结果显示,项目区所在区域的红树林主要有三个群落类型,分别是外来树种无瓣海桑群落、乡土树种红海榄群落、乡土树种白骨壤+桐花树群落。

根据优先使用区域优势树种和乡土树种的原则,一期项目区主要造林树种确定为白骨壤,搭配乡土树种红海榄和桐花树。二期项目区主要造林树种确定为红海榄,搭配乡土树种白骨壤、桐花树及秋茄。



图 3.1.4-5 项目区拟种植的红树树种

(1) 红海榄

红树科红树属常绿乔木或灌木, 高可达 8m~10m, 支柱根发达。单叶对生, 椭圆形或矩圆状椭圆形, 叶背有明显黑褐色腺点。总花梗从当年生的叶腋长出, 与叶柄等长或稍长, 有花 2 至多朵; 花具短梗, 基部有合生的小苞片。胚轴圆柱形, 长 30cm~40cm, 表面有疣状突起。红海榄是耐盐能力最强的树种之一, 多见于盐度较高的潮间带滩涂。生长于红树林

的中内缘，属演替中后期树种。

(2) 白骨壤

马鞭草科海榄雌属常绿灌木或小乔木，高可达 10m，具发达的指状呼吸根，也常出现气生根和支柱根。单叶对生，革质，卵形或卵圆形，全缘。叶片上下表面均有盐腺。花小，黄色或橙红色。隐胎生蒴果近扁球形。果实成熟期 8~11 月。耐盐和耐淹水能力最强的红树植物，叶片有盐腺，可以将多余的盐分排出体外。对土壤适应性广，在淤泥、半泥沙质和沙质海滩均可出现，属演替先锋树种。多分布于红树林外缘，也可在内滩出现。

(3) 桐花树

桐花树是紫金牛科蜡烛果属常绿灌木或小乔木，高 1m~5m。生长于有淡水输入的海湾河口中潮带滩涂，常大片生长于红树林靠海一侧滩涂，是盐度较低区域红树林演替先锋树种。喜光、稍耐阴；较耐寒；对盐度和潮位适应性广。

(4) 秋茄

秋茄是红树科秋茄树属的灌木或小乔木。株高达 2-3 米；树皮平滑呈红褐色，树枝粗壮且有膨大的节；树叶椭圆形、矩圆状椭圆形或近倒卵形，顶端钝形或浑圆，基部阔楔形；花萼裂片革质，花瓣呈白色，短于花萼裂片；果实圆锥形；种子于果实未离母树即萌发；花果期几乎为全年。生长于浅海和河流出口冲积带的盐滩。喜光，耐盐碱，多生长在河口湿地上。

3、苗木种植布置

在自然潮汐条件下不同红树植物适应不同的潮位带。本项目为种养耦合体系，养殖塘内部潮汐现象不明显，塘内基本无风浪。在苗木种植时考虑到水闸口水流速较快的情况，因此红树林种植斑块尽量避开水闸闸口区域，并且在靠近闸口的种植斑块选择白骨壤作为修复树种。其余斑块分别种植乡土树种红海榄、白骨壤、桐花树、秋茄。本项目红树林修复采用小岛状整地形式，考虑到后续白骨壤果子收集、桐花树等蜂蜜收集以及后续红树林种植及管护的便利性，红树林苗木布置按照斑块布置，每个斑块尽量布置一种红树。

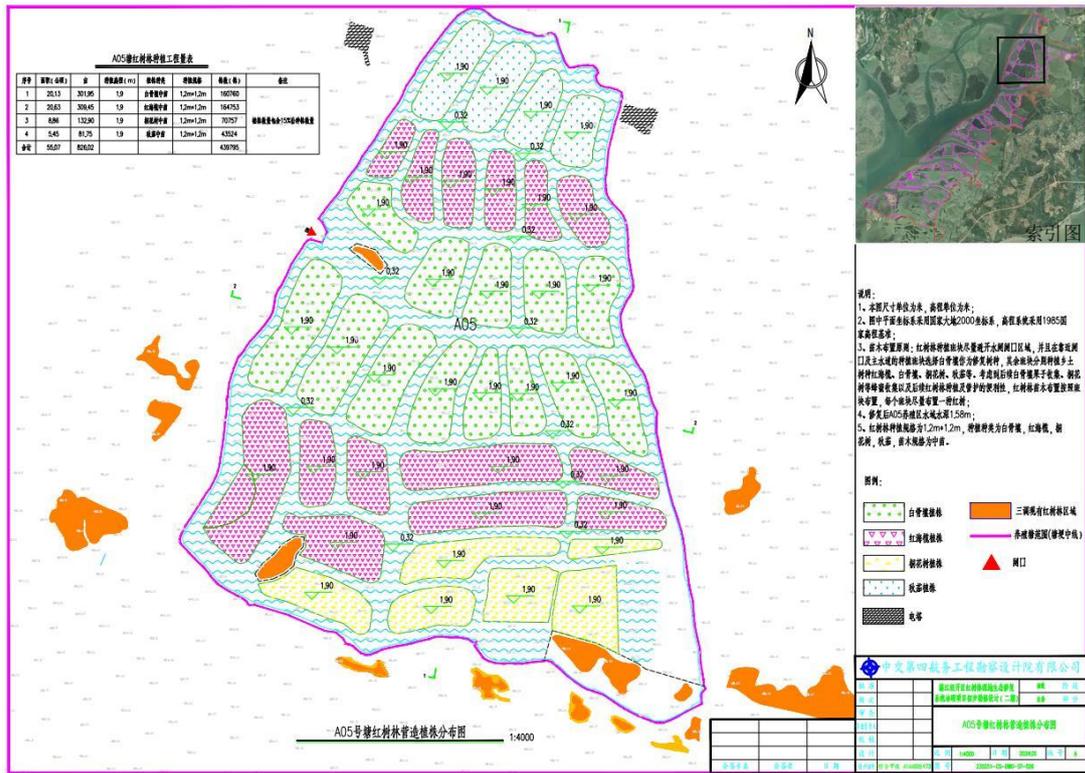


图 3.1.4-6 红树林营造区苗木布置图

4、种植密度和数量

(1) 一期工程

一期营造区选用种植密度 1.2m×1.2m 株行距种植，每公顷种植不少于 6945 株，营造区拟种植红树林 98740.17m²，红树植物苗木约 78855 株（含 15%补种株数）。

表 3.1.3-5 一期红树林苗木配置表

| 序号 | 区块 | 种植品种 | 规格 | 苗龄 | 种植面积 (m ²) | 株数 | 备注 |
|----|----|------|---|------|------------------------|-------|--------------------------|
| 1 | A1 | 桐花树 | 中苗 株高 40~65cm; 基径 0.8~1.5cm; 土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 2585.33 | 2065 | 含 15%补植株数, 种植间距 1.2×1.2m |
| 2 | | 白骨壤 | 中苗 株高 50~75cm, 基径 0.8~1.5cm; 土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 7792.65 | 6223 | |
| 3 | A2 | 桐花树 | 中苗: 株高 40~65cm; 基径 0.8~1.5cm; 土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 21302.31 | 17012 | |
| 4 | | 红海榄 | 中苗: 株高 60~90cm; 基径 1.5~2.0cm; 土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 13840.76 | 11053 | |
| 5 | | 白骨壤 | 中苗: 株高 50~75cm, 基径 0.8~1.5cm; 土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 48250.7 | 38534 | |

| | | | | | | | |
|-----|----|-----|--|------|----------|-------|--|
| 6 | A3 | 白骨壤 | 中苗：株高 50~75cm，基径 0.8~1.5cm；土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 4968.42 | 3968 | |
| 合 计 | | | | | 98740.17 | 78855 | |

(2) 二期工程

二期营造区选用种植密度 1.2m×1.2m 株行距种植，每亩种植约 463 株，营造区拟种植红树林 10102.50 亩，红树植物苗木约 5378646 株（含 15%补种株数）。

表 3.1.3-5 二期红树林苗木总配置表

| 序号 | 种植品种 | 规格 | 苗龄 | 种植面积 (亩) | 株数 | 备注 |
|-----|------|--|------|-------------|---------|-------------------------|
| 1 | 白骨壤 | 中苗：株高 50~75cm，基径 0.8~1.5cm；土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 3261.75 | 1699444 | 含 15%补植株数，种植间距 1.2×1.2m |
| 2 | 红海榄 | 中苗：株高 60~90cm；基径 1.5~2.0cm；土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 4698.90 | 2538865 | |
| 3 | 桐花树 | 中苗：株高 40~65cm；基径 0.8~1.5cm；土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 1129.05 | 601115 | |
| 4 | 秋茄 | 中苗：株高 50~80cm，基径 1.5~2.0cm；土球直径×厚度≥15×15 | 2 年生 | 1012.80 | 539222 | |
| 合 计 | | | | 10102.50 | 5378646 | |

5、种植方法

- (1) 整地后，需待泥土沉降稳定后进行种植；
- (2) 种植穴大小以放入土球时不损伤根系为宜；
- (3) 种植深度比原根际深 2~3cm，在淤泥深厚的低潮滩可适当深植；
- (4) 对幼苗进行固定以减轻风浪的影响，所有苗木种植后应用竹竿扶植固定，防止苗木被海浪带走。具体方法为在苗木旁插入 1 根 1.5-2m 长的竹竿（或小木棍），插入深度 1m，在苗高 15~25cm 处绑定竹竿（或小木棍）上。

6、红树林成活率

本项目管护期要求 3 年，红树林种植成活率/保存率应满足：项目完工 6 个月，成活率/保存率≥90%；项目完工 1 年，成活率/保存率≥80%；项目完工 2 年，成活率/保存率≥75%；项目完工 3 年，成活率/保存率≥70%。

7、种养耦合系统构建

红树植物正常生长需要自然潮汐，尤其是定期的水淹与干露，而养殖生物需要尽量稳定的水环境特征以减少动物的应激反应，这样就形成了一定矛盾，潮汐

退潮后，水体深度降低不能满足养殖动物的需求，尤其是在夏季高温季节，水体太浅会导致水温大幅度波动，水温过高或者层化导致溶解氧含量降低会导致养殖生物缺氧死亡。

目前池塘塘底高程约 1.2m 左右，水深在 0.5~1.5m 之间，养殖水体太浅容易导致水温波动，夏季发生高温层化，不利于养殖动物的存活和生长。本方案在养殖区域开挖取土进行地形改造，再通过闸门控制塘内常水位标高，改造后养殖水域水深在 0.6~2.3m 之间，而一般鱼类和虾类养殖水深要求在 1.0~1.5m，本方案养殖区域水深能够满足养殖动物对水位的生理需求，保障其存活率和生长性能。利用红树林凋落物作为养殖生物的饵料补充，减少水产饲料投放；同时红树林可以净化水质，减少养殖病害的发生；还可以降低牡蛎等养殖生物体内的重金属含量，实现水产品品质和养殖经济效益提升。

原养殖塘主要养殖鱼、虾和牡蛎，本项目根据水深的不同可以满足鱼、虾和牡蛎的养殖，建议养殖户养殖鱼、虾和牡蛎等，具体养殖品种由养殖户决定。

3.1.4.3 养殖塘闸门控制

水位控制是耦合系统中红树植物和养殖动物存活的关键，进排水控制是日常管理最重要的环节。本项目二期水位管理的原则是尽量简化闸门操作，复杂的管理程序往往很难长时间持续。

本项目涨潮时潮水进入塘内时间短，仅在每个大潮区有海水淹没，其余时间塘内水位受闸门控制，因此为保证红树林成活率，需要对闸门进行控制，实现水位自动控制。

本次设计仅对闸板进行改造。为实现简单控制塘内水位，将养殖塘闸板改造为溢流式闸板，闸板顶高程与红树林种植面标高相同，大潮期间潮水从闸板顶部进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮时水从闸板顶部溢流，保持塘内水位不高于红树林种植面标高。中小潮期维持塘内水位以满足养殖用水需求。养殖塘换水时，可打开闸门进行正常换水操作，实现水位自动控制。

在闸门的闸墩上用红色标出塘内常水位标高，以方便后期水位监管。雨季受降雨影响塘内会积水，可在大雨后打开闸门泄水，避免红树林过长时间淹水。

后续建议管理单位对水闸进行升级改造，进行智能化、自动化水位控制。

项目后期管护期间根据跟踪监测红树林生长状况及水位、水深监测，不断总

总结经验，寻找最适宜新种红树林生长的水位条件，完善闸门控制方案。

二期项目区闸门规格及控制方案见表 3.1.4-4。

表 3.1.4-4 二期项目闸门规格及控制方案

| 养殖塘编号 | 闸板顶高程 (m) | 闸门控制方案 | | |
|---|-----------|--------------------------|---|---|
| | | 中小潮期 | 大潮期 | 台风期 |
| C07、C09 | 2.1 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 2.1m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 2.1m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 2.1m 以下后关闭闸门。 |
| A02、A08、A10、C08、C10、C11 | 2.00 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 2.0m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 2.0m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 2.0m 以下后关闭闸门。 |
| A04、A13、A05、A06、A07、C04、C06 | 1.90 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 1.9m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 1.9m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 1.9m 以下后关闭闸门。 |
| A03、A09、A11、B03、B14、C01、C03、C05 | 1.80 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 1.8m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 1.8m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 1.8m 以下后关闭闸门。 |
| A12、A14、A15、B11 | 1.70 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 1.7m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 1.7m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 1.7m 以下后关闭闸门。 |
| B01、B02、B04、B05、B06、B08、B09、B12、B13、C12 | 1.60 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 1.6m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 1.6m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 1.6m 以下后关 |

| | | | | |
|---------|------|--------------------------|---|---|
| | | | 1.6m。 | 闭闸门。 |
| B07、C02 | 1.50 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 1.5m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 1.5m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 1.5m 以下后关闭闸门。 |
| B10 | 1.20 | 闸门始终处于关闭状态，维持塘内水位在 1.2m。 | 选择一个涨落潮周期，在开始涨潮时打开闸门，在最高潮时关闭闸门，塘内水位先降低后升高，退潮后塘内水自然溢流，降至 1.2m。 | 台风前和台风期闭好闸门，台风后立即打开闸门，在塘内水位退至常水位线 1.2m 以下后关闭闸门。 |

3.1.4.5 现有红树林保护方案

项目区红树林修复占用养殖塘内现有红树林面积约 34.74 公顷。因此项目实施时要重视对现有红树林的保护工作。现有红树林主要分布在养殖塘内部和养殖塘塘埂边坡上，分别采取不同的保护措施。

1、养殖塘塘埂边坡红树林保护

养殖塘塘埂边坡现状红树林保护方案如下：

(1) 施工前在红树林生长区范围外划定红树林保护范围，拉警戒线并设立保护标志和警示牌，提醒施工人员注意保护红树林，避免误伤或破坏。

(2) 施工人员和施工设备进出场要避开红树林生长区域，特别是车辆在塘埂上通行时，要提前规划好运输路线，避开有红树林生长区域。

(3) 施工期间，加强对红树林的巡护，特别是旱季，巡护时发现红树林干旱可以浇淡水补充水分。

2、养殖塘内部现状红树林保护

(1) 施工期保护措施

1) 设立警戒线及加强巡视

施工前，在现有红树林周边插竹竿拉警戒线，施工过程加强施工管理，严禁施工设备及施工人员进入红树林生长区域，禁止任何破坏红树林生长活动，施工时由建设单位和监理单位定期进行巡视，对有可能破坏红树林生长的活动进行制止并进行处罚。

2) 合理安排施工工序

①详细勘察与规划：对养殖塘及其周边的红树林进行详细地勘察，了解红树林的分布、生长状况、物种组成等信息。基于勘察结果，制定详细的施工方案，明确施工范围、施工机械配置、施工工序和时间安排。

②机械选择与配置：根据施工需要，选择适合在湿地环境中作业的施工机械，如水陆两用挖掘机等。同时，根据施工进度和工程量，合理配置施工机械数量，确保施工效率。明确施工机械的作业范围，确保机械在作业时避开红树林区域，减少对红树林的干扰。

③合理安排施工工序：在养殖塘周边先进行施工，待外部施工完成后，再逐步向内推进，减少对红树林的直接影响。对现状有红树林生长的养殖塘要增加施工机械，加快造滩和种植速度，减少施工对现有红树林影响时间。将养殖塘划分为若干个施工段，按照先易后难、先外后内的原则进行分段施工。每段施工完成后，及时恢复生态环境，减少对红树林的影响时间。

3) 平面开挖合理布局

平面布局设计时挖土和填方需避开现有红树林区，开挖边线距离现状红树林大于 10m，按 1:3 的坡度自然放坡至塘底高程，保证现有红树林滩面不受挖方施工影响而坍塌，同时避免开挖破坏红树林根系。

4) 做好现有红树林施工期管护

项目区现有红树林分布主要有成片分布、呈条状或小斑块分布。由于每口养殖塘施工期 1-2 个月，施工期较长，施工期塘内红树林采取如下保护措施。

5) 强化跟踪监测

项目实施过程中根据跟踪监测单位反馈的现状红树林生长状况及时调整红树林保护方案，做到及早发现问题及早处理，避免施工对现状红树林产生不利影响。

6) 加强监管和执法

①加强对红树林保护区的监管和执法力度，对违反保护规定的行为进行严厉处罚。

②加强巡逻和监测，及时发现并处理破坏红树林的行为。

(2) 施工后保护措施

1) 严格控制养殖活动对红树林的影响

对于养殖活动，严格控制养殖密度和养殖方式，确保不对红树林造成负面影响。根据养殖品种的生长习性和环境需求，科学确定养殖密度，避免过高的养殖密度导致水体富营养化、水质恶化等问题，进而影响红树林的生态环境；定期对养殖区域进行监测和评估，根据养殖效果和生态环境变化，适时调整养殖密度。

2) 加强教育和宣传

①开展针对养殖户和周边居民的宣传教育活动，提高他们对红树林生态价值和保护意识的认识。

②鼓励公众参与红树林保护活动，形成全社会共同保护红树林的良好氛围。

3.2 建设项目施工组织设计

3.2.1 施工组织

(1) 施工人员安排

本项目高峰时期施工人员共 100 人，不设置施工营地，临时办公区和员工生活租用附近村庄民房。

(2) 交通条件

东海岛交通设施比较完善，道路、港口畅通，四通八达，南侧面向南海，拥有约 18 公里的海岸线，西侧东雷高速跨越峡口，通向雷州半岛。岛内有 6.8 公里堵海大堤与湛江市区的公路、铁路网络连成一体。岛上 28 公里的中线公路贯通全岛，湛林路、海明路、涛声路、疏港路、东南大道等道路已铺通。东海岛铁路全长 57.31 公里，由黄略至湛江西段，以及湛江西至钢厂段两部分组成。

(3) 水、电、通信供应条件

施工用水、用电可依托市政设施。施工临时通信可与当地电信公司联系解决，陆上与水上船舶之间的通讯联系可采用对讲机和手机。

(4) 材料供应

本项目所需材料主要为红树林苗种，广东省建有主要红树林种苗生产基地 9 个，主要分布在湛江、珠海、江门、惠州等地区，基地面积约 106.6 公顷，苗木年生产能力约 2800 万株。其中，湛江市建有省级红树林苗圃 3 个，分别是雷州市附城南渡河管理处育苗场、雷州市远兴林业开发有限公司省级保障性苗圃、湛江市林业良种繁育场省级保障性苗圃。雷州市附城南渡河管理处育苗场位于湛

江市雷州市，育苗面积 300 亩，主要生产培育的真红树有桐花树、秋茄、白骨壤、木榄、红海榄等 10 多种；半红树有银叶树、水黄皮、海杧果、海漆、玉蕊、木果楝、角果木等 10 多种，培育生产的红树林苗木年产达 500 万株以上。雷州市远兴林业开发有限公司省级保障性苗圃也位于湛江市雷州市，育苗面积 650 亩，年均产苗量 500 万株，主要培育白骨壤、桐花树、红海榄、木榄、秋茄、黄槿、水黄皮、海漆等红树林苗木，年可培育苗木 500 万株。湛江市林业良种繁育场省级保障性苗圃位于湛江市遂溪县，育苗面积 200 亩，年均产苗量 120 万株，培育主要树种白骨壤、红海榄、桐花和秋茄等。三个苗圃均与本项目区红树林生境条件基本一致，可以满足本项目红树林营造工程种苗需求。

(5) 用地及海域使用条件

本项目的用地及海域权属清晰，工程项目得到当地政府的大力支持，红树林生态恢复期间区域用海性质不变。

(6) 施工条件

本工程区域气候较适宜，工程水电和交通等配套条件也相对较好，具有较好的施工条件。

综合以上工程条件及其他条件，工程项目条件满足建设要求。由此可见，本项目工程在建设条件是可行的。

3.2.2 施工设备

项目施工机械一览表详见表 3.2.2-1。

表3.2.2-1 施工设备机械一览表

| 序号 | 机械名称 | 规格型号 | 数量 | 备注 |
|----|---------|--|-----|--------------|
| 1 | 自卸汽车 | 10t | 2 辆 | 用于红树林苗木及木桩运输 |
| 2 | 管理用车 | 7 人座 | 1 辆 | 用于人员运输、巡视 |
| 3 | 绞吸式挖泥船 | | 2 艘 | 用于施工取土、覆土 |
| 4 | 运输货船 | | 2 艘 | 用于运输苗木 |
| 5 | 水陆两用挖掘机 | 水陆两用，履带，22-25m 长臂，6 吨级，单斗约 0.3m ³ | 5 台 | 用于施工取土、覆土 |

3.2.3 施工方法

3.2.3.1 施工方法特点

- (1) 本项目为红树林生态修复。涉及植被种植，应选择合适的季节和天气。
- (2) 工程建设需要投入足够的机具和人员，可采用多点同时施工的方法，确保工程按期完工。
- (3) 应注意统筹协调，流水作业。台风期应注意防台。

3.2.3.2 施工工艺及产污环节

退塘还林的工艺流程及产污环节图详见图 3.2.3-1，其中，一期工程不涉及滩涂高程改造。

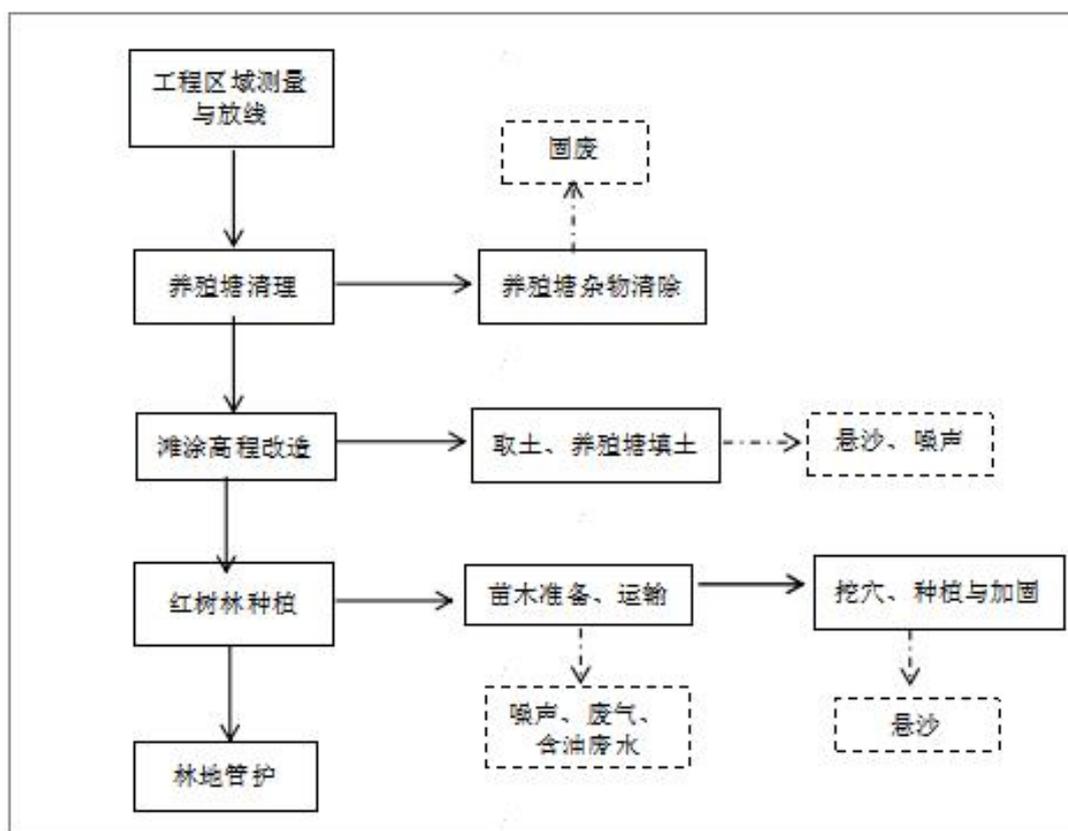


图 3.2.3-1 工艺流程及产污环节图

1、工程区域测量与放线

施工测量及观测原理遵循：控制测量—细部放样—竣工测量的测量流程进行。现场测量对工程范围进行准确确认，保证后期施工正常进行。发现异常情况立即落实查明。

2、养殖塘清理

养殖围塘内现有少许废旧渔网等，采用人工清除，收集后统一交由环卫部门清运。

3、滩涂高程改造

项目二期工程地形改造主要通过将养殖水域区域土方开挖转运或吹填至种植区内，改造种植区高程以适应红树林生长，同时降低养殖水域区域高程，提高养殖水域水深。种植地块宜平整，并避免局部积水过深，更利于红树植物生长。

二期项目区总面积为 1494.53 公顷，营造红树林 673.50 公顷，平面布置上应形成红树林、养殖水域交错的布局。根据养殖塘高程和水闸改造，同时满足养殖塘内红树林生长和养殖需求。

根据项目区养殖塘现状，制定不同的地形改造方案。

滩涂高程改造采用挖掘机垫钢板或水陆两用挖掘机和绞吸式挖泥船进行施工。其中养殖塘 A13、B01、B03、B05、B06、B08 采用绞吸式挖泥船进行施工，其他养殖塘采用挖掘机垫钢板或水陆两用挖掘机。

(1) 挖掘机垫钢板或水陆两用挖掘机施工方案

现状无红树林生长的养殖塘采用排干水后进行挖填施工。项目区养殖塘表层泥为淤泥，含水率较高。施工期打开闸门，排干塘内水后，至少晾晒一周后，采用挖掘机垫钢板或水陆两用挖掘机开挖回填。开挖前排干塘内水，晒塘 2 天后即可开挖，开挖边坡 1:3，开挖后边坡稳定。

项目区生长有大片红树林的养殖塘，无法直接排干水，此类塘施工前降低塘内水位至红树林根部，通过布设临时护土措施后，再排干塘内水至少晾晒一周后，采用挖掘机垫钢板或水陆两用挖掘机开挖回填。

本项目红树林种植斑块宽度约为 60-80m，从种植斑块两侧的潮沟开挖取土，转挖至种植斑块内部，由于运输车无法进入施工现场，因此施工时需要用挖掘机转挖，每台挖掘机作业半径约为 10m，潮沟宽度 15~35m，因此从潮沟取土运到种植区需要用挖掘机转挖 2~4 次，本次初步设计按平均转挖 3 次计算。斑块两侧潮沟同时开挖，土方转挖至种植区中部，土方挖至种植区后用挖掘机进行整平，整平同时预留内部补水潮沟。

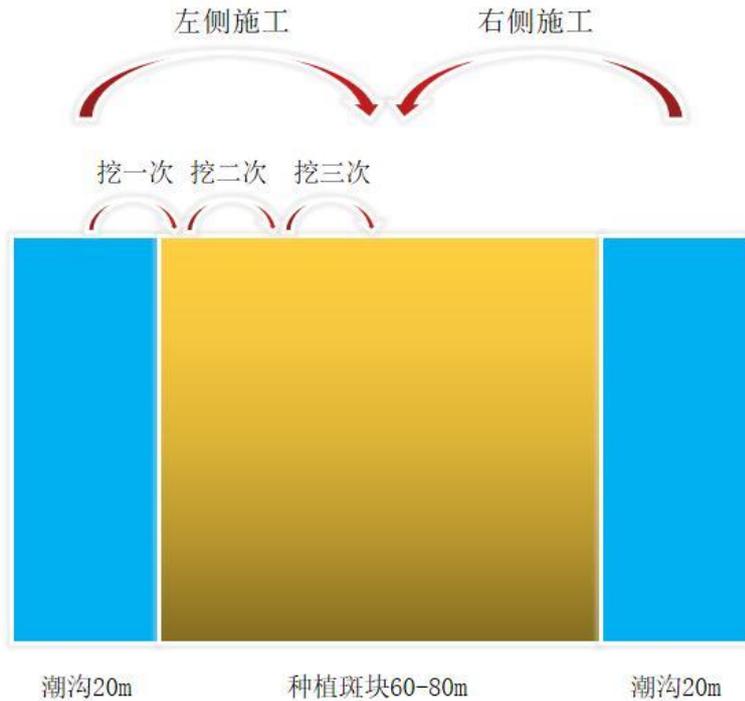


图 3.2.3-2 高程改造施工示意图

(2) 绞吸式挖泥船施工方案

养殖塘中无红树林生长或只有少量红树林、塘型狭长且进出方便的养殖塘选择绞吸式挖泥船施工。

现状无红树林生长的养殖塘，护土措施施工完成后将塘内水位控制种植高程后进行吹填施工。

项目区生长有红树林的养殖塘，因施工周期相对较长，预估施工及吹填后沉降静置时间需要 2-3 月，为保护现有红树林，需通过布设临时护土措施后施工，施工时塘内水位控制稍低于红树林根部。

每口养殖塘内地形改造所需土方来自养殖水域开挖土，养殖水域走向应保障潮水畅通，养殖水域宽约 20~35m（满足养殖户养殖用水需求），改造后养殖水域水深普遍在 0.6~2.3m 之间，满足养殖需求。

4、红树林种植

(1) 苗木筛选

红树林营造中植物选择按照多选乡土植物，慎用外来物种原则进行选取。选择桐花树，红海榄、白骨壤、秋茄及半红树黄槿。苗木生长正常、苗木粗壮、根系完整和无病虫害的I级苗。

(2) 种植施工和加固

红树林是密生植物,以及红树林人工造林容易受海域众多自然灾害因素影响,造林密度宜大些。苗木种植规格为 1.2m×1.2m。

采取边挖穴边栽植的方式,种植穴长、宽、深为 20cm×20cm×20cm。红树林生长在特殊环境淤泥里,靠发达的气根呼吸,且生长缓慢栽植时防止根部土团松散和苗木根系损伤,种植深度比原根际深 2~3cm。栽植时必须做到苗正、舒根、压紧、适当深栽。栽植时间应遵循潮汐规律,通常安排退潮后及时造林。红树林有众多的气生根,移栽时易折断,在起苗、运输及种植时,应尽量小心,减少根部损伤。

定植时去除容器薄膜袋,防止根部土团松散和苗木根系损伤,按整地要求挖种植穴,将苗木扶正放入穴中,种植深度比原根际深 2~3cm,压实、舒根、填平。

5、林地管护

为保证新种植的红树林幼苗顺利成长,在造林后 3 年内实施严格的封滩保育,禁止外来人员和船只进入红树林修复区,禁止围网、挖海螺、捕鱼虾等捕捞活动及人、畜踩踏活动。落实专业管护人员巡视与管养,种植完成后 2 个月内对未成活苗木进行第 1 次补植。退潮后定期对倒伏、根部暴露等受损的幼苗、幼树进行必要的修补,及时清理造林地内及缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等,对造林地内出现的油污及时进行有效处理。

有害生物防治以生物防治和物理防治为主,尽量减轻对环境的污染。对项目区危害较严重的害虫种类有螟蛾类、卷蛾类、袋蛾类、枯叶蛾类和盾蚧类,对于大规模严重发生的红树林虫害一般提倡采用黑光灯诱杀,对滕壶类污损生物可采用人工清除或涂抹氟聚合物、有机硅树脂的方法防治,对于真菌和细菌病害可用多菌灵喷洒。同时,加强检疫工作,杜绝一切检疫对象以任何途径进入红树林种植区。

3.2.4 建设项目建设周期

结合工程规模、工程条件、自然条件及工程施工特点,工程施工总工期为 18 个月,从 2024 年 7 月至 2025 年 12 月。项目分期建设,暂未开工,施工进度表详见表 3.2.4-1。

表 3.2.4-1 施工进度表

| 类别 | 序号 | 工程项目名称 | 工期 月 | 2024 年 | | | | | | | | | | | | 2025 年 | | | | | | | | | | | |
|------|----------|---------------|---------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 前期工作 | 1 | 项目前期 | 3 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 设计论证 | 3 | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目实施 | 1 | 红树林营造 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1 | 一期工程 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1.2 | 红树林种植 | 2 | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1.3 | 补植与管护 | 2 | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 | 二期工程 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2.1 | 滩面微地貌改造 | 13 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | 1.2.2 | 红树林种植 | 14 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| | 1.2.3 | 补植与管护 | 12 | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| | 2 | 生态修复跟踪监测与效果评估 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 | 生态修复跟踪监测 | 22 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| 2.2 | 生态修复效果评估 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| 竣工验收 | 1 | 一期工程 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1 | 竣工清理 | 1 | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 | 竣工验收 | 1 | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 二期工程 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 | 竣工清理 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| | 2.2 | 竣工验收 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |

3.3 土石方平衡分析

本项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 386.50 万 m³，填方为 386.50 万 m³，开挖土方全部用于回填，无弃方。各养殖塘的挖填方平衡见表 3.3-1。

表 3.3-1 各养殖塘挖填方平衡表

| 养殖塘编号 | 挖方 (m ³) | 填方 (m ³) | 借方 (m ³) | 弃方 (m ³) |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| A01 | 171946.0 | 171946.0 | 0 | 0 |
| A02 | 34268.4 | 34268.4 | 0 | 0 |
| A03 | 50783.3 | 50783.3 | 0 | 0 |
| A04 | 58060.1 | 58060.1 | 0 | 0 |
| A05 | 333069.0 | 333069.0 | 0 | 0 |
| A06 | 171549.1 | 171549.1 | 0 | 0 |
| A07 | 177872.5 | 177872.5 | 0 | 0 |
| A08 | 58091.9 | 58091.9 | 0 | 0 |
| A09 | 223529.6 | 223529.6 | 0 | 0 |
| A10 | 34930.8 | 34930.8 | 0 | 0 |
| A11 | 137310.0 | 137310.0 | 0 | 0 |
| A12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A13 | 51675.7 | 51675.7 | 0 | 0 |
| A14 | 5408.3 | 5408.3 | 0 | 0 |
| A15 | 2343.4 | 2343.4 | 0 | 0 |
| B01 | 150616.8 | 150616.8 | 0 | 0 |
| B02 | 21535.0 | 21535.0 | 0 | 0 |
| B03 | 210593.4 | 210593.4 | 0 | 0 |
| B04 | 94718.6 | 94718.6 | 0 | 0 |
| B05 | 37062.1 | 37062.1 | 0 | 0 |
| B06 | 57151.0 | 57151.0 | 0 | 0 |
| B07 | 80780.6 | 80780.6 | 0 | 0 |
| B08 | 190385.8 | 190385.8 | 0 | 0 |
| B09 | 202562.6 | 202562.6 | 0 | 0 |
| B10 | 180911.1 | 180911.1 | 0 | 0 |
| B11 | 81332.3 | 81332.3 | 0 | 0 |
| B12 | 130143.2 | 130143.2 | 0 | 0 |
| B13 | 71764.6 | 71764.6 | 0 | 0 |
| B14 | 15691.0 | 15691.0 | 0 | 0 |
| C01 | 13064.5 | 13064.5 | 0 | 0 |
| C02 | 17594.4 | 17594.4 | 0 | 0 |
| C03 | 183731.1 | 183731.1 | 0 | 0 |
| C04 | 33337.7 | 33337.7 | 0 | 0 |
| C05 | 223970.0 | 223970.0 | 0 | 0 |
| C06 | 112668.9 | 112668.9 | 0 | 0 |
| C07 | 149693.8 | 149693.8 | 0 | 0 |

| | | | | |
|-----|-----------|-----------|---|---|
| C08 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C09 | 44.2 | 44.2 | 0 | 0 |
| C10 | 14909.2 | 14909.2 | 0 | 0 |
| C11 | 68283.2 | 68283.2 | 0 | 0 |
| C12 | 11601.6 | 11601.6 | 0 | 0 |
| 合计 | 3864984.8 | 3864984.8 | 0 | 0 |

3.4 项目占用海岸线和海域状况

本项目建设占用东海岛岸线。根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》，海洋生态修复项目可参照《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知》（自然资办函〔2019〕616号）中简化项目用海审批手续的相关政策执行，本项目为红树林修复与种植项目，无需办理海域使用审批手续。根据《海岸线占补实施办法（试行）》，对于开展红树林等植被种植、进行沙滩人工补沙等无构筑物建设的海岸线占补整治修复工程，可不办理海域使用审批手续。因此红树林种植面积不进行确权。

3.5 项目施工期污染源强分析及拟采用的污染防治措施

3.5.1 废水污染源强分析及拟采用的污染防治措施

（1）施工期悬沙

施工期水环境污染主要包括滩涂高程改造等产生的悬浮物。红树林种植选择低潮时施工，施工区域为滩涂时施工，悬沙源强产生很小，对周边水环境影响小，可以忽略不考虑。

参考《水运工程建设项目环境影响评价指南（JTS/T 105—2021）》中提出的经验公式进行估算。

$$Q=R/R_0 \times T \times W_0$$

式中：

Q：施工作业悬浮物发生量（t/h）；

R：现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

R0：发生系数 W0 时的悬浮物粒径累计百分比（%），宜采用现场实测法确

定，无实测资料时可取 80.2%；

T：挖泥船施工效率（ m^3/h ）；

W0：悬浮物发生系数（ t/m^3 ），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 $38.0 \times 10^{-3} \text{t}/\text{m}^3$ 。

根据计算，绞吸式挖泥船源强为 $0.7\text{kg}/\text{s}$ 、挖泥源强 $0.33\text{kg}/\text{s}$ 。

项目施工过程中围塘滩涂不设溢流口，施工过程中水闸紧闭，不与外环境发生海水交换，因此本项目施工过程中悬浮泥沙可能对围塘内的水质、沉积物环境及生态环境产生一定影响，基本不会对围塘外的海洋环境造成影响。

2) 桩基施工、挖穴、种植

项目挖穴、红树林种植会有少量悬浮泥沙产生，通过采用低潮施工，待潮水退下后再进行施工，降低悬浮泥沙产生。

(2) 施工船舶含油污水

本项目无大型施工船舶，含油污水主要是 2 艘运输货船和 2 艘绞吸式挖泥船产生的含油污水，含油污水产生量参考根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）中 500 吨级以下船舶舱底油污水产量，为 $0.14 \text{t}/\text{d} \cdot \text{艘}$ ，则施工期运输货船舱底油污水量为 117.6t ，绞吸式挖泥船舱底油污水量为 109.2t ，石油类含量在 $2000 \sim 20000\text{mg}/\text{L}$ ，含油污水浓度按 $5000\text{mg}/\text{L}$ 估算，整个施工期运输货船含油量 0.59t ，绞吸式挖泥船含油量 0.55t 。

运输货船产生的含油污水量约 $0.28\text{t}/\text{d}$ ，绞吸式挖泥船产生的含油污水量约 $0.28\text{t}/\text{d}$ ，暂存于船舶上的储水容器，每半个月上岸后用 15m^3 槽罐车抽吸运至有资质处理的单位。槽罐车具有密封性，可以避免运输过程中发生跑冒滴漏的现象。

施工船舶含油污水应严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。

(3) 生活污水

施工期生活污水主要来自施工现场施工人员和船舶的生活污水，包括粪便污水和洗涤污水，主要因子为 COD、 BOD_5 、SS 和氨氮。项目所在湛江经济技术开发区东海岛民安街道办西部，根据《排放源统计调查产污核算方法和系数手册》中《生活污染源产排污系数手册》中“第二部分农村生活污水污染物产生与排放系数”的系数和计算方法来估算，项目位于广东湛江农村地区，主要污染物指标

和产生系数见下表。

表 3.5.1-2 生活污水产生量及产生浓度

| 省份 | 行政区名称 | 污水排放系数 (升 / 人·天) | 化学需氧量 | | 氨氮 | | 总氮 | | 总磷 | |
|-----|-------|------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | | | 产污强度 (克 / 人·天) | 产污浓度 (mg / L) | 产污强度 (克 / 人·天) | 产污浓度 (mg / L) | 产污强度 (克 / 人·天) | 产污浓度 (mg / L) | 产污强度 (克 / 人·天) | 产污浓度 (mg / L) |
| 广东省 | 湛江市 | 62.96 | 33.87 | 537.96 | 2.9 | 46.06 | 5.05 | 80.21 | 0.42 | 6.67 |

A、种植区工人生活污水

本项目红树林种植施工期为 16 个月，施工人数约 80 人，根据上表的污染物产污强度，施工人员生活污水排放量为 5036.8L/d，化学需氧量产污为 2709.6g/d，氨氮产污量为 232g/d，总氮产污量为 404g/d，总磷产污量为 33.6g/d。则施工期生活污水量为 2417.66m³，化学需氧量产污为 1300.61kg，氨氮产污量为 111.36kg，总氮产污量为 193.92kg，总磷产污量为 16.13kg。昼间施工区域岸上设置移动临时环保厕所和化粪池，每周运至民安街道污水处理厂进行处理。施工期施工人员住宿与办公租用附近民房，生活污水纳入当地生活污水一同处理。

B、运输船舶生活污水

运输上配备 20 人（每艘 5 人），施工期为 13 个月，根据上表的污染物产污强度，施工人员生活污水排放量为 1259.2L/d，化学需氧量产污为 677.4g/d，氨氮产污量为 58g/d，总氮产污量为 101g/d，总磷产污量为 8.4g/d。则施工期生活污水量为 491.09m³，化学需氧量产污为 264.19kg，氨氮产污量为 22.62kg，总氮产污量为 39.39kg，总磷产污量为 3.28kg。船舶生活污水收集在船舶上的容器，每周靠岸由 10m³ 槽罐车就近运至民安街道污水处理厂进行处理。施工期船员住宿租用附近民房，生活污水纳入当地生活污水一同处理。

3.5.2 废气污染源强分析及拟采用的污染防治措施

施工期间废气主要为各类施工船舶、各类施工机械及车辆排放的燃油废气，以及海堤改造工程施工扬尘、临时施工场地及堆土场废气等。

(1) 施工期扬尘

施工扬尘主要来自施工过程中的风力扬尘、土石方和建筑材料车辆运输所产生的道路扬尘和作业扬尘。在整个施工期间，产生扬尘的作业主要有土地平整、打桩、开挖、回填等过程，如遇干旱无雨季节，在大风时，施工扬尘将更严重。据有关调查显示，施工工地的扬尘主要是由运输车辆行驶产生，与道路路面及车辆行驶速度有关，约占扬尘总量的 60%。在完全干燥情况下，可按经验公式计算：

$$Q=0.123* (v/5) (W/6.8)0.85(P/0.5)0.75$$

式中：Q—汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

v—汽车速度，km/h； W—汽车载重量，t；

P—道路表面粉尘量，kg/m²。

一辆载重 5t 的卡车，通过一段长度为 500m 的路面时，不同表面清洁程度，不同行驶速度情况下产生的扬尘量如下表所示。

表 3.5.2-1 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位：kg/km·辆

| P (kg/m ²) 车速 (km/h) | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 1.0 |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 0.0283 | 0.0476 | 0.0646 | 0.0801 | 0.0947 | 0.1593 |
| 10 | 0.0566 | 0.0953 | 0.1291 | 0.1002 | 0.1894 | 0.3186 |
| 15 | 0.0850 | 0.1429 | 0.1937 | 0.2403 | 0.2841 | 0.4778 |
| 20 | 0.1133 | 0.1905 | 0.2583 | 0.3204 | 0.3788 | 0.6371 |

由表 3.5.2-1 可见，在同样路面清洁情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。根据类比调查，一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。

抑制扬尘的一个简捷有效的措施是洒水。如果在施工期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4~5 次，可使扬尘减少 70%左右，表 3.5.2-2 为施工场地洒水抑尘的试验结果。

可见，施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天应洒水 4~5 次，这样可使扬尘减少 70%左右，并将 TSP 的污染距离缩小到 20~50m 范围。

表 3.5.2-2 施工场地洒水抑尘试验结果 单位: mg/m³

| 距离 | | 5m | 20m | 50m | 100m |
|----------------|-----|-------|------|------|------|
| TSP 小时平均 浓度 | 不洒水 | 10.14 | 2.89 | 1.15 | 0.86 |
| | 洒水 | 2.01 | 1.40 | 0.67 | 0.6 |

(2) 施工运输车辆排放的废气

施工船舶、各类施工机械及车辆排放的燃油废气:其主要污染物为烟尘、SO₂、NO_x、CO 和烃类等, 鉴于施工使用的船舶、机械设备相对较少, 燃油废气产生量相对较小, 且排放点分散, 施工方在施工过程中尽量使用低污染排放的设备, 日常注意设备的检修和维护, 保证设备在正常工况条件下运转, 并在机械设备尾气排放口加装废气过滤器情况下, 废气污染的影响很小, 是可接受的。

3.5.3 噪声污染源强分析及拟采用的污染防治措施

施工噪声包括红树林种植工程噪声: 水陆挖掘机、绞吸式挖泥船、运输船舶、机械作业等。

红树林种植施工噪声: 水陆挖掘机、绞吸式挖泥船、运输货船等作业噪声是红树林种植施工期的主要噪声源, 声功率为 80~100dB(A)。

本项目主要施工设备的噪声见下表。

表 3.2.6-1 各施工阶段主要噪声源状况

| 序号 | 设备名称 | 源强 | 测点距离施工机械 (m) | 排放方式 |
|----|-------------|--------|--------------|------|
| 1 | 8t~12t 自卸汽车 | 82~90 | 5 | 间断 |
| 2 | 水陆挖掘机 | 80~90 | 5 | 间断 |
| 3 | 绞吸式挖泥船 | 90~100 | 5 | 间断 |
| 4 | 运输货船 | 90~100 | 5 | 间断 |

3.5.4 固体废物污染源强分析及拟采用的污染防治措施

(1) 生活垃圾

施工期陆域人员生活垃圾产生量按 1kg/人·d 计, 项目施工人员总数量为 80 人每天 产生生活垃圾 80kg 施工期生活垃圾产生量 38.4t。施工期生活垃圾主要在租用民房的宿舍和办公区域产生, 生活垃圾统一收集后交由环卫部门处理。

船舶上施工人员为 20 人, 每日产生垃圾 20kg, 施工期共产生 9.6t, 收集

在船上，每周上岸交由换位部门清运，禁止将生活垃圾抛入海。

(2) 施工前期场地杂物

施工前期场地垃圾主要为滩涂、围塘场地施工前杂物清理。滩涂、围塘清理垃圾主要成分为废旧渔网、塑料袋、塑料制品、枯枝落叶等，由人工清理，总清理量约 2t。收集后分拣，可回收部分回收，不可回收部分交由环卫部门清运。

(3) 船舶残油、废油

施工船舶、绞吸式挖泥船、机械作业产生的残油、废油等危险废物，约 0.3t。根据《国家危险废物名录（2021年版）》，施工船舶作业产生的残油、废油等危险废物属于“HW08 废矿物油与含矿物油废物”，废物代码为 900-210-08，按照水运污染危害性货物实施管理，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

表 3.5.4-1 施工期主要污染物发生情况

| 建设时期 | 环境要素 | 产污环节 | 污染因子 | 污染源强 | | | 处理措施及去向 |
|------|------|--------------|--|-----------------------|-----|-----------------------|-------------------------------|
| | | | | 产生量 | 削减量 | 排放量 | |
| 施工期 | 水环境 | 取土工程 | SS | 0.393kg/s | 0 | 0.393kg/s | 自然排放，随着施工结束而结束 |
| | | 船舶含油污水 | 石油类 | 226.8t | 0 | 226.8t | 经收集上岸后应交由有资质的单位处理。 |
| | | 生活污水 | COD、BOD ₅ 、氨氮、SS | 2417.66m ³ | 0 | 2417.66m ³ | 生活污水收集后经槽车运输进入民安街道污水处理厂处理 |
| | | 船舶生活污水 | COD、BOD ₅ 、氨氮、SS | 491.09m ³ | 0 | 491.09m ³ | 船舶生活污水收集每周靠岸由槽罐车运至民安街道污水处理厂处理 |
| | 大气环境 | 施工船舶、机械、车辆尾气 | 烟尘、SO ₂ 、NO _x 、CO 和烃类等 | 较小 | / | 较小 | 自然排放，随着施工结束而结束 |
| | | 扬尘 | 颗粒物 | 较小 | / | 较小 | 洒水抑尘，堆场遮盖 |
| | 声环境 | 水陆挖掘机 | 噪声 | 80~90dB (A) | / | 80~90dB (A) | 合理选择运输路线，合理安排工期 |
| | | 运输货船、绞吸式挖泥船 | | 90~100dB (A) | / | 90~100dB (A) | |

| | | | | | | |
|------|--------------|---------------------------|----------------|---|----------------|-------------------------------------|
| | 车辆运输 | | 82~90dB (A) | / | 82~90dB (A) | |
| 固体废物 | 生活垃圾 | 生活垃圾 | 48 | / | 48 | 由环卫部门接收处理 |
| | 场地清理垃圾 | 废旧渔网、塑料袋、塑料制品、枯枝落叶、草根、树茎等 | 2t | / | 2t | 人工清除处理，收集后分拣，可回收部分回收，不可回收部分交由环卫部门清运 |
| | 施工船舶产生残油、废油等 | 油类 | 0.3t | / | 0.3t | 统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置 |

3.6 项目营运期污染源强分析及拟采用的污染防治措施

本项目主要建设内容为红树林湿地生态系统修复工程，工程位于湛江经济技术开发区东海岛西部民安街道办范围内，通过工程手段营造植物适宜生长环境和红树林种植，整个项目营造红树林规模为 683.37 hm²，一期营造红树林规模为 9.87 hm²，二期营造红树林规模为 673.50 hm²。建设内容包括地形改造、苗木种植、管护以及养殖设计等。

1、3 年养护期

项目竣工后需对种植的所有苗木养护 3 年，满 3 年后苗木成活率要在 70%以上。种植后要定时检查成活率，新种植的红树林每年要定期抚育，抚育措施包括固定、扶正、补植，有害生物防治。红树林固定、扶正、补植期间会产生少量悬浮泥沙，产生量极小，对海洋环境影响不大。

有害生物防治：有害生物防治以生物防治和物理防治为主，尽量减轻对环境的污染。设置监测点进行监测和预报，建立专职或兼职防治队伍，及早发现、防治病虫害和有害生物，定期清理种植区存在的漂浮物、藤壶和其他杂物。出现病虫害时，优先考虑采取人工清除或捕杀的方法。防止老鼠等动物的啮食，每年 9 月份老鼠即将进入磨牙活动期的时节，则应十分注意老鼠咬断幼苗的破坏，应在堤岸内外两侧每隔 10 余米布置灭鼠设施。

2、3 年后红树林运营期

工程本身不产生“三废”，属无污染的社会公益性基础工程，是一项节能减排工程。本项目红树林运营期不会产生噪音、大气污染、水污染、固体废物等。

3.7 项目各阶段非污染环境的影响分析

3.7.1 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响

1、工程将造成底栖生境破坏及底栖生物损失

本项目滩涂高程改造等施工将改变所在海域原有的海底底质环境，除少数游泳能力强的生物如底栖鱼类等，在施工期间由于受到施工干扰将逃离外，项目滩涂高程改造区范围内的大部分底栖生物种类将被掩埋、覆盖，绝大多数死亡，从而造成底栖生物损失。

2、施工过程中悬浮物及海洋生态环境的影响

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

3、施工产生的污染物对海洋生态的影响

施工期产生的生活污水、船舶含油污水以及固体废物等不得到合理处置，将会对附近海洋生态环境产生一定影响。此外，施工噪声也将对鱼类等海洋生物产生一定的影响。因此，项目施工期间必须严格落实报告中提出的污染防治措施，将项目施工过程中产生的污染物对生态环境的影响降至最低。

4、运营期对海洋生态的影响

红树林的种植改善了相应的生态环境，因此运营期对生态环境基本没有不利影响。

3.7.2 项目的建设对通航环境的影响

施工期将投入 2 艘施工运输船舶，项目施工过程全部位于围塘内，且项目施工船舶基本不会进入周边习惯性航道区，也不会增加港口航运区的航运密度，项目施工期对所在海域的通航环境的影响较小。

养护期打捞海漂垃圾的小艇数量较少，且主要选择退潮期打捞，对周边通航环境影响较小。项目运营期不需要使用船舶，对周边通航环境基本上无影响。

3.8 建设项目清洁生产分析

3.8.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

清洁生产是一种新的污染防治战略，是指将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以提高生态效率和减少人类及环境的风险，也就是说清洁生产对生产过程要求节约原材料和能源，淘汰有毒材料，降低所有废弃物的数量和毒性；对服务要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。清洁生产评价指标可分为四大类：原材料指标、产品指标、资源指标和污染物产生指标。

根据经济可持续发展对资源和环境的要求，清洁生产谋求达到两个目标：

(1) 通过资源的综合利用，短缺资源的代用，二次能源的利用，以及节能、降耗、节水，合理利用自然资源，减缓资源的耗竭，达到自然资源和能源利用的最合理化。

(2) 减少废物和污染物排放，促进工业产品的生产、消耗过程与环境相融，降低工业活动对人类和环境的风险，达到对人类和环境的危害最小化以及经济效益最大化。

根据清洁生产的原理和目标，本项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的产业链，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。本章拟从该项目施工期和营运期两方面考虑拟建项目是否符合清洁生产的原则和要求。施工期主要考虑施工过程、污染物产生与治理措施等；营运期主要考虑采用污染物产生和治理措施等。

清洁生产指标分为三级：一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。

3.8.2 建设项目清洁生产分析与评价

3.8.2.1 施工期清洁生产分析

本项目主要建设内容为红树林湿地生态系统修复工程，工程位于湛江经济技术开发区东海岛西部民安街道办范围内，通过工程手段营造植物适宜生长环境和红树林种植，整个项目营造红树林规模为 683.37 hm²，一期营造红树林规模为

9.87 hm²，二期营造红树林规模为 673.50 hm²。建设内容包括地形改造、苗木种植、管护以及养殖设计等。

施工期的清洁生产主要体现施工组织管理；施工器械的选择，如采用节能的设备和机械；施工工艺的优化，如施工工程节能、采用合理的施工顺序；施工期间污染物的预防与治理措施等。

①施工组织管理方面

1) 制定合理施工能耗指标，提高施工能源利用率。

2) 优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备和机具，如选用变频技术的节能施工设备等。

3) 施工现场分别设定生产、生活、办公和施工设备的用电控制指标，定期进行计量、核算、对比分析，并有预防与纠正措施。

4) 在施工组织设计中，合理安排施工顺序、工作面，以减少作业区域的机具数量，相邻作业区充分利用共有的机具资源。安排施工工艺时，应优先考虑耗电能的或其它能耗较少的施工工艺。避免设备额定功率远大于使用功率或超负荷使用设备的现象。

②施工机械

在确保工程安全、可靠的情况下，防止设备选型裕度过大，施工期间所采用的机械设备均为常规设备，均根据当地施工条件，结合施工单位作业经验，选取效率高、能耗低、低噪声、低污染的机械设备，尽量减少对资源的损耗和破坏，降低对环境的污染。

1) 建立施工机械设备管理制度，开展用电、用油计量，完善设备档案，及时做好维修保养工作，使机械设备保持低耗、高效的状态。

2) 选择功率与负载相匹配的施工机械设备，避免大功率施工机械设备低负载长时间运行。机械设备宜使用节能型油料添加剂，在可能的情况下，考虑回收利用，节约油量。

③施工工艺的优化

根据项目所在区特点及施工项目，选择合理经济的施工方案；合理安排施工组织设计，合理选用施工方案，减少不必要的能耗，以符合清洁生产的要求。在施工时尽量优化施工工序和方法，减少不必要的施工工序间的交叉，既提高作业效率，降低对环境的影响。

在施工过程中，推广应用节水、节电、节约原材料的生产工艺和方法。用海施工应充分考虑所处海域的自然环境状况和建筑材料的特点，选择对海洋环境影响最小的施工顺序和施工方法，尽量降低污染的产生和对海洋环境的影响。本工程合理安排工序，提高各种机械的使用率和满载率，降低各种设备的单位耗能。

④减少废物和污染物的产生

1) 项目施工人员生活污水经三级化粪池达到广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段三级标准后，经槽车运输进入民安街道污水处理厂处理。施工船舶含油污水应严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理。施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。

2) 施工单位在制定施工计划、安排进度时，应充分考虑附近海域的环境保护问题，尽可能在退潮时施工，减少悬浮泥沙的扩散范围。

3) 选取低噪声施工机械。合理安排施工时间，避免夜间(22:00~6:00)高噪声施工。做好船舶和机械的保养，减小噪声。

5) 施工工程场区生活垃圾要日产日清，交由环卫部门处理。船舶生活垃圾及时收集和进行分类后，交由当地环卫部门统一外运进行处理。

6) 施工结束后对剩余建筑材料及时处置，做到不污染周围环境。

7) 施工船舶产生残油、废油等统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

⑤生产、生活及办公临时设施。

合理配置空调、风扇数量，规定使用时间，实行分段分时使用，节约用电。

⑥施工用电及照明。

1) 临时用电优先选用节能电线和节能灯具，临电线路合理设计、布置，临电设备宜采用自动控制装置。采用声控、光控等节能照明灯具。

2) 照明设计以满足最低照度为原则，照度不应超过最低照度的 20%。

3.8.2.2 项目清洁生产评价

工程施工过程中充分结合所处海域的自然环境状况，合理选择施工顺序、施工时间和施工工艺，相比国内其他海域工程作业，项目施工具有切合实际，可操

作性强，利于减小污染影响范围等特点，清洁生产水平相对较高。同时，项目污染物排放包括施工船舶产生的含油污水、生活污水全部统一收集处理，固体废弃物全部统一收集处理，均符合国家有关环保政策和清洁生产要求，和同类建设项目相比，清洁生产水平较高，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

3.9 建设项目总量控制

3.9.1 受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

按国家对污染物排放总量控制指标的要求，在核算污染物排放量的基础上提出工程污染物总量控制建议指标，是建设项目环境影响评价的任务之一，污染物总量控制建议指标应包括国家规定的指标和项目的特征污染物。

国家规定的“十四五”期间污染排放总量控制指标有：

①大气环境污染物：氮氧化物、挥发性有机物。

②水环境污染物：化学需氧量，氨氮。

项目的特征污染物，是指国家规定的污染物排放总量控制指标未包括，但又是项目排放的主要污染物。这些污染物虽然不属于国家规定的污染物排放总量控制指标，但由于其对环境影响较大，又是项目排放的特有污染物，所以必须作为项目的污染物排放总量控制指标。

本工程施工内容主要是滩涂改造、红树林种植。其产生的污染物对海洋环境的主要影响表现在水质和生态两方面，主要污染物种类为废水和固体废物，包括施工期的悬浮泥沙、生活污水、生活垃圾、噪声和施工船舶含油污水。

3.9.2 污染物的排放削减方法

项目施工期船舶含油污水交由有资质的单位处理，生活污水交由民安街道污水处理厂处理，生活垃圾通过及时收集和进行分类后，交由当地环卫部门统一外运。进行处理工程施工还将产生大量的悬浮物，根据施工实际情况采取相应的削减措施，最大限度降低 SS 含量。

3.9.3 污染物排放总量控制方案与建议

本项目为海洋生态修复工程，主要为红树林生态修复，项目运营期没有废水和废气产生，因此，不设置大气总量控制指标和水污染总量控制指标。项目不再

申请总量控制指标。

4 区域自然环境概况

4.1 工程区域自然环境概况

项目区位于湛江东海岛西部，东雷高速以北，西湾村以东，红树林保护区西南，风浪较小，该区海岸带滩涂的主要利用方式为围塘养殖。项目建设区域绝大部分均位于滩涂围塘范围内。

项目区地处北回归线以南的低纬地带，属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，旱涝风灾，危害较重。

4.1.1 气候气象

本项目引用项目附近的硇洲岛海洋站 1990 年 1 月~2019 年 12 月实测资料分析结果，代表项目区域的气候与气象特征。

(1) 气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 24.2℃，平均气温年变幅不大。最热的月份出现在 6~9 月份，多年月平均气温为 29.3℃以上；5 月次之，多年月平均气温为 27.6℃；最冷的月份出现在 1 月，多年月平均气温为 16.7℃；2 月次之，多年月平均气温为 18.1℃。平均最高气温出现在 6、7 月份为 29.3℃，平均最低气温出现在 1 月份为 16.7℃。历年最高气温为 37.5℃，出现在 2015 年 7 月 1 日；历年最低气温为 4.5℃，出现在 2016 年 1 月 25 日。

日最高气温 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 5~9 月份，累年平均出现日数为 5.7 天。日最高气温 $\geq 30.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 2~11 月份，以 7 月份最多为 26.3 天，累年平均出现日数为 131.7 天。日最低气温 $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 11 月至翌年 3 月份，以 12 月至翌年 2 月最多，累年平均出现日数为 6.4 天；日最低气温 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ 的天气出现过 0.1 天。

(2) 降水量

本区域年降水量充沛，累年平均降水量为 1312.9mm，年际变化较大，最多年降水量为 1822.8mm（2012 年），最少年降水量为 735.5mm（2004 年）。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水

量均在 99.8mm 以上，受季风和热带气旋影响，6~9 月份降水最多，累年月平均降水量为 163.1mm 以上，整个雨季平均降水量共 995.8mm，占全年降水量的 76%。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 317.1mm，只占全年降水量的 24%。本区域日降水量不少于 0.1mm 的降水日数年平均 116.2 天。降水日数年际变化和季节变化较大，年降水日数最多为 155 天（2016 年），年降水日数最少为 78 天（1991 年）；降水日数的季节变化与降水量的季节变化基本一致，雨季降水日数最多，5~9 月的月平均降水日数都在 11 天以上，其中 8 月最多，月平均降水日数达 13.9 天，降水日数的月际变化与降水量变化基本一致；旱季的 11 月至翌年 1 月降水日数最少，月平均只有 5~7 天，夏季降水日数较多，冬季较少。历年日最大降水量为 320.9mm，出现在 2015 年 10 月 4 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~9 月份。

（3）相对湿度

本区域海域相对湿度较高，多年平均值为 84%，1~9 月平均相对湿度较大，多年月平均都在 82%及以上，3~4 月相对湿度最大，多年月平均为 90%，10 月至 12 月平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 79%及以下，11~12 月平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为 78%，本站观测到极端最小相对湿度为 16%，出现在 2013 年 12 月 30 日。

（4）能见度

硃洲海洋站海域能见度较好，多年能见度平均值为 22.4km，5~8 月份平均能见度较大，多年月平均都在 28km 以上，7 月份能见度最大，多年月平均为 35.2km，1~3 月份平均能见度较小，多年月平均在 12.7km 及以下，本站观测到极端最小能见度为 0.1km，11 月至翌年 5 月都有出现。

（5）风况

硃洲海洋站地处季风区，累年平均风速 3.5m/s，年主导风向为东向和东北东向，出现频率均为 13.7%和 12.8%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行东北东向风，春季仍以东南东和偏东风居多，夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 18.9%。常年平均风速变化不大，其平均值在 3.1m/s~3.7m/s 之间。其中 8 月份的平均风速最小，多年平均值为 3.1m/s。历年最大风速为 47.0m/s，风向偏西，出现在 2015 年 10 月 4 日。

硃洲海洋站强风向为西向，最大风速为 47.0m/s；次强风向为南南东向，其

最大风速为 30.0m/s。常风向为东向，累年出现频率为 13.4%，其对应风向的平均风速为 3.1m/s，最大风速为 23.0m/s。常年最少风向是西南西、西北西、西北，其出现频率为 1.4%。其余各风向常年出现频率分布在 1.7%~12.5% 之间。

硃洲海洋站大风（≥8 级）在一年四季除了 1~2、12 月份外均可出现大风，其中 5、12 月份最少，大风日数仅 1 天，8~9 月最多，大风日数达 5 天，大风日数年平均为 3.6 天。

（6）海雾

硃洲海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为 30 天，各月平均雾日数，1~4 月份平均雾日较多，多年月平均雾日都在 4.4 天以上，3 月份雾日最多，多年月平均为 10.0 天，6~10 月份平均雾日较少，多年月平均不到一天，其中 6、8~10 月份没有雾日。

4.1.2 自然灾害

影响项目所在海域的自然灾害有热带气旋、风暴潮增水、地震等。

（1）台风

湛江位于南海北部，是受热带气旋影响较为严重的地区之一，平均每年有 1.9 个热带气旋影响湛江地区；年最多为 5 个，热带气旋 8 月出现最多，占 27%，其次是 9 月占 24%。据中国天气台风网统计，2013 至 2019 年间，共计 9 个台风从粤西登陆，其中影响最为严重的是台风“威马逊”和台风“彩虹”。台风具体情况统计如下表 4.1.2-1。

表4.1.2-1 2013至2019年影响粤西海域的台风统计表

| 年份 | 名字 | 登陆点 | 登陆时间 | 风级 |
|--------|-------------|--------|------------|-------------|
| 2013 年 | 1306 温比亚 | 湛江市东海岛 | 2013-07-02 | 28m/s（10 级） |
| 2013 年 | 1311 尤特 | 阳江市阳西县 | 2013-08-14 | 42m/s（14 级） |
| 2014 年 | 1409 威马逊 | 湛江市徐闻县 | 2014-07-18 | 55m/s（16 级） |
| 2014 年 | 1415 海鸥 | 湛江市徐闻县 | 2014-09-16 | 40m/s（13 级） |
| 2015 年 | 1522 彩虹 | 湛江市坡头区 | 2015-10-04 | 50m/s（15 级） |
| 2016 年 | 1608 电母 | 湛江市徐闻县 | 2016-08-18 | 20m/s（8 级） |
| 2017 年 | 1720 卡努 | 湛江市徐闻县 | 2017-10-16 | 25m/s（10 级） |
| 2018 年 | 1823 号台风百里嘉 | 湛江市坡头区 | 2018-9-13 | 20m/s（8 级） |
| 2019 年 | 1907 号台风韦帕 | 湛江市坡头区 | 2019-8-1 | 23m/s（9 级） |

根据《2020 年广东省海洋灾害公报》，2020 年，广东省海洋灾害以风暴潮

灾害为主，海浪灾害、赤潮灾害、海平面变化、海岸侵蚀和咸潮入侵等均有不同程度发生。各类海洋灾害给广东省沿海经济社会发展和海洋生态带来一定影响，共造成直接经济损失 0.49 亿元，未出现人员伤亡情况。其中，风暴潮灾害造成直接经济损失 0.49 亿元。2020 年，广东省沿海共发生风暴潮过程 5 次，其中 2 次风暴潮过程致灾，预警级别为黄色，分别为 2007 号“海高斯”台风风暴潮和 2017 号“沙德尔”台风风暴潮；1 次过程达到蓝色预警级别，为 2016 号“浪卡”台风风暴潮。其余风暴潮过程均为蓝色预警级别以下。2020 年 8 月 19 日 6 时前后，台风“海高斯”在广东省珠海市金湾区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级（35 米/秒），中心最低气压为 970 百帕。粤西沿岸各海洋站观测到 30-45 厘米的最大风暴增水，各站最高潮位均在当地蓝色警戒潮位以下，受“海高斯”台风风暴潮影响，广东省直接经济损失 0.49 亿元。

2020 年本项目所处海域未受风暴潮灾害影响导致经济损失。

根据《2021 年广东省海洋灾害公报》，2021 年，广东省沿海共发生风暴潮过程 6 次，2 次造成灾害，分别为 2107 号“查帕卡”台风风暴潮和 2118 号“圆规”台风风暴潮，共造成直接经济损失 0.28 亿元，未造成人员死亡失踪。2107 号“查帕卡”台风风暴潮造成直接经济损失最为严重，为 0.18 亿元，占风暴潮灾害全年直接经济损失总额的 64%。据统计，2021 年风暴潮灾害造成全省 15 人受灾，紧急转移安置 5075 人，倒塌房屋 9 间，水产养殖受灾面积 185.72 公顷，损失水产养殖数量 224 吨，养殖设备、设施损失 2 个，毁坏渔船数量 2 艘，损坏渔船数量 10 艘，损坏码头数量 7 座，损坏码头长度 0.02km，损毁海堤、护岸数量 7 座，损毁海堤、护岸长度 0.27km，淹没农田面积 116.67 公顷。

2021 年 10 月 13 日 15 时 40 分前后，台风“圆规”在海南省琼海市沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级（33m/s），中心最低气压为 975 百帕粤西沿岸各海洋站观测到 90—215cm 的最大风暴增水，其中海安站达到当地黄色警戒潮位。

2021 年本项目所处海域未受风暴潮灾害影响。

根据《2022 年广东省海洋灾害公报》，2022 年，广东省共发生风暴潮过程 5 次，其中 2 次造成直接经济损失；近海发生灾害性海浪过程 10 次；发现赤潮 14 次，累计面积 252.00km²；沿海海平面较常年高 99mm；沿海区域均存在海岸侵蚀现象，近十年来粤西地区较为严重；珠江口区域出现咸潮入侵现象；海水入

侵现象主要出现在深圳市西部地区，零星分布于惠州市、阳江市、茂名市和湛江市。湛江市主要海洋灾害损失统计为 0 万元。

2022 年本项目所处海域未受风暴潮灾害影响。

根据《2023 年广东省海洋灾害公报》，2023 年，广东省共发生风暴潮过程 4 次，其中 2 次造成直接经济损失；近海发生灾害性海浪过程 12 次，海浪灾害过程 1 次；发现赤潮 6 次，累计面积 20.00km²；沿海海平面较常年高 54mm；沿海区域部分岸段存在海岸侵蚀现象，其中惠州市、江门市、湛江市部分监测岸段海岸侵蚀程度较 2022 年有所增加；珠江口区域出现咸潮入侵现象；湛江市和汕尾市监测到海水入侵现象。其中湛江市因风暴潮、海浪灾害造成直接经济损失 0.63 亿元。2023 年 7 月 17 日 22 时 20 分前后，“泰利”以台风级强度在广东省湛江市南三岛沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 13 级（38 米/秒），中心最低气压 965 百帕。粤西沿岸潮（水）位站观测到 70-140 厘米的最大风暴增水，其中北津站、闸坡站和水东站出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位；珠江口沿岸潮（水）位站观测到 55-120 厘米的最大风暴增水，其中珠海站出现了达到当地黄色警戒潮位的高潮位，赤湾站、黄埔站、横门站、三灶站和台山站出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位；其余各站最高潮位均在蓝色警戒潮位以下。受“泰利”台风风暴潮和近岸浪的共同影响，广东省直接经济损失合计 0.79 亿元。

2023 年本项目所处海域未受风暴潮灾害影响。

（2）地震

1) 区域地震

地震资料包括历史地震资料及区域性地震台网地震资料。其中历史地震资料（ $M \geq 4.7$ ）主要取自《中国历史强震目录（公元前 23 世纪～公元 1911 年）》（国家地震局震害防御司编，1995）和《中国近代地震目录（公元 1912～1990 年 $MS \geq 4.7$ ）》（国家地震局震害防御司编，1999），1990 年以后的强震目录从《中国地震台网观测报告（1991～2006 年）》（中国地震局地球物理研究所编）以及《中国地震详目（2007 年）》（中国地震局分析预报中心汇编）中续补。

区域性地震台网地震资料主要取自《中国地震详目（1970～2007 年）》（中国地震局分析预报中心汇编），并参考广东省地震台网的速报目录续补。目前，广东省地震台网的测震能力已达到测定震级下限 ML2.0 级地震的要求，观测精

度也显著提高，其中省内重点监视区还能测定震级下限为 ML1.5 级的地震。

据统计，场地附近 1067~2007 年共记录到破坏性地震 ($M \geq 4.7$) 30 次，其中 6.0~6.9 级地震 3 次；5.0~5.9 级地震 13 次；4.7~4.9 级地震 14 次。

2) 地震活动空间分布特征

从区域地震分析，区域地震的空间分布显示了明显的不均一性，中强地震震中大致沿北东和北西两个方向展布，在河源、阳江、海丰、肇庆及广州、佛山一带地震较为集中，显示出区域历史地震活动与北东、北西和北东东向断裂构造的密切相关性。

区域性地震台网地震震中分布图表明，1970 年以来的区域现今小震活动与历史地震活动的空间分布特征基本一致，现今地震分布与区域的北东、北西和近东西向三组断裂构造密切相关。例如历史上发生过中强震的河源、海丰、阳江等地区就处于上述三组断裂的交会部位，现今小震活动频繁，表现了地震活动的继承性。广东沿海地区小震活动相对活跃，其中阳江、恩平、台山、海丰都曾发生过频度较高的小震震群。区域内及其附近的中强地震震源深度一般为 5~23km，河源地区震源深度多数为 4~8km，江西寻乌、龙南震源深度为 9~23km，1962 年河源 6.1 级和 1969 年阳江 6.4 级，震源深度均为 5km，总之，本区地震均属发生于地壳内的浅震。

3) 地震活动时间分布特征

东南沿海地震带 $M \geq 4.7$ 级的地震活动在时间上具有明显的周期性，即以低潮期和高潮期交替出现为其主要特征。从序列分布来看，自 1400 年以来存在着两个地震活动周期，即 1400 年至 1710 年为第一活动周期，1711 年至今为第二活动周期。进一步研究自 1400 年来两个地震活动周期地震序列随时间的发展过程可以看出：每一活动周期都可以明显地划分成四个阶段，即平静阶段、加速释放阶段、大释放阶段和剩余释放阶段。

第一活动周期的地震序列，明显展现了本带一个典型的完整的周期过程，第二活动周期则尚未完结。对比二个活动周期的过程，考察其序列的时间分布和能量释放的情况得知：1600~1605 年和 1918~1921 年分别为两个活动周期的高潮期，即大释放阶段，两者相距的时间与完整的第一活动周期所经历的时间相当一致，大约为 310~320 年。目前，东南沿海地震带处于第二活动周期的剩余释放阶段，仍存在发生 6 级左右地震的危险。预计该活动周期将延续到 2020~2031

年前后，然后进入第三活动周期的平静阶段。

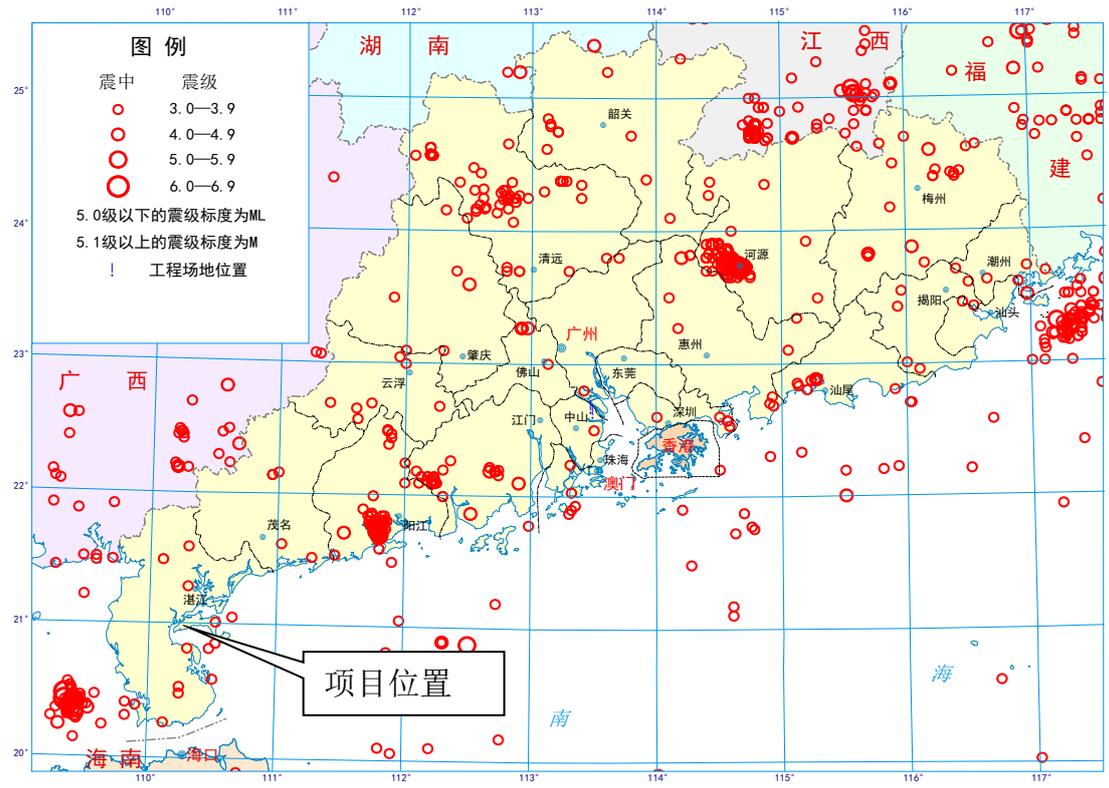


图4.1.2-1 区域性地震台网地震震中分布图 (ML \geq 3.0, 1970~2007年)

4) 场地附近地震活动性

自1970年广东省地震台网建立以来至2007年底，在场区附近共记录到ML \geq 1.5级地震28次，其中ML \geq 3.0级地震仅有2次，图2.2.2-1显示现今小震零散分布在场区附近区域，本区范围内现今地震活动相对较弱，活动频度也较低。

根据湛江市地震台网报道，2022年8月13日03时05分在湛江市雷州市龙门镇(北纬20.62度，东经109.95度)发生ML2.9级地震，震源深度10km；2023年02月16日12时43分，在广东湛江市遂溪县附近海域(北纬21.35，东经109.62)发生M2.3级地震，震源深度10km，震中位于湛江市遂溪县附近海域，距离遂溪县城65km，距离湛江市市区76km；2023年5月22日19时56分，在麻章区海域(北纬20.81度，东经110.53度)发生3.1级地震，震源深度16km。震中距离湛江市市区约54km，距离湛江市麻章区硃洲镇约10km，距离最近的行政村麻章区硃洲镇南港村约8km；2023年6月24日3时7分36秒北部湾(北纬20.72度，东经109.07度)发生5.0级地震，震源深度20km，距离雷州市企水镇人民政府84km，雷州市城区119km，湛江市城区159km。雷州、吴川、廉江部分市民来电反映有震感。

根据项目现场踏勘以及咨询周边鱼塘养殖户情况，上述湛江市所发生地震并未对鱼塘养殖以及围塘围堤等安全造成不良影响，可见周边震源距离本项目建设位置较远，一般情况下，项目建设受地震灾害影响较小。

4.1.3 海洋水文

本项目红树林生态修复主要位于养殖围塘内，因此，种植区域（围塘）内的海洋水文条件与项目周边海域水文条件存在差异。

4.1.3.1 项目周边海域潮汐及水位

(1) 资料来源

本节内容主要引用硃洲海洋站的潮位实测资料(2002年1月~2019年12月)统计分析结果。

(1) 基面关系

硃洲海洋站各基面关系见图 4.1.3-1。

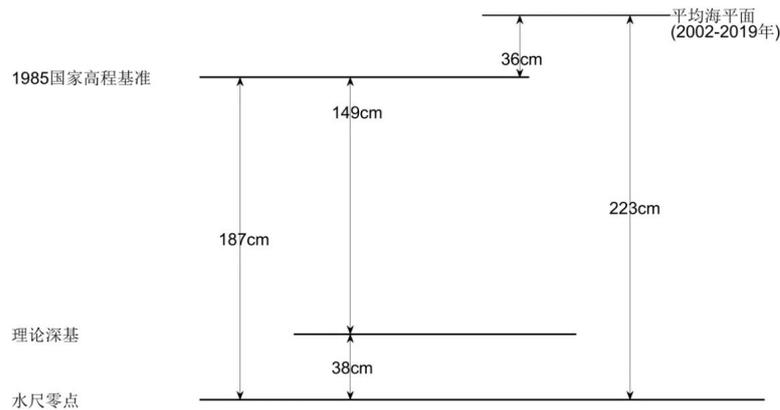


图4.1.3-1 硃洲海洋站基准面关系图

(2) 潮汐性质

根据硃洲站 2002 年 1 月~2019 年 12 月的潮位观测数据，计算得其潮型系数为 1.02，据此判断硃洲海域潮汐性质属于不规则半日潮，即在一个太阴日内有两次高潮和两次低潮，且两次高潮和低潮的潮高不等，潮时也不等。

(3) 潮汐特征

根据硃洲海洋站 2002 年 1 月~2019 年 12 月的潮位实测资料统计结果，年平均潮位为 185cm（理论深度基面，下同）；平均高潮位 281cm，平均低潮为 142cm；最高潮位为 526cm，最低潮位为-35cm；平均潮差 139cm，最大潮差 311cm。

4.1.3.2 项目区周边海域海流情况

(1) 潮流

项目区海域位于湛江东侧，与我国南海直接相连。基本不受河流影响，水流动力主要以潮汐水流作用为主。由于潮流受自然地形的制约，呈现典型的往复流动形式。潮流流速秋季较大，春季较小。涨潮流速小于落潮流速，表层流速大于底层流速。

(2) 波浪

项目区外海海域波浪主要受台风和季风影响，该海域东临南海，海水水域开阔，波浪主要以风浪为主，其频率可达 80%，涌浪次之，占 20%。冬季常浪向为 ENE，出现频率为 33.4%，夏季常浪向为 SE 和 SSE，频率分别为 22.4% 和 19.3%。多年平均浪高 0.9m，最大波高 9.8m，为台风过境时产生。雷州半岛东部海域近年统计波浪玫瑰图如下图。

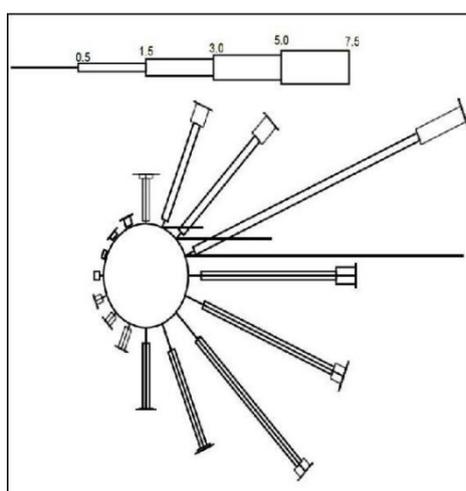


图 4.1.3-2 项目区海域波高玫瑰图

表 4.1.3-1 本区域月（年）波高统计表（单位：m）

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 平均 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 0.9 |
| 最大 | 3.3 | 3.0 | 3.2 | 3.6 | 4.2 | 4.6 | 9.8 | 7.1 | 9.0 | 5.3 | 8.1 | 3.1 | 9.8 |

(3) 水温

项目区海域年平均水温在 24.1℃，年变化呈现单峰型特征。平均年差在 11.5℃左右，月平均最高水温一般出现在 7、8 月，平均为 28.9℃；月平均最低水温一般出现在 1、2 月，平均为 17.4℃。春夏季通常为升温期，其中 4~5 月最大升温达 4.3℃/月。月最高水温在 8 月，达 31.8℃，5~10 月最高水温可达 30.4℃，

其余月份不高于 28.2℃。年最低水温集中在 12~翌年 2 月，平均水温为 11.9℃。

4.1.4 地形地貌特征

工程区地处华南板块，根据图 4.1.4-1 大地单元分区图可知，场址区位于雷琼断陷盆地，四会-吴川深断裂带在场区西北侧穿过。

(1) 雷琼断陷盆地

琼州海峡深断裂带控制的断陷盆地见于琼州海峡两侧的雷南、琼北地区，北起遂溪大断裂，南及王五-文教大断裂，面积 16000km² 为新生代大陆玄武岩所覆盖，称为雷琼断陷盆地。该断陷盆地由白垩、第三系和第四系所组成，并构成东西向的凸起和凹陷。雷州半岛的凹陷，北部为湛江凹陷，面积 970km²，沉降幅度约 1000m。

(2) 吴川-四会深断裂带④

是省内一条重要的深断裂带，斜贯广东的中、西、北部，在广东境内全长超过 800km，总体呈 20~40° 方向延伸，影响宽度 15~20km。西南段明显分为两支，其中一支进入吴川后，潜伏于雷琼断陷之下，在海康乌石港附近插入北部湾；另一支沿阳江织篦断裂下海而进入大竹洲岛。该断裂带在粤西区是二级构造单元的分界线；在粤北区乳源和翁源是四级构造单元的分界线。

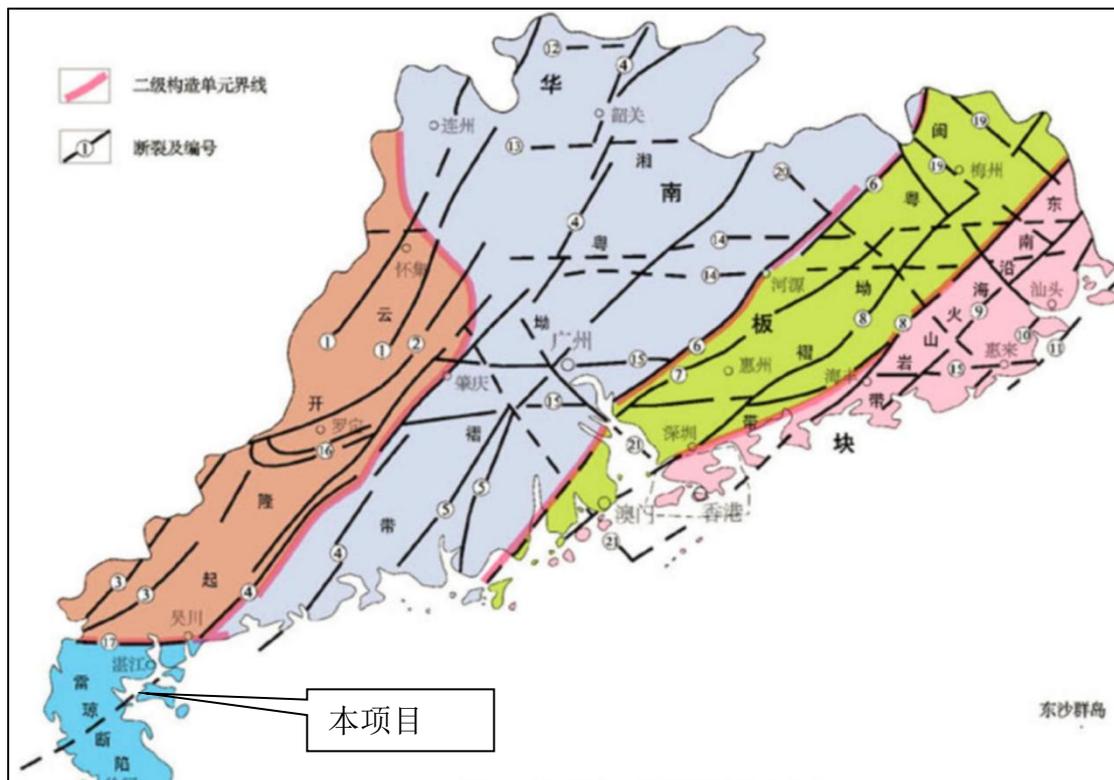


图4.1.4-1 大地构造单元分区图

多年来,拟种植红树林区域未进行大范围改造,除有人工修筑土堤及围塘外,基本无大型人工建筑及改造痕迹。

4.1.5 区域地质及岩性

4.1.5.1 区域地质状况

项目区域为滨海+丘陵台地,地形平缓。建筑物稀少,人流车流较少。

场地开阔,交通运输方便。工程区在区域构造位置上处于华南褶皱系雷琼断陷盆地中部。雷琼断陷盆地形成于新生代,基底为华南粤西加里东褶皱变质岩体(寒武系)的延伸部分。加里东运动以后,雷州半岛长期处于隆起剥蚀状态;至印支运动期半岛北部局部有中、酸性岩浆侵入;燕山运动晚期,基底断裂活动控制了白垩纪局部断陷盆地沉积并伴随中、酸性岩浆侵入及火山喷发;喜马拉雅运动期,雷琼地区地壳受到来自上地幔物质。

隆起底部热构造力及区域构造应力场的共同作用,地壳呈南北向拉张减薄,基底在断裂控制下形成东西向雷琼断陷盆地,盆地北侧以遂溪大断裂为界,南侧被琼北的王五一文教大断裂所限,东、西两侧分别与新生代湛江拗陷和北部湾拗陷相连。拟建场地属滨海台地地貌,地面较为平坦,起伏较小。至第四系以来未发现断裂活动痕迹,构造活动诱发的地震、地陷,岩土层走滑错动和位移等在该场地基本不会发生,综合判断该场地为构造稳定型场地,适宜开展工程建设。

4.1.5.2 地层岩性

项目周边主要为连片鱼塘,局部区域土层长期浸水,呈饱和状态,鱼塘底质主要为淤泥或淤泥质土,在人为排水的情况下可见底部淤泥,鱼塘底质淤泥主要由围塘历史建设时的人工素填土以及历史河漫相沉积,在水流环境下沉积的细粒土等形成,鱼塘底质淤泥大部分呈灰色,土质相对较为均匀,且由于长期鱼塘养殖,含有机质。

根据区域地质资料,本项目所处区域出露地层由新至老依次为:

(1) 第四系海漫滩沉积(Q_e^m)含砂淤泥夹中细砂;含砂淤泥,灰褐色,软塑-流塑,稍有光滑,干强度和韧性中等,土质不均,含砂,具臭味;中细砂,灰白色,稍密,饱和,砂质较均,主要矿物成分为石英、长石。分布在场区大部区域,厚度约3.0~5.0m。

(2) 第四系海成风成 (Q_e^{meol}) 中细砂夹淤泥质粘土: 灰白色, 饱和, 中密, 砂质不均匀, 局部夹亚砂土。厚度约 5.0~8.0m, 分布在场区大部区域。

(3) 第四系湛江组 (Q_{az}) 砂砾层夹粘土层: 杂色, 中密-密实状, 饱和状态, 以细砾为主, 粒径一般为 0.2-1.0cm, 母岩成分为强风化泥岩、砂岩。该地层为下伏地层, 在整个场区均有分布, 厚度>100m。

4.1.5.3 不良地质作用以及特殊性岩土

(1) 不良地质作用

场地及周边未见不良地质灾害发育。

(2) 特殊性软土

根据现场调查资料, 场区分布有连片的围塘, 局部区域土层长期浸水, 呈饱和状态。区域内存在软土, 主要表现为淤泥或者淤泥质土。

4.2 工程区域自然资源概况

4.2.1 红树林资源状况

4.2.1.1 湛江市红树林资源

1990年1月, 广东省人民政府以粤办函〔1990〕13号文批准成立湛江红树林省级自然保护区, 主要保护对象为沿海滩涂红树林及鸟类。1992年经广东省林业厅批准, 在廉江市高桥镇设立保护区管理站, 以管理廉江市的高桥、车板两镇的红树林为主, 管辖面积2000公顷。1995年, 由湛江市人民政府申请扩大保护区管理范围和面积, 由省级升为国家级。1997年12月8日, 国务院国函〔1997〕109号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。2002年1月1日, 湛江红树林湿地又被正式批准列入国际湿地名录。广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端, 广东省雷州半岛沿海滩涂, 跨徐闻、雷州、遂溪、廉江、吴川五县(市)以及麻章、坡头、东海、霞山四区, 呈分散状带状分布。东至坡头区乾塘镇的大沙墩, 西至雷州市企水镇的企水港, 南至徐闻县五里乡仕尾村鱼尾海湾, 北至廉江市高桥镇高桥河河口咸淡水交界处。地理坐标为 $109^{\circ}40' \sim 110^{\circ}35'E$, $20^{\circ}14' \sim 21^{\circ}35'N$ 的沿海地带, 总面积 20278.8hm^2 。保护区管理机构名称为“广东湛江红树林国家级自然保护区管理局”。

湛江红树林国家级自然保护区是我国生物多样性保护的关键性地区和国际湿地生态系统就地保护的重要基地。目前湛江红树林国家级自然保护区共记录到

红树植物 26 种，其中真红树植物 15 种，半红树植物 11 种；广东省珍稀濒危红植或半红树物种共 8 种：包括榄李(*Lumnitzera racemose*)、角果木(*Ceriops tagal*)、小花老鼠簕 (*Acanthus ebracteatus*)、尖叶卤蕨 (*Acrostichum speciosum*)、银叶树 (*Heritiera littoralis*)、玉蕊 (*Barringtonia racemosa*)、海滨猫尾木 (*Dolichandrone spathacea* (L.f.) Seem.) 和钝叶臭黄荆 (*Premna obtusifolia*)。

湛江市红树林群系中，白骨壤群系的分布面积最大，其次为无瓣海桑群系，再次为红海榄群系、桐花树群系、木榄群系和秋茄群系，其他群系面积较小。

湛江红树林群落类型（群丛）中白骨壤群落的分布面积最大，其次为无瓣海桑-白骨壤群落，再次为无瓣海桑群落、白骨壤-桐花树群落、无瓣海桑-桐花树、红海榄+白骨壤群落、红海榄+秋茄-桐花树群落、桐花树群落等，老鼠簕群落、角果木+红海榄-白骨壤群落、拉关木群落所占面积较小。



图 4.2.1-1 广东湛江红树林国家级自然保护区分布图

4.2.1.2 湛江市珍稀濒危红树植物和古树群落分布

根据世界自然保护联盟 (IUCN) 的标准, 我国有 20 种濒危红树和半红树植物, 湛江市珍稀濒危红植或半红树物种共 7 种: 角果木、榄李、小花老鼠簕、尖叶卤蕨、银叶树、玉蕊、钝叶臭黄荆。其中榄李主要分布在徐闻县和雷州市; 角果木分布在徐闻; 尖叶卤蕨分布在廉江市良垌镇鸡笼山脚下; 小花老鼠簕仅见于廉江市沿海滩涂; 银叶树分布于雷州市九龙山国家湿地公园和廉江市良垌镇坡头村和鸡笼山; 玉蕊分布于遂溪县城月河两岸 (流经官田村、西边村、卜巢村的河段) 和雷州市九龙山国家湿地公园。

1) 榄李

榄李是红树林中的嗜热窄布种, 主要分布在我国海南岛和台湾岛南部, 在广东省仅在湛江市徐闻县和雷州市以及惠州市惠东县有少量分布。调查发现, 榄李在徐闻县角尾乡、迈陈镇和西连镇大量地点都有分布, 在雷州市英利镇马留盐田和覃斗镇海尾村也有分布。湛江市榄李分布总面积约 15.8ha, 数量可能超过十万棵。其中分布数量最多的是徐闻县角尾乡南极村, 潮沟带状分布或连片分布。湛江市的榄李成树高 2m~3m, 最大基径达 13cm, 散生于潮沟边或废弃围塘四周的高潮带或偶尔能淹到水的潮上带。

2) 角果木

角果木是嗜热窄布种, 适合生长于高潮带。在我国角果木自然 布于海南、广东、广西和台湾省, 由于海岸带生境破坏, 广西和台湾的角果木已消失, 湛江徐闻县的角果木是中国大陆仅存的角果木群落。在徐闻县迈陈镇的三个地点分布有角果木。其中在北街养殖场附近的红树林内缘毗邻围塘的高潮带分布一片面积约 0.49ha 的角果木与白骨壤混交群落, 约 460 棵角果木成树, 高 2m~3m, 基径 3.5cm~7.6cm; 在仕寮村附近的红树林内缘毗邻潮沟边发现一小片面积约 133m²的角果木与白骨壤混交群落, 约 60 棵角果木成树, 角果木植株下可见大量幼苗, 幼苗密度约 50 棵/m²; 在海丰村潮沟发现一棵角果木幼树 (高 1m)。

3) 银叶树

湛江市的银叶树分布于雷州市九龙山国家湿地公园和廉江市良垌镇坡头村和鸡笼山, 总共不到 100 棵。生长于潮沟边较高处 (只有特大潮才能浸淹到) 以及村庄边靠近大堤的位置。成树高 6m~8m, 胸径 8m~21cm。野外只见成树, 未见幼苗, 但九龙山湿地公园已开始人工繁育银叶树幼苗, 以期扩大种群规模。

4) 玉蕊

玉蕊既可以生长于受潮汐影响的河流两岸或有淡水输入的红树林内缘,也可以在完全不受潮汐影响的陆地生长。中国大陆仅广东湛江和广西有少量分布。被列入《世界自然保护联盟红色名录》(IUCN)中,保护级别为濒危(EN)。湛江市的玉蕊天然分布于流牛滩湿地和雷州市九龙山国家湿地公园。

遂溪县流牛滩湿地新发现的玉蕊群落,是目前全国范围内记录的面积最大、数量最多、同时也是分布最北的玉蕊群落。在对该区域的调查中,统计到玉蕊共有 6780 株,分布面积约 5ha;成年玉蕊树龄大多为 8~25 年,高度为 3m~6m,胸径为 8cm~26cm,多分布于流牛滩湿地的北区。该玉蕊群落的分布趋势为由北向南逐渐减少,总体上为沿河岸零散分布,也存在远离河岸单株生长的玉蕊;同时发现与玉蕊群落共生的植物有无瓣海桑、老鼠簕及卤蕨等红树植物,也有芦苇等挺水植物。

九龙山湿地公园内目前近 100 棵天然玉蕊,高 3m~6m,胸径 3cm~16cm,湿地公园已经开始人工培育玉蕊幼苗,以期扩大种群数量。据湿地公园管理人员介绍,2021 年夏季之前湿地公园内有 1000 多株天然玉蕊,但是 2021 年夏季一场洪水已经把连片分布的玉蕊种群冲毁,仅剩零星分布在公园内的植株。

5) 尖叶卤蕨

尖叶卤蕨仅在廉江市良垌镇鸡笼山脚下红树林与陆地交界处(110°22'30.55"E, 21°25'45.01"N)发现,生长于潮上带,比海漆、黄槿的潮位稍高。分布面积约 240m²,约 200 棵,高 0.7m~1m。

6) 小花老鼠簕

小花老鼠簕是多年生草本或小灌木真红树植物,高达 1.5m。生长在红树林内缘的高潮带。小花老鼠簕仅见于廉江市沿海滩涂,其中在九洲江口发现我国大陆成片分布面积最大的小花老鼠簕种群,面积近 1ha,但受到鱼藤蔓延覆盖的影响以及当地村民的挖掘破坏,亟待加强保护。

7) 钝叶臭黄荆

马鞭草科攀援状灌木或小乔木,叶背密生腺点,捻揉叶片会有股特殊的气味,臭黄荆由此得名。半红树植物,多生长于海岸灌丛或大潮可以淹及的海岸林林缘。对土壤有广泛的适应性,枝叶青翠,明亮富光泽,耐修剪,是优良的滨海绿化植物,适用于花坛美化、绿篱或盆景。

自然条件下钝叶臭黄荆多零星分布，未见连片分布，多见于海岸高潮带上缘的沙地、砾石堆、鱼塘堤岸，是海岸灌丛的成分之一，但野外个体数量很少。

4.2.2 海洋交通资源

(1) 港口资源

湛江市拥有大小港湾 107 处，港口资源优势最为突出的是湛江湾、海安港和流沙湾。湛江市港口主要有调顺岛、坡头、廉江、遂溪、雷州、徐闻等 9 个港区。除此之外，湛江还有大小渔港 32 处，其中硃洲渔港被确定为国家中心渔港，企水渔港为国家一级渔港，草潭渔港为省一级渔港。此外还有北潭、龙头沙、江洪、三吉、乌石等重要渔港。目前渔港都已经具有一定建设规模，是海洋捕捞的重要基地之一。

距离本项目最近的港口为项目东北面的湛江港。

湛江港是我国大西南地区货物进出口的主要通道，是国内外著名的天然良港，素以“大、深、阔、掩护好”闻名。

湛江港自开港以来，发展迅速，已成为中国沿海 25 个主要港口之一、“一带一路”战略支点港口、西南沿海港口群的主体港、中西部地区货物进出口的主通道和中国南方能源、原材料等大宗散货的主要流通中心。

湛江港的自然条件十分优越，可利用岸线长，东起鉴江口、西至雷州市界，包括湛江市区、郊区、沿海地区，岸线长度 359.3km，占全市岸线的 31.1%，湾内水深、港阔、风浪小，泥沙回淤少，主航道水深 10.5m 以上。

截至 2020 年底，湛江港拥有调顺岛、霞海、霞山、宝满、东海岛、坡头、廉江、遂溪、徐闻等 11 个港区，形成生产性泊位岸线总长 15.9km、泊位 147 个，其中万吨级以上深水泊位 42 个，综合年通过能力 3.45 亿 t，其中集装箱 80 万 TEU（折合 960 万 t），滚装汽车 628 万辆（折合 12450 万 t），旅客通过能力 3178 万人次。

湛江港湾内有万 t 级以上常用锚地 18 处，小型船舶锚泊区 8 处，湾外另设万 t 级以上锚地 3 处，均设在雷州湾之外：

1) 第一引航锚地（万 t 级），以 $20^{\circ} 58' 03'' N$ ， $110^{\circ} 37' 18'' E$ 为圆心，以 740m 为半径的圆形水域内，水深 12.8m，泥底，可供 3 艘 5 万 t 级船舶锚泊。

2) 10 万 t 级引航锚地, 位于龙腾航道入口处东南约 16.8km 处, 以 20° 57' 00" N, 111° 00' 00" E 为中心, 半径 1.5 海里的水域范围, 面积为 24.24km², 水深约 20m, 底质为淤泥, 可供 33 艘 10 万 t 级船舶锚泊。

3) 30 万 t 级过驳锚地 (航道建成后改为引航锚地), 位于进港航道入口处东南约 30km, 以 20° 57' 00" N, 111° 10' 00" E 为中心, 半径 3 海里的水域范围, 面积为 96.98km², 锚地水深 30~33m, 底质为沙泥, 可供 9 艘 30 万 t 级船舶候潮锚泊。

目前湛江港主航道底标高: 外航道为 21.6m; 内航道为 21.9m; 30 万吨级船舶可乘潮进出。湛江港已成为华南沿海航运条件最好的港口。

(2) 航道资源

湛江市拥有湛江港航道、海安港航道、粤海铁路北港航道、流沙港航道等深水航道, 还包括外罗、安铺、乌石、营仔等通向渔港和内河的小型船舶通航航道。

4.2.3 岛礁资源

据统计, 湛江共有大大小小 104 个岛屿 (含暗沙), 其中最为有名的为“五岛一湾”: 特呈岛、南三岛、东海岛、硇洲岛、南屏岛和湛江湾, 总面积 1130.68 平方千米, 海岛面积 475 平方千米, 海域面积约 515 平方千米, 园区海岸线长达 241 千米。

其中, 东海岛面积达 289.49 平方千米, 是广东第一大岛, 距湛江市区中心约 1 小时车程, 岛上地势平坦, 植被覆盖率超过 50%, 拥有中国第一长滩, 已开发为省级滨海旅游示范景区, 是湛江的现代工业新城, 也是鉴江供水工程的主要供水地;

南三岛面积 123.4 平方千米, 是广东省第二大岛, 建有南三大桥与市区相连, 交通便捷, 岛上沙滩绵长, 风光秀丽, 植被覆盖率超过 50%, 开发强度较低, 适宜开发海洋休闲娱乐项目, 鉴江供水工程横穿全岛, 水资源能充分保障。

硇洲岛面积 56 平方千米, 是中国第一火山岛, 火山地貌景观独特, 历史遗迹众多, 全岛植被覆盖率超过 75%, 以农业开发为主;

特呈岛面积 3.6 平方千米, 距市区最近, 仅 8 分钟船程, 全岛植被覆盖率超过 75%, 红树林、温泉和海洋湿地资源丰富独特, 是国家级海洋公园, 已开发为省级滨海旅游示范景区;

南屏岛面积约 2.58 平方千米，是首批列入国家开发目录的无人居住海岛，尚未进行任何开发。

岛屿基本均属堆积地貌，植被茂密，地形较缓。各岛古海蚀阶地和海蚀蘑菇等景观随处可见。

4.2.4 旅游资源

湛江市于1959年获得花园城市的称号。全市有104个岛屿、暗沙。拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

湛江海岸线砂质岸线绵长，有13段优质沙滩（王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硇洲岛东岸、笏斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙）可供旅游开发，总长达150多km。

湛江市拥有迷人的海滩、岛屿和南亚热带风光，已开辟的滨海旅游区有东海岛龙海天、吴川吉兆、南三岛、徐闻白沙湾，其中东海岛龙海天和吴川吉兆是省级旅游区。

南三岛2014年被评为广东“十大美丽海岛”，岛内人文资源丰富，有广州湾靖海宫、越王祠、南三灯塔、龙女庙、洗吴庙、红坎岭法军南营旧址等古迹。目前南三岛正全力推进高端旅游项目的开发，未来南三岛将成为以滨海度假、冬休养老、邮轮母港为特色，集高端居住、商务会议、休闲度假、养生康体、主题游乐于一体的多元化亚热带滨海休闲海岛。

硇洲岛：硇洲岛是国家级试点镇中唯一的海岛镇，全岛陆地面积56km²，海岸线长43.98km，是湛江港的天然屏障。硇洲岛是湛江市的岛外之岛，风景秀丽，一年四季气候宜人。这里人杰地灵，物产丰富，盛产闻名世界的硇洲鲍鱼、龙虾等名贵水产。

硇洲岛上有一座百年古灯塔——硇洲灯塔。此灯塔是世界目前仅有的两座水晶磨镜灯塔之一（与英国伦敦灯塔齐名），也是世界目前的三大灯塔之一。硇洲灯塔是国家级航海标志，现为全国重点文物保护单位。此外，其人文历史景观及自然景观还有宋王井、窦振彪墓、那晏海石滩、东海头海底世界、津前天后宫等。

4.2.5 矿产资源

湛江市矿产资源较丰富。据《湛江市矿产资源总体规划（2021-2025年）》，湛江市全市共发现矿产种类41种，矿产地（点）348处。截至2020年底，已查明资源储量的矿产种类19种，矿产地65处。金属矿产资源主要分布在廉江，以钛、铁、铅、锌、钨、金、银为主要矿产，共伴生铜、钼等矿种。徐闻县柳尾砂钛矿、廉江市南和钨钼矿和廉江市庞西垌矿区银矿床为中型矿床，其余为小型矿床。经长期开采和资源消耗，金属矿产已停止开采。

截至2020年，湛江市全市矿山企业42个，金属矿山1个，非金属矿山41个；大型矿山3个，中型矿山12个，小型及以下矿山27个。生产矿山27个，以饰面用花岗岩、建筑用花岗岩、建筑用砂、高岭土、玻璃用砂和矿泉水等为主。矿山企业从业人员1303人，年产矿石总量2139万吨，实现矿业产值4.92亿元，综合利用产值2184万元，利润3018万元。其中建筑石料产量1375.782万立方米，占总产量的98.99%。综合利用产值较高和产生利润较多的矿种是建筑用花岗岩、饰面用花岗岩、建筑用玄武岩、建筑用砂和玻璃用砂。

4.2.5 渔业资源

湛江市地处热带、亚热带的过渡区域，终年水温较高，光线充足、水质肥沃，海洋环境多种多样，生物种类也非常丰富，曾经记录到的生物种类达到了2000多种，其中鱼类520种，贝类547种，虾类28种。

湛江是渔业大市，渔业资源丰富。全市有渔业乡镇15个，渔业村225个渔业人口46.03万人，渔民人均收入25584元。其中以捕捞为主的渔业村217个，捕捞渔业人口25.26万人，海洋捕捞渔船1.57万艘、功率33.64万kW。

湛江的对虾引领世界行情，湛江拥有“中国对虾之都”“中国海鲜美食之都”“国家级出口水产品质量安全示范区”“国家级水海产品外贸示范基地”和“国家级海洋生态文明建设示范区”等多张水产业国家级名片。湛江市拥有水产种苗场600多家，深水网箱养殖基地3个，水产品加工企业187家，涉海高新技术企业12家，海洋科研机构30多家。海洋渔业已成为湛江体系最完善、功能最配套、从业人员最集中的集群产业之一，已经形成水产种苗培育和养殖、捕捞、加工、流通、研发及水产饲料等协作配套的较为完整的产业链。

4.2.6 白海豚资源

本海域的珍稀濒危水生生物主要论述中华白海豚。

中华白海豚身体修长呈纺锤形，喙突出狭长，刚出生的白海豚约 1m 长，性成熟个体体长 2.0~2.5m，最长达 2.7m，体重 200~250kg；背鳍突出，位于近中央处，呈后倾三角形；胸鳍较圆浑，基部较宽，运动极为灵活；尾鳍呈水平状，健壮有力，以中央缺刻分成左右对称的两叶，有利于其快速游泳。眼睛乌黑发亮，上、下颌的每侧都有 20~37 枚圆锥形的同型齿（上颌齿数=30~36 枚；下颌齿数=24~37），齿列稀疏。吻部狭、尖而长，长度不到体长的十分之一。喙与额部之间被一道“V”形沟明显地隔开。脊椎骨相对较少，椎体较长。鳍肢上具有 5 指。全身都呈象牙色或乳白色，背部散布有许多细小的灰黑色斑点，有的腹部略带粉红色，短小的背鳍、细而圆的胸鳍和匀称的三角形尾鳍都是近似淡红色的棕灰色。中华白海豚不集成大群，常 3~5 只在一起，或者单独活动。除了母亲及幼豚，白海豚组群不会有固定的成员。它们的群居结构非常有弹性，而组群的成员也时常更换。根据记录，组群最多可有 23 条白海豚，而平均为 4 条。性情活泼，在风和日丽的天气，常在水面跳跃嬉戏，有时甚至将全身跃出水面近 1 m 高。游泳的速度很快，有时可达每小时 12 海里以上。在各种渔船中，白海豚特别喜欢在双拖船后觅食，而在双拖船后的海豚组群也比其他的大很多。中华白海豚与陆生哺乳动物一样肺部发达，用肺呼吸，呼吸的时间间隔很不规律，有时为 3~5 秒钟，有时为 10~20 秒，也有时长达 1~2 分钟以上。外呼吸孔呈半月形开放于头额顶端，呼吸时头部与背部露出水面，直接呼吸空气中的氧气，并发出“Chi-Chi-”的喷气声。

雷州湾是中国沿岸中华白海豚的一个十分重要的栖息地。据估算，湛江港湾至雷州湾海域现有中华白海豚约 300 头，是目前国内第五处中华白海豚最健康种群区。雷州湾的中华白海豚是在中国沿岸新发现的一个种群，其种群数量仅次于珠江口，集中度超过珠江口。2007 年，湛江市政府批准建立雷州湾中华白海豚市级自然保护区（湛府函〔2007〕169 号），总面积 20598 公顷，其中：核心区面积 686 公顷、占保护区总面积的 33.3%；缓冲区面积 1372 公顷、占保护区总面积的 66.6%。雷州湾白海豚保护区地理坐标为（1）110°26'E、20°46'N；（2）110°29'E、20°46'N；（3）110°29'E、20°44'N；（4）110°26'E、20°44'N，主要保护品种：中华白海豚、文昌鱼、中国鲨、大黄鱼和其它海洋哺乳动物及海洋生态环境。从下图可以看出，湛江湾中华白海豚分布范围最广，它们通过东海岛和硇洲岛之间的水道在湛江湾和雷州湾之间往返。迄今还没有在硇洲岛东侧

水域发现中华白海豚。考察期间发现中华白海豚活动范围最南在外罗水域，最北到达鉴江口水域。



图 4.2.6-1 湛江东部海域中华白海豚活动路线图

4.2.7 水鸟资源

湛江红树林国家级自然保护区有大量的水鸟栖息和越冬，保护区的红树林为它们提供了大量的食物和良好的自然环境。

2002年1月，保护区被列入“拉姆萨尔公约”国际重要湿地名录，成为我

国生物多样性保护的关键性地区和国际湿地生态系统就地保护的重要基地。2005年保护区被确定为国家级野生动物（鸟类）疫源疫病监测点、国家级沿海防护林监测点。

2002-2003年，保护区与广东省濒危动物研究所合作，进行了首次湛江红树林地区的鸟类本底资源清查，直至2012年，保护区每年于候鸟迁徙至湛江的时间（一月份）进行专项水鸟监测调查，结果表明高桥、西湾、北潭、附城、南山五个监测站位调查种类数量趋于稳定，变化幅度不大。

保护区内除了众多的鸥形目、雀形目等留鸟外，每年秋冬季，有大量的（包括鹤类、鸕类、鹭类、猛禽类等）从日本、西伯利亚或中国的北方地区飞往澳大利亚的途中在保护区停留的候鸟，使保护区成为中日、中澳国际候鸟的通道。根据广东省湛江红树林国家自然保护区管理局的调查，2010年至2014年的5年冬季，共记录到水鸟61种，48297只，隶属于8目11科35属。红嘴鸥、小白鹭、黑腹滨鹬为优势种。在记录的鸟类中，有1种被列入IUCN红色名录，且是易危种，即黑嘴鸥，7种鸟类被列入Cites保护名录（其中3种为附录II、4种为附录III），31种鸟类被列入中日候鸟保护协定名录，23种鸟类被列入中澳候鸟保护协定名录，19种鸟类被列入国家三有名录，20种属于IUCN红色名录中的无危种。

4.2.8 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4.2.8-1和图4.2.8-2。

本工程不位于南海中上层鱼类产卵场内，工程也不位于南海底层、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4.2.8-3)，保护期为1-12月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（3）幼鱼幼虾保护区

根据《南海区水产资源保护示意图》（1985年8月）确定、2002年农业部发布189号文公布的幼鱼幼虾保护区范围，本项目所处海域主要为其中的黄花鱼幼鱼保护区（详见图4.2.8-4），保护区时间为每年的3月1日至5月31日。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。

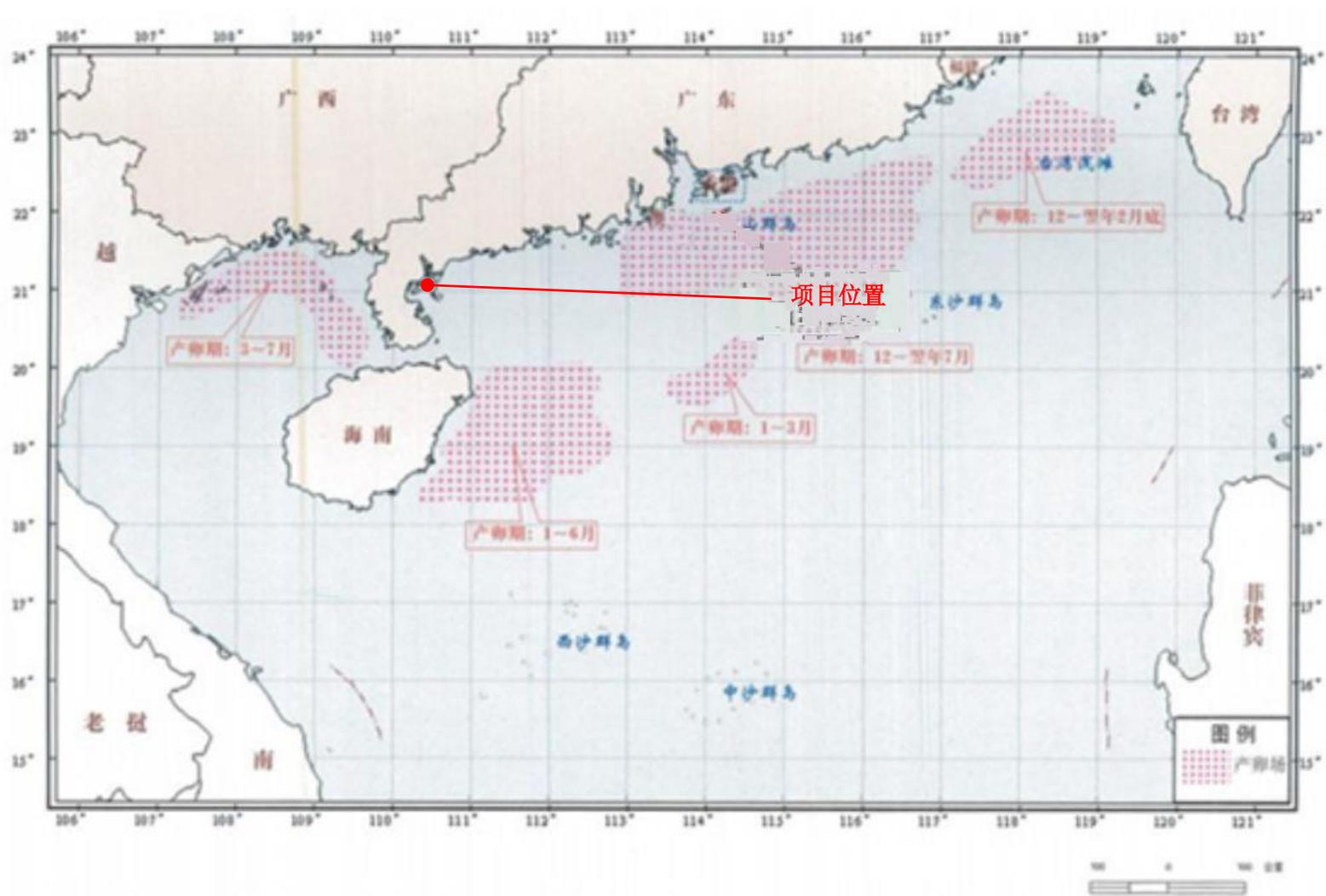


图 4.2.8-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

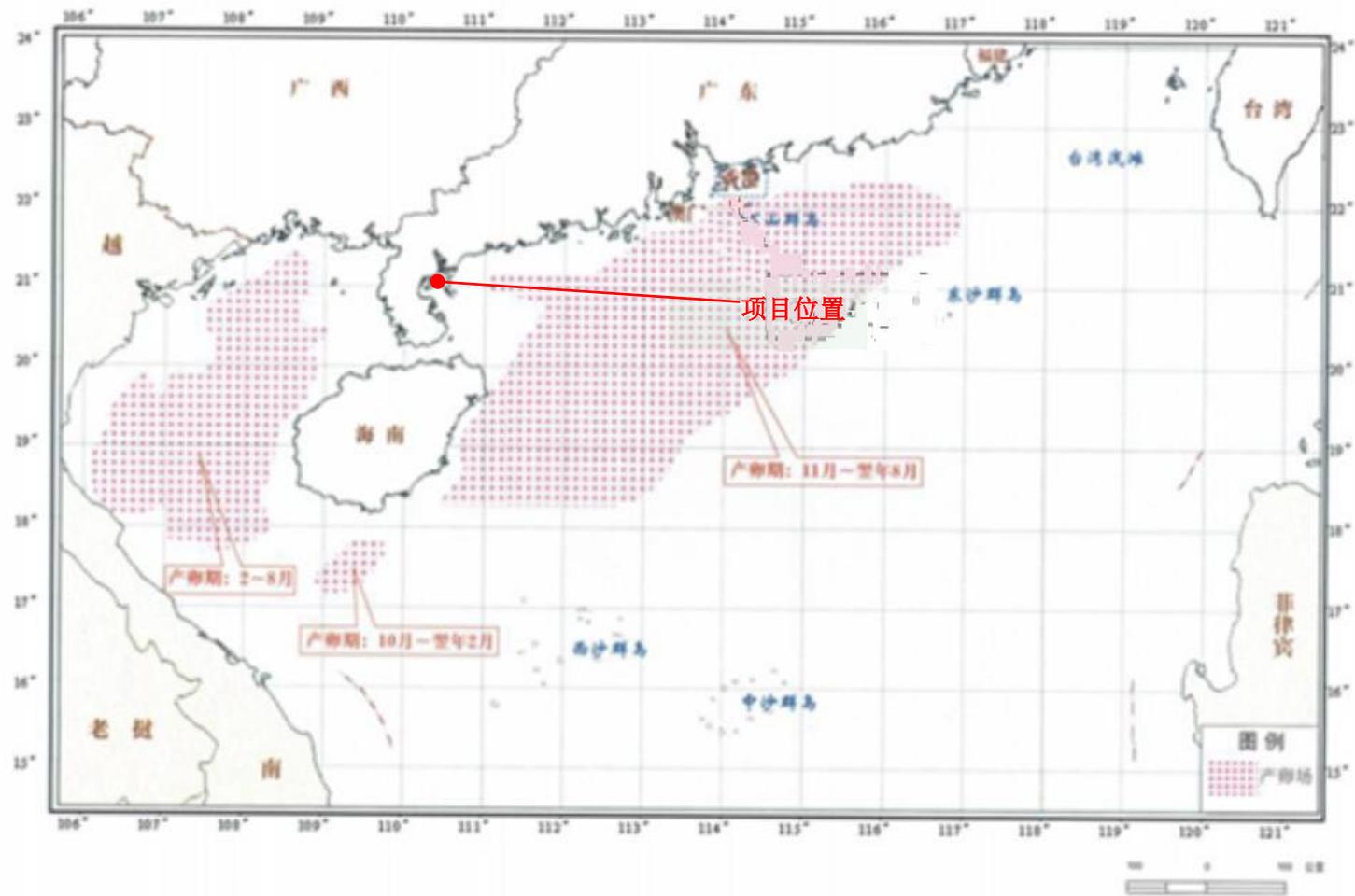


图 4.2.8-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

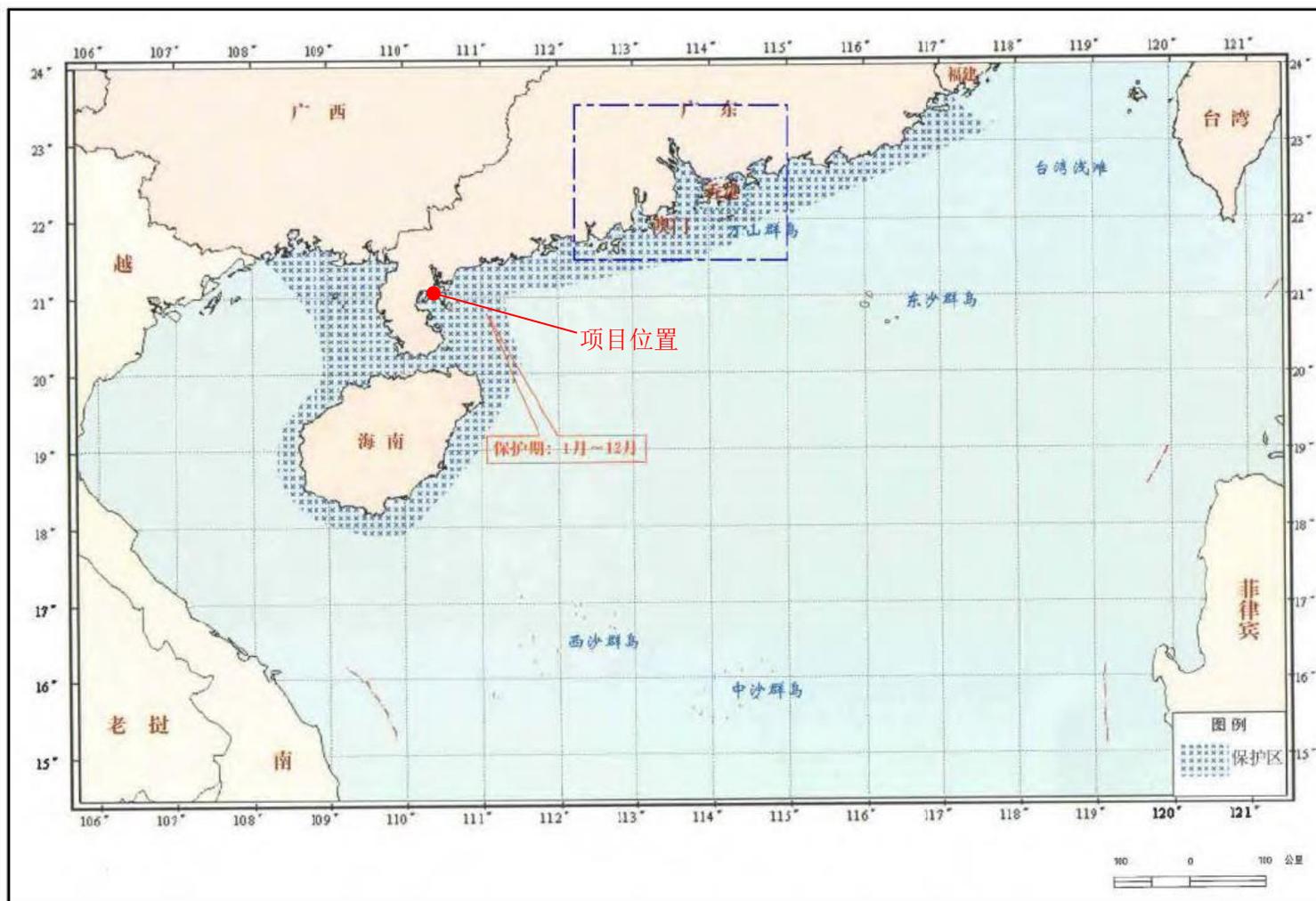


图 4.2.8-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

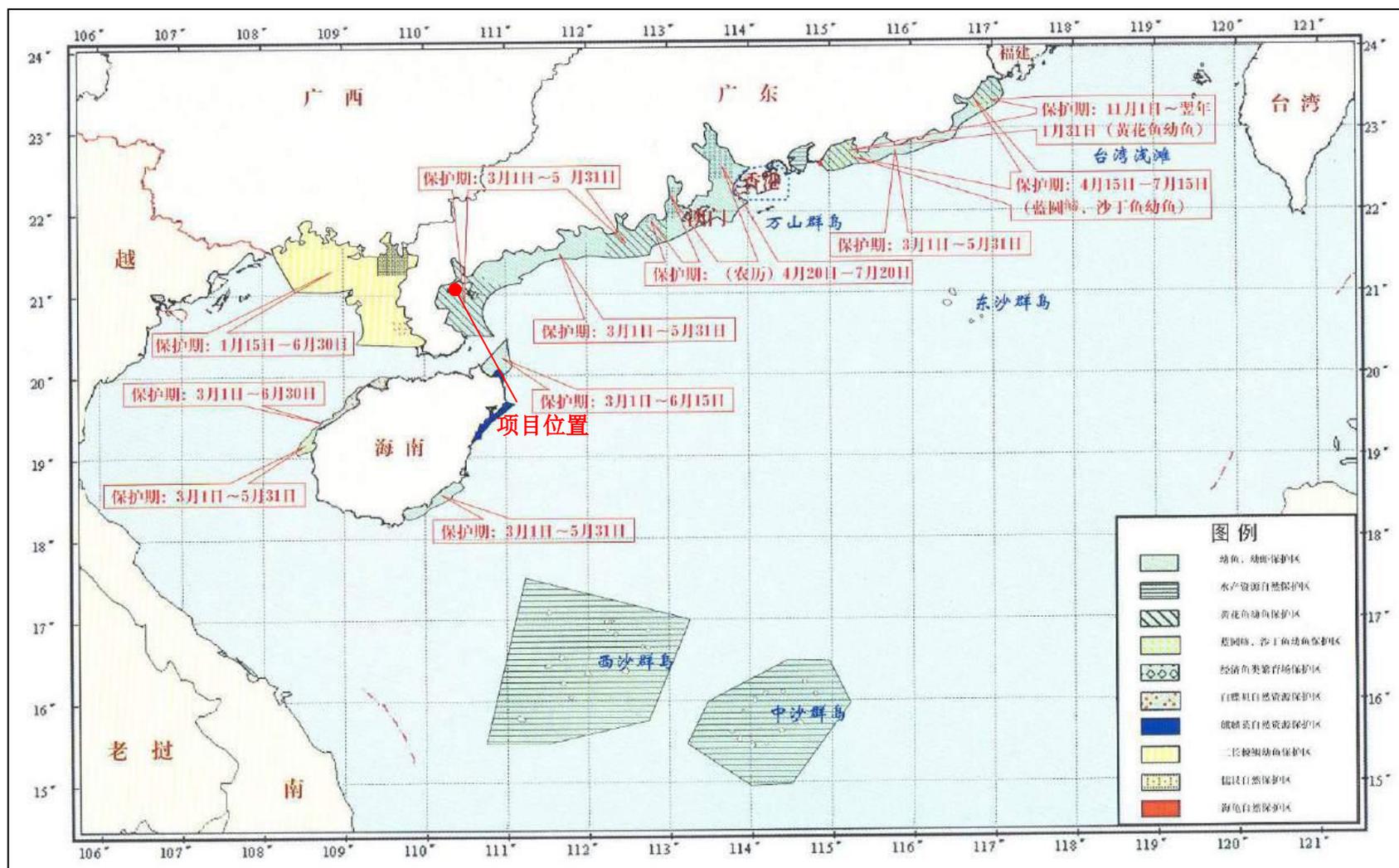


图 4.2.8-4 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

4.3 区域开发利用现状

4.3.1 社会经济概况

4.3.1.1 湛江市社会经济概况

根据《2023年湛江国民经济和社会发展统计公报》，2023年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3793.59亿元，比上年增长3.0%。其中，第一产业增加值706.91亿元，增长3.8%，对地区生产总值增长的贡献率为25.5%；第二产业增加值1454.62亿元，增长0.5%，对地区生产总值增长的贡献率为6.1%；第三产业增加值1632.06亿元，增长4.5%，对地区生产总值增长的贡献率为68.4%。三次产业结构比重为18.6：38.3：43.1。人均地区生产总值53757元（按年平均汇率折算为7629美元），增长2.7%。

2023年年末，全市常住人口707.84万人，比上年末增加4.30万人，其中，城镇常住人口340.27万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）48.07%，比上年末提高0.76个百分点。全年出生人口7.42万人，出生率10.51‰；死亡人口3.54万人，死亡率5.02‰；自然增长人口3.88万人，自然增长率5.49‰。

全年城镇新增就业6.35万人，城镇失业人员再就业3.45万人。全年居民消费价格比上年上涨0.1%。高技术制造业增加值比上年下降1.3%，占规模以上工业增加值比重1.2%。全年规模以上服务业中，高技术服务业营业收入增长5.4%。全年高技术制造业投资增长40.2%，占固定资产投资比重0.7%。

全市空气质量优良天数比例为97.3%，市区空气质量综合指数(AQI)为2.5%。

全部工业增加值比上年下降0.6%。规模以上工业增加值下降0.7%。高技术制造业增加值比上年下降1.3%，占规模以上工业增加值比重1.2%。先进制造业增加值比上年下降2.1%，占规模以上工业增加值的比重51.6%。优势传统产业增加值比上年下降0.6%，六大高耗能行业增加值比上年下降0.9%。

全年规模以上工业实现利润总额138.57亿元，比上年下降20.4%。

全年批发和零售业增加值309.31亿元，比上年增长3.2%；全年规模以上服务业企业营业收入比上年增长2.6%；利润总额增长25.9%。

全年货物运输总量2.38亿吨，比上年增长7.6%。全年旅客运输总量3855万人，比上年增长42.6%。全年社会消费品零售总额1950.54亿元，比上年增长6.6%。全年固定资产投资比上年增长3.2%。全年房地产开发投资327.64亿元，

比上年下降 1.7%。全年货物进出口总额 701.33 亿元，比上年增长 14.7%。其中，出口 205.27 亿元，增长 2.4%；进口 496.06 亿元，增长 20.7%。

全年全市地方一般公共预算收入 155.61 亿元，比上年增长 5.9%(自然口径)；其中，税收收入 90.37 亿元，增长 8.6%（自然口径）。全年一般公共预算支出 543.33 亿元，增长 4.1%。全年全市居民人均可支配收入 29733 元，比上年增长 3.0%。全年全市居民人均消费支出 19769 元，比上年增长 3.3%。分城乡看，城镇居民人均消费支出 23737 元，增长 1.3%；农村居民人均消费支出 16208 元，增长 5.1%。年末全市参加城镇职工基本养老保险（含离退休）112.48 万人，比上年增长 1.7%。

全年接待旅游总人数 2349.11 万人次，比上年增长 85.5%，其中，接待国内游客人数 2334.44 万人次，增长 84.4%；接待境外游客人数 14.67 万人次，增长 1879.8%。旅游总收入 250.07 亿元，增长 121.2%；国际旅游外汇收入 3876.76 万美元，增长 589.5%。

全年规模以上工业综合能源消费量 2305.45 万吨标准煤，比上年增长 9.4%。全社会用电量 307.03 亿千瓦时，增长 4.2%。

全市近岸海域海水质量达到一类海水水质标准的海域面积占 72.8%，二类海水占 23.0%，三类海水占 2.0%，四类海水占 1.3%，劣四类海水占 0.9%。

市区大气中二氧化硫、二氧化氮、PM10、PM2.5 日平均值分别为 8 微克/立方米、12 微克/立方米、33 微克/立方米、20 微克/立方米，符合国家《环境空气质量标准》（GB3095—2012）二级标准。市区空气质量综合指数（AQI）为 2.5，其中，达到优（AQI≤50）的天数占全年比重 62.7%，达到良（51<AQI≤100）的天数占全年比重 34.5%，空气质量稳居全国城市前列。

市区区域环境噪声平均等效声级为 54.4dB，交通噪声平均等效声级 69.5dB。全市已建成县级以上生活污水处理厂 5 个，污水日处理能力达 70.90 万吨。城市生活垃圾无害化处理率为 100%。城市集中式供水水源水质达标率 100%。

全年完成迹地林更新面积 690 公顷，低产低效林改造面积 322 公顷，宜林荒山造林面积 547 公顷，封山育林面积 336 公顷。全市共有自然保护区 19 个，总面积 11.05 万公顷。其中，国家级自然保护区 3 个，国家地质公园 1 个。

5.3.1.2 经开区社会经济概况

根据《2021年湛江经济技术开发区国民经济和社会发展统计公报》，2021年末，2021年末，全区常住人口34.60万人，比上年末增加0.49万人，其中城镇常住人口22.69万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）65.58%，比上年末提高0.9个百分点。

经市统计局统一核算，2021年经开区实现地区生产总值（初步核算数）693.99亿元，比上年增长16.8%。其中，第一产业增加值20.73亿元，增长0.4%，对地区生产总值增长的贡献率为0.1%；第二产业增加值498.08亿元，增长24.2%，对地区生产总值增长的贡献率为92.0%；第三产业增加值175.83亿元，增长4.1%，对地区生产总值增长的贡献率为7.9%。三次产业结构比重为2.9：71.8：25.3，第二产业比重提高7.9个百分点。人均地区生产总值202005元，增长15.7%。

全年全区地方一般公共预算收入15.81亿元，比上年增长29.6%；其中，税收收入13.63亿元，增长43.9%。全年一般公共预算支出24.38亿元，下降2.6%。其中，教育支出6.52亿元，增长6.5%；卫生健康支出1.51亿元，增长49.2%；社会保障和就业支出4.35亿元，增长10.2%。民生类支出17.48亿元，占一般公共预算支出比重71.7%。

全年全部工业增加值比上年增长25.3%。规模以上工业增加值增长33.0%，其中，国有控股企业增长37.5%，外商及港澳台投资企业增长52.9%，股份制企业增长12.1%。分轻重工业看，轻工业增长8.9%，重工业增长36.5%。分企业规模看，大型企业增长69.9%，中型企业下降91.2%，小型企业增长11.7%，微型企业增长42.5%。

全年批发业和零售业增加值20.54亿元，比上年增长7.8%；交通运输、仓储和邮政业增加值5.21亿元，增长13.6%；住宿和餐饮业增加值5.28亿元，增长11.6%；金融业增加值36.92亿元，增长0.2%；房地产业增加值25.12亿元，下降5.1%。现代服务业增加值116.19亿元，增长0.1%。

全年规模以上服务企业实现营业收入47.44亿元，比上年增长12.4%；利润总额0.48亿元，下降53.5%。分行业看，交通运输、仓储和邮政业增长32.7%，信息传输、软件和信息技术服务业增长1.3%，租赁和商务服务业增长15.1%，科学研究和技术服务业增长38.3%，居民服务、修理和其他服务业增长16.6%，卫生和社会工作增长27.5%，文化、体育和娱乐业增长22.4%。

全年完成固定资产投资 320.19 亿元,比上年增长 10.2%。其中项目投资 226.47 亿元,增长 1.5%。全年房地产开发投资 93.73 亿元,增长 38.7%;商品房销售面积 63.79 万平方米,下降 13.7%。商品房销售额 87.61 亿元,下降 14.4%。

全年社会消费品零售总额 107.45 亿元,比上年增长 7.4%。分经营地看,城镇消费品零售额 101.81 亿元,增长 7.2%;乡村消费品零售额 5.64 亿元,增长 10.6%。分消费形态看,商品零售 92.82 亿元,增长 6.8%;餐饮收入 14.63 亿元,增长 10.7%。

全年外贸进出口额 254.5 亿元,比上年增长 35.4%。其中:出口总额 80.4 亿元,增长 17.1%;进口总额 174.1 亿元,增长 45.9%。实际利用外资金额 26.21 亿元,增长 582.6%。

全年全区居民人均可支配收入 35385 元,比上年增长 8.4%。分城乡看,城镇常住居民人均可支配收入 42979 元,增长 5.6%;农村常住居民人均可支配收入 21484 元,增长 8.6%。

全年全区居民人均消费支出 23598 元,增长 8.2%。分城乡看,城镇居民人均消费支出 27638 元,增长 4.7%;农村居民人均消费支出 16202 元,增长 11.9%。

2021 年末,全区高新技术企业 77 家。技术研发机构 41 家,其中,省级重点实验室 1 家,省级新型研发机构 2 家,省级工程技术研发中心 12 家,省级企业技术中心 7 家,市级工程中心 13 家,市级企业技术开发机构 6 家。

4.3.2 项目周边海域开发利用现状

通过现场实勘调查以及资料收集信息,项目附近的海域开发利用活动主要为开放式养殖、油气管道、红树林保护区、通明海海洋保护区、堵海大堤、东海岛北部工业与城镇用海区、雷州湾农渔业区、湛江市麻章区红树林、湛江红树林国家级自然保护区和东雷高速等。项目所在海域开发利用现状见图 4.3.2-1 和表 4.3.2-1。

表 4.3.2-1 项目所在海域开发利用现状统计表

| 序号 | 用海情况 | 权属情况 | 总面积(公顷) | 用海方式 | 与项目位置和最近距离 | 备注 |
|----|----------|-------------|---------|--------|------------|------|
| 1 | 开放式养殖 | 当地村民 | —— | 养殖 | 围塘周边 | 海图 |
| 2 | 油气管道 | 中石化粤西管网有限公司 | —— | 海底管道 | 北侧约 0.5km | 确权资料 |
| 3 | 红树林保护区 | —— | —— | 红树林保护区 | 项目占用 | 海图 |
| 4 | 通明海海洋保护区 | —— | —— | 海洋保护区 | 项目占用 | 海图 |

| 序号 | 用海情况 | 权属情况 | 总面积 (公顷) | 用海方式 | 与项目位置 和最近距离 | 备注 |
|----|-------------------|---------------------------|-------------|-------------------|----------------|------|
| 5 | 东海岛大桥 | 广东中交玉湛 高速公路发展 有限公司 | 4.9368 | 海上大桥 | 北侧约 2.6km | 确权资料 |
| 6 | 堵海大堤 | —— | —— | 填海 | 北侧约 2.8km | 海图 |
| 7 | 通明海特大桥 | 广东省南粤交 通粤湛高速公 路管理中心 | —— | 海上大桥 | 南侧约 4.2km | 海图 |
| 9 | 东海岛南部工业 与城镇用海区 | —— | —— | 部工业与 城镇用海 区 | 南侧约 2.0km | 海图 |
| 10 | 雷州湾农渔业区 | —— | —— | 农渔业区 | 南侧约 0.9km | 海图 |

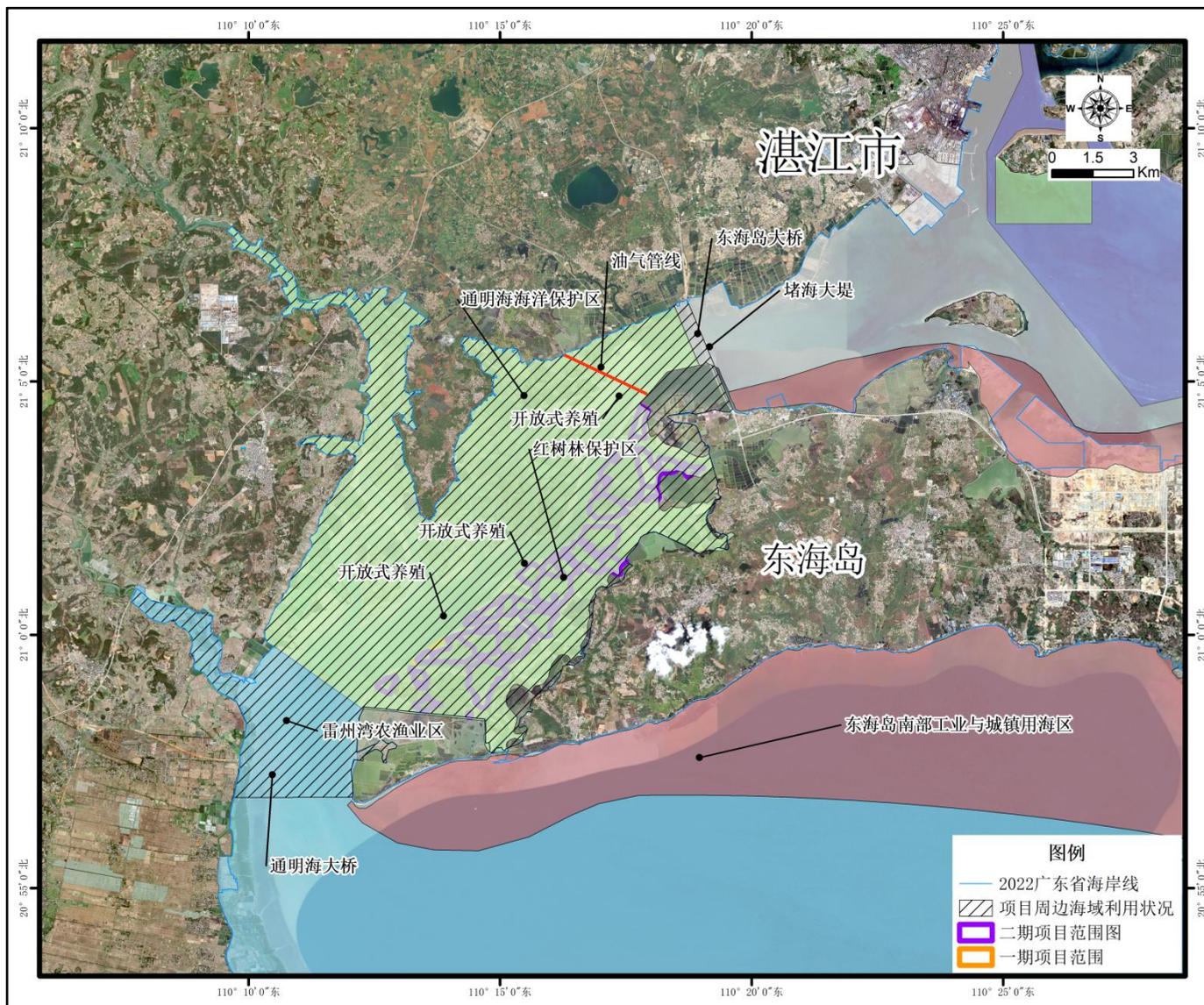


图 4.3.2-1 项目周边海域利用现状图

5 环境质量现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状调查与评价

5.1.1 春季水文动力环境现状调查与评价

海洋中由各种因素引起的海水运动称之为海流。通常又将海流分为由天体引潮力引起的潮流和由水文、气象等非天文因素引起的非潮流。它们在海洋中所占的成分因地而异。一般来说，大洋中的海流以非潮流为主，而我国近海的海流以潮流为主。

5.1.1.1 实测流场分析

本节内容引自广州邦鑫海洋技术有限公司在通明海海域的水文动力调查结果。调查时间为2021年4月26日—2021年4月27日，天气以晴为主；大潮期间风向以偏东南风为主。

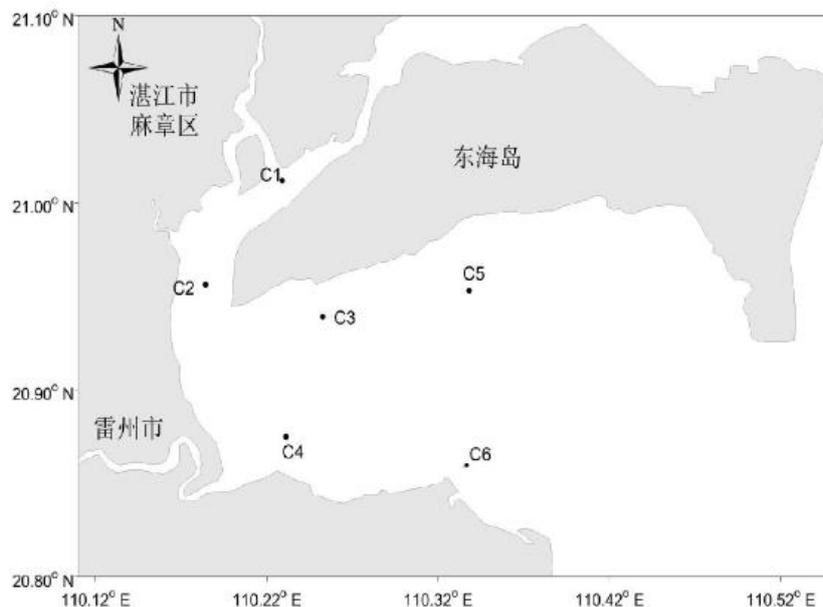


图 5.1.1-1 水文调查站位图

大潮期海流观测于2021年4月26日9时~2021年4月27日11时期间进行。根据上述图表分析如下：

各站层的流速值过程线多起伏，实测海流以潮流为主。总体而言，潮流受地形影响明显，涨潮流从外海进入调查海域由西向到西北向，逐渐到东海岛西侧海域转为北向到东北向；落潮流方向与涨潮流方向大致相反，东海岛西侧海域由西

南向到南向，逐渐到东海岛南侧海域东南向和东向为主；受地形影响 C1 和 C2 站流速较大，各站表、中、底层的流向比较接近。C4 站可能受河口径流影响，潮流方向以西南-东北向为主。

根据大潮期涨、落潮的统计结果，大潮期间涨、落潮流流速的平均值多在 26.8cm/s~63.3cm/s 之间。从涨、落潮的平均流速垂向分布来看，最大涨潮流平均值为 61.1cm/s，方向为 61.8°，出现在 C1 站的表层；最大落潮流速平均值为 63.3cm/s，方向 232.0°，出现在 C1 站的中层。

实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 93.4cm/s、92.3cm/s、89.4cm/s，流向分别为 62.2°、59.5°、54.9°，均出现在 C1 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速依次为 99.0cm/s、92.2cm/s、81.4cm/s，流向分别为 43.0°、230.7°、224.1°分别出现在 C4 表层、C1 中层、C1 底层。

总体而言，各站层涨潮历时略大于落潮历时，可能受观测时间段涨潮时间略长影响。

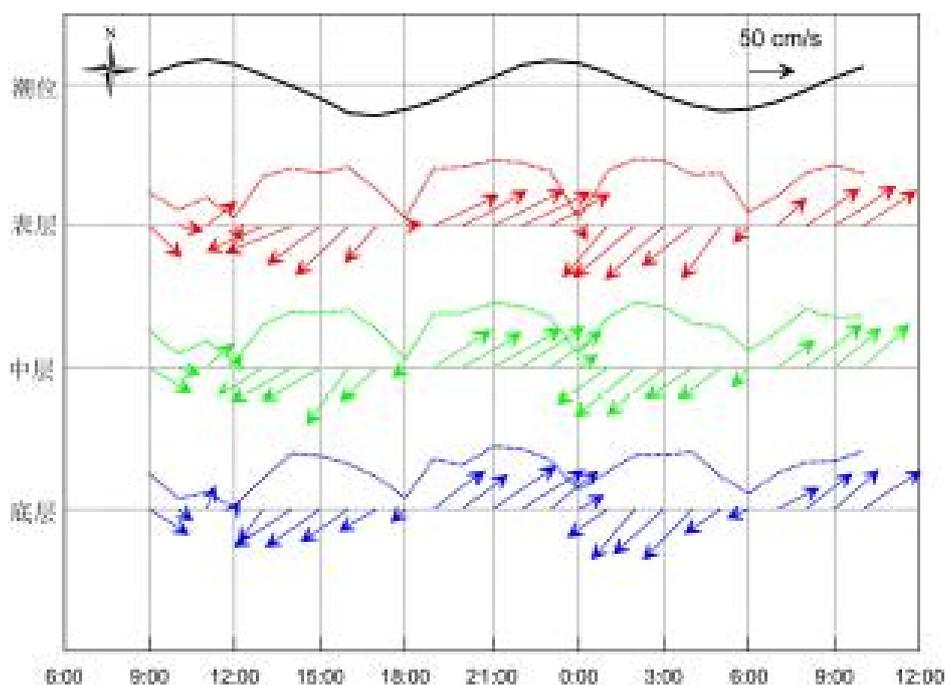


图 5.1.1-2 调查海域大潮 C1 站实测海流矢量图

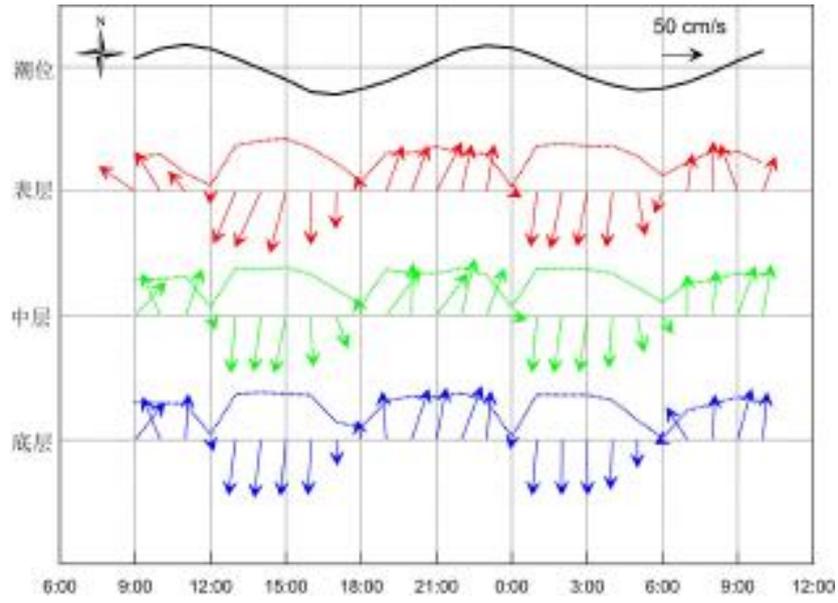


图 5.1.1-3 调查海域大潮 C2 站实测海流矢量图

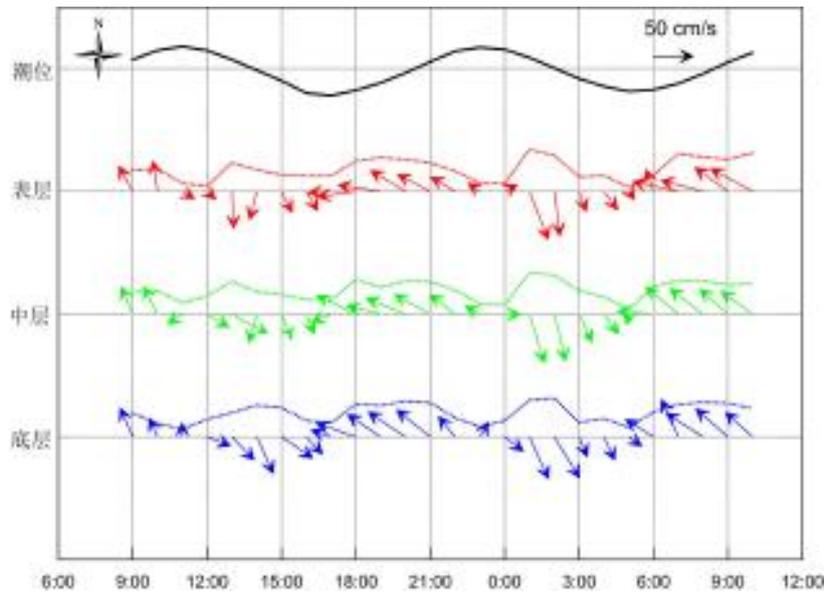


图 5.1.1-4 调查海域大潮 C3 站实测海流矢量图

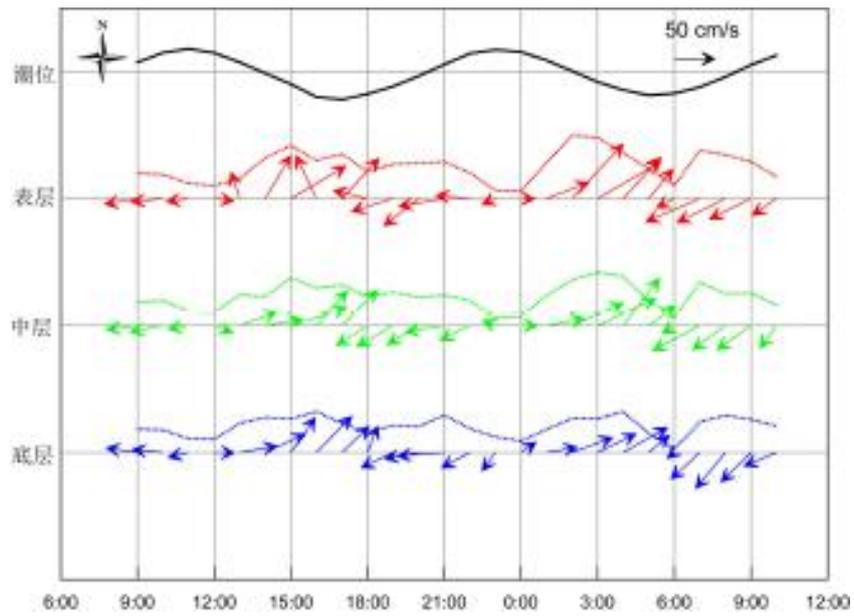


图 5.1.1-5 调查海域大潮 C4 站实测海流矢量图

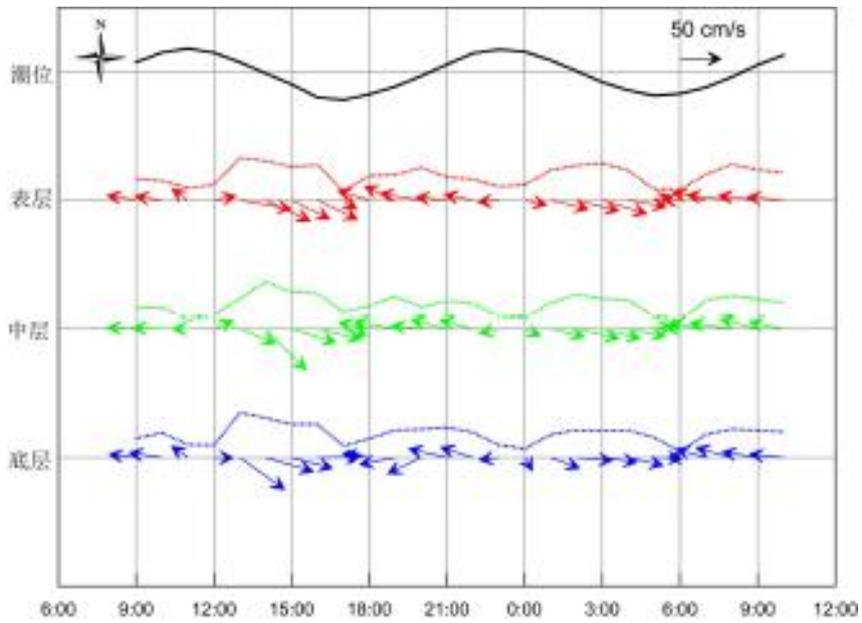


图 5.1.1-6 调查海域大潮 C5 站实测海流矢量图

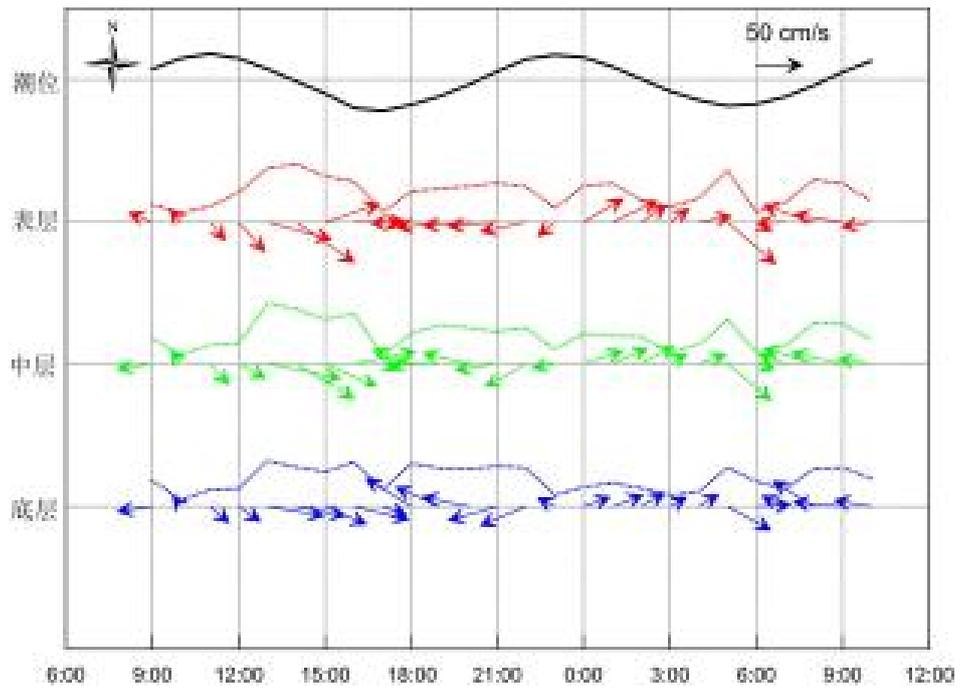


图 5.1.1-7 调查海域大潮 C6 站实测海流矢量图

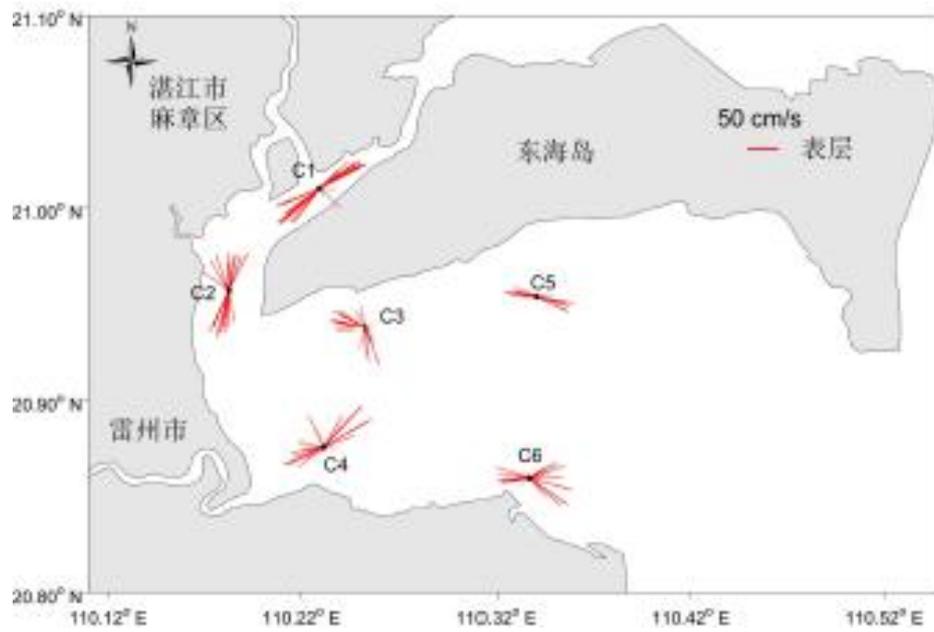


图 5.1.1-8 大潮海流玫瑰图（表层）

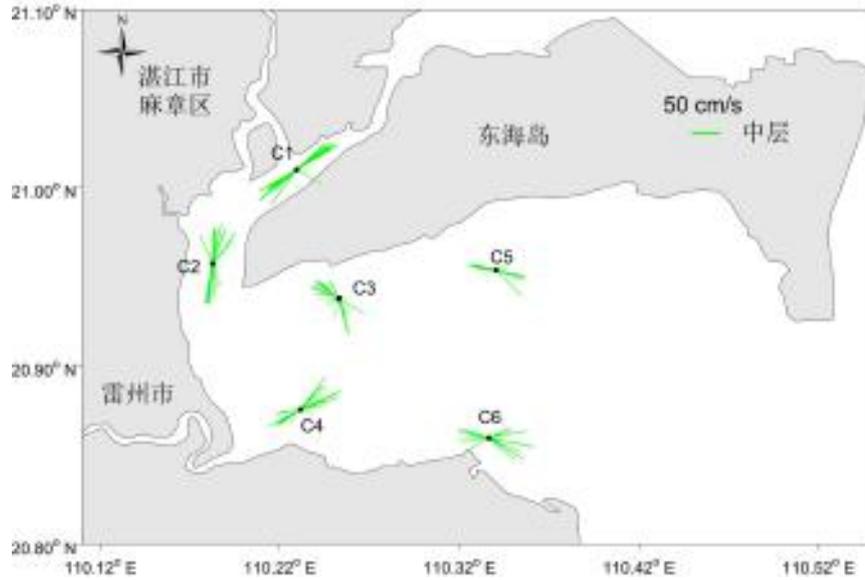


图 5.1.1-9 大潮海流玫瑰图（中层）

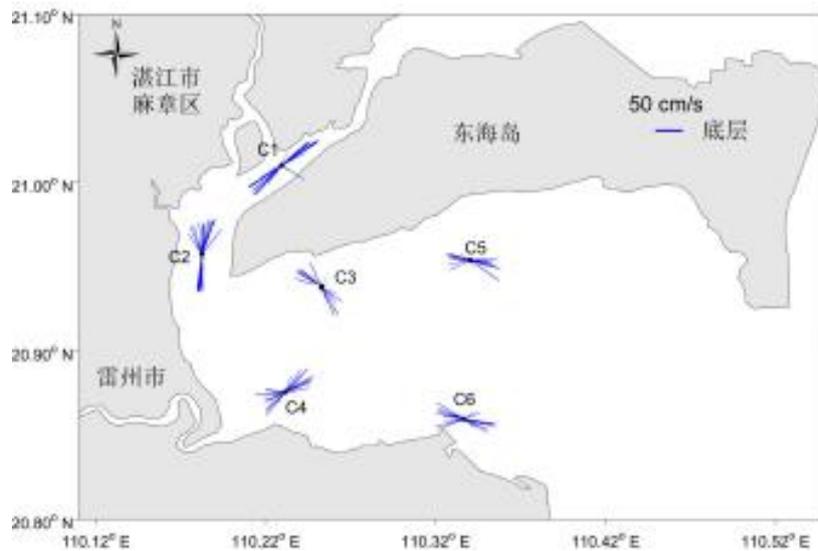


图 5.1.1-10 大潮海流玫瑰图（底层）

5.1.1.2 潮流分析

余流通常指实测海流中扣除了周期性的潮流后的剩余部分，一般取周日海流观测资料中消去潮流后的平均值，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合反映，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它有显著影响。下面根据本海域调查的 26H 海流实测资料，结合海面风场，分析调查海区的余流特征。

大潮余流量值介于 0.3~18.5cm/s 之间，最大余流出现在 C3 站表层，为 18.5cm/s，方向 253.5°；最小余流出现在 C2 站底层，为 0.3cm/s，方向 185.7°。就整个海域而言，调查期间余流较小，除 C3 外，余流方向以落潮流方向为主。

5.1.1.3 悬浮泥沙

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

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

据分析，各站表、中、底三层含沙量多数时间内较为接近，而在中层与底层的某些峰值普遍高于表层。从整体变化过程来看，各站含沙量一般不超过 0.10kg/m^3 。大潮期，悬浮泥沙浓度最低值为 0.0062kg/m^3 ；悬浮泥沙浓度最大值为 $0.1093.02\text{kg/m}^3$ ，出现在 C6 站底层。

5.1.2 秋季水文动力环境现状调查与评价

5.1.2.1 实测流场分析

本节内容引自广州海兰图检测技术有限公司在通明海海域的水文动力调查结果。调查时间为 2023 年 8 月 30 日—2023 年 8 月 31 日，天气以晴为主。

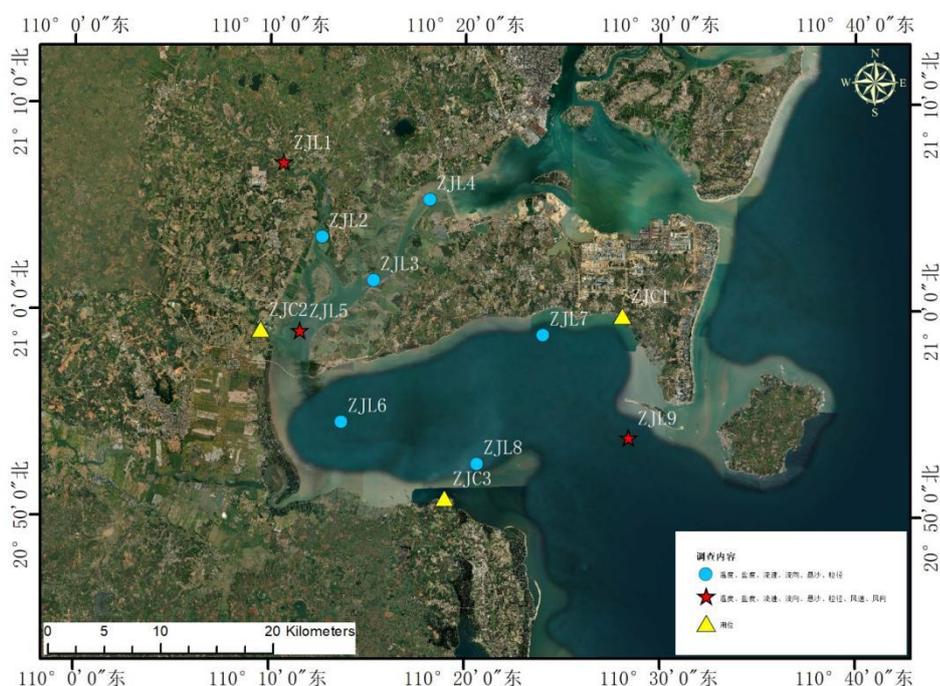


图 5.1.2-1 水文调查站位图

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 5.1.2-2 至图

5.1.2-7 所示，图 5.1.2-8 至图 5.1.2-16 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。

从海流的流态来看，观测期内各站点海流表现出了明显的往复流的特征，从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐（半日潮区）的影响，该海区表现出了极强的规律性；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 81.2cm/s，最大落潮流速为 134.5cm/s，出现在 ZJL8 站 0.2H 层和 ZJL9 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 49.1cm/s 和 71.6cm/s。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，表现出了全日潮区的潮汐特征，具有明显的周期性；且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大（受到地形的挤压流速变大）。各观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐（半日潮区）的影响，该海区表现出了极强的规律性；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

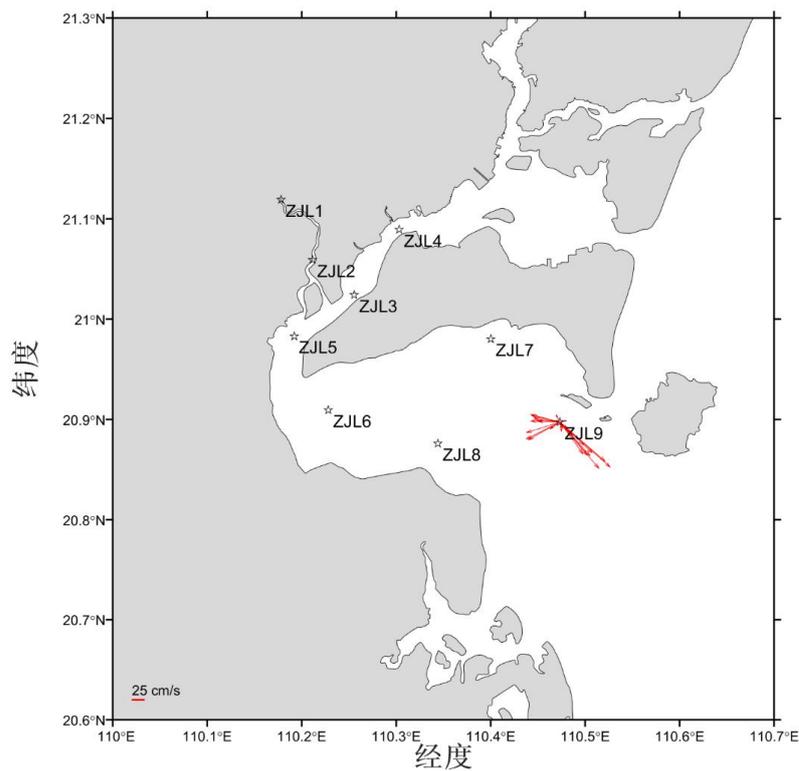


图 5.1.2-2 表层海流平面分布矢量图

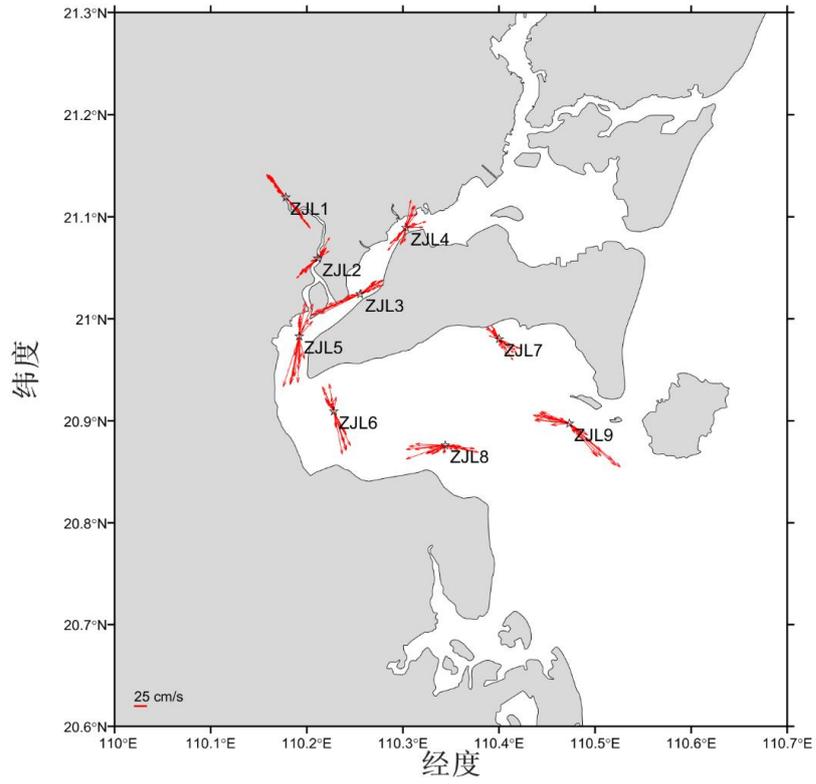


图 5.1.2-3 0.2H 层海流平面分布矢量图

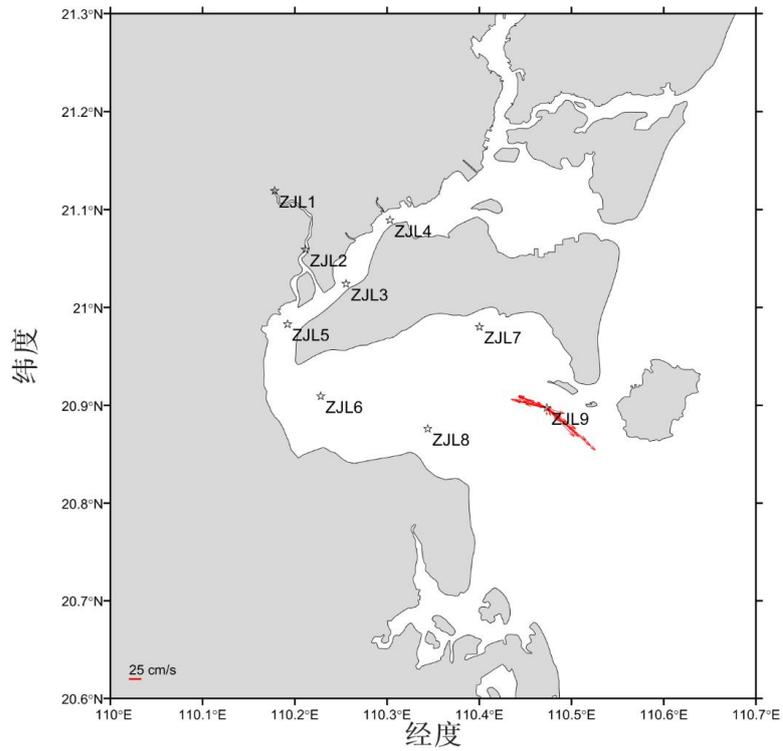


图 5.1.2-4 0.4H 层海流平面分布矢量图

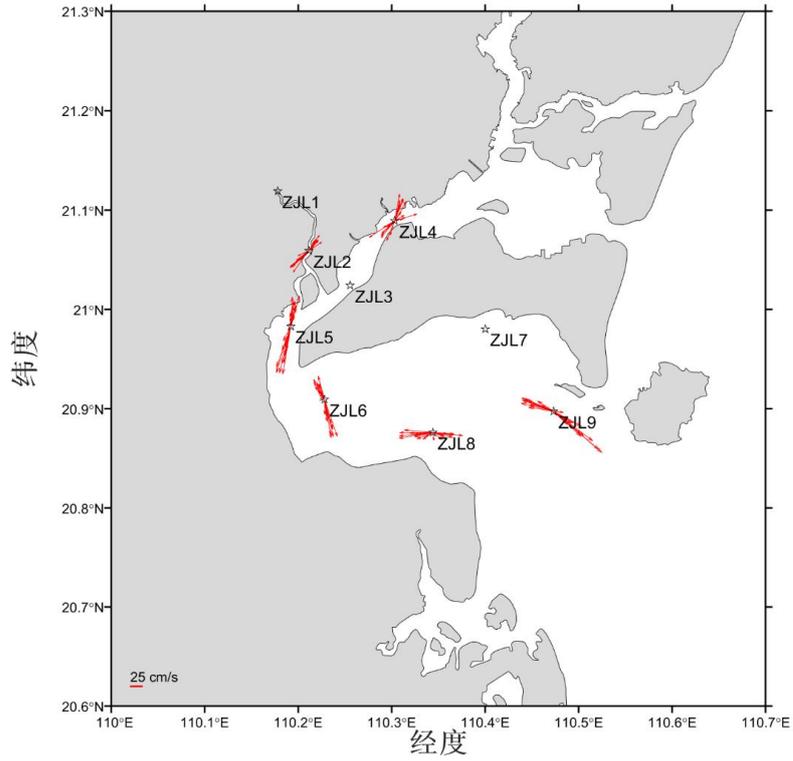


图 5.1.2-5 0.6H 层海流平面分布矢量图

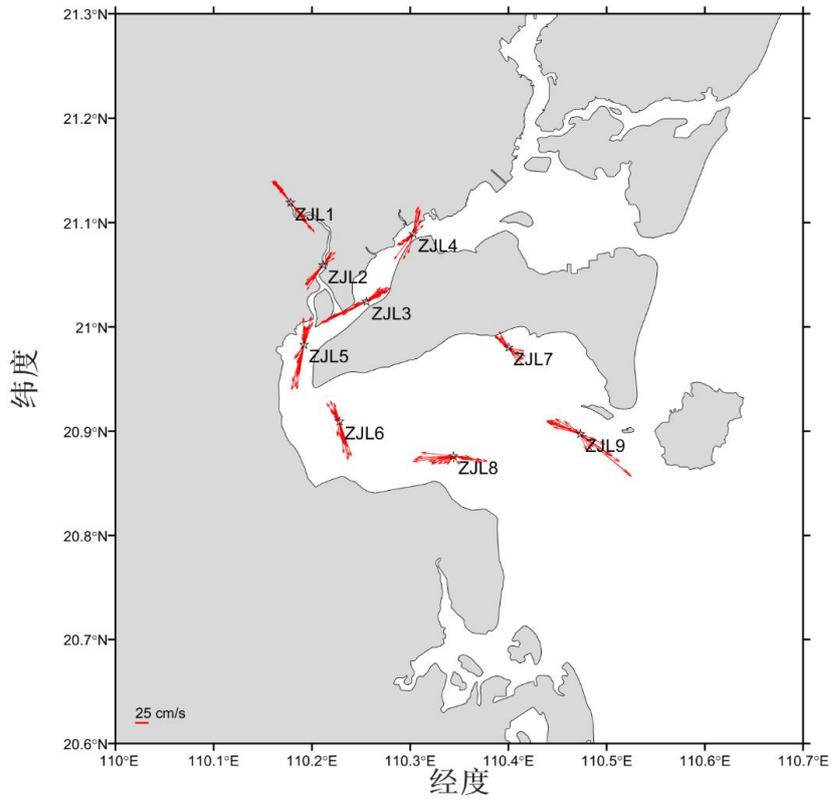


图 5.1.2-6 0.8H 层海流平面分布矢量图

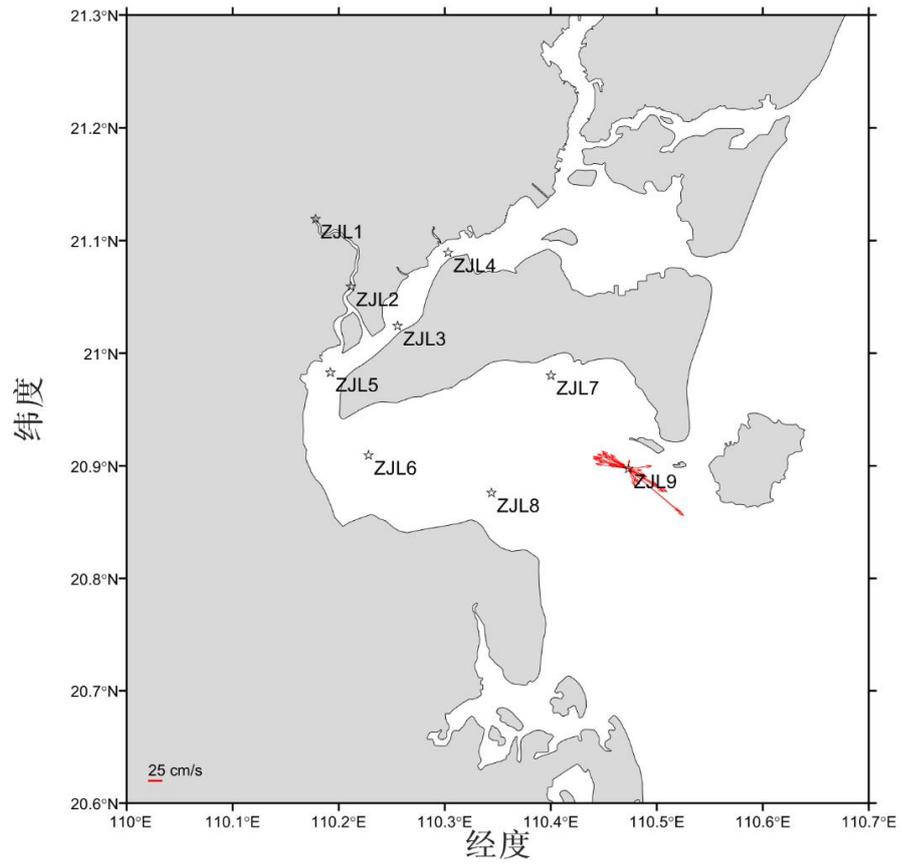


图 5.1.2-7 底层海流平面分布矢量图

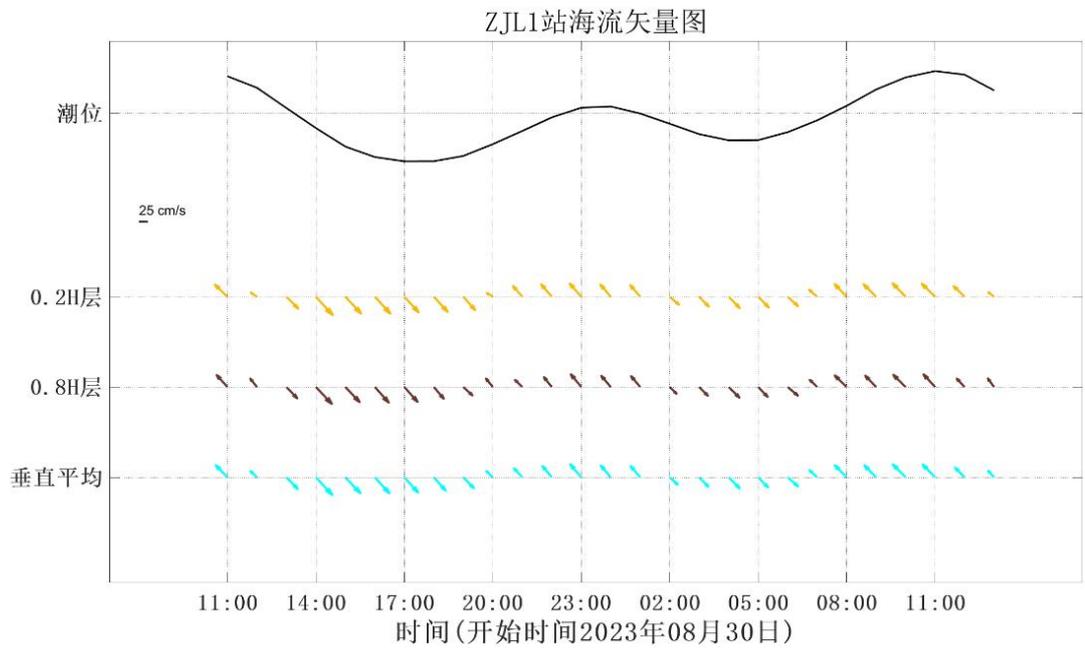


图 5.1.2-8 ZJL1 站海流矢量图

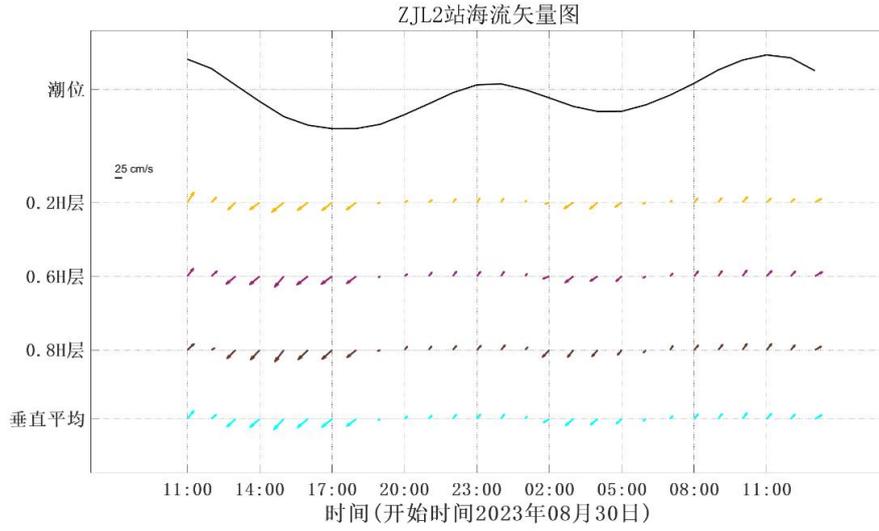


图 5.1.2-9 ZJL2 站海流矢量图

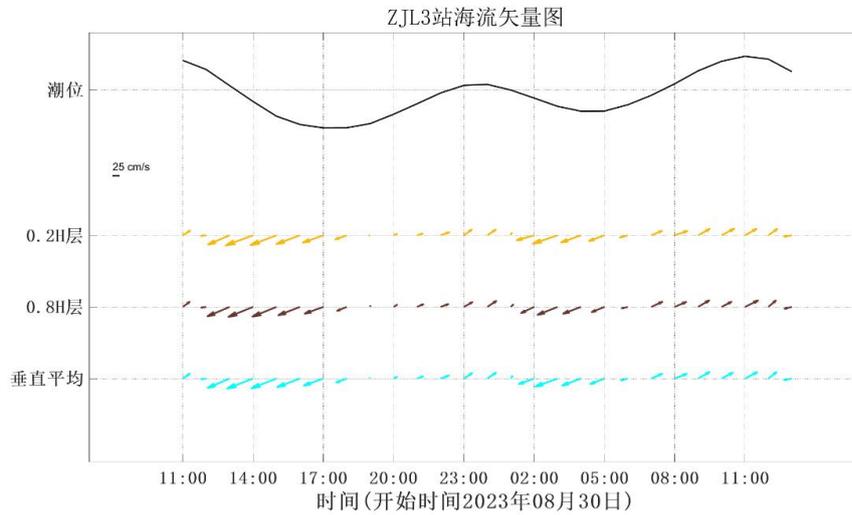


图 5.1.2-10 ZJL3 站海流矢量图

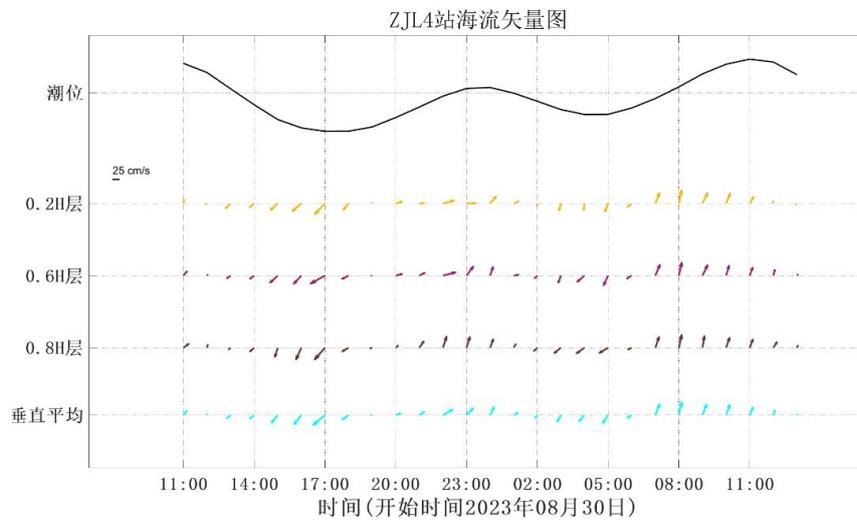


图 5.1.2-11 ZJL4 站海流矢量图

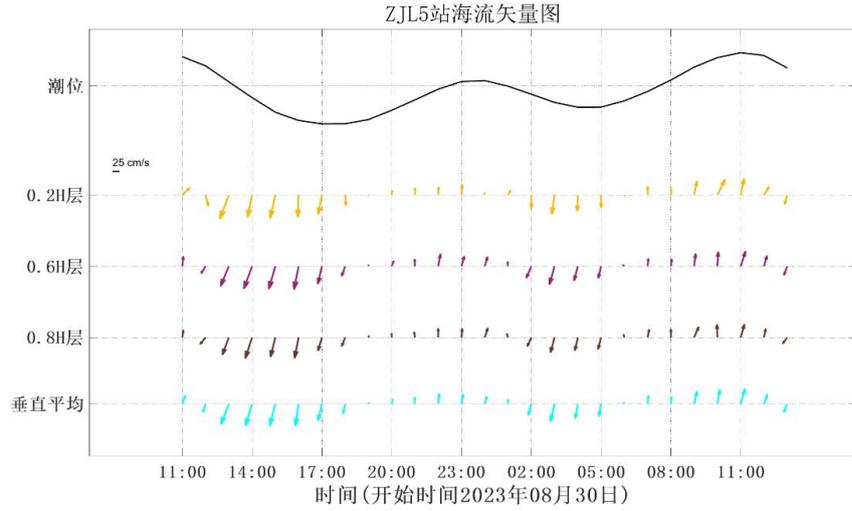


图 5.1.2-12 ZJL5 站海流矢量图

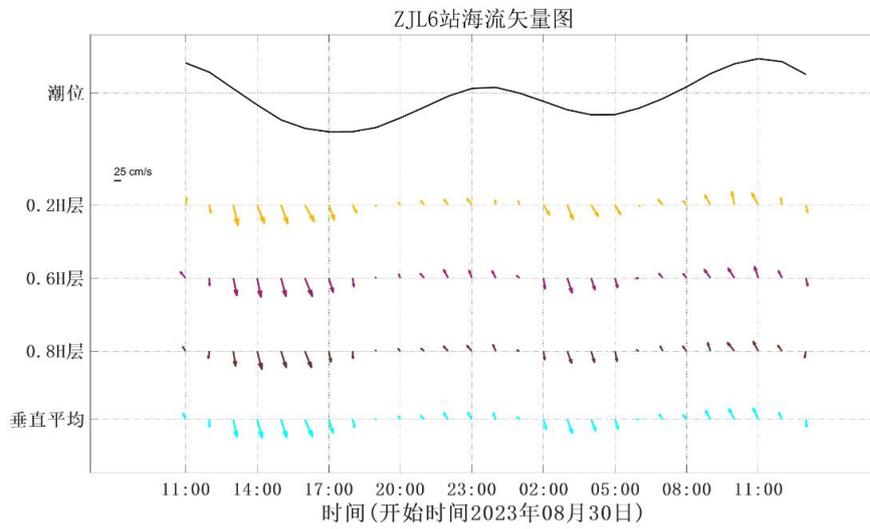


图 5.1.2-13 ZJL6 站海流矢量图

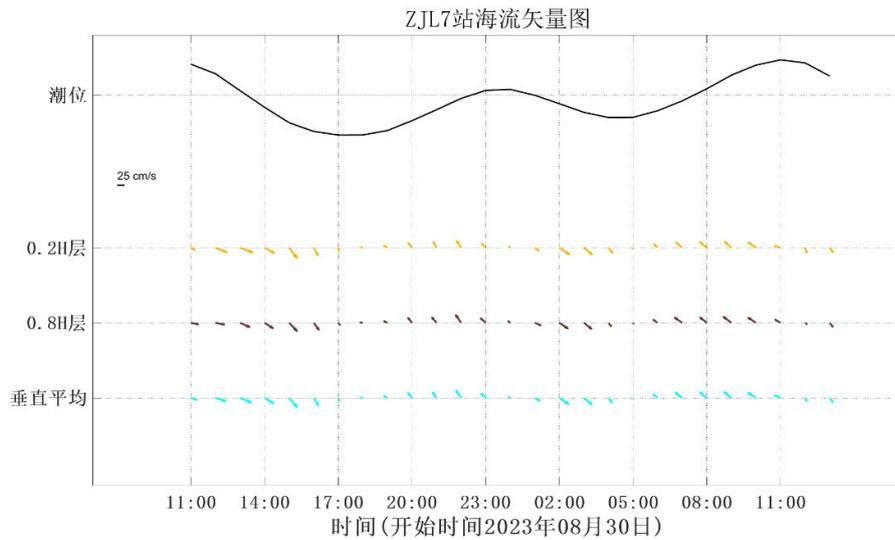


图 5.1.2-14 ZJL7 站海流矢量图

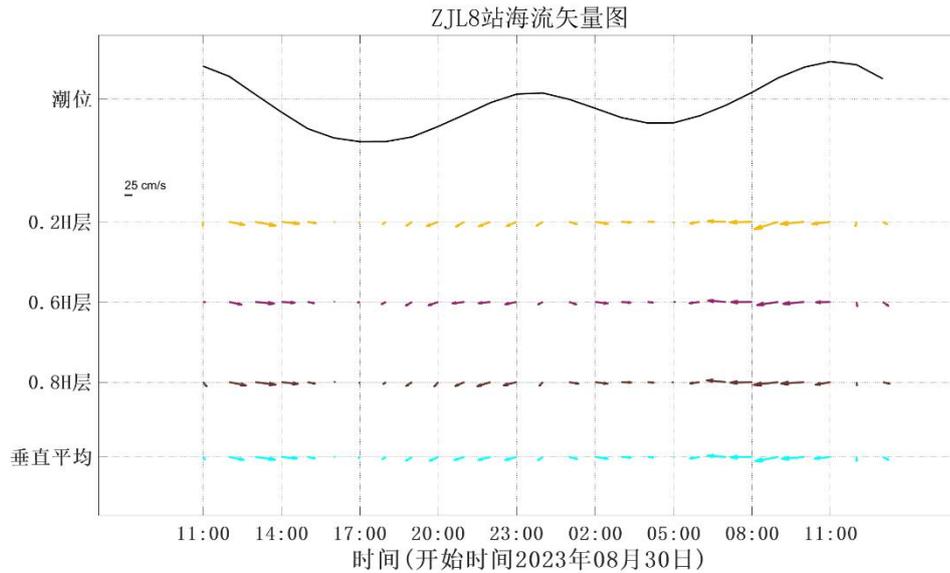


图 5.1.2-15 ZJL8 站海流矢量图

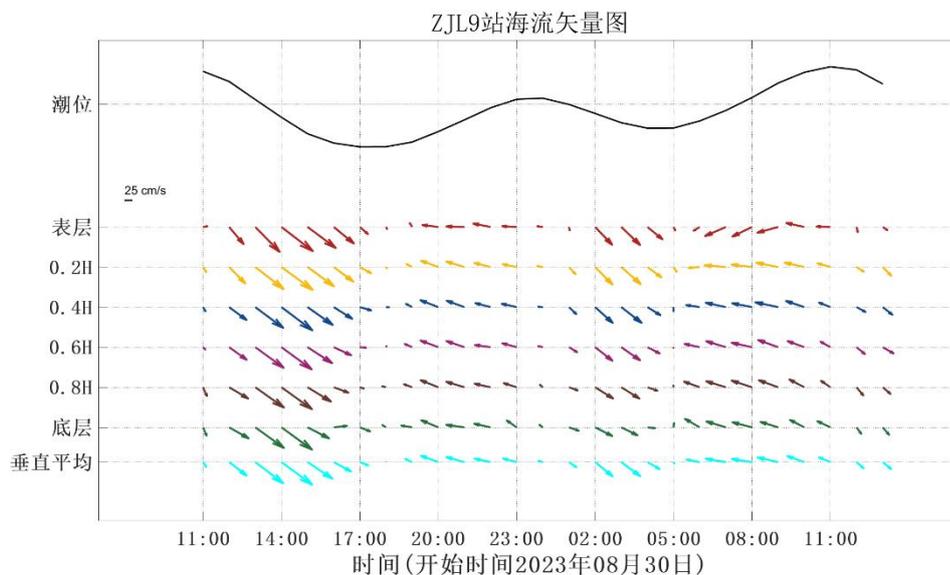


图 5.1.2-16 ZJL9 站海流矢量图

5.1.2.2 潮流分析

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。大潮期水文观测各站各层余流对比见表 5.1.2-1，大潮期余流的分布图见图 5.1.2-17。

由图表可知，调查海区观测期间余流流速主要介于 1.1cm/s~26.8cm/s。最大余流为潮流 ZJL9 站（表层，26.8cm/s，177°），最小余流为潮流 ZJL1 站（0.8H 层，1.1cm/s，101°）。各站表层的余流流速最大，方向主要为西南方向。ZJL4

站的余流方向主要为西北方向。

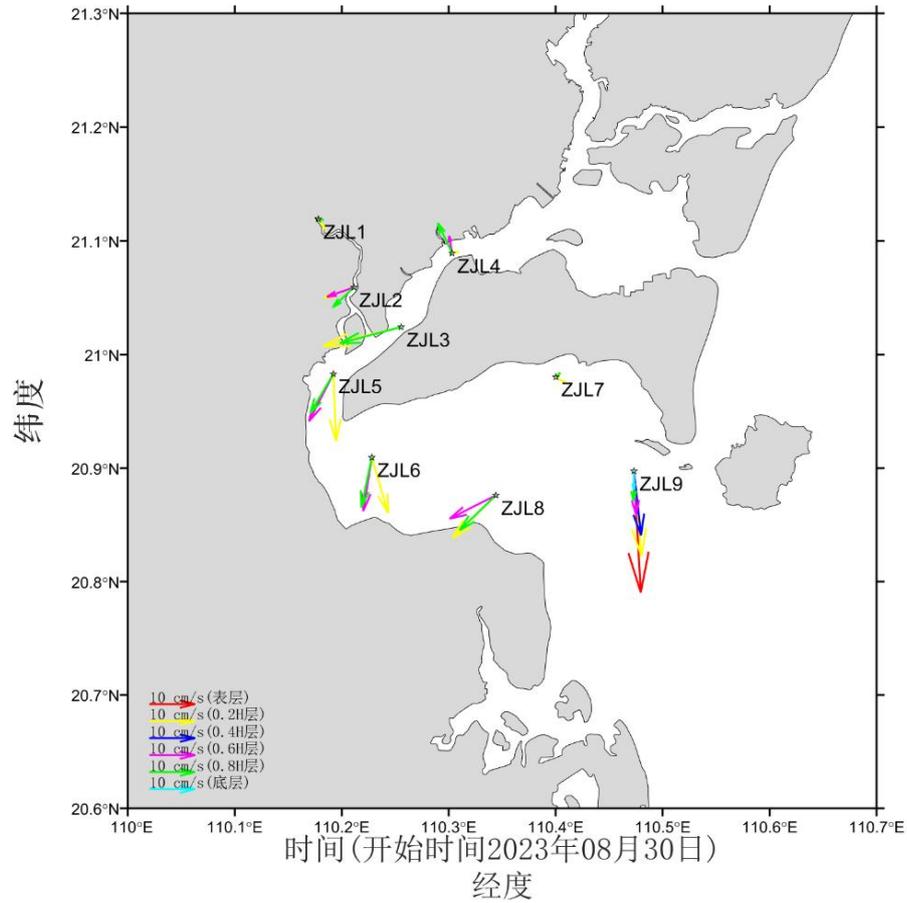


图 5.1.2-17 观测期各站余流图

表 5.1.2-1 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 (°) |
| ZJL1-0.2H | 2.8 | 146 |
| ZJL1-0.8H | 1.1 | 101 |
| ZJL2-0.2H | 7.0 | 250 |
| ZJL2-0.6H | 6.3 | 251 |
| ZJL2-0.8H | 6.4 | 226 |
| ZJL3-0.2H | 17.5 | 256 |
| ZJL3-0.8H | 13.8 | 255 |
| ZJL4-0.2H | 1.5 | 79 |
| ZJL4-0.6H | 3.8 | 350 |
| ZJL4-0.8H | 7.3 | 335 |
| ZJL5-0.2H | 14.8 | 178 |

| 站位及层次 | 观测期间余流 | |
|-----------|-----------|--------|
| | 流速 (cm/s) | 流向 (°) |
| ZJL5-0.6H | 11.7 | 207 |
| ZJL5-0.8H | 10.0 | 210 |
| ZJL6-0.2H | 12.8 | 164 |
| ZJL6-0.6H | 11.9 | 189 |
| ZJL6-0.8H | 11.2 | 192 |
| ZJL7-0.2H | 2.7 | 122 |
| ZJL7-0.8H | 1.3 | 46 |
| ZJL8-0.2H | 13.4 | 225 |
| ZJL8-0.6H | 11.3 | 243 |
| ZJL8-0.8H | 11.0 | 226 |
| ZJL9-表 | 26.8 | 177 |
| ZJL9-0.2H | 18.9 | 175 |
| ZJL9-0.4H | 14.2 | 174 |
| ZJL9-0.6H | 9.6 | 177 |
| ZJL9-0.8H | 6.6 | 181 |
| ZJL9-底 | 4.1 | 180 |

5.1.2.3 悬浮泥沙

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

本次水文观测期间，各站悬沙浓度过程曲线如图 5.1.2-18 至图 5.1.2-26 所示，各站悬沙浓度范围如表 5.1.2-2 所示。

由图表结果可知

- (1) 调查海区悬沙浓度范围为 $0.001\text{kg/m}^3\sim 0.058\text{kg/m}^3$ ，ZJL5 站底层的悬沙浓度最大 (0.058kg/m^3)，ZJL4 站表层的悬沙浓度最小 (0.001kg/m^3)；
- (2) 在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。
- (3) 空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外站站点的平均悬沙浓度。

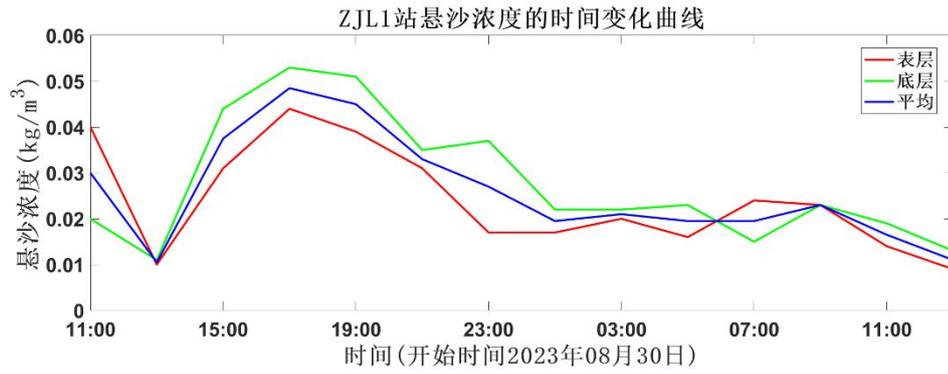


图 5.1.2-18 ZJL1 站悬沙浓度时间过程曲线图

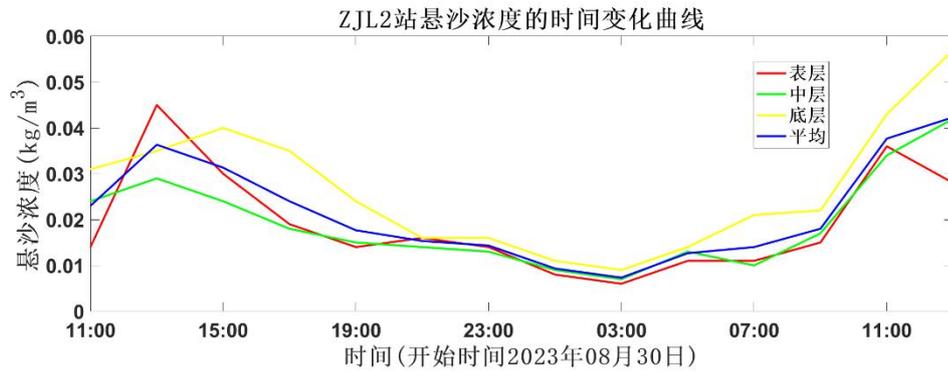


图 5.1.2-19 ZJL2 站悬沙浓度时间过程曲线图

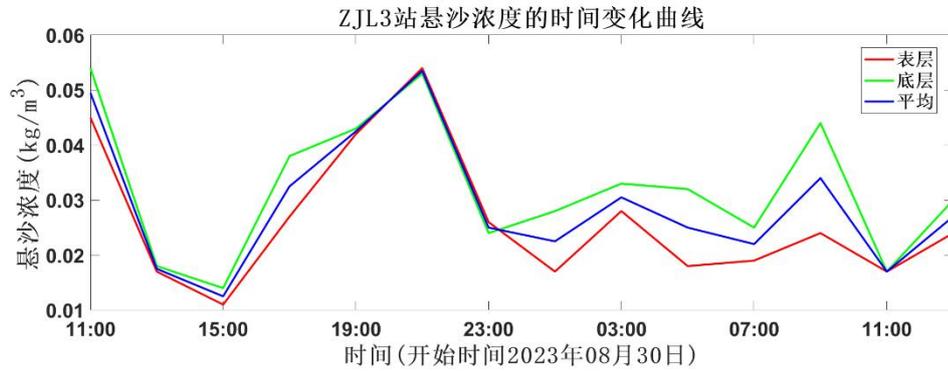


图 5.1.2-20 ZJL3 站悬沙浓度时间过程曲线图

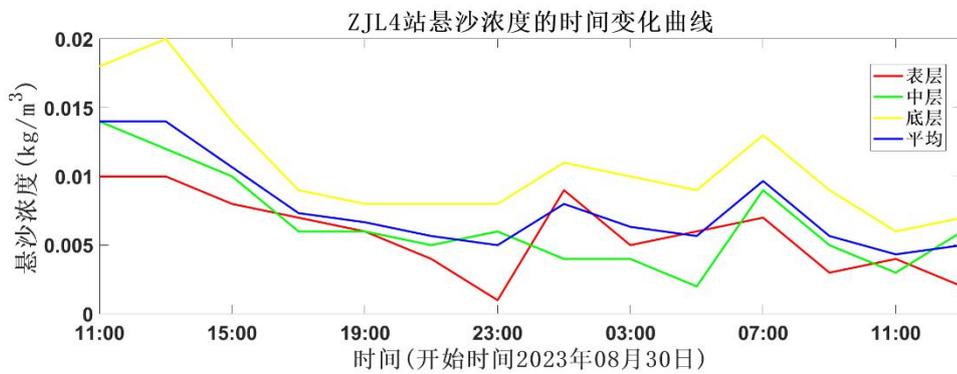


图 5.1.2-21 ZJL4 站悬沙浓度时间过程曲线图

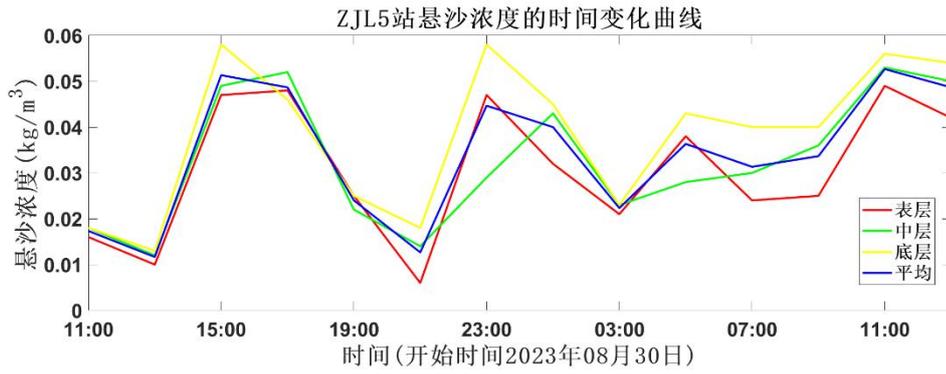


图 5.1.2-22 ZJL5 站悬沙浓度时间过程曲线图

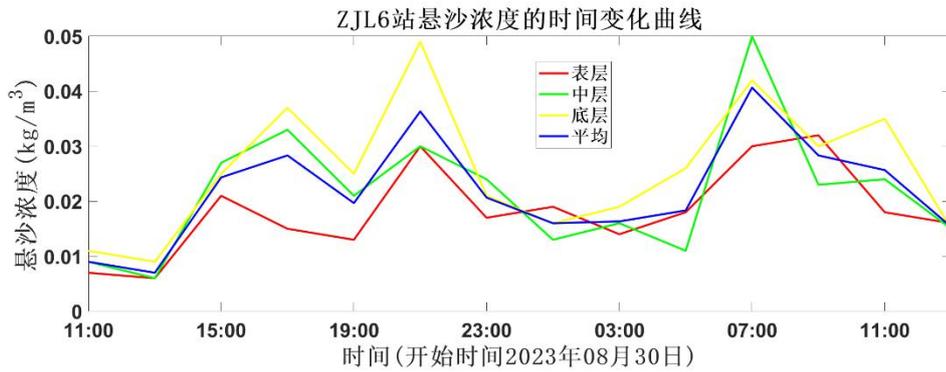


图 5.1.2-23 ZJL6 站悬沙浓度时间过程曲线图

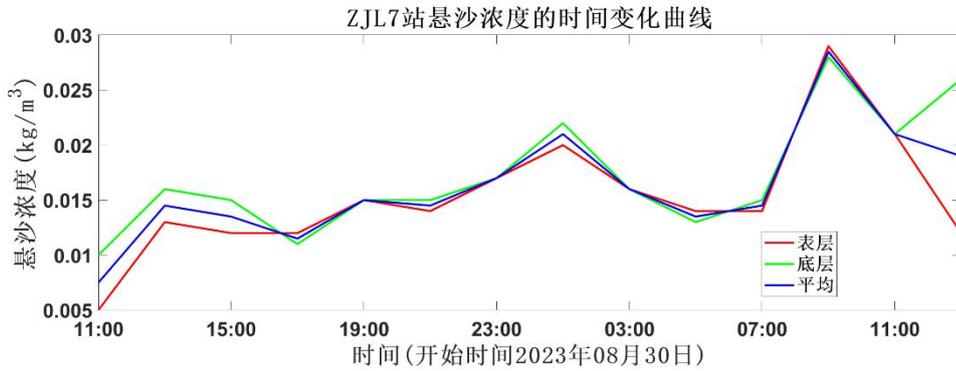


图 5.1.2-24 ZJL7 站悬沙浓度时间过程曲线图

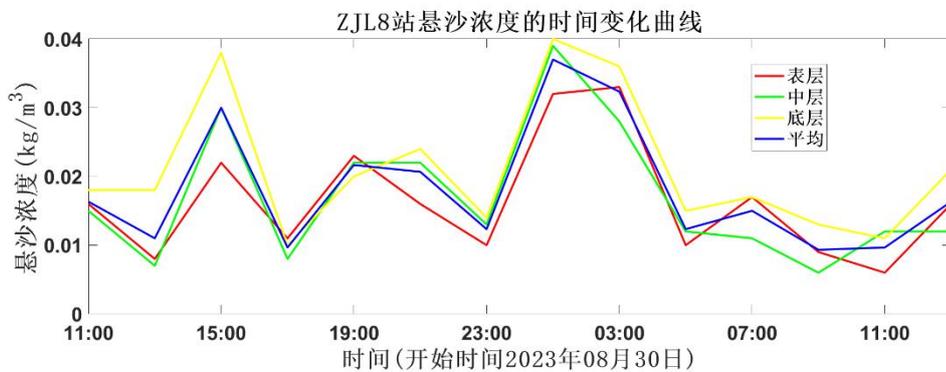


图 5.1.2-25 ZJL8 站悬沙浓度时间过程曲线图

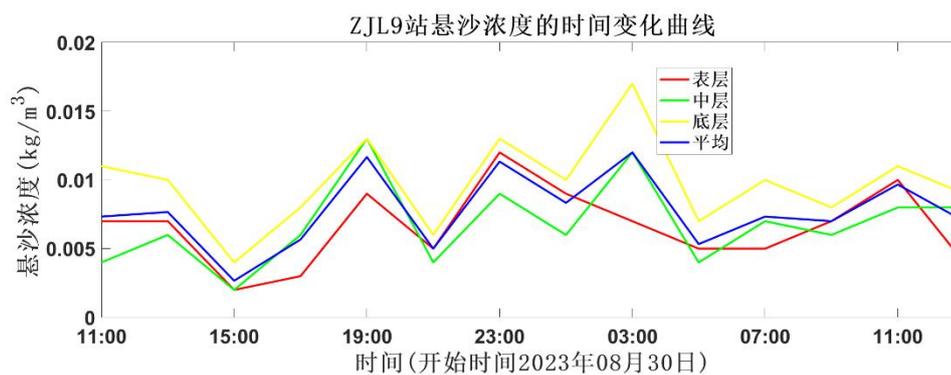


图 5.1.2-26 ZJL9 站悬沙浓度时间过程曲线图

表 5.1.2-2 各站悬沙浓度情况表

| 项目 | | 悬沙浓度 (kg/m ³) | | | |
|------|----|---------------------------|-------|-------|-------|
| 站点 | 层次 | 最大 | 最小 | 平均 | 全站平均 |
| ZJL1 | 表层 | 0.044 | 0.009 | 0.024 | 0.026 |
| | 底层 | 0.053 | 0.011 | 0.028 | |
| ZJL2 | 表层 | 0.045 | 0.006 | 0.019 | 0.022 |
| | 中层 | 0.042 | 0.007 | 0.019 | |
| | 底层 | 0.057 | 0.009 | 0.027 | |
| ZJL3 | 表层 | 0.054 | 0.011 | 0.026 | 0.029 |
| | 底层 | 0.054 | 0.014 | 0.032 | |
| ZJL4 | 表层 | 0.010 | 0.001 | 0.006 | 0.008 |
| | 中层 | 0.014 | 0.002 | 0.007 | |
| | 底层 | 0.020 | 0.006 | 0.011 | |
| ZJL5 | 表层 | 0.049 | 0.006 | 0.031 | 0.034 |
| | 中层 | 0.053 | 0.012 | 0.033 | |
| | 底层 | 0.058 | 0.013 | 0.038 | |
| ZJL6 | 表层 | 0.032 | 0.006 | 0.018 | 0.022 |
| | 中层 | 0.050 | 0.006 | 0.022 | |
| | 底层 | 0.049 | 0.009 | 0.026 | |
| ZJL7 | 表层 | 0.029 | 0.005 | 0.015 | 0.016 |
| | 底层 | 0.028 | 0.010 | 0.017 | |
| ZJL8 | 表层 | 0.033 | 0.006 | 0.016 | 0.018 |
| | 中层 | 0.039 | 0.006 | 0.017 | |
| | 底层 | 0.040 | 0.010 | 0.021 | |
| ZJL9 | 表层 | 0.012 | 0.002 | 0.007 | 0.008 |
| | 中层 | 0.013 | 0.002 | 0.007 | |
| | 底层 | 0.017 | 0.004 | 0.010 | |

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1 地形地貌

本工程区位于湛江市经济开发区东海岛民安街道范围内，场地地貌为第四系海陆平原与丘陵台地交互带，地势大致是北部及北东方向地势高，滨海地势较低，北部为丘陵台地。

计划种植红树林区域主要为滨海平原（潮坪），深部基岩主要为湖光岩组玄武岩，所在位置现状地貌主要为沼泽-滨浅海静水沉积环境，地表平坦，地貌主要为滨海沼泽，潮坪等。

多年来，拟种植红树林区域均为人工围塘，未进行大范围改造，除有人工修筑土堤及围塘外，基本无大型人工建筑及改造痕迹。

5.2.2 海底冲淤情况

红树林生态修复工程全部位于行之有年的围塘范围内，围塘主要通过闸口与周边海域进行水力交换。

施工期，项目首先会开闸放水，降低围塘的水位，然后再开入水陆两用挖掘机施工。因此，施工期的水位较低，且施工期关闭闸门，与周边海域没有水力交换，施工过程的水动力条件极差。可见，项目施工过程中对海底冲淤环境影响是较小的。

运营期，项目区围塘处于半封闭状态，依靠闸门与外海连通，闸门关闭后塘内水位基本处于稳定状态，受降雨或渗漏影响有小幅变化。大潮期（4-6天）闸门打开，涨潮期间潮水从闸门进入塘内，塘内可以恢复部分潮汐特征，塘内潮高相比外海低 0.1-0.4m。

围塘是通过闸门的开闭，引入海水，因此引入的水流通过闸口处慢慢溢满至整个围塘，流速较慢，因此，外环境海水与本项目围塘的海水交换，对冲淤环境基本均集中在闸口附近，对整个围塘的冲淤环境的影响较小。

5.3 海洋环境质量现状调查概况

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），本项目水动力环境、水质环境、生态环境评价等级为 1 级评价，沉积物环境评价等级为 2 级评价；需收集最近 3 年内建设项目周边海域春、秋两季海洋调查资料。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB19485-2014）关于水质、沉积物、生态调查站位的要求：1级评价项目一般不应少于5-8个断面，每条断面应布置4-6个调查站位。根据本报告“2.5.1 海洋环境影响评价等级”，本项目水质为1级评价，沉积物为2级，生态环境为1级；因此水质调查需设至少4个断面，每个断面至少5个站位，至少应布设20个调查站位；沉积物调查宜取水质调查的50%左右，也即10个站位左右；生态调查站位一般不少于水质站位的60%，也即一般不少于12个站位。

项目春季资料采用2024年4月中科检测技术服务（湛江）有限公司在本项目附近海域开展的海洋环境现状调查资料在麻章东南部海域设20个水质调查站位、12个生态、沉积物调查站位，3条潮间带调查断面，2条拖网断面。

秋季资料采用2023年11月中科检测技术服务（湛江）有限公司在本项目附近海域开展了海洋环境现状调查，调查在项目海域附近共设置20个站位，其中包括水质现状监测站位，沉积物站位12个、生态站位12个、生物体质量调查站位4个、渔业资源调查站位4个、潮间带站位3个。

由上可以看出，项目海洋环境调查资料满足导则要求。

5.3.1 春季海洋现状调查

5.3.1.1 海洋现状调查概况

（1）调查站位

春季调查共在东海岛西部海域设20个水质调查站位、12个生态、沉积物调查站位，3条潮间带调查断面，2条拖网断面。

调查站位布置图详见图5.3.1-1，调查站位及内容位置详见表5.3.1-1和表5.3.1-2。

表5.3.1-1项目调查站位及内容

| 站位编号 | 经度 | 纬度 | 调查内容 |
|------|-------------|-------------|------|
| WS3 | 110.2713606 | 21.07809319 | 水质 |
| WS4 | 110.2510214 | 21.06721086 | |
| WS5 | 110.2722001 | 21.04627489 | |
| WS6 | 110.2824461 | 21.04123821 | |
| WS7 | 110.2939796 | 21.02999266 | |
| WS10 | 110.2474809 | 20.99624093 | |
| WS11 | 110.2249932 | 20.98739111 | |
| WS13 | 110.245539 | 20.9668096 | |

| 站位编号 | 经度 | 纬度 | 调查内容 |
|------|-------------|-------------|-----------|
| WS16 | 110.1757908 | 20.97378229 | 水质、生态、沉积物 |
| ZS1 | 110.2935934 | 21.10059618 | |
| ZS2 | 110.2602509 | 21.08377557 | |
| ZS3 | 110.2868986 | 21.07080502 | |
| ZS4 | 110.3060925 | 21.05615752 | |
| ZS5 | 110.2543688 | 21.0232229 | |
| ZS6 | 110.2728224 | 21.01499061 | |
| ZS8 | 110.2309477 | 21.02201112 | |
| ZS9 | 110.2368593 | 21.00255118 | |
| ZS10 | 110.1915193 | 21.01538621 | |
| ZS11 | 110.207634 | 20.99626097 | |
| ZS12 | 110.1915836 | 20.94542869 | |

表 5.3.1-2 潮间带及拖网起始点位明细表

| 路线 | 经度 | 纬度 |
|-----|--------------|-------------|
| 潮间带 | | |
| C1 | 110.268445 | 21.07599087 |
| C2 | 110.1944871 | 21.02306642 |
| C3 | 110.30024260 | 21.06847018 |
| 拖网 | | |
| T1 | 110.28541803 | 21.07130527 |
| T1 | 110.27376652 | 21.07394457 |
| T2 | 110.20102501 | 21.03366852 |
| T2 | 110.20282745 | 21.01186752 |

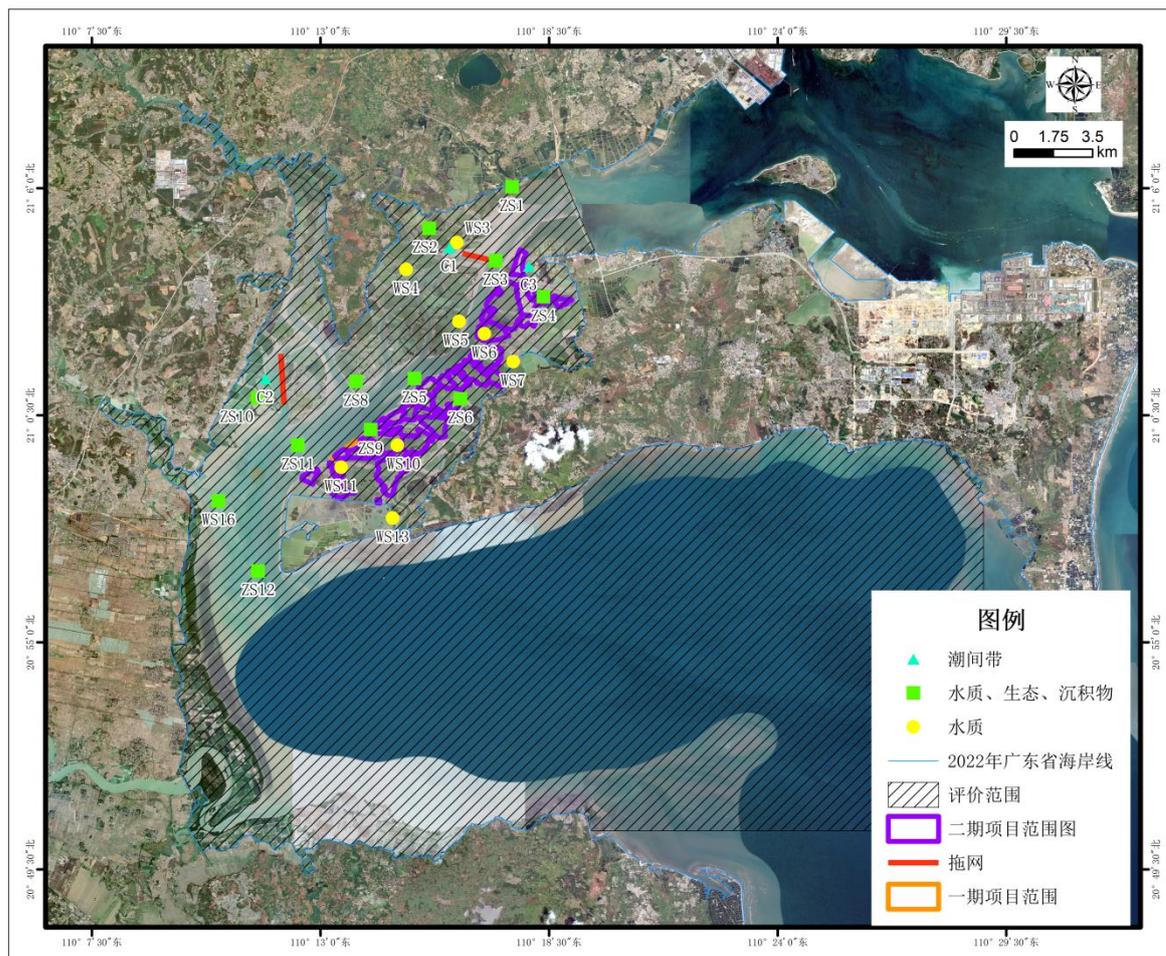


图 5.3.1-1 春季采样点位分布图

5.3.1.2 调查内容与评价方法

1 海水环境现状调查

(1) 调查内容

水质调查项目为：水温、透明度、pH 值、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐）、活性磷酸盐、硫化物、挥发性酚、粪大肠杆菌、石油类、重金属（汞、砷、锌、铜、铅、镉、铬）。

(2) 调查方法

现场监测采样按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，使用 GPS 导航船只进入预定点位，测量水深和进行透明度观测；采集水样根据水深确定层次：水深<10m 时采表层水样，10m<水深<25m 时采表层和底层水样，水深>25m 时采表层、中层和底层水样。海水盐度、水深、水温、pH 均为现场测定。其它水环境因子均用容积为 5L 的有机玻璃采水器采样，按《海洋监测规范》

(GB17378.5-2007)规定的方法进行样品采集、保存和实验室分析测试。各项目的分析方法及检出限见下表。

表 5.3.1-3 水质分析方法

| 检测项目 | 检测方法/依据 | 分析仪器 | 检出限 |
|-------|---|-----------------------|-----------|
| 水温 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 表层水温表法 25.1 | JK-202-04 表层水温计 | / |
| pH 值 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007pH 计法 26 | PHB-4 pH 计 | / |
| 盐度 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 盐度计法 29.1 | HWYAD-1 台式盐度仪 | 2 |
| 悬浮物 | 《海洋监测规范第 4 部分海水分析》 GB17378.4-2007 重量法 27 | ESJ203-S 电子天平 | 0.8mg/L |
| 透明度 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 透明圆盘法 22 | 透明圆盘 | / |
| 溶解氧 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 碘量法 31 | 碱式滴定管 | 0.16mg/L |
| 化学需氧量 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 碱性高锰酸钾法 32 | 碱式滴定管 | 0.32mg/L |
| 亚硝酸盐 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 萘乙二胺分光光度法 37 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 硝酸盐 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 镉柱还原法 38.1 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 氨 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 次溴酸盐氧化法 36.2 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 无机磷 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 磷钼蓝分光光度法 39.1 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 硫化物 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 亚甲基蓝分光光度法 18.1 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.2μg/L |
| 石油类 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 紫外分光光度法 13.2 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 3.5μg/L |
| 汞 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 原子荧光法 5.1 | AFS-8220 原子荧光光度计 | 0.007μg/L |
| 铜 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 (连续测定铜、铅和镉) 6.1 | ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计 | 0.2μg/L |
| 铅 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1 | ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计 | 0.03μg/L |
| 镉 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1 | ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计 | 0.01μg/L |
| 锌 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 | ice-3300 火焰原子 | 3.1μg/L |

| 检测项目 | 检测方法/依据 | 分析仪器 | 检出限 |
|-------|--|--------------------------|---------|
| | GB17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1 | 吸收分光光度计 | |
| 铬 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.1 | ice-3300 火焰原子 吸收分光光度计 | 0.4μg/L |
| 砷 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 原子荧光法 11.1 | AFS-8220 原子荧光光度计 | 0.5ug/l |
| 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 分光光度法 8.2 | UV-8000 紫外可 见分光光度计 | 0.2μg/L |

(3) 评价方法和标准

根据监测结果，利用《环境影响评价导则》（HJ/T2.3-93）所推荐的单项水质参数法进行评价。

单项水质参数 i 在 j 中占的标准指数。

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

式中： $S_{i,j}$ ：评价因子 i 的水质指数；

$C_{i,j}$ ：评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L。

C_{si} ：评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

DO 的标准指数为：

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

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

$$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$$

式中： DO_s —溶解氧的地表水质标准限值，mg/L；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L；

pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

其中：

式中： $S_{pH,j}$ —pH 的指数；

pH_f—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；

水质参数的标准指数 > 1，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

2 沉积物现状调查

(1) 调查项目

含水率、石油类、有机碳、硫化物、铅、铜、镉、汞、砷、铬、锌、粒度等。

(2) 采样方法

根据《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料袋或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

(3) 调查方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.1-4。

表 5.3.1-4 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 方法依据 | 仪器名称/型号 | 检出限 |
|------|--|-------------------|------------------------|
| 含水率 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 重量法（19） | 电子天平（万分之一）PX224ZH | / |
| 石油类 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 紫外分光光度法（13.2） | 紫外可见分光光度计 SP-1920 | 3.0（10 ⁻⁶ ） |
| 有机碳 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 （GB17378.5-2007）重铬酸钾氧化-还原容量法（18.1） | / | / |
| 硫化物 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 （GB17378.5-2007）亚甲基蓝分光光度法（17.1） | 紫外可见分光光度计 SP-1920 | 0.3（10 ⁻⁶ ） |
| 铅 | 《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 （GB17378.5-2007）火焰原子吸收分光光度法（7.2） | 原子吸收分光光度计 ICE3500 | 3.0（10 ⁻⁶ ） |

| | | | |
|----|--|-------------------|---------------------------|
| 铜 | 《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)火焰原子吸收分光光度法(6.2) | 原子吸收分光光度计 ICE3500 | 2.0 (10 ⁻⁶) |
| 镉 | 《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)无火焰原子吸收分光光度法(8.1) | 原子吸收分光光度计 ICE3500 | 0.04 (10 ⁻⁶) |
| 汞 | 《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)原子荧光法(5.1) | 原子荧光光度计 AFS-8520 | 0.002 (10 ⁻⁶) |
| 砷 | 《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)原子荧光法(11.1) | 原子荧光光度计 AFS-8520 | 0.06 (10 ⁻⁶) |
| 铬 | 海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)无火焰原子吸收分光光度法(10.1) | / | 2.0 (10 ⁻⁶) |
| 锌 | 海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)火焰原子吸收分光光度法(9.1) | / | 6.0 (10 ⁻⁶) |
| 粒度 | 《海洋调查规范第8部分:海洋地质地球物理调查》(GB/T12763.8-2007)(6.3) | 激光粒度分析仪 LS-POP(9) | / |

(4) 分析方法

结合项目的特点和项目所属海域实际情况,以及附近海域的功能区划情况,采用标准指数法,对现状监测结果进行标准指数计算。

3 生物质量调查

(1) 调查项目

在渔获物中选取代表性海洋生物,分析其体内铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃指标。

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

(3) 调查方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.1-5。

表 5.3.1-5 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 方法依据 | 仪器名称/型号 | 检出限 |
|------|--|---------|---------------------------|
| 石油烃 | 《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》 (GB17378.6-2007) (13) | / | 0.2 (10 ⁻⁶) |
| 铬 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.30 (10 ⁻⁶) |
| 铜 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.08 (10 ⁻⁶) |
| 锌 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 1.66 (10 ⁻⁶) |
| 砷 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.10 (10 ⁻⁶) |
| 镉 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.03 (10 ⁻⁶) |
| 铅 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.03 (10 ⁻⁶) |
| 汞 | 《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》 (GB17378.6-2007) (5.1) | / | 0.002 (10 ⁻⁶) |

(4) 分析方法

采用标准指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。

4 海洋生物调查

(1) 调查项目

叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

(2) 采样方法

①叶绿素 a 和初级生产力：与水质采样相同，根据水深，用采水器采集表、底两层或者表、中、底三层水样，采样后量取一定体积（250mL）水样，经 GF/F

玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好，存放于液氮罐中，带回实验室用萃取荧光法测定，分析其水体叶绿素 a 含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

②浮游植物：浮游植物定量分析样品用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集。拖网时，落网速度为 0.5m/s，起网为 0.5m/s~0.8m/s。样品用缓冲甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

③浮游动物：浮游动物样品用浅水 I 型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采集。采得的样品在现场用中性甲醛溶液固定，加入量为样品的 5%。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

④底栖生物：定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 5 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用体积分数为 5%-7%的中性甲醛溶液暂时性保存。定性样品采用框宽 1 米的阿氏拖网采集，在调查船航向稳定后投网，拖网绳应为水深 3 倍以上，以大约 2kn 的拖速拖行 15min。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

⑤潮间带生物：在项目附近以及相关敏感目标附近设立不同底质类型（泥滩、沙滩和岩滩）的潮间带生物调查断面，在各断面潮间带的高、中、低潮区（分别采集定性样品和定量样品。定性样品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%左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

（3）调查方法

样品的分析采用《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.1-6。

表 5.3.1-6 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 单位 | 检出限 |
|----------|---|----|-----|
| 浮游生物生态调查 | 《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） | / | / |

| | | | |
|-----------|---|---|---|
| 大型底栖生物调查 | 《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） | / | / |
| 潮间带生物生态调查 | 《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） | / | / |

（4）分析方法

各调查项目的采样和分析均按《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB12763.6—2007）和《海洋监测规范》（GB17378—2007）中规定的方法进行。

1) 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：

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

式中：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)）；

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' 一种类多样性指数，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) 游泳生物评估资源密度和确定优势种的方法

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

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

其中： 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 (每小时的扫海面积为 0.0084km^2)

y —平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind/h)

E —逃逸率 (取 0.5)

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

$$IRI = (N + W) F。$$

式中： N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F —某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比

5 渔业资源调查

(1) 调查项目

包括鱼卵和仔稚鱼、游泳动物(鱼、虾、蟹、头足类)调查。

(2) 调查方法

①鱼卵与仔稚鱼：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。网具使用浅水I型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 $0.5\text{m}/\text{s}$ ，起网速度为 $0.5\text{m}/\text{s} \sim 0.8\text{m}/\text{s}$ 。

②游泳动物

游泳生物调查按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

A 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。

B 调查工作流程: 采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查网具网身长 7.5m,网口目大 45mm,网囊目大 25mm,上纲长 6.0m,每次放网 2 张,每一张网配备两个网板。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 2nmile~4nmile 处放网,拖速控制在 3kn~4kn 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。

C 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) 分析方法

鱼卵与仔稚鱼及游泳动物样品的分析采用《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)进行,各项目的分析方法如表 5.3.1-7。

表 5.3.1-7 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 单位 | 检出限 |
|----------|--|----|-----|
| 鱼类浮游生物调查 | 《海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007 (9) | / | / |
| 游泳动物调查 | 《海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007 (14) | / | / |

5.3.1.3 评价标准

根据《广东省海洋功能区划(2011—2020 年)》(2012 年),项目调查站位所在的海洋功能区为通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区,项目调查站位功能区如图 5.3.1-2 所示。

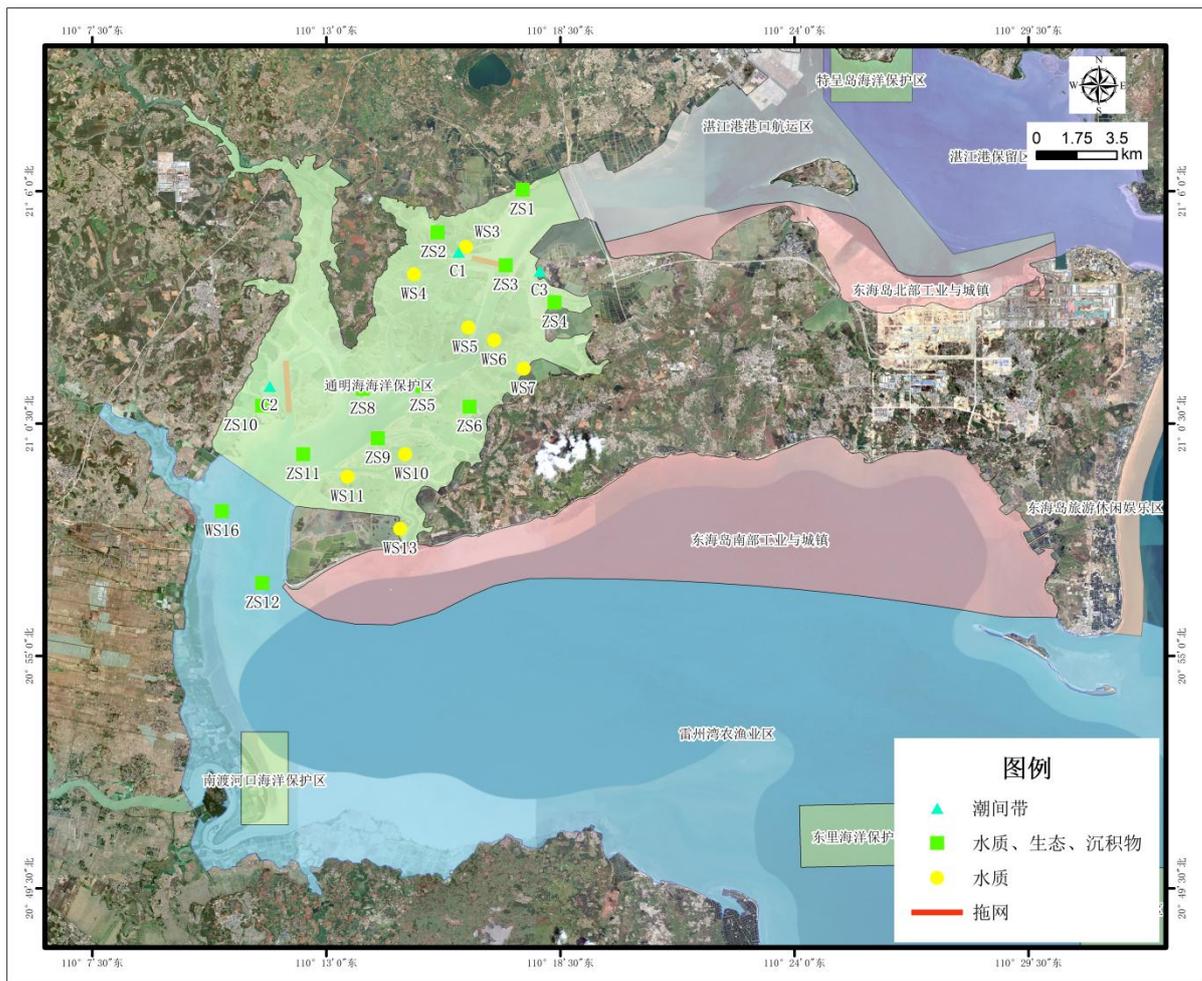


图 5.3.1-2 项目调查站位功能区图

由项目调查站位海洋功能区分布图可知，项目海水水质执行标准要求如表 5.3.1-8，执行标准参照《海水水质标准》（GB3097-1997）。

表 5.3.1-8 调查范围水质执行标准

| 功能区 | 功能区名称 | 调查站位 | 海水水质标准要求 |
|-------|----------|---|----------------|
| 海洋保护区 | 通明海海洋保护区 | WS3、WS4、WS5、 WS6、WS7、WS10、 WS11、WS13、ZS1、 ZS2、ZS3、ZS4 ZS5、ZS6、ZS8、ZS9、 ZS10、ZS11 | 执行海水水质 二类标准 |
| 农渔业区 | 雷州湾农渔业区 | WS16、ZS12 | |

由项目调查站位所在海洋功能区图可知，项目海洋沉积物执行标准要求如表 5.3.1-9，执行标准参照《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）。

表 5.3.1-9 调查范围海洋沉积物执行标准

| 功能区 | 功能区名称 | 调查站位 | 海洋沉积物质量标准要求 |
|-------|----------|---|---------------|
| 海洋保护区 | 通明海海洋保护区 | ZS1、ZS2、ZS3、ZS4、 ZS5、ZS6、ZS8、ZS9、 ZS10、ZS11 | 执行海洋沉积物质量一类标准 |
| 农渔业区 | 雷州湾农渔业区 | WS16、ZS12 | |

由项目调查站位所在海洋功能区图可知，项目海洋生物中贝类质量标准参照《海洋生物质量》（GB18421-2001）中一类标准，其他鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物质量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。海岸带生物调查标准中无石油烃限量规定，参考采用《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。

5.3.1.4 海水水质调查结果与评价

海水水质调查结果见表 5.3.1-10。

表5.3.1-10海水水质现状监测结果

| 检测项目 | 水温 | 透明度 | 溶解氧 | 盐度 | pH值 | 悬浮物 | 化学需氧量 | 生化需氧量 | 氨氮 | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 硝酸盐氮 | 亚硝酸盐 | 硫化物 | 挥发酚 | 油类 | 粪大肠菌群 | 汞 | 砷 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 |
|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------------------|-------|-------|------|-----------------------|---------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 单位 | ℃ | m | mg/L | ‰ | 无量纲 | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | 个/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L |
| WS3 | 20.6 | 0.4 | 7.36 | 18 | 7.58 | 43 | 1.48 | 1.87 | 0.117 | 0.0248 | 0.301 | 0.17 | 0.014 | ND | ND | 1.94×10 ⁻² | 1.3×10 ² | ND | 0.5 | 7 | 0.6 | 0.13 | ND | ND |
| WS4 | 18.2 | 0.4 | 7.2 | 18.1 | 7.38 | 112 | 1.67 | 1.61 | 0.106 | 0.0208 | 0.311 | 0.188 | 0.017 | 0.005 | ND | 1.40×10 ⁻¹ | 50 | ND | 0.5 | 4 | 0.6 | 0.98 | 1.73 | ND |
| WS5 | 20.6 | 0.6 | 8.06 | 14.1 | 7.4 | 102 | 2.31 | 2.69 | 0.015 | 0.0127 | 0.03 | 1.25×10 ⁻² | 0.002 | 0.003 | ND | 2.76×10 ⁻² | 20 | ND | ND | 42.2 | 1.5 | 0.57 | 1.81 | ND |
| WS6 | 22.8 | 0.4 | 6.22 | 15.5 | 7.04 | 570 | 8.72 | 5.38 | 0.135 | 0.0394 | 0.157 | 1.92×10 ⁻² | 0.003 | 0.004 | ND | 2.50×10 ⁻¹ | 80 | 0.021 | 0.6 | ND | 2.3 | 0.47 | 2.94 | ND |
| WS7 | 18 | 0.3 | 7.67 | 16.7 | 6.96 | 89 | 2.69 | 3.17 | 0.002 | 0.00806 | 0.15 | 0.142 | 0.006 | 0.004 | ND | 3.53×10 ⁻² | 4.9×10 ² | 0.026 | ND | 4.8 | 0.8 | 0.89 | 0.49 | ND |
| WS10 | 21.8 | 0.5 | 7.99 | 21.4 | 7.47 | 60 | 1.53 | 1.75 | 0.005 | 0.00341 | 0.205 | 0.188 | 0.012 | ND | ND | 2.31×10 ⁻² | 50 | 0.021 | ND | ND | 1.3 | ND | 0.07 | ND |
| WS11 | 19.6 | 0.4 | 7.42 | 21.6 | 7.74 | 125 | 1.27 | 0.95 | 0.067 | 0.0264 | 0.291 | 0.208 | 0.016 | 0.006 | ND | 7.61×10 ⁻³ | 50 | ND | 0.6 | 8.2 | 5.9 | 1.32 | 0.24 | ND |
| WS13 | 17.8 | 0.3 | 7.8 | 17.9 | 6.94 | 99 | 1.89 | 1.5 | 0.111 | 0.026 | 0.459 | 0.317 | 0.031 | 0.004 | ND | 1.79×10 ⁻² | 1.3×10 ³ | ND | 0.5 | ND | 1.6 | 1.39 | 0.17 | ND |
| WS16 | 20.2 | 0.4 | 7.54 | 19.7 | 7.53 | 92 | 1.16 | 1.08 | 0.081 | 0.0276 | 0.351 | 0.253 | 0.017 | 0.005 | ND | 7.82×10 ⁻³ | 1.1×10 ² | ND | 0.7 | ND | 0.8 | ND | 0.73 | ND |
| ZS1 | 17.8 | 0.6 | 7.45 | 15.2 | 7.42 | 68 | 2.1 | 1.57 | 0.057 | 0.0583 | 0.292 | 0.225 | 0.01 | ND | ND | 4.29×10 ⁻² | 7.0×10 ² | ND | 0.6 | 5.6 | 0.8 | 1.82 | 0.19 | ND |
| ZS2 | 18.6 | 0.5 | 6.38 | 17.2 | 7.3 | 80 | 1.69 | 1.34 | 0.077 | 0.022 | 0.197 | 0.114 | 0.007 | ND | ND | 2.92×10 ⁻² | 1.3×10 ² | ND | 0.5 | 4.4 | 0.4 | 0.53 | 0.18 | ND |
| ZS3 | 19.6 | 0.6 | 7.57 | 17.7 | 7.47 | 118 | 1.33 | 0.92 | 0.087 | 0.0282 | 0.322 | 0.215 | 0.02 | ND | ND | 1.10×10 ⁻² | 80 | ND | 0.6 | ND | 0.7 | 0.49 | 0.55 | ND |
| ZS4 | 20.2 | 0.5 | 7.54 | 19.1 | 7.26 | 34 | 2.05 | 2.51 | 0.051 | 0.0158 | 0.264 | 0.202 | 0.011 | ND | ND | 1.53×10 ⁻¹ | <20 | ND | ND | 44.2 | 4.8 | 0.71 | 0.1 | ND |
| ZS5 | 19.4 | 0.7 | 7.3 | 19.9 | 7.63 | 135 | 1.25 | 0.88 | 0.069 | 0.0245 | 0.289 | 0.202 | 0.018 | ND | ND | 3.58×10 ⁻² | 80 | ND | 0.6 | ND | 0.9 | 0.31 | 0.69 | ND |
| ZS6 | 19.8 | 0.6 | 7.76 | 15 | 7.26 | 1089 | 4.72 | 4.3 | 0.037 | 0.0102 | 0.062 | 2.07×10 ⁻² | 0.004 | 0.004 | ND | 4.94×10 ⁻² | 1.7×10 ² | ND | 0.5 | 7.2 | 0.5 | 0.47 | 0.84 | ND |
| ZS8 | 19.6 | 0.9 | 7.33 | 20.8 | 7.64 | 101 | 1.26 | 1.23 | 0.055 | 0.0152 | 0.205 | 0.139 | 0.011 | 0.003 | ND | 6.40×10 ⁻² | 20 | ND | 0.6 | 10.2 | 0.5 | 1.25 | 0.2 | ND |
| ZS9 | 20 | 0.6 | 7.83 | 21.8 | 7.63 | 46 | 1.16 | 1.14 | 0.073 | 0.0248 | 0.304 | 0.214 | 0.017 | ND | ND | 2.30×10 ⁻² | <20 | ND | 0.6 | ND | 1 | 0.44 | 0.05 | ND |
| ZS10 | 20 | 0.5 | 7.47 | 17.9 | 7.42 | 124 | 1.56 | 1.27 | 0.037 | 0.027 | 0.258 | 0.201 | 0.02 | 0.004 | ND | 2.57×10 ⁻² | 7.9×10 ² | ND | ND | 7.2 | 0.6 | 4.56 | 1.53 | ND |
| ZS11 | 19.4 | 0.7 | 7.9 | 22.7 | 7.58 | 18 | 1.04 | 1.07 | 0.06 | 0.0217 | 0.261 | 0.188 | 0.013 | ND | ND | 1.25×10 ⁻² | 50 | ND | 0.7 | 14.3 | 0.6 | 0.42 | 2.39 | ND |
| ZS12 | 20.2 | 0.6 | 6.87 | 23.9 | 7.82 | 112 | 0.96 | 1.07 | 0.019 | 0.0146 | 0.143 | 0.116 | 0.008 | 0.006 | ND | 6.95×10 ⁻² | <20 | ND | 0.8 | 9.6 | 0.9 | 0.28 | 0.59 | ND |

1 区域整体水质状况

2024年3月东海岛西部海域海水环境状况总体较好,除pH值、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐、无机氮、油类、粪大肠菌群部分站位不达标外,其他监测因子硫化物、挥发酚、汞、砷、锌、铜、铅、镉、铬均符合《海水水质标准》第二类标准。

在整个调查区域中,符合二类海水水质标准的调查站位占整个调查站位的5.00%,超过二类海水水质的调查站位占整个调查占位的95.00%。调查海域pH值浓度超标率高达95.00%,大大增加了该海域超二类海水水质的面积占比。

2 区域各水质监测指标状况

(1) 水温

调查海域水温介于17.8~22.8℃之间,平均值为19.71℃。

(2) pH值

调查海域pH介于6.94~7.82之间,平均值为7.42。符合二类海水水质标准的调查站位占整个调查占位的5.00%,超过二类海水水质标准的调查站位占整个调查占位的95.00%。调查海域的pH质量状况较差。

(3) 盐度

调查海域盐度介于14.1‰~23.9‰之间,平均值为18.7‰。

(4) 透明度

调查海域透明度介于0.3~0.9m之间,平均值为0.52m。

(5) 溶解氧

调查海域溶解氧含量介于6.22mg/L~8.06mg/L之间,平均值为7.43mg/L。各调查站位溶解氧均符合二类海水水质标准,海水中的溶解氧质量状况好。

(6) 油类

调查海域石油类含量介于0.00761mg/L~0.25mg/L之间,平均值为0.052mg/L。符合二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的75.00%,超过二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的25.00%,海水中的石油类质量状况较好。

(7) 生化需氧量

调查海域生化需氧量含量介于0.88~5.38mg/L之间,平均值为1.87mg/L。符合二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的85.00%,超过二类海

水水质标准的调查站位占总调查站位数的 15.00%。海水中生化需氧量整体质量状况良好。

(8) 化学需氧量

调查海域化学需氧量含量介于 0.96mg/L~8.72mg/L 之间，平均值为 2.09mg/L。符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 85.00%，超过第二类海水水质标准的站位占总站位的 15.00%。海水中化学需氧量整体质量状况较好。

(9) 活性磷酸盐

调查海域活性磷酸盐含量介于 0.00341mg/L~0.0583mg/L 之间，平均值为 0.0225mg/L。符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 90.00%，超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 10.00%。海水中活性磷酸盐整体质量状况较好

(10) 无机氮

调查海域无机氮含量介于 0.03mg/L~0.459mg/L 之间，平均值为 0.243mg/L。符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 70.00%，超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 30.00%。

(11) 硝酸盐氮

调查海域硝酸盐氮含量介于 0.0114~0.317mg/L，平均值为 0.193mg/L。

(12) 亚硝酸盐

调查海域亚硝酸盐含量介于 0.002~0.031mg/L，平均值为 0.0129mg/L。

(13) 氨氮

调查海域氨氮含量介于 0.002~0.135mg/L，平均值为 0.063mg/L。

(14) 悬浮物

调查海域悬浮物含量介于 18mg/L~1089mg/L 之间，平均值为 160.85mg/L。

(15) 硫化物

调查海域硫化物含量介于 ND~0.006mg/L 之间，平均值为 0.004mg/L。

(16) 挥发性酚

调查海域挥发性酚均未检出，调查海域海水中挥发性酚整体质量状况好。

(17) 粪大肠杆菌

调查海域粪大肠杆菌含量介于 20 个/L~1300 个/L 之间，平均值为 218 个/L。

(18) 汞

调查海域汞含量介于 ND~0.026 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.0034 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(19) 砷

调查海域砷含量介于 ND~0.8 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.445 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(20) 锌

调查海域锌含量介于 ND~44.2 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 8.45 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(21) 铜

调查海域铜含量介于 0.4~5.9 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 1.35 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(22) 铅

调查海域铅含量介于 ND~4.56 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.85 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(23) 镉

调查海域镉含量介于 ND~2.94 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.775 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(24) 铬

调查海域铬均未检出, 各调查站位均符合第二类海水水质标准, 调查海域海水中铬整体质量状况好。

3 功能区水质状况

采用上述单项指数法, 对现状监测结果进行标准指数计算。由调查及评级结果可知, 本次调查共布设 20 个调查站位, 调查海域功能区水质达标情况如下: 调查海域执行海水水质二类标准, 水质整体超标率为 95.00%, 主要超标因子为 pH 值, 其次为无机氮、油类、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐及粪大肠菌群, 其他因子全部符合海水水质二类标准。其中无机氮超标率为 30.00%, 油类超标率为 25.00%, 生化需氧量超标率为 15.00%, 化学需氧量超标率为 10.00%, 活性磷酸盐超标率为 10.00%。

表 5.3.1-11 海水水质质量指数

| 项目 | 溶解氧 | pH 值 | 化学需氧量 | 生化需氧量 | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 硫化物 | 挥发酚 | 油类 | 粪大肠菌群 | 汞 | 砷 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| WS3 | 0.405 | 1.629 | 0.493 | 0.623 | 0.827 | 1.003 | 0.030 | 0.110 | 0.388 | 0.065 | 0.018 | 0.017 | 0.140 | 0.006 | 0.026 | 0.001 | 0.0020 |
| WS4 | 0.500 | 2.200 | 0.557 | 0.537 | 0.693 | 1.037 | 0.100 | 0.110 | 2.800 | 0.025 | 0.018 | 0.017 | 0.080 | 0.006 | 0.196 | 0.346 | 0.0020 |
| WS5 | 0.228 | 2.143 | 0.770 | 0.897 | 0.423 | 0.100 | 0.060 | 0.110 | 0.552 | 0.010 | 0.018 | 0.008 | 0.844 | 0.015 | 0.114 | 0.362 | 0.0020 |
| WS6 | 0.661 | 3.171 | 2.907 | 1.793 | 1.313 | 0.523 | 0.080 | 0.110 | 5.000 | 0.040 | 0.105 | 0.020 | 0.031 | 0.023 | 0.094 | 0.588 | 0.0020 |
| WS7 | 0.398 | 3.400 | 0.897 | 1.057 | 0.269 | 0.500 | 0.080 | 0.110 | 0.706 | 0.245 | 0.130 | 0.008 | 0.096 | 0.008 | 0.178 | 0.098 | 0.0020 |
| WS10 | 0.206 | 1.943 | 0.510 | 0.583 | 0.114 | 0.683 | 0.030 | 0.110 | 0.462 | 0.025 | 0.105 | 0.008 | 0.031 | 0.013 | 0.003 | 0.014 | 0.0020 |
| WS11 | 0.416 | 1.171 | 0.423 | 0.317 | 0.880 | 0.970 | 0.120 | 0.110 | 0.152 | 0.025 | 0.018 | 0.020 | 0.164 | 0.059 | 0.264 | 0.048 | 0.0020 |
| WS13 | 0.374 | 3.457 | 0.630 | 0.500 | 0.867 | 1.530 | 0.080 | 0.110 | 0.358 | 0.650 | 0.018 | 0.017 | 0.031 | 0.016 | 0.278 | 0.034 | 0.0020 |
| WS16 | 0.370 | 1.771 | 0.387 | 0.360 | 0.920 | 1.170 | 0.100 | 0.110 | 0.156 | 0.055 | 0.018 | 0.023 | 0.031 | 0.008 | 0.003 | 0.146 | 0.0020 |
| ZS1 | 0.452 | 2.086 | 0.700 | 0.523 | 1.943 | 0.973 | 0.030 | 0.110 | 0.858 | 0.350 | 0.018 | 0.020 | 0.112 | 0.008 | 0.364 | 0.038 | 0.0020 |
| ZS2 | 0.681 | 2.429 | 0.563 | 0.447 | 0.733 | 0.657 | 0.030 | 0.110 | 0.584 | 0.065 | 0.018 | 0.017 | 0.088 | 0.004 | 0.106 | 0.036 | 0.0020 |
| ZS3 | 0.379 | 1.943 | 0.443 | 0.307 | 0.940 | 1.073 | 0.030 | 0.110 | 0.220 | 0.040 | 0.018 | 0.020 | 0.031 | 0.007 | 0.098 | 0.110 | 0.0020 |
| ZS4 | 0.370 | 2.543 | 0.683 | 0.837 | 0.527 | 0.880 | 0.030 | 0.110 | 3.060 | 0.005 | 0.018 | 0.008 | 0.884 | 0.048 | 0.142 | 0.020 | 0.0020 |
| ZS5 | 0.449 | 1.486 | 0.417 | 0.293 | 0.817 | 0.963 | 0.030 | 0.110 | 0.716 | 0.040 | 0.018 | 0.020 | 0.031 | 0.009 | 0.062 | 0.138 | 0.0020 |
| ZS6 | 0.328 | 2.543 | 1.573 | 1.433 | 0.340 | 0.207 | 0.080 | 0.110 | 0.988 | 0.085 | 0.018 | 0.017 | 0.144 | 0.005 | 0.094 | 0.168 | 0.0020 |
| ZS8 | 0.437 | 1.457 | 0.420 | 0.410 | 0.507 | 0.683 | 0.060 | 0.110 | 1.280 | 0.010 | 0.018 | 0.020 | 0.204 | 0.005 | 0.250 | 0.040 | 0.0020 |
| ZS9 | 0.305 | 1.486 | 0.387 | 0.380 | 0.827 | 1.013 | 0.030 | 0.110 | 0.460 | 0.005 | 0.018 | 0.020 | 0.031 | 0.010 | 0.088 | 0.010 | 0.0020 |
| ZS10 | 0.393 | 2.086 | 0.520 | 0.423 | 0.900 | 0.860 | 0.080 | 0.110 | 0.514 | 0.395 | 0.018 | 0.008 | 0.144 | 0.006 | 0.912 | 0.306 | 0.0020 |
| ZS11 | 0.306 | 1.629 | 0.347 | 0.357 | 0.723 | 0.870 | 0.030 | 0.110 | 0.250 | 0.025 | 0.018 | 0.023 | 0.286 | 0.006 | 0.084 | 0.478 | 0.0020 |
| ZS12 | 0.537 | 0.943 | 0.320 | 0.357 | 0.487 | 0.477 | 0.120 | 0.110 | 1.390 | 0.005 | 0.018 | 0.027 | 0.192 | 0.009 | 0.056 | 0.118 | 0.0020 |
| 最小值 | 0.206 | 0.943 | 0.320 | 0.293 | 0.114 | 0.100 | 0.030 | 0.110 | 0.152 | 0.005 | 0.018 | 0.008 | 0.031 | 0.004 | 0.003 | 0.001 | 0.002 |
| 最大值 | 0.681 | 3.457 | 2.907 | 1.793 | 1.943 | 1.530 | 0.120 | 0.110 | 5.000 | 0.65 | 0.130 | 0.027 | 0.884 | 0.059 | 0.912 | 0.588 | 0.002 |
| 超标率 | 0.00% | 95.00% | 10.00% | 15.00% | 10.00% | 30.00% | 0.00% | 0.00% | 25.00% | 0% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

5.3.1.5 海洋沉积物质量调查与评价

海洋沉积物调查结果见表 5.3.1-12

1 区域整体海洋沉积物质量状况

本次调查海域沉积物环境状况总体情况较好，整个调查区域除有机碳、砷在部分站位有超过一类海洋沉积物标准外，其他因子均符合第一类海洋沉积物标准，质量等级为优。

2 区域整体海洋沉积物监测指标状况

(1) 油类

调查海域沉积物中石油类的含量介于 $48.1 \times 10^{-6} \sim 175 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 72.4×10^{-6} 。符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 100%，沉积物中石油类的整体质量状况较好。

(2) 有机碳

调查海域沉积物中有机碳的含量介于 0.986%~2.83%之间，平均值 1.51%。符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 83.33%，超过第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 16.67%，沉积物中有机碳的整体质量状况较好。

(3) 硫化物

调查海域沉积物中硫化物的含量介于 $1.6 \times 10^{-6} \sim 132.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 39.34×10^{-6} 。符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 100%。沉积物中硫化物的整体质量状况较好。

(4) 铬 (Cr)

调查海域沉积物中铬的含量介于 $37.6 \times 10^{-6} \sim 77.8 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 51.5×10^{-6} ，所有调查站位铬均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中铬的质量状况较好。

(5) 锌 (Zn)

调查海域沉积物中锌的含量介于 $51.1 \times 10^{-6} \sim 103 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 79.5×10^{-6} ，所有调查站位锌均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中锌的质量状况较好。

(6) 镉 (Cd)

调查海域沉积物中镉的含量介于 ND~ 0.07×10^{-6} 之间，平均值 0.037×10^{-6} ，所有调查站位镉均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中镉的质量状况较好。

(7) 铅 (Pb)

调查海域沉积物中铅的含量介于 $13.3 \times 10^{-6} \sim 34.2 \times 10^{-6}$ 之间, 平均值 22.725×10^{-6} , 所有调查站位铅均符合第一类海洋沉积物质量标准, 沉积物中铅的质量状况较好。

(8) 砷 (As)

调查海域沉积物中砷的含量介于 $5.86 \times 10^{-6} \sim 21.5 \times 10^{-6}$ 之间, 平均值 11.22×10^{-6} , 符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 91.67%, 超过第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 8.33%, 沉积物中砷的质量状况较好。

(9) 汞 (Hg)

调查海域沉积物中汞的含量介于 $0.01 \times 10^{-6} \sim 0.043 \times 10^{-6}$ 之间, 平均值 0.023×10^{-6} , 所有调查站位汞均符合第一类海洋沉积物质量标准, 沉积物中汞的质量状况较好。

(10) 铜 (Cu)

调查海域沉积物中铜的含量介于 $6.3 \times 10^{-6} \sim 18.1 \times 10^{-6}$ 之间, 平均值 11.18×10^{-6} , 所有调查站位铜均符合第一类海洋沉积物质量标准, 沉积物中铜的质量状况较好。

表 5.3.1-12 海洋沉积物现状监测结果

| 检测项目 | 单位 | 点位编号/检测结果 | | | | | | | | | | | |
|------|------------------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | ZS1 | ZS2 | ZS3 | ZS4 | ZS5 | ZS6 | ZS8 | ZS9 | ZS10 | ZS11 | ZS12 | WS16 |
| 含水率 | % | 4.4 | 3.2 | 2.3 | 0.9 | 1.8 | 3.2 | 2 | 2.5 | 6.7 | 5.1 | 1.4 | 3.3 |
| 石油类 | 10 ⁻⁶ | 175 | 100 | 62.6 | 61.5 | 60.8 | 65.1 | 49.4 | 48.1 | 58.8 | 66.1 | 54.8 | 66.7 |
| 有机碳 | % | 2.73 | 2.83 | 1.18 | 1.2 | 1.41 | 1.62 | 1.29 | 1.17 | 0.986 | 1.33 | 1.06 | 1.37 |
| 硫化物 | 10 ⁻⁶ | 42.9 | 1.6 | 22.3 | 43.8 | 10.3 | 84.3 | 23.4 | 32 | 70.4 | 4.5 | 4.2 | 132.4 |
| 铜 | 10 ⁻⁶ | 18.1 | 16.9 | 6.3 | 10.9 | 10.1 | 15.6 | 7.3 | 10 | 8.4 | 9.1 | 9.6 | 11.9 |
| 铅 | 10 ⁻⁶ | 26.5 | 32.9 | 13.7 | 18.3 | 20.7 | 34.2 | 18.6 | 26.5 | 13.3 | 23.4 | 18.3 | 26.3 |
| 镉 | 10 ⁻⁶ | 0.05 | ND | 0.04 | 0.07 | ND | 0.04 | ND | 0.04 | ND | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 铬 | 10 ⁻⁶ | 77.8 | 63.7 | 37.6 | 39.7 | 47.9 | 42.2 | 40.1 | 45 | 66.8 | 50.5 | 40.2 | 66.9 |
| 锌 | 10 ⁻⁶ | 72.8 | 99.6 | 67.6 | 68.5 | 83.3 | 99.5 | 69.3 | 80.9 | 51.1 | 87.6 | 70.6 | 103 |
| 砷 | 10 ⁻⁶ | 15.8 | 18 | 5.86 | 10.1 | 9.53 | 21.5 | 7.55 | 10.1 | 6.79 | 10.2 | 8.69 | 10.6 |
| 汞 | 10 ⁻⁶ | 0.043 | 0.032 | 0.016 | 0.01 | 0.019 | 0.025 | 0.018 | 0.029 | 0.014 | 0.027 | 0.021 | 0.026 |

3 海洋沉积物质量状况

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。调查海域属于万通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区，执行海洋沉积物质量第一类标准。由调查及评价结果可知，调查区域中各调查站位评价质量等级均为优，区域评价质量等级为优。

表 5.3.13 海洋沉积物质量指数

| 检测项目 | | 石油类 | 有机碳 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 锌 | 砷 | 汞 |
|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 点位编号 | ZS1 | 0.350 | 1.365 | 0.143 | 0.517 | 0.442 | 0.100 | 0.973 | 0.485 | 0.790 | 0.215 |
| | ZS2 | 0.200 | 1.415 | 0.005 | 0.483 | 0.548 | 0.040 | 0.796 | 0.664 | 0.900 | 0.160 |
| | ZS3 | 0.125 | 0.590 | 0.074 | 0.180 | 0.228 | 0.080 | 0.470 | 0.451 | 0.293 | 0.080 |
| | ZS4 | 0.123 | 0.600 | 0.146 | 0.311 | 0.305 | 0.140 | 0.496 | 0.457 | 0.505 | 0.050 |
| | ZS5 | 0.122 | 0.705 | 0.034 | 0.289 | 0.345 | 0.040 | 0.599 | 0.555 | 0.477 | 0.095 |
| | ZS6 | 0.130 | 0.810 | 0.281 | 0.446 | 0.570 | 0.080 | 0.528 | 0.663 | 1.075 | 0.125 |
| | ZS8 | 0.099 | 0.645 | 0.078 | 0.209 | 0.310 | 0.040 | 0.501 | 0.462 | 0.378 | 0.090 |
| | ZS9 | 0.096 | 0.585 | 0.107 | 0.286 | 0.442 | 0.080 | 0.563 | 0.539 | 0.505 | 0.145 |
| | ZS10 | 0.118 | 0.493 | 0.235 | 0.240 | 0.222 | 0.040 | 0.835 | 0.341 | 0.340 | 0.070 |
| | ZS11 | 0.132 | 0.665 | 0.015 | 0.260 | 0.390 | 0.080 | 0.631 | 0.584 | 0.510 | 0.135 |
| | ZS12 | 0.110 | 0.530 | 0.014 | 0.274 | 0.305 | 0.080 | 0.503 | 0.471 | 0.435 | 0.105 |
| | WS16 | 0.133 | 0.685 | 0.441 | 0.340 | 0.438 | 0.080 | 0.836 | 0.687 | 0.530 | 0.130 |
| 最大值 | | 0.350 | 1.415 | 0.441 | 0.517 | 0.570 | 0.140 | 0.973 | 0.687 | 1.075 | 0.215 |
| 最小值 | | 0.096 | 0.493 | 0.005 | 0.180 | 0.222 | 0.040 | 0.470 | 0.341 | 0.293 | 0.050 |
| 超标率 | | 0.00% | 16.67% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 8.33% | 0.00% |

5.3.1.6 海洋生物质量调查与评价

本次调查海洋生物体质量调查结果见表 5.3.1-14。

表 5.3.1-14 海洋生物质量调查结果

| 站位 | 物种名称 | 类别 | 检测结果 ($\times 10^{-6}$) | | | | | | | |
|----|------|-----|---------------------------|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| | | | 石油烃 | 铬 | 铜 | 锌 | 砷 | 镉 | 铅 | 总汞 |
| T1 | 口虾蛄 | 甲壳类 | 11 | 0.46 | 145 | 138 | 8.18 | 3.46 | 0.14 | 0.128 |
| T2 | 口虾蛄 | 甲壳类 | 10.8 | 0.5 | 194 | 151 | 10.4 | 4.83 | 0.18 | 0.176 |

1 区域整体海洋生物质量状况

本次调查区域的环境监测生物均为甲壳类。除甲壳动物体内的铜、锌、镉含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的要求，其他因子铅、汞、石油烃符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的要求。

2 区域海洋生物监测指标状况

(1) 石油烃

生物体中石油烃全部测值范围为 10.8~11mg/kg，平均值为 10.9mg/kg，由评价结果可知，调查站位的石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物体质量标准。

(2) 铬

生物体中铬全部测值范围为 0.46~0.5mg/kg，平均值为 0.48mg/kg。

(3) 铜

生物体中铜全部测值范围为 145~194mg/kg，平均值为 169.5mg/kg，由评价结果可知，铜含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(4) 锌

生物体中锌全部测值范围为 138~151mg/kg，平均值为 144.5mg/kg，由评价结果可知，锌含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(5) 砷

生物体中砷全部测值范围为 8.18~10.4mg/kg，平均值为 9.29mg/kg。

(6) 镉

生物体中镉全部测值范围为 3.46~4.83mg/kg，平均值为 4.145mg/kg，由评价结果可知，镉含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(7) 铅

生物体中铅全部测值范围为 0.14~0.18mg/kg，平均值为 0.16mg/kg，由评价结果可知，铅含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(8) 汞

生物体中汞全部测值范围为 0.0128~0.176mg/kg，平均值为 0.152mg/kg，由评价结果可知，汞含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

3 各功能区海洋生物质量状况

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。调查海域功能区位于通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区，执行海洋生物达标情况《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准，重金属及石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。调查区域共 2 个调查站位，海洋生物质量整体超标率为 100%，调查站位均出现超标现象，超标因子主要为铜、镉、锌。

表 5.3.1-15 海洋生物质量指数

| 站 位 | 物种名 称 | 类别 | 检测结果 | | | | | |
|--------|----------|-----|-------|---------|--------|---------|-------|-------|
| | | | 石油烃 | 铜 | 锌 | 镉 | 铅 | 总汞 |
| T1 | 口虾蛄 | 甲壳类 | 0.55 | 1.45 | 0.92 | 1.73 | 0.07 | 0.64 |
| T2 | 口虾蛄 | 甲壳类 | 0.54 | 1.94 | 1.01 | 2.42 | 0.09 | 0.88 |
| 最大值 | | | 0.55 | 1.94 | 1.01 | 2.42 | 0.09 | 0.88 |
| 最小值 | | | 0.54 | 1.45 | 0.92 | 1.73 | 0.07 | 0.64 |
| 超标率 | | | 0.00% | 100.00% | 50.00% | 100.00% | 0.00% | 0.00% |

5.3.1.7 海洋生态调查结果

本次调查区域共布设了 12 个调查站位，分析内容主要包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、渔业资源（鱼卵仔稚鱼、

游泳动物)。样品的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)中规定的方法进行。

1 叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.722~18.5mg/L, 平均值为 3.61mg/L, 其中 ZS6 站位叶绿素 a 含量最高, ZS8 站位叶绿素 a 含量最低。各站位海水叶绿素 a 含量见表 5.3.1-14。

(2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 31.502~677.655mg·C/(m²·d), 平均值为 125.047mg·C/(m²·d), 其中 ZS6 站位初级生产力水平最高, WS16 站位最低。各站位海水初级生产力水平见表 5.3.1-16。

表 5.3.1-16 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

| 项目 | 叶绿素 a (mg/L) | 初级生产力 (mg·C/m ² ·d) |
|------|--------------|--------------------------------|
| WS16 | 1.29 | 31.502 |
| ZS1 | 1.45 | 38.360 |
| ZS2 | 2.22 | 54.212 |
| ZS3 | 1.23 | 45.055 |
| ZS4 | 10.2 | 311.355 |
| ZS5 | 1.32 | 56.410 |
| ZS6 | 18.5 | 677.655 |
| ZS8 | 0.722 | 39.670 |
| ZS9 | 1.11 | 40.659 |
| ZS10 | 1.78 | 43.468 |
| ZS11 | 1.06 | 45.299 |
| ZS12 | 1.33 | 48.718 |
| 范围 | 0.722~18.5 | 31.502~677.655 |
| 平均值 | 3.61 | 125.047 |

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 4 门 30 属 54 种。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 23 属 46 种, 占总种数的 85.19% (表 3.4-2); 甲藻门共出现 2 属 2 种, 占总种数的 3.70%; 蓝藻门共出现 4 属 5 种, 占总种数的 9.26%; 绿藻门共出现 1 属 1 种, 占总种数的 1.85%。

表 5.3.1-17 浮游植物种类组成

| 类群 | 属数 | 种类数 | 种类组成比例 (%) |
|----|----|-----|------------|
| 硅藻 | 23 | 46 | 85.19 |
| 甲藻 | 2 | 2 | 3.70 |
| 蓝藻 | 4 | 5 | 9.26 |
| 绿藻 | 1 | 1 | 1.85 |
| 合计 | 30 | 54 | 100 |

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共出现 2 种,为假微型海链藻 (*Thalassiosira pseudonana*)、希罗鞘丝藻 (*Pleurosigma aestuarii*)。这 2 种优势种的丰度占调查海区总丰度的 73.94%。假微型海链藻的优势度最高为 0.1385,占调查海区总丰度的 41.55%,为本次调查的第一优势种,其次是希罗鞘丝藻的优势度为 0.081,占调查海区总丰度的 32.40%。

表 5.3.1-18 浮游植物优势种及优势度

| 种名 | 类群 | 优势度 | 占总丰度百分比 (%) |
|--|-----|--------|-------------|
| 假微型海链藻 (<i>Thalassiosira pseudonana</i>) | 硅藻门 | 0.1385 | 41.55 |
| 希罗鞘丝藻 (<i>Pleurosigma aestuarii</i>)。 | 硅藻门 | 0.0810 | 32.40 |

(2) 丰富组成

调查海区浮游植物丰度变化范围为 $12.7 \times 10^3 \sim 2151 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$, 平均为 $680.085 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ (表 5.3.1-19)。不同站位的丰度差异较大,最高丰度出现在 ZS6 站位,为 $2151 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$;最低丰度则出现在 ZS11 站位,仅为 $12.7 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。

浮游植物丰度组成以硅藻占优势,其丰度占各站总丰度的 6.80%~100.00%,平均为 74.08%,硅藻在 12 个监测站都有出现,出现频率为 100.00%;蓝藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~93.20%,平均为 24.37%;甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~15.48%,平均为 1.38%;绿藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~2.13%,平均为 0.18%。

表 5.3.1-19 浮游植物丰度 ($\times 10^3 \text{ cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

| 站位 | 总丰度 | 硅藻 | | 甲藻 | | 蓝藻 | | 绿藻 | |
|------|-------|-------|---------|----|-------|----|-------|----|-------|
| | | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 |
| WS16 | 23.58 | 23.58 | 100.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |

| | | | | | | | | | |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|------|-------|
| ZS1 | 1774.5 | 1633.5 | 92.05% | 0 | 0.00% | 141 | 7.95% | 0 | 0.00% |
| ZS2 | 45.01 | 45.01 | 100.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| ZS3 | 1788.34 | 121.67 | 6.80% | 0 | 0.00% | 1666.67 | 93.20% | 0 | 0.00% |
| ZS4 | 51.57 | 51.57 | 100.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| ZS5 | 79.04 | 29.04 | 36.74% | 0.81 | 1.02% | 49.19 | 62.23% | 0 | 0.00% |
| ZS6 | 2151 | 1039.5 | 48.33% | 333 | 15.48% | 778.5 | 36.19% | 0 | 0.00% |
| ZS8 | 992 | 162 | 16.33% | 0 | 0.00% | 830 | 83.67% | 0 | 0.00% |
| ZS9 | 16.42 | 16.07 | 97.87% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0.35 | 2.13% |
| ZS10 | 1171.5 | 1063.5 | 90.78% | 0 | 0.00% | 108 | 9.22% | 0 | 0.00% |
| ZS11 | 12.7 | 12.7 | 100.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| ZS12 | 55.36 | 55.36 | 100.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| 最大值 | 2151.00 | 1633.50 | 100.00% | 333.00 | 15.48% | 1666.67 | 93.20% | 0.35 | 2.13% |
| 最小值 | 12.70 | 12.70 | 6.80% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| 平均值 | 680.09 | 354.46 | 74.08% | 27.82 | 1.38% | 297.78 | 24.37% | 0.03 | 0.18% |

(3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 20~37 种,平均 27 种(表 5.3.1-20)。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.376~3.253,平均为 2.001,多样性指数以 S8 站位最高, S14 站位最低。Pielou 均匀度指数范围为 0.304~0.624,平均为 0.424,各站位生物量种间分布不均匀。

表 5.3.1-20 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 |
|------|--------|-------------|-------------|
| WS16 | 16 | 3.558 | 0.618 |
| ZS1 | 8 | 0.736 | 0.128 |
| ZS2 | 10 | 2.977 | 0.517 |
| ZS3 | 10 | 0.433 | 0.075 |
| ZS4 | 7 | 2.480 | 0.431 |
| ZS5 | 10 | 1.724 | 0.300 |
| ZS6 | 8 | 2.005 | 0.348 |
| ZS8 | 10 | 0.867 | 0.151 |
| ZS9 | 16 | 3.719 | 0.646 |
| ZS10 | 13 | 0.973 | 0.169 |
| ZS11 | 12 | 3.262 | 0.567 |
| ZS12 | 14 | 3.284 | 0.571 |
| 范围 | 7~16 | 0.433~3.719 | 0.075~0.646 |
| 平均值 | 11.167 | 2.168 | 0.377 |

3 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 5 门 16 属 31 种(见附录 II—浮游动物种类名录),其中节肢动物 16 种,浮游幼虫 12 种,被囊动物、原生动物、栉板动物各 1 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示,各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 18.82~117.98mg/m³,平均生物量为 44.24mg/m³。在整个调查区中,生物量最高出现在 ZS12 站位,为 117.98mg/m³,最低出现在 ZS11 站位,为 18.52mg/m³。本次调查结果显示,在个体数量分布方面,浮游动物密度变化幅度为 226.68~2772.57ind./m³,平均密度为 711.68ind./m³。浮游生物最高密度出现在 ZS12 站位,为 2772.57ind./m³,最低密度则出现在 ZS3 站位,为 226.68ind./m³(表 5.3.1-21)。

表 5.3.1-21 浮游动物生物量及密度

| 站位 | 生物量 (mg/m ³) | 密度 (ind./m ³) |
|------|--------------------------|---------------------------|
| WS16 | 51.54 | 836.05 |
| ZS1 | 33.00 | 310.00 |
| ZS2 | 74.29 | 729.36 |
| ZS3 | 22.67 | 226.68 |
| ZS4 | 41.11 | 427.89 |
| ZS5 | 19.14 | 772.46 |
| ZS6 | 59.75 | 715.00 |
| ZS8 | 28.17 | 424.98 |
| ZS9 | 21.66 | 451.08 |
| ZS10 | 43.00 | 502.50 |
| ZS11 | 18.52 | 371.55 |
| ZS12 | 117.98 | 2772.57 |
| 范围 | 18.82~117.98 | 226.68~2772.57 |
| 平均值 | 44.24 | 711.68 |

(3) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 13 种(7~23 种);种类多样性指数范围为 1.654~2.646 之间,平均为 2.191,多样性指数最高出现在 S8 站位,其次为 ZS1 站位(多样性指数为 2.646),最低则出现在 WS16 站位;种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似,其变化范围在 0.334~0.534 之间,平均为 0.442,最高出现在 ZS1 站位,其次为 ZS4 站位(均匀度指数为 0.532),最低出现在 WS16 站位(见表 5.3.1-22)。

表 5.3.1-22 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 | 均匀度指数 J |
|------|------|-------------|-------------|
| WS16 | 8 | 1.654 | 0.334 |
| ZS1 | 9 | 2.646 | 0.534 |
| ZS2 | 8 | 2.103 | 0.425 |
| ZS3 | 10 | 1.951 | 0.394 |
| ZS4 | 13 | 2.636 | 0.532 |
| ZS5 | 17 | 2.166 | 0.437 |
| ZS6 | 7 | 1.877 | 0.379 |
| ZS8 | 9 | 2.174 | 0.439 |
| ZS9 | 14 | 2.088 | 0.421 |
| ZS10 | 10 | 1.959 | 0.396 |
| ZS11 | 20 | 2.44 | 0.493 |
| ZS12 | 23 | 2.602 | 0.525 |
| 范围 | 7~23 | 1.654~2.646 | 0.334~0.534 |
| 平均值 | 13 | 2.191 | 0.442 |

(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有6种,分别是刺尾纺锤水蚤(*Acartiaspinicauda*)、短尾类幼虫(*Brachyuralarva*)、蔓足类幼虫(*Cirripeditelarva*)、披针纺锤水蚤(*Acartiasouthwelli*)、桡足类幼体(*Copepodite*)和小拟哲水蚤(*Paracalanusparvus*),优势度指数分别为0.113、0.030、0.089、0.045、0.550和0.111(见表5.3.1-23)。这些物种的平均密度分别为90.46ind./m³、16.68ind./m³、95.73ind./m³、65.60ind./m³、154.88ind./m³和273.77ind./m³,分别占浮游动物总密度的11.65%、2.34%、12.33%、8.45%、32.64%和19.23%。桡足类幼体是本次调查的第一物种,该种类主要分布在本海域的ZS12及WS16站位,其密度为254.55ind./m³和649.28ind./m³。

表 5.3.1-23 浮游动物的优势种及优势度

| 中文名 | 拉丁文 | 优势度 Y | 平均密度 (ind./m ³) |
|--------|--------------------------|-------|-----------------------------|
| 刺尾纺锤水蚤 | <i>Acartiaspinicauda</i> | 0.113 | 90.46 |
| 短尾类幼虫 | <i>Brachyuralarva</i> | 0.030 | 16.68 |
| 蔓足类幼虫 | <i>Cirripeditelarva</i> | 0.089 | 95.73 |
| 披针纺锤水蚤 | <i>Acartiasouthwelli</i> | 0.045 | 65.60 |
| 桡足类幼体 | <i>Copepodite</i> | 0.550 | 154.88 |
| 小拟哲水蚤 | <i>Paracalanusparvus</i> | 0.111 | 273.77 |

4 底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 38 种，其中环节动物 15 种、节肢动物 13 种、软体动物 7 种、脊索动物、纽形动物和刺胞动物各 1 种。软体动物、环节动物、节肢动物和其他动物分别占总种数的 38.47%、34.21%、18.42%、2.63%、2.63% 和 2.63%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

(2) 底栖生物栖息密度和生物量

底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 137.503ind./m²，以节肢动物的平均栖息密度最高，为 92.918ind./m²，占总平均密度的 67.57%；环节动物次之，平均栖息密度为 35.141ind./m²，占总平均密度的 25.56%；软体动物的平均栖息密度为 5.417ind./m²，占总平均密度的 3.94%；纽形动物的平均栖息密度为 3.195ind./m²，占总平均密度的 2.32%；刺胞动物及脊索动物的平均栖息密度为 0.417ind./m²，占总平均密度的 0.30%（表 5.3.1-24）。

底栖生物的平均生物量为 4.037g/m²，以节肢动物居首位，平均生物量为 2.929g/m²，占总平均生物量的 72.55%；其次为环节动物，平均生物量为 1.81g/m²，占总平均生物量的 8.71%；环节动物的平均生物量为 0.504g/m²，占总平均生物量的 12.48%；软体动物的平均生物量为 0.502g/m²，占总平均生物量的 12.43%；脊索动物的平均生物量为 0.047g/m²，占总平均生物量的 1.16%；纽形动物的平均生物量为 0.032g/m²，占总平均生物量的 0.79%；刺胞动物的平均生物量为 0.024g/m²，占总平均生物量的 0.60%；（表 5.3.1-24）。

表 5.3.1-24 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

| 站位 | 项目 | 合计 | 环节动物门 | 节肢动物门 | 纽形动物门 | 软体动物门 | 刺胞动物门 | 脊索动物门 |
|------|------------------------------|---------|---------|---------|-------|--------|-------|-------|
| WS16 | 密度 (ind./m ²) | 35.000 | 15.000 | 5.000 | 0.000 | 15.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 4.105 | 0.105 | 0.030 | 0.000 | 3.970 | 0.000 | 0.000 |
| ZS1 | 密度 (ind./m ²) | 193.330 | 0.000 | 193.330 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 17.733 | 0.000 | 17.733 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS2 | 密度 (ind./m ²) | 300.000 | 0.000 | 300.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 3.160 | 0.000 | 3.160 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS3 | 密度 (ind./m ²) | 46.680 | 40.010 | 6.670 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 1.327 | 0.494 | 0.833 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS4 | 密度 (ind./m ²) | 285.000 | 35.000 | 250.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 5.530 | 0.460 | 5.070 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS5 | 密度 (ind./m ²) | 40.020 | 20.010 | 6.670 | 6.670 | 6.670 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 0.779 | 0.259 | 0.253 | 0.100 | 0.167 | 0.000 | 0.000 |
| ZS6 | 密度 (ind./m ²) | 220.000 | 73.330 | 146.670 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 5.294 | 1.180 | 4.114 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS8 | 密度 (ind./m ²) | 260.000 | 60.000 | 200.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 4.806 | 0.893 | 3.913 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS9 | 密度 (ind./m ²) | 30.000 | 20.000 | 0.000 | 0.000 | 5.000 | 5.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 0.705 | 0.390 | 0.000 | 0.000 | 0.025 | 0.290 | 0.000 |
| ZS10 | 密度 (ind./m ²) | 140.010 | 113.340 | 6.670 | 6.670 | 13.330 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 1.568 | 1.281 | 0.040 | 0.047 | 0.200 | 0.000 | 0.000 |

| 站位 | 项目 | 合计 | 环节动物门 | 节肢动物门 | 纽形动物门 | 软体动物门 | 刺胞动物门 | 脊索动物门 |
|------|---------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| ZS11 | 密度 (ind./m ²) | 90.000 | 45.000 | 0.000 | 20.000 | 20.000 | 0.000 | 5.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 2.710 | 0.985 | 0.000 | 0.175 | 0.990 | 0.000 | 0.560 |
| ZS12 | 密度 (ind./m ²) | 10.000 | 0.000 | 0.000 | 5.000 | 5.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 0.730 | 0.000 | 0.000 | 0.060 | 0.670 | 0.000 | 0.000 |
| 平均 | 密度 (ind./m ²) | 137.503 | 35.141 | 92.918 | 3.195 | 5.417 | 0.417 | 0.417 |
| | 生物量 (g/m ²) | 4.037 | 0.504 | 2.929 | 0.032 | 0.502 | 0.024 | 0.047 |

本次调查结果表明,各监测站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,其中 ZS2 站位密度最高,为 300ind./m²。ZS2 站位密度最高的原因在于记录到数量较多的节肢动物—日本长尾虫 (*Aapseudesnipponicus*),该物种在该站位的分布密度为 295.00ind./m²。分布密度在 200ind./m² 以上的站位为 ZS2、ZS4、ZS6、ZS8,其它站位的分布密度均在 10.00~193.33ind./m² 之间。

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 0.705~17.33g/m²,其中站位 ZS1 的生物量最高,构成高生物量的原因在于节肢动物—扁平拟闭口蟹 (*Paracleistostomadepressum*) 在该站位大量出现,生物量为 17.33g/m²。生物量最低的站位为 ZS9 站位,仅为 0.705g/m²,该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的环节动物、刺胞动物和软体动物,个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在 12 个站位中有 9 个站位出现,平均密度为 28.89ind./m²。密度分布范围为 0~113.34ind./m²;平均生物量为 0.504g/m²,生物量分布范围为 0.00~1.281g/m²。

节肢动物在 12 个站位中有 9 个站位出现,平均密度为 92.918ind./m²。密度分布范围为 0~300.00ind./m²;平均生物量为 2.929g/m²,生物量分布范围为 0.00~17.33g/m²。

软体动物在 12 个站位中有 6 个站位出现,平均密度为 5.417ind./m²,密度分布范围为 0~20.00ind./m²。平均生物量为 0.502g/m²,生物量分布范围为 0.00~3.970g/m²。

纽形动物在 12 个站位中有 4 个站位出现，平均密度为 3.195ind./m²。密度分布范围为 0~20ind./m²；平均生物量为 0.032g/m²，生物量分布范围为 0.00~0.175g/m²。

刺胞动物在 12 个站位中有 1 个站位出现，平均密度为 0.417ind./m²。密度分布范围为 0~5ind./m²；平均生物量为 0.024g/m²，生物量分布范围为 0.00~0.29g/m²。

脊索动物在 12 个站位中有 1 个站位出现，平均密度为 0.417ind./m²。密度分布范围为 0~5ind./m²；平均生物量为 0.021g/m²，生物量分布范围为 0.00~0.185g/m²。

(3) 底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，那么本次调查海区的底栖生物有 2 个优势种，是节肢动物的日本长尾虫和中华螺赢蜚，其优势度 0.064 和 0.093（表 5.3.1-25）。中华螺赢蜚在 12 个站位中的 6 个站位出现，其平均栖息密度为 58.33ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 16.51%，为该调查海区的第一优势种。

表 5.3.1-25 底栖动物优势种及优势度

| 优势种 | 类群 | 优势度 | 平均密度 (ind./m ²) | 占总生物栖息密度的百分比(%) |
|-------|-------|-------|-----------------------------|-----------------|
| 日本长尾虫 | 节肢动物门 | 0.064 | 272.5 | 16.51% |
| 中华螺赢蜚 | 节肢动物门 | 0.093 | 58.3 | 3.54% |

(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 2~10 种/站，平均 4.75 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.122~2.975 之间，平均值为 1.762（表 5.3.1-26）。多样性指数最高出现在 ZS11 站位；最低则为 ZS2 站位，调查海域底栖生物多样性指数属中等水平。均匀度范围在 0.015~0.365 之间，平均为 0.216，反映物种分布不均匀。

表 5.3.1-26 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

| 站位 | 出现的种类数 | 多样性指数 H | 均匀度指数 J |
|------|--------|---------|---------|
| WS16 | 5 | 2.236 | 0.274 |
| ZS1 | 2 | 0.958 | 0.117 |
| ZS2 | 2 | 0.122 | 0.015 |
| ZS3 | 5 | 2.128 | 0.261 |

| | | | |
|------|-------|-------------|-------------|
| ZS4 | 2 | 0.537 | 0.066 |
| ZS5 | 6 | 2.585 | 0.317 |
| ZS6 | 4 | 1.473 | 0.181 |
| ZS8 | 5 | 2.161 | 0.265 |
| ZS9 | 5 | 2.252 | 0.276 |
| ZS10 | 9 | 2.713 | 0.333 |
| ZS11 | 10 | 2.975 | 0.365 |
| ZS12 | 2 | 1.000 | 0.123 |
| 范围 | 2~10 | 0.122~2.975 | 0.015~0.365 |
| 平均值 | 4.750 | 1.762 | 0.216 |

5 潮间带生物

(1) 种类组成

本次调查共记录潮间带动物 15 种，其中节肢动物 7 种、软体动物 4 种、脊索动物 2 种、纽形动物和星虫动物各 11 种。节肢动物和软体动物分别占总种数的 46.67%和 26.67%。节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

C1、C2、C3 为泥质断面。

高潮区：生物群落组成以节肢动物为主及少量星虫动物、脊索动物和纽形动物。出现的节肢动物主要有秀丽长方蟹和褶痕相手蟹，均属于沙滩常见的节肢动物；

中潮区：生物群落主要由节肢动物为主及少量软体动物和脊索动物组成，并采集到大量节肢动物秀丽长方蟹和褶痕相手蟹等；

低潮区：以节肢动物为主，与中潮带物种分布差异不大。

(2) 潮间带生物量及栖息密度

①生物量及栖息密度的组成

调查断面中，C1 断面的平均生物量为 15.343g/m²，C2 断面的平均生物量为 22.285g/m²，C3 断面的平均生物量为 35.551g/m²；在栖息密度方面，C1 断面平均栖息密度为 14.22ind./m²，C2 断面的平均栖息密度为 29.73ind./m²，C3 断面的平均栖息密度为 32.26ind./m²。

在 C1 断面生物量的组成中，均为节肢动物，平均生物量为 15.343g/m²，占总生物量的 100%。C2 断面中，以星虫动物居首位，平均生物量 10.062g/m²，占总生物量的 45.15%；其次为节肢动物，其平均生物量 9.555g/m²，占总生物量的 42.88%；软体动物其平均生物量 2.454g/m²，占总生物量的 11.01%；纽形动物，

其平均生物量 0.214g/m²，占总生物量的 0.96%。C3 断面中，以节肢动物居首位，平均生物量 31.161g/m²，占总生物量的 87.65%；其次为脊索动物，其平均生物量 3.212g/m²，占总生物量的 9.03%；纽形动物和软体动物生物量较低，共占总生物量的 3.31%（表 5.3.1-27）。

在栖息密度方面，C1 断面中，均为节肢动物，平均栖息密度为 14.22ind./m²，占总栖息密度的 100.00%。C2 断面中，以星虫动物居首位，平均栖息密度为 15.00ind./m²，占总栖息密度的 50.45%；其次为节肢动物，其平均栖息密度为 10.73ind./m²，占总栖息密度的 36.10%；纽形动物和软体动物的平均栖息密度为 2ind./m²，占总栖息密度的 6.73%。C3 断面中，以节肢动物居首位，平均栖息密度为 26.27ind./m²，占总栖息密度的 81.42%；脊索动物次之，其平均栖息密度为 2.67ind./m²，占总栖息密度的 8.26%；纽形动物，其平均栖息密度为 2ind./m²，占总栖息密度的 6.20%；软体动物生物量较低，其平均栖息密度为 1.33ind./m²，占总栖息密度的 4.12%（表 5.3.1-27）。

表 5.3.1-27 潮间带平均生物量及栖息密度的组成

| 断面 | 项目 | 合计 | 节肢动物门 | 纽形动物门 | 软体动物门 | 星虫动物门 | 脊索动物门 |
|----|-----------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|
| C1 | 平均密度 (ind./m ²) | 14.22 | 14.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 平均生物量 (g/m ²) | 15.343 | 15.343 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| C2 | 平均密度 (ind./m ²) | 29.73 | 10.73 | 2.00 | 2.00 | 15.00 | 0.00 |
| | 平均生物量 (g/m ²) | 22.285 | 9.555 | 0.214 | 2.454 | 10.062 | 0.000 |
| C3 | 平均密度 (ind./m ²) | 32.26 | 26.27 | 2.00 | 1.33 | 0.00 | 2.67 |
| | 平均生物量 (g/m ²) | 35.551 | 31.161 | 0.090 | 1.088 | 0.000 | 3.212 |

②生物量及栖息密度的水平分布

调查断面的底栖生物生物量和栖息密度的水平分布方面，C2 的栖息密度最高，栖息密度为 141.34ind./m²，C3 的生物量最高，其生物量为 163.407g/m²，（表 5.3.1-28）

表 5.3.1-28 潮间带生物量及栖息密度的水平分布

| 断面 | 项目 | 总计 | 节肢动物门 | 纽形动物门 | 软体动物门 | 星虫动物门 | 脊索动物门 |
|----|---------------------------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|
| C1 | 密度 (ind./m ²) | 85.34 | 85.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 92.059 | 92.059 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| C2 | 密度 (ind./m ²) | 141.34 | 107.34 | 2.00 | 2.00 | 30.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 118.344 | 95.552 | 0.214 | 2.454 | 20.124 | 0.000 |
| C3 | 密度 (ind./m ²) | 139.99 | 131.33 | 2.00 | 1.33 | 0.00 | 5.33 |
| | 生物量 (g/m ²) | 163.407 | 155.806 | 0.09 | 1.088 | 0.000 | 6.423 |

③生物量及栖息密度的垂直分布

在垂直分布上,结果显示:C1断面中,潮间带生物的生物量表现为高潮区>中潮区>低潮区,栖息密度的垂直分布则表现为高潮区>中潮区>低潮区;C2断面中,潮间带生物的生物量表现为中潮区>低潮区>高潮区,栖息密度的垂直分布则表现为中潮区>低潮区>高潮区;C3断面中,潮间带生物的生物量表现为中潮区>高潮区>低潮区,栖息密度的垂直分布则表现为低潮区=高潮区>中潮区(表 5.3.1-29)。

表 5.3.1-29 潮间带生物量及栖息密度的垂直分布

| 断面 | 项目 | 合计 | 节肢动物门 | 纽形动物门 | 软体动物门 | 星虫动物门 | 脊索动物门 |
|----|---------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| C1 | | | | | | | |
| 低 | 密度 (ind./m ²) | 18.00 | 18.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 20.062 | 20.062 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 中 | 密度 (ind./m ²) | 33.34 | 33.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 34.435 | 34.435 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 高 | 密度 (ind./m ²) | 34.00 | 34.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 37.562 | 37.562 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 断面 | 项目 | 合计 | 节肢动物门 | 纽形动物门 | 软体动物门 | 星虫动物门 | 脊索动物门 |
|----|---------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|
| C2 | | | | | | | |
| 低 | 密度 (ind./m ²) | 50.00 | 38.00 | 2.00 | 2.00 | 8.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 34.126 | 25.500 | 0.214 | 2.454 | 5.958 | 0.000 |
| 中 | 密度 (ind./m ²) | 53.34 | 53.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 52.782 | 52.782 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 高 | 密度 (ind./m ²) | 38.00 | 16.00 | 0.00 | 0.00 | 22.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 31.436 | 17.270 | 0.000 | 0.000 | 14.166 | 0.000 |
| C3 | | | | | | | |
| 低 | 密度 (ind./m ²) | 48.00 | 48.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 43.636 | 43.636 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 中 | 密度 (ind./m ²) | 43.99 | 41.33 | 0.00 | 1.33 | 0.00 | 1.33 |
| | 生物量 (g/m ²) | 72.755 | 69.936 | 0.000 | 1.088 | 0.000 | 1.731 |
| 高 | 密度 (ind./m ²) | 48.00 | 42.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 47.016 | 42.234 | 0.090 | 0.000 | 0.000 | 4.692 |

(3) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示，调查断面潮间带多样性指数（H'属中高水平），均匀度（J）属于低等水平，3条断面多样性指数平均为 1.321，均匀度指数平均为 0.338（表 5.3.1-30）。

表 5.3.1-30 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

| 断面名称 | 样方内出现的种类数 | 多样性指数 H | 均匀度 J |
|------|-----------|---------|-------|
| C1 | 3 | 1.116 | 0.286 |
| C2 | 8 | 2.099 | 0.537 |
| C3 | 5 | 0.747 | 0.191 |

5.3.1.8 渔业资源调查结果

项目组于 2024 年 3 在项目所在海域分别布设了 9 个鱼卵仔稚鱼调查站位。

样品的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中规定的方法进行。

1 鱼卵仔鱼

（1）种类组成

在采集的 2 个样品中，经鉴定，共出现了鱼卵仔鱼 7 种，其中鲈形目鉴定出 3 科 3 种（表 5.3.1-31）。

鱼卵的种类仅记录鳓属（*Ilishasp.*）、小沙丁鱼属（*Sardinellasp.*）、鲷科（*Sparidae*）。在出现鱼卵和仔鱼种类中，鱼卵的种类略多于仔鱼。

表 5.3.1-31 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

| 种类 | | 拉文种名 | 鱼卵 | 仔鱼 |
|-----|-------|----------------------|----|----|
| 鲈形目 | 鳓属 | <i>Ilishasp.</i> | + | |
| 鲈形目 | 小沙丁鱼属 | <i>Sardinellasp.</i> | + | + |
| 鲈形目 | 鲷科 | <i>Sparidae</i> | + | + |

（2）数量分布

本次调查共采到鱼卵 2 个，未采到仔鱼。调查海区的鱼卵平均密度为 1.35 粒/m³。捕获鱼卵数量密度最高为 T1 调查站位，为 2.70ind/m³，调查期间 2 个拖网断面仅 1 个采到鱼卵，鱼卵出现率为 50.0%。鱼卵密度为 2.70ind/m³（表 5.3.1-32）。

表 5.3.1-32 鱼类浮游生物密度及其分布

| 站位 | 鱼卵 | 仔稚鱼 |
|----|------|-----|
| T1 | 2.70 | 0 |

（3）主要种类及数量分布

T1 调查站位仅舌鳎科、鲷科鱼卵，未采集到仔鱼。鲷科为我国沿海重要经济鱼类，属于高级的食用鱼类，具高经济及商业价值，部分种类更是为驯化为养殖鱼类。

2 游泳生物

（1）种类组成

本次调查共捕获游泳生物 22 种，其中鱼类 19 种，甲壳类 3 种（表 5.3.1-33）。

本次调查，各站位出现种类情况见表 5.3.1-33。T1、T2 站位种类数相近，种类数为 18、19 种。

表 5.3.1-33 各站位出现种类统计结果

| 调查站位 | 鱼类 | | 甲壳类 | |
|------|-----|--------|-----|--------|
| | 种类数 | 比例 (%) | 种类数 | 比例 (%) |

| 调查站位 | 鱼类 | | 甲壳类 | |
|------|-----|--------|-----|--------|
| | 种类数 | 比例 (%) | 种类数 | 比例 (%) |
| T1 | 16 | 88.89% | 2 | 11.11% |
| T2 | 16 | 84.21% | 3 | 15.79% |

(2) 渔获率

总重量渔获率分别为 2.635kg，其中鱼类重量渔获率为 2.5872kg，分别占总重量渔获率和总个体渔获率的 98.19%；甲壳类重量渔获率为 0.0478kg/h，占总重量渔获率的 1.81%（表 5.3.1-34）

表 5.3.1-34 各站位重量渔获率 (kg/h) 及各类群百分比

| 调查站位 | 总重量渔获率 (kg) | 鱼类 | | 甲壳类 | |
|------|-------------|------------|--------|------------|-------|
| | | 重量渔获率 (kg) | 百分比 | 重量渔获率 (kg) | 百分比 |
| T1 | 1.4345 | 1.4183 | 98.87% | 0.0162 | 1.13% |
| T2 | 1.2005 | 1.1689 | 97.37% | 0.0316 | 2.63% |
| 合计 | 2.635 | 2.5872 | 98.19% | 0.0478 | 1.81% |

鱼类资源状况

(1) 种类组成

本次调查捕获的鱼类 19 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。

(2) 优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 5.3.1-35。鱼类 IRI 值在 100 以上的有 14 种，分别为斑纹舌虾虎鱼、多鳞鱧、嵴塘鳢、绿斑缙虾虎鱼、佩氏莫鲻、青斑细棘虾虎鱼、犬牙缙虾虎鱼、太平洋棘鲷、尾纹双边鱼、纹缙虾虎鱼、细鳞鲷、项斑项鳎、星斑篮子鱼、缘边银鲈，这 14 种鱼类的重量渔获率之和为 2.5406kg，占鱼类总重量渔获率的 98.20%，由此确定这 14 个种类为鱼类的优势种。

表 5.3.1-35 鱼类的 IRI 指数

| 种名 | N% | W% | F% | IRI |
|--------|-------|-------|-----|---------|
| 斑纹舌虾虎鱼 | 6.474 | 5.575 | 100 | 1204.91 |
| 杜氏棱鯧 | 0.846 | 0.348 | 50 | 59.75 |
| 多鳞鱧 | 8.666 | 6.272 | 100 | 1493.75 |
| 凤鲚 | 0.325 | 0.348 | 50 | 33.66 |

| 种名 | N% | W% | F% | IRI |
|---------|--------|--------|-----|---------|
| 峭塘鳢 | 1.507 | 2.091 | 50 | 179.90 |
| 金黄舌虾虎鱼 | 0.147 | 0.348 | 50 | 24.77 |
| 锯峭塘鳢 | 0.224 | 0.697 | 50 | 46.05 |
| 鳞鳍叫姑鱼 | 0.259 | 0.348 | 50 | 30.37 |
| 绿斑缙虾虎鱼 | 4.774 | 6.620 | 100 | 1139.37 |
| 佩氏莫鲯 | 22.893 | 10.801 | 100 | 3369.49 |
| 青斑细棘虾虎鱼 | 1.036 | 0.697 | 100 | 173.27 |
| 犬牙缙虾虎鱼 | 1.051 | 1.045 | 100 | 209.66 |
| 太平洋棘鲷 | 5.419 | 1.394 | 100 | 681.27 |
| 尾纹双边鱼 | 3.270 | 17.073 | 100 | 2034.31 |
| 纹缙虾虎鱼 | 0.850 | 1.742 | 100 | 259.25 |
| 细鳞鲷 | 1.577 | 1.045 | 100 | 262.23 |
| 项斑项鲷 | 2.752 | 3.833 | 100 | 658.48 |
| 星斑篮子鱼 | 5.589 | 2.091 | 100 | 767.96 |
| 缘边银鲈 | 32.340 | 37.631 | 100 | 6997.06 |

(3) 主要经济鱼类的分布洄游及生物学特性

A 细鳞鲷 *Teraponjarbua*

细鳞鲷，鲈形目鲷科鲷属小型鱼类，别名斑梧、海黄蜂、花身仔。其身体延长而侧扁，侧面观呈长椭圆形。

地理分布：在中国分布于南海和台湾海峡，在世界范围内分布于红海、印度洋非洲东海岸至西太平洋。

生活习性：为近海暖水性中下层小型鱼类，通常栖息于泥沙底质海域，也进入河口，广盐性；肉食性，以小鱼和底栖的甲壳动物、软体动物等为食；使用鳔会发出咕咕的响声；常成小群活动，具昼夜垂直移动习性，白天多活动于水体近底层，夜晚栖息于水体中上层。

甲壳类资源状况

(1) 种类组成

本次调查共捕获的甲壳类共 3 种：刺螯鼓虾、粗糙沼虾、东方白虾。

(2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 5.3.1-36。甲壳类 IRI 值在 100 以上的有 3 种，分别为：刺螯鼓虾、粗糙沼虾、东方白虾。3 种甲壳类重量渔获率之和为 0.0478kg，占甲壳类总重量渔获率（0.0478kg）的 100.00%。由此确定这 3 种为甲壳类的优势种。

表 5.3.1-36 甲壳类的 IRI 指数

| 中文名 | N% | W% | F% | IRI |
|------|-------|-------|--------|---------|
| 刺螯鼓虾 | 25.73 | 17.65 | 50.00 | 2168.96 |
| 粗糙沼虾 | 48.12 | 41.18 | 100.00 | 8929.36 |
| 东方白虾 | 26.15 | 41.18 | 100.00 | 6732.71 |

(3) 主要种类的分布及生物学特征

A. 刺螯鼓虾 *Alpheushoplocheles*

刺螯鼓虾，体呈现棕红色或绿褐色，尾肢末半部深蓝色。尾节较宽，背面中央有窄而明显的纵沟。掌的内、外缘在可动指基部后方各有 1 条极深的缺刻。小螯粗短，长度为宽的 3~4 倍，指节与掌部长度相等。主要分布在南海、东海。

B. 东方白虾 *Exopalaemonorientis*

体形和额角与脊尾白虾相似，但其腹部各节背面圆滑无纵脊。第 2 步足腕节比掌部长得多。中国东南各省及日本、朝鲜沿海常见。但产量不大。

C. 粗糙沼虾 *Macrobrachiumasperulum*

粗糙沼虾俗称：黑壳仔。头胸甲粗糙，额角短小，未达第二触角鳞片之末端，侧面有一显著纵走隆起线，上缘具有 9~11 个额齿，其中有 2 齿位于眼窝后缘之头胸甲上，而下缘则有 2 或 3 齿。第二胸脚极发达，呈圆筒状，各小节遍生小颗粒。长节前端部分超过第二触角鳞片；腕节短于掌部。动指与不动指切缘各有 2 小齿。本种在世界上之分布以中国南部各省及台湾为主要分布地，而西伯利亚东南部亦曾发现。

5.3.2 秋季海洋现状调查

5.3.2.1 海洋现状调查概况

(1) 调查站位

春季调查共在东海岛西部海域设 20 个水质调查站位、12 个生态、沉积物调查站位，3 条潮间带调查断面，4 条拖网断面。

调查站位布置图详见图 5.3.2-1，调查站位及内容位置详见表 5.3.2-1 和表 5.3.2-2。

表 5.3.2-1 项目调查站位及内容

| 站位编号 | 经度 | 纬度 | 调查内容 |
|------|-------------|-------------|------|
| WS4 | 110.2868986 | 21.07080502 | 水质 |
| WS7 | 110.2824461 | 21.04123821 | |

| | | | | |
|------|-------------|-------------|--|-------------|
| WS8 | 110.2939796 | 21.02999266 | | |
| WS11 | 110.2543688 | 21.0232229 | | |
| WS12 | 110.2474809 | 20.99624093 | | |
| WS13 | 110.2249932 | 20.98739111 | | |
| WS14 | 110.245024 | 20.98216711 | | |
| WS17 | 110.207634 | 20.99626097 | | |
| ZS1 | 110.2935934 | 21.10059618 | | 水质、生态、沉积物站位 |
| ZS2 | 110.2602509 | 21.08377557 | | |
| ZS3 | 110.3060925 | 21.05615752 | | |
| ZS4 | 110.2728224 | 21.01499061 | | |
| ZS5 | 110.1933002 | 21.04012671 | | |
| ZS6 | 110.2309477 | 21.02201112 | | |
| ZS7 | 110.2368593 | 21.00255118 | | |
| ZS8 | 110.1915193 | 21.01538621 | | |
| ZS9 | 110.28162 | 20.91815207 | | |
| ZS10 | 110.2185076 | 20.84615886 | | |
| ZS11 | 110.20051 | 21.1094643 | | |
| ZS12 | 110.1361075 | 21.15066258 | | |

表5.3.2-2潮间带及拖网起始点位明细表

| 路线 | 经度 | 纬度 |
|-----|-------------|-------------|
| 潮间带 | | |
| C1 | 110.268445 | 21.07599087 |
| C1 | 110.268681 | 21.07472947 |
| C2 | 110.1944871 | 21.02306642 |
| C2 | 110.1948828 | 21.02323291 |
| C3 | 110.2057886 | 20.84799871 |
| C3 | 110.2050805 | 20.84891111 |
| 拖网 | | |
| T1 | 110.13677 | 21.1463624 |
| T1 | 110.1440334 | 21.13734638 |
| T2 | 110.2198219 | 21.00142938 |
| T2 | 110.2368164 | 21.01320789 |
| T3 | 110.2272892 | 20.87597477 |
| T3 | 110.2868557 | 20.87308768 |
| T4 | 110.2897739 | 21.07809319 |
| T4 | 110.281105 | 21.06323616 |

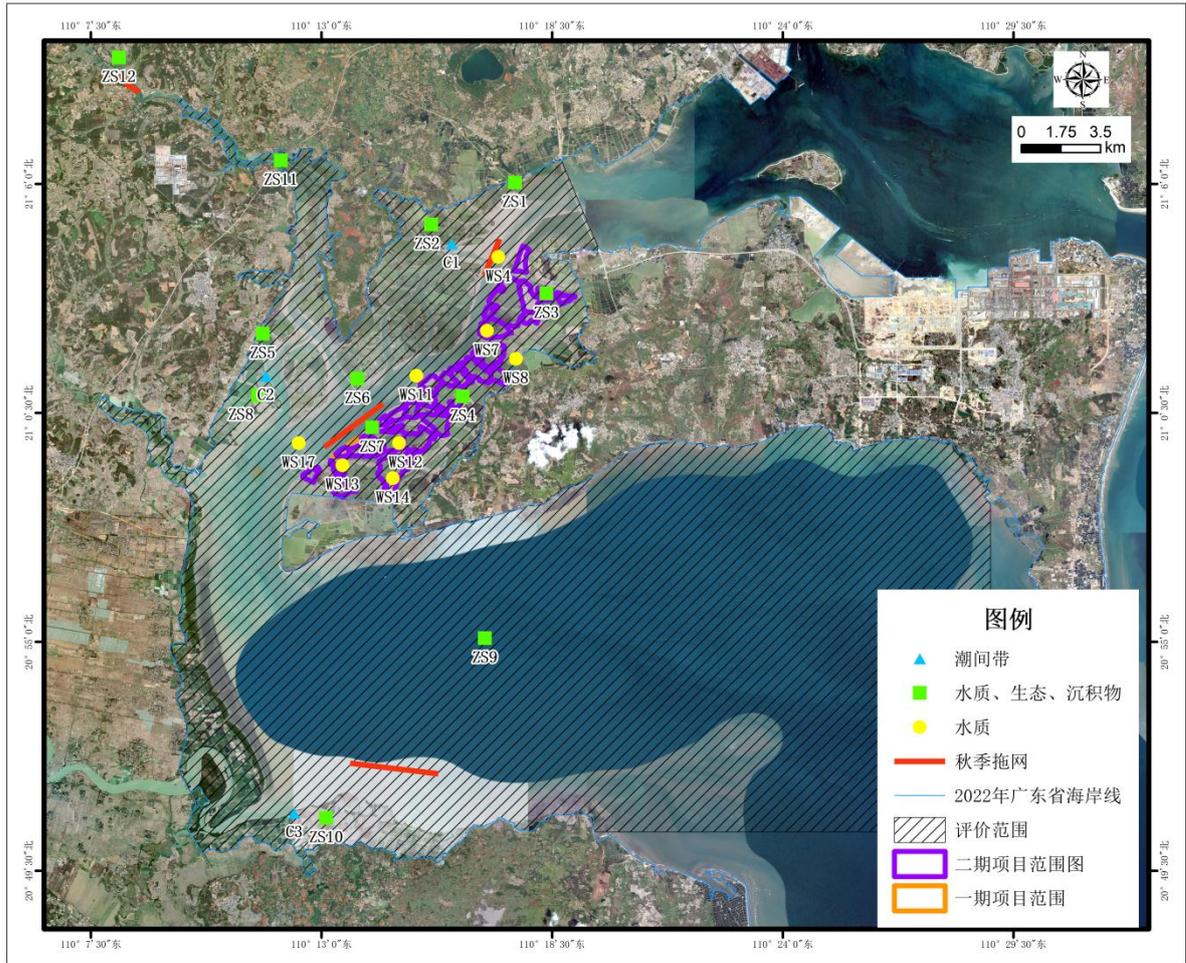


图 5.3.2-1 秋季采样点位分布图

5.3.2.2 调查内容与评价方法

1 海水环境现状调查

(1) 调查内容

水质调查项目为：水温、透明度、pH 值、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐）、活性磷酸盐、硫化物、挥发性酚、粪大肠杆菌、石油类、重金属（汞、砷、锌、铜、铅、镉、铬）。

(2) 调查方法

现场监测采样按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，使用 GPS 导航船只进入预定点位，测量水深和进行透明度观测；采集水样根据水深确定层次：水深<10m 时采表层水样，10m<水深<25m 时采表层和底层水样，水深>25m 时采表层、中层和底层水样。海水盐度、水深、水温、pH 均为现场测定。其它水环境因子均用容积为 5L 的有机玻璃采水器采样，按《海洋监测规范》

(GB17378.5-2007)规定的方法进行样品采集、保存和实验室分析测试。各项目的分析方法及检出限见下表。

表 5.3.2-3 水质分析方法

| 检测项目 | 检测方法/依据 | 分析仪器 | 检出限 |
|-------|---|-----------------------|-----------|
| 水温 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 表层水温表法 25.1 | JK-202-04 表层水温计 | / |
| pH 值 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 pH 计法 26 | PHB-4 pH 计 | / |
| 盐度 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 盐度计法 29.1 | HWYAD-1 台式盐度仪 | 2 |
| 悬浮物 | 《海洋监测规范第 4 部分海水分析》 GB17378.4-2007 重量法 27 | ESJ203-S 电子天平 | 0.8mg/L |
| 透明度 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 透明圆盘法 22 | 透明圆盘 | / |
| 溶解氧 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 碘量法 31 | 碱式滴定管 | 0.16mg/L |
| 化学需氧量 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 碱性高锰酸钾法 32 | 碱式滴定管 | 0.32mg/L |
| 亚硝酸盐 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 萘乙二胺分光光度法 37 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 硝酸盐 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 镉柱还原法 38.1 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 氨 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 次溴酸盐氧化法 36.2 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 无机磷 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 磷钼蓝分光光度法 39.1 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.003mg/L |
| 硫化物 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 亚甲基蓝分光光度法 18.1 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 0.2μg/L |
| 石油类 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 紫外分光光度法 13.2 | UV-8000 紫外可见分光光度计 | 3.5μg/L |
| 汞 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 原子荧光法 5.1 | AFS-8220 原子荧光光度计 | 0.007μg/L |
| 铜 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 (连续测定铜、铅和镉) 6.1 | ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计 | 0.2μg/L |
| 铅 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1 | ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计 | 0.03μg/L |
| 镉 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1 | ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计 | 0.01μg/L |
| 锌 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 | ice-3300 火焰原子 | 3.1μg/L |

| 检测项目 | 检测方法/依据 | 分析仪器 | 检出限 |
|-------|--|--------------------------|---------|
| | GB17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1 | 吸收分光光度计 | |
| 铬 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.1 | ice-3300 火焰原子 吸收分光光度计 | 0.4μg/L |
| 砷 | 《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 原子荧光法 11.1 | AFS-8220 原子荧光光度计 | 0.5ug/l |
| 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 分光光度法 8.2 | UV-8000 紫外可 见分光光度计 | 0.2μg/L |

(3) 评价方法和标准

根据监测结果，利用《环境影响评价导则》（HJ/T2.3-93）所推荐的单项水质参数法进行评价。

单项水质参数 i 在 j 中占的标准指数。

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

式中： $S_{i,j}$ ：评价因子 i 的水质指数；

$C_{i,j}$ ：评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L。

C_{si} ：评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

DO 的标准指数为：

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

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

$$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$$

式中： DO_s —溶解氧的地表水质标准限值，mg/L；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L；

pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

其中：

式中： $S_{pH,j}$ —pH 的指数；

pH_f—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；

水质参数的标准指数 > 1，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

2 沉积物现状调查

(5) 调查项目

含水率、石油类、有机碳、硫化物、铅、铜、镉、汞、砷、铬、锌、粒度等。

(6) 采样方法

根据《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料袋或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

(7) 调查方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.2-4。

表 5.3.2-4 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 方法依据 | 仪器名称/型号 | 检出限 |
|------|--|-------------------|------------------------|
| 含水率 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 重量法（19） | 电子天平（万分之一）PX224ZH | / |
| 石油类 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 紫外分光光度法（13.2） | 紫外可见分光光度计 SP-1920 | 3.0（10 ⁻⁶ ） |
| 有机碳 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 （GB17378.5-2007）重铬酸钾氧化-还原容量法（18.1） | / | / |
| 硫化物 | 《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 （GB17378.5-2007）亚甲基蓝分光光度法（17.1） | 紫外可见分光光度计 SP-1920 | 0.3（10 ⁻⁶ ） |
| 铅 | 《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 （GB17378.5-2007）火焰原子吸收分光光度法（7.2） | 原子吸收分光光度计 ICE3500 | 3.0（10 ⁻⁶ ） |

| | | | |
|----|--|-------------------|---------------------------|
| 铜 | 《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)火焰原子吸收分光光度法(6.2) | 原子吸收分光光度计 ICE3500 | 2.0 (10 ⁻⁶) |
| 镉 | 《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)无火焰原子吸收分光光度法(8.1) | 原子吸收分光光度计 ICE3500 | 0.04 (10 ⁻⁶) |
| 汞 | 《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)原子荧光法(5.1) | 原子荧光光度计 AFS-8520 | 0.002 (10 ⁻⁶) |
| 砷 | 《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)原子荧光法(11.1) | 原子荧光光度计 AFS-8520 | 0.06 (10 ⁻⁶) |
| 铬 | 海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)无火焰原子吸收分光光度法(10.1) | / | 2.0 (10 ⁻⁶) |
| 锌 | 海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB17378.5-2007)火焰原子吸收分光光度法(9.1) | / | 6.0 (10 ⁻⁶) |
| 粒度 | 《海洋调查规范第8部分:海洋地质地球物理调查》(GB/T12763.8-2007)(6.3) | 激光粒度分析仪 LS-POP(9) | / |

(8) 分析方法

结合项目的特点和项目所属海域实际情况,以及附近海域的功能区划情况,采用标准指数法,对现状监测结果进行标准指数计算。

3 生物质量调查

(1) 调查项目

在渔获物中选取代表性海洋生物,分析其体内铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃指标。

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

(3) 调查方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.2-5。

表 5.3.2-5 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 方法依据 | 仪器名称/型号 | 检出限 |
|------|--|---------|---------------------------|
| 石油烃 | 《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》 (GB17378.6-2007) (13) | / | 0.2 (10 ⁻⁶) |
| 铬 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.30 (10 ⁻⁶) |
| 铜 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.08 (10 ⁻⁶) |
| 锌 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 1.66 (10 ⁻⁶) |
| 砷 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.10 (10 ⁻⁶) |
| 镉 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.03 (10 ⁻⁶) |
| 铅 | 《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》 (HY/T147.3-2013) (6) | / | 0.03 (10 ⁻⁶) |
| 汞 | 《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》 (GB17378.6-2007) (5.1) | / | 0.002 (10 ⁻⁶) |

(4) 分析方法

采用标准指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。

4 海洋生物调查

(1) 调查项目

叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

(2) 采样方法

①叶绿素 a 和初级生产力：与水质采样相同，根据水深，用采水器采集表、底两层或者表、中、底三层水样，采样后量取一定体积（250mL）水样，经 GF/F

玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好，存放于液氮罐中，带回实验室用萃取荧光法测定，分析其水体叶绿素 a 含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

②浮游植物：浮游植物定量分析样品用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集。拖网时，落网速度为 0.5m/s，起网为 0.5m/s~0.8m/s。样品用缓冲甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

③浮游动物：浮游动物样品用浅水 I 型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采集。采得的样品在现场用中性甲醛溶液固定，加入量为样品的 5%。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

④底栖生物：定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 5 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用体积分数为 5%-7%的中性甲醛溶液暂时性保存。定性样品采用框宽 1 米的阿氏拖网采集，在调查船航向稳定后投网，拖网绳应为水深 3 倍以上，以大约 2kn 的拖速拖行 15min。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

⑤潮间带生物：在项目附近以及相关敏感目标附近设立不同底质类型（泥滩、沙滩和岩滩）的潮间带生物调查断面，在各断面潮间带的高、中、低潮区（分别采集定性样品和定量样品。定性样品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%左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

（3）调查方法

样品的分析采用《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）进行，各项目的分析方法如表 5.3.2-6。

表 5.3.2-6 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 单位 | 检出限 |
|----------|---|----|-----|
| 浮游生物生态调查 | 《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） | / | / |

| | | | |
|-----------|--|---|---|
| 大型底栖生物调查 | 《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) | / | / |
| 潮间带生物生态调查 | 《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) | / | / |

(4) 分析方法

各调查项目的采样和分析均按《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6—2007) 和《海洋监测规范》(GB17378—2007) 中规定的方法进行。

1) 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:

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

式中: 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));

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'* 一种类多样性指数, *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) 游泳生物评估资源密度和确定优势种的方法

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

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

其中： 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 (每小时的扫海面积为 0.0084km^2)

y —平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind/h)

E —逃逸率 (取 0.5)

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

$$IRI = (N + W) F。$$

式中： N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F —某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比

5 渔业资源调查

(1) 调查项目

包括鱼卵和仔稚鱼、游泳动物(鱼、虾、蟹、头足类)调查。

(2) 调查方法

①鱼卵与仔稚鱼：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。网具使用浅水I型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 $0.5\text{m}/\text{s}$ ，起网速度为 $0.5\text{m}/\text{s} \sim 0.8\text{m}/\text{s}$ 。

②游泳动物

游泳生物调查按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

A 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。

B 调查工作流程: 采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查网具网身长 7.5m,网口目大 45mm,网囊目大 25mm,上纲长 6.0m,每次放网 2 张,每一张网配备两个网板。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 2nmile~4nmile 处放网,拖速控制在 3kn~4kn 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。

C 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) 分析方法

鱼卵与仔稚鱼及游泳动物样品的分析采用《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)进行,各项目的分析方法如表 5.3.2-7。

表 5.3.2-7 样品分析方法一览表

| 检测项目 | 检测方法 | 单位 | 检出限 |
|----------|--|----|-----|
| 鱼类浮游生物调查 | 《海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007 (9) | / | / |
| 游泳动物调查 | 《海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007 (14) | / | / |

5.3.2.3 评价标准

根据《广东省海洋功能区划(2011—2020 年)》(2012 年),项目调查站位所在的海洋功能区为通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区,项目调查站位功能区如图 5.3.2-2 所示。

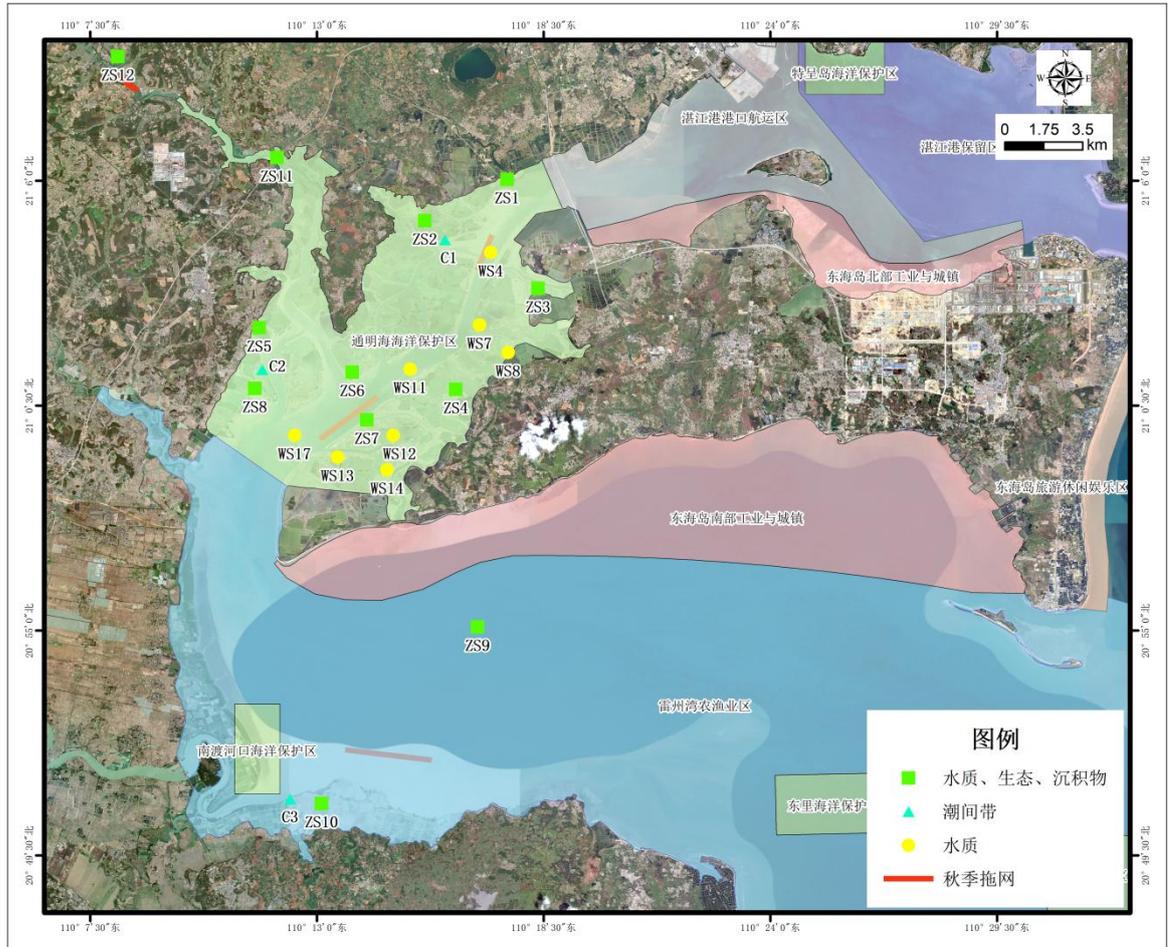


图 5.3.2-2 秋季项目调查站位功能区图

1 海水水质质量现状评价标准

由项目调查站位海洋功能区分布图可知，项目海水水质执行标准要求如表 5.3.2-8，执行标准参照《海水水质标准》（GB3097-1997）。

表 5.3.2-8 调查范围水质执行标准

| 功能区 | 功能区名称 | 调查站位 | 海水水质标准要求 |
|---|----------|--|----------------|
| 海洋保护区 | 通明海海洋保护区 | WS4、WS7、WS8、 WS11、WS12 WS13、WS14、WS17、 ZS1、ZS2、ZS3、ZS4、 ZS5、ZS6、ZS7、ZS8、 ZS11 | 执行海水水质 二类标准 |
| 农渔业区 | 雷州湾农渔业区 | ZS9、ZS10 | |
| ZS12 不在广东省海洋功能区划功能区内，从严执行本次调查海域海水水质标准，故执行海水水质二类标准 | | | |

2 沉积物环境质量现状评价方法

由项目调查站位所在海洋功能区图可知，项目海洋沉积物执行标准要求如表

5.3.2-9，执行标准参照《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）。

表 5.3.2-9 调查范围海洋沉积物执行标准

| 功能区 | 功能区名称 | 调查站位 | 海洋沉积物质量标准要求 |
|--------------------------------------|----------|--|---------------|
| 海洋保护区 | 通明海海洋保护区 | ZS1、ZS2、ZS3、ZS4、 ZS5、ZS6、ZS7、ZS8、 ZS11 | 执行海洋沉积物质量一类标准 |
| 农渔业区 | 雷州湾农渔业区 | ZS9、ZS10 | |
| ZS12 不在广东省海洋功能区划功能区内，从严执行海洋沉积物质量一类标准 | | | |

3 海洋生物环境质量

由项目调查站位所在海洋功能区图可知，项目海洋生物中贝类质量标准参照《海洋生物质量》（GB18421-2001）中一类标准，其他鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物质量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。海岸带生物调查标准中无石油烃限量规定，参考采用《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。

5.3.2.4 海水水质调查结果与评价

海水水质调查结果见表 5.3.2-10。

表5.3.2-10海水水质现状监测结果

| 检测项目 | 透明度 | 水温 | 溶解氧 | pH 值 | 盐度 | 油类 | COD | 铬 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 砷 | 汞 | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 硝酸盐 | 亚硝酸盐 | 铵盐 | 悬浮物 | 硫化物 | 挥发酚 | 粪大肠菌群 | BOD |
|------|-----|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|-------|--------|-------|---------|----------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|------|-------|--------|---------------------|------|
| 单位 | m | ℃ | mg/L | 无量纲 | ‰ | mg/L | mg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μg/L | μmol/dm ³ | mg/L | μmol/dm ³ | μmol/dm ³ | μmol/dm ³ | mg/L | mg/L | mg/L | 个/L | mg/L |
| WS4 | 0.5 | 24.4 | 6.37 | 7.81 | 10.7 | 0.0079 | 2.8 | 0.58 | 6.35 | 2.15 | 0.22 | ND | 2.71 | ND | 1.31 | 1.2 | 63.7 | 13.1 | 8.63 | 18 | ND | 0.0014 | 1.7×10 ² | 0.71 |
| WS7 | 0.5 | 24 | 6.07 | 7.69 | 11.6 | 0.0314 | 2.17 | 0.97 | 8.26 | 2.4 | 0.649 | ND | 1.36 | 0.0104 | 1.13 | 0.0416 | 2.02 | 0.21 | 0.74 | 33 | ND | 0.0039 | <20 | 5.14 |
| WS8 | 0.3 | 21.8 | 6.52 | 8.02 | 9.5 | 0.0125 | 2.55 | 0.49 | 9.51 | 1.86 | 0.205 | ND | 0.506 | 0.00785 | 0.73 | 0.0393 | 1.96 | 0.22 | 0.63 | 15 | 0.004 | ND | 2.3×10 ² | 5.15 |
| WS11 | 0.6 | 24.5 | 6.34 | 7.89 | 10.4 | 0.0104 | 3.35 | 1.73 | 7.53 | 1.78 | 0.176 | ND | 1.17 | ND | 1.4 | 1.14 | 62 | 11.7 | 7.77 | 17 | ND | 0.0034 | 1.1×10 ² | 0.59 |
| WS12 | 0.4 | 21.3 | 6.75 | 8.05 | 11 | 0.0064 | 2.06 | 1.17 | 11.7 | 3.02 | 0.811 | ND | 1.5 | 0.00818 | 0.3 | 0.395 | 23.6 | 4.64 | ND | 13 | ND | ND | 2.3×10 ² | 1.63 |
| WS13 | 0.5 | 22.1 | 6.56 | 7.94 | 11.3 | ND | 1.89 | 0.92 | 8.19 | 1.78 | 0.366 | ND | 1.25 | ND | 0.79 | 1.08 | 63.1 | 10.1 | 3.63 | 14 | ND | ND | 3.3×10 ² | 0.58 |
| WS14 | 0.3 | 20.7 | 6.37 | 8.03 | 8.8 | 0.009 | 3.57 | 1.01 | 16.5 | 2.54 | 0.562 | ND | 0.622 | 0.0073 | 0.53 | 0.0314 | 1.34 | 0.08 | 0.82 | 14 | ND | ND | 1.3×10 ² | 3.74 |
| WS17 | 0.5 | 24.1 | 6.61 | 7.87 | 10.8 | ND | 1.9 | 0.64 | 6.41 | 1.64 | 0.391 | ND | 1.26 | ND | 1.69 | 1.33 | 80.4 | 11.5 | 3.37 | 13 | ND | 0.0022 | 40 | 0.62 |
| ZS1 | 0.6 | 22.8 | 6.55 | 7.96 | 7.4 | 0.0071 | 2.28 | 2.13 | 15.1 | 4.4 | 0.664 | ND | 1.23 | 0.00818 | 1.62 | 1.45 | 54.6 | 4.71 | 44.2 | 9 | 0.003 | ND | 1.4×10 ² | 0.95 |
| ZS2 | 0.4 | 22.4 | 6.08 | 8.07 | 8.4 | ND | 2.43 | 0.52 | 14.9 | 1.57 | 0.542 | ND | 0.765 | 0.011 | 0.63 | 0.277 | 12.1 | 1.85 | 5.84 | 12 | ND | ND | 1.7×10 ² | 1.07 |
| ZS3 | 0.4 | 22 | 6.2 | 8.03 | 9.4 | 0.0171 | 3.66 | 2.1 | 13.3 | 2.48 | 0.449 | ND | 0.615 | 0.011 | 0.93 | 0.0448 | 1.76 | 0.14 | 1.3 | 16 | 0.003 | ND | 3.3×10 ² | 3.67 |
| ZS4 | 0.4 | 19.8 | 6.26 | 7.93 | 9.8 | 0.0222 | 4.57 | 1.58 | 7.96 | 1.68 | 0.53 | ND | 0.678 | 0.0141 | 0.65 | 0.0263 | 1.38 | 0.11 | 0.39 | 23 | ND | ND | 50 | 4.03 |
| ZS5 | 0.4 | 25 | 6.6 | 8.02 | 10.5 | 0.0124 | 4.22 | 0.57 | 13.7 | 1.36 | 0.268 | ND | 0.716 | 0.00818 | 0.31 | 0.577 | 13.3 | 4.21 | 23.7 | 14 | 0.003 | ND | <20 | 3.92 |
| ZS6 | 0.5 | 24.3 | 6.14 | 7.64 | 11.6 | 0.01 | 2.63 | 0.91 | 9.44 | 1.98 | 0.327 | ND | 0.927 | 0.00959 | 0.63 | 0.584 | 33.7 | 6.06 | 1.97 | 12 | 0.003 | ND | 80 | 1.59 |
| ZS7 | 0.4 | 24.2 | 6.41 | 7.76 | 10.4 | ND | 2.34 | 0.8 | 11.6 | 2.58 | 0.229 | ND | 1.38 | ND | 1.37 | 1.13 | 67.8 | 11.7 | 0.87 | 14 | ND | 0.0044 | 20 | 0.44 |
| ZS8 | 0.5 | 25.2 | 6.61 | 8.02 | 10 | 0.0158 | 2.39 | 0.92 | 11 | 2.81 | 0.327 | ND | 1.05 | ND | 0.71 | 1.45 | 77.8 | 11 | 14.7 | 15 | ND | ND | 2.3×10 ² | 1.12 |
| ZS9 | 0.7 | 24.3 | 6.87 | 7.93 | 15.7 | ND | 1.63 | 0.67 | 10.4 | 1.76 | 0.171 | 0.0329 | 1.61 | 0.0116 | 1.54 | 0.641 | 40.5 | 4.17 | 1.09 | 16 | ND | ND | 50 | 0.58 |
| ZS10 | 0.3 | 22.3 | 6.37 | 7.83 | 9.5 | 0.0068 | 2.93 | 1.43 | 10.3 | 3.37 | 1.15 | 0.036 | 1.48 | 0.00719 | 1.72 | 0.0182 | 0.72 | 0.18 | 0.4 | 12 | ND | ND | 3.3×10 ² | 1.31 |
| ZS11 | 0.3 | 24.5 | 6.49 | 7.94 | 1.7 | 0.0104 | 2.5 | 0.89 | 11.4 | 2.82 | 0.488 | ND | 0.696 | ND | 1.31 | 3.49 | 223 | 8.83 | 17.7 | 11 | ND | ND | 3.5×10 ³ | 1 |
| ZS12 | 0.4 | 24 | 6.81 | 7.93 | 0.1 | 0.0134 | 2.4 | 1.32 | 11.7 | 3.12 | 0.635 | ND | ND | ND | 1.77 | 5.44 | 360 | 8.72 | 19.7 | 12 | ND | 0.0011 | 1.6×10 ⁴ | 1.62 |

1 区域整体水质状况

2023年11月东海岛西部海域海水环境状况总体较好，除pH值、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐、无机氮、粪大肠菌群部分站位不达标外，其他监测因子硫化物、油类、挥发酚、汞、砷、锌、铜、铅、镉、铬均符合《海水水质标准》第二类标准。

在整个调查区域中，符合二类海水水质标准的调查站位占整个调查占位的10%，超过二类海水水质的调查站位占整个调查占位的90%。调查海域活性磷酸盐浓度超标率高达90%，大大增加了该海域超二类海水水质的面积占比。

2 区域各水质监测指标状况

(1) 水温

调查海域水温介于19.8~25.2℃之间，平均值为23.2℃。

(2) pH值

调查海域pH介于7.64~8.07之间，平均值为7.92。符合二类海水水质标准的调查站位占整个调查占位的85.00%，超过二类海水水质标准的调查站位占整个调查占位的15.00%。调查海域的pH质量状况良好。

(3) 盐度

调查海域盐度介于0.1‰~15.7‰之间，平均值为9.43‰。

(4) 透明度

调查海域透明度介于0.3~0.7m之间，平均值为0.44m。

(5) 溶解氧

调查海域溶解氧含量介于6.07mg/L~6.87mg/L之间，平均值为6.45mg/L。各调查站位溶解氧均符合二类海水水质标准，海水中的溶解氧质量状况好。

(6) 油类

调查海域石油类含量介于NDmg/L~0.0314mg/L之间，平均值为0.0096mg/L。各调查站位均符合二类海水水质标准，海水中的石油类质量状况较好。

(7) 生化需氧量

调查海域生化需氧量含量介于0.44~5.15mg/L之间，平均值为1.97mg/L。符合二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的75.00%，超过二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的25.00%。海水中生化需氧量整体质量状况良好。

(8) 化学需氧量

调查海域化学需氧量含量介于 1.63mg/L~4.57mg/L 之间, 平均值为 2.71mg/L。符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 70.00%, 超过第二类海水水质标准的站位占总站位的 30.00%。海水中化学需氧量整体质量状况较好。

(9) 活性磷酸盐

调查海域活性磷酸盐含量介于 $0.3\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ~ $1.77\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 之间, 平均值为 $1.05\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 10.00%, 超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 90.00%。海水中活性磷酸盐整体质量状况较差。

(10) 无机氮

调查海域无机氮含量介于 0.0182mg/L~5.44mg/L 之间, 平均值为 1.02mg/L。符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 35.00%, 超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 65.00%。

(11) 硝酸盐氮

调查海域硝酸盐氮含量介于 $0.72\sim 360\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, 平均值为 $59.24\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。

(12) 亚硝酸盐

调查海域亚硝酸盐含量介于 $0.08\sim 13.1\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, 平均值为 $5.66\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。

(13) 氨氮

调查海域氨氮含量介于 $0.39\sim 44.2\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, 平均值为 $8.29\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 。

(14) 悬浮物

调查海域悬浮物含量介于 9mg/L~33mg/L 之间, 平均值为 15.15mg/L。

(15) 硫化物

调查海域硫化物含量介于 ND~0.004mg/L 之间, 平均值为 0.0008mg/L。

(16) 挥发性酚

调查海域挥发性酚含量介于 ND~0.0044mg/L 之间, 平均值为 0.00082mg/L。各调查站位均符合第二类海水水质标准, 调查海域海水中挥发性酚整体质量状况好。

(17) 粪大肠杆菌

调查海域粪大肠杆菌含量介于 20 个/L~16000 个/L 之间, 平均值为 1109 个/L。调查海域表层海水中粪大肠杆菌符合第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 90.00%, 超过二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 10.00%。

(18) 汞

调查海域汞含量介于 ND~0.0141 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.00573 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(19) 砷

调查海域砷含量介于 ND~2.71 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 1.08 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(20) 锌

调查海域锌含量介于 5.16~16.9 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 10.97 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(21) 铜

调查海域铜含量介于 1.36~4.4 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 2.36 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(22) 铅

调查海域铅含量介于 0.171~1.15 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.45 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(23) 镉

调查海域镉含量介于 ND~0.036 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 0.0034 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(24) 铬

调查海域铬含量介于 0.49~2.13 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均值为 1.07 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准, 调查海域海水中铬整体质量状况好。

3 功能区水质状况

采用上述单项指数法, 对现状监测结果进行标准指数计算。由调查及评级结果可知, 本次调查共布设 20 个调查站位, 调查海域功能区水质达标情况如下: 调查海域执行海水水质二类标准, 水质整体超标率为 90%, 主要超标因子为活性磷酸盐, 其次为无机氮、化学需氧量、生化需氧量、pH 值及粪大肠菌群, 其他因子全部符合海水水质二类标准。其中无机氮超标率为 65.00%, 生化需氧量超标率为 30.00%, 化学需氧量超标率为 25.00%, pH 值超标率为 15.00%, 粪大肠菌群超标率为 10.00%。

表 5.3.2-11 海水水质质量指数

| 项目 | 溶解氧 | pH 值 | 化学需氧量 | 生化需氧量 | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 硫化物 | 挥发酚 | 油类 | 粪大肠菌群 | 汞 | 砷 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| WS4 | 0.592 | 0.971 | 0.933 | 0.237 | 3.406 | 4 | 0.03 | 0.28 | 0.158 | 0.085 | 0.018 | 0.09 | 0.127 | 0.022 | 0.044 | 0.001 | 0.0058 |
| WS7 | 0.687 | 1.314 | 0.723 | 1.713 | 2.938 | 0.139 | 0.03 | 0.78 | 0.628 | 0.005 | 0.052 | 0.045 | 0.165 | 0.024 | 0.13 | 0.001 | 0.0097 |
| WS8 | 0.596 | 0.371 | 0.85 | 1.717 | 1.898 | 0.131 | 0.08 | 0.11 | 0.25 | 0.115 | 0.039 | 0.017 | 0.19 | 0.019 | 0.041 | 0.001 | 0.0049 |
| WS11 | 0.599 | 0.743 | 1.117 | 0.197 | 3.64 | 3.8 | 0.03 | 0.68 | 0.208 | 0.055 | 0.018 | 0.039 | 0.151 | 0.018 | 0.035 | 0.001 | 0.0173 |
| WS12 | 0.545 | 0.286 | 0.687 | 0.543 | 0.78 | 1.317 | 0.03 | 0.11 | 0.128 | 0.115 | 0.041 | 0.05 | 0.234 | 0.03 | 0.162 | 0.001 | 0.0117 |
| WS13 | 0.58 | 0.6 | 0.63 | 0.193 | 2.054 | 3.6 | 0.03 | 0.11 | 0.035 | 0.165 | 0.018 | 0.042 | 0.164 | 0.018 | 0.073 | 0.001 | 0.0092 |
| WS14 | 0.653 | 0.343 | 1.19 | 1.247 | 1.378 | 0.105 | 0.03 | 0.11 | 0.18 | 0.065 | 0.037 | 0.021 | 0.33 | 0.025 | 0.112 | 0.001 | 0.0101 |
| WS17 | 0.527 | 0.8 | 0.633 | 0.207 | 4.394 | 4.433 | 0.03 | 0.44 | 0.035 | 0.02 | 0.018 | 0.042 | 0.128 | 0.016 | 0.078 | 0.001 | 0.0064 |
| ZS1 | 0.57 | 0.543 | 0.76 | 0.317 | 4.212 | 4.833 | 0.06 | 0.11 | 0.142 | 0.07 | 0.041 | 0.041 | 0.302 | 0.044 | 0.133 | 0.001 | 0.0213 |
| ZS2 | 0.705 | 0.229 | 0.81 | 0.357 | 1.638 | 0.923 | 0.03 | 0.11 | 0.035 | 0.085 | 0.055 | 0.026 | 0.298 | 0.016 | 0.108 | 0.001 | 0.0052 |
| ZS3 | 0.678 | 0.343 | 1.22 | 1.223 | 2.418 | 0.149 | 0.06 | 0.11 | 0.342 | 0.165 | 0.055 | 0.021 | 0.266 | 0.025 | 0.09 | 0.001 | 0.021 |
| ZS4 | 0.693 | 0.629 | 1.523 | 1.343 | 1.69 | 0.088 | 0.03 | 0.11 | 0.444 | 0.025 | 0.071 | 0.023 | 0.159 | 0.017 | 0.106 | 0.001 | 0.0158 |
| ZS5 | 0.51 | 0.371 | 1.407 | 1.307 | 0.806 | 1.923 | 0.06 | 0.11 | 0.248 | 0.005 | 0.041 | 0.024 | 0.274 | 0.014 | 0.054 | 0.001 | 0.0057 |
| ZS6 | 0.662 | 1.457 | 0.877 | 0.53 | 1.638 | 1.947 | 0.06 | 0.11 | 0.2 | 0.04 | 0.048 | 0.031 | 0.189 | 0.02 | 0.065 | 0.001 | 0.0091 |
| ZS7 | 0.584 | 1.114 | 0.78 | 0.147 | 3.562 | 3.767 | 0.03 | 0.88 | 0.035 | 0.01 | 0.018 | 0.046 | 0.232 | 0.026 | 0.046 | 0.001 | 0.008 |
| ZS8 | 0.503 | 0.371 | 0.797 | 0.373 | 1.846 | 4.833 | 0.03 | 0.11 | 0.316 | 0.115 | 0.018 | 0.035 | 0.22 | 0.028 | 0.065 | 0.001 | 0.0092 |
| ZS9 | 0.445 | 0.629 | 0.543 | 0.193 | 4.004 | 2.137 | 0.03 | 0.11 | 0.035 | 0.025 | 0.058 | 0.054 | 0.208 | 0.018 | 0.034 | 0.007 | 0.0067 |
| ZS10 | 0.628 | 0.914 | 0.977 | 0.437 | 4.472 | 0.061 | 0.03 | 0.11 | 0.136 | 0.165 | 0.036 | 0.049 | 0.206 | 0.034 | 0.23 | 0.007 | 0.0143 |
| ZS11 | 0.554 | 0.6 | 0.833 | 0.333 | 3.406 | 11.633 | 0.03 | 0.11 | 0.208 | 1.75 | 0.018 | 0.023 | 0.228 | 0.028 | 0.098 | 0.001 | 0.0089 |
| ZS12 | 0.47 | 0.629 | 0.8 | 0.54 | 4.602 | 18.133 | 0.03 | 0.22 | 0.268 | 8 | 0.018 | 0.008 | 0.234 | 0.031 | 0.127 | 0.001 | 0.0132 |
| 最小值 | 0.445 | 0.229 | 0.543 | 0.147 | 0.78 | 0.061 | 0.03 | 0.11 | 0.035 | 0.005 | 0.018 | 0.008 | 0.127 | 0.014 | 0.034 | 0.001 | 0.0049 |
| 最大值 | 0.705 | 1.457 | 1.523 | 1.717 | 4.602 | 18.133 | 0.08 | 0.88 | 0.628 | 8 | 0.071 | 0.09 | 0.33 | 0.044 | 0.23 | 0.007 | 0.0213 |
| 超标率 | 0.00% | 15.00% | 25.00% | 30.00% | 90.00% | 65.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 10.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

5.3.2.5 海洋沉积物质量调查与评价

1 海洋沉积物调查结果

海洋沉积物调查结果见表 5.3.2-12。

表 5.3.2-12 海洋沉积物现状监测结果

| 检测项目 | 单位 | 点位编号/检测结果 | | | | | | | | | | | |
|------|------------------|-----------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | ZS1 | ZS2 | ZS3 | ZS4 | ZS5 | ZS6 | ZS7 | ZS8 | ZS9 | ZS10 | ZS11 | ZS12 |
| 含水率 | % | 25.7 | 70.1 | 26.1 | 41.7 | 48.6 | 42.8 | 59.1 | 56.4 | 25.6 | 49.1 | 55.6 | 22.5 |
| 石油类 | 10 ⁻⁶ | 49.3 | 121 | 20.3 | 77 | 93.5 | 33.2 | 124 | 92.2 | 63.3 | 77.2 | 998 | 106 |
| 有机碳 | % | 1.28 | 2.04 | 0.9 | 1.55 | 1.37 | 0.962 | 1.29 | 1.86 | 0.659 | 0.872 | 2.64 | 0.436 |
| 硫化物 | 10 ⁻⁶ | 6.84 | 8.45 | 6.19 | 10.4 | 1.34×10 ³ | 11 | 22.7 | 15.5 | 4.68 | 23 | 29.3 | 2.75 |
| 铬 | 10 ⁻⁶ | 45.8 | 80.9 | 49.4 | 72.2 | 56.2 | 49.8 | 75.8 | 86.1 | 44.9 | 69 | 93.8 | 62 |
| 铜 | 10 ⁻⁶ | 8.82 | 19.3 | 10.4 | 14.7 | 13.1 | 8.48 | 16 | 18.8 | 8.82 | 14.7 | 28.3 | 6.42 |
| 锌 | 10 ⁻⁶ | 50.2 | 97.4 | 80.1 | 80.2 | 60.3 | 58.9 | 89 | 110 | 55.6 | 88 | 111 | 34.5 |
| 镉 | 10 ⁻⁶ | 0.038 | 0.048 | 0.034 | 0.072 | 0.11 | 0.06 | 0.076 | 0.088 | 0.05 | 0.05 | 0.135 | 0.063 |
| 铅 | 10 ⁻⁶ | 19.8 | 33.7 | 24.9 | 36.6 | 21.4 | 23.3 | 35.4 | 37.8 | 25.8 | 27.7 | 34.8 | 11.5 |
| 砷 | 10 ⁻⁶ | 9.28 | 17.9 | 9.92 | 14.1 | 8.91 | 7.56 | 9.4 | 14.8 | 6.87 | 9.92 | 11.9 | 5.47 |
| 汞 | 10 ⁻⁶ | 0.032 | 0.061 | 0.032 | 0.054 | 0.039 | 0.033 | 0.057 | 0.049 | 0.033 | 0.036 | 0.11 | 0.028 |

2 区域整体海洋沉积物质量状况

本次调查海域沉积物环境状况总体情况较好，整个调查区域除有机碳、砷在部分站位有超过一类海洋沉积物标准外，其他因子均符合第一类海洋沉积物标准，质量等级为优。

3 区域整体海洋沉积物监测指标状况

(1) 石油类

调查海域沉积物中石油类的含量介于 $20.3 \times 10^{-6} \sim 998 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 154.6×10^{-6} 。符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 100%，沉积物中石油类的整体质量状况较好。

(2) 有机碳

调查海域沉积物中有机碳的含量介于 0.436%~2.64%之间，平均值 1.32%。符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 83.33%，超过第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 16.67%。沉积物中有机碳的整体质量状况较好。

(3) 硫化物

调查海域沉积物中硫化物的含量介于 $2.75 \times 10^{-6} \sim 1340 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 123.4×10^{-6} 。符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 91.67%，超过第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 8.33%。沉积物中硫化物的整体质量状况较好。

(4) 铬 (Cr)

调查海域沉积物中铬的含量介于 $44.9 \times 10^{-6} \sim 93.8 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 65.5×10^{-6} ，符合第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 75.00%，超过第一类海洋沉积物质量标准的调查站位占总调查站位数的 25.00%，沉积物中铬的质量状况较好。

(5) 锌 (Zn)

调查海域沉积物中锌的含量介于 $34.5 \times 10^{-6} \sim 111 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 76.3×10^{-6} ，所有调查站位锌均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中锌的质量状况较好。

(6) 镉 (Cd)

调查海域沉积物中镉的含量介于 $0.034 \times 10^{-6} \sim 0.135 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 0.069×10^{-6} ，所有调查站位镉均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中镉的质量状况较好。

(7) 铅 (Pb)

调查海域沉积物中铅的含量介于 $11.5 \times 10^{-6} \sim 37.8 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 27.725×10^{-6} ，所有调查站位铅均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中铅的质量状况较好。

(8) 砷 (As)

调查海域沉积物中砷的含量介于 $5.47 \times 10^{-6} \sim 17.9 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 10.5×10^{-6} ，所有调查站位砷均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中砷的质量状况较好。

(9) 汞 (Hg)

调查海域沉积物中汞的含量介于 $0.028 \times 10^{-6} \sim 0.11 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 0.047×10^{-6} ，所有调查站位汞均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中汞的质量状况较好。

(10) 铜 (Cu)

调查海域沉积物中铜的含量介于 $6.42 \times 10^{-6} \sim 28.3 \times 10^{-6}$ 之间，平均值 13.99×10^{-6} ，所有调查站位铜均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物中铜的质量状况较好。

4 海洋沉积物质量状况

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。调查海域属于万通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区，执行海洋沉积物质量第一类标准。由调查及评价结果可知，调查区域中各调查站位评价质量等级均为优，区域评价质量等级为优。

表 5.3.2-13 海洋沉积物质量指数

| 检测项目 | | 石油类 | 有机碳 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 锌 | 砷 | 汞 |
|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 点位编号 | ZS1 | 0.099 | 0.640 | 0.023 | 0.252 | 0.330 | 0.076 | 0.573 | 0.335 | 0.464 | 0.16 |
| | ZS2 | 0.242 | 1.020 | 0.028 | 0.551 | 0.562 | 0.096 | 1.011 | 0.649 | 0.895 | 0.305 |
| | ZS3 | 0.041 | 0.450 | 0.021 | 0.297 | 0.415 | 0.068 | 0.618 | 0.534 | 0.496 | 0.16 |
| | ZS4 | 0.154 | 0.775 | 0.035 | 0.420 | 0.610 | 0.144 | 0.903 | 0.535 | 0.705 | 0.27 |
| | ZS5 | 0.187 | 0.685 | 4.467 | 0.374 | 0.357 | 0.220 | 0.703 | 0.402 | 0.446 | 0.195 |
| | ZS6 | 0.066 | 0.481 | 0.037 | 0.242 | 0.388 | 0.120 | 0.623 | 0.393 | 0.378 | 0.165 |
| | ZS7 | 0.248 | 0.645 | 0.076 | 0.457 | 0.590 | 0.152 | 0.948 | 0.593 | 0.470 | 0.285 |
| | ZS8 | 0.184 | 0.930 | 0.052 | 0.537 | 0.630 | 0.176 | 1.076 | 0.733 | 0.740 | 0.245 |
| | ZS9 | 0.127 | 0.330 | 0.016 | 0.252 | 0.430 | 0.100 | 0.561 | 0.371 | 0.344 | 0.165 |
| | ZS10 | 0.154 | 0.436 | 0.077 | 0.420 | 0.462 | 0.100 | 0.863 | 0.587 | 0.496 | 0.18 |
| | ZS11 | 1.996 | 1.320 | 0.098 | 0.809 | 0.580 | 0.270 | 1.173 | 0.740 | 0.595 | 0.55 |
| | ZS12 | 0.212 | 0.218 | 0.009 | 0.183 | 0.192 | 0.126 | 0.775 | 0.230 | 0.274 | 0.14 |
| 最大值 | | 1.996 | 1.320 | 4.467 | 0.809 | 0.630 | 0.270 | 1.173 | 0.740 | 0.895 | 0.55 |
| 最小值 | | 0.041 | 0.218 | 0.009 | 0.183 | 0.192 | 0.068 | 0.561 | 0.230 | 0.274 | 0.14 |
| 超标率 | | 8.33% | 16.67% | 8.33% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 25.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

5.3.2.6 海洋生物质量调查与评价

1 海洋生物调查结果

本次调查海洋生物体质量调查结果见表 5.3.2-14。

表 5.3.2-14 海洋生物质量调查结果

| 站位 | 物种名称 | 类别 | 检测结果 | | | | | | | |
|----|------|-----|------|-------|------|------|------|--------|------|-------|
| | | | 石油烃 | 铬 | 铜 | 锌 | 砷 | 镉 | 铅 | 总汞 |
| T1 | 黑斑绯鲤 | 鱼类 | 26.5 | 0.035 | 0.88 | 22.2 | 7.62 | 0.0075 | 0.04 | 0.141 |
| T2 | 丝鳍海鲶 | 鱼类 | 33.4 | 0.035 | 0.78 | 17.5 | 6.61 | 0.0075 | 0.04 | 0.806 |
| T3 | 须赤虾 | 甲壳类 | 23.7 | 0.33 | 29.5 | 77.4 | 41.2 | 0.08 | 0.23 | 0.087 |
| T4 | 斯氏莫鲯 | 鱼类 | 28.8 | 0.035 | 1.08 | 13.4 | 4.55 | 0.0075 | 0.08 | 0.052 |

2 区域整体海洋生物质量状况

本次调查区域中 T1、T2、T4 环境监测生物均为鱼类，T3 环境监测生物为甲壳类。鱼类及甲壳动物体内的铜、锌、镉含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的要求，其他因子铅、汞石油烃符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的要求。

3 区域海洋生物监测指标状况

(1) 石油烃

生物体中石油烃全部测值范围为 23.7~33.4mg/kg，平均值为 10.9mg/kg，由评价结果可知，调查站位的石油烃含量均超过符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物体质量标准。

(2) 铬

生物体中铬全部测值范围为 0.035~0.33mg/kg，平均值为 0.11mg/kg。

(3) 铜

生物体中铜全部测值范围为 0.78~29.5mg/kg，平均值为 8.06mg/kg，由评价结果可知，铜含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(4) 锌

生物体中锌全部测值范围为 13.4~77.4mg/kg，平均值为 32.6mg/kg，由评价结果可知，锌含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(5) 砷

生物体中砷全部测值范围为 4.55~41.2mg/kg，平均值为 9.29mg/kg。

(6) 镉

生物体中镉全部测值范围为 3.46~4.83mg/kg，平均值为 14.99mg/kg，由评价结果可知，镉含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(7) 铅

生物体中铅全部测值范围为 0.04~0.23mg/kg，平均值为 0.098mg/kg，由评价结果可知，铅含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

(8) 汞

生物体中汞全部测值范围为 0.052~0.806mg/kg，平均值为 0.272mg/kg，由评价结果可知，本次调查中有一个站位汞含量超过《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，超标率为 25%。

4 各功能区海洋生物质量状况

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。调查海域功能区位于通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区，执行海洋生物达标情况《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准，重金属及石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。调查区域共 4 个调查站位，海洋生物质量整体超标率为 100%，调查站位均出现超标现象，超标因子主要为石油烃、汞。

表 5.3.2-15 海洋生物质量指数

| 站位 | 物种名称 | 类别 | 检测结果 | | | | | |
|----|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | | | 石油烃 | 铜 | 锌 | 镉 | 铅 | 总汞 |
| T1 | 黑斑绯鲤 | 鱼类 | 1.33 | 0.04 | 0.56 | 0.01 | 0.02 | 0.47 |
| T2 | 丝鳍海鲶 | 鱼类 | 1.67 | 0.04 | 0.44 | 0.01 | 0.02 | 2.69 |
| T3 | 须赤虾 | 甲壳类 | 1.19 | 0.30 | 0.52 | 0.04 | 0.12 | 0.44 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|----|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
| T4 | 斯氏莫鲻 | 鱼类 | 1.44 | 0.05 | 0.34 | 0.01 | 0.04 | 0.17 |
| 最大值 | | | 1.67 | 0.04 | 0.56 | 0.01 | 0.02 | 2.69 |
| 最小值 | | | 1.33 | 0.04 | 0.44 | 0.01 | 0.02 | 0.47 |
| 超标率 | | | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 25.00% |

5.3.2.7 海洋生态调查结果

本次调查区域共布设了 12 个调查站位，分析内容主要包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、渔业资源（鱼卵仔稚鱼、游泳动物）。样品的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中规定的方法进行。

1 叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 1.53~23.4mg/L，平均值为 8.52mg/L，其中 ZS6 站位叶绿素 a 含量最高，ZS1 站位叶绿素 a 含量最低。各站位海水叶绿素 a 含量见表 3.4-1。

(2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 30.281~830.280mg·C/(m²·d)，平均值为 212.88mg·C/(m²·d)，其中 ZS3 站位初级生产力水平最高，WS16 站位最低。各站位海水初级生产力水平见表 5.3.2-16。

表 5.3.2-16 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

| 项目 | 叶绿素 a (mg/L) | 初级生产力 (mg·C/m ² ·d) |
|-----|--------------|--------------------------------|
| ZS1 | 1.53 | 43.590 |
| ZS2 | 15.6 | 380.952 |
| ZS3 | 23.4 | 571.428 |
| ZS4 | 34 | 830.280 |
| ZS5 | 3.34 | 81.563 |
| ZS6 | 5.42 | 165.446 |
| ZS7 | 1.24 | 30.281 |
| ZS8 | 3 | 91.575 |
| ZS9 | 2.61 | 111.538 |

| 项目 | 叶绿素 a (mg/L) | 初级生产力 (mg·C/m ² ·d) |
|------|--------------|--------------------------------|
| ZS10 | 5.3 | 97.070 |
| ZS11 | 2.33 | 42.674 |
| ZS12 | 4.43 | 108.181 |
| 范围 | 1.53~23.4 | 30.281~830.280 |
| 平均值 | 8.52 | 212.88 |

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 4 门 30 属 54 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 23 属 46 种，占总种数的 85.19% (表 3.4-2)；甲藻门共出现 2 属 2 种，占总种数的 3.70%；蓝藻门共出现 4 属 5 种，占总种数的 9.26%；绿藻门共出现 1 属 1 种，占总种数的 1.85%。

表 5.3.2-17 浮游植物种类组成

| 类群 | 属数 | 种类数 | 种类组成比例 (%) |
|----|----|-----|------------|
| 硅藻 | 21 | 47 | 58.02% |
| 甲藻 | 6 | 7 | 8.64% |
| 蓝藻 | 9 | 14 | 17.28% |
| 绿藻 | 6 | 12 | 14.81% |
| 裸藻 | 1 | 1 | 1.23% |
| 合计 | 43 | 81 | 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共出现 2 种，为链状假鱼腥藻 (*Pseudanabaenacatenata*)、铜绿席藻 (*Phormidiumaerugineo-coeruleum*)。这 2 种优势种的丰度占调查海区总丰度的 81.24%。铜绿席藻的优势度最高为 0.1127，占调查海区总丰度的 67.84%，为本次调查的第一优势种，其次是链状假鱼腥藻的优势度为 0.0668，占调查海区总丰度的 13.40%。

表 5.3.2-18 浮游植物优势种及优势度

| 种名 | 类群 | 优势度 | 占总丰度百分比 (%) |
|---|-----|---------|-------------|
| 链状假鱼腥藻 (<i>Pseudanabaenacatenata</i>) | 蓝藻门 | 0.06680 | 13.40 |

| | | | |
|---|-----|---------|-------|
| 铜绿席藻 (<i>Phormidiumaerugineo-coeruleum</i>) | 蓝藻门 | 0.11270 | 67.84 |
|---|-----|---------|-------|

(2) 丰富组成

调查海区浮游植物丰度变化范围为 $376.47 \times 10^3 \sim 150530 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，平均为 $17982.81 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ (表 5.3.2-19)。不同站位的丰度差异较大，最高丰度出现在 ZS4 站位，为 $150530 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；最低丰度则出现在 ZS6 站位，仅为 $376.47 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。

浮游植物丰度组成以蓝藻、硅藻占优势，蓝藻丰度占各站总丰度的 0.00%~99.57%，平均为 42.68%；硅藻丰度占各站总丰度的 00.42%~94.92%，平均为 42.77%，蓝藻在 11 个监测站都有出现，出现频率为 91.67%；硅藻在 12 个监测站都有出现，出现频率为 100.00%；甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~76.69%，平均为 12.03%；绿藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~66.89%，平均为 7.03%；裸藻仅在 1 个站位出现，丰度站该站位的 0.22%。

表 5.3.2-19 浮游植物丰度 ($\times 10^3 \text{cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

| 站位 | 总丰度 | 硅藻 | | 甲藻 | | 蓝藻 | | 绿藻 | | 裸藻 | |
|------|-----------|---------|--------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|------|-------|
| | | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 | 丰度 | 百分比 |
| ZS1 | 570.00 | 365.00 | 64.04% | 0.00 | 0.00% | 140.00 | 24.56% | 65.00 | 11.40% | 0.00 | 0.00% |
| ZS2 | 1605.00 | 1455.00 | 90.65% | 25.00 | 1.56% | 125.00 | 7.79% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS3 | 39300.00 | 165.00 | 0.42% | 5.00 | 0.01% | 39130.00 | 99.57% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS4 | 150530.00 | 2790.00 | 1.85% | 10.00 | 0.01% | 147730.00 | 98.14% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS5 | 14310.00 | 4705.00 | 32.88% | 15.00 | 0.10% | 9590.00 | 67.02% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS6 | 376.47 | 76.47 | 20.31% | 300.00 | 79.69% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS7 | 725.00 | 320.00 | 44.14% | 5.00 | 0.69% | 400.00 | 55.17% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS8 | 760.00 | 550.00 | 72.37% | 0.00 | 0.00% | 210.00 | 27.63% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS9 | 547.22 | 519.44 | 94.92% | 27.78 | 5.08% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS10 | 655.00 | 515.00 | 78.63% | 0.00 | 0.00% | 100.00 | 15.27% | 40.00 | 6.11% | 0.00 | 0.00% |
| ZS11 | 4165.00 | 265.00 | 6.36% | 25.00 | 0.60% | 3875.00 | 93.04% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| ZS12 | 2250.00 | 150.00 | 6.67% | 50.00 | 2.22% | 540.00 | 24.00% | 1505.00 | 66.89% | 5.00 | 0.22% |
| 最大值 | 150530.00 | 4705.00 | 94.92% | 300.00 | 79.69% | 147730.00 | 99.57% | 1505.00 | 66.89% | 5.00 | 0.22% |
| 最小值 | 376.47 | 76.47 | 0.42% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| 平均值 | 17982.81 | 989.66 | 42.77% | 38.57 | 12.03% | 16820.00 | 42.68% | 134.17 | 7.03% | 0.42 | 0.02% |

(3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 8~23 种,平均 13.25 种(表 5.3.2-20)。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.267~3.452,平均为 2.097,多样性指数以 ZS12 站位最高,ZS4 站位最低。Pielou 均匀度指数范围为 0.042~0.544,平均为 0.331,各站位生物量种间分布不均匀。

表 5.3.2-20 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 |
|------|--------|-------------|-------------|
| ZS1 | 10 | 2.300 | 0.363 |
| ZS2 | 10 | 1.737 | 0.274 |
| ZS3 | 14 | 1.150 | 0.181 |
| ZS4 | 12 | 0.267 | 0.042 |
| ZS5 | 8 | 1.095 | 0.173 |
| ZS6 | 10 | 1.398 | 0.220 |
| ZS7 | 14 | 2.906 | 0.458 |
| ZS8 | 9 | 2.542 | 0.401 |
| ZS9 | 16 | 3.361 | 0.530 |
| ZS10 | 12 | 2.950 | 0.465 |
| ZS11 | 21 | 2.003 | 0.316 |
| ZS12 | 23 | 3.452 | 0.544 |
| 范围 | 8~23 | 0.267~3.452 | 0.042~0.544 |
| 平均值 | 13.250 | 2.097 | 0.331 |

3 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 5 门 18 属 38 种,其中节肢动物 21 种,浮游幼虫 14 种,被囊动物、刺胞动物、栉板动物各 1 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示,各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 52.25~454.79mg/m³,平均生物量为 175.19mg/m³。在整个调查区中,生物量最高出现在 ZS9 站位,为 426.75mg/m³,最低出现在 ZS11 站位,为 52.25mg/m³。本次调查结果显示,

在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 405.00~52431.07ind./m³，平均密度为 9311.46ind./m³。浮游生物最高密度出现在 ZS6 站位，为 52431.07ind./m³，最低密度则出现在 ZS10 站位，为 405.00ind./m³（表 5.3.2-21）。

表 5.3.2-21 浮游动物生物量及密度

| 站位 | 生物量 (mg/m ³) | 密度 (ind./m ³) |
|------|--------------------------|---------------------------|
| ZS1 | 89.25 | 1332.50 |
| ZS2 | 120.50 | 995.00 |
| ZS3 | 127.75 | 1582.50 |
| ZS4 | 247.25 | 11312.50 |
| ZS5 | 55.75 | 2295.00 |
| ZS6 | 454.79 | 52431.07 |
| ZS7 | 118.50 | 10762.50 |
| ZS8 | 108.25 | 3407.50 |
| ZS9 | 426.75 | 22046.45 |
| ZS10 | 87.00 | 405.00 |
| ZS11 | 52.25 | 1457.50 |
| ZS12 | 214.25 | 3710.00 |
| 范围 | 52.25~454.79 | 405.00~52431.07 |
| 平均值 | 175.19 | 9311.46 |

(3) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 17.083 种（11~35 种）；种类多样性指数范围为 1.200~2.688 之间，平均为 1.984，多样性指数最高出现在 ZS9 站位，其次为 ZS10 站位（多样性指数为 2.614），最低则出现在 ZS4 站位；种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其变化范围在 0.229~0.512 之间，平均为 0.378，最高出现在 ZS9 站位，其次为 ZS10 站位（均匀度指数为 0.498），最低出现在 ZS4 站位（见表 5.3.2-22）。

表 5.3.2-22 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 | 均匀度指数 J |
|------|--------|-------------|-------------|
| ZS1 | 15 | 2.156 | 0.411 |
| ZS2 | 13 | 2.222 | 0.423 |
| ZS3 | 11 | 2.122 | 0.404 |
| ZS4 | 15 | 1.200 | 0.229 |
| ZS5 | 12 | 2.527 | 0.481 |
| ZS6 | 22 | 1.226 | 0.234 |
| ZS7 | 17 | 1.906 | 0.363 |
| ZS8 | 16 | 1.668 | 0.318 |
| ZS9 | 35 | 2.688 | 0.512 |
| ZS10 | 15 | 2.614 | 0.498 |
| ZS11 | 18 | 1.974 | 0.376 |
| ZS12 | 16 | 1.506 | 0.287 |
| 范围 | 11~35 | 1.200~2.688 | 0.229~0.512 |
| 平均值 | 17.083 | 1.984 | 0.378 |

(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有 5 种，分别是刺尾纺锤水蚤（*Acartiaspinicauda*）、蔓足类幼虫（*Cirripeditelarva*）、披针纺锤水蚤（*Acartiasouthwelli*）、桡足类幼体（*Copepodite*）和驼背隆哲水蚤（*Acrocalanusgibber*），优势度指数分别为 0.022、0.032、0.791、0.799、0.026（见表 5.3.2-23）。这些物种的平均密度分别为 122.89ind./m³、171.26ind./m³、2201.38ind./m³、1830.22ind./m³和 622.99ind./m³，分别占浮游动物总密度的 1.65%、2.45%、43.34%、39.31%和 3.90%。桡足类幼体是本次调查的第一物种，该种类主要分布在本海域的 ZS6 及 ZS9 站位，其密度为 19041.59ind./m³和 12011.11ind./m³。

表 5.3.2-23 浮游动物的优势种及优势度

| 中文名 | 拉丁文 | 优势度 Y | 平均密度 (ind./m ³) | 密度占比 |
|--------|--------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| 刺尾纺锤水蚤 | <i>Acartiaspinicauda</i> | 0.022 | 122.89 | 1.65% |

| 中文名 | 拉丁文 | 优势度 Y | 平均密度 (ind./m ³) | 密度占比 |
|--------|-------------------|-------|-----------------------------|--------|
| 蔓足类幼虫 | Cirripeditelarva | 0.032 | 171.26 | 2.45% |
| 披针纺锤水蚤 | Acartiasouthwelli | 0.791 | 2201.38 | 43.34% |
| 桡足类幼体 | Copepodite | 0.799 | 1830.22 | 39.31% |
| 驼背隆哲水蚤 | Acrocalanusgibber | 0.026 | 622.99 | 3.90% |

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 12 种、节肢动物 11 种、脊索动物和软体动物各 2 种，星虫动物、棘皮动物和蠕虫动物各 1 种（附录 III）。软体动物、环节动物、节肢动物和其他动物分别占总种数的 40.00%、36.67%、6.67%、6.67%、3.33%、3.33%和 3.33%，环节动物和节肢动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

(2) 底栖生物栖息密度和生物量

底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 160.417ind./m²，以节肢动物的平均栖息密度最高，为 104.583ind./m²，占总平均密度的 65.19%；环节动物次之，平均栖息密度为 47.500ind./m²，占总平均密度的 29.61%；星虫动物的平均栖息密度为 5.417ind./m²，占总平均密度的 3.38%；软体动物的平均栖息密度为 0.833ind./m²，占总平均密度的 0.52%；脊索动物的平均栖息密度为 1.250ind./m²，占总平均密度的 0.78%；棘皮动物的平均栖息密度为 0.417ind./m²，占总平均密度的 0.26%；蠕虫动物的平均栖息密度为 0.417ind./m²，占总平均密度的 0.26%（表 5.3.2-24）。

底栖生物的平均生物量为 13.672g/m²，以节肢动物居首位，平均生物量为 7.687g/m²，占总平均生物量的 56.23%；其次为环节动物，平均生物量为 4.863g/m²，占总平均生物量的 35.57%；星虫动物的平均生物量为 0.658g/m²，占总平均生物量的 4.82%；蠕虫动物的平均生物量为 0.274g/m²，占总平均生物量的 2.00%；脊索动物的平均生物量为 0.095g/m²，占总平均生物量的 0.70%；软体动物的平均生物量为 0.064g/m²，占总平均生物量的 0.47%；棘皮动物的平均生物量为 0.030g/m²，占总平均生物量的 0.22%（表 5.3.2-24）。

表 5.3.2-24 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

| 站位 | 项目 | 合计 | 环节动物门 | 节肢动物门 | 脊索动物门 | 软体动物门 | 棘皮动物门 | 星虫动物门 | 蠕虫动物门 |
|-----|---------------------------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|
| ZS1 | 密度 (ind./m ²) | 350.000 | 40.000 | 310.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 5.550 | 2.265 | 3.285 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS2 | 密度 (ind./m ²) | 425.000 | 15.000 | 410.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 8.040 | 3.560 | 4.480 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS3 | 密度 (ind./m ²) | 105.000 | 90.000 | 10.000 | 5.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 9.130 | 9.015 | 0.060 | 0.055 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS4 | 密度 (ind./m ²) | 285.000 | 265.000 | 20.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 17.730 | 17.470 | 0.260 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS5 | 密度 (ind./m ²) | 275.000 | 25.000 | 250.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 5.440 | 0.370 | 5.070 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS6 | 密度 (ind./m ²) | 185.000 | 20.000 | 165.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 1.985 | 0.715 | 1.270 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS7 | 密度 (ind./m ²) | 85.000 | 60.000 | 15.000 | 5.000 | 5.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 13.645 | 0.560 | 11.700 | 0.755 | 0.630 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS8 | 密度 (ind./m ²) | 90.000 | 5.000 | 20.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 65.000 | 0.000 |

| 站位 | 项目 | 合计 | 环节动物门 | 节肢动物门 | 脊索动物门 | 软体动物门 | 棘皮动物门 | 星虫动物门 | 蠕虫动物门 |
|------|---------------------------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 生物量 (g/m ²) | 58.660 | 0.130 | 50.630 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 7.900 | 0.000 |
| ZS9 | 密度 (ind./m ²) | 45.000 | 10.000 | 25.000 | 0.000 | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 5.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 18.095 | 0.415 | 14.030 | 0.000 | 0.000 | 0.365 | 0.000 | 3.285 |
| ZS10 | 密度 (ind./m ²) | 20.000 | 20.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 22.285 | 22.285 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS11 | 密度 (ind./m ²) | 35.000 | 0.000 | 30.000 | 5.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 1.795 | 0.000 | 1.460 | 0.335 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ZS12 | 密度 (ind./m ²) | 25.000 | 20.000 | 0.000 | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | 生物量 (g/m ²) | 1.705 | 1.570 | 0.000 | 0.000 | 0.135 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 平均 | 密度 (ind./m ²) | 160.417 | 47.500 | 104.583 | 1.250 | 0.833 | 0.417 | 5.417 | 0.417 |
| | 生物量 (g/m ²) | 13.672 | 4.863 | 7.687 | 0.095 | 0.064 | 0.030 | 0.658 | 0.274 |

本次调查结果表明,各监测站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,其中 ZS2 站位密度最高,为 425.000ind./m²。ZS2 站位密度最高的原因在于记录到数量较多的节肢动物—日本长尾虫 (*Apseudesnipponicus*),该物种在该站位的分布密度为 410.00ind./m²。分布密度在 200ind./m² 以上的站位为 ZS1、ZS2、ZS4、ZS5,其它站位的分布密度均在 25.00~185.00ind./m² 之间。

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 1.705~58.66g/m²,其中站位 ZS8 的生物量最高,构成高生物量的原因在于节肢动物—弧边招潮 (*Ucaarcuata*) 在该站位大量出现,生物量为 58.660g/m²。生物量最低的站位为 ZS12 站位,仅为 1.705g/m²,该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的环节动物和软体动物,个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在 12 个站位中有 11 个站位出现,平均密度为 47.500ind./m²。密度分布范围为 0~265.00ind./m²;平均生物量为 4.863g/m²,生物量分布范围为 0.00~22.285g/m²。

节肢动物在 12 个站位中有 11 个站位出现,平均密度为 104.583ind./m²。密度分布范围为 0~410.00ind./m²;平均生物量为 7.687g/m²,生物量分布范围为 0.00~50.630g/m²。

软体动物在 12 个站位中有 2 个站位出现,平均密度为 0.833ind./m²,密度分布范围为 0~5.00ind./m²。平均生物量为 0.064g/m²,生物量分布范围为 0.00~0.630g/m²。

脊索动物在 12 个站位中有 3 个站位出现,平均密度为 1.250ind./m²。密度分布范围为 0~5.00ind./m²;平均生物量为 0.095g/m²,生物量分布范围为 0.00~0.755g/m²。

棘皮动物在 12 个站位中有 1 个站位出现,平均密度为 0.417ind./m²。密度分布范围为 0~5.00ind./m²;平均生物量为 0.030g/m²,生物量分布范围为 0.00~0.365g/m²。

星虫动物在 12 个站位中有 1 个站位出现,平均密度为 5.417ind./m²。密度分布范围为 0~65.00ind./m²;平均生物量为 0.658g/m²,生物量分布范围为 0.00~7.900g/m²。

昆虫动物在 12 个站位中有 1 个站位出现，平均密度为 0.417ind./m²。密度分布范围为 0~5.00ind./m²；平均生物量为 0.274g/m²，生物量分布范围为 0.00~3.285g/m²。

(3) 底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，那么本次调查海区的底栖生物有 3 个优势种，是节肢动物的日本长尾虫、缅甸角沙蚕和中华螺赢蜚，其优势度为 0.13、0.09 和 0.02（表 5.3.2-25）。日本长尾虫在 12 个站位中的 4 个站位出现，其平均栖息密度为 168.75ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 10.07%，为该调查海区的第一优势种。

表 5.3.2-25 底栖动物优势种及优势度

| 优势种 | 类群 | 优势度 | 平均密度 (ind./m ²) | 占总生物栖息密度的百分比(%) |
|-------|-------|------|--------------------------------|-----------------|
| 缅甸角沙蚕 | 环节动物门 | 0.09 | 75 | 4.48% |
| 日本长尾虫 | 节肢动物门 | 0.13 | 168.75 | 10.07% |
| 中华螺赢蜚 | 节肢动物门 | 0.02 | 110 | 6.57% |

(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 2~8 种/站，平均 4 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.220~2.660 之间，平均值为 1.218（表 5.3.2-26）。多样性指数最高出现在 ZS7 站位，最低则为 ZS2 站位，调查海域底栖生物多样性指数属中等水平。均匀度范围在 0.026~0.317 之间，平均为 0.145，反映物种分布不均匀。

表 5.3.2-26 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

| 站位 | 出现的种类数 | 多样性指数 H | 均匀度指数 J |
|-----|--------|---------|---------|
| ZS1 | 6 | 1.310 | 0.156 |
| ZS2 | 2 | 0.220 | 0.026 |
| ZS3 | 5 | 1.083 | 0.129 |
| ZS4 | 5 | 0.839 | 0.100 |
| ZS5 | 2 | 0.722 | 0.086 |
| ZS6 | 2 | 0.494 | 0.059 |

| 站位 | 出现的种类数 | 多样性指数 H | 均匀度指数 J |
|------|--------|-------------|-------------|
| ZS7 | 8 | 2.660 | 0.317 |
| ZS8 | 4 | 1.233 | 0.147 |
| ZS9 | 5 | 1.880 | 0.224 |
| ZS10 | 3 | 1.500 | 0.179 |
| ZS11 | 3 | 1.149 | 0.137 |
| ZS12 | 3 | 1.522 | 0.181 |
| 范围 | 2~8 | 0.220~2.660 | 0.026~0.317 |
| 平均值 | 4.000 | 1.218 | 0.145 |

5 潮间带生物

(1) 种类组成

本次调查共记录潮间带动物 21 种，其中节肢动物 14 种、环节动物 3 种、软体动物 2 种、脊索动物和星虫动物各 1 种(附录IV)。节肢动物占总种数的 66.67%。节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

C1、C2、C3 为泥质断面。

高潮区：生物群落组成以节肢动物为主及少量软体动物。出现的节肢动物主要有秀丽长方蟹和扁平拟闭口蟹等，均属于沙滩常见的节肢动物；

中潮区：生物群落主要由节肢动物为主及少量软体动物、环节动物和脊索动物组成，并采集到大量节肢动物秀丽长方蟹和扁平拟闭口蟹等；

低潮区：以节肢动物为主及少量环节动物和脊索动物组成，与中潮带物种分布差异不大。

(2) 潮间带生物量及栖息密度

①生物量及栖息密度的组成

调查断面中，C1 断面的平均生物量为 8.78g/m²，C2 断面的平均生物量为 19.69g/m²，C3 断面的平均生物量为 10.55g/m²；在栖息密度方面，C1 断面平均栖息密度为 13.78ind./m²，C2 断面的平均栖息密度为 20.50ind./m²，C3 断面的平均栖息密度为 17.84ind./m²。

在 C1 断面生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 5.02g/m²，占总生物量的 57.09%；其次为节肢动物，平均生物量为 3.57g/m²，占总生物量

的 40.59%；环节动物的平均生物量 0.20g/m²，占总生物量的 2.32%。C2 断面中，以节肢动物居首位，平均生物量 15.88g/m²，占总生物量的 80.65%；其次为软体动物，其平均生物量 2.42g/m²，占总生物量的 12.31%；星虫动物其平均生物量 1.39g/m²，占总生物量的 7.04%。C3 断面中，均为节肢动物，平均生物量 10.55g/m²，占总生物量的 100%（表 5.3.2-27）。

在栖息密度方面，C1 断面中，以节肢动物居首位，平均栖息密度为 10.79ind./m²，占总栖息密度的 78.27%；其次为环节动物，平均栖息密度为 1.67ind./m²，占总栖息密度的 12.08%；软体动物其平均栖息密度为 1.33ind./m²，占总栖息密度的 9.65%。C2 断面中，以节肢动物居首位，平均栖息密度为 10.83ind./m²，占总栖息密度的 52.85%；其次为星虫动物，其平均栖息密度为 8.34ind./m²，占总栖息密度的 40.66%；软体动物的平均栖息密度为 1.33ind./m²，占总栖息密度的 6.49%。C3 断面中，均为节肢动物，平均栖息密度为 17.84ind./m²，占总栖息密度的 100.00%（表 5.3.2-27）。

表 5.3.2-27 潮间带平均生物量及栖息密度的组成

| 断面 | 项目 | 总计 | 节肢动物门 | 软体动物门 | 环节动物门 | 星虫动物门 |
|----|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C1 | 平均密度 (ind./m ²) | 13.78 | 10.79 | 1.33 | 1.67 | 0.00 |
| | 平均生物量 (g/m ²) | 8.78 | 3.57 | 5.02 | 0.20 | 0.00 |
| C2 | 平均密度 (ind./m ²) | 20.50 | 10.83 | 1.33 | 0.00 | 8.34 |
| | 平均生物量 (g/m ²) | 19.69 | 15.88 | 2.42 | 0.00 | 1.39 |
| C3 | 平均密度 (ind./m ²) | 17.84 | 17.84 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 平均生物量 (g/m ²) | 10.55 | 10.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

②生物量及栖息密度的水平分布

调查断面的底栖生物生物量和栖息密度的水平分布方面，C3 的栖息密度和生物量均为最高，栖息密度为 231.98ind./m²，生物量为 137.14g/m²，（表 5.3.2-28）

表 5.3.2-28 潮间带生物量及栖息密度的水平分布

| 断面 | 项目 | 总计 | 节肢动物门 | 软体动物门 | 环节动物门 | 星虫动物门 |
|----|---------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| C1 | 密度 (ind./m ²) | 123.32 | 118.66 | 1.33 | 3.33 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 44.648 | 39.225 | 5.015 | 0.408 | 0.00 |

| 断面 | 项目 | 总计 | 节肢动物门 | 软体动物门 | 环节动物门 | 星虫动物门 |
|----|---------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|
| C2 | 密度 (ind./m ²) | 104.67 | 86.67 | 1.33 | 0.00 | 16.67 |
| | 生物量 (g/m ²) | 132.22 | 127.024 | 2.423 | 0.00 | 2.773 |
| C3 | 密度 (ind./m ²) | 231.98 | 231.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 137.14 | 137.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

③生物量及栖息密度的垂直分布

在垂直分布上,结果显示:C1断面中,潮间带生物的生物量表现为中潮区>高潮区>低潮区,栖息密度的垂直分布则表现为低潮区>中潮区>高潮区;C2断面中,潮间带生物的生物量表现为高潮区>中潮区>低潮区,栖息密度的垂直分布则表现为低潮区>中潮区>高潮区;C3断面中,潮间带生物的生物量表现为低潮区>中潮区>高潮区,栖息密度的垂直分布则表现为中潮区>低潮区>高潮区(表5.3.2-29)。

表 5.3.2-29 潮间带生物量及栖息密度的垂直分布

| 断面 | 项目 | 节肢动物门 | 软体动物门 | 环节动物门 | 星虫动物门 |
|----|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| C1 | | | | | |
| 低 | 密度 (ind./m ²) | 68.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 17.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 中 | 密度 (ind./m ²) | 42.66 | 1.33 | 1.33 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 14.33 | 5.02 | 0.04 | 0.00 |
| 高 | 密度 (ind./m ²) | 8.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 7.05 | 0.00 | 0.37 | 0.00 |
| C2 | | | | | |
| 低 | 密度 (ind./m ²) | 54.00 | 0.00 | 0.00 | 14.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 23.80 | 0.00 | 0.00 | 2.00 |
| 中 | 密度 (ind./m ²) | 26.67 | 1.33 | 0.00 | 2.67 |
| | 生物量 (g/m ²) | 42.80 | 2.42 | 0.00 | 0.77 |
| 高 | 密度 (ind./m ²) | 6.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 60.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| 断面 | 项目 | 节肢动物门 | 软体动物门 | 环节动物门 | 星虫动物门 |
|----|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| C3 | | | | | |
| 低 | 密度 (ind./m ²) | 84.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 50.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 中 | 密度 (ind./m ²) | 91.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 48.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 高 | 密度 (ind./m ²) | 56.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 生物量 (g/m ²) | 38.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

(3) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示, 调查断面潮间带多样性指数 (H' 属中等水平), 均匀度 (J) 属于低等水平, 3 条断面多样性指数平均为 0.923, 均匀度指数平均为 0.117 (表 5.3.2-30)。

表 5.3.2-30 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

| 断面名称 | 样方内出现的种类数 | 多样性指数 H | 均匀度 J |
|------|-----------|-----------|---------|
| C1 | 4 | 0.314 | 0.040 |
| C2 | 10 | 2.144 | 0.271 |
| C3 | 5 | 0.312 | 0.039 |

5.3.2.8 渔业资源调查结果

项目组于 2023 年 11 在项目所在海域分别布设了 4 个鱼卵仔稚鱼调查站位。样品的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007) 和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007) 中规定的方法进行。

1 鱼卵仔鱼

(1) 种类组成

在采集的 4 个样品中, 经鉴定, 共出现了仔鱼 3 种, 未采集到鱼卵, 其中鲈形目鉴定出 3 科 3 种 (表 5.3.2-31)。

仔鱼的种类仅记录鲷科 (*Sparidae*)、鰺科 (*Blenniidae*)、鱚科 (*Callionymidae*)。

表 5.3.2-31 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

| 种类 | | 拉文种名 | 鱼卵 | 仔鱼 |
|-----|----|---------------|----|----|
| 鲈形目 | 鲷科 | Sparidae | | + |
| 鲈形目 | 鰺科 | Blenniidae | | + |
| 鲈形目 | 鱚科 | Callionymidae | | + |

(2) 数量分布

本次调查 4 个调查站位均未采集到鱼卵及仔鱼。

2 游泳生物

(1) 种类组成

本次调查共捕获游泳生物 33 种,其中鱼类 23 种,甲壳类 10 种(表 5.3.2-32)。

本次调查,各站位出现种类情况见表 5.3.2-32。

表 5.3.2-32 各站位出现种类统计结果

| 调查站位 | 鱼类 | | 甲壳类 | |
|------|-----|--------|-----|--------|
| | 种类数 | 比例 (%) | 种类数 | 比例 (%) |
| T1 | 9 | 100% | 0 | 0.00% |
| T2 | 11 | 100% | 0 | 0.00% |
| T3 | 6 | 37.5% | 10 | 62.5% |
| T4 | 15 | 100% | 0 | 0.00% |

(2) 渔获率

总重量渔获率分别为 6.08029kg,其中鱼类重量渔获率为 5.2679kg,分别占总重量渔获率和总个体渔获率的 86.64%;甲壳类重量渔获率为 0.81239kg/h,占总重量渔获率的 15.42% (表 5.3.2-33)

表 5.3.2-33 各站位重量渔获率 (kg/h) 及各类群百分比

| 调查站位 | 总重量渔获率 | 鱼类 | | 甲壳类 | |
|------|--------|--------------|---------|--------------|-------|
| | | 重量渔获率 (kg/h) | 百分比 | 重量渔获率 (kg/h) | 百分比 |
| t1 | 1.1793 | 1.1793 | 100.00% | 0 | 0.00% |

| | | | | | |
|----|---------|--------|---------|---------|--------|
| t2 | 1.8348 | 1.8348 | 100.00% | 0 | 0.00% |
| t3 | 1.09369 | 0.2813 | 25.72% | 0.81239 | 74.28% |
| t4 | 1.9725 | 1.9725 | 100.00% | 0 | 0.00% |
| 合计 | 6.08029 | 5.2679 | 86.64% | 0.81239 | 15.42% |

鱼类资源状况

(1) 种类组成

本次调查捕获的鱼类 19 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。

(2) 优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 5.3.2-34。鱼类 IRI 值在 100 以上的有 12 种，分别为多鳞鳢、横带天竺鲷、中华单角鲀、红尾银鲈、髯缟虾虎鱼、斯氏莫鲻、黑斑绯鲤、鰺、日本瞳鲷、丝鳍海鲇、圆吻海鲷和皮氏叫姑鱼，这 12 种鱼类的重量渔获率之和为 5.0288kg，占鱼类总重量渔获率的 95.46%，由此确定这 12 个种类为鱼类的优势种。

表 5.3.2-34 鱼类的 IRI 指数

| 种名 | N% | W% | F% | IRI |
|--------|--------|--------|----|---------|
| 多鳞鳢 | 20.625 | 23.113 | 75 | 3280.36 |
| 犬牙缟虾虎鱼 | 0.681 | 0.943 | 50 | 81.24 |
| 横带天竺鲷 | 6.152 | 9.906 | 75 | 1204.35 |
| 中华单角鲀 | 2.010 | 2.358 | 75 | 327.66 |
| 红尾银鲈 | 14.161 | 20.755 | 75 | 2618.70 |
| 髯缟虾虎鱼 | 0.488 | 1.887 | 50 | 118.73 |
| 斯氏莫鲻 | 20.306 | 14.151 | 75 | 2584.27 |
| 黑斑绯鲤 | 6.872 | 5.660 | 75 | 939.91 |
| 鰺 | 1.198 | 1.415 | 75 | 195.97 |
| 日本瞳鲷 | 1.541 | 1.415 | 50 | 147.83 |
| 丝鳍海鲇 | 7.288 | 0.943 | 25 | 205.77 |
| 桂皮斑鲆 | 1.760 | 0.943 | 25 | 67.58 |
| 圆吻海鲷 | 7.039 | 1.415 | 50 | 422.70 |

| 种名 | N% | W% | F% | IRI |
|-------|-------|-------|----|--------|
| 卵鳎 | 0.188 | 0.943 | 25 | 28.28 |
| 斑头舌鳎 | 0.177 | 0.943 | 25 | 28.00 |
| 斑纹条鳎 | 0.118 | 0.943 | 25 | 26.53 |
| 鰽 | 1.063 | 0.943 | 25 | 50.16 |
| 线纹鳎 | 1.219 | 1.415 | 25 | 65.84 |
| 皮氏叫姑鱼 | 2.576 | 7.547 | 25 | 253.08 |
| 短吻鳎 | 0.530 | 0.943 | 25 | 36.83 |
| 奥奈银鲈 | 0.247 | 0.472 | 25 | 17.96 |
| 尖突吻鳎 | 1.042 | 0.472 | 25 | 37.85 |
| 鳎 | 2.720 | 0.472 | 25 | 79.80 |

(3) 主要经济鱼类的分布洄游及生物学特性

A 多鳞鱻 *Sillagosihama*

多鳞鱻是鲈形目鱻科鱻属的鱼类，又叫沙梭、沙钻、麦穗、梭子鱼、沙姜仔、船丁鱼、沙丁鱼。身体细长，略呈圆柱状，稍侧扁；头端部钝尖，吻较长；体被弱栉鳞；头部除吻端、两颌外，大部分被鳞；侧线完全，几乎呈直线；尾柄短，尾鳍后缘浅凹形。身体乳白色，略带浅黄色，有银色光泽；第一背鳍前部黑色，有时在第二背鳍鳍膜间有4纵行褐色斑点；尾鳍上、下叶末端灰黑色；其余鳍透明。

地理分布：分布于印度洋北部沿岸，东至澳大利亚，北至朝鲜，日本。在中国渤海、黄海、东海、台湾海峡、南海等海域亦有分布。

生活习性：温性小型底层鱼类，栖息于沙底质浅海、河口、红树林水域，有时进入淡水。一旦受到惊吓，喜钻到沙中。摄食长尾类、歪尾类、多毛类、端足类、糠虾类等小型无脊椎动物。2龄性成熟，产卵期6~8月，怀卵量6742~20372粒，平均18763粒。卵浮性，卵圆形，油球1个。

B 皮氏叫姑鱼 *Johniusbelangerii*

皮氏叫姑鱼是鲈形目石首鱼科叫姑鱼属鱼类，别名为姑鱼、叫姑、加网、小白鱼等。身体延长而侧扁。鳃盖青紫色，颌孔似五孔型，耳石盾形；身体背部灰褐色，腹部乳白色；吻端、颊部、喉部被圆鳞，身体被栉鳞；侧线完全；鳃圆柱

状，前部两侧突出形成锤状侧囊；第一背鳍上端黑色，其余鳍浅灰黄色；背鳍连续，鳍棘部与鳍条部之间有 1 个深凹刻；腹鳍第 1 枚鳍条稍呈丝状延长。幼鱼尾鳍楔形或尖形。

皮氏叫姑鱼分布于朝鲜西南、菲律宾、印度、印度尼西亚、斯里兰卡、马来半岛、新几内亚沿海等海域。在中国分布于渤海、黄海、东海、南海。栖息于水深 40 米以内的泥沙底质或岩礁周围，有时进入河口。以甲壳动物、多毛类、小鱼等为食。1 龄性成熟。产卵期为 5-7 月，盛期为 6 月份。怀卵量为 0.7 万-10 万粒。卵圆球形，浮性卵。

皮氏叫姑鱼为暖温性近岸中下层小型鱼类。喜栖息于泥沙底以及岩礁附近海区，产卵时能发出“咕咕”叫声。据推测，中国东海有两个地方群体，东海北部群越冬场在济州岛西南部，春季向西至西南洄游，春未至夏季到近海区产卵，夏季到东海北部至江苏近海海区，产卵后亲体分散索饵，冬季返回济州岛西南部越冬。另一为东海南部群体，越冬场在台湾海峡至台湾北部海区，春季向近海和向北洄游，春未至夏季主要分布在中国福建北部至浙江南部近海产卵，秋季分散索饵，冬季返回越冬场。

甲壳类资源状况

(1) 种类组成

本次调查共捕获的甲壳类共 10 种。

(2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 5.3.2-35。甲壳类 IRI 值在 100 以上的有 8 种，分别为：远洋梭子蟹、小口虾蛄属、日本螯、须赤虾、亨氏仿对虾、长趾蝉虾、钝齿螯、矛形梭子蟹。8 种甲壳类重量渔获率之和为 0.75829kg，占甲壳类总重量渔获率（0.81239kg）的 96.66%。由此确定这 8 种为甲壳类的优势种。

表 5.3.2-35 甲壳类的 IRI 指数

| 中文名 | N% | W% | F% | IRI |
|-------|-------|-------|-------|---------|
| 远洋梭子蟹 | 15.44 | 0.73 | 25.00 | 404.33 |
| 猛虾蛄 | 2.92 | 0.73 | 25.00 | 91.18 |
| 小口虾蛄属 | 19.44 | 21.90 | 25.00 | 1033.36 |
| 纤手梭子蟹 | 0.42 | 0.73 | 25.00 | 28.71 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 日本蟳 | 20.85 | 8.76 | 25.00 | 740.28 |
| 须赤虾 | 8.74 | 21.90 | 25.00 | 765.94 |
| 亨氏仿对虾 | 1.93 | 5.11 | 25.00 | 176.05 |
| 长趾蝉虾 | 9.28 | 21.90 | 25.00 | 779.57 |
| 钝齿蟳 | 15.55 | 8.76 | 25.00 | 607.65 |
| 矛形梭子蟹 | 5.43 | 9.49 | 25.00 | 372.94 |

(3) 主要种类的分布及生物学特征

A. 远海梭子蟹 *Portunuspelagicus*

远海梭子蟹，是十足目梭子蟹科梭子蟹属甲壳动物，又称花蟹。头胸甲宽约 13 厘米，背面长有许多较粗的颗粒；中胃区有 2 条斜行的颗粒脊，后胃区有 2 条；前鳃区和心区各有 1 对，中鳃区 1 对不明显，额有 4 个尖齿；头胸甲前侧缘共有 9 个齿，螯足长节外缘末端有 1 个刺，前缘有 3 个刺；腕节内外角各有 1 个刺，掌节有 7 条纵向的隆脊。雄性腹部呈三角形，第六腹节梯形；背部的花白云纹比雌蟹更加明显，螯足内侧会呈现较为明显的蓝色。

远海梭子蟹分布于中国东海、南海及台湾海域，广泛分布于印度—西太平洋的热带和亚热带海区。栖息于有大叶藻、泥或石块的潮间带，生活在潮下带沙、软泥底质的浅海和河口。属暖水性近岸种，白天伏在海底、夜间活动觅食。捕食甲壳类和其他底栖动物。有两个繁殖高峰期，分别在 3-5 月和 8-10 月；在 2 月底 3 月初已开始向近岸移动，在 3 月底 4 月初出现产卵群；交配期一般在 8-10 月。

B. 日本蟳 *Charybdisjaponica*

日本蟳是梭子蟹科、蟳属的节肢动物，俗称赤甲红、海红、沙蟹、石寄角、石蟹等。头胸甲横卵圆形，宽约 9 厘米；表面常长有绒毛，胃区、鳃区长有隆脊。额分 6 个齿，中央 2 个齿突出；背眼窝缘有 2 个缝；头胸甲前侧缘长有 6 个齿。螯足长节前缘有 3 个齿；腕节内末角有 1 个强壮的刺，外侧面有 3 个小刺；掌节表面有 3 个隆脊，长有 5 个刺。游泳足长节后缘近末端有 1 个锐刺。雄性腹部三角形，第六腹节宽大于长。

5.4 大气环境质量现状

项目属于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其 2018 年修改单中的二级标准。

根据《湛江市生态环境质量年报简报》(2023 年) (广东省湛江生态环境监测中心站)，2023 年，2023 年湛江市空气质量为优的天数有 229 天，良的天数 126 天，轻度污染天数 10 天，优良率 97.3%。

湛江市 2023 年二氧化硫、二氧化氮年均浓度值分别为 $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， PM_{10} 年浓度值为 $33\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳 (24 小时平均) 全年第 95 百分位数浓度值为 $0.8\text{mg}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中一级标准限值； $\text{PM}_{2.5}$ 年浓度值为 $21\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧 (日最大 8 小时平均) 全年第 90 百分位数为 $130\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及其修改单中二级标准限值。

因此，项目所在区域湛江市的环境空气质量良好，能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及 2018 年修改单中的二级标准要求。

5.5 声环境质量现状

本项目位于湛江市东海岛西部沿岸滩涂，没有纳入声环境功能区划，本项目参照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 的要求：项目为农村地区，因此执行《声环境质量标准》(GB3095-2012) 的 1 类标准环境噪声限值。

根据湛江市生态环境局发布的《2023 年湛江市生态环境质量年报简报》，第六章声环境质量第一节功能区噪声：2023 年功能区环境噪声昼间达标率为 93%，夜间达标率为 80%。第二节区域环境噪声：2023 年区域环境噪声昼间平均等效声级为 54.4 分贝，与去年相比下降 1.3 分贝。城市区域环境噪声总体水平等级为二级，评价结果为较好。

项目为海洋生态保护修复项目，主体位于浅海滩涂的围塘范围内，周边没有大中型噪声污染源，基本均为海风等背景噪声；由此可知，项目区域声环境质量良好，能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类声功能环境噪声限值要求。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），项目建设前后声环境没有变化，受影响人口并未增加，但项目位于1类声功能区，声环境评价等级按二级评价考虑，评价范围按项目周边200m考虑。

根据现场踏勘及收集资料，声环境影响评价范围内（200m）没有声环境保护目标，因此没有声环境敏感目标需要现场监测；此外，评价范围内也没有具有明显影响的现状声源；且项目属于红树林修复系统，运营期项目基本没有声源；根据导则要求，无需开展现状噪声监测。

5.6 动物资源现状调查

本节引自《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》（中国林业科学研究院热带林业研究所，2024年4月）。

5.6.1 调查时间及调查方法

5.6.1.1 调查时间

2024年3月，受湛江开发区新月发展有限公司委托，中国林业科学研究院热带林业研究所采用实地路线调查和资料调查相结合的方法，对红树林种植建设项目区及周围延伸1000m区域内的动物进行了调查和生态影响评价。

5.6.1.2 鸟类调查方法

对建设项目生态评价区进行设置调查样线，围绕红树林共设置4条500m调查样线，采取路线调查法进行。

5.6.1.3 大型底栖生物调查方法

采用样框取样调查法，选用25cm×25cm的定量样框，调查范围内设置12个取样点，取样面积为0.25m²。取样时，先将定量框插入底质内，抓取可见生物至样品瓶，再用工兵铲铲取框内泥沙至30cm深度，获得泥土搬运至有水源区域用0.5mm孔径的底栖筛网筛洗。所获生物样品用5%的甲醛溶液现场固定，带回实验室分析鉴定、计数、称重测定生物量。

5.6.1.4 鱼类调查方法

选用当地渔民使用较为广泛的蜈蚣网进行红树林鱼类调查。网具的网身为长方体形状，网具材料为PE，网孔8.5mm，长约10m。一张蜈蚣网一般由23个小长方体铁框组成，每个小铁框长35cm，宽20cm，高25cm，铁框两侧各有

一个漏斗形开口。这类网具一般由 20-30 个或以上的此类独立的单位首尾相接一起使用，因其形状似蜈蚣，当地人称之为蜈蚣网，每条调查断面放置 3 张蜈蚣网进行采样。采样时间为大潮期间连续 2 天。蜈蚣网均放置在与潮水进入林内的方向相垂直的方向，每天涨潮前放入林内，退潮后起网收获鱼类。样品使用聚乙烯泡沫箱加入碎冰进行保存，样品带回实验室后转移至冰柜中低温冰冻保存。鱼类样品分析鉴定到种，记录各种类的名称、体长、重量、尾数。

5.6.2 调查结果

5.6.2.1 鸟类调查结果

(1) 物种组成：该区域共监测到 16 科 31 种鸟类（见表 5.6.2-1），其中近危 (NT) 1 种。共记录鸟类 1773 只，以鸻形目为主，数量为 1634 只，占比 92.16%

(2) 生境类型及习性：

1) 游禽类：生活于红树林或浅水湿地或虾塘等湿地附近且能潜水或游泳的类群，包括雁形目的绿翅鸭、鸕鷀目的小鸕鷀，项目区共记录 2 种，白天活动，主要食物为水域的鱼类或虾等，警惕性较强，人为直接干扰距离为 200 m 左右，适应人为干扰适应能力较低，主要分布于红树林及浅水湿地附近，因此浅水湿地的重要性极为明显和突出，为雁鸭类重点保护鸟类提供了重要的气息场所。

2) 涉禽类：主要分布于项目区的红树林及其滩涂、浅水湿地、河流、水田等环境中，白天活动，食物为浅水区域的鱼、虾及附近的昆虫等，夜间多隐蔽于红树林或在高大的乔木或沙地上休息，除鹭科留鸟在项目区见到繁殖巢穴外，其余很多种类为越冬候鸟，涉禽类共记录 34 种，是项目区最为优势的鸟类类群。该类群极易受到人为干扰的影响，一般在距离 200 m 为该类群的警戒距离，人为干扰接触过近，则直接采取飞翔的方式进行躲避干扰或远离干扰源。

3) 攀禽类：主要分布在项目区周边陆地村庄，以路边乔木、灌丛、草地为主要觅食和栖息地。偶尔飞入连片分布靠近陆域的红树林内，常常在树木上攀缘和栖息，以鸻形目、雨燕目、佛法僧目的鸟类为代表，生境多样化，食物种类多样。以留鸟为主，没有迁徙习性，其中褐翅鸦鹃、翠鸟、棕背伯劳等是灌草丛常见物种，对人为干扰适应能力较强。

表 5.6.2-1 鸟类名录及数量表

| 序号 | 目 | 科 | 物种 | 学名 | 濒危等级 | 数量(只) | |
|----|------|-----------------------|------|--------------------------------|------------------------------|-------|-----|
| 1 | 鹤形目 | 鹭科 | 苍鹭 | <i>Ardea cinerea</i> | LC | 4 | |
| 2 | | | 白鹭 | <i>Egretta garzetta</i> | LC | 36 | |
| 3 | | | 大白鹭 | <i>Ardea alba</i> | LC | 8 | |
| 4 | | | 池鹭 | <i>Ardeola bacchus</i> | LC | 4 | |
| 5 | 雁形目 | 鸭科 | 绿翅鸭 | <i>Egretta intermedia</i> | LC | 8 | |
| 6 | 鸬鹚目 | 鸬鹚科 | 小鸬鹚 | <i>Tachybaptus ruficollis</i> | LC | 7 | |
| 7 | 鸮形目 | 杜鹃科 | 褐翅鸦鹃 | <i>Centropus sinensis</i> | LC | 3 | |
| 8 | 鹰形目 | 鹰科 | 黑翅鸢 | <i>Elanus caeruleus</i> | LC | 2 | |
| 9 | 佛法僧目 | 翠鸟科 | 普通翠鸟 | <i>Alcedo atthis</i> | LC | 5 | |
| 10 | 鹤形目 | 秧鸡科 | 白胸翡翠 | <i>Halcyon smyrnensis</i> | LC | 7 | |
| 11 | 鹤形目 | 鸻科 | 金斑鸻 | <i>Pluvialis fulva</i> | LC | 2 | |
| 12 | | | 环颈鸻 | <i>Charadrius alexandrinus</i> | LC | 420 | |
| 13 | | | 金眶鸻 | <i>Charadrius dubius</i> | LC | 60 | |
| 14 | | | 黑腹滨鸻 | <i>Calidris alpina</i> | LC | 370 | |
| 15 | | | 红颈滨鸻 | <i>Calidris ruficollis</i> | NT | 35 | |
| 16 | | | 三趾滨鸻 | <i>Calidris alba</i> | LC | 10 | |
| 17 | | | 青脚鸻 | <i>Tringa nebularia</i> | LC | 18 | |
| 18 | | | 泽鸻 | <i>Tringa stagnatilis</i> | LC | 12 | |
| 19 | | | 白腰草鸻 | <i>Tringa ochropus</i> | LC | 35 | |
| 20 | | | 矶鸻 | <i>Actitis hypoleucos</i> | LC | 40 | |
| 21 | | | 中杓鸻 | <i>Numeniusphaeopu</i> | LC | 2 | |
| 22 | | | 鸥科 | 红嘴鸥 | <i>Larus ridibundus</i> | LC | 360 |
| 23 | | | 燕鸥科 | 须浮鸥 | <i>Chlidonias hybridus</i> | LC | 250 |
| 24 | | | | 鸥嘴噪鸥 | <i>Gelochelidon nilotica</i> | LC | 20 |
| 25 | 普通燕鸥 | <i>Sterna hirundo</i> | | LC | 6 | | |
| 26 | 雀形目 | 鹁鸪科 | 白鹁鸪 | <i>Motacilla alba</i> | LC | 2 | |
| 27 | | 鹁鸪科 | 鹁鸪 | <i>Copsychus saularis</i> | LC | 3 | |
| 28 | | 卷尾科 | 黑卷尾 | <i>Dicrurus macrocercus</i> | LC | 3 | |
| 29 | | 伯劳科 | 棕背伯劳 | <i>Lanius schach</i> | LC | 5 | |
| 30 | | 椋鸟科 | 灰背椋鸟 | <i>Sturnia sinensis</i> | LC | 6 | |
| 31 | | 燕科 | 家燕 | <i>Hirundo rustica</i> | LC | 30 | |

注：EN 濒危，VU 易危，NT 近危，LC 无危。

(3) 鸟类多样性分析：采用物种丰富度和 Shannon-Wiener 多样性指数分析鸟类多样性。计算公式为：

$$D = (S-1) / \log_2 N$$

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

式中，D，物种丰富度；S，所有鸟类的种数；N，所有鸟类的个数；H 为 Shannon-Wiener 多样性指数；P_i 第 i 种类的个数占总个数的比例。

评价区红树林湿地鸟类 Shannon-Wiener 多样性指数 1.94，Margalef 物种丰富度指数为 6.20。鸟类多样性水平比较高。

5.6.2.2 大型底栖生物调查结果

根据现场调查，调查区域共发现大型底栖动物 17 种，平均生物量为 41.635 个/m²，Shannon-Wiener 达到 2.94。结果表明评价区红树林湿地大型底栖动物多样性较高。

表 5.6.2-2 红树林大型底栖动物名录及其数量

| 序号 | 类群 | 种名 | 拉丁文名 | 数量 (个) | 密度 (个/m ²) | 重量 (克) | 生物(克/m ²) |
|----|------|--------|--------------------------------|--------|------------------------|--------|-----------------------|
| 1 | 软体动物 | 尖锥拟蟹守螺 | <i>Cerithidea largillierti</i> | 6 | 24 | 6.522 | 156.525 |
| 2 | 节肢动物 | 双齿近相手蟹 | <i>Sesarma bidens</i> | 3 | 12 | 1.552 | 18.629 |
| 3 | 软体动物 | 绯拟沼螺 | <i>Assiminea latericea</i> | 2 | 8 | 0.029 | 0.228 |
| 4 | 星虫动物 | 厥目革囊星虫 | <i>Phascolosoma scolops</i> | 7 | 28 | 0.057 | 1.599 |
| 5 | 节肢动物 | 粗糙跳钩虾 | <i>Orchestia anomala</i> | 1 | 4 | 0.011 | 0.045 |
| 6 | | 纽虫 | <i>Insecta larvae</i> | 1 | 4 | 0.057 | 0.228 |
| 7 | 软体动物 | 短拟沼螺 | <i>Assiminea brevicula</i> | 1 | 4 | 0.040 | 0.159 |
| 8 | 节肢动物 | 褶痕拟相手蟹 | <i>Parasesarma plicatum</i> | 6 | 24 | 2.335 | 56.035 |
| 9 | 节肢动物 | 弧边招潮蟹 | <i>Uca arcuata</i> | 21 | 84 | 0.756 | 63.489 |
| 10 | 软体动物 | 红树蚬 | <i>Assiminea latericea</i> | 4 | 16 | 0.049 | 0.783 |
| 11 | | 胖小塔螺 | <i>Pyramidellidae</i> | 10 | 40 | 0.304 | 12.158 |
| 12 | | 光滑狭口螺 | <i>Stenothyra glabar</i> | 1 | 4 | 0.005 | 0.020 |

| | | | | | | | |
|----|------|--------|-------------------------------|---|----|-------|-------|
| 13 | 软体动物 | 长山椒螺 | <i>Assiminea vegans</i> | 4 | 16 | 0.030 | 0.473 |
| 14 | 星虫动物 | 可口革囊星虫 | <i>Phascolosoma esculenta</i> | 3 | 12 | 0.043 | 0.514 |
| 15 | 节肢动物 | 叶齿鼓虾 | <i>Alpheus lobidens</i> | 4 | 16 | 0.351 | 5.614 |
| 16 | 环节动物 | 溪沙蚕 | <i>Namalycastis abiuma</i> | 4 | 16 | 0.056 | 0.898 |
| 17 | 软体动物 | 黑环左式螺 | <i>Assiminea vegans</i> | 4 | 16 | 0.030 | 0.473 |

5.6.2.3 鱼类调查结果

本次调查共记录到鱼类 10 种，没有记录到国家重点保护物种。

表 5.6.2-3 红树林鱼类名录及其数量

| 序号 | 种名 | 拉丁名 | 数量（尾） | 生物量（克） |
|----|---------|---------------------------------------|-------|---------|
| 1 | 斑尾复鰕虎鱼 | <i>Synechogobius ommaturus</i> | 2 | 19.186 |
| 2 | 大弹涂鱼 | <i>Boleophthalmus pectiniros tris</i> | 6 | 22.787 |
| 3 | 花鲈 | <i>Lateolabrax japonicus</i> | 2 | 282.214 |
| 4 | 峭塘鳢 | <i>Butis butis</i> | 4 | 66.178 |
| 5 | 尼罗罗非鱼 | <i>Oreochromis niloticus</i> | 8 | 2.183 |
| 6 | 前鳞骨鲮 | <i>Osteomugil ophuyseni</i> | 2 | 2.591 |
| 7 | 青斑细棘鰕虎鱼 | <i>Acentrogobius viridipunctatus</i> | 8 | 75.041 |
| 8 | 舌鰕虎鱼 | <i>Glossogobius giuris</i> | 12 | 120.839 |
| 9 | 长吻银鲈 | <i>Gerres longirostris</i> | 2 | 6.579 |
| 10 | 鲮 | <i>Mugil cephalus</i> | 3 | 30.865 |

5.7 红树林资源现状调查

本节引自《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》（中国林业科学研究院热带林业研究所，2024 年 4 月）。

5.7.1 植物调查方法

中国林业科学研究院热带林业研究所于 2024 年 2-3 月组织相关人员赴现场进行生态环境样方调查。根据遥感解译和实地调查，对评价区的红树林湿地进行群落分类。通过地面调查确定群落的树种组成，凡是在样方内所占面积大于 20% 的树种，均在群落命名中体现，依据各个树种数量多少依次排列，确定群落名称。依据《全国湿地资源调查与监测技术规程》（试行），对于乔木红树植物（无瓣

海桑群落、白骨壤、木榄、红海榄、秋茄），样方面积设置为 10m×10 m；对于低矮灌木红树植物（桐花树），样方面积为 5m×5m。在每个小样方内对木本植物进行每木调查。计算平均胸径、平均树高和植株密度。对于非红树植物采用样线调查的方法，记录调查范围内的植物种类。本次调查共设置植物样方调查 14 个。

调查范围集中在保护区范围内的红树林林带的植物和植被的调查。在调查过程中，确定评价区内的植物种类、经济植物的种类及植物资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。实地调查采用线路调查与重点调查相结合的方法。在项目工程重点区域以及植被状况良好的区域进行重点调查；对于没有原生植被的区域采取线路调查；珍稀濒危植物的调查及资源植物的调查采取线路调查等方法相结合进行调查；对有疑问的植物采集标本并拍照，将野外采集的标本进行室内标本鉴定，并进一步收集资料，按照上述基础工作所收集的调查数据编撰评价区植物名录。依据现场填绘的植被原图，采用图形叠置法制作植被图，图形制作处理平台为 ArcGis 10.2。

5.7.2 调查结果

5.7.2.1 红树植物种类

根据实地调查知，评价区内真红树植物 6 科 8 种，半红树植物 5 科 5 种，伴生植物 18 科 27 种，未记录到珍稀濒危野生植物，真红树植物多为乔木，集中连片分布，优势树种为白骨壤（*Avicennia marina*）、秋茄（*Kandelia obovata*）、红海榄（*Rhizophora stylosa*）、桐花树（*Aegiceras corniculatum*）木榄（*Bruguiera gymnorhiza*）、无瓣海桑（*Sonneratia apetala*）、卤蕨（*Acrostichum aureum*）、老鼠簕（*Acanthus ilicifolius*）。半红树植物主要为灌木或小乔木，在养殖塘道路边缘和潮间带分布，优势种为海漆（*Excoecaria agallocha*）、黄槿（*Hibiscus tiliaceus*）、苦郎树（*Clerodendrum inerme*）；伴生植物主要为草本或草质藤本、种类多，在养殖塘道路和红树林下等区域分布。从红树林的结构组成与分布格局上看，评价区红树林群落结构完整，具有典型滨海红树林的植物组成特征。由于长期受人类活动干扰，树种组成以常见红树植物为主，没有发现珍稀濒危物种、小种群、古树等。

表 5.7.2-1 评价区红树植物目录

| | 科 | 属 | 种 |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 真红树植物 | 红树科 Rhizophoraceae | 木榄属 <i>Bruguiera</i> | 木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> |
| | | 秋茄属 <i>Kandelia</i> | 秋茄 <i>Kandelia obovata</i> |
| | | 红树属 <i>Rhizophora</i> | 红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i> |
| | 马鞭草科 <i>Verbenaceae</i> | 海榄雌属 <i>Avicennia</i> | 白骨壤 <i>Avicennia marina</i> |
| | 卤蕨科 <i>Acrostichaceae</i> | 卤蕨属 <i>Acrostichum</i> | 卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i> |
| | 爵床科 <i>Acanthaceae</i> | 老鼠筋属 <i>Acanthus</i> | 老鼠筋 <i>Acanthus ilicifolius</i> |
| | 紫金牛科 <i>Myrsinaceae</i> | 桐花树属 <i>Aegiceras</i> | 桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i> |
| 海桑科 <i>Sonneratiaceae</i> | 海桑属 <i>Sonneratia</i> | 无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i> | |
| 半红树植物 | 大戟科 <i>Euphorbiaceae</i> | 海漆属 <i>Excoecaria</i> | 海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> |
| | 锦葵科 <i>Malvaceae</i> | 木槿属 <i>Hibiscus</i> | 黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i> |
| | 马鞭草科 <i>Verbenaceae</i> | 大青属 <i>Clerodendrum</i> | 苦郎树 <i>Clerodendrum inerme</i> |
| | 菊科 <i>Compositae</i> | 阔苞菊属 <i>Pluchea</i> | 阔苞菊 <i>Pluchea indica</i> |
| | 夹竹桃科 <i>Apocynaceae</i> | 海檬果属 <i>Cerbera</i> | 海檬果 <i>Cerbera manghas</i> |

5.7.2.2 红树植物群落

在已有工作和资料基础上，根据野外实地调查，将评价区红树植物划分为14个红树植物群落类型。采用无人机遥感确定各个群落的空间分布，分布如图5.7.2-1所示。各个群落分类见表5.7.2-2。

表 5.7.2-2 评价区红树植物群落类型和面积

| 序号 | 群落类型 | 面积 (hm ²) | 占比 (%) |
|----|--------------|-----------------------|--------|
| 1 | 无瓣海桑、白骨壤 | 162.3 | 23.76 |
| 2 | 无瓣海桑、白骨壤、桐花树 | 145.56 | 21.31 |
| 3 | 红海榄 | 105.27 | 15.41 |
| 4 | 无瓣海桑 | 74.79 | 10.95 |
| 5 | 红海榄、白骨壤 | 61.48 | 9.00 |
| 6 | 无瓣海桑、桐花树、白骨壤 | 51.56 | 7.55 |
| 7 | 桐花树、白骨壤 | 26.89 | 3.94 |
| 8 | 桐花树、红海榄 | 20.26 | 2.97 |
| 9 | 红海榄、白骨壤、无瓣海桑 | 9.97 | 1.46 |
| 10 | 桐花树 | 9.73 | 1.42 |
| 11 | 白骨壤、桐花树 | 7.03 | 1.03 |
| 12 | 白骨壤 | 3.00 | 0.44 |
| 13 | 白骨壤、无瓣海桑 | 2.28 | 0.33 |
| 14 | 红海榄、秋茄 | 1.77 | 0.26 |
| 15 | 白骨壤、红海榄 | 1.06 | 0.16 |

| | | |
|----|--------|-----|
| 合计 | 682.95 | 100 |
|----|--------|-----|

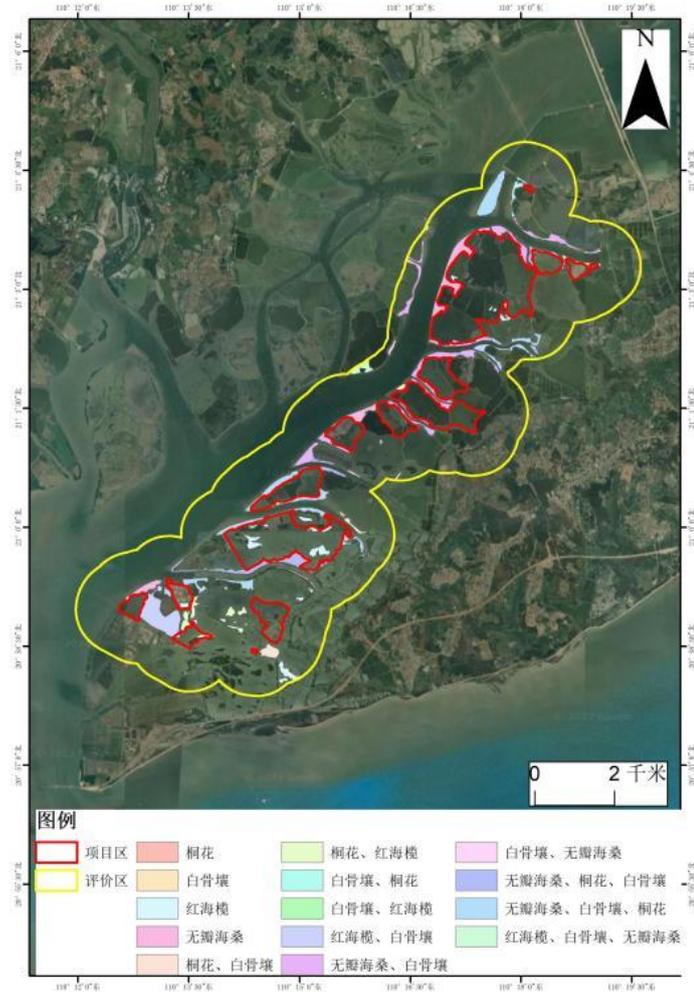


图 5.7.2-1 评价区红树植物群落分布图

常见的群落类型及其群落结构如下：

(1) 无瓣海桑+ 白骨壤群落：白骨壤主要在大潮沟两侧，白骨壤和无瓣海桑形成双层立体分布。通过设置 100m² 的样方进行群落调查，群落密度为 210 株/hm²，树高 1.32-7.51m，无瓣海桑平均胸径 9.7±0.5cm，白骨壤平均基径 1.60±0.3 cm。

(2) 红海榄群落：主要分布在养殖塘边缘和小潮沟两侧，多表现为纯林。树龄差异较大，通过设置 100 m² 的样方进行群落调查，群落密度为 244 株/hm²，平均树高 1.91±0.42m，平均胸径 5.0±0.4cm。

(3) 桐花树+白骨壤群落：集中以条带状分布在大潮沟边缘。设置 100m² 样带进行群落结构调查，群落密度为 342 株/100hm²，平均树高 1.67±0.21m，平均基径 1.74±0.15cm。

(4) 无瓣海桑群落：主要分布在大潮沟两侧，林下有零星桐花树 和白骨壤小苗分布。设置 100m² 样带进行群落结构调查，株密度为 107 株/100hm²，无瓣海桑平均株高 5.7±0.61m，平均胸径 9.32±1.5cm。

5.8 陆域生态环境质量现状

本节引自《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》（中国林业科学研究院热带林业研究所，2024 年 4 月）。

根据《导则》要求，评价范围根据项目区边界向外扩展 1km（中间如果有超过 500m 宽的潮汐水道，则评价区不再外延至 1000m）（如图 5.8.1-1）。

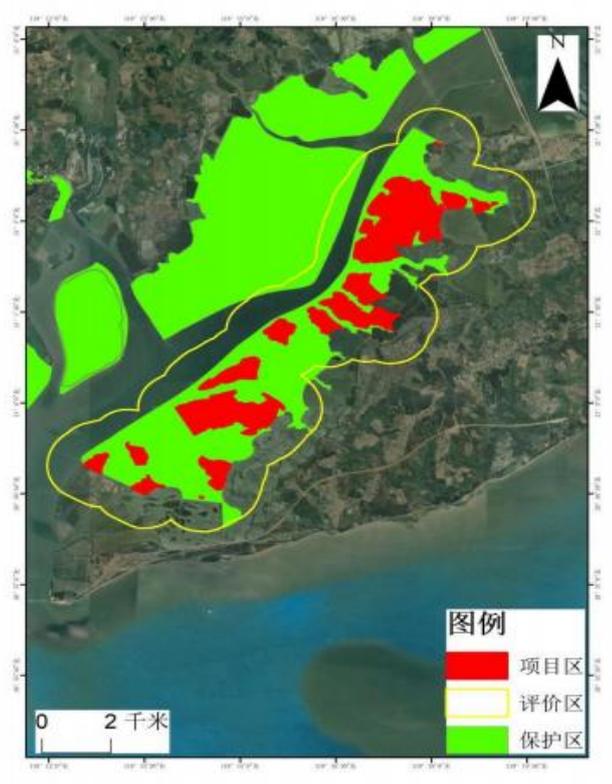


图 5.8.2-1 评价区范围图

(1) 土地利用现状

结合国土三调土地类型，评价区主要土地利用类型为坑塘水面、水域、红树林地、沿海滩涂、养殖坑塘和河流水面，面积分别是 2833.71hm²、1642.82hm²、

682.95 hm²、627.82 hm²、521.32 hm²、517.74 hm²，占比分别为 40.44%、23.44%、9.75%、8.96%、7.44%和 7.39%，占总面积 97.41%。各类型面积如表 5.8.1-1 所示。

表 5.8.1-1 评价区土地利用类型图（国土三调）

| 序号 | 类型 | 面积 (hm ²) | 比例 (%) | 序号 | 类型 | 面积 (hm ²) | 比例 (%) |
|----|--------|-----------------------|--------|----|------------|-----------------------|--------|
| 1 | 坑塘水面 | 2833.71 | 40.44 | 16 | 铁路用地 | 2.63 | 0.04 |
| 2 | 水域 | 1642.82 | 23.44 | 17 | 公共设施用地 | 1.42 | 0.02 |
| 3 | 红树林地 | 682.95 | 9.75 | 18 | 城镇村道路用地 | 1.36 | 0.02 |
| 4 | 沿海滩涂 | 627.82 | 8.96 | 19 | 公路用地 | 0.71 | 0.01 |
| 5 | 养殖坑塘 | 521.32 | 7.44 | 20 | 工业用地 | 0.53 | 0.01 |
| 6 | 河流水面 | 517.74 | 7.39 | 21 | 采矿用地 | 0.49 | 0.01 |
| 7 | 水田 | 67.32 | 0.96 | 22 | 果园 | 0.45 | 0.01 |
| 8 | 农村宅基地 | 29.91 | 0.43 | 23 | 特殊用地 | 0.3 | 0 |
| 9 | 乔木林地 | 28.19 | 0.4 | 24 | 科教文化用地 | 0.2 | 0 |
| 10 | 沟渠 | 12.09 | 0.17 | 25 | 设施农业地 | 0.19 | 0 |
| 11 | 旱地 | 11.57 | 0.17 | 26 | 灌木林地 | 0.19 | 0 |
| 12 | 其他草地 | 10.26 | 0.15 | 27 | 空闲地 | 0.09 | 0 |
| 13 | 农村道路 | 5.78 | 0.08 | 28 | 其他园地 | 0.09 | 0 |
| 14 | 水工建筑用地 | 4.27 | 0.06 | 29 | 机关团体新闻出版用地 | 0.01 | 0 |
| 15 | 其他林地 | 3.35 | 0.05 | 合计 | | 7007.76 | 100 |

(2) 植被分布

根据现场踏勘和土地利用现状分析可知，项目周边主要为坑塘水面、沿海滩涂、养殖坑塘、红树林地和水域，主要植被为无瓣海桑、白骨壤、桐花树、红海榄等红树、海漆、黄槿、苦郎树和阔苞菊等半红树为主。

根据本地调查资料和现场踏勘可知，项目陆域区域内没有发现国家重点保护的珍稀濒危植物，项目陆域工程毗邻多个乡村，沿岸水产养殖等人为活动长期、频繁的干扰，沿岸自然陆生植被基本已消失殆尽，残存的陆生植被群落主要分布在堤岸、道路两旁，组成上基本以常见的城镇杂草为主，乔木、灌木零散分布，主要植被类型为灌草丛。

灌草丛是指以中生或早中生多年生草本植物为主要建群种,但其中散生灌木的植被群落。灌草丛主要沿养殖塘道路成片分布,群落物种组成丰富。其中草本层一般高约 0.3-0.5m, 主要以华南地区常见蔓生性野草为主, 白花鬼针草、象草、狗牙根、南美蟛蜞菊等, 有时群落内会偶见几株乔木零散分布, 有杧果、苦楝等。

(3) 动物

据走访调查, 项目陆域区域内以两栖类、爬行类、鸟类为主, 发现珍稀濒危鸟类 1 种, 为红颈滨鹬。

项目全部位于广东湛江红树林国家级自然保护区内, 可能会有其他珍稀和重点保护的鸟类出现项目区域内, 无其他珍稀濒危动物分布。

6 施工期环境影响预测与评价

6.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

6.1.1 潮流数学模型

采用《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）、《地面水环境影响评价技术导则》（HJ/T 2.3-2018）的推荐，水环境影响预测模式选垂向平均二维数学模型来进行模拟计算。

(1) 控制方程

二维垂向平均潮流模型：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Hu}{\partial x} + \frac{\partial Hv}{\partial y} = \frac{Q}{\partial x \partial y}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - A_M \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{\tau_x}{\rho H} + g \frac{u\sqrt{u^2 + v^2}}{c_s^2 H} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - A_M \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{\tau_y}{\rho H} + g \frac{v\sqrt{u^2 + v^2}}{c_s^2 H} = 0$$

$H = h + \zeta$ —总水深

h —平均海平面下水深(m)

ζ —海平面起算潮位 (m)

u — x 方向 (东方向) 垂线平均流速 (m/s)

v — y 方向 (北方向) 垂线平均流速 (m/s)

Q —源强输入流量 (m^3/s)

f —科氏参数, $f = 2\omega \sin N$

A_M —水平湍流粘滞系数, 取 $25m^2/s$

C_S —谢才系数, $C_S = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$, 曼宁系数 $n = 0.022$ 。

τ_{ax}, τ_{ay} 为海表风应力 $\bar{\tau}_a$ 在 x, y 轴方向的分量, $\bar{\tau}_a$ 表达式为:

$$\bar{\tau}_a = \rho_a C_D |\bar{W}_a| \bar{W}_a$$

其中, \bar{W}_a 为风速 (m/s), ρ_a 为空气密度, C_D 为风拖曳系数,

$$C_D = \begin{cases} 1.2 \times 10^{-3} & |\vec{W}_a| \leq 11 \text{ (m/s)} \\ (0.49 + 0.065|\vec{W}_a|) \times 10^{-3} & 11 < |\vec{W}_a| \leq 25 \text{ (m/s)} \\ 2.1 \times 10^{-3} & |\vec{W}_a| > 25 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

(2) 初始条件：初始速度场，水位场(开边界除外)均为 0。

初始条件：初始速度场，潮位场(开边界除外)均为零，即

$$\eta(x, y, 0) = 0$$

$$u(x, y, 0) = 0$$

$$v(x, y, 0) = 0$$

(3) 边界条件

固边界条件：流的法向分量恒为零， $\vec{V}(x,y,t)=0$ 。

开边界条件：开边界采用 11 个分潮调和常数计算潮位，式中， η_0 为平均潮位， A 为分潮振幅， ω 为分潮角速率， f 为交点因子， t 是区时， (V_0+u_0) 是平衡潮展开分潮的区时初相角， ϕ 为区时迟角。

$$\eta = \eta_0 + \sum_{i=1}^{11} A_i f_i \cos(\omega_i t + (V_0 + u_0) - \phi_i)$$

河口开边界采用根据《广东省湛江市流域综合规划修编报告》的径流控制，根据验证数据拟采用丰水期的径流边界。

表 6.1.1-1 主要河流不同保证率年径流量表

| 河流名称 | 流域面积 | 保证率年量 (亿 m ³) | | |
|------|------|---------------------------|------|------|
| | | 丰水期 | 平水期 | 枯水期 |
| 鉴江 | 9469 | 120 | 76.7 | 45.5 |
| 遂溪河 | 1486 | 16.8 | 10.6 | 6.2 |

潮滩区采用干湿动边界处理方法，即涨潮时淹没的海域作为湿边界，退潮时露出海面的区域作为干边界。模型计算时 Manning 数取 32，Smagorinsky 公式中的水平涡旋粘滞系数取 0.28，考虑科氏力的影响，时间步长设为 30s。

(4) 计算范围及网格划分

为拟合项目所在海域复杂岸线及岛屿、防波堤等建筑物边界，计算模式采用非结构三角形网格，并对工程区域进行局部加密，模型计算采用平均海平面。模拟范围及工程海区网格划分见图 5.1-1 和图 5.1-2。

模型水深资料来源于航保部出版的海图水深数据以及工程区域实测水深数

据，岸线资料来源于广东省发布的岸线数据以及工程区域附近实测岸线数据。

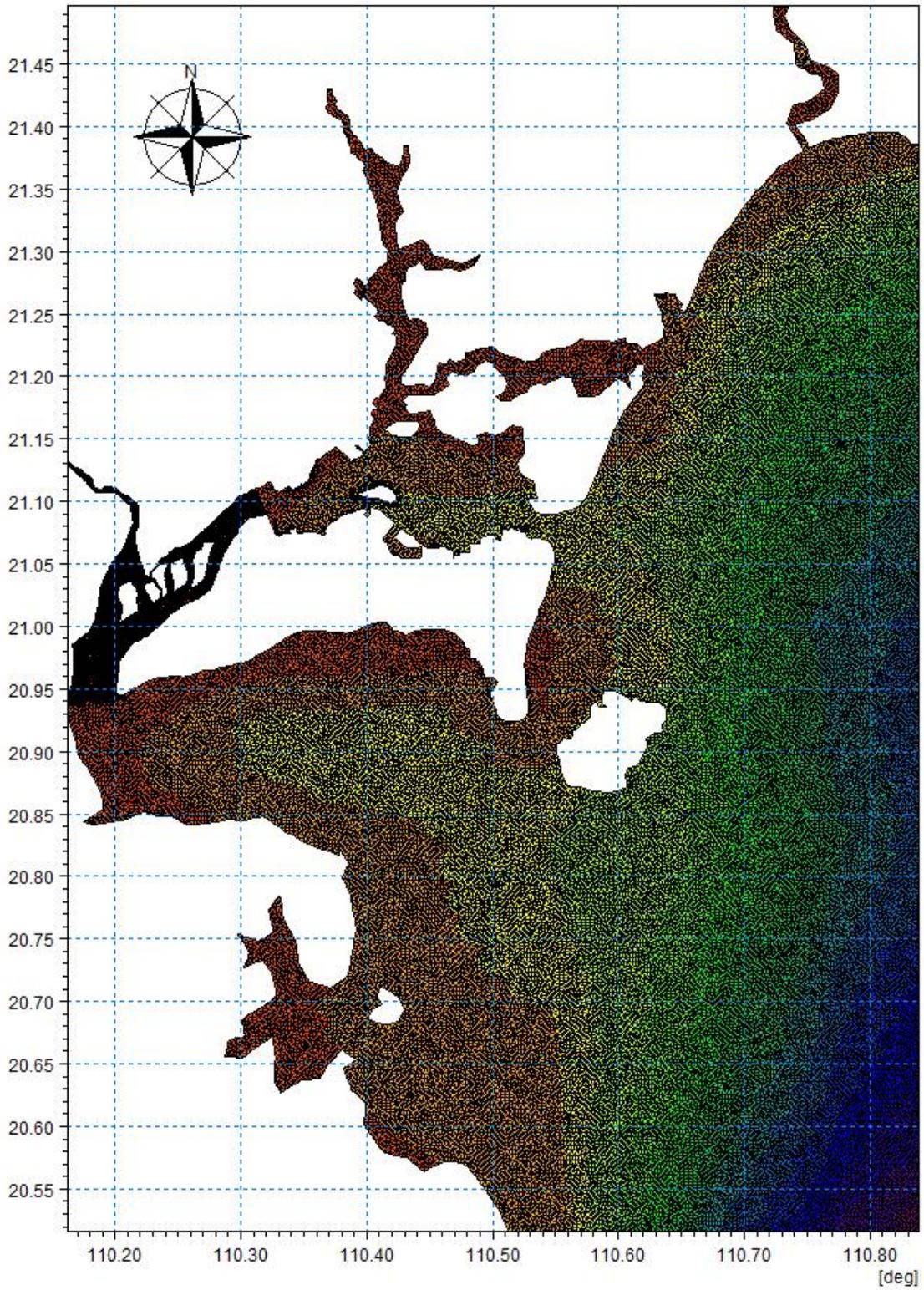


图 6.1.1-1 模型计算范围

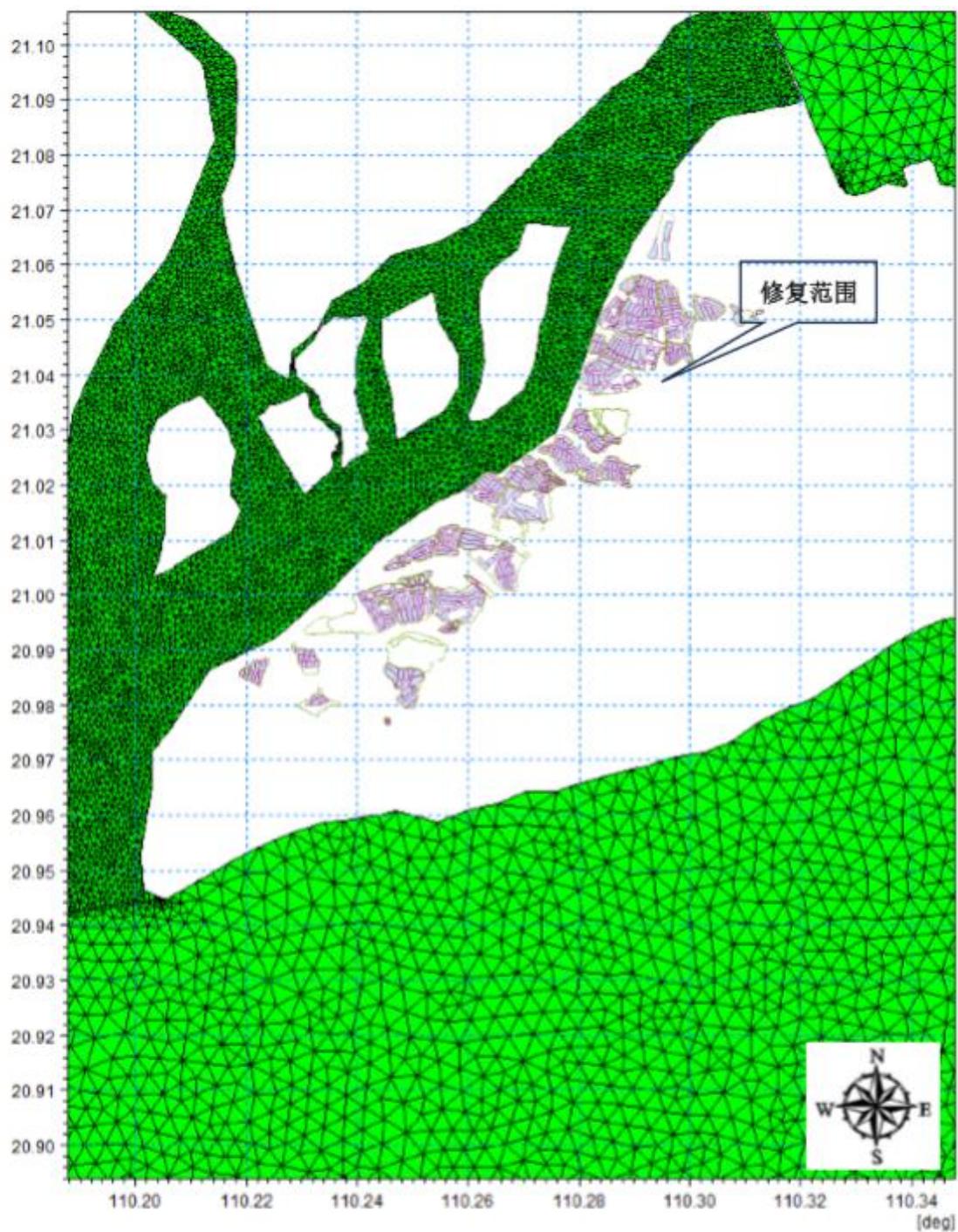


图 6.1.1-2 工程海域计算网格

3、模型验证

模型起算时间为 2023 年 8 月 25 日 00:00, 收集 2023 年 8 月 30 日 0 时~2023 年 8 月 31 日 18 时的逐时海流和潮位观测资料对模型进行验证, 其中潮位测点 2 个, 分别为 ZJC1、ZJC2, 潮流测点 9 个, 分别为 ZJL3、ZJL4、ZJL6、ZJL8。

验证图中以 2023 年 8 月 30 日 0:00 为验证的零点, 水位基准面均换算为

在平均海面下 1.99m。

计算流速值与实测流速值基本吻合，符合涨落潮变化趋势，潮位误差控制在 ±10cm 以内，而且流态也较为合理，基本上能反映出海域潮流状况，可以作为进一步分析计算的基础资料。从模型验证结果来看，无论是流速流向、还是流场结构，本次模型计算与原体实测值基本吻合。由此可以认为在现有资料情况下，本次模型计算已经很好的反映了计算水域的潮流运动特征，模型计算流场与原体流场基本相似，可用于本项目后续潮流及水质模拟计算。

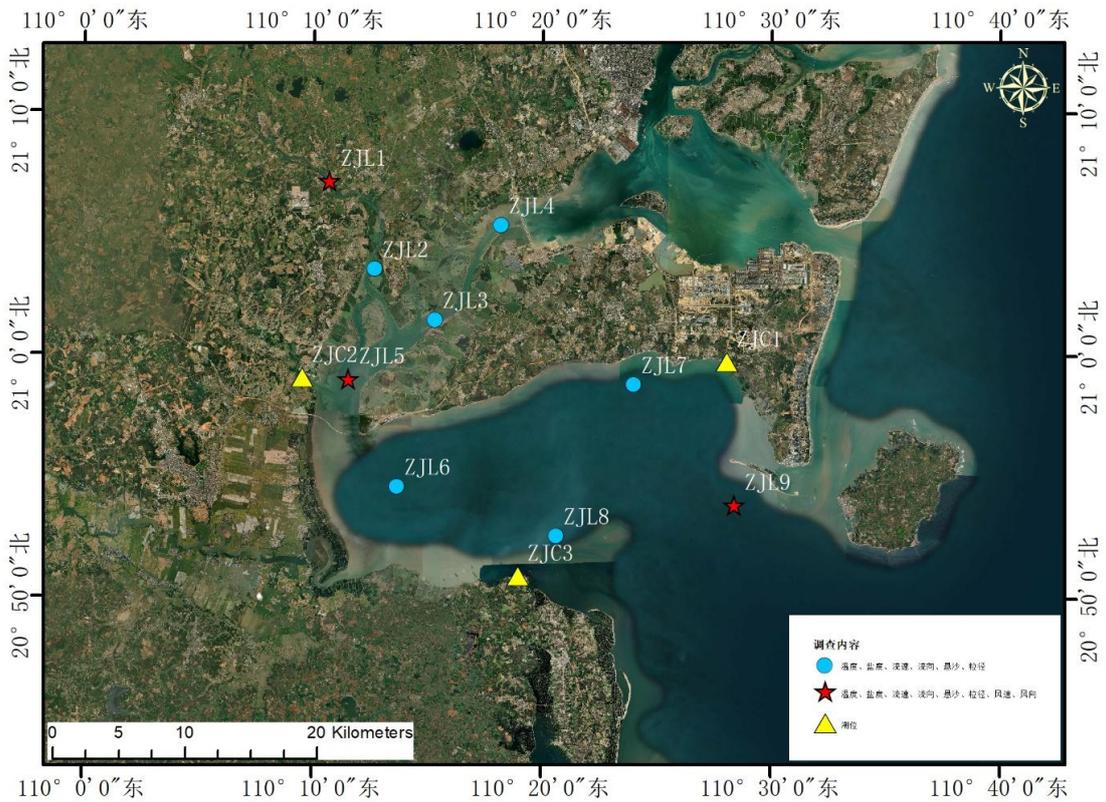
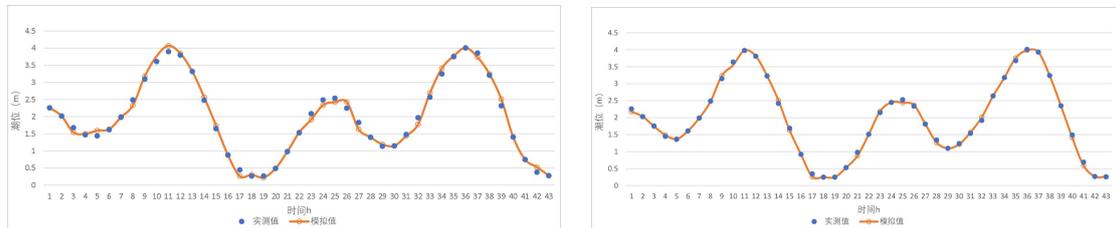


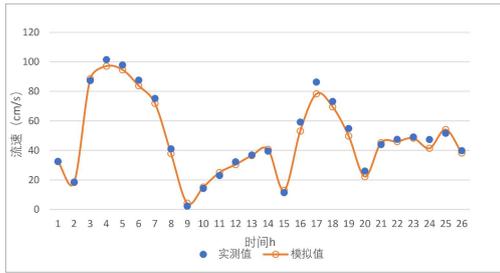
图 6.1.1-3 潮流潮位测流站点位置分布



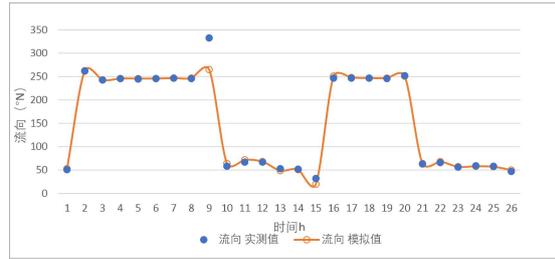
(a) ZJC1

(b) ZJC 2

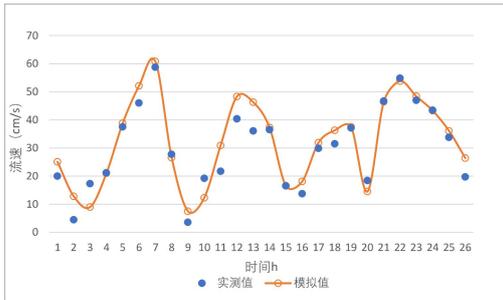
图 6.1.1-4 潮位验证曲线



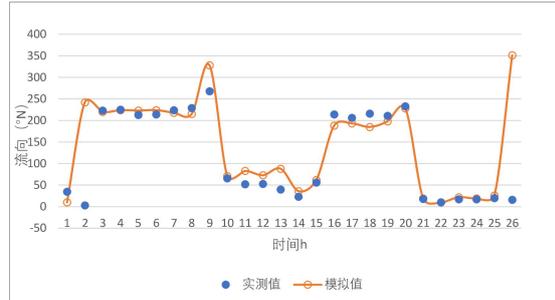
ZJL2 流速



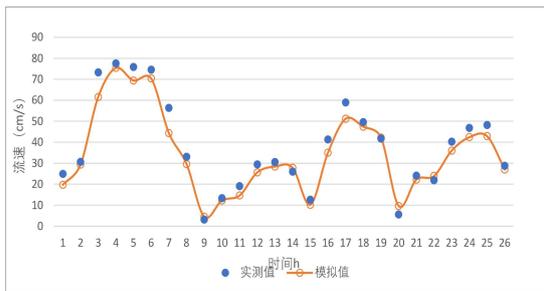
ZJL2 流向



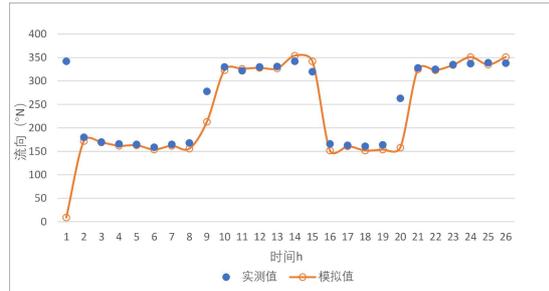
ZJL4 流速



ZJL4 流向



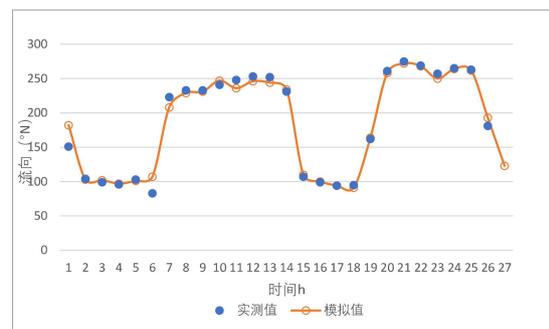
ZJL6 流速



ZJL6 流向



ZJL8 流速



ZJL8 流向

图 6.1.1-5 潮流站验证曲线

6.1.2 项目海域潮流场

采用经过验证的潮流数学模型，计算了本工程附近水域的潮流场。图 6.1.2-1~6.1.2-4 为计算域涨急和落急流场图。从海流的流态来看，计算区域表现

出了明显的往复流的特征，表现出了全日潮区的潮汐特征，具有明显的周期性；且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大（受到地形的挤压流速变大）。湛江东海岛西南侧海域潮流可能最大流速为 121.8cm/s，的可能最大流速方向以西北为主，水质点可能最大运移距离介于 1488.26m~ 23825.43m 之间。表层的余流流速最大，方向主要为西南方向。

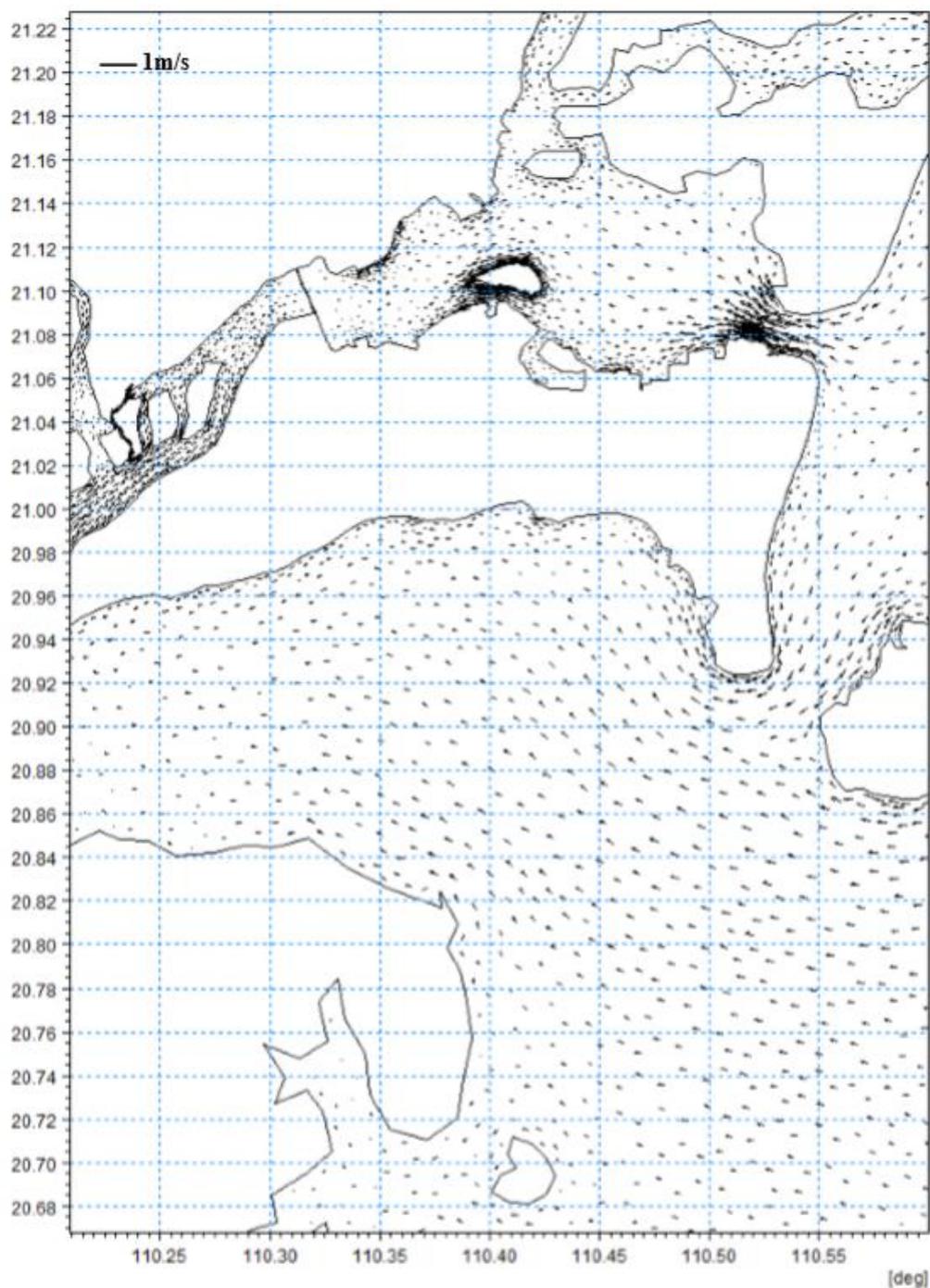


图 6.1.2-1 大区域海域涨急流场图

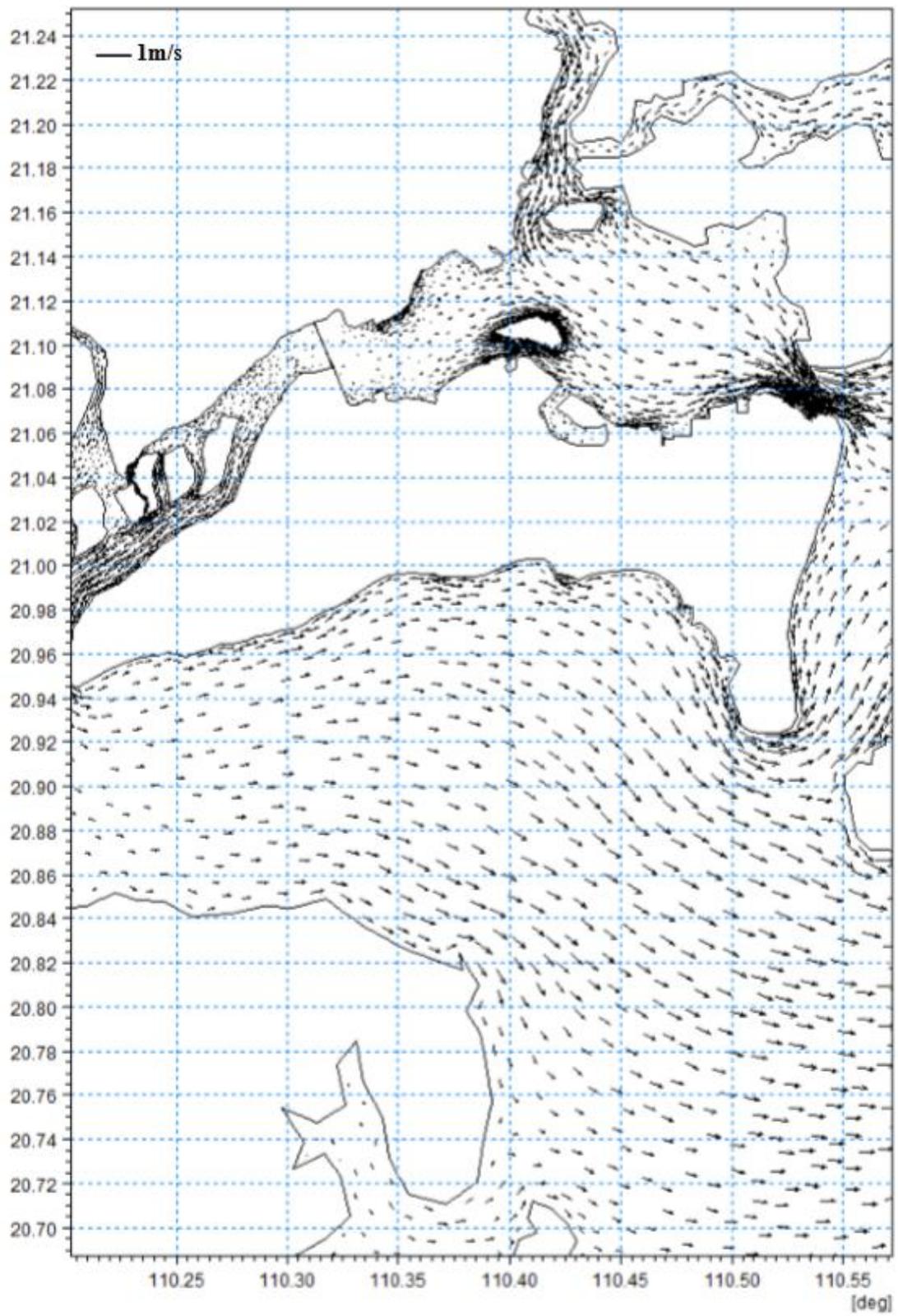


图 6.1.2-2 大区域海域落急流场图

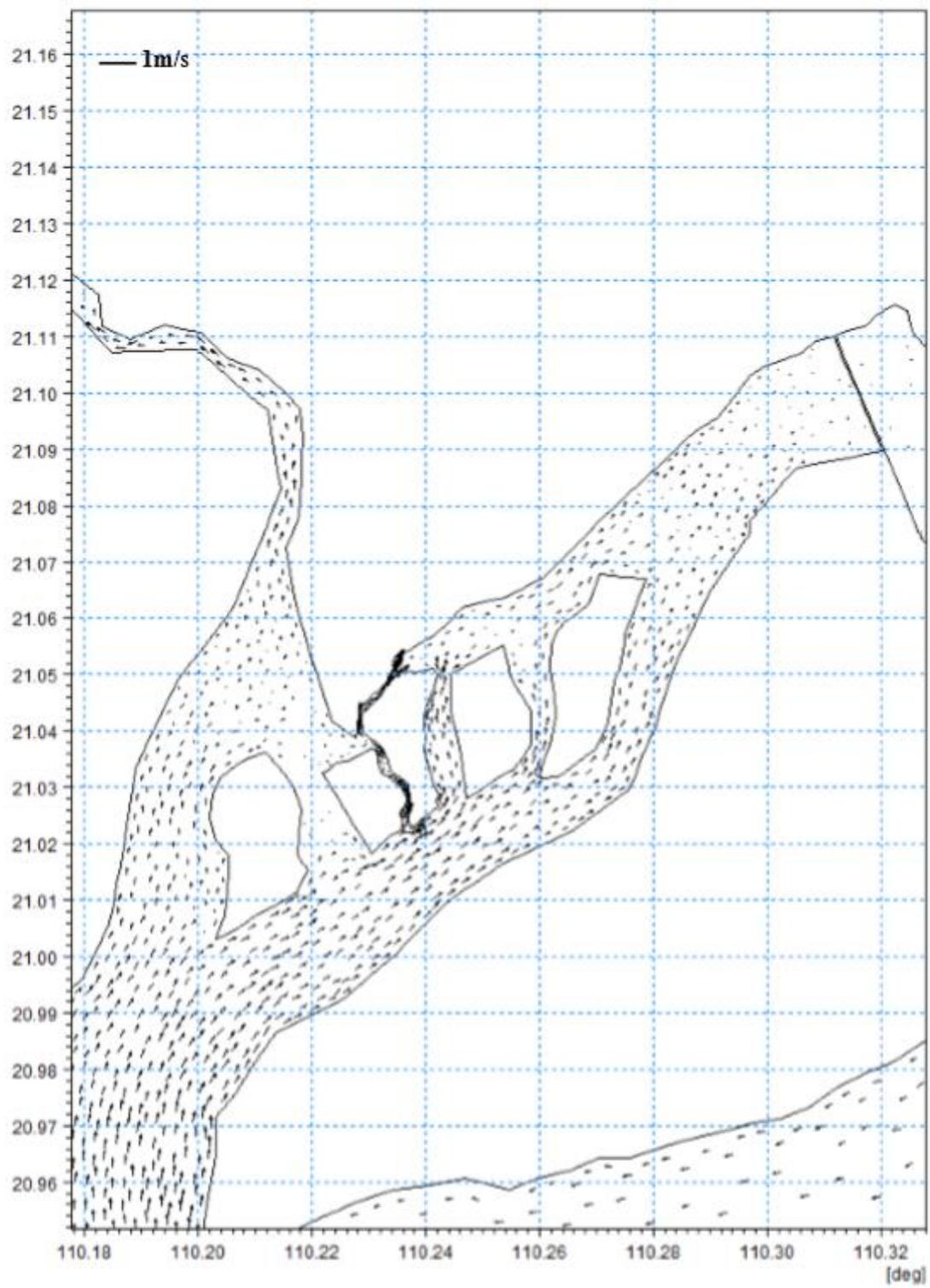


图 6.1.2-3 工程海域涨急流场图

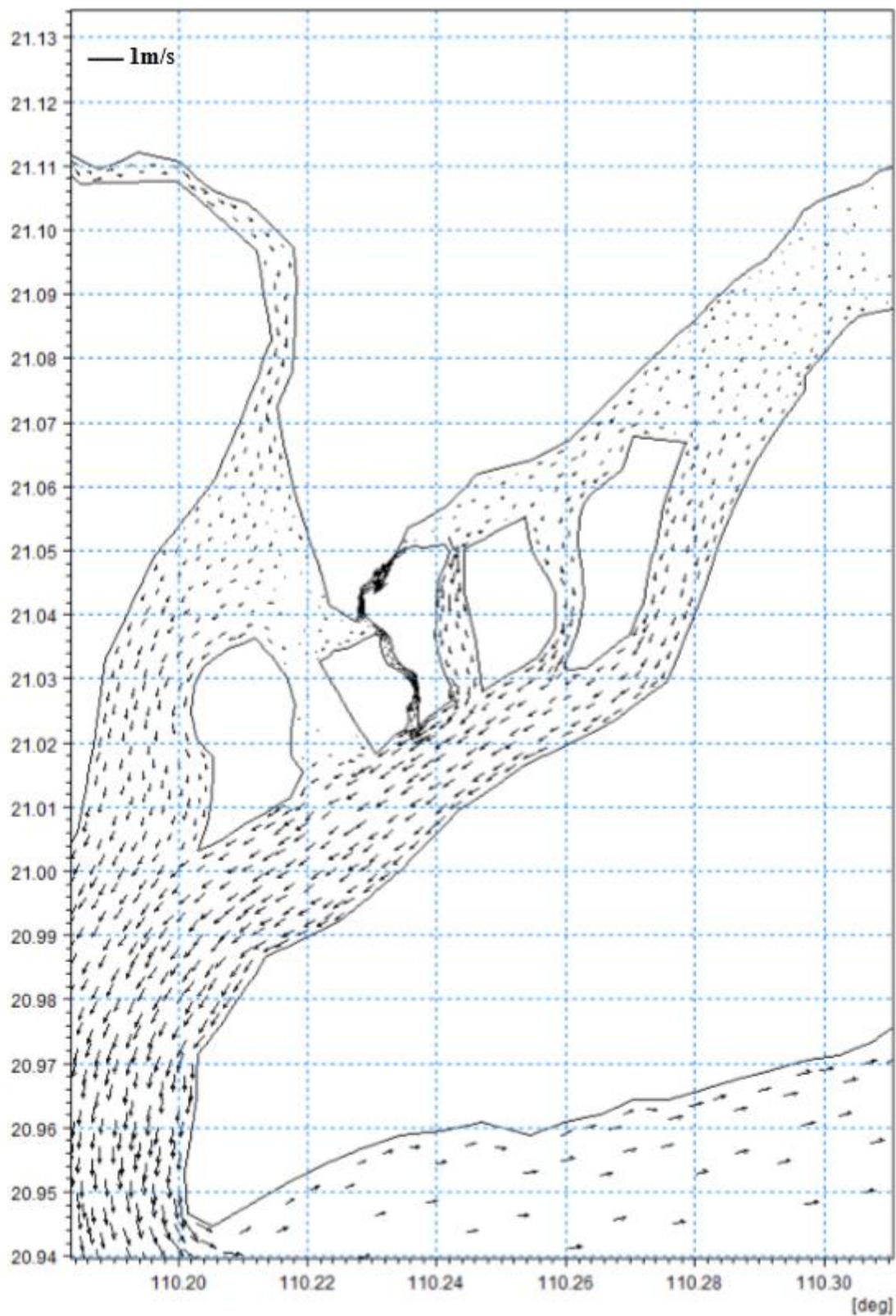


图 6.1.2-4 工程海域落急流场图

6.1.3 小结

总体来看，受滩涂造林和退塘还林施工而造成地形抬升影响，在工程区域

附近内，由于潮动力减弱，附近的点流速都有不同程度的减弱；而受地形抬升影响，施工区域邻近水道受束窄效应其流速有所增强；而特征点流向的变化相对较小，可见整体流场的形态并没有发生较大的改变。

红树林修复工程中堤坝围填等因素导致工程区域地形抬升，造成新寮岛区域内不同区域流场发生变化。在新寮岛北区和北莉岛，由于堤坝围填封闭了工程区域，流速有一定程度的减弱，减弱幅度在 10~15 cm/s 左右，潮动力减弱较为明显，而部分河道被束窄，其流速有所增强；公港岛区堤坝围填对北侧区域进行了束窄，使得涨落潮流速增加约 5~10 cm/s，而南侧区域由于地形抬升，流速有明显的减弱，流动基本降低在 5 cm/s 以下；在新寮岛南区 and 锦和镇码头区堤坝围填对水道入口区域进行了束窄，使得涨落潮流速增加约 5~10 cm/s；在新寮岛南区 and 锦和镇码头区域由于地形抬升，流速基本降低为 0。

6.2 海洋地形地貌与冲淤环境影响分析

6.2.1 项目对养殖塘外海域地形地貌与冲淤环境的影响分析

在本项目的施工过程中，闸口紧闭，不与外环境发生海水交换，因此施工过程基本不会对养殖塘外的地形地貌与冲淤环境造成影响。

6.2.2 项目对养殖塘内地形地貌与冲淤环境的影响分析

项目通过滩涂高程改造改变了区域的地形地貌特征，在一定程度上改变了水道的水流流向，可能会导致海床形状发生一定改变，水流和泥沙为了响应这种变化，也可能会在某些局部区域作出调整以适应新的边界条件。

项目区地形改造主要通过将养殖区域土方开挖转运至种植区内改造种植区高程以适应红树林生长，同时降低养殖区域高程，提高养殖水域水深，在养殖塘内设置若干主潮沟和补水潮沟，潮沟走向保障潮水畅通；主潮沟宽约 20~35m（满足养殖户养殖用水需求），边坡坡比 1:3，作为红树林修复地形改造土方来源，同时也是后续养殖主要区域；补水潮沟主要位于种植区内，根据地勘报告修复区土质的含水率、渗透率等指标，结合以往项目经验，确定补水潮沟每隔 10m 布置一条，补水潮沟 0.8m，深 0.3m，垂直开挖，后期在水流作用自然成坡。作用是保持种植区内部滩面处于湿润状态，保证红树林生长需要，如“图 3.1.4-3 潮

沟开挖及回填典型断面示意图”所示。

生态修复项目区总占地面积 3044.9 公顷，整个项目营造红树林规模 683.37 hm²，营造面积不到养殖塘的一半；在红树林修复工程建设区域内形成红树林和养殖水域交错的布局。根据养殖塘现状条件对塘内地形和水闸改造，可满足养殖塘内红树林生长和养殖需求。

因此，本项目只是改变养殖塘的局部区域的海底地形，改变范围约占养殖塘总面积的 22.4%。

同时，由于项目本身位于养殖塘内，项目采取带状整地，预留过水通道等施工设计，项目整地前后对水动力的影响不大，养殖塘的水交换均通过闸口完成，海水通过闸口缓慢溢满整个养殖塘，因此其流速较缓慢，除经流过水通道以外，水流没有明显指向性，因此，其对养殖塘的冲淤环境的影响不大。

综上，可知，项目对养殖塘地形有一定的影响，但其影响范围不到养殖塘总面积的一半（约 22.4%）。

6.2.3 地貌单元变化对鸟类及其他海洋生物的影响

红树林湿地的基本地貌单元包括红树林、林外光滩、潮沟及浅水水域。本项目直接种植会占用原有林外光滩，滩涂高程改造会抬升海床高程，抬升海床种植区高潮时被海水淹没，低潮时露出水面，项目种植规格为 1.2m×1.2m。

根据初步设计方案：

1) 现有池塘改造方案

对养殖池塘护坡进行高程改造，形成缓坡，根据不同高程选择不同种类红树植物进行种植，低处（塘内种植斑块）种植白骨壤、桐花树，中部种植红海榄，高处种植秋茄等，退潮时养殖池塘底部保留部分积水区，以利于鱼类栖息和鸟类觅食，作为滨海鸟类栖息觅食的适宜场地。

2) 种植区域改造

养殖塘部分滩涂过低、淹水时间过长，种植红树林前需要采取工程措施抬高滩面高程。需说明的是，在拟修复区外侧退潮时仍有大片滩涂露出，项目实施后不会影响滨海水鸟觅食。

本项目为红树林种植项目，种植红树林有利于促淤沉积、护堤防浪、净化水质等生态功能，为许多生物提供重要的食物和栖息地，从而吸引更多的鸟类和

其他生物前来觅食和栖息。由上文分析可知，项目在工可设计阶段已考虑了鸟类觅食、鱼类栖息等情况，项目建成后地貌的改变对鸟类及其他海洋生物的影响较小。

6.3 海水水质环境影响预测与评价

本项目工程内容主要有造林区域填土与平整、高程改造，施工期间扰动海床导致水体悬浮物浓度升高，悬浮泥沙随落潮流扩散，影响附近海域外浮游生物、鱼类等水生生物的活动和繁殖，给渔业资源造成一定程度的损失。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（19485-2014）附录 D，本节采用二维泥沙模型预测施工期间所产生的悬沙对海水水质环境的影响。

6.3.1 模型介绍

采用二维泥沙模式预测施工期悬浮泥沙随流输运扩散：（1）二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial HS}{\partial t} + \frac{\partial uHS}{\partial x} + \frac{\partial vHS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(HA_h \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(HA_h \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s$$

H 为总水深，u、v 分别为 x、y 方向上的流速，S 为水体悬沙，F_s 为源汇函数，A_h 为水平扩散系数，采用欧拉公式：

$$A_{hx} = 5.93\sqrt{gH}|u|/C_s \quad A_{hy} = 5.93\sqrt{gH}|v|/C_s$$

泥沙源汇函数按下面方法确定： $F_s = S_c + Q_d$

S_c 为输入源强，Q_d 为悬沙与海床交换通量；

底部切应力计算公式： $\tau = \rho f_b U U$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时，水中泥沙处于落淤状态，则： $Q_d = \alpha \omega_s S (1 - \frac{\tau}{\tau_d})$

当 $\tau_d < \tau < \tau_e$ 时，海底处于不冲不淤状态，则： $Q_d = 0$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时，海底泥沙处于起动状态，则： $Q_d = -M(\frac{\tau}{\tau_e} - 1)$

以上各式中： ω 为泥沙沉降速度，S 为水体含沙量， α 为沉降几率， τ_d 为临界淤积切应力， τ_e 为临界冲刷切应力，M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

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

其中： γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重， d_s 为悬浮泥沙的中值粒径， v 为黏滞系数。工程海域水体悬移质的中值粒径一般为 0.002~0.017mm。结合区域监测报告，本项目典型粒径为 0.008mm。

临界淤积切应力 τ_d ，采用窦国仁(1999)提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho f_b V_d V_d$$

临界淤积流速，其中 $k=0.26$ ：

$$V_d = k (\ln 11 \frac{h}{\Delta}) (\frac{d'}{d_*})^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g d},$$

V_e 为泥沙悬扬临界流速，其中 $k=0.41$ ：

$$V_e = k (\ln 11 \frac{h}{\Delta}) (\frac{d'}{d_*})^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g d + (\frac{r_o}{r_*})^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta/d)^{1/2}}{d}}$$

上两公式中其他各参数取值为： $g=981\text{cm/s}^2$ ，当泥沙粒径 $d < 0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta = 0.1\text{cm}$ ， $d' = 0.05\text{cm}$ ， $d_* = 1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon = 1.75\text{cm}^3/\text{s}^2$ ，薄膜水厚度参数 $\delta = 2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ， h 水深(cm)， r_o 床面泥沙干容重(g/cm^3)， r_* 床面泥沙稳定干容重(g/cm^3)，泥沙容重 $r_s = 2.65\text{g/cm}^3$ ，海水容重 $r = 1.025\text{g/cm}^3$ 。

模式计算 V_d 取值 0.13m/s，仅考虑悬浮泥沙增量，泥沙从海床悬扬临界流速取较大值， $V_e = 0.8\text{m/s}$ ，即床面泥沙不能悬扬。

岸界固定边界条件： $\frac{\partial C}{\partial n} = 0$ \vec{n} 为岸界法线方向

开边界的边界条件：

入流时 $C|_{\Gamma} = C_0$ Γ 为水边界， C_0 为边界上悬沙浓度

出流时 $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ U_n 为边界法向流速

网格与方程求解同小区水动力方程，采用迎风格式求解方程。

6.3.2 源强及预测方案

根据工程概况与施工进度分析，本项目施工期主要环境影响为造林区挖土与平整、高程微改造。项目造林区挖土最多投入 5 台水水陆挖土机（2 方斗）、运输货船、绞吸式挖泥船（200m³/h）施工，绞吸式挖泥船源强为 0.7kg/s、挖泥源强 0.33kg/s。项目施工范围较大，模拟计算按最不利环境影响方式考虑，即 5

个方斗同时施工，也考虑附近高程微改造同时施工，叠加其施工源强。按照工程区域分布，概化为 10 个代表点位进行预测。

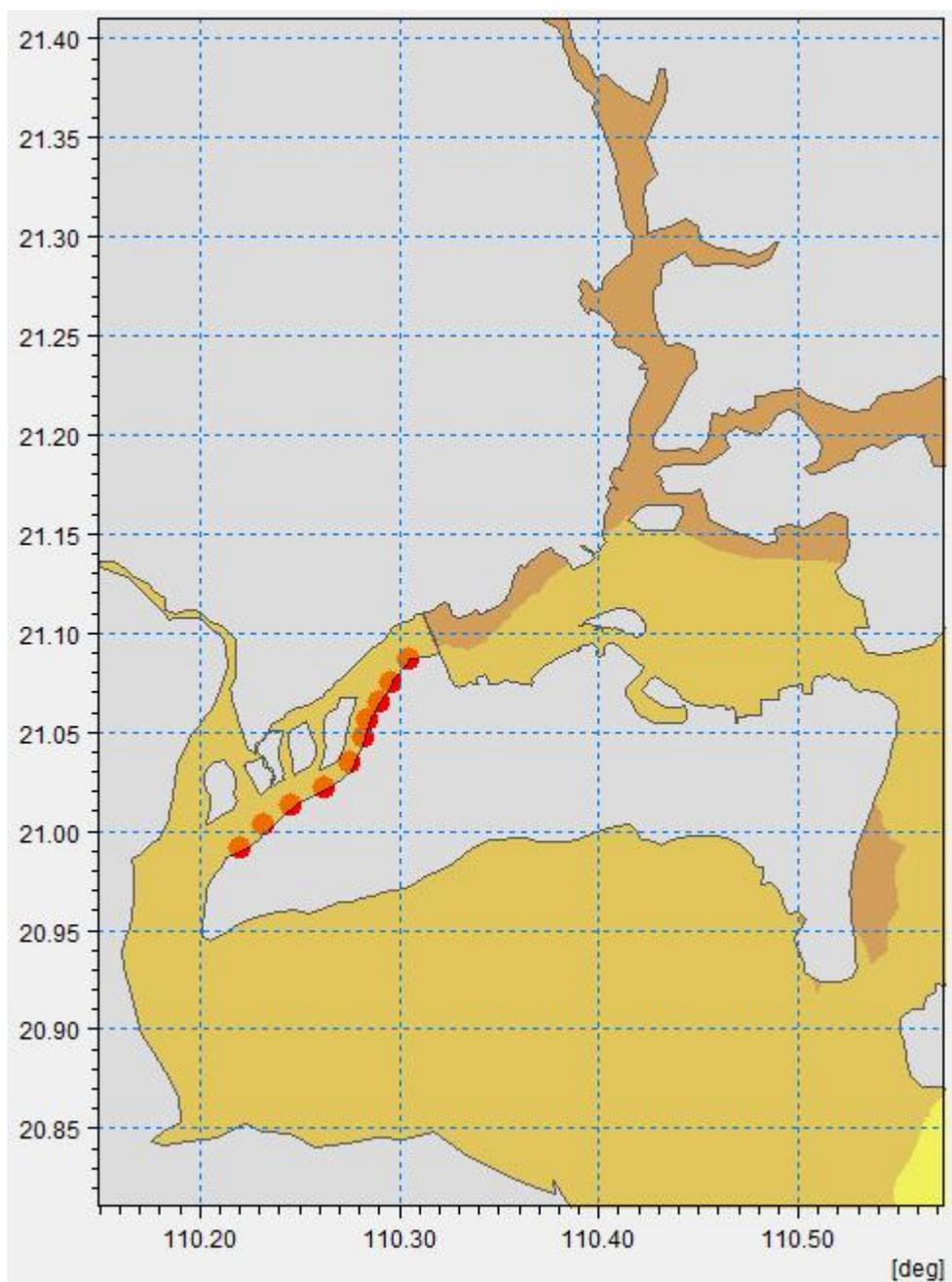


图 6.3.2-1 工程区域施工代表点位示意图

6.3.3 预测结果

潮流是悬浮物输运、扩散的“载体”，施工产生的悬浮物除因自身重力发生沉降外，主要受潮流作用，进行输运、稀释和扩散。悬浮物计算时，首先进行水动力场计算，然后再施加悬浮物源强，计算出模拟时段内各计算网格点的悬浮物增

量浓度，最后统计各计算网格点在模拟时段内的悬浮物增量浓度最大值，利用各网格点的最大值绘制出悬浮物增量浓度包络线图。

综合分析红树林修复工程作业环节产生悬浮物对水环境的影响，对工程范围内各代表性位置进行悬浮物影响进行计算，综合作业产生悬浮物影响范围，得到施工期悬浮物最大可能影响范围。

根据上述模拟结果，工程施工产生的悬沙主要分布在施工区周边海域，悬沙浓度大于 10mg/L 的包络线面积在 3.411km² 内。由悬浮物最大浓度包络线可知，产生的悬浮物扩散核心区仅限于施工区附近。由于施工时间较短，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，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 6.3.3-1 悬浮物增量包络线面积 (km²)

| 悬沙物浓度 | | | | |
|----------|----------|---------|---------|---------|
| >150mg/L | >100mg/L | >50mg/L | >20mg/L | >10mg/L |
| 0.080 | 0.210 | 1.110 | 2.350 | 3.411 |

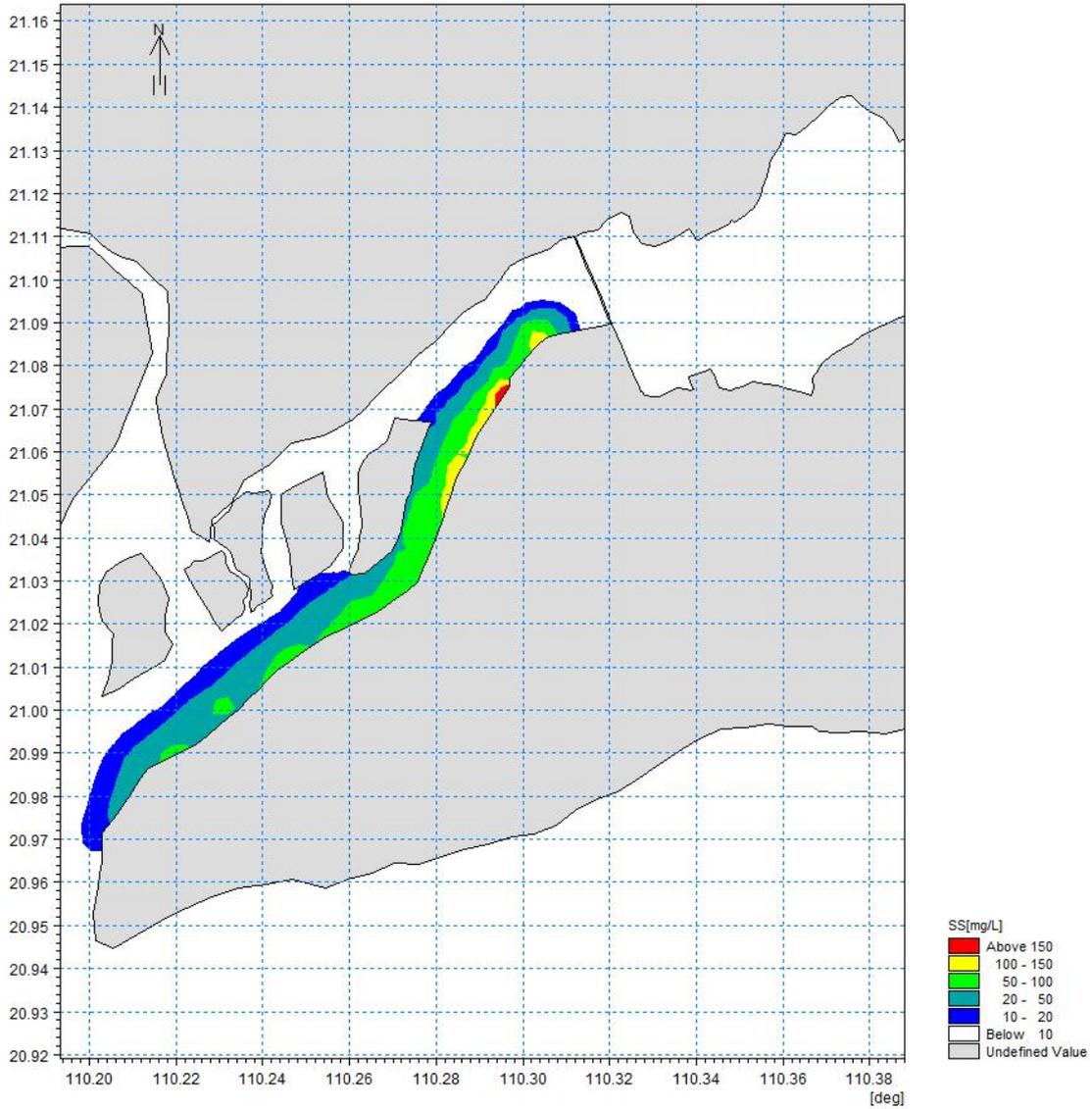


图 6.3.3-1 施工悬浮物增量典型包络线

6.4 对沉积物环境的影响

6.4.1 施工悬浮泥沙对沉积物的环境影响分析

项目施工会使表层沉积物特征受到破坏,但经过一段时间可重新建立起沉积物特征。泥沙的扩散除了自身的沉降外,主要受到潮流的输运作用影响。根据预测,仅按悬浮泥沙浓度 $>10\text{mg/L}$ 的区域会对海底沉积物造成影响计算,项目滩涂高程改造产生的悬浮泥沙超 I、II 类水质 ($>10\text{mg/L}$) 面积为 3.411km^2 ,超 III 类水质 ($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.21km^2 。根据沉积物质量监测结果,工程区附近沉积物质量状况良好,施工产生的沉积物来源于本海域,不会对本海域沉积

物的理化性质产生影响。此外，项目施工（滩涂高程改造）对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

6.4.2 施工阶段污染物排放对沉积物环境的影响分析

施工期所产生的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，不会对工程海域的沉积物环境产生影响。总体来说，项目实施对沉积物环境影响不大。

6.5 海洋生态和生物资源环境影响预测与评价

6.5.1 对潮间带生物和底栖生物的影响

本项目滩涂高程改造工程不可避免对潮间带滩涂和浅海的底栖生物生态环境产生不可逆的影响。主要影响包括以下几个方面：

滩涂高程改造由于施工机械的搅动作用，将破坏滩涂高程改造范围内底栖生物的栖息地和生存环境，移动能力较强的部分生物可能逃离工程区，但绝大部分底栖生物将随着底泥被挖运而受损或消亡，从而导致生物资源损失，如底栖生物、潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼和无脊椎动物等。

滩涂高程改造使一些生物赖以生存的生境暂时丧失。但施工完成后种植区将形成新的滩涂底土环境，底栖生物、潮间带生物可重新形成生态系统。

6.5.2 对浮游生物的影响

项目施工过程中不可避免地会使得一部分悬沙进入水体，对项目附近海域的水质环境产生影响。从海洋生态的角度来看，施工海域内局部海水的悬浮物增加，水体透明度下降，从而引起溶解氧降低，对水生生物的生长会产生诸多的负面影响。

1、对浮游植物影响分析

水体悬浮物的增加对浮游植物最直接的影响就是削弱了水体的真光层厚度，影响浮游植物的光合作用，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有所降低。

在海洋食物链中，除了初级生产者—浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使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，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

2、对浮游动物的影响

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统絮乱。

据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙会使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，引起浮游植物的光合作用减少，同样会对浮游植物产生一定的影响和破坏作用，进而对浮游动物产生一定影响。但是悬浮泥沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，悬浮泥沙的影响将逐渐减轻。

6.5.3 对鱼类仔鱼的影响

悬浮物浓度增加导致海水水质变差，鱼卵和仔稚鱼将受到悬浮物的影响而死亡。悬浮物对鱼卵的影响很大，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。工程悬浮物对鱼卵仔鱼影响随着施工作业结束，影响将逐渐减轻。

6.5.4 对渔业生产和渔业资源的影响

1、施工悬浮泥沙对渔业生产和渔业资源的影响

(1) 直接导致鱼类和其他水生生物死亡

水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明，前鳞鲷幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息，镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面，也会干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表 6.5.4-1。

表 6.5.4-1 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度 (mg/L)

| 种类 | 成体 | | 幼体 | |
|----|-------|--------|------|--------|
| | 致死浓度 | 明显影响浓度 | 致死浓度 | 明显影响浓度 |
| 鱼类 | 52000 | 500 | 250 | 125 |
| 虾类 | 8000 | 500 | 400 | 125 |
| 蟹类 | 9200 | 4300 | 700 | 125 |
| 贝类 | 700 | 500 | 250 | 125 |

不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据，悬浮物质的含量水平为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量水平为 6000mg/L 时，最多能存活一周；含量水平为 300mg/L 时，若每天做短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为，悬浮物质的含量在 200mg/L 以下及影响较短时，不会导致鱼类直接死亡。但在取土作业点中心区域附近的鱼类，即使高浓度的悬浮物质未能引起死亡，但其鳃部会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

(2) 对鱼类行为的影响分析

鱼类和其他水生生物较易适应水环境的缓慢变化，对环境的急剧变化敏感。滩涂高程改造工程使作业区和附近的水体悬浮物含量增加，水体的浑浊度起了变

化,从而导致鱼类和其他游泳动物的行为变化,多数鱼类喜爱清水环境而规避浑浊水域,此外还有作业工程产生的搅动、噪声等干扰因素,施工作业对这些鱼类动物产生“驱赶效应”。繁殖群体的局部产卵通道同样可能受阻,导致产卵亲鱼受到干扰、阻碍,从而产生回避反应。

(3) 对鱼类繁殖(鱼卵仔鱼)的影响分析

水体中过高的和细小的悬浮物颗粒会粘附于鱼卵表面,妨碍鱼卵的呼吸,不利于鱼卵的成活、孵化,从而影响鱼类繁殖。

(4) 减弱海域的饵料基础

水体悬浮颗粒的增加阻碍了光的透射,减弱真光层厚度,影响浮游植物的光合作用,因而使水域的浮游植物量减少、初级生产力下降,以浮游植物为饵料的浮游动物生物量下降,而捕食浮游动物为生的鱼类由于饵料减少,其丰度也会随之下降,掠食鱼类的大型鱼类又因上一级生产者资源下降寻觅不到食物。水体中悬浮物含量增加,对整个水域食物链的影响是多方面的。

2、施工噪声对渔业资源的影响分析

施工过程中由于施工现场机械、船舶作业产生噪声,会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动,但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。

6.5.5 油污水对海域生态环境的影响

在一定海域范围内,含油污水会给海洋生态环境造成危害。石油块(粒)覆盖生物体表后会影响动物的呼吸和进水系统。石油随悬浮物沉降在潮间带和浅水区后,会使底栖生物的幼虫与孢子失去合适的固着基质,甚至发生严重的化学毒性效应。石油烃会破坏浮游植物细胞,油膜会阻碍海—气交换,影响光合作用。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 $0.1\sim 10\text{mg/L}$,浮游动物的石油急性中毒致死浓度一般在 $0.1\sim 15\text{mg/L}$ 之间,不同底栖生物的种类和体积对石油浓度的适应程度有差异,多数底栖生物的石油烃急性中毒致死浓度范围约在 $2.0\sim 15\text{mg/L}$ 之间。长期暴露处低浓度含油废水,可影响鱼类的摄食和繁殖,使渔获物产生油臭味而影响其食用价值。

本工程船舶含油污水严格按照《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,经收集上岸后应交由有资质的单位处理,施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。

因此只要严格施工管理，正常情况下不会对海域生态环境产生不良影响。

6.6 海域生物资源损耗分析

6.6.1 滩涂高程改造对生物资源损耗分析

滩涂高程改造将覆盖原有滩涂潮间带和底栖生物原有的栖息环境，除少量活动能力强的动物逃往他处外，大部分种类将被挖走、掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类将难以存活。施工结束后，滩涂高程改造区将逐渐形成新的生态系统，生物资源逐渐恢复。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）（简称《规程》），滩涂高程改造彻底破坏了底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i ——第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指潮间带生物或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）/km²、尾（个）/km³、kg/km²。

S_i ——第 i 种生物占用的水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。此处按本项目挖方涉及的面积为 673.5hm²。

表 6.6.1-1 2024 年 3 月春季调查资源密度

| 2024 年 3 月 | | 单位 | 平均值 |
|------------|--------|--------------------|--------|
| 潮间带生物 | 平均生物量 | g/m ² | 24.393 |
| 底栖生物 | 平均密度 | g/m ² | 4.037 |
| 鱼卵 | 平均密度 | 粒/m ³ | 1.35 |
| 仔鱼 | 平均密度 | 尾/m ³ | 0 |
| 游泳生物 | 平均资源密度 | kg/km ² | 627.38 |

表 6.6.1-2 2023 年 11 月秋季调查资源密度

| 2023 年 11 月 | | 单位 | 平均值 |
|-------------|-------|------------------|--------|
| 潮间带生物 | 平均生物量 | g/m ² | 13.007 |
| 底栖生物 | 平均密度 | g/m ² | 13.672 |
| 鱼卵 | 平均密度 | 粒/m ³ | 0 |
| 仔鱼 | 平均密度 | 尾/m ³ | 0 |

| | | | |
|------|----------|--------------------|---------|
| 游泳生物 | 重量平均资源密度 | kg/km ² | 1447.69 |
|------|----------|--------------------|---------|

本评价海洋生物密度采用2023年11月秋季与2024年3月春季调查站位平均值:

表 6.6.1-3 海洋生物资源密度取值情况

| 类型 | 平均值 |
|----------------------------------|----------|
| 潮间带生物资源密度 (g/m ²) | 18.7 |
| 底栖生物资源密度 (g/m ²) | 8.8545 |
| 鱼卵生物资源密度 (粒/m ³) | 0.675 |
| 仔稚鱼生物资源密度 (尾/m ³) | 0 |
| 游泳动物生物资源密度 (kg/km ²) | 1037.535 |

根据公式, 本项目造成底栖生物损失量见表 6.6.1-4。

表 6.6.1-4 海洋生物资源损失量

| 生物类型 | 项目 | 占用面积 (hm ²) | 生物量 (g/m ²) | 损失量 (t) |
|------|--------|-------------------------|-------------------------|---------|
| 底栖生物 | 滩涂高程改造 | 673.5 | 8.8545 | 59.635 |

6.6.2 悬浮泥沙扩散对生物资源损耗分析

渔业资源主要包括游泳生物(主要为鱼、虾、蟹)和鱼卵仔鱼。对部分游泳生物来讲, 悬浮物的影响较显著。悬浮物可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, 严重的甚至引起鱼类死亡。根据有关研究资料, 水体中悬浮物浓度大于 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。

按照《规程》, 施工产生的悬浮物在扩散范围内对海洋生物产生持续性损害, 按以下公式计算:

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

式中：为第 i 种生物资源累计损害量，尾、个或千克 (kg)； M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

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； S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

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。

根据“6.2.3 预测结果”中悬浮物增量包络线面积，本项目施工工程水域施工悬沙浓度 10-20mg/L 总面积（包含工程区）为 3.411km²；20-50mg/L 悬浮泥沙最大扩散面积（包含工程区）为 2.350km²；50-100mg/L 悬浮泥沙面积（包含工程区）为 1.110km²；大于 100mg/L 悬浮泥沙最大扩散面积（包含工程区）为 0.210km²。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 6.6.2-1 所示，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 6.6.2-1 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) | 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 | 3.411 | 5 | 0.5 | 5 | 5 |
| 20~50 | $1 < B_i \leq 4$ 倍 | 2.350 | 10 | 5 | 20 | 20 |
| 50~100 | $4 < B_i \leq 9$ 倍 | 1.110 | 30 | 10 | 40 | 40 |
| >100 | $B_i \geq 9$ 倍 | 0.210 | 50 | 20 | 50 | 50 |

注：1.本表列出污染物 i 的超标倍数 (B_i)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标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。

本工程滩涂高程改造的场地开挖、回填施工期约为 13 个月。考虑最不利工况取 13 个月施工期，周期为 26；根据工程海域测量资料及项目采取低潮施工，

项目建设区悬浮物浓度增量超标范围的平均水深约为 0.5m。鱼卵、仔稚鱼以及游泳生物损失计算的资源密度分别为 0.675 粒/m³，0 尾/m³，1037.5kg/km²。根据前文分析，项目滩涂高程改造施工>100mg/L 悬浮扩散范围为 0.210km²，50~100 mg/L 悬浮扩散范围为 0.90km²，20~50 mg/L 悬浮扩散范围为 1.240km²，10~20 mg/L 悬浮扩散范围为 1.061km²。

由于本项目对浮游生物的影响相对较小，加上浮游生物群落恢复期较短，且目前浮游生物暂无经济价值衡量，在此不进行浮游生物损失量。

鱼卵损失量： $0.675 \times 0.210 \times 10^6 \times 0.5 \times 0.05 \times 26 + 0.675 \times 0.90 \times 10^6 \times 0.5 \times 0.1 \times 26 + 0.675 \times 1.240 \times 10^6 \times 0.5 \times 0.3 \times 26 + 0.675 \times 1.061 \times 10^6 \times 0.5 \times 0.5 \times 26 = 4.15 \times 10^6$ 粒

游泳生物损失量： $1037.5 \times 10^{-3} \times 0.21 \times 0.005 \times 26 + 1037.5 \times 10^{-3} \times 0.90 \times 0.05 \times 26 + 1037.5 \times 10^{-3} \times 1.240 \times 0.10 \times 26 + 1037.5 \times 10^{-3} \times 1.061 \times 0.20 \times 26 = 10.31$ t

综上，本项目悬浮泥沙造成鱼卵、游泳生物损失量分别为 4.15×10^6 粒、10.31t。

6.6.3 生物资源损耗赔偿额

潮间带生物和底栖生物按成体生物处理，商品价格按照经济贝类市场价格计算（15 元/kg）。

根据当地市场价格，底栖生物按照 1.5 万元 /t，游泳生物按照，游泳生物按照 2 万元 /t，鱼苗参考《湛江巴斯夫项目东海岛生态修复渔业增殖放流》询价情况，鱼苗单价 0.45~0.8 元/尾，按 0.8 元/尾进行估算。鱼卵折算成商品鱼苗 进行计算，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，则鱼卵损失量可折算成商品鱼苗为 $4.15 \times 10^6 \times 0.01 = 41500$ 尾。

各种海洋生物的直接经济损失额见表 6.3.3-1，本工程海洋生物直接经济损失额为 112.99 万元。

按照《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。滩涂高程改造产生的悬浮泥沙对海洋生物产生持续性影响的年限低于 3 年，按 3 年进行补偿；由此计算，本工程造成的生态损失总赔偿额为 338.97 万元。

表 6.6.3-1 海洋生物资源损失汇总及生态赔偿额估算

| 影响因素 | 生物资源 | 直接损失量 | 单价 | 直接经济损失额（万元） | 补偿年限（年） | 经济补偿额（万元） |
|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|-----------|
| 滩涂整地、取土 | 底栖生物（t） | 59.635 | 15 元/kg | 89.45 | 3 | 268.35 |
| | 游泳生物（t） | 10.11 | 20 元/kg | 20.22 | | 60.66 |
| 悬浮泥沙 | 鱼卵（粒） | 4150000 | 0.8 元/尾 | 3.32 | | 9.96 |
| 合计 | | | | | | 338.97 |

6.7 对海域生态敏感目标影响分析

项目评价范围内的敏感目标有通明海海洋保护区、特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区、湛江红树林国家级自然保护区（与通明海海洋保护区重叠）、湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区（与通明海海洋保护区重叠）、三场一通道（黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区）、雷州湾农渔业区、东海岛。

6.7.1 对广东省海洋功能区划海洋保护区的影响分析

项目评价范围内的海洋保护区主要有通明海海洋保护区、南渡河口海洋保护区、特呈岛海洋保护区、湛江港保留区，其中：南渡河口海洋保护区、特呈岛海洋保护区、湛江港保留区距离项目位置相对较远，项目建设过程中对其影响较小。项目施工（滩涂高程改造工程）产生的悬浮泥沙超 I、II 类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 3.411km^2 ，超 III 类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.210km^2 。

项目位于通明海海洋保护区，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，通明海海洋保护区其相应的海域使用管理要求为：1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海；2. 保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海；3. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律法规和标准进行管理。海洋环境保护要求为：1. 保护通明海红树林；2. 严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；3. 加强保护区海洋生态环境监测；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。

本项目作为红树林修复项目，是对湛江红树林国家级自然保护区的修复补充，项目建设对通明海海洋保护区的影响主要为**施工期悬浮泥沙**、含油污水对保护区内水质环境、沉积物环境的影响，项目所在海域水文动力条件较弱，为减小对水质、沉积物环境的影响，**项目在低潮时开展施工，减小悬浮泥沙的扩散范围，且项目施工期短，悬浮泥沙在施工结束后可逐渐消除**。项目施工期间产生的污染物均得到有效处置，不排海。因此，本项目对通明海海洋保护区的影响较小。

6.7.2 对《广东省海洋生态红线》（2017年）红线的影响分析

项目位于通明海红树林限制类红线区（41）内，项目建设过程对其影响主要为施工期悬浮泥沙的影响。项目评价范围内的广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区（42）、广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区（43）、南渡河重要河口生态系统限制类红线区（40），距离项目位置相对较远，项目建设过程中对其影响较小。

根据《广东省海洋生态红线》，限制类红线区的总体管控措施如下：1、禁止围填海；2、禁止采挖河沙；3、不得新增入海陆源工业直排口；4、严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达100%；5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖；6、对已遭受破坏的海洋生态红线区，实施可行的整治修复措施，恢复原有生态功能；7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。通明海红树林限制类红线区的管控措施为：除实施上述总体管控措施外，禁止围填海、维持海域自然属性，禁止毁林挖塘、矿产资源开发及其他可能毁坏红树林资源的各类开发活动，保护和修复红树林植被。严格保护红树林及其生态系统，除科学实验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀濒危野生动植物等活动外，限制开展其他活动。保护水禽筑巢区及主要觅食与栖息地，生产设施与水禽集中分布区之间应保留一定距离。对退化和受损的红树林生态系统开展滩涂恢复、树种补种等生态修复工程。

本项目红树林修复工程区域内的红树林主要分布在养殖塘内，为了保护该部分现状红树林，本项目进行优化设计，现状红树林塘埂上无潮沟开挖、淤泥垫高等破坏性行为，就地保护红树林。本项目实施有利于湛江经开区东海岛西部海域受损红树林生态系统的修复，养护期安排工作人员进行海漂垃圾清理。项目不设排污口，不倾倒有毒有害物质。施工期悬浮泥沙对海水水质的影响预测结果显示，

施工产生悬浮泥沙增量 ≥ 10 mg/L（超一、二类水质标准）的面积为 3.411 km²， ≥ 100 mg/L（超三类水质标准）的面积为 0.210km²。本项目施工期悬浮泥沙属于短期影响，本项目施工工期较短，该影响将随着本项目施工的结束而较快消失。

因此，本项目建设对通明海红树林限制类红线区（41）的影响很小。

6.7.3 对自然岸线保有的影响分析

项目评价范围内的大陆自然岸线保有包括金牛岛，位于项目西侧约 2.93km。本项目占用东海岛岸线保有。

（1）对海岛岸线的影响分析

项目评价范围内的海岛自然岸线保有为东海岛，项目直接修复东海岛岸线。

根据《广东省海洋生态红线》（2017 年）中，海岛自然岸线相应管控措施具体如下：1、以国家规定的红线指标为标准，维持岸线自然属性导向，限制实施可能改变海岛自然岸线（滩）生态功能的开发建设活动，严禁占用岸线进行围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂；2、对于有居民海岛，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态；3、对于无居民海岛，已划定的保有自然岸线原则不得占用，如确实因国防安全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则；4、根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于因国防安全或重大项目建设需占用海岛自然砂质岸线的，应维持拟使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。

根据广东省《海岸线占补实施办法（试行）》中“（一）海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，需要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现岸线占用与修复补偿相平衡。2017 年 10 月 15 日粤府办(2017)62 号文印发后，在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补。具体占补要求为：……建设占用海岛岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。海堤建设原则上不得占用自然岸线，确需占用自然岸线的，必须经过充分论证，并符合自然岸线管控要求，落实

海岸线占补；海堤加固维修不实行海岸线占补。新建及加固维修水闸工程参照海堤工程政策执行。”

项目占用岸线的工程主要建设内容包括滩涂高程改造开挖施工生态化改造，施工时会对岸线造成一定的破坏，但是本项目为生态修复项目，红树林种植将会形成新的生物岸线。因此，本项目施工期将对占用的岸线造成一定的不利影响，但项目施工完成后将形成更多的生态岸线，项目实施有利于岸线保护与修复。

项目建设符合《广东省自然资源厅关于即发海岸线占补实施办法（试行）的通知》（粤自然资规字〔2021〕4号）、《广东省海洋生态红线》（2017年版）。

因此，本项目占用岸线不需要实行岸线占补。

（2）对大陆岸线的影响分析

本项目没有占用大陆自然岸线，距离项目最近的大陆自然岸线为金牛岛，位于项目西侧约 2.93km。

金牛岛岸线，管控要求：维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。

项目建设不占用大陆自然岸线保有，可以保持岸线自然属性、形态和生态功能，建设及营运过程不会对水文动力、冲淤环境产生明显的影响，与周边大陆自然岸线的有一定的距离，对周边大陆自然岸线的影响很小，可以满足对项目周边的大陆自然岸线的管控要求。

6.7.5 对“三场一通道”的影响分析

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》，项目涉及三场一通道包括黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区。本项目黄花鱼幼苗保护区的保护时间为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。根据 6.5.3 小节、6.5.4 小节分析，施工悬浮泥沙会造成悬浮物浓度增加导致海水水质变差，鱼卵、仔稚鱼、鱼类和其他水生生物将受到悬浮物的影响而死亡，影响鱼类行为，影响鱼类繁殖，减弱海域的

饵料基础，施工噪声会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。由于春夏季是鱼、虾类产卵、仔幼鱼索饵季节，建议施工尽量避开这一季节，无法避开时应采取减缓措施。项目建成后将对施工期造成生物资源损耗进行赔偿，可减轻项目施工对三场一通道造成的影响。

6.7.6 对养殖活动的影响分析

根据卫图和现场踏勘可以看出，项目围塘周边分布有大量的开放式渔业养殖设施（鱼排、网箱等）。项目区围塘外水道内存在大量开放式养殖的鱼排，施工期围塘闸门关闭，施工期土方开挖扰动造成的水体污染和机械设备施工噪音仅对施工围塘内部产生影响，不会对围塘外的鱼排产生影响。

运营期，项目与围塘外的海水进行交换；由于项目围塘内的水质在红树林根系的长期的净化作用下，会导致围塘内的海水水质优于围塘外的海水水质；因此，运营期围塘与周边海域通过水闸进行海水交换时，基本不会对周边海域的水质造成负面影响。

6.7.7 对珍稀物种的影响分析

项目附近海域珍稀物种主要为中华白海豚。

（1）中华白海豚的分布情况

中华白海豚（*Sousa chinensis*）为沿岸河口定栖性小型齿鲸类，属海豚科，白海豚属，1988年被国务院列为国家一级保护动物。2005年南京师范大学周开亚团队在湛江东部雷州湾海域进行考察时发现了湛江的中华白海豚种群，湛江市政府于2007年建立了雷州湾中华白海豚市级自然保护区。湛江沿岸海域还生活着印太江豚 *Neophocaena phocaenoides*。

根据南京师范大学于2014年7月至2015年6月在新寮岛和外罗以东近岸海域所进行的为期1年的调查，共在新寮岛和外罗以东近岸海域发现中华白海豚125群次，目击中华白海豚1065头次，目击的中华白海豚群以7-10头居多。共识别132头中华白海豚。估算在雷州湾南部新寮岛、外罗附近海域的中华白海豚数量约583头。调查期间中华白海豚的分布区域见图4.2.1-7所示。

该次调查中华白海豚活动海域的水深为1.2-15.6m，70%的活动水域的水

深在 8m 以下，大于 8m 的海域绝大部分位于外罗水道中，也就是说约 30% 中华白海豚是在水道中发现的。

中华白海豚初始发现位置离海岸垂直距离为 0.3-5.9km。调查海域中华白海豚的栖息地狭窄且近岸，离海岸垂直距离的最大值是 5.9km。该次调查中华白海豚活动水域的水温为 17.3-29.7℃，盐度范围是 27.8-32.7‰，pH 范围是 7.98-8.32，透明度为 0.3-1.7m。

(2) 本项目所在海域的中华白海豚分布情况

由图 4.2.6-1 湛江东部海域中华白海豚活动路线图可知，本项目所在区域通明海海洋保护区不属于中华白海豚活动的主要路线范围。

(3) 对中华白海豚的影响分析

从上世纪 90 年代以来，国内外许多研究表明，施工产生的水下噪声能够造成海洋哺乳动物的听觉损伤；同时噪声也能够掩蔽海洋哺乳动物的水下发声号，对它们的生活栖息造成极大的干扰。受到水下施工噪声影响的海洋哺乳动物可能出现听觉障碍，或被迫放弃在原有海域或栖息地的觅食、繁殖等活动，进而造成其种群生存的更大环境风险。因而，欧美等西方发达国家都已初步建立有关水下施工强噪声的监测与限制的相关体制法规，以保护海洋哺乳动物及鱼类等免遭水下施工强噪声的危害。例如，美国国家海洋渔业机构（NMFS）颁布的鲸豚类水下噪声的标准阈限值为 180dB。

根据厦门大学许肖梅等研究成果（《厦门北通道公铁两用桥工程水下噪声对中华白海豚及渔业资源环境影响评估报告》，2005 年），施工中钢护筒内钻孔、施工船舶作业及航运等施工和海上运输活动将使水下噪声级提高 20dB~30dB，即施工海域的水下噪声可达 110dB~140dB，虽低于上述的鲸类最大可承受声压标准（180dB），但仍会对鲸豚产生行为干扰影响。通常情况下，鲸豚将被迫调整其活动范围，待施工作业完成、干扰减少时，鲸豚将逐渐恢复原来的活动范围。

鉴于项目评价范围内的海域有中华海豚的活动路线，因此，建议在施工前，应密切注意观察施工船舶周围鲸豚的活动，并设定至少 2km 的安全距离为警告区域，若发现有鲸豚，应暂停施工，采用无害声驱的方法将其驱逐出作业海域，再进行施工作业，船舶施工噪声对鲸豚影响不大。项目施工期悬浮泥沙主要在项目附近海域扩散，基本不会对中华白海豚的活动范围产生影响。在做好上述防护

措施的前提下，施工期对中华白海豚的影响在可控的范围之内。

6.7.8 对近岸海域国控站位的影响分析

本项目评价范围内有 GDN07015、GDN07035、GDN07031 这 3 个国控站位，由数值模拟结果可知，本项目施工产生增量 $>10\text{mg/L}$ 的悬浮泥沙最大包络线均不会扩散至附近近岸海域监测国控站位内（详见图 6.7-1），悬浮泥沙在 GDN07015、GDN07035 站位的最大贡献浓度均小于 10mg/L ，满足所在海洋功能区“人为增加量 $\leq 10\text{mg/L}$ ”的要求，符合海水水质一、二类标准。施工单位应在施工期对悬浮物浓度进行监测，根据监测结果及时调整和控制施工扩散影响。

6.8 对广东湛江红树林国家级自然保护区和湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区的影响

红树林生态系统是一种典型的海岸带湿地生态系统，红树林由于错综复杂的发达根系可以缓冲海浪对海岸的侵蚀，起到防风消浪、固岸护堤的作用；能够阻止海浪带入泥沙，防止底泥再次悬浮，减少悬浮物的产生，同时还可以促使大颗粒物快速沉降并吸附微小悬浮颗粒，减少了悬浮物在水体中的停留时间，保持较好的水质；红树林特殊的生态适应性—胎生、特殊根系、泌盐等，及其底栖生物的作用，使红树林能够有效地去除水中的 N、P、重金属和有机物，具有净化水体、减少赤潮发生的作用。

本项目保护区修复工程位于广东湛江红树林国家级自然保护区和湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区内，本项目作为红树林修复项目，是对广东湛江红树林国家级自然保护区和湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区的修复补充，对保护区的影响仅限于施工期。施工期对红树林保护区的影响主要为施工悬浮泥沙等。红树植物具有发达而独特的根系，独特的根系能够网罗泥沙有很好的固堤护岸的作用。据文献报道红树林对石油污染也有一定的抵抗与净化作用。而且本项目施工期短，施工产生的悬浮泥沙在施工结束后随即消除，施工含油污水通过收集后交由有资质的单位接收处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告，因此，本项目用海对项目所在海域的红树林保护区红树影响很小。

6.9 大气环境影响分析

本项目产生的大气污染物主要为施工机械与运输车辆产生的尾气（NO_x、SO₂、烟尘）。

本项目投入的施工机械和运输车辆较少，施工过程中产生的尾气（NO_x、SO₂、烟尘）可通过加强管理，采用低硫含量燃油等清洁能源原料等措施，减少废气产生。施工废气对环境空气有一定的影响，但一般仅局限于施工区域，对施工区域以外的环境空气影响较小。且施工机械和运输车辆排放废气属于无组织排放，由于项目位于开阔海面，通风良好。一旦项目施工结束，影响也随之消失。但施工单位在施工过程中还是应该尽量使用低污染排放的设备，日常注意设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转，影响不大。

项目运输车辆运输过程中会产生运输扬尘，通过洒水抑尘降低运输扬尘的产生，由于源强较小，影响不大。

6.10 环境噪声影响预测与评价

6.10.1 噪声源强

施工阶段噪声源主要有水陆两用挖掘机、运输货船、绞吸式挖泥船、运输车辆等。本项目主要施工设备的噪声见下表。

表 6.10.1-1 各施工阶段主要噪声源状况

| 序号 | 设备名称 | 源强 dB(A) | 测点距离施工机械 (m) | 排放方式 |
|----|-------------|----------|--------------|------|
| 1 | 8t~12t 自卸汽车 | 82~90 | 5 | 间断 |
| 2 | 水陆挖掘机 | 80~90 | 5 | 间断 |
| 3 | 绞吸式挖泥船 | 90~100 | 5 | 间断 |
| 4 | 运输货船 | 90~100 | 5 | 间断 |

由于施工现场的运输车辆、装载机数量、运输货船较少，且其在现场停留时间较短，且均为间歇性排放，无明显指向性。因此，此处将数量较多，源强较大的噪声源水陆两用挖掘机和绞吸式挖泥船作为主要影响分析对象。本项目水陆挖掘机源强取 85dB（A），绞吸式挖泥船源强取 95dB（A）。

6.10.2 噪声预测

本项目红树林区块之间相隔有一定的距离，且施工现场位于开放区域，声音无明显指向性，水陆挖掘机和绞吸式挖泥船不会同时在同一区块内施工，因此，噪声源强不能按照台数进行简单叠加。此外，水陆挖掘机按同一区块有两台同时作业的叠加声源作为预测声源，绞吸式挖泥船按同一区块有一台作为预测声源。

对于施工噪声的衰减计算采用无指向性点声源的几何发散衰减基本公式：

$$L(r) = L(r_0) - 20Lg(r/r_0)$$

式中：L(r)—预测点处声压级，dB(A)；

L(r₀)—基准点 r₀ 处的噪声值，dB(A)；

r, r₀—预测点、基准点的距离，m。

上述设备噪声经公式计算，预测结果见下表：

表 6.11.2-1 施工机械噪声衰减计算结果 单位：dB(A)

| 设备 | 数量 (台) | 源强 | 距离 (m) | | | | | | |
|--------|-----------|------|--------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| 水陆挖掘机 | 1 | 86 | 52.0 | 46.0 | 42.5 | 40.0 | 38.0 | 36.5 | 35.1 |
| 水陆挖掘机 | 1 | 86 | 52.0 | 46.0 | 42.5 | 40.0 | 38.0 | 36.5 | 35.1 |
| 叠加 | | 89.0 | 55.0 | 49.0 | 45.5 | 43.0 | 41.1 | 39.5 | 38.1 |
| 绞吸式挖泥船 | 1 | 95 | 61.0 | 55.0 | 51.5 | 49.0 | 47.0 | 45.5 | 44.1 |

从上表中可看出，在距离施工机械约 10m 处噪声贡献值可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 要求。结合项目总平面布置可以看出，项目施工区域距离厂界最近距离基本均大于 10m，项目施工噪声贡献值可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 昼间噪声标准要求。

项目位于养殖塘范围内，项目施工区域周边 200m 范围内没有声环境敏感保护目标。由上表可知，在距离施工机械约 350m 处噪声贡献值可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 1 类昼间标准 (昼间 55dB(A)；夜间 45dB(A)) 要求。项目区离周边村庄最近距离超过 350m，因此，施工噪声对外环境的影响较小。

6.10.3 施工期应采取的措施

同时施工单位应按照相关法律法规的要求做好施工期噪声污染的防治工作，

确保施工噪声对周围环境产生的影响降低到较低程度。为尽可能降低项目施工噪声对周围环境及敏感点的影响，必须合理安排施工时间并采取相应的防治措施：

(1) 合理安排施工时间，制订施工计划时，应尽可能避免大量的高噪声设备同时施工。除此之外，严禁在中午（12:00~14:00）和夜间（22:00~6:00）期间作业，因特殊需要延续施工时间的，必须报有关管理部门批准，施工场界噪声应控制在《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）限值之内，能施工作业。

(2) 合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声级过高。

(3) 降低设备声级，设备选型上尽量采用低噪声设备。

(4) 项目施工时应合理规划机械作业时间，加强施工机械使用的选择和管理。

施工单位应按照相关法律法规的要求做好施工期噪声污染的防治工作，使得场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，确保施工噪声对周围环境敏感点产生的影响降低到较低程度。施工期间其噪声影响是短暂的，一旦施工活动结束，施工噪声也就随之结束。

6.11 固体废弃物影响分析

施工期产生的固体废物主要包括施工人员生活垃圾、残油、废油、滩涂清理杂物。

施工队伍产生生活垃圾在进行定点收集后交由当地环卫部门集中处理。船舶生活垃圾收集每周上岸交由环卫部门清运。油、废油等危险废物收集后交由专业危废资质单位处理。滩涂清理杂物主要成分为废渔网、废塑料、残枝落叶等，属于一般固废，收集后分拣，可回收部分回收，不可回收部分交由环卫部门清运。

施工期的固体废物排放是暂时的，通过积极有效的施工管理措施，施工期固体废物不会对环境造成不利影响。

6.12 陆域生态、水生环境影响分析

1、对陆域生态环境影响分析

项目无新增临时道路，项目施工营地租用民房，无新增营地占地。项目陆域无临时和永久占地，对陆域生态环境影响微小。

2、对水生环境影响分析

红树林湿地系统与其他植物湿地系统净化污水的机理相似，是红树林湿地系统中发生的物理、化学、生物学作用的综合过程，红树植物通过自身的生长以及协助湿地内的物理、化学、生物等作用而去除湿地中的污染物质。红树林生态系统可视为低成本高效率的污水处理系统。红树林是一个“红树林-细菌-藻类-浮游动物-鱼类等生物群落”构成的兼有厌氧-需氧的多级净化系统，对工业、生活污水等起有效的净化作用，对污水中的重金属和氮磷营养物等有较强的吸收容纳力，具有处理陆地径流带出的有机物质和含油废水等其他污染物的生态功能。

项目是滩涂高程改造施工会有悬浮泥沙产生，悬浮泥沙会扩散到现状红树林范围内。根据上文分析，红树林具有净化水质的作用，项目施工产生的悬浮泥沙，基本不会对现状红树林产生影响不利影响，且项目施工期生活污水、含油污水、固体废物等均得到有效处理，不直接排放，基本不会对现状红树林产生影响。

项目是红树林营造修复项目，红树林长成后对陆域、水生生态环境具有促进作用。

6.13 对鸟类的影响分析

湛江红树林国家级自然保护区有鸟类达 194 种，是广东省重要鸟区之一。根据前文鸟类资料现状调查分析，该地区共计调查到的鸟类为 16 科 31 种，其中近危（红颈滨鹬）1 种。共记录鸟类 1773 只，以鸻形目为主，数量为 1634 只，占比 92.16%。

本次调查的鸟类主要为各种生境广泛分布的广布种以及多数在湿地活动的湿地依赖种类。湿地鸟类以水生生物为食，主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蝼蛄等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫，以及其他小型无脊椎动物或小蛇、蜥蜴等为食。鸟类繁殖期常发生在春季。不论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感。本项目对鸟类的影响主要影响为噪声、废气、废水、固废，具体分析如下：

①噪声影响分析

本项目保护区修复位于湛江红树林国家级自然保护区内，本项目施工机械和船舶的噪声，会导致工程区域内及临近项目施工区域的鸟类栖息环境质量暂时下降，即噪声可能使生活在附近的鸟类受到惊吓，迫使部分鸟类迁徙他处，远离施工范围，从而影响项目附近鸟类种群分布。

项目周边区域的鸟类较多，其中以涉禽类最多，主要分布于项目区的红树林及其滩涂、浅水湿地、河流、水田等环境中，白天活动，夜间多隐蔽于红树林或在高大的乔木或沙地上休息。本次调查，除鹭科留鸟在项目区可见繁殖巢穴外，其余很多种类为越冬候鸟。该类群极易受到人为干扰的影响，一般在距离 200m 为该类群的警戒距离，人为干扰接触过近，则直接采取飞翔的方式进行躲避干扰或远离干扰源。因此，该类鸟类在施工期较易找到替代生境，工程对其直接影响不大，只局限于施工期缩减它们的活动范围与生境，施工噪声与废气对生境的污染。但是在鸟类繁殖期时施工噪声可能对其有较大影响。

除涉禽外，还有一些在附近活动的攀禽、游禽，它们多分布在湛江红树林国家级自然保护区、工程附近滩涂，以及项目区周边陆地村庄等处，项目施工噪声可能干扰这些鸟类，将其驱赶到其它水域活动。

合理安排施工期，减少在区域鸟类繁殖、迁徙时期的作业内容，施工要尽量避开候鸟栖息越冬和鸟类迁徙时间，减缓对鸟类的影响。繁殖季是鸟类最敏感的时期，如果有人为的强烈噪音，它们可能会马上弃巢，故尽量避开繁殖期进行施工。若需在繁殖季进行施工，则尽量将高噪声设备远离鸟类营巢区，并通过选用低噪声设备、做好减震降噪、采用隔声屏障等措施，有效降低施工噪声对鸟类的影响。施工期噪声对附近鸟类资源的是暂时的，随着施工期的结束，鸟类会逐渐回迁，运营期红树林种植完成，红树林生态系统恢复后，红树林里栖息的鸟类将会更多，生物多样性将会更加丰富。

②大气污染影响

施工过程中对大气污染主要来自施工船舶、施工机械、施工车辆的燃油废气。燃油废气有害物主要有：碳氢化合物(HC)、一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO)、二氧化硫及颗粒物等。鉴于施工使用的船机设备较少，燃油废气产生量相对较小，且排放点分散，项目周边地势开阔、空气流动速度快，在施工过程中所产生的有害气体随海风经过扩散后，燃油废气污染的影响很小，对周边的鸟类影响基

本上无影响。

① 水污染影响

施工中的水污染源主要来源于两方面：一是海底泥沙再悬浮，二是船舶溢油。一方面，项目滩涂高程改造施工增加了所在海域的含沙量，对海洋生物将产生一定的影响，进而对鸟类的觅食造成影响；另一方面，由于操作不当发生船舶碰撞，造成溢油污染。

根据悬浮泥沙预测结果，施工过程中，悬沙增量 ≥ 10 mg/L（超一、二类水质标准）的面积为 3.411km²， ≥ 100 mg/L（超三类水质标准）的面积为 0.210km²。总体而言，悬沙影响范围集中在工程周围，项目周边滩涂、海域面积较大，鸟类可以在周边滩涂进行觅食，且这种不良影响是暂时的，随着施工作业结束，悬浮泥沙的影响将逐渐减轻。施工期生活污水经槽车运输进入民安街道污水处理厂处理，施工废水经沉淀后循环利用，生活污水不直接排入，故本项目水污染物对鸟类影响在可接受范围内。

本项目施工期存在人员操作失误发生翻船和周边渔船发生碰撞等事故造成溢油风险，溢油一旦发生会对区域内的浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类造成不利影响。溢油对栖息鸟类的影响主要是对鸟类食物链的影响（鸟类以海藻、鱼类及其它海洋低等生物为食）、破坏栖息环境、鸟类接触油污后溢油会牢牢粘附在它的羽毛上影响其飞行能力等不利影响。项目溢油通过规范人员操作、周边村庄张贴施工公告、配置吸油毡、围网等措施，可有效降低溢油发生风险。

④ 固废

生活垃圾交由当地环卫部门统一外运进行处理，船舶生活垃圾收集每周上岸交由环卫部门清运，施工船舶作业产生的残油、废油等危险废物统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。生活垃圾应及时清运，避免栖息鸟类误食生活垃圾。项目施工期产生的固废对鸟类的影响较小。

不论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感，故需要合理安排施工时序，尽量避免夜间施工。

施工期应加强对施工工人的宣传教育，增强生态环境保护意识，提高对珍稀动植物的认知，禁止发生捕鸟、掏鸟蛋、破坏红树林等违法行为，禁止乱丢垃圾、高声恐吓鸟类等不文明行为。

综上所述，在采取本方案提出的各种措施后，本项目施工期对栖息鸟类的影响较小。

6.14 对周边航道及通航环境影响

6.14.1 对周边航道的影响分析

项目周边海域分布有湛江港航道。

根据《中华人民共和国航道法》提出：“第二十八条建设与航道有关的工程，建设单位应当在工程可行性研究阶段就建设项目对航道通航条件的影响作出评价，并报送有审核权的交通运输主管部门或者航道管理机构审核，但下列工程除外：（一）临河、临湖的中小河流治理工程；（二）不通航河流上建设的水工程；（三）现有水工程的水毁修复、除险加固、不涉及通航建筑物和不改变航道原通航条件的更新改造等不影响航道通航条件的工程。”本项目属于生态修复工程，主要拟进行红树林的种植，项目不涉及通航建筑物，此外，本项目施工过程全部位于围塘内，对围塘外的冲淤变化影响较小，因此本项目实施对周边航道的冲淤环境影响较小。

根据《广东省航道管理条例》提出：“第八条 开发利用内河、出海口门及沿海航道的滩涂，必须符合航道发展规划和航道技术等级的要求，并征得航道部门同意。第九条 禁止向航道倾倒泥、沙、石、垃圾或在航道两岸边坡推土挖土以及在岸边堆放垃圾及其他容易滑泻的物品等破坏、影响航道的行为。”本项目施工过程全部位于围塘内，对围塘外的冲淤变化影响较小，因此不会对原有通航条件产生不利影响。此外，本项目不会向航道内倾倒泥、沙、石、垃圾等，不会在航道两岸推土挖土，因此不会改变原有航道发展规划和航道技术等级。

综上所述，本项目实施对周边航道冲淤环境影响较小。

本项目施工期仅 2 艘货船运输物料，项目施工期为 14 个月，施工期较短，运输船舶平均每日运输 5 次左右，通航时间较短，不会对周边航道的航道通航能力造成较大的影响。同时建设单位需对接交通管理部门、航道管理部门，根据相关法律要求核实是否需要补充通航条件影响评价，并根据相关要求完善相关手续。

6.14.2 对通航环境的影响分析

施工期将投入 2 艘施工运输船舶，项目施工过程中全部位于围塘内，且项目施工船舶基本不会进入周边习惯性航道区，也不会增加港口航运区的航运密度，且有东面的港口航运区有大坝隔离。因此，本项目对通航环境的影响较小。

7 运营期环境影响预测与评价

本项目为湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目，建设内容主要为对东海岛红树林湿地进行生态修复和治理，包括地形改造、苗木种植、管护等，总面积 3044.9 hm²，营造红树林面积 683.37 hm²。工程属无污染的社会公益性基础工程，是一项节能减排工程。本项目运营期不会产生水污染、噪音和大气污染。

7.1 海洋水质环境影响预测与评价

(1) 3 年养护期

项目竣工后需对种植的所有苗木养护 3 年，满 3 年后苗木成活率要在 70%以上。种植后要定时检查成活率，新种植的红树林每年要定期抚育，抚育措施包括固定、扶正、补植，有害生物防治。红树林固定、扶正、补植期间会产生少量悬浮泥沙，产生量极小，对海洋水质环境影响微小。

(2) 3 年后红树林运营期

本项目通过滩涂高程改造、保护区内滩涂直接种植等方式种植红树林，营造红树林生境，从而修复东海岛西部周边的生态环境。项目对水质环境的影响主要发生在施工期，项目运营期基本不会对海洋水质环境产生负面影响。项目运营期，在一定程度上可以降低废水中的营养物质的含量，缓解近海水体的富营养化效应，减少赤潮的发生。

红树林湿地系统与其他植物湿地系统净化污水的机理相似，是红树林湿地系统中发生的物理、化学、生物学作用的综合过程，红树植物通过自身的生长以及协助湿地内的物理、化学、生物等作用而去除湿地中的污染物质。

有研究表明，红树林湿地对废水中的营养物质和有机碎屑具有明显的网罗作用，从而在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用；红树林湿地系统对污水中 Cd、Ni、Pb、Zn 等重金属污染物有较高的净化效率，虽然重金属中 95%以上是被土壤所积累，但栽种红树植物的土壤子系统比不栽种红树植物的土壤子系统的净化率高，且红树植物所吸收的重金属主要累积分布在动物不易直接啃食和利用的根、质地较为坚硬的树干和多年生枝，累积总

量占群落植物体总量的 80%-85%，另有实验表明：红树植物木榄、老鼠勒、秋茄和桐花树幼苗的根能大量富集 ^{90}Sr ，尤其桐花树幼苗，所吸收的 ^{90}Sr 有 97.7%集中在根部，说明在自然生境条件下，红树林可为异养生物提供大量洁净的食物，并且避免通过食物链的不断富集而引起人类健康的危害。

红树林生态系统可视为低成本高效率的污水处理系统。红树林是一个“红树林-细菌-藻类-浮游动物-鱼类等生物群落”构成的兼有厌氧-需氧的多级净化系统，对工业、生活污水等起有效的净化作用，对污水中的重金属和氮磷营养物等有较强的吸收容纳力，具有处理陆地径流带出的有机物质和含油废水等其他污染物的生态功能。

综上，红树林的种植在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用，也可缓解近海水体的富营养化效应，减少赤潮的发生。

7.2 海洋沉积物环境影响预测与评价

(1) 3 年养护期

项目竣工后需对种植的所有苗木养护 3 年。苗木抚育过程中可能会产生少量的悬浮物，但产生量极小，对海洋沉积物的环境影响较小。

(2) 3 年后红树林运营期

项目运营期，红树林生态环境不会对海洋沉积物环境产生负面影响。项目完工 2~3 年后，滩涂垫高的宜林地土层结构基本稳定，可减少项目对所在海域的影响。

红树林湿地系统具有独特而复杂的净化机理，它能够利用基质-微生物-植物这个复合生态系统的物理、化学和生物的三重协调作用，通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物分解来实现对水体的高效净化。红树植物的大量凋落物，使林区沉积物中有机质丰富且富含 N、S 官能团、富里酸，林下沉积物中有机质在厌氧状态下的低水平降解，及沉积物中的高粘粒含量，使得红树林沉积物具有较大的表面积和较多的表面电荷，通过离子交换、表面吸附、螯合、胶溶、絮凝等过程和重金属的粒子作用，吸附大量的重金属，从而可以改善周边沉积物质量状态。

因此，项目运营期是可以缓解周边沉积物的质量状态，对海洋沉积物影响较

小。

7.3 固体废物环境影响分析

项目养护期和运营期定期清理缠绕和覆盖在红树树上的垃圾、杂物等漂浮物，漂浮物统一收集后交由环卫部门处置。在采取上述措施后，项目红树林养护期和运营期产生的固体废物能得到有效处置，对环境的影响较小。

7.4 海洋生态和生物资源环境影响预测与评价

项目运营期无废水和废气产生，抚育过程会产生少量的悬浮物，但产生量极小，不会对东海岛西部周边海水水质造成影响。相反，红树林的种植可以改善周边水质状况，为水生生态系统的恢复创造了较为良好的条件。

通过红树林生境种植，保护和恢复多样化的湿地资源，充分发挥湿地在调节水质方面的作用，有效净化周围海水水质，使项目周边近岸海域海水水质有所改善。另外，通过红树林生态系统的修复，使湿地生态系统的水平结构、垂直结构和营养结构得以优化，促进湿地生态系统的物质循环和能量流动，充分发挥湿地在防风消浪、固岸护堤、调节径流、控制污染、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、栖息地服务、净化空气和美化环境等方面的多种生态功能，保障区域和周边生态安全和提供优良的生态服务。同时，控制外源污染输入，恢复红树林湿地生态系统自我维持状态，不仅能发挥红树林湿地在区域生态系统的功能，对于控制海岸侵蚀、保持水土和调节区域气候等方面发挥重要作用，还能完善生物网络，保护生物多样性。

综上，项目的建设对海洋生态和生物资源环境具有一定积极的影响。

7.5 对海洋敏感目标的影响分析

项目位于通明海海洋保护区，周边海洋功能区有东里海洋保护区、特呈岛海洋保护区、南渡河口海洋保护区，周边敏感目标还包括自然保护区、红线区、海岛自然保有岸线、“三场一通道”、养殖区、中华白海豚等珍稀物种。

7.5.1 对周边海洋功能区的影响分析

项目占用通明海海洋保护区，周边海洋功能区有特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区。

通明海海洋保护区的管控要求为：1. 保护通明海红树林；2. 严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；3. 加强保护区海洋生态环境监测；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。

特呈岛海洋保护区的管控要求为：1. 严格保护红树林及其生态系统；2. 加强保护区海洋生态环境监测；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。

东里海洋保护区的管控要求为：1. 严格保护雷州东里栉江珧及其生境；2. 加强保护区海洋生态环境监测；3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

南渡河口海洋保护区的管控要求为：1. 加强红树林保护；2. 加强保护区海洋生态环境监测；3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目属于海洋生态修复项目，不会对周边的工业用海、渔业等造成影响。由上述 7.1~7.4 节分析可知，项目运营期对其所在海域的沉积物和海洋生态环境主要影响来自定期清理缠绕在红树林的漂浮物，漂浮物统一收集交由环卫部门处置，项目不会对周边海洋环境造成负面影响。

项目运营期红树林生境可以改善周边水质、沉积物质量状态；可提高湿地生态系统的稳定性，对海洋生态和生物资源环境具有一定积极的影响。

综上所述，项目与通明海海洋保护区、特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区等海洋环境保护要求是相符合的。

7.5.2 对海洋生态红线的影响分析

由上述 7.1~7.4 节分析可知，除项目结构稳定期的海漂垃圾、若发生虫害可能采用化学防治造成水体污染之外，其他基本不会对海洋生态红线造成不利的影响。

项目占用岸线的工程主要建设内容包括滩涂垫高造林，施工时会对岸线造成

一定的破坏，但是本项目为生态修复项目，红树林种植将会形成新的生物岸线。因此，本项目施工期将对占用的岸线造成一定的不利影响，但项目施工完成后将形成更多的生态岸线，项目实施有利于岸线保护与修复。

综上，项目与海洋生态红线区的管控要求和环境要求是相符的。

7.5.3 对养殖活动的影响分析

项目周边存在有围塘养殖活动，由上述 7.2~7.4 节分析可知，项目运营期定期清理缠绕在红树林的漂浮物，漂浮物统一收集交由环卫部门处置，基本不会对养殖活动造成不利的影 响。项目周边大面积的养殖活动可能会导致海水溶解氧和活性磷酸盐超标。红树林湿地对废水中的营养物质和有机碎屑具有明显的网罗作用，从而在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用。因此项目运营期是有利于改善周边海水水质环境，在一定程度上可以降低废水中的营养物质的含量，缓解近海水体的富营养化效应，减少赤潮的发生。

7.5.4 对黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区的影响

本项目实施后，定期清理缠绕在红树林的漂浮物，漂浮物统一收集交由环卫部门处置，红树林养护采用物理方法，项目红树林长成后对废水中的营养物质和有机碎屑具有明显的网罗作用，从而在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用，有利于提升黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区的水质环境，提供更多生长、栖息、产卵的环境。

7.5.5 对自然保护区的影响分析

项目周边分布有 2 个自然保护区，为广东湛江红树林国家级自然保护区和湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区，本项目实施将对周边的自然保护区造成有利的影响。

项目运营期海漂垃圾打捞后交由环卫部门处置。上述污染物得到有效处理后，对广东湛江红树林国家级自然保护区的影响较小。若项目运营期间红树林发生虫害，出现病虫害时，优先考虑采取人工清除或捕杀的方法。

本项目建设内容为红树林种植，项目红树林长成后可改善广东湛江红树林国家级自然保护区海水水质环境、沉积物环境，同时提高广东湛江红树林国家级自然保护区海洋生态和生物资源环境。

7.5.6 对鸟类的影响分析

本项目运营期基本不会对候鸟日常活动造成不利的影晌。本项目拟种植红树林 683.37hm²，红树林种植完成，红树林生态系统得以恢复，为鸟类提供更多的栖息地，红树林里栖息的鸟类将会更多，生物多样性将会更加丰富。

7.5.7 对国控站位的影响

本项目为红树林种植营造项目，项目实施有利于周边生态环境的改善，红树林的种植在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用，也可缓解近海水体的富营养化效应，有利于国控站位水质的提升。

7.5.8 对生态环境的影响分析

1) 对植物的影响

本项目为红树林种植营造工程，项目实施有利于对项目建设占用的 3044.9hm² 的海域生态环境进行改造、美化，有利于改善滩涂和围塘的生态环境，项目运营期海漂垃圾可以打捞由环卫部门清运，无其他污染物产生，不会对植物造成不良影响。

2) 对动物的影响

本项目为红树林种植营造工程，项目实施后将为动物提供更多的栖息环境，并改善其生活环境，有利于周边动物的生存发展、繁衍生息。

3) 对生态景观的影响分析

项目的建设对部分裸露的滩涂和围塘进行改造，对原有的生态格局造成一定影响。但随着项目红树林的成长，将形成新的绿色的生态景观。

8 环境保护措施及其可行性论证

8.1 污染环境保护对策措施

8.1.1 施工期污染环境保护对策措施

通过工程分析，本项目施工期环境污染主要有悬浮泥沙、水污染、大气污染、噪声污染及固体废弃物污染。其中，施工期水环境污染主要包括滩涂高程改造施工（取土施工、滩面平整施工）、红树林种植（挖穴、种植工程）和抚育（固定、扶正作业）等引起的悬浮物，水陆挖掘机、绞吸式挖泥船、运输货船及舱底油污水、施工人员生活污水等；大气污染包括施工扬尘及施工废气；噪声污染主要是施工机械的噪声；固体废弃物污染包括施工过程中产生的生活垃圾、施工船舶产生残油、废油。

8.1.1.1 水污染防治对策措施及可行性

（1）悬浮泥沙

本项目施工期间产生的悬浮泥沙对环境影响较大的主要是滩涂高程改造施工（取土施工、滩面平整施工）、红树林种植（挖穴、种植工程）和抚育（固定、扶正作业）等引起的，因此重点对这几个环节进行污染防治，拟采取的悬浮泥沙污染防治措施：

1) 针对取土、滩面平整和红树林种植

①采取就近取土的原则；

②合理安排施工顺序和进度，减小运输船等船只和设备对底质的搅动，在围堰外侧区域设置防污帘，避免泥沙的再悬浮和扩散；

③做好施工设备的日常维修检查工作，保持取土设备的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复；

④严格控制整地高程，防止泥沙由整地区的上方向外扩散。

2) 其他

①在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对围堰、围网工程等进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪；

②严格遵守施工程序，减少海域污染。在施工过程中，应实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围；

③完善环保设施，采取积极措施，尽量减少对海洋环境质量的影响，如遇突发性事故，造成悬浮泥沙外泄，及时与有关渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对渔业损失的污染影响程度降低到最低。

④加强在施工期的环境监测，若发现施工过程对周边海洋保护区有较大影响，应停止施工，进行相关协调补偿；

⑤为了尽量减少泥沙的溢散，施工单位必须加强管理，做到文明作业，确保设备处于正常状态。

(2) 生活污水

项目施工过程中产生的废水主要来自生活污水、船舶含油污水。

1) 施工期昼间移动环保厕所和化粪池收集量每日约 12.59m³/d 污水量，定期通过槽车运输交由民安街道污水处理厂处理。船舶生活污水收集后每周上岸由槽罐车运输至民安街道污水处理厂处理。

民安街道污水处理厂已投入正常使用，污水采用的处理工艺为“预处理+SBR+纤维滤池过滤+紫外线消毒”，生活污水日处理量为 2000m³/d。本项目施工期生活污水排放量较少，民安街道污水处理厂可以完全接收本项目产生的生活污水。

2) 施工船舶含油污水应严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理。船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。

3) 加强对施工用水的管理，教育施工人员节约用水，减少含油污水和生活污水的产生量。

施工期采取的水环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.1.1.2 固体废弃物污染防治对策措施及可行性

本项目固体废弃物污染主要是施工过程中产生的生活垃圾、施工垃圾、船舶残油、废油。

(1) 对于施工人员聚居地的生活垃圾，定点设立专用容器加以收集，并及时清运，交环卫部门处理。船舶生活垃圾收集每周上岸交由环卫部门清运。

(2) 船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，上岸后交环卫部门处理。

(3) 船舶作业产生的残油、废油等按照水运污染危害性货物实施管理，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

(4) 滩涂杂物清除会有海漂垃圾、废塑料、废渔网、浒苔等产生，清理收集后分拣，可回收部分回收，不可回收部分交由环卫部门清运。

(5) 加强对施工单位监督管理，禁止将施工垃圾倾倒入项目附近海域中。

施工期采取的固废处置措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.1.1.3 大气污染防治对策措施及可行性

本项目大气污染主要是施工过程中运输车辆及施工机械产生施工废气。拟采取污染防治措施如下：

(1) 对入场施工机械进行管理，检查合格的机器才可进场作业，尽量减少施工机器包括车船产生的燃油废气。

(2) 施工船舶、施工机械和运输车辆的燃气废气，属自然排放。要加强管理，采用符合标准的低含硫燃料。

(3) 按照《大气污染防治法》第六十二条规定，运输货船发动机及有关设备应经船舶检验机构检验合格后方可投入使用。湛江地区属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》列明的控制区范围内，船舶应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的低硫燃油以减少大气污染。故项目运输货船使用燃油应符合使用硫含量不大于 0.1% m/m 。

本项目施工废气产量不大且影响范围有限，污染时间较短，施工中断或停止污染物随之消失。施工期采取的大气环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.1.1.4 噪声污染防治对策措施及可行性

本项目施工期对声环境的影响因素主要是运输货船、绞吸式挖泥船、施工机

械及运输车辆的噪声。

(1) 合理安排施工计划以及施工时间,强噪声的施工机械夜间(22:00~6:00)应停止施工作业。

(2) 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机械和车辆,尽量采用低噪声的施工机械和工艺,同时应加强各类施工设备的维护和保养,保持其良好的运转,以便从根本上降低噪声源强。

(3) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养,使施工机械保持良好的运行状态,减少因机械磨损而增加的噪声。

(4) 加强对运输车辆的管理,运输路线尽量绕开周围的村庄、学校、医院等;穿越集中区禁止任意鸣笛,维持车辆的良好运行状态降低运行噪声。

(5) 加强施工监督管理。

施工期采取的噪声环境保护措施均是常规环保措施,在国内外类似工程中应用广泛,在经济、技术等方面可行。

8.1.2 营运期污染环境保护对策措施

本项目营运期环境污染主要海漂垃圾。

固体废弃物污染为海漂垃圾,对策措施如下:

①过租赁方式配备清洁船,用于项目海域内打捞收集漂浮垃圾等,尽量选择低潮时清理。

②加强宣传教育及监督管理。

营运期采取的固废处置措施均是常规环保措施,在经济、技术等方面可行。

8.2 非污染防治对策措施

8.2.1 施工期非污染防治对策措施

本项目施工非污染环境的影响主要集中于对海洋水文动力等方面的影响,应采取如下保护对策措施:

(1) 严格按照工程的用海范围、用海方式进行施工,尽量减少超范围的施工,可以最大限度减少对潮流场等水动力条件的改变程度,同时降低对地形地貌和冲淤环境的影响。

(2) 采用先进、合理的设备和工艺，缩短施工周期，减少泥沙入海量。

(3) 取土和滩面标高改造严格按照设计定位施工，避免因失误导致反复施工对海床形态的过多改变。

(4) 加强对项目区冲淤情况动态监测，以便及时采取补救措施。

(5) 为了保障船舶通航安全和施工工作的顺利进行，施工要求如下：

①施工单位应在工程范围设置临时警示标志，提醒过往船舶注意安全。

②施工前应根据有关规定，办理有关审批手续和发布航道通告。

③实施施工作业的设施应按照有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型。

④施工期间，如遇台风影响施工区域时，施工单位应做好防台工作，船舶应遵守相关船舶防台规定，并相应做好防台工作。

⑤施工单位应确保所有施工的器械、工具和材料不占据主航道水域。

⑥施工期间，施工照明灯光应尽可能避免影响船舶夜间航行。

⑦施工时严禁倾倒任何废弃物，并有责任在施工完成后清除施工水域中的碍航物体。

(6) 减轻工程施工建设对渔业资源和渔业生产的影响，做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。工程施工前应将环境监测方案报海洋主管部门备案。

(7) 建设工程竣工后，施工单位需做好工地剩余建筑垃圾等可能淤积物的清理工作，避免建筑垃圾进入项目所在地附近海域。

8.2.2 运营期非污染防治对策措施

运营期主要的非产污环节包括项目实施后将在一定程度上对岸滩冲淤环境产生影响。针对项目后方岸滩冲淤环境变化情况，建议提出以下措施：

(1) 场地内滩面高程改造后，让其自然沉降，待稳定后再有步骤地进行红树林的种植，并注意红树林的成活率。红树林在抚育期，通过低潮施工，减轻悬浮泥沙的产生，若发生虫害，优先采用物理或生物方法进行防治。

(2) 加强海岸带的管理，开发保护相协调。建议根据当地海岸带保护管理条例相关的法律法规，制定合理开发与保护计划，维持侵蚀冲淤的动态平衡，保

护好沿海植被、沿海土体和入海稳定性。

(3) 营运期设置专职或兼职人员巡护，禁止外来人员和船只进入红树林修复区，禁止挖海螺、捕鱼虾等捕捞活动及人、畜踩踏活动。

8.3 海洋生态保护对策措施

8.3.1 生态保护对策措施

本项目对海洋生态环境保护措施如下：

(1) 项目建设产生的悬浮泥沙、施工机械及船舶含油污水、生活污水及生活垃圾等，如不采取措施，将对附近海洋生态环境产生一定影响，因此应按照报告书有关章节的环境保护措施提出的具体要求加以实施、认真落实、严格管理。

(2) 应对整个施工进行合理规划，尽量缩短施工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

(3) 本项目取土工程和滩面高程改造时，严格控制施工作业场地，同时加强施工期环境监测，在工期许可的前提下，最大化降低施工强度以减少对海洋环境的影响。

(4) 施工单位应在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识。

(5) 施工期间和工程建成后，应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

(6) 本项目的取土、滩面高程改造产生的悬浮泥沙将会造成区域范围内一定量的海洋生物资源损失，建设单位应 按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则予以补偿。具体补偿的补偿方式和补偿金额应按相关规定落实。

(7) 合理安排海域施工时间，施工期尽可能避开休渔及经济鱼类产卵、洄游季节以减轻生态环境影响。高强度的取土作业尽量避开渔业资源繁殖高峰季节 3 月 1 日至 5 月 31 日。

(8) 在开始施工作业前，应密切注意观察施工船舶周围水生生物的活动，一旦发现珍稀水生生物，应主动避让，并设定安全距离为警告区域。在此警告区域内若发现珍稀水生生物等，应暂停施工，采用无害声驱的方法将其驱逐出作业海域，再进行施工作业。一旦发生误伤保护动物，尽快通知保护区和渔政管理部门

实施救护。

(9) 由于施工悬浮泥沙对鱼类等幼苗的影响较大鱼的影响会大大增加，因此，项目取土等悬浮泥沙产生源强较大的施工作业，应避免附近养殖场的下苗期，以将项目可能对附近养殖场的渔业资源影响降至最低。

(10) 如施工不能完全避开 3-5 月，应采取如下措施：

①减少施工时间或降低施工强度，尽量选择退潮期施工；

②开工前施工工程区半径 1.7km 范围内的海洋哺乳动物尽可能地驱赶，并设置观察员在施工期间观察是否有白海豚等哺乳类动物靠近。若发现有白海豚，应暂停施工，采用无害声驱的方法将其驱逐出作业海域，再进行施工作业；

③加强环境管理和环境监理工作，做好环境跟踪监测工作，减轻项目建设对海洋环境的影响；

④选择适合本海域生长的鱼类进行放流，增加渔资源量。

因此，在采取本项目提出的各类生态保护对策后，可以减少项目施工期对周边环境造成的不良影响。

8.3.2 敏感目标保护对策措施

本项目评价范围内环境敏感区主要为通明海海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区、南海北部幼鱼繁育场所保护区、黄花鱼幼鱼保护区、通明海海洋保护区限制类红线区（41）、广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区（42）、广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区（43）、南渡河重要河口生态系统限制类红线区（40）、金牛岛大陆自然保有岸线、东海岛自然保有岸线、养殖区、白海豚等。

由于红树林一般生长于平均海平面以上的潮间带。因此，本项目红树林营造需要改造滩涂高程，可直接进行造林，属于困难立地造林，需要通过工程措施提高滩涂高程，以满足红树林生长的水位条件。项目建设对周边海域水动力环境、地形地貌和冲淤环境、水质环境、沉积物质量的影响主要集中在施工期，而施工期结束后，影响随之消失；本项目属于海洋生态修复项目，营运期对环境基本无不良影响。

本项目不涉及围填海；不涉及违法侵占岸线和采砂。建设单位承诺将根据要

求进行岸线占补。

(1) 针对红树林的保护措施

本项目与广东湛江红树林国家自然保护区、湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区部分重叠，当前威胁红树林的主要因素为海水水质污染、人为的损害、海洋生物的危害滩涂养殖的影响、近岸海域固体废弃物的影响。

①避免海水水质污染措施：施工期生活污水纳入当地生活污水一同处理，不随便排放；船舶含油污水应严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。

②减轻人为损害措施：加强对施工人员的宣传教育，禁止在红树林所在潮间带采挖、抓捕海洋生物，损害红树林；

③减轻海洋生物的危害：藤壶类生物在红树植物表面的附着性与营生性，影响了红树林的正常生产而成为危害红树林面积的污染生物。造林后的幼树茎叶上附着的藤壶一般为数个至数百个不等，当藤壶的吸附数量达到一定程度，就会影响到红树林植物的呼吸作用和光合作用，致使红树植物不易生长或死亡。故项目施工及抚育过程中若发现有藤壶类生物，应定期及时人工去除藤壶类生物；

④减轻滩涂养殖的影响：滩涂养殖会侵占红树林自然延伸的区域，限制红树林的发展。为减轻滩涂养殖对红树林的影响，施工单位及业主单位应向周边村民加强宣传红树林的作用及红树林保护相关要求，并建议在项目红线范围内建立自然保护区；

⑤减轻近海海域固体废弃物的影响：红树林所处的潮间带大都位于近岸海区，随着涨落潮、滩涂红树林区淤积着大量的海漂垃圾所带来的污染，在水流的作用下，造成对苗木严重的机械伤害，或者挂在苗木上，随着潮水的涨退和大浪的冲击，使种植的在滩涂的苗木拔起或将苗木压倒，影响红树林的自然更新和人工造林的成活率。为避免海漂垃圾对红树林的影响，施工单位应定期清除海漂垃圾。

(2) 针对中华白海豚的保护措施

为避免本工程对中华白海豚造成不良影响，需要做好相应的保护措施。

①本项目应采取控制潮沟取土施工范围，严禁超范围施工，加强施工期间的

跟踪监测。项目应配备海豚观察员，发现中华白海豚出现在工程海域附近时进行驱赶，可降低施工对中华白海豚的影响。

②建议在潮沟取土开始施工前，应密切注意观察施工船舶周围白海豚的活动，并设定至少 2 km 的安全距离为警告区域，若发现有白海豚，应暂停施工，采用无害声驱的方法将其驱逐出作业海域，再进行施工作业。船舶施工噪声对白海豚影响不大，在做好上述防护措施的前提下，施工期对中华白海豚的影响在可控的范围之内。

(3) 针对鸟类的保护措施

为避免本工程对区域鸟类的生长繁殖造成不良影响，需要做好相应的保护措施。

①合理安排施工期，减少在区域鸟类繁殖、迁徙时期的作业内容，施工要尽量避免候鸟栖息越冬和鸟类迁徙时间，减缓对鸟类的影响。

②繁殖季是鸟类最敏感的时期，如果有人为的强烈噪音，它们可能会马上弃巢，故尽量避免繁殖期进行施工。若需在繁殖季进行施工，则尽量将高噪声设备远离鸟类营巢区，并通过选用低噪声设备、做好减震降噪、采用隔声屏障等措施，有效降低施工噪声对鸟类的影响。

③不论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感，故需要合理安排施工时序，尽量避免夜间施工。

④湿地鸟类以水生生物为食，主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蜈蚣等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫，以及其他小型无脊椎动物或小蛇、蜥蜴等为食。项目施工时，也需要对水生生物做好相应保护措施，尽量避免恶劣天气施工，减少泥沙扰动，对施工机械设备定期检查滴油漏油情况，及时整改，避免由于施工造成水生生物大量死亡，对鸟类食物数量造成较大影响。

⑤做好施工人员教育，禁止毁坏鸟巢，禁止捕鸟、杀鸟。

(4) 针对黄花鱼幼鱼保护区的措施

黄花鱼幼鱼保护区保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，“由于春夏季是鱼、虾类产卵、仔幼鱼索饵季节，建议施工尽量避免这一季节。”，无法完全避开时，应采取如下减缓措施：

①减少施工时间或降低施工强度（在保证施工进度的前提下减少水陆挖掘机

作业数量），尽量选择退潮期施工减小溢流源强；

②加强环境管理和环境监理工作，做好环境跟踪监测工作，减轻项目建设对海洋环境的影响；

因此，在采取本项目提出的各类敏感目标保护对策措施的情况下，可以减少本项目施工期对周边各类敏感目标的不良影响。

8.3.3 海洋生态修复与补偿措施

8.3.3.1 海岛岸线修复与补偿措施

项目施工建设在科学组织、合理施工、尽量减小环境影响的基础上进行，项目红树林种植占用部分海岛岸线。项目建设内容包括潮沟取土、滩涂垫高造林、退塘还林，施工时会对岸线造成一定的破坏，但是本项目为生态修复项目，红树林种植将会形成新的生物岸线。

本项目施工期将对占用的岸线造成一定的不利影响，但项目施工完成后将形成更多的生态岸线，项目实施有利于岸线保护与修复。因此本项目不需要实行岸线占补。

8.3.3.2 生态补偿措施

《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：（1）经济补偿；（2）资源补偿：对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；（3）生境补偿：对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建。

（1）生态环境补偿方案

根据国务院《关于印发中国水生生态资源养护保护行动纲要的通知》精神，建设单位应当按照有关法律规定，制定项目对生态资源损失的生态补偿方案，采取增殖放流等修复措施，改善水域生态环境，实现渔业资源可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。本项目按照“损失多少，补偿多少”

的生态补偿原则，对工程造成的生态资源损失予以补偿。

(2) 生态资源等量补偿

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿。根据分析计算，本项目生态补偿总费用约为 338.97 万元，用于本项目生态补偿措施。

8.4 环境保护设施和对策措施

8.4.1 施工期污染防治措施

通过工程分析，本项目施工期环境污染主要有水污染、大气污染、噪声污染及固体废弃物污染。施工期污染防治对策措施见表 8.4.1-1。

表 8.4.1-1 施工期主要环境保护设施和对策措施一览表

| 污染环节 | 污染源 | 环境保护对策措施 | 预期治理效果 |
|---------|--------|---|-----------------------|
| 水环境污染 | 悬浮泥沙 | 合理安排施工顺序和进度；缩短施工时间；采用先进的施工工艺和设备；应做好恶劣天气条件下的防护准备；严格控制整地高程，防止泥沙由整地区的上方向外扩散等。 | 控制悬浮泥沙的扩散范围 |
| | 生活污水 | 生活污水经临时环保型移动厕所进行收集预处理后由槽罐车拉运至民安街道污水处理厂进行处理。船舶生活污水收集后定期上岸由槽罐车运输至民安街道污水处理厂处理。 | 确保生活污水得到有效处理，不直接向海域排放 |
| | 船舶含油污水 | 收集上岸交由有能力处理的单位处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告 | 收集上岸委托处理，不直接向海域排放 |
| | 汽车清洗废水 | 沉淀后用于场地洒扫、洒水抑尘 | 确保清洗废水得到有效处理，不直接向海域排放 |
| 固体废弃物污染 | 生活垃圾 | 集中定点分类收集，后交环卫部门统一处理 | 确保固体废物得到有一处理 |

| | | | |
|------|---------------|---|----------------|
| | 船舶生活垃圾 | 收集定期上岸交由环卫部门清运。 | 效处理处置，不向海域排放 |
| | 滩涂杂物 | 滩涂杂物清理收集后分拣，可回收部分回收，不可回收部分交由环卫部门清运。 | |
| | 施工机械 船舶的残油、废油 | 按照水运污染危害性货物实施管理，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。 | |
| 大气污染 | 扬尘 | 进出工地的垃圾运输车辆应采用密闭车斗，并保证物料不遗洒外漏 | 确保施工期废气无组织排放达标 |
| | 施工机械废气 | 使用合格的燃料油，选用高效低耗的优质燃料；施工区域洒水抑尘；对入场施工机械进行管理，检查合格的机器才可进场作业等 | |
| 噪声污染 | 噪声 | 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机械和车辆，尽量采用低噪声的施工机械和工艺；合理安排施工计划以及施工时间，对噪声较大的施工机械应合理安排施工时间；加强对运输车辆的管理，运输路线尽量绕开周围的村庄、学校、医院等 | 确保施工期噪声排放达标 |

8.4.3 运营期污染防治措施

通过工程分析，本项目运营期环境污染主要为海漂垃圾等。运营期污染防治对策措施见表 8.4.2-1。

表 8.4.4- 运营期主要环境保护设施和对策措施一览表

| 污染环节 | | 污染源 | 环境保护对策措施 | 预期治理效果 |
|------|---------|------|----------------------|-------------------|
| 固废 | 固体废弃物污染 | 海漂垃圾 | 通过租赁方式配备清洁船，用于收集漂浮垃圾 | 避免垃圾直接进入项目所在地附近海域 |

8.4.4 生态保护对策措施

通过工程分析,本项目施工期对海洋生态造成的影响主要体现在滩涂高程改造施工(取土施工、滩面平整施工)、红树林种植(挖穴、种植工程)和抚育(固定、扶正作业)等施工过程,悬浮物排放造成的渔业资源生存空间质量下降及渔业资源损失,对项目所在的海域海洋生态环境造成事实上的负面影响,生态保护对策措施见表 8.4.3-1。

表 8.4.3-1 海洋生态保护对策措施一览表

| 生态影响因子 | 环境保护对策措施 | 责任单位 |
|-------------|---|------|
| 底栖生境及底栖生物 | 对整个施工进行合理规划,尽量缩短工期;避开工程水域底栖生物快速生长期;施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度,落实岗位责任制 | 施工单位 |
| 渔业资源及渔业生存空间 | 施工应尽可能选择在海流平静的潮期,尽量避开工程水域鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节进行水下施工等作业;施工作业前,应密切注意观察施工船舶周围水生生物的活动,一旦发现珍稀水生生物,应主动避让,并设定安全距离为警告区域;施工过程中产生的悬浮泥沙、生活污水及生活垃圾等严格按照环境保护措施提出的具体要求加以实施、认真落实、严格管理;施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度,落实岗位责任制 | 施工单位 |
| 其他 | 施工期间和工程建成后,应对项目附近的生态环境进行跟踪监测,掌握生态环境的发展变化趋势,以便及时采取调控措施 | 施工单位 |

8.5 生态用海方案的环境可行性

随着人类开发利用活动的深度和广度不断拓展,发展与保护的矛盾日益突出,必须用“人海和谐发展”的理念和方法协调、缓解经济发展与生态环境间的矛盾,把建设生态文明与加快转变经济发展方式结合起来,促进经济社会的健康可持续发展。生态用海是开发利用海域资源过程中贯彻落实生态文明建设要求的基本理念,旨在通过系统性和综合性的措施要求,实现海域空间资源利用效率最大化,对生态环境影响最小化,形成人海和谐发展的现代化建设新格局。

2015年6月19日,国家海洋局发布了《国家海洋局海洋生态文明建设实

施 方案（2015-2020 年）》（国海发[2015]8 号），方案指出：坚持海陆统筹、区域联动，以海洋环境保护和资源节约利用为主线，以海洋生态文明制度体系和能力建设为重点，以重大项目和工程为抓手，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，实行基于生态系统的海洋综合管理，推动海洋生态环境质量逐步改善、海洋资源高效利用、开发保护空间合理布局、开发方式切实转变，为建设海洋强国、打造美丽海洋，全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴做出积极贡献。

8.5.1 生态用海方案

本工程生态建设内容包括滩涂高程改造、红树林种植、海域生态补偿、跟踪监测等内容。

（1）滩涂高程改造、红树林种植

本项目为生态整治修复项目，通过红树林种植方式进行生态修复，积极推进红树林湿地系统、滨海生态景观的建设及清淤整治等工作，项目实施后将使周边海域水质得到改善，同时营造并扩大候鸟觅食栖息，生产繁殖的场所，明显增加红树林区鸟类数量和品种，营造一个鸟类天堂，实现集海水、滩涂、红树林、候鸟、生态休闲旅游于一体的旅游景观。

滩涂高程改造拟采取环保防范措施：施工过程中，挖掘机应精确定位后再开始取土，选用 GPS 全球定位系统，精确确定需取土位置、路线及范围，结合施工需求进而合理取土，避免超量取土，从根本上减少对环境影响的悬浮物产生量、扩散范围。取土时选择中、小潮、海况好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围。经上述环保措施处理后，滩涂高程改造对海洋环境影响较小。

（2）生态补偿

本项目为生态整治修复项目，通过红树林种植等方式进行生态修复，积极推进红树林湿地系统、滨海生态景观的建设等工作，项目实施后将使周边海域水质得到改善，为水生生态系统的恢复创造了较为良好条件。

但项目建设过程滩面高程改造的施工将造成的生态资源损失主要包括底栖生物和渔业资源的损失，造成的生态损失总赔偿额约为 338.97 万元。由于项目本身属于海洋生态修复项目，建设内容为红树林种植，本项目建成后，可对本项目施工过程中产生的生态环境影响进行补偿，逐渐提高所在海域的海洋生态环境。

(4) 跟踪监测

本项目环评报告书制定了施工期和工程后环境跟踪监测方案（见报告 12.2 章节），建设单位应按照监测方案要求，与有资质有技术能力的监测单位签订委托监测合同。

8.5.2 生态用海方案环境可行性分析

(1) 施工方案环境可行性分析

滩面高程改造等施工时将一定量的入海悬沙对水质、生态环境造成影响，但这种影响时间是短暂的，一旦施工完毕，水质环境随着施工期结束而逐渐恢复原状。施工期间，施工船舶含油污水应严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理；施工生活污水一并经槽车运输民安街道污水处理厂处理；生活垃圾经收集后交由环卫部门清运处理。工程实施后，可改善水动力、冲淤、地形地貌及海洋生态环境，改观岸线景观，对岸线具有保护性意义。因此，从环境保护角度来看，施工方案可行。

(2) 生态修复与补偿可行性分析

项目实施将对海域水质、沉积物、海洋生物等产生一定的客观影响，其影响范围是局部的，深度是有限的，完全可以通过落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度，在项目的设计阶段、施工阶段、工程后阶段采取针对性环保措施后，在落实本报告提出的环保工程措施的前提下，得到有效地预防、缓解和消除，使项目建设对环境的影响降低至最低程度，项目建设所产生的负面影响可以得到有效控制和解决，并能为环境所接受。建议施工阶段采取如下生态保护措施进行防治：

1) 根据海洋生物生长繁殖特点，施工单位应制定科学合理施工计划，滩涂开挖尽量避开生物量的高峰期，以减轻工程施工对工程附近海域海洋生物的影响。

2) 工程开工建设前，建议业主组织施工单位与渔业行政主管部门充分沟通，合理规划安排施工工期，尽量缩短作业时间，最大程度降低施工对渔业资源的负面影响，确保保护措施落实到位。

3) 施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习有关法律法规，增强施工人员对海洋动植物保护的意识；建议施工单位

制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。

4) 施工期间应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

(3) 跟踪监测及监测能力建设可行性分析

本项目在施工期和工程后都要进行相应的跟踪监测计划，定期委托有监测资质的单位对工程所在海域的水质、沉积物、海洋生物生态进行监测，本报告 12.2 章节对项目用海环境监督进行了详细的分析，制定了详细的监督计划，建议建设单位在项目施工期和工程结束后按照监测计划实施。监测过程中，若发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施进行处理。环境监测需委托有资质的监测单位具体执行，并由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送环境保护行政主管部门。

9 环境事故风险分析与评价

9.1 环境风险评价原则与工作程序

9.1.1 评价工作原则

环境风险评价应以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

9.1.2 评价工作程序

评价工作程序见下图。

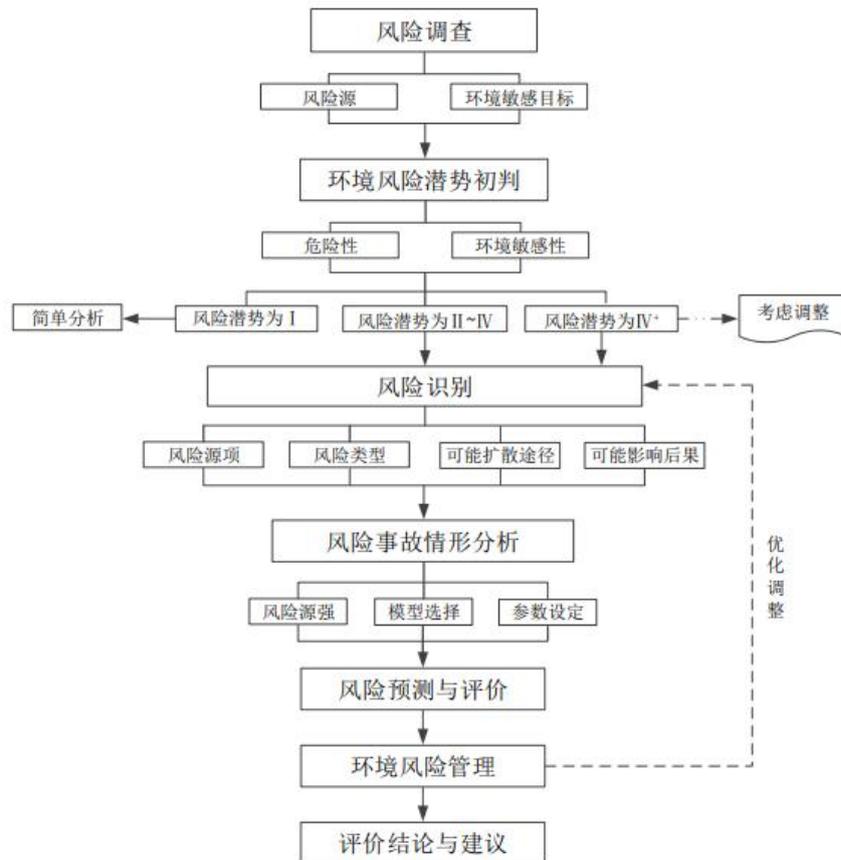


图 9.1.2-1 环境风险评价工作程序图

9.1.3 评价工作等级

9.1.3.1 风险潜势初判

计算项目区危险物质在最大存量与对应临界量的比值 Q ：

(1)单元内存在的危险物质为单一品种，计算该物质的总量与临界量比值，即为 Q ；

(2)单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算物质的总量与临界量比值 (Q)。

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： $q_1, q_2 \dots q_n$ ——每种危险物质实际存在量， t ；

$Q_1, Q_2 \dots Q_n$ ——与各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量， t 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，柴油临界量为 2500t。

本项目为红树林生态修复项目，不涉及危险化学品的储运，项目主要环境风险为船舶漏油、溢油对水体的影响。本项目有 2 艘运输货船，2 艘绞吸式挖泥船，单艘货船总吨位为 30t，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）中的规定，非油轮船燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的 8%~12%。根据施工单位介绍最大施工船只仅为 30t 货船，最大携带量取船舶总吨的 10%，则最大燃油携带量为 3t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中 381 油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量为 2500t，则 $Q=3/2500=0.0012 < 1$ ，该项目环境风险潜势为 I。该项目环境风险潜势为 I。

9.1.3.2 风险评价等级判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中“评价工作等级划分”表确定评价工作等级，项目环境风险潜势为 I，环境风险评级工作等级为简单分析。

表 9.1.3-1 评价工作等级划分

| | | | | |
|--|--------|-----|----|-------|
| 环境风险潜势 | IV、IV+ | III | II | I |
| 评价工作等级 | 一 | 二 | 三 | 简单分析* |
| 备注：*是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。 | | | | |

9.2 环境风险识别与事故概率分析

9.2.1 环境风险识别

本项目为海洋生态修复工程，属于非污染性项目，运营期项目自身不产生污染，本项目环境风险主要集中在施工期，本项目风险事故种类主要来自以下两个方面：

1、突发性自然灾害导致项目用海风险事故

此类风险突发性强，人为可控性相对较差，只有提前防范，才能做到风险事故发生时尽量减小事故带来的损失。譬如：台风、风暴潮、热带气旋等，这些灾害发生在施工期间，可能导致堤坝被冲毁，出现大规模悬浮物扩散污染，或者施工设备遭到破坏，造成燃料油泄漏。项目实施后的生态海堤可视为具备减灾能力的自然海岸，但如若突发自然灾害超过设计海堤防灾能力时，仍可能发生溃坝垮塌事故，引发此生环境污染事故。

2、船舶溢油风险事故

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞搁浅、触礁、起火、船体破损、断裂等突发性事故造成的污染；操作性污染是指码头装卸作业，以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油、垃圾等造成的污染。就本项目而言，存在的可能是发生事故性污染事故。

由于客观原因加上人为因素，都有可能造成溢油事故的发生，因而必须加强防范措施，重视对船员的管理和培训，尤其是提高船员安全生产的高度责任感和责任心，增强对潜在事故风险的认识，提高实际操作应变能力，避免人为因素以减少风险事故的发生与危害。

9.2.2 事故发生概率

9.2.2.1 突发自然灾害概率

影响本海域的热带气旋有两类，一类是来自西太平洋的热带气旋，另一类是在南海生成的热带气旋（又称南海台风）。以硃洲海洋站风力达 6 级，热带气旋中心位置进入距 108.0~113.0°E、18.5~22.5°N 区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949~2015 年期间，登陆或严重影响本海域的热带气旋共有 304 个（见表 9.2.2-1），年平均 4.5 个。热带气旋 8~9 月出现最多，占 24%，其次是 7 月占 19%，1~3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年~2015 年期间，热带气旋登陆或严重影响时达到超强台风的有 21 个，强台风 31 个，台风 56 个，强热带风暴 59 个，热带风暴 75 个。

9.2.2.2 船舶碰撞事故概率

（1）区域事故概率分析

据统计，2018-2021 年广东海事局辖区累计发生列入统计的一般等级以上水上交通事故 136 宗，见表 9.2.2-1。

2018 年共发生 38 起一般及以上等级事故，其中，碰撞 11 起，其他 16 起，自沉 5 起，触碰 2 起，风灾 0 起，触礁 2 起，火灾/爆炸 1 起。碰撞、其他、自沉等事故占事故总数的 84.2%，其中，碰撞事故就占了 28.9%。

2019 年共发生 37 起一般及以上等级事故，其中，碰撞 6 起，其他 23 起，自沉 4 起，触碰 3 起，风灾 0 起，触礁 3 起，火灾/爆炸 0 起。碰撞、其他、自沉等事故占事故总数的 89.2%，其中，碰撞事故占 16.2%。

2020 年共发生 40 起一般及以上等级事故，其中碰撞 18 起，其他 9 起，自沉 8 起，触碰 2 起，风灾 1 起，触礁 1 起，火灾/爆炸 1 起。碰撞、其他、自沉等事故占事故总数的 87.5%，其中，碰撞事故就占了 45.0%。

2021 年第 3 季度共发生 21 起一般及以上等级事故，其中碰撞事故 11 起，其他事故 6 起，自沉事故 2 起，触碰事故 2 起。

可见，船舶碰撞事故仍是水上交通安全事故中相对频发的事故类型。

表 9.2.2-1 2018 年 1 月-2020 年 9 月广东海事辖区事故类型统计

| 年度 | 事故总数 | 碰撞 | 风灾 | 自沉 | 触碰 | 火灾/爆炸 | 触礁 | 搁浅 | 其他 |
|------|------|----|----|----|----|-------|----|----|----|
| 2018 | 38 | 11 | 0 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 16 |
| 2019 | 37 | 6 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 1 | 23 |
| 2020 | 40 | 18 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| 2021 | 21 | 11 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |

注：2021 年仅统计前三个季度数据。

从历年水上交通安全事故发生地点来看，事故发生主要集中在珠江口、粤东和粤西海域，占了事故总数绝大部分，其中又以珠江口水域居多，主要是该水域通航船舶相对多，个别月份海况条件差，且航道交错情况相对复杂所致。

(2) 项目海域事故概率

根据湛江海事局对湛江港区水域船舶交通事故的统计分析，随着海事部门不断加大水上交通管理力度，管理手段、方法不断优化，近年来，湛江港区水上交通安全形势持续稳定，2015~2017 年来列入统计的水上交通事故共 49 起，见下表 9.2.2-2。

表 9.2.2-2 湛江辖区 2015~2017 年船舶安全事故统计表

| 年份 | 事故类型及数量 | | | | | | | | | |
|------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 碰撞 | 搁浅 | 触礁 | 触损 | 浪损 | 火灾 | 风灾 | 机损 | 自沉 | 合计 |
| 2015 | 3 | 1 | 1 | | | | 9 | 1 | 2 | 17 |
| 2016 | 5 | 4 | 1 | | | | | 1 | 2 | 13 |
| 2017 | 4 | 6 | | 4 | | 1 | 1 | | 3 | 19 |
| 合计 | 12 | 11 | 2 | 4 | | 1 | 10 | 2 | 7 | 49 |

从事故种类来看，碰撞以及搁浅事故居于首位，分别占总事故数量的 24.48%、22.45%，其次是风灾和自沉分别占 20.41%、14.29%。

表 9.2.2-3 湛江辖区 2015~2017 事故发生水域分布统计表

| 事故水域 | 外罗水道 | 徐闻黑土角对开水域 | 龙腾航道 | 湛江港航道 | 锚地 | 港池 | 吴川王村港 | 碓洲岛附近 | 雷州乌石港 1 号灯浮 | 灯楼角附近水域 | 北水道 1 号灯浮 |
|------|------|-----------|------|-------|----|----|-------|-------|-------------|---------|-----------|
| | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2015 | 3 | | 1 | 1 | 5 | 4 | | | 1 | | |
| 2016 | 3 | | 1 | 3 | | | | 1 | | 1 | 2 |
| 2017 | 3 | | 1 | 5 | 1 | 5 | | 1 | 2 | | 1 |
| 合计 | 9 | 1 | 3 | 9 | 6 | 9 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |

9.2.2.3 本工程溢油事故发生概率

根据《海域船舶溢油风险评估及应急管理体系的研究》（熊善高，南开大学研究生院，2014年5月）中，作者对2000~2010全球船舶碰撞事故、油轮碰撞事故下溢油次数进行统计分析，得出七种船舶类型（油轮、化学品运输船、散货船、杂货船、集装箱船、渔船和其他船舶）碰撞事故溢油频率见下表9.2.2-4。

表 9.2.2-4 船舶碰撞事故溢油频率（次/船·年）

| 船舶类型 | 油轮 | 化学品运输船 | 散货船 | 杂货船 | 集装箱船 | 渔船 | 其他类型船舶 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 碰撞事故下溢油频率 | 2.6E-04 | 3.0E-04 | 3.7E-04 | 4.8E-04 | 5.5E-04 | 4.9E-05 | 1.2E-04 |

本项目使用船舶运送苗木，采用绞吸式挖泥船进行施工，虽然船舶行驶速度慢，机械设备数量不大，但仍存在发生船舶碰撞溢油的风险。

（1）风对船舶通航安全的影响

项目所在海区台风数量较多，且风力较强，台风期较长，台风可能对船只造成危害。

（2）流对船舶通航安全的影响

深水区涨落潮的流速较大，船舶在航行中受横流影响将发生船舶偏移，使船舶偏离航道中心线，从而产生风险因素。

（2）波浪对船舶通航安全的影响

该海域波浪较大，波浪较大使船舶航行和作业难度增加，危及船舶通航安全。

综上，本项目所在海区海况较复杂，航线较多且繁忙，附近海区存在船舶搁浅、碰撞和沉没的可能性；就船舶进出港而言，主要存在船舶碰撞的可能性。

9.2.3 最大可信事故分析

最大可信事故指在所有预测的概率不为0的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故。根据本工程所处的环境特点及周边敏感目标分析可知，考

虑施工船舶与周围船舶碰撞引起溢油污染事故为最大可信事故。

9.3 船舶事故溢油风险影响预测与评价

9.3.1 溢油泄漏漂移、扩散模式

事故风险的影响主要是泄漏的燃料油在水面形成油膜，并随风和水流向下游漂移。溢油扩散采用二维垂向平均溢油模型，其基于“油粒子”模型模拟溢油在水体中的扩展、漂移和风化过程，“油粒子”模型就是把溢油离散为大量粒子，油膜就是由这些大量粒子组成的“云团”，最后根据油膜的变化计算出溢油过程中其物理化学性质的变化。

本次计算是在水动力的基础上，基于欧拉-拉格朗日理论对各个时刻的油粒子属性的变化进行计算，在计算过程中可以考虑输移过程和风化过程。

(1) 输移过程

油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程，这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

1) 扩展运动

采用修正的 Fay 重力-粘力公式计算油膜扩展过程：

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt}\right) = K_* A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right)^{4/3}$$

式中， A_{oil} 为油膜面积， $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ ， R_{oil} 为油膜直径； K_* 为系数； t 为时间；油膜体积为 $V_{oil} = \pi \cdot R_{oil}^2 \cdot h_0$ ； h_0 为初始油膜厚度，取 10cm。

2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力主要为水流和风力，油粒子总漂移速度计算公式如下：

$$U_{oil} = c_w \cdot U_w + U_s$$

式中， U_{oil} 为油粒子总漂移速度； c_w 为风漂移系数，取值一般为 0.03~0.04 之间； U_w 为水面上 10 米处的风速； U_s 为表面流速。

3) 紊动扩散

假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 α 方向上可能的扩散距离 S_{α}^* 可表

示为:

$$S_{\alpha} = [R]_{-1}^1 \cdot \sqrt{6D_{\alpha} \cdot \Delta t_f}$$

式中, $[R]_{-1}^1$ 为-1 到 1 的随机数, D_{α} 为 α 方向上的扩散系数。

(2) 风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程, 在这些过程中油粒子的组分发生改变, 但油粒子水平位置没有变化。

1) 蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定:

①在油膜内部扩散不受限制(气温高于 0°C 以及油膜厚度低于 5~10cm 时基本如此);

②油膜完全混合;

③油组分在大气中的分压与蒸汽压相比可忽略不计。

蒸发率可由下式表示:

$$N_i^e = k_e \cdot P_i^{SAT} / RT \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \cdot [m^3 / m^2 s]$$

其中 N 为蒸发率; k_e 为物质输移系数; P^{SAT} 为蒸汽压; R 为气体常数; T 为温度; M 为分子量; ρ 为油组分的密度; i 为各种油组分。

2) 乳化

①形成水包油乳化物过程

油向水体中的运动机理包括溶解、扩散、沉淀等。扩散是溢油发生后最初几周内最重要的过程。扩散是一种机械过程, 水流的紊动能将油膜撕裂成油滴, 形成水包油的乳化。这些乳化物可以被表面活性剂稳定, 防止油滴返回到油膜。在恶劣天气状况下最主要的扩散作用力是波浪破碎, 而在平静的天气状况下最主要的扩散作用力是油膜的伸展压缩运动。从油膜扩散到水体中的油分损失量计算公式如下:

$$D = D_a \cdot D_b$$

其中 D_a 是进入到水体的分量; D_b 是进入到水体后没有返回的分量。

油滴返回油膜的速率为

$$\frac{dV_{oi}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

②形成油包水乳化物过程

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$$

R_1 、 R_2 分别为水的吸收速率和释出速率。

③溶解

溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{di}}{dt} = K_{Si} \cdot C_i^{sat} \cdot X_{moil} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil}$$

其中 C_i^{sat} 为组分 i 的溶解度； X_{moil} 为组分 i 的摩尔分数； M_i 为组分 i 的摩尔重量， K_{Si} 为溶解传质系数， $K_S = 2.36 \times 10^{-6} e$ 。

9.3.2 溢油泄漏预测工况组合

（考虑到大潮期间潮流流速较大，油膜在大潮期扩散范围最大，因此在流场验证良好的基础上，选择大潮期的水动力场作为计算流场。发生溢油事故的可能位置选取施工区域与航道交界处，以涨潮、落潮为起始点进行长时间预测（或抵岸为止）。

湛江海洋站地处季风区，累年平均风速 3.7 米/秒，年主导风向为东南东和东向，出现频率为 24% 和 18%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季基本上盛行东向风，春季仍以东南东风居多，夏季盛行偏南季风，偏南风频率较大，达 35%。

项目属于红树林修复工程，红树林既属于本项目的建设内容也属于环境敏感目标，为了考虑在不利风条件的溢油事故对周边环境敏感目标的影响以及在不利风条件下溢油可能对海域的影响，本次预测中根据溢油点选取不利风进行预测，得出在不利风条件下的油膜漂移轨迹和扫海范围。根据项目所处位置，选取不利风向（W）作为本次溢油事故风向，同时考虑考虑不利工况即 6 级大风时发生溢

油事故。

表 9.3.2-1 溢油泄漏扩散预测组合情况

| 工况 | 风速 | 风向 | 溢油时刻 | 溢油点 |
|------|------|--------|------|--------|
| 工况 1 | 3.7 | 夏季 SSE | 涨潮 | 与航道交会处 |
| 工况 2 | 3.7 | 冬季 E | 涨潮 | |
| 工况 3 | 13.8 | 不利风 W | 涨潮 | |
| 工况 4 | 3.7 | 夏季 SSE | 落潮 | |
| 工况 5 | 3.7 | 冬季 E | 落潮 | |
| 工况 6 | 13.8 | 不利风 W | 落潮 | |

9.3.3 溢油泄漏预测结果

根据预测模式计算大潮组合工况下溢油影响范围见表 9.3.3-2~9.3.3-3，其中油膜漂移扩散包络线图见图 9.3.3-1。

从以上预测计算结果可见，在发生以上溢油事故后，对湛江湾周边海域水环境及生态环境产生一定影响，不利的潮型与风况组合下溢油，将对保护区产生影响。由于海上溢油事故对渔业生产影响较大，当溢油发生时海况与此不利海况相近时应及时安排溢油应急处置措施，并通知渔业区内相关养殖单位或项目业主。由于溢油事故发生的概率低，且本项目的施工量低于同区域开展的其他海上项目的施工，区域具备有较完善的应急防范措施，项目的环境风险总体可控。

表 9.3.3-1 油膜到达敏感地区和海岸线的时间统计

| 序号 | 风况 | | 事故发生时刻 | 登岸地点 | 影响敏感点与时间 |
|----|-----|----------|--------|-------|-----------|
| | 风向 | 风速 (m/s) | | | |
| 1 | SSE | 5.3 | 涨潮 | 东海岛西岸 | 红树林, 4.3h |
| 2 | E | 3.1 | | 东海岛西岸 | 红树林, 5.2h |
| 3 | W | 13.8 | | 东海岛西岸 | 红树林, 2h |
| 4 | SSE | 5.3 | 落潮 | 无 | 无 |
| 5 | E | 3.1 | | 无 | 无 |
| 6 | W | 13.8 | | 东海岛东岸 | 无 |

表 9.3.3-3 油膜扫海面积统计

| 序号 | 预测风况 | 事故发生时刻 | 扫海面积 (km ²) |
|----|------|--------|-------------------------|
| | | | |

| | 风向 | 风速(m/s) | | 2h | 6h | 12h | 24h | 72h |
|---|-----|---------|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | SSE | 5.3 | 涨潮 | 0.212 | 1.240 | 1.370 | / | / |
| 2 | E | 3.1 | | 0.176 | 0.835 | 1.197 | / | / |
| 3 | W | 13.8 | | 0.531 | 2.101 | 3.426 | / | / |
| 4 | SSE | 5.3 | 落潮 | 0.194 | 1.575 | 2.057 | 3.419 | 19.640 |
| 5 | E | 3.1 | | 0.113 | 1.307 | 1.451 | 3.813 | 16.266 |
| 6 | W | 13.8 | | 0.986 | 1.937 | 3.144 | 4.048 | 24.533 |

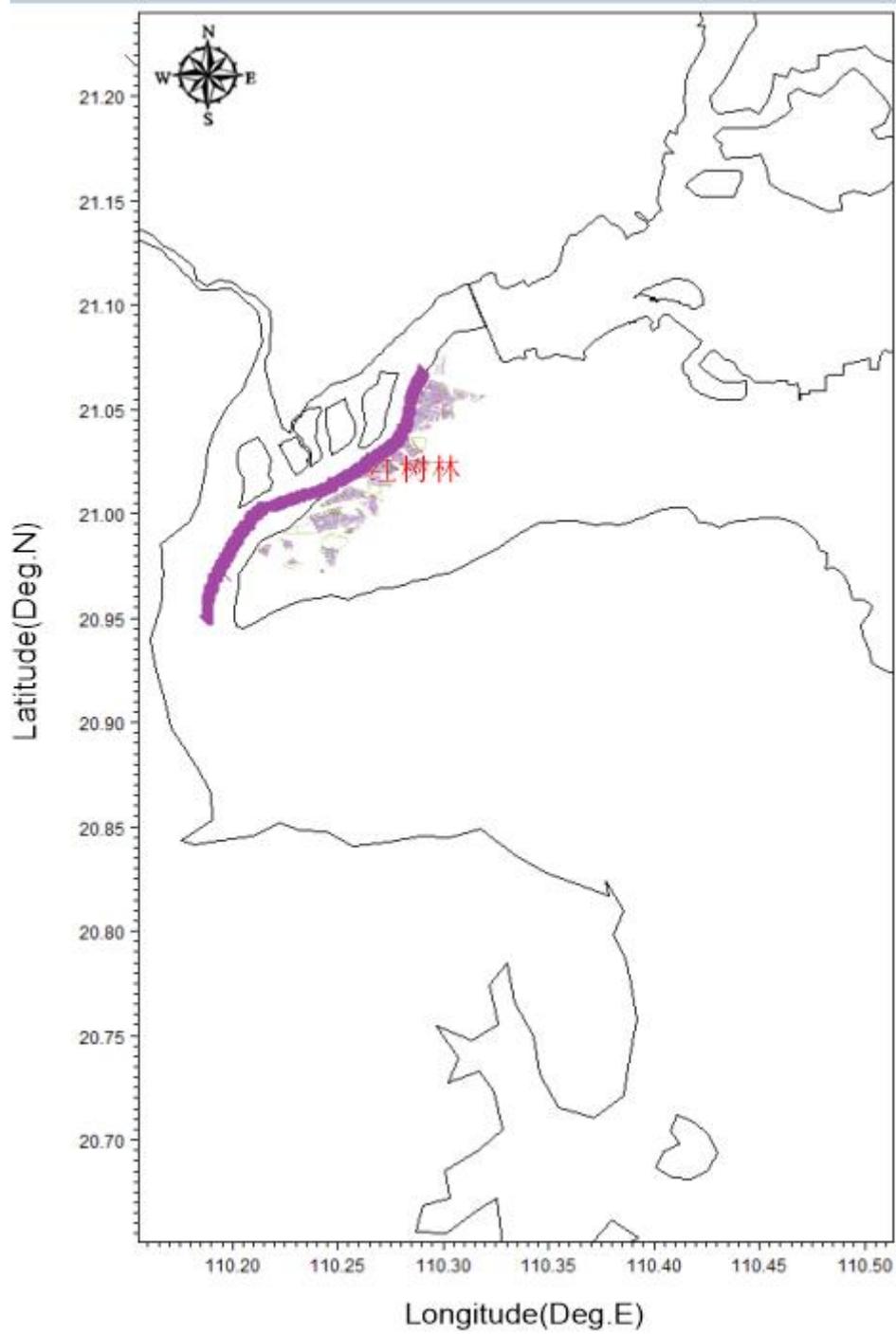


图 9.3.3-1 工况 1 溢油油膜漂移扩散轨迹图

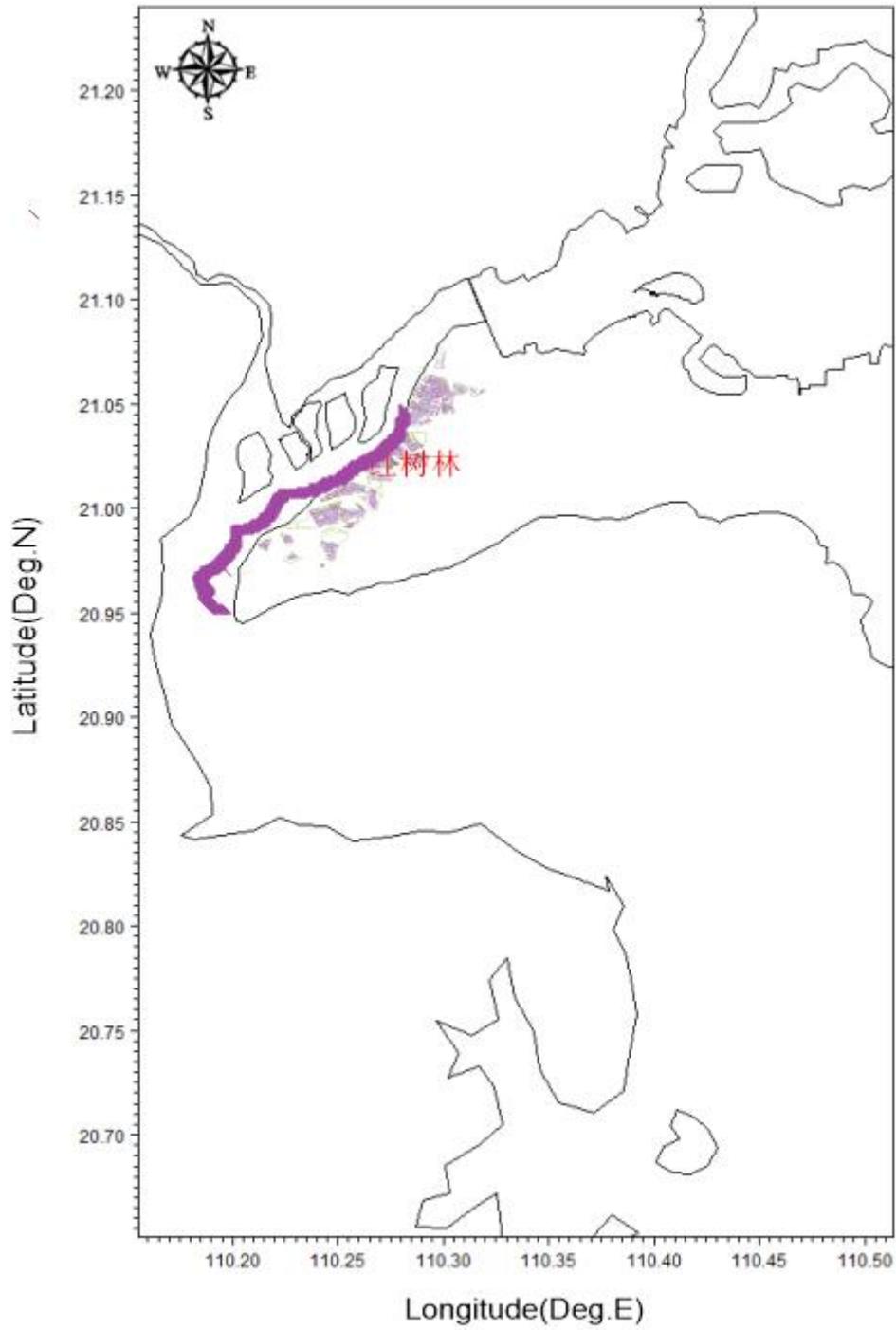


图 9.3.3-2 工况 2 溢油油膜漂移扩散轨迹图

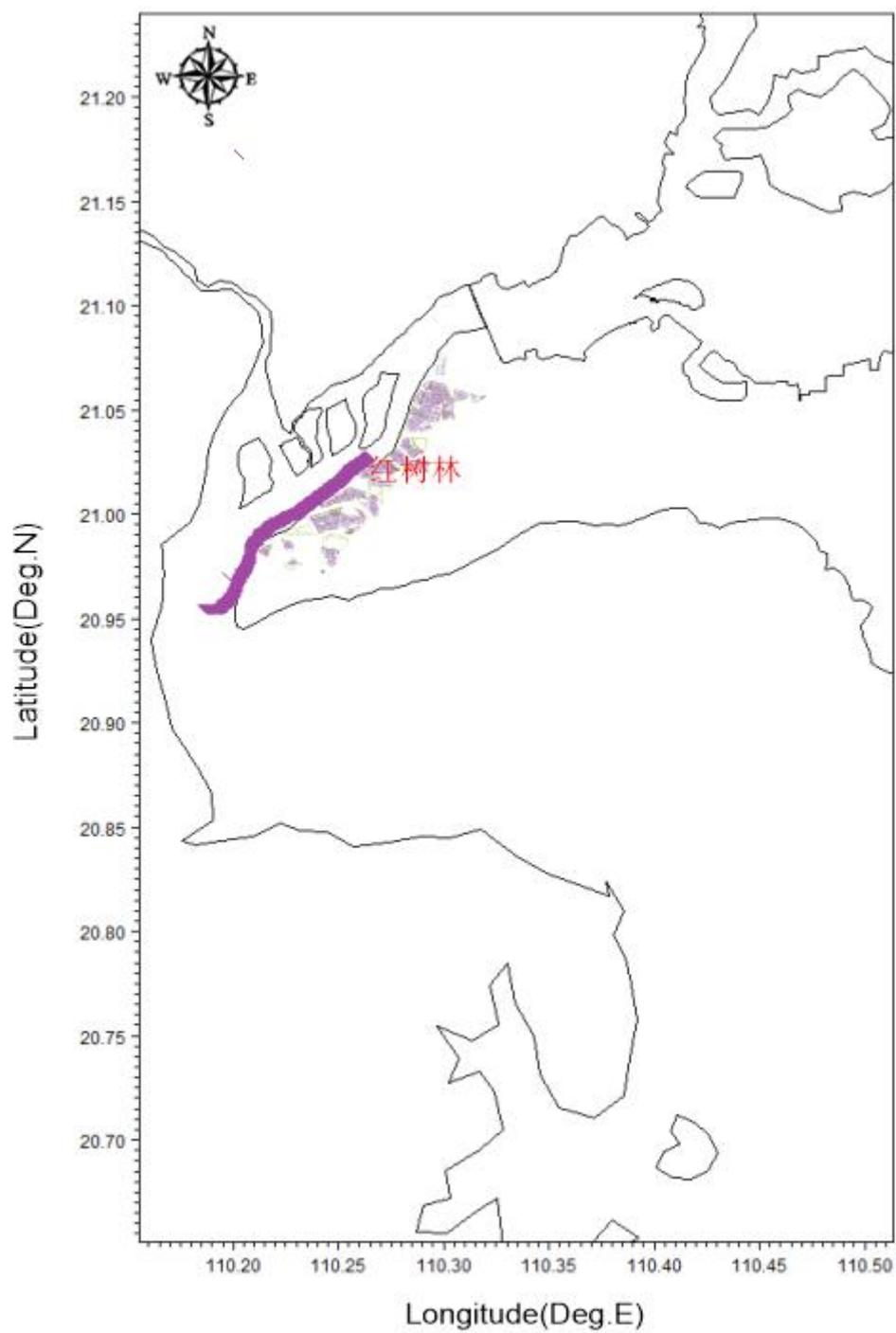


图 9.3.3-3 工况 3 溢油油膜漂移扩散轨迹图

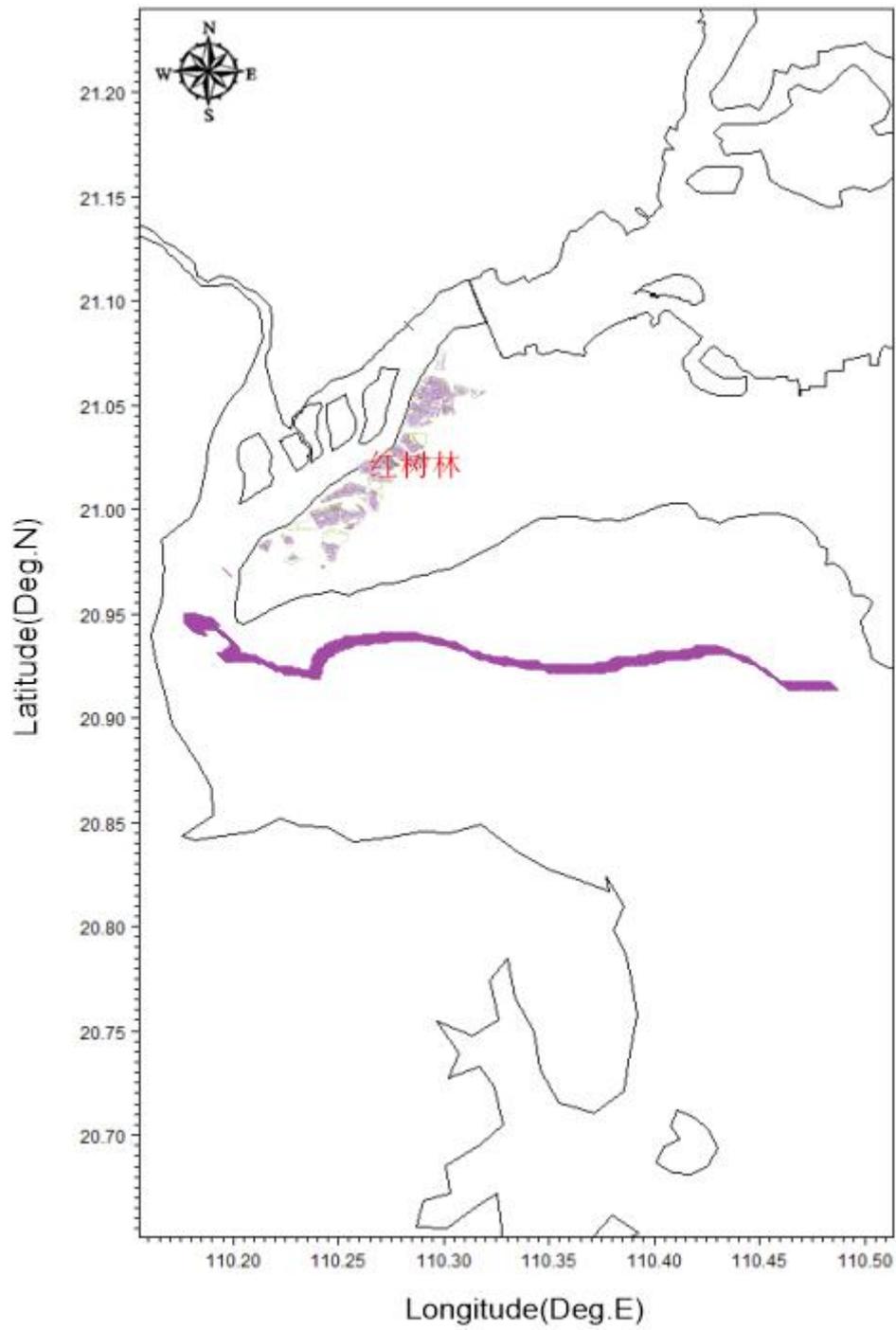


图 9.3.3-4 工况 4 溢油油膜漂移扩散轨迹图

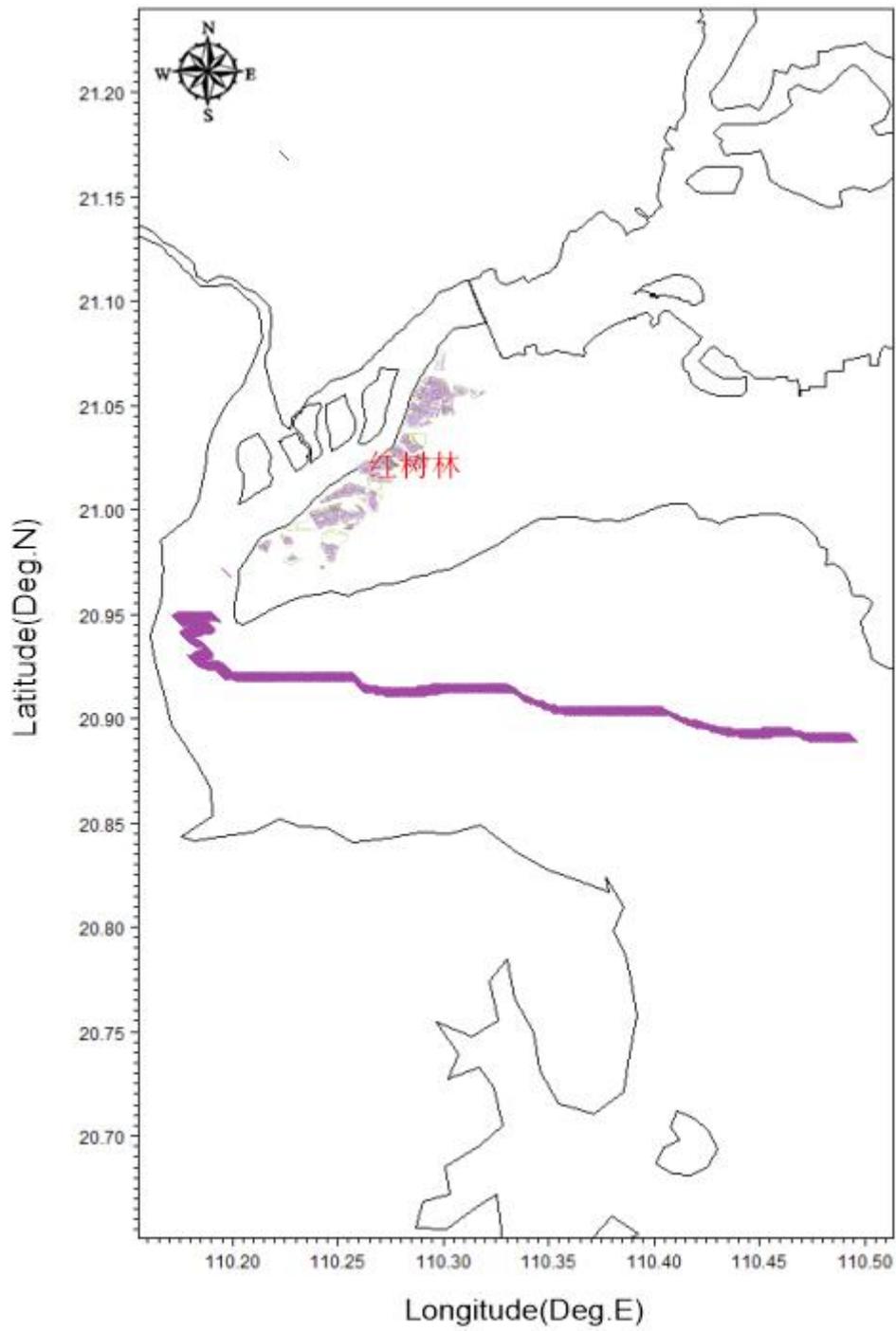


图 9.3.3-5 工况 5 溢油油膜漂移扩散轨迹图

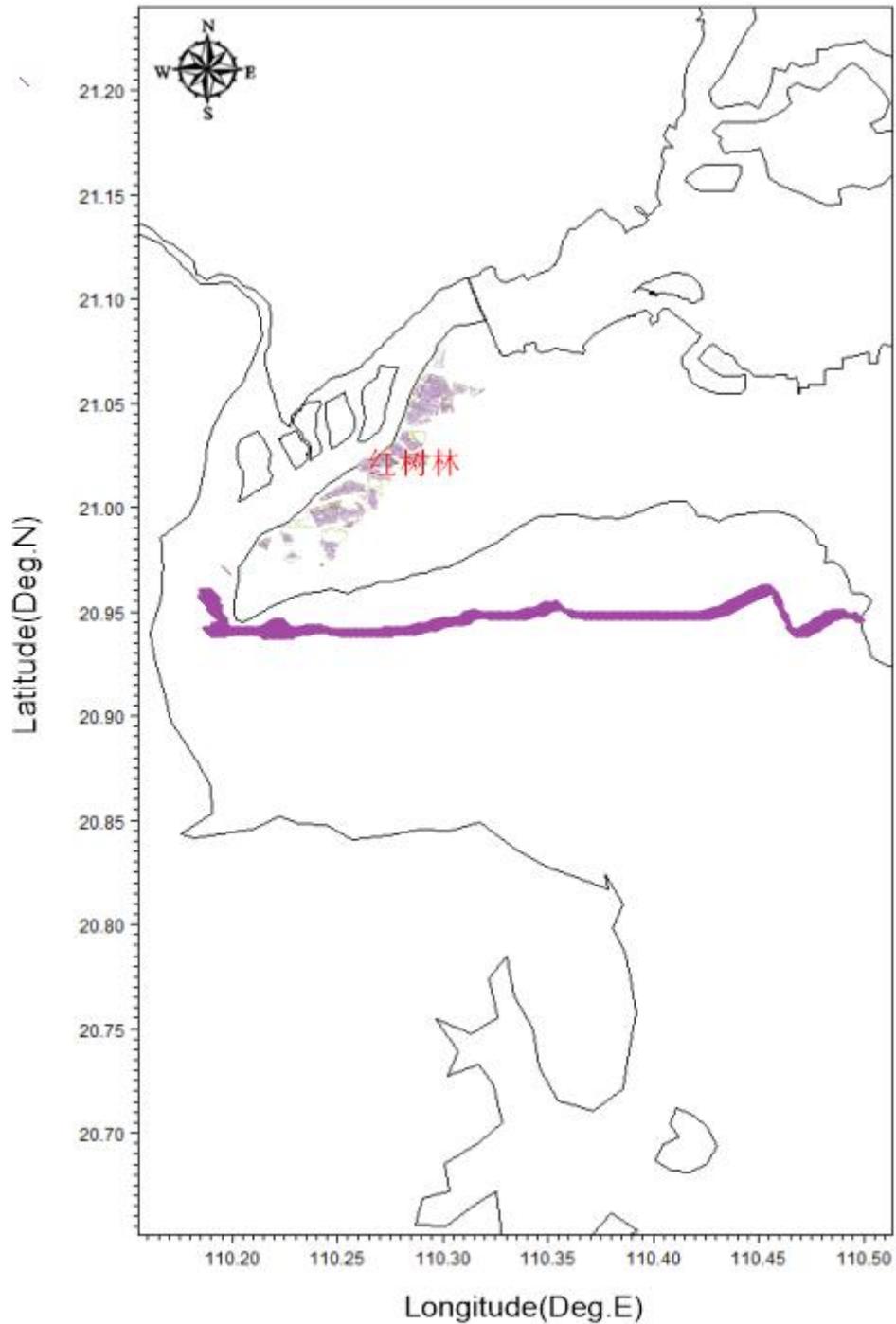


图 9.3.3-6 工况 6 溢油油膜漂移扩散轨迹图

9.3.4 溢油事故影响分析

本项目位于黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区内，一旦发生溢油，将立即影响该海域水质和底质环境，对海域生态资源造成影响。溢油主要影响环境目标为岸线、红树林保护区和红线区及海域生态环境和生物资源。

1、对海洋生态环境的影响

(1) 溢油对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响水-气之间的交换，致使溶解氧减少，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

(2) 溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水-气之间的交换，致使溶解氧减少，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害，沉积到地层的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

2、对海洋生物的影响

发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时，许多海洋生物虽不会立即被伤害，但它们的正常生理功能受到影响，使其捕食能力和生长速度下降，那些对污染抵抗力弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

(1) 对浮游植物的影响

实验证明，石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用的程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。国内外许多毒性实验结果表明，浮游植物作为鱼虾类饵料的基础，其对各类油类的耐受能力均很低，浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L。对于更敏感的生物种类，即使油浓度低于 0.1mg/L 也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

(2) 对底栖生物的影响

不同种类底栖生物对石油浓度的适应性具有差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小。

软体动物双壳类吸收水中含量很低的石油，如：0.01ppm 的石油可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制，进而导致死亡。

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

(3) 对渔业资源的影响

石油溢漏入海后，以油包水或水包油的形式分散在水中，形成乳化油。乳化油颗粒小，可吸附于鱼类的腮上，形成“黑腮”，导致鱼虾呼吸障碍而死亡。

石油类对鱼类的化学毒害方面主要表现在通过鱼鳃呼吸、代谢、体表渗透和生物链传递逐渐富集于生物体内，导致对鱼类的毒性和中毒反应，其症状表现为急性、亚急性和慢性。急性和亚急性中毒是指大剂量、高浓度的中毒反应，其症状证据要表现为致死性、神经性、对造血功能的损伤和酶活性的抑制；慢性中毒的影响，即使在小剂量、低浓度下，仍表现代谢毒性、生活毒性以及致癌、致畸、致突变等毒理效应。同时，发生溢油时，不仅表现在对渔业生物的伤害和发育生长的影响，当海水中石油浓度达到一定含量时，就会使渔业生物致臭，不仅使鱼类失去鲜美的味道，更主要的是石油类富集于鱼体内，通过食物链危害人体健康。

相对于鱼卵和仔稚鱼而言，溢油事故对成体鱼类的影响相对较小，主要是由于大量油在海水表面以漂浮形态存在，而大多数鱼类是在中层和底层水中生活。另外，许多上层和中层鱼能逃避黑色油块，底层鱼凭视觉和嗅觉尽量避开和下沉的油块接触。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类伤害程度轻；若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

突发性溢油对渔业资源带来的损害是多方面的。首先，污染可能引起该海区的鱼虾回避，造成捕捞产量的直接减产；其次表现为由于品质的下降造成产值损失。另外，溢油对于渔业资源的影响程度还受海区的水文、气象以及地理位置的不同而不同，如果事故发生在产卵盛期和污染区正处于产卵场密集区，成鱼可以

回避，但卵子和仔稚鱼难逃死亡的命运。

(4) 对渔业生产的影响

溢油事故对渔业资源的中、长期累积影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、河口或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。根据对法国布列塔尼发生的 AmocoCadiz 溢油影响的研究表明，溢油后 1 年，在 2 个湾里有几种鱼类的幼体完全消失而其成体的生长则显著减少，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间。根据对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗时达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4 年，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7 年后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10 年。根据对加利福尼亚州附近发生的一次溢油观察也表明，大多数生物种群在溢油几年后才得到恢复，但水产资源鲍鱼在 16 年后仍未恢复，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度。Barry 等（1975）曾报道了一次溢油的研究结果，溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6 年后才有明显的恢复。Hiyama（1979）报道了日本 SetoInlandSea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业资源曾受严重损害，但一年后基本恢复正常，其主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。考虑到本项目油品为易挥发油品，一定时间内大部分可以挥发至大气，而且本项目配备了必需的溢油应急设施，出现溢油立即启动应急预案，可有效减轻溢油对水生生态和渔业资源的影响程度。

(5) 对岸线的影响

油膜抵达沙质或岩礁质海岸线时，油膜将较长时间粘附在海岸线上，对其生态系统将造成长期严重破坏，其恢复期可长达几年。

9.4 船舶碰撞风险分析

本项目施工期使用船舶运输施工会导致水域往来船只增加，当人为操作不当或配合不好、机械故障、恶劣天气等情况出现时，容易发生船只互相碰撞或碰撞护岸的事故，如果导致船只出现跑、冒、滴、漏现象便会污染水域环境并且对附近海域的水生生态环境造成一定的影响。

9.5 自然灾害风险分析

台风、大风等引起的风暴潮主要表现为：海水异常升高，漫溢于陆地冲垮建筑物，淹没农田和人畜等。如果风暴潮恰好与影响海区的恰好与影响海区的天文潮的高潮相重叠，就会使水位暴涨，以至海水涌进内陆，造成巨大破坏。

施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，巨浪拍击海岸，对沿海海堤、公路都会造成严重的破坏，可能发生部分岸段受毁，并引起项目区内沙石流失。水位异常升高可能会导致潮水越过堤防涌入后方内陆，给项目陆上施工布置区造成破坏，尤其是当风暴潮与天文大潮叠加，可能会导致施工区域水位异常增高，造成堤坝溃决或者垮塌，给工程施工造成严重破坏。

9.6 赤潮风险分析

赤潮生物是指能够大量繁殖并引发赤潮的生物，包括浮游生物、原生动物和细菌等，其中有毒、有害赤潮生物以甲藻类居多，其次为硅藻、绿色鞭毛藻、定鞭藻和原生动物等。根据 2024 年春季在工程附近海域生态调查结果，浮游植物的优势种类含有假微型海链藻、希罗鞘丝藻等赤潮生物，春季以硅藻门为主，共 46 种，占总种数的 85.19%；蓝藻门有 5 种，占总种数的 9.26%；甲藻门有 2 种，占总种数的 3.70%；绿藻门有 1 种，占总种数的 1.85%。秋季在工程附近海域生态调查结果，浮游植物的优势种类含有链状假鱼腥藻、铜绿席藻 2 种，秋季以硅藻门为主，共 46 种，占总种数的 85.19%，蓝藻门有 5 种，占总种数的 9.26%；甲藻门有 2 种，占总种数的 3.70%；绿藻门有 1 种，占总种数的 1.85%。甲藻多数为赤潮生物。除此之外，春季水质调查结果显示部分站位 pH 值、生化需氧量、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、粪大肠杆菌超标，其中主要超标因子为 PH 值；秋季水质调查结果显示部分站位 PH 值、生化需氧量、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、粪大肠杆菌超标，其中主要超标因子为活性磷酸盐。因此，工程在实施过程中应关注工程附近海域水质环境的变化，并采取相应的防范措施，尽可能地避免赤潮的发生。

9.7 环境风险防范措施

9.7.1 船舶碰撞、溢油风险防范措施

(1) 严控船舶活动海域，设置安全标志

建设单位施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，工程建设应在批准的海域使用范围内进行，工程区域应设置醒目的安全标志。

(2) 重视施工管理，响应天气作业

建设单位应加强对施工单位施工作业和船舶机具的管理和监督，施工船舶施工前要向社会发布航行安全通告，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。施工作业应在适航的天气条件下进行。对于灾害性天气，应及时规避，尽可能避免遭遇和对峙，但应做好应急对抗准备。

(3) 树立安全观念，远离航行危险

船员在航行中要时刻树立安全第一的观念，保留充分的判断时间和行动时间，不占用其它船舶的航行路线，对相遇的船舶采取宽让及早让的积极态度，与他船保持足够距离，必要时减速、停船以争取判断和行动的时间等，即始终有效地控制船舶处于安全的位置。

(4) 提高船员素质，实行值班制度

船员应该具备高超的技术水平、足够的责任心、较强的身心素质，从根本上提升船员的整体素质。定期对船员进行技术培训、对海员进行专业知识、信息能力、法律知识以及管理能力等方面的培训。安排人员在航行过程中进行值班，观察仪器和周围环境，做好时刻应对突发情况的准备，担负起安全航行的职责，同时实行轮班制保障值班人员在值班前有充足的睡眠及休息，让其能保持时刻清醒，需要长时间手操舵时应有两名舵工轮流操舵，同时正规瞭望，对发生的危机做出正确的判断与对策。

(5) 遵守航行规则

航行规则是避免船舶碰撞的“游戏规则”，包括船务公司的航行规则、船员的值班规则、定线制、内河避碰规则、地方航行规则、分道航法等，这些都是避免船舶碰撞的专业技术行为的约定，以建立航行“安全秩序”，必须严格遵守，避免船舶行进冲突造成碰撞。

(6) 正确使用航行仪器

船舶驾驶台有很多精密仪器，有不同的用途来保证航行途中的安全，所以船员必须严格按照规定正确地去使用这些仪器，将它们的功效发挥到极致。驾驶人员务必严格遵守海上避碰规则中有关使用雷达的规定，与来船协调避让行动时，应持谨慎态度，重复通话应清晰，完整，不可单方采取避让行动后要求他船服从本船的指挥。

(7) 配备应急设备

施工船舶上应配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理工作的；配备足够的溢油应急设备等。施工前与第三方溢油应急处置单位签订协议，做好施工时发生溢油事故的应急准备。

(8) 制定应急计划，健全应急演习制度

制定应急反应计划，应急反应计划应明确人员职责和关系，应急响应程序清楚，计划应包含货物移动和船舶横倾、机电失灵、船舶破损和船舶进水、灭火时积水处理、溢油处理等单项。施工前开展事故演练和安全警示技能培训，开展仿真模拟事故现场应急训练，使船员综合运用有关知识和技能，熟悉群体配合。

9.7.2 自然灾害风险防范措施

建设单位/施工方应根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国突发事件应对法》等法律法规和国家海洋局《风暴潮、海浪、海啸和海冰灾害应急预案》、《广东省防汛防旱防风防冻应急预案》提出的应急预案措施等，制定适用于本工程自身的防台风和风暴潮应急预案，并应与上述预案相协调。

业主单位/施工方应建立统一、快速的应急防范机制，认真做好台风前的防风、抗风准备工作，应坚持从难、从严的原则，制定合理、科学、可行的防台措施；及时收集台风及热带风暴等消息，制定好施工船舶、施工机械的避风方案，配合海事机关做好防风管理工作；根据不同风力明确具体措施，实施有效的防灾减灾。

施工期间应尽量选择避开风暴潮季节，做好以下防范措施，以减轻灾害带来的损失：

(1) 合理安排施工时间，避开台风多发期施工，使工程安全度汛。4~11月为热带气旋影响季节，施工期间，对工程各类设施都要做好防台风的安全措施，

切实加强监管。

(2) 建立施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤离。

(3) 强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

(4) 业主单位/施工方积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，对施工船舶、机具进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

9.7.3 赤潮风险防范措施

防治赤潮污染，最根本的是要从减少藻类繁殖所需的营养物质入手，加大对氮、磷污染的防治力度。如最大限度地减少生活污染源含磷污染物的排放，阻断或尽可能避免含磷污染物对近岸海域的污染。本工程生活污水纳当地生活污水一同处理入，不外排入海。施工废水沉淀后用于场地洒扫、洒水抑尘、车辆清洗等，不排入周边海域。

建议当地政府及有关管理部门对周边港区的船主、渔民进行环保意识宣传，禁止乱排乱放行为，有效控制渔船作业排放的各类污染物而导致赤潮生物增殖，减少赤潮发生。

9.8 风险事故应急预案

9.8.1 自然灾害应急措施

(1) 组织机构与职责

建设单位、施工方应设立防台风、防风暴潮指挥中心，负责防台风、防风暴潮的组织领导、监督监察、宣传教育工作，组织日常防台风、防风暴潮预案的制定及演练的组织工作。指挥中心要密切关注台风、风暴潮信息的预报，准确掌握其位置、风速、移动方向以及可能造成的影响，及时上报主管领导。当台风、风暴潮临近并有可能对工程安全生产造成重大灾害时，按有关规定及时召集指挥中

心有关成员就位，同时按照指挥中心的指示做好防台风、防风暴潮和抢险救助的组织协调工作。

(2) 预案启动

当预报台风(热带气旋)、风暴潮等灾害性天气 48 小时内造成全区海上风力 10 级以上时，由防台风、防风暴潮指挥中心总指挥决定启动本预案。

(3) 预案实施

1) 防台风、防风暴潮指挥中心，应根据防台风、防风暴潮预报警报，迅速部署应急防范措施，发布预警信息，并密切关注台风及风暴潮动向，保证通信联络畅通。

2) 防台风、防风暴潮指挥中心办公室应在台风、风暴潮影响前 24 小时由指挥中心落实好抢险救助设施，备足各种防灾抗灾物资，完成应急抢险与施救的准备工作。

3) 所有施工船舶应在台风及风暴潮影响前 24 小时返港或就近择港避风。

4) 所有人员及施工船舶等要在台风、风暴潮影响前 12 小时强制撤离到安全区域。

(4) 监督检查

预案启动后，防台风、防风暴潮指挥中心应迅速组织防台风、防风暴潮督查组，于台风、风暴潮影响前 24 小时，检查防台风、防风暴潮工作，重点督查本预案执行情况、抢险与救助力量到位情况、应急措施落实情况，防风避风和生产人员转移及设施防范工作。对查出的安全隐患，应按照管理职责，责成责任部门立即整改。

(5) 预案中止

台风、风暴潮警报解除后，预案即中止执行。

9.8.2 碰撞应急措施

(1) 尽量减轻碰撞损失

当两船即将发生碰撞时，操纵者必须沉着冷静，适当而果断地下令停船、倒船或抛锚，以尽力减少船舶运动速度，减轻碰撞力，并且妥善用舵，以减小碰撞角度，避免拦腰相撞。如果距离太近已经来不及背向他船转出，并且继续按此方向转动反而有可能加剧碰撞后果时，应该向他船转向，以减轻碰撞力和避免船尾

与它船相撞。

(2) 应立即采取损害管制措施

有关人员检查船体，进行损害管制及抢救伤员和落水人员。若碰撞不严重，应就近选择锚地抛锚，迅速而详细地了解碰撞的全过程，做好善后处理事宜。

(3) 尽力援救受损的他船

如发现他船已遭损坏，应遵守有关规定，停留在附近尽力援救对方。只有确定对方仍可航行后，方可驶离。

(4) 严重相撞情况下的措施

如船首插入他船船体或被它船插入，插入船不宜立即高速退离，否则可能扩大破口，使破损进一步恶化。因此在上述情况下，应在堵漏、加固并确信无危险情况后方可退出。万一损害严重，有沉没可能，如果在近岸地区应设法抢滩搁浅，并做好防沉的工作。

9.8.3 溢油应急预案

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制，制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见下表，供制定预案参考。

表 9.8.3-1 应急预案纲要

| 序号 | 项目 | 内容及要求 |
|----|-----------|---|
| 1 | 总则 | |
| 2 | 应急计划区 | 项目区及周边海域 |
| 3 | 应急组织 | 建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门 |
| 4 | 预案分级响应条件 | 将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故 一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上级预案，接受上级应急反应部门的领导 |
| 5 | 报警、通讯联络方式 | 规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式 |
| 6 | 应急救援保障 | 主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备 |

| 序号 | 项目 | 内容及要求 |
|----|-----------------|--|
| 7 | 紧急处置措施 | 制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序 |
| 8 | 事故应急救援关闭程序与恢复措施 | 规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理，恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施 |
| 9 | 应急培训计划 | 制订培训与演练计划 |
| 10 | 公众教育和信息 | 对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息 |
| 11 | 附件 | 应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式、预案编制与更新等 |

由于溢油仅可能发生在施工期间，因此，建议施工单位或建设单位编制应急预案，与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接，列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时，有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海事局和环保部门，并根据海事和环保部门的指示，按照制定好的应急预案开展围塘的应急清污行动。当附近码头的应急力量不足时，应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

1、应急指挥、救援机构职责和分工

施工期，施工单位应成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成，由现场施工经理担任总指挥，下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、现场人员、值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责：

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

- ①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；
- ②组织指挥救援队伍实施救援行动；
- ③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请

求；

④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

①现场工作人员都负有事故应急救援的责任；

②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

2、应急救援保障

工程的应急设备应纳入附近海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。

3、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损失降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

①明确组织指挥机构；②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；⑤加强清污人员训练；⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

(2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

①建立健全的应急反应的组织指挥系统

②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应

急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本项目船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 9.8.3-2。

表 9.8.3-2 应急监测计划

| 环境要素 | 监测项目 | 监测站位 | 监测频次 |
|------|--------------------------|-------------------|----------------|
| 水质 | pH、COD、DO、石油类或事故排放的其他物质 | 在事故发生点周围设 4-6 个站位 | 每 4 小时采样一次直至达标 |
| 海洋生态 | 浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物 | 在事故发生点周围设 4-6 个站位 | 事故清除后 |

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 9.8.3-1。

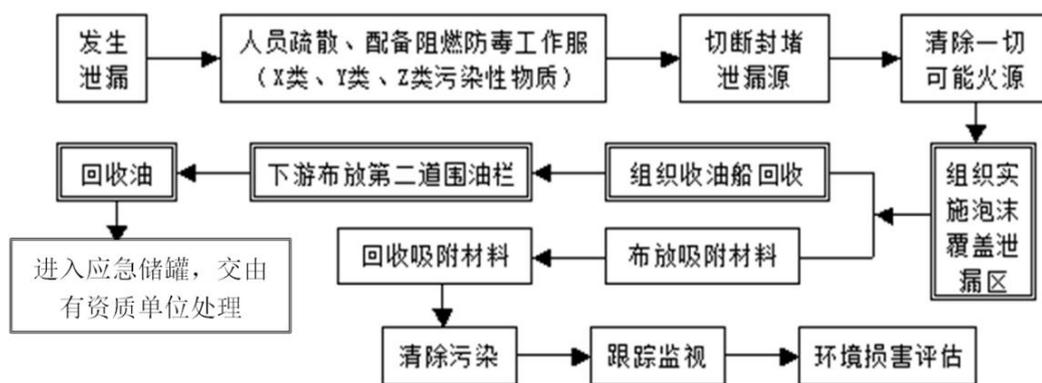


图 9.8.3-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

①污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

②应急响应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，若现场发生泄露，第一时间关闭水闸，并在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入海域。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

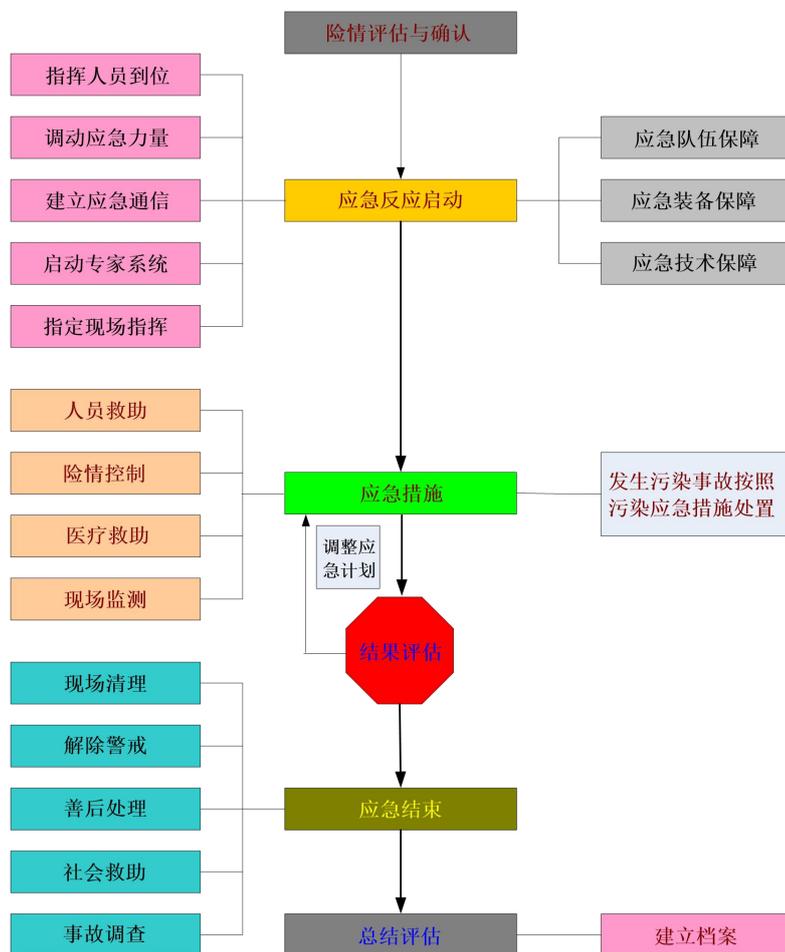


图 9.8.3-2 应急响应工作流程图

9.9 环境风险评价小结

本工程主要的环境风险源是施工期船舶溢油造成的水上溢油污染，风险物质

为船舶燃料油。经分析，最可能发生的船舶污染事故的溢油量约为 12 吨。根据溢油数值模拟结果，在选定的典型情境下，溢油事故发生后，项目所在的广东湛江红树林国家级自然保护区即刻受到溢油污染影响。建设单位应落实报告书提出的风险防范和应急措施，购买应急服务，同时配备满足溢油事故先期现场处置的应急物资，在编制溢油应急预案并加强日常培训和演练的前提下，可以有效降低溢油事故发生概率和污染后果，将溢油风险控制在环境可接受范围内。

10 项目建设与规划相符性分析

10.1 产业政策相符性分析

10.1.1 与产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号公布），本项目属于鼓励类中“第四十二、环境保护与资源综合利用-2.生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程，海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，不属于淘汰类和限制类。

根据《市场准入负面清单》（2022 年版）与市场准入相关的禁止性规定的禁止措施：“禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模”。本项目红线范围内涉及通明海红树林限制类红线区、南渡河重要河口生态系统限制类红线区、特呈岛国家级海洋公园限制类红线区、特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区，本项目建设工程包括红树林种植、管护及地形改造等生态修复与治理措施，不涉及新增围填海、采挖海砂、不新增入海陆源工业直排口，不涉及内河污染物排放、渔业养殖。项目施工期会暂时对海洋生态造成影响，工程实施后将有效保护东海岛西岸湿地生态系统。因此，项目不属于与市场准入相关的禁止性规定。

表 10.1-1 与市场准入相关的禁止性规定（节选）

| 禁止措施 | 设立依据 | 管理部门 |
|--|---|-------------|
| 禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模。 | 《中共中央国务院 关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12 号） | 生态环境部、自然资源部 |

综上，本建设项目符合当前国家的产业发展政策。

10.1.2 与《湛江市人民政府关于完成“十四五”能耗双控目标的指导意见》的相符性分析

《湛江市人民政府关于完成“十四五”能耗双控目标的指导意见》中提出：（三）面对用能空间，严格节能审查约束，强化招商和新建高耗能项目对“十四五”时期能耗双控影响评估和用能来源、节能技术应用审查。严格执行《加强招商引资项目能耗双控评价工作指导意见》，对未落实用能指标的项目，节能审查一律不予批准。完善项目审批和节能审查协调联动机制，对能耗双控形势严峻、用能空间不足的县（市、区），实行高耗能项目审批、核准、备案和节能审查禁批或缓批或限批，确有必要建设的，须实行能耗减量置换。其中年综合能源消费量 5000 吨标准煤以上（含 5000 吨标准煤）的固定资产投资项目，其节能审查由省级节能审查部门负责。年综合能源消费量 1000 吨标准煤以上（含 1000 吨标准煤，或年综合能源消费量不满 1000 吨标准煤，但电力消费量满 500 万千瓦时）、5000 吨标准煤以下的固定资产投资项目，其节能审查由地级以上市节能审查部门负责。未通过节能审查的项目，相关部门不能办理施工、环评、用油、用地、取水等行政许可，项目不能开工建设。

本项目属于生态修复项目，运营期项目本身不产生污染物、不需要耗能，不属于耗能项目，更不属于高耗能项目，同时不属于《广东省“两高”项目管理目录（2022 版）》中的“两高”行业、产品或工序，不需要办理节能审查，因此本项目符合《湛江市人民政府关于完成“十四五”能耗双控目标的指导意见》中的相关要求。

10.2 占用方案与相关法律法规的相符性分析

10.2.1 与《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》相符性

文件要求，“（五）科学划定自然保护地类型。按照自然生态系统原真性、整体性、系统性及其内在规律，依据管理目标与效能并借鉴国际经验，将自然保护地按生态价值和保护强度高低依次分为 3 类。”自然保护地分为国家公园、自然保护区和自然公园等 3 类，其中，“自然公园：是指保护重要的自然生态系统、

自然遗迹和自然景观，具有生态、观赏、文化和科学价值，可持续利用的区域。确保森林、海洋、湿地、水域、冰川、草原、生物等珍贵自然资源，以及所承载的景观、地质地貌和文化多样性得到有效保护。包括森林公园、地质公园、海洋公园、湿地公园等各类自然公园。”“制定自然保护地分类划定标准，对现有的自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、海洋公园、湿地公园、冰川公园、草原公园、沙漠公园、草原风景区、水产种质资源保护区、野生植物原生境保护区（点）、自然保护小区、野生动物重要栖息地等各类自然保护地开展综合评价，按照保护区域的自然属性、生态价值和管理目标进行梳理调整和归类，逐步形成以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护地分类系统。”

文件明确，“（十四）实行自然保护地差别化管控。根据各类自然保护地功能定位，既严格保护又便于基层操作，合理分区，实行差别化管控。国家公园和自然保护区实行分区管控，原则上核心保护区内禁止人为活动，一般控制区内限制人为活动。自然公园原则上按一般控制区管理，限制人为活动。结合历史遗留问题处理，分类分区制定管理规范。”

根据该文件，自然保护地实行分级保护，共分为“国家公园”“自然保护区”和“自然公园”等3类。其中，“国家公园”和“自然保护区”实行分区保护，原则上核心保护区禁止人为活动，一般控制区内限制人为活动。自然公园按照“一般控制区”管理。

本项目部分海域占用了通明海海洋保护区限制类红线区，属“自然公园”。而自然公园按照“一般控制区”管理。因此项目选址占用了“自然保护地一般控制区”，不属于“自然保护地核心保护区”。

10.2.2 与《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》相符性

文件明确，“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展

的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。”

根据《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》，本项目部分海域占用了广东湛江红树林国家级自然保护区的实验区，属于自然保护区，保护区内进行红树林人工补种，属于保护区修复工程。本项目占用了通明海海洋保护区限制类红线区，属“自然公园”。而自然公园按照“一般控制区”管理。因此项目选址占用了“自然保护地一般控制区”，不属于“自然保护地核心保护区”。红线区内开展红树林种植工程，属于重要的生态修复工程。

本项目部分海域占用了通明海海洋保护区限制类红线区，属“自然公园”。而自然公园按照“一般控制区”管理。因此项目选址占用了“自然保护地一般控制区”，不属于“自然保护地核心保护区”。红线区内开展红树林种植工程，属于重要的生态修复工程。

因此，本项目建设符合《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》的相关要求。

10.2.3 与《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评[2016]150号）相符性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评[2016]150号），“三线一单”是以改善环境质量为核心，将生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线落实到不同的环境管控单元，并建立环境准入负面清单的环境分区管控体系。

（1）与生态保护红线相符性分析

《广东省海洋生态红线》划定 13 类、268 个海洋生态红线区，确定了广东省大陆自然岸线保有率、海岛自然岸线保有率、近岸海域水质优良（一、二类）比例等控制指标。本项目红线范围内涉及通明海红树林限制类红线区、南渡河重要河口生态系统限制类红线区、特呈岛国家级海洋公园限制类红线区、特呈岛国

家级海洋公园禁止类红线区；项目占用东海岛海岛岸线评价范围内涉及部分金牛岛岸线。项目岸线保护按自然岸线保有要求。项目周边红线区和岸线统计详见表 10.2.3-1，图 10.2.3-1，海岛岸线与项目的位置关系见图 2.8.1-2，大陆岸线与本项目位置关系见图 2.8.1-3。

表 10.2.3-1 项目周边红线区和自然岸线统计表

| 类别 | 序号 | 名称 | 距离和方位 |
|------|----|-------------------|-------------|
| 生态红线 | 41 | 通明海海洋保护区限制类红线区 | 项目位于 |
| | 40 | 南渡河重要河口生态系统限制类红线区 | 西南侧，6.42km |
| | 43 | 特呈岛国家级海洋公园限制类红线区 | 东北侧，14.84km |
| | 42 | 特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区 | 东北侧，14.14km |
| 岸线 | / | 东海岛 | 占用 |
| | / | 金牛岛 | 西侧，2.93km |

项目评价范围内海洋生态红线、自然岸线及其管控措施见表 10.2.3-2。

红树林种植面积 683.37 hm²。项目属于红树林湿地生态修复治理项目，属于“保护现有红树林资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统的修复”的管控措施，符合要求。本项目为生态修复项目，且项目运营期不产生污染物质，红树林种植将会形成新的生物岸线，与《广东省海洋生态红线》是相符的。

表 10.2.3-2 海洋生态红线、自然岸线及其管控措施一览表

| 名称 | | 相对位置 | 生态保护目标 | 管控措施 | 本项目对照分析情况 | 是否符合 |
|----------|-----------------|-----------|-------------|---|---|------|
| 海洋生态红线 | 通明海海洋保护区 (A6-6) | 位于 | 红树林、湿地生态系统、 | <p>管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止围填海、毁林挖塘、矿产资源开发及其他可能红树林资源的各类开发活动，保护现有红树林资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统的修复，保护文昌鱼资源。加强海漂垃圾整治，禁止新设排污口，禁止倾废及其他有毒有害物质。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准，海洋沉积物标准和海洋生物标准。</p> | <p>本项目红树林修复工程区域内的红树林主要分布于通明海及水道侧滩涂和养殖池塘中间及塘埂两侧，为了保护该部分现状红树林，本项目进行优化设计。项目施工无采伐、采挖、移植红树林或者过度采摘红树林种子、投放、种植危害红树林生长的物种的行为。本项实施有利于东海岛等周边海域受损红树林生态系统的修复，养护期安排工作人员进行海漂垃圾清理。项目不设排污口，不倾倒有毒有害物质。项目施工期悬浮泥沙属于短期影响，该影响将随着本项目施工的结束而较快消失。</p> | 符合 |
| 大陆自然岸线保有 | 金牛岛 | 西侧，2.93km | 自然岸线及潮滩 | <p>维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪</p> | <p>本项目不占用大陆自然岸线，本项目位于广东湛江东海岛西岸通明海海域，本项目为红树林营造修复工程，项目建设不占用大陆岸线，可以保持岸线自然属性、形态和生态功能，建设及营运过程不会对水文动力、冲淤环境产生明显的影响，与周边大陆岸线有一定的距离，对周边大陆岸</p> | 符合 |

| | | | | | | |
|--------|-----|----|---------|--|--|----|
| | | | | 安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。 | 线的影响很小，可以满足对项目周边的大陆自然岸线的管控要求。 | |
| 海岛自然岸线 | 东海岛 | 占用 | 自然岸线及潮滩 | <p>1、以国家规定的红线指标为标准，维持岸线自然属性导向，限制实施可能改变海岛自然岸线（滩）生态功能的开发建设活动，严格控制围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂；</p> <p>2、对于有居民海岛，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态；</p> <p>3、对于无居民海岛，已划定的保有自然岸线原则不得占用，如确实因国防安全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则；</p> <p>4、根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于项目需占用海岛自然砂质岸线的，应维持拟使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。</p> | <p>1.本项目占用部分东海岛岸线，项目主要建设内容为红树林种植。项目实施有利于周边海域红树林的生态修复，项目建设不会破坏改变海岛自然岸线（滩）生态功能，相反有利于修复和提高海岛自然岸线（滩）生态功能。本项目不涉及围填海；不涉及违法侵占岸线和采砂。</p> <p>2.本项目对东海岛现有岸线存在占用情况。项目占用岸线的工程主要建设内容包括潮沟取土、滩涂垫高造林、塘埂开挖、围塘垫高施工生态化改造，施工时会对岸线造成一定的破坏，但是本项目为生态修复项目，红树林种植将会形成新的生物岸线。因此，本项目施工期将对占用的岸线造成一定的不利影响，但项目施工完成后有利于岸线保护与修复。</p> <p>3.项目施工和运营期间对周边水文动力和冲淤环境的影响很小，施工悬浮泥沙影响范围有限，运营期没有污染物排放，因此不会对周边海岛自然岸线保护产生大的影响。</p> <p>4. 本项目为生态修复项目，施工期将对占用的岸线造成一定的不利影响，但项目施工完成后将形成更多的生态岸线，项目实施有利于岸线保护与修复。</p> | 符合 |

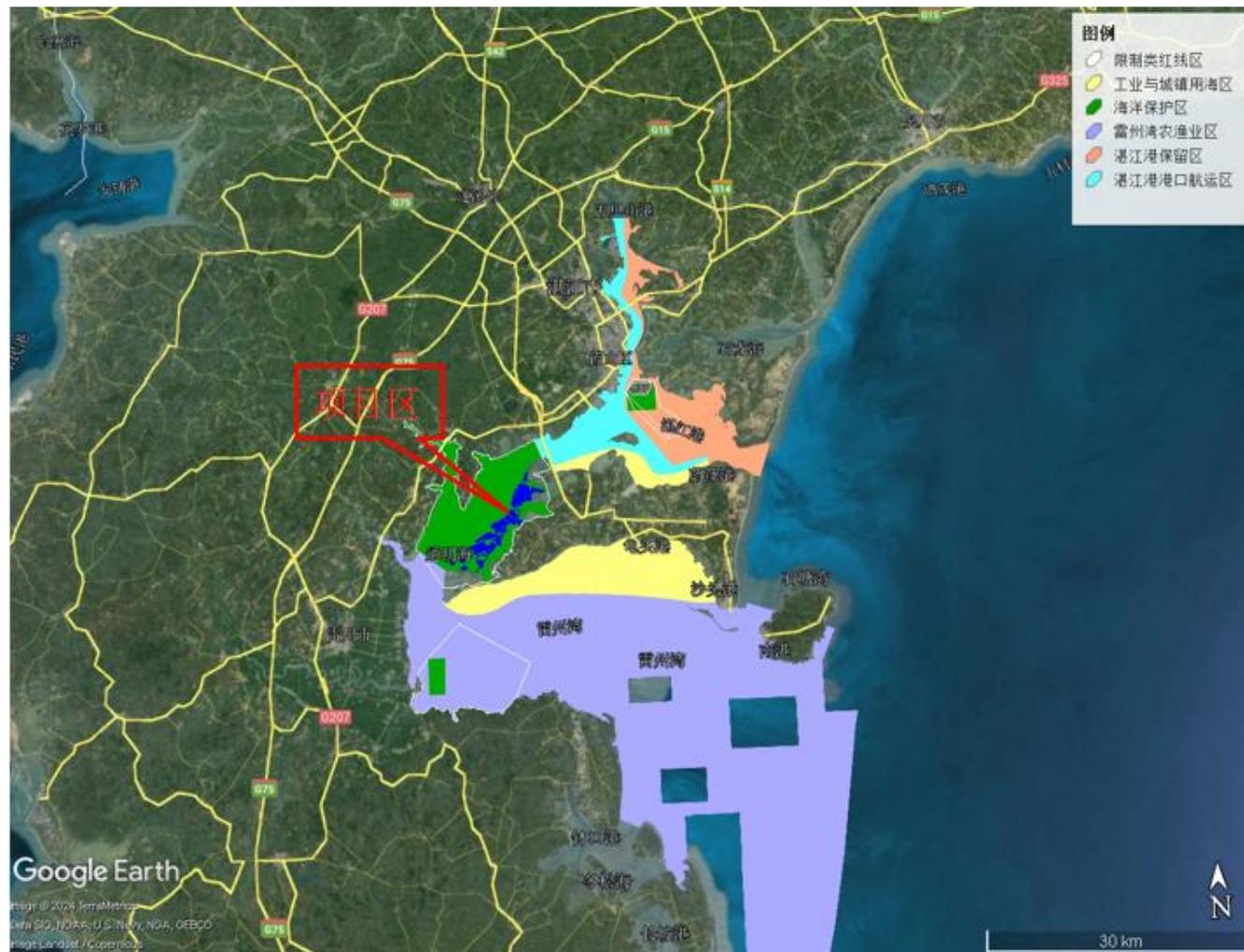


图 10.2.3-1 项目与广东省海洋生态红线区控制图叠图

（2）与环境质量底线相符性分析

海洋环境质量现状调查表明，春季调查海域的 pH 值、无机氮、油类、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐及粪大肠菌群在部分站位超过相对应的功能区水质标准，秋季调查海域的活性磷酸盐、无机氮、化学需氧量、生化需氧量、pH 值及粪大肠菌群在部分站位超过相对应的功能区水质标准，其余均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准；海洋沉积物中油类、有机碳、硫化物、铬、锌、镉、铅、砷、汞、铜均达到第一类海洋沉积物质量标准。

本项目在施工期、抚育期产生的污染物通过采取有效措施，确保污染物达标排放，运营期基本无污染产生，不会对项目所在地的环境质量造成恶化，因此符合环境质量底线要求。

（3）项目与资源利用上线相符性分析

本项目生活用水由市政供水部门供应自来水，种植用水从海内抽取，用电由市政电网供给，资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合当地规划要求，符合资源利用上线要求。

（4）项目与环境准入负面清单相符性分析

根据《市场准入负面清单》（2022 年版），本项目未列入《市场准入负面清单》（2022 年版），故项目与《市场准入负面清单》（2022 年版）要求相符。

10.2.4 与《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 年]71 号）相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府[2020 年]71 号）的相关要求，广东省环境管控单元划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类。

优先保护单元：以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。

重点管控单元：以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

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。

项目红线范围内涉及广东省环境管控单元中的优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元，项目与广东省三线一单管控单元叠图详见图 2.3.5-1。本项目为生态修复工程，项目在施工期产生的污染物如废气、废水、噪声、固体废物等，通过采取有效措施，确保污染物达标排放，不会对项目所在地的环境质量造成恶化，且项目工程实施后将有效保护项目周边海域生态系统，项目的建设满足《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年]71号）优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元的总管控要求。

10.2.5 与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析对照《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》湛江市经济技术开发区环境管控单元图，本项目海域工程位于通明海海洋保护区（HY44080030010）、广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区（HY44080010024）、湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园（HY44080010059），本项目陆域工程位于建成区-东海岛-硃洲岛重点管控单元（ZH44081120004）、湛江大型产业园区东海岛片区重点管控单元（ZH44081120001）。本项目工程与湛江市三线一单详细叠图详见图 2.3.5-1b，由图中可知项目部分红树林种植工程位于广东湛江红树林国家级自然保护区优先保护单元内。湛江市近岸海域优先保护单元生态环境准入清单见表 10.2.5-1，重点管控和一般管控单元生态环境准入清单见表 10.2.5-2。

本项目属于红树林种植，不涉及新增围填海，不含养殖内容，仅施工期会对周边环境造成一定影响，属于破坏有限的人类活动，本项目施工期和营运期不在海域排放污水，且项目已制定了跟踪监测计划，符合《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

10.2.6 与调整后的海洋生态红线相关位置关系

项目与调整后的海洋生态红线相关位置关系见图 10.2.6-1，本项目位于广东湛江红树林国家级自然保护区内，因新版海洋生态红线未正式公布，管控要求参考广东省“三线一单”、湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案。

表 10.2.5-1 项目与所在单元管控及管控措施符合性分析

| 环境管控单元编码 | 环境管控单元名称 | 区域内工程 | 管控单元分类 | 管控要求/区域布局管控 | 本项目与管控措施相符性分析 | 是否符合 |
|------------------|-----------------------|-------|--------|---|--|------|
| Y4408001 0024 | 广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区 | 红树林种植 | 优先保护单元 | <p>1-1.生态保护红线内,自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动,其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动,在符合现行法律法规前提下,除国家重大战略项目外,仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。</p> <p>1-2.严格保护珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统分布区,自然景观,中华白海豚、鲨类等珍稀濒危海洋生物物种及重要海洋生物的洄游通道、产卵场、索饵场、越冬场、栖息地等各类重要海洋生态区域。</p> <p>1-3.在依法设立的各级自然保护区、湿地公园、重点湿地等特殊保护区域,应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护,不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动,严格控制人为因素破坏自然生态。</p> <p>1-4.在自然保护区的核心区禁止从事任何生产建设活动;在缓冲区,禁止从事除经批准的教学研究活动外的旅游和生产经营活动;在实验区,禁止从事除必要的科学实验、教学实习、参考观察和符合自然保护区规划的旅游,以及驯化、繁殖珍稀濒危野生动植物等活动外的其他生产建设活动。</p> | <p>1-1 本项目位于保护区的实验区,不在核心区范围内,本项目为红树林营造修复工程,属于生态修复工程,为减少对保护区的影响,保护区范围内红树林采取人工种植方式,养殖水塘土方开挖转运至红树林种植区进行地形微改造,对原生态功能基本无影响。</p> <p>1-2 本项目属于生态修复工程,项目工程区域内未发现珊瑚礁、海草床、白海豚、鲨等珍稀物种,项目实施有利于改善周边海洋生态系统环境,净化水质,提升生物的生存环境,施工期污染物均可得到合理有效的处置,施工期采取避开珍稀物种繁殖期、合理安排施工进度等措施。</p> <p>1-3 本项目部分区域位于现行有效的广东湛江红树林国家级自然保护区(实验区),本项目为红树林营造修复工程,属于生态修复工程,项目符合保护区主体功能区定位。</p> <p>1-4 本项目位于保护区的实验区,不在核心区范围内,本项目为红树林营造修复工程,属于生态修复工程,符合保护区相关规划</p> <p>1-5 本项目为树林营造修复工程,无开矿、采石、修坟以及生产性放牧等活动;不属于房地产、度假村、高尔夫球场等</p> | 符合 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | | | <p>1-5.在湿地公园内，禁止开矿、采石、修坟以及 生产性放牧等；禁止从事房地产、度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的建设项目和 开发活动；禁止法律法规禁止的活动或者行为。</p> <p>1-6.国家湿地公园内，禁止开（围）垦、填埋或者排干湿地，禁止截断湿地水源；禁止挖沙、采矿；禁止倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾；禁止从事房地产、度假村、高尔夫球场、风力发电、光伏发电等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动；禁止破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动物。</p> <p>1-7.禁止非法移植、采挖、采伐红树林或者采摘红树林种子。</p> <p>1-8.禁止采挖珊瑚和破坏珊瑚礁。</p> <p>1-9.禁止擅自采集、加工、销售野生动植物及矿物质制品。</p> | <p>任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动；无法律法规禁止的活动或者行为。</p> <p>1-6 本项目为树林营造修复工程，无开（围）垦、 填埋或者排干湿地等活动，不会截断湿地水源； 无挖沙、采矿活动； 本项目施工期生活污水和船 舶含油废水均收集上岸处理，各种收集上岸固废 得到合理处置，不直接向海域排放污染物； 本项目不属于房地产、度假村、高尔夫球场、风力发电、光伏发电等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动； 本工程部分位于保护区，对保护区及周边的生态环境影响在施工期，施工结束后，影响结束。项目为生态修复工程，项目实施有利于改善周边海洋生态系统环境，净化水质。</p> <p>1-7 本项目工程范围内退塘还林塘埂上的红树林， 项目设计采取优化平面布置，红树林营造一期工程中的 A1、A2、A3 区，二期工程中的 A12、C08 养殖塘红树林进行原泥面补种；其余区块塘埂上的红树林尽量原地保护，根据养殖塘搞成和水闸改造，满足红树林生长和养殖需求，高程低于设计标高的通过抬高局部高程进行种植。</p> <p>1-8 本项目不涉及。</p> <p>1-9 本项目不涉及。</p> | |
|--|--|--|--|---|--|

| | | | | | | |
|-------------------|------------------|-----------|--------|---|---|----|
| HY4408003 0010 | 通明海海洋保护区 | 退塘还林、地形改造 | 优先保护单元 | 1-1.开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。 | 本项目为红树林营造修复工程，属于生态修复工程，对周边环境的影响主要为施工期对海洋沉积物、底栖生物的栖息环境占用及施工悬沙对周边环境的影响，通过采取生态补偿及各项污染防治措施，可减少施工期影响，施工期是短暂的，随着施工结束，项目周边生态环境的不良影响也消失。同时项目实施有利于修复项目区域及周边生态环境。 | 符合 |
| HY440800100 59 | 湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园 | 退塘还林、地形改造 | 优先保护单元 | | | |

表 10.2.5-2 项目与所在单元管控及管控措施符合性分析（一般管控单元、重点管控单元）

| 环境管控单元编码 | 环境管控单元名称 | 区域内工程 | 要求类别 | 具体内容 | 符合性分析 | 是否符合 |
|-------------------|----------|-----------|-------------|---|--|------|
| HY44080 030010 | 通明海海洋保护区 | 退塘还林，地形改造 | 管控要求/区域布局管控 | 1-1.开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。 | 本项目为树林营造修复工程和海堤生态化改造工程，属于生态修复工程，对周边环境的影响主要为施工期对海洋沉积物、底栖生物的影响，通过采取生态补偿及各项污染防治措施，可减少施工期影响，施工期是短暂的，随着施工结束，项目周边生态环境的不良影响也消失。同时项目实施有利于修复项目区域及周边生态 | 符合 |

| | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------|-------------|--|---|----|
| | | | | | 环境。 | |
| | | | 能源利用 | 4-1.保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源。 | 2-1 本项目施工期将对占用的岸线造成一定的不利影响，但项目施工完成后将形成更多的生态岸线，项目实施有利于岸线保护与修复。 | 符合 |
| | | | 污染物排放管控 | 2-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。 2-2.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。 | 3-1 本项目不涉及海水养殖。 3-2 施工期生活污水、生活垃圾均收集上岸处理，生活污水依托当地居民生活污水处理设施，生活垃圾交由环卫部门处理，不直接排入海域。本项目运营期无污染物产生。 | 符合 |
| | | | 环境风险管控 | 3-1.引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏 | 本项目为红树林种植营造修复工程，种植的品种均为广东省沿海地区广泛种植的品种，属于当地乡土品种，不会对海洋生态系统造成破坏。 | 符合 |
| ZH44081 120004 | 建成区-东海岛-硃洲岛重点管控单元 | 退塘还林，地形改造 | 管控要求/区域布局管控 | 1-1.单元内重点发展商贸金融、信息及餐饮娱乐业、旅游等现代服务业。 1-2.【产业/限制类】从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。 1-3.生态保护红线内，自然保护地的核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 1-4.一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 1-5.建成区片区属大气环境受体敏感重点管控区，严格限制新建储油库、产生和排放有毒有害大气污染物的建设项目 | 1-1 本项目不涉及。 1-2 本项目为红树林营造修复工程，属于生态修复工程，不属于“两高一资”产业。 1-3 本项目位于东海岛西岸养殖塘区域，位于保护区的实验区，不在核心区范围内，本项目为红树林营造修复工程，属于生态修复工程，为减少对保护区的影响，保护区范围内红树林进行人工种植，养殖水塘区域土方开挖转运至种植区进行地形微改造，基本不影响原有生态功能。 1-4 本项目属于生态修复工程，属于生态保护红线内允许的活动。 1-5 本项目工程部分位于湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园，本项目为红树林营造修复工程，属于生态修复工程，无高污染物产生排放。 | 符合 |

| | | | | | |
|--|--|---------|--|---|----|
| | | | <p>以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料项目，鼓励现有该类项目逐步搬迁退出。</p> <p>1-6.大气环境高排放重点管控区，引导工业项目集聚发展。</p> <p>1-7.未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块，禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。</p> | 1-6 本项目不涉及。 | |
| | | 能源利用 | <p>2-1.【能源/禁止类】高污染燃料禁燃区范围内，禁止销售、燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施；已建成的，应逐步或依法限期改用天然气、电或者其他清洁能源。</p> <p>2-2.【水资源/限制类】严格控制地下水开采，保持地下水水位不低于海平面或者咸水区域的地下水水位；逐步压减硃洲岛地下水采水量，维持采补平衡。</p> <p>2-3.【水资源/综合类】贯彻落实“节水优先”方针，发展节水型工业、农业、林业和服务业。</p> | <p>2-1 本项目不涉及。</p> <p>2-2 本项目不涉及。</p> <p>2-3 本项目不占用基本农田，项目种植土来源于周边海域，无毁坏永久基本农田种植条件和破坏永久基本农田的行为。</p> | 符合 |
| | | 污染物排放管控 | <p>3-1.【大气/综合类】加强对涉 VOCs 行业企业的排查和清单化管控，推动源头替代、过程控制和末端治理。</p> <p>3-2.【水/综合类】实施城镇生活污水处理提质增效，加快补齐生活污水收集和处理设施短板，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，按期完成市下达城市生活污水集中收集率、污水处理厂进水生化需氧量（BOD）浓度的增加值目标。</p> <p>3-3.【水/限制类】平乐再生水厂、东简污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26）的较严值；城镇污水处理设施出水执行《城镇污水处理厂</p> | <p>3-1.本项目不涉及。</p> <p>3-2.本项目不涉及。</p> <p>3-3.施工期生活污水、生活垃圾均收集上岸处理，生活污水依托当地居民生活污水处理设施，生活垃圾交由环卫部门处理，不直接排入海域、本项目运营期无污染物产生。</p> <p>3-4.本项目不涉及。</p> <p>3-5.本项目红树林种植采用营养袋袋装，维护期间红树林发生虫害，优先采用物理、生物方法进行防治，采用化学防治时，采取措施避免对周边水体造成污染。</p> | 符合 |

| | | | | | | |
|-------------------|---------------------|-----------|-------------|---|--|----|
| | | | | <p>污染物排放标准》一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26）的较严值。</p> | | |
| | | | 环境风险管控 | <p>4-1.【风险/综合类】企业事业单位和其他生产经营者要落实环境安全主体责任，定期排查环境安全隐患，开展环境风险评估，健全风险防控措施，按规定加强突发环境事件应急预案管理。</p> <p>4-2.【土壤/综合类】重点监管单位建设涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当依法依规设计、建设、安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水。</p> | <p>4-1 项目按照相关规定建立环境风险应急预案。</p> <p>4-2 本项目不涉及。</p> | 符合 |
| ZH44081 120001 | 湛江大型产业园区东海岛片重点管控单元区 | 退塘还林，地形改造 | 管控要求/区域布局管控 | <p>1-1.【产业/鼓励引导类】重点发展钢铁、石化及其上下游配套产业，以及海工装备、新材料、新能源汽车、现代港口物流、商贸服务等生产性服务业。</p> <p>1-2.【产业/禁止类】严格执行法律、法规、国务院决定等明确设立且与市场准入相关的禁止性规定，禁止引入国家产业政策明令淘汰和限制的产品、技术、工艺、设备及行为。</p> <p>1-3.【生态/鼓励引导类】紧邻生态保护红线、一般生态空间的地块，优先引进无污染或轻污染的产业和项目。</p> <p>1-4.【生态/禁止类】生态保护红线内，自然保护地的核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。</p> | <p>1-1 本项目不涉及。</p> <p>1-2 本项目不涉及。</p> <p>1-3 本项目为生态修复类项目，仅施工期对生态环境造成较小影响。</p> <p>1-4 本项目部分位于自然保护区实验区，不涉及核心区。</p> | 符合 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | <p>能源利用</p> <p>2-1.【能源/限制类】入园企业应贯彻清洁生产要求，有行业清洁生产标准的新入园项目需达到国内清洁生产先进水平，其中“两高”行业项目须实施减污降碳协同控制，采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平；现有不符合要求的企业须通过整治提升满足清洁生产要求。</p> <p>2-2.【能源/综合类】推进园区循环化改造，推动公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置等。</p> <p>2-3.【能源/限制类】园区实行集中供热后，禁止新建、扩建燃用煤炭、重油、渣油、生物质等分散供热锅炉。</p> <p>2-4.【水资源/限制类】严格控制地下水的开采，确保地下水水位不低于海平面或者咸水区域的地下水水位。</p> | <p>2-1 本项目不涉及。</p> <p>2-2 本项目施工期产生废物集中上岸处理，不排入海。</p> <p>2-3 本项目不涉及。</p> <p>2-4 本项目不涉及地下水开采。</p> | |
| | | | <p>污染物排放管控</p> <p>3-1.【其他/综合类】依法科学开展大型产业园区规划环境影响评价，园区规划环评应增加碳排放情况与减排潜力分析，推动园区绿色低碳发展。</p> <p>3-2.【大气、水/限制类】园区主要污染物排放总量应控制在规划环评（规划修编环评/跟踪评价）控制要求以内。</p> <p>3-3.【大气、水/综合类】园区按要求定期开展规划跟踪评价、年度环境管理状况评估，加强环境质量及污染物排放管控。</p> <p>3-4.【大气/综合类】加强对园区内石化、装备制造等涉 VOCs 行业企业，原油、成品油、有机化学品等挥发性有机液体储罐和港口码头油气回收设施的排查和清单化管控，推动源头替代、过程控制和末端治理。</p> | <p>3-1 本项目属于红树林湿地生态修复项目，建设完成后有利于推动绿色低碳发展。</p> <p>3-2 本项目属于生态类项目，仅施工期产生少量污染物。</p> <p>3-3 本项目运营期实行苗木管护。</p> <p>3-4 本项目不涉及。</p> <p>3-5 本项目不涉及。</p> <p>3-6 本项目不涉及</p> <p>3-7 本项目施工船舶产生少量废气，处于合理范围内。</p> <p>3-8 本项目不涉及。</p> | |

| | | | | | |
|--|--|--------|--|--|--|
| | | | <p>3-5.【大气/限制类】新建、改建和扩建涉 VOCs 重点行业项目，不推荐使用光氧化、光催化、低温等离子等低效治理措施，已建项目逐步淘汰光氧化、光催化、低温等离子治理设施。</p> <p>3-6.【大气/限制类】园区内钢铁、石化等大气污染重点行业企业及锅炉项目，应当采用污染防治先进可行技术，使重点大气污染物排放浓度达到国家和省的超低排放要求。</p> <p>3-7.【大气/限制类】车间或生产设施收集排放的废气，VOCs 初始排放速率大于等于 3 千克/小时的，应加大控制力度，除确保排放浓度稳定达标外，还应实行去除效率控制，去除效率不低于 80%；采用的原辅材料符合国家有关低 VOCs 含量产品规定的除外，有行业排放标准的按其相关规定执行。</p> <p>3-8.【水/综合类】加快园区规划污水处理厂及配套管网建设。</p> | | |
| | | 环境风险管控 | <p>4-1.【土壤/综合类】重点监管单位建设涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当依法依规设计、建设、安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水。</p> <p>4-2.【海洋/其他类】装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划、并配备相应的溢油污染应急设备和器材。</p> <p>4-3.【风险/综合类】强化区域环境风险联防联控，建立企业、园区、区域三级联动环境风险防控体系，定期开展有</p> | <p>4-1 本项目不涉及。</p> <p>4-2 项目施工期有 2 艘运输船，2 艘挖泥船进行施工，按照相关规定编制溢油污染应急计划、并配备相应的溢油污染应急设备和器材。</p> <p>4-3 项目按照相关规定建立环境风险应急预案。</p> <p>4-4 本项目产生的生活污水并入当地污水管网处理，不排入海。</p> <p>4-5 本项目处于开阔地带，离居民点较远，产生的噪声较小，对周边环境影响较小。</p> | |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | | | <p>毒有害气体监测和环境安全隐患排查，落实环境风险应急预案。</p> <p>4-4.【水/综合类】生产、储存危险化学品的企业事业单位，应当采取措施，防止处理安全生产事故过程中产生的可能严重污染水体的消防废水、废液直接排入水体。</p> <p>4-5.【风险/综合类】园区设置必要的环境防护距离或隔离带，降低对周边敏感点的环境影响，确保环境安全。</p> | |
|--|--|--|---|--|

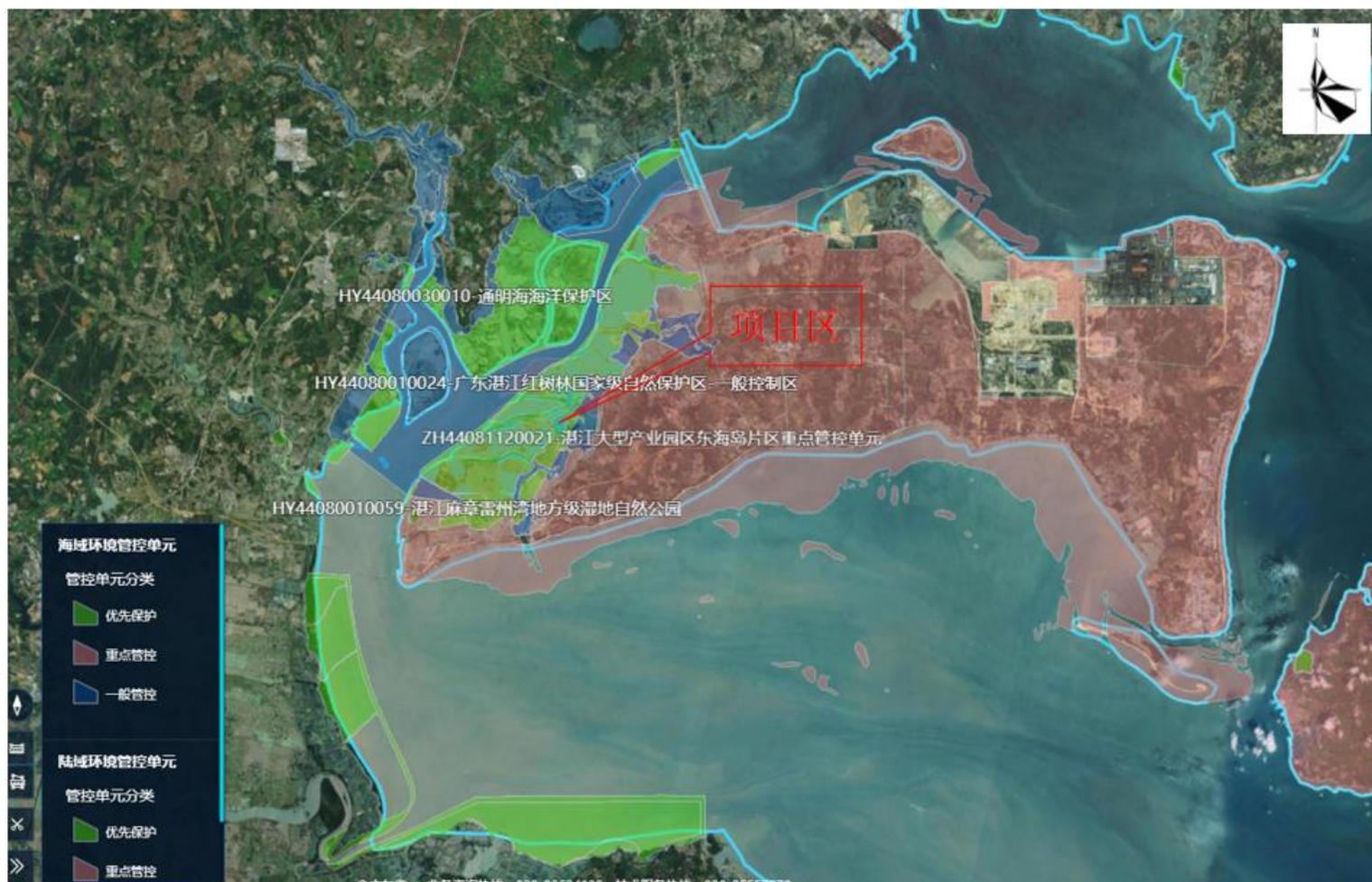


图 10.2.6-1 项目与生态红线位置关系图

10.2.7 与《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》（粤自然资规字【2021】4号）相符性分析

根据广东省《海岸线占补实施办法（试行）》中“（一）海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，需要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现岸线占用与修复补偿相平衡。2017年10月15日粤府办（2017）62号文印发后，在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补。具体占补要求为：……建设占用海岛岸线的，按照1:1的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线”

项目红树林种植占用部分海岛岸线，项目本身是对海岸带的生态修复，建成后种植红树林面积683.37公顷，项目通过建设红树林可提升堤防洪纳潮等级，提升堤防岸线的生态效益，进一步完善区域防潮（洪）体系，恢复海岸带生态功能。

本项目建设与《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》相符合。

10.2.8 与《近岸海域功能区管理办法》相符性分析

《近岸海域功能区管理办法》提出：“第七条 二类近岸海域环境功能区应当执行不低于二类的海水水质标准”。本项目部分位于近岸海域二类功能区，水质目标为二类，根据《湛江市环境保护规划（2006-2020）》，项目所在海域执行海水水质二类标准。“第十条 在一类、二类近岸海域环境功能区内，禁止兴建污染环境、破坏景观的海岸工程建设项目。”本项目为红树林湿地生态修复工程，属于非污染性项目。“第十一条 禁止破坏红树林和珊瑚礁。禁止在红树林自然保护区和珊瑚礁自然保护区内设置新的排污口。”本项目工程区域内未发现珊瑚礁；本项目为红树林营造修复工程和海堤生态化改造工程，本项目部分区域位于广东湛江红树林国家级自然保护区（实验区），本项目不设置排污口，不会破坏红树林资源、生态环境或者对保护对象危害，项目建设不但不会改变红树林保护区的自然属性，且有利于促进红树林保护区的保护和建设。“第十三条 在近岸海域环境功能区内可能发生重大海洋环境污染事故的单位和个人，应当依照国家规定制定污染事故应急计划。”本项目施工期有2艘运输货船，可能发生

船舶碰撞产生溢油事故，建设单位在落实报告书提出的风险防范和应急措施，购买应急服务，同时配备满足溢油事故先期现场处置的应急物资，编制溢油应急预案并加强日常培训和演练的前提下，可以有效降低溢油事故发生概率和污染后果，将溢油风险控制在环境可接受范围内。

因此，本项目建设符合《近岸海域功能区管理办法》的相关要求。

10.3 规划相符性分析

10.3.1 与环境保护规划的符合性分析

10.3.1.1 与《全国海洋生态环境保护规划（2017-2020）》符合性分析

《全国海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》提出了“治、用、保、测、控、防”6 个方面的工作，即推进海洋环境治理修复，构建海洋绿色发展格局，加强海洋生态保护，推动海洋生态环境监测提能增效，强化陆海污染联防联控和防控海洋生态环境风险。《全国海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》提出“严控围填海规模和实施区域，领海基点保护范围内的海岛区域、重点海湾、海洋自然保护区的核心区和缓冲区、海洋特别保护区的重点保护区和预留区、具有特殊保护价值的海岛、具有国防用途的无居民海岛、重点河口区域、重要滨海湿地区域、重要砂质岸线及沙源保护海域、重要渔业海域禁止实施围填海，海洋生态脆弱敏感区、自净能力差的海域严格限制围填海。”本项目红树林湿地生态修复改造后，可有效减免区域洪潮灾害，本项目主要在养殖水塘区域内生态化改造，不涉及海堤改造，不涉及围填海，基本没有改变周围海域的自然属性，对水文动力和冲淤环境影响较小，基本不会改变海域的水文动力条件，同时项目红树林营造修复 683.37 公顷，有利于改善周边海域环境治理修复，加强海洋生态保护，符合《全国海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》规定。

10.3.1.2 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《广东省生态环境厅关于印发〈广东省生态环境保护“十四五”规划〉的通知》（粤环[2021]10 号）：

“第四章：强化减污降碳协同增效，推动经济社会全面绿色转型”之“第四节：提升气候变化适应能力”：.....增强生态系统碳汇能力。以粤港澳大湾区世

界级森林城市群、汕潮揭和湛茂阳国家级森林城市群建设、国家森林乡村为抓手.....强化近岸海域生态系统保护与修复，加强红树林和海草床的保护修复，提升海洋碳汇能力.....

“第七章：强化陆海统筹，加快建设美丽海湾”之“第二节：加强海洋生态保护修复”：.....推进海洋生态恢复修复。开展重点海域生态环境调查与评估，掌握我省海洋生态环境本底状况。加强重点河口海湾生态系统修复，推进汕头南澳、阳江闸坡海滩生态修复试点。加大湿地保护修复力度，加强湛江红树林、南澎列岛等国际重要湿地恢复与保护.....

“第九章：加强生态保护监管，筑牢南粤生态屏障”之“第二节：推动实施重大生态保护修复工程”：.....加强重要生态系统保护修复。.....到 2025 年，湿地保护率不低于 52%。实施滨海湿地恢复、魅力沙滩建设、海堤生态化、自然岸线和红树林等典型海洋生态系统修复工程.....

“专栏 8：生态保护修复重大工程”：1.重要生态系统保护修复工程.....实施雷州半岛热带季雨林与滨海湿地保护修复重大工程，加强湛江重点海湾环境综合整治.....实施红树林保护修复专项行动计划，到 2025 年，完成营造和修复红树林面积 8000 公顷，其中，营造红树林 5500 公顷，修复红树林 2500 公顷.....。

本项目是红树林湿地生态修复项目，项目建设将有效改善通明海海洋保护区受损、退化的红树林生境，推进了湛江红树林湿地保护与恢复。综上，项目符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》。

10.3.1.3 与《广东省海洋生态环境保护十四五规划》符合性分析

《广东省海洋生态环境保护十四五规划》规划提出，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面落实党的十九大和十九届历次全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，认真落实习近平总书记对广东重要讲话和重要指示批示精神，围绕美丽广东、海洋强省的建设目标，以“双区建设”“双城联动”为引领，以海洋生态环境质量持续改善为核心，聚焦建设美丽海湾主线，坚持精准治污、科学治污、依法治污，坚持保护与修复并举，坚持系统治理、陆海统筹，持续改善海域环境质量，逐步提升海洋生态系统稳定性，打造宜居宜业宜游滨海空间，健全海洋生态环境现代化治理体系，以海洋生态环境高水平保护助推沿海经济带高质量发展，不断满足人民群众日益增长的优美海洋生态环境需要。

规划提出，建立完善海洋生态环境分区管控体系。统筹布局和优化提升海洋生产、生活、生态空间，提高人工岸线利用效率，严格限制建设项目占用自然岸线。推进海洋垃圾治理。建立健全海洋垃圾监管与清理机制，推动沿海城市落实岸滩垃圾和海湾、港口海漂垃圾清理责任，建立长效工作机制。构筑蓝色海洋生态屏障。加强重要河口、海湾、海岛以及红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统保护修复，推进沿海防护林、生态海堤等海岸防护体系建设，构筑蓝色海洋生态屏障。

本项目为红树林营造修复工程，营造红树林约 683.37 hm²，是对当地红树林典型海洋生态系统保护修复，有效改善通明海海洋保护区受损、退化的红树林生境，推进了湛江红树林湿地保护与恢复。因此，本项目符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》要求。

10.3.1.4 与《湛江市海洋生态保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》：“第五章：坚持保护修复并重，维护海洋生态安全和稳定”之“第二节：保护海洋生物多样性，提升生态系统碳汇能力”：提升生态系统碳汇能力。加强湛江红树林、雷州九龙山湿地等具有碳汇功能的天然湿地保护，实施红树林营造及修复工程，强化海草床、珊瑚礁等海洋生态系统的保护修复，不断提升海洋碳汇能力……

“第五章：坚持保护修复并重，维护海洋生态安全和稳定”之“第五节生态优先，打造红树林之城”：加强红树林保护修复。对现有红树林实施全面保护，逐步清退广东湛江红树林国家级自然保护区内的养殖塘等开发性、生产性建设设施，恢复红树林自然保护地生态功能，进一步提升红树林生态修复与保护的管理水平。加强红树林保护区的整体保护、系统修复、综合治理，全面提升红树林生态系统质量和稳定性……

本项目为红树林湿地生态修复项目，项目实施后可修复红树林面积 683.37 hm²，项目实施有利于岸线保护与修复。因此，本项目建设符合《湛江市海洋生态保护“十四五”规划》中的相关规划。

10.3.2 与国民经济和社会发展规划的符合性分析

10.3.2.1 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性分析

《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》“第二节强化陆海生态系统保护”：严格保护具有重要生态功能区域，加强陆海统筹自然保护区体系建设，强化生态修复，健全跨陆海生态监测和管控机制，促进陆海生态系统的健康发展。

“三、加强陆海生态工程建设”：深入开展新一轮绿化广东大行动……实施海洋生态修复工程，分类建设美丽海湾，至 2020 年逐步实现各沿海市均建成至少 1 个美丽海湾……重点推进中山南朗、江门银洲湖、湛江廉州湾和湛江港、阳江程村和海陵湾、汕尾梅陇、潮州海山等 8 个红树林滨海湿地的红树林保护和修复工程建设……

项目为红树林湿地生态修复工程，湿地位于湛江港附近，项目建设加强了红树林生境修复，推进了湛江红树林湿地保护与恢复。因此，本项目符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》要求。

10.3.2.2 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》中第六章 推动海洋经济绿色高效发展，第一节 高水平保护与修复海洋自然资源“整体保护海洋生态环境……重点推动入海河口、海湾、滨海湿地与红树林、珊瑚礁、海草床等多种典型海洋生态类型的系统保护，促进海洋生物资源恢复和生物多样性保护”。广东省海洋经济发展“十四五”规划重大工程项目——（五）海洋生态保护工程 2 重要海湾生态系统保护修复项目范围包括大亚湾—大鹏湾、靖海湾、柘林湾、红海湾、广海湾、阳江湾、水东湾、博贺湾、雷州半岛，涉及龙岗、盐田、惠阳、惠东、惠来、陆丰、海丰、阳西、江城、电白、徐闻、遂溪、廉江、雷州、麻章、霞山、坡头、赤坎等 18 个县（市、区），红树林种植 686.6 公顷，恢复滨海湿地 286.6 公顷，营造鸟类栖息生境 30.5 公顷，岸堤生态化 12.21 千米，生态化岸线 42.4 千米，沙滩整治 32 千米，海岸带整治 29.6 千米。

本项目区位于东海岛西岸，属于通明海海域，为红树林湿地生态修复项目，

工程位于东海岛西岸养殖塘区域内，通过工程手段营造植物适宜生长环境和红树林种植，红树林修复面积 683.37 hm²。项目建设完成后可更好地保护湿地生态系统，增加湿地生物多样性，促进海洋生物资源恢复和生物多样性保护。因此，本项目的建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》相关内容。

10.3.2.3 与《湛江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

根据 2021 年 8 月湛江市人民政府制定的《湛江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》，第十三章 保护蓝天绿水青山实现人与自然和谐共生中“第五节实施海洋生态环境高水平保护加强海洋生态整治修复。严格落实自然岸线保有率管控目标，加强海岸线利用动态监测，严控围填海等开发建设活动。重点开展生态修复与养护、滨海景观构建、海岸防护能力建设等。以海东新区为试点建设海岸带保护利用综合示范区，持续推进红树林湿地恢复与保护，加强徐闻珊瑚礁、流沙湾海草床、吴川水产种质资源保护区及重要海洋海岛生态系统保护修复。以湛江湾、吴川金海岸等海湾为重点，加快建设一批美丽海湾”。

本项目为红树林湿地生态修复项目，项目主要建设内容为在东海岛西岸养殖塘区域内，通过工程手段营造植物适宜生长环境和红树林种植，红树林修复面积 683.37 hm²，项目实施有利于东海岛西岸海岸生态修复、海域保护，提高海岸防护能力。因此项目符合《湛江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》相关规划。

10.3.3 与区域和行业规划的符合性

10.3.3.1 与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析

国家发展改革委 自然资源部于 2020 年 6 月 3 日印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》（以下简称《规划》），《规划》提出海岸带生态保护和修复重大工程：推进“蓝色海湾”整治，开展退围还海还滩、岸线岸滩修复、河口海湾生态修复、红树林、珊瑚礁、怪柳等典型

海洋生态系统保护修复、热带雨林保护、防护林体系等工程建设，加强互花米草等外来入侵物种灾害防治。其中：粤港澳大湾区生物多样性保护属于海岸带生态保护与修复重点工程，要求：推进海湾整治，加强海岸线保护与管控，强化受损滨海湿地和珍稀濒危物种关键栖息地保护修复，构建生态廊道和生物多样性保护网络，保护和修复红树林等典型海洋生态系统，提升防护林质量，建设人工鱼礁，实施海堤生态化建设，保护重要海洋生物繁育场。推进珠江三角洲水生态保护修复。

本项目属于红树林湿地生态修复工程，项目选取的红树林品种为当地乡土品种，与本项目区红树林生境条件基本一致，因此，项目符合《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》。

10.3.3.2 与《中华人民共和国湿地保护法》的相符性分析

为了加强湿地保护，维护湿地生态功能及生物多样性，保障生态安全，促进生态文明建设，实现人与自然和谐共生，制定《中华人民共和国湿地保护法》。

表 10.3.3-1 本项目与《中华人民共和国湿地保护法》相关内容符合性分析

| 具体内容 | 本项目对照分析情况 | 是否符合 |
|--|---|-----------|
| <p>第二十五条 地方各级人民政府及其有关部门应当采取措施，预防和控制人为活动对湿地及其生物多样性的不利影响，加强湿地污染防治，减缓人为因素和自然因素导致的湿地退化，维护湿地生态功能稳定。</p> <p>在湿地范围内从事旅游、种植、畜牧、水产养殖、航运等利用活动，应当避免改变湿地的自然状况，并采取措施减轻对湿地生态功能的不利影响。</p> | <p>本项目建设单位为湛江开发区新月发展有限公司，主要建设内容为红树林湿地地形改造、苗木种植、管护等，项目建设旨在修复东海岛西岸养殖塘区域周边生态系统，加强湿地污染防治，减缓人为因素和自然因素导致的湿地退化，维护湿地生态功能稳定。</p> <p>本项目主要建设内容为红树林湿地地形改造、苗木种植、管护等，项目建设基本上不会改变湿地的自然状况。施工期和运营期的污染物在采取本报告提出的各项合理措施后，可以最大程度减轻对湿地生态功能的不利影响，保育期安排工作人员用打捞艇进行区域海漂垃圾清理，可以有效保护湿地环境。</p> | <p>符合</p> |

| | | |
|---|--|----|
| <p>第二十八条 禁止下列破坏湿地及其生态功能的行为：</p> <p>(一) 开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；</p> <p>(二) 擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土；</p> <p>(三) 排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；</p> <p>(四) 过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；</p> <p>(五) 其他破坏湿地及其生态功能的行为。</p> | <p>(一) 本项目无该项活动；</p> <p>(二) 本项目潮沟取土仅用于种植区的高程改造垫高。</p> <p>(三) 本项目施工期施工人员住宿与办公租用附近民房，生活污水纳入当地生活污水一同处理，施工废水沉淀后用于场地洒扫、洒水抑尘等，废水、污水不直接排放；施工固废分类收集处置不排放，生活垃圾由环卫部门运至垃圾处理厂集中处理；船舶作业产生的废油、残油等危险废物统一交由有危险废物处理资质的单位处理。</p> <p>(四) 本项目无该项活动；</p> <p>(五) 本项目为湿地保护、湿地修复项目，项目施工期产生的悬沙会对湿地生态功能造成一定影响，但该影响是短暂的，施工结束后该影响也结束。无其他破坏湿地及其功能的行为。</p> | 符合 |
| <p>第三十四条禁止占用红树林湿地。经省级以上人民政府有关部门评估，确因国家重大项目、防灾减灾等需要占用的，应当依照有关法律规定办理，并做好保护和修复工作。</p> <p>禁止在红树林湿地挖塘，禁止采伐、采挖、移植红树林或者过度采摘红树林种子，禁止 投放、种植危害红树林生长的物种。因科研、医药或者红树林湿地保护等需要采伐、采挖、移植、采摘的，应当依照有关法律法规办理。</p> | <p>项目红树林修复工程区域内的红树林主要分布在退塘还林区，为了保护现状红树林，本项目进行优化设计，于种植斑块两侧潮沟开挖取土转挖至种植斑块内部进行地形改造，有利于红树林的种植与生长。项目施工无采伐、采挖、移植红树林或者过度采摘红树林种子、投放、种植危害红树林生长的物种的行为。</p> | 符合 |

综上所述，本项目与《中华人民共和国湿地保护法》是相符的。

10.3.3.3 与《广东省湿地保护条例》的符合性分析

根据《广东省湿地保护条例》（2021 年 1 月 1 日起施行）：

第二十六条：除法律法规有特别规定的以外，禁止在湿地范围内从事下列活动：（一）围垦、开垦、填埋湿地；（二）排干湿地或者永久性截断湿地水源；

(三)擅自挖塘、挖砂、采砂、采矿、取土、取水、烧荒；(四)直接排放未经处理或者排放不达标的污水，倾倒、储存、堆放有毒有害物质、废弃物、垃圾，投放可能危害水体、水生以及湿生生物的化学物品；(五)破坏鱼类等水生生物洄游通道，采用电鱼、炸鱼、毒鱼、绝户网等灭绝性方式捕捞鱼类以及其他水生生物；(六)破坏野生动植物的繁殖区、栖息地、原生地和迁徙通道，滥采滥捕野生动植物；(七)引进、放生外来物种；(八)擅自放牧、捕捞；(九)采伐林木，采集国家或者省重点保护的野生植物；(十)猎捕保护的野生动物或者捡拾掏取鸟蛋；(十一)其他破坏湿地及其生态功能的活动。

第二十八条：县级以上人民政府应当采取措施，防止湿地遭受破坏和生态功能退化。因历史原因、公共利益或者重大自然灾害等，导致湿地面积减少、生态功能退化，经科学论证确需恢复的，湿地所在地县级以上人民政府应当及时采取措施予以修复。

由上可知，本项目为红树林生态修复项目，不涉及第二十六条中的禁止从事活动；同时，项目所在区域的现状红树林湿地退化严重，湿地面积减少，生态功能退化，需要采取措施予以修复；因此，项目符合《广东省湿地保护条例》的要求。

10.3.3.4 与《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》的符合性分析

2020 年 8 月，自然资源部、国家林业和草原局联合印发《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》（自然资发〔2020〕135 号），简称《行动计划》，明确了 2020 年-2025 年红树林保护修复的基本原则、行动目标和任务安排。

《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》提出：实施红树林生态修复：

——科学营造红树林。在红树林资源现状调查的基础上，科学论证、合理确定红树林适宜恢复地。在自然保护地内养殖塘清退的基础上，优先实施红树林生态修复，坚持宜林尽林，优先选用本地红树物种，扩大红树林面积。

——修复现有红树林。统筹开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复，特别是对人工纯林、有害生物入侵、生境退化的红

树林等进行抚育，采取树种改造、有害生物清除、潮沟和光滩恢复等措施，对红树林生态系统进行修复，提高生物多样性。

——加强后期管护。对新营造的红树林采取严格的保育措施，落实管护责任，对成活率不达标或分布不均的地块进行补植。根据红树林生长规律，定期对红树林营造质量及成效进行评价。营造一年后，对其成活率、生长情况等评价；营造三年后，对其保存面积、林分健康状况等评价，根据评价结果，制定和落实后续保护修复措施。

本项目种植区块 683.37hm²，项目拟在选中区域内进行红树林补种，选用乡土树种白骨壤、秋茄、红海榄、桐花树等。种植后 3 年内进行管护、保育，对成活率不达标或分布不均的地块进行补植。及时清理造林地内及缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等，对造林地内出现的油污及时进行有效处理，有利于周边红树林生态系统的维护和整治。

因此，本项目符合《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》中的相关要求。

10.3.3.5 与《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》的符合性分析

2021 年 3 月，广东省自然资源厅、广东省林业局印发《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》（粤自然资发〔2021〕6 号），简称《实施方案》，提出到 2025 年，完成营造和修复红树林面积不少于 8000 公顷，其中在现状红树林外围营造红树林不少于 5500 公顷，修复现有红树林不少于 2500 公顷的工作目标。

本项目为红树林湿地生态修复项目，营造红树林约 683.37 hm²。故本项目符合《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》（粤自然资发〔2021〕6 号）。

10.3.3.6 与《广东湛江红树林国家级自然保护区管理办法》的符合性分析

本项目部分工程位于广东湛江红树林国家级自然保护区的实验区内，本项目与保护区的位置关系图详见图 2.8.1-4，工程主要分布在东海岛西岸。

《广东湛江红树林国家级自然保护区管理办法》中“第四条 市人民政府及

其主管部门应当将红树林保护区生态建设纳入国民经济和社会发展规划，采取有利于发展的政策措施，支持红树林保护区建设和管理，协调解决红树林保护区保护发展中的重大问题。”“红树林保护区内禁止进行下列活动：（一）毁林挖塘、填埋造地、围堤、采矿、采沙、取土、放牧等破坏、侵占红树林湿地的行为；（二）从事水产养殖、畜禽饲养；（三）向区内排放有毒有害污水，投放可能危害水体、水生及湿生生物的化学物品，倾倒生活垃圾、建筑垃圾、蚝壳蚝桩等固体废弃物；（四）采用电、炸、毒及绝户网等方式捕捞作业；（五）擅自修建阻水、排水设施截断红树林湿地的水系与外围水系的贯通；（六）擅自移动或者破坏界碑、界桩、护栏、护网、标识牌、保护标志等管护设施；（七）未经批准在实验区内组织旅游活动，修建旅游设施或者其他用途的构筑物；（八）其他破坏红树林资源、生态环境或者对保护对象造成危害的行为。”

项目建设单位为湛江开发区新月发展有限公司，项目修复营造红树林约683.37hm²。项目属于红树林营造修复项目，不属于从事水产养殖、畜禽饲养项目；项目实施过程中废水、固废等均得到有效处置，不向区内排放有毒有害污水，投放可能危害水体、水生及湿生生物的化学物品，倾倒生活垃圾、建筑垃圾、蚝壳蚝桩等固体废物；项目禁止施工人员任何方式捕捞活动；项目无修建阻水、排水设施截断红树林的水系与外围水体的贯通；项目禁止施工人员擅自移动或者破坏管护设施，无组织旅游活动，修建旅游设施或其他用途的构筑物。

本项目为红树林湿地生态修复工程，不会破坏红树林资源、生态环境或者对保护对象危害。项目建设不会改变红树林保护区的自然属性，有利于促进红树林保护区的保护和建设，符合《广东湛江红树林国家级自然保护区管理办法》中相关要求。

10.3.3.7 与《广东省环境保护条例》（2022年修正版）的相符性分析

根据《广东省环境保护条例》（2022年修正版）：第四十七条在依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动，严格控制人为因素破坏自然生态和文化自然遗产原真性、完整性，在进行旅游资源开发时应当同步建设完善污水、垃圾等收集清运设施，保护环境质量。

通明海自然保护区主体功能区定位为：“1.保护通明海红树林”。而项目为红树林湿地生态修复工程，项目本身就是为了改善通明海受损、退化的红树林生境，因此项目符合通明海自然保护区主体功能区定位的管理要求。综上所述，本项目符合《广东省环境保护条例》（2022年修正版）要求。

10.3.4 与城市发展规划的符合性

10.3.4.1 与《湛江市城市总体规划（2011-2020年）》的符合性分析

2017年6月，国务院办公厅正式批准湛江市城市总体规划，根据《湛江市城市总体规划（2011-2020年）》，湛江市总体发展目标为：以科学发展观为统领，以世界先进城市为标杆，以包括空港、深水良港等在内的全市综合运输体系为支撑，以海洋经济产业、绿色钢铁石化产业为龙头，以现代服务业发展为重点，以循环经济和生态建设为纽带，以海湾海岛景观塑造为特色，建成全国重要的沿海开放城市，现代化的新兴港口工业城市，适宜人居、创业、旅游的生态型海湾城市，更具集聚力、辐射力、引领力的粤西地区中心城市，代表广东参与环北部湾和东盟合作竞争的区域性中心城市。城市发展战略以安全、舒适、愉悦的空间塑造，实现魅力引领发展。加强城市安全，建立生态安全格局，健全综合防灾体系，构建多通道快速交通体系；提升城市舒适宜居水平，重构公共服务设施体系，打造城市绿色开敞空间，倡导低碳与慢行交通出行；营造令人愉悦的城市空间，塑造活力涌动的公共岸线，彰显海湾城市风貌，复兴历史街区，体验多元文化。

本项目位于广东省湛江市通明海海域，为红树林湿地生态修复项目，营造红树林约 683.37 hm²，对于当地生态建设具有重要意义，是建设宜居生态型海湾城市的重要体现，项目建设符合湛江市城市总体规划。

10.3.4.2 与《湛江港总体规划》的符合性分析

综合考虑国家、区域、广东省及湛江市发展形势要求，结合湛江市城市、产业等规划，本次规划湛江港形成“绕一湾环半岛辖十二区”的总体发展格局，即湛江港环湛江湾绕雷州半岛发展，划分为调顺岛、霞海、霞山、宝满、坡头、南三岛、东海岛、吴川、雷州、徐闻、遂溪、廉江等十二个港区。其中，宝满港区、东海岛港区、徐闻港区和雷州港区乌石作业区为四个重点发展港区（作业区）。

东海岛港区发展定位和功能为：重点为腹地经济和大型工业发展服务，拓展

物流功能，以大宗原材料、能源物质运输为主，兼顾杂货、集装箱运输功能，逐步发展为大型化、规模化、集约化的综合性港区。

因此，本项目建设与《湛江港总体规划》不相冲突。

10.4 海域相关规划相符性分析

10.4.1 与海洋主体功能区划的符合性

10.4.1.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

国家海洋局在 2015 年 8 月印发了《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42 号），根据该“通知”，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：①优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。②重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。③限制开发区域，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。④禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。该区域的管制原则是，对海洋自然保护区依法实行强制性保护，实施分类管理；对领海基点所在地实施严格保护，任何单位和个人不得破坏或擅自移动领海基点标志。

项目用海所在海域属于优化开发区域的“珠江口及其两翼”，珠江口及其两翼海域包括广东省汕头市、潮州市、揭阳市、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、湛江市（涠尾角以东）毗邻海域。该区域的发展方向与开发原则是构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群；发展高端旅游产业加强粤港澳邮轮航线合作；加快发展深水网箱养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复；严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制；加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度；健全海洋环境污染事故应急响应机制。

本项目位于广东省湛江市通明海海域，为红树林营造修复项目，营造红树林

约 683.37 hm²。项目建设后可有效抵御风浪，提高海岸的灾害防护能力，保护沿海农田和养殖塘，提高生物多样性和养殖产量，有利于加强对该区域海洋生态系统的保护。因此，本项目的建设符合《全国海洋主体功能区规划（2015 年）》对工程所在海区“珠江口及其两翼”的海洋功能定位。

10.4.1.2 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。

《广东省海洋主体功能区规划》指出：“优先发展以海岸带为主体的沿海经济带，加快横琴、前海、南沙、湛江高栏等重点发展地区的开发与建设。”重点加强海洋自然保护区、人工鱼礁、海洋牧场、海草床等海洋和海岛生态多样性保护与生态环境敏感地区的保护和建设，构建近海海域蓝色生态屏障。同时，以海水养殖区为基础，科学养护渔业等海洋生物资源，保护近岸养殖用海生态环境，科学控制增养殖密度和规模，大力发展深水网箱养殖。”

项目位于通明海海洋自然保护区，本项目为海洋生态修复工程，通过红树林湿地生态修复，加强了海洋自然保护区海洋生态多样性保护与生态环境敏感地区的保护和建设。

因此，本项目的建设符合《广东省海洋主体功能区规划》对该区域的发展方向及布局。



图 10.3.1-1 广东省主体功能区划图

10.4.2 与海洋功能区划的符合性分析

10.4.2.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

(1) 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所在的海洋功能区为通明海海洋保护区。周边海域海洋功能区有：东海岛北部工业与城镇用海区、东海岛南部工业与城镇用海区。各功能区的分布详见图 2.3.2-1 及表 10.3.2-1，海洋功能区登记表见表 10.3.2-2。

表 10.3.2-1 项目附近海洋功能区划分布状况（广东省）

| 序号 | 省海洋功能区划名称 | 与本项目相对位置 |
|----|---------------|-------------|
| 1 | 东海岛北部工业与城镇用海区 | 东北侧，约 2.4km |
| 2 | 东海岛南部工业与城镇用海区 | 东南侧，约 1.6km |

表 10.3.2-2 项目附近海洋功能区登记表（广东省）

| 序号 | 代码 | 功能区名称 | 地区 | 地理范围 (东经、北纬) | 功能区类型 | 面积(公顷) 岸段长度(米) | 管理要求 | |
|-----|------|---------------|-----|--|----------|-------------------|--|--|
| | | | | | | | 海域使用管理 | 海洋环境保护 |
| 166 | B3-2 | 东海岛北部工业与城镇用海区 | 湛江市 | 东至: 110°30'15" 西至: 110°19'32" 南至: 21°03'06" 北至: 21°05'45" | 工业与城镇用海区 | 2634 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障港口航运用海需求; 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. 工程建设及营运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; 6. 优先保障军事用海需求及军事设施安全。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 保护海域生态环境; 2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。 |
| 165 | B3-1 | 东海岛南部工业与城镇用海区 | 湛江市 | 东至: 110°30'12" 西至: 110°11'57" 南至: 20°55'44" 北至: 21°00'11" | 工业与城镇用海区 | 13932 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障港口用海需求; 3. 在基本功能未利用前, 保留养殖等渔业用海; 4. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 5. 工程建设期间采取有效措施降低对 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 保护民安-山北红树林及其生境; 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。 |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | 湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响； 6. 加强对围填海的动态监测和监管； 7. 优先保障军事用海需求，围填海等开发活动需保障军事设施安全。 | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

(2) 与海洋功能区划的符合性分析

本项目所在的海洋功能区为东海岛北部工业与城镇用海区、东海岛南部工业与城镇用海区。本项目位于广东省湛江市通明海海域，本项目为红树林湿地生态修复系统治理工程，没有完全改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海；在项目施工过程中，由于本项目施工区均位于养殖塘内部，与外海属于不连通状态，悬浮泥沙的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，塘内悬浮泥沙将慢慢沉降，悬浮泥沙不会对塘外海域水质产生大的影响，能够满足环境保护要求。

因此，项目的建设不会对周边海洋功能区产生大的负面影响。本项目与周边东海岛北部工业与城镇用海区、东海岛南部工业与城镇用海区距离较近，但项目不进行围填或开垦，在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生大的影响。项目建设需高度重视海洋生态安全、防洪纳潮问题，防止风险事故发生，以保护相邻功能区的安全。各海洋功能区必须按照《广东省海洋功能区规划（2011-2020年）》等有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

项目与海洋功能区管理要求的符合性分析详见表 10.3.2-3。

表 10.3.2-3 项目与广东省海洋功能区划的符合性分析表

| 项目占用的功能区 | 管理要求 | | 符合性分析 | 符合性 |
|----------|----------|--|---|-----|
| 通明海海洋保护区 | 用海方式控制要求 | 海洋保护区 | 海洋保护区用海 | 符合 |
| | 用途管制要求 | 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海，限制扩大养殖规模； 3. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律法规和标准进行管理。 | 1. 本项目符合所在功能区所要求的用海类型及用海方式； 3. 本项目为红树林营造修复项目，项目区域内不涉及周边滩涂养殖、围海养殖等渔业用海； 4. 本项目为生态修复项目，无炸岛等破坏性活动； 5. 项目为红树林营造修复项目，红树林具有防风消浪、促淤保滩、固岸护堤、净化海水和空气的功能，故不影响海 | 符合 |

| | | | |
|--------|--|--|----|
| | | 湾防洪纳潮功能，反而会促进区域海湾防洪纳潮的功能。 | |
| 环境保护要求 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 保护通明海红树林； 2. 严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3. 加强保护区海洋生态环境监测； 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 | <p>1.本项目位于广东省湛江市通明海海域，是红树林修复项目，有利于上述区域的红树林保护，因此符合相关要求；</p> <p>2.项目部分位于湛江国家级红树林保护区，项目为生态修复工程，仅在施工期会对周边海域产生一定影响，采取相应的措施来减少影响施工期的环境影响，施工期结束环境影响也会消失，营造修复好的红树林有利于提升周边海域水质和改善周边环境；</p> <p>3.项目属于生态修复项目，运营期无污染物排放；而施工期间所产生的废水将进行有效处理，不排海，本项目对水质、沉积物的影响是暂时且很小的，因此项目对于水质、沉积物及生物质量等能达到相关要求。</p> | 符合 |

综上，项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。项目用海符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》的要求。

10.4.2.2 与近岸海洋功能区划的符合性分析

为了保护和改善广东省海洋生态环境，防止海洋环境污染，保证沿海地区经济发展战略的实施和社会、经济、环境协调发展及海洋资源的永续利用，广东省1999年制订了《广东省近岸海域环境功能区划》，该功能区划主要适用于广东省管辖的近岸海域。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》，本项目位于二类功能区。该功能区的主导功能为：航道、渔港和渔业设施基地建设、养殖、增殖、潮流能、其他工程用海；水质目标为II类。

根据《湛江市环境保护规划（2006-2020）》中，本项目所在海域属于通明海海洋保护区，该功能区的主导功能为红树林保护、增殖；功能区类别为二类，

水质保护目标为第二类海水水质标准。

本项目建设的生活污水及施工废水均不排入海洋，仅施工期有短暂的施工悬浮物入海污染，运营期间没有污染物排放，不会对该海域水质、沉积物环境产生不良影响；与该功能区的保护目标是相符的。综上所述，本项目施工悬浮物扩散范围小，对周围的近岸海域环境功能区影响不大，符合项目所在地近岸海域功能区划的要求。

本项目工程施工范围为东海岛西岸养殖塘区域，不涉及用海。

因此，本项目的建设符合《广东省近岸海域环境功能区划》《湛江市环境保护规划（2006-2020）》的环境管理要求。

10.4.3 与《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》的符合性分析

《广东省海岛保护规划》提出海岛分类保护，对于有居民海岛生态保护的對象主要包括保护海岛沙滩、植被、淡水、珍稀动植物及其栖息地、特殊用途区域，优化开发利用方式，改善海岛人居环境。鼓励海岛淡水储存、海水淡化和岛外淡水引入工程设施的建设；实施防灾减灾工程，抵御台风、风暴潮和地质灾害等自然灾害侵袭；优先采用风能、太阳能、海洋能等可再生能源和雨水集蓄、海水淡化、污水再生利用等技术。兼顾经济建设和海岛居民生产、生活，引导海岛居民配合特殊用途区域的保护和管理工 作。

本项目所在海岛分区为湛江湾区，湛江湾区海岛保护的主要方向是生态保护，发展港口与临港工业、旅游、海洋渔业。规划重点保护通明海、鸡笼山、特呈岛等海岛周边的红树林生态系统，维护红树林湿地生态服务功能，适度发展红树林生态旅游。保护硃洲岛海石滩、硃洲灯塔等自然遗迹或历史遗迹。加强保护硃洲岛周边海域生态系统，维持海洋生物多样性。合理利用东海岛深水岸线，建设东海岛、东头山岛临港重化工业基地，完善、延伸产业链，加快推进湛江钢铁、中科炼化一体化等重点项目建设，打造东海岛循环经济示范区。大力发展海水综合利用业，实施海水直接利用、海水淡化等示范工程，支持东海岛等海岛建设海水淡化工厂，引导临港重化工业使用海水作为工业冷却水；增加东海岛水库蓄水能力，加快建设岛外引水工程，解决湛江湾区海岛开发的淡水供需平衡问题。挖掘地方民俗特色和海洋文化内涵，依托海岛自然景观、历史遗迹，以文化、生态、

休闲为主题，以东海岛为中心，组合开发东海岛、碓洲岛、南三岛、特呈岛、蜆沙等海岛旅游资源，推进以湛江湾为中心的“五岛一湾”滨海度假休闲区，形成多岛错位发展的湛江湾海岛综合旅游组团。大力发展水产品精深加工、深水网箱养殖，建设水产品精深加工园区，培育一批具有国际竞争力的名牌水产品。合理控制海岛周边网箱养殖、鱼塭养殖，降低近岸养殖密度，拓展远洋捕捞。

本项目位于海岛保护规划的湛江湾区东海岛，项目属于红树林湿地生态修复工程，通过退塘还林、种养耦合的方式进行红树林生态修复，项目红树林营造修复 683.37 公顷，有助于维护红树林生态服务功能，同时推进海岛生态旅游发展，合理控制周边养殖发展，符合项目所在湛江湾区的发展要求。

10.4.4 与《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》的符合性分析

2021 年 12 月 23 日，广东省农业农村厅关于印发《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》，规划总体目标：促进渔业可持续发展，维护养殖水域滩涂空间，强化养殖与其他生产建设活动的空间协调，为科学开发和合理利用水域滩涂、保护区域生态环境、维护养殖者的合法权益、加强渔业行业规范化管理提供制度化保障，同时为全省构建现代渔业产业体系、建设海洋强省提供科学依据和行动指导。规划范围为广东全部水域滩涂及邻近海域。陆域范围包括河流、湖泊、水库、坑塘、滩涂等，面积约为 1.13 万平方公里。海域范围为广东省内水和领海及东沙群岛附近海域，面积约为 6.47 万平方公里。根据农业农村部《养殖水域滩涂规划编制工作规范》要求，结合广东省水域滩涂资源、区域经济社会发展战略，将全省水域滩涂划分为三类：禁止养殖区、限制养殖区、养殖区等三类一级区。

其中限制养殖区：未来规划新增的生态红线保护区域、饮用水水源二级保护区、水产种质资源保护区实验区、新增的红树林宜林地区等自动划入限养区。管制措施：1.严格控制养殖规模；2.实施严格的环境准入制度，限养区内养殖活动应严格落实污染防治措施，禁止将不符合水质标准的水源用于水产养殖；3.限制养殖方式和品种；4.控制污染物排放，限养区内的水产养殖污染物排放应符合国家和省规定的污染物排放标准，排放超标的应限期整改；整改后仍不达标的，由地方政府及相关部门依法责令限期搬迁或关停。

本项目为红树林湿地生态修复工程，本项目部分位于广东湛江红树林国家级自然保护区范围内，属于限制养殖区，本项目运营期打捞海漂垃圾；而施工期间所产生的废水将进行有效处理，不排海，本项目对水质、沉积物的影响是暂时且很小的，可维持现状环境质量，对该区域的水质环境产生影响很小，项目建成后对渔业水域的生态环境基本无影响。

因此，本项目符合《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》要求。

10.4.5 与《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析

2019 年 4 月 20 日，湛江市人民政府办公室关于印发《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》，规划总体目标：通过对湛江市养殖水域自然条件、利用现状和水产养殖产业发展进行分析，综合评价水域滩涂承载力，预测水产养殖前景，形成养殖水域滩涂开发总体思路。按照农业部《养殖水域滩涂规划编制工作规范》要求，科学划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，明确管制措施和保障措施，为促进全市水产养殖业全面、协调、可持续发展提供科学依据。

本项目为红树林湿地生态修复工程，根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，本项目湛江养殖水域滩涂规划叠图详见图 10.4.5-1、本项目与湛江养殖水域滩涂（功能区）规划叠图详见图 10.4.5-2。由图可知，本项目位于工程位于禁养区、限养区，禁养区内的工程为保护区修复工程，该部分区域为广东湛江红树林国家级自然保护区禁养区。本项目工程基本上位于通明海海洋保护区限制类红线区（限养区）。项目采取退塘还林，种养耦合模式。

本项目运营期打捞海漂垃圾，清理海域；而施工期间所产生的废水将进行有效处理，不排海，本项目对水质、沉积物的影响是暂时且很小的，可维持现状环境质量，对该区域的水质环境产生影响很小，项目建成后对渔业水域的生态环境基本无影响。

因此，本项目符合《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》要求。

图2 湛江市养殖水域滩涂（禁养、限养、养殖）规划图

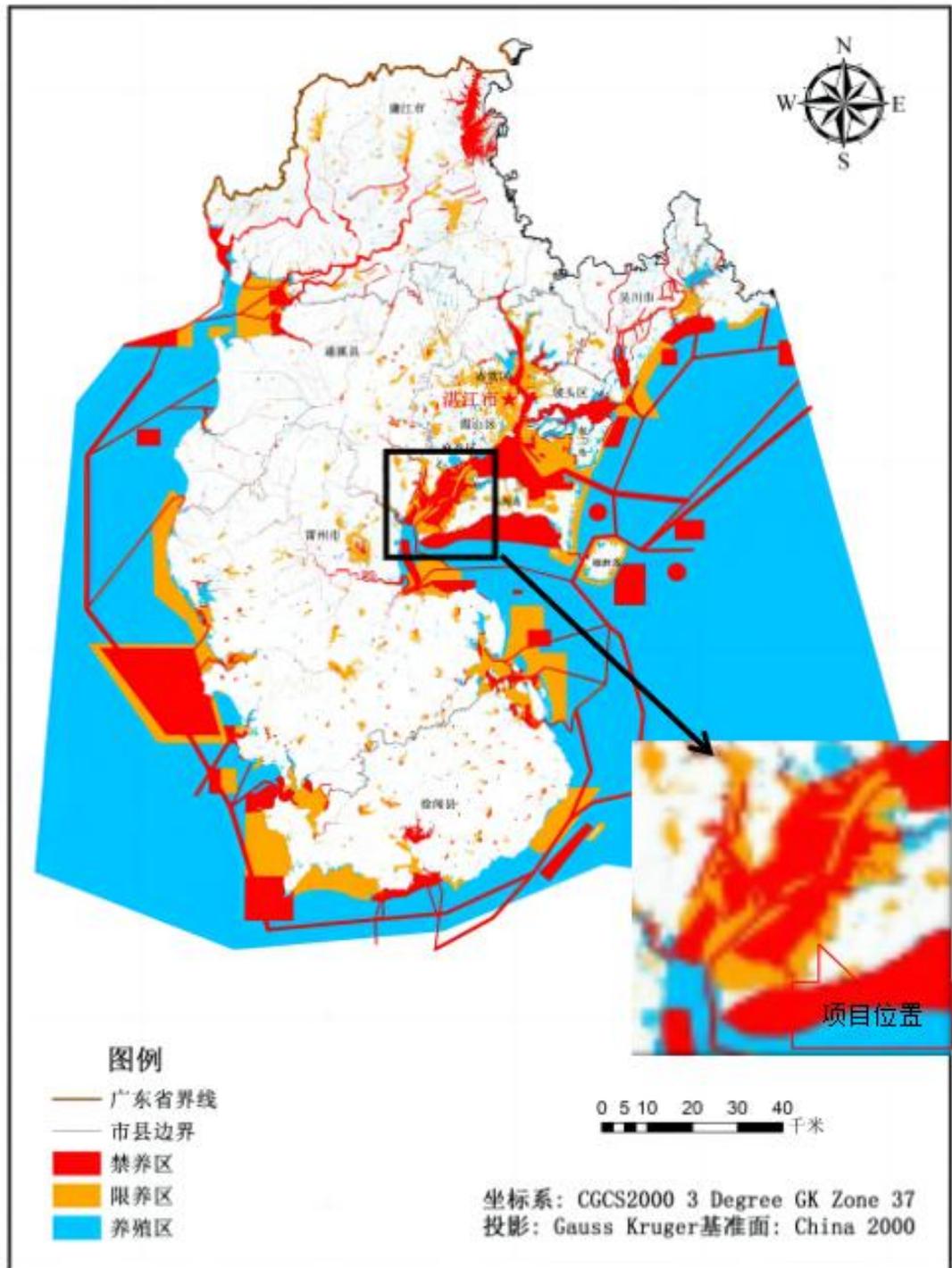


图 10.4.5-1 本项目与湛江养殖水域滩涂规划叠图

图3 湛江市养殖水域滩涂（功能区）规划图

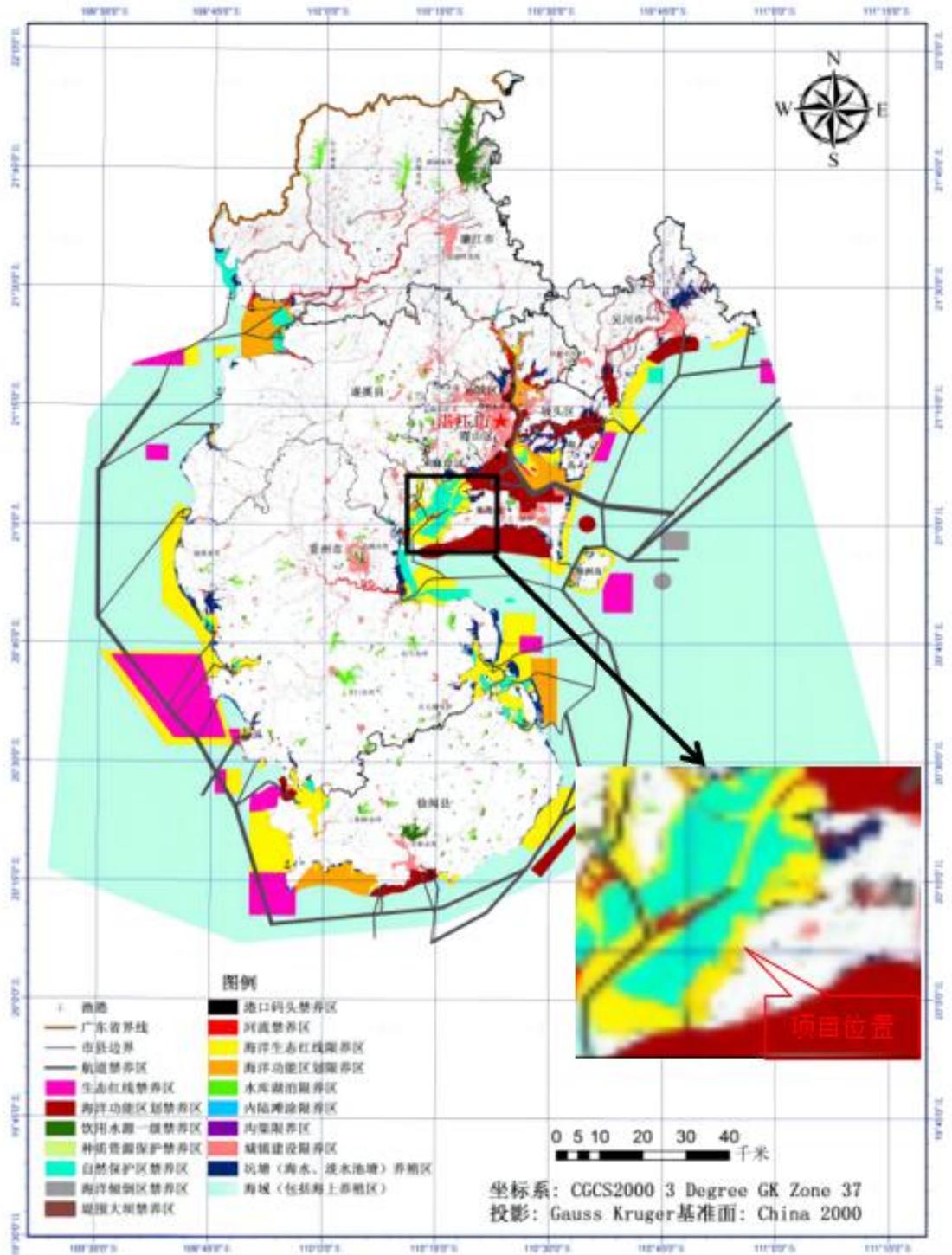


图 10.4.5-2 本项目与湛江养殖水域滩涂（功能区）规划叠图

11 环境经济损益分析

环境影响经济损益分析是针对项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目环境影响范围内的环境影响总体作出经济评价。分析建设项目的社会、经济和环境损益，评价建设项目环境保护投资的合理性以及环境保护投资的效益，促进项目建设的社会、经济和环境效益的协调统一和可持续发展。

本项目东海岛先养殖塘区域，整个片区保护区总面积 3044.9 公顷，由于自然因素和人为活动影响，区域内红树林湿地受损严重，鸟类觅食地丧失，造成滨海湿地资源退化，湿地功能减弱。项目建设对现有红树林实施全面保护，逐步完成自然保护区内的养殖塘等开发性、生产性建设活动的清退，恢复红树林自然保护区生态功能。项目的实施将能体现显著的生态效益、经济效益和社会效益。

11.1 环境保护设施和措施投资估算

本报告拟采取的清洁生产和污染防治措施主要针对会对海洋环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据当前的市场经济价格估算，本次评价所提出的各项污染防治措施费用约为 682.89 万元，项目总投资约 58060.28 万元， 占总投资的 1.18%，详见表 11.1-1。

表 11.1-1 工程环保设施投资估算表

| 项目 | 环保设施名称 | 投资估算（万元） |
|-----|--------------------------------|----------|
| 施工期 | 施工期环境监测 | 85.4 |
| | 机械残、次油交有资质单位处理、施工机械去定点洗车场进行清洗 | 17.08 |
| | 施工期溢油应急设施、设备 | 28.47 |
| | 油气管线附近安全警示标志等 | 2.85 |
| | 固废处理 | 64.06 |
| 运营期 | 红树林标志牌等 | 13.67 |
| | 固废清理（对塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔少量 进行人工清除） | 46.98 |
| | 运营期监测 | 85.41 |

| | | |
|--|--------|--------|
| | 生态损失补偿 | 338.97 |
| | 合计 | 682.89 |

11.2 生态效益分析

红树林生境的再培植，将有效保护其海域生态系统、红树林生态系统、海草床与滨海生态系统等海洋生态系统，发挥红树林生境等海洋生态系统的功能。红树林生态湿地是生物多样性的摇篮，孕育着无数水生动植物和两栖生物，对水禽尤其重要，为它们提供食物和繁殖育幼的场所。红树林本身除了为食物链提供营养物质外，其最主要的功能之一是为海洋游泳生物、海洋底栖动物、海鸟和昆虫等提供良好的生长发育环境，加大红树林种植及湿地保护有助于提高海洋生物资源和鸟类资源。

通过营造红树林生境，保护和恢复多样化的湿地资源，充分发挥湿地在调节水质方面的作用，有效净化周围海水水质，使近岸海域海水水质向好改善。另外，通过红树林生态系统的修复，使湿地生态系统的水平结构、垂直结构和营养结构得以优化，促进湿地生态系统的物质循环和能量流动，充分发挥湿地在防风消浪、固岸护堤、调节径流、控制污染、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、栖息地服务、净化空气和美化环境等方面的多种生态功能，保障区域和周边生态安全、提供优良的生态服务。同时，控制外源污染输入，恢复红树林湿地生态系统自我维持状态，不仅能发挥红树林湿地在区域生态系统的功能，对于控制海岸侵蚀、保持水土和调节区域气候等方面发挥重要作用，还能完善生物网络，保护生物多样性。

根据韩维栋等对我国现存自然分布的红树林生态系统的功能价值经济评估方法，把红树林生态系统的服务价值，包括生物量价值（0.598 万元/hm²）、防风消浪护岸价值（7.270 万元/hm²）、保护土壤价值（8.478 万元/hm²）、固碳以减弱温室效应和释放 O₂ 的价值（0.491 万元/hm²）、生物多样性保护即动物栖地价值（0.401 万元/hm²）、林分养分积累价值（0.074 万元/hm²）、污染物生物降解和病虫害生态价值（0.021 万元/hm²）等量化折合成经济价值，即为红树林生态系统的服务价值，即生态效益。本次红树林种植 683.37hm²，估算生

态效益约为 11843.64 万元。

11.3 经济效益分析

根据红树林的生态服务价值，每公顷红树林湿地每年可产生高达 10000 美元的综合价值，相当于珊瑚礁生态系统的 1.64 倍和热带森林的 5 倍。同时，由于红树林湿地内具有地势平坦、开阔的滩涂和种类繁多的林木等自然景观，并且拥有大量在红树林湿地内觅食和栖息的海鸟和候鸟，红树林湿地具有开发生态旅游观光和动植物资源适度开发的潜力。通过本项目的落实，使红树林湿地的生态保护与适度开发相结合，发挥生态旅游的优势，发展生态文明，促进区域经济可持续发展。因此美丽海湾的建设，具有巨大的生态旅游市场开发价值。同时，红树林本身就具有良好的经济效益：其树皮可作为单宁及染料的萃取原料；木材可供为建材、家具用材及新炭材。

鸟类、贝类资源丰富以及利用渔业产品应包括通过市场交易的部分及未通过市场交易的部分。主要有鱼、虾、贝、藻类、莲、藕、菱、芡、泥炭、木材、芦苇、药材等。有人计算过，湿地的生产力高于非湿地。湿地动植物资源的利用还间接带动了加工业的发展；中国的农业、渔业、牧业和副业生产在相当程度上要依赖于湿地提供的自然资源。

红树林动物资源的利用主要是：（1）食物利用：星虫类、贝类、蟹类、虾类、鱼类都是价值较高的海产品，味道鲜美。（2）其他：光裸星虫可提取星虫素制造优良的杀虫剂；红树林滩面上低值的贝类，如珠带拟蟹守螺粉碎后可用于对虾养殖的补充饵料。

同时通过本项目的落实，使红树林湿地的生态保护与适度开发相结合，发挥生态旅游的优势，发展生态文明，促进区域经济可持续发展。因此美丽海湾的建设，具有巨大的生态旅游市场开发价值。

11.4 社会效益分析

本项目主要任务为：本项目为生态修复工程，主要包括东海岛西岸红树林修复工程。项目范围内海滩由于自然因素和人为活动影响，区域内红树林湿地受损严重，鸟类觅食地丧失，造成滨海湿地资源退化，湿地功能减弱，制约海湾整体

环境改善。项目实施将提高当地海洋环境，形成更为悦目的景观效果，切实提高当地居民的生活质量及精神生活质量。项目的实施还将促进公众参与近岸海洋生态环境保护与可持续利用，同时满足公众对环境的需求和社会可持续发展的要求，最终实现人与自然和谐相处。项目建设是恢复红树林湿地生态系统的需要，是提升海岸生态防护能力的需要。

本项目的社会效益主要体现在保护自然资源和生态环境，保障区域生产安全，提高科学管理水平，改善人民物质、文化、生活及健康水平等方面。项目建成后，为社区群众提供游憩场所，在让群众享受优美的红树林湿地等海洋生态景观和良好环境的同时，丰富群众海洋生态文化知识，满足其向往、回归大自然的愿望，唤起公众自然保护意识，促进自然资源保护，推动精神文明建设，促进海洋生态文化形成。这有利于提高了社区群众的生态环境保护觉悟和意识，使社区群众自发地进行环境保护，从而积极配合当地政府开展海域使用的科学与法制化管理。

本项目以得天独厚的自然地理条件、区位优势、独特的湿地生态系统类型、多样的自然景观等成为近海与海岸生态系统及生物多样性的重要研究基地及科普教育、教学实习的理想场所。红树林生态环境系统修复，提高海洋生物资源和鸟类资源，改善人文环境，为周围百姓提供一个良好的生产生活环境，极大地提高当地百姓的生活品质，同时带动当地生态农业、旅游业，餐饮业、房地产等产业的发展，促进当地人民的生产生活方式由单一传统水产养殖向生态效益型养殖、体验式休闲旅游、相关服务业等多元化发展。

11.5 环境影响效益分析

11.5.1 工程对环境影响的分析

1、环境空气

施工期间对大气环境的影响主要表现为施工船舶、机械废气，施工船舶、机械废气产生量少，影响很小，工程结束后就会消失。

2、声环境

项目施工期间通过设备选型、减振、加强保养等措施降低噪声的产生，产生的施工噪声对周边环境影响不大。

3、水环境

项目施工过程中产生的废水主要来自施工人员的生活污水、船舶含油污水以及施工过程取土、滩涂垫高的悬浮物。

施工含油污水严格按照《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，经收集上岸后应交由有资质的单位处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。施工期施工人员住宿与办公租用附近民房，生活污水纳入当地生活污水一同处理，不直接外排。

本项目取土前应做好施工围挡，将潮水与施工作业面隔绝，不仅保证施工不受潮水影响，方便施工，而且使施工中可能因取土工程裸露地面流失的泥土，不散落到其他地方去，不对项目周边海水水质造成明显影响。采取围挡法施工时，会使少量底泥发生再悬浮。施工过程中对海底造成扰动，使得其中的污染物进入水体中，从而在短时期内造成水体的恶化。

本项目采取潮沟开挖回填塘内垫高施工，营造红树林生境并种植红树林修复项目所在区域生态环境，项目施工工艺可以有效控制项目施工对水体的影响程度和范围。施工取土工程对水底淤泥的搅动形成的悬浮物很快可以沉降，且影响范围有限，根据类比调查，本项目工程施工结束后数小时内，取土工程、滩涂垫高工程产生的悬浮物将基本沉入海底，其影响也基本消失。

4、固体废物

施工期产生的固体废物主要为施工人员的生活垃圾、残油废油，施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地，及时由环卫部门运至垃圾处理场集中处理，不得将垃圾随意丢弃；施工船舶作业产生的残油、废油等危险废物，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

5、生态环境

施工期不对陆域生态环境产生影响，项目施工范围主要集中在东海岛西岸养殖塘内，属于通明海海域。

①悬浮物增加对海洋生物的影响

本工程施工过程中，悬浮物主要来自养殖塘填土、桩基施工、挖穴、种植建设等对环境影响较大的施工环节。悬浮物引起施工海域内的局部海域水质浑浊，

这将使阳光的透射率下降，从而使得该片水域内的游泳生物迁移到别处，浮游生物将受到不同程度的影响。尤其是滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物的增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能；滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱；另外，水体透明度下降，溶解氧降低，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的数量，导致该水域内初级生产力水平下降。

本项目施工期造成评价水域悬浮物的增加对该地区水生生物的负面影响虽然是不可避免的，但该影响在采取合理的环保措施的前提下可以局限在较小的范围内，而且随着施工期的结束，对海洋生物的不利影响也将得到逐步缓解。

②底质破坏对底栖生物、潮间带生物的影响

在工程建设中，由于养殖塘填土、挖穴、种植建设等施工作业，改变了生物的原有栖息环境，尤其对底栖生物和潮间带生物的影响是最大的。停止施工后，施工区及其附近水域的底质将恢复平静，随后就是底栖群落的重新建立以及浮游生物的恢复。

施工过程中，海洋底质环境被破坏，造成了海洋生物群落尤其是底栖群落发生相应变化，一些不能适应这种环境的种类和数量将逐渐减少。但是这种情况是暂时的，当施工结束后，新的生物群落将逐步建立，海洋生态环境将会逐渐得到缓慢地恢复。

③对生物多样性的影响

本工程实施后是对现有红树林的延续和补充，将有利于项目所在区域生态资源的保护，为迁徙鸟类和海洋生物提供更大范围的栖息地，使该海域的生物多样性有所增加。

④施工过程对鸟类的影响评价

根据鸟类调查，鸟类活动区域主要在红树林、滩涂和外围区鱼塘等，本项目施工期间，施工噪声及夜间光照对鸟类活动有轻微影响。但本项目施工结束后，项目建有大面积的人工生态红树林，可为鸟类的生存和发展创造了一个良好的环境。

因此，本项目施工噪声对鸟类的影响将是阶段性的，随施工结束可逐渐恢复，

本项目的建设不会对区域的鸟类产生明显的影响。

11.5.2 项目对环境影响的风险评价

强台风导致的海域超高潮位、风暴正面袭击使得围挡崩塌，进而导致滩涂整地物料或生态修复物料在海洋中扩散，这会影响到工程周边海区的水质环境及生态环境。

极端大雨天气可能导致物料受雨水冲刷携带入海，对海洋生态环境产生影响。

本工程应按本报告提出的要求积极采取相应的防护措施，制定相应的安全管理条例，加强对施工人员的管理和教育等，避免此类风险的发生。

11.6 环境影响经济损益分析结论

2015年7月，国家海洋局在《海洋生态文明建设实施方案》中提出积极推进“蓝色海湾”、“南红北柳”、“生态岛礁”等重大生态修复工程，推动海洋生态文明制度体系建设，营造“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰”新局面。2020年6月，国家发改委、自然资源部印发了《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》，部署了海岸带生态系统保护与修复工程在内的九大工程。广东省作为海洋大省，强化生态用海，将协同配合、率先垂范，积极推进海洋生态文明建设，牢固树立基于生态系统的海洋综合管理思维，科学引导海洋经济、海洋产业发展，认真做好海湾、岸线的整治修复工作，为广东省经济社会发展和海洋强国建设作出新的贡献。

滩涂资源气候适宜，水分充足，地势平坦，宜于种植大规模的红树林，但滩涂高度对红树林的生长也有一定的影响，红树植物能耐受一定程度的周期性海水浸淹，但是低于宜林临界线，超出其生理限度势必导致植株死亡、造林失败。通明海海域进行红树林种植，就必须先进行滩涂改造，形成适合红树林生长的滩涂高度。

红树林全身是宝，按人类对红树林湿地的利用现状，可把红树林湿地的功能分为物质生产功能、环境生态功能和景观美学和旅游功能。

红树林的经济价值是不可忽视的。大多数种类的红树植物树皮含有丰富的丹宁，可用作染料和提炼栲胶，是制革、墨水、电工器材、照相材料、医疗制剂

的原料；木材纹理细微，颜色鲜艳美观，抗虫蛀，易加工，可供为建材、柱材、家具用材及薪炭材；红树四季开花，果实丰硕，果实富含淀粉，是酿造啤酒的重要原料；红树林内的海鲜比海滩的更肥美，而且无污染，故在红树林下进行合理的海产养殖具有很高的经济效益；同时如果能充分利用红树林的枯枝落叶作为食物来源还可以节省饲养成本。

国内外的大量研究表明，与其他生态系统相比，红树林湿地生态系统中的动植物种类更加丰富，水生生物的物种多样性远远高于其他海岸带水域生态系统。红树林内部产生的凋落物不仅为近海海洋动物提供了丰富的饵料，而且经微生物分解后又变成红树林植物的营养物质，促进红树林群落的良性发展；再加上河口、海湾近岸富含营养的水体，为大量的藻类、无脊椎海洋动物和鱼类等提供了理想的生境。

红树林还是海洋鸟类最理想的天然栖息地，凡红树林分布的区域，均保持了较高的鸟类种群和其他生物物种的多样性。尤其对于候鸟，红树林广阔的滩涂和丰富的底栖动物为迁徙鸟类提供了落脚歇息、觅食、恢复体力的一切优厚条件。

红树林湿地又被誉为“地球之肾”，其在净化水源、保护环境中的作用非常大。红树植物抗污染机制是多方面的，其中很重要的一个方面就是其体内富含丹宁，使得红树在较严重污染的环境下仍能生存。当红树吸收重金属离子后，体内大量的丹宁分子能与其发生化学反应，使其失去毒性。红树林生态系统是一个红树林-细菌-藻类-浮游动物-鱼类等生物群落构成的兼有厌氧-需氧的多级净化系统，红树通过吸附沉降、植物的吸收等作用降解和转化污染物从而使水体质量得到改善；而树下的多种微生物能分解林内污水中的有机物和吸收有毒的重金属，释放出来的营养物质可供给红树林生态系统内的各种生物，从而起到净化环境的作用。湛江经济技术开发区为落实湛江经济技术开发区发展规划、政策方针，种植红树林可以恢复红树林湿地生态系统、提升海岸生态防护能力。

除上述效益外，红树林湿地也是重要的旅游资源，素有“海上森林”之称，为热带海岸独有的地理景观，与其他海岸风光比较具有截然不同的别致风情。另外，红树林湿地生物多样，景观亦多样，潮涨潮落，红树林湿地展示不同的色彩美与动态美，鸟类在其间飞翔与栖息。其旅游功能主要体现在新、奇、旷、野等特点上。红树林的旅游功能有助于把红树林湿地内从事水产养殖业、加工业、林业等

人员转化安置为保护和管理湿地的工作人员，减轻人类对红树林湿地的开发、利用、污染、破坏的压力。

和谐社会一方面要求社会经济的发展应在资源的承载力之内；另一方面，要求在资源可持续的基础上，达到社会经济的发展。换言之，既要做到林业自身的可持续发展，又要参与整个经济社会的可持续发展，这里面既包含要不断发展林业产业，满足人们日益增长的物质林产品的需求，又包含加强林业生态建设，是社会对生态的需求。同时人民日益增长的美好生活需要对美好居住环境有了更高要求，人民群众希望天更蓝、水更清、山更绿。本项目的实施，可以从整体或局部上改善其环境，促进海洋资源的可持续发展，实现海洋经济发展与环境保护的双赢。

另外，通过本项目的生态化工程的建设，为人们提供游憩的场所，使红树林湿地的生态保护与适度开发相结合，发挥生态旅游的优势，发展生态文明，促进区域经济可持续发展。有利于提高社区群众的生态环境保护觉悟和意识，使社区群众自发地进行环境保护。红树林生态环境系统修复，提高海洋生物资源和鸟类资源，改善人文环境，为周围百姓提供一个良好的生产生活环境，极大地提高当地百姓的生活品质，同时带动当地生态农业、旅游业，餐饮业、房地产等产业的发展，促进当地人民的生产生活方式由单一传统水产养殖向生态效益型养殖、体验式休闲旅游、相关服务业等多元化发展。

因此，对东海岛西部通明海海域进行生态修复建设可取得良好的社会效益和经济效益。

从生态环境损失角度来看，本项目的施工会给项目所在海域环境带来一定的影响，并由此还会带来一定的经济损失，如工程施工过程会增加海水中悬浮物含量，导致海水透明度和光照强度的下降，对浮游生物、游泳生物会造成一定程度的影响，且会掩埋底栖生物的栖息环境，造成底栖生物的损失。但是这个损失是本项目在施工期的短暂影响，而且施工完成后，新的红树林生态系统形成，逐步使周边的水质状况将得到改善，浮游生物、底栖生物、游泳生物和哺乳生物以及鸟类等栖息在红树林中的生物会恢复，并建立更为复杂、完整和稳定的生态结构。项目实施后，养殖废水的随意排放将得到控制，养殖效益将更大化，当地居民的经济将进一步得到改善。同时，项目施工建设与运营的过程中，建设单位也

将采取一定的环境保护措施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

综合分析项目的建设经济损益，项目建设带来的环境资源的损失及负面影响有限，并在可接受范围内。项目建设带来的生态效益、社会效应和经济收益是比较明显的。因此，该项目是可行的。

据国家和省市环境保护行政主管部门的要求，结合本工程建设情况及工程污染特点实际情况，有针对性地提出本工程不同阶段、具有可操作性的环境管理与监测计划，作为本工程建设和运营期开展环境管理与监测工作的依据。

12 环境管理

12.1 环境管理机构及职责

本工程环境管理由建设单位负责，建设单位业务上接受当地环保部门的指导和监督。环保管理机构承担以下环境管理职责：

(1) 贯彻、执行国家、省、市有关环境保护方面的法律、规范、标准及其他要求；

(2) 组织制定企业环境保护规划和计划；

(3) 负责制定和建立本企业环保制度与规章；

(4) 制定企业环境保护管理目标和指标；

(5) 负责企业的环境统计、环境保护档案的建立与管理；

(6) 负责实施与监督企业环境管理；

(7) 负责监督企业各项环保设施的正常运行、维修；

(8) 负责对企业各级领导干部和员工的环境教育与培训。

12.2 环境管理计划

(1) 初步设计和施工前期环境管理

① 污染防治方案的审核

配合技术部门采取专家论证、公众参与等方式，对项目的工艺设计的可行性、环保措施的可行性进行论证。

② 签订施工承包合同中应包括环境保护的专项条款

在施工招标发包时，应对施工单位的文明施工素质及施工期环境管理水平进行审核，在与中标单位签订施工委托合同时，应将施工期承包单位必须遵循的环境保护有关要求以专项条款方法写入合同文本中，并在施工过程中据此加强监督、检查、减少施工期对环境的污染影响。

(2) 施工期环境管理

施工期的环境管理主要由施工单位具体实施，其在环境管理、污染控制及防治措施实施等方面将起到关键作用，因此，选择正规、有经验的施工单位，并将

施工期的环境管理工作纳入合同内容中是确保环境管理计划实施的前提。

除此之外，委托有资质的监理单位进行施工期的环境监理，环境监理是实现项目的全过程环境管理的手段。

施工期环境管理的具体要求如下：

①施工单位和监理单位施工之前对相关人员开展环境保护的宣传和教育培训工作；

②施工单位需严格落实环评报告提出的环保措施，监理单位应做好施工现场的巡视检查、发现存在的环境问题并及时提出，对环保措施的落实情况进行监督。该工程施工期拟落实的主要污染防治措施包括：

A.人工围挡滩涂垫高作业是否采取降低悬浮物的浓度和控制悬浮物扩散的措施；

B.施工物料、种苗堆放、装卸、运输是否按对策措施要求落实；

C.施工过程中使用的各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染；

D.施工粉尘、噪声是否得到有效防治；

E.施工期各类废水和垃圾是否进行妥善处置；

F.落实施工期环境监理制度是否落实； G.施工期监测制度是否落实等。

③监理单位编制环境监理报告（环境监理月报、季度报告及监理总结报告），报送建设单位、施工单位和环境保护行政主管部门，反映施工期环境保护措施的落实情况，这既是施工期环境管理的重要成果，又是工程竣工环境保护验收的重要材料。

（3）验收阶段环境管理

①落实环保投资，确保治理措施执行“三同时”和各项环保治理措施达到设计要求；

②向环境保护行政主管部门申请办理该工程环保设施的竣工验收手续，开展竣工验收监测、编制环保竣工验收报告等工作；

③验收合格后，向湛江市环境保护局进行排污申报登记，环保设施与主体工程同时正式投入运营。

（4）营运期环境管理

①监督环保设施的正常运行

工程建设单位应监督各项环保设施的正常运行，杜绝违法向环境排放污染物，对于事故情况下的污染物超标排放，采取及时有效的措施加以控制，同时上报生态环境主管部门。

②监督生态影响防治措施和生态影响补偿措施

监督该工程生态影响防治措施和生态影响补偿措施的落实，包括措施的落实及落实后的跟踪监测等内容，是该工程环境管理最重要内容之一。

③制订和实施环境监测计划

组织环境监测计划的制订，并做好日常的监测记录工作和定期监测上报工作，通过污染物排放的环境监测来检测环保设施的运行效果，将环保工作落到实处。

④污染事故应急防范

对于突发性污染事故的应急防范，建设单位应成立应急反应指挥小组，制定和实施项目应急反应计划，配备适当数量的应急设备，将本工程的突发事故应急防范工作与地方的突发事故应急防范工作相衔接，充分利用区域的应急资源，做好污染事故应急防范工作。

⑤宣传、教育和培训

对职工进行环境保护方面的宣传和教育，培养大家爱护环境、防止污染的意识。对于环保设施管理与维护人员，定期参加上级主管机构和各级生态环境主管部门组织的职业技术培训，提高其环境管理和技术水平。

12.3 环境监理计划

12.3.1 环境监理的内容

环境监理包括工程设计文件环保核查和施工期环境监理。

(1)设计文件环保核查是对建设项目的的设计文件符合环境影响评价及其批准文件要求情况的检查。

(2)施工期环境监理包括生态保护措施监理、环境保护达标监理、环保设施监理：生态保护措施监理是对项目施工建设过程中生态保护、恢复与优化等相关工程和措施落实情况的技术性监督检查；环境保护达标监理是对项目施工建设过程中各种污染物排放达到环境保护标准要求情况的技术性监督检查；环保设施监理是对建设项目环境污染治理设施、环境风险防范设施按照环境影响

评价文件及批复的要求建设情况的技术性监督检查。

12.3.2 环境监理的实施

实施环境监理前，建设单位应与环境监理单位签订书面监理合同。合同中应包括设计文件环保核查，施工期环境监理内容的条款；应明确建设单位和环境监理单位的环境保护责任和目标任务，并作为环境保护行政主管部门考核、验收等管理工作的内容。在申请建设项目竣工环境保护验收时，建设单位应提交建设项目环境监理报告。

12.3.3 环境监理的程序

(1) 根据所承担的环境监理工作，按照环境影响评价文件及环境保护行政主管部门批复的要求编制环境监理方案；

(2) 依据项目建设进度和工程特点编制阶段性或单项措施环境监理实施细则；

(3) 在项目开工建设前完成设计文件环保核查并及时向项目建设单位提交设计文件环保核查报告；

(4) 向项目现场派驻环境监理项目部和监理人员，采取巡视、检查、旁站等进行跟踪管理。环境监理项目部的设置、组织形式和人员组成，应当根据环境监理工作的内容、服务期限及工程类别、规模、技术复杂程度、工程环境等因素确定；

(5) 参加项目施工例会、项目验收会和组织项目环境监理例会，对环保工程进度、环境质量进行控制，提出工程暂停、复工和设计变更等要求或决定；

(6) 按照监理实施细则实施监理，填写日志，定期向项目建设单位提交监理月报表和专题报告，并同时报送环境保护行政主管部门和当地环境保护行政主管部门；

(7) 在生态修复项目开工、竣工环境保护验收前分别向项目建设单位提交阶段环境监理报告。在建设项目通过竣工环境保护验收后移交环境监理档案资料。

12.3.4 监理人员的义务

环境监理人员发现项目施工过程中存在如下问题时，应及时报告建设单位和环

境行政主管部门：

(1) 项目设计平面布置、建设规模、红树林种植和环境保护设施与所批复的环境影响评价文件存在较大变更的；

(2) 项目施工过程中存在超出国家或地方环境标准排放污染物的环境违法行为；

(3) 项目施工过程中存在生态环境破坏，或未按照环境影响评价及批复要求实施生态恢复的；

(4) 环境污染治理设施、环境风险防范设施未按照环境影响评价文件批复的要求建设的；

(5) 环境污染治理设施、环境风险防范设施施工进度与主体工程施工进度不符合建设项目环境保护“三同时”要求的；

(6) 项目施工过程中存在其他环境违法行为的。

12.3.5 本项目环境监理工作

(1) 环境监理主要内容：本工程环境监理主要包括设计文件环保核查、环保达标监理、环保设施监理、生态保护措施监理和环保“三同时”监理。

(2) 环境监理时间及频率：施工期全程环境监理工作。

(3) 环境监理机构：建设单位在项目开工建设前委托有监理能力的单位开展本工程环境监理工作。

(4) 环境监理要点：本工程环境监理要点详见表 12.2.5-1。

(5) 环境监理成果：本工程环境监理成果主要包括日常工作记录、环境监理季度报告、最终监理报告等文字记录材料、监测资料及现场照片等，主要记录建设项目施工过程中对环境产生影响时，施工单位所采取的防治措施及其效果；施工过程中存在的违反环境保护相关法律法规及政策的行为；参与环境调查与环境纠纷处理的情况；以及环境监理报告情况等。环境监理单位在本工程开工和竣工环境保护验收前分别向建设单位提交阶段环境监理报告，并同时报备负责项目审批的环境行政主管部门；在项目通过竣工环境保护验收后移交环境监理档案资料。

表 12.2.5-1 本工程环境监理要点

| 分类 | 环境监理要点 |
|-----------|--|
| 环保达标监理 | (1) 施工场地各类废水按照环评要求达标处理 (2) 检查生活垃圾和施工固废的日常收集分类储存和处理工作，是否按规定由工程承包商妥善处理处置 (3) 检查施工抑尘措施是否到位，TSP 达标排放 (4) 各类机械设备是否采取隔声减噪措施，施工期噪声是否满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) |
| 环保设施监理 | (5) 施工现场是否设置固废分类回收装置 (6) 生活污水、施工废水及船舶污水采取环评报告书提出的处理措施 |
| 生态保护措施监理 | (7) 施工场地是否控制批准的区域范围内，在施工区域是否设立临时标志牌 (8) 就工程建设造成的海洋生物损失，是否采取报告书提出的生态补偿措施 |
| 环保“三同时”监理 | (9) 环保设施是否按环评及其批复文件的要求与项目同时设计、施工与运营 |

落实环境监理计划，环境监理报告作为项目竣工环境保护验收报告的附件资料。

12.4 环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握施工期和工程后周围环境变化情况，从而反馈给项目决策部门，为本项目的环境管理提供科学依据。根据本项目特点，本次评价环境监测主要为施工期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，制订整体环境监测计划。

项目的环境监测计划包括：工程施工期监测计划。具体的监测可委托有资质的环境监测单位作为执行单位；生态环境监测可由当地海洋、生态环境行政主管部门以及保护区管理机构进行监督指导。

监测资料建档及报告提交：

- ①对原始记录应完整保留备查。
- ②及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统，定期总结。
- ③环境管理与监测情况应随时接受海洋行政主管部门和生态环境部门的检查和监督。

12.4.1 施工期环境监测计划

环境监测的目的在于及时了解和掌握项目施工期各种工程行为对环境保护目标所产生的影响范围、程度及时段，以便对产生环境影响的工程行为采取相应的减缓措施，为环境管理提供科学依据，也是对所采取的环保措施防治效果的一种验证。

1、大气污染源监测

项目施工期主要是机械设备产生的废气，废气产生量极少；且项目全部位于滩涂的围塘内，周边没有大气污染物敏感点，且大气扩散条件极好，因此施工期不做监测安排。

2、噪声监测

项目周边 50m 范围内没有声环境敏感点。

3、地表水监测

施工期基本没有废水向地表水排放。

4、海洋生态环境

(1) 监测因子

考虑施工期的主要施工特点，施工期主要检测以下因子：

水质：pH、DO、CODMn、SS、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg；

沉积物：石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg；

海洋生物：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物；

各监测项目按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行。其中，应重点监测施工区由施工引起的水质变化，以便及时采取响应措施。

(2) 监测频次

水质：施工期：施工期内进行一次监测；竣工后：进行一次后评估监测；

沉积物：施工期：施工期内进行一次监测；竣工后：进行一次后评估监测；

海洋生物：施工期：施工期内进行一次监测；竣工后：进行一次后评估监测；

(3) 执行单位

委托有资质的监测单位实施监测计划。

(4) 监督单位

由当地生态环境部门进行监督指导，及时报送监测结果。

5 监测范围及站位

项目海域监测站位布设见表 12.4.1-1，图 12.4.1-1。

表 12.4.1-1 跟踪监测站位坐标表

| 序号 | 纬度 (N) | 经度 (E) | 监测内容 |
|----|---------------|----------------|-----------|
| 1# | 21° 3'59.81" | 110° 17'17.91" | 水质、沉积物、生态 |
| 2# | 20° 58'48.63" | 110° 12'5.80" | 水质、沉积物、生态 |
| 3# | 21° 0'49.50" | 110° 13'51.86" | 水质、沉积物、生态 |
| 4# | 21° 1'54.43" | 110° 16'20.06" | 水质、沉积物、生态 |

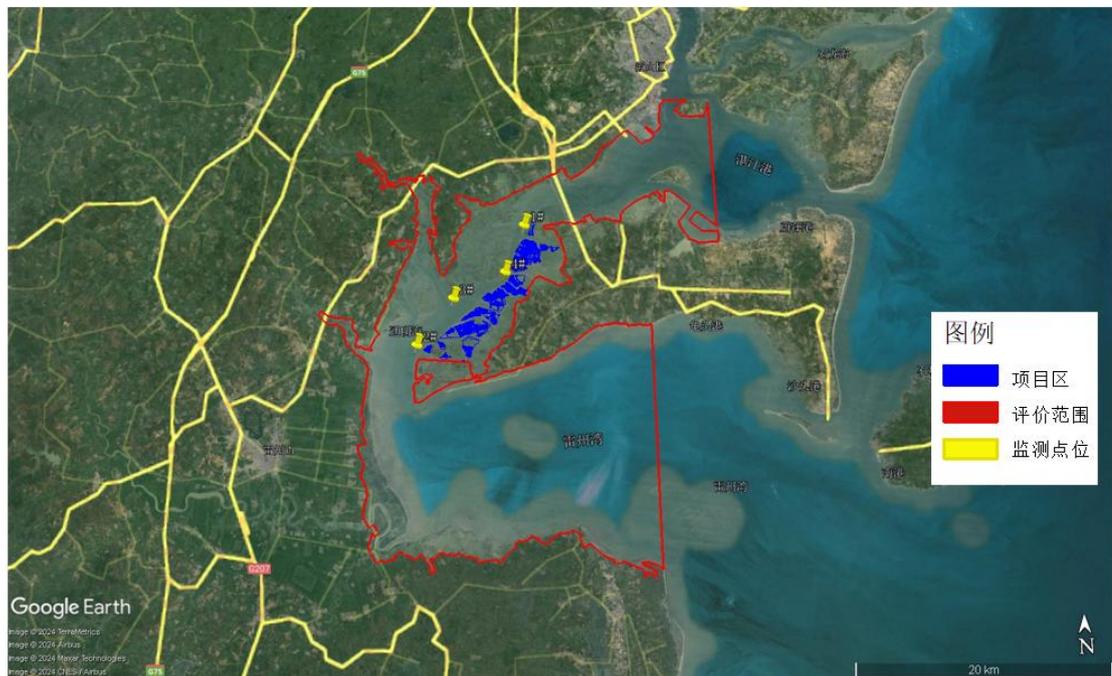


图 12.4.1-1 跟踪监测站位图

12.4.2 运营期环境监测计划

项目建设完成后，运营期间主要产生的污染物为海洋生态保护修复过程中产生的 COD，氨氮，无机氮及活性磷酸盐等。根据上述特点，本项目运营期海洋环境监测因子考虑与现状调查因子基本一致：

监测项目：

水质：pH 值、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐）、活性磷酸盐、氰化物、硫化物、挥发性酚、有机氯农药（六六六、滴滴涕）、石油类、重金属（铜，铅，镉，铬，锌，汞，砷）、多氯联苯；

沉积物：含水率、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、有机碳、硫化物和石油类共 11 项；

生物质量：铜，铅，镉，铬，锌，汞，砷，石油烃；

海洋生物：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物；

监测点位：与施工期监测点位一致；

监测时间和频次：常规监控，每年监测 2 次，春季和秋季各一次。监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

12.5 “三同时”环保设施验收一览表

环境保护措施必须与本工程同时设计、同时施工、同时投入使用。在工程完成后，应对环境保护设施进行验收。本项目环境保护措施及“三同时”验收要求见表 12.5-1。

表 12.5-1 “三同时”验收环境保护对策措施一览表

| 要素 | 污染源 | | 主要防治措施 | 验收内容及效果 |
|------|------------------------|---------------|--|---|
| 废水 | 施工期 | 悬浮泥沙 | 紧闭闸门，施工期围塘不与塘外发生海水交换 | 塘外海水水质不因本项目的施工发生变化 |
| | | 含油废水 | 施工机械施工结束后由洗车场进行清洗，含油废水由洗车场处理，不向海域排放 | 未在项目围塘内及周边海域内清洗机械设备 |
| 废气 | 施工期 | 燃油尾气 | 选用优质设备和燃油，加强设备和运输车辆的检修和维护 | 广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）第二时段无组织排放监控浓度限值标准 |
| 固废 | 施工期 | 挖填方 | 就地平衡，不产生弃方 | 全部妥善处理 |
| | | 生活垃圾 | 交由环卫部门接收处理 | |
| | | 残油、废油等废物和含油抹布 | 有危险废物处理资质单位处理 | |
| | | 断损苗木等固废 | 均收集后清运至环卫部门处理 | |
| | 营运期 | 海漂垃圾等固废 | 集后清运至环卫部门处理 | |
| 噪声 | 施工期 | 施工噪声 | 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态。 | 《建筑施工现场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) |
| 生态 | 生态补偿 | | 施工期间对海洋生物资源造成的损失进行生态补偿；增殖放流等生态措施 | 由农业农村行政主管部门确定最终的生态补偿方案 |
| 环境风险 | 施工机械翻覆导致溢油；自然灾害导致红树林损毁 | | 对于溢油：严格环境风险防范措、应急预案、制定区域溢油应急联动机制； 对于红树林损毁：进行修剪、处理，采取扶正、补种措施 | 完备的环境风险防范措、应急预案 |

13 环境影响综合评价结论

13.1 项目概况

本项目为湛江经开区红树林湿地生态修复治理项目，位于东海岛西岸养殖塘区域，项目主要建设内容为：红树林修复工程，包括地形改造、苗木种植、管护等。工程位于东海岛西岸养殖塘区域内，不涉及用海通过工程手段营造植物适宜生长环境和红树林种植，红树林修复面积 683.3 hm²，含保护区修复 31.62 hm²。

13.2 环境现状分析与评价结论

13.2.1 水文动力环境现状分析及评价结论

1、潮汐：调查海域的潮汐类型为不正规全日潮，春季各站层涨潮历时略大于落潮历时。

2、海流：在垂直结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大，流速大小从表层到底层依次减小；在水平上看，表现出了全日潮区的潮汐特征，具有明显的周期性；且越靠近狭窄的通道处的站点流速越大（受到地形的挤压流速变大）。各观测站各层潮流方向主要受局地的潮汐（半日潮区）的影响。

3、余流：就整个海域而言，春季调查期间余流较小，除 C3 外，余流方向以落潮流方向为主，东海岛西侧海域由西南向到东北向，逐渐到东海岛南侧海域东南向和东向为主。秋季各站表层的余流流速最大，方向主要为西南方向。ZJL4 站的余流方向主要为西北方向。

4、泥沙：在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。从整体变化过程来看，各站含沙量一般不超过 0.10kg/m³。

13.2.2 海水环境质量现状分析及评价结论

2024 年 3 月春季调查海区调查结果显示，调查海域的 pH 值、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐、无机氮、油类、粪大肠菌群部分站位不达标外，其余均符合。

2023 年 11 月秋季调查海区调查结果显示，调查海域的 pH 值、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐、无机氮、粪大肠菌群部分站位不达标外，其余均符合。

13.2.3 海洋沉积物质量现状分析及评价结论

2024 年 3 月春季沉积物监测结果显示：整个调查区域除有机碳、砷在部分站位有超过一类海洋沉积物标准外，其他因子均符合第一类海洋沉积物标准，质量等级为优。

2023 年 11 月秋季沉积物监测结果显示：整个调查区域除有机碳、砷在部分站位有超过一类海洋沉积物标准外，其他因子均符合第一类海洋沉积物标准，质量等级为优。

13.2.4 海洋生物质量现状分析及评价结论

2024 年 3 月结果显示，本次调查区域的环境监测生物均为甲壳类。除甲壳动物体内的铜、锌、镉含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的的要求，其他因子铅、汞石油烃符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的的要求。

2023 年 11 月结果显示，本次调查区域中 T1、T2、T4 环境监测生物均为鱼类，T3 环境监测生物为甲壳类。鱼类及甲壳动物体内的铜、锌、镉含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的的要求，其他因子铅、汞石油烃符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准的的要求。

13.2.5 海洋生态环境质量现状分析及评价结论

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

①2024 年 3 月（春季）

调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.722~18.5mg/L，平均值为 3.61mg/L； 初级生产力的变化范围为 31.502~677.655mg·C/(m²·d)，平均值为

125.047mg·C/(m²·d)。

⑥ 2023 年 11 月 (秋季)

调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 1.53~23.4mg/L, 平均值为 8.52mg/L; 初级生产力的变化范围为 30.281~830.280mg·C/(m²·d), 平均值为 212.88mg·C/(m²·d)。

(2) 浮游植物

① 2024 年 3 月 (春季)

本次调查共记录浮游植物 4 门 30 属 54 种。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 23 属 46 种; 浮游植物丰度变化范围为 12.7×10³~2151×10³cells/m³, 平均为 680.085×10³cells/m³; 浮游植物优势种共出现 2 种, 为假微型海链藻 (*Thalassiosira pseudonana*)、希罗鞘丝藻 (*Pleurosigma estuarii*); 多样性指数范围处于 1.376~3.253 之间, 平均值为 2.001; 均匀度指数变化范围在 0.304~0.624 之间, 平均值为 0.424, 各站位生物量种间分布不均匀。

② 2023 年 11 月 (秋季)

秋季调查浮游植物调查结果显示, 调查海域内浮游植物 4 门 30 属 54 种, 其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 23 属 46 种; 浮游植物丰度变化范围为 376.47×10³~150530×10³cells/m³, 平均为 17982.81×10³cells/m³; 浮游植物优势种共出现 2 种, 为链状假鱼腥藻 (*Pseudanabaena catenata*)、铜绿席藻 (*Phormidium aerugineo-coeruleum*); 多样性指数范围处于 0.267~3.452 之间, 平均值为 2.097; 均匀度指数变化范围在 0.042~0.544 之间, 平均值为 0.331。

(3) 浮游动物

① 2024 年 3 月 (春季)

春季浮游动物调查结果显示, 调查海域内浮游动物 5 门 16 属 31 种, 其中节肢动物 16 种, 浮游幼虫 12 种, 被囊动物、原生动物、栉板动物各 1 种; 调查海域浮游动物平均密度和生物量分别为 711.68ind/m³ 和 44.24mg/m³; 从种类组成特征来看, 调查海域内优势种有 6 种, 分别是刺尾纺锤水蚤 (*Acartia spinicauda*)、短尾类幼虫 (*Brachyura larva*)、蔓足类幼虫 (*Cirripedia larva*)、披针纺锤水蚤 (*Acartia southwelli*)、桡足类幼体 (*Copepodite*) 和小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*); 多样性指数变化范围在 1.654~2.646 之间, 平均值为

2.191；均匀度指数变化范围在 0.334~0.534 之间，平均值为 0.442。

②2023 年 11 月（秋季）

秋季浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类 5 门 18 属 38 种，其中节肢动物 21 种，浮游幼虫 14 种，被囊动物、刺胞动物、栉板动物各 1 种。；调查海域浮游动物平均密度和生物量分别为 9311.46ind/m³ 和 175.19mg/m³；从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 5 种，分别是刺尾纺锤水蚤（*Acartiaspinicauda*）、蔓足类幼虫（*Cirripeditelarva*）、披针纺锤水蚤（*Acartiasouthwelli*）、桡足类幼体（*Copepodite*）和驼背隆哲水蚤（*Acrocalanusgibber*）；多样性指数变化范围在 1.200~2.688 之间，平均值为 1.984；均匀度指数变化范围在 0.229~0.512 之间，平均值为 0.378。

（4）大型底栖生物

①2024 年 3 月（春季）

春季调查出现大型底栖生物有 38 种，其中环节动物 15 种、节肢动物 13 种、软体动物 7 种、脊索动物、纽形动物和刺胞动物各 1 种；定量调查海域大型底栖生物平均栖息密度和生物量分别为 137.503ind/m² 和 4.037g/m²；从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 2 种，分别为节肢动物的日本长尾虫和中华螺赢蜚；多样性指数范围在 0.122~2.975 之间，平均值为 1.762；均匀度指数变化范围在 0.015~0.365 之间，平均值为 0.216。

②2023 年 11 月（秋季）

秋季调查出现大型底栖动物 30 种，其中环节动物 12 种、节肢动物 11 种、脊索动物和软体动物各 2 种，星虫动物、棘皮动物和蠕虫动物各 1 种；定量调查海域大型底栖生物平均栖息密度和生物量分别为 160.417ind/m² 和 13.672g/m²；从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 3 种，分别为日本长尾虫、缅甸角沙蚕和中华螺赢蜚；多样性指数范围在 0.220~2.660 之间，平均值为 1.218；均匀度指数变化范围在 0.026~0.317 之间，平均值为 0.145。

（5）潮间带生物

①2024 年 3 月（春季）

春季调查共记录潮间带动物 15 种，其中节肢动物 7 种、软体动物 4 种、脊索动物 2 种、纽形动物和星虫动物各 1 种；栖息密度平均为

25.40ind/m²，生物量平均为 24.393g/m²；多样性指数平均值为 1.321；均匀度指数平均值为 0.338。

②2023 年 11 月（秋季）

秋季调查共记录潮间带动物 21 种，其中节肢动物 14 种、环节动物 3 种、软体动物 2 种、脊索动物和星虫动物各 1 种；栖息密度平均为 17.73ind/m²，生物量平均为 13.01g/m²；多样性指数平均值为 0.923；均匀度指数平均值为 0.117。

13.2.6 渔业资源调查与评价结论

（1）游泳动物

①2024 年 3 月（春季）

春季调查共捕获游泳生物 22 种，其中鱼类 19 种，甲壳类 3 种；总重量渔获率为 2.635kg，其中鱼类重量渔获率为 2.5872kg，甲壳类重量渔获率为 0.0478kg/h；从种类组成特征来看，鱼类优势种有 14 种，分别为斑纹舌虾虎鱼、多鳞鱧、嵴塘鳢、绿斑缙虾虎鱼、佩氏莫鲯、青斑细棘虾虎鱼、犬牙缙虾虎鱼、太平洋棘鲷、尾纹双边鱼、纹缙虾虎鱼、细鳞鲷、项斑项蝠、星斑篮子鱼、缘边银鲈；甲壳类优势种有 3 种，分别为刺螯鼓虾、粗糙沼虾、东方白虾。

②2023 年 11 月（秋季）

秋季调查共捕获游泳生物 33 种，其中鱼类 23 种，甲壳类 10 种；总重量渔获率为 6.08029kg，其中鱼类重量渔获率为 5.2679kg，甲壳类重量渔获率为 0.81239kg/h；从种类组成特征来看，鱼类优势种有 12 种，分别为多鳞鱧、横带天竺鲷、中华单角鲀、红尾银鲈、髯缙虾虎鱼、斯氏莫鲯、黑斑绯鲤、鲷、日本瞳鲷、丝鳍海鲷、圆吻海鲷和皮氏叫姑鱼；甲壳类优势种有 8 种，分别为：远洋梭子蟹、小口虾蛄属、日本螯、须赤虾、亨氏仿对虾、长趾蝉虾、钝齿螯、矛形梭子蟹。

（2）鱼卵仔稚鱼

①2024 年 3 月（春季）

春季调查采到鱼卵 2 个，共出现了鱼卵仔鱼 7 种，其中鲈形目鉴定出 3 科 3 种，未采到仔鱼。调查海区的鱼卵平均密度为 1.35 粒/m³。捕获鱼卵数量密度最高为 T1 调查站位，为 2.70ind/m³，调查期间 2 个拖网断面仅 1 个采到鱼卵，

鱼卵出现率为 50.0%。鱼卵密度为 2.70ind/m³

②2023 年 11 月（秋季）

秋季调查采集的 4 个样品中，共出现了仔鱼 3 种，未采集到鱼卵，其中鲈形目鉴定出 3 科 3 种，4 个调查站位均未采集到鱼卵及仔鱼。

13.2.7 大气环境质量现状分析与评价结论

根据《湛江市生态环境质量年报简报》(2023 年)（广东省湛江生态环境监测中心站），2023 年，2023 年湛江市空气质量为优的天数有 229 天，良的天数 126 天，轻度污染天数 10 天，优良率 97.3%。

湛江市 2023 年二氧化硫、二氧化氮年均浓度值分别为 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM₁₀ 年浓度值为 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳（24 小时平均）全年第 95 百分位数浓度值为 0.8mg/m³，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准限值；PM_{2.5} 年浓度值为 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧（日最大 8 小时平均）全年第 90 百分位数为 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准限值。

说明项目所在区域湛江市的环境空气质量良好。

13.2.8 声环境质量现状监测与评价

根据现场踏勘及收集的资料，声环境影响评价范围内（200m）没有声环境保护目标，因此没有声环境敏感目标需要现场监测；此外，评价范围内也没有具有明显影响的现状声源；且项目属于红树林修复系统，运营期项目基本没有声源；根据导则要求，无需开展现状噪声监测。

13.2.9 动物资源现状调查

根据引用《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》（中国林业科学研究院热带林业研究所，2024 年 4 月）可知，项目地区共监测到 16 科 31 种鸟类，其中近危（NT）1 种；共记录鸟类 1773 只，以鸻形目为主，数量为 1634 只；按生境类型及习性可分为：游禽类、涉禽类和攀禽类；多样性指数为 1.94，物种丰富度指数为 6.20。共发现大型底栖动物 17 种，平均生物量为 41.635 个/m²，多样性指数达到 2.94。共记录到鱼类 10 种，没有记录到国家重点保护物种。

13.2.10 红树林资源现状调查

根据引用《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》（中国林业科学研究院热带林业研究所，2024年4月），评价区内真红树植物6科8种，半红树植物5科5种，伴生植物18科27种，未记录到珍稀濒危野生植物，真红树植物多为乔木，集中连片分布，优势树种为白骨壤（*Avicennia marina*）、秋茄（*Kandelia obovata*）、红海榄（*Rhizophora stylosa*）、桐花树（*Aegiceras corniculatum*）木榄（*Bruguiera gymnorhiza*）、无瓣海桑（*Sonneratia apetala*）、卤蕨（*Acrostichum aureum*）、老鼠簕（*Acanthus ilicifolius*）。群落类型及其群落结构有：无瓣海桑+白骨壤群落、红海榄群落、无瓣海桑群落、桐花树+白骨壤群落。

13.2.11 生态环境质量现状

根据引用《湛江经开区红树林湿地生态修复系统治理项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》（中国林业科学研究院热带林业研究所，2024年4月），评价区主要土地利用类型为坑塘水面、水域、红树林地、沿海滩涂、养殖坑塘，陆域区域内没有发现国家重点保护的珍稀濒危植物。

13.3 环境影响评价结论

13.3.1 施工期环境影响评价结论

13.3.1.1 水动力影响结论

红树林修复工程中滩涂高程改造等因素导致工程区域地形抬升，湛江东海岛西南侧海域潮流可能最大流速为121.8cm/s，可能最大流速方向以西北为主，水质点可能最大运移距离介于1488.26m~23825.43m之间。表层的余流流速最大，方向主要为西南方向。水动力的变化随着施工的开始而开始，对周边海域水动力影响较小。

13.3.1.2 海洋地形地貌影响结论

项目潮沟取土工程与滩涂整地工程会调低海域地形地貌及抬高海域地形地貌，通过水道改变了水流流向，可能会导致海床形状发生一定改变，水流和泥沙

为了响应这种变化，可能会在某些局部区域作出调整以适应新的边界条件，但本项目是在原滩涂上进行生态改造，对地形地貌与冲淤环境的影响很小。

13.3.1.3 水质环境影响结论

悬浮泥沙预测结果表明，悬浮泥沙主要随涨落潮流向工程所在海域扩散。

项目施工导致的超第一、二类海水水质的海域面积为 3.411km²；超第三类海水水质的海域面积为 0.210km²。由此可见，项目施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响，但这种影响是暂时性的，一旦施工完毕，工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。

13.3.1.4 沉积物环境影响结论

项目红树林种植区滩涂高程改造产生的悬浮泥沙超I、II类水质 (>10mg/L) 面积为 3.411km²，超III类水质 (>100mg/L) 面积为 0.210km²。工程区附近沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，项目施工（滩涂高程改造）对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。施工期所产生的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，不会对工程海域的沉积物环境产生影响。总体来说，项目实施对沉积物环境影响不大。

13.3.1.5 海洋生态环境和生物资源环境影响结论

本项目滩涂高程改造工程不可避免对潮间带滩涂和浅海 的生态环境产生不可逆的影响包括底栖生物、潮间带生物等。本工程红树林种植区取土工程和滩涂垫高工程产生的悬浮泥沙超I、II类水质 (>10mg/L) 面积为 3.411km²，超III类水质 (>100mg/L) 面积为 0.210km²。且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响区域内的生物群落的种类组成和数量分布。经济鱼类等由于移动性较强，对其影响较不明显。因此，本工程施工期间产生的悬浮泥沙对游泳生物的影响相对较小。

按照《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。海堤建设占用海域面积的影响年限较长，按 20 年进行补偿；种植区滩涂垫高、取土工程对海洋生物产生持续性影响的年限低于 3 年，按 3

年进行补偿；由此计算，本工程造成的生态损失总赔偿额为 338.97 万元。

13.3.1.6 环境敏感目标的影响结论

本工程对海洋生态环境保护目标可能产生的影响主要来自施工作业产生的悬沙。根据水质环境影响分析，工程产生的悬浮泥沙主要在项目工程区海域扩散，超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 3.411km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.210km^2 。

项目建设对通明海海洋保护区的影响主要为施工期悬浮泥沙、含油污水对保护区内水质环境、沉积物环境的影响，项目所在海域水文动力条件较弱，为减小对水质、沉积物环境的影响，项目在低潮时开展施工，减小悬浮泥沙的扩散范围，且项目施工期短，悬浮泥沙在施工结束后可逐渐消除。项目施工期间产生的污染物均得到有效处置，不排海，本项目对通明海海洋保护区的影响较小。

项目位于通明海红树林限制类红线区（41）内、评价范围内有广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区（42）、广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区（43）、南渡河重要河口生态系统限制类红线区（40），本项目作为红树林修复项目，不涉及围填海工程、毁林挖塘、矿产资源开发等对红树林资源造成损害的活动，项目建设完成后可修复现有红树林现有生态系统及红树林资源。项目施工期间严格落实环境保护制度，含油污水收集后交由有资质的单位接收处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告，生活污水纳入当地生活污水进行处理，禁止排海。项目建设对通明海红树林限制类红线区（41）、广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区（42）、广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区（43）、南渡河重要河口生态系统限制类红线区（40）影响较小。

项目建设内容包括潮沟取土、滩涂垫高造林，滩涂直接造林，项目海岛岸线仅涉及红树林种植，不涉及潮沟取土，不会对海岛自然岸线造成重大不利影响。

施工悬浮泥沙会造成悬浮物浓度增加导致海水水质变差，鱼卵、仔稚鱼、鱼类和其他水生生物将受到悬浮物的影响而死亡，影响鱼类行为，影响鱼类繁殖，减弱海域的饵料基础，施工噪声会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。由于春夏季是鱼、虾类产卵、仔幼鱼索饵季节，建议施工尽量避开这一季节。无法完全避开时，应采取如下减缓措施：

①减少施工时间或降低施工强度（在保证施工进度的前提下减少水陆挖掘机

作业数量），尽量选择退潮期施工减小溢流源强；

②加强环境管理和环境监理工作，做好环境跟踪监测工作，减轻项目建设对海洋环境的影响。

项目建成后将对施工期造成生物资源损耗进行赔偿，可减轻项目施工对三场一通道造成的影响。

悬浮泥沙浓度 $>10\text{mg/L}$ 的区域会对养殖活动造成影响计算，项目施工（取土工程、滩涂垫高工程）产生的悬浮泥沙超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 3.411km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.210km^2 。项目施工期对养殖活动造成的影响在可以接受的范围内。由于施工具有临时性，悬浮泥沙随着施工结束而影响逐渐消失。

项目位于广东湛江红树林国家级自然保护区内，项目施工期船舶和机械噪声会对鸟类生活习性产生一定影响，尤其是靠近保护区一侧施工。靠近保护区一侧施工尽量选用低噪声设备，尽量集中施工，缩短工期，优化施工方式，选用先进的施工设备。同时应加强施工人员生态环境保护意识，禁止施工人员进入保护区，杜绝发生进行抓鸟、捕鱼、砍伐红树林等违法行为。本项目经由在施工期污染物均能得到有效处置，对广东湛江红树林国家级自然保护区影响较小，且本项目建设内容包含红树林种植，运营期海漂垃圾清捞可以改善周边海域水质，红树林长成后可改善广东湛江红树林国家级自然保护区海水水质环境、沉积物环境，同时提高广东湛江红树林国家级自然保护区海洋生态和生物资源环境。

13.3.1.7 环境空气影响结论

施工使用的船机设备较少，燃油废气产生量相对较小，且排放点分散，施工方在施工过程中尽量使用低污染排放的设备，日常注意设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转，并在机械设备尾气排放口加装废气过滤器情况下，废气污染的影响很小，是可接受的。

项目运输车辆运输过程中会产生运输扬尘，由于源强较小，影响不大。

13.3.1.8 环境噪声影响结论

本工程施工区域为近岸海域和陆域，距离住宅区较远，为减小对居民区的影响，建议本工程禁止夜间（22：00~6：00）施工，尽量选用低噪声机械设备，

加强对施工设备的维修保养等，确保场界才能达标排放。

13.3.1.9 固体废物环境影响结论

陆域生活垃圾和船舶生活垃圾应及时收集，交由当地环卫部门统一外运进行处理。

施工船舶作业产生的残油、废油等危险废物，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。施工期的固体废物排放是暂时的，随着施工结束而不再增加，通过积极有效的施工管理措施，施工期固体废物不会对环境造成明显影响。

13.3.1.10 陆域生态环境影响结论

项目为红树林生态修复项目，施工主要占用海域，因此项目对陆域生态环境影响较小。

13.3.1.11 通航环境影响结论

施工期高峰期将投入 2 艘运输货船，项目施工作业会对过往船舶的航行的影响较小。只要建设单位在施工期采取相应措施，项目施工期对通航环境影响可进一步减小。

13.3.2 营运期环境影响预测与评价

13.3.2.1 海洋水质环境影响评价结论

项目运营期红树林维护期间，会有少量悬浮泥沙、固体废物产生，采取相应措施后，对海水水质环境影响较小。红树林长成后基本不会对海洋水质环境产生负面影响，在一定程度上可以降低废水中的营养物质的含量，缓解近海水体的富营养化效应，减少赤潮的发生。

13.3.2.2 海洋沉积物环境影响评价结论

项目运营期红树林维护期间，会有少量悬浮泥沙产生，采取相应措施后，对海洋沉积物环境影响较小。红树林长成后，基本不会对海洋沉积物环境产生负面影响。红树林湿地系统具有独特而复杂的净化机理，它能够利用基质-微生物-植物这个复合生态系统的物理、化学和生物的重重协调作用通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物分解来实现对水体的高效净化，从而可以改善周边

沉积物质量状态。因此基本不会对海洋沉积物产生影响。

13.3.2.3 固体废物环境影响评价结论

项目运营期主要固体废物为海漂垃圾，定期收集交由环卫部门处理，妥善处置不外排。

13.3.2.4 海洋生态和生物资源环境影响评价结论

项目运营期打捞的海漂垃圾交环卫部门清运处置。在做好环保措施，正常运营情况下，项目不会对项目周边海水水质造成影响。相反，红树林的种植可以改善周边水质状况，为水生生态系统的恢复创造了较为良好条件。综上，项目的建设对海洋生态和生物资源环境具有一定积极的影响。

13.3.2.5 海洋敏感目标的影响评价结论

(1) 对周边海洋功能区的影响评价结论

本项目属于海洋生态修复工程，不会对周边的农渔业区、城镇工业用海、保护区等造成影响。项目运营期对其所在海域的沉积物和海洋生态环境主要影响来自海漂垃圾，在做好环保措施，正常运营情况下，项目不会对周边海洋环境造成负面影响。项目运营期红树林可以改善周边水质、沉积物质量状态；可提高湿地生态系统的稳定性，对海洋生态和生物资源环境具有积极的影响。

综上所述，项目与通明海海洋保护区、雷州湾农渔业区等海洋环境保护要求是相符合的。

(2) 对海洋生态红线的影响评价结论

本项目属于海岸带生态修复项目，红树林的种植可以改善周边水质和沉积物的质量状态，项目与海洋生态红线区的管控要求和环境要求是相符的。

(3) 对养殖活动的影响评价结论

红树林湿地对废水中的营养物质和有机碎屑具有明显的网罗作用，从而在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用。因此项目运营期是有利于改善周边海水水质环境，在一定程度上可以降低废水中的营养物质的含量，缓解近海水体的富营养化效应，减少赤潮的发生。

(4) 对保护区的影响评价结论

红树林的种植运营期可以改善周边水质环境，项目运营期海漂垃圾交由环卫

部门清运，红树林养护采用物理方法，本项目红树林长成后对废水中的营养物质和有机碎屑具有明显的网罗作用，从而在一定程度上降低了废水中的营养物质的含量，起到了净化废水的作用，有利于提升项目周边的水质环境。本项目实施将对周边的自然保护区造成有利的影响。

(5) 对珍稀动植物的影响分析

本项目实施后，海漂垃圾交由环卫部门清运，红树林养护优先采用物理、生物方法进行防治，种植的红树林将与附近已种红树林共同构建一个稳定红树林生态系统，改善项目周边海域的生物结构，保护岸线，美化景观，提高所在海域红树林大气净化、水体净化功能和海洋沉积物净化功能，提高所在海域的海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境质量。

红树林种植完成，红树林生态系统得以恢复，为鸟类提供更多的栖息地，红树林里栖息的鸟类将会更多，生物多样性将会更加丰富。

13.4 与相关规划和产业政策相符性分析结论

工程位于东海岛西岸通明海海域，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中“第四十二、环境保护与资源综合利用-2.生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程，海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，不属于淘汰类和限制类；本项目未列入《市场准入负面清单》（2022 年版），对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入，符合产业政策要求。同时，项目符合《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》《广东省湿地保护条例》《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》《广东湛江红树林国家级自然保护区管理办法》《湛江港总体规划》《全国海洋主体功能区规划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海洋功能区规划（2011-2020 年）》《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》《广东省航道发展规划（2020-2035 年）》等相关政策文件要求。项目建设单位切实落实报告提出的建议和相关措施，切实执行国家有关法律法规，从海洋环境保护角度考虑，项目建设可行。

13.5 公众参与

本项目在网上首次公开环境影响评价信息期间未收到公众的反馈意见。本项目征求意见稿公示期间，同时通过网站、报纸和现场张贴等方式征求公众意见，公示期间未收到公众关于本项目的反馈意见。建设单位向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，已通过网络平台公开拟报批的环境影响报告书全文和公众参与说明。

公众参与期间，未收到单位或个人对项目提出的反对意见及建议。

13.6 总量控制

本项目为红树林湿地生态修复工程，项目营运期没有废水和废气产生，因此，不设置大气总量控制指标和水污染总量控制指标。项目不再申请总量控制指标。

13.7 建议

项目建议如下：

（1）项目施工前，应认真设计科学的施工工艺，优化施工方案，确保本项目施工的正常完成。

（2）项目建设会影响到周边群众的生产（养殖）、生活，但影响是短期的；要求项目业主单位对村民进行环保宣传和对产生的影响进行解释说明。

（3）项目施工过程中应采取本方案提出的各项措施减少对周边保护区及珍稀物种的不利影响。

（4）严格执行“三同时”制度，做到环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

（5）加强环境保护和安全生产的宣传教育工作，提高全体员工的环境保护和安全生产意识，使环境保护和安全生产责任成为员工的自觉行动。

13.8 项目总结论

项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。工程产生的污染物采取相应的污染治理措施后均可达标排放，产生的固废得到妥善处理处置；采取的

生态保护措施切实可行,可极大地降低项目对周边生态环境的影响,项目建成后,对周边的生态环境的影响是积极的,正面的。经预测,项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别。

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