

滨海新区新六围红树林营造工程项目
环境影响报告书
(征求意见稿)

建设单位：江门市银湖湾滨海新区管理委员会

编制单位：江门市泰邦环保有限公司

2025年9月

目录

1	概述	1
1.1	项目由来	1
1.2	环境影响评价的工作过程	2
1.3	相关情况分析判定	2
1.4	项目环境影响主要特征	3
1.5	环境影响评价工作程序	3
1.6	关注的主要环境问题及环境影响	4
1.7	环境影响评价的主要结论	4
2	总则	6
2.1	评价目的及评价原则	6
2.1.1	评价目的	6
2.1.2	评价原则	6
2.2	编制依据	6
2.2.1	国家法律法规	6
2.2.2	地方法律法规	8
2.2.3	行业标准与技术规范	10
2.2.4	项目资料	11
2.3	环境影响要素识别和评价因子筛选	12
2.3.1	环境影响因素识别	12
2.3.2	评价因子筛选	13
2.4	环境功能区划及执行标准	14
2.4.1	环境功能区划	14
2.4.2	广东省海岸带及海洋空间规划	15
2.4.3	评价标准	15
2.5	评价工作等级	22
2.5.1	大气环境	22
2.5.2	海洋环境	22
2.5.3	声环境	23
2.5.4	环境风险评价等级	23
2.6	评价范围	26
2.6.1	大气环境影响评价范围	26
2.6.2	海洋环境影响评价范围	26
2.6.3	声环境影响评价范围	26
2.6.4	环境风险影响评价范围	27

2.7	评价内容及评价重点.....	27
2.7.1	评价内容.....	27
2.7.2	评价重点.....	28
2.8	环境保护目标.....	28
3	建设项目概况及工程分析.....	30
3.1	建设项目概况.....	30
3.2	项目建设背景.....	31
3.2.1	项目建设背景.....	31
3.2.2	现有生态环境问题.....	32
3.2.3	项目周边区域现状情况.....	34
3.3	项目建设内容.....	35
3.3.1	总平面布置方案.....	37
3.3.2	红树林营造工程.....	42
3.3.3	科研监测栈道建设工程.....	64
3.3.4	施工方案.....	67
3.3.5	施工设备.....	75
3.3.6	施工进度安排.....	75
3.4	工程土石方平衡.....	77
3.5	项目用海情况.....	77
3.6	工程分析.....	77
3.6.1	施工期工艺及产污分析.....	77
3.6.2	营运期工艺及产污分析	78
3.6.3	污染物排放情况.....	78
3.6.4	运营期期污染物排放状况.....	86
3.7	工程各阶段生态环境影响分析.....	86
3.7.1	施工期非污染影响分析.....	86
3.7.2	运营期非污染影响分析.....	87
3.8	与相关规划和政策的符合性分析.....	88
3.8.1	与国家产业政策符合性分析.....	88
3.8.2	与国土空间规划符合性分析.....	88
3.8.3	与《广东省近岸海域环境功能区划》符合性分析.....	89
3.8.4	与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的符合性 分析	89
3.8.5	与“三区三线”生态保护红线的符合性分析	90

3.8.6	与“三线一单”符合性分析	91
3.8.7	与相关规划符合性分析.....	96
4	区域自然环境现状.....	99
4.1.1	气候气象.....	99
4.1.2	自然灾害.....	101
4.1.3	水文动力.....	102
4.1.4	地形地貌和冲淤环境.....	118
4.1.5	工程地质.....	123
4.2	自然资源概况.....	131
4.2.1	岸线资源.....	131
4.2.2	红树林资源.....	131
4.2.3	湿地资源.....	132
4.2.4	鸟类资源.....	133
4.2.5	港口、航道资源.....	133
4.2.6	渔业资源.....	134
4.2.7	滩涂资源.....	135
4.2.8	旅游资源.....	135
4.3	海洋开发利用与保护概况.....	136
4.3.1	生态保护红线.....	136
4.3.2	三场一通道.....	136
4.3.3	环境关注点.....	141
4.3.4	项目周边海域开发利用现状.....	141
4.4	海洋环境质量现状.....	141
4.4.1	海水水质现状调查与评价.....	141
4.4.2	近岸海域国控监测点水质调查结果与评价.....	164
4.4.3	沉积物环境现状调查与评价.....	164
4.4.4	海洋生物质量现状调查与评价.....	172
4.4.5	海洋生态环境现状调查与评价.....	178
4.4.6	红树林资源现状调查与评价.....	216
4.4.7	鸟类资源现状调查与评价.....	230
4.5	大气环境现状调查与评价.....	241
4.6	声环境质量现状调查与评价.....	242

4.6.1	监测布点.....	242
4.6.2	监测项目.....	242
4.6.3	监测时间和频率.....	242
4.6.4	监测和分析方法.....	242
4.6.5	监测结果.....	243
5	环境影响预测与评价.....	244
5.1	水文动力环境影响预测与评价.....	244
5.1.1	制方程及计算方法.....	244
5.1.2	模型构建.....	249
5.1.3	模型验证.....	251
5.1.4	计算边界条件.....	259
5.1.5	水动力计算结果及分析.....	259
5.2	海水水质环境影响预测与评价.....	264
5.2.1	施工产生的悬浮物对水环境的影响.....	264
5.3	地形地貌与冲淤环境影响预测分析.....	267
5.4	沉积物环境影响分析评价.....	268
5.4.1	施工期对海洋沉积物环境影响分析.....	268
5.4.2	营运期沉积物环境影响分析.....	269
5.5	海洋生态环境影响分析.....	269
5.5.1	对底栖生物的影响.....	269
5.5.2	对浮游生物的影响.....	269
5.5.3	对鱼卵仔鱼的影响.....	271
5.5.4	对渔业生产和渔业资源的影响.....	271
5.5.5	海洋生物资源损耗分析.....	273
5.5.6	工程总生物损失量及生态赔偿额.....	275
5.6	对敏感目标影响分析.....	277
5.6.1	对海域生态保护红线的影响.....	277
5.6.2	国控点水质.....	279
5.6.3	对重要渔业水域的影响.....	279
5.6.4	对鸟类的影响.....	280
5.6.5	对中华白海豚的影响.....	282
5.7	防洪安全影响.....	284
6	环境保护措施及其可行性论证.....	286

6.1	大气污染防治措施及其可行性分析.....	286
6.1.1	施工期.....	286
6.1.2	运营期.....	286
6.2	海洋污染防治措施及其可行性分析.....	287
6.2.1	施工期.....	287
6.2.2	运营期.....	288
6.3	噪声防治措施及其可行性分析.....	289
6.3.1	施工期.....	289
6.3.2	运营期.....	289
6.4	固体废物防治措施及其可行性分析.....	289
6.4.1	施工期.....	290
6.4.2	运营期.....	290
6.5	现有红树林保护措施.....	291
6.5.2	运营期.....	293
7	环境影响经济损益分析.....	295
7.1	环境保护投资.....	295
7.2	环境影响损益分析.....	295
7.2.1	环境损失分析.....	295
7.2.2	环境正效益分析.....	296
7.3	经济与社会效益分析.....	296
7.3.1	经济效益分析.....	296
7.3.2	社会效益分析.....	297
8	环境管理与监测计划.....	299
8.1	环境保护管理.....	299
8.1.1	目的和内容.....	299
8.1.2	管理机构及人员职责.....	299
8.2	污染物总量控制.....	301
8.3	环境监测计划.....	301
8.3.1	海洋环境跟踪监测.....	301
8.3.2	红树林跟踪监测.....	303
8.4	环境保护“三同时”验收内容.....	304
9	结论.....	306
9.1	项目概况.....	306
9.2	环境质量现状调查与评价结论.....	306
9.2.1	水质环境质量现状调查结论.....	306

9.2.2	沉积物质量现状调查结论.....	307
9.2.3	海洋生物质量调查结果.....	307
9.2.4	海洋生态环境现状调查.....	308
9.2.5	红树林调查结果.....	310
9.2.6	鸟类资源调查结果.....	311
9.2.7	大气环境现状调查结果.....	311
9.2.8	声环境现状调查结果.....	312
9.3	环境影响预测综合分析与评价结论.....	312
9.3.1	水文动力影响.....	312
9.3.2	地形地貌和冲淤变化的影响分析.....	313
9.3.3	海水水质环境影响.....	313
9.3.4	施工期沉积物环境影响分析.....	314
9.3.5	营运期沉积物环境影响分析.....	314
9.3.6	生态环境影响分析.....	315
9.3.7	环境空气影响分析.....	317
9.3.8	噪声影响分析.....	317
9.3.9	固体废物影响分析.....	317
9.4	总量控制.....	318
9.5	与相关规划和产业政策相符性分析结论.....	318
9.6	综合结论.....	318

1 概述

1.1 项目由来

目前，我国红树林存在总面积偏小、生境退化、生物多样性降低、外来生物入侵等突出问题。对此，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。”并明确到2025年，广东省营造红树林面积为5500公顷，其中江门市营林面积453公顷，占全国营林面积的8.2%。

项目所在地新会区位于《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》中粤港澳大湾区生物多样性保护重点工程区（推进海湾整治，加强海岸线保护与管控，强化受损滨海湿地和珍稀濒危物种关键栖息地保护修复，构建生态廊道和生物多样性保护网络，保护和修复红树林等典型海洋生态系统，提升防护林质量）、《粤港澳大湾区发展规划纲要》中生态文明建设的重要区域（打造生态防护屏障，强化近岸海域生态系统保护与修复，保护沿海红树林，建设沿海生态带）、《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021~2035年）》中蓝绿生态双屏障的重要组成部分（开展红树林保护修复建设大湾区绿色蓝湾；加强红树林、海草床、珊瑚礁等典型海洋生态系统保护修复，提升海洋蓝碳固碳增汇能力）、《广东省国土空间规划（2021-2035年）》中“三屏五江多廊道”生态安全格局的重要组成部分（加强银湖湾生态系统保护修复，推进银湖湾海堤生态化建设；提高生态系统服务供给能力和防灾减灾能力；加强有害生物治理，清除改造外来物种）、《重点海域综合治理攻坚战行动方案（2022-2025年）》中的重点任务区域（稳步推进近岸海域水质改善和亲海环境质量提升，保护好重要海洋生物及栖息地环境）。

按照《财政部办公厅 自然资源部办公厅关于组织申报2025年度海洋生态保护修复工程项目的通知》（财办资环〔2024〕19号），2024年8月江门市人民政府组织申报《江门市海洋生态保护修复工程项目实施方案》，2024年10月16日，财政部发布《2025年度海洋生态保护修复工程项目竞争性选拔结果公示》，江门

市海洋生态保护修复工程项目确定为 2025 年度海洋生态保护修复工程项目之一。

江门市海洋生态保护修复项目实施区域集中在新会区的潭江河口海岸带，海域沿岸主要涉及会城街道、双水镇、崖门镇、古井镇、银湖湾滨海新区几个镇级区域（图 1.3-2），项目聚焦江门海洋生态系统存在的突出问题，共设置“滨海新区新六围红树林营造与保育工程”、“银洲湖海岸生态协同减灾工程”、“银洲湖滨海湿地水质提升工程”3 个核心任务。本项目为 3 个核心任务之一，主要开展红树林营造工程，红树林营造面积 227.50 公顷，红树林种植区面积为 137.73 公顷，比例为 60.54%。同时建造 1 个湿地科研监测栈道（长度为 984.00m）、1 处入口平台（含 1 个科研观测亭）和 1 个科研观测亭的建设，作为红树林湿地监测、科普宣教场地。

1.2 环境影响评价的工作过程

2025 年 7 月，江门市银湖湾滨海新区管理委员会委托江门市泰邦环保有限公司承担了本项目的环境影响评价工作。我公司接受委托后，立即成立环评项目组，组织相关专业技术人员收集了工程海域海洋环境质量现状调查成果、国土空间规划、“三线一单”以及与本工程相关的专题报告、规划文件和资料。

在上述工作的基础上，评价单位依据项目工程初步设计文件及相关专题报告，针对工程特点和区域海洋水质、生态环境现状，对项目建设的主要海洋环境影响进行了预测、分析和评价，提出有针对性的污染防治措施和生态影响减缓措施，提出了环境管理与监测计划要求，明确了建设项目可行与否的结论，编制完成了《滨海新区新六围红树林营造工程项目环境影响报告书》。

1.3 相关情况分析判定

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目为红树林营造工程，属于“五十四海洋工程”中的“158 海洋生态修复工程”，工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程，应编制环境影响报告书。

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”中“第四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2.海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，不属于淘汰类和限制类；本项目未列入《市场准入负面清单》（2025 年版），对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入，故符合产业政策要求。

同时，项目符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省近岸海域环境功能区划》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》等相关政策文件要求。

1.4 项目环境影响主要特征

（1）本项目施工期主要污染因子为：涉海工程施工产生的悬浮物、钻渣、船舶生活污水、船舶含油污水会对海洋环境产生一定的影响。其余污染因子包括车船及施工机械燃油废气、施工扬尘、施工噪声、建筑垃圾及施工人员生活垃圾；

（2）本项目是生态修复项目，运营期的固废主要为病死坏死植株和缠绕在树枝上的海漂垃圾，不会产生噪音、大气污染、水污染等；

（3）本项目潜在的环境风险事故为：船舶溢油风险，包含自然灾害造成的溢油事故及船舶碰撞产生的溢油事故；

（4）本项目的非污染类环境影响因素主要是项目施工建设引起的水动力和冲淤环境的变化，以及悬浮物、石油类对海水水质、海洋沉积物、海洋生态产生的不利影响。

1.5 环境影响评价工作程序

环境影响评价工作的流程主要包括三个阶段：第一阶段是准备工作，包括研究有关文件并进行工程方案和选址选线的符合性分析；识别建设项目的的环境影响和环境风险，筛选评价内容和评价因子，选取评价方法；确定海洋生态环境保护目标；确定评价等级、评价范围和评价标准等；明确环境影响评价的重点和文件的主要内容。第二阶段是开展环境现状调查、影响预测及评价工作，具体包括污染源和环境现状的调查及评价、环境影响预测分析及评价、环境风险的分析与评价。第三阶段是编制环境影响评价文件，包括给出建设项目的的环境可行性评价结论；提出有针对性的环境保护对策措施与建议；编制环境跟踪监测和环境管理计划。

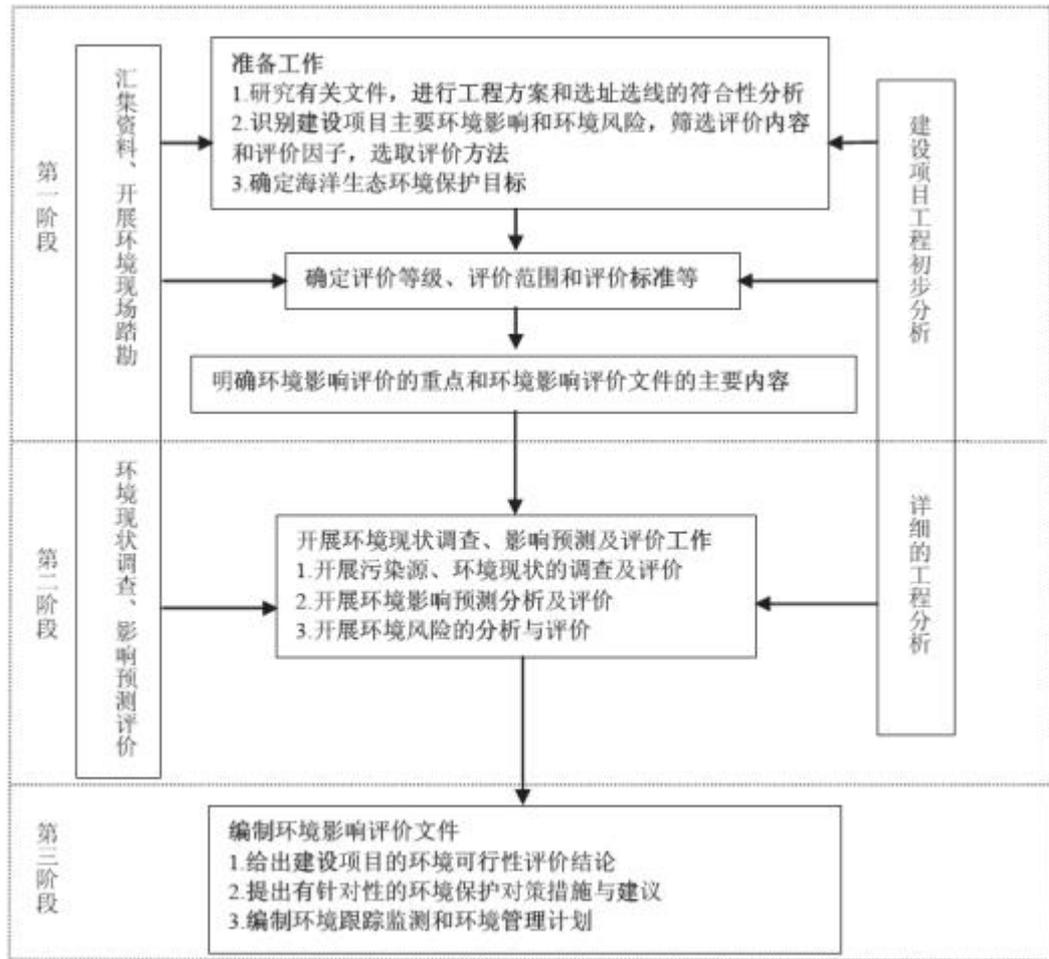


图 1.4-1 环境影响评价工作程序

1.6 关注的主要环境问题及环境影响

本项目主要关注的环境问题及环境影响如下：

- (1) 施工期微地貌改造、桩基施工过程的扰动对工程海域水质、沉积物、生态环境的影响；
- (2) 项目建设对周边海域水文动力、地形地貌及冲淤环境、海洋生态环境、渔业资源及敏感目标的影响；
- (3) 溢油事故对海洋环境及敏感目标的影响；
- (4) 项目施工废水和固废治理措施的可行性。

1.7 环境影响评价的主要结论

本项目建设符合国家产业政策及相关规划要求，施工过程中产生的废水、废气、噪声经采取相应的污染防治措施后对周边的环境影响较小，产生的固体废物均得到妥善处理；运营期产生的固体废物均得到妥善处理。针对本项目的工程特

点和环境特征，本报告提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。本项目属于生态修复项目，本项目的实施可提高所在海域的生态环境质量，对所在海洋环境具有良好的环境正面效益。在建设单位切实执行国家有关法律法规、严格落实报告中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从环境保护角度考虑，滨海新区新六围红树林营造工程项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 评价目的及评价原则

2.1.1 评价目的

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

(2) 针对本项目的特点和污染特征，确定主要污染因子和环境影响要素；

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

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

(5) 为主管部门提供决策依据，为设计工作规定防治措施，为环境管理提供科学依据；从环保的角度明确给出项目建设的可行性结论。

2.1.2 评价原则

(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。结合城市总体规划、环境功能区划及其它相关规划，科学、客观、公正地开展环评工作。

(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，价结论要明确、可信、有充分的科学依据。

(3) 重点评价

保证环评报告质量，根据建设项目的工程评价及其特点，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，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.2 编制依据

2.2.1 国家法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号，全国

人大常委会，2015.1.1);

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(中华人民共和国主席令第八十一号，全国人大常委会，2024.1.1 实施);

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第二十四号，全国人大常委会，2018.12.29 修订);

(4) 《中华人民共和国水法》(全国人大常委会，主席令第 48 号，2016.9);

(5) 《中华人民共和国水污染防治法》(中华人民共和国主席令第七十号，全国人大常委会，2017.6.27 修正);

(6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(中华人民共和国主席令第二十四号，全国人大常委会，2022.6.5 修订);

(7) 《中华人民共和国大气污染防治法》(中华人民共和国主席令第十六号，全国人大常委会，2018.10.26 修订);

(8) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(中华人民共和国主席令第八号，全国人大常委会，2019.1.1);

(9) 《中华人民共和国循环经济促进法》(中华人民共和国主席令第十六号，全国人大常委会，2018.10.26 修订);

(10) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(中华人民共和国主席令第四十三号，全国人大常委会，2020.4.29 修订);

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

(12) 《中华人民共和国野生动物保护法》(第二次修订)(第十三届主席令第 126 号，2023.5.1);

(13) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(发改委环保部令第 38 号，发改委环保部，2016.5 修订);

(14) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院令第 698 号文，国务院，2018.3.19 修订);

(15) 《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》(国务院令第 698 号文，国务院，2018.3.19 修订);

(16) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号，国务院，

2017.7.16 修订);

(17) 《国务院办公厅关于印发〈突发事件应急预案管理办法〉的通知》(国办发〔2024〕5号, 2024.01.31);

(18) 《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》(国发〔2016〕81号, 国务院, 2017.10.16);

(19) 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》(国发〔2018〕24号, 2018.7);

(20) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(部令第16号, 生态环境部, 2020.11.30);

(21) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(国家发改委第29号令, 国家发改委, 2023.12.1);

(22) 《市场准入负面清单(2025年版)》(发改体改规〔2025〕466号), 2025年4月16日;

(23) 《海岸线保护与利用管理办法》, 中央全面深化改革领导小组第二十九次会议, 2017年11月1日;

(24) 《自然资源部办公厅国家林业和草原局办公室关于加强红树保护修复工作的通知》(自然资办发〔2020〕2号);

(25) 《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》(自然资发〔2022〕142号);

(26) 《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(国环规生态〔2022〕2号);

(27) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号, 2018年7月16日)。

2.2.2地方法律法规

(1) 《广东省环境保护条例》(2022年11月30日修正);

(2) 《广东省海域使用管理条例》(2021年9月29日修正);

(3) 《广东省渔业管理条例》(2019年9月25日修正);

(4) 《广东省航道管理条例》(1996年1月1日施行);

(5) 《广东省水污染防治条例》(2021年9月29日修正);

- (6) 《广东省大气污染防治条例》(2022年11月30日修改);
- (7) 《广东省固体废物污染环境防治条例》(2022年11月30日修正);
- (8) 《广东省野生动物保护管理条例》(2020年3月31日修订);
- (9) 《广东省湿地保护条例》(2022年11月30日修正);
- (10) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号);
- (11) 《广东省自然资源厅广东省生态环境厅广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知(试行)》(粤自然资发〔2023〕11号);
- (12) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2021〕10号);
- (13) 《关于印发<广东省主体功能区规划>的通知》(粤府〔2012〕120号);
- (14) 《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);
- (15) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》(粤府〔2017〕120号);
- (16) 《江门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》(江府〔2021〕8号),2021年5月;
- (17) 《江门市人民政府关于印发江门市主体功能区规划的通知》(江府〔2016〕5号),2016年3月;
- (18) 《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》,2021年6月;
- (19) 《江门港总体规划》(2015年省政府批复版);
- (20) 《江门市水功能区划》,江水资源〔2019〕14号;
- (21) 《江门市声环境功能区划》,江环〔2019〕378号;
- (22) 《关于江门市部分饮用水水源保护区调整方案的批复》,粤府函〔2019〕273号;
- (23) 《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》,江府〔2021〕9号;
- (24) 《江门市人民政府关于印发江门市“三线一单”生态环境分区管控方案(修订)的通知》,江府〔2024〕15号;
- (25) 《江门市红树林保护修复专项行动实施方案(2021-2025年)》,江自然资函〔2021〕470号,2021年12月;

(26) 《江门市自然保护地规划(2022-2035年)》，江自然资规〔2022〕3号，2022年11月；

(27) 《江门市生态环境保护“十四五”规划》，江环规〔2021〕1号，2021年6月；

(28) 《江门市海洋生态环境保护“十四五”规划》，江环函〔2021〕348号，2021年9月；

(29) 《江门市国土空间总体规划(2021-2035年)》，江府函〔2023〕1号，2023年1月；

(30) 《江门市新会区生态环境保护“十四五”规划》，新环规〔2021〕1号，2021年8月；

(31) 《新会区海洋经济发展“十四五”规划》，新自然资函〔2021〕326号，2021年12月；

(32) 《新会区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》，新府〔2021〕1号，2021年3月。

2.2.3 行业标准与技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；
- (2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)；
- (3) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；
- (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 地表水环境》(HJ2.3-2018)；
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)；
- (8) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTST105-2021)；
- (9) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)；
- (10) 《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1144-2017)；
- (11) 《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T28058-2011)；
- (12) 《海洋生态损害评估技术指南(试行)》(国家海洋局, 2013年)；
- (13) 《海洋生态修复技术指南(试行)》(自然资办函〔2021〕1214号)；
- (14) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》(海船舶〔2011〕588

号);

- (15) 《溢油应急处置船应急装备物资配备要求》(JT/T1144-2017);
- (16) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (17) 《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》(JTJ/T233-2010);
- (18) 《水运工程模型试验技术规程》(JTJ/T231-2021);
- (19) 《船舶水污染防治技术政策》(环境保护部公告 2018 年第 8 号);
- (20) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018);
- (21) 《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (22) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);
- (23) 《海域使用分类》(HY/T123-2009);
- (24) 《海籍调查规范》(HY/T124-2009);
- (25) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001);
- (26) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002);
- (27) 《渔业水质标准》(GB11607-89);
- (28) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》;
- (29) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册);
- (30) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ710.4-2014);
- (31) 《红树林生态修复手册》(自然资办发〔2021〕1809 号);
- (32) 《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);
- (33) 《海岸带生态减灾修复技术导则 第 2 部分:红树林》(T/CAOE21.2-2020);
- (34) 《海洋生态修复技术指南(试行)》(2021 年 7 月 1 日);
- (35) 《红树林植被恢复技术指南》(HY/T214-2017);
- (36) 《红树林建设技术规程》(LY/T1938-2011);
- (37) 《红树林生态监测技术规程(HY/T081-2005)》;
- (38) 《广东省红树林造林技术规程》(DB44/T284-2005)。

2.2.4项目资料

- (1) 《滨海新区新六围红树林营造工程可行性研究报告》,北京中科发展环

境科学研究院有限公司，2024 年 12 月；

(2) 《关于滨海新区新六围红树林营造工程可行性研究报告的批复》，江门市新会区发展和改革局，2025 年 2 月；

(3) 《滨海新区新六围红树林营造工程初步设计(报批稿)》，中交广州水运工程设计研究院有限公司，2025 年 6 月；

(4) 《滨海新区新六围红树林营造工程勘察项目岩土工程勘察报告》，中交广州水运工程设计研究院有限公司，2025 年 5 月。

2.3 环境影响要素识别和评价因子筛选

2.3.1 环境影响因素识别

项目施工主要的水工内容为红树林种植、科研栈道建设等，施工期对环境造成影响的因素主要是取土、滩涂垫高产生的悬浮物，施工人员产生的生活污水、生活垃圾等，以及工程潜在的环境风险事故；运营期的环境影响主要为海漂垃圾，不会产生噪音、大气污染、水污染等。工程环境影响要素和评价因子分析见下表。

表 2.3.1-1 环境影响因素识别一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
施工期	海洋水文动力环境	潮流场	取土、滩涂垫高、红树林种植	++
	泥沙冲淤环境	海底地形和冲淤变化	取土、滩涂垫高、红树林种植	++
	海水水质环境	悬浮物	取土、滩涂垫高、红树林种植	++
		生活污水	施工人员	+
		含油污水	施工船舶	+
	海洋生态环境	浮游生物	取土、红树林生境改造、红树林种植	+
		底栖生物		++
		游泳生物		++
		红树林资源		++
	沉积物环境	沉积物	取土、滩涂垫高	+
	环境风险	自然灾害	台风等不利天气	+
		石油类	施工船舶溢油	++
	大气环境	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物等	施工机械	+
	声环境	等效连续 A 声级	施工机械	+

	固废	施工垃圾、生活垃圾	施工作业、施工人员	+
	生态保护红线区和生态优先保护单元	生态影响	取土、滩涂垫高、红树林种植	+
运营期	固废	海漂垃圾	海漂垃圾	+

2.3.2评价因子筛选

根据本工程的环境影响要素识别、工程施工和工程后的特点，对评价因子进行筛选。筛选结果见表 2.3.2-1。

表 2.3.2-1 评价因子筛选结果

时段	评价要素		环境现状评价因子	影响评价因子和内容
施工期	海水水质		pH、温度、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、无机氮、叶绿素 a、活性磷酸盐、阴离子表面活性剂、石油类、铬、铅、镉、锌、铜、汞、砷等	悬浮物扩散、浮游生物、底栖生物、潮间带生物的生态损失
	海洋沉积物		pH、硫化物、有机碳、总汞、铜、锌、铅、镉、石油类	
	海洋生态环境		叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、鱼类浮游生物、游泳动物	
	水文动力		工程海域水文动力环境	潮流场变化
	冲淤环境变化		地形地貌、海床演变、工程地质	地形地貌与冲淤环境变化
	大气环境	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃	颗粒物
	声环境	等效 A 声级	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
	固废	一般工业固体废物、生活垃圾	/	/
	环境风险		/	溢油事故环境风险
运营期	固废	海漂垃圾	/	海漂垃圾

2.4 环境功能区划及执行标准

2.4.1 环境功能区划

2.4.1.1 环境空气质量功能区划

根据《江门市人民政府办公室关于印发江门市环境空气质量功能区划调整方案（2024年修订）的通知》（江府办函〔2024〕25号），江门市区的江门蓬江龙舟山地方级森林公园片区、广东圭峰山国家森林公园片区、江门古兜山地方级自然保护区-广东北峰山国家森林公园片区等自然保护区和国家公园划分为大气环境功能一类区，其余均属于二类环境空气质量功能区。本项目不涉及以上区域，项目位于大气环境功能二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部公告2018年第29号）的二级标准，本项目在江门市环境空气质量功能区划图的位置见下图。

2.4.1.2 声环境功能区划

根据《关于印发〈江门市声环境功能区划〉的通知》（江环〔2019〕378号），各市（区）除1、3、4类区以外的建成区范围纳入2类区管理；未划定声环境功能区类型的区域留白，暂时按2类功能区管理。由于本项目红树林营造工程位于海域，所在海域未划分声环境功能区划，因此本项目参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

2.4.1.3 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），本项目选址于金星农场至腰古岸段，所在功能区为黄茅海海水养殖功能区。该功能区全长约32公里，主要功能为养殖用海，执行《海水水质标准（GB3097-1997）》第二类海水水质标准。

表 2.4.1-1 项目所在区域近岸海域环境功能区划表

行政区	功能区名称	范围	平均宽度	长度	主要功能	水质目标	备注
江门市	黄茅海海水养殖功能区	金星农场至腰古岸段	/	32	养殖	二	/

2.4.2广东省海岸带及海洋空间规划

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目位于银湖湾游憩用海区。

2.4.3评价标准

2.4.3.1 海洋环境质量标准

调查海域水质和沉积物标准参照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》中的海洋功能分区，确定相应标准。

根据调查站位与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》叠图（详见错误!未找到引用源。），项目评价范围内涉及功能区类型包括生态保护区、渔业用海区、游憩用海区、工况通信用海区、交通运输用海区，其中生态保护区和渔业用海区内调查站位执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准，游憩用海区内调查站位执行海水水质第二类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准，工况通信用海区和交通运输用海区内调查站位执行海水水质第三类标准、海洋沉积物质量第二类标准和海洋生物质量第二类标准。软体动物、甲壳类、鱼类生物体内污染物质（汞、砷、锌、铅、镉、铜、石油烃）含量评价标准采用《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）中附录C其他海洋生物质量参考值。

1、海水水质标准

海水水质评价采用《海水水质标准》（GB3097-1997），具体标准值见下表。

表 2.4.3-1 海水水质标准（GB3097-1997）单位：mg/L（pH 除外）

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0.2pH单位		6.8~8.8，同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH单位	
2	溶解氧>	6	5	4	3
3	化学需氧量（CODMn）≤	2	3	4	5
4	无机氮（以N计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
5	磷酸盐（以P计）≤	0.015	0.030		0.045
6	总汞≤	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	砷≤	0.020	0.030	0.050	
10	铜≤	0.005	0.010	0.050	
11	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
12	油类≤	0.05		0.30	0.50
13	总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
14	生化需氧量≤	1	3	4	5
15	挥发酚≤	0.005		0.010	0.050
16	六六六≤	0.001	0.002	0.003	0.005
17	滴滴涕≤	0.00005	0.0001		
18	氰化物≤	0.005		0.10	0.20
19	硫化物≤ (以 S 计)	0.02	0.05	0.1	0.25

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、海洋沉积物质量标准

海洋沉积物质量评价采用《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)，具体标准值见下表。

表 2.4.3-2 海洋沉积物质量标准 (GB18668-2002)

序号	项目		第一类	第二类	第三类
1	硫化物≤	×10 ⁻⁶	300	500	600
2	铜≤		35	100	200
3	铅≤		60	130	250
4	锌≤		150	350	600
5	镉≤		0.5	1.5	5.0
6	汞≤		0.2	0.5	1.0
7	砷≤		20	65	93
8	石油类≤		500	1000	1500
9	总铬		80	150	270
10	有机碳≤	×10 ⁻²	2.0	3.0	4.0

注：第一类适用于海洋渔业海域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

3、海洋生物质量标准

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、鱼类生物体污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录 C 中规定的生物质量标准，具体标准值如下所示。

表 2.4.3-3 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.1	0.3
砷≤	1.0	5.0	8.0
镉≤	0.2	2.0	5.0
铬≤	0.5	2.0	6.0
铅≤	0.1	2.0	6.0
铜≤	10.0	25.0	50.0（牡蛎 100）
锌≤	20.0	50.0	100.0（牡蛎 500）
石油烃≤	15.0	50.0	80.0

注：以贝类去壳部分的鲜重计

注：第一类，适用于海洋渔业海域、海水养殖区、海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 2.4.3-4 其他海洋生物质量评价标准（鲜重：mg/kg）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	铬	石油烃
鱼类	20	2	0.6	40	0.3	1	--	20
甲壳类	100	2	2.0	150	0.2	1	--	20
软体类	100	10	5.5	250	0.3	1	--	20

2.4.3.2 环境空气质量标准

根据《江门市人民政府办公室关于印发江门市环境空气质量功能区划调整方案（2024 年修订）的通知》（江府办函〔2024〕25 号），本项目位于大气环境功

能二类区，环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部公告 2018 年第 29 号）的二级标准，具体见下表。

表 2.4.3-5 环境空气质量标准

污染物名称	取值时间	二级标准浓度限值	浓度单位
SO ₂	年平均	60	μg/m ³
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
NO ₂	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
CO	24 小时平均	4.00	mg/m ³
	1 小时平均	10.00	
O ₃	日最大 8 小时平均	160	μg/m ³
	1 小时平均	200	
PM ₁₀	年平均	70	μg/m ³
	24 小时平均	150	
Pm ^{2.5}	年平均	35	
	24 小时平均	75	

2.4.3.3 声环境质量标准

根据《关于印发<江门市声环境功能区划>的通知》（江环〔2019〕378 号），项目所在地为声环境功能为 2 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。具体见下表所示。

表 2.4.3-6 环境噪声限值 单位：dB（A）

声环境功能区类别	时段	
	昼间	夜间
2 类	60	50

2.4.3.4 污染物排放标准

1、废水排放标准

项目运营期无生活污水产生。

施工期废水主要为陆域施工人员产生的生活污水，陆域施工人员生活污水均由租赁场地公共厕所接纳处理。

项目施工期间船舶污水排放执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）及《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中的相关规定。

项目施工船舶设置油污水收集罐，含油污水收集后，由施工单位委托资质单位接收处理。施工船舶含油污水排放按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）的要求。

施工船舶生活污水在船上设有生活污水收集装置，收集后委托资质单位外运处置。施工船舶生活污水排放按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）的要求。

表 2.4.3-7 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）

污染物	水域类别	船舶类别	排放控制要求
船舶含油废水	沿海	400 总吨及以上船舶	油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L（排放应在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
		400 总吨以下非渔业船舶	
船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内海域	400 总吨及以上的船舶，以及 400 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶	不得直接排入环境水体
	3 海里<与最近陆地间距离≤12 海里的海域		利用船载收集装置收集，排入接收设施； 利用船载生活污水处理装置处理：2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，执行 BOD ₅ ≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群数≤2500 个/L；2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，执行 BOD ₅ ≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐热大肠菌群数≤1000 个/L，COD _{Cr} ≤125mg/L，pH6~8，总氯（总余氯）<0.5mg/L
	与最近陆地间距离>12 海里的海域		同时满足：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；（2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。 船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
船舶垃圾	在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施		
	对于食品废弃物，在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。		
	对于货物残留物，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。		
	对于动物尸体，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。		
	在任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。		

2、大气污染物排放标准

项目施工期粉尘、施工机械排放废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织监控浓度，具体详见表 2.4.3-8。

表 2.4.3-8 大气污染物排放标准

污染物指标	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度
氮氧化物	周界外浓度最高点	0.12
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0
二氧化硫	周界外浓度最高点	0.4

项目非道路移动柴油机械排气烟度执行《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法（GB 36886-2018）》中的标准限值，详见表 2.4.3-9，非道路移动柴油机械排气污染物执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》GB 20891-2014 及其修改单中排放限值的要求，详见表 2.4.3-10。同时项目使用非道路移动柴油机械应符合《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》（HJ1014-202）中的要求。

表 2.4.3-9 排气烟度限值

类别	额定功率 (P _{MAX}) /kW	光吸收系数/m ⁻¹	林格曼黑度级数
I 类	P _{MAX} <19	3.00	1
	19≤P _{MAX} <37	2.00	
	37≤P _{MAX} <560	1.61	
II 类	P _{MAX} <19	2.00	1
	19≤P _{MAX} <37	1.00	
	P _{MAX} ≥37	0.80	
III 类	P _{MAX} ≥37	0.50	1
	P _{MAX} ≥37	0.80	

表 2.4.3-10 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放标准

阶段	额定功率 (P _{max}) (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	HC+NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)
第三阶段	P _{max} >560	3.5	—	—	6.4	0.20
	130<P _{max} ≤560	3.5	—	—	4.0	0.20
	75<P _{max} ≤130	5.0	—	—	4.0	0.30
	37<P _{max} <75	5.0	—	—	4.7	0.40
	P _{max} <37	5.5	—	—	7.5	0.60
第四阶段	P _{max} >560	3.5	0.40	3.5	—	0.10
	130<P _{max} ≤560	3.5	0.19	2.0	—	0.025
	75<P _{max} ≤130	5.0	0.19	3.3	—	0.025
	56<P _{max} <75	5.0	0.19	3.3	—	0.025
	37<P _{max} <56	5.0	—	—	4.7	0.025
	P _{max} <37	5.5	—	—	7.5	0.60

施工船舶废气排放执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）排放限值标准，见下错误!未找到引用源。和

表 2.4.3-11。

表 2.4.3-11 船舶排气污染物第二阶段排放限值 单位: g/kWh

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定净功率 (P) (kW)	CO	HC+NOx	CH4 (1)	PM
第一类	SV<0.9	P≥37	5.0	5.8	1.0	0.3
	0.9≤SV<1.2		5.0	5.8	1.0	0.14
	1.2≤SV<5		5.0	5.8	1.0	0.14
第二类	5≤SV<15	P<2000	5.0	6.2	1.2	0.14
		2000≤P<3700	5.0	7.8	1.5	0.14
		P≥3700	5.0	7.8	1.5	0.27
	15≤SV<20	P<2000	5.0	7.0	1.5	0.34
		2000≤P<3300	5.0	8.7	1.5	0.50
		P≥3300	5.0	9.8	1.5	0.50
	20≤SV<25	P<2000	5.0	9.8	1.8	0.27
		P≥2000	5.0	9.8	1.8	0.50
	25≤SV<30	P<2000	5.0	11.0	2.0	0.27
P≥2000		5.0	11.0	2.0	0.50	
(1) 仅适用于 NG (含双燃料) 船						

3、噪声排放标准

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

表 2.4.3-12 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 单位: dB (A)

昼间	夜间
70	55

运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 中的 1 类标准, 见下表所示。

表 2.4.3-13 工业企业厂界环境噪声排放标准单位单位: dB (A)

标准	类别	昼间	夜间
《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)	2 类	60	50

4、固体废物污染控制标准

本项目的船舶生活垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018) 的船舶垃圾排放控制要求, 不得倾倒入海; 施工人员生活垃圾通过及时收集和进行分类后, 上岸交由船舶污染物接收单位统一处理。

施工期施工人员垃圾集中收集委托当地环卫部门及时清运处置, 运营期产生的垃圾集中收集委托当地环卫部门及时清运处置。一般施工固废暂存、处置过程

执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)。施工过程中产生的危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023);暂存后交由有资质单位进行处理,危险废物转运执行《危险废物收集、贮存、运输技术规范》(HJ 2025-2012)中相关要求。

2.5 评价工作等级

根据环境影响评价技术导则中的评价等级划分原则,结合本项目周边环境及项目污染分析,确定各环境要素单项评价等级。

2.5.1 大气环境

根据初步工程分析,本项目大气环境影响因素主要来自施工扬尘、施工机械排放废气;运营期为通行车辆尾气排放,废气产生量较少,且项目所在海域周围地形简单,海域开阔,大气流动性较好,废气排放对环境影响较小。根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018),本项目环境空气的评价等级为三级。

2.5.2 海洋环境

本项目开挖量为 151.46 万 m³,项目生态修复涉海面积 276.7964 公顷,大于 200 公顷,根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)中“建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表”,本项目评价等级为 1 级,因此本项目评价等级为 1 级。

表 2.6.2-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

评价等级 影响类型		1	2	3
水下开挖/回填量 Q (10 ⁴ m ³) ^b		Q≥500	100≤Q<500	Q<100
用海面积 S (hm ²)	围海	S≥100	S<100	/
	填海	S≥50	S<50	/
	其他用海 ^c	S≥200	100≤S<200	S<100
线性水工构筑物轴线长度 L (km)	透水	L≥5	1≤L<5	L<1
	非透水	L≥2	0.5≤L<2	L<0.5
人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10 ⁴ m ³)		Q≥10	5≤Q<10	Q<5

- a: 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级（最低为3级）；建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子，评价等级应不低于2级。
- b: 海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为3级）。
- c: 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。
- d: 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。
- e: 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖、锚地等开放式用海建设项目；不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为3级。

2.5.3 声环境

根据《关于印发〈江门市声环境功能区划〉的通知》（江环〔2019〕378号），本项目参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）中5.1.3款规定“建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的1类、2类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达3dB（A）~5dB（A），或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。

因此，确定本次噪声评价等级为二级。

2.5.4 环境风险评价等级

根据本工程的特点，主要风险因素为施工期的施工船舶碰撞导致的燃油（主要为柴油）泄漏，营运期无风险因素。因此，本项目危险源类型为易燃、易爆危险源。

1) Q值的计算

在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算，计算公式如下：

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

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

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该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） $Q \geq 100$ 。

根据工程设计，项目施工期船舶包含绞吸船 1 艘（500t）及其他小型作业船，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）附录 C 中表 C.8 杂货船、冷藏船燃油舱中燃油数量关系，500t 级施工船舶对应的燃油总舱容保守估计

为 390m³, 载油率为 80%, 密度为 0.85t/m³, 则施工期燃料油最大存在量=265.2t。
因此计算可得施工期 Q1=265.2/100=2.65, 即 1≤Q<10。

2、行业及生产工艺 (M)

本项目属于施工船舶使用燃油物质, 根据表 2.5.4-1, 属于其他行业中的涉及危险物质使用项目, 行业及生产工艺 M=5, 行业及生产工艺 M 划分为 M4。

表 2.5.4-1 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压, 且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套 (罐区)
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油石油天然气库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管线）	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5
^a 高温指工艺温度≥300℃, 高压指压力容器的设计压力 (P) ≥10.0Mpa; ^b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。		

3、危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级的确定

根据危险物质数量与临界量比值 (Q) 和行业及生产工艺 (M), 按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 中表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级 (P)。

本项目 Q=2.65 (1≤Q<10), 行业及生产工艺 M 划分为 M4, 故本项目危险物质及工艺系统危险性为 P4。

表 2.5.4-2 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

危险物质数量与临界量比值 (Q)	行业及生产工艺 (M)			
	M1	m ²	m ³	M4
Q≥100	P1	P1	P2	P3
10≤Q<100	P1	P2	P3	P4
1≤Q<10	P2	P3	P4	P4

4、环境要素敏感程度 (E) 的分级判定

本项目施工期若发生施工船舶碰撞溢油入海事故, 排放点周边有新会区红树林生态保护区和黄茅海渔业用海区, 海水水质执行第一类, 一旦发生事故, 可能会对新会区红树林生态保护区和黄茅海渔业用海区等环境保护目标造成影响, 依

据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)》附表 D.3 和 D.4 确定本项目地表水功能敏感性为较敏感 F1, 环境敏感目标分级为 S1, 具体见表 2.5.4-3。根据本项目事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性, 以及与下游环境敏感目标情况, 依据风险导则附表 D.2, 确定本项目地表水要素环境敏感程度为 E1, 属于环境高度敏感区, 具体见表 2.5.4-4。

表 2.5.4-3 地表水功能敏感性分区及环境敏感目标分级判断表

地表水功能敏感性分区	
敏感性	地表水环境敏感特征
较敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为II类及以上, 或海水水质分类第一类; 或以发生事故时, 危险物质泄漏到水体的排放点算起, 排放进入受纳河流最大流速时, 24h 流经范围内涉跨国界的
环境敏感目标分级	
分级	环境敏感目标
S1	发生事故时, 危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游(顺水流向)10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内, 有如下一类或多类环境风险受体: 集中式地表水饮用水水源保护区(包括一级保护区、二级保护区及准保护区); 农村及分散式饮用水水源保护区; 自然保护区; 重要湿地; 珍稀濒危野生动植物天然集中分布区; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道; 世界文化和自然遗产地; 红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统; 珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区; 海洋特别保护区; 海上自然保护区; 盐场保护区; 海水浴场; 海洋自然历史遗迹; 风景名胜; 或其他特殊重要保护区域。

表 2.5.4-4 地表水环境敏感程度分级表

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1(本项目)	F2	F3
S1(本项目)	E1(本项目)	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

依据表 2.5.4-5, 危险物质及工艺系统危险性 P=P4, 水环境敏感程度分级 E=E1, 确定本项目环境风险潜势为III。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 评价工作等级划分要求(表 2.5.4-6), 本项目环境风险评价工作等级为二级。

表 2.5.4-5 建设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。

表 2.5.4-6 评价工作等级划分

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

2.6 评价范围

2.6.1 大气环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)关于评价范围的规定,三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

2.6.2 海洋环境影响评价范围

本项目评价等级为一级,评价范围以项目外缘线向外扩展的距离确定。根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025),1级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于15km~30km,垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的1/2为宜。

根据上述原则,确定本次海洋生态环境评价范围为:以项目外缘线为起点,向北扩展23km,向南扩展15km,东西向与陆域相接,共260km²海域面积。

2.6.3 声环境影响评价范围

声环境评价范围以项目边界外扩200m作为评价范围。

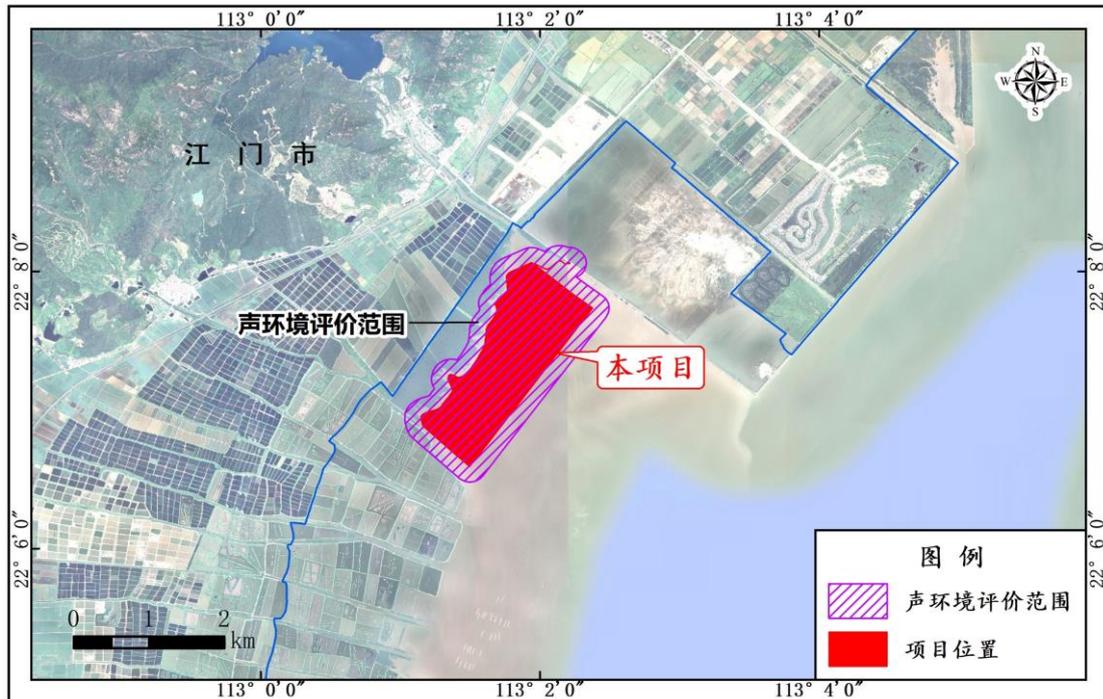


图 2.6.3-1 声环境影响评价范围

2.6.4环境风险影响评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),本项目环境风险评价等级为二级,重点分析溢油风险对项目所在海域的影响,评价范围与海洋环境影响评价范围一致。

2.7 评价内容及评价重点

2.7.1评价内容

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源、污染物排放量及污染源源强的分析等。

(2) 区域自然环境与社会环境概况

主要包括区域自然环境概况、社会经济环境状况、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

主要包括水文动力、地质地貌与冲淤、水质、沉积物、海洋生物、红树林、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水文动力、地质地貌与冲淤、水质、沉积物、海洋生态等环境保护目标的环境影响分析。

(5) 环境事故风险分析与评价

主要包括自然灾害风险、船舶溢油风险等分析及防范措施。

(6) 环境影响对策措施

主要包括悬浮泥沙、水质、生态环境、废气、固体废物、噪声等污染防治措施和生态保护措施。

(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) 工程建设的环境可行性

项目建设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

2.7.2 评价重点

根据本项目的特点和周边海域的特点，本项目评价重点内容包括：

(1) 施工期作业等对海域水质、沉积物和生态环境的影响评价，施工噪声对环境敏感保护目标的影响；

(2) 红树林种植工程、栈道施工过程中对周围水动力、地形地貌与冲淤环境的影响评价；

(3) 施工期海洋环境风险评价；

(4) 海上施工对海洋环境保护目标的影响；

(5) 建设项目污染防治和生态补偿与恢复措施。

2.8 环境保护目标

根据现场踏勘及调研结果，本项目附近主要环境保护目标主要有：生态保护红线、无居民海岛、国控水质监测点等，江门中华白海豚省级自然保护区位于本项目南面约 31km，不在本项目环境影响评价范围内。本项目确定环境敏感目标情况如图所示。

表 2.7.2-1 本项目环境敏感目标一览表

序号	敏感目标		位置关系方位/最近距离	保护对象
	类型	名称		
1	生态红线	江门市新会区红树林	项目东北侧，约 11m	红树林
2		江门市台山市红树林	项目西南侧，约 3.6km	红树林
3		崖门重要滩涂及浅海水域	项目东北侧，约 10.8km	重要滩涂
5	三场一通道	崖门口经济鱼类繁育场保护区	项目所在地	海洋水质、沉积物、生态环境
6		南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在地	海洋水质、沉积物、生态环境
7	国控站位	GDN03007	项目东南侧，约 9.0km	海洋水质
		GDN10007	项目东南侧，约 14.4km	海洋水质
8	无居民海岛	独崖岛	项目南侧，2.92km	海岛
9		赤鼻岛	项目东南侧，5.53km	海岛
10		二崖岛	项目南侧，6.17km	海岛
11		燕子排	项目南侧，10.65km	海岛
12		雕屎石	项目南侧，10.79km	海岛
13		台山青洲	项目南侧，12.36km	海岛
14		台山黄茅岛	项目南侧，12.52km	海岛
15		大生石北岛	项目南侧，13.92km	海岛
16		大生石	项目南侧，13.95km	海岛

17		大生石南岛	项目南侧，13.99km	海岛
18		小生石	项目南侧，14.14km	海岛

3 建设项目概况及工程分析

3.1 建设项目概况

(1) 项目名称：滨海新区新六围红树林营造工程

(2) 建设单位：江门市银湖湾滨海新区管理委员会

(3) 项目位置：项目位于江门市新会区银湖湾黄茅海新六围外滩，种植区域为现有红树林分布区外围潮间带滩涂布设新营造红树林。

(4) 建设性质：新建项目

(5) 项目投资：**万元，其中环保总投资约**万元，占工程总投资的**%。

(6) 用地、用海面积及占用岸线：本项目申请用海总面积**公顷，其中透水构筑物用海面积**公顷，专用航道、锚地及其他开放式用海面积**公顷。根据广东省政府 2022 年批复海岸线，本项目用海范围不占用海岸线。

(7) 项目建设内容：本项目工程内容为红树林营造工程，红树林营造面积 227.50 公顷，红树林种植区面积为 137.73 公顷，比例为 60.54%。同时建造 1 个湿地科研监测栈道（长度为 984.00m）、1 处入口平台（含 1 个科研观测亭）和 1 个科研观测亭的建设，作为红树林湿地监测、科普宣教场地。

表 3.1-1 本项目建设内容

序号	项目	建设内容	单位	数量	备注
1	红树林营造工程	红树林营造	公顷	227.50	营造面积 227.50 公顷，红树林种植区面积为 137.73 公顷，比例为 60.54%
2		科研监测栈道	m	984.00	
3		入口平台	个	1	
4		科研观测亭	个	2	

本项目地理位置如下所示。

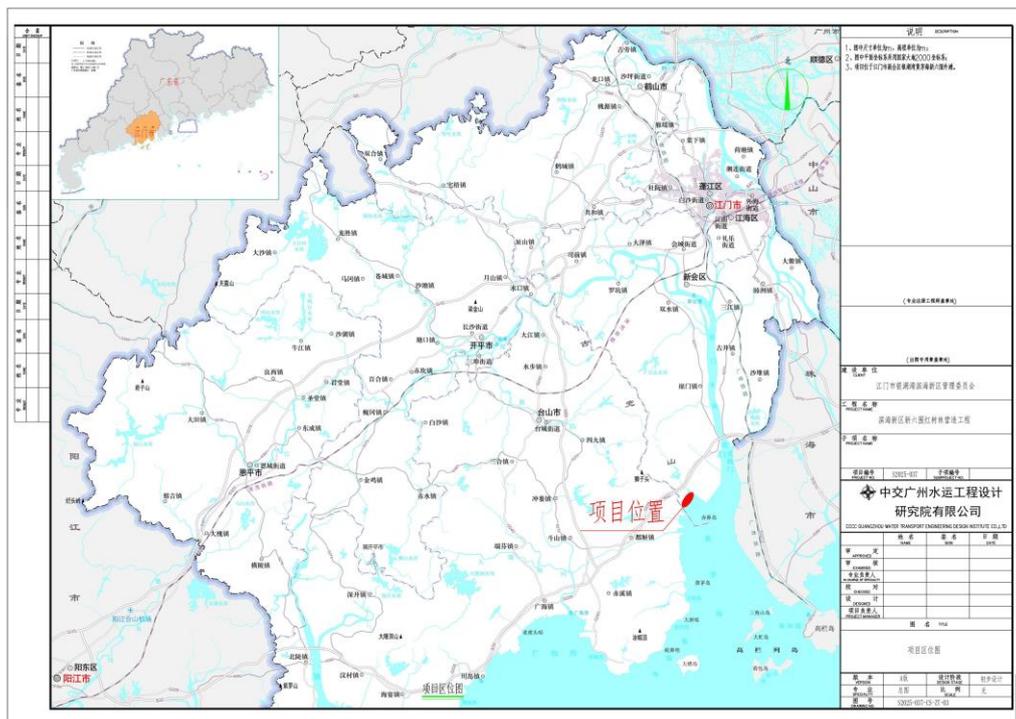


图 3.1-1 项目地理位置图

3.2 项目建设背景

3.2.1 项目建设背景

项目所在的新会区为广东省江门市辖区，地处珠江三角洲西南部的银洲湖畔、潭江下游，是维新先驱梁启超的故乡，是国家可持续发展实验区、全国绿色发展百强区、国家生态文明建设示范市县，素有“葵乡”“陈皮之乡”“鱼米之乡”之称。新会区海域生态系统多样，生物多样性丰富，拥有红树林、河口、潮间带等典型生态系统，是全国海洋与海岸生物多样性保护优先区域，属于国家七部委《重点海域综合治理攻坚战行动方案（2022-2025年）》中的重点任务区域。作为珠江水系重要的入海口所在地，“八大门”中的崖门和虎跳门经此入海，是保护沿海地区生态安全的重要屏障，在珠江口、黄茅海乃至南海海域海洋生态环境演变过程中扮演着重要的角色。

项目所在海域生态系统多样，生物多样性丰富，拥有红树林、河口、潮间带等典型生态系统。作为珠江水系重要的入海口所在地，“八大门”中的崖门和虎跳门经此入海，是保护沿海地区生态安全的重要屏障，在珠江口、黄茅海乃至南海海域海洋生态环境演变过程中扮演着重要的角色。受热带气旋和风暴潮影响最多和最严重的地区之一，项目区风暴潮灾害风险等级为一

级（高），岸线受灾情况较为严重，受热带气旋、台风的影响较大，海岸线地区引发大幅度增水的几率大。沿海堤防受损情况时有发生，威胁沿海地区人民生命和财产安全。

3.2.2 现有生态环境问题

项目组实地调查了新会区银洲湖及黄茅海海域的生态系统现状，根据现场踏勘结果以及查阅相关资料，项目所在区域的主要生态环境问题如下：

（1）外来物种入侵导致红树林物种及生境多样性降低，鸟类栖息空间压缩。

项目区域红树林大部分为早期人工种植的无瓣海桑林，无瓣海桑因长势较快，从 2006 年至今出现大面积的扩张（图 3.2.2-1），这种扩张已较大程度地挤占本地物种的生存空间，导致红树林植物群落结构单一、红树林生态系统生物多样性降低。虽然部分林下有少量本土红树植物桐花树、卤蕨和老鼠簕等，但其他红树植物种类缺乏。植被类型单一使其群落结构易遭受破坏，生态系统不稳定，因此亟需对现有红树林需要进行生态修复，提高红树林物种的多样性。

红树林是处于海陆交界处的独特湿地生态系统，其具有较高的食物供应量，为各种海洋和陆地生物（特别是鸟类）创造了独特而复杂的栖息地。然而由于无瓣海桑林的疯狂扩张，区域生境的多样性降低，依赖于湿地生存的鸟类数量也因栖息地和食物的减少而明显减少。



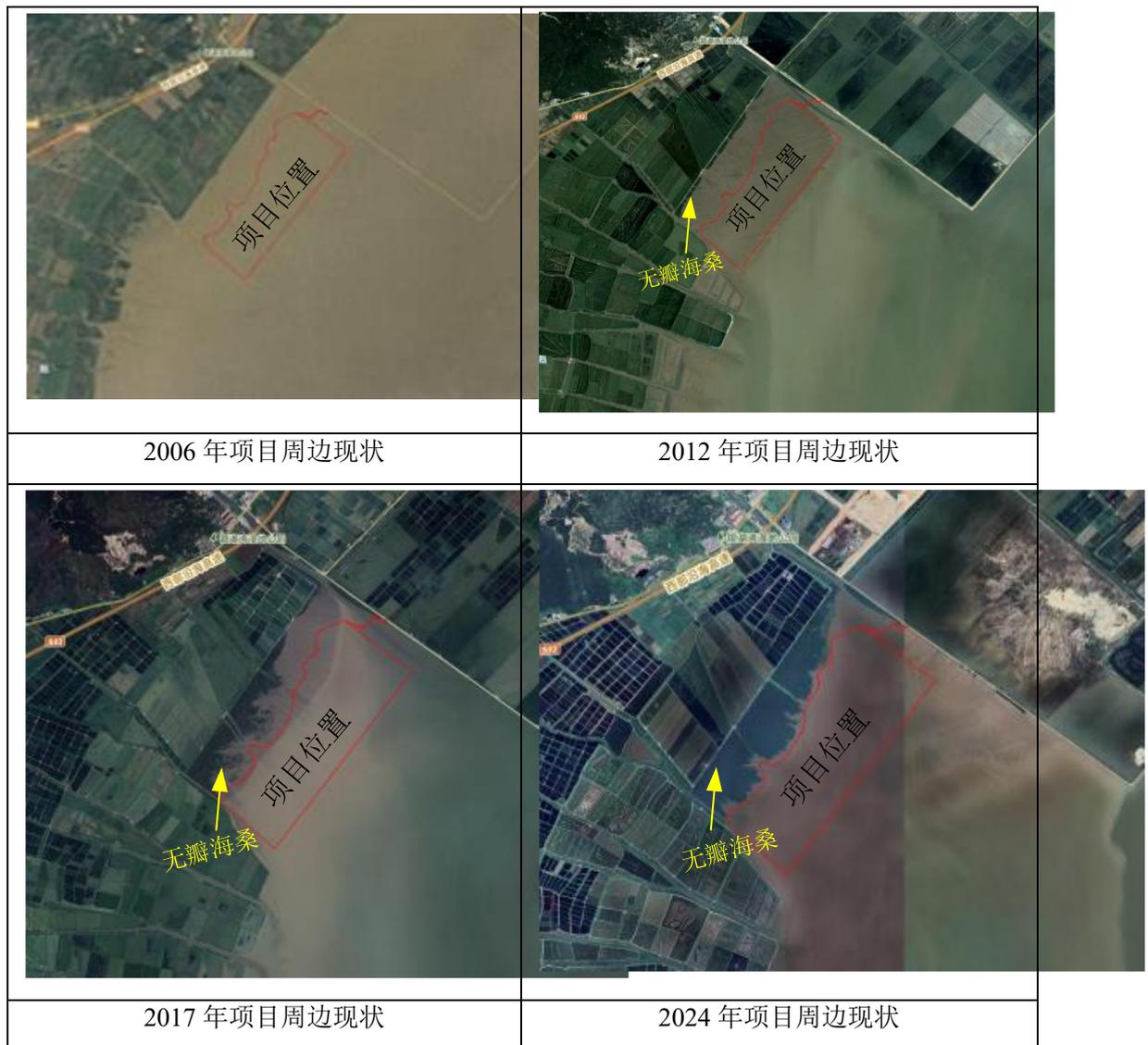


图 3.2.2-1 项目区无瓣海桑扩张影像图

(2) 海岸生态防灾减灾能力不足，生态属性差

本次调查在所有红树林斑块的向陆一侧，均发现人工海堤，人工海堤对红树林的不利影响主要体现在阻断迁移空间和破坏生态环境两个方面。首先，人工海堤的建设阻断了红树林向内陆迁移的空间，导致红树林的总体衰退危险不断增加。海岸线周边的围填海、造堤坝等沿海开发活动，使得红树林无法顺利向内陆扩展，从而限制了其适应和应对环境变化的能力。其次，人工海堤的建设破坏了红树林的生态环境，影响了其防灾减灾的功能。此外，红树林的生存环境原本就较为恶劣，风大浪急、滩涂淤泥松软，缺氧、高盐度的环境不适合种子萌发和幼苗生长。然而，人工海堤的建设进一步加剧了这些不利条件，使得红树林的生存更加艰难。



图 3.2.2-2 项目周边区域堤坝现状

(2) 养殖活动影响

受历史遗留养殖塘的影响，水产养殖对周围环境的影响主要集中在养殖过程的营养物的污染，药物的使用污染以及底泥的富集污染，红树林所在区域有不少地笼和废弃鱼排，会随着在潮水涨退过程对林地滩涂红树林幼苗造成破坏。



图 3.2.2-3 调查点周边废弃地笼和鱼排

针对存在的以上问题，本项目拟针对性开展红树林营造与保育工程，项目建设内容为在滨海新区新六围滨海滩涂营造红树林面积 2667.00 亩，保育红树林面积 1650.00 亩；

3.2.3 项目周边区域现状情况

项目所在区域为滩涂区域，项目西侧分布有现状红树林区域，该处红树林已纳入生态保护红线范围，与本项目紧邻，该现状红树林顺岸布置，种植面积约 110 公顷，本项目红树林种植范围不与该现状种植红树林重叠，与该现状种植红树林最近直线距离约 1m，该现状红树林以无瓣海桑群落为主，林下伴有密集的老鼠

簕，其中无瓣海桑为优势种。

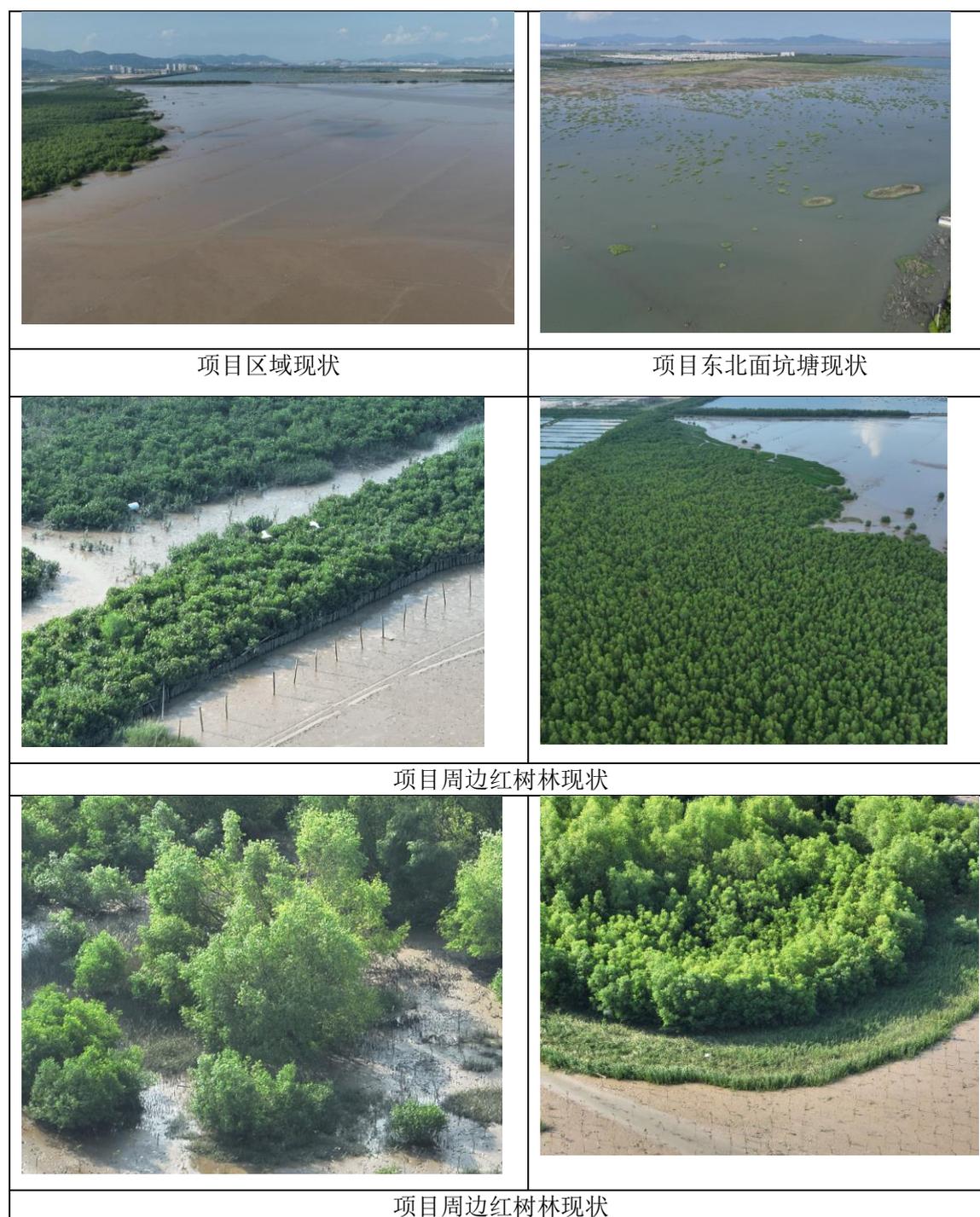


图 3.2.3-1 项目所在海域实勘照片

3.3 项目建设内容

本节主要引用《滨海新区新六围红树林营造工程初步设计》（报批稿）中的相关内容进行分析论述。

项目建设内容主要包括红树林营造工程和栈道工程，红树林营造面积 227.50

公顷，红树林种植区面积为 137.73 公顷，比例为 60.54%。同时建设湿地科研监测栈道、科研入口平台、科研观测亭，具体建设内容详见下表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1 项目建设内容

工程内容	项目内容	单位	数量	备注
红树林营造工程	红树林营造工程	公顷	137.73	
		亩	2065.95	
	护土措施	m	24164	
	松木桩	m	21088	
	泥袋	m	3076	
	微地貌改造	项	1	
	苗木种植	株	1239243	
	木桩围网	m	24665	
	管理维护	项	1	管护期 3 年
栈道工程	栈道工程			
	科研监测栈道	m	984.00	
	入口平台	个	1	
	科研观测亭	个	2	

3.3.1 总平面布置方案

3.3.1.1 总平面布置

项目位于江门市新会区银湖湾黄茅海新六围外滩，从平面布局上划分为红树林营造区和科研监测栈道、科研观测亭 3 部分。

红树林种植规划设计中引入“生态岛屿”的设计理念，采用“岛屿”形状将滩涂水域空间划分大小不一、深浅不同的空间系统，形成滩涂区域、浅水区和深水区，种植区域为现有红树林分布区外围潮间带滩涂布设新营造红树林。红树林营造面积 227.50 公顷，红树林种植区比例不少于 60%，在平面布局上划分为科普宣教展示区及红树林营造保育区，红树林营造保育区一共划分为 14 个斑块，采用“岛屿”形状的斑块形式，水道分布于种植斑块间。同时搭配湿地科研监测栈道和科研观测亭的建设作为红树林湿地生物多样性的监测、科普宣教场地。

1、红树林营造区平面布置

本项目红树林营造面积 227.50 公顷，红树林种植区面积 137.73 公顷，种植区比例为 60.54%，其余区域为潮沟、光滩。红树林营造区域一共划分为 14 个斑块，不同斑块内根据红树林种植类型划分为 a、b、c、d 等小斑块。斑块形式采用“岛屿”形状布置，水道分布于种植斑块间，斑块内种植桐花树、白骨壤、秋茄、木榄、老鼠簕、榄李和红海榄等，种植斑块的外侧布置一道护土措施。具体红树林斑块面积及红树林种植面积见下表 3.3.1-1，不同斑块红树林种植种类及规格见下表 3.3.1-2。

表 3.3.1-1 红树林营造工程技术指标表

斑块编号	斑块面积 (m ²)	斑块面积 (hm ²)	红树林种植面积 (m ²)	红树林种植面积 (hm ²)	种植比例 (%)	护土措施长度 (m)
①						
②						
③						
④						
⑤						
⑥						
⑦						
⑧						
⑨						
⑩						
⑪						
⑫						
⑬						
⑭						
合计						

表 3.3.1-2 红树林种植指标表

块编号	斑块面积 (m ²)	红树林种植面积 (m ²)	小斑块编号	植株种类	规格 (m×m)	种植数量 (株)	补植数量 (株)	备注
①								

②								
③								
④								
⑤								
								-
⑥								-
⑦								-

								-
								-
								-
⑧								-
⑨								-
⑩								-
⑪								-
⑫								-
⑬								-
⑭								-
合计								

2、科研监测栈道及科研观测亭

本工程共布置 1 条 984.00m 科研监测栈道、1 处栈道入口平台和 1 处科研观测亭平台。栈桥标准段宽 3.5m，顶标高 4.9m，在接岸段平台与道路连接，观测亭平台形似孔雀尾部羽毛，顶标高与栈桥保持一致，为 4.9m。栈道入口平台面积为 372m²，栈道入口平台处设置一个入口标识石 1 座、项目概况牌 1 座、观测亭 1 个；栈道上面布置科普宣传牌 15 个。具体布设如下错误!未找到引用源。。

表 3.3.1-3 科研监测栈道及科研观测亭工程内容

序号	工程内容	建设内容	规模
1		科研监测栈道	长度为 984m，标准段宽 3.5m
2	入口平台	项目概况牌	1 个
3		入口标识石	1 个
4		科普宣传牌	15 个
5		观测亭	1 个
6		科研观测亭	1 个

3.3.2红树林营造工程

3.3.2.1 建设内容

本项目红树林营造区域总面积 227.50 公顷，其中，红树林种植面积 137.73 公顷，其余区域为潮沟、光滩。

3.3.2.2 红树林生境营造

1、种植标高设计

对红树林拟修复区域进行现场调查，结果表明，从滩涂前沿到现有红树林前沿高程介于 0m~0.98m（1985 国家高程，下同），部分区域高程较低。

修复红树林湿地和营造红树林最重要的前提条件是营造宜林地。红树植物能耐受一定程度的周期性海水浸淹，但低于宜林界线，超过其生理限度将导致植株死亡、造林失败。不同红树植物有不同的临界线，总体而言，红树林的宜林滩涂大致位于当地平均海平面至平均高潮线之间。

本项目红树林生态修复区域标高约 0~0.98m（1985 国家高程，下同），现有红树林边缘高程介于 1.02m~1.68m。滩涂过低、淹水时间过长，不适合红树林生长。红树林适合生长的滩面高程为平均海平面以上至回归潮平均高潮位（或大潮平均高潮位）之间。

根据现场勘察测量结果，通过分析现状林缘红树林生长标高，可以作为红树林种植标高的依据。种植红树林前需要采取工程措施抬高滩面高程，根据红树林植物适应性及现有红树林生长标高，结合标高改造泥面沉降，本设计将现有滩面平均高程抬高至 1.1~1.2m。

2、微地貌改造

滩涂微地貌改造施工工艺：滩面整理—构筑护土措施—淤泥回填—淤泥沉降—滩面细平整。

根据红树林营造区滩涂高程要求，结合工程区现状地形，将淤泥填到红树林营造区内达到设计滩面标高。本项目采用岛状整地就地取土回填方式改造滩面高程。项目采用绞吸吹填方案和水陆两用挖掘机方案的组合方案，营造区潮沟及种植斑块内潮沟采用水陆两用挖掘机开挖，再配合水陆两用挖机转堆及进行细整平；营造区外潮沟采用绞吸船吹填，再配合水陆两用挖机进行细整平。

(1) 土方挖填量

微地貌改造共需回填土方 1447406.03m³，护土措施共需回填土方 62930.50m³。所需土方取自红树林营造区潮沟、种植斑块内潮沟及营造区外部潮沟开挖土方，土方开挖总量为 1514650.42m³。土方开挖采用水陆两用挖机+绞吸船进行，其中红树林营造区潮沟及种植斑块内潮沟开挖采用水陆两用挖机，开挖土方共 711461.09m³，剩余 798875.44m³开挖土方通过 200m³/h 小型绞吸挖泥船吹填入营造区。

表 3.3.2-1 种植区土方回填量

区域号	投影面积 (m ²)	填方量 (m ³)	沉降量 (m ³)	流失量 (m ³)	需土量 (m ³)	设计标高 (m)
①						
②						
③						
④						
⑤						
⑥						
⑦						
⑧						
⑨						
⑩						
⑪						
⑫						
⑬						
⑭						
合计						

表 3.3.2-2 潮沟及取土区开挖土方量

开挖区域	挖方量 (m ³)	投影面积 (m ²)	设计标高 (m)
主潮沟开挖 1			
主潮沟开挖 2			

斑块内潮沟开挖			
取土区开挖			
合计			

(2) 土方回填

土方回填时底部先填沙质含量较高的淤泥，较后填泥质含量较高的淤泥，形成下部含沙量较高，上部含泥量较高的滩涂，表层至少有 30cm 的淤泥层厚度，以利于红树林的生长。

根据前述种植标高设计，本项目对现有滩涂进行微地貌改造，将现有滩面平均高程抬高至 1.1~1.2m（1985 国家高程，下同）。红树林适合生长的滩面高程为平均海平面以上至回归潮平均高潮位（或大潮平均高潮位）之间。对潮间带滩涂进行微地貌改造后，不改变原始滩涂属性，滩涂仍然属于潮间带。

(3) 沉降稳定期

根据以往项目经验，土方回填时建议分层回填，回填后静置两周后再进行下一层的回填，整体回填完成并整平后设置不小于 1 个月沉滩期，1 个月后如果沉降稳定，则可进行植被种植，如果沉降不稳定则继续延长沉滩期，直至沉降稳定后再进行红树林种植。

(4) 防污帘设计

本项目土方开挖时在潮沟外围设置防污帘防止悬浮物扩散，并设置监测点，实时了解悬浮物情况。

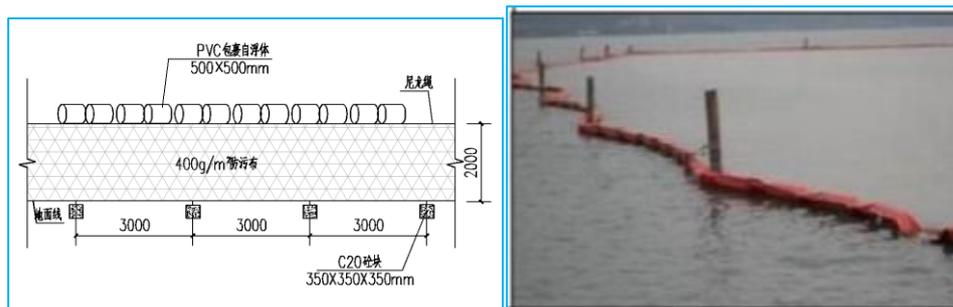


图 3.3.2-1 拦污帘示意图

3、护土措施

本项目通过滩涂微地貌改造形成红树林种植斑块，因斑块回填泥经扰动、海水涨落、水流及波浪的影响，斑块内已施工的填泥可能被淘平流失，故需在红树林固滩前采取护土措施进行护土，保护红树林顺利生长。本工程护土措施设计使用年限为 5 年。

(1) 护土措施设计原则

- ①工艺成熟性：从施工工艺成熟度和便利性出发，尽量缩短施工工期；
- ②材料易获性：护土措施填筑材料应尽量就近取材，节省工程投资；
- ③施工环保性：综合考虑环保要求，降低施工影响。

(2) 护土措施结构方案比选

本工程护土措施为临时防护措施，护面防护年限短，因此护土措施结构主要是进行堤身材料的比选。常用的筑堤材料可采用直立松木桩结构、淤泥（袋装泥结构）、海砂（袋装砂结构）、开山土石料（抛石斜坡结构）等。开山石料由于受供应量、运输路径、环保等因素限制，不宜用于本工程中。因此本工程护土措施仅对堤身材料袋装泥、袋装砂和松木桩进行比选。

1) 结构方案一

护土措施顶高程为 1.3m 或 1.4m。采用斜边坡设计，边坡采用缓坡设计，外侧斜坡坡比为 1: 3，内侧边坡坡比 1: 1，护土措施填筑材料采用充填袋装泥。充填袋装泥可利用潮沟开挖淤泥。

2) 结构方案二

护土措施采用斜坡式结构，顶高程取 1.3m 或 1.4m，顶宽取 2m，内外侧边坡坡比为 1: 2，护土措施填筑材料采用外购机制砂充填。

3) 结构方案三

护土措施采用直立式结构，由两排松木桩对拉，松木桩直径 120mm，长度 5m，顶标高 1.3m 或 1.4m，间距按照 200mm 布置，两排本间距 3m，中间填充回填土，标高与种植面标高一致。

表 4.2-3 护土措施结构优缺点对比表

护土措施结构类型	优点	缺点
斜坡式袋装泥	1.结构简单、施工方便，有较高的整体稳定性； 2.可以就地取材，破坏后易于修复； 3.工程造价较低。	1.占地面积大； 2.堤心回填料消耗量大； 3.耐久性差。
斜坡式袋装砂	1.承载力及耐久性较好。 2.采用充填方式施工，施工较快。 3.抗风浪效果较好。	1.水深较深区域占地面积大，耗材多； 2.堤心回填料消耗量大； 3.机制砂成本高。
直立木桩护土措施	1.当水深较大时，建筑材料的用量比斜坡式省； 2.占地空间小，容易施工，适用场地受限区域； 3.耐久性强； 4.抗风浪效果较好。	1.松木桩造价较高； 2.施工要求较高。

由于机制砂成本较高、运输不便且种植斑块离岸较远，施工亦不方便，故本工程不考虑袋装砂护土措施。

斜坡式袋装泥结构造价低但占地面积大，滩面高程低时由于淤泥含水量会造成形成护土措施难度较大，对潮沟开挖影响较大。而采用直立式松木桩结构虽抗风浪效果好，便于施工且可预留较大空间，但造价较高，综合考虑成本、抗风浪效果及施工情况，本项目采用直立木桩结构及斜坡式袋装泥结构组合型的护土措施。

(3) 护土措施结构设计

护土措施采用斜坡式袋装泥（以下称为袋装泥护土措施）和直立木桩护土措施两种结构形式，其中种植斑块①、②、⑫、⑬的靠现状红树林侧采用斜坡式袋装泥；种植斑块①、②、⑫、⑬的靠潮沟侧及③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑭采用直立木桩护土措施。

1) 袋装泥护土措施

护土措施底部进行平整后，铺设一层双向 40KN/m 拉伸塑料土工格栅，土工格栅铺设宽度施工富裕量不小于 500mm，土工格栅搭接宽度不小于 200mm 且不应小于 3 个孔格，搭接范围应扎紧；泥袋袋体采用聚丙烯编织土工布，单位重量为 280g/m²，断裂强度为 60kN/m；护土措施施工完成后铺设一层 400g/m²长丝机织土工布，抗紫外线强力保持率≥90%（500 小时），断裂强度为 100kN/m，长丝机织土工布两侧压入土中。

袋布拼接可选用锦纶线缝制，拼接处折叠 3 层，宽度约 5~10cm，缝 3 道线；也可采用粘结剂粘结，粘结部分宽度为 10cm，粘结部位的各项强度指标应

大于袋布强度的 90%。充填泥袋充填料为就近取泥。泥袋充填饱和度不低于 70%，为保证充填高度达到设计标高，可进行二次充填。

护土措施施工完成面标高+1.30m 或+1.40m，预沉降估计+0.2m，管护期三年内护土措施顶标高不低于+1.10m 或+1.2m。

护土措施应分层施工，每层接口位置错开，并注意观测护土措施的沉降和位移，观测点观测频率。

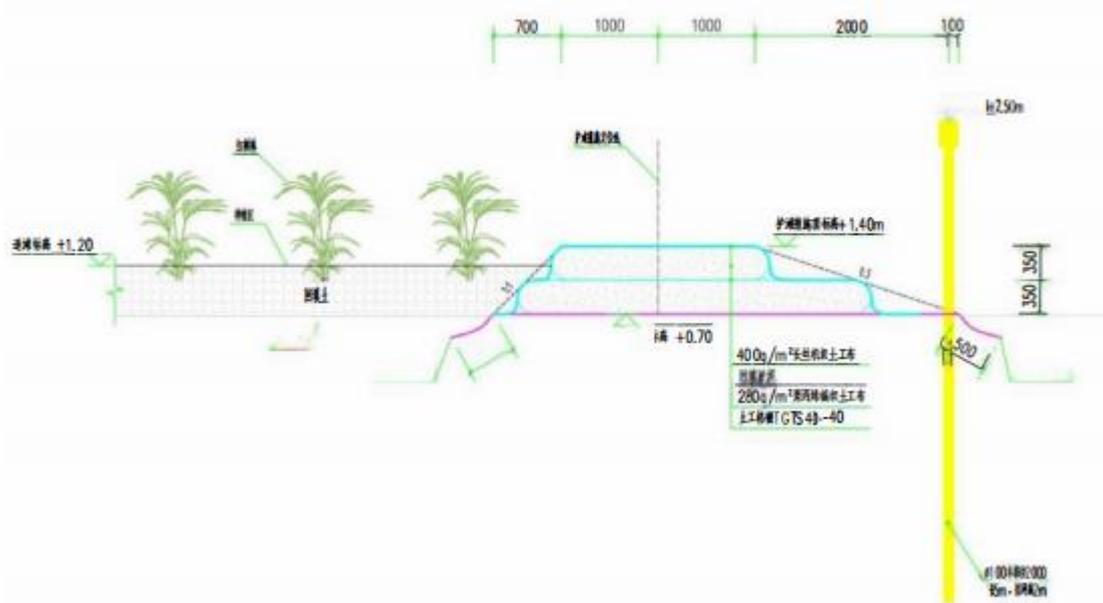


图 3.3.2-2 斜坡式袋装泥护土措施典型断面图

2) 直立木桩护土措施

直立木桩护土措施采用两排松木桩形式，松木桩直径 120mm，长度 5m，顶标高 1.30m 或 1.40m，间距按照 200mm 布置，两排木桩间距 3m，中间填充回填土，标高与种植面标高一致；为确保护土结构稳定，木桩使用圆木钻孔并用 $\phi 12$ 钢筋绑扎固定，圆木规格为 $\phi 100\text{mm} \times 5000\text{mm}$ ，木桩外侧及底部用土工格栅和土工布包裹，防止泥土流失。土工格栅采用双向 40KN/m 拉伸塑料土工格栅，土工格栅搭接宽度不小于 200mm 且不应小于 3 个孔格，搭接范围应扎紧；土工布采用聚丙烯编织土工布，单位重量为 280g/m²，断裂强度为 60kN/m；木桩护土为临时结构，设计使用年限为 5 年。

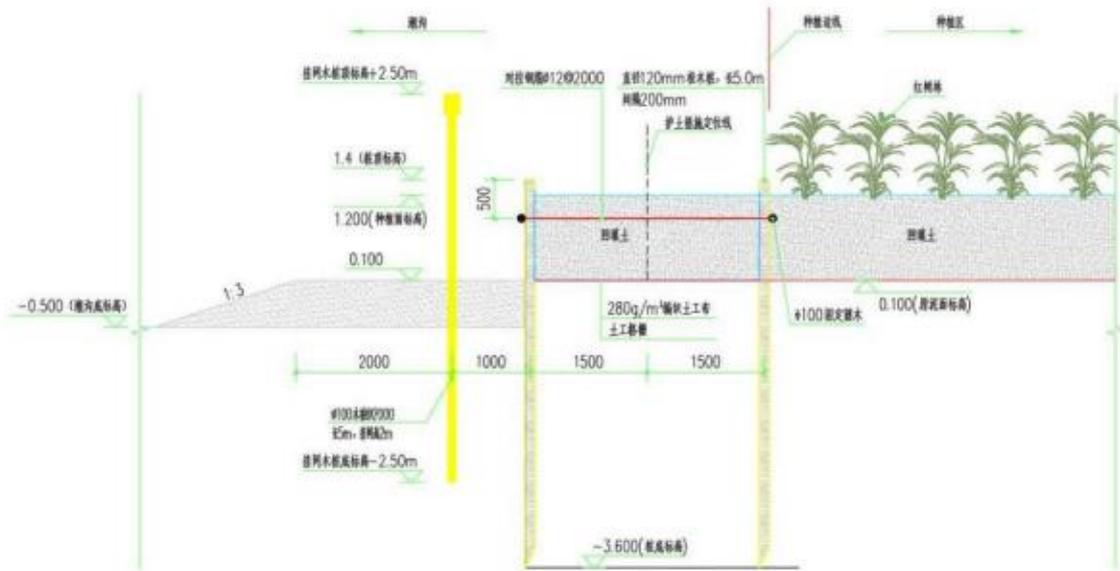


图 3.3.2-3 直立式木桩护土措施典型断面图

(4) 护土措施稳定性分析

在项目区选取最不利典型断面进行稳定性分析，分析结果如下。

1) 相关参数

考虑地震；地震烈度=7；KH=0.125。

安全等级：二级。

土层物理力学参数如下表：

表 3.3.2-3 土层物理参数

编号	土层名称	重度 (kN/m ³)	十字板指标	粘结力 (kPa)	摩擦角 (°)
1	淤泥	15.0	否	5.1	3.2

2) 荷载参数

①自重

②施工荷载：1 方水陆两用挖掘机，按 12kPa 考虑。

3) 计算结果

经计算，本工程直立式木桩护土措施稳定安全系数为 1.257，袋装泥护土措施稳定安全系数为 1.593，均满足规范对于护土措施 1.20 安全系数的要求。计算结果见下图 3.3.2-4 和图 3.3.2-5。

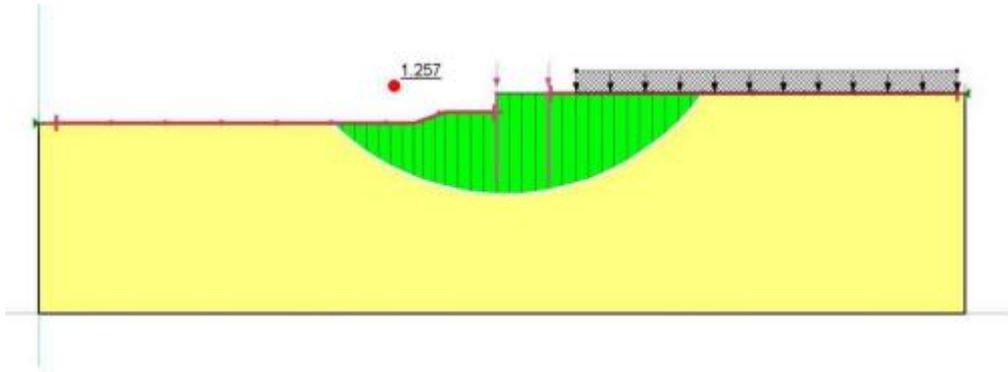


图 3.3.2-4 直立木桩护土措施施工期计算结果

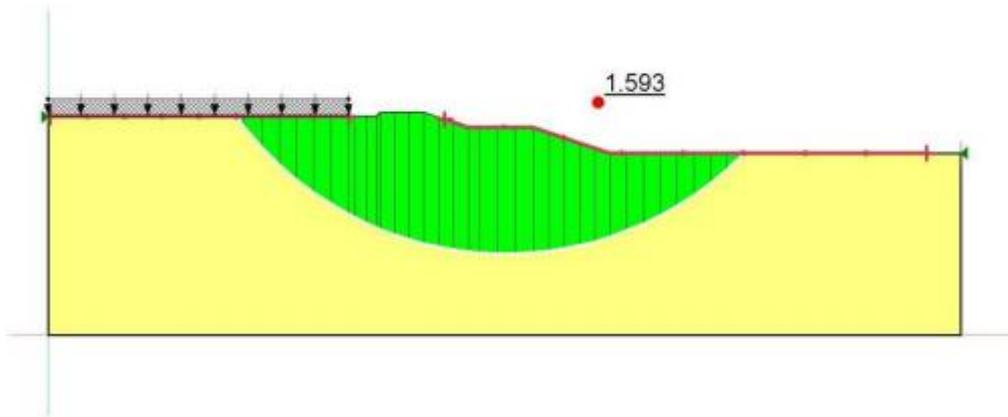


图 3.3.2-5 袋装泥护土措施施工期计算结果

3.3.2.3 红树林种植

1、苗木选用原则

(1) 以适应性强的乡土红树植物种类为主，构建适应性强的优势植被；

(2) 适当参考临近区域引入种类，构建少量补充植被，以增加红树林生物多样性；

(3) 大规模种植宜采用中苗，靠外侧风浪较大的区域可适当选用大苗；

(4) 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；

(5) 苗木具有“两证一签”(生产经营许可证、检疫合格证和苗木产地标签)。

表 3.3.2-4 红树林修复合格苗木标准（低盐度苗）

规格	树种	苗高 (cm)	基径 (cm)	土球直径×厚度 (cm)
中苗	秋茄	80-120	1.5-2.0	≥15×15
	桐花树	80-120	1.0-1.5	≥15×15
	红海榄	80-120	1.5-2.0	≥15×15
	白骨壤	80-120	1.0-1.5	≥15×15
	木榄	80-120	1.8-2.2	≥15×15
	榄李	80-120	1.0-1.5	≥15×15
大苗	桐花树	>120	>1.5	≥20×20
	红海榄	>120	>2.0	≥20×20
	白骨壤	>120	>1.5	≥20×20
	木榄	>120	>2.2	≥20×20
	老鼠簕	>120	>1.5	≥20×20

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

2、树种选择

(1) 主要红树植物适宜生境

周期性潮水浸淹-暴露是红树林的必需生境需求。红树林植物的生长需要适当的潮汐淹浸，但过度的淹浸会导致其生长减缓甚至死亡。不同的红树树种对淹水频率和淹水时长的需求存在差异，较耐淹的树种生长在淹水时间较长的低潮位，而较不耐淹的树种生长在淹水时间较短的高潮位。秋茄、白骨壤、桐花树和红海榄每天需要 6 小时的淹水时长，而角果木和木榄等喜在每天淹水 2-4 小时的环境中生长（吕晓波，2019；黄丽等，2018）。

表 3.3.2-5 主要红树植物的适宜生境

树种	适宜区域	适宜潮位	适宜盐度
秋茄	全省	中	中、高
桐花树	全省	低、中	中、高、低
白骨壤	全省	低、中	中、高
红海榄	全省	低、中	中、高
木榄	全省	中、高	中
老鼠簕	全省	低、中	低、中
榄李	惠州至湛江沿岸	中、高或潮上带	低、中、高
海漆	全省	高	低、中、高
银叶树	全省	高	低
水黄皮	全省	高	低
杨叶肖椴	全省	高	低
玉蕊	全省	高	低

(2) 项目区红树植物及生境现状调查

现场调查显示，共发现无瓣海桑（*Sonneratia apetala* Buch.-Ham.）、木榄（*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Savigny）、桐花树（*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco）、老鼠簕（*Acanthus ilicifolius* L. Sp.）及卤蕨（*Acrostichum aureum* L.）5 种真红树植物。其中无瓣海桑、木榄均主要以高大乔木为主，卤蕨、老鼠及桐花以低矮的灌木为主。部分区域主要以无瓣海桑群落为主，林下伴有密集的老鼠簕，其中无瓣海桑为优势种。



图 3.3.2-6 项目周边红树林现状

(3) 红树种类配置

由于不同种类红树植物对盐度、底质类型、耐淹水时间都有不同要求，参考现场调查结果，结合项目区红树林分布特点，并尽量考虑修复树种的多样性，选择白骨壤、桐花树、秋茄、木榄、老鼠簕、榄李和红海榄作为造林主要树种，提高红树林多样性。其中，白骨壤和桐花树耐淹水能力强，适应水深范围更广，可以适应低潮区和中潮区的水深；秋茄耐淹水能力较弱，可适应中潮区的水深。项目区海水盐度适合大部分常见红树品种的生存。

(4) 选择树种介绍

1) 白骨壤 (*Avicenniamarina* (Forsk.) Vierh.)

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。

2) 桐花树 (*Aegicerascorniculatum* (L.) Blanco)

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

3) 秋茄 (*Kandeliaobovata* Sheue, Liu & Yong)

秋茄是红树科、秋茄树属灌木或小乔木，高 2-3 米；树皮平滑，红褐色；枝粗壮，有膨大的节。叶椭圆形、矩圆状椭圆形或近倒卵形，顶端钝形或浑圆，基部阔楔形，全缘，叶脉不明显，叶柄粗壮。二歧聚伞花序，有花 4 (-9) 朵；总花梗长短不一，花瓣白色。果实圆锥形，长 1.5-2 厘米。花果期几乎全年。喜生于海湾淤泥冲积深厚的泥滩，在一定立地条件上，常组成单优势种灌木群落，它既适于生长在盐度较高的海滩，又能生长于淡水泛滥的地区，且能耐淹，往往在涨潮时淹没过半或几达顶端而无碍，在海浪较大的地方，其支柱根特别发达，但生长速度中等。耐盐能力高于桐花树，低于白骨壤。

4) 木榄 (*Bruguieragymnorhiza* (L.) Savigny)

红树科木榄属的乔木或灌木，株高达 6 米；叶椭圆状长圆形，长达 15 厘米，先端短尖，基部楔形；花单生，盛开时长约 3 厘米，花梗萼平滑无棱，暗黄红色，花柱棱柱形，长约 2 厘米，黄色且柱头有裂；果胚轴长约 25 厘米；花果期几乎全年。常生长在海滩游泥上，海潮可浸植株，喜生于稍干旱、空气流通、伸向内陆的盐滩。木榄在中国分布广，是构成中国红树林的优势树种，树叶翠绿，胎生植物，能形成自然稳定的生态植物景观。可作为热带、亚热带滨海城市以及景区

的滩涂、海堤绿化植物，可用于沿海生态景观林带种植。

5) 老鼠簕 (*Acanthusilicifolius*L.Sp.)

老鼠簕是爵床科老鼠簕属的直立灌木植物。株高可达 2 米；茎粗壮，上部有分枝；叶长圆形或长圆状披针形，两面无毛，主、侧脉在下面明显凸起，顶端突出成尖锐硬刺，托叶成刺状；穗状花序顶生，苞片对生，宽卵形，先端微缺，边缘有时成皱波状，花冠白色；蒴果椭圆形；种子扁平，圆肾形，呈淡黄色；花期 5-6 月，果期 6-7 月。常生于滨海地带，喜光照的环境，较耐阴耐水湿。

6) 红海榄 (*Rhizophorastylosa*Griff.)

红海榄是红树科、红树属的植物。乔木或灌木，高达 8 米。树干红色或灰色；基部有发达的支柱根；叶圆形或矩圆状椭圆形，顶端凸出或钝短尖，基部阔楔形；花序梗纤细，从当年生的叶腋长出，与叶柄等长或稍长，有 2 至多花；果倒梨形，平滑；种子圆柱形；花果期秋冬季。多生于沿海盐滩红树林的内缘。红海榄耐水淹和盐碱，喜肥沃、深厚的淤泥。红海榄在防浪护岸、维持海岸生物多样性和渔业资源、净化水质、美化环境等方面具有不可替代的生态功能，是中国沿海区域生态平衡最重要的生态安全保障体系之一。

7) 榄李 (*Lumnitzera racemosa*Willd.)

榄李是使君子科、榄李属常绿灌木或小乔木，树皮褐色或灰黑色，粗糙，枝红色或灰黑色，具明显的叶痕，叶常聚生枝顶，叶片厚，肉质，绿色，干后黄褐色，匙形或狭倒卵形，先端钝圆或微凹，基部渐尖，叶脉不明显，总状花序腋生，花序长 2-6 厘米；花序梗压扁，有花 6-12 朵，果成熟时褐黑色，木质，坚硬，卵形至纺锤形，花果 12 月至翌年 3 月。生长速度较慢，是慢生的红树植物。榄李是红树林造林的主要树种之一，是优良的红树植物。



图 3.3.2-7 白骨壤桐花树



图 3.3.2-8 秋茄木榄老鼠簕



图 3.3.2-9 红海榄榄李

3、苗木布置

本项目红树林营造修复面积共 227.50 公顷，其中红树林种植 137.73 公顷，种植比例为 60.54%。

苗木布置采用岛状斑块的形式，水道分布于种植斑块间，种植斑块的外侧布置一道护土措施，斑块内种植桐花树、白骨壤、秋茄、红海榄、老鼠簕、榄李及木榄等本土树种。

项目区靠外侧风浪较大的区域选择红树林大苗（2~3 年生袋装苗）进行种植，

外侧适当密植，以抵御风浪；内侧区域可以适当选择红树林中苗进行种植。外侧大苗选择白骨壤、桐花树、老鼠等适宜低中潮带植物。

4、种植规格及方法

(1) 合格面积认定

《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 3.3.2-6），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 3.3.2-6 红树林主要造林树种保存株数表

造林树种	造林保存株数（株/hm ² ）
海桑、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。

广东省自然资源厅广东省林业局关于印发《广东省红树林生态修复完成省级核查工作指引（试行）》的通知

达到以下标准视为完成红树林营造任务：

- ①造林区域不在现有红树林范围内，造林面积不低于作业设计设定的指标。
- ②按照作业设计要求落实生境修复措施。
- ③原则上应选用乡土红树树种。
- ④红树林营造范围包括红树林种植区和生境修复区（生境修复区指包含潮沟、滩涂、浅水水域和种养结合区域），其中红树林种植区比例应不小于 60%。
- ⑤苗木保存株数满足《广东省红树林营造主要树种保存株数表》对应树种的要求。
- ⑥项目档案完整、规范。
- ⑦自然保护地内禁用外来树种，红树林生态修复符合自然保护地相关法律法规管控要求。

表 3.3.2-7 广东省红树林营造主要树种保存株数表

造林树种	保存株数（株/亩）	
	滩涂	养殖塘
秋茄、木榄、红海榄、桐花树、白骨壤、角果木、榄李、老鼠、卤蕨、海漆、苦郎树	≥340	≥320
银叶树、黄槿、海果、水黄皮、杨叶肖槿、玉蕊	≥220	

注：保存株数以符合大苗规格的苗木计数。

本次设计采用广东省自然资源厅广东省林业局关于印发《广东省红树林生态修复完成情况省级核查工作指引（试行）》的通知。

（2）苗木规格及种植密度

项目区靠外侧风浪较大的区域选择红树林大苗（2~3年生袋装苗）进行种植，株距为1.2m×1.2m，外侧适当密植，以抵御风浪；内侧区域可以适当选择红树林中苗进行种植，可采用1.0m×1.0m株距。

表 3.3.2-8 红树林苗木配置表

序号	苗木种类	规格	单位	数量	备注
1	苗木种植		株	1239243	
1.1	白骨壤大苗				
1.2	白骨壤中苗				
1.3	桐花树大苗				
1.4	桐花树中苗				
1.5	老鼠簕大苗				
1.6	秋茄中苗				
1.7	木榄中苗				
1.8	红海榄中苗				
1.9	榄李中苗				
2	苗木补植				
2.1	白骨壤大苗				
2.2	白骨壤中苗				
2.3	桐花树大苗				
2.4	桐花树中苗				
2.5	老鼠簕大苗				
2.6	秋茄中苗				
2.7	木榄中苗				
2.8	红海榄中苗				
2.9	榄李中苗				

预计红树林营造实施需要苗木为 156.6396 万株（含补种，其中靠陆侧斑块 1、2、12、13、14 补种比例为 20%，靠外海侧其他斑块补种比例为 30%）。广东省现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、汕头等地区，基地面积约 106.6 公顷，苗木年生产能力约 1500 万株，现存圃苗 1300 万株，以 2 年生容器苗为主，主要树种有桐花树、秋茄、木榄、白骨壤、红海榄等，可以满足本项目红树林生态修复种苗需求。此外，由于项目区海水盐度属中低盐度，所购种苗需来自适宜盐度的苗圃，以确保种苗在修复区域的成活率。

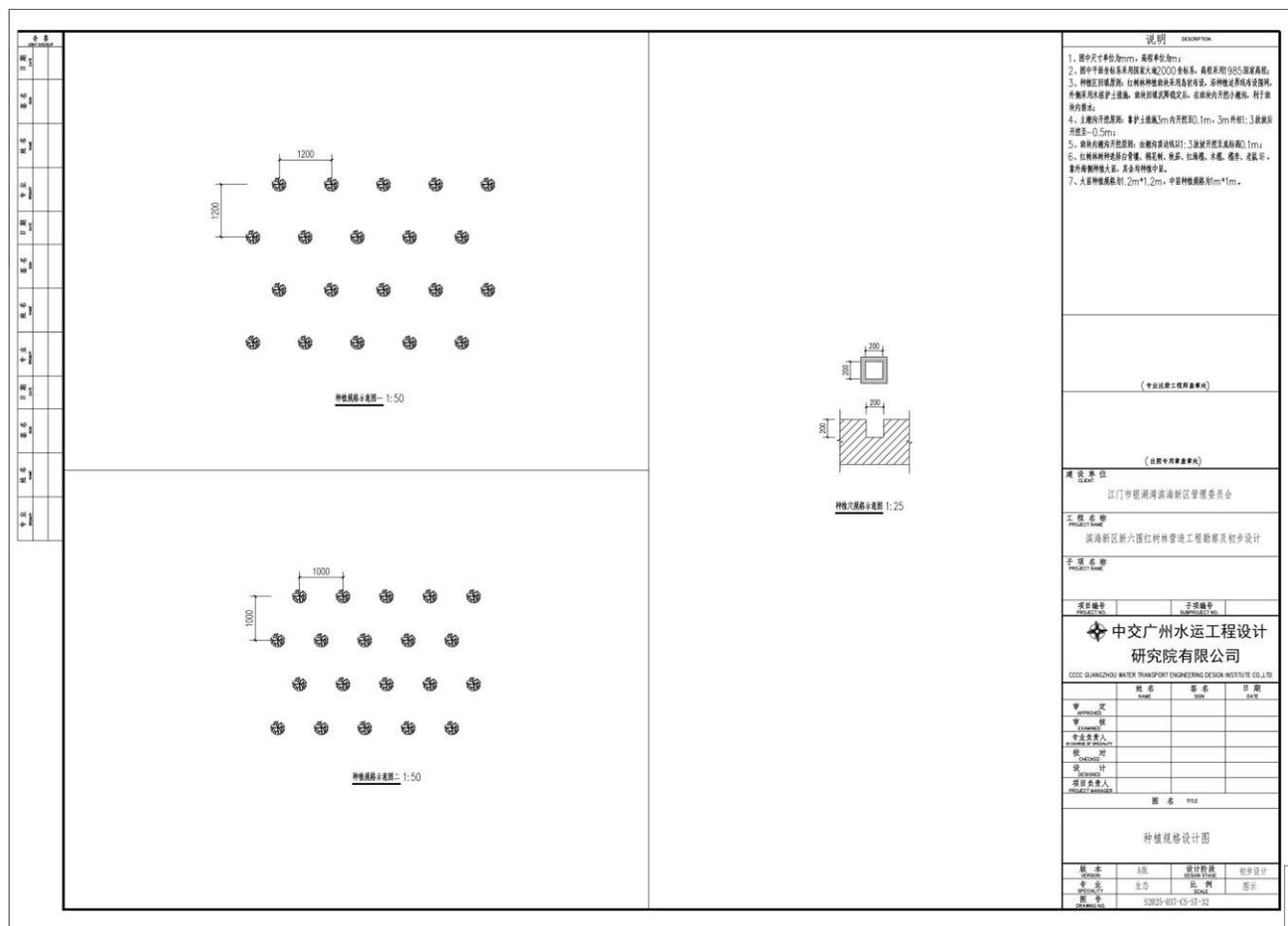


图 3.3.2-10 种植规格设计图

5、红树林成活率/保存率

本项目管护期要求3年，红树林种植成活率/保存率应满足：项目完工3年，成活率/保存率 $\geq 70\%$ 。

6、后期管护

红树林种植并通过验收后，进行为期三年的后期管护，以保证造林成效。

(1) 围网

造林地四周要打桩围网保护，避免家禽、浒苔、海漂垃圾等进入林地破坏幼苗。具体方法为：在种植面四周外侧1米处布置木桩和围网，木桩材料为耐腐蚀材料，木桩长5m，直径100mm。木桩间隔2m，埋入土中约3m，木桩挂围网高约2m，围网材料为聚乙烯材料，网目5cm \times 5cm，围网用网绳绑定在木桩上，网绳直径5mm。

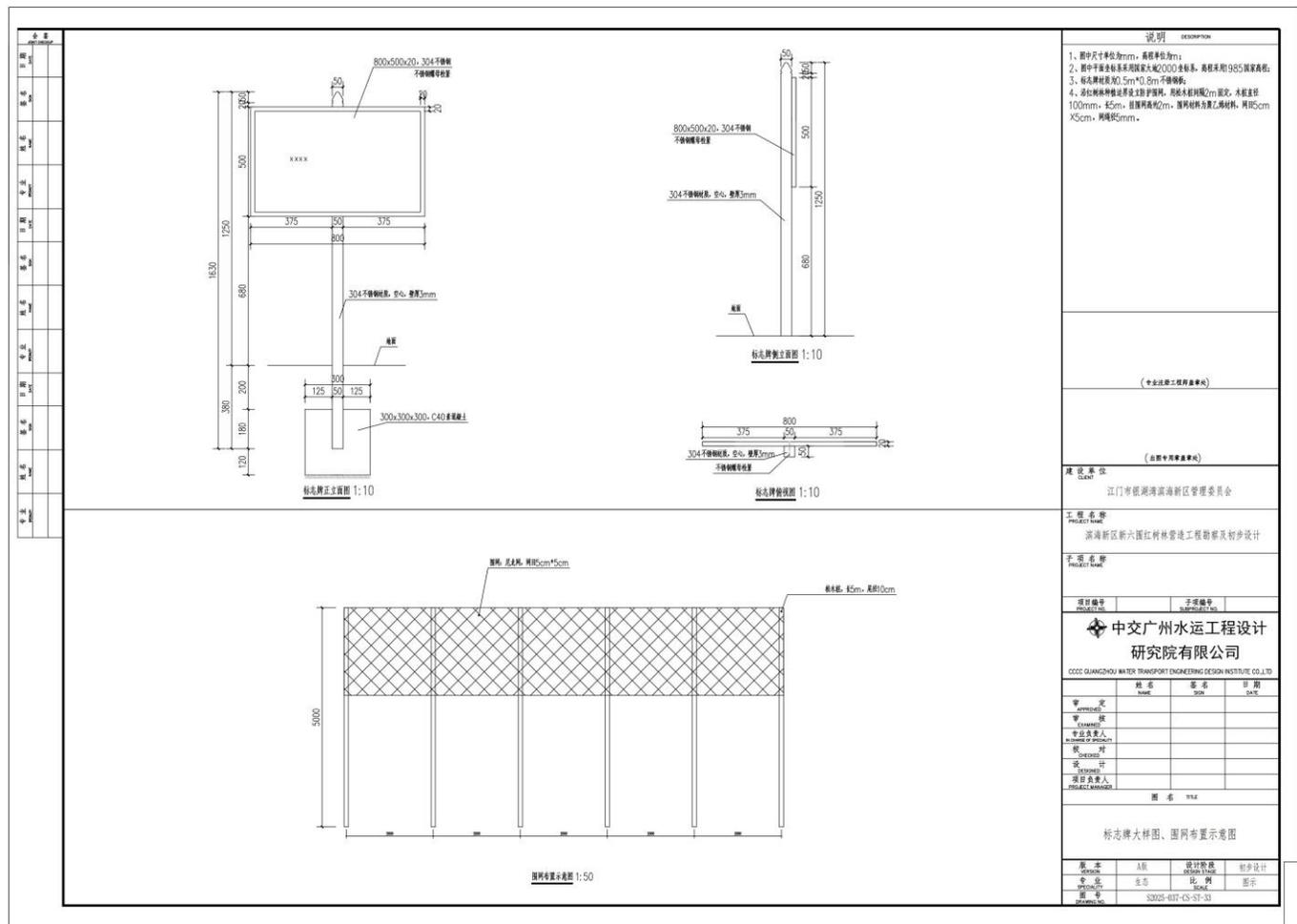


图 3.3.2-11 围网布置示意图

（2）幼林管护

植被恢复后应加强红树幼林的抚育管理，要封滩 2 年，实行全封育林，不准在新造林区内捕捉鱼、虾、蟹和圈养鱼虾及放鸭，禁止任何人员和船只进入幼林地进行任何形式的捕捞活动；定期清理缠绕和覆盖在幼苗、幼树上的垃圾、杂物等漂浮物。对未成活的红树要进行补植，定期对倒伏、根部暴露或受损的幼苗、幼树进行扶正、培土和保护。

（3）病虫害防治

对病虫害及有害生物，可设置固定和临时监测点进行监测和预报，建立专职或兼职防治队伍，及早发现、综合防治病虫害和有害生物。注意病虫害、藤壶、老鼠、互花米草等有害生物对红树林的破坏。从环境保护角度考虑，优先考虑采取人工清除或捕杀的方法，以减少对幼林的危害。

若发现病株应及时清除，在海水返潮时撒上生石灰消毒，以防传染。若发现卷叶蛾和袋蛾可在幼虫期用生物农药苦参素 0.100%~0.125%溶液防治，以免海水遭受污染。对病虫害严重、生长缓慢、退化、濒临消亡的残次红树林，要进行适当改造。应根据实际情况，创造和改善生境，采用混交和改变品种的方式进行改造。

在红树林幼林期，螃蟹以及鸟兽的啮食对红树林是致命的。要防止招潮蟹及老鼠等动物的啮食，增设围网进行保护。造林初期，若有藤壶危害，要人工进行除治，防止藤壶危害红树林幼苗幼树。合理选择对藤壶抗性较好的品种，如桐花树、白骨壤。

（4）非目标外来树种清除

为保证种植树种的成活，对种植区域内发现的非目标外来树种进行定期清除。

（5）污染防治

严格控制污水直接排入红树林区域，保持林区水质在红树林适宜生长的范围内。

（6）台风灾害的防范

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。受到危害的红树植株很难再正常生长；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。台风前，要对苗木进行培土或支撑保护，台风后，要及时对幼林地进行抚育补植，清理乱枝，扶正苗木，补植补造，以保证成效。

(7) 人为破坏

为防止个别生态意识落后的群众抵制工程施工和故意破坏幼林地，附近居民进入修复区讨小海对幼林地造成破坏，应加强管护，在封禁区主要通道路口树立标牌，在新造林地周围打木桩围网，以防海上漂移垃圾绊拔和人为进入破坏。同时根据管护面积及人为危害程度，设置专职或兼职人员巡护，采取宣传教育、乡村自治的方式进行疏导，防止大规模的人为破坏行为。

3.3.2.4 红树林种植主要工程量表

表 3.3.2-9 红树林种植主要工程量表

序号	项目内容	型号规格	单位	数量	备注
一					
1					
1.1					
1.1.1					
1.1.2					
1.1.3					
1.1.4					
1.1.5					
1.1.6					
1.1.7					
1.2					
1.2.1					
1.2.2					
1.2.3					
1.2.4					
1.2.5					
2					
2.1					
(1)					
①					
②					
(2)					
2.2					
(1)					

(2)					
2.3					
2.4					
3					
3.1					
3.2					
3.3					
3.4					
3.5					
3.6					
3.7					
3.8					
3.9					
3.10					
3.11					
4					
4.1					
4.2					
5					
5.1					
5.1.1					
5.1.2					
5.1.3					
5.1.4					
5.1.5					
5.1.6					
5.1.7					
5.1.8					
5.1.9					
5.1.10					
5.1.11					
5.2					
5.3					
5.4					

3.3.2.5 红树林营造与修复适宜性评价

(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吻合，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‰~33‰ 为宜；

(2) 红树林修复适宜性分析

项目所在地位于江门市新会区，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。

江门市新会区属南亚热带海洋性季风气候，雨量充沛，日照充足，长年温和湿润，无霜期长。历年（历年平均值统计区间为 1981~2010 年）年均气温 22.4°C，最暖（极端值统计区间为 1957~2020 年）为 2015 年，年均气温 23.8°C；最冷为 1984 年，年均气温 21.1°C。一年中最冷为 1 月，最热为 7 月。年极端最高气温 38.3°C，出现在 2004 年 7 月 1 日，年极端最低气温 0.1°C，出现在 1963 年 1 月 16 日。温暖适宜的温度适合红树林的生长。

项目区海域雨量充沛，历年年均降水量 1808.3mm，最多为 1965 年，年降水量 2826.9mm；最少为 1977 年，只有 1129.7mm。降水量集中在 4~9 月，其中 4~6 月为前汛期，以锋面低槽降水为主；7~9 月为后汛期，台风降水活跃。雨量对红树林并无直接影响，但雨水及河水由陆地流入海洋时，会改变沿岸红树群落生境的海区（河道）的盐度，使生于海湾及河口的种类有明显区别，在河口及潮水能涨到的河流下游，水的盐分较低的红树群落的确是不同于海水经常浸润的红树群落。

项目区潮间浅滩（包括淤泥滩、沙滩、红树林滩）十分发育，滩面宽阔，宽度达 4~6km，地形由岸向海倾斜，坡度为 0.5‰~1.5‰之间，该区风浪较为平静，可满足种植红树林生长的需要。

修复区周边不存在有影响底质类型变化的大型海岸及建设的主航道。

项目区外侧滩涂底质含泥量较高，海水盐度较高，最高达到 32‰，适宜红树林的生长。

综上所述，本项目红树林生态修复具有适宜性。

3.3.3 科研监测栈道建设工程

本项目科研监测栈道工程建设内容包括 1 条 984.00m 科研监测栈道、1 处栈道入口平台和 1 处科研观测亭平台。

3.3.3.1 科研监测栈道

本项目栈道工程呈曲线形布置，并通过长 372m²入口平台与海堤连接，栈道标准段宽 3.5m，转弯处宽度加宽做休息平台，总长 984m。栈道顶面标高 4.9m。栈道采用高桩梁板结构形式，上部采用现浇结构，共分为 33 个结构段，1~31 结构段长 30m、32 结构段长 16.2 米、33 结构段为墩台，每个结构段设置 5 榀排架，排架间距为 7m，标准段每榀排架布置 1 根 φ800mm 的灌注桩，栈道桩基持力层为中粗砂和砾砂，墩台处桩基持力层为强风化花岗岩，且桩端进入该土层深度不小于 1.2m。栈道上部结构由横梁、纵梁和面板组成，现浇横梁长 3.5m，宽 0.4m，高 0.6m，纵梁高 0.5m，宽 0.3m，面板厚度 200mm。在栈道两侧设置不锈钢栏杆。

3.3.3.2 栈道入口平台

本科研栈道呈曲线形布置，并通过长 372m²入口平台与海堤连接，入口平台上建 1 个 1 层的观测厅，上部面层做法同栈道及四周设置不锈钢栏杆。

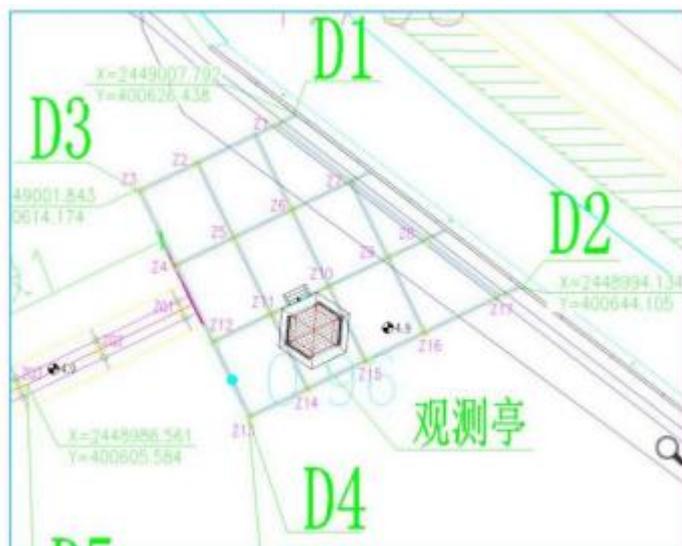


图 3.3.3-1 栈道入口平台

3.3.3.3 科研观测亭

水工平台采用高桩墩台结构，17 根 D800 钻孔灌注桩基础，桩间距 3.56m-7.00m 不等，墩台厚度 1m，持力层为强风化砂岩。

3.3.3.4 栈道工程主要工程量表

表 3.3.3-1 主要工程量表

序号	项目内容	型号规格	单位	数量	备注
1					
1.1					
1.1.1					
①					
②					
③-2					
1.1.2					
1.1.3					
1.1.4					
1.2					
1.2.1					
①					
②					
③					
④					
1.2.2					
①					
②					
③					
1.3					
1.3.1					
1.3.2					
1.3.3					
1.3.4					
2					
2.1					
2.1.1					
①					
②					
③-2					
2.1.2					
2.1.3					
2.1.4					
2.2					
2.2.1					
①					
②					
2.2.2					
①					
②					
2.3					
2.3.1					
2.3.2					
2.3.3					
(1)					
(2)					
(3)					
(4)					
2.3.4					
3					
3.1					
3.1.1					
①					

②					
③-2					
④					
3.1.2					
3.1.3					
3.1.4					
3.2					
3.2.1					
①					
3.2.2					
①					
3.3					
3.3.1					
3.3.2					
3.4					
3.5					

3.3.4 施工方案

本项目高峰期施工人数 80 人，不设置施工营地，苗木不设置临时停放位置，计划当天运输的苗木当天种植完成。项目临时办公和员工生活租用附近村庄民房。

3.3.4.1 红树林营造工程施工方案

项目红树林营造工程施工流程如下图 3.3.4-1。

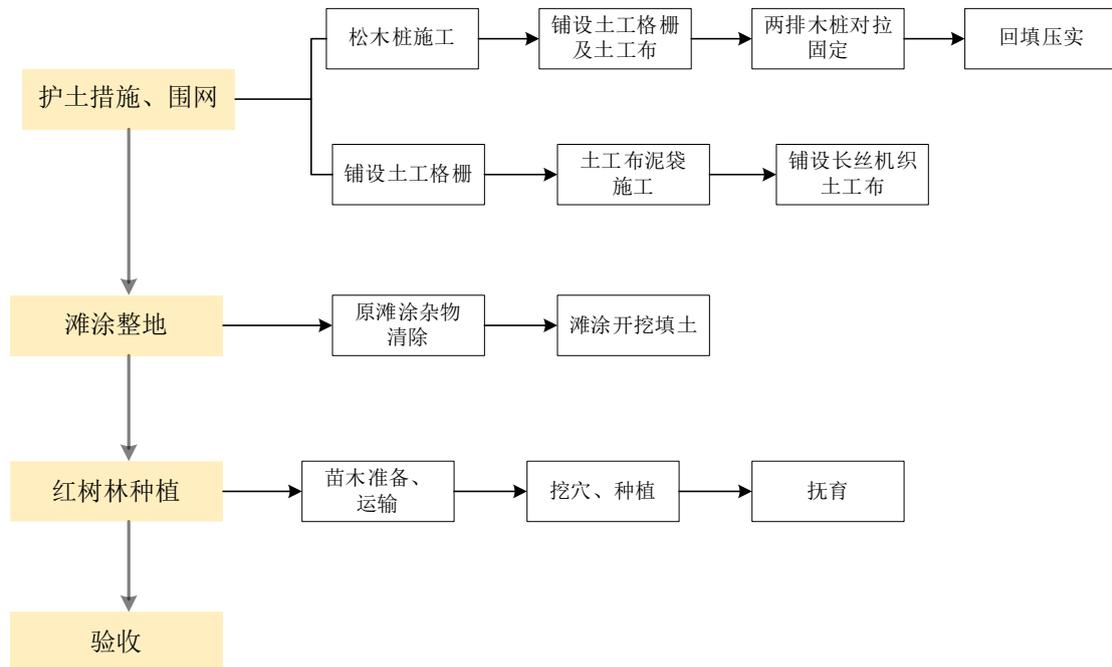


图 3.3.4-1 红树林营造工程施工总体流程图

项目红树林营造工程具体施工内容如下：

(1) 工程区域测量与放线

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

落实查明。

（2）林地清理

造林前，首先需要清除修复工程区域内的外来入侵植物、有害生物、杂草和垃圾等。保证造林地地势平缓、海水进入和退出顺畅。

（3）护土措施

红树林种植斑块外侧建设护土措施，以达到消浪护土的作用。

护土措施采用斜坡式袋装泥（以下称为袋装泥护土措施）和直立木桩护土措施两种结构形式，其中种植斑块①、②、⑫、⑬的靠现状红树林侧采用斜坡式袋装泥；种植斑块①、②、⑫、⑬的靠潮沟侧及③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑭采用直立木桩护土措施。

1）袋装泥护土措施施工

施工工艺：施工准备→测量定位→铺设土工格栅→土工布泥袋施工→铺设长丝机织土工布。

（一）施工准备

①组织项目有关专业人员认真勘察现场实际情况，掌握本工程特点、施工程序以及本阶段与后续工程的相互关系，为进场后能立即展开施工作准备。

②人工清除滩涂上的尖锐物（如碎贝壳、铁丝、地笼等），平整度误差控制在±5cm内，避免刺破土工布。

（二）测量定位

在袋装泥护土措施施工前，由测量人员依据设计图纸通过全站仪等进行坐标放样，确定护土措施的位置，采用测量用木桩予以标记。

（三）铺设土工格栅

铺设一层双向 40KNm 拉伸塑料土工格栅，土工格栅铺设宽度施工富裕量不小于 500mm，土工格栅搭接宽度不小于 200mm 且不应小于 3 个孔格，搭接范围应扎紧。

（四）土工布泥袋施工

①铺设完土工格栅后紧接着进行底层 280g/m² 的聚丙烯编织土工布的铺设，铺设时相邻土工布采用重叠缝合，转角处裁剪成圆弧状避免应力集中，用定位桩将土工布四边固定，确保铺设平整无褶皱。

②泥袋填充与分层压实

采用水陆两用挖掘机从就近潮沟区取土填充，泥袋充填饱和度不低于 70%，为保证充填高度达到设计标高，可进行二次充填；用挖机铲斗静压并整平，确保填充土密实度>85%（环刀法检测），表面平整度误差<5cm。

③土工布缝合与固定

袋布拼接可选用锦纶线缝制，拼接处折叠 3 层，宽度约 5~10cm，缝 3 道线；也可采用粘结剂粘结，粘结部分宽度为 10cm，粘结部位的各项强度指标应大于袋布强度的 90%。

④二层以上的土工布泥袋施工重复①~③的步骤，每层土工布泥袋施工时间隔一周以上，保证泥袋沉降时间。

⑤边角处可根据现场实际情况选择加设“加强补丁”（10cmx10cm 土工布片），用 U 型钉（不锈钢材质）固定在滩涂上，防止袋角被潮水冲刷开。

（六）铺设长丝机织土工布

护土措施施工完成后铺设一层 400g/m² 长丝机织土工布，提高护土措施稳定性和抗老化能力，长丝机织土工布两侧压入土中。

2) 直立木桩护土措施

木桩施工首先选取桩木须材质均匀，不得有过大弯曲，不得有蛀孔裂纹。其次依据现场探测出淤泥深度，为提高岸坡的承载力、整体性和均一性，防止岸坡滑动和红树植物倾倒等现象，松木桩高度需伸入持力层 0.5m 以上。

施工工艺：施工准备→测量定位→松木桩施工→铺设土工格栅及土工布→两排木桩对拉固定→机械回填压实。

（一）施工准备

①组织项目有关专业人员认真勘察现场实际情况，掌握本工程特点、施工程序以及本阶段与后续工程的相互关系，为进场后能立即展开施工作准备。

②人工清除滩涂上的尖锐物（如碎贝壳、铁丝、地笼等），平整度误差控制在±5cm 内，避免刺破土工布。

（二）测量定位

在松木桩施工前，由测量人员依据设计图纸通过全站仪等进行坐标放样，确定每个木桩打设桩位，采用测量用木桩予以标记。

（三）松木桩施工

首先打入外排围堰木桩，再打入内排围堰木桩，之后松木桩顶部平整。

①选择正确桩长的松木桩，并扶正松木桩，采用挖掘机及人工配合施工，将挖掘机的挖斗倒过来扣压桩至软基中。

②按压稳定后，用挖斗背面击打桩头，直到没有明显打入量为止，确保松木桩垂直打入持力层。

③松木桩顶部整平，当松木桩施打到明显没有打入量还超出设计标高时，统一把超设计桩顶标高的整平，以达到整体效果。

（四）铺设土工格栅及土工布

①首先进行土工格栅铺设，从两排松木桩中心底部向两侧进行铺设，直接铺设到两排松木桩顶部并固定。

②铺设完土工格栅后紧接着进行土工布的铺设，土工布的铺设顺序及位置是和土工格栅一样，从两排松木桩中心底部向两侧进行铺设，最终也是固定到松木桩顶部，呈现“U”型。

（五）两排木桩对拉固定

待土工布铺设完后进行 $\Phi 12\text{mm}$ 对拉钢筋及圆木施工，对拉钢筋两端需要进行“车丝”加工。然后在松木桩及圆木上钻孔，松木桩钻孔间隔为 2 米一个，圆木则在 2 米的间隔原则上加密钻孔，横穿对拉钢筋，圆木均布置在松木桩护土措施的外侧，用垫片及螺母加以固定。

（六）机械回填压实

①通过水上挖掘机将潮沟中的淤泥就近分层填入到双排松木桩间的区域内。

②分层填筑好后用挖掘机的斗背进行压实，最终回填至与种植面标高一致，注意回填的时候不能触碰到松木桩以及拉直的钢筋。

红树林对每块种植的滩涂要求相对平整，每块修复地块相对高差在 30cm 内。挖填区淤泥可以自我平衡，无需外运土方。在营造区外潮沟外侧区域设置防污帘，减小泥沙扩散影响。

（3）围网施工

1) 材料运输：土工布运输主要采用人力搬运，同时配合橡皮筏、小汽艇在相对较深海域运输；

2) 木桩施打：先用全站仪沿外围放样，确定位置。

3) 围网固定：人工固定围网。

(4) 微地貌改造

本项目微地貌改造主要为红树林营造区微地貌改造。根据实施现场的情况，采用挖填+吹填的方式改造滩面高程。主要施工工艺及方法如下。

营造区外潮沟采用绞吸船吹填，采用 1 艘 200m³/h 绞吸船进行施工，再配合水陆两用挖掘机进行细整平。绞吸式挖泥船施工，先进行护土措施施工，之后用绞吸式挖泥船进行分层吹填，达到设计种植高程后沉降静置。

营造区潮沟及种植斑块内潮沟采用 10 台 1m³水陆两用挖掘机开挖，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 30~70m，因此从潮沟取土运到种植区需要用挖掘机转挖 2~6 次，本次初步设计按平均转挖 4 次计算。斑块两侧潮沟同时开挖，土方转挖至种植区中部，土方挖至种植区后用挖掘机进行整平，整平沉降 2 周后进行内部潮沟开挖。根据以往项目经验，地形改造后至少设置 1 个月沉滩期（实际根据项目情况确定沉滩期），1 个月后如沉降稳定则进行植被种植，不稳定则继续静置沉降直到稳定后再进行植被种植。

为适合红树林生长，应控制挖填泥质，要求表层 30cm 的淤泥层厚度，且不危害红树林生长。从就近海域挖填的板状块结淤泥可以放置在挖填后软质淤泥的上层。滩面高程平均垫高至 1.1~1.2m。

(4) 苗木筛选

红树林营造植物选择按照多选乡土植物，慎用外来物种原则进行选取。种类为桐花树、白骨壤、秋茄、红海榄、木榄、老鼠簕、榄李等。苗木生长正常、苗木粗壮、根系完整和无病虫害的 I 级苗。

(5) 种植施工和加固

1) 苗木规格及种植密度

红树林是密生植物，红树林人工造林容易受海域众多自然灾害因素影响，造林密度宜大些。苗木种植规格：选用大苗和中苗，大苗种植间距均为 1.2m×1.2m，中苗种植间距均为 1.0m×1.0m。项目区靠外侧风浪较大的区域选择红树林大苗（2~3 年生袋装苗）进行种植，以抵御风浪；内侧区域可以适当选择红树林中苗进行种植。此外，由于项目区海水盐度属低盐度，所购种苗需来自适宜盐度的苗圃，以确保种苗在修复区域的成活率。

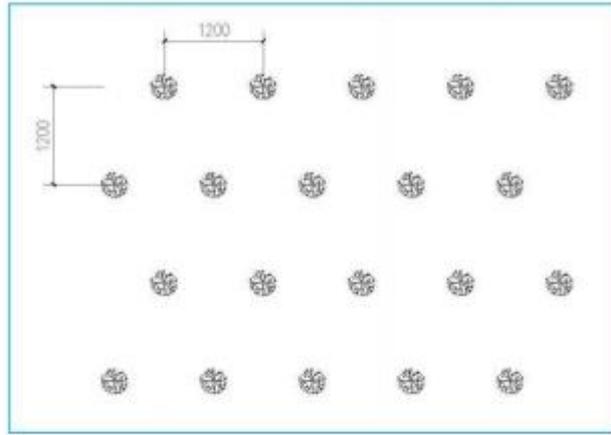


图 10.3-2 大苗种植规格示意图

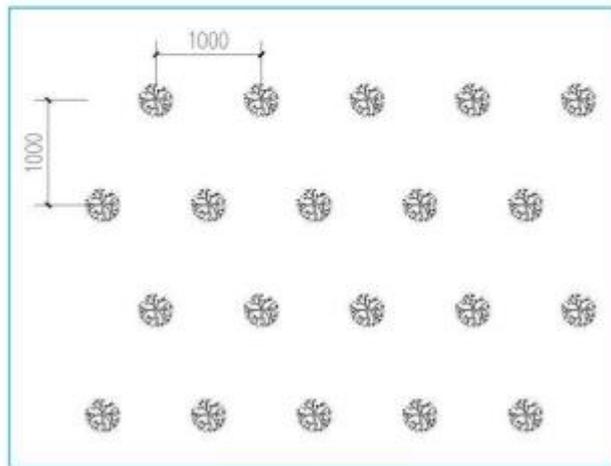


图 10.3-3 中苗种植规格示意图

图 3.3.4-2 种植规格示意图

2) 种植方式

红树植物种植方法采用条带式间种，具体为在滩面拉出与岸线垂直的线，沿线种植红树植物，种植时采用矩型或三角形法，使新种的红树林整齐划一，有利通风透光和管理。

3) 种植技术

种植季节一般以春夏季为宜。采用船运苗木的方式，在高潮时开船至苗木临时放置区域，将容器苗搬至船上，运至指定修复区域分散投放。幼苗搬运时要求轻拿轻放，只能抓育苗袋部分，不能拉拽幼苗茎叶，以防止根部泥土掉落和损伤根系。运输和临时放置期间注意防风和遮荫。

苗木种植需待整地区域泥土沉降稳定后方可进行，种植穴大小以放入土球不损伤根系为宜；土球应埋入地表以下 5~10cm，淤泥较深厚的低潮滩可适当深植。

植株基部地面不能有凹陷，防止积水。

在风浪较大的中、低潮滩，对幼苗进行固定以减轻风浪的影响，所有苗木种植后应用竹竿扶植固定，防止苗木被海浪带走。具体方法为在苗木旁插入 1 根 1.5-2m 长的小木棍（或竹竿），插入深度 50cm，在苗高 15~25cm 处绑定木棍（竹竿）上。



图 3.3.4-3 红树林种植方式示意图（支撑法）

种植斑块外侧设置围网，避免渔船及垃圾随意进入林地破坏幼苗。

（6）林地管护

为保证新种植的红树林幼苗顺利成长，在造林后 2 年内实施严格的封滩保育，禁止外来人员和船只进入红树林修复区，禁止围网、挖海螺、捕鱼虾等捕捞活动及人、畜踩踏活动。落实专业管护人员巡视与管养，种植完成后 2 个月内对未成活苗木进行第 1 次补植。退潮后定期对倒伏、根部暴露等受损的幼苗、幼树进行必要的修补，及时清理造林地内及缠绕在幼苗、幼树上的垃圾杂物、海藻等，对造林地内出现的油污及时进行有效处理。考虑其生境差异，斑块 1、2、12、13、14 补植比例为 20%，外侧其他斑块补植比例为 30%，补植树种及数量可根据施工实际以建设单位与监理单位意见进行调整。

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。

3.3.4.2 科研监测栈道及科研观测亭施工方案

(1) 主要施工内容

本工程科研监测栈道及科研观测亭水工建筑物等施工内容主要包括灌注桩沉桩施工，浇筑上部结构，安装附属设施等。

(2) 总体施工安排

1) 栈道施工

施工准备→预制面板、预制纵梁等→灌注桩沉桩→现浇下横梁→安装预制纵梁、预制面板→现浇上横梁、纵横梁节点、面板→安装附属设施→交工验收。

2) 入口平台及科研观测亭施工

施工准备→灌注桩沉桩→现浇墩台→安装附属设施→交工验收。

(3) 施工方案

1) 栈道灌注桩施工

灌注桩的沉桩采用冲击钻或是回旋钻成孔，沉桩测量定位采用 GPS 定位控制系统定位，成孔完成后对孔底进行清渣，并吊放钢筋笼，浇筑成桩。由于部分岩面较浅，钢护筒施打时需抛填袋装砂进行稳桩处理。

2) 横梁及预应力梁、预制板施工

预应力梁及预制板在预制厂生产完毕后，水运至施工现场，由起重船水上安装。横梁在现场浇制，模板采用轻型钢、木模板。

3) 上部管架等设施安装

1、施工临时钢栈桥布置

现场施工过程需要设置临时施工栈桥，临时施工栈桥沿着栈道走向布置，施工栈桥宽 8m，长度略长于科研观测栈道的长度。

(1) 施工栈桥施工方案：

施工栈桥采用 $\Phi 529$ 钢管桩打入土中作为桥墩，钢管桩施打采用 85t 履带吊配合 DZ90 振动锤施工。

(2) 施工栈桥拆除:

施工栈桥拆除逐跨拆除,平台拆除顺序由上至下进行,起重设备用 85t 履带吊,基础钢管桩拆除采用振动锤拆除。拆下的材料用运输转运到下一处搭设点或临时堆放点。

拆除时做好安全警示、警界绳等标识及施工范围的布控工作。

本项目钢管桩委托专业钢管桩加工厂家完成加工、防腐和运输。

3.3.5 施工设备

表 3.3.5-1 施工设备一览表

序号	设备名称	型号规格	数量	用途
1	水陆两用挖掘机	1m ³	10 艘	潮沟开挖、种植区回填
2	绞吸船	200m ³ /h	1 艘	种植区吹填
3	小型作业船		2 艘	运输苗木
4	小汽艇		1 艘	
5	橡皮筏		1 艘	
6	交通船		1 艘	施工人员上下
7	履带吊	85t	1 台	吊装作业
8	汽车吊	25t	1 台	吊装作业
9	振动锤	DZ90	1 台	打设及拆除平台桩
10	电焊机		4 台	搭设及拆除钢平台
11	发电机	300kw	1 台	现场临时用电
12	气割设备		2 台	搭设及拆除钢平台
13	旋挖钻机	125KN.m	1 台	桩引孔

3.3.6 施工进度安排

计划工期 36 个月,其中主体工程计划工期为 15 个月,具体施工进度见表 3.3.6-1。

表 3.3.6-1 项目实施总体进度计划表

类别	序号	工程项目名称	工期 月	2025 年				2026 年				2027 年			
				1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
前期 工作	1	项目前期调查	3												
	2	设计论证	3												
项目实施	1	红树林营造工程	15												
	1.1	护土措施	12												
	1.2	微地貌改造	15												
	1.3	苗木种植	15												
	2	科研监测栈道	12												
竣工验收 及后期管护	1	交工验收	3												
	2	补植与管护	27												
	3	竣工验收	3												

3.4 工程土石方平衡

本工程土方回填需土量为 1447406.03m³，土方开挖量为 1514650.42m³，损耗量为 4313.89m³，本项目土方开挖总量满足土方回填量的需求，在施工时土方开挖量满足回填土方后停止开挖，做到内部土方平衡，土方不用外运处置。

表 3.3.6-1 项目土石方平衡表

序号	土方回填			土方开挖	
	项目	工程量	土方量 (m ³)	土方来源	土方量 (m ³)
1	护土措施	24164m	62930.50	主潮沟开挖	62930.50
2	红树林营造	137.73ha	1447406.03	营造区潮沟开挖	518588.44
3				种植斑块内潮沟开挖	134256.04
4				营造区外潮沟开挖	798875.44
5	损耗量	/	4313.89	/	/
6	合计	/	1514650.42	/	1514650.42

3.5 项目用海情况

本项目申请用海总面积**公顷，其中透水构筑物用海面积**公顷，专用航道、锚地及其他开放式用海面积**公顷。根据广东省政府 2022 年批复海岸线，本项目用海范围不占用海岸线。

3.6 工程分析

3.6.1 施工期工艺及产污分析

本项目为红树林修复工程，其建设内容包含：红树林营造、科研监测栈道和科研观测亭建设等。施工期的污染产生环节主要包括以下几部分：

- 1) 悬浮泥沙：施工期悬浮泥沙主要发生在潮沟开挖、桩基施工、临时施工栈桥施工等建设项目施工过程中。
- 2) 污水：施工期水污染物主要为施工人员产生的生活污水、施工船舶产生的含油污水以及机械维修产生的机修油污水。
- 3) 废气：施工期大气污染物主要为施工船舶、施工机械以及施工车辆产生的废气，以及施工车辆产生的扬尘，主要污染物是 TSP、SO₂、CO、NO_x。
- 4) 噪声：施工期主要是施工机械设备噪声；运输车辆产生的交通噪声。
- 5) 固体废弃物：施工期主要是生活垃圾、建筑垃圾及含油废物。

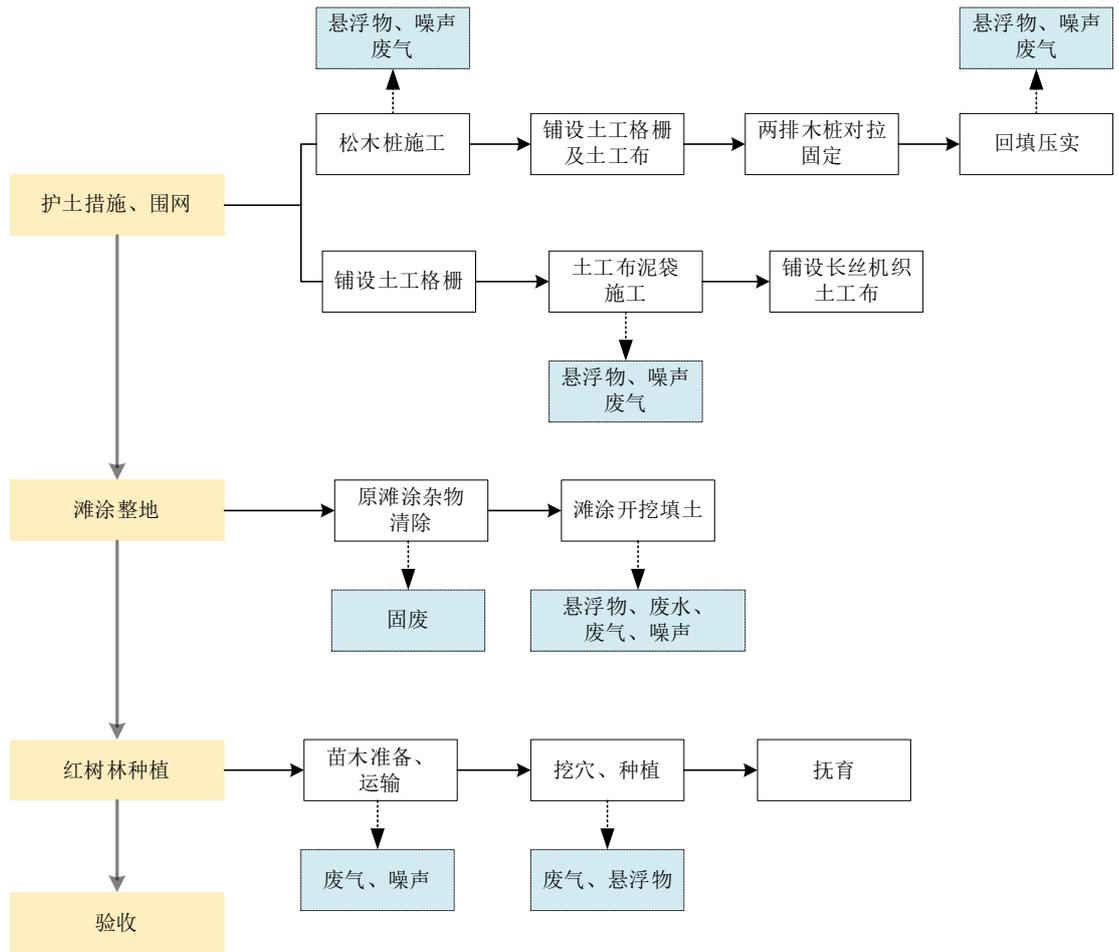


图 3.6.1-1 红树林施工工艺流程及产污环节图

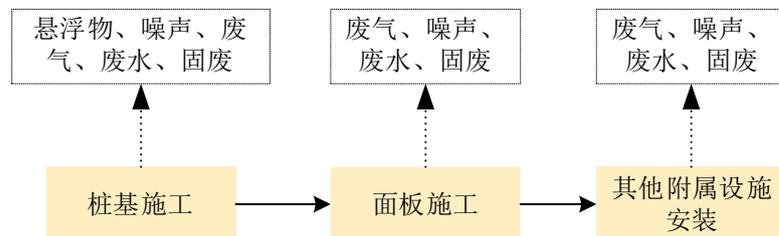


图 3.6.1-2 栈道及科研观测亭施工工艺流程及产污环节图

3.6.2 运营期工艺及产污分析

本项目为红树林保护修复工程，工程本身不产生“三废”，属无污染的社会公益性基础工程。本项目运营期不会产生噪音和大气污染，项目运营期间主要为病死坏死植株和缠绕在树枝上的海漂垃圾。

3.6.3 污染物排放情况

3.6.3.1 悬浮泥沙源强

本项目松桩施工过程会产生少量的悬浮泥沙，但由于松桩直径小，且插入深度较小，其施工过程仅会对表层沉积物造成扰动，产生的悬浮泥沙量可忽略不计；

本项目的悬浮泥沙主要产生于潮沟开挖取泥、栈道和临时施工栈桥施工过程中。

1、营造区外潮沟开挖悬浮泥沙源强

参考《港口建设项目环境影响评价规范》(JTS105-1-2011)中提出的公式进行估算。

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

式中：

Q ：施工作业悬浮物发生量 (t/h)；

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

R_0 ：发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比 (%)，宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%；

T ：挖泥船施工效率 (m³/h)；

W_0 ：悬浮物发生系数 (t/m³)，取 $38.0 \times 10^{-3} \text{t/m}^3$ ；

表 3.6.3-1 疏浚悬浮物粒径分布参考值

施工项目	R/%	R ₀ /%	W ₀ / (t/m ³)
疏浚	89.2	80.2	38.0×10^{-3}

红树林区域外侧取土区采用 1 艘 200m³/h 绞吸船进行施工，则施工源强计算为 2.35kg/s。

2、红树林区域潮沟开挖

本项目选用水陆两用挖掘机进行挖、填沟和造垄，规格为每台 1 方斗，每台 1m³ 抓斗每小时挖泥 30 斗，则每小时最多挖泥 300m³，根据 Mott MacDonald 1990 年对抓斗式挖泥船产生泥沙再悬浮系数的资料调研和试验结果，抓斗式挖泥船施工约为 1m³ 泥土产生 20kg 悬浮泥沙，参照该源强，本项目水陆两用挖掘机则每小时产生 1200kg 悬浮泥沙，施工源强约为 1.67kg/s，近似为移动连续源强。

3、栈道、平台等钻孔灌注桩施工悬浮泥沙源强

栈道、平台桩基施工扰动海底产生悬浮物，但时间短暂，影响范围局限在管桩附近，随着距离的增加，影响将逐渐减轻。对于桩基施工而导致的悬浮泥沙产生量采取以下公式进行测算：

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

其中

M: 单桩垢工量;

d: 桩基直径, 为 1.0mm;

h: 各区段海底覆盖层厚度, 31.2m;

ρ : 底质泥沙的湿容重, 可取 1665kg/m^3 ;

单桩泄漏进入水体环境的泄漏量按照单桩垢工量的 5%估算。

本工程钻孔灌注桩个数为 252 个, 桩基直径 1.0m, 每天工作按 10 小时计算, 根据以上公式计算得到悬浮物泄漏源强 0.057kg/s 。

4、临时施工平台钢管桩施工悬浮泥沙源强

临时施工平台钢管桩施工悬浮泥沙主要产生于钢管桩沉桩和钢管桩拔出的施工等过程。

(1) 钢管桩沉桩源强

钢管打入时产生的悬浮泥沙量采取如下公式进行计算:

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

其中

M: 单桩垢工量;

d: 桩基直径, 为 529mm;

h: 各区段海底覆盖层厚度, 6m;

ρ : 底质泥沙的湿容重, 可取 1665kg/m^3 ;

本工程每个桩基施工时间约为 1h, 每日施工 10h, 按起沙量 10%计算, 则入海泥沙源强为 0.06kg/s 。

(2) 拔桩源强

钢管桩在拔出过程中会扰动海底周边底泥, 使部分悬浮泥沙再次悬浮, 源强可参照下式进行计算:

$$Q = \pi \cdot d \cdot h_0 \cdot \Psi \cdot \rho / t$$

其中: Q: 悬浮泥沙发生量。

d: 钢管桩直径, 为 529mm;

h_0 : 钢管桩最大泥下深度约 6m。

Ψ : 钢管桩外壁附着泥层厚度, 取 0.01m。

ρ : 附着泥层容重, 为 1665kg/m³。

T: 平均拔桩时间约 1h。

则拔除桩基悬沙源强约 0.05kg/s。

综上, 本项目灌注桩+钢管桩同时施工时产生的悬沙源强为 0.15kg/s。

本项目在施工区域外围设置拦污帘, 经拦污帘拦截后, 悬浮物源强减少 50%, 则本项目悬浮泥沙源强产排情况如下表 3.6.3-2 所示。

表 3.6.3-2 本项目悬浮泥沙源强产排情况

源强类别	产生源强 (kg/s)	排放源强 (kg/s)	措施
红树林外取土	2.35	1.175	项目取土区和栈道施工外围设置拦污帘
红树林区域潮沟开挖	1.67	0.835	
栈道、平台等钻孔灌注桩施工	0.057	0.029	
临时栈桥钢管桩施工源强	0.06	0.03	
临时栈桥钢管桩拔桩源强	0.05	0.025	

3.6.3.2 水污染因素分析

1、陆域施工生活废水

施工期生活污水主要来自施工现场和施工船舶施工人员的生活污水, 主要因子为 COD、BOD₅、SS 和氨氮等。

根据初步设计, 施工过程陆域施工人数约 60 人, 施工人员租用附近民房, 生活用水定额参考广东省地方标准《用水定额第 3 部分: 生活》(DB44/T1461-2021) 中表 2-农村居民 III 区 130L/人·d 算, 污水产生系数按 85% 计, 施工工期为 15 个月, 则陆域施工人员生活污水产生量约 6.63m³/d (2983.5m³), 参照《给排水设计手册》(第五册) 中典型生活污水水质实例, 各污染物的产生浓度为: COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N 和 SS 等, 各污染物浓度分别为: COD_{Cr}400mg/L、BOD₅200mg/L、SS150mg/L、NH₃-N25mg/L, 总磷 8mg/L。施工生活污水依托现有三级化粪池处理后排入市政管网。

生活污水中 COD_{Cr}、氨氮、总氮和总磷的产生浓度参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(公告 2021 年第 24 号) 中《生活污染源产排污核算系数手册》表 1-1 五区的水污染物产生系数, 由于该手册中未明确 BOD₅、SS 的产生系数, 生活污水中 BOD₅、SS 的产生浓度参考《给排水设计手册》第五册《城

镇排水》表 4-1 典型生活污水水质示例的低浓度；参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，参照表 2 二区一类居民生活污水、生活垃圾产生和排放系数（化粪池）可算出各污染物去除效率：COD_{Cr} 去除率为 20%，BOD₅ 去除率为 21%，NH₃-N 去除率为 3%，SS 去除效率参照环境手册 2.1 常用污水处理设备及去除率中给定的 30%；参考《村镇生活污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-9），三级化粪池对总磷的去除效率为 20%。

本项目施工期陆域生活污水污染物产生情况见下表：

表 3.6.3-3 陆域施工人员生活污水产排污情况表

污水量	污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	SS	总磷
陆域施工人员 生活污水（2983.5t）	产生浓度 (mg/L)	400	200	25	150	8
	产生量 (t)	1.193	0.597	0.075	0.448	0.024
	处理效率	20%	21%	3%	30%	20%
	排放浓度 (mg/L)	320	158	24.25	105	6.4
	排放量 (t)	0.955	0.471	0.072	0.313	0.019

2、船舶施工生活废水

项目施工期船舶生活污水主要为海上作业人员产生的生活污水。根据施工期人力资源配置情况，高峰时海上作业施工人员数量约为 20 人。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶工作人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为 1700L/d，施工工期为 15 个月，则生活污水产生量为 765m³。

参照《给排水设计手册》（第五册）中典型生活污水水质实例，各污染物的产生浓度为：COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N 和 SS 等，各污染物浓度分别为：COD_{Cr}400mg/L、BOD₅200mg/L、SS150mg/L、NH₃-N25mg/L，总磷 8mg/L，则施工期间 COD_{Cr}、BOD₅、SS、NH₃-N 和总磷排放量分别约为 0.306t、0.153t、0.115t、0.019t 和 0.006t。海上生活污水收集在船载生活污水收集装置中，船舶靠岸后运至岸上，上岸交由船舶污染物接收单位统一处理。

表 4.1.3-2 船舶施工人员生活污水主要污染物产生情况表

污染物	标准值 (mg/L)	施工人数 (人)	产生量 (L/d)	污染物产生量 (kg/d)	污染物产生量 (t)
COD	400	20	1700	0.680	0.306
BOD ₅	200	20	1700	0.340	0.153
SS	150	20	1700	0.255	0.115
NH ₃ -N	25	20	1700	0.043	0.019

总磷	8	20	1700	0.014	0.006
----	---	----	------	-------	-------

3、船舶机舱油污水

工程施工期主要为海上作业，施工期间作业船舶为绞吸船、小型作业船等，施工时将产生少量的机舱含油污水，主要污染因子为石油类。

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，不同代表船型的污水发生量可采用内插法计算，船舶舱底油污水产生量见下表 3.6.3-4。经计算，施工期船舶含油污水产生量为 450t，石油类浓度约为 5000mg/L，则石油类污染物产生量为 2.25t。

施工船舶含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，经收集上岸后应交由有资质的单位处理。

表 3.6.3-4 船舶舱底油污水水量

船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)	船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)
500	0.14	3000-7000	0.81-1.96
500-1000	0.14-0.27	7000-15000	1.96-4.20
1000-3000	0.27-0.81	15000-25000	4.20-7.00

表 3.6.3-5 船舶油污水产生量

工程内容	船舶类型	吨级	数量 (艘)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)	用船时间 (天)	油污水产生总量 (t)
红树林营造	绞吸船	500	1	0.14	450	63
	小型作业船	<500	2	0.14	450	126
	交通船	<500	1	0.14	450	63
油污水产生总量 (t)						252
石油类污染物产生量 (t)						1.26

4、施工机械冲洗废水

项目施工期需对施工机械及车辆冲洗，冲洗过程会产生冲洗废水。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。冲洗产生的废水由洗车场负责处理后排放，基本不会对项目及周边海域海水水质、沉积物造成影响。

3.6.3.3 废气

1、施工机械、运输车辆、施工船舶尾气

施工机械、运输车辆、施工船舶等主要以柴油、汽油为燃料，施工过程中会产生一定量的尾气，主要污染物为 NO_x、SO_x、颗粒物、CO 等。本项目位于沿海区域，大气扩散条件良好，施工船舶、运输车辆和施工机械缠身的尾气为间歇性排放，为无组织排放，对周围大气环境影响时暂时的，随着施工结束而逐渐消失。

3.6.3.4 噪声

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。主要噪声源是施工机械，本工程施工机械设备主要有振动锤、打桩船、挖掘机等，噪声一般都在 85~95dB 之间。

表 3.6.3-6 主要施工机械噪声源

序号	设备名称	数量	距离 (m)	源强 (dB)
1	水陆两用挖掘机	10 艘	1	90~95
2	绞吸船	1 艘	1	90~95
3	小型作业船	2 艘	1	85~90
4	小汽艇	1 艘	1	85~90
5	橡皮筏	1 艘	1	85~90
6	运桩船	1 艘	1	85~90

7	履带吊	1台	1	85~90
8	汽车吊	1台	1	85~90
9	振动锤	1台	1	90~95
10	电焊机	4台	1	85~90
11	发电机	1台	1	85~90
12	气割设备	2台	1	90~95
13	旋挖钻机	1台	1	90~95

3.6.3.5 固废

1、生活垃圾

本项目施工期间陆域施工人员高峰期人数约 60 人，其生活垃圾按 1.5kg/d 人，施工工期为 15 个月统计，则施工人员生活垃圾产生量约为 40.5t，统一进行集中回收，由环卫部门统一运走清运。

船舶施工人员约 20 人，其生活垃圾按 1.5kg/d 人，则施工人员生活垃圾产生量约为 13.5t，船舶生活垃圾统一收集，送至陆上环卫部门统一处理。

2、施工废弃物及建筑垃圾

项目施工过程前对需工程海域的滩面进行全面排查与清理，清理产生的废弃物包括垃圾、废弃渔具等。该部分垃圾均由施工单位收集上岸，交由当地环卫部门处理。

施工期间还会产生一部分建筑垃圾，如原基结构拆除、建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等，均可以回收综合利用。

3、灌注桩钻渣

本项目栈道工程采用灌注桩，灌注桩施工过程中会产生一定的钻渣，产生量约为 3146.7m³，钻渣统一回收至岸上，交接收单位进行处理。

4、含油废物

本项目施工期检修油污主要来源于施工船舶检修和施工机械检修。本项目建设工程规模较小，施工期投入的施工船舶和机械数量较少，检修产生的油污量也较少。参考类似工程，本项目施工期检修油污量按 2kg/d 估算，则本项目主体工期检修油污产生量为 0.9t。

本项目施工期检修产生的油污集中收集，收集后交由有资质的单位处理，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关要求。

3.6.4运营期期污染物排放状况

本项目竣工后需对种植的所有苗木养护3年,满3年后苗木成活率要在70%以上。种植后要定时检查成活率,新种植的红树林每年要定期抚育,抚育措施包括固定、扶正、补植,有害生物防治。红树林固定、扶正、补植期间会产生少量悬浮泥沙,产生量极小,对海洋环境影响不大。养护期可能发生病死、坏死植株,全部收集后交有能力单位处理。

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,运营期可能发生病死、坏死植株。海漂垃圾统一收集交由环卫部门处置,病死坏死植株全部收集后交有能力单位处理。

管护期内,维护作业可能产生少量人工清除的塑料袋、泡沫等海洋垃圾等,但产生量极小,对海洋环境影响不大。

3.7 工程各阶段生态环境影响分析

3.7.1施工期非污染影响分析

3.7.1.1 海洋水文动力影响

本工程主要施工内容包括红树林营造及栈道工程,不会对海域的地形产生明显影响,对局部水动力条件影响较小。

3.7.1.2 海域生态影响

1、对底栖生物的影响

本项目取泥、滩涂改造、栈道工程等施工将改变原有的海底底质环境,除少数游泳能力强的生物如底栖鱼类等,在施工期间由于受到施工干扰将逃离外,项目取泥区、滩涂改造区、桩基范围内的大部分底栖生物种类将被掩埋、覆盖,绝大多数死亡,从而造成底栖生物损失。

2、对海洋生态的影响

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

3、对海洋生态的影响

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

3.7.1.3 对鸟类的影响

项目施工期间对鸟类的影响主要来自：一方面施工噪声、光照对鸟类的直接影响，包括海上船舶通航、风机安装时的施工噪声、灯光污染对海面上觅食、迁飞鸟类的影响，以及施工主基地机械活动对近岸栖息鸟类的影响；另一方面是施工悬浮沙导致游泳生物资源量的减小和栖息场所的改变，间接引起的鸟类觅食活动范围的变化。

3.7.1.4 对现有红树林生态环境的影响

施工期产生的生活污水、船舶含油污水以及固体废物等若不得到合理处置，将会对附近红树林生态环境产生一定影响。此外，施工噪声也将对在红树林栖息觅食的鸟类产生一定的影响。因此，项目施工期间必须严格落实报告中提出的污染防治措施，将项目施工过程中产生的污染物对生态环境的影响降至最低。

3.7.1.5 对通航环境的影响

本项目无需占用现状或规划航道，本项目取泥区和工程区均已避开了渔船进出航行通道，但本项目施工过程需投入一定的作业船舶，不可避免的会增加所在海域的通航密度，从而对所在海域的渔船通航环境产生一定的影响。

3.7.1.6 对防洪的影响

本工程的建设与现有规划没有冲突，与现有防洪标准要求相符，对河道行洪安全、河势稳定性、岸坡稳定性影响较小，不影响防汛抢险道路的使用，对第三人合法水事权益基本没有影响。

3.7.2 运营期非污染影响分析

本工程主要工程内容包括红树林生态修复工程和鸟类栖息地营造工程，通过对宜林滩涂进行人工围挡种植红树，红树林的种植改善了现有红树林的生态环境，为鸟类提供更多的栖息觅食空间，建成后可提升所在海域的海洋生态环境，对海洋生态环境的影响属于正面影响。

3.8 与相关规划和政策的符合性分析

3.8.1 与国家产业政策符合性分析

3.8.1.1 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”中“第四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2.海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，不属于淘汰类和限制类，因此本项目符合国家产业结构政策要求。

3.8.1.2 《市场准入负面清单（2025 年版）》

根据《市场准入负面清单（2025 年版）》，本项目属于海洋生态修复工程，不属于禁止准入事项，本项目符合《市场准入负面清单（2025 年版）》要求。

3.8.2 与国土空间规划符合性分析

3.8.2.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

通过本项目与海洋空间功能布局图叠加分析，本项目位于海洋开发利用空间，本项目为红树林湿地生态修复工程，拟营造红树林 227.50 公顷，

为不同的物种提供多样化的生境，并提高沿岸防洪纳潮能力，符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的要求。

3.8.2.2 与《江门市国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

本项目为红树林湿地生态修复工程，通过在江门市滨海新区新六围滩涂营造 227.50 亩红树林，能够有效扩大红树林的分布范围，增加红树林的面积和种类，提升滨海湿地的生态功能，对于维系“三山两江一海湾”的国土空间保护格局，完善江门南部海洋生态保护链，以及落实“优化用林用海管控”中关于红树林保护与发展的要求具有重要意义，与《江门市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中提升自然资源保护利用水平、构建高质量发展空间新格局的相关目标相符。

3.8.2.3 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》符合性分析

本项目位于《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中重要海湾生态系统保护修复的镇海湾—广海湾—银湖湾生态系统保护修复。项目为生态修复工程，其建设内容为在现有红树林分布区外围潮间带滩涂新营造红树林 227.50 公顷，红树林种植区比例不少于 60%。通过红树林植被营造形成适合多种水鸟栖息生活的多样化滨海生态栖息地，保证水系联通及水鸟等生物觅食需求，增加滩涂

生物多样性，同时搭配湿地科研监测栈道（984.00m）和科研观测亭（2个）的建设可作为红树林湿地生物多样性的监测、科普宣教场地。因此，本项目符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》中针对镇海湾—广海湾—银湖湾区域所提出的生物多样性保护修复相关要求。

3.8.3与《广东省近岸海域环境功能区划》符合性分析

根据广东省近岸海域环境功能区划，本项目选址于金星农场至腰古岸段，所在功能区为黄茅海海水养殖功能区。该功能区全长约32公里，主导功能为养殖用海，执行《海水水质标准（GB3097-1997）》第二类海水水质标准。工程用海期间，仅施工期有短暂的施工悬沙入海，营运期主要为红树林修复后的管理、管护工作和监视监测，基本不会对海域造成影响，能够满足该功能区的管控要求。因此，本项目的选址及实施内容与《广东省近岸海域环境功能区划》是相符的。

3.8.4与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

根据《广东省海岸带及海洋空间规划》的规划成果，本项目所属功能区为“银湖湾游憩用海区”，属海洋发展区-游憩用海区。从空间准入来看，本项目是海洋保护修复及海岸防护工程，属于管控要求中可兼容的用海类型，与空间准入要求相符；在利用方式上，项目为非透水构筑物用海，不会改变海域自然属性，符合“允许适度改变海域自然属性”的管控要求；在保护要求上，项目为红树林营造工程，不涉及岸线占用，施工产生的污水和垃圾均得到规范处理，能满足环境保护要求；在其他要求上，红树林的消波减浪作用可有效防范复合型灾害风险，且项目不涉及占用严格保护岸线，符合相关要求。

综上，本项目建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》所在海洋功能分区的管控与准入要求。

表 3.8.4-1 项目所在功能分区管控要求

管控要求		符合性分析	是否符合
空间准入	1.允许风景旅游、文体休闲娱乐用海； 2.可兼容海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程、科研教育用海等； 3.在未开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海；	1、项目未涉及风景旅游、文体休闲娱乐用海。 2、项目为海洋保护修复项目，红树林营造工程为海岸防护工程用海，科研栈道建设属科研教育用海，为兼容的用海类型。 3、项目未涉及开放式养殖等增养殖用海。	符合

	4.保障江门市深江经济合作区的用海需求。	4、项目为生态修复项目，不会对江门市深江经济合作区用海产生不利影响。	
利用方式	允许适度改变海域自然属性。	项目为生态修复工程，建设内容包含在潮间带滩涂新营造红树林，搭配建设湿地科研监测栈道和科研观测亭。营造红树林过程中，会对潮间带滩涂的原有自然状态（如底质、植被分布等）进行改变，构建适合水鸟栖息、增加生物多样性的生态环境；建设科研设施也会占用一定海域空间，对海域自然属性产生调整。但这种改变是基于生态修复与科研监测的公益目的，旨在提升海域生态功能与科研价值，属于在合理、必要范围内的适度改变，契合“允许适度改变海域自然属性”的管控要求。	符合
保护要求	<p>1.维护重要自然景观和人文景观的完整性和原生性，严格控制占用海岸线、沙滩和沿海防护林；因地制宜建设旅游区污水、垃圾处理处置设施，禁止直接排海，必须实现达标排放和科学放置；</p> <p>2.切实保护严格保护岸线；</p> <p>3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；</p> <p>4.保护红树林、盐沼及其生境。</p>	<p>1、项目未占用海岸线、沙滩和沿海防护林，未涉及旅游区污水、垃圾处理设施，项目为红树林营造工程，项目简称后与周边红树林连成一片，有利于维护自然景观的完整性</p> <p>2、项目不涉及占用岸线。</p> <p>3、在潮间带滩涂营造红树林，以生态修复为目标，利于维持潮间带自然特征、生态功能。</p> <p>4、项目核心是营造红树林，有利于保护并拓展红树林生境。</p>	符合
其他要求	<p>1.防范极端海平面事件引发的咸潮和滨海城市洪涝等复合型灾害风险；</p> <p>2.支持国家重大项目占用岸线，项目依法批准建设后形成的人工岸线可按照优化利用岸线进行管理。</p>	<p>1、红树林营造可增强滨海生态系统抵御海洋灾害能力，符合防范要求</p> <p>2、项目未涉及国家重大项目占用岸线及人工岸线管理。</p>	符合

3.8.5与“三区三线”生态保护红线的符合性分析

根据自然资源部 2022 年 10 月 14 日发布《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），广东省已正式启用“三区三线”划定成果，作为建设项目用地用海项目报批的依据。根据“三区三线”划定成果，本项目用海不涉及城镇开发边界、永久基本农田和生态保护红线，项目属于海洋生态系统修复项目，核心内容为红树林种植。距离项目最近的海洋生态红线区为项目西侧的江门市新会区红树林，最近距离为 11m，项目施工作业引起的悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内，对西北侧的红树林生态保护红线区域悬浮泥沙增量产生影响较

小，且远离项目周边其它海洋生态红线区，不会对这些区域的生态环境造成实质性干扰；在施工期及营运期，项目对生产废水、生活污水、船舶含油污水及固体废弃物等采取严格的收集、处理和处置措施，确保不直接排放入海，项目建设对周边海洋生态红线区影响很小。红树林修复种植后有利于净化海水水质、防浪固岸、缓解海洋沉积物环境及为海洋生物提供良好的生境，基本不会对红线区海洋环境质量产生影响。因此，项目建设符合《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》中“三区三线”划定成果。

3.8.6与“三线一单”符合性分析

3.8.6.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

1、生态保护红线

本项目用海不涉及城镇开发边界、永久基本农田和生态保护红线，项目属于海洋生态系统修复项目，一方面开展红树林营造修复，另一方面建设科研监测道，可助力相关海域生态环境保护修复，提升海洋防灾减灾能力，恢复原有生态功能。距离项目最近的海洋生态红线区为项目西北侧的江门市新会区红树林，本项目施工期产生的悬浮物扩散会对周边海域水质环境产生一定影响，但这种影响是暂时的、可逆的，随着施工结束，工程海域海洋环境质量将逐渐恢复原状，施工结束后不会对周边的生态红线的海洋环境造成影响。

因此，本项目建设符合生态保护红线要求。

2、环境质量底线

本项目为红树林保护和修复，属于生态修复项目，对海域影响较小，基本不增加海域污染物浓度，且有利于环境修复，项目建设不会大幅增加所在区域的环境负担。

项目施工期大气污染物主要为施工机械的废气及车辆尾气，运营期不产生大气污染物。施工期排放的废气属于移动源产生的污染物无组织排放，排放强度低，经稀释扩散后，对大气环境影响程度小，不会降低现状空气质量水平，项目建设可满足空气质量底线。施工期的生活污水纳入当地生活污水一同处理，不随便排放；施工船舶含油污水禁止直接向沿海海域排放含油污染物，经收集上岸后应交由有资质的单位处理，严禁排海，不会对水环境质量造成恶化，符合水环境质量底线。

项目占用海域，不占陆域，不会对土壤环境造成影响。项目建设对生态环境状况指数影响很小，满足生态的环境质量底线。

项目营运过程中，做好过程控制及监测，故本项目建设符合环境质量底线的要求。

3、资源利用上限

本项目属于海洋生态修复工程，不属于高耗能、高排放建设项目。项目建设使用资源主要为施工人员生活用水，施工工艺用水，运营期主要是工作人员生活用水，洒水降尘用水、车辆燃油，其项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

本项目建设不涉及占用海岸线资源，项目建成后不影响江门市自然岸线保有率管控目标，对自然岸线保有率基本无影响。

4、生态环境准入清单

(1) 海域管控单元

根据广东省生态环境分区管控信息平台查询到的信息，本项目选址的海域管控单元位于“HY44070020001-银湖湾旅游休闲娱乐区”，其管控要求和符合性分析如表 3.8.6-1 所示。

表 3.8.6-1 项目与海域管控单元的符合性分析

类别	管控要求	符合性分析
区域布局管控	1-1 发展海洋生态和海洋文化旅游，支持海洋综合旅游区、高端滨海旅游项目、新兴旅游项目建设，鼓励支持发展游艇旅游	1-1 本项目为红树林生态修复，通过营造红树林改善海洋生态环境，与发展海洋生态旅游的方向契合，利于为海洋生态旅游筑牢生态本底，符合区域布局中生态旅游相关导向。
能源资源利用	2-1 节约集约用海，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能； 2-2 旅游休闲娱乐区要按照严格保护、合理开发、高端发展、永续利用的原则，科学有序开发海岸线、历史人文等重要旅游资源	2-1 项目利用潮间带滩涂营造红树林，属于对海域空间资源的生态化利用，契合节约集约用海、优化空间布局要求； 2-2 以生态修复方式保护海岸带生态资源，与“严格保护、合理开发”等原则一致，符合能源资源利用管控逻辑。
污染物排放管控	3-1 滨海旅游休闲娱乐区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域；禁止兼容农渔业、科学实验、海底管线等用海	3-1 项目为生态修复工程，不涉及污水、生活垃圾排放，也无农渔业、科学实验等兼容用海行为，完全符合污染物排放管控要求。
环境风险防控	/	项目属于生态修复工程，无新增环境风险源。

(2) 陆域管控单元

本项目选址的陆域管控单元位于“ZH44070520004-新会区重点管控单元1”，

其管控要求和符合性分析如表 3.8.6-2 所示。

表 3.8.6-2 项目与陆域管控单元的符合性分析表

管控维度	管控要求	相符性分析
区域布局管控	<p>1-1.【产业/鼓励引导类】主要布局高端装备制造、新一代电子信息产业，兼顾精细化工材料、新能源整车及电池、轨道交通装备、生物医药与健康产业发展。</p> <p>1-2.【产业/鼓励引导类】重点打造以临港先进制造业、海洋新兴产业、现代服务业和生态农渔业为主导的产业体系。</p> <p>1-3.【生态/禁止类】该单元生态保护红线内自然保护区核心保护区外，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。法律法规规定允许的有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目，按照有关规定办理用地用海用岛审批。</p> <p>1-4.【生态/禁止类】生态保护红线外的一般生态空间，主导生态功能为水土保持和水源涵养。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动；开展石漠化区域和小流域综合治理，恢复和重建退化植被；严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被，限制或禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒；继续加强生态保护与恢复，恢复与重建水源涵养区森林、湿地等生态系统，提高生态系统的水源涵养能力；坚持自然恢复为主，严格限制在水源涵养区大规模人工造林。</p> <p>1-5.【生态/综合类】单元内广东圭峰山国家森林公园按《国家级自然公园管理办法（试行）》规定执行。</p> <p>1-6.【生态/综合类】单元内江门新会南坦葵林地方级湿地自然公园按照《湿地保护管理规定》《广东省湿地公园管理办法》及其他相关法律法规实施管理；广东新会小鸟天堂国家湿地自然公园按照《国家级自然公园管理办法（试行）》《湿地保护管理规定》及其他相关法律法规实施管理。</p> <p>1-7.【水/禁止类】单元内饮用水水源保护区涉及马山水库、柑坑水库饮用水水源保护区一级、二级保护区，东方红水库、万亩水库二级保护区。禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建</p>	<p>1-1 项目为红树林生态修复工程，不涉及高端装备制造等所列产业相关建设、发展内容。</p> <p>1-2 项目属于生态修复范畴，未涉及临港先进制造业等产业打造相关活动。</p> <p>1-3 项目是红树林生态修复，未占用生态红线，未进行开发性、生产性建设活动。</p> <p>1-4 项目在潮间带滩涂营造红树林，属于生态保护红线外一般生态空间的生态修复，未在危险区从事取土等活动，利于恢复湿地生态、提升水源涵养相关生态功能，符合管控要求。</p> <p>1-5 项目未涉及广东圭峰山国家森林公园相关活动，不影响其按规定执行，符合管控要求</p> <p>1-6 项目未涉及上述湿地自然公园的开发、建设等活动，不影响其按规定管理，符合管控要求。</p> <p>1-7 项目为红树林生态修复，不涉及在饮用水水源保护区内新建等建设活动，不影响水源保护，符合管控要求。</p> <p>1-8 项目是生态修复工程，不涉及排放大气污染物的工业项目新建、扩建，符合管控要求。</p> <p>1-9 项目不涉及储油库、有毒有害大气污染物排放等项目建设。</p> <p>1-10 项目为生态修复工程，不涉及重点行业建设项目及重金属污染物排。</p> <p>1-11 项目是红树林生态修复，不涉及畜禽养殖业。</p> <p>1-12 项目为红树林生态修复，不涉及城镇建设占用河道滩地，生态修复利于岸线生态功能。</p>

	<p>与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。</p> <p>1-8.【大气/禁止类】大气环境优先保护区，环境空气质量一类功能区实施严格保护，禁止新建、扩建排放大气污染物工业项目（国家和省规定不纳入环评管理的项目除外）。</p> <p>1-9.【大气/限制类】大气环境受体敏感重点管控区内，禁止新建储油库项目，严格限制产生和排放有毒有害大气污染物的建设项目以及生产、使用高 VOCs 原辅材料的溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等项目，涉及 VOCs 无组织排放的企业执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）等标准要求，鼓励现有该类项目搬迁退出。</p> <p>1-10.【土壤/限制类】新、改、扩建重点行业建设项目必须遵循重点重金属污染物排放“等量替代”原则。</p> <p>1-11.【水/禁止类】畜禽禁养区内不得从事畜禽养殖业。</p> <p>1-12.【岸线/禁止类】城镇建设和发展不得占用河道滩地。河道岸线的利用和建设，应当服从河道整治规划和航道整治规划。</p>	
能源资源利用	<p>2-1.【能源/鼓励引导类】科学实施能源消费总量和强度“双控”，新上“两高”项目能效水平达到国内先进水平，“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长。</p> <p>2-2.【能源/鼓励引导类】逐步淘汰集中供热管网覆盖区域内的分散供热锅炉。</p> <p>2-3.【能源/禁止类】在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的高污染燃料设施应当改用天然气、页岩气、液化石油气、电等清洁能源。</p> <p>2-4.【水资源/综合类】贯彻落实“节水优先”方针，实行最严格水资源管理制度。</p> <p>2-5.【土地资源/综合类】盘活存量建设用地，落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求，提高土地利用效率。</p>	<p>2-1 项目为红树林生态修复工程，不属于“两高”项目，不涉及煤炭消费增长问题，不会对能源消费总量和强度“双控”产生负面影响，符合管控要求。</p> <p>2-2 项目不涉及分散供热锅炉的使用及淘汰事宜，无相关冲突内容，符合管控要求。</p> <p>2-3 项目为生态修复工程，不涉及燃料销售、燃用以及相关设施建设，不存在违反禁燃区规定情况，符合管控要求。</p> <p>2-4 项目主要是红树林营造及科研设施建设，不涉及大规模用水行为，且在建设及运营中可遵循节水要求，符合最严格水资源管理制度相关精神，符合管控要求。</p> <p>2-5 项目利用潮间带滩涂营造红树林，不涉及存量建设用地盘活</p>

		及相关土地指标内容,不冲突该管控要求,符合管控要求
污染物排放管控	<p>3-1.【大气/限制类】大气环境受体敏感重点管控区内,城市建成区建设项目的施工现场出入口应当安装监控车辆出场冲洗情况及车辆车牌号码视频监控设备;合理安排作业时间,适时增加作业频次,提高作业质量,降低道路扬尘污染。</p> <p>3-2.【大气/限制类】纺织印染行业应重点加强印染和染整精加工工序 VOCs 排放控制,加强定型机废气、印花废气治理。</p> <p>3-3.【大气/限制类】涂料行业重点推广水性涂料、粉末涂料、高固体分涂料、辐射固化涂料等绿色产品。</p> <p>3-4.【大气/限制类】大气环境高排放重点管控区内,强化区域内制漆、材料、皮革、纺织企业 VOCs 排放达标监管,引导工业项目聚集发展。</p> <p>3-5.【大气/限制类】大气环境高排放重点管控区,强化火电企业达标监管,新上“两高”项目能效水平要达到国内先进水平,除国家规划布局的煤电项目外,涉及煤炭消费的新建“两高”项目实行煤炭消费减量替代且规模需来自省内。</p> <p>3-6.【大气/限制类】大气环境布局敏感重点管控区:严格限制新建使用高 VOCs 原辅材料项目,大力推进低 VOCs 含量原辅材料替代,全面加强无组织排放控制,实施 VOCs 重点企业分级管控。</p> <p>3-7.【水/限制类】单元内新建、改建、扩建制革行业建设项目实行主要污染物排放等量或减量替代。制革行业应实施铬减量化改造,有效降低污水中重金属浓度。</p> <p>3-8.【水/综合类】推行制革等重点涉水行业企业废水厂区输送明管化,实行水质和视频双监管,加强企业雨污分流、清污分流。</p> <p>3-9.【水/限制类】现有造纸企业要采取其他低污染制浆技术;基地新、改、扩建造纸项目应实行主要污染物排放等量或倍量替代。</p> <p>3-10.【水/综合类】其他区域印染行业应实施低排水染整工艺改造,鼓励纺织印</p>	<p>3-1 本项目为红树林生态修复工程,并非城市建成区建设项目,不存在施工现场及道路扬尘污染产生环节。</p> <p>3-2 项目建设内容是红树林营造与科研监测设施搭建,不涉及纺织印染行业生产活动,不存在印染、染整工序及定型机、印花废气排放。</p> <p>3-3 项目不涉及涂料生产、使用环节,未开展涂料行业相关业务。</p> <p>3-4 项目属于生态修复范畴,不涉及制漆、材料、皮革、纺织等工业企业生产,不存在 VOCs 排放,无需接受此类工业企业 VOCs 排放监管,也不涉及工业项目聚集发展相关内容。</p> <p>3-5 项目不是火电企业,也不属于“两高”项目,不涉及煤炭消费及相关项目建设,与火电企业监管、“两高”项目能效及煤炭消费管控要求无交集。</p> <p>3-6 项目无新建使用高 VOCs 原辅材料项目的行为,不涉及原辅材料替代、无组织排放控制及 VOCs 重点企业分级管控相关工作,不触碰该管控限制。</p> <p>3-7 项目聚焦红树林生态修复,不涉及制革行业项目建设,不存在制革行业生产废水排放及重金属浓度控制需求。</p> <p>3-8 项目不涉及制革等重点涉水行业,没有企业废水输送、水质监管及雨污分流等需求。</p> <p>3-9 项目与造纸行业无关,不涉及造纸企业生产工艺改造及造纸项目建设</p> <p>3-10 项目不涉及印染、纺织等高耗水行业,不存在染整工艺、废水处理回用及清洁生产审核等需求。</p> <p>3-11 项目是红树林生态修复,施工及运营过程中不会产生并</p>

	<p>染等高耗水行业实施绿色化升级改造和废水深度处理回用，依法全面推行清洁生产审核。</p> <p>3-11.【土壤/禁止类】禁止向农用地排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。</p>	<p>向农用地排放重金属超标污水、污泥等物质，严格遵守土壤污染防治禁止性规定。</p>
环境风险防控	<p>4-1.【风险/综合类】企业事业单位应当按照国家有关规定制定突发环境事件应急预案，报生态环境主管部门和有关部门备案。在发生或者可能发生突发环境事件时，企业事业单位应当立即采取措施处理，及时通报可能受到危害的单位和居民，并向生态环境主管部门和有关部门报告。</p> <p>4-2.【土壤/限制类】土地用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地时，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查。重度污染农用地转为城镇建设用地的，由所在地县级人民政府负责组织开展调查评估。</p> <p>4-3.【土壤/综合类】重点监管企业应在有土壤风险位置设置防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，依法开展自行监测、隐患排查和周边监测。</p>	<p>4-1 项目实施单位可按照国家有关规定制定突发环境事件应急预案并备案，若发生或可能发生突发环境事件，能及时采取处理措施、通报相关单位和居民并报告有关部门，符合 4-1 关于突发环境事件应急的管控要求；</p> <p>4-2 项目不涉及土地用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地，也不涉及重度污染农用地转为城镇建设用地，与 4-2 的土壤污染状况调查要求不相关；</p> <p>4-3 项目不属于重点监管企业，无需在有土壤风险位置设置防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，也不涉及自行监测、隐患排查和周边监测等事宜，与 4-3 的管控要求不冲突。</p>

3.8.6.2 与《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》的符合性分析

根据《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》，本项目所在区域环境管控单元名称为“新会区重点管控单元 1”（编号 ZH44070520004），属于重点管控单元，其生态环境管控要求及符合性分析具体如表 3.8.6-2 所示。

3.8.7 与相关规划符合性分析

3.8.7.1 与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

本项目位于粤港澳大湾区生物多样性保护重点工程区，其建设内容为在现有红树林分布区外围潮间带滩涂新营造红树林 227.50 公顷，红树林种植区比例不少于 60%。通过红树林植被营造形成适合多种水鸟栖息生活的多样化滨海生态栖息地，保证水系联通及水鸟等生物觅食需求，增加滩涂生物多样性，同时搭配湿地科研监测栈道（984.00m）和科研观测亭（2 个）的建设可作为红树林湿地生物多样性的监测、科普宣教场地。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）》的要求。

3.8.7.2 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

本项目通过对红树林进行修复和种植，能够对当地海域的自然生态环境起到积极的改善作用，有效修复海洋生态系统和近岸海域环境，同时优化滨海城市环境，进而实现集经济、社会、生态、海岸防护等多重效益于一体的综合整治效果。项目的实施内容与规划中提出的修复海洋生态系统的相关要求高度契合，由此可见，本项目完全符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》。

3.8.7.3 与《广东省“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

本项目为红树林修复营造工程，通过扩大红树林分布面积、提升群落质量，充分发挥红树林对陆源污染物的吸附、降解作用，有效消减入海污染物总量，助力近岸海域水质改善；同时，红树林植被的稳定生长能够增强海岸带生态系统的完整性，对自然岸线形成天然保护屏障，推动大陆自然岸线保有率达标从环境影响来看，项目施工过程中产生的悬浮物对海水水质的影响具有短期性、暂时性，将随施工结束而消退；运营期产生的少量生活污水经专业机构规范处理后，亦不会对周边海洋环境造成明显不良影响。因此，本项目符合《广东省“十四五”海洋生态环境保护规划》的目标。

3.8.7.4 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》符合性分析

本项目建设内容与规划要求高度契合：一方面，新营造红树林 227.50 公顷，直接响应规划中“重点保护红树林生态系统”“推进海洋生物资源恢复”的核心目标，属于规划明确支持的红树林生态修复范畴，为广东省红树林种植总目标的实现提供实质性支撑；另一方面，配套建设的科研监测栈道及观测亭，可强化红树林湿地生物多样性监测与科普宣教，助力构建沿海生物多样性保护网络，与规划中“保护野生动物栖息地、改善生存环境”的要求形成有效衔接。因此，本项目的建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的相关内容。

3.8.7.5 与《江门市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

本项目选址于江门市滨海新区新六围外滩区域（银湖湾），核心建设新营造红树林 227.50 公顷，并配套科研监测设施。项目直接落地于《规划》重点保护的银湖湾区域，通过新增红树林面积可提升当地红树林生态系统完整性与生态功能，优化海岸带格局及防护能力；配套监测设施还能支撑海域生态调查评估工作，与

《规划》中“加强银湖湾红树林保护”“推进海湾修复”等要求高度契合。因此，本项目符合《江门市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

3.8.7.6 与《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》符合性分析

本项目核心建设内容为在现有红树林分布区外围的潮间带滩涂区域，新营造红树林 227.50 公顷；同时配套建设 984.00 米长的湿地科研监测栈道及 2 座科研观测亭，为红树林湿地生物多样性监测、科普宣教工作提供专业场地支撑。因此，本项目完全符合《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》的相关要求。

3.8.7.7 与《江门市红树林湿地保护专项规划》符合性分析

本项目建设位置正处于江门市新会滨海新区的潮间带滩涂区域，新营造 227.50 公顷红树林，规模上有力响应规划中红树林面积扩增的要求，为打造红树林示范区添砖加瓦。配套建设的 984.00 米湿地科研监测栈道及 2 座科研观测亭，可定期对造林地块开展监测，及时掌握红树林生长状况，助力清除垃圾与互花米草，有效提升红树林造林成活率与保存率，与规划里加强科研监测、造林管护的任务高度一致。同时，专业场地也为开展科普宣教工作创造条件，利于提升公众对红树林湿地生态系统的认知与保护意识，契合规划中构建集多种功能于一体的红树林湿地生态系统的理念。因此，本项目完全符合《江门市红树林湿地保护专项规划》的相关要求。

4 区域自然环境现状

4.1.1 气候气象

4.1.1.1 气象

江门市属亚热带海洋性季风气候，冬、春季主要受大陆冷高压和偏北风天气系统影响，气候温和少雨，偶有低温阴雨；夏、秋季则受热带气旋、副热带高压及西南季风影响为主，高温多雨。

4.1.1.2 气温

根据新会气象站 2002~2021 年的统计资料，区域 7 月气温最高，达 29.1℃；1 月气温最低，为 14.7℃。近 20 年极端最高气温出现在 2004 年 7 月 1 日，达 38.3℃；极端最低气温出现在 2016 年 1 月 24 日，为 2.0℃。近 20 年该站气温无明显变化趋势，2016 年和 2019 年年平均气温最高，均为 24℃；2008 年年平均气温最低，为 22.2℃，且无明显周期规律。

表 4.1.1-1 新会气象站月平均气温统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
气温 (℃)	14.7	16.7	19.2	23	26.6	28.3	29.1	28.8	28	25.2	21.2	16.3

4.1.1.3 雾况

根据新会区气象站资料，区域的雾日很少，主要出现在冬、春季（12 月至翌年 4 月），夏季及秋季较少雾日。3 月份历年平均雾日为 4 天，最长达 11 天，雾以平流雾为主，也有锋面雾，雾日数的年际变化较大，年最多雾日数为 39 天（发生在 1969 年），年最少为 2 天（发生在 1973 年）。

4.1.1.4 相对湿度

根据新会区气象站资料，区域多年平均相对湿度在 71%-82.3%之间，但有干湿季之分，冬季为干季，夏季为湿季。与此相应，春夏季湿度较大，最大值多出现在 5、6 月，秋冬季湿度较小，最小值多出现在 12 月和 1 月。

4.1.1.5 风况

根据新会气象站 2002~2021 年的统计资料，区域内主要风向集中在 NNE、N、NE 和 SSE 四个方向，这四种风向合计占比 47.05%，其中以 NNE 为主导风向，占到全年 18.15%左右，N 风占比 11.4%，NE 风占比 10.95%，SSE 风占比约 6.55%。

表 4.1.1-2 新会区 2002~2021 年风向频率统计表

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
风频/%	11.4	18.15	10.95	5.2	4.25	4.1	5.2	6.55	6.6
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	最多风向
风频/%	3.9	3.8	5.2	5.25	1.9	1.7	3.1	3.7	NNE

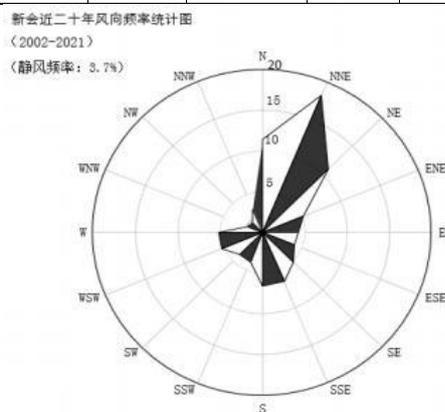


图 4.1.1-1 新会区近 20 年累年风向频率玫瑰图 (静风频率: 5.1%)

表 4.1.1-3 各月风向频率统计

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
一月	18.9	28.6	16.6	5.3	2.8	3.2	3.4	2.7	2.9	1.6	1.8	1.7	2.1	1.7	1.4	3.2	4.6
二月	13.7	21.3	12.2	5.3	4.8	4.4	5.7	7.7	6	4.2	2.6	2.6	2.5	1.7	1.3	3.1	5.1
三月	9.2	19.8	13.2	5.8	4	6.1	6.1	9	7.5	4.7	2.5	2.3	2.5	1.5	1.3	2.5	4.8
四月	6.3	12.4	9.2	5.5	5.8	5.4	8.3	11.8	10.6	5.6	4.7	4.2	4.1	2.2	1.5	1.9	4.9
五月	5.8	8.9	8.2	5.8	4.6	5.4	9	11.5	11.2	5.9	4.9	5.9	5.5	2	1.9	1.8	3.5
六月	2.5	5.2	5.3	4.7	4.3	4	5.8	9.7	12.8	7.5	9.2	12.7	9.7	2.7	2.4	1.6	4.8
七月	2.1	4.6	5.5	4.8	5	5.3	6	9.1	11.6	6.5	8	11.6	11.8	2.8	2.4	1.6	3.9
八月	4.9	8.1	7.3	4.8	4.7	4.4	5.9	5.4	6.6	4.3	5.9	12.7	14.4	4.2	2.5	2.4	4.5
九月	11.1	16.6	11.2	5.9	4.8	5	4	4.6	4.5	3	3.4	7.1	7.5	3.1	2.7	4.5	4.8
十月	18.4	26.7	14.6	5	3.2	2.9	3.2	3.2	3.1	2.3	2	2.4	3.7	2.2	2.1	5	4.4
十一月	20.2	31.5	13.9	4.1	2.8	2.8	3.1	3	2.5	1.8	1.9	2.1	2.4	1.6	1.7	4.5	4.1
十二月	21.6	35.6	15.7	3.8	3	1.9	2.1	1.9	1.8	1.2	1.5	1.5	1.8	1.4	1.3	4.6	3.6

4.1.1.6 降水

根据新会气象站 2002-2021 年的统计资料, 区域 6 月降水量最大, 达 333.6 毫米, 12 月降水量最小, 为 29.8 毫米。降水呈现显著季节差异, 夏季 (6-8 月) 降水集中且占比较大, 夏季累计降水量为 873.7 毫米, 占全年总降水量的比例约为 43.5%; 冬季 (12-2 月) 降水少, 冬季累计降水量为 113 毫米, 占全年总降水

量的比例约为 5.6%。近 20 年极端最大日降水出现在 2018-06-08, 达 265.6 毫米, 体现出短时强降水特点。

表 4.1.1-4 新会区 2002~2021 年月平均降雨量统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月均降水量 (mm)	45. 2	3 8	71. 3	130. 7	295. 8	333. 6	250. 4	289. 7	189. 5	95. 3	30. 6	29. 8

4.1.2 自然灾害

江门市附近海洋灾害主要为台风风暴潮灾害。珠江口沿岸受热带气旋影响较频繁, 根据 1949 年~2018 年期间的《台风年鉴》统计(以台风中心位置进入 21° N~23° N, 113° E~115.5° E 区域内, 热带气旋登陆或影响深圳沿岸海岛, 即赤湾、港口及香港天文台实测风速达 6 级为标准), 70 年间登陆或影响珠江口沿岸海岛的热带气旋共有 132 个, 年平均 1.9 个, 其中有 8 年有热带气旋登陆或影响本海域(分别是: 1965, 1977, 1982, 1985, 1989, 1994, 1998 和 2006 年); 年最多为 7 个, 发生于 1964 年; 每年 6~10 月份为热带气旋主要影响季节, 其中 8 月最多。热带气旋登陆前达到超强台风的有 9 个, 强台风 14 个, 台风 26 个, 强热带风暴 32 个, 热带风暴 35 个。

从季节分布来看, 热带气旋 8 月出现最多, 占 27%, 其次是 9 月占 22%, 严重危害珠江口沿岸海岛的热带气旋多数也发生在 8 月和 9 月。热带气旋最早出现在 1999 年 5 月 2 日, 是登陆广东惠东的 9902 号台风, 中文名“利奥”台风; 最晚出现在 1974 年 12 月 2 日, 在台山登陆的 7427 号强台风, 中文名“厄玛”(Irma) 台风。其中, 在珠江口沿岸海岛登陆的 7908 号台风导致珠江口沿岸海岛出现 45m/s 的风速, 是影响到珠江口沿岸海岛的六十年一遇的强台风。1 月至 3 月没有热带气旋影响珠江口沿岸海岛海域。

尽管珠江口沿岸海岛平均每 4 年就有 1 次受超强台风影响, 但从珠江口沿岸历史受灾情况来看, 只有热带气旋登陆珠江口沿岸或台风中心距离珠江口沿岸海岛 150km 的范围内, 热带气旋强度达台风级别时, 才能令珠江口沿岸海岛遭受到严重的台风风暴潮灾害, 如 7908 号台风路径从珠江口沿岸海岛口穿过。统计结果显示, 1949 年~2008 年近 60 年期间, 对珠江口沿岸海岛海域造成严重灾害性影响的热带气旋共发生 8 次, 平均 7.5 年发生一次。

4.1.3 水文动力

4.1.3.1 调查概况

本节引自《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重大平台建设项目水文测验专题报告》（珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2025年3月）的相关成果。珠江水利委员会珠江水利科学研究院于2024年7月26日~2024年7月30日（洪季-夏季）和2024年12月15日~2024年12月23日（枯季-冬季）进行调查，共布设3个潮位站，9个潮流站，潮流站同步开展悬沙、盐度、水温等要素的测量。具体水文测站坐标可查看表 4.1.3-1。

水文测量时间为：

洪季大潮：2024年7月26日（廿一）11:00~7月27日（廿二）12:00；（本计划于2024年7月21（十六）~22日（十七）开展洪季大潮测量，由于天气原因，海面风浪较大，考虑测量人员安全，将测量时间延后，为满足项目进度要求，选取当月的26~27日作为大潮测量时间。

洪季小潮：2024年7月29日（廿四）11:00~7月30日（廿五）12:00；

枯季大潮：2024年12月15日（十五）8:00~12月16日（十六）9:00；

枯季小潮：2024年12月22日（廿二）10:00~12月23日（廿三）11:00。

表 4.1.3-1 水文测站坐标

站点名称	东经	北纬	测量参数
V1			水深、流速流向、含沙量、温盐
V2			水深、流速流向、含沙量、温盐
V3			水深、流速流向、含沙量、温盐
V4			水深、流速流向、含沙量、温盐
V5			水深、流速流向、含沙量、温盐
V6			水深、流速流向、含沙量、温盐
V7			水深、流速流向、含沙量、温盐
V8			水深、流速流向、含沙量、温盐
V9			水深、流速流向、含沙量、温盐
黄冲			潮位
虎山			潮位
荷包岛			潮位

4.1.3.2 基准面关系

平面坐标系统采用 2000 国家大地坐标系；高程系统采用珠江基面。珠江基面与其他基面的换算关系如下图：

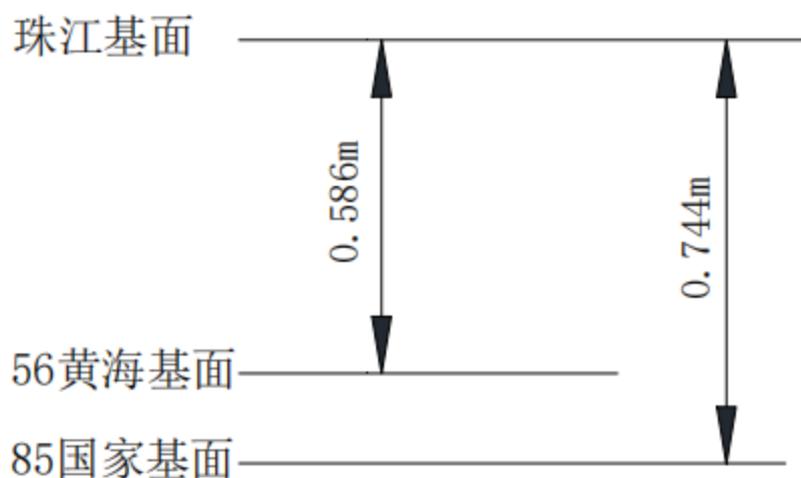


图 4.1.3-2 基面关系图

4.1.3.3 潮位特征

1、夏季（洪季）

(1) 大潮

洪季大潮期间，黄冲站最高潮位为 1.12m；最低潮位为-0.71m，潮差为 1.83m；虎山站最高潮位为 1.09m，最低潮位为-0.82m，潮差为 1.91m；荷包岛站最高潮位为 0.92m，最低潮位为-0.85m，潮差为 1.77m。

表 4.1.3-2 洪季大潮潮位特征统计表

潮别	黄冲	虎山	荷包岛
高高潮			
低低潮			
次高潮			
次低潮			
最大潮差			

(2) 小潮

洪季小潮期间，黄冲站最高潮位为 0.80m；最低潮位为-0.60m，潮差为 1.40m；虎山站最高潮位为 0.70m，最低潮位为-0.63m，潮差为 1.33m；荷包岛站最高潮位为 0.53m，最低潮位为-0.68m，潮差为 1.21m。

表 4.1.3-3 洪季小潮潮位特征统计表

潮别	黄冲	虎山	荷包岛
低低潮			
次高潮			
次低潮			
高高潮			
最大潮差			

2、冬季（枯季）

（1）大潮

枯季大潮期间，黄冲站最高潮位为 1.54m；最低潮位为-1.49m，潮差为 3.03m；虎山站最高潮位为 1.46m，最低潮位为-1.52m，潮差为 2.98m；荷包岛站最高潮位为 1.24m，最低潮位为-1.27m，潮差为 2.51m。

表 4.1.3-4 枯季大潮潮位特征统计表

潮别	黄冲	虎山	荷包岛
次高潮			
次低潮			
高高潮			
低低潮			
最大潮差			

（2）小潮

枯季小潮期间，黄冲站最高潮位为 0.82m；最低潮位为-1.01m，潮差为 1.83m；虎山站最高潮位为 0.78m，最低潮位为-0.87m，潮差为 1.66m；荷包岛站最高潮位为 0.58m，最低潮位为-0.69m，潮差为 1.27m。

表 4.1.3-5 枯季小潮潮位特征统计表

潮别	黄冲	虎山	荷包岛
低低潮			
次高潮			
次低潮			
高高潮			
最大潮差			

4.1.3.4 潮流、海流特征

1、夏季（洪季）

（1）大潮

洪季大潮期间：V1 测点涨潮平均流速为 0.40m/s，落潮平均流速为 0.42m/s，涨、落潮流速范围为-0.82~0.73m/s；V2 测点涨潮平均流速为 0.48m/s，落潮平均流速为 0.37m/s，涨、落潮流速范围为-0.83~0.62m/s；V3 测点涨潮平均流速为 0.29m/s，落潮平均流速为 0.47m/s，涨、落潮流速范围为-0.50~0.75m/s；V4 测点涨潮平均流速为 0.28m/s，落潮平均流速为 0.26m/s，涨、落潮流速范围为-0.50~0.45m/s；V5 测点涨潮平均流速为 0.28m/s，落潮平均流速为 0.38m/s，涨、落潮流速范围为-0.57~0.65m/s。V6 测点涨潮平均流速为 0.39m/s，落潮平均流速

为 0.29m/s, 涨、落潮流速范围为-0.63~0.51m/s。V7 测点涨潮平均流速为 0.32m/s, 落潮平均流速为 0.30m/s, 涨、落潮流速范围为-0.49~0.43m/s。V8 测点涨潮平均流速为 0.63m/s, 落潮平均流速为 0.48m/s, 涨、落潮流速范围为-0.93~0.80m/s。V9 测点涨潮平均流速为 0.26m/s, 落潮平均流速为 0.30m/s, 涨、落潮流速范围为-0.58~0.57m/s。

表 4.1.3-6 洪季大潮流速特征统计表

位置	落潮平均		涨潮平均		落急		涨急	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
V1								
V2								
V3								
V4								
V5								
V6								
V7								
V8								
V9								



图 4.1.3-1 洪季大潮流速玫瑰图

(2) 小潮

洪季小潮期间：V1 测点涨潮平均流速为 0.44m/s，落潮平均流速为 0.47m/s，

涨、落潮流速范围为-0.77~0.90m/s；V2 测点涨潮平均流速为 0.38m/s，落潮平均流速为 0.38m/s，涨、落潮流速范围为-0.69~0.77m/s；V3 测点涨潮平均流速为 0.06m/s，落潮平均流速为 0.43m/s，涨、落潮流速范围为-0.15~0.75m/s；V4 测点涨潮平均流速为 0.28m/s，落潮平均流速为 0.31m/s，涨、落潮流速范围为-0.49~0.72m/s；V5 测点涨潮平均流速为 0.30m/s，落潮平均流速为 0.36m/s，涨、落潮流速范围为-0.53~0.89m/s。V6 测点涨潮平均流速为 0.15m/s，落潮平均流速为 0.21m/s，涨、落潮流速范围为-0.33~0.49m/s。V7 测点涨潮平均流速为 0.14m/s，落潮平均流速为 0.17m/s，涨、落潮流速范围为-0.24~0.32m/s。V8 测点涨潮平均流速为 0.17m/s，落潮平均流速为 0.18m/s，涨、落潮流速范围为-0.37~0.59m/s。V9 测点涨潮平均流速为 0.13m/s，落潮平均流速为 0.25m/s，涨、落潮流速范围为-0.37~0.47m/s。

表 4.1.3-7 洪季小潮流速特征统计表

位置	落潮平均		涨潮平均		落急		涨急	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
V1								
V2								
V3								
V4								
V5								
V6								
V7								
V8								
V9								



图 4.1.3-2 洪季小潮流速玫瑰图

2、冬季（枯季）

（1）大潮

枯季大潮期间：V1 测点涨潮平均流速为 0.37m/s，落潮平均流速为 0.60m/s，涨、落潮流速范围为-0.81~1.00m/s；V2 测点涨潮平均流速为 0.32m/s，落潮平均流速为 0.54m/s，涨、落潮流速范围为-0.72~0.89m/s；V3 测点涨潮平均流速为 0.16m/s，落潮平均流速为 0.37m/s，涨、落潮流速范围为-0.42~0.66m/s；V4 测点涨潮平均流速为 0.19m/s，落潮平均流速为 0.21m/s，涨、落潮流速范围为-0.39~0.40m/s；V5 测点涨潮平均流速为 0.36m/s，落潮平均流速为 0.37m/s，涨、落潮流速范围为-0.77~0.72m/s。V6 测点涨潮平均流速为 0.17m/s，落潮平均流速为 0.36m/s，涨、落潮流速范围为-0.38~0.70m/s。V7 测点涨潮平均流速为 0.20m/s，落潮平均流速为 0.27m/s，涨、落潮流速范围为-0.37~0.42m/s。V8 测点涨潮平均流速为 0.28m/s，落潮平均流速为 0.31m/s，涨、落潮流速范围为-0.45~0.60m/s。V9 测点涨潮平均流速为 0.27m/s，落潮平均流速为 0.29m/s，涨、落潮流速范围为-0.52~0.57m/s。

表 4.1.3-8 枯季大潮流速特征统计表

位置	落潮平均		涨潮平均		落急		涨急	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
V1								
V2								
V3								
V4								
V5								
V6								
V7								
V8								
V9								

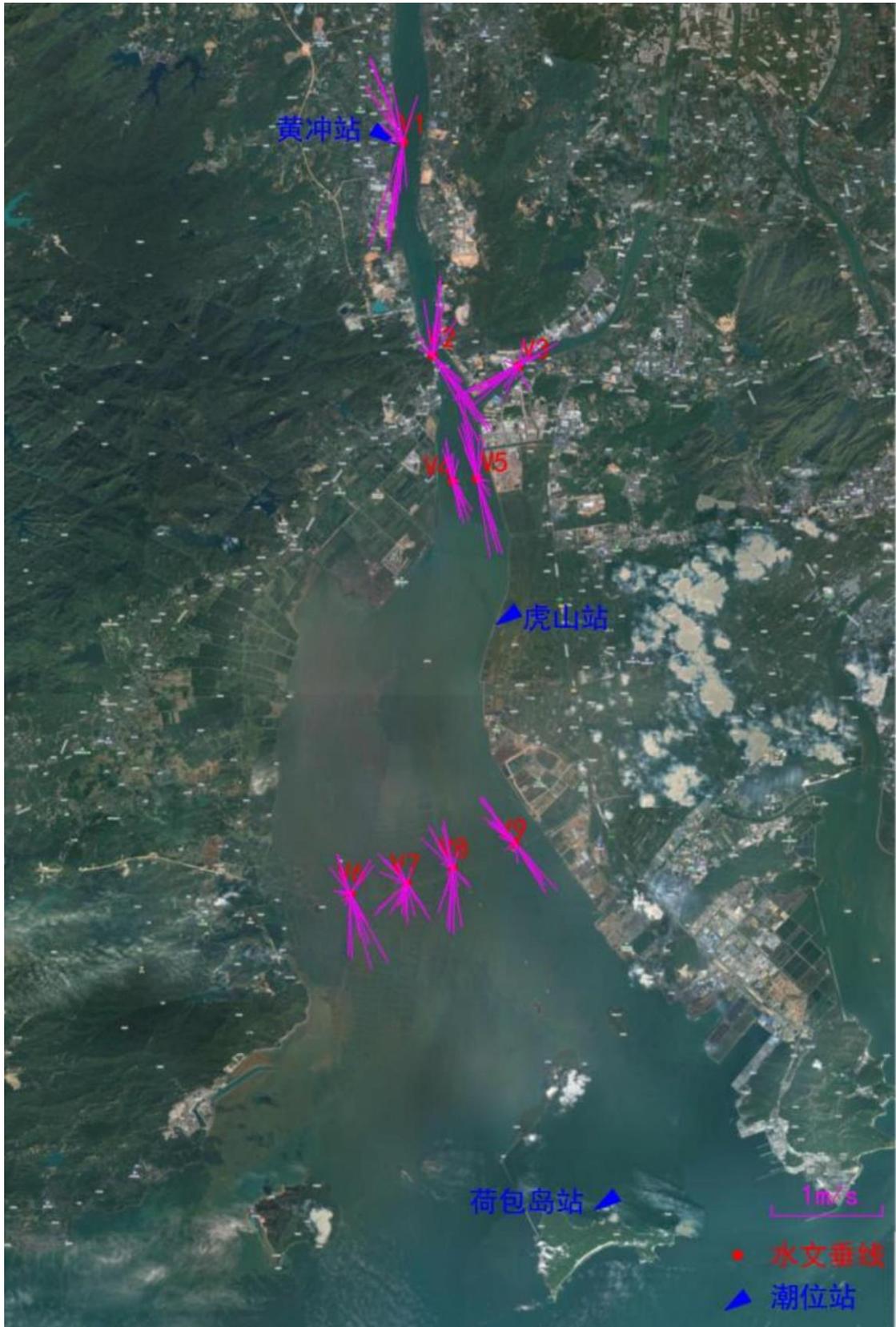


图 4.1.3-3 枯季大潮流速玫瑰图

(2) 小潮

枯季小潮期间：V1 测点涨潮平均流速为 0.08m/s，落潮平均流速为 0.30m/s，

涨、落潮流速范围为-0.16~0.84m/s；V2 测点涨潮平均流速为 0.06m/s，落潮平均流速为 0.28m/s，涨、落潮流速范围为-0.16~0.66m/s；V3 测点涨潮平均流速为 0.08m/s，落潮平均流速为 0.20m/s，涨、落潮流速范围为-0.16~0.43m/s；V4 测点涨潮平均流速为 0.16m/s，落潮平均流速为 0.27m/s，涨、落潮流速范围为-0.37~0.57m/s；V5 测点涨潮平均流速为 0.30m/s，落潮平均流速为 0.38m/s，涨、落潮流速范围为-0.61~0.65m/s。V6 测点涨潮平均流速为 0.10m/s，落潮平均流速为 0.13m/s，涨、落潮流速范围为-0.23~0.22m/s。V7 测点涨潮平均流速为 0.12m/s，落潮平均流速为 0.12m/s，涨、落潮流速范围为-0.28~0.26m/s。V8 测点涨潮平均流速为 0.20m/s，落潮平均流速为 0.33m/s，涨、落潮流速范围为-0.49~0.70m/s。V9 测点涨潮平均流速为 0.17m/s，落潮平均流速为 0.18m/s，涨、落潮流速范围为-0.43~0.40m/s。

表 4.1.3-9 枯季小潮流速特征统计表

位置	落潮平均		涨潮平均		落急		涨急	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
V1								
V2								
V3								
V4								
V5								
V6								
V7								
V8								
V9								



图 4.1.3-4 枯季小潮流速玫瑰图

4.1.3.5 余流

1、夏季（洪季）

从表中可以看出，各测点余流方向基本以落潮流方向为主。V1~V3 均位于河道内，受径流影响，其余流值相对较大。其中 V3 测点余流明显大于其他测点，洪季大潮时余流为 0.26m/s，洪季小潮时余流为 0.33m/s，其流向均指向河道下游。V4~V5 处于盐淡水交汇处，在洪季时，余流向海；V5 站水深较大，在枯季时，受咸潮的影响，余流向陆。V6~V9 位于外海，大部分以落潮流为主，个别测点个别潮型呈现余流向上。

表 4.1.3-10 余流统计表

测点	洪季大潮		洪季小潮		枯季大潮		枯季小潮	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
V1								
V2								
V3								
V4								
V5								
V6								
V7								
V8								
V9								

2、冬季（枯季）

从中可以看出，各测点余流方向基本以落潮流方向为主。V1~V3 均位于河道内，受径流影响，其余流值相对较大。其中 V3 测点余流明显大于其他测点，洪季大潮时余流为 0.26m/s，洪季小潮时余流为 0.33m/s，其流向均指向河道下游。V4~V5 处于盐淡水交汇处，在洪季时，余流向海；V5 站水深较大，在枯季时，受咸潮的影响，余流向陆。V6~V9 位于外海，大部分以落潮流为主，个别测点个别潮型呈现余流向上。

表 4.1.3-11 余流统计表

测点	洪季大潮		洪季小潮		枯季大潮		枯季小潮	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
V1								
V2								

V3								
V4								
V5								
V6								
V7								
V8								
V9								

4.1.3.6 悬沙

1、夏季（洪季）

从整体平均含沙量来看，洪季平均含沙量大于枯季，其中洪季大潮平均含沙量为 0.141kg/m^3 ，洪季小潮平均含沙量为 0.058kg/m^3 ，枯季大潮平均含沙量为 0.054kg/m^3 ，枯季小潮平均含沙量为 0.018kg/m^3 。V1~V3 位于内河，洪季时含沙量相对较大，枯季时相对较小。外海整体含沙量较小，其中 V5 和 V6 含沙量相对较大。

测量期间，内河最大含沙量最大值出现在 V3 站，为 0.415kg/m^3 ；外海最大含沙量出现在 V6 站，为 0.353kg/m^3 ，均出现在洪季大潮期间。

表 4.1.3-12 平均含沙量统计表（单位： kg/m^3 ）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				
平均				

表 4.1.3-13 垂线平均最大含沙量统计表（单位： kg/m^3 ）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				

V8				
V9				

2、冬季（枯季）

从整体平均含沙量来看，洪季平均含沙量大于枯季，其中洪季大潮平均含沙量为 0.141kg/m^3 ，洪季小潮平均含沙量为 0.058kg/m^3 ，枯季大潮平均含沙量为 0.054kg/m^3 ，枯季小潮平均含沙量为 0.018kg/m^3 。V1~V3 位于内河，洪季时含沙量相对较大，枯季时相对较小。外海整体含沙量较小，其中 V5 和 V6 含沙量相对较大。

测量期间，内河最大含沙量最大值出现在 V3 站，为 0.415kg/m^3 ；外海最大含沙量出现在 V6 站，为 0.353kg/m^3 ，均出现在洪季大潮期间。

表 4.1.3-14 平均含沙量统计表（单位： kg/m^3 ）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				
平均				

表 4.1.3-15 垂线平均最大含沙量统计表（单位： kg/m^3 ）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				

4.1.3.7 盐度

1、夏季（洪季）

从整体平均盐度来看，洪季平均盐度小于枯季，其中洪季大潮平均盐度

为 1.1psu，洪季小潮平均盐度为 2.8psu，枯季大潮平均盐度为 15.0psu，枯季小潮平均盐度为 15.8psu。V1~V2 位于内河，洪季时盐度相对较小，盐度基本为 0。洪季外海各测点整体盐度也较小，其中 V9 盐度相对较大，洪季大潮为 4.6psu，洪季小潮为 9.6psu。

测量期间，内河垂线平均最大盐度出现在 V2 站枯季小潮时，为 19.6psu。外海站 V9 点盐度最大，出现在枯季大潮，为 29.4psu。

表 4.1.3-16 平均盐度统计表（单位：psu）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				
平均				

表 4.1.3-17 垂线平均最大盐度统计表（单位：psu）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				

2、冬季（枯季）

从整体平均盐度来看，洪季平均盐度小于枯季，其中洪季大潮平均盐度为 1.1psu，洪季小潮平均盐度为 2.8psu，枯季大潮平均盐度为 15.0psu，枯季小潮平均盐度为 15.8psu。V1~V2 位于内河，洪季时盐度相对较小，盐度基本为 0。洪季外海各测点整体盐度也较小，其中 V9 盐度相对较大，洪季大潮为 4.6psu，洪季小潮为 9.6psu。

测量期间，内河垂线平均最大盐度出现在 V2 站枯季小潮时，为 19.6psu。

外海站 V9 点盐度最大，出现在枯季大潮，为 29.4psu。

表 4.1.3-18 平均盐度统计表（单位：psu）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				
平均				

表 4.1.3-19 垂线平均最大盐度统计表（单位：psu）

测站	洪季大潮	洪季小潮	枯季大潮	枯季小潮
V1				
V2				
V3				
V4				
V5				
V6				
V7				
V8				
V9				

4.1.3.8 水温

1、夏季（洪季）

从整体平均水温来看，洪季平均水温大于枯季，其中洪季大潮平均水温为 28.1℃，洪季小潮平均盐度为 28.0℃，枯季大潮平均盐度为 16.7℃，枯季小潮平均盐度为 16.1℃。V1~V2 位于内河，水温相对外海较小。外海各测点水温均比较接近，洪季相差不超过 2℃，枯季相差不超过 3℃。

2、冬季（枯季）

从整体平均水温来看，洪季平均水温大于枯季，其中洪季大潮平均水温为 28.1℃，洪季小潮平均盐度为 28.0℃，枯季大潮平均盐度为 16.7℃，枯季小潮平均盐度为 16.1℃。V1~V2 位于内河，水温相对外海较小。外海各测点水温均比较接近，洪季相差不超过 2℃，枯季相差不超过 3℃。

4.1.3.9 波浪

本项目位于黄茅海，选择黄茅海附近的黄茅海临时波浪测站、三灶外海临时波浪测站、鹅咀排临时波浪测站、荷包岛临时波浪测站的资料进行统计分析，各站点基本情况见表 2.3.5-1，观测站点位置见图 2.3.5-1。

表 4.1.3-20 附近海域有关波浪测站资料情况一览表

台站名称	资料长度	观测间隔	测点水深
黄茅海临时观测站	2018.7~2019.7	逐时	4m

根据黄茅海临时波浪测站资料分析，全年常浪向为 SE 向，出现概率为 26.4%，次常浪向为 SSE 向，出现概率为 22.9%，再次为 S 向，出现概率为 13.5%。全年各级各向有效波高、平均周期玫瑰图如图 2.5-2 所示。全年各级各向有效波高频率分布见附表 2.3.5-2。

表 4.1.3-21 黄茅海临时波浪测站全年 H_{1/10}-T_m 联合分布 (%)

T _m (s)	H _{1/10} (m)										合计
	<1.2	1.2-1.6	1.6-2	2-2.4	2.4-2.8	2.8-3.2	3.2-3.6	3.6-4	4-4.4	≥4.4	
0-0.1	0	0.2	2.0	2.6	1.5	0.7	0.2	0.1	0	0	7.2
0.1-0.2	0	2.3	23.4	14.6	6.4	3.0	1.1	0.3	0.1	0.1	51.3
0.2-0.3	0	0.5	10.5	11.3	2.7	0.7	0.2	0.1	0	0	26.0
0.3-0.4	0	0	1.8	4.7	2.5	0.5	0.1	0	0	0	9.6
0.4-0.5	0	0	0.1	1.4	1.5	0.7	0.1	0	0	0	3.8
0.5-0.6	0	0	0	0.2	0.5	0.3	0	0	0	0	1.1
0.6-0.7	0	0	0	0	0.3	0.1	0	0	0	0	0.5
≥0.7	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0.5
合计	0	2.9	37.9	34.9	15.6	6.2	1.8	0.4	0.2	0.1	100

年度平均最大波高为 0.29m，平均 H_{1/10} 波高为 0.2m，平均 H_{1/3} 大波波高为 0.16m。年度最大波高 H_{max}=3.4m，对应的有效波高为 2.24m，出现在 2018 年 9 月 16 日，超强台风“山竹”过境时。

全年 H_{1/10}-T_m 联合分布见表 2.3.5-3，全年 H_{1/10} 为 0.1~0.2m、T_m 为 1.6~2s 联合出现的频率最大，为 23.4%。

4.1.4 地形地貌和冲淤环境

4.1.4.1 地形地貌

江门市新会区地势西北高，东南低，西南、西北部山地丘陵广布，东部、中部、南部河谷、冲积平原、三角洲平原宽广，丘陵、台地错落其间，银洲湖纵贯南北。境内有大雁山地、圭峰山地、古兜山地、牛牯岭山地，其中古兜山主峰狮子头海拔 982m，是全区最高峰。东部、中部、南部河谷、冲积平原、三角洲平

原宽广，丘陵、台地错落其间，沿海砂洲发育，组成错综复杂的多元化地貌景观。丘陵山地面积 88.25 万亩，占全区总面积的 35.84%。境内平原由潭江和西江下游支流冲积而成，部分具有海湾沉积特征，面积 107.19 万亩，占全区总面积的 43.53%，有三角洲冲积平原、海湾沉积平原和山谷冲积平原。

银洲湖崖门水道上接潭江和江门水道，沿程有劳龙虎水道、上沙河、下沙河汇入，在崖门口附近与西江虎跳门水道汇合后由黄茅海注入南海。崖门水道的主槽水深一般在 8~16m 之间，最大水深 23m。自 20 世纪 50 年代以来，崖门水道由于人工围垦，封堵潮汐支汊及建港等因素使河道宽度缩窄，河槽容积减少，水流相对集中，河床有向窄深方向发展的趋势。

黄茅海是在古珠江溺谷湾基础上，随着珠江三角洲发育，由潭江和西江的泥沙逐步向外堆积而成。随着泥沙的不断带入和径潮流相互作用，以及黄茅海东西两侧的人工围垦，逐步形成湾顶束窄的喇叭状岸缘轮廓。黄茅海湾顶有崖门水道和虎跳门水道汇入，上部为冲刷槽，水深在 8~20m 之间；海湾中部宽度骤增，水流分散，加上咸淡水混合，泥沙易于沉积，形成拦门沙。黄茅海湾口有二列 EEN~WWS 向岛屿作为屏障，列岛把湾口分隔成三个口门：荷包岛与高栏岛间峡口为东口门，其潮汐通道称为东槽；大襟岛与荷包岛间峡口为中口门，其潮汐通道称西槽；大襟岛以西至台山县陆域，为西口门，水深较浅，不是主要通道。目前崖门航道即由东槽（东航道）出海。

本项目工程场地位于江市新会区崖门镇银湖湾滨海岸带，地处崖门水道西侧，西北侧背靠古兜山麓，东南面向黄茅海入口地貌单元属珠江三角洲冲积平原地貌，场区域大部分为养殖鱼塘，地形地貌简单一般地表高程-3.2m~1.9m。

4.1.4.2 区域水深情况

根据 2025 年在项目附近开展的水深地形测量成果可知，工程区域基本为滩涂水域，水深基本不超过 2m（1985 国家高程基准）。

4.1.4.3 冲淤环境

本节内容引自《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重大平台建设项目地形地貌、岸滩演变影响预测专题报告》的相关成果。

1、黄茅海岸线变化分析

黄茅海、鸡啼门是滩涂资源丰富的河口湾，促使浅滩淤长的物质，来源于经

虎跳门、崖门、鸡啼门等下泄的洪季上游水沙，以及口外涨潮流带来的伶仃洋及磨刀门落潮时输出的粘性悬沙。受水域内悬沙自然落淤环境变化及人为活动影响，近 30 年来黄茅海两岸岸滩淤长速率表现出不均衡性，这说明各个区域的岸滩处于不同的生长、发育阶段，岸滩的稳定性直接关系到这两个河口湾的发展趋势。

本次研究从 20 世纪 70 年代至 2018 年的系列卫星遥感影像中选取 1978、1988、1992、1995、1999、2003、2009、2018 年的影像数据，利用水域岸线快速自动矢量化新技术，分析提取出的各代表年黄茅海、鸡啼门的岸线，制成岸线演变成果图，并对滩涂围垦成陆引起的岸线延伸长度和相应的造地面积进行了统计。

从整体上看，1978 年以来黄茅海围填面积共计 142.17km²，东、西两岸分别围填 90.04km²、52.13km²，按 1978 年岸线长度计算，东、西岸岸线平均向海延伸 1597m、962m。大规模的围填显著改变了黄茅海的平面形态，使得黄茅海河口湾由之前的“宽喇叭”河口湾转变为“窄喇叭”形状，湾口位置也由之前的大杧岛附近向南延伸至荷包岛以南。现根据各局部区域的岸线变化特征，分区域分析如下：

（1）西部岸线变迁

黄茅海西部浅滩是指从崖门水道与虎跳门水道的交汇点至白排岛之间的交汇水流与西航道以西的浅滩区。在 20 世纪 80 年代中期，在崖门口出口段西岸崖南镇附近、虎跳门出口至虎山段实施抛石堤，开始了围垦造地工程。此举的目的是使西岸在落潮时形成大片的屏蔽区，在此区形成一个落淤良好的淤积区。顺应黄茅海这种淤积趋势，至 1992 年以后，西岸实施大规模围垦工程，从 1992 年至 1995 年间，该区围垦面积达 2.22km²。到 1995 年后，围垦力度加大，在黄茅海西岸都有不同程度的围垦，

近期保持较低的围垦水平。从 1978 年至 2018 年间在西岸共围垦造陆面积为 52.13km²。上述围垦工程实施以后，西岸岸线发生了较大变化，岸线平均向海推移约 962m。西岸的不断外移使得崖门水道过水断面不断缩小。

（2）东滩与三虎以上东岸线的变迁

东滩指的是东槽以东、三虎以上沿岸边缘分布的大片浅滩。从 20 世纪 70 年代末开始，该区域实施围垦开发工程，至 1992 年围垦工程基本停止，期间共围垦造陆的面积约 16.76km²。由于围垦工程的实施，滩坡淤积显著。大规模的围

垦使得该区域浅滩消失殆尽，且岸线直面崖门深槽，滩积生长的动力条件不复存在，近期该区域以冲刷为主。

（3）大海环浅滩岸线的变迁

大海环浅滩是东滩三虎以下至南水十八螺嘴之间水深小于 2m 的大面积滩地。大海环原为黄茅海东部有较宽的潮汐通道与鸡啼门水道连通的弧形小海湾。1950~60 年代平沙农场大规模围垦，与鸡啼门的通道的控制，使大海环遂成为内凹的弧形边滩。20 世纪 80 年代后期，南水至虎山之间建成大堤，这使东岸从虎山至南水的大海环段形成良好的淤积区。但 1990 年南水—高栏大堤建成，阻挡了鸡啼门落潮直接来沙，大海环淤积趋缓。由于从 20 世纪 70 年代末开始该区就被不断围垦，至今原大海环浅滩已经消失。

从 20 世纪 80 年代初至 2009 年期间，大海环浅滩围垦造陆的总面积约 53.50km²，岸线向外延伸约 1.53km；2009 年至 2018 年，大海环部分岸段保持稳定不变。经过多年的围垦，已使大海环从内凹的弧形边滩变成了较为平直的边滩。

（4）黄茅海东岸高栏港区附近岸线变迁

自 1990 年南水——高栏大堤建成后，珠海市在南水——高栏岛周边水域实施了系列港口、航道、围垦工程建设，1988 年至 2018 年期间，该区共围垦造陆总面积约 19.29km²，是近年来黄茅海东岸岸线开发利用较为活跃的区域。

2、黄茅海水域冲淤演变分析

本次研究收集到了黄茅海水域 1977、1989、2003、2010 年左右、2019 年共计 5 个年代地形数据，其中 2019 年只有工程区附近数据。分别建立各年代数字高程模型（DEM），以此分析黄茅海水域冲淤演变特征。

通过上述各图可以看出黄茅海河床冲淤演变主要呈现如下特征：

（1）崖门深槽向南发展，深槽宽度有所增加。

1977 年至 1989 年间，深槽在横向上变化不大，纵向上有所淤积，淤积部位主要集中在深槽上段，年淤积速率在 0.05~0.1m/a 之间。1989 年以后，由于西岸的大面积围垦，使得深槽过水断面缩窄，径流动力加强，槽道出现冲刷；在 1989~2003 年间，深槽以冲为主，加深幅度在 0.05~0.1m/a 之间，局部达 0.3m/a；2003~2010 年间，受崖门出海航道开挖整治影响，崖门深槽自北向南与东槽 5m 深槽上下贯通，7m 深槽与东槽呈贯通之势，东槽东侧出现新的 5m 深槽，可能

与本区域涨潮动力增加有关。从总体上看，1977年至2011年间，崖门深槽向南发展，深槽宽度有所增加。

(2) 东槽由淤转冲，且与崖门深槽上下贯通，东槽东侧出现新的深槽。

1977~1989年间东槽5m等深线位置变化不大，横向上有所萎缩，下段缩窄约500m；整个东槽以淤积为主，年均淤积速率处于0~0.04m/a之间。1989~2010年间受珠海深水航道开挖影响，东槽5m以深槽道与崖门5m以深槽道上下贯通，7m深槽向上游延伸，深槽向纵深发展；东槽上段东侧出现新的5m深槽（东东槽），主要是本区涨潮流动力增强所致。

(3) 2003年之前拦门沙浅滩向南淤积扩展，近期出现冲刷。

1977~1989年，拦门浅滩淤积明显，淤积速率呈自西向东递减，西侧淤积厚度在0.5~1m之间，局部大于1m以上，平均淤积速率约0.06m/a；东侧淤积厚度在0~0.5m之间，平均淤积速率约0.002m/a，5m等深线平均向海推进约1.1km。1989~2003年，拦门沙浅滩仍以淤积为主，淤积区域主要集中在黄茅岛附近水域以及中口5m等深线北侧，淤积厚度在0.25~0.5m之间，淤积速率在0.02~0.04m/a之间，5m等深线平均向海推进约1.6km。2003年后，拦门沙浅滩出现局部冲刷，且冲刷幅度较强，部分区域冲刷速率在0.05m/a以上，5m等深线平均向陆退缩约0.2km。

(4) 东滩3m等深线位置变化不大。

受人类围垦工程影响，原黄茅海东部浅滩现已基本成为围垦区域，最明显的变化是原大海环浅滩变为平直边滩，3m以浅滩范围大幅减小。

(5) 西滩向东南发展趋势变缓，局部滩面3m等深线向岸退缩。

1977~2003年，西滩以淤积为主，浅滩呈明显向东南发展趋势，3m等深线向海推进约1.2km。其中，以1977~1989年间西滩向东南发展最快，年平均淤积速率约0.06m/a。1989~2003年，西滩趋向稳定，3m等深线略向东南向扩展；整个滩面以微淤为主，局部微冲，主要淤积区域集中在黄茅岛附近水域，年均淤积速率在0.025~0.3m/a之间；滩面中部微冲，冲刷速率在0.025~0.1m/a之间。近期（2003~2010年），西滩3m以浅滩面出现减少，表现在局部3m等深线向岸后退，整体滩面微冲为主，冲刷速率在0.025m/a左右。西滩上部出现一淤积带，淤积强度大于0.025m/a。

4.1.5 工程地质

本节内容来源为《滨海新区新六围红树林营造工程勘察项目岩土工程勘察报告》（中交广州水运工程设计研究院有限公司，2025年5月）。

4.1.5.1 区域地质构造

1、区域地层

场地区域岩石为侏罗系岩浆岩，岩性为二长花岗岩。工程场地地表被第四系冲积层和第四系海陆交互沉积层覆盖。

2、地质构造

新会区位于华南褶皱系的组成部分，构造线以北东向为主，受控于新华夏构造体系。区内主干断裂为恩平-从化深断裂（北东向）及西江大断裂（沿西江河谷分布），构成基本构造格架。

地区褶皱构造主要包括新会背斜及杜阮向斜与睦洲向斜。新会背斜轴部位于城区西北，核部为寒武系地层，两翼为泥盆系-白垩系。杜阮向斜与睦洲向斜发育于中部平原区，轴向北西，核部为下第三系粉砂质页岩。

本区大地构造位置属华南褶皱系粤中拗陷（Ⅲ级）的增城～台山隆断束（Ⅳ级）西南部，第四系沉积土层广泛覆盖，区域构造形迹表现不明显。场地地层主要是燕山期花岗岩。近场区发育的区域性断裂构造主要有 F14 西江断裂带和 F5 翠亨—田头断裂带。

（1）F5 翠亨—田头断裂带

该断裂带呈北东向（NE30°~50°）延伸，贯穿中山翠亨至田头区域，属区域性深大断裂，延伸长度数十公里。其经历多期构造活动（印支期挤压、燕山期走滑及新生代张扭改造），形成压扭-张扭复合性断裂，主体倾向 SE，倾角 60°~75°。断裂切割元古界基底（花岗岩、混合岩）及中生代盖层，沿带发育 50~200m 宽破碎带，岩体以碎裂岩、糜棱岩为主，胶结不均，伴生次级断裂。地貌上控制五桂山北麓陡坎、线性沟谷及珠江口西岸抬降差异（如翠亨东侧平原）。晚更新世以来活动性减弱，但历史微震（≤4 级）显示弱活动性，现今构造应力场最大主应力方向为 NW-SE。

（2）F14 西江断裂带

西江断裂北起四会、三水，往南经高明、鹤山、江门沿磨刀门水道入海，全

长超过 200 公里，总体走向 320° 左右，倾向北东，倾角较陡，达 60~80°，系正断层。其通常由数条北西向断裂组成，表现为强烈的构造角砾岩和硅化破碎带，并在潮莲大桥、九江大桥西江河道钻孔中发现了构造角砾岩、碎裂岩等；该断裂控制了第四系沉积厚度和珠江三角洲沉积盆地的西部边界。磨刀门大桥附近钻孔中的断层泥热释光测年为 2.34 ± 0.15 万年，潮莲大桥钻探分布的构造角砾岩热释光测年为 8.56 ± 0.50 万年，九江大桥钻孔中的断层泥热释光测年为 4.42 ± 0.34 万年。

根据区域地质构造图及区域地质图，F5 翠亨—田头断裂带距离项目区最近距离约 6.5km，F14 西江断裂带距离项目区最近距离约 26km。查阅中国地震局网“全国活动断层矢量图”及广东省地震局相关资料，该两条断裂均为非活动性断裂。根据区域地质资料、地质调查及钻探揭示，场地未见区域性断裂构造和软弱的构造破碎带，拟建场区 20km 以内未发现有活动性断层，场地位于抗震设防 7 度区，地震动峰值加速度为 0.10g，工程近场区历史上未发生过 $M \geq 6$ 级地震，据《建筑抗震设计标准》4.1.7 条，本区抗震设防属 7 度，可不考虑断裂错动对地面建筑的影响。总体上场地区域构造稳定性较好。

4.1.5.2 场地地层岩性及岩土特征

1、地层时代及成因类型

根据野外钻探揭露的地层和堆积物沉积韵律特征，结合室内土工试验结果及区域地质资料综合分析，本次勘察深度范围内场地地基土沉积时代及成因类型自上而下依次为：第四系全新统海陆交互沉积层（ Q_{4mc} ）及第四系全新统冲积层（ Q_{4al} ）组成，下伏基岩分别为侏罗系花岗岩（ γ ）。第四系全新统海陆交互沉积层（ Q_{4mc} ）由淤泥组成，第四系全新统冲积土层（ Q_{4al} ）由黏土、粉质黏土及砾砂组成。第四系土层种类较多，工程性质差异较大，岩层风化程度差异较大，其工程地质特征详见工程地质剖面图、钻孔柱状图。现将钻孔揭露的岩土层工程地质特征自上而下综合描述如下，岩土层性状详见各钻孔柱状图。

2、地基土构成及岩性特征

根据外业钻探、原位测试及室内土工试验结果，在本次勘察深度范围内，场地地基土分区叙述如下：

第四系全新统海陆交互沉积层（ Q_{4mc} ）

①层淤泥：灰黑色，流塑，成分以黏粒为主，含少量粉细砂，局部见贝壳，有泥臭味。场地内所有钻孔均有揭露。层厚 6.20~16.50m,平均值 9.73m；层顶埋深 0.00m,层顶高程-0.57~1.06m。

该层进行标准贯入试验 198 次，实测击数 1 击。

本层取土工测试样件，其主要物理力学性质指标详见附表 2 及“土工试验报告”。

根据相关规范及参照地区经验，建议该层地基承载力特征值 $f_{ak}=40\text{kPa}$ 。

第四系全新统冲洪积层（Q_{4a}¹）

②1 层黏土：灰黄、红褐、灰褐色，可塑状，主要由粘粒组成，无摇晃反应，切面稍光滑，干强度较高，韧性较好。场地内 62 个钻孔有揭露。层厚 1.10~7.00m,平均值 4.05m；层顶埋深 6.20~11.00m,层顶高程-10.57~-5.78m。

该层进行标准贯入试验 77 次，实测击数 7~13 击，平均值 9.8 击。

本层取土工测试样件，其主要物理力学性质指标详见附表 2 及“土工试验报告”。

根据相关规范及参照地区经验，建议该层地基承载力特征值 $f_{ak}=130\text{kPa}$ 。

②2 层粉质黏土：灰黄、红褐、黄褐色，可塑状，主要由粘粒组成，无摇晃反应，切面稍光滑，干强度较高，韧性较好。局部不均匀含粉砂。场地内 10 个钻孔有揭露。层厚 4.00~12.26m,平均值 8.92m；层顶埋深 7.20~16.50m,层顶高程-15.87~-6.23m。

该层进行标准贯入试验 96 次，实测击数 7~13 击，平均值 10.0 击。

本层取土工测试样件，其主要物理力学性质指标详见附表 2 及“土工试验报告”。

根据相关规范及参照地区经验，建议该层地基承载力特征值 $f_{ak}=130\text{kPa}$ 。

③层砾砂：灰褐、灰黄、灰白色，中密状，砂为石英质，分选性较好，级配一般，含少量粘粒，局部地段不均匀含砾石，砾石粒径约 1.0~2.0cm。场区 42 个钻孔有揭露。层厚 1.40~12.20m,平均值 7.83m；层顶埋深 6.90~22.80m,层顶高程-21.99~-6.29m。

该层进行标准贯入试验 104 次，实测击数 16~30 击，平均值 23.0 击。

本层取土工测试样件，其主要物理力学性质指标详见附表 2 及“土工试验报

告”。

根据相关规范及参照地区经验，建议该层地基承载力特征值 $f_{ak}=200\text{kPa}$ 。

燕山期风化基岩

④1 层强风化花岗岩：黄褐、灰黄、灰褐、红褐色，中粒花岗结构，块状构造，岩石风化强烈，结构大部分破坏，岩芯呈半岩半土状，手捏易碎，遇水易软化、崩解。场地内 32 个钻孔有揭露，揭露层厚 1.70~12.00m,平均厚度 4.21m；层顶埋深 27.00~31.50m,层顶标高-31.18~-26.30m。

岩石坚硬程度属极软岩类，岩体完整程度属极破碎，岩体基本质量等级属 V 类。

本层取土工测试样件，其主要物理力学性质指标详见附表 2 及“土工试验报告”。

该层进行 43 次标贯试验，实测击数 70~108 击，平均值 83.3 击。

根据相关规范及参照地区经验，建议该层地基承载力特征值 $f_{ak}=500\text{kPa}$ 。

④2 层中风化花岗岩：红褐色，岩石矿物主要为石英、长石、黑云母等，岩石裂隙发育，岩质较硬，岩体较破碎~破碎，岩芯多呈块状、短柱状，节长 5-30cm。场地内仅 1 个钻孔钻至本层，揭露层厚 2.00m；层顶埋深 38.30m,层顶标高-37.32。

由于岩性组分不同、风化存在差异，各孔部位岩石样品的选取存在人为因素，而且一般直接采取或截取相对较长岩芯作试验，相对真实情况可能有偏高倾向，数理统计表示一定概率的代表性，具体到每一个钻孔，实际情况与统计标准值和建议值会有偏差，设计时应根据具体情况合理选用。

4.1.5.3 岩土工程评价

1、岩土性质评价

根据工程性质和现场地质条件，场地地基土分析如下：

①淤泥：场区广泛分布，物理力学性质差，稳定性差，为场地内浅层软土层，分布均匀，具有承载力低、高压缩性、高灵敏度、抗剪能力差等特点，属欠固结土。

②1 黏土：局部分布于场区，层位不连续，可塑状，土质较均匀，埋深变化大，稳定性较一般，工程力学性质一般。

②2 粉质黏土：场区仅少量钻孔有分布，层位不连续，可塑状，含少量粉

细砂，埋深变化大，稳定性较一般，工程力学性质一般。

③砾砂：场区广泛分布，层位较稳定，中密状，工程力学性质较好，埋深变化大，可作为荷载不大的建（构）筑物地基基础持力层。

④1 强风化花岗岩：广泛分布，层位连续，层顶埋深变化较小，工程力学性质较好，有较高的强度，但遇水易软化、崩解，可作为桩基础持力层下卧层。

④2 中风化花岗岩：仅一个钻孔揭露，工程力学性质较好，有较高的强度，但遇水易软化、崩解，可作为桩基础持力层下卧层。

2、地基均匀性评价

场地地基土层主要由第四系海陆交互沉积及冲积层，岩土层面埋深变化较大。土层性质及其工程特性变化较大。场地内软弱土层在荷载作用下沉降变形大，地基易出现不均匀沉降、地基剪切破坏，导致地基失稳，建议采用桩基穿越上部松软土层嵌入下伏稳定的岩层中，以确保地基基础的稳定性，属不均匀地基。

3、地基稳定性评价

场地原地形地貌主要为海积平原地貌，地势起伏变化小，场地局部分布有厚度较大的淤泥层，承载能力低，场地内软弱土层在荷载作用下沉降变形大，地基易出现不均匀沉降、地基剪切破坏，导致地基失稳，因此总体上场地地基稳定性差。

4、特殊性岩土及不良地质作用评价

（1）特殊性土体防治措施建议

本次勘察区内出发的特殊性土体为软土及风化岩。

（2）软土

①淤泥主要特征为：天然含水量高，孔隙比大，压缩性高，强度低，渗透系数小，含有机质，属欠固结土。由于淤泥工程性质较差，易引起建（构）筑物沉降变形，建议采用桩基穿越上部松软土层嵌入下伏稳定的岩层中，以确保地基基础的稳定性。

（3）风化岩

风化岩（强风化）遇水易软化、崩解，会导致地基土强度的降低，设计施工

时应予以注意。基岩不均匀风化对桩基施工有一定的影响，如易造成持力层的误判，管桩配桩难度增大，终桩深度相差较大，甚至易出现断桩等现象。当管桩桩端位于风化岩层时，应做好封底措施，避免地下水沿着桩身下渗造成桩端持力层软化。

(4) 不良地质作用

拟建场区不存在泥石流、水库坍塌、岩溶等不良地质作用，未发现采空区、地面塌陷、滑坡、危岩等不良地质现象，区域地质构造资料及历史地震活动记录表明本区为地震活动相对较弱，活动频度较低地区。

5、场地的地震稳定性评价

拟建场地建筑场地类别属III类，场地内建筑类场地为建筑抗震的不利地段。

项目区抗震设防烈度为7度，项目场地广泛分布有软土层，根据地区经验淤泥的等效剪切波速值大于90m/s，本区抗震设防烈度为7度。

根据现场地质调查，场地未见有滑坡、崩塌等不良地质作用现象。场区临近河岸、海岸，场地内不存在液化土。

流塑状淤泥层在地震作用下可能产生震陷、错动、地裂等灾害，因此应考虑淤泥层地震作用的下横向扩展影响，建议采用桩基础等措施消除横向扩展影响。

6、场地地基岩土层主要岩土参数

综合分析野外原位测试及室内试验参数，各岩土层地基承载力特征值 f_{ao} 、土层的压缩模量 E_s 、凝聚力 C 、内摩擦角 Φ 、渗透系数 K 等参数建议值见下表。

表 4.1.5-2 建筑物工程岩土设计参数建议值表

岩土编号	岩土名称	天然含水量 w (%)	重度 γ (kN/m ³)	天然孔隙比 e	液性指数 IL	直剪快剪		固结快剪		竖向固结		压缩系数	压缩模量	无侧限抗压强度			渗透系数	有机质含量	休止角		地基承载力建议值
						内摩擦角 ϕ (度)	粘聚力 C_q (kPa)	内摩擦角 P_{eq} (度)	粘聚力 C_{cq} (kPa)	前期固结压力	压缩指数 C_c			a_{1-2} (MPa ⁻¹)	E_{s1-2} (MPa)	原状 q_u			重塑 $'q_u$	灵敏度 S	
②	淤泥	83.2	15.0	2.230	3.40	3.2	5.1	6.6	10.2	39.667	0.603	2.87	1.20	6.97	3.67	1.89	2.87	1.950	/	/	40
②	黏土	36.9	18.3	1.010	0.40	10.3	21.4	/	/	166.50	0.217	0.56	3.97	/	/	/	4.07	/	/	/	130
②	粉质黏土	33.8	18.5	0.938	0.36	10.1	20.8	/	/	/	/	0.45	5.02	/	/	/	/	I	/	/	130
③	粗砾砂	/	19.0*	/	/	30.4*	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	40.5	30.1	200
④	强风化花岗岩	18.3	19.1	0.676	<0*	21.7	27.7	/	/	/	/	0.37	4.93	/	/	/	/	/	/	/	500

注：表中带“*”为根据地区经验提供的经验值。

4.1.5.4 小结

(1) 勘察场地位于崖门水道出口口,地貌单元属于海积平原,场地地形起伏很小,场地钻孔地面标高介于-0.57~1.01m之间,最大高差约1.58m。

(2)本次勘察深度范围内场地地基土沉积时代及成因类型自上而下依次为:第四系全新统海陆交互沉积层(Q_{4mc}),第四系全新统冲积层(Q_{4a}¹),下伏基岩为侏罗系花岗岩(γ)。

(3)根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),江门市新会区崖门镇,抗震设防烈度为7度,设计地震分组为第一组,设计基本地震加速度为0.10g,III类场地的设计特征周期为0.45s。拟建场地属于对建筑抗震不利地段。建议拟建工程避让抗震不利地段,若无法避让时可使用桩基穿越上部松软土层嵌入下伏稳定的岩层中,以确保地基基础的稳定性。

(4)场地未发现滑坡、崩塌、地面沉降、活动性断裂等不良地质现象,工程场地为稳定性差场地。

(5)拟建场地地表水在II类环境条件下,对混凝土结构具微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水的条件下具微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替的条件下具中腐蚀性。

4.2 自然资源概况

4.2.1 岸线资源

江门市岸线基本呈东西走向,海岸形态多样,海域及海岸资源丰富,其中,大陆海岸线东起银洲湖新会港,西至黄花湾,全长414.02公里,江门市自然岸线保有率为39.49%,江门市拥有海岛352个,有居民海岛岸线282.19公里。项目位置周围岸线主要为人工岸线和其他岸线,评价范围内距离最近的自然岸线位于项目南侧8.14km。

4.2.2 红树林资源

江门红树林湿地分布有红树植物17种,其中:真红树植物10种,半红树植物6种,另引种真红树植物无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)1种。江门红树林湿地属近海和海岸湿沼泽湿地类型,面积1500hm²。主要分布在新会的崖门古炮台对岸,崖南围垦区;台山的广海、上川岛、下川岛、田头、深井、北陡的沙湾塘以

及镇海湾的那夫顶、新潮围、恩平的洪窖。项目周边的红树林主要为江门市新会区红树林，主要以无瓣海桑群落为主，林下伴有密集的老鼠簕，瓣海桑的平均胸径可达 12-15cm。

4.2.3 湿地资源

(1) 湿地

江门湿地资源类型丰富主要包括包括红树林地、森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、沿海滩涂、内陆滩涂。湿地面积为 1735 平方公里。

1) 新会银湖湾湿地公园

新会银湖湾湿地公园是原新会围垦区，位于银洲湖出海口西侧，东与珠海市斗门区隔海相望，西与台山市都斛镇相连，北接崖门镇，南临南海，总面积 10 万亩，与本项目距离约 30m。

1969 年，新会成立围垦工程指挥部，从各镇抽调干部群众到这里围海造田，历经 30 多年围海造田，造地 6.4 万亩，拥有海域滩涂 3.6 万亩，保存了湿地原生态环境和优美的自然风光，融江、海、湖、田、山、水于一身，形成了珠三角难得的一块黄金宝地。湿地总体规划为“三片九区”，其中“三片”包括自然湿地片区、人文湿地片区和人居湿地片区；“九区”包括湿地核心保护区、红树林保育区、生态环保娱乐区、东方威尼斯游憩区、高档运动休闲区、农渔耕作区、土地储备区、健康主题区、综合服务区、银湖湾游艇休闲度假区。银湖湾湿地公园土地肥沃，气候温和，雨量充沛，融江、海、湖、田、山、水于一身，具有得天独厚的自然资源优势和景观生态优势。这里的大片湿地和大面积的河塘基围引来各种迁徙水鸟落脚繁衍，成为成千上万种动植物的理想家园。

2) 广东新会银湖湾省重要湿地

广东新会银湖湾省重要湿地位于广东省江门市新会区银湖湾滨海新区，与本项目用海区相邻，距离本项目最近距离约。银湖湾湿地所在的崖门出海口为珠江八大出海口之一，为半咸海水水质，面积 84.36 公顷，是重要的候鸟迁徙和越冬歇息地。银湖湾湿地类型以红树林为主，银湖湾的红树林、水生动物和水鸟，构成稳定的湿地生态系统。

银湖湾生物资源丰富，植物多属热带、亚热带成分。鱼虾等水生动物资源丰富，茂密的红树林湿地生态系统为野生鸟类的生存提供了良好的隐蔽条件和食物来源。植物方面红树林湿地植物分野生红树品种与人工引种品种，野生红树林品

种主要以草本的爵床科老鼠簕为优势，人工引种红树林主要以海桑科的无瓣海桑为主，其他品种还有秋茄、白骨壤、海芒果、拉关木、卤蕨、桐花树等十多个红树林品种；鸟类方面，根据调查数据和观测结果，银湖湾湿地分布有国家一级保护动物东方白鹳、白肩雕、白尾海雕、黑脸琵鹭、黑嘴鸥、青头潜鸭、小青脚鹬等；水生动物资源主要有：招潮蟹、弹涂鱼、银鲳、银鱼等。

4.2.4 鸟类资源

本节内容主要引自《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重大平台建设项目鸟类调查报告》，根据 2024 年 8 月、11 月对项目周边区域的鸟类现场调查结果，共记录到鸟类 12 目 30 科 52 属 71 种。分属佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸮形目、鹱形目、鲣鸟目、鸬鹚目、雀形目、鹈形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目。其中，雀形目种类最多，有 26 种（占总种类的 36.6%）；其次为鸮形目 17 种（占总种类的 23.9%）；鹈形目 8 种（占总种类的 11.4%），雁形目 6 种、鹰形目 3 种，佛法僧目、鹤形目、鹱形目、鸬鹚目各 2 种，鸽形目、鲣鸟目、夜鹰目各 1 种。区域鸟类生物多样性指数为 2.92，均匀度为 0.69。优势种为白鹭、环颈鸮、反嘴鹬、黑腹滨鹬。家燕、大白鹭、苍鹭、绿翅鸭、琵嘴鸭、赤颈鸭、白头鹮、斑嘴鸭、麻雀、铁嘴沙鸮、黑尾塍鹬为 2024 年年度调查的常见种。从鸟类个体数量来看，2024 年年度共计记录鸟类 5292 只。其中鸮形目鸟类数量最多，其次为鹈形目、雀形目、雁形目。

4.2.5 港口、航道资源

4.2.5.1 港口

项目附近最大的港口是处于银洲湖内的新会港区。银洲湖位于珠江三角洲西翼，拥有 65km² 的国家一类口岸对外开放水域，属河口湾内港口，风浪小，水深大，陆域充足，具有良好的天然条件非常适合于发展中转港口，也具备了规划建设万吨级以上港口的条件。另银洲湖还拥有独特的区位优势，它是西江、潭江航运出海的门户和捷径。独特的地理位置决定了到港船型既有内河船，也有海轮，到港船舶主要航行于珠江水系、港澳地区、我国沿海及东南亚地区，银洲湖作为内河—海运的中转港，航运潜力巨大，已经逐渐发展成为江海联运的水运体系。随着经济的发展，银洲湖区域的贸易运输量将有更加明显的增加。江门港的总体规划中，新会港为国家一类口岸，主要包括西河口、天马、双水、崖门、三江、古井等作

业区，港区的性质及用途是主要为新会的经济发展、临港工业开发、西江流域物资中转等服务。

4.2.5.2 航道

项目向北的航道依次为崖门出海航道、崖门水道、虎跳门水道和劳龙虎水道。

崖门出海航道是银洲湖港区唯一的入海通道，水深达 12m 以上，航道从崖门口至荷包岛，全长 41km。2024 年崖门出海航道二期工程全航道试通航，黄茅海作业区满足 1 万吨级船舶满载全潮双向通航，其余航道满足 1 万吨级船舶满载全潮单向通航。

崖门水道即银洲湖，湖区的水深条件和自然条件十分优越，主航道水深保持在 13m 以上，水面平静，是少有的天然避风良港，完全具备建设万吨级以上港口的条件。崖门水道上游与潭江相连，内河船舶沿潭江水系，可分别到达台山、开平、恩平等粤西地区。同时崖门水道又通过江门水道、劳龙虎水道与西江相连，劳龙虎水道全长 15.5km，是西江干流与潭江及银洲湖沟通的一条快速便捷航道。不过江门水道和劳龙虎水道的通航能力远低于 3000 吨级海轮的航道标准，目前 1000 吨级内河船舶通过江门水道、劳龙虎水道及西江干流可直达肇庆、梧州及广西南宁等地。近年来，江门市政府已完成了对潭江航道的整治工程，劳龙虎水道 1000 吨级航道疏浚工程也已顺利实施。

崖门东侧为虎跳门水道，该水道是其上游西江三个主要入海口中通航等级最高的入海水道，虎跳门水道规划为 3000 吨级海轮航道，目前虎跳门水道航段的航道、跨河建筑物均按规划航道等级进行建设和改造。

4.2.6 渔业资源

新会区的养殖主要为鱼塘养殖、河涌养鱼、山塘水库养鱼等方式。在崖门口附近及崖南洪婆山以南海面曾有人工养蚝。近年来，新会区除养殖鳙、鲢、鳊、鲮四大家鱼外，还逐渐引进和推广了较多的增养殖优良品种，如东北鲫、塘虱、本地鲫等野生杂鱼、罗非鱼、福寿鱼、泰国罗氏沼虾、美国淡水白鲟、加洲鲈、西德镜鲤等。

新会区的捕捞现在以外海捕捞、小规模淡水捕捞与江河增殖为主要方式。建国前，新会县海洋捕捞，多在崖门口附近的浅海区生产。后为了保护水产资源，调整近海作业，控制浅海捕捞强度，开发外海渔场。捕捞渔业逐渐拓展到以 40m 至

100m 水深的海区，以拖网作业为主，而浅海拖网、捕捞银虾、虾旦等刺网浅海作业仅作为季节性生产。

项目用海区所在的黄茅海河口为亚热带河口区，处于咸淡水交汇的海域内，受珠江径流和南海潮流的共同影响，其生态环境随季节变化十分显著。与生态环境的季节变化相适应，栖息于这一水域的资源种类组成主要包括海水种类和咸淡水种类。

4.2.7 滩涂资源

江门滩涂数量众多、类型多样，有泥质滩涂、沙质滩涂和红树林滩涂等。其中泥质滩涂主要位于工程区以南都斛、赤溪东部沿岸，包括都斛新围养殖区、都斛滩涂养殖区、赤溪滩涂养殖区、赤溪新围养殖区、赤溪东部滩涂养殖区，总面积约 3150hm²，沙质滩涂和红树林滩涂位于工程区以北新洲围的西北沿岸。滩涂养殖主要出产南美白对虾、斑节对虾、基围虾、锯缘青蟹、黄脚腊、鲳鱼、腊鱼、鲈鱼等新鲜、美味、无污染的海鲜。据调查统计，上述区域滩涂资源产值约 1500 元/亩，若蟹类、虾类、鱼类按一定比例和平均价格进行估算，上述几类资源平均产量分别为 20 斤/亩、37 斤/亩及 30 斤/亩。但目前滩涂资源利用方式仍然以自然捕捞占据了较大比例，综合效益低，单位水面产出较低，滩涂资源整体利用率较低，大大浪费了优质资源。

4.2.8 旅游资源

新会区是一座拥有 1500 多年历史的文化名城，名胜古迹众多，拥有 AAAA 级景区圭峰山国家森林公园和古兜温泉度假村，以及闻名遐迩的小鸟天堂、近代历史名人梁启超的故居等一批品牌旅游点。

2005 年 9 月，根据新会区府打造珠三角“休闲之都”的总体工作思路，整合旅游资源，打响文化、休闲、生态特色旅游品牌。完善圭峰山风景名胜区的建设和崖门古战场文化旅游区的设施，扩建小鸟天堂，修缮梁启超故居，完成古兜温泉三期工程并支持第四期工程建设，建成开放广东桥梁博物馆，新建时代、龙泉和御景等酒店等，项目用海区纵向的旅游资源还有宋元海战遗址、蔡李佛洪姓始祖馆等众多休闲旅游资源，横向上还有恩平的温泉群、台山的川岛旅游度假区、北峰山森林公园、珠海海泉湾等。

4.3 海洋开发利用与保护概况

4.3.1 生态保护红线

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），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，仅允许对生态功能不造成破坏的十大类有限人为活动。

本项目建设过程中不占用海域生态红线，项目评价范围内涉及的海域生态红线包括：“江门市新会区红树林”位于项目东北侧 11m；“江门市台山市红树林”位于项目西南侧 3.6km；“崖门重要滩涂及浅海水域”位于项目项目东北侧 10.8km。

4.3.2 三场一通道

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

4.3.2.1 南海鱼类产卵场

1、南海中上层鱼类产卵场

南海中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹、鲐鱼和竹筴鱼产卵场。其中，蓝圆鲹产卵场的位置包括：（1）粤东外海区：约为东经 115°~116°30'，北纬 20°30'~22°35'，水深约为 70~180m，产卵期 3~7 月。（2）粤西外海区：约为东经 110°30'~112°40'，北纬 18°15'~20°05'，水深约为 70~180m，产卵期 4~6 月。（3）珠江口近海区：约为东经 112°50'~114°30'，北纬 21°~22°，水深为 60m 以内，产卵期 12~3 月。（4）北部湾产卵场：东经 117°15'~109°40'，北纬 20°~21°30'，水深约为 40m 以内海域，产卵期 3~7 月。

鲐鱼产卵场的位置包括：（1）珠江口近海区：位于东经 113°5'~116°20'，北纬 21°~22°35'，水深 30~80m，产卵期 1~3 月。（2）珠江口外海区：约东经 113°30'~114°40'，北纬 19°30'~20°26'，水深 90~200m，产卵期 1~3 月。

本项目不在南海中上层鱼类产卵场保护区内，见图 4.3.3-1。

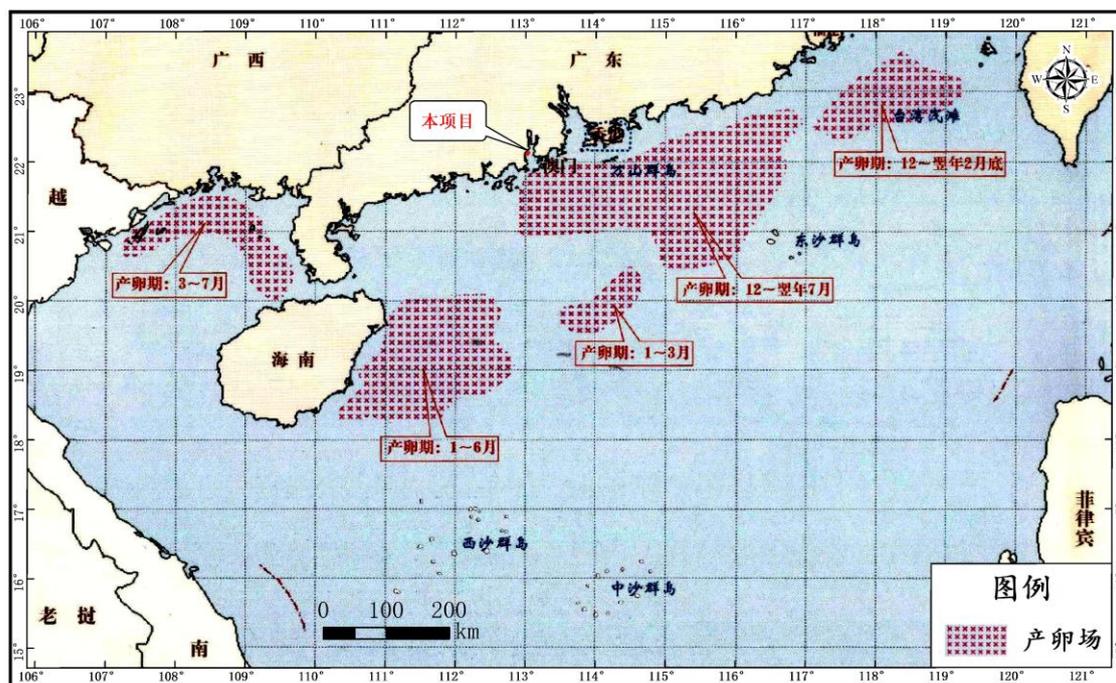


图 4.3.2-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

2、南海底层、近底层鱼类产卵场

南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼绯和黄鲷产卵场。

其中，金线鱼产卵场包括：（1）南海北部产卵场：分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（为东经 111°45′~115°45′），水深为 25~107m，主要是 40-80m，产卵期 3~8 月。（2）北部湾产卵场：有二处，一处为东经 107°15′~108°50′，北纬 19°10′~20°55′，水深 40-75m，产卵期 2~6 月。另一处为东经 106°05′~107°20′，北纬 18°15′~19°55′，水深 20~80m，产卵期 4~8 月。

二长棘鲷产卵场位于北部湾东经 107°20′~109°15′，北纬 20 至近岸，水深 60m 以浅海区，产卵期 1~3 月。红笛鲷产卵场有二处，均位于北部湾：（1）东经 107°25′~108°43′，北纬 19°12′~20°20′，水深 20-70m 海区。（2）东经 106°55′~107°56′，北纬 17°45′~19°，水深 65~85m 海区，产卵期 4-7 月。

绯鲤类产卵场包括：（1）珠江口近海产卵场：位于东经 112°55′~115°40′，北纬 21°30′~22°15′，水深为 20-87m，产卵期 3~6 月。（2）海南岛以东近海产卵场：位于东经 110°40′~112°00′，北纬 19°0′~19°30′，水深为 53~123m，产卵期 3~6 月。

（3）珠江口—粤西外海产卵场：位于东经 111°30′~114°40′，北纬 19°50′~21°，水深 60~100m，产卵期 3~6 月。（4）北部湾产卵场：位于东经 107°20′~108°15′，北纬 18°15′~21°15′，水深 20~100m，产卵期 2~8 月。

深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经 110°30' 以东一直延伸到东经 117°的水深 90-200m 范围内均有分布，主要产卵期 3-9 月。

短尾鳍大眼鲷产卵场包括：(1)南海北部产卵场：在南海北部分布范围较广，大约在 71~107m 等深线内，由海南岛东部向东北延伸到汕尾外海（约为东经 110°50'~115°45'），连城一条狭长海区；(2)北部湾产卵场，共有二处。一处位于东经 107°32'~106°20'，北纬 17°40'~18°50'海区；另一处在东经 106°10'~108°15'，北纬 18°40'~19°45'范围海区。短尾鳍大眼鲷产卵期 4-7 月。

长尾大眼鲷产卵场包括：(1)南海北部产卵场：共有二处，一处位于海陵岛南部，约为东经 110°50'~112°45'，北纬 20°25'~21°30'；一处位于万山列岛的东南部，约为东经 113°20'~115°45'，北纬 20°35'~22°20'两产卵场水深为 26~80m。(2)北部湾产卵场，共有三个：①位于东经 107°30'~108°50'，北纬 20°15'~21°20'；②东经 107°35'~139°05'，北纬 19°35'~20°25'；③东经 107°35'~108°25'，北纬 18°25'~19°25'长尾大眼鲷产卵期 5~7 月。

脂眼鲱产卵场位于海南岛以东近海，东经 110°45'~111°30'，北纬 18°50'~19°50'，水深 40~100m，产卵期 5~8 月。

黄鲷产卵场包括：(1)南海北部产卵场：在南海分布广而狭，处于外海，沿着 90m 等深线由海南岛东部向东北延伸至汕尾外海（约为东经 111°45'~115°45'，水深 77~119m），连成一条带状，产卵期为 11 月~翌年 3 月，产卵盛期为 12 月至翌年 3 月。(2)海南岛南部产卵场：位于东经 108°55'~109°15'，北纬 17°15'~17°50'，水深 70~120m，产卵期为 10 月至翌年 2 月。

本项目距离南海底层、近底层鱼类产卵场较远，见图 4.3.3-2。

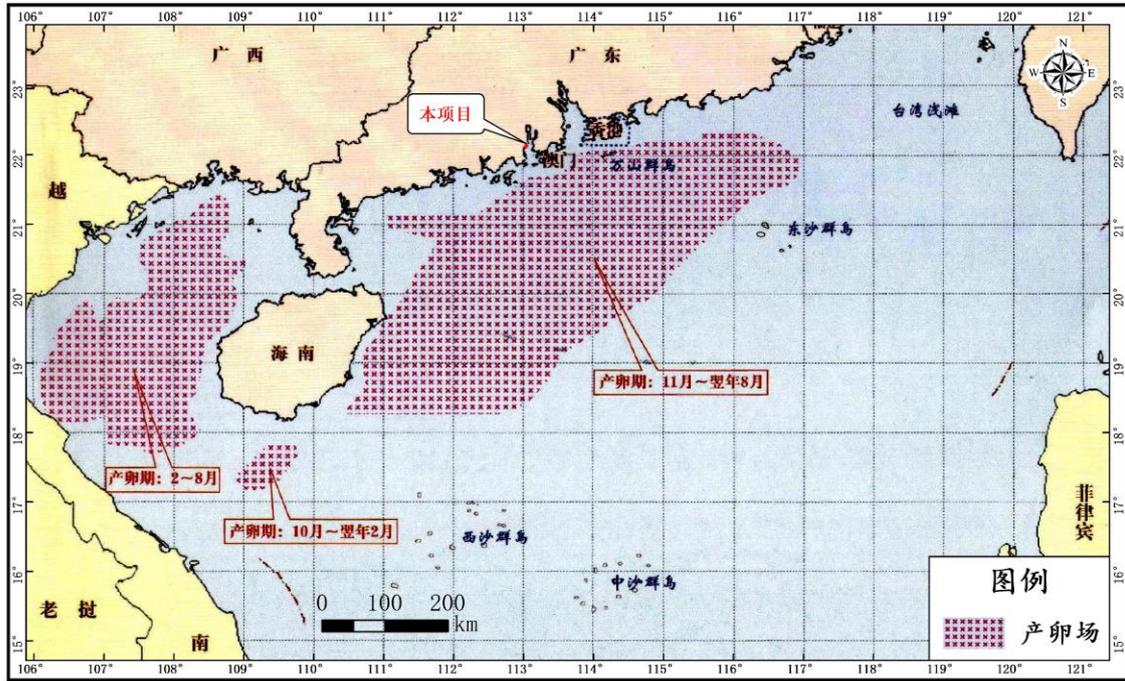


图 4.3.2-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

4.3.2.2 南海国家级及省级渔业品种保护区

根据南海国家级及省级渔业品种保护区分布图，本项目位于崖门口经济鱼类繁育场保护区。崖门口经济鱼类繁育场保护区的范围为南面由台山市广海口的鸡罩山角为起点至少鹅咀对开 2 海里处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角的连线为界，北面由独崖至二虎的连结线以内海域范围为保护区，禁渔期为每年的农历 4 月 20 至 7 月 20 日。本工程所在海域属于崖门口经济鱼类繁育场保护区。

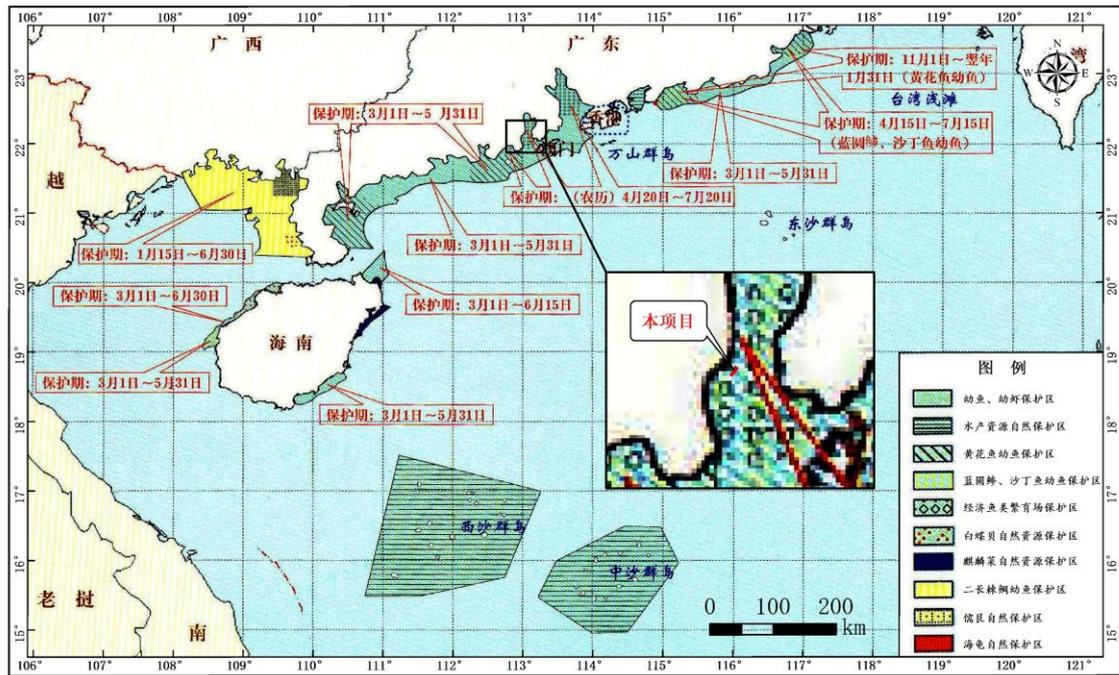


图 4.3.2-3 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

4.3.2.3 南海北部幼鱼繁育场保护区

根据农业部第一百八十九号及《中国海洋渔业水域图（第一批）》（2002年2月），南海北部幼鱼繁育场保护区范围为：位于南海北部及北部湾沿岸40m等深线、17个基点连线内水域，保护期为1-12月。保护要求为：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防治或减少对渔业资源的损害。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，具体位置见图4.3.3-4。

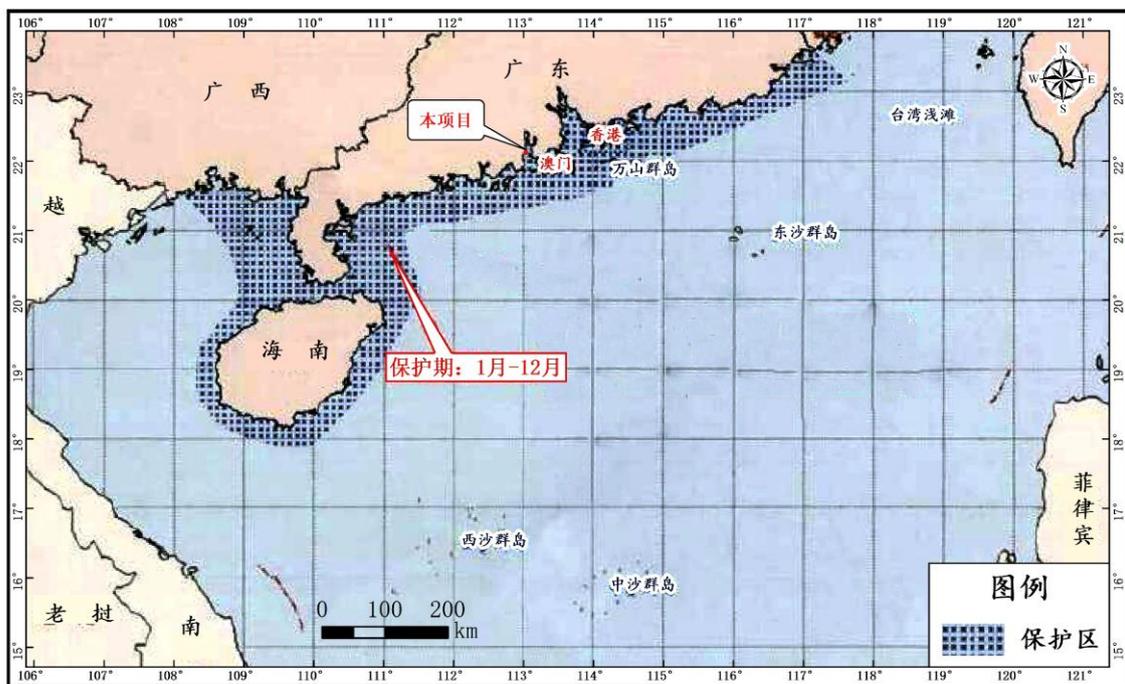


图 4.3.2-4 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

4.3.3环境关注点

本项目评价范围内近岸海域监测国控站位有两个，站位号分别为 HNN08001 和 HNN09001，环境保护目标均为近岸海域海水水质，水质执行一类水质标准，具体位置如下图所示。

4.3.4项目周边海域开发利用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目所在及周边海域开发利用现状包括：3.5 万吨级造船项目船坞工程、古井第二作业区亨源油气化工码头扩建工程、广东威立雅拆船有限公司年拆船 80 万轻吨项目等。

表 4.3.4-1 项目周边海域开发利用现状一览表

序号	项目名称	位置	最近距离 (km)
1		东北侧	12.01
2		东北侧	17.43
3		东北侧	20.67
4		东北侧	9.16
5		东北侧	9.28
6		东北侧	16.33
7		东北侧	13.26
8		东北侧	10.50
9		东北侧	13.35
10		东北侧	13.14
11		东北侧	17.73
12		东北侧	11.67
13		东北侧	12.72
14		东北侧	9.30
15		东北侧	10.02
16		东北侧	17.69
17		东北侧	3.04
18		东北侧	12.04
19		东北侧	18.36
20		东南侧	0.64
21		东北侧	13.40
22		东南侧	4.88
23		东北侧	10.54
24		东北侧	10.40

4.4 海洋环境质量现状

4.4.1海水水质现状调查与评价

4.4.1.1 调查站位布设

本项目海洋水质现状夏季资料引用《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重大平台建设项目海洋环境现状调查报告（夏季航次）》（自然资源部南海调查中心，2024 年 7 月）的调查成果，冬季资料引用《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重

大平台建设项目海洋环境现状调查报告(冬季航次)》(自然资源部南海调查中心, 2024年12月)的调查成果。

夏季调查在项目所在海域共布设海水水质调查站位 48 个, 海洋沉积物质量调查站位 25 个, 海洋生物生态调查站位 29 个, 海洋生物质量调查站位 29 个, 潮间带生物 4 条断面; 冬季调查在项目所在海域共布设海水水质调查站位 48 个, 海洋生物生态调查站位 29 个, 海洋生物质量调查站位 29 个, 潮间带生物 4 条断面。

两季调查的具体站位分布见表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2, 站位分布见**错误!未找到引用源。**和**错误!未找到引用源。**。由其海洋环境调查站位分布图可知, 两季调查站位布设对评价区域具有全面覆盖性及代表性。

表 4.4.1-12024 年夏季调查站位及内容

站位号	站位号	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1	S1			水质、生物质量、生物生态
2	S2			水质
3	S3			水质、沉积物、生物质量、生物生态
4	S4			水质
5	S5			水质、生物质量、生物生态
6	S6			水质、沉积物、生物质量、生物生态
7	S7			水质、沉积物、生物质量、生物生态
8	S8			水质
9	S9			水质、沉积物、生物质量、生物生态
10	S10			水质
11	S11			水质、沉积物、生物质量、生物生态
12	S12			水质、沉积物、生物质量、生物生态
13	S13			水质、沉积物、生物质量、生物生态
14	S14			水质
15	S15			水质、沉积物、生物质量、生物生态
16	S16			水质、沉积物、生物质量、生物生态
17	S17			水质、沉积物、生物质量、生物生态
18	S18			水质、沉积物、生物质量、生物生态
19	S19			水质
20	S20			水质、沉积物、生物质量、生物生态
21	S21			水质
22	S22			水质、沉积物、生物质量、生物生态
23	S23			水质
24	S24			水质、沉积物、生物质量、生物生态
25	S25			水质
26	S26			水质、沉积物、生物质量、生物生态

27	S27			水质
28	S28			水质、沉积物、生物质量、生物生态
29	S29			水质
30	S30			水质、沉积物、生物质量、生物生态
31	S31			水质
32	S32			水质、沉积物、生物质量、生物生态
33	S33			水质
34	S34			水质、沉积物、生物质量、生物生态
35	S35			水质
36	S36			水质、沉积物、生物质量、生物生态
37	S37			水质
38	S38			水质、沉积物、生物质量、生物生态
39	S39			水质
40	S40			水质、沉积物、生物质量、生物生态
41	S41			水质
42	S42			水质、沉积物、生物质量、生物生态
43	S43			水质
44	S44			水质、沉积物、生物质量、生物生态
45	S45			水质
46	S46			水质、生物质量、生物生态
47	S47			水质、沉积物、生物质量、生物生态
48	S48			水质、生物质量、生物生态
49	C1 高			潮间带生物
50	C1 中			
51	C1 低			
52	C2 高			
53	C2 中			
54	C2 低			
55	C3 高			
56	C3 中			
57	C3 低			
58	C4 高			
59	C4 中			
60	C4 低			

表 4.4.1-2024 年冬季调查站位及内容

站位号	站位号	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1	S1			水质、生物质量、生物生态
2	S2			水质
3	S3			水质、生物质量、生物生态
4	S4			水质
5	S5			水质、生物质量、生物生态
6	S6			水质、生物质量、生物生态
7	S7			水质、生物质量、生物生态

8	S8			水质
9	S9			水质、生物质量、生物生态
10	S10			水质
11	S11			水质、生物质量、生物生态
12	S12			水质、生物质量、生物生态
13	S13			水质、生物质量、生物生态
14	S14			水质
15	S15			水质、生物质量、生物生态
16	S16			水质、生物质量、生物生态
17	S17			水质、生物质量、生物生态
18	S18			水质、生物质量、生物生态
19	S19			水质
20	S20			水质、生物质量、生物生态
21	S21			水质
22	S22			水质、生物质量、生物生态
23	S23			水质
24	S24			水质、生物质量、生物生态
25	S25			水质
26	S26			水质、生物质量、生物生态
27	S27			水质
28	S28			水质、生物质量、生物生态
29	S29			水质
30	S30			水质、生物质量、生物生态
31	S31			水质
32	S32			水质、生物质量、生物生态
33	S33			水质
34	S34			水质、生物质量、生物生态
35	S35			水质
36	S36			水质、生物质量、生物生态
37	S37			水质
38	S38			水质、生物质量、生物生态
39	S39			水质
40	S40			水质、生物质量、生物生态
41	S41			水质
42	S42			水质、生物质量、生物生态
43	S43			水质
44	S44			水质、生物质量、生物生态
45	S45			水质
46	S46			水质、生物质量、生物生态
47	S47			水质、生物质量、生物生态
48	S48			水质、生物质量、生物生态
49	C1 高			潮间带生物
50	C1 中			

51	C1 低		
52	C2 高		
53	C2 中		
54	C2 低		
55	C3 高		
56	C3 中		
57	C3 低		
58	C4 高		
59	C4 中		
60	C4 低		

4.4.1.2 调查站位代表性分析

根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)，本项目海洋环境调查站点符合全面覆盖、均匀布设、生态环境敏感区重点照顾的布设原则，布设的调查断面和站位，均匀分布和覆盖整个调查评价海域和区域。

根据本项目各单项评价等级，水质环境 1 级评价项目调查站位不少于 16 个站位；沉积物环境 1 级评价项目调查站位宜与海水水质站位相同，数量不少于水质站位的 50%；生态和生物资源环境各级评价项目调查站位可与水质站位相同，站位数量不少于水质调查站位的 60%；潮间带 1 级评价项目调查断面不少于 3 条。本项目评价范围内调查站位和断面数量符合性见表 4.4.1-3。

表 4.4.1-3 调查站位和断面数量符合性一览表

项目	水质环境	沉积物环境	海洋生态	生物质量	潮间带
本项目要求	16	8	10	5	3
引用的夏季海洋环境现状调查报告	37	20	22	22	4
引用的冬季海洋环境现状调查报告	37	0	22	22	4
相符性	符合	符合	符合	符合	符合

4.4.1.3 调查季节代表性分析

根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)，建设项目若位于河口海域，1 级评价项目应选取丰水期和枯水期两季作为海洋生态环境影响评价时段，本项目位于河口海域，选取丰水期（夏季，7 月和 8 月）和枯水期（冬季，12 月）进行海洋生态环境现状调查和评价，满足要求；海洋沉积物调查时段不受季节限制，须至少进行 1 次现状调查，本项目选择丰水期（夏季，7 月和 8 月）进行沉积物环境现状调查和评价，满足要求。

4.4.1.4 调查内容与分析方法

1、调查内容

水质调查项目：温度、盐度、pH、溶解氧、油类、悬浮物、化学需氧量、无机氮、磷酸盐、汞、砷、总铬、铅、镉、铜、锌、挥发酚、硫化物。

2、分析方法

两季样品分析均按照《海洋监测规范第4部分：海水分析》(GB17378.4-2007)、《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测技术规程第1部分：海水》(HY/T147.1/9.1-2013)进行，各项目的分析方法如下表所示。

表 4.4.1-4 水质测定项目分析方法一览表

调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法	检出限	
温度	现场测定	表层温度计法	-	
pH	现场测定	pH计法	-	
盐度	250mL 聚乙烯瓶采集	盐度计法	-	
化学需氧量	现场测定	碱性高锰酸钾法	-	
溶解氧	加 1mLMnCl ₂ 和 1mL 碱性 KI 溶液固定，现场测定	碘量法	-	
悬浮物	用 0.45μm, φ47mm 微孔滤膜过滤	重量法	-	
油类	加 5ml (1+3) 硫酸固定，正己烷萃取后避光冷藏保存	紫外分光光度法	3.5μg/L	
重金属	铜	用 0.45μm, φ47mm 微孔滤膜过滤加	0.2μg/L	
	铅		0.03μg/L	
	镉		0.01μg/L	
	锌	HNO ₃ 至 pH<2 低温冷藏	电感耦合等离子体光谱法	3.1μg/L
	总铬	用 0.45μm, φ47mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	电感耦合等离子体光谱法	0.4μg/L
	砷		原子荧光法	0.5μg/L
	汞		加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	0.007μg/L
挥发酚	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<4, 每升水样加 2g 硫酸铜, 低温冷藏	4 氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L	
硫化物	每升水样加 1mL 乙酸锌溶液 (50g/L)	亚甲基蓝分光光度法	0.0002mg/L	

4.4.1.5 评价标准与方法

1、评价标准

本项目海洋水质调查站位对照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》中各个海洋功能区的空间管控要求，按照水质评价标准，将调查站位及其所属的海洋功能区、海洋环境保护要求对照列入表 4.4.1-3。

表 4.4.1-3 各站位执行的海洋环境标准要求一览表（夏季和冬季）

序号	功能区类型	调查站位	标准要求
1	生态保护区	S48	执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准
2	生态控制区	S12、S13、S21、S22、S31、S36	
3	渔业用海区	S8、S10、S14、S18、S20、S23、S24、S25、S27、S28、S32、S35、S40、S42、S44、S47	
4	游憩用海区	S9、S11、S15、S16、S17、S19、S26、S33、S34	执行海水水质第二类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准
5	工况通信用海区	S41	执行海水水质第三类标准、海洋沉积物质量第二类标准和海洋生物质量第二类标准
6	交通运输用海区	S1- S7、S29、S30、S37、S38、S39、S43、S45、S46	

2、评价方法

基于监测结果，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）采用单项指数法对水质现状进行评价。

(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。

(2) DO 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 表明该水质因子超标；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_j — j 点的溶解氧实测值，mg/L；

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

S —实用盐度；

T —水温， $^{\circ}C$ 。

(3) pH 的标准指数为:

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

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

pH_j —pH 值实测统计代表值;

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值;

pH_{su} —pH 评价标准的上限值。

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。

4.4.1.6 水质调查结果

1、夏季水质调查结果

本次夏季调查共 48 个站位, 各站水深变化范围为 2.0m~21.0m, 平均水深 5.7m。各站水温变化范围为 28.0°C~33.4°C, 平均水温为 31.0°C。夏季航次海洋水质 48 个站位环境调查结果见表 4.4.1-4, 调查项目的分布特征如下:

(1) 盐度

本次调查, 各站盐度变化范围为 0.15‰~27.73‰, 平均盐度为 4.06‰。最低盐度出现在 S2 号站, 最高盐度出现在 S48 号站底层。

(2) pH

本次调查, 各站 pH 值变化范围为 7.79~8.92, 平均 pH 值为 8.19。最低 pH 值出现在 S1 号站, 最高 pH 值出现在 S17 号站。

(3) 悬浮物

本次调查, 各站悬浮物的质量浓度变化范围是 1.5mg/L~49.4mg/L, 平均值为 21.2mg/L。最低值出现在 S43 号站, 最高值出现在 S3 号站底层。

(4) 溶解氧

本次调查, 各站溶解氧的质量浓度变化范围为 2.26mg/L~10.89mg/L, 平均值为 8.04mg/L。最低值出现在 S48 号站底层, 最高值出现在 S16 号站。

(5) 化学需氧量

本次调查, 各站化学需氧量的质量浓度变化范围为 0.31mg/L~2.09mg/L, 平均值为 1.25mg/L。最低值出现在 S47 号站底层, 最高值出现在 S44 号站。

(6) 油类

本次调查, 5 个样品油类的质量浓度低于检测限, 其余各站油类的质量浓度变化范围为 $4.3 \mu\text{g/L} \sim 38.6 \mu\text{g/L}$, 平均值为 $12.3 \mu\text{g/L}$ 。最低值出现在 S3 号站, 最高值出现在 S26 号站。

(7) 无机氮

本次调查, 各站无机氮的质量浓度变化范围为 $0.260\text{mg/L} \sim 1.778\text{mg/L}$, 平均值为 1.423mg/L 。最低值出现在 S46 号站底层, 最高值出现在 S3 号站表层。其中, 各站亚硝酸盐的质量浓度变化范围为 $0.003\text{mg/L} \sim 0.031\text{mg/L}$, 平均值为 0.010mg/L 。最低值出现在 S43 号站, 最高值出现在 S48 号站表层; 各站铵盐的质量浓度变化范围为 $0.004\text{mg/L} \sim 0.025\text{mg/L}$, 平均值为 0.009mg/L 。最低值出现在 S4 号站表层, 最高值出现在 S38 号站; 各站硝酸盐的质量浓度变化范围为 $0.227\text{mg/L} \sim 1.751\text{mg/L}$, 平均值为 1.404mg/L 。最低值出现在 S46 号站底层, 最高值出现在 S3 号站底层。

(8) 磷酸盐

本次调查, 各站磷酸盐的质量浓度变化范围为 $0.001\text{mg/L} \sim 0.162\text{mg/L}$, 平均值为 0.024mg/L 。最低值出现在 S45 号站, 最高值出现在 S4 号站底层。

(9) 砷

本次调查, 5 个样品砷的含量均低于检测限, 其余各站砷的质量浓度变化范围为 $0.0006\text{mg/L} \sim 0.0054\text{mg/L}$, 平均值为 0.0016mg/L 。最低值出现在 S22 号站, 最高值出现在 S10 号站。

(10) 总铬

本次调查, 各站总铬的质量浓度变化范围为 $0.0017\text{mg/L} \sim 0.0135\text{mg/L}$, 平均值为 0.0035mg/L 。最低值出现在 S11 号站, 最高值出现在 S46 号站底层。

(11) 铅

本次调查, 各站铅的质量浓度变化范围为 $0.00088\text{mg/L} \sim 0.00522\text{mg/L}$, 平均值为 0.00215mg/L 。最低值出现在 S15 号站, 最高值出现在 S21 号站。

(12) 镉

本次调查, 19 个样品镉的含量均低于检测限, 其余各站镉的质量浓度变化范围为 $0.00003\text{mg/L} \sim 0.00044\text{mg/L}$, 平均值为 0.00008mg/L 。最低值出现在 S7 号站、S16 号站、S19 号站、S33 号站、S5 号站底层及 S3 号站底层, 最高值出现

在 S23 号站。

(13) 铜

本次调查, 各站铜的质量浓度变化范围为 0.0017mg/L~0.0444mg/L, 平均值为 0.0047mg/L。最低值出现在 S11 号站, 最高值出现在 S47 号站表层。

(14) 锌

本次调查, 各站锌的质量浓度变化范围为 0.0068mg/L~0.0920mg/L, 平均值为 0.0180mg/L。最低值出现在 S25 号站, 最高值出现在 S47 号站表层。

(15) 硫化物

本次调查, 各站硫化物的质量浓度变化范围为 0.0007mg/L~0.0012mg/L, 平均值为 0.0010mg/L。最低值出现在 S46 号站底层、S47 号站底层, 最高值出现在 S32 号站、S33 号站、S35 号站、S48 号站表层。

(16) 汞、挥发酚

本次调查, 各站的汞、挥发酚样品含量均低于检测限。

表 4.4.1-4 夏季水质调查结果

站号	层次 (m)	温度 (°C)	盐度 (‰)	pH	溶解氧 (mg/L)	油类 (µg/L)	悬浮物 (mg/L)	化学需氧量 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	磷酸盐 (mg/L)	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	总铬 (mg/L)	铅 (mg/L)	镉 (mg/L)	铜 (mg/L)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	
S1																				
S2																				
S3																				
S4																				
S5																				
S6																				
S7																				
S8																				
S9																				
S10																				
S11																				
S12																				
S13																				
S14																				
S15																				
S16																				
S17																				
S18																				
S19																				
S20																				
S21																				
S22																				
S23																				
S24																				
S25																				
S26																				
S27																				
S28																				
S29																				
S30																				
S31																				
S32																				

S33																			
S34																			
S35																			
S36																			
S37																			
S38																			
S39																			
S40																			
S41																			
S42																			
S43																			
S44																			
S45																			
S46																			
S47																			
S48																			

注：①S1、S12、S20、S24 和 S48 号站位数据为统计平行站后的平均值；“ND”表示未检出；“*”表示，异常值，一个检出，一个未检出；“-”表示无该项测试；参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为铵盐、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度。

2、冬季水质调查结果

本次冬季调查共 48 个站位，各站水深变化范围为 2.0m~21.0m，平均水深 5.2m。各站水温变化范围为 17.1°C~21.8°C，平均水温为 19.2°C。冬季航次海洋水质 48 个站位，环境调查结果见表 4.4.3-2，调查项目的分布特征如下：

(1) 盐度

本次调查，各站盐度变化范围为 1.40‰~28.85‰，平均盐度为 18.22‰。最低盐度出现在 S6 号站，最高盐度出现在 S38 号站。

(2) pH

本次调查，各站 pH 值变化范围为 7.84~8.32，平均 pH 值为 8.11。最低 pH 值出现在 S1 号站，最高 pH 值出现在 S40 号站。

(3) 悬浮物

本次调查，各站悬浮物的质量浓度变化范围是 0.6mg/L~22.0mg/L，平均值为 6.8mg/L。最低值出现在 S7 号站，最高值出现在 S24 号站。

(4) 溶解氧 (DO)

本次调查，各站 DO 的质量浓度变化范围为 7.27mg/L~10.01mg/L，平均值为 8.42mg/L。最低值出现在 S42 号站，最高值出现在 S41 号站。

(5) 化学需氧量 (COD_{Mn})

本次调查，各站 COD_{Mn} 的质量浓度变化范围为 1.27mg/L~2.47mg/L，平均值为 1.89mg/L。最低值出现在 S38 号站，最高值出现在 S2 号站。

(6) 油类

本次调查，6 个样品油类的质量浓度低于检测限，其余各站油类的质量浓度变化范围为 3.5μg/L~21.5μg/L，平均值为 10.3μg/L。最低值出现在 S22 号站表层，最高值出现在 S18 号站。

(7) 无机氮 (DIN)

本次调查，各站无机氮的质量浓度变化范围为 0.167mg/L~1.612mg/L，平均值为 0.797mg/L。最低值出现在 S44 号站，最高值出现在 S1 号站。其中，各站亚硝酸盐的质量浓度变化范围为 0.015mg/L~0.120mg/L，平均值为 0.056mg/L。最低值出现在 S44 号站，最高值出现在 S2 号站；各站铵盐的质量浓度变化范围为 0.005mg/L~0.156mg/L，平均值为 0.044mg/L。最低值出现在 S28 号站，最高值出现在 S1 号站；各站硝酸盐的质量浓度变化范围为 0.141mg/L~1.377mg/L，

平均值为 0.697mg/L。最低值出现在 S44 号站底层，最高值出现在 S6 号站底层。

(8) 磷酸盐

本次调查，10 个样品磷酸盐的含量均低于检测限，其余各站样品磷酸盐的质量浓度变化范围为 0.001mg/L~0.022mg/L，平均值为 0.005mg/L。最低值出现在 S29、S37、S39、S20、S28 号站，最高值出现在 S5 号站表层。

(9) 砷

本次调查，各站砷的质量浓度变化范围为 0.0010mg/L~0.0013mg/L，平均值为 0.0011mg/L。最低值出现在 S10、S21、S29、S30 号站，最高值出现在 S19 号站。

(10) 总铬

本次调查，45 个样品总铬的含量均低于检测限，其余各站总铬的质量浓度变化范围为 0.0004mg/L~0.0010mg/L，平均值为 0.0006mg/L。最低值出现在 S28、S6 号站，最高值出现在 S46 号站底层。

(11) 铅

本次调查，10 个样品铅的含量均低于检测限，各站铅的质量浓度变化范围为 0.00004mg/L~0.00082mg/L，平均值为 0.00035mg/L。最低值出现在 S43、S45、S22、S37、S38、S41、S26 号站及 S47 号站表层，最高值出现在 S42 号站。

(12) 镉

本次调查，各站镉的质量浓度变化范围为 0.00002mg/L~0.00007mg/L，平均值为 0.00005mg/L。最低值出现在 S44、S21、S30、S6 号站，最高值出现在 S48、S10、S31、S3 号站及 S5 号站底层。

(13) 铜

本次调查，各站铜的质量浓度变化范围为 0.0008mg/L~0.0058mg/L，平均值为 0.0018mg/L。最低值出现在 S45、S38 号站，最高值出现在 S46 号站表层。

(14) 锌

本次调查，23 个样品锌的含量均低于检测限，其余各站锌的质量浓度变化范围为 0.0032mg/L~0.0326mg/L，平均值为 0.0099mg/L。最低值出现在 S47 号站表层，最高值出现在 27 号站。

(15) 汞

本次调查，42 个样品汞的含量均低于检测限，其余各站汞的质量浓度变化

范围为 0.000007mg/L~0.000028mg/L,平均值为 0.000015mg/L。最低值出现在 S15 号站,最高值出现在 S47 号站底层。

(16) 硫化物、挥发酚

本次调查,各站的硫化物、挥发酚样品含量均低于检测限。

表 4.4.1-5 冬季水质调查结果

站号	层次 (m)	温度 (℃)	盐度 (‰)	pH	溶解氧 (mg/L)	油类 (ug/L)	化学需氧量 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	磷酸盐 (mg/L)	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	总铬 (mg/L)	铅 (mg/L)	镉 (mg/L)	铜 (mg/L)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)
S1																			
S2																			
S3																			
S4																			
S5																			
S6																			
S7																			
S8																			
S9																			
S10																			
S11																			
S12																			
S13																			
S14																			
S15																			
S16																			
S17																			
S18																			
S19																			
S20																			
S21																			
S22																			
S23																			
S24																			
S25																			
S26																			
S27																			
S28																			
S29																			
S30																			
S31																			
S32																			
S33																			
S34																			
S35																			
S36																			
S37																			
S38																			
S39																			
S40																			
S41																			
S42																			
S43																			
S44																			
S45																			
S46																			
S47																			
S48																			

注：①S6、S13、S15、S28 和 S42 站位数据为统计平行站后的平均值；“ND”表示未检出；“-”表示无该项测试；“*”表示，异常值，一个检出，一个未检出；参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取

1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为铵盐、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和；多环芳烃为 16 项测试结果总和，详情见表 3.1-2。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度。

4.4.1.7 水质评价结果

1、夏季水质评价结果

根据上述功能区的管理要求，水质质量指数统计结果如表 4.4.1-6~表 4.4.1-8 所示。所有调查站位的汞、镉、总铬、砷、硫化物、挥发性酚、石油类指标均符合相应功能区水质标准，未出现任何超标情况。

与之相对，pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铅、铜、锌等指标则存在不同程度的超标，且超标情况随功能区水质标准等级差异呈现明显分化，具体超标率如下：

执行一类水质标准的调查站位：pH 超标率为 13.00%，溶解氧超标率为 39.00%，化学需氧量超标率为 4.00%，无机氮超标率为 100.00%，活性磷酸盐超标率为 65.00%，铅超标率为 96.00%，铜超标率为 17.00%，锌超标率为 30.00%；

执行二类水质标准的调查站位：pH 超标率为 33.00%，溶解氧超标率为 33.00%，无机氮超标率为 100.00%，活性磷酸盐超标率为 22.00%。

执行三类水质标准的调查站位：溶解氧超标率为 6.00%，无机氮超标率为 94.00%，活性磷酸盐超标率为 6.00%，铅超标率为 38.00%，锌超标率为 13.00%。

总的来说，本次调查主要超标因子为无机氮、铅等。无机氮超标主要以硝酸盐氮超标，本身河口区为咸淡水交界处，自然环境、水文动力等条件复杂。河口区水质受周边城镇生活、工业生产、农业生产、地表径流等污染物排放影响，其背景浓度值远高于外海。

表 4.4.1-6 调查海域海水各评价因子单项标准指数（第一类）

站号	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	硫化物	挥发性酚	石油类
S8															
S10															
S12															
S13															
S14															
S18															
S20															
S21															
S22															
S23															
S24															
S25															
S27															
S28															
S31															
S32															
S35															
S36															
S40															
S42															
S44															
S47															
S48															
超标率 (%)															

注：①S1、S12、S20、S24 和 S48 号站位数据为统计平行站后的平均值；“-”表示无该项测试；“*”表示，异常值，一个检出，一个未检出；参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为铵盐、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度。

表 4.4.1-7 调查海域海水各评价因子单项标准指数（第二类）

站号	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	硫化物	挥发性酚	石油类
S9															
S11															
S15															
S16															
S17															
S19															
S26															
S33															
S34															
超标率 (%)															

注：①S1、S12、S20、S24 和 S48 号站位数据为统计平行站后的平均值；“-”表示无该项测试；“*”表示，异常值，一个检出，一个未检出；参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为铵盐、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度。

表 4.4.1-8 调查海域海水各评价因子单项标准指数（第三类）

站号	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	硫化物	挥发性酚	石油类
S01															
S02															
S03															
S04															
S05															
S06															
S07															
S29															
S30															

S37															
S38															
S39															
S41															
S43															
S45															
S46															
超标率 (%)															

注：①S1、S12、S20、S24 和 S48 号站位数据为统计平行站后的平均值；“-”表示无该项测试；“*”表示，异常值，一个检出，一个未检出；参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为铵盐、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度。

4.4.1.8 冬季海洋水质评价结果

根据上述功能区的管理要求，水质质量指数统计结果如表 4.4.4-4 到表 4.4.4-6。所有站位的汞、镉、总铬、砷、挥发性酚样品均符合各功能区的水质标准，未出现任何超标情况。

与之相对，pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铅、铜、锌、硫化物、石油类等指标则存在不同程度的超标，且超标情况随功能区水质标准等级差异呈现明显分化，具体超标率如下：

执行一类水质标准的调查站位：溶解氧超标率为 4.00%，化学需氧量超标率为 17.00%，无机氮超标率为 96.00%，锌超标率为 4.00%。

执行二类水质标准的调查站位：无机氮超标率为 100.00%。

执行三类水质标准的调查站位：无机氮超标率为 69.00%，活性磷酸盐超标率为 6.00%，硫化物超标率为 88.00%。

本次调查超标因子为较多，包括溶解氧、化学需氧量、无机氮和锌。超标原因主要为调查区域地处河口这一咸淡水交汇地带，自然环境与水文动力条件复杂，且长期受周边城镇生活、工业生产、农业种植及地表径流等陆源污染物排放影响，如生活污水与农业化肥携带的氮素推高无机氮浓度，工业废水或养殖尾水可能引入硫化物，导致水体中相关污染物背景浓度远高于外海，进而引发无机氮、硫化物出现局部超标。

表 4.4.1-9 调查海域海水各评价因子单项标准指数（第一类）

站号	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	硫化物	挥发性酚	石油类
S8															
S10															
S12															
S13															
S14															
S18															
S20															
S21															
S22															
S23															
S24															
S25															
S27															
S28															
S31															
S32															
S35															
S36															
S40															
S42															
S44															
S47															
S48															
超标率 (%)															

注：①S6、S13、S15、S28 和 S42 号站位数据为统计平行站后的平均值；“-”表示无该项测试；“*”表示，异常值，一个检出，一个未检出；参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为铵盐、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度。

表 4.4.1-10 调查海域海水各评价因子单项标准指数（第二类）

站号	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	硫化物	挥发性酚	石油类
S9															
S11															
S15															
S16															
S17															
S19															
S26															
S33															
S34															
超标率 (%)															

表 4.4.1-11 调查海域海水各评价因子单项标准指数（第三类）

站号	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	硫化物	挥发性酚	石油类
S01															
S02															
S03															
S04															
S05															
S06															
S07															
S29															
S30															
S37															
S38															

S39														
S41														
S43														
S45														
S46														
超标率 (%)														

4.4.2近岸海域国控监测点水质调查结果与评价

本项目周边近岸海域监测国控站位有 GDN03007、GDN10007，根据《广东省 2024 年近岸海域水质监测信息》，GDN03007 在 2024 年监测结果中水质类别为为四类~劣四类；GDN10007 在 2024 年监测结果中水质类别为三类~劣四类。国控站点分布情况详见表 4.4.2-1。

表 4.4.2-12024 年评价范围内两个国控站点监测结果

站位编码	监测时间	监测项目 (mg/L)										水质类别
		pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	
GDN03007	2024-04-15	8.13	1.678	0.021	0.003	6.52	1.95	/	/	/	/	劣四类
	2024-07-16	8.07	0.420	0.004	0.010	6.46	1.35	0.00006	0.000014	0.00002	0.00004	第四类
	2024-10-17	8.10	8.03	0.472	0.029	0.009	6.66	/	/	/	/	第四类
GDN10007	2024-04-15	8.16	1.420	0.017	0.003	6.22	1.28	/	/	/	/	劣四类
	2024-07-14	8.08	0.333	0.003	0.007	6.27	2.41	0.00133	0.000016	0.00002	0.00004	第三类
	2024-10-17	8.04	0.471	0.024	0.001	6.42	1.96	/	/	/	/	第四类

4.4.3沉积物环境现状调查与评价

4.4.3.1 调查站位

海洋沉积物的具体调查站位详见表 4.4.1-1 和图 4.4.1-1。

4.4.3.2 调查项目

调查内容包括：pH、粒度、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷）、油类、有机碳、硫化物等共 12 项。

4.4.3.3 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》（GB17378.5-2007）进行，超出的项目参照其他行业标准，各项目的分析方法详见下表。

表 4.4.3-1 海洋沉积物质量分析项目和分析方法

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法	检出限/mg/kg
1	pH	现场测定	pH 计法	/

2	粒度	聚乙烯袋装, 常温保存	激光粒度法	/
3	铜	聚乙烯袋装, 冷藏避光保存	火焰原子吸收分光光度法	2.0
4	锌		火焰原子吸收分光光度法	6.0
5	铅		火焰原子吸收分光光度法	3.0
6	铬		火焰原子吸收分光光度法	2.0
7	镉		火焰原子吸收分光光度法	0.04
8	总汞		原子荧光法	0.002
9	砷		原子荧光法	0.06
10	石油类	玻璃瓶装, 放置阴冷处, 低温冷藏保存	紫外分光光度法	3.0
11	有机碳	玻璃瓶装, 放置阴冷处, 低温冷藏保存	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.01
12	硫化物	玻璃瓶装, 放置阴冷处, 低温冷藏保存	亚甲基蓝分光光度法	0.3

注: 有机碳的单位为%。

4.4.3.4 评价标准与评价方法

1、评价标准

根据《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》, 各调查站位执行的沉积物执行海水沉积物标准见表 4.4.2-1 所示。

2、评价方法

沉积物现状评价采用单项指数法进行, 其指数计算方法如下:

$$Q_j = \frac{C_j}{C_o}$$

式中:

C_j—评价因子实测值

C_o—评价因子的评价标准值

Q_j—j 站评价因子的质量分指数

Q_j ≤ 1 属清洁

Q_j > 1 属污染。

4.4.3.5 海洋沉积物监测结果

1、沉积物粒度调查结果及分析

本项目进行了 25 个站位的表层沉积物调查, 沉积物粒度结果见表 4.5.5-1。按照谢帕德三角分类, 调查结果显示 S3、S12、S20、S22、S38、S40、S42、S47 站位表层沉积物组分为砂质粉砂, S6、S7、S9、S11、S16、S17、S18、S24、S28、S32、S36 站位表层沉积物组分为粘土质粉砂, S26、S34 站位表层沉积物组分为

粉砂，S30 站位表层沉积物组分为砂粉砂质砂，另外 S13、S15 按照谢帕德三角分类没有成果分类，依据 1975 海洋底质调查规范分类，这两个站位表层沉积物组分为沙砾。

其中，砂含量在 4.40%~54.63%之间，平均值为 19.66%；粉砂含量在 5.99%~74.75%之间，平均值为 60.40%；粘土含量在 0.88%~27.16%之间，平均值为 16.62%；砾石含量在 0.00%~50.45%之间，平均值为 3.32%。

表 4.4.3-2 沉积物粒度分析结果表

站号	粒组百分含量 (%)				粒度参数					福克分类 (含砾)	福克分类 (无砾)	谢帕德分 类	1975 海洋底质 调查规范 分类
	砾石	砂	粉砂	粘土	MZ (ϕ)	σI (mm)	SKI	KG	Md (ϕ)				
S3										泥质砂	砂质粉砂	砂质粉砂	砂质粉砂
S6										泥	粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S7										砂质泥	砂质粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S9										砂质泥	砂质粉砂	粘土质粉砂	细粉砂
S11										砂质泥	砂质粉砂	粘土质粉砂	粗粉砂
S12										砂质泥	砂质粉砂	砂质粉砂	粗粉砂
S13										砂质砾	--	--	砾砂
S15										砂质砾	--	--	砂砾
S16										砂质泥	砂质粉砂	粘土质粉砂	粗粉砂
S17										泥	粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S18										泥	粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S20										砂质泥	砂质粉砂	砂质粉砂	粗粉砂
S22										泥质砂	砂质粉砂	砂质粉砂	砂质粉砂
S24										砂质泥	粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S26										泥	粉砂	粉砂	细粉砂
S28										砂质泥	砂质粉砂	粘土质粉砂	细粉砂
S30										砂	粉砂质砂	粉砂质砂	粉砂质砂
S32										泥	粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S34										砂质泥	粉砂	粉砂	粗粉砂
S36										泥	粉砂	粘土质粉砂	粘土质粉砂
S38										泥质砂	砂质粉砂	砂质粉砂	砂质粉砂
S40										砂质泥	砂质粉砂	砂质粉砂	粗粉砂
S42										砂质泥	砂质粉砂	砂质粉砂	砂质粉砂
S44										砂质泥	砂质粉砂	粘土质粉砂	粗粉砂
S47										砂质泥	砂质粉砂	砂质粉砂	粗粉砂
最小值										-	-	-	-

最大值					-	-	-	-	-	-	-	-	-
平均值					-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：-表示无数据，其中 S8 及 S18 为平行站。

2、沉积物结果及分析

本次沉积物调查结果统计表见表 4.4.3-3。

(1) 石油类

本次调查中，石油类质量分数的变化范围在 42.2mg/kg~1.22×10³mg/kg，平均值为 312.6mg/kg，最大值出现在 S28 站及 S3 站，最小值在 S7 站。

(2) pH

本次调查中，pH 的变化范围是 7.17~8.41，平均为 7.69，最小出现在 S40 站，最大出现在 S13 站。

(3) 有机碳

本次调查中，有机碳的变化范围是 (0.33~1.42) %，平均为 1.02%，最小出现在 S16 站，最大出现在 S7 站。

(4) 硫化物

本次调查中，硫化物有 2 个未检出样，最大值为 189.0mg/kg，未检出样出现在 S7 及 S13 站，最大出现在 S28 站。

(5) 铜

本次调查中，铜的变化范围为 (25.2~66.2) mg/kg，平均值为 41.7mg/kg，最小值出现在 S7，最大值出现在 S28 站。

(6) 铅

本次调查中，铅质量分数的变化范围是(26.9~73.2)mg/kg，平均为 52.7mg/kg，最小出现在 S36 站，最大出现在 S6 站。

(7) 锌

本次调查中，锌质量分数的变化范围是 (79.4~199.0) mg/kg，平均为 122.0mg/kg，最小出现在 S7 站，最大出现在 S28 站。

(8) 镉

本次调查中，镉质量分数的变化范围是(0.18~2.22)mg/kg，平均为 0.51mg/kg，最小出现在 S42 站，最大出现在 S28 站。

(9) 汞

本次调查中，汞质量分数的变化范围是 (0.097~0.237) mg/kg，平均为 0.148mg/kg，最小出现在 S38 站，最大出现在 S28 站。

(10) 砷

本次调查中，砷质量分数的变化范围是（12.7~39.4）mg/kg，平均值为23.3mg/kg，最小出现在 S42 站，最大出现在 S28 站。

(11) 总铬

本次调查中，总铬质量分数的变化范围是（42.7~111.0）mg/kg，平均值为63.4mg/kg，最小出现在 S30 站，最大出现在 S15 站。

表 4.4.3-3 沉积物调查结果

站号	采样深度	pH	铜	锌	铅	总铬	镉	汞	砷	石油类	硫化物	有机碳
	m		(mg/kg)									
S3	表层											
S6	表层											
S7	表层											
S9	表层											
S11	表层											
S12	表层											
S13	表层											
S15	表层											
S16	表层											
S17	表层											
S18	表层											
S20	表层											
S22	表层											
S24	表层											
S26	表层											
S28	表层											
S30	表层											
S32	表层											
S34	表层											
S36	表层											
S38	表层											
S40	表层											
S42	表层											
S44	表层											
S47	表层											
	最小值											
	最大值											
	平均值											

注：①“ND”表示未检出，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取

1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②“-”表示无数据。

4.4.3.6 海洋沉积物评价结果

根据上述各功能区的管理要求，按照海洋沉积物质量标准对夏季沉积物样品各项参数进行评价，沉积物各项指标调查结果的质量指数如表 4.4.3-4~表 4.4.3-5 所示。

执行一类沉积物质量标准的调查站位中，铜超标率为 0.85%，锌超标率为 0.10%，铅超标率为 0.40%，总铬超标率为 0.20%，镉超标率为 0.35%，汞超标率为 0.10%，砷超标率为 0.70%，石油类超标率为 0.15%；硫化物、有机碳超标率均为 0.00%。

执行二类沉积物质量标准的调查站位中，S3、S6、S7、S30、S38 站位的铜、锌、铅、总铬、镉、汞、砷、石油类、硫化物、有机碳均满足二类沉积物质量标准的要求。

表 4.4.3-4 沉积物质量指数（一类）

站号	铜	锌	铅	总铬	镉	汞	砷	石油类	硫化物	有机碳
S9										
S11										
S12										
S13										
S15										
S16										
S17										
S18										
S20										
S22										
S24										
S26										
S28										
S32										
S34										
S36										
S40										
S42										
S44										
S47										
超标率 (%)										

注：检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限

的 1/2 和 1/4 量进行评价。

表 4.4.3-5 沉积物质量指数（二类）

站号	铜	锌	铅	总铬	镉	汞	砷	石油类	硫化物	有机碳
S3										
S6										
S7										
S30										
S38										
超标率										

4.4.4 海洋生物质量现状调查与评价

4.4.4.1 调查站位

调查站位分布见表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2, 站位分布见图 4.4.1-1 和图 4.4.1-2。

4.4.4.2 调查项目

海洋生物质量调查项目包括：铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞和石油烃共 8 项。

4.4.4.3 调查与分析方法

1、调查方法

海洋生物质量：调查应根据《海洋生物生态调查技术规程》（国家海洋局 908 专项办公室，2006 年）的相关要求，拖网时在距离标准站位位置 2~4nmile 时放网，经 1h 拖网后正好到达标准站位位置或附近，若在此站位所获取的样品重量达到 1.5kg 左右，则标记此站位为生物体质量检测站位，若样品重量远小于 1.5kg，则继续向下一个站位按上述方法拖网。

采样时须注明样品采集的地点、时间，并由海洋调查专业人员采集。

根据《海洋生物质量监测技术规程》（国家海洋局，2002 年 4 月）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的相关规定，贝类、虾、鱼类样品的采集方法如下：

a. 贝类样品采集

使用拖网采集样品，要挑选完好的生物个体，每种样品必须选择大小相近的个体，记录其体长（贝类应记录壳长、壳高和壳宽）。现场无法确定生物种名时，需将该样品放在广口玻璃瓶中（2~3 个个体），用 5% 福尔马林溶液或 70% 酒精溶液保存，待实验室进一步鉴定。

b. 鱼、虾类样品采集

虾、鱼类等生物的取样量为 1.5kg 左右,为了保证样品的代表性和分析用量,应视生物个体大小确定生物的个体数,保证选取足够数量(一般需要 100g 肌肉组织)的完好样品用于分析测定。用现场海水冲洗干净,冰冻保存(-10℃~-20℃)。

2、分析方法

生物体质量分析方法依据《海洋监测规范第 6 部分生物体分析》(GB17378.6-2007)和《海洋监测技术规程第 3 部分生物体》(HY/T147.3-2013)中所确定的方法,见下表。

表 4.6.2-1 生物体质量分析方法一览表

调查内容	调查项目	分析方法	检测标准(方法)名称
生物质量	铜	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013 (6)
	铅	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013 (6)
	镉	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013 (6)
	锌	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013 (6)
	铬	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013 (6)
	总汞	原子荧光法	GB17378.6-2007 (5)
	砷	原子荧光法	GB17378.6-2007 (11)
	石油烃	荧光分光光度计	GB17378.6-2007 (13)

4.4.4.4 评价标准和方法

1、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、鱼类生物体污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409—2025)附录 C 中规定的生物质量标准。

2、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。

4.4.4.5 调查和评价结果

1、夏季海洋生物质量调查与评价结果

海洋生物体质量，根据游泳动物分析结果，每个点位选取 1 种，共计 14 个种类，各站位的具体种类、检测结果及结果评价指数 P_i 值详见表 4.6.4-1 和表 4.6.4-2。

根据标准指数法计算出的生物体质量各评价因子的标准指数，本次调查，共筛选 14 个种类，其中鱼类有 9 种，甲壳类有 4 种，软体类 1 种。

评价结果显示：所有鱼类、甲壳类和软体类样品中，重金属砷含量有 11 个样品超标，其余样品指标测值含量均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409—2025）中规定的生物质量标准。

表 4.6.4-1 生物体质量检测结果（以湿重计）（单位：mg/kg）

站位	种类	Cu	Pb	Cd	Zn	Hg	As	Cr	石油烃
S01									
S03									
S05									
S06									
S07									
S09									
S11									
S12									
S13									
S15									
S16									
S17									
S18									
S20									
S22									
S24									
S26									
S28									
S30									

S32									
S34									
S36									
S38									
S40									
S42									
S44									
S46									
S47									
S48									

注：“—”为该指标结果低于检出限。

表 4.6.4-2 生物体评价指数标准

站位	种类	Cu	Pb	Cd	Zn	Hg	As	石油烃
S01								
S03								
S05								
S06								
S07								
S09								
S11								
S12								
S13								
S15								
S16								
S17								
S18								
S20								
S22								
S24								
S26								
S28								
S30								
S32								
S34								
S36								
S38								
S40								
S42								
S44								
S46								
S47								

S48								
超标率 (%)								

注：“—”为该指标结果低于检出限，无法计算 Pi 值。

2、冬季海洋生物质量调查与评价结果

海洋生物体质量，根据游泳动物分析结果，每个点位选取 1 种，共计 10 个种类，各站位的具体种类、检测结果及结果评价指数 Pi 值详见表 4.6.4-3 和表 4.6.4-4。

根据标准指数法计算出的生物体质量各评价因子的标准指数，本次调查，共筛选 10 个种类，其中鱼类有 3 种，甲壳类有 6 种，软体类 1 种。

评价结果显示：重金属砷含量有 25 个样品超标，石油烃有 4 个样品超标，其余样品指标测值含量均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409—2025）中规定的生物质量标准。

表 4.6.4-3 生物体质量检测结果（以湿重计）（单位：mg/kg）

站位	种类	Cu	Pb	Cd	Zn	Hg	As	Cr	石油烃
S01	红星梭子蟹								
S03	斑鲆								
S05	斑鲆								
S06	长叉三宅虾蛄								
S07	长叉三宅虾蛄								
S09	长叉三宅虾蛄								
S11	亨氏仿对虾								
S12	长叉三宅虾蛄								
S13	红星梭子蟹								
S15	七丝鲚								
S16	鳗鲡								
S17	长毛对虾								
S18	亨氏仿对虾								
S20	斑鲆								
S22	长叉三宅虾蛄								
S24	短蛸								
S26	亨氏仿对虾								
S28	亨氏仿对虾								
S30	亨氏仿对虾								
S32	斑鲆								
S34	断脊口虾蛄								
S36	亨氏仿对虾								
S38	七丝鲚								
S40	七丝鲚								
S42	断脊口虾蛄								
S44	长毛对虾								
S46	斑鲆								
S47	长叉三宅虾蛄								
S48	近缘新对虾								

注：“—”为该指标结果低于检出限。

表 4.4.4-1 生物体评价指数

站位	种类	Cu	Pb	Cd	Zn	Hg	As	石油烃
S01	红星梭子蟹							
S03	斑鱚							
S05	斑鱚							
S06	长叉三宅虾蛄							
S07	长叉三宅虾蛄							
S09	长叉三宅虾蛄							
S11	亨氏仿对虾							
S12	长叉三宅虾蛄							
S13	红星梭子蟹							
S15	七丝鲚							
S16	鳗鲡							
S17	长毛对虾							
S18	亨氏仿对虾							
S20	斑鱚							
S22	长叉三宅虾蛄							
S24	短蛸							
S26	亨氏仿对虾							
S28	亨氏仿对虾							
S30	亨氏仿对虾							
S32	斑鱚							
S34	断脊口虾蛄							
S36	亨氏仿对虾							
S38	七丝鲚							
S40	七丝鲚							
S42	断脊口虾蛄							
S44	长毛对虾							
S46	斑鱚							
S47	长叉三宅虾蛄							
S48	近缘新对虾							
超标率 (%)								

注：“—”为该指标结果低于检出限，无法计算 Pi 值。

4.4.5 海洋生态环境现状调查与评价

4.4.5.1 调查方案

两季调查的具体站位分布见表 4.4.1-1 和表 4.4.1-2, 站位分布见图 4.4.1-1 和图 4.4.1-2。

4.4.5.2 调查项目

调查内容: 叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、潮间带生物、渔业资源。

4.4.5.3 调查和分析方法

1、调查方法

现场调查按照《海洋监测规范》(GB17378-2007) 和海洋调查规范(GB/T12763-2007) 的要求进行。

①叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a: 采样层次与水质调查采样层次一致, 采集水样 1000mL, 经 0.45 μm 滤膜过滤后放干燥冷藏箱保存, 采用分光光度法进行分析, 即以 90%丙酮溶液萃取浮游植物色素, 依次在 664nm、647nm、630nm 波长下测定吸光值, 按 Jeffrey-Humphrey 的方程式计算叶绿素 a 的含量, 以 mg/m^3 表示。

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

$$P=C_aQLt/2$$

式中:

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

C_a ——水柱平均叶绿素 a 含量 (mg/m^3);

Q——同化系数 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl}\cdot\text{a}\cdot\text{h})$), 根据以往调查结果, 这里取 3.12;

L——真光层 (m), 按 3 倍透明度计算, 超过水深时, 按水深计算;

t——白昼时间 (h), 根据调查日出日落时间计算, 本次调查取 13.5。

②浮游生物

浮游植物样品用浅水III型浮游生物网(水深<30m)取样, 浮游动物样品用浅

水I型浮游生物网（水深<30m）。水深小于 200m 时，自底层（距底 2m）至表层垂直拖网取得。样品用 5%的福尔马林海水溶液固定保存。样品的室内分析鉴定以个体计数法进行。最后浮游植物换算成个细胞（cells）/m³，浮游动物个体密度以个（ind）/m³表示，生物量以 mg/m³表示。

③底栖生物

底栖生物样品的采集，系用 0.1m² 的蚌式采泥器，采 2 斗以上，获得泥样经 1mm 套筛冲洗，然后将所有生物个体挑出并用 5%的甲醛海水溶液固定。室内各门类的鉴定与计数在体视显微镜下进行。生物量是在感量为 0.0001g 的电子天平上称取，生物密度及生物量分别用个（ind）/m² 和 g/m² 表示。

④潮间带生物

包括潮间带大型藻类、潮间带底栖生物。分析其种类组成、数量分布、主要优势种的生物量和栖息密度，并提供其种类名录。

⑤鱼卵仔鱼

利用浅水 I 型浮游生物网进行水平拖网和垂直拖网结合的方式采样调查，垂直拖网时网具自海底 0.5m 向上垂直拖取到水表层。落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5~0.8m/s 左右。水平拖网时网具于海水表层（0~3m）水平拖曳取样，拖网采样船速 1~2kn，拖网时长 10~15min。

⑥游泳生物

采用单船有翼单囊拖网进行拖网采样，拖网时长 60min，同时记录网口长度、网口宽度、网具长度、网眼大小。每网样品按种分类，各站的渔获样品均在现场进行初步分析和测定；渔获样品较少（<20kg）时，将全部样品进行分析测定；渔获物较多时，先挑选个体较大和稀有种类的样品，其余小杂鱼样品随机取样，再进行分析测定；当不能进行现场分析和测定时，将样品按类别装于聚乙烯袋中，冷冻保存带回实验室分析和测定。

2、分析方法

预处理、保存及调查分析方法按照《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物调查》（GB17378.7-2007）《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）和《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行，见下表。

表 4.4.5-1 海洋生物生态、渔业资源调查项目分析方法

序号	调查项目	样品预处理及保存方法	样品分析方法
1	叶绿素 a 及初级生产力指标	0.45 μ m 滤膜过滤冷冻	分光光度法
2	浮游植物	加入占样品体积 5%的甲醛溶液固定	镜检法
3	浮游动物	加入占样品体积 5%的甲醛溶液固定	镜检法
4	底栖生物	加入占样品体积 5%的甲醛溶液固定	镜检法
5	鱼卵仔稚鱼	加入占样品体积 5%的甲醛溶液固定	镜检法
6	游泳生物	现场分析和测定或者装入聚乙烯袋中冷冻保存	人工鉴定种类、计数、测定生物量
7	潮间带生物	加入占样品体积 5%的甲醛溶液固定	镜检法

4.4.5.4 评价方法

(1) 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)、丰富度指数 (d) 对浮游植物、浮游动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:

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

④Margalef 丰富度指数:

$$d = (S-1) / \log_2 N$$

式中， n_i : 第 i 种的个体数量 (ind./m²); N : 某站总生物数量 (ind./m²) (浮游生物单位为 ind./m³); 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。

(2) 游泳动物

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/km², ind./km²)；

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, ind./h)；

E—逃逸率 (取 0.5)。

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

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

式中：

N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

4.4.5.5 夏季海洋生态现状

1、叶绿素 a 及初级生产力

夏季航次叶绿素 a 和初级生产力调查结果见下表，本项目调查站位水深均较浅，大多数站位均只有表层。调查各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 1.56mg/m³~19.83mg/m³，平均值为 8.59mg/m³，底层叶绿素 a 含量变化范围为 1.02mg/m³~4.65mg/m³，平均值为 3.11mg/m³，不同站位、不同层次差别较大。

根据水体透明度和叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算统计，估算得到的初级生产力范围在 (48.59~797.13) mgC/m²·d 之间，平均值为 214.28mgC/m²·d。初级生产力在 S44 号站位最高，其次为 SW46 号站位，SW15 号站最低。

表 4.4.5-2 叶绿素 a 和初级生产力分布情况

站位	叶绿素 a (mg/m ³)		初级生产力 mgC/ (m ² .d)	透明度 m
	表	底		
S48				
S42				
S47				
S46				
S44				
S38				
S30				
S22				

S13				
S12				
S40				
S36				
S28				
S20				
S11				
S9				
S32				
S34				
S24				
S26				
S18				
S17				
S16				
S15				
S7				
S6				
S5				
S3				
S1				
最小值				
最大值				
平均值				

注：“-”表示无该检测项。

2、浮游植物调查结果

(1) 种类组成

本次调查海域共鉴定记录浮游植物 6 门 8 纲 18 目 26 科 50 属 91 种，其中硅藻门 46 种，占总种数的 50.55%；绿藻门 20 种，占总种数的 21.98%，蓝藻门 12 种，占总种数的 13.19%；甲藻门 10 种，占总种数的 10.99%；裸藻门 2 种，占总种数的 2.20%；隐藻门 1 种，占总种数的 1.10%。见图 4.7.5-1。硅藻的种类占优势，绿藻次之。详细种类名录见附录 1（浮游植物种类名录）。

调查海域 29 个点位浮游植物的种数分布较不均匀，其中最高是 34 号点位，为 34 种，最低是 42 号点位，为 12 种。

(2) 细胞总数量分布

调查海域各点位浮游植物细胞总数量平均值为 $53.92 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，各点位之间相差较大，变化范围为 $(1.42 \sim 156.18) \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。其中 34 号点位细胞总数量最高，为 $156.18 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；48 号点位浮游植物细胞总数量最低，为 $1.42 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。

(3) 优势种及其优势度

调查海域浮游植物优势种有 8 种，分别为颗粒直链藻 (*Melosiragranulata*)、中肋骨条藻 (*Skeletonemacostatum*)、惠氏微囊藻 (*Microcystiswesebergii*)、红海束毛藻 (*Trichodesmiumerythraeum*)、包氏颤藻 (*Oscillatoriaboryana*)、钝顶节旋藻 (*Arthrospiraplatensis*)、细小平裂藻 (*Merismopediaminima*) 和劳氏角毛藻 (*Chaetoceroslorenzianus*)。调查海域浮游植物优势种属及所占比例见下表。

表 4.4.5-3 调查海域浮游植物优势种属

序号	种类	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
1	颗粒直链藻			
2	中肋骨条藻			
3	惠氏微囊藻			
4	红海束毛藻			
5	包氏颤藻			
6	钝顶节旋藻			
7	细小平裂藻			
8	劳氏角毛藻			

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各点位浮游植物多样性指数 (H') 变化范围为 1.198~3.713，平均值为 2.680；均匀度 (J) 变化范围为 0.287~0.781，平均值为 0.613；丰富度指数 (D) 变化范围为 1.145~2.743，平均值为 1.823。浮游植物种类较多，种间分布较不均匀，浮游植物生物多样性指数处于较好水平。详见下表。

表 4.4.5-4 浮游植物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
S01			
S03			
S05			
S06			
S07			
S09			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
S22			
S24			
S26			
S28			
S30			
S32			
S34			

S36			
S38			
S40			
S42			
S44			
S46			
S47			
S48			
范围			
平均值			

3、浮游动物调查结果

(1) 种类组成

本次调查海域共鉴定出浮游动物 35 种和浮游幼体 5 类。桡足类种类最多，有 18 种，占总种类数的 45.00%；轮虫有 12 种，占总种类数的 30.00%；浮游幼体有 5 种，占总种类数的 12.50%；原生动物和枝角类各有 2 种，各占总种类数的 5.00%；樱虾类有 1 种，占总种类数的 2.50%，种名录见附录 2（浮游动物种类名录）。

调查海域各点位浮游动物种类数（包括各种阶段性浮游幼虫）在 6~15 种之间，各点位种类数分布较不均匀。其中 47 号点位种类数最多，为 15 种；7 和 17 号点位种类数最少，为 6 种。

(2) 总个体密度的分布

调查海域各点位浮游动物的丰度介于 15.2~395.0 个/m³ 之间，平均丰度为 79.2 个/m³。浮游动物的丰度呈不均匀的斑块状分布，调查海域中 30 号点位浮游动物密度最高，为 395.0 个/m³；48 号点位浮游动物密度最低，为 15.2 个/m³。

(3) 总生物量（湿重）的分布

调查海域各点位浮游动物生物量（湿重）变化范围为 5.57~16.39mg/m³，平均值为 9.57mg/m³。各调查站位浮游动物生物量分布较不均匀，变化幅度较大，最大值出现在 28 号点位，为 16.39mg/m³，最小值出现在 26 号点位，为 5.57mg/m³。

(4) 优势种及其优势度

浮游动物优势种的判定方法和标准与浮游植物相同。调查海域浮游动物的优势种为桡足类无节幼体（*Copepodanaupliuslarvae*）、太平洋纺锤水蚤（*Acartiapacifica*）、中华异水蚤（*Acartiellasinensis*）、诺氏麻玲虫（*Leprotintinnusnordquisti*）和桡足类幼体（*Copepodalarvae*）。其中桡足类无节幼

体的优势度最大。调查海域优势种属及所占比例见下表。

表 4.4.5-5 调查海域浮游动物优势种属

序号	优势种	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
1	桡足类无节幼体	0.113	0.76	22
2	太平洋纺锤水蚤	0.104	0.55	16
3	中华异水蚤	0.092	0.72	21
4	诺氏麻玲虫	0.071	0.41	12
5	桡足类幼体	0.054	0.90	26

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

本次调查海域，各点位浮游动物多样性指数 (H') 范围为 1.652~3.418，平均值为 2.574；均匀度指数 (J) 范围为 0.438~0.988 之间，平均值为 0.824；丰富度指数 (D) 范围为 1.117~2.789 之间，平均值为 1.861 (表 4.7.5-4)。总体来看，调查海域浮游动物种间分布不均匀，浮游动物生物多样性处于中等水平。

表 4.4.5-6 浮游动物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
S01			
S03			
S05			
S06			
S07			
S09			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
S22			
S24			
S26			
S28			
S30			
S32			
S34			
S36			
S38			
S40			
S42			
S44			
S46			
S47			
S48			
范围			
平均值			

4、底栖生物调查结果

(1) 种类组成和种群结构

本次调查共鉴定出底栖生物 7 门 34 种, 详见附录 3(底栖生物名录)。其中, 软体动物门种类数最多, 有 12 种, 占总种类数的 35.29%; 环节动物门次之, 有 11 种, 占总种类数的 32.35%; 节肢动物门有 6 种, 占总种类数的 17.65%; 蠕虫动物门有 2 种, 占总种类数的 5.88%; 棘皮动物门、脊索动物门和纽形动物门均有 1 种, 各占总种类数的 2.94%。

调查海域的 29 个监测点位中, 点位 S46 采集到的底栖生物种类数最多, 为 7 种; 点位 S7 和点位 S30 次之, 分别为 5 种; 点位 S1、S6、S17、S18、S32、S38、S40 点位均未采集到底栖生物。

(2) 栖息密度和生物量

底栖生物的栖息密度在调查海域的 29 个监测点位中分布较不均匀。底栖生物栖息密度变化范围为 0.0~530.0ind/m², 平均栖息密度为 39.7ind/m², 点位 S46 栖息密度最高, 为 530.0ind/m²; 点位 S1、S6、S17、S18、S32、S38、S40 的栖息密度最低, 均为 0.0ind/m²。

表 4.4.5-7 调查海域底栖生物的栖息密度组成和分布

点位	栖息密度 (ind/m ²)							合计
	纽形动物	节肢动物	软体动物	环节动物	蠕虫动物	棘皮动物	脊索动物	
S1								
S3								
S5								
S6								
S7								
S9								
S11								
S12								
S13								
S15								
S16								
S17								
S18								
S20								

S22								
S24								
S26								
S28								
S30								
S32								
S34								
S36								
S38								
S40								
S42								
S44								
S46								
S47								
S48								
平均值								

底栖生物的生物量在调查海域的 29 个测站中分布不均匀，生物量变化范围为 0.00~43.19g/m²，平均生物量为 3.27g/m²。底栖生物生物量最高值出现在点位 S46，为 43.19g/m²，最低值出现在点点位 S1、S6、S17、S18、S32、S38、S40，为 0.00g/m²。

表 4.4.5-8 调查海域底栖生物的生物量组成和分布

点位	生物量 (g/m ²)							合计
	纽形动物	节肢动物	软体动物	环节动物	蠕虫动物	棘皮动物	脊索动物	
S1								
S3								
S5								
S6								
S7								
S9								
S11								
S12								
S13								
S15								
S16								
S17								
S18								
S20								
S22								
S24								
S26								
S28								
S30								
S32								
S34								

S36								
S38								
S40								
S42								
S44								
S46								
S47								
S48								
平均值								

监测期间,调查海域出现的底栖生物多数为栖息在沉积物中的小个体无脊椎动物,其中环节动物种类最多,其平均栖息密度和生物量均占据优势。底栖生物各类群按平均栖息密度组成从大到小的顺序排列为:环节动物(50.43%)>软体动物(28.70%)>节肢动物(9.57%)>棘皮动物(6.05%)>蠕虫动物(3.48%)>纽形动物和脊索动物(0.87%),按平均生物量组成从大到小的顺序排列则为:软体动物(27.42%)>蠕虫动物(27.04%)>节肢动物(23.87%)>环节动物(18.86%)>棘皮动物(2.33%)>脊索动物(0.27%)>纽形动物(0.20%)。

(3) 优势种及其优势度

底栖生物优势种计算方法与浮游植物相同,优势度 $Y \geq 0.02$ 的为优势种。经统计,调查海域底栖生物的优势种是双形拟单指虫(*Cossurelladimorpha*)。调查站位优势种属见下表。

表 4.4.5-9 调查海域底栖生物优势种属

序号	优势种	优势度	密度(ind/m ²)	出现频次
1	双形拟单指虫	0.025	14.1	2

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

根据各调查站底栖生物的栖息密度计算调查海域的底栖生物群落的种类多样性指数 H' 、均匀度指数 J 和丰富度指数 D ,其计算方法与浮游植物的相同,其中点位 S1、S6、S17、S18、S32、S38、S40 未采集到样品,S5、S12、S13、S15、S16、S20、S22、S24、S26、S36、S47 种类较少,均无法进行指数计算,各站位的计算结果见下表。

底栖生物群落的种类多样性指数的变化范围为 0.592~2.236,平均为 1.345;均匀度指数的变化范围为 0.491~1.000,平均为 0.889;丰富度指数的变化范围为 0.356~1.425,平均为 1.010。总体来说,调查海域底栖生物分布不均匀,群落的种类多样性处于中等水平。

表 4.4.5-10 底栖生物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	丰富度 (D)	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
S1			
S3			
S5			
S6			
S7			
S9			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
S22			
S24			
S26			
S28			
S30			
S32			
S34			
S36			
S38			
S40			
S42			
S44			
S46			
S47			
S48			
范围			
平均值			

注：/, 未采集到样品或只有一种种类数的站位均无法进行指数计算。

5、潮间带生物调查结果

(1) 生物种类组成

本次调查的 4 条潮间带生物调查断面共鉴定出生物 2 门 4 种，详见附录 4（潮间带生物名录）。其中，节肢动物的种类数有 2 种，占总种类数的 50.00%；软体动物有 2 种，占总种类数的 50.00%。潮间带生物各类群的种类百分比组成详见图 4.7.5-12。在 4 条断面 12 站位中，C2 高潮区，C1、C3 中潮区和 C2 低潮区的种类数最多，有 3 种；C1、C3 高潮区，C2、C4 中潮区和 C1、C3、C4 低潮区次之，有 2 种；C4 高潮区的种类数最少，仅有 1 种。

(2) 栖息密度和生物量

潮间带生物的栖息密度在调查海域分布较为不均，平均栖息密度呈现的趋势为：C1>C2>C3>C4。调查海域潮间带生物的栖息密度变化范围为 2.67-10.67 个

/m²，平均栖息密度为 6.22 个/m²，栖息密度最高的站位是 C1 低潮区，为 10.67 个/m²；最低的站位是 C4 高潮区，为 2.67 个/m²。

潮间带生物的生物量在调查海域分布不均匀，平均生物量呈现的趋势为：C1>C2>C3>C4，调查海域潮间带生物的生物量变化范围为 8.80-32.93g/m²，平均生物量为 18.47g/m²，生物量最高的站位是 C2 中潮区，为 32.93g/m²；最低的站位是 C1 高潮区，为 8.80g/m²。

表 4.4.5-11 潮间带生物栖息密度和生物量垂直分布状况

断面号	潮带	密度 (个/m ²)	平均值	生物量 (g/m ²)	平均值
C1	C1 高潮区				
	C1 中潮区				
	C1 低潮区				
C2	C2 高潮区				
	C2 中潮区				
	C2 低潮区				
C3	C3 高潮区				
	C3 中潮区				
	C3 低潮区				
C4	C4 高潮区				
	C4 中潮区				
	C4 低潮区				

(3) 种群结构分布及优势种

根据定量样品的分析结果，潮间带生物各主要类群的栖息密度和生物量详见表 4.7.5-11 和表 4.7.5-12。调查海域潮间带各主要类群生物按栖息密度的百分比组成大小排列为：节肢动物 (69.64%) > 软体动物 (30.36%)；按生物量的百分比组成大小排列为：节肢动物 (88.66%) > 软体动物 (11.34%)。

潮间带生物优势种的优势度(海区)的计算方法与底栖生物相同，优势度(海区) ≥ 0.02 的为优势种。经统计，调查海区 4 个潮间带生物调查站其生物优势种(以密度计)为斑点相手蟹 (*Sesarmapicta*)、紫游螺 (*Neritina violacea*)。调查海域优势种属及所占比例见下表。

表 4.4.5-12 各断面潮间带生物的栖息密度

断面号	栖息密度 (ind/m ²)	
C1		
C2		
C3		
C4		
合计		
百分比		

表 4.4.5-13 各断面潮间带生物的生物量

断面号	生物量 (g/m ²)		合计
	节肢动物	软体动物	
C1			
C2			
C3			
C4			
合计			
百分比			

表 4.4.5-14 潮间带生物优势种属

序号	优势种	优势度	种个数/总个数	出现频次
1	斑点相手蟹			
2	紫游螺			

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带 4 条断面生物群落的种类多样性指数 H' 、均匀度指数 J 和丰富度指数 D ，其计算方法与底栖生物的相同，各站位的计算结果见下表。潮间带生物群落的种类多样性指数的变化范围为 0.000~1.500，平均为 0.921；均匀度指数的变化范围为 0.544~0.971，平均为 0.816；丰富度指数的变化范围为 0.000~1.000，平均为 0.571。总体来说，调查海区潮间带生物分布较均匀，群落的种类多样性处于较低水平。

表 4.4.5-15 潮间带生物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
C1 高潮区			
C1 中潮区			
C1 低潮区			
C2 高潮区			
C2 中潮区			
C2 低潮区			
C3 高潮区			
C3 中潮区			
C3 低潮区			
C4 高潮区			
C4 中潮区	0.811	0.811	0.500
C4 低潮区	0.918	0.918	0.631
平均值	0.921	0.816	0.571

注：/，未采集到样品或只有一种种类数的站位均无法进行指数计算

6、鱼卵仔鱼调查结果

(1) 种类组成

本次调查共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 12 种，其中，鱼卵 4 种，仔稚鱼 8 种。详

见附录 5（鱼卵仔鱼种类名录）。

1) 鱼卵

本次调查水平拖网出现 4 种鱼卵，分别为鳮属（*Sillaginidae*）、鲱科（*Clupeidae*）、鳀科（*Cynoglossidae*）和石首鱼科（*Sciaenidae*），其中鳀科最多，占水平拖网鱼卵总数的 84.85%；垂直拖网同样出现 4 种，分别为鳮属、鲱科、鳀科和石首鱼科，同样鳀科鱼卵数量最多，占垂直拖网鱼卵数量的 71.63%。

水平拖网中，各调查站位出现鱼卵总种类数范围为 0~2 种，其中 S5、S47 号站位鱼卵种类数最多为 2 种；S9、S11、S16、S20、S38 号站位鱼卵种类数为 1 种，其余站位未捕获鱼卵。

垂直拖网中，各调查站位出现鱼卵总种类数范围为 0~3 种，其中 S48 号站位鱼卵种类数最多，为 3 种；S44 号站位鱼卵种类数为 2 种；S1、S3、S20、S22、S28、S40、S46 号站位鱼卵种类数为 1 种，其余站位未捕获鱼卵。

2) 仔稚鱼

本次调查水平拖网中仔稚鱼出现 7 种，分别为鲷科（*Sparidae*）、鲱科（*Clupeidae*）、石首鱼科（*Sciaenidae*）、天竺鲷科（*Apogonidae*）、舌鳎科（*Cynoglossidae*）、小沙丁鱼属（*Sardinella*）和小公鱼属（*Stolephorus*），其中小公鱼属仔鱼数量最多，占水平拖网仔鱼数量的 94.53%；垂直拖网中出现 5 种，分别为鲷科、鲱科、狗母鱼科（*Synodidae*）、小公鱼属和小沙丁鱼属。同样小公鱼属仔鱼数量最多，占垂直拖网仔鱼数量的 81.43%。

水平拖网中，各调查站位出现仔稚鱼总种类数范围为 1~3 种，其中 S30 号站位仔稚鱼种类数最多为 3 种；站位 S6、S9、S17、S20、S24、S26 号站位仔稚鱼种类数为 2 种；S32 号站位未捕获仔稚鱼。

垂直拖网中，各调查站位出现仔稚鱼总种类数范围为 1~2 种，其中 S5、S18、S26 号站位仔稚鱼种类数最多，为 2 种；S1、S6、S12、S16、S22、S28、S30、S36、S40、S44、S46、S48 号站位未捕获仔稚鱼。

(2) 数量分布

1) 鱼卵

本次调查共捕获鱼卵数量为 207 粒，水平拖网捕获 66 粒，平均网获量为 2.28 粒/网；垂直拖网捕获 141 粒，平均丰度为 2.51 粒/m³。

水平拖网各鱼卵出现站位网获量在 0.0~18 粒/网之间，平均值为 2.28 粒/网，其中 S9 号站最高，为 18 粒/网。

垂直拖网各调查站鱼卵的丰度在 0.00~30.77 粒/m³ 之间，平均值为 2.51 粒/m³，其中 S46 号站丰度最高，为 30.77 粒/m³。

2) 仔稚鱼

本次调查共采获仔鱼数量为 1130 尾，水平拖网采获 1060 尾，平均网获量为 36.55 尾/网；垂直拖网采获 70 尾，平均丰度为 15.16 尾/m³。

水平拖网各调查站仔鱼网获量在 0~287 尾/网之间，平均值为 36.55 尾/网，其中 S18 号站最高，为 287 尾/网，S32 和 S47 号站未捕获仔稚鱼。

垂直拖网各调查站仔鱼的丰度在 0.00~90.00 尾/m³ 之间，平均值为 15.16 尾/m³，其中 S15 和 S18 号站丰度最高，为 90.00 尾/m³，S1、S6、S12、S16、S22、S28、S30、S36、S40、S44、S46、S48 号站位未捕获仔稚鱼。

表 4.4.5-16 鱼卵和仔稚鱼数量分布

调查	鱼卵		仔稚鱼	
	水平拖网 (粒/网)	垂直拖网 (粒/m ³)	水平拖网 (尾/网)	垂直拖网 (尾/m ³)
S1				
S3				
S5				
S6				
S7				
S9				
S11				
S12				
S13				
S15				
S16				
S17				
S18				
S20				
S22				
S24				
S26				
S28				
S30				
S32				
S34				
S36				
S38				
S40				
S42				
S44				
S46				
S47				
S48				

平均值				
-----	--	--	--	--

(3) 主要种类

本次调查主要种类为鳀科、鲱科、小公鱼属、小沙丁鱼属等。

本次调查中，鳀科仅出现于鱼卵。鱼卵平均丰度为 5.29 粒/m³。鱼卵共捕获 157 粒，占鱼卵总数的 75.85%，水平拖网出现 56 粒，出现在 S5、S9、S16、S38 和 S47 号站位，垂直拖网捕获 101 粒，出现在 S1、S28、S44、S46 和 S48 号站。

鲱科鱼卵、仔鱼均有出现。其中，鱼卵平均丰度为 0.56 粒/m³，仔鱼平均丰度为 2.62 尾/m³。鱼卵共捕获 9 粒，占鱼卵总数的 4.35%，水平拖网中出现 5 粒，出现在 S5 和 S11 号站，垂直拖网捕获 4 粒，出现在 S3、S20 和 S40 号站。仔鱼共捕获 9 尾，占仔鱼总数的 0.80%，水平拖网出现 4 尾，出现在 S6、S28 和 S38 号站。垂直拖网出现 5 尾，出现在 S5、S24 和 S42 号站。

小公鱼属仅出现于仔鱼，平均丰度为 38.72 尾/m³。仔鱼共捕获 1059 尾，占仔鱼总数的 93.72%，水平拖网出现 1002 尾，出现在 S1、S3、S5、S7、S9、S11、

S12、S13、S15、S16、S17、S18、S20、S22、S24、S26、S34 和 S42 号站，垂直拖网出现 57 尾，出现在 S3、S5、S7、S9、S13、S15、S17、S18、S20、S26、S34 和 S47 号站位。

小沙丁鱼仅出现于仔鱼，平均丰度为 3.61 尾/m³。仔鱼共捕获 52 尾，占仔鱼总数的 4.60%，水平拖网出现 48 尾，出现在 S6、S17、S20、S24、S30、S36、S44 和 S48 号站，垂直拖网出现 4 尾，出现在 S32 和 S38 号站位。

7、游泳动物调查结果

(1) 种类组成和分布

本次调查站位 29 个，共捕获游泳动物种类 13 目 38 科 55 属 65 种（表 4.7.5-16，种类名录见附录 6）。其中鱼类的种类最多，达 44 种，占总种数的 67.69%；虾类 7 种，占总种数的 10.77%；蟹类 9 种，占总种数的 13.85%；虾蛄类 3 种，占总种数的 4.62%，头足类 2 种，占总种数的 3.08%。

调查各站位总渔获种数范围为 22~33 种，平均每站位渔获 28 种，最低站次渔获种数出现在 S3 站位，最高站次渔获种数出现在 S22 站位（表 4.7.5-17）。鱼类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 14 种~24 种，各站位平均每站渔获 19 种，最低站次渔获种数出现在 S42 站位，最高站次渔获种数出现在

S12 站位。虾类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 3~5 种，各站位平均每站渔获 4 种，最低站次渔获种数出现在 S1 站位，最高站次渔获种数出现在 S3、S7、S9、S12、S26、S28、S46、S48 站位。蟹类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 1~5 种，各站位平均每站渔获 2 种，最低站次渔获种数出现在 S1、S3、S5、S9、S12、S13、S16、S18、S26、S30、S32、S34 站位，最高站次渔获种数出现在 S15 站位。虾蛄类在 29 个站位出现 25 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~2 种，各站位平均每站渔获 2 种，最低站次渔获种数出现在 S6、S6、S11、S12、S13、S15、S16、S17、S24、S26、S28、S30、S32、S34、S42、S44、S46、S47 站位，最高站次渔获种数出现在 S7、S9、S20、S22、S36、S38、S40、S48 站位。头足类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 1~2 种，各站位平均每站渔获 1 种。

表 4.4.5-17 游泳动物渔获种类数

游泳动物类群	种	属	科	目
鱼类				
虾类				
蟹类				
虾蛄类				
头足类				
合计				

表 4.4.5-18 游泳动物渔获种数分布

站位	总种类数	虾类	蟹类	鱼类	虾蛄类	头足类
S01						
S03						
S05						
S06						
S07						
S09						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						

S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
合计						
平均						

(2) 优势种及其相对重要性指数

游泳动物的优势种按相对重要性指数判断,综合考虑各品种相对重要性指数、出现站位数等,本次调查的主要优势种包括近缘新对虾、鳎、黄斑篮子鱼、棕腹刺鲀、丽叶鲈、亨氏仿对虾、短吻鲷等。详见下表。

表 4.4.5-19 优势种类和主要经济种类组成

序号	种类	尾数百分比%	重量百分比%	出现频次%	IRI
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

(3) 多样性指数和均匀度

游泳动物的多样性指数分布范围在 2.863~33.844 之间,平均为 3.274;均匀度分布范围在 0.597~0.800 之间,平均为 0.685;丰富度指数分布范围在 1.779~2.653 之间,平均为 2.286。各调查站游泳动物的多样性指数、均匀度和丰富度指数略有差异。调查海域游泳动物种类较多,生物多样性指数处于较好水平。

表 4.4.5-20 游泳动物多样性指数、均匀度指数与丰富度指数

站位	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
S01			
S03			
S05			
S06			
S07			
S09			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			

S18			
S20			
S22			
S24			
S26			
S28			
S30			
S32			
S34			
S36			
S38			
S40			
S42			
S44			
S46			
S47			
S48			
平均			

(4) 游泳动物渔获率分布

共调查 29 个站位，总渔获量共 984.12kg、96265 尾，总平均渔获率为 492.06kg/h，总平均尾数渔获率为 48132.50ind/h。各类游泳动物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、虾类、头足类、蟹类和虾蛄类。各类型游泳动物的平均尾数渔获率由高到低依次为鱼类、虾类、头足类、蟹类和虾蛄类。详见下表和下图。

表 4.4.5-21 游泳动物调查渔获率 (kg/h)

站位	总渔获率	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S01						
S03						
S05						
S06						
S07						
S09						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						

S47						
S48						
平均						

表 4.4.5-22 游泳动物调查尾数渔获率 (ind/h)

站位	总尾数渔获率	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S01						
S03						
S05						
S06						
S07						
S09						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
平均						

调查 29 个站位，没有空网记录。各站位平均渔获率为 16.97kg/h，站次渔获率变化范围为 11.51~21.45kg/h，最低站次渔获率出现在 S46 站位，最高站次渔获率出现在 S12 站位。各站位平均尾数渔获率为 1659.74ind/h，站次尾数渔获率变化范围为 1205.0~2298.00ind/h，最低站次尾数渔获率出现在 S46 站位，最高站次尾数渔获率出现在 S07 站位。

(5) 游泳动物密度分布

江门市银湖湾滨海新区附近海域调查，游泳动物总平均资源密度为 14687.18kg/km²，总平均资源尾数密度为 1436676.11ind/km²。各类游泳动物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、虾类、头足类、蟹类、虾蛄类；各类游泳动物的平均资源尾数密度由高到低依次为鱼类、虾类、头足类、蟹类、虾蛄类。

表 4.4.5-23 游泳动物调查资源密度 (kg/km²)

站位	总资源密度	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S01						
S03						
S05						
S06						
S07						
S09						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
平均						

表 4.4.5-24 游泳动物调查资源尾数密度 (ind/km²)

站位	总尾数密度	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S01						
S03						
S05						
S06						
S07						
S09						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						

S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
总量						

各站位总平均资源密度为 506.45kg/km²，站次资源密度变化范围为 343.56~640.13kg/km²，最低站次资源密度出现在 S46 站位、最高站次资源密度出现在 S12 站位。各站位平均资源尾数密度为 49540.56ind/km²，站次资源尾数密度变化范围为 35967.27~68591.53ind/km²，最低站次资源尾数密度出现在 S46 站位、最高站次资源尾数密度出现在 S07 站位。

4.4.5.6 冬季海洋生态现状

1、叶绿素 a 及初级生产力

冬季航次叶绿素 a 和初级生产力调查结果见下表。本项目调查站位水深均较浅，大多数站位均只有表层。调查各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 2.14mg/m³~18.68 mg/m³，平均值为 9.13mg/m³，底层叶绿素 a 含量变化范围为 4.75 mg/m³~4.85mg/m³，平均值为 4.79mg/m³。

根据水体透明度和叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算统计，估算得到的初级生产力范围在 (52.55~632.43) mgC/m²·d 之间，平均值为 284.28mgC/m²·d。初级生产力在 S36 号站位最高，SW1 号站最低。

表 4.4.5-25 叶绿素 a 和初级生产力分布情况

站位	叶绿素 a (mg/m ³)		初级生产力 mgC/ (m ² .d)	透明度 m
	表	底		
S48				
S42				
S47				
S46				
S44				
S12				
S13				
S22				
S30				
S38				
S40				
S9				
S11				
S20				
S28				
S36				
S34				
S16				
S17				

S15				
S18				
S24				
S26				
S32				
S6				
S7				
S5				
S3				
S1				
最小值				
最大值				
平均值				

注：“-”表示无该检测项。

2、浮游植物调查结果

(1) 种类组成

本次调查海域共鉴定记录浮游植物 4 门 8 纲 18 目 26 科 50 属 78 种，其中硅藻门 68 种，占总种数的 87.18%；甲藻门 8 种，占总种数的 10.26%；绿藻门 1 种，占总种数的 1.28%，蓝藻门 1 种，占总种数的 1.28%。硅藻的种类占优势，甲藻次之。详细种类名录见附录（浮游植物种类名录）。详见下表。

调查海域 29 个点位浮游植物的种数分布较不均匀，其中最高是 48 号点位，为 40 种，最低是 1 号点位，为 1 种。详见下图。

(2) 细胞密度分布

调查海域各点位浮游植物细胞密度平均值为 $87.45 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ，各点位之间相差较大，变化范围为 $(9.23 \sim 652.64) \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。其中 30 号点位细胞密度最高，为 $652.64 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；26 号点位浮游植物细胞密度最低，为 $9.23 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。

(3) 优势种及其优势度

调查海域浮游植物优势种有 3 种，分别为中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、劳氏角毛藻(*Chaetoceros lorenzianus*)和旋链角毛藻(*Chaetoceros curvisetus*)。调查海域浮游植物优势种属及所占比例见下表。

表 4.4.5-26 调查海域浮游植物优势种属

序号	种类	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
1				
2				
3				

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各点位浮游植物多样性指数 (H') 变化范围为 0.775~3.082, 平均值为 2.276; 均匀度 (J) 变化范围为 0.169~0.670, 平均值为 0.488; 丰富度指数 (D) 变化范围为 1.618~3.528, 平均值为 2.401。详见下表。

表 4.4.5-27 浮游植物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
S48			
S42			
S47			
S46			
S44			
S12			
S13			
S22			
S30			
S38			
S40			
S9			
S11			
S20			
S28			
S36			
S34			
S16			
S17			
S15			
S18			
S24			
S26			
S32			
S6			
S7			
S5			
S3			
S1			
范围			
平均值			

3、浮游动物调查结果

(1) 种类组成

本次调查海域共鉴定出浮游动物 60 种和浮游幼体 12 类。桡足类种类最多, 有 35 种, 占总种类数的 48.61%; 轮虫有 4 种, 占总种类数的 5.56%; 浮游幼体有 12 种, 占总种类数的 16.67%; 原生动物有 5 种, 占总种类数的 6.94%, 枝角类各有 3 种, 占总种类数的 4.17%; 樱虾类有 1 种, 占总种类数的 1.39%, 被囊类有 4 种, 占总种类数的 5.56%, 毛颚类有 3 种, 占总种类数的 4.17%, 腔肠动物油 4 种, 占总种类数的 5.56%, 栉水母动物有 1 种占总种类数的 1.39%。

调查海域各点位浮游动物种类数（包括各种阶段性浮游幼虫）在 10~30 种之间，各点位种类数分布较不均匀。其中 26 号点位种类数最多，为 30 种；3 号点位种类数最少，为 10 种。

(2) 总个体密度的分布

调查海域各点位浮游动物的丰度介于 1.48~73.7 个/m³ 之间，平均丰度为 14.5 个/m³。浮游动物的丰度呈不均匀的斑块状分布，调查海域中 3 号点位浮游动物密度最高，为 73.7 个/m³；36 号点位浮游动物密度最低，为 1.48 个/m³。

(3) 总生物量（湿重）的分布

调查海域各点位浮游动物生物量（湿重）变化范围为 0.76~23.7mg/m³，平均值为 6.21mg/m³。各调查站位浮游动物生物量分布较不均匀，变化幅度较大，最大值出现在 46 号点位，为 23.7mg/m³，最小值出现在 36 号点位，为 0.76mg/m³。

(4) 优势种及其优势度

浮游动物优势种的判定方法和标准与浮游植物相同。调查海域浮游动物的优势种为刺尾纺锤水蚤 (*Acartiaspinicauda*)、中华异水蚤 (*Acartiellasinensis*)、桡足类无节幼体 (*Copepodanaupliuslarvae*)、桡足类幼体 (*Copepodalarvae*) 和蔓足类幼体 (*Cirripedialarvae*)。其中桡足类无节幼体的优势度最大。调查海域优势种属及所占比例见下表。

表 4.4.5-28 调查海域浮游动物优势种属

序号	优势种	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
1				
2				
3				
4				
5				

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

本次调查海域，各点位浮游动物多样性指数 (H') 范围为 1.427~3.518，平均值为 2.732；均匀度指数 (J) 范围为 0.412~0.927 之间，平均值为 0.784；丰富度指数 (D) 范围为 0.813~3.062 之间，平均值为 1.681。

表 4.4.5-29 浮游动物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
S01			
S03			
S05			

S06			
S07			
S09			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
S22			
S24			
S26			
S28			
S30			
S32			
S34			
S36			
S38			
S40			
S42			
S44			
S46			
S47			
S48			
范围			
平均值			

4、底栖生物调查结果

(1) 种类组成和种群结构

本次调查共鉴定出底栖生物 6 门 23 种。如图 4.7.6-8 所示，环节动物门最多，有 13 种，占总种类数的 56.6%；节肢动物门和软体动物门次之，分别有 4 种和 3 种，占总种类数的 17.4%和 13.0%，脊索动物门、腔肠动物门和蠕虫动物门各有 1 种，分别占总种类数的 4.3%。

调查海域的 29 个监测点位中，站位 S46 和 S48 采集到的底栖生物种类数最多，为 4 种；站位 S47 有 3 种；站位 S6、S17、S20、S30、S42 和站位 S44 为 2 种；站位 S16、站位 S28、站位 S38 未采集到底栖生物；其余站位为 1 种。

(2) 栖息密度和生物量

底栖生物的栖息密度在调查海域的 12 个监测点位中分布较不均匀。底栖生物栖息密度变化范围为 0.00~150.00ind/m²，平均栖息密度为 23.56ind/m²，站位 S47 栖息密度最高，为 150.00ind/m²；站位 S16、站位 S28 和站位 S38 的栖息密度最低，为 0.00ind/m²。

表 4.4.5-30 调查海域底栖生物的栖息密度组成和分布

点位号	栖息密度 (ind/m ²)						合计
	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	脊索动物门	腔肠动物门	蠕虫动物门	
S48							
S42							
S47							
S46							
S44							
S12							
S13							
S22							
S30							
S38							
S40							
S9							
S11							
S20							
S28							
S36							
S34							
S16							
S17							
S15							
S18							
S24							
S26							
S32							
S6							
S7							
S5							
S3							
S1							
平均值							

底栖生物的生物量在调查海域的 12 个测站中分布生物量变化范围为 0.00~799.00g/m²，平均生物量为 37.12g/m²。底栖生物生物量最高值出现在站位 S48，为 799.00g/m²，最低值出现在站位 S16、站位 S28 和站位 S38，为 0.00g/m²。

表 4.4.5-31 调查海域底栖生物的生物量组成和分布

点位号	生物量 (g/m ²)						合计
	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	脊索动物门	腔肠动物门	蠕虫动物门	
S01							
S03							
S05							
S06							
S07							
S09							
S11							
S12							
S13							
S15							
S16							
S17							
S18							
S20							

S22							
S24							
S26							
S28							
S30							
S32							
S34							
S36							
S38							
S40							
S42							
S44							
S46							
S47							
S48							
平均值							

监测期间,调查海域出现的底栖生物多数为栖息在沉积物中的小个体无脊椎动物,其中软体动物和环节动物门种类较多,软体动物的平均栖息密度和生物量均占据优势。底栖生物各类群按平均栖息密度排序为:环节动物(69.76%)>软体动物(11.71%)>蠕虫动物(8.78%)>节肢动物(7.32%)>脊索动物(1.46%)>腔肠动物(0.98%);按平均生物量组成排序则为:软体动物(95.04%)>节肢动物(2.07%)>蠕虫动物(1.33%)>环节动物(1.11%)>脊索动物(0.29%)>腔肠动物(0.17%)。

(3) 优势种及其优势度

底栖生物优势种计算方法与浮游植物相同,优势度 $Y \geq 0.02$ 的为优势种。经统计,调查海域底栖生物的优势种为羽须鳃沙蚕(*Dendronereis pinnaticirris*)。调查站位优势种属见下表。

表 4.4.5-32 调查海域底栖生物优势种属

序号	优势种	优势度	密度(ind/m ²)	出现频次
1	羽须鳃沙蚕	0.0471	120.00	8

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

根据各调查站底栖生物的栖息密度计算调查海域的底栖生物群落的种类多样性指数 H' 、均匀度指数 J 和丰富度指数 D ,其计算方法与浮游植物的相同,其中未采集到样品和只有一种种类数的站位均无法进行指数计算,各站位的计算结果见下表。

底栖生物群落的种类多样性指数的变化范围为 0.918~1.811,平均为 1.253;均匀度指数的变化范围为 0.731~1.443,平均为 0.902;丰富度指数的变化范围为

0.188~0.523, 平均为 0.328。

表 4.4.5-33 底栖生物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
S48			
S42			
S47			
S46			
S44			
S12			
S13			
S22			
S30			
S38			
S40			
S9			
S11			
S20			
S28			
S36			
S34			
S16			
S17			
S15			
S18			
S24			
S26			
S32			
S6			
S7			
S5			
S3			
S1			
范围			
平均值			

注：——,未采集到样品或只有一种种类数的站位均无法进行指数计算

5、潮间带生物调查结果

(1) 生物种类组成

本次调查的 4 条潮间带生物调查断面共鉴定出生物 5 门 12 种, 详见附录(潮间带生物名录)。其中, 节肢动物的种类数有 6 种, 占总种类数的 66.67%; 软体动物有 3 种, 占总种类数的 33.33%; 脊索动物、线虫动物和环节动物都有 1 种, 占总种类数的 11.11%。在 4 条断面 3 站位中, C2 高潮区、C4 高潮区的种类数最多, 分别有 5、4 种; C2 中潮区和低潮区、C3 中潮区和低潮区、C4 低潮区的种类数次之, 都有 3 种; 其余站位的种类数最少, 都有 2 种。

(2) 栖息密度和生物量

潮间带生物的栖息密度在调查海域分布较为不均, 平均栖息密度趋势为:

C2>C1=C1>C3。调查海域潮间带生物的栖息密度变化范围为 2.7-21.3 个/m²，平均栖息密度为 8.6 个/m²，栖息密度最高的站位是 C2 中潮区，为 21.3 个/m²；最低的站位是 C3 高潮区，为 2.7 个/m²。

潮间带生物的生物量在调查海域分布不均匀，平均生物量呈现的趋势为：C2>C1>C4>C3，调查海域潮间带生物的生物量变化范围为 0.91-18.08g/m²，平均生物量为 6.55g/m²，生物量最高的站位是 C2 中潮区，为 18.08g/m²；最低的站位是 C4 中潮区，为 0.91g/m²。

表 4.4.5-34 潮间带生物栖息密度和生物量垂直分布状况

断面号	潮带	密度 (个/m ²)	平均值	生物量 (g/m ²)	平均值
C1					
C2					
C3					
C4					

(3) 种群结构分布及优势种

根据定量样品的分析结果，潮间带生物各主要类群的栖息密度和生物量详见表表 4.7.6-11 和表 4.7.6-12。调查海域潮间带各主要类群生物按栖息密度的百分比组成大小排列为：软体动物(55.85%)>节肢动物(24.66%)>线虫动物(11.70%)>脊索动物(6.53%)>环节动物(1.27%)；按生物量的百分比组成大小排列为：软体动物(56.77%)>节肢动物(35.14%)>脊索动物(7.04%)>线虫动物(0.88%)>环节动物(0.17%)。

潮间带生物优势种的优势度(海区)的计算方法与底栖生物相同，优势度(海区)≥0.10 的为优势种。经统计，调查海区 4 个潮间带生物调查站其生物优势种(以密度计)为紫游螺(*Neritina violacea*)、多色彩螺(*Clithon sowerbyanus*)。

表 4.4.5-35 各断面潮间带生物的栖息密度

断面号	栖息密度 (ind/m ²)					
C1						
C2						
C3						
C4						
合计						

百分比						
-----	--	--	--	--	--	--

表 4.4.5-36 各断面潮间带生物的生物量

断面号	生物量 (g/m ²)					
	软体动物	节肢动物	脊索动物	线虫动物	环节动物	合计
C1						
C2						
C3						
C4						
合计						
百分比						

表 4.4.5-37 潮间带生物优势种属

序号	优势种	优势度	种个数/总个数	出现频次
1				
2				

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物群落的种类多样性指数的变化范围为 0.650~2.040, 平均为 1.267; 均匀度指数的变化范围为 0.650~1.000, 平均为 0.878; 丰富度指数的变化范围为 0.387~1.156, 平均为 0.767。

表 4.4.5-38 潮间带生物种类多样性 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D)

站位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
C1 高潮区			
C1 中潮区			
C1 低潮区			
C2 高潮区			
C2 中潮区			
C2 低潮区			
C3 高潮区			
C3 中潮区			
C3 低潮区			
C4 高潮区			
C4 中潮区			
C4 低潮区			
平均值			

6、鱼卵仔鱼调查结果

(1) 种类组成

本次调查共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 14 种, 其中, 鱼卵 6 种, 仔稚鱼 8 种。详见附录 (鱼卵仔鱼种类名录)。

1) 鱼卵

本次调查水平拖网出现 6 种鱼卵, 分别为鲷科 (Leiognathidae)、鲱科 (Clupeidae)、鳀科 (Cynoglossidae)、石首鱼科 (Sciaenidae)、鮎科 (Scorpaenidae)

和鲱科 (Mugilidae), 其中鲱科最多, 占水平拖网鱼卵总数的 91.50%; 垂直拖网出现 3 种, 分别为鲱科、鯷科和石首鱼科, 同样鲱科鱼卵数量最多, 占垂直拖网鱼卵数量的 44.44%。

水平拖网中, 各调查站位出现鱼卵总种类数范围为 0~3 种, 其中 S38、S40 号站位鱼卵种类数最多为 3 种; S18、S24、S30、S32、S34、S36、S46 和 S48 号站位鱼卵种类数为 2 种; S16、S20、S22、S26、S44 号站位鱼卵种类数为 1 种, 其余站位未捕获鱼卵。

垂直拖网中, 各调查站位出现鱼卵总种类数范围为 0~2 种, 其中 S38 号站位鱼卵种类数最多, 为 2 种; S44 号站位鱼卵种类数为 2 种; S26、S30、S34、S36、S44 号站位鱼卵种类数为 1 种, 其余站位未捕获鱼卵。

2) 仔稚鱼

本次调查水平拖网中仔稚鱼出现 8 种, 分别为鲷科 (Sparidae)、狗母鱼科 (Synodidae)、舌鳎科 (Cynoglossidae)、石首鱼科 (Sciaenidae)、鯷科 (Engraulidae)、天竺鲷科 (Apogonidae)、小沙丁鱼属 (*Sardinella*) 和小公鱼属 (*Stolephorus*), 其中小公鱼属仔鱼数量最多, 占水平拖网仔鱼数量的 47.06%; 垂直拖网中出现 1 种, 为小沙丁鱼属。

水平拖网中, 各调查站位出现仔稚鱼总种类数范围为 0~2 种, 其中 S7、S18、S24 号站位仔稚鱼种类数为 2 种; 站位 S1、S6、S7、S12、S15、S16、S17、S26、S32、S36、S42 号站位仔稚鱼种类数为 1 种; 其余站位未捕获仔稚鱼。

垂直拖网中, 仅 S48 站位出现仔稚鱼 1 种, 其余站位未捕获仔稚鱼。

(2) 数量分布

1) 鱼卵

本次调查共捕获鱼卵数量为 468 粒, 水平拖网捕获 459 粒, 平均网获量为 15.83 粒/网; 垂直拖网捕获 9 粒, 平均丰度为 1.47 粒/m³。

水平拖网各鱼卵出现站位网获量在 0~208 粒/网之间, 平均值为 15.83 粒/网, 其中 S44 号站最高, 为 208 粒/网。

垂直拖网各调查站鱼卵的丰度在 0.00~10.00 粒/m³ 之间, 平均值为 1.47 粒/m³, 其中 S30 号站丰度最高, 为 10.00 粒/m³。

2) 仔稚鱼

本次调查共捕获仔鱼数量为 36 尾，水平拖网捕获 34 尾，平均网获量为 1.17 尾/网；垂直拖网捕获 2 尾，平均丰度为 0.05 尾/m³。

水平拖网各调查站仔鱼网获量在 0~10 尾/网之间，平均值为 1.17 尾/网，其中 S6 号站最高，为 10 尾/网。

垂直拖网各调查站仔鱼的丰度在 0.00~1.33 尾/m³ 之间，平均值为 0.05 尾/m³。

7、游泳动物调查结果

(1) 种类组成和分布

本次调查站位 29 个，共捕获游泳动物种类 14 目 33 科 49 属 60 种。其中鱼类的种类最多，达 37 种，占总种数的 61.67%；虾类 7 种，占总种数的 11.67%；蟹类 11 种，占总种数的 18.33%；虾蛄类 3 种，占总种数的 5.0%，头足类 2 种，占总种数的 3.3%。

表 4.4.5-39 游泳动物渔获种类数

游泳动物类群	种	属	科	目
鱼类				
虾类				
蟹类				
虾蛄类				
头足类				
合计				

调查各站位总渔获种数范围为 12~30 种，平均每站位渔获 20 种，最低站次渔获种数出现在 S34 站位，最高站次渔获种数出现在 S5 站位。鱼类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 6~16 种，各站位平均每站渔获 10 种，最低站次渔获种数出现在 S26 和 S34 站位，最高站次渔获种数出现在 S30 站位。虾类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 3~5 种，各站位平均每站渔获 4 种。蟹类除了在 S26 站位没有出现，在其余 28 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 1~6 种，各站位平均每站渔获 2 种，最高站次渔获种数出现在 S5 站位。虾蛄类在 29 个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 2~3 种，各站位平均每站渔获 2 种。头足类在 29 个站位出现 20 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~2 种，各站位平均每站渔获 1 种。

表 4.4.5-40 游泳动物渔获种数分布

站位	总种类数	虾类	蟹类	鱼类	虾蛄类	头足类
S1						
S3						
S5						

S6						
S7						
S9						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
合计						
平均						

(2) 优势种及其相对重要性指数

本次调查的主要优势种包括长叉三宅虾蛄、断脊口虾蛄、近缘新对虾、亨氏仿对虾、斑鲦、七丝鲚、龙头鱼等。

表 4.4.5-41 优势种类和主要经济种类组成

序号	种类	尾数百分比%	重量百分比%	出现频次%	IRI
1	长叉三宅虾蛄	5.19	6.69	100.00	1188
2	断脊口虾蛄	2.96	4.03	100.00	699
3	近缘新对虾	8.58	6.81	103.45	1592
4	亨氏仿对虾	62.78	35.87	96.55	9524
5	斑鲦	4.51	24.94	48.28	1422
6	七丝鲚	6.35	6.11	93.10	1159
7	龙头鱼	3.25	2.09	79.31	424

(3) 多样性指数和均匀度

游泳动物的多样性指数分布范围在 1.634~3.012 之间，平均为 1.996；均匀度分布范围在 0.384~0.697 之间，平均为 0.464；丰富度指数分布范围在 0.930~2.471 之间，平均为 1.660。各调查站游泳动物的多样性指数、均匀度和丰富度指数略有差异。调查海域游泳动物种类较多，生物多样性指数处于较好水平。详见下表。

表 4.4.5-42 游泳动物多样性指数、均匀度指数与丰富度指数

站位	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
S1			
S3			
S5			
S6			
S7			
S9			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
S22			
S24			
S26			
S28			
S30			
S32			
S34			
S36			
S38			
S40			
S42			
S44			
S46			
S47			
S48			
平均			

(4) 游泳动物渔获率分布

共调查 29 个站位,总渔获量共 763.44kg、92163 尾,总平均渔获率 381.723kg/h,总平均尾数渔获率为 46096.50ind/h。各类游泳动物的平均渔获率由高到低依次为虾类、鱼类、虾蛄类、蟹类和头足类。各类型游泳动物的平均尾数渔获率由高到低依次为虾类、鱼类、虾蛄类、蟹类和头足类。

表 4.4.5-43 游泳动物调查渔获率 (kg/h)

站位	总渔获率	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S1						
S3						
S5						
S6						
S7						
S9						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						

S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
平均						

表 4.4.5-44 游泳动物调查尾数渔获率 (ind/h)

站位	总尾数渔获率	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S1						
S3						
S5						
S6						
S7						
S9						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
平均						

调查 29 个站位，没有空网记录。各站位平均渔获率为 13.16kg/h，站次渔获率变化范围为 7.11~21.23kg/h，最低站次渔获率出现在 S11 站位，最高站次渔获率出现在 S32 站位。各站位平均尾数渔获率为 1589.53ind/h，站次尾数渔获率变化范围为 715.00~3294.00ind/h，最低站次尾数渔获率出现在 S47 站位，最高站

次尾数渔获率出现在 S9 站位。

(5) 游泳动物密度分布

游泳动物总平均资源密度为 11393.80kg/km²，总平均资源尾数密度为 1375904.85ind/km²。各类游泳动物的平均资源密度由高到低依次为虾类、鱼类、虾蛄类、蟹类、头足类；各类游泳动物的平均资源尾数密度由高到低依次为虾类、鱼类、虾蛄类、蟹类、头足类。

表 4.4.5-45 游泳动物调查资源密度 (kg/km²)

站位	总资源密度	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S1						
S3						
S5						
S6						
S7						
S9						
S11						
S12						
S13						
S15						
S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
平均						

表 4.4.5-46 游泳动物调查资源尾数密度 (ind/km²)

站位	总尾数密度	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S1						
S3						
S5						
S6						
S7						
S9						
S11						
S12						
S13						
S15						

S16						
S17						
S18						
S20						
S22						
S24						
S26						
S28						
S30						
S32						
S34						
S36						
S38						
S40						
S42						
S44						
S46						
S47						
S48						
平均						

各站位总平均资源密度为 392.89kg/km²，站次资源密度变化范围为 212.30~633.68kg/km²，最低站次资源密度出现在 S11 站位、最高站次资源密度出现在 S32 站位。各站位平均资源尾数密度为 47444.99ind/km²，站次资源尾数密度变化范围为 21341.58~98320.4ind/km²，最低站次资源尾数密度出现在 S11 站位、最高站次资源尾数密度出现在 S32 站位。

4.4.6红树林资源现状调查与评价

红树林资源引用《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重大平台建设项目红树林生态现状调查报告》（自然资源部南海发展研究院（自然资源部南海遥感技术应用中心），2025 年 3 月）成果。

4.4.6.1 调查站位

本次调查选取项目用海范围及周边红树林面积分布较大的 4 个区域布设调查断面开展调查（断面数量根据红树林岸线长度确定），每条断面沿着低、中、高潮位分别布设 1 个 10m×10m 的调查样方，本次调查共计 10 条调查断面，30 个调查样方。断面及样方分布位置见表 4.8.1-1。

表 4.4.6-1 红树林生态系统调查样方位置

断面编号			
D01			
D01			
D01			
D02			
D02			

D02			
D03			
D03			
D03			
D04			
D04			
D04			
D05			
D05			
D05			
D06			
D06			
D06			
D07			
D07			
D07			
D08			
D08			
D08			
D09			
D09			
D09			
D10			
D10			
D10			

4.4.6.2 调查内容

本次调查内容包括红树植被、生物群落、环境要素、威胁因素等，具体监测项目及要素详见表 4.8.2-1。

表 4.4.6-2 江门市银湖湾滨海新区周边海域红树林监测项目一览表

项目	要素	监测指标	监测方式
植被群落	红树群落调查	红树植物种类、植株密度、株高、胸径/基径、盖度	现场监测
		红树林的面积、分布	遥感调查
生物群落	大型底栖动物	种类组成、密度、生物量	现场监测
环境要素	水环境	水温、盐度、pH 值、悬浮物、溶解氧、硝酸盐、无机氮、活性磷酸盐、活性硅酸盐	现场采样、实验室分析
	沉积环境	沉积物粒度、有机碳、硫化物、全盐含量	现场采样、实验室分析

4.4.6.3 调查方法

1、植被群落调查

(1) 样方布设

样方布设：同一断面内，中、高潮区站位各布设 1 个大小相同的样地，样地面积为 10m×10m。记录样地中心位置经纬度。

2、红树植被调查

红树植被调查内容包括红树植物种类、植株密度、株高、胸径/基径、盖度、红树林面积及分布等内容。具体调查方法如下：

(1) 红树林面积及分布：通过历史遥感影像调查+无人机正射方式获取。

(2) 盖度：现场估测（由同一个技术人员估测）。

(3) 红树植被其他要素（树种、株高/胸径、密度）调查采用现场样方调查，相关参数调查按《红树林生态监测技术规程》（HY/T081-2005）中的要求执行。

(4) 胸径/胸周测量：对于一些红树林树木的形状和生长形态难以测量其树木基干周长，采用下述方法测量：若树木在胸部高度以下分叉，或在近地面或地面之上的基部单向萌芽，将每一分枝看作单独的茎干加以测量；若茎干具有支撑根系或下部树干呈现凹槽形（红树科植物），则在根颈上部 20cm 处测量树木基干周长；若在测量点茎干具有隆起、枝条或畸形时，要把测量基干周长的位置稍微上移或下移。测量树木基干周长的同时测定每株红树林的株高地面至植株的最高点。

(5) 灌木型植被调查样地内的物种、数量、株高、基径。

3、生物群落调查

大型底栖生物：在每个调查点随机设置 4 个 25cm×25cm 定量样方，样品采集后用 5%的甲醛或无水乙醇固定，调查大型底栖生物群落，具体按《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）规定执行。

4、环境要素调查

水环境调查指标：在开展红树林植被调查时，在潮沟或者低潮区域内采集表层水样，每条断面采集 1 个站位水样，水环境各参数的监测分析方法见表 4.8.3-1。样品的采集按照 GB17378.3-2007 中第 4 章的规定执行。水质样品从采样器向样品瓶转移过程中，按照《海洋监测规范第 3 部分：样品采集、贮存与运输》（GB17378.3-2007）中规定的具体要求进行。

表 4.4.6-3 水环境调查项目及分析方法

序号	项目	分析方法	方法标准
1	悬浮物	重量法	GB17378.4-2007
2	水温	表层水温表法	GB17378.4-2007
3	盐度	盐度计法	GB17378.4-2007
4	pH 值	pH 计法	GB17378.4-2007

5	溶解氧	碘量法	GB17378.4-2007
6	活性磷酸盐	流动分析法	HY/T147.1-2013
7	无机氮	流动分析法	HY/T147.1-2013
8	活性硅酸盐	流动分析法	HY/T147.1-2013

5、沉积环境

沉积环境：沉积物粒度及其他化学参数，在每个沉积环境调查样方内采集表层（0~10cm）沉积物样品，具体监测分析方法见表 4.8.3-2。

表 4.4.6-4 沉积环境监测项目及分析方法

序号	项目	分析方法	方法标准
1	硫化物	碘量法	GB17378.5-2007
2	有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	GB17378.5-2007
3	全盐含量	重量法	NY/T1121.16-2006
4	粒度	激光法	GB/T12763.8-2007

4.4.6.4 调查结果

1、红树林植被群落特征

(1) 红树林面积与分布

基于第三次全国国土调查结果，采用现场核查+无人机航拍（图图 4.8.4-2-图 4.8.4-5）核算调查范围内红树林分布面积。调查结果发现调查范围内红树林面积约 241.17 公顷（图 4.8.4-1），其中 D01 调查点红树林面积约 34.52 公顷，D02 调查点红树林面积约 34.86 公顷，D03 调查点红树林面积约 31.64 公顷，D04 调查点红树林面积约 20.35 公顷，D05 调查点红树林面积约 14.48 公顷，D06、D07、D08 调查点均在 1 个红树林图斑上，面积约 98.44 公顷，D09、D10 红树林面积约 6.88 公顷。

2、种类组成及优势种

本次调查共发现无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)、木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)、桐花(*Aegiceras Gaertn*)、老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)及卤蕨(*Acrostichum aureum*L) 5 种真红树植物。其中无瓣海桑、木榄均主要以高大乔木为主，卤蕨、老鼠簕及桐花以低矮的灌木为主。

D01、D02、D03、D04、D05、D06、D08、D09 调查点均主要以无瓣海桑群落为主，林下伴有密集的老鼠簕，其中无瓣海桑为优势种。D07 及 D10 调查点主要以无瓣海桑+木榄群落为主，林下伴有老鼠簕出现。调查区域的红树植被及优势种见表 4.8.4-1。

表 4.4.6-5 调查区域红树植被种类及优势种

调查点	站号	潮带	红树种类	优势种
D01				
D02				
D03				
D04				
D05				
D06				
D07				
D08				
D09				
D10				

注：优势种的统计不包含幼苗数

3、形态参数

在本次调查中，共计发现无瓣海桑、木榄、桐花、卤蕨及老鼠簕等 5 种真红树植物。不同树种的形态参数差别较大，其中卤蕨及老鼠簕株高均不足 1 米，桐花主要以低矮灌木为主，仅在 D06 调查点发现。木榄主要以乔木为主，在 D07 及 D10 调查点发现。调查区域内的主要优势种为无瓣海桑，以高大乔木为主。林下幼苗以木榄、白骨壤及无瓣海桑为主。

不同调查点红树植物平均株高及胸径比较接近。平均胸径范围介于 13.07~20.52cm，平均值为 16.63；其中 D08 调查点具有最低的平均胸径值（13.07cm），这主要是因为该区域除高大的无瓣海桑外，还有高度相对较低的木榄群落；D05 调查点具有最高的平均胸径值（20.52cm），该调查点主要以高大的无瓣海桑为主。不同调查点平均株高范围为 8.11~16.00m，平均值为 11.28m。

表 4.4.6-6 不同调查点红树植被平均株高及胸径统计

调查点	平均胸径 (cm)	平均株高 (m)
D01		
D02		
D03		
D04		
D05		
D06		
D07		
D08		
D09		
D10		
平均值		

注：胸径和株高统计不包含幼树和幼苗

不同红树植物的平均株高及胸径具有显著差异（表 4.8.4-3）。无瓣海桑的平均胸径及平均株高最大，分别为 16.49cm、10.52m；其次为木榄，平均胸径及株高分别为 12.31cm、4.4m；桐花的平均胸径及株高值最低，分别为 5.41cm、3.5m。无瓣海桑（是海桑科海桑属的乔木，原产于孟加拉国，具有较强的抗寒性和适应性，能在低潮滩、中高潮滩以及土壤较硬实贫瘠的滩涂上生长，对海水淹浸的适应能力也较强。无瓣海桑具有生长速度快、适应性强等特征，是华南沿海地区防风固堤、促淤造陆的主要树种之一，其茂密的植被层和发达的根系能够有效地抵御风浪的侵袭，保护海岸线的稳定。它还能促进淤泥的沉积和固化，为新的陆地形成提供条件。

表 4.4.6-7 调查区域不同种类红树植被平均株高及胸径统计

种类	平均胸径 (cm)	平均株高 (cm)
无瓣海桑	16.49	10.52
木榄	12.31	4.40
桐花	5.41	3.50

注：胸径和株高统计不包含幼树和幼苗。

进一步统计不同潮位带红树植物的群落特征参数（表 4.8.4-4），调查结果表明高潮带红树植物的平均胸径及株高分别为 17.18cm、10.60m，平均胸径及株高值在高、中、低潮位带近似。这主要是因为调查区域优势种以高大的无瓣海桑为主，具有生长速度快、适应能力强等特征，未形成明显的生态演替序列。

表 4.4.6-8 不同潮位带红树植物平均株高及胸径统计

潮位带	平均胸径 (cm)	平均株高 (cm)
高潮带	17.18	10.60
中潮带	16.87	11.15
低潮带	15.90	10.66

注：胸径和株高统计不包含幼树和幼苗。

4、群落类型与特征

不同断面红树植株密度及平均盖度统计见表 4.8.4-5、图 4.8.4-8 和图 4.8.4-9。由于调查区域的主要优势种为无瓣海桑，不同断面红树植物密度接近，范围为 1800~2533 株/公顷。D05 调查点的平均密度最底，仅为 1800 株/公顷，D08 调查点的平均密度最高，为 2533 株/公顷。调查区域平均盖度范围为 80.00~90.00%，平均值为 85.33，各调查点不同潮位带的盖度无明显差别。调查区域盖度较高，这主要因为调查区域主要以高大的无瓣海桑为主，林下伴生老鼠簕及卤蕨，因此调查区域整体盖度较大。各个调查点的种群密度及盖度特征值见表 4.8.4-5。

D01 调查点种群密度为 2333 株/ha，高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 2200 株/ha、2600 株/ha、2200 株/ha，种群密度呈现出中潮带最高，高潮带及低潮带近似趋势；三个潮位带的盖度值接近，平均盖度为 88.33%。

D02 调查点种群密度为 2033 株/ha，略低于 D01 调查点。高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 2800 株/ha、1500 株/ha、1800 株/ha，种群密度呈现出高潮带最高，中潮带及低潮带近似趋势，三个潮位带的盖度值接近，平均盖度为 88.33%。

D03 调查点种群密度为 2267 株/ha，略低于 D01 调查点，高于 D02 调查点。高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 2400 株/ha、2200 株/ha、2200 株/ha，种群密度呈现出高潮带最高，中潮带及低潮带近似趋势，三个潮位带的盖度值接近，平均盖度为 81.67%，略低于 D01 及 D02 调查点。

D04 调查点种群密度为 2133 株/ha，略低于 D01 调查点。高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 2100 株/ha、2100 株/ha、2200 株/ha，种群密度呈现出高潮带最高，中潮带及低潮带近似趋势，三个潮位带的盖度值接近，平均盖度为 81.67%，略低于 D01 及 D02 调查点。

D05 调查点种群密度范围为 1800 株/ha，平均盖度值分别为 86.67%；高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 2200 株/ha、1800 株/ha、1400 株/ha，种群密度呈现出高潮带最高，中潮带及低潮带近似趋势，三个潮位带的盖度值接近，平均盖度为 86.67%。

D06 调查点种群密度范围为 2167 株/ha，高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 1800 株/ha、2300 株/ha、2400 株/ha。三个潮位带的盖度值

接近，平均盖度为 80%。

D07 调查点种群密度范围为 2467 株/ha，高潮位、中潮位及低潮位三个潮位带的种群密度分别为 2400 株/ha、2100 株/ha、2900 株/ha。三个潮位带的盖度值接近，平均盖度为 86.67%。

D08、D09、D10 调查点的种群密度、平均盖度值与其余调查点近似，种群密度分别为 2533 株/ha、2200 株/ha、2200 株/ha，平均盖度分别为 80.00%、85.00%、85.00%。

总体而言，调查区域 5 个调查点的红树群落均较简单，主要以无瓣海桑为优势种，伴有木榄、桐花、卤蕨及老鼠簕。

表 4.4.6-9 不同调查点红树植株密度统计表

调查点	站号	潮带	盖度 (%)	密度
D01				
平均值				
D02				
平均值				
D03				
平均值				
D04				
平均值				
D05				
平均值				
D06				
平均值				
D07				
平均值				
D08				
平均值				
D09	D09L01	高潮带	80	2100
	D09L02	中潮带	85	2200
	D09L03	低潮带	90	2300
平均值		85.00	2200	

D10				
平均值				

注：幼苗不参与密度统计

5、小结

调查范围内红树林面积约 241.17 公顷。其中 D01 调查点红树林面积约 34.52 公顷，D02 调查点红树林面积约 34.86 公顷，D03 调查点红树林面积约 31.64 公顷，D04 调查点红树林面积约 20.35 公顷，D05 调查点红树林面积约 14.48 公顷，D06、D07、D08 调查点均在 1 个红树林图斑上，面积约 98.44 公顷，D09、D10 红树林面积约 6.88 公顷。本次调查共发现无瓣海桑、木榄、桐花、老鼠簕及卤蕨 5 种真红树植物。其中无瓣海桑、木榄均主要以高大乔木为主，卤蕨、老鼠簕及桐花以低矮的灌木为主。无瓣海桑的平均胸径及平均株高最大，分别为 16.49cm、10.52m；其次为木榄，平均胸径及株高分别为 12.31cm、4.4m；桐花的平均胸径及株高值最低，分别为 5.41cm、3.5m。

不同调查点红树植物平均株高及胸径比较接近，平均胸径范围介于 13.07~20.52cm，平均值为 16.63cm，不同调查点平均株高范围为 8.11~16.00m，平均值为 11.28m。不同红树植物的平均株高及胸径具有显著差异。调查区域内的种群密度范围为 1800~2533 株/公顷。调查区域平均盖度范围为 80.00~90.00%，平均值为 85.33。总体而言，调查区域红树群落均较简单，主要以无瓣海桑、木榄、卤蕨、老鼠簕等真红树组成的稳定型群落。

4.4.6.5 红树林大型底栖动物特征

对调查区域红树林开展大型底栖动物采样，分别在每个调查点采集潮间带大型底栖生物，站位名称红树林植被的调查点低潮位一致。大型底栖生物在每个调查点设置 4 个 25cm×25cm 定量样方采集定量样品，在样方周边区域尽可能收集不同种类的大型底栖生物作为定性样品。样品采集、保存与分析按《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）进行。

1、种类组成

调查海域共采集鉴定出大型底栖生物 4 门 14 种，其中节肢动物为 7 种，占总种类数的 50.00%；环节动物为 5 种，占总种类数的 35.71%；软体动物和脊索

动物均为 1 种，各占总种类数的 7.14%。详见表 4.8.4-6 和图 4.8.4-10。

表 4.4.6-10 大型底栖生物类群组成

类群	种类数	平均密度 (ind./m ²)	平均生物量 (g/m ²)
软体动物			
节肢动物			
脊索动物			
环节动物			
合计			

2、 栖息密度与生物量

调查海域大型底栖生物栖息密度以节肢动物为主，其平均密度为 75.11ind./m²，占总密度的 92.35%；其次为环节动物，平均密度均为 3.56ind./m²，占 4.37%；软体动物最低，平均密度为 0.44ind./m²，仅占 0.55%。生物量同样以节肢动物为主，平均生物量为 105.454g/m²，占 92.05%；其次为脊索动物，平均生物量为 8.910g/m²，占 7.78%；软体动物最低，平均生物量为 0.057g/m²，仅占 0.05%。详见表 4.8.4-7 和图 4.8.4-11。

表 4.4.6-11 各站位大型底栖生物栖息密度与生物量

站位	栖息密度 (ind./m ²)	生物量 (g/m ²)
D01L03		
D02L03		
D03L03		
D04L03		
D05L03		
D06L03		
D07L03		
D08L03		
D09L03		
D10L03		
平均值		

调查海域各站位大型底栖生物的密度介于 (22.22~222.22) ind./m² 之间，平均密度为 81.33ind./m²，其中最高值出现在 D08L03 号站位；大型底栖生物的生物量介于 (0.480~799.609) g/m² 之间，平均生物量为 114.556g/m²，最高值出现在 D03L03 号站位。

3、 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=Pi \times fi$ ， fi 为第 i 种在各个站位出现的频率。本次调查将大型底栖生物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该区域的优势种类。

表 4.4.6-12 大型底栖生物的优势种

优势种	平均密度 (ind./m ²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
长尾虫				
大陆拟相手蟹				
弧边招潮				
台湾泥蟹				

调查期间该海域大型底栖生物第一优势种为长尾虫，优势度为 0.333，平均栖息密度为 54.22ind./m²，出现频率 50.0%；第二优势种为大陆拟相手蟹和弧边招潮，优势度均为 0.044，平均栖息密度为 7.11ind./m²，出现频率 50.0%。

4、多样性指数与均匀度和丰富度指数

各站位大型底栖生物多样性指数的变化范围为 (0.229~1.846)，平均值为 1.108，其中 D01L03 号站位最高，为 1.846；均匀度指数变化范围为(0.229~0.971)，平均值为 0.695，其中 D04L03 号站位最高，为 0.971；丰富度指数变化范围为 (0.303~1.618)，平均值为 0.884，其中 D10L03 号站位最高，为 1.618。结果详见表 4.8.4-9。

表 4.4.6-13 大型底栖生物的生物多样性指数 (H')、均匀度指数 (J) 和丰富度指数 (D)

站位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度 (D)
D01L03			
D02L03			
D03L03			
D04L03			
D05L03			
D06L03			
D07L03			
D08L03			
D09L03			
D10L03			
平均值			

5、小结

调查海域共采集鉴定出大型底栖生物 4 门 14 种，其中节肢动物为 7 种，占总种类数的 50.00%；环节动物为 5 种，占总种类数的 35.71%；软体动物和脊索动物均为 1 种，各占总种类数的 7.14%。调查海域大型底栖生物栖息密度以节肢动物为主，其平均密度为 75.11ind./m²，占总密度的 92.35%；其次为环节动物，平均密度均为 3.56ind./m²，占 4.37%；软体动物最低，平均密度为 0.44ind./m²，仅占 0.55%。生物量同样以节肢动物为主，平均生物量为 105.454g/m²，占 92.05%；其次为脊索动物，平均生物量为 8.910g/m²，占 7.78%；软体动物最低，平均生物

量为 0.057g/m²，仅占 0.05%。该海域大型底栖生物第一优势种为长尾虫，优势度为 0.333，平均栖息密度为 54.22ind./m²；第二优势种为大陆拟相手蟹和弧边招潮，优势度均为 0.044，平均栖息密度为 7.11ind./m²。

4.4.6.6 水体环境特征

1、水质要素监测结果

水质调查指标包括 pH 值、水温、盐度、悬浮物、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、活性硅酸盐，水质各要素监测结果列于表 4.3-1，统计结果列于表 4.8.4-10。

(1) 水温：海水水温变化范围为 25.6~27.8℃，平均值均为 26.4℃。

(2) pH：海水 pH 值变化范围为 7.26~7.68，平均值均为 7.52。

(3) 盐度：海水盐度变化范围为 1.549~10.786‰，平均值均为 6.869‰。

(4) 溶解氧：海水溶解氧变化范围为 5.91~7.20mg/L，平均值均为 6.75mg/L。

(5) 悬浮物：海水悬浮物变化范围为 11~40mg/L，平均值均为 31mg/L。

(6) 无机氮：海水无机氮变化范围为 0.052~1.428mg/L，平均值为 0.504mg/L。

(7) 活性硅酸盐：海水活性硅酸盐变化范围为 2.18~3.64mg/L，平均值均为 2.74mg/L。

(8) 活性磷酸盐：海水活性磷酸盐变化范围为 0.030~0.058mg/L，平均值均为 0.046mg/L。

表 4.4.6-14 海洋环境水质调查结果

站号	层次	水温 (°C)	pH 值	盐度	悬浮物 (mg/L)	溶解氧 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	活性磷酸盐 (mg/L)	活性硅酸盐 (mg/L)
D01L03									
D02L03									
D03L03									
D04L03									
D05L03									
D06L03									
D07L03									
D08L03									
D09L03									
D10L03									
备注	“ND”表示未检出或小于方法检出限，检出限值见分析方法及使用仪器一览表。								

2、评价标准

表 4.4.6-15 水质和沉积物执行标准

序号	功能区类型	调查断面	标准要求
----	-------	------	------

4	游憩用海区	D01-D08	执行海水水质第二类标准、海洋沉积物质量第一类标准
6	交通运输用海区	D09-D10	执行海水水质第三类标准、海洋沉积物质量第二类标准

3、水质现状质量评价

水质评价结果如表 4.8.4-12，D01L03-D08L03 的 pH 满足二类水质的要求，无机氮和活性磷酸盐的超标率分别为 37.50%和 87.50%；D01L03-D08L03 的 pH 满足三类水质的要求，无机氮和活性磷酸盐的超标率均为 100%。

表 4.4.6-16 水质结果评价指数表（二类）

站号	层次	pH	活性磷酸盐	无机氮
D01L03	表			
D02L03	表			
D03L03	表			
D04L03	表			
D05L03	表			
D06L03	表			
D07L03	表			
D08L03	表			
超标率（%）				

表 4.4.6-17 水质结果评价指数表（三类）

站号	层次	pH	活性磷酸盐	无机氮
D09L03	表			
D10L03	表			
超标率（%）				

4.4.6.7 沉积环境

1、沉积环境监测结果

红树林沉积物测试指标包括有机碳、硫化物、含水率，监测结果见表 4.8.4-14。

表 4.4.6-18 沉积物质量调查结果

站号	经纬度	含水率（%）	硫化物（ $\times 10^{-6}$ ）	有机碳（%）	样品性状
D01L01					
D01L02					
D01L03					
D02L01					
D02L02					
D02L03					
D03L01					
D03L02					
D03L03					
D04L01					
D04L02					
D04L03					
D05L01					

D05L02					
D05L03					
D06L01					
D06L02					
D06L03					
D07L01					
D07L02					
D07L03					
D08L01					
D08L02					
D08L03					
D09L01					
D09L02					
D09L03					
D10L01					
D10L02					
D10L03					
最小值					
最大值					
平均值					

2、评价标准

评价标准如表 4.8.4-10 所示。

3、沉积物质量评价

评价结果如表 4.8.4-15 所示。D01-D08 的硫化物和有机碳均满足沉积物一类标准，D09-D10 的硫化物和有机碳均满足沉积物二类标准。

表 4.4.6-19 沉积物结果评价指数表（一类）

站号	硫化物	有机碳
D01L01		
D01L02		
D01L03		
D02L01		
D02L02		
D02L03		
D03L01		
D03L02		
D03L03		
D04L01		
D04L02		
D04L03		
D05L01		
D05L02		
D05L03		
D06L01		
D06L02		
D06L03		
D07L01		
D07L02		
D07L03		
D08L01		
D08L02		
D08L03		

超标率 (%)	0.00	0.00
---------	------	------

表 4.4.6-20 沉积物结果评价指数表 (二类)

站号	硫化物	有机碳
D09L01		
D09L02		
D09L03		
D10L01		
D10L02		
D10L03		
超标率 (%)		

4.4.7 鸟类资源现状调查与评价

鸟类资源现状调查结果引用《江门市银湖湾滨海新区新增围填海重大平台建设项目鸟类调查报告》(2025年3月)中的调查结果。

4.4.7.1 调查范围

根据项目周边红树林、滩涂以及附近保护区分布情况,调查范围主要为项目范围及其周边红树林沿岸、滩涂等区域。

4.4.7.2 调查站位

根据项目周边红树林、滩涂分布情况及鸟类生境类型和地形等因素设置观测样线、样点,共设置布设9条样线(X1~X9)和8个样点(D1~D8),样线长度和样点观测时间如表4.4.7-1所示,具体位置图4.4.7-1所示。

表 4.4.7-1 样线长度和样点观测时间

序号	样线/样点	样线长度/样点观测时间
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

4.4.7.3 调查时间

本次鸟类调查时间为2024年8月7日~8月9日和2024年11月18~11月23日。选择晴好、微风的天气在鸟类活动比较活跃的日出后或日落前2h-3h对区域内鸟类资源进行调查，滩涂区选择退潮后进行观测。

4.4.7.4 调查内容与方法

调查内容为鸟类的种类、数量、分布情况及其生境和人类干扰情况。鸟类调查方法主要依据《生物多样性观测技术导则鸟类》(HJ710.4-2014)的有关规定，以样线和样点相结合的方式开展，每条样线长度在1~3km以内，观测者以1.5~3km/h的速度沿着固定的样线行走，在每个样点停留观测10min，借助单筒或双筒望远镜辅助观察，鸟类数量采用直接计数法计数。

4.4.7.5 调查结果

1、调查区域生境概况

调查区域生境覆盖陆域林地、草地、海域滩涂、湿地、红树林，另外，还包含有人工海堤、养殖塘、湿地公园、围垦荒地等区域。调查区域主要生境照片如下。

	
样线 X1 向海一侧为人工海堤，向陆一侧为养殖塘（2024年8月7日）	样线 X2 向海一侧为红树林，向陆一侧为养殖塘、树林、草地（2024年8月7日）

	
<p>样线 X3 向海一侧为人工海堤，向陆一侧为树林、围垦荒地（2024 年 8 月 8 日）</p>	<p>样线 X3 西侧向陆一侧的围垦荒地，荒地内有无水区域、积水区域和植被生长区域（2024 年 11 月 22 日）</p>
	
<p>样线 X4 向海一侧为红树林人工堤，向海一侧为养殖塘（2024 年 11 月 19 日）</p>	<p>样线 X5 两侧为养殖塘、池塘（2024 年 8 月 7 日）</p>
	
<p>样线 X6 向海一侧为人工堤，向海一侧草丛（2024 年 11 月 18 日）</p>	<p>样线 X7 向海一侧为人工堤，向陆一侧为面积较大的湖（2024 年 11 月 18 日）</p>

	
<p>样线 X8 向海一侧为人工堤，向陆一侧为养殖塘、池塘和草丛（2024 年 11 月 18 日）</p>	<p>样线 X9 向海一侧为人工堤，向陆一侧为人工湿地（2024 年 8 月 9 日）</p>
	
<p>样点 D1 向海一侧为小片沙滩，向陆一侧为养殖塘（2024 年 11 月 23 日）</p>	<p>样点 D2 向海一侧为小片红树林，向陆一侧为村庄（2024 年 11 月 23 日）</p>
	
<p>样点 D3 向海一侧为围垦荒地，主要为无水荒地，向陆一侧为树林（2024 年 8 月 9 日）</p>	

	
<p>样点 D4 西南侧为大片滩涂，小片红树林，东北侧为围垦荒地（2024 年 8 月 8 日）</p>	<p>样点 D4 东北侧的围垦荒地，荒地内有植被，大片积水区，形成天然的沼泽湿地（2024 年 8 月 8 日）</p>
	
<p>样点 D5 西南侧为大片滩涂，东北侧为围垦荒地（2024 年 11 月 22 日）</p>	<p>样点 D5 东北侧的围垦荒地，荒地内有大量积水区，形成天然的沼泽湿地（2024 年 11 月 22 日）</p>
	
<p>样点 D6 西南侧为大片滩涂，东北为围垦荒地（2024 年 8 月 8 日）</p>	<p>样点 D6 东北侧的围垦荒地，荒地内有大量积水区和少量植被，形成天然的沼泽湿地（2024 年 8 月 8 日）</p>

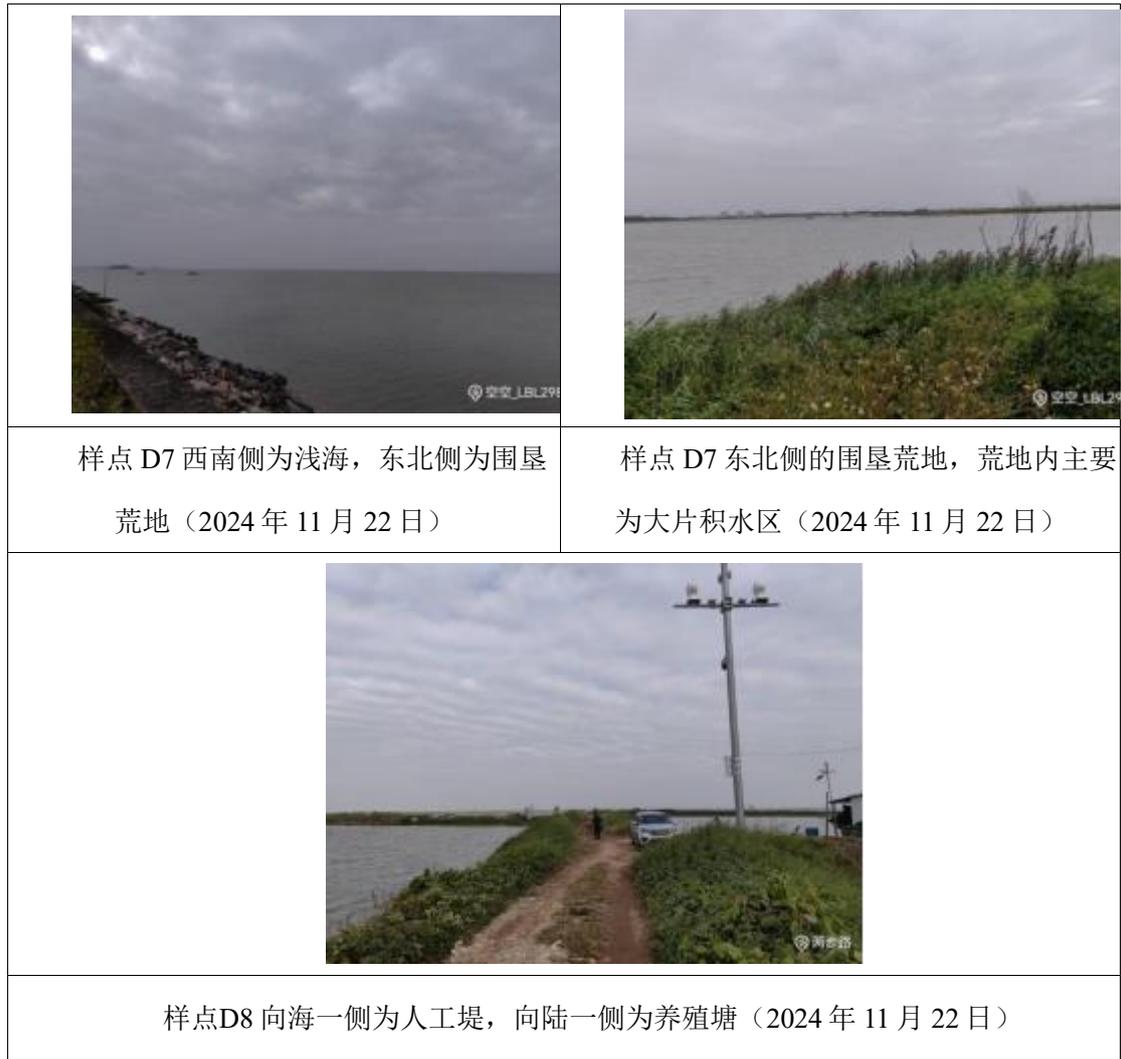


图 4.9.5-1 调查样线样点区域生境照片

表 4.4.7-2 调查样点、样线人为干扰情况

样点、样线	人为干扰情况
D1	调查期间附近有施工，干扰较大
D2	向陆一侧为村庄，人类活动干扰较大
D3	调查期间基本无人活动，干扰较小
D4	调查期间少量过往车辆，干扰较小
D5	调查期间少量过往车辆，干扰较小
D6	调查期间少量过往车辆，干扰较小
D7	调查期间少量过往车辆，干扰较小
D8	调查期间养殖塘有零星人员在工作，干扰较小
X1	调查期间附近有施工，干扰较大
X2	调查期间少量过往车辆，干扰较小
X3	调查期间少量过往车辆和游客，干扰较小
X4	调查期间养殖塘少量人员在工作，干扰较小
X5	调查期间养殖塘少量人员在工作，干扰较小
X6	半封闭区域，干扰较小
X7	半封闭区域，干扰较小
X8	半封闭区域，干扰较小
X9	少量游客，干扰较小

2、2024年8月鸟类调查结果

(1) 种类组成

2024年8月项目区域鸟类调查，共记录到鸟类11目25科36属39种，分属佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸻形目、鹧形目、鸱鹟目、雀形目、鹀形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目。其中，雀形目种类最多，有16种（占总种类的41.0%）；其次为鸻形目有8种（占总种类的20.5%）；佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸱鹟目、雁形目、夜鹰目和鹰形目各1科1属1种。

项目区域鸟类生物多样性指数为2.59，均匀度为0.71。优势种为白鹭、家燕，常见种为棕背伯劳、白鹡鸰、麻雀、池鹭、黄腹山鹪莺、鹧鸪、普通翠鸟、珠颈斑鸠、白胸苦恶鸟、铁嘴沙鸻、白头鹎、大白鹭、八哥、小白腰雨燕、白喉红臀鹎、反嘴鹬。

从鸟类个体数量来看，8月份调查共计记录鸟类851只，其中鹀形目鸟类数量最多，其次为雀形目、鸻形目。

根据Howes等(1988)对水鸟的定义，广义的水鸟包括鸱鹟科(Podicipedidae)、鸬鹚科(Phalacrocoracidae)、鹭科(Ardeidae)、鸚科(Threskiomithidae)、鸭科(Anatidae)、秧鸡科(Rallidae)、反嘴鹬科(Recurvirostridae)、鸻科(Charadriidae)、鹬科(Scolopacidae)、燕鸥科(Glareolidae)、鸥科(Laridae)、燕鸥科(Sternidae)、翠鸟科(Alcedinidae)、水雉科(Jacanidae)、彩鹬科(Rostratulidae)、蛎鹬科(Haematopodidae)等鸟类，其他统称为陆生鸟类。2024年8月记录到水鸟有18种，个体数量508只；记录到陆生鸟类21种，个体数量343只，调查区域鸟种类上以陆鸟居多，个体数量上以水鸟居多。

(2) 居留型

根据《中国鸟类分布与分类名录(第四版)》，居留类型分为R(resident)留鸟，是指全年在该地理区域内生活，春秋不进行长距离迁徙的鸟类；S(summervisitor)夏候鸟：是指春季迁徙来此地繁殖，秋季再向越冬区南迁的鸟类；W(wintervisitor)冬候鸟：是指冬季来此地越冬，春季再向北方繁殖区迁徙的鸟类；P(passagemigrant)旅鸟：是指春秋迁徙时途经此地，不停留或仅有短暂停留的鸟类；V(vagrantvisitor)迷鸟(包括偶见种)：是指迁徙时偏离正常路线而到此地栖息的鸟类。2024年8月记录到的39种鸟类中，留鸟22种、冬候

鸟 7 种、夏候鸟 8 种、旅鸟 2 种，留鸟是该区域鸟类主要的居留型。其中水鸟以留鸟居多，留鸟 7 种、冬候鸟 6 种、夏候鸟 3 种、旅鸟 2 种；陆鸟也以留鸟居多，留鸟 15 种，冬候鸟 1 种，夏候鸟 5 种。

（3）生态类群

根据鸟类的生态特征，鸟类的生态类群主要分为六类：鸣禽类、攀禽类、陆禽类、涉禽类，游禽类，猛禽类。2024 年 8 月，共记录到鸣禽共 16 种，占调查范围鸟类物种数 41.0%；涉禽共 12 种，占调查范围鸟类物种数 30.8%；攀禽共 5 种，占调查范围鸟类物种数 12.8%；游禽 4 种，占调查范围鸟类物种数 10.3%；猛禽和陆禽各 1 种，占调查范围鸟类物种数 2.6%。鸣禽和涉禽是调查范围内鸟类主要生态类群。

3、2024 年 11 月鸟类调查结果

（1）种类组成

2024 年 11 月项目区域鸟类调查，共记录到鸟类 12 目 26 科 40 属 56 种。分属佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸻形目、鹡形目、鸬鸟目、鸛鷓目、雀形目、鹎形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目。其中，雀形目种类最多，有 20 种（占总种类的 35.7%）；其次为鸻形目 12 种（占总种类的 21.4%）；鹎形目和雁形目分别有 7 种和 6 种，鸛鷓目、鹰形目和鹤形目分别有 2 种，佛法僧目、鸬鸟目、鸽形目、夜鹰目和鹡形目各 1 种。

2024 年 11 月项目区域鸟类生物多样性指数为 2.07，均匀度为 0.52。优势种为白鹭、环颈鸻、反嘴鹬、黑腹滨鹬。家燕、大白鹭、苍鹭、绿翅鸭、琵嘴鸭、赤颈鸭、白头鹎、斑嘴鸭、黑脸琵鹭、白脸鸻、黑尾塍鹬、中白鹭、红颈滨鹬为本次调查的常见种。

从鸟类个体数量来看，2024 年 11 月调查共计记录鸟类 4431 只。其中鸻形目鸟类数量最多，其次为鹎形目、雁形目、雀形目。

区域鸟类在种类和个体数量上均以水鸟居多，记录到水鸟有 30 种共 4081 只，陆生鸟类 25 种 340 只。

（2）居留型

2024 年 11 月调查到的 56 种鸟类中，留鸟有 23 种、冬候鸟 26 种、夏候鸟 2 种、旅鸟 5 种，冬候鸟成为该区域鸟类主要的居留型。其中水鸟以冬候鸟居多，

冬候鸟 19 种，旅鸟 4 种，留鸟 8 种；陆鸟以留鸟居多，留鸟 15 种，冬候鸟 7 种，旅鸟 1 种，夏候鸟 2 种。

（3）生态类群

对调查区域鸟类物种所属生态类群进行分析，2024 年 11 月记录到的鸟类中，鸣禽共 20 种，占调查范围鸟类物种数 36.4%；涉禽共 20 种，占调查范围鸟类物种数 35.7%；游禽 10 种，占调查范围鸟类物种数 17.9%；攀禽共 3 种，占调查范围鸟类物种数 5.4%；猛禽 2 种，占调查范围鸟类物种数 3.6%，陆禽仅 1 种。鸣禽、涉禽和游禽是调查范围内鸟类主要生态类群，占总种数的 89%。

4、区域 2024 年鸟类调查结果

（1）种类组成

2024 年项目区域鸟类两次调查，共记录到鸟类 12 目 30 科 52 属 71 种。分属佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸻形目、鹁形目、鳾鸟目、鸚鷓目、雀形目、鹎形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目。其中，雀形目种类最多，有 26 种（占总种类的 36.6%）；其次为鸻形目 17 种（占总种类的 23.9%）；鹎形目 8 种（占总种类的 11.4%），雁形目 6 种、鹰形目 3 种，佛法僧目、鹤形目、鹁形目、鸚鷓目各 2 种，鸽形目、鳾鸟目、夜鹰目各 1 种。

2024 年项目区域鸟类生物多样性指数为 2.92，均匀度为 0.69。优势种为白鹭、环颈鸻、反嘴鸻、黑腹滨鸻。家燕、大白鹭、苍鹭、绿翅鸭、琵嘴鸭、赤颈鸭、白头鹎、斑嘴鸭、麻雀、铁嘴沙鸻、黑尾塍鸻为 2024 年年度调查的常见种。

从鸟类个体数量来看，2024 年年度共计记录鸟类 5292 只。其中鸻形目鸟类数量最多，其次为鹎形目、雀形目、雁形目。

区域年度在鸟种类和个体数量上均以水鸟居多，记录到水鸟有 38 种共 4600 只，陆生鸟类 33 种 692 只。

（2）居留型

2024 年年度调查到的 71 种鸟类中，留鸟和冬候鸟种类相当，留鸟有 29 种、冬候鸟 28 种、夏候鸟 8 种、旅鸟 6 种。其中水鸟以冬候鸟居多，冬候鸟 21 种，夏候鸟 3 种，旅鸟 5 种，留鸟 9 种；陆鸟以留鸟居多，留鸟 20 种，冬候鸟 7 种，旅鸟 1 种，夏候鸟 5 种。

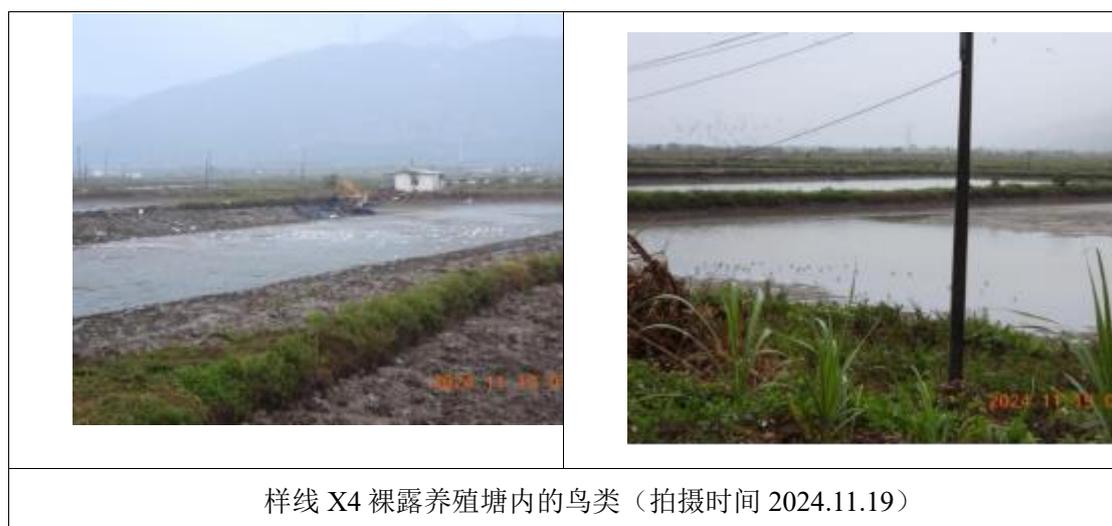
（3）生态类群

对调查区域鸟类物种所属生态类群进行分析，鸣禽共 26 种，占调查范围鸟类物种数 36.6%；涉禽共 24 种，占调查范围鸟类物种数 33.8%；游禽 12 种，占调查范围鸟类物种数 16.9%；攀禽共 5 种，占调查范围鸟类物种数 7.0%；猛禽 3 种，占调查范围鸟类物种数 4.2%，陆禽 1 种。鸣禽、涉禽和游禽是调查范围内鸟类主要生态类群，占总种数 87%。

5、鸟类对项目区域生境的利用

调查区域生境类型主要有红树林、滩涂、浅海、围垦荒地、树林草地等。调查结果显示，鸟类对滩涂、围垦荒地（及荒地内的浅水区域）、裸露的养殖塘的利用率最高，尤其是冬季，成群的鸟类分布在滩涂、围垦荒地（及荒地内的浅水区域）、裸露的养殖塘觅食、休憩。在浅海生境主要分布有赤颈鸭、凤头鸕鷀等雁鸭类多数在水面漂浮。

根据年度调查结果，鸟类聚集区主要分布在样线 X3、样线 X4、样线 X8、样点 D4、样点 D5、样点 D6，其中样线 X3 向陆一侧为围垦荒地和树林，向海一侧为人工海堤；样线 X4 向陆一侧为养殖塘（部分养殖塘裸露），向海一侧为红树林；样线 X8 向陆一侧为养殖塘、池塘、草地，向海一侧人工堤；样点 D4、样点 D5 和样点 D6 东北侧为围垦荒地，西南侧退潮后为大片滩涂，上述 3 条样线和 3 个样点处 2024 年年度调查共记录到鸟类种类数 54 种，种类数占总种类 76.1%，个体数量高达 4208 只，个体数占总个体记录数量 79.5%。



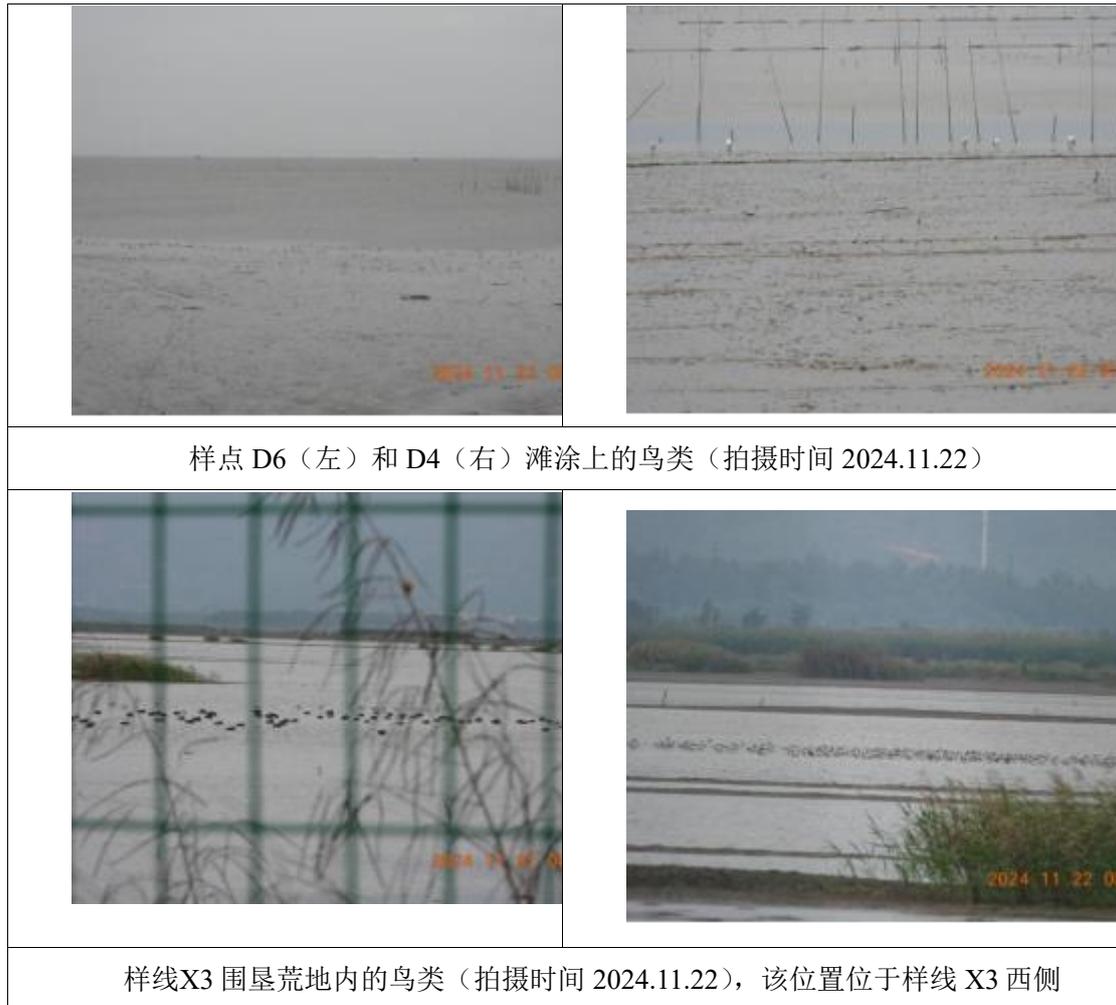


图 4.9.5-25 项目区域及其附近滩涂、围垦荒地、湿地、裸露养殖塘成群的鸟类

6、受保护鸟类分析

2024 年 8 月和 11 月调查范围共记录到的 71 种鸟类中，根据《国家重点保护野生动物名录（2021）》，国家 I 级保护动物 2 种，为黑脸琵鹭 *Platalea minor* 和小青脚鹬 *Tringa guttifer*。其中黑脸琵鹭发现于样线 X3、X4，样点 D4、D5 和 D6，小青脚鹬发现于样点 D5 和 D6。国家 II 级保护动物共 6 种，分别为白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、白琵鹭 *Platalea leucorodia*、白腹鹞 *Circus spilonotus*、黑鸢 *Milvus migrans*。国家 I 级和 II 级种类数共占总种数的 11.3%，个体数量占总个体数量的 1.9%。IUCN 濒危（EN）2 种为黑脸琵鹭和小青脚鹬；IUCN 近危（NC）3 种，分别为黑腹滨鹬 *Calidris alpina*、黑尾塍鹬 *Limosa limosa* 和红颈滨鹬 *Calidris ruficollis*，其中黑腹滨鹬发现于 X3、D4、D5、D6，红颈滨鹬发现于 D4、D5，黑尾塍鹬发现于 X3、D7。根据《广东省重点保护陆生野生动物名录（2021）》，广东省重点保护陆生野

生动物 15 种，分别为白鹭 *Egretta garzetta*、池鹭 *Ardeola bacchus*、黄斑苇鳉 *Ixobrychus sinensis*、黑翅长脚鹬 *Himantopus himantopus*、大白鹭 *Ardea alba*、苍鹭 *Ardea cinerea*、白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、灰翅浮鸥 *Chlidonias hybrida*、反嘴鹬 *Recurvirostra avosetta*、黑水鸡 *Gallinula chloropus*、凤头鹚 *Podiceps cristatus*、黑脸噪鹛 *Garrulax perspicillatus*、中白鹭 *Ardea intermedia*、白琵鹭 *Platalea leucorodia*、罗纹鸭 *Mareca falcata*，占总种数的 21.1%。收录于《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录（2023）》61 种，占总种数的 85.9%。

4.5 大气环境现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）中的“6.2.1.1，项目所在区域达标判定，优先采用国家或者地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论”。

依据《2024 年江门市生态环境质量状况公报》（江门市生态环境局，2025 年 4 月）：

2023 年全省环境空气质量总体优良，优良天数比例为 88.0%，其中优级天数比例为 51.6%，良级天数比例为 36.3%，轻度污染天数比例为 10.7%，中度污染天数比例为 1.4%，无重度及以上污染天气。六项污染物细颗粒物（ $\text{Pm}^{2.5}$ ）、可吸入颗粒物（ PM_{10} ）、二氧化硫（ SO_2 ）、二氧化氮（ NO_2 ）、一氧化碳（ CO ）、臭氧（ O_3 ）浓度分别为 23 微克/立方米、39 微克/立方米、6 微克/立方米、25 微克/立方米、0.9 微克/立方米和 170 毫克/立方米。与 2024 年相比，优良天数比例上升 2.2 个百分点； $\text{Pm}^{2.5}$ 比例上升 4.5 个百分点， PM_{10} 下降 4.9 个百分点， O_3 比例下降 1.2 个百分点， SO_2 、 NO_2 、 CO 浓度持平。

新会区 2024 年环境空气质量现状见表 4.10.5-1。由表可知， SO_2 、 NO_2 、 CO 、 $\text{Pm}^{2.5}$ 和 PM_{10} 等五项年均值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单二级标准要求， O_3 略微超标，超标率为 2%。

表 4.10.5-1 大气主要污染物浓度值（2024 年）单位： ug/m^3

污染物	年平均指标	现状浓度	二级标准值	占标率%	达标情况
$\text{Pm}^{2.5}$	年平均质量浓度	22	35	63	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	35	70	50	达标
O_3	百分位数日平均或 8h 平均质量浓度	163	160	102	未达标

SO ₂	年平均质量浓度	5	60	8	达标
NO ₂	年平均质量浓度	22	40	55	达标
CO	24h 平均质量浓度	0.9	4	23	达标

4.6 声环境质量现状调查与评价

评价单位委托广东中申检测有限公司于 2025 年 8 月 18 日~19 日在本项目现场进行声环境质量现状监测。

4.6.1 监测布点

本项目东南面紧邻黄茅海，项目周边 200m 内无声环境敏感目标，不会干扰周围生活环境，故本次根据项目区域及周围环境现状，在本项目边界四周外 1m 布设了 3 个监测点位。具体监测点位见下表 6.6.1-1；声环境质量现状监测布点图见图 6.6.1-1。

表 4.6.1-1 厂界噪声监测点位布设一览表

编号	位置
1	东北面边界外 1 米处
2	西北面边界外 1 米处
3	西南面边界外 1 米处

4.6.2 监测项目

监测项目为 Leq 一等效连续 A 声级 [dB (A)]。

4.6.3 监测时间和频率

各监测点共监测 2 天，每天昼夜各监测 1 天，每次连续采样 20 分钟。昼间监测时间段为 6: 00~22: 00，夜间监测时间段为 22: 00~06: 00。

4.6.4 监测和分析方法

按照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 有关规定进行，采用多功能声级计 AWA6228 测量每一测点的 Leq 值。

表 4.6.4-1 厂界噪声监测和分析方法

类别	项目	检测方法	检出限	主要仪器
----	----	------	-----	------

噪声	环境噪声	《声环境质量标准》GB 3096-2008	/	AWA6228+型多功能声级计
----	------	-----------------------	---	-----------------

4.6.5 监测结果

2025年8月对项目边界噪声进行了监测，具体监测结果见下表 6.6.5-1。

表 4.6.5-1 厂界噪声监测和分析方法

检测日期	检测点位	检测项目	标准限值	单位
		环境噪声 (Leq)		
2025.08.18	1 东北面边界外 1m			dB(A)
	2 西北面边界外 1m			
	3 西南面边界外 1m			
2025.08.19	1 东北面边界外 1m			
	2 西北面边界外 1m			
	3 西南面边界外 1m			

根据监测结果可知，各监测点位 Leq 测值符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类标准。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文动力环境影响预测与评价

5.1.1 制方程及计算方法

5.1.1.1 潮流数学模型控制方程

潮流计算采用 Mike21-HD 系列软件中的三角形网格水动力模块（FM 模块）。该软件可应用于海岸、河口区域的水动力模拟。FM 模块（FlexibleMesh）采用无结构三角形网格，在处理潮流动边界、复杂工程建筑物边界等方面具有强大功能，且计算稳定性良好，已在国内外许多工程项目研究中得到广泛应用，其模拟结果具有较高的承认度。

(1) 模型控制方程

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}u}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \\ &\frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}v}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} &= -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \\ &\frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned}$$

其中上划线表示沿水深的平均值， \bar{u} 和 \bar{v} 是沿水深平均的流速： $h\bar{u} = \int_{-d}^n u dz$,

$$h\bar{v} = \int_{-d}^n v dz。$$

横向应力 T_{ij} 包括粘滞力，紊动应力和水平对流梯度。用基于沿水深的平均速度变化率的涡粘阻力得出横向应力：

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = A \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right), \quad T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

(2) 控制方程的空间离散

模型使用中心有限体积法对控制方程进行离散。连续的模拟空间被离散成有限个连续的不重叠子区域。在二维问题中，子区域可以是任意多边形，在这里仅仅考虑三角形和四边形。

控制方程的系统积分形式一般被写为：

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{F}(\mathbf{U}) = \mathbf{S}(\mathbf{U})$$

式中 \mathbf{U} 是矢量， \mathbf{F} 是流函数， \mathbf{S} 是源项。

在笛卡尔坐标系中控制方程可以被写为：

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \frac{\partial (\mathbf{F}_x^I - \mathbf{F}_x^V)}{\partial x} + \frac{\partial (\mathbf{F}_y^I - \mathbf{F}_y^V)}{\partial y} = \mathbf{S}$$

式中上角标 I 和 V 分别表示非粘性和粘性流动。其中

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} h \\ h\bar{u} \\ h\bar{v} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{F}_x^I = \begin{bmatrix} h\bar{u} \\ h\bar{u}^{-2} + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \\ h\bar{u}\bar{v} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F}_x^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(2\frac{\partial \bar{u}}{\partial x}) \\ hA(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F}_y^I = \begin{bmatrix} h\bar{v} \\ h\bar{u}\bar{v} \\ h\bar{v}^{-2} + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F}_y^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x}) \\ hA(2\frac{\partial \bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 0 \\ g\eta \frac{\partial d}{\partial x} + f\bar{v}h - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) \\ + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + hu_s \\ g\eta \frac{\partial d}{\partial x} - f\bar{u}h - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) \\ + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + hv_s \end{bmatrix}$$

在第 i 个单元上整合公式并用高斯定理改写为:

$$\int_{A_i} \frac{\partial U}{\partial t} d\Omega + \int_{\Gamma_i} (F \cdot n) ds = \int_{A_i} S(U) d\Omega$$

式中 A_i 是单元格面积, Ω 是面积积分变量, Γ_i 第 i 个单元的单元边界, ds 是边界积分变量。 n 是单元沿边界的法向矢量。通过对一点求积分得出面积, 这个积分点是单元质点, 计算边界对单元中间点积分。上式可以表示为:

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{A_i} \sum_j^{NS} F \cdot n \Delta \Gamma_j = S_i$$

式中 U_i 和 S_i 分别为第 i 个单元的 U 、 S 的在单元中心的平均值, NS 是单元边数, n_j 是第 j 个边的法向矢量, $\Delta \Gamma_j$ 是第 j 个界面的长度。

(3) 时间差分

方程的一般形式为:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = G(U)$$

二维模拟对控制方程和输移方程都有两种方法进行时间差分: 一个低阶方法和一个高阶方法。低阶方法是显式欧拉方法:

$$U_{n+1} = U_n + \Delta t G(U_n)$$

上式 Δt 是时间步长。高阶方法是应用二阶的 Runge Kutta 法:

$$U_{n+\frac{1}{2}} = U_n + \frac{1}{2} \Delta t G(U_n)$$

$$U_{n+1} = U_n + \Delta t G \left(U_{n+\frac{1}{2}} \right)$$

(4) 河床应力

底部压力, $\bar{\tau}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$, 决定于下式:

$$\frac{\bar{\tau}_b}{\rho_0} = c_f \bar{u}_b |\bar{u}_b|$$

c_f 是阻力系数, $\bar{u}_b = (u_b, v_b)$ 是近底部的流动速度。和河床应力相关联的摩阻速度有如下形式:

$$U_{\tau_b} = \sqrt{c_f |u_b|^2}$$

根据二维的计算结果, \bar{u}_b 是沿垂线平均速度, 阻力系数可由 Chezy 数 C, 或者是曼宁值 M 得出

$$c_f = \frac{g}{C^2}$$

$$c_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2}$$

5.1.1.2 泥沙运动数学模型

泥沙模型采用 MIKE-21 模式中的 MT 模块, 主要基于平面二维泥沙输移扩散方程。

(1) 泥沙输运方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial c^i}{\partial t} + \frac{\partial uc^i}{\partial x} + \frac{\partial vc^i}{\partial y} + \frac{\partial wc^i}{\partial z} - \frac{\partial w_s c^i}{\partial z} = \\ \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{v_{Tx}}{\sigma_{Tx}^i} \frac{\partial c^i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{v_{Ty}}{\sigma_{Ty}^i} \frac{\partial c^i}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{v_{Tz}}{\sigma_{Tz}^i} \frac{\partial c^i}{\partial z} \right) + S^i \end{aligned}$$

其中: v_T 为各向异性涡粘系数, σ_T 为湍流 Schmidt 数, w_s 为泥沙沉速, S^i 为冲刷和淤积作为源和汇。

(2) 源、汇项

$$\text{当 } \tau_b < \tau_{cd}, \text{ 沉积: } S_D = w_s c_b \left(1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}} \right)$$

$$\text{当 } \tau_b > \tau_{ce}, \text{ 再悬浮: } S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n$$

$$\text{当 } \tau_b > \tau_{ce}, \text{ 侵蚀: } S_E = E \exp \left[\alpha (\tau_b - \tau_{ce}(z))^{1/2} \right]$$

其中 E 是侵蚀度 ($\text{kg/m}^2/\text{s}$), n 是侵蚀指数, τ_b 是床面剪切力 (N/m^2), τ_{ce} 是侵蚀的临界剪切力, τ_{cd} 是沉积临界剪切应力, S_E 是侵蚀率 ($\text{kg/m}^2/\text{s}$)。

(3) 沉速

悬沙的沉速可设为常数。当悬沙浓度超过某一值时, 则需采用干扰沉降。为了区分这三种沉降的范围, 设定了两个分界点, C_{floc} 和 $C_{hindered}$, 这两者分别是采用絮凝和干扰沉降的临界浓度。

(4) 沉降

① 等速沉降

低于某一悬沙浓度时, 可以忽略絮凝作用并且沉速采用一个常数:

$$w_s = k \quad C < C_{floc}$$

其中, w_s 是沉速, k 是一个常数。

② 絮凝沉降

悬沙浓度达到 C_{floc} 时, 泥沙开始絮凝。公式为:

$$w_s = k \times \left(\frac{C}{\rho_{sediment}} \right)^\gamma \quad C_{floc} > C > C_{hindered}$$

其中, k 是一个常数, $\rho_{sediment}$ 是泥沙密度, γ 是指数项。

③ 干扰沉降

当悬沙浓度达到一个相对较高值 ($C_{hindered}$) 时, 絮凝体的沉降物开始干扰并降低沉速。可以采用 Richardson 和 Zaki 公式 (1954 年) 以及 Winterwerp (1999 年) 公式。

(5) 淤积

淤积可表述为 (Krone, 1962):

$$S_D = w_s c_b p_d$$

其中， w_s 是悬沙的沉速 (m/s)， c_b 是近底层的悬沙浓度， p_d 是淤积概率的

表达式：
$$p_d = 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}。$$

5.1.2 模型构建

采用两重嵌套的方式，建立珠江河口整体二维潮流数学模型及珠江河口滨海区二维潮流泥沙数学模型，由珠江河口整体模型为滨海区模型提供流量、潮位、含沙量过程边界。模型地形采用工程海域 2024 年、2019 年地形图及外海最新的海图资料等，并精确模拟黄茅海及周边各岛屿、边界。其中珠江河口整体二维潮流泥沙数学模型上边界分别为西江马口站、北江三水站、东江石龙站、潭江石咀站以及流溪河的老鸦岗站，均采用实测数据，下边界到珠江河口外海-50m 等高线处，通过比对潮汐调和常数分析计算结果和工程实测潮位数据进行调整，最终确定边界条件。珠江河口整体模型研究区域共剖分为 168023 个非结构三角形、98561 个节点，网格最小尺寸为 20m，模型研究区域如图 6.1.2-1 所示。

珠江河口滨海区二维潮流泥沙数学模型上边界为大虎、南沙、冯马庙、横门、竹银、黄金、官冲、西炮台及石角咀，由珠江河口整体模型计算给定流量及含沙量过程，下边界取在外海-50m 等深线附近，给定潮位过程，模型研究范围如图 6.1.2-2 所示。模型研究区域共剖分为 110086 个非结构三角形网格，59532 个节点。模型计算网格剖分如图 6.1.2-3 所示。

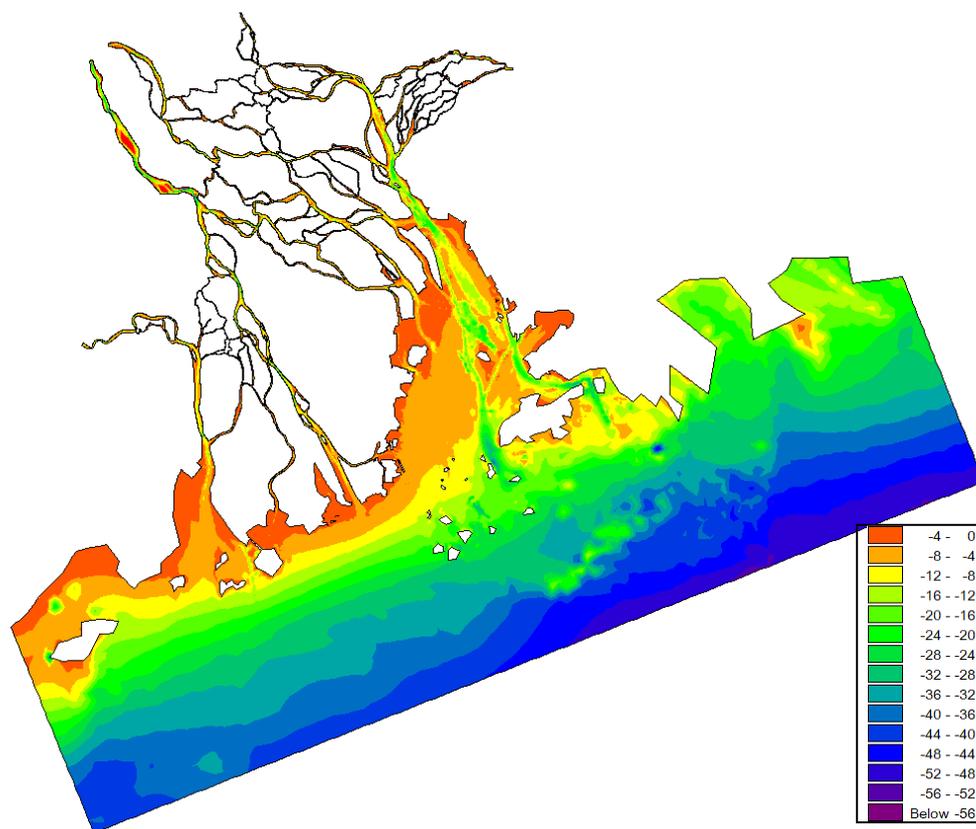


图 5.1.2-1 珠江河口整体二维潮流数学模型计算范围

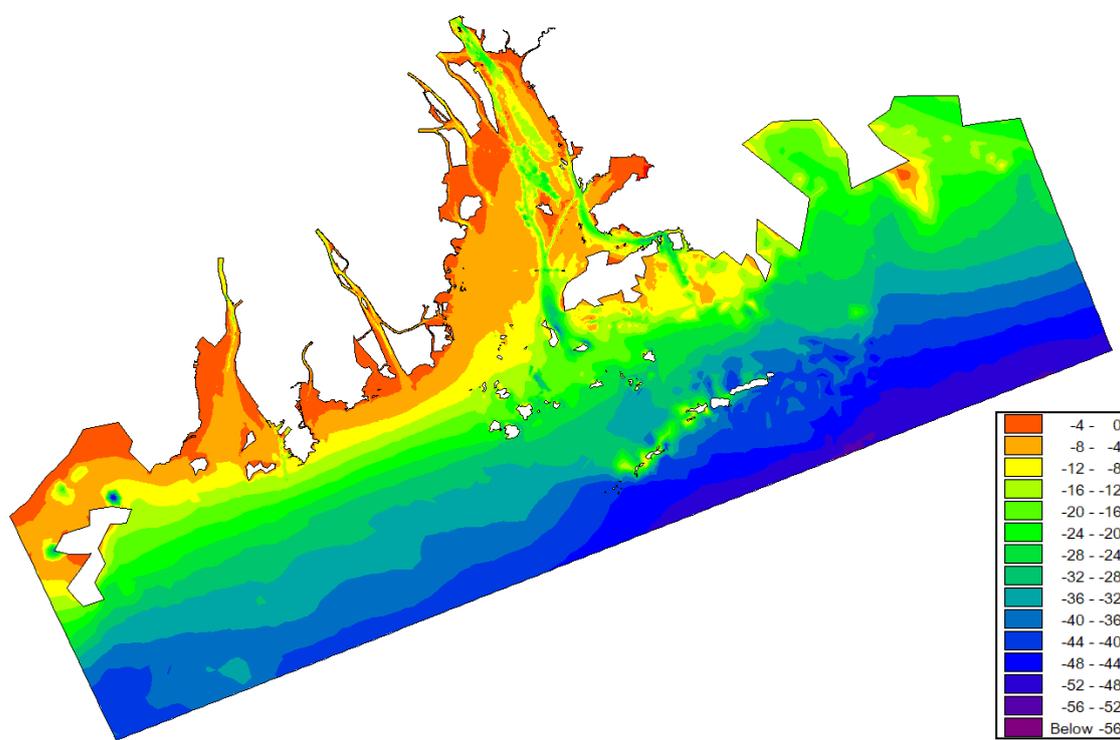


图 5.1.2-2 珠江河口滨海区二维潮流泥沙数学模型计算范围

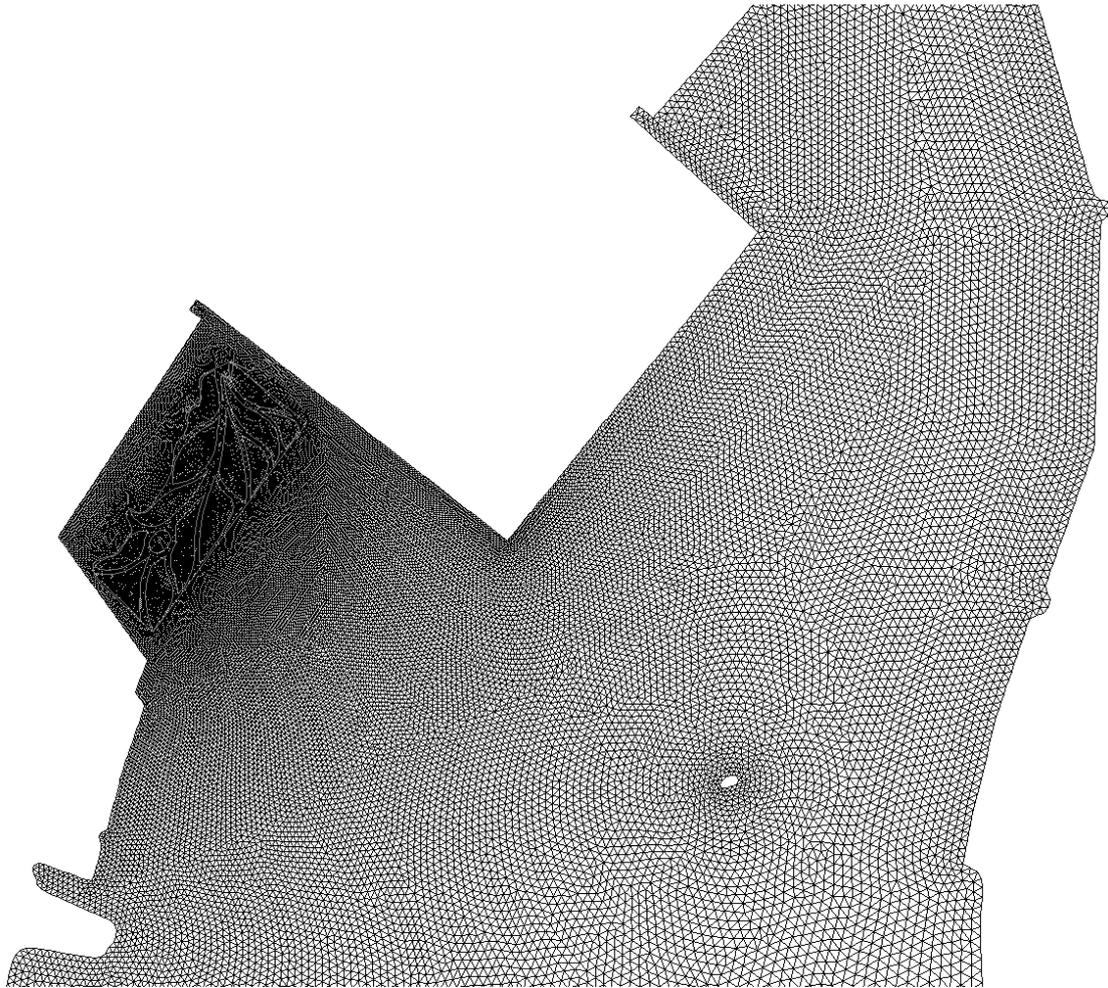


图 5.1.2-3 工程局部网格剖分图

5.1.3 模型验证

5.1.3.1 珠江河口滨海区二维水流数学模型

(1) “2020.6” 夏季典型洪水水文组合验证

对“2020.6”典型洪水水文组合的验证包括河口区流速流向的验证，实测点位置见图 6.1.3.1-1。图 6.1.3.1-2 为“2020.6”典型洪水水文组合流速计算结果与实测值的对比，从率定和验证结果可以看出，模型计算结果与实测资料吻合较好。

(2) “2019.12” 冬季典型枯水水文组合验证

对“2019.12”典型枯水水文组合的验证包括河口区流速流向的验证，图 6.1.3.1-3 为“2019.12”典型枯水水文组合流速计算结果与实测值的对比，从率定和验证结果可以看出，模型计算结果与实测资料吻合较好。

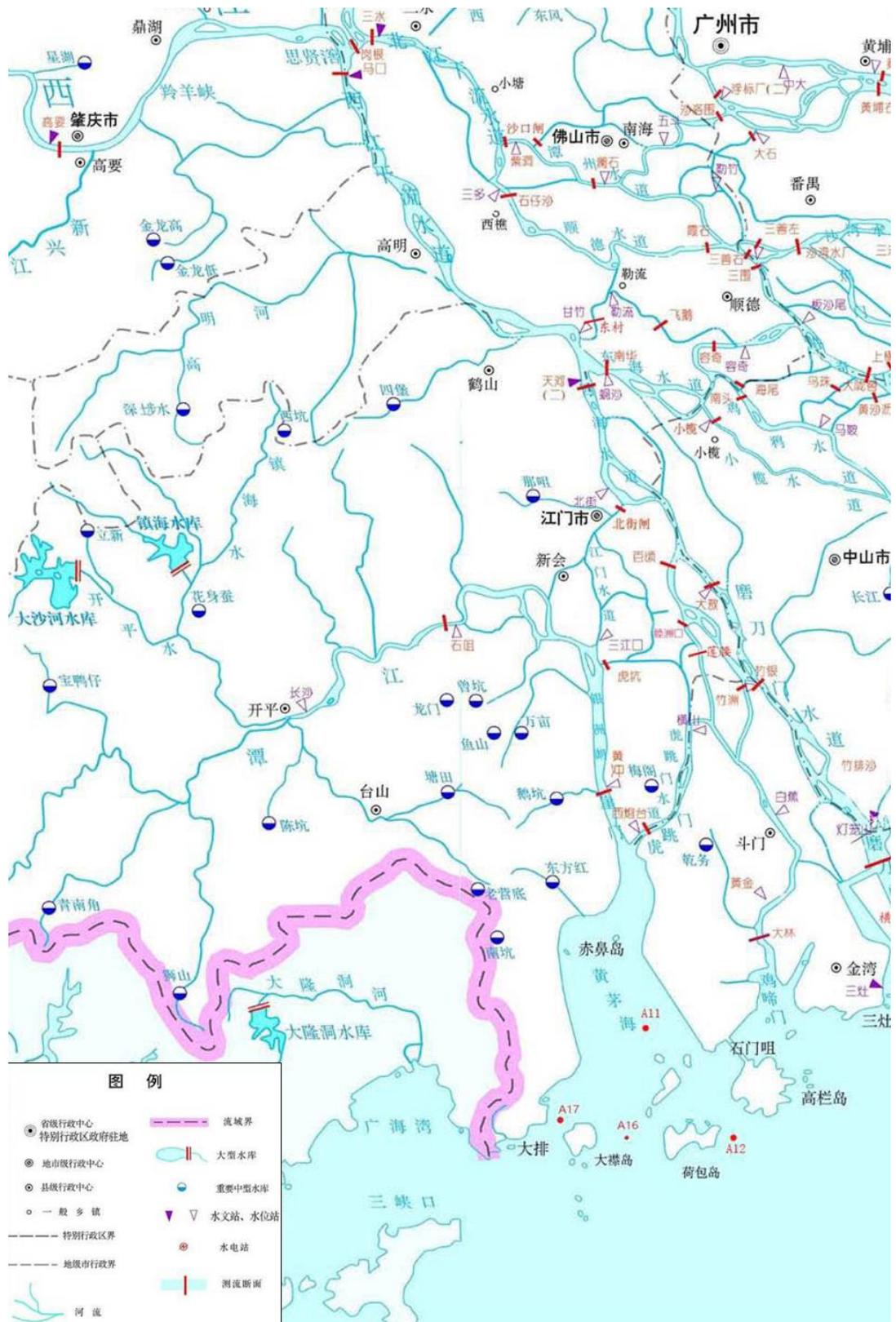


图 5.1.3-1 数模验证测点位置图 (“2020.6”洪水、“2019.12”枯水)

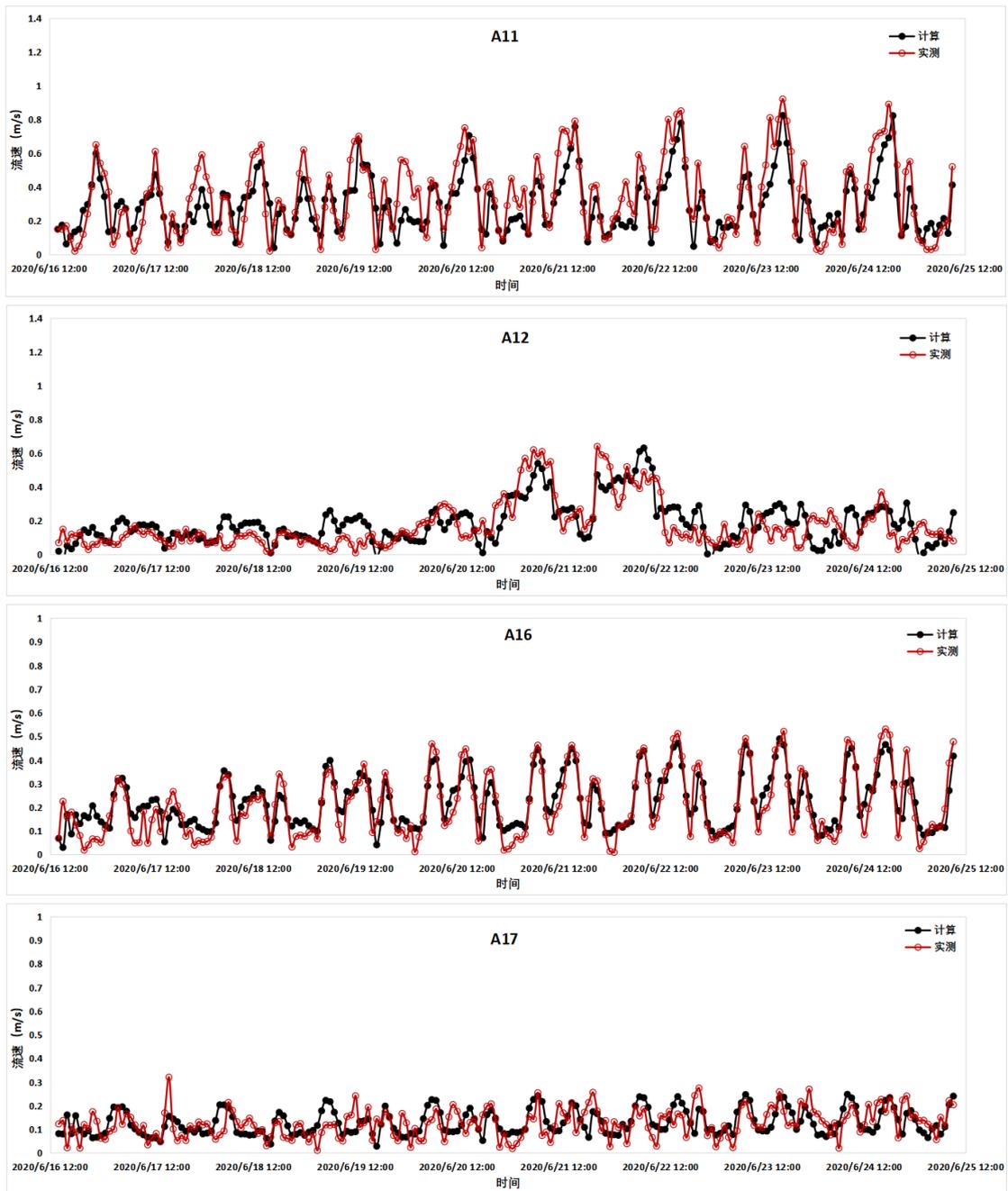


图 5.1.3-2 “2020.06”洪水水文组合流速验证

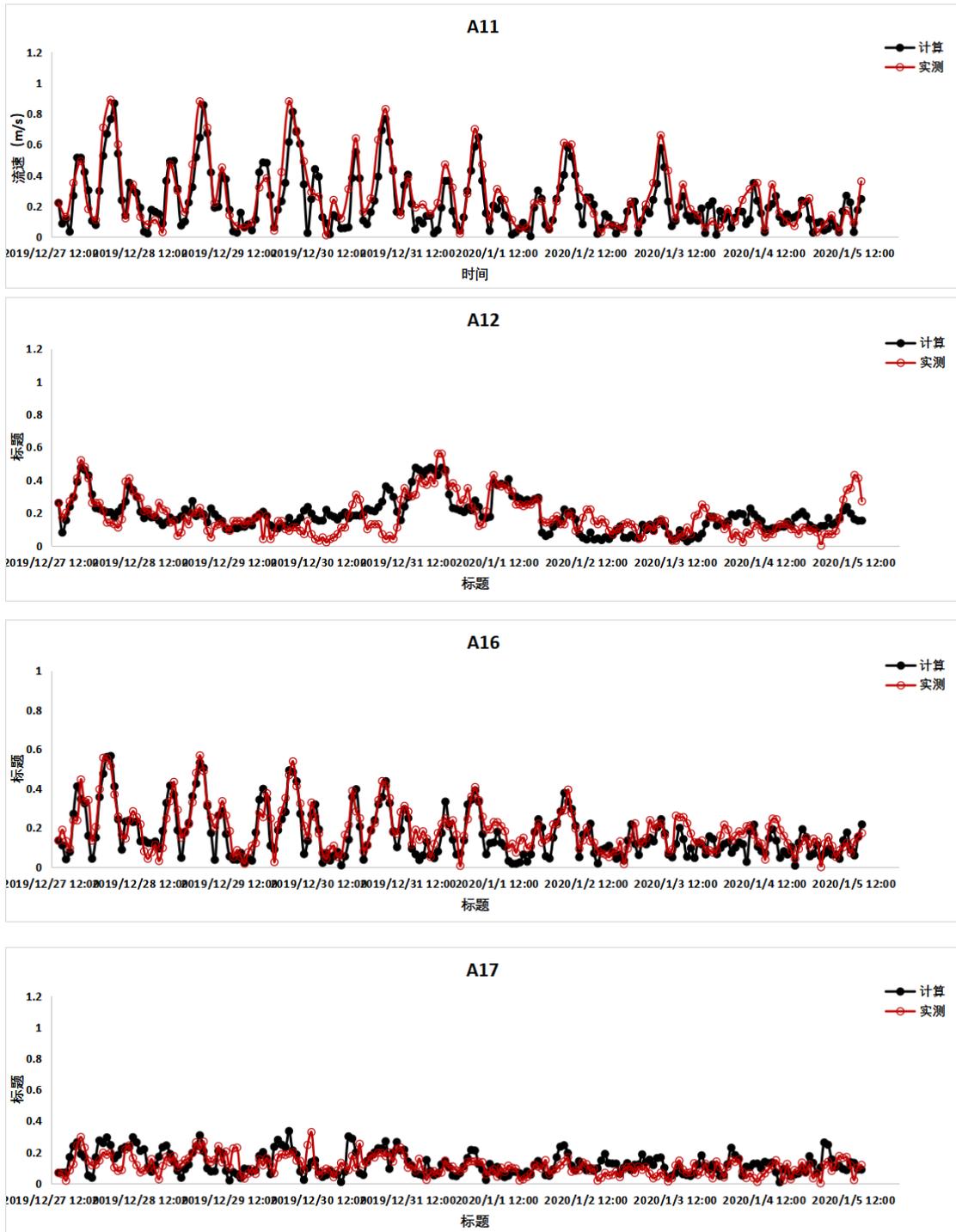


图 5.1.3-3“2019.12”枯水水文组合流速验证

5.1.3.2 珠江河口滨海区二维泥沙数学模型

(1) 典型洪、枯水水文组合含沙量验证

图 6.1.3.2-1~图 6.1.3.2-2 为“2020.6”典型大水水文组合、“2019.12”典型枯水水文组合含沙量计算结果与实测值的对比，从率定和验证结果可以看出，模型计算结果与实测资料吻合较好。

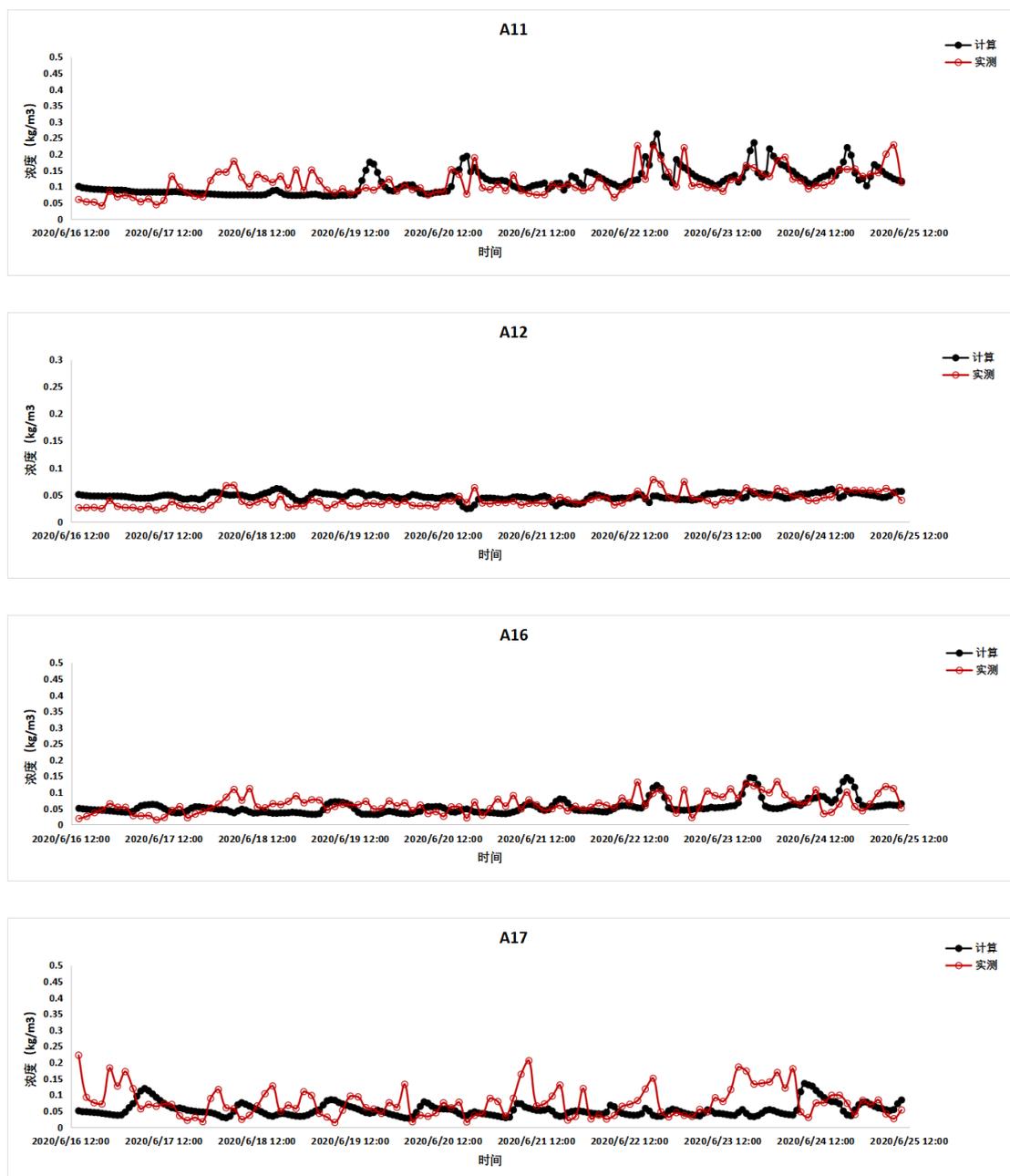


图 5.1.3-4 数模河口区含沙量验证(“2020.06”洪水)

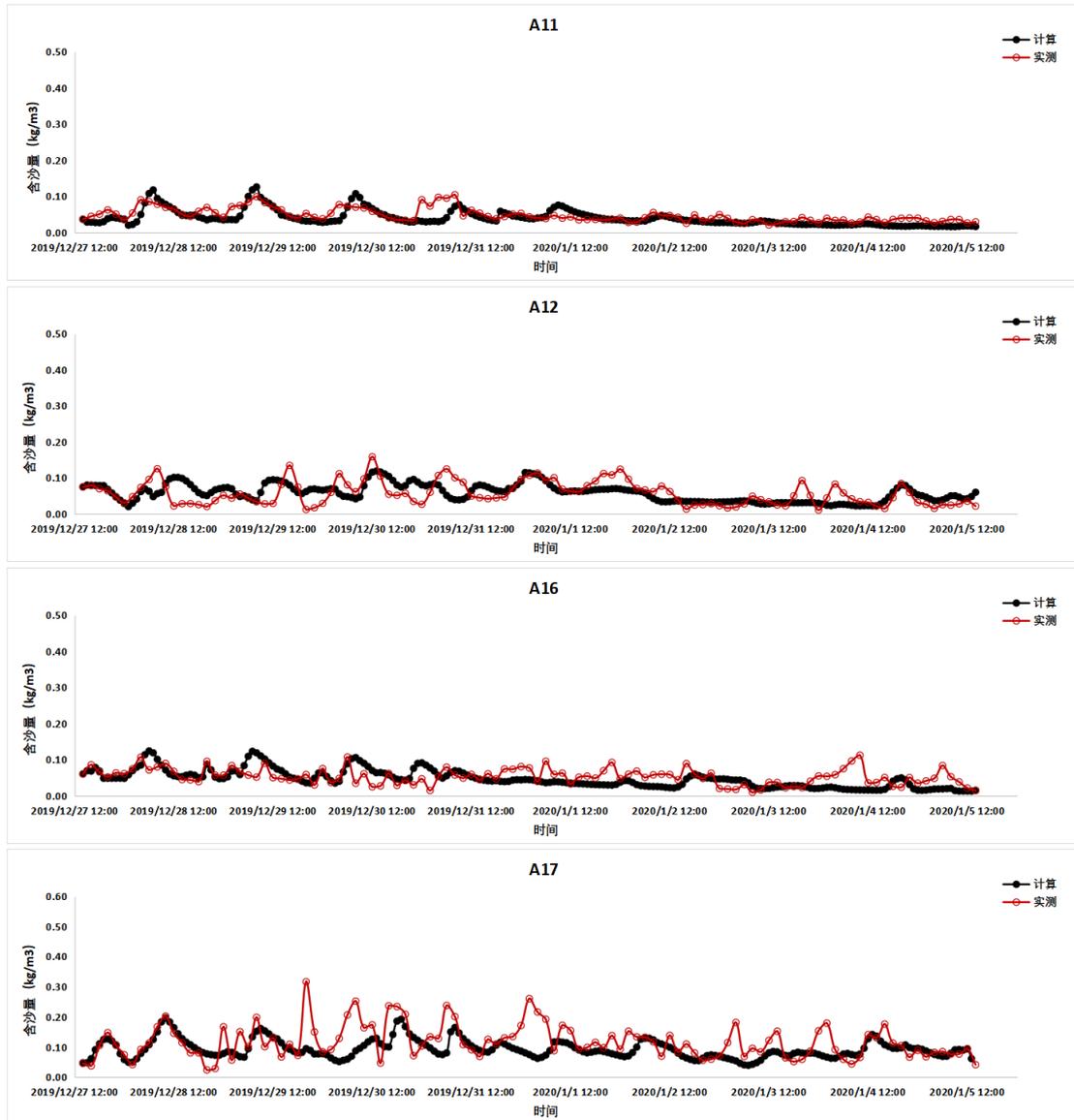


图 5.1.3-5 数模河口区含沙量验证(“2019.12”枯水)

(2) 主航道年回淤厚度验证

河口的冲淤演变是一个长期的过程,需要有一年、两年甚至更长时间的演变。而河口来水来沙及动力条件都随时发生变化,它是河道演变的动力。由于长期的水文资料缺乏,如何模拟长周期的天然水流和河床演变是河床冲淤变形计算的难点。河口水沙运动存在一定的规律性,如径流和输沙的年内分配存在丰枯交替,河口潮汐在月内存在大、中、小潮交替,这些为河床冲淤模拟的水沙系列的概化提供了基础。因此,根据三角洲网河及河口水沙输移的特点,设计合理的水沙系列,代表河口长期的潮波特征动力,这一动力对河床的造床作用等效于天然长期水流的造床作用。运用设计水沙系列计算河床冲淤变形,以缩短时间比尺,实现长期河床变形的计算模拟。

根据已有的三角洲及黄茅海实测水沙资料分析,冲淤计算水文组合采用“2020.6”洪季、“2019.12”枯季的组合潮型,其中“2020.6”洪季组合马口平均流量为 $11699\text{m}^3/\text{s}$,接近于多年洪季平均流量 $10990\text{m}^3/\text{s}$;“2019.12”枯季组合马口平均流量为 $2795\text{m}^3/\text{s}$,接近于多年洪季平均流量 $3339\text{m}^3/\text{s}$,且均含大小潮过程,基本能反映近年来珠江河口洪枯季的水动力状况。

工程区域泥沙主要来自附近口门输送的泥沙和周边浅滩二次搬运的泥沙。根据2019年12月和2020年6月实测数据,工程区域悬沙中值粒径 $0.01\sim 0.03\text{mm}$,平均约 0.02mm 。通过对典型水文组合含沙量过程以及地形冲淤过程的验证,临界淤积切应力取为 $0.07\text{N}/\text{m}^2$,临界起冲切应力取为 $0.15\sim 0.45\text{N}/\text{m}^2$,浅滩区较小,而深槽区较大平均为 $0.24\text{N}/\text{m}^2$ 。冲刷系数取为 $0.00005\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$,泥沙沉降几率取为4。

图 6.1.3.2-3 为 2012 年至 2024 年共 12 年间工程 A 区附近实测年冲淤分布,从中可以看出,工程位置以淤积为主,淤积幅度在 $0.1\text{m}/\text{a}$ 以内。

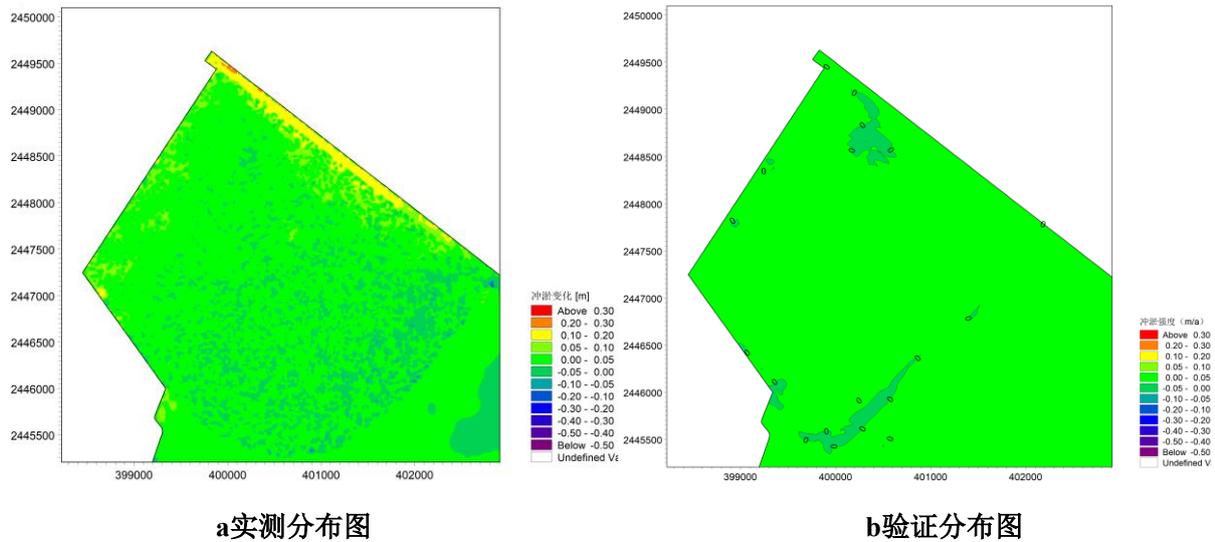


图 5.1.3-6 冲淤验证强度分布图（单位：m/a）

年冲淤分布计算模拟结果如图 6.1.3.2-3 所示，从冲淤趋势来看，工程位置以淤积为主，淤积强度在 0.05~0.1m/a。因此，工程附近模型冲淤计算结果与近年来实测冲淤幅度基本接近。

综上所述，潮流泥沙波浪验证结果表明，模型能够较好地模拟工程附近水域的潮流运动、悬沙分布、泥沙冲淤情况，其精度满足验证要求，说明模型概化和计算参数选择合理，可以用于工程方案的潮流泥沙计算分析。

5.1.4 计算边界条件

数学模型计算主要采用 2020 年 6 月夏季实测洪季水文组合和 2019 年 12 月冬季实测枯水水文组合，洪季与枯季冲淤结果相叠加再放大到全年，反应其年冲淤强度。

(1) 夏季 2020 年 6 月洪水过程

“2020.6”洪潮组合是珠江河口近年来典型洪季代表性组合，时段为 2020 年 6 月 16 日至 2020 年 6 月 25 日。西江马口站最大流量为 $15800\text{m}^3/\text{s}$ ，平均流量为 $11699\text{m}^3/\text{s}$ ，接近于多年洪季平均流量 $10990\text{m}^3/\text{s}$ ，并概化洪季波浪作用，利用此水文组合分析洪季工程建设对附近水域泥沙运动及冲淤的影响。

(2) 冬季 2019 年 12 月枯水组合

“2019.12”是珠江三角洲典型枯水大潮水文组合，时段为 2019 年 12 月 27 日至 2020 年 1 月 5 日，期间内三灶站最大潮差 2.35m，马口站日平均流量分别约为 $2795\text{m}^3/\text{s}$ ，接近于多年枯季平均流量 $3339\text{m}^3/\text{s}$ ，并概化枯季波浪作用，利用此水文组合分析枯季工程建设对附近水域枯水动力及冲淤的影响。

5.1.5 水动力计算结果及分析

(1) 涨潮

现状：涨潮时，三角山东、三角山西和大杧西潮水上溯，潮水上溯至工程区域附近时，一部分潮水进入工程区域内，一部分潮水继续上行。进入工程区域的潮水受堤防阻挡，在堤前形成局部回旋流，工程位置现状地势较为平缓，涨急时刻，工程区域均被水淹没，工程区域内水流流向大致成北或东北向；涨潮的潮水主要来自大杧西峡口，三角山东和三角山西峡口的上溯潮流主要沿黄茅海东槽上溯。工程区域现状高程较高地势比较平缓，区域水动力较弱，工程区域平均流速在 $0\sim 0.2\text{m/s}$ 左右。

工程后：涨潮时，由于红树林种植及潮沟开挖，使其涨潮水流通过潮沟上溯至工程位置，涨潮期间红树林种植区域均被淹没。工程区域由于潮沟的开挖，其水动力有所增强但流增加幅度不大在 0.1m/s 以内。整体表现为：“红树林种植区域流速减小，红树林外侧及潮沟区域流速增加”，除工程位置外，工程对黄茅海其它海域水流流态、流速均无影响。

(2) 落潮

现状：落潮时，黄茅海东槽是下泄流主要通道，崖门和虎跳门部分下泄水流沿崖门水道西侧堤向下流动，一部分水流进入工程区域，区域内西侧靠堤岸区域不过水，另一部分水流继续下泄，在下游西堤岸的阻挡下，形成回流，该水域的水流偏转为东南向后继续向下流动，然后进入大杧西峡口，东槽下泄主要沿三角山东和三角山西峡口下泄。工程区域现状高程较高地势比较平缓，落急时刻工程位置靠堤岸区域基本不过水。

工程后：落潮时，原工程位置靠堤岸不过水的区域，现因为红树林的种植及潮沟的开挖水流通过潮沟进入工程区域，落潮期间红树林种植区域均未被淹没，潮沟内水流流速在 0.05m/s~0.25m/s 之间。除工程位置外，工程对黄茅海其它海域水流流态、流速均无影响。

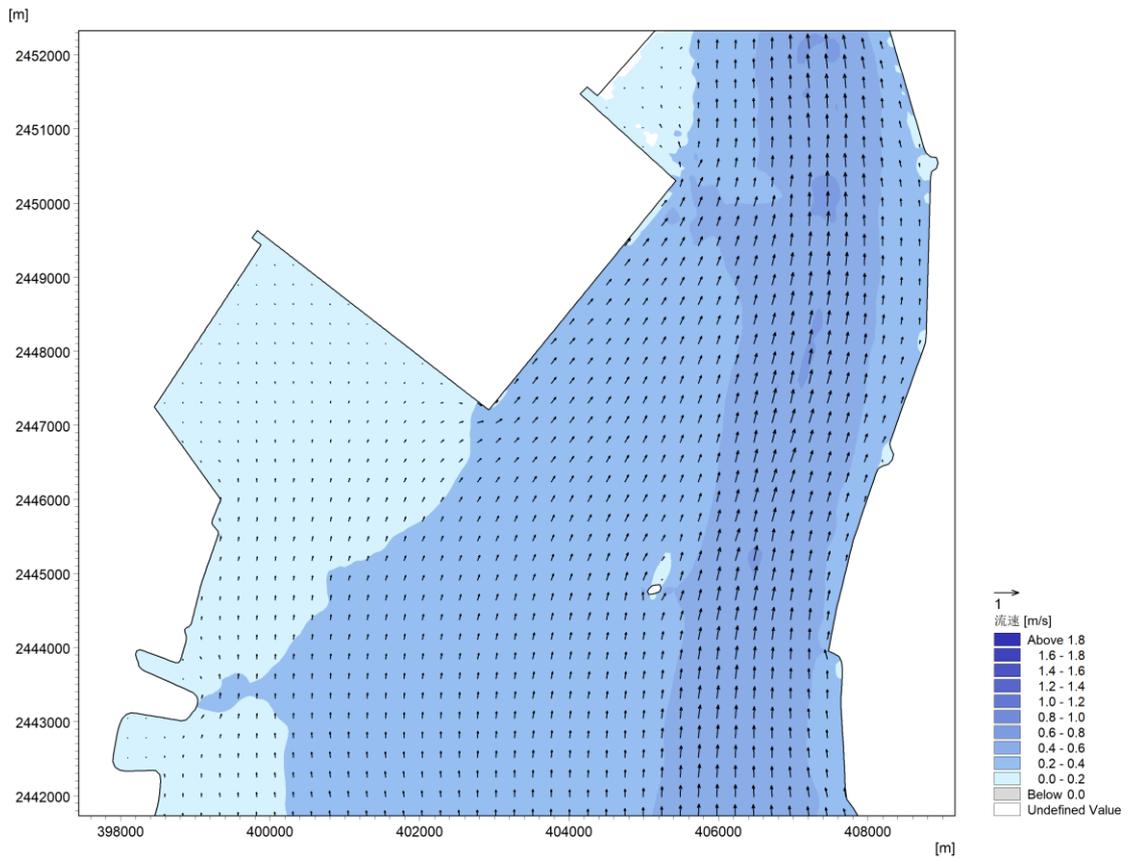


图 5.1.5-1 现状涨急时刻流场图

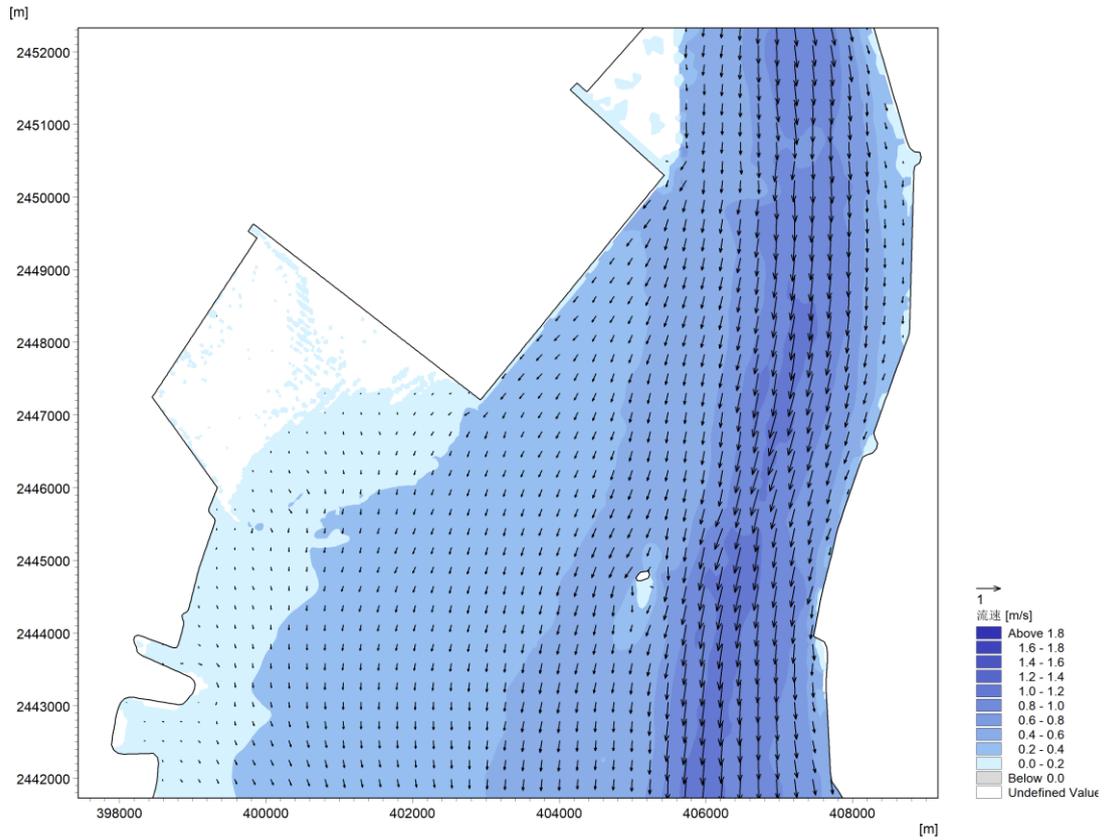


图 5.1.5-2 现状落急时刻流场图

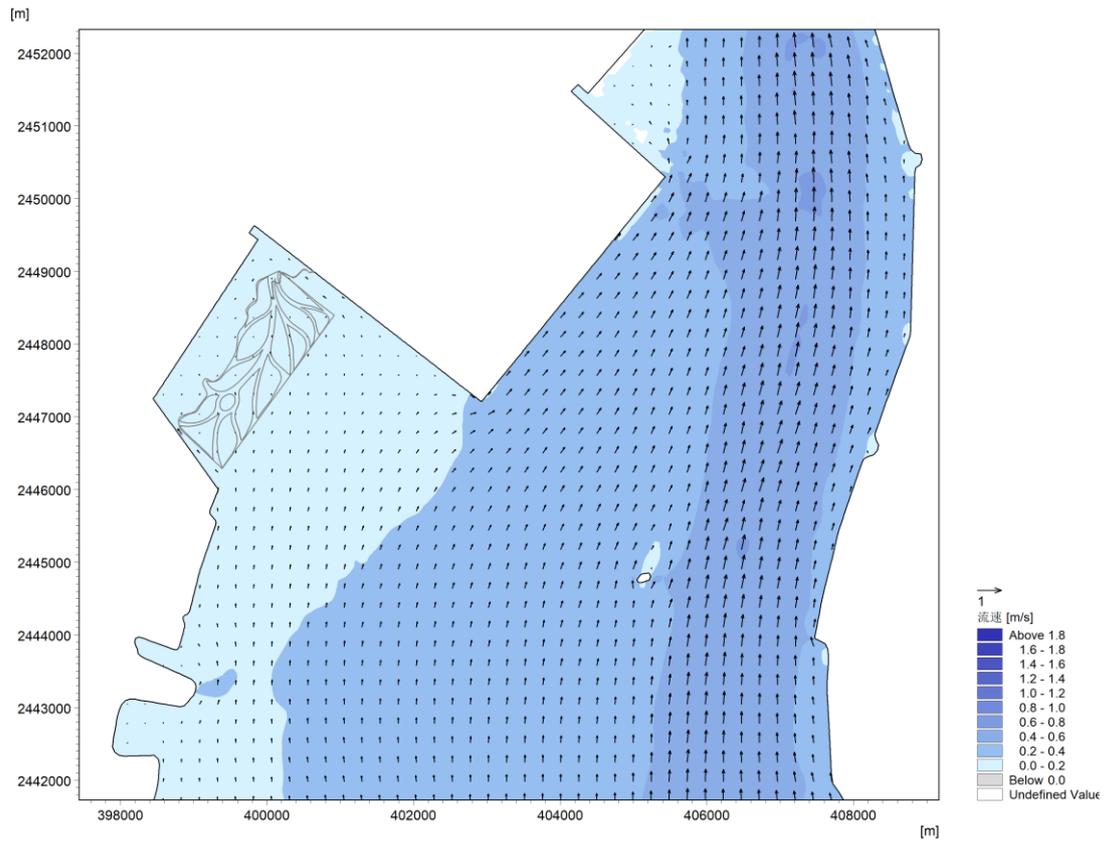


图 5.1.5-3 工程后涨急时刻流场图

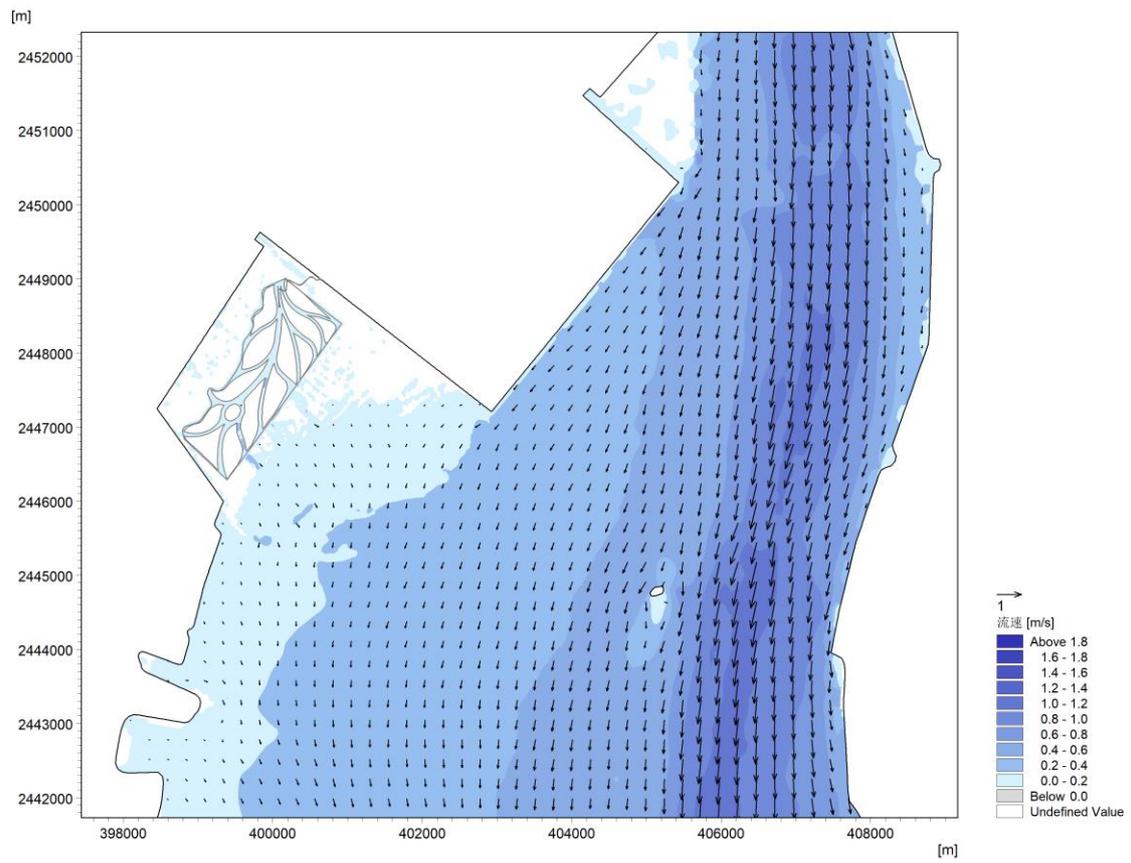


图 5.1.5-4 工程后落急时刻流场图

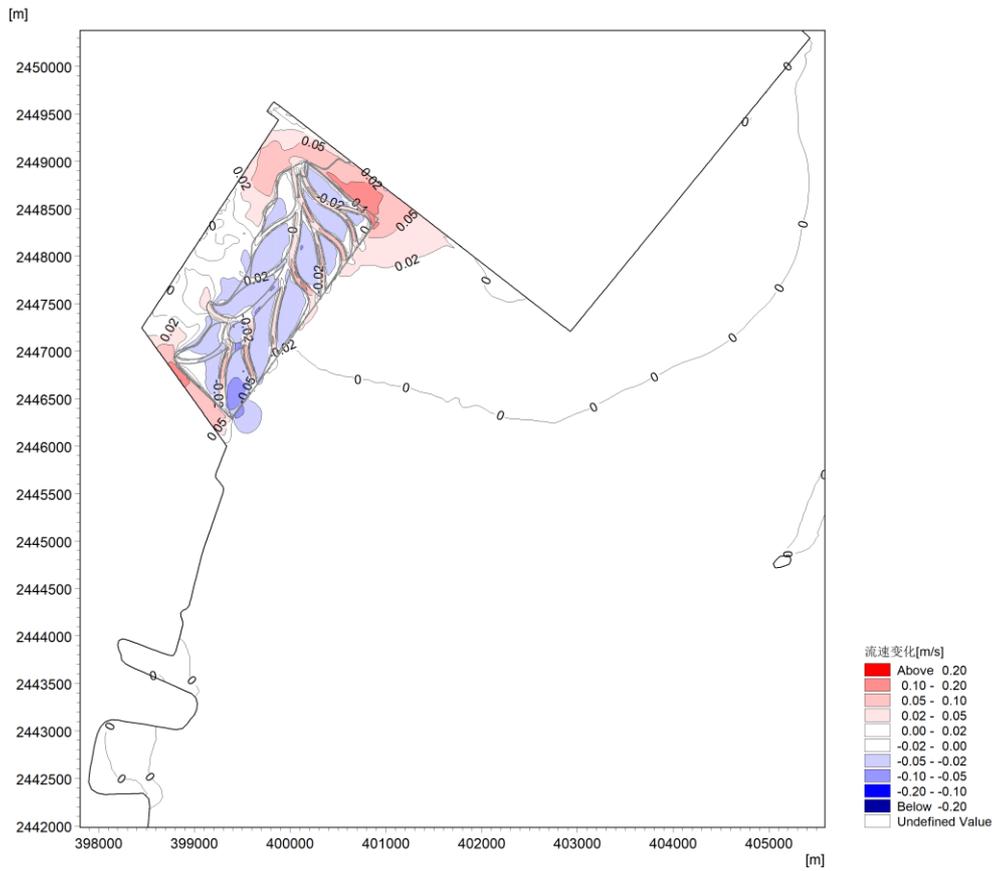


图 5.1.5-5 涨急时刻工程前、后流速变化等值线图

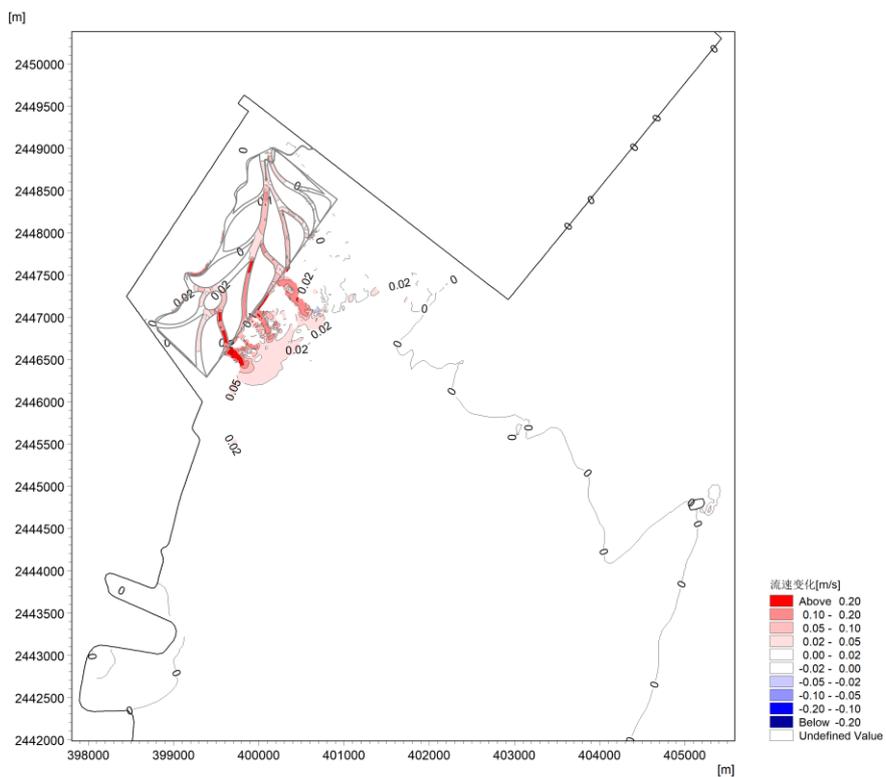


图 5.1.5-6 落急时刻工程前、后流速变化等值线图

5.2 海水水质环境影响预测与评价

5.2.1 施工产生的悬浮物对水环境的影响

本工程在施工过程中主要对江门新会红树林营造工程所在区域进行施工。在施工过程中，主要进行潮沟开挖、及栈道、平台等桩基施工，施工将引起桩基局部区域悬浮物质的增加，导致水体短期混浊，对附近水域内水生生物产生不利影响。本次预测中主要对施工区的悬浮进行预测分析。

1、预测模式

疏浚悬浮物对水环境影响预测采用上述水流模型与悬浮物扩散模式相结合的方法，悬浮物扩散模式如下：

$$\frac{\partial HS}{\partial t} + \frac{\partial HuS}{\partial x} + \frac{\partial HvS}{\partial y} = K_x \frac{\partial^2 (HS)}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 (HS)}{\partial y^2} + M$$

式中 S：悬浮物浓度；

M：为源项， $M = \alpha * \omega * S$ ， α 为沉降系数， ω 为沉速。

其它符号同上。

2、计算源强

根据工程分析，在红树林外取土区施工过程中，施工源强计算为 2.35kg/s，红树林区域潮沟开挖过程中施工源强计算为 1.67kg/s，而在栈道、平台等桩基施工中，由于桩基施工悬浮物较小，因此本次预测中，以最大 0.06kg/s 作为预测源强，以此作为源强是保守的。

3、计算结果

采用上述扩散方程，在施工的区域内选取代表点对施工作业产生的悬浮物扩散进行模拟计算，得到施工作业代表点的最大影响包络线面积，并综合考虑各代表点进行悬浮物影响区域计算，得到施工期的最大可能影响包络线面积。

从图中可以看出，本工程所在区域现状高程较高地势比较平缓，区域水动力较弱，平均流速最大不超过 0.2m/s，因此在施工过程中悬浮物在工程区呈圆形或带状扩散，仅在工程区南侧施工时悬浮物影响范围较大，S3 位置处浓度大于 10mg/L 的悬浮物影响范围为 11.35 公顷，南北向最大扩散距离为 1.2km，而其他区域影响相对较小。

统计所有计算边缘处悬浮物的影响范围，得出在整个施工期内悬浮物最大影

响包络范围,从图中可以看出,整个施工过程中高浓度悬浮(浓度大于 150mg/L)主要集中在疏浚区内,影响范围为 228.99 公顷,浓度大于 10mg/L 的悬浮物影响范围最大为 384.31 公顷,悬浮影响最大扩散距离为南北向 3.35km、东西向 1.44km 的范围。

考虑到本工程位于银湖湾游憩用海区内,因此施工悬浮物不可避免会对该区域产生直接影响,受影响面积为 361.9 公顷;考虑到工程区西侧和南侧存在新会区红树林生态保护区、黄茅海渔业用海区,通过叠加保护目标可知,本项目施工悬浮物对该保护目标的影响面积分别为 13.9 公顷和 8.5 公顷;而其他保护目标由于距离较远,因此施工过程中不会对外海的功能区和、生态红线区、国控点的水质产生直接影响。另外由于施工悬浮物仅在施工期内存在,因此一旦施工结束后,整个施工悬浮物对海域的影响也将消失。

表 5.2.1-1 特征点位处悬浮物影响面积 单位: 公顷

	悬浮物浓度(ha)				
	>150mg/L	>100mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
M1					
M2					
S1					
S2					
S3					
S4					
S5					
S6					

表 5.2.1-2 施工悬浮物最大影响包络线范围 单位: 公顷

	悬浮物浓度	影响面积 (ha)	最大影响范围 (km)	对周边保护目标的影响面积(ha)
施工区域				对新会区红树林生态保护区的影响面积为 13.9 公顷;对黄茅海渔业用海区的影响面积为 8.5 公顷;其他均在银湖湾游憩用海区内

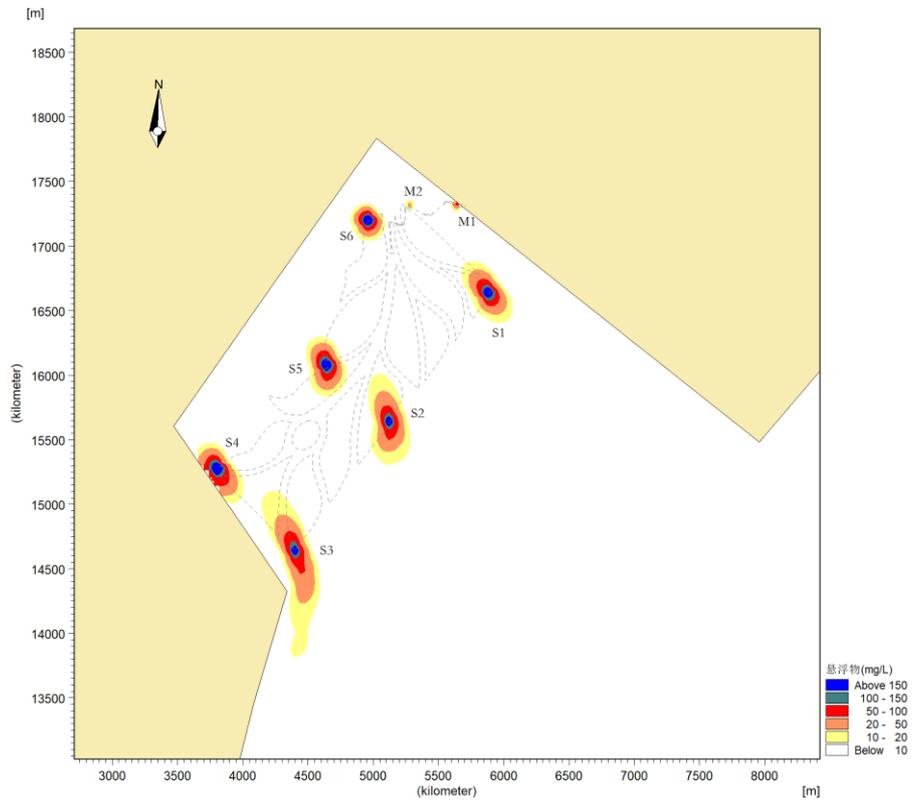


图 5.2.1-1 各特征点处悬浮物影响范围

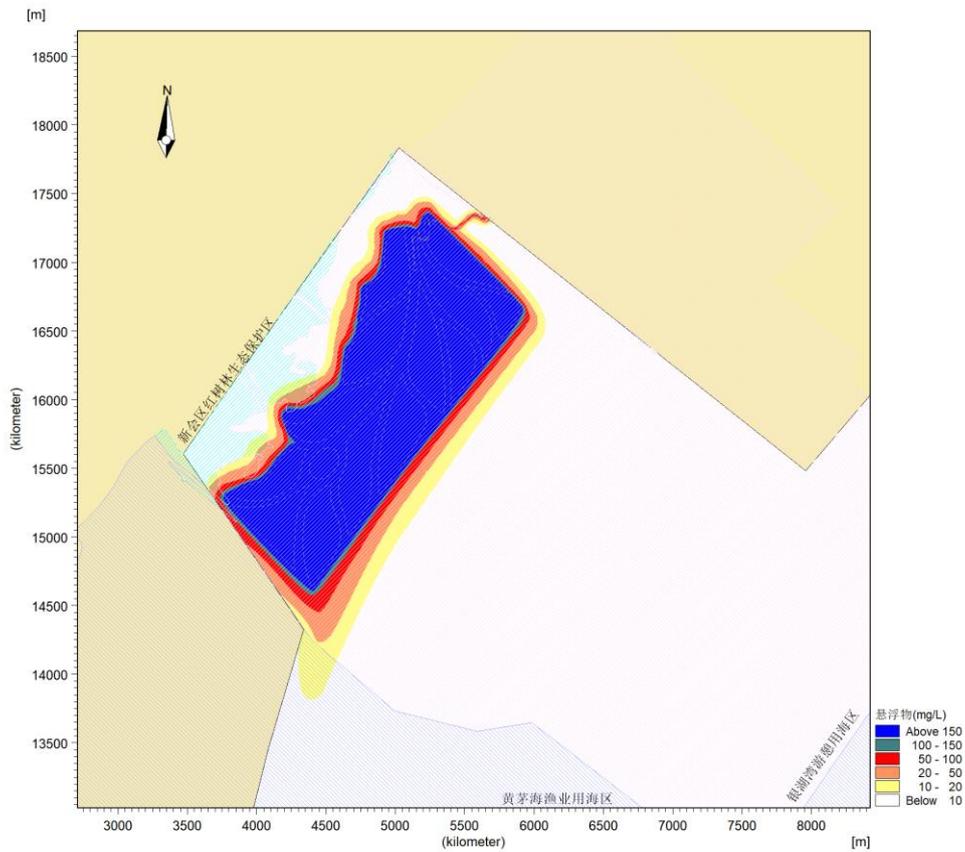


图 5.2.1-2 施工悬浮物最大影响范围图

5.3 地形地貌与冲淤环境影响预测分析

现状:工程区域位于西岸浅滩现状高程较高地势比较平缓,水动力条件较弱,根据计算,工程区域主要表现为淤积趋势,但幅度不大,年淤积强度在 0.1m 以内。出海航道两侧边坡呈现明显的冲刷趋势,最大冲刷强度在 0.4m/a 左右,航道位置呈现回淤趋势,最大回淤强度约为 0.45m/a。出海航道与工程位置中间区域,呈现淤积态势,最大淤积强度约为 0.35m/a。

工程后:由于红树林的种植与潮沟的开挖,使其工程区域水动力条件有所增强。根据计算,工程区域红树林种植区域边缘有略微冲刷趋势,冲刷强度在 0.10m/a~0.20m/a;潮沟区域内有冲有淤,具体表现为:“靠近外海区域的潮沟呈现冲刷趋势,靠近内侧堤区域的潮沟呈现微淤趋势”,冲淤强度在 -0.09m/a~0.05m/a 之间。除工程位置外,黄茅海出海航道及其它区域冲淤强度基本均无变化。

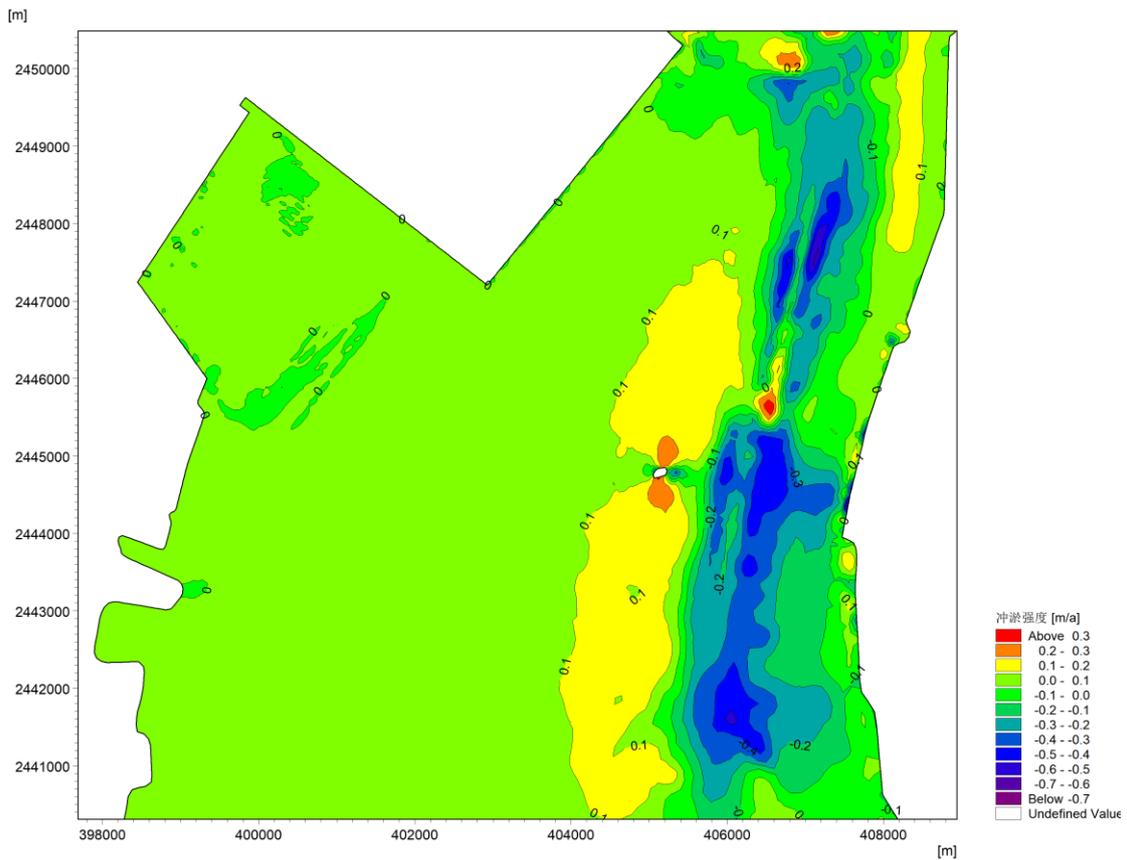


图 5.3-1 现状条件下工程附近海域冲淤强度分布图

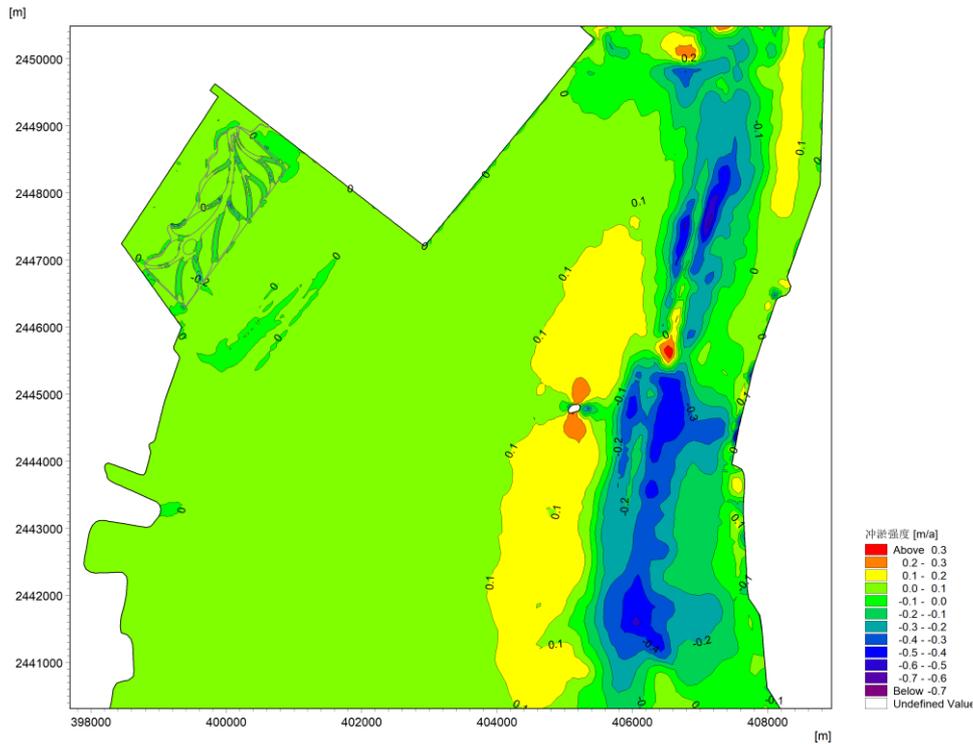


图 5.3-2 工程后工程附近海域冲淤强度分布图

5.4 沉积物环境影响分析评价

5.4.1 施工期对海洋沉积物环境影响分析

根据前文对工程施工所造成的悬浮泥沙扩散模拟可以得出：区域内因施工所造成悬浮物最大浓度 $>10\text{mg/L}$ 的面积为 1.27913km^2 、悬浮物最大浓度 $>20\text{mg/L}$ 的面积为 0.3671km^2 、悬浮物最大浓度大于 50mg/L 的面积为 0.03702km^2 。区域内不存在因施工所造成最大悬浮物浓度大于 100mg/L 。

本工程对沉积物环境质量产生的影响主要是拦沙堤工程施工建设以及生态保护坡项目工程施工建设疏浚作业对地质环境的扰动及上述作业过程中产生的悬浮物浓度沉降所导致的。

工程作业会部分改变工程区域的沉积物环境，对原本海洋生态系统进行扰动及破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征及新的海洋生态环境。项目施工对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，本项目施工期对该海域的沉积物环境基本无影响。

此外，施工期污水均妥善接收处理，不外排入海，对海域沉积物环境基本上没有影响。施工中将生活垃圾统一收集处理，不外排入海，不会影响工程海域沉积物的质量。

5.4.2 营运期沉积物环境影响分析

本项目建成后，项目运营期间本身不产生有毒有害污染物，营运期间工作人员的生活污水以及生活垃圾等均上岸处理，由环卫部门统一处理，不直接在项目区域排放，基本不会对海洋沉积物产生影响。

综上所述，本项目在建设期间，由于工程特性对原本海洋生态系统进行扰动及破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征及新的海洋生态环境。同时，本项目营运期间所有生活污水与生活垃圾均在岸上处理，基本不会对海洋沉积物产生影响。因此，本项目沉积物的影响是较小且总体可控的，不会对周围原生生态产生影响。

5.5 海洋生态环境影响分析

5.5.1 对底栖生物的影响

本项目取土和种植区滩涂整地工程、栈道和施工平台建设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、潮间带生物等，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。

栈道工程建设桩基将对其用海范围内的海域产生永久性的占用，在该范围内的底栖生物将全部被掩埋、覆盖而灭亡，同时还将长期占用该海域底栖生物的生存空间，导致一定区域范围内底栖生物资源的永久损失，这种对底栖生境的破坏是不可逆的；施工平台桩基础将使作业区所在海域底栖生物的栖息环境遭到破坏，施工结束后，施工栈桥桩基拔出对底栖生境的破坏即消失。

5.5.2 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。

5.5.2.1 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。

5.5.2.2 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。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙会使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，引起浮游植物的光合作用减少，同样会对浮游植物产生一定的影响和破坏作用，进而对浮游动物产生一定影响。但是悬浮泥沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，悬浮泥沙的影响将逐渐减轻。

由于本项目对浮游生物的影响相对较小，加上浮游生物群落恢复期较短，且目前浮游生物暂无经济价值衡量，在此不进行浮游生物损失量。

5.5.3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。

5.5.4对渔业生产和渔业资源的影响

1、施工悬浮泥沙对渔业生产和渔业资源的影响

(1) 直接导致鱼类和其他水生生物死亡

水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明，前鳞鲷幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息，镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面，也会干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表 1.3.2-1。

表 5.5.4-1 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度 (mg/L)

鱼类	成体		幼体	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
虾类				
蟹类	52000	500	250	125
贝类	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 时，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。

(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，因而使水域的浮游植物量减少、初级生产力下降，以浮游植物为饵料的浮游动物生物量下降，而捕食浮游动物为生的鱼类由于饵料减少，其丰度也会随之下降，掠食鱼类的大型鱼类又因上一级生产者资源下降寻觅不到食物。水体中悬浮物含量增加，对整个水域食物链的影响是多方面的。

本项目红树林营造工程、栈道施工产生的悬浮泥沙主要扩散在项目周围海域，因此，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将逐渐消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但短期内会造成渔业资源一定量的损失。

2、施工噪声对渔业资源的影响分析

施工过程中由于施工现场机械、船舶作业产生噪声，会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。

施工对于渔业资源的影响是短暂的，随着施工结束逐渐恢复原有水平。本项目为生态修复项目，项目完工后有助于生境的恢复。

3、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。

本工程船舶含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求,禁止直接向沿海海域排放油类污染物,经收集上岸后应交由有资质的单位处理。因此只要严格施工管理,正常情况下不会对海域生态环境产生不良影响。

5.5.5 海洋生物资源损耗分析

5.5.5.1 占用海域对生物资源损耗分析

工程取土、种植区滩涂整地提高将覆盖原有滩涂潮间带和底栖生物原有的栖息环境,除少量活动能力强的动物逃往他处外,大部分种类将被挖走、掩埋、覆盖,除少量能够存活外,绝大部分种类将难以存活。施工结束后,取土区和滩涂整地区将逐渐形成新的生态系统,生物资源逐渐恢复。栈道工程建设桩基将对其用海范围内的海域产生永久性的占用,在该范围内的底栖生物将全部被掩埋、覆盖而灭亡,施工平台桩基础将使作业区所在海域底栖生物的栖息环境遭到破坏,施工结束后,随着新的底栖生物的植入而产生新的栖息环境。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程 (SC/T9110-2007)》(以下简称《规程》),底栖生物的资源损失按以下公式进行计算:

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中:

W_i 为第 i 种生物资源受损量,单位为 kg,此处为底栖生物资源受损量;

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度,单位 kg/m^2 ,此处为底栖生物平均生物量;

S_i 为第 i 种生物占用的水域面积,单位为 m^2 。此处为取土、土方回填、桩基占用面积。

在同一海域,不同采样站位得出的底栖生物密度差异较大,因此,底栖生物密度取项目附近几个调查站点的密度平均值比较合理。根据 2023 年 5 月春季的

调查结果（见第 6 章的表 6.3.5.3-10），本项目附近的 16、17 号站位的底栖生物夏季密度为 0.16、0.00g/m²，冬季密度为 0.23、0.13g/m²，这 3 个站位的底栖生物密度平均值为 0.89g/m²，即是 0.89×10³kg/km²。

表 5.5.5-1 海洋生物资源损失量

序号	名称	占用面积 (hm ²)	生物量 (g/m ²)	损失量 (kg)
1	回填区			
2	取土区			
3	栈道工程桩基			
4	施工平台桩基			

5.5.5.2 悬浮泥沙扩散对生物资源影响分析

本工程施工工期超过 15 天，按照《规程》，工程在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： M_i 为第 i 种生物资源累计损害量，尾、个或千克 (kg)；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克 (kg)；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以实际影响天数除以 15），个；

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

S_j 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，km²；

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

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

根据前面水环境影响预测与评价结果，结合《规程》对污染物超标倍数的分类，给出本工程在最不利条件下作业时，15 天内造成的悬浮物(SS)增量各分区最大包络面积。根据《规程》，污染物对各类生物损失率依据污染物的超标倍数来确定。

根据本项目的施工计划，本项目主体工程施工期为**个月，每月按**天计，则施工工期为**天。因此，施工污染物浓度增量影响的持续周期为 $T=**\div**=**$ 。从本工程所在及附近海域的水深图可知，本工程平均水深约为**m。

表 5.5.5-2 本工程对各类生物损失率参数

浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数(Bi)	平均扩散面积 (hm ²)	各类生物损失率 (%)	
			鱼卵和仔稚鱼	成体
10~20	Bi≤1 倍			
20~50	1<Bi≤4 倍			
50~100	4<Bi≤9 倍			
≥100	Bi ≥9 倍			

考虑到鱼类的游动性，在计算本项目施工导致的游泳生物资源损失量时，其资源密度按 2024 年 7 月（春季）和 2024 年 12 月（秋季）调查数据的平均值计算，具体见下表 5.5.5-3。

表 5.5.5-3 游泳生物的资源密度统计表

渔业资源	游泳生物 (kg/km ²)	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
2024 年 7 月			
2024 年 12 月			
平均			

由于本项目对浮游生物的影响相对较小，加上浮游生物群落恢复期较短，且目前浮游生物暂无经济价值衡量，在此不进行浮游生物损失量。经计算，本项目造成生物量损失如下：

游泳生物损失量=** (kg)

鱼卵一次性损失量=** (粒)

仔稚鱼一次性损失量=** (尾)

表 5.5.5-4 悬浮物对渔业资源直接损失量汇总表

工程	海洋生物种类	直接损失量
施工悬沙扩散	鱼卵 (粒)	
	仔鱼 (尾)	
	游泳生物 (kg)	

5.5.6 工程总生物损失量及生态赔偿额

参照《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》对本工程生态损失进行估算。

(1) 底栖生物、游泳生物

底栖生物、游泳生物均按成体生物处理，计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：

M 为经济损失额，元；

W 为生物资源一次性损失总量，千克 (kg)；

E 为生物资源的价格，元/kg；

游泳生物的商品价格按市场平均海鱼价格计算 (20 元/kg)。调查海区底栖生物价值按经济贝类市场平均价格计算 (15 元/kg)。

2、鱼卵和仔稚鱼

鱼卵仔鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，按下述公式进行计算：

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

式中：

M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元；

W——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个和尾；

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比 (%)；

V——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾。取鱼苗价格为当地水产养殖普通鱼苗的平均市场价格 1.0 元/尾。

3、直接经济损失量

根据以上方法和参数计算各类海洋生物资源的直接经济损失计算。

5.5.6.1 海洋生物资源损失赔偿额

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3~20 年的，按照实际占用年限补偿；占用 20 年以上的，按不低于 20 年计算。一次性生物资源损害赔偿为一次性损害额的 3 倍。本项目滩涂整地、取土和施工施工栈桥占用年限低于 3 年，按 3 年补偿；栈道工程长期占用海域面积，底栖生物补偿年限按照 20 年计算。

本项目对游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的持续性影响低于 3 年，按《规程》应按 3 年补偿，按照 3 年进行计算。

本项目施工期海洋生物损害赔偿额汇总于下表。

表 3.5.2-1 海洋生物资源损害赔偿额汇总表

生物种类	损失原因	损失量	生长到商品鱼苗成活率 (%)	市场价	补偿倍数	赔偿额 (万元)
滩涂整地、取土、施工	占压					
施工栈桥						
栈道						
鱼卵	悬沙扩散					
仔稚鱼						
游泳生物						
合计						

5.6 对敏感目标影响分析

5.6.1 对海域生态保护红线的影响

本项目不占用生态红线，项目评价范围内涉及的生态红线包括江门市新会区红树林、江门市台山市红树林和崖门重要滩涂及浅海水域。距离本项目最近的生态红线为江门市新会区红树林，最近距离为 11m。

江门市新会区红树林生态红线保护要求为：1.保护红树林及其生境，维护红树林湿地生物多样性；2.切实保护严格保护岸线；3.保护潮间带。

本项目为海洋生态修复项目，运营期不对潮流动力产生影响，也不对地形地貌与冲淤环境产生影响，不会对生态保护红线区产生影响。本项目对周边生态红线的影响主要表现在施工过程将直接破坏底栖生物栖息环境，施工悬浮物污染扩散对底栖生物、浮游生物、游泳生物造成直接或间接损害，带来一定的生物资源损失。但项目通过增殖放流等修复措施，可弥补项目施工和营运对海洋渔业资源造成的损失，不会对海洋生态环境及渔业资源造成永久破坏。

根据项目建设水质环境影响预测分析，项目施工导致的>10mg/L 的海域面积为 384.31hm²，项目施工引起的>10mg/L 悬浮泥沙扩散到上述生态红线区面积为 13.9hm²。悬浮物对红树植物的影响主要是可能影响红树植物根系（呼吸根）的呼吸作用，红树植物生长在潮间带，在退潮时红树植物根系将裸露在空气中，不会受到悬浮物的直接影响；涨潮时红树植物根系淹没在水里，水体悬浮物浓度增加会对其产生一定的影响，但红树植物能够适应较为浑浊的水体，依据相关研究显示红树林生态系统对泥沙的适应性较强，在锋水区对泥沙的平均拦截率为 65%，

对悬浮泥沙有净化作用，可以促使大颗粒物快速沉降并吸附微小悬浮颗粒，减少了悬浮物在水体中的停留时间，保持较好的水质。施工产生的悬沙可短时间内被红树植物沉降净化，不会改变项目海域红树林植物群落结构，对项目周边的红树林影响较小。本项目施工期间产生的悬浮物影响是暂时的，可逆的，随着施工结束，悬浮物浓度会在数小时内迅速衰减至背景浓度值。项目施工过程采取在施工区周围设置防污帘，加强施工期的跟踪监测并根据跟踪监测结果及时调整污染防治和生态保护措施，以将项目施工过程产生的悬浮泥沙影响降至最低。

根据相关研究结果，当红树幼苗处于滩涂淤积的情况下，存活率比处于滩涂侵蚀的情况下高，存活率在 80%以上，对比自然成活率影响较小。滩涂冲刷侵蚀对红树林幼苗影响较为明显。侵蚀处理促进了红树幼苗的根部生长，尤其是先锋物种拉关木和白骨壤有明显的增量。说明幼苗在滩涂侵蚀的胁迫下，部分物种会选择优先发育根部的策略，使自身稳定锚定在底床上，抵御底床侵蚀的变化。滩涂侵蚀扰动促进了白骨壤红树幼苗根部的生长，临界侵蚀深度也最大，稳定性也最高。根据 5.3 章节预测结果，工程区域红树林种植区域边缘有略微冲刷趋势，冲刷强度在 0.10m/a~0.20m/a。除工程位置外，黄茅海出海航道及其它区域冲淤强度基本均无变化。本项目红树林的种植与潮沟开挖的施工工程的工期较短，随施工的结束，施工期产生的冲刷影响将较快消失。

本项目施工机械和船舶的噪声，会导致附近红树林保护区、湿地公园和零散红树林临近项目区域的鸟类栖息环境质量暂时下降，即噪声可能使生活在附近的鸟类受到惊吓，迫使部分鸟类迁徙他处，远离施工范围，从而影响项目附近鸟类种群分布。但施工期噪声对附近鸟类资源的应是暂时的，当工程施工完工，其影响将消失。另外，两栖挖掘机及运输车辆进入工程区域过程中，可能会对原有红树林造成少量的损害，施工结束前将对损害红树林资源进行恢复，因此两栖挖掘机及运输车辆进入工程区域造成的影响可接受。项目通过制订施工船舶航行风险防范措施，能确保不破坏渔业生态环境。项目要严格按照相关的法律法规开展，不排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物，船舶含油污水交由有资质的单位统一回收处理。制定船舶溢油风险防范措施，确保对生态红线区生态环境的影响降至最低。

本项目工程内容为红树林的种植，本项目实施后，将可大大的增加项目所在

海域的红树林面积，与附近已种红树林共同构建一个稳定红树林生态系统，改善项目所在海域简单的生物结构，保护堤学，美化景观，提高所在海域红树林大气净化、水体净化功和海洋沉积物净化功能，丰富目区域生物多样性，提高所在海域的海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境质量，为鸟类提供更多的类栖息地和觅食地，提高所在海域红树林、鸟类及其他海洋生物的物种多样性，将大大的改善所在海域的海洋环境。

综上，本项目对周边红树林生态保护红线的影响较小。

5.6.2 国控点水质

本项目评价范围内涉及 2 个国控站位，最近国控站位位于项目东南侧，最近距离约为 9.0km。

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是潮沟开挖、栈道、平台等桩基施工过程中产生的悬浮泥沙，根据施工期污染物扩散与国控站位的位置关系图（图 7.9.3-1），施工期污染物不会扩散至省控站位。项目悬浮泥沙 $> 10\text{mg/L}$ 的扩散范围仅局限于项目周边的小范围内，最远扩散距离为 3.35km。且这种影响将在施工完成后消失，对国控站位水质影响相对较小。而运营期不产生污染物，对水质监控点基本没有影响。

5.6.3 对重要渔业水域的影响

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和经济鱼类繁育场保护区，南海北部幼鱼繁育场保护区为南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，保护期为 1~12 月，保护要求为：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防治或减少对渔业资源的损害。

本项目潮沟开挖、栈道、平台等桩基施工过程中，不可避免造成悬浮泥沙扬起。悬浮泥沙会在短期内使水体浑浊度增加，降低海水透光性，进而影响浮游植物的光合作用，减少其初级生产力，这对依赖浮游生物为食的幼鱼而言，食物资源在短期内有所减少。但本项目施工过程中产生的高浓度悬浮物最大影响面积相对有限（见图 3.7.7-3），本项目施工期潮沟开挖、栈道、平台等桩基施工过程中产生的浓度大于 10mg/L 的悬浮物影响范围最大为 384.31hm^2 ，且主要集中在工程区域

附近。本项目工程规模不大，随着施工结束，悬浮泥沙会逐渐沉降，水体透明度恢复，浮游植物光合作用恢复正常，食物资源量也会随之回升。悬浮泥沙扩散这种影响只是阶段性的，随着施工的完结影响便会逐渐消散，不会对幼鱼繁育场保护区和经济鱼类繁育场保护区造成长期的、累积性的负面效应。

5.6.4对鸟类的影响

根据《广东省候鸟及迁徙通道保护行动计划（2023-2035年）》项目区域位于广东省海洋与海岸带候鸟保护优先区，“江门新会崖门”重要栖息地，距离项目区域较近的广东江门新会银湖湾湿地（崖门水道）为广东省候鸟重要迁徙通道。

1、施工噪声对鸟类活动的影响

施工期间频繁的人员活动、工程机械作业与大型车辆、水上作业船往来产生的噪声都会在短期内会对靠近项目场址的鸟类活动造成一定影响，使鸟类产生趋避反应、远离当地区域。鸟类主要靠鸣声通讯，鸣声传播效率下降会影响鸟类个体间识别、配偶关系、领域防卫、种群密度、群落结构等[2]。根据辜小安[3]研究，通常鸟类栖息地附近背景噪声（如树叶摇动等）平均为 45dB（A），当等效连续 A 声级 LAeq, 24h 超过 50dB，可能对鸟类的栖息和繁殖产生影响。当环境中的噪音与鸟类鸣声频率、振幅和鸣唱时间的产生冲突时，可能会掩盖鸟类的声音信号并夹杂进一些冗余信号使信息交流不顺畅，并随声音传播距离延长，噪音干扰逐渐明显[4]。噪音对鸟类鸣声的影响主要是降低声信号的传播距离、干扰声信号内容导致声音传播效率下降信号保真性降低，鸟类彼此之间的识别能力下降进而影响繁殖力及适合度、种群数量、群落组成[5][6]。在项目施工不可避免采用高分贝噪声机械时，应采取措施减轻影响，如采取加防震垫、包裹隔音罩等措施。有关工程建设对鸟类的干扰和因环境污染带来的生境质量下降在施工结束后，其影响基本可以消除。

2、施工期夜间灯光对鸟类的影响

研究表明，夜间灯光对鸟类及其行为存在强烈的干扰，对迁徙鸟类来说，灯光会影响迁徙路线和迁徙时间等，迁徙时间的改变可能导致食物匮乏而大量伤亡。另一方面，夜间灯光也会吸引或迷惑鸟类，致使鸟类迷失方向，干扰其长途迁徙的能力，特别是夜间迁徙的鸟类，会诱导其在照明充足的地方盘旋，消耗能量，

增加碰撞风险，或错误降落至场址内而造成伤害。

3、施工期海上溢油事故对鸟类的影响

根据环境风险识别，本工程施工期可能发生施工船舶碰撞引起的溢油环境风险。溢油事故发生后，油品在发生湍流扰动下形成乳化水滴进入水体，将会对海洋鸟类造成危害。溢油事故对于鸟类来说，虽能可以逃离污染区，但是如果是在生殖季节，油类污染了正在栖息生殖的海滩，将极易受到伤害，鸟类幼体有被窒息的危险，溢油还会污染它们的皮毛，甚至眼睛、鼻孔和嘴，造成不同程度的伤害，威胁其生命。此外，油类中的石油烃在某些不敏感的有机物的同化作用下，能以各种不同方式富集于它们的食物链中，尤其在鱼类、软件类动物体内的富集，使这鸟类受到污染。

4、对鸟类迁徙通道的影响

珠三角区域候鸟迁徙地常见于广州海珠湿地、南沙湿地、中山翠亨湿地、珠海淇澳岛、横琴和鹤州北等地带，另外，江门新会崖门是广东省海洋与海岸带候鸟保护的重要栖息地之一。项目区域附近的新会银湖湾湿地公园等是广东省重点关注的候鸟迁徙通道，是候鸟的越冬地和迁徙停歇地，该区域填海可能会导致该迁徙通道上鸟类觅食地空间的压缩。项目周边分布较多的滩涂湿地可提供较好的觅食栖息条件，每逢迁徙季节吸引大量鸟类在此停留。本次调查，仅在离项目附近最近的调查样线 X2，调查样点 D4、样点 D5、样点 D6、样点 D7、样点 D3 共记录到鸟类 45 种共 2499 只，占总个体数量的 47.2%，其中水鸟 28 种 2357 只，冬候鸟 18 种共 2087 只。

项目施工期间，可能会有部分迁徙鸟类在施工区域飞越，甚至可能会有鸟类在项目区场址或周边区域内降落和停留，大型车辆、机械施工产生的噪声可能会对场址附近盘旋、降落的鸟类造成干扰，同时，施工区域夜间灯光可能会吸引鸟类错误降落而造成伤害。

为减轻对鸟类的影响，要求采取以下措施：

(1) 合理安排施工期，减少在区域鸟类繁殖、迁徙时期的作业内容，施工要尽量避开候鸟栖息越冬和鸟类迁徙时间，减缓对鸟类的影响。

(2) 繁殖季是鸟类最敏感的时期，如果有人为的强烈噪音，它们可能会马上弃巢，故尽量避开繁殖期进行施工。若需在繁殖季进行施工，则尽量将高噪声

设备远离鸟类营巢区，并通过选用低噪声设备、做好减震降噪、采用隔声屏障等措施，有效降低施工噪声对鸟类的影响。(3) 不论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感，故需要合理安排施工时序，尽量避免夜间施工。

(4) 湿地鸟类以水种生物为食，主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蝼蛄等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫，以及其他小型无脊椎动物或小蛇、蜥蜴等为食。项目施工时，也需要对水生生物做好相应保护措施，尽量避免恶劣天气施工，减少泥沙扰动，对施工机械设备定期检查滴油漏油情况，及时整改，避免由于施工造成水生生物大量死亡，对鸟类食物数量造成较大影响。

(5) 做好施工人员教育，禁止毁坏鸟巢，禁止捕鸟、杀鸟。

本项目是红树林营造修复项目，项目建成后可为鸟类提供栖息、繁殖地，红树林长成后可形成新的生态系统，丰富物种，为鸟类提供食物。项目建设对鸟类的影响可通过以上措施减轻对鸟类的影响。项目施工期采取措施后，项目对鸟类的影响在可接受范围内。

5.6.5对中华白海豚的影响

中华白海豚保护区不在本项目海洋环境影响评价范围内，本工程施工对该保护区不会造成直接的影响，但由于中华白海豚的行动地点不确定，它的生存依靠其特殊的回声定位系统进行信息传递和觅食，嘈杂的船舶机械噪声对海豚的音波传递会造成干扰，以致它们无法准确判断环境的威胁，因此，中华白海豚有可能会误入本工程施工区域，因此，下面就本工程对中华白海豚的影响进行分析。

5.6.5.1 疏浚、桩基施工引起的悬浮物对中华白海豚可能产生的影响

1) 直接影响

中华白海豚长期生活在水体浑浊的河口水域，其视觉不发达，主要靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境及与同伴沟通，悬浮物的增加对水中声波有一定的散射作用，对中华白海豚的正常活动可能会造成轻微影响；中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸没有影响。也就是说，水中悬浮物浓度变化对中华白海豚的分布和活动范围造成的影响有限，或者说水体的浑浊度不是影响中华白海豚分布移动的主要因素。但是，悬浮物增加可能会增加海豚体表感染细菌的机

会，通过研究海豚个体的照片发现，中华白海豚也会患皮肤病（Hung 2004; Jefferson 2005），一般是皮肤受伤的个体易被细菌感染。

本工程与白海豚自然保护区的距离大于 30km，从前面的模拟结果可知本项目影响范围的面积相对较小，仅局限于源点附近的范围内。所以，本工程不会对大襟岛海洋保护区的海洋水质、生态和生物资源环境造成直接的不利影响，对该保护区的环境质量目标和管理要求的实现没有直接的影响。从另一个角度分析，施工过程中将造成水体中悬浮物浓度增加，中华白海豚作为一种大型的海洋生物对水体 SS 的增加应相当敏感，当其遇到水体中悬浮物高，水体浑浊的情况，将选择快速逃离，而在离施工点距离较远的海域内，对于中华白海豚无直接影响。

2) 间接影响

本工程取土、桩基施工期间，水体悬浮物的增加还会产生其它的间接影响，如施工水域将因局部水体悬浮物浓度增加而使水体透光率下降，影响浮游植物的光合作用，从而使鱼类资源的生产力下降，另外，因水体中悬浮颗粒物过多，易使鱼鳃积聚细小颗粒物，严重影响鱼鳃滤水呼吸功能，甚至导致窒息死亡。以上多种因素会间接影响到中华白海豚的食物保障。

一般认为，在悬浮颗粒物含量小于 200mg/L 的水体中鱼类不会直接死亡。本工程施工对鱼类造成的影响不大，所以，对中华白海豚食物来源的影响非常小。

(2) 施工船对中华白海豚的影响

过往船只频密将会干扰中华白海豚的觅食和交往等活动，海豚被航船撞击（包括被螺旋桨打到）的可能性也会增加。本工程所在海域是中华白海豚可能游弋的海域。中华白海豚喜欢追逐有声响的东西（如船只等），在追逐船只的过程中，往往较容易被船只的螺旋桨打死，也有部分中华白海豚在觅食的过程中被卷入渔船的网内，导致窒息死亡。从珠江河口白海豚个体照片辨认的结果表明，一些个体身体上留有因船只撞击和捕捞渔具等人类活动而损伤的各种痕迹，其中，约有百分之十曾经确实或很大可能被船舶撞击，在其身上留下永久的伤痕（Jefferson 2005）。因此，在本工程施工时，因施工船来往频率的增加，海豚被船只撞击的机会将有所提升，但撞击的风险与船只的类型和航行速度有很大的关系。白海豚长期生存在繁忙的航道，较为适应水上慢速交通工具，本工程使用的施工船一般相对固定在施工海域，即使航行，船速一般在 8 节以下，故认为中

华白海豚被本工程施工船撞击的风险较小。

综上，本工程对大襟岛海洋保护区不会造成直接的影响，但由于中华白海豚的行动地点不确定，有可能会误入本工程施工区，因此，建议施工单位在施工过程中安装设置海洋哺乳动物驱赶仪，并安排专门人员负责加强瞭望，一旦发现白海豚误入施工区，应立即停止作业，并由小船对其进行驱散。

(3) 施工机械、打桩等噪声对中华白海豚可能产生的影响

由于本工程海域附近可能会有中华白海豚出没，本工程施工机械、打桩等噪声对附近可能出没的中华白海豚会产生惊吓作用，使其逃离施工海域，从而，可避免本工程施工船对中华白海豚造成伤害。

5.7 防洪安全影响

本报告引用《滨海新区新六围红树林营造工程防洪影响评价报告》进行洪水影响评价，评价结论如下：

与有关规划符合性评价：本工程建设与现有防洪规划、航运规划、采砂规划、水功能区划、岸线利用规划、治导线规划以及河道整治规划的要求相符合。

与防洪标准和有关技术要求符合性评价：本工程所在新六围外滩堤防（新六围和新洲围）防洪标准为 100 年一遇。本工程设计防洪标准为 50 年一遇，栈道平面高程为 4.156m，高于 50 年一遇设计洪水位 2.93m。因此，本工程建筑物的防护标准高于 50 年一遇，与现有防洪标准要求相符。

对河道行洪的影响评价：工程建成后，项目对上游东方红水库行洪有一定影响，但由于泄洪通道的优化，使得古兜冲泄洪通道的整体水位下降约 0.25m，营造区域最大壅水高度约为 0.05m。项目使得黄茅海和崖门水道影响很小，最大壅水高度约为 5mm，工程后在黄茅海的阻水比约为 1.2%，工程影响范围局限在工程附近 200m 范围内。

对河势稳定的影响评价：工程地形改造以及红树林的营造使得新六围外滩的流速和流向发生较大变化，原古兜冲曲线型泄洪流态在工程后改为沿潮沟方向的直线型流态。流速方面，在四种水文组合条件下，栈道前区域流速主要由古兜冲上游径流控制，由于潮沟的挖掘，过水断面面积增加，使得流速最大降幅分别约为 0.76m/s、0.74m/s、0.74m/s 以及 0.72m/s。而在栈道后区域，潮沟的挖掘以及

红树林的营造使得古兜冲泄流通道发生改变，使得该区域的流速明显增加，最大增幅分别为 0.62m/s、0.58m/s、0.77m/s 以及 0.82m/s。区域流速的变化规律为在潮沟挖掘区，由于过水断面面积增加，流速明显降低，但在栈道后区域以及红树林内部区域，由于红树林的阻水以及流向的变化，使得流速明显增大。工程对流速的影响主要集中在工程附近 1km 范围内，在此范围以外对流速的影响的绝对值低于 0.005m/s，影响几乎可以忽略不计。

因此本工程建设对新六围外滩流速流向影响较大，对附近河道主槽（崖门水道及黄茅海）影响微小，对河道整体河势影响很小。

对岸坡稳定的影响评价：各计算工况下，栈道所在断面在常水位渗流稳定期、洪水位渗流稳定期和水位降落期均能满足《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）要求的安全系数。

对其他水利工程的影响评价：工程建设后，水位、流速、流态只在项目工程附近局部区域内发生微小变化，影响范围不超过 1km。因此本工程建设对工程水文站几乎无影响。

对防汛抢险的影响评价：本工程为红树林营造工程，位于新六围外滩，不存在对防汛设施的影响。

对第三人合法水事权益的影响评价：本工程建设基本不会对通航、对工程附近的水闸、桥梁、水文站及其他码头等第三人合法水事权益造成影响。

总体来看，本工程建设与现有规划没有冲突，与现有防洪标准要求相符，对河道行洪安全、河势稳定性、岸坡稳定性影响较小，不影响防汛抢险道路的使用，对第三人合法水事权益基本没有影响。

6 环境保护措施及其可行性论证

6.1 大气污染防治措施及其可行性分析

6.1.1 施工期

本项目大气污染主要来源于施工车辆及机械设备产生的燃油废气、项目建设材料运输转运过程中产生的少量扬尘以及少量焊接烟尘等,本项目大气污染防治措施如下。

6.1.1.1 施工扬尘防治措施

(1) 易起尘的物料要加盖篷布、控制车速,防止物料洒落和产生扬尘;卸车时应尽量减小落差,减少扬尘;

(2) 工地路段道路应每天定时打扫,路面酒水保持湿润,酒水一般一天三次,施工结束时,应及时对施工占用场地恢复地面道路及植被,尽量减少扬尘;

(3) 施工垃圾应及时清运,以减少扬尘。

6.1.1.2 施工机械船舶废气防治措施

选用先进设备: 优先选用合规、低能耗、低污染、清洁型燃料的施工机械设备,同时建议在有条件的情况下,安装施工机械尾气处理装置,减小施工燃料尾气对周边大气环境的影响。

加强设备维护: 加强对施工机械、船舶的日常维护和保养,使其处于良好的运行状态,提高燃料效率,降低污染物排放。及时对有故障的施工机械进行维修,必要时进行更换。

加强设备维护: 施工期间应加强汽车维护,保证汽车正常、安全运行,减少尾气排放。

加强环保教育: 加强对施工人员的环保教育,提高全体施工人员的环保意识,禁止抛撒式装卸物料和垃圾,坚持文明施工、科学施工,减少施工期的空气污染。

6.1.2 运营期

本项目为红树林生态修复项目,项目建设内容主要为红树林新营造,运营期

不涉及大气污染物排放。红树林具有营养调节、气体调节、净化环境的功能，能制造有机物，贮存养分，促进营养循环；固定大气中的 CO₂，并向大气释放 O₂，维持大气 CO₂/O₂ 平衡，减少温室效应气体；降解污染物，富集或吸附重金属，净化大气。本项目建设，有利于恢复区域红树林生态系统，有助于区域生态环境得到改善。

6.2 海洋污染防治措施及其可行性分析

6.2.1 施工期

本项目施工期水环境污染物主要来源于施工扰动底泥、施工人员和施工机械，主要污染物为悬浮泥沙、施工人员生活污水和施工机械检修油污水。

6.2.1.1 悬浮泥沙污染防治措施

本项目施工期间产生的悬浮泥沙对环境影响较大的主要是微地貌改造施工（取土施工、填土施工）、红树林种植（挖穴、种植工程）和抚育（固定、扶正作业）等引起的，因此重点对这几个环节进行污染防治，拟采取的悬浮泥沙污染防治措施：

（1）针对护土措施施工、木桩施工

①尽可能在退潮时施工，避开大风浪季节施工，减少悬浮泥沙对周边海域的影响范围；

②施工期应作好恶劣天气条件下的防护准备，6级以上大风应停止作业；

③重点地段应采取加固措施，保证有足够的强度抵御风浪；

④建议在护土措施、围网施工时采取防止悬浮沙扩散的措施，如用悬挂在浮筒上的防护帘等。

（2）针对取土、填土和红树林种植

①取土原则：采取就近取土原则。

②施工安排：合理安排施工顺序和进度，减小运输船等船只和设备对底质的搅动，在护土措施外侧区域设置防污帘，避免泥沙的再悬浮和扩散。

③设备维护：做好施工设备日常维修检查工作，保持取土设备良好运行，发生故障及时修复；加强施工设备管理与养护，杜绝油类泄漏，施工机械检修含油

污水回收后交由有能力单位处理。

④高程控制：严格控制整地高程，防止泥沙由整地区的上方向外扩散。

(3) 其他

①在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对护土措施、围网工程等进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪。

②加强在施工期的环境监测，若发现施工过程对周边海洋保护区较大影响，应停止施工，进行相关协调补偿。

③为了尽量减少泥沙的溢散，施工单位必须加强管理，做到文明作业，确保设备处于正常状态。

6.2.1.2 水污染防治措施

(1) 施工规范：

①严格遵守施工程序，实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥沙浓度和扩散范围；

②红树林滩涂改造、起垄施工尽量选低潮位或露滩时施工，减小悬浮物扩散范围；

(2) 生活污水及生产废水：

①施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在滩涂上随意排放和丢弃，应统一收集，生活垃圾由环卫部门统一清运处理，施工区域内征用附近民房，生活污水接入市政管道，严禁排海，减少对周边水体环境影响。

②施工场地的车辆通过冲洗台清洗，冲洗废水主要污染物为悬浮物，在冲洗台出水口处设置冲洗废水沉淀池对废水进行沉淀处理，处理后的废水回用于车辆冲洗台或用于施工区洒水降尘，不外排。

6.2.2 运营期

本项目施工完毕后所有施工机械设备撤离；生态修复区水体也不再受到扰动，水体环境将趋于稳定，水域中的水生生物也将逐渐恢复正常生境。项目包括红树林湿地修复等生态修复工程，项目实施后原有生态环境将大为改善，项目建成后对区域海洋生态环境有一定改善效果。

本项目运营期的废水主要为巡护人员生活污水，该部分生活用水由作业人员至所在区域公共厕所处理，不会对水体环境造成影响。

6.3 噪声防治措施及其可行性分析

6.3.1 施工期

项目施工期环境噪声主要为施工机械和运输车辆产生的噪声，主要噪声污染防治对策措施如下：

(1) 施工单位应注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转；

(2) 合理安排高噪声施工机械作业的时间，夜间禁止机动车辆鸣笛，施工时间一般不得超过 22:00 时；

(3) 对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，控制车流密度，减轻交通噪声对周围环境的影响。行驶车辆应限速（30km/h），减少对附近村庄的噪声影响；

(4) 设备选型要选择符合声环境标准的低噪声设备，个别高噪声源强设备采取消声隔声设施；

(5) 车辆注意行驶文明，减少噪音。

6.3.2 运营期

本项目属于海洋生态修复工程，项目建设有利于改善生态环境，是造福周边居民的民生工程。项目建成后，施工机械将撤出施工厂区，项目运营期无新增噪声污染产生，在项目建设过程中，施工单位为保护沿线居民的正常生活和休息，应采取必要的噪声控制措施，降低施工噪声对环境的影响。

6.4 固体废物防治措施及其可行性分析

施工单位不得随意抛弃旧料和其它杂物，应尽可能的回用，不能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存；施工区域设有垃圾桶，施工人员生活垃圾收集后，交由环卫部门外运处置；施工机械设备发生作业操作性的残油、废油应及时盛接，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

6.4.1 施工期

本项目施工期固体废物主要包括施工过程中产生的建筑垃圾、弃土石方、施工人员生活垃圾。

6.4.1.1 建筑垃圾

本项目工程扫尾阶段会产生少量的建筑垃圾，包括废钢筋、废石料以及混凝土残渣等。建筑垃圾中一般不含有毒有害物质，但随意堆放仍会占压土地，破坏植被，对景观造成不利影响，同时由于裸露在外，很容易引起水土流失，对地表水环境产生不利影响，建筑垃圾中的粉尘还会随风飘扬会对大气环境产生影响。拟采取的防治措施如下：

①建筑材料设备包装废弃物不得随意丢弃，应在作业点及时收集回收。建议在每个施工分区现场设置废料回收桶，交有资质的固体废物处置单位统一处置。

②施工垃圾应定点集中堆放，尽量回收利用，不能回收的应运往垃圾处理厂无害化处理。

③工程建设完成后，施工单位应尽快将工地上剩余的建筑垃圾工程渣土等处理干净，做到不污染周围环境，建设单位负责督促。

④在固体废物清运过程中施工单位应注意保护周围环境，规范运输，防止洒落，不得随意倾倒建筑垃圾，对周围环境造成影响。

6.4.1.2 生活垃圾

本项目的生活垃圾除了来自施工人员生活外，也来自清理海域内生活垃圾附着物（包括少量枯烂植被）。

①应设立施工人员生活垃圾收集点，定期由当地环卫部门统一清运，运至垃圾处理厂处理，不得随意抛弃或填埋。

②施工区内设置垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人和定期清扫的周期。

③加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，禁止抛撒垃圾，坚持文明施工、科学施工，减少施工期的空气污染。

6.4.2 运营期

运营期的固体废物主要为巡护人员的生活垃圾。运营期在适当位置设置生活

垃圾桶，生活垃圾经收集后，交由环卫部门清运处置。同时项目实施完毕后，有利于恢复区域红树林生态系统，区域生态环境可得到改善。

6.5 现有红树林保护措施

（1）施工前措施

1）设立警戒线及加强巡视

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

2）合理安排施工

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

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

3）设置缓冲区

对有条件的施工区域，在施工区及种植区之间设立缓冲区，防止施工活动影响这些区域。

4）宣传教育

对施工人员进行生态保护知识培训和宣传教育，使其了解红树林生态价值以及保护现有红树林的重要性，增强保护意识。

（2）施工过程中的保护措施

1）设置隔离带

挖填施工前，在种植斑块靠近现状红树林位置通过水陆两用挖掘机就近挖泥堆填，形成临时隔离带，顶高程 1.5m，防止挖填泥水进入红树林生长区。

2）设置防护设施

在受影响的红树林周围设置软围隔或防污帘等措施，防止悬浮物扩散对现状红树林造成影响。

3) 控制施工时间、范围及强度

根据潮汐规律，选择退潮时段的低干扰窗口(最好是低潮时施工)进行作业。严格按照规划的施工范围进行作业，避免超范围施工。靠近现有红树林区域采用低强度、环保型的施工方式，如人工种植或小型设备等，减少对土壤和水体的扰动。

4) 平面开挖回填时合理布局

平面布局设计时挖土和填方需避开现有红树林区，开挖或回填边线距离现状红树林大于 10m，开挖按 1: 3 的坡度自然放坡至开挖底高程，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。

5) 水质监测

在施工区域及红树林周边设置水质监测点，实时进行水质监测。

6) 废弃物管理

妥善处理施工废弃物，避免污染周边环境。

7) 强化跟踪监测

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

8) 加强监管和执法

①加强对红树林保护区的监管和执法力度，对违反保护规定的行为进行严厉处罚。

②加强巡逻和监测，及时发现并处理破坏红树林的行为。

(3) 施工完成后的保护措施

1) 生态修复与监测：对施工区域进行生态修复，恢复因施工造成的植被破坏和土地扰动。同时，建立长期的生态监测机制，对现有红树林的生态环境进行定期监测，及时发现并处理可能出现的问题。

2) 清理施工垃圾：彻底清理施工过程中产生的各类垃圾，包括废弃的建筑材料、包装袋等，防止其对红树林和养殖区造成环境污染。

(4) 其他措施

公众参与及教育：鼓励当地社区和养殖户参与施工监督，及时反馈问题；加强环保宣传，提高施工人员和公众的生态保护意识。

6.5.1.1 鸟类

为避免本工程对区域栖息鸟类的生长繁殖造成不良影响，需要做好相应的保护措施。

(1) 合理安排施工期，减少在区域迁徙时期的作业内容，施工要尽量避开候鸟栖息越冬和鸟类迁徙时间，减缓对鸟类的影响。

(2) 论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感，故需要合理安排施工时序，尽量避免夜间施工。

(3) 湿地鸟类以水种生物为食，主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蝼蛄等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫，以及其他小型无脊椎动物或小蛇、蜥蜴等为食。项目施工时也需要对水生生物做好相应保护措施，尽量避免恶劣天气施工，减少泥沙扰动，对施工机械设备定期检查滴油漏油情况，及时整改，避免由于施工造成水生生物大量死亡，对鸟类食物数量造成较大影响。

(4) 做好施工人员教育，禁止毁坏鸟巢，禁止捕鸟、杀鸟。

6.5.2 运营期

6.5.2.1 红树林群落抚育与管护

(1) 持续进行为期 3 年的管理维护。禁止在林地内进行捕捞、养殖、放牧等任何人为活动，设立警示牌和围网（已列工程量），防止人畜破坏。

(2) 根据跟踪监测结果，对成活率低的斑块及时进行补植。

(3) 重点防控互花米草等，发现后立即清除防止其与红树林竞争生长空间。

(4) 运营期进行病虫害防治。坚持“预防为主，综合治理”的原则。优先采用生物防治和物理防治方法，如安装诱虫灯等。必要时选择高效、低毒、低残留的生物农药，严禁使用高毒性、高残留农药，避免对海洋环境造成二次污染。

6.5.2.2 跟踪监测及后期生态环境调查和评估

为确保生态修复工程实施不造成区域的生态功能不降低、海洋生物资源衰退和生态环境破坏，项目修复工程实施过程中，在项目区工程区周边海域共布设 9

个水质调查站位，4 个沉积物质量调查站位；6 个海洋生物生态调查站位；3 条潮间带调查断面开展项目工程施工期的海洋生态环境跟踪监测。详见章节 8.3。

为确保生态修复方案切实可行，保障该区域的生态功能不降低、海洋生物资源不衰退，需要开展项目区域的的水质、沉积物、红树林生态系统、大型底栖生物、鸟类群落、碳储量、威胁因素等自然资源及生态环境状况的跟踪监测，为后期评估修复效果提供前期本底调查背景支撑。详见章节 8.3。

6.5.2.3 生态补偿措施

项目运营期间，对施工期间因悬浮物扩散、临时占地等造成的底栖生物和渔业资源损失进行补偿。

7 环境影响经济损益分析

7.1 环境保护投资

本工程总投资**万元，环保投资共约**万元，约占总投资的**%，主要包括施工期生态保护措施、环保专项评价、环境监测及建设管理费用等。

表 6.5.2-1 环境保护工程费用估算表

工期	序号	工程	数量/规模	投资（万元）
施工期	1	船舶污水委托处理		
	2	船舶垃圾回收、外运处理		
	3	生活垃圾、建筑垃圾处理		
	4	施工期环境监理		
	5	拦污帘		
		合计		
运营期	7	营运期环境监测（水质、沉积物、生态）		
	8	跟踪监测		
		合计		

7.2 环境影响损益分析

7.2.1 环境损失分析

环境经济损失是指采取相应环保措施后，工程项目仍然可能造成的环境损失。本工程的环境经济损失主要为施工对海洋生物资源造成的损失。

7.2.1.1 本项目施工期造成的生物损失量：

1) 本项目取土范围及红树林种植区占用水域，造成海区底栖生物一次性损失量约为 XXkg。

2) 项目施工产生悬浮物，共造成生物资源损失量为：游泳生物 XXkg、鱼卵 XX 粒、仔稚鱼 XX 尾。

7.2.1.2 本项目造成的海洋生物资源直接经济损失：

底栖生物直接经济损失 XX 元，鱼卵直接经济损失 XX 元，仔稚鱼直接经济损失 XX 元，游泳生物直接经济损失 XX 元。合计造成海洋生物资源的直接经济损失为 XX 元。

项目造成海洋生物资源损害的赔偿额：底栖生物 XX 万元、鱼卵 XX 万元、

仔稚鱼 XX 万元、游泳生物 XX 万元。赔偿总额约为 XX 万元。

针对因施工引起的海洋生物资源损失,可通过增殖放流等措施进行生态补偿。

7.2.2 环境正效益分析

环保措施的环境经济效益是指在采取环保措施后所得到的直接和间接的效益。直接效益为资源、能源和回收利用所产生的收益;间接效益为采取环保措施后海洋生物资源损害减少,或因减少水环境影响而使海洋生物资源受损降低,针对海洋生态修复工程而言,间接效益还应包括项目实施后海洋生物资源增加,或改善水环境等海洋生态系统价值的正常发挥。就本项目而言,环境经济效益主要由间接效益组成。

本项目通过新营造红树林增加红树林面积,提高红树林的覆盖率。项目的实施在维护生物多样性、增强海岸带防护能力、提升碳汇能力、净化海水、促进生态系统连通性等方面具有显著的生态效益。红树林种植规划设计中引入“生态岛屿”的设计理念,采用“岛屿”形状将滩涂水域空间划分大小不一、深浅不同的空间系统,形成滩涂区域、浅水区和深水区,结合红树林植被营造形成适合多种水鸟栖息生活的多样化滨海生态栖息地,保证水系联通及水鸟等生物觅食需求,增加滩涂生物多样性。在增强海岸带防护能力方面,可消减海浪能量,降低 70% 以上台风破坏力,减轻风暴潮、海啸等灾害对海岸的侵蚀;且通过根系固土减少泥沙流失,稳定海岸线。在提升碳汇能力方面,红树林单位面积固碳能力是热带雨林的 3-5 倍,红树林修复后可显著增加碳储量。在净化海水方面,红树林根系可通过吸附重金属、降解污染物,净化海水水质。在促进生态系统连通性方面,红树林可与海草床等形成完整海洋生态网络,提升区域生态韧性。

7.3 经济与社会效益分析

7.3.1 经济效益分析

1) 直接经济效益

项目的实施可起到防止滩涂侵蚀、保护海堤的生态作用,提高海岸线防灾减灾能力,保护堤后社区生命财产安全。海洋生态保护对维持近海渔业的贡献为为农村劳动力提供就业机会。生态修复和保护成果不仅限于工程实施区域,良好的

海洋生态对周边区域的强大生态辐射效应，对于维持、恢复和丰富更为广大区域的环境资源有着重大作用。

项目的实施可以防止海岸侵蚀、增强抵御海洋灾害的能力，保护项目区涉及的镇、村庄的人民生命财产安全，具有极其显著的经济效益。

2) 间接的经济效益

通过项目实施，改善海洋资源环境，减轻海洋环境污染造成的经济损失，提高近岸海域生态环境质量，有利于海洋生物资源的保护与恢复，可提高当地渔业生产的经济效益。

3) 潜在的经济效益

滨海环境提升带来更多的旅游客源，吸引旅游等相关产业向该地区布局，有利于提升招商引资的竞争力。通过有效改善海域海岸带环境，完善亲海景观基础设施，提升亲海景观能力，可以规范海域开发利用秩序，优化江门市海洋经济布局，促进海洋经济与陆域经济统筹协调发展，形成人与自然的和谐空间结构，提升当地经济布局，促进旅游经济的发展。

7.3.2社会效益分析

项目实施将海岸防护和生态系统恢复建设相结合，增强岸段的防灾减灾能力，改善民生，保障当地群众生命财产安全，使近岸海域资源的开发利用与保护变得有序，为该地区社会、经济发展提供有力的安全保障，促进区域经济社会的可持续发展。

1) 本项目的建设将提升海岸线防灾减灾能力

项目实施在一定程度上提升了区域生态安全保障能力，特别是海岸线抵御风暴潮能力，保障当地群众生命财产安全，促进渔民安居乐业，社会稳定，体现党和政府对人民群众的关怀。项目的实施可以防止海岸侵蚀、增强抵御海洋灾害的能力。

2) 本项目的建设将有利于提升周边景观效果

本项目修复红树林湿地、构建鸟类觅食地，改善滨海生态环境，形成集成观海、观鸟、观林等多种功能的美丽休闲区，促进江门市旅游业的发展。项目的建设，能够提升和优化投资环境，带动环保、旅游、城镇化建设等行业的就业，

提升城市形象。

3) 项目的建设将改善海洋生态环境

项目通过红树林湿地的建设,改善周边海域海水水质,拓展居民的亲海空间,满足居民亲海的基本要求,遏制沙滩侵蚀退化,保障沿海居民的正常生产和生活,提升滨海旅游的品位和生态服务功能,提高公众的幸福感和获得感,丰富居民的娱乐生活,有利于形成关注环境、保护环境的社会氛围,形成人与海和谐相处的良好形势。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境保护管理

8.1.1 目的和内容

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。环境管理目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

本项目环境管理工作由建设单位、监理单位和施工单位共同承担。建设单位具体负责和落实从项目施工开始至结束的一系列环境保护管理工作。对施工期工区内的环境保护工作进行检查、落实，协调各有关部门之间的环保工作，并配合地方海洋环保部门共同做好工区的环境保护监督和检查工作。

环境监理单位承担环境保护监理工作，按照国家对建设项目环境保护管理要求，依据环境影响报告书、环境保护设计文件和合同、标书中的有关内容对施工过程中的环境保护工作进行监理，制定具体监理方案，确保落实各项保护措施、实施进度和质量。项目环境保护监理贯穿于项目施工全过程。海上作业施工期产生一定量的悬浮物、生活污水和含油污水废水及其它建筑垃圾等，对环境产生一定程度的不利影响，施工单位应严格按照环境保护有关条例规定开展施工活动。

环境管理主要内容包括：根据项目设计文件中有关环保内容，落实项目的环保措施和各项经费，合理安排施工时间、方式，确保将项目建设对渔业资源、鸟类和海龟的影响减到最小；确保施工期间施工废水和生活污水处理处置去向明确；合理安排施工方式、时间，确保施工基地场界噪声达标；保持陆上场地整洁，保证施工生产垃圾、生活垃圾符合国家有关规定；做好施工人员卫生防疫工作；委托有资质单位按照有关监测技术规范进行环境监测，定期提供监测数据和分析报告。

8.1.2 管理机构及人员职责

8.1.2.1 环境管理机构的设置

在工程建设管理单位设置 1~2 名专职的环境管理员，安排专业环保人员负责

施工中的环境管理工作。为保证各项措施有效实施，环境管理员应在工程筹建期设置。

8.1.2.2 环境管理员职责

①贯彻国家及有关部门的环保方针、政策、法规、条例，对工程施工过程中各项环保措施执行情况进行监督检查。结合本工程特点，制定施工区环境管理办法，并指导、监督实施。

②代表业主选择有资质的单位签订合同，进行环境监测、环境监理和卫生防疫工作。

③做好施工期各种突发性污染事故的预防工作，准备好应急处理措施。

④协调处理工程建设与当地群众的环境纠纷。

⑤加强对施工人员的环保宣传教育，增强其环保意识。

⑥定期编制环境简报，及时公布环境保护和环境状况的最新动态，搞好环境保护宣传工作。

8.1.2.3 环境管理内容

1、筹建期

①审核环境影响评价成果，并确保有关环保措施纳入工程设计文件。

②确保环境保护条款列入招标文件及合同文件。

③筹建环境管理机构，并对环境管理人员进行培训。

④根据工程特点，制定出完善的工程环境保护规章制度与管理方法，编制工程影响区环境保护实施规划。

2、施工期

①贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例。

②制定年度工程建设环境保护工作计划，整编相关资料，建立环境信息系统，编制年度环境质量报告，并呈报上级主管部门。

③加强工程环境监测管理，审定监测计划，委托具有相应资质的环境、卫生监测等专业部门实施环境监测计划。

④加强工程环境监理，委托有相应资质单位执行工程建设环境监理。

⑤组织实施工程环境保护规划，并监督、检查环境保护措施的执行情况和环

保经费的使用情况，保证各项环保措施能按环保“三同时”的原则执行。

⑥协调处理工程引起的环境污染事故和环境纠纷。

3、运行期

运行期环境管理内容主要是通过对各项环境因子的监测，掌握其变化情况及影响范围，及时发现潜在的环境问题，提出治理对策措施并予以实施。

8.2 污染物总量控制

根据本项目的工程特点，本项目主要涉及总量控制污染物为氨氮和化学需氧量。本项目运营期废水主要巡护人员生活污水，该部分生活污水集中收集后运至污水处理厂进行处理，项目总量控制由城镇污水处理厂统一核算，本项目不单独分配总量控制指标。因此，本项目不设总量控制指标。

8.3 环境监测计划

环境监测是实施环境管理和监督的手段，也是对环境影响评价结果进行验证的重要手段。环境监测计划包括环境监测的项目、频次、监测实施机构、监督机构等内容。建设单位应切实落实本报告提出的跟踪监测计划，如在跟踪监测的过程中发现异常，应及时上报生态环境主管部门，并及时采取防治措施。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求，为了及时了解和掌握本项目在施工期和运营期对海洋水质、沉积物、生态和红树林产生的影响，需要对建设项目的施工期和运营期对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

8.3.1 海洋环境跟踪监测

8.3.1.1 站位布设

为确保生态修复工程实施不造成区域的生态功能不降低、海洋生物资源衰退和生态环境破坏，项目修复工程实施过程中，在项目区工程区周边海域共布设 9 个水质调查站位，4 个沉积物质量调查站位；6 个海洋生物生态调查站位；3 条潮间带调查断面开展项目工程施工期的海洋生态环境跟踪监测。

8.3.1.2 监测内容及频次

1、海水水质

监测站位：共布设 9 个海水水质监测站位。

监测项目：水温、pH 值、盐度、透明度、悬浮物、COD、DO、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮）、铜、铅、汞、石油类、活性磷酸盐。

监测频率：施工期进行一次监测，管护期进行一次监测。监测过程中如发现异常情况应及时通知有关海洋环保主管部门，视具体情况可停止施工，采取相应对策措施。监测频率可随施工进度和监测到的污染状况及时调整。

2、海洋沉积物

监测站位：共布设 4 个海洋沉积物监测站位。

监测项目：硫化物、有机碳、石油类、重金属。

监测频率：施工期进行一次监测，管护期进行一次监测。监测过程中如发现异常情况应及时通知有关海洋环保主管部门，视具体情况可停止施工，采取相应对策措施。监测频率可随施工进度和监测到的污染状况及时调整。

3、海洋生态

监测站位：共布设 6 个海洋生态监测站位

监测项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵仔鱼）、底栖生物、游泳动物。

监测频率：施工期进行一次监测，管护期进行一次监测。监测过程中如发现异常情况应及时通知有关海洋环保主管部门，视具体情况可停止施工，采取相应对策措施。监测频率可随施工进度和监测到的污染状况及时调整。

4、潮间带生物

监测站位：共布设 3 个潮间带监测断面。

监测频率：施工期进行一次监测，管护期进行一次监测。监测过程中如发现异常情况应及时通知有关海洋环保主管部门，视具体情况可停止施工，采取相应对策措施。监测频率可随施工进度和监测到的污染状况及时调整。

表 8.3.1-1 海洋环境跟踪监测站位坐标表

编号	东经 (E)	北纬 (N)	内容
S1			水质、沉积物、生态
S2			水质、沉积物、生态
S3			水质、沉积物、生态
S4			水质、生态
S5			水质、沉积物、生态
S6			水质、生态
S7			水质
S8			水质
S9			水质
C1			潮间带
C2			潮间带
C3			潮间带

8.3.2 红树林跟踪监测

本项目共布设 12 个红树林生态系统跟踪监测站位，具体坐标详见表 8.3.2-1 和。

表 8.3.2-1 本项目红树林跟踪监测坐标表

站位	经度	纬度	监测内容
H1			红树林生境及群落特征
H2			红树林生境及群落特征
H3			红树林生境及群落特征
H4			红树林生境及群落特征
H5			红树林生境及群落特征
H6			红树林生境及群落特征
H7			红树林生境及群落特征
H8			红树林生境及群落特征
H9			红树林生境及群落特征
H10			红树林生境及群落特征
H11			红树林生境及群落特征
H12			红树林生境及群落特征

8.3.2.1 监测内容

1、红树林生长环境

监测施工过程中红树林生长环境的变化。

影响红树林生境关键要素包括：盐度、pH、悬浮物、浑浊度、溶解氧、化学需氧量、沉积物中的有机碳和硫化物。本项目施工期及营运期红树林生境可依据本项目海洋环境跟踪监测结果进行评估，不再重复开展同类型调查。

2、红树林生态系统

监测指标包括：红树林面积、红树植物种类、覆盖度、植株密度和高度、冠幅、基径（胸径）、红树林泛白状况、幼苗种类、幼苗高度、幼树幼苗密度、成树幼树成活率、呼吸根密度、呼吸根出露高度、呼吸根存活密度、叶片附着沉积物、叶片重量和叶绿素等。

3、其他生物群落

监测对象为底栖动物、鸟类。底栖动物监测指标包括种类组成、密度、生物量、多样性指数、蟹洞密度、异常情况；鸟类监测指标包括种类组成、数量、多样性指数等。

4、胁迫因子

监测对象为有害生物和人为干扰。有害生物监测包括红树病虫害、团水虱、浒苔、污损生物、外来植物；人为干扰主要监测干扰因子类型、发生位置和面积、影响程度。

5、监测频次

①在红树林种植后 1 年内宜间隔 1 个月~3 个月开展 1 次修复区域的苗木成活率监测。

②红树林主体修复工程完成 3 年内，宜逐年开展生态监测。红树林植被和沉积物环境监测可每年开展 1 次。

③红树林主体修复工程完成 3 年后，根据实际情况开展定期监测，宜间隔 3 年~5 年开展 1 个年度的监测。

8.4 环境保护“三同时”验收内容

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 8.3.2-1。

表 8.3.2-1 项目“三同时”环保验收内容一览表

产污环节	环境要素	污染源	主要污染防治措施及验收内容	资料来源	验收标准
------	------	-----	---------------	------	------

施工期	水环境	悬浮泥沙	紧闭闸门，施工期围堰内外不发生海水交换	现场照片、跟踪监测	《海水水质标准》（GB 3097-1997）
		生活污水	集中收集，交由有能力的单位处理，严禁排海	现场照片	《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）
		机械含油污水	集中收集交由有能力的单位接收处理	委托接收处置协议，建立台账、照片	《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）
	声环境	施工机械	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。	施工记录资料	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
		运输车辆			
	固体废物	生活垃圾	收集后清运，交由环卫部门接收处理	施工记录资料	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）
		施工机械设备发生作业操作性或事故性的残油、洗涤油等危险废物	危废签署协议，委托接收处置；固废处理措施落实。	委托接收处置协议，建立台账，施工记录资料	《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）
		一般建筑垃圾	收集后清运，交由环卫部门接收处理	施工记录资料	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）
	大气环境	运输车辆扬尘	定期洒水抑尘	施工记录资料	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）
		施工机械、柴油发电机废气	选用含硫量低的轻质柴油，加强设备和运输车辆的检修和维护	施工记录资料	
运输车辆发动机燃油尾气					
运营期	水环境	生活污水	纳入污水处理系统，严禁排海	对项目运营进行监督管理，及时发现并解决环境问题。	《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）
	固体废物	生活垃圾	收集后清运至环卫部门处理		《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）
		生态环境跟踪监测	对海洋环境、红树林、海草床、海藻场定期开展跟踪监测	跟踪监测报告	《海洋监测规范》（GB 17378-2007）

9 结论

9.1 项目概况

本项目工程内容为红树林营造工程，红树林营造面积 227.50 公顷，红树林种植区面积为 137.73 公顷，比例为 60.54%。同时建造 1 个湿地科研监测栈道（长度为 984.00m）、1 处入口平台（含 1 个科研观测亭）和 1 个科研观测亭的建设，作为红树林湿地监测、科普宣教场地。

9.2 环境质量现状调查与评价结论

9.2.1 水质环境质量现状调查结论

夏季调查结果表明：所有调查站位的汞、镉、总铬、砷、硫化物、挥发性酚、石油类指标均符合相应功能区水质标准，未出现任何超标情况。

与之相对，pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铅、铜、锌等指标则存在不同程度的超标，且超标情况随功能区水质标准等级差异呈现明显分化，具体超标率如下：

执行一类水质标准的调查站位：pH 超标率为 13.00%，溶解氧超标率为 39.00%，化学需氧量超标率为 4.00%，无机氮超标率为 100.00%，活性磷酸盐超标率为 65.00%，铅超标率为 96.00%，铜超标率为 17.00%，锌超标率为 30.00%；

执行二类水质标准的调查站位：pH 超标率为 33.00%，溶解氧超标率为 33.00%，无机氮超标率为 100.00%，活性磷酸盐超标率为 22.00%。

执行三类水质标准的调查站位：溶解氧超标率为 6.00%，无机氮超标率为 94.00%，活性磷酸盐超标率为 6.00%，铅超标率为 38.00%，锌超标率为 13.00%。

总的来说，本次调查主要超标因子为无机氮、铅等。无机氮超标主要以硝酸盐氮超标，本身河口区为咸淡水交界处，自然环境、水文动力等条件复杂。河口区水质受周边城镇生活、工业生产、农业生产、地表径流等污染物排放影响，其背景浓度值远高于外海。

冬季调查结果表明：所有站位的汞、镉、总铬、砷、挥发性酚样品均符合各功能区的水质标准，未出现任何超标情况。

与之相对，pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铅、铜、锌、硫化物、石油类等指标则存在不同程度的超标，且超标情况随功能区水质标准等级差异呈现明显分化，具体超标率如下：

执行一类水质标准的调查站位：溶解氧超标率为 4.00%，化学需氧量超标率为 17.00%，无机氮超标率为 96.00%，锌超标率为 4.00%。

执行二类水质标准的调查站位：无机氮超标率为 100.00%。

执行三类水质标准的调查站位：无机氮超标率为 69.00%，活性磷酸盐超标率为 6.00%，硫化物超标率为 88.00%。

本次调查超标因子为较多，包括溶解氧、化学需氧量、无机氮和锌。超标原因主要为调查区域地处河口这一咸淡水交汇地带，自然环境与水文动力条件复杂，且长期受周边城镇生活、工业生产、农业种植及地表径流等陆源污染物排放影响，如生活污水与农业化肥携带的氮素推高无机氮浓度，工业废水或养殖尾水可能引入硫化物，导致水体中相关污染物背景浓度远高于外海，进而引发无机氮、硫化物出现局部超标。

9.2.2 沉积物质量现状调查结论

调查结果表明执行一类沉积物质量标准的调查站位中，铜超标率为 0.85%，锌超标率为 0.10%，铅超标率为 0.40%，总铬超标率为 0.20%，镉超标率为 0.35%，汞超标率为 0.10%，砷超标率为 0.70%，石油类超标率为 0.15%；硫化物、有机碳超标率均为 0.00%。

执行二类沉积物质量标准的调查站位中，S3、S6、S7、S30、S38 站位的铜、锌、铅、总铬、镉、汞、砷、石油类、硫化物、有机碳均满足二类沉积物质量标准的要求。

9.2.3 海洋生物质量调查结果

夏季调查结果表明：评价结果显示：所有鱼类、甲壳类和软体类样品中，重金属砷含量有 11 个样品超标，其余样品指标测值含量均符合《环境影响评价技

术导则海洋生态环境》(HJ1409—2025)中规定的生物质量标准。

冬季调查结果表明：重金属砷含量有 25 个样品超标，石油烃有 4 个样品超标，其余样品指标测值含量均符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409—2025)中规定的生物质量标准。

9.2.4 海洋生态环境现状调查

1、叶绿素 a 及初级生产力

夏季航次各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 $1.56\text{mg}/\text{m}^3\sim 19.83\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $8.59\text{mg}/\text{m}^3$ ，底层叶绿素 a 含量变化范围为 $1.02\text{mg}/\text{m}^3\sim 4.65\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $3.11\text{mg}/\text{m}^3$ 。初级生产力范围在 $(48.59\sim 797.13)\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $214.28\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

冬季航次叶绿素 a 含量变化范围为 $2.14\text{mg}/\text{m}^3\sim 18.68\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $9.13\text{mg}/\text{m}^3$ ，底层叶绿素 a 含量变化范围为 $4.75\text{mg}/\text{m}^3\sim 4.85\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $4.79\text{mg}/\text{m}^3$ 。级生产力范围在 $(52.55\sim 632.43)\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $284.28\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

2、浮游植物

本次调查海域共鉴定记录浮游植物 6 门 8 纲 18 目 26 科 50 属 91 种，浮游植物细胞总数量平均值为 $53.92\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ ，各点位之间相差较大，变化范围为 $(1.42\sim 156.18)\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 。

本次调查海域共鉴定记录浮游植物 4 门 8 纲 18 目 26 科 50 属 78 种，调查海域各点位浮游植物细胞密度平均值为 $87.45\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ ，各点位之间相差较大，变化范围为 $(9.23\sim 652.64)\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。

3、浮游动物

调查海域共鉴定出浮游动物 35 种和浮游幼体 5 类。各点位浮游动物的丰度介于 $15.2\sim 395.0$ 个/ m^3 之间，平均丰度为 79.2 个/ m^3 。各点位浮游动物生物量(湿重)变化范围为 $5.57\sim 16.39\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $9.57\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本次调查海域共鉴定出浮游动物 60 种和浮游幼体 12 类。调查海域各点位浮游动物的丰度介于 $1.48\sim 73.7$ 个/ m^3 之间，平均丰度为 14.5 个/ m^3 。调查海域各点位浮游动物生物量(湿重)变化范围为 $0.76\sim 23.7\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $6.21\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4、底栖生物

本次调查共鉴定出底栖生物 7 门 34 种，底栖生物栖息密度变化范围为 0.0~530.0ind/m²，平均栖息密度为 39.7ind/m²。生物量变化范围为 0.00~43.19g/m²，平均生物量为 3.27g/m²。

本次调查共鉴定出底栖生物 6 门 23 种。底栖生物栖息密度变化范围为 0.00~150.00ind/m²，平均栖息密度为 23.56ind/m²。生物量变化范围为 0.00~799.00g/m²，平均生物量为 37.12g/m²。

5、潮间带生物调查结果

本次调查的 4 条潮间带生物调查断面共鉴定出生物 2 门 4 种，栖息密度变化范围为 2.67-10.67 个/m²，平均栖息密度为 6.22 个/m²，调查海域潮间带生物的生物量变化范围为 8.80-32.93g/m²，平均生物量为 18.47g/m²。

本次调查的 4 条潮间带生物调查断面共鉴定出生物 5 门 12 种，生物量变化范围为 0.91-18.08g/m²，平均生物量为 6.55g/m²。

6、鱼卵仔鱼调查结果

本次调查共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 12 种，其中，鱼卵 4 种，仔稚鱼 8 种。垂直拖网各调查站鱼卵的丰度在 0.00~30.77 粒/m³ 之间，平均值为 2.51 粒/m³。水平拖网各鱼卵出现站位网获量在 0.0~18 粒/网之间，平均值为 2.28 粒/网。本次调查共捕获仔鱼数量为 1130 尾，水平拖网捕获 1060 尾，平均网获量为 36.55 尾/网；垂直拖网捕获 70 尾，平均丰度为 15.16 尾/m³。

本次调查水平拖网出现 6 种鱼卵，水平拖网各鱼卵出现站位网获量在 0~208 粒/网之间，平均值为 15.83 粒/网。垂直拖网各调查站鱼卵的丰度在 0.00~10.00 粒/m³ 之间，平均值为 1.47 粒/m³。本次调查共捕获仔鱼数量为 36 尾，水平拖网各调查站仔鱼网获量在 0~10 尾/网之间，平均值为 1.17 尾/网。垂直拖网各调查站仔鱼的丰度在 0.00~1.33 尾/m³ 之间，平均值为 0.05 尾/m³。

7、游泳动物

本次调查站位 29 个，共捕获游泳动物种类 13 目 38 科 55 属 65 种，游泳动物总平均渔获率为 492.06kg/h，总平均尾数渔获率为 48132.50ind/h。各站位总平均资源密度为 506.45kg/km²，各站位平均资源尾数密度为 49540.56ind/km²。

本次调查站位 29 个，共捕获游泳动物种类 14 目 33 科 49 属 60 种。总平均渔获率 381.723kg/h，总平均尾数渔获率为 46096.50ind/h。各站位总平均资源密度为 392.89kg/km²，各站位平均资源尾数密度为 47444.99ind/km²。

9.2.5 红树林调查结果

本次调查范围内红树林面积约 241.17 公顷。其中 D01 调查点红树林面积约 34.52 公顷，D02 调查点红树林面积约 34.86 公顷，D03 调查点红树林面积约 31.64 公顷，D04 调查点红树林面积约 20.35 公顷，D05 调查点红树林面积约 14.48 公顷，D06、D07、D08 调查点均在 1 个红树林图斑上，面积约 98.44 公顷，D09、D10 红树林面积约 6.88 公顷。本次调查共发现无瓣海桑、木榄、桐花、老鼠簕及卤蕨 5 种真红树植物。其中无瓣海桑、木榄均主要以高大乔木为主，卤蕨、老鼠簕及桐花以低矮的灌木为主。无瓣海桑的平均胸径及平均株高最大，分别为 16.49cm、10.52m；其次为木榄，平均胸径及株高分别为 12.31cm、4.4m；桐花的平均胸径及株高值最低，分别为 5.41cm、3.5m。

不同调查点红树植物平均株高及胸径比较接近，平均胸径范围介于 13.07~20.52cm，平均值为 16.63cm，不同调查点平均株高范围为 8.11~16.00m，平均值为 11.28m。不同红树植物的平均株高及胸径具有显著差异。调查区域内的种群密度范围为 1800~2533 株/公顷。调查区域平均盖度范围为 80.00~90.00%，平均值为 85.33。总体而言，调查区域红树群落均较简单，主要以无瓣海桑、木榄、卤蕨、老鼠簕等真红树组成的稳定型群落。

调查海域共采集鉴定出大型底栖生物 4 门 14 种，其中节肢动物为 7 种，占总种类数的 50.00%；环节动物为 5 种，占总种类数的 35.71%；软体动物和脊索动物均为 1 种，各占总种类数的 7.14%。调查海域大型底栖生物栖息密度以节肢动物为主，其平均密度为 75.11ind./m²，占总密度的 92.35%；其次为环节动物，平均密度均为 3.56ind./m²，占 4.37%；软体动物最低，平均密度为 0.44ind./m²，仅占 0.55%。生物量同样以节肢动物为主，平均生物量为 105.454g/m²，占 92.05%；其次为脊索动物，平均生物量为 8.910g/m²，占 7.78%；软体动物最低，平均生物量为 0.057g/m²，仅占 0.05%。该海域大型底栖生物第一优势种为长尾虫，优势度为 0.333，平均栖息密度为 54.22ind./m²；第二优势种为大陆拟相手蟹和弧边招潮，

优势度均为 0.044，平均栖息密度为 7.11ind./m²。

9.2.6 鸟类资源调查结果

2024 年 8 月项目区域鸟类调查，共记录到鸟类 11 目 25 科 36 属 39 种，分属佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸱形目、鹃形目、鸛形目、雀形目、鹁形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目。其中，雀形目种类最多，有 16 种（占总种类的 41.0%）；其次为鸱形目有 8 种（占总种类的 20.5%）；佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸛形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目各 1 科 1 属 1 种。

2024 年 11 月项目区域鸟类调查，共记录到鸟类 12 目 26 科 40 属 56 种。分属佛法僧目、鸽形目、鹤形目、鸱形目、鹃形目、鹁形目、雀形目、鹁形目、雁形目、夜鹰目和鹰形目。其中，雀形目种类最多，有 20 种（占总种类的 35.7%）；其次为鸱形目 12 种（占总种类的 21.4%）；鹁形目和雁形目分别有 7 种和 6 种，鸛形目、鹰形目和鹤形目分别有 2 种，佛法僧目、鹁形目、鸽形目、夜鹰目和鹃形目各 1 种。

9.2.7 大气环境现状调查结果

依据《2024 年江门市生态环境质量状况公报》（江门市生态环境局，2025 年 4 月）：

2023 年全省环境空气质量总体优良，优良天数比例为 88.0%，其中优级天数比例为 51.6%，良级天数比例为 36.3%，轻度污染天数比例为 10.7%，中度污染天数比例为 1.4%，无重度及以上污染天气。六项污染物细颗粒物（Pm^{2.5}）、可吸入颗粒物（PM10）、二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）、臭氧（O₃）浓度分别为 23 微克/立方米、39 微克/立方米、6 微克/立方米、25 微克/立方米、0.9 微克/立方米和 170 毫克/立方米。与 2024 年相比，优良天数比例上升 2.2 个百分点；Pm^{2.5} 比例上升 4.5 个百分点，PM10 下降 4.9 个百分点，O₃ 比例下降 1.2 个百分点，SO₂、NO₂、CO 浓度持平。

新会区 2024 年环境空气质量现状见表 4.10.5-1。由表可知，SO₂、NO₂、CO、Pm^{2.5} 和 PM10 等五项年均值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单二级标准要求，O₃ 略微超标，超标率为 2%。

9.2.8 声环境现状调查结果

根据监测结果可知，各监测点位 Leq 测值符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类标准。

9.3 环境影响预测综合分析与评价结论

9.3.1 水文动力影响

（1）涨潮

现状：涨潮时，三角山东、三角山西和大杓西潮水上溯，潮水上溯至工程区域附近时，一部分潮水进入工程区域内，一部分潮水继续上行。进入工程区域的潮水受堤防阻挡，在堤前形成局部回旋流，工程位置现状地势较为平缓，涨急时刻，工程区域均被水淹没，工程区域内水流流向大致成北或东北向；涨潮的潮水主要来自大杓西峡口，三角山东和三角山西峡口的上溯潮流主要沿黄茅海东槽上溯。工程区域现状高程较高地势比较平缓，区域水动力较弱，工程区域平均流速在 0~0.2m/s 左右。

工程后：涨潮时，由于红树林种植及潮沟开挖，使其涨潮水流通过潮沟上溯至工程位置，涨潮期间红树林种植区域均被淹没。工程区域由于潮沟的开挖，其水动力有所增强但流增加幅度不大在 0.1m/s 以内。整体表现为：“红树林种植区域流速减小，红树林外侧及潮沟区域流速增加”，除工程位置外，工程对黄茅海其它海域水流流态、流速均无影响。

（2）落潮

现状：落潮时，黄茅海东槽是下泄流主要通道，崖门和虎跳门部分下泄水流沿崖门水道西侧堤向下流动，一部分水流进入工程区域，区域内西侧靠堤岸区域不过水，另一部分水流继续下泄，在下游西堤岸的阻挡下，形成回流，该水域的水流偏转为东南向后继续向下流动，然后进入大杓西峡口，东槽下泄主要沿三角山东和三角山西峡口下泄。工程区域现状高程较高地势比较平缓，落急时刻工程位置靠堤岸区域基本不过水。

工程后：落潮时，原工程位置靠堤岸不过水的区域，现因为红树林的种植及潮沟的开挖水流通过潮沟进入工程区域，落潮期间红树林种植区域均未被淹没，

潮沟内水流流速在 0.05m/s~0.25m/s 之间。除工程位置外，工程对黄茅海其它海域水流流态、流速均无影响。

9.3.2地形地貌和冲淤变化的影响分析

现状：工程区域位于西岸浅滩现状高程较高地势比较平缓，水动力条件较弱，根据计算，工程区域主要表现为淤积趋势，但幅度不大，年淤积强度在 0.1m 以内。出海航道两侧边坡呈现明显的冲刷趋势，最大冲刷强度在 0.4m/a 左右，航道位置呈现回淤趋势，最大回淤强度约为 0.45m/a。出海航道与工程位置中间区域，呈现淤积态势，最大淤积强度约为 0.35m/a。

工程后：由于红树林的种植与潮沟的开挖，使其工程区域水动力条件有所增强。根据计算，工程区域红树林种植区域边缘有略微冲刷趋势，冲刷强度在 0.10m/a~0.20m/a；潮沟区域内有冲有淤，具体表现为：“靠近外海区域的潮沟呈现冲刷趋势，靠近内侧堤区域的潮沟呈现微淤趋势”，冲淤强度在 -0.09m/a~0.05m/a 之间。除工程位置外，黄茅海出海航道及其它区域冲淤强度基本均无变化。

9.3.3海水水质环境影响

整个施工过程中高浓度悬浮（浓度大于 150mg/L）主要集中在疏浚区内，影响范围为 228.99 公顷，浓度大于 10mg/L 的悬浮物影响范围最大为 384.31 公顷，悬浮影响最大扩散距离为南北向 3.35km、东西向 1.44km 的范围。

考虑到本工程位于银湖湾游憩用海区内，因此施工悬浮物不可避免会对该区域产生直接影响，受影响面积为 361.9 公顷；考虑到工程区西侧和南侧存在新会区红树林生态保护区、黄茅海渔业用海区，通过叠加保护目标可知，本项目施工悬浮物对该保护目标的影响面积分别为 13.9 公顷和 8.5 公顷；而其他保护目标由于距离较远，因此施工过程中不会对外海的功能区和、生态红线区、国控点的水质产生直接影响。另外由于施工悬浮物仅在施工期内存在，因此一旦施工结束后，整个施工悬浮物对海域的影响也将消失。

9.3.4施工期沉积物环境影响分析

本项目对沉积物环境的影响主要是挖填土方和栈道施工对沉积物环境的影响，悬浮泥沙再沉降对沉积物环境的影响，以及生态护坡建设对沉积物环境的影响。

根据前文对工程施工所造成的悬浮泥沙扩散模拟可以得出：区域内因施工所造成悬浮物最大浓度 $>10\text{mg/L}$ 的面积为 384.31hm^2 、悬浮物最大浓度 $>20\text{mg/L}$ 的面积为 324.86hm^2 、悬浮物最大浓度大于 50mg/L 的面积为 272.89hm^2 、悬浮物最大浓度大于 100mg/L 的面积为 242.35hm^2 。

本工程对沉积物环境质量产生的影响主要是栈道工程施工建设以及红树林种植区挖填作业对地质环境的扰动及上述作业过程中产生的悬浮物浓度沉降所导致的。

工程作业会部分改变工程区域的沉积物环境，对原本海洋生态系统进行扰动及破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征及新的海洋生态环境。项目施工对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，本项目施工期对该海域的沉积物环境基本无影响。

此外，施工期污水均妥善接收处理，不外排入海，对海域沉积物环境基本上没有影响。施工中将生活垃圾统一收集处理，不外排入海，不会影响工程海域沉积物的质量。

9.3.5营运期沉积物环境影响分析

本项目建成后，项目运营期间本身不产生有毒有害污染物，营运期间工作人员的生活污水以及生活垃圾等均上岸处理，由环卫部门统一处理，不直接在项目区域排放，基本不会对海洋沉积物产生影响。

综上所述，本项目在建设期间，由于工程特性对原本海洋生态系统进行扰动及破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征及新的海洋生态环境。同时，本项目营运期间所有生活污水与生活垃圾均在岸上处理，基本不会对海洋沉积物产生影响。因此，本项目沉积物的影响是较小且总体可控的，不会对周围原生生态产生影响。

9.3.6生态环境影响分析

9.3.6.1 项目建设对海洋生态环境的影响

本项目建设对海洋生态环境的影响主要是施工期对海洋生态环境的影响主要体现在施工活动导致的悬浮泥沙扩散，造成水质下降，对生物生态造成不利影响；栈道工程施工建设以及红树林种植区挖填作业等施工对潮间带生物和底栖生物产生不利影响。

9.3.6.2 对浮游生物的影响

悬浮泥沙对海洋生态的影响主要体现在导致水体的混浊度增大，透明度降低影响浮游植物光合作用和浮游动物的生长、摄食。本工程施工期间产生的悬浮泥沙会使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，引起浮游植物的光合作用减少，同样会对浮游植物产生一定的影响和破坏作用，进而对浮游动物产生一定影响。但是悬浮泥沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，悬浮泥沙的影响将逐渐减轻。

8、对浮游植物影响分析

本项目施工会使悬浮泥沙含量升高，施工时项目附近海域（一般在施工区周围 50~100m 范围内）的悬浮泥沙浓度会增高，水体透明度下降，水环境中浮游植物的光合作用会受到一定影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，从而导致局部水域内初级生产力水平降低。该影响是局部的和暂时的，施工结束后，产生的影响也随之消失，工程附近海域的浮游生物环境将会逐步恢复。施工期污水均经处理后回用或达标排放，对周边生态环境影响较小。

9、对浮游动物影响分析

本项目施工引起水域内局部浑浊，使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的浮游动物迁移别处，尤其是滤食性浮游动物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起水中悬浮泥沙浓度增加，悬浮颗粒会粘附在浮游动物体表，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。此外，根据有关资料，水中悬浮泥沙浓度增加，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，尤其在悬浮泥沙含量大于 300mg/L 时，这种危害特别明显。该影响是局部的和暂时的，施工结束后，产生的影响也随之消失，工程附近海域的浮游生物环境将会逐步恢复。施工期污废水均经处理后回用或达标排放，对周边生态环境影响较小。

9.3.6.3 对潮间带生物和底栖生物的影响

栈道工程施工建设可能导致区域底栖生物和潮间带生物死亡。红树林种植区挖填作业将占用潮间带生物及底栖生物生境。施工结束后一段时间内，随着区域海洋生态环境的恢复及改善，受影响的底栖生物和潮间带生物群落会逐渐恢复。

9.3.6.4 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。

9.3.6.5 对渔业资源的影响分析

1、 施工悬浮泥沙对渔业生产和渔业资源的影响

本项目施工产生的悬浮泥沙主要扩散在项目周围海域，因此，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将逐渐消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但短期内会造成渔业资源一定量的损失。

2、 施工噪声对渔业资源的影响分析

施工过程中由于施工现场机械、船舶作业产生噪声，会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。

施工对于渔业资源的影响是短暂的，随着施工结束逐渐恢复原有水平。本项目为生态修复项目，项目完工后有助于生境的恢复。

3、 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。

本工程船舶含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，经收集上岸后应交由有资质的单位处理，施工船舶产生的含油污水回收之前要向海事管理机构进行报告。因此只要严格施工管理，正常情况下不会对海域生态环境产生不良影响。

9.3.7环境空气影响分析

本项目施工期大气环境影响环节主要为施工活动产生的扬尘及施工机械排放的尾气。施工结束后，影响随之消失。

本项目属于海洋生态保护修复工程，项目营运期基本不会产生废气。

9.3.8噪声影响分析

施工机械和运输车轮会在施工中产生噪声会对周边居民产生一定影响，在采取有效隔声降噪措施后，施工噪声对周围环境的影响可大大降低。且施工期噪声影响是暂时性的，随着施工期结束其影响也将消失。

本项目属于海洋生态保护修复工程，运营期无噪声产生。

9.3.9固体废物影响分析

施工期船舶上设置垃圾桶，船舶生活垃圾经收集上岸后交由环卫部门统一清运，陆域生活垃圾收集后交环卫部门统一处理。项目施工前需对工程海域的滩面及海底突出物进行全面排查与清理，清理内容包括：垃圾、废弃渔具等。该部分垃圾均由施工单位收集上岸，交由当地环卫部门处理。项目施工过程中会产生少

量建筑垃圾，建筑垃圾集中外运至有资质的单位处理。

项目施工船舶检修产生残油、废油等危险废物，施工船舶上设置残油、废油收集罐，及时收集残油废油，严禁排入海。残油废油等危险废物由施工船舶运营单位收集后交由有资质单位进行处置，施工船舶靠泊后由危废处置单位安排车辆进行转移运输。施工期机械设备检修产生的油污集中收集，收集后交由有资质的单位处理。本项目运营期无固体废物产生，对环境无影响。综上，项目产生的固废均进行合理的处置，对周边环境影响较小。

9.4 总量控制

根据本项目的工程特点，本项目主要涉及总量控制污染物为氨氮和化学需氧量。本项目运营期废水主要巡护人员生活污水，该部分生活污水将纳入已建有的污水处理系统，项目总量控制由城镇污水处理厂统一核算，本项目不单独分配总量控制指标。因此，本项目不设总量控制指标。

9.5 与相关规划和产业政策相符性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”中“第四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2.海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，不属于淘汰类和限制类；本项目未列入《市场准入负面清单》（2025年版），对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入，故符合产业政策要求。

同时，项目符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省近岸海域环境功能区划》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订）》等相关政策文件要求。项目建设单位切实落实报告提出的建议和相关措施，切实执行国家有关法律法规，从海洋环境保护角度考虑，项目建设可行。

9.6 综合结论

项目建设符合国家当前产业发展政策和当地的发展规划，其选址符合海洋功能区划，其施工过程基本符合清洁生产原则，所采取的各项环保措施基本可行。

建设单位应严格执行国家法律、法规和排放标准要求，严格执行“三同时”规定落实本报告书中所提出的有关污染防治措施建议，强化环境管理和污染监测制度，保证污染防治设施长期稳定达标运行，杜绝事故排放，落实事故应急措施与环境风险防范措施，使项目建成后对环境的影响降到最低限度。根据环境质量现状调查和影响预测结论，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的情况下，可以满足其使用功能的要求。项目营运后可获得更好的环境效益、经济效益和社会效益。从生态修复和环境保护的角度，该建设项目是可行的。

