

2024 年湛江市海洋生态保护
修复工程项目
环境影响报告书
(送审稿)

建设单位：湛江市麻章区自然资源局
评价单位：广东霍凡环保技术有限公司
二〇二四年五月

目 录

1 概述	1
1.1 建设项目背景	1
1.2 建设项目特点	3
1.3 环境影响评价工作过程	4
1.4 分析判定相关情况	5
1.5 关注的主要环境问题及环境影响	8
1.6 综合评价结论	10
2 总则	11
2.1 编制依据	11
2.2 评价原则与评价目的	20
2.3 评价因子	21
2.4 评价内容和评价重点	22
2.5 环境功能区划	24
2.6 评价标准	33
2.7 评价等级	37
2.8 评价范围	43
2.9 环境保护目标和环境敏感目标	48
3 工程概况	52
3.1 项目名称、性质、规模及地理位置	52
3.2 建设项目平面布置、结构和主要参数	55
3.3 施工方案、施工方法、工程量及计划进度	86
3.3.4 土石方产生及平衡情况	101
3.4 项目用海必要性分析	101
4 工程分析	104

4.1 生产工艺与过程分析	104
4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析	105
4.3 工程各阶段生态环境影响分析	112
4.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别	119
5 区域自然环境概况	120
5.1 工程区域自然环境概况	120
5.2 工程区域自然资源概况	134
5.3 区域开发利用现状	160
6 环境质量现状调查与评价	165
6.1 水文动力环境现状调查与评价	165
6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	166
6.3 海洋环境质量现状调查概况	167
6.4 大气环境质量现状	218
6.5 声环境质量现状	219
7 环境影响预测与评价	220
7.1 水动力环境影响预测与评价	220
7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价	231
7.3 海水水质影响预测与评价	232
7.4 海洋沉积物环境影响预测与评价	233
7.5 海洋生态环境（包括生物资源）影响预测与评价	233
7.6 大气环境影响分析与评价	238
7.7 声环境影响分析与评价	239
7.8 固体废物环境影响分析	240
7.9 通航环境影响分析	240
7.10 主要环境敏感目标的影响分析与评价	241
8 环境风险分析与评价	248

8.1 风险调查及环境风险评价等级	248
8.2 环境风险事故识别	249
8.3 事故发生几率分析	251
8.4 环境风险分析预测	252
8.5 环境风险防范措施	257
8.6 溢油风险应急预案	259
8.7 小结	264
9 环保措施及经济技术可行性分析	266
9.1 施工期生态环境保护措施	266
9.2 运行期生态环境保护措施	269
9.4 生态环境保护措施经济技术可行性分析	270
10 环保政策及规划相符性分析	272
10.1 产业政策符合性分析	272
10.2 与海洋功能区划的符合性分析	272
10.3 与“广东省“三区三线”划定成果的符合性分析	280
10.4 与其他相关规划、环保法规符合性分析	281
10.5 三线一单符合性分析	296
11 环境经济损益分析	304
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	304
11.2 环境保护的经济损益分析	304
11.3 环境保护的技术经济合理性	307
12 环境管理与环境监测	309
12.1 目的	309
12.2 环境管理	309
12.3 环境监测计划	311
12.4 竣工环境保护验收	314

12.5 小结	315
13 综合结论	316
13.1 项目概况	316
13.2 工程分析	316
13.3 环境现状及影响评价	317
13.4 环境风险评价	321
13.5 环境保护措施	321
13.6 环境影响经济损益分析	322
13.7 公众参与结论	323
13.8 环境管理与监测计划	323
13.9 项目总结论	323
附录	324
附录 1 春季生态调查名录	324
附录 2 秋季生态调查名录	332
附件 1 委托书	347
附件 2 备案证	347
附件 3 关于 2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目用海的批复	347

1 概述

1.1 建设项目背景

当前，中国近岸局部海域污染较为严重，海洋生态环境形势依然严峻。全国约十分之一的海湾受到严重污染，大陆自然岸线保有率不足 40%，约 42% 的海岸带区域环境超载，部分地区红树林、珊瑚礁、滨海湿地等生态系统破坏退化问题较为严重。

环境保护部办公厅、发展改革委办公厅、林业局办公室、海洋局办公室等印发的《近岸海域污染防治方案》（环办水体函[2017] 430 号）指出，推进海洋生态整治修复：围绕滨海湿地、岸滩、海湾、海岛、河口、珊瑚礁等典型生态系统，实施“南红北柳”湿地修复、“银色海滩”岸滩整治、“蓝色海湾”综合治理和“生态海岛”保护修复等工程，恢复海岸带湿地对污染物的截留、净化功能；修复鸟类栖息地、河口产卵场等重要自然生境。

广东省具有红树林生长得天独厚的地理和气候优势，拥有国内最长的海岸线，红树林分布广泛，沿海共有 13 个地级市 38 个县（区）发现有红树林分布。2004 年印度洋海啸发生后，广东省各地更加重视沿海防护林建设特别是红树林建设，2012 年新一轮绿化广东大行动全面启动，组织实施了雷州半岛生态修复工程、广东省沿海防护林体系建设工程（三期）等工程，大力开展国土绿化和红树林修复工作，加强国家级红树林自然保护区基础设施及能力建设。红树林面积持续下降的势头得到遏制，并开始缓慢回升。目前，广东全省红树林保护地体系初步成型，红树林湿地保护管理基本到位，红树林保护共建共享氛围初步形成，红树林得到不断保护和恢复，2016 年以来新修复近 3000 公顷。“十三五”时期，广东省加大了资金投入，落实中央、省级财政湿地保护补助资金 1.4 亿元，此外，在海洋、水利、农业等相关部门的大力支持下，一些地方的红树林面积也明显增长，如汕头韩江口、惠州大亚湾、惠州考洲洋、阳江海陵岛、茂名水东港等地。

2019 年，广东省环境保护厅和广东省海洋与渔业厅关于印发《广东省近岸海域污染防治实施方案》指出，围绕滨海湿地、岸滩、海湾、海岛、河口、红树林、珊瑚礁、海草床等典型生态系统，大力开展生态保护与修复。加大海洋水生野生动植物类自然保护区和水产种质资源保护区保护力度，重点抓好种质资源保

护区建设,开展珍稀濒危水生生物和重要水产种质资源的就地和迁地保护,提高水生生物多样性。实施沿海防护林体系建设工程,构筑坚实的沿海生态屏障。

2020 年,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)》(以下简称《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。《行动计划》强调要科学营造和修复红树林,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。到 2025 年,计划营造和修复红树林面积 18800 公顷,其中营造红树林 9050 公顷,修复现有红树林 9750 公顷。《行动计划》完成后,将有效扩大我国红树林面积,提升红树林生态系统质量和功能。

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》(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,《实施方案》同时分解下达了沿海各有关地市红树林营造和修复任务。

随着城乡建设发展,生态空间被挤占,水环境受到污染,海岸生态环境面临严重的威胁,亟待需要通过红树林营造修复,逐步修复受损的岸线,不断提升海岸生态功能和防灾减灾功能,构建海岸生态安全屏障,恢复红树林生物多样性。

为解决项目区围垦养殖、海域水质较差、珍稀红树植物数量减少,以及退塘还林与社区居民生计不协调等问题;本项目项目通过养殖塘内地形改造,堆高滩面高程使其适宜红树林生长后种植白骨壤、桐花树和红海榄等本土红树物种,并通过珍稀树种红树林营造,增加区域物种多样性。

同时,为解决麻章区湖光镇金牛岛海岸存在海堤硬质化,破坏海岸生态系统完整性的问题,本项目开展海堤生态化改造,种植耐盐植物,提升岸线生态性,长度约 3.02km。海堤生态化改造通过建设生态护坡,扦插厚藤、海马齿,种植单叶蔓荆等,提高海堤生态化水平。

根据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》(自然资办发〔2023〕10 号)的规定,对于各级财政资金支持并由自然资源部门牵头组织实施的国土空间生态修复项目,“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活

动，……，依法依规无需办理海域使用审批手续”。本项目为红树林湿地生态系统修复项目，属于自然资源部门牵头组织实施的生态修复项目，属于等需要开展种植植被……等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动；因此，项目无需办理海域使用审批手续。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日起施行）、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）、《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）中的有关规定，本项目属于生态修复项目，建设内容位于“三调”的生态红线区斑块范围内（见“图 10.3-1 项目区及周边海域“三区三线”划定成果图”），清淤垫高工程量为 352.37 万立方米；属于“五十四.海洋工程——158.海洋生态修复工程”中的“工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程”；需编制环境影响报告书。

受湛江市麻章区自然资源局的委托（附件 1），广东霍凡环保技术有限公司（以下简称“我公司”）承担了“2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目”环境影响评价工作。我公司在接受了环境影响评价工作的委托后，立即组织项目参评人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解本工程内容，并收集了大量相关信息资料，按照相关法律法规和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）等的要求，编制完成了《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目（送审稿）》。

1.2 建设项目特点

本项目位于广东省湛江市麻章区湖光镇金牛岛红树林片区周边海域，东临通明海，外临东海岛。项目主要包括以下两个部分：

（1）红树林生态修复工程：采用种养耦合方式，营造红树林 546ha，包括一般红树林营造 529.67ha，珍稀树种红树林营造 16.36ha；其特点为：建设区域整体基本位于通明海海洋保护区现有红树林保护区范围内，属于为了应对保护区内海域水质变差、珍稀红树植物数量逐步减少、红树林逐渐碎片化的生态环境现状所必然需要采取的工程。因此，项目虽然位于生态红线区，但属于与生态红线保护目标相关的修复工程，且项目施工全部位于塘内，施工过程封闭施工区域，不会与外界发生水力交换，对施工区域外的海洋生态环境影响极小。

（2）海堤生态化改造工程：对湖光镇世乔村至东海岛铁路段的海堤进行生

态化改造，改造总长 3.02km。其特点为：整个项目均位于项目靠海一侧，项目属于海洋工程，但在施工过程中，施工机械、设备均在海堤上的陆域进行，基本不会海域造成扰动。

本项目总投资 48555.35 万元。

1.3 环境影响评价工作过程

建设单位在了解有关环保法规的基础上，委托广东霍凡环保技术有限公司承担 2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目的环境影响评价工作（见附件 1：委托书）。广东霍凡环保技术有限公司接受委托后，立即成立项目环评课题组，组织有关技术人员进行现场踏勘，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，开展了项目区域环境现状调查、环境质量现状监测和环境影响预测与评价等工作，编制完成了《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目》。

本项目环境影响评价具体工作程序如图 1.3-1 所示：

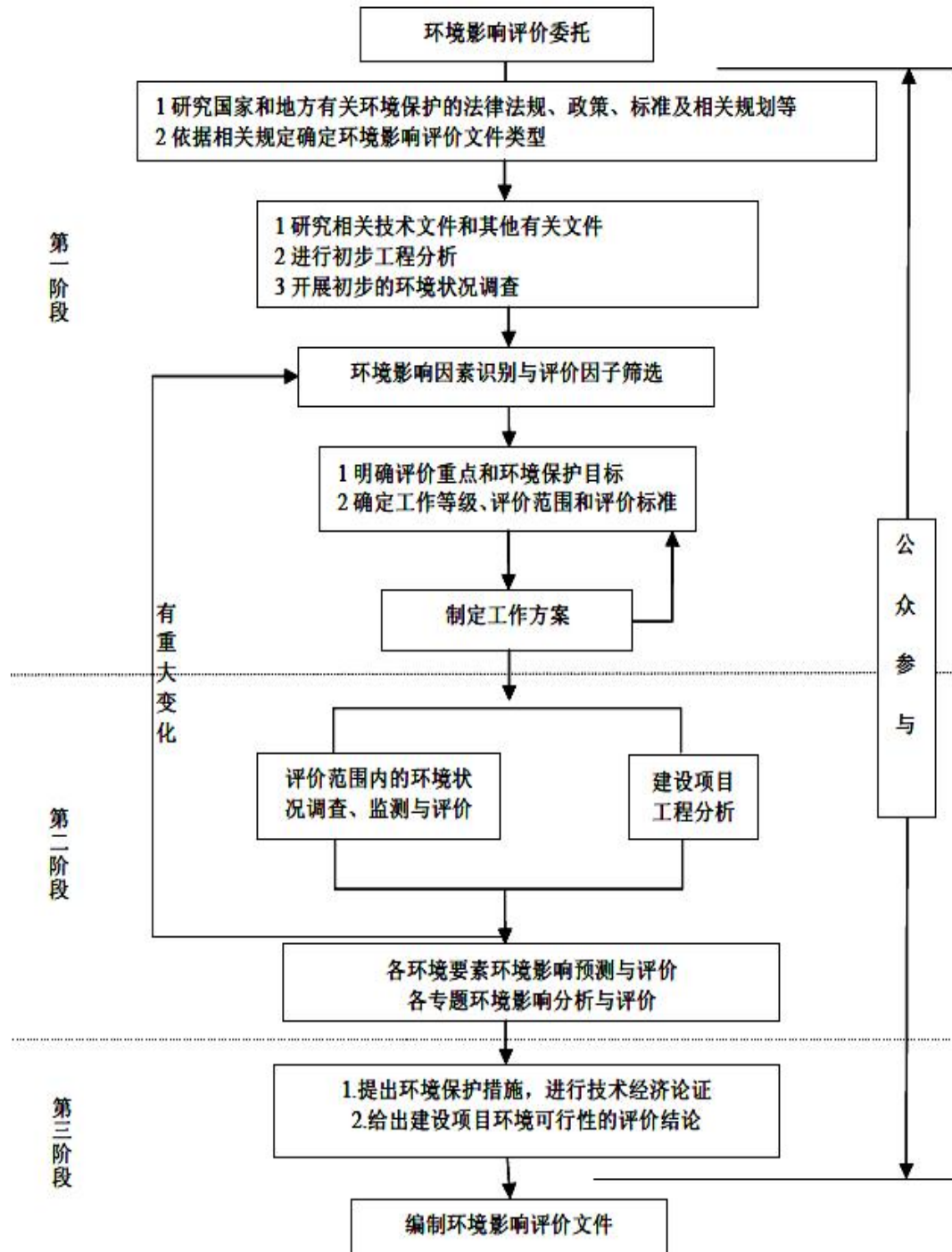


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

1.4 分析判定相关情况

(1) 产业政策相符性分析

项目为海洋生态保护修复项目，主要是通过红树林营造种植及海堤生态化改造工程，对目前红树植物数量减少、海堤硬质化导致破坏海岸生态系统完整性等生态问题进行生态修复；属于《产业结构调整指导目录》（2024 年版）中“四十

二、环境保护与资源节约综合利用”之“2. 生态环境修复和资源利用”：“海洋生态修复”，是国家鼓励发展的产业。本项目的建设符合国家产业政策要求。

根据《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规[2022]397 号），本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

（2）与海洋生态保护修复及渔业相关规划符合性分析

项目建设基本符合《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》、《自然资源部生态环境部 国家林业和草原局 关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142 号）、《广东省红树林保护修复专项规划》、《广东省生态环境保护“十四五”规划》、《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》、《广东省湿地保护条例》、《湛江市红树林湿地保护条例》、《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》等规划的相关要求。

（3）相关环保法规、政策相符性分析

本项目通过海湾生态整治修复手段，改善海域海洋生态环境，保护被破坏的岸滩，符合《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》。

本项目实施改善海域自然生态环境，修复海岸、近岸海域环境，并改善滨海城市环境，以达到集经济、社会、生态、海岸防护等多重效益为一体的综合整治的效果。项目实施内容符合《方案》提出的推进海洋生态文明建设的内容 即符合《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案(2015-2020 年)》。

本项目属于滨海湿地生态修复工程，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）》。

本项目属于湿地生态修复工程，符合《广东省海洋生态文明建设行动计划（2016-2020）》。

本建设项目属于海洋生态修复项目，因此，本建设项目符合《广东省人民政府关于印发广东省加强滨海湿地保护严格管控围填海实施方案的通知》（粤府〔2019〕33 号）通知的要求。 本项目属于海洋生态修复项目，提高岸线的生态功能，因此，本建设项目符合《广东省人民政府 国家海洋局关于印发广东省海岸带综合保护与利用总体规划的通知》（粤府[2017]120 号）通知的要求。

（4）“三线一单”相符性分析

1) 与生态保护红线、优先保护单元及一般生态空间符合性分析

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）、《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》，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。

项目区全部区域位于《广东省海洋功能区划》中的“通明海海洋保护区”，其主导功能为：保护海岛周边红树林及其生境。

本项目主要通过红树林种植，修复、维护及提高项目红树林面积及红树林生境质量，因此，符合“三线一单”功能区划要求。

2) 环境质量底线

项目周边没有大中型工业污染源，项目所在区域海水水质、海洋沉积物、海洋生物等生态环境质量监测结果显示，项目区域的海洋生态环境质量基本能满足相关海域功能区水质要求，详见本报告“6.3 海洋环境质量现状调查概况”春、秋两季的调查资料。

项目施工期施工作业会对海域水质造成一定影响，但悬浮泥沙扩散范围不大，对海洋生物资源产生一定损害，仅在施工期产生环境影响，施工结束影响即消失。项目施工期主要产生的污染物有船舶含油污水、生活污水、生产废水、固体废物，均得到妥善处置，不在项目海域排放，不会对周边海域海洋功能造成明显影响。

本项目在采取适宜的生态防治措施及污染防治措施后，能够维持区域环境质量现状，符合环境功能区要求。因此，本项目的建设不触及环境质量底线。

3) 资源利用上线

项目为海洋生态保护修复项目，施工及运营期所需用到的能源极少，基本不会对当地能源消耗造成压力，不会突破当地的资源利用上线。

4) 环境准入负面清单

本项目为海洋生态保护修复项目，根据《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号），本项目不属于禁止准入类，故项目与《市场准入负面清单（2022年版）》要求相符。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

1.5.1 施工期

1.5.1.1 污染环节及环境影响

(1) 废水

根据初步设计资料，本项目运营阶段不使用船舶，施工期采用运输红树林苗木，因此，主要废水产生于施工期，水污染物主要来自红树林种植过程产生的悬浮泥沙；施工人员产生的生活污水；及施工机械的含油废水。

其中，由于本项目施工区均位于养殖塘内部，施工期以养殖塘的闸门隔开与周边海域的水力交换，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；施工机械产生的含油污水经收集后交有资质单位进一步进行处理。项目红树林种植主要聘用当地员工，项目办公租用附近民房，生活污水纳入当地生活污水一同处理，不随便排放。

(2) 废气

施工期产生的大气污染物主要来源于施工机械产生的尾气；随着施工作业的结束，周边大气环境会很快恢复原有的水平。

(3) 噪声

噪声污染主要为施工期间自施工机械噪声，为了尽量减小本项目建设施工排放噪声对周围环境可能造成的影响，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，如避免高噪声设备在作息时间（中午或夜间）作业，尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声设备，加强对施工机械的维修保养等。合理规划运输路线及运输时段，尽量减少运输过程对道路两边村庄的影响，同时保持运输车辆良好的运行工况，以减少车辆噪声等。

(4) 固体废物

施工期固体废物污染主要为生活垃圾。施工期生活垃圾交由环卫部门清运处理。清理过程可能产生杂草和海洋垃圾等固废；施工设备保养时可能产生的残废油及含油抹布；定植时也会产生损毁苗木、薄膜袋、海藻及修剪的树枝等固废。施工期生活垃圾交由环卫部门清运处理。残油、废油、含油抹布定期交由有危险

废物处理资质单位处置；废弃的红树林苗木、容器薄膜袋、清理杂草、海漂垃圾等固废均收集后清运至环卫部门处理。海堤施工过程中产生的少量建筑垃圾及清理过程产生的垃圾、海堤植被栽种过程产生废弃的苗木；均集中收集后交由环卫部门处理。

（5）环境风险事故污染

本项目施工期若突遇恶劣天气及涨潮，可能导致红树林苗木受到威胁，但本项目施工过程随时关注天气预报及天气变化，本项目施工期的风险影响降低到可接受范围内。

1.5.1.2 生态环境影响

工程造成的非环境污染类问题即生态影响问题为本报告重点关注问题，主要有：挖取淤泥和淤泥堆填造垄等产生的悬浮泥沙扩散后进而会对浮游植物、浮游动物及渔业造成影响；淤泥堆填对底质的扰动也会破坏底栖生物生境，进而对底栖生物造成影响。

挖泥和淤泥堆填会导致海床地形地貌改变对水动力条件的影响；潮流场、波浪场改变对附近海域冲淤环境的影响。

项目位于养殖围塘内，对周边航线的通航影响较小。

1.5.2 运营期

1.5.2.1 污染环节及环境影响

（1）废水

项目建成后，为麻章区自然资源局下属的红树林管理部门负责管理，不新增管理人员；因此，运营期基本不新增生活污水，不会对项目周边水环境产生大的影响。

（2）固体废物

本项目运营期基本不新增生活垃圾。

1.5.2.2 生态环境影响

工程建成后将在一定程度上导致海洋水文动力条件变化，此外，项目通过起垄种植、造沟过水，对养殖塘内原有的海底地形会产生一定的影响。

同时,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,起到了净化水质的作用;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。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能力。

因此,运营期红树林生态系统对水质的影响呈显著的正面影响;同时,通过红树林生态系统的修复,会大幅增加海洋生物的种类和数量,丰富生态多样性;对海洋生态系统也呈现正面影响。

1.6 综合评价结论

本项目建设符合国家产业政策,选址符合相关规划要求。工程产生的废水、废气、噪声经采取相应的污染治理措施后对周边环境影响较小,产生的固废得到妥善处理处置;经预测,项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别;调查的公众中没有反对项目建设。

同时,项目建设完成后,不但可以大幅增加海洋生物的种类和数量,丰富多样性,提升海水水质,对海洋水质、海洋生态系统都呈现显著的正面效应;而且通过大规模连片种植,在一定程度上也提高了红树林生态系统的稳定性。

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,项目建成后,对海水水质、海洋生态系统的影响是正面的、积极的;而且本项目运营期的环境风险可得到有效控制。

从环境保护角度考察,项目是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规及政策

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议表决修订，自 2024 年 1 月 1 日起施行；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修改通过，2018 年 12 月 29 日修订并施行；

(4) 《中华人民共和国海岛保护法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2010 年 3 月 1 日起施行；

(5) 《中华人民共和国海域使用管理法》，十届人大常委会第二十四次会议通过，2002 年 1 月 1 日起施行；

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国水污染防治法〉的决定》第二次修正，2018 年 1 月 1 日起施行；

(7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正）；

(8) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2021 年 12 月 24 日全国人大常委会审议通过，自 2022 年 6 月 5 日起施行）；

(9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订；

(10) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第四次修正；

(11) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；

(12) 《中华人民共和国港口法》，2021 年 4 月 24 日第十二届全国人民代

表大会常务委员会第十四次会议修正；

（13）《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订；

（14）《中华人民共和国航道法》，2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正；

（15）《中华人民共和国清洁生产促进法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2012 年 7 月 1 日施行；

（16）《中华人民共和国野生动物保护法》，（2022 年 12 月 30 日修订）；

（17）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修正，2017 年 10 月 1 日起施行；

（18）《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 日第二次修订；

（19）《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》，2018 年 3 月 19 日第二次修订；

（20）《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2017 年 3 月 1 日国务院令第 676 号修订；

（21）《国务院关于进一步加强海洋管理工作若干问题的通知》，国务院，国发[2004]24 号；

（22）《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）；

（23）《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通部令 2010 第 7 号）；

（24）《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通部令 2011 第 4 号）；

（25）《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（交通部令 2011 第 5 号）；

（26）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；

（27）《近岸海域环境功能区管理办法》，环境保护部令第 16 号，国家环保部，2010 年 12 月；

（28）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 2018 年第 4 号，2019

年 1 月 1 日施)；

(29) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发[2012]77 号)；

(30) 《国家危险废物名录》(2021 年版)；

(31) 《关于进一步加强水生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发[2013]86 号)，环境保护部、农业部，2013 年 8 月 5 日；

(32) 《关于印发〈大气污染防治行动计划〉的通知》(国发[2013]37 号)；

(33) 《关于印发〈水污染防治行动计划〉的通知》(国发[2015]17 号)；

(34) 《关于印发〈关于加强河流污染防治工作的通知〉的通知》(环发[2007]201 号)；

(35) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会)；

(36) 《市场准入负面清单(2022 年版)》(发改体改规[2022]397 号)；

(37) 《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》(生态环保部令 1 号)；

(38) 《中共中央、国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，2015 年 4 月 25 日；

(39) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)(生态环境部 国家市场监督管理总局 2020 年 11 月 26 日发布，2021 年 7 月 1 日实施)；

(40) 《关于全面建立实施海洋生态红线制度的意见》，国家海洋局，2016 年 6 月；

(41) 《关于海洋工程建设项目环境影响评价报告书公众参与有关问题的通知》，国家海洋局，2016 年 12 月 22 日；

(42) 《自然资源部办公厅关于北京等省(区、市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》(自然资办函〔2022〕2207 号)；

(43) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月 31 日；

(44) 《海洋工程环境影响评价管理规定》，国家海洋局，2017 年 6 月修订；

（45）生态环境部关于印发《生态保护红线生态环境监督办法（试行）》的通知（中华人民共和国生态环境部，2022 年 12 月 27 日）；

（46）《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》（国函[2012]182 号）；

（47）《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）；

（48）生态环境部、农业农村部《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》（环海洋[2022]3 号）；

（49）《国家海洋局关于进一步加强海洋工程建设项目和区域建设用海规划环境保护有关工作的通知》（国海环字[2013]196 号），2013 年 4 月 2 日；

（50）《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》，2021 年 3 月；

（51）《中华人民共和国湿地保护法》，中华人民共和国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；

（52）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号），2022 年 8 月 16 日；

（53）《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发[2014]9 号）；

（54）《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发[2022]1 号）；

（55）《海洋生态保护修复资金管理办法》，财资环[2020]76 号；

（56）财政部办公厅 自然资源部办公厅《关于组织申报 2024 年海洋生态保护修复工程项目的通知》（财办资环[2023]28 号）；

（57）自然资源部办公厅《关于加强国土空间生态修复项目规范 实施和监督管理的通知》，自然资办发[2023]10 号；

（58）自然资源部办公厅关于印发《海洋生态保护修复项目监管工作指南（试行）》的通知（自然资办发[2023]24 号）；

（59）广东省自然资源厅《关于印发<生态恢复岸线验收办法>的通知》（粤自然资海[2022]2582 号）；

（60）《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》。

2.1.2 地方性法律法规及政策

(1) 广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见（粤府办[2022]15 号）；

(2) 《广东省环境保护条例》，2019 年 11 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议第二次修正，2022 年 11 月 30 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议《关于修改〈广东省机动车排气污染防治条例〉等六项地方性法规的决定》第三次修正；

(3) 《广东省海域使用管理条例》，2021 年 9 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正。

(4) 《广东省大气污染防治条例》（2018 年 11 月 29 日修正，2022 年 11 月 30 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议《关于修改〈广东省机动车排气污染防治条例〉等六项地方性法规的决定》修正）；

(5) 《广东省水污染防治条例》（2020 年 11 月 27 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过，根据 2021 年 9 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《关于修改〈广东省城镇房屋租赁条例〉等九项地方性法规的决定》修正）；

(6) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2019 年 3 月 1 日修正，根据 2022 年 11 月 30 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议《关于修改〈广东省机动车排气污染防治条例〉等六项地方性法规的决定》第三次修正）；

(7) 《广东省城乡生活垃圾处理条例》（2015 年 9 月 25 日修订，2016 年 1 月 1 日实施）；

(8) 《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》（2018 年 11 月 29 日起施行）；

(9) 《广东省人民政府关于印发广东省建设项目环境影响评价文件分级审批办法的通知》（粤府[2023]106 号）；

(10) 《关于印发<广东省环境保护厅审批环境影响评价文件审批程序规定>的通知》（粤环发[2019]8 号）；

(11) 《广东省豁免环境影响评价手续办理的建设项目名录（2020 年版）》

（粤环函[2020]108 号）；

（12）《广东省水污染防治行动计划实施方案》（粤府[2015]131 号）；

（13）《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函（2015）17 号）；

（14）《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区规划的批复》（粤府函[2017]359 号）；

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

（16）《广东省渔业管理条例》，2015 年 12 月 30 日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议第二次修正；

（17）《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）；

（18）《广东省环境保护厅广东省海洋与渔业局转发环境保护部农业部关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》，粤环[2013]17 号，2013 年 9 月；

（19）《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办[2017]62 号，2017 年 10 月 27 日；

（20）《关于印发<广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）>的通知》，粤海渔函[2017]1252 号，2017 年 11 月 9 日；

（21）《广东省环境保护厅关于印发固体废物污染防治三年行动计划（2018-2020 年）的通知》（粤环发[2018]5 号）；

（22）《关于印发<广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）>的通知》（粤环[2018]128 号）；

（23）《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020 年）》（粤府函[2018]1158 号）；

（24）《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》（广东省自然资源厅，2022 年 2 月 22 日）。

（25）《广东省海洋生态文明建设行动计划（2016~2020）》；

（26）《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（2021 年 9 月）；

(27) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》，2018.11.29 修正；

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

(30) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）；

(31) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》（粤环[2022]7号）；

(32) 《广东省人民政府关于印发<广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要>的通知》，粤府[2021]28 号，2021 年 4 月 6 日；

(33) 《广东省湿地保护条例》（2021 年 1 月 1 日起施行）；

(34) 广东省自然资源厅、广东省林业局关于印发《广东省红树林湿地生态修复技术指南》的通知（粤自然资函[2022]14 号）

(35) 广东省财政厅 广东省自然资源厅关于印发《广东省海域使用金征收使用管理办法》的通知（粤财规[2019]2 号）；

(36) 《广东湛江红树林国家自然保护区管理办法》（2018 年 2 月）；

(37) 《广东省红树林保护修复专项规划》；

(38) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》；

(39) 《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》；

(40) 《湛江市人民政府办公室关于印发湛江市红树林保护区内红树林营造补偿方案的通知》（湛府办函[2023]117 号）；

(41) 《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，湛府〔2021〕30 号；

(42) 《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》；

(43) 《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》；

(44) 《湛江市红树林湿地保护条例》（2024 年 1 月 10 日）；

(45) 《湛江市国土空间总体规划(2021—2035 年)》；

(46) 《湛江市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纲要》（2021 年 4 月）。

2.1.3 行业标准和技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB19485-2014）；
- (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 生态影响》（HJ19-2022）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (9) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (10) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）；
- (11) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (12) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (13) 《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》（环办[2014]34 号）；
- (14) 《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）；
- (15) 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）；
- (16) 《大气污染防治工程技术导则（HJ2000-2010）》；
- (17) 《水污染治理工程技术导则（HJ2015-2012）》；
- (18) 《固体废物处理处置工程技术导则（HJ2035-2013）》；
- (19) 《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 4 月；
- (20) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (21) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (22) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (23) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (24) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- (25) 《船舶水污染物排放控制标准》，GB3552-2018；
- (26) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018，2019 年局部修订）；
- (27) 广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；

- (28) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (29) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (30) 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011）；
- (31) 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发[2018]168 号）；
- (32) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》，国家海洋局，2013 年 8 月；
- (33) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (34) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》；
- (35) 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9404-2012）；
- (36) 《“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南（试行）》，环境保护部，2017 年 12 月；
- (37) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；
- (38) 《海洋生态修复技术指南（试行）》，自然资源部，2021；
- (39) 《红树林生态监测技术规程(HY/T 081-2005)》；
- (40) 《红树林建设技术规程》（LY/T 1938-2011）；
- (41) 《红树林植被恢复技术指南》（HY/T 214-2017）；
- (42) 《困难立地红树林造林技术规程》（LY/T 2972-2018）；
- (43) 《海岸带生态减灾修复技术导则 第 1 部分：总则》（T/CAOE 21.1-2020）；
- (43) 《海岸带生态减灾修复技术导则 第 2 部分：红树林》（T/CAOE 21.2-2020）；
- (44) 《广东省红树林造林技术规程》（DB44/T284-2005）；
- (45) 《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分：红 树林》（T/CAOE20.3-2020）；
- (46) 《围填海工程海堤生态化建设标准》（T/CAOE 1-2020）；
- (47) 《野生植物资源调查技术规程》（LY/T 1820-2009）；
- (48) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (49) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (50) 《生物多样性观测技术导则-鸟类》（HJ710.4-2014）；

- (51) 《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154-2018）；
- (52) 《红树林造林合格面积认定及成果应用规则（试行）》；
- (53) 《红树林苗木出圃技术规程》（DB 4408/T 18-2022）；
- (54) 《滨海退塘还林区红树林植被恢复技术规程》（DB4408/T 19-2022）。

2.1.4 项目依据文件和技术资料

- (1) 《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目测量技术报告》，广东千寻地理信息技术有限公司，（2023 年 12 月）；
- (2) 《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目初步勘察报告》，长春建工勘测规划设计有限公司，（2024 年 1 月）；
- (3) 《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目可行性研究报告》，重庆交通大学工程设计研究院有限公司，（2023 年 8 月）；
- (4) 《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目实施方案》，自然资源部第三海洋研究所，（2023 年 12 月）；
- (5) 湛江市麻章区发展和改革局关于 2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目可行性研究报告的批复，（湛麻发改投审[2023]2 号）
- (6) 委托书。

2.2 评价原则与评价目的

2.2.1 评价原则

突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

(1) 依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对

建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.2.2 评价目的

根据工程区域的环境特点和环境质量控制目标，分别对施工行为和建成后带来的环境影响进行全面、科学的评价和论证，以期达到如下的目的：

（1）结合湛江市水域滩涂规划和广东省海洋功能区划、环境功能区划和城市总体规划等相关规划，论证项目选址的可行性和布局的合理性。

（2）对工程项目的工程内容进行分析，了解本项目在施工期和运营期对环境产生的不利影响，确定污染源和潜在的污染因素，计算污染物的排放量。

（3）根据工程的特点和污染特征，确定主要污染因子和环境影响要素，开展项目所在区域的自然环境和环境质量现状调查，确定环境评价的主要保护目标和评价重点。

（4）通过环境质量现状监测，对项目区域的环境质量水平给出明确的结论。

（5）对项目可能造成的环境影响进行预测和评价，确定可能的影响范围和程度，计算对环境敏感目标的影响程度，提出相应的防范措施。

（6）根据工程分析和影响预测评价的结果、实际施工情况，对工程施工方案、建设方案的环保措施进行评价和可行性论证，提出控制污染、减缓和恢复生态不利影响的对策和建议。

（7）明确给出拟建本工程环境影响的可行性结论，为生态环境主管部门的决策提供科学依据。

2.3 评价因子

根据本项目主要污染及非污染环境影响因素分析结果，确定本专题主要评价因子见表 2.3-1。

表 2.3-1 环境评价因子

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及表征	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	绞吸挖泥和淤泥堆填；	+++
	泥沙冲淤环境	海底地形和冲淤变化		+++
	海水水质环境	悬浮物	木桩施工、绞吸挖泥、淤泥堆填和红树林种植	++

	含油污水	施工机械		+
	生活污水	施工人员		+
	沉积物环境	沉积物	淤泥再沉降	+
	海洋生态环境	浮游生物	绞吸挖泥、淤泥堆填和红树林种植	++
		底栖生物		+++
		渔业资源		++
		红树林资源		++
	环境风险	施工设备溢油及热带气旋、风暴潮及海浪导致红树林苗木损毁	溢油及红树林苗木损毁	++
运营期（含红树林种植后的 2-3 年保育期）	海水水质、沉积物环境	病死的红树林苗木等固废、悬浮物	管护人员	+
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				

2.4 评价内容和评价重点

2.4.1 评价内容

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），本项目为生态修复工程，主要包括红树林生态修复工程和海堤生态化改造工程。项目完工后将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。另外，施工期及运营期产生的污染物也将对工程附近海域水质和生态环境产生一定的影响。因此，根据工程的特点和项目所在地的海洋环境特征，本项目评价工作内容主要为：

（1）工程概况及工程分析

主要包括工程规模、设计方案、施工工艺及施工进度，施工期和运营期产生的污染和非污染环境影响分析，给出污染源、污染物排放量及污染源源强等。

（2）区域自然环境

主要包括区域自然环境概况、区域海洋资源和海域开发利用与保护概况等。

（3）环境质量现状调查与评价

主要包括大气环境、声环境、水文动力、地形地貌与冲淤、水质、沉积物、海洋生物质量和海洋生态等环境现状调查。

(4) 环境影响预测与评价

主要包括项目建设对大气环境、声环境、水文动力、地形地貌与冲淤、水质、沉积物、海洋生态等以及环境保护目标的影响进行分析。

(5) 环境事故风险分析与评价

主要包括自然灾害风险、溢油风险等分析及防范措施。

(6) 环境保护对策措施

主要包括大气污染、噪声、水污染、固体废物等污染防治措施及生态保护措施。

(7) 环境保护的技术经济合理性

主要包括环境保护设施和对策措施的费用估算、环境保护经济损益分析、环境保护的技术经济合理性。

(8) 海洋工程的环境可行性

项目用海与海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性分析、与相关规划和政策的符合性分析、工程选址与布置的合理性等。

(9) 环境管理与监测计划。

2.4.2 评价重点

本工程产生的主要影响是工程施工过程产生的悬浮物对周围水质、沉积物和海洋生态环境的影响，工程建成后对周围水动力、地形地貌与冲淤环境以及施工期间施工人员产生的生活污水、生活垃圾对周围水质、沉积物和海洋生态环境的影响。因此，确定本次评价重点为：

(1) 施工过程中挖掘机取泥和淤泥堆填等施工产生的悬浮泥沙对海域水质、沉积物和生态的影响；施工期产生的生活污水、生活垃圾对海域水质、沉积物和海洋生态环境的影响评价；

(2) 工程建成后对工程周围水动力、地形地貌、岸滩冲淤、海底床稳定性及通航环境的影响评价；

(3) 根据水动力、地形地貌与冲淤、水质、生态环境的变化，分析工程建设对项目附近的环境敏感区和重点保护目标的影响；

(4) 工程各阶段污染和非污染环境保护对策措施，生态保护、补偿和恢复

对策措施分析；

(5) 污染防治措施和事故防范措施评价，并提出相应的对策建议。

2.5 环境功能区划

2.5.1 环境空气功能区划

根据《湛江市环境保护规划(2006-2020 年)》、《湛江市环境空气质量功能区划调整技术报告》(2011 年 10 月)及《关于印发湛江市环境空气功能区划的通知》(湛环[2011]457 号)；项目建设区域全部位于海域范围，未划定大气环境功能区，项目大气环境功能参考周边区域大气环境功能区划，因此本项目环境空气功能区划为二类功能区(见“图 2.5.1-1：项目周边环境空气功能区划分布图”)。

2.5.2 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)》，项目不位于麻章区等建成区和主要中心城区规划发展区，以及规划的工业园区；项目位于湛江市麻章区湖光镇，没有纳入声环境功能区划，因此项目参照《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(见“图 2.5.2-1：湛江市城市声环境功能区划分图”)。

2.5.3 海洋主体功能区划

本项目位于《广东省海洋主体功能区规划》中的“禁止开发区域”，见图 2.5.3-1。优化开发区域的功能定位为：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。

2.5.4 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68 号)，项目位于近岸水质功能区的二类环境功能区。本建设项目所在近岸海域环境功能区图见 2.5.4-1。

2.5.5 地下水环境功能区划

根据《广东省地下水功能区划的复函》(粤办函[2009]459 号)，项目所在

地浅层地下水功能区划为 H094408002B01:：粤西湛江红树林湿地保护生态脆弱区，深层地下水功能区划为 H094408001P01（深）粤西湛江市城区集中式供水区，水质保护目标均为 III 类，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的 III 类标准。地下水功能区划见图 2.5.5-1。

2.5.6 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》，项目所在海域的海洋功能区划为通明海海洋保护区。本建设项目所在海域海洋功能区划图见 2.5.6-1。

项目所在海域周边海洋功能区有雷州湾农渔业区、湛江港港口航运区、东海岛北部城镇与工业区、东海岛南部城镇与工业区等。所在功能区及周边功能区要求见表 2.5.6-1。

2.5.7 生态功能区划

根据《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》《湛江市国土空间总体规划(2021—2035 年)》，项目位于生态红线区。

2.5.8 小结

本项目所在地的环境功能区划详见下表 2.5.8-1。

表 2.5.8-1 项目所在区域环境功能区

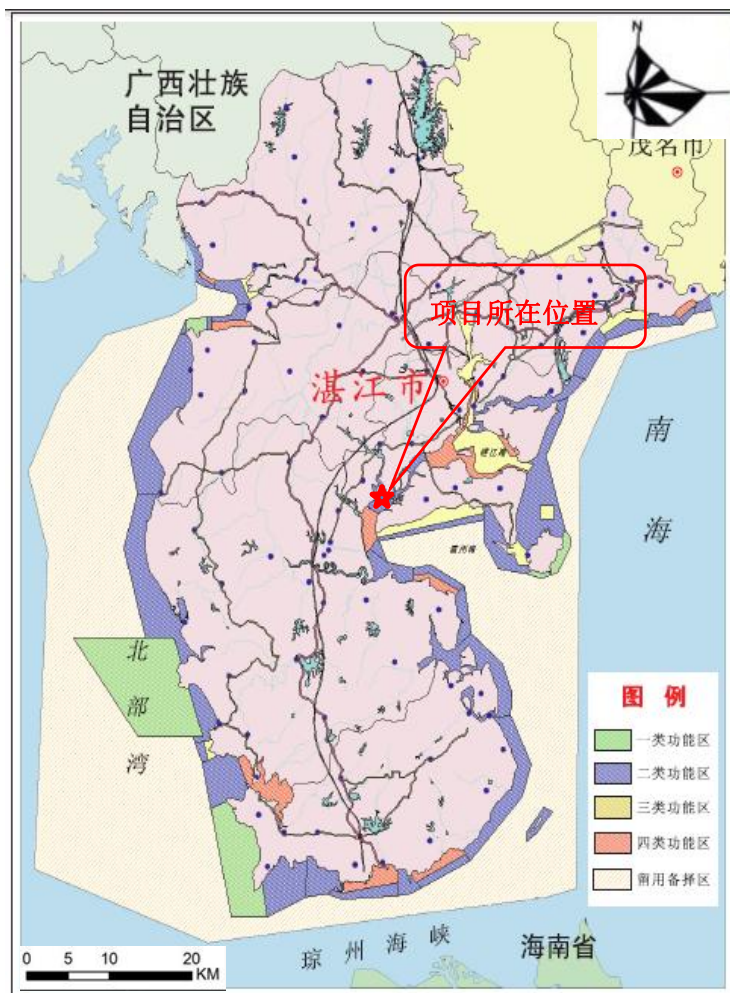
序号	评价区域	功能区划分
1	海洋功能区	通明海海洋保护区：海水、沉积物、海洋生物质量维持现状；雷州湾农渔业区：执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。海洋生物中的软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。
2	近岸海域环境功能区	近岸水质功能区的二类环境功能区。
3	环境空气功能区	本项目所在区域的大气环境属于2类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准。
4	声环境功能区	项目位于湛江市麻章区湖光镇，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
5	地表水环境功能区	/
6	地下水环境功能区	浅层地下水功能区划为 H094408002B01:：粤西湛江红树林湿

序号	评价区域	功能区划分
		地保护生态脆弱区，深层地下水功能区划为 H094408001P01（深）粤西湛江市城区集中式供水区
7	生态功能区划	根据《广东省国土空间规划（2021—2035年）》《湛江市国土空间总体规划(2021—2035年)》，项目位于生态红线区
8	污水处理厂集水范围	否
9	饮用水源保护区	否
10	基本农田保护区	否
11	自然保护区和风景名胜 胜区	是，项目位于通明海海洋保护区
12	水库保护区	否
13	文物保护单位	否
14	生态敏感与脆弱区	根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），项目位于通明海海洋保护区，属于海洋生态环境敏感区。
15	海洋生态红线区	对照《广东省国土空间规划(2021-2035年)》《湛江市国土空间总体规划(2021—2035年)》，项目海域占用生态红线区

图 2.5.1-1 项目周边环境空气功能区划分布图

图 2.5.2-1 湛江市城市声环境功能区划分图

图 2.5.3-1 广东省海洋主体功能区划图

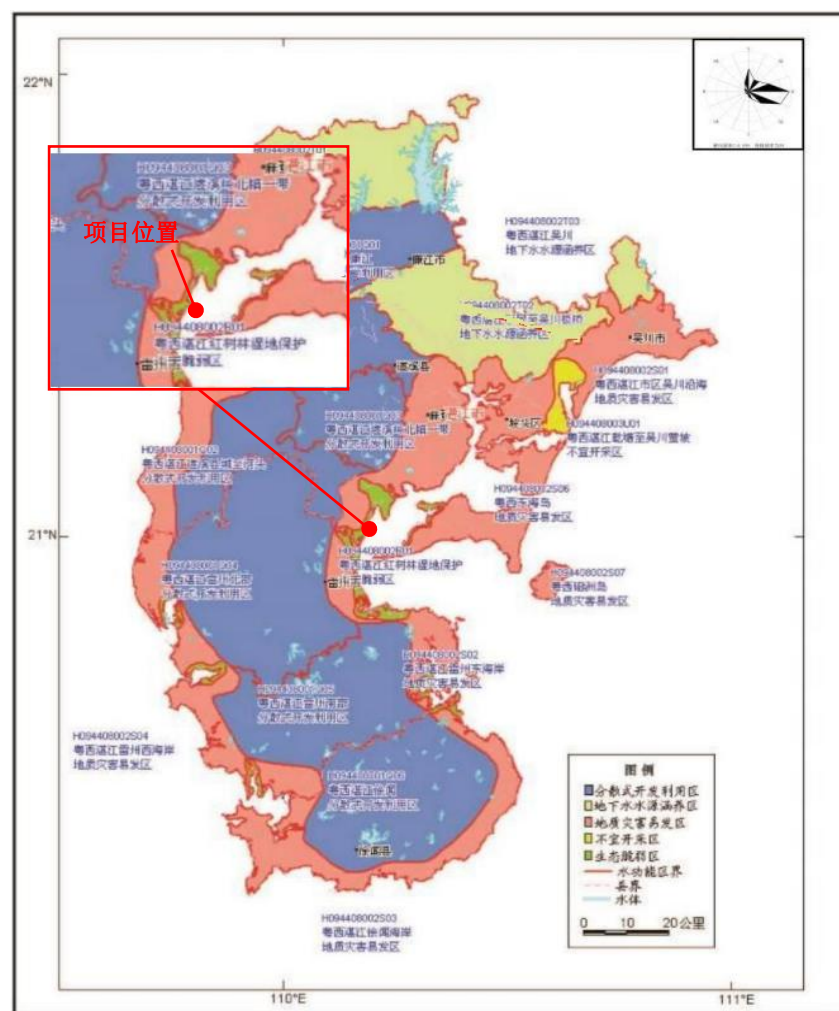


近岸海域功能区划示意图 1（按功能）



近岸海域功能区划示意图 2（按水质）

图 2.5.4-1 湛江市近岸海域功能区划示意图



湛江市浅层地下水功能区划

湛江市深层地下水功能区划

图 2.5.5-1 项目与湛江市地下水功能区划的位置关系图

广东省海洋功能区划图（湛江市3）

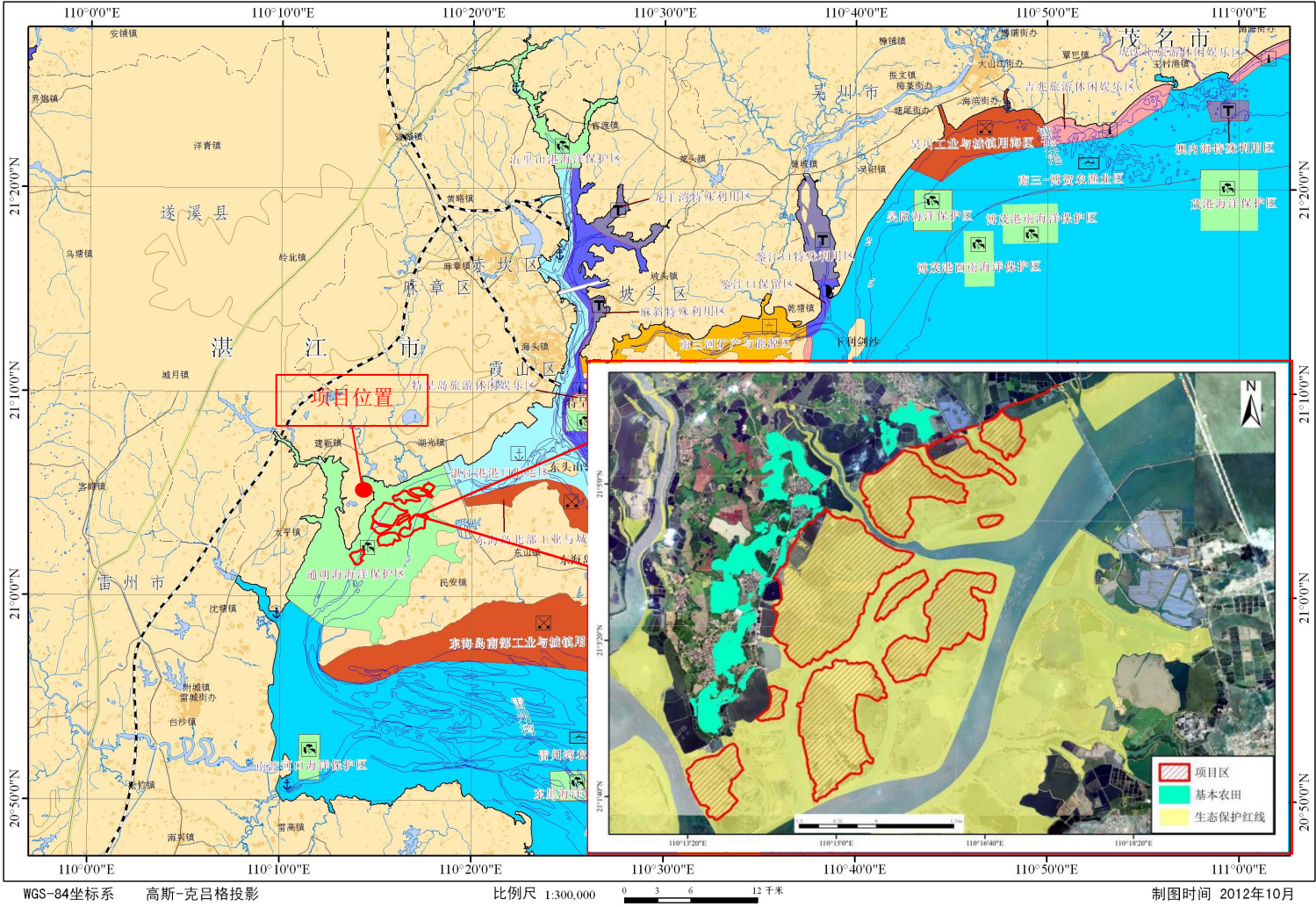


图 2.5.6-1 广东省海洋功能区划图（湛江市）

2.6 评价标准

2.6.1 环境质量标准

2.6.1.1 环境空气质量标准

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012 及其 2018 年修改单）及《关于印发湛江市环境空气质量功能区划的通知》（湛环[2011]457 号），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。

表 2.6.1-1 环境空气质量标准

项目	取值时间	浓度限值	选用标准
二氧化硫 SO ₂	年平均	60μg/m ³	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）二级 标准及其修改单（生态 环境部公告 2018 年第 29 号）
	24 小时平均	150μg/m ³	
	1 小时平均	500μg/m ³	
二氧化氮 NO ₂	年平均	40μg/m ³	
	24 小时平均	80μg/m ³	
	1 小时平均	200μg/m ³	
一氧化碳 CO	24 小时平均	4mg/m ³	
	1 小时平均	10mg/m ³	
臭氧 O ₃	日最大 8 小时平均	160μg/m ³	
	1 小时平均	200μg/m ³	
颗粒物（粒径小于等 10μm）PM ₁₀	年平均	70μg/m ³	
	24 小时平均	150μg/m ³	
颗粒物（粒径小于等 2.5μm）PM _{2.5}	年平均	35μg/m ³	
	24 小时平均	75μg/m ³	

2.6.1.2 声环境质量标准

项目位于湛江市麻章区湖光镇，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。

表 2.6.1-2 声环境质量标准（GB3096—2008）（单位：dB（A））

类别	适用区域	昼间	夜间
1 类	1 类区	55	45

2.6.1.3 海水环境质量标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目位于通明海海洋保护

区执行海水水质一类标准。海水水质、沉积物标准限值见表 2.6.1-3、表 2.6.1-4。

表 2.6.1-3 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
水温	人为增量导致海水（当时当地）温升夏季 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ，其余季节 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，		人为增量导致海水（当时当地）温升 $\leq 4^{\circ}\text{C}$	
SS	人为增加的量 ≤ 10		人为增量 ≤ 100	人为增量 ≤ 150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO $>$	6	5	4	3
COD $\leq$	2	3	4	5
无机氮（ $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 之和） $\leq$	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐 $\leq$	0.015	0.030	0.030	0.045
硫化物	0.02	0.05	0.1	0.25
挥发酚	0.005		0.01	0.05
Pb $\leq$	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu $\leq$	0.005	0.010	0.050	0.050
Hg $\leq$	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Zn $\leq$	0.020	0.050	0.10	0.50
Cd $\leq$	0.001	0.005	0.010	0.010
As $\leq$	0.020	0.030	0.050	0.050
Cr	0.05	0.1	0.2	0.5
石油类 $\leq$	0.05	0.05	0.30	0.50
六六六	0.001	0.002	0.003	0.005
滴滴涕	0.0005	0.0001		

注：第一类：适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

第二类：适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。

第三类：适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类：适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

2.6.1.4 海洋沉积物质量

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

表 2.6.1-4 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（ $\times 10^{-6}$ ，有机碳为 $\times 10^{-2}$ ）

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

2.6.1.5 海洋生物质量

贝类生物：通明海海洋保护区执行《海洋生物质量》(GB18421-2001) 规定的一类海洋生物质量标准。。

其它甲壳类和鱼类生物体内污染物质（Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》律二分册）中规定的生物质量标准。各指标标准限值见表 2.6.1-5、表 2.6.1-6。

表 2.6.1-5 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重： $\times 10^{-6}$ ）

因子	感官要求	铜 $\leq$	铅 $\leq$	镉 $\leq$	锌 $\leq$	总汞 $\leq$	砷 $\leq$	总铬 $\leq$	石油烃 $\leq$
第一类	贝类的生长和活	10	0.1	0.2	20	0.05	0.2	20	0.05
第二类	动正 常，贝类不得沾粘油 污等异物，贝肉的色 泽、气味正常，无异 色、异臭、异味	25	2	2	50	0.10	2	50	0.10
第三类	贝类能生存，贝肉不 得有明显的异 色、异 臭、异味	50	6	5	100	0.3	5	100	0.3

表 2.6.1-6 海洋生物体评价标准（ $\times 10^{-6}$ 湿重）

生物类别	铜	铅	锌	镉	总汞	砷	铬	石油烃
甲壳类	100	2.0	150	2.0	0.2	8.0	1.5	/
鱼类	20	2.0	40	0.6	0.3	5.0	1.5	20

软体类	100	10	250	5.5	0.3	8.0	5.5	20

2.6.2 污染物排放标准

2.6.2.1 大气污染物排放标准

项目为海洋生态保护修复工程，主要包括红树林生态修复工程及海堤生态化改造工程；且项目建成后，不新增工作人员，因此，其运营期基本不会产生大气污染物。

项目红树林种植主要采用水陆两用挖掘机，不使用船舶；海堤生态化改造工程主要采用的施工机械为自卸汽车；施工主要大气污染物为车辆、挖掘机尾气。

施工机械（水陆两用挖掘机、自卸汽车）尾气执行广东省地方标准《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。

表 2.6.2-1 施工期大气污染物排放标准

标准文号	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)		无组织排放监控浓度 限值	
			排气筒高度(m)	二级	监控点	浓度(mg/m ³)
DB44/27-2001	SO ₂	--	--	--	周界外 浓度最 高点	0.40
	NO _x	--	--	--		0.12
	颗粒物	--	--	--		1.0

2.6.2.2 水污染物排放标准

项目施工期主要为施工人员产生的生活污水及施工机械和车辆清洗保养产生的含油废水。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。

施工过程不在海域进行清洗、保养车辆；施工机械和车辆均在现有的洗车点洗车、保养，项目在洗车点洗车所产生的废水污水均由洗车点负责处理。

项目为红树林营造修复项目，运营期不产生废水。

2.6.2.3 噪声排放标准

①施工期

项目施工期施工场界噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的排放限值，即昼间≤70dB（A），夜间≤55dB（A）。

②运营期

项目位于 1 类声环境功能区。项目区域执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准，具体见表 2.6.2-2。

表 2.6.2-2 环境噪声排放限值

厂界外声环境功能区类别	噪声排放限值（dB（A））	
	昼间	夜间
1 类（项目区域）	≤55	≤45

2.6.2.4 固体废物控制标准

项目一般固体废物贮存、处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）及环保部 2013 年第 36 号公告污染控制标准修改单。危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）执行。

2.7 评价等级

2.7.1 海洋环境影响评价等级

依据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的要求和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。

本工程涉及通明海自然保护区，工程所在海域特征和生态环境类型为生态环境敏感区。工程建设内容为红树林生态修复及海堤生态化改造工程。项目位于通明海自然保护区，属于生态敏感区，项目海堤生态化改造长度 3.02km，属于“海上提防建设与维护工程长度大于 2km”项目；因此，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；同时，红树林种植实施过程需在开挖取泥和淤泥堆填，总开挖方量为 352.37 万 m³，属于“开挖、疏浚、冲（吹）填、倾倒量大于 300×10⁴m³”项目，因此，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。

根据“就高不就低”的评价原则，本项目各评价因子中，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，见下表 2.7.1-1。

同时，项目不属于围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；属于其他类型海洋工程中改变海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目；因此，海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为 3

级，见表 2.7.1-2。

表 2.7.1-1 海洋水文动力、水质、沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级判据（摘自《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）表 2）

海洋工程分类	工程类型和工程内容	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			
				水文动力环境	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）填等工程；海中取土（沙）等工程；挖入式港池、船坞和码头等工程；海上产品加工工程等	开挖、疏浚、冲（吹）填、倾 倒 量 大 于 $300\times 10^4\text{m}^3$	生态 环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	3	2
		开挖、疏浚、冲（吹）填 、 倾 倒 量 $300\times 10^4\text{m}^3\sim 50\times 10^4\text{m}^3$	生态 环境敏感区	2	1	2	1
			其他海域	3	2	3	2
		开挖、疏浚、冲（吹）填、倾 倒 量 $50\times 10^4\text{m}^3\sim 10\times 10^4\text{m}^3$	生态 环境敏感区	2	1	3	1
			其他海域	3	2	3	2
海 上 堤 坝 类 工 程	海上堤坝工程，护岸、防波（浪）堤、导流堤（坝）、潜堤（坝）等工程；海中堤防建设及维护工程；	长度大于 2km	生态 环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	2	2
		长度 2km-1km	生态 环境敏感区	1	2	2	1
			其他海域	2	3	3	3
		长度 1km-0.5km	生态 环境敏感区	2	2	2	2
			其他海域	3	3	3	3
按照就高不就低的评价原则，取单项最高评价等级				1	1	2	1

表 2.7.1-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判定依据

评价等级	工程类型和工程内容
3	面积 50 公顷以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $1\text{km} \sim 0.5\text{km}$ ）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目

项目运营期不存在有毒有害、易燃易爆化学品，因此，环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）项目环境风险潜势为 I，环境风险按评价仅需进行简单分析。

2.7.2 大气环境影响评价等级

本项目属于非污染生态型项目。本项目实施过程的大气污染源主要为施工作业机械排放的尾气，污染物排放量小，对局部地区的环境影响较小，一旦施工结束，对周边大气环境的影响也将随之消失，而且项目施工位于海域，空气扩散条件好，且多为间歇性污染源，随着施工期的结束，影响会逐渐消失，污染程度较小。

项目营运期基本不产生废气。

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）规定，依据项目的主要污染物排放量、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准确定本项目大气环境评价等级为三级，施工期环境空气影响评价以定性分析为主。

2.7.3 声环境影响评价等级

按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中的规定，声环境影响评价工作等级依据建设项目所在声环境功能区、建设前后声级的变化程度及评价范围内有无敏感目标来确定。经现场踏勘，项目全部位于养殖塘内，周边 200m 范围内没有村庄、学校等声环境敏感保护目标，也没有人群居住，因此不需开展声环境质量现状监测。

本项目所在区域主要位于农村地区，属于 1 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。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。

2.7.4 地下水环境影响评价等级

本项目包括海堤生态化改造及红树林种植。根据《环境影响评价技术导则——地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目海堤修复工程长度 3.02km，涉及敏感区，行业类别参照海上堤坝工程，地下水环境影响评价项目类别为IV类；红树林生态修复工程的行业类别参照旅游开发，地下水环境影响评价项目类别也为IV类，因此本项目海岸生态修复工程不开展地下水环境影响评价。

2.7.5 地表水环境影响评价等级

项目位于近岸海域。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），判断地表水影响评价等级如下：

①水污染影响型评价等级

水污染影响型建设项目环境影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。根据排放方式和废水排放量划分评价等级。

本项目为红树林项目，项目建设前后基本不新增废水，且项目运营期间基本没有废水产生，施工人员全部从当地聘用，施工人员产生的生活污水全部纳入当地生活污水一同处理，因此项目不会新增产生废污水。因此，项目不属于水污染影响型项目。

②水文要素影响型评价等级

水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）“表 2：水文要素影响型建设项目评价等级判定表”：“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”。

表 2.7.5-1 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		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	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 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$ ；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 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A1 \geq 0.5$ ；或 $A2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ ；或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ；或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $10 > R > 5$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$	$0.5 > A1 > 0.15$ ；或 $3 > A2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ；或混合型	$\beta \leq 2$ ；或无调节	$\gamma \leq 10$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或	$A1 \leq 0.15$ ；或 $A2 \leq 0.5$

				R≤5	R≤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、可能受到河流感潮河段影响, 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。						

根据工程分析, 项目全部位于现有的养殖塘内, 因此对周边海域水温、径流基本无影响, 对周边河流, 水库等地表水也无扰动。

施工期搅动海底沉积物在较短时间内在沉积海底, 且沉积范围较小。因此施工期可能造成局部悬浮物增加, 但其影响是极小的。但项目影响范围涉及自然保护区, 根据导则要求, 水文要素影响评价等级不低于二级, 本次评价判定为二级; 低于根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014) 确定的评价等级, 按照“就高不就低”的原则, 按照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014) 要求进行评价。

2.7.6 风险环境影响评价等级

(1) 风险评价等级划分依据

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 本项目的风险评价等级根据本项目涉及的物质及工艺系统危险性和项目区域的环境敏感性确定环境风险潜势, 环境风险评价等级划分见下表:

表 2.7.6-1 评价工作等级划分依据

潜势	IV、IV+	III	II	I
工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对于详细评价工作内容而言, 在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明				

表 2.7.6-2 项目环境风险潜势划分

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

导则可知，环境风险评价等级由环境风险潜势决定，而环境风险潜势由环境敏感程度 E 及危险物质及工艺系统危险性 P 决定。

(2) 风险潜势初判

根据 HJ169-2018 附录 C 中的危险物质数量与临界量比值 (Q) 的计算如下：当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质是，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值 (Q)：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \frac{q_3}{Q_3} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：

$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t；

当 $Q < 1$ 时，项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：(1) $1 \leq Q < 10$ ；(2) $10 \leq Q < 100$ ；(3) $Q \geq 100$ 。

(1) 施工期风险分析

本项目为海洋生态保护修复工程项目，不涉及危险化学品的储运，项目主要环境风险为施工机械漏油、溢油对水体的影响，溢油量按照设计代表施工机械燃料油全部泄漏的数量确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017)，水运工程建设项目的最大可信水上溢油事故溢油量，按照设计代表机械所用燃料油全部泄漏的数量确定。

项目施工期 Q 值按照海域同一时段施工机械最大载油量之和进行计算。

根据设计资料，项目施工期不使用船舶，苗木通过汽车运输，不涉及海域；涉及海域的主要为水陆两用挖掘机。本项目施工期采用挖掘机 30 台，单台油箱容量 242L，因此最大携油量约为 7260L；柴油密度一般为 0.81 至 0.87g/cm³，此处按 850kg/m³ 计，则本项目同一时段最大载油量不超过 6.17 吨。

按照海域同一时段施工机械最大载油量之和，本项目施工期载油量为 6.17t，《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，项目施工期危险物质数量与临界量比值 $Q=0.00247 < 1$ ，本项目风险潜势为 I。

判定本项目施工期环境风险评价等级为简单分析 a。

(2) 运营期风险分析

项目为海洋生态保护修复工程项目，运营期基本不使用含油机械设备，也不涉及危险化学品的储运、生产、使用。

2.7.7 生态环境影响评价工作等级

项目位于海洋生态环境敏感区。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），生态评价等级定为一級。

2.8 评价范围

2.8.1 海洋环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）评价范围划定原则，本项目水文动力环境评价等级为 1 级，要求评价范围垂向距离一般不小于 5km，纵向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的 2 倍；水质环境评价等级 1 级，沉积物环境评价等级 2 级，则要求评价范围应能覆盖项目的环境影响所及区域，并能充分满足其环境影响评价与预测要求；生态和生物资源环境评价等级 1 级，则以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定评价范围，1 级评价项目一般不小于 8km~30km；地形地貌与冲淤环境评价等级为 1 级，则要求包括工程可能的影响范围，一般不小于水文动力环境影响评价范围。各单项海洋环境影响评价范围的确定依据见表 2.8.1-1。

表 2.8.1-1 海洋环境影响评价范围的确定依据

单项评价内容	等级	评价范围
水文动力环境	1 级	垂向(垂直于工程所在海域中心点潮流主流向)距离：一般不小于 5km；纵向（潮流主流向）距离：不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的 2 倍。
水质环境	1 级	能覆盖评价区域及周边环境影响所及区域，能满足环评与预测的要求。
沉积物环境	2 级	一般应与海洋水质、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 8~30km，项目为海洋生态修复项目，主要影响因子为悬浮物，评价范围为以项目区边界分别向四周扩展 30km。
地形地貌与冲淤环境	1 级	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，并应满足地貌与冲淤环境特征要求。

结合《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），项目环境影响评价范围大致为项目周边外扩 30km 所形成的区域范围，也即：北纬 20°48'14.807"至 21°22'01.808"，东经 110°07'47.208"至 110°30'19.418"的海域范围，面积约 1243.8km²。评价工作范围如下图所示。

表 2.8.1-2 环境影响评价范围坐标表

序号	东经	北纬
1	20°48'14.807"	110°23'12.577"
2	20°48'14.807"	110°30'11.099"
3	21°13'14.711"	110°30'11.099"
4	21°18'30.334"	110°30'19.418"
5	21°22'01.808"	110°26'02.526"
6	21°22'01.808"	110°23'53.790"
7	21°19'04.764"	110°23'21.847"
8	21°15'59.065"	110°23'21.286"
9	21°07'58.505"	110°09'34.668"
10	21°00'54.756"	110°07'47.208"
11	20°49'54.379"	110°10'10.409"

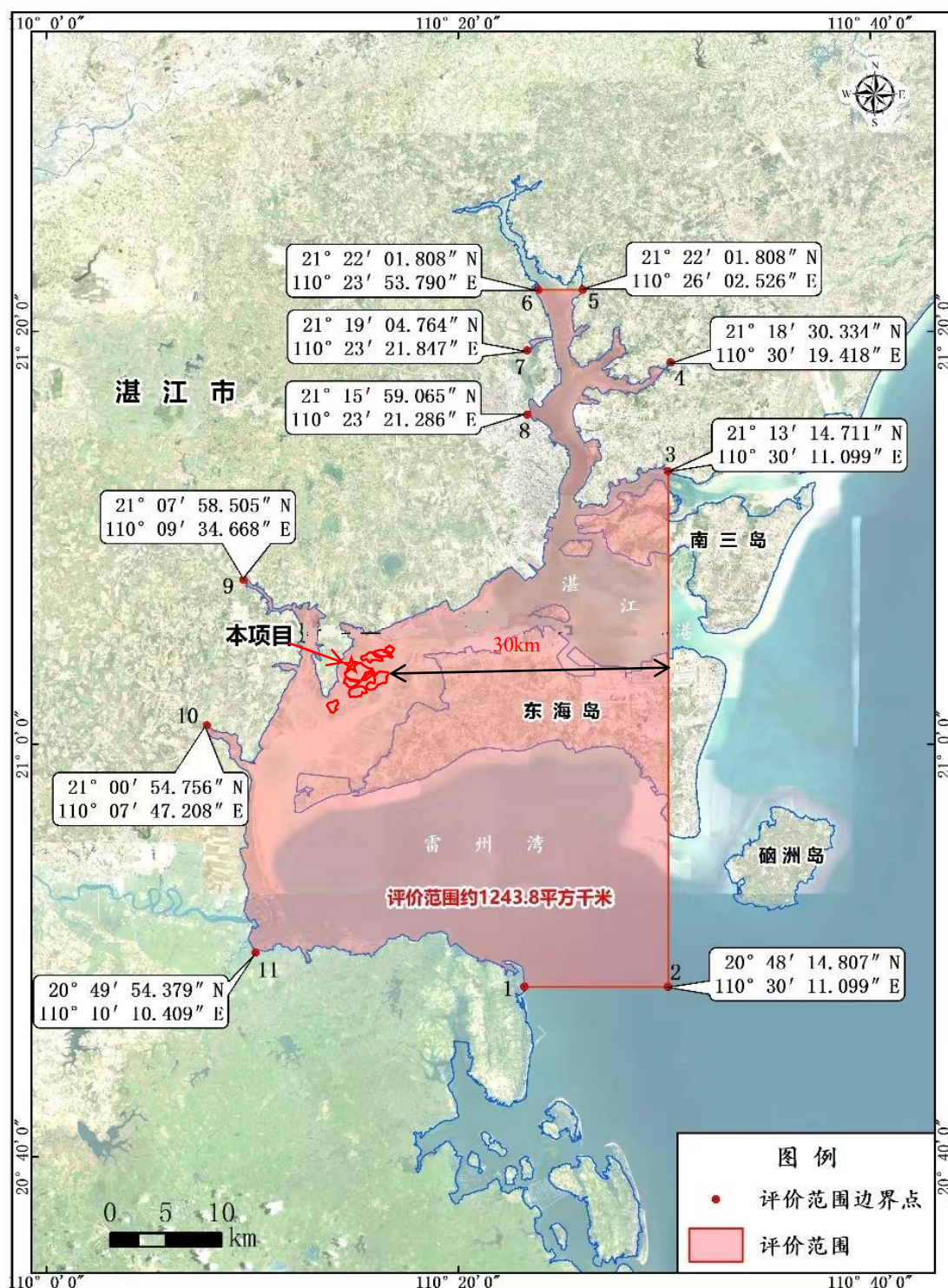


图 2.8.1-1 项目环境影响评价范围

2.8.2 大气环境评价范围

项目为海洋生态保护修复工程,营运期无废气排放。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大气环境影响评价范围。

2.8.3 声环境影响评价范围

项目区域的声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 1 类，工程为海洋生态保护修复工程，全部位于海上（海堤建设全部位于靠海一侧），工程前后声环境影响变化不明显，且项目周边没有人员居住。因此，声环境评价范围为项目建设海域周边 200m 范围。

2.8.4 环境风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ/T169-2018)，本项目环境风险评价等级为简单分析，风险评价范围与海洋环境影响评价范围一致，分析水环境风险对项目功能区的影响。

2.8.5 生态环境评价范围

本项目为海洋生态保护修复工程项目；包括海堤生态化改造及红树林种植；工程全部位于海域；根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）要求，确定本项目生态环境影响评价等级为 1 级。

同时，海堤生态化改造属于线性工程，全部位于岸线靠海一侧；根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022）要求：线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为参考评价范围。

由于海堤生态修复的线路向海一侧的外延范围与项目海洋环境影响评价范围重合，因此不再重复计入。项目评价范围还包括以线路穿越段两端向外延 1km，并以中心线向陆一侧外延 1km 的陆域范围，陆域评价范围约 5km²。

2.8.6 评价工作等级小结

本项目各项环节影响评价工作等级和评价范围一览表见下表所示：

表 2.8.6-1 本项目各项环境影响评价工作等级及评价范围一览表

环境因素	评价工作等级	评价范围
海洋环境	水文动力 1 级	项目的评价范围主要为工程周边的海域，项目环境影响评价范围的划定以项目用海外缘线向外扩展 30km 的海域。
	水质环境 1 级	
	沉积物环境 2 级	
	生态和生物资源环境 1 级	
	地形地貌与冲淤环境 1 级	

大气环境	三级	不需要设置大气环境影响评价范围。
声环境	一级	项目建设海域周边 200m 区域范围。
生态环境	1 级	涉海部分生态环境评价范围与海洋环评范围一致；陆域生态环境评价范围还包括以线路穿越段两端向外延 1km，并以中心线向陆一侧外延 1km 的范围，陆域评价范围约 5km ²
环境风险	简单分析 a	与海洋环境评价范围相同。

2.9 环境保护目标和环境敏感目标

2.9.1 环境敏感目标

根据现场踏勘及收资调查，结合《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 生态影响》（HJ19-2022）、《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）对生态环境敏感保护目标的定义，及《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》《湛江市国土空间总体规划(2021—2035 年)》和广东省“三线一单”生态环境管控平台可知，项目评价范围内的环境敏感区和环境敏感保护目标主要包括：项目建设所在围塘内的现有红树林、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、国控站、养殖塘周边的开放式渔业养殖设施（鱼排）、周边养殖塘的取水口等。项目所涉及的海洋功能区及周边敏感目标分布见“图 2.7.1-1 海洋功能区划环境敏感目标分布图”。

此外，项目海堤生态修复陆域评价范围（以线路穿越段两端向外延 1km，并以中心线向陆一侧外延 1km 的陆域范围）内分布有部分基本农田，见“图 2.7.1-2 项目周边基本农田及油气管线分布图”。

同时，项目区内存在 2 条油气管线，根据相关法规，在管道线路中心线两侧各 5 米范围内禁止取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行发掘施工，因此项目红树林修复区平面布置时避开油气管线中心线 10 米范围。

广东省海洋功能区划图（湛江市3）

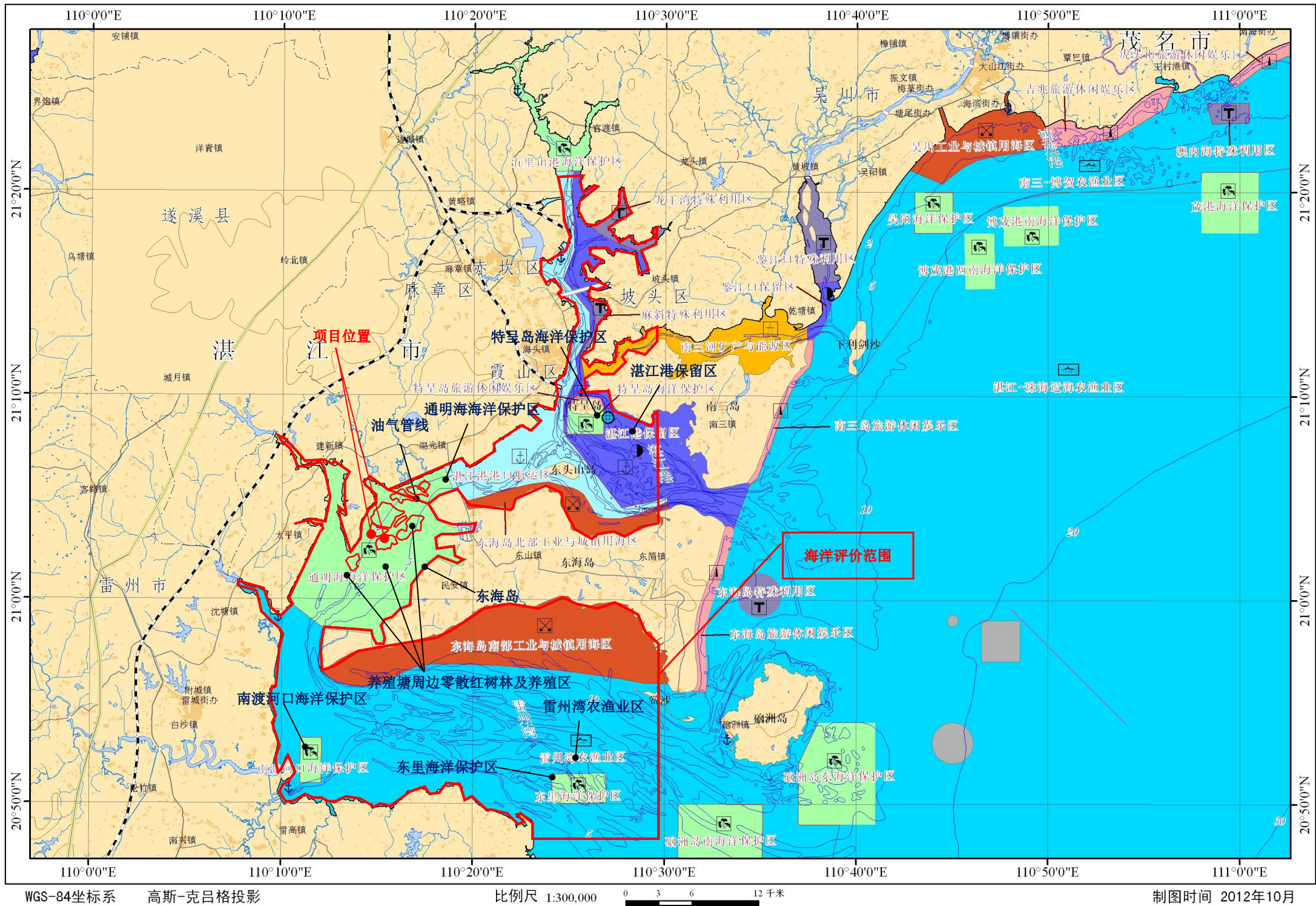


图 2.9.1-1 海洋功能区划环境敏感目标分布图

图 2.9.1-2 项目周边基本农田及油气管线分布图

图 2.9.1-3 项目区周边生态保护红线区分布图

表 2.9.1-1 项目附近环境敏感区及环境保护目标

类型	敏感区及敏感目标	方位	与项目最近距离
红树林	围塘内现有红树林区	项目占用的养殖塘范围内	—
	围塘外零散红树林	养殖塘周边	邻近
海洋保护区	通明海海洋保护区	项目占用范围	—
	特呈岛海洋保护区	东面	16.5km
	东里海洋保护区	东南面	23.5km
	南渡河口海洋保护区	南面	18.4km
	湛江红树林国家级自然保护区	项目占用范围	/
	湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区	项目占用范围	/
三场一通道	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在范围	/
	黄花鱼幼鱼保护区	项目所在范围	/
保留区	湛江港保留区	东面	16.2km
农渔业区	雷州湾农渔业区	西南面	5.2km
海水养殖	零散分布的开放式渔业养殖设施	项目周边	邻近
取水口	周边养殖塘的取水口	项目周边	邻近
管线	油气管线	穿越项目区域	/
岸线、岛屿	自然岸线	北面	最近处约 20m
	东海岛	南面	2.0km
基本农田	基本农田	北面（海堤修复工程）	0.1km

3 工程概况

3.1 项目名称、性质、规模及地理位置

3.1.1 项目名称

2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目。

3.1.2 项目建设单位

湛江市麻章区自然资源局。

3.1.3 建设项目性质及工作制度

项目建设性质：新建项目；

项目工作制度及定员：项目属于自然资源局主管的生态修复工程，管理人员由麻章区自然资源局的现有红树林管理部门工作人员抽调负责定期开展巡视、管理和维护工作，因此，本项目运营期不新增工作人员。

3.1.4 投资估算

工程概算总投资 48555.35 万元，其中工程费 29354.96 万元，包括红树林生态修复工程 28403.23 万元、海堤生态化改造工程 951.27 万元；其他费用 16888.23 万元（其中清塘补偿费 12034.63 万元），预留费用（基本预备费）2312.16 万元。

3.1.5 建设内容与规模

根据《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目实施方案》，《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程项目可行性研究报告》确定本工程修复内容。根据实施方案内容及考核指标优化工程建设内容，主要建设内容如下：

（1）红树林生态修复工程采用种养耦合方式，营造红树林 546ha，包括一般红树林营造 529.67ha，珍稀树种红树林营造 16.36ha。

（2）海堤生态化改造工程 对湖光镇世乔村至东海岛铁路段的海堤进行生态化改造，改造总长约 3.02km。

3.1.6 地理位置

项目区位于麻章区湖光镇金牛岛红树林片区周边海域，东临通明海，外侧有东海岛遮蔽，风浪较小，该区海岸带滩涂的主要利用方式 为围塘养殖。地理位置见图 3.1.6-1。

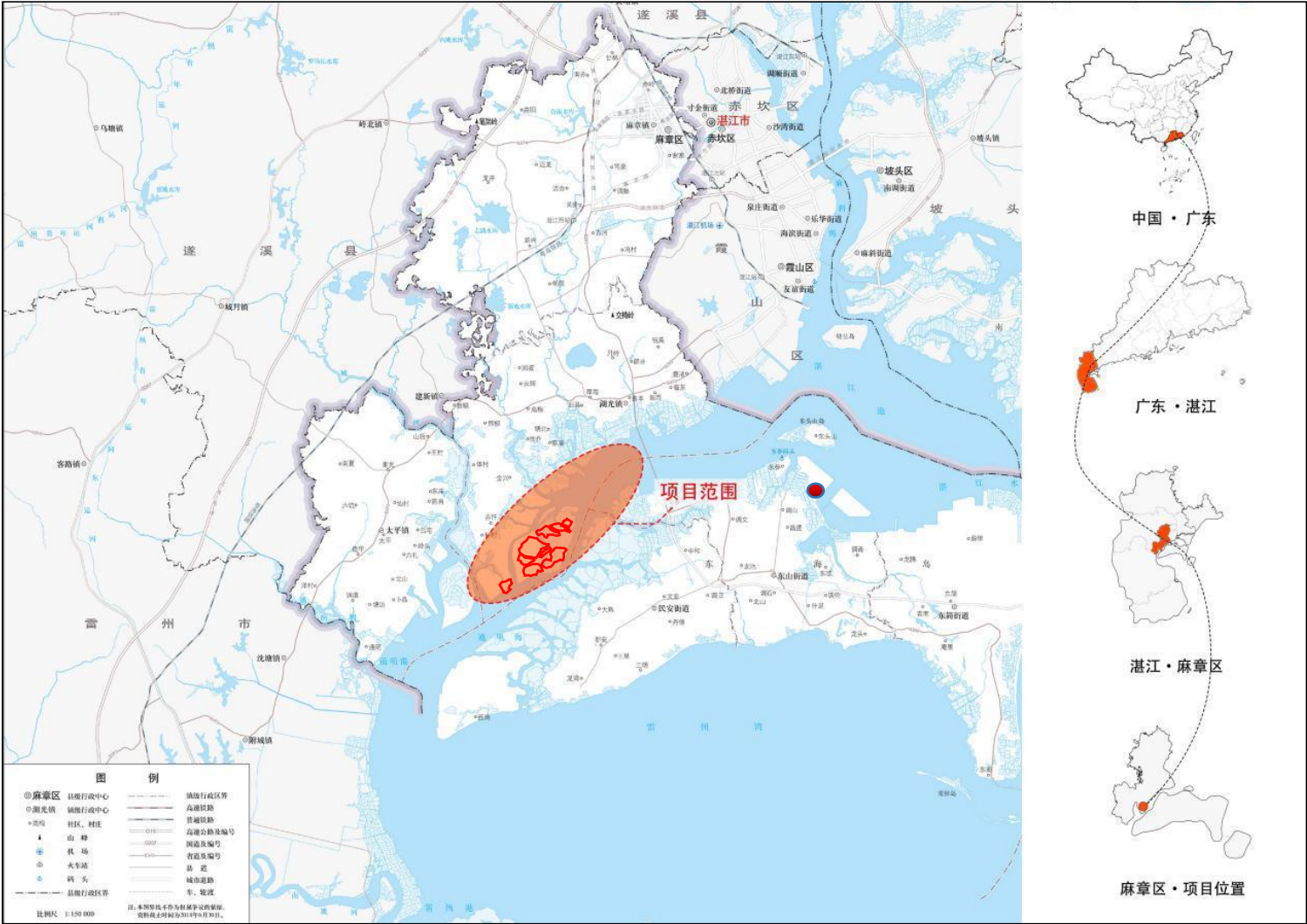


图 3.1.6-1 项目地理位置图

3.2 建设项目平面布置、结构和主要参数

本节根据《2024 年湛江市海洋生态保护修复工程初步设计》（中交广州水运工程设计研究院有限公司，2024 年 2 月）中的内容。

3.2.1 项目总平面布置

3.2.1.1 总平面布置原则

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，按照习近平总书记“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，严格保护现有红树林，科学开展红树林生态修复，扩大红树林面积，提高生物多样性，整体改善红树林生态系统质量，全面增强生态产品供给能力。

（1）生态优先和生态安全准则

以生态效应为核心，以生态学原理科学合理的进行红树林营造区布局、红树植物的配置，确保物种生态安全和可持续发展，从根本上调节和改善区域生态环境，完善生态功能。充分考虑当地自然资源状况和生态特征，针对区域生态定位和项目区生态问题，科学确定生态修复的重点和目标，制定切实可行的生态修复方案，做到生态系统稳定性明显加强，生态系统质量有效改善，生态系统功能显著提升，生物多样性明显增加。

（2）体现地域特色

项目区均为养殖塘，养殖收入是当地居民主要收入来源，湛江市也是广东省主要的海产品基地。因此，为实现在红树林生态修复同时，保证水产养殖正常进行，湛江市探索种养耦合体系，先后建立多个种养耦合基地，积累了丰富的项目经验，本项目在湛江市麻章区，采用红树林种植—渔业养殖相耦合的生态修复方式，构建可持续的红树林修复—生态养殖耦合模式，立足于当地生态条件，强化地域特色，构筑湛江特色红树林生态修复体系，实现生态与社会经济双赢。

（3）生态修复与经济发展协同原则

项目主要开展红树林生态修复，项目区主要红树品种为红海榄、桐花树、白骨壤等，考虑到白骨壤果实具有食用价值、桐花树可以产生一定量的蜂蜜，这两种物种经济价值较高，因此设计红树修复物种时要以白骨壤和桐花树为主，探索生态产品价值实现。

(4) 因地制宜，科学布置

本工程针对养殖塘宜林区域生态功能降低等问题开展进行工程布局设计，在合适的区域内通过微地貌改造后营造红树林，打造红树林种植生态系统，提高海岸生态防护功能及生物多样性。

3.2.1.2 总平面布置方案

项目位于湛江市麻章区金牛岛附近海域，主要内容为红树林种植-生态养殖耦合的模式开展红树林生态修复和海堤生态化改造，总平面布置详见下图“图 3.2.1-1：项目总平面布置图”所示；其中，红树林生态修复工程详细分区总平面布置图详见“图 3.2.1-2~3.2.1-30”；海堤生态改造工程详见“图 3.2.1-31 海堤生态化改造平面布置图”。

3.2.1.3 红树林生态修复工程

采用红树林种植-生态养殖耦合的模式开展红树林生态修复，是解决退塘还林与沿海居民生计之间矛盾的有效途径。因此，本项目采用该模式开展红树林生态修复工作。

本项目红树林生态修复工程共营造红树林 546ha（见“图 3.2.1-1：项目总平面布置图”图斑及“图 3.2.1-2~3.2.1-30”所示），其中一般红树林营造 529.67ha，珍稀树种红树林营造 16.36ha。红树林生态修复工程（初步设计推荐方案）在平面布局上采用岛式布局的形式，水道分布于种植斑块间，种植斑块植白骨壤、桐花树、红海榄等。

3.2.1.4 海堤生态化改造工程

海堤生态化改造区为麻章区湖光镇世乔村至东海岛铁路段的海堤，总长 3.02km，为旧县联围的一部分。项目建设不涉及岸线，位于岸线靠海一侧的海域范围；该段海堤迎海侧护坡为斜坡式护岸或二级台式斜坡护岸，堤身填筑材料采用海堤外侧滩涂表层的中细砂和淤泥质砂。本次生态化改造选取海堤向海侧进行生态化改造，不破坏原海堤结构和功能，并避开道路和水闸等设施。

3.2.2 项目结构、方案及主尺寸设计

3.2.2.1 红树林生态修复工程

1、养殖塘修复区生态现状

项目修复区以养殖塘为主，塘内和塘外水道中分布有现状红树林。

修复区红树林主要为红海榄、白骨壤、桐花树等本土树种，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。

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，养殖品种主要为生蚝、鱼、虾蟹混养，塘内通过水闸与外界进行海水交换。通常每月换水 1~2 次。



图 3.2.2-1 项目建设场地生态现状

2、修复区域确定

（1）红树林修复适宜条件

红树林修复区选址应遵循以下条件：

- ① 恢复地选址应与区域发展规划以及邻近社区的民众海洋开发活动相符合，并获得当地政府、社区公众的支持；
- ② 最冷月平均气温低于 7.5°C 的地区不宜种植红树林，但可在引种驯化成功后开展红树林种植；
- ③ 以河口、内湾（湖）风浪较平静、平缓的滩涂为宜；
- ④ 红树林的宜林滩涂高程宜介于平均海平面（或稍上）与回归潮平均高潮位之间；
- ⑤ 恢复地以淤泥质滩涂为宜；
- ⑥ 恢复地海水盐度以 $2\text{‰}\sim 33\text{‰}$ 为宜。

（2）红树林修复适宜性分析

①政府和公众认可度高 项目所在地位于湛江红树林国家级自然保护区湖光~蔡屋片区和湖光~金兴片区，该区域主导功能规划为红树林保护与修复；红树林的防浪护岸和提高海域生产力的功能和作用已获得政府和附近居民的认可，当地政府和公众全力支持开展红树林修复。

②温度适宜

热带和亚热带气候带适宜红树林生长，麻章区地处于北回归线以南的低纬地区，日照强，属热带北缘季风气候（简称北热带季风气候），温度的年变化不大，日变化也小。气象站所记录的累年平均值，全年平均气温 24.2°C ，夏季平均气温在 29.3°C 以上，冬季平均气温在 16°C 以上。

③盐度适应

项目区海域雨量充沛，并有城月河、那郁河和旧县河三条河流流入，外海海水盐度约 24‰，适宜大多数红树植物生长，项目修复区养殖塘内盐度低于外海，根据海域使用论证秋季调查数据，项目区养殖塘内平均盐度为 8.7，适宜红树植物生长。

④风浪小

由于项目区所处通明海内湾，且外侧有东海岛阻挡风浪，该区风浪较为平静，而项目修复区均位于养殖塘内，塘内基本不受风浪影响，可满足种植红树林生长的需要。

⑤底质含泥量高

根据现场采样检测结果，项目区内滩面底质中含泥量较高，黏土含量在 16%~30%间，适宜红海榄、桐花树、白骨壤、秋茄等多种红树种类生长。综上所述，本项目区域适宜开展性红树林生态修复。但由于项目区内滩涂围垦养殖，养殖户红树林保护意识淡薄、水位控制导致的淹水时间较长等因素，对原有红树林造成了一定的影响，参照现有红树林成树高程，虑到红树林幼苗不耐淹，对塘内滩面进行微地形改造后新种红树林滩面标高适当高于原有红树林生长标高，同时通过对闸门改造，保证退潮后新种红树林根部漏出水面，可满足红树林生长的适宜生境。

（3）修复区域

根据现场踏勘情况，特别是区域红树林生长情况，结合红树植物生理特征，参考项目区域原有红树林生境环境，可确定红树林修复范围。项目所选修复区均为现状养殖塘，通过塘内滩面高程改造和闸门水位控制来进行生境改造，使其成为红树林适宜种植区，进行红树林修复。本项目区养殖塘内现有大片的原生红树林，主要分布于养殖池塘中间及堤岸两侧，多为灌木林或小乔木林。红树林种类主要包括红海榄、桐花树、海漆、卤蕨等。此外还分布有白骨壤、秋茄、木榄等，项目区自然环境条件适宜红树植物生长。

红树林修复区域位于麻章区金牛岛附近，面积 1412ha，具体分布如下：



图 3.2.2-2 红树林生态修复平面布置及分区图

3、红树林营造方案设计

(1) 养殖池塘现状

项目区包含养殖塘 29 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 5~20m 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 2~3m 左右，闸门关闭后，塘内水位基本恒定。养殖塘闸门基本情况如下：

A01 号塘面积 41.02ha，通过塘南侧水闸进行海水交换，水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 1.15m，底高程为 0.6m。

A02 号塘面积 23.32ha，通过塘东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 0.9m。

A03 号塘面积 41.68ha，通过塘南侧水闸进行海水交换，水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 1.20m，底高程为 0.56m。

A04 号塘面积 7.58ha，通过塘东北侧水闸进行海水交换，水闸为 4 孔水闸，

闸孔宽度为 0.95m, 底高程为 0.5m。

A05 号塘面积 65.51ha, 通过塘东北侧水闸进行海水交换, 共有水闸 2 座, 水闸均为 8 孔水闸, 闸孔宽度为 1.10m, 底高程分别为 1.5m 和 0.97m。

A06 号塘面积 17.22ha, 通过塘南侧水闸进行海水交换, 水闸为 4 孔水闸, 闸孔宽度为 1.20m, 底高程为 0.75m。

A07 号塘面积 22.19ha, 通过塘西侧水闸进行海水交换, 水闸为 3 孔水闸, 闸孔宽度为 1.35m, 底高程为 1.2m。

A09 号塘面积 8.83ha, 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 0.6m。

A10 号塘面积 7.65ha, 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 1.18m, 底高程为 0.62m。

B01 号塘面积 12ha, 通过塘西侧水闸进行海水交换, 水闸为 2 孔水闸, 闸孔宽度为 1.02m, 底高程为 1.26m。

B02 号塘面积 40.3ha, 通过塘东北侧水闸进行海水交换, 水闸为 4 孔水闸, 闸孔宽度为 1.65m, 底高程为 0.53m。

B03 号塘面积 47.21ha, 通过塘东侧水闸进行海水交换, 水闸为 8 孔水闸, 闸孔宽度为 1.07m, 底高程为 0.32m。

B04 号塘面积 36.34ha, 通过塘西侧水闸进行海水交换, 水闸为 12 孔水闸, 闸孔宽度为 1.02m, 底高程为 0.3m。

B05 号塘面积 24.54ha, 通过塘东侧水闸进行海水交换, 水闸为 4 孔水闸, 闸孔宽度为 1.07m, 底高程为 0.23m。

B06 号塘面积 13.4ha, 通过塘西南侧水闸进行海水交换, 水闸为 4 孔水闸, 闸孔宽度为 1.2m, 底高程为 0.38m。

B07 号塘面积 15.96ha, 通过塘北侧水闸进行海水交换, 水闸为 4 孔水闸, 闸孔宽度为 1.03m, 底高程为 0.76m。

B08 号塘面积 19.73ha, 通过塘东侧水闸进行海水交换, 水闸为 4 孔水闸, 闸孔宽度为 1.1m, 底高程为 0.38m。

B09 号塘面积 108.15ha, 通过塘西南侧和东北侧水闸进行海水交换, 西南侧水闸为 8 孔水闸, 闸孔宽度为 1.01m, 底高程为 0.43m。 东北侧水闸为 30

孔，闸孔宽度为 1.01m，底高程为-0.12m。

B10 号塘面积 29.61ha，通过塘东南侧水闸进行海水交换，水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.1m，底高程为 0.52m。

B11 号塘面积 60.88ha，通过塘东北侧和东南侧水闸进行海水交换，东北侧水闸为 8 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程为 0.62m。东南侧水闸为 10 孔水闸，闸孔宽度为 1.0m，底高程为 0.58m。

C01 号塘面积 32.63ha，通过塘南侧水闸进行海水交换，水闸为 6 孔水闸，闸孔宽度为 1.06m，底高程为 0.72m。

C02 号塘面积 145.07ha，通过塘北侧、西侧和东侧水闸进行海水交换，北侧水闸有两座，一座为 2 孔，闸孔宽度为 1.1m，底高程为 0.03m。一座为 1 孔，闸孔宽度为 3.9m，底高程为-0.73m。西侧水闸 有一座，为 4 孔，闸孔宽度为 2.0m，底高程为 0.91m。东侧水闸有三座，一座为 2 孔，闸孔宽度为 2.1m，底高程为 1.46m。一座为 6 孔，闸孔宽度为 1.1m，底高程为 0.37m。一座为 1 孔，闸孔宽度为 1.65m，底高程为 0.49m。

C03 号塘面积 65.41ha，通过塘北侧和西侧水闸进行海水交换，北侧水闸为 6 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程为 0.5m。西侧水闸为 6 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程为 0.49m。

D01 号塘面积 81.72ha，通过塘北侧、西侧和东侧水闸进行海水交换，北侧水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.0m，底高程为 0.48m。西侧水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.1m，底高程为 0.43m。东侧水闸共 四座，其中一座为 2 孔水闸，闸孔宽度为 1.0m，底高程为 0.6m，三座为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.05m，底高程分别为 0.7m、0.48m、0.42m。

D02 号塘面积 11.02ha，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 1.0m，底高程为 0.22m。

D03 号塘面积 45.67ha，通过塘西侧和北侧水闸进行海水交换，北侧水闸为 4 孔水闸，闸孔宽度为 1.1m，底高程为-0.07m。西侧水闸 共三座，均为 4 孔，闸孔宽度为 1.1m，底高程分为 0.03m、1.09m 和 0.31m。

D04 号塘面积 3.45ha，通过塘西侧水闸进行海水交换，水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 1.1m，底高程为 0.31m。

D07 号塘面积 4.82ha，通过塘西北侧水闸进行海水交换，水闸为 2 孔水闸，闸孔宽度为 1.0m，底高程为 0.47m。

D08 号塘面积 90.11ha，通过塘东侧水闸进行海水交换，水闸为 7 孔水闸，闸孔宽度为 1.1m，底高程为 0.35m。

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，个别水闸闸板老旧、破损，需要修缮。现状养殖塘内深浅不一，为提高养殖效益，养殖户普遍采取鱼、虾、蟹混养方式，个别水深较深的塘可以养殖生蚝，采用投苗养殖方式，2~3 个月捕获一次。养殖收益方面养鱼收益较差，虾、蟹和生蚝的效益较好。根据村政府统计资料，现状有红树林生长养殖塘养殖虾和蟹的效益高于无红树林生长养殖塘。其中蚝、虾、鱼，混养的塘，年收入约在 50 万左右，鱼、虾混养的一般在 30 万左右，所有养殖品种中生蚝的养殖收益最高，但对于养殖水深要求更高，大部分养殖塘内无法养殖生蚝。相比同等规模精细化养殖塘养殖收益相对较低。

项目区现状养殖塘存在以下问题：

①养殖塘大部分区域水深较浅，适宜养殖水域面积较少，导致养殖整体收益不高。

②粗放式养殖活动导致了红树林退化，根据红树林保护区规划，要逐步清退保护区内养殖塘，但养殖收益是附近村民的主要收益来源，全部清退难度大。

因此通过种养耦合，对养殖塘进行改造，挖深养殖水域进行滩涂改造，使塘内形成深水养殖区，浅水养殖区和滩涂区域，使养殖塘更适宜鱼、虾、蟹、生蚝混养，提高养殖产品的品质和价值。因此采用种养耦合方式即可进行红树林保护修复，又能保证村民生计，是非常有必要的。

养殖户对于种养耦合持支持态度，养殖塘征收不会影响项目推进进度。根据建设单位养殖塘征收计划，目前养殖塘基本达成征收协议。

4、养殖塘种植面积确定、水位及高程改造

(1) 养殖塘内红树林种植面积确定

养殖塘内现有滩面高程与红树林宜林滩面高程的差值是确定红树林种植比例的主要依据，差值越小，挖填方量越小，单位工程造价越低，塘内可以种植红树林的面积就越大。

根据相关研究成果，养殖塘内种植红树林的比例介于 30~60%的情况下，红树林种养耦合的效益较好。

根据《湛江市红树林保护区内红树林营造补偿方案》中相关规定，原则上红树林实际种植面积不低于养殖塘面积的 50%。通过和养殖户沟通，考虑后期养殖的适宜性，养殖户要求养殖水域面积面不低于养殖塘面积的 50%，综合考虑，在高程适宜塘内，红树林种植面积占养殖塘总面积 50%~60%左右，现状塘内高程较低的塘，红树林种植面积占 40%~45%，大部分塘内修复后红树林面积约占塘总面积的 50%。

（2）种养耦合系统的水位和高程

红树林是生长在热带亚热带海岸潮间带的木本植物群落，红树林生境的一个重要特征是在涨潮期间潮水浸淹到红树林地表，在退潮期间红树林根部得以暴露在空气中。周期性潮水浸淹~暴露是红树林的必需生境需求。生境环境与外海直接相通的红树林适宜生长的高程区间是从平均海平面至平均大潮高潮线之间。与红树林对周期性淹水~暴露需求不同，鱼虾类等游泳型海水养殖生物需要持续生长在淹水环境中。

为了兼顾红树林对周期性淹水~暴露的需求和养殖生物对持续淹水的需求，在种植~养殖耦合系统中，种植区域必须处于较高的地势，使得涨潮期间红树林地表得以被潮水浸淹，而退潮期间红树林根部得以暴露在空气中。养殖区域的地势必须低于红树林种植区，而且需要满足养殖品种的水深需求。因此要综合考虑现状红树林生长状况、现状地形条件、新种红树林生境条件以及后期养殖对水深的需求，综合确定改造后养殖塘内水位。

1) 塘内水位确定原则

塘内水位确定主要分以下两种情况考虑：

①有现状红树林生长的养殖塘：现状有红树林生长的养殖塘需保证改造后不改变现状红树林生境条件，通过现场踏勘和观测数据可以发现现状养殖塘内红树林主要为红海榄、桐花树和白骨壤，并都处于长期淹水状态，其中红海榄淹水深度在 0.09~0.84m 之间，桐花树淹水深度在-0.19~0.76m 之间，白骨壤淹水深度在 0.14~0.69m 之间。

改造后要求现有红树林生境条件不发生改变，因此设计改造后养殖塘内现

状红树林的淹水深度仍处在改造前淹水深度区间范围内。改造后塘内现状红树林淹水条件基本不变。在保证现状红树林淹水条件不变的前提下，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。

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。通过数值模拟，分析每口塘在闸门打开情况下塘内水位变化情况，以及地形和闸门改造后塘内水位变化情况，确定地形改造后新种红树林淹水时间。

项目水位及高程改造详见本报告“7.1.2 项目对养殖塘水动力环境的影响分析”，此处不再赘述。

•

表 3.2.2-1 养殖塘地形改造后塘内红树林种植区淹水时间统计表

序号	分类	塘编号	红树林种植 高程 (m)	模拟周期淹水 天数 (天)	模拟周期淹水 时间 (h)
1	I-1	A01	2.20	4	12
2		B06	2.20	4	12
3	I-2	A03	2.00	5	24
4		B03	2.00	5	24
5		B04	2.00	5	22.5
6		B05	2.00	5	24
7		C01	2.00	5	25
8		C02	2.00	5	23
9		C03	2.00	5	24
10		D08	2.00	5	26
11	I-3	A05	2.30	3	8
12		A07	2.30	3	8
13	I-4	A06	1.80	5	28
14		A09	1.80	5	30
15	I-5	B09	2.10	4	18
16	II-1	A04	2.00	5	25
17		A10	2.00	5	25
18		B01	2.00	5	26
19		B02	2.00	5	26
20		B07	2.00	5	27
21		B08	2.00	5	26.5
22		B10	2.00	5	26
23		B11	2.00	5	26
24		D02	2.00	5	25.5
25		D04	2.00	5	27
26		D07	2.00	5	26
27	II-2	A02	2.20	4	16
28		D03	2.20	4	16

备注：模拟周期淹水天数是项目数值模拟周期 12 天（基本代表一个潮周期）内，有几天可以实现淹水。模拟周期淹水时间为数值模拟周期 12 天内，设计高程滩面总计淹水时间。

（3）地形改造设计

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。种植地块宜平整，并避免局部积水，更利于红树植物生长。

生态修复项目区总面积为 1412 公顷，其中营造红树林 546 公顷，平面布

置上应形成红树林、养殖水域交错的布局。根据养殖塘现状条件对塘内地形和水闸改造，同时满足养殖塘内红树林生长和养殖需求。

通过抬高局部高程进行种植。潮沟开挖土方就近置于种植斑块内，用于地形改造，形成红树林宜林地；清除造林地内外来红树植物、有害生物、杂草、垃圾等。改造后养殖水域水深普遍在 1~3m 之间，满足养殖需求。每口养殖塘内地形改造所需土方来自养殖水域开挖土，每口塘土方自我平衡，无需外运或外抛。



图 3.2.2-16 典型塘平面布置示意图

在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 15~25m（满足养殖户养殖用水需求），边坡坡比 1:3（边坡比确定根据地勘报告结果结合项目区试验结果，试验区按 1:3 边坡堆岛后自然边坡稳定性较好），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，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。

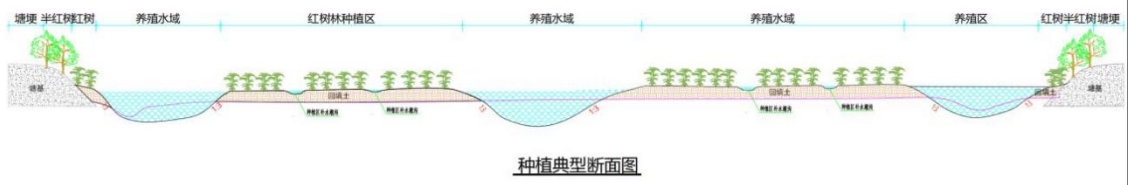


图 3.2.2-17 潮沟开挖及回填典型断面示意图

5、一般红树林种植

(1) 苗木选用原则

- 1) 选用红树林苗木宜采用容器苗，育苗容器尽量采用可降解材料，如为不可降解材料，需在种植时取下容器，带出种植区域；
- 2) 本工程红树林种植宜采用中苗或大苗，种植斑块宜远离养殖塘闸口等冲刷较严重的区域；
- 3) 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；
- 4) 虽然本工程养殖塘内盐度低，盐度变化范围为 7.4~11.5，但外海盐度变化范围在 16.93~30.13 之间，为提高本项目苗木成活率，项目所有种苗均需来自盐度 20 以上的苗圃；
- 5) 种苗须经过检疫合格。

表 3.2.2-2 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	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	桐花树	40~65	0.8~1.5	≥15×15
	红海榄	60~90	1.5~2.0	≥15×15
	白骨壤	50~75	0.8~1.5	≥15×15
	银叶树	60~100	1.0~1.5	≥18×18
大苗	桐花树	>65	>1.5	≥20×20
	红海榄	>90	>2.0	≥20×20
	白骨壤	>75	>1.5	≥20×20
	银叶树	>100	>1.5	≥20×20

备注：引自《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，树种选择原则参见下表。地势较高区域选用半红树植物。

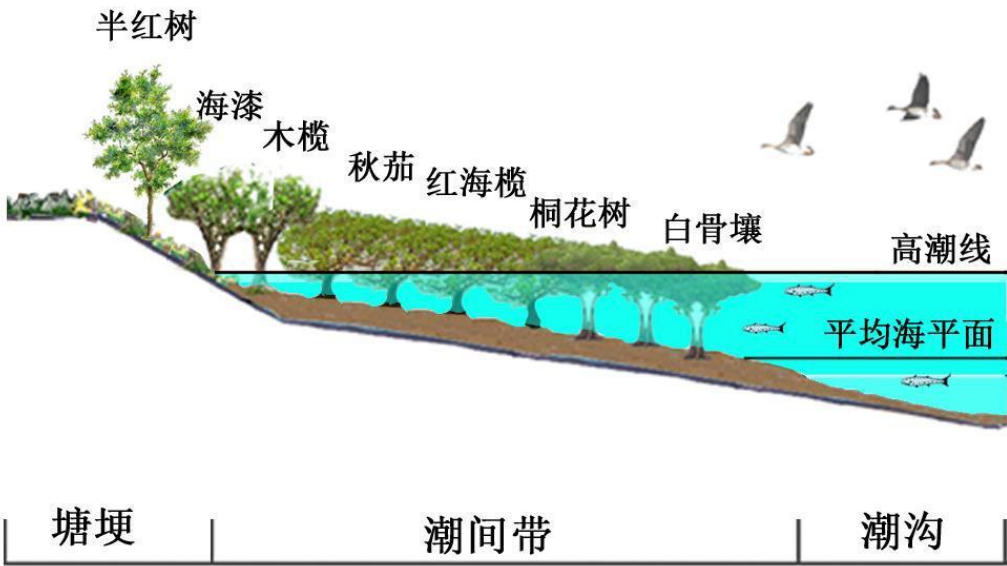


图 3.2.2-18 苗木配置示意图

表 3.2.2-2 红树林营造修复适宜树种及其生境特征

物种名	拉丁名	适宜潮位	适宜盐度
桐花树	<i>Aegiceras corniculatum</i> (L.) Blanco	低、中、高潮带	低、中
白骨壤	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	低、中潮带	中、高
红海榄	<i>Rhizophora stylosa</i> Grif.	低、中潮带	中、高
玉蕊	<i>Barringtonia racemose</i> (L.) Spreng.	潮上带	低
银叶树	<i>Heritiera littoralis</i> (Dryand.)	中、高潮带或潮上带	低、中

1) 本土树种

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。

前期调查显示外来树种无瓣海桑群落主要分布在塘外，塘内未发现外来树种，项目实施前需进行详细现状红树林调查，若发现塘内有无瓣海桑、海桑和拉关木等外来物种，要及时通知施工单位进行清除。

根据优先使用区域优势树种和乡土树种的原则，同时兼顾后续经济效益。目前湛江市自然资源局正积极推动白骨壤果实、桐花树蜂蜜等生态产品价值的实现，因此苗木优先选择兼具生态价值和经济效益的白骨壤、桐花树作为修复树种，其余树种的数量比例参照麻章区红树林资源现状调查结果。项目区主要造林树种确定为白骨壤、桐花树和红海榄，比例约为 5:3:2。由于苗木需求量大，施工期根据苗木市场供应情况，不同树种种植比例可做适当调整优化。



图 3.2.2-19 项目区拟种植的三个优势红树树种

(左：红海榄，中：白骨壤，右：桐花树)

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。白骨壤也是中国分布面积最大的红树植物种类。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，成年植株可在盐度高达 90‰的海水环境中正常生长。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。

(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度较快的情况，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。

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，每个斑块布置一种红树。

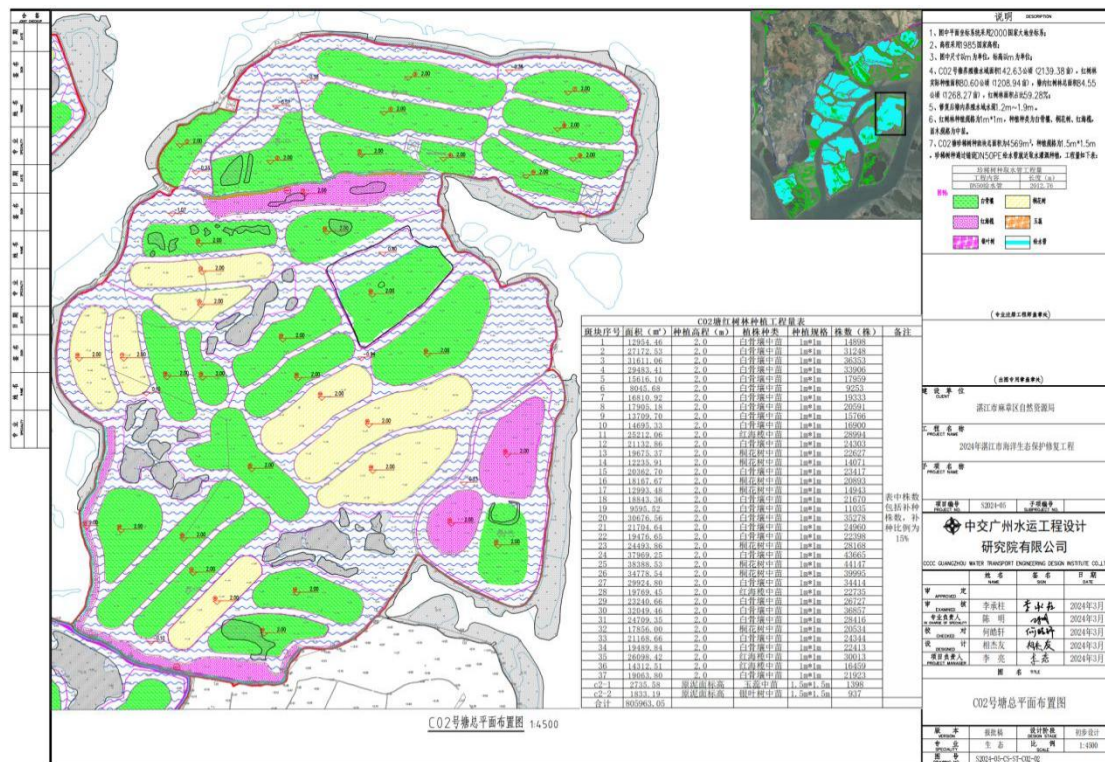


图 3.2.2-20 红树林苗木布置图

(4) 种植密度和数量

《红树林造林合格面积认定及成果应用规则（试行）》要求，造林项目中的红树林造林合格面积应满足:单位面积红树林幼树保存的株数达到相应树种造林保存指标的要求(详见下表),或红树植物群落中的植被覆盖度(各种红树林遮盖地面的百分比)大于 20%。

表 3.2.2-3 红树林主要造林树种保存株数表

造林树种	造林株数（株/ha）
海漆、杯萼海桑、卵叶海桑	≥1100
海漆、木果楝、水椰	≥1500
秋茄、木榄、海莲、尖瓣海莲、正红树、红海榄、榄李	≥3000
桐花树、白骨壤、角果木、老鼠筋、小花老鼠筋、苦郎树	≥4500
银叶树、黄槿、海芒果、水黄皮、杨叶肖槿、玉蕊	≥1500

注：混交造林按照各树种合计株数进行验收，其合格指标按表中各树种合格株数指标与作业设计的混交比例折算合计。未在此表中的 其他原生红树植物可参考表中相近科、属树种执行。

本次修复选用中、大苗。中苗种植密度为 1 米×1 米株行距种植， 每亩种植约 667 株；大苗种植密度 1.2 米×1.2 米株行距种植,每亩种植约 463 株。项目区拟种植红树林 546 公顷（8190.45 亩），红树植物 中苗苗木约 514.41 万株、大苗苗木约 65.79 万株，其中珍稀红树植物苗木 8.36 万株。

表 3.2.2-4 拟采用的红树林苗木规格

树种	苗高（cm）	基径（cm）	土球直径×厚度（cm）
桐花树（中苗）	40~65	0.8~1.5	≥15×15
红海榄（中苗）	60~90	1.5~2.0	≥15×15
白骨壤（中苗）	50~75	0.8~1.5	≥15×15
桐花树（大苗）	>65	>1.5	≥20×20
红海榄（大苗）	>90	>2.0	≥20×20
白骨壤（大苗）	>75	>1.5	≥20×20

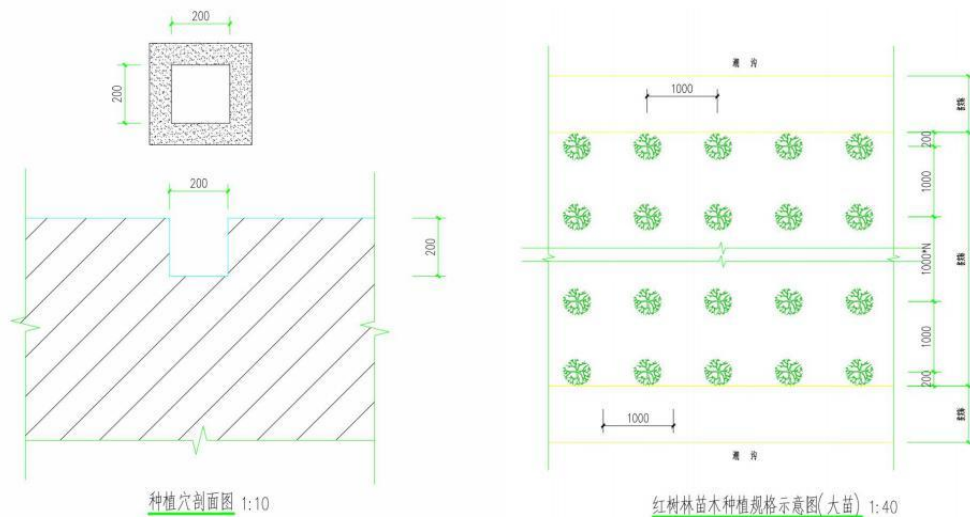


图 3.2.2-21 红树林中苗木种植规格示意图

(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) 土球应埋入地表以下 5~10cm，在淤泥深厚的低潮滩可适当深植；
- 4) 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：项目管护期 3 年后，红树林成活率/保存率 $\geq 80\%$ 。

(6) 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 1.5 m 左右，水深在 0.6~2.0m 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 1~3m 之间，而一般鱼类和虾类养殖水深要求在 1.2~1.5m，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。对于少部分没挖深的区域，养殖动物也可以迁移到挖深的潮沟

区域得以庇护。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，A01 塘内养殖水深大于 1.2m 面积约 5ha，改造后水深大于 1.2m 区域面积约 13ha，适宜养殖的深水养殖区面积增加。本项目养殖水域边坡形成浅水养殖区、潮沟中部为深水养殖区，可以满足鱼、虾和牡蛎的养殖，具体养殖品种由养殖户决定。



图 3.2.2-22 红树林种养耦合典型平面布局图

6、珍稀树种红树林种植

项目区塘基坡面上地势较高，适宜半红树林生长，且由于塘坝作为项目区的防护边界同时作为人行道路，不宜对其主体结构进行改造。根据因地制宜原则，设计在塘坝内侧地势较高处种植银叶树、玉蕊等珍稀红树植物。由于珍稀红树植物育苗圃较少，项目区珍稀红树树种的选择以市场上实际能获得的树种为准。



图 3.2.2-23 珍稀红树树种（左：银叶树，右：玉蕊）

1) 布置区域

珍稀树种选择半红树银叶树和玉蕊，因此布置在塘基常水位线以上至塘基坡顶处，不妨碍后续塘基正常通行。部分塘基边坡上已有半红树海漆生长，部分塘基上生长有杂草，新种半红树避开原有红树生长区。



图 3.2.2-24 珍稀红树种植区域

2) 由于塘基仅靠近水面处在大潮期间可以短时间淹水，塘基上部和中小潮期间无法淹水，在夏季天气炎热时会出现干旱现象，为保证红树植物成活率，在种植区塘基坡顶位置布设 PVC 给水管，给水管埋地 20cm，并每隔 20m 布置一个软管接头和阀门，浇水时在接口处接软管进行淡水浇灌。共布置 DN50PVC 给水管 36477m。淡水来源于周边村镇自来水或自备水源。

3) 种植规格：半红树玉蕊和银叶树种植密度 1.5 米×1.5 米株行 距种植，每亩种植约 296 株，共需珍稀红树植物苗木 8.59 万株。

表 3.2.2-5 拟采用的珍稀红树林苗木规格

树种	苗高 (cm)	基径 (cm)	土球直径×厚度 (cm)
银叶树 (大苗)	>100	>1.5	≥20×20
玉蕊 (大苗)	>100	>1.5	≥20×20
银叶树 (中苗)	60~100	1.0~1.5	≥15×15
玉蕊 (中苗)	60~100	1.0~1.5	≥15×15

4) 种植方法

采用挖种植穴方式种植，种植穴大小以放入土球 时不损伤根系为宜，并确保根系舒展，土球应埋入地表以下 5~10cm。 用土壤填充种植穴，并轻轻压实，以确保土壤与根系紧密接触。 浇透水，确保土壤湿润，有利于玉蕊和银叶树的根系吸收水分和 养分。

5) 日常管护：

浇水：根据天气情况和土壤湿度，适时进行浇水，保持土壤湿润。 在生长旺盛期，可增加浇水的频率。 病虫害防治：定期检查红树林的生长情况，一旦发现病虫害，要 及时采取措施进行防治，以免影响其生长。

7、 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，仅在每个大潮期有海水淹没，其余时间塘内水位受闸门控制，因此为保证红树林成活率，需要对闸门进行改造，实现水位自动控制。 根据数模分析，闸门尺寸满足养殖塘内水位变化需求，因此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溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮时水从闸板顶部自然流出，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，从而实现水位自动控制。

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。

建议后续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。 项目区闸门规格及控制方案见下表。

表 3.2.2-6 闸门规格及控制方案

类别	闸板顶高程（m）	闸门控制方案		
		中小潮期	大潮期	台风期
I-1	2.2	闸门始终处于关闭 状态，维持塘内水位 在 2.2m	选择一个张落潮周期，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 2.2m。	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 2.2m 以下后关闭闸门。
I-2	2.0	闸门始终处于关闭 状态，维持塘内水位 在 2.0m。	选择一个张落潮周期，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。
I-3	2.3	闸门始终处于关闭 状态，维持塘内水位在 2.3m	选择一个张落潮周期，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 2.3m。	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 2.3m 以下后关闭闸门。
I-4	1.8	闸门始终处于关闭 状态，维持塘内水位在 1.8m	选择一个张落潮周期，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。
I-5	2.1	闸门始终处于关闭 状态，维持塘内水位在 2.1m	选择一个张落潮周期，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。
II-1	2.0	闸门始终处于关闭 状态，维持塘内水位在 2.0m	选择一个张落潮周期，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。

		闸门始终处于关闭 状态,维持塘内水位在 2.1m	选择一个张落潮周期,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。
II-2	2.2	闸门始终处于关闭 状态,维持塘内水位在 2.1m	选择一个张落潮周期,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。

3.2.2.2 海堤生态化改造工程

1、海堤现状

麻章区湖光镇世乔村至东海岛铁路段的海堤总长约 3.02km，为旧县联围的一部分。该段海堤迎海侧护坡为斜坡式护岸或二级台式斜坡护岸，堤身填筑材料采用海堤外侧滩涂表层的中细砂和淤泥质砂。堤顶高程为 6.47m，防浪墙高 7.47m。基础高程在 1.5~3.0m 之间。堤顶宽度为 6.65m（包括 C20 防浪墙），设 0.2m 厚泥结石路面。背海侧坡度 1:2.0，采用草皮护坡。其中，斜坡式护岸临海侧采用 C20 混凝土护坡坡度 1:2，厚度 0.2m。坡脚设砼蹬脚块，上方回填原土；二级台 式斜坡护岸临海侧采用 C20 混凝土护坡及消浪平台的护面结构，消浪平台高程为 3.47m，平台宽 2m，平台以下采用混凝土斜坡，坡度 1:2，厚度 0.2m，平台以上同样采用混凝土护坡，坡度 1:2，厚度 0.2m。

为了防止海水冲刷堤脚，临海侧坡脚处设混凝土齿墙护脚，齿墙深 0.8m，最小宽度 0.4m，齿墙外侧采用块石压脚。现状海堤结构稳定，海堤无破损段。现状海堤部分坡面和坡脚生长原生植被，主要有厚藤、碱蓬、海马齿等，植被覆盖度不高，整体景观效果较差。

项目区包含养项目区沿岸现有海堤迎海坡护面为硬质结构，不利于植物生长和海洋生物附着，破坏了海岸原有的动植物群落和自然景观，阻断了陆海过渡带的能量输运与物质交换，进而降低海岸带生物 多样性和生态服务功能。

2021 年底，湛江正式吹响打造“红树林之城”的号角，凝心聚力把湛江红树林打造成生态文明新名片、绿美广东新亮点。两年多来，湛江牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，全面加强红树林保护、修复和利用，充分挖掘红树林的生态、经济、科研、人文价值，推动“红树林之城”知名度美誉度不断提升，为高质量发展增添了鲜明、厚重的生态底色。湛江金牛岛红树林片区积

极探索红树林 保护与滨海旅游、生态养殖耦合发展新模式，努力走出“点绿成金” 新路子。目前金牛岛片区红树林已成为红树林科普旅游新基地，这就为红树林周边景观、生态提出了更高要求，现有混凝土硬质海堤已与片区发展规划不相符，亟需进行生态化改造。



图 3.2.2-26 拟改造海堤现状照片

2、海堤生态化改造设计

海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造，项目位于广东省湛江市麻章区雷州半岛东部。

本次设计只选取海堤向海侧（南侧）进行生态化改造，海堤生态化位于修测海岸线外侧。生态化改造不破坏原海堤结构和功能，并避开道路和水闸等设施。原海堤有两种结构形式（斜坡式海堤长度为 2675.25m、二级台式斜坡式海堤长度为 344.76m），总长 3020m。

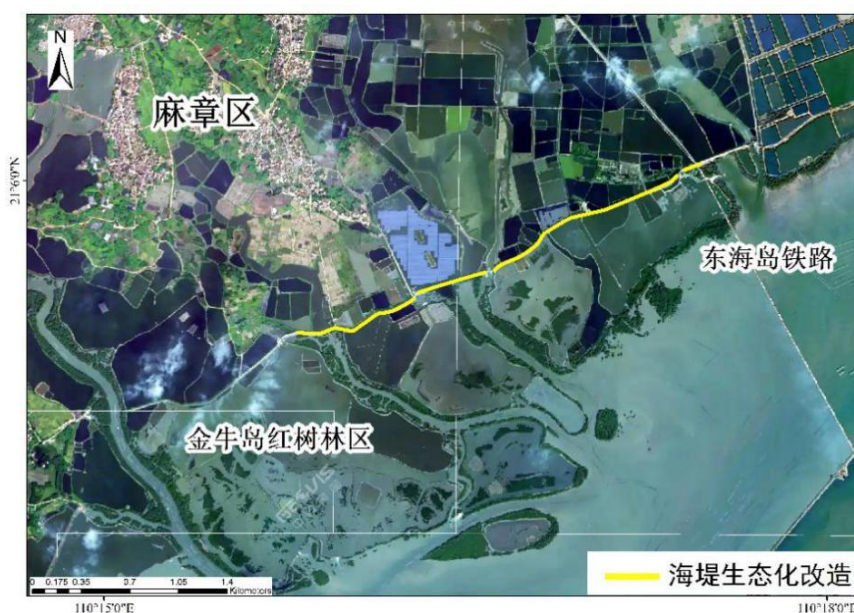


图 3.2.2-27 海堤生态化改造范围示意图

3、海堤平面布置

海堤生态化建设改造工程分为 A、B、C、D、E、F 共 6 段，总长约 3020m，其中 A 段为二级台式斜坡式海堤，其他段均为斜坡式海堤。二级台式斜坡式海堤顶标高为 6.3m~6.8m，海堤底标高为 1.0m~1.6m，其中二级平台宽度为 1.5m~2.0m，平台顶标高为 3.3m~3.5m。斜坡式海堤顶标高为 6.3m~6.8m，海堤底标高为 1.2m~4.67m。

表 3.2.2-7 海堤生态化主要指标统计表

序号	海堤段	桩号	海堤长度 (m)	备注
1	A	A0+000.00~ A0+344.76	344.76	二级台式斜坡式海堤
2	B	B0+000.00~ B0+568.59	568.59	斜坡式海堤
3	C	C0+000.00~ C0+511.51	511.51	
4	D	D0+000.00~ D0+456.61	456.61	
5	E	E0+000.00~ E1+021.06	1021.06	
6	F	F0+000.00~ F0+117.48	117.48	
7	合计		3020.01	

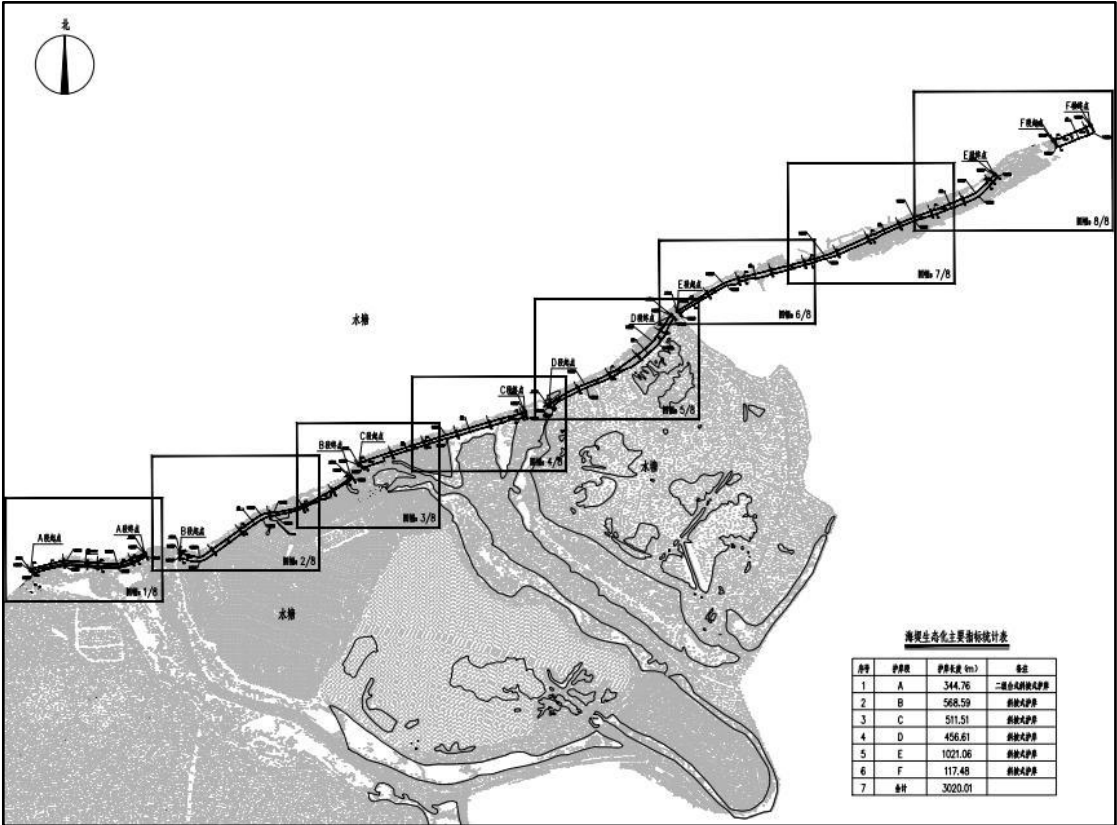


图 3.2.2-28 海堤平面布置图

海堤生态化建设改造工程采用聚氨碎石稳定墙将原海堤护面分为一个个矩形框，框内回填种植土，然后种植耐盐植物。聚氨碎石稳定墙纵向间距为 5m。其中 A 段二级台式斜坡式海堤下部坡面保持原状，仅对上部坡面进行生态化建设改造。

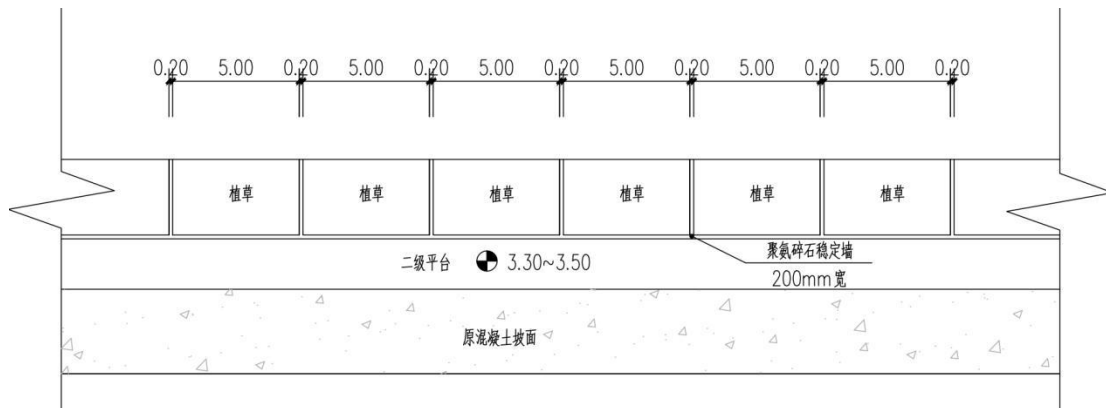


图 3.2.2-29 A 段海堤生态化大样图（俯视图）

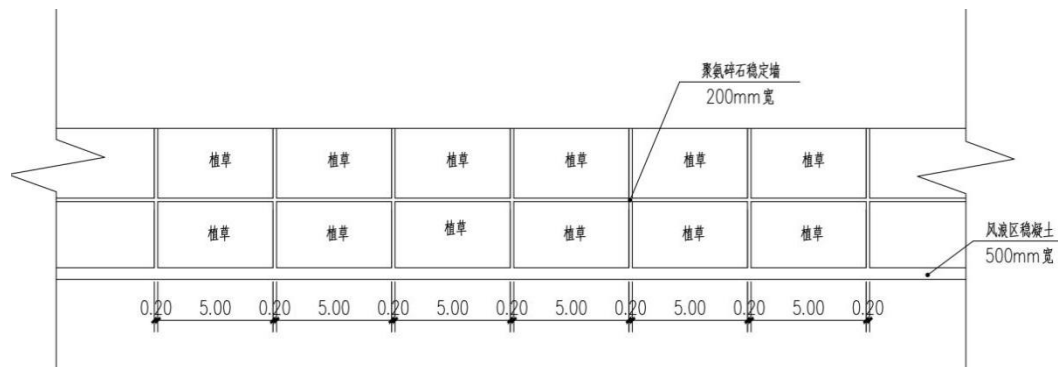


图 3.2.2-30 B~F 段海堤生态化大样图（俯视图）

4、设计方案

本方案为稳凝土海堤生态化，在原有混凝土面层上铺设海堤斜坡稳凝土施工种植土 200mm 厚、聚氨酯碎石稳定墙，在稳凝土（一种改良土壤，主要成分为种植土、营养土、土壤保水剂和土壤生态亲和粉为生态材料）上种植厚藤、海马齿和单叶蔓荆。在护坡的底部抛填 8~10cm 的生态块石，以利于藻类、贝类附着，提高生物多样性和海堤护坡的消浪效果。本工程生态恢复岸线验收参考广东省自然资源厅关于印发《生态恢复岸线验收办法》的通知（粤自然资海域〔2022〕2582 号），第四条第四点：通过采用生态化结构或生态化材料建设或加固海堤、护岸，海堤、护岸植被覆盖率达到 30%以上（入侵物种除外），且在迎海面营造了生物栖息场所，稳定时间超过 1 年。

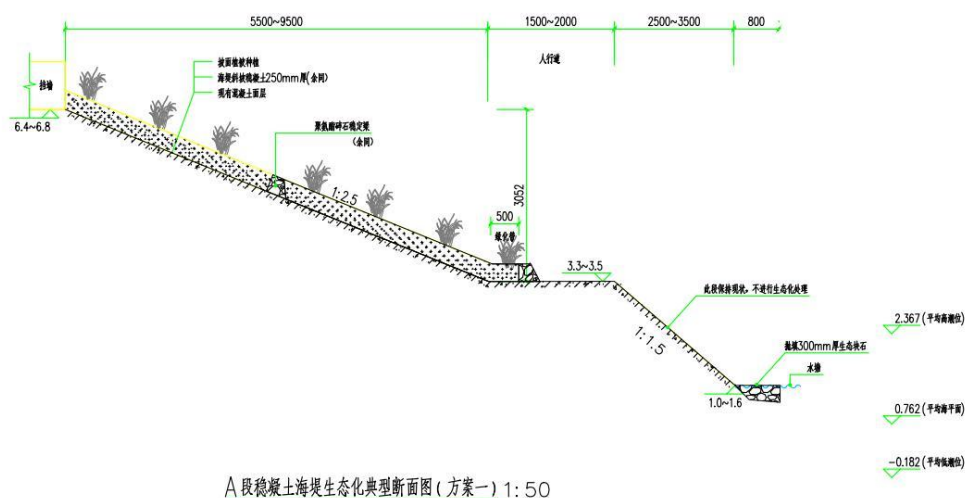


图 3.2.2-31 A 段稳凝土海堤生态化典型断面图

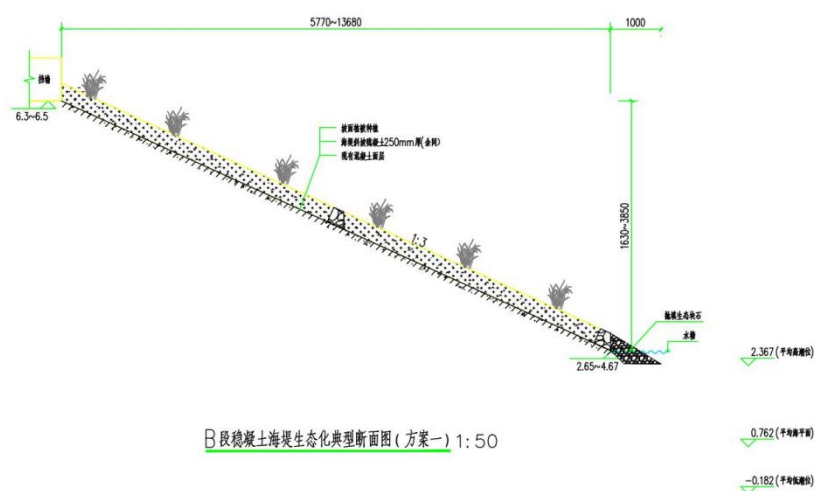


图 3.2.2-32 B~F 段稳凝土海堤生态化典型断面图

5、植被种类选择

植物种类选择坚持因地制宜、适地适树和乡土植物品种优先的原则。首先考虑到滨海这一特殊地理环境，在植物品种的选用上，主要考虑耐盐碱和耐旱能强的植物种类。项目区海堤护面植物主要可选择苦郎树、厚藤、海刀豆、海马齿、单叶蔓荆等，这些植物都是项目区附近海岸边常见物种。综合考虑植被适应性以及生态化效果，本次选取项目区海堤附近优势种厚藤、海马齿和单叶蔓荆作为海堤生态化修复物种。海堤植被种植时要注意保护原有植被(外来物种除外)，海堤上已生长有植被的区域，施工时要避开。

表 3.2.2-8 海堤护面植物主要种植种类

序号	名称	科属介绍	图例
1	苦郎树	唇形科、大青属，直立或攀援灌木。典型海岸植物，多生长于海岸沙地、红树林林缘和基岩 海岸石缝和堤岸，尤其是在堤岸石质护坡的缝隙中生长最旺盛，经常可以覆盖整个堤岸，也是重要的红树林伴生植物。	
2	厚藤	花科、虎掌藤属，多年生草本。匍匐茎极长，节处易生不定根，根系发达，入土深，繁殖力强、扩散快，具有良好固沙效果。典型海岸植物，从高潮线附近一直到潮 上带均有分布，是海岸沙地最前沿的植物种类，也可以在泥质土壤中生长，并经常在红树林内缘出现。	
3	海刀豆	豆科、刀豆属，粗壮，草质藤本。耐盐碱耐贫瘠乡土藤本植物，具备较强的覆盖和攀爬能力，生长快速，叶子密集，形成较大覆盖面积，可对坡面进行很好的快速绿化。典型海岸植物，是滨海沙地分布最广、最前沿和最有代表性的植物之一，常见于红树林林缘、鱼塘堤岸，有时攀缘于海岸灌丛，对盐雾有极强的抵抗能力	
4	单叶蔓荆	唇形科牡荆属，落叶灌木，或匍匐蔓生。生于内陆河流两岸沙地。单叶蔓荆适应性较强，对环境 要求不严，耐旱、耐碱、耐高温和短期霜冻，喜阳光充足，凡土质疏松和排水良好的河滩、沙地等处均可种植	
5	海马齿	番杏科、海马齿属，多年生匍匐草本。叶片肉质，茎多分枝，节节生根。典型海岸植物，多生长于沿海地区的鱼塘堤岸、海岸流动沙丘、泥滩或岩砾地。喜光不耐阴、耐旱亦耐水湿、耐瘠；生命力超强，不择土壤，可不断蔓延，形成地毯状的地被，冬季全株转红，是防风固沙、护岸 良好植物。	

6、植物种植方式

(1) 厚藤

厚藤的扦插繁殖方式主要涉及以下步骤：

1) 选择插条：插条以市场购买为主，若市场上无充足的插条可自己制作插条。选取健康、无病虫害的厚藤枝条作为插条。插条的长度和粗细应适中，以便在扦插过程中易于操作和管理。

2) 处理插条：自行制作插条时将选好的插条进行修剪，去掉多余的叶片和枝条，保留部分叶片以便进行光合作用。同时，将插条的底部剪成斜面，以增加与土壤的接触面积，促进生根。

3) 进行扦插：在土壤中挖出适当大小的扦插孔，然后将处理好的插条插入孔中，确保插条与土壤紧密接触。插好后，轻轻压实土壤，使插条固定。扦插密度为 9 株/m²。

4) 浇水与保湿：扦插完成后，及时浇水，使土壤保持湿润状态。

5) 后期管护：①修剪管理：为了保持厚藤的生长健康，需要定期进行修剪。修剪不仅可以控制植株的生长方向，还能防止病虫害的滋生。修剪时，主要去除弱枝、病枝和不规则的枝条，保留生长旺盛和健康的部分。修剪主要在夏季生长旺盛期和冬季休眠期各进行一次。②水管理：厚藤喜欢湿润的环境，所以保持土壤湿润至关重要。在生长期，特别是春夏季节，需要增加浇水频率，确保植株有充足的水分供应。同时，也要注意避免过度浇水导致根部腐烂。③病虫害防治：厚藤在生长过程中可能会遇到一些病虫害问题，如蚜虫、白粉病等。一旦发现病虫害，要及时采取治疗措施，防止病情恶化。④中耕除草：种植的头 2 年，每年应进行中耕除草，一般一年进行 3 次，分别在 4 月中、下旬，5 月下旬至 6 月上旬，以及 7 月上旬至中旬。中耕除草不仅可以减少杂草对养分的竞争，还可以疏松土壤，有利于植株的生长。

(2) 海马齿

海马齿的扦插繁殖方式主要涉及以下步骤：

1) 选择插条：在海马齿植株上选取健康、无病虫害的枝条作为插条。插条的长度和粗细应适中，既方便操作又有利于生根。

2) 处理插条：将选好的插条进行处理，去掉多余的叶片，保留顶端几片叶子以便进行光合作用。插条的底部可以斜剪，增加与土壤的接触面积，有利于生根。

3) 进行扦插：在准备好的土壤中挖出适当大小的扦插孔，将处理好的插条

插入孔中，确保插条直立并与土壤紧密接触。然后轻轻压实土壤，固定插条。扦插密度为 9 株/m²。

4) 浇水与保湿：扦插完成后，及时浇水，使土壤保持湿润状态。可以使用喷壶或细嘴壶进行浇水，避免水流直接冲击插条。

5) 后期管护：①水管理：海马齿作为肉质植物，对水分的需求有其独特性。在干燥的季节或环境中，应定期浇水，确保土壤保持湿润但不过湿。浇水时注意避免水分积聚在叶片或茎部，以免引起腐烂。在雨季要注意排水，防止根部长时间处于过湿状态。②中耕除草：种植的头 2 年，每年应进行中耕除草，一般一年进行 3 次，分别在 4 月中、下旬，5 月下旬至 6 月上旬，以及 7 月上旬至中旬。中耕除草不仅可以减少杂草对养分的竞争，还可以疏松土壤，有利于植株的生长。③病虫害防治：定期检查海马齿的叶片和茎部，以便及时发现并处理任何病虫害问题。若发现病虫害，要及时进行防治。④修剪：定期对海马齿进行修剪，以保持其健康的生长状态。修剪时去除病弱、枯黄或不规则的枝条，促进新枝的萌发和植株的更新。⑤繁殖与更新：对成活率不高的区域，可以选择健康的枝条或分株进行扦插或分株繁殖。

(3) 单叶蔓荆

单叶蔓荆栽植方式主要涉及以下步骤：

1) 苗木选择：单叶蔓荆苗选择 1-2 年生苗，地径 1.5-2.5cm，土球直径 10cm 左右，生长状况良好的苗种。

2) 挖穴种植：种植穴规格 15cm*15cm*20cm，土球应埋入地表以下 5cm，填平种植穴并踩实。栽植株密度 9 株/m²。

3) 浇水保湿：栽后应分层踏实，浇透水。

4) 后期管护：①水管理：在单叶蔓荆栽植后的初期，特别是前 4~5 天，需要每天淋水以保持土壤湿润，这有助于提高苗木的成活率。随着植株的生长，浇水频率可以根据天气情况和土壤湿度进行调整。在干旱季节，应增加浇水次数，而在雨季或湿度较高的地方，则需注意排水，避免积水。②中耕除草：种植的头 2 年，每年应进行中耕除草，一般一年进行 3 次，分别在 4 月中、下旬，5 月下旬至 6 月上旬，以及 7 月上旬至中旬。中耕除草不仅可以减少杂草对养分的竞争，还可以疏松土壤，有利于植株的生长。③修剪管理：当单叶蔓荆植株长至

一定高度（如 100 厘米）时，应及时进行打顶修枝，摘除顶芽，以促进侧枝的生长。④病虫害防治：定期检查植株，发现病虫害及时采取措施进行防治。对于常见的病虫害，可以选择合适的生物或化学防治方法，但使用时需遵循说明书，避免对植株和环境造成不必要的伤害。

3.3 施工方案、施工方法、工程量及计划进度

3.3.1 施工条件

（1）交通条件

麻章区交通便利，是湛江市承东启西的交通枢纽，也是粤西沟通海南和西南各省市的交通咽喉，粤海铁路、国道 325 线、省道 374 线、广湛和渝湛高速公路等均穿过麻章区，此外麻章区也是湛江通往海南、广西以及西南、中南各省市的必经之地，海陆空交通四通八达，施工期间所需材料可通过公路、水路运至施工现场。

（2）水、电、通信供应条件

施工用水、用电可依托市政设施。施工临时通讯可与当地电信公司联系解决，陆上与塘内施工作业人员的通讯联系可采用对讲机和手机。

（3）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 106.6ha，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、海芒果、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。

（4）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。

（5）养殖塘征收

目前湛江市已发布《湛江市红树林保护区内红树林营造补偿方案》对种养耦合红树林修复方案的养殖塘征收补偿原则和补偿标准作了明确规定，为养殖塘征收补偿提供政策依据。目前项目涉及的养殖塘均已签署征收协议，待征收补偿金下发后即可施工，项目养殖塘征收不会影响项目进度。

3.3.2 施工工艺及方法

3.3.2.1 红树林生态修复工程

项目红树林生态修复工程工艺相对简单，整体工艺如下图所示：

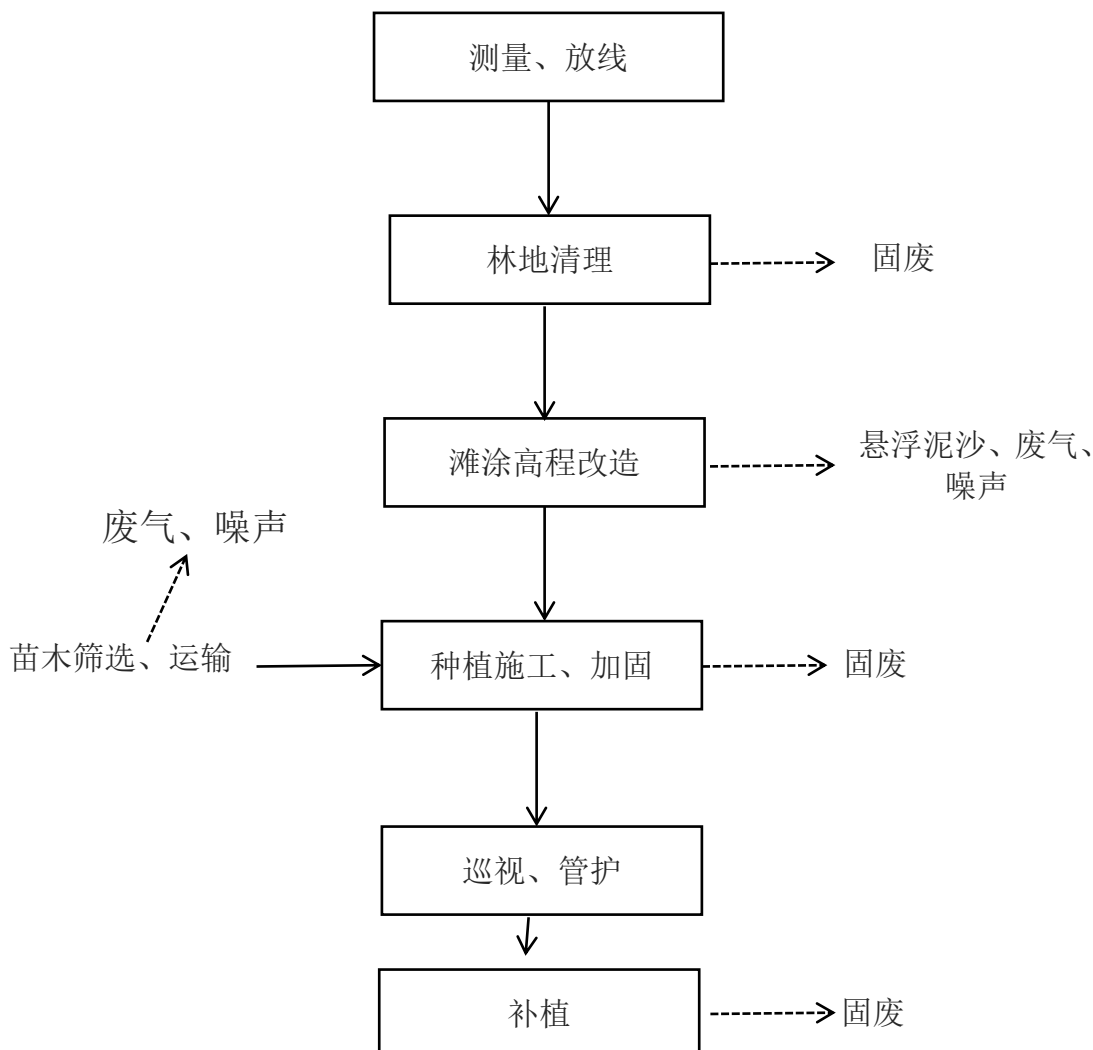


图 3.3.2-1 红树林生态修复工程工艺流程图**1、工程区域测量与放线**

项目测量前，由养殖户正常清塘放水，对养殖塘完成捕捞。

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、林地清理

造林前，首先需要由施工人员清除修复工程区域内的杂草和垃圾等；为保护围塘内现有红树林生境，林地清理全部采用人工清理的方式完成。

3、滩涂高程改造

本项目根据实施现场的情况，采用挖填方式改造滩面高程。由于表层土土壤肥沃，利于红树林生长，因此挖填过程注意将表层开挖土回填至种植区表层。

项目位于养殖塘内部，施工前先打开养殖塘闸门，降低塘内水位方便施工；因此不便使用船舶；且根据现场地质勘察结果，修复区养殖塘内部为淤泥质黏土，孔隙率大，易沉降；普通挖掘机、推土机以及运输车辆均无法进入施工区内部，仅有水陆两用挖掘机可以实现在塘内作业，因此，本工程采用水陆两用挖掘机施工。

工程红树林种植斑块平均宽度为 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 15~25m，因此从潮沟取土运到种植区需要用挖掘机转挖 3~5 次，平均转挖大约 4 次。

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。根据以往项目经验，地形改造后设置 1 个月沉滩期，1 个月后再进行植被种植。

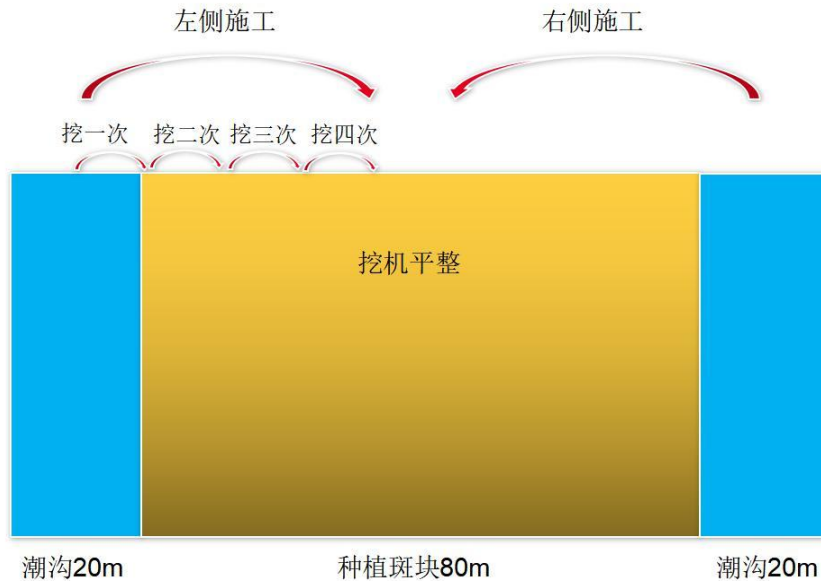


图 3.3.2-2 项目滩涂高程改造施工示意图

种植区外侧采用缓坡设计，外侧边坡坡比为 1:3。

本过程主要产生的污染物为水陆两用挖掘机挖、填过程产生的悬浮泥沙及挖掘机、运输车辆等机械设备产生的废气、噪声。

4、种植滩涂边坡的加固处理

项目种植红树林需要进行高程改造处理，高程改造后会形成一定的岸坡；岸坡主要分三类，其一是新增红树种植区填筑土方而形成的边坡；其二是现状红树林分布区域，因塘底挖深后坡脚区域的加长；其三是养殖塘塘底在根据土方平衡计算结果挖深后，现状塘埂坡脚区域的加长。

根据本工程特点，确定对第一类、第二类边坡，采用自然放坡的型式进行放坡，坡比按 1:5 控制。对第三类边坡，本工程保留现状坡面部分，新增坡面坡比按 1:5 设计。根据各养殖塘内新增红树种植区平面布置及现状红树平面分布，对需要进行防护的边坡段采用袋装土护脚。

5、苗木筛选、运输

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。

本项目选择桐花树，红海榄、白骨壤等树种。虽然本工程养殖塘内盐度低，盐度变化范围为 7.4~11.5，但外海盐度变化范围在 16.93~30.13 之间，为提高本项目苗木成活率，项目所有种苗均需来自盐 20 以上的苗圃。苗木生长正常、苗木粗壮、根系完整和无病虫害的 I 级苗。



桐花树



红海榄



白骨壤

图 3.3.2-3 红树林主要种植物种选择

修复区养殖塘开闸放水后，内部淤泥质黏土，易沉降；苗木运输车辆无法进入；因此主要采用车辆运输（至养殖塘边）+人工运输（至种植区域）的方式进行。

6、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。

种植施工：苗木种植规格为大苗 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ ，中苗 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，半红树 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 。采取边挖穴边栽植的方式，种植穴长、宽、深为 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 或 $25\text{cm} \times 25\text{cm} \times 25\text{cm}$ 。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。

加固：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。种植时，取下的容器薄膜袋应收集后，加固过程主要产生的污染物为固废；集中送到环卫部门进行处理，以免留在现场污染环境。

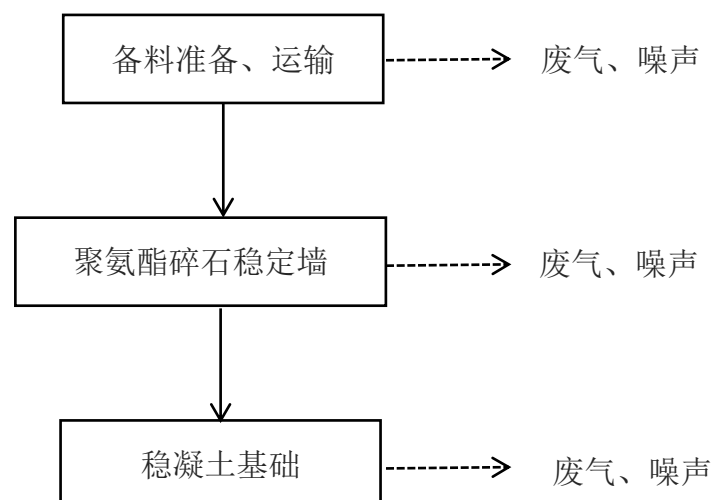
7、林地巡视、管护、补植

为保证新种植的红树林幼苗顺利成长，在管护期内要严格控制内水位，通过水闸调节塘内水位。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。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。

3.3.2.2 海堤生态化改造工程

本项目海堤生态化改造工程采用目前通用的海堤生态改造工艺，施工工艺如下图所示：



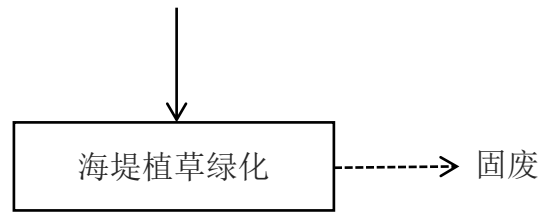


图 3.3.2-4 海堤生态化改造工程工艺流程图

1、备料准备

就近在原土堆放位置搭建施工备料区（原土堆放区域尽量选择在生态改造区域滩涂水位高处，离施工海堤附近，节省运输成本及减少运输在途时间），备料区仅用于堆放施工用材料、机具、拌料及原土临时堆放等，项目现场不设置施工生活区；在备料区将原土材料进行破碎，破碎后的粒径应控制在 10mm 以内，小于 5mm 为宜，运至施工区域；晾晒干燥砾石。稳凝岩、聚氨酯胶水、砾石需注意防潮保护。

这一过程主要为少量建筑材料及运输车辆产生的噪声和废气。

2、聚氨酯碎石稳定墙

先按聚氨酯碎石稳定墙的施工区域计算施工面积，按正常用量超 10% 备足材料，将施工当天需要的砾石及聚氨酯胶水运至施工现场。

石子必须精选并晾晒干燥，具体精选洁净干燥石子原料要求：石子粒径 2~4cm 或 3~6cm，压碎值 $\leq 15\%$ ；含泥量 $\leq 0.4\%$ ；吸水率 $\leq 2\%$ ；含水量 $\leq 2\%$ ；针片状颗粒含量 $\leq 5\%$ ；堆积孔隙率 $\leq 45\%$ ；在需要施工的区域，用人工方法进行清理杂草及杂物；在需要施工聚氨酯碎石稳定墙的区域，按图纸要求支模；专业配料技工严格按照施工聚氨酯碎石稳定墙要求的比例将粘合剂 A/B 组分混合搅拌均匀；将搅拌好的粘合剂及按比例的天然石子再次进行充分搅拌；将搅拌好的聚氨酯碎石材料倒入已支模好的施工区域；专业抹平技工使用专用工具对表面进行平整、收边、拍实；待固化稳定后撤除模具。

筑造稳定墙时是按配比备料，按需要施工的；基本不会产生废弃建筑材料，这一过程产生的主要污染为清理的杂草及杂物等固废和机械产生的废气和噪声。

3、稳凝土基础

1) 待聚氨酯碎石稳定墙固化完成撤除模具后，通知备料区根据稳凝土厚度和施工面积计算所需稳凝土数量；

2) 将原土装入搅拌机, 再按设计比例加入保水剂、土壤生态亲和粉和营养土搅拌均匀;

3) 原土与稳凝材料搅拌均匀后, 再加水拌合均匀(以下简称稳凝土)以便喷涂;

4) 稳凝土拌匀符合要求后, 立即用装载机转入中转车辆运至现场;

5) 车辆将稳凝土倒入现场储料罐中;

6) 再用喷涂机通过高压泵的作用, 将稳凝土高速均匀喷射在堤面上, 按设计厚度从低处向高处进行喷涂;

7) 喷涂需达到规定的厚度, 为防止坠落分多次喷涂, 并特别注意接缝必须顺适平整。

模具是可以重复利用的, 因此不会使用后进行遗弃; 这一过程产生的主要污染为机械产生的废气、噪声。

4、海堤植草绿化

1) 厚藤、海马齿扦插工艺流程

插孔→扦插插穗→合笼插孔→管护。

2) 施工方法

①插孔 扦插前先浇透水, 用尖木棒插孔。

②扦插插穗 将厚藤、海马齿插穗插入孔中, 扦插过程避免插穗磨损或折断。

③合笼插孔 合笼插孔, 使插穗与土壤紧密结合。

④管护: 种植后立即浇透水, 以帮助植株适应新环境。后期根据天气和土壤状况适时补充水分。海堤生态化工程紧邻海堤路, 管护浇水采用市政绿化车辆浇水。植被生长过程中, 需要定期修剪以控制其生长方向和形状。

a. 适度施肥, 提供植被生长所需养分在植被生长旺盛期喷施液肥一次(施肥量一般为 $5\text{g}/\text{m}^2$); 补充所需养分, 肥料以多元复合肥为主, 氮肥稍加重; 以后施肥视具体情况而定。

b. 针对定期清除杂草做好病虫害防治, 及早予以防治, 防治采用“治早、治小、治了”的原则, 主要依托生物防治方式进行, 不喷洒农药。

c. 根据植被覆盖率, 及时缺陷修复按设计要求, 检验、预测植被覆盖率。根据实际缺损苗现象, 对缺损苗地段及时进行修整补喷、缺陷修复。

3) 单叶蔓荆

单叶蔓荆选择栽植方式主要涉及以下步骤：

①苗木选择：单叶蔓荆苗选择 1-2 年生苗，地径 1.5-2.5cm，土球直径 10cm 左右，生长状况良好的苗种。

②挖穴种植：种植穴规格 15cm*15cm*20cm，土球应埋入地表以下 5cm，填平种植穴并踩实。栽植株密度 9 株/m²。

③浇水保湿：栽后应分层踏实，浇透水。

④后期管护

a 水分管理：在单叶蔓荆栽植后的初期，特别是前 4~5 天，需要每天淋水以保持土壤湿润，这有助于提高苗木的成活率。随着植株的生长，浇水频率可以根据天气情况和土壤湿度进行调整。在干旱季节，应增加浇水次数，而在雨季或湿度较高的地方，则需注意排水，避免积水。

b 中耕除草：种植的头 2 年，每年应进行中耕除草，一般一年进行 3 次，分别在 4 月中、下旬，5 月下旬至 6 月上旬，以及 7 月上旬至中旬。中耕除草不仅可以减少杂草对养分的竞争，还可以疏松土壤，有利于植株的生长。

c 修剪管理：当单叶蔓荆植株长至一定高度（如 100 厘米）时，应及时进行打顶修枝，摘除顶芽，以促进侧枝的生长。

d 病虫害防治：定期检查植株，发现病虫害及时采取措施进行防治。对于常见的病虫害，可以选择合适的生物或化学防治方法，但使用时需遵循说明书，避免对植株和环境造成不必要的伤害。

这一过程主要产生的污染物为修剪时产生的枝叶、不合格苗木、中耕除草等固废。

3.3.2.3 辅助工程

1、闸板改造

水位控制是耦合系统中红树植物和养殖动物存活的关键，因此，进排水控制是日常管理最重要的环节。而进排水控制主要通过现有水闸进行。

本项目涨潮时潮水进入塘内时间短，仅在每个大潮期有海水淹没，其余时间塘内水位受闸门控制，因此为保证红树林成活率，需要确保闸门的可用性。经过现场踏勘，共发现 4 座水闸已经出现不同程度损毁，挡水能力明显不能满足需要，因此需要对现有水闸进行维修更换。

闸板与闸板架均与现状养殖塘的水闸样式一致，采用松木板作为闸板及闸板架，闸口以松木桩进行固定。施工工艺如下：

拔除旧桩→清孔→安装松木桩→安装闸板架→安装闸板。

（1）拔除旧桩

使用挖掘机或手工拔出，已经损毁的松木桩，拔出过程要注意尽量减轻对基底的影响，避免底部孔口松动，过大或失稳。

（2）清孔

使用铁镐、刮板等清理工具清理孔底，确保孔底平整；若孔底明显磨损失稳，则应视其情况填充水泥砂浆：将水泥砂浆填充到孔底。

（3）安装松木桩

将预制好的松木桩放入孔内，如果孔深较深，可考虑使用起重设备进行安装。同时使用螺栓、钢筋等固定松木桩，确保其不会因受力而移位；若桩孔周围的混凝土结构松动，应进行混凝土灌注加固。

（4）安装闸板架

测量放线；在松木桩的基础上精准安装闸板架及两侧闸轨，及其升降机构和锁定机构，以便于对水体进行有效的控制，可考虑配合起重设备进行安装。

（5）闸板安装

在闸板上部开孔将闸板固定在闸板架上，并对其进行垂直调整，以确保闸门的开启和关闭均能在两侧的闸轨中顺畅升降。

2、保护标志牌

项目区域设置 66 个保护标志牌，规格为 0.5m×0.8m，均为不锈钢板，配支架，可根据需要固定在护栏或养殖塘边。基本结构如下图所示：



图 3.3.2-5 保护标志牌示意图

3、PVC 给水管

由于塘基仅靠近水面处在大潮期间可以短时间淹水，塘基上部和中小潮期间无法淹水，在夏季天气炎热时会出现干旱现象，为保证红树植物成活率，在种植区塘基坡顶位置布设 PVC 给水管，给水管埋地 20cm，并每隔 20m 布置一个软管接头和阀门，浇水时在接口处接软管进行淡水浇灌。共布置 DN50 管径 PVC 给水管 36477m。淡水来源于周边村镇自来水或自备水源。

3.3.3 施工进度、工程量及施工设备

3.3.3.1 施工进度

据前述确定的工程建设内容、结构方案，项目严格按照项目管理要求，结合项目前期准备、基础调查、设计论证、项目实施、竣工清理、财务决算审计、竣工验收、效果评价等阶段，按年度、月份编制详细的工作进度计划，工程进度安排总表如下：

表 3.3.3-1 施工进度安排表

类别	序号	工程项目名称	工期 月	2024 年												2025 年												2026 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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
前期 工作	1	项目前期调查	3																																					
	2	设计论证	3																																					
项目 实施	1	红树林生态修复																																						
	1.1	滩面微地形改造	15																																					
	1.2	红树林种植	17																																					
	1.3	补植与管护	19																																					
	2	海堤生态化改造																																						
	2.1	基础改造	3																																					
	2.2	植物种植	6																																					
	2.3	补植与管护	22																																					
	3	生态修复跟踪监测与成效评估																																						
	3.1	生态修复跟踪监测	33																																					
	3.2	生态修复成效评估	6																																					
竣工 验收	1	竣工清理	2																																					
	2	竣工验收	2																																					

3.3.3.2 项目工程量

1、红树林生态修复工程

本项目红树林生态修复工程主要工程量见下表。

表 3.3.3-2 项目红树林生态修复工程主要工程量一览表

序号	项目	单位	数量	备注
一	红树林生态修复工程	万 m ²	546	
1	滩涂高程改造	万 m ³	352.37	
1.1	开挖淤泥	万 m ³	352.37	采用水陆挖掘机开挖
1.2	回填淤泥	万 m ³	352.37	采用水陆挖掘机回填并平整
2	红树林种植	株	5117830	
2.1	白骨壤大苗	株	287458	高度>75cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚度 (cm)≥20×20, 含补苗量 15%
2.2	桐花树大苗	株	224263	高度>65cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚度 (cm)≥20×20, 含补苗量 15%
2.3	红海榄大苗	株	60327	高度>90cm, 基径>2.0cm, 土球直径×厚度 (cm)≥20×20, 含补苗量 15%
2.4	白骨壤中苗	株	2211585	高度 50-75cm, 基径 0.8-1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
2.5	桐花树中苗	株	1807723	高度 40-65cm, 基径 0.8-1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
2.6	红海榄中苗	株	453782	高度 60-90cm, 基径 1.5-2.0cm, 土球直径×厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
2.7	玉蕊大苗	株	10375	高度>100cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥20×20, 含补苗量 15%
2.8	银叶树大苗	株	10883	高度>100cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥20×20, 含补苗量 15%
2.9	玉蕊中苗	株	21881	高度 60-100cm, 基径 1.0-1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
2.10	银叶树中苗	株	29554	高度 60-100cm, 基径 1.0-1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
3	红树林补植	株	767675	
3.1	白骨壤大苗	株	287458	高度>75cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚度 (cm)≥20×20, 含补苗量 15%
3.2	桐花树大苗	株	224263	高度>65cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚度 (cm)≥20×20, 含补苗量 15%
3.3	红海榄大苗	株	60327	高度>90cm, 基径>2.0cm, 土球直径×厚度 (cm)≥20×20, 含补苗量 15%
3.4	白骨壤中苗	株	2211585	高度 50-75cm, 基径 0.8-1.5cm, 土球直径×厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%

3.5	桐花树中苗	株	1807723	高度 40-65cm, 基径 0.8-1.5cm, 土球直径× 厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
3.6	红海欖中苗	株	453782	高度 60-90cm, 基径 1.5-2.0cm, 土球直径× 厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
3.7	玉蕊大苗	株	10375	高度>100cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚 度(cm)≥20×20, 含补苗量 15%
3.8	银叶树大苗	株	10883	高度>100cm, 基径>1.5cm, 土球直径×厚 度(cm)≥20×20, 含补苗量 15%
3.9	玉蕊中苗	株	21881	高度 60-100cm, 基径 1.0-1.5cm, 土球直径× 厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
3.10	银叶树中苗	株	29554	高度 60-100cm, 基径 1.0-1.5cm, 土球直径× 厚度(cm)≥15×15, 含补苗量 15%
4	苗木二次转运	株	5885505	
5	闸板改造	座	4	
5.1	闸板	m ²	650	松木板, 厚 10cm
5.2	闸板架	m ²	234	松木板, 宽 20cm, 厚度 15cm
5.3	松木桩	根	138	直径 10cm, 长 5m
5.4	围网	m ²	2933	尼龙网, 网孔 3cm
6	管理维护	年	5	
6.1	保护标志牌	个	99	0.5m*0.8m 不锈钢板, 配支架
6.2	PVC 给水管	m	36477	用于红树林管护, DN50, 埋深 20cm
6.3	软管接头	个	1824	配 DN50 配球阀

2、海堤生态改造工程

海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造, 项目位于广东省湛江市麻章区雷州半岛东部。本项目只选取海堤向海侧(南侧)进行生态化改造, 不破坏原海堤结构和功能, 并避开道路和水闸等设施。原海堤有两种结构形式(斜坡式海堤长度为 2675.25m、二级台式斜坡式海堤长度为 344.75m), 总长约 3020m。

本项目海堤生态改造工程主要工程量见下表。

表 3.3.3-3 项目海堤生态改造工程主要工程量一览表

序号	项目	单位	数量	备注
一	海堤生态化改造工程	km	3.02	
1	海堤斜坡稳凝土 施工 种植土	m³	7740.78	200mm 厚
1.1	种植土	m³	4384	
1.2	营养土	m³	4384	
1.3	土壤生态亲和粉	m³	907	
1.4	保水剂	kg	968	
2	坡面植被种植	m²		20~30mm 混合后喷边坡
2.1	扦插厚藤	m²	20703.88	
2.2	扦插海马齿	m²	10000	
2.3	栽植单叶蔓荆	m²	8000	
3	德国 Elastocoast 聚 氨酯碎石稳定墙	m³	500.51	精选石子混合聚氨酯调配
4	生态块石	m³	3402	8~10cm

3.3.3.3 施工设备

本项目主要施工设备如下表。

表 3.3.3-4 项目主要施工机械设备表

序号	名称	型号	单位	数量	用途
一、红树林生态修复工程					
1	挖掘机	水陆两用，履带， 22-25m 长臂，6 吨级， 单斗约 0.3m³	台	30	挖、填沟，造垄
2	运输车	10t	辆	4	陆上运输苗木等
二、海堤生态化改造工程					
1	灰土搅拌机	封闭仓式，10t/h	台	1	混合搅拌均匀；
2	中转车	载重：10t	台	2	材料及植物中转
3	装载机	载重：	台	1	装载，轧平
4	储料罐	储存容量：5t	台	5	储存拌合料
5	洒水车	/	台	1	洒水增湿

3.3.4 土石方产生及平衡情况

本项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 352.37m³；填方为 352.37m³；补水潮沟开挖及就地平整；无弃方，不产生海洋土石方。海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造，不产生开挖和填方，不产生土石方。

3.4 项目用海必要性分析

3.4.1 项目建设的必要性

3.4.1.1 红树林生态修复工程的必要性

当前，中国近岸局部海域污染较为严重，海洋生态环境形势依然严峻。全国约十分之一的海湾受到严重污染，大陆自然岸线保有率不足 40%，约 42%的海岸带区域环境超载，部分地区红树林、珊瑚礁、滨海湿地等生态系统破坏退化问题较为严重。

环境保护部办公厅、发展改革委办公厅、林业局办公室、海洋局办公室等印发的《近岸海域污染防治方案》（环办水体函[2017] 430 号）指出，推进海洋生态整治修复：围绕滨海湿地、岸滩、海湾、海岛、河口、珊瑚礁等典型生态系统，实施“南红北柳”湿地修复、“银色海滩”岸滩整治、“蓝色海湾”综合治理和“生态海岛”保护修复等工程，恢复海岸带湿地对污染物的截留、净化功能；修复鸟类栖息地、河口产卵场等重要自然生境。

2019 年，广东省环境保护厅和广东省海洋与渔业厅关于印发《广东省近岸海域污染防治实施方案》指出，围绕滨海湿地、岸滩、海湾、海岛、河口、红树林、珊瑚礁、海草床等典型生态系统，大力开展生态保护与修复。加大海洋水生野生动植物类自然保护区和水产种质资源保护区保护力度，重点抓好种质资源保护区建设，开展珍稀濒危水生生物和重要水产种质资源的就地和迁地保护，提高水生生物多样性。实施沿海防护林体系建设工程，构筑坚实的沿海生态屏障。

2020 年，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）》（以下简称《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。《行动计划》强调要科学营造和修复红树林，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。到 2025 年，计划营造和修复红树林面积 18800 公顷，其中营造红树林 9050

公顷，修复现有红树林 9750 公顷。《行动计划》完成后，将有效扩大我国红树林面积，提升红树林生态系统质量和功能。

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》（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，《实施方案》同时分解下达了沿海各有关地市红树林营造和修复任务。

湛江市是海洋大市，东濒南海，西临北部湾，处于北部湾经济区的前缘，海洋资源十分丰富，海岸线，海湾众多，天然良港较多。沿海滩涂宽阔平坦，-10 米等深线以内浅海滩涂面积大，为红树林生长提供了广阔空间。

而随着城乡建设发展，生态空间被挤占，水环境受到污染，海岸生态环境面临严重的威胁，亟待需要通过红树林营造修复，逐步修复受损的岸线，不断提升海岸生态功能和防灾减灾功能，构建海岸生态安全屏障，恢复红树林生物多样性。

3.4.1.2 海堤生态化改造工程建设必要性

项目区包含养项目区沿岸现有海堤迎海坡护面为硬质结构，不利于植物生长和海洋生物附着，破坏了海岸原有的动植物群落和自然景观，阻断了陆海过渡带的能量输运与物质交换，进而降低海岸带生物多样性和生态服务功能。2021 年底，湛江正式吹响打造“红树林之城”的号角，凝心聚力把湛江红树林打造成生态文明新名片、绿美广东新亮点。两年多来，湛江牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，全面加强红树林保护、修复和利用，充分挖掘红树林的生态、经济、科研、人文价值，推动“红树林之城”知名度美誉度不断提升，为高质量发展增添了鲜明、厚重的生态底色。湛江金牛岛红树林片区积极探索红树林保护与滨海旅游、生态养殖耦合发展新模式，努力走出“点绿成金”新路子。目前金牛岛片区红树林已成为红树林科普旅游新基地，这就为红树林周边景观、生态提出了更高要求，现有混凝土硬质海堤已与片区发展规划不相符，亟需进行生态化改造。

因此，本项目的建设是必要的。

3.4.2 项目用海的必要性

本项目红树林生态修复工程全部位于通明海海洋保护区范围的养殖塘内，涉及用海是由项目建设的特殊性及项目建设的必要性决定的。红树林修复是对自然保护区的一项生态修复措施，符合自然保护区相关法律法规及政策要求。

同时，项目海堤生态化改造工程全部位于修测后的岸线靠海一侧，项目整体位于海域，因此，对海域的使用是不可避免的。

综上所述，本项目用海是必要的。

4 工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响分为施工期和运营期两个阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 施工期工艺过程

本项目主要包括红树林生态修复工程和海堤生态改造工程两方面内容。

4.1.1.1 红树林生态修复工程工艺过程及产污环节

红树林生态修复工程工艺过程详见本报告“图 3.3.2-1：红树林生态修复工程工艺流程图”，此处不再重复赘述。根据工艺流程图可知，红树林生态修复工程施工过程主要产生悬浮泥沙、污废水、固废、废气及噪声等污染。

产污环节为：

（1）林地清理过程可能产生杂草和垃圾等固废，若不进行处理，可能对红树林生长造成影响；

（2）滩涂高程改造过程中，挖掘机可能产生大量的悬浮物，施工机械运行过程产生的噪声和废气；

（3）苗木筛选、运输过程中，苗木筛选可能产生部分不合格苗木，苗木运输过程车辆产生的噪声和废气；

（4）种植施工和加固过程中，可能产生部分受损的苗木及容器薄膜袋等固废；

（5）林地巡视、管护、补植过程中，清理的缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等固废；

此外，施工人员在施工过程中，还有可能产生的生活污水及生活垃圾。

4.1.1.2 海堤生态改造工程工艺过程及产污环节

海堤生态改造工程工艺过程详见本报告“图 3.3.2-4：海堤生态化改造工程工艺流程图”，此处不再重复赘述。根据工艺流程图可知，海堤生态化改造工程施

工过程主要产生污废水、固废、废气及噪声等污染。

产污环节分别为：

- (1) 备料准备过程主要污染物为运输车辆产生的噪声和废气；
- (2) 聚氨酯碎石稳定墙过程中产生的主要污染为机械产生的废气、噪声；
- (3) 稳凝土基础施工过程产生的主要污染为机械产生的废气、噪声；
- (4) 堤植草绿化过程主要产生的污染物为修剪时产生的枝叶、不合格苗木、中耕除草等固废；
- (5) 林地巡视、管护、补植过程中，清理的缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等固废；

此外，施工人员在施工过程中，还有可能产生的生活污水及生活垃圾。

4.1.2 运营期工艺过程

项目运营期不新增工作人员，管理、巡视人员由建设单位自然资源局人员调配安排；不会新增生活垃圾和生活污水。

项目为位于养殖塘内的红树林营造修复项目，不会产生噪音和大气污染。

运营期，在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等；此外，红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生，但产生量极小，对海洋环境影响不大。

4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

1、施工期

本项目（红树林生态修复工程及海堤生态改造工程）施工期间环境污染因素主要有：

- (1) 废气：施工机械、车辆产生的尾气；
- (2) 废水：施工期，水污染物主要来自施工机械产生的含油污水和施工人员产生的生活污水。
- (3) 悬浮物：滩涂高程改造过程产生的悬浮泥沙可能会对海洋水质、沉积物环境及地形地貌和冲淤环境产生影响；红树林人工种植过程以及抚育（固定、扶正作业）、补种过程均可能产生少量的悬浮物。
- (4) 噪声：各施工过程中施工机械产生的噪声；

(5) 固体废物：施工人员产生的生活垃圾及损毁苗木、薄膜袋、海藻及修剪的树枝等固废、设备保养时产生的残废油基含油抹布等。

2、运营期

项目运营期主要为在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等固废；及固定、扶正、补植期间产生的少量悬浮泥沙。

4.2.1 施工期污染物排放状况

4.2.1.1 悬浮物

根据工艺流程可知，项目在采用水陆两用挖掘机施工的过程（包括挖沟、开挖、平整起垄等作业）、红树林人工种植过程以及抚育（固定、扶正作业）、补种过程均会产生悬浮物。由于红树林种植、抚育及补种过程均为人工作业；产生的悬浮物量极小，产生的时间极短，且很快会在小范围内发生沉降，对海洋环境的影响极其微小；因此此处主要对水陆两用挖掘机施工过程的悬浮物进行分析。

水陆两用挖掘机采用 30 台中小型履带式挖掘机，分区作业，单斗开挖量约 $0.3\text{m}^3/\text{斗}$ ；项目挖方量大约 352.37万 m^3 ，参考《三峡新能源江苏大丰 H8-2#300MW 海上风电场工程海洋环境影响报告书》（2019 年 5 月，上海勘测设计研究院有限公司）资料可知，因水文动力条件差异，挖掘机在浅水与滩涂区域悬浮物源强一般以施工土方量的 10% 计；在近海深水区域悬浮物源强一般以施工土方量的 15% 计。由于本项目位于养殖塘内，且施工前先进行开闸放水降低了水位，因此，本项目悬浮物源强以施工土方量的 10% 计；也即悬浮物产生总量约为 35.24万 m^3 ，海域的泥沙干容重约 850kg/m^3 ，则悬浮物产生量为 29.954万 t 。

根据“表 3.3.3-1：施工进度安排表”可知，项目地形改造的施工期为 16 个月，按照每天工作 10 小时计算，则项目挖掘机施工所产生的悬浮物源强约为 $17.33.02\text{kg/s}$ ，项目采用 30 台挖掘机施工，则大约每台挖掘机施工产生的悬浮物源强约为 0.58kg/s 。

项目施工过程养殖塘滩涂不设溢流口，施工过程水闸紧闭，不与外环境发生海水交换；因此本项目施工过程悬浮泥沙可能对养殖塘内的水质、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。

4.2.1.2 水污染物

(1) 机械清洗废水

项目施工过程不采用船舶，工程施工过程中施工机械主要以柴油为动力燃料，施工机械和车辆清洗保养将产生一定的含油废水。若施工废水处理不当，会对周边环境产生极大的影响。

本项目运输车辆及其它施工机械均定期在洗车场进行清洗、清理；水陆两用挖掘机基本都在养殖塘内完成施工后，才会驶离项目区域去洗车场进行清洗；基本不会对项目及周边海域海水水质、沉积物等环境造成影响。

(3) 生活污水

施工期生活污水主要来自施工现场施工人员的生活污水，主要因子为 COD、BOD₅、SS 和氨氮等。虽然数量不大，若不进行处理而直接排入海域，也将污染局部海域水体。

本项目施工现场不设食堂和宿舍，项目施工最高峰预计施工人员大约 100 人左右，施工人员均从项目周边村庄临时聘用，均不在施工现场食宿；参照广东省地方标准《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021）附录 A（规范性）——国家机构——办公楼（无食堂和浴室）（先进值），职工生活用水量按 10m³/人·a 计，则项目生活用水量为 1000m³/a（约 2.74m³/d）。排污量按用水量的 90% 计，则项目产生的生活污水量为 900m³/a（约 2.47m³/d）。

根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，污水中主要污染因子特征浓度：COD：250mg/L，BOD₅：150mg/L，SS：220mg/L，氨氮 40mg/L。则 COD 的产生量约 225kg/a，BOD 为 135kg/a，SS 为 198 kg/a，氨氮 36 kg/a；水污染物产生量较小。

由于项目相对简单，项目施工人员均从附近村庄临聘，因此生活污水纳入当地生活污水一同处理，不向海域排放，基本不会对养殖塘及周边海域海洋环境造成影响。

4.2.1.3 废气

施工期主要废气为施工机械产生的燃油尾气。由“表 3.3.3-4：项目主要施工机械设备表”可以看出，项目施工设备主要为柴油动力机械设备。

因此施工时各种柴油动力机械产生的尾气会产生一定的污染，尾气中所含的有害物质主要是 NO_x、CO 和烃类物等。根据相关资料，水陆两用挖掘机污染物

排放系数如下表所示：

表 4.2.1-1 柴油车污染物排放系数（单位：g/L）

序号	污染物	排放系数
1	THC	4.44
2	NO _x	44.4
3	CO	27.0

施工现场的运输车辆数量较少，且其在现场停留时间较短，且为间歇性排放，其排放的燃油废气量相对较小且流动性较大，对周边环境的影响较小；本次评价不进行量化分析。

由于挖掘机在施工现场作业时间长，且数量相对较多（30 台）；此处按 30 台挖掘机同时施工的最不利情形分析其污染物排放量。

考虑到红树林区块的大小，本项目采用的水陆两用挖掘机为中小机型；6 吨级，单斗开挖量约 0.3m³/斗，每分钟大约挖 3 斗，项目区域地形改造期为 16 个月，按照每个月 30 天计，每天工作 10 小时，则项目理论上可挖掘 2592 万斗，理论最大挖方量约 777.6 万 m³；基本可满足本项目挖方量（大约 352.37 万 m³）的要求。参考三一重工 60 型（6 吨级）挖掘机的单台油耗，大约为 3-5L/h，此处取最大值为 5L/h，项目水陆两用挖掘机最大油耗约为：5L/h.台×30 台×16 月×30d/月×10h/d=72×10⁴L。

因此，项目施过程大约产生 THC3.2t，NO_x3.2t，CO19.44t，项目施工过程中污染物产生速率约为：THC 0.185g/s，NO_x 0.185g/s，CO 1.125g/s。

可见，污染物产生速率极低，加之项目周边区域基本没有大气污染源，大气环境质量良好，且大气扩散条件较好，因此本项目施工过程中产生的大气污染物对区域大气环境的影响是较小的。

4.2.1.3 噪声影响分析

施工期噪声源主要为施工机械产生的噪声，施工机械在施工过程中产生的噪声将对周围的声环境产生影响。

施工阶段噪声源主要有水陆两用挖掘机、装载机、运输车辆等，由于施工现场的运输车辆及装载机数量较少，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作为主要影响分析对象。

由总平面布置图可知，项目一共投入 30 台挖掘机，共有 29 个红树林种植区块，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，因此，噪声源强不能按照台数进行简单叠加。此处按同一区块有两台水陆挖掘机同时作业的叠加声源作为预测声源。

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) — 预测点的噪声值，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 4.2.1-2 施工机械噪声衰减计算结果 dB(A)

离声源距离	L(r ₀)	10	20	30	40	50	100	120	170	400
单台挖掘机	86	66	60	56.5	54	52	46	44.4	41.9	34
两台挖掘机	89	69	63	59.5	57	55	49	47.4	44.9	37

注：r₀ 为 1m

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。

根据《环境影响评价技术导则—声环境 (HJ/T2.4-2021)》：“8.5.2 预测和评价建设项目在施工期和运营期厂界（场界、边界）噪声贡献值，评价其超标和达标情况”；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。

同时，根据《环境影响评价技术导则——声环境 (HJ/T2.4-2021)》：“8.5.1 预测建设项目在施工期和运营期所有声环境保护目标处的噪声贡献值和预测值，评价其超标和达标情况”。

项目位于养殖塘范围内，项目施工区域（含海堤工程）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 50m 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，因此，施工噪声对外环境的影响极小。

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,才能施工作业。

(2) 合理布局施工现场和施工顺序,避免在同一地点安排大量机械设备,以免局部声级过高。

(3) 尽量降低设备声级,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。

(5) 合理规划运输路线及运输时段,尽量减少运输过程对道路两边村庄的影响,同时保持运输车辆良好的运行工况,以减少车辆噪声等。

施工期噪声影响是短暂的,一旦施工活动结束,施工噪声也就随之结束。

4.2.1.4 固体废物影响分析

根据工艺流程可知,本项目产生的固废包括土石方、施工人员产生的生活垃圾、清理过程可能产生杂草和海漂垃圾等、苗木筛选过程中出现的不合格苗木、容器薄膜袋及清理的缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等固废。

(1) 土石方

本项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 352.37m³;填方为 352.37m³;补水潮沟开挖及就地平整;无弃方,不产生海洋土石方。海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造,不产生开挖和填方,不产生土石方。见下表。

表 4.2.1-3 项目土石方情况一览表

序号	项目名称	挖方量	填方量	外购土方量	弃方量
1	红树林生态修复工程(含海堤工程)	352.37m ³	352.37m ³	0	0
	总计	352.37m ³	352.37m ³	0	0

(2) 生活垃圾

项目不设置施工营地，施工人员均为附近居民，施工期间高峰期人数约 100 人，其生活垃圾按 0.5kg/d 人，则施工人员生活垃圾产生量约为 0.05t/d，采用定点堆放方式，设立专门的垃圾桶进行收集，由环卫部门统一运走清运。

(3) 残油、废油

施工机械保养环节将产生残油、废油等废物。其中，残油、废油等为危险废物，项目共产生残油废油约 0.3t/a。根据《国家危险废物名录》（2021 版），残油、废油（T，I）危废代码 900-214-08，危险废物以铁桶收集后交由专业危废资质单位处理。

(4) 含油抹布

设备维护保养过程中会使用抹布，因此产生沾染少量机油的含油抹布和手套，产生量 0.01t/a，属于《国家危险废物名录》（2021 版）中 HW49 其他废物，危废代码：900-041-49，放入铁桶内暂存，定期交由有危险废物处理资质单位处置。

(5) 废弃的红树林苗木

不合格苗木、断损苗木、死亡苗木以二次补种的红树林苗木数量计，大约 767675 株；全部集中清运至环卫部门处理。

(6) 容器薄膜袋

为了防止根部土团松散和苗木根系损伤，部分苗木需用聚乙烯的容器薄膜袋对根系进行包裹，定植时再去除薄膜袋；薄膜袋规格一般约为 3g/个左右，项目需使用包裹薄膜袋约 58.85 万个，因此，本项目容器薄膜袋产生量约为 1.77t；均为一般固废，全部集中清运至环卫部门处理。

(5) 清理杂草、海漂垃圾等固废

由于项目全部位于养殖塘内，因此杂草和海漂垃圾、缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等固废的数量不大，难以量化；上述固废均收集后清运至环卫部门处理。

4.2.1.5 施工期主要污染物汇总

项目施工期主要环境污染物的产生及排放情况见下表。

表 4.2.1-4 项目施工期主要污染物排放情况

种类	污染源	产生量	主要污染物	环保措施及排污去向
废气	水陆两用挖掘机	THC3.2t, NO _x 3.2t, CO19.44t	THC 0.185g/s, NO _x 0.185g/s, CO 1.125g/s	自然排放
悬浮物	水陆两用挖掘机	17.33.02kg/s	SS	加强施工管理, 间断自然排海
废水	生活污水	900m ³ /a	COD (225kg/a) BOD (135kg/a) SS (198 kg/a) 氨氮 (36 kg/a)	项目施工人员均从附近村庄临聘, 因此生活污水纳入当地生活污水一同处理
	机械清洗污水	少量	石油类	驶离项目区域去洗车场进行清洗, 清洗废水不排海
噪声	施工机械	80~90dB (A)	等效连续 A 声级	加强施工作业管理, 杜绝夜间施工
固废	土石方	352.37m ³	352.37m ³	全部回填, 实现挖填方平衡
	生活垃圾	0.05t/d	生活垃圾	交环卫部门处理
	废弃的红树林苗木	767675 株	苗木	全部集中清运至环卫部门处理
	容器薄膜袋	1.77t	废弃薄膜袋	全部集中清运至环卫部门处理
	残油、废油	0.3t/a	危废	定期交由有危险废物处理资质单位处置
	含油抹布	0.01t/a	危废	

4.2.2 运营期污染物排放情况

项目负责管理、巡视的人员由建设单位自然资源局内部调配, 因此项目运营期不新增劳动定员, 不会新增生活垃圾和生活污水。

项目为海洋生态保护修复工程, 因此运营期基本不会产生噪音和大气污染。

运营期, 在红树林巡视、维护和抚育过程中, 可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等; 此外, 红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生, 但产生量极小, 对海洋环境影响不大。

4.3 工程各阶段生态环境影响分析

4.3.1 对海洋水动力及海底地形环境的影响

项目为海洋生态保护修复工程, 主要包括红树林生态修复工程和海堤生态改

造工程两个部分。

其中：海堤生态改造工程主要为在海堤靠海一侧进行生态改良，因此施工期、运营期均不会对养殖塘内的水动力及海底地形地貌条件造成影响；而红树林生态修复工程的滩涂高程改造，则通过挖沟、造垄、垫高等过程，改变了原有养殖塘内的海底地形地貌，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，从而影响养殖塘内的水动力条件。

由于项目本身位于养殖塘内，现状水动力条件较弱，项目采取带状整地、滩涂高程改造，通过预留过水通道和潮沟，极大的改善了过水条件。结合数模分析可知，项目建设完成后，对养殖塘内的水动力条件影响较小；但由于潮沟、起垄等滩面改造，对养殖塘内的地形地貌有一定的影响。

保育期、运营期可能发生病死、坏死植株，均已在红树林补植量（30%）中考虑；病死坏死植株全部集中清运至环卫部门处理。

4.3.2 对海水水质及沉积物环境的影响

1、施工期

（1）水质

水陆两用挖掘机采用挖填方式改造滩面高程的过程中，将产生大量的悬浮泥沙，短期内可能对海水水质造成一定的影响；但由于施工前已经开闸降水位降低到一定程度，且养殖塘内本身水动力条件就较弱，因此，悬浮泥沙很快会集中沉降在施工设备周边一定的海域范围内，项目施工过程对水质的影响随施工结束而结束。

（2）沉积物

工程对附近海域沉积物环境的影响主要表现在滩涂整地、高程改造过程中产生悬浮泥沙的影响。施工过程扰动海床淤泥，导致施工海域海水中悬浮物浓度增加。项目施工（滩涂整地工程）对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响也就在较短的时间内结束。由于悬沙均来源于本海域，因此，来自本海域的悬浮泥沙沉降后，对本海域的海洋沉积物环境影响不大。

2、运营期

（1）水质

红树林生态系统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,起到了净化水质的作用;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。

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能力。

因此,运营期红树林生态系统对水质的影响呈显著的正面影响。

(2) 沉积物

对沉积物而言,红树林生态环境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。

4.3.3 对海洋生态环境的影响

4.3.3.1 施工期

(1) 对底栖生物的影响

项目种植区滩涂高程改造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。主要影响包括以下几个方面: 取土工程由于施工机械的搅动作用,

将破坏取土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。

红树林种植区滩涂整地将直接覆盖原有滩涂，原有滩涂海域内无逃避能力的物种将遭到直接危害，如底栖生物等，滩涂整地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。

（2）悬浮泥沙对海洋生态环境的影响

本项目施工期产生的悬浮泥沙会导致工程周边海域悬浮物浓度局部、暂时性升高。相关研究表明，海水悬浮泥沙浓度的升高会造成局部海域海水水质下降，受影响海域内生存的鱼类、头足类和甲壳类等动物受刺激后迅速逃离现场。

悬浮泥沙对水生生物的影响主要是对鱼卵、仔稚鱼和幼体造成严重伤害，表现为影响胚胎发育、堵塞生物的腮部造成窒息死亡，悬浮物沉积造成水体缺氧而导致死亡等。

1) 悬浮泥沙对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要为施工过程中产生的悬浮泥沙导致水体混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等。

本项目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。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。

2) 悬浮泥沙对游泳生物的影响

游泳生物是海洋生物中的一大类群，鱼类是游泳生物典型代表，它们往往具有发达的运动器官和较强的运动能力，从而具有回避污染的效应。室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3-4 周；悬浮物含量在 200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死。相关研究表明，悬浮物沉降后，泥沙对鱼卵的覆盖作用会使其孵化率大幅度下降；同时大量泥沙沉降后掩埋了水底的石砾、碎石及水底其它不规则的类似物，会破坏鱼

苗天然的庇护场所，降低鱼苗的成活率。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，从而影响使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，本项目施工期间产生的悬浮泥沙对游泳生物的影响相对较小。

（3）施工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

A. 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下表。

表 4.3.2-1 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，若每天作短时间搅拌，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 以下及影响较短时期时，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。

B. 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。取土工程和滩涂整地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。

C. 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。

D. 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，影响光合作用，从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。

（4）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作业产生噪声，会惊扰或影响部分幼鱼活动，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，建议海上施工尽量避开这一季节。

由于本项目位于行之有年的养殖塘内，施工前养殖塘户主已经完成养殖塘内的清塘和捕鱼；施工期间养殖塘内仅剩余底栖生物及极少量的小鱼、小虾。

因此，项目施工对渔业生产影响不大。

（5）施工噪声对鸟类的影响分析

施工过程中，由于施工现场机械作业产生噪声，会惊扰或影响鸟类活动，有可能对在原有红树林栖息、觅食、筑巢的鸟类有一定影响。

由于鸟类活动范围较大，适应能力较强，能很快找到附近新的红树林区域作为栖息地和觅食地；加之项目养殖塘内的红树林现状覆盖率普遍相对较低，且项目施工机械分布分散，噪声源不大，并且噪声将随施工结束而结束；因此，项目

施工对鸟类的影响是较小的。

4.3.3.2 运行期

（1）对底栖生物的影响

项目建设完成后，底栖生物赖以生存的底泥将会很快恢复原貌，且底泥均来自于原有海域，因此，底栖生物的生境将会在较短时间内恢复。同时，红树林生态系统修复后，由于水质、沉积物环境得到改善，微生物数量增加，为底栖生物提供了更多的食物，有利于底栖生物的生长。

（2）对浮游生物、游泳生物及渔业资源的影响

随着红树林系统修复，红树林根系截留并消化分解营养物质中的 COD，产生更多的溶解氧，有利于浮游生物、游泳生物和渔业资源的呼吸作用；同时，红树林对污水中 Cd、Ni、Pb、Zn 等重金属污染物有较高的净化效率；提高了浮游生物、游泳生物及渔业资源的生物体质量；同时，通过对海洋水质、沉积物环境的改善，大幅提高了海洋生物的生境质量。

（3）对鸟类的影响

随着项目的建设完成，养殖塘内的红树林系统将得到极大改善，鸟类的栖息环境将得到较大改善；同时，红树林修复后，昆虫、微生物等生物的生物多样性将大幅增加，为鸟类提供了更多、更理想的觅食环境。

综上所述，项目建设完成后，对生态环境的影响是正面的，积极的。

4.3.3 项目建设对通航环境的影响

本项目为海洋生态保护修复工程项目，项目整体全部位于有堤坝的养殖塘范围内，项目与周边的习惯性航道有一定的距离；且项目整个施工、运营期间均不使用船舶，不会增加附近航道的通航密度，因此基本不会对附近航道过往的渔船及旅游船只的通航安全产生影响。

4.3.4 项目建设对防洪纳潮的影响

本项目通过红树林生态修复工程，可以对洪水起到一定的缓冲作用，因此，在一定程度上改善了养殖塘内的防洪能力。

此外，海堤生态化建设改造工程通过对现有海堤的生态修复及改造，也在一定程度上提高了海堤的防洪能力，海堤工程距离基本农田尚有一定距离，不占用

基本农田，项目建设对基本农田的防洪纳潮具有正面效应。因此，项目建设周边海域的防洪纳潮具有积极影响。

4.3.5 项目建设对铁路、油气管线的影响

本项目主要为养殖塘内的红树林生态修复工程及海堤改造工程，对周边的铁路、油气管线基本不会造成影响。

4.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

环境影响要素的判别和筛选，将按照工程分析识别施工期和建成对环境影响的污染和非污染要素，并结合环境敏感目标和重点保护对象筛选评价因子。

4.4.1 环境影响要素的识别

按照工程分析识别施工期和建成对环境影响的污染和非污染要素，见“表 2.3-1：环境评价因子”。

4.4.2 评价因子筛选

根据本工程主要环境影响要素，海区的环境敏感区、环境敏感目标和主要环境保护对象，确定本项目主要评价因子为：

水质环境现状评价因子为 pH，溶解氧，化学需氧量，无机氮，无机磷（活性磷酸盐），氰化物，硫化物，挥发性酚，铜，铅，镉，铬，锌，汞，砷，石油类，六六六和滴滴涕。

沉积物环境现状评价因子为：含水率、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、有机碳、硫化物和石油类。

海洋生物质量：铜，铅，镉，铬，锌，汞，砷，石油烃。

生态环境现状分析因子为：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔稚鱼、渔业资源和生物体质量等。

非污染要素主要环境影响评价因子为：海洋生物的损失量、水动力环境之潮流场变化趋势、冲淤环境之泥沙淤积与冲刷趋势。

5 区域自然环境概况

5.1 工程区域自然环境概况

项目区位于麻章区湖光镇金牛岛红树林片区周边海域，东临通明海，外侧有东海岛遮蔽，风浪较小，该区海岸带滩涂的主要利用方式为围塘养殖。项目建设区域全部位于滩涂养殖塘范围内。

项目区地处北回归线以南的低纬地带，属北热带季风气候区，阳光充足，热量丰富，全年温暖，终年无霜，雨热同季，降雨、气温和太阳辐射的高峰期大致相同，都出现在 5 月~10 月，年平均降雨日数 121 天。受季风的影响，冬季盛行东北风，夏季盛行东南风，风速的季节性变化比较明显，风速特点是东部沿海地区风速较大，越往西部内陆区域风速越小。

5.1.1 气候气象

本项目引用项目附近的硃洲岛海洋站 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

硇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

硇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。

5.1.2 海洋水文

本项目红树林生态修复主要位于已行之有年的养殖围塘内，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。

5.1.2.1 项目周边海域潮汐及水位

（1）资料来源

采用项目区附近的湛江港验潮站多年统计资料统计。

在参考历史潮汐资料同时收集由广州南科海洋工程中心分别于 2020 年 9 月 1~2 日（夏季）和 2021 年 1 月 15~16 日（冬季）在湛江湾及其邻近海域进行 8 个海流测站（同步监测温盐、悬沙）和 2 个临时潮位站观测资料。

（2）潮汐性质及潮位特征

湛江湾潮汐属不规则半日潮型，南三岛、东海岛和硃洲岛将整个湛江湾铸成口小腹大的一狭长形水域。因地形的影响，外海潮流由湛江湾口（进港航道）涌入湾内后发生变形，高潮位逐渐增高，低潮位逐渐降低，潮差逐渐增大。涨潮历时大于落潮历时。湛江水文站潮位特征如下（高程基准面为国家 85 高程）：

历年最高潮位：5.377m（1980 年 7 月）；

历年最低潮位：-1.993m（1975 年 1 月）；

多年平均高潮位：2.057m（2016~2018 年）；

多年平均低潮位：-0.093m（2016~2018 年）；

平均海平面：0.637m（2019 海事版海图）；

多年平均潮差：2.14m（2016~2018 年）；

多年最大潮差：4.53m（2016~2018 年）；

平均涨潮历时：6h49min；

平均落潮历时：5h35min。

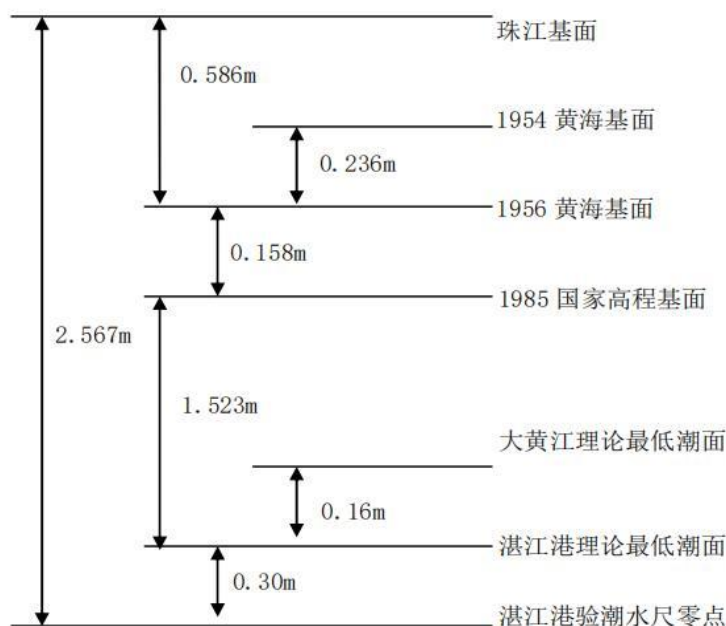


图 5.1.2~1 项目区海域各基准面换算关系

根据湛江港 2023 年潮汐数据，计算项目区平均大潮高潮位为 2.69m（85 高程），本项目地形整理最高为 2.3m，不高于平均大潮高潮线，不涉及将潮间带改造为潮上带。

5.1.2.2 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。

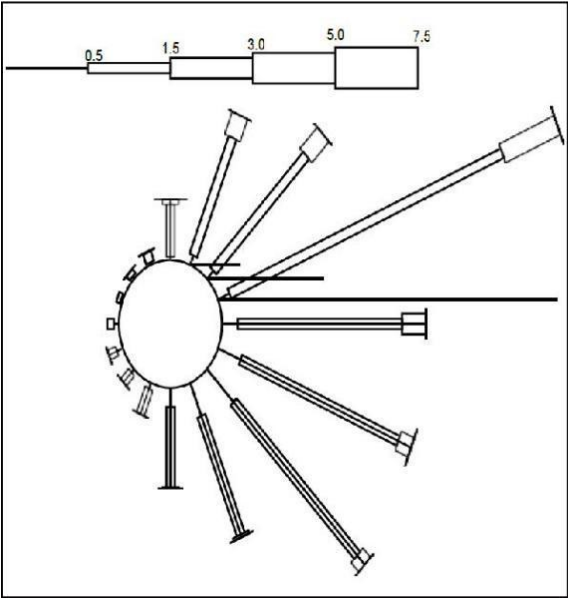


图 5.1.2-2 项目区海域波高玫瑰图

表 5.1.2-1 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℃。

5.1.2.3 项目区养殖塘内部潮汐及水位

(1) 资料来源

由于养殖塘处于半封闭状态，仅通过闸口与外界进行水力交换，因此塘内基本没有明显潮汐特征，因此塘内潮汐特征引用《红树林种养耦合区水动力数模专题》研究成果。

(2) 潮汐特征

项目区养殖塘处于半封闭状态，依靠闸门与外海连通，闸门关闭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。

(3) 水位

根据最新测量观测成果，现状养殖塘在大潮期间进行换水，先打开闸门进行放水，在涨潮时进水，在最高潮时关闭闸门。关闭闸门后，塘内水位基本不变，塘内测时水位（2024 年 1 月测量，测时水位代表塘内非换水期常水位）见下表。

表 5.1.2-2 项目区养殖塘测时水位

序号	塘编号	测时水位 (m)
1	A01	2.39
2	A02	2.70
3	A03	2.30
4	A04	2.39
5	A05	2.55
6	A06	1.94
7	A07	2.80
8	A09	1.95
9	A10	2.30
10	B01	2.94
11	B02	2.37
12	B03	2.38
13	B04	1.81
14	B05	2.48
15	B06	2.32
16	B07	2.68
17	B08	2.38
18	B09	2.61
19	B10	2.46
20	B11	2.02
21	C01	2.55
22	C02	2.51
23	C03	2.08
24	D01	2.41
25	D02	2.47
26	D03	2.26
27	D04	2.45
28	D07	2.62
29	D08	2.62

5.1.3 地震

雷州半岛地区地震活动较为频繁，根据湛江市地震局资料记载，自 1356 年有地震记录以来共发生有感地震 78 次，其中历史（1356~1970 年）有感地震 64 次（震级 M ）4.5 级 14 次，最大为 5.75；现代有感地震（1971~1999 年）有感地震 14 次。

邻区如北部湾、琼州海峡等发生的强震对本区也有影响，但邻区强震对本区造成的破坏烈度不超过 7 度。

综上所述，全新地质时期区域构造活动性弱，地壳基本稳定，地质构造对建设工程影响小。

拟建红树林位于麻章区，为 III 类场地，场地地震动峰值加速度为 $0.10g$ ；反应谱特征周期为 $0.35s$ ，对应地震烈度为 VII 度。根据 III 类场地实际反应谱特征周期和实际场地类别，查《水工建筑物抗震设计标准》GB52147-2018，5.3.5 可知为 III 类场地反应谱特征周期为 $0.45s$ ；场地类别为 III 类场地，根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），在 III 类场地条件下，场地地震动峰值加速度调整系数为 1.250，即场地地震动峰值加速度为 $0.10g \times 1.25 = 0.125g$ ；反应谱特征周期调整表显示场地基本地震动加速度反应谱特征周期为 $0.45s$ ，对应地震烈度为 VII 度。



图 5.1.3-1 拟建红树林所在位置地震动峰值加速度图



图 5.1.3-2 拟建红树林所在位置地震加速度反应谱特征周期区划图

5.1.4 地形地貌特征

本工程区位于湛江市麻章区，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，地面高程最高为 6.47 米，最低约为-7 米（海底），落差约为 13 米。

计划种植红树林区域主要为滨海平原(潮坪)，西北部为丘陵台地，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，拟种植红树林区域未进行大范围改造，除有人工修筑土堤及养殖塘外，基本无大型人工建筑及改造痕迹。

5.1.5 区域地质及岩性

5.1.5.1 区域地址状况

修复区为滨海+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。

隆起底辟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。通过区域地质资料调查揭示，工程区基底存在 F16 霞山断裂及 F32 螺岗岭断裂，为隐伏断裂，走向 40~60°；离工程区距离约 10km，北部有 F15 雷琼大断裂，距工程区约 13.02km，断裂主要形成于燕山期，为压剪性，新生代断裂呈不同程度的张性或剪性复活，控制了沉积作用及基性火山喷发。至第四系以来未发现有断裂活动痕迹，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。

图 5.1.5-1 区域地质构造图

5.1.5.2 地层岩性

红树林种植区域范围内本次钻遇的主要地层有：②第四系统海陆交互层（Q4mc）：以淤泥质黏土为主，③-1 湛江统海陆交互层（Q1mc）：以中砂为主，③-2 湛江统海陆交互层（Q1mc）：以杂色、灰色粉质黏性土为主。受潮汐流及岩层侵入影响，区域内地层变化大，呈现不同时期叠加发育特征。

5.1.5.3 勘察情况

初勘总勘探点共 30 个。高程系采用大地高程，坐标系采用 2000 国家大地坐标系。用千寻测放孔位和高程，钻孔实际位置将根据现场实际情况进行一定调整。钻孔平面布置图如下图。

图 5.1.5-2 钻孔平面布置图一

图 5.1.5-3 钻孔平面布置图二

图 5.1.5-4 钻孔平面布置图三

图 5.1.5-5 钻孔平面布置图四

5.1.5.4 钻探勘察

根据野外钻探揭露情况，场地地基土层结构复杂，现场钻探未见断层发育。岩性自上而下分别为第、第四系全新统冲积层（Q4mc）及第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积层（Q1zmc）、湖光岩组玄武岩（ $\beta_6 a$ ）。

勘察时未发现有断层穿越。场地整体稳定，但地层岩性厚度不一，属于非均质地层和非均匀性地基。

第四系全新统海陆交互层（Q4mc）②层淤泥质黏土：地表主要土层，灰黑色，流塑，粉黏粒为主，黏性差，富含有机质及贝壳碎屑，无湿陷性。局部含薄砂。层厚 0.60~15.00m,层顶高程-7.46~3.10m,顶埋深 0.00m。室内土工试验成果统计平均值：含水率 $w=51.80\%$ 、比重 $G_s=2.76$ 、湿密度 $\rho=1.67\text{g/cm}^3$ 、干密度 $\rho_d=1.10\text{g/cm}^3$ 、孔隙比 $e=1.56$ ，孔隙度 $N=60.94\%$ 、压缩系数 $a=0.895\text{MPa}^{-1}$ ，压缩模量 $E_s=3.354\text{MPa}$ ，属高压缩性土。抗剪强度指标：直接快剪：黏聚力 $C_q=12.40\text{kPa}$ 、内摩擦角 $\Phi_q=2.70^\circ$ ；固结快剪：黏聚力 $C_q=24.60\text{kPa}$ 、内摩擦角 $\Phi_q=8.60^\circ$ ；三轴剪切强度（UU）：黏聚力 $C_q=22.7\text{kPa}$ 、内摩擦角 $\Phi_q=7.3^\circ$ ，十字板剪切：原状土强度 $c_u=11.8\text{kPa}$ ，重塑土强度 $c_u'=3.78\text{kPa}$ ，灵敏度=2.71。有机质含量=3.5%。室内渗透试验：竖向渗透系数 $K_v=1.32\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，属于微透水层。本层作标贯试验 70 次，校正击数 $N=1.50\sim 2.0$ 击，平均值 1.9 击。层承载力建议值 $F_{ak}=60\text{kPa}$ 。

湛江组海陆交互层（Q1zmc）③-1 层中砂：浅白色、黄色等相杂，松散~中密，仅在 ZK9\12\16\17。级配一般，分选差，无摇震反应，颗粒以石英为主，夹杂少量黏粒和粗砂。层厚 3.0~12.00m,层顶高程-3.03~-10.60m,顶埋深 3.00~8.100m,该层局部分布。室内土工试验成果统计平均值：粒径 $>2\text{mm}=26.2\%$ ； $>0.5\text{mm}=29.2\%$ ； $>0.25\text{mm}=22.30\%$ ； $>0.075\text{mm}=7.0\%$ 。水上休止角平均值 $=33.80^\circ$ ，水下休止角平均值 $=28.50^\circ$ 。室内渗透试验：渗透系数 $K_h=1.95\times 10^{-2}\text{cm/s}$ ，属于强透水层。本层作标贯试验 10 次，校正击数 $N=7.60\sim 11.50$ 击，平均值 9.80 击，层承载力建议值 $F_{ak}=120\text{kPa}$ 。

③-2 层灰黏土：灰色、杂色黏土，可塑。以粉黏粒为主，具水平及斜层理发育，层理面夹中砂，局部和层底夹层状砂。层厚 1.00~13.000m,层顶高程 -3.03~22.46m, 顶埋深 0.00~14.000m,室内土工试验成果统计平均值：含水率 $w=39.00\%$ 、比重 $G_s=2.76$ 、湿密度 $\rho=1.75\text{g/cm}^3$ 、干密度 $\rho_d=1.30\text{g/cm}^3$ 、孔隙比 $e=1.201$ ，孔隙度 $N=54.56\%$ 、压缩系数 $a=0.395\text{MPa}^{-1}$ ，压缩模量 $E_s=5.797\text{MPa}$ ，属中等压缩性土。抗剪强度指标：直接快剪：黏聚力 $C_q=30.6\text{kPa}$ 、内摩擦角 $\Phi_q=9.1$ ；固结快剪：黏聚力 $C_q=29.70\text{kPa}$ 、内摩擦角 $\Phi_q=9.00^\circ$ 室内渗透试验：渗透系数 $K_h=4.43\times 10^{-7}\text{m/s}$ ，属于微透水层。本层作标贯试验 61 次，校正击数 $N=3.1\sim 6.9$ 击，平均值 4.9 击。层承载力建议值 $F_{ak}=110\text{kPa}$ 。

湖光岩组玄武岩层 (β_{6a})——④-1 强风化玄武岩：强风化玄武岩(含孤石)，ZK1\2\5\7\8\13 均有钻遇，层厚约 0.5~4.0m,灰褐色，岩芯多呈半岩半土状或碎块状，局部块状，软硬不均，局部向中风化过渡，属软岩，岩体基本质量等级属V级。单轴抗压强度 R 平均值为 59.36MPa ，饱和抗压强度平均值 47.13MPa ，标贯击数 ≥ 60 击，推荐地基承载力基本容许值 $[f_{a0}]=500\text{kPa}$ 。

④-2 中风化玄武岩，灰色，拉玄结构，微气孔构造，岩芯多呈柱状或短柱状，局部块状或夹少量强风化岩块，风化极不均匀，属软岩，局部为较硬岩，岩体较完整，岩石基本质量等级总体为IV级。场地 ZK7\8\13 均有钻遇揭露，层厚 1.50~2.20m，未揭穿。单轴抗压强度 R 平均值为 67.7MPa ，天然单轴抗压强度 R 平均值为 56.65MPa 。根据原位测试结果及有关规范，结合本地区经验，推荐地基承载力基本容许值 $[f_{a0}]=2000\text{kPa}$ 。

图 5.1.5-6 工程地质剖面图

5.1.5.5 不良地质作用情况

拟建红树林区沿线岸坡地势较平坦，无高边坡存在，从现场勘查情况看，岸坡土体抗洪冲能力较弱，但未发现崩塌、滑坡、泥石流、地下采空区、危岩崩塌等不良物理地质现象。

该区域无碳酸盐岩地层或喀斯特地貌等发育，故无大型溶洞或地下暗河等不良地质现象。现场钻探深度范围内未见断层活动痕迹，未见岩土层缺失等不良地质特征。

场地内局部区域有钻遇强风化玄武岩孤石，但对场地开挖和红树林种植无较大影响。工程区处于Ⅶ度区，场地地基分布有淤泥质土层，属软弱土，具有含水量高、透水性差、压缩性高、高灵敏性、抗剪强度低、承载力低等不良性质，属欠固结土，易诱发地面不均匀沉降，固结沉降缓慢。

5.1.6 地下水

本次勘察中范围钻孔均见地下水，地下水类型主要为第四系上层滞水。

1、上层滞水主要赋存于第四系海陆交互层。主要受大气降水影响，含水量不大，其补给来源主要为大气降水及地表水下渗补给，填土层中上层滞水主要受季节性降雨影响。

2、松散岩土孔隙水主要赋存于湛江组海陆交互层。主要受大气降水影响，含水量不大，其补给来源主要为大气降水及潮汐还水下渗补给，松散岩土孔隙水主要受季节性降雨和潮汐补给影响。

3、浅层基岩裂隙水主要靠潮汐水及航道地表水补给。

5.1.7 主要海洋自然灾害

本项目附近海域主要海洋自然灾害是热带气旋、大风、雷暴、寒潮、暴雨和海雾等；本节统计了近十年以来的《广东省海洋灾害公报》（2013-2022 年）进行分析说明。

(1) 风暴潮

2013 年-2022 年期间，经过湛江的大中型风暴潮大致发生了 10 次左右，其中造成直接损失最大的为“威马逊”台风风暴潮和“海鸥”台风风暴潮，造成经济损失达到 28.82 亿元和 29.85 亿元。

表 5.1.7-1 2013 年-2022 年湛江市风暴潮发生情况一览表

灾害过程		发生时间	主要受灾地区	死亡人口(人)	直接经济损失(亿元)
编号	名称				
1306	“温比亚”台风风暴潮	2013 年 7 月 1-2 日	湛江、茂名	0	2.31
1311	“尤特”台风风暴潮	2013 年 8 月 13-15 日	阳江、江门 茂名、湛江	0	13.32
1409	“威马逊”台风风暴潮	2014 年 7 月 18~19 日	阳江、茂名、 湛江	0	28.82
1415	“海鸥”台风风暴潮	2014 年 9 月 16~17 日	阳江、茂名、 湛江	0	29.85
1522	“彩虹”台风风暴潮	2015 年 10 月 3 日-5 日	湛江、茂名、 阳江、江门	5	26.28
1608	“电母”台风风暴潮	2016 年 8 月 18 日-19 日	湛江	0	0.08
1621	“莎莉嘉”台风风暴潮	2016 年 10 月 17 日-19 日	湛江	0	0.47
1720	“卡努”台风风暴潮	2017 年 10 月 14-16 日	湛江	0	1.51
1823	“百里嘉”台风风暴潮	2018 年 9 月 10-13 日	湛江	0	0.00
1907	“韦帕”台风风暴潮	2019 年 8 月 1 日	湛江	0	0.00

(2) 海浪

2013 年-2022 年期间，湛江海浪主要类型为冷空气浪。如下表所示：

表 5.1.7-2 2013 年-2022 年湛江市海浪灾害情况一览表

发生时间	受灾地区(点)	致灾原因	死亡(含失踪)人口(人)	损毁船只(艘)	直接经济损失(万元)
2013.04.26	湛江遂溪海域	冷空气浪	0	1	20
2013.09.25	湛江雷州流沙岛附近海域	冷空气浪	1	1	2.0
2015.08.10	湛江东海岛南部海域	气旋浪	0	1	12.4
2016.01.10	湛江港对开海域	冷空气浪	0	1	10
2017.10.07	徐闻县龙塘下海村前停泊点	冷空气和热带低压浪	0	1	4.32
2017.03.15	雷州市	洪流埠冷空气浪	0	1	13.35
2017.10.07	徐闻县龙塘下海村前停泊点	冷空气和热带低压浪	0	1	4.32
2017.04.01	北和镇徐黄村埠对开海域	冷空气浪	1	1	31

	徐闻东部 393 渔场	冷空气浪	0	1	7
	湛江海域	冷空气浪	2	3	18

(3) 赤潮

2013 年-2022 年期间，湛江赤潮一共发生了 18 次，主要赤潮优势种为中肋骨条藻。如下表所示：

表 5.1.7-3 2013 年-2022 年湛江市赤潮情况一览表

发生地点	起止时间	赤潮优势种	最大面积 平方千米
湛江港调顺岛对出海域以南，特呈以东头山岛边线、东海大堤附近海域	2013 年 6 月 9 日-6 月 24 日	中肋骨条藻、柔弱伪菱形藻	40
湛江港调顺岛对出海域以南，特呈岛以北海域和硇洲岛附近海域	2013 年 8 月 9 日-8 月 13 日	中肋骨条藻	113
湛江市徐闻角尾对出海域	2014 年 1 月 5 日~1 月 17 日	球形棕囊藻	87
湛江市海湾大桥以南、特呈岛以北所围成的海域	2014 年 7 月 9 日~7 月 28 日	中肋骨条藻	33
湛江市流沙湾至乌石港渔业增殖水域	2014 年 7 月 21 日~8 月 13 日	中肋骨条藻	140
湛江市东海岛东南码头至南平岛间附近海域	2015 年 4 月 7 日-4 月 21 日	球形棕囊藻、中肋骨条藻	3
湛江市吴川市区对开海域	2015 年 9 月 25 日-9 月 29 日	中肋骨条藻	19
湛江市鉴江河口以南至东海岛龙海天对出海域	2016 年 3 月 28 日—4 月 8 日	红色赤潮藻	300
湛江市西南沿岸（乌石港至角尾镇对出海域）	2016 年 4 月 22 日—5 月 4 日	夜光藻	200
湛江市海湾大桥以南至金沙湾附近海域	2017 年 3 月 14 日-3 月 31 日	球形棕囊藻	175
湛江市雷州半岛水尾以南至角尾对出海域	2017 年 3 月 23 日-4 月 6 日	球形棕囊藻	118
湛江市东海岛通明出海口以东至东南码头附近海域	2017 年 3 月 23 日-4 月 6 日	球形棕囊藻	100
湛江市东海岛以南海域	2018 年 3 月 13 日-4 月 3 日	球形棕囊藻	96.00
湛江市湛江港海域	2021 年 5 月 21 日—5 月 26 日	柔弱角毛藻、中肋骨条藻、海洋角毛藻	65.00
湛江市硇洲岛南部、东里镇东部、新寮岛东北部海域	2022 年 6 月 4-10 日	旋链角毛藻	76.00
湛江湾渔港公园至海湾大桥一带海域	2022 年 6 月 24-30 日	洛氏角毛藻	7.00
湛江东海岛东南码头至硇洲岛一带海域	2022 年 7 月 11-16 日	中肋骨条藻	40.00
湛江东海岛滨海旅游区东侧海域	2022 年 9 月 20-27 日	洛氏角毛藻、拟菱形藻（有毒）、	4.00

发生地点	起止时间	赤潮优势种	最大面积 平方千米
		中肋骨条藻	

(4) 雷暴

雷州半岛是雷暴多发的区域, 全年各月均有雷暴发生, 年际和季节变化明显, 雷暴日数主要集中在 4~9 月, 湛江区域历年平均发生 雷暴 83 天, 最多 116 天 (1952 年), 最少也有 50 天 (1991 年), 夏季雷暴频繁, 历年各月平均雷暴最多出现在 8 月, 为 16 天, 6 月次之, 也有 15 天, 4~5 月及 7 月和 9 月均有 7~14 天的雷暴发生, 11 月至翌年 2 月发生雷暴的天数较少。

5.2 工程区域自然资源概况

5.2.1 红树林资源状况

5.2.1.1 湛江市红树林资源

根据全国第三次国土调查数据, 湛江市现有红树林面积为 6413ha, 是我国大陆沿岸现存红树林面积最大的地区, 红树林面积占全国红树林面积的 23.7%, 占全省红树林面积的 60.5%。湛江市的红树林资源分布于沿海各区县, 其中连片的红树林主要分布于廉江市的高桥镇和车板镇, 遂溪县的营仔镇、界炮镇和杨柑镇, 麻章区和东海岛之间的通明海两岸, 雷州市的附城镇、雷高镇和沈潭镇, 徐闻县的和安镇、新寮镇和锦和镇。其他红树林碎片化分布于坡头区的官渡镇、南三岛、特呈岛, 吴川市的鉴江河口, 麻章区东海岛, 徐闻县的西连镇、迈陈镇, 雷州市的流沙镇、企水镇、北和镇等。

据调查, 记录到湛江市红树林种类有 26 种, 其中真红树植物 16 种, 分别为: 卤蕨 *Acrostichum aureum*, 尖叶卤蕨 *Acrostichum speciosum*、木榄 *Bruguiera gymnorhiza*, 秋茄 *Kandelia obovata*, 红海榄 *Rhizophora stylosa*, 老鼠簕 *Acanthus ilicifolius*, 小花老鼠簕 *Acanthus ebracteatus*, 榄李 *Lumnitzera racemosa*, 海漆 *Excoecaria agallocha*, 桐花树 *Aegiceras corniculatum*, 无瓣海桑 *Sonneratia apetala*, 海桑 *Sonneratia caseolaris*, 白骨壤 *Avicennia marina*, 拉关木 *Laguncularia racemosa*, 角果木 *Ceriops tagal*, 木果楝 *Xylocarpus granatum*; 半红树植物 10 种: 海杧果 *Cerbera manghas*, 阔苞菊 *Pluchea indica*, 黄槿 *Hibiscus tiliaceus*, 杨叶肖槿 *Thespesia populnea*, 假茉莉 *Clerodendrum inerme*, 玉蕊

Barringtonia racemosa, 银叶树 *Heritiera littoralis*, 水黄皮 *Pongamia pinnata*, 钝叶臭黄荆 *Premna obtusifolia*, 海滨猫尾木 *Dolichandrone spathacea*。



图 5.2.1-1 湛江市主要红树植物

5.2.1.2 湛江市珍稀濒危红树植物和古树群落分布

湛江市珍稀濒危红树植物有 7 种，分别是角果木、榄李、小花老鼠簕、尖叶卤蕨、银叶树、玉蕊、钝叶臭黄荆。此外，湛江市特呈岛上拥有全国最大的白骨壤古树群落。这些都亟需加强保护修复。

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养殖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养殖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。

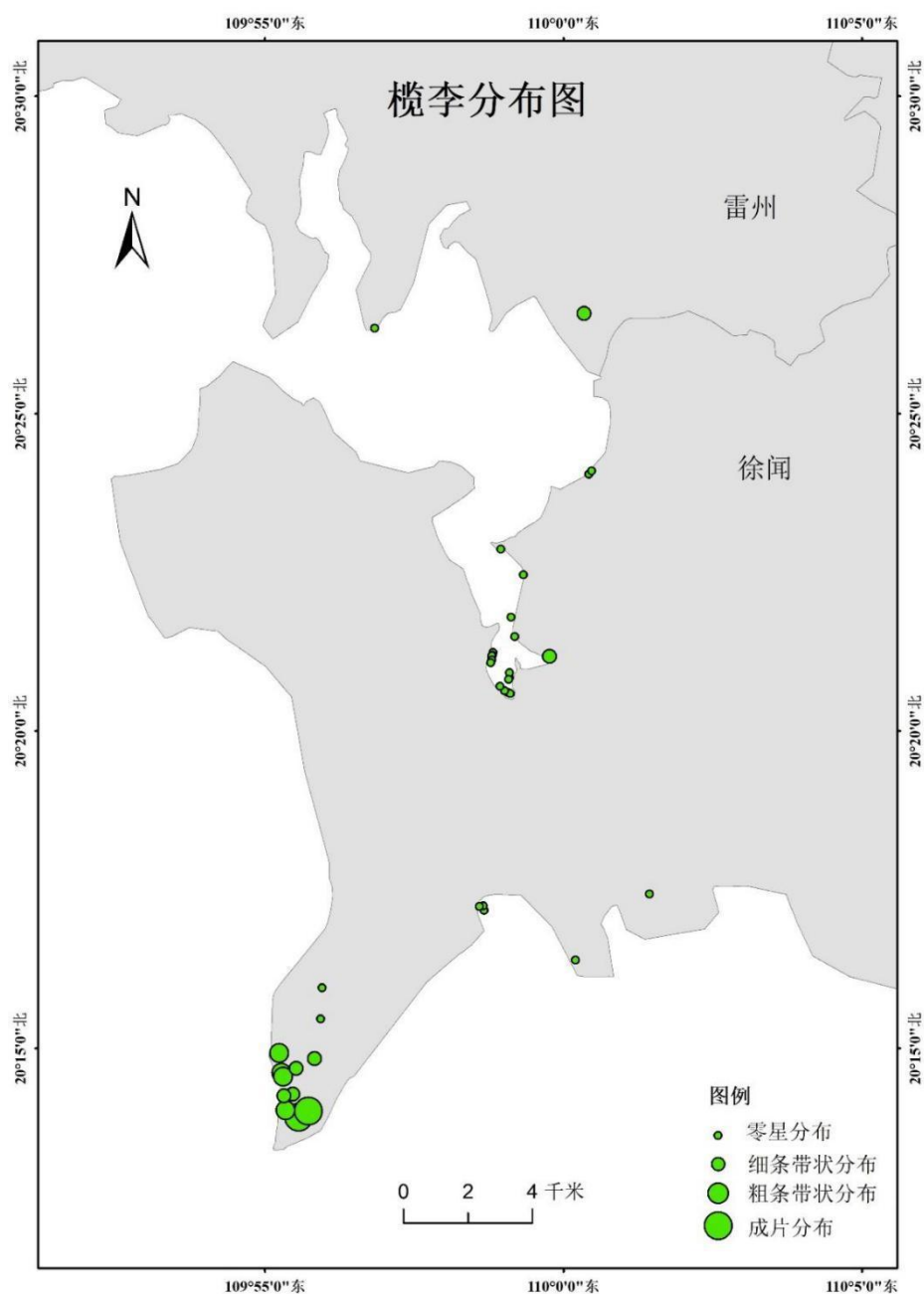


图 5.2.1-2 湛江市榄李群落分布图

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的面积最大、数量最多、同时也是分布最北的玉蕊群落。在该区域的调查中,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。

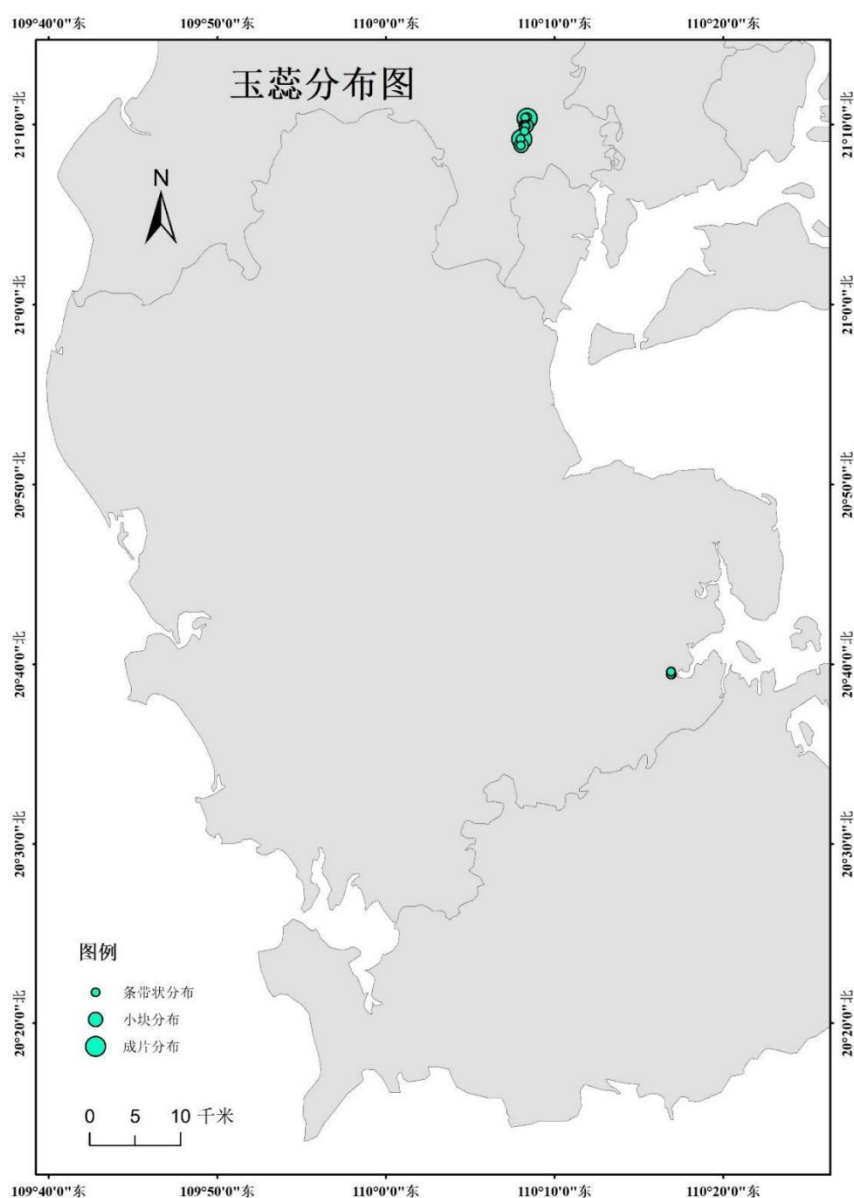


图 5.2.1-3 湛江市玉蕊群落分布示意图

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) 特呈岛白骨壤古树群落

特呈岛上长有成片的白骨壤古树群落。根据调查，特呈岛上树龄在 150 年以上的古树有 493 棵，各径级树高差异不明显，都在 4m 左右。白骨壤古树都比较健康，未见明显病虫害。



图 5.2.1-4 特呈岛南面滩涂白骨壤古树分布位置图

5.2.1.3 广东湛江红树林国家级自然保护区

图 5.2.1-4 广东湛江红树林国家级自然保护区分布图

广东湛江红树林国家级自然保护区于 1997 年批准建立，保护区总面积 20278.8ha，其中红树林面积 5411.26ha。保护区东起硇洲岛六竹港，西至廉江市

高桥镇安浦港，南达徐闻县南山村，廉江市高桥镇红寨围。地理坐标为东经 $109^{\circ}41'10.05''$ ~ $110^{\circ}33'50.51''$ ，北纬 $20^{\circ}14'42.90''$ ~ $21^{\circ}34'52.59''$ 。

保护区核心区面积 7100.3ha，占保护区总面积的 35.01%。主要集中在廉江市高桥德耀、遂溪县北潭、遂溪县界炮安塘、雷州市企水湾、麻章太平镇至东海区民安镇海域。区内是湛江红树林资源种类最为丰富的区域，最突出的特征是红树林湿地生态系统稳定，均为天然林或天然次生林，红树林种类多、生长茂盛且集中连片。缓冲区面积 3088.0ha，占保护区总面积的 15.23%。主要位于保护区外围，保证核心区的安全。区内除沿海滩涂外还分布有一定面积的天然或人工更新的有林地，林龄尚幼，树种较单纯，分布较分散，生态功能较脆弱。实验区面积为 10090.5ha，占保护区总面积的 49.76%。实验区的主要功能是人工促进红树林生态系统的修复、恢复，开展科学实验，培育红树苗木，开展森林旅游、多种经营和教学实习活动。

保护区的红树林可划分为 9 个群系 57 个群丛，其中无瓣海桑群系可划分为 16 个群丛，白骨壤群系可划分为 11 个群丛，红海榄群系可划分为 8 个群丛，木榄群系可划分为 6 个群丛，桐花树群系可划分为 5 个群丛，秋茄群系可划分为 5 个群丛，老鼠簕群系可划分为 4 个群丛，角果木群系和拉关木群系各划分为 1 个群丛。

保护区红树林群落类型（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。

5.2.1.4 麻章区红树林资源

麻章区现有红树林面积 1096.8ha，是湛江市红树林的主要分布区之一，占全市红树林面积的 17%，小斑块数量多、斑块密度大，呈现出明显的破碎化分布特征。根据调查，麻章区红树林主要优势树种有红海榄、白骨壤、桐花树、秋茄、海漆、无瓣海桑等，各主要群落类型及面积见下表。

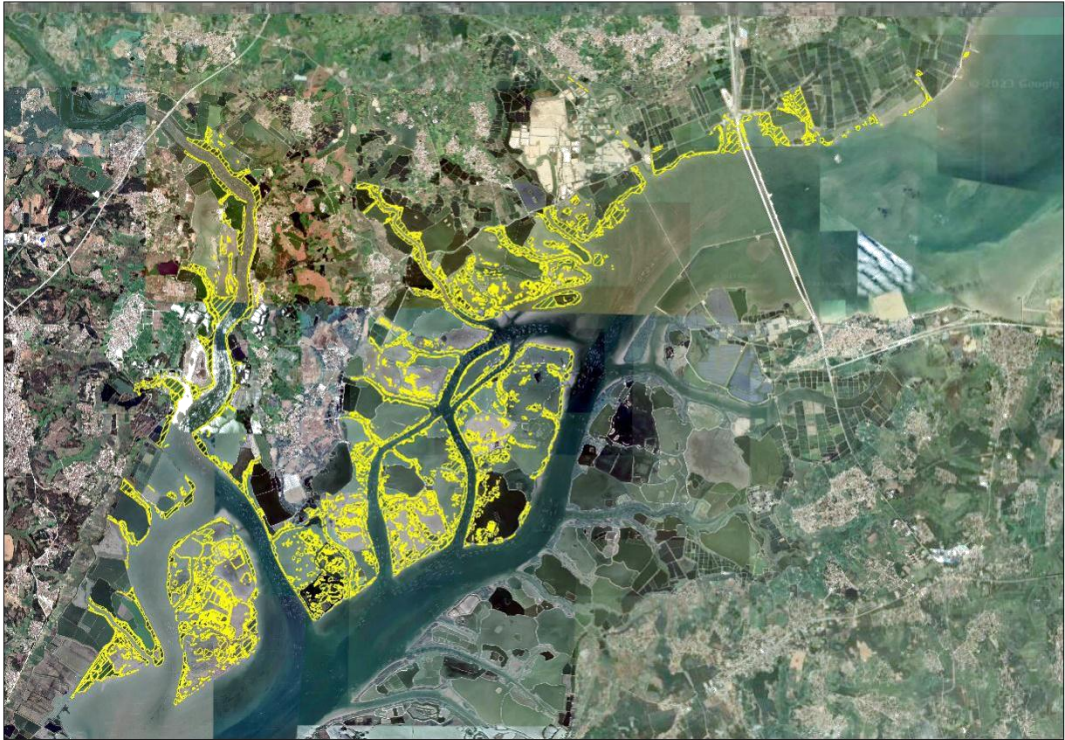


图 5.2.1-5 麻章区现有红树林范围图

表 5.2.1-1 麻章区主要红树林群落类型及面积

序号	群落类型	面积（ha）
1	无瓣海桑~白骨壤~桐花树	170.19
2	无瓣海桑	162.24
3	红海榄~秋茄	131.47
4	无瓣海桑~白骨壤	123.39
5	红海榄	105.74
6	无瓣海桑~桐花树	72.89
7	无瓣海桑~桐花树~秋茄	52.28
8	红海榄~白骨壤~无瓣海桑	45.38
9	红海榄~桐花树	41.04
10	红海榄~无瓣海桑	35.76
11	白骨壤	32.83
12	无瓣海桑~桐花树~白骨壤	28.85
13	白骨壤~无瓣海桑~红海榄	23.76
14	白骨壤~桐花树~无瓣海桑	22.28
15	无瓣海桑~秋茄~白骨壤	19.20

序号	群落类型	面积 (ha)
16	桐花树~无瓣海桑	17.58
17	无瓣海桑~海漆~桐花树	14.73
18	无瓣海桑~ 桐花树~海漆	14.76
19	白骨壤~无瓣海桑	14.74
20	桐花树	14.61
21	秋茄~白骨壤~桐花树	10.22
22	秋茄~红海榄	10.18

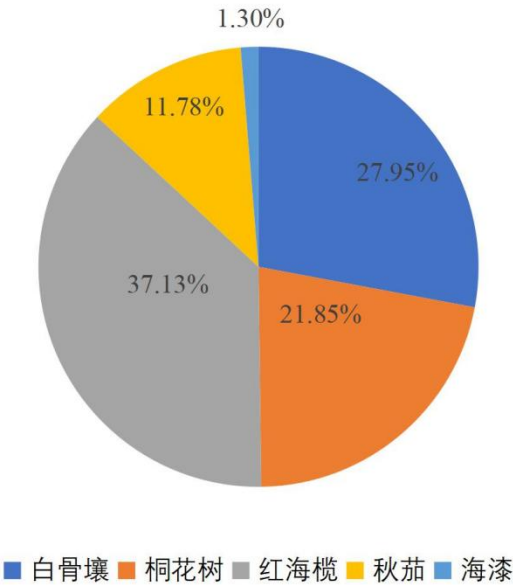


图 5.2.1-6 麻章区乡土红树植物各种类占比情况

5.2.1.5 金牛岛片区红树林现状

在麻章区金牛岛红树林片区，由于围垦养殖的影响，红树林主要分布于养殖池塘中间及塘埂两侧，多为灌木林或小乔木林。优势种主要包括红海榄、桐花树、海漆、无瓣海桑和卤蕨等。此外还分布有白骨壤、秋茄、木榄、黄槿等红树植物。



图 5.2.1-7 麻章区通明海现有主要红树植物种类





图 5.2.1-8 麻章区金牛岛片区红树林现状

1) 红海榄~桐花树群落

红海榄~桐花树群落为调查区域内主要植物群落之一，群落以红海榄为主，桐花树分布在红海榄外侧或与红海榄交替分布，零星伴生有无瓣海桑等其他红树植物，在养殖塘中间部分群落状态最佳，部分养殖塘内成片状分布，群落内植株分布密度高，植株高度较高，支柱根数量多，冠幅较大，群落内覆盖度接近 100%，病虫害少。此外，在各地块的塘内堤岸部分有群落分布，且常伴生较多其他树种，多样性较高，群落外侧有较多幼苗分布，群落生长状况良好。



图 5.2.1-9 红海榄~桐花树群落

2) 红海榄群落

红海榄群落为调查区域内主要植物群落之一，主要分布在池塘中部，成片状分布，群落以红海榄为主，外侧较少伴生有其他红树植物。群落内密度较高，植被覆盖度接近 100%，病虫害较少，植株高度较高。



图 5.2.1-10 红海榄群落

3) 桐花树群落

桐花树群落为调查区域内主要植物群落之一，群落以桐花树为主，伴生有红海榄、无瓣海桑等，桐花树大面积成片状或斑块状分布。在养殖塘中间部分的桐花树群落状态最佳，尤其靠岸边养殖塘的群落分布面积广，群落内植株分布密度高，植株高度较高，冠幅较大，群落内覆盖度接近 100%，病虫害少，大部分桐花树植株处于花期，开花较多。现状分布高程为 1.3m~1.7m。



图 5.2.1-11 桐花树群落

4) 海漆群落

海漆群落为调查区域内主要植物群落之一，其主要分布在塘埂堤岸等较高处，在部分养殖塘内的堤岸连续呈带状分布，在低于其位置的塘埂处伴生有红海榄、桐花树、白骨壤、秋茄、卤蕨等，高于其位置处伴生有海马齿、海刀豆、苦郎树等。海漆生长发育良好，无病虫害。



图 5.2.1-12 海漆群落

5) 卤蕨群落

卤蕨群落在部分养殖塘的堤岸呈带状分布或零星分布，常伴生有海漆、桐花树、红海榄等。群落生长情况良好，个体植株发育较大。



图 5.2.1-13 卤蕨群落

6) 其他红树植物

调查区内还分布有无瓣海桑、白骨壤、秋茄、木榄、黄槿等红树植物。无瓣海桑主要大面积分布于河道两侧，伴生有桐花树、海漆、海马齿等。白骨壤分布面积较小、零星分布于塘埂堤岸，常伴生有海漆、红海榄、桐花树、卤蕨、海马齿等。秋茄、木榄、黄槿仅零星分布。



图 5.2.1-14 外海侧无瓣海桑（左图）与白骨壤、海漆等（右图）

5.2.1.6 本项目修复区养殖塘内红树林现状

对项目养殖塘内红树林进行调查发现，养殖塘内红树林以斑块或条带状为主，斑块破碎明显，部分区域呈零星分布状，养殖塘修复区内养殖塘红树林分布见下表。

表 5.2.1-2 养殖塘内红树林分布情况表

序号	塘编号	树种	生长标高 (m)	面积	塘常水位 (m)	淹水深 (m)
1	A01	桐花树	1.71~2.12	94465.36	2.39	0.27~0.68
2	A03	桐花树	1.55~1.89	43444.3	2.3	0.41~0.75
3	A05	红海榄、桐花树	1.9~2.12	33103.36	2.55	0.43~0.65
4	A06	红海榄	1.37~1.61	3255.94	1.94	0.33~0.57
5	A07	红海榄、桐花树	1.99~2.29	22830.27	2.80	0.51~0.81
6	A09	红海榄、白骨壤	1.26~1.44	11601.35	1.95	0.51~0.69
7	B03	红海榄	1.67~1.82	1775.69	2.38	0.56~0.71
8	B04	红海榄、桐花树	1.69~2.0	2378.49	1.81	-0.19~0.12
9	B05	现状已退化消失		22811.95	2.48	
10	B06	红海榄	1.7~2.20	9960.88	2.32	0.12~0.62
11	B09	红海榄	1.88~2.03	114121.9	2.61	0.58~0.73
12	C01	红海榄	1.79~1.87	5423.6	2.55	0.68~0.76
13	C02	红海榄	1.75~1.82	39551.5	2.51	0.69~0.76
14	C03	红海榄、桐花树、白骨壤	1.51~1.94	99546.8	2.08	0.14~0.57
15	D01	红海榄	1.60~1.71	23212.6	2.41	0.7~0.81
16	D08	红海榄、桐花树、白骨壤	1.78~1.89	122250	2.62	0.73~0.84

通过观测数据可以发现现状养殖塘内红树林主要为红海榄、桐花树和白骨壤，在正常养殖条件下，现状红树林基本处于长期淹水状态，其中红海榄淹水深度在 0.09~0.84m 之间，桐花树淹水深度在-0.19~0.76m 之间，白骨壤淹水深度在 0.14~0.69m 之间，仅 B04 号塘少部分桐花树处于露出水面状态。



图 5.2.1.5-15 现状三调红树林分布图

A01 号塘红树品种为桐花树，总面积 9.45ha，成片分布，树高约 2.3m，长势好，郁闭度为 93。

A03 号塘红树品种为桐花树，总面积 4.34ha，集中分布在塘南侧和西北侧，塘南侧红树林呈片分布，西北部红树林呈条带状分布，树高约 1.8m，长势好，郁闭度为 95。

A05 号塘红树品种为红海榄、桐花树，以红海榄为主，总面积 3.31ha，集中分布在塘西南侧，呈小斑块和条带分布，树高约 1.7m，相比三调图斑，现有红树林已出现大面积退化，特别是塘南部区域已基本退化消失，红树林郁闭度为 26。

A06 号塘红树品种为红海榄，总面积 0.33ha，呈小斑块零星分布在塘北侧，树高约 1.3m，郁闭度为 84。

A07 号塘红树品种为红海榄、桐花树，以红海榄为主，总面积 2.28ha，分布在塘西侧，树高约 1.1m，红树林呈簇状，基本不成林，红树林郁闭度为 32。

A09 号塘红树品种为红海榄、白骨壤，以红海榄为主，总面积 1.16ha，分布在中部，呈小斑块和条带分布，树高约 1.5m，长势一般，红树林郁闭度为 43。

B03 号塘红树品种为红海榄，总面积 0.18ha，呈小斑块分布，树高约 1.65m，长势好，郁闭度为 85。

B04 号塘红树品种为红海榄、桐花树，以红海榄为主，总面积 0.24ha，集中分布在塘西侧，呈小斑块和条带分布，树高约 1.9m，红树林郁闭度为 67。

B05 号塘三调红树林 2.28ha，已全部退化消失。

B06 号塘红树品种为红海榄，总面积 1ha，由几个大斑块和零星的小斑块组成，主要分布在塘中部，树高约 2.2m，长势好，郁闭度为 89。

B09 号塘红树品种为红海榄，总面积 1.14ha，现状红树林呈破碎化小斑块状，在塘大部分区域均有分布，树高约 1.7m，郁闭度为 52。

C01 号塘红树品种为红海榄，总面积 0.54ha，现状红树林呈破碎化小斑块状，分布在塘东部和南部，树高约 1.8m，郁闭度为 45。

C02 号塘红树品种为红海榄，总面积 3.96ha，现状红树林呈斑块状分布在塘中部，树高约 2.0m，郁闭度为 65。

C03 号塘红树品种为红海榄、桐花树、白骨壤，总面积 9.95ha。现状红树林呈破碎化小斑块状，分布在塘内各处，树高约 1.6m，郁闭度为 34。

D01 号塘红树品种为红海榄，总面积 2.32ha，现状红树林呈斑块状分布在塘南部，树高约 2.1m，郁闭度为 77。

D08 号塘红树品种为红海榄、桐花树、白骨壤，总面积 12.23ha，现状红树林呈破碎化小斑块状，主要分布在塘东侧，树高约 1.52m，郁闭度为 44。

项目区养殖塘内红树植物以红海榄、桐花树和白骨壤为主，其中红海榄数量最多，桐花树次之，白骨壤数量较少，仅个别塘有分布。塘内红树林斑块破碎化明显，以小斑块或条带状分布为主。虽然塘内红树林斑块破碎，但塘内红树林生长状况良好，叶片颜色鲜艳，枝条强壮，少病虫害，修复区养殖塘内部未发现死亡植株，仅个别植株有少量枯枝。

大多数养殖塘内部现状红树林面积相比三调数据有所减少，特别是 A05、B05 号塘内红树林面积减少严重，初步分析红树林退化原因主要有自然因素和人为干扰双重影响导致。

(1) 自然因素方面：由于养殖塘内部为保持养殖水域水深，塘内滩面均属于长期淹水状态，红树林种子失去了生长条件，所以塘内红树林无法获得自然演替更新。而原有红树林随着树龄增长、病虫害、风暴潮等灾害影响而逐步退化，导致红树林数量减少。

(2) 人为因素影响：主要是由于前些年养殖户红树林保护意识淡薄，在池塘改造和养殖、捕捞过程中破坏了现有红树林，导致红树林面积减少，此外原有养殖塘内水位控制不合理，养殖户仅追求养殖利益，导致塘内水位过高，红树林长期淹水，也是红树林退化的重要原因，其中 A05、B05 塘红树林退化严重更主要原因是养殖活动破坏导致。近几年随着红树林保护相关法律法规的完善，监管力度逐年加大，加之群众保护红树林意识的提高，近几年红树林退化现象明显减缓，近一年内修复区红树林面积基本未减少，红树林生长状况稳定

5.2.2 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，其中硇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，市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。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。

5.2.3 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，是中国第一大火山岛，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。

5.2.4 旅游资源

湛江市旅游资源丰富，其海洋景观富南中国海的迷人的魅力，历来以环境优美著称，1959 年就获得了国家“花园城市”的称号。具有全国光、热、水、绿最丰富的海岸带，有 104 个岛屿、暗沙，沿海防护林带长达 1300km，面积 2 万公顷，享有“绿色长城”之称:拥有全国最大的红树林保护区。岸线绵长曲折、近海水深浪静，透明度高，水底景色优美，特有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。

湛江市岛屿众多，具亚热带风光，一年四季均可进行海上活动，为优良的海滨浴场和度假、避暑胜地,目前已开辟的滨海旅游区有东海岛龙海天、吴川吉兆、徐闻白沙湾，其中东海岛龙海天和吴川吉兆是省级旅游区。湛江市雷州古城是国

家级历史文化古城之一:湖光岩风景区更是全国著名的火山口湖泊,地质学上称为“玛珥湖”;湛江鹤山水库烟波浩渺,面积达 122km²,是省内仅次于河源“万绿湖”的“人造海”。

根据《2023 年湛江市国民经济和社会发展统计公报》,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%。

5.2.5 矿产资源

湛江市矿产资源较丰富。截至 2015 年 12 月 31 日,湛江市已发现矿产 42 种,矿产地 337 处,其中探明资源储量的矿产 34 种,矿产地 319 处。能源矿产 4 种,金属矿产 12 种,非金属矿产 15 种,水气矿产 3 种。储量规模达到大型的有 46 处,中型的 46 处,在 92 处大、中型矿床中,金属矿产 7 处,非金属矿产 53 处,能源矿产 7 处,水气矿产 25 处。优势矿产有滨海稀有稀土砂矿、玻璃用砂、银矿、高岭土、泥炭、硅藻土、玄武岩、地下水、矿泉水、地热等。

5.2.6 渔业资源

湛江海域所在的湛江咸淡水交界处多变的环境和辽阔的海域,属亚热带浅海区域,环境复杂多变,水生生物种类多,海产十分丰富,鱼虾类区系的生态类型纷繁多样,分布有 200 多种经济鱼类,是多种经济虾类、蟹类、虾蛄类、头足类和多种优质贝类的栖息地和产卵繁育场所,大型海藻类种类也十分丰富,在渔业上占有极其重要的地位。

从适温性来看,本水域的鱼类以暖水性种类为主,占 79.08%,暖温性种类较少,占 20.92%,虾类全部为暖水性种类。从适盐性来看,本水域的鱼类主要由海水鱼类和咸淡水鱼类两大类型所构成。其中海水鱼类占总数的 64.05%,这一类型的鱼类大多分布较广,既出现在近外海,也出现在河口、浅海水域,产卵场多数分布在盐度较低的浅海或近海,这些鱼类在其稚幼鱼阶段可以进入到低盐度的河口区索饵。咸淡水鱼类的种类较少,只有 55 种,占总数的 35.95%,这一类型的鱼类主要是一些在河口、浅海索饵产卵的沿岸性小型鱼类。从分布的水层和食性来看,本水域以底层、近底层鱼类占优势,这一类型的鱼类大多以底栖生物及小型鱼虾为其主要饵料,占本水域鱼类种数的 74.51%。

5.2.7 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型，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的有弹性，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、中国鲎、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 5.2.7-1 湛江东部海域中华白海豚活动路线图

5.2.8 主要经济鱼种“三场一通”分布

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部第 189 号公告）中的南海国家级及省级保护区分布示意图和南海北部幼鱼繁育场保护区示意图，本项目所处海域为南海北部幼鱼繁育场保护区及黄花鱼幼鱼保护区。

（1）南海鱼类产卵场

湛江经济鱼类繁育场保护区从湛江市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北；番禺莲花山止东莞新沙二点连线以南的水域。保护期为农历四月二十日至七月二十日。管理要求为禁渔期间禁止拖网及机拖等作业。

（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，17 个基点连线以内水域，保护期为 1~12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

表 5.2.8-1 幼鱼繁育区 17 个基点地理位置表

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

（3）南海区幼鱼、幼虾保护区

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

根据南海区幼鱼、幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区的管理要求，自然保护区为经各地人民政府批准而进行特殊保护和管理的区域，结合《中华人民共和国自然保护区条例》的相关规定，上述渔业资源保护区均不属于水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。

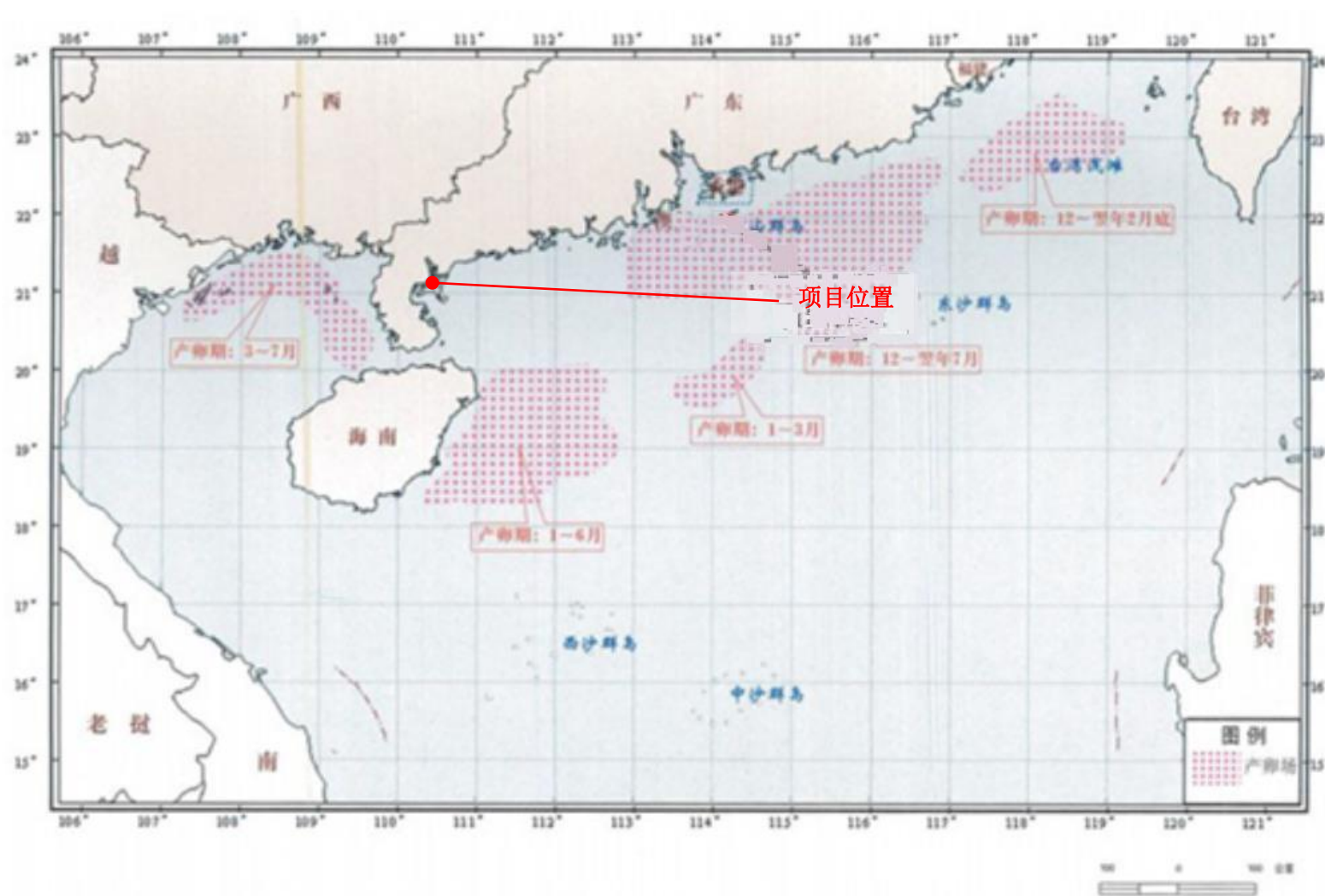


图 5.2.8-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

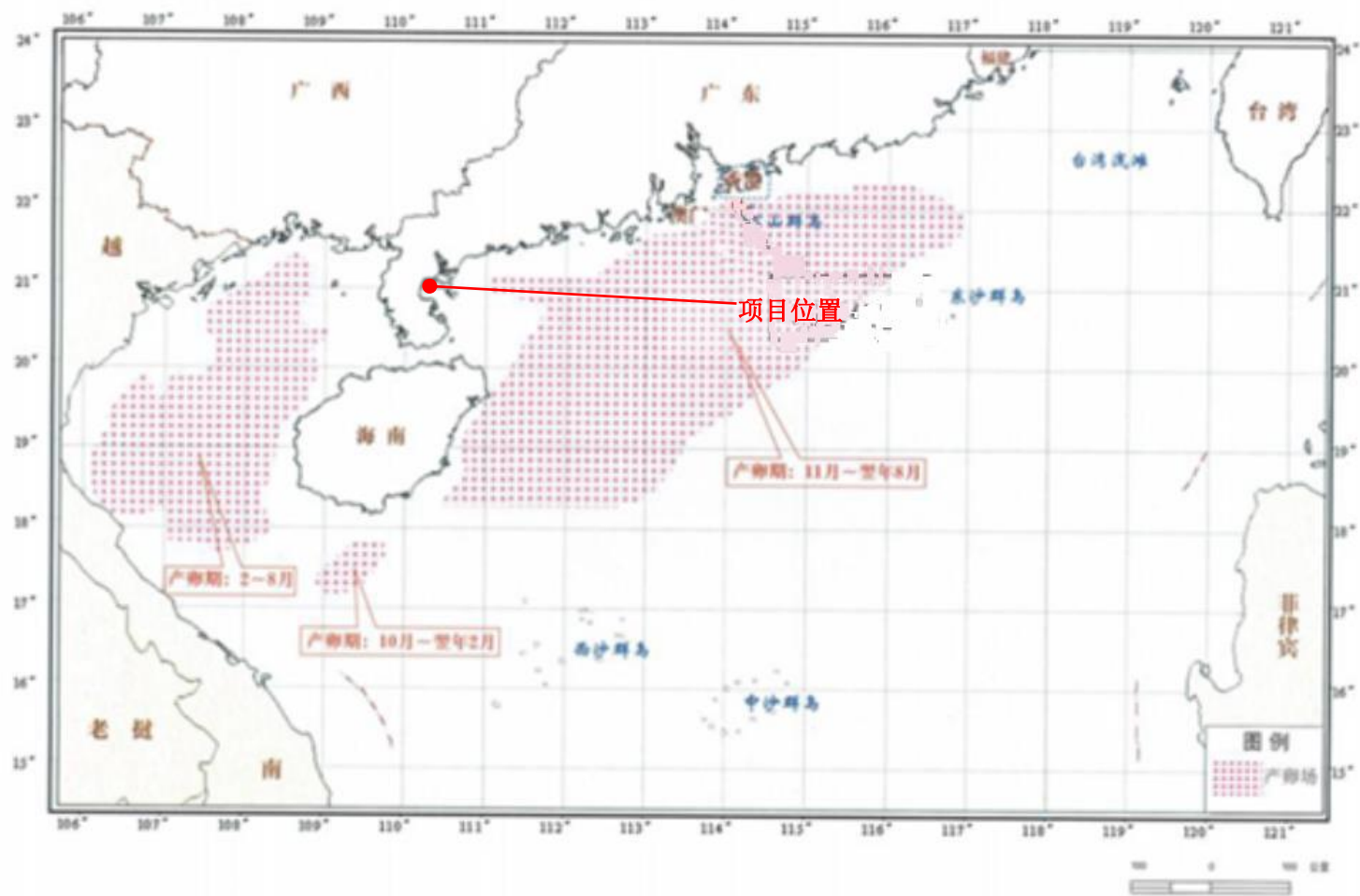


图 5.2.8-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

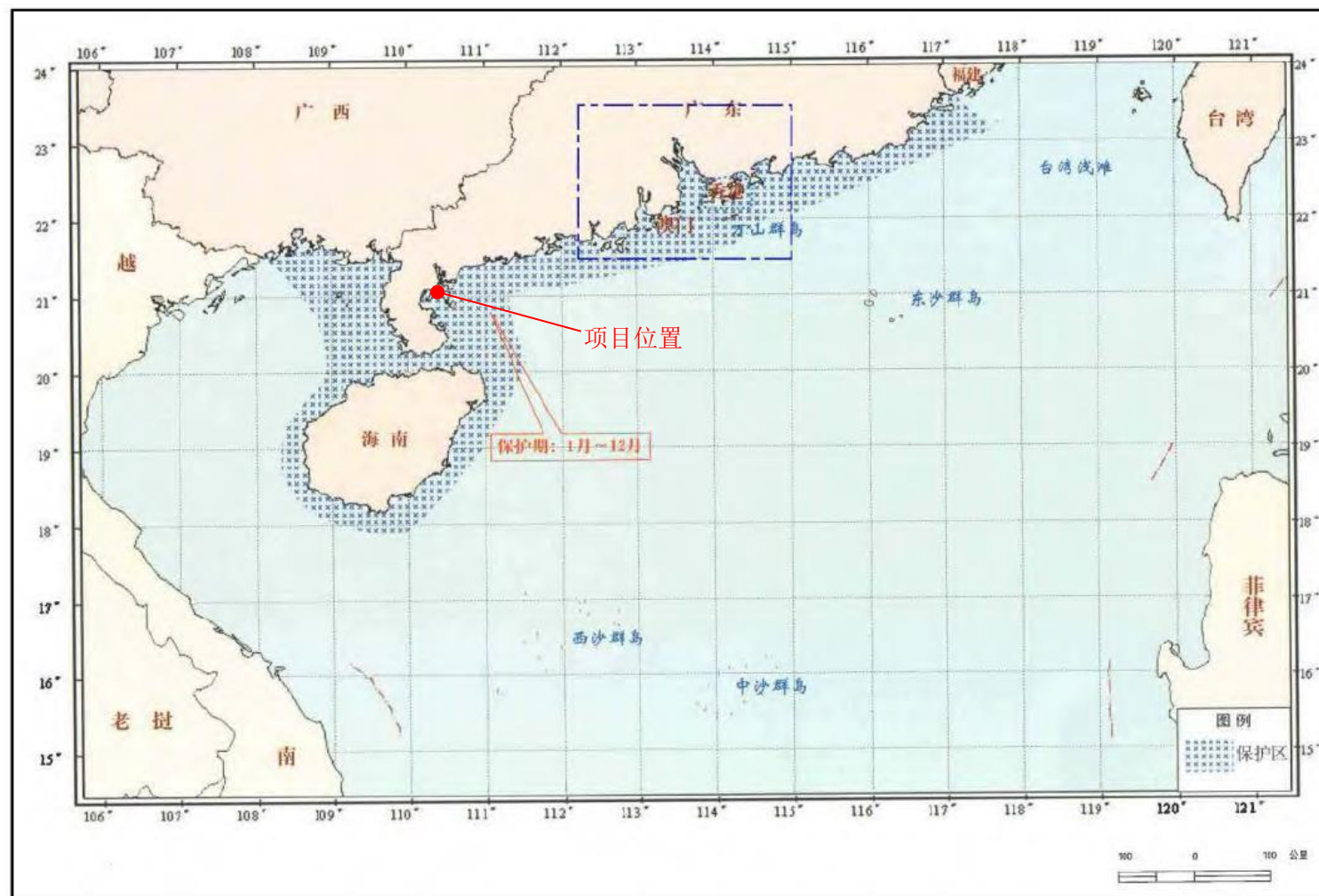


图 5.2.8-4 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

5.3 区域开发利用现状

5.3.1 社会经济概况

5.3.1.1 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（ $AQI \leq 50$ ）的天数占全年比重 62.7%，达到良（ $51 < AQI \leq 100$ ）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 麻章区社会经济概况

根据《2022 年麻章区国民经济和社会发展统计公报》，2022 年末，麻章全区年末总户数 7.57 万户，比上年末增加 374 户；户籍人口 31.48 万人，比上年末增加 1658 人。常住人口 33.45 万人，比上年末增加 200 人，其中城镇常住人口 15.88 万人，占常住人口比重(常住人口城镇化率)47.47%，比上年末提高 1.18 个百分点。全年出生率 11.4‰；死亡率 5.3‰；自然增长率 6.2‰。

2022 年全区地区生产总值（初步核算数）206.57 亿元，同比增长 1.6%。其中，第一产业增加值 31.69 亿元，增长 10.8%，对地区生产总值增长的贡献率为 99.2%；第二产业增加值 73.32 亿元，下降 0.5%，对地区生产总值增长的贡献率为-11.1%；第三产业增加值 101.56 亿元，增长 0.4%，对地区生产总值增长的贡献率为 11.9%。三次产业结构为 15.3：35.5：49.2。人均地区生产总值 61773 元，增长 3.3%。

全年全区地方一般公共预算收入 6.66 亿元，自然口径比上年增长 1.1%，全年新增城镇就业 3428 人，失业人员再就业 2231 人。年末城镇登记失业率控制在 3.5%以内。

全年全部工业增加值比上年增长 0.7%。规模以上工业增加值增长 1.2%。规模以上工业企业资本保值增值率 100.42%，比上年末增长 23.7 个百分点；资产负债率 62.48%，下降 0.5 个百分点；流动资产周转率 1.2 次；成本费用利润率 1.42%，下降 7.3 个百分点；产品销售率 101.57%，提高 3.2 个百分点。全员劳动生产率 34.61 万元/人年，增长 3.1%。利润总额 2.90 亿元，比上年下降 83.3%。亏损企业亏损总额 2.13 亿元，增长 412.0%；亏损企业亏损面为 37.1%。

全年规模以上服务业企业实现营业收入比上年下降 4.3%；利润总额增长 624.7%。全区全年货运量 675 万吨，比上年增长 10.7%；货物周转量 61542 万吨/公里，增长 3.5%；客运量 428 万人，增长 3.9%；旅客运输周转量 48021 万人/公里，增长 3.2%。年末境内公路里程 868 公里，其中，高速公路 36 公里。

全年固定资产投资比上年增长 1.1%。在固定资产投资中，项目投资增长 16.0%。全年社会消费品零售总额 149.14 亿元，比上年增长 1.5%。全年货物进出口总额 46.67 亿元，比上年增长 30.2%。

年末全区金融机构各项存款余额 142.34 亿元，比上年增长 9.6%。金融机构各项贷款余额 95.75 亿元，比上年增长 18.2%。

全年全区居民人均可支配收入 28770 元，比上年增长 5.6%。分城乡看：城镇居民人均可支配收入 35220 元，增长 4.7%；农村居民人均可支配收入 23207 元，增长 5.6%。

全年全区居民人均消费支出 19244 元，比上年增长 2.9%。分城乡看：城镇居民人均消费支出 22383 元，增长 1.9%；农村居民人均消费支出 16536 元，增长 3.2%。

年末全区参加城镇职工基本养老保险 3.88 万人，比上年增长 4.2%。参加城乡居民基本养老保险 11.86 万人，增长 5.3%。参加基本医疗保险 27.53 万人，下降 3.6%，其中城乡居民基本医疗保险 22.88 万人，下降 3.1%。参加失业保险 3.60 万人，增长 5.7%。参加工伤保险 3.58 万人，下降 3.2%。参加生育保险 4.65 万人，下降 2.9%。

全年新认定高新技术企业 10 家；新增省级“专精特新”中小企业 7 家；新增专利授权 901 件，其中新增发明专利 319 件，增长 105.8%。

全年接待旅游游客 107 万人次，比上年下降 18.9%，旅游收入 9.70 亿元，比上年下降 31.1%。

5.3.2 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、世乔村至东海岛铁路段、红树林保护区、东海岛、通明海海洋保护区、湛江港港口航运区、东海岛北部工业与城镇用海区、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等。项目所在海域开发利用现状见图 5.3.2-1 和表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 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	养殖塘周边	海图
2	油气管道	中石化粤西管网有限公司	--	海底管道	穿越项目	确权资料
3	世乔村至东海岛铁路段	茂湛铁路公司	--	铁路段	穿越项目	确权资料
4	红树林保护区	--	--	红树林保护区	项目占用	海图
5	通明海海洋保护区	--	--	海洋保护区	项目占用	海图
6	东海岛大桥	广东中交玉湛	4.9368	海上大桥	东侧约	确权资料

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
		高速公路发展 有限公司			2.6km	
7	湛江港港口航运 区	--	--	航运区	东面约 2.7km	海图
8	东海岛北部工业 与城镇用海区	--	--	工业与城 镇用海区	东面约 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 7.7km	海图
10	雷州湾农渔业区	--	--	农渔业区	西南面约 5.2km	海图

6 环境质量现状调查与评价

6.1 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。

6.1.1 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。

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。

6.1.2 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。

6.1.3 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。从整体变化过程看来，各站含沙量一般不超过 0.10kg/m³。大潮期，悬浮泥沙浓度最低值为 0.0062kg/m³；悬浮泥沙浓度最大值为 0.1093.02kg/m³，出现在 C6 站底层。

6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

6.2.1 地形地貌

本工程区位于湛江市麻章区，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，地面高程最高为 6.47 米，最低约为-7 米（海底），落差约为 13 米。

计划种植红树林区域主要为滨海平原(潮坪)，西北部为丘陵台地，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养殖塘，未进行大范围改造，除有人工修筑土堤及养殖塘外，基本无大型人工建筑及改造痕迹。

6.2.3 海底冲淤情况

红树林生态修复工程全部位于行之有年的养殖塘范围内，养殖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，降低养殖塘的水位，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，项目区养殖塘处于半封闭状态，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。

养殖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养殖塘，流速较慢，因此，外环境海水与本项目养殖塘的海水交换，对冲淤环境基本均集中在闸口附近，对整个养殖塘的冲淤环境的影响较小。

6.3 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；需收集春、秋两季海洋调查资料。其中：

项目春季海洋环境现状调查资料引自《湛江市麻章区森工产业园污水处理厂尾水排海工程涉海咨询项目春季海洋环境调查报告》（广州邦鑫海洋技术有限公司）2021 年 4 月 23 日至 4 月 25 日的调查成果，春季调查共布设海水水质站位 20 个，沉积物站位 10 个，海洋生物生态调查站 12 个；调查共布设潮间带生物调查站位 3 个。

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，调查在项目海域共设置 25 个站位，其中包含水质现状监测站位 25 个（含沉积物站位 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。

6.3.1 春季海洋现状调查资料

6.3.1.1 海洋现状调查站位布设

调查站位布置图详见图6.3.1.1-1，调查站位及内容位置详见表6.3.1.1-1。

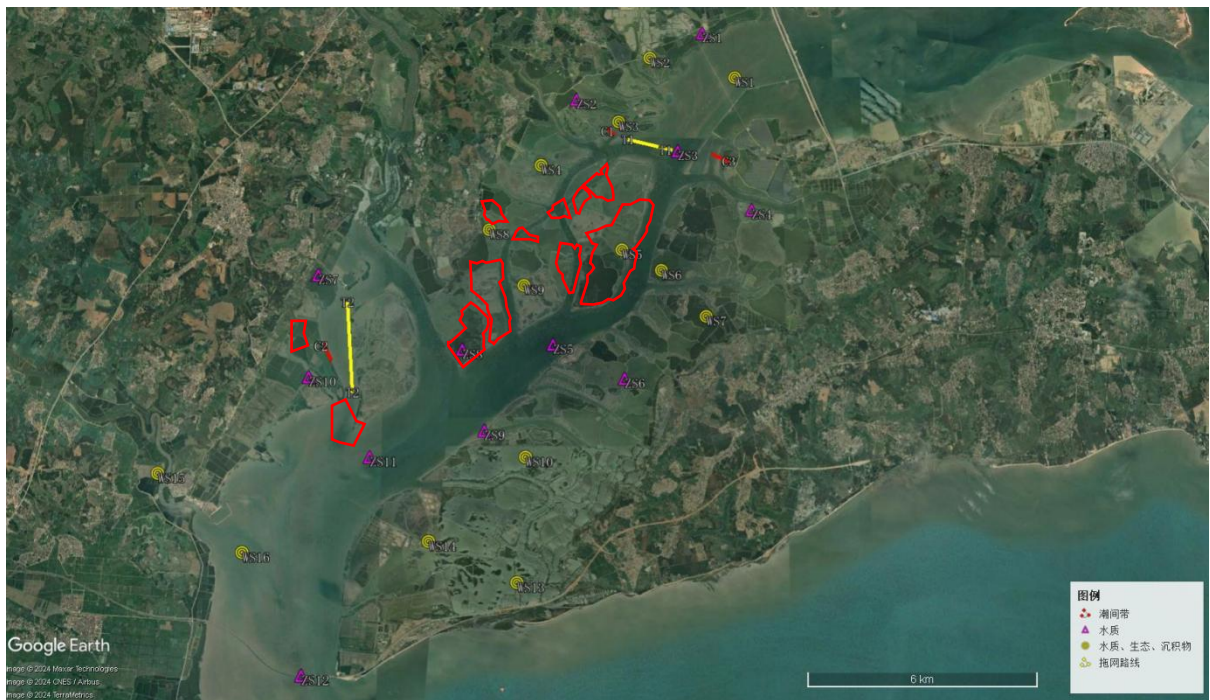


图 6.3.1.1-1 春季海洋环境调查站位布设图

6.3.1.2 调查概况

(1) 调查站位

2) 春季

春季调查共在麻章东南部海域设 26 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 条拖网断面海水水质站位 20 个，沉积物站位 10 个，海洋生物生态调查站 12 个。本次调查共布设潮间带生物调查站位 3 个。

(2) 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）。

(3) 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。各项目的分析及检出限见下表。

表 6.3.1.2-1 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》 GB17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	ice-3300 火焰原子 吸收分光光度计	3.1μg/L
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

（4）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。

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{si}$$

式中： S_{ij} ：评价因子 i 的水质指数；

C_{ij} ：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：

$$S_{DO,j} = \frac{|\text{DO}_f - \text{DO}_j|}{\text{DO}_f - \text{DO}_s} \quad \text{DO}_j > \text{DO}_f$$

$$S_{DO,j} = \text{DO}_s / \text{DO}_j \quad \text{DO}_j \leq \text{DO}_f$$

$$\text{DO}_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$$

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：

$$S_{\text{pH},j} = \frac{7.0 - \text{pH}_j}{7.0 - \text{pH}_{\text{sd}}} \quad \text{pH}_j \leq 7.0$$

$$S_{\text{pH},j} = \frac{\text{pH}_j - 7.0}{\text{pH}_{\text{su}} - 7.0} \quad \text{pH}_j > 7.0$$

其中：

式中： $S_{\text{pH},j}$ —pH 的指数；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值；

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

6.3.1.3 海水现状评价执行标准

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下图所示。

图6.3.1.3-1 项目调查站位功能区分布图

6.3.1.3.1 海水环境质量现状评价标准

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下表，执行标准参照《海水水质标准》（GB3097-1997）。

表 6.3.1.3-1 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	WS1、WS2、WS3、WS4、WS5、WS6、WS7、WS8、WS9、WS10、WS13、WS14、ZS1、ZS2、ZS3、ZS4、ZS5、ZS6、ZS7、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	WS15、WS16、ZS12	

6.3.1.3.2 沉积物环境质量现状评价标准

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下表，执行标准参照《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）。

表 6.3.1.3-2 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	

6.3.1.3.3 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。

6.3.1.4 海水水质调查结果与评价

6.3.1.4.1 区域整体水质状况

2024 年 3 月麻章东南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站整个调查占位的 3.85%，超过第二类海水水质的的调查站位站整个调查占位的 96.15%。调查海域 pH 值浓度超标率高达 96.15%，大大增加了该海域超二类海水水质的面积占比。

6.3.1.4.2 区域各水质监测指标状况

（1）水温

调查海域水温介于 17.6℃~22.8℃之间，平均值为 19.7℃。

（2）pH 值

调查海域 pH 介于 6.71~7.82 之间。符合二类海水水质标准的调查站位站整个调查占位的 3.85%，超过二类海水水质标准的调查站位站整个调查占位的 96.15%。调查海域的 pH 质量状况较差。

(3) 盐度

调查海域盐度介于 13.0%~23.9%之间，平均值为 18.2%。

(4) 透明度

调查海域透明度介于 0.2m~0.9m 之间，平均值为 0.5m。

(5) 溶解氧

调查海域溶解氧含量介于 6.22mg/L~8.47mg/L 之间，平均值为 7.50mg/L。各调查站位溶解氧均符合第二类海水水质标准，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 0.00782mg/L~0.25mg/L 之间，平均值为 0.054mg/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 76.92%，超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 23.08%，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 1.99mg/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 80.77%，超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 19.23%。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 2.24mg/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 80.77%，超过第二类海水水质标准的站位占总站位的 19.23%。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~0.159mg/L 之间，平均值为 0.0268mg/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 84.26%，超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 15.38%。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 0.245mg/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 65.38%，超过第二类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 34.62%。

(11) 硝酸盐氮

调查海域硝酸盐氮含量介于 0.0125~0.379mg/L，平均值为 0.167mg/L。

(12) 亚硝酸盐

调查海域硝酸盐含量介于 0.002~0.086mg/L，平均值为 0.0171mg/L。

(13) 氨氮

调查海域氨氮含量介于 0.002~0.135mg/L，平均值为 0.060mg/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 169mg/L。

(15) 硫化物

调查海域悬浮物含量介于 ND~0.009mg/L 之间，平均值为 0.0031mg/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~2200 个/L 之间，平均值为 403 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 96.15%，超过二类类海水水质标准的调查站位占总调查站位数的 3.85%。

(18) 汞

调查海域汞含量介于 ND~0.026μg/L 之间，平均值为 0.00621μg/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~1.3μg/L 之间，平均值为 0.46μg/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~44.2μg/L 之间，平均值为 9.42μg/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 0.4~5.9μg/L 之间，平均值为 1.37μg/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~4.56μg/L 之间，平均值为 0.82μg/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 0.756 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位均符合第二类海水水质标准。

(24) 铬

调查海域锌均未检出，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。

6.3.1.4.3 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 26 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 96.15%，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 34.62%，油类超标率为 23.08%，化学需氧量超标率为 19.23%，生化需氧量超标率为 19.23%，活性磷酸盐超标率为 15.38%、粪大肠菌群超标率为 3.85%。

可以看出，本项目调查海域 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等因子出现超标，具有明显的生活污染源特征；超标主要原因可能与东海岛沿岸或麻章区沿岸居民生活污水排放污染及雨污口污染携带大量流域生产和生活污染物入海，提高了海域污染物负荷。

6.3.1.5 海洋沉积物环境质量调查与评价

6.3.1.5.1 调查概况

(1) 调查站位与调查内容

沉积物调查站位如“图 6.3.1.1-1：春季海洋环境调查站位布设图”所示。调查项目：含水率、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、有机碳、硫化物和石油类共 11 项。

(2) 检测方法

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，用塑料刀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。

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下表所示。

表 6.3.1.5-1 调查沉积物质量分析方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	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	AUY220电子天平	/
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	酸式滴定管	0.03%
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	UV-8000紫外可见分光光度计	0.3mg/kg
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	UV-8000紫外可见分光光度计	3.0mg/kg
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	AFS-8220 原子荧光光度计	0.002mg/kg
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	AFS-8220 原子荧光光度计	0.06mg/kg
铜	《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6.1	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	0.5mg/kg
铅	《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7.1	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	1.0mg/kg
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	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	0.04mg/kg

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
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	ice-3400火焰原子吸收分光光度计	6.0mg/kg
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	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	2.0mg/kg

(3) 评价方法

根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）对沉积物质量监测的监测数据进行评价。

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用公式

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

式中： P_i 为第*i*种评价因子的质量指数； C_i 为第*i*种评价因子的实测值； C_{si} 为第*i*种评价因子的标准值。

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

6.3.1.5.2 海洋沉积物调查结果

海洋沉积物调查结果见下表。

表 6.3.1.5-2 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	0.04 3	0.032	0.01 6	0.01	0.019	0.02 5	0.018	0.029	0.014	0.027	0.021	0.026

6.3.1.5.3 海洋沉积物质量评价

6.3.1.5.3.1 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。有机碳及砷超标的原因可能是由于附近田地作物除虫时喷洒的农药经雨水冲洗后，带入海域导致的。

6.3.1.5.3.2 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 $ND \sim 0.07 \times 10^{-6}$ 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。

6.3.1.5.4. 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 6.3.1.5-3 海洋沉积物质量指数

6.3.1.6 海洋生物质量调查与评价

6.3.1.6.1 调查概况

(1) 调查概况

在海洋生物体质量监测站位见“图 6.3.1.1-1：春季海洋环境调查站位布设图”所示。

游泳动物样品的采集和分析均按照《海洋调查规范》GB/T12763-2007 中规定的方法进行。按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）规定的方法进行样品的保存和实验室分析测试，各项目的分析方法及检出限列于下表。

表 6.3.1.6-1 海洋生物体质量分析方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
铜	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法（连续测定铜、铅和镉） 6.1	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.4mg/kg
铅	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	iCE-3300 原子吸收分光光度计	0.4mg/kg
镉	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.005mg/kg
铬	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.2	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
砷	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法 11.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.2mg/kg
汞	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法 5.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.002mg/kg
石油烃	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 荧光分光光度法 13	F96pro 荧光分光光度计	0.2mg/kg

(2) 评价方法与标准

1) 评价方法

海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

2) 评价标准

贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》。

6.3.1.6.2 海洋生物调查结果

本次调查海洋生物体质量调查结果见下表。

6.3.1.6.3 海洋生物质量评价

6.3.1.6.3.1 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。

6.3.1.6.3.2 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。

6.3.1.6.3.3 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。超标原因主要有可能是由于近岸的城市污水排放导致海洋重金属超标。

表 6.3.1.6-3 海洋生物质量指数

6.3.1.7 海洋生态概况

6.3.1.7.1 调查项目

(1) 调查站位

春季调查共布设了 12 个调查站位，见“图 6.3.1.1-1：春季海洋环境调查站位布设图”。

(2) 调查内容

本次调查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）。

6.3.1.7.2 调查及分析方法

样品的处理、分析鉴定和数据处理均按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）与《海洋监测规范》（GB17378-2007）的技术要求进行，具体的调查分析方法如下：

1. 浮游植物

浮游植物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（5）——浮游生物（浮游植物）生态调查的规定进行。使用浅水Ⅲ型浮游生物网垂直拖网采样，样品收集完毕后，加入鲁哥氏液固定，带回实验室进行鉴定分析。

2. 浮游动物

浮游动物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（5）——浮游生物（浮游动物）生态调查的规定进行。使用浅水Ⅰ型浮游生物网垂直拖网采样，样品收集完毕后，加入甲醛溶液固定，带回实验室进行鉴定分析。

3. 大型底栖生物

大型底栖生物采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（6）——大型底栖生物生态调查的规定进行。采样用张口面积为 0.1m² 的采泥器，每个站采样 2 次。标本处理和分析均按《海洋监测规范》进行。

4. 潮间带生物

采集方法：

1) 定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品, 并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

2) 滩涂定量采样用面积为 $25\text{cm} \times 25\text{cm}$ 的定量框, 礁石定量采样用面积为 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的定量框; 取样时先将定量框插入滩涂内, 观察框内可见的生物和数量, 再用铁铲清除挡板外侧的泥沙, 拔去定量框, 铲取框内样品, 若发现底层仍有生物存在, 应将采样器再往下压, 直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

3) 对某些生物栖息密度很低的地带, 可采用 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 的面积内计数 (个数或洞穴数), 并采集其中的部分个体称重, 再换算成生物量。

生物样品处理与保存

1) 采得的所有定性和定量标本, 洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装, 或按大小及个体软硬分装, 以防标本损坏。

2) 定量样品, 未能及时处理的余渣, 拣出可见标本后把余渣另行分装, 在双筒解剖镜下挑拣。

3) 按序加入 5% 福尔马林固定液, 余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定。

4) 对受刺激易引起收缩或自切的种类 (如腔肠动物、纽形动物), 先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定; 某些多毛类 (如沙蚕科、吻沙蚕科), 先用淡水麻醉, 挤出吻部, 再用福尔马林固定; 对于大型海藻, 除用福尔马林固定外, 最好带回一些完整的新鲜藻体, 制作腊叶标本。

5. 鱼类浮游生物

鱼类浮游生物采样方法是按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 海洋生物调查 (9) —— 鱼类浮游生物调查的规定进行。鱼卵和仔稚鱼定量的采集采用浅水 I 型浮游生物网垂直拖网采得, 鱼卵和仔稚鱼密度分别用粒 (尾) / m^3 表示; 鱼卵和仔稚鱼定性地采集采用大型浮游生物网水平拖网采得, 鱼卵和仔稚鱼密度分别用粒 (尾) / net 表示。

6.3.1.7.3 评价方法

1) 叶绿素 a 与初级生产力

叶绿素 a 用丙酮溶液 (体积比例 9:1) 提取, 采用可见分光光度计 (722N) 在 664nm 波长下测定吸光度, 计算叶绿素 a 的含量。

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

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

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

C_a ——表层叶绿素 a 含量 (mg/m^3);

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

L ——真光层的深度 (m); $L = \text{透明度} \times 3$

t ——白昼时间 (h), 根据调查时间的季节特点, 这里取 11。

2) 生物群落特征

采用能反映生物群落特征的指数, 优势度 (Y)、多样性指数 (H')、均匀度 (J) 对浮游植物、浮游动物、潮间带生物以及大型底栖生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下:

①优势度 (Y):

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

②Shannon-Wiener 多样性指数:

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

③Pielou 均匀度指数:

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

式中, n_i : 第 i 种的个体数量 ($\text{ind.}/\text{m}^3$); N : 某站总生物数量 ($\text{ind.}/\text{m}^2$) (浮游生物单位为 $\text{ind.}/\text{m}^3$); f_i : 某种生物的出现频率 (%); S : 出现生物总种数; $P_i = n_i/N$; $H_{\max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数。

3) 游泳生物群落特征

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

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

式中: N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比;

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比;

F —某一类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

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

式中： S —资源密度（ kg/km^2 ， $\text{ind.}/\text{km}^2$ ）；

a —底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 $2/3$ ）；

y —平均渔获率（ kg/h ， $\text{ind.}/\text{h}$ ）；

E —逃逸率（取 0.5 ）。

6.3.1.7.4 海洋生态调查结果与评价

6.3.1.7.4.1 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 $0.722 \sim 18.5 \text{mg}/\text{L}$ ，平均值为 $3.61 \text{mg}/\text{L}$ ，其中 ZS6 站位叶绿素 a 含量最高，ZS8 站位叶绿素 a 含量最低。

（2）初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $31.502 \sim 677.655 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，平均值为 $125.047 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，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下表。

表 6.3.1.7-1 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

6.3.1.7.4.2 浮游植物

（1）种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 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%；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%（附录 I）。

表 6.3.1.7-2 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 6.3.1.7-3 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 $680.085 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。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 6.3.1.7-4 浮游植物丰度 ($\times 10^3 \text{ cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

(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。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 6.3.1.7-5 浮游植物的多样性及均匀度指数

6.3.1.7.4.3 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), 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 6.3.1.7-6 浮游动物生物量及密度

(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。

表 6.3.1.7-7 浮游动物的多样性指数及均匀度

(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。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 6.3.1.7-8 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

6.3.1.7.4.4 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（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 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%。

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 6.3.1.7-9 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

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。S2 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 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。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 6.3.1.7-10 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度	密度 (ind./m ²)	占总生物栖息密度百分比 (%)
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。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。

6.3.1.7.4.5 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 1 种（附录IV）。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%。

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 6.3.1.7-12 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	纽形动物	软体动物	星虫动物	脊索动物
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 6.3.1.7-13 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	纽形动物	软体动物	星虫动物	脊索动物
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 6.3.1.7-14 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	纽形动物	软体动物	星虫动物	脊索动物
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
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

断面	项目	合计	节肢动物	纽形动物	软体动物	星虫动物	脊索动物
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 6.3.1.7-15 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	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

6.3.1.8 渔业资源调查结果与评价

本次调查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。

6.3.1.8.1 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。

鱼卵的种类仅记录鳊属（*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 6.3.1.8-1 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类	拉丁种名	鱼卵	仔鱼

鲈形目	鳊属	Ilishasp.	+	
鲈形目	小沙丁鱼属	Sardinellasp.	+	+
鲈形目	鲷科	Sparidae	+	+

(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。

(3) 主要种类及数量分布

T1 调查站位仅舌鳎科、鲷科鱼卵，为采集到仔鱼。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，部份种类更是为驯化为养殖鱼类。

6.3.1.8.2 游泳生物

6.3.1.8.2.1 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（附录V）。本次调查，各站位出现种类情况见表 3.5-3。T1、T2 站位种类数相近，种类数为 18、19 种。

6.3.1.8.2.2 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%。

6.3.1.8.2.3 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 指数列于下表。鱼类 IRI 值在 100 以上的有 14 种，分别为斑纹舌虾虎鱼、多鳞鳢、嵴塘鳢、绿斑缟虾虎鱼、佩氏莫鲯、青斑细棘虾虎鱼、犬牙缟虾虎鱼、太平洋棘鲷、尾纹双边鱼、纹缟虾虎鱼、细鳞鲷、项斑项鲷、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 6.3.1.8-4 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
杜氏棱鲉	0.846	0.348	50	59.75
多鳞鳢	8.666	6.272	100	1493.75
凤鲚	0.325	0.348	50	33.66
嵴塘鳢	1.507	2.091	50	179.90
金黄舌虾虎鱼	0.147	0.348	50	24.77
锯嵴塘鳢	0.224	0.697	50	46.05
鳞鳍叫姑鱼	0.259	0.348	50	30.37
绿斑疆虾虎鱼	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
犬牙疆虾虎鱼	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
纹缟虾虎鱼	0.850	1.742	100	259.25
细鳞鲷	1.577	1.045	100	262.23
项斑项鳎	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，鲷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。

6.3.1.8.2.4 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。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

(2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于下表。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 6.3.1.8-5 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；腕节短於掌部。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。

6.3.2 秋季海水水质现状调查与评价

6.3.2.1 调查概况

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。2023 年 11 月调查在项目海域共设置 25 个站位，其中包含水质现状监测站位 25 个（含沉积物站位 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。站位经纬度和监测项目详见表 6.3.2.1-1，站位分布详见图 6.3.2.1-1。

6.3.2.2 调查内容与方法

（1）调查项目

溶解氧、pH 值、盐度、油类、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、悬浮物、硫化物、挥发性酚、粪大肠菌群、五日生化需氧量、铬、锌、铜、铅、镉、砷、汞。

（2）采样方法

各调查项目的采样执行《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）。

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，并按照《海洋监测规范》(GB17378.3-2007)的要求采集水样，水深<10m 时，采表、底层两层水样；水深 10m≤水深<50m 时，采表、中、底三层水样；其中表层为距表面 0.1-1m，中层为 10m，底层为离底 2 m。采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

（3）分析方法

样品分析均按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行，各监测项目的技术依据、分析方法、仪器设备和检出限详见表 6.3.2.2-1。

表 6.3.2.2-1 水质监测项目分析方法

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》 GB 17378.4-2007 表层水温表法 25.1	JK-202-04 表层水温计	/

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 pH 计法 26	PHB-4 pH 计	/
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 盐度计法 29.1	HWYAD-1 台式盐度仪	/
悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 重量法 27	ESJ203-S 电子天平	0.8 mg/L
溶解氧	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 碘量法 31	碱式滴定管	0.16 mg/L
化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 碱性高锰酸钾法 32	碱式滴定管	0.32 mg/L
亚硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 萘乙二胺分光光度法 37	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003 mg/L
硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 镉柱还原法 38.1	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003 mg/L
生化需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 五日培养法 33.1	生化培养箱	/
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 磷钼蓝分光光度法 39.1	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003 mg/L
氨	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 次溴酸盐氧化法 36.2	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003 mg/L
石油类	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 紫外分光光度法 13.2	UV-8000 紫外可见 分光光度计	3.5 µg/L
砷	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 原子荧光法 11.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.5 µg/L
汞	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 原子荧光法 5.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.007 µg/L
铜	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 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》 GB 17378.4-2007 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	0.03 µg/L
镉	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 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	0.01 µg/L
锌	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	ice-3300 火焰原子 吸收分光光度计	3.1 µg/L
总铬	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.1	ice-3400 无火焰原子 吸收分光光度计	0.4 µg/L

（4）评价方法

根据监测结果，利用《环境影响评价导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）所推

荐的单项水质参数法进行评价。

①单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

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

式中: $S_{i,j}$ —— i 污染物在 j 点的污染指数;

$C_{i,j}$ —— i 污染物在 j 点的实测浓度, mg/L;

$C_{s,j}$ —— i 污染物的评价标准, mg/L。

②DO 的标准指数为:

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

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

式中: $S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数, 大于 1 表面该水质因子超标;

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值, mg/L;

DO_f ——饱和氧溶解速度, mg/L, 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$;

对于盐度比较高的湖泊、水库及入海口、近岸海域, $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$;

③pH 的标准指数为:

$$SpH = \frac{|pH - pH_{sm}|}{DS}$$

其中: $pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}$, $DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$

式中: SpH ——评价因子的质量指数;

pH——监测站点评价因子的实测值;

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。

6.3.2.3 海水水质现状

6.3.2.3.1 评价标准

评价标准应采用 GB3097 中的相应指标, 见表 6.3.2.3-1.

表 6.3.2.3-1 海水水质标准 mg/L

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常 变动范围的 0.2 pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正 常变动范围的 0.5 pH 单位	
2	溶解氧>	6	5	4	3
3	化学需氧量≤	2	3	4	5
4	无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
5	活性磷酸盐≤ （以 P 计）	0.015	0.030		0.045
6	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
7	镉≤	0.001	0.005	0.010	
8	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
9	总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
10	砷≤	0.020	0.030	0.050	
11	铜≤	0.005	0.010	0.050	
12	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
13	挥发酚≤	0.005		0.010	0.050
14	石油类≤	0.05		0.30	0.50

6.3.2.3.2 水质调查结果

2023 年 11 月秋季海水水质调查结果见下表 6.3.2.32。

6.3.2.3.2 水质调查评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。

本项目全部海水水质调查站位均执行海水水质二类标准，25 个海水水质调查站位中，项目溶解氧、石油类、锌、镉、铅、铜、砷、汞、铬、挥发性酚、硫化物等均符合海水水质二类标准要求，主要超标因子为无机氮、COD、活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 80%，仅五个站位（WS6、ZS2、ZS3、ZS4、ZS10）符合海水水质二类标准要求；COD 超标率为 28%，超标站位为 WS2、WS3、WS5、WS11、ZS3、ZS4、ZS5；活性磷酸盐超标率为 96%，仅 ZS5 站位符合海水水质二类标准要求。

无机氮、COD、活性磷酸盐等因子超标可能是因本项目所处周边海域沿岸的养殖活动繁多，大量养殖尾水排放所导致的。

表 6.3.2.3-3 海水水质调查站位执行标准要求

功能区	功能区名称	调查站位	海水水质要求
海洋保护区	通明海海洋保护区	WS1、WS2、WS3、WS4 WS5、WS6、WS9、WS10 WS13、WS17、ZS1、ZS2、 ZS3、ZS4、ZS5、ZS6、ZS7、 ZS8、ZS11、ZS12	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
农渔业区	雷州湾农渔业区	WS18、WS19、ZS9、ZS10	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

6.3.2.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

6.3.2.4.1 调查站位

2023 年秋季调查站位见 6.3.2.1 节。

6.3.2.4.2 调查项目及采样、分析方法

(1) 调查项目

调查内容：油类、有机碳、硫化物、铬、铜、锌、镉、铅、砷、汞。

(2) 采样方法

各调查项目的采样执行《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与抓斗式采泥器连接，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，用塑料到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) 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T12763.8-2007）和《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，超出的项目参照其他行业标准，各项目的分析方法如下表。

表 6.3.2.4-1 样品采集、分析方法一览表

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
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	酸式滴定管	0.03%
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	AUY220 电子天平	/
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	UV-8000 紫外可见分光光度计	0.3mg/kg
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	UV-8000 紫外可见分光光度计	3.0mg/kg

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
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	AFS-8220 原子荧光光度计	0.002mg/kg
铜	《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 6.1	ice-3400 无火焰 原子吸收分光光度计	0.50mg/kg
铅	《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 7.1	ice-3400 无火焰 原子吸收分光光度计	1.0mg/kg
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	ice-3400 无火焰 原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
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	ice-3300 火焰原 子吸收分光光度计	6.0mg/kg
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	ice-3400 无火焰 原子吸收分光光度计	2.0mg/kg
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	AFS-8220 原子荧光光度计	0.06mg/kg

(4) 评价方法

1) 评价内容

海洋沉积物环境现状评价应给出调查站位平面分布图，给出监测要素的实测值和标准指数值，综合阐述海洋沉积物的现状与特征，主要包括：

①简要评价调查海域海洋沉积物质量的基本特征；针对特殊测值和现象给出致因分析；

②根据调查站位所在功能区对海洋沉积物的要求，评价各监测要素达标及超标情况。

2) 评价方法

评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数； C_i — i 项评价因子的实测值； S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

3) 评价标准

评价标准应采用 GB18668 中的相应指标，见表 6.3.2.4-2。

表 6.3.2.4-2 海洋沉积物质量标准 单位： $\times 10^{-6}$

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	石油类 $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
10	硫化物 $\leq$	300.0	500.0	600.0

6.3.2.4.2 海洋沉积物调查结果

2023 年 11 月海洋沉积物调查结果见表 6.3.2.4-2。

表 6.3.2.4-2 2023 年 11 月秋季沉积物现状监测结果

6.3.2.4.3 海洋沉积物质量评价结果

(1) 各站位所在海洋功能区以及执行标准

根据各个站位所处功能区进行分类，执行标准参照《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)，本项目各站位海洋沉积物质量执行一类标准。

(2) 沉积物现状评价结果

采用单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。各功能区调查站位沉积物监测因子质量指数见表 6.3.2.4-2。

由调查及评价结果可知，本项目全部站位均执行海洋沉积物第一类标准，主要超标因子为铬、有机碳、油类，其中铬超标率为 25%，超标站位为 ZS2、ZS8、

ZS11；有机碳超标率为 17%，超标站位为 ZS2、ZS11；油类超标率为 8%，超标站位为 ZS11。其他沉积物调查因子均符合海洋沉积物第一类标准要求。

6.3.2.5 海洋生物质量现状调查与评价

6.3.2.5.1 调查站位

2023 年秋季调查站位见 6.3.2.1 节。

6.3.2.5.2 调查项目及采样、分析方法

(1) 调查项目

在渔业资源调查的渔获物中选取当地常见的、有代表性的鱼类生物中选取，分析其体内石油烃、铬、铜、锌、砷、镉、铅、汞指标。

(2) 采样方法

①中小型鱼样采集

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

②大型鱼类采集

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

(3) 分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）进行，超出范围，参照其他行业标准而行，各项的分析方法如表 6.3.2.5-1。

表 6.3.2.5-1 样品采集、分析方法一览表

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
铜	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 (连续测定铜、铅和镉) 6.1	iCE-3400 石墨炉 原子吸收分光光度计	0.4mg/kg
铅	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1	iCE-3400 石墨炉 原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	iCE-3300 原子吸收分光光度计	0.4mg/kg
镉	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1	iCE-3400 石墨炉 原子吸收分光光度计	0.005mg/kg
铬	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.2	iCE-3400 石墨炉 原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
汞	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法 5.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.002mg/kg
砷	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法 11.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.2mg/kg
石油烃	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 荧光分光光度法 13	F96pro 荧光分光光度计	0.2mg/kg

(4) 评价方法

1) 评价内容

海洋生物质量现状评价应给出调查站位平面分布图，给出监测要素的实测值和标准指数值，综合阐述海洋生物质量的现状与特征，主要包括：

①简要评价调查海域海洋生物质量的基本特征；针对特殊测值和现象给出致因分析；

②根据调查站位所在功能区对海洋生物质量的要求，评价各监测要素达标及超标情况。

2) 评价方法

海洋生物质量现状评价采用标准指数法。

3) 评价标准

海洋生物中贝类质量标准参照《海洋生物质量》（GB18421-2001），见表 6.3.2.5-2。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，见表 6.3.2.5-3。

本次监测仅调查了鱼类生物质量，因此仅对鱼类生物质量进行评价。

表 6.3.2.5-2 海洋贝类生物质量标准值（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	镉≤	0.2	2.0	5.0
3	铅≤	0.1	2.0	6.0
4	锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
5	铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
6	铬≤	0.5	2.0	6.0
7	砷≤	1.0	5.0	8.0
8	石油烃≤	15	50	80

表 6.3.2.5-3 海洋生物质量标准值（鲜重） mg/kg

生物类别	铜	铅	锌	镉	总汞	砷	铬	石油烃
甲壳类	100	2.0	150	2.0	0.2	8.0	1.5	/
鱼类	20	2.0	40	0.6	0.3	5.0	1.5	20
软体类	100	10	250	5.5	0.3	8.0	5.5	20

6.3.2.5.3 海洋生物质量调查结果

2023 年 11 月海洋生物质量调查结果分别见下表。

表 6.3.2.5-4 海洋生物体质量调查结果

6.3.2.5.4 海洋生物质量评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。2023 年 11 月秋季各调查站位海洋生物质量执行标准一览表见下表。

从调查结果来看，本次调查所有的生物体质量主要超标因子为锌、铜、石油烃，其中石油烃超标率为 100%，其他调查因子如汞、镉、铅等均符合《全国

海岸带和海涂资源综合调查简明规程》《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，石油烃等超标可能与区域人类活动频繁，大量养殖作业使用的渔船等排放油类相关；铜、锌超标原因主要有可能是由于近岸的城市污水排放导致。

6.3.2.6 海洋生态现状调查

6.3.2.6.1 叶绿素 a 和初级生产力

1) 叶绿素 a

调查站位表层水体叶绿素 a 的变化范围在 $1.24\sim 34\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，平均含量为 $8.52\text{mg}/\text{m}^3$ 。表层水体叶绿素 a 的含量最高值出现在 ZS4 号站，为 $34\text{mg}/\text{m}^3$ ；其次是 ZS3 号站，其值为 $23.40\text{mg}/\text{m}^3$ ；ZS7 号站最低，为 $1.24\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 初级生产力

根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算统计（上表），估算得到的表层水体初级生产力范围在 $33.03\sim 905.76\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $233.37\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。调查站位水体初级生产力以 ZS4 站位最高（ $905.76\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ），其次是 ZS3 站位（ $623.38\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ），ZS7 站位最低（ $33.03\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ）。初级生产力反映出单位时间和单位面积内浮游植物的生产水平，受到光、温度、辐射、营养盐、浮游植物等多种生态因子的综合影响。

6.3.2.6.2 浮游植物

1) 种类组成及分布

本次生态调查共鉴定出浮游植物 5 门 78 种。占比最多的分别为硅藻门、蓝藻门和绿藻门。其中硅藻门有 44 种，占总种数的 56.41%；蓝藻门有 14 种，占总种数的 17.95%；绿藻门有 12 种，占总种数的 15.38%。

本次调查浮游植物种类空间分布如下图所示，总体看来，浮游植物在各站位空间分布较不均匀。其中 ZS12 号站浮游植物种类数最多，分别有 23 种；其次是 ZS11 号站其浮游植物种类数有 21 种；ZS5 号站最少，有 8 种；其余站位浮游植物种类数介于 9~16 种之间。

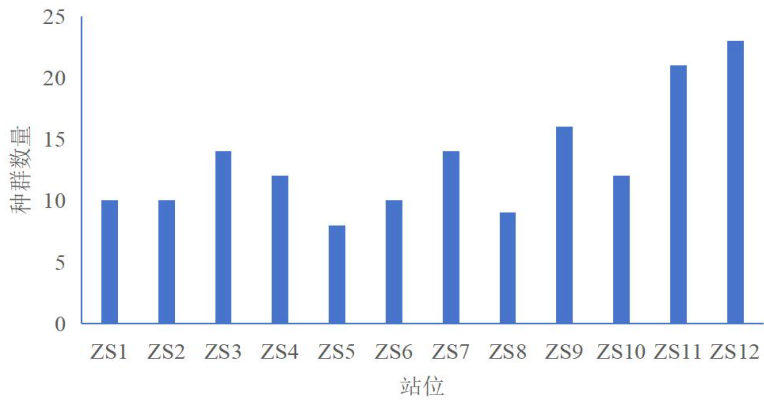


图 6.3.2.6-1 调查海域浮游植物种类数空间分布图

2) 密度及分布

本次调查浮游植物密度空间分布如下图和表所示，调查海域的浮游植物平均密度为 $17982.81 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，各站位浮游植物密度处于 $547.22 \sim 150530 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间，各站位间浮游植物密度分布严重不均匀；其中 ZS4 号站浮游植物的密度最高，达 $150530 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；其次是 ZS3 号站，其浮游植物密度为 $39300 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；ZS9 号站浮游植物密度最低，仅为 $547.22 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；其余站位浮游植物密度介于 $570 \sim 14310 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。

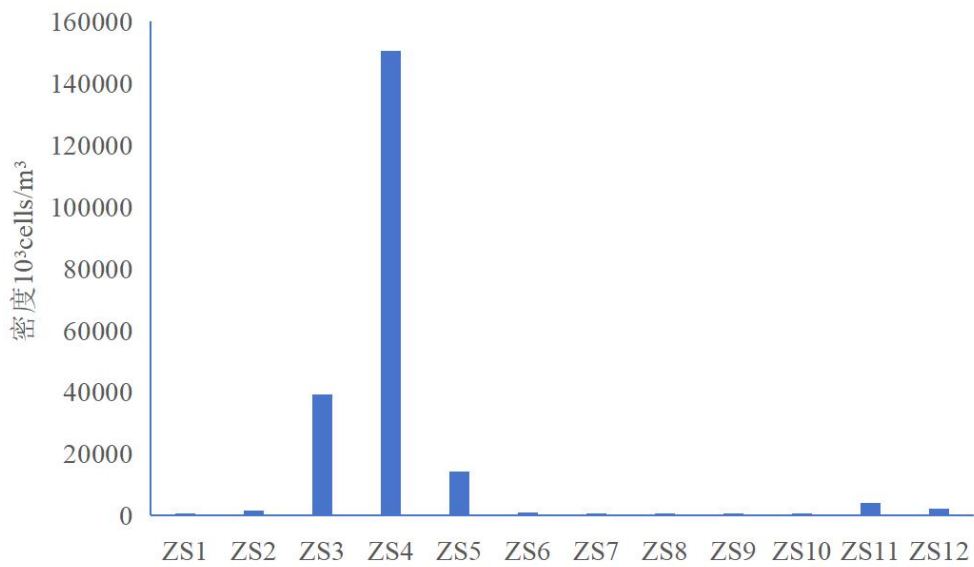


图 6.3.2.6-2 调查海域浮游植物密度分布图

表 6.3.2.6-2 浮游植物各门类密度的空间分布（单位： $\times 10^3 \text{cells/m}^3$ ）

3) 优势种及分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游植物优势种有 2 个，分别是：

链状假鱼腥藻、铜绿席藻；铜绿席藻优势度最高，为 0.113；其次是链状假鱼腥藻，为 0.067。优势种在各站位的密度分布见表 6.3.2.6-3。

表 6.3.2.6-3 调查海域浮游植物优势种及栖息密度分布 ($\times 10^3 \text{cells/m}^3$)

4) 多样性水平

各调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表所示。调查海域浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数的平均值为 1.11，其中 ZS10 号站的多样性指数最高 (1.70)，ZS1 号站 (1.59) 次之，ZS4 号站最低 (0.18)，其他站位的多样性指数为 0.72 至 1.47 之间，总体多样性水平较低；Pielou 均匀度指数的平均值为 0.44，其中 ZS1 号站最高 (0.69)，ZS10 号站次之 (0.68)，ZS4 号站最低 (0.07)，其他站位的均匀度为 0.28 至 0.67 之间，总体均匀度水平低。

5) 小结

浮游植物是测量水质的指示生物，其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次浮游植物的调查结果显示，调查站位植物的多样性指数和均匀度均处于较低水平，说明本次调查浮游植物的生态状况差，种类分布不均匀。

6.3.2.6.3 浮游动物

1) 种类组成

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 5 大类群组成，共计 38 种。节肢动物们种数最多，有 21 种，占总种数的 55.23%；其次为浮游幼体，有 14 种，占总种数的 36.84%；被囊动物、刺胞动物和栉板动物均有 1 种，占总种数的 2.63%。

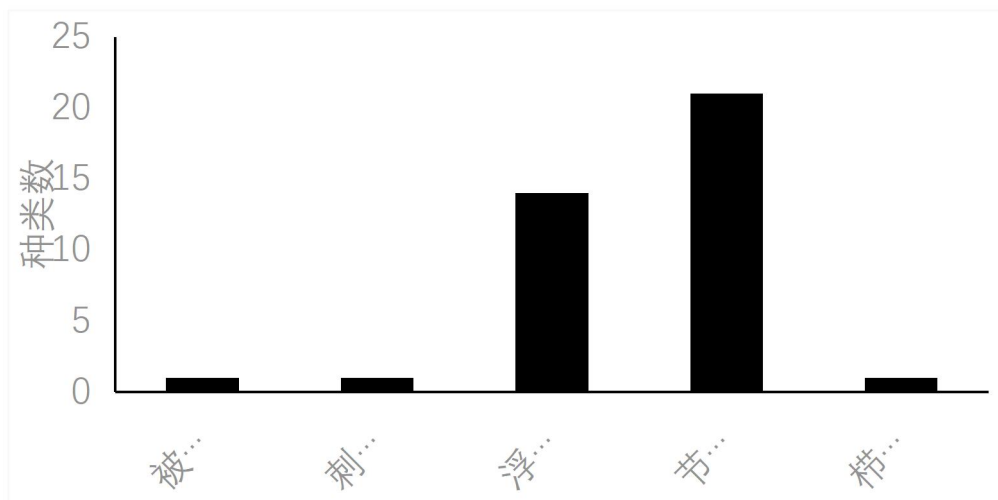


图 6.3.2.6-3 调查海域浮游动物类群组成情况

浮游动物种类的空间分布如图 4 所示。其中 ZS9 号站浮游动物种类数最多，有 23 种；其次是 ZS6 和 ZS7 号站，其浮游动物种类数均有 14 种；ZS3 号站最少，有 7 种；其余站位浮游动物种类数介于 8~11 种之间；可见调查海域内浮游动物种类空间分布较不均匀。

从图中可以看出，在本次调查中节肢动物和浮游幼体出现率最高，均为 100%；刺胞动物出现率为 16.67%；被囊动物和栉板动物出现率均为 8.33%。

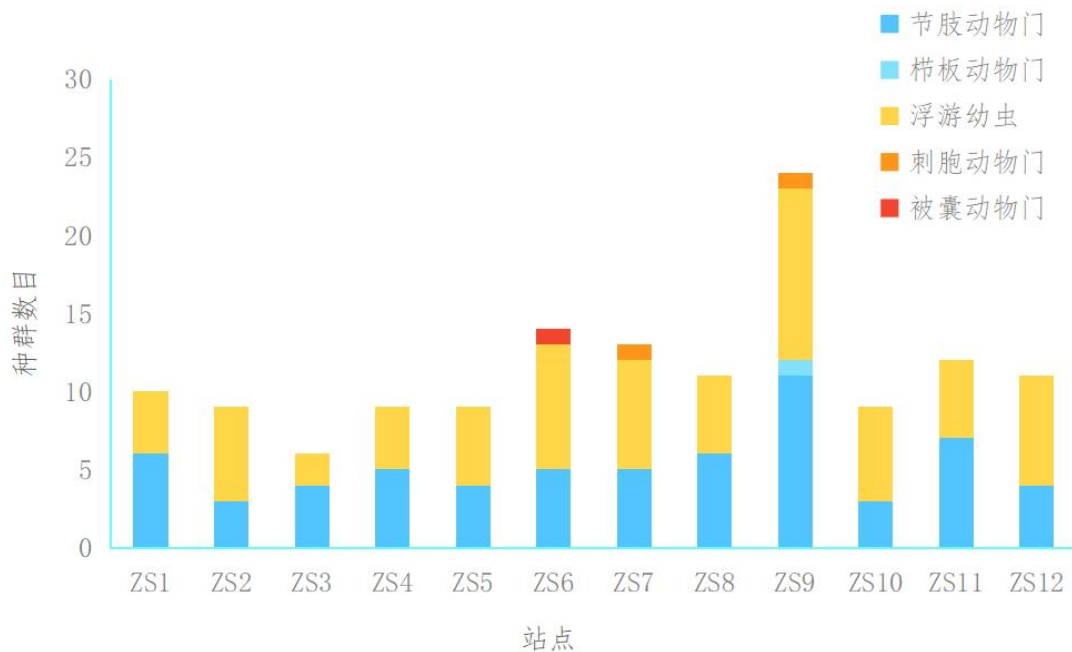


图 6.3.2.6-4 调查海域浮游动物各类群种类数的空间分布图

2) 密度及生物量分布

本次调查海域范围浮游动物密度分布如下表所示，各站位浮游动物平均密度为 17548.08ind/m³；最大浮游动物密度出现在 ZS6 号站，其值为 104794.53ind/m³；其次是 ZS9 号站，其值为 44042.46ind/m³；ZS10 号站浮游动物密度最低，仅为 572.50ind/m³；其余站位浮游动物密度介于 1590~22180ind/m³ 之间；可见调查海域内浮游动物密度空间分布不均匀。

本次调查浮游动物平均密度为 17548.08ind/m³，节肢动物和浮游幼体类群是调查海域内浮游动物主要构成类群；其中浮游幼体平均密度为 8850.05ind/m³，占浮游动物平均密度的 50.43%；节肢动物平均密度为 8690.64ind/m³，占浮游动物平均密度的 49.52%；刺胞动物、被囊动物和栉板动物平均密度占浮游动物平均

密度的比例较低，占比不足 0.1%。

表 6.3.2.6-5 调查海域浮游动物各类群栖息密度的空间分布（单位：ind/m³）

浮游动物全部 12 个站位平均生物量为 174.36mg/m³，变化范围为 52.75~454.79mg/m³，可见浮游动物生物量空间分布不均匀。其中 ZS6 站位生物量最高，为 454.79mg/m³；其次是 ZS9 站位其值为 426.75mg/m³；ZS11 站位生物量最低，仅为 52.75mg/m³；其余站位生物量介于 55.75~237.25mg/m³ 之间。

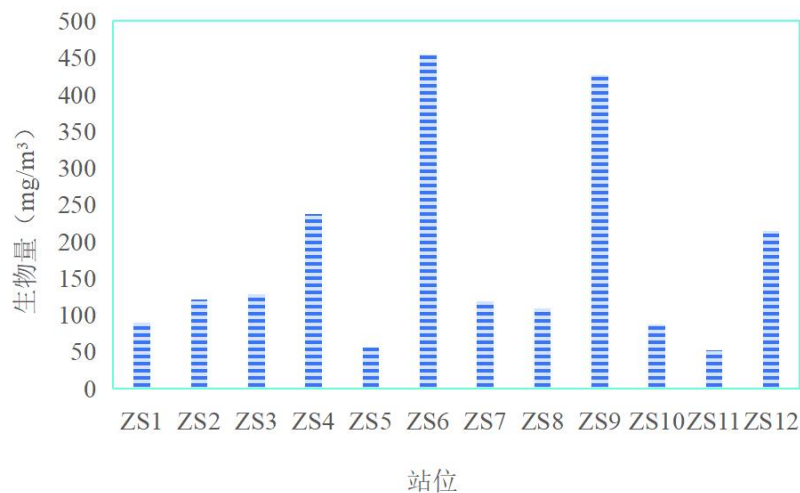


图 6.3.2.6-5 调查海域浮游动物生物量的空间分布

4) 优势种及其分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查的优势种有 2 种：披针纺锤水蚤、桡足类幼体；桡足类幼体优势度最高，达 0.397；其次是桡足类幼体，为 0.393。两种优势种在各站位的分布情况见下表。

表 6.3.2.6-7 调查海域浮游动物优势种数量的空间分布（单位：mg/m³）

5) 多样性水平

调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数(H')和 Pielou 均匀度指数(J)如下表所示。各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 1.27~1.97 之间，平均值为 1.62，最高值出现在 ZS3 号站，最低值出现在 ZS2 号站；Pielou 均匀度指数变化范围在 0.73~0.95 之间，平均值为 0.85，最高值出现在 ZS4 号站，最低值出现在 ZS3 号站。

6) 小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关，作为一项重要指标反映环境特征；

同时作为主要的鱼类饲料，对海洋渔业具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类 38 种，群落结构主要由节肢动物以及浮游幼体组成；浮游动物平均密度和平均生物量分别为 $17548.08\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $174.36\text{mg}/\text{m}^3$ 。结合统计多样性水平，显示该调查海域的多样性指数处于中等水平，浮游动物生态环境一般。

6.3.2.6.4 底栖生物

1) 种类组成

本次调查出现大型底栖生物有 7 大类群组成，共计 30 种。其中环节动物的种数最多，共有 12 种，占总种数的 40%；节肢动物有 11 种，占总种数的 36.67%；软体动物和脊索动物均有 2 种，占总种数的 6.67%；棘皮动物、蠕虫动物和星虫动物均有 1 种，占总种数的 3.33%；

本次调查海域内大型底栖生物类群种数及空间分布情况如下图所示。其中 ZS7 号站大型底栖生物种类数最多，有 8 种；其次是 ZS1 号站其大型底栖生物种类数有 6 种；ZS2、ZS5 和 ZS6 号站最少，有 2 种；其余站位大型底栖生物种类数介于 3~5 种之间。

从图中可以看出，在本次调查中环节动物和节肢动物出现率最高，均为 83.33%；软体动物和脊索动物出现率均为 16.67%；棘皮动物、蠕虫动物和星虫动物出现率均为 8.33%。

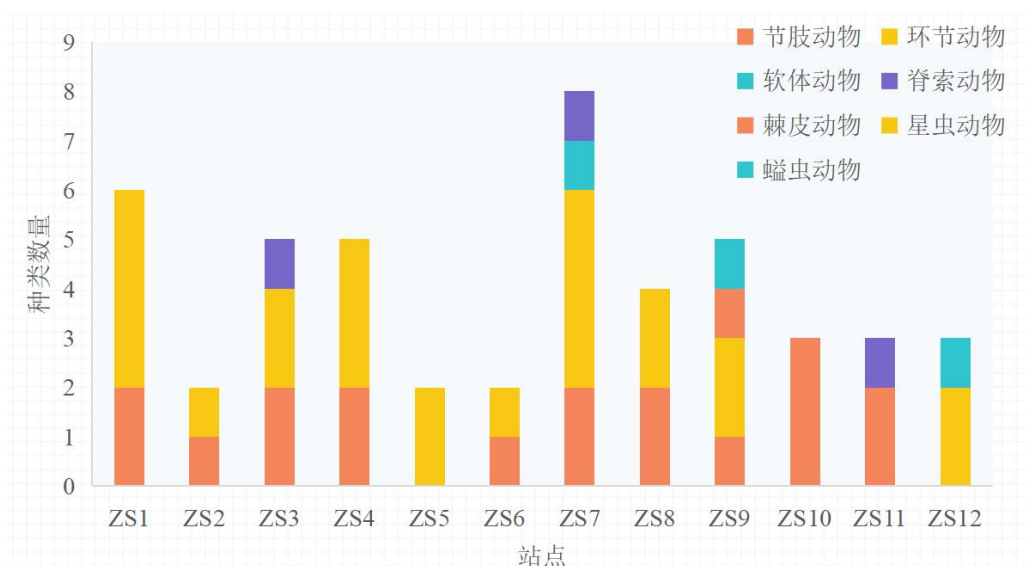


图 6.3.2.6-6 调查海域大型底栖生物种类组成的空间分布

2) 数量分布

本次调查海域内大型底栖生物栖息密度范围为 20~425ind/m², 平均栖息密度为 139.58ind/m²; 其中 ZS2 号站底栖生物栖息密度最高, 为 425ind/m²; 其次是 ZS1 号站其底栖生物栖息密度为 350ind/m²; 底栖生物栖息密度最低的是 ZS10 号站, 仅为 20ind/m²; 其余站位栖息密度介于 25.00~285.00ind/m² 之间。

在大型底栖生物各类群的数量组成中, 各调查站位中以节肢动物类群栖息密度最大, 平均栖息密度为 85.42ind/m², 占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 61.19%, 变化范围介于 0~410.00ind/m² 之间; 环节动物平均栖息密度为 45.83ind/m², 占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 32.83%, 变化范围介于 0~265.00ind/m² 之间; 星虫动物平均栖息密度为 5.42ind/m², 占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 3.88%, 变化范围介于 0~65.00ind/m² 之间; 脊索动物平均栖息密度为 1.25ind/m², 占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 0.90%, 变化范围介于 0~5.00ind/m² 之间; 软体动物平均栖息密度为 0.83ind/m², 占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 0.60%, 变化范围介于 0~5.00ind/m² 之间; 棘皮和蠕虫动物平均栖息密度为 0.42ind/m², 占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 0.30%, 变化范围介于 0~5.00ind/m² 之间。

本次调查海域内, 各调查站位大型底栖生物生物量分布如下表所示, 变化范围为 0.370~60.187g/m², 平均生物量为 17.457g/m²。其中 ZS11 号站底栖生物生物量最高, 为 60.187g/m²; 其次是 ZS8 号站, 其生物量为 50.760g/m²; 底栖生物生物量最低的是 ZS5 号站, 仅为 0.370g/m²; 其余站位生物量介于 1.985~22.285g/m² 之间。

在本次调查中, 节肢动物类群平均生物量最高, 为 9.122g/m², 占总生物量的 52.25%; 其次是星虫动物类群, 其平均生物量为 4.888g/m², 占总生物量的 28.00%; 环节动物类群平均生物量为 3.006g/m², 占总生物量的 17.22%; 蠕虫动物类群平均生物量为 0.274g/m², 占总生物量的 1.57%; 脊索动物类群平均生物量为 0.073g/m², 占总生物量的 0.42%; 软体动物类群平均生物量为 0.064g/m², 占总生物量的 0.37%; 棘皮动物类群平均生物量为 0.030g/m², 占总生物量的 0.17%。

3) 优势种

调查海域大型底栖生物优势种以优势度 (Y) ≥ 0.02 为判断依据, 本次调查的优势种有 3 种, 分别为日本长尾虫 ($Y=0.126$)、缅甸角沙蚕 ($Y=0.088$) 和中华螺赢蜚 ($Y=0.021$)。其优势度及生态类型如下表所示。

4) 多样性水平

调查海域大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如下表所示。Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.34~1.84 之间, 平均值为 0.82; 多样性指数最高值出现在 ZS4 号站位, 其次为 ZS5 号站位, ZS3 号站位的值最低。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0~0.89 之间, 平均值为 0.62; 最高值出现在 ZS4 站位。

总体来说, 该调查海域内大型底栖生物多样性指数与均匀度处于一般水平。

5) 小结

大型底栖生物群落是海洋生态系统重要的组成部分, 对于环境变化较为敏感, 具有较强的季节性变化, 是反映水文、水质和底质变化的一项重要指标。本次大型底栖生物调查结果显示, 调查站点内大型底栖生物的种类包含 7 大类群, 共有 30 种。调查站点内大型底栖生物平均栖息密度为 $139.58\text{ind}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $17.457\text{g}/\text{m}^2$ 。调查站点优势种为日本长尾虫、缅甸角沙蚕和中华螺赢蜚, 优势地位突出。结合统计多样性水平, 调查站位大型底栖生物多样性指数和均匀度处于一般水平。

6.3.2.6.5 潮间带生物

本次潮间带调查共对 3 条潮间带断面 (C1-C3 断面) 进行调查, 在各断面的高、中、低潮带设 3 个站点进行定量样品采集。

(1) 定性潮间带生物的种类组成和空间分布

调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 4 大门类 12 种。经鉴定, 节肢动物的种数最多, 共有 8 种, 占总种数的 66.67%; 环节动物有 2 种, 占总种数的 16.67%。

断面 C1 中, 发现潮间带生物有 3 种; 断面 C2 中, 发现潮间带生物有 9 种;

在断面 C3 中，发现潮间带生物有 2 种。

(2) 定量潮间带生物的种类组成和空间分布

调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 4 大门类 19 种。经鉴定，节肢动物的种数最多，共有 14 种，占总种数的 73.68%；环节动物和软体动物均有 2 种，占总种数的 10.53%；星虫动物有 1 种，占总种数的 5.26%。

在断面 C1 中，中潮带发现潮间带生物有 6 种，高潮带发现潮间带生物有 4 种，低潮带发现潮间带生物有 4 种；在断面 C2 中，低潮带发现潮间带生物有 4 种，中潮带发现潮间带生物有 6 种，高潮带发现潮间带生物有 1 种；在断面 C3 中，低潮带发现潮间带生物有 2 种，中潮带发现潮间带生物有 6 种，高潮带发现潮间带生物有 5 种。

(3) 定量潮间带生物量及栖息密度

a、生物量及栖息密度的组成

调查断面的潮间带生物平均栖息密度以节肢动物居首位，为 145.77ind/m²；星虫动物平均栖息密度为 5.56ind/m²；环节动物平均栖息密度为 1.11ind/m²；软体动物平均栖息密度为 0.89ind/m²。

调查断面的潮间带生物平均生物量以节肢动物居首位，为 101.130g/m²；软体动物平均生物量为 2.479g/m²；星虫动物平均生物量为 0.924g/m²；环节动物平均生物量为 0.136g/m²。

表 6.3.2.6-12 调查断面潮间带平均栖息密度及生物量的组成

项目	节肢动物	环节动物	星虫动物	软体动物	合计
栖息密度 (ind/m ²)	145.77	1.11	5.56	0.89	153.32
平均生物量 (g/m ²)	101.130	0.136	0.924	2.479	104.669

b、栖息密度与生物量的水平分布

调查断面潮间带生物栖息密度及

生物量的水平分布见表 6.3.2.6-2，栖息密度方面，潮间带生物的栖息密度表现为 C3 断面最高，为 231.98ind/m²。潮间带生物生物量方面的分布情况表现为 C3 断面最高，达 137.14g/m²。

c、栖息密度及生物量的垂直分布

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见下表，在垂直分布上，潮间

带生物的栖息密度方面表现为低潮带最高，为 220ind/m²，高潮带最低，为 72ind./m²，即低潮带>中潮带>高潮带。在生物量分布方面，中潮带生物量最高，为 113.654g/m²，其次为高潮带（106.036g/m²），低潮带生物量最低，为 94.318g/m²，即中潮带>高潮带>低潮带。

（4）定量潮间带生物多样性指数

采用 Shannon-Wiener 指数法测定潮间带生物多样性指数，一般认为，正常海域环境该指数值高，污染环境该指数低。

结果显示，3 条断面多样性指数变化（H'）范围为 0.55~1.55 之间，平均值为 1.07；多样性指数最高出现在断面 C2，值为 1.55；最低值为断面 C3，其值为 0.55。Pielou 均匀度指数（J）变化范围在 0.25~0.79 之间，平均值为 0.52；最高值出现在断面 C2，为 0.79；断面 C3 均匀度最低，仅为 0.25。

6.3.2.6.6 鱼卵仔稚鱼

（1）定性种类组成

鱼卵和仔稚鱼水平流刺网调查共捕获鱼卵 0 粒，仔稚鱼 12 尾。初步鉴定出 3 种，鉴定到科的有 3 种。鲈形目的种数有 3 种，占总种数的 100.00%。各调查站位所出现的仔稚鱼种类数在 0~2 之间。

（2）定量调查种类组成

定量调查未发现鱼卵和仔稚鱼。

6.3.2.7 游泳动物

租用渔船在项目拖网站位进行了渔业资源调查，调查均按照《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，由于站位不具备拖网条件，本次调查采用流刺网。

1) 游泳生物种类组成

本次调查共捕获游泳动物经鉴定为 2 大类 33 种。甲壳类有 10 种，占总种数的 30.30%；鱼类有 23 种，占总种数的 69.70%。

2) 游泳动物数量及数量分布

本次调查站位的游泳动物渔获尾数为 349 尾，捕获总重量为 6080.3g。

3) 渔业资源密度

由于本次采取的流刺网规格为 60mx1.1m，共布设了 7 套，因此本次调查游泳动物平均重量资源密度 816.31kg/km³，平均尾数资源密度 46855.23ind/km³。

4) 生态优势度

根据游泳动物密度指数（尾数、质量）和出现频率，采用 Pinkas 等提出的相对重要性指标数值大小来确定游泳动物种类的重要性。根据相对重要性指标的大小，本调查依次将 *IRI* 值>1000 以上的物种确定为优势种，100~1000 的为常见种，10~100 的为一般种，1~10 的为少见种，*IRI* 值小于 1 的为稀有种。通过分析，本次渔获优势种的相对重要性指数如下表所示。可以看出，本次拖网调查游泳动物的优势种为多鳞鳢、红尾银鲈、斯氏莫鲻，共 3 种，其中相对重要性指数最大的为多鳞鳢（*IRI*=2393.20），为本调查第一优势种。

表 6.3.2.7-1 调查海域游泳动物优势种相对重要性指数

种名	尾数比例 (%)	重量比例 (%)	出现频率 (%)	相对重要性指数 (IRI)
多鳞鳢	14.04	17.87	75.00	2393.20
红尾银鲈	12.61	12.27	75.00	1865.75
斯氏莫鲻	8.60	17.59	75	1964.17

6) 小结

渔业资源是海洋价值最直接的体现，在海洋生态环境评估具有重要意义。本次渔业资源调查结果显示，调查海域发现游泳动物种类有 33 种，包含甲壳类 10 种，鱼类 23 种；拖网站位渔业资源平均重量资源密度为 816.31kg/km³，平均尾数资源密度为 46855.23ind/km³。调查站位游泳动物资源密度水平较高，从种类组成特征来看，优势种有 3 个，多鳞鳢资源最为丰富，优势地位突出。

6.4 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。

6.5 声环境质量现状

根项目位于湛江市麻章区沿岸滩涂，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《2022 年湛江市环境质量状况》，（一）功能区噪声：2022 年功能区环境噪声昼间达标率为 100%，夜间达标率为 93%。与去年相比，保持不变。（二）区域环境噪声：2022 年区域环境噪声昼间平均等效声级为 56.6 分贝，与去年相比下降 0.8 分贝。城市区域环境噪声总体水平等级为三级，评价结果为一般。

项目为海洋生态保护修复项目，主体位于浅海滩涂的养殖塘范围内，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。

根据现场踏勘及收资，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。

。

7 环境影响预测与评价

7.1 水动力环境影响预测与评价

项目用海全部位于养殖塘内，养殖塘已建成多年，长期通过项目闸口与附近海域进行换水；因此围塘周边海域水动力环境早已趋近于动态平衡；因此，项目通过闸口引水、排水基本不会对周边海域水文动力造成影响。

7.1.2 项目对养殖塘水动力环境的影响分析

项目全部位于养殖塘内，养殖塘内的水文动力较弱，完全受到控制水位的水闸进行引水、排水的控制。

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。通过数值模拟，分析每口塘在闸门打开情况下塘内水位变化情况，以及地形和闸门改造后塘内水位变化情况，确定地形改造后新种红树林淹水时间。

根据数模结果，按照各塘内水位变化的不同情况对养殖塘进行分类，每类养殖塘内大潮期间塘内水位变化特征基本相同，塘内红树林种植高程相同，据此将养殖塘分为 I、II 两大类，其中 I 类养殖塘内部有原生红树林，并根据塘内水位情况和数模结果分为 I -1、I -2、I -3、I -4、I -5 五类；II 类养殖塘内部无原生红树林，根据塘内水位情况和数模结果分为 II -1、II -2 二类；

7.1.2.1 I -1 类塘改造高程及水位控制对养殖塘内水动力的影响

I -1 类塘包括 A01 号塘、B06 号塘和 D01 号塘，塘内现状有红树林生长，现状红树林生长高程为 1.6~2.2m。

I -1 类塘内水位变化情况基本相同（以 A01 号塘为例）通过数值模拟分析，在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。

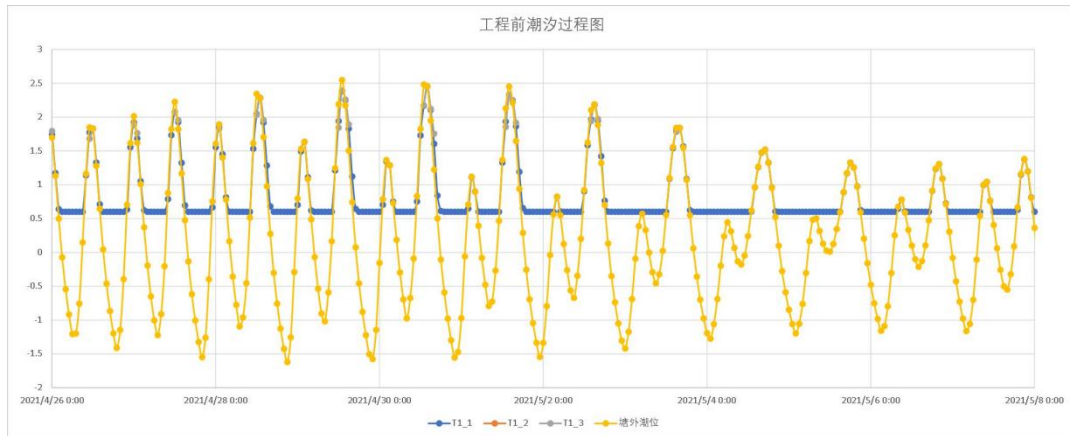


图 7.1.2-1 A01 号塘改造前开闸后塘内潮汐过程曲线图

根据前期塘现状调查，塘底平均高程为 1.8m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区地形整理填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水域平均水深在 1.0m~3.0m，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位标高适宜范围 2.1m~2.4m。结合数模分析结果，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，由于现状红树林生长高程为 1.6~2.2m，在即满足现状红树林淹水状态不变的条件，又节约投资的情况下，综合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 2.2m。改造后原有红树林淹水深度为 0.0~0.6m 之间，在原有红树林淹水深度区间范围内。

由于塘内常水位高程为 2.2m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 2.2m。对改造后塘内水位特征进行数值模拟，其中种植面标高 2.2m，闸板顶高程 2.2m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 12 小时（判断条件为水位>2.25 米，池塘内最低水位保持在 2.2 米），大潮前后 4 天可实现每天淹水 3h。而在中小潮，潮水无法进入塘内塘内水位为 2.2m，有 8 天时间新种红树林无法淹水，在中小潮期间，要保证种植滩面处于湿润状态，根据项目周边以往项目经验以及本项目地勘报告，种植斑块宽度在 10m 左右时，可保持滩面始终处于湿润状态，因此设计在种植斑块内每隔 10m 设置一条补水潮沟，以保证滩面始终处于湿润状态。

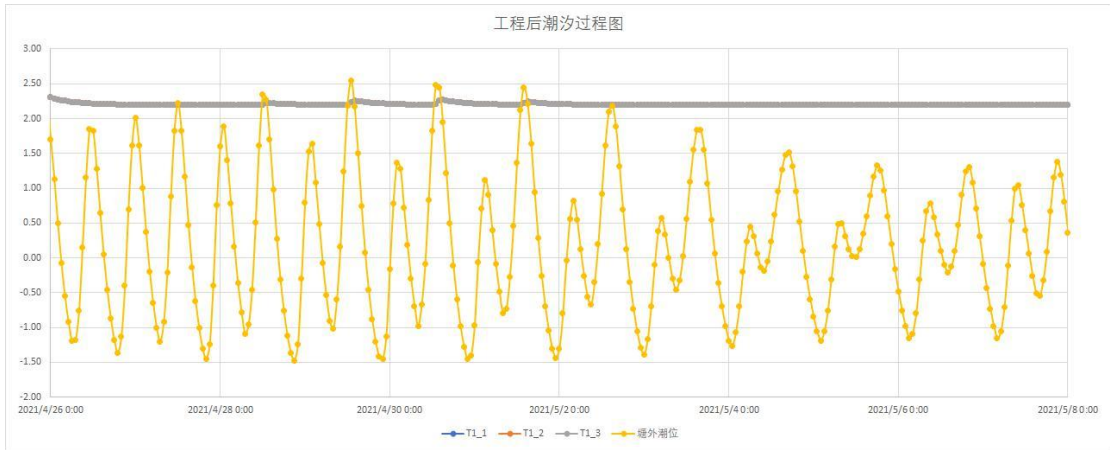


图 7.1.2-2 A01 号塘改造后开闸后塘内潮汐过程曲线图

改造后塘内养殖水域水深为 1.56~3.35m，满足养殖户对于养殖水深的需求。为了通过简单方法控制塘内水位，对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 2.2m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 2.2m，实现塘内水位自动控制。

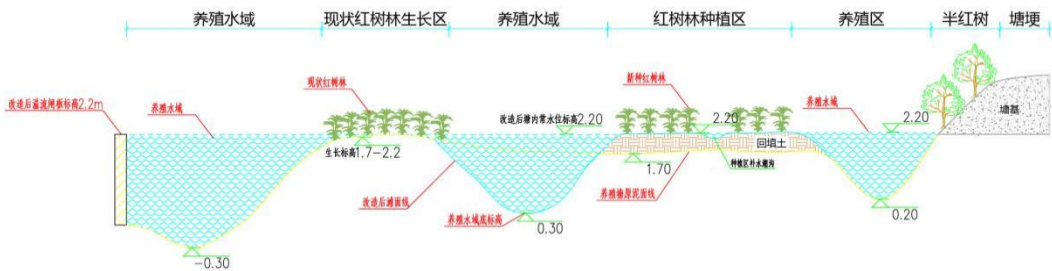


图 7.1.2-3 红树林种植及滩面改造断面示意图

7.1.2.2 I-2 类塘改造高程及水位控制

I-2 类塘包括 A03、B03、B04、B05、C01、C02、C03、D08 号塘，塘内现状有红树林生长，现状红树林生长高程为 1.51~2.0m。

通过数值模拟分析，I-2 类塘内水位变化情况基本相同（以 B03 号塘为例），在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。

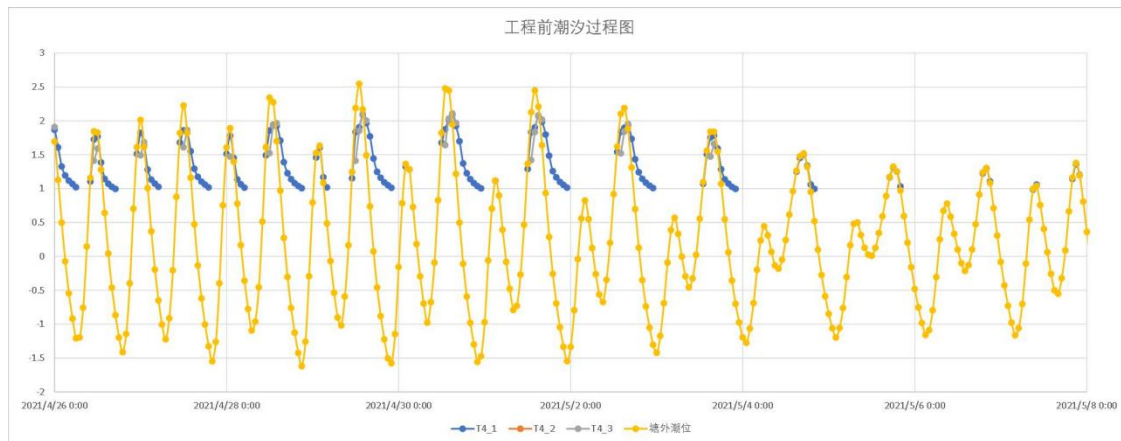


图 7.1.2-4 B03 号塘改造前开闸后塘内潮汐过程曲线图

根据前期塘现状调查，塘底平均高程为 1.6m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区平均填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水域平均水深在 1.2m~3.2m，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位适宜范围 1.9m~2.2m。结合数模分析结果，由于现状红树林生长高程为 1.51~2.0m，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，在即满足现状红树林淹水状态不变的条件，又节约投资的情况下，综合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 2.0m。改造后原有红树林淹水深度为 0.0~0.49m 之间，在原有红树林淹水深度区间范围内。

由于塘内常水位高程为 2.0m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 2.0m。对改造后塘内水位特征进行数值模拟，其中种植面标高 2.0m，闸板顶高程 2.0m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 24 小时左右（判断条件为水位>2.05 米，池塘内最低水位保持在 2.0 米），大潮前后 5 天可实现每天淹水 4.8h。而在中小潮，潮水无法进入塘内，塘内水位为 2.0m，有 7 天时间新种红树林无法淹水，设计在种植斑块内每隔 10m 左右设置一条小的补水潮沟，以保证种植滩面始终处于湿润状态。



图 7.1.2-5 B03 号塘改造后开闸后塘内潮汐过程曲线图

改造后塘内养殖水域水深为 1.1~2.93m，满足养殖户对于养殖水深的需求。

对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 2.0m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 2.0m，实现塘内水位自动控制。

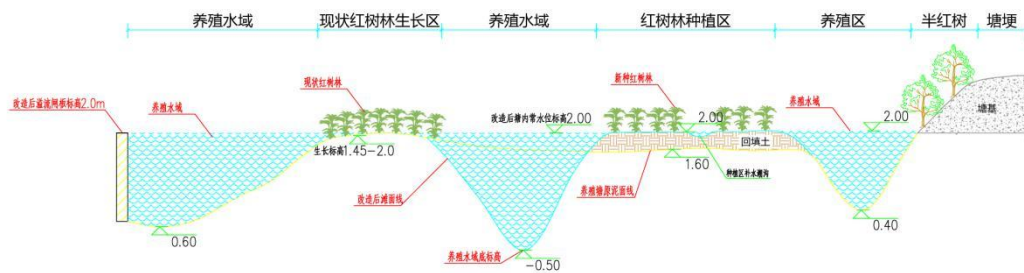


图 7.1.2-6 红树林种植及滩面改造断面示意图

7.1.2.3 I-3 类塘改造高程及水位控制

I-3 类塘包括 A05、A07 号塘，塘内现状有红树林生长，现状红树林生长高程为 1.90~2.29m。通过数值模拟分析，I-3 类塘内水位变化情况基本相同（以 A05 号塘为例），在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。

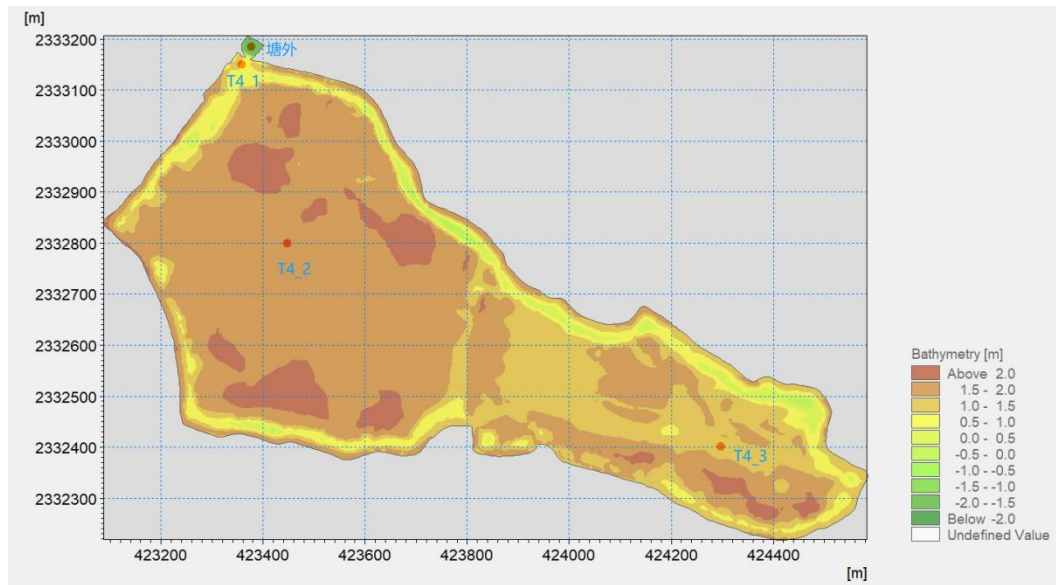


图 7.1.2-7 A05 号塘三个代表潮位点示意图

根据前期塘现状调查，塘底平均高程为 1.8m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区平均填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水域水深为 1.0~3.0m 之间，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位高程适宜范围 2.1m~2.4m。结合数模分析结果，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，由于现状红树林生长高程为 1.90~2.29m，在即满足现状红树林淹水状态不变的条件，又节约投资的情况下，综合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 2.3m。改造后原有红树林淹水深度为 0.01~0.4m 之间，在原有红树林淹水深度区间范围内。

由于塘内常水位高程为 2.3m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 2.3m。对改造后塘内水位特征进行数值模拟，其中种植面标高 2.3m，闸板顶高程 2.3m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 8 小时左右（判断条件为水位>2.35 米，池塘内最低水位保持在 2.3 米），大潮前后 3 天可实现每天淹水 2.67h。而在中小潮，潮水无法进入塘内，塘内水位为 2.0m，有 9 天时间新种红树林无法淹水，而在中小潮，潮水无法进入塘内，塘内水位为 2.3m，有 8 天时间新种红树林无法淹水，设计在种植斑块内每隔 10m 左右设置一条小的补水潮沟，以保证种植滩面始终处于湿润状态。

改造后塘内养殖水域水深为 1.1~3.25m，满足养殖户对于养殖水深的需求。

对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 2.3m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 2.3m，实现塘内水位自动控制。

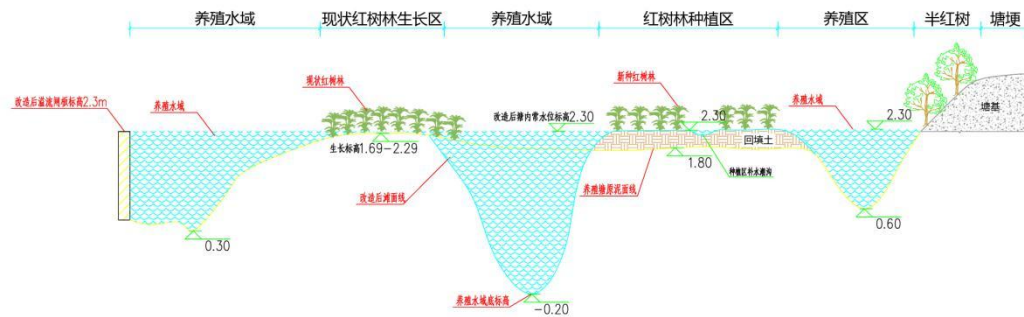


图 7.1.2-8 红树林种植及滩面改造断面示意图

7.1.2.4 I-4 类塘改造高程及水位控制

I-4 类塘包括 A06、A09 号塘，塘内现状有红树林生长，现状红树林生长高程为 1.26~1.61m。通过数值模拟分析，I-4 类塘内水位变化情况基本相同，在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。

根据前期塘现状调查，塘底平均高程为 1.40m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区平均填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水深基本在 1.0m~3.0m 之间，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位高程适宜范围 1.7m~2.0m。结合数模分析结果，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，由于现状红树林生长高程为 1.26~1.61m，在即满足现状红树林淹水状态不变的条件，又节约投资的情况下，综合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 1.80m。改造后原有红树林淹水深度为 0.19~0.54m 之间，在原有红树林淹水深度区间范围内。

由于塘内常水位高程为 1.8m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 1.8m。对改造后塘内水位特征进行数值模拟，其中种植面标高 1.8m，闸板顶高程 1.8m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 29 小时左右（判断条件为水位>1.85 米，池塘内最低水位保持在 1.8 米），大潮前后 5 天可实现每天淹 5.8h。而在中小潮，

潮水无法进入塘内，塘内水位为 1.8m，有 7 天时间新种红树林无法淹水，设计在种植斑块内每隔 10m 左右设置一条小的补水潮沟，以保证种植滩面始终处于湿润状态。

改造后塘内养殖水域水深为 2.37~2.64m，满足养殖户对于养殖水深的需求。

对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 1.8m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 1.8m，实现塘内水位自动控制。

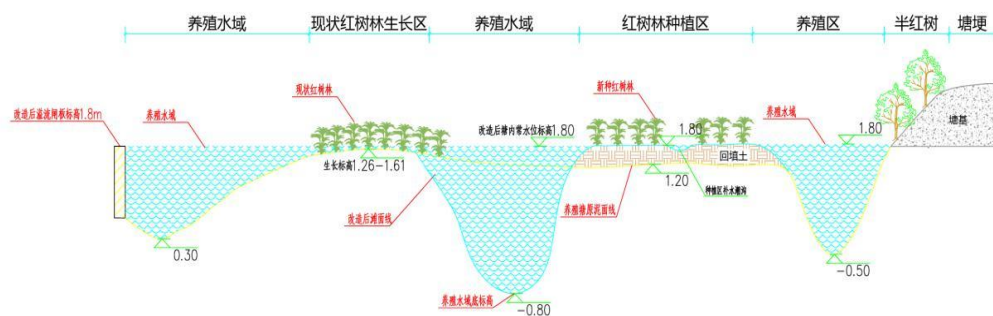


图 7.1.2-9 红树林种植及滩面改造断面示意图

7.1.2.5 I-5 类塘改造高程及水位控制

I-5 类塘包括 B09 号塘，塘内现状有红树林生长，现状红树林生长高程为 1.78~2.03m。通过数值模拟分析，在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。

根据前期塘现状调查，塘底平均高程为 1.60m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区平均填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水域水深基本在 1.0m~3.0m 之间，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位高程适宜范围 1.9m~2.2m。结合数模分析结果，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，由于现状红树林生长高程为 1.78~2.03m，在即满足现状红树林淹水状态不变的条件，又节约投资的情况下，综合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 2.10m。改造后原有红树林淹水深度为 0.07~0.32m 之间，在原有红树林淹水深度区间范围内。

由于塘内常水位高程为 2.10m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 2.1m。对改造后塘内水

位特征进行数值模拟，其中种植面标高 2.1m， 闸板顶高程 2.1m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 18 小时左右（判断条件为水位>2.15 米，池塘内最低水位保持在 2.1 米），大潮前后 4 天可实现每天淹水 4.5h。而在中小潮，潮水无法进入塘内，塘内水位为 2.1m，有 8 天时间新种红树林无法淹水，设计在种植斑块内每隔 10m 左右设置一条小的补水潮沟，以保证种植滩面始终处于湿润状态。

改造后塘内养殖水域水深为 1.39~2.62m，满足养殖户对于养殖水深的需求。对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 2.10m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 2.10m，实现塘内水位自动控制。

7.1.2.6 II-1 类塘改造高程及水位控制

II-1 类塘包括 A04、A10、B01、B02、B07、B08、B10、B11、D02、D04、D07 号塘，塘内现状无红树林生长。通过数值模拟分析， II-1 类塘内水位变化情况基本相同（以 B11 号塘为例），在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。



图 7.1.2-10 B11 号塘改造前开闸后塘内潮汐过程曲线图

根据前期塘现状调查，塘底平均高程 1.50m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区平均填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水深在 1.0~3.0m 之间，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位高程适宜范围 1.8m~2.1m。结合数模分析结果，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，在即满足养殖水深需求，又节约投资的情况下，综

合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 2.0m。

由于塘内常水位高程为 2.0m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 2.0m。对改造后塘内水位特征进行数值模拟，其中种植面标高 2.0m，闸板顶高程 2.0m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 26 小时左右（判断条件为水位>2.05 米，池塘内最低水位保持在 2.0 米），大潮前后 5 天可实现每天淹水 5.24h。而在中小潮，潮水无法进入塘内，塘内水位为 2.0m，有 7 天时间新种红树林无法淹水，设计在种植斑块内每隔 10m 左右设置一条小的补水潮沟，以保证种植滩面始终处于湿润状态。

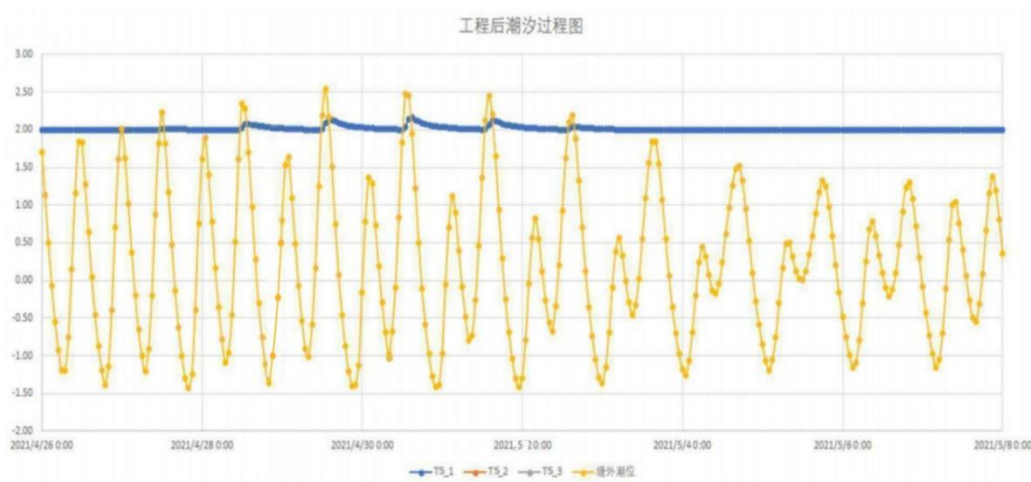


图 7.1.2-11 B11 号塘改造后开闸后塘内潮汐过程曲线图

改造后塘内养殖水域水深为 0.71~3.0m，满足养殖户对于养殖水深的需求。对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 2.0m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 2.0m，实现塘内水位自动控制。

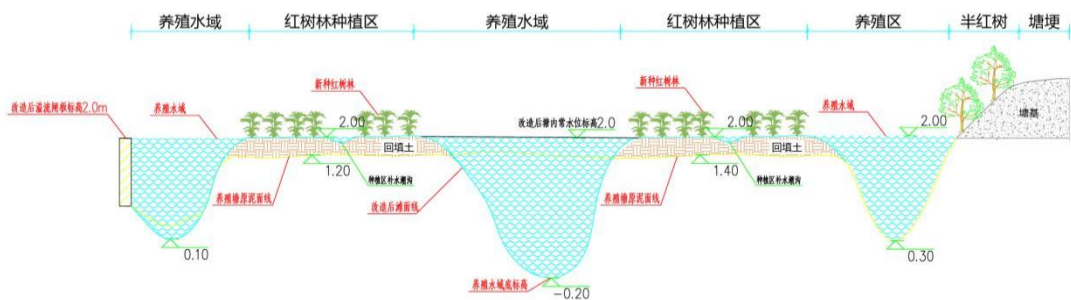


图 7.1.2-12 红树林种植及滩面改造断面示意图

7.1.2.7 II-2 类塘改造高程及水位控制

II-2 类塘包括 A02、D03 号塘，塘内现状无红树林生长。通过数值模拟分析，II-2 类塘内水位变化情况基本相同（以 D03 号塘为例），在闸门全部打开的情况下，每个涨潮期间塘内水位随潮水涨落，塘内最高潮略低于塘外，退潮后塘内水位降至与闸板底齐平处，由此可以得出，现有水闸尺寸满足塘内水位变化需求。

根据前期塘现状调查，塘底平均高程为 1.70m，为保证改造后养殖水域有足够的水深，结合种植区和养殖水域平面布置，种植区平均填高约 0.3m~0.6m 时，养殖水深基本在 1.0~3.0m 之间，养殖水深可以满足养殖需求，即改造后常水位高程适宜范围 2.0m~2.3m。结合数模分析结果，在满足养殖水深需求的常水位范围内，塘内仅在大潮期间可以进水，在即满足养殖水深需求，又节约投资的情况下，综合考虑设计改造后塘内常水位标高定为 2.2m。

由于塘内常水位高程为 2.2m，新种红树林不能长期淹水，因此要求退潮后红树林根部露出水面，因此设计红树林种植滩面标高为 2.2m。对改造后塘内水位特征进行数值模拟，其中种植面标高 2.2m，闸板顶高程 2.2m，在包含大、小潮过程的 12 天时间内，总淹水时间为 16 小时左右（判断条件为水位>2.25 米，池塘内最低水位保持在 2.2 米），大潮前后 4 天可实现每天淹水 4h。而在中小潮，潮水无法进入塘内，塘内水位为 2.2m，有 8 天时间新种红树林无法淹水，设计在种植斑块内每隔 10m 左右设置一条小的补水潮沟，以保证种植滩面始终处于湿润状态。

改造后塘内养殖水域水深为 1.45~2.94m，满足养殖户对于养殖水深的需求。

对养殖塘闸板进行改造，将现有闸板顶高程更改为 2.2m，调整后在大潮期间，涨潮时潮水可从闸板顶部溢流进入塘内，恢复塘内部分潮汐特征，退潮后，塘内水自然流出，水位降至 2.2m，实现塘内水位自动控制。

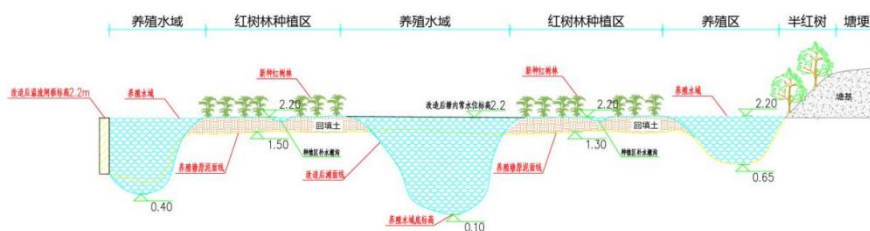


图 7.1.2-13 红树林种植及滩面改造断面示意图

由上述分析可知，尽管各养殖塘水位各有差异，塘内红树林情况也有差异，但本项目在养殖塘内实施红树林修复工程后，其潮汐变化是很微小的。可见，养殖塘水文动力不会因本工程的实施出现大的变化。

7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价

7.2.1 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。

7.2.1 项目对养殖塘内的地形地貌与冲淤环境的影响分析

项目通过滩涂整地、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 15~25m（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，边坡坡比 1:1，以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 3.2.2-17：潮沟开挖及回填典型断面示意图”。

生态修复项目区总面积为 1412 公顷，其中营造红树林 546 公顷，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、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，时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 38.7%。

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，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，项目对海底地形有一定的影响，但其影响范围不到养殖塘总面积的一半（约 38.7%）；项目建设完成后，对养殖塘的冲淤环境影响不大。

7.3 海水水质影响预测与评价

7.3.1 项目对养殖塘外海域水质环境的影响分析

项目施工过程中养殖塘滩涂不设溢流口，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基本不会对围塘外的海洋环境造成影响。

7.3.2 项目对养殖塘内水质环境的影响分析

项目在采用水陆两用挖掘机施工的过程（包括挖沟、开挖、平整起垄等作业）、红树林人工种植过程以及抚育（固定、扶正作业）、补种过程均会产生悬浮物。由于红树林种植、抚育及补种过程均为人工作业；产生的悬浮物量极小，产生的时间极短，且很快会在小范围内发生沉降，对海洋环境的影响极其微小。

根据“4.2.1.1 悬浮物”可知，每台挖掘机施工产生的悬浮物源强约为 0.58kg/s；产生量是极小的；项目在施工时，将塘内水位降至红树林根部以下，可有效阻止悬浮泥沙扩散至红树林根部，同时关闭闸口，养殖塘内水位极低，且水动力条件较差，施工过程中产生的悬浮物在水动力条件下的扩散范围不大，悬浮泥沙影响范围较小。根据水工经验，在基本没有水动力条件的水域施工，悬浮泥沙沉降范围一般不会超过 100m。

因此，尽管施工产生的悬沙可能影响到部分清塘后残存底栖生物及小鱼小虾的生存环境，但这种影响是暂时的，其影响会随着施工的结束而结束。

运营期，红树林生态系统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。

因此，运营期红树林生态系统对水质的影响呈显著的正面影响。

7.3.3 其它废水对海水水质的影响分析

项目施工期需对施工机械及车辆进行冲洗，冲洗过程会产生含油污废水。项目运输车辆及其它施工机械均定期在洗车场进行清洗、清理；水陆两用挖掘机基本都在养殖塘内完成施工后，才会驶离项目区域去洗车场进行清洗；基本不会对项目及周边海域海水水质、沉积物等环境造成影响。

项目施工人员均从附近村庄临聘，因此生活污水纳入当地生活污水一同处理，不向海域排放，基本不会对养殖塘及周边海域海洋环境造成影响。

7.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

7.4.1 施工期对海洋沉积物的环境影响评价

工程对附近海域沉积物环境的影响主要表现在滩涂整地、高程改造过程中产生悬浮泥沙的影响。施工过程扰动海床淤泥，导致施工海域海水中悬浮物浓度增加。项目施工（滩涂整地工程）对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响也会在较短的时间内结束。由于悬沙均来源于本海域，因此，来自本海域的悬浮泥沙沉降后，对本海域的海洋沉积物环境影响不大。

7.3.2 运营期污染物排放对沉积物环境的影响分析

对沉积物而言，红树林生态环境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。

7.5 海洋生态环境（包括生物资源）影响预测与评价

7.5.1 项目对海洋生态环境的影响

（1）项目对底栖生物的影响

项目种植区滩涂高程改造不可避免对养殖塘的生态环境产生不可逆的影响。不同于码头、疏浚等其它涉海工程的开挖、弃泥，上述工程可能导致底栖生物的生境完全丧失；本工程水陆两用挖掘机只是对底泥进行简单的搬运；虽然由于施工机械的搅动作用，将暂时破坏施工范围内底栖生物的原有栖息地和生存环境，但由于红树林修复挖泥起垄、垫高均在本养殖塘内海域，底泥环境并未发生实质改变，也不发生抛泥、弃泥；待悬浮物沉降后，底栖生物的生境又会恢复，重新形成新的生态系统。

由于施工过程中，养殖塘内的水质、沉积物环境未发生大的变化，因此绝大部分底栖生物都不会因塘泥的简单搬运导致死亡，仅有极少量底栖生物因挖掘机施工过程造成的机械损伤而死亡；开挖工程量底栖生物损失量 1-5%进行评估（此处按最大 5%计）。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（以下简称《规程》）的要求，本工程建设占用海域造成的底栖生物资源损害量评估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），在这里指生物资源受损量。

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。项目底栖生物量参考项目春季、秋季海洋生物调查的底栖生物平均生物量；项目周边海域春季平均底栖生物的生物量为 4.037g/m²，秋季海洋生物调查底栖生物的生物量平均值 17.457g/m²；平均值为 10.747g/m²。项目平均水深约 2.4m，则底栖生物平均量为 25.793g/m³。

S_i —第 i 种底栖生物受影响的面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³），此处按本项目底栖生物受影响的挖方量 352.37 万 m³ 计。

则项目可能造成的底栖生物损失量：25.793 × 10⁻⁶ × 3523700 × 5%=4554.3.02kg。

（2）悬浮泥沙对浮游生物的影响

项目施工过程中不可避免的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，造成内部消化系统紊乱。

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，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

本项目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。

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。

(3) 对鱼卵仔鱼的影响

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大到 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。

由于本项目位于养殖塘内,在项目施工前已经完成清塘和捕鱼作业,因此本项目施工对养殖塘内残余的极少量的鱼卵仔鱼的影响微乎其微。

(4) 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。

不同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,若每天作短时间搅拌,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 以下及影响较短时期时,不会导致鱼类直接死亡。但在取土作业点中心区域附近鱼类,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。

取土工程和滩涂整地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,影响光合作用,从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。

由于本项目位于养殖塘内,在项目施工前已经完成清塘、捕鱼作业,残余的渔业资源极少;且项目施工过程中,由于水动力条件较弱,悬浮物在施工机械周边一定范围内发生沉降;鱼类可以通过规避的方式避开施工机械的影响。因此本项目施工对养殖塘内残余的极少量的渔业资源的影响是极小的。

(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,油膜会阻碍海一气交换,影响光合作用。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1-10mg/L,浮游动物的石油急性中毒致死浓度一般在 0.1-15mg/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 2.0-15mg/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。

由于本工程不使用船舶,使用 30 台挖掘机分别在 29 个区块中作业,最多两

台挖掘机在同一区块中同时作业，水陆两用挖掘机行驶速度极慢，一般不会发生碰撞事故；加之挖掘机携带柴油量较少，且本项目挖掘机一般不会发生事故溢油，项目机械上岸清洗时才会产生含油废水，均由洗车场处理；机械残、次油在上岸检修时才会产生，经收集后交由有资质的单位处理，因此，基本不会对海域生态环境产生不良影响。

7.5.2 项目造成的生物损失量及生态补偿额计算

通过以上分析，本工程生物损失量如下：底栖物损失量为 4554.3.02kg，见表 7.5.2-1。

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)。

本工程造成的各种海洋生物的直接经济损失额见下表，本工程海洋生物直接经济损失额约为 68164 元。

按照《规程》，项目起垄种植产生的悬浮物对海洋生物的影响为可逆影响、短期影响，因此项目生物资源损害的补偿年限按 3 年算；约为 20.45 万元。

表 7.5.2-1 海洋生物资源损失汇总表

生物资源	直接损失量 kg	单价	直接经济损失额（元）	补偿年限（年）	经济补偿额（万元）
底栖生物	4554.3	15 元/kg	68164	3	20.45
总计			——	——	20.45

7.6 大气环境影响分析与评价

本项目对大气环境的影响主要是施工机械燃油尾气对周边环境的影响。

项目施工机械、运营期作业机械主要使用柴油作为燃料，船舶、车辆及施工机械运行过程会排放尾气，将在短期内影响项目所在区域的环境空气质量。

大气污染物产生量详见“4.2.1.3 废气”，本项目施工过程污染物产生速率约为：THC 0.185g/s，NO_x 0.185g/s，CO 1.125g/s。

可见，污染物产生速率极低，加之项目周边区域基本没有大气污染源，大气环境质量良好，挖掘过程翻出的淤泥中带有腐殖质，会带出少量臭气，但项目区大气扩散条件较好，且腐殖质含水量较大，因此臭气浓度不大，因此本项目施工过程中产生的大气污染物对区域大气环境的影响是较小的。

建议建设单位选用优质设备和燃油，加强设备和运输车辆的检修和维护，尽

量减少施工过程对项目周围大气环境的影响。由于各施工设备的排放量较小，项目区域扩散条件较好，对周围环境空气影响也很小。

7.7 声环境影响分析与评价

7.7.1 施工期声环境影响分析

项目施工期对声环境的影响情况详见“4.2.1.3 噪声影响分析”；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。在距离施工机械约 50m 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。

因此，施工噪声对外环境的影响极小。且施工期的影响是短暂的，一旦施工活动结束后，施工噪声也将随之结束。建议采纳以下噪声防范措施：

（1）控制声源

有意识地选择低噪声的机械设备，闲置的机械设备等应该予以关闭或者减速；一切动力机械设备都应该经常检修，特别是那些会因为部件松动而产生噪声的机械，以及那些降噪部件容易损坏而导致强噪声产生的机械设备；如需吊装，优选液压吊装设备。

（2）控制噪声传播

采取一定的隔离和防护消声处理以及距离衰减后，工程施工对敏感点及周围环境产生的影响减少。③加强管理施工单位在施工时应选用高效、低噪声的施工机械设备和运输车辆，同时加强对机械设备的维修保养和正确操作，保证在良好的条件下使用，减少运行噪声，且合理布置高噪声设备，确保对施工点附近噪声影响减到最小。同时，施工单位加强施工管理，在中午休息时间和夜间应尽量不要安排高噪声设备施工，确因生产工艺要求在这些时段施工的必须报当地生态环境主管部门审批，方可施工。

经以上措施处理后，本工程施工期产生的噪声对周围声环境影响将大大降低，可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求。施工期对周边环境的影响是短暂的，随着施工的结束，其对周边环境的不利影响随着结束。

7.7.2 运营期声环境影响分析

项目运营期基本不产生噪声，仅管理机构定期巡视时会产生车辆交通噪声。

7.8 固体废物环境影响分析

7.8.1 施工期固体废物环境影响分析

项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 352.37m^3 ；填方为 352.37m^3 ；补水潮沟开挖及就地平整；无弃方，不产生海洋土石方。海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造，不产生开挖和填方，不产生土石方。

施工人员产生的生活垃圾采用定点堆放方式，设立专门的垃圾桶进行收集，由环卫部门统一运走清运

施工机械产生的残油、废油等废物和含油抹布定期交由有危险废物处理资质单位处置。

不合格苗木、断损苗木、死亡苗木以二次补种的红树林苗木、定植时去除的薄膜袋及清理的杂草、海漂垃圾等固废均收集后清运至环卫部门处理。

采取上述措施后，项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

7.8.2 运营期固体废物环境影响分析

项目负责管理、巡视的人员由建设单位自然资源局内部调配，因此项目运营期不新增劳动定员，不会新增生活垃圾和生活污水。

项目为海洋生态保护修复工程，因此运营期基本不会产生噪音和大气污染。

运营期，在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等；此外，红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生，但产生量极小，对海洋环境影响不大。

7.9 通航环境影响分析

项目为海洋生态保护修复工程项目，项目整体全部位于有堤坝的养殖塘范围内，项目与周边的习惯性航道有一定的距离；且项目整个施工、运营期间均不使用船舶，不会增加附近航道的通航密度，因此基本不会对附近航道过往的渔船及旅游船只的通航安全产生影响。

7.10 主要环境敏感目标的影响分析与评价

7.10.1 环境敏感保护目标分布

根据现场踏勘及收资调查，结合《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 生态影响》（HJ19-2022）、《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）对生态环境敏感保护目标的定义，及《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》《湛江市国土空间总体规划(2021—2035 年)》和广东省“三线一单”生态环境管控平台可知，项目评价范围内的环境敏感区和环境敏感保护目标主要包括：项目建设所在围塘内的现有红树林、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、国控站、养殖塘周边的开放式渔业养殖设施（鱼排）、周边养殖塘的取水口等、油气管线以及北面的基本农田等。

7.10.2 项目建设对环境敏感保护目标的影响分析

7.10.1.1 对项目建设范围内的现有红树林的影响分析

项目区红树林修复征收养殖塘内现有红树林面积约 64.97ha。项目在养殖塘内施工，采用水陆两栖挖掘机进行开挖、起垄及造沟，导致塘内地形变化；塘内地形改造开挖会产生悬浮泥沙，悬浮泥沙扩散并附着在红树林的呼吸根上时，可能影响红树林呼吸根的呼吸作用。

因此项目实施时要注重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。

一、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。

二、养殖塘内部现状红树林保护

(1) 平面布局

平面布局设计时挖土和填方尽量避开现有红树林区，开挖边线距离现状红树林大于 15m，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。

(2) 施工工序

施工时要合理安排施工工序，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。

(3) 加强施工管理

施工过程加强施工管理，在现有红树林周边插竹竿拉警戒线，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进行巡视，对可能破坏红树林生长的活动进行制止并进行处罚。

(4) 水位控制

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；施工时将塘内水位降至红树林根部以下，可有效阻止悬浮泥沙扩散至红树林根部。塘内水位降低后，现状红树林根部会长时间露出水面，为避免红树林干旱，塘内水位控制稍低于红树林根部，通过渗透作用，保持滩面处于湿润状态。因此施工前先根据红树林生长高程，划定施工水位线，打开闸门放水至设计水位线位置，保持塘内水位在红树林根部以下，即可以防止施工期悬浮泥沙对红树林生长产生影响，又能起到湿润滩涂的作用。根据前期试验经验，滩面保持湿润状态可以保证红树林正常生长。

为保持红树林生长滩面始终处于湿润状态，施工期在每个大潮期间停工一天，打开闸门进行海水交换，在最高潮时关闭闸门，对现有红树林进行淹水，使滩面充分湿润，保证红树林正常生长。在第二个潮周期退潮时打开闸门排水至施工期塘内控制水位。此外在施工期根据跟踪监测监测结果，及时调整保护措施。

表 7.10.2-1 施工期养殖塘内控制水位

序号	塘编号	现状塘常水位 (m)	施工期塘内控制水位 (m)
1	A01	2.39	1.65

2	A030	2.3	1.5
3	A05	2.55	1.85
4	A06	1.94	1.32
5	A07	2.80	1.95
6	A09	1.95	1.20
7	B03	2.38	1.62
8	B04	1.81	1.65
9	B06	2.32	1.65
10	B09	2.61	1.83
11	C01	2.55	1.75
12	C02	2.51	1.70
13	C03	2.08	1.45
14	D01	2.41	1.55
15	D08	2.62	1.73

（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，做的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。

三、运营期对养殖塘内海水水质、沉积物、生态环境的正面效益

项目建设完成后，对海水水质及沉积物环境、生态环境的影响是正面的，积极的，见本报告“4.3 工程各阶段生态环境影响分析”，此处仅做简略补充论述。

（1）水质

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。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，同时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能力。

因此，通过红树林生态系统修复，对养殖塘内的水质有明显的改善作用。

（2）沉积物

红树林湿地系统通过过滤、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。

（3）对底栖生物的影响

项目建设完成后，底栖生物赖以生存的底泥将会很快恢复原貌，且底泥均来自于原有海域，因此，底栖生物的生境将会在较短时间内恢复。同时，红树林生态系统修复后，由于水质、沉积物环境得到改善，微生物数量增加，为底栖生物提供了更多的食物，有利于底栖生物的生长。

（4）对浮游生物、游泳生物及渔业资源的影响

随着红树林系统修复，红树林根系截留并消化分解营养物质中的 COD，产生更多的溶解氧，有利于浮游生物、游泳生物和渔业资源的呼吸作用；同时，红树林对污水中 Cd、Ni、Pb、Zn 等重金属污染物有较高的净化效率；提高了浮游生物、游泳生物及渔业资源的生物体质量；同时，通过对海洋水质、沉积物环境的改善，大幅提高了海洋生物的生境质量。

（5）对鸟类的影响

随着项目的建设完成，养殖塘内的红树林系统将得到极大改善，鸟类的栖息环境将得到较大改善；同时，红树林修复后，昆虫、微生物等生物的生物多样性将大幅增加，为鸟类提供了更多、更理想的觅食环境。

综上所述，项目建设完成后，对生态环境的影响是正面的，积极的。

7.10.2.2 对项目占用的通明海海洋保护区、湛江红树林国家级自然保护区（重叠）、湛江市麻章雷州湾地方红树林保护区（重叠）的影响分析

项目为红树林生态修复项目，不涉及围填海、毁林挖塘、矿产资源开发及其他可能改变海域自然属性、破坏红树林湿地生态功能的开发活动，项目本身加强了对受损滨海湿地、红树林生境的整治与生态修复。

项目所在海域位于养殖塘内，施工前先放水降低养殖塘内的水位，然后关闭

闸口；整个施工期间养殖塘与塘外不发生海水交换，因此基本不会对围塘外的红树林保护区及通明海海洋保护区造成影响。

项目施工期间，水深较浅，水文动力条件较弱，施工产生的悬浮泥沙在潮流作用下扩散范围较小，一般不会超过 100m 范围就会完成沉降，且项目打开闸门放水至设计水位线位置，保持塘内水位在红树林根部以下，即可以防止施工期悬浮泥沙对红树林生长产生影响，又能起到湿润滩涂的作用；因此，项目建设对养殖塘内的红树林影响是极小的，短暂的，可恢复的。

项目严格按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求对红树林项目进行管理，施工及运营阶段不会向海域禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物，不向海洋倾废。

7.10.2.3 对特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区的影响分析

项目所在海域位于养殖塘内，施工前先放水降低养殖塘内的水位，然后关闭闸口；整个施工期间养殖塘与塘外海域不发生海水交换，因此基本不会影响距离本项目较远的特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区的海水水质、沉积物及生态环境。

7.10.2.4 对东海岛、东海岛大桥、世乔村至东海岛铁路段的影响分析

本项目位于东海岛北面海域，距离东海岛岸线最近大约 2.0km；项目在养殖塘内建设，建设期间不与塘外的海域发生海水交换，因此项目施工过程产生的悬浮泥沙不会对东海岛造成影响。

项目海堤生态改造部分紧邻世乔村至东海岛铁路段，但本项目海堤生态改造主要集中在岸线靠海一侧，因此项目建成后基本不会涉及跨越通明海的铁路段；施工阶段项目设置一个施工备料区，建议施工备料区尽量选择在海堤生态改造区域滩涂水位高处，距离该铁路段应有一段距离，避免施工车辆或机械影响铁路段的正常运行。

项目苗木、材料等均由东海岛北端的陆域范围提供，运输车辆及施工设备均从麻章区湖光镇的县道和乡道驶入，因此不会通过东海岛大桥运输，基本不会增加东海岛大桥的运输压力，对东海岛大桥的影响极小。

7.10.2.5 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）》（农业部第 189 号公告）中的南海国家级及省级保护区分布示意图和南海北部幼鱼繁育场保护区示意图，本项目所处海域为项目所处海域为南海北部幼鱼繁育场保护区及黄花鱼幼鱼保护区（上述渔业资源保护区均不属于水生生物自然保护区和水产种质资源保护区）。

项目施工产生的悬浮泥沙将引起项目施工区域周边小范围的水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，将影响水生动、植物的生长，但本项目施工时关闭闸门，施工过程中不会与周边海域的海水进行交换，因此也不会对周边海域的水质、沉积物及海洋生态造成影响。

因此，施工期对上述“三场一通道”的影响很小。

7.10.2.6 对围塘周边的开放式渔业养殖设施（鱼排）的影响分析

根据卫图和现场踏勘可以看出，项目养殖塘周边分布有大量的开放式渔业养殖设施（鱼排、网箱等）。

项目区养殖塘外水道内存在大量开放式养殖的鱼排，施工期养殖塘闸门关闭，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养殖塘内部产生影响，不会对养殖塘外的鱼排产生影响。

运营期，项目与养殖塘外的海水进行交换；由于项目养殖塘内的水质在红树林根系的长期的净化作用下，会导致养殖塘内的海水水质优于养殖塘外的海水水质；因此，运营期养殖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。

7.10.2.7 对油气管线的影响分析

项目区内存在 2 条油气管线，根据相关法规，在管道线路中心线两侧各 5 米范围内禁止取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行发掘施工，因此项目红树林修复区平面布置时避开油气管线中心线 10 米范围。

因此，要尤其注意油气管线附近的 A01、A02、A03、A04 上述四个区块红树林生态修复区块的施工。

- （1）对油气管线进行勘测定位，在油气管线路及两端设置明显的标志；
- （2）合理规划机械设备进出养殖塘的路线，避免机械设备对油气管线出现碾压，触碰等情形；

(3) 合理安排施工顺序, 优先施工距离油气管线较近的红树林区域; 施工期间安排专人进行监督和看护。

在采取上述措施后, 将项目红树林生态修复工程对油气管线可能造成的风险降到较低水平。

7.10.2.8 对养殖塘北面的基本农田的影响分析

项目全部位于养殖塘内, 不占用基本农田。

本项目施工时关闭闸门, 施工过程中不会与周边水体进行交换; 基本不会影响到周边地表水的水质; 因此基本不会影响到基本农田的灌溉。

项目施工过程会产生一定的大气污染物 (见 “7.6 大气环境影响分析与评价”), 但其产生量较小, 加之施工现场的大气扩散条件较好, 项目施工过程产生的大气污染物对基本农田的影响微乎其微。

1 综上所述, 本项目对北面的基本农田的影响极小。

7.10.3 项目对周边其它区域及海域利用现状的影响分析

7.10.3.1 对湛江港港口航运区、湛江港保留区、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、雷州湾农渔业区的影响分析

项目所在海域位于养殖塘内, 施工前先放水降低养殖塘内的水位, 然后关闭闸口; 整个施工期间养殖塘与塘外海域不发生海水交换, 因此基本不会影响距离本项目较远的湛江港港口航运区、湛江港保留区、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、雷州湾农渔业区的海洋生态环境。

7.10.3.2 对东海岛、东海岛大桥、世乔村至东海岛铁路段的影响分析

本项目位于东海岛北面海域, 距离东海岛岸线最近大约 1.5km; 项目在养殖塘内建设, 建设期间不与塘外的海域发生海水交换, 因此项目施工过程产生的悬浮泥沙不会对东海岛造成影响。

项目苗木、材料等均由东海岛北端的陆域范围提供, 运输车辆及施工设备均从麻章区的县道和乡道驶入, 因此不会通过东海岛大桥运输, 基本不会增加东海岛大桥的运输压力, 对东海岛大桥的影响极小

8 环境风险分析与评价

8.1 风险调查及环境风险评价等级

8.1.1 风险调查

本项目为海洋生态保护修复工程项。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录中附录 B，项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺。

8.1.2 环境风险评价等级

（1）环境风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目的风险评价等级根据本项目涉及的物质及工艺系统危险性和项目区域的环境敏感性确定环境风险潜势，环境风险评价等级划分见下表：

表 8.1.2-1 评价工作等级划分依据

潜势	IV、IV+	III	II	I
工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明				

表 8.1.2-2 项目环境风险潜势划分

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

导则可知，环境风险评价等级由环境风险潜势决定，而环境风险潜势由环境敏感程度 E 及危险物质及工艺系统危险性 P 决定。

（2）风险潜势初判

根据 HJ169-2018 附录 C 中的危险物质数量与临界量比值（Q）的计算如下：当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质是，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\frac{q_3}{Q_3}+...+\frac{q_n}{Q_n}$$

式中：

$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t；

当 $Q < 1$ 时，项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本项目为海洋生态保护修复工程项目，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，溢油量按照设计代表船型的船用燃油全部泄漏的数量确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），水运工程建设项目的最大可信水上溢油事故溢油量，按照设计代表机械所用燃油全部泄漏的数量确定。

项目施工期 Q 值按照海域同一时段施工机械最大载油量之和进行计算。

根据设计资料，项目施工期不使用船舶，苗木通过汽车运输，不涉及海域；涉及海域的主要为水陆两用挖掘机。本项目施工期采用挖掘机 30 台，单台油箱容量 242L，因此最大携油量约为 7260L；柴油密度一般为 0.81 至 0.87g/cm³，此处按 850kg/m³ 计，则本项目同一时段最大载油量不超过 6.17 吨。

按照海域同一时段施工机械最大载油量之和，本项目施工期载油量为 6.17t，《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，项目施工期危险物质数量与临界量比值 $Q=0.00247 < 1$ ，本项目风险潜势为 I。

判定本项目施工期环境风险评价等级为简单分析 a。

8.2 环境风险事故识别

事故风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度。事故风险一般来自两个方面。一方面是用海项目自身引起的突发或缓发环境事件，如船舶溢油事故等对海域资源、环境造成的危害；另一方面是由于海洋灾害（如风暴潮、海冰等）导致海域使用项目发生破坏、事故等造成的对海域的危害。

由“5.1.7：主要海洋自然灾害”可知，自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋引起的风暴潮、海浪、赤潮等自然灾害，自然灾害会给工程施工风险。

项目施工机械若突遇恶劣风暴潮或海浪，可能导致养殖塘内的挖掘机倾覆，有可能发生挖掘机的油仓破损导致燃油溢出事故。

在恶劣的风暴潮或海浪条件下，对红树林苗木生长造成的冲击；典型事故诱因见下表。

8.2-1 典型事故诱因一览表

发生地点	发生源	代表性的发生原因
养殖塘内	挖掘机	风暴潮、海浪冲击导致挖掘机翻覆，导致溢出泄漏
养殖塘内	红树林苗木	热带气旋、风暴潮及海浪

挖掘机一般使用柴油作为燃料油，其理化性质见表 8.2-2。

表 8.2-2 燃料油的理化性质表

项 目	特 性	项 目	特 性
外观及气味	棕色粘稠有气味的液体	凝固点（℃）	<26
液体相对密度	0.81-0.87	粘度（pas）	<180
沸点（℃）	282-338	水溶性	微溶
20℃时蒸汽压（kpa）	很低	自燃温度（℃）	/
雷德蒸汽压（kpa）	/	挥发性	挥发
闪点（℃）	38	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	/	主要用途	机械燃料

基于 GESAMP（海洋污染专家组）的研究报告，燃料油的污染特性分类为石油类，执行 MARPOL 73/78 公约附则 I。燃料油一旦溢漏入海，海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。燃料油为微溶性物质，发生事故性泄漏后，主要漂浮于海面，短期内进入水体的量一般较少。其环境影响主要是隔绝了水体和空气之间的正常水气交换，限制了日光向水体的透入，使水质和水体自净化功能变差，破坏了水生生态系统的光合作用及其物质和能量流，对于海洋哺乳类动物、海鸟等动物的生理功能均有很大的伤害；随着溢出物在海面的漂移扩散，溶解或分散于水体中的溢出物量会逐渐增多，其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物；当溢出物上岸，可造成对岸线及其环境资源的严重污染损害。

8.3 事故发生几率分析

(1) 水上交通事故发生情况

根据联合国有关组织统计的数据,全球每年由于人类海上生产活动而流入海洋的石油约 1000 万吨,而这其中由海上油轮、油井事故等造成的溢油就多达 220 万吨。根据 1996 至 2000 年我国沿海港口油品运输量与溢油事故数分析,平均每运输 6000 万吨油品就会发生一起溢油 50 吨的重大油污污染事故。我国自 1993 年从石油出口国转为石油净进口国以来,目前已成为当今世界石油消费大国,石油进口量不断攀升,沿海的石油运输量大幅增加,2006 年我国沿海石油运输量达到 4.31 亿吨,其中运输原油 1.87 亿吨。我国进口的石油 90%是通过海上船舶运输来完成的,2006 年航行于中国沿海水域的船舶已达到 464 万艘次,平均每天 12700 艘次,其中各类油轮达到 162949 艘次,平均每天 446 艘次。海上运输石油成本低,是目前国际石油贸易中最主要的运输方式之一,具有通过能力强、运量大、运费低的特点。我国石油进口量迅速增加,港口和沿海油轮密度也随之增加,油轮趋向大型化,油轮特别是超大型油轮在我国水域频繁出现,使得原本就十分繁忙的海域通航环境更加复杂。在这种环境下,船舶、港口溢油污染,特别是重特大船舶、原油装卸码头等溢油污染的风险也随着增长。

另据统计,1973 至 2006 年,在我国沿海发生溢油 50 吨以上的重大船舶溢油事故 69 起,总溢油量 37077 吨,平均每年发生 2 起,每起污染事故平均溢油量 537 吨。这些溢油事故发生的地点、原因多种多样。据统计我国多起较大的溢油事故,绝大部分都发生在近岸海域,相应的溢油量为总溢油量的四成多。据有关统计估算,在整个石油运输过程事故中港口和航道事故发生率占到 75%。对在我国海域近些年内发生的多起溢油污染事故调查发现,船舶突然遭遇恶劣天气,浪高、风大、流急,加之轮机失控,造成轮船碰撞、触礁和搁浅,是引发溢油事故的主要原因。

(2) 广东省水上交通事故发生情况

收集广东省海事局 2007~2011 年度近 5 年的溢油资料进行统计分析,结果表明:2007~2011 年度,广东省共发生船舶污染事故 44 起,其中操作性事故 24 起,海损性事故 19 起。全省溢油污染事故发生概率为 8.8 次/年,其中 10 吨以下

的事故发生的概率为 7.2 次/年，10~50 吨、100~500 吨事故发生的概率均约为 0.6 次/年（约 1 年一遇）。

本项目不使用船舶，水陆两用挖掘机在养殖塘内作业，由于行驶速度慢，且机械设备数量不大，因碰撞发生倾覆的可能性微乎其微。但若台风期或风暴潮期间，挖掘机停留在养殖塘内，挖掘机仍有可能发生翻覆，以至引起挖掘机的油仓泄露，发生溢油。

（3）风暴潮等自然灾害冲击红树林苗木

结合“5.1.7：主要海洋自然灾害”可知，湛江是热带气旋、风暴潮和海浪的高发区，风暴潮大多集中在 7-10 月，台风等极端气候事件往往对红树林，尤其是红树林幼苗产生巨大危害。受到危害的红树植株很难能再正常生长；折断的红树植株生长逐渐减慢，甚至会枯死，折倒的红树植株，有许多根部从泥滩中暴露出来，严重影响红树林对营养物质的吸收和利用，不利于进一步的生长和发育。同时，受台风危害的林分，林相参差不齐，并产生许多林窗，防风护岸功能受到严重影响。

8.4 环境风险分析预测

8.4.1 自然灾害导致施工机械发生翻覆的风险分析

湛江是海洋灾害多发区域之一，项目海域灾害种类包括热带气旋、风暴潮、巨浪等，通常可以造成严重影响的海洋灾害主要为风暴潮。

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5~10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，因此热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带气旋的生成源主要有两个：1）西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 $7^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ ， $135^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 之间的洋面上；2）南海中部，即 $13^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$ ， $111^{\circ}\sim 117^{\circ}\text{E}$ 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆湛江附近地区和南海北部活动的热带气旋对项目均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产安全。由于地理位置的原因，本项目易受到热带气旋的吹袭，所以要时常做好防风抗风的准备。

项目建设海域通常可能造成严重影响的海洋灾害主要是风暴潮及海浪灾害。热带气旋是造成暴雨、风暴潮的主要天气系统之一，受地理环境的影响，本项目是台风频发的区域。风暴潮是由于热带气旋过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。导致海域风暴潮及其灾害的天气系统主要是热带气旋（含热带风暴），并且具有明显的季节特征。热带气旋（习惯上称为“台风”）风暴潮主要集中在夏、秋季节。风暴潮主要表现为：海水异常升高，风大浪急、潮位太高，损坏红树林。施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，海水异常升高，风大浪急，会对养殖塘内的水陆两用挖掘机造成损坏，可能使得油仓破裂；建设期间应及时关注天气及潮位信息，避开台风季节，选择合适的天气及潮位条件，避免风暴潮天气施工。

一旦发生油品溢出事故，对海洋生物和渔业的影响将是巨大的。以石油污染为例，其危害是由石油的化学组成、特性及其在海洋里存在的形式所决定的。在石油不同组份中，低沸点的芳香族烃对一切生物均有毒性，而高沸点的芳香烃则是长效毒性，均会对海洋生物生命构成威胁和危害，直至死亡。油类物质入海后，一部分覆盖水面，一部分蒸发进入大气，另一部分则溶解和分散于水中。漂浮的溢物膜，在膜覆盖下，水体中的生物会因中毒和缺氧窒息而大量死亡。扩散在水中的污染物将长时间停留在水中，直至被水生生物吞食，或与水中固体物质进行交换而沉入水底；污染物不但会使鱼、虾、贝、藻等海产生物带有异臭、异味而失去食用价值，而且会危害水域浮游植物、浮游动物、底栖生物的生长发育，降低水域生物生产力，破坏整个生物群落结构，导致生态系统恶化和渔业资源的生产损失。生态毒理学试验表明，各类生物对化工品污染敏感性顺序一般是：卵期→仔稚体→幼体→成体。

（1）油品泄漏影响分析

1）事故溢泄对海洋生态环境——水质及底质环境的影响分析

不溶于水的油品/化工品在水环境中存在三种形式：

漂浮在水面的油膜；

溶解分散态，包括溶解和乳化状态；

凝聚态的残余物，包括沉积物中的残余物。

受溢泄物影响的水域，污染物膜覆盖在水体表面，可溶性组分不断溶于水中，

在风浪的冲击下，污染物膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化状。

污染物膜覆盖下，影响海—气之间的交换，致使溶解氧含量减少，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

污染物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。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。

溢泄物影响的范围，污染岸线长度、污染物膜面积都与溢泄量大小、溢泄期的风向、流况和岸线地形等有密切关系。

2) 事故溢泄对海洋生物资源的影响分析

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。这种破坏作用程度取决于石油的类型，浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度也为 $0.1 \sim 10 \text{mg/L}$ ，一般为 1mg/L 。对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

②对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为 $0.1 \sim 15 \text{mg/L}$ ，Mironov等曾将黑海某些桡足类和枝角类暴露于 0.1mg/L 的石油海水中，当天浮游动物全部死亡。当石油含量降至 0.05mg/L ，小型拟哲水蚤*Paracalanus* sp. 的半致死时间为4天，而胸刺镖蚤*CentroPages*、鸟缘尖头蚤和长腹剑水蚤*Oithona*的半致死天数依次为3天、2天和1天。另外，Mironov对不同浓度对桡足类幼体的影响实验表明，永久性（终生性）浮游动物幼体的敏感性大于阶段性（临时性）的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

③对底栖生物的影响

底栖生物随种类的不同而产生对石油浓度适应的差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 $2.0 \sim 15 \text{mg/L}$ ，其幼体的致死浓度范围更小些。软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油，如： 0.01mg/L 的石油则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纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制并进而死亡。象海胆、寄居蟹、海盘车等底栖生物

的耐油污性很差，即使海水中石油含量只有0.01mg/L，也可使其死亡。而千分之一浓度的乳化油即可使海胆在1小时内死亡。某些底栖甲壳类动物幼体（无节幼虫）当海水中石油浓度在0.1~0.01mg/L时，对藤壶幼体和蟹幼体有明显的毒效。据吴彰宽报导，胜利原油对对虾*Penaeus orientalis*各发育阶段影响的最低浓度分别是受精卵56mg/L，无节幼体3.2mg/L、蚤状幼体0.1mg/L，糠虾幼体1.8mg/L，仔虾5.6mg/L，其中蚤状幼体为最敏感的阶段。胜利原油对对虾的幼体的96h-LC50为11.1mg/L。

④对鱼类的影响

国内外许多的研究均表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有差异。根据东海水产研究所近年来对几种不同油类对鲮鱼仔鱼*Mugil cephalus*的毒性试验结果表明，阿拉伯也门马瑞巴原油、镇海炼油厂的混合废油、胜利原油和东海平湖原油对鲮鱼的96h-LC₅₀值分别为15.8mg/L、1.64mg/L、6.5mg/L和2.88mg/L。陈民山等报导，胜利原油对真鲷仔鱼*Pagrus major*和牙鲆仔鱼*Paralichthys olivaceus*的96h-LC₅₀值分别为1.0mg/L和1.6mg/L。20号燃料油对黑鲷*Sparus macrocephalus*的96h-LC₅₀值为2.34mg/L，而对黑鲷的20天生长试验结果，其最低影响浓度（LOEC）和无影响浓度分别为0.096mg/L和0.032mg/L。

⑤对水产的异味影响

海洋中一旦发生油污染，扩散的油分子会迅速随风及水的流动而扩散，水产动、植物一旦与其接触，即会在短时间内发生油臭，从而影响食用价值。以20号燃料油为例，当油浓度为0.004mg/L时，5天就能对对虾产生油味，14天和21天分别使文蛤和葛氏长臂虾产生异味。

⑥事故泄漏的中、长期影响及其恢复期

泄漏物对渔业资源中的中、长期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。这种影响在海洋环境中可持续数年至十几年，因泄漏规模及泄漏地点而异（NRC, 1985）。一般，在近岸、封闭海湾发生泄漏事故的恢复时间相对要长些。本次评价以溢油作为例子，如法国布列塔尼发生的Amoco Cadiz溢油影响的研究表明，溢油后1a，在两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缓，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（Maurin, 1984；NRC, 1985）。对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗里达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4a，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 7a 后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10a（NRC, 1985）。对加利福尼亚附近发生的一次溢油的研究也表明，大多数种群在溢油几年后才得到恢复，但鲍鱼在 16a 后仍未出现，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度（GESAMP, 1977）。对 Chedabucto 湾发生的 Arrow 号油船溢油的研究发现，溢油后 6a，底栖生物的种类多样性仍明显低于对照点，其中软壳蛤的生长率至 9a 后还比较低（NRC, 1985）。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 5~6a 后才有明显的恢复。

项目位于东寮岛东侧海域，水动力条件较弱，如因船舶碰撞而发生溢油事故，对海水水质及红树林的生存环境，也会对海洋生态和渔业资源造成严重污染损害，其影响将是显著和较长期的。

会产生灾难性的影响。由于施工过程中需要使用一艘小型汽艇船舶，虽然载油量低，但仍存在恶劣天气条件下，船舶发生相撞而引起的溢油污染风险事故。因此，本项目施工期存在一定的溢油风险，应严格按照相关规范进行设计、管理以及运行。

8.4.2 自然灾害导致红树林损毁的风险分析

红树林在保护生物多样性、改善小气候和防风消浪等方面均有积极作用，大大的降低了灾害损失，但是在降低灾害的同时，台风等极端气候事件对红树林也产生了一定影响。

项目区红树林修复区位于养殖塘内部，相比外海滩涂受台风影响较小，此外因为红树林小苗的树体较小，茎干较为柔韧，不容易被风折断；因此台风对红树林小苗的影响相对较小。

台风对红树林幼苗主要影响包括：

- 1、小苗在生长初期尤其是新种植不久的小苗可能还未完全扎根于泥滩中，因此在台风来临时，它们可能会受到一定程度的冲刷或移位，更严重时小苗会被台风带走。

2、台风带来的强风和强降雨可能会对红树林小苗的生长环境产生不利影响。台风可能导致海水倒灌，导致养殖塘内水位大幅度升高，使红树林小苗完全淹没在海水中，影响小苗的生长。

8.5 环境风险防范措施

8.5.1 对自然灾害导致施工机械发生翻覆风险的防范措施

为防止热带气旋、风暴潮及海浪导致施工机械出现翻覆而引起油仓损坏，建议施工单位采取以下的措施：

（1）施工期间应尽量选择避开台风季节，在台风季节施工应做好各项防台抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

（2）根据工程特点，编制相关抵御热带气旋和台风风暴潮入侵的详细计划，并严格贯彻执行。

（3）按规定及时收听气象报告，警惕热带气旋预兆及“热带低压”的突然袭击。

（4）施工人员在施工前应认真查阅有关航行通电、通告及潮汐表等资料，防止搁浅、风灾等事故发生；应按时收听气象预报，遇有暴雨、台风等恶劣气候，严格遵守有关操作规定，服从海事主管机关的指挥。

（5）如遇特大风暴潮或海浪，施工单位应综合评估，考虑是否暂时将挖掘机驶离养殖塘。

（6）如万一挖掘机发生翻覆导致油仓发生泄露，应立即关闭水闸，将油污控制在最小范围。

采取上述措施后，可将自然灾害导致施工机械发生翻覆而引起的溢油风险降至较低水平。

8.5.2 对自然灾害导致红树林损毁风险的防范措施

针对台风对红树林小苗的影响，拟采取以下补救措施：

1、台风期要及时修剪和整理。对于主干过高或枝叶过密的小苗，应及时进行修剪，保持合适的高冠比，以减小风阻，增强其抗风能力。修剪后，可以使用石蜡、油漆或专用的伤口愈合剂对大剪口进行处理，以防止病菌侵入。

2、及时扶正被台风吹倒的小苗。由于台风带来的强风可能导致小苗倒伏，因此在台风过后，应尽快对小苗进行扶正。扶正时，要注意操作轻柔，避免对小苗造成二次伤害。同时，要确保小苗的根系与土壤紧密结合，以利于其恢复生长。

3、对受损的枝干进行修剪和处理。台风可能导致小苗的枝干出现折断或伤口，这些伤口容易感染病菌，影响小苗的生长。因此，应及时对受损的枝干进行修剪，去除折断或枯死的部分，保持树体整洁。修剪后，可以使用专用的伤口愈合剂对伤口进行处理，防止病菌侵入。

4、加强养殖塘排水工作。台风引起的海水倒灌和大量的降雨，会使塘内迅速淹满水，使红树林小苗完全淹没在水中。台风过后要立刻打开闸门排水，待水位降至设计水位后关闭闸门。通过数模模拟塘内充满水情况下，打开闸门在自然情况下塘内水位降至设计常水位时间。模拟结果显示，塘内水位从 4.2m 左右排至设计常水位 2.0m 左右所需时间在 9-24 小时之间，即台风过后一天内即可降水至设计水位。

根据周边苗圃浸淹对苗木生长影响案例分析，淹水时间应小于 5 天，因此闸门排水时间满足红树林生长要求。

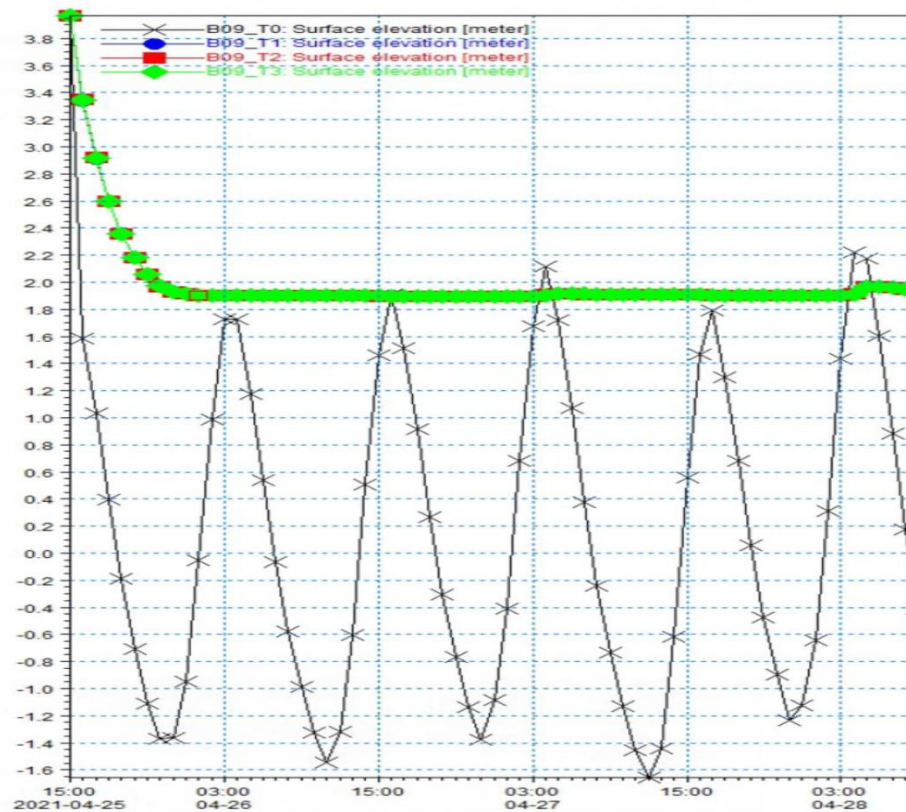


图 8.5.2-1 B09 号塘满水位排至设计常水位时间模拟图

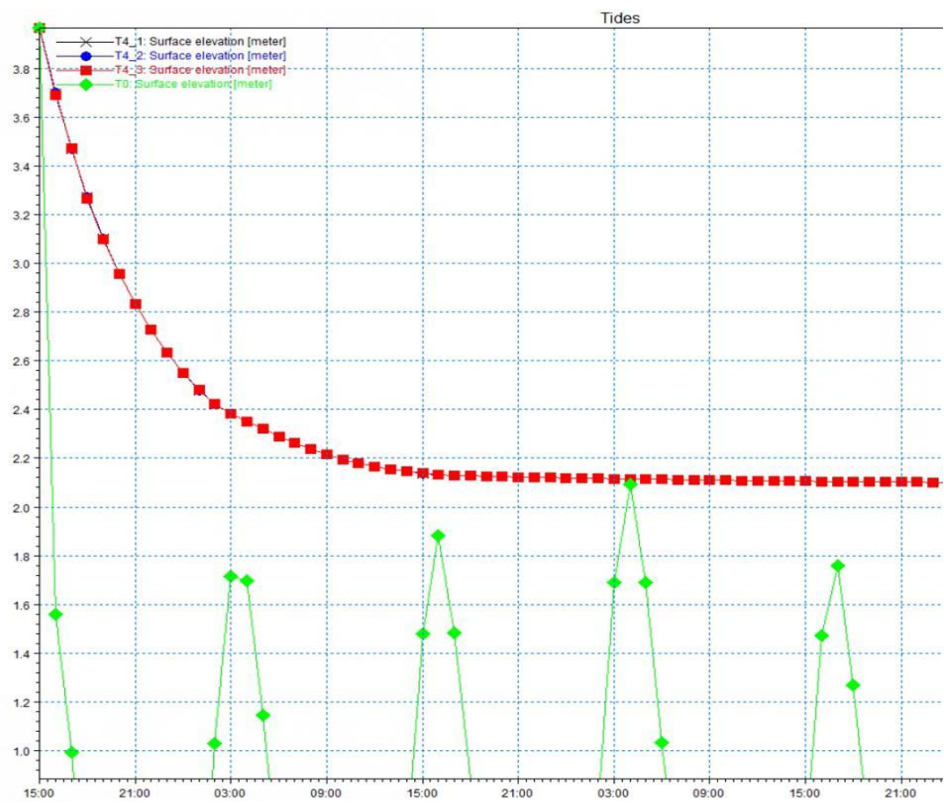


图 8.5.2-2 A05 号塘满水位排至设计常水位时间模拟图

5、及时补植

在台风过后，应加强对整个苗木基地的巡逻和监测，清理断枝落叶等杂物，避免病害的蔓延。同时对受灾区域进行详细的调查和评估，了解台风对红树林修复区造成的具体损害程度，确定需要补植的区域和补植的数量。

红树林补植时，可以根据实际情况选择胚轴进行密植，降低补植成本，保证成效。

8.6 溢油风险应急预案

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，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，供制订预案参考。

表 8.6-1 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
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养殖塘的应急清污行动。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

为确保本渔港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 8.6-2。

表 8.6-2 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 8.6-1。

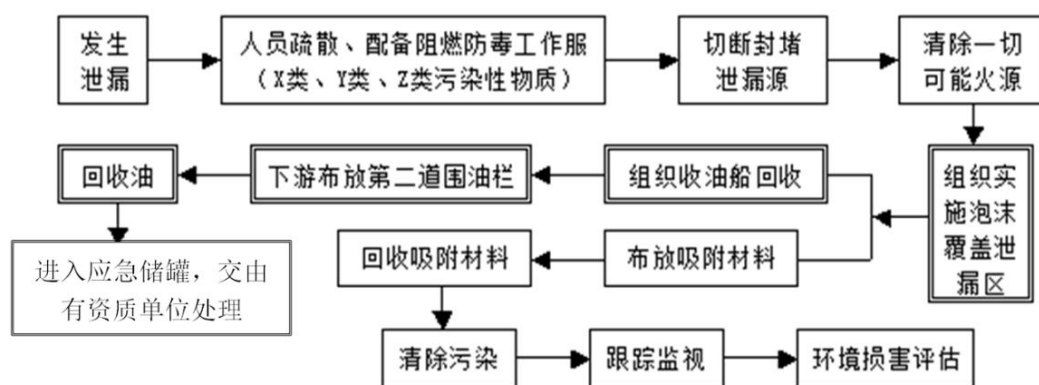


图 8.6-1 污染事故控制现场围控操作预案

(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；

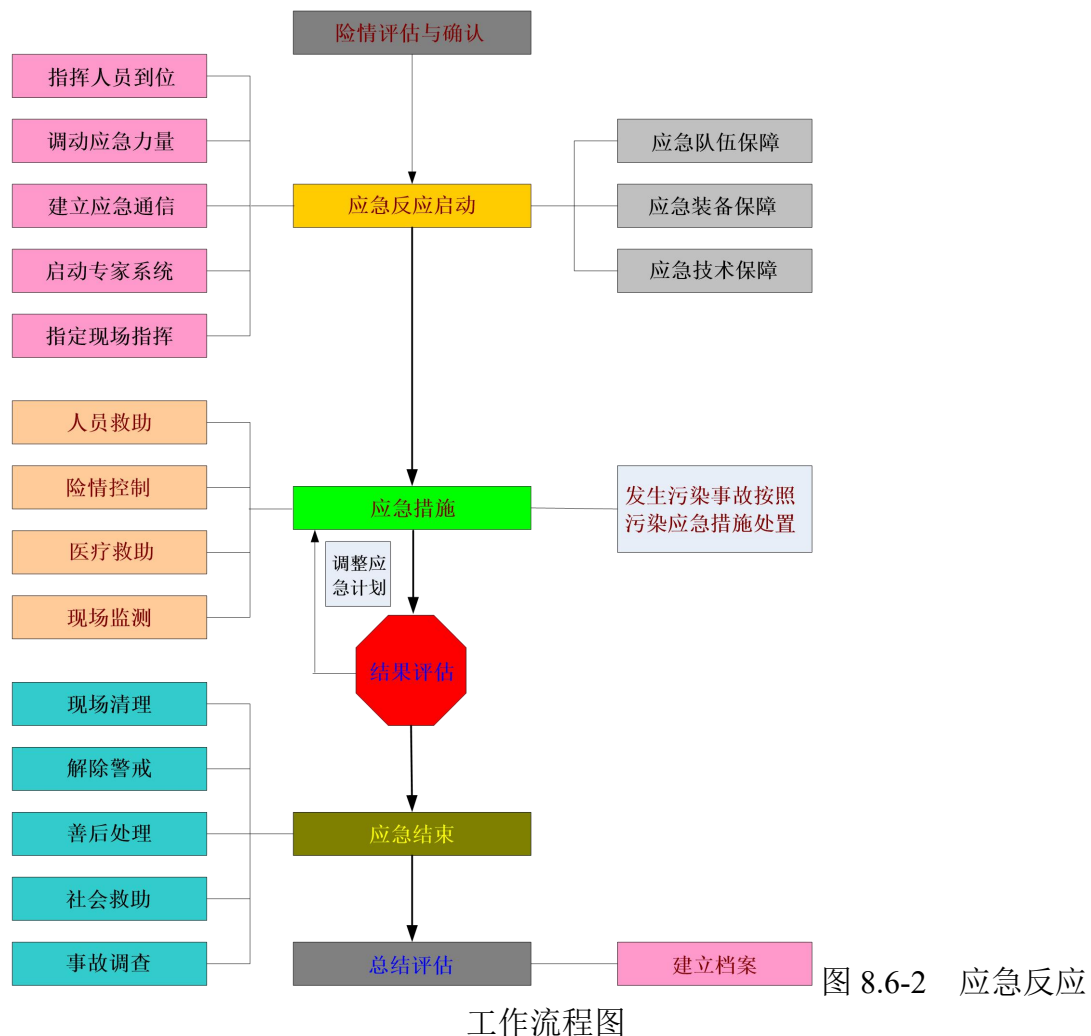
组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗

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。



8.7 小结

根据项目现场调查及工程特性分析，项目不属于高风险行业，不涉及高风险

工艺和物品，不构成重大风险源，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），风险评价工作等级为简单分析。

本项目的风险主要来自两个方面。

一方面，施工期热带气旋引起的风暴潮或海浪使养殖塘内的施工机械翻覆，造成油仓破裂，出现溢油。

另一方面，施工期及运营期风暴潮或海浪，导致红树林苗木损害。

为了有效防控环境风险，将风险影响程度降至最低，施工单位应严格采取各项风险防范措施，并制定突发环境事件应急预案。

9 环保措施及经济技术可行性分析

9.1 施工期生态环境保护措施

9.1.1 施工期生态环境保护措施

项目施工阶段的非污染环境影响主要集中于对海洋水文动力、海底地形地貌等方面的影响，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。对于水深较深、扩散条件复杂的施工区域考虑采用围网施工，以减轻悬浮物的扩散及影响；合理安排施工期，避开暴雨期及台风期；合理安排施工时序，避免形成窝工现象。

(2) 项目位于养殖塘内，在项目施工前完成排水，将养殖塘内的水位降至设计水位；施工过程加强管理，整个施工过程保证紧闭闸口，避免养殖塘与塘外海域的海水发生交换。

(3) 施工过程中，应加强对项目区地形地貌及冲淤情况的动态监测，以便及时采取补救措施。同时，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，做的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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 项目平面布局设计时挖土和填方尽量避开现有红树林区，开挖边线距离现状红树林大于 15m，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。

(8) 施工时要合理安排施工工序，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。

(9) 加强施工管理，施工过程加强施工管理，在现有红树林周边插竹竿拉警戒线，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进行巡视，对可能破坏红树林生长的活动进行制止并进行处罚。

(10) 水位控制

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；施工时将塘内水位降至红树林根部以下，可有效阻止悬浮泥沙扩散至红树林根部。塘内水位降低后，现状红树林根部会长时间露出水面，为避免红树林干旱，塘内水位控制稍低于红树林根部，通过渗透作用，保持滩面处于湿润状态。因此施工前先根据红树林生长高程，划定施工水位线，打开闸门放水至设计水位线位置，保持塘内水位在红树林根部以下，即可以防止施工期悬浮泥沙对红树林生长产生影响，又能起到湿润滩涂的作用。根据前期试验经验，滩面保持湿润状态可以保证红树林正常生长。

采取上述生态保护措施后，项目建设对养殖塘内、外的海洋生态环境的影响在可接受水平。

9.1.2 施工期水污染防治措施

项目在采用水陆两用挖掘机施工的过程(包括挖沟、开挖、平整起垄等作业)、红树林人工种植过程以及抚育(固定、扶正作业)、补种过程均会产生悬浮物。此外，机械和车辆保养有可能产生

(1) 施工过程养殖塘滩涂不设溢流口，施工过程水闸紧闭，不与外环境发生海水交换；避免项目施工悬浮泥沙对围塘外的海洋环境造成影响。

(2) 项目运输车辆及其它施工机械均定期在洗车场进行清洗、清理；水陆两用挖掘机基本都在养殖塘内完成施工后，才会驶离项目区域去洗车场进行清洗；基本不会对项目及周边海域海水水质、沉积物等环境造成影响。

(3) 项目施工人员均从附近村庄临聘，因此生活污水纳入当地生活污水一同处理，不向海域排放，基本不会对养殖塘及周边海域海洋环境造成影响。

采取上述措施后，将项目施工期水污染对环境的影响是可以接受的。

9.1.3 施工期大气污染防治措施

项目施工机械、运营期作业机械主要使用柴油作为燃料，船舶、车辆及施工

机械运行过程会排放尾气，将在短期内影响项目所在区域的环境空气质量。

- (1) 选用低能耗、低排放的施工设备及运输车辆；
- (2) 尽量选用优质燃料；
- (3) 定期检修，维持项目施工设备及运输车辆的良好运行工况。

采取上述措施后，大气污染物产生量及产生速率将进一步降低，加之项目周边区域基本没有大气污染源，区域大气环境质量良好，且大气扩散条件较好，项目施工过程中产生的大气污染物对区域大气环境的影响是可接受的。

9.1.4 施工期噪声防治措施

(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，才能施工作业。

(2) 合理布局施工现场和施工顺序，避免在同一地点安排大量机械设备，以免局部声级过高。

(3) 尽量降低设备声级，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。

9.1.5 施工期固废防治措施

项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 352.37m³；填方为 352.37m³；补水潮沟开挖及就地平整；无弃方，不产生海洋土石方。海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造，不产生开挖和填方，不产生土石方。

施工人员产生的生活垃圾采用定点堆放方式，设立专门的垃圾桶进行收集，由环卫部门统一运走清运

施工机械产生的残油、废油等废物和含油抹布定期交由有危险废物处理资质单位处置。

不合格苗木、断损苗木、死亡苗木以二次补种的红树林苗木、定植时去除的薄膜袋及清理的杂草、海漂垃圾等固废均收集后清运至环卫部门处理。

采取上述措施后，项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

9.2 运行期生态环境保护措施

项目为海洋生态保护修复工程项目，因此运行期基本不会产生废水、废气及噪声。

项目运营期，在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等；此外，红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生，但产生量极小，对海洋环境影响不大；均收集后清运至环卫部门处理。

9.3 海洋生态损失补偿

本项目施工期会对附近海域的底栖生物等造成一定的损失。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，应对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿。本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物的损失。本项目施工期造成的底栖物损失量为 4554.3.02kg，生态损失赔偿额为 20.45 万元，针对该部分损失，建设单位应预留生态补偿金额用于采取生态修复措施。

项目具体的补偿措施和方案应与自然资源主管部门及农业农村主管部门商定实施。

本评价建议的生态修复措施主要包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、补充资源调查和监测、生物多样性修复方式研发等基础工作、养护设施等基础能力补充建设与维护工作等。

根据《水生生物增殖放流管理规定》（农业部令第 20 号）、《农业部关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》、历年湛江市渔业资源增殖放流品种，以及渔业资源现场调查结果，并重视对底栖生物多样性恢复的辅助作用，本评价建议增殖放流方案如下：

增殖放流种类：选择当地物种或当地保护物种，具体须与相关部门协商确定。
放流地点：具体地点须与当地相关部门协商确定。

放流时间：休渔期。

生态补偿纳入“三同时”，增殖放流时应委托专业部门对增殖放流效果进行跟踪监测，根据监测结果调整放流的种类和规模，并接受主管部门的监督。

此处按

9.4 生态环境保护措施经济技术可行性分析

由下表“表 9-1 生态环境保护对策措施一览表”可以看出，项目施工期、运行期采取的生态环境保护措施在技术上是可行的。

结合“9.3 海洋生态损失补偿”可以看出，项目生态补偿约为 20.45 万元，项目总投资约为 48555.35 万元，生态补偿仅占投资总额的 0.039%，从经济成本的角度看是可行的。

表 9-1 生态环境保护对策措施一览表

序号	影响类型	影响阶段	生态影响/污染	防治措施	预期效果	实施地点	实施/责任主体
1	生态环境影响	施工期	施工悬沙	施工前开闸放水，将养殖塘内的水位降至设计水位；合理安排施工工序，对开挖区准确定位，加强管理，施工过程保证紧闭闸口	不会对养殖塘外海水水质造成影响，养殖塘内悬浮泥沙扩散范围较小	养殖塘内	施工单位
			占用海域造成生态损失	按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则予以补偿，	通过增殖放流，增加渔业资源量	项目附近海域	建设单位与海洋渔业主管部门协商相关生态补偿的办法
		/	海洋生态监测	掌握施工活动与水体中悬浮物增量的规律，尽可能避免施工对海洋生态产生不利影响；运营期监测，掌握项目实施后对养殖塘周边海洋的影响	施工期、运营期附近海域	项目附近海域	建设单位
2	水污染	施工期	含油废水	施工机械在定点洗车场进行清洗	不向海域排放	/	施工单位
			生活污水	施工人员均从附近村庄临聘，因此生活污水纳入当地生活污水一同处理	不向海域排放	/	施工单位
3	噪声污染	施工期	施工噪声	合理布局施工现场和施工顺序，设备选型上尽量采用低噪声设备	满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	养殖塘内	施工单位
4	大气污染	施工期	施工机械、车辆废气	选用低能耗、低排放的施工设备及运输车辆；尽量选用优质燃料；定期检修，维持项目施工设备及运输车辆的良好运行工况	施工过程产生的大气污染物对区域大气环境的影响降低到较低水平	施工区域	施工单位

序号	影响类型	影响阶段	生态影响/污染	防治措施	预期效果	实施地点	实施/责任主体
4	固废	施工期	滩涂挖填方	就地平衡	无弃方	养殖塘内	施工单位
			残油、废油及含油抹布	产生的残油、废油等废物和含油抹布定期交由有危险废物处理资质单位处置	不向海域排放	资质单位	施工单位
			受损苗木等	不合格苗木、断损苗木、死亡苗木以二次补种的红树林苗木、定植时去除的薄膜袋及清理的杂草、海漂垃圾等固废均收集后清运至环卫部门处理	不向海域排放	环卫部门	施工单位
		运营期	海漂垃圾等	少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔	不向海域排放	环卫部门	施工单位

10 环保政策及规划相符性分析

10.1 产业政策符合性分析

本项目为海洋生态保护修复项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）鼓励类：“四十二、环境保护与资源节约综合利用”之“2. 生态环境修复和资源利用”：“海洋生态修复”。

根据《市场准入负面清单》（2022 年版），本项目不属于清单中的禁止类项目，属于允许类项目。

综上，本项目符合相关产业政策。

10.2 与海洋功能区划的符合性分析

《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：国家实行海洋功能区划制度。海域使用必须符合海洋功能区划；第十五条规定：养殖、盐业、交通、旅游等行业规划涉及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接。

10.2.1 项目所在海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》，项目所在海域的海洋功能区划为通明海海洋保护区。项目环境影响评价范围（项目建设区域外扩 30km）内有湛江港港口航运区、东海岛北部城镇与工业区、东海岛南部城镇与工业区、湛江港保留区、特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区、雷州湾农渔业区等。各功能区的分布详见表 10.2.1-1 及图 10.2.1-1，海洋功能区登记表见表 10.2.1-2。

表 10.2.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布表

序号	海洋功能区	方位	与项目最近距离
1	通明海海洋保护区	项目占用范围	—
2	特呈岛海洋保护区	东面	16.5km
3	湛江港保留区	东面	16km
4	东里海洋保护区	东南面	23.5km

序号	海洋功能区	方位	与项目最近距离
5	南渡河口海洋保护区	南面	18.4km
6	湛江港港口航运区	东面	2.7km
7	东海岛北部工业与城镇用海区	东南面	4.2km
8	东海岛南部工业与城镇用海区	南面	7.7km
9	雷州湾农渔业区	西南面	5.2km

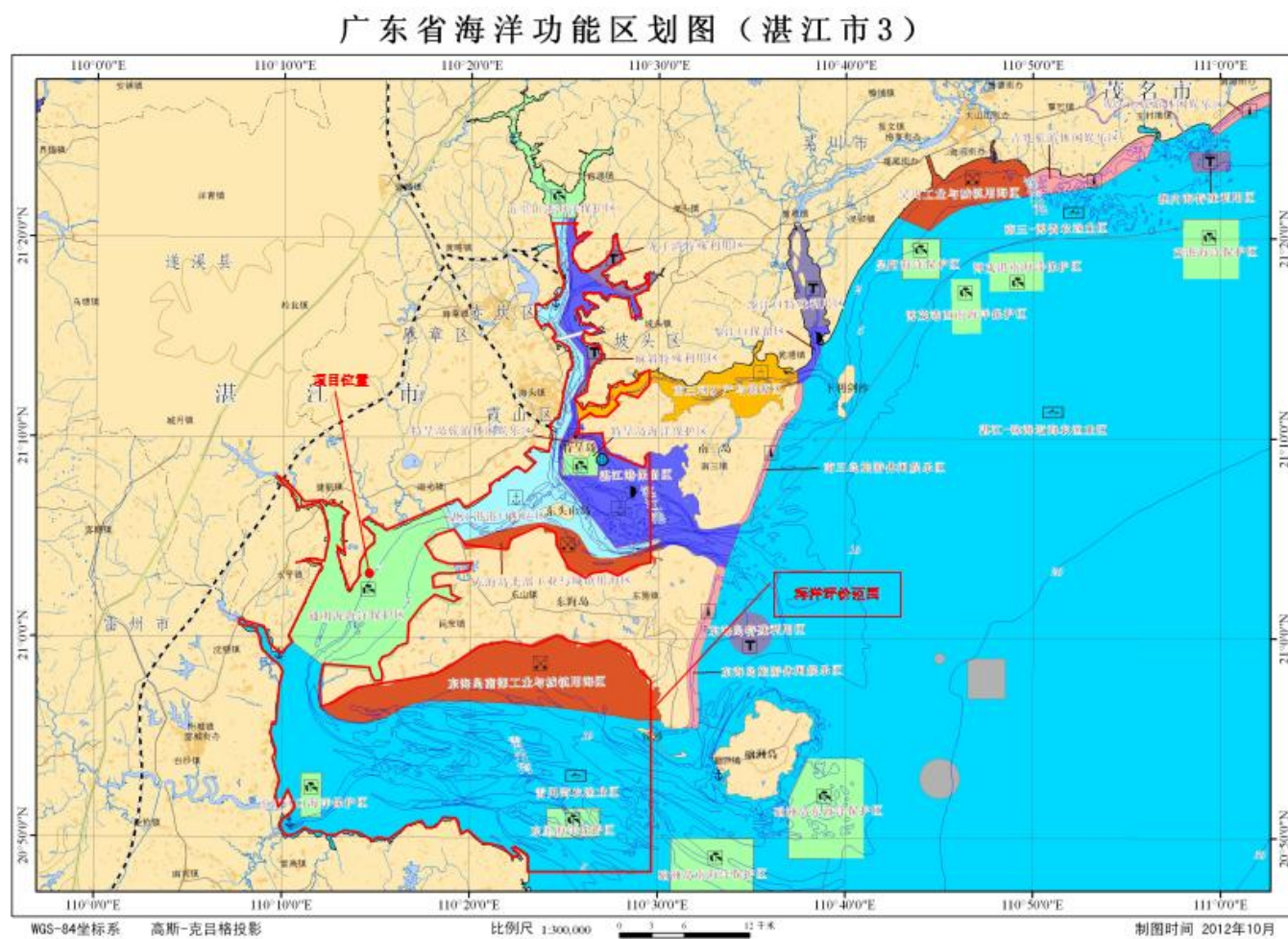


图 10.2.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布图

表 10.2.1-2 项目所在海域及周边海域广东省海洋功能区划分布登记表

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
20	A6-6	通明海海洋保护区	湛江市	东至：110°19'39" 西至：110°09'34" 南至：20°57'40" 北至：21°08'03"	海洋保护区	13888 72572	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。
21	A2-3	湛江港港口航运区	湛江市	东至：110°30'08" 西至：110°18'27" 南至：21°03'58" 北至：21°21'01"	港口航运区	9287 61196	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。
23	A8-2	湛江港保留区	湛江市	东至:110°34'25" 西至:110°24'40" 南至:21°03'29" 北至:21°21'01"	保留区	12058 40092	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，

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	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2 保港口航运用海需求 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 工程建设及曹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	1、保护海城生态环境: 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	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。
167	B6-5	东里岛海洋保护区	湛江市	东至:110°26'58" 西至:110°24'07" 南至:20°49'59" 北至:20°51'31"	海洋保护区	1324	1相适宜的海域使用类型为特殊用海: 2.按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理	1、严格保护雷州东里栉红珧及其生境: 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。

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
164	B6-4	南渡河口海洋保护区	湛江市	东至：110°12'06" 西至：110°10'59" 南至：20°51'00" 北至：20°53'12"	海洋保护区	778	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2.适当保留增殖养殖等渔业用海，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。
18	A1-4	雷州湾农渔业区	湛江市	东至：110°39'09" 西至：110°07'39" 南至：20°15'15" 北至：21°00'59"	农渔业区	116372 148452	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、通明港河口海岸、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。
168	B6-6	特呈岛海洋保护区	湛江市	东至:110°26'45" 西至:110°24'51" 南至:21°08'07" 北至:21°09'26"	海洋保护区	673	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,维持航道畅透: 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.	I、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,

10.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

《国务院关于广东省海洋功能区划（2011-2020 年）的批复》（国函〔2012〕182 号）规定的海洋功能区有 8 类，包括：农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区和保留区。

10.2.2.1 对项目所在海域海洋功能区的影响分析

由图 10.2.2-1 可知，本项目所在海域位于通明海海洋保护区。

（1）对通明海海洋保护区的影响分析

通明海海洋保护区功能区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，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。

功能区的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。

项目本身为海洋生态修复工程，是对现有红树林生态的完善和修复，项目建设区域全部位于通明海片区非核心区内的养殖塘内，不会扩大养殖规模，项目建设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。

同时，项目建设不会影响围塘外的红树林，项目建设完成后，对养殖塘内的红树林区域是极大的修复及改善；项目不会导致养殖规模扩大，采用的红树林种苗均为当地常见种苗，不会导致外来物种入侵，且通过红树林的净化作用，进一步改善海水水质。

表 10.2.2-1 项目与广东省海洋功能区划的符合性分析表

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
通明海海洋保护区	海域使用管理要求	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；	项目属于红树林生态修复改造，符合特殊用海（通明海海洋保护区）的使用类型要求。	符合
		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；	项目本身为海洋生态修复工程，是对现有红树林生态的完善和修复，项目建设区域全部位于通明海片区非核心区内的养殖塘内，不会扩大养殖规模	符合

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
海洋环境保护要求		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。	项目为海洋生态修复工程，建设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。	符合
	海洋环境保护要求	1.保护通明海红树林；	项目实施本身就是对红树林生态系统的修复和改善，	符合
		2.严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；	项目建设完成后，对养殖塘内的红树林区域是极大的修复及改善；项目不会导致养殖规模扩大，采用的红树林种苗均为当地常见种苗，不会导致外来物种入侵	符合
		3.加强保护区海洋生态环境监测；	项目施工及运营阶段均会委托资质单位进行海洋生态监测	符合
		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	本项目通过红树林大规模的修复、种植，通过红树林的净化作用，会使得项目建设区域及周边海域的海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量得到进一步的改善	符合

由上分析可知，项目区全部区域位于《广东省海洋功能区划》中的“通明海海洋保护区”，其主导功能为保护海岛周边红树林及其生境。本片区通过红树林种植，修复、改善项目区周边红树林生境，符合功能区划要求

10.2.2.2 对项目周边海洋功能区的影响分析

项目所在海域附近的海洋功能区有：湛江港港口航运区、东海岛北部城镇与工业区、东海岛南部城镇与工业区、湛江港保留区、特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区、雷州湾农渔业区。

(1) 对周边港口航运区的影响分析

港口航运区是指适于开发利用港口航运资源，可供港口、航道和锚地建设的海域，包括港口区、航道区和锚地区。项目距离湛江港港口航运区 2.7km。

根据环境影响分析，项目施工过程全部位于养殖塘内，且项目施工全程不使用船舶，没有船舶进入航道区，也不会增加港口航运区的航运密度，因此，对湛江港港口航运区基本没有影响。

(2) 对东海岛北部城镇与工业区、东海岛南部城镇与工业区、湛江港保留区、特呈岛海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区、雷州湾农渔业区的影响分析

项目红树林修复工程全部位于养殖塘范围内，海堤生态改造位于海堤靠海一侧，不在海上施工。项目红树林修复区采用水陆两用挖掘机施工，且施工过程中闸口紧闭，养殖塘与周边海域不发生海水交换，因此，项目施工、运营基本不会对上述海洋功能区的海洋生态环境造成影响。

10.3 与广东省国土空间规划“三区三线”划定成果的符合性分析

根据《广东省“三区三线”划定成果》，本工程未占用耕地和永久基本农田保护红线区，本次红树林营造项目区部分位于广东湛江红树林国家级自然保护区生态保护红线区、湛江麻章雷州湾地方级湿地自然公园生态保护红线区和湛江市麻章区红树林生态保护红线区，面积分别为 1291ha、54ha 和 3ha。

本项目通过红树林生态修复，恢复受损的红树林生态系统，改善海洋生态环境，提升区域生态功能，对维护生态保护红线区的生态功能是有利的。因此，本项目符合《广东省“三区三线”划定成果》中生态保护红线的要求。

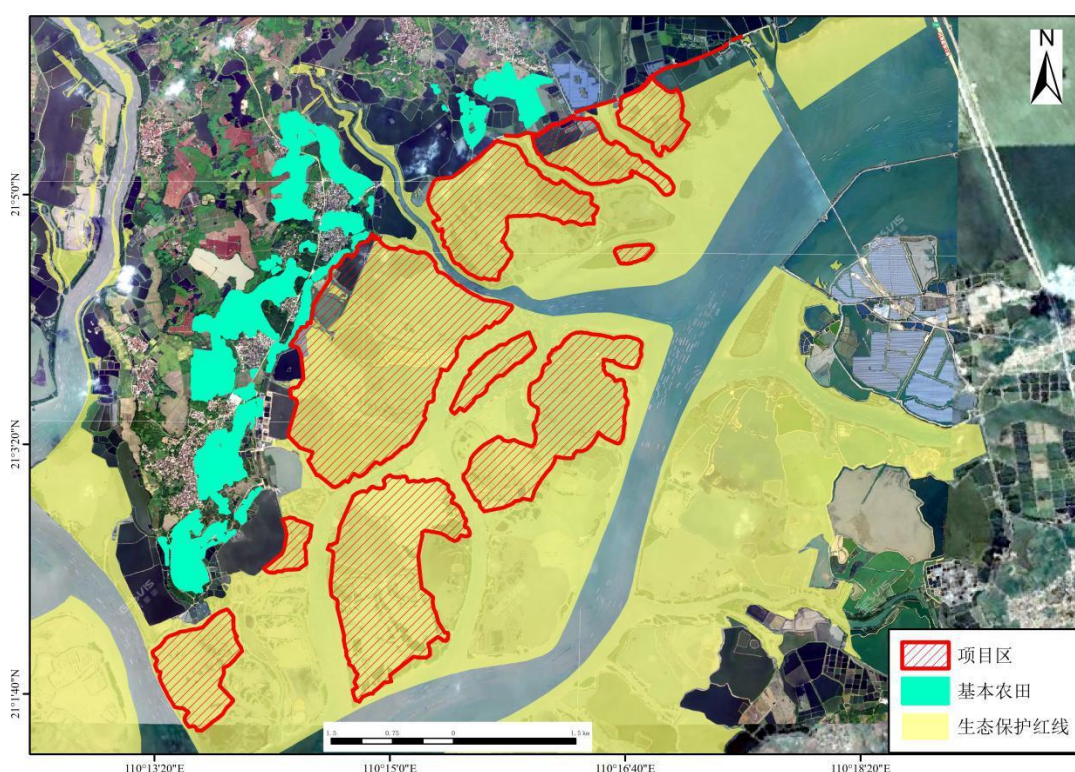


图 10.3-1 项目区附近“三区三线”划定成果图

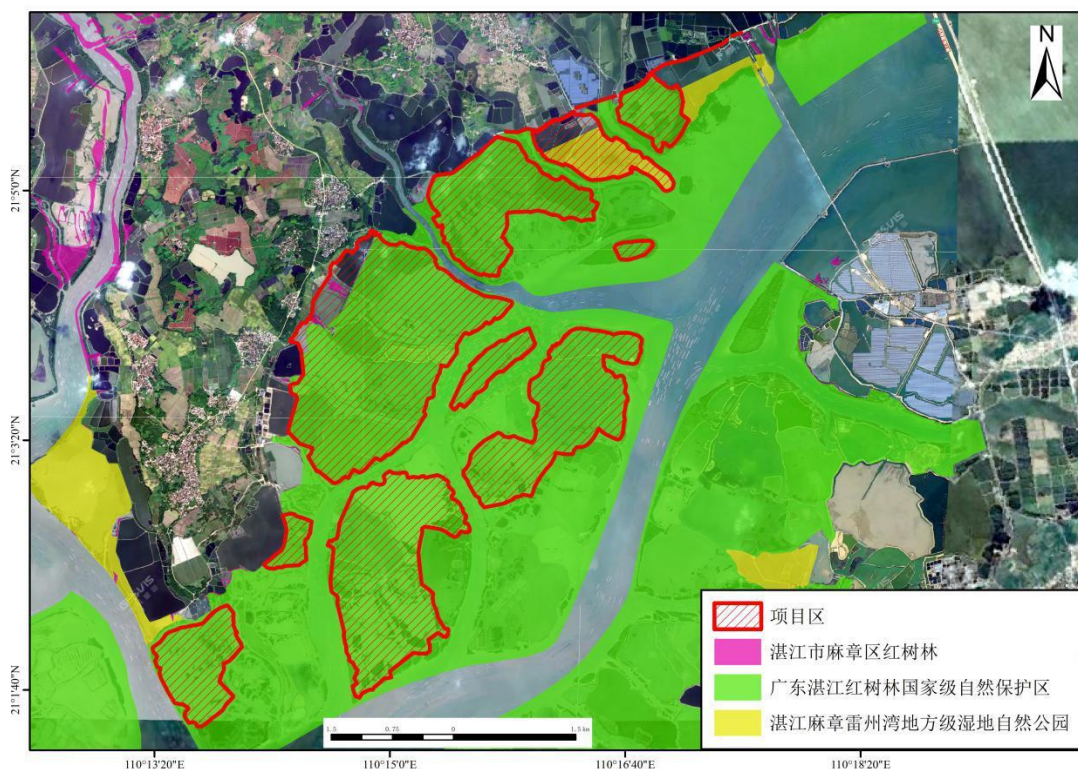


图 10.3-2 项目区与生态保护红线关系图

10.4 与其他相关规划、环保法规符合性分析

10.4.1 与《全国海洋主体功能区规划（2011-2020 年）》符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》作为《全国主体功能区规划》的重要组成部分，是科学开发和调整优化海洋空间的行动纲领。该规划将我国内水和领海主体功能区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。

“（三）限制开发区域”：包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区和海岛及其周边海域。该区域的发展方向与开发原则是，实施分类管理，在海洋渔业保障区，实施禁渔区、休渔期管制，加强水产种质资源保护，禁止开展对海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动；在海洋特别保护区，严格限制不符合保护目标的开发活动，不得擅自改变海岸、海底地形地貌及其他自然生态环境状况；在海岛及其周边海域，禁止以建设实体坝方式连接岛礁，严格限制无居民海岛开发和改变海岛自然岸线的行为，禁止在无居民海岛弃置或者向其周边海域倾倒废水和固体废物。

.....加强海洋特别保护区建设和管理，严格控制开发规模和强度，集约利用海洋资源，保持海洋生态系统完整性，提高生态服务功能.....

本项目为海洋生态修复工程，红树林生态修复工程是本项目最重要的一环，项目本身就是为了改善红树林生境，项目符合通明海自然保护区的管理要求。同时，项目实施不会扩大养殖塘的养殖规模。

因此，本项目符合《全国海洋功能区划（2011~2020）》要求。

10.4.2 与《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

根据《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，“第六节 海洋保护区”：依据国家有关法律法规进一步加强现有海洋保护区管理，严格限制保护区内影响干扰保护对象的用海活动，**维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性**，保护自然景观。加强海洋特别保护区管理.....

本项目为海洋生态修复工程，通过红树林生态修复，可以满足维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性的要求。同时，项目实施不会扩大养殖塘的养殖规模。

因此，本项目符合《全国海洋功能区划（2011~2020）》要求。

10.4.3 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）》的相符性分析

项目区位于《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》中“海岸带生态保护和修复重大工程”的北部湾海岸带生态系统保护和修复重点工程区，该区的规划目标为“恢复北部湾海岸带 生态系统结构和功能”。

本项目通过红树林营造、海堤生态化改造等工程，恢复海岸生态系统结构和功能，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）》要求。

10.4.4 与《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》的相符性分析

自然资源部、国家林业和草原局发布的《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》指出“坚持按照整体保护、系统修复、综合治理的思路实施红树林保护和修复，维护红树林生境连通性和生物多样性，实现红树林生态系统

的整体保护；遵循红树林生态系统演替规律和内在机理，采用自然恢复和适度人工修复相结合的方式实施生态修复”。

本项目采用种养耦合的方式开展红树林营造工程，同时选取银叶树和玉蕊等珍稀红树物种作为修复树种之一，符合该规划的要求。

10.4.5 与《自然资源部生态环境部 国家林业和草原局 关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142 号）

的相符性分析

根据《自然资源部生态环境部 国家林业和草原局 关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142 号）“一、加强人为活动管控”：

（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

第八条：“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。”开展上述活动时禁止新增填海造地和新增围海。

（二）加强有限人为活动管理。上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护区的，应征求林业和草原主管部门或自然保护区管理机构意见。

本项目为红树林湿地生态修复系统治理项目，不属于开发性、生产性建设活动，根据《广东省国土空间规划“三区三线”划定成果》，本项目整体位于生态保护红线内。同时，项目不涉及新增建设用地、用海用岛审批；同时，项目为《广东省红树林保护修复专项规划》、《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》中规划开展的生态修复项目，属于“8.县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复”的内容。

因此，项目符合《自然资源部生态环境部 国家林业和草原局 关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142 号）的要求。

10.4.6 与《广东省红树林保护修复专项规划》的相符性分析

《广东省红树林保护修复专项规划》提出“遵循红树林生态系统物质循环和能量流动规律，依据物种共生互补原理，构建可持续的红树林修复—生态养殖耦合模式，实现生态与社会经济双赢。湛江市依托麻章区、经济技术开发区及雷州市等养殖塘集中区，开展水产品养殖与红树林营造修复耦合模式研究与示范基地建设”。并提出“到 2025 年，湛江市营造红树林面积为 2813ha”。

规划同时提出“打造‘雷州半岛’红树林保护修复综合示范核，规划拟重点开展红树林古树及小种群保护修复工作，集中连片科学营造红树林、修复现有退化红树林，着力推进湛江市 2 个万亩红树林示范区建设和红树林种游、种养耦合基地建设”、“对现存的榄李、尖叶卤蕨、角果木、小花老鼠簕、银叶树、玉蕊等红树林小种群开展抢救性保护修复，扩大珍稀濒危红树林种群面积”。

本项目采用种养耦合的方式开展红树林营造工程，同时选取银叶树和玉蕊等珍稀红树物种作为修复树种之一，符合该规划的要求。

10.4.6 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，项目与《广东省海洋主体功能区规划》的有关要求相符合。

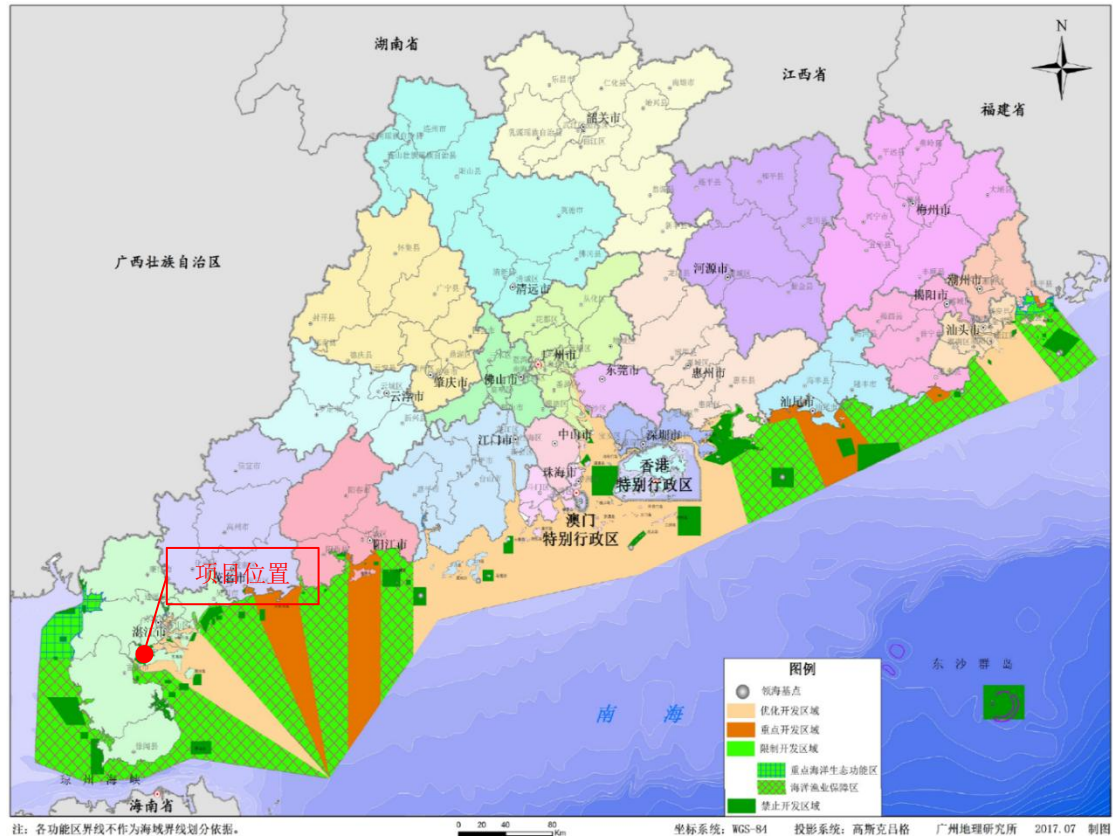


图 10.4.6-1 项目所在海洋主体功能区划

10.4.7 与《广东湛江红树林国家级自然保护区总体规划》的符合性分析

本项目区范围约 1291ha 位于广东湛江红树林国家级自然保护区的实验区内（见下图）。根据《广东湛江红树林国家级自然保护区总体规划》，规划在保护区的实验区范围内采取自然恢复和人工修复相结合的方法，开展红树林受损生态系统重建。

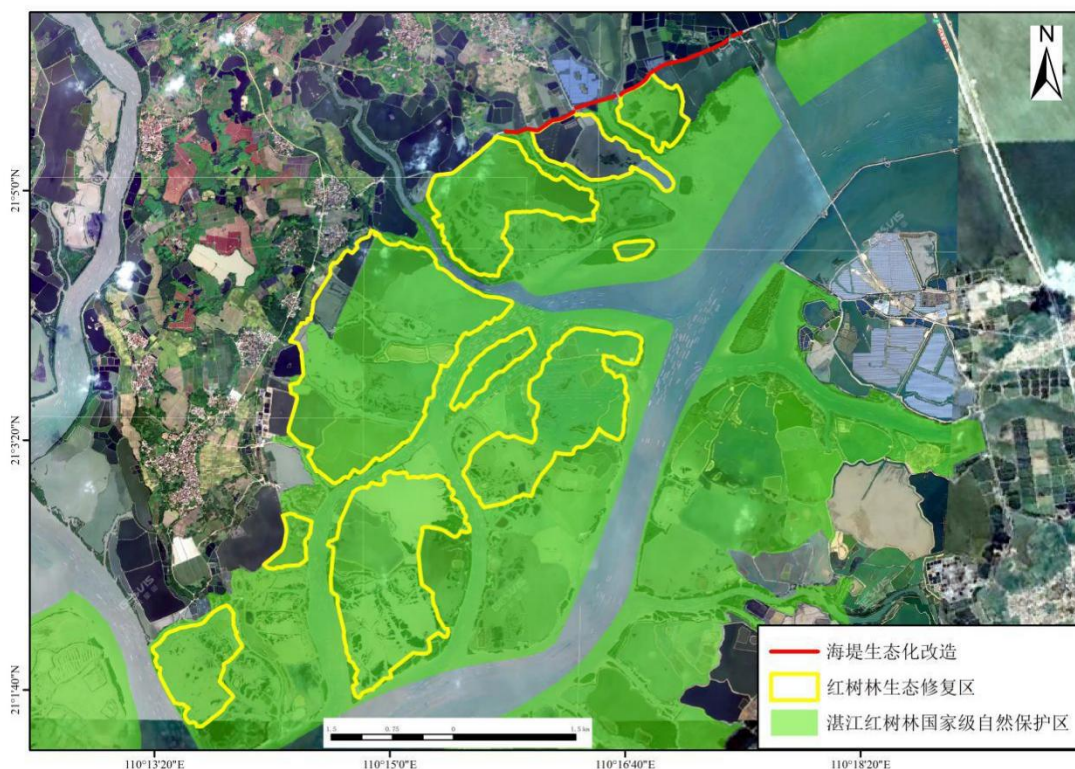


图 10.4.8-1 项目区与广东湛江红树林国家级自然保护区位置关系图

因此，本项目红树林修复工程符合《广东湛江红树林国家级自然保护区总体规划》的要求。

10.4.8 与《广东省近岸海域环境功能区划》的相符性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》，本项目位于二类区功能区。

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。



图 10.4.9-1 项目区附近近岸海域环境功能区划图

本项目性质为生态工程用海，符合该功能区的用海功能定位；工程基本没有污染物排海，能够满足该功能区的水质目标要求。因此，本项目的建设符合《广东省近岸海域环境功能区划》的环境管理要求。

10.4.9 与《广东省环境保护条例》（2022 年修正版）符合性分析

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”。而项目为海洋生态修复工程，红树林生态修复工程是本项目最重要的一环，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。

10.4.10 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

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.....。

本项目为海洋生态修复工程，项目本身就是为了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《广东省生态环境保护“十四五”规划》要求。

10.4.11 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》“第十章 厚植生态底蕴，巩固提升雷州半岛生态优势”：坚持保护优先、自然恢复为主的基本方针,强化系统观念，统筹推进山水林田湖草沙保护修复，**建立完善生态保护监管体系，筑牢区域生态安全格局，加快建设“红树林之城”，巩固提升雷州半岛生态优势，**

“第七章强化陆海统筹，推进美丽海湾建设与保护”“第二节加强海洋生态保护修复”之“59，加强海岸、**海洋生态修复**”：.....重点开展环境整治.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。**持续推进湛江红树林湿地保护与恢复**，加强徐闻珊瑚礁、流沙湾海草床等重要海洋生境及海岛生态系统的保护与修复。实施海岸带及海岛保滩护岸和生态修复工程，持续开展海洋生物增殖放流，遏制近海生物资源衰退趋势。提升红树林等海洋自然保护地管护水平,加大重要渔业水域和候鸟迁徙路线、栖息地保护力度，建设海洋牧场和人工鱼礁工程。严格控制海洋捕捞强度，大力增殖和养护海洋生物资源。

本项目为海洋生态修复工程，项目本身就是为了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。

10.4.12 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性分析

《广东省人民政府 国家海洋局关于印发<广东省 海岸带综合保护与利用总体规划>的通知》（粤府[2017]120 号）：为了严格海岸线管控和构建海岸带基础空间布局，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海域“三线”分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为海洋生态空间、海洋生物资源利用空间和建设用海空间。

严格保护岸线针对自然形态保持完好、生态功能与资源价值显著的自然岸线以及军事设施利用的海岸线划定，主要包括优质沙滩、典型地质地貌景观、重要滨海湿地、**红树林**、珊瑚礁等所在岸段，有关要求管理是确保生态功能不降低、

长度不减少、性质不改变。禁止在严格保护岸线范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。限制开发岸线是针对自然形态保持基本完整、生态功能与资源价值较好、开发利用程度较低的海岸线划定。限制开发岸线要以保护和修复生态环境为主，为未来发展预留空间，控制开发强度，不再安排围填海等改变海域自然属性的用海项目，在不损害生态系统功能的前提下，因地制宜，适度发展旅游、休闲渔业等产业；根据实际情况，对已经批准的填海项目要按照国家要求开展海岸线自然化、绿植化、生态化建设。优化利用岸线针对人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线划定。优化利用岸线为沿海地区集聚、产业升级和产城融合提供空间，要统筹规划、集中布局确需占用海岸线的建设项目，推动海域资源利用方式向绿色化、生态化转变。

本项目在旧县联围现有海堤的硬质护坡上开展海堤生态化改造，在养殖塘内开展红树林生态修复工程，不损害区域的生态系统功能，也不会对现有岸线生态功能造成负面影响；因此，本项目符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》要求。

10.4.13 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的相符性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》“第三章：推动形成陆海统筹内外联动海洋经济空间布局”之“第四节：聚力打造海洋经济高质量发展示范区”：海洋生态文明建设示范区。围绕重要河口生态系统及生物多样性保护修复、重要海湾生态系统保护修复、重要海岛生态系统保护修复等领域，建设 2-3 个海洋生态文明建设示范区，重点示范海岸带空间管控、海域海岛精细化管理、**滨海湿地保护修复、红树林种植修复**、生态海堤建设等内容。

“第六章：推动海洋经济绿色高效发展”之“第一节：高水平保护与修复海洋自然资源”：系统修复海洋生态环境，持续开展“蓝色海湾”综合整治行动，加强生态环境修复效果监测评估，重点实施海岸线整治修复、魅力沙滩打造、海堤生态化、**滨海湿地恢复以及美丽海湾建设**等“五大工程”，推进重要河口、海湾、海岛等生态系统保护修复，开展海洋珍稀濒危物种典型生境保护修复、生态灾害防治、防护林体系建设等。

项目为海洋生态修复工程,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《广东省海洋经济发展“十四五”规划》要求。

10.4.14 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性

《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.....

项目为海洋生态修复工程,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。

10.4.15 与《广东省湿地保护条例》的相符性分析

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。

10.4.16 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》的相符性分析

《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》（以下简称《纲要》）指出：

“第十三章：保护蓝天绿水青山实现人与自然和谐共生”“第四节：加强生态修复和扩容”：推进生态系统保护与修复。强化山水林田湖草整体保护、系统修复，建立耕地、河湖休养生息制度。全面推行林长制，实施新一轮绿化大行动和雷州半岛生态修复.....

“第十三章：保护蓝天绿水青山实现人与自然和谐共生”“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。重点开展形态修复与养护、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。

项目位于雷州半岛，属于红树林营造和生态修复工程，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》要求。

10.4.17 与《湛江市国土空间总体规划》的相符性分析

《湛江市国土空间总体规划》指出：……推进生态系统修复，湿地生态系统修复：**积极开展红树林湿地生态修复工作**，强化对湿地资源的保护和管理……海洋生态系统修复加强海洋污染防治与海湾生态环境管控，实施工程与生物措施相结合的近岸海域综合治理措施……

项目位于生态红线区（见“图 10.3-1：项目区及周边海域“三区三线”划定成果图”），但属于红树林营造和生态修复工程，属于“积极开展红树林湿地生态修复工作，强化对湿地资源的保护和管理”，因此，项目符合《湛江市国土空间总体规划》要求。

10.4.18 与《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

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……

项目属于红树林营造和生态修复工程，符合《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》要求。

10.4.19 与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》的相符性分

析

根据《湛江市生态环境保护“十四五”规划》：

“第四章：推进减污降碳，加快经济社会发展绿色转型”“第五节：提升城市应对气候变化韧性”之“20. 提升生态系统碳汇能力”…… **综合实施红树林造林及修复、沿海基干林带改造提升、高质量水源林建设……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，强化海草床、珊瑚礁等海洋生态系统的保护修复，提升海洋碳汇能力。推动海洋碳汇资源规模化、产业化和生态化发展”**

“第十章：厚植生态底蕴，巩固提升雷州半岛生态优势”“第五节：**全力建设湛江“红树林之城”**”：85. 大力实施红树林保护修复。以打造全国闻名的“红树林之城”作为新时期湛江生态建设的重心，引导全社会共建、共管、共护红树林生态系统。加快制定《湛江市红树林保护与修复总体规划（2021-2025）》，**有序实施红树林造林与修复**，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，**到 2025 年，完成现有红树林修复 1370 公顷，红树林造林 2813 公顷……**

项目为红树林修复工程，符合《湛江市生态环境保护“十四五”规划》要求。

10.4.20 与《湛江市红树林湿地保护条例》的相符性分析

根据《湛江市红树林湿地保护条例》（2024 年 1 月 10 日）：

第十一条 自然资源部门应当加强有害生物防治，控制红树林外来树种，保护乡土树种。

禁止在红树林湿地挖塘，禁止移植、采挖、采伐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移植、采挖、采伐、采摘的，应当经地级以上市人民政府林业主管部门同意。经批准移植、采挖、采伐、采摘的，应当在指定的种类、数量、时间、地点内进行，并接受县级以上人民政府林业主管部门的监督检查。

第十三条 对生态功能重要区域、海洋灾害风险等级较高地区、濒危物种保护区域或者造林条件较好地区的红树林湿地，以及纳入国家和省批准建立的自然保护地的红树林湿地，应当优先开展修复。

县级人民政府应当科学营造红树林，在红树林湿地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种植地。红树林年度造林达到规定面积和标准的，按照国家和省的规定给予新增建设用地计划指标奖励。

第十四条 鼓励因地制宜开展红树林种植和生态养殖耦合，探索产业和生态融合发展模式。

本项目属于红树林生态修复项目，种植的红树林苗木均为当地常见的红树林品种，不属于外来树种，生态修复种植过程中，不发生移植、采挖、采伐红树林或者过度采摘红树林种子及投放、种植危害红树林生长的物种的行为；同时，项目属于红树林种植—生态养殖耦合的模式，符合“ ”

10.4.21 与《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》的相符性分析

根据《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》，项目建设区域位于规划中的“麻章区通明海北侧退塘还林红树林营造修复区域”。

其中，麻章区通明海北侧退塘还林红树林营造修复区域所选宜林地全部位于生态红线和保护区范围内，规划红树林营造修复面积为 484.51 hm²，其中废弃养殖塘面积为 347.51 hm²，营造修复面积可按 100%计算，在用养殖塘面积为 137.00 hm²（在用养殖塘面积为 684.99 hm²，按照 20%计算营造修复面积）。现有养殖方式为粗放养殖，以罗非鱼养殖和蚝排养殖为主，水域面积大，推荐采用种植-养殖耦合模式进行退塘还林，实现生态效益和经济效益双赢。

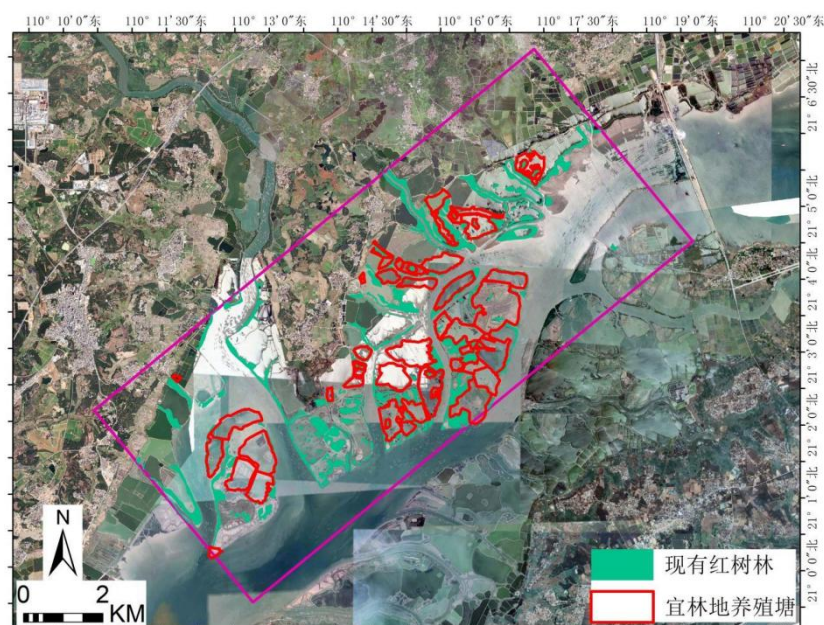


图 10.4.21-1 麻章区通明海北侧退塘还林红树林营造项目区域

综上，本项目为红树林生态修复项目，属于《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》中的规划建设内容，项目主要采用红树林种植-生态养殖相耦合的方式开展生态修复。

因此，项目符合《湛江市红树林保护修复规划（2021-2025 年）》的要求。

10.5 三线一单符合性分析

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）、《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》（珠府[2021]38 号），《广东省海洋生态红线（2017）》划定了 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。

根据“三线一单”数据管理及应用平台，项目属于 ZH44081130021(湖光一般管控单元)；YS4408113110006(麻章区生态空间一般管控区)；YS4408113210002(龙腾河湛江东海岛控制单元)，HY44080010024(广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区)，YS440811310003(优先保护区)。

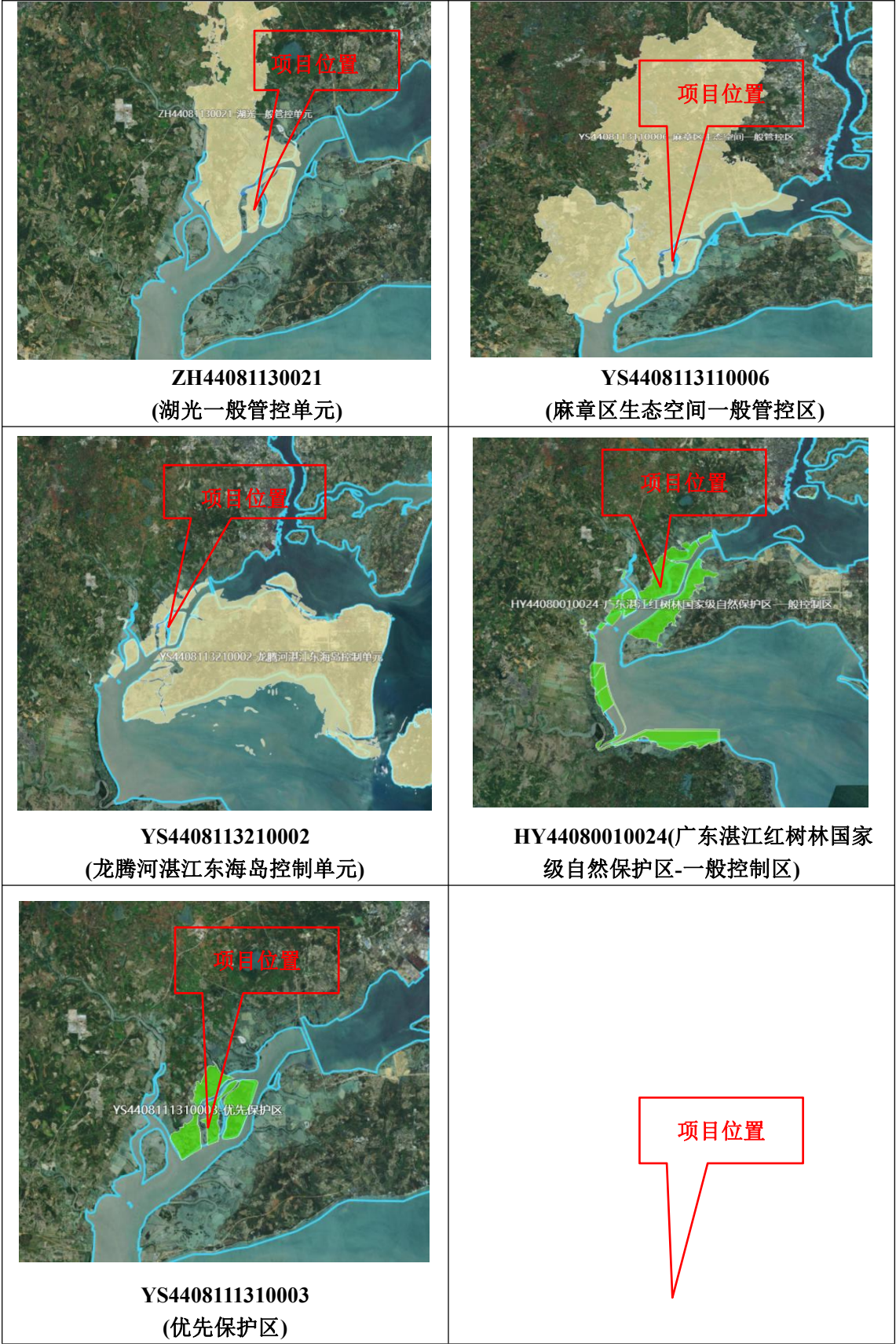


图 10.5-1 广东省“三线一单”生态环境管控平台截图

根据单元管控要求进行相符性分析，本项目共涉及 5 个单元，根据单元准入要求分析，总计发现 需关注的准入要求 10 条，其他准入要求 13 条。可见，项目建设不涉及问题项，在满足注意项的前提下，项目建设符合广东省“三线一单”生态环境分区的相关要求。

本项目与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相符性分析详见下表：

表 10.5-1 项目与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相符性一览表

管控单元编号	管控维度	管控要求	符合性
ZH44081130021(湖光一般管控单元)	区域布局管控	无关项： 1、鼓励发挥资源优势集中集聚发展生态旅游业、生态农业 2、生态保护红线内，自然保护区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。	符合： 1、项目为红树林生态修复工程，建成后具有极大的生态旅游价值； 2、项目不位于核心保护区，且本项目本身属于对保护区内的红树林进行生态修复的项目，不涉及开发性、生产性建设活动；
	污染物排放管控	无关项： 1、加快补齐湖光镇生活污水收集和处理设施短板。 2、城镇污水处理设施出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）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。 3、实施种植业“肥药双控”，加强畜禽养殖废弃物资源化利用，加快规模化畜禽养殖场粪便污水贮存、处理与利用配套设施建设。 4、加强对尾矿库的安全管理，采取措施防止土壤污染。	符合： 1、项目为海洋生态修复工程项目，不涉及生活污水收集和处理设施； 2、项目运营期不新增城镇污水； 3、项目不涉及畜禽养殖场、养殖小区。 4、项目不涉及尾矿库。
	环境风险防控	无关项： 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。	符合： 项目为海洋生态修复工程项目，开展环境风险评估，健全风险防控措施，制定发环境事

			件应急预案
	资源能源利用	无关项： 1、禁止新建或投产使用不符合强制性节能标准的项目和生产工艺。 2、大力推广应用高效节水灌溉、农艺节水、林业节水等综合节水技术，提高灌溉用水效率	符合： 1、项目为海洋生态修复工程，不涉及不符合强制性节能标准的项目和生产工艺； 2、红树林整体位于养殖塘区域，用水量极小，不涉及灌溉及农业、林业用水
YS4408113110006(麻章区生态空间一般管控区)	区域布局管控	无关项： 【生态/鼓励引导类】 合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定	符合： 项目为海洋生态修复工程，对维护区域生态环境功能稳定起到积极作用
	污染物排放管控	/	/
	环境风险防控	/	/
	资源能源利用	/	/
YS4408113210002(龙腾河湛江东海岛控制单元)	区域布局管控	无关项： 【水/综合类】 根据水环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护水生态环境功能稳定。	/
	污染物排放管控	无关项： 【水/综合类】 执行区域水生态环境保护的基本要求。	
	环境风险防控	无关项： 【水/综合类】 执行区域水生态环境保护的基本要求。	
	资源能源利用	/	
HY44080010024(广东湛江红树林国家级自然保护区-一般控制区)	区域布局管控	关注项： 1、生态保护红线内，自然保护区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。	符合： 1、项目为红树林修复工程，主要对逐步缩小、破碎化、区块化的红树林区域进行修复，属于环境友好型的项目，不属于开发性、生产性建设活动，

	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、鲛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。 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。 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。 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建设项目和开发活动；禁止法律法规禁止的活动或者行为。 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	不会生态功能造成负面影响。 1-2 项目不位于珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统分布区，不位于中华白海豚、鲛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，红树林营造修复后，对自然景观的影响是正面的。 1-3 项目位于通明海自然保护区，但项目属于红树林修复项目，符合主体功能区域定位。 1-4 项目为红树林修复工程，主要对逐步缩小、破碎化、区块化的红树林区域进行修复，属于环境友好型的项目，是对自然保护区的一项保护性、修复性的工作。 1-5.项目不位于湿地公园。 1-6.项目不位于国家湿地公园内，项目不属于上述禁止的，不符合主体功能定位的项目。 1-7.项目为红树林生态修复工程，是对现有红树林的修复和保护性工作。 1-8.项目施工及运营过程不采挖珊瑚和破坏珊瑚礁。

		物气息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物。 7、禁止非法移植、采挖、采伐红树林或者采摘红树林种子。 8、禁止采挖珊瑚和破坏珊瑚礁。 9、禁止擅自采集、加工、销售野生动植物及矿物质制品。	1-9. 项目施工及运营过程不采集、加工、销售野生动植物及矿物质制品。
	污染物排放管控	/	/
	环境风险防控	/	/
	资源能源利用	/	/
YS4408111310003(优先保护区)	区域布局管控	无关项： 环境空气质量一类功能区实施严格保护，禁止新建、扩建大气污染物排放工业项目（国家和省规定不纳入环评管理的项目除外）	符合： 1-1 项目为海洋生态修复工程，运营期基本不产生大气污染物，不属于大气污染物排放工业项目
	污染物排放管控	/	/
	环境风险防控	/	/
	资源能源利用	/	/

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》，本项目位于湖光一般管控单元（序号8，编号：ZH44081130021），如下图所示：

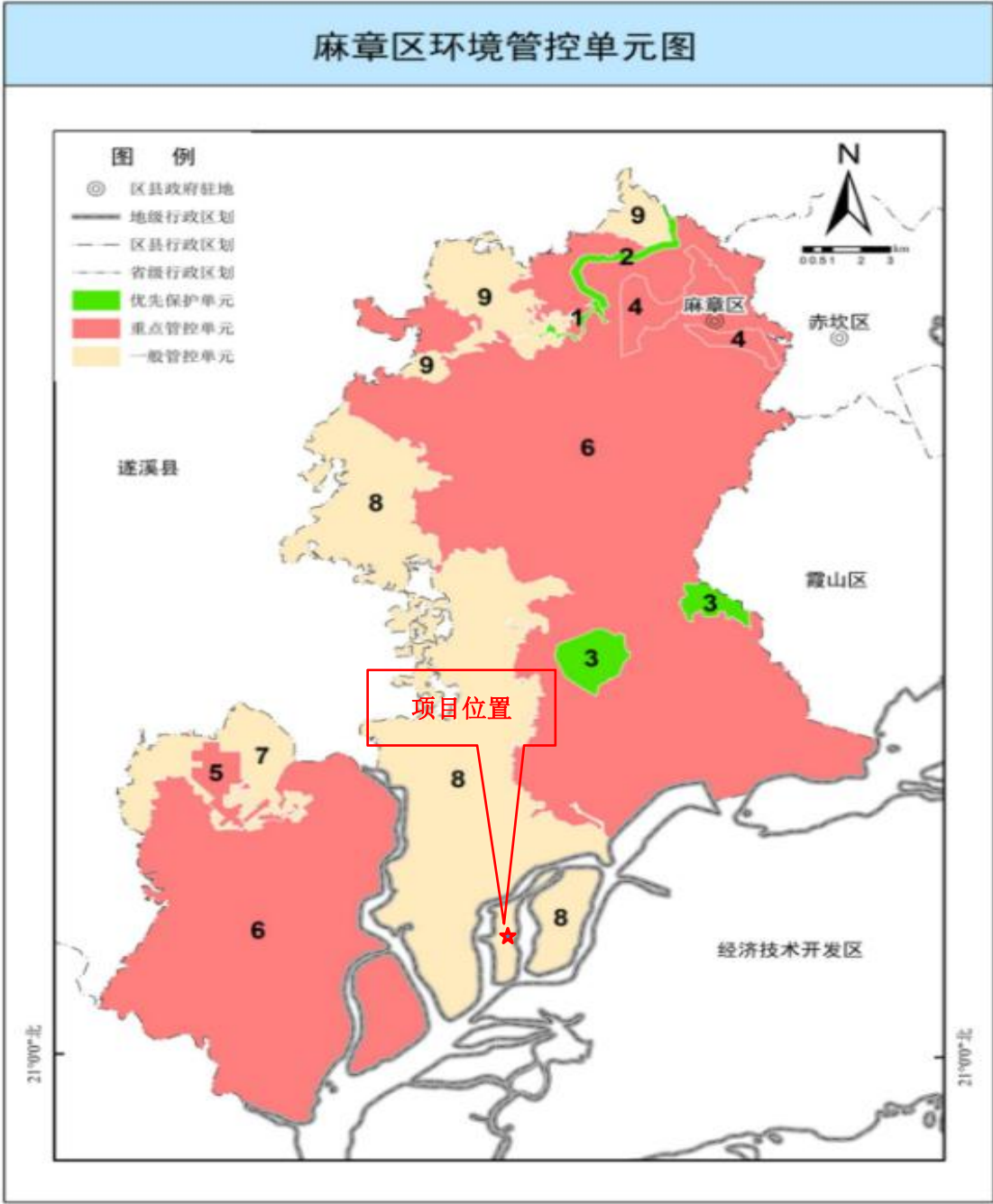


图10.5-2 湛江市麻章区环境管控单元图

项目与湖光一般管控单元（序号8，编号：ZH44081130021）的相符性详见“表10.5-1：项目与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相符性一览表”；湛江市麻章区环境管控单元图的管控要求见下表：

表 10.5-2 湛江市麻章区湖光一般管控单元（序号 8，编号：ZH44081130021）管控要求一览表

环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划			管控单元分类	要素细类
		省	市	区		
ZH44081130021	湖光一般管控单元	广东省	湛江市	麻章区	一般管控单元	大气环境一般管控区、水环境一般管控区
管控维度	管控要求					
区域布局管控	1-1.【产业/鼓励引导类】鼓励发挥资源优势集中集聚发展生态旅游业、生态农业。 1-2.【生态/禁止类】生态保护红线内，自然保护区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。					
能源资源利用	2-1.【能源/禁止类】禁止新建或投产使用不符合强制性节能标准的项目和生产工艺。 2-2.【水资源/综合类】大力推广应用高效节水灌溉、农艺节水、林业节水等综合节水技术，提高灌溉用水效率。					
污染物排放管控	3-1.【水/综合类】加快补齐湖光镇生活污水收集和处理设施短板。 3-2.【水/限制类】城镇污水处理设施出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）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。 3-3.【水/综合类】实施种植业“肥药双控”，加强畜禽养殖废弃物资源化利用，加快规模化畜禽养殖场粪便污水贮存、处理与利用配套设施建设。 3-4.【土壤/综合类】加强对尾矿库的安全管理，采取措施防止土壤污染。					
环境风险防控	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。					

11 环境经济损益分析

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的污染防治措施主要针对会对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。

根据本评价以上提出的各项环境保护措施，以确保施工期和运营期所制定的环境保护目标顺利实现为前提，对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，本次评价所提出各项污染措施费用约为 133.45 万元，项目总投资约 48555.35 万元，约占总投资的 0.27%，详见表 11.2-1 所示。环保投资比例合理，从经济角度论证，该环境保护措施投资对建设单位来讲是可接受的。

表 11.2-1 项目环保投资概算一览表

阶段	项 目	单价(万元)	数量	金额(万元)
施 工 期	环境跟踪监测	20.0	1 项	20.0
	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	10.0	1 项	10.0
	施工期溢油应急设施、设备	15.0	1 项	15.0
	油气管线附近安全警示标志等	3.0	1 项	3.0
	固废处置、危废处理	20.0	1 项	20.0
营 运 期	红树林标志牌等	5.0	1 项	5.0
	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）	20.0	1 项	20.0
	运营期监测	20.0	1 项	20.0
	生态损失补偿	19.0	1 项	20.45
合计				133.45

11.2 环境保护的经济损益分析

11.2.1 环境经济损益分析方法

（1）项目施工期造成的海洋生物的损失

项目种植区滩涂高程改造不可避免对养殖塘的生态环境产生不可逆的影响。不同于码头、疏浚等其它涉海工程的开挖、弃泥，上述工程可能导致底栖生物的

生境完全丧失；本工程水陆两用挖掘机只是对底泥进行简单的搬运；虽然由于施工机械的搅动作用，将暂时破坏施工范围内底栖生物的原有栖息地和生存环境，但由于红树林修复挖泥起垄、垫高均在本养殖塘内海域，底泥环境并未发生实质改变，也不发生抛泥、弃泥；待悬浮物沉降后，底栖生物的生境又会恢复，重新形成新的生态系统。

由于施工过程中，养殖塘内的水质、沉积物环境未发生大的变化，因此绝大部分底栖生物都不会因塘泥的简单搬运导致死亡，仅有极少量底栖生物因挖掘机施工过程造成的机械损伤而死亡；据估算，本项目施工将造成海洋生态损失量为4554.3.02kg。

由于施工前已完成清塘、捕鱼，因此，施工期间仍残留在养殖塘内的渔业资源极少。施工期对渔业资源造成的影响不大。

（2）项目施工对附近海域生态环境的影响

项目位于养殖塘内，施工期关闭闸口，因此对海洋生态、水质、沉积物的影响仅局限于养殖塘范围内，不会对附近海域的生态环境产生影响。

项目施工过程中产生的各类废水、固体废物均进行妥善处理处置，不向海域排放，对海域水生态环境及底质环境不会产生影响，也不会对海洋生物带来危害。

（3）运营期对环境的影响

运营期主要是固废清理，委托工人对养殖塘内的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔少量进行人工清除；由于不使用机械设备，均为聘请当地附近的人员进行人工清除，清理过程产生的悬浮泥沙微乎其微；基本不会对养殖塘内的水质产生影响。

11.2.2 环境直接、间接经济收益分析

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的削减而产生的环境效益。对本建设项目来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加；在采取环境保护措施后，可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设工程污染防

治措施的环境经济效益还是比较明显的。

11.2.3 经济、社会效益分析

11.2.3.1 经济效益分析

本项目属于海洋生态保护修复项目，如前所述，红树林种植后，对养殖塘的水质环境的影响是积极的，正面的；红树林可给水体提供更多的氧量，可以提高单位面积养鱼量；同时，通过工程实施，项目平均水深由 1.8m 提高至 2.1-2.4m，养殖水深增加，也给养殖户提供了更多的养殖鱼种选择，无疑可以给当地人们带来良好的经济效益。

同时，通过红树林的种植，营造新的红树林景观；可以吸引本市和外县、市的投资商进入红树林种植区域观光旅游或投资，带动周边经济开发，促进附近城镇的建设，拉动整个地区海洋生态保护修复产业、加工业、生产辅助业和服务行业等的发展，推动区域社会经济的综合发展，增加地区的财政税收因此，本项目建设具有可观的经济效益。

11.2.3.2 社会效益分析

本项目实施前，随着城乡建设发展，生态空间被挤占，水环境受到污染，项目区域及周边海域出现了海域水质变差、红树林退化严重，不仅数量减少，且呈现明显的区块化，碎片化，出现了退塘还林与社区居民生计不协调的问题。同时，麻章区湖光镇金牛岛海岸还存在海堤硬质化，破坏海岸生态系统完整性的问题，严重威胁到海堤防洪安全。

在这种情况下，开展红树林生态修复及海堤生态改造工程，不仅有利于解决红树林退化问题，而且对改善堤防安全，促进渔业的可持续发展都具有重大意义。

11.2.3.3 生态效益分析

红树林生态修复工程及海堤生态改造工程对缓解和改善已恶化的红树林生态环境有极大的促进作用；同时还能有效的拓展养殖塘水产养殖的生产空间。

红树林生态系统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,起到了净化水质的作用;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。

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能力。

因此,运营期红树林生态系统对水质的影响呈显著的正面影响。

对沉积物而言,红树林生态环境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。

综上所述,本项目的经济效益、社会效益及生态效益是显著的。

11.2.4 环境经济损失综合分析与评价

综上所述,项目的建设虽会产生一定的环境影响,从而造成一定的环境损失,但经采取措施后,所造成的环境损失在可接受范围内,且项目的建设将产生良好的经济效益和社会效益。

11.3 环境保护的技术经济合理性

11.3.1 环境保护技术可行性分析

(1)本项目拟采取的施工工艺和环保措施均为技术上较成熟的工艺和措施,技术上是可行的。

(2)目前湛江已有多家具有残油、废油危废收集、处置资质单位。本工程

施工机械污染物可与这些资质单位签定协议，实行有偿服务。因此，本项目施工机械污染物的防治措施是可行的。项目施工设备不在本海域进行清洗，均开往洗车场清洗，因此不会向海域排放含油污水。

(3) 有关施工期大气污染防治和噪声防治及管理的措施，均是按照当地环境管理要求和项目特点提出的，具有较好的操作性。

(4) 报告提出的工程设计和管理中各类的措施，简单成熟，可操作性较强，从工程经济和技术上是可行的。

(5) 生态补偿方案由当地海洋行政主管部门统一监督，进行增殖方案制定、论证和资源研究，有利于科学合理的制定增殖放流方案，可操作性较强。

11.3.2 环境保护经济可行性分析

本工程建成后，能产生较大的社会效益和经济效益，改善项目所在区域投资环境，促进当地经济发展有着重大意义。项目的建设对区域经济社会发展具有拉动作用，对本地居民生活水平、就业、基础设施、城市容量及城镇化进程均会产生正面影响。

项目的建设将会产生较大的社会效益，经济效益也较好，项目建设导致的环境方面的负面影响，建设单位将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些环保措施是该类工程建设应用比较成熟的技术措施。在采取环保措施的前提下是能够接受的。以现有的认识水平和环境学、经济理论来衡量，项目对环境方面所造成的负面效应是可以由其产生的社会效益和经济效益弥补的。因此，从社会效益、经济效益和环境效益几个方面衡量，项目的建设是可行的。

12 环境管理与环境监测

12.1 目的

为了更好地对本项目在建设阶段和建成投产后的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作小组，制定相应的环境保护管理制度，全面管理本项目的有关环境问题，以满足区域环境保护的要求，并不断改善自身环境，达到发展经济、保护环境的目的。

12.2 环境管理

12.2.1 管理机构及职责

本工程环境管理由建设单位湛江市麻章区自然资源局设立的红树林管理机构负责，业务上接受生态环境部门的指导和监督。红树林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。

12.2.2 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到合同内容中是确保环境管理计划实施的前提。除此之外，委托有能力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. 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. 施工大气污染物、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、施工单位和生态环境主管部门，反映施工期环境保护措施的落实情况，这即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组织开展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。

（4）运营期环境管理

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营，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

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养殖塘内，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、COD_{Mn}、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、监测站位

项目海域监测站位布设见表 12.3.1-1，图 12.3.1-1。

12.3.2 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。

12.4 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，项目竣工后，建设单位应严格按照环境保护部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方投入生产或者使用。环保“三同时”验收一览表见表 12.4-1。

表 12.4-1 环保“三同时”验收一览表

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，施工期养殖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	未在项目养殖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	严格落实增殖放流
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

12.5 小结

本项目环保管理机构设置合理、制度完善；通过委托有资质单位进行监测，可以承担水、气、声、海洋环境等要素全面监测的任务，确保为建设单位的决策提供可靠环保监测数据。本项目建成后，应有针对性地更进一步完善现有监测体系。企业应严格实施日常环境监测计划，确保各类污染物达标排放，环境质量满足功能区划要求。

项目竣工后，建设单位应严格按照环境保护部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方投入生产或者使用。

13 综合结论

13.1 项目概况

本项目为湛江市海洋生态保护修复工程，项目区位于麻章区湖光镇金牛岛红树林片区周边海域。

项目主要建设内容包括：（1）红树林生态修复工程采用种养耦合方式，营造红树林 546ha，包括一般红树林营造 529.67ha，珍稀树种红树林营造 16.36ha。

（2）海堤生态化改造工程 对湖光镇世乔村至东海岛铁路段的海堤进行生态化改造，改造总长约 3.02km。

本项目总投资 48555.35 万元。

13.2 工程分析

13.2.1 施工期

——红树林生态修复工程：生态修复工程工艺主要包括测量、清理、高程改造、种植施工、加固，巡视、管护、补植等。

主要产污环节为：（1）林地清理过程可能产生杂草和垃圾等固废，（2）滩涂高程改造过程产生大量的悬浮物，施工机械运行过程产生的噪声和废气；（3）苗木筛选、运输过程中，苗木筛选可能产生部分不合格苗木及苗木运输过程车辆产生的噪声和废气；（4）种植施工和加固过程中，可能产生部分受损的苗木及容器薄膜袋等固废；（5）林地巡视、管护、补植过程中，清理的缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等固废；此外，施工人员在施工过程中，还有可能产生的生活污水及生活垃圾。

——海堤生态改造工程工艺：备料准备、聚氨酯碎石稳定墙、聚氨酯碎石稳定墙、稳凝土基础、海堤植草绿化、林地巡视、管护。

主要产污环节分别为：（1）备料准备过程主要污染物为运输车辆产生的噪声和废气；（2）聚氨酯碎石稳定墙过程中产生的主要污染为机械产生的废气、噪声；（3）稳凝土基础施工过程产生的主要污染为机械产生的废气、噪声；（4）堤植草绿化过程主要产生的污染物为修剪时产生的枝叶、不合格苗木、中耕除草等固废；（5）林地巡视、管护、补植过程中，清理的缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等固废；

13.2.2 运营期

项目为海洋生态保护修复工程项目，运行期基本不会产生废水、废气及噪声。

项目运营期，在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等；此外，红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生，但产生量极小，对海洋环境影响不大；均收集后清运至环卫部门处理。

13.3 环境现状及影响评价

13.3.1 海洋生态环境现状及影响评价

（1）海水水质

2024 年 3 月麻章东南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。

项目调查海域 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等因子出现超标，具有明显的生活污染源特征；超标主要原因可能与东海岛沿岸或麻章区沿岸居民生活污水排放污染及雨污口污染携带大量流域生产和生活污染物入海，提高了海域污染物负荷。

秋季水质现状调查分析结果，项目全部海水水质调查站位均执行海水水质二类标准，25 个海水水质调查站位中，项目溶解氧、石油类、锌、镉、铅、铜、砷、汞、铬、挥发性酚、硫化物等均符合海水水质二类标准要求，主要超标因子为无机氮、COD、活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 80%，仅五个站位（WS6、ZS2、ZS3、ZS4、ZS10）符合海水水质二类标准要求；COD 超标率为 28%，超标站位为 WS2、WS3、WS5、WS11、ZS3、ZS4、ZS5；活性磷酸盐超标率为 96%，仅 ZS5 站位符合海水水质二类标准要求。

无机氮、活性磷酸盐等因子超标主要与本项目所处周边海域沿岸的养殖活动繁多，大量养殖尾水排放导致区域水质的无机氮、活性磷酸盐等超标。

（2）海洋沉积物

春季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。有机碳及砷超标的原因可能是由于附近田地作物除虫时喷洒的农药经雨水冲洗后，带入海域导致。

秋季海洋监测调查结果：项目全部站位均执行海洋沉积物第一类标准，主要超标因子为铬、有机碳、油类，其中铬超标率为 25%，超标站位为 ZS2、ZS8、ZS11；有机碳超标率为 17%，超标站位为 ZS2、ZS11；油类超标率为 8%，超标站位为 ZS11。其他沉积物调查因子均符合海洋沉积物第一类标准要求。

超标主要原因可能与沿岸开发工业废水排放污染、城市排污口，雨污口污染携带大量流域生产和生活污染物入湾，提高了海域污染物负荷。调查海域其余站点沉积物质量均符合相应功能区要求。

（3）海洋生物质量

春季海洋监测调查结果表明：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。超标原因主要有可能是由于近岸的城市污水排放导致海洋重金属超标。

秋季海洋监测调查结果表明：本次调查所有的生物体质量主要超标因子为锌、铜、石油烃，其中石油烃超标率为 100%，其他调查因子如汞、镉、铅等均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》《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，石油烃等超标主要与区域人类活动频繁，大量养殖作业使用的渔船等排放油类相关。

（4）海洋生态环境

1) 春季海洋生态环境：

——叶绿素 a 和初级生产力：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)。

——浮游植物：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%。调查海域各站位浮游植物平均密度为 680.085×10³cells/m³。

——浮游动物：调查海域共记录浮游动物 5 门 16 属 31 种（见附录），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；调查海域平均生物量为 44.24mg/m³。

——底栖生物：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（附录 III）。环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群，大型底栖生物生物，平均生物量为 4.037g/m^2 。

——潮间带底栖生物：潮间带生物经鉴定共有 2 大门类 17 种。经鉴定，软体动物的种数最多，共有 9 种，占总种数的 52.94%。

——渔业资源：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/m^3 。捕获鱼卵数量密度最高为 T1 调查站位，为 2.70ind/m^3 ，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/m^3 。

2) 秋季海洋生态环境：

——叶绿素 a 和初级生产力：调查海区表层水体叶绿素 a 的变化范围在 $1.24\sim 34\text{mg/m}^3$ 之间，平均含量为 8.52mg/m^3 。调查海域表层水体初级生产力范围在 $33.03\sim 905.76\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $233.37\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

——浮游植物：本次生态调查共鉴定出浮游植物 5 门 78 种。占比最多的分别为硅藻门、蓝藻门和绿藻门。其中硅藻门有 44 种，占总种数的 56.41%。调查海域各站位密度均值为 $17982.81\times 10^3\text{cells/m}^3$ 。

——浮游动物：调查海域共采集到浮游动物由 5 大类群组成，共计 38 种。节肢动物们种数最多，有 21 种，占总种数的 55.23%；浮游动物平均密度为 17548.08ind/m^3 ，平均生物量 174.36mg/m^3 。

——底栖生物：调查底栖生物由 7 大类群组成，共计 30 种。其中环节动物的种数最多，共有 12 种，占总种数的 40%，平均生物量为 17.457g/m^2 。

——潮间带底栖生物：潮间带采集样品共鉴定出潮间带生物 4 大门类 19 种。经鉴定，节肢动物的种数最多，共有 14 种，占总种数的 73.68%。

——渔业资源：拖网调查共捕获共捕获鱼卵 0 粒，仔稚鱼 12 尾。调查站位的游泳动物渔获尾数为 349 尾，捕获总重量为 6080.3g。

通过预测，悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染，源强较小，且由于养殖塘内水位低，水动力条件极差，因此其扩散范围及影响较小。

13.3.2 大气环境现状及影响评价

项目区域大气环境质量属于环境空气质量达标区。

根据工程分析，施工期废气污染源主要为施工机械燃油尾气，将在短期内影响项目所在区域的环境空气质量，但其影响极小。

13.3.3 声环境现状及影响评价

项目周边没有任何大中型噪声源，只有从养殖塘附近海域间歇通过的船舶，可知本项目区域的声环境接近背景噪声。

项目噪声主要来自施工机械。项目产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影响。但从预测结果来看：施工噪声在 10 米范围内可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准（70dB（A））；在距离施工机械约 50m 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。

项目禁止夜间施工，施工单位应加强作业管理、选用低噪声设备、加强设备维护管理等措施。

13.3.4 固体废物影响分析

项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 352.37m³；填方为 352.37m³；补水潮沟开挖及就地平整；无弃方，不产生海洋土石方。海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造，不产生开挖和填方，不产生土石方。

施工人员产生的生活垃圾采用定点堆放方式，设立专门的垃圾桶进行收集，由环卫部门统一运走清运

施工机械产生的残油、废油等废物和含油抹布定期交由有危险废物处理资质单位处置。

不合格苗木、断损苗木、死亡苗木以二次补种的红树林苗木、定植时去除的薄膜袋及清理的杂草、海漂垃圾等固废均收集后清运至环卫部门处理。

采取上述措施后，项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

运营期，在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等；此外，红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生，但产生量极小，对海洋环境影响不大。

13.3.5 海洋生态环境影响分析

本工程施工期总生物损失量如下：底栖物损失量为 4554.3.02kg。

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。项目起垄种植产生的悬浮物对海洋生物的影响为可逆影响、短期影响，因此项目生物资源损害的补偿年限按 3 年算；约为 20.45 万元。

13.4 环境风险评价

本项目的环境风险主要为极端天气条件导致施工机械翻覆，油仓破裂而出现溢油事故的环境风险，以及自然灾害导致红树林损毁风险。

项目施工期应随时关注天气情况，极端天气前，建议将施工机械驶离养殖塘范围，避免发生溢油事故；若因风暴潮突发，导致施工机械发生倾覆而使得挖掘机油仓内的油溢出，施工单位应及时关闭闸门，将溢油风险降至较低水平，同时立即启动实施应急预案。

针对台风对红树林小苗的影响，通过及时修剪和整理、及时扶正被台风吹倒的小苗、对受损的枝干进行修剪和处理、加强养殖塘排水工作和加强管理等措施；降低台风及风暴潮的影响；同时，若出现大面积死亡，则考虑采取补植补种方案。

因此，项目应严格加强施工期及运营期的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

13.5 环境保护措施

13.5.1 大气治理措施

对施工机械定期检查，保证良好工作状态；同时，尽量选用洁净燃料，减少燃油尾气；采用符合标准的低燃料油；定期对施工设备、施工机械进行维护，维修，严禁带病作业，尽量减少各个施工机械、设备废气排放量。

13.5.2 废水治理措施

施工期、水污染防治措施主要是针对悬浮物、生活污水和施工机械含油污水；采取的措施。

悬浮物：施工前将养殖塘内的水位降至设计水位；合理安排施工工序，对开挖区准确定位，加强管理，施工过程保证闸口的紧闭状态。

生活污水：施工人员均从附近村庄临聘，因此生活污水纳入当地生活污水一同处理，对海洋环境影响不大。

施工机械在定点洗车场进行清洗，禁止向海域排放未经处理的含油污水。

13.5.3 噪声治理措施

项目噪声主要污染环节是施工机械噪声。

施工单位尽量采用低噪声的施工机械及施工工艺，避免夜间施工。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。

13.5.4 固废治理措施

项目红树林生态修复工程滩涂高程改造挖方 352.37m^3 ；填方为 352.37m^3 ；补水潮沟开挖及就地平整；无弃方，不产生海洋土石方。海堤生态化建设改造工程主要对原海堤的生态化改造，不产生开挖和填方，不产生土石方。

施工人员产生的生活垃圾采用定点堆放方式，设立专门的垃圾桶进行收集，由环卫部门统一运走清运

施工机械产生的残油、废油等废物和含油抹布定期交由有危险废物处理资质单位处置。

不合格苗木、断损苗木、死亡苗木以二次补种的红树林苗木、定植时去除的薄膜袋及清理的杂草、海漂垃圾等固废均收集后清运至环卫部门处理。

项目运营期，在红树林巡视、维护和抚育过程中，可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾和浒苔等；此外，红树林固定、扶正、补植期间会有少量悬浮泥沙产生，但产生量极小，对海洋环境影响不大；均收集后清运至环卫部门处理。

综上所述，本项目施工及运营期间产生的各类固体废弃物经有效处理后，不会对周边环境及人群产生明显不利的影响。

13.6 环境影响经济损益分析

本工程环保投资共 132 万元，约占总投资的 0.27%。本项目所列的环保措施及设施中所需的环保设施，从环境保护角度而言，只要保证这些环保设施同时投入使用，严格执行所提出的环境保护措施，足可以将项目建设对环境的影响降至最低；从投资对建设单位而言，以上环保投资较低，也是可接受的。从经济角度论证，项目的环境保护措施是可行的。

13.7 公众参与结论

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反对意见及建议（见附件）。

13.8 环境管理与监测计划

13.8.1 总量指标

本项目为海洋生态修复工程，主要包括红树林生态修复及海堤生态改造工程两项内容，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。

13.8.2 监测计划

企业应严格实施日常环境监测计划，确保各类污染物达标排放，环境质量满足功能区划要求。

项目建成投产后进行工程竣工环境保护验收时，环保设施“三同时”验收监测方案可参照监测拟建内容进行，此外还应根据工程实际生产情况对验收监测方案进行调整，以便更好地完成本项目的竣工验收工作。

13.9 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，可极大的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、运营期的环境风险得到有效控制。从环境保护角度考察，本项目是可行的。

附录

附录 1 春季生态调查名录

附表 I 浮游植物名录

中文名	拉丁文名
假微型海链藻	<i>Thalassiosirapseudonana</i>
斜纹藻属	<i>Pleurosigmasp.</i>
端尖斜纹藻	<i>Pleurosigmaacutumvar.acutum</i>
羽纹藻属	<i>Pinnulariasp.</i>
新月筒柱藻	<i>Cylindrothecaclosterium</i>
菱形藻属	<i>Nitzschiasp.</i>
丝状鞘丝藻	<i>Lyngbyaconfervoides</i>
曲壳藻属	<i>Achnanthesp.</i>
波罗的海布纹藻原变种	<i>Gyrosigmabalticumvar.balticum</i>
洛伦菱形藻	<i>Nitzschialorenziana</i>
琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscusjonesianus</i>
奇异棍形藻	<i>Bacillariaparadoxa</i>
圆筛藻属	<i>Coscinodiscussp.</i>
蛇目圆筛藻	<i>Coscinodiscusargus</i>
明壁圆筛藻	<i>Coscinodiscusdebilis</i>
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscusasteromphalusvar.asteromphalus</i>
针杆藻属	<i>Synedrasp.</i>
希罗鞘丝藻	<i>Lyngbyahieronymusii</i>
反曲菱形藻	<i>Nitzschiareversa</i>
星脐圆筛藻美丽变种	<i>Coscinodiscusasteromphalusvar.pulchra</i>
长海毛藻	<i>Thalassiothrixlongissima</i>
舟形藻属	<i>Naviculasp.</i>
卵圆双壁藻	<i>Diploneisovalis</i>
梅尼小环藻	<i>Cyclotellameneghiniana</i>
长菱形藻弯端变种	<i>Nitzschialongissimavar.reversa</i>
艾希斜纹藻	<i>Pleurosigmaaestuarii</i>
夜光藻	<i>Noctilucascintillans</i>
豪猪棘冠藻	<i>Corethroncriophilum</i>

中文名	拉丁文名
小环藻属	<i>Cyclotellasp.</i>
湖生假鱼腥藻	<i>Pseudanabaenalimnetica</i>
裸甲藻属	<i>Gymnodiniumsp.</i>
颤藻属	<i>Oscillatoriasp.</i>
马鞍藻属	<i>Campylodiscussp.</i>
粗根管藻	<i>Rhizosoleniarobusta</i>
中国盒形藻	<i>Biddulphiasinensis</i>
海生斑条藻	<i>Grammatophoramarina</i>
菱形海线藻原变种	<i>Thalassionemanitzschoidesvar.nitzschoides</i>
颗粒沟链藻极狭变种	<i>Aulacoseiragranulatavar.angustissima</i>
喙头舟形藻	<i>Navicularhynchocephala</i>
条纹小环藻	<i>Cyclotellastriatavar.striata</i>
高盒形藻	<i>Biddulphiaregia</i>
颗粒沟链藻	<i>Aulacoseiragranulata</i>
刚毛根管藻	<i>Rhizosoleniasetigera</i>
双菱藻属	<i>Surirellasp.</i>
海洋斜纹藻	<i>Pleurosigmapelagicum</i>
三角四角藻	<i>Tetraedrontrigonum</i>
中肋骨条藻	<i>Skeletonemacostatum</i>
红海束毛藻	<i>Trichodesmiumerythraeum</i>
长菱形藻	<i>Nitzschialongissima</i>
离心列海链藻	<i>Thalassiosiraexcentrica</i>
横滨盒形藻	<i>Biddulphiagrundleri</i>
蜂腰双壁藻	<i>Diploneisbombus</i>
活动盒形藻	<i>Biddulphiamobiliensis</i>
威利圆筛藻	<i>Coscinodiscuswailesii</i>

附表 II 浮游动物名录

中文名	拉丁名
球型侧腕水母	<i>Pleurobrachiaglobosa</i>
拟铃虫属	<i>Tintinnopsissp.</i>
钩虾	<i>Gammarideasp.</i>
长腹剑水蚤属	<i>Oithonasp.</i>
美丽猛水蚤属	<i>Nitocrasp.</i>
角猛水蚤属	<i>Cletocamptussp.</i>
尾猛水蚤	<i>Harpacticusuniremis</i>
尖额谐猛水蚤	<i>Euterpinaacutifrons</i>
小毛猛水蚤	<i>Microsetellanorvegica</i>
披针纺锤水蚤	<i>Acartiasouthwelli</i>
刺尾纺锤水蚤	<i>Acartiaspinicauda</i>
小拟哲水蚤	<i>Paracalanusparvus</i>
捷氏歪水蚤	<i>Tortanusderjugini</i>
安氏伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomusannandalei</i>
奥氏伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomusaurivilli</i>
左指华哲水蚤	<i>Sinocalanuslaevidactylus</i>
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropagestenuiremis</i>
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanussubcrassus</i>
短尾类幼虫	Brachyuralarva
毛颚类幼体	Chaetognathalarva
蔓足类幼虫	Cirripeditelarva
刺胞动物幼体	Cnidarialarva
桡足类幼体	Copepodite
介形幼虫	Cyprislarva
鱼卵	Fishegg
长尾类幼虫	Macruralarva
糠虾类幼体	Mysidacealarva
无节幼体	Nauplius
多毛类幼体	Polychaetalarva

中文名	拉丁名
壳顶面盘幼虫	umbo-veliger
异体住囊虫	<i>Oikopleuradioica</i>

附表III 底栖生物种类名录

中文名	拉丁名
扁平拟闭口蟹	<i>Paracleistostomadepressum</i>
中华螺赢蜚	<i>Corophiumsinensis</i>
不倒翁虫	<i>Sternaspisscutata</i>
奇异稚齿虫	<i>Paraprionospiopinnata</i>
丝异须虫	<i>Heteromastusfiliformis</i>
花冈钩毛虫	<i>Sigambrahanaokai</i>
纽虫	<i>Nemertea</i>
凸壳明樱蛤	<i>Moerellafragilia</i>
暗蛇潜虫	<i>Ophiodromuscf.obscura</i>
白带石缨虫	<i>Laonomealbicingillum</i>
日本长尾虫	<i>Apseudesnipponicus</i>
长尾毛钩虾	<i>Eriopisachilkensis</i>
后指虫	<i>Laonicecirrata</i>
寡节甘吻沙蚕	<i>Glycindegurjanovae</i>
寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtysoligobranchia</i>
小相手蟹	<i>Nanosesarmaminutum</i>
腺带刺沙蚕	<i>Neanthesglandicincta</i>
中锐吻沙蚕	<i>Glycerarouxii</i>
日本强鳞虫	<i>Sthenolepisjaponica</i>
明樱蛤属	<i>Moerellasp.</i>
大螯蛄虾	<i>Upogebiamajor</i>
叶须虫	<i>Phyllodoce laminosa</i>
招潮属	<i>Ucasp.</i>
有孔团水虱	<i>Sphaeromatererebrans</i>
缅甸角沙蚕	<i>Ceratonereisburmensis</i>
毛大螯蜚	<i>Grandidierellagilesi</i>
马尔他钩虾属	<i>Melitasp.</i>
短小拟钩虾	<i>Gammaropsisnitida</i>
沙箸海鳃属	<i>Virgulariasp.</i>

中文名	拉丁名
理蛤	<i>Theoralata</i>
虾虎鱼科	<i>Gobiidae</i>
纹尾长眼虾	<i>Ogyridesstriaticauda</i>
亮樱蛤属	<i>Nitidotellinasp.</i>
细纹卵蛤	<i>Pitarstriatum</i>
袋稚齿虫	<i>Prionospioehlersi</i>
沙钩虾属	<i>Byblissp.</i>
秀丽织纹螺	<i>Nassariusfestivus</i>
节织纹螺	<i>Nassariushepaticus</i>

附表IV 潮间带生物名录

中文名	拉丁名
可口革囊星虫	<i>Phascolosomaesculenta</i>
秀丽长方蟹	<i>Metaplaxelegans</i>
褶痕相手蟹	<i>Sesarmaplicata</i>
弧边招潮	<i>Ucaarcuata</i>
黑口拟滨螺	<i>Littorariamelanostoma</i>
巴布亚沟虾虎鱼	<i>Oxyurichthyspapuensis</i>
珠带拟蟹守螺	<i>Cerithideacingulata</i>
蛎敌荔枝螺	<i>Thaisgradata</i>
口虾蛄	<i>Oratosquillaoratoria</i>
相手蟹属	<i>Sesarmasp.</i>
扁平拟闭口蟹	<i>Paracleistostomadepressum</i>
刺螯鼓虾	<i>Alpheushoplocheles</i>
纽虫	Nemertea
虾虎鱼科	Gobiidae
褐蚶	<i>Didimacartenebrica</i>

附表 V 游泳动物种类名录

名称	拉丁名
佩氏莫鲯	<i>Moolgardaperusii</i>
锯嵴塘鳢	<i>Butiskoilomatodon</i>
纹缟虾虎鱼	<i>Tridentigertrigonocephalus</i>
犬牙缟虾虎鱼	<i>Amoyacatinus</i>
绿斑缟虾虎鱼	<i>Amoyachlorostigmatoides</i>
斑纹舌虾虎鱼	<i>Glossogobiusolivaceus</i>
金黄舌虾虎鱼	<i>Glossogobiusaureus</i>
青斑细棘虾虎鱼	<i>Acentrogobiusviridipunctatus</i>
缘边银鲈	<i>Gerreslimbatus</i>
多鳞鱚	<i>Sillagosihama</i>
太平洋棘鲷	<i>Acanthopagruspacificus</i>
尾纹双边鱼	<i>Ambassisurotaenia</i>
星斑篮子鱼	<i>Siganusguttatus</i>
项斑项鲯	<i>Nuchequulanuchalis</i>
杜氏棱鲉	<i>Thrissadussumieri</i>
细鳞鲷	<i>Teraponjarbua</i>
鳞鳍叫姑鱼	<i>Johniusdistinctus</i>
凤鲚	<i>Coiliamystus</i>
嵴塘鳢	<i>Butisbutis</i>
刺螯鼓虾	<i>Alpheushoplocheles</i>
东方白虾	<i>Exopalaemonorientis</i>
粗糙沼虾	<i>Macrobrachiumasperulum</i>

附录 2 秋季生态调查名录

2-1 浮游植物物种名录

序号	中文名	拉丁名
	硅藻门	Bacillariophyta
1	艾氏角毛藻	<i>Chaetoceros eigenii</i>
2	北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>
3	扁面角毛藻	<i>Chaetoceros compressus</i>
4	并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>
5	齿角毛藻	<i>Chaetoceros denticulatus</i>
6	拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
7	海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>
8	罗氏角毛藻	<i>Chaetoceros lauderi</i>
9	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
10	秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
11	柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>
12	冕袍角毛藻	<i>Chaetoceros subsecundus</i>
13	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
14	异角毛藻	<i>Chaetoceros diversus</i>
15	圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i>
16	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
17	薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
18	柔弱几内亚藻	<i>Guinardia delicatula</i>
19	翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
20	翼根管藻纤细变型	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>
21	粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>
22	距端根管藻	<i>Pseudosolenia calcar</i>
23	卡氏根管藻	<i>Rhizosolenia castracanei</i>
24	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliiformis</i>
25	笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosolenia styliiformis</i> v. <i>latissima</i>
26	覆瓦根管藻	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
27	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
28	厚刺根管藻	<i>Rhizosolenia crassispina</i>
29	透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i>
30	螺端根管藻	<i>Rhizosolenia cochlea</i>
31	中华根管藻	<i>Rhizosolenia sinensis</i>

序号	中文名	拉丁名
32	伯氏根管藻	<i>Rhizosolenia berganii</i>
33	虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculusiridis</i>
34	巨圆筛藻	<i>Coscinodiscus gigas</i>
35	高圆筛藻	<i>Coscinodiscus nobilis</i>
36	格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>
37	弓束圆筛藻	<i>Coscinodiscus curvatus</i>
38	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
39	整齐圆筛藻	<i>Coscinodiscus concinnus</i>
40	强氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus janischii</i>
41	中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>
42	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
43	威利圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>
44	辐射列圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
45	圆筛藻	<i>Coscinodiscus sp.</i>
46	太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>
47	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
48	丛毛辐杆藻	<i>Bacteriastrum comosum</i> v. <i>comosum</i>
49	叉状辐杆藻	<i>Bacteriastrum furcatum</i>
50	透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> v. <i>hyalinum</i>
51	小辐杆藻	<i>Bacteriastrum minus</i>
52	优美辐杆藻	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>
53	锤状中鼓藻	<i>Bellerocha malleus</i>
54	钟形中鼓藻	<i>Bellerocha horologicalis</i>
55	脆杆藻	<i>Fragilaria sp.</i>
56	大洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>
57	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
58	长角弯角藻	<i>Eucampia cornuta</i>
59	短角弯角藻	<i>Eucampia zoodiacus</i>
60	佛氏海线藻	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>
61	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
62	伽氏筛盘藻	<i>Ethmodiscus gazellae</i>
63	中华齿状藻	<i>Odontella sinensis</i>
64	高齿状藻	<i>Odontella regia</i>

序号	中文名	拉丁名
65	活动齿状藻	<i>Odontella mobiliensis</i>
66	哈德掌状藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>
67	海洋曲舟藻	<i>Pleurosigma pelagicum</i>
68	环纹娄氏藻	<i>Lauderia annulata</i>
69	具翼漂流藻	<i>Planktoniella blanda</i>
70	美丽漂流藻	<i>Planktoniella formosa</i>
71	中华半管藻	<i>Hemiaulus sinensis</i>
72	膜质半管藻	<i>Hemiaulus membranaceus</i>
73	霍氏半管藻	<i>Hemiaulus hauckii</i>
74	棘冠藻	<i>Corethron</i> sp.
75	尖刺伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
76	洛氏菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>
77	菱形藻	<i>Nitzschia</i> sp.
78	颗粒直链藻	<i>Melosira granulate</i>
79	宽梯形藻	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>
80	念珠直链藻	<i>Melosira moniliformis</i>
81	膜状缪氏藻	<i>Meuniera membranacea</i>
82	派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i>
83	桥弯藻	<i>Cymbella</i> sp.
84	曲舟藻	<i>Pleurosigma</i> sp.
85	热带环刺藻	<i>Gossleriella tropica</i>
86	塔形冠盖藻	<i>Stephanopyxis turris</i>
87	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
88	泰晤士旋鞘藻	<i>Helicotheca tamesis</i>
89	条纹小环藻	<i>Cyclotella striata</i> v. <i>striata</i>
90	透明菱形藻	<i>Nitzschia vitrea</i>
91	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>
92	异角盒形藻	<i>Biddulphia heterocerros</i>
93	优美旭氏藻	<i>Schröderella delicatula</i>
94	优美旭氏藻矮小变型	<i>Schröderella delicatula</i> f. <i>schröderi</i>
95	圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>
96	长海毛藻	<i>Thalassiothrix longissima</i>
97	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>

序号	中文名	拉丁名
98	舟形藻	<i>Navicula</i> sp.
	甲藻门	Dinophyta
99	多边膝沟藻	<i>Gonyaulax polyedra</i>
100	范氏扁甲藻	<i>Pyrophacus vancampoae</i>
101	哈曼褐色多沟藻	<i>Pheopolykirkos hartmannii</i>
102	二足甲藻	<i>Podolampas bipes</i>
103	反转角藻	<i>Ceratium contrarium</i>
104	波氏角藻	<i>Ceratium bomii</i>
105	叉角藻	<i>Ceratium furca</i>
106	大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
107	短角角藻	<i>Ceratium breve</i>
108	镰角藻	<i>Ceratium falcatum</i>
109	马西里亚角藻	<i>Ceratium massiliense</i>
110	扭角藻	<i>Ceratium contortum</i>
111	奇长角藻	<i>Ceratium extensum</i>
112	歧分角藻	<i>Ceratium carriense</i>
113	三叉角藻	<i>Ceratium trichoceros</i>
114	三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>
115	新月角藻	<i>Ceratium lunula</i>
116	梭梨甲藻双锥变形	<i>Pyrocystis fusiformis</i> f. <i>bicornia</i>
117	梭梨甲藻梭形变形	<i>Pyrocystis fusiformis</i> f. <i>fusiformis</i>
118	芜青鳍藻	<i>Dinophysis rapa</i>
119	新月球甲藻	<i>Dissodinium lunula</i>
120	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
121	勇士鳍藻	<i>Dinophysis miles</i>
122	拟夜光梨甲藻	<i>Pyrocystis pseudonociluca</i>
123	菱形梨甲藻	<i>Pyrocystis rhompoides</i>
124	优美梨甲藻	<i>Pyrocystis elegans</i>
125	海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
126	平行原多甲藻	<i>Protoperidinium parallelum</i>
127	优美原多甲藻	<i>Protoperidinium elegans</i>
128	五角原多甲藻	<i>Protoperidinium pentagonum</i>
129	歧分原多甲藻	<i>Protoperidinium divergens</i>

2-2 浮游动物物种名录

	中文名	拉丁名
	桡足类	Copepods
1	伯氏平头水蚤	<i>Candacia bradyi</i>
2	叉刺角水蚤	<i>Pontella chierchiae</i>
3	刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicanda</i>
4	达氏筛哲水蚤	<i>Cosmocalanus darwinii</i>
5	丹氏纺锤水蚤	<i>Acartia danae</i>
6	短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>
7	红纺锤水蚤	<i>Acartia erythraea</i>
8	红小毛猛水蚤	<i>Microsetella rosea</i>
9	尖额次真哲水蚤	<i>Subeucalanus mucronatus</i>
10	尖额谱猛水蚤	<i>Euterpe acutifrons</i>
11	克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>
12	丽隆水蚤	<i>Oncaea venusta</i>
13	卵形光水蚤	<i>Lucicutia ovalis</i>
14	美丽大眼水蚤	<i>Corycaeus speciosus</i>
15	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
16	平大眼水蚤	<i>Corycaeus dahl</i>
17	钳形歪水蚤	<i>Tortanus forcipatus</i>
18	强额孔雀哲水蚤	<i>Parvocalanus crassirostris</i>
19	驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
20	微驼隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gracilis</i>
21	武小鹰嘴水蚤	<i>Aetideopsis armata</i>
22	细长腹剑水蚤	<i>Oithona attenuata</i>
23	小唇角水蚤	<i>Labidocera minuta</i>
24	小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>
25	小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>
26	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
27	亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
28	硬磷暴猛水蚤	<i>Chytemnestra scutellata</i>
29	真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
30	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>

	中文名	拉丁名
31	锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>
	水母类	Cnidaria
32	半口壮丽水母	<i>Aglaura hemistoma</i>
33	贝氏真囊水母	<i>Euphysora bigelowi</i>
34	墨绿棱口水母	<i>Netrostoma coerulescens</i>
35	拟双生水母	<i>Diphyes bojani</i>
	十足类	Decapoda
36	刷状莹虾	<i>Lucifer penicillifer</i>
37	中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
	涟虫类	Cumacea
38	中国涟虫	<i>Bodotria chinesis</i>
	磷虾类	Euphausiacea
39	中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>
	端足类	Amphipoda
40	裂额蚤[虫戎]	<i>Lestrigonus schizogeneios</i>
41	游片[虫戎]	<i>Vibilia viatrix</i>
	腹足类	Gastropoda
42	角明螺	<i>Oxygyrus keraudreni</i>
	浮游幼体	planktonic larva
43	短尾类蚤状幼体	Brachyura larvae
44	海星幼体	Asteroidea larva
45	糠虾幼体	Mysidacea larvae
46	磷虾幼体	Furcilia larva
47	蔓足类藤壶幼虫	Balanus larvae
48	桡足类无节幼体	Copepoda larvae
49	蛇尾类长腕幼虫	Ophiopluteus larvae
50	莹虾幼体	Lucifer larvae
51	仔鱼	Fish larvae
	毛颚动物	Chaetognatha
52	百陶带箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
53	肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
54	正型滨箭虫	<i>Aidanosagitta regularis</i>
	介形类	Ostracoda

	中文名	拉丁名
55	尖尾海萤	<i>Cypridina acuminata</i>
56	针刺真浮萤	<i>Euconchoecia aculeata</i>
	多毛类	Polychaeta
57	箭蚕	<i>Sagitella kowalevskii</i>
58	眼蚕	<i>Alciopina parasitica</i>
	尾索动物	Urochordata
59	红住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
60	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
	半索动物	Hemichordata
61	多鳃孔舌形虫	<i>Glossobalanus polybranchioporus</i>
	卤虫类	Artemia
62	卤虫	<i>Artemia</i> sp.

以下空白

2-3 大型底栖生物物种名录

序号	中文名	拉丁名
	环节动物	Annelida
1	寡鳃卷吻齿蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
2	狭细蛇潜虫	<i>Ophiodromus angutifrons</i>
3	拟节虫	<i>Prarillella praetermissa</i>
4	日本强鳞虫	<i>Sthenolepis japonica</i>
5	梯斑海毛虫	<i>Chloeia parva</i>
6	寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanovae</i>
7	钩虫	<i>Cabira incerta</i>
8	背蚓虫	<i>Notomastus aberans</i> Day
9	丝异须虫	<i>Heteromastus filiformis</i>
	节肢动物	Arthropoda
10	豆蟹属	<i>Pinnotheres</i> sp.
11	绒毛细足瓷蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i>
12	头盖玉蟹	<i>Leucosia craniolaris</i>
13	日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
14	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
15	裸盲蟹	<i>Typhlocarcinus nudus</i>
16	毛盲蟹	<i>Typhlocarcinus villosus</i>
17	泥脚隆背蟹	<i>Carcinoplax vestita</i>
	软体动物	Granulifusus kiranus
18	细纹立蛤	<i>Meropesta capillacea</i>
19	短竹蛏	<i>Solen brevissimus</i>
	螯虫动物	Echiuran
20	萨氏单套吻螯	<i>Anelassorhynchus inanensis</i>
	棘皮动物	Echinodermata
21	日本倍棘蛇尾	<i>Amphioplus japonicas</i>
	脊索动物	Chordata
22	虾虎鱼科	<i>Gobiidae</i> sp.

2-4 游泳动物物种名录

序号	中文名	拉丁名
	鱼类	
	软骨鱼纲	CHONDRICHTHYES
	鲛目	MYLIOBATIFORMES
	团扇鲛科	Platyrrhinidae
	团扇鲛属	<i>Platyrrhina</i>
1	中国团扇鲛	<i>Platyrrhina sinensis</i>
2	汤氏团扇鲛	<i>Platyrrhina tangi</i>
	辐鳍鱼纲	ACTINOPTERYGII
	鳗鲡目	ANGUILLIFORMES
	海鳗科	Muraenesocidae
	海鳗属	<i>Muraenesox</i>
3	海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>
	海鲢科	Muraenidae
	裸胸鲢属	<i>Gymnothorax</i>
4	网纹裸胸鲢	<i>Gymnothorax reticularis</i>
	蛇鲻科	Ophichthidae
	蛇鲻属	<i>Ophichthus</i>
5	尖吻蛇鲻	<i>Ophichthus apicalis</i>
	豆齿鲻属	<i>Pisodonophis</i>
6	食蟹豆齿鲻	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>
	仙女鱼目	AULOPIFORMES
	狗母鱼科	Synodontidae
	狗母鱼属	<i>Harpadon</i>
7	龙头鱼	<i>Harpadon nehereus</i>
	鲱形目	CLUPEIFORMES
	鲱科	Clupeidae
	斑鰹属	<i>Konosirus</i>
8	斑鰹	<i>Konosirus punctatus</i>
	小沙丁鱼属	<i>Sardinella</i>
9	裘氏小沙丁鱼	<i>Sardinella jussieu</i>
	鲹科	Engraulidae

序号	中文名	拉丁名
	鲚属	<i>Coilia</i>
10	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>
	黄鲫属	<i>Setipinna</i>
11	黄鲫	<i>Setipinna tenuifilis</i>
	梭鲈属	<i>Thryssa</i>
12	汉氏梭鲈	<i>Thryssa hamiltonii</i>
13	赤鼻梭鲈	<i>Thryssa kammalensis</i>
	锯腹鲷科	Pristigasteridae
	鲷属	<i>Ilisha</i>
14	鲷	<i>Ilisha elongata</i>
	鲷形目	MUGILIFORMES
	鲷科	Mugilidae
	骨鲷属	<i>Osteomugil</i>
15	前鳞骨鲷	<i>Osteomugil ophuyseni</i>
	鲈形目	PERCIFORMES
	鲈科	Carangidae
	副叶鲈属	<i>Caranx</i>
16	丽叶鲈	<i>Caranx kalla</i>
	圆鲈属	<i>Decapterus</i>
17	蓝圆鲈	<i>Decapterus maruadsi</i>
	长鲈科	Centrolophidae
	刺鲈属	<i>Psenopsis</i>
18	刺鲈	<i>Psenopsis anomal</i>
	鸡笼鲈科	Drepaneidae
	鸡笼鲈属	<i>Drepane</i>
19	条纹鸡笼鲈	<i>Drepane longimana</i>
20	斑点鸡笼鲈	<i>Drepane punctata</i>
	银鲈科	Gerreidae
	银鲈属	<i>Gerres</i>
21	缘边银鲈	<i>Gerres limbatus</i>
	鰕虎鱼科	Gobiidae
	细棘鰕虎鱼属	<i>Acentrogobius</i>
22	犬牙细棘鰕虎鱼	<i>Acentrogobius caninus</i>

序号	中文名	拉丁名
	矛尾𩚰虎鱼属	<i>Chaeturichthys</i>
23	矛尾𩚰虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>
	丝𩚰虎鱼属	<i>Cryptocentrus</i>
24	长丝𩚰虎鱼	<i>Cryptocentrus filifer</i>
	狼牙𩚰虎鱼属	<i>Odontamblyopus</i>
25	红狼牙𩚰虎鱼	<i>Odontamblyopus rubicundus</i>
	拟矛尾𩚰虎鱼属	<i>Parachaeturichthys</i>
26	拟矛尾𩚰虎鱼	<i>Parachaeturichthys polynema</i>
	孔𩚰虎鱼属	<i>Trypauchen</i>
27	孔𩚰虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>
	鲷科	Leiognathidae
	鲷属	<i>Leiognathus</i>
28	短吻鲷	<i>Leiognathus brevisrostris</i>
	仰口鲷属	<i>Secutor</i>
29	鹿斑鲷	<i>Secutor ruconius</i>
	马鲛科	Polynemidae
	多指马鲛属	<i>Polynemus</i>
30	六指多指马鲛	<i>Polynemus sextarius</i>
	石首鱼科	Sciaenidae
	黄鳍牙鲷属	<i>Chrysochir</i>
31	尖头黄鳍牙鲷	<i>Chrysochir aureus</i>
	梅童鱼属	<i>Collichthys</i>
32	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>
33	黑鳃梅童鱼	<i>Collichthys niveatus</i>
	叫姑鱼属	<i>Johnius</i>
34	皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>
35	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>
	黄鱼属	<i>Larimichthys</i>
36	大黄鱼	<i>Larimichthys crocea</i>
37	小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>
	牙鲷属	<i>Otolithes</i>
38	红牙鲷	<i>Otolithes ruber</i>
	银姑鱼属	<i>Pennahia</i>

序号	中文名	拉丁名
39	银姑鱼	<i>Pennahia argentata</i>
40	斑鳍银姑鱼	<i>Pennahia parwak</i>
	篮子鱼科	Siganidae
	篮子鱼属	Siganus
41	褐篮子鱼	<i>Siganus fuscescens</i>
	鲷科	Sillaginidae
	鲷属	Sillago
42	多鳞鲷	<i>Sillago sihama</i>
	鲷科	Stromateidae
	鲷属	Pampus
43	灰鲷	<i>Pampus cinereus</i>
	鲷科	Terapontidae
	鲷属	Terapon
44	细鳞鲷	<i>Terapon jarbua</i>
	带鱼科	Trichiuridae
	带鱼属	Trichiurus
45	高鳍带鱼	<i>Trichiurus lepturus</i>
	鲷形目	PLEURONECTIFORMES
	舌鲷科	Cynoglossidae
	舌鲷属	Cynoglossus
46	焦氏舌鲷	<i>Cynoglossus joyneri</i>
47	大鳞舌鲷	<i>Cynoglossus macrolepidotus</i>
48	斑头舌鲷	<i>Cynoglossus puncticeps</i>
	鲷属	Solea
49	卵鲷	<i>Solea ovata</i>
	鲷形目	SCORPAENIFORMES
	鲷科	Platycephalidae
	棘线鲷属	Grammoplites
50	横带棘线鲷	<i>Grammoplites scaber</i>
	鲷形目	SILURIFORMES
	鰻鲇科	Plotosidae
	鰻鲇属	Plotosus
51	线纹鰻鲇	<i>Plotosus lineatus</i>

序号	中文名	拉丁名
	鲈形目	TETRAODONTIFORMES
	鲈科	Tetraodontidae
	兔头鲈属	Lagocephalus
52	棕斑兔头鲈	<i>Lagocephalus spadiceus</i>
	东方鲈属	Takifugu
53	弓斑东方鲈	<i>Takifugu ocellatus</i>
	虾类	
	十足目	DECAPODA
	对虾科	Penaeidae
	明对虾属	Fenneropenaeus
54	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>
55	墨吉明对虾	<i>Fenneropenaeus merguensis</i>
	赤虾属	Metapenaeopsis
56	须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>
57	波罗门赤虾	<i>Metapenaeopsis palmensis</i>
	新对虾属	Metapenaeus
58	周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>
	仿对虾属	Parapenaeopsis
59	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
60	亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
	对虾属	Penaeus
61	短沟对虾	<i>Penaeus semisul</i>
	鹰爪虾属	Trachypenaeus
62	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>
	管鞭虾属	Solenocera
63	中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>
	口足目	STOMATOPODA
	虾蛄科	Squillaidea
	近虾蛄属	Anchisquilla
64	条尾近虾蛄	<i>Anchisquilla fasciata</i>
	平虾蛄属	Erugosquilla
65	伍氏平虾蛄	<i>Erugosquilla woodmasoni</i>
	猛虾蛄属	Harpisquilla

序号	中文名	拉丁名
66	猛虾蛄	<i>Harpiosquilla harpax</i>
67	日本猛虾蛄	<i>Harpiosquilla japonica</i>
	三宅虾蛄属	<i>Miyakea</i>
68	长叉三宅虾蛄	<i>Miyakea nepa</i>
	口虾蛄属	<i>Oratosquilla</i>
69	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
	蟹类	
	十足目	DECAPODA
	馒头蟹科	Calappidae
	馒头蟹属	<i>Calappa</i>
70	逍遥馒头蟹	<i>Calappa philargius</i>
	关公蟹科	Dorippidae
	拟平家蟹属	<i>Heikeopsis</i>
71	日本拟平家蟹	<i>Heikeopsis japonicus</i>
	宽背蟹科	Euryplacidae
	强蟹属	<i>Eucrate</i>
72	阿氏强蟹	<i>Eucrate alcocki</i>
73	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
	玉蟹科	Leucosiidae
	玉蟹属	<i>Leucosia</i>
74	头盖玉蟹	<i>Leucosia craniolaris</i>
	拳蟹属	<i>Philyra</i>
75	豆形拳蟹	<i>Philyra pisum</i>
	梭子蟹科	Portunidae
	蜆属	<i>Charybdis</i>
76	锈斑蜆	<i>Charybdis feriatius</i>
77	钝齿蜆	<i>Charybdis hellerii</i>
78	直额蜆	<i>Charybdis truncata</i>
79	疾进蜆	<i>Charybdis vadorum</i>
80	变态蜆	<i>Charybdis variegata</i>
	梭子蟹属	<i>Portunus</i>
81	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
82	远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>

序号	中文名	拉丁名
83	红星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>
	头足类	
	八腕目	OCTOPODA
	蛸科	Octopodidae
	蛸属	<i>Octopus</i>
84	真蛸	<i>Octopus vulgaris</i>
	枪形目	TEUTHOIDEA
	枪乌贼科	Loliginidae
	枪乌贼属	<i>Loliolus</i>
85	神户枪乌贼	<i>Loliolus sumatrensis</i>