

台山市红树林保护与修复建设项目

海域使用论证报告书

广东创蓝海洋科技有限公司

(91440101MA5AK3HP5Y)

2023 年 12 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4407812023000843		
论证报告所属项目名称	台山市红树林保护与修复建设项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东创蓝海洋科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5AK3HP5Y		
法定代表人	李冬梅		
联系人	施海珊		
联系人手机	13239685044		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
陈浩昌	BH002942	论证项目负责人	陈浩昌
陈浩昌	BH002942	1. 概述 2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论与建议	陈浩昌
魏锦兴	BH002941	3. 项目所在海域概况 5. 海域开发利用协调分析 8. 海域使用对策措施	魏锦兴
郭敬婷	BH002940	4. 项目用海资源环境影响分析 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 10. 报告其他内容	郭敬婷
本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。 承诺主体(公章):  2023 年 12 月 26 日			

项目基本情况表

项目名称	台山市红树林保护与修复建设项目			
项目地址	台山市镇海湾沿海滩涂、咸围			
项目性质	公益性（√）		经营性（）	
用海面积	0.1531ha		投资金额	26284.64 万元
用海期限	40 年		预计就业人数	/人
占用岸线	总长度	0m	邻近土地评价价格	/万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值	/万元
	人工岸线	0m	填海成本	/万元/ha
	其他区岸线	0 m		
海域使用类型	其他用海（一级类）中的其他用海（二级类）		新增岸线	0 m
用海方式		面积		具体用途
构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）		0.1531ha		红树林修复工程-科研监测栈道
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值				

摘要

1、项目用海基本情况

申请单位：广东台山镇海湾红树林国家湿地公园管理中心

用海面积：0.1531 公顷

用海年限：40 年

建设内容：本项目建设内容主要有红树林营造工程、现有红树林修复工程、科研监测栈道工程及红树林监视监测评估服务等，其建设规模为营造和修复红树林面积 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷。根据行政区划分为两个标段，其中北陡标段营造和修复红树林面积 148.95 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 113.79 公顷、红树林修复工程 35.16 公顷、科研监测道工程（包括鸟类监测塔 1 座）约 244m；汶村标段营造和修复红树林面积 119.05 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 116.21 公顷、红树林修复工程 2.84 公顷、科研监测道工程约 105m。

2、项目立项情况

1、台山市发展和改革局文件《关于台山市红树林保护与修复建设项目可行性研究报告的批复》（台发改审批[2022]25 号）

项目主要建设规模及内容：营造和修复红树林面积 268 公顷，其中营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷。

2、台山市发展和改革局文件《关于调整台山市红树林保护与修复建设项目投资相关费用的批复》（台发改审批[2022]156 号）

结合项目建设实施工作情况，同意对该项目投资估算相关费用调整。项目估算总投资不变，其中：建安费、勘察费、设计费、监理费等费用不变，增加设备费 600 万元，其他费用调整为 1864 万元，预备费调整为 1552.16 万元，咸围、滩涂回收费调整为 14835 万元。

3、台山市发展和改革局文件《关于再次调整台山市红树林保护与修复建设项目建设地点的批复》（台发改审批[2022]206 号）

结合项目建设实施工作情况，同意该项目建设地点调整为台山市深井镇、北陡镇、汶村镇和海宴镇。

4、台山市发展和改革局文件《关于同意调整台山市红树林保护与修复建设项目建设规模及内容的批复》（台发改审批〔2023〕33号）

同意调整台山市红树林保护与修复建设项目立项，将该项目建设规模及内容调整为：营造和修复红树林面积 268 公顷，其中营造红树林面积 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷；建设红树林科研监测道 380m，科研监测亭 2 座。

3、用海必要性

本项目的建设是落实《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》、《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》的需要；项目实施是改善区域生态系统质量，提升防灾减灾能力的需要；项目实施是增强海洋碳汇能力，促进实现“双碳”目标的重要举措；项目实施是推动滨海旅游业发展，促进海洋经济转型升级的需要。

本项目仅对科研监测栈道进行确权，项目栈道主要为方便对红树林修复工程进行跟踪监测及科学研究，同时融入生态科普元素以丰富游客和当地群众的滨海休闲体验空间，在进行红树林生态修复工作的同时充分释放海岸带的生态和经济价值。为避免大规模的破坏海岸，本项目栈道采用透水构筑物形式，其将不可避免地需要使用海域，其用海是必须的。

4、规划符合性

项目用海与《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版）管理要求相符合。

项目用海符合《广东省海洋功能区划（2011~2020）》（2012 年）《广东省海洋生态红线》《广东省海洋主体功能区划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《江门市海洋生态环境保护规划（2018-2020）》等相关规划。

5、占用岸线情况

本项目用海建设内容为科研观测栈道工程，本项目科研监测栈道均为离岸设置，不占用广东省 2022 年新修测海岸线。

6、利益相关者协调情况

本项目用海利益相关者为养殖业主及北陡渡口业主，与周边的用海活动具备妥善协调的途径和机制，业主已与利益相关的养殖业主及北陡渡口业主达成协议，项目用海与周边开发利用者不存在发生重大利益冲突的可能性。项目用海与军事用海不冲突，对国防建设和国防安全没有影响，不会危及国家权益和国防安全。

7、资源生态影响及生态保护修复措施

项目用海位于台山镇海湾，用海面积 0.1531 公顷。工程实施以后，对原有海域水文动力的影响是很有限的，对附近海域泥沙冲淤影响较小，基本不会引起区域地形地貌和岸线的变化。

本项目用海风险包括风暴潮、地震及溢油等事故。虽然项目风险发生几率较小，但当风险事故发生时，项目用海还是会对周围海域产生环境一定风险。

施工活动产生的悬浮泥沙会对水质环境产生一定的影响，根据数值模拟结果，悬浮泥沙 $>10\text{mg/L}$ 扩散面积 9.2km^2 ，不超三类海水水质。且施工时间很短，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量不会产生明显变化。项目运行期间基本不会对项目所在海域的沉积物质量造成影响。

本项目造成的底栖生物损失量为 409t，本项目施工悬浮物造成海洋生物的资源损失量为：浮游植物 $1.729\times 10^{16}\text{cells}$ 、浮游动物 $3.176\times 10^{10}\text{ind}$ ，鱼卵 $1.058\times 10^7\text{ind}$ ，仔鱼 1.891×10^6 尾，游泳生物的资源损失量 298.299kg。

本项目本身为海洋生态修复工程，虽然在施工期间因悬浮泥沙以及桩基施工等的影响，可能造成一部分潮间带生物以及渔业资源的影响，但在项目建设完成后，构建了红树林湿地生态系统，有利于海洋渔业资源的恢复，属于对受破坏的海洋生境进行恢复的工程，因此，本项目主要通过项目本身的红树林生境建设予以恢复海洋渔业资源，不额外开展海洋增殖放流等海洋生态保护修复措施。

8、项目用海合理性分析

1、用海选址合理

本项目选址的区位和社会条件满足项目建设和营运的需求，与项目所在海域的自然资源和生态环境相适宜，在严格执行本报告提出防范措施的前提条件下，项目无潜在的、重大的安全和环境风险，与其他用海活动和海洋产业相协调，其选址是合理的。

2、用海方式和平面布置合理

本项目海域使用类型与其他特殊用海，用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）。用海方式基本维护了海域的基本功能，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目建设有利于保护岸线的自然属性。项目用海的平面布局根据相关行业规范进行设计，且综合考虑了管理、安全性的需求。项目的用海方式和平面布局是合理的。

3、用海面积合理

用海面积 0.1531 公顷，均为透水构筑物用海。项目各部分海域面积的量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，符合项目用海需求，符合相关行业的设计标准和规范，申请面积合理。

4、用海期限合理

按照《中华人民共和国海域使用管理法》中该类项目可申请的年限进行的综合分析，本项目科研监测栈道属于公益事业用海，用海申请 40 年是合理的。本项目申请施工期用海 40 年，项目申请用海期限合理。

目录

1 概述	1
1.1 论证工作的由来	1
1.2 论证依据	2
1.3 论证工作等级和范围	7
1.4 论证重点	11
2 项目用海基本情况	12
2.1 用海项目建设内容	12
2.2 项目总平面布置情况	14
2.3 建设方案	23
2.4 施工工艺、工期及土石方平衡	84
2.5 项目用海需求	110
2.6 项目用海必要性	116
3 项目所在海域概况	119
3.1 海洋自然环境概况	119
3.2 海洋生态概况	219
3.3 海洋资源概况	303
4 资源生态影响分析	315
4.1 生态影响分析	315
4.2 资源影响分析	338
5 海域开发利用协调分析	344
5.1 海域开发利用现状	344
5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析	356
5.3 利益相关者界定	357
5.4 相关利益协调分析	359
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	361
6 国土空间规划符合性分析	362
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	362
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析	368
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	370
6.4 与产业政策和行业规划的符合性	394
7 项目用海合理性	397
7.1 项目用海选址合理性分析	397
7.2 用海平面布置合理性分析	402
7.3 用海方式合理性分析	403
7.4 占用岸线合理性分析	404
7.5 用海面积合理性分析	404
7.6 用海期限合理性分析	412
8 生态用海对策措施	414
8.1 生态用海对策措施	414
8.2 生态保护修复措施	417
9 结论	418
9.1 项目用海基本情况	418

9.2 项目用海必要性结论	418
9.3 项目用海资源环境影响分析结论	418
9.4 海域开发利用协调分析结论	419
9.5 国土空间规划符合性分析结论	419
9.6 项目用海合理性分析结论	419
9.7 项目用海可行性结论	420
资料来源说明	421
1 引用资料	421
2 现状调查资料	421
2 现场踏勘记录表	422
4 技术审查意见	423
附录	424
附录I	424
附录 II	429
附录III	433
附录IV	437
附录V	440
附录VI	441
附件	447
附件 1 委托书	447
附件 2 项目可研批复相关文件	448
附件 3 引用数据的 CMA 分析测试报告	461
附件 4 利益相关者协调文件	463
附件 5 测绘资质证书	476

1 概述

1.1 论证工作的由来

红树林是生长在热带、亚热带海岸潮间带的木本植物群落，作为一种独特的湿地生态系统，为鸟类、鱼类和其他生物提供了丰富的食物和良好的栖息环境，在抵御海潮、风浪等自然灾害，蓝碳固定，维护和改善海湾、河口地区生态环境，保护沿海湿地多样性等方面具有不可替代的重要作用。在 20 世纪 50 年代初，我国尚有近 5 万公顷的红树林，经历了 60 年代初至 70 年代的围海造田、80 年代围塘养殖和 90 年代以来的城市化、港口码头建设，我国红树林面积降至 2000 年的 2.2 万公顷；2001 年以来政府高度重视红树林的保护和恢复，通过大规模的人工造林，红树林的面积逐步回升至 2019 年的 2.89 万公顷，但是我国红树林仍然面临天然林退化、有害生物频发、人工林树种单一等一系列严峻问题。

2020 年，自然资源部、国家林业和草原局印发《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》（自然资发〔2020〕135 号），明确了红树林保护修复的基本原则、行动目标和任务安排。遵循生态优先，整体保护；尊重自然，科学修复；因地制宜，有序推进；分级负责，多方参与的基本原则，对现有红树林实施全面保护。推进红树林自然保护地建设，逐步完成自然保护地内的养殖塘等开发性、生产性建设活动的清退，恢复红树林自然保护地生态功能。实施红树林生态修复，在适宜恢复区域营造红树林，在退化区域实施抚育和提质改造，扩大红树林面积，提升红树林生态系统质量和功能。到 2025 年，营造红树林 9050 公顷，其中，广东 5500 公顷、海南 2000 公顷、广西 1000 公顷、福建 350 公顷、浙江 200 公顷；修复现有红树林 9750 公顷，其中，广东 2500 公顷、广西 3500 公顷、海南 3200 公顷、福建 550 公顷。

2021 年，广东省自然资源厅、广东省林业局印发《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》（粤自然资发〔2021〕6 号），指出：到 2025 年，广东省红树林得到全面保护，所有红树林落实管护责任，保护管理能力进一步提升。完成营造和修复红树林面积不少于 8000 公顷，其中，在现状红树林范围外营造红树林不少于 5500 公顷，修复现有红树林不少于 2500 公顷。具体措施包括实施红树林整体保护、加强红树林自然保护地管理、强化红树林生态修复规划指导、实施

红树林生态修复、强化红树林科技支撑、促进红树林可持续保护利用。

根据《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》任务分解，江门市需营造红树林 275 公顷，修复红树林 178 公顷，其中，台山市需营造红树林 230 公顷，修复红树林 38 公顷。

根据广东省下达的指标要求，结合台山市岸滩分布情况，台山市计划实施“台山市红树林保护与修复建设项目”，项目建设地点位于台山市镇海湾沿海滩涂、咸围，涉及深井镇、北陡镇、汶村镇和海宴镇，其中红树林造林、修复等主体工程建设地点为北陡镇、汶村镇，监视监测系统及成效评估、红树林生态系统生物多样性及蓝碳调查与评估等与工程有关的服务或配套设施项目地点为深井镇、北陡镇、汶村镇和海宴镇。本项目营造和修复红树林面积 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷，并建设科研监测栈道用于红树林生态系统科研观测。

根据行政区划分为两个标段，其中北陡标段营造和修复红树林面积 148.95 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 113.79 公顷、红树林修复工程 35.16 公顷、科研监测道工程约 244m；汶村标段营造和修复红树林面积 119.05 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 116.21 公顷、红树林修复工程 2.84 公顷、科研监测道工程约 105m。

为了能合理、科学地使用海域，保障用海项目得以顺利实施，并为海域使用审批提供重要依据，根据《中华人民共和国海域使用管理法》《广东省海域使用管理条例》和《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）的规定和要求，需要对本项目进行海域使用论证。广东台山镇海湾红树林国家湿地公园管理中心委托广东创蓝海洋科技有限公司承担该项目的海域使用论证工作。广东创蓝海洋科技有限公司在接受海域使用论证工作委托后，组织项目参加人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解工程内容，并收集了大量相关信息资料。根据该项目海域使用的性质、规模和特点，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）等的要求编制了《台山市红树林保护与修复建设项目海域使用论证报告书》（送审稿）。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

1. 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；

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

3. 《中华人民共和国渔业法》，第十二届人大常委会六次会议修订，2013 年 12 月修正；

4. 《中华人民共和国防洪法》，2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正；

5. 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021 年 9 月施行；

6. 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（交通部令 2019 第 2 号），2019 年 5 月 1 日起施行；

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

8. 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006 年 10 月发布；

9. 《海域使用权登记办法》，国家海洋局，2006 年 10 月发布；

10. 《国务院关于进一步加强海洋管理工作若干问题的通知》，国务院，国发〔2004〕24 号；

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

12. 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，中共中央办公厅国务院办公厅，2017 年 2 月 7 日；

13. 《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》，自然资办函〔2020〕770 号；

14. 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》，自然资办函〔2022〕640 号；

15. 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，国务院办公厅，2019 年 11 月 1 日；

16. 《国务院关于国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》，国

务院，国发〔2018〕24号；

17.自然资源部办公厅关于印发《海洋生态修复技术指南（试行）》的通知，2021年7月；

18.《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2022〕129号，2022年8月2日；

19.《关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资规〔2021〕1号；

20.《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》，自然资办函〔2021〕2073号；

21.《关于项目用海化整为零、分散审批认定标准的函》，自然资办〔2021〕2178号；

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

23.《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072号；

24.《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；

25.《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》，自然资源部国家林业和草原局，2020年8月14日；

26.《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》，自然资办发〔2023〕10号；

27.自然资源部办公厅国家林业和草原局办公室关于印发《红树林造林合格面积认定及成果应用规则(试行)》的通知（自然资办发〔2022〕27号）；

28.《广东省人民政府办公厅关于印发加强我省海岸带保护和科学利用工作方案的通知》（粤办函〔2015〕533号）；

29.《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日修正；

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

31.《广东省严格保护岸段名录》（粤府函〔2018〕28号）；

32.《关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见》，粤自

然资发〔2019〕37号；

33.《广东省国土资源厅 广东省海洋与渔业厅关于加强围填海成陆土地利用和管理若干问题的通知》，粤国土资规〔2018〕2号；

34.《广东省项目用海政策实施工作指引》，粤自然资函〔2020〕88号；

35.《广东省财政厅 广东省自然资源厅关于印发〈广东省海域使用金征收标准（2022年修订）〉的通知》，粤财规〔2022〕4号；

36.《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，粤自然资规字〔2021〕4号；

37.《广东省自然资源厅关于做好海岸线占补历史信息核对工作的通知》，粤自然资海域〔2021〕1879号。

38.《广东省自然资源厅办公室关于启用新修测海岸线成果的通知》，2022年2月22日；

39.《广东省自然资源厅关于印发《生态恢复岸线验收办法》的通知》，2022年10月25日。

1.2.2 相关规划和区划

1.《全国海洋主体功能区规划》，2015年8月；

2.《产业结构调整指导目录（2019年本）》，2021年12月27日国家发展改革委令 第49号修订（第1次修订）；

3.《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，广东省人民政府，2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准；

4.《广东省海洋功能区划（2011~2020年）》；

5.《广东省海洋主体功能区规划》，2017年12月；

6.《广东省海洋生态红线》，2016年12月；

7.《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号；

8.《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，2017年11月；

9.《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，粤府〔2020〕71号，2020年12月29日；

10.《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成果的

函》(2020 年 12 月 24 日);

11. 《广东省生态环境保护“十四五”规划》，2021 年 12 月;

12. 《江门市海洋功能区划(2013-2020 年)》，江门市人民政府，2016 年 10 月;

13. 《江门市“三线一单”生态环境分区管控方案》(江府〔2021〕9 号)，2021 年 6 月;

14. 江门市人民政府关于印发《江门市生态环境保护“十四五”规划》的通知(江府〔2022〕3 号)，2022 年 1 月 29 日;

15. 《台山市国土空间总体规划(2021-2035)》(公示版)。

1.2.3 技术标准和规范

1. 《海域使用论证技术导则》，GB/T42361-2023;

2. 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T19485-2014;

3. 《海域使用分类》，HY/T123-2009;

4. 《海籍调查规范》，HY/T124-2009;

5. 《海洋监测规范》，GB17378-2007;

6. 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007;

7. 《海水水质标准》，GB3097-1997;

8. 《海洋生物质量》，GB18421-2001;

9. 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002;

10. 《渔业水质标准》，GB11607-89;

11. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，SC/T9110-2007;

12. 《中国地震动参数区划图》，GB 18306-2015;

13. 《建设项目用海面积控制指标》(试行)，国家海洋局，2017 年 6 月;

14. 《宗海图编绘技术规范》，HY/T251-2018;

15. 《海洋生态损害评估技术指南(试行)》，国家海洋局，2013 年 8 月;

16. 《海洋生态资本评估技术导则》，GB/T28058-2011;

17. 《全球定位系统(GPS)测量规范》，GB/T 18314-2009;

18. 《广东省红树林生态修复技术指南》，广东省自然资源厅、广东省林业局，

2022 年 1 月。

1.2.4 项目技术资料

1.《台山市红树林保护与修复建设项目可行性研究报告》，广州沛森园林景观设计有限公司，2022 年 10 月；

2.《台山市红树林保护与修复建设项目实施方案》，广东省海洋发展规划研究中心，2022 年 8 月。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

根据《广东省自然资源厅办公室关于启用新修测海岸线成果的通知》，本项目位于新修测海岸线往海域侧的建设内容主要有红树林营造工程、红树林修复工程、科研监测栈道工程等，其建设规模为营造和修复红树林面积 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷，并建设科研监测栈道（含鸟类监测塔）用于红树林生态系统科研观测。

根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函〔2020〕770 号），明确广东省海洋生态修复项目用海在严格论证审核海洋生态修复项目立项、加强项目组织实施和监督管理的基础上，可参照《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知》（自然资办函〔2019〕616 号）中简化项目用海审批手续的相关政策执行。《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知》（自然资办函〔2019〕616 号）明确，在渤海生态修复工作，可简化项目用海审批手续。项目实施中，需要种植碱蓬等植被、进行沙滩人工补沙等无构筑物建设的，以及拆除养殖池、构筑物等临时施工行为的，无需办理海域使用审批手续；对于建设非透水构筑物、修筑潜堤等辅助设施的，在科学论证生态修复方案的基础上，可适当简化海域使用审批手续并压缩办理时限。因此，海洋生态修复工程涉及构筑物建设的，需按照构筑物确权；涉及红树林的，可不用办理用海手续。

因此，根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函〔2020〕770 号）文件要求，本项目用海申请内容为科研监测栈道，其用海面积为 0.1531 公顷，红树林营造工程、红树林修复工程等则

不作海域确权。

综上，本报告申请用海内容为科研监测栈道工程，其他生态修复措施不作用海申请，报告中海洋环境影响、相关规划分析等内容则对项目整体做论证分析。本项目申请用海内容（即科研监测栈道）海域使用类型属于《海域使用分类》（HY/T 123-2009）中“其他用海（一级类）”的“其他用海（二级类）”，属于《自然资源部办公厅关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）〉的通知》（自然资办发〔2020〕1号）中“特殊用海（一级类）”的“其他特殊用海（二级类）”，项目各部分建设规模及用海方式具体见下表。

本项目红树林滩涂造林及修复工程（不需进行用海申请）海域使用类型属于《海域使用分类》（HY/T 123-2009）“特殊用海（一级类）”中的“海岸防护工程用海（二级类）”

另外，红树林空地一体化智能监视监测系统、生态修复跟踪监测等项目内容不涉及用海，不需要申请用海。

表 1.3.1-1 本项目建设内容规模及申请用海情况

序号	内容	总规模	用海方式
1	红树林营造	230 公顷	防护林种植
2	现有红树林修复	38 公顷	防护林种植
3	科研监测栈道	0.1531 公顷 244+105=349 米	透水构筑物

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）的海域使用论证等级判据表，防护林种植用海面积≥30 公顷的所有海域论证等级为二级；科研监测栈道工程等其他透水构筑物，在所有海域构筑物总长度≤400m 的，海域使用论证等级为三级。综上，本项目海域论证等级为二级，应编制海域使用论证报告书。

表 1.3.1-2 海域使用论证工作等级划分表（引自海域使用论证技术导则）

一级用海方式	二级用海方式		论证等级判据		
			用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	透水构筑物	其他透水构筑物用海	构筑物总长度大于（含）2000m 或用海总面积大于（含）30ha	所有海域	一
			构筑物总长度（400～2000）m 或用海总面积（10～30）ha	敏感海域	一
				其他海域	二
			构筑物总长度小于（含）400m 或用海总面积小于（含）10ha	所有海域	三

一级 用海 方式	二级用海方式	论证等级判据		
		用海规模	所在海域 特征	论证 等级
其他 方式	种植	用海面积大于（含）30ha	所有海域	二
		用海面积小于 30ha	所有海域	三
等级划分补充规定：同一项目用海类型、规模或者方式规定的等级不一致时，采用就高不就低的原则；其他用海根据用海类型、规模、方式，参照本表确定的海域使用等级。				

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）的要求，论证范围依据用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，覆盖项目用海可能影响到的全部区域，其中二级论证范围要求以项目外缘点为起点外扩 8km。因此，通过对项目特点和周边海域资源环境特点初步分析，确定项目的论证范围见图 1.3.2-1，论证面积约 243km²。

表 1.3.2-1 论证范围顶点坐标

序号	东经	北纬
1	112°33'43.057"E	21°42'13.477"N
2	112°33'45.319"E	21°45'42.701"N
3	112°29'22.279"E	21°57'51.064"N
4	112°29'2.125"E	21°57'51.247"N
5	112°23'17.713"E	21°57'54.259"N
6	112°22'20.333"E	21°57'54.742"N
7	112°19'17.731"E	21°42'41.500"N
8	112°19'17.544"E	21°42'21.006"N



图 1.3.2-1 论证范围示意图

1.4 论证重点

依据《海域使用论证技术导则》(GB/T42361-2023)，根据本项目所在海域的自然条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，结合项目的用海性质及其造成的环境影响，确定本项目论证重点是：

- (1) 项目用海必要性分析；
- (2) 项目用海方式合理性分析；
- (3) 项目用海面积合理性分析；
- (4) 项目海域开发利用协调性分析；
- (5) 项目对资源生态影响分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：台山市红树林保护与修复建设项目

建设单位：广东台山镇海湾红树林国家湿地公园管理中心

总投资：项目建设投资总额为 26284.64 万元

地理位置：工程拟建于台山市镇海湾沿海滩涂、咸围，涉及北陡镇、汶村镇。

建设规模：本项目建设内容主要有红树林营造工程、现有红树林修复工程、科研监测栈道工程及红树林监视监测评估服务等，其建设规模为营造和修复红树林面积 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷。根据行政区划分为两个标段，其中北陡标段营造和修复红树林面积 148.95 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 113.79 公顷、红树林修复工程 35.16 公顷、科研监测道工程（包括鸟类监测塔 1 座）约 244m；汶村标段营造和修复红树林面积 119.05 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 116.21 公顷、红树林修复工程 2.84 公顷、科研监测道工程约 105m。

2.2 项目总平面布置情况

2.2.1 本项目总平面布置情况

营造和修复红树林面积 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷。

根据行政区划本项目可分为两个标段，北陡标段及汶村标段。

北陡标段位于镇海湾北陡镇侧，北起镇海湾大桥，南至寨门村冲口湾。北陡标段营造和修复红树林面积 148.95 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 113.79 公顷、红树林修复工程 35.16 公顷、科研监测道工程（包括鸟类监测塔 1 座）约 244m；

汶村标段北起镇海湾汶村镇侧，南至神灶温泉度假村。汶村标段营造和修复红树林面积 119.05 公顷，主要包括互花米草清除、红树林滩涂造林和修复、科研监测道工程等工作，其中红树林滩涂造林工程 116.21 公顷、红树林修复工程 2.84 公顷、科研监测道工程约 105m。

表 2.2.1-1 总平面技术指标总表

序号	项目	单位	斑块面积	备注
1	红树林滩涂造林工程	公顷	230	北陡标段 113.79 公顷，汶村标段约 116.21 公顷
2	红树林修复工程	公顷	38	北陡标段 35.16 公顷，汶村标段约 2.84 公顷
3	科研监测道工程	m	349	北陡标段约 244 米，汶村标段约 105 米，鸟类监测塔共 2 座

3. 选择最佳策略或政策。



2.2.2 北陡标段

1、红树林滩涂营造工程

设计分布位于三调数据属性是沿海滩涂，对港口岸线、国道 G228、海域使用确权、无人岛等规划进行避让，结合测量图实际高程，尽量选择较高滩面，确定红树林营造范围。根据现场踏勘情况，特别是区域红树林生长情况，结合红树植物生理特征，参考项目区域原有红树林生长环境，所选营造区域滩涂高程略低于平均海平面，**可以通过滩面改造**来进行生境改造成为红树林种植区，进行红树林营造。

北陡标段红树林滩涂营造工程面积约 113.79 公顷，分布 14 个分区，其中靠近镇海湾大桥分布造林 1~8 区；中段分布造林 9~12 区，冲口湾段分布造林 13~14 区；每个斑块包含红树林种植区、潮沟、水道、滩涂等，共同形成红树林生态系统。

表 2.2.2-1 北陡标段红树林滩涂营造工程分区表

序号	项目	单位	斑块面积
1	造林 1 区	公顷	3.78
2	造林 2 区	公顷	12.6
3	造林 3 区	公顷	11
4	造林 4 区	公顷	3.79
5	造林 5 区	公顷	5.10
6	造林 6 区	公顷	10.31
7	造林 7 区	公顷	5.84
8	造林 8 区	公顷	9.02
9	造林 9 区	公顷	7.97
10	造林 10 区	公顷	3.74
11	造林 11 区	公顷	1.38
12	造林 12 区	公顷	13.05
13	造林 13 区	公顷	11.11
14	造林 14 区	公顷	15.1
红树林营造合计		公顷	113.79

2、红树林修复工程

坚持自然修复为主、人工修复为辅的方针，分类施策开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复，特别是对人工纯林、有害生物入侵、生境退化的红树林等进行抚育，采取树种改造、有害生物清除、潮沟

和光滩恢复等措施，对红树林生态系统进行修复，提高生物多样性，提高红树林生态系统的稳定性和完整性，实现红树林可持续发展。

三调数据中属性是红树林，结合正射影像图进行实际划分，将三调数据显示红树林区域现状是无瓣海桑、光滩或者红树林生长不良区域圈出来，使其面积满足考核指标要求；红树林修复工程修复面积约 35.16 公顷，根据现状实际分布为 10 个区块，其中修复 1~5 区位于狮子洲附近区域，修复 6~10 区位于中段区域。

表 2.2.2-2 北陡标段红树林修复工程分区表

序号	项目	单位	斑块面积
1	修复 1 区	公顷	2.89
2	修复 2 区	公顷	7.09
3	修复 3 区	公顷	1.01
4	修复 4 区	公顷	5.92
5	修复 5 区	公顷	5.18
6	修复 6 区	公顷	3.86
7	修复 7 区	公顷	0.22
8	修复 8 区	公顷	0.61
9	修复 9 区	公顷	1.38
10	修复 10 区	公顷	7.00
红树林修复合计		公顷	35.16

3、科研监测道工程

现状红树林生长存在管养不便，局部地块受到外来物种侵蚀，外延滩涂红树林受到海浪侵蚀影响等不利条件，为了加强红树林的管养，在现有成林的红树林及新建的红树林区布置红树林科研监测道。建设科研监测道共 244 米，监测道面净宽 3m，设计高程为 3.0m（已建美丽海湾科研监测道标高一致）。基础采用Φ800mm 灌注桩支承，上部结构采用钢筋混凝土结构；地面塑木面层，设置预制栏杆，净高 1.2m；裸面涂仿木漆处理。端头设置科研监测亭 1 座。

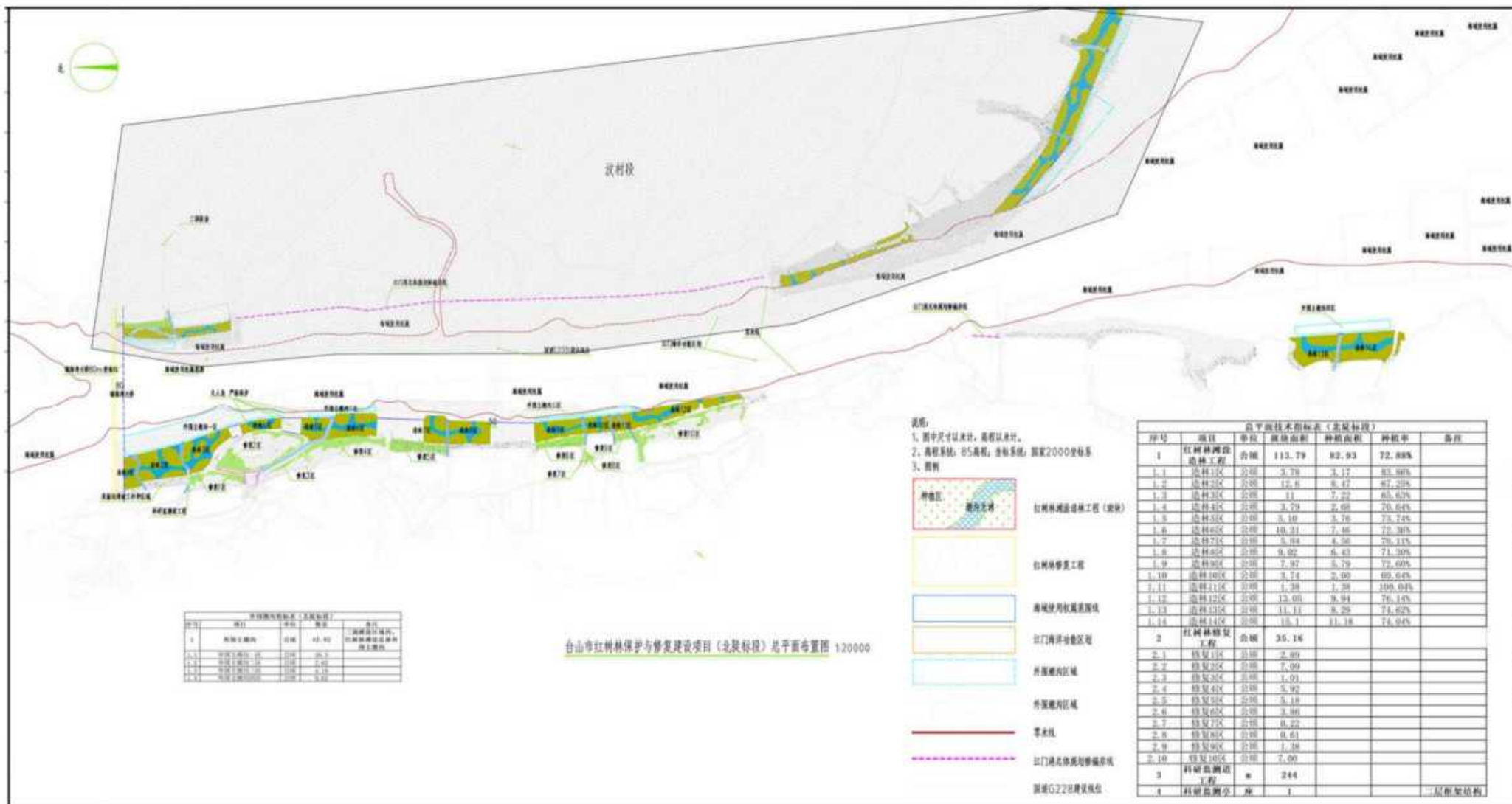


图 2.2.2-1 北陡标段平面布置图

2.2.3 汶村标段

1、红树林滩涂营造工程

设计分布位于三调数据属性是沿海滩涂，对港口岸线、国道 G228、海域使用确权、无人岛等规划进行避让，结合测量图实际高程，尽量选择较高滩面，确定红树林营造范围。根据现场踏勘情况，特别是区域红树林生长情况，结合红树植物生理特征，参考项目区域原有红树林生长环境，所选营造区域滩涂高程略低于平均海平面，**可以通过滩面改造**来进行生境改造成为红树林种植区，进行红树林营造。

红树林滩涂营造工程面积约 116.21 公顷，分布 12 个分区，其中靠近镇海湾大桥分布造林 1~2 区；中段分布造林 3~10 区，深灶温泉分布造林 11~12 区；每个斑块包含红树林种植区、潮沟、水道、滩涂等，共同形成红树林生态系统。

表 2.2.3-1 汶村标段红树林滩涂营造工程分区表

序号	项目	单位	斑块面积
1	造林 1 区	公顷	5.26
2	造林 2 区	公顷	4.77
3	造林 3 区	公顷	6.92
4	造林 4 区	公顷	1.16
5	造林 5 区	公顷	13.21
6	造林 6 区	公顷	19.92
7	造林 7 区	公顷	20.55
8	造林 8 区	公顷	18.35
9	造林 9 区	公顷	0.70
10	造林 10 区	公顷	9.59
11	造林 11 区	公顷	4.06
12	造林 12 区	公顷	11.72
红树林营造合计		公顷	116.21

2、红树林修复工程

坚持自然修复为主、人工修复为辅的方针，分类施策开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复，特别是对人工纯林、有害生物入侵、生境退化的红树林等进行抚育，采取树种改造、有害生物清除、潮沟和光滩恢复等措施，对红树林生态系统进行修复，提高生物多样性，提高红树林生态系统的稳定性和完整性，实现红树林可持续发展。

三调数据中属性是红树林，结合正射影像图进行实际划分，将三调数据显示红树林区域现状是无瓣海桑、光滩或者红树林生长不良区域圈出来，使其面积满足考核指标要求；红树林修复工程修复面积约 2.84 公顷。

表 2.2.3-2 汶村标段红树林修复工程分区表

序号	项目	单位	斑块面积
1	红树林修复工程	公顷	2.84

3、科研监测道工程

现状红树林生长存在管养不便，局部地块受到外来物种侵蚀，外延滩涂红树林受到海浪侵蚀影响等不利条件，为了加强红树林的管养，在现有成林的红树林及新建的红树林区布置红树林科研监测道。建设科研监测道共 105 米，监测道面净宽 3m，设计高程为 3.0m（已建美丽海湾科研监测道标高一致）。基础均采用 Φ800mm 灌注桩支承，上部结构采用钢筋混凝土结构；地面塑木面层，设置预制栏杆，净高 1.2m；裸面涂仿木漆处理。科研监测亭 1 座。

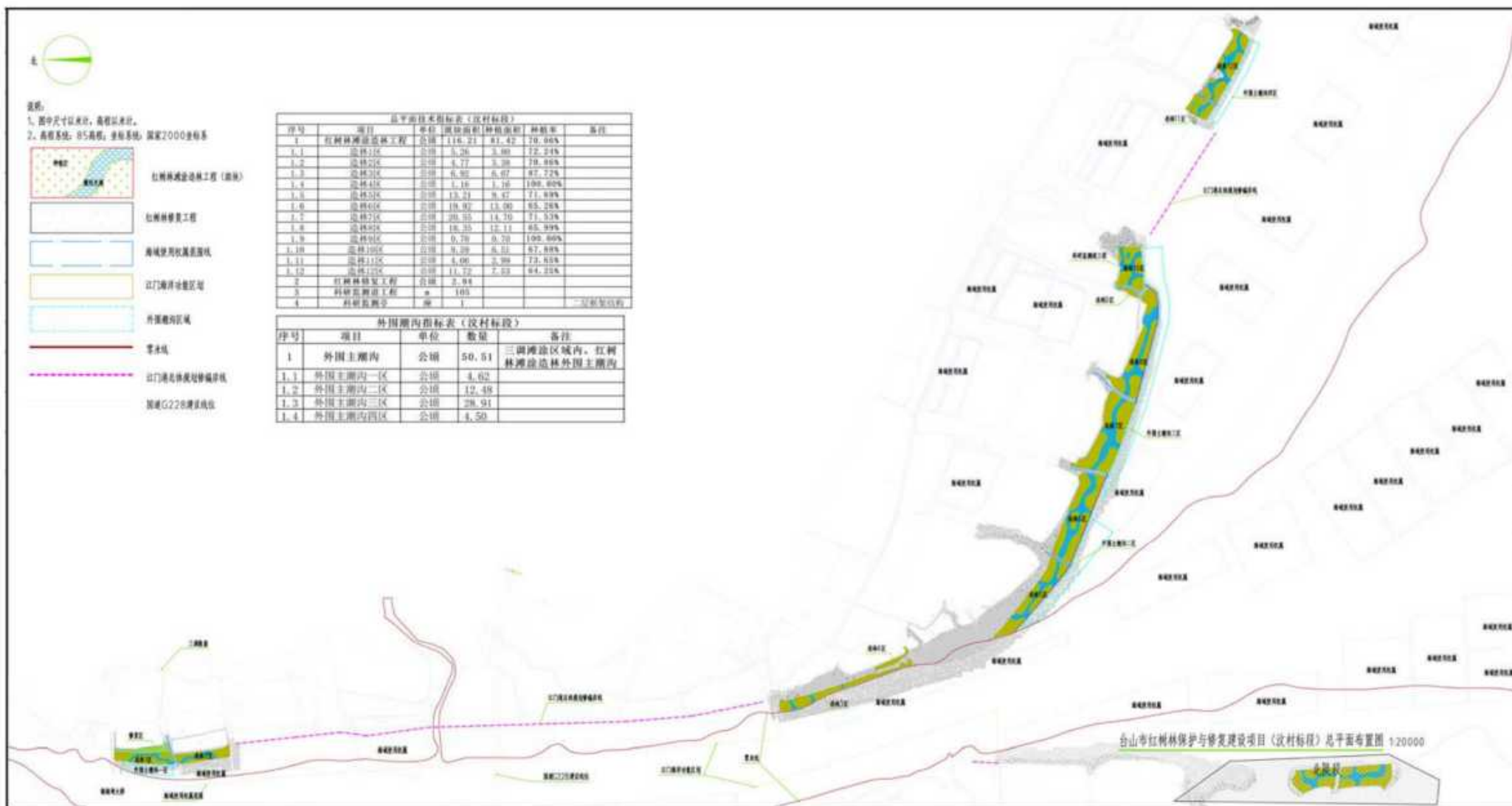


图 2.2.3-1 汶村标段平面布置图

2.2.4 红树林空地一体化智能监视监测系统

台山镇海湾红树林空地一体化智能监视监测系统主要由视频实时监控系统、在线环境监测系统、无人机自主巡航系统、生物智能识别系统、红树林 2D/3D 影像模型构建、高光谱遥感影像监测分析、全景 VR 虚拟现实漫游和远程可视化展示管理平台，共 8 个部分组成。在项目区域内共布设 7 个综合监测监控点，包括环境监测点、无人机机巢、视频监控等，如下图所示。



图 2.2.4-1 一体化智能监测系统站点布设位置示意图

2.3 建设方案

2.3.1 红树林滩涂造林方案

1、树种选择

红树林建设要因地制宜，适地适树，根据不同的气候带、土壤底质、潮滩高度、盐度和风浪影响程度等确定不同的树种及配植方式，优先选择抗逆性强、防护效益好的优良乡土树种，在保障生态安全的前提下，适当引种适应性较强的外来树种。项目区域外缘有一定风浪，个别斑块盐度较高，需要选择耐盐、风浪抗逆性较强的树种，保障项目区域红树林苗木的生长，提高整体造林成活率。本项目选择的造林树种为白骨壤、桐花树、秋茄树、红海榄等。

表 2.3.1-1 红树植物的适宜生境表

树种	适宜潮位	适宜盐度
白骨壤	低、中	中、高
桐花树	低、中、高	低、中
秋茄树	中、高	低、中、高
红海榄	低、中	中、高

(1) 白骨壤 (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.)

白骨壤是马鞭草科、海榄雌属灌木，高 1.5-6 米，枝条有隆起条纹，小枝四方形。叶片近无柄，革质，卵形至倒卵形、椭圆形，顶端钝圆，基部楔形，表面无毛，有光泽，背面有细短毛，主脉明显。聚伞花序紧密成头状，花小，直径约 5 毫米。果近球形，直径约 1.5 厘米，有毛。花果期 7-10 月。生长于海边和盐沼地带，通常为组成海岸红树林的植物种类之一。对土壤的适应性广，对土壤肥力要求不苛求，在淤泥、半泥沙质和沙质海滩均可以出现，是中国分布面积最大的红树林植物种类，也是耐盐和耐淹水能力强的红树植物。

(2) 桐花树 (*Aegiceras corniculatum* (Linn.) Blanco)

桐花树是紫金牛科、蜡烛果属灌木或小乔木，高 1.5-4 米，小枝无毛，褐黑色。叶互生，于枝条顶端近对生，叶片革质，倒卵形、椭圆形或广倒卵形，顶端圆形或微凹，基部楔形。伞形花序，生于枝条顶端，无柄，有花 10 余朵；花梗长约 1 厘米，多少具腺点。蒴果圆柱形，弯曲如新月形，顶端渐尖；宿存萼紧包基部。花期 12 月至翌年 1-2 月，果期 10-12 月，有时花期 4 月，果期 2 月。生于海边潮水涨落的污泥滩上，为红树林组成树种之一，有时亦成纯林。喜温暖湿润

气候，性喜高温，生长适温约为 20-30℃。要求土壤湿润肥沃，有淡水调节的滩面上生长更好。树形美观，小枝红色，其根、茎、叶等器官具特殊的生理结构和调节功能，有较强的抗海潮风能力。

（3）秋茄树（*Kandelia obovata* Sheue et al.）

秋茄树是红树科、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）红海榄（*Rhizophora stylosa* Griff.）

红海榄是红树科、红树属乔木或灌木，基部有很发达的支柱根。叶椭圆形或矩圆状椭圆形，长 6.5-11 厘米，宽 3-4（-5.5）厘米，顶端凸尖或钝短尖，基部阔楔形，中脉和叶柄均绿色，叶柄粗壮。总花梗从当年生的叶腋长出，与叶柄等长或稍长，有花 2 至多朵。成熟的果实倒梨形，平滑，顶端收窄，长 2.5-3 厘米，直径 1.8-2.5 厘米；胚轴圆柱形，长 30-40 厘米。花果期秋冬季。生于沿海盐滩红树林的内缘，对环境条件要求不苛，除沙滩和珊瑚岛地形外，沿海盐滩都可以生长，对抵御海浪冲击比其他同属种要强。

2、生境改造

（1）互花米草清除

北陡标段拟种红树林区域零散分布着约 19.67 公顷互花米草，汶村标段拟种红树林区域零散分布着约 16.96 公顷互花米草，由于互花米草光合效率高，生长迅速，生产力高，种群密度高，群落生物量大，竞争性强，破坏近海生物栖息环境，影响滩涂养殖，威胁本土海岸生态系统，侵蚀红树林生长空间，会导致大片红树林消失，因此在营造红树林前，必须对互花米草予以清除。

针对互花米草的生物特点，本着经济适用、生态安全、保护红树林的原则，推荐采取“刈割翻耕+种植技术”即“物理+生物”综合技术治理互花米草。即采用

机械或人工刈割的方式对地表互花米草茎部进行切割,接着对互花米草进行翻耕捣碎其根部,并将互花米草被捣碎的根茎掩埋在土壤深处,目的是阻止互花米草的生长,翻耕深度不小于 60cm;最后种植竞争力强的本地红树植物,以达到对互花米草的彻底清除。

本项目互花米草清理区域面积约 36.63 公顷,其中北陡标段 19.67 公顷,汶村标段 16.96 公顷。

同时,为防止红树幼苗生长期间,互花米草的再生长,应加强对该区域的巡护,一旦发现互花米草有再生长的痕迹,立即清除。

(2) 种植标高确定

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。

确定红树林造林滩涂的目标高程主要有以下三种方法。通过对比邻近红树林、参考已有文献或实地试验总结判断目标高程。一、若造林地附近分布有自然或人工红树林,观察红树植株生长状况可以接受的滩涂,就可得出目标高程;二、在附近没有红树林情况下,若与造林区水文性质相似的区域曾有过红树林营造的滩涂高程方面研究论文、报告、造林区规划档案等文献,可以参考文献;三、可亲自在计划造林地做一系列高程的种植试验,总结试验结果得知。

根据实际测量数据,北陡标段及汶村标段区域海域自然生长红树林的高程分布范围主要集中在 1.0m~1.9m 之间(1985 国家高程,下同),拟营造区从滩涂前沿到现有红树林前沿高程大部分介于 0.0m~0.8m 之间。根据其现状高程,红树林种植区靠岸侧高程较高区域(与现状红树林自然生长分布高程相符区域),作为原泥面种植区,前沿滩涂过低、淹水时间过长,作为造滩种植区,种植红树林前,需要采取工程措施,进行土方平衡,通过主潮沟,平衡滩面高程。在拟营造区外侧生境修复区进行海漂垃圾清理,避免海漂垃圾进入红树林种植区,影响红树林成活率,同时,生境修复区可保证退潮时仍有大片滩涂露出,项目实施后不会影响滨海水鸟觅食。根据勘察测量结果,通过分析现状林缘红树林生长标高,可以作为设计红树林种植标高的参考。

综上，为了完成考核指标要求，同时保证红树林成活率要求，综合考虑以上因素及后期泥面下沉，红树林种植泥面设计标高为 1.0m。

（3）滩涂改造

采用水陆挖掘机挖泥，开挖潮沟，平整海床。通过开挖潮沟获得土方，整理种植面，满足种植红树林要求。通过红树林营造区域整理，形成潮沟（水道）和红树林带交替排布的平面布置。挖填采用水陆挖掘机从种植条带两侧就近挖填，通过开挖沟渠和起垄沟获取的土方，平整红树林种植海床，满足种植红树林要求。为适合红树林生长，应控制挖填泥质，要求表层至少有 10~20cm 的淤泥层厚度，淤泥层以下土质须不危害红树林生长。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。

需说明的是，在拟修复区外侧退潮时仍有大片滩涂露出，项目实施后不会影响滨海水鸟觅食。

①潮沟设计

由于工程区域滩涂标高分布不均匀且存在潮沟，为保证在最小工程量的条件下使种植区恢复潮水交换，利用现有潮沟作为种植区域与外海连接潮沟通道。种植区块内通过挖填种植带形成潮沟，潮沟宽度为 8m，边坡比 1:2。

②岛状布置设计

各区域通过现有潮沟分割形成大的斑块，大的种植斑块经过区域内海床平整，形成岛状种植斑块，为适合红树林生长，种植垄带要求表层覆盖 30cm 以上的淤泥层厚度且不危害红树林生长。

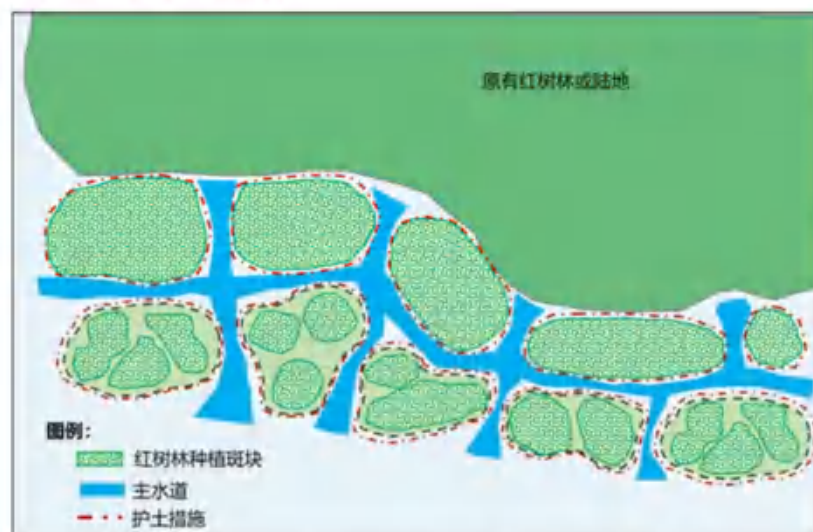


图 2.3.1-1 红树林修复平面布置示意图

(4) 护滩措施

为了防止海浪冲刷对海床平整后的区域的不利影响，需采取相关措施进行护滩，本方案采用土工袋护滩技术，具有造价低廉、取材方便、施工简单等优点。沿红树林修复区边缘整理护滩底槽，逐层放置土工布充沙袋，填充沙质含量较高的淤泥。外侧坡度较缓，内侧较陡的不等边梯形，填充结束后表面再覆盖一层土工布。当砂袋老化降解后，红树林根系长成，砂土基本固化，经局部小坍塌即可形成稳定的自然边坡；本工程护滩措施设计使用年限为 5 年。

红树林种植区护滩结构均采用天然袋装泥；泥袋袋体采用聚丙烯编织土工布，护滩施工完成后铺设一层长丝机织土工布；护滩底部进行平整后，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余量不小于 500mm；搭接宽度不小于 200mm 且不应小于 3 个孔格，搭接范围应扎紧；护滩施工完成面标高 +1.25~1.425m，预沉降估计 +0.4m~+0.25m，管护期五年内护滩顶标高不低于 +1.0m；木桩挂围网高约 2.0m，挂网材料采用聚乙烯材料，网目 5X5cm，网绳径 4mm；木桩材料为耐腐蚀松木桩，木桩长 5m，直径 100mm。护滩应分层施工，每层接口位置错开，并注意观测护滩的沉降和位移，观测点观测频率。

木桩护滩措施

最外侧的种植垄建设护滩，以达到消浪护沟的作用，固定种植修复区的边界形状和面积。局部护滩措施采用木桩护滩结构。采用密打木桩的方式并排打两排松木桩，两排松木桩间距 3m，中间用钢筋拉直固定。同一排松木桩桩间距 200mm，靠海的外侧松木桩用土工格栅和土工布包裹，防止泥土流失。选取桩木规格为直径 120mm，长 5m，入水前应进行防腐处理，不得有过大弯曲，不得有蛀孔裂纹。为确保结构稳定，木桩使用方木钻孔并用钢筋绑扎固定，方木规格为 40mm×60mm×3000mm，木桩护滩结构为临时结构，设计使用年限为 5 年。

(5) 北陡标段各区生境营造

①造林一区、二区

红树林滩涂营造工程，造林 1 区斑块面积约 3.78 公顷，其中种植面积约 3.17 公顷；造林 2 区斑块面积约 12.6 公顷，其中种植面积约 8.47 公顷。

②造林三区、四区

红树林滩涂营造工程，造林 3 区斑块面积约 11 公顷，其中种植面积约 7.22

公顷；造林 4 区斑块面积约 3.79 公顷，其中种植面积约 2.68 公顷。

③造林五区、六区

红树林滩涂营造工程，造林 5 区斑块面积约 5.10 公顷，其中种植面积约 3.76 公顷；造林 6 区斑块面积约 10.31 公顷，其中种植面积约 7.46 公顷。

④造林七区、八区

红树林滩涂营造工程，造林 7 区斑块面积约 5.84 公顷，其中种植面积约 4.56 公顷；造林 8 区斑块面积约 9.02 公顷，其中种植面积约 6.43 公顷。

⑤造林九区、十区

红树林滩涂营造工程，造林 9 区斑块面积约 7.97 公顷，其中种植面积约 5.79 公顷；造林 10 区斑块面积约 3.74 公顷，其中种植面积约 2.6 公顷。

⑥造林十一区、十二区

红树林滩涂营造工程，造林 11 区斑块面积约 1.38 公顷，其中种植面积约 1.38 公顷；造林 12 区斑块面积约 13.05 公顷，其中种植面积约 9.94 公顷。

(7) 造林十三区、十四区

红树林滩涂营造工程，造林 13 区斑块面积约 11.11 公顷，其中种植面积约 8.29 公顷；造林 14 区斑块面积约 15.1 公顷，其中种植面积约 11.18 公顷。

(6) 汶村标段各区生境营造

①造林一区、二区

红树林滩涂营造工程，造林 1 区斑块面积约 5.26 公顷，其中种植面积约 3.80 公顷；造林 2 区斑块面积约 4.77 公顷，其中种植面积约 3.38 公顷。

②造林三区、四区

红树林滩涂营造工程，造林 3 区斑块面积约 6.92 公顷，其中种植面积约 6.07 公顷；造林 4 区斑块面积约 1.16 公顷，其中种植面积约 1.16 公顷。

③造林五区、六区

红树林滩涂营造工程，造林 5 区斑块面积约 13.21 公顷，其中种植面积约 9.47 公顷；造林 6 区斑块面积约 19.92 公顷，其中种植面积约 13.00 公顷。

④造林七区、八区

红树林滩涂营造工程，造林 7 区斑块面积约 20.55 公顷，其中种植面积约 14.70 公顷；造林 8 区斑块面积约 18.35 公顷，其中种植面积约 12.11 公顷。

⑤造林九区、十区

红树林滩涂营造工程,造林 9 区斑块面积约 0.70 公顷,其中种植面积约 0.70 公顷;造林 10 区斑块面积约 9.59 公顷,其中种植面积约 6.51 公顷。

⑥造林十一区、十二区

红树林滩涂营造工程,造林 11 区斑块面积约 4.06 公顷,其中种植面积约 2.99 公顷;造林 12 区斑块面积约 11.72 公顷,其中种植面积约 7.53 公顷。

3、红树林种植

(1) 种植方案

按照规范要求,结合工程需要,深栽种植,避免倒伏或暴露根系,能够经受风浪冲击。受海水高盐度、风浪等逆境因素影响,国家验收标准对不同种类树种,采用不同的种植间距。种植规格见表 4.3-7,对于岛状种植区域,外侧种植大苗,内侧种植中苗;对于原泥面种植区,采用中苗种植,种植树种为白骨壤、红海榄、秋茄,潮位较高区域种植桐花、红海榄;种植红树林时,适当保持与潮沟距离。

表 2.3.1-2 苗木种植规格一览表

序号	种植品种	规格
1	秋茄	中苗:株高 50~80cm; 基径 1.5~2.0cm
2	桐花	中苗:株高 40~65cm; 基径 0.8~1.5cm
3	白骨壤	中苗:株高 50~75cm; 基径 0.8~1.5cm
4	红海榄	中苗:株高 60~90cm; 基径 1.5~2.0cm
5	秋茄	大苗:株高>80cm; 基径>2.0cm
6	桐花	大苗:株高>65cm; 基径>1.5cm
7	白骨壤	大苗:株高>75cm; 基径>1.5cm
8	红海榄	大苗:株高>90cm; 基径>2.0cm

种植时去除红树林苗木营养袋,将苗木扶正放入穴中,种植深度比原根际深 2~3cm,压实、舒根、填平。苗木种植后应用竹竿扶植固定,减轻风浪的影响,防止苗木被海浪带走。种植穴规格 50cm×50cm×50cm,以保证苗木根系发育所需营养物质需求,提高红树苗木成活率。

苗木旁插植竹竿,绑在一起,固定苗木。竿插入土深度 50cm 以上。大苗固定竹竿长 2m,中苗固定竹竿 1.5m。

(2) 苗木规格

不同种红树苗木高度有所差异,分大、中苗。为了为快速适宜种植环境,原泥面种植区选用中苗,起垄种植区外侧垄带选用大苗,内侧垄带种植中苗,以增

强红树林根部的固土能力，减少因海浪所引起的泥土流失。要求种植苗木健壮、无病害，苗木土球采用海泥。

4、维护管理

本工程幼林管护期 5 年，管护期内应采取以下有效措施对新造苗木维护管理。

(1) 初期管护

1) 苗木旁插植竹竿，竿插入土深度 50cm 以上，并捆于一起，提高幼苗的抗倒伏的能力，尽量避免台风季节新植红树林树苗被风浪冲倒或卷走。

2) 红树林营造区域需加强红树幼林的抚育管理，至少封滩 2 年，实行全封育林，禁止工程区域任何人员活动和船只进入。

3) 保护围网以保护工程区域苗木，定期清理缠绕和覆盖在幼苗、幼树上的垃圾、杂物等漂浮物。

4) 定期对倒伏、根部暴露、倒伏等受损的幼苗、幼树进行必要的修补、扶正、培土和保护。对成活率低于 70%的要进行适当补植。

(2) 干旱期措施

干旱引起土壤盐渍化问题，水域盐度的提高。在较高盐胁迫作用下，红树林生长会受到不良的影响，容易造成植物矮化、叶色枯黄，同时高盐度的环境下，藤壶更易生长。需进行适当补水，注意巡查，清理异物。

(3) 有害生物防治

1) 设置监测点进行监测和预报，建立专职或兼职防治队伍，及早发现、防治病虫害和有害生物，定期清理种植区存在的漂浮物和其他杂物。出现病虫害时，优先考虑采取人工清除或捕杀的方法。

2) 防止招潮蟹及老鼠等动物的啃食，必要有地方增设围网进行保护。

(4) 污染控制和台风应对

1) 严格控制污水直接排入红树林区域，保证水质稳定。控制种植区养殖分布，减小人为活动对红树林生长的影响。

2) 台山高发热带气旋。台风等极端气候影响红树林生长，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。

（5）破坏防范

工程区域有讨小海习惯的群众，也会对幼林地造成破坏。应加强巡查管护，在主要通道路口竖立标牌和保护标志牌。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教育，防止人为破坏行为出现。

（6）防风浪措施

种植区域外侧设置一排竹桩进行防风挡浪，为后侧红树林苗木提供良好的生存空间。竹桩长 5m，直径 100mm，采用密打形成竹排，竹排顶高比护滩措施项高高出至少 1m 以上。

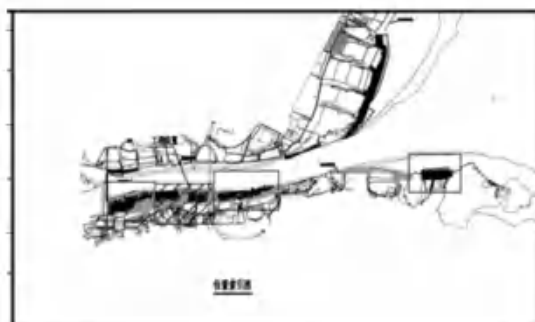
5、红树林滩涂造林工程量表

表 2.3.1-3 北陡标段红树林滩涂造林工程量表

序号	工程内容	单位	数量	备注
一	互花米草清除			
1.1	互花米草刈割	m ²	196700.00	
1.2	互花米草翻根	m ²	19670.00	
1.3	互花米草上岸处理	m ²	19670.00	运距 15 公里
一	护滩措施			
2.1	400g/m ² 泥袋土工布	m ²	285011.42	400g/m ² , 聚丙烯编织土工布
2.2	400g/m ² 长丝机织土工布	m ²	79029.48	
2.3	铺设土工格栅	m ²	154686.30	双向 40KN/m 拉伸塑料土工格栅
2.4	挂网木桩	m ³	1077.44	长 5m, 尾径 100mm
2.5	挂网面积	m ²	46236.5	
2.6	泥袋填筑土方	m ³	43867.87	取自水道 (运距 1km 以内)
2.7	木桩护滩措施回填土	m ³	27051.56	取自水道 (运距 1km 以内)
2.8	直立木桩	m ³	7230.76	直径 120mm, 每根长 5m
2.9	横向固定圆木	m ³	437.96	直径 100mm, 每根长 5m
2.10	8mm 钢筋	m	28154.70	
三	填泥造滩			
3.1	滩涂清理	m ²	1137889.27	清表厚度暂定 5cm
3.2	造滩+摊铺整平	m ³	700895.90	取自水道 (运距 1km 以内)
3.3	防污帘安装			
3.4	尼龙绳网及安装	m	9888.95	
3.5	防污帘制作及安装	m ²	9888.95	400g/m ² , 宽 1m
3.6	C20 砼块预制	m ³	138.45	单块 0.043m ³ , 间距 3m
3.7	圆筒型泡沫 500×500mm	套	6625.00	
四	红树林苗木种植			
4.1	秋茄 (中苗: 株高 50~80cm; 基径 1.5~2.0cm)	株	210208	含 30% 补种量
4.2	桐花 (中苗: 株高 40~65cm; 基径 0.8~1.5cm)	株	82629	
4.3	白骨壤 (中苗: 50~75cm; 基径 0.8~1.5cm)	株	230766	
4.4	红海榄 (中苗: 株高 60~90cm; 基径 1.5~2.0cm)	株	108546	
4.5	榄李 (中苗: 株高 60~90cm; 基径 1.0~1.5cm)	株	7969	
4.6	秋茄 (大苗: 株高 >80cm; 基径 >2.0cm)	株	13627	
4.7	桐花树 (大苗: 株高 >65cm; 基径 >1.5cm)	株	77907	
4.8	白骨壤 (大苗: 株高 >75cm; 基径 >1.5cm)	株	31897	
4.9	红海榄 (大苗: 株高 >90cm; 基径 >2.0cm)	株	128245	
4.10	木榄 (大苗: 株高 >90cm; 基径 >2.5cm)	株	51245	
4.11	榄李 (大苗: 株高 >90cm; 基径 >1.5cm)	株	1634	
4.12	苗木运输	株	2363	
4.13	苗木固定材料	株	947035	竹竿长 2 m, 直径 2cm
4.14	苗木现场转运	株	947035	运距 500m
4.15	苗木基肥	t	947035	15g/株
五	红树林管护			
5.1	保护标志牌	块	20.00	500mm×300mm, 石板材
5.2	项目介绍标识牌	块	5.00	4000mm×2400mm, 石板材
5.3	周边社区宣传	年	3.00	
5.4	看护人工	月	60.00	人数 5 人

表 2.3.1-4 汶村标段红树林滩涂造林工程量表

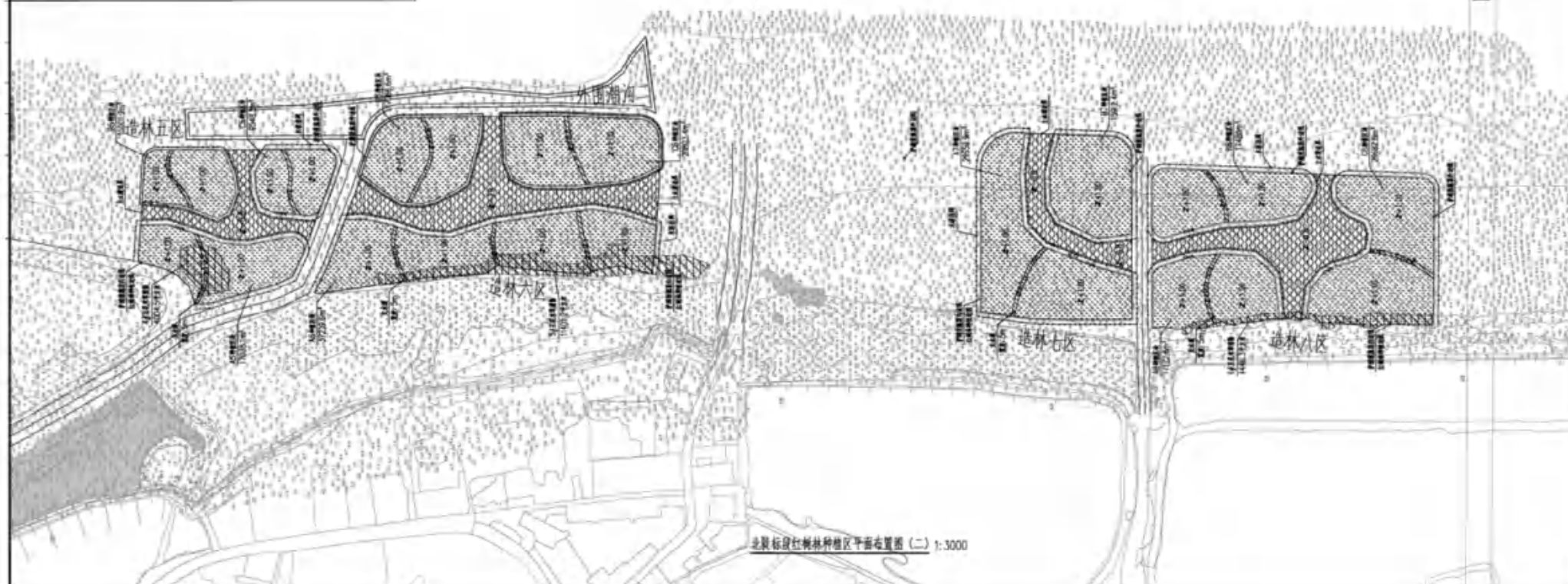
序号	工程内容	单位	数量	备注
一	互花米草清除			
1.1	互花米草刈割	m ²	169574.00	
1.2	互花米草翻根	m ²	169574.00	
1.3	互花米草上岸处理	t	169.57	运距 15 公里, 1kg/m ²
一	护滩措施			
2.1	400g/m ² 泥袋土工布	m ²	291626.137	400g/m ² , 聚丙烯编织土工布
2.2	400g/m ² 长丝机织土工布	m ²	78350.78	
2.3	铺设土工格栅	m ²	150536.44	双向 40KN/m 拉伸塑料土工格栅
2.4	挂网木桩	m ³	1101.63	长 5m, 尾径 100mm
2.5	挂网面积	m ²	47144.4	
2.6	护滩措施直立木桩	m ³	7812.222	长 5m, 尾径 120mm
2.7	护滩措施横向木桩	m ³	466.8279	长 5m, 尾径 100mm
2.8	泥袋填筑土方	m ³	46399.59	取自水道 (运距 1km 以内)
2.9	木桩护滩措施回填土	m ³	28200.216	取自水道 (运距 1km 以内)
2.10	8mm 钢筋	m	30010.37	
三	填泥造滩			
3.1	滩涂清理	m ²	1162176.70	清表厚度暂定 5cm
3.2	造滩+摊铺整平	m ³	589718.79	取自水道 (运距 1km 以内)
3.3	防污帘安装			
3.4	尼龙绳网及安装	m	10334.60	
3.5	防污帘制作及安装	m ²	10334.60	400g/m ² , 宽 1m
3.6	C20 砼块预制	m ³	144.68	单块 0.043m ³ , 间距 3m
3.7	圆筒型泡沫 500×500mm	套	6924.18	
四	红树林苗木种植			
4.1	秋茄 (中苗: 株高 50~80cm; 基径 1.5~2.0cm)	株	171099	含 30% 补种量
4.2	桐花 (中苗: 株高 40~65cm; 基径 0.8~1.5cm)	株	43155	含 30% 补种量
4.3	白骨壤 (中苗: 50~75cm; 基径 0.8~1.5cm)	株	18795	含 30% 补种量
4.4	红海榄 (中苗: 株高 60~90cm; 基径 1.5~2.0cm)	株	169555	含 30% 补种量
4.5	秋茄 (大苗: 株高 >80cm; 基径 >2.0cm)	株	253987	含 30% 补种量
4.6	桐花树 (大苗: 株高 >65cm; 基径 >1.5cm)	株	18987	含 30% 补种量
4.7	白骨壤 (大苗: 株高 >75cm; 基径 >1.5cm)	株	177792	含 30% 补种量
4.8	红海榄 (大苗: 株高 >90cm; 基径 >2.0cm)	株	11566	含 30% 补种量
4.9	苗木运输	株	864936	
4.10	苗木固定材料	株	864936	竹竿长 2 m, 直径 2cm
4.11	苗木现场转运	株	864936	运距 500m
4.12	苗木基肥	t	12.97	15g/株
五	红树林管护			
5.1	保护标志牌	块	24.00	500mm×300mm, 石板材
5.2	项目介绍标识牌	块	5.00	4000mm×2400mm, 石板材
5.3	周边社区宣传	年	5.00	
5.4	看护人工	月	60.00	人数 5 人

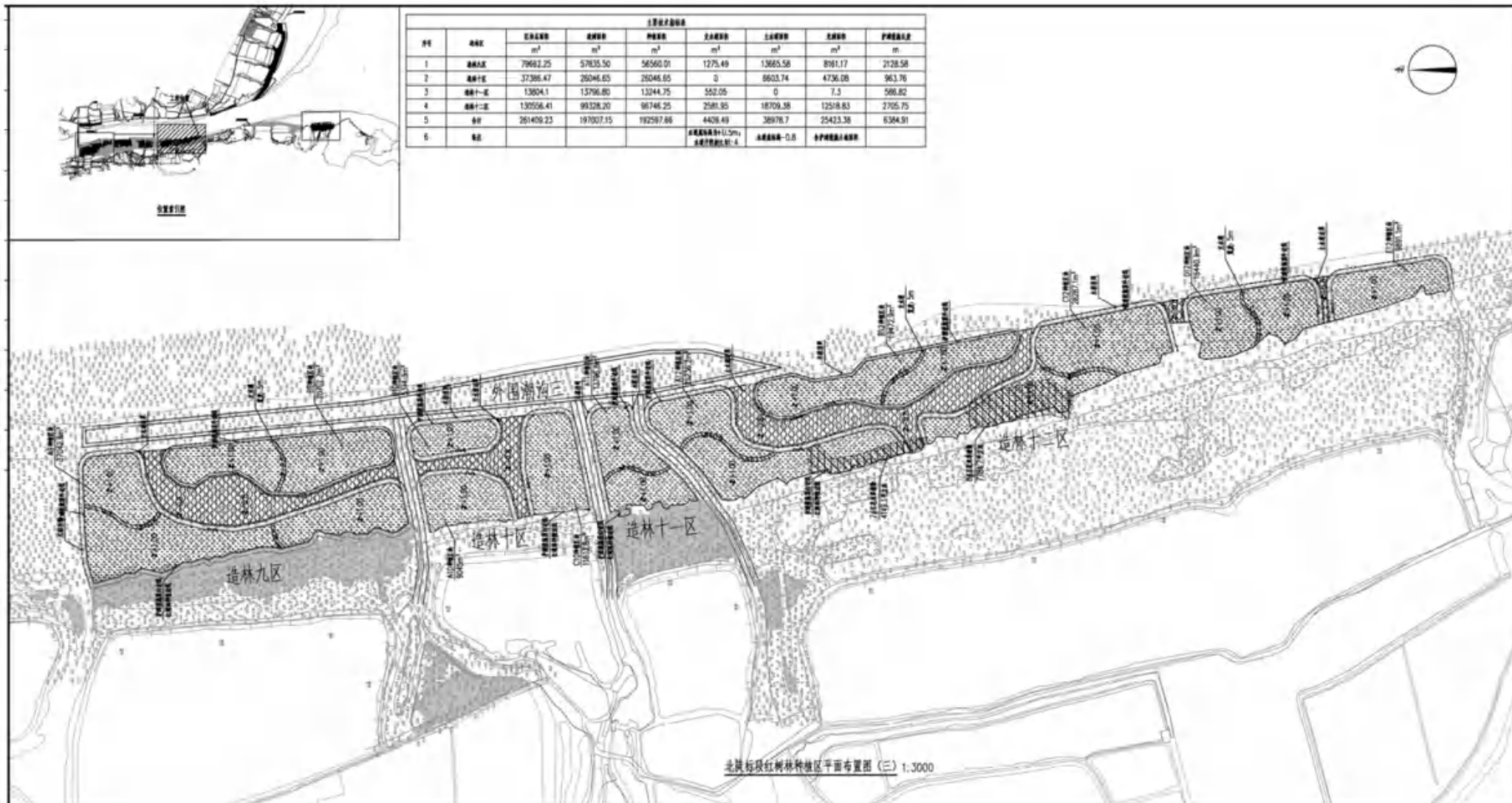


主要苗木统计表							
序号	苗木	苗木数量	苗木规格	苗木数量	苗木规格	苗木数量	苗木规格
1	苗木1	50864.5	37587.80	36057.68	1530.12	7268.12	6128.58
2	苗木2	103074.07	75079.80	72713.41	2368.19	20194.44	7800.03
3	苗木3	58400.97	45072.30	45053.87	518.43	7758.49	5069.18
4	苗木4	80792.03	64291.40	62843.24	1448.16	18204.47	7696.16
5	苗木5	30261.57	222531.1	219688.2	3862.9	53426.52	29693.95
6	苗木6				苗木数量: 11.5m	苗木规格: 0.8	苗木数量: 1.8m



国道G228建设线位





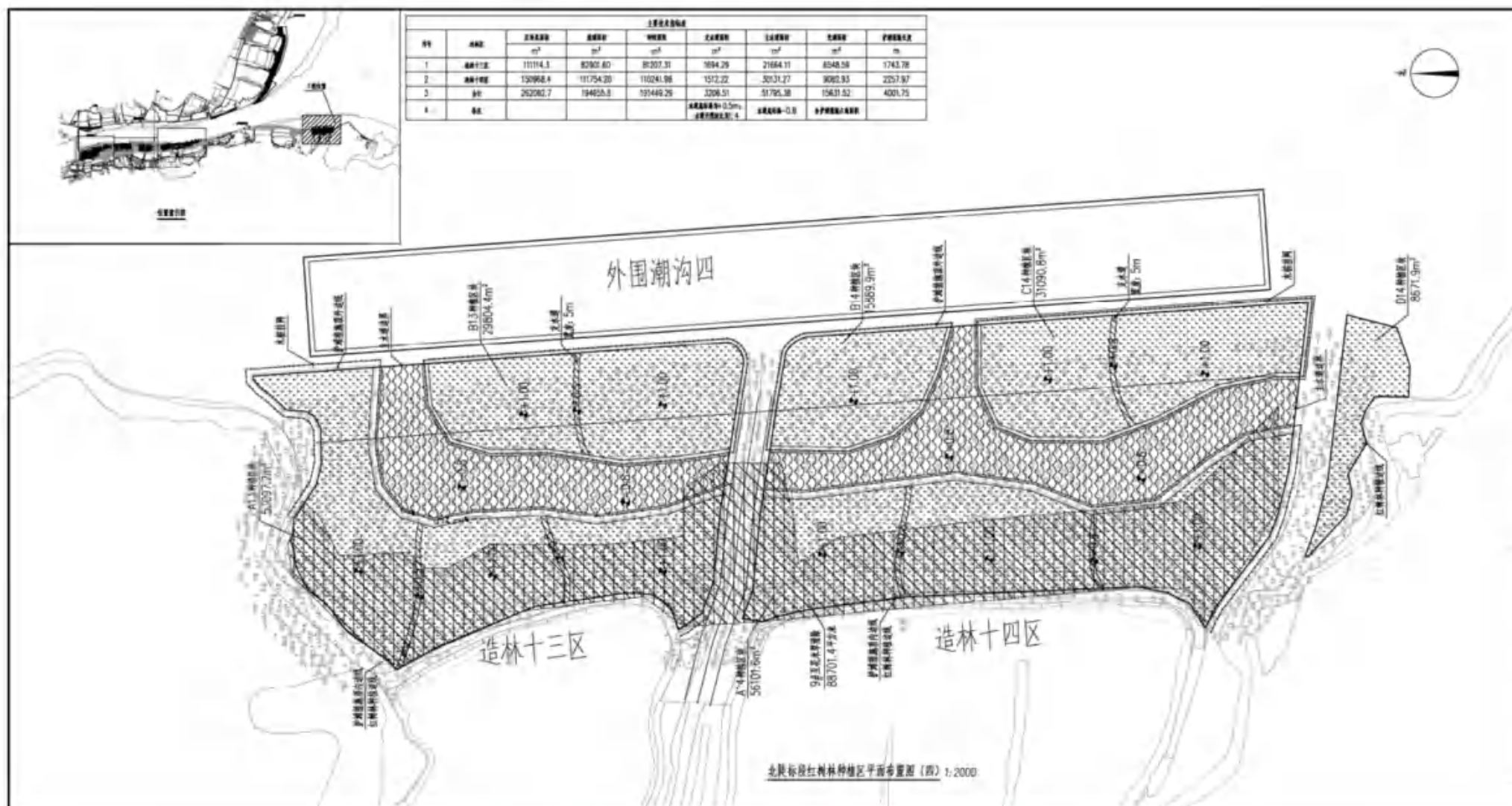
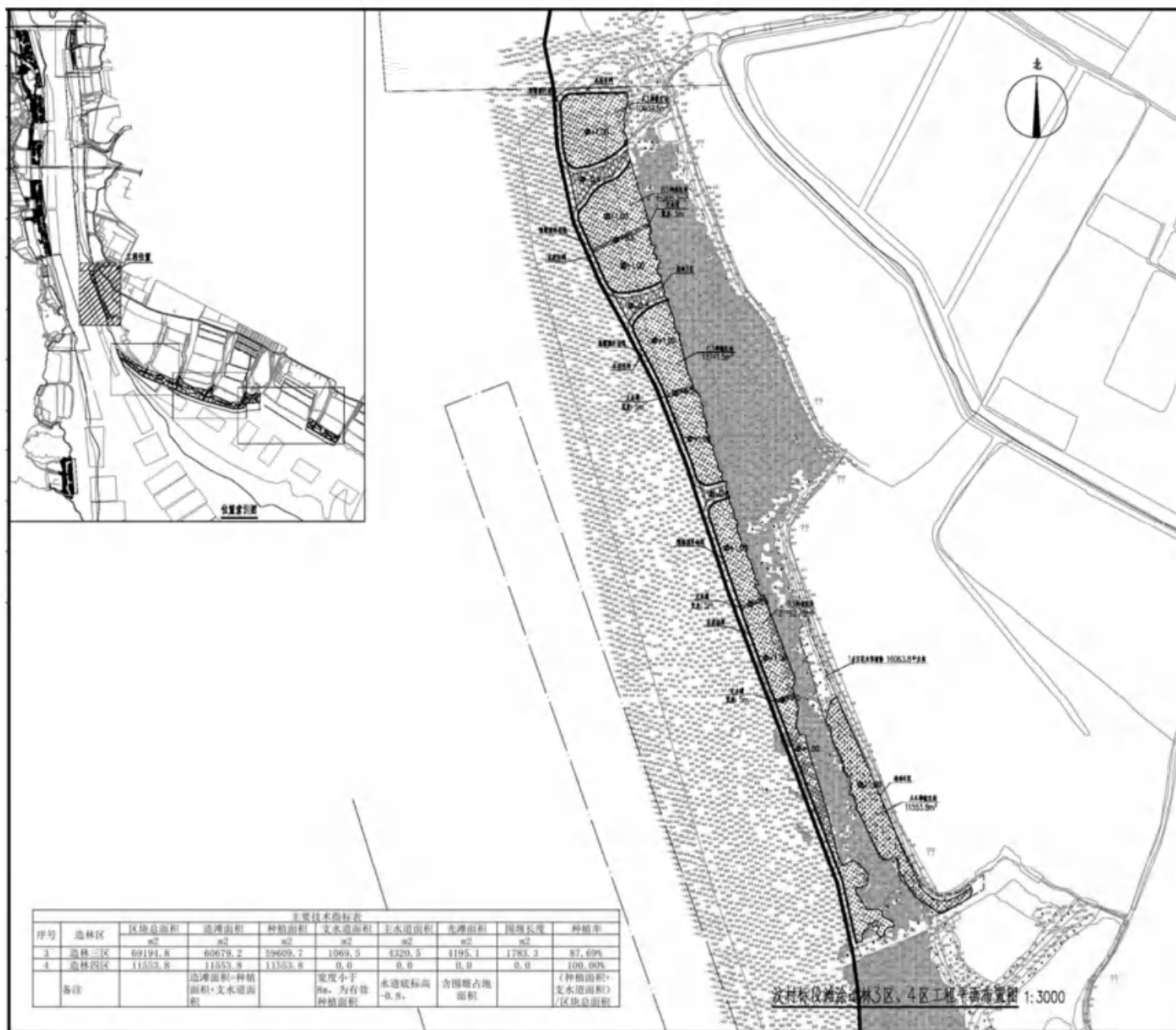
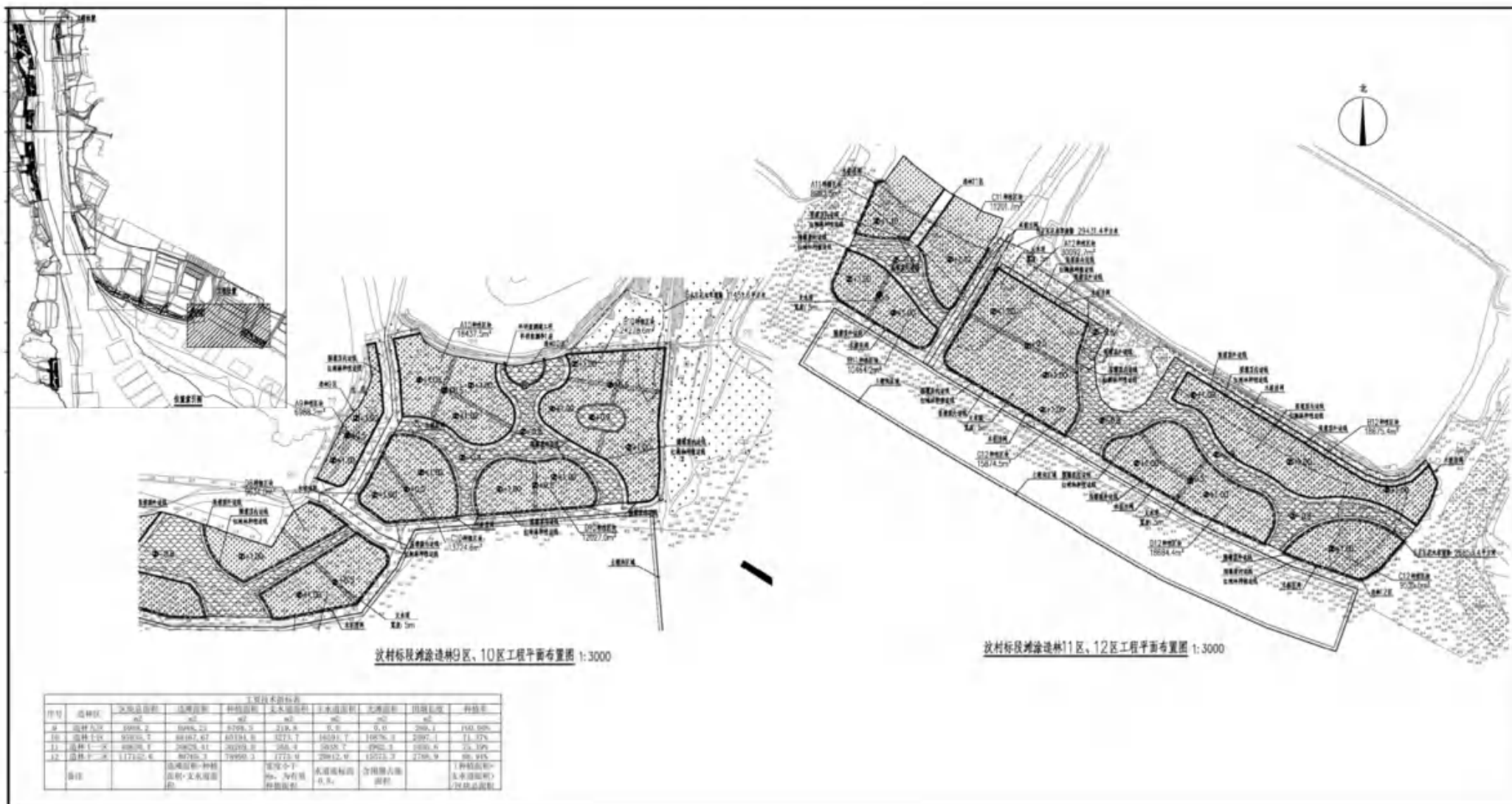


图 2.3.1-2 北陡标段滩涂造林工程平面布置图

注：1、图中高程基准采用 1985 国家高程基准，平面坐标采用 2000 国家大地坐标系；2、北标段红树林地造标高为+1.0m；3、红树林试验区设置主水道，主水道底高程为-0.8m，水道底宽 2m，坡比为 1:5，各种植斑块内部设置支水道，支水道顶宽 8m，坡比为 1:4，底高程为+0.5m。







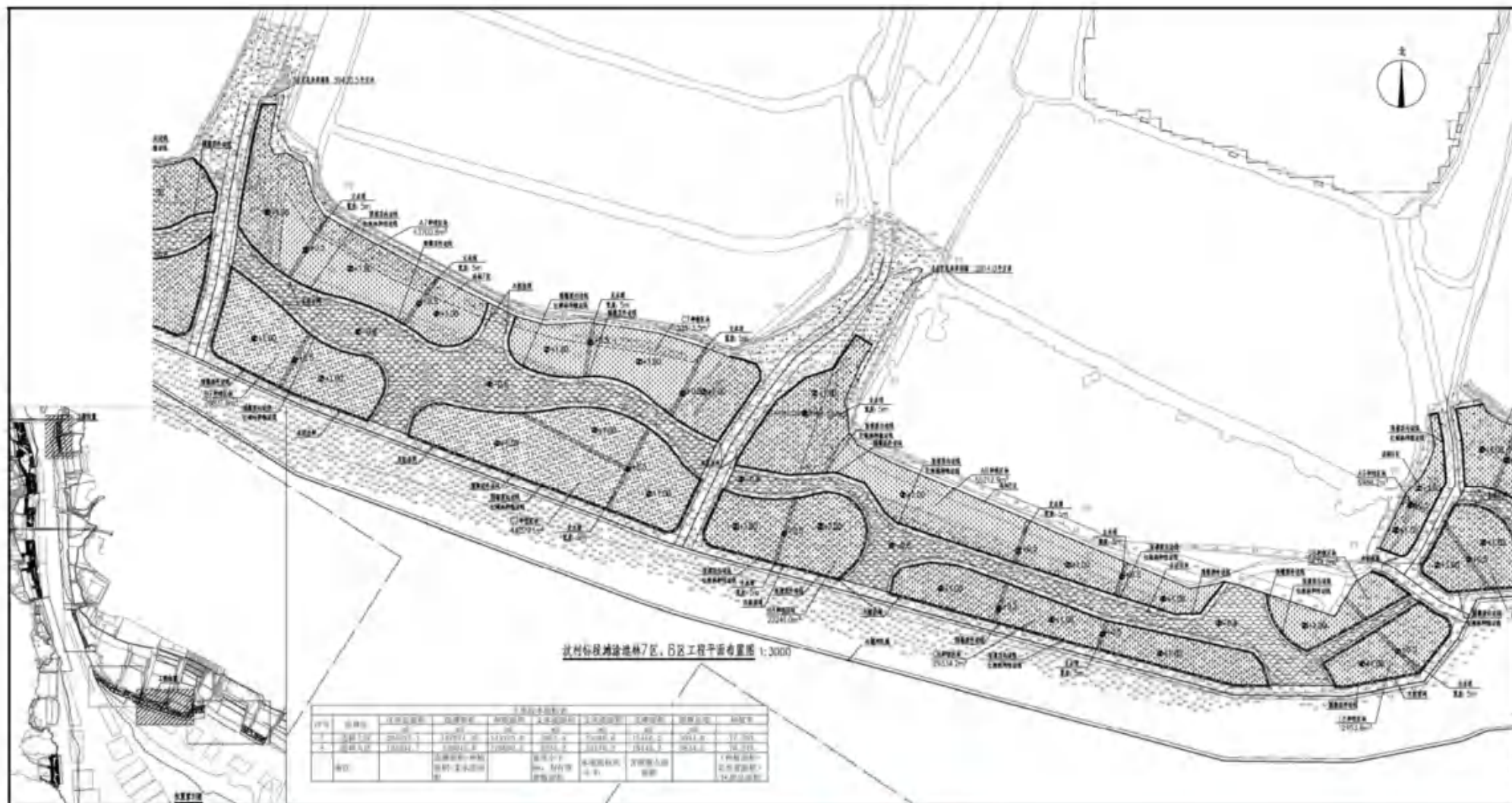
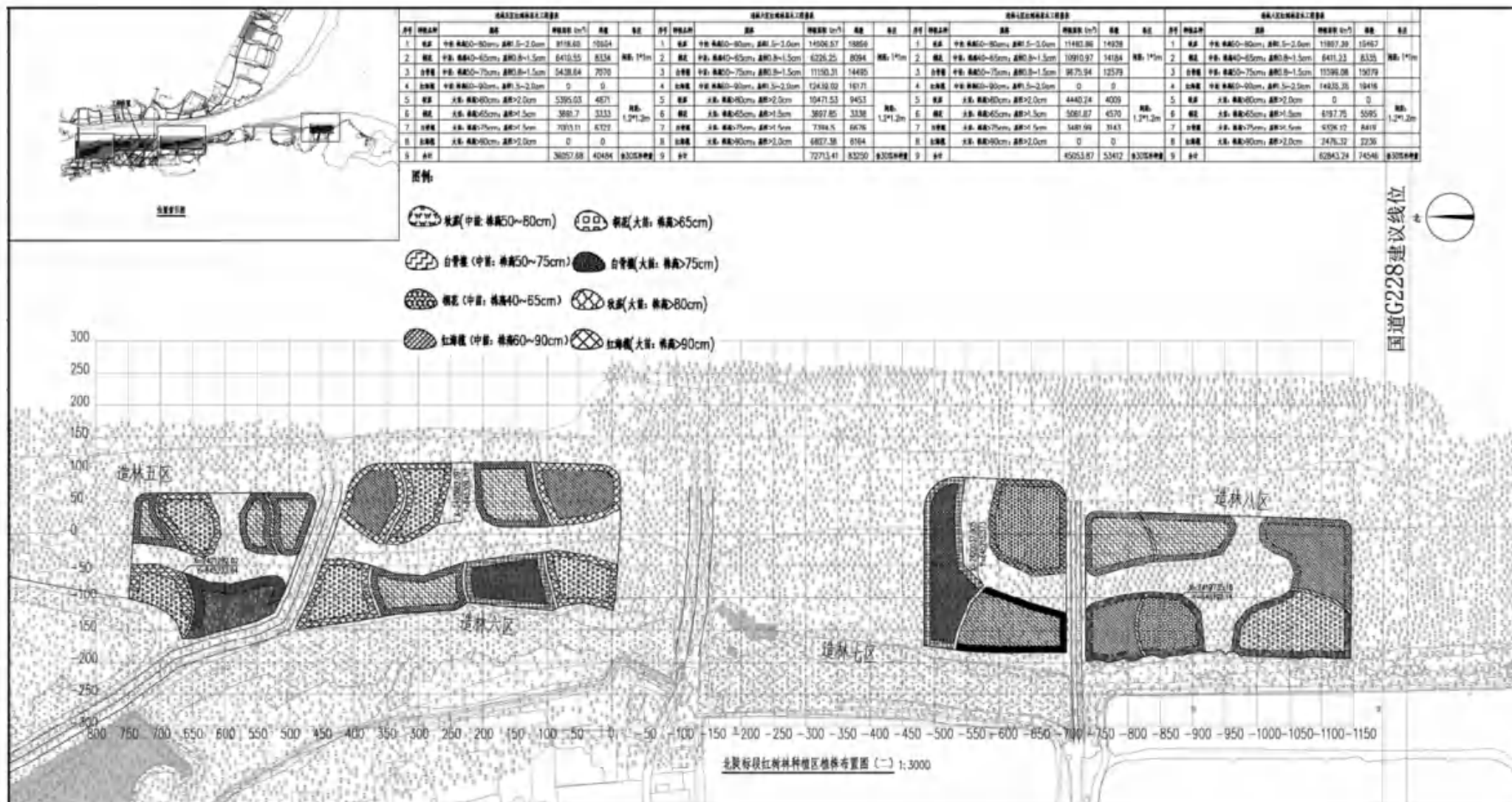


图 2.3.1-3 汶村标段滩涂造林工程平面布置图

注：1、图中高程基准采用 1985 国家高程基准，平面坐标采用 2000 国家大地坐标系；2、汶村段红树林地造标高为+1.0m；3、红树林试验区设置主水道，主水道底高程为-0.8m，水道底宽 2m，坡比为 1:5，各种植斑块内部设置支水道，支水道顶宽 8m，坡比为 1:4，底高程为+0.5m。



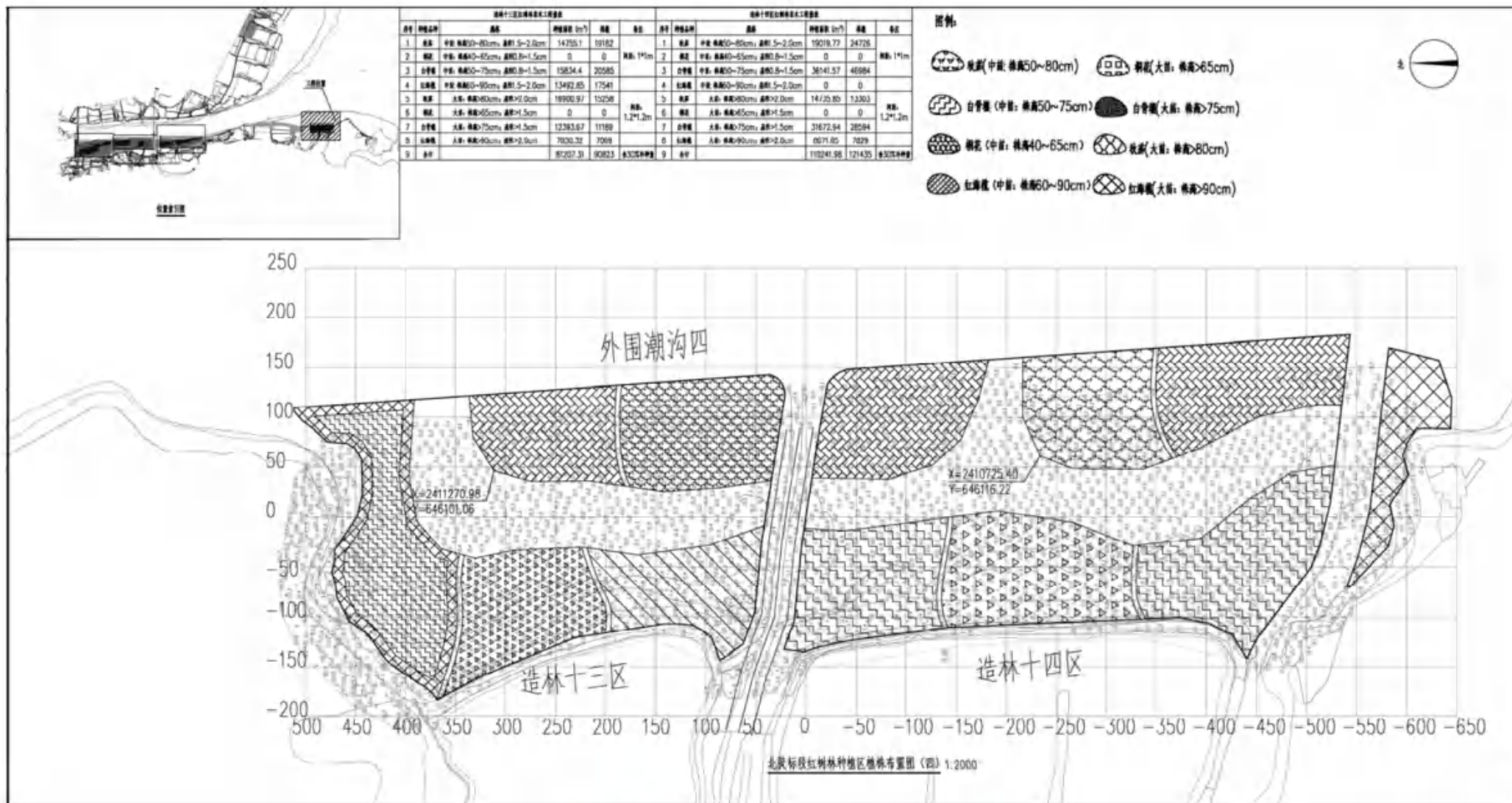
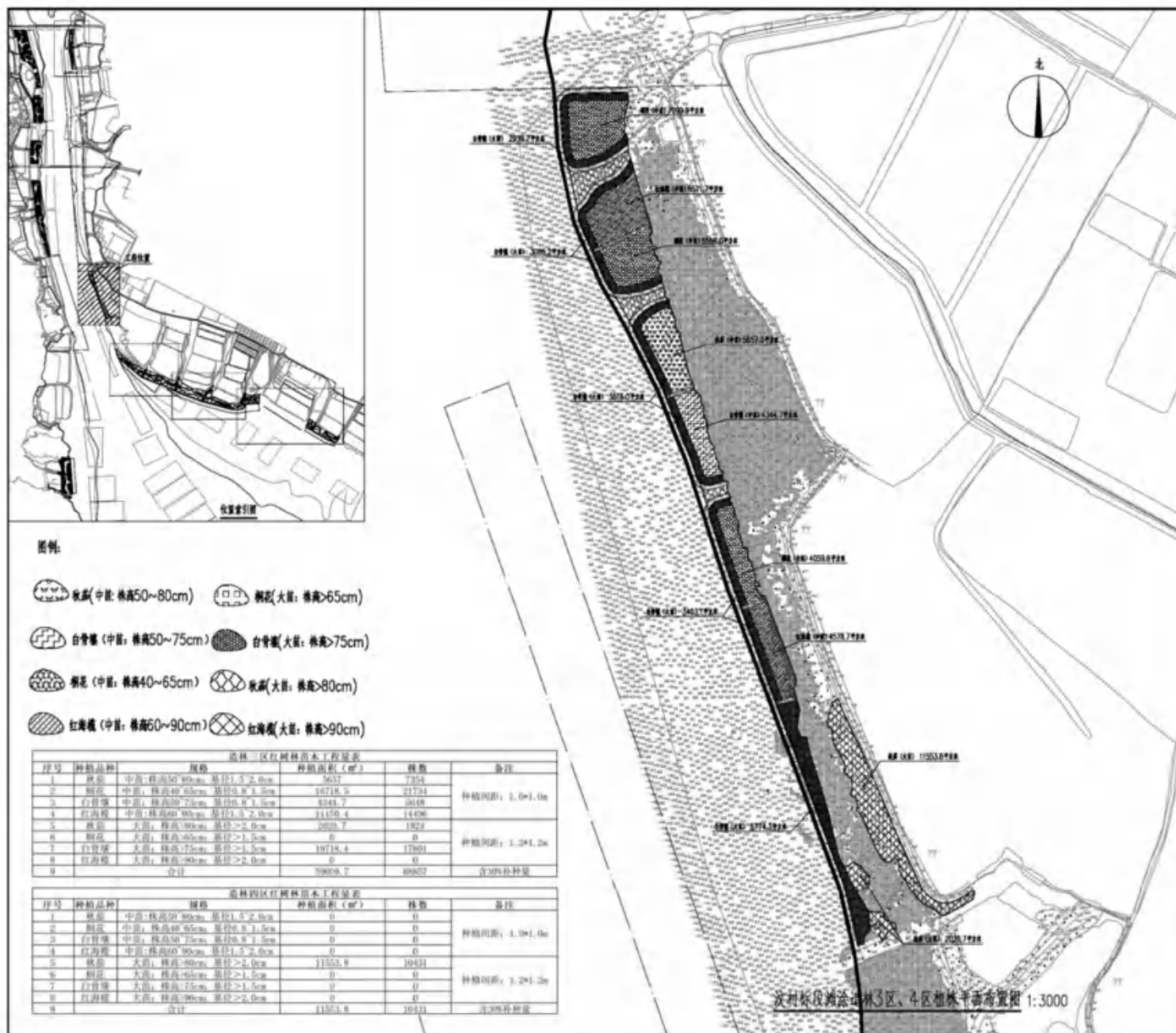
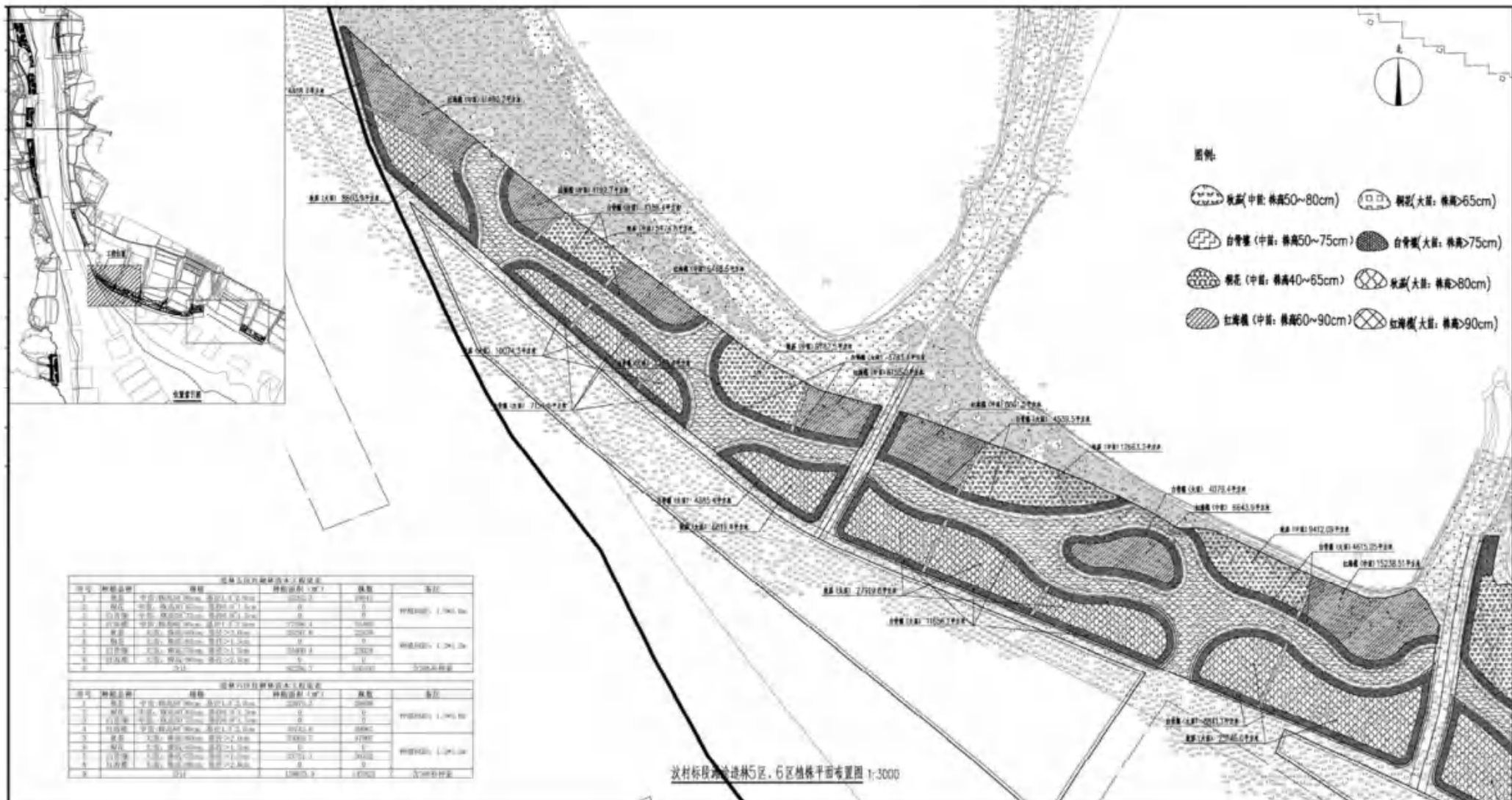
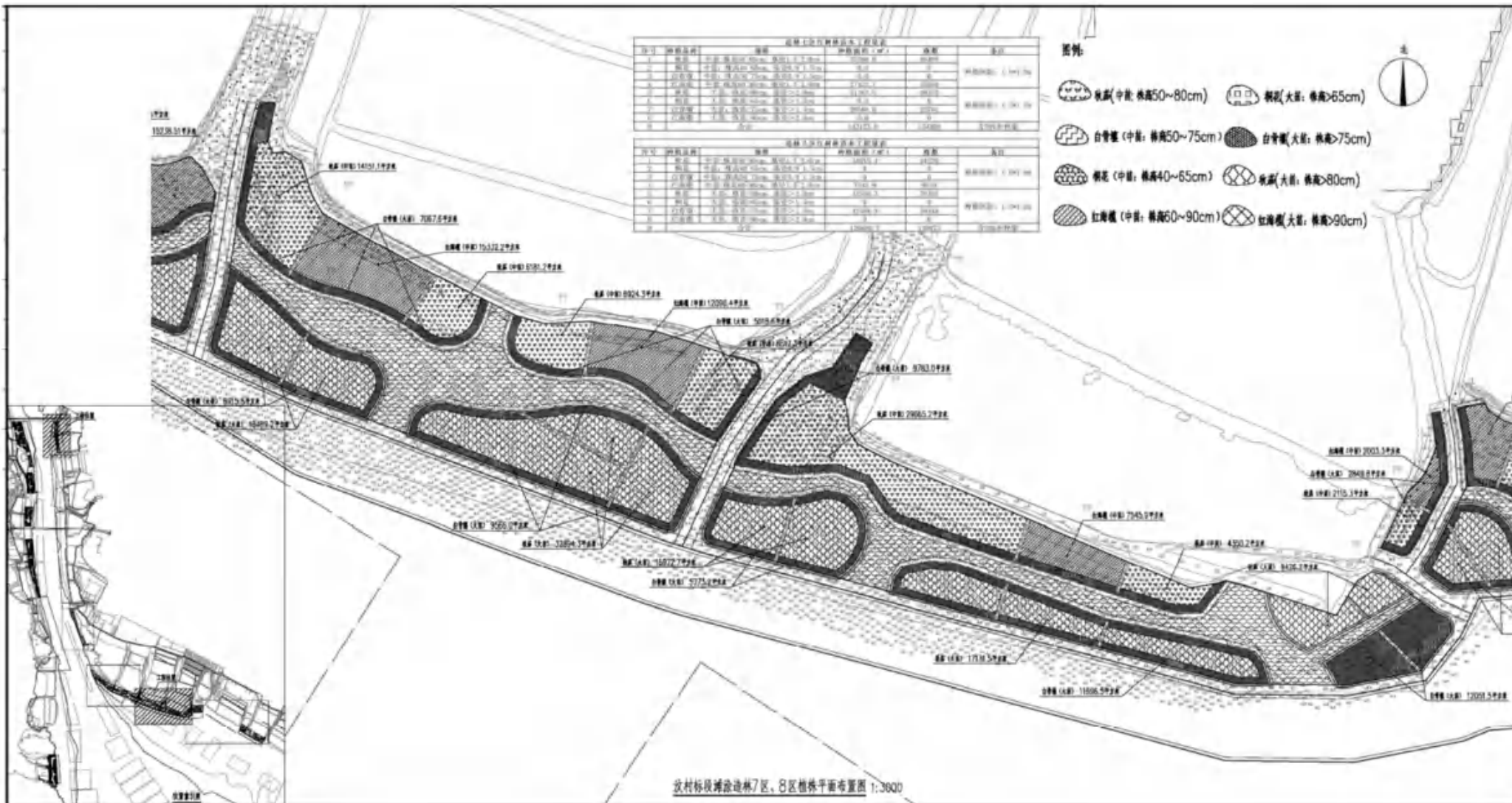
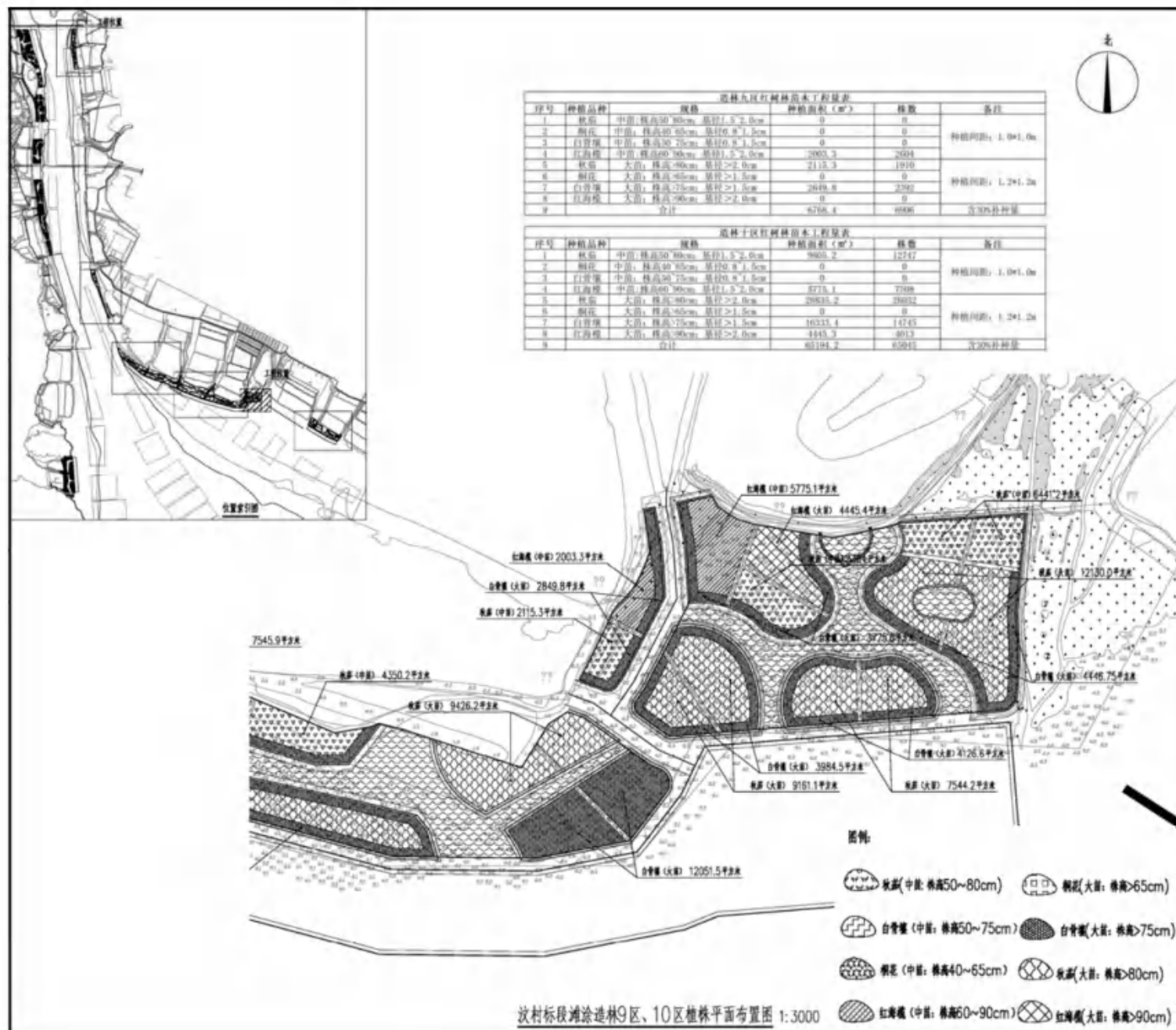


图 2.3.1-4 北陡标段滩涂造林植株布置图









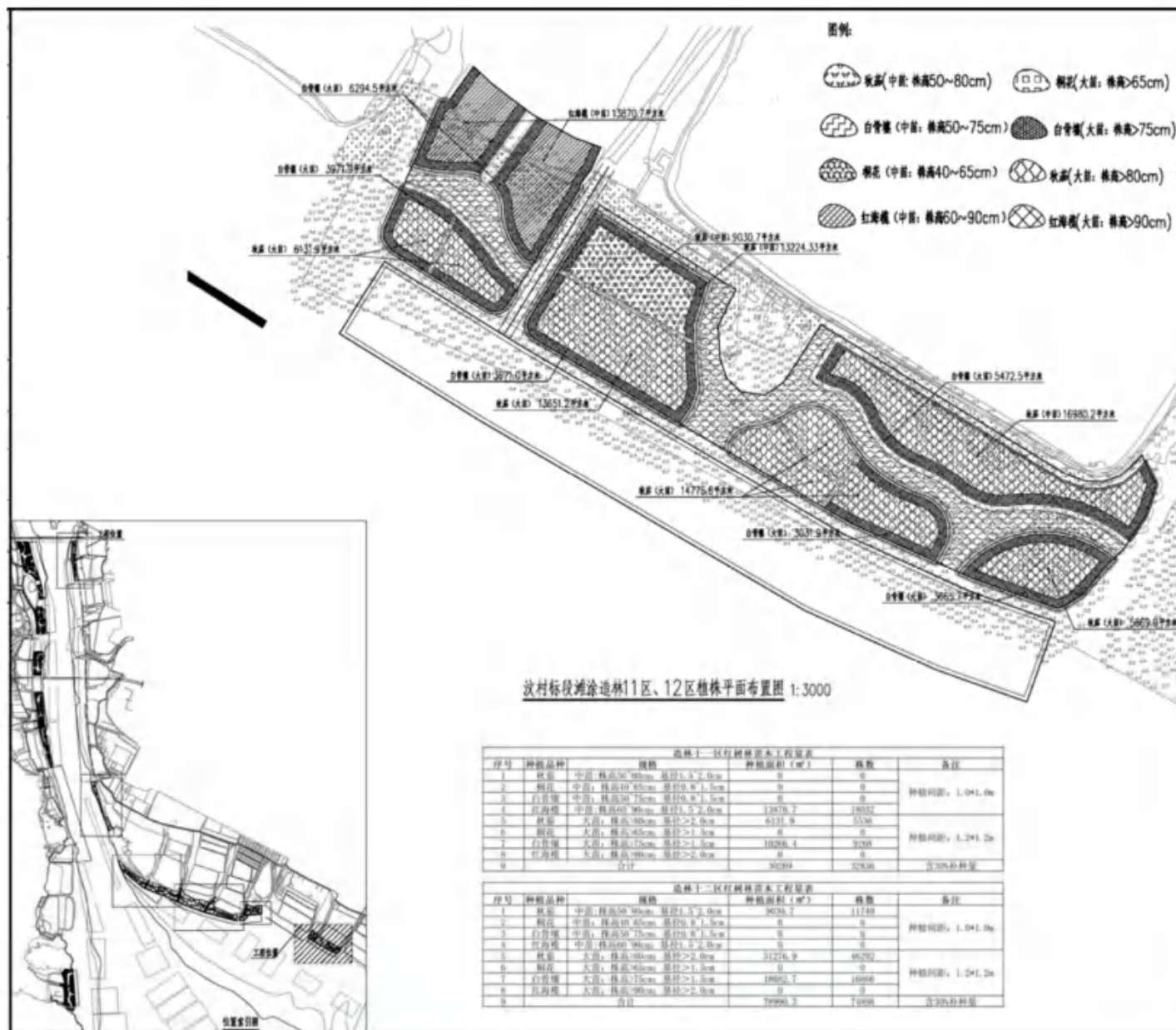


图 2.3.1-5 汶村标段滩涂造林植株布置图

2.3.2 红树林修复工程方案

坚持自然修复为主、人工修复为辅的方针，分类施策开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复，特别是对人工纯林、有害生物入侵、生境退化的红树林等进行抚育，采取树种改造、有害生物清除、潮沟和光滩恢复等措施，对红树林生态系统进行修复，提高生物多样性，提高红树林生态系统的稳定性和完整性，实现红树林可持续发展。

1、鱼藤防治

(1) 鱼藤主要危害

鱼藤（学名：*Derris trifoliata* Lour.）是豆科鱼藤属植物，攀援状灌木。在以桐花树为优势种的群落，鱼藤攀附于桐花树顶部，产生大量的分枝并生长出浓密的叶子，直至完全覆盖所攀附的桐花树，并蔓延到周边的桐花树，形成由点辐射状扩大的深绿色斑块。随着时间的推移，被覆盖的桐花树逐渐枯萎、死亡并塌陷，覆盖于其上的鱼藤也随之塌陷落入水中，经长时间浸泡，鱼藤的叶子脱落、部分茎或枝条也枯萎。被鱼藤覆盖的桐花树群落，通常从中心开始塌陷、消亡，并形成半径越来越大的被“吞噬”后的斑块，而在斑块的周边仍能看到浓绿的鱼藤以及逐渐枯萎的桐花树。桐花树为典型的阳性物种，受鱼藤攀缘覆盖影响，桐花树光合作用被严重抑制，最后枯萎而死，而鱼藤因失去依附而被长期浸泡，枝叶也枯萎，但主茎因具有蔓地生根的特性，仍能存活。受鱼藤危害，红树林面积退化萎缩，严重破坏了湿地生态系统。

(2) 鱼藤清除治理

当鱼藤形成连片分布会导致红树植物死亡，应采取如下措施清除鱼藤危害：

- ①在鱼藤花果期（4~6月）之前，对鱼藤地上部分进行割剪，减少种子扩散。
- ②宜在11月~次年2月，连根挖除鱼藤植株，减少无性繁殖扩散。

2、薇甘菊防治

(1) 薇甘菊主要危害

薇甘菊（学名：*Mikania micrantha* Kunth），也称小花蔓泽兰或小花假泽兰，是菊科多年生草本植物或灌木状攀缘藤本。薇甘菊已被列为世界上最有害的100种外来入侵物种之一，也列入了中国首批外来入侵物种。

薇甘菊是多年生藤本植物，在其适生地攀援缠绕于乔灌木植物，重压于其冠

层顶部，阻碍附生植物的光合作用继而导致附主死亡，在中国，薇甘菊主要危害天然次生林、人工林，主要对当地 6-8 米以下的几乎所有树种，尤其对一些郁闭度小的林分危害最为严重。于薇甘菊的快速生长，茎节随时可以生根并繁殖，快速覆盖生境，且有丰富的种子，能快速入侵，通过竞争或他感作用抑制自然植被和作物的生长。疏林树木、林缘木被薇甘菊缠绕，会出现枝枯、茎枯现象，呈现明显的逆行演替趋势。

（2）薇甘菊清除治理

薇甘菊防治主要采用人工持续清除、专杀除草剂化学防治，引入田野菟丝子、种植遏制薇甘菊生长的速生树种和利用天敌防治等方法。为保护现有红树林，本工程红树林修复只考虑人工清除薇甘菊。人工清除方法主要包括：

①在薇甘菊散生型发生地，主要是指新入侵发生地和已有实施除治的再发生地，其特征是单株相对独立生长，在春季、夏初，薇甘菊藤蔓较短时将其连根拔除，连续进行 3~4 次。

②对于薇甘菊覆盖率较大的发生地，主要是指不适宜采用除草剂除治的地方，在薇甘菊营养生长期，在夏季至种子成熟前（一般为 4~9 月），先清除薇甘菊地上部分的藤蔓，使用刀、枝剪等将上树的薇甘菊藤蔓在离地面 0.5 米处割断，再用铲或锄挖出根部，然后集中烧毁或就地深埋。清理后的区域再次萌发薇甘菊植株时，可按第一种方法进行多次拔根除治。

人工清除的主要技术关键有三个环节：一是人工清除时间在每年的 4-9 月；二是由于薇甘菊的根、茎被折断后遇土遇水可以重新复生为新个体，必须连续清除，每年清除 3 次，切忌偶尔清除一次，又任其再生、扩展；三是人工清除必须尽可能连根拔起，关键是清除根，且人工清除后应将薇甘菊的茎、根集中处理，不得随意堆放，以防其传播。

3、补植

在修枝后形成的较好透光性林分内，种植耐阴乔木型乡土红树植物。林间重新种植原有的树种或引进其他本土树种，维持适宜的密度，有效发挥红树林得到生态功能。

北陡标段红树林修复工程修复面积约 35.16 公顷，其中需要补种面积约 8.91 公顷。汶村标段红树林修复工程修复面积约 2.84 公顷，其中需要补种面积约 2165

平方米。

本项目对现有红树林进行改造修复，苗木宜选择中苗、大苗，苗高 80-130cm，结合现有红树植物密度，林窗或林中空地内种植密度（株距×行距）为：中苗 1.0m×1.0m，大苗 1.2m×1.2m。树种选择木榄等耐阴乔木型乡土红树植物。

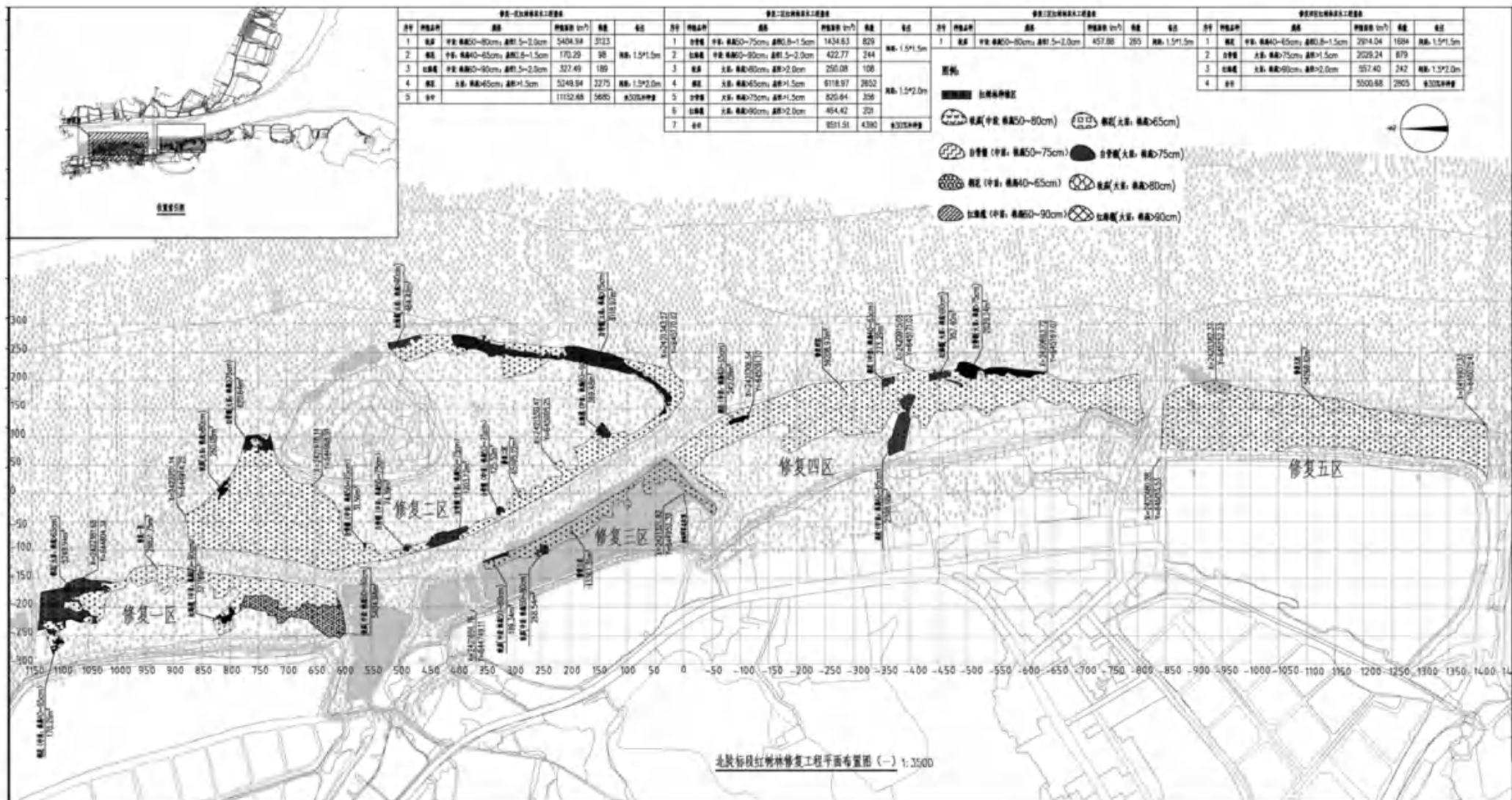
4、红树林修复工程量表

表 2.3.2-1 北陡标段红树林修复工程量表

序号	工程内容	单位	数量	备注
一	苗木修枝	m ²	266290.65	
二	红树林苗木种植			
2.1	秋茄（中苗：株高 50~80cm；基径 1.5~2.0cm）	株	24950	含 30%补种量
2.2	桐花（中苗：株高 40~65cm；基径 0.8~1.5cm）	株	5554	含 30%补种量
2.3	白骨壤（中苗：50~75cm；基径 0.8~1.5cm）	株	4265	含 30%补种量
2.4	红海榄（中苗：株高 60~90cm；基径 1.5~2.0cm）	株	433	含 30%补种量
2.5	秋茄（大苗：株高>80cm；基径> 2.0cm）	株	108	含 30%补种量
2.6	桐花树（大苗：株高>65cm；基径> 1.5cm）	株	6552	含 30%补种量
2.7	白骨壤（大苗：株高>75cm；基径> 1.5cm）	株	1768	含 30%补种量
2.8	红海榄（大苗：株高>90cm；基径> 2.0cm）	株	832	含 30%补种量
2.9	苗木运输	株	44462	
2.10	苗木固定材料	株	44462	竹竿长 2m，直径 2cm
2.11	苗木现场转运	株	44462	运距 500m
2.12	苗木基肥	t	0.67	15g/株

表 2.3.2-2 汶村标段红树林修复工程量表

序号	工程内容	单位	数量	备注
一	苗木修枝	m ²	26249	
二	红树林苗木种植			
2.1	桐花树（大苗：株高>65cm；基径>1.5cm）	株	1407	含 30%补种量
2.2	白骨壤（大苗：株高>75cm；基径>1.5cm）	株	1407	含 30%补种量
2.3	苗木运输	株	2165	
2.4	苗木固定材料	株	2165	竹竿长 2 m，直径 2cm
2.5	苗木现场转运	株	2165	运距 500m
2.6	苗木基肥	t	0.03	15g/株



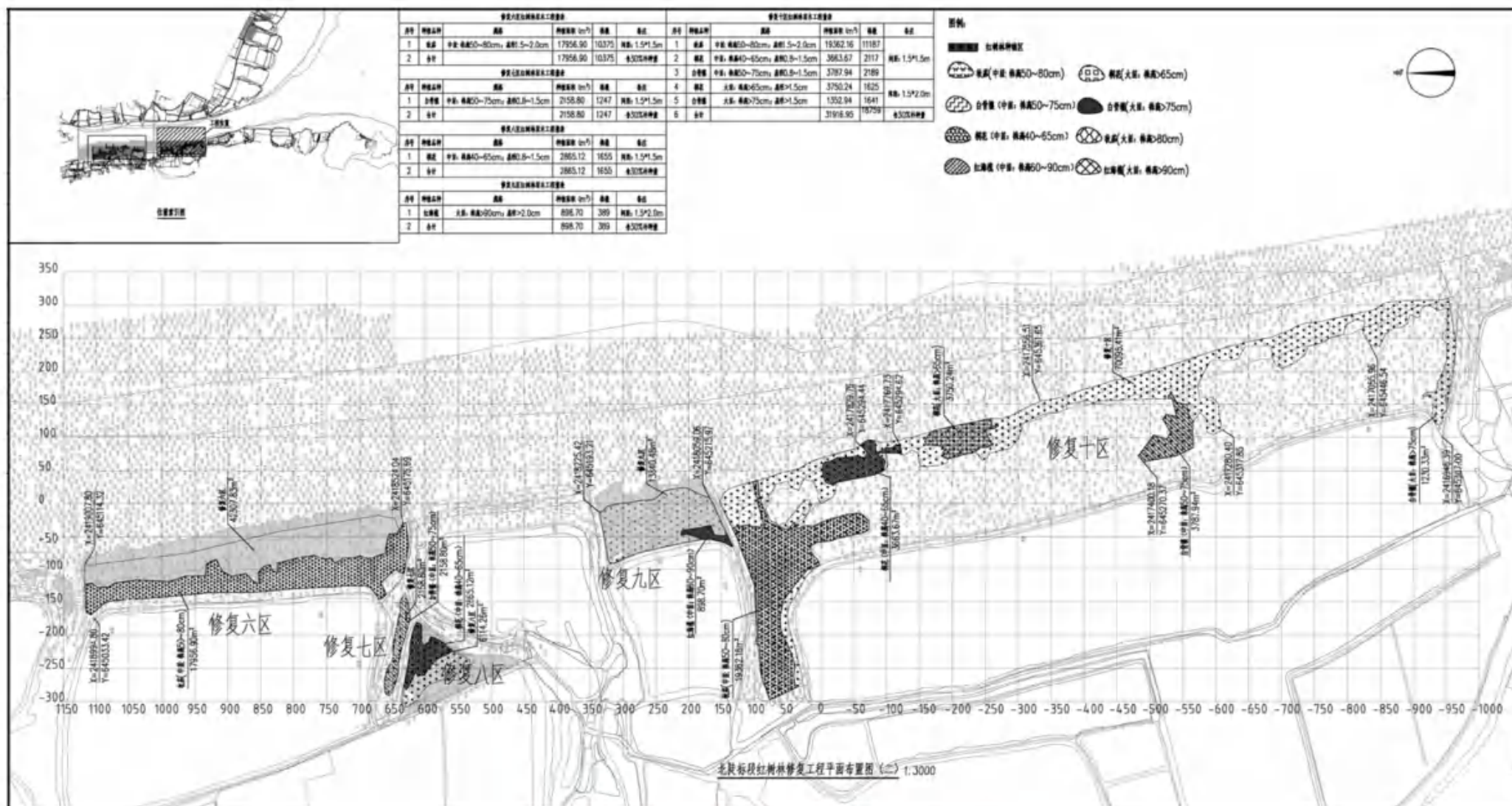


图 2.3.2-1 北陡标段红树林修复工程平面布置图

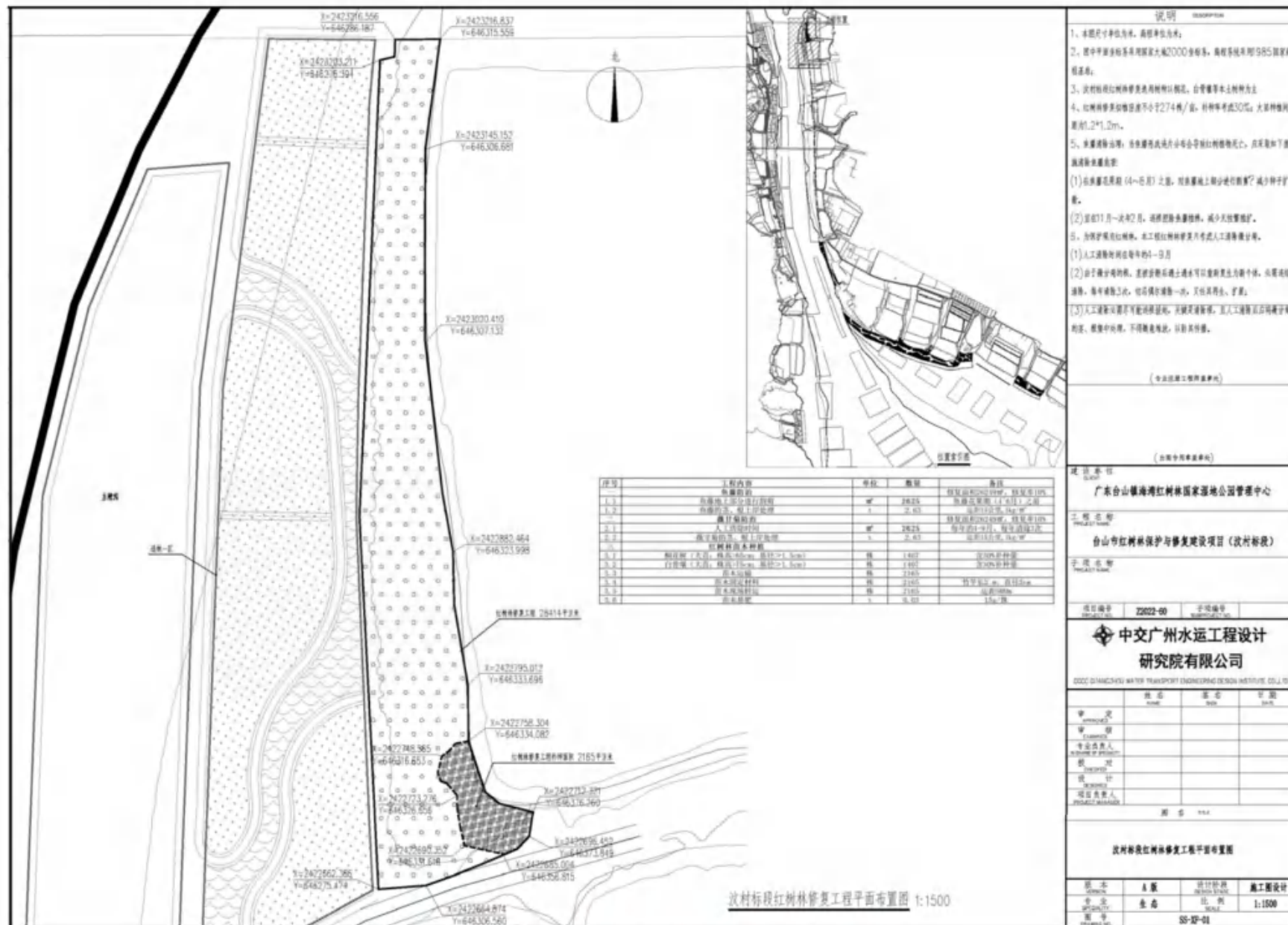


图 2.3.2-2 汶村标段红树林修复工程平面布置图

2.3.3 科研监测道工程

现状红树林生长存在管养不便，局部地块受到外来物种侵蚀，外延滩涂红树林受到海浪侵蚀影响等不利条件。为了加强红树林的管养，在现有成林的红树林及新建的红树林区布置红树林科研监测道。

科研监测栈道两个标段分别建设，其中北陡标段科研监测栈道长约 244 米，汶村标段科研监测栈道长约 105 米。监测栈道面净宽 3m，基础均采用 $\Phi 800\text{mm}$ 灌注桩支承，上部结构采用钢筋混凝土结构；地面塑木面层，设置预制栏杆，净高 1.2m；裸面涂仿木漆处理。本工程拟建的水工建筑物主要包括监测道、木平台及科研监测亭。



图 2.3.3-1 科研监测栈道工程示意图（上为北陡段，下为汶村段）

本工程配套建筑物科研监测亭为二层钢筋混凝土框架结构，以水工平台为基础，北陡标段及汶村标段科研监测亭均为二层钢筋砼框架结构，首层层高为 4.5m，二层层高为 4.0m，屋顶有一个高度为 3.5m 的装饰构架。监测塔外立面为主要使用 100mm×100mm 生态木条，科研监测亭每层均为游客观鸟、游玩使用。

结构方案：

1、北陡标段科研监测道

(1) 曲线段

本工程科研监测道曲线段共分为 5 个结构段，总长为 167.10m，宽度为 3m，曲线布置，接岸 2 个结构段中心线直径 210m，其余 3 个结构段中心线直径 720m。曲线段采用高桩梁板结构形式，下部基桩采用 $\Phi 800\text{mm}$ 灌注桩，间距为 6m；上部为现浇梁板结构，横梁长度为 3m，高度为 1.3m；纵梁平均长度为 33.4m，高度为 0.7m；面板厚度为 0.25m，顶标高为 4.0m。顶面为塑木面层，两侧布置扶手栏杆，高度为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

(2) 1#墩台

本工程共布置 1 座 1#墩台，中心线长度 25m，宽度 3m，环形布置，采用高桩墩台结构形式。1#墩台下部基桩采用 5 根 $\Phi 800\text{mm}$ 灌注桩，对称布置；上部墩台厚度为 0.8m，顶标高为 4.0m。顶面为塑木面层，两侧布置扶手栏杆，高度为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

(3) 2#墩台

本工程共布置 2 座 2#墩台，中心线长度 12.5m，宽度 6m，环形布置，采用高桩墩台结构形式。2#墩台下部基桩采用 6 根 $\Phi 800\text{mm}$ 灌注桩，对称布置；上部墩台厚度为 0.8m，顶标高为 4.0m。顶面为塑木面层，两侧布置扶手栏杆，高度为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

(4) 3#墩台

本工程共布置 2 座 3#墩台，中心线长度 6.5m，宽度 3m，环形布置，采用高桩墩台结构形式。3#墩台下部基桩采用 2 根 $\Phi 800\text{mm}$ 灌注桩，对称布置；上部墩台厚度为 0.8m，顶标高为 4.0m。顶面为塑木面层，两侧布置扶手栏杆，高度为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

2、北陡标段科研监测平台

本工程布置 1 座科研监测平台，直径为 12m，圆形布置，采用高桩墩台结构形式。下部基桩采用 9 根 $\Phi 800\text{mm}$ 灌注桩，对称设置；上部墩台厚度为 0.8m；墩台顶面为塑木面层，外侧布置扶手栏杆，高为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

北陡标段各结构工程量如下：

表 2.3.3-1 北陡标段楼梯结构工程量表

编号	规格	单件长 (mm)	数量	总长 (m)	单位重 (kg/m)	总重 (kg)
1	三级钢，直径 16	4151	10	41.51	1.58	65.59
2	三级钢，直径 16	6000	3	18	1.58	28.44
3	三级钢，直径 16	6424 (平均)	10	64.24	1.58	101.5
4	三级钢，直径 16	7576 (平均)	9	68.18	1.58	107.73
总量			C40 混凝土	3.6m ³	钢筋量	303.26kg

表 2.3.3-2 北陡标段灌注桩工程量

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	水上钻孔平台	m ²	1440	以 1 根桩 24 平计，60 根
2	钢护筒埋设	t	84.17	壁厚 8mm
3	Q4m 淤泥 1	m	420	
4	Q4nm 粉质黏土 41	m	2.5	
5	Q4m 黏土混中砂 42	m	20	
6	全风化花岗岩 71	m	46.8	
7	Q4el 残积土 6	m	88	
8	强风化花岗岩 72	m	126	
9	直径 800 灌注桩，25mmHRB400 钢筋用量	t	63.2	
10	直径 800 灌注桩，10mmHPB300 钢筋用量	t	6.59	
11	直径 800 灌注桩，22mmHRB400 钢筋用量	t	2.84	灌注桩钢筋总量 72.63t
12	直径 800 灌注桩，声测管用量	t	4.77	
13	直径 800 灌注桩，混凝土用量	m ³	493.1	

表 2.3.3-3 北陡标段栏杆工程量

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	栏杆，不锈钢管，边长 60 壁厚 3	kg	2191	
2	栏杆，不锈钢管，直径 48 壁厚 3	kg	1626	
3	栏杆，不锈钢管，直径 30 壁厚 3	kg	5809	
4	栏杆，加固钢板，10 厚	kg	181	
5	栏杆，定位钢板，10 厚	kg	601	
6	栏杆，预埋钢筋，10mmHPB300 钢筋用量	kg	210	

表 2.3.3-4 北陡标段墩台工程量

墩台种类	数量	钢筋规格	总长 (m)	单位重 (kg/m)	单个总重(kg)	单个混凝土体积(m ³)
墩台 1	1	20	225.24	2.468	555.89232	60.24
		25	1516.62	3.853	5843.53686	
墩台 2	2	20	149.016	2.468	367.771488	60.32
		25	1837.2	3.853	7078.7316	
墩台 3	2	20	77.832	2.468	192.089376	15.672
		25	378.558	3.853	1458.583974	
墩台 4	1	20	148.96	2.468	367.63328	90.48
		25	2835	3.853	10923.255	
合计	钢筋总重 (t)					35.88467034
	混凝土总体积(m ³)					302.704

表 2.3.3-5 北陡标段栈道梁板工程量

构件	数量	C40 砼	HPB300 钢筋	HRB400 钢筋	备注
横梁	30 件	117.09m ³	10.4t	4.83t	
纵梁	15 件	120.12m ³	24.66t	7.02t	
面板	5 件	63.85m ³		12.8t	

3、汶村标段科研监测道（3m 宽圆环）

科研监测道布置在检测平台两侧，共 4 个结构段。栈道采用高桩墩台结构形式，下部设置 PHC700AB110 基桩，间距为 6m；上部为现浇圆环状墩台，墩台中心线为直径 60m 的圆弧，墩台宽度为 3m，厚度为 0.8m，顶标高为 4.0m。顶面为塑木面层，两侧布置扶手栏杆，高为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

4、汶村标段科研监测平台（直径 12m 圆形）

科研监测平台采用高桩墩台结构形式，下部对称设置 9 根 PHC700AB110 基桩；上部为现浇圆形墩台，直径为 12m，厚度为 0.8m；墩台顶面为塑木面层，外侧布置扶手栏杆，高为 1.2m；外部裸露面涂仿木漆处理。

汶村标段各结构工程量如下：

表 2.3.3-6 汶村标段墩台工程量

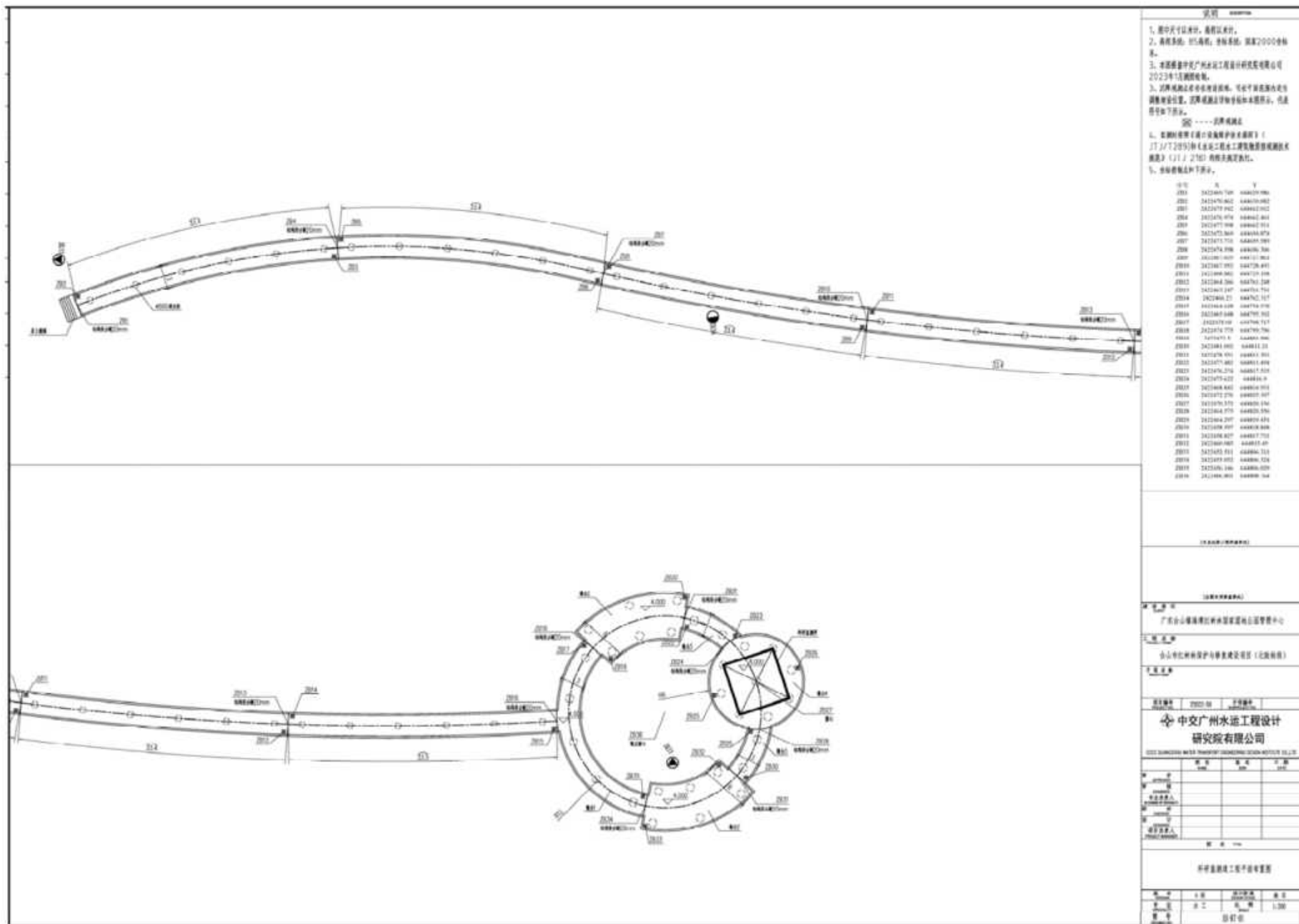
墩台种类	数量	钢筋规格	总长 (m)	单位重 (kg/m)	单个总重(kg)	单个混凝土体积(m ³)
墩台 1	1	20	197.024	2.468	486.255232	51.68
		25	1497.016	3.853	5768.002648	
墩台 2	1	20	196.768	2.468	485.623424	51.84
		25	1495.992	3.853	5764.057176	
墩台 3	1	20	148.96	2.468	367.63328	90.48
		25	2835	3.853	10923.255	
墩台 4	1	20	222.264	2.468	548.547552	59.52
		25	1713.336	3.853	6601.483608	
墩台 5	1	20	222.36	2.468	548.78448	59.376
		25	1713.72	3.853	6602.96316	
合计	钢筋总重 (t)					38.0966
	混凝土总体积(m ³)					312.896

表 2.3.3-7 汶村标段灌注桩工程量

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	水上钻孔平台	m ²	648	以 1 根桩 24 平计, 27 根
2	钢护筒埋设	t	92.54	壁厚 8mm
3	①淤泥	m	180.9	
4	②淤泥	m	164.7	
5	②I 淤泥质土	m	140.4	
6	mI 粉质黏土	m	32.4	
7	Q4cl 残积土 6	m	156.6	
8	强风化花岗岩 72	m	67.5	
9	直径 800 灌注桩, 25mmHRB400 钢筋用量	t	52.56	
10	直径 800 灌注桩, 10mmHPB300 钢筋用量	t	6.36	
11	直径 800 灌注桩, 22mmHRB400 钢筋用量	t	2.5	灌注桩钢筋总量 61.42t
12	直径 800 灌注桩, 声测管用量	t	3.74	
13	直径 800 灌注桩, 混凝土用量	m ³	428.87	

表 2.3.3-8 汶村标段栏杆工程量

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	栏杆, 不锈钢管, 边长 60 壁厚 3	kg	960	
2	栏杆, 不锈钢管, 直径 48 壁厚 3	kg	806	
3	栏杆, 不锈钢管, 直径 30 壁厚 3	kg	2546	
4	栏杆, 加固钢板, 10 厚	kg	83	
5	栏杆, 定位钢板, 10 厚	kg	274	
6	栏杆, 预埋钢筋, 10mmHPB300 钢筋用量	kg	96	



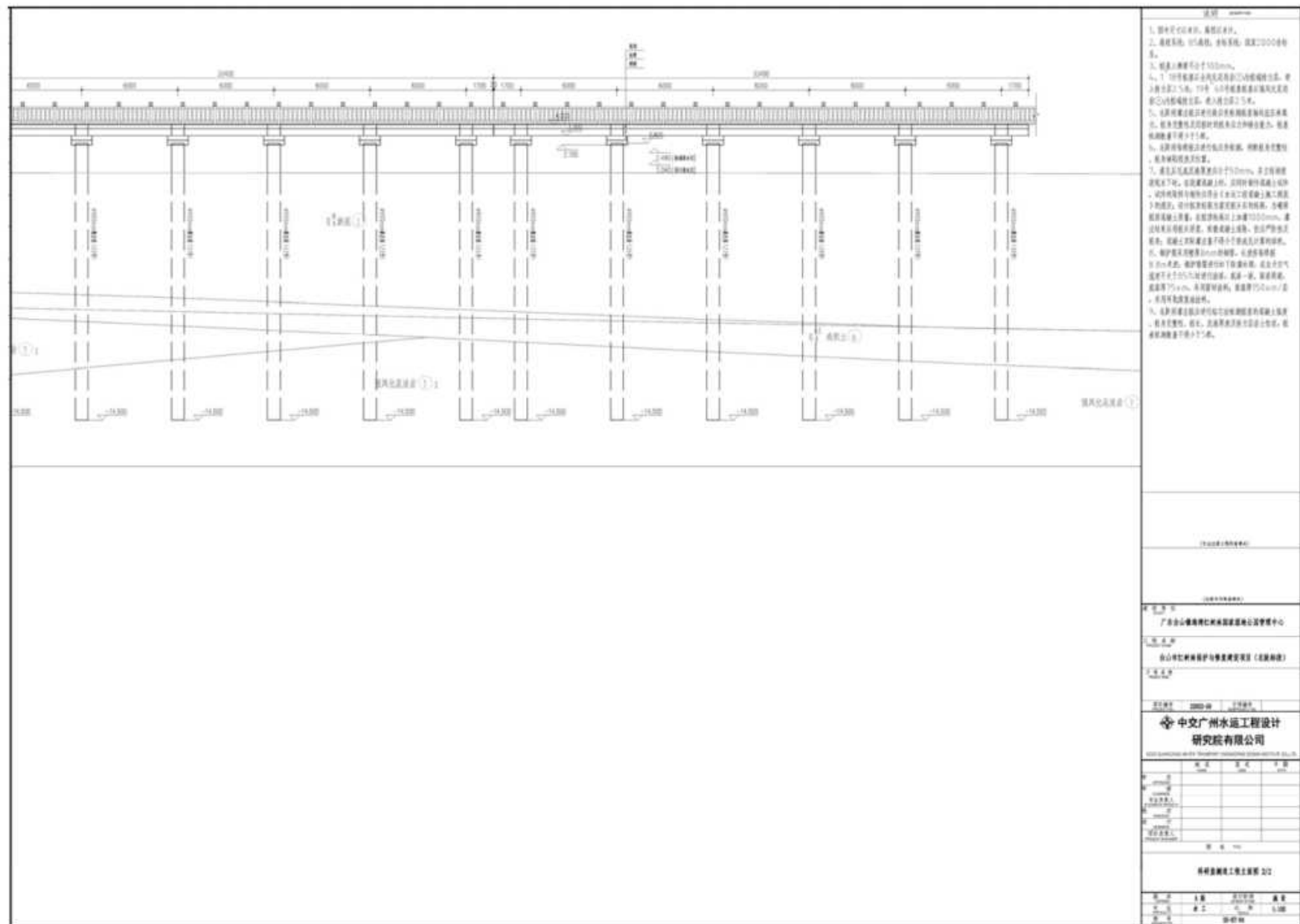
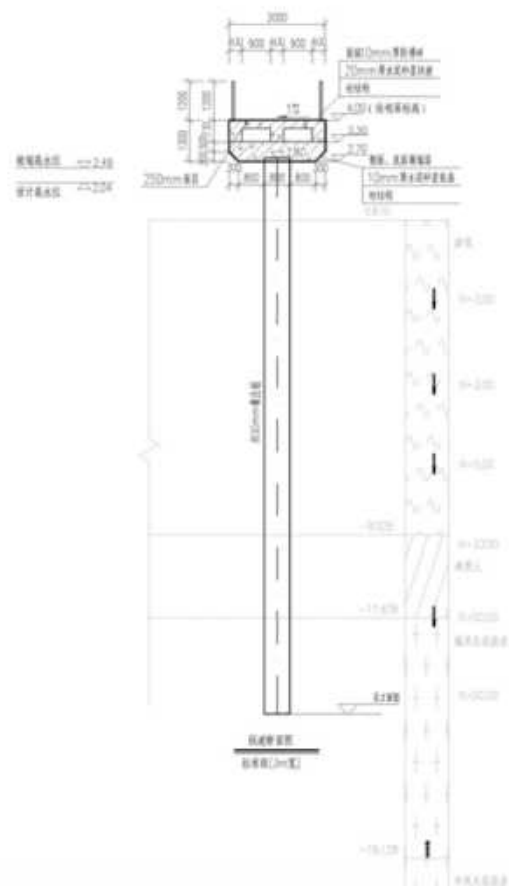


图 2.3.3-3 科研监测栈道立面图（北陡段）



建筑设计说明

一、工程概况

- 本工程为红树林生态科普馆，建设地点位于广东省广州市。
- 本工程总建筑面积约114,500㎡，科研监测亭平台占地面积约113,040㎡。
- 建筑层数：建筑层数10层，一层层高4.5m，二层层高3.5m。
- 建筑耐火等级为二级，建筑防火等级为一级。
- 建筑结构设计使用年限为50年，抗震设防烈度为7度。

二、设计依据

- 《建筑设计防火规范》GB50016-2018
- 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010
- 《民用建筑设计通则》GB50354-2005
- 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2005

三、设计范围及标准

- 建筑防火及疏散设计标准。
- 建筑抗震设计标准。

四、设计标准及材料

- 本工程+0.000相当于绝对高程44.000m（根据《珠江三角洲地区基本高程》）。
- 本工程结构形式为框架-剪力墙结构，抗震等级为二级。
- 本工程材料等级及材料品牌，在平面图中以A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y、Z、AA、AB、AC、AD、AE、AF、AG、AH、AI、AJ、AK、AL、AM、AN、AO、AP、AQ、AR、AS、AT、AU、AV、AW、AX、AY、AZ、BA、BB、BC、BD、BE、BF、BG、BH、BI、BJ、BK、BL、BM、BN、BO、BP、BQ、BR、BS、BT、BU、BV、BW、BX、BY、BZ、CA、CB、CC、CD、CE、CF、CG、CH、CI、CJ、CK、CL、CM、CN、CO、CP、CQ、CR、CS、CT、CU、CV、CW、CX、CY、CZ、DA、DB、DC、DD、DE、DF、DG、DH、DI、DJ、DK、DL、DM、DN、DO、DP、DQ、DR、DS、DT、DU、DV、DW、DX、DY、DZ、EA、EB、EC、ED、EE、EF、EG、EH、EI、EJ、EK、EL、EM、EN、EO、EP、EQ、ER、ES、ET、EU、EV、EW、EX、EY、EZ、FA、FB、FC、FD、FE、FF、FG、FH、FI、FJ、FK、FL、FM、FN、FO、FP、FQ、FR、FS、FT、FU、FV、FW、FX、FY、FZ、GA、GB、GC、GD、GE、GF、GG、GH、GI、GJ、GK、GL、GM、GN、GO、GP、GQ、GR、GS、GT、GU、GV、GW、GX、GY、GZ、HA、HB、HC、HD、HE、HF、HG、HH、HI、HJ、HK、HL、HM、HN、HO、HP、HQ、HR、HS、HT、HU、HV、HW、HX、HY、HZ、IA、IB、IC、ID、IE、IF、IG、IH、II、IJ、IK、IL、IM、IN、IO、IP、IQ、IR、IS、IT、IU、IV、IW、IX、IY、IZ、JA、JB、JC、JD、JE、JF、JG、JH、JI、JJ、JK、JL、JM、JN、JO、JP、JQ、JR、JS、JT、JU、JV、JW、JX、JY、JZ、KA、KB、KC、KD、KE、KF、KG、KH、KI、KJ、KK、KL、KM、KN、KO、KP、KQ、KR、KS、KT、KU、KV、KW、KX、KY、KZ、LA、LB、LC、LD、LE、LF、LG、LH、LI、LJ、LK、LL、LM、LN、LO、LP、LQ、LR、LS、LT、LU、LV、LW、LX、LY、LZ、MA、MB、MC、MD、ME、MF、MG、MH、MI、MJ、MK、ML、MM、MN、MO、MP、MQ、MR、MS、MT、MU、MV、MW、MX、MY、MZ、NA、NB、NC、ND、NE、NF、NG、NH、NI、NJ、NK、NL、NM、NN、NO、NP、NQ、NR、NS、NT、NU、NV、NW、NX、NY、NZ、OA、OB、OC、OD、OE、OF、OG、OH、OI、OJ、OK、OL、OM、ON、OO、OP、OQ、OR、OS、OT、OU、OV、OW、OX、OY、OZ、PA、PB、PC、PD、PE、PF、PG、PH、PI、PJ、PK、PL、PM、PN、PO、PP、PQ、PR、PS、PT、PU、PV、PW、PX、PY、PZ、QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH、QI、QJ、QK、QL、QM、QN、QO、QP、QQ、QR、QS、QT、QU、QV、QW、QX、QY、QZ、RA、RB、RC、RD、RE、RF、RG、RH、RI、RJ、RK、RL、RM、RN、RO、RP、RQ、RR、RS、RT、RU、RV、RW、RX、RY、RZ、SA、SB、SC、SD、SE、SF、SG、SH、SI、SJ、SK、SL、SM、SN、SO、SP、SQ、SR、SS、ST、SU、SV、SW、SX、SY、SZ、TA、TB、TC、TD、TE、TF、TG、TH、TI、TJ、TK、TL、TM、TN、TO、TP、TQ、TR、TS、TT、TU、TV、TW、TX、TY、TZ、UA、UB、UC、UD、UE、UF、UG、UH、UI、UJ、UK、UL、UM、UN、UO、UP、UQ、UR、US、UT、UU、UV、UW、UX、UY、UZ、VA、VB、VC、VD、VE、VF、VG、VH、VI、VJ、VK、VL、VM、VN、VO、VP、VQ、VR、VS、VT、VU、VV、VW、VX、VY、VZ、WA、WB、WC、WD、WE、WF、WG、WH、WI、WJ、WK、WL、WM、WN、WO、WP、WQ、WR、WS、WT、WU、WV、WW、WX、WY、WZ、XA、XB、XC、XD、XE、XF、XG、XH、XI、XJ、XK、XL、XM、XN、XO、XP、XQ、XR、XS、XT、XU、XV、XW、XX、XY、XZ、YA、YB、YC、YD、YE、YF、YG、YH、YI、YJ、YK、YL、YM、YN、YO、YP、YQ、YR、YS、YT、YU、YV、YW、YX、YY、YZ、ZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZF、ZG、ZH、ZI、ZJ、ZK、ZL、ZM、ZN、ZO、ZP、ZQ、ZR、ZS、ZT、ZU、ZV、ZW、ZX、ZY、ZZ。

五、设计标准

- 本工程为红树林生态科普馆，建设地点位于广东省广州市。
- 本工程总建筑面积约114,500㎡，科研监测亭平台占地面积约113,040㎡。

- 建筑防火等级为二级，建筑防火等级为一级。
- 建筑耐火等级为二级，建筑耐火等级为一级。
- 建筑防火等级为二级，建筑防火等级为一级。
- 建筑耐火等级为二级，建筑耐火等级为一级。

六、材料要求

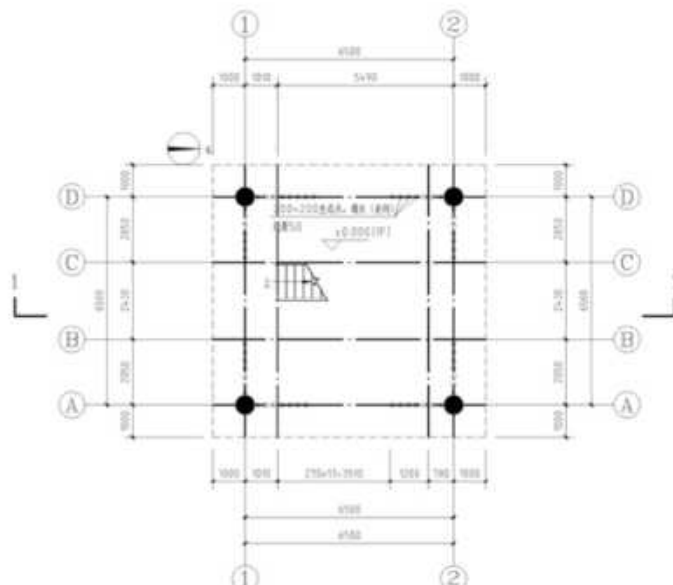
- 所有材料应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。
- 所有材料应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。
- 所有材料应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。
- 所有材料应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。

七、设计标准

- 《建筑设计防火规范》GB50016-2018
- 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010

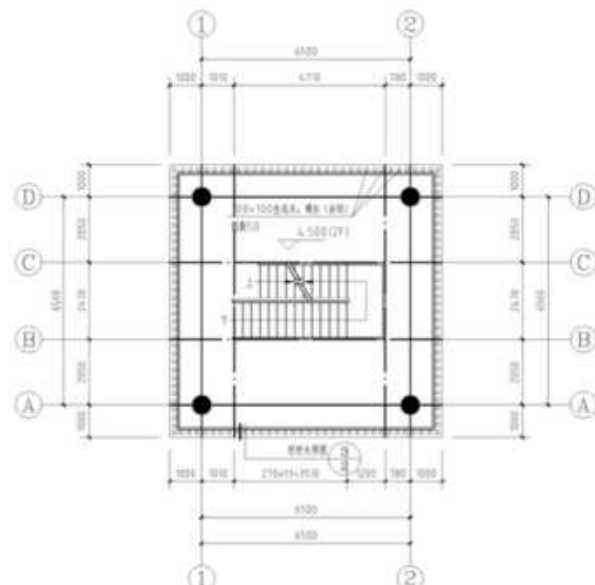
八、其他

- 凡图中未注明的材料品牌，均应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。
- 凡图中未注明的材料品牌，均应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。
- 凡图中未注明的材料品牌，均应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。
- 凡图中未注明的材料品牌，均应符合国家现行标准《GB50016-2018》及《GB50011-2010》。



科研监测亭一层平面图 1:100

本层面积72.25m²
总建筑面积144.50m²



科研监测亭二层平面图 1:100

本层面积72.25m²

材料表

序号	材料名称	单位	数量	备注
1	钢筋	kg	15.2	100以内
2	混凝土	m ³	30	100以内
3	砖	m ²	20	100以内
4	砂浆	m ³	10	100以内
5	木材	m ³	10	100以内
6	油漆	m ²	10	100以内
7	涂料	m ²	10	100以内
8	玻璃	m ²	10	100以内
9	门窗	m ²	10	100以内
10	其他	m ²	10	100以内

说明

- 图中尺寸以mm为单位，标高以m为单位。
- 建筑防火等级与耐火等级以防火等级为准。
- 建筑防火等级与耐火等级以防火等级为准。
- 如本平面图和大样图所示不同时，以大样图为准。
- 楼梯间、内厅等，必须设置防火门，并应符合防火等级要求。

（专业监理工程师审核）

（专业监理工程师审核）

设计人

广东台山红树林国家湿地公园管理中心

设计人

台山红树林保护与修复建设项目（设计阶段）

设计人

科研监测亭

设计人

设计人

中交广州水运工程设计
研究院有限公司

0000 GUANGZHOU WATER TRANSPORT ENGINEERING DESIGN INSTITUTE CO.,LTD

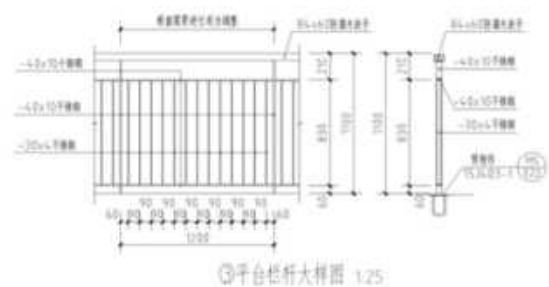
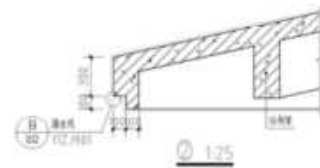
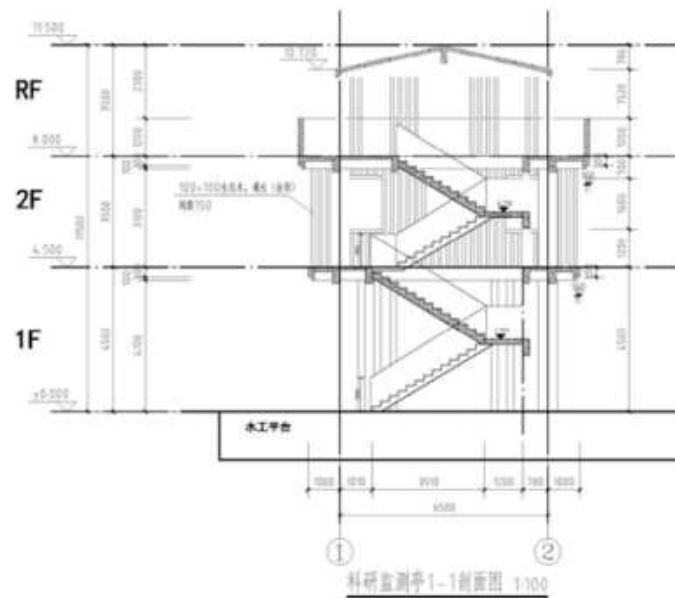
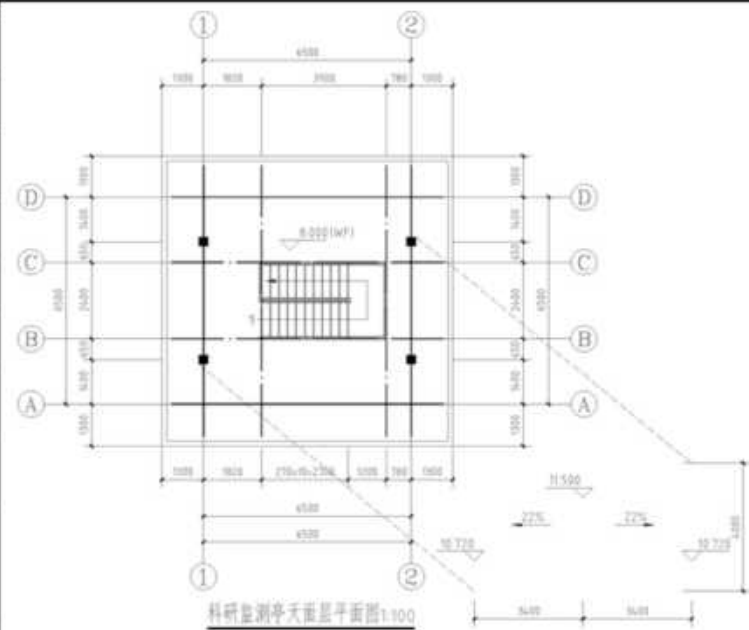
序号	姓名	职称	日期
1	设计人	设计人	设计人
2	审核人	审核人	审核人
3	审批人	审批人	审批人
4	设计人	设计人	设计人
5	审核人	审核人	审核人
6	审批人	审批人	审批人

图 号

建筑设计说明

科研监测亭一层、二层平面图

序号	姓名	职称	日期
1	设计人	设计人	设计人
2	审核人	审核人	审核人
3	审批人	审批人	审批人



说明

1. 图中尺寸以mm为单位,标高以m为单位;
2. 建筑细部构造与尺寸以结构图为准;
3. 构造详图按国家现行标准图集说明;
4. 如本平面图和大样图所示不同时,以大样图为准;
5. 楼面、内、外装饰、门窗等做法,另见相关说明,未尽事宜均按国家现行标准执行。

设计单位
广东台山银湾红树林国家湿地公园管理中心

建设单位
台山市红树林保护与修复建设项目(汶村标段)

监理单位
科研监测亭

设计编号
2022-00

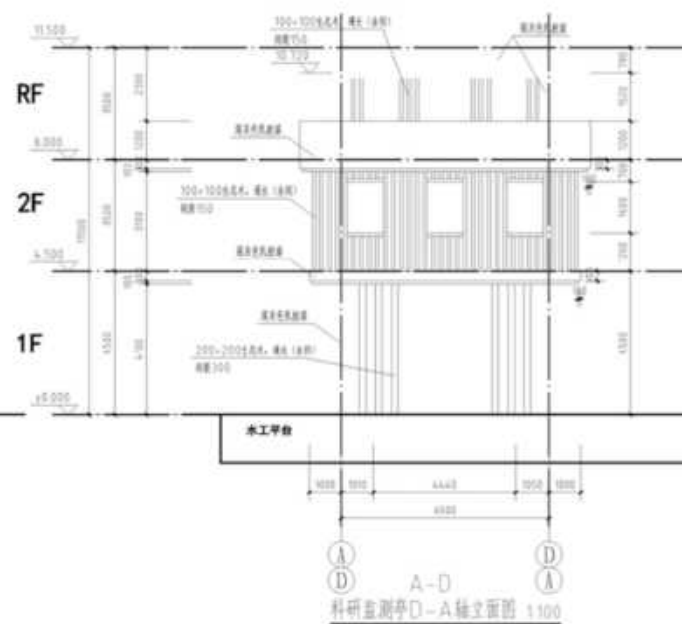
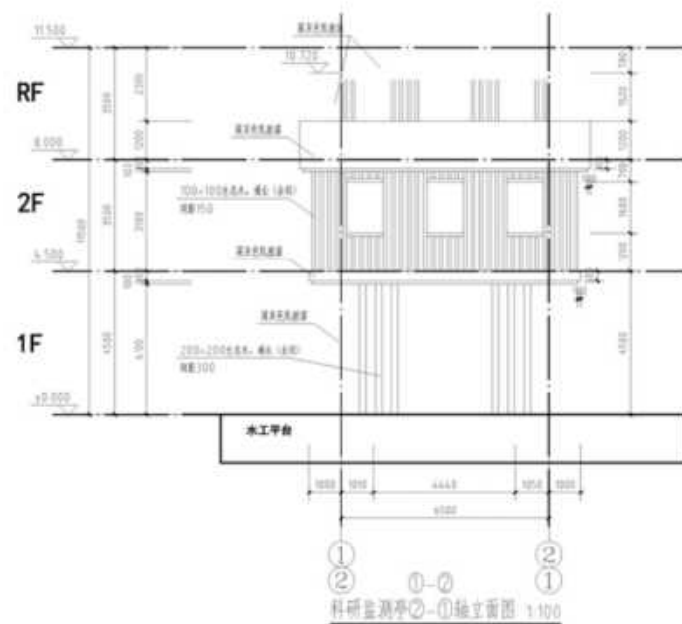
设计日期
2022.03.17

设计单位
中交广州水运工程设计研究院有限公司

姓名	职称	日期
设计		
审核		
校对		
制图		
出图		

科研监测亭屋面平面图、科研监测亭1-1剖面图、科研监测亭大样图

图名	比例	图例	备注
屋面	1:100		
剖面	1:100		
大样	1:25		



1. 图中尺寸以mm 为单位, 标高以m 为单位;
2. 建筑细部构造与尺寸以结构图为准;
3. 构造柱和圈梁等结构构造按详图规范详图;
4. 如本平面图和大样图尺寸不同时, 以大样图为准;
5. 楼地面、内墙装修、门窗等做法, 以设计说明为准。

(会议记录与整理者姓名)

(全國各州縣志卷之六)

調 配 率 別	
---------	--

广东台山镇海涌红树林国家湿地公园管理中心

三、四、五、六

台山市红树林保护与修复建设项目（汶村标段）

子 道 在 斯

林研監製

项目编码

TN07-40

子虛編卷

--	--

◆ 中交广州水运工程设计
研究院有限公司

THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC

	姓名	性别	日期
曹 宏	CAO HONG		
曹 帆	CAO FAN		
曹金成君人	CAO JINCHENG JUNREN		
程 帆	CHENG FAN		
程 帆	CHENG FAN		
程 帆	CHENG FAN		
程帆成君人	CHENG FANCHENG JUNREN		

圖 1 北 700

科研監測亭①-②軸、②-①軸立面圖
科研監測亭A-D軸、D-A軸立面圖

品名	人服	成分名称	数量
单位	建供	比例	
型号	GS-2Y-14		

2.3.4 红树林空地一体化智能监视监测系统

台山镇海湾红树林空地一体化智能监视监测系统主要由视频实时监控系统、在线环境监测系统、无人机自主巡航系统、生物智能识别系统、红树林 2D/3D 影像模型构建、高光谱遥感影像监测分析、全景 VR 虚拟现实漫游和远程可视化展示管理平台，共 8 个部分组成。

1、视频实时监控系统

视频监控系统由高清监控摄像头、网络连接设备、防腐杆体和供电设备共同组成。高清摄像头，对红树林作业现场和区域生物活动进行监视监控，并将视频信号传输回远程可视化监测平台，达到在线远程监控的作用。同时，监测站点安装有安保摄像机，内置麦克风和扬声器，支持双向语音监控，可远程与监测站点附近人员实现信息交流。监测站点供电方式可根据站点周围实际情况选择连接国家电网或者自主太阳能供电，网络传输方式主要为 4G 网络传输，当监测站点较密集或距离较近时可选择搭建传输基站传输信号来降低流量费用。

在项目区范围内共设置 7 个视频监控点，其中 3 个位于深井镇红树林国家保护区内，2 个位于北陡镇红树林营造/修复区，2 个位于汶村镇红树林营造/修复区，如图 2.2.4-1 所示，位置坐标如表 2.3.3-1 所示。视频监控点的布设，以镇海湾现有连片红树林和万亩红树林示范区为基础，重点参考粤港澳大湾区生物多样性保护重点区域中珠三角地区水鸟生态廊道的设置，以实现对项目区域施工过程、红树林长势和生物活动等的实时在线监控。

表 2.3.3-1 视频、环境监测站点和无人机机巢位置坐标表

站点	坐标位置
监测点 1	112°23'27.96"E, 21°57'13.37"N
监测点 2	112°24'49.15"E, 21°54'19.60"N
监测点 3	112°28'48.31"E, 21°56'26.61"N
监测点 4	112°24'0.87"E, 21°53'20.89"N
监测点 5	112°24'13.54"E, 21°52'7.49"N
监测点 6	112°25'20.21"E, 21°49'59.36"N
监测点 7	112°26'32.36"E, 21°48'36.75"N
无人机机巢	112°24'4.74"E, 21°52'49.39"N

2、在线环境监测系统

环境监测系统，主要用于监测项目区的生态环境参数。监测指标主要包括：气象要素（大气温度、湿度、风速、风向、气压、降雨等）、水质环境要素（水

体温度、盐度、pH、溶解氧等)、土壤环境要素(土壤湿度和 pH 等)。环境参数监测数据通过监测站点传输回远程可视化管理平台,实现对环境参数的在线监测和记录。经一体化监测系统处理和整合,可在线输出环境参数监测报告,短期和长期记录项目区环境状况。

在项目区域内共布设 7 个环境监测点,布设位置与视频监控点相同,如图 2.2.4-1 所示,位置坐标如表 2.3.3-1 所示。在线环境监测站点的布设,参考项目实施前、中、后期跟踪监测站点的布设,与跟踪监测站点一起,为生态修复成效评估提供数据支撑。

3、无人机自主巡航系统

无人机自主巡航系统,由无人机机巢、无人机和远程操控系统三个部分组成。无人机机巢安装在无人机监测点内,要求周围环境相对空旷,接通稳定电源和网络,远程操控系统并入远程可视化监测管理平台。安装完成后,可实现超远程无人机的无人自主起飞、无人自主飞行、无人自主停靠和充电等动作,通过设定固定航线和巡航任务,使无人机定期自动完成监管巡航,并将航拍画面传输回监测平台。同时也可通过监测管理平台实现超远程对无人机的操控,远程起飞拍摄红树林区域影像。

根据镇海湾红树林连片分布情况和地方实际条件,自主无人机机巢布设点选择在镇海湾北陡镇派出所区域,布设位置坐标见表 2.3.3-1。无人机自助巡航系统的监测距离可达 3 公里以上,覆盖区域达到 2000 公顷,可实现对北陡狮子洲附近红树林营造/修复区全覆盖,同时可覆盖深井镇红树林国家保护区和汶村镇部分区域。无人机机巢的使用,可显著提升调查人员的工作效率,有效掌握项目施工情况和红树林长势变化,协助评估区域生态修复区成效。

4、生物智能识别系统

生物多样性是红树林生态系统和生态修复成效评估的重要指标。其中,鸟类的种类和数量,是红树林生态系统生物多样性的重要体现。据统计,台山市镇海湾记录到鸟类 95 种,生物多样性资源丰富。同时,镇海湾是粤港澳大湾区生物多样性保护重点区域中珠三角地区水鸟生态廊道的重要“目的地”。识别、展示和统计项目区域鸟类多样性,对评估生态系统的生物多样性具有显著价值。

基于服务器终端数据库的生物智能识别模型,通过对监控视频结果的 AI 深

度学习计算,输出生物识别结果,实现了不同类型鸟类物种图像监测与识别功能,静态植物的拍摄取样比对、图像分析与识别,野生动物进入摄像头范围的自动触发和识别。生物识别结果以视频图像和文字的形式展示在远程监测管理平台,鸟类识别精确度达 80%以上,系统会自动保存生物识别影像。同时,统计生物识别数据结果,定期生成生物监测报告,协助评估区域生物多样性特征和生态修复成效。

5、红树林 2D/3D 影像模型构建

二维正射(2D)影像模型是基于无人机航拍影像构建的一定区域内具有正射投影性质的高清影像,具有地形图的几何精度和完整的影像特征,可真实反映区域二维现状。三维(3D)影像模型重建是利用无人机倾斜摄影技术构建的一定区域内的三维影像模型,可直观反映区域内人和物的外观、位置、高度等属性。上述 2D/3D 影像的构建有助于反映项目区建设实施情况,展示项目区修复成效,宣传万亩红树林工作。

在项目实施前和实施后,各开展一次项目区域的红树林 2D 和 3D 影像模型重建工作。2D 影像模型覆盖所有的红树林营造和修复区及相邻的现有红树林分布区,以及部分深井红树林国家保护区;3D 影像模型主要覆盖北陡镇狮子洲红树林营造/修复区和部分深井红树林国家保护区。前后两次共构建 2D 影像模型约 2000 公顷,3D 影像模型约 500 公顷,拟构建区域范围如下。

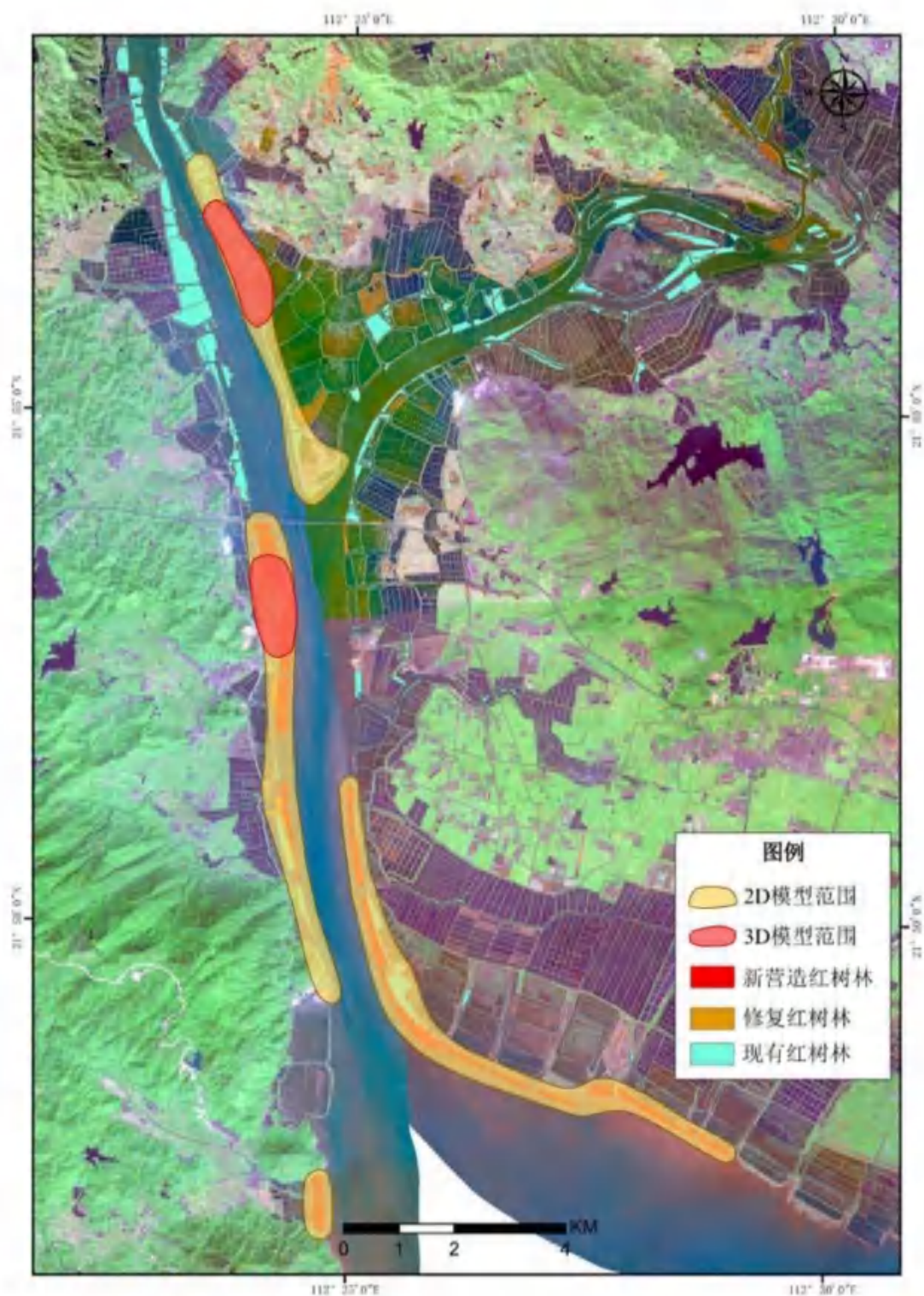


图 2.3.3-1 2D/3D 影像模型拟构建区域图

6、高光谱遥感影像监测分析

收集不同历史时期台山市镇海湾范围内遥感影像数据，解译高分辨率卫星遥感影像数据，结合现阶段无人机航拍影像数据，以人工地面调查为辅助，统计并分析近几十年来镇海湾范围内红树林面积时空分布变化特征，为镇海湾红树林分

布特征的监测提供技术支持。

7、全景 VR 虚拟现实场景构建

红树林全景 VR 虚拟现实场景构建，将采用 720°身临其境的展示方式，将红树林生态修复现状以 1:1 的比例完美还原，更加真实全面地展示红树林生态修复的成果。借助全景摄像机、激光扫描仪、VR 场景编辑器等工具，集成采集所得的三维数据，后期融入图文、视频、音频等其他内容，设计并构建红树林 30 公顷的 VR 大场景，搭载游戏引擎 Unreal Engine 4，支持用户在 VR 场景下漫游及交互操作。

根据连片红树林实际分布情况，VR 场景构建区域拟选在北陡镇狮子洲红树林营造/修复区和深井红树林国家保护区内。通过 VR 场景，用户可以沉浸式体验生态修复区并使用手柄在任意视角进行放大和缩小观看，可细节查看拍摄到的不同树种、不同生物の詳細信息，尤其是在人力无法到达的区域如滩涂地区等。VR 场景构建需要高分辨率测量数据及高性能计算设备的支持，需购置高性能计算机及 VR 设备用于场景构建和研发。

8、远程可视化展示管理平台

远程可视化展示管理平台是智能监测系统的核心控制模块，是汇集各类数据参数、视频信号、影像模型的平台，也是展示监测视频、生物识别结果、数据分析结果的平台，同时还是操控监测云台、巡航无人机的平台。

本平台收集和展示实时视频监控画面、环境监测数据、巡航无人机的影像画面、VR 场景构建的区域等。经进一步的生物智能识别模型的计算处理，在平台输出红树林实时监测影像、鸟类识别影像和红树生长状态数据等。同时，可通过平台对视频监控摄像头、自动巡航无人机远程操控，实现摄像头角度转换、相机拍摄、无人机远程飞行等一系列操作。另外，可对长期监测数据进行整理分析，定期形成监测结果报告，为红树林保护与修复项目管理、成效评估和生物多样性保护提供科学高效的技术支撑。

2.3.5 生态修复跟踪监测及效果评估

为有效而全面地评估红树林保护和修复工程实施效果，确保修复达到预期目的，采用现场实地调查的方法，在工程前、中、后期开展红树林保护修复跟踪监测，根据修复内容开展不同指标的监测，比较分析各指标的变化，便于开展生态

修复成效评估。

1、项目前期红树林生态环境本底调查

项目施工前开展项目区生态环境本底调查，为红树林生态修复设计和施工图提供生态环境资料，为科学编制设计报告提供依据，并作为项目实施后生态修复成效评估的本底对比数据。

(1) 调查指标及方法

参考《海洋生态修复技术指南（试行）》、《红树林生态监测技术规程》（HY/T 081-2005）、《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）等规范要求，本项目前期生态环境本底调查内容包括红树林分布及群落、环境要素、生物群落、鸟类群落、牡蛎苗长势和红树林威胁因素等。具体指标和监测方法见下表。

表 2.3.5-1 项目前期生态环境本底调查指标及方法

内容	监测指标	监测方法
红树林分布及群落	面积及分布、种类、覆盖度、植株密度、株高、冠幅、胸径、基径、凋落物量	参考规范 T/CAOE 20.3-2020、HY/T 081-2005 和 LY/T1820-2009
环境要素	水环境：水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、叶绿素 a； 沉积环境：有机碳、总氮、总磷	参考规范 GB 17378.4-2007、GB 17378.5-2007 和 T/CAOE 20.3 -2020
生物群落	浮游生物：种类、丰度； 鱼卵和仔、稚鱼：种类、丰度； 大型底栖生物：种类、密度、生物量	参考规范 GB17378.7-2007
鸟类群落	鸟类种类组成、种群数量	参考规范 HJ710.4-2014
牡蛎苗种苗	壳高、壳长、体重	参考规范 T/CAOE 20.7-2020
红树林威胁因素	海漂垃圾、病虫害、污损生物、人为活动	参考规范 T/CAOE 20.3 -2020

(2) 调查频次

项目前期生态环境本底调查所有指标均在修复工作施工前调查 1 次。

(3) 调查站位

a.红树林分布及群落：采用遥感影像和无人机结合现场验证，对项目区范围内所有红树林分布和面积进行调查和分析。选取代表性的红树林修复片区，在每个红树林修复区周边各选取 3 条红树林断面，断面从红树林向海的分布前沿向红树林陆地边缘布设，穿越高、中、低潮带。在断面内，低、中、高潮区各布设 1 个 10m×10m 大小的样地进行调查红树林群落组成和红树林生长状况。共设置 12

个调查样地。

b.环境要素:

水环境: 在项目区周边共布设 5 个水质监测站位。

沉积环境: 与红树林群落调查同步进行, 用标桩在样地四角作标记, 标明断面、样地编号, 作为长期的固定样方监测。共设置不少于 12 个调查样方。

c.生物群落:

浮游生物: 与水环境调查同步进行;

鱼卵和仔、稚鱼: 与水环境调查同步进行;

大型底栖生物: 与沉积环境调查同步进行。

d.鸟类群落: 选取代表性的红树林拟修复片区, 各设置 1 条调查样线, 共设置 3 条调查样线。

e.牡蛎种苗长势: 于牡蛎种苗成熟期, 在项目区周边的牡蛎种苗育苗场附近的潮区或水深位置选取不少于 6 个样方, 分别测量每个活体牡蛎种苗壳高、壳长和体重。

f.红树林威胁因素: 在项目区周边共布设 10 条调查样线。

2、施工期海洋环境影响跟踪监测

为了分析项目施工对海洋环境可能造成的影响, 开展施工期海洋环境影响跟踪监测。

(1) 调查指标及方法

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求, 施工期海洋环境影响跟踪监测内容包括海水水质、海洋沉积物和底栖生物等。具体指标和监测方法见下表。

表 2.3.5-2 施工期海洋环境影响跟踪监测指标及方法

内容	监测指标	监测方法
水环境	水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、悬浮物	参考规范 GB17378.4-2007
沉积环境	石油类、有机碳	参考规范 GB17378.5-2007
海洋生物生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、鱼卵仔稚鱼、大型底栖生物	参考规范 GB17378.7-2007

(2) 调查频次

施工期海洋环境影响跟踪监测所有指标均在施工期间调查 1 次。

（3）调查站位

水环境：在项目区周边共布设 5 个调查站位。

沉积环境：在项目区周边共布设不少于 3 个调查片区，不少于 12 个调查样方。

海洋生物生态：在项目区周边共布设 5 个调查站位、3 条潮间带调查断面。

3、项目后期生态环境调查和评估

在项目实施后开展生态修复跟踪监测，与项目前期生态环境本底调查数据进行对比分析，为生态修复成效评估提供数据支撑。

（1）调查评估指标及方法

参考《海洋生态修复技术指南（试行）》等规范要求，本项目后期生态修复跟踪监测内容包括红树林分布及群落、水环境、沉积环境及底栖生物等。具体要素见下表。

表 2.3.5-3 项目后期生态修复调查评估指标及方法

内容	监测指标	监测方法
红树林分布及群落	面积及分布、种类、覆盖度、植株密度、株高、冠幅、胸径、基径、凋落物量	参考规范 T/CAOE 20.3-2020、HY/T 081-2005 和 LY/T 1820-2009
环境要素	水环境：水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、叶绿素 <i>a</i> ； 沉积环境：有机碳、总氮、总磷	参考规范 GB 17378.4-2007、GB 17378.5-2007 和 T/CAOE 20.3-2020
生物群落	浮游生物：种类、丰度； 鱼卵和仔、稚鱼：种类、丰度 大型底栖生物：种类、密度、生物量	参考规范 GB 17378.7-2007
鸟类群落	鸟类种类组成、种群数量	参考规范 HJ710.4-2014
牡蛎种苗	壳高、壳长、体重	参考规范 T/CAOE 20.7-2020
红树林威胁因素	海漂垃圾、病虫害、污损生物、人为活动	参考规范 T/CAOE 20.3-2020

（2）调查频次

项目后期红树林生态修复跟踪监测所有指标均在项目后期每年调查 1 次，连续调查 2 年。

（3）调查站位

a.红树林分布及群落：

红树林分布和面积：采用遥感影像和无人机结合现场验证，对项目区范围内所有红树林修复区域的红树植物分布进行调查和分析。

红树林群落：选取代表性的红树林修复片区，在每个红树林修复区周边各选取 2-3 条红树林断面，断面从红树林向海的分布前沿向红树林陆地边缘布设，穿越高、中、低潮带。在断面内，低、中、高潮区各布设 1 个 10m×10m 大小的样地进行调查。共设置不少于 8 个调查样地。

b.环境要素：

水环境：参照项目前期生态环境本底调查的调查站位，共 5 个水质调查站位。

沉积环境：参照项目前期生态环境本底调查设置的固定调查样地，共不少于 12 个调查样方。

c.生物群落：

浮游生物：与水环境调查同步进行；

鱼卵和仔、稚鱼：与水环境调查同步进行；

大型底栖生物：与沉积环境调查同步进行。

d.鸟类群落：参照项目前期生态环境本底调查的调查样线，共 3 条调查样线。

e.牡蛎种苗长势：参照项目前期生态环境本底调查设置的固定调查样地，于牡蛎种苗成熟期选取不少于 6 个样方，分别测量每个活体牡蛎种苗壳高、壳长和体重。

f.红树林威胁因素：参照项目前期生态环境本底调查的调查样线，共 10 条调查样线。

4、红树林保护修复固碳增汇评估

红树林生态系统的碳汇能力，远大于其他类型的湿地生态系统。通过对红树林保护修复工程的全过程跟踪监测，根据施工前后红树林生态系统凋落物总量和沉积物中有机碳含量的调查结果，计算项目前后红树林生态系统的碳汇增量，评估红树林生态修复工程对固碳增汇的贡献。

5、红树林生物资源养护效应评估

镇海湾是我省重要的牡蛎种苗基地，常年的养殖生产活动对镇海湾水质环境造成了污染，同时也影响了牡蛎种苗的质量和产量。红树林生态系统可以降解水体中的污染物质，有效净化水质，改善养殖环境。通过监测红树林生态修复前后牡蛎育苗场附近海域水体生态环境和生物群落变化，以及牡蛎种苗长势情况变化，评估红树林生态修复对镇海湾牡蛎养殖的资源环境效应，探索红树林种植-牡蛎

养殖耦合模式，为镇海湾牡蛎种苗养殖产业提供技术支撑。

6、红树林保护修复成效评估

在开展红树林生态修复监视监控和实地监测的基础上，重点针对红树林生态系统的结构和生态服务功能恢复的有效性进行评价，结构的评价指标包括上述监视监测内容，生态服务功能指标包括消浪防护、维护生物多样性、食物供给、净化水质、科研宣教服务等方面指标，选取红树林修复区域生态系统现状作为成效评估的参照，比较分析各指标的变化，开展红树林生态修复成效评估，为红树林生态修复提供科学依据，并评估红树林生态保护修复对固碳增汇的贡献。

2.4 施工工艺、工期及土石方平衡

2.4.1 红树林种植工程施工方案

红树林等水生植被为许多海生物和陆地生物提供栖息地和食物，还为迁徙的候鸟提供了休息的场所，有利于维持生物的多样性。红树林的根系特别发达，能在海水中生长，净化海水，保护滩涂，还能有效地过滤陆地输入的各种有机物质和污染物；红树林的枝干高大茂盛像一道天然的屏障来抵御风浪袭击。红树林生长于陆地与海洋交界带的沿海港湾及滩涂，受海洋潮汐、风力、海水盐度、滩涂底层土壤等海洋水文特性与过程影响，红树林实施生态修复技术难度大。经过科学研究和工程实践，红树林种植施工工艺流程如下：

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、互花米草清除

针对互花米草的生物特点，本着经济适用、生态安全的原则，推荐采取“刈割翻耕+种植技术”即“物理+生物”综合技术治理互花米草。即采用机械或人工刈割的方式对地表互花米草茎部进行切割，接着对互花米草进行翻耕捣碎其根部，并将互花米草被捣碎的根茎掩埋在土壤深处，目的是阻止互花米草的生长，翻耕深度不小于 60cm；最后种植竞争力强的本地红树植物，以达到对互花米草的彻底清除。具体施工方法如下。

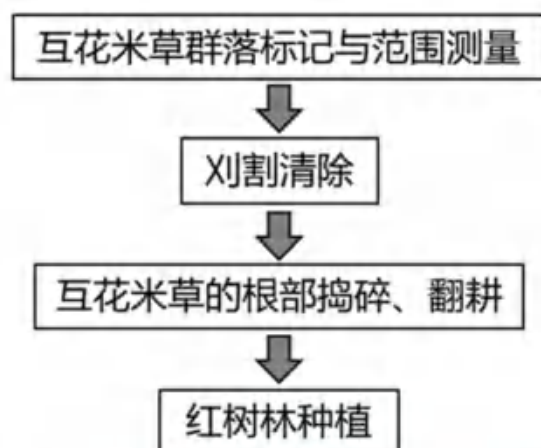


图 2.4.1-1 互花米草清除施工流程图

(1) 互花米草群落标记与范围测量

仔细研究互花米草生长区域和清除范围，并做详细记录。在此基础上，结合实际情况，对施工图进一步深化、细化和优化。发现异常情况立即落实查明。

(2) 刈割清除

互花米草的最佳刈割时间是在其扬花期前后、即 6-8 月份。可采用履带式刈割机械与刈割船沿着互花米草底部进行刈割，使互花米草残留植株剩余部分地面高度控制在 15cm 以下。也可采用人工法割除。

(3) 互花米草的根部捣碎、翻耕

通过切割与旋耕粉碎互花米草植株，通过人工配合机械对清除区域进行翻耕，并利用原地土层进行覆盖。翻耕深度不小于 60cm。

(4) 红树林种植

在清除区域密植本地红树植物，种植方法参照红树林营造。

3、林地清理与整地

(1) 林地清理

造林前，清除渔网、漂杂物、杂草和海上硬质残骸等。保证造林地地势平缓、海水进入和退出顺畅。

(2) 整地

本项目根据实施现场的情况，起垄种植区采用挖填方式平整海床。挖填采用水上挖掘机从种植条带两侧就近挖填，通过开挖获取的土方，将整理红树林种植的海床，满足种植红树林要求。

为适合红树林生长，应控制挖填泥质，要求表层至少有 30cm 的淤泥层厚度，

30cm 以下土质只要不危害红树林生长即可。

护滩措施采用斜坡式大砂袋结构及松木桩护滩，砂袋结构护滩措施顶高程取 +1.25m~1.425m，顶宽取 1.5m，靠海侧边坡坡比为 1:1.5，靠陆侧边坡坡比 1:1，材料采用场内开挖砂性土（粒径大于 0.075mm 的颗粒质量大于总质量的 50%）。局部表层为淤泥及淤泥质土等区域，大砂袋底部铺设一层三向土工格栅作为加筋垫层。松木桩护滩措施高程取+1.2m。

为减少土方运输和增加营造区纳潮量，改善水动力条件，提高自清洁能力，种植垄间设进出水潮沟，垄间潮沟宽度 8m，种植垄宽度 12m，最外侧种植垄根据地形条件适当加宽。具体宽度按现场情况确定。由于海滩有较多的海漂垃圾杂物，在修复区外缘设立围网，防止海漂异物影响红树林幼苗生长。

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 60cm 内。挖填区泥沙可以自我平衡，无需外运土方。

3、种植施工和加固

红树林是密生植物，以及红树林人工造林容易受海域众多自然灾害因素影响，造林密度宜大些。对于起垄种植区域，外侧垄带种植白骨壤大苗，苗木种植规格为 1.2m×1.2m，内侧垄带种植白骨壤中苗，苗木种植间距为 1.0m×1.0m；对于原泥面种植区，采用中苗种植，种植树种为白骨壤、红海榄、秋茄。

采取边挖穴边栽植的方式，种植穴长、宽、深为 50cm×50cm×50cm。红树林生长在特殊环境淤泥里，靠发达的气根呼吸，且生长缓慢栽植时防止根部土团松散和苗木根系损伤，种植深度比原根际深 2~3cm。栽植时必须做到苗正、舒根、压紧、适当深栽。栽植时间应遵循潮汐规律，通常安排退潮后及时造林。红树林有众多的气生根，移栽时易折断，在起苗、运输及种植时，应尽量小心，减少根部损伤。树苗植后在旁边插入 1 根 1.5~2m 长的小木棍（或竹竿）（直径 2cm），插入深度 50cm，在苗高 15~25cm 处绑定木棍上，防止海水涨落潮把种植苗冲走。

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

修复区外侧设置围网，避免渔船及垃圾随意进入林地破坏幼苗。

4、林地管护

红树林种植后，应对种植林地进行有效管护。具体的管护措施包括：

（1）封滩育林，禁止在红树林区进行与保育无关的作业，禁止外来人员和船只进入红树林营造区，禁止围网、挖海螺、捕鱼虾等捕捞活动及人、畜踩踏活动。可采取专人巡视看护和在林地周围布设防护网等措施加强保护。

（2）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。防治病虫害、海洋污损生物和外来入侵生物等有害生物，同时保护红树林区的海洋生物。

（3）在红树林种植后宜开展短期内管护工作，定期观测幼苗的成活情况，当幼苗的成活率小于 70%时宜开展补种。

（4）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，对膝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。

2.4.2 现有红树林修复

现有红树林修复采用人工清除现有红树林有害生物威胁，严禁大型机械进入红树林生长区域。

一、鱼藤清除

1、在鱼藤花果期之前，对鱼藤地上部分进行割剪，减少种子扩散。割剪下来的鱼藤要进行集中处理，严禁堆放在红树林区域周边。

2、在 11 月～次年 2 月，连根挖除鱼藤植株，减少无性繁殖扩散。挖除鱼藤植株时，应尽量避免产生较大扰动，对周边红树林产生影响。

二、薇甘菊清除

先清除薇甘菊地上部分的藤蔓，使用刀、枝剪等将上树的薇甘菊藤蔓在离地面 0.5 米处割断，再用铲或锄挖出根部，然后集中烧毁或就地深埋。清理后的区域再次萌发薇甘菊植株时，将其连根拔除。

2.4.3 科研监测栈道施工

本项目科研监测栈道下方为钻孔灌注桩，管桩桩径为 800mm，桩基施工具体流程如下。

1、栈桥基础灌注桩技术要求

施工采用正循环冲击成孔、水下导管法灌注桩身砼。陆上钻孔灌注桩桩径 80cm。施工顺序：护筒埋设→造浆→钻孔→清孔→安放钢筋笼→水下混凝土灌注→桩基础检测。

(1) 护筒埋设：准备场地施工前应将场地平整好，以便安装钻架进行钻孔，在钻架位置处应整平夯实，清除杂物，挖换软土。机架要平直，机座垫稳，不能软硬不均，一般桩机下垫枕木。钻孔过程中机架不能移位和不均匀沉陷。护筒制作要求坚固、耐用、不易变形、不漏水、装卸方便和能重复使用。

(2) 造浆：泥浆在钻孔中的作用是：①在孔内产生较大的悬浮液压力，可防止塌孔，②泥浆向孔外土层渗漏，在钻进过程中，由于钻头的活动，孔壁表面形成一层胶泥，具有护壁作用，同时将孔内外水流切断，能稳定孔内水位；③泥浆比重大，具有浮渣作用，利于钻渣的排出。因此在钻孔过程中，孔内应保持一定稠度的泥浆，一般比重以 1.1~1.3 为宜，在钻进大卵石层时可用 1.4 以上，粘度为 10~20s，在较好的粘土中钻孔，也可灌入清水，使钻孔时孔内自造泥浆，达到固壁效果。调制泥浆的粘度塑性指数不宜小于 15。

(3) 钻孔：桩机就位后，进行桩位校核，保证就位准确，造浆完毕后，低中冲程冲孔至护筒脚下后，采用中冲程正常冲孔，当冲至岩层面后，确认岩面被冲平后，可改用中高冲程冲孔，整个成孔过程中分班连续作业，专人负责做好记录并观察孔内泥浆面和孔外水位情况，发现异常马上采取措施。成孔泥浆比重控制在 1.25~1.35，粘度控制 20~25s。桩孔中的泥浆指标应严格控制，好的泥浆不但有利于保证孔壁稳定，而且有利于悬浮起岩渣从而加快施工进度，在成孔过程中应定期每班检测桩孔中的各项泥浆指标。

(4) 清孔：清孔方法是用原浆换浆法清孔，清孔后泥浆指标比重 1.15~1.20 之间，含砂量小于 4%，粘度 20~22"，孔底沉渣小于 5cm。为防止孔内沉渣大于规范要求，一般用抽砂筒先将孔内泥沙打掉再换浆。清孔时应保持钻孔内泥浆面高于地下水位 1.5~2.0m 防止塌孔。清孔达到要求，由监理工程师再次验收孔深，

泥浆和沉渣厚度。经监理工程师签证，同意隐蔽，灌注砼，再进行下道工序。

(5) 安放钢筋笼：钢筋笼制作安装钢筋进场必须具有合格证，每批材料，每种规格均需抽样检查合格后方可使用。钢筋笼制作必须严格按设计图和规范要求执行。钢筋笼最好一次性使用一台吊机。钢筋笼顶端要焊吊挂筋，高出钢护筒。钢筋笼就位后，吊挂筋支承在护筒顶的枕木上，不能直接放在护筒上。超声波检测桩的钢筋笼要安装镀锌钢管与箍筋连接，要保证检测钢管不漏水。

(6) 水下混凝土灌注：用直径 30cm 导管灌注水下砼。导管每节长度 3~4m。导管使用前试拼，并做封闭水试验 (0.3MPa)，15 分钟不漏水为宜。仔细检查导管的焊缝。导管安装时底部应高出孔底 30~40cm。导管埋入砼内深度 2~3m，最深不超过 4m，最浅不小于 1m，导管提升速度要慢。开管的砼数量应满足导管埋入砼深度的要求，开管前要备足相应的数量。砼落度为 18~22cm，以防堵管。砼要连续浇注，中断时间不超过 30 分钟。浇灌的桩顶标高应高出设计标高 0.5m 以上。砼用商品砼或自备搅拌设备，吊机吊斗入槽或用泵送砼直接入槽。施工中应保证场地清洁卫生，泥浆不可到处外溢，泥渣应及时清除。

(7) 桩基础检测：灌注桩施工结束后 28 天，按有关规定，对桩身和所灌注混凝土进行检验和检测，并应将检验和检测的成果报送监理人。灌注水下混凝土每一根桩均应留取试件，每台班至少取二组样，每组 3 块，钻孔灌注桩应每根取三组样，每组 3 块。

2、上部钢结构施工

本项目景观栈道主体采用砼结构设计，上部结构具体施工顺序如下：混凝土预制件依照图纸设计尺寸放实样并在预制场制作完成→通过运输车辆、船舶运输至项目所在地→吊装→刷面漆→竣工验收。

2.4.4 土石方平衡分析

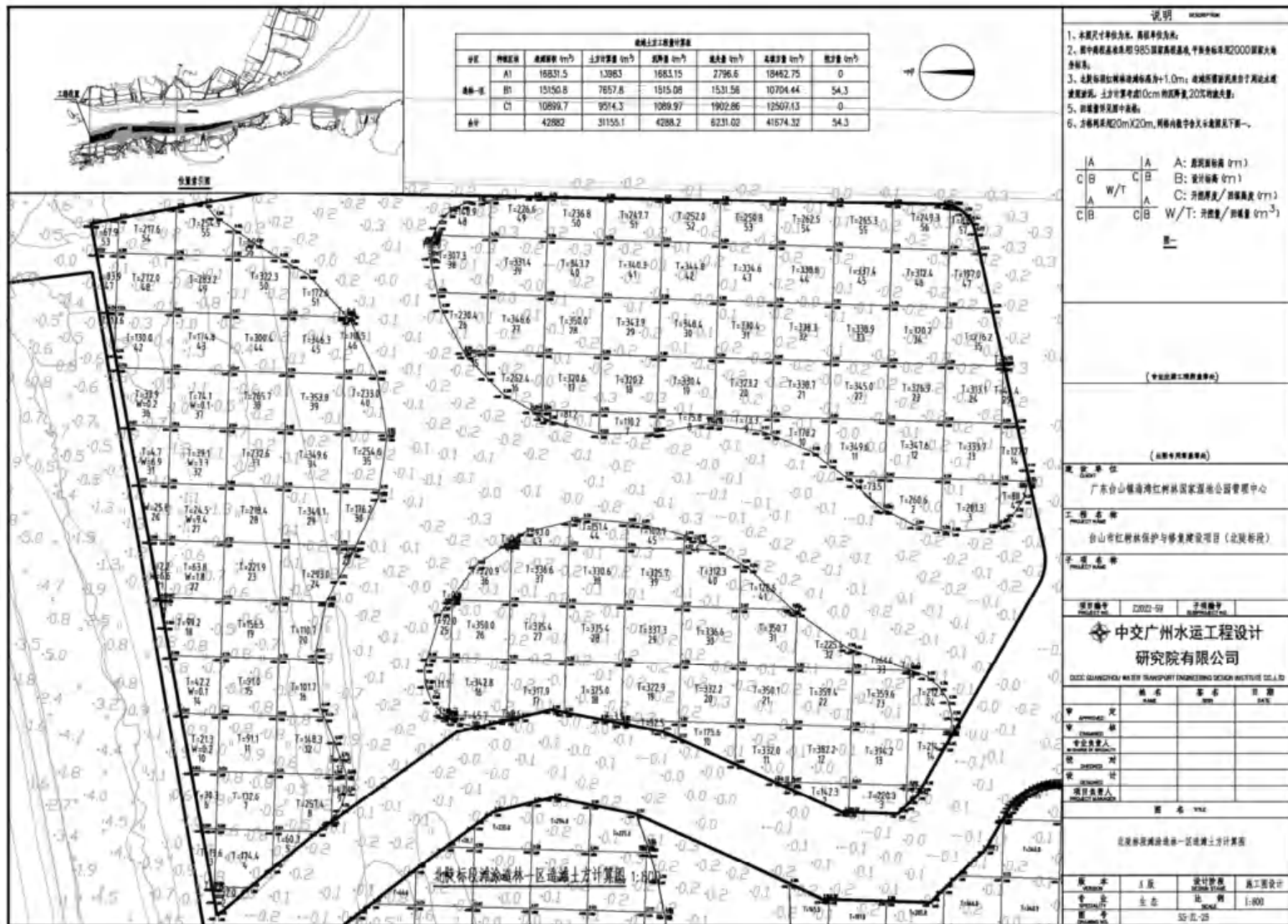
项目科研监测栈道桩基采用 $\Phi 800\text{mm}$ 钻孔灌注桩，钻渣主要成分为淤泥、粉质黏土、强风化岩等，钻渣用于红树林种植护滩措施，不外排；本项目滩涂平整直接在滩涂周边海域开挖潮沟产生的淤泥，不需要外购土方，也不产生弃方。

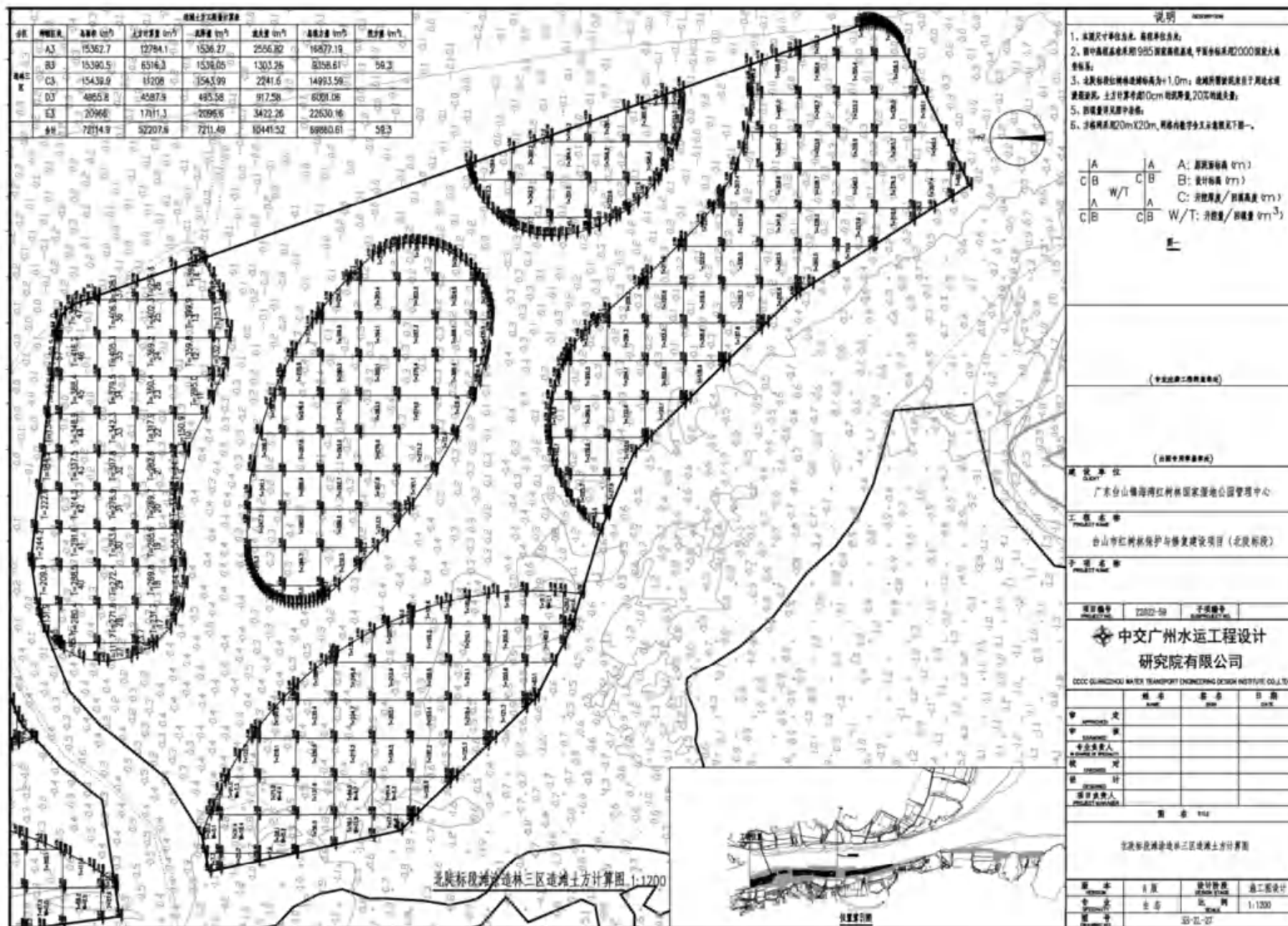
本项目红树林滩涂造林土方计算图见图 2.4.4-1~图 2.4.4-2，土石方平衡情况见表 2.4.4-1。

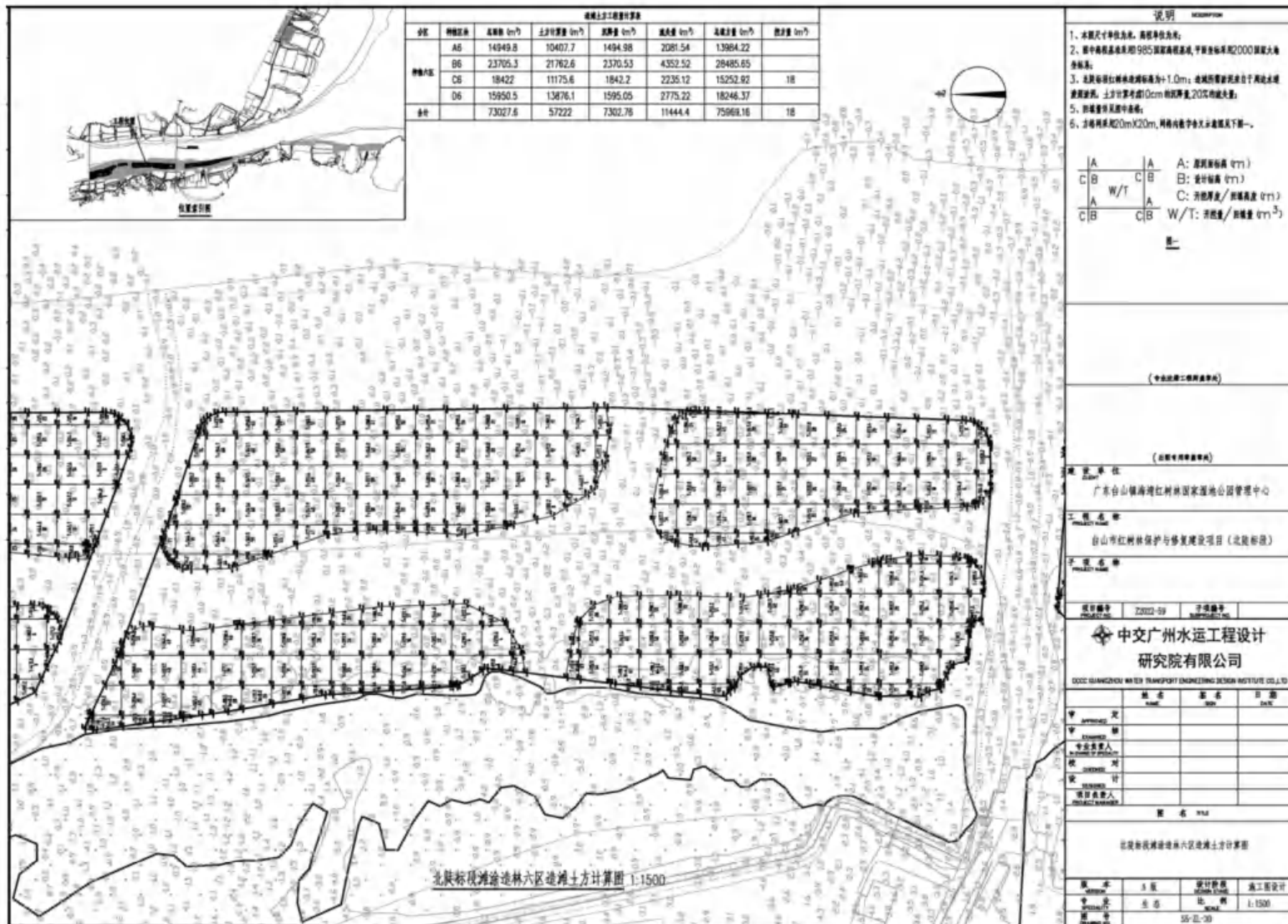
表 2.4.4-1 项目土石方平衡表

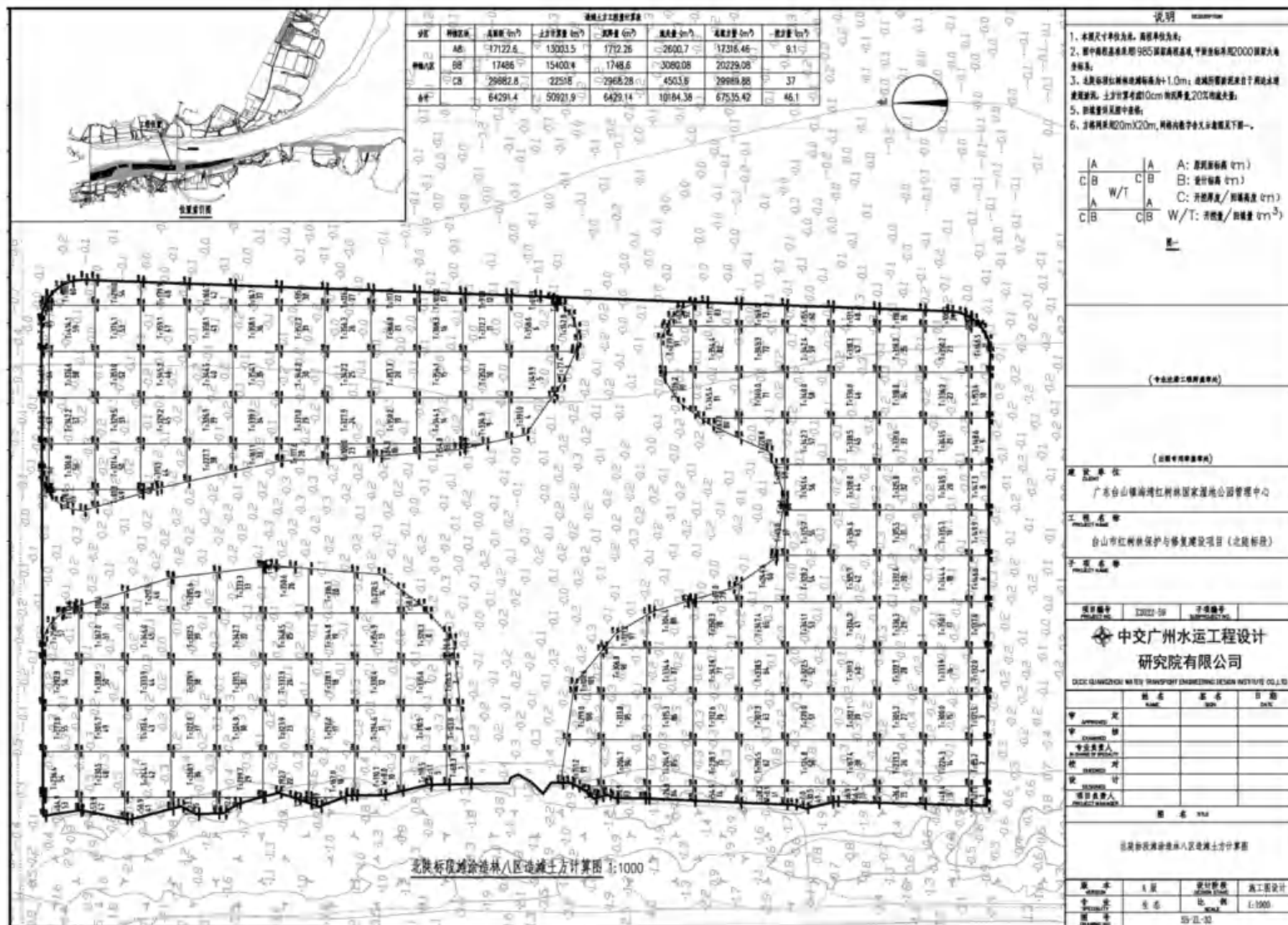
项目	挖方		填方		外购土方		弃方	
	方量(m ³)	去向	方量(m ³)	来源	方量(m ³)	来源	方量(m ³)	去向
滩涂整地	0	/	1278923.81	潮沟开挖	0	/	0	/
潮沟开挖	1455448.08	滩涂整地 护滩措施	0	/	0	/	0	/
护滩措施	0	/	179431.22	潮沟开挖 钻孔钻渣	0	/	0	/
钻孔钻渣	2906.95	护滩措施	0	/	0	/	0	/

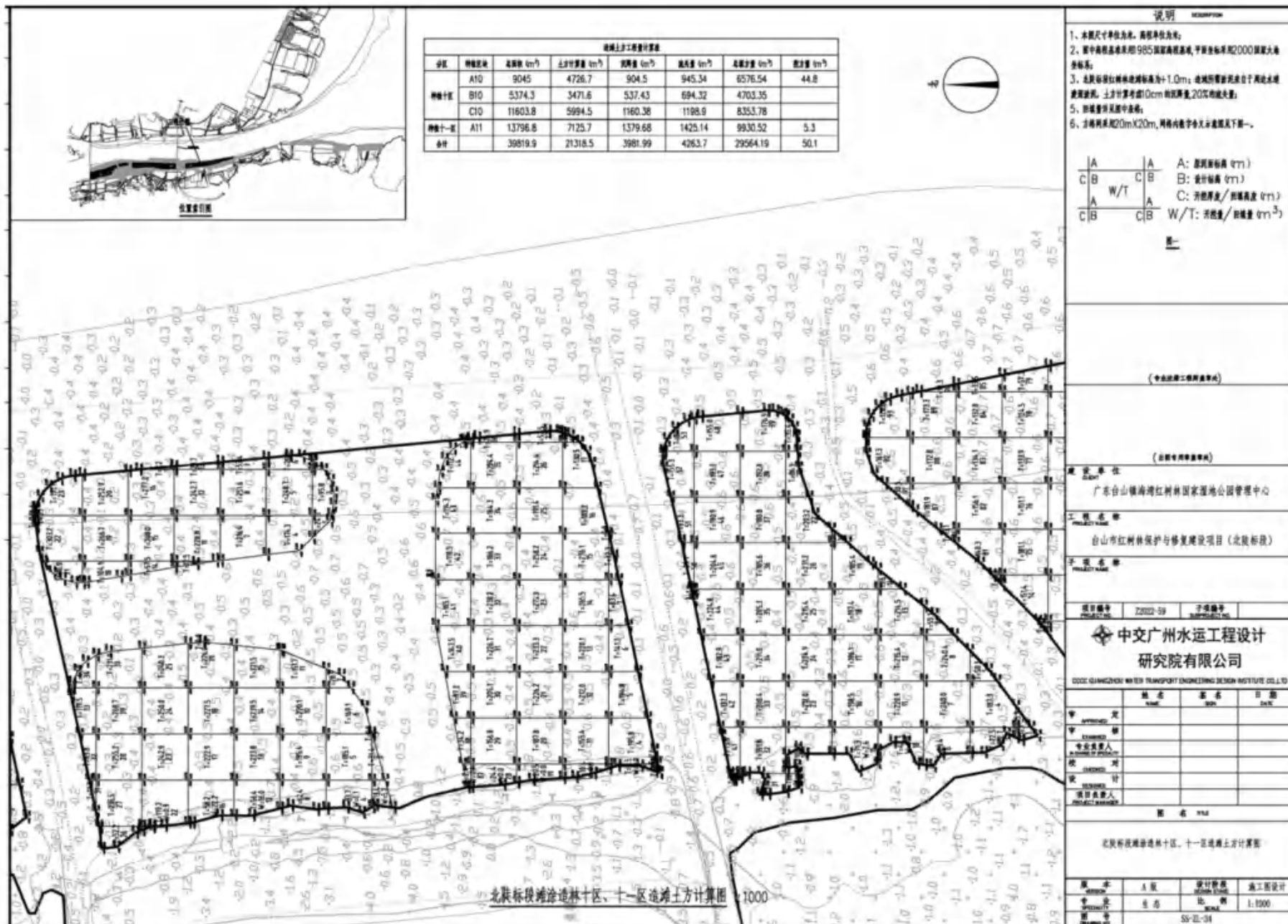
注：土石方平衡不含混凝土使用量，混凝土为单纯入项，不在此处统计。土石方数据来源于项目初步设计方案。











区域土方量计算表					
分区	种植范围	高程值 (m)	土方计算量 (m³)	挖方量 (m³)	填方量 (m³)
种植十区	A10	9045	4726.7	904.5	945.34
	B10	5374.3	3471.6	537.43	694.32
	C10	11603.8	5994.5	1160.38	1196.9
种植十一区	A11	13796.8	7125.7	1379.68	1425.14
					9930.52
					5.3
合计			39819.9	21318.5	3981.99



说明

1. 本图尺寸单位为米，高程单位为米；
2. 图中高程基准采用 1985 国家高程基准，平面坐标采用 2000 国家大地坐标系；
3. 本图标注红树林种植标高为 +1.0m，造地所需土方量由本图计算得出，土方计算考虑 10cm 的沉降量，20% 的抛填量；
4. 本图量测范围中高程；
5. 本图比例尺 1:1000，网格内数字为高程值及下列一。

A	A	A: 原地面高程 (m)
B	B	B: 设计高程 (m)
W/T	A	C: 开挖深度/填土高度 (m)
B	B	W/T: 开挖量/填土量 (m³)

图

(中苑标段二标段图例)

(中苑标段二标段图例)

建设单位
广东台山滨海红树林国家湿地公园管理中心

工程名称
台山市红树林保护与修复项目(北苑标段)

工程名称
台山市红树林保护与修复项目(北苑标段)

项目编号
72012-09

设计单位
中交广州水运工程设计研究院有限公司

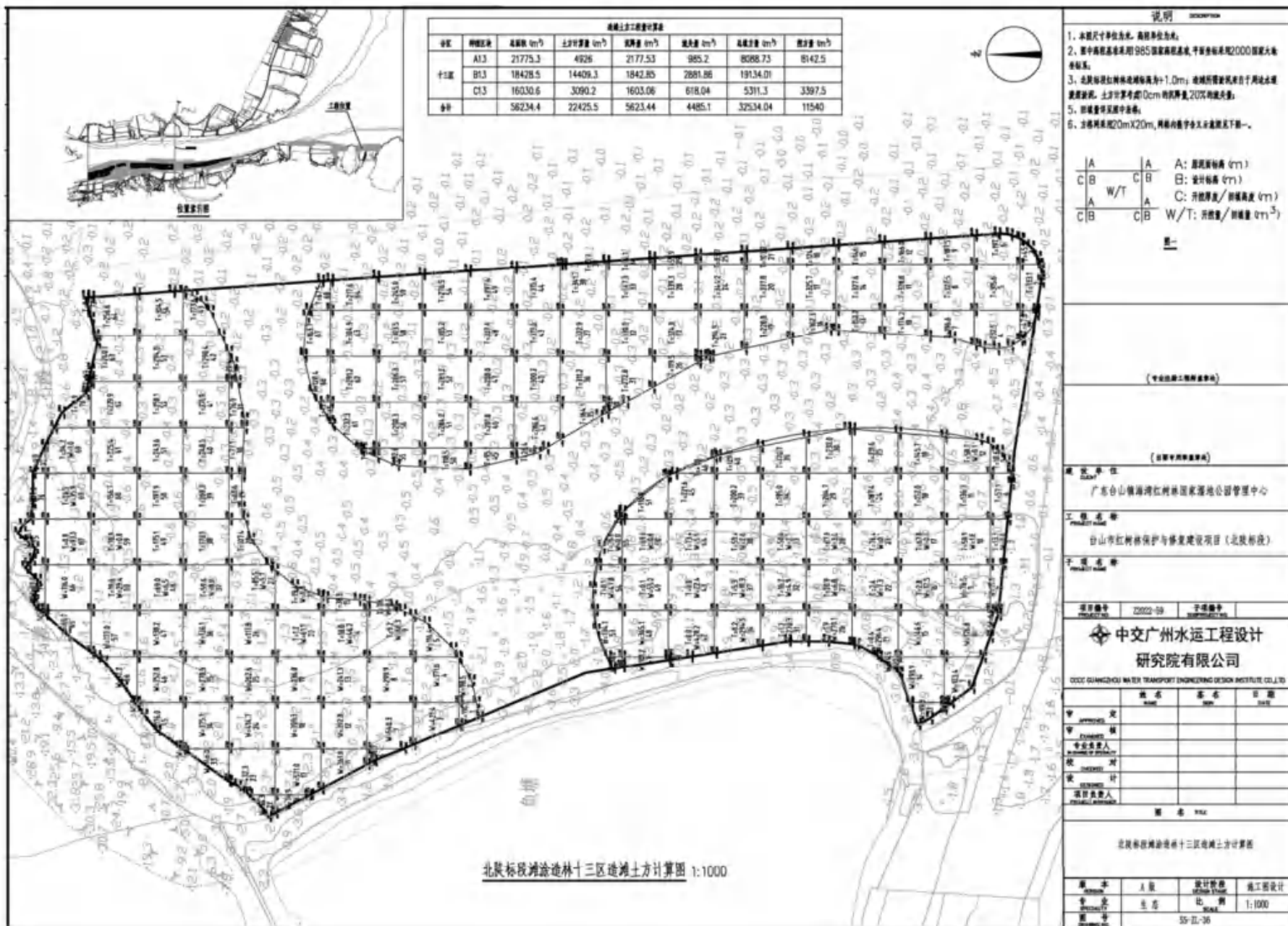
0002 GUANGZHOU WATER TRANSPORT ENGINEERING DESIGN INSTITUTE CO., LTD.

姓名	姓名	日期
设计		
审核		
校核		
绘图		
制图		

图名

北苑标段滩涂造林十区、十一区造地土方计算图

版本	人	设计日期	施工图设计
1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.0	1.0	1.0



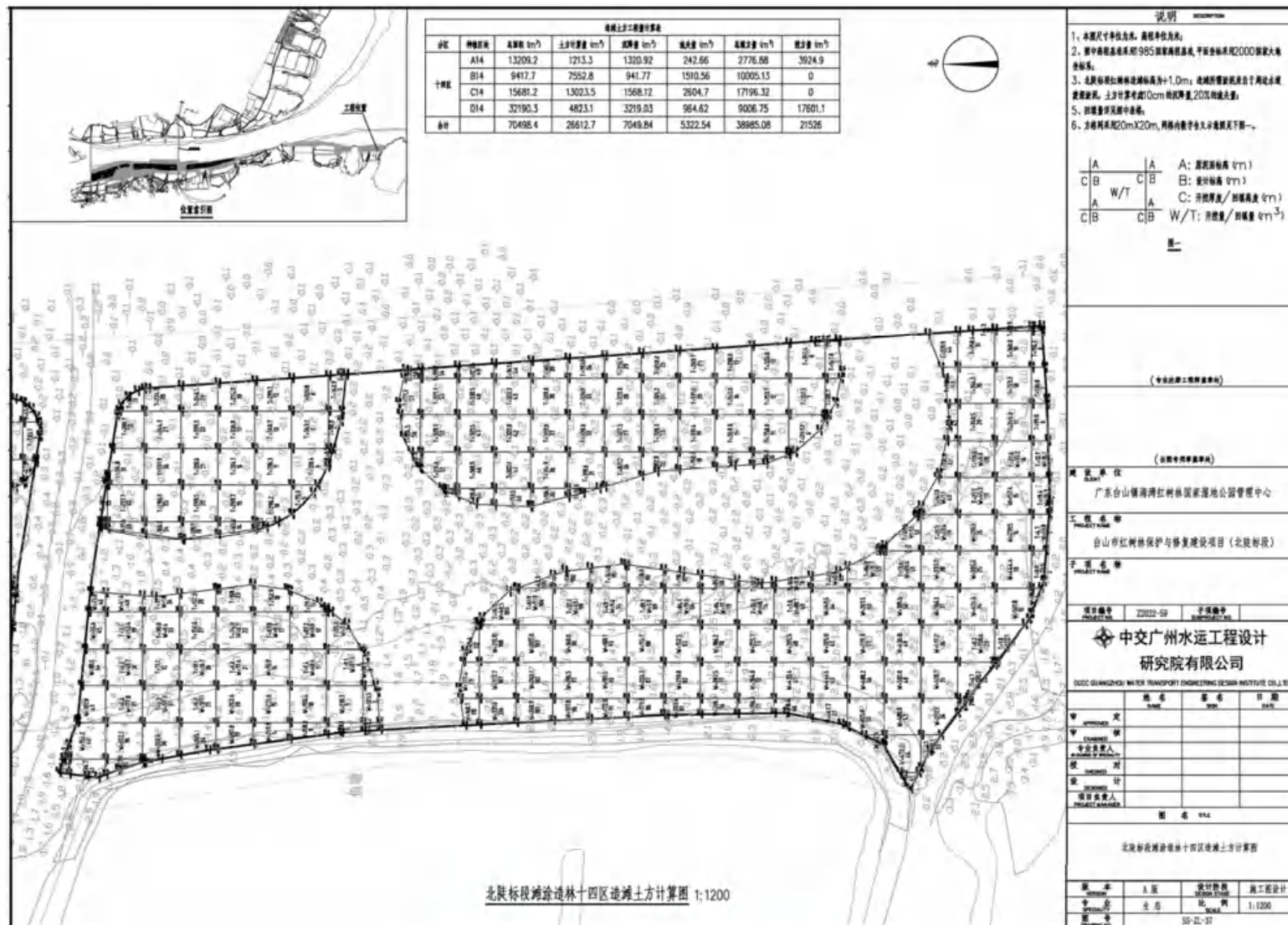
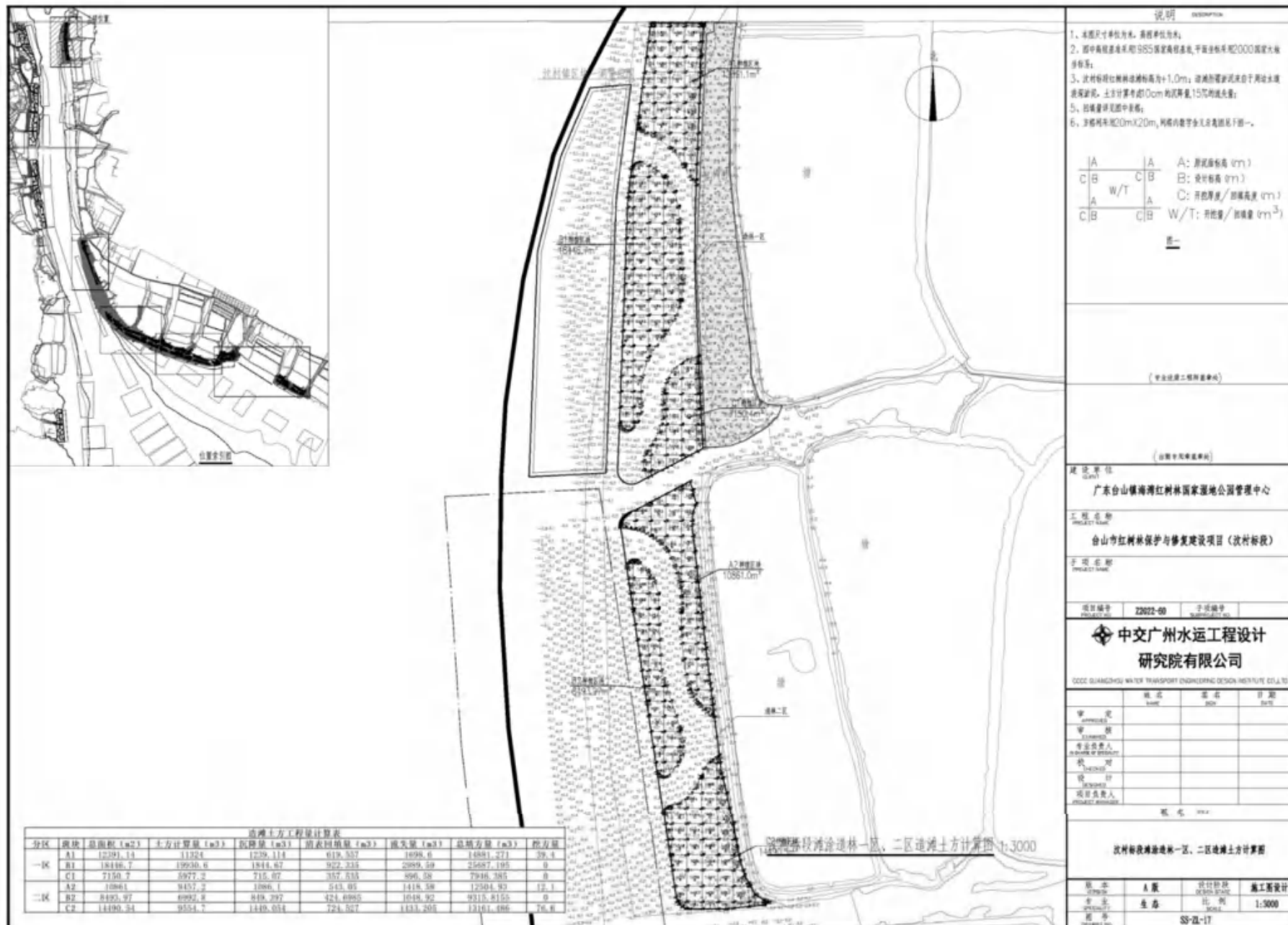
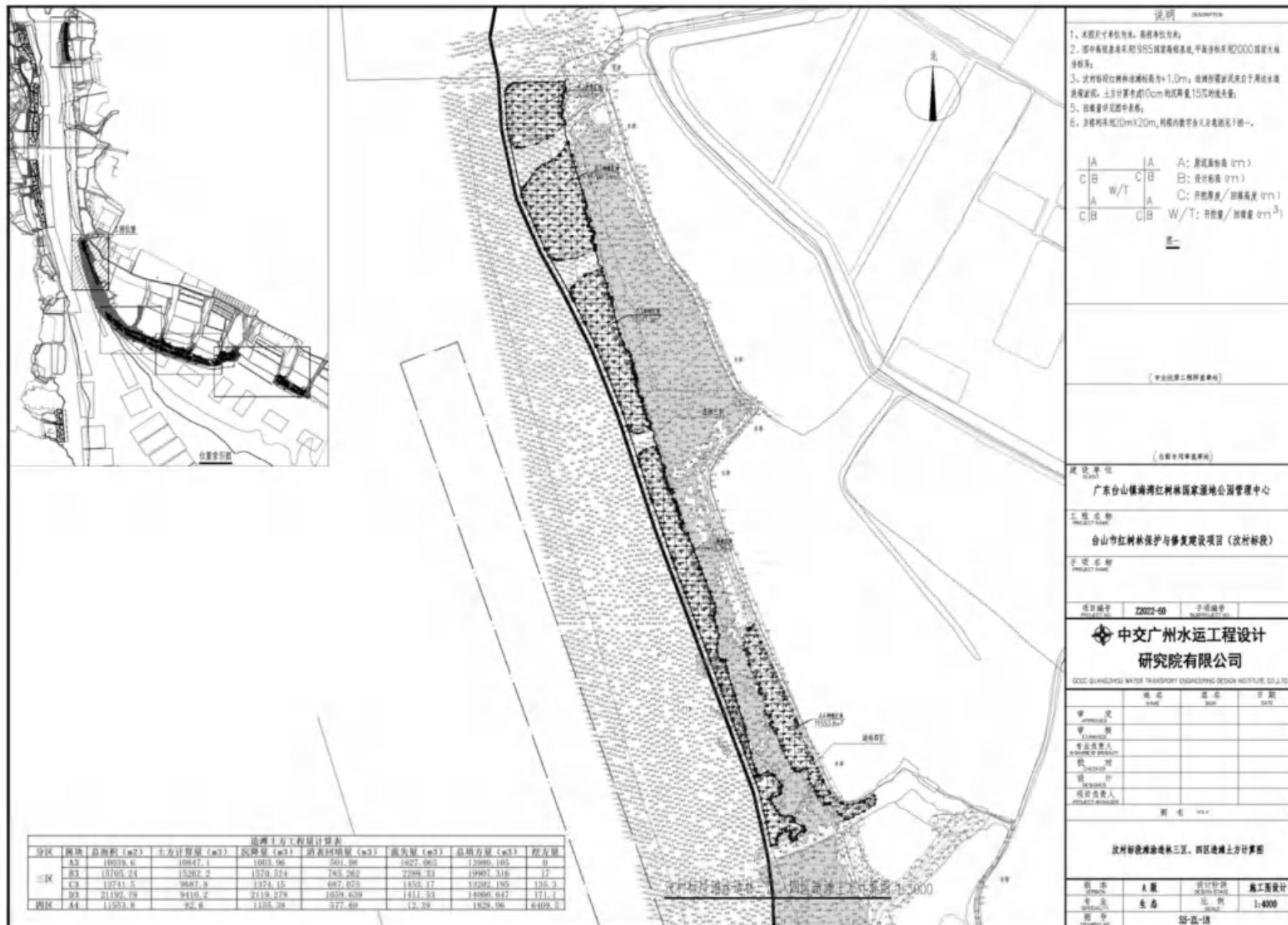
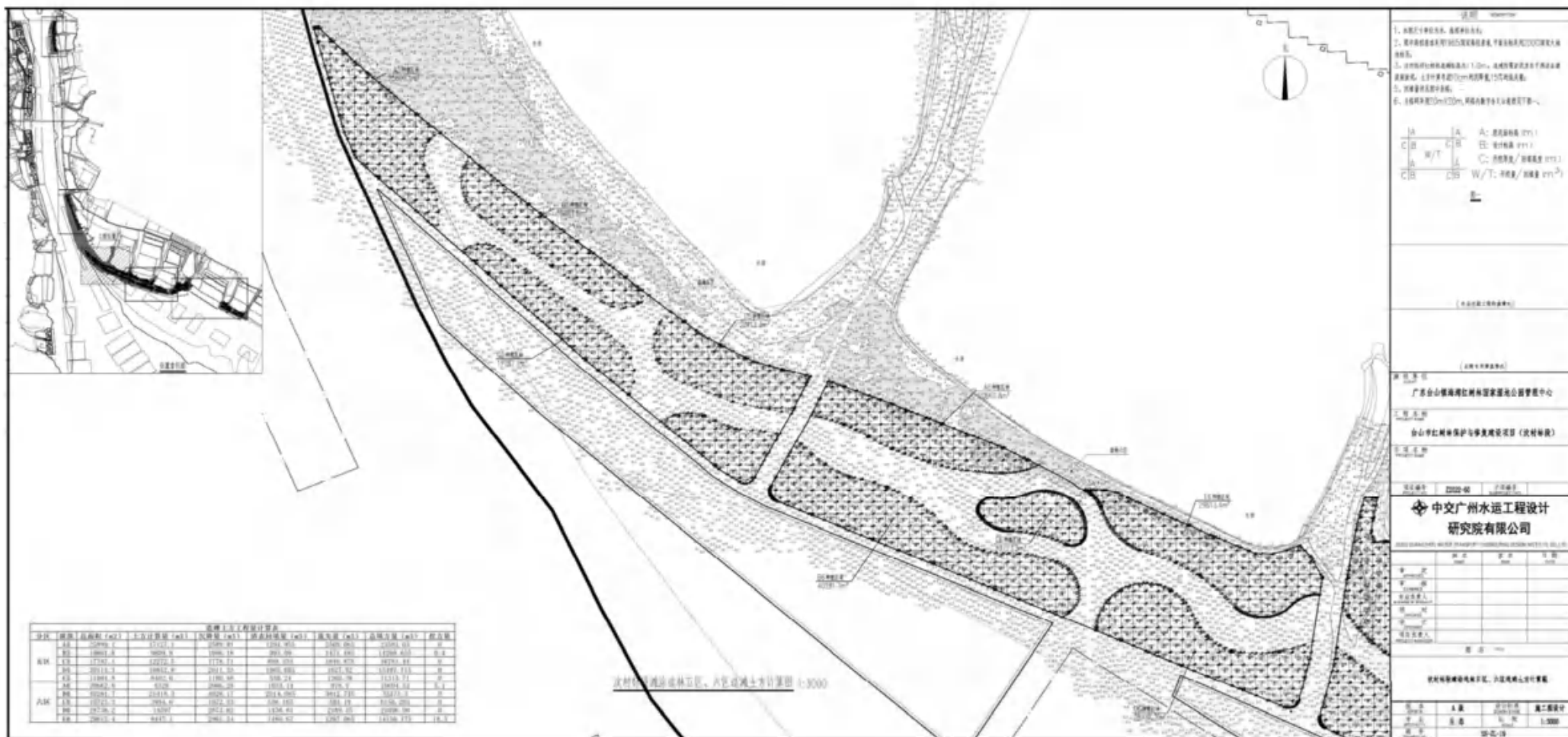


图 2.4.4-1 北陡标段滩涂造林土方计算图







2.4.5 施工进度安排

严格按照项目管理要求，结合项目前期准备、基础调查、设计论证、项目实施、竣工清理、财务决算审计、竣工验收、效果评价等阶段，按年度、月份编制详细的工作进度计划。

表 2.4.5-1 项目实施总体进度计划表

类别	序号	工程项目名称	工期	2022 年		2023			
			月	12		1	2	3	4
前期工作	1	项目前期调查	0.5						
	2	勘察设计论证	1						
项目实施	1	互花米草清除	1						
	2	滩面改造	2.5						
	3	红树林滩涂营造和修复工程	2.5						
	4	科研监测道工程	2						
	5	跟踪监测与成效评估	3						
竣工验收	1	竣工清理	0.5						
	2	竣工验收	0.5						

2.4.6 施工机械

本工程主要施工机械设备如下：

表 2.4.5-1 主要施工机械

序号	名称	规格	单位	数量
1	水陆两用挖掘机	2m ³	台	50
2	平板驳船	500m ³	台	25
3	小型抓斗船	2m ³	艘	5
科研监测栈道施工机械				
1	钻机		台	2
2	混凝土搅拌车		台	2
3	起重车	50t	台	2
4	载重汽车		台	若干

2.5 项目用海需求

2.5.1 项目建设规模及用海内容界定

根据《广东省自然资源厅办公室关于启用新修测海岸线成果的通知》，本项目位于新修测海岸线往海域侧的建设内容主要有红树林营造工程、红树林修复工程、科研监测栈道工程等，其建设规模为 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，

修复现有红树林 38 公顷，并建设科研栈道（含鸟类监测塔）用于红树林生态系统科研观测。

根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函〔2020〕770 号），明确广东省海洋生态修复项目用海在严格论证审核海洋生态修复项目立项、加强项目组织实施和监督管理的基础上，可参照《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知》（自然资办函〔2019〕616 号）中简化项目用海审批手续的相关政策执行。《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知》（自然资办函〔2019〕616 号）明确，在渤海生态修复工作，可简化项目用海审批手续。项目实施中，需要种植碱蓬等植被、进行沙滩人工补沙等无构筑物建设的，以及拆除养殖池、构筑物等临时施工行为的，无需办理海域使用审批手续；对于建设非透水构筑物、修筑潜堤等辅助设施的，在科学论证生态修复方案的基础上，可适当简化海域使用审批手续并压缩办理时限。因此，海洋生态修复工程涉及构筑物建设的，需按照构筑物确权；涉及红树林的，可不用办理用海手续。

因此，根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函〔2020〕770 号）文件要求，本项目用海申请内容为 2 条科研监测栈道，其中北陡标段栈道长 244m，用海面积为 0.1158 公顷；汶村标段栈道长 105m，用海面积为 0.0373 公顷，红树林营造工程、红树林修复工程等则不作海域确权。

表 2.5.1-1 本项目建设内容规模及申请用海情况

序号	内容	总规模	涉海面积 (公顷)	用海方式	是否申 请用海	原因
1	红树林 营造工程	230 公顷	230	防护林 种植	否	根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》，无构筑物建设的无需办理海域使用审批手续
2	现有红树林 修复工程	38 公顷	38	防护林 种植	否	
3	科研监测 栈道工程	北陡标段 244m	0.1158	透水 构筑物	是	/
		汶村标段 105m	0.0373			

2.5.2 项目申请用海情况

本项目作为海洋生态修复项目，根据本项目申请用海内容以及《海域使用分类》（HY/T 123-2009）以及《自然资源部办公厅关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）〉的通知》（自然资办发〔2020〕1号），界定本项目用海类型为特殊用海中的其他特殊用海，用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式），项目申请用海面积为0.1531公顷。

本项目科研监测栈道离岸设置，不占用岸线。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》关于海域使用权最高期限规定“旅游、娱乐用海二十五年；公益事业用海四十年”的要求。考虑本项目属于海岸生态修复的公益性项目，项目用海申请内容为科研监测栈道，为公益事业项目，次要功能为旅游、娱乐，因此，从项目主要功能以及充分发挥项目所在海域综合效益等角度出发，建议项目申请用海年限为40年。海域使用权期限届满，本项目海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

因此，本项目用海为公益性用海，项目拟申请用海年限为40年。

台山市红树林保护与修复建设项目科研监测道工程宗海位置图

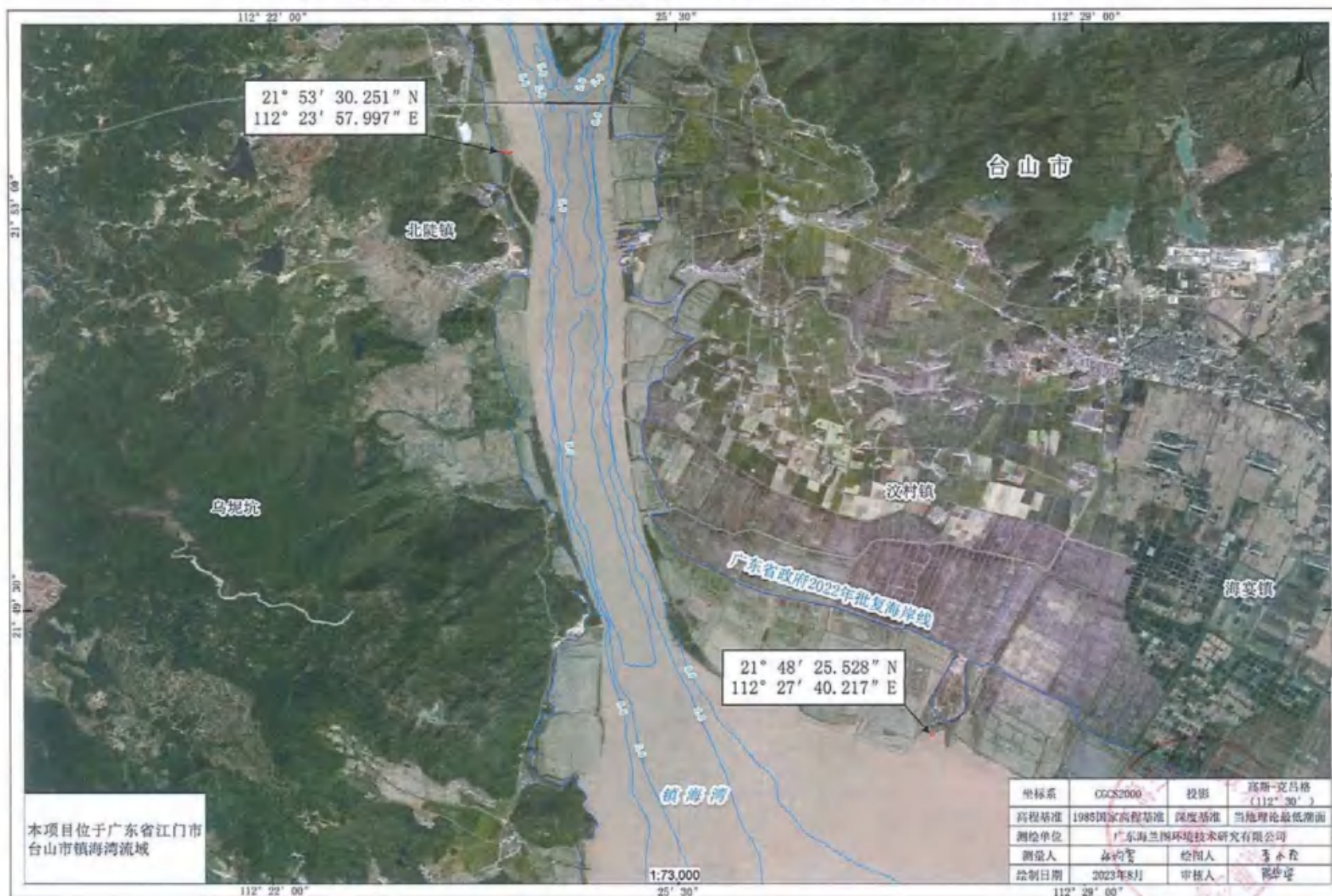


图 2.5.2-1 宗海位置图

台山市红树林保护与修复建设项目科研监测道工程（北陡标段）宗海界址图

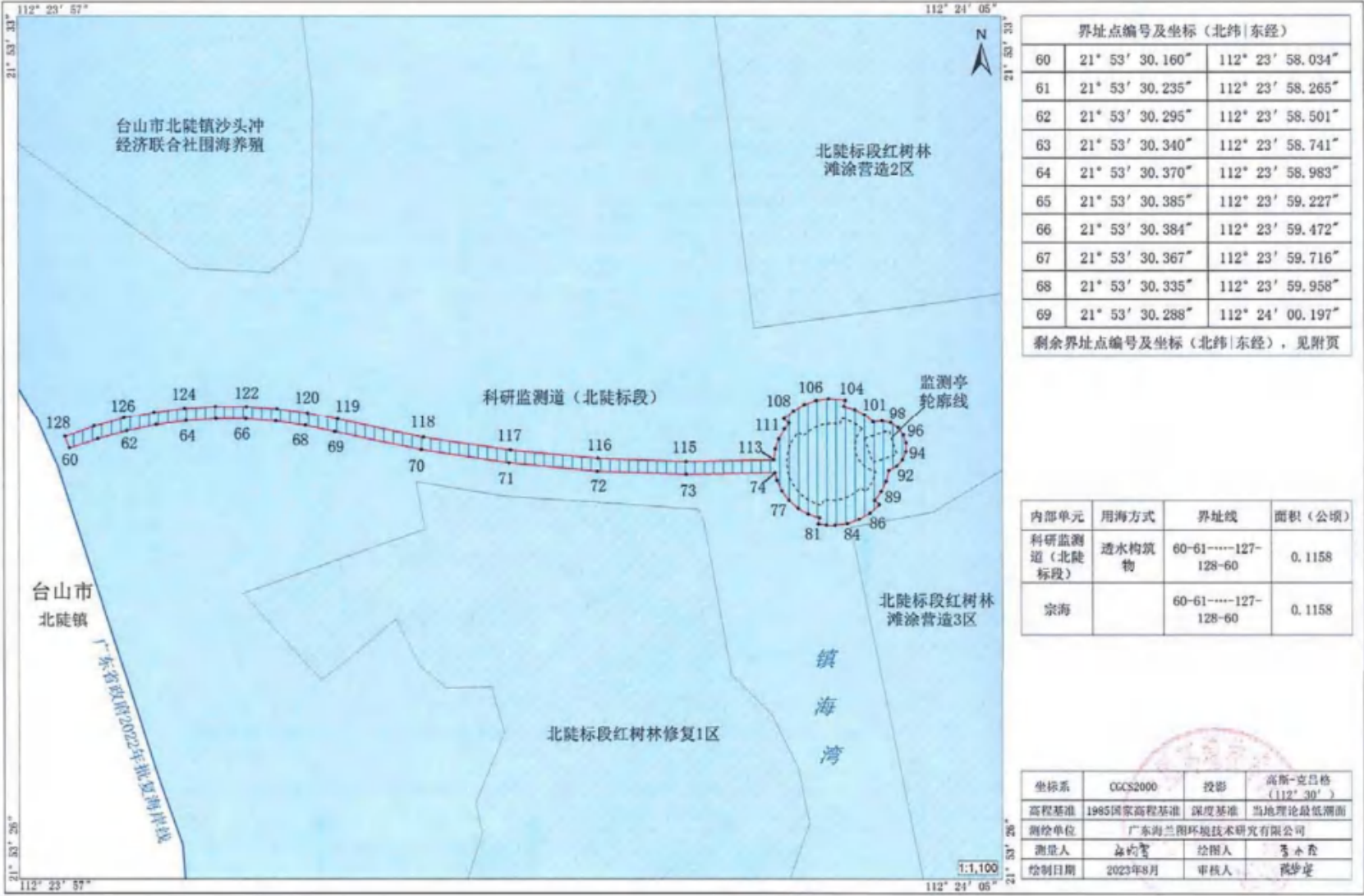


图 2.5.2-2 宗界界址图（北陡标段）

台山市红树林保护与修复建设项目科研监测道工程（汶村标段）宗海界址图

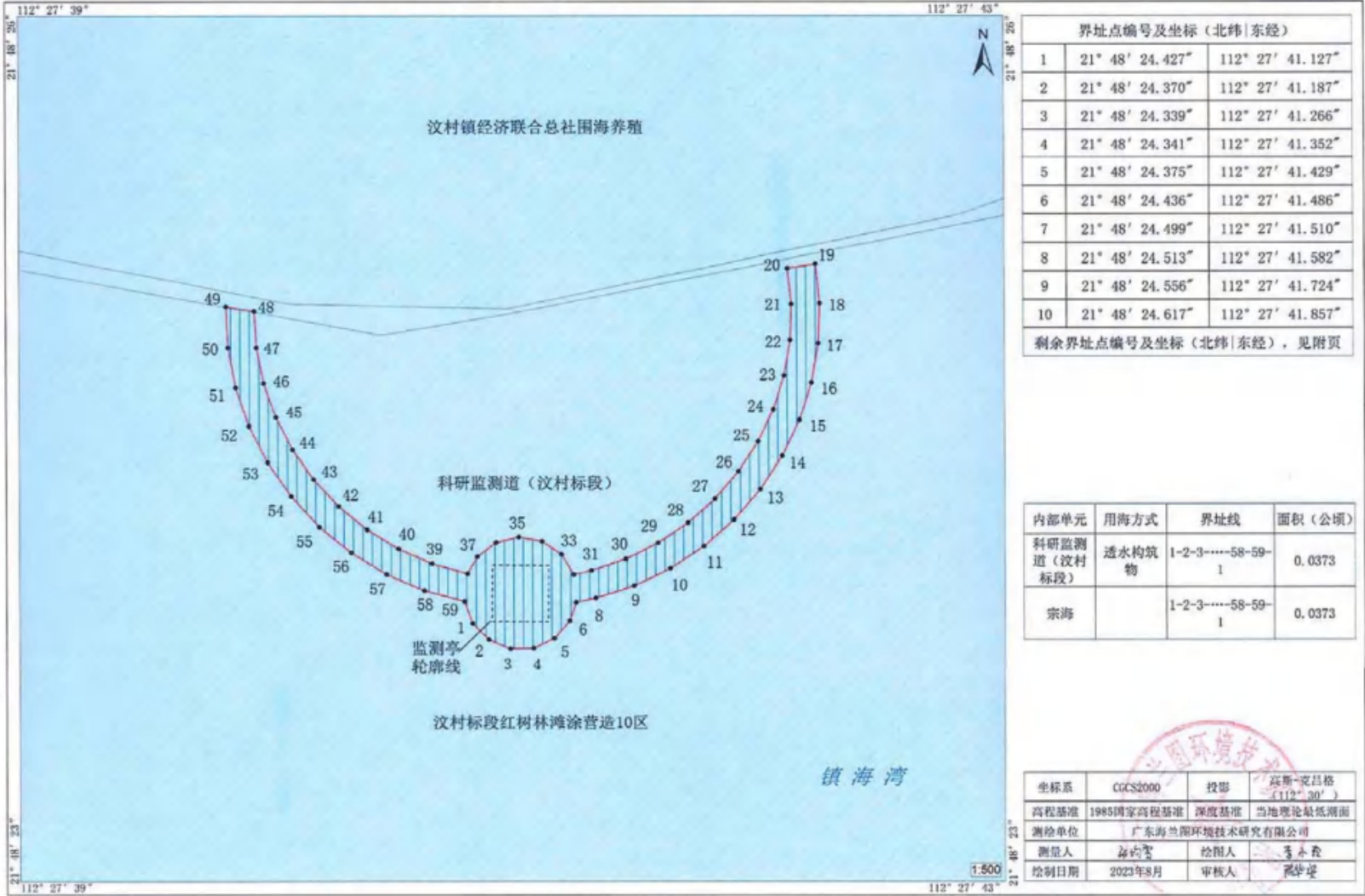


图 2.5.2-3 宗界界址图（汶村标段）

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设必要性

1、项目实施是落实国家政策方针，推进生态文明建设的需要

党的十八大以来明确提出推进生态文明建设，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展。党的十九大报告指出，人与自然是生命共同体，人类必须尊重自然、顺应自然、保护自然。推进绿色发展，着力解决突出环境问题，加大生态系统保护力度，改革生态环境监管体制，推动形成人与自然和谐发展现代化建设新格局。2019年2月18日，中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》，提出要牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，像对待生命一样对待生态环境，实行最严格的生态环境保护制度。

健康的海洋生态环境是区域经济生态安全的重要保障。红树林被称为“消浪先锋、海洋卫士”，防护生态效益显著，是沿海非常重要的生态系统。为深入贯彻落实习近平总书记关于红树林保护的重要指示精神，2020年8月，自然资源部、国家林草局联合印发了《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》，下达我省至2025年营造修复红树林8000公顷的“硬任务”，根据《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》任务分解，江门市需营造红树林275公顷，修复红树林178公顷，其中，台山市需营造红树林230公顷，修复红树林38公顷。按照省政府工作报告关于“建设具有海岸生态多样性保护和防灾减灾功能的万亩级红树林示范区”工作部署，本项目选址在台山市镇海湾，在滩涂以提升红树林防风消浪的减灾功能为重要考量，因地制宜营造修复红树林，改善镇海湾红树林生态系统质量，响应国家政策方针，推进生态文明建设，保障区域生态安全。

2、项目实施是改善区域生态系统质量，提升防灾减灾能力的需要

本项目所在区域台山市镇海湾海岸带自然岸线与人工岸线交替分布，海域日益繁荣、不受节制的生产经营活动、渔业养殖以及陆源污水导致海域红树林退化，自然岸线受损，岸线整体功能受到影响。红树林湿地退化，生态系统服务功能降低，原本沿海岸带连续分布的红树林生境破碎化，红树林生态系统连通性减弱，海域生态环境质量下降，海岸线及周边海域资源价值和生态功能受到影响。此外，江门市风暴潮风险等级为一级（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。

项目以镇海湾红树林保护修复为目标，保护自然岸线，开展红树林湿地修复，以镇海湾生态系统的恢复带动周边海洋生态系统整体结构恢复和防灾减灾功能提升，恢复区域海域生态系统完整性，保障区域沿海生态安全。

3、项目实施是增强海洋碳汇能力，促进实现“双碳”目标的重要举措

2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会上宣布，我国二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。海洋作为地球系统中最大碳库的“碳汇”作用，开展海洋生态保护修复，努力提升海洋生态系统的固碳能力。

红树林作为典型的滨海蓝碳生态系统，根际碳循环周期长，土壤有机碳分解速率低，碳储存时间长，使红树林湿地具有极高的碳汇能力，在全球碳循环中扮演重要角色。红树林复杂的地上结构发挥的消浪作用有利于促进潮水中颗粒有机碳的沉降。红树林凋落物和死亡的根系分解后部分也能埋藏到沉积物中。湿地沉积物缺氧的状态限制了有机碳的好氧分解，有机碳得以长期保存。根据 Mcleod 等的估算，单位面积红树林 ($226\text{gCm}^{-2}\text{y}^{-1}$) 的碳埋藏速率远远高于陆地森林 (全球平均值为 $\sim 5\text{gCm}^{-2}\text{y}^{-1}$)。根据学者研究，我国不同地区红树林的碳汇能力在 $2.09\sim 6.61\text{tC/hm}^2\text{y}$ 。2021年，广东湛江红树林造林项目通过评审，成为我国开发的首个蓝碳交易项目，为促进我国红树林保护修复项目碳汇提供了范本。台山市镇海湾万亩红树林保护修复项目打造成片规模红树林示范区，具有良好的碳汇开发条件，是增强海洋碳汇和实现“双碳”目标的具体举措。

4、项目实施是推动滨海旅游业发展，促进海洋经济转型升级的需要

《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出“支持珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆等城市充分发挥自身优势，深化改革创新，增强城市综合实力，形成特色鲜明、功能互补、具有竞争力的重要节点城市”的战略定位。但目前江门海岸线利用效率和综合开发水平较低，海岸资源开发多用于滩涂养殖，开发利用方式较为粗放；未开放岸线占比高 (41.6%)，岸线可达性较差，滨海旅游资源开发不足，影响了海洋旅游产业的进一步发展和海洋经济的转型升级。江门市及台山市海洋经济发展“十四五”规划中强调要着力打造高端滨海旅游业，在镇海湾重点发展生态旅游和生态渔业，构建镇海湾生态旅游区。

台山市红树林保护与修复建设项目为打造万亩成片规模红树林打下基础，提升滨海湿地景观观赏性，改善滨海湿地生态环境质量，推进海洋旅游资源整合，促进镇海湾区域整治与发展，为台山市海洋经济转型升级提供有力牵引。

2.6.2 项目用海必要性

本项目生态修复工作是《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》任务分解下达到台山市的任务，按照任务要求，江门市需营造红树林 275 公顷，修复红树林 178 公顷，其中，台山市需营造红树林 230 公顷，修复红树林 38 公顷。

根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函〔2020〕770 号）文件要求，本项目用海申请内容为总长 349m 长的科研监测栈道，其用海面积为 0.1531 公顷，红树林种植工程等则不作海域确权。

本项目仅对科研监测栈道进行确权，项目栈道主要为方便对红树林修复工程进行跟踪监测及科学研究，同时融入生态科普元素以丰富游客和当地群众的滨海休闲体验空间，在进行红树林生态修复工作的同时充分释放海岸带的生态和经济价值。为避免大规模的破坏海岸，本项目栈道采用透水构筑物形式，其将不可避免地需要使用海域，其用海是必须的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋自然环境概况

3.1.1 气象与气候

项目所在地区位于广东省台山市海域，台山地处祖国大陆南部，属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

本报告的气候气象特征引用台山海洋站（112°55'06"E，21°51'03"N）2008 年 1 月~2019 年 12 月气象资料的统计分析。

一、气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 23.7℃，平均气温年变幅不大，年较差为 3.6℃。最热的月份出现在 6~9 月份，多年月平均气温为 28.6℃以上；5 月次之，多年月平均气温为 26.7℃；最冷的月份出现在 1 月份，多年月平均气温为 15.8℃；2 月次之，多年月平均气温为 16.7℃。历年最高气温为 36.3℃，出现在 2015 年 8 月 8 日；历年最低气温为 3.2℃，出现在 2016 年 1 月 24 日。

表 3.1.1-1 台山海洋站月平均、最高、最低气温统计 单位：℃

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	累年
平均	15.8	16.7	19.5	23.1	26.7	28.9	29.2	29.2	28.6	26.1	22.3	17.8	23.7
最高	25.7	25.3	25.9	30.2	32.9	34.6	34.4	36.3	34.4	31.7	30.5	27.6	36.3
日期	8	10	19	26	29	24	18	8	22	4	1	6	8
年份	2017	2010	2008	2019	2018	2008	2019	2015	2008	2009	2009	2010	2015
最低	3.2	6.1	8.9	13	18.6	22.4	24.2	22.6	20.9	16.5	7.8	7.2	3.2
日期	24	12	10	15	2	3	24	23	30	28	18	30	24
年份	2016	2008	2010	2010	2013	2010	2012	2008	2016	2010	2009	2012	2016

注：资料年限为 2008 年 1 月~2019 年 12 月。

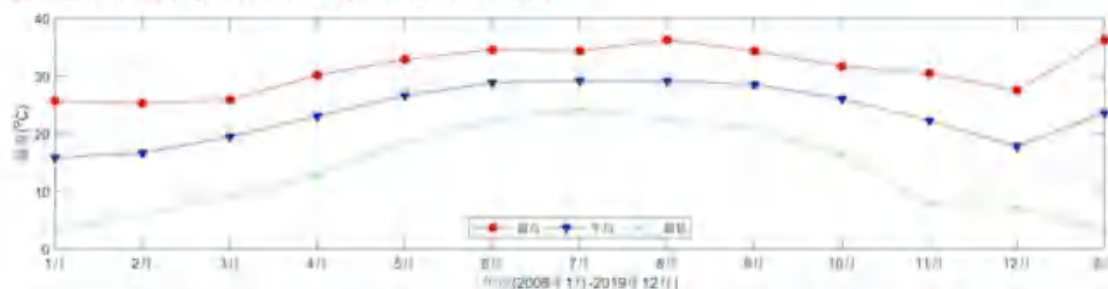


图 3.1.1-1 台山海洋站平均最高、最低气温月份统计曲线图

日最高、最低气温分级出现日数见表 3.1.1-2，日最高气温 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ 的天气累年平均出现日数为 0.2 天。日最高气温 $\geq 30.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 4~11 月份，以 7 月份最多为 21.8 天，累年平均出现日数为 88.6 天。日最低气温 $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 11 月至翌年 3 月份，以 12 月至翌年 2 月较多，累年平均出现日数为 8.8 天；日最低气温 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ 的累年平均出现日数为 0.2 天。

表 3.1.1-2 台山海洋站累年各月日最高、最低气温分级出现日数统计 单位：天

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	累年
$\geq 35^{\circ}\text{C}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
$\geq 30^{\circ}\text{C}$	0.0	0.0	0.0	0.1	6.8	18.5	21.8	21.6	16.3	3.4	0.2	0.0	88.6
$\leq 10^{\circ}\text{C}$	3.6	3.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	8.8
$\leq 5^{\circ}\text{C}$	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

注：资料年限为 2008 年 1 月~2019 年 12 月。

二、降水

台山海洋站年降水量充沛，累年平均降水量为 2055.4mm，年际变化较大，最多年降水量为 2429.0mm（2019 年），最少年降水量为 1532.9mm（2011 年）。季节变化比较明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水量均在 128.8mm 以上，受季风和热带气旋影响，5~8 月份降水最多，累年月平均降水量为 298.1mm 以上，整个雨季平均降水量共 1751.8mm，占全年降水量的 85%。10 月至翌年 4 月为旱季，平均降水量总共为 303.6mm，只占全年降水量的 15%。

表 3.1.1-3 台山海洋站各月平均及最大、最小降水量（mm）分布统计

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	累年
平均	35.9	30.4	81.4	128.8	393.0	411.1	298.1	321.1	199.9	86.6	37.3	32.1	2055.4
最大	275.7	65.9	187.9	407.8	863.9	897.7	541.2	465.3	361.2	200.4	129.4	105.9	2429
年份	2016	2010	2019	2012	2014	2010	2008	2019	2015	2015	2012	2015	2019
最小	0.6	0.7	15.6	9.9	68.1	135.3	82.8	92.3	64.1	36.9	10	0.2	1532.9
年份	2009	2013	2018	2008	2018	2015	2010	2011	2008	2012	2014	2011	2011

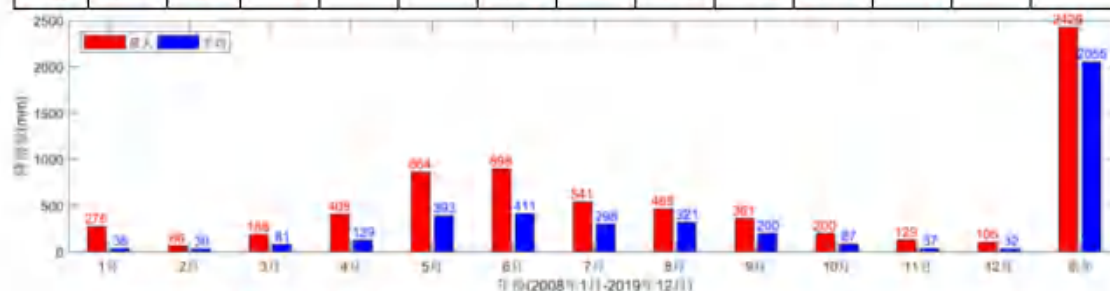


图 3.1.1-2 台山海洋站各月平均及最大、最小降水量统计分布图

表 3.1.1-4 台山海洋站各月降水量比率分布统计 比率单位：%

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	累年
平均	35.9	30.4	81.4	128.8	393.0	411.1	298.1	321.1	199.9	86.6	37.3	32.1	2055.4
比率	2	1	4	6	19	20	15	16	10	4	2	2	100

历年日最大降水量为 506.4mm，出现在 2014 年 5 月 10 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~7 月份。

表 3.1.1-5 台山海洋站日最大降水量分布统计 单位：mm

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	累年
最大	63.4	45.9	106.7	113.7	506.4	396.1	235	124.5	138.1	83.2	73.3	62.8	506.4
日期	29	7	31	17	10	26	12	1	12	4	21	9	10
年份	2016	2010	2014	2012	2014	2010	2008	2019	2009	2015	2012	2015	2014

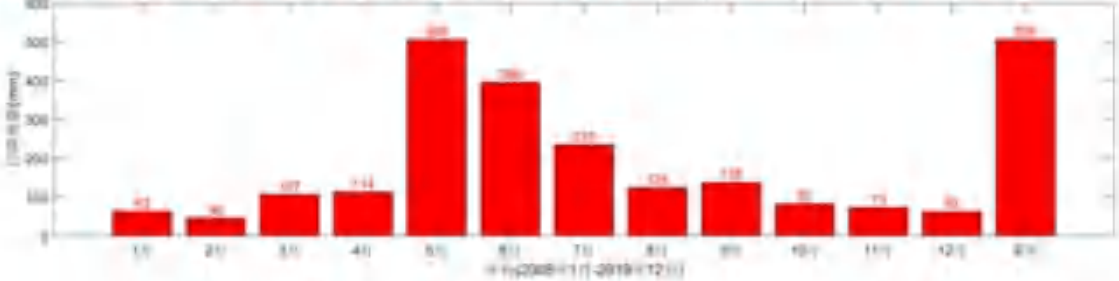


图 3.1.1-3 台山海洋站日最大降水量月份及累年统计直方图

台山海洋站暴雨日数累年平均 10.8 天，6、8 月出现最多为 2.2 天，其次是 5 月为 2.1 天，大暴雨日数累年平均 2.9 天，暴雨和大暴雨主要是热带气旋和西南夏季风过程引起。

表 3.1.1-6 台山海洋站累年各月各级降水平均日数 单位：天

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	累年
≥0.1mm	6.4	9.6	12.8	13.4	15.7	18.5	17.8	15.5	12.5	7.4	7.0	6.3	142.9
≥5.0mm	1.8	1.6	3.7	4.8	7.9	10.6	9.3	9.3	6.1	3.2	1.8	1.3	61.3
≥10.0mm	0.8	1.0	1.9	3.6	5.9	8.3	6.8	7.7	4.3	1.9	1.0	0.8	43.9
≥25.0mm	0.4	0.1	0.9	1.3	3.2	4.6	2.8	4.3	2.4	1.3	0.4	0.3	22.0
≥50.0mm	0.2	0.0	0.4	0.4	2.1	2.2	1.5	2.2	1.3	0.5	0.1	0.1	10.8
≥100.0mm	0.0	0.0	0.1	0.2	0.9	0.8	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	2.9
≥150.0mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3

三、风

台山海洋站地处季风区，累年平均风速 4.6m/s，年主导风向为北北东和东北向，出现频率均为 17.5%和 15.9%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬、春季盛行东北向风，夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 20%。常年平均风速变化不大，其平均值在 4.2m/s~5.0m/s 之间。其中 2 月份的平均风速最小，多年月平

均值为 4.2m/s。历年最大风速为 38.6m/s，风向东北，出现在 2008 年 9 月 24 日。

表 3.1.1-7 台山海洋站各月最多风向及频率 比率单位：%

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	累年
多向	NNE	NNE	NNE	NE	NE	S	S	S	NE	NE	NNE	NNE	NNE
频率	14.9	26.3	29.5	20.3	13.3	20.0	14.0	11.1	15.3	19.9	25.5	24.9	17.5
次向	NE	NE	NE	NNE	SSE	SSE	SSE	SSW	NNE	NNE	NE	N	NE
频率	11.9	22.8	22.9	20.3	11.7	15.6	13.7	10.0	12.7	18.8	18.4	18.0	15.9

表 3.1.1-8 台山海洋站各月平均风速、最大风速（m/s）及对应风向

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	累年
平均	4.5	4.2	4.3	4.3	4.7	4.9	5.0	4.3	4.7	4.9	4.8	4.5	4.6
最大	12.7	14	15.7	31.3	19.8	22.8	27.6	32.1	38.6	21.2	14.4	13.1	38.6
风向	NNE	NE	NW	S	SSE	ENE	S	S	NE	NE	NE	NE	NE
日期	31	8	13	19	27	23	24	23	24	4	10	26	24
年份	2016	2013	2009	2008	2016	2011	2012	2017	2008	2015	2013	2008	2008

台山海洋站强风向为东北向，最大风速为 38.6m/s；次强风向为南向，其最大风速为 32.1m/s。

表 3.1.1-9 台山海洋站各风向累年各月平均风速、最大风速与频率 比率单位：%

风向	平均	频率	最大	日期	月份	年份
N	4.6	9.4	20.7	15	10	2017
NNE	5.2	17.3	19.3	6	8	2010
NE	6.0	15.7	38.6	24	9	2008
ENE	5.1	8.6	22.9	6	8	2008
E	4.5	4.9	17.6	1	8	2019
ESE	3.8	3.1	14.7	16	7	2018
SE	3.8	3.5	14.2	22	6	2014
SSE	4.8	5.6	29.5	5	8	2009
S	4.8	6.2	32.1	23	8	2017
SSW	4.0	4.7	21.2	23	8	2008
SW	3.8	3.4	17.8	22	8	2008
WSW	3.1	1.8	10.3	15	8	2015
W	2.4	1.1	10.6	7	10	2019
WNW	1.9	1.2	8.6	22	4	2010
NW	3.1	5.4	15.7	13	3	2009
NNW	3.1	6.9	23	23	9	2008

台山海洋站大风（≥8 级）日数，一年四季均可出现大风，其中 12 月至翌年

5 月份的平均大风日数最少，为 0.3~0.9 天；6~9 月份的平均大风日数多达 3 天以上；大风日数年平均为 20.8 天，2009 年出现大风日数最多达 35 天。

表 3.1.1-10 台山海洋站历年各月≥8 级大风最多及最少的日数 单位：天

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	历年
平均	0.6	0.3	0.8	0.8	0.9	3.3	3.9	3.3	3.2	2.0	1.4	0.3	20.8
最多	3	1	3	3	3	8	6	9	11	4	7	1	35
年份	2016	2017	2013	2009	2014	2008	2018	2013	2009	2016	2013	2016	2009
最少	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
年份	2009	2008	2009	2008	2012	2017	2015	2011	2012	2012	2012	2008	2013

四、湿度

根据台山市海洋站 2008 年 1 月~2019 年 12 月统计的数据，台山海洋站海域相对湿度较高，多年平均值为 79%，2~8 月平均相对湿度较大，多年月平均都在 80%及以上，4、5 月相对湿度最大，多年月平均为 87%，9 月至翌年 1 月平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 78%及以下，12 月平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度仅为 67%，台山海洋站观测到极端最小相对湿度为 16%，出现在 2016 年 2 月 7 日。

表 3.1.1-11 台山海洋站年平均湿度及逐月湿度分布 单位：%

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	累年
平均	74	80	84	87	87	85	83	82	78	73	74	67	79
最少	19	16	22	30	41	40	54	41	34	26	23	17	16
日期	21	7	2	8	24	13	9	25	21	30	29	17	7
年份	2014	2016	2017	2018	2010	2014	2015	2015	2019	2018	2008	2014	2016

3.1.2 海洋水文

1、水文特征

根据工程附近海域多年相关调查结果，拟建项目所在海区的海洋水文特征如下：

(1) 潮汐

①基面关系

本项目所在海域基面换算关系见图 3.1.2-1。

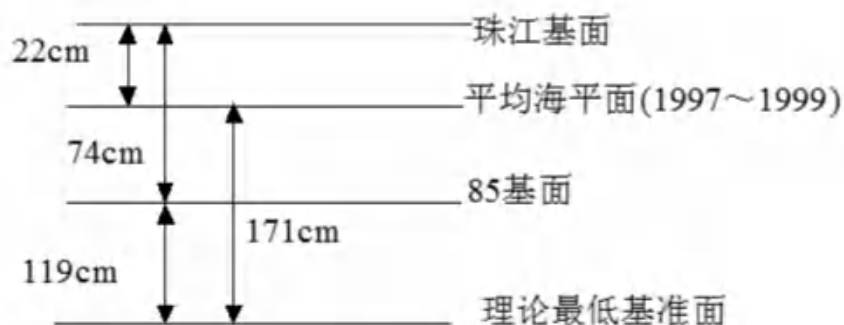


图 3.1.2-1 基面换算关系示意图

②潮汐特征值

工程附近各主要潮位站特征值见下表。由表可见，本海区的平均潮差在 1.34~1.60m 之间，整个海区潮差是从东往西逐渐增大。各站最大潮差在 2.53~3.52m 之间；涨潮历时普遍小于落潮历时。

表 3.1.2-1 各验潮站潮位特征值表 单位：m 85 高程

站名	荷包岛	鹅咀排	烽火角	北津港	沙堤
最高潮位	2.13	2.22	4.01	3.87	2.49
最低潮位	-0.71	-0.72	-1.58	-0.73	-1.05
平均高潮位	1.31	1.41	1.36	1.31	1.64
平均低潮位	-0.04	-0.02	-0.05	-0.07	-0.01
平均潮位	0.63	0.67	0.66	0.63	0.82
最大潮差	2.59	2.53	3.52	3.14	3.06
年平均潮差	1.34	1.45	1.38	1.36	1.6
平均涨潮历时	6: 34	6:56	5:02	5:52	5:48
平均落潮历时	6: 44	7:17	7:33	6:35	6:26
统计年限	2004.7-2005.6	1988.8-1989.8	2013~2014	2013~2014	2005.8.20~9.20

(2) 潮流

潮汐属不正规半日潮，最高潮位多由风暴增水引起，风暴潮影响明显。潮流属不正规的半日潮流和正规半日潮流混合潮流，最大流速出现在中潮位附近，转流时刻多发生在高、低潮时，表现为明显的驻波性质。潮流主要表现为往复流。

工程附近海域涨急流向基本为偏 NE 向，落急流向则相反，工程区域流速约 0.25m/s 左右。

(3) 径流

广海湾-川岛海域沿岸入海河流少而小，主要在广海湾顶有大同河，由于口门附近建闸，平时流量不大。对本海域影响较大的是珠江口西四门，其中紧邻本

海域的黄茅海有崖门和虎跳江汇入，多年平均径流量分别为 202 亿 m^3 和 196 亿 m^3 ，洪季来水占全年 80%，年入海沙量 870t，洪季占 75%。

（4）波浪

根据南海海浪实况图中铜锣湾前方海域波浪资料，该海域波浪以涌浪为主，占 69.1%，风浪为辅，占 30.9%，涌浪多来自 NE 向，年常、强浪向为 SE 向，频率为 58.8%，年最大波高 5.58m，最大周期 11.3 秒，年平均波高 1.12m，平均周期 5.14m。距本工程建设位置距离较近的鹅咀排站年各向各级波高统计结果见下表，年波高波玫瑰图见下图。鹅咀排站年波高分布集中在 ESE~S 方向和 $H1/10$ 为 0.5m~1.0m 之间，分布频率占 43.4%， $H1/10$ 大于 2.5 的频率仅占 0.9%。

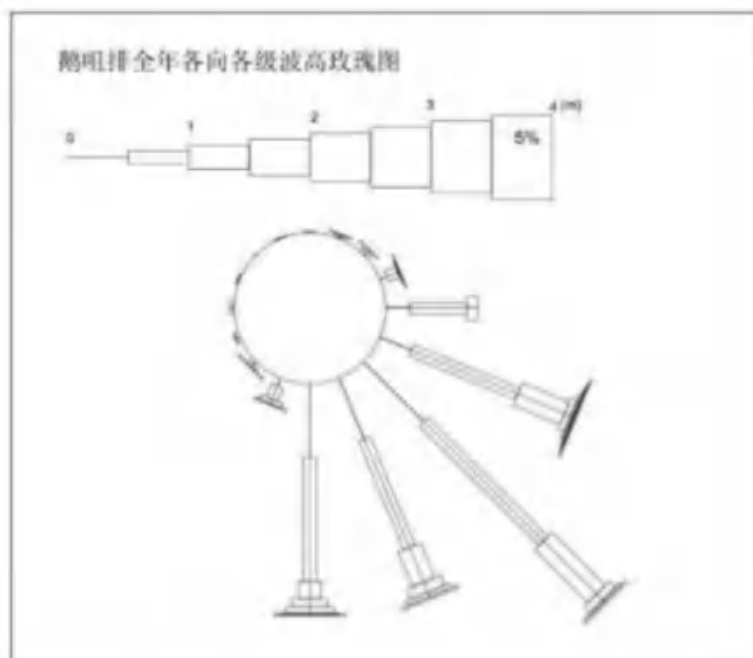


图 3.1.2-2 鹅咀排站累年年波高 $H1/10$ 玫瑰图

2、水动力环境现状调查与评价

水动力环境质量调查结果采用论证单位委托广州精勘测绘科技有限公司于 2021 年 3 月 13 日至 14 日对项目周围海域进行的现状调查资料。

（1）监测时间及站位布设

1) 监测时间

广州精勘测绘科技有限公司于 2021 年 3 月 13 日~14 日（农历二月初一至初二）在镇海湾海域进行了大潮的潮位、海流、温盐连续观测。观测时间间隔：海流、温盐 1 次/小时；潮位 1 次/10 分钟。

2) 监测站位

在项目附近周围海域设 6 个海流、温盐观测站 (S1~S4), 短期潮位观测站 1 个 (T1)。具体位置见表 3.1.2-2 及图 3.1.2-3。

表 3.1.2-2 水文调查各测站坐标和观测项目

观测站	序号	站点位置		备注
		北纬	东经	
海流观测站	S1			流速、流向、水温、盐度、海况
	S2			
	S3			
	S4			
	S5			
	S6			
临时岸边潮位站	T1			

图 3.1.2-3 项目附近海域水文调查站位图

(2) 潮汐

1) 潮位站概况

在工程区附近海域布设 1 个临时潮位站 T1, 与大潮期海流、温盐观测同步; 观测时段见图 3.1.2-4。

2) 潮位

根据 T1 临时潮位站的观测资料, 分别绘制出相应整点潮位过程曲线图。以

下各节潮位特征统计中潮位基面均为平均海面。

本次调查 T1 站的最高潮位为 1.27m；最低潮位为-1.18m。

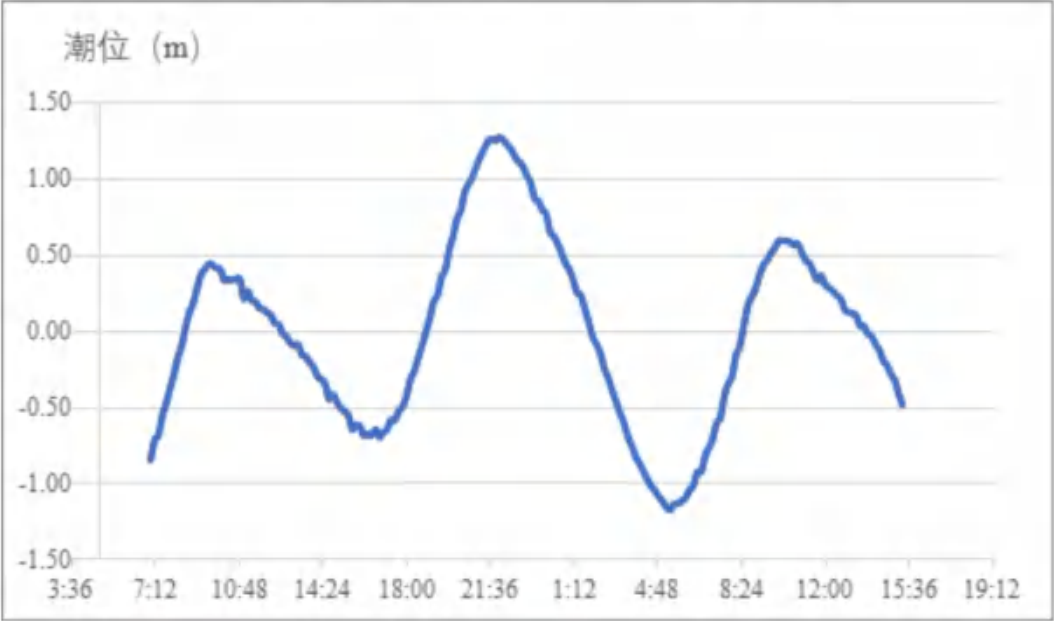


图 3.1.2-4 T1 站潮位过程曲线（2021 年 3 月 13 日~3 月 14 日）

3) 潮差

根据本次 T1 临时潮位站观测资料进行潮差统计，统计结果见表 3.1.2-3。可见 T1 站平均潮差分别为 1.79m。

本次观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，但由于统计的资料为典型大潮期，所以涨落潮历时之间的关系仍有其参考意义。在此次观测期间，T1 站的涨潮历时为 5.2 小时；落潮历时为 7.3 小时，涨潮历时小于落潮历时。

表 3.1.2-3 潮汐特征值

站名	潮位（m）				潮差（m）			涨落潮历时(h)	
	最高潮位	最低潮位	平均高潮位	平均低潮位	最大潮差	最小潮差	平均潮差	涨潮历时	落潮历时
T1	1.27	-1.18	0.76	-0.94	2.45	1.14	1.79	5.2	7.3

4) 潮汐调和分析

潮汐调和常数是进行潮汐预报和潮汐特性分析的基本参数，它的准确性是十分重要的。采用最小二乘法原理计算得到分潮的调和常数。表 3.1.2.2-3 站位主要分潮的振幅（H）和迟角（g）。

表 3.1.2-4 各站潮汐调和常数

分潮站位		O1	K1	M2	S2	M4	MS4
T1	H(cm)	32.7	32.1	58.1	29.1	3.62	4.2
	g(°)	258	293	285	307	95	161

5) 潮汐性质

根据主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F=(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$ 来划分潮汐的类型。

当 $F \leq 0.5$ 为正规半日潮

$0.5 < F \leq 2.0$ 为不正规半日潮

$2.0 < F \leq 4.0$ 为不正规全日潮

$F > 4.0$ 为正规全日潮

根据表 3.1.2-4 所给的调和常数,可计算出 T1 站潮汐判别数 F 为 1.12,潮汐均属不正规半日潮类型,因此本海区以不规则半日潮为主。

表 3.1.2-5 各站潮汐特性

项目站位	潮汐类型 ($H_{O1}+H_{K1}$)/ H_{M2}	主要全日分潮振幅比 H_{O1}/H_{K1}	主要浅海与主要半日分潮 振幅比: H_{M4}/H_{M2}
T1	1.12	1.02	0.09

6) 小结

本次调查 T1 站的最高潮位分别为 1.27m; 最低潮位分别为-1.18m。T1 站平均潮差为 1.79m, 涨潮历时为 5.2 小时, 落潮历时为 7.3 小时, 海域涨潮历时小于落潮历时, 潮汐属不正规半日潮类型。

(3) 海流

1) 实测海流

调查海域位于镇海湾海域, 潮波方向自东南来, 受岸线和岛屿地形的影响, 表现为往复流, 流向除转流前后外, 其他时间都是稳定集中的。S1 站位于镇海湾出口处, 呈现出涨潮向北、落潮向南的往复流性质, S3 站位于外海, 流向在垂向上表现出带旋转的往复流性质, 往复流方向大致为 N~S 向。

受地形及岸线的影响, 近岸的站位 (S1 站) 流向与沿岸走向基本一致。各站层海流流速统计特征见表 3.1.2.2-5。总体而言, 各站最大流速及平均流速垂向上基本随着水深的增加而减小。涨潮流速平均值略大于落潮流速平均值, 各站层落潮流历时长于涨潮流历时。

各站实测海流如图 3.1.2-5。

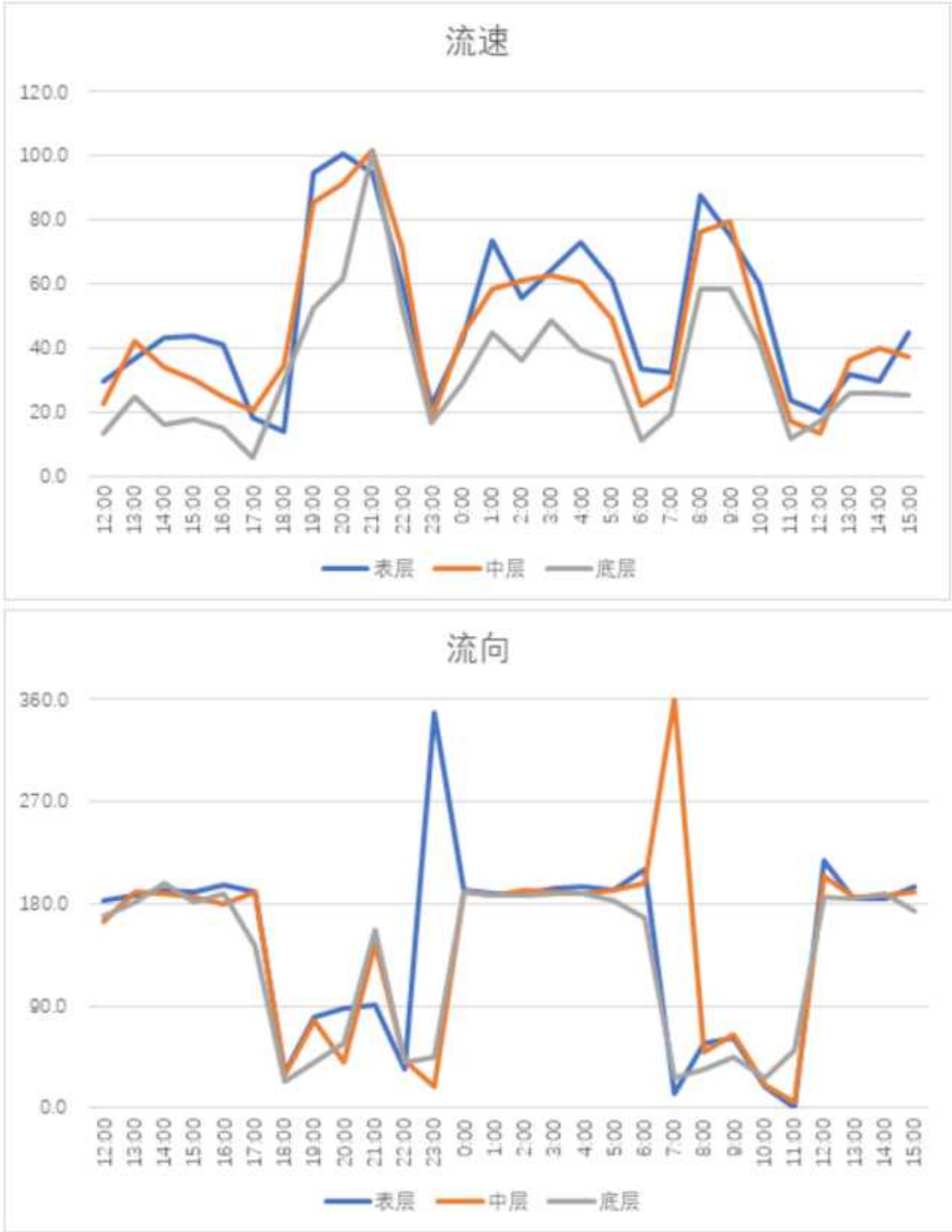


图 3.1.2-5a 海流时间变化序列图 (S1 站)



图 3.1.2-5b 海流矢量时间变化序列图 (S2 站)



图 3.1.2-5c 海流矢量时间变化序列图 (S3 站)

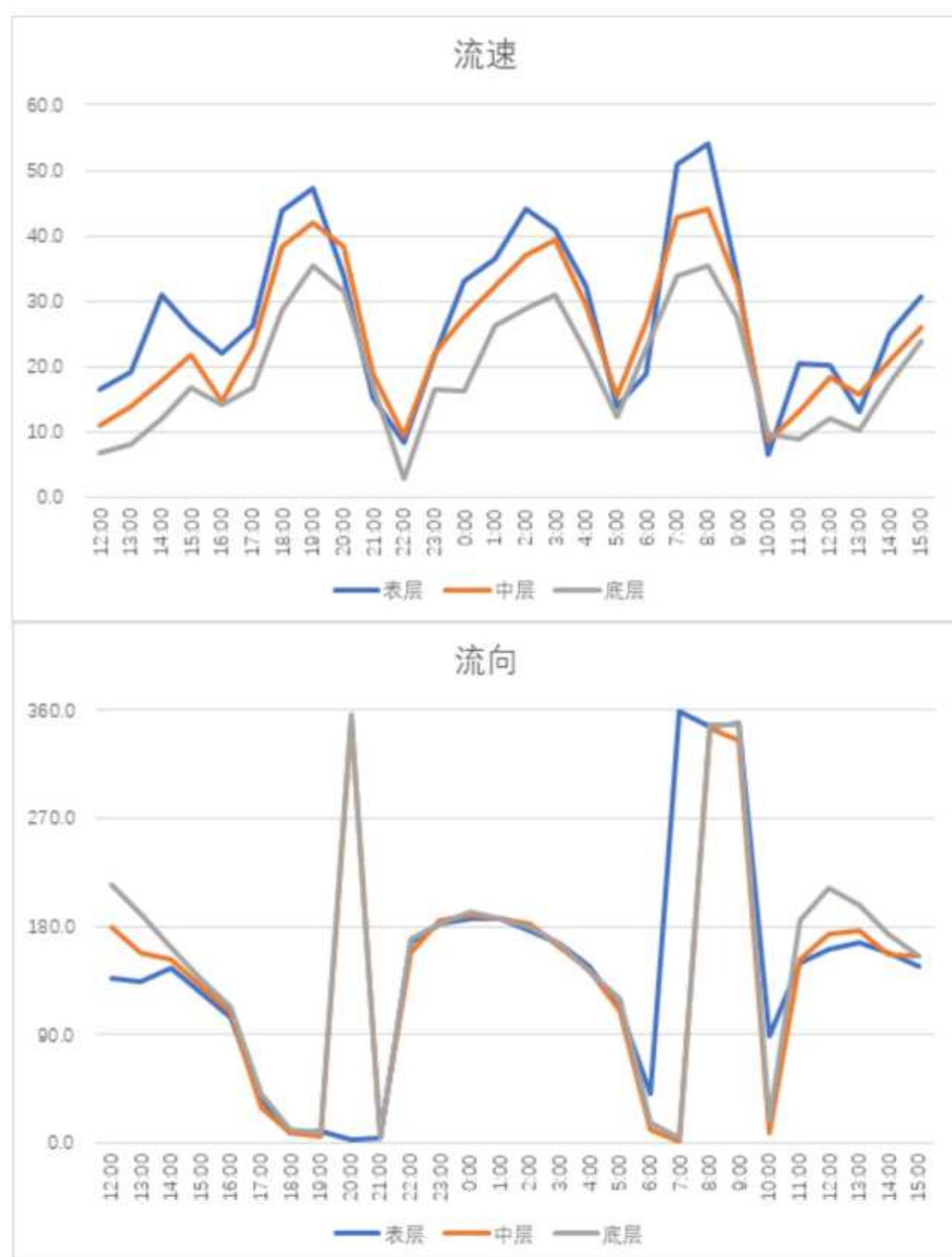


图 3.1.2-5d 海流矢量时间变化序列图 (S4 站)



图 3.1.2-5e 海流矢量时间变化序列图 (S5 站)



图 3.1.2-5f 海流矢量时间变化序列图 (S6 站)

表 3.1.2-6 各站层海流流速特征（流速单位：cm/s，流向单位：°）

站点	层位	涨潮		落潮		周日平均 流速 (cm/s)
		最大流速 (cm/s)	最大流速对 应流向(°)	最大流速 (cm/s)	最大流速 对应流向(°)	
S1	表层	100.6	88.3	73.3	188.4	53.4
	中层	102.1	143.8	62.9	191.0	49.3
	底层	101.5	157.2	48.7	188.6	35.1
S2	表层	37.5	327.2	47.0	139.0	27.3
	中层	36.9	311.5	42.3	132.7	24.0
	底层	37.3	319.0	42.2	133.1	21.5
S3	表层	27.4	45.5	16.4	224.5	14.0
	中层	27.5	40.4	15.0	231.1	12.6
	底层	20.2	35.5	13.6	216.8	9.1
S4	表层	54.0	346.8	44.1	176.3	29.1
	中层	44.1	345.0	39.5	162.3	25.9
	底层	35.6	8.0	30.9	164.9	20.1
S5	表层	37.3	71.10	38.1	77.60	16.4
	底层	21.2	85.30	31.1	81.10	14.9
S6	表层	16.9	274.90	15.0	73.10	8.9
	底层	18.9	279.00	16.1	62.00	10.2

S1 站海流最大，表层海流比下层海流略大，位于入海口位置表层流向最大流速时所对应的流向与中、底层相差较大，中、底层流向变化趋势基本一致。其中表层海流的平均海流流速大小分别为 53.4cm/s，最大海流流速大小分别为 100.6cm/s，达到最大海流时的流向为东北偏北向；中层和底层海流的平均海流流速大小分别为 49.3cm/s 和 35.1cm/s，最大海流流速大小分别为 102.1cm/s 和 101.5cm/s，达到最大海流时的流向均为西北偏西向。

S2 站海流流速从表层到底层流速逐渐降低，各层海流流向变化趋势基本一致。其中表层、中层和底层海流的平均海流流速大小分别为 27.3cm/s、24.0cm/s 和 21.5cm/s，最大海流流速大小分别为 47.0cm/s、42.3cm/s、42.2cm/s，达到最大海流时的流向均为偏东南向。

S3 站表层和中层海流流速相当，底层海流流速略小，表层与中层流向大体一致。其中表层和中层海流的平均海流流速大小分别为 14.0cm/s 和 12.6cm/s，最大海流流速分别为 27.4cm/s 和 27.5cm/s，达到最大海流时的流向分别为偏东北向；底层海流的平均和最大海流流速大小分别为 9.1cm/s 和 20.2 cm/s，达到最大

海流时的流向为东北偏东。

S4 站海流流速从表层到底层流速逐渐降低，各层海流流向大体一致，少数时间底层流向发生突变。其中表层和中层海流的平均海流流速大小分别为 29.1cm/s 和 20.1cm/s，最大海流流速分别为 54.0cm/s 和 44.1cm/s，达到最大海流时的流向分别为东南偏东向；底层海流的平均和最大海流流速大小分别为 20.1cm/s 和 35.6cm/s，达到最大海流时的流向为东北偏东。

S5 站海水深度较浅，海流流速从表层到底层逐渐降低，表层与底层海流流向变化趋势基本一致。其中表层和底层海流的平均海流流速大小分别为 16.4cm/s 和 14.9cm/s，最大海流速度分别为 38.1cm/s、31.1cm/s，达到最大海流时的流向分别为东北偏东方向。

S6 站海流最小，海水深度较浅，海流流速从表层到底层逐渐升高，表层与底层海流流向变化趋势基本一致。其中表层和底层海流的平均海流流速大小分别为 8.9cm/s 和 10.2cm/s，表层平均海流流速小于底层平均海流流速，同时底层海流的平均海流流速为所有站位中最小。最大海流速度分别为 16.9cm/s、18.9cm/s，达到最大海流时的流向一致为西北偏西方向。

垂向分布上，近岸站位的流速表中底基本一致，变化幅度不大。外海站位的流速大小从表层到底层逐渐递减，表层到中层的变化幅度略小于中层到底层的变化幅度。空间分布上，受地形及岸线的影响，近岸的站位（S1 站）流向与沿岸走向基本一致。从整体的流速来看 S1 站的流速较大，S3 站的流速相对较小以外，S2 站和 S4 站的流速大小差别不大。

（4）波浪

本章节内容引自《台山市北陡镇园山仔渔业码头波浪数值模拟报告》。本项目位置无波浪观测资料，采用阳江核电临时波浪站（东平沙环，东平东南 6km）资料分析本海域的波浪状况。

1) 波高与周期统计

临波浪时站南面向海，附近有上、下川岛，海陵岛。东平海域波浪场冬季受东北季风影响，主要为 NE 方向；在夏、秋季，该海域吹偏南风，波浪以 E~SW 方向居多，波浪以混合浪为主，且涌浪成份较大，年平均波高 0.7m 左右。

临时站年月波高、周期分布情况详见表 3.1.2-7。

表 3.1.2-7 临时站各月波高与周期统计 (1997.3~1998.2)

月份 波要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H_{\max}(\text{m})$	1.2	1.5	1.5	1.7	2.0	2.4	2.2	7.2	1.7	1.3	1.5	1.4
$T_{\max}(\text{s})$	5.6	5.9	6.5	5.6	6.1	6.0	7.5	15.2	6.4	11.2	6.1	5.6
$H_{1/10\max}(\text{m})$	1.1	1.3	1.2	1.4	2.0	2.2	2.0	6.6	1.5	1.1	1.3	1.2
$\overline{H}_{1/10\max}(\text{m})$	0.6	0.6	0.7	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	0.6	0.5	0.7	0.6
$\overline{T}(\text{s})$	3.4	3.5	4.2	3.8	4.0	3.9	4.0	4.8	4.5	4.0	3.7	3.5

2) 各月波向分布

临时站浪向主要集中在 ESE~S 方向, 出现在此范围内的波浪频率达 66.8%, 最多波向为 ESE 向, 频率占 25.0%, 其次为 SSE, 频率占 21.8%。6~9 月常浪向为 S~SSW 向, 其它各月常浪向均为 ESE~SSE 向。

3) 各级波高波向分布

以不等的波高间隔对各向临时站的 $H_{1/10}$ 进行分级统计, 年各向各级波高统计结果见表 3.1.2-8, 年波高波玫瑰图见图 3.1.2-6。

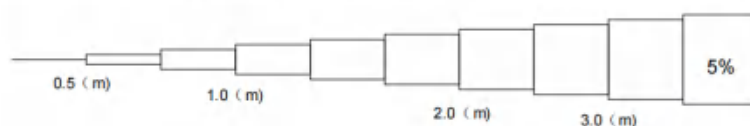
临时站年波高分布集中在 ESE~SSW 方向和 $H_{1/10}$ 为 0.5m~0.75m 之间, 分布频率达 64.3%。2.0m 以上的波高较少出现, 频率仅占 0.6%, 最大波高出现在 S 方向。

表 3.1.2-8 临时站各月波高与周期统计 (1997.3~1998.2)

月份 波要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H_{\max}(\text{m})$	1.2	1.5	1.5	1.7	2.0	2.4	2.2	7.2	1.7	1.3	1.5	1.4
$T_{\max}(\text{s})$	5.6	5.9	6.5	5.6	6.1	6.0	7.5	15.2	6.4	11.2	6.1	5.6
$H_{1/10\max}(\text{m})$	1.1	1.3	1.2	1.4	2.0	2.2	2.0	6.6	1.5	1.1	1.3	1.2
$\overline{H}_{1/10\max}(\text{m})$	0.6	0.6	0.7	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	0.6	0.5	0.7	0.6
$\overline{T}(\text{s})$	3.4	3.5	4.2	3.8	4.0	3.9	4.0	4.8	4.5	4.0	3.7	3.5

表 3.1.2-9 临时站各级波高各波向出现频率统计 (1997.3~1998.2, 单位: %)

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
$H_{1/10} \leq 0.5$	0.5	3.3	1.2	0.9	1.6	6.4	6.4	7.3	8.2	6.6	0.9	0.5	0.1	0.2	-	0.1
$0.5 < H_{1/10} \leq 0.75$	0.3	2.4	0.6	1	1.4	4.7	4.5	4.7	4	2.5	0.7	0.3	-	0.1	0.1	0.1
$0.75 < H_{1/10} \leq 1.0$	0.1	0.1	0.2	0.5	1	1.6	1.7	2.2	1.6	1.9	0.2	-	-	-	0.1	-
$1.0 < H_{1/10} \leq 1.25$	0.1	0.2	0.2	0.6	0.4	2	1.8	2.1	3	1.5	-	-	-	-	-	-
$1.25 < H_{1/10} \leq 1.5$	-	-	-	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.9	1.4	0.1	-	0.1	-	-	-
$1.5 < H_{1/10} \leq 2.0$	-	0.1	-	-	0.1	-	-	0.2	0.4	0.7	-	-	-	-	-	-
$2.0 < H_{1/10} \leq 2.5$	-	-	0.1	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
$2.5 < H_{1/10} \leq 3.0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-
$3.0 < H_{1/10} \leq 3.5$	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
$3.5 < H_{1/10}$	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-



阳江核电临时站年各向各级波高玫瑰图

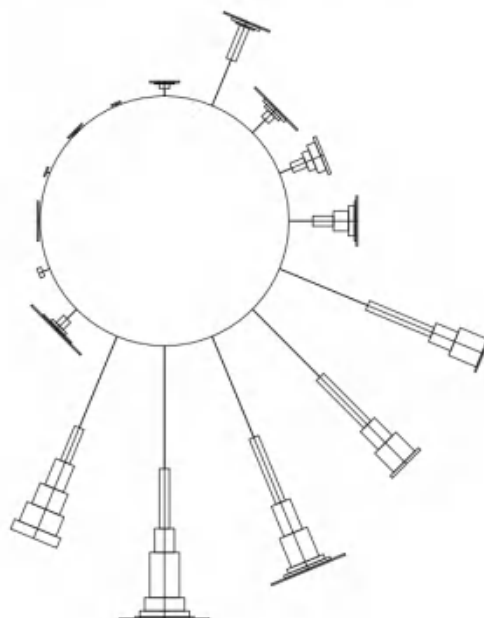


图 3.1.2-6 临时站年 $H_{1/10}$ 波高玫瑰图

(5) 水温

海水温度的分布（包括平面和垂向）和变化主要受太阳辐射、风、海浪、海流等诸因素的影响。根据项目合同的技术要求，在设置的 4 个测流站上同时进行了水温观测。

大潮期水温统计见表 3.1.2-10。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 24.75℃，出现在 S3 站底层；测得水温的最小值为 21.92℃，出现在 S1 站底层。温度变化较小。

表 3.1.2-10 调查海域各站大潮水温统计单位：(℃)

潮期	站位	测层	最小值	最大值	平均值
大潮	S1	表层	22.16	23.35	22.6
		中层	22.02	23.52	22.59
		底层	21.92	24.02	22.61
	S2	表层	22.14	23.26	22.74
		中层	22.14	23.18	22.67
		底层	22.11	22.98	22.54
	S3	表层	22.91	24.72	23.59
		中层	22.90	24.70	23.58
		底层	22.88	24.75	23.58
	S4	表层	22.06	23.01	22.43
		中层	22.07	22.96	22.39
		底层	22.04	22.92	22.35

(6) 盐度

海水盐度主要受蒸发、降水、潮流、沿岸流和海水混合等因素的影响。对本次全潮水文观测得到的盐度资料统计分析结果如下：

大潮期盐度统计见表 3.1.2-11。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 30.61，出现在 S2 站底层；测得盐度的最小值为 24.40，出现在 S1 站表层。盐度较小且变化范围较大。各站盐度曲线呈不规则波动状；表、中、底层盐度相差不大。

表 3.1.2-11 调查海域各站大潮盐度统计

潮期	站位	测层	最大值	最小值	平均值
大潮	S1	表层	27.65	24.40	25.84
		中层	27.97	24.77	26.17
		底层	28.31	25.12	26.37
	S2	表层	30.53	28.23	29.55
		中层	30.53	28.26	29.67
		底层	30.61	28.45	29.70
	S3	表层	29.11	28.55	28.88
		中层	29.12	28.54	28.88
		底层	29.15	28.53	28.88
	S4	表层	30.25	29.21	29.62
		中层	30.26	29.22	29.64
		底层	30.38	24.40	29.67

(7) 含沙量

1) 潮段平均含沙量

通过对各测站的垂线平均含沙量进行统计,按涨潮段、落潮段分别求其算术平均值得到各测站潮段平均含沙量。

①各测站实测涨、落潮平均含沙量均为 0.004kg/m^3 。各测站垂线平均含沙量差异不大, C2、C4、C6 测站含沙量略大于 C1、C3、C5 测站。

②垂线平均含沙量分布在 $0.001\text{kg/m}^3 \sim 0.010\text{kg/m}^3$ 之间。实测数据表明:该海域水体清澈,含沙量较小。

表 3.1.2-12 各测站潮段平均含沙量统计表(kg/m^3)

站名	涨潮	落潮
C1	0.002	0.002
C2	0.007	0.006
C3	0.002	0.002
C4	0.005	0.007
C5	0.002	0.002
C6	0.006	0.006
平均值	0.004	0.004

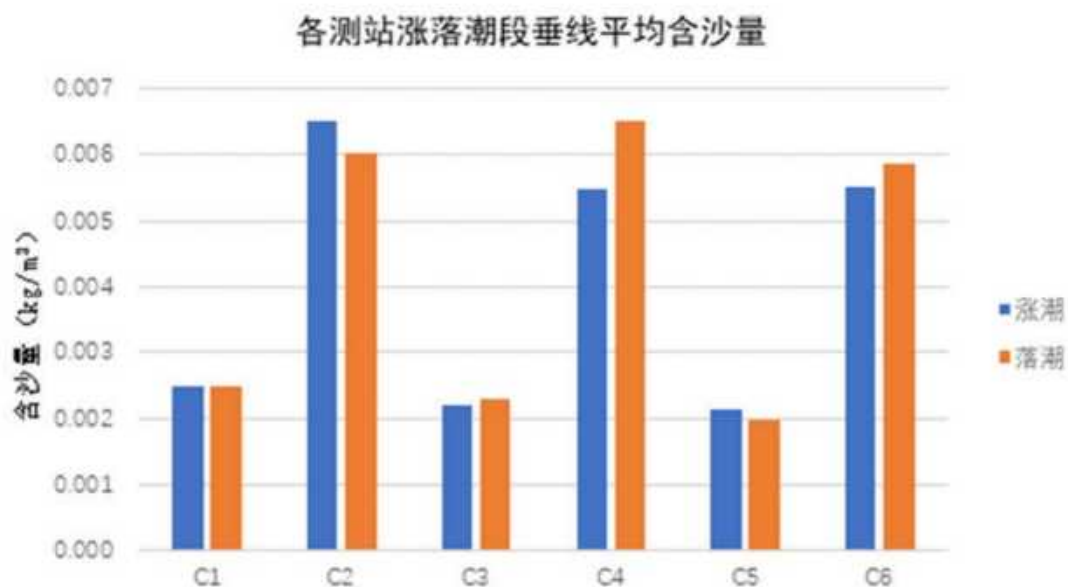


图 3.1.2-7 各测站涨落潮段垂线平均含沙量柱状分布图

2) 垂线平均最大含沙量

通过对各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大含沙量。

表 3.1.2-13 各测站涨、落潮段垂线平均最大含沙量统计表(kg/m³)

站名	涨潮	落潮
C1	0.003	0.003
C2	0.010	0.007
C3	0.003	0.003
C4	0.008	0.007
C5	0.003	0.003
C6	0.007	0.007
最大值	0.010	0.007

本次测验期间，垂线平均最大含沙量为 0.010kg/m^3 ，出现在 C2 测站的涨潮时段。各测站垂线平均最大含沙量平面分布如下图所示。

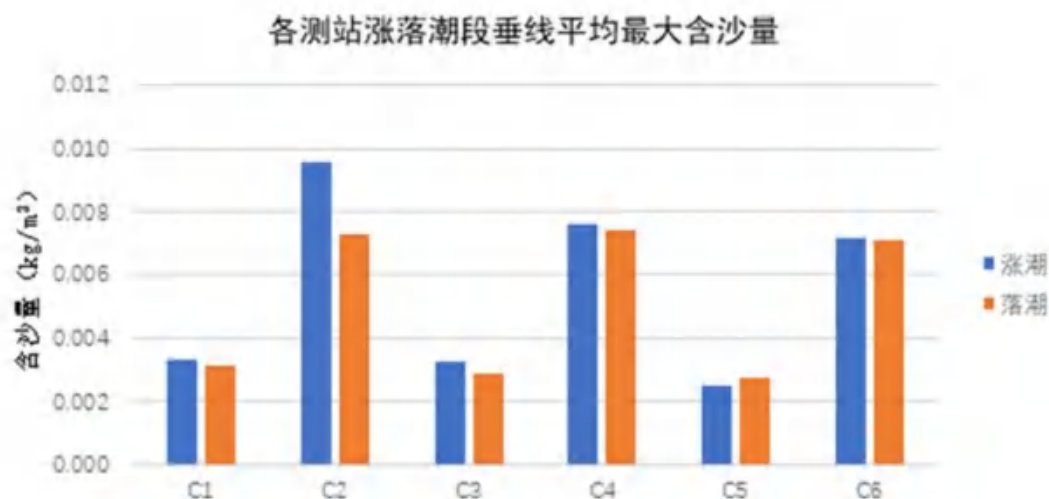


图 3.1.2-8 各测站垂线平均涨落潮段最大含沙量柱状分布

3) 最大含沙量特征值

通过对本次测验各个测站的各层实测的含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站测点的涨、落潮段最大含沙量。

本次测验期间，测点最大含沙量出现在 C6 测站 03 月 12 日 17:00 的底层，为 0.016kg/m^3 ，对应流速值为 0.23m/s ，流向 324° ，处于涨潮时段。

表 3.1.2-14 各测站测点最大含沙量统计表(kg/m^3)

测站	涨潮		落潮	
	含沙量	测层	含沙量	测层
C1	0.008	底层	0.008	底层
C2	0.015	底层	0.016	底层
C3	0.006	底层	0.006	底层
C4	0.015	底层	0.018	底层
C5	0.005	底层	0.004	底层
C6	0.016	底层	0.020	底层
最大值	0.016	底层	0.020	底层

4) 潮段平均含沙量垂向分布

通过对各测站各层的含沙量资料进行统计，按涨潮段、落潮段分别统计平均值得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布。统计结果表明：本海域垂线上含沙量呈从表层到底层逐渐增大的分布趋势。

表 3.1.2-15 各测站潮段平均含沙量垂向分布(kg/m³)

站名	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
C1	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.005	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004
C2	0.005	0.005	0.005	0.007	0.008	0.011	0.004	0.004	0.004	0.006	0.008	0.011
C3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004
C4	0.004	0.004	0.004	0.006	0.008	0.009	0.005	0.004	0.005	0.007	0.009	0.012
C5	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
C6	0.003	0.003	0.004	0.006	0.008	0.011	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.012
平均值	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.007	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.008
比值	1.000	0.980	1.126	1.439	1.871	2.555	1.000	0.987	1.173	1.446	1.896	2.668

3、补充水动力环境现状调查与评价

本项目引用中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 12 月 5 日-6 日在镇海湾海域进行的潮流、潮汐和悬沙观测结果（《广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证海洋水文动力环境冬季调查报告》）作为北侧水文泥沙调查资料。该调查共布设 6 个潮流观测站和 2 个临时潮位观测站，进行连续 26h 同步海流观测。观测站位示意图见图 3.1.2-9，观测站位坐标位置见表 3.1.2-16。

图 3.1.2-9 项目附近海域水文调查站位图

表 3.1.2-16 2021 年 12 月水文同步观测站位

站位	坐标点		观测项目
	北纬	东经	
J4			海流、温盐、泥沙
J6			海流、温盐、泥沙
J10			海流、温盐、泥沙、潮位
J12			海流、温盐、泥沙
J14			海流、温盐、泥沙
J17			海流、温盐、泥沙
T1			潮位

(1) 观测内容及频次

1) 潮位观测

观测要素：潮位

观测仪器：RBR 水位计

观测时间与频率：观测时间为 2021 年 12 月 5 日 10 时～2021 年 12 月 6 日 11 时，采样频率为 10 分钟一次。

观测过程：

①将水位计固定安装于专用铁架后，平稳放至地势平坦的海底，确保观测过程中仪器不被拉动及挪位。

②将另一水位计固定于水面空气中，用于测量气压。

③值守人员按时填写值班记录。

2) 潮流观测

观测要素：流速、流向、温度、盐度

观测仪器：海流计、CTD

观测层次：共设置三层，分别为表层（水面以下 1m），中层（0.6d）与底层（距海底 1m），其中 d 为水深。

观测时间与频率：观测时间为 2021 年 12 月 5 日 10 时～2021 年 12 月 6 日 11 时，观测频率为每小时一次。

观测过程：根据水深，按规范要求分层观测，分为表、中、底三层，采用 3 台海流计串挂于表、中、底层观测；船舶到站后，抛锚，锚碇后，按规范记录日期、时间、站位等有关信息，测量水深，根据水深，串挂海流计，确保绞车和钢丝绳负载，并注意钢丝绳倾角，适当增加配重。

3) 悬沙观测

观测要素：含沙量。

观测仪器：采水器，漏斗及附件若干。

观测层次：共设置三层，分别为表层（水面以下 1m），中层（0.6d）与底层（距海底 1m），其中 d 为水深。

观测时间与频率：观测时间为 2021 年 12 月 5 日 10 时~2021 年 12 月 6 日 11 时，观测频率为每 2 小时一次。

观测过程：

①采水表、中、底层深与海流观测同，使用采水器依次采集表、中、底三层水样各 1 升。

②现场使用滤纸过滤悬沙，并填写“悬移质采样、分析记录表”。

(2) 潮汐

1) 潮汐类型和调和常数

在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{Q1}}{H_{M2}}$ 来进行潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮或规则半日潮；当 $0.5 \leq F \leq 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮或不规则半日潮混合潮；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮或不规则日潮混合潮；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮或规则日潮。

据此调和常数，我们计算了 J10 和 T1 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{Q1}}{H_{M2}}$ ，得出 F 值均为 1.1，属于不规则半日潮混合潮。混合潮的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 3.1.2-10 潮位过程曲线可以看到，台山附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 3.1.2-17 主要分潮的调和常数（基于 26 小时）

测站 分潮	T1		T2	
	振幅 H (m)	迟角 g (°)	振幅 H (m)	迟角 g (°)
O1	0.309	166.5	0.314	149.3
K1	0.382	215.5	0.388	198.3
M2	0.605	101.1	0.627	69.7
S2	0.242	129.7	0.250	98.3
M4	0.085	63.3	0.060	42.7
MS4	0.051	123.2	0.036	102.6
F	1.1		1.1	

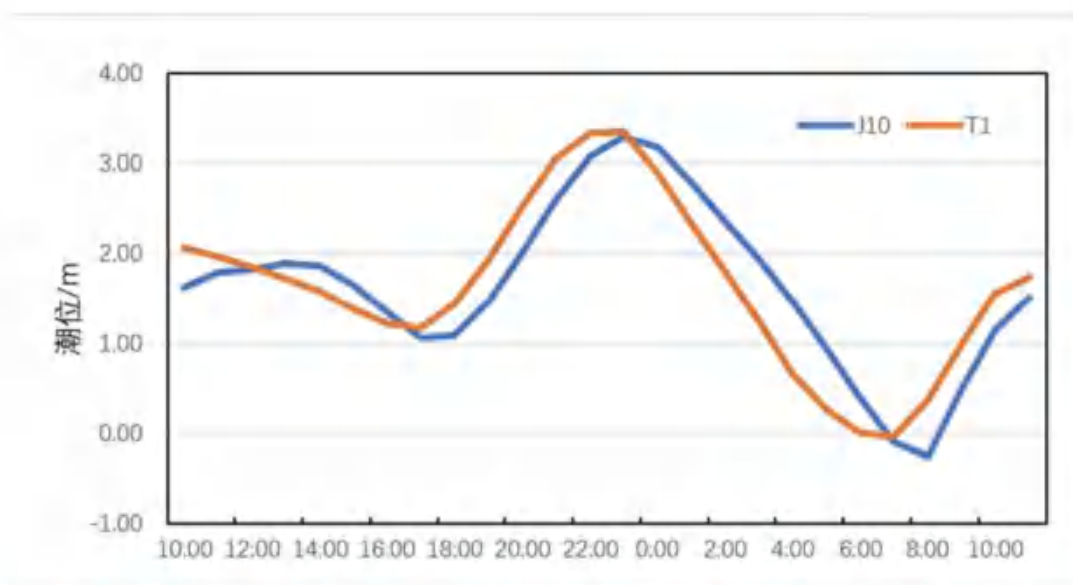


图 3.1.2-10 调查海域 J10 和 T1 站的潮位过程曲线（基于理论低潮面）

2) 潮汐特征

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，大潮期间，涨潮历时小于落潮历时。

(3) 海流

1) 实测流场分析

实测海流的涨落潮流统计结果见表 3.1.2-18, 实测海流逐时矢量图见图 3.1.2-11 系列图（潮位数据取自 J10 站），实测海流平面分布玫瑰图见图 3.1.2-12 系列图。根据上述图表分析如下：

由图 3.1.2-11 及图 3.1.2-12 可见，各站层的流速值过程线多起伏，实测海流以潮流为主。海流流速较大，各站表现出比较明显的往复流趋势，J10、J12、J14 站 涨潮流向西北、落潮流向东南，J4、J6、J17 站涨潮流向东北、落潮流向西南，各站表、中、底层的流速较接近。

根据大潮期涨、落潮的统计结果，大潮期间涨、落潮流流速的平均值多在 29.5cm/s~109.5cm/s 之间。从涨、落潮的平均流速垂向分布来看，最大涨潮流平均值为 75.8 cm/s，方向为 347.3°，出现在 J12 站的中层；最大落潮流速平均值为 109.5cm/s，方向 170.1°，出现在 J12 站的表层。

由表 3.1.2-18 还可看到，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 135.5cm/s、144.1cm/s、134.5cm/s，流向分别为 343.6°、348.6°、351.8°，均出现在 J12 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速依次为 177.5cm/s、

180.2cm/s、130.7cm/s，流向分别为 166.4°、163.4°、163.7°均出现在 J12 站。

总体而言，落潮流平均流速值大于涨潮流，各站层涨落潮流历时，互有长短。

表 3.1.2-18 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

潮次	站位	测层	涨潮流(小时、cm/s、°)					落潮流(小时、cm/s、°)				
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
大潮	J4	表层	11	41.6	58.1	78.1	28.7	15	37.1	233.2	92.0	249.8
		中层	11	46.2	61.0	79.9	85.7	15	38.3	229.0	80.5	244.0
		底层	14	42.6	62.9	85.1	86.0	12	50.9	242.6	82.3	238.1
	J6	表层	13	64.9	35.7	112.8	35.9	13	70.5	207.2	118.1	207.0
		中层	13	63.0	33.7	111.9	43.0	13	68.7	212.8	136.1	212.8
		底层	13	59.2	36.7	86.3	53.6	13	69.8	217.2	119.4	218.4
	J10	表层	10	38.7	335.1	67.0	338.4	16	41.4	164.0	67.5	166.0
		中层	13	42.8	343.1	80.8	345.9	13	38.3	165.8	54.4	169.9
		底层	14	37.4	348.1	73.1	354.5	12	29.5	168.5	40.6	167.9
	J12	表层	14	64.6	351.0	135.5	343.6	12	109.5	170.1	177.5	166.4
		中层	14	75.8	347.3	144.1	348.6	12	107.8	164.3	180.2	163.4
		底层	14	64.3	347.1	134.5	351.8	12	65.6	161.8	130.7	163.7
	J14	表层	13	48.6	352.0	123.8	349.0	13	62.2	174.5	104.2	181.5
		中层	14	57.4	352.5	139.2	350.1	12	65.1	177.1	101.0	178.9
		底层	14	57.9	354.5	103.1	354.1	12	59.5	180.4	90.3	180.2
	J17	表层	13	60.0	5.9	130.2	6.1	13	65.9	186.0	100.5	186.5
		中层	14	64.7	3.9	140.2	5.5	12	62.4	184.3	95.7	186.4
		底层	14	57.5	6.8	132.9	4.8	12	49.5	185.7	82.3	187.4

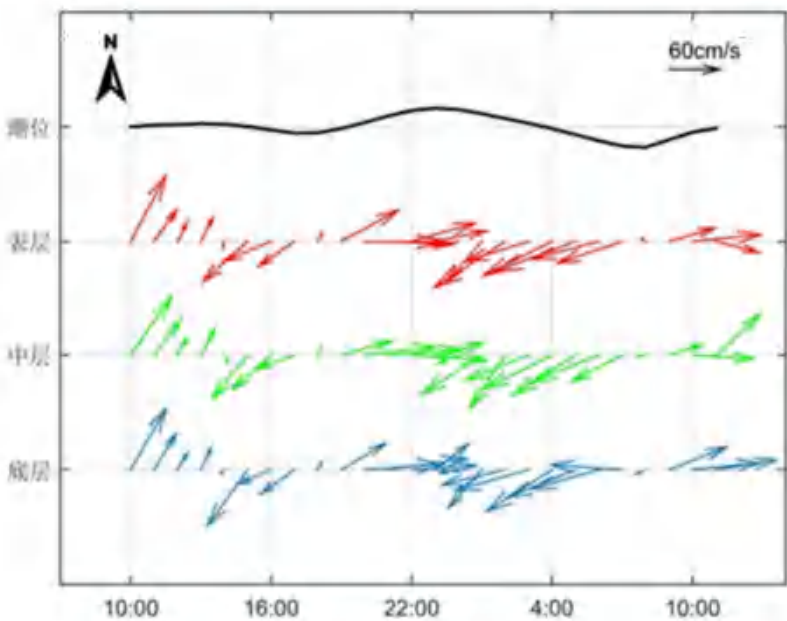


图 3.1.2-11a 调查海域大潮 J4 站实测海流矢量图

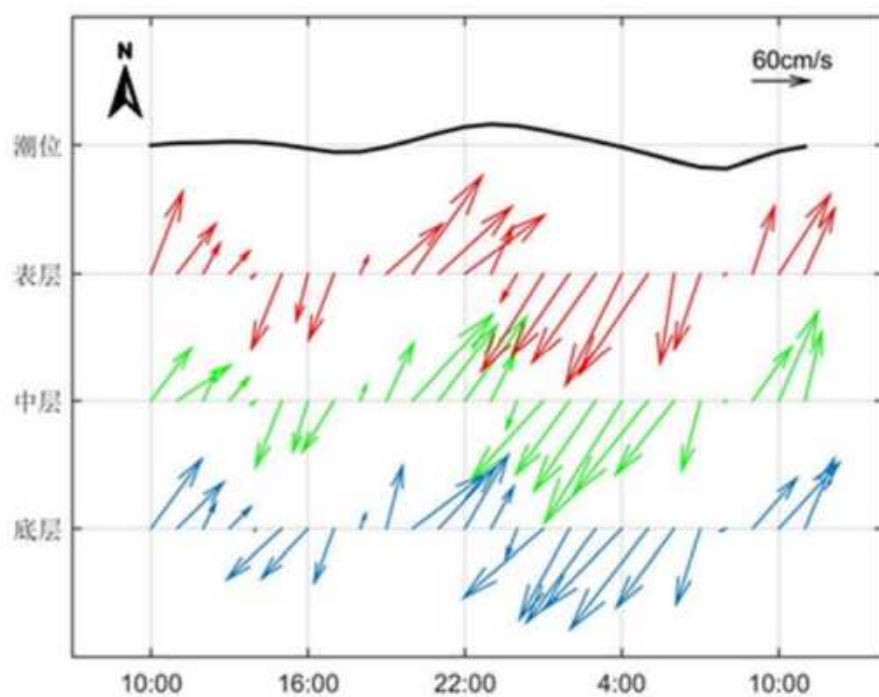


图 3.1.2-11b 调查海域大潮 J6 站实测海流矢量图

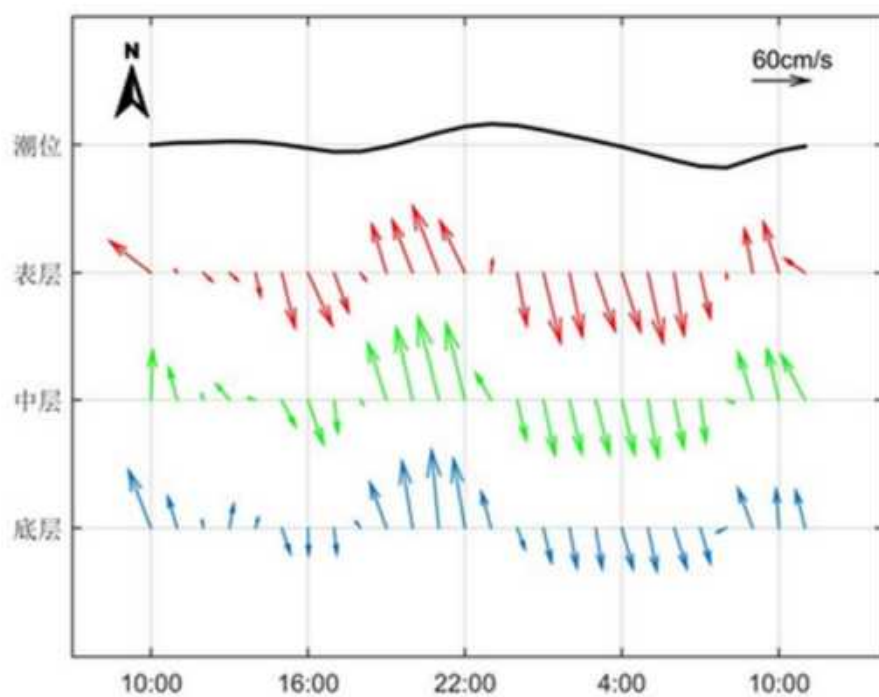


图 3.1.2-11c 调查海域大潮 J10 站实测海流矢量图

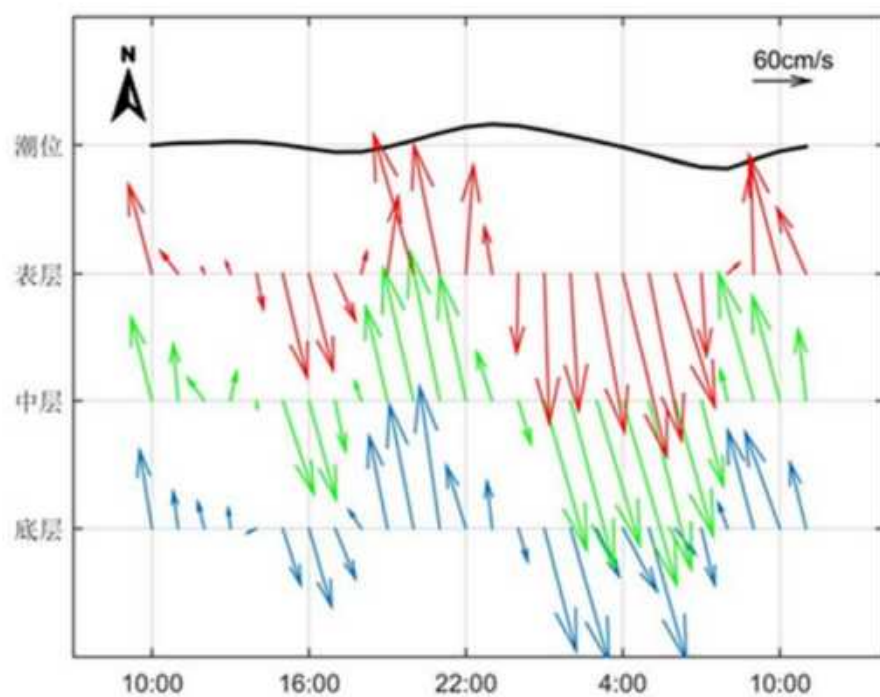


图 3.1.2-11d 调查海域大潮 J12 站实测海流矢量图

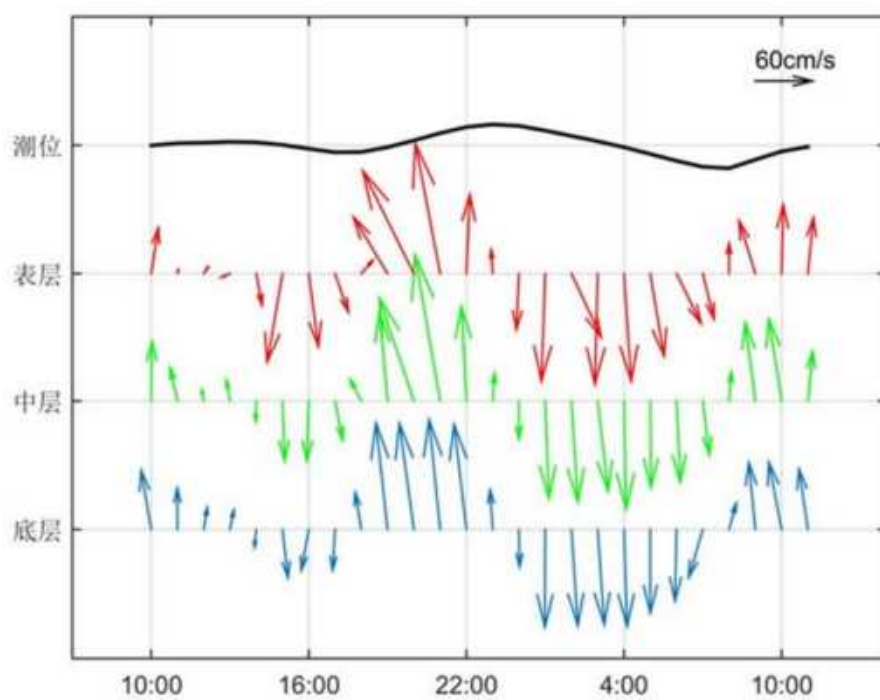


图 3.1.2-11e 调查海域大潮 J14 站实测海流矢量图

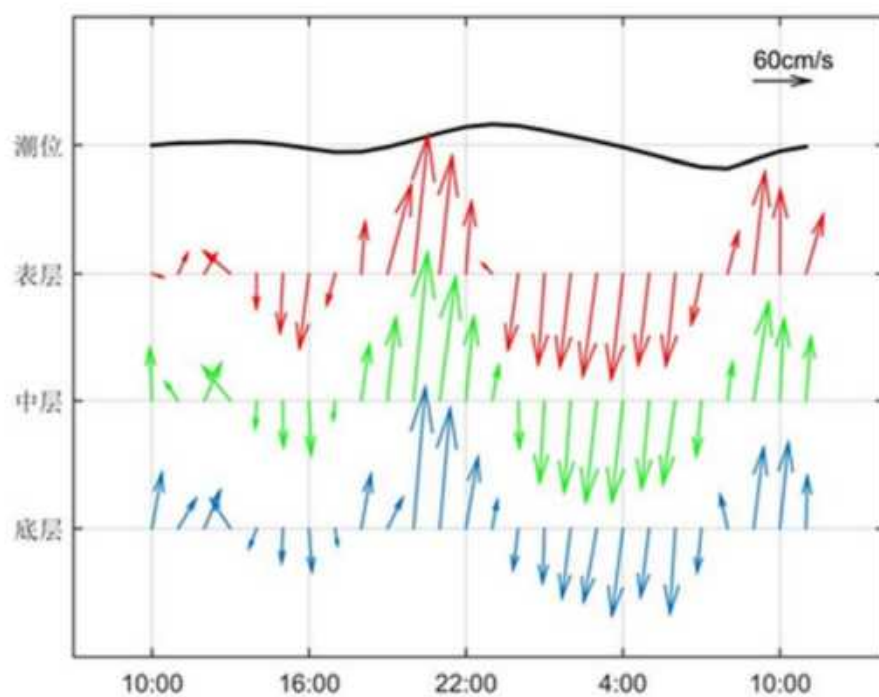


图 3.1.2-11f 调查海域大潮 J17 站实测海流矢量图

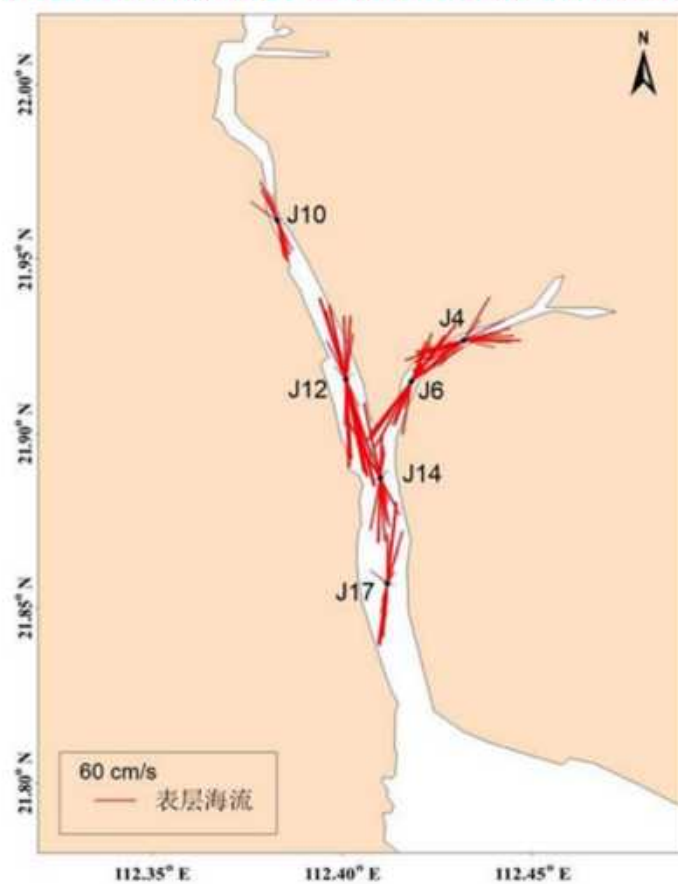


图 3.1.2-12a 大潮海流玫瑰图(表层)

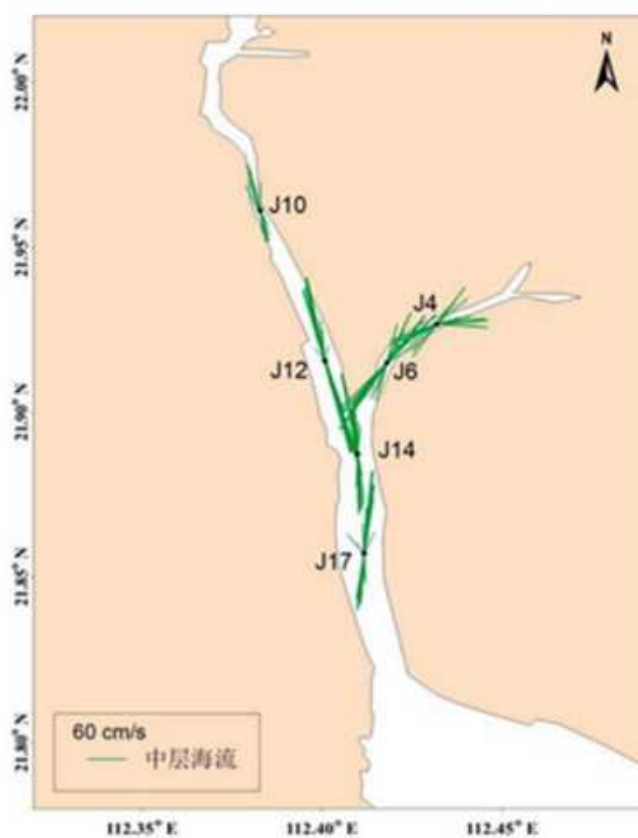


图 3.1.2-12b 大潮海流玫瑰图(中层)

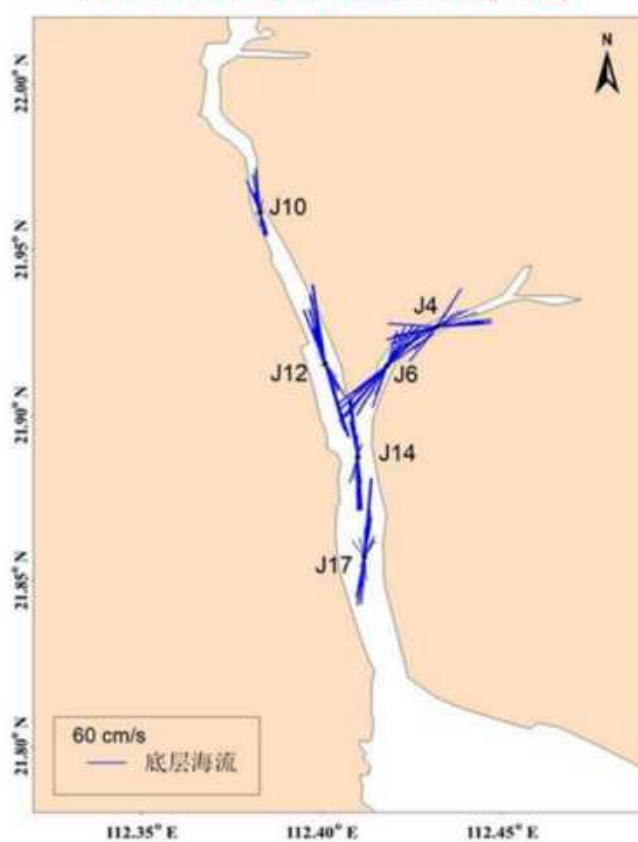


图 3.1.2-12c 大潮海流玫瑰图(底层)

2) 潮流分析

根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O1（主要太阴全日分潮）、K1（太阴太阳合成全日分潮）、M2（主要太阴半日分潮）、S2（主要太阳半日分潮）、M4（M2 分潮的倍潮）和 MS4（M2 和 S2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 3.1.2-19 列出了 6 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴。从表 3.1.2-19 可见， F 值在 0.5~0.7 之间，潮流性质均表现为不规则半日潮流。

表 3.1.2-20 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。由表 3.1.2-20 可以看出，总体而言，在上述 6 个主要分潮流中 M2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为 K1、O1，S2 次之，M4、MS4 最小。M2 分潮较大反映了半日潮流的特征。

各站层中 M2 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 79.82cm/s、方向 345.3°，出现在 J12 站中层，最小为 27.94cm/s，方向为 347.0°，出现在 J10 站底层。由图 3.1.2-13 可见，各站主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）在 J10、J12、J14 站表现为西北-东南向，在 J4、J6、J17 站表现为东北-西南向，受岸线影响明显。

表 3.1.2-19 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
台山	J4	表 层	0.6	不规则半日潮流
		中 层	0.7	不规则半日潮流
		底 层	0.6	不规则半日潮流
	J6	表 层	0.7	不规则半日潮流
		中 层	0.7	不规则半日潮流
		底 层	0.7	不规则半日潮流
	J10	表 层	0.5	不规则半日潮流
		中 层	0.6	不规则半日潮流
		底 层	0.6	不规则半日潮流
	J12	表 层	0.6	不规则半日潮流
		中 层	0.7	不规则半日潮流
		底 层	0.5	不规则半日潮流
	J14	表 层	0.5	不规则半日潮流

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
		中 层	0.6	不规则半日潮流
		底 层	0.7	不规则半日潮流
	J17	表 层	0.6	不规则半日潮流
		中 层	0.7	不规则半日潮流
		底 层	0.7	不规则半日潮流

表 3.1.2-20 调查海域各站主要分潮流及椭圆率 (单位: cm/s, °)

站位	测层	O1					K1				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
J4	表层	12.45	70.5	3.33	160.5	-0.3	15.39	70.5	4.11	160.5	-0.3
	中层	12.32	64.7	4.64	154.7	-0.4	15.23	64.7	5.74	154.7	-0.4
	底层	12.29	76.7	2.95	166.7	-0.2	15.19	76.7	3.65	166.7	-0.2
J6	表层	17.37	34.9	2.17	124.9	-0.1	21.47	34.9	2.68	124.9	-0.1
	中层	17.43	38.3	0.24	128.3	-0.0	21.55	38.3	0.30	128.3	-0.0
	底层	16.65	36.2	0.47	306.2	0.0	20.58	36.2	0.59	306.2	0.0
J10	表层	7.63	349.2	0.18	439.2	-0.0	9.43	349.2	0.22	439.2	-0.0
	中层	9.35	346.5	0.10	256.5	0.0	11.55	346.5	0.13	256.5	0.0
	底层	8.01	348.8	0.40	78.8	-0.1	9.90	348.8	0.50	78.8	-0.1
J12	表层	21.68	352.1	0.42	82.1	-0.0	26.80	352.1	0.52	82.1	-0.0
	中层	23.62	345.4	0.17	75.4	-0.0	29.19	345.4	0.20	75.4	-0.0
	底层	13.83	341.5	0.82	71.5	-0.1	17.09	341.5	1.01	71.5	-0.1
J14	表层	11.16	344.5	1.81	254.5	0.2	13.79	344.5	2.24	254.5	0.2
	中层	14.52	352.9	0.93	262.9	0.1	17.94	352.9	1.15	262.9	0.1
	底层	15.26	356.9	0.36	266.9	0.0	18.86	356.9	0.44	266.9	0.0
J17	表层	15.51	6.6	0.42	276.6	0.0	19.17	6.6	0.52	276.6	0.0
	中层	16.57	5.0	1.11	95.0	-0.1	20.48	5.0	1.37	95.0	-0.1
	底层	13.59	8.7	0.44	98.7	-0.0	16.79	8.7	0.55	98.7	-0.0
站位	测层	M2					S2				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
J4	表层	44.33	69.4	0.94	339.4	0.0	17.72	69.4	0.38	339.4	0.0
	中层	42.34	65.6	2.31	335.6	0.1	16.92	65.6	0.93	335.6	0.1
	底层	44.36	67.1	1.35	337.1	0.0	17.73	67.1	0.54	337.1	0.0
J6	表层	56.91	31.8	4.51	301.8	0.1	22.74	31.8	1.80	301.8	0.1
	中层	56.73	33.4	1.25	303.4	0.0	22.67	33.4	0.50	303.4	0.0
	底层	54.51	38.8	2.01	308.8	0.0	21.78	38.8	0.80	308.8	0.0
J10	表层	34.66	339.7	0.77	249.7	0.0	13.85	339.7	0.31	249.7	0.0
	中层	33.90	346.2	0.70	256.2	0.0	13.55	346.2	0.28	256.2	0.0
	底层	27.94	347.0	1.06	77.0	-0.0	11.16	347.0	0.42	77.0	-0.0
J12	表层	76.18	349.3	6.27	259.3	0.1	30.44	349.3	2.50	259.3	0.1
	中层	79.82	345.3	0.68	75.3	-0.0	31.90	345.3	0.27	75.3	-0.0
	底层	56.26	344.6	0.73	254.6	0.0	22.48	344.6	0.29	254.6	0.0

站位	测层	M4					MS4				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
J4	表层	7.19	290.4	0.67	20.40	-0.1	4.28	110.4	0.40	200.40	-0.1
	中层	8.07	292.7	0.41	202.70	0.1	4.81	112.7	0.24	22.70	0.1
	底层	8.63	112.7	1.11	202.70	-0.1	5.14	112.7	0.66	202.70	-0.1
J6	表层	6.61	206.9	0.77	296.90	-0.1	3.94	26.9	0.46	116.90	-0.1
	中层	6.87	219.8	0.13	129.80	0.0	4.09	39.8	0.08	309.80	0.0
	底层	5.56	220.2	1.49	130.20	0.3	3.31	40.2	0.88	310.20	0.3
J10	表层	8.09	162.8	1.10	72.80	0.1	4.82	342.8	0.66	252.80	0.1
	中层	7.93	171.5	0.33	261.50	-0.0	4.72	351.5	0.20	81.50	-0.0
	底层	5.91	351.6	0.22	261.60	0.0	3.52	351.6	0.13	261.60	0.0
J12	表层	11.52	172.0	1.37	262.00	-0.1	6.86	352.0	0.82	82.00	-0.1
	中层	11.80	168.7	0.50	258.70	-0.0	7.02	348.7	0.30	78.70	-0.0
	底层	11.28	165.7	1.08	255.70	-0.1	6.71	345.7	0.65	75.70	-0.1
J14	表层	8.72	146.1	1.53	236.10	-0.2	5.19	326.1	0.91	56.10	-0.2
	中层	9.80	168.9	0.49	258.90	-0.1	5.84	348.9	0.29	78.90	-0.1
	底层	6.23	179.6	0.73	89.60	0.1	3.71	359.6	0.43	269.60	0.1
J17	表层	12.16	184.9	0.01	94.90	0.0	7.24	4.9	0.00	274.90	0.0
	中层	9.49	186.2	0.51	276.20	-0.1	5.65	6.2	0.30	96.20	-0.1
	底层	9.49	173.9	0.73	263.90	-0.1	5.65	353.9	0.43	83.90	-0.1

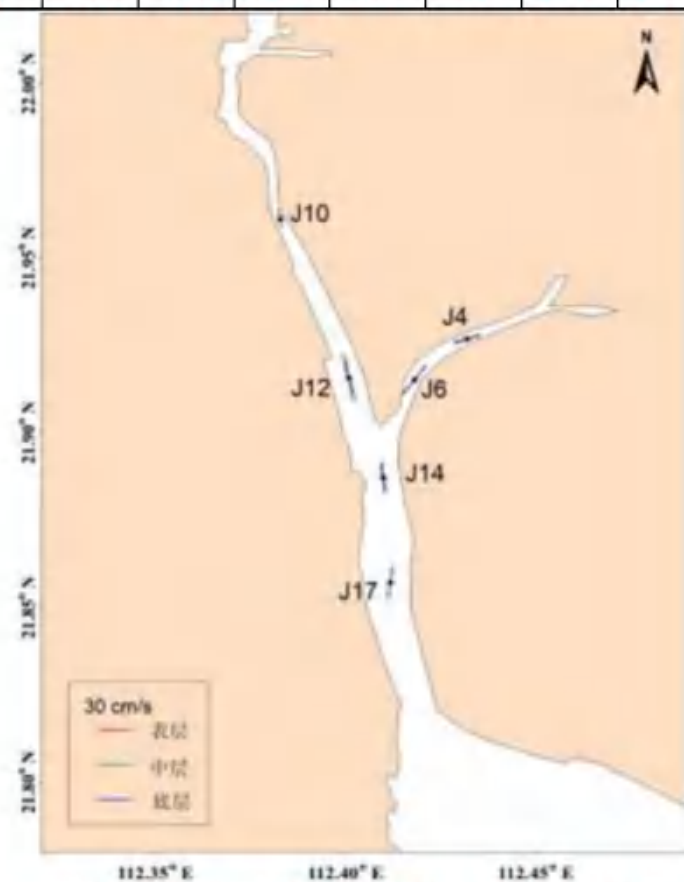


图 3.1.2-13a 各站 O1 分潮流长轴分布图

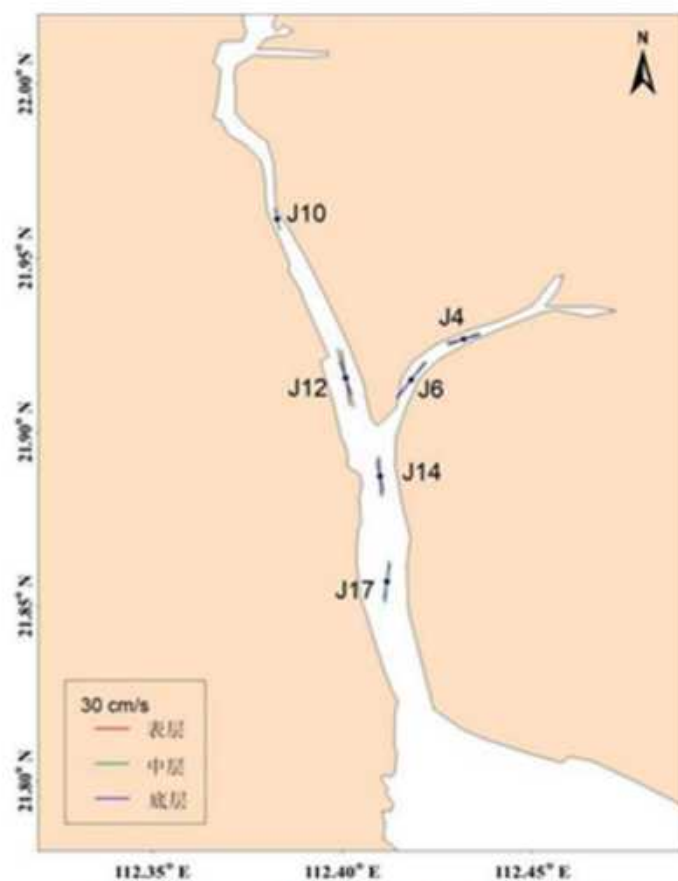


图 3.1.2-13b 各站 K1 分潮流长轴分布图

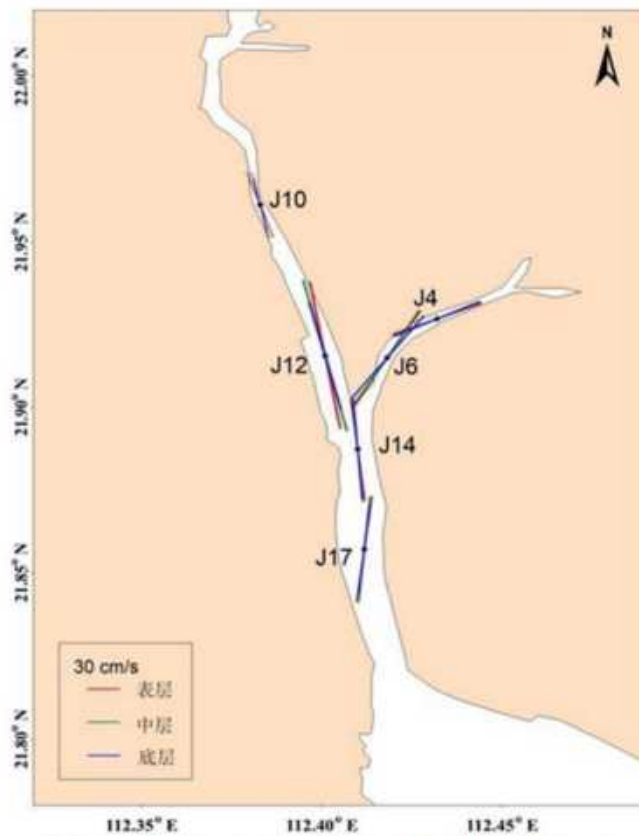


图 3.1.2-13c 各站 M2 分潮流长轴分布图

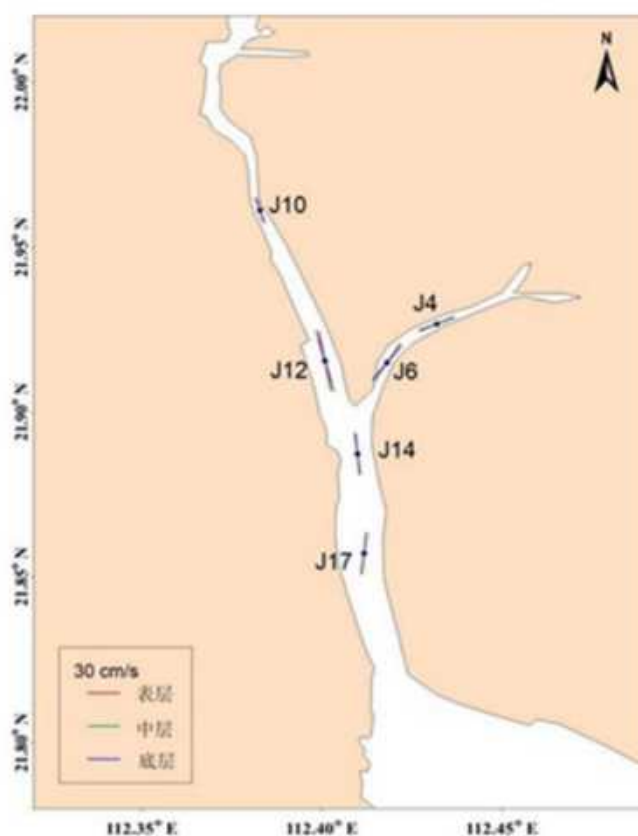


图 3.1.2-13d 各站 S2 潮流长轴分布图

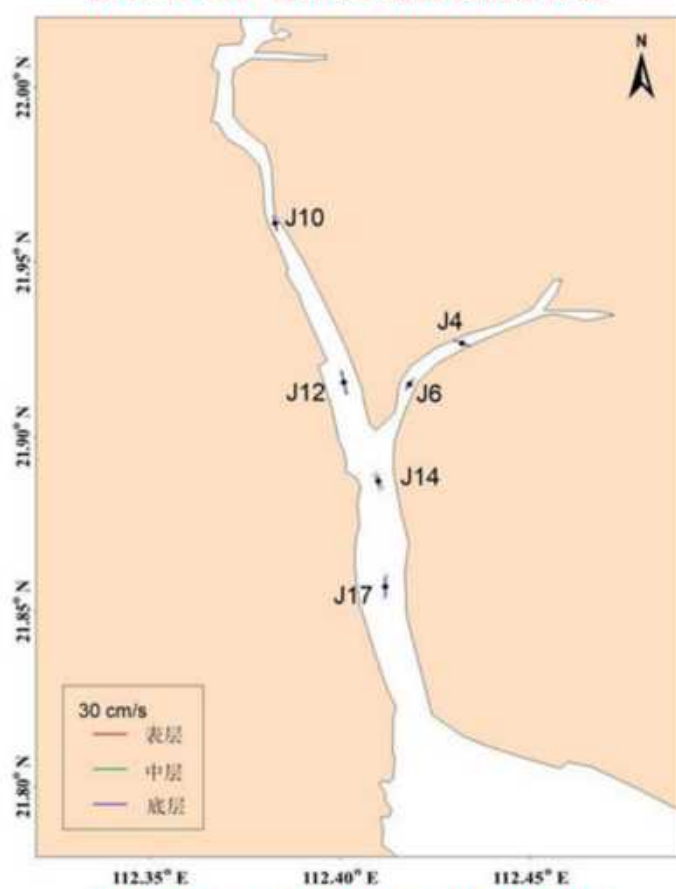


图 3.1.2-13e 各站 M4 潮流长轴分布图

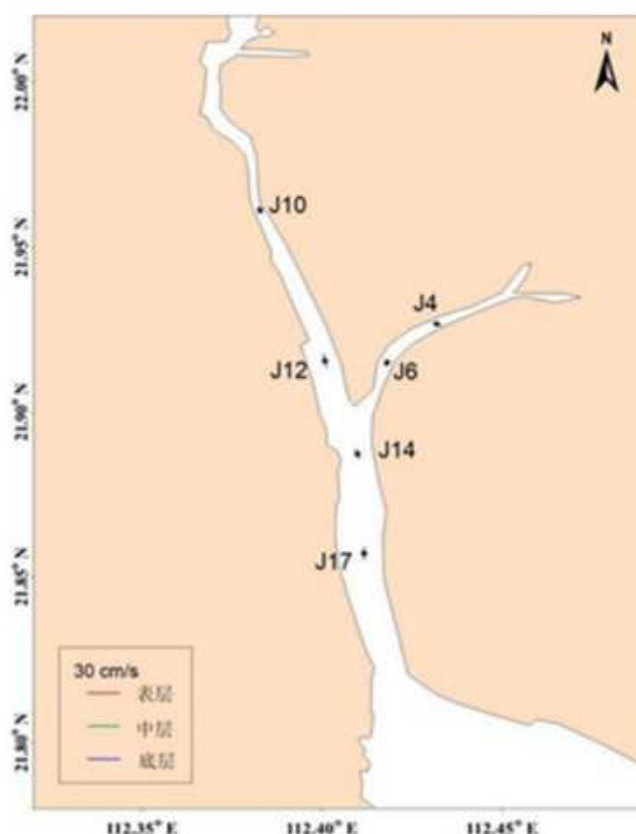


图 3.1.2-13f 各站 MS4 潮流长轴分布图

3) 可能最大流速和水质点可能最大运移距离

根据《海港水文规范》(JTS145-2)规定,可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离。

潮流和风海流为主的近岸海区,海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。潮流的可能最大流速可按下列规定计算。

①对规则半日潮流海区可按下列式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4}$$

②对规则全日潮流海区可按下列式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1}$$

式中:

$\vec{V}_{\max}$ ——潮流的可能最大流速(流速: cm/s, 流向: °)

$\vec{W}_{M_2}$ ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速: cm/s, 流向: °)

$\vec{W}_{S_2}$ ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速: cm/s, 流向: °)

$\vec{W}_{K_1}$ ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{Q_1}$ ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{M_4}$ ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{MS_4}$ ——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

③对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用上述两公式中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算：

①规则半日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{Q_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4}$$

②规则全日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{Q_1}$$

式中：

$\vec{L}_{\max}$ ——潮流水质点的可能最大运移距离（距离：m，方向：°）

$\vec{W}_{M_2}$ ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{S_2}$ ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{K_1}$ ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{Q_1}$ ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{M_4}$ ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

$\vec{W}_{MS_4}$ ——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

③对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用上述两公式中的大值。

根据各站层的潮流性质，按公式及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离如表 3.1.2-21。由表 3.1.2-21 可见，调查海区潮流可

能最大流速为 192.7cm/s (J12 站中层), 各站层可能最大流速介于 75.7cm/s~192.7cm/s 之间, 方向主要表现为西北-东南向和东北-西南向。水质点可能最大运移距离为 38.7km (J12 站中层), 各站层可能最大运移距离介于 13.3km~38.7km 之间, 与相应站层潮流可能最大流速的方向一致。

表 3.1.2-21 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速(cm/s)	方向(度)	距离(km)	方向(度)
J4	表层	105.1	68.7	20.8	70.0
	中层	101.5	65.2	20.3	65.1
	底层	117.1	74.2	20.6	72.6
J6	表层	139.1	33.1	28.1	33.7
	中层	139.0	35.5	28.1	36.4
	底层	133.3	37.7	26.9	37.2
J10	表层	75.7	341.7	14.2	344.6
	中层	79.5	346.3	15.8	346.4
	底层	77.4	348.0	13.3	348.1
J12	表层	180.9	350.5	36.1	350.9
	中层	192.7	345.3	38.7	345.4
	底层	127.2	343.8	24.5	342.9
J14	表层	114.6	351.9	21.0	348.6
	中层	125.1	354.0	24.7	353.7
J17	底层	122.1	356.0	24.7	356.3
	表层	128.5	7.2	25.7	7.1

注: 表中方向只为其一, $\pm 180^\circ$ 为另一方向

4) 余流分析

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

表 3.1.2-22 为大潮期间各测站的余流, 由表可知, 大潮余流量值介于 1.3~18.8cm/s 之间, 最大余流出现在站 J12 站表层, 为 18.8cm/s, 方向 167.7° ; 最小余流出现在 J10 站中层, 为 1.3cm/s, 方向 294.2° 。

就整个海域而言, 相对于潮流而言, 调查期间余流较小, 余流方向较紊乱。

表 3.1.2-22 调查海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

潮期	站位	测层	流速	流向
大潮	J4	表层	5.9	218.7
		中层	6.6	189.8
		底层	2.7	235.1
	J6	表层	7.7	166.6
		中层	5.4	205.5
		底层	8.1	218.9
	J10	表层	12.3	173.1
		中层	1.3	294.2
		底层	5.4	348.1
	J12	表层	18.8	167.7
		中层	12.2	154.5
		底层	3.6	40.6
	J14	表层	8.6	185.4
		中层	2.9	246.6
		底层	3.7	302.7
	J17	表层	4.0	188.3
		中层	4.7	2.7
		底层	6.7	10.3

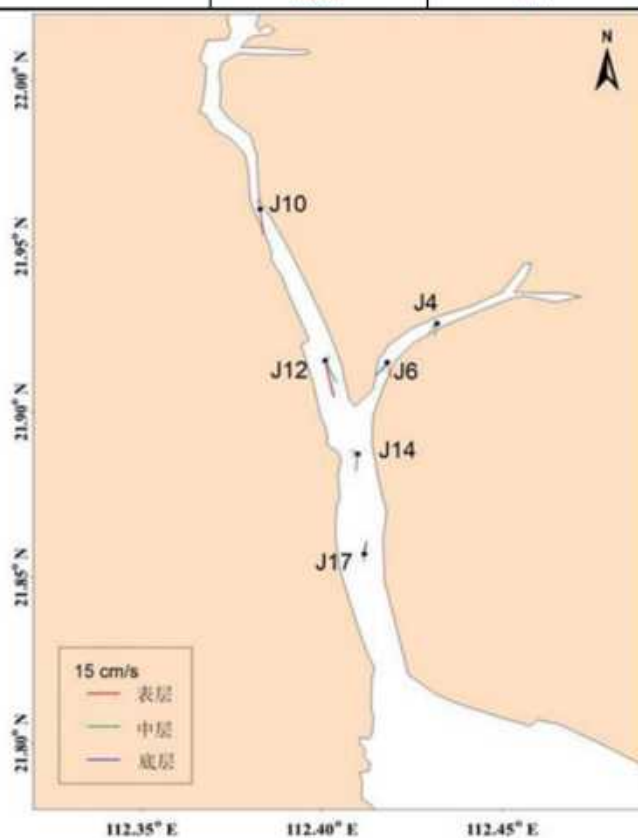


图 3.1.2-23 大潮期各站余流分布图

(5) 水温

海水温度的分布（包括平面和垂向）和变化主要受太阳辐射、风、海浪、海流等诸因素的影响。根据项目合同的技术要求，在设置的 6 个测流站上同时进行了水温观测，其观测结果见附件。

大潮期水温统计见表 3.1.2-24。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 18.70℃，出现在 J4 站底层；测得水温的最小值为 17.08℃，出现在 J17 站表层。

利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值。由表可见，水温变化不大。

表 3.1.2-24 调查海域各站大潮水温统计（单位：℃）

潮期	站位	测层	最小值	最大值	平均值
大潮	J4	表 层	17.62	18.69	18.14
		中 层	17.62	18.68	18.09
		底 层	17.59	18.70	18.08
	J6	表 层	17.42	18.52	18.01
		中 层	17.41	18.53	17.98
		底 层	17.40	18.50	17.97
	J10	表 层	17.70	18.57	18.06
		中 层	17.72	18.46	17.98
		底 层	17.73	18.38	17.96
	J12	表 层	17.31	18.47	17.91
		中 层	17.35	18.28	17.86
		底 层	17.36	18.28	17.84
	J14	表 层	17.27	18.59	17.83
		中 层	17.30	18.36	17.71
		底 层	17.29	18.20	17.68
	J17	表 层	17.08	18.10	17.56
		中 层	17.20	17.86	17.49
		底 层	17.18	17.85	17.46

(6) 盐度

海水盐度主要受蒸发、降水、潮流、沿岸流和海水混合等因素的影响。对本次全潮水文观测得到的盐度资料统计分析，结果如下：

大潮期盐度统计见表 3.1.2-25。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最

大值为 27.30，出现在 J17 站底层；测得盐度的最小值为 15.25，出现在 J4 站表层。

利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值。由表可见，盐度变化不大。

表 3.1.2-25 调查海域各站大潮盐度统计

潮期	站位	测层	最小值	最大值	平均值
大潮	J4	表层	15.25	24.11	20.03
		中层	15.27	24.09	20.23
		底层	15.29	24.23	20.34
	J6	表层	17.71	25.03	21.33
		中层	17.61	25.09	21.43
		底层	17.83	25.17	21.49
	J10	表层	17.16	23.02	19.69
		中层	17.43	23.49	20.11
		底层	17.70	23.67	20.34
	J12	表层	19.50	25.57	21.94
		中层	19.61	25.68	22.16
		底层	19.73	25.75	22.26
	J14	表层	20.06	26.11	23.01
		中层	20.57	26.32	23.22
		底层	20.60	26.47	23.36
	J17	表层	21.32	26.70	24.12
		中层	21.32	27.08	24.36
		底层	21.50	27.30	24.45

(7) 悬浮泥沙

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

为获取调查海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每 2 小时一次，采样层次为表、中、底三层。

1) 悬浮泥沙浓度

表 3.1.2-26 给出了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底三层含沙量多数时间内较为接近，而在中层与底层

的某些峰值普遍高于表层。从整体变化过程看来，各站含沙量一般不超过 0.06kg/m^3 。

大潮期，悬浮泥沙浓度最低值为 0.0012kg/m^3 ；悬浮泥沙浓度最大值为 0.0536kg/m^3 ，最大值出现在 J17 站底层。

表 3.1.2-26 各站含沙量特征值统计表 (kg^3m^{-3})

站位	测层	最小值	最大值	平均值	平均
J4	表	0.0026	0.0224	0.0157	0.0145
	中	0.0041	0.0226	0.0147	
	底	0.0040	0.0260	0.0131	
J6	表	0.0019	0.0155	0.0098	0.0118
	中	0.0018	0.0175	0.0115	
	底	0.0055	0.0226	0.0140	
J10	表	0.0032	0.0146	0.0095	0.0096
	中	0.0051	0.0166	0.0106	
	底	0.0011	0.0154	0.0087	
J12	表	0.0051	0.0480	0.0203	0.0224
	中	0.0075	0.0507	0.0230	
	底	0.0103	0.0441	0.0239	
J14	表	0.0012	0.0250	0.0102	0.0107
	中	0.0019	0.0336	0.0099	
	底	0.0023	0.0159	0.0119	
J17	表	0.0033	0.0344	0.0134	0.0143
	中	0.0032	0.0287	0.0136	
	底	0.0023	0.0536	0.0159	

2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 3.1.2-27 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的全潮单宽输沙量统计结果。

大潮期，涨潮期最大单宽输沙量为 3.81t/m ，方向 348.4° ，出现在 J12 站；落潮期最大单宽输沙量为 3.63t/m ，方向 165.3° ，出现在 J12 站；最大单宽净输沙量为 0.36t/m ，方向 2.3° ，出现在 J14 站。净输沙方向较紊乱。

表 3.1.2-27 各站全潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
J4	1.42	67.4	1.27	240.3	0.22	112.7
J6	0.93	35.2	1.09	212.7	0.16	198.4
J10	0.58	342.9	0.68	164.8	0.10	176.2
J12	3.81	348.4	3.63	165.3	0.28	34.6
J14	1.23	357.8	0.88	175.9	0.36	2.3
J17	1.40	6.3	1.11	185.5	0.30	9.5

(8) 小结

1) 调查海域的潮汐属于不规则半日潮的混合潮。

2) 调查海域实测海流以潮流为主。海流流速较大，各站表现出比较明显的往复流趋势：J10、J12、J14 站涨潮流向西北、落潮流向东南，J4、J6、J17 站涨潮流向东北、落潮流向西南；观测期间平均流速值在 29.5cm/s~109.5cm/s 之间，最大流速测得为 180.2 cm/s；大体上，落潮流平均流速值大于涨潮流，涨落潮流历时，互有长短。

3) 总体上，调查海区的潮流性质以不规则半日潮流为主，主要分潮流中以 M2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大。主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）J10、J12、J14 站表现为西北-东南向，在 J4、J6、J17 站表现为东北-西南向，受岸线影响明显。

4) 调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离以 J12 站中层最大，分别是 192.7cm/s 和 38.7km。潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离的方向主要表现为西北-东南向和东北-西南向。

5) 总体而言，调查海区的余流较小，最大为 18.8 cm/s；余流方向较紊乱。

6) 调查海区海水温度变化较小，水温变化范围为 17.08℃~18.70℃之间，水温垂向变化不大。

7) 调查海区盐度变化较大，海水盐度在调查期为 15.25~27.30 之间。

8) 调查海区悬浮泥沙浓度范围为 0.0012~0.0536kg/m³；J14 站净输沙最大，为 0.36t/m，调查海区净输沙方向较紊乱。

3.1.3 地形地貌与冲淤环境

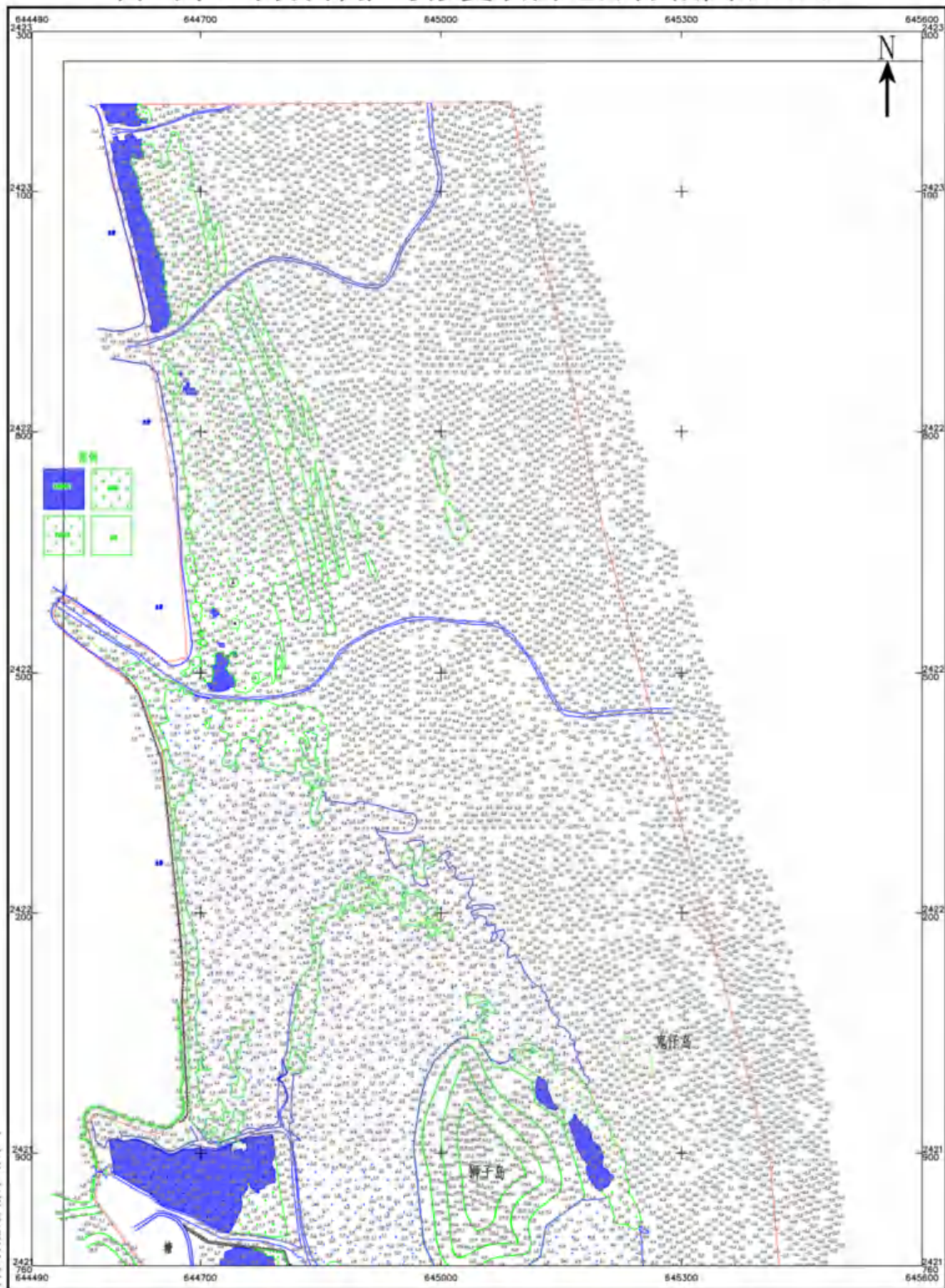
台山市境内有盆地、平原、丘陵、高山、滩涂，土地肥沃，物产丰饶。台山多山，东北面有北峰山，台山市第一峰狮子头海拔高度是 982 米。东南方的都斛镇东南面有南峰山，西南面有大隆山和紫罗山，南海中有上川山和下川山，西北面大山较少，丘陵却特别多，高度一般由一二十米至一百几十米，但其间也不乏二百米以上高地。山地和丘陵，约占全市总面积的三分之二。台山山海之间，河流两岸，有广阔的平原，包括滨海平原、盆地中和丘陵间的平原，约占全市总面积的三分之一。最大的平原是广海平原，第二大的平原是海宴平原，还有一部分平原处在盆地中，由于境内高山和丘陵多，往往把一些平原环抱住，形成了盆地。在北部，有水步盆地、四九盆地、三合盆地、联安盆地；在西南部，有那扶盆地、深井盆地和墩寨盆地等。此外，许多低丘之间和河谷中，也有小块的冲积平原。

本项目位于镇海湾，是弱谷型海湾，又称那扶溺谷，湾口有潯洲岛和上、下川岛为屏障，湾内受波浪影响较小。海湾向北伸入内陆约 36km，在马骝嘴附近汇合由东北方深井圩而来的另一支溺谷。自沙头冲—马骝嘴以南水面宽阔，达 2~3km。在寨门附近湾口扩展，呈喇叭状，湾内的深水航道至此终止，水深由 10m 减至 3~5m，即为湾口拦门沙浅滩所在。拦门浅滩由寨门圩附近向南延伸至潯洲岛，长达 10 余 km。拦门浅滩高出海湾内外槽沟约 5~7m，是平缓的由粉沙淤泥组成的堆积体。

镇海湾海积平原主要分布在湾东部和东北部海滨。平原地形平坦，微向海边倾斜。平原中大小潮沟纵横密布，水系十分发育。湾内海底地貌类型比较简单，湾内大部分地区为水下岸坡（为大潮低潮线以下至水深约 5m 湾域），其主要由潮流、波浪等海洋动力因素所塑造，沉积物与陆源物质有亲缘关系，是陆岸前缘缓坡过渡的一个浅水带，比降为 1:3000。在湾口水下岸坡宽达 16km。水下岸坡至东、西口南侧过渡为水下平原。水下槽沟发育于湾颈口门处，呈 NW-SE 走向，槽沟北端呈 Y 状伸展，其长达 13km，宽约 1.6km。槽沟与浅滩交接处坡度较大，两边向中间倾斜。由于该湾属溺谷型海湾，湾口门较窄，约 2km。口门里面积较大，涨落潮时狭长型的潮沟中流速大。整个湾属于淤积型，仅水下槽沟受到冲刷切割。

项目所在区域地形图如下。

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(1/17)

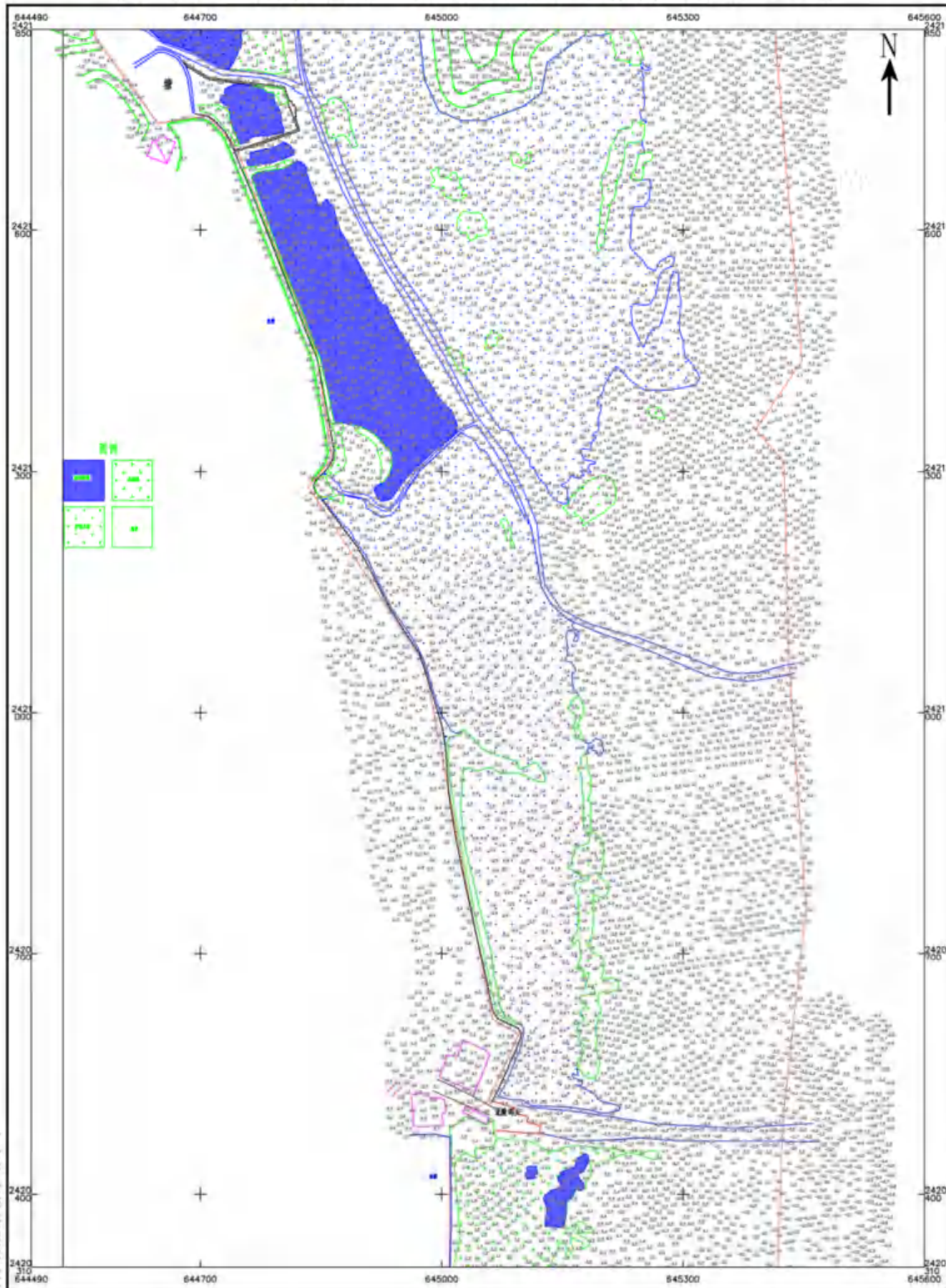


中交华南勘测科技有限公司

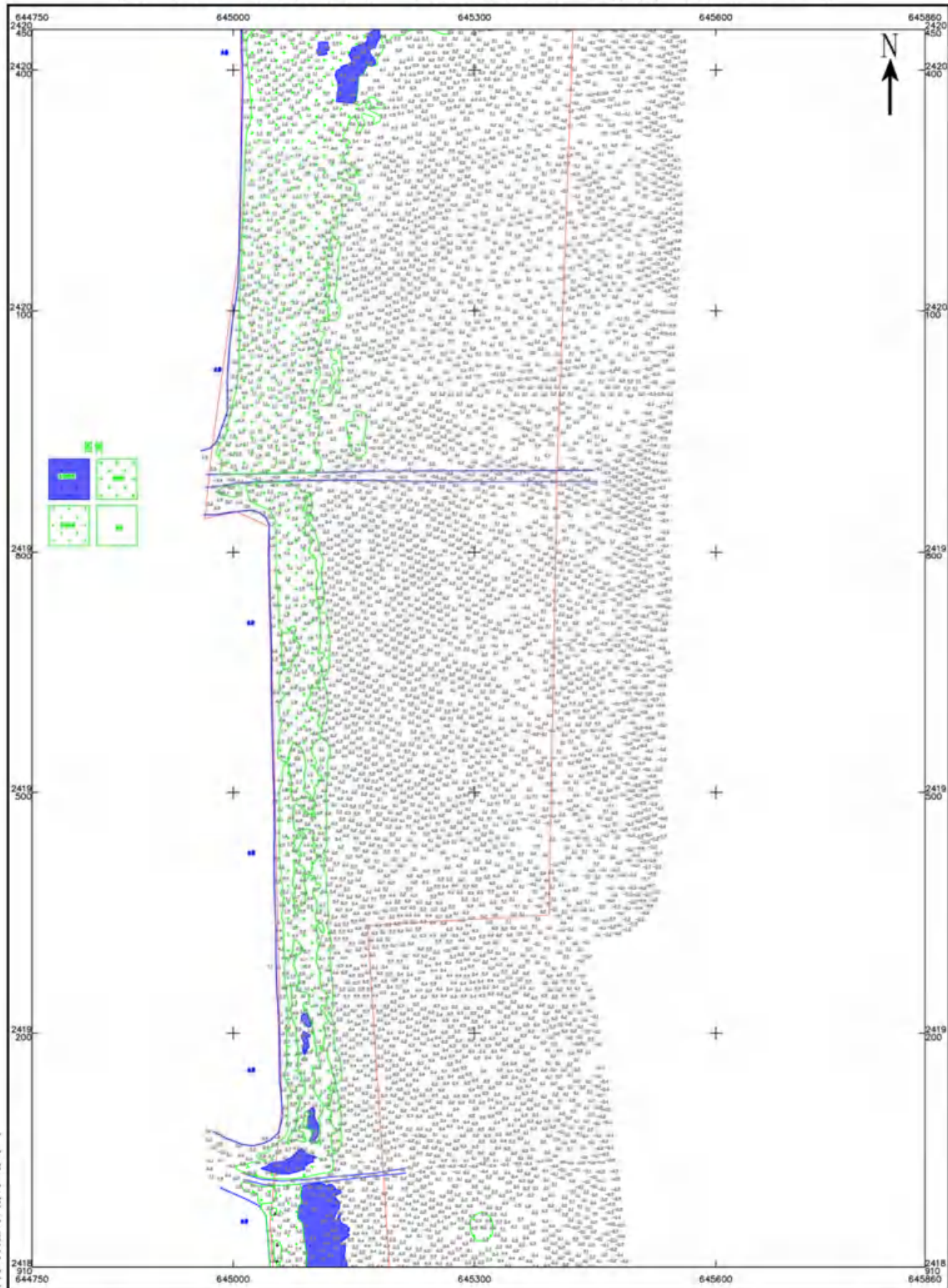
测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
 坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带
 高程系: 1985国家高程基准

图例: 道路, 桥梁

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(2/17)



台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(3/17)



测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日

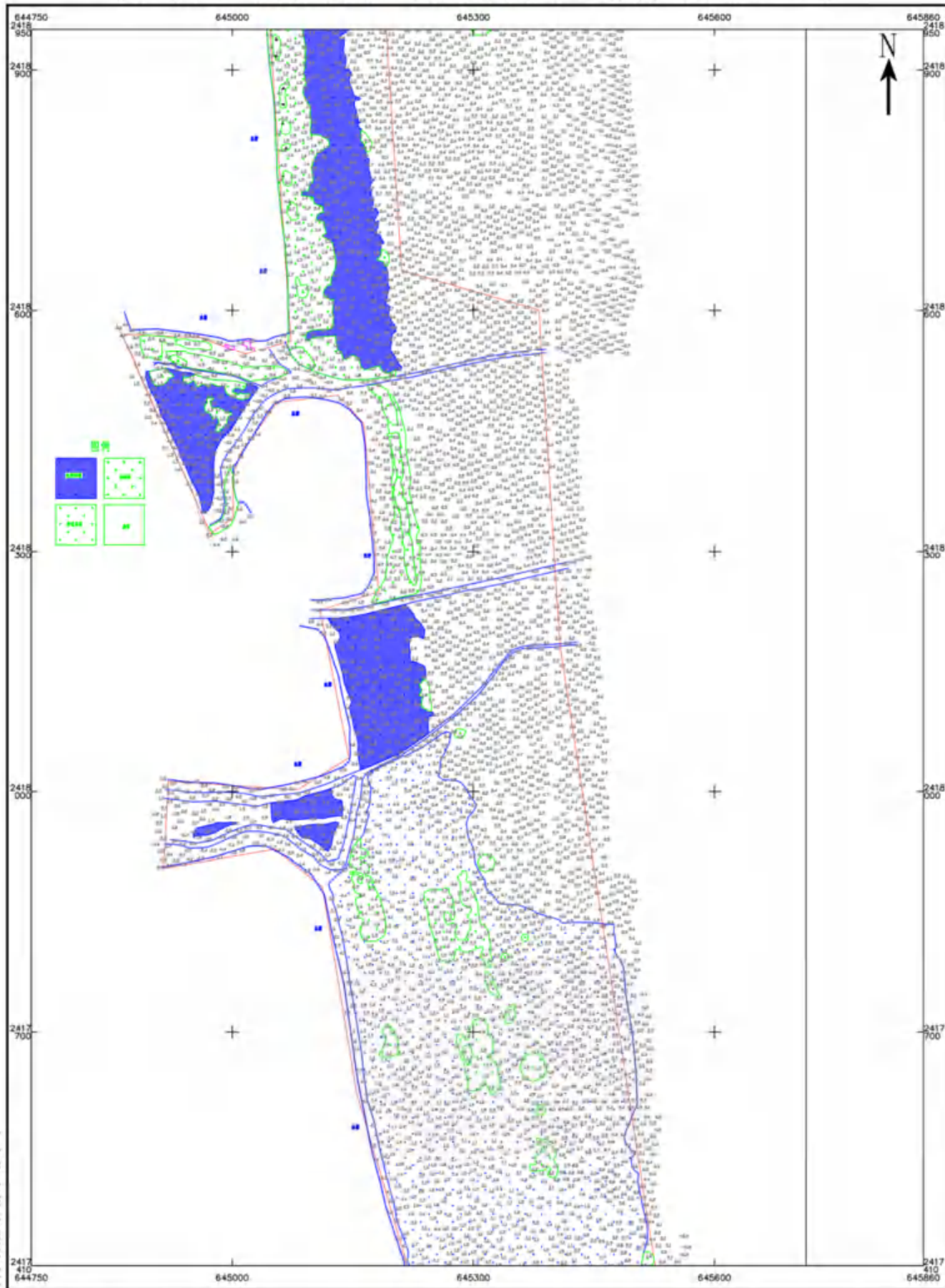
坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带

基准面: 1985国家高程基准

图例:

比例尺:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(4/17)



测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日

坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带

基准面: 1985国家高程基准

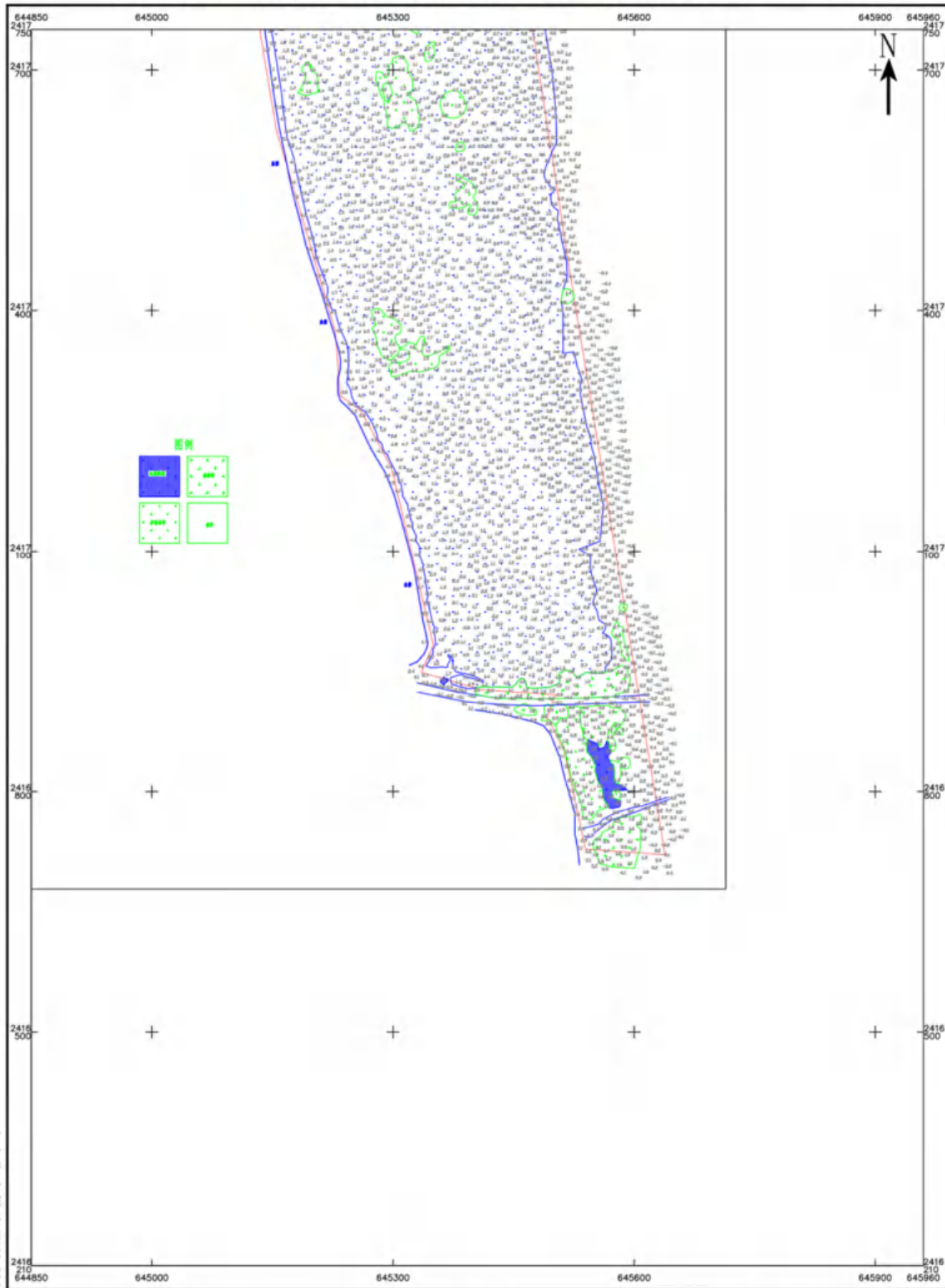
1:5000

图例:

比例尺:

说明:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(5/17)

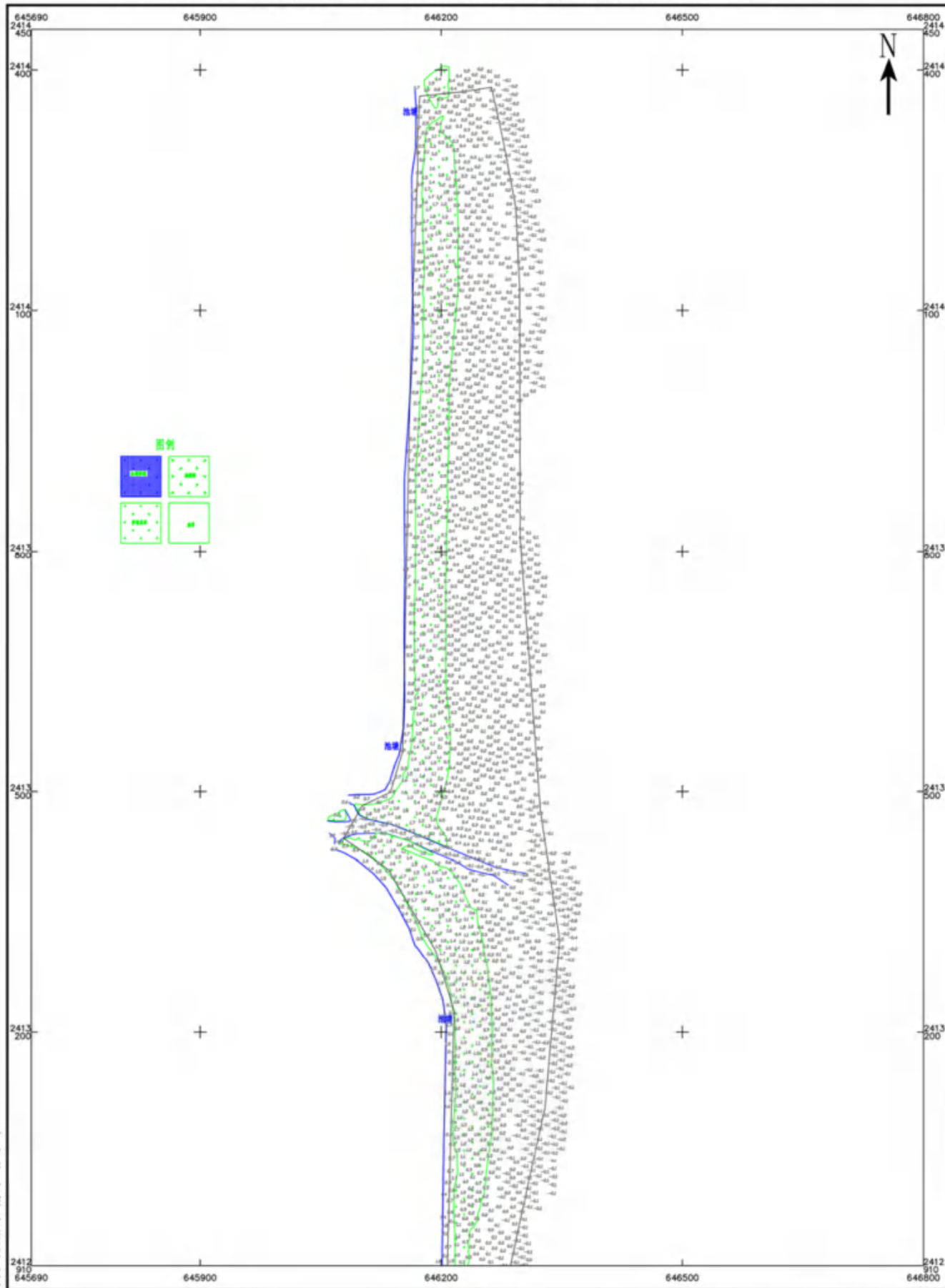


测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
 坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
 基准面: 1985国家高程基准

1:2000

测量: 审核:
 绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(6/17)

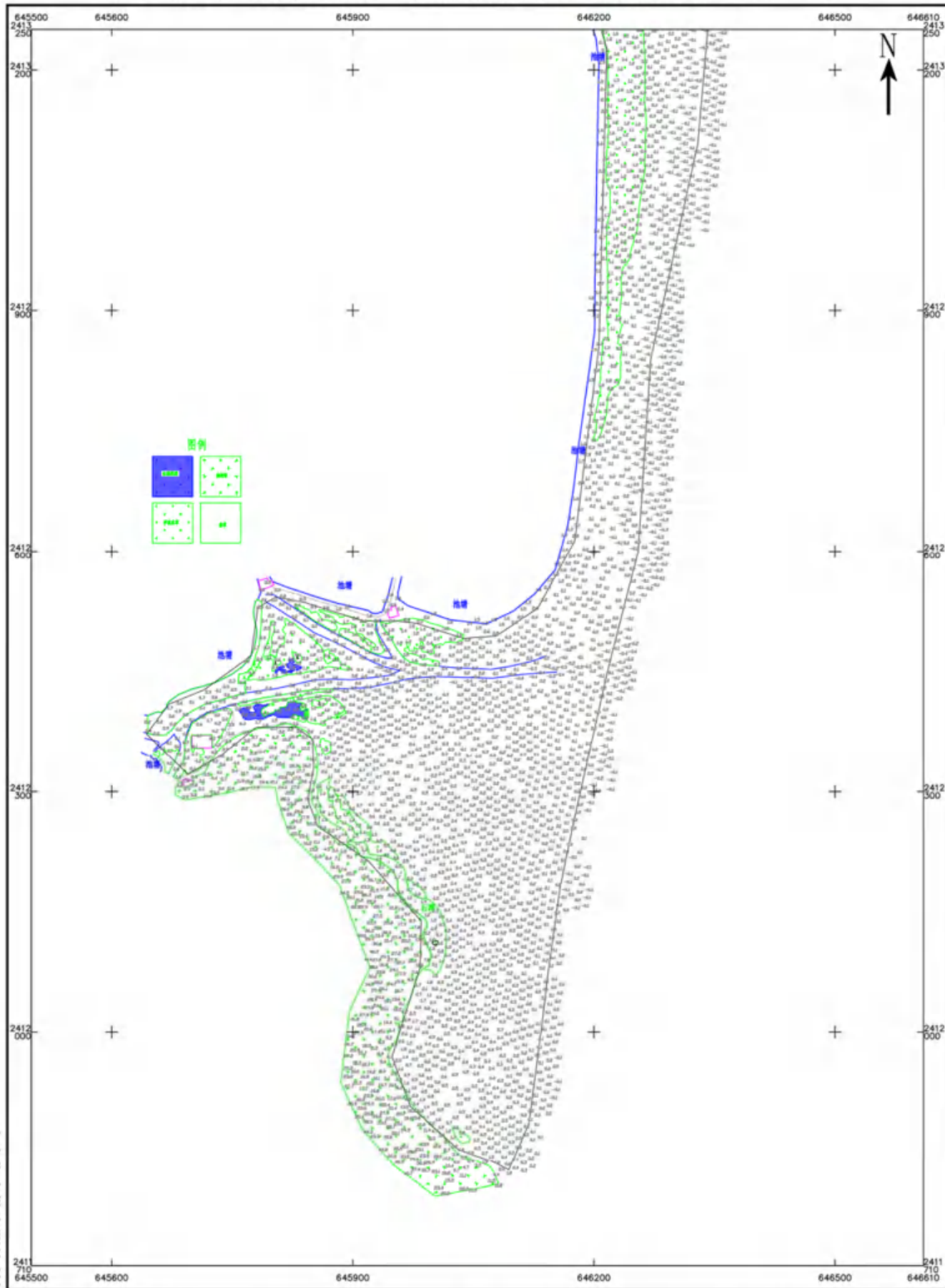


测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
 坐标系: CGCS2000坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
 基准面: 1985国家高程基准

1:2000

测量: 审核:
 绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(7/17)



测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日

坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。

基准面: 1985国家高程基准

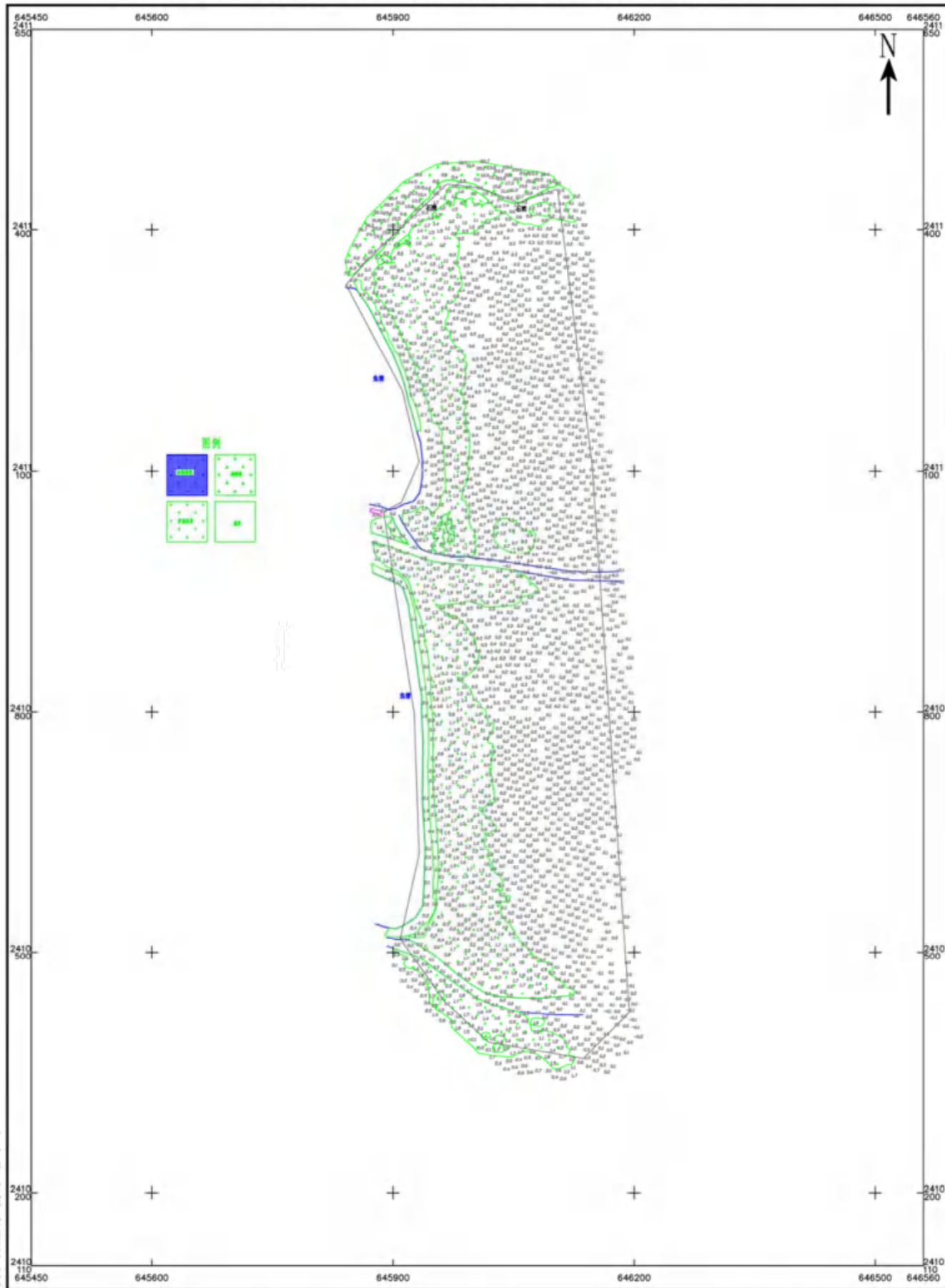
1:2000

测量:

审核:

绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(8/17)

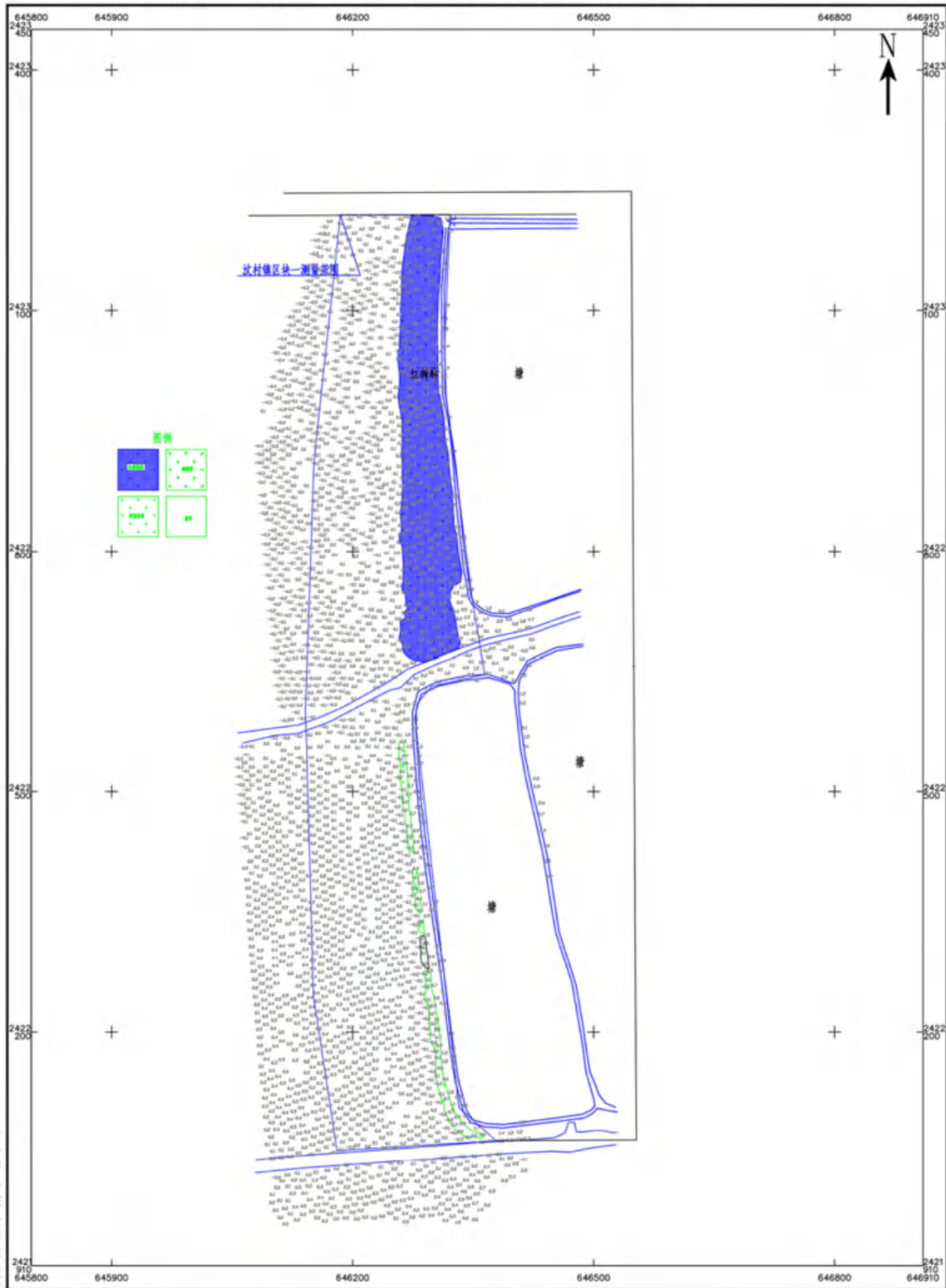


测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
 坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
 基准面: 1985国家高程基准

1:2000

测量: 审核:
 绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(9/17)



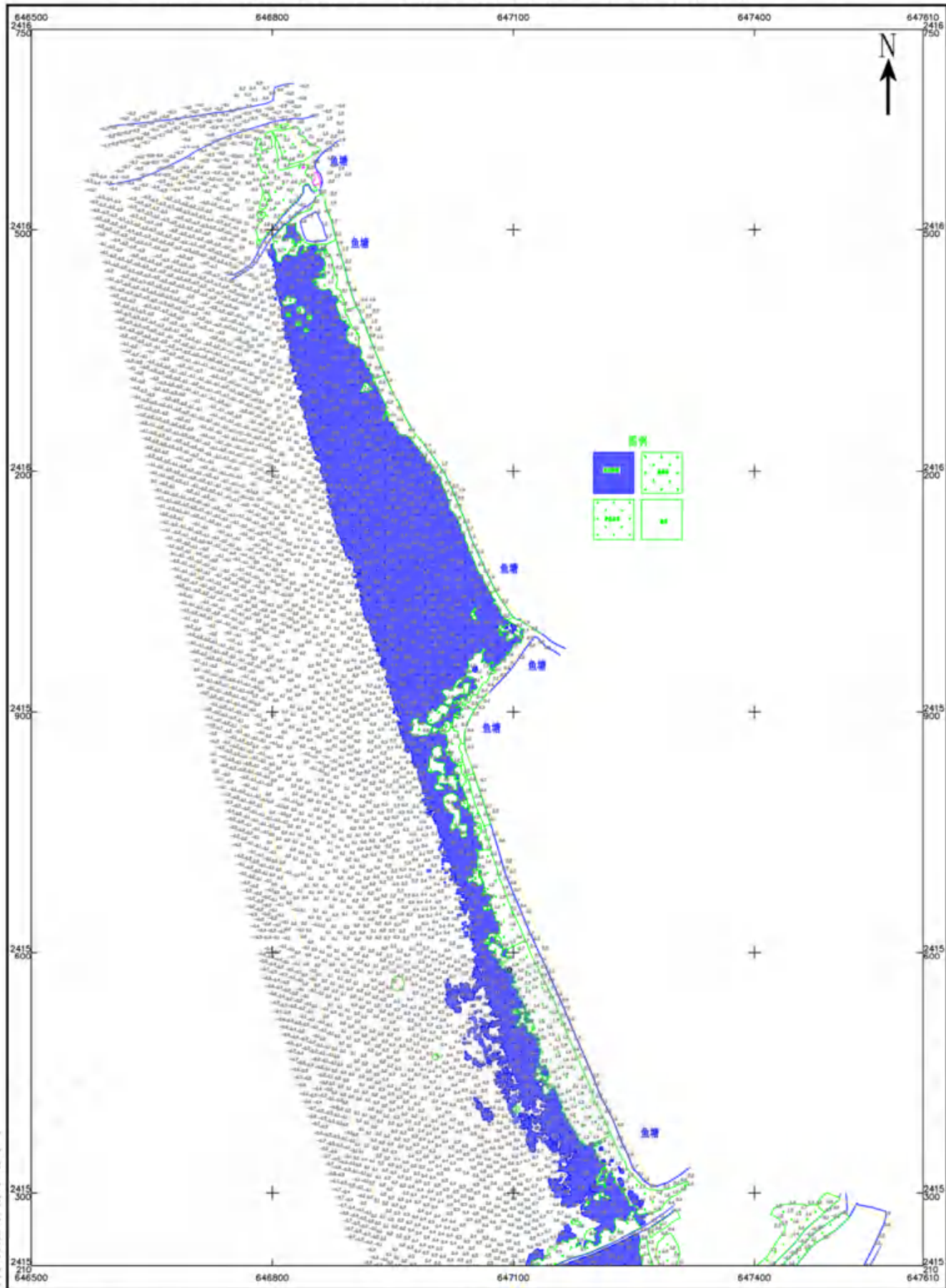
中交华南勘察测绘科技有限公司

测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
坐标系: CGCS2000坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
基准面: 1985国家高程基准

1:3000

测量: 审核:
绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(10/17)



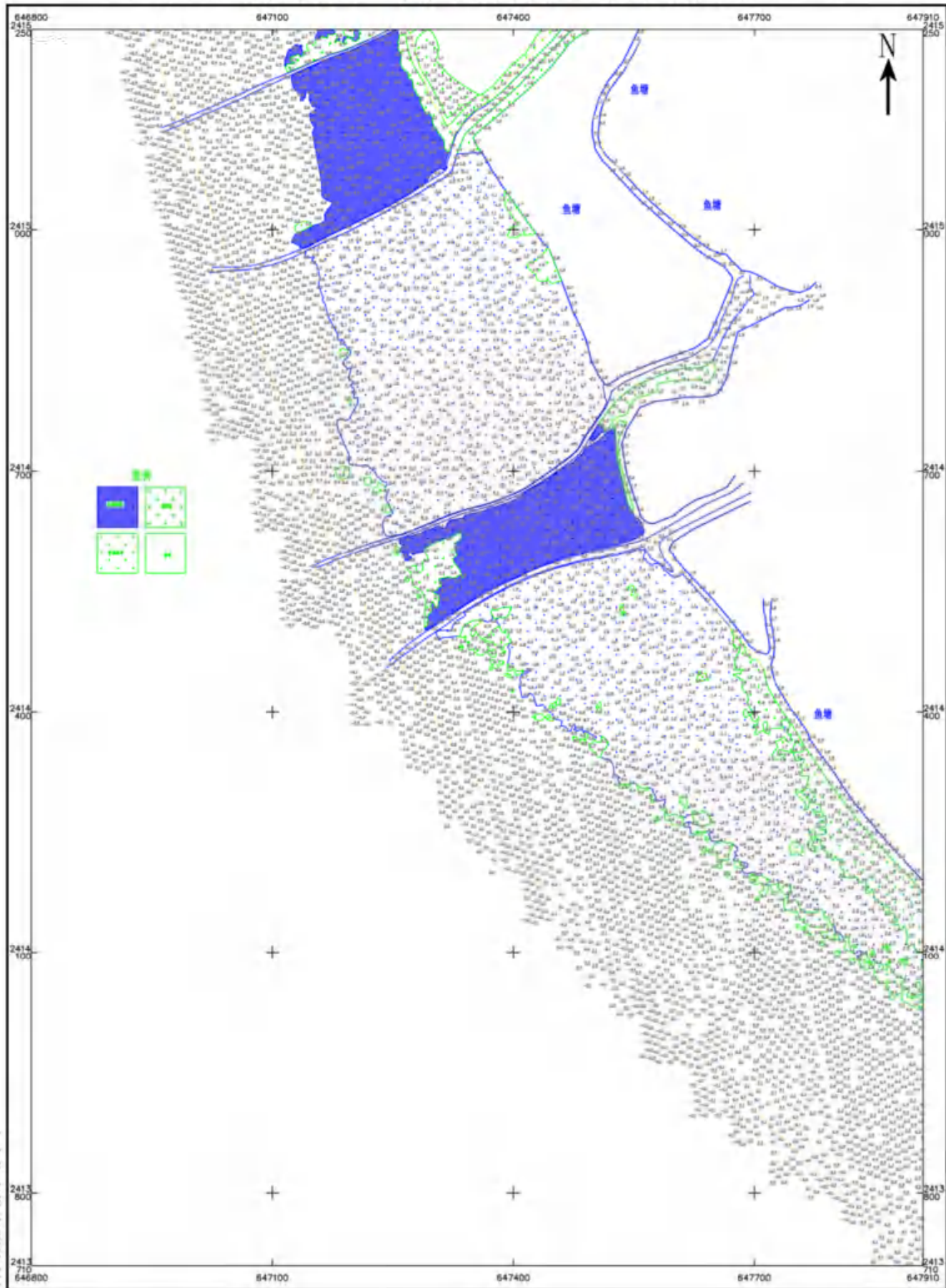
中交华南勘察测绘科技有限公司

测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
 坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带
 基准面: 1985国家高程基准

1:2000

图例: 图例

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(11/17)



测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日

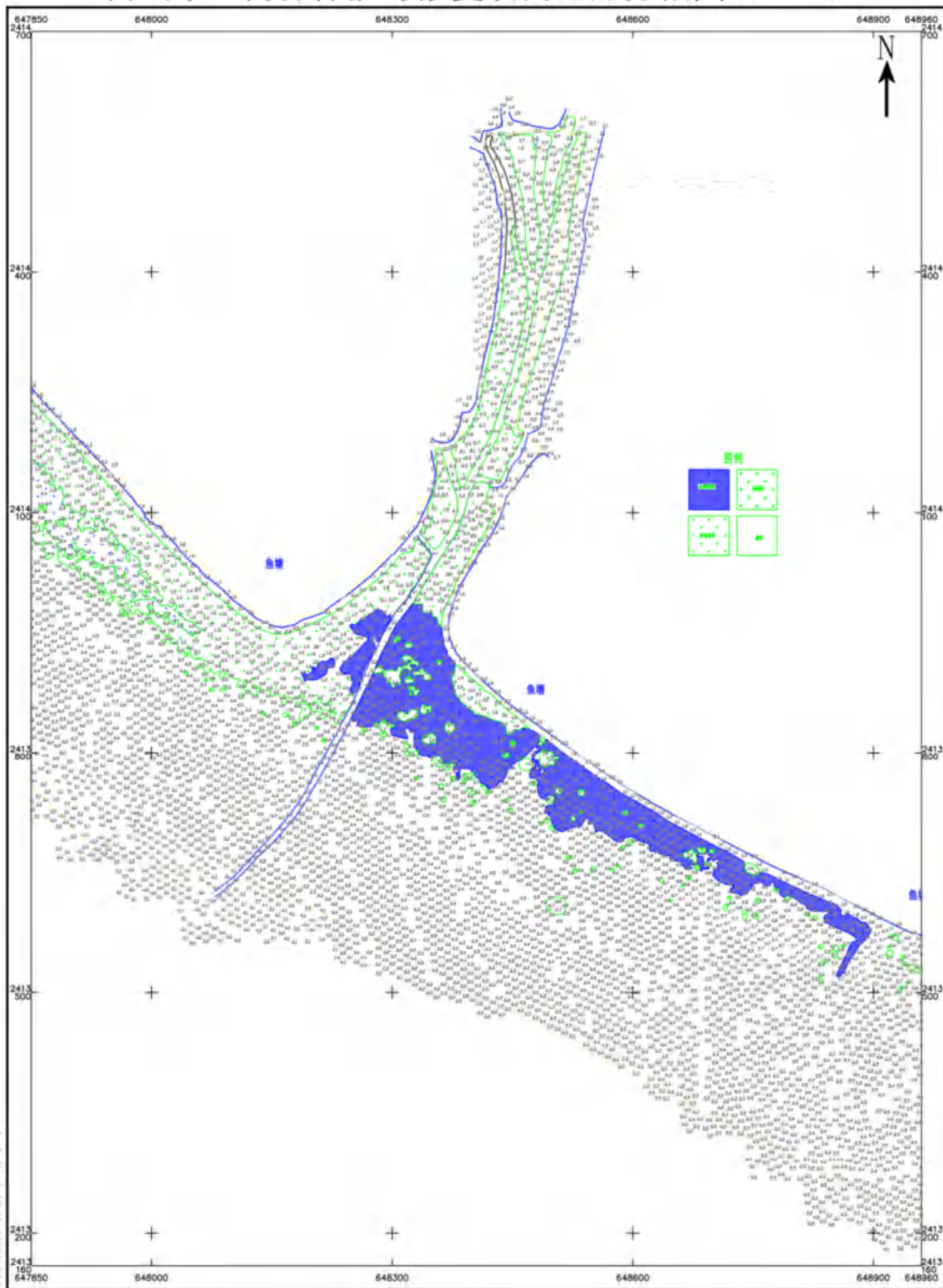
坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。

基准面: 1985国家高程基准

图例: 比例尺:

比例尺:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(12/17)



测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日

坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。

高程基准: 1985国家高程基准

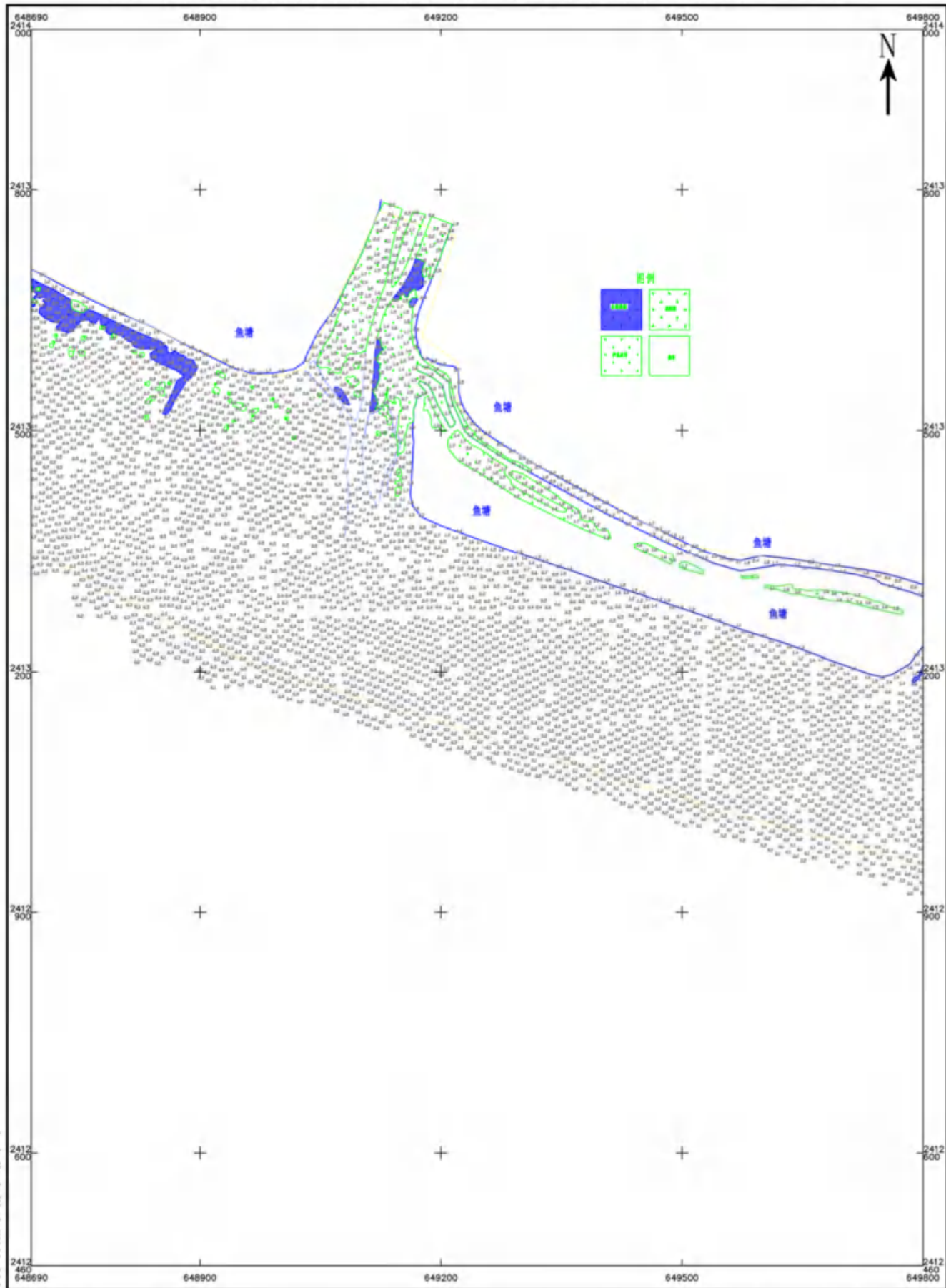
1:5000

图例:

审核:

绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(13/17)



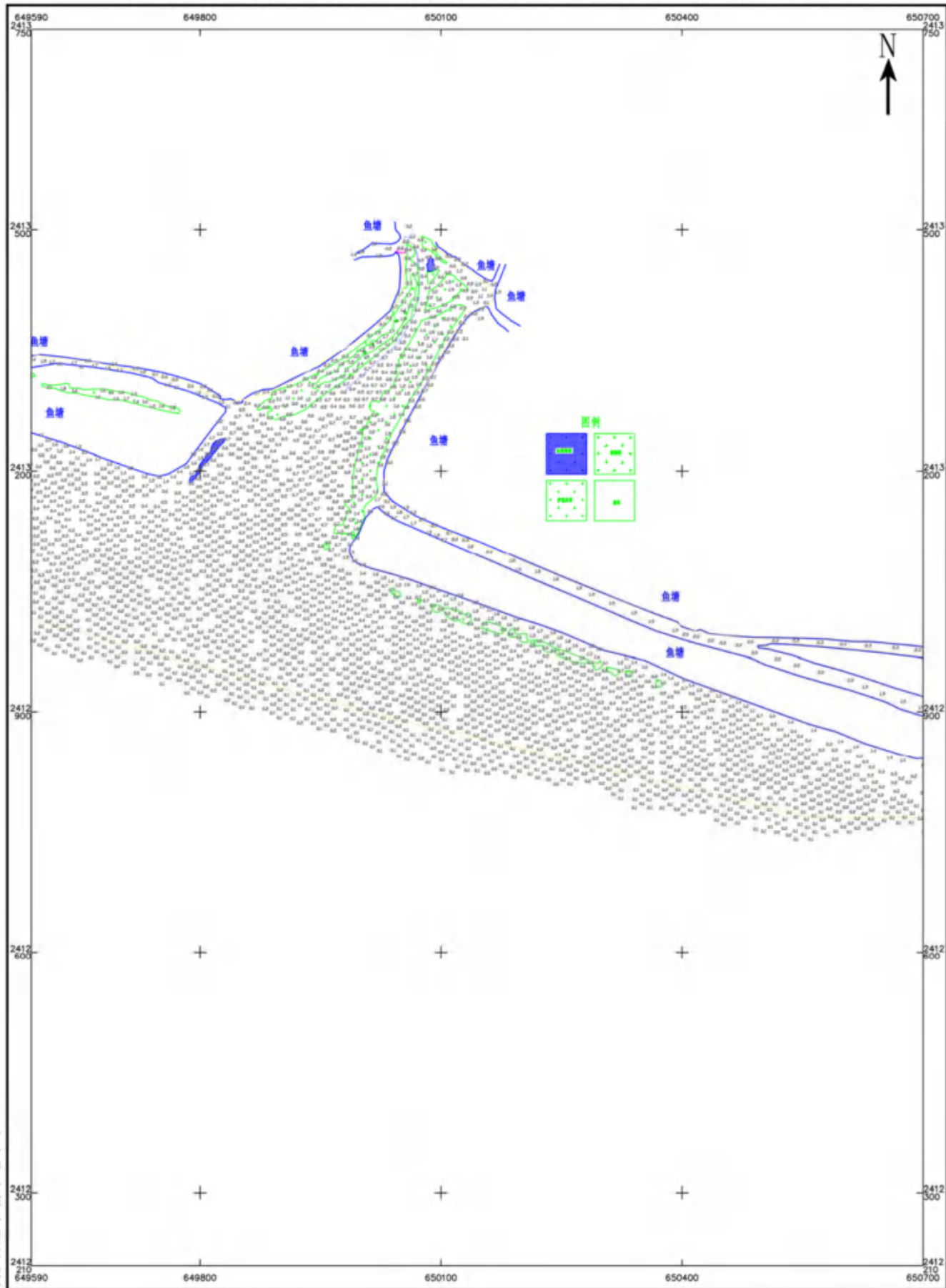
中交华南勘察测绘科技有限公司

测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
基准面: 1985国家高程基准

1:5000

图例: 中核。
绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(14/17)



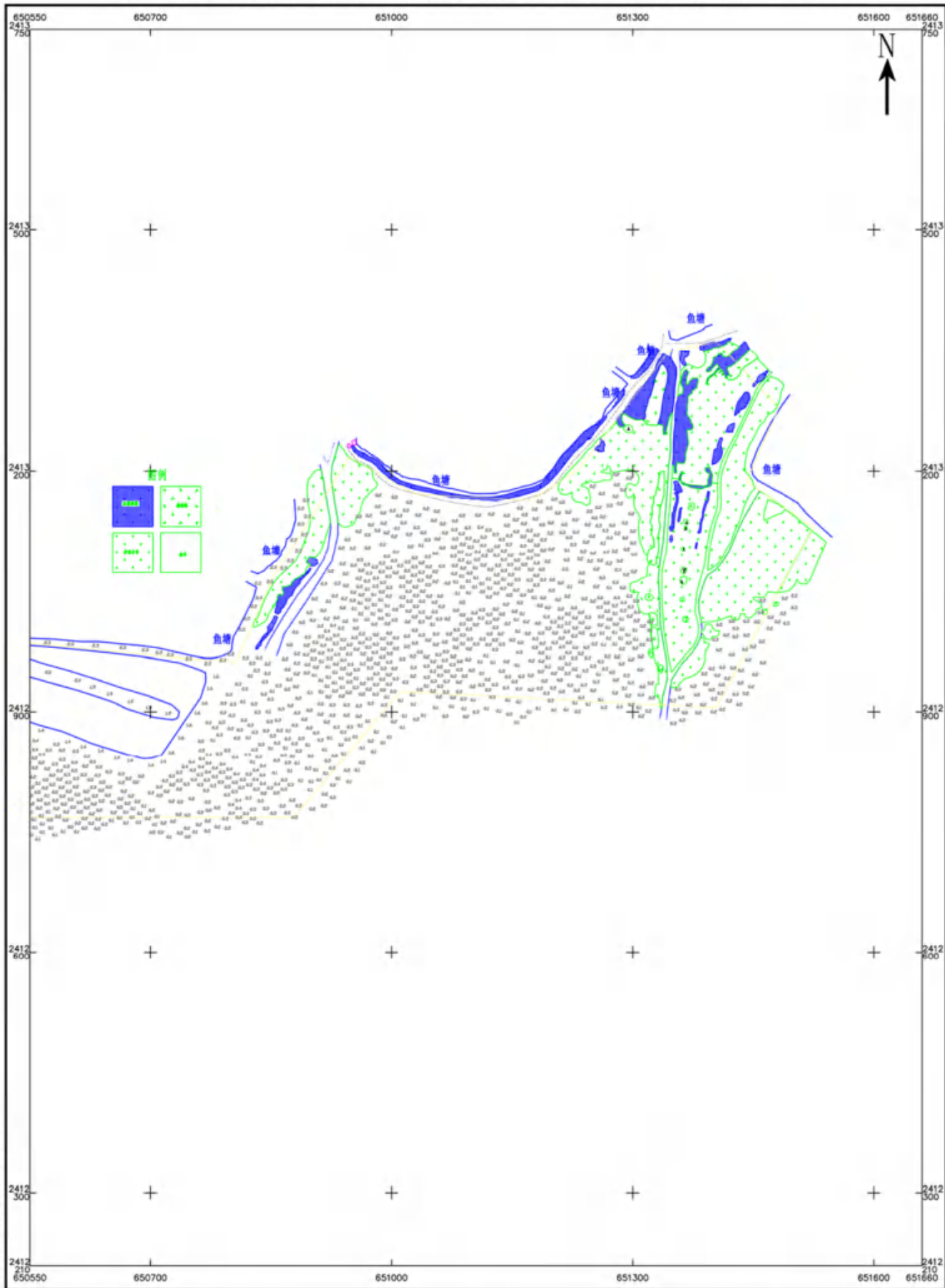
中交华南勘察测绘科技有限公司

测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
基准面: 1985国家高程基准

1:1000

测量: 审核:
绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(15/17)

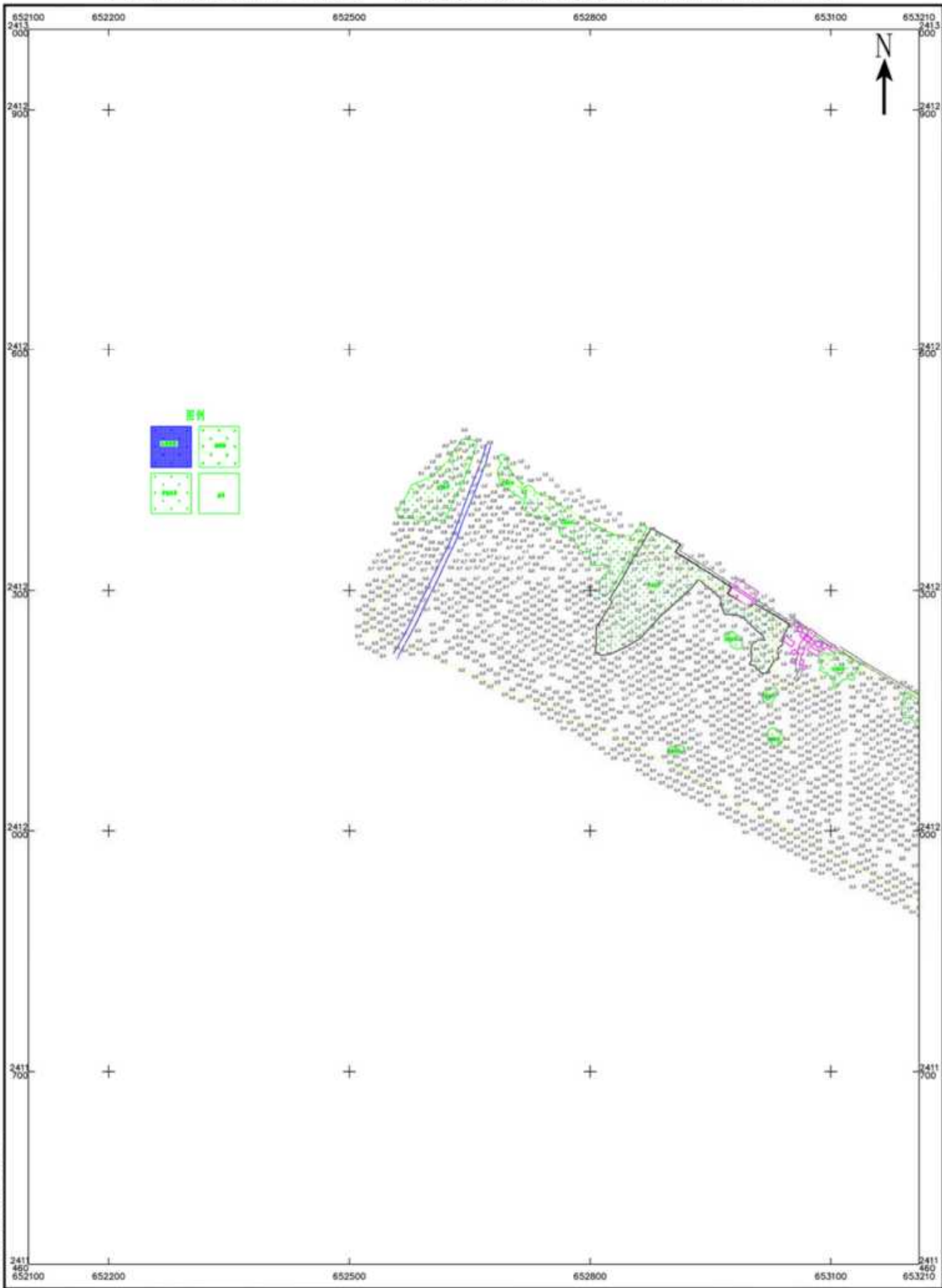


测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
 坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
 基准面: 1985国家高程基准

1:3000

测量: 审核:
 绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(16/17)



中交华南勘察测绘科技有限公司

测量日期: 2022年9月4日至2022年9月16日
坐标系: CGCS2000 坐标系, 中央子午线111°, 高斯投影, 3°带。
基准面: 1985国家高程基准

1:5000

测量: 审核:
绘图:

台山市红树林保护与修复项目地形分幅图(17/17)

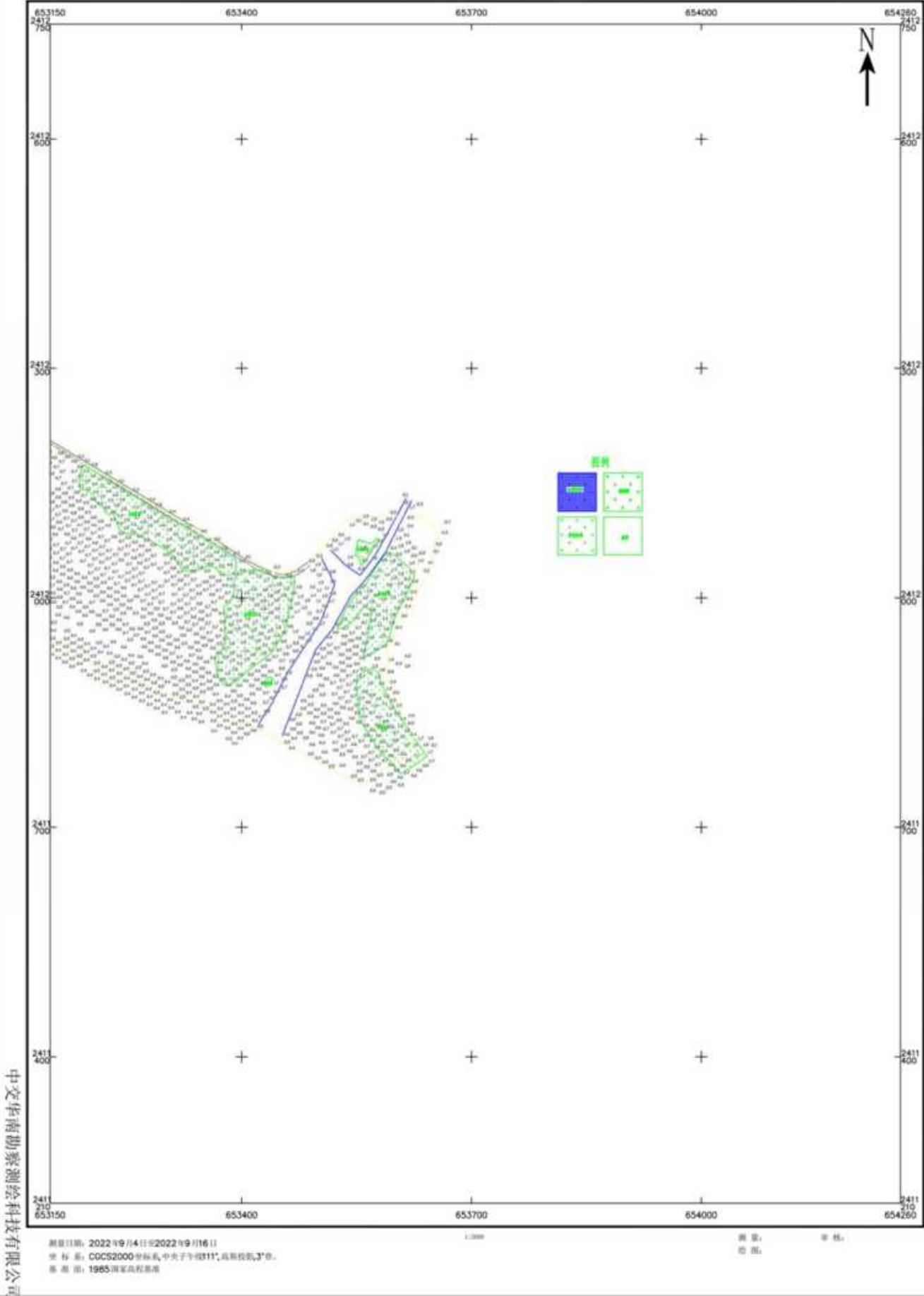


图 3.1.3-1 项目所在区域水深地形图

3.1.4 工程地质

一、地质构造

台山位于在大地构造上属于华南褶皱系（Ⅰ级）粤北、粤东北—粤中拗陷带（Ⅱ级），该拗陷带可进一步划分为粤北拗陷、粤中拗陷及永梅—惠阳拗陷等三个三级构造单元，场地位于粤中拗陷的南部。

区域上，加里东时期为地槽发展阶段，沉积了巨厚的滨浅海—半深海相类复理石碎屑岩建造，属于非稳定型建造系列杂陆屑式建造组合，志留纪末的加里东运动结束了本区的地槽历史，形成了北东方向为主的紧密线型褶皱和断裂，吴川—四会断裂带形成于这一阶段，并控制了其后的构造发展，伴随构造作用有岩浆侵入作用；晚古生代—中三叠世为相对稳定的准地台发展阶段，以出现稳定型沉积建造系列为特征，沉积建造主要为浅滨海相的碎屑岩建造、碳酸盐建造；中三叠世末的印支运动使晚古生代沉积盖层发生褶皱，褶皱形态以开阔型、箱型为主，属过渡型褶皱；中生代时期本区属于滨太平洋陆缘活动带，以强烈的构造—岩浆作用而闻名，这一阶段的沉积建造，早期主要为复陆屑类磨拉石建造、含煤碎屑岩建造及中酸性火山碎屑夹碎屑岩建造，为海相——海陆过渡相沉积，晚期则为陆相红色碎屑岩建造夹火山碎屑岩建造，主要发育于陆内断陷盆地中。燕山期岩浆活动以中、酸性岩浆大面积喷溢和大规模的侵入为特征，喜马拉雅期的岩浆活动以中、基性岩浆喷溢为主，多与深、大断裂的活动有关。构造形变上，中、新生代的褶皱比较平缓，一般形成开阔的背、向斜；断裂构造以北东向为主，吴川—四会、莲花山、恩平—新丰及河源等区域性断裂带在这一时期均有强烈活动；其次为东西向及北西向断裂，此外尚有北北东向的断裂。

台山区域范围的地质构造总体上以北东向构造为主，次为北西向构造，此外还有零星出露的东西向及南北向构造，它们相互切割、复合，构成了本区构造的基本格架。主要的构造形迹包括褶皱及断裂等。

区域地质构造对红树林保护与修复建设项目无明显不利影响。

二、地层岩性及岩土特征（北陡标段）

综合各分区岩土层的种类及其工程地质特征、成因类型、地层时代等，将勘探孔控制范围内岩土层自上而下划分为第四系海相沉积层（Q4m）、冲洪积层（Q4al+pl）和残积层（Q4el）及晚侏罗世（J3）共4层，分述如下：

1、第四系海相沉积层

①淤泥(Q4m),该层区域内分布广泛,位于场区表层,揭露厚度 3.00~10.00m,平均 6.13m,分布层底高程-9.83~-2.60m,平均-5.64m;灰褐色,流塑,土质均匀,黏性良好,含少量有机质,略具腥臭味。本层在表层存在流泥,厚度 0.5~1.0m,并未单独划分层。

②淤泥(Q4m),该层区域内分布广泛,层顶埋深 4.00~10.00m,平均 6.31m,揭露厚度 1.00~8.80m,平均 4.75m,分布层底高程-16.53~-4.35m,平均-10.66m;灰褐色-灰色,流塑-软塑,土质较均匀,黏性较好,刀切面光滑,局部含有少量粉细砂。

④1 粉质黏土(Q4m),该层仅见于钻孔 ZK16、ZK33、ZK36、ZK37、ZK38、ZK55,层顶埋深 8.10~12.80m,平均 10.17m,揭露厚度 0.50~5.10m,平均 2.47m,分布层底高程-15.69~-6.20m,平均-11.69m;灰褐色-灰色,软塑-可塑,土质较均匀,黏性一般,局部混少量粉细砂。

④2 黏土混中砂(Q4m),该层仅见于钻孔 ZK16、ZK56,层顶埋深 7.00~16.00m,平均 11.50m,揭露厚度 1.00~1.10m,平均 1.05m,分布层底高程-16.69~-7.04m,平均-10.81m;灰色,可塑,土质不均匀,黏性一般,混 25-30%中砂。

④3 中砂(Q4m),该层仅见于钻孔 ZK16,层顶埋深 17.00m,该层揭露厚度 3m,分布层底高程-19.69m;灰色,密实,主要成分石英、长石,土质不均匀,级配一般,局部含 20%圆砾,砾径 5-20mm,最大 35mm,混少量黏性土。

2、第四系冲洪积层

⑤粉质黏土(Q4al+pl),该层仅见于钻孔 ZK11、ZK12,该层层顶埋深 11.30~11.50m,平均 11.40m,揭露厚度 3.70~4.35m,平均 4.03m,层底高程-15.64~-14.38m,平均-15.01m;黄褐色,土质均匀,切面光滑,黏性中等,干强度中等。

3、残积层

⑥残积土(Q4el),该层分布较广泛,层顶埋深 3.00~16.80m,平均 11.17m,揭露厚度 0.50~7.80m,平均 3.36m,层底高程-20.61~-6.71m,平均-14.08m;黄褐色为主,局部褐红色、灰白色、灰黄色,可塑-硬塑,由花岗岩风化残积而成,岩芯呈土柱状或砂土状,遇水易软化崩解。

4、晚侏罗世

⑦1 全风化花岗岩 (J3), 该层分布较广泛, 层顶埋深 6.00~16.70m, 平均 11.58m, 揭露厚度 1.00~15.00m, 平均 6.01m, 层底高程-28.10~-12.99m, 平均-17.00m; 黄褐色为主, 局部褐红色、灰黄色, 原岩结构稍可辨识, 岩芯多呈土柱状或土夹碎块状, 遇水易软化崩解。

⑦2 强风化花岗岩 (J3), 该层分布较广泛, 层顶埋深 10.00~28.00m, 平均 15.14m, 揭露厚度 0.90~7.50m, 平均 3.51m; 层底高程-30.10~-10.97m, 平均-17.93m; 黄褐色为主, 局部褐红色、灰黄色, 中粗粒结构, 块状构造, 岩芯多呈半岩半土状或土夹碎块状, 遇水易软化崩解。

⑦3 中风化花岗岩 (J3), 仅见于钻孔 ZK25、ZK26、ZK55~ZK58, 层顶埋深 18.20~26.00m, 平均 22.35m, 揭露厚度 5.00~21.90m, 平均 12.85m, 层底高程-39.76~-28.10m, 平均-34.28m; 青灰色, 中粗颗粒构造, 块状结构, 岩芯破碎, 大多为块状, 块径 2-8cm, 少量为短柱状, 岩芯坚硬, 锤击不易碎。

三、地层岩性及岩土特征 (汶村标段)

综合各分区岩土层的种类及其工程地质特征、成因类型、地层时代等, 将勘探孔控制范围内岩土层自上而下划分为第四系海相沉积层 (Q4m)、冲洪积层 (Q4al+pl) 和残积层 (Q4el) 及晚侏罗世 (J3) 共 4 层, 分述如下:

1、第四系海相沉积层

①淤泥 (Q4m), 该层区域内分布广泛, 该层分布于勘察区表层, 揭露厚度 2.40~8.00m, 平均 5.69m, 分布层底高程-8.03~-3.13m, 平均-5.51m; 灰褐色, 流塑, 土质均匀, 黏性良好, 含少量有机质, 略具腥臭味。本层在表层存在流泥, 厚度 0.5~1.0m, 并未单独划分层。

①1 粉细砂 (Q4m), 该层仅见于钻孔 ZK9, 为①淤泥的夹层, 层顶埋深 3.10m, 揭露厚度 0.90m, 分布层底高程-4.03m; 灰褐色, 松散, 主要成分石英、长石, 土质不均匀, 含少量淤泥。

②淤泥 (Q4m) 该层区域内分布广泛, 层顶埋深 5.00~8.00m, 揭露厚度 5.00~15.00m, 平均 9.25m, 分布层底高程-19.39~-10.49m, 平均-15.23m; 灰褐色-灰色, 流塑-软塑, 土质较均匀, 黏性较好, 刀切面光滑, 局部含有少量粉细砂。

②1 淤泥质土 (Q4m) 该层见于钻孔 ZK3、ZK29、ZK55、ZK56, 层顶埋深 12.80~16.00m, 揭露厚度 1.80~5.20m, 平均 3.45m, 分布层底高程-18.99~-14.26m, 平均-17.14m; 灰色, 软塑, 土质不均匀, 黏性一般, 混较多粉细砂。

④1 粉质黏土(Q4m), 该层局部分布, 层顶埋深 14.40~18.00m, 平均 16.78m, 揭露厚度 0.90~4.60m, 平均 2.17m, 分布层底高程-20.01~-17.30m, 平均-18.83m; 灰褐色-灰色, 软塑-可塑, 土质较均匀, 黏性一般, 局部混少量粉细砂。

④2 黏土混中砂 (Q4m), 该层局部分布, 层顶埋深 14.00~17.10m, 平均 16.00m, 揭露厚度 1.30~4.00m, 平均 2.18m, 分布层底高程-19.85~-15.33m, 平均-17.85m; 灰色, 可塑, 土质不均匀, 黏性一般, 混 25-30%中砂。

④3 中砂 (Q4m), 该层局部分布, 层顶埋深 15.00~19.00m, 平均 17.79m, 揭露厚度 1.00~5.00m, 平均 2.21m, 分布层底高程-20.03~-19.24m; 灰色, 稍密~中密, 主要成分石英、长石, 土质不均匀, 级配一般, 混少量黏性土。

2、第四系冲洪积层

③粉质黏土(Q4al+pl), 该层局部分布, 层顶埋深 12.20~18.40m, 平均 15.25m, 揭露厚度 1.10~4.30m, 平均 2.14m, 揭露层底深度-19.71~-15.36m; 黄褐色, 软塑-可塑, 土质较均匀, 黏性一般。

⑤粉质黏土 (Q4al+pl), 该层局部分布, 层顶埋深 13.50~18.80m, 平均 16.34m, 揭露厚度 0.50~6.00m, 平均 2.88m, 揭露层底高程-20.12~-16.01m, 平均-19.08m; 黄褐色, 硬可塑为主, 土质均匀, 切面光滑, 黏性中等, 干强度中等。

⑤1 中粗砂(Q4al+pl), 该层局部分布, 层顶埋深 16.00~18.10m, 平均 17.35m, 揭露厚度 1.50~9.10m, 平均 3.83m, 揭露层底高程-27.06~-17.51m, 平均-21.19m; 黄褐色, 中密为主, 黄褐色, 土质不均匀, 切面光滑, 黏性中等, 干强度中等。

⑤2 圆砾(Q4al+pl), 该层见于钻孔 ZK10, 层顶埋深 20.00m, 揭露厚度 7.80m 揭露层底高程-27.92m; 黄褐色, 中密, 土质不均匀, 黏性一般, 混大量黏性土。

3、残积层

⑥残积土 (Q4al+pl), 该层分布较广泛, 层顶埋深 15.80~19.20m, 揭露厚度 0.90~5.80m, 平均 3.31m, 揭露层底高程-24.70~-19.46m, 平均-20.83m; 黄褐色为主, 局部褐红色、灰白色、灰黄色, 硬塑, 由花岗岩风化残积而成, 岩

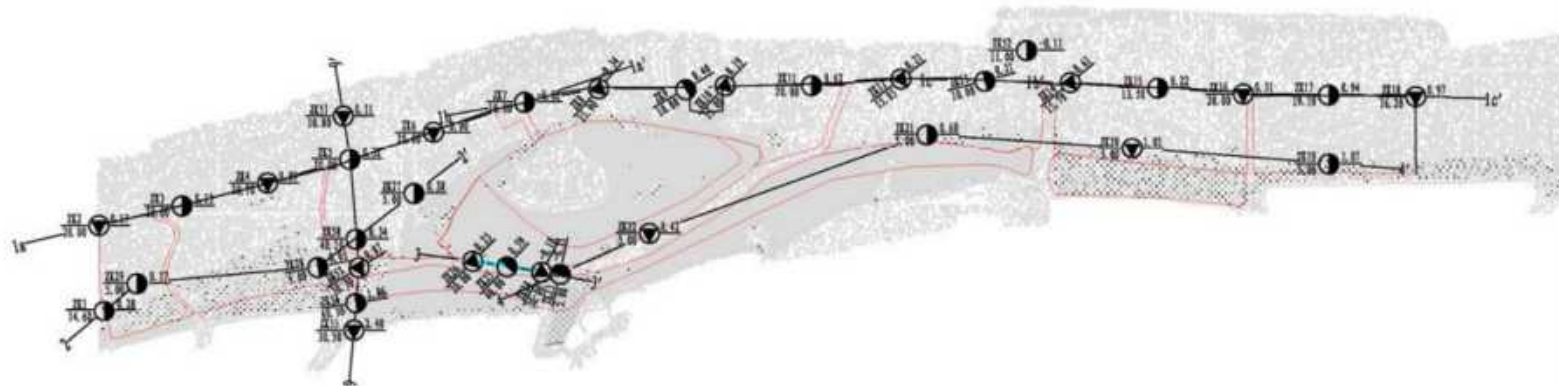
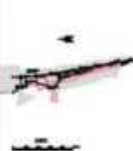
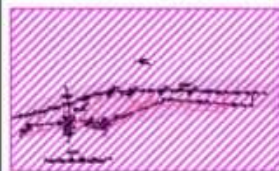
芯呈土柱状或砂土状，遇水易软化崩解。

4、晚侏罗世

⑦1 全风化花岗岩(J3)，仅 ZK10、ZK11 揭露该层，层顶埋深 27.20~27.80m，平均 27.50m，揭露厚 1.40~2.80m，揭露层底高程-29.86~-29.32m，平均-29.59m；黄褐色为主，局部褐红色、灰黄色，原岩结构稍可辨识，岩芯多呈土柱状或土夹碎块状，遇水易软化崩解。

⑦2 强风化花岗岩 (J3)，仅 ZK10、ZK55、ZK56 揭露该层，层顶埋深 24.80~29.20m，平均 26.33m，揭露厚度 3.20~7.70m，平均 4.70m，揭露层底高程-37.02m~27.80m，黄褐色，中粗粒结构，块状构造，岩质较硬，岩芯大多呈短柱状和块状，块径 2-5cm，节长 6-10cm。

⑦3 中风化花岗岩 (J3)，仅 ZK10、ZK55、ZK56 揭露该层，层顶埋深 28.00~36.90m，平均 31.03m，揭露厚度 2.30~12.00m，平均 5.80m，揭露层底高程-40.12~-30.10m，平均-36.71m；青灰色，中粗颗粒构造，块状结构，岩芯破碎，大多为块状，块径 2-8cm，少量为短柱状，岩芯坚硬，锤击不易碎。



比例尺

0 200 400 600 800 1000m

图例

- 标准贯入试验钻孔
 取土试样钻孔

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目（北陡标段）岩土工程勘察

编制

校核

赵金桐

审核

图号 01

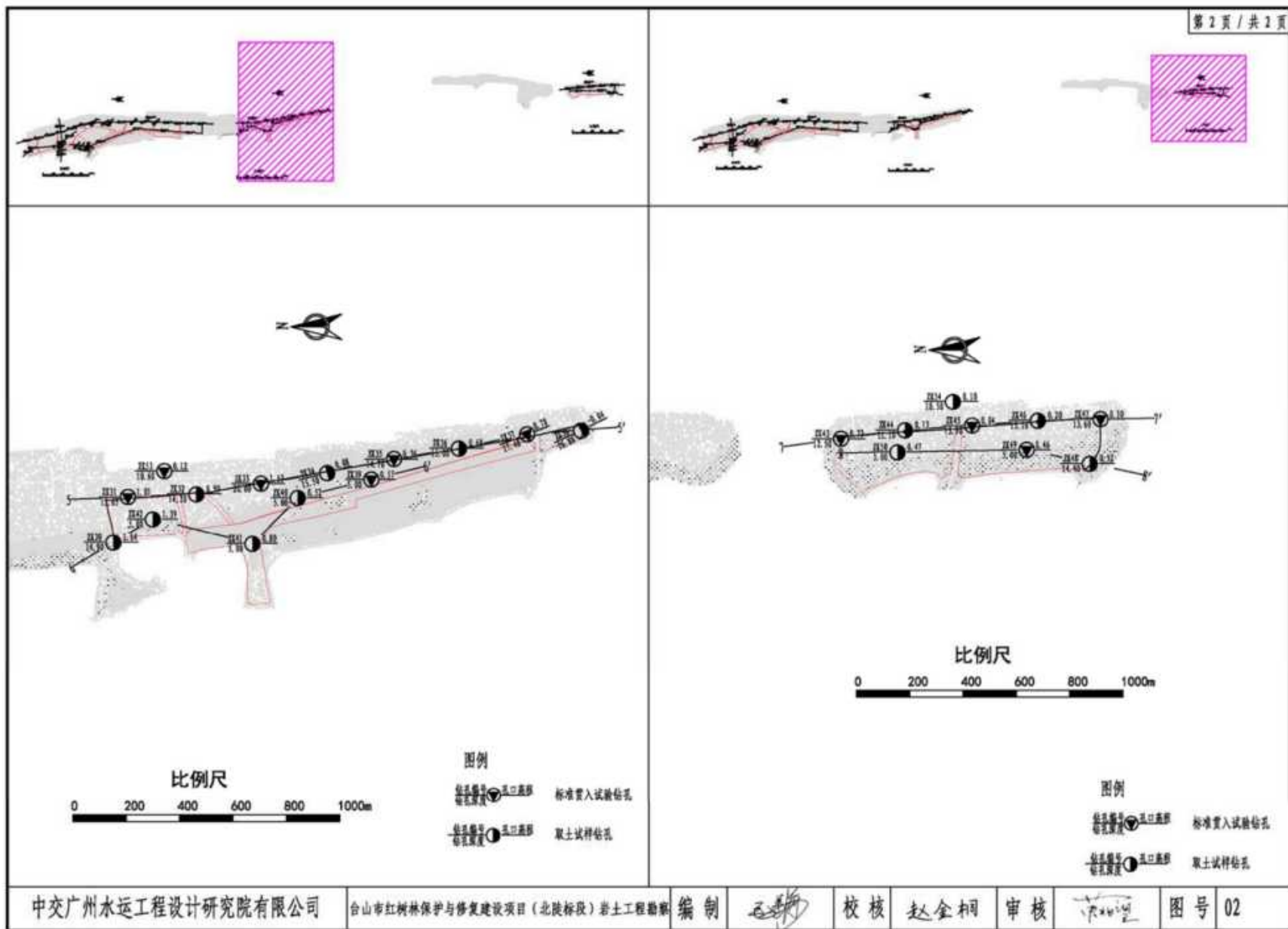


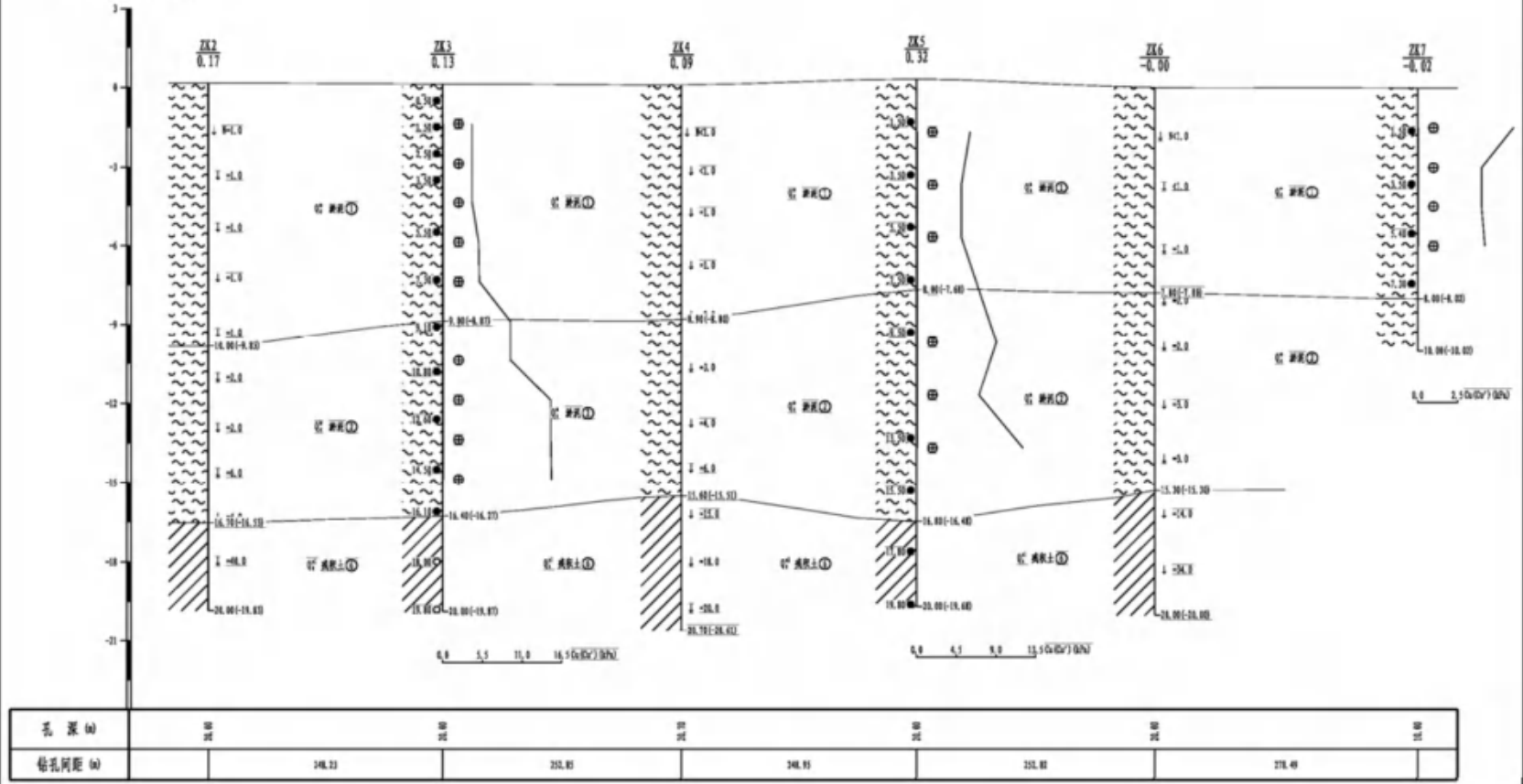
图 3.1.4-1 钻孔平面布置图（北陡标段）

工程地质剖面图

水平比例: 1:4200
垂直比例: 1:150

1a——1a'

高程 (m)
(1985国家高程基准)

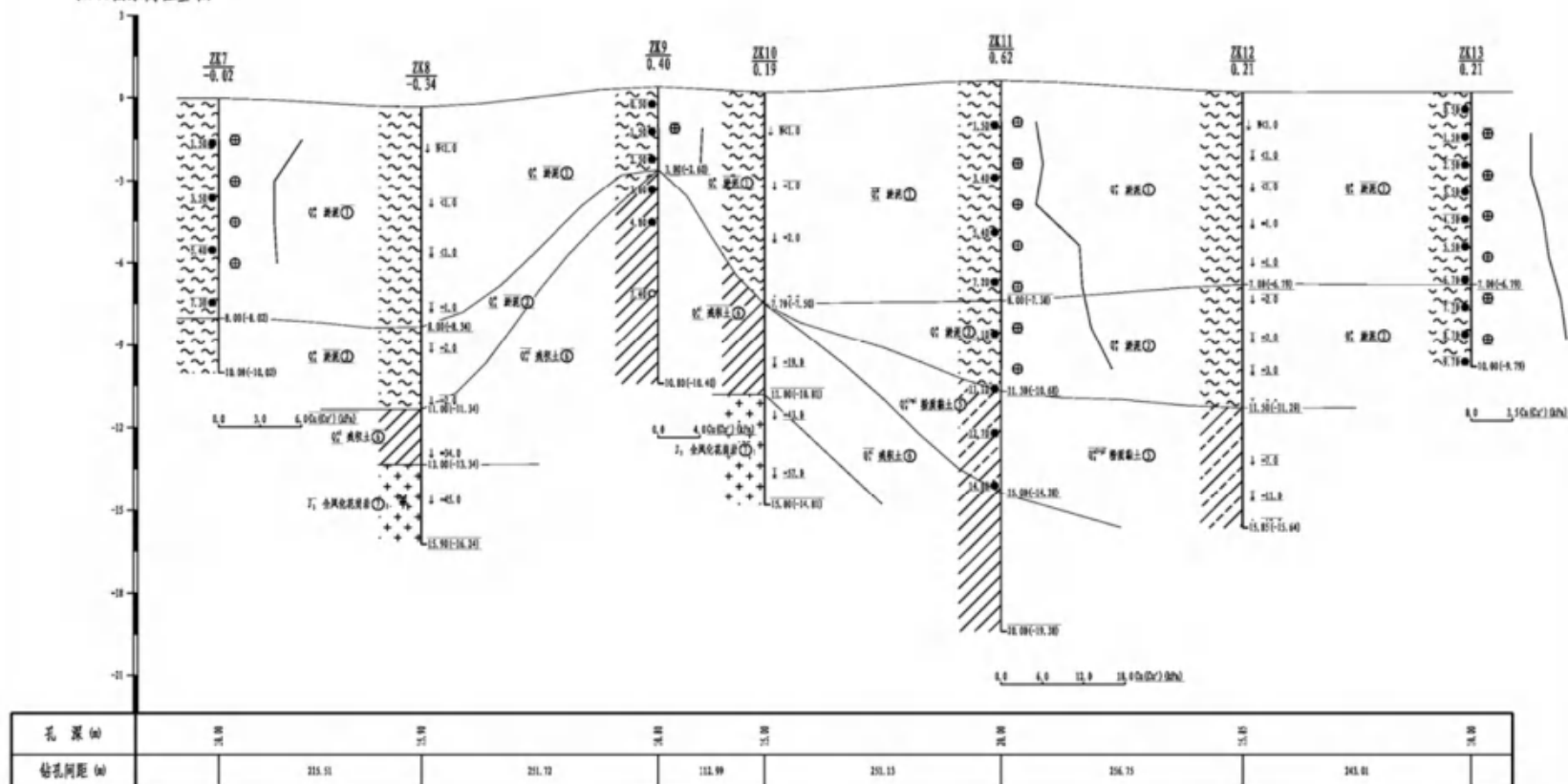


工程地质剖面图

水平比例: 1:4400

垂直比例: 1:150

1b—1b'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目 (北堤标段) 岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

赵金桐

审核

赵金桐

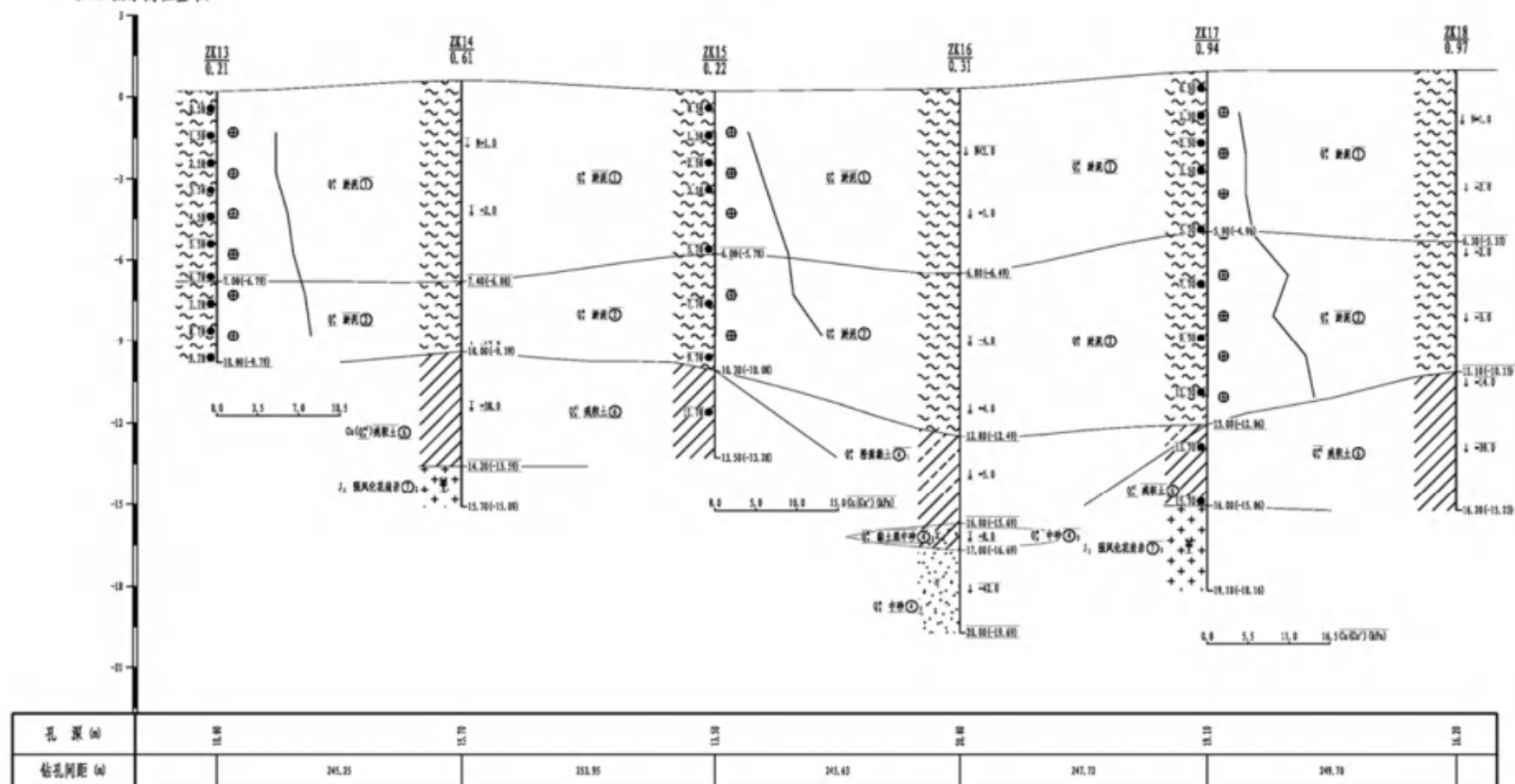
图号

06

工程地质剖面图

水平比例: 1:4100
垂直比例: 1:150

1c——1c'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(北陡标段)岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

赵金桐

审核

赵金桐

图号

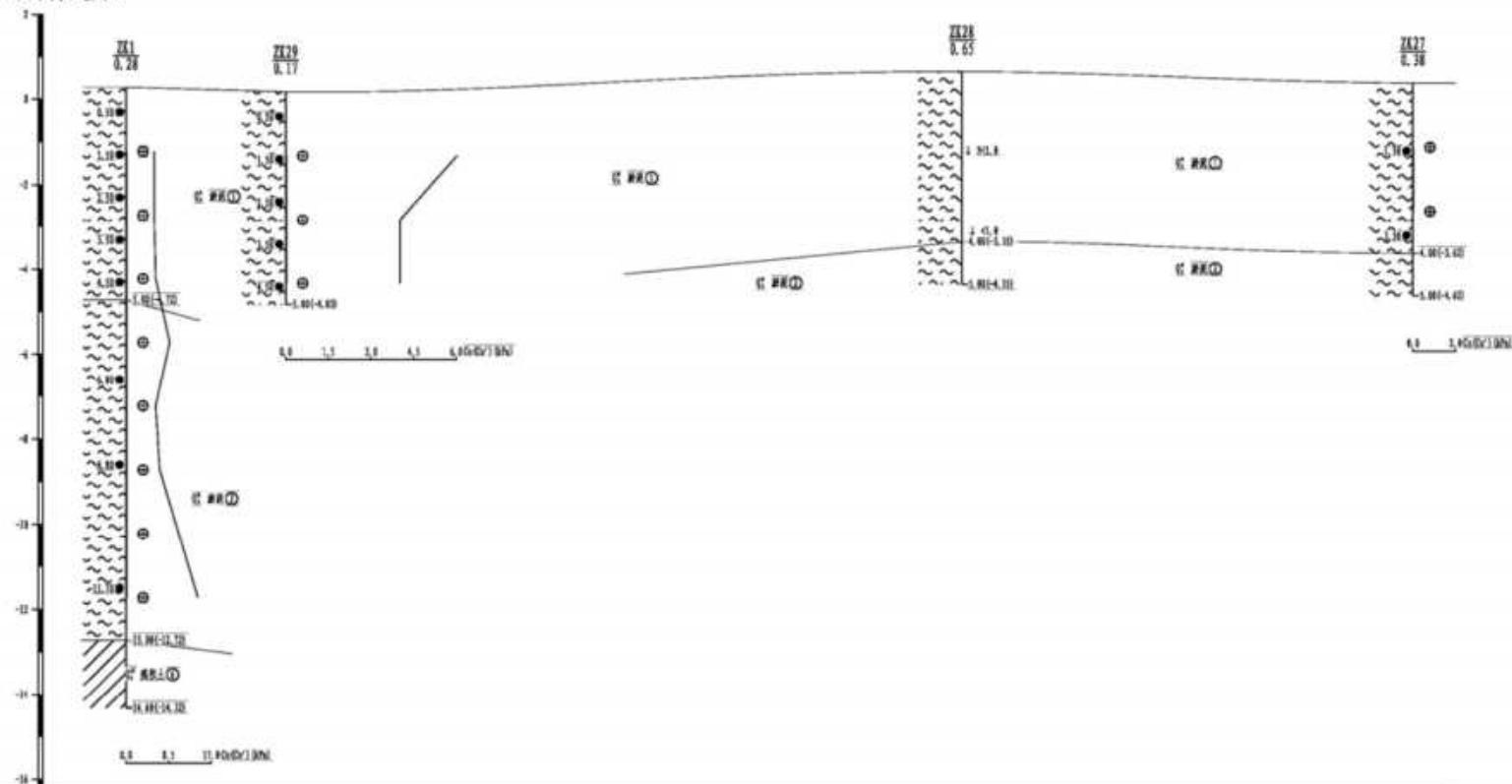
07

工程地质剖面图 水平比例: 1:3300
垂直比例: 1:100
2——2'

水平比例: 1:3300
垂直比例: 1:100

 $2 \text{---} 2'$

高程 (m)
(1985国家高程基准)



孔 深 (m)				
估计间距 (m)	111.40	111.0	101.18	

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(北陵标段)岩土工程勘察

编辑

五

校核

赵金桐

宙核

1944

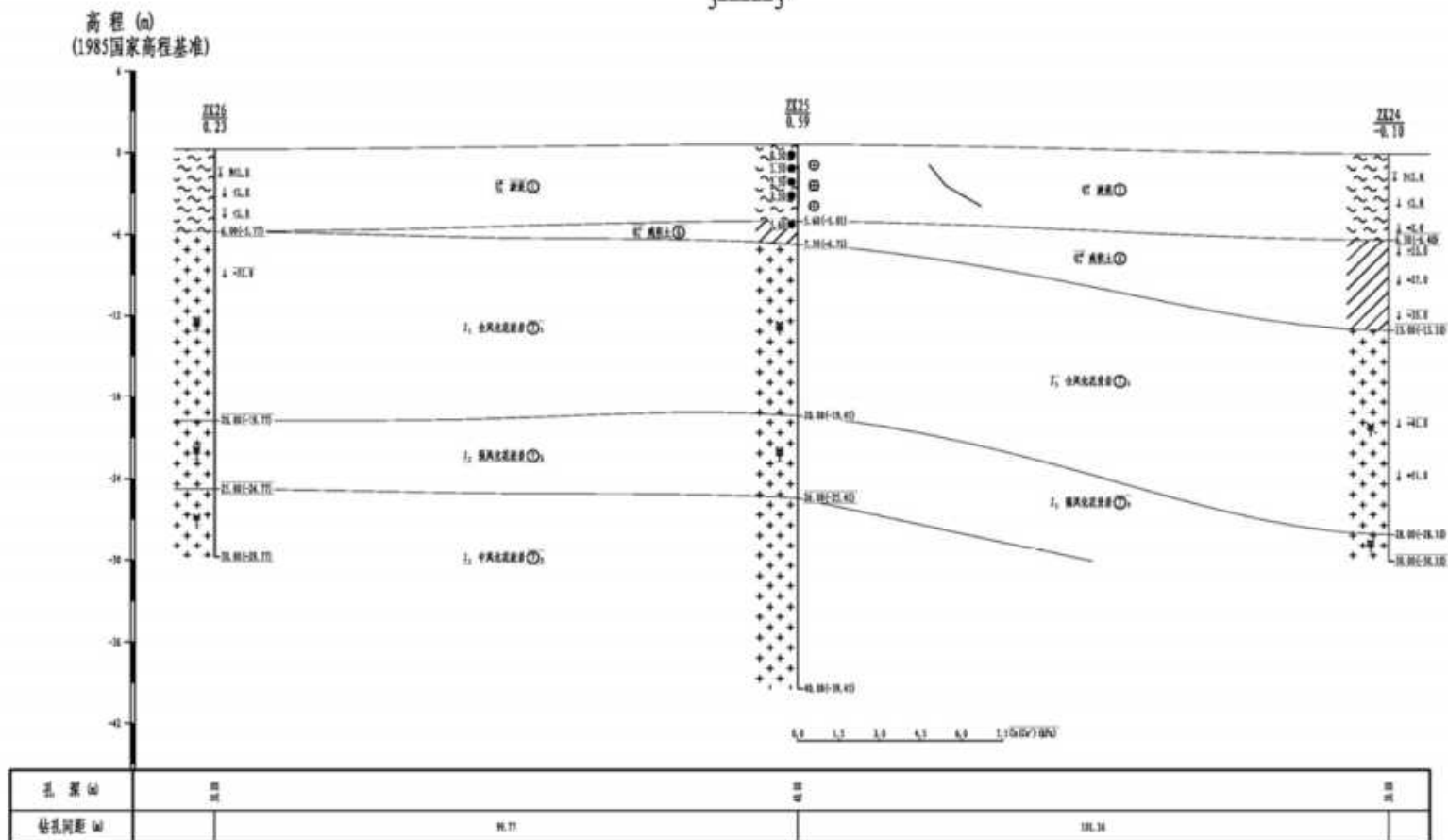
图号

08

工程地质剖面图

 水平比例: 1:700
 垂直比例: 1:300

3—3'



中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(北堤标段)岩土工程勘察

编制

校核

赵金桐

审核

图号

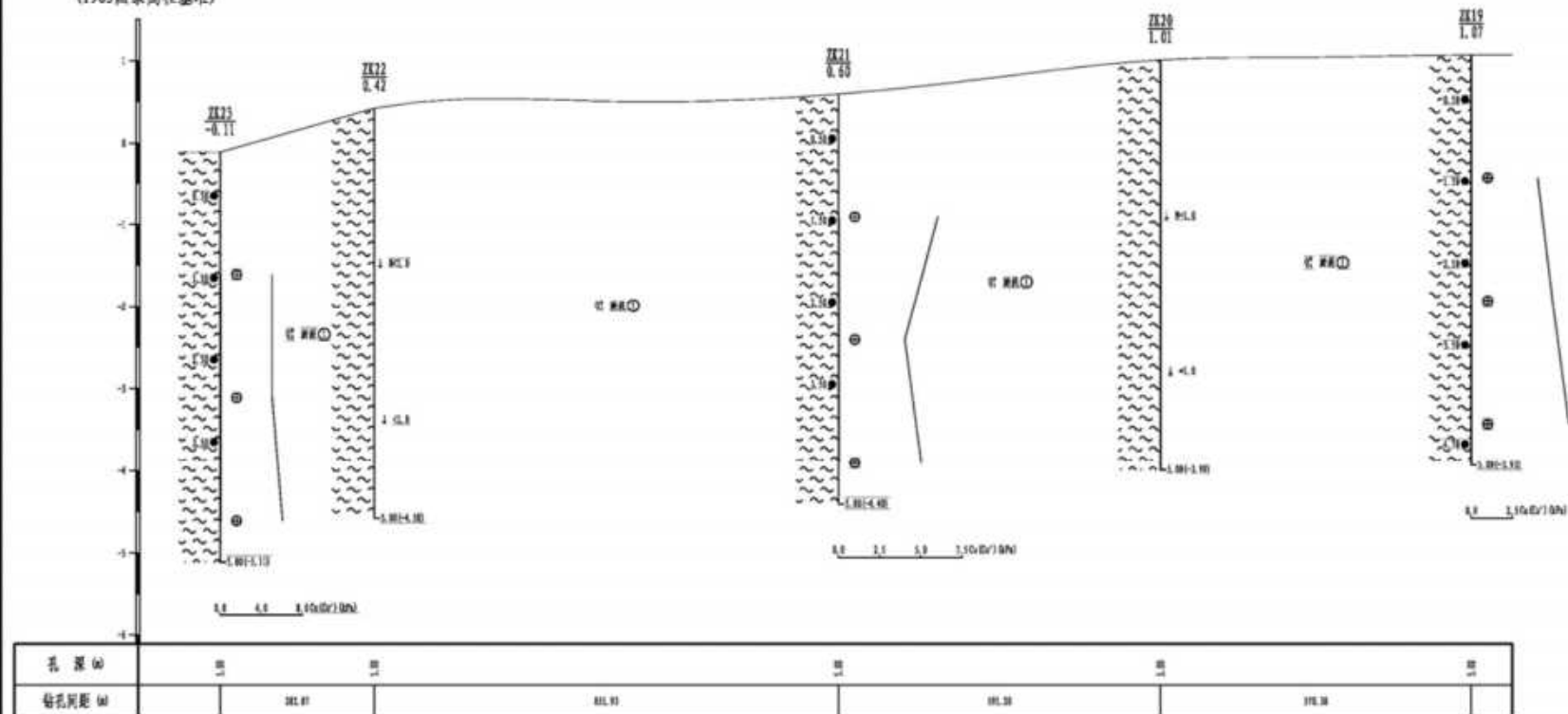
09

工程地质剖面图

水平比例: 1:7550
垂直比例: 1:50

4—4'

高程 (m)
(1985国家高程基准)



中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目（北堤标段）岩土工程勘察

编制

王华

校核

赵金桐

审核

李华

图号

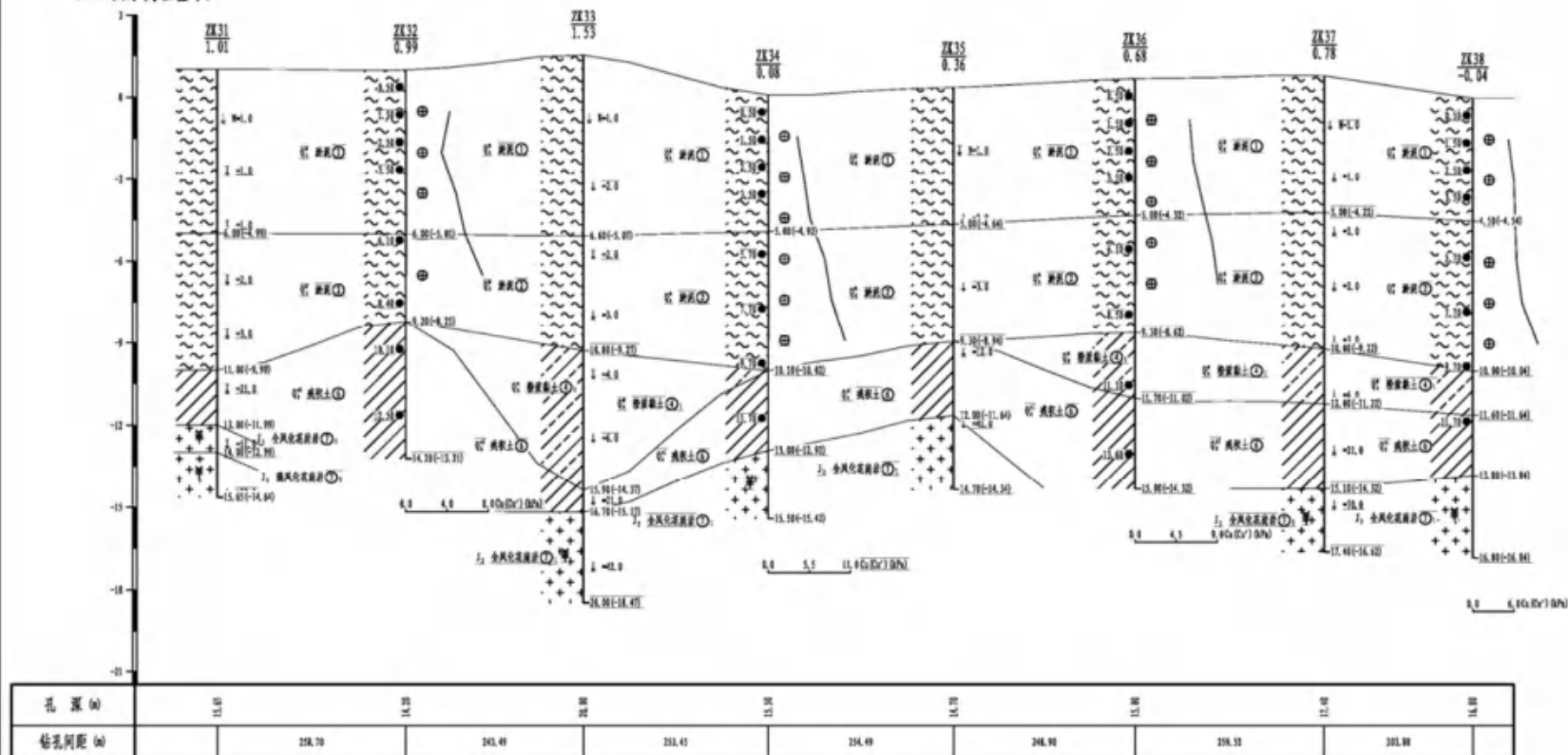
10

工程地质剖面图

水平比例: 1:5650
垂直比例: 1:150

5—5'

高程 (m)
(1985国家高程基准)



中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(北堤标段)岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

赵金桐

审核

图号

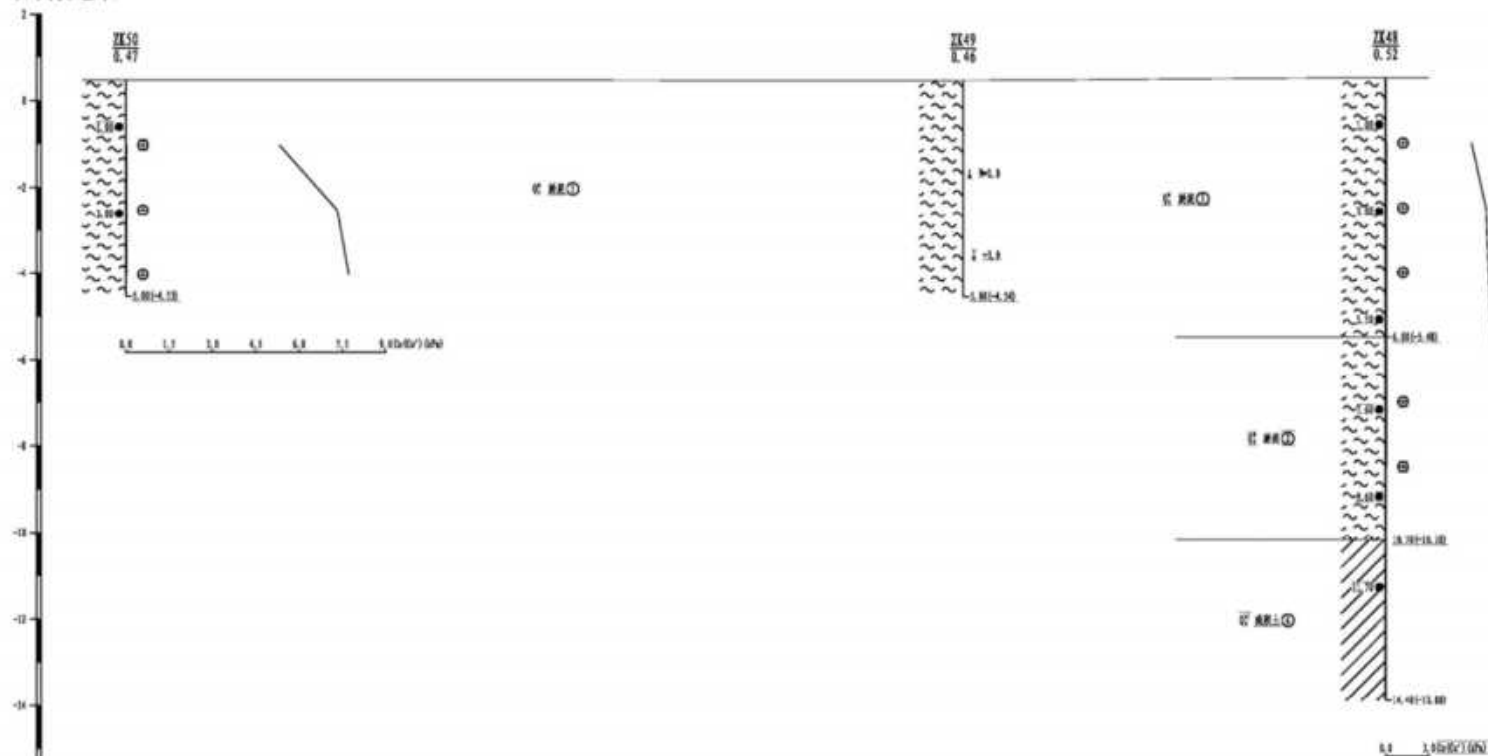
11

工程地质剖面图

水平比例: 1:2500
垂直比例: 1:100

8—8'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)



孔 深 (m)	0.0	5.0	10.0	15.0
钻孔间距 (m)	0.0	4.0	8.0	12.0

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目（北堤标段）岩土工程勘察

编制

王 强

校核

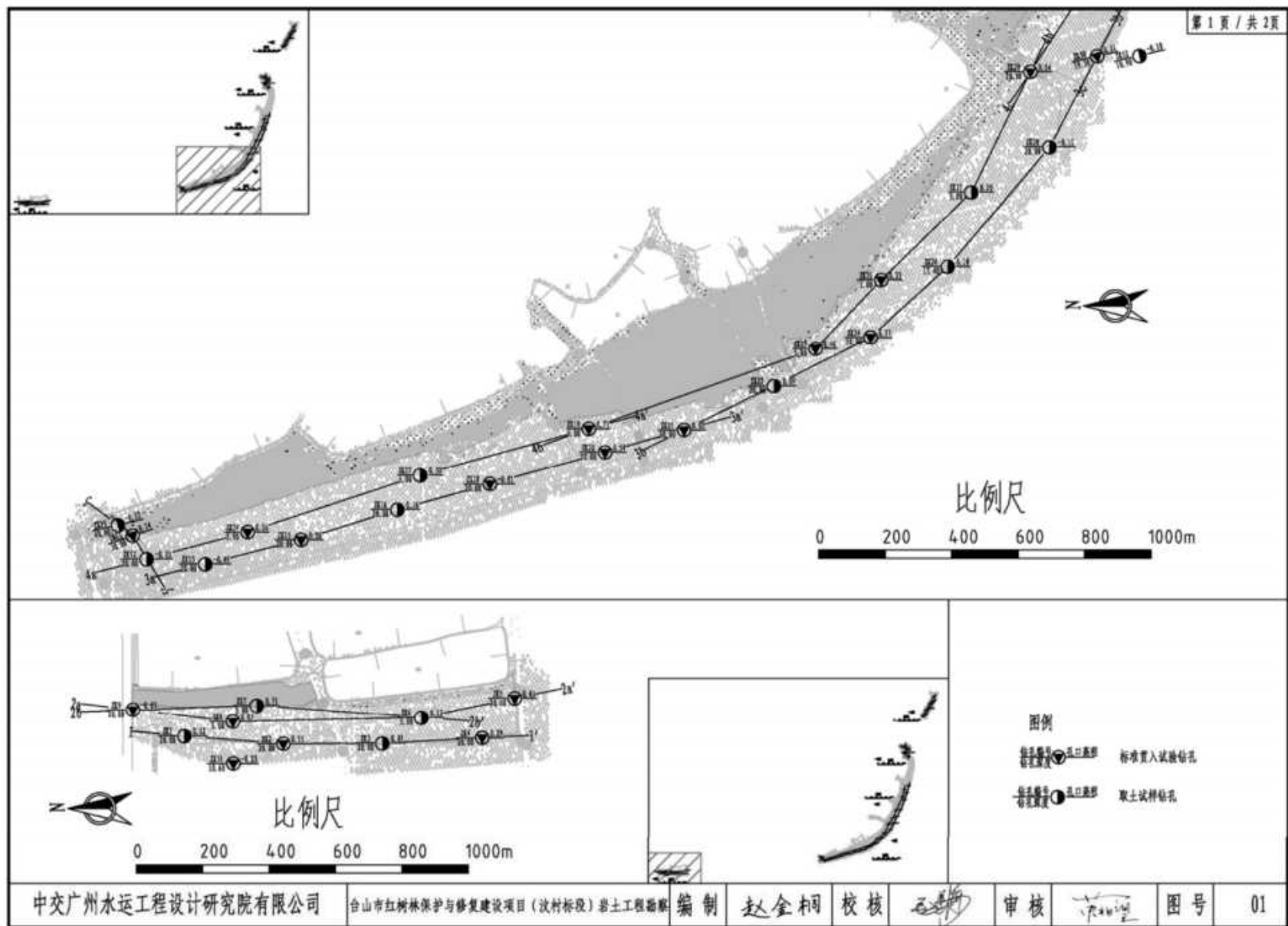
赵金桐

审核

李 强

图号

14



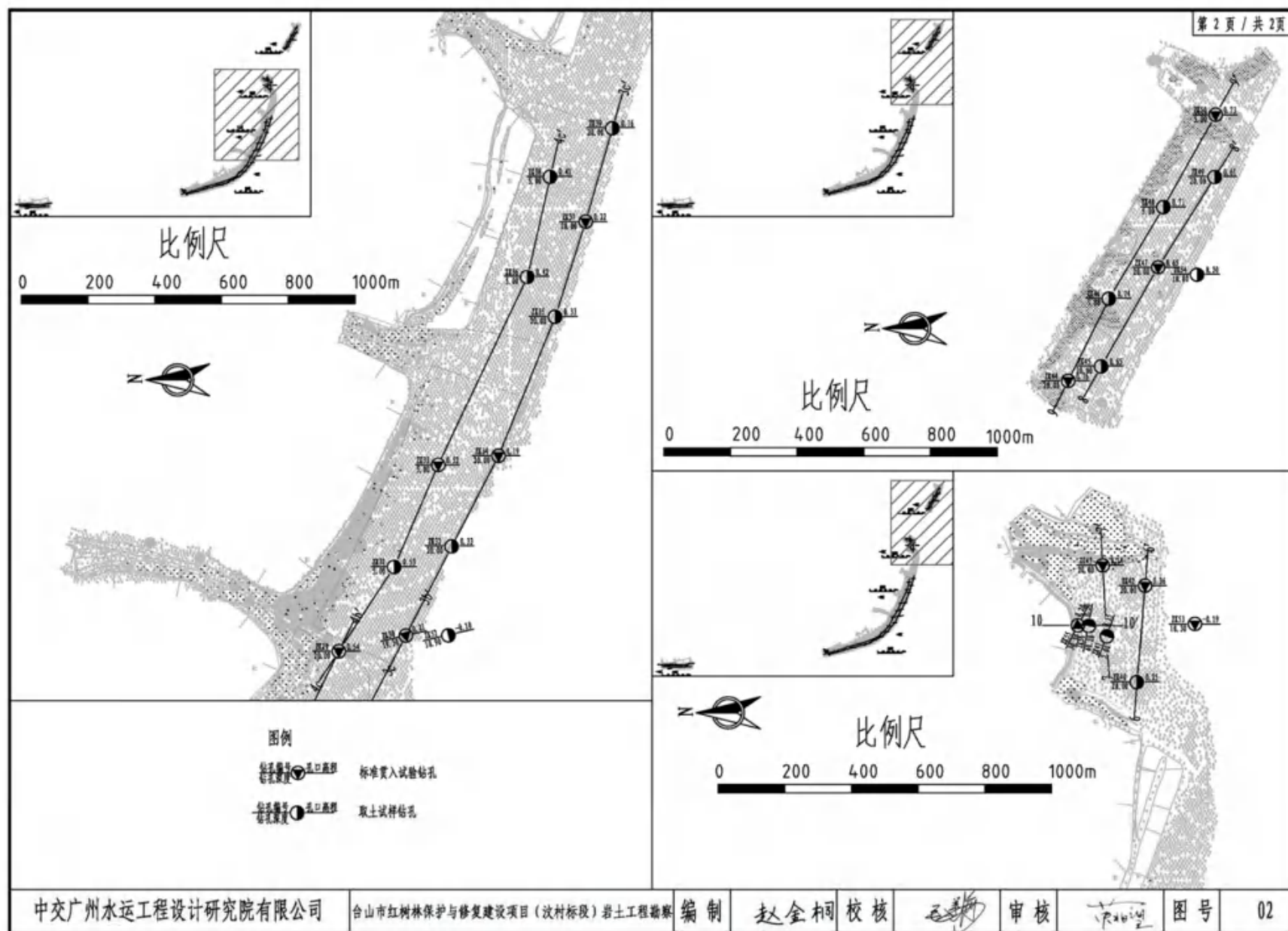


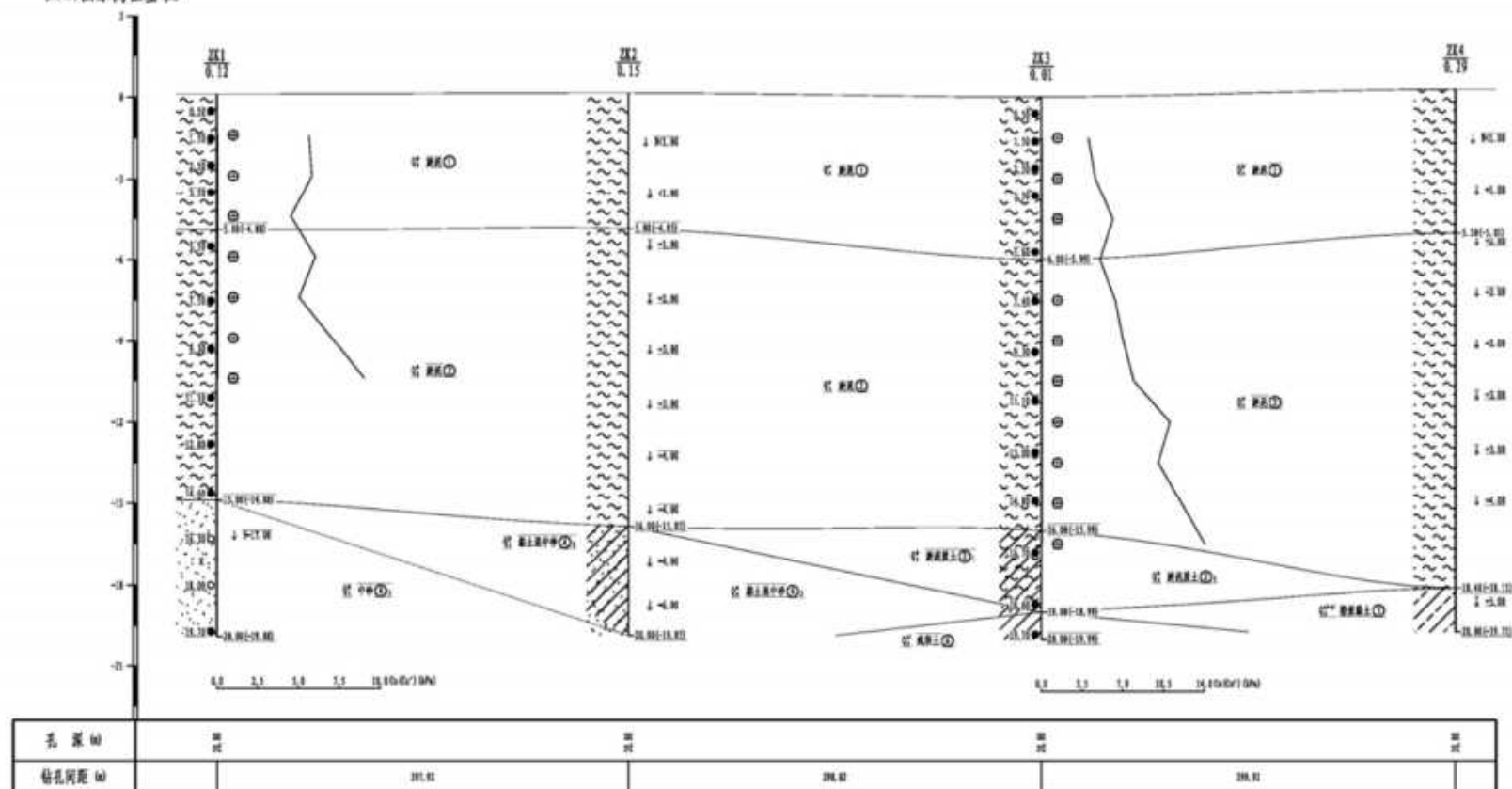
图 3.1.4-3 钻孔平面布置图（汶村标段）

工程地质剖面图

水平比例: 1:2050

垂直比例: 1:150

1—1'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(汶村标段)岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石

审核

石

图号

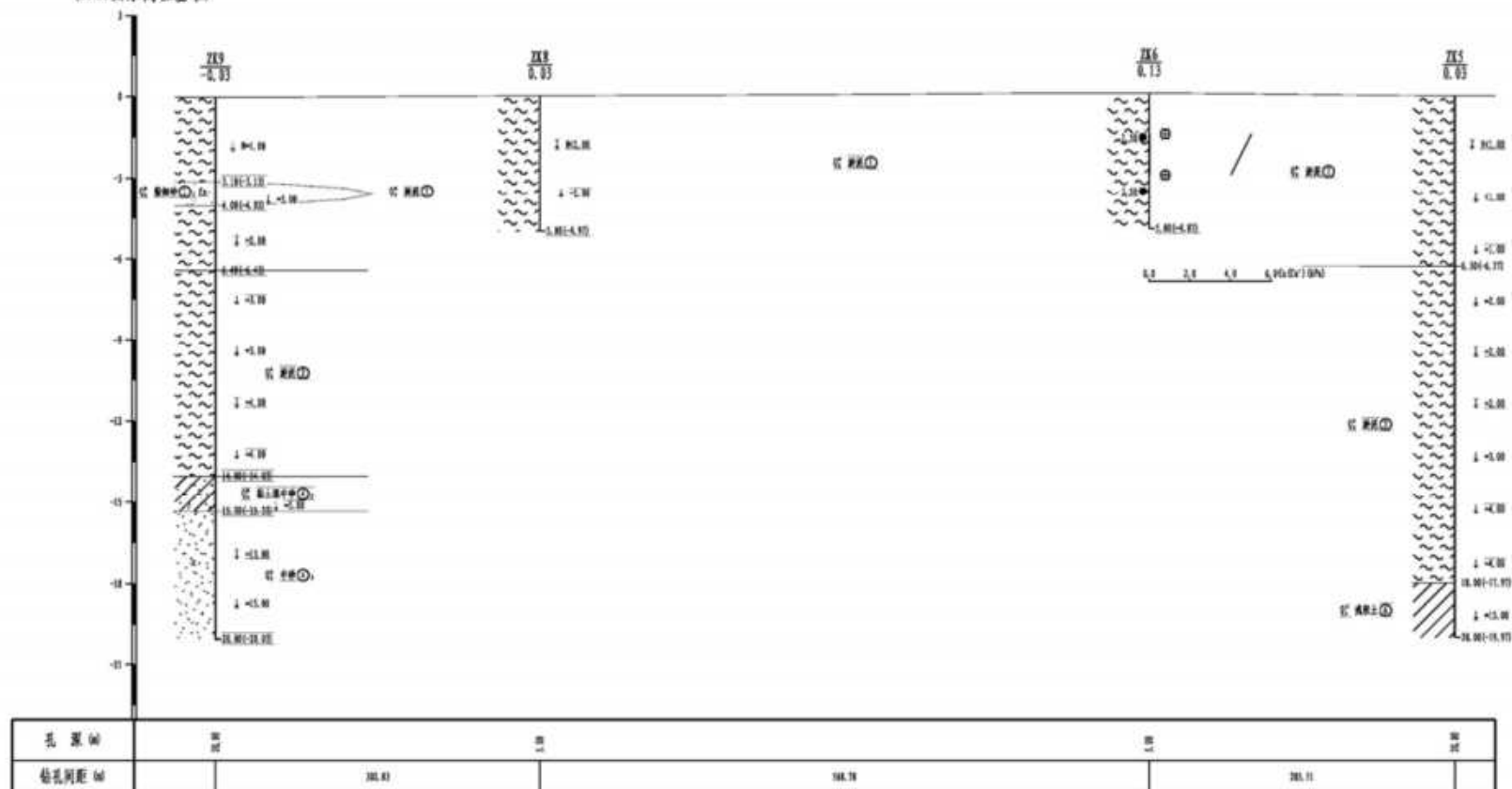
05

工程地质剖面图

水平比例: 1:2000

垂直比例: 1:150

2a——2a'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目 (汶村标段) 岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

[Signature]

审核

[Signature]

图号

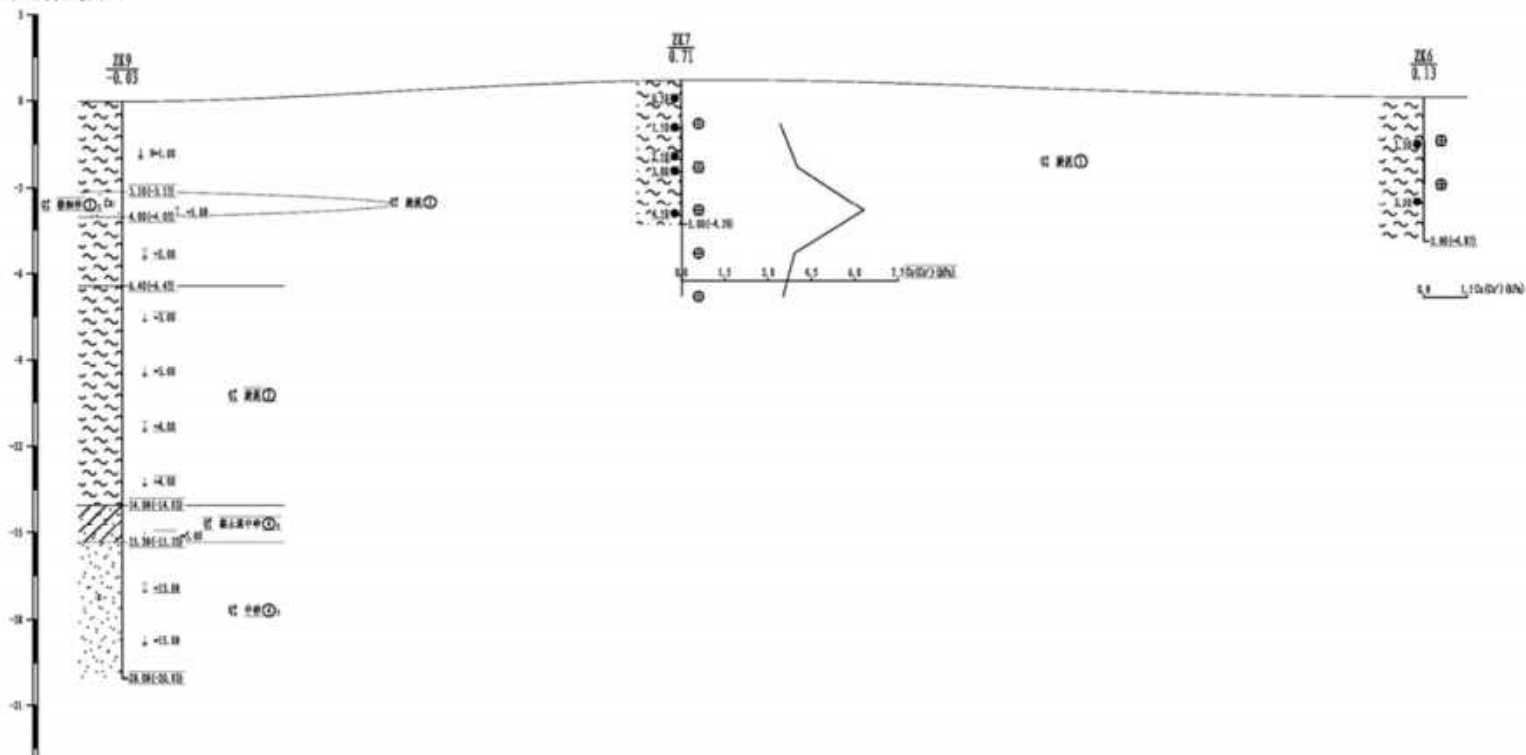
06

工程地质剖面图

水平比例: 1:2000

垂直比例: 1:150

2b——2b'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

孔 深 (m)	28.9	28.7	28.6
钻孔间距 (m)	276.18	191.38	

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(汶村标段)岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石金桐

审核

石金桐

图号

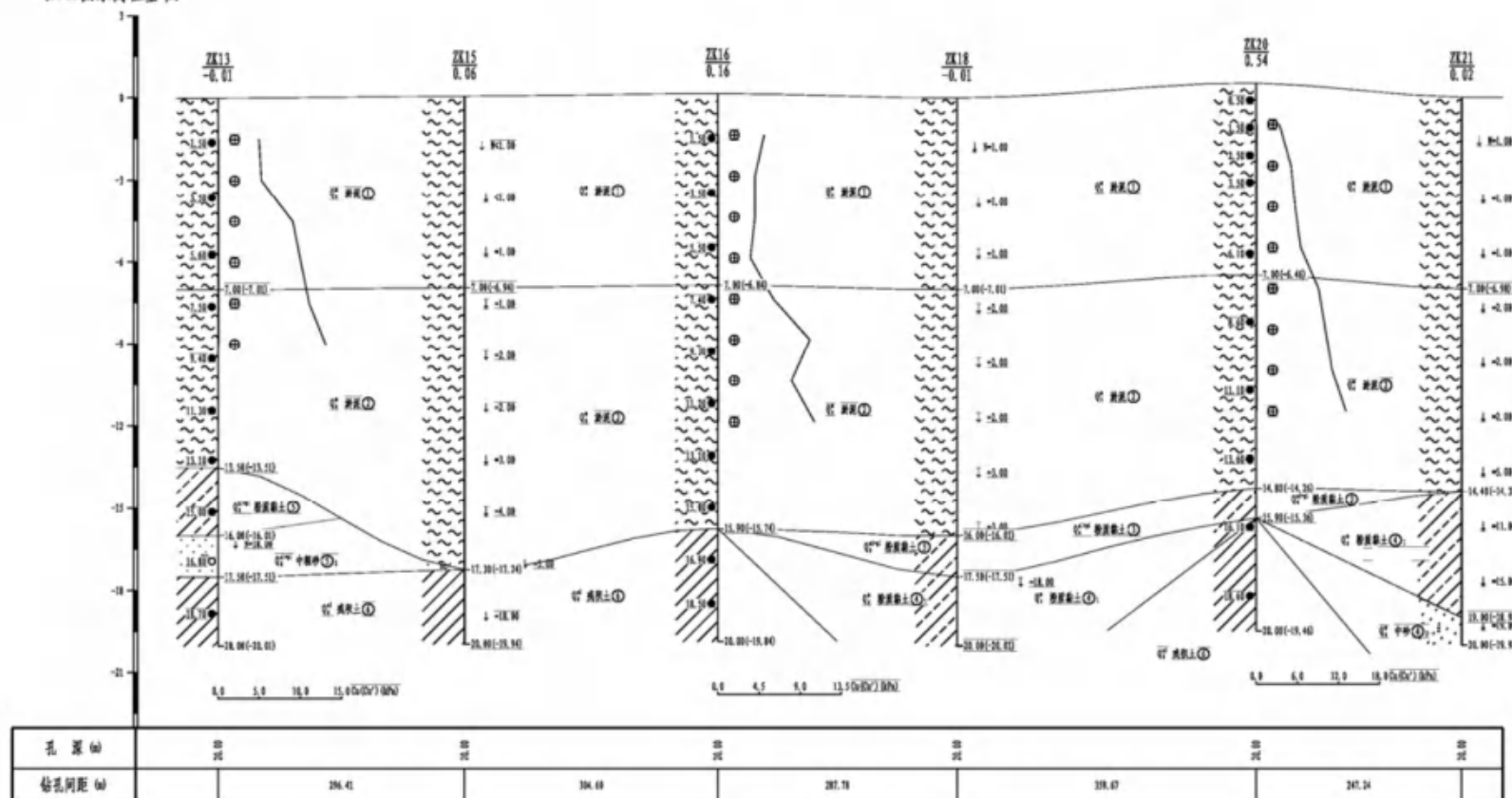
07

工程地质剖面图

水平比例: 1:4950

垂直比例: 1:150

3a——3a'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目 (汶村标段) 岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

审核

图号

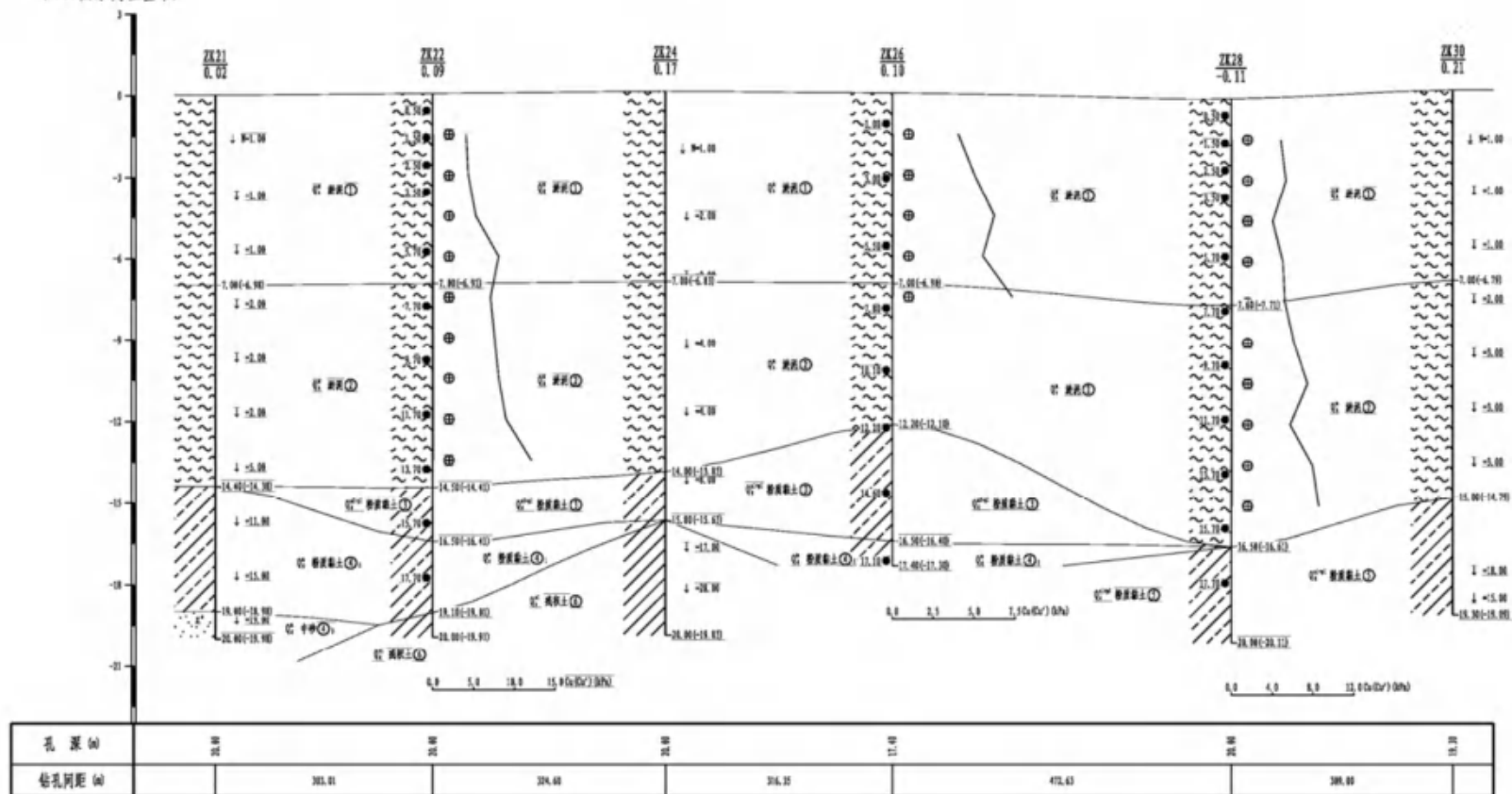
08

工程地质剖面图

水平比例: 1:5700

垂直比例: 1:150

3b——3b'

高程 (m)
(1985国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目（汶村标段）岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石

审核

李

图号

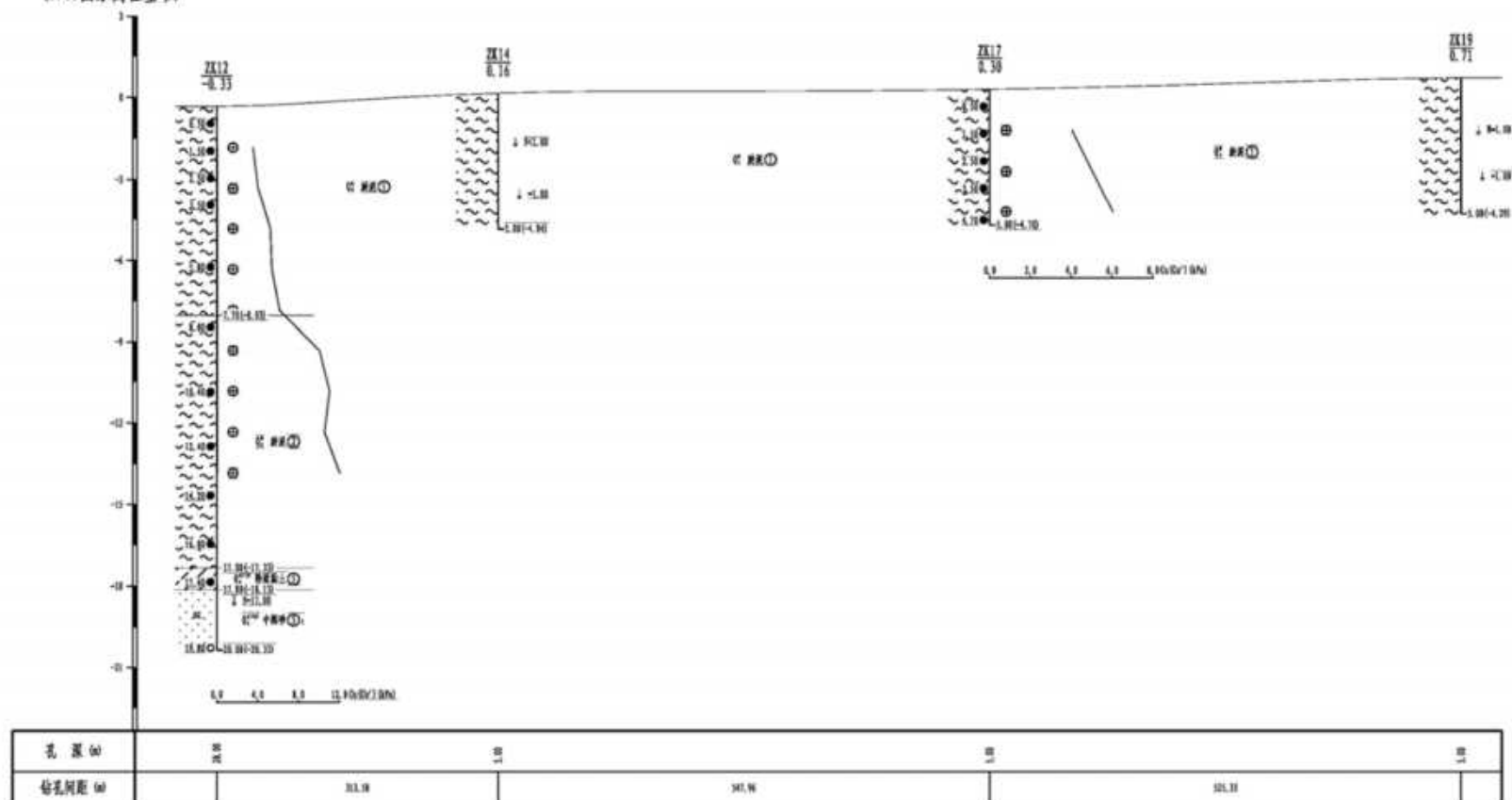
09

工程地质剖面图

水平比例: 1:4550

垂直比例: 1:150

4a——4a'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目（汶村标段）岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石金桐

审核

石金桐

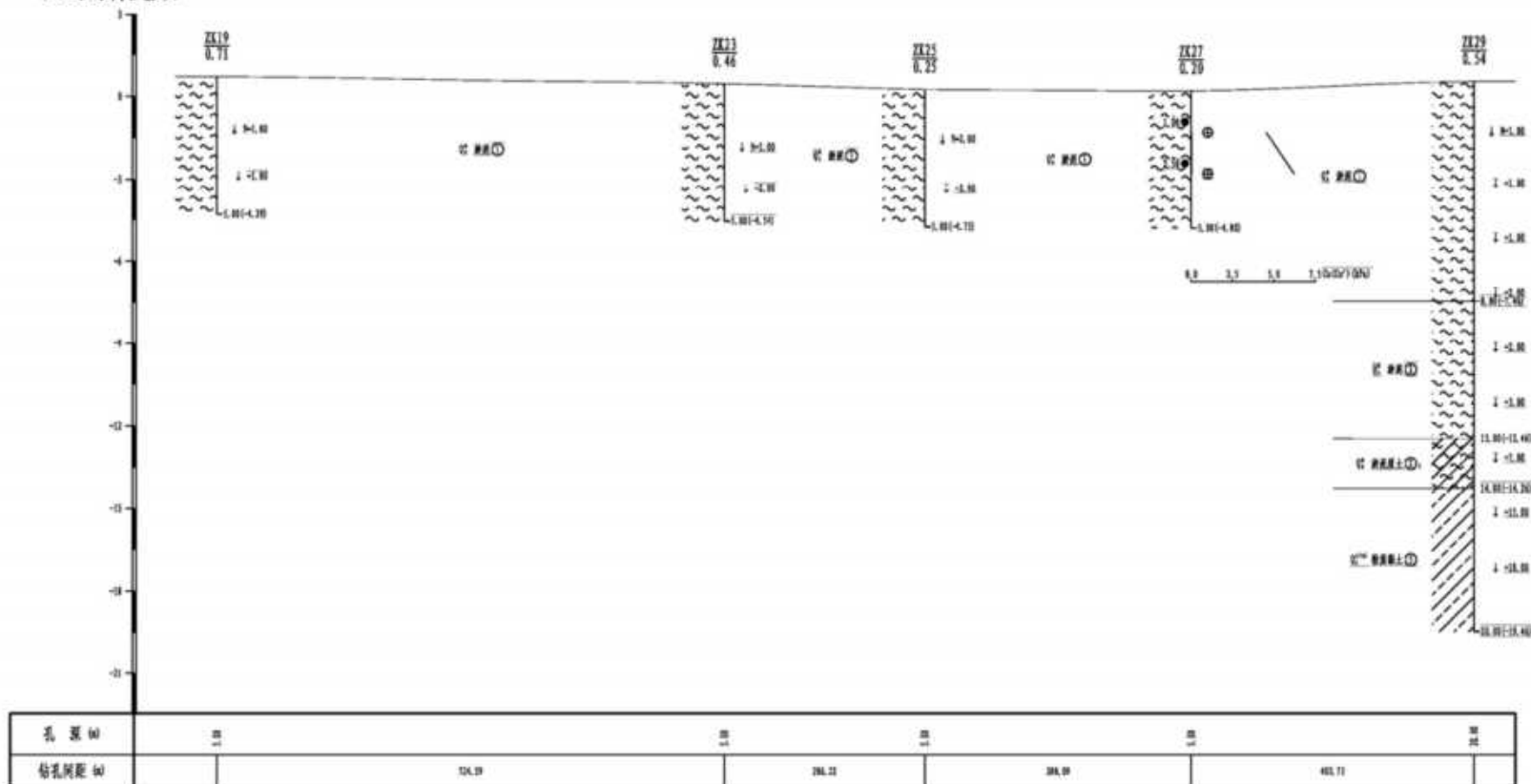
图号

11

工程地质剖面图

 水平比例: 1:5000
 垂直比例: 1:150

4b—4b'

 高程 (m)
 (1985 国家高程基准)


中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目 (汶村标段) 岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石金桐

审核

石金桐

图号

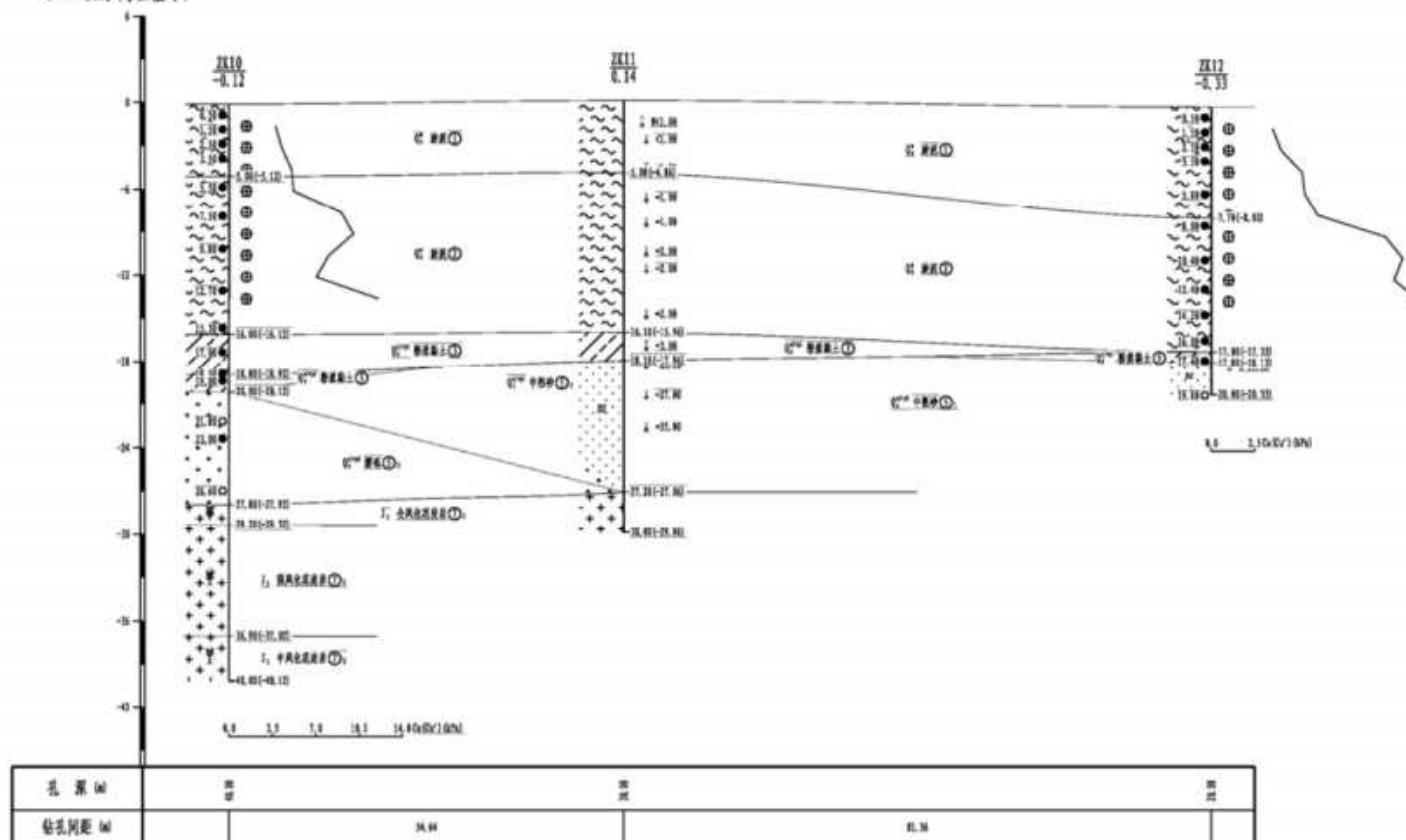
12

工程地质剖面图

水平比例: 1:600

垂直比例: 1:300

5—5'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)

中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目 (汶村标段) 岩土工程勘察

编制 赵金桐

校核 石

审核

图号

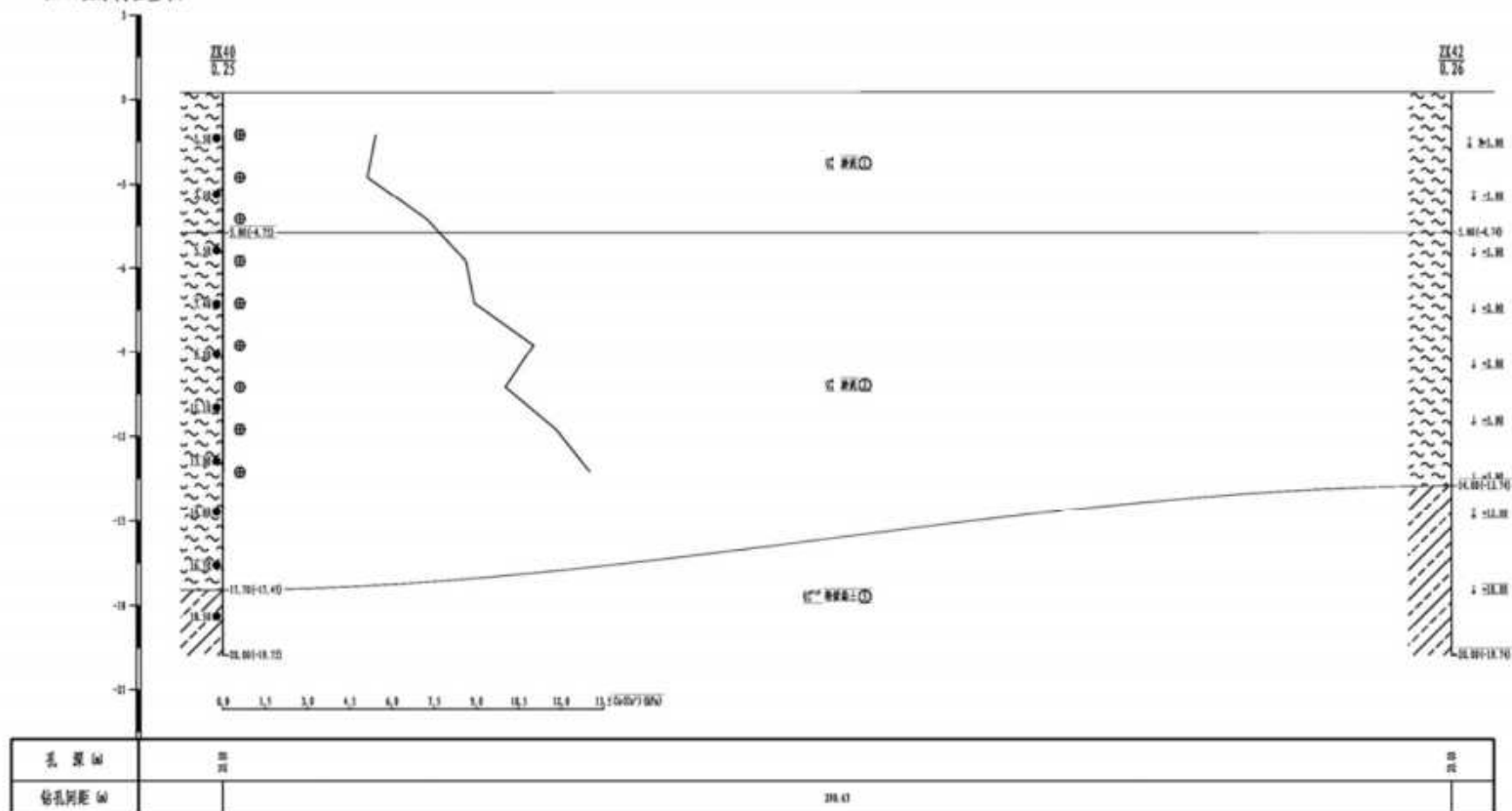
14

工程地质剖面图

水平比例: 1:1000
垂直比例: 1:150

6——6'

高程 (m)
(1985国家高程基准)



中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目（汶村标段）岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

王新

审核

沈明

图号

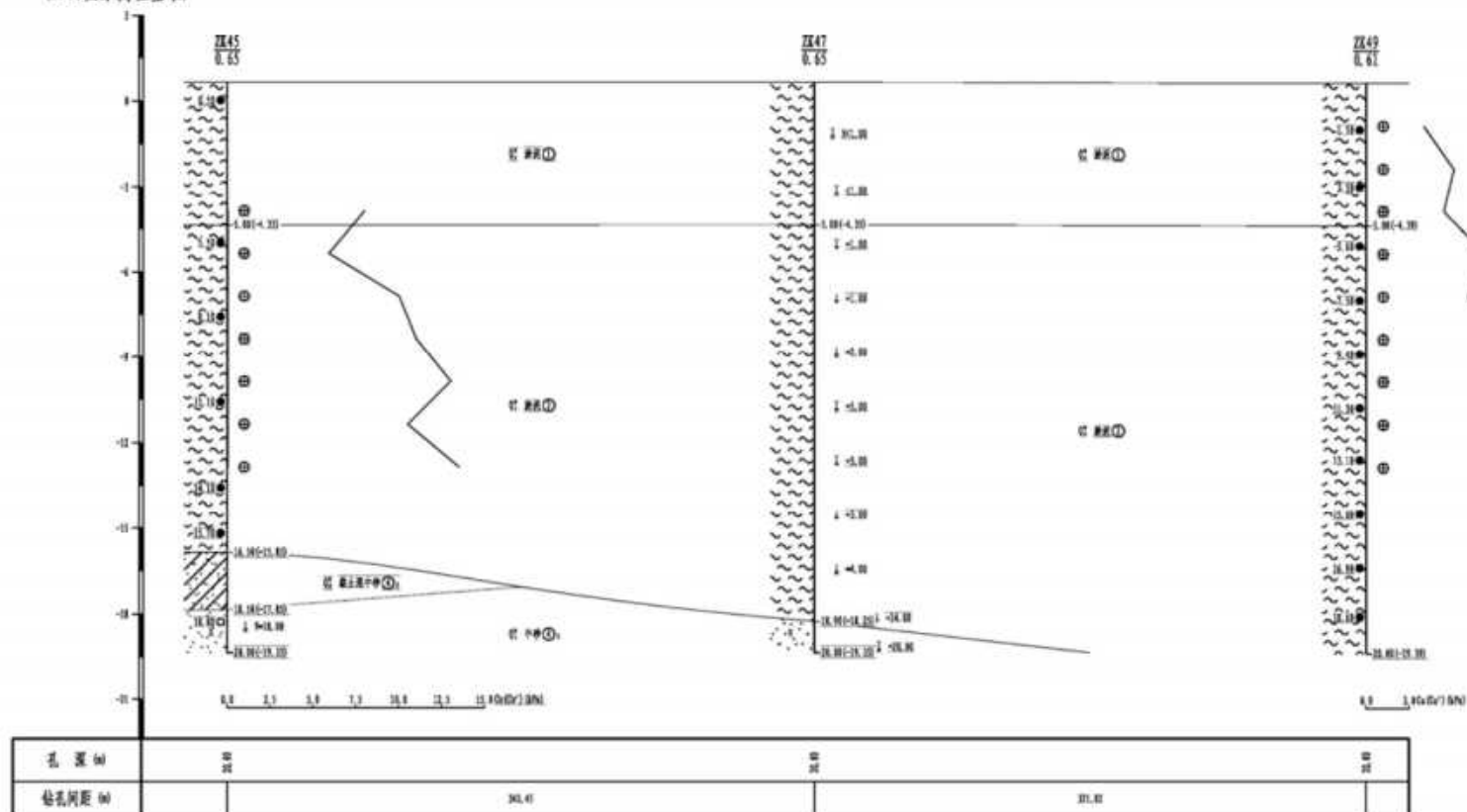
15

工程地质剖面图

水平比例: 1:2500
垂直比例: 1:150

8—8'

高程 (m)
(1985 国家高程基准)



中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(汶村标段)岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石金桐

审核

石金桐

图号

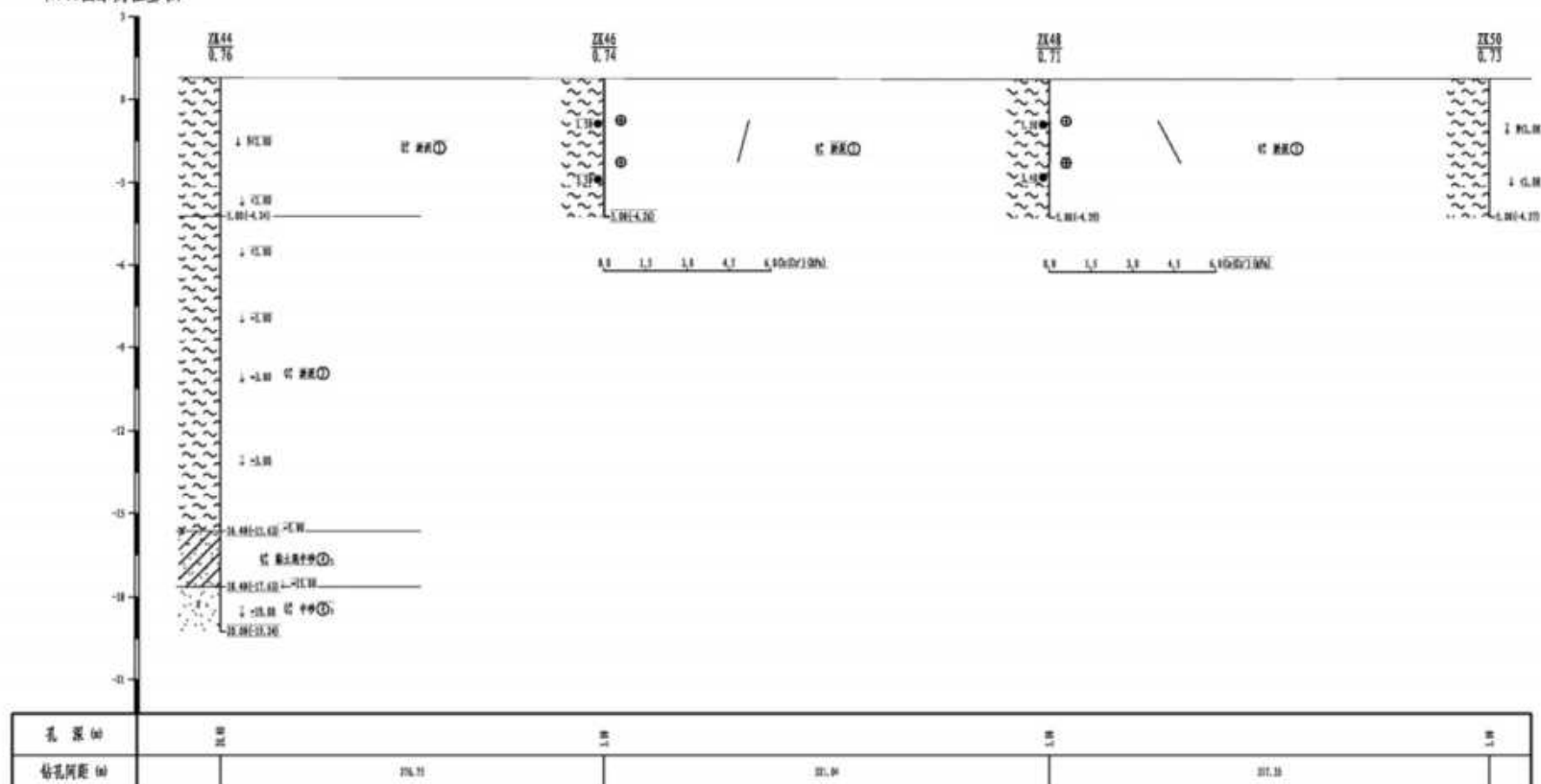
17

工程地质剖面图

水平比例: 1:3000
垂直比例: 1:150

9—9'

高程 (m)
(1985国家高程基准)



中交广州水运工程设计研究院有限公司

台山市红树林保护与修复建设项目(汶村标段)岩土工程勘察

编制

赵金桐

校核

石建伟

审核

李国良

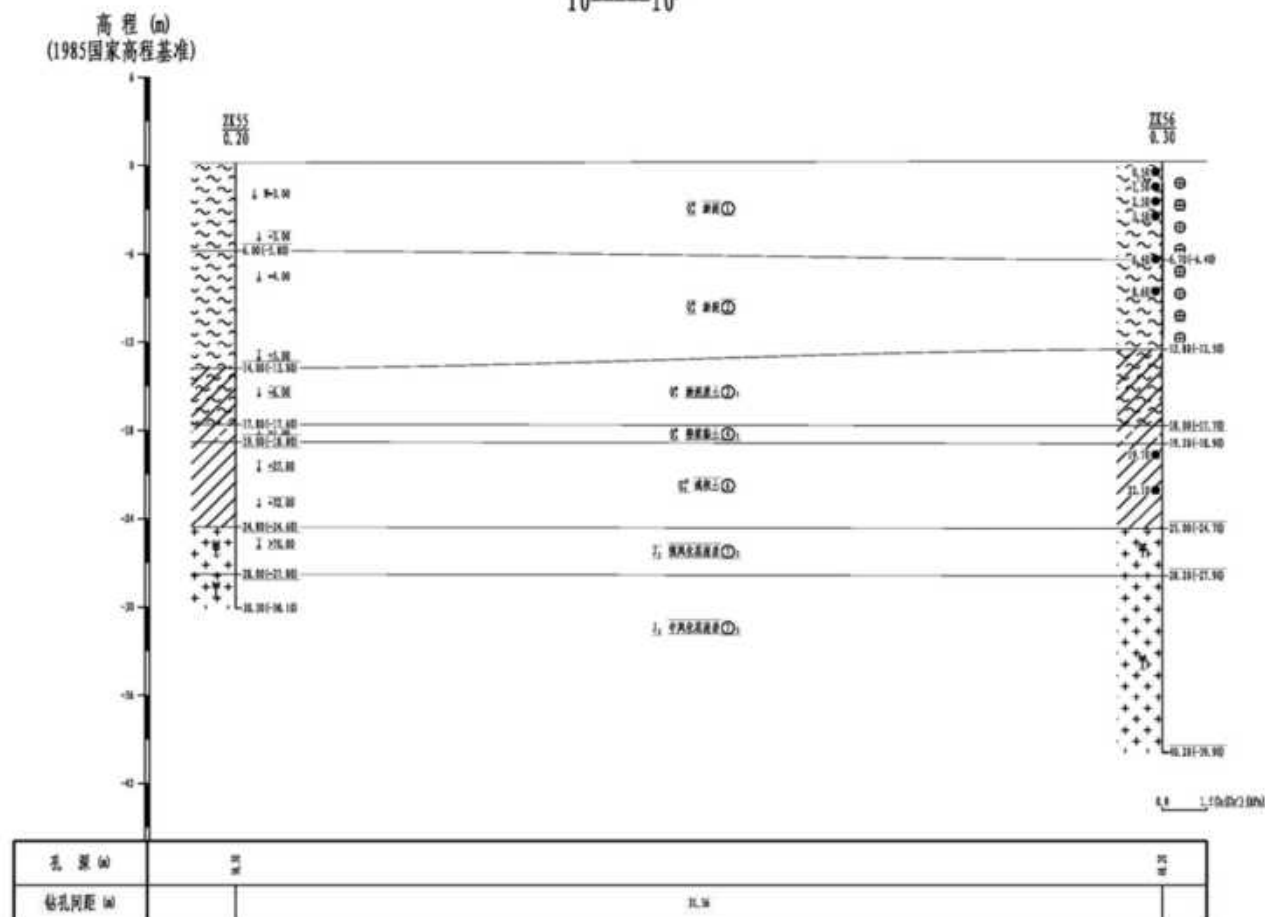
图号

18

工程地质剖面图

水平比例: 1:150
垂直比例: 1:300

10——10'



中交广州水运工程设计研究院有限公司

合山市红树林保护与修复建设项目(汶村标段)岩土工程勘察

编制 赵金桐

校核

审核

图号

19

图 3.1.4-4 工程地质剖面图(汶村标段)

3.1.5 主要海洋灾害

对本海域产生灾害性影响的自然灾害主要有热带气旋、地震灾害，暴雨及地质灾害、干旱等，各种自然灾害对用海项目及海域环境影响程度不等。

1、热带气旋

项目海域的风暴潮主要是台风风暴潮，诱因是热带气旋扰动引起的海面异常升降现象。根据 1949 年~2008 年《台风年鉴》统计，60 年间登陆或影响珠江口沿岸海岛的热带气旋共有 121 个，年平均 2 个，年最多为 7 个；每年 7~10 月为热带气旋主要影响季节，其中 8 月最多，9 月次之，热带气旋登陆前达到超强台风，从季节分布来看，亦是 8 月最多，9 月次之。

2006-2010 年，江门市先后遭受了“珍珠”、“派比安”、“北冕”、“鹦鹉”、“黑格比”等热带气旋的严重影响。其中“巨爵”、“天鹅”两个热带气旋正面登陆台山沿海地区，给江门市沿海地区造成了严重损失。受台风“巨爵”影响，新会城区部分大树被吹倒，金门公路茶坑村附近的路段水浸严重，全天交通堵塞。台风伴随海水倒灌，新会睦洲镇、双水镇、三江镇顿成泽国，三镇大街小巷水深达半米，洪水涌入民居、机关、学校。

根据《2019 年江门气候公报》，2019 年内共有 5 个台风影响江门，分别为：1904 号台风“木恩”、1907 号台风“韦帕”、1911 号台风“白鹿”、1912 号台风“杨柳”和 1914 号台风“剑鱼”。台风个数接近常年，但影响程度总体偏轻，大风强度及范围较小，只有“韦帕”带来较严重影响。

根据《2019 年江门气候公报》，2020 年内共有 5 个台风影响江门，分别为：2002 号台风“鹦鹉”、2003 号台风“森拉克”、2007 号台风“海高斯”、2011 号台风“红霞”和 2016 号台风“浪卡”。台风个数接近常年，但影响程度总体偏轻，大风强度及范围较小，只有“海高斯”带来较严重影响。初台“鹦鹉”较常年偏早；7 月西北太平洋和南海无台风生成，为建国以来首次；10 月以后，台风又异常活跃，有 9 个台风生成，其中 8 个在南海活动，给我市沿海带来大风。

2、风暴潮

广东沿海均会产生不同程度的台风增减水。川岛海域在强度较大的台风影响下，可诱导大幅度增水。根据研究海域西部相邻的闸坡海洋站 1984 年~2004 年台风增水资料统计，导致增水 0.50m 以上的台风风暴潮有 27 次；平均每年 1.29 次，

以 7 月最多。据烽火角站 1990~2004 年资料分析, 平均暴风增水为 1.16m, 最大增水达 3.01m。川岛海域发生最大风暴潮时间出现在台风登陆前 4.8 小时左右。

根据《2020 年广东省海洋灾害公报》, 2020 年, 广东省沿海共发生风暴潮过程 5 次, 其中 2 次风暴潮过程致灾, 预警级别为黄色, 分别为 2007 号“海高斯”台风风暴潮和 2017 号“沙德尔”台风风暴潮; 1 次过程达到蓝色预警级别, 为 2016 号“浪卡”台风风暴潮。其余风暴潮过程均为蓝色预警级别以下。

根据《2021 年广东省海洋灾害公报》, 2021 年, 广东省沿海共发生风暴潮过程 6 次, 2 次造成灾害, 分别为 2107 号“查帕卡”台风风暴潮和 2118 号“圆规”台风风暴潮, 共造成直接经济损失 0.28 亿元, 未造成人员死亡失踪。2107 号“查帕卡”台风风暴潮造成直接经济损失最为严重, 为 0.18 亿元, 占风暴潮灾害全年直接经济损失总额的 64%。

3、暴雨

项目所在区域属亚热带沿海, 常年多暴雨, 暴雨主要是由锋面雨、台风和西南低槽三种天气系统造成。大暴雨则是 3~10 月都可能出现, 集中出现的时期是 5~8 月, 在这期间, 小尺度灾害性天气系统如龙卷风也时有发生。

3.2 海洋生态概况

本项目对周围海域进行现状调查, 论证单位委托广州京诚检测技术有限公司进行海域现状调查工作, 广州京诚检测技术有限公司于 2020 年 10 月 19 日~10 月 21 日(秋季)、2021 年 5 月 28 日(春季)进行。调查内容包括水质、沉积物质量、生物体质量。

3.2.1 海洋环境现状调查概况

论证单位委托广州京诚检测技术有限公司于 2020 年 10 月(秋季)、2021 年 5 月(春季)在江门项目附近海域进行海洋环境现状调查, 调查内容包括水质、沉积物质量、海洋生物质量。

1、调查时间及站位布设

秋季调查调查时间为 2020 年 10 月 19 日~2020 年 10 月 21 日, 春季调查时间为 2021 年 5 月 28 日-2021 年 5 月 31 日, 春、秋季布置了 20 个水质站位、10 个沉积物站位、12 个生态调查站位、3 个潮间带调查断面和 6 个游泳生物断面, 具体调查站位置见图 3.2.1-1 和表 3.2.1-1。

同时，引用中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 11 月 25 日-27 日（秋季）在镇海湾海域开展的海洋水质、沉积物、生态、生物资源及生物体质量现状调查。调查共布设 20 个水质调查站位，10 个沉积物调查站位，12 个海洋生态及生物（包括浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物和鱼类浮游生物）调查站位，12 个海洋生物体调查站位。具体调查项目情况见表 3.2.1-2，具体调查站位布设见图 3.2.1-2。

表 3.2.1-1 秋季、春季调查站位表

站位	北纬	东经	调查内容
1			水质
2			水质、沉积物、海洋生态
3			水质
4			水质、沉积物、海洋生态
5			水质
6			水质、沉积物、海洋生态
7			水质
8			水质、沉积物、海洋生态
9			水质、海洋生态
10			水质、沉积物、海洋生态
11			水质、海洋生态
12			水质、沉积物、海洋生态
13			水质
14			水质
15			水质、沉积物、海洋生态
16			水质、沉积物、海洋生态
17			水质
18			水质
19			水质、沉积物、海洋生态
20			水质、沉积物、海洋生态
Y1（起点）			渔业资源
Y2			渔业资源
Y3			渔业资源
Y4			渔业资源
Y5			渔业资源
Y6			渔业资源
T1			潮间带生物
T2			潮间带生物
T3			潮间带生物

注：Y1~Y6、T1~T3 坐标为断面起点坐标。生物体质量测量在渔业资源调查的生物样品中挑选有代表性物种。

图 3.2.1-1 秋季、春季调查站位图

表 3.2.1-2 引用南海所 2021 年 11 月调查站位及调查内容一览表

站号	北纬	东经	水质	沉积物	生态及生物资源、生物体质量
J1			√		
J2			√	√	√
J3			√		
J4			√	√	√
J5			√		√
J6			√	√	√
J7			√	√	√
J8			√		
J9			√		
J10			√	√	√
J11			√		√
J12			√	√	√
J13			√		
J14			√	√	√
J15			√		
J16			√	√	√
J17			√		
J18			√	√	√
J19			√		
J20			√	√	√

图 3.2.1-2 引用南海所 2021 年 11 月调查站位

2、调查项目与方法

(1) 调查项目

各调查站位的调查项目内容如下。

表 3.2.1-3 各调查站位的调查项目

调查对象	调查项目
水质	水温、盐度、水深、pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD _{Mn})、石油类、总悬浮物(SS)、活性磷酸盐、无机氮(NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₃ -N)、非离子氨、砷(As)、总汞(Hg)、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd)、铬(Cr)
沉积物	有机碳、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、硫化物、粒径、粒度
海洋生态和生物资源	叶绿素与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼
	底栖和潮间带生物残毒：石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As

(2) 采样方法

调查监测项目采样及其预处理方法根据《海洋调查规范》(GB/T12763.4-2007)、《海洋监测规范》(GB17378—2007)进行。

水质采样根据现场水深决定采样层次，当水深<10m 时，只采取表层样；当 10m≤水深<20m 时，采表层和底层水样。

沉积物现场采样调查与水质调查同时进行，每个站位采样一次，均采表层(0-

5cm) 沉积物样。

叶绿素 a 与初级生产力: 叶绿素 a: 均采集表层 (<0.5m)、底层 (离底 2m) 两个层次海水样品 500ml, 当水深小于 10m 时, 只取表层水样。经 0.45 μ m 滤膜过滤后放干燥冷藏箱保存, 采用分光光度法进行分析, 以 mg/m³ 表示。

浮游植物: 浮游植物样品用浅水 III 型浮游生物网或小型浮游生物网取样。水深小于 200m 时, 自底层 (距底 2m) 至表层垂直拖网取得。定量计数用计数框, 视野法计数, 取其平均密度, 通过过滤的水柱, 测算出每个调查站位浮游植物的密度, 单位以每立方米多少个细胞数表示 (cells/m³)。

浮游动物: 浮游动物样品用浅水 I 型浮游生物网或大型浮游生物网取样。水深小于 200m 时, 自底层 (距底 2m) 至表层垂直拖网取得。

底栖生物: 采用抓斗式采泥器进行定量取样, 取样面积为 0.05m², 每站采样 4 次。样品用酒精固定后带回室内分析鉴定, 生物量和栖息密度分别以 g/m² 和栖息密度 ind/m² 为单位。

潮间带生物: 为获取低潮带的样品, 潮间带生物调查必须在大潮期间进行。在泥、沙等底质断面, 每站用 25cm $\times$ 25cm $\times$ 30cm 的定量采样框取 3~4 个样方; 在岩基断面, 用 25cm $\times$ 25cm 的定量框取 2 个样方。

渔业资源: 按《海洋调查规范》(GB/T12763.4-2007)进行。

游泳生物: 由于水深限制, 本次游泳生物拖网调查采用虾拖网进行拖网采样, 拖网时长 30min, 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。

(3) 分析方法

调查项目分析方法根据《海洋监测技术规程》(HY/T147-2013)、《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》GB/T 12763-2007 进行。

本次水质、沉积物、海洋生物和生物残毒等各调查项目的分析方法如下。

表 3.2.1-4 调查分析方法

类别	序号	检测项目	分析方法与标准	分析方法	检出限
海水	1	水温	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	表层水温表法	——
	2	pH 值	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	pH 计法	——
	3	氨（氨氮）	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	靛酚蓝分光光度法	0.0007mg/L
	4	非离子氨	《海水水质标准》GB 3097-1997 附录 B	非离子氨换算方法	——
	5	化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
	6	活性磷酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007	磷钼蓝法	0.02 μ mol/dm ³
	7	溶解氧	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	碘量法	0.05mg/L
	8	硝酸盐氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	镉柱还原法	0.0007mg/L
	9	亚硝酸盐氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	萘乙二胺 分光光度法	0.0003mg/L
	10	悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	重量法	0.1mg/L
	11	盐度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	盐度计法	0.1‰
	12	油类 （石油类）	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	紫外分光光度法	0.0035mg/L
	13	叶绿素 a	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查 和生物监测》GB 17378.7-2007	分光光度法	0.01 μ g/L
	14	汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007	原子荧光法	0.000007mg/L
	15	铜	《海洋监测技术规程 第1部分：海水》 HY/T147.1-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.12 μ g/L
	16	锌	《海洋监测技术规程 第1部分：海水》 HY/T147.1-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.10 μ g/L
	17	砷	《海洋监测技术规程 第1部分：海水》 HY/T147.1-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.05 μ g/L
	18	镉	《海洋监测技术规程 第1部分：海水》 HY/T147.1-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.03 μ g/L
	19	铅	《海洋监测技术规程 第1部分：海水》 HY/T147.1-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.07 μ g/L
	20	水深	《海洋调查规范》GB/T12763.2-2007	测深绳法	0.1m
海洋生物	1	汞	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007	原子荧光法	0.002mg/kg
	2	铜	《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》 HY/T 147.3-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.08 μ g/g

类别	序号	检测项目	分析方法与标准	分析方法	检出限
生物体	3	锌	《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》 HY/T 147.3-2013	电感耦合等离子体 质谱法	1.66μg/g
	4	砷	《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》 HY/T 147.3-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.10μg/g
	5	镉	《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》 HY/T 147.3-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.03μg/g
	6	铅	《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》 HY/T 147.3-2013	电感耦合等离子体 质谱法	0.03μg/g
	7	石油烃	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007	荧光分光光度法	0.30mg/kg
海洋沉积物	1	镉	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	无火焰原子吸收 分光光度法	0.04mg/kg
	2	汞	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	原子荧光法	0.002mg/kg
	3	粒度	《海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理 调查》GB/T 12763.8-2007	沉积物粒度分析	——
	4	硫化物	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	亚甲基蓝 分光光度法	0.3mg/kg
	5	铅	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	火焰原子吸收 分光光度法	3mg/kg
	6	砷	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	原子荧光法	0.06mg/kg
	7	铜	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	火焰原子吸收 分光光度法	2mg/kg
	8	锌	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	火焰原子吸收 分光光度法	6mg/kg
	9	油类	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	紫外分光光度法	3mg/kg
	10	有机碳	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	重铬酸钾氧化- 还原容量法	0.01%
海洋水生生态	1	潮间带生物	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查 和生物监测》GB17378.7-2007）	——	——
	2	大型底栖生物	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查 和生物监测》GB17378.7-2007）	——	——
	3	浮游动物	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查 和生物监测》GB17378.7-2007）	——	——
	4	浮游植物	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查 和生物监测》GB17378.7-2007）	——	——
	5	游泳动物	《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》 GB/T 12763.6-2007	——	——
	6	鱼卵仔稚鱼	《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》 GB/T 12763.6-2007	——	——

3、评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）（图 3.2.1-2），本项目所在海域的海洋功能区划为川山群岛农渔业区，周围的功能区还有镇海湾特殊利用区、东平工业与城镇用海区。根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020）海洋环境保护要求，海水水质、海洋沉积物质量、海洋生物质量（贝类）执行相应标准，具体站位的评价标准见表 3.2.1-4。结合本次调查情况，所有调查站位执行海洋沉积物质量一类标准、海洋生物质量一类标准，17#站位执行海水水质三类标准，其余站位执行海水水质二类标准。

海洋生物中的软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。各标准限值详见 3.2.1-5。

表 3.2.1-5 调查站位所在海洋功能区和评价标准

站位	海洋功能区	评价标准
1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#、9#、10#、11#、12#、13#、14#、15#、16#、18#、19#	川山群岛农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
17#	东平工业与城镇用海区	执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
补充 2021 年秋季调查全部占地	川山群岛农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准

表 3.2.1-6a 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：除 pH 外均为 mg/L

序号	污染因子	一类标准限值	二类标准限值	三类标准限值
1	pH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8
2	悬浮物(SS)	人为增加量≤10	人为增加量≤10	人为增加量≤100
3	溶解氧(DO) >	6	5	4
4	化学需氧量(COD _{Mn})≤	2	3	4
5	无机氮(以 N 计)≤	0.20	0.3	0.4
6	非离子氨(以 N 计)≤	0.02	0.02	0.02
7	石油类≤	0.05	0.05	0.30
8	活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030
9	铜≤	0.005	0.010	0.050
10	铅≤	0.001	0.005	0.010
11	锌≤	0.020	0.050	0.10
12	镉≤	0.001	0.005	0.010
13	汞≤	0.00005	0.0002	0.0005
14	砷≤	0.020	0.030	0.050

表 3.2.1-6b 海洋沉积物质量 (GB18668-2002)

项目	第一类	第二类	第三类
石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500	1000	1500
Pb ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.0	130.0	250.0
Zn ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.0	350.0	600.0
Cu ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.0	100.0	200.0
Cd ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00
Hg ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.0
As ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20	65	93
有机碳 ($\times 10^{-2}$) $\leq$	2.0	3.0	4.0
硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300	500	600

表 3.2.1-6c 海洋生物 (贝类) 质量 (GB18421-2001) 单位: mg/kg

标准名称		生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	石油烃
海洋生物质量 (GB18421-2001)	一类标准	贝类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	15
	二类标准	贝类	25	2.0	2.0	50	0.1	5.0	50
	三类标准	贝类	50	6.0	5.0	100	0.30	8.0	80

表 3.2.1-6d 海岸带调查标准最高限值 (mg/kg, 湿重)

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

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

图 3.2.1-3 秋季、春季调查站位所在海洋功能区

图 3.2.1-4 引用南海所 2021 年 11 月调查站位所在海洋功能区

4、评价方法

根据本次海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量监测数据，以各参数的监测值直接对照《海水水质标准》(GB3097-1997)、《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)、《海洋生物(贝类)质量》(GB18421-2001)等标准中的相应类别标准，采用《环境影响评价技术导则》中推荐的单因子污染指数法(标准指数法)进行评价。

其中：单项水质评价因子(参数) i 在第 j 点的标准指数：

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

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

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

C_{si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

对于溶解氧，DO 的标准指数为：

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

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

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_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值, mg/L;

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

S —实用盐度符号, 量纲一;

T —水温, $^{\circ}C$ 。

pH 值的指数计算公式:

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

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

SpH —pH 值的指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

pH—pH 值实测统计代表值;

pH_{su} —pH 评价标准的上限值;

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值;

3.2.2 海水水质环境现状和评价

1、2020 年 10 月秋季水质现状调查结果

本次调查共 20 个站位 (见图 3.2.1-1)。各调查要素统计结果见表 3.2.2-1。各水质要素的分布特征如下:

(1) 水深: 各站水深为 2.19m~11.07m, 平均水深 6.15m。5#的水深最小, 16#站的水深最大。

(2) 水温: 各站水温为 $23.0^{\circ}C$ ~ $26.2^{\circ}C$, 平均水温为 $24.7^{\circ}C$ 。

(3) pH: 各站 pH 的变化范围为 8.18~8.47, 平均 pH 为 8.32。最低 pH 出现在 3#号站, 最高 pH 出现在 19#号站。

(4) 盐度: 各站盐度的变化范围为 18.6~36.1‰, 平均盐度为 30.8。最低盐度出现在 1#号站, 最高盐度出现在 16#号站。

(5) 活性磷酸盐: 各站活性磷酸盐的变化范围为 0.41mg/L~0.66mg/L, 平均活性磷酸盐为 0.52mg/L。最高浓度出现在 20#号站。

(6) 化学需氧量(COD_{Mn}): 各站 COD_{Mn} 的变化范围为 0.38mg/L~1.8 mg/L,

平均 COD_{Mn} 为 1.04mg/L 。最低 COD_{Mn} 出现在 16# 号站，最高 COD_{Mn} 出现在 14# 站。

(7) 溶解氧 (DO): 各站 DO 的变化范围为 $5.22\text{mg/L}\sim 6.66\text{mg/L}$ ，平均 DO 为 5.98mg/L 。最高 DO 出现在 16# 号站。

(8) 石油类: 各站石油类的变化范围为 $0.0130\text{mg/L}\sim 0.0199\text{mg/L}$ ，平均石油类浓度为 0.0163mg/L 。最低石油类出现在 5# 号站，最高石油类出现在 14# 站。

(9) 悬浮物: 各站悬浮物的变化范围 $10.2\text{mg/L}\sim 30.6\text{mg/L}$ 。平均悬浮物浓度为 16.2mg/L 。最低悬浮物浓度出现在 17# 号站，最高悬浮物浓度出现在 10# 号站。

(10) 无机氮: 各站无机氮的变化范围为 $0.2342\text{mg/L}\sim 0.9737\text{mg/L}$ ，平均无机氮为 0.6470mg/L 。最低无机氮出现在 11# 号站，最高无机氮出现在 2# 号站。

(11) 非离子氨: 各站非离子氨的变化范围为 $0.0148\text{mg/L}\sim 0.0354\text{mg/L}$ ，平均非离子氨为 0.0206mg/L 。最低非离子氨出现在 3# 号站，最高非离子氨出现在 14# 号站。

(12) 砷: 各站砷浓度的变化范围为 $1.53\mu\text{g/L}\sim 6.06\mu\text{g/L}$ ，平均砷浓度为 $3.11\mu\text{g/L}$ 。最低砷浓度出现在 1# 号站，最高砷浓度出现在 10# 号站。

(13) 铜: 各站铜浓度的变化范围为 $1.80\mu\text{g/L}\sim 54.20\mu\text{g/L}$ ，平均铜浓度为 $7.72\mu\text{g/L}$ 。最低铜浓度出现在 17# 号站，最高铜浓度出现在 12# 号站。

(14) 铅: 各站铅浓度的变化范围为 $0.92\mu\text{g/L}\sim 11.4\mu\text{g/L}$ ，平均铅浓度为 $2.24\mu\text{g/L}$ 。最低铅浓度出现在 16# 号站，最高铅浓度出现在 10# 号站。

(15) 镉: 各站镉浓度的变化范围为 $0.04\mu\text{g/L}\sim 17.6\mu\text{g/L}$ ，平均镉浓度为 $0.70\mu\text{g/L}$ 。最低镉浓度出现在 4# 和 17# 号站，最高镉浓度出现在 10# 号站。

(16) 锌: 各站锌浓度的变化范围为 $10.7\mu\text{g/L}\sim 112\mu\text{g/L}$ ，平均锌浓度为 $21.5\mu\text{g/L}$ 。最低锌浓度出现在 3#，最高锌浓度出现在 10# 号站。

(17) 总汞: 各站总汞均未检出。

水质调查结果评价

(1) 评价方法、评价因子和评价标准

水质现状评价采用单项指数法。

水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、非离子氨、活性磷酸盐、石油类、汞、铜、锌、砷、镉和铅共 13 项。本次水质调查站采用《海水水质标准》(GB3097-1997)，根据《广东省海洋功能区划(2011—2020 年)》中调查站位所在功能区划的不同，17#站执行第三类水质标准，其余站位执行第二类水质标准。

(2) 评价结果

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.2.2-2。

本次调查结果显示，各站位的 pH、化学需氧量、溶解氧、活性磷酸盐、溶解氧、石油类、汞和砷浓度均满足第二类海水水质标准，符合其所处的海洋功能区的水质标准要求。

仅 11#号站位的无机氮含量在涨潮时符合第二类海水水质，其余站位皆出现无机氮超标现象，超标率为 98%，其中 13#、16#、17#站位（涨落潮），及 19#、20#号站位（仅退潮时）无机氮含量满足四类海水水质标准，其余站位皆处于劣四类。站位 9#、13#、18#的非离子氨含量满足第二类海水水质标准，其余站位均出现超标现象，非离子氨超标率为 66%。铜含量超标率为 17%，5#、8#、10#、13#、20#号站位的铜含量在涨潮时或落潮时超出第二类海水水质标准，最大超标倍数为 5.42。铅含量超标率为 5%，仅在 10#站位出现超标现象，最大超标倍数为 2.28。镉含量超标率为 2%，仅在 10#站位涨潮时出现超标现象，最大超标倍数为 3.52。锌含量超标率为 5%，仅在 10#与 13#站位落潮时出现超标现象，最大超标倍数为 2.24。

综上，本次水质调查的各个指标达标率分别为：pH(100%)、溶解氧(100%)、化学需氧量(100%)、无机氮(2%)、非离子氨(34%)、活性磷酸盐(100%)、石油类(100%)、汞(100%)、铜(83%)、锌(95%)、砷(100%)、镉(98%)和铅(85%)。本次调查无机氮与非离子氨超标现象较为严重，少数站位重金属超标，其余指标基本符合所在海洋功能区划的水质标准要求。

表 3.2.2-1 2020 年 10 月秋季水质调查结果统计表

采样 点位	采样 频次	检测结果																		
		水深 (m)	水温 (°C)	pH 值	氨 (mg/L)	非离子 氨 (mg/L)	COD (mg/L)	活性 磷酸盐 ($\mu\text{mol}/\text{dm}^3$)	DO (mg/L)	硝酸 盐氮 (mg/L)	亚硝酸 盐氮 (mg/L)	SS (mg/L)	盐度 (‰)	石油类 (mg/L)	汞 (mg/L)	铜 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	锌 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	砷 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	镉 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	铅 ($\mu\text{g}/\text{L}$)
1	涨潮	5.84	24.2	8.32	0.253	0.027	0.94	0.48	6.16	0.538	0.0687	14.7	18.6	0.0148	<0.000007	4.33	14	3.05	0.11	1.42
	退潮	5.17	24.2	8.25	0.218	0.0203	0.9	0.57	6.11	0.545	0.0564	16.2	19.1	0.0170	<0.000007	3.64	15.7	1.53	0.07	1.13
2	涨潮	8.11	23.4	8.42	0.226	0.0295	0.92	0.57	6.15	0.625	0.0632	16	23	0.0189	<0.000007	7.88	13.4	2.49	0.44	3.42
	退潮	7.64	23.6	8.28	0.24	0.0237	0.85	0.45	6.03	0.635	0.075	15.2	20.1	0.0179	<0.000007	4.07	11.1	2.39	0.12	2.18
3	涨潮	4.53	23.6	8.38	0.201	0.0238	1.58	0.48	5.4	0.555	0.0482	16.4	24.9	0.0182	<0.000007	4.3	10.7	2.66	0.41	0.94
	退潮	4.01	23.6	8.18	0.185	0.0148	1.66	0.5	6.35	0.535	0.034	15.4	26.1	0.0139	<0.000007	2.56	11	3.66	1.18	1.49
4	涨潮	2.63	23.0	8.2	0.27	0.0226	1.04	0.61	5.96	0.605	0.0706	16.4	28.6	0.0178	<0.000007	2.24	14.4	3.16	0.2	2.51
	退潮	2.24	23.4	8.28	0.224	0.0221	1.11	0.48	5.89	0.535	0.0678	15.6	28.6	0.0148	<0.000007	9.83	10.8	3.84	0.04	1.1
5	涨潮	2.76	23.8	8.35	0.26	0.0297	0.76	0.53	6.24	0.54	0.0568	17.8	29.8	0.0181	<0.000007	21.1	13.1	2.85	0.41	1.4
	退潮	2.19	24.2	8.23	0.235	0.0208	0.65	0.42	6.35	0.498	0.0696	16.1	29.8	0.0130	<0.000007	3.72	15.2	2.6	0.12	1.91
6	涨潮	3.54	24.6	8.35	0.178	0.0203	1.13	0.61	5.83	0.494	0.0267	18.6	30	0.0148	<0.000007	2.71	13.4	3.03	0.12	1.32
	退潮	3.22	24.6	8.37	0.187	0.0223	1.01	0.44	5.99	0.479	0.0411	19.4	30	0.0181	<0.000007	2.77	15.8	3.37	0.12	1.96
7	涨潮	3.34	24.2	8.31	0.159	0.0158	0.88	0.62	6.08	0.383	0.0218	28.4	30.1	0.0147	<0.000007	6.04	21.6	4.06	0.16	1.86
	退潮	2.92	24.4	8.38	0.190	0.0221	0.8	0.54	6.22	0.448	0.0398	27.6	35.5	0.0168	<0.000007	2.8	19.1	2.07	0.33	1.88
8	涨潮	2.61	26	8.44	0.207	0.0271	0.9	0.5	6.1	0.418	0.0525	13.4	29.9	0.0199	<0.000007	33.6	19.5	3.25	0.18	2.5
	退潮	2.4	26.2	8.46	0.21	0.029	0.9	0.47	6.1	0.448	0.0475	12.2	30	0.0177	<0.000007	2.63	20.5	3.03	0.17	1.03
9	涨潮	4.07	23.2	8.19	0.188	0.0153	1.66	0.6	5.34	0.392	0.04	12.7	30.8	0.0165	<0.000007	3.86	15.5	2.82	0.34	2.18
	退潮	3.59	23.4	8.34	0.173	0.0194	1.58	0.59	5.43	0.348	0.0296	13.6	30.1	0.0134	<0.000007	2.83	12.8	2.73	0.27	3.28
10	涨潮	4.66	23.2	8.44	0.174	0.0227	1.07	0.53	5.94	0.364	0.0236	30.6	31.8	0.0146	<0.000007	9.23	31.1	6.06	17.6	9.2
	退潮	4.16	23.4	8.45	0.226	0.0302	1.04	0.46	5.95	0.355	0.0057	29.4	34.6	0.0162	<0.000007	10.2	112	5	0.35	11.4
11	涨潮	5.32	26.2	8.25	0.172	0.0153	0.89	0.62	6.05	0.032	0.0149	15.6	34.8	0.0154	<0.000007	3.12	12.4	2.57	0.38	1.05
	退潮	4.95	26.2	8.27	0.219	0.0204	0.74	0.58	6.26	0.348	0.0225	17	32.6	0.0142	<0.000007	3.79	21.3	2.21	0.35	2.91
12	涨潮	3.87	25.2	8.23	0.207	0.0177	1.24	0.48	5.75	0.433	0.0445	21.4	31.3	0.0174	<0.000007	54.2	19.9	3.64	0.16	2.44

采样 点位	采样 频次	检测结果																		
		水深 (m)	水温 (°C)	pH 值	氨 (mg/L)	非离子 氨 (mg/L)	COD (mg/L)	活性 磷酸盐 ($\mu\text{mol}/\text{dm}^3$)	DO (mg/L)	硝酸 盐氮 (mg/L)	亚硝酸 盐氮 (mg/L)	SS (mg/L)	盐度 (‰)	石油类 (mg/L)	汞 (mg/L)	铜 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	锌 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	砷 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	镉 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	铅 ($\mu\text{g}/\text{L}$)
	退潮	3.38	25.4	8.28	0.232	0.022	1.38	0.57	5.7	0.432	0.0426	17.6	32.2	0.0163	<0.000007	16.7	27.4	3.06	0.17	1.54
13	涨潮	9.12	25.6	8.2	0.188	0.0157	0.73	0.45	6.27	0.26	0.0218	12	32.7	0.0179	<0.000007	7.47	23.7	2.63	0.22	2.21
	退潮	8.67	25.8	8.25	0.182	0.0169	0.68	0.5	6.42	0.246	0.0259	11.4	34.6	0.0147	<0.000007	19.3	87.1	3.17	0.14	1.51
14	涨潮	8.25	24.6	8.44	0.208	0.0271	1.72	0.41	5.22	0.351	0.019	15.2	32.9	0.0183	<0.000007	6.07	17.8	3.4	0.25	1.61
	退潮	7.68	24.8	8.46	0.264	0.0354	1.8	0.42	5.22	0.357	0.016	17.6	32.9	0.0145	<0.000007	2.84	18.3	3.14	0.12	2.66
15	涨潮	9.29	26	8.3	0.183	0.0181	0.65	0.46	6.28	0.3	0.0269	10.4	32.3	0.0189	<0.000007	9.93	21.6	3.62	0.25	2
	退潮	8.92	26.2	8.33	0.204	0.0215	0.7	0.53	6.3	0.324	0.0327	12.8	31.6	0.0158	<0.000007	2.37	15.2	2.63	0.03L	1.33
16	涨潮 (表层)	11.07	26.2	8.33	0.191	0.0201	0.44	0.49	6.59	0.246	0.0165	10.6	34.9	0.0162	<0.000007	3.32	30	3.14	0.21	2.33
	涨潮 (底层)	11.07	24.4	8.2	0.189	0.0151	1.35	0.56	5.62	0.212	0.0049	11.3	36.1	0.0134	<0.000007	2.7	12.4	3.27	0.18	1.13
	退潮	9.82	26.2	8.35	0.176	0.0194	0.38	0.6	6.66	0.236	0.018	10.9	35.5	0.0169	<0.000007	2.54	15.9	3.51	0.03L	1.32
17	涨潮	8.06	24	8.45	0.187	0.0263	0.45	0.58	6.55	0.26	0.0342	11.0	33.1	0.0195	<0.000007	1.8	11.6	2.64	0.04	0.92
	退潮	7.49	24.2	8.27	0.185	0.0179	0.54	0.51	6.47	0.251	0.0332	10.2	32.4	0.0163	<0.000007	3.89	15.6	3.49	0.03L	1.21
18	涨潮	9.37	24.4	8.29	0.164	0.0159	1.72	0.53	5.24	0.242	0.012	10.6	33.4	0.0160	<0.000007	3.41	19.4	3.1	0.25	1.16
	退潮	8.86	24.6	8.33	0.184	0.0194	1.73	0.54	5.22	0.352	0.0219	10.5	34	0.0140	<0.000007	3.31	15.8	2.62	0.09	1.53
19	涨潮	9.69	25.6	8.47	0.18	0.0253	0.85	0.5	6.15	0.332	0.0238	15.4	33.2	0.0175	<0.000007	2.35	13.1	2.88	0.03L	1.58
	退潮	9.03	25.8	8.46	0.174	0.024	0.78	0.44	6.29	0.294	0.009	16.8	32.5	0.0139	<0.000007	3.53	22	3.99	0.09	1.97
20	涨潮	9.56	25.6	8.27	0.309	0.0287	1.26	0.54	5.72	0.294	0.0078	21.4	32.7	0.0153	<0.000007	20.2	29.9	2.54	0.14	2.1
	退潮	8.98	25.6	8.25	0.262	0.0233	1.32	0.66	5.67	0.219	0.01	18.6	34	0.0177	<0.000007	3.46	20.5	2.48	0.18	3.23
最大值		11.07	26.2	8.47	0.309	0.0354	1.80	0.66	6.66	0.635	0.075	30.6	36.1	0.0199	<0.000007	54.20	112.0	6.06	17.60	11.40
最小值		2.19	23.0	8.18	0.159	0.0148	0.38	0.41	5.22	0.032	0.005	10.2	18.6	0.0130	<0.000007	1.80	10.7	1.53	0.04	0.92
平均值		6.15	24.7	8.32	0.206	0.0220	1.04	0.52	5.98	0.384	0.034	16.2	30.8	0.0163	<0.000007	7.72	21.5	3.11	0.70	2.24

注：站位 16 涨潮时水深超过 10m，需测量底层水质。

表 3.2.2-2 2020 年 10 月秋季水质评价因子标准指数表

采样点位	采样频次	评价结果												
		pH 值	无机氮	非离子氨	COD	活性磷酸盐	DO	石油类	汞	铜	锌	砷	镉	铅
站位 1	涨潮	0.49	2.87	1.35	0.31	0.50	0.81	0.30	-	0.43	0.28	0.10	0.022	0.28
	退潮	0.29	2.73	1.02	0.30	0.59	0.82	0.34	-	0.36	0.31	0.05	0.014	0.23
站位 2	涨潮	0.77	3.05	1.48	0.31	0.59	0.81	0.38	-	0.79	0.27	0.08	0.088	0.68
	退潮	0.37	3.17	1.19	0.28	0.47	0.83	0.36	-	0.41	0.22	0.08	0.024	0.44
站位 3	涨潮	0.66	2.68	1.19	0.53	0.50	0.93	0.36	-	0.43	0.21	0.09	0.082	0.19
	退潮	0.09	2.51	0.74	0.55	0.52	0.79	0.28	-	0.26	0.22	0.12	0.236	0.30
站位 4	涨潮	0.14	3.15	1.13	0.35	0.63	0.84	0.36	-	0.22	0.29	0.11	0.040	0.50
	退潮	0.37	2.76	1.11	0.37	0.50	0.85	0.30	-	0.98	0.22	0.13	0.008	0.22
站位 5	涨潮	0.57	2.86	1.49	0.25	0.55	0.80	0.36	-	2.11	0.26	0.10	0.082	0.28
	退潮	0.23	2.68	1.04	0.22	0.43	0.79	0.26	-	0.37	0.30	0.09	0.024	0.38
站位 6	涨潮	0.57	2.33	1.02	0.38	0.63	0.86	0.30	-	0.27	0.27	0.10	0.024	0.26
	退潮	0.63	2.36	1.12	0.34	0.45	0.83	0.36	-	0.28	0.32	0.11	0.024	0.39
站位 7	涨潮	0.46	1.88	0.79	0.29	0.64	0.82	0.29	-	0.60	0.43	0.14	0.032	0.37
	退潮	0.66	2.26	1.11	0.27	0.56	0.80	0.34	-	0.28	0.38	0.07	0.066	0.38
站位 8	涨潮	0.83	2.26	1.36	0.30	0.52	0.82	0.40	-	3.36	0.39	0.11	0.036	0.50
	退潮	0.89	2.35	1.45	0.30	0.49	0.82	0.35	-	0.26	0.41	0.10	0.034	0.21
站位 9	涨潮	0.11	2.07	0.77	0.55	0.62	0.94	0.33	-	0.39	0.31	0.09	0.068	0.44
	退潮	0.54	1.84	0.97	0.53	0.61	0.92	0.27	-	0.28	0.26	0.09	0.054	0.66
站位 10	涨潮	0.83	1.87	1.14	0.36	0.55	0.84	0.29	-	0.92	0.62	0.20	3.520	1.84
	退潮	0.86	1.96	1.51	0.35	0.48	0.84	0.32	-	1.02	2.24	0.17	0.070	2.28
站位 11	涨潮	0.29	0.73	0.77	0.30	0.64	0.83	0.31	-	0.31	0.25	0.09	0.076	0.21
	退潮	0.34	1.97	1.02	0.25	0.60	0.80	0.28	-	0.38	0.43	0.07	0.070	0.58
站位 12	涨潮	0.23	2.28	0.89	0.41	0.50	0.87	0.35	-	5.42	0.40	0.12	0.032	0.49
	退潮	0.37	2.36	1.10	0.46	0.59	0.88	0.33	-	1.67	0.55	0.10	0.034	0.31

采样点位	采样频次	评价结果												
		pH 值	无机氮	非离子氨	COD	活性磷酸盐	DO	石油类	汞	铜	锌	砷	镉	铅
站位 13	涨潮	0.14	1.57	0.79	0.24	0.47	0.80	0.36	-	0.75	0.47	0.09	0.044	0.44
	退潮	0.29	1.51	0.85	0.23	0.52	0.78	0.29	-	1.93	1.74	0.11	0.028	0.30
站位 14	涨潮	0.83	1.93	1.36	0.57	0.42	0.96	0.37	-	0.61	0.36	0.11	0.050	0.32
	退潮	0.89	2.12	1.77	0.60	0.43	0.96	0.29	-	0.28	0.37	0.10	0.024	0.53
站位 15	涨潮	0.43	1.70	0.91	0.22	0.48	0.80	0.38	-	0.99	0.43	0.12	0.050	0.40
	退潮	0.51	1.87	1.08	0.23	0.55	0.79	0.32	-	0.24	0.30	0.09	0.003	0.27
站位 16	涨潮（表）	0.51	1.51	1.01	0.15	0.51	0.76	0.32	-	0.33	0.60	0.10	0.042	0.47
	涨潮（底）	0.14	1.35	0.76	0.45	0.58	0.89	0.27	-	0.27	0.25	0.11	0.036	0.23
	退潮	0.57	1.43	0.97	0.13	0.62	0.75	0.34	-	0.25	0.32	0.12	0.003	0.26
站位 17	涨潮	0.58	1.20	1.32	0.11	0.60	0.61	0.07	-	0.04	0.12	0.05	0.004	0.09
	退潮	0.40	1.17	0.90	0.14	0.53	0.62	0.05	-	0.08	0.16	0.07	0.003	0.12
站位 18	涨潮	0.40	1.39	0.80	0.57	0.55	0.95	0.32	-	0.34	0.39	0.10	0.050	0.23
	退潮	0.51	1.86	0.97	0.58	0.56	0.96	0.28	-	0.33	0.32	0.09	0.018	0.31
站位 19	涨潮	0.91	1.79	1.27	0.28	0.52	0.81	0.35	-	0.24	0.26	0.10	0.003	0.32
	退潮	0.89	1.59	1.20	0.26	0.45	0.79	0.28	-	0.35	0.44	0.13	0.018	0.39
站位 20	涨潮	0.34	2.04	1.44	0.42	0.56	0.87	0.31		2.02	0.60	0.08	0.028	0.42
	退潮	0.29	1.64	1.17	0.44	0.68	0.88	0.35		0.35	0.41	0.08	0.036	0.65
最大值		0.91	3.17	1.77	0.60	0.64	0.96	0.40		3.36	2.24	0.20	3.520	2.28
最小值		0.09	0.73	0.74	0.11	0.42	0.61	0.05			0.12	0.05	0.004	0.09
超标率		0.00	0.98	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.05	0.00	0.024	0.05

注：1、17#站位执行第三类海水水质标准，其余站位执行第二类海水水质标准；标准指数大于 1 以加粗表示。2、低于检出限的数据，按检出限度的一半计。

2、2021 年 5 月春季水质调查结果

本次调查共 20 个站位（见图 3.2.1-1）。各调查要素统计结果见表 3.2.2-3。各水质要素的分布特征如下：

（1）水温：各站水温为 29℃~32.2℃，平均水温为 30.92℃。

（2）pH：各站 pH 的变化范围为 7.83~8.18，平均 pH 为 8.0。最低 pH 出现在 1#号站，最高 pH 出现在 19#号站。

（3）活性磷酸盐：各站活性磷酸盐的变化范围为 0.05mg/L~0.15mg/L，平均活性磷酸盐为 0.10mg/L。最高浓度出现在 15#号站。

（4）化学需氧量(COD_{Mn})：各站 COD_{Mn} 的变化范围为 0.53mg/L~1.78mg/L，平均 COD_{Mn} 为 1.21mg/L。最低 COD_{Mn} 出现在 18#号站，最高 COD_{Mn} 出现在 1#站。

（5）溶解氧 (DO)：各站 DO 的变化范围为 5.22mg/L~6.86mg/L，平均 DO 为 6.16mg/L。最高 DO 出现在 4#号站。

（6）硝酸盐氮：各站硝酸盐氮的变化范围为 0.08mg/L~0.39mg/L，平均无机氮为 0.14mg/L。最低硝酸盐氮出现在 15#号站，最高硝酸盐氮出现在 1#号站。

（7）非离子氨：各站非离子氨的变化范围为 0.003mg/L~0.007mg/L，平均非离子氨为 0.005mg/L。最低非离子氨出现在 1#号站，最高非离子氨出现在 6#号站。

（8）砷：各站砷浓度的变化范围为 2.98μg/L~8.42μg/L，平均砷浓度为 4.32μg/L。最低砷浓度出现在 13#号站，最高砷浓度出现在 2#号站。

（9）铜：各站铜浓度的变化范围为 1.61μg/L~13.3μg/L，平均铜浓度为 3.47μg/L。最低铜浓度出现在 15#号站，最高铜浓度出现在 18#号站。

（10）铅：各站铅浓度的变化范围为 0.32μg/L~2.04μg/L，平均铅浓度为 0.96μg/L。最低铅浓度出现在 17#号站，最高铅浓度出现在 1#号站。

（11）镉：各站镉浓度的变化范围为 0.03μg/L~0.78μg/L，平均镉浓度为 0.36μg/L。最低镉浓度出现在 14#和 18#号站，最高镉浓度出现在 11#号站。

（12）锌：各站锌浓度的变化范围为 14.3μg/L~49.8μg/L，平均锌浓度为 29.8μg/L。最低锌浓度出现在 13#，最高锌浓度出现在 16#号站。

（13）总汞：各站总汞均未检出。

(14) 石油类：各站石油类的变化范围为 0.02mg/L~0.047mg/L，平均石油类浓度为 0.032mg/L。最低石油类出现在 10#站，最高石油类出现在 3#站。

(15) 悬浮物：各站悬浮物的变化范围 111.2mg/L~231mg/L。平均悬浮物浓度为 56.3mg/L。最低悬浮物浓度出现在 13#号站，最高悬浮物浓度出现在 3#号站。

水质调查结果评价

(1) 评价方法、评价因子和评价标准

水质现状评价采用单项指数法。

水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、非离子氨、活性磷酸盐、石油类、汞、铜、锌、砷、镉和铅共 13 项。本次水质调查站采用《海水水质标准》(GB3097-1997)，根据《广东省海洋功能区划(2011—2020 年)》中调查站位所在功能区划的不同，17#站执行第三类水质标准，其余站位执行第二类水质标准。

(2) 评价结果

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.2.2-4。

本次调查结果显示，各站位的非离子氨、化学需氧量、镉、铅、汞和砷浓度均满足第二类海水水质标准，符合其所处的海洋功能区的水质标准要求。

所有站位的活性磷酸盐均超标，超标率 100%。铜含量超标率为 5%，18#、站位的铜含量在涨潮时或落潮时超出第二类海水水质标准，最大超标倍数为 1.33。锌含量超标率为 5%，仅在 12#站位落潮时出现超标现象，最大超标倍数为 1。

综上，本次水质调查的各个指标达标率分别为：溶解氧(100%)、化学需氧量(100%)、非离子氨(100%)、活性磷酸盐(100%)、石油类(100%)、汞(100%)、铜(95%)、锌(95%)、砷(100%)、镉(100%)和铅(100%)。本次调查活性磷酸盐超标现象较为严重，少数站位重金属超标，其余指标基本符合所在海洋功能区划的水质标准要求。

表 3.2.2-3 2021 年 5 月春季水质调查结果统计表

采样点位		检测项目																	
		水温 (℃)	pH 值	氨 (mg/L)	非离子氨 (mg/L)	COD (mg/L)	活性磷酸盐 (μmol/dm³)	DO (mg/L)	硝酸 盐氮 (mg/L)	亚硝酸 盐氮 (mg/L)	镉 (μg/L)	汞 (mg/L)	铅 (μg/L)	砷 (μg/L)	铜 (μg/L)	锌 (μg/L)	SS (mg/L)	盐度 (‰)	石油类 (mg/L)
1	涨潮	31.6	7.83	0.0778	0.0029	1.58	0.14	6.14	0.390	0.0342	0.16	<0.000007	2.04	3.42	4.83	26.0	133	29.2	0.0296
	落潮	31.0	7.86	0.0923	0.0037	1.78	0.11	5.86	0.356	0.0315	0.73	<0.000007	1.19	5.78	5.26	24.7	125	30.1	0.0368
2	涨潮	31.4	7.90	0.0871	0.0038	1.52	0.11	5.28	0.325	0.0301	0.44	<0.000007	0.93	8.42	3.87	25.5	97.9	30.2	0.0338
	落潮	32.0	7.93	0.0973	0.0046	1.56	0.10	5.40	0.357	0.0295	0.68	<0.000007	1.37	6.69	4.84	21.2	117	30.1	0.0302
3	涨潮	31.4	7.98	0.0885	0.0046	1.50	0.12	6.17	0.260	0.0288	0.48	<0.000007	1.17	5.53	2.80	20.3	231	32.2	0.0467
	落潮	32.2	8.00	0.0937	0.0051	1.43	0.13	6.14	0.278	0.0278	0.54	<0.000007	1.16	5.95	3.20	25.3	223	31.9	0.0376
4	涨潮	31.8	8.08	0.0736	0.0048	0.76	0.08	6.81	0.146	0.0183	0.71	<0.000007	1.71	5.19	2.18	29.7	51.6	33.2	0.0289
	落潮	31.0	8.10	0.0875	0.0059	1.10	0.09	6.86	0.105	0.0179	0.62	<0.000007	1.96	4.97	4.98	44.3	53.0	33.8	0.0364
5	涨潮	30.8	8.00	0.0883	0.0048	1.58	0.12	6.00	0.165	0.0167	0.36	<0.000007	1.30	5.02	2.30	39.8	176	34.0	0.0263
	落潮	31.4	8.03	0.0879	0.0051	1.39	0.12	5.46	0.162	0.0158	0.34	<0.000007	1.10	5.41	3.01	37.6	157	32.2	0.0267
6	涨潮	31.4	8.02	0.0680	0.0038	1.18	0.12	5.64	0.0841	0.0106	0.38	<0.000007	1.22	3.78	2.70	36.0	137	34.0	0.0263
	落潮	32.0	8.12	0.0963	0.0068	1.65	0.14	5.53	0.129	0.0117	0.24	<0.000007	0.72	5.68	3.76	35.5	149	34.0	0.0341
7	涨潮	31.2	8.13	0.0798	0.0057	1.53	0.05	6.42	0.0975	0.0049	0.41	<0.000007	1.33	4.51	1.85	46.1	27.1	34.9	0.0312
	落潮	31.8	8.07	0.0848	0.0054	1.18	0.08	6.14	0.100	0.0051	0.21	<0.000007	1.45	3.92	7.64	38.4	25.5	34.2	0.0311
8	涨潮	31.0	8.12	0.0971	0.0068	1.18	0.10	5.52	0.112	0.0060	0.22	<0.000007	0.55	4.62	1.72	35.1	21.7	33.9	0.0301
	落潮	31.6	8.13	0.0708	0.0051	1.34	0.09	5.23	0.111	0.0068	0.22	<0.000007	0.53	4.09	2.31	27.7	23.3	32.3	0.0328
9	涨潮	31.0	8.07	0.0767	0.0049	1.10	0.09	5.22	0.118	0.0065	0.40	<0.000007	0.92	3.74	3.15	33.7	19.3	33.0	0.0387
	落潮	31.8	8.07	0.0687	0.0044	1.78	0.10	6.30	0.111	0.0076	0.40	<0.000007	1.14	3.70	2.65	46.8	22.8	33.1	0.0302
10	涨潮	31.0	8.12	0.0956	0.0068	0.88	0.08	5.88	0.0906	0.0036	0.65	<0.000007	0.84	3.32	2.08	41.0	18.3	33.7	0.0357
	落潮	30.4	8.17	0.0852	0.0067	1.17	0.08	6.85	0.0935	0.0044	0.78	<0.000007	0.70	3.93	2.47	40.0	20.1	34.0	0.0346
11	涨潮	30.4	8.17	0.0677	0.0053	1.28	0.09	6.01	0.0950	0.0052	0.44	<0.000007	0.92	4.30	8.68	44.6	17.1	35.0	0.0255
	落潮	31.4	8.08	0.0756	0.0049	1.26	0.07	6.71	0.0841	0.0049	0.22	<0.000007	0.48	3.45	1.85	32.4	18.5	34.1	0.0298

采样点位		检测项目																	
		水温 (℃)	pH 值	氨 (mg/L)	非离子氨 (mg/L)	COD (mg/L)	活性磷酸盐 (μmol/dm³)	DO (mg/L)	硝酸 盐氮 (mg/L)	亚硝酸 盐氮 (mg/L)	镉 (μg/L)	汞 (mg/L)	铅 (μg/L)	砷 (μg/L)	铜 (μg/L)	锌 (μg/L)	SS (mg/L)	盐度 (‰)	石油类 (mg/L)
12	涨潮	30.0	8.16	0.0883	0.0068	1.26	0.10	5.84	0.0859	0.0043	0.34	<0.000007	1.32	3.57	2.21	49.8	23.9	33.2	0.0326
	落潮	30.8	8.17	0.0821	0.0064	1.18	0.09	6.05	0.0970	0.0048	0.67	<0.000007	0.89	4.49	2.21	34.2	22.4	32.4	0.0275
13	涨潮	31.0	8.08	0.0904	0.0058	1.18	0.10	6.23	0.0969	0.0051	0.33	<0.000007	0.90	4.73	1.82	29.6	14.0	32.3	0.0242
	落潮	30.2	8.07	0.0683	0.0043	1.15	0.12	6.64	0.0869	0.0053	0.21	<0.000007	0.65	4.37	1.82	26.5	12.4	33.0	0.0212
14	涨潮	30.6	8.08	0.0848	0.0054	1.08	0.14	5.97	0.0968	0.0052	0.28	<0.000007	1.00	2.98	3.52	14.3	13.6	32.1	0.0278
	落潮	31.4	8.01	0.0838	0.0047	1.02	0.12	6.25	0.112	0.0065	0.06	<0.000007	0.54	3.23	2.01	19.4	11.2	33.2	0.0233
15	涨潮	30.0	8.11	0.0723	0.0049	1.25	0.12	5.96	0.0990	0.0060	0.16	<0.000007	0.71	3.20	2.37	24.8	15.4	33.8	0.0335
	落潮	30.8	8.08	0.0871	0.0047	1.22	0.10	6.46	0.102	0.0048	<0.03	<0.000007	0.39	3.04	1.75	22.6	13.6	33.3	0.0357
16	涨潮	30.2	8.06	0.0848	0.0053	0.96	0.11	6.81	0.0957	0.0063	0.05	<0.000007	0.53	2.99	1.61	17.5	16.0	34.3	0.0234
	落潮	31.2	8.10	0.0694	0.0047	0.99	0.15	6.62	0.0834	0.0058	0.10	<0.000007	0.54	3.29	1.92	23.0	14.8	34.9	0.0255
17	涨潮	30.2	8.16	0.0849	0.0066	1.18	0.10	6.11	0.0876	0.0047	0.22	<0.000007	0.32	3.28	2.82	16.7	13.7	32.3	0.0354
	落潮	31.0	8.09	0.0794	0.0053	0.92	0.11	6.74	0.101	0.0057	0.17	<0.000007	0.56	4.36	3.74	20.5	12.0	32.9	0.0309
18	涨潮	29.4	8.13	0.0873	0.0063	0.92	0.14	6.10	0.0856	0.0053	<0.03	<0.000007	0.82	3.13	13.3	19.2	11.9	33.0	0.0411
	落潮	30.6	8.06	0.0935	0.0058	0.53	0.10	6.58	0.0906	0.0052	0.13	<0.000007	0.80	3.48	2.12	20.9	13.4	34.0	0.0360
19	涨潮	29.8	8.18	0.0790	0.0063	1.10	0.12	6.49	0.0806	0.0061	0.21	<0.000007	0.95	3.78	2.51	26.1	12.8	33.9	0.0312
	落潮	30.6	8.06	0.0731	0.0045	0.86	0.11	6.78	0.104	0.0047	0.11	<0.000007	0.90	3.90	2.17	26.9	11.3	34.0	0.0309
20	涨潮	29.0	8.04	0.0956	0.0057	0.90	0.08	6.57	0.0919	0.0050	0.64	<0.000007	0.98	3.94	2.40	25.4	14.1	35.1	0.0338
	落潮	30.4	8.05	0.104	0.0063	0.88	0.10	6.74	0.0906	0.0060	0.19	<0.000007	0.49	3.16	2.39	19.2	12.7	34.8	0.0319

表 3.2.2-4 2021 年 5 月春季水质评价因子标准指数表

采样点	采样频次	评价结果									
		非离子氨	化学需氧量	活性磷酸盐	石油类	汞	铜	锌	砷	镉	铅
1	涨潮	0.15	0.53	4.67	0.59	-	0.48	0.52	0.11	0.03	0.41
	落潮	0.19	0.59	3.67	0.74	-	0.53	0.49	0.19	0.15	0.24
2	涨潮	0.19	0.51	3.67	0.68	-	0.39	0.51	0.28	0.09	0.19
	落潮	0.23	0.52	3.33	0.60	-	0.48	0.42	0.22	0.14	0.27
3	涨潮	0.23	0.50	4.00	0.93	-	0.28	0.41	0.18	0.10	0.23
	落潮	0.26	0.48	4.33	0.75	-	0.32	0.51	0.20	0.11	0.23
4	涨潮	0.24	0.25	2.67	0.58	-	0.22	0.59	0.17	0.14	0.34
	落潮	0.30	0.37	3.00	0.73	-	0.50	0.89	0.17	0.12	0.39
5	涨潮	0.24	0.53	4.00	0.53	-	0.23	0.80	0.17	0.07	0.26
	落潮	0.26	0.46	4.00	0.53	-	0.30	0.75	0.18	0.07	0.22
6	涨潮	0.19	0.39	4.00	0.53	-	0.27	0.72	0.13	0.08	0.24
	落潮	0.34	0.55	4.67	0.68	-	0.38	0.71	0.19	0.05	0.14
7	涨潮	0.29	0.51	1.67	0.62	-	0.19	0.92	0.15	0.08	0.27
	落潮	0.27	0.39	2.67	0.62	-	0.76	0.77	0.13	0.04	0.29
8	涨潮	0.34	0.39	3.33	0.60	-	0.17	0.70	0.15	0.04	0.11
	落潮	0.26	0.45	3.00	0.66	-	0.23	0.55	0.14	0.04	0.11
9	涨潮	0.25	0.37	3.00	0.77	-	0.32	0.67	0.12	0.08	0.18
	落潮	0.22	0.59	3.33	0.60	-	0.27	0.94	0.12	0.08	0.23
10	涨潮	0.34	0.29	2.67	0.71	-	0.21	0.82	0.11	0.13	0.17
	落潮	0.34	0.39	2.67	0.69	-	0.25	0.80	0.13	0.16	0.14
11	涨潮	0.27	0.43	3.00	0.51	-	0.87	0.89	0.14	0.09	0.18
	落潮	0.25	0.42	2.33	0.60	-	0.19	0.65	0.12	0.04	0.10

采样点	采样频次	评价结果									
		非离子氨	化学需氧量	活性磷酸盐	石油类	汞	铜	锌	砷	镉	铅
12	涨潮	0.34	0.42	3.33	0.65	-	0.22	1.00	0.12	0.07	0.26
	落潮	0.32	0.39	3.00	0.55	-	0.22	0.68	0.15	0.13	0.18
13	涨潮	0.29	0.39	3.33	0.48	-	0.18	0.59	0.16	0.07	0.18
	落潮	0.22	0.38	4.00	0.42	-	0.18	0.53	0.15	0.04	0.13
14	涨潮	0.27	0.36	4.67	0.56	-	0.35	0.29	0.10	0.06	0.20
	落潮	0.24	0.34	4.00	0.47	-	0.20	0.39	0.11	0.01	0.11
15	涨潮	0.25	0.42	4.00	0.67	-	0.24	0.50	0.11	0.03	0.14
	落潮	0.24	0.41	3.33	0.71	-	0.18	0.45	0.10	-	0.08
16	涨潮	0.27	0.32	3.67	0.47	-	0.16	0.35	0.10	0.01	0.11
	落潮	0.24	0.33	5.00	0.51	-	0.19	0.46	0.11	0.02	0.11
17	涨潮	0.33	0.39	3.33	0.71	-	0.28	0.33	0.11	0.04	0.06
	落潮	0.27	0.31	3.67	0.62	-	0.37	0.41	0.15	0.03	0.11
18	涨潮	0.32	0.31	4.67	0.82	-	1.33	0.38	0.10	-	0.16
	落潮	0.29	0.18	3.33	0.72	-	0.21	0.42	0.12	0.03	0.16
19	涨潮	0.32	0.37	4.00	0.62	-	0.25	0.52	0.13	0.04	0.19
	落潮	0.23	0.29	3.67	0.62	-	0.22	0.54	0.13	0.02	0.18
20	涨潮	0.29	0.30	2.67	0.68	-	0.24	0.51	0.13	0.13	0.20
	落潮	0.32	0.29	3.33	0.64	-	0.24	0.38	0.11	0.04	0.10
最小值		0.15	0.18	1.67	0.42	-	0.16	0.29	0.10	-	0.06
最大值		0.34	0.59	5.00	0.93	-	1.33	1.00	0.28	0.016	0.41
平均值		0.26	0.40	3.51	0.63	-	0.35	0.60	0.14	0.07	0.19
超标率		0	0	100%	0	-	5%	5%	0	0	0

3、补充 2021 年 11 月秋季水质调查结果

(1) 秋季调查结果

补充 2021 年 11 月调查结果详见表 3.2.2-5。

(2) 秋季水质评价

根据表 3.2.2-5 的评价结果显示，除了无机氮、pH 出现超二类标准，其它项目均满足二类水质质量标准。其中无机氮超二类水质标准比率达 100%，超三类水质标准比率为 70.45%，超四类水质标准比率为 27.27%；pH 超二类标准比率为 56.82%，满足三类质量标准。调查海域的水质良好。

表 3.2.2-5 补充 2021 年 11 月镇海湾海域水质现状调查监测结果

序号	站位	层次 单位	溶解氧 mg/L	化学需氧量 mg/L	盐度 /	pH /	油类 mg/L	悬浮物 mg/L	亚硝酸盐 mg/L	氨 mg/L	硝酸盐 mg/L	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	汞 μg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	水温 ℃
1	J20	表	7.63	1.22	24.9537	7.97	0.027	27.0	0.0237	0.021	0.262	0.3070	0.008	0.019	0.9	0.51	7.5	0.07	19.78
2	J20	底	7.74	1.45	24.9512	7.95	—	26.0	0.0245	0.010	0.321	0.3551	0.008	0.019	1.2	0.39	4.4	0.06	19.41
3	J19	表	7.72	1.26	22.9681	8.20	0.024	23.7	0.0297	0.031	0.286	0.3467	0.015	<0.001	1.0	0.38	3.2	0.04	19.75
4	J19	底	7.61	1.31	23.2703	7.96	—	20.0	0.0289	0.038	0.383	0.4496	0.008	<0.001	1.5	0.80	5.4	0.05	19.64
5	J18	表	7.49	0.97	23.1604	7.94	0.020	19.0	0.0283	0.010	0.355	0.3926	0.014	0.019	1.0	0.51	4.1	0.07	20.01
6	J18	底	7.75	0.87	23.3856	7.95	—	25.3	0.0277	0.004	0.433	0.4654	0.016	0.039	0.9	0.96	3.9	0.03	19.97
7	J17	表	7.67	0.93	22.5165	7.90	0.019	26.0	0.0292	0.030	0.309	0.3680	0.015	0.039	0.8	0.72	5.2	0.04	20.12
8	J17	底	7.41	0.89	22.6766	7.90	—	29.0	0.0300	0.008	0.479	0.5167	0.018	0.039	1.3	0.55	4.4	0.06	19.98
9	J16	表	7.24	1.25	21.7346	7.89	0.022	19.3	0.0312	0.016	0.317	0.3645	0.020	0.019	0.8	0.29	<3.1	0.03	20.23
10	J16	底	7.22	1.17	21.8475	7.88	—	21.7	0.0306	0.023	0.444	0.4980	0.017	0.019	0.7	0.44	4.5	0.05	20.05
11	J15	表	7.16	1.21	20.9096	7.86	0.017	23.3	0.0300	0.023	0.481	0.5337	0.020	0.039	1.6	0.50	3.6	<0.01	20.32
12	J15	底	7.37	1.17	21.1696	7.86	—	19.7	0.0318	0.025	0.638	0.6947	0.020	0.039	1.4	0.44	<3.1	0.06	20.13
13	J14	表	7.10	1.28	20.6163	7.83	0.018	21.0	0.0274	0.024	0.427	0.4785	0.020	0.019	1.1	0.51	4.3	0.02	20.35
14	J14	底	7.04	1.26	21.0763	7.85	—	18.7	0.0312	0.023	0.404	0.4575	0.021	0.019	0.9	0.48	3.2	0.05	20.19
15	J7	表	7.07	1.27	20.1161	7.79	0.019	19.0	0.0266	0.043	0.659	0.7289	0.019	0.019	0.9	0.49	3.8	0.02	20.30
16	J7	底	6.84	1.37	20.4627	7.79	—	21.7	0.0283	0.039	0.441	0.5082	0.021	0.039	1.0	0.22	4.2	0.05	20.22
17	J6	表	6.65	1.49	20.0323	7.79	0.019	20.3	0.0260	0.045	0.341	0.4117	0.023	0.039	0.6	0.40	4.6	0.02	20.34
18	J6	底	7.13	1.46	20.3741	7.81	—	22.3	0.0309	0.034	0.322	0.3866	0.020	0.039	0.7	0.31	5.0	0.01	20.17
19	J8	表	7.20	2.44	14.9401	7.70	0.020	14.0	0.0289	0.043	0.389	0.4613	0.023	0.039	0.4	0.41	3.7	<0.01	20.19
20	J8	底	6.95	2.24	16.0493	7.66	—	18.7	0.0326	0.051	0.284	0.3678	0.022	0.039	0.9	0.31	6.4	0.03	19.88
21	J9	表	7.39	2.13	16.9285	7.67	0.020	17.7	0.0341	0.023	0.355	0.4123	0.019	0.039	0.2	0.56	4.5	0.02	20.26
22	J9	底	6.78	2.13	17.3376	7.71	—	18.3	0.0367	0.050	0.271	0.3578	0.022	0.019	0.6	0.38	5.7	0.03	20.14
23	J10	表	7.16	1.72	18.3520	7.68	0.023	18.3	0.0347	0.059	0.496	0.5893	0.023	0.019	0.4	0.56	4.7	0.01	20.45
24	J10	底	6.95	1.64	18.5252	7.70	—	20.7	0.0364	0.051	0.449	0.5365	0.025	0.019	0.6	0.87	5.0	0.03	20.35
25	平 J10	表	7.04	1.69	18.3009	7.71	0.025	18.3	0.0355	0.054	0.463	0.5530	0.023	0.019	<0.2	0.95	6.4	0.03	20.44
26	平 J10	底	6.93	1.81	18.5157	7.72	—	21.3	0.0355	0.056	0.417	0.5082	0.027	0.019	0.5	0.81	6.8	0.02	20.33
27	J11	表	7.20	1.60	20.1846	7.79	0.025	20.0	0.0315	0.032	0.325	0.3887	0.023	0.019	0.5	1.12	5.5	0.02	20.56

序号	站位	层次 单位	溶解氧 mg/L	化学需氧量 mg/L	盐度 /	pH /	油类 mg/L	悬浮物 mg/L	亚硝酸盐 mg/L	氨 mg/L	硝酸盐 mg/L	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	汞 μg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	水温 ℃
28	J11	底	7.46	1.50	20.3210	7.80	—	20.7	0.0329	0.007	0.363	0.4028	0.020	<0.001	1.2	0.75	3.5	0.04	20.50
29	J12	表	7.36	1.22	21.5863	7.86	0.019	21.0	0.0309	0.041	0.349	0.4204	0.021	<0.001	0.6	0.57	5.7	0.02	20.54
30	J12	底	7.92	1.26	21.9413	7.87	—	18.7	0.0306	0.027	0.424	0.4816	0.020	0.019	0.6	0.69	5.8	0.03	20.33
31	J13	表	7.26	1.17	22.4222	7.88	0.019	22.3	0.0300	0.036	0.376	0.4427	0.019	0.019	0.6	0.62	4.4	0.01	20.28
32	J13	底	7.21	1.16	22.8932	7.90	—	24.0	0.0297	0.032	0.492	0.5542	0.021	0.019	0.5	0.58	5.2	0.01	20.04
33	J1	表	7.21	2.35	16.5819	7.44	0.026	16.3	0.0213	0.029	0.394	0.4446	0.019	0.039	1.0	1.20	7.7	0.10	20.56
34	J1	底	7.16	2.26	17.0526	7.52	—	22.3	0.0210	0.076	0.281	0.3785	0.015	0.039	1.3	0.58	5.9	0.04	20.40
35	J2	表	7.39	2.21	16.0457	7.56	0.033	18.3	0.0210	0.087	0.683	0.7917	0.017	0.039	0.9	0.58	3.9	0.04	20.73
36	J2	底	6.69	2.09	17.4964	7.57	—	19.3	0.0210	0.086	0.470	0.5776	0.021	0.019	0.8	0.64	5.7	0.04	20.43
37	J3	表	7.54	2.44	15.2681	7.60	0.011	14.0	0.0219	0.088	0.287	0.3971	0.023	0.039	0.5	0.56	4.5	0.04	21.03
38	J3	底	7.30	2.38	17.1008	7.58	—	18.0	0.0208	0.090	0.349	0.4592	0.021	0.039	0.5	0.53	5.0	0.03	20.49
39	J4	表	7.27	1.93	18.0469	7.61	0.011	18.7	0.0205	0.092	0.309	0.4219	0.018	0.019	0.9	0.44	3.9	0.03	20.65
40	J4	底	6.79	1.83	18.4891	7.64	—	17.7	0.0205	0.087	0.329	0.4368	0.021	0.019	0.6	0.66	4.0	0.03	20.40
41	平 J4	表	7.17	1.97	17.9880	7.62	0.012	21.3	0.0202	0.094	0.296	0.4104	0.018	0.019	0.5	0.55	<3.1	0.04	20.67
42	平 J4	底	6.86	1.81	18.5210	7.65	—	19.7	0.0208	0.082	0.360	0.4620	0.022	0.019	0.8	0.81	<3.1	0.03	20.41
43	J5	表	7.04	1.64	19.5407	7.69	0.015	22.7	0.0208	0.074	0.258	0.3524	0.019	0.039	0.7	0.30	4.2	0.03	20.40
44	J5	底	7.24	1.52	19.9359	7.72	—	23.0	0.0219	0.070	0.402	0.4946	0.022	0.039	0.7	0.66	5.0	0.03	20.35
二类标准限值			5	≤3	—	7.8-8.5	≤0.05	人为增量≤10	—	—	—	≤0.3	≤0.1	≤0.2	≤10	≤5	≤50	≤5	—
三类标准限值			4	≤4	—	6.8-8.8	≤0.30	人为增量≤100	—	—	—	≤0.4	≤0.1	≤0.2	≤50	≤10	≤100	≤10	—
四类标准限值			3	≤5	—	6.8-8.8	≤0.50	人为增量≤150	—	—	—	≤0.5	≤0.1	≤0.5	≤50	≤50	≤500	≤10	—
超二类标准比率(%)			0	0	—	56.82	0	—	—	—	—	100	0	0	0	0	0	0	—
超三类标准比率(%)			0	0	—	0	0	—	—	—	—	70.45	0	0	0	0	0	0	—
超四类标准比率(%)			0	0	—	0	0	—	—	—	—	27.27	0	0	0	0	0	0	—

3.2.3 沉积物环境质量现状与评价

春、秋两季沉积物调查时间与水质调查时间同步,调查站位见水质调查部分。

春、秋两季沉积物共布设 10 个调查站位,调查站位见图 3.2.1-1。引用 2021 年 11 月沉积物共布设 10 个调查站位,调查站位见图 3.2.1-2。调查项目包括有机碳、石油类、汞、铜、铅、镉、锌、砷、硫化物、粒径、粒度。

1、2020 年 10 月秋季沉积物现状调查结果

(1) 沉积物粒度调查结果

本次调查,各站位沉积物粒度分析结果见表 3.2.3-1。各站位泥沙均由砂、粉砂和粘土构成,颗粒组成较细,不含砾石。用谢帕德分类法进行分类,本次调查的沉积物类型为粉砂质粘土。

表 3.2.3-1 沉积物粒度分析结果统计表

采样点位	粒度				分类
	黏土 (%)	粉砂 (%)	砂 (%)	砾石 (%)	
站位 2	56.59	29.06	14.35	0	粉砂质粘土
站位 4	56.53	28.82	14.65	0	粉砂质粘土
站位 6	56.2	30.36	13.44	0	粉砂质粘土
站位 8	58.53	27.62	13.85	0	粉砂质粘土
站位 10	57.73	29.78	12.49	0	粉砂质粘土
站位 12	58.48	29.14	12.38	0	粉砂质粘土
站位 15	57.76	28.54	13.7	0	粉砂质粘土
站位 16	58.65	28.7	12.65	0	粉砂质粘土
站位 19	58.78	31.67	9.55	0	粉砂质粘土
站位 20	57.24	33.03	9.73	0	粉砂质粘土

(2) 沉积物中主要污染物含量调查结果

本次沉积物调查结果统计表见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 沉积物化学调查结果统计表

采样 点位	检测结果								
	镉	汞	硫化物	铅	砷	铜	锌	石油类	有机碳
	(mg/kg)								(%)
站位 2	0.28	0.169	181	56	24.9	51.2	152	240	1.23
站位 4	0.14	0.123	100	33.8	13.9	28.2	99.7	108	0.69
站位 6	0.11	0.145	216	46.3	20.7	37.3	109	266	1.36
站位 8	0.09	0.114	181	31.7	14.3	25.8	109	138	0.74
站位 10	0.09	0.123	445	36.6	12.9	27.1	93.9	129	0.7
站位 12	0.11	0.142	41.8	39.2	17.2	30.3	111	163	0.88
站位 15	0.09	0.136	424	40.1	13.5	26.4	116	214	0.95
站位 16	0.12	0.129	298	41.6	15.7	29.7	127	231	1.24
站位 19	0.09	0.111	157	27.6	14.6	16.3	77.1	126	0.63
站位 20	0.09	0.12	125	35.5	14.2	23	109	158	0.84
最小值	0.09	0.111	41.8	27.6	12.9	16.3	77.1	108	0.63
最大值	0.28	0.169	445	56	24.9	51.2	152	266	1.36
平均值	0.12	0.131	216.9	38.8	16.2	29.53	110.4	177	0.93

沉积物调查评价

(1) 评价方法、评价因子和评价标准

沉积物现状评价采用单项指数法。

选用的评价因子包括有机碳、石油类、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌和砷共 9 项。根据项目所属海域以及附近海域的功能区划状况，本次沉积物调查站位全部位于川山群岛农渔业区，采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准进行评价。海洋沉积物质量标准限值见表 3.2.1-5b。

(2) 评价结果

根据单项标准指数法计算出的表层沉积物各评价因子的标准指数以及超标率的统计结果列于表 3.2.3-3。

评价结果表明，调查海区表层沉积物中有机碳、硫化物、石油类、铅、镉、总汞的含量能够满足《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准限值要求，硫化物、砷、铜和锌含量在少数站位出现超标现象，超标率分别为 20%、20%、20%和 10%，最大超标倍数分别为 1.48 倍、1.25 倍、1.46 倍和 1.01 倍，超标倍数较小，均满足第二类海洋沉积物质量标准要求。

表 3.2.3-3 本次沉积物调查结果评价统计值统计表

采样点位	镉	汞	硫化物	铅	砷	铜	锌	石油类	有机碳
站位 2	0.56	0.85	0.60	0.93	1.25	1.46	1.01	0.48	0.62
站位 4	0.28	0.62	0.33	0.56	0.70	0.81	0.66	0.22	0.35
站位 6	0.22	0.73	0.72	0.77	1.04	1.07	0.73	0.53	0.68
站位 8	0.18	0.57	0.60	0.53	0.72	0.74	0.73	0.28	0.37
站位 10	0.18	0.62	1.48	0.61	0.65	0.77	0.63	0.26	0.35
站位 12	0.22	0.71	0.14	0.65	0.86	0.87	0.74	0.33	0.44
站位 15	0.18	0.68	1.41	0.67	0.68	0.75	0.77	0.43	0.48
站位 16	0.24	0.65	0.99	0.69	0.79	0.85	0.85	0.46	0.62
站位 19	0.18	0.56	0.52	0.46	0.73	0.47	0.51	0.25	0.32
站位 20	0.18	0.60	0.42	0.59	0.71	0.66	0.73	0.32	0.42
最小值	0.18	0.56	0.14	0.46	0.65	0.47	0.51	0.22	0.32
最大值	0.56	0.85	1.48	0.93	1.25	1.46	1.01	0.53	0.68
平均值	0.24	0.66	0.72	0.65	0.81	0.84	0.74	0.35	0.46
超标率	0	0	20%	0	20%	20%	10%	0	0

2、2021 年 5 月春季沉积物现状调查

(1) 沉积物粒度调查结果

本次调查,各站位沉积物粒度分析结果见表 3.2.3-4。各站位泥沙均由砂、粉砂和粘土构成,颗粒组成较细,不含砾石。用谢帕德分类法进行分类,本次调查的沉积物类型为粉砂质黏土。

表 3.2.3-4 沉积物粒度分析结果统计表

采样点位	粒度			
	黏土 (%)	粉砂 (%)	砂 (%)	分类
2 号点	54.66	27.14	18.20	粉砂质粘土
4 号点	56.11	25.34	18.55	粉砂质粘土
6 号点	53.50	29.99	16.51	粉砂质粘土
8 号点	52.72	30.17	17.11	粉砂质粘土
12 号点	55.56	31.62	12.82	粉砂质粘土
16 号点	56.17	26.70	17.13	粉砂质粘土
10 号点	56.12	30.47	13.41	粉砂质粘土
15 号点	58.56	25.56	15.88	粉砂质粘土
19 号点	57.18	26.98	15.84	粉砂质粘土
20 号点	56.75	26.62	16.63	粉砂质粘土

(2) 沉积物中主要污染物含量调查结果

本次沉积物调查结果统计表见表 3.2.3-5。

表 3.2.3-5 沉积物调查结果统计表

采样点位	检测结果								
	镉	汞	硫化物	铅	砷	铜	锌	石油类	有机碳
	(mg/kg)								(%)
2 号点	0.22	0.111	46.6	46.5	24.6	45.6	150	20.4	1.24
4 号点	0.09	0.059	20.9	22.5	14.9	30.9	78.4	31.3	0.61
6 号点	0.12	0.079	259	29.2	16.1	30.8	107	39.8	1.05
8 号点	0.12	0.074	3.11	33.6	20.0	36.9	128	33.0	0.88
12 号点	0.11	0.167	4.16	31.6	21.6	31.2	98.9	69.1	0.95
16 号点	0.10	0.108	65.8	32.9	18.4	33.0	105	61.1	1.18
10 号点	0.08	0.097	2.13	28.3	21.1	35.3	121	40.2	1.22
15 号点	0.08	0.093	142	23.5	16.3	23.0	93.2	57.7	0.90
19 号点	0.09	0.095	4.12	19.3	16.6	18.6	80.5	72.0	0.63
20 号点	0.08	0.106	132	25.6	19.6	24.4	94.6	42.0	0.78
最小值	0.08	0.06	2.13	19.30	14.90	18.60	78.40	20.40	0.61
最大值	0.22	0.17	259.00	46.50	24.60	45.60	150.00	72.00	1.24
平均值	0.11	0.10	67.98	29.30	18.92	30.97	105.66	46.66	0.94

沉积物调查评价

(1) 评价方法、评价因子和评价标准

沉积物现状评价采用单项指数法。

选用的评价因子包括有机碳、石油类、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌和砷共 9 项。根据项目所属海域以及附近海域的功能区划状况，本次沉积物调查站位全部位于川山群岛农渔业区，采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的一类标准进行评价。海洋沉积物质量标准限值见表 3.2.1-5b。

(2) 评价结果

根据单项标准指数法计算出的表层沉积物各评价因子的标准指数以及超标率的统计结果列于表 3.2.3-6。

评价结果表明，调查海区表层沉积物中有机碳、硫化物、石油类、铅、镉、汞的含量能够满足《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的一类标准限值要求，砷、铜和锌含量在少数站位出现超标现象，超标率分别为 40%、20%、30%和 10%，最大超标倍数分别为 1.23 倍、1.30 倍、1.0 倍，超标倍数较小，均满足第二类海洋沉积物质量标准要求。

表 3.2.3-6 本次沉积物调查结果评价统计值表

采样点位	镉	汞	硫化物	铅	砷	铜	锌	石油类	有机碳
2 号点	0.22	0.111	0.15	0.78	1.23	1.30	1.00	0.04	0.62
4 号点	0.09	0.059	0.10	0.38	0.75	0.88	0.52	0.06	0.31
6 号点	0.12	0.079	0.10	0.49	0.81	0.88	0.71	0.08	0.53
8 号点	0.12	0.074	0.12	0.56	1.00	1.05	0.85	0.07	0.44
12 号点	0.11	0.167	0.10	0.53	1.08	0.89	0.66	0.14	0.48
16 号点	0.10	0.108	0.11	0.55	0.92	0.94	0.70	0.12	0.59
10 号点	0.08	0.097	0.12	0.47	1.06	1.01	0.81	0.08	0.61
15 号点	0.08	0.093	0.08	0.39	0.82	0.66	0.62	0.12	0.45
19 号点	0.09	0.095	0.06	0.32	0.83	0.53	0.54	0.14	0.32
20 号点	0.08	0.106	0.08	0.43	0.98	0.70	0.63	0.08	0.39
最小值	0.08	0.06	0.06	0.32	0.75	0.53	0.52	0.04	0.31
最大值	0.22	0.17	0.15	0.78	1.23	1.30	1.00	0.14	0.64
平均值	0.12	0.10	0.10	0.49	0.95	0.88	0.70	0.09	0.47
超标率	0	0	0	0	40%	30%	10%	0	0

3、补充 2021 年 11 月秋季沉积物现状调查

补充 2021 年 11 月调查海域沉积物调查项目的测定结果见表 3.2.3-7。

秋季调查结果分析及评价：由表 3.2.3-7 的评价结果知，除了铜和锌超海洋沉积物一类质量标准，其它评价因子均满足一类质量标准，其中铜超一类标准比率为 60%，锌超一类标准比率为 20%，超一类标准的站位均满足二类质量标准。说明调查海域的沉积物环境质量较好。

表 3.2.3-7 补充 2021 年 11 月沉积物调查项目的测定结果

序号	站号	汞 (10^{-6})	铜 (10^{-6})	铅 (10^{-6})	锌 (10^{-6})	镉 (10^{-6})	硫化物 (10^{-6})	有机碳 (%)	石油类 (10^{-6})
1	J2	0.065	31.4	34.3	105.7	0.11	16.5	0.92	8.8
2	J4	0.079	33.7	30.3	108.2	0.11	26.9	0.93	13.2
3	J6	0.111	41.3	36.2	169.8	0.16	73.2	1.06	139.1
4	J7	0.092	21.9	20.5	78.0	0.10	59.8	1.02	115.4
5	J10	0.089	31.5	29.8	108.2	0.14	122.0	1.06	467.2
6	J12	0.039	37.9	35.3	108.0	0.14	39.6	0.97	25.3
7	J14	0.119	40.2	37.1	111.4	0.12	63.5	0.98	149.1
8	J16	0.117	43.5	39.8	120.6	0.12	28.5	0.98	161.1
9	J18	0.114	38.1	36.9	102.8	0.09	16.1	1.15	102.1
10	J20	0.110	40.3	39.5	206.7	0.11	28.6	1.15	235.8
一类标准限值		0.20	35.0	60.0	150.0	0.50	300.0	2.0	500.0
二类标准限值		0.50	100.0	130.0	350.0	1.50	500.0	3.0	1000.0
超一类标率 (%)		0	60	0	20	0	0	0	0
超二类标率 (%)		0	0	0	0	0	0	0	0

3.2.4 海洋生物体质量现状与评价

1、评价方法、评价因子和评价标准

生物体质量现状评价采用单项指数法。

本次生物体质量现状调查的样本取自渔业资源调查（生物样品）中的代表性物种。评价因子包括石油烃、汞、铜、铅、镉、锌与砷共 7 项。根据项目所属海域以及附近海域的功能区划状况，本次生物体（贝类）质量采用《海洋生物质量 (GB18421-2001)》中的第一类标准进行评价，甲壳类、鱼类与软体类生物质量标准参考《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》与《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。海洋生物体质量标准限值见表 3.2.1-5c~d。

2、评价结果

生物质量调查结果见表 3.2.4-1，相应的质量指数见表 3.2.4-2。

评价结果显示，在渔业资源与潮间带调查断面所采集的海洋生物体体内的汞、铜、锌含量的质量指数均小于 1，没有超标现象出现。在 Y4 断面采集的贝类样品中砷、镉、铅、石油烃含量超第一类海洋生物质量标准；在 T1 站位采集的贝类样品中的砷和铅含量超第一类海洋生物质量标准，但均符合第二类海洋生物质量标准。

综上，海区的生物质量状况总体良好，甲壳类、鱼类与软体类检测样品体内的污染物达标率为 100%，超标样品全部为贝类，贝类超标率 100%，主要超标因子为砷、铅。

表 3.2.4-1 海洋生物体污染物检测结果

采样点位	种名	检测结果						
		汞	石油烃	铜	锌	砷	镉	铅
		(mg/kg)		(μg/g)				
Y1	短吻蝠	<0.002	12.8	0.84	14.3	1.63	<0.03	0.21
Y2	海鲇	<0.002	14.7	1.04	21	1.01	0.07	0.12
Y3	卵鲷	<0.002	15.2	1	11	3.14	<0.03	0.21
Y3	长叉口虾蛄	<0.002	18.2	23	19.7	3.19	0.73	0.16
Y4	毛蚶	<0.002	17.9	1.5	11.2	1.96	0.95	0.32
Y5	棒锥螺	<0.002	15.2	7.56	16.2	2.81	0.11	0.09
Y5	周氏新对虾	<0.002	17.8	1	20.8	0.99	0.07	0.11
Y6	变态蝠	<0.002	18.1	4.45	46.7	2.05	0.07	0.17
T1	棘刺牡蛎	<0.002	14.7	0.76	13.1	1.53	<0.03	0.18

表 3.2.4-2 海洋生物质量标准指数

站位	分类	名称	汞	石油烃	铜	锌	砷	镉	铅
Y1	鱼类	短吻鲷	-	0.640	0.042	0.358	0.326	-	0.105
Y2	鱼类	海鲇	-	0.735	0.052	0.525	0.202	0.117	0.060
Y3	鱼类	卵鲷	-	0.760	0.050	0.275	0.628	-	0.105
Y3	甲壳	长叉口虾蛄	-	0.910	0.230	0.131	0.399	0.365	0.080
Y4	贝类	毛蚶	-	1.193	0.150	0.560	1.960	4.750	3.200
Y5	软体	棒锥螺	-	0.760	0.076	0.065	0.281	0.020	0.009
Y5	甲壳	周氏新对虾	-	0.890	0.010	0.139	0.124	0.035	0.055
Y6	甲壳	变态蛄	-	0.905	0.045	0.311	0.256	0.117	0.085
T1	贝类	棘刺牡蛎	-	0.980	0.076	0.655	1.530	-	1.800
最小值			-	0.640	0.010	0.065	0.124	0.020	0.009
最大值			-	1.193	0.230	0.655	1.960	4.750	3.200
超标率			0	11.1%	0.00	0.00	22.2%	11.1%	22.2%

软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除石油烃外）执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。贝类体内污染物质执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的一类标准。

3、补充 2021 年 11 月调查结果

2021 年 11 月现场调查共采集到可用于生物残毒分析的样品 14 个，分析了生物体内的 Hg、Cu、Pb、Zn、Cd 和石油烃的含量，生物体质量调查结果见表 3.2.4-3。

表 3.2.4-3 补充 2021 年 11 月现场调查的生物体中重金属的平均含量(mg/kg, 湿重)

站号	物种名称	汞	铜	铅	锌	镉	石油烃
J2	白姑鱼	0.02	<2.0	<0.04	2.8	0.006	7.9
J4	拉氏狼牙虾虎鱼	0.01	<2.0	<0.04	5.0	0.005	2.4
J4	牡蛎	<0.01	30.0	<0.04	88.0	0.165	6.1
J5	龙头鱼	<0.01	<2.0	<0.04	1.6	0.014	5.6
J6	亨氏仿对虾	<0.01	2.2	<0.04	10.9	0.012	1.2
J7	红星梭子蟹	<0.01	6.4	<0.04	14.7	0.038	0.6
J10	刀额新对虾	0.01	2.2	<0.04	10.9	0.013	1.2
J11	红牙鲷	0.03	<2.0	<0.04	2.3	<0.005	5.2
J12	杂食豆齿鳗	0.02	<2.0	<0.04	13.6	0.005	1.0
J14	周氏新对虾	0.01	2.6	<0.04	10.7	0.019	0.5
J16	皮氏叫姑鱼	0.01	<2.0	<0.04	2.7	<0.005	1.9
J18	长叉口虾蛄	<0.01	15.6	<0.04	19.4	0.362	1.5
J18	毛蚶	<0.01	<2.0	<0.04	7.5	0.391	1.1
J20	少鳞鱈	0.01	<2.0	<0.04	2.9	0.006	1.8

采用单因子指数法,通过计算得出本次调查海域海洋生物体质量的标准指数及超标情况见表 3.2.4-4。秋季检测结果表明:本海域所采集的生物体中,甲壳动物、鱼类生物体重金属含量均能符合生物质量目标标准要求;但是贝类(牡蛎、毛蚶)生物体内锌、镉含量出现超生物体质量标准要求。

表 3.2.4-4 补充秋季各类生物体残毒调查结果与超标率(2021 年 11 月)

站号	种类	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
J2	白姑鱼	0.02	<2.0	<0.04	2.8	0.006	—
J4	拉氏狼牙虾虎鱼	0.01	<2.0	<0.04	5.0	0.005	—
J5	龙头鱼	<0.01	<2.0	<0.04	1.6	0.014	—
J11	红牙鲷	0.03	<2.0	<0.04	2.3	<0.005	—
J12	杂食豆齿鳗	0.02	<2.0	<0.04	13.6	0.005	—
J16	皮氏叫姑鱼	0.01	<2.0	<0.04	2.7	<0.005	—
J20	少鳞鱗	0.01	<2.0	<0.04	2.9	0.006	—
以上鱼类标准限值		0.3	20	2	40	0.6	—
超标率(%)		0	0	0	0	0	0
站号	种类	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
J6	亨氏仿对虾	<0.01	2.2	<0.04	10.9	0.012	—
J7	红星梭子蟹	<0.01	6.4	<0.04	14.7	0.038	—
J10	刀额新对虾	0.01	2.2	<0.04	10.9	0.013	—
J14	周氏新对虾	0.01	2.6	<0.04	10.7	0.019	—
J18	长叉口虾蛄	<0.01	15.6	<0.04	19.4	0.362	—
以上甲壳类标准限值		0.2	100	3.0	150	2	—
超标率(%)		0	0	0	0	0	0
站号	种类	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
J4	牡蛎	<0.01	30.0	<0.04	88.0	0.165	6.1
J18	毛蚶	<0.01	<2.0	<0.04	7.5	0.391	1.1
以上贝类标准限值		0.05	10	0.1	20	0.2	15
超标率(%)		0	0	0	50	50	0

3.2.5 海洋生态现状与评价

1、调查内容概况

海洋生态调查与水质调查一同进行,共设置 12 个海洋生态调查站位,3 个潮间带调查断面和 6 个游泳生物断面。具体位置详见表 3.2.1-1。

引用的 2021 年 11 月生态调查共设置 12 个海洋生态调查站位和生物资源调

查站位，具体位置详见表 3.2.1-2。

2、计算方法与公式

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

采用分光光度法测定叶绿素 a 的含量，引用标准：《海洋调查规范》(GB/T12763.1~7-2007)。

初级生产力参照《水和废水监测分析方法》(第四版增补版) 国家环境保护总局 2002 年黑白瓶测氧法 5.1.5 (2)。

(2) 种类多样性指数

生物群落多样性是生物群聚 (Population) 的一个重要属性，它反映生物群落的种类与个体数量的函数关系，可用多样性指数和均匀度衡量。种类多样性指数是生物群落结构的一个重要属性的反映，可作为水质评价的生物指标，并可用来预测赤潮。种类多样性指数使用 Shannon-Wiener 法的多样性指数计算公式和 Pielous 均匀度计算公式：

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

式中：H' 为多样性指数；

S 为种类数；

$$P_i = n_i / N$$

(n_i 是第 i 个物种的个体数，N 是全部物种的个体数)。

Shannon-Wiener 多样性指数理论上可用于任何一个生物类群，在浮游生物方面，由于其个体较小而均匀，都以个体数来计算，误差不大；可是在鱼类或底栖生物中应用时，因每个种的个体相差可能很大，以个体数来计算不大恰当，可用生物量来代替个体数，或同时用个体数和质量分别计算加以比较。多样性指数判断标准如下：

$H'=0$	为严重污染；
$H'<1$	为重污染；
$H'=1$ 并且 $J'=0.1$	认为是浮游植物赤潮发生的阈值；
$H'=1\sim3$	为中污染；
$H'>3$	为清洁。

上述判断标准主要就底栖生物而言，用作浮游植物参考标准，其中关于赤潮发生的阈值（ $H' < 1$ 时认为发生赤潮）是引用林永水等的研究成果（科学出版社，1997，《近海富营养化与赤潮研究》）。

（3）均匀度

均匀度 J 由 Pielous 提出，其公式为：

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

式中： J 为均匀度；

H' 为种类多样性指数；

S 为样品中的种类总数。

（4）优势种和优势度

浮游植物种类的优势度采用以下公式计算：

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

式中： n_i 为第 i 种的数量；

f_i 为该种在各站出现的频率；

N 为群落中所有种的数量。

当 $Y \geq 0.02$ 时，判定为该种为评价海区的优势种。

2、2020 年 10 月秋季调查结果

叶绿素 a 与初级生产力

（1）叶绿素 a

本次调查共采集 12 个站位的叶绿素 a 样品。总体上，各站叶绿素 a 浓度变化范围为 $0.88 \sim 1.13 \text{ mg/m}^3$ ，平均为 1.00 mg/m^3 。16#站叶绿素 a 浓度最低，8#站叶绿素 a 浓度最高。

根据生物学参考标准（叶绿素 a 含量低于 5 mg/m^3 为贫营养区， $10 \sim 20 \text{ mg/m}^3$ 为中营养区，超过 30 mg/m^3 为富营养区），本次调查各站位叶绿素 a 均处于贫营养状态。

表 3.2.5-1 调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力水平

调查站位	叶绿素 a mg/m ³	初级生产力 g (O ₂) / (m ² ·d ⁻¹)
站位 2	0.95	0.2
站位 4	1.04	0.3
站位 6	1.07	0.2
站位 8	1.13	0.4
站位 9	0.99	0.2
站位 10	0.95	0.5
站位 11	1.06	0.4
站位 12	0.99	0.5
站位 15	1.11	0.4
站位 16	0.88	0.6
站位 19	0.97	0.6
站位 20	0.91	0.4
最小值	0.88	0.2
最大值	1.13	0.6
平均值	1.00	0.4

(2) 初级生产力

本次调查初级生产力见表 3.2.5-1。各站水柱初级生产力变化范围为 0.2~0.6g (O₂) / (m²·d⁻¹)，平均为 0.4g (O₂) / (m²·d⁻¹)，最高初级生产力出现在 16#和 19#站，最低初级生产力出现在 2#、6#、9#站。

浮游植物

(1) 种类组成

本次浮游植物调查经初步鉴定有蓝藻、硅藻、甲藻和金藻共 4 门 33 属 50 种。其中硅藻门的种类最多，有 28 属 45 种，占总种类数的 90%；其次是甲藻门，有 3 属 3 种，占总种类数的 6%；蓝藻门和金藻门各有 1 科 1 种，均占总种类数的 2%。种类最多主要是硅藻类的菱形角属(*Nitzschia*)，出现 4 种(种类名录见附录)。

表 3.2.5-2 浮游植物种类分类统计

门类	属数	种类数(含个别未定种的属)	种类所占比例(%)
硅藻	28	45	90
甲藻	3	3	6
蓝藻	1	1	2
金藻	1	1	2
合计	33	50	100

(2) 细胞丰度

本次调查浮游植物的细胞丰度介于 $1.24 \sim 5.86 \times 10^4 \text{cells/L}$ 之间, 平均为 $2.979 \times 10^4 \text{cells/L}$ 。细胞丰度的最高值出现在 8# 站位, 最低值出现在 15# 站位。

表 3.2.5-3 浮游植物密度、分布及组成 (单位: $\times 10^4 \text{cells/L}$)

站位名称	蓝藻		硅藻		甲藻		金藻		总栖息密度
	栖息密度	百分比 (%)	栖息密度	百分比 (%)	栖息密度	百分比 (%)	栖息密度	百分比 (%)	
站位 2	未检出	0	3.98	100.0	未检出	0	未检出	0	3.98
站位 4	0.550	10.20	4.84	89.8	未检出	0	未检出	0	5.39
站位 6	未检出	0	1.29	100.0	未检出	0	未检出	0	1.29
站位 8	未检出	0	5.86	100.0	未检出	0	未检出	0	5.86
站位 9	未检出	0	3.33	100.0	未检出	0	未检出	0	3.33
站位 10	未检出	0	1.70	100.0	未检出	0	未检出	0	1.70
站位 11	未检出	0	2.46	96.47	0.045	1.77	0.05	1.77	2.55
站位 12	未检出	0	5.58	100.0	未检出	0	未检出	0	5.58
站位 15	未检出	0	1.22	98.39	未检出	1.61	未检出	0	1.24
站位 16	未检出	0	1.68	100.0	未检出	0	未检出	0	1.68
站位 19	未检出	0	1.77	98.61	0.03	1.39	未检出	0	1.80
站位 20	未检出	0	1.33	97.79	0.03	2.21	未检出	0	1.36
平均	0.05		2.92		0.010		0.004		2.98
范围	0~0.55		1.22~5.86		0~0.05		0~0.05		1.24~5.86

(3) 优势种

根据实际调查情况, 本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

浮游植物优势种有 5 种, 皆隶属于硅藻门, 包括线形圆筛藻、小环藻、中肋骨条藻、环纹娄氏藻和菱形海线藻。其中中肋骨条藻的优势度达到了 0.356, 丰度占调查海区总丰度的 42.72%, 是本次调查中数量最多的藻类, 出现在 10 个调查站位中。小环藻在整个调查区域分布广泛, 在 12 个调查站位中均有出现, 出现率为 100.00%, 其优势度为 0.069。其他优势种见表 3.2.5-4。

表 3.2.5-4 调查区域主要优势种及优势度指数

物种名称	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
环纹娄氏藻 (<i>Lauderia annulata</i>)	硅藻	0.027	3.29
线形圆筛藻 (<i>Coscinodiscus lineatus</i>)	硅藻	0.035	3.83
小环藻 (<i>Cyclotella</i> sp.)	硅藻	0.069	6.87
菱形海线藻 (<i>Thalassionema nitzschioides</i>)	硅藻	0.127	13.90
中肋骨条藻 (<i>Skeletonema costatum</i>)	硅藻	0.356	42.72

(4) 多样性指数与均匀度

多样性指数和均匀度计算结果表明,调查期间各站位多样性水平差异性较大,浮游植物多样性指数介于 1.89~3.79 之间,平均值为 2.99;均匀度介于 0.42~0.84 之间,平均值为 0.72。其中 8#与 12#站位多样性指数和均匀度较低,说明该站位浮游植物种类较少,种间分布不均匀,主要是由于这两个站位中肋骨条藻数量密度较高导致。

总体而言,调查海域多数站位浮游植物种类丰富,种间分布均匀,浮游植物群落结构较稳定。

表 3.2.5-5 浮游植物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
站位 2	22	3.08	0.69
站位 4	20	2.71	0.63
站位 6	19	3.56	0.84
站位 8	17	1.94	0.47
站位 9	19	2.98	0.70
站位 10	15	3.08	0.79
站位 11	14	2.82	0.74
站位 12	22	1.89	0.42
站位 15	14	3.12	0.82
站位 16	16	3.28	0.82
站位 19	21	3.62	0.82
站位 20	23	3.79	0.84
最小值	14	1.89	0.42
最大值	23	3.79	0.84
平均	19	2.99	0.72

(5) 小结

2020 年 10 月调查海域共鉴定浮游植物共 4 门 33 属 50 种,其中以硅藻门的种类最多;本海域浮游植物密度分布范围在 $1.24\sim5.86\times10^4\text{cells/L}$ 之间,平均为 $2.979\times10^4\text{cells/L}$;浮游植物密度以中肋骨条藻居首位,其次为菱形海线藻;浮游植物 Shannon-Weaner 多样性指数平均为 2.99,种类均匀度为 0.72,生物多样性指数及均匀度均属较高水平;本调查海区浮游植物最大的优势种是中肋骨条藻,优势特征明显。

浮游动物

(1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定, 调查海域浮游动物共有 6 类 18 属 26 种 (不包括浮游幼体)。其中, 桡足类最多, 有 13 属 20 种, 占浮游动物总种数的 76.92%; 毛颚类有 1 属 2 种, 占浮游动物总种数的 7.69%; 原生动物、樱虾类、被囊类、水螅水母类各有 1 属 1 种, 各占浮游动物总种数的 3.85%。另有浮游幼体 5 属 5 种。

表 3.2.5-6 浮游动物种类分类统计

门类	属数	种类数(含个别未定种的属)	种类所占比例(%)
桡足类	13	20	76.92
毛颚类	1	2	7.69
原生动物	1	1	3.85
樱虾类	1	1	3.85
被囊类	1	1	3.85
水螅水母类	1	1	3.85
浮游幼虫	5	5	-

(2) 丰度

12 个站位浮游动物丰度范围为 258.5~9073.68ind/m³, 平均丰度为 3365.52ind/m³, 其中最高丰度出现在 8#站位, 最低为 2#站位。调查海域的桡足类丰度最高, 其平均丰度约占海域内浮游动物总平均密度的 84.5%, 被囊类的平均丰度最低, 其平均丰度仅 0.44ind/m³。

表 3.2.5-7 浮游动物丰度、分布及组成 (单位: ind/m³)

调查 站位	桡足类	毛颚类	原生 动物	樱虾类	被囊类	水螅 水母类	浮游 幼虫	总计
站位 2	204.08	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	54.42	258.50
站位 4	1168.42	未检出	未检出	未检出	未检出	31.58	347.37	1547.37
站位 6	1392.57	14.81	未检出	未检出	未检出	未检出	607.40	2014.78
站位 8	8084.21	21.05	未检出	84.21	未检出	未检出	884.21	9073.68
站位 9	40.00	13.33	未检出	66.67	未检出	未检出	200.00	320.00
站位 10	4062.85	17.14	未检出	154.29	未检出	未检出	137.14	4371.42
站位 11	3219.50	43.90	未检出	14.63	未检出	未检出	746.34	4024.37
站位 12	3535.72	0.00	未检出	35.71	未检出	未检出	946.43	4517.86
站位 15	3770.26	27.03	未检出	未检出	未检出	未检出	689.19	4486.48
站位 16	2061.12	38.89	未检出	未检出	未检出	未检出	177.78	2277.79
站位 19	5281.68	28.16	70.42	28.17	未检出	未检出	380.28	5788.71
站位 20	1305.27	10.53	26.32	未检出	5.26	未检出	357.91	1705.29
最小值	40.00	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	54.42	258.50
最大值	8084.21	43.90	70.42	154.29	5.26	31.58	946.43	9073.68
平均值	2843.81	17.90	8.06	31.97	0.44	2.63	460.71	3365.52

(3) 优势种及其分布

根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。调查期间该海域浮游动物优势种类共有 5 种，有强额孔雀水蚤、短角长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、无节幼体和蔓足类幼体，其中强额孔雀水蚤为本调查海域的第一优势种，占总丰度的 54.28%，在各调查站位中均有出现。其他优势种见表 3.2.5-8。

表 3.2.5-8 调查区域主要优势种及优势度指数

物种名称	占总丰度的百分比 (%)	出现站位数	优势度
强额孔雀水蚤 (<i>Pavocalanus crassirostris</i>)	54.28	12	0.543
短角长腹剑水蚤 (<i>Oithona brevicornis</i>)	17.26	11	0.158
小拟哲水蚤 (<i>Paracalanus parvus</i>)	5.53	10	0.046
无节幼体 (<i>Nauplius</i>)	6.72	12	0.067
蔓足类幼体 (<i>Thalassionema nitzschioides</i>)	5.57	10	0.046

(4) 多样性指数与均匀度

该水域不同站位之间的浮游动物多样性指数和均匀度指数相差较大。多样性指数范围为 1.370~2.939，平均为 2.082，最高值出现在 20#站位，最低在 2#站位。均匀度指数范围在 0.440~0.695 之间，平均为 0.566，最高出现在 9#号站位，最低在 19#站位。该调查海区多样性呈中等水平，种间结构较为稳定。

表 3.2.5-9 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
站位 2	6	1.370	0.530
站位 4	10	2.219	0.668
站位 6	15	2.403	0.615
站位 8	18	2.459	0.590
站位 9	6	1.797	0.695
站位 10	12	1.971	0.550
站位 11	16	2.255	0.564
站位 12	12	1.698	0.474
站位 15	15	1.762	0.451
站位 16	18	2.207	0.529
站位 19	20	1.901	0.440
站位 20	19	2.939	0.692
最小值	6	1.370	0.440
最大值	20	2.939	0.695
平均值	14	2.082	0.566

(5) 小结

2020 年 10 月调查海域共鉴定浮游动物 6 类 18 属 26 种，其中桡足类的种类最多；本海域浮游动物密度分布为 258.5~9073.68ind/m³，平均密度为 3365.52ind/m³；浮游动物 Shannon-Weaner 多样性指数平均为 2.082，种类均匀度为 0.566，生物多样性指数及均匀度均属中等水平；本调查海域有 5 个优势种，其中强额孔雀水蚤为第一优势种，优势特征明显。

底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录底栖动物 10 种，包括软体动物、节肢动物与环节动物等 3 大门类在内的底栖生物 9 属 10 种，其中软体动物 6 种、环节动物 2 种、节肢动物 2 种（见附录）。软体动物占总种数的 60%，环节动物和节肢动物各占总种数的 20%。

(2) 底栖生物栖息密度和生物量

本调查海域底栖生物的平均生物量为 52.57g/m²，平均栖息密度为 10.00ind/m²。

生物量的组成以软体动物占优势，其次为节肢动物。软体动物的平均生物量为 29.91g/m²，占总生物量的 56.89%；节肢动物的生物量为 22.58g/m²，占总生物量 42.96%。栖息密度方面，其组成以软体动物为主，密度为 6.66ind/m²，占总栖息密度的 66.66%；环节动物与节肢动物密度皆为 1.67ind/m²，占总栖息密度 16.7%。

表 3.2.5-10 项目附近海域底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	合计	节肢动物	软体动物	环节动物
生物量(g/m ²)	52.57	22.58	29.91	0.08
栖息密度(ind/m ²)	10.00	1.67	6.66	1.67

本调查海域内各站位底栖生物的生物量有较大差异，最高生物量出现在 15# 站，其生物量达 144.2g/m²；2# 与 11# 号站未采集到底栖生物。栖息密度方面，各站位相差较大，最高出现在 15# 站，其栖息密度为 20ind/m²；最低密度出现在 2# 和 11# 站。

表 3.2.5-11 项目附近海域底栖生物生物量及栖息密度的分布(g/m²、ind/m²)

站位	项目	环节动物	节肢动物	软体动物	合计
站位 2	密度	0	0	0	0
	生物量	0	0	0	0
站位 4	密度	13.33	6.67	0	20
	生物量	0.2	54.867	0	55.067
站位 6	密度	6.67	6.67	0	13.34
	生物量	0.8	111.933	0	112.733
站位 8	密度	0	6.67	0	6.67
	生物量	0	104.2	0	104.2
站位 9	密度	0	0	6.67	6.67
	生物量	0	0	1.2	1.2
站位 10	密度	0	0	13.34	13.34
	生物量	0	0	40.667	40.667
站位 11	密度	0	0	0	0
	生物量	0	0	0	0
站位 12	密度	0	0	13.33	13.33
	生物量	0	0	40.867	40.867
站位 15	密度	0	0	20	20
	生物量	0	0	144.2	144.2
站位 16	密度	0	0	6.67	6.67
	生物量	0	0	34.867	34.867
站位 19	密度	0	0	6.67	6.67
	生物量	0	0	26.4	26.4
站位 20	密度	0	0	13.34	13.34
	生物量	0	0	70.667	70.667

(3) 优势种和优势度

本次底栖生物定量调查，共捕获 10 种生物，优势度在 0.02 以上的优势种共有 2 种，分别为棒锥螺、波纹巴非蛤，这 2 种生物的优势度分别为 0.0694、0.0417。

表 3.2.5-12 各站位主要优势种及优势度指数

物种名称	优势度	出现站位数
棒锥螺 <i>Turritella bacillum</i>	0.0694	3
背蚓虫 <i>Notomastus latericeus</i>	0.0093	1
变态蠕 <i>Charybdis variegata</i>	0.0185	2
波纹巴非蛤 <i>Paphia undulata</i>	0.0417	3
辐射荚蛱 <i>Siliqua radiata</i>	0.0046	1
镜蛤 <i>Dosinia sp.</i>	0.0046	1
毛蚶 <i>Scapharca subcrenata</i>	0.0093	1
文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>	0.0046	1
直额蠕 <i>Charybdis truncata</i>	0.0046	1
中华内卷齿蚕 <i>Aglaophamus sinensis</i>	0.0093	1

(4) 底栖生物物种多样性指数

通过对本次调查的原始数据进行统计分析,本海域底栖生物多样性指数分布范围在 0~1 之间,平均为 0.484;均匀度的分布范围在 0~1 之间,平均为 0.384。根据调查结果,本海区底栖生物种类较少,种间分布不均匀。生物多样性指数(H') 小于 1,该海区为重度污染。

表 3.2.5-13 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

调查站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
站位 2	-	-	-
站位 4	2	0.918	0.918
站位 6	2	1.000	1.000
站位 8	1	0.000	0.000
站位 9	1	0.000	0.000
站位 10	2	1.000	1.000
站位 11	-	-	-
站位 12	1	0.000	0.000
站位 15	2	0.918	0.918
站位 16	1	0.000	0.000
站位 19	1	0.000	0.000
站位 20	1	1.000	0.000
最小值	0	0.000	0.000
最大值	2	1.000	1.000
平均值	/	0.484	0.384

注:“-”表示在该站位置未采集到底栖生物。

(5) 小结

本次调查海域共鉴定出底栖生物 3 门 9 属 10 种。出现的 10 种生物中,主要优势种为棒锥螺与波纹巴非蛤,底栖生物的总平均生物量为 52.57g/m^2 ,平均栖息密度为 10.00ind/m^2 。多样性指数变化范围在 0~1 之间,平均为 0.484;均匀度分布范围在 0~1 之间,整个海区均匀度指数的平均值为 0.384,该海区为重度污染。

潮间带生物

2020 年 10 月,在项目附近海域潮间带设立 3 个断面进行定量采样,断面分别命名为 T1~T3 号,在每个断面的高、中和低潮区进行了定量采样,除 T2 高潮带未采集到样品外,在各断面低、中、高潮区共有 8 个站位采集到定量样品。

(1) 种类组成

本次潮间带生物的定量调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 8 种（见附录）。其中，节肢动物 2 科 2 种，占种类总数的 25%；软体动物 6 科 6 种，占种类总数的 75%。

（2）生物量及栖息密度

本次的定量调查，潮间带生物平均生物量为 204.42g/m²，平均栖息密度为 24.67ind/m²。在潮间带生物生物量的百分组成中，软体动物生物量占较大优势，为 200.92g/m²，占总生物量的 98.29%；节肢动物生物量相对较低，占总生物量的 1.71%。栖息密度的类群组成方面，以软体动物最高，为 19.33ind/m²，占总栖息密度的 78.39%；节肢动物的栖息密度相对较低，占总栖息密度的 21.62%。

表 3.2.5-14 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	总计
生物量(g/m ²)	200.92	3.5	204.42
生物量百分比 (%)	98.29	1.71	100.00
栖息密度(ind/m ²)	19.33	5.33	24.67
栖息密度百分比 (%)	78.39	21.62	100.00

（3）优势种和优势度

3 个断面的潮间带生物定量调查，共出现 2 门 8 种。从生物量与栖息密度上看，软体生物占绝对优势。若优势度(Y)大于 0.02 为优势种的判断标准，则本调查范围除西格织纹螺外全为优势种。其中优势度最高的物种为棕蚶；毛蚶分布的范围最广，在三个调查断面中均有出现。

表 3.2.5-15 潮间带生物优势种与优势度

物种名称	出现站位数	优势度
毛蚶 <i>Scapharca subcrenata</i>	3	0.135
等边浅蛤 <i>Gomphina aequilatera</i>	2	0.036
珠带拟蟹守螺 <i>Cerithidea cingulata</i>	1	0.045
棘刺牡蛎 <i>Saccostrea echinata</i>	1	0.027
棕蚶 <i>Barbatia fusca</i>	2	0.234
西格织纹螺 <i>Nassarius siquinjorensis</i>	1	0.009
方腕寄居蟹 <i>Pagurus ochotensis</i>	1	0.027
藤壶属 <i>Balanus sp.</i>	1	0.045

（4）潮间带生物的水平分布

4 个潮间带断面中，生物量表现为 T1>T3>T2 断面；栖息密度表现为 T3>T1>T2 断面。

表 3.2.5-16 项目附近海域潮间带生物水平分布 (ind/m²、g/m²)

调查断面	项目	合计	软体动物	节肢动物
T1	栖息密度	20	20	/
	生物量	387.32	387.92	/
T2	栖息密度	10	10	/
	生物量	77.44	77.44	/
T3	栖息密度	44	28	16
	生物量	147.886	137.386	10.5

(5) 潮间带生物的垂直分布

在垂直分布方面,本海区潮间带生物的生物量表现为高潮区>低潮区>中潮区,而栖息密度则表现为低潮区=中潮区>高潮区。

表 3.2.5-17 项目附近海域潮间带生物垂直分布 (g/m²、ind/m²)

潮间带	项目	T1	T2	T3	合计
高潮区	生物量	304.80	/	10.50	315.30
	栖息密度	6.00	/	16.00	22.00
中潮区	生物量	40.04	56.70	32.16	128.90
	栖息密度	8.00	4.00	14.00	26.00
低潮区	生物量	43.08	20.74	105.22	169.04
	栖息密度	6.00	6.00	14.00	26.00

(6) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区多样性指数的变化范围在 0.971~2.115 之间,平均值为 1.590;均匀度的变化范围为 0.843~0.971,平均值为 0.908。根据调查结果,潮间带生物多样性较低,生物种类较少,种间分布均匀。

表 3.2.5-18 项目附近海域潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
T1	4	1.685	0.843
T2	2	0.971	0.971
T3	5	2.115	0.911
平均	-	1.590	0.908

(7) 小结

2020 年 10 月调查共鉴定出潮间带生物 2 门 8 科 8 种,其中 75%以上是软体生物。优势度在 0.020 以上的有 7 种,为毛蚶、棕蚶、等边浅蛤、珠带拟蟹守螺、棘刺牡蛎、方腕寄居蟹、藤壶。调查区域内潮间带生物平均生物量为 204.42g/m²,平均栖息密度为 24.67ind/m²。潮间带断面多样性指数平均为 1.590,均匀度指数

平均为 0.908。

鱼卵与仔稚鱼

本次调查鱼卵仔稚鱼设置 12 个站位进行调查，与海洋生物调查站位一致。利用浮游生物浅水I型浮游生物网，网口面积 0.20m²，采用垂直拖网法。海上采集的浮游生物样品用福尔马林固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼标本单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

(1) 种类组成

本次垂直拖网调查有 5 个站位采到鱼卵，共采到鱼卵 7 粒，经鉴定隶属于 1 门 4 科；有 2 个站位采到仔鱼，共采到仔鱼 2 尾，经鉴定隶属于 1 门 2 科。采集的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是鲷科、鲹科、鲻科和石首鱼科。种类名录见附录。

(2) 密度分布

调查海域鱼卵平均密度为 0.610.ind/m³，仔鱼平均密度为 0.350 尾/m³。鱼卵数量分布以 9#站数量最多，密度为 2.674 粒/m³。仔鱼则出现在 8#和 19#号站，均为 2.101 尾/m³。

表 3.2.5-19 各站位鱼卵仔鱼密度

站位		2#	4#	6#	8#	9#	10#
密度 ind/ m ³	鱼卵	0	0	0	2.101	2.674	0
	仔鱼	0	0	0	2.101	0	0
站位		11#	12#	15#	16#	19#	20#
密度 ind/m ³	鱼卵	0.973	0	0	0.444	1.127	0
	仔鱼	0	0	0	0	2.101	0

(3) 优势种

本次调查鱼卵和仔稚鱼出现的种类较少，优势种有鲹科和鲻科，其中以鲹科最具优势。

(4) 小结

本次共进行 12 个站位的鱼卵仔稚鱼调查。调查结果如下：共采集鱼卵 7 枚、仔稚鱼 2 尾，经鉴定隶属于 1 门 4 科，鱼卵密度变化范围为 0 枚/m³~2.674 枚/m³，平均为 0.610.ind/m³。仔稚鱼密度范围为 0 尾/m³~2.101 尾/m³，平均为 0.350 尾/m³。

游泳生物

渔业资源现状调查于 2020 年 10 月进行。调查船的信息如下：“粤阳东渔 13163”，总吨位 121t，主机功率 257.5kW，船长 26.82m，型宽 5.3m，型深 2.75m。

本次采样于白天进行，拖时为 30min，平均拖速为 3.0kn。每次放网 1 张，网具上纲 2.8m，网长 8m，网目尺寸 40mm。

游泳生物资源密度采用面积法。资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007），各调查站资源密度（重量和尾数）的计算公式为：

$$D_i = C_i / (q \times a_i)$$

式中： D_i 为第 i 站的渔业资源密度，单位为尾/ km^2 或 kg/km^2 ；

C_i 为第 i 站平均每小时拖网渔获量，单位为尾/网.h 或 $\text{kg}/\text{网.h}$ ；

a_i 为第 i 站每小时网具取样面积，单位为 $\text{km}^2/\text{网.h}$ （扫海宽度取网具上纲的 2/3，本次调查所用网具上纲为 2.8m，则每小时的取样面积为 0.01037km^2 ）；

q 为网具捕获率（取 0.5）。

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

$$\text{IRI} = (N+W) \cdot F \times 10^4$$

式中： N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F —某一种类的出现断面数占调查总断面数的百分比

（1）种类组成及分布

本次调查用底层拖网采样，调查 6 个断面，共捕获游泳生物种类 14 目 34 科 54 种，其中鱼类的种类最多，达 24 种，隶属 6 目 18 科，占总种数的 44.44%，其中鲈形目有 10 科 12 种，占鱼类总种类数的 66.67%。甲壳类 22 种，隶属 2 目 8 科，占总种数的 40.74%，其中虾类有 13 种，占甲壳类总种类数的 59.09%。腹足类 6 种，隶属 4 目 6 科、占总种数的 11.11%；双壳类 2 种，隶属 2 目 2 科，占总种数的 3.70%。

调查各站位总渔获种数范围为 9~26 种，平均每站位渔获 20 种，最低渔获种数出现在 Y6 站位，最高渔获种数出现在 Y3 站位。

表 3.2.5-20 各断面出现种类统计结果

类群	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	合计
鱼类	8	5	13	8	7	1	24
甲壳类	14	6	11	11	10	6	22
腹足类	3	1	0	3	4	1	6
双壳类	0	1	2	1	1	1	2
合计	25	13	26	23	22	9	54

(2) 优势种

根据调查结果, 本文将 $IRI \geq 300$ 的物种视为优势种。渔获中 IRI 值在 300 以上的有 8 种, 分别为: 棒锥螺、变态蜆、短吻鲷、海鲇、宽突赤虾、毛蚶、长叉口虾蛄和周氏新对虾, 由此确定这 8 种为本次调查游泳生物的优势种。其中长叉口虾蛄的相对重要性指数最高。

表 3.2.5-21 渔获物的 IRI 指数

编号	种类	出现站位	渔获尾数		渔获重量		IRI
		(%)	(ind)	(%)	(g)	(%)	
1	阿氏强蟹	16.67	1.00	0.11	3.00	0.05	2.79
2	白姑鱼	16.67	1.00	0.11	11.30	0.20	5.23
3	斑鲹	16.67	1.00	0.11	33.80	0.60	11.84
4	半滑舌鲷	16.67	1.00	0.11	7.00	0.12	3.97
5	棒锥螺	83.33	78.00	8.94	645.80	11.38	1693.67
6	变态蜆	100.00	59.00	6.77	720.20	12.69	1945.61
7	波纹巴非蛤	16.67	1.00	0.11	3.30	0.06	2.88
8	赤鼻棱鲷	16.67	1.00	0.11	7.70	0.14	4.17
9	大鳞舌鲷	16.67	1.00	0.11	25.20	0.44	9.31
10	钉螺	16.67	2.00	0.23	5.70	0.10	5.50
11	豆形拳蟹	50.00	5.00	0.57	10.90	0.19	38.27
12	杜氏棱鲷	33.33	2.00	0.23	15.90	0.28	16.98
13	短棘银鲈	33.33	4.00	0.46	54.70	0.96	47.42
14	短吻鲷	66.67	16.00	1.83	160.80	2.83	311.21
15	多鳞鱖	16.67	1.00	0.11	7.10	0.13	4.00
16	哈氏仿对虾	66.67	16.00	1.83	47.60	0.84	178.24
17	海鲇	66.67	20.00	2.29	207.70	3.66	396.89
18	红狼牙鰕虎鱼	66.67	6.00	0.69	72.70	1.28	131.27
19	红星梭子蟹	50.00	10.00	1.15	87.90	1.55	134.78
20	黄斑蓝子鱼	16.67	1.00	0.11	16.50	0.29	6.76
21	脊尾白虾	33.33	3.00	0.34	11.00	0.19	17.93
22	假奈拟塔螺	33.33	15.00	1.72	25.80	0.45	72.49

编号	种类	出现站位	渔获尾数		渔获重量		IRI
		(%)	(ind)	(%)	(g)	(%)	
23	晶莹螳	16.67	1.00	0.11	11.20	0.20	5.20
24	口虾蛄	50.00	8.00	0.92	43.50	0.77	84.20
25	宽体舌鳎	16.67	1.00	0.11	13.20	0.23	5.79
26	宽突赤虾	83.33	32.00	3.67	90.10	1.59	438.11
27	李氏鱼衔	16.67	1.00	0.11	12.80	0.23	5.67
28	卵鳎	66.67	9.00	1.03	68.60	1.21	149.39
29	毛蚶	83.33	162.00	18.58	390.20	6.88	2121.12
30	矛尾鰕虎鱼	33.33	4.00	0.46	18.50	0.33	26.16
31	矛形梭子蟹	33.33	2.00	0.23	3.70	0.07	9.82
32	猛虾蛄	33.33	3.00	0.34	54.80	0.97	43.65
33	皮氏叫姑鱼	16.67	2.00	0.23	48.50	0.85	18.07
34	七丝鲚	16.67	1.00	0.11	7.00	0.12	3.97
35	浅缝骨螺	16.67	1.00	0.11	4.60	0.08	3.26
36	日本螳	50.00	5.00	0.57	39.10	0.69	63.12
37	锐齿螳	16.67	2.00	0.23	7.60	0.13	6.05
38	伪装关公蟹	33.33	4.00	0.46	9.80	0.17	21.05
39	西格织纹螺	33.33	42.00	4.82	54.30	0.96	192.44
40	细巧仿对虾	33.33	9.00	1.03	13.60	0.24	42.39
41	线纹鳎蛄	16.67	2.00	0.23	28.70	0.51	12.25
42	锈斑螳	33.33	4.00	0.46	60.80	1.07	51.00
43	远海梭子蟹	16.67	2.00	0.23	79.30	1.40	27.11
44	长叉口虾蛄	100.00	245.00	28.10	2000.90	35.26	6335.26
45	长毛对虾	16.67	6.00	0.69	11.30	0.20	14.79
46	长蛇鲻	16.67	3.00	0.34	28.70	0.51	14.16
47	直额螳	33.33	3.00	0.34	30.00	0.53	29.09
48	中华栉孔鰕虎鱼	50.00	4.00	0.46	43.10	0.76	60.91
49	周氏新对虾	83.33	44.00	5.05	117.60	2.07	593.17
50	珠带拟蟹守螺	16.67	18.00	2.06	80.70	1.42	58.10
51	竹筴鱼	16.67	1.00	0.11	8.60	0.15	4.44
52	鲻鱼	33.33	3.00	0.34	78.30	1.38	57.46
53	字纹弓蟹	16.67	1.00	0.11	14.50	0.26	6.17
54	棕斑腹刺鲀	16.67	2.00	0.23	20.10	0.35	9.73
最大值	长叉口虾蛄	100.00	245.00	28.10	2000.90	35.26	6335.26

(3) 多样性指数和均匀度

各调查断面游泳生物的多样性指数与均匀度指数相差较大。用个体数和质量分别计算调查区内的游泳生物多样性指数：个体数计算的多样性指数分布范围在

1.674~3.372 之间, 平均为 2.739, 其中 Y5 断面的多样性指数最高 (3.372)。利用生物质量算出的多样性指数分布范围为 1.309~3.340, 平均为 2.582。根据此时的计算结果, Y3 断面的多样性最高 (3.340)。根据游泳生物个体数与质量计算出的均匀度分布范围分别为 0.528~0.756 与 0.413~0.711, 平均为 0.623 与 0.582。

总体而言, 本海区内海洋游泳生物多样性相对较高, 种类之间分布较为均匀。

表 3.2.5-22 多样性指数和均匀度

站号	总种数	多样性指数(H')		均匀度(J)	
		(个体数)	(质量)	(个体数)	(质量)
Y1	25	3.288	2.879	0.708	0.620
Y2	26	2.492	2.557	0.530	0.544
Y3	26	2.873	3.340	0.611	0.711
Y4	23	2.736	2.473	0.605	0.547
Y5	22	3.372	2.936	0.756	0.658
Y6	9	1.674	1.309	0.528	0.413

(4) 渔获率分布

从表 3.2.5-23 可得出, 平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.891kg/h 和 290.67ind/h。其中: 鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.332kg/h 和 29.33ind/h, 甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.157kg/h 和 155ind/h, 腹足类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.272kg/h 和 52ind/h, 双壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.131kg/h 和 54.33ind/h。其中平均重量渔获率和平均个体渔获率, 都是甲壳类最多, 而平均重量渔获率最少的是双壳类, 个体渔获率最少的是鱼类。

表 3.2.5-23 各断面的重量渔获率 (kg/h) 和个体渔获率 (ind/h)

类群	项目	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	平均
鱼类	重量渔获率	0.42	0.344	0.686	0.253	0.269	0.019	0.332
	个体渔获率	40	32	50	32	20	2	29.33
甲壳类	重量渔获率	1.2	1.04	1.019	1.679	0.721	1.28	1.157
	个体渔获率	162	174	184	166	110	134	155
腹足类	重量渔获率	0.077	0.013	0	0.226	1.255	0.06	0.272
	个体渔获率	32	4	0	152	116	8	52
双壳类	重量渔获率	0	0.03	0.047	0.643	0.032	0.035	0.131
	个体渔获率	0	4	6	306	8	2	54.33
总和	重量渔获率	1.697	1.427	1.752	2.801	2.277	1.394	1.891
	个体渔获率	234	214	240	656	254	146	290.67

(5) 资源密度

从表 3.2.5-24 可得出, 总平均重量密度和个体密度分别为 $364.73\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $56052.66\text{ind}/\text{km}^2$ 。各类游泳生物的平均重量密度由高到低依次为甲壳类、鱼类、腹足类、双壳类; 各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为甲壳类、双壳类、腹足类、鱼类。

表 3.2.5-24 各站位的重量密度 (kg/km^2) 和个体密度 (ind/km^2)

类群	项目	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	平均
鱼类	重量密度	80.99	66.34	132.29	48.79	51.87	3.66	63.99
	个体密度	7713.67	6170.93	9642.09	6170.93	3856.83	385.68	5656.69
甲壳类	重量密度	231.41	200.56	196.51	323.78	139.04	246.84	223.02
	个体密度	31240.36	33554.46	35482.88	32011.72	21212.59	25840.79	29890.47
腹足类	重量密度	14.85	2.51	0.00	43.58	242.02	11.57	52.42
	个体密度	6170.93	771.37	0.00	29311.94	22369.64	1542.73	10027.77
双壳类	重量密度	0.00	5.79	9.06	124.00	6.17	6.75	25.29
	个体密度	0.00	771.37	1157.05	59009.56	1542.73	385.68	10477.73
总和	重量密度	327.25	275.19	337.86	540.15	439.10	268.82	364.73
	个体密度	45124.96	41268.13	46282.01	126504.17	48981.80	28154.89	56052.66

(6) 小结

本次共进行 6 条断面的游泳生物调查。调查结果如下: 共捕获游泳生物种类 14 目 34 科 54 种, 其中包括鱼类 24 种, 甲壳类 22 种。本次调查海区的优势种有棒锥螺、变态蛄、短吻蝠、海鲇、宽突赤虾、毛蚶、长叉口虾蛄和周氏新对虾。总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 $1.891\text{kg}/\text{h}$ 和 $290.67\text{ind}/\text{h}$, 总渔获量共 5.67kg 、872 尾。总平均重量密度为 $364.73\text{kg}/\text{km}^2$, 总平均资源尾数密度为 $56052.66\text{ind}/\text{km}^2$ 。

3、2021 年 5 月春季调查结果

叶绿素 a 与初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查共采集 12 个站位的叶绿素 a 样品。总体上, 各站叶绿素 a 浓度变化范围为 1.39~11.9mg/m³, 平均为 3.79mg/m³。15#站叶绿素 a 浓度最低, 2#站叶绿素 a 浓度最高。

根据生物学参考标准(叶绿素 a 含量低于 5mg/m³ 为贫营养区, 10~20mg/m³ 为中营养区, 超过 30mg/m³ 为富营养区), 本次调查各站位叶绿素 a 均处于贫营养状态。

(2) 初级生产力

本次调查各站水柱初级生产力变化范围为 0.1~0.3g (O₂) / (m²·d⁻¹), 平均为 0.21g (O₂) / (m²·d⁻¹), 最高初级生产力出现在 2#、16#和 19#站, 最低初级生产力出现在 6#、11#、12#、15#站。

表 3.2.5-25 调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力水平

调查站位	叶绿素 a mg/m ³	初级生产力 g (O ₂) / (m ² ·d ⁻¹)
2 号点	11.9	0.3
4 号点	2.95	0.3
6 号点	4.04	0.1
8 号点	6.35	0.2
9 号点	4.19	0.3
10 号点	1.70	0.2
11 号点	3.16	0.1
12 号点	3.45	0.1
15 号点	1.39	0.1
16 号点	2.92	0.3
19 号点	1.55	0.3
20 号点	1.89	0.2

浮游植物

(1) 种类组成

本次浮游植物调查经初步鉴定有硅藻、甲藻和裸藻共 3 门 88 种。其中硅藻门的种类最多, 有 77 种, 占总种类数的 87.5%; 其次是甲藻门, 有 10 种, 占总种类数的 11.4%; 裸藻门 1 种, 均占总种类数的 1.1%。种类最多主要是硅藻类的圆筛藻属, 出现 9 种(种类名录见附录)。

表 3.2.5-26 浮游植物种类分类统计

门类	种类数(含个别未定种的属)	种类所占比例(%)
硅藻	77	87.5
甲藻	10	11.4
裸藻	1	1.1
合计	88	100

(2) 细胞丰度

本次调查浮游植物的细胞丰度介于 $0.605 \sim 3.892 \times 10^4 \text{cells/L}$ 之间, 平均为 $2.025 \times 10^4 \text{cells/L}$ 。细胞丰度的最高值出现在 20# 站位, 最低值出现在 4# 站位。

表 3.2.5-27 浮游植物密度、分布及组成 (单位: $\times 10^4 \text{cells/L}$)

站位名称	硅藻		甲藻		裸藻		总栖息密度
	栖息密度	百分比(%)	栖息密度	百分比(%)	栖息密度	百分比(%)	
站位 2	1.272	99.8	0.002	0.2	0	0	1.272
站位 4	0.583	96.4	0.022	3.6	0	0	0.605
站位 6	0.846	97.8	0.015	1.7	0.004	0.5	0.865
站位 8	1.476	99.5	0.008	0.5	0	0	1.484
站位 9	3.884	99.8	0.008	0.2	0	0	3.892
站位 10	2.359	96.1	0.095	3.9	0	0	2.454
站位 11	1.618	99.6	0.003	0.2	0.003	0.2	1.624
站位 12	2.004	99.1	0.019	0.9	0	0	2.023
站位 15	2.860	95.6	0.062	4.4	0	0	2.922
站位 16	0.968	98.8	0.01	0.1	0.002	0.02	0.98
站位 19	2.310	98.8	0.027	1.2	0	0	2.337
站位 20	3.811	99.2	0.032	0.8	0	0	3.843
平均	1.999		0.025		0.001		2.025
范围	0.583~3.884		0.002~0.095		0~0.004		0.605~3.892

(3) 优势种

根据实际调查情况, 本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

浮游植物优势种有 4 种, 皆隶属于硅藻门, 包括脆根管藻、柔弱伪菱形藻、中肋骨条藻、旋链角毛藻。其中脆根管藻的优势度达到了 0.1284, 是本次调查中数量最多的藻类, 出现在 8 个调查站位中。旋链角毛藻在整个调查区域分布广泛, 在 11 个调查站位中均有出现, 出现率为 91.6%, 其优势度为 0.0368。

表 3.2.5-28 调查区域主要优势种及优势度指数

物种名称	类群	优势度
脆根管藻(<i>Rhizosolenia fragilissima</i>)	硅藻	0.1284
柔弱伪菱形藻(<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>)	硅藻	0.0443
旋链角毛藻(<i>Chaetoceros curvisetus</i>)	硅藻	0.0368
中肋骨条藻(<i>Skeletonema costatum</i>)	硅藻	0.0608

(4) 多样性指数与均匀度

多样性指数和均匀度计算结果表明,调查期间各站位多样性水平差异性较大,浮游植物多样性指数介于 2.297 ~4.350 之间,平均值 3.231 ; 均匀度介于 0.448 ~0.878 之间,平均值为 0.639。其中 15#与 12#站位多样性指数和均匀度较低,说明该站位浮游植物种类较少,种间分布不均匀,主要是由于这两个站位脆根管藻密度较高导致。

总体而言,调查海域多数站位浮游植物种类丰富,种间分布均匀,浮游植物群落结构较稳定。

表 3.2.5-29 浮游植物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
站位 2	34	2.677	0.526
站位 4	31	4.350	0.878
站位 6	26	3.907	0.831
站位 8	38	4.185	0.798
站位 9	32	3.085	0.617
站位 10	46	3.283	0.594
站位 11	33	3.947	0.782
站位 12	34	2.421	0.476
站位 15	35	2.297	0.448
站位 16	34	2.459	0.483
站位 19	30	2.912	0.593
站位 20	33	3.255	0.645
最小值	26	2.297	0.448
最大值	46	4.350	0.878
平均	34	3.231	0.639

浮游动物

(1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定,调查海域浮游动物共有 8 类 32 属 45 种(不包括浮游幼体)。其中,桡足类最多,有 17 种,占浮游动物总种数的 37.78%;

原生动物类有 6 种，占浮游动物总种数的 13.33%；枝角类、毛颚类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 4.44%；被囊类有 5 种，占浮游动物总种数的 11.11%；介形类、樱虾类各有 1 属 1 种，各占浮游动物总种数的 2.22%。另有浮游幼体 10 属 11 种。

表 3.2.5-30 浮游动物种类分类统计

门类	属数	种类数(含个别未定种的属)	种类所占比例(%)
桡足类	11	17	37.78
原生动物	1	6	13.33
枝角类	2	2	4.44
樱虾类	1	1	2.22
介形类	1	1	2.22
被囊类	4	5	3.85
毛颚类	2	2	4.44
浮游幼虫	10	11	-

(2) 密度

12 个站位浮游动物密度范围为 648~59687.52ind/m³，平均密度为 17814.89ind/m³，其中最高丰度出现在 10#站位，最低为 9#站位。调查海域的桡足类密度最高，其平均密度约占海域内浮游动物总平均密度的 71.16%，樱虾类的平均密度最低，其平均密度仅 10.59ind/m³。

表 3.2.5-31 浮游动物密度、分布及组成（单位：ind/m³）

调查 站位	桡足类	原生 动物	毛颚类	被囊类	介形类	樱虾类	浮游 幼虫	枝角类	总计
站位 2	535.37	未检出	12.31	未检出	未检出	未检出	301.53	30.77	879.98
站位 4	1938.47	461.54	138.46	23.08	未检出	未检出	553.86	未检出	3115.41
站位 6	12314.82	925.93	370.37	370.37	未检出	未检出	925.93	未检出	14907.42
站位 8	12500.01	714.29	142.86	214.29	未检出	未检出	1642.86	未检出	15214.31
站位 9	392.00	240.00	未检出	未检出	未检出	未检出	16.00	未检出	648.00
站位 10	36666.68	1041.66	416.67	1770.83	未检出	未检出	19166.68	625	59687.52
站位 11	19473.7	未检出	657.89	1710.53	131.58	未检出	3947.37	131.58	26052.65
站位 12	15249.99	未检出	250	未检出	未检出	未检出	2333.33	未检出	17833.32
站位 15	24333.32	未检出	500	2500	未检出	未检出	2333.32	1833.34	31499.98
站位 16	5606.07	378.79	227.28	909.09	未检出	未检出	946.98	151.52	8219.73
站位 19	13939.41	378.79	227.27	1439.41	未检出	未检出	1666.68	4848.49	22500.05
站位 20	9237.3	未检出	84.75	635.6	未检出	127.12	1567.79	1567.8	13220.36
最小值	392.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	648
最大值	36666.68	43.90	657.89	1770.83	131.58	127.12	19166.68	4848.49	59687.52
平均值	12682.26	345.08	252.32	797.77	10.97	10.59	2950.19	765.71	17814.89

(3) 优势种及其分布

根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。调查期间该海域浮游动物优势种类共有 6 种，有短角长腹剑水蚤、尖额谐猛水蚤、强额拟哲水蚤、桡足类无节幼体、蛇尾类长腕幼体、异体住囊虫，其中强额拟哲水蚤为本调查海域的第一优势种，在各调查站位中均有出现。

表 3.2.5-32 调查区域主要优势种及优势度指数

物种名称	出现站位数	优势度
短角长腹剑水蚤 <i>Oithona brevicornis</i>	12	0.1676
尖额谐猛水蚤 <i>Euterpina acutifrons</i>	11	0.0201
强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>	12	0.4420
桡足类无节幼体 <i>Copepoda nauplius larvae</i>	12	0.0300
蛇尾类长腕幼体 <i>Ophiopluteus larvae</i>	7	0.0612
异体住囊虫 <i>Olkopleura dioica</i>	8	0.0214

(4) 多样性指数与均匀度

该水域不同站位之间的浮游动物多样性指数和均匀度指数相差较大。多样性指数范围为 2.271~3.219，平均为 2.722，最高值出现在 16#站位，最低在 15#站位。均匀度指数范围在 0.656~0.693 之间，平均为 0.660，最高出现在 4#号站位，最低在 10#站位。该调查海区多样性呈中等水平，种间结构较为稳定。

表 3.2.5-33 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J)
站位 2	17	2.982	0.730
站位 4	15	3.139	0.803
站位 6	15	2.552	0.653
站位 8	18	2.313	0.555
站位 9	11	2.673	0.773
站位 10	20	2.309	0.534
站位 11	19	2.800	0.659
站位 12	16	2.516	0.629
站位 15	18	2.271	0.545
站位 16	19	3.219	0.758
站位 19	23	2.818	0.623
站位 20	25	3.070	0.661
最小值	11	2.271	0.656
最大值	25	3.219	0.693
平均值	18	2.722	0.660

(5) 小结

2021 年 5 月调查海域浮游动物共有 8 类 32 属 45 种（包括浮游幼体），其中桡足类的种类最多；12 个站位浮游动物密度范围为 648~59687.52ind/m³，平均密度为 17821.83ind/m³；浮游动物 Shannon-Weaner 多样性指数平均为 2.722，种类均匀度为 0.660，生物多样性指数及均匀度均属中等水平；本调查海域有 6 个优势种，强额拟哲水蚤为本调查海域的第一优势种，优势特征明显。

底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录底栖动物 14 种，包括软体动物、节肢动物与环节动物等 3 大门类在内的底栖生物 13 属 14 种，其中软体动物 5 种、环节动物 4 种、节肢动物 5 种（见附录）。软体动物占总种数的 35.7%，环节动物占总种数的 28.6%，节肢动物各占总种数的 35.7%。

(2) 底栖生物栖息密度和生物量

本调查海域底栖生物的平均生物量为 16.38g/m²，平均栖息密度为 17.19ind/m²。

生物量的组成以软体动物占优势，其次为节肢动物。软体动物的平均生物量为 17.25g/m²，占总生物量的 72.54%；节肢动物的生物量为 23.78g/m²，占总生物量 26.28%。栖息密度方面，软体动物、环节动物、节肢动物分布相对均匀，软体动物密度为 11.11ind/m²，占总栖息密度的 30.60%；环节动物密度为 13.33ind/m²，占总栖息密度的 36.72%；节肢动物密度为 11.85ind/m²，占总栖息密度 32.64%。

表 3.2.5-34 项目附近海域底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	合计	节肢动物	软体动物	环节动物
生物量(g/m ²)	23.78	6.25	17.25	0.28
栖息密度(ind/m ²)	36.30	11.85	11.11	13.33

本调查海域内各站位底栖生物的生物量有差异较大，最高生物量出现在 15# 站，其生物量达 132.9313g/m²；2#与 9#号站未采集到底栖生物。栖息密度方面，各站位相差较大，最高出现在 15#与 19#站，其栖息密度为 60ind/m²；最低密度出现在 2#和 9#站。

表 3.2.5-35 项目附近海域底栖生物生物量及栖息密度的分布(g/m²、ind/m²)

站位	项目	环节动物	节肢动物	软体动物	合计
站位 2	密度	0	0	0	0
	生物量	0	0	0	0
站位 4	密度	0	6.67	13.33	20
	生物量	0	2.0853	3.786	26.67
站位 6	密度	13.33	6.67	0	20
	生物量	0.1047	0.052	0	0.1567
站位 8	密度	0	0	6.67	6.67
	生物量	0	0	14.2667	14.2667
站位 9	密度	0	0	0	0
	生物量	0	0	0	0
站位 10	密度	0	33.33	6.67	40
	生物量	0	2.2227	0.2787	2.5013
站位 11	密度	13.33	6.67	26.67	46.67
	生物量	0.1587	19.49	90.134	109.7827
站位 12	密度	20	40	6.67	66.67
	生物量	0.202	0.9713	0.0387	1.212
站位 15	密度	20	6.67	33.33	60
	生物量	0.602	31.406	100.9233	132.9313
站位 16	密度	0	0	13.33	13.33
	生物量	0	0	3.6193	3.6193
站位 19	密度	13.33	0	46.67	60
	生物量	0.584	0	67.2553	67.8393
站位 20	密度	0	6.67	40	46.67
	生物量	0	0.0667	30.2073	30.274

(3) 优势种和优势度

本次底栖生物定量调查,共捕获 10 种生物,优势度在 0.02 以上的优势种共有 2 种,分别为棒锥螺、波纹巴非蛤,这 2 种生物的优势度分别为 0.06、0.06。

表 3.2.5-36 各站位主要优势种及优势度指数

物种名称	优势度	出现站位数
棒锥螺 <i>Turritella bacillum</i>	0.06204	7
背蚓虫 <i>Notomastus latericeus</i>	0.00001	1
波纹巴非蛤 <i>Paphia undulata</i>	0.06355	4
持真节虫 <i>Euclymene annandalei</i>	0.00025	3
红带织纹螺 <i>Nassarius succinctus</i>	0.00017	1
厚鳃虫 <i>Dasybranchus caducus</i>	0.00020	2
矾沙蚕 <i>Eunicidae</i>	0.00106	3

物种名称	优势度	出现站位数
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	0.00258	1
毛蚶 <i>Scapharca subcrenata</i>	0.00009	1
欧努菲虫 <i>Onuphis eremitea</i>	0.00003	2
欧文虫 <i>Owenia fusiformis</i>	0.00262	5
小头虫 <i>Capitella capitata</i>	0.00001	1
直额蠕 <i>Charybdis truncata</i>	0.00160	1
中华内卷齿蚕 <i>Charybdis truncata</i>	0.00001	1

(4) 底栖生物物种多样性指数

通过对本次调查的原始数据进行统计分析,本海域底栖生物多样性指数分布范围在 0~1.512 之间,平均为 1.006;均匀度的分布范围在 0~0.948 之间,平均为 0.580。根据调查结果,本海区底栖生物种类较少,种间分布不均匀。生物多样性指数 (H') 在 1~3 之间,该海区为中度污染。

表 3.2.5-37 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

调查站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
站位 2	-	-	-
站位 4	3	1.503	0.948
站位 6	2	0.917	0.917
站位 8	1	0.000	0.000
站位 9	-	-	-
站位 10	3	1.367	0.862
站位 11	4	1.207	0.603
站位 12	5	1.329	0.572
站位 15	4	1.512	0.756
站位 16	2	0.245	0.245
站位 19	5	1.367	0.589
站位 20	4	0.614	0.307
最小值	1	0.000	0.000
最大值	5	1.512	0.948
平均值	/	1.006	0.580

注:“-”表示在该站位置未采集到底栖生物。

(5) 小结

本次调查海域共鉴定出底栖生物 3 门 9 属 13 种。出现的 13 种生物中,主要优势种为棒锥螺、波纹巴非蛤,本调查海域底栖生物的平均生物量为 16.38g/m^2 ,平均栖息密度为 17.19ind/m^2 。多样性指数变化范围在 0~1.512 之间,平均为 1.006;均匀度分布范围在 0~0.948 之间,整个海区均匀度指数的平均值为 0.580,该海

区为中度污染。

潮间带生物

2021 年 5 月, 在项目附近海域潮间带设立 3 个断面进行定量采样, 断面分别命名为 T1~T3 号, 在每个断面的高、中和低潮区进行了定量采样, 在各断面低、中、高潮区共有 9 个站位采集到定量样品。

(1) 种类组成

本次潮间带生物的定量调查, 共鉴定出潮间带生物 2 门 35 种 (见附录)。其中, 节肢动物 17 种, 占种类总数的 48.6%; 软体动物 18 种, 占种类总数的 51.4%。

(2) 生物量及栖息密度

本次的定量调查, 潮间带生物平均生物量为 250.40g/m^2 , 平均栖息密度为 103.4ind/m^2 。在潮间带生物生物量的百分组成中, 软体动物生物量占较大优势, 为 211.61g/m^2 , 占总生物量的 84.51%; 节肢动物生物量相对较低, 为 38.79g/m^2 , 占总生物量的 15.49%。栖息密度的类群组成方面, 以软体动物最高, 为 80.37ind/m^2 , 占总栖息密度的 77.72%; 节肢动物的栖息密度相对较低, 占总栖息密度的 22.28%。

表 3.2.5-38 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	合计
生物量(g/m^2)	211.61	38.79	250.40
生物量百分比 (%)	84.51	15.49	100.00
栖息密度(ind/m^2)	80.37	23.04	103.4
栖息密度百分比 (%)	77.72	22.28	100.00

(3) 优势种和优势度

3 个断面的潮间带生物定量调查, 共出现 2 门 35 种。从生物量与栖息密度上看, 软体生物占绝对优势。若优势度(Y)大于 0.02 为优势种的判断标准, 则本调查范围除西格织纹螺外全为优势种。其中优势度最高的物种为棕蚶; 毛蚶分布的范围最广, 在三个调查断面中均有出现。

表 3.2.5-39 潮间带生物优势种与优势度

物种	拉丁学名	优势度	出现站位数
珠带拟蟹守螺	<i>Cerithidea cingulata</i>	0.006	1
齿纹蜑螺	<i>Nerita yoldi</i>	0.000	1
等边浅蛤	<i>Gomphina aequilatera</i>	0.020	3
钝齿短桨蟹	<i>Thalamita crenata</i>	0.000	1
钝齿蜎	<i>Charybdis hellerii</i>	0.000	2
菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>	0.002	3
翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>	0.083	9
红点黎明蟹	<i>Matuta lunaris</i>	0.000	1
光滑异装蟹	<i>Heteropanope glabra</i>	0.010	6
活额寄居蟹	<i>Diogenes sp.</i>	0.068	8
可变荔枝螺	<i>Thais mustabilis</i>	0.000	1
瘤突斜纹蟹	<i>Plagusia tuberculata</i>	0.000	1
马氏毛粒蟹	<i>Pilumnopus makiana</i>	0.000	1
甲虫螺	<i>Cantharus cecillei</i>	0.000	1
棘刺牡蛎	<i>Saccostrea echinata</i>	0.004	4
毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	0.001	2
平分大额蟹	<i>Metopograpsus messor</i>	0.020	7
日本镜蛤	<i>Dosinia japonica</i>	0.000	1
条纹方蟹	<i>Grapsus strigosus</i>	0.000	1
楔形斧蛤	<i>Donax cuneatus</i>	0.000	1
岩瓷蟹	<i>Petrolisthes sp.</i>	0.000	1
长足长方蟹	<i>Metaplax longipes</i>	0.000	1
棕蚶	<i>Barbatia amygdalumtostum</i>	0.000	1
青蚶	<i>Barbatia obliquata</i>	0.007	5
四齿大额蟹	<i>Metopograpsus quadridentatus</i>	0.019	8
藤壶属	<i>Balanus sp.</i>	0.020	6
韦氏毛带蟹	<i>Dotilla wichmanni</i>	0.007	3
文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>	0.000	2
细螯寄居蟹	<i>Clibanarius sp.</i>	0.019	6
相手蟹	<i>Sesarma sp.</i>	0.003	3
小文蛤	<i>Meretrix planisulcata</i>	0.013	3
咬齿牡蛎	<i>Saccostrea mordax</i>	0.001	2
疣荔枝螺	<i>Thais clavigera</i>	0.078	3
爪哇荔枝螺	<i>Thais javanica</i>	0.134	8
褶痕相手蟹	<i>Sesarma plicata</i>	0.000	1
珠带拟蟹守螺	<i>Cerithidea cingulata</i>	0.010	1

(4) 潮间带生物的水平分布

3 个潮间带断面中, 生物量表现为 $T3>T2>T1$ 断面; 栖息密度表现为 $T3>T1>T2$ 断面。

表 3.2.5-40 项目附近海域潮间带生物水平分布 (ind/m²、g/m²)

调查断面	项目	平均	软体动物	节肢动物
T1	栖息密度	78	56.67	21.3
	生物量	174.43	142.44	31.99
T2	栖息密度	57.37	28.11	29.22
	生物量	277.49	218.25	59.24
T3	栖息密度	174.89	156.33	18.56
	生物量	299.28	274.14	25.14

(5) 潮间带生物的垂直分布

在垂直分布方面, 本海区潮间带生物的生物量表现为中潮区>低潮区>高潮区, 而栖息密度则表现为低潮区>中潮区>高潮区。

表 3.2.5-41 项目附近海域潮间带生物垂直分布 (g/m²、ind/m²)

潮间带	项目	T1	T2	T3	平均
高潮区	生物量	137.76	189.12	241.18	189.35
	栖息密度	69	45	159	91
中潮区	生物量	215.01	326.03	318.78	285.61
	栖息密度	82.02	66.01	164.67	104.23
低潮区	生物量	170.51	317.32	337.88	275.23
	栖息密度	83	61	201	115

(6) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区多样性指数的变化范围在 1.42~3.07 之间, 平均值为 2.52; 均匀度的变化范围为 0.55~0.88, 平均值为 0.71。

表 3.2.5-42 项目附近海域潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	潮区	样方内出现的种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
T1	低	9	1.90	0.60
	中	14	2.40	0.63
	高	6	1.42	0.55
T2	低	12	3.07	0.86
	中	12	2.98	0.83
	高	11	3.05	0.88
T3	低	14	2.37	0.62
	中	17	2.69	0.66
	高	15	2.80	0.72

(7) 小结

2020 年 10 月调查共鉴定出潮间带生物 2 门 35 种。优势度在 0.020 以上的有 9 种, 为四齿大额蟹、细螯寄居蟹、藤壶属、等边浅蛤、平分大额蟹、活额寄居蟹、疣荔枝螺、翡翠贻贝、爪哇荔枝螺。调查区域内潮间带生物平均生物量为 250.40g/m^2 , 平均栖息密度为 103.4ind/m^2 。潮间带断面多样性指数平均为 2.52, 均匀度指数平均为 0.71。

鱼卵与仔稚鱼

本次调查鱼卵仔稚鱼设置 12 个站位进行调查, 与海洋生物调查站位一致。利用浮游生物浅水 I 型浮游生物网, 网口面积 0.20m^2 , 采用垂直拖网法。海上采集的浮游生物样品用福尔马林固定, 带回实验室后将鱼卵仔鱼标本单独挑出, 在解剖镜下计数和鉴定。

(1) 种类组成

本次垂直拖网调查有 7 个站位采到鱼卵, 共采到鱼卵 72 粒, 经鉴定隶属于 1 门 5 科; 有 6 个站位采到仔鱼, 共采到仔鱼 9 尾, 经鉴定隶属于 1 门 2 科。采集的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类, 主要是鲷科、鳀科、鲱科和石首鱼科。种类名录见附录。

(2) 密度分布

调查海域鱼卵平均密度为 4.5ind/m^3 , 仔鱼平均密度为 0.92尾/m^3 (各站位鱼卵仔鱼密度见下表)。鱼卵数量分布以 15#站数量最多, 密度为 14.01粒/m^3 。仔鱼则出现在 12#站, 均为 1.81尾/m^3 。

表 3.2.5-43 各站位鱼卵仔鱼密度

站位		2#	4#	6#	8#	9#	10#
密度 ind/m^3	鱼卵	0.63	0	0	0	0	13.3
	仔鱼	0	1.56	0	1.43	1.61	0.83
站位		11#	12#	15#	16#	19#	20#
密度 ind/m^3	鱼卵	0	0	14.01	0.6	7.93	17.57
	仔鱼	0	1.81	2	1.2	0.61	0

(3) 优势种

本次调查鱼卵和仔稚鱼出现的种类较少, 优势种有鲱科、鳀属、鲱科。

(4) 小结

本次共进行 12 个站位的鱼卵仔稚鱼调查。调查结果如下: 本次垂直拖网调

查有 7 个站位采到鱼卵，共采到鱼卵 72 粒，经鉴定隶属于 1 门 5 科，鱼卵平均密度为 $4.5\text{ind}/\text{m}^3$ ，有 6 个站位采到仔鱼，共采到仔鱼 9 尾，经鉴定隶属于 1 门 2 科，仔鱼平均密度为 $0.92\text{尾}/\text{m}^3$ 。

4、补充 2021 年 11 月秋季调查结果

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3\sim 3.79\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $1.15\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中 J5 号站叶绿素 a 含量最高，J7、J12 和 J18 号站叶绿素 a 含量最低，均为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$ 。

底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3\sim 2.61\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $1.02\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中 J16 号站叶绿素 a 含量最高，为 $2.61\text{mg}/\text{m}^3$ ，J2、J5、J6、J7、J11 和 J18 号站叶绿素 a 含量最低，均为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$ 。

调查海域初级生产力的变化范围为 $33.76\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})\sim 231.26\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 $86.51\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，其中 J5 号站初级生产力水平最高，J7 和 J12 号站最低，均为 $33.76\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

表 3.2.5-44 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)		初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)
	表层	底层	
J2	0.79	0.40	43.41
J4	0.74	1.45	45.01
J5	3.79	0.40	231.26
J6	0.73	0.40	62.68
J7	0.40	0.40	33.76
J10	0.59	1.70	54.14
J11	2.21	0.40	202.20
J12	0.40	1.58	33.76
J14	1.87	0.73	148.39
J16	1.08	2.61	99.11
J18	0.40	0.40	36.17
J20	0.79	1.87	48.23
平均值	1.15	1.02	86.51
范围	0.40~3.79	0.40~2.61	33.76~231.26

(2) 浮游植物

① 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 5 门 33 属 53 种。其中以硅藻门出现的种类为最

多，为 25 属 41 种，占总种数的 77.36%；甲藻门出现 3 属 7 种，占总种数的 13.21%，蓝藻门出现 3 属 3 种，占总种数的 5.66%。硅藻门的角毛藻出现种类数最多（7 种），其次是硅藻门的根管藻和甲藻门的角藻，均为 5 种，其它属出现的种类见表 3.2.5-45。

表 3.2.5-45 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	25	41	77.36
甲藻	3	7	13.21
蓝藻	3	3	5.66
金藻	1	1	1.89
绿藻	1	1	1.89
合计	33	53	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种仅出现 1 种，为金藻门的球形棕囊藻，该优势种的优势度为 0.976，丰度占调查海区总丰度的 97.50%，该优势种在整个调查区域大量广泛分布，在 12 个调查站位中均有出现，出现率为 100.00%。

表 3.2.5-46 浮游植物优势种及优势度

中文名	拉丁名	类群	优势度	占总丰度的百分比（%）
球形棕囊藻	<i>Phaeocystis globosa</i>	金藻	0.976	97.50

②丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 $111.74 \times 10^4 \text{cells/m}^3 \sim 5114.59 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，平均为 $1193.72 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。最高丰度出现在 J5 号站，J18 号站次之，其丰度为 $3452.80 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，最低丰度则出现在 J16 号站。

浮游植物丰度组成以金藻占绝对优势，其丰度占各站总丰度的 79.95%~99.53%，平均为 93.44%，金藻在 12 个测站中均有出现；硅藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.39%~11.94%，平均为 4.44%，硅藻在 12 个测站中均有出现；其他类在各站丰度中的所占比例为 0.00%~11.56%，平均为 2.10%；甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~0.05%，平均为 0.01%。

表 3.2.5-47 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站 位	总丰度	硅藻		甲藻		金藻		其他	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
J2	392.20	18.00	4.59	0.00	0.00	367.20	93.63	7.00	1.78
J4	780.13	15.10	1.94	0.03	0.00	765.00	98.06	0.00	0.00
J5	5114.59	19.91	0.39	0.08	0.00	5090.73	99.53	3.87	0.08
J6	244.20	20.20	8.27	0.00	0.00	204.00	83.54	20.00	8.19
J7	1492.54	38.23	2.56	0.04	0.00	1442.57	96.65	11.70	0.78
J10	117.76	9.99	8.49	0.00	0.00	94.15	79.95	13.62	11.56
J11	691.39	10.39	1.50	0.00	0.00	673.20	97.37	7.80	1.13
J12	838.68	25.17	3.00	0.06	0.01	802.98	95.74	10.47	1.25
J14	418.66	14.16	3.38	0.02	0.00	404.48	96.61	0.00	0.00
J16	111.74	13.34	11.94	0.06	0.05	97.92	87.63	0.42	0.38
J18	3452.80	57.80	1.67	0.10	0.00	3391.50	98.22	3.40	0.10
J20	669.98	37.54	5.60	0.04	0.01	632.40	94.39	0.00	0.00
平均	1193.72	23.32	4.44	0.04	0.01	1163.84	93.44	6.52	2.10
变化范围	111.74~5114.59	9.99~57.80	0.39~11.94	0.00~0.10	0.00~0.05	94.15~5090.73	79.95~99.53	0.00~20.00	0.00~11.56

③多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 11~22 种,平均 17 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.050~1.087,平均为 0.438,多样性指数以 J10 号站最高,J5 号站最低,多样性属于低水平;Pielou 均匀度指数范围为 0.013~0.261,平均为 0.108,均匀度分布与多样性一致,其中 J10 号站均匀度指数最高,J5 号站最低,各站物种间分布不均匀。

表 3.2.5-48 浮游植物的多样性及均匀度指数

站 位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J')
J2	18	0.478	0.115
J4	16	0.170	0.043
J5	13	0.050	0.013
J6	13	0.958	0.259
J7	22	0.293	0.066
J10	18	1.087	0.261
J11	11	0.219	0.063
J12	20	0.348	0.081
J14	19	0.279	0.066
J16	21	0.793	0.181
J18	17	0.163	0.040
J20	15	0.418	0.107
平均	17	0.438	0.108
范围	11~22	0.050~1.087	0.013~0.261

④小结

秋季调查共记录浮游植物 5 门 33 属 53 种，其中以硅藻门出现的种类为最多，为 25 属 41 种。本次调查的浮游植物优势种仅出现 1 种，为金藻门的球形棕囊藻。调查海区浮游植物丰度变化范围为 $111.74 \times 10^4 \text{cells/m}^3 \sim 5114.59 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，平均为 $1193.72 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。各站位浮游植物种数变化范围 11~22 种，平均 17 种，多样性指数范围为 0.050~1.087，平均为 0.438，多样性属于低水平；均匀度指数范围为 0.013~0.261，平均为 0.108。

(3) 浮游动物

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 8 个生物类群 43 种，其中桡足类 29 种，浮游幼体类 8 种，被囊类、刺胞动物、等足类、糠虾类、十足类和翼足类各 1 种。

②生物量、密度及分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $7.50 \text{mg/m}^3 \sim 85.11 \text{mg/m}^3$ ，平均生物量为 31.65mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 J12 号采样站，最低出现在 J16 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $375.00 \text{ind./m}^3 \sim 2271.28 \text{ind./m}^3$ ，平均密度 840.53ind./m^3 。浮游生物最高密度出现在 J12 号采样站，最低密度则出现在 J4 号采样站。

表 3.2.5-49 浮游动物生物量及密度

站位	生物量 (mg/m^3)	密度 (ind./m^3)
J2	56.67	1760.00
J4	33.33	375.00
J5	25.00	493.18
J6	8.33	1308.33
J7	46.43	464.29
J10	36.54	688.46
J11	11.11	597.22
J12	85.11	2271.28
J14	12.93	512.93
J16	7.50	480.00
J18	21.88	678.13
J20	35.00	457.50
平均值	31.65	840.53
范围	7.50~85.11	375.00~2271.28

③主要种群分布

a.桡足类

桡足类在 12 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 325.00ind./m³~1925.53ind./m³，平均密度为 711.86ind./m³，占浮游动物总密度的 84.69%。其中最高密度出现在 J12 号采样站，其次为 J2 号采样站，密度为 1493.33ind./m³，J4 号站位密度最低。

b.浮游幼体类

浮游幼体类在全部 12 个调查站位均有出现，平均密度为 93.23ind./m³，占浮游动物总密度的 11.09%，其密度变化范围为 20.00ind./m³~223.40ind./m³。其中最高密度分布于 J12 号采样站，其次是 J6 号采样站，密度为 212.50ind./m³，J20 号站位密度最低。

c.其他种类

浮游动物的其他类群有被囊类、刺胞动物、等足类、糠虾类、十足类、翼足类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

④生物多样性指数和均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 17 种（11~20 种）；种类多样性指数范围为 1.585~3.062 之间，平均为 2.402，多样性指数最高出现在 J16 号采样站，其次为 J7 号采样站，最低则出现在 J20 号采样站，多样性属于中等水平；种类均匀度变化范围在 0.458~0.734 之间，平均为 0.593，最高出现在 J16 号采样站，最低出现在 J20 号采样站。

表 3.2.5-50 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
J2	15	2.450	0.627
J4	17	2.498	0.611
J5	20	2.835	0.656
J6	16	2.513	0.628
J7	17	2.916	0.713
J10	17	2.090	0.511
J11	16	2.199	0.550
J12	18	2.100	0.504
J14	19	2.364	0.556

J16	18	3.062	0.734
J18	15	2.214	0.567
J20	11	1.585	0.458
平均	17	2.402	0.593
范围	11~20	1.585~3.062	0.458~0.734

⑤优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准,本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 7 种,为桡足类的小拟哲水蚤、克氏纺锤水蚤、纺锤水蚤属、伪镖水蚤属和浮游幼体的多毛类幼体、蔓足类幼体、翼足类的强卷螺,优势度指数分别为 0.537、0.154、0.073、0.022、0.062、0.025 和 0.036。小拟哲水蚤的平均密度为 446.42ind./m³,占浮游动物总密度的 53.11%,在 12 个调查站位中均有出现,其中在 J12 号站位密度最高,为 1436.17ind./m³,其次为 J2 号站,为 933.33ind./m³,为该调查海区的第一优势种;克氏纺锤水蚤的平均密度为 129.32ind./m³,占浮游动物总密度的 15.39%,在 12 个调查站位中均有出现,其中在 J12 号站位密度最高,为 265.96ind./m³,其他优势种见表 3.2.5-51。

表 3.2.5-51 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	占总丰度 百分比 (%)
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.537	446.42	53.11
克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>	0.154	129.32	15.39
纺锤水蚤属	<i>Acartia</i> sp.	0.073	66.30	7.89
多毛类幼体	Polychaeta larvae	0.062	55.07	6.55
强卷螺	<i>Agadina stimpsoni</i>	0.036	33.33	3.97
蔓足类幼体	Cirripedia larvae	0.025	22.54	2.68
伪镖水蚤属	<i>Pseudodiaptomus</i> sp.	0.022	17.43	2.07

⑥小结

秋季调查共记录浮游动物 8 个生物类群 43 种,其中桡足类 29 种,浮游幼体类 8 种,被囊类、刺胞动物、等足类、糠虾类、十足类和翼足类各 1 种。各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 7.50mg/m³~85.11mg/m³,平均生物量为 31.65mg/m³;浮游动物密度变化幅度为 375.00ind./m³~2271.28ind./m³,平均密度 840.53ind./m³。本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 7 种,为桡足类的小拟哲水蚤、克氏纺锤水蚤、纺锤水蚤属、伪镖水蚤属和浮游幼体的多毛类幼体、蔓足类幼体、翼足类的强卷螺。本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 17

种(11~20种)；种类多样性指数范围为1.585~3.062之间，平均为2.402，多样性属于中等水平；种类均匀度变化范围在0.458~0.734之间，平均为0.593。

(4) 大型底栖生物

①种类组成

本次调查共记录大型底栖动物37种，其中环节动物24种、节肢动物8种、软体动物3种和其他种类动物(纽形动物和脊索动物各1种)共2种。环节动物、节肢动物和软体动物分别占总种数的64.86%、21.62%和8.11%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

②生物量及栖息密度

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为452.50ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为374.17ind./m²，占总平均密度的82.69%；节肢动物次之，其平均栖息密度为60.83ind./m²，占总平均密度的13.44%；软体动物的平均栖息密度为12.50ind./m²，占总平均密度的2.76%；其他动物平均栖息密度之和为5.00ind./m²，占总平均密度的1.10%。

底栖生物的平均生物量为2.46g/m²，以环节动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为1.93g/m²，占总平均生物量的78.35%；其次为软体动物，其平均生物量为0.35g/m²，占总平均生物量的14.04%；其他动物的平均生物量之和为0.10g/m²，占总平均生物量的4.03%；节肢动物平均生物量较少，为0.09g/m²。

表 3.2.5-52 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
J2	栖息密度(ind./m ²)	840.00	770.00	0.00	50.00	20.00
	生物量(g/m ²)	3.50	3.20	0.00	0.04	0.26
J4	栖息密度(ind./m ²)	700.00	670.00	0.00	20.00	10.00
	生物量(g/m ²)	3.64	3.47	0.00	0.15	0.02
J5	栖息密度(ind./m ²)	680.00	680.00	0.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.58	2.58	0.00	0.00	0.00
J6	栖息密度(ind./m ²)	380.00	370.00	0.00	10.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.31	2.31	0.00	0.00	0.00
J7	栖息密度(ind./m ²)	800.00	790.00	10.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.78	4.14	0.64	0.00	0.00
J10	栖息密度(ind./m ²)	620.00	550.00	0.00	70.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.31	3.96	0.00	0.35	0.00
J11	栖息密度(ind./m ²)	400.00	30.00	0.00	370.00	0.00

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
	生物量(g/m ²)	0.15	0.06	0.00	0.10	0.00
J12	栖息密度(ind./m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
J14	栖息密度(ind./m ²)	470.00	300.00	0.00	160.00	10.00
	生物量(g/m ²)	1.94	0.96	0.00	0.10	0.88
J16	栖息密度(ind./m ²)	220.00	180.00	0.00	30.00	10.00
	生物量(g/m ²)	1.01	0.96	0.00	0.03	0.03
J18	栖息密度(ind./m ²)	240.00	90.00	130.00	20.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.53	0.90	3.33	0.30	0.00
J20	栖息密度(ind./m ²)	80.00	60.00	10.00	0.00	10.00
	生物量(g/m ²)	0.82	0.63	0.19	0.00	0.01
平均	栖息密度(ind./m ²)	452.50	374.17	12.50	60.83	5.00
	生物量(g/m ²)	2.46	1.93	0.35	0.09	0.10

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从 0.00ind./m²~840.00ind./m²,其中 J2 号站位栖息密度最高,为 840.00ind./m²。该 站位密度最高的原因在于记录到数量较多的环节动物持真节虫、腺带刺沙蚕、后稚虫和尖锥虫,它们在该站位的栖息密度分别为 210.00ind./m²、140.00ind./m²、130.00ind./m²和 110.00ind./m²;其次为 J7 号站位,为 800.00ind./m²,J7 号站位密度较高的原因是记录到数量较多的环节动物持真节虫、后稚虫和腺带刺沙蚕,它们在站位的栖息密度分布为 440.00ind./m²、170.00ind./m²和 100.00ind./m²,最低的站位为 J12 号站,该站没有出现底栖生物。

本次调查海域的底栖 生物的生物量平面分布也不均匀,变化范围从 0.00g/m²~4.78g/m²,其中 J7 号站位生物量最高,构成 J7 号站位相对高生物量的原因在于出现数量很多的环节动物持真节虫,生物量为 2.24g/m²。其次为 J18 号站位,生物量为 4.53g/m²,构成 J18 号站位相对高生物量的原因在于出现数量多个体较大的软体动物光滑河篮蛤,生物量为 3.33g/m²。环节动物在调查海区的平均密度为 374.17ind./m²,在 12 个站位中 11 个站有出现,出现频率为 91.67%。密度分布范围为 0.00ind./m²~790.00ind./m²;平均生物量为 1.93g/m²,生物量分布范围为 0.00g/m²~4.14g/m²。

软体动物在调查海区 12 个站位中 3 个站出现,出现频率为 25.00%,平均密度为 12.50ind./m²,密度分布范围为 0.00ind./m²~130.00ind./m²;平均生物量为 0.35g/m²,生物量分布范围为 0.00g/m²~3.33g/m²。

节肢动物在调查海区 12 个站位中 8 个站出现，出现频率为 66.67%，平均密度为 60.83ind./m²，密度分布范围为 0.00ind./m²~370.00ind./m²；平均生物量为 0.09g/m²，生物量分布范围为 0.00g/m²~0.35g/m²。

③优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 5 个优势种，为环节动物的持真节虫、后稚虫、尖锥虫、腺带刺沙蚕和节肢动物的长节刀钩虾，优势度分别为 0.172、0.108、0.059、0.042 和 0.029。持真节虫在 12 个站位中的 7 个站出现，其平均栖息密度为 133.33ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 29.47%，为该调查海区的第一优势种；后稚虫在 12 个站位中的 9 个站出现，其平均栖息密度为 65.00ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 14.36%，其他优势种见表 3.2.5-53。

表 3.2.5-53 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ²)	占总生物栖息密度的百分比 (%)
持真节虫	环节动物	0.172	133.33	29.47
后稚虫	环节动物	0.108	65.00	14.36
尖锥虫	环节动物	0.059	29.17	6.45
腺带刺沙蚕	环节动物	0.042	38.33	8.47
长节刀钩虾	节肢动物	0.029	40.00	8.84

④生物多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~14 种/站，平均 9 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.000~3.068 之间，平均值为 2.205。多样性指数最高出现在 J2 号站，最低则为 J12 号站，调查海域底栖生物多样性指数属于中等水平。均匀度范围在 0.323~0.967 之间，平均值为 0.742，均匀度指数最高出现在 J20 号站，最低则为 J11 号站，各站位之间物种分布较为均匀。

表 3.2.5-54 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
J2	14	3.068	0.806
J4	14	3.017	0.792
J5	8	2.304	0.768
J6	11	2.563	0.741
J7	6	1.831	0.708

J10	14	2.765	0.726
J11	6	0.834	0.323
J12	0	0.000	/
J14	12	2.722	0.759
J16	9	2.639	0.833
J18	8	2.216	0.739
J20	6	2.500	0.967
平均	9	2.205	0.742
范围	0~14	0.000~3.068	0.323~0.967

⑤小结

秋季调查共记录大型底栖动物 37 种，其中环节动物 24 种、节肢动物 8 种、软体动物 3 种和其他种类动物共 2 种。调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 452.50ind./m²，平均生物量为 2.46g/m²。本次调查海区的底栖生物有 5 个优势种，为环节动物的持真节虫、后稚虫、尖锥虫、腺带刺沙蚕和节肢动物的长节刀钩虾。调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~14 种/站，平均 9 种/站，多样性指数变化范围在 0.000~3.068 之间，平均值为 2.205，多样性指数属于中等水平；均匀度范围在 0.323~0.967 之间，平均值为 0.742。

(5) 潮间带生物

①种类构成

本次调查共记录潮间带生物 15 种，其中节肢动物 7 种，环节动物 6 种，纽形动物和脊椎动物各 1 种。节肢动物和环节动物各占总种数的 46.67%和 40.00%。节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

3 个断面按沉积物的类型，以 C1~C3 表示，其中 3 个调查断面均为泥相。高潮区：生物群落组成以环节动物背毛背蚓虫和节肢动物麦克碟尾虫为主，它们在高潮区的平均栖息密度分别为 13.33ind./m² 和 10.67ind./m²，它们的平均栖息密度之和占高潮区总平均栖息密度的 56.25%。

中潮区：生物群落组成以节肢动物麦克碟尾虫为主，它们在中潮区的平均栖息密度为 7.11ind./m²，它们的平均栖息密度占中潮区总平均栖息密度的 50.00%。低潮区：生物群落组成同样以节肢动物麦克碟尾虫为主，它们在低潮区的平均栖息密度为 53.33ind./m²，占低潮区总平均栖息密度的 76.92%。

②平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 2.98g/m²，平均栖息密度为 42.07ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中,以节肢动物居首位,平均生物量为 $2.85\text{g}/\text{m}^2$, 占总平均生物量的 95.61%; 其次为环节动物,其平均生物量为 $0.06\text{g}/\text{m}^2$, 占总平均生物量的 1.94%; 纽形动物的平均生物量为 $0.05\text{g}/\text{m}^2$, 占总生物量的 1.55%; 脊椎动物的平均生物量为 $0.03\text{g}/\text{m}^2$, 占总生物量的 0.89%。

在平均栖息密度方面,总平均栖息密度为 $42.07\text{ind.}/\text{m}^2$ 。其中节肢动物占首位,为 $27.56\text{ind.}/\text{m}^2$; 其次为环节动物,为 $12.15\text{ind.}/\text{m}^2$; 纽形动物和脊椎动物的平均栖息密度较低,分别为 $1.48\text{ind.}/\text{m}^2$ 和 $0.89\text{ind.}/\text{m}^2$ 。

表 3.2.5-55 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	节肢动物	纽形动物	脊椎动物
栖息密度 ($\text{ind.}/\text{m}^2$)	42.07	12.15	27.56	1.48	0.89
生物量 (g/m^2)	2.98	0.06	2.85	0.05	0.03

③平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上,潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高,高潮区居中,中潮带最低,其中低潮区的平均生物量主要由节肢动物组成。平均栖息密度的垂直分布,亦表现为低潮区>高潮区>中潮区,低潮区的平均栖息密度主要由节肢动物组成。

表 3.2.5-56 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	节肢动物	纽形动物	脊椎动物
高	栖息密度 ($\text{ind.}/\text{m}^2$)	42.67	24.00	16.00	2.67	0.00
	生物量 (g/m^2)	0.31	0.14	0.06	0.10	0.00
中	栖息密度 ($\text{ind.}/\text{m}^2$)	14.22	4.44	8.00	1.78	0.00
	生物量 (g/m^2)	0.08	0.01	0.04	0.03	0.00
低	栖息密度 ($\text{ind.}/\text{m}^2$)	69.33	8.00	58.67	0.00	2.67
	生物量 (g/m^2)	8.56	0.02	8.46	0.00	0.08

④生物多样性指数

计算结果显示,3 条调查断面出现的种类数在 5~7 种/断面(平均 6 种/断面),多样性指数和均匀度指数平均值分别为 1.612 和 0.599,多样性属于较低水平。

表 3.2.5-57 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数(H')	均匀度(J')
C1	7	1.560	0.556
C2	5	0.991	0.427
C3	7	2.285	0.814
平均	6	1.612	0.599

⑤小结

秋季调查共记录潮间带生物 15 种，其中节肢动物 7 种，环节动物 6 种，纽形动物和脊椎动物各 1 种。调查断面潮间带生物平均生物量为 $2.98\text{g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $42.07\text{ind.}/\text{m}^2$ 。水平分布方面：平均栖息密度表现为 C1 断面>C2 断面>C3 断面；平均生物量则表现为 C3 断面>C1 断面>C2 断面。垂直分布方面：潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，高潮区居中，中潮带最低；平均栖息密度的垂直分布，亦表现为低潮区>高潮区>中潮区。3 条调查断面出现的种类数在 5~7 种/断面(平均 6 种/断面)，多样性指数和均匀度指数平均值分别为 1.612 和 0.599，多样性属于较低水平。

(5) 鱼类浮游生物

①种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 8 种，其中鲈形目鉴定出 3 种，鲱形目鉴定出 2 种，鲻形目、鲾形目和未定种各鉴定出 1 种。

表 3.2.5-58 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类		拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小沙丁鱼	<i>Shardinella</i> sp.	-	+
	小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	+	+
鲈形目	多鳞鲈	<i>Sillago sihama</i>	+	-
	绯鲤	<i>Upeneus</i> sp.	+	+
	鲷科	Sparidae	+	+
鲻形目	鲻科	Mugilidae	+	+
鲾形目	舌鰻科	Cynoglossidae	+	-
	未定种	Unidentified	+	-

②数量分布

本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 364 粒，仔鱼 7 尾。调查海区 12 个测站中全部采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 $30.33\text{ind}/\text{net}$ 。捕获鱼卵数最大是 J16 号站，为 $44\text{ind}/\text{net}$ ，各站捕获鱼卵数变化范围在 $19\text{ind}/\text{net}$ ~ $44\text{ind}/\text{net}$ 。

仔鱼在 12 个监测站中 5 个站有出现，出现率为 41.67%，仔鱼的各站平均捕获数量平均为 $0.58\text{ind}/\text{net}$ ，捕获仔鱼数最大是 J5 和 J12 号站，均为 $2\text{ind}/\text{net}$ ，各站捕获仔鱼数变化范围在 $0\text{ind}/\text{net}$ ~ $2\text{ind}/\text{net}$ 。

表 3.2.5-59 鱼类浮游生物水平拖网捕获数量及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/net)	仔鱼 (ind/net)
J2	19	0
J4	22	0
J5	21	2
J6	25	0
J7	30	0
J10	41	1
J11	33	0
J12	38	2
J14	31	0
J16	44	1
J18	24	0
J20	36	1
平均值	30.33	0.58

本次垂直拖网定量调查仅采到鱼卵 9 粒。调查期间 12 个测站中 8 个站采集到鱼卵，鱼卵出现率为 66.67%，调查海区的鱼卵平均密度为 1.95ind/m³，捕获鱼卵数量密度最高的是 J14 号站，为 7.50ind/m³，鱼卵密度变化范围在 0.00ind/m³~7.50ind/m³。

表 3.2.5-60 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔鱼 (ind/m ³)
J2	0.00	0.00
J4	2.14	0.00
J5	2.14	0.00
J6	3.75	0.00
J7	1.67	0.00
J10	0.00	0.00
J11	0.88	0.00
J12	0.00	0.00
J14	7.50	0.00
J16	3.75	0.00
J18	0.00	0.00
J20	1.58	0.00
平均值	1.95	0.00

③主要种类及数量分布

鲷科、多鳞鱈和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要种类。在本次调查水平拖网中鱼卵出现一定数量，鲷科鱼卵平均捕获数量为 10.75ind/net，占本次

定性调查鱼卵总数的 35.44%；多鳞鳕鱼卵平均捕获数量为 7.33ind/net，占本次定性调查鱼卵总数的 24.18%；小公鱼鱼卵平均捕获数量为 6.67ind/net，占本次定性调查鱼卵总数的 21.98%。

小沙丁鱼和鲷科也是本次水平拖网定性调查中的主要种类。在本次调查水平拖网中仔鱼出现一定数量，小沙丁鱼和鲷科仔鱼平均捕获数量均为 0.17ind/net，均占本次定性调查仔鱼总数的 28.57%。

本次垂直拖网定量调查中仅出现的小公鱼、多鳞鳕和鲷科三种鱼卵，未采集到仔鱼。其中，小公鱼鱼卵在 12 个调查站中 3 个站有出现，出现频率为 25.00%，鱼卵密度在 $0.00\text{ind}/\text{m}^3 \sim 7.50\text{ind}/\text{m}^3$ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 J14 号站，密度为 $7.50\text{ind}/\text{m}^3$ ，小公鱼鱼卵的平均密度为 $1.12\text{ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总平均密度的 57.20%；多鳞鳕鱼卵的平均密度为 $0.44\text{ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总平均密度的 22.76%；鲷科鱼卵的平均密度为 $0.39\text{ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总平均密度的 20.04%。

④小结

秋季调查在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，至少共出现了鱼卵仔鱼 8 种。本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 364 粒，仔鱼 7 尾。调查海区鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 30.33ind/net，仔鱼的出现率为 41.67%，仔鱼各站平均捕获数量平均为 0.58ind/net。鲷科、多鳞鳕和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要鱼卵种类，小沙丁鱼和鲷科是本次水平拖网定性调查中的主要仔鱼种类。秋季调查垂直拖网定量调查仅采到鱼卵 9 粒。调查期间鱼卵出现率为 66.67%，调查海区的鱼卵平均密度为 $1.95\text{ind}/\text{m}^3$ 。本次垂直拖网定量调查中仅出现的小公鱼、多鳞鳕和鲷科三种鱼卵，未采集到仔鱼。其中，小公鱼鱼卵的平均密度为 $1.12\text{ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总平均密度的 57.20%；多鳞鳕鱼卵的平均密度为 $0.44\text{ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总平均密度的 22.76%；鲷科鱼卵的平均密度为 $0.39\text{ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总平均密度的 20.04%。

（6）游泳动物

①种类组成

本次调查，共捕获游泳动物 55 种，其中：鱼类 31 种，甲壳类 23 种，头足类 1 种。各断面种类数量，J10 号站断面种类数最多，为 25 种，J11 号站断面的

种数最少，为 18 种。

表 3.2.5-61 各断面出现种类统计结果

断面	甲壳类	头足类	鱼类	总计
J2	14	0	8	22
J4	9	0	10	19
J5	11	0	11	22
J6	11	0	11	22
J7	11	0	10	21
J10	14	1	10	25
J11	9	0	9	18
J12	12	0	11	23
J14	12	0	10	22
J16	15	0	6	21
J18	13	0	10	23
J20	14	0	6	20

②渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 1.74kg/h 和 103.42ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.32 kg/h 和 88.08ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 75.96%和 85.17%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.42kg/h 和 15.25ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 24.02%和 14.75%；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.0003kg/h 和 0.08ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 0.02%和 0.08%。

表 3.2.5-62 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率(ind./h)			重量渔获率(kg/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
J2	88.00	1.89	73.00	0.00	15.00	1.44	0.00	0.45
			82.95	0.00	17.05	75.98	0.00	24.02
J4	111.00	1.91	92.00	0.00	19.00	1.41	0.00	0.50
			82.88	0.00	17.12	73.95	0.00	26.05
J5	129.00	1.84	111.00	0.00	18.00	1.41	0.00	0.43
			86.05	0.00	13.95	76.52	0.00	23.48
J6	105.00	1.94	84.00	0.00	21.00	1.42	0.00	0.52
			80.00	0.00	20.00	73.41	0.00	26.59
J7	111.00	1.67	98.00	0.00	13.00	1.27	0.00	0.40
			88.29	0.00	11.71	75.82	0.00	24.18

J10	117.00	1.64	99.00	1.00	17.00	1.26	0.0038	0.38
			84.62	0.85	14.53	76.75	0.23	23.02
J11	92.00	1.50	74.00	0.00	18.00	1.10	0.00	0.40
			80.43	0.00	19.57	73.38	0.00	26.62
J12	83.00	1.68	63.00	0.00	20.00	1.10	0.00	0.59
			75.90	0.00	24.10	65.24	0.00	34.76
J14	111.00	1.74	97.00	0.00	14.00	1.31	0.00	0.43
			87.39	0.00	12.61	75.25	0.00	24.75
J16	90.00	1.77	82.00	0.00	8.00	1.45	0.00	0.32
			91.11	0.00	8.89	81.78	0.00	18.22
J18	113.00	1.73	102.00	0.00	11.00	1.36	0.00	0.37
			90.27	0.00	9.73	78.41	0.00	21.59
J20	91.00	1.51	82.00	0.00	9.00	1.30	0.00	0.21
			90.11	0.00	9.89	86.01	0.00	13.99
平均	103.42	1.74	88.08	0.08	15.25	1.32	0.0003	0.42
			85.17	0.08	14.75	75.96	0.02	24.02

③资源密度

本次调查各断面渔业资源密度分布见 3.2.5-60。平均重量密度为 208.32kg/km²，J6 号站断面最高，J11 号站断面最低，范围为 180.24kg/km²~232.59kg/km²；平均个体密度为 12.41×10³ind./km²，个体密度最高的断面为 J5 号站断面，其值为 15.48×10³ind./km²，最低为 J12 号站断面，其个体密度为 9.96×10³ind./km²。

表 3.2.5-63 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度(kg/km ²)	个体密度(×10 ³ ind./km ²)
J2	226.87	10.56
J4	229.45	13.32
J5	220.36	15.48
J6	232.59	12.60
J7	200.45	13.32
J10	196.65	14.04
J11	180.24	11.04
J12	202.07	9.96
J14	209.08	13.32
J16	212.18	10.80
J18	208.17	13.56
J20	181.78	10.92
平均值	208.32	12.41

④鱼类资源状况

a. 鱼类种类组成

本次调查共捕获鱼类 31 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

b. 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.2.5-64。从表 3.2.5-64 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 $50.05\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $1.83 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。在 12 个断面的鱼类重量密度分布中，J12 号站断面最高为 $70.23\text{kg}/\text{km}^2$ ，J20 号站断面最低为 $25.42\text{kg}/\text{km}^2$ ；鱼类个体密度分布中，J6 号站断面最高为 $2.52 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，J16 号站断面最低为 $0.96 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

表 3.2.5-64 鱼类资源密度

断面	重量密度(kg/km^2)	个体密度($\times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$)
J2	54.49	1.80
J4	59.78	2.28
J5	51.73	2.16
J6	61.84	2.52
J7	48.47	1.56
J10	45.27	2.04
J11	47.98	2.16
J12	70.23	2.40
J14	51.75	1.68
J16	38.66	0.96
J18	44.95	1.32
J20	25.42	1.08
平均值	50.05	1.83

c. 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 3.2.5-65。从表 3.2.5-65 可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种仅 2 种，为：拉氏狼牙虾虎鱼和线纹鳗鲡，这 2 种鱼的重量渔获率之和为 $1.89\text{kg}/\text{h}$ ，占鱼类总重量渔获率（ $5.01\text{kg}/\text{h}$ ）的 37.71%；这 2 种鱼的个体渔获率之和为 $53.00 \text{ind.}/\text{h}$ ，占鱼类总个体渔获率（ $183.00 \text{ind.}/\text{h}$ ）的 28.96%。

表 3.2.5-65 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
拉氏狼牙虾虎鱼	75.00	1.13	22.58	40.00	21.86	3332.96
线纹鳗鲡	83.33	0.76	15.13	13.00	7.10	1852.56
白姑鱼	66.67	0.30	6.07	12.00	6.56	841.85
卵鲷	66.67	0.12	2.38	12.00	6.56	595.57
红牙鲷	50.00	0.34	6.87	9.00	4.92	589.46
孔虾虎鱼	50.00	0.16	3.22	14.00	7.65	543.69
拟矛尾虾虎鱼	58.33	0.07	1.49	12.00	6.56	469.54
截尾白姑鱼	41.67	0.22	4.34	12.00	6.56	454.07
龙头鱼	50.00	0.26	5.20	6.00	3.28	423.71
少鳞鱚	50.00	0.17	3.37	7.00	3.83	359.98
杂食豆齿鳗	25.00	0.44	8.75	3.00	1.64	259.79
犬牙繸虾虎鱼	41.67	0.09	1.77	6.00	3.28	210.27
斑头舌鲷	41.67	0.07	1.50	6.00	3.28	198.98
长钩须鲷	25.00	0.08	1.55	4.00	2.19	93.37
海鳗	16.67	0.09	1.78	4.00	2.19	66.03
尖头黄鳍牙鲷	16.67	0.07	1.48	2.00	1.09	42.85
褐蓝子鱼	16.67	0.06	1.15	2.00	1.09	37.34
短吻红舌鲷	16.67	0.05	0.92	2.00	1.09	33.59
棕斑兔头鲈	16.67	0.04	0.87	2.00	1.09	32.67
皮氏叫姑鱼	16.67	0.04	0.83	2.00	1.09	32.07
食蟹豆齿鳗	8.33	0.16	3.27	1.00	0.55	31.76
李氏鲷	16.67	0.03	0.67	2.00	1.09	29.44
颈斑鲷	16.67	0.02	0.42	2.00	1.09	25.28
大鳞舌鲷	8.33	0.06	1.22	1.00	0.55	14.76
勒氏枝鲷石首鱼	8.33	0.04	0.74	1.00	0.55	10.74
高体棱鲷	8.33	0.04	0.72	1.00	0.55	10.54
细鳞鲷	8.33	0.03	0.59	1.00	0.55	9.47
小带鱼	8.33	0.02	0.46	1.00	0.55	8.40
中颌棱鲷	8.33	0.02	0.30	1.00	0.55	7.09
凤鲚	8.33	0.01	0.21	1.00	0.55	6.29
六指马鲛	8.33	0.01	0.15	1.00	0.55	5.80

⑤甲壳类资源状况

a. 种类组成及资源密度评估

本次调查共捕获甲壳类 23 种，其中：虾类 6 种，蟹类 12 种，虾蛄类 5 种。

b. 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 3.2.5-66。从表 3.2.5-66 可得出, 甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 5 种, 为: 长叉口虾蛄、红星梭子蟹、隆线强蟹、刀额新对虾和周氏新对虾。这 5 种甲壳类的重量渔获率之和为 12.67kg/h, 占甲壳类总重量渔获率(15.83kg/h)的 80.08%; 这 5 种甲壳类的个体渔获率之和为 789.00ind./h, 占甲壳类总个体渔获率(1057.00ind./h)的 74.65%。

表 3.2.5-66 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
长叉口虾蛄	100.00	6.09	38.47	432.00	40.87	7933.79
红星梭子蟹	100.00	3.72	23.48	111.00	10.50	3398.43
隆线强蟹	100.00	1.89	11.92	84.00	7.95	1986.76
刀额新对虾	100.00	0.57	3.62	78.00	7.38	1100.34
周氏新对虾	100.00	0.41	2.58	84.00	7.95	1053.11
亨氏仿对虾	83.33	0.34	2.15	71.00	6.72	739.17
哈氏仿对虾	83.33	0.27	1.72	74.00	7.00	727.13
锈斑蟊	83.33	0.51	3.24	39.00	3.69	577.11
远海梭子蟹	75.00	0.77	4.86	10.00	0.95	435.65
近亲蟊	66.67	0.37	2.35	21.00	1.99	289.00
口虾蛄	58.33	0.19	1.19	16.00	1.51	157.98
晶莹蟊	41.67	0.34	2.16	7.00	0.66	117.46
钝齿蟊	33.33	0.08	0.50	5.00	0.47	32.40
日本蟊	25.00	0.07	0.46	3.00	0.28	18.54
猛虾蛄	25.00	0.05	0.31	4.00	0.38	17.21
变态蟊	25.00	0.02	0.11	5.00	0.47	14.64
断脊小口虾蛄	25.00	0.05	0.30	3.00	0.28	14.58
中华管鞭虾	25.00	0.01	0.07	3.00	0.28	8.95
墨吉明对虾	16.67	0.05	0.34	2.00	0.19	8.80
矛形梭子蟹	16.67	0.01	0.05	2.00	0.19	3.99
伍氏平虾蛄	8.33	0.01	0.04	1.00	0.09	1.14
疾进蟊	8.33	0.01	0.03	1.00	0.09	1.06
直额蟊	8.33	0.00	0.03	1.00	0.09	1.03

c. 甲壳类资源密度评估

本次调查, 甲壳类的资源密度见表 3.2.5-67。从表 3.2.5-67 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 158.24kg/km² 和 10.57×10³ind./km²。其中, 重量密度范围为 131.84kg/km²~173.52kg/km², J16 号站断面最高, J12 号站断面最低; 个体密度分布范围为 7.56×10³ind./km²~13.32×10³ind./km², J5 号站断面最高, J12 号

站断面最低。

表 3.2.5-67 甲壳类资源密度

断面	重量密度(kg/km ²)	个体密度($\times 10^3$ ind./km ²)
J2	172.38	8.76
J4	169.67	11.04
J5	168.63	13.32
J6	170.75	10.08
J7	151.98	11.76
J10	150.93	11.88
J11	132.26	8.88
J12	131.84	7.56
J14	157.33	11.64
J16	173.52	9.84
J18	163.22	12.24
J20	156.36	9.84
平均值	158.24	10.57

⑥头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类仅有 1 种,为火枪乌贼。在 12 个调查断面中,头足类的仅在 J10 号断面出现,出现率为 8.33%。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 0.04kg/km² 和 0.01 $\times 10^3$ ind./km²。

⑦小结

秋季调查共捕获游泳动物 55 种,其中:鱼类 31 种,甲壳类 23 种,头足类 1 种。渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 1.74kg/h 和 103.42ind./h,其中:甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.32kg/h 和 88.08ind./h;鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.42kg/h 和 15.25ind./h;头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.0003kg/h 和 0.08ind./h。

秋季调查各断面渔业资源的平均重量密度为 208.32kg/km²,平均个体密度为 12.41 $\times 10^3$ ind./km²。其中:鱼类的平均重量密度和平均个体密度分别为 50.05kg/km² 和 1.83 $\times 10^3$ ind./km²;甲壳类的平均重量密度和平均个体密度分别为 158.24kg/km² 和 10.57 $\times 10^3$ ind./km²;头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 0.04kg/km² 和 0.01 $\times 10^3$ ind./km²。本次调查鱼类的优势种仅 2 种,为:拉氏狼牙虾虎鱼和线纹鳗鲡,甲壳类的优势种有 5 种,为:长叉口虾蛄、红星梭子蟹、隆线强蟹、刀额新对虾和周氏新对虾。

3.3 海洋资源概况

工程所在海域的海洋资源主要有：港口资源、航道与锚地资源、矿产资源、旅游资源与渔业资源、红树林等。

3.3.1 港口资源

台山市位于江门市中南部，西北与江门市区、恩平、开平接壤，东邻新会，北依潭江，南临南海，形似沿海半岛。海（岛）岸线长 697km，海域面积 2717km²，有丰富的海洋资源和土地资源，具有建设大型深水海港，发展远洋运输的优越条件。

台山港口主要有 3 个：分别是公益港、广海港和鱼塘港。公益港建于北部潭江河岸，可停泊数千吨级的集装箱货运船和豪华快速客轮，每天都有航班开往香港。广海港建于南部广海湾，距香港 96 海里，距澳门 52 海里。即将建成的还有可停泊万 t 级货轮的鱼塘港，台山发电厂 10 万 t 级的煤运码头。

公益作业区：为台山港区中最大的内河货运作业区，位于台山市北部公益桥南端桥脚，距台城 20km，水陆交通方便。沿潭江出银洲湖可通珠江三角洲及港澳地区，到香港 123km，澳门 100km。港区 93 年建成投产，现有泊位 4 个，最大靠泊能力 1000t 级，陆域仓库 2964m²，堆场 28000m²，配有 50t 桅杆起重机和 47t 集装箱起重机各 1 台，其它装卸机械共 12 台。设计通过能力 60 万 t，2004 年完成货物吞吐量 68.12 万 t，其中集装箱 30.69 万 t。货类主要为集装箱、钢铁、有色金属等，进出地多为港澳地区。公益作业区所处位置陆域宽阔，可利用岸线较长，作业区有较大的发展空间。

广海作业区：广海（一期）有限公司码头，位于广海湾内烽火角水闸下游，建有 3 个泊位（2 个客运和 1 个货运泊位）。码头在 1988 年建成投入使用，设计吞吐量为 20 万人次和 30 万 t，最大靠泊 1000t 级船舶，但近年周边围垦造地、海洋养殖以及淤泥沉积等，导致航道淤积严重，码头基本停用。1996 年已将客运泊位迁建到公益作业区（下游），吞吐能力为 10 万人次，开通港澳航班，与此同时，货运亦暂迁到公益作业区，远期的沿海大宗货物将迁移到广海鱼塘作业区。

鱼塘港处于广海湾东侧，赤溪镇的鱼塘湾内。水路距澳门 48 海里，距香港 87 海里，离国际航道 12 海里。陆路距台山市区（台城）50km，北抵佛山、广州，东连珠海、澳门。鱼塘港建成后将与新台高速公路和广东西部沿海高速公路联接，

构成水陆交通网。鱼塘港设计为 10000t 级泊位一个，5000t 级泊位两个，包括码头、防浪护岸、陆域回填、港池航道疏浚、生产及辅助生产建筑物、堆场道路、装卸机械以及供电、给排水、通信导航、港作车船和环境保护等。鱼塘港码头建设，累计完成南、西防浪堤 765m、北护岸 450m、进港道路 780m、港区道路、堆场 14.5 万 m³、供水管道 18km 及 600m³ 的调节池、码头泊位 320m（可停靠万吨级轮船）。累计投入建设资金人民币 1.5 亿元。

位于铜鼓湾的电厂码头，属台山电厂专用煤码头，设计最大靠泊能力为 6.5 万 t，吞吐能力 1000 万 t，首期泊位已随电厂投入使用。

3.3.2 航道与锚地资源

1、航道

根据《江门港总体规划》（2015 年），江门市的内河航道及出海航道主要有西江下游出海航道、虎跳门水道、潭江、劳龙虎水道、崖门水道、崖门出海航道、那扶河及镇海湾出海航道等。

那扶河及镇海湾出海航道，航道全长约 44.5km，按单向乘潮通航 3000t 级海轮标准建设，乘潮历时 3 小时，乘潮保证率 50%，乘潮水位 1.15m（1985 国家高程，下同）。其中横板~寨门口为那扶河河段，长约 24km，航道尺度为 7.2m×75m×600m（航道设计水深×航道通航宽度×最小转弯半径，设计水深含备淤深度 0.4m，下同）；寨门口~潯洲岛（潯洲岛南侧规划的潯洲岛南航道处）为镇海湾出海航道，长约 20.5km，航道尺度为 7.4m×75m×600m。该项目主体工程于 2018 年 7 月 12 日进行了交工验收，但项目的建设尺度尚未对外公布。目前，那扶河河段按 VI 级航道维护，维护水深 1.2m。寨门口~潯洲岛（潯洲岛南侧规划的潯洲岛南航道处）为镇海湾出海航道，长约 20.5km，是那扶河的出海通道，暂未公布维护尺度。

北潯航道位于阳江区域，从北津 1#标至潯洲岛，控制性船型为 2000t 级滚装船。

2、锚地

内河锚地：除银洲湖水域现状有锚地外，西江、潭江、虎跳门等其他内河水道无正规锚地，一般采用临时抛锚的方法。

表 3.3.2-1 江门港锚地现状

锚地名称	锚地位置		锚地半径	备注
	北纬	东经		
一、内河锚地				
引航锚地	22°12'00"	113°05'35"	500	单点系泊
#1 锚地	22°14'15"	113°04'45"	400	单点系泊
#2 锚地	22°15'00"	113°04'40"	400	单点系泊
#3 锚地	22°15'30"	113°04'35"	400	单点系泊
#4 锚地	22°17'45"	113°04'20"	300	单点系泊
#5 锚地	22°18'15"	113°04'15"	300	单点系泊
#6 锚地	22°21'15"	113°04'15"	400	单点系泊
#7 锚地	22°21'45"	113°04'25"	400	单点系泊
#8 锚地	22°23'20"	113°04'25"	300	单点系泊
#9 锚地	22°23'45"	113°04'25"	300	单点系泊
#10 锚地	22°24'15"	113°04'25"	300	单点系泊
#11 锚地	22°24'40"	113°04'15"	300	单点系泊
#12 锚地	22°25'00"	113°04'10"	300	单点系泊
#13 锚地	22°25'52"	113°03'44"	250	单点系泊
#14 锚地	22°26'06"	113°03'30"	250	单点系泊
二、沿海锚地				
潯洲锚地	21°41'00"		112°23'00"	
	21°41'00"		112°25'00"	
	21°38'50"		112°23'00"	
	21°38'50"		112°25'00"	
船舶检验和饮水锚地	以 21°50'00"N, 112°52'00"E 为中心, 半径 0.5 海里的范围内			
光海港第二引航锚地	以 21°36'00"N, 112°50'00"E 为中心, 半径 1.0 海里的范围内			
青栏头锚地	21°43'00"		112°54'00"	
	21°45'00"		112°54'00"	
	21°45'00"		112°56'00"	
	21°43'00"		112°56'00"	
大襟锚地	21°51'00"		112°03'00"	
	21°53'60"		112°03'00"	
	21°53'60"		112°05'00"	
	21°51'00"		112°05'00"	
围夹岛危险品作业区	21°33'00"		112°45'38"	
	21°34'47"		112°45'38"	
	21°36'00"		112°48'00"	
	21°33'00"		112°50'00"	
	21°36'00"		112°50'00"	

3.3.3 旅游资源

台山是旅游大市，是广东省著名的生态休闲旅游度假胜地以及“中国最佳文

化生态旅游示范地”。上下川岛及滨海可供开发优质沙滩总长达 63.9km；三合、都斛、白沙、汶村四处温泉出露带日均总流量达 1.5 万 t；冈宁墟、梅家大院、浮月洋楼、翁家楼等为代表的侨乡特色建筑遍布城乡。全市现开发有旅游景区(点) 13 个，其中上下川岛旅游度假区、颐和温泉城、康桥温泉、北陡那琴半岛等景区景点远近闻名。目前正积极创建国家全域旅游示范区，建设面积达 800km² 的中国农业公园。

3.3.4 矿产资源

台山市发现的矿物有金属矿和非金属矿两大类，以非金属矿为主，主要有花岗岩、石灰石、高岭土、绿柱石、水晶石、硅砂、钾长石、黄玉和煤；金属矿主要有金、银、铜、锡、铅、锑和铌钽等；稀土金属有稀土矿。建材矿产有石灰石、花岗岩和石英砂。此外，还有煤、地热和矿泉水等矿产。已探明有一定储量的矿藏产地 80 处，其中大型矿藏产地 2 处，中型矿藏产地 7 处，小型矿藏产地 71 处。

3.3.5 渔业资源

根据《台山市养殖水域滩涂规划(2018-2035 年)》，台山海域面积 2716.9km²，海岸线长 306.1km。有大小海湾 35 个，其中比较大的海湾有广海湾和镇海湾，大小岛屿(礁) 557 个，其中上、下川岛分别为全省第二、第六大岛。-20m 等深线的浅海面积 21 万公顷，沿岸滩涂(潮间带) 17205.42 万公顷，渔港 3 个。

2017 年，台山市海水养殖产量 190848t，滩涂底播养殖 66176t，面积 6741 公顷，分别占海水养殖总量的 34.7%和 37.8%，筏式养殖产量 73686t，面积 4054 公顷，分别占海水养殖总量的 38.6%和 22.8%，底播贝类养殖和筏式养殖是台山市海水养殖的主要模式。

3.3.6 红树林资源

1、红树林资源现状

台山市红树林面积 759.76 公顷，占江门市红树林总面积的 70%，主要沿海岸堤岸带状分布，其周边还有大面积滩涂属于红树林宜林地，造林潜力巨大。

(1) 红树林树种

通过调查、查找文献及相关资料进行统计，台山市现有红树林树种 12 科 15 属 16 种，其中真红树植物 8 科 10 属 11 种，半红树植物 4 科 5 属 5 种。

表 3.3.6-1 台山市红树林树种表

序号	科名	属名	种名	种类
1	马鞭草科 Verbenaceae	海榄雌属 Avicennia	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	真红树
2	紫金牛科 Myrsinaceae	蜡烛果属 Aegiceras	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	
3	红树科 Rhizophoraceae	秋茄树属 Kandelia	秋茄树 <i>Kandelia obovata</i>	
4	红树科 Rhizophoraceae	木榄属 Bruguiera	木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	
5	红树科 Rhizophoraceae	红树属 Rhizophora	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	
6	海桑科 Sonneratiaceae	海桑属 Sonneratia	无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i>	
7	海桑科 Sonneratiaceae	海桑属 Sonneratia	海桑 <i>Sonneratia caseolaris</i>	
8	大戟科 Euphorbiaceae	海漆属 Excoecaria	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	
9	卤蕨科 Acrostichaceae	卤蕨属 Acrostichum	卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>	
10	爵床科 Acanthaceae	老鼠筋属 Acanthus	老鼠筋 <i>Acanthus ilicifolius</i>	
11	使君子科 Combretaceae	对叶榄李属 Laguncularia	拉关木 <i>Laguncularia racemosa</i>	
12	锦葵科 Malvaceae	木槿属 Hibiscus	黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i>	半红树
13	锦葵科 Malvaceae	桐棉属 Thespesia	杨叶肖槿 <i>Thespesia populnea</i>	
14	豆科 Leguminosae	水黄皮属 Pongamia	水黄皮 <i>Pongamia pinnata</i>	
15	梧桐科 Sterculiaceae	银叶树属 Heritiera	银叶树 <i>Heritiera littoralis</i>	
16	夹竹桃科 Apocynaceae	海杧果属 Cerbera	海杧果 <i>Cerbera manghas</i>	



横山渡口红树林



深井镇红树林



狮子洲红树林



汶村镇红树林

图 3.3.6-1 红树林现状

(2) 红树林主要群落类型

通过调查、查找文献及相关资料进行分析，台山市红树林主要群落类型有 9

种，包括桐花树群落、秋茄树群落、无瓣海桑群落、桐花树+秋茄树群落、桐花树+白骨壤群落、桐花树+秋茄树+白骨壤群落、桐花树+无瓣海桑+老鼠簕群落、白骨壤+老鼠簕群落、无瓣海桑+老鼠簕群落。

镇海湾红树林群落自湾顶向湾口变化如下：湾顶的群落主要为桐花树群落、桐花树+秋茄树群落，以桐花树为优势树种；海湾中部群落优势树种仍为桐花树，但出现了白骨壤、老鼠簕、无瓣海桑等树种；湾口的群落主要为白骨壤+老鼠簕+无瓣海桑群落、白骨壤+秋茄树群落，以白骨壤为优势树种。广海湾红树林群落主要为无瓣海桑群落、秋茄树群落。初步分析群落变化主要原因是受土壤底质、潮滩高度、盐度和风浪影响程度等因素综合作用的结果。乡土红树植物以灌木和小乔木为主，一般高 2-6 米，白骨壤有的高于 6 米，老鼠簕一般成团分布，高 1-2 米。外来树种无瓣海桑，为乔木，显著高于本地植物，外貌与乡土红树植物差别明显。

（3）镇海湾红树林历史演变

根据查阅相关文献，1970 年、1999 年、2007 年和 2015 年镇海湾红树林有林地面积分别为 931.4 公顷（13971 亩）、615.3 公顷（9230 亩）、678.5 公顷（10178 亩）和 783.7 公顷（11756 亩），红树林面积呈现出先减少后增加的趋势。

1970-1999 年，该区域以原生红树林被破坏为主，仅有 5.7% 的原生林被保存下来。1999-2015 年，红树林的人为破坏与人工修复现象并存，但总体上破坏程度有所降低；其中 1999-2007、2007-2015 年间红树林面积分别增加了 63.2 公顷（948 亩）和 105.2 公顷（1578 亩）。养殖塘侵占和人工恢复种植的综合影响，以及海岸线周边人为活动变化是驱动红树林有林地时空变化的主要因子。

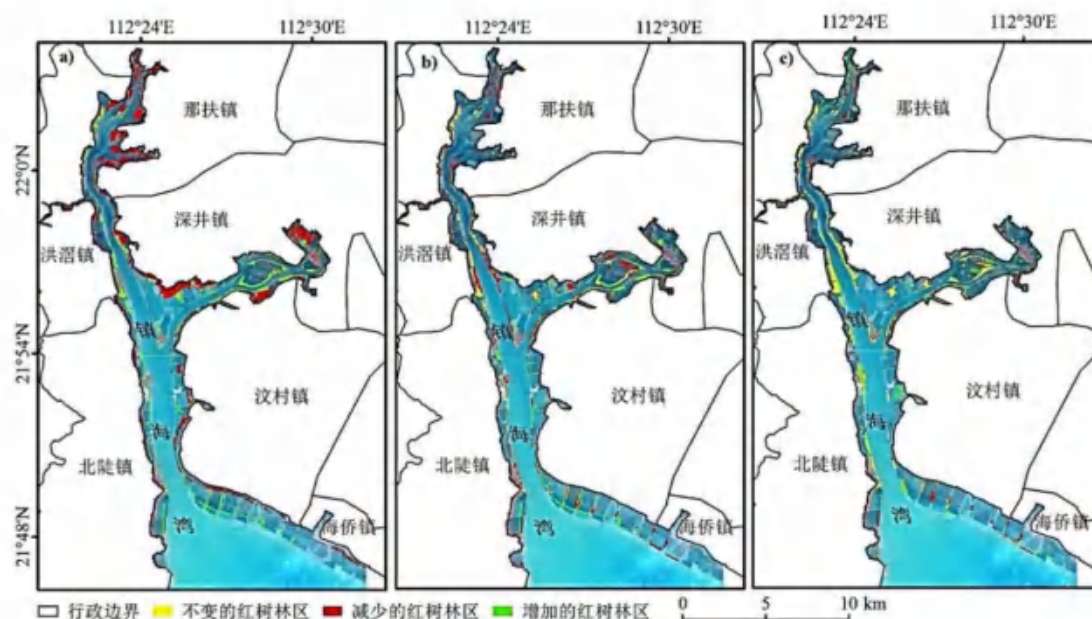


图 3.3.6-2 红树林时空变化

a) 1970-1999 年; b) 1999-2007 年; c) 2007-2015 年) (刘凯等, 2016 年,《基于多源遥感的广东镇海湾红树林演变分析》)

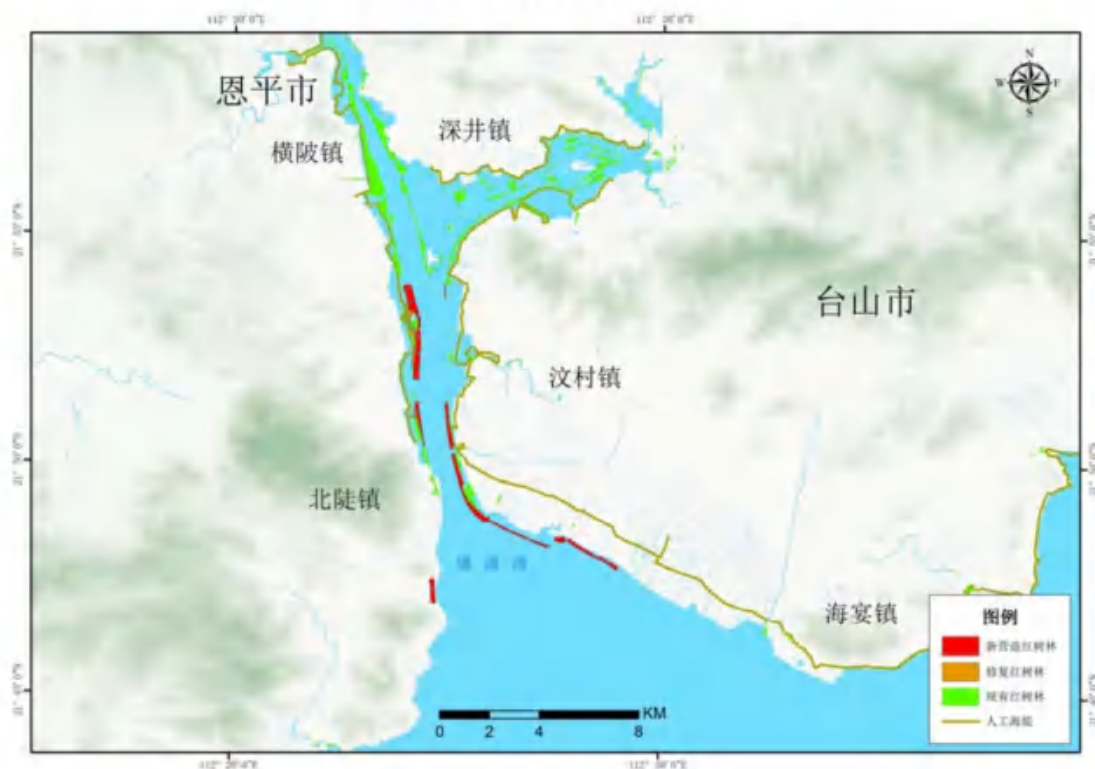


图 3.3.6-3 红树林现状分布

2、红树林生态系统威胁因素

台山红树林生态系统的自然威胁因素主要为外来物种入侵; 人为威胁因素主要有海水养殖、污染物排放等。

（1）自然因素

台山市红树林生态系统主要分布在镇海湾，调查发现镇海湾的红树林生态系统受到无瓣海桑扩张的影响、互花米草外来物种的入侵威胁。在镇海湾红树林湿地公园沿岸两侧，无瓣海桑大面积繁殖，呈现向内（本地红树林）一侧的扩张入侵，使得本地红树林生长空间逐渐缩窄。互花米草等外来入侵物种对本土红树林物种生存空间的占据，对红树林物种多样性和生态稳定性产生了不同程度的破坏，随着外来入侵物种的入侵面积扩增，红树林生态系统保护压力增大。



图 3.3.6-4 红树林外来物种扩张、入侵

（2）人为因素

镇海湾红树林生长区域，往海一侧养殖活动遍布，蚝桩在红树林外侧滩涂密集布设，严重影响红树林外侧幼苗的自然定植生长，破坏红树林正常生长所需的环境条件。咸围养殖废水中存在养殖残饵以及排泄物的分解，大量的有机物和无机物经红树林区域排放入海，导致许多大型底栖藻类迅速繁殖，覆盖在红树林根部，抑制红树林的呼吸作用，影响红树林的生长。居民生活污水排放也会改变红树林生态系统的微生物种群结构，破坏红树林正常生长所需要的环境条件。



图 3.3.6-5 镇海湾周边海水养殖

3、红树林保护与修复有利条件

(1) 区域有天然红树林分布

项目区域周围是否有天然红树林分布，是能否恢复红树林的重要标志之一。经调查发现，台山市沿海地区仍保存着原生的红树林，并且生长状况良好，种类包括桐花树、秋茄、白骨壤、红海榄、老鼠簕、卤蕨、黄槿等，这充分说明红树林能够适应该区域的气候条件。

(2) 湾区的保护作用

风浪是影响红树林生长的关键因素之一，红树林沿海岸带分布的格局受波浪能量控制，造林成活及保存率也受到波浪能量的极大影响，在风浪大的潮滩红树林无法正常生长，尤其是在幼苗时期，因此天然红树林主要分布在一些受到良好波浪掩护的港湾或河口湾内。项目地点位于镇海湾沿海滩涂，除少部分区域临海，受风浪直接影响，其它区域受湾区的庇护，常规情况下风浪较小（台风等特殊情况除外），有利于红树林的生长。

(3) 海水盐度适宜

红树林最适合生长在咸淡水交汇的区域，高盐度为红树林生长的逆境生境，盐度过高对红树植物的生长极为不利。项目区域除个别斑块，其它斑块盐度都在25‰以下，盐度条件适宜。盐度高于25‰的个别斑块在树种选择上，可选取耐盐能力较强的红树植物，如白骨壤、秋茄树等。

(4) 土壤条件良好

虽然土壤性质与红树林生长状况之间的关系仍然是粗略的和定性的，但是红树林一般在淤泥潮滩上生长最普遍且生长最好，而在泥质含量较少的沙质滩涂上生长较差。调查显示，项目区域为淤泥质岸滩，土壤通透性较好，有利于红树林的生长。

4、红树林保护与修复不利条件

(1) 海水淹没较深

经调查，项目区域部分海滩地势较低，海水淹没较深。当滩面高度低于平均海平面时，红树植物受海水淹没的时间比露出水面的时间长，则无法自然成活和生长，人工种植成活率偏低。根据其他地方类似生境的科研试验，可通过撩壕整地的形式，以满足红树林生长对滩面高程的要求。

(2) 自然灾害频发

项目区域为台风多发地区，每年 6-10 月份为热带气旋主要影响季节，其带来的狂风、暴雨和海潮，往往酿成风、涝、潮灾害。在台风时期，风浪会造成红树林倒伏或根部裸露等，有时会连根冲毁，苗木保存率偏低。因此，对新种红树植物苗木采取必要的风浪防护措施，有效促进红树植物成活和生长。

3.3.7 动物资源

(1) 动物多样性

镇海湾动物资源丰富，以镇海湾红树林国家湿地公园为例，其中分布的野生脊椎动物资源种类多样，据调查，有大型底栖动物 47 种，鱼类 43 种，两栖动物 10 种，爬行动物 14 种，鸟类 95 种，哺乳动物 19 种，共计 228 种，隶属 37 目、102 科、173 属。

表 3.3.7-1 野生脊椎动物类群物种组成

动物类群	目（数）	科（数）	属（数）	种（数）
大型底栖动物	4	23	38	47
鱼类	10	22	34	43
两栖动物	1	5	6	10
爬行动物	2	6	12	14
鸟类	17	37	70	95
哺乳动物	3	9	13	19
合计	37	102	173	228

(2) 国家和广东省级重点保护动物

镇海湾有国家Ⅱ级重点保护动物 11 种，广东省省级重点保护动物有 18 种。具体保护动物的名录见下表。

表 3.3.7-2 国家和省级重点保护的野生动物名录

保护等级	种名	种数
国家Ⅱ级重点保护动物	黑翅鸢、鸢、雀鹰、普通鵟、鸮、游隼、红隼、褐翅鸦鹃、斑头鸱鹀、鹰鸮、虎纹蛙	11
广东省重点保护动物	红颊獭、食蟹獭、苍鹭、绿鹭、池鹭、牛背鹭、白鹭、中白鹭、夜鹭、黄斑苇莺、栗苇莺、黑水鸡、骨顶鸡、黑翅长脚鹬、反嘴鹬、黑尾蜡嘴雀、黄胸鹀、沼蛙	18

(3) 水禽和依赖湿地的鸟类

镇海湾主要水禽和依赖湿地的鸟类共 50 种，占鸟类总种数的 53.0%，其中：

游禽 7 种，涉禽 25 种、依赖湿地鸟类 18 种。

表 3.3.7-3 镇海湾水禽和依赖湿地的鸟类

种	类型	种	类型
1.小鸕鷀 <i>Podiceps ruficollis</i>	游禽	26.林鵐 <i>Tringa glareola</i>	涉禽
2.普通鸕鷀 <i>Phalacrocorax carbo</i>	游禽	27.大滨鵐 <i>Calidris temuirostris</i>	涉禽
3.白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	涉禽	28.红胸滨鵐 <i>Calidris ruficollis</i>	涉禽
4.苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	涉禽	29.黑腹滨鵐 <i>Calidris alpine</i>	涉禽
5.绿鹭 <i>Butorides striatus</i>	涉禽	30.黑翅长脚鵐 <i>Himantopus himantopus</i>	涉禽
6.池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	涉禽	31.反嘴鵐 <i>Recurvirostra avosetta</i>	涉禽
7.中白鹭 <i>Egretta intermedia</i>	涉禽	32.红嘴鸥 <i>Larus relictusw</i>	游禽
8.牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	涉禽	33.普通燕鵐 <i>Glareola maldivarum</i>	依赖湿地
9.夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	涉禽	34.鸮 <i>Pandion haliaetus</i>	依赖湿地
10.黄斑苇鵐 <i>Ixobrychus sinensis</i>	涉禽	35.小白腰雨燕 <i>Apus affinis</i>	依赖湿地
11.栗苇鵐 <i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	涉禽	36.普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	依赖湿地
12.绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>	游禽	37.斑鱼狗 <i>Ceryle rudis</i>	依赖湿地
13.赤颈鸭 <i>Anas penelope</i>	游禽	38.白胸翡翠 <i>Halcyon smymensis</i>	依赖湿地
14.琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i>	游禽	39.家燕 <i>Hirundo rustica</i>	依赖湿地
15.普通秧鸡 <i>Rallus aquaticus</i>	涉禽	40.金腰燕 <i>Hirundo daurica</i>	依赖湿地
16.白胸苦恶鸟 <i>Amauromis phoenicurus</i>	涉禽	41.白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>	依赖湿地
17.黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	游禽	42.灰鹡鸰 <i>Motacilla cinerea</i>	依赖湿地
18.骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	游禽	43.树鹨 <i>Anthus hodgsoni</i>	依赖湿地
19.金眶鸰 <i>Charadrius dubius</i>	涉禽	44.北红尾鹨 <i>Phoenicurus aureus</i>	依赖湿地
20.针尾沙锥 <i>Capella stenura</i>	涉禽	45.黑喉石鹨 <i>Saxicola torquata</i>	依赖湿地
21.白腰草鹨 <i>Tringa ochropus</i>	涉禽	46.长尾缝叶鹩 <i>Orthotomus sutorius</i>	依赖湿地
22.红脚鹨 <i>Tringa tetanus</i>	涉禽	47.黄腰柳鹩 <i>Phylloscopus proregulus</i>	依赖湿地
23.矶鹨 <i>Actitis hypoleucos</i>	涉禽	48.黄胸鹪 <i>Emberiza aureola</i>	依赖湿地
24.泽鹨 <i>Tringa stagnatilis</i>	涉禽	49.灰头鹪 <i>Emberiza spodocephala</i>	依赖湿地
25.青脚鹨 <i>Tringa nebularia</i>	涉禽	50.小鹪 <i>Emberiza pusilla</i>	依赖湿地

3.3.9 珍稀生物资源

珍稀、濒危生物资源主要有中华白海豚、红珊瑚、虫崔龟、江豚、花鳗鲡、黄唇鱼等国家 I、II级保护水生野生生物物种和广东省重点保护水生野生生物物种及其遗传资源。江门主要珍稀、濒危生物资源及保护区域如表 3.3.7-1 所示。

表 3.3.9-1 珍稀、濒危海洋野生动物保护种类及保护区域

序号	中文种名	保护级别	重点保护海域
1	中华白海豚	国家I级	台山沿海
2	虫崔龟	国家II级	川山群岛水域
3	江豚	国家II级	台山沿海
4	花鳗鲡	国家II级	珠江口
5	黄唇鱼	国家II级	珠江口
6	中国鲎	省重点	台山海域
7	刁海龙	省重点	川山群岛
8	中国龙虾	省重点	川山群岛
9	斑海马	省重点	川山群岛
10	红珊瑚	国家I级	川山群岛

4 资源生态影响分析

4.1 生态影响分析

4.1.1 水动力环境影响分析

为合理评价本工程建设后对附近海域水动力环境的影响，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，运用二维垂向平均潮流模式计算建设前、后的流场，评价工程建设产生潮动力影响，为施工过程污染物扩散提供背景流场。

1、潮流模拟区域及网格

工程位于台山镇海湾内，潮流主要受外海潮流、镇海湾内径流控制，镇海湾内出海径流为季节性洪水，平常流量不大。为此采用广东沿岸模型，嵌套阳江台山海域变网格二维垂向平均流模型，模拟台山镇海湾潮流在外海潮流、上游径流影响下的潮流状况。

模拟计算的区域为 $21.53^{\circ}\text{N}\sim 22.15^{\circ}\text{N}$ ， $111.9^{\circ}\text{E}\sim 113.0^{\circ}\text{E}$ ，网格结构为矩形网格，网格分辨率为 $0.012'$ ($207.6\text{m}\times 222.4\text{m}$)，镇海湾为加密区，网格分辨率为 $0.02'$ ($34.6\text{m}\times 37.07\text{m}$) 网格分布示意图见图 4.1.1-1。

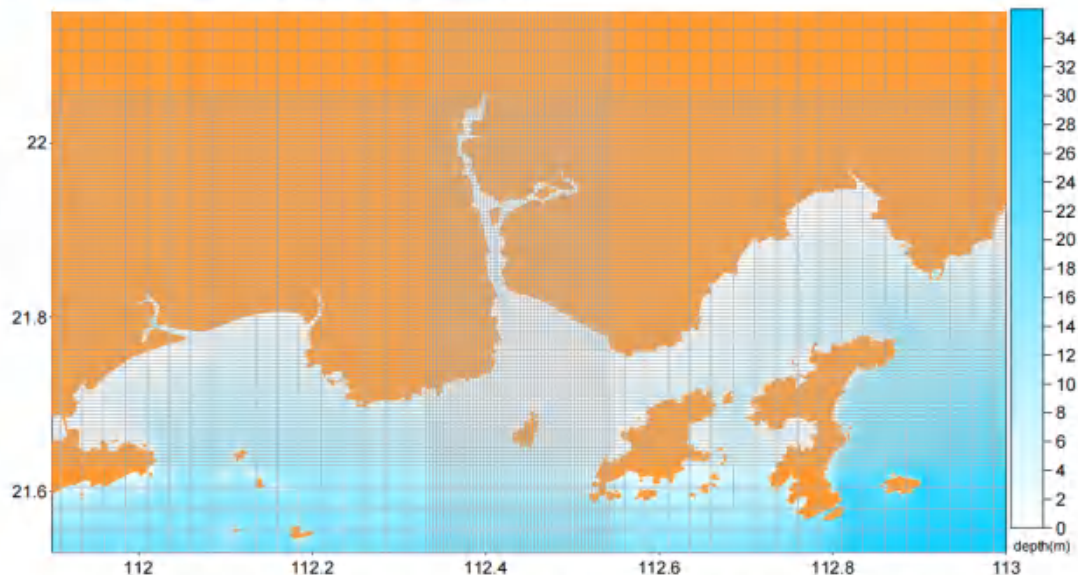


图 4.1.1-1 小区计算区域（上图每 10 个网格绘一个网格图）

2、二维垂向平均潮流模式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(Hu) + \frac{\partial}{\partial y}(Hv) = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial uH}{\partial t} + \frac{\partial uuH}{\partial x} + \frac{\partial uvH}{\partial y} - fvH + gH \frac{\partial \zeta}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial} [A_x H \frac{\partial u}{\partial x}] + \frac{\partial}{\partial} [A_y H \frac{\partial u}{\partial y}] - g \frac{u(u^2 + v^2)^{1/2}}{C^2} + \frac{\tau_x}{\rho} \\ \frac{\partial vH}{\partial t} + \frac{\partial uvH}{\partial x} + \frac{\partial vvH}{\partial y} + fuH + gH \frac{\partial \zeta}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial} [A_x H \frac{\partial v}{\partial x}] + \frac{\partial}{\partial} [A_y H \frac{\partial v}{\partial y}] - g \frac{v(u^2 + v^2)^{1/2}}{C^2} + \frac{\tau_y}{\rho} \end{aligned}$$

式中, ζ 为平均海平面起算的海面高度, h 为海图水深; $H = \zeta + h$, 为总水深;

u, v 为深度平均流速东、北分量; f 为柯氏参量; A_x, A_y 为水平方向的紊动粘滞系数, 采用经验公式计算:

$$A_x = 5.93 \sqrt{g} |u| H / c$$

$$A_y = 5.93 \sqrt{g} |v| H / c$$

c 为谢才系数, $c = |H^{1/6}| / n$, n 糙度系数。

τ_x, τ_y 为海表风应力 $\bar{\tau}$ 在 x, y 轴方向的分量, $\bar{\tau}$ 表达式为:

$$\bar{\tau} = \rho C_D |\bar{W}| \bar{W}$$

其中, $\bar{W}$ 为风速 (m/s), ρ 为空气密度, C_D 为风拖曳系数, 采用 ECOM 公式:

$$C_D = \begin{cases} 1.2 \times 10^{-3} & |\bar{W}| \leq 11 \text{ (m/s)} \\ (0.49 + 0.065 |\bar{W}|) \times 10^{-3} & 11 < |\bar{W}| \leq 25 \text{ (m/s)} \\ 2.1 \times 10^{-3} & |\bar{W}| > 25 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

初始条件: 初始速度场, 潮位场(开边界除外)均为零, 即

$$\eta(x, y, 0) = 0$$

$$u(x, y, 0) = 0$$

$$v(x, y, 0) = 0$$

边界条件:

在固边界上, 流的法向分量恒为零, $\bar{V}(x, y, t) = 0$ 。

开边界条件:

采用大区嵌套小区方法获得模拟区域的外海潮位边界条件, 大区采用广东沿岸水动力模式进行模拟, 区域为 $20.5^\circ\text{N} \sim 23.75^\circ\text{N}$, $110.9^\circ\text{E} \sim 117.5^\circ\text{E}$, 网格分辨

率 0.45', 模拟区域如图 4.1.2-2。由大区的潮位计算结果插值得小区的潮位边界, 考虑上游径流影响。本项目模拟的大区、小区范围如图 4.1.1-2 所示。

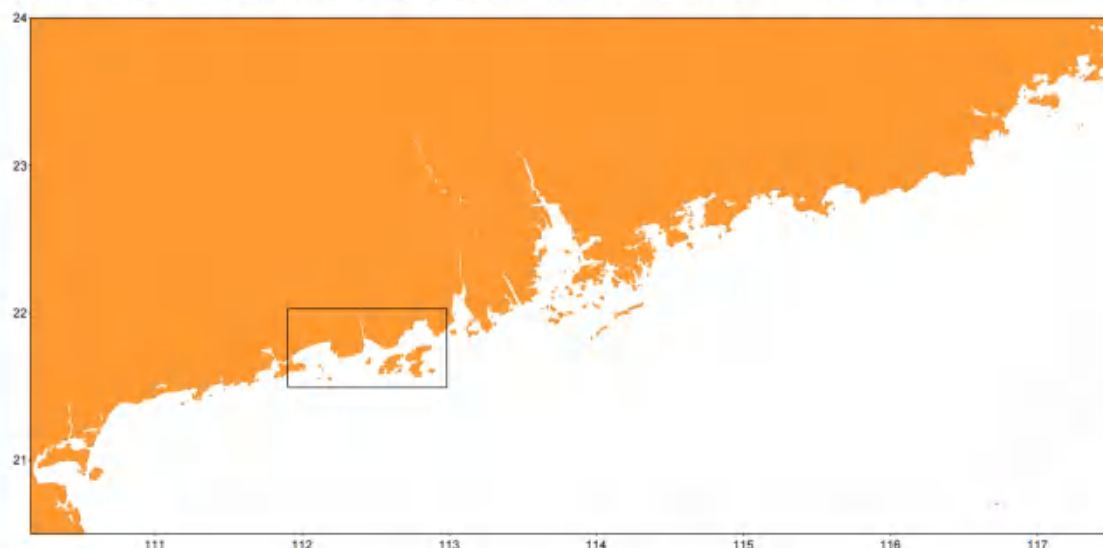


图 4.1.1-2 大区与小区计算范围

大区开边界采用 8 个分潮调和常数计算潮位, 式中, η_0 为平均潮位, A 为分潮振幅, ω 为分潮角速率, f 为交点因子, t 是区时, $(V_0 + u_0)$ 是平衡潮展开分潮的区时初相角, ϕ 为区时迟角。

$$\eta = \eta_0 + \sum_{i=1}^8 A_i f_i \cos(\omega_i t + (V_0 + u_0) - \phi_i)$$

二维水动力方程采用有限体积方法求解。模拟期间的风资料采用闸坡站风资料, 模拟计算时段选取 2021 年 3 月 6 日~20 日, 计算期间风向以偏 E~S 风向为主, 风速介于 3.5~6.5m/s; 计算所用的水深数据来自于航保部海图 (15510 小襟岛至黄程山, 1:120000, 15551 镇海湾及附近, 1:30000, 15561 镇海港 1:25000)。

3、模拟结果验证

模拟验证主要包括潮位和潮流两方面, 潮流与潮位站位置如图 4.1.1-3, 潮位和潮流验证采用本项目水文调查资料, 大潮期在该海域的潮汐和四站潮流观测资料, 2021 年 3 月 13 日~14 日大潮潮位验证如图 4.1.1-4, 实测潮位与模拟潮位平均绝对误差分别是 0.11m。模拟潮位与实测潮位基本吻合, 低高潮过程误差略大。

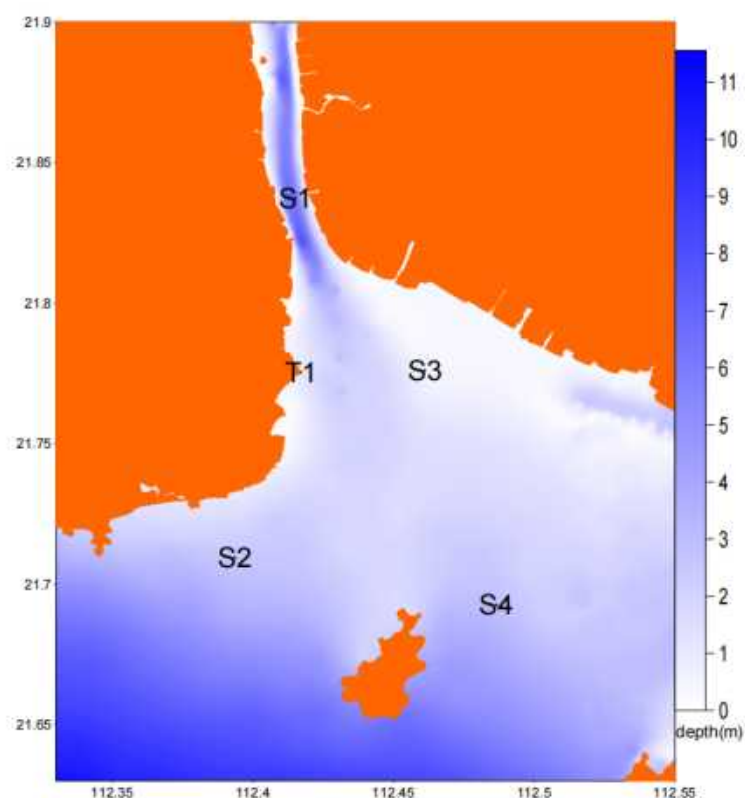


图 4.1.1-3 潮流与潮位站位置

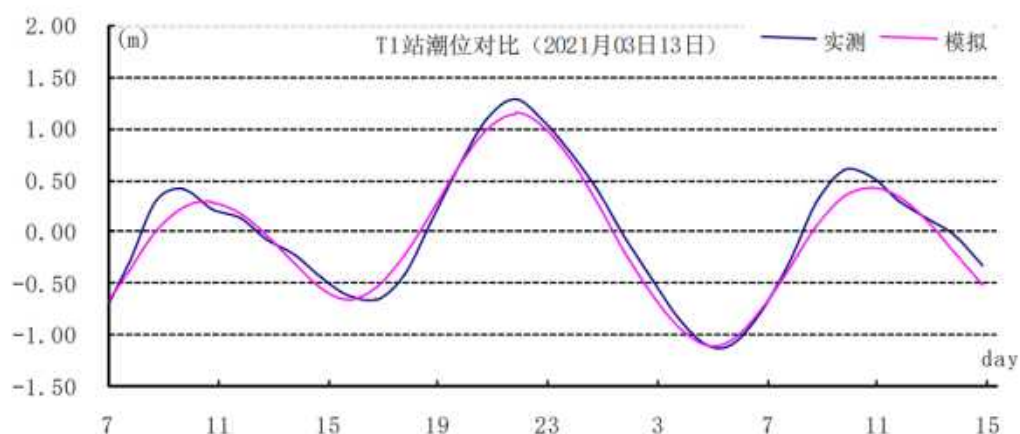


图 4.1.1-4 T1 潮位验证

2021 年 3 月 13 日潮流模拟与 4 站实测潮流垂向平均比较如图 4.1-5，模拟与实测基本一致，模拟流向与实测拟合较好，总体来说，模拟流场可以描述工程海域的潮流运动。

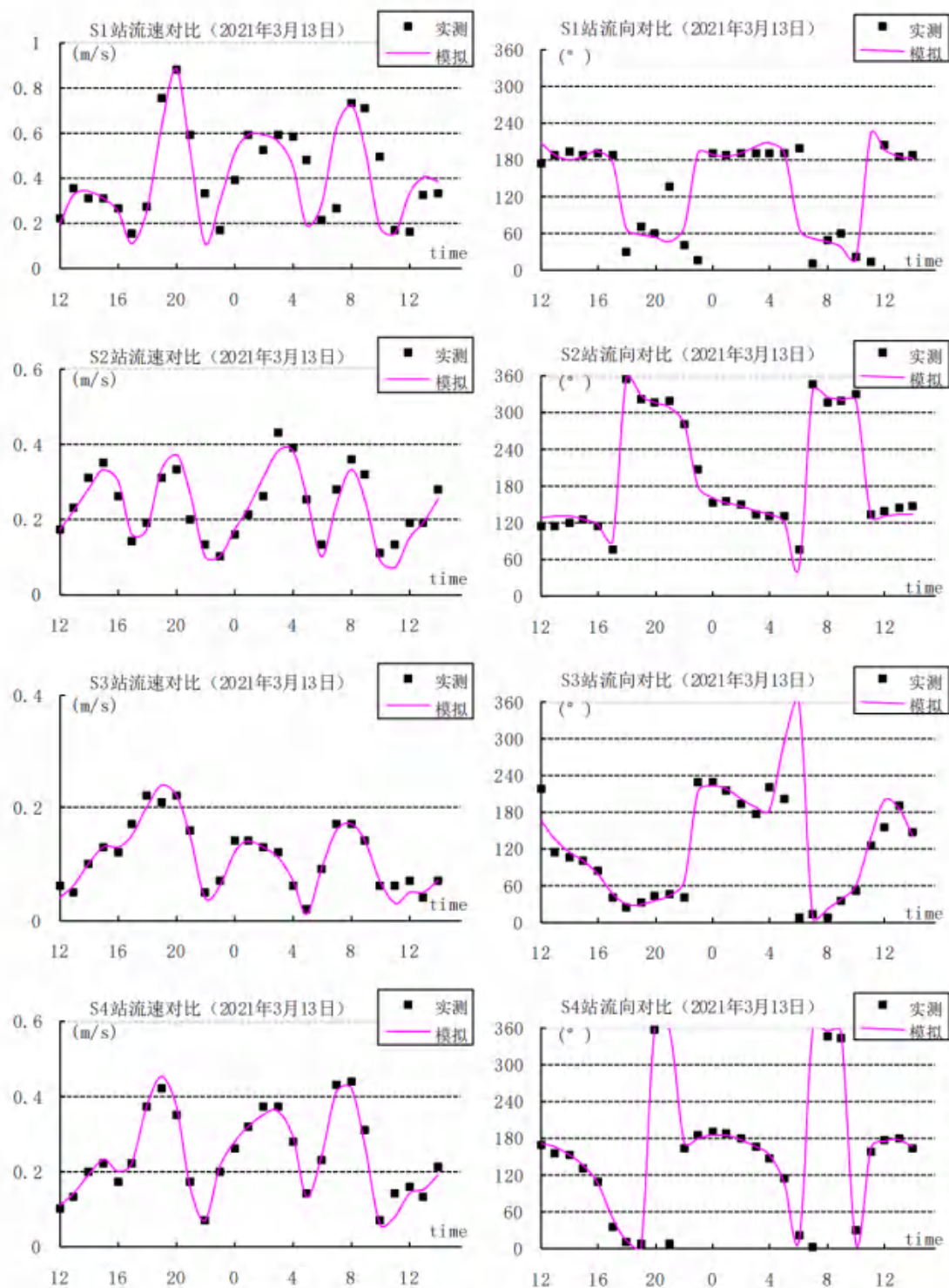


图 4.1.1-5 2021 年 3 月 13 日四站潮流模拟与实测潮流垂向平均比较

4、潮流影响分析

(1) 现状潮流模拟分析

为反映镇海湾海域潮流流态特征，本节给出潮汐动力较强的大潮情况。大区大潮涨急、落急流场图见图 4.1.1-6 和图 4.1.1-7。镇海湾潮流为不规则半日潮流，镇海湾外潮流带一定的旋转性，涨急潮流从口门外东西两个方向涌入，镇海湾内为往复流，涨急潮流主要为 N 方向，湾内受岸线约束而流动，落急流向与涨急相反，大潮涨急、落急均发生在半潮位左右，落急流速略大于涨急流速，潮流流速以镇海湾口最大，达 1.0m/s 左右。

工程区大潮涨急、落急流场图见图 4.1.1-8 和图 4.1.1-9，涨潮流为沿湾口上朔，流向为 N~NNE，落潮流为沿湾内下泄，流向 S~SSW，流速约 0.5m/s 左右。

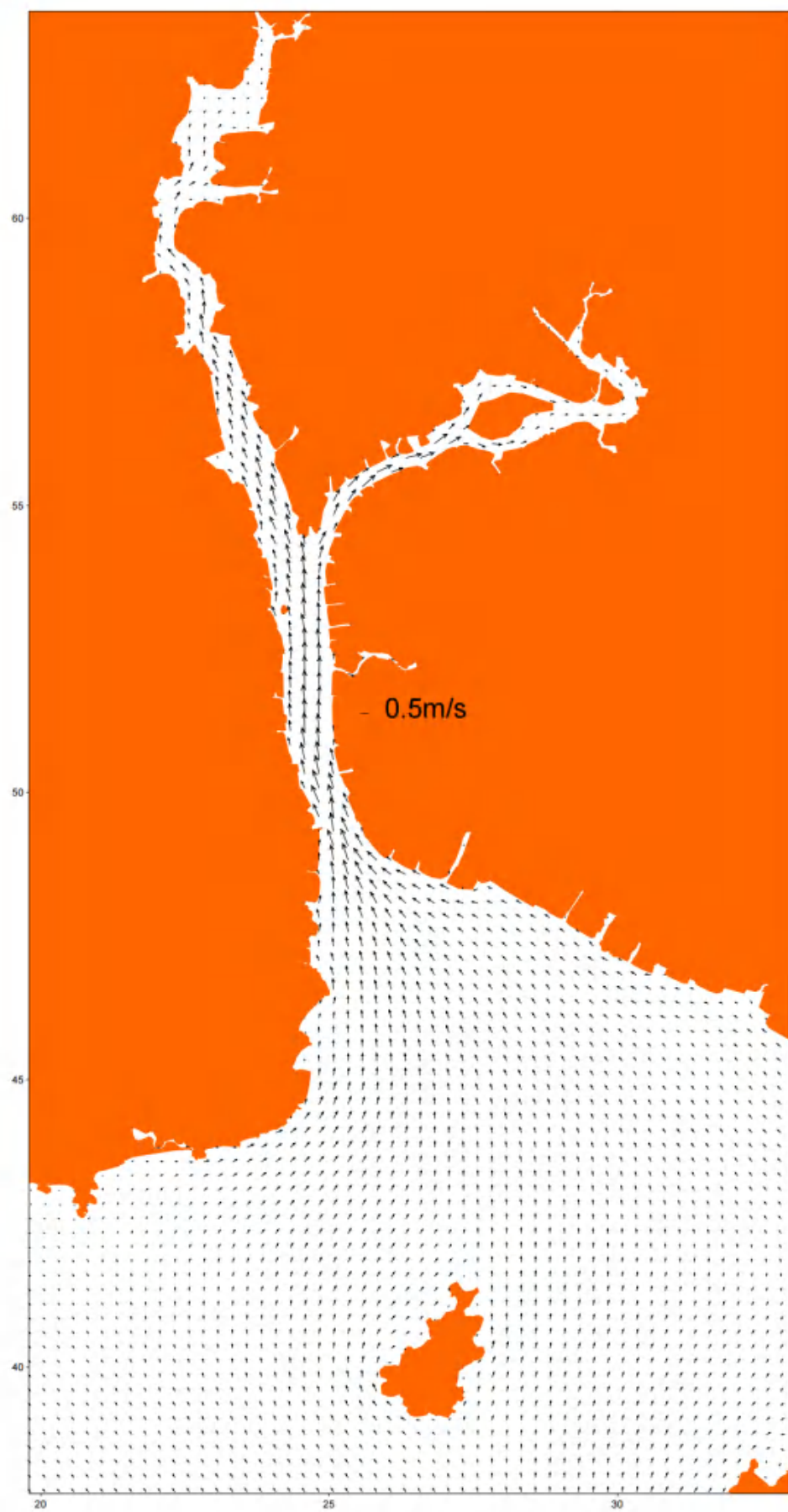


图 4.1.1-6 镇海湾大潮涨急流场图

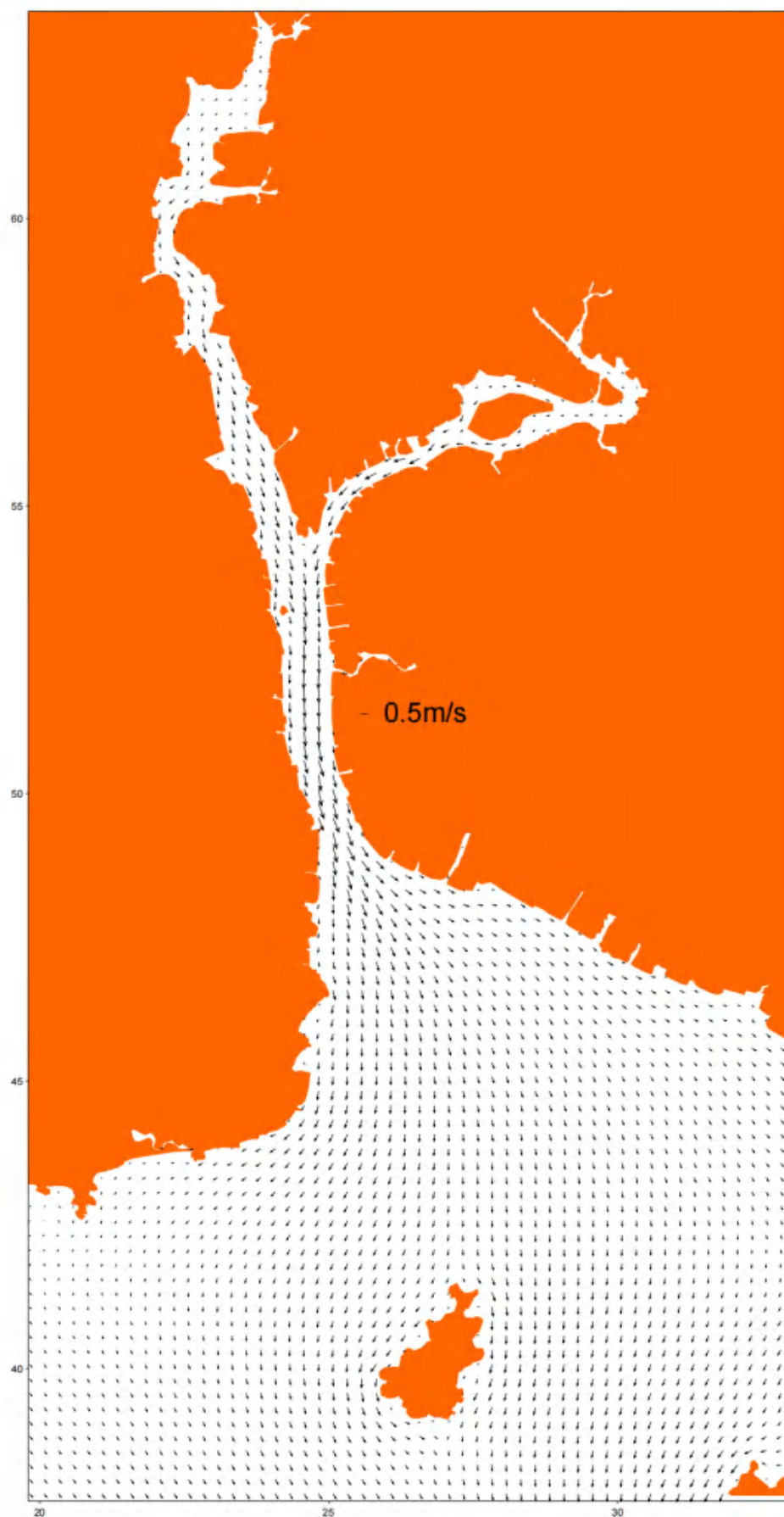


图 4.1.1-7 镇海湾大潮落急流场图

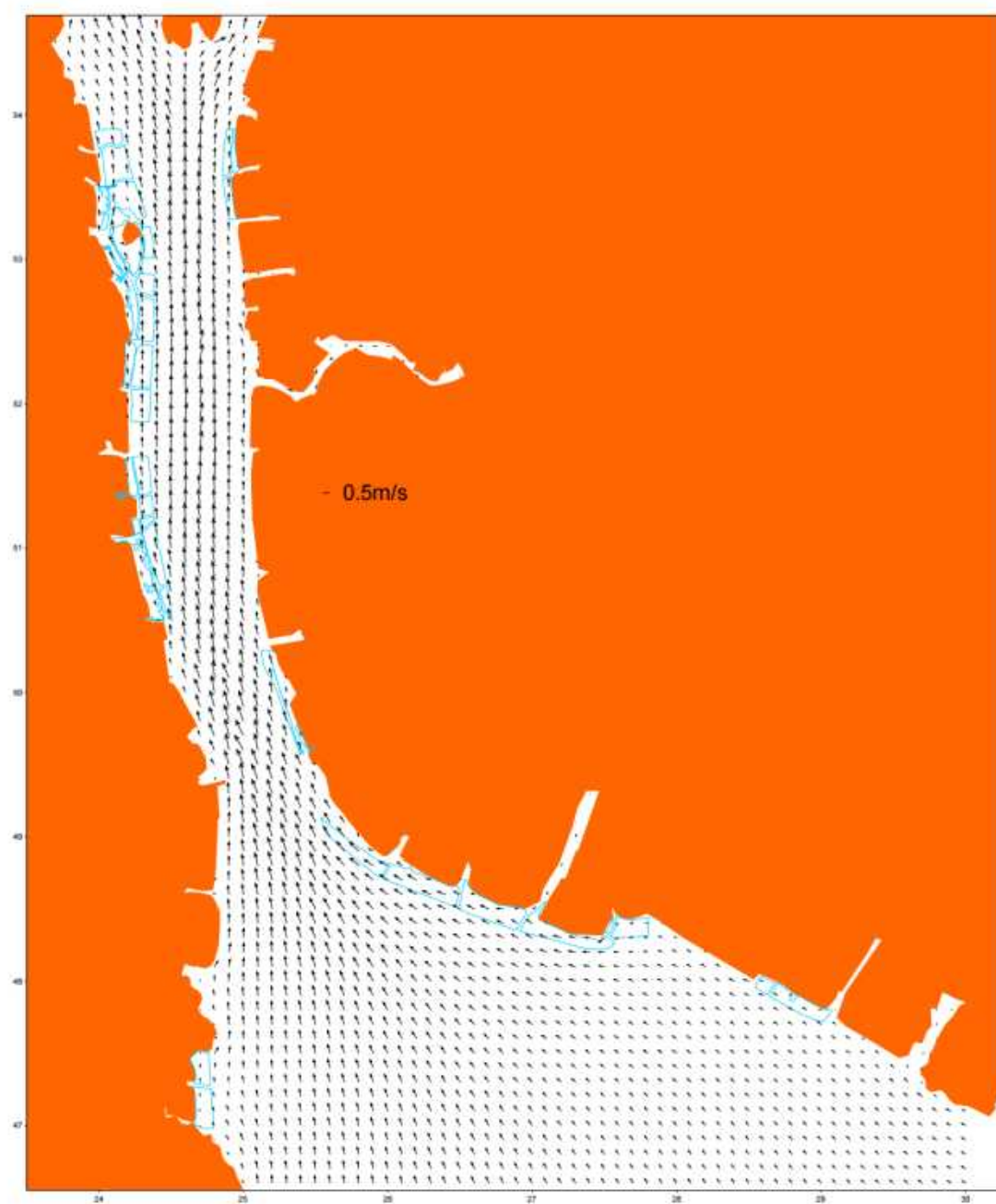


图 4.1.1-8 工程区涨急流场

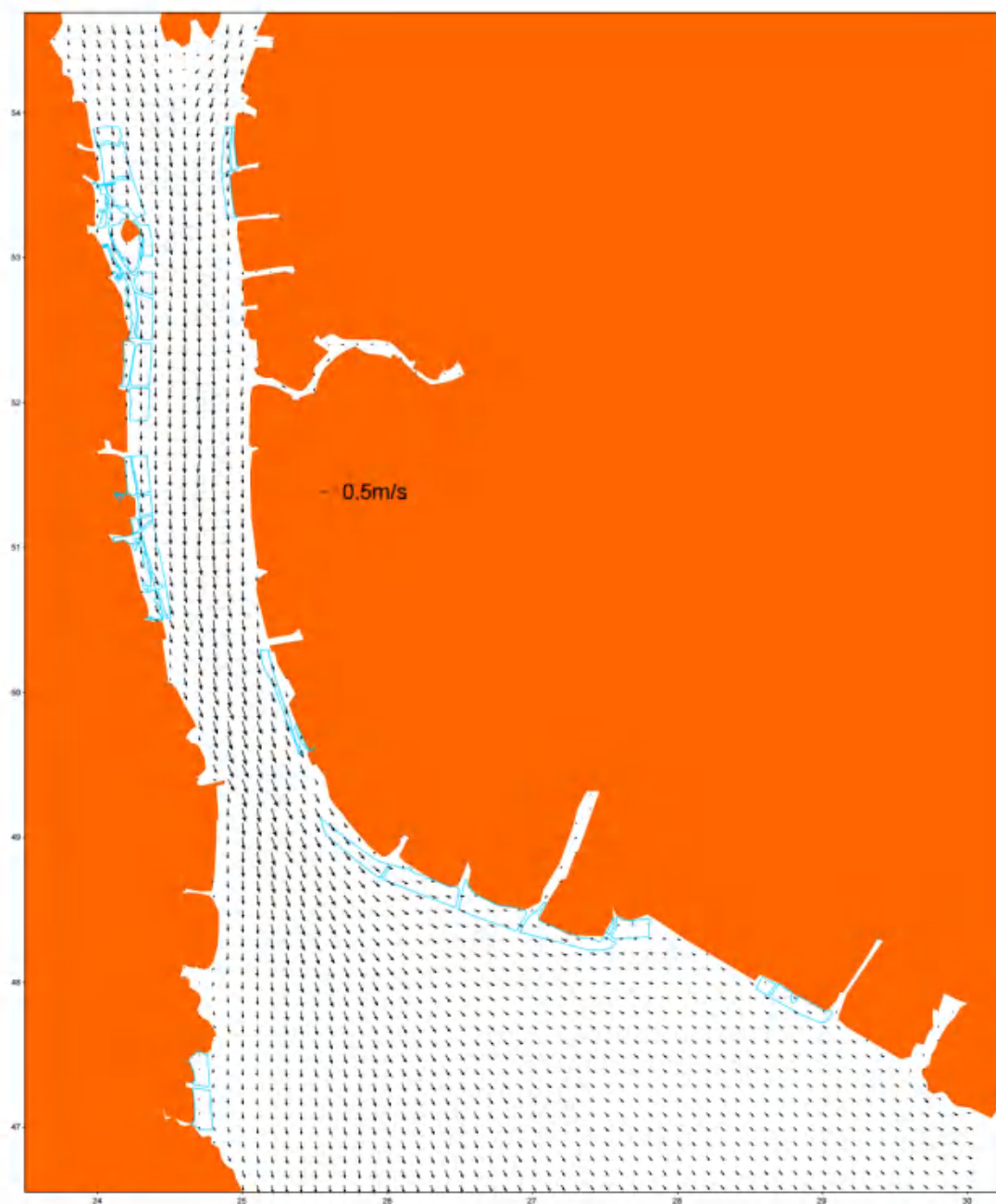


图 4.1.1-9 工程区落急流场

(2) 工程对潮流影响分析

红树林生态修复项目对潮流的影响主要为海床修整,以便红树林落潮可以呼吸,其次为红树林对水流产生一定的阻碍。

由于现有红树林对水流观测资料不多,采用近似方式分析结果为造林区对潮流影响,即增大造林区域底摩擦系数来反应改变海床水深、红树林种植也对水流产生的阻挡作用。

统计镇海湾纳潮断面流量和 10 个潮流代表点 (见图 4.1.1-10), 分析红树林种植前后纳潮量与潮流变化。



图 4.1.1-10 镇海湾纳潮断面流量和 10 个潮流代表点

表 4.1.1-1 潮流断面流量对比表

	大潮涨急	大潮落急	15 天平均
工程前	5143	4841	2826
工程后	5049	4757	2808
变化率	-1.82%	-1.74%	0.6%

表 4.1.1-2 代表点流速和流向对比（流速：m/s，流向：°）

位置	涨急流速			涨急流向		落急流速			落急流向	
	工程前	工程后	变化	工程前	工程后	工程前	工程后	变化	工程前	工程后
1	0.53	0.23	-0.30	352	351	0.50	0.26	-0.24	171	190
2	1.10	1.19	0.09	358	354	0.63	0.79	0.16	175	175
3	0.71	0.35	-0.36	359	2	0.51	0.26	-0.25	173	180
4	1.04	1.12	0.08	357	354	0.83	0.91	0.08	176	178
5	0.66	0.33	-0.33	356	2	0.45	0.23	-0.22	176	150
6	1.08	1.06	-0.02	355	359	0.85	0.95	0.10	183	181
7	0.68	0.34	-0.34	350	352	0.53	0.23	-0.30	172	156
8	1.05	1.08	0.03	354	353	0.92	1.02	0.10	170	163
9	0.97	1.03	0.06	342	342	0.91	0.94	0.03	166	162
10	0.79	0.40	-0.39	312	310	0.59	0.30	-0.29	139	130

表 4.1.1-1 流量断面对比结果显示, 工程完成后, 断面最大流量减少 1.8%左右, 平均流量减少 0.6%左右。

10 流速和流向各代表点显示, 受造林区地形约束, 造林区工程后流向变化较小、造林区上 5 个代表点流速均减少, 减少约 50%, 镇海湾主水道流速以增加为主, 最大增加约 10%; 工程海域流场对比图 and 变化图如图 4.1.1-11~图 4.1.1-12, 涨急、落急时刻造林区表现为阻水。

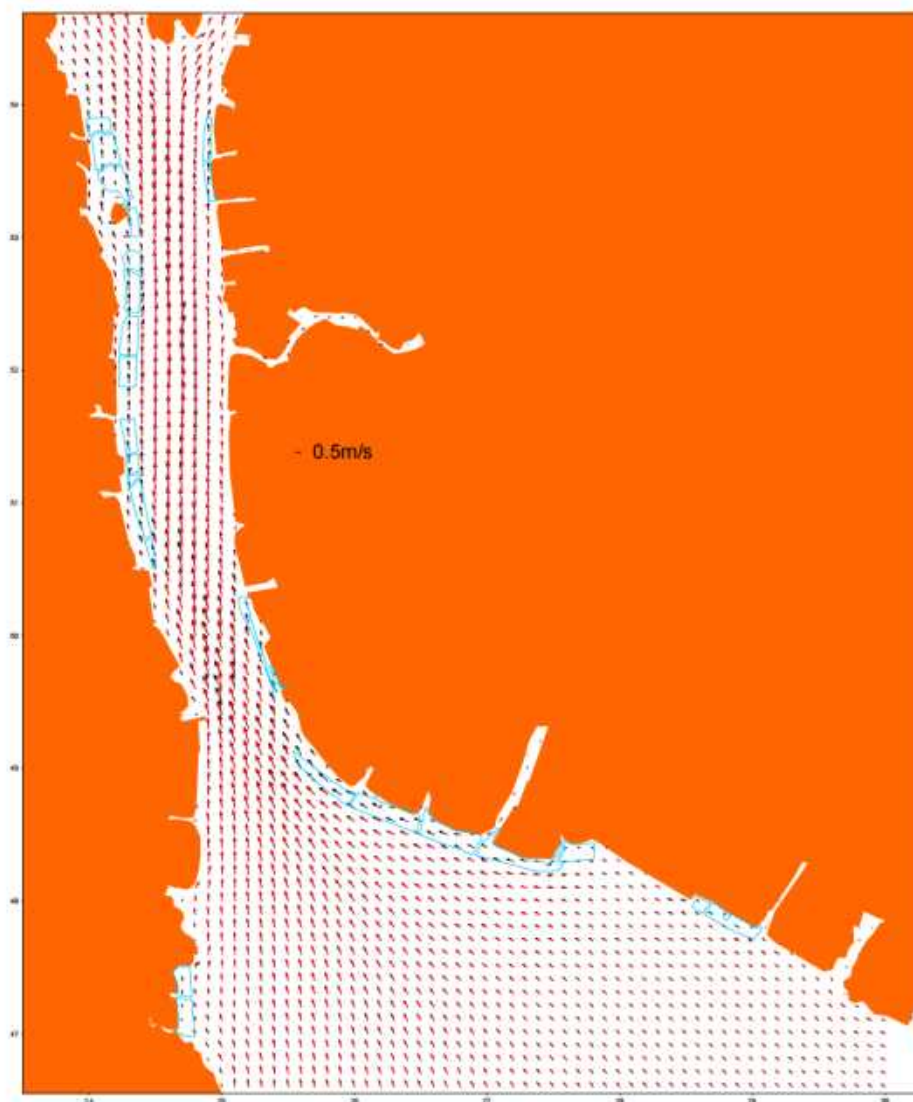


图 4.1.1-11 工程区涨急流场对比



图 4.1.1-12 工程区落急流场对比

4.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

1、地形地貌与冲淤现状

镇海湾是弱谷型海湾，又称那扶溺谷。它位于台山市的西部，北面与恩平市相连，西面越过紫罗山，即为阳江市境。距崖门口约 50km，湾口有潯洲岛和上、下川岛为屏障，湾内受波浪影响较小。海湾向北伸入内陆约 36km，在马骝嘴附近汇合由东北方深井圩而来的另一支溺谷。自沙头冲—马骝嘴以南水面宽阔，达 2~3km。在寨门附近湾口扩展，呈喇叭状，湾内的深水航道至此终止，水深由 10m 减至 3~5m，即为湾口拦门沙浅滩所在。拦门浅滩由寨门圩附近向南延伸至潯洲岛，长达 10 余 km。拦门浅滩高出海湾内外槽沟约 5~7m，是平缓的由粉沙淤泥组成的堆积体。多年以来，工程区附近的海床基本稳定，以微淤为主。

2、工程对冲淤环境的影响分析

根据施工方案，需在红树林种植区覆土增加种植土以提供红树林生长环境，项目进行海床整理后改变了原有海床形态，且红树林等植被种植后，由于红树林等植被的根系发达，可防风消浪、有促淤保滩的作用，红树林形成成熟群落后将使种植区沿岸海岸线趋向于淤积趋势，且红树林也可能向海域侧外缘扩展，且红树林若生长茂盛，也将使区域生物多样性和生产力有效提高，渔业资源变得丰富，上述变化都将引起该区域原有地形地貌的改变，总体来讲，本项目作为生态修复项目，不涉及围填海和构建大型构筑物的行为，红树林等植被的种植后对地形地貌和冲淤环境的改变是生态修复过程中不可避免的一部分，是可接受的。

本项目申请用海内容为科研监测栈道，采用钢筋混凝土桩作为基础，科研监测栈道建设区域水深较浅，低潮时淤泥砂石裸露，项目建设对水文动力环境影响很小，主要体现在项目桩基建设后导致水流绕流，在背流面产生多涡旋的紊乱复杂局部流场，根据相关研究结果，桩群对泥沙冲淤的影响与桩直径、间距、迎水角度、水深、流速、涨落潮动力强弱差别等因素均有关系，本项目采用钢筋混凝土桩，桩之间间距约 2m，建设范围内海域水深较浅、流速较慢，一般而言，本项目建设对所处海域的泥沙冲淤活动无明显影响，主要体现为桩群迎流面易出现冲刷、背流面易出现淤积，对所处海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为基本无影响。

综上，本项目对地形地貌和冲淤环境的影响分为两部分，其中主要为红树林等植被种植的影响，红树林等植被种植后将使沿岸区域趋于淤积状态，是红树林等植被群落生长的特点，无可避免，但红树林等植被种植区域为扁平带状分布，不会深入海域造成纵深过大的淤积，对周边水道的影响是可接受的，而科研监测栈道建设等对地形地貌与冲淤环境影响不大。

4.1.3 海水水质环境影响分析

1、施工期水环境影响因子

工程内容主要有造林区域填土与平整，另分别建设科研监测栈道，施工期间扰动海床导致水体悬浮物浓度升高，悬浮泥沙随落潮流扩散，影响附近海域外浮游生物、鱼类等水生生物的活动和繁殖，给渔业资源造成一定程度的损失。本节采用二维泥沙模型预测施工期间所产生的悬沙对海水水质环境的影响。

2、悬浮泥沙对水质的影响预测

(1) 控制方程

采用二维泥沙模式预测施工期悬浮泥沙随流输运扩散：

$$\frac{\partial HS}{\partial t} + \frac{\partial uHS}{\partial x} + \frac{\partial vHS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(HA_h \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HA_h \frac{\partial S}{\partial y} \right) + F_s$$

H 为总水深，u、v 分别为 x、y 方向上的流速，S 为水体悬沙，Fs 为源汇函数， A_h 为水平扩散系数，采用欧拉公式：

$$A_{hx} = 5.93\sqrt{gH}|u|/C_s \quad A_{hy} = 5.93\sqrt{gH}|v|/C_s$$

泥沙源汇函数按下面方法确定： $F_s = S_c + Q_d$

Sc 为输入源强，Qd 为悬沙与海床交换通量：

底部切应力计算公式： $\tau = \rho_b U U$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时，水中泥沙处于落淤状态，则： $Q_d = \alpha \omega_s S (1 - \frac{\tau}{\tau_d})$

当 $\tau_d < \tau < \tau_e$ 时，海底处于不冲不淤状态，则： $Q_d = 0$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时，海底泥沙处于起动状态，则： $Q_d = -M(\frac{\tau}{\tau_e} - 1)$

以上各式中： ω 为泥沙沉降速度，S 为水体含沙量， α 为沉降几率， τ_d 为临界淤积切应力， τ_e 为临界冲刷切应力，M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega_s = \sqrt{(13.95 \frac{v}{d_s})^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{v}{d_s}$$

其中： γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重， d_s 为悬浮泥沙的中值粒径，v 为黏滞系数。由于填土主要为淤泥混沙，保守起见，取 $d=0.03\text{mm}$ 为代表粒径，相应粒径的泥沙沉速为 0.15cm/s 。

关于临界淤积切应力 τ_d ，这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho_b V_d V_d$$

临界淤积流速，其中 $k=0.26$ ：

$$V_d = k (\ln 11 \frac{h}{\Delta}) (\frac{d'}{d_*})^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g d}$$

V_e 为泥沙悬扬临界流速，其中 $k=0.41$ ：

$$V_e = k (\ln 11 \frac{h}{\Delta}) (\frac{d'}{d_*})^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g d + (\frac{r_o}{r_*})^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / d)^{1/2}}{d}}$$

上两公式中其他各参数取值为： $g=981\text{cm/s}^2$ ，当泥沙粒径 $d<0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$ ， $d'=0.05\text{cm}$ ， $d_*=1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^3/\text{s}^2$ ，薄膜水厚度参数 $\delta=2.31\times 10^{-5}\text{cm}$ ， h 水深(cm)， r_o 床面泥沙干容重(g/cm^3)， r_* 床面泥沙稳定干容重(g/cm^3)，泥沙容重 $r_s=2.65\text{ g/cm}^3$ ，海水容重 $r=1.025\text{ g/cm}^3$ 。

模式计算 V_d 取值 0.10m/s ，仅考虑悬浮泥沙增量，泥沙从海床悬扬临界流速取较大值， $V_e=0.8\text{m/s}$ ，即床面泥沙不能悬扬。

岸界固定边界条件： $\frac{\partial C}{\partial n}=0$ $\bar{n}$ 为岸界法线方向

开边界的边界条件：

入流时 $C|_{\Gamma}=C_0$ Γ 为水边界， C_0 为边界上悬沙浓度

出流时 $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ U_n 为边界法向流速

网格与方程求解同小区水动力方程，采用迎风格式求解方程。

(2) 源强选取

根据工程概况与施工进度分析，本项目施工期主要环境影响为造林区挖土与平整、其次是科研监测道管桩施工。项目造林区挖土最多投入 55 台水上挖土机施工，项目科研监测栈道桩基采用 $\Phi 800\text{mm}$ 钻孔灌注桩，源强估算如下。

1) 桩基施工

桩基施工产生的悬浮物会对海洋水环境产生影响。本项目桩基施工过程中，钢护筒打入时产生的抽取泥沙量采取如下公式进行计算：

$$M=0.25 \cdot \pi d^2 \cdot h \cdot \rho \cdot n$$

其中， M ：桩基施工时产生的护筒内泥沙量，分为不同桥段相应泥沙产生量。

d ：护筒直径，比桩基本身略大 10~20cm，取值 1.0m。

h: 桩基深度约为 26m（泥面以下深度）。

p: 覆盖层泥沙浓度，根据本项目的地质勘察资料，取值为 $1.7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

n: 泄漏量，按照垢工量的 5% 估算。

本项目水中桩基总数为 87 个，根据施工进度要求，即每个钻孔桩的施工时间约为 1 天。

根据上述计算公式，桩基施工产生的悬浮物源强为 0.046kg/s，计算过程如下： $0.25 \times 3.14 \times 1.0 \times 1.0 \times 20 \times 1.7 \times 1000 \times 0.05 / 1/8/3600 = 0.046 \text{kg/s}$

表 4.1.3-1 悬浮泥沙源强计算表

桩基直径 (mm)	护筒直径 (mm)	桩柱个数	平均单桩 泄漏量 (kg)	平均单桩泄漏 源强 (kg/s)
800	800+200	87	1334.5	0.046

2) 滩涂整理施工

本项目潮沟开挖取土拟采用 50 台水陆挖掘机 (2m^3) 和 5 艘小型抓斗船 (2 方斗) 施工，视为 55 个 2 方斗施工。1 个 2m^3 抓斗每小时挖泥 30 斗，则每小时最多挖泥 60m^3 。

钩机挖泥产生的悬浮泥沙发生量参考《港口建设项目环境影响评价规范》(JTS 105-2011) 中提出的施工期污染源分析，悬浮泥沙发生量的计算公式如下：

$$Q_2 = \frac{R}{R_0} TW_0$$

式中：

Q_2 ——疏浚作业过程中悬浮颗粒物的发生量，t/h；

R——在发生系数 W_0 时的悬浮颗粒物累计百分比 (%)，宜采用现场试测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

R_0 ——现场流速下悬浮颗粒物临界粒子累计百分比(%), 宜采用现场试测法确定，无实测资料时可取 80.2%；

T——挖泥船疏浚效率 (m^3/h)；

W_0 ——悬浮物发生系数 (t/m^3)，宜采用现场试测法确定，无实测资料时可取 $38.0 \times 10^{-3} \text{t}/\text{m}^3$ 。

挖泥效率取 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，根据以上公式计算，本项目挖泥源强为 2.54t/h，即 0.70kg/s，近似为连续源强。

由于项目范围施工较大，采用分区方式施工，模拟计算按最不利环境影响方式考虑，即 55 个方斗同时施工，也考虑附近科研监测道管桩同时施工，叠加其施工源强。分 7 个工况计算施工悬浮泥沙影响，具体组合如下。

工况一：55 个方斗在北陡段 A 区挖泥与栈道管桩施工。

工况二：55 个方斗在北陡段 B 区挖泥。

工况三：55 个方斗在北陡段 C 区挖泥。

工况四：55 个方斗在汶村段 A 区挖泥。

工况五：55 个方斗在汶村段 B 区挖泥。

工况六：55 个方斗在汶村段 C 区挖泥与栈道管桩施工。

工况七：55 个方斗在汶村段 D 区挖泥。

模拟在每个区布置 55 个方斗源强点，每点计算 3 天，代表 55 个方斗施工位置，共计算 15 天的施工周期；北陡段 A 区叠加 14 个点的管桩施工源强，代表 280h 施工概况，即每点施工 20 小时，间断源强；汶村段 C 区叠加 2 个点的管桩施工源强，代表 42h 施工概况，即每点施工 21 小时，间断源强。源强分布见示意图 4.1.3-1。

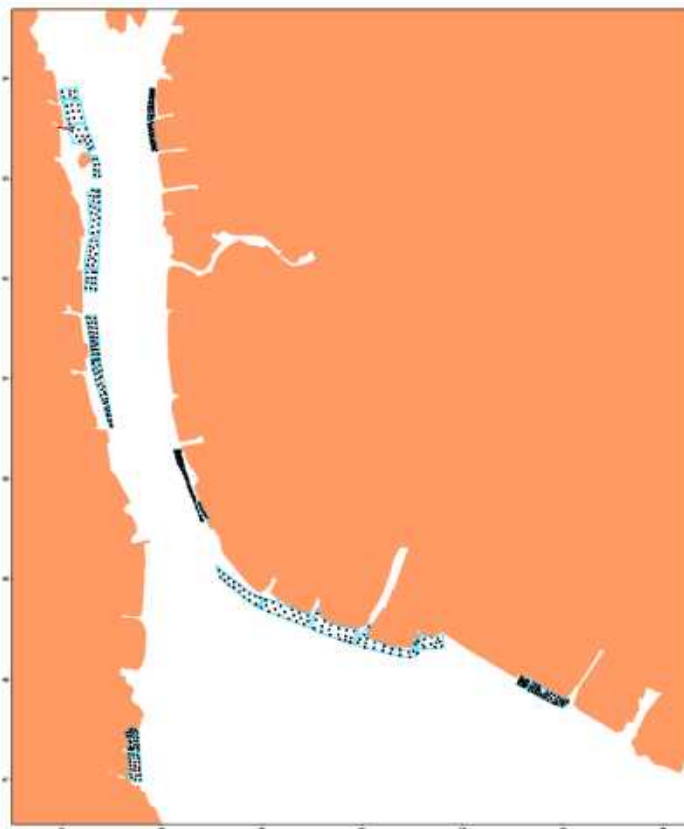


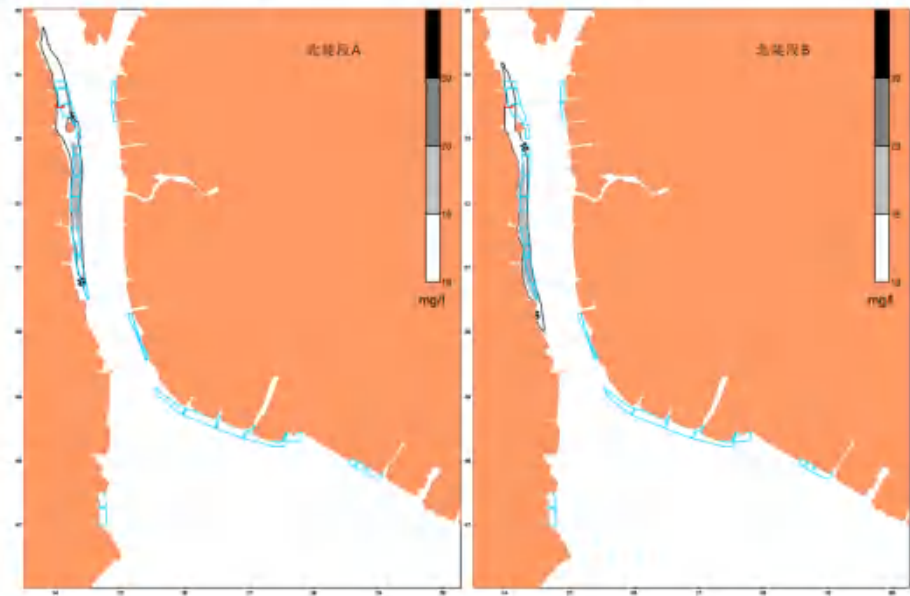
图 4.1.3-1 7 个造林区与栈道源强布置图

模拟 15 天施工组合所产生的悬沙输运和扩散，输出每小时的浓度场，分别统计工程施工过程中悬沙增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络线面积（即在 15 天模拟期间内各网格点构成的最高浓度值），各次和合计统计结果见表 4.1.3-1，悬沙增量总包络线浓度场见图 4.1.3-2。

由悬浮物最大浓度包络线可知，7 个作业区施工悬浮泥沙超一类水质包络线面积为 9.2km²，各作业区产生悬浮泥沙浓度较低高，不超三类海水水质，悬浮物扩散核心区仅限于工程施工区附近，由于悬浮泥沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 4.1.3-1 挖泥、桩基施工悬浮物增量包络线面积（km²）

工况	10mg/L	20mg/L	50mg/L	100mg/L	150mg/L
1	1.950	0.026	/	/	/
2	1.896	0.050	/	/	/
3	0.477	0.184	/	/	/
4	1.129	0.427	/	/	/
5	0.986	0.022	/	/	/
6	2.596	0.014	/	/	/
7	2.185	0.449	/	/	/
各工况叠加	9.197	1.171	/	/	/



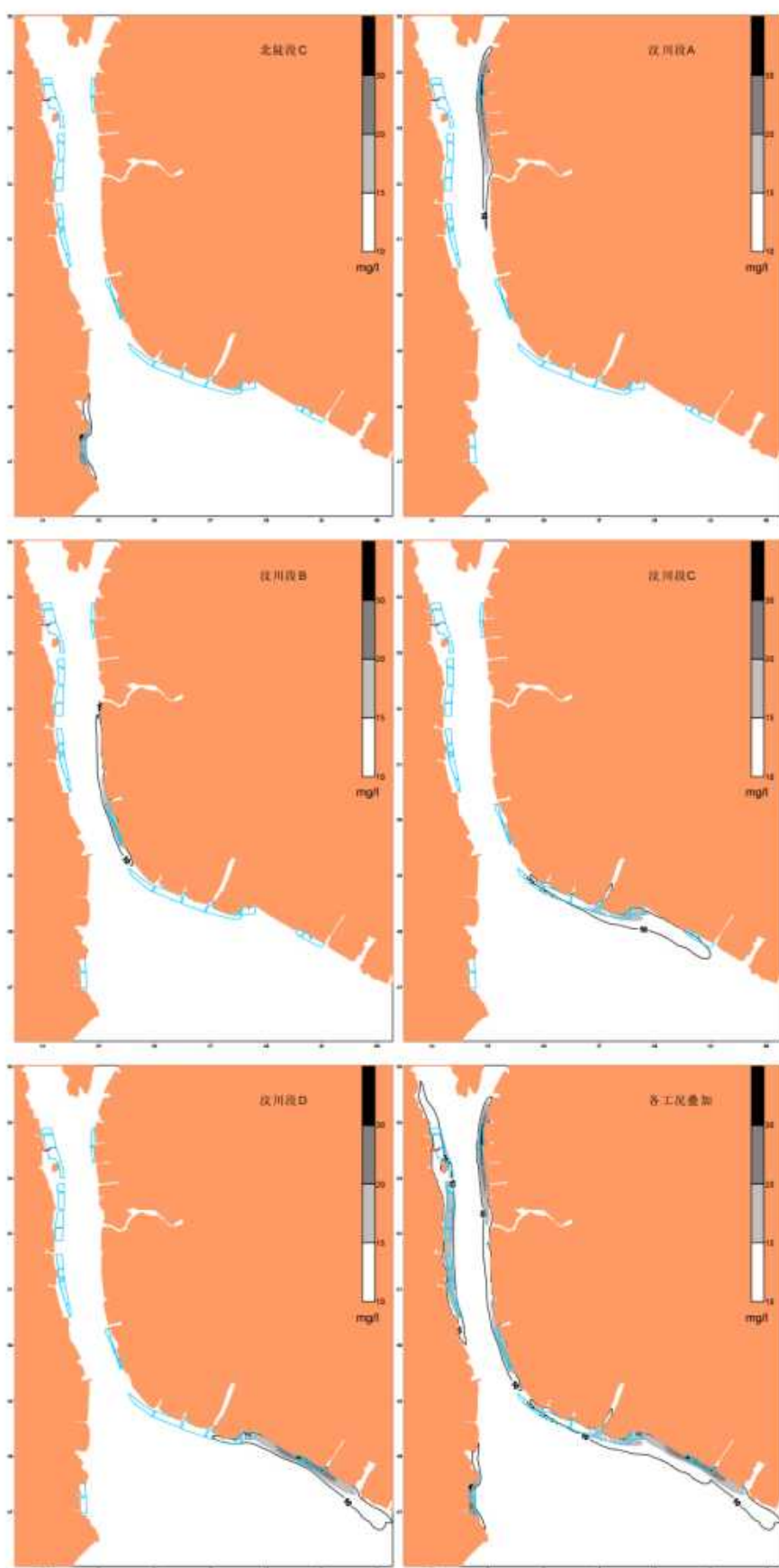


图 4.1.3-2 施工期悬浮物增量包络线

4.1.4 项目用海对沉积物环境的影响

1、施工期

项目桩基和植被种植工程均占用海域的沉积物特征将在施工期间受到搅动，紧邻水域的沉积物环境在施工时也会受到震动，从而使所在海域水质变差，水体浑浊；项目红树林等植被种植由于使用种植土覆土，将改变红树林种植区域的沉积物环境。根据本报告第三章环境现状分析，当地海域沉积物环境状况总体较好，项目所在海域的沉积物属于清洁沉积物，工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，经扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生明显变化，仍能保持原有水平，而且施工搅动海底沉积物的影响是暂时的，会随着施工结束而逐渐消失。而项目采用的种植土主要为红树林提供生长环境，均外购获得，不涉及有毒有害污染物的排放，不会对沉积物环境造成不良影响。

此外，本项目施工期间产生的污水和固体废弃物均能得到有效处理，均不直接排入海域环境中，对项目及附近海域的沉积物环境产生影响的也较小。

2、营运期

本项目建成后，红树林等植被及栈道等工程本身不产生有毒有害污染物，营运期间科研工作人员、维护人员以及游客产生的生活污水以及生活垃圾等均上岸处理，不排放入海，基本不会对海洋沉积物产生影响。

4.1.5 对浮游生物的影响

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

的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

同时，浮游动物也因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

从现状调查结果可知，项目所处海域浮游动物群落相对稳定。施工期产生的悬浮泥沙对浮游生物将产生影响，由于悬沙源强小，影响范围也仅在施工点位附近，且悬沙影响只是暂时的，施工结束后将逐渐恢复，施工对浮游生物的影响较小。

4.1.6 对潮间带底栖生物的影响

红树林等植被的种植以及透水构筑物的建设将导致底栖生物栖息环境遭到一定程度的破坏，对经济鱼虾等的繁殖和生长造成一定的影响，但是对具有行动能力的底栖生物和鱼虾，当其栖息环境受到外在破坏时，能够主动逃窜回避从而免遭受损，除少量活动能力强的动物逃往他处外，大部分运动能力差的种类将被挖走、掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类如贝类、多毛类、线虫类等都将难以存活，而且上述影响是不可逆的。本工程施工全部结束之后，由于项目无营运期生产活动，营运期人为对环境的影响很小，潮间带生物将逐渐在红树林种植区域形成新的群落，本项目建设范围的潮间带生物群落可得到恢复。

4.1.7 对游泳生物的影响

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

源混浊区，产生“驱散效应”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，会影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间很短。

本项目红树林种植工程以及桩基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。

4.1.8 本项目运营期对生态系统的积极效应

红树林素有“海岸卫士”、“海洋绿肺”美誉，在维护生物多样性、消浪护岸、净化海水、吸碳减排等方面有极其重要的功能。目前，国内外研究普遍认为，红树林-盐沼湿地对河口地区生态系统发挥以上各项功能的作用机制如下：

1、维护生物多样性

与其他生态系统相比较，红树林湿地系统的生物种类较多，是海岸带生态系统物种最丰富的区域。红树林湿地生态系统通常具有物质循环周期短，能量流动速度快等特征，能够为各类海岸带生物生存提供物质空间，虾蟹贝类等海洋生物的繁衍场所，同时，红树林湿地也是大量濒危珍稀水禽重要的栖息场所特别是对于候鸟而言，红树林湿地广阔的滩涂、丰富的底栖生物，为候鸟中转歇脚觅食、恢复体力提供了良好的保障。

2、消浪护岸

暴风浪是海岸及堤防遭到冲击的主要因素，红树林是一道抵抗海浪的防护墙。红树根系发达，有着纵横交错的根系网络，它牢牢扎根于滩涂，在海岸边形成了一道严密的栅栏，能够减小海浪的流速，从而起到消浪防风的作用。研究表明，当红树林覆盖度大于 40% 及林带宽度在 100 米以上时，其能够消除 85% 的海浪，能够将 10 级大风刮起的巨浪化为平波，有效保护海堤免于冲击，减少海岸沿线

区域的经济损失。

3、净化海水、吸碳减排

红树植物和其他的绿色植物一样，是二氧化碳的消耗者和氧气的释放者。红树林是常绿的阔叶林，研究显示，每公顷的阔叶林在生长季节可以消耗二氧化碳 1000 千克，释放氧气 730 千克。另外，红树林淤泥下的硫化氢含量较高，滩涂中大量的厌氧菌在光照的条件下利用硫化氢作为还原剂，从而将二氧化碳还原为有机物，而陆地上的森林并无这样的能力。红树林还能够通过多种方式将重金属污染物固定在滩涂沉积物当中，进而能够起到净化海湾河口的功能。此外，被红树植物所吸收的重金属主要分布于其根茎等部这些部位通常不易被海洋生物啃食，从而保证了其固定的重金属污染物无法通过食物链转移。有部分红树植物如木榄、老鼠筋等的幼苗还能够大量集聚放射性物质，从而有效减少放射性物质对海洋生态造成的污染。

促淤造陆—红树林可以通过根系聚集碎屑的方式来促进土壤沉积物形成。红树林滩涂淤积的速度是一般滩涂的 2-3 倍，能够有效聚集半径小于 0.01 毫米的碎屑，并能够使自身的枯枝落叶也参与沉积。因此，红树林可以推进滩涂增高并不断向海中间延伸，进而扩大海滩的面积以及抬高海滩的高度，对保护海堤起到较好的作用。

4.2 资源影响分析

4.2.1 项目用海对资源损耗的影响分析

1、项目占用海域资源情况

本项目用海所在海域的主要海洋资源类型为港口资源、航运资源、渔业资源、旅游资源和矿产资源。本项目建设对所在海域的海洋生态环境具有积极的修复示范作用，项目透水构筑物申请用海面积为 0.1531 公顷，所建设的景观栈道下部桩基结构永久性占用了海域海底空间资源，便道上部结构则占用了海面和海面上方的海域空间资源，项目建设将改变占用海域范围的原有自然属性，将影响周围海域的海洋空间开发利用活动。

但由于本项目用海内容为生态修复工作的海域部分内容，本项目所建设的透水构筑物建设是与红树林等植被种植区域相结合的，项目建设不会影响沿岸岸线的自然属性，且构筑物周边均将种植红树林，项目整体是有利于逐步恢复镇海湾

沿岸的海岸线自然生态功能，有利于丰富岸线生态功能、提升沿岸线环境，增加人民群众的亲海娱乐空间，因此，项目建设总的来讲，是利大于弊的。

(2) 项目占用海岸线情况

本项目用海建设内容为科研监测栈道工程，科研监测栈道离岸设置，不占用岸线。

4.2.2 海洋生物资源损耗的分析

本次评价根据《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》）的要求，针对本工程施工期对海洋生态的影响，分析工程施工对海域生态的损失情况。

1、对潮间带生物的影响

施工破坏或改变了生物原有的栖息环境，项目区域水深较浅，水深主要在 1m 以下，项目建设主要对潮间带生物产生影响。参照《规程》，潮间带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；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积。

本项目实际建设内容规模为 268 公顷（红树林滩涂造林工程及修复工程总面积，已包括栈道施工区），项目施工区域均会对潮间带生物生长环境造成影响，根据 2020 年秋季（204.42g/m²）、2021 年春季（250.40g/m²）及 2021 年秋季（2.98g/m²）潮间带生物的平均生物量 152.6g/m²。

施工造成潮间带生物损失量： $W_i = 268 \times 10^4 \times 152.6 \times 10^{-6} = 408.97t$ 。

本项目水中桩基总数为 87 个，桩直径为 800mm，桩基占用海域面积约为 175m²，造成潮间带生物损失量： $W_i = 0.0175 \times 10^4 \times 152.6 \times 10^{-6} = 0.03t$ 。

2、对浮游生物的影响

按照《规程》，项目施工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：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

① 污染物浓度增量分区总数（ n ）

根据水质影响预测结果，在施工过程中，施工悬沙增量大于 10mg/L 包络线面积为 9.197km²，大于 20mg/L 的包络线面积为 1.171km²。本工程施工入海悬浮物浓度增量分区总数取 2。

② 生物资源损失率（ K_{ij} ）

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $1 < B_i \leq 4$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.2-1）。由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海生物不产生影响。

表 4.2-1 项目工程悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率% (K_{ij})			
			鱼卵仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
I 区	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	1	5	5
II 区	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17	5	15	15
III 区	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15	40	40
IV 区	≥ 100	$B_i \geq$ 倍	50	20	50	50

③ 持续周期数（ T ）和计算区水深

本工程施工总工时为 2.5 月，污染物浓度增量影响的持续周期 T 为 5；施工悬沙影响范围内水深均在 2m 以内，取平均水深 1.5m。

④ 生物资源密度（ D_{ij} ）

根据项目海域海洋生物调查结果，浮游植物的平均资源密度为

399.57×10⁴cells/L，浮游动物的平均资源密度为 7340.31ind/m³，鱼卵的平均密度为 2.35ind/m³，仔鱼的平均密度为 0.42 尾/m³，本海域的游泳生物密度为 286.53kg/km²。因此，悬浮泥沙扩散导致生物损失情况为：

浮游植物损失量=

$$399.57 \times 10^4 \times 8.026 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.05 \times 5 \times 10^3 + 399.57 \times 10^4 \times 1.171 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.15 \times 5 \times 10^3 = 1.729 \times 10^{16} \text{cells}。$$

浮游动物损失量=

$$7340.31 \times 8.026 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.05 \times 5 + 7340.31 \times 1.171 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.15 \times 5 = 3.176 \times 10^{10} \text{ind}。$$

鱼卵损失量=

$$2.35 \times 8.026 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.05 \times 5 + 2.35 \times 1.171 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.17 \times 5 = 1.058 \times 10^7 \text{ind}。$$

仔稚鱼损失量=

$$0.42 \times 8.026 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.05 \times 5 + 0.42 \times 1.171 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.17 \times 5 = 1.891 \times 10^6 \text{尾}。$$

游泳生物损失量=

$$286.53 \times 8.026 \times 1.5 \times 0.01 \times 5 + 286.53 \times 1.171 \times 1.5 \times 0.05 \times 5 = 298.299 \text{kg}。$$

因此，本项目施工悬浮物造成海洋生物的资源损失量为：浮游植物 1.729×10¹⁶cells、浮游动物 3.176×10¹⁰ind，鱼卵 1.058×10⁷ind、仔鱼 1.891×10⁶尾，游泳生物的资源损失量 298.299kg。

4.2.3 运营期环境收益分析

本项目作为海洋生态修复项目，项目施工期由于红树林等的种植土土壤改造、桩基建设等施工影响，不可避免地对海洋生态环境产生一定的影响，但上述影响均是暂时性的、可恢复的，项目运营期间，生态修复工作有利于逐步恢复并保持区域生态系统的功能，可实现生态效益与防灾减灾的协同增效。

1、降低海洋生物资源受损的环境效益

本项目通过落实各项环保措施，将工程对评价海域环境质量的负面影响减至最低。通过跟踪监测及生态修复效果评估，结合本工程修复的红树林，能够对项目施工过程中对海洋生物资源不可避免的损害进行补偿，能够逐步恢复并改善保持项目区现状生态系统退化状况。

2、构建红树林生态系统的环境效益

项目建成后,将在镇海湾河口区逐渐形成红树林生态系统,研究普遍认为,红树林生态系统作为一种海岸潮间带森林生态系统,它的生态价值主要表现在如下方面:

(1) 本身有机物生产,光合作用,固定 CO_2 和释放 O_2 , 减弱温室效应和净化大气,为近海生产力提供有机碎屑的主要生产者;

(2) 通过网罗有机碎屑的方式促进土壤沉积物的形成植株盘根错节抗风消浪,造陆护堤坝;

(3) 过滤陆地径流和内陆带出的有机物质和污染物,降解污染物,净化水体;

(4) 为海洋动物、鸟类提供栖息和觅食场所,维持生物多样性;

(5) 提供的科研文化、旅游服务等功能。

韩维栋等人对中国红树林生态系统生态价值评估研究中认为,红树林生态系统总生态价值=生物量价值+护堤价值+固定 CO_2 和释放 O_2 价值+动物栖息价值+养分积累价值+污染物降解价值+病虫害防治价值。其中:

生物量价值=活立木价值+凋落物价值(凋落物价值=红树林面积, hm^2 × 单位面积年凋落物量 × 凋落物饵料成品率, 取 $10\% \times$ 饵料价格, 元/t);

护堤价值=灾害防护价值(8 万元 × 红树林岸线长, km) + 生态养护价值(生态养护价值 = $64.7 \text{ 万元/km} \cdot \text{a} \times$ 红树林岸线长, km);

固定 CO_2 和释放 O_2 价值=固定 CO_2 (碳税率 × 红树林面积, hm^2 × 每年固 C 量) + 释放 O_2 价值(红树林面积, hm^2 × 单位面积释生产 O_2 的成本, 取 100 元/t);

动物栖息价值=红树林面积 hm^2 × (采伐造成的游憩及生物多样性价值损失, 取 400 美元/ hm^2 + 保护森林资源的支出, 美元/ hm^2) × 汇率;

养分积累价值=红树林面积, hm^2 × 群落持留养分的价值, 取 $0.291\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$;

污染物降解价值= SO_2 降解价值(红树林面积 hm^2 × 单位红树林面积吸收 SO_2 × 削减 1tSO_2 的投资成本, 取 600 元) + 污染物降解总价值(占总污染物降解价值的 60%);

病虫害防治价值=林地病虫害防治价值(红树林面积 hm^2 × 林地防治费用万元/W);

该研究统计红树林面积共 13646hm^2 , 群落类型包括秋茄群落、红海榄群落

及海莲群落，估算我国红树林生态系统总生态价值为 236531 万元/年，即每公顷红树林生态系统总生态价值为 17.33 万元/(年·hm²)。本工程红树林修复面积(营造+修复)为 268 公顷，植被群落为广东地区常见类型，类比估算本项目修复区形成稳定的红树林生态系统后其总生态价值为 4735.42 万元/年。

3、项目建设带来的社会效益

(1) 提升海岸防灾减灾能力

工程实施后的生态海堤既包括生态化的人工防护工程，又包括具备减灾能力的自然海岸。红树林能够起到很好的防风、防浪作用。历史经验显示，在超强台风经过的地区，有红树林庇护的地方多半安然无恙，项目区海堤堤前带红树林也将提升海岸防潮防浪水平，减少因海堤破损垮塌导致的人身财产安全和社会经济损失。

(2) 提升全社会的生态文明意识

通过向民众展示修复工程的过程和效果，宣传生态保护和海洋生态修复的重要性，将得到社会的广泛认同，带动全社会参与、参加海洋生态系统的保护与修复，增强生态文明的意识，促进海洋生态文明建设。

(3) 增加科研及教育价值

本项目为海洋生态保护修复项目，在广东省乃至全国同类地区都具有广泛性和普适性，将为教育和科学研究提供良好的平台，同时项目采取的自然恢复+人工辅助种植的修复方式，在研究红树林人为干预条件下自然演替规律等方面有着重要的科研及教育价值。

(4) 提高观赏价值及美学价值

通过本工程实施，将极大地改善鸡啼门湿地景观，增加亲水休闲空间，提高观赏价值和美学价值，提升城市品位和城市形象。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

1、江门市社会经济概况

江门，是粤港澳大湾区重要节点城市，珠江西岸新增长极、沿海经济带上的江海门户，全市陆地面积 9535 平方公里、海域面积 4880.47 平方公里，常住人口 482.22 万人；1904 年设立海关，成为中国沿海重要的对外通商口岸；1925 年、1951 年曾两次设为省辖市，1983 年设立地级市，实行市管县体制。江门市设立蓬江、江海、新会 3 个区，下辖台山、开平、鹤山、恩平 4 个县级市，“五邑”是江门地区的俗称。

2022 年，江门实现地区生产总值 3773.41 亿元，增长 3.3%，排全省第 2，为建市以来最高排位。多数主要经济指标增速高于全省，其中规模以上工业增加值增长 3.1%、社会消费品零售总额增长 2.4%，均排全省第 4，固定资产投资下降 0.8%，排全省第 8；外贸进出口总额下降 0.9%，地方一般公共预算收入可比增长 0.2%。市人大代表票决的十件民生实事全面完成，经济社会保持平稳健康发展。

2、台山市社会经济概况

台山市位于珠江三角洲西南部，地处粤港澳大湾区和海上丝绸之路重要节点，陆地总面积 3308.24 平方公里，现辖 16 个镇、1 个街道办事处，常住人口 90.77 万。台山素有“全国第一侨乡”“内外两个台山”之美誉，约 180 万台山籍乡亲旅居海外及港澳等 107 个国家和地区。台山人才辈出，涌现出全国人大常委会原副委员长雷洁琼、中国首条民办铁路创办人陈宜禧、加拿大第 26 任总督伍冰枝等一批著名乡亲。台山是著名的“排球之乡”“广东音乐之乡”“中国曲艺之乡”“飘色艺术之乡”，还是“平安中国建设示范县”、全国文明城市提名城市、国家森林城市。

2022 年，面对风高浪急的国际环境和艰巨繁重的改革发展稳定任务，台山积极应对超预期因素冲击，有力统筹疫情防控和经济社会发展，经济运行顶压前行，发展质量稳步提升，实现地区生产总值 516.5 亿元，同比增长 3.5%；规上工业增加值 182.52 亿元，增长 5.1%；社会消费品零售总额 230.1 亿元，增长 2.2%；外贸进出口 170.5 亿元，增长 13.8%；一般公共预算收入 35.5 亿元，可比增长

5.02%；固定资产投资 317.89 亿元，增长-1.3%。三次产业结构比例为 21.9：39.5：38.6。

5.1.2 海域使用现状

通过实地踏勘、卫星影像图和收集项目附近资料，本项目所在海域海洋开发活动及周边用海情况如图 5.1.2-1 所示。从图可见，本项目所在海域的开发利用活动主要位于项目周围岸线。

项目周边用海活动主要包括渔业码头、养殖围塘、开放式养殖用海等。

此外，项目周边还分布有未确权的开放式养殖用海、围海养殖等项目。

图 5.1.2-1 项目附近海域使用现状（已确权）

表 5.1.2-1 项目附近海域及岸线开发活动情况表

序号	用海项目	所属人	与本项目相对位置和最近距离
1		台山市汶村镇经济联合总社	位于本项目南侧约 40m
2			位于本项目南侧约 170m
3			位于本项目南侧约 400m
4			位于本项目东南侧约 780m
5			位于本项目南侧约 860m
6			位于本项目东南侧约 1.05km
7		台山市汶村镇经济联合总社	位于本项目西侧约 220m
8			位于本项目西侧约 200m
9			位于本项目西南侧约 480m
10			位于本项目西南侧约 1.31km
11			位于本项目西南侧约 1.81km
12			位于本项目西南侧约 2.20km
13			位于本项目西南侧约 2.43km
14			位于本项目西南侧约 2.73km
15			位于本项目西南侧约 3.09km
16			位于本项目东南侧约 3.70km
17			位于本项目东南侧约 3.60km
18			位于本项目东南侧约 4.20km
19			位于本项目东南侧约 4.40km
20			位于本项目西南侧约 4.50km
21			位于本项目东北侧约 2.04km
22			位于本项目东北侧约 1.39km
23		台山市北陡镇经济发展总公司	位于本项目西侧约 20m
24			位于本项目北侧约 3.61km
25			位于本项目北侧约 2.02km
26			位于本项目北侧约 950m
27			位于本项目北侧约 570m
28			位于本项目东侧约 150m
29			位于本项目东侧约 60m

序号	用海项目	所属人	与本项目相对位置和最近距离
30			位于本项目东侧约 195m
31			位于本项目东侧约 10m
32			位于本项目西侧约 930m
33			位于本项目东侧约 540m
34			位于本项目东侧约 550m
35			位于本项目东南侧约 620m
36			位于本项目东南侧约 1.02km
37			位于本项目东南侧约 1.41km
38			位于本项目东南侧约 1.91km
39			位于本项目东南侧约 2.15km
40		台山市汶村镇西联村民委员会	位于本项目东南侧约 2.57km
41			位于本项目东南侧约 3.11km
42			位于本项目东南侧约 3.55km
43			位于本项目东南侧约 2.15km
44			位于本项目东南侧约 4.36km
45			位于本项目东南侧约 4.77km
46			位于本项目东南侧约 4.92km
47			位于本项目东南侧约 5.11km
48			位于本项目南侧约 670m
49		台山市深井镇獭山经济联合社	位于本项目东北侧约 3.41km
50		台山市深井镇江东经济联合社	位于本项目东北侧约 2.73km
51		台山市汶村镇五乡村民委员会	位于本项目东北侧约 3.21km
52			位于本项目东北侧约 2.67km
53		马乙裕	位于本项目东侧约 1.07m
54			位于本项目东侧约 670m
55		江门广发渔业光伏有限公司	位于本项目北侧约 300m
56		广东江门恒光新能源有限公司	位于本项目东侧约 3.56km
57		台山市福祥实业投资有限公司	位于本项目南侧约 4.37km
58			位于本项目南侧约 3.23km

图 5.1.2-2 项目附近海域使用现状（未确权）

表 5.1.2-2 项目附近海域开放式养殖用海（未确权）情况表

序号	用海主体	图斑编号
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		

表 5.1.2-3 项目附近海域围海养殖用海（未确权）情况表

序号	用海主体	图斑编号
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		

序号	用海主体	图斑编号
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		

序号	用海主体	图斑编号
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		
101		
102		
103		
104		
105		
106		
107		
108		
109		
110		
111		
112		
113		
114		
115		
116		
117		
118		
119		
120		
121		
122		
123		

5.1.3 海域使用权属现状

根据本项目海域使用权属状况的资料收集情况及调访结果，本项目海域周边 5km 范围内权属项目如下表所示。

表 5.1.3-1 周边海域使用权属信息表

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

5.2.1 对镇海湾航道及通航的影响分析

根据《台山市红树林保护与修复建设项目航道通航条件影响评价报告》，项目用海对航道及通航的影响如下：

工程区域那扶河段河床整体上呈微冲刷状态，镇海湾整体上以淤积为主。红树林建设项目实施后可能会造成河道滩地局部淤积增加。若无大的人为因素影响，未来将趋近于冲淤动态平衡，且生态修复后，承洪能力增强，受洪水侵害减少，对河床稳定有利。

拟建红树林保护与修复项目基本不改变河道走势，且对岸线稳固有利。工程后对水上过河建筑物的船舶航行、作业及运行基本没有影响。工程建成后不占用航道及港口岸线，工程布置对规划港口岸线没有影响。红树林营造和修复工程、科研监测栈道工程距离航道较远，不影响现状及规划航道的布置。从航道通航条件影响角度分析，工程选址可行，平面布置合理。

拟建红树林保护与修复项目对河道水流条件、河床演变、航道布置、航标配布以及航道整治工程的影响较小。

拟建红树林保护与修复项目对船舶的通航、相邻建筑物及监管设施等影响均较小。在工程实施过程中，建设单位等应与海事部门加强联系，保障水域通航安全。

本项目远离镇海湾航道，项目施工期产生的增量超过 10mg/L 的悬浮泥沙会影响到该航道，增加航道的泥沙淤积强度和码头前沿水域水深的维护量，但影响强度较低；项目运营期对航道无影响。工程施工和竣工后通航安全是有保障的。

5.2.2 对锚地影响分析

本项目建设不会占用或者影响现有锚地水域和规划锚地水域，对锚地无影响。

5.2.3 对养殖活动的影响分析

本项目工程周边分布有吊养牡蛎、围塘养殖（咸围）等养殖活动，工程挖泥施工会影响周边正常的养殖生产活动，施工作业中产生的悬浮物，可能会导致其周边海域内悬浮物含量超渔业水质标准，降低原有的水质质量，改变当地渔业水域环境状况，影响养殖正常生产活动。

本项目红树林种植区域靠近咸围，汶村标段栈道需占用咸围的堤围，对围塘养殖活动造成影响。

图 5.2.3-1 悬浮物包络线与周边海域权属叠图

5.3 利益相关者界定

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

根据本报告书海域使用现状的分析可知，本项目所在海域开发活动主要为养殖活动，通过对工程区附近用海现状的调查和 5.1 节项目用海对周边海洋开发活动的影响情况，按照利益相关者界定原则，确定本工程的利益相关者情况见表 5.3.1-1。

经界定，本项目利益相关者为养殖围塘（咸围）、蚝排养殖户、底播养殖户，需协调的责任部门为海事、航道、渔业管理部门、水利部门。

表 5.3.1-1 利益相关者分析界定一览表

序号	项目名称	海域使用类型	利益相关者名称 (使用权人)	与本项目相对位置	利益相关内容	影响程度	是否利益 相关者
1	台山市汶村镇经济联合总社 33 号场	养殖用海 (蚝排养殖)	台山市汶村镇 经济联合总社	本项目西侧约 20m	悬浮泥沙 扩散的影响	影响较小	是
2	台山市汶村镇经济联合总社底播一号养殖场	养殖用海 (底播养殖)		本项目南侧约 40m	悬浮泥沙 扩散的影响	影响较小	是
3	台山市北陡镇经济发展总公司六号场	养殖用海 (蚝排养殖)	台山市北陡镇 经济发展总公司	本项目东侧约 60m	悬浮泥沙 扩散的影响	影响较小	是
4	台山市北陡镇经济发展总公司八号场	养殖用海 (蚝排养殖)		本项目东侧约 10m	悬浮泥沙 扩散的影响	影响较小	是
5	围塘养殖 (咸围)	养殖用海 (围海养殖)	未确权 (台山市汶村镇 经济联合总社)	紧邻	栈道占用 堤围影响	占用堤围	是
6	北陡 (横山) 渡口	交通运输用海	未确权	紧邻	施工船舶靠泊、 红树林种植影响	影响较小	是

5.4 相关利益协调分析

5.4.1 与养殖业主的协调分析

本项目所在海域分布有围塘养殖（咸围）、海上吊蚝养殖及底播养殖，项目施工活动产生的悬浮物将对海上养殖活动产生影响，汶村标段栈道建设占用围塘养殖的堤围。

建设单位应核实养殖区内的养殖品种、养殖产量、施工期悬浮泥沙扩散对养殖活动造成的损失，充分协商相关补偿事宜，施工期间采取一定的环境保护措施，以保证项目建设顺利进行，且又不发生其它冲突性事件。

目前，建设单位已与北陡镇及汶村镇相关村委签订协议（见附件4），就项目建设占用咸围与影响养殖活动的相关事宜达成协议。

5.4.2 与海事管理部门的协调分析

项目建设期间的施工作业船可能使该海域海上交通密度增大，在一定程度上影响通航安全。针对施工期间的通航安全问题，项目建设单位应加强施工附近水域的船舶航行管理；在施工前发布航行通告，具体应包括施工作业时间、进度、作业机具、作业方法、方式、区域等，应设置临时助航标志、警戒区等，关注施工船舶与在附近水域通航船舶的相互影响等。

项目建设单位应与海事主管部门沟通协调，同时与其建立有效联系机制，采取措施尽量减少对船舶正常通航和作业的影响。同时，业主应积极配合海事部门建立完善科学的海上交通监督管理系统和船舶交通管理系统，增强海事部门对该海域的船舶交通管理力度，最大限度保证船舶交通安全，将施工期和营运期的通航风险降至最低。

5.4.3 与渔业行政管理部门的协调分析

项目建设对海洋生态环境的影响只能按相关规范进行大概的量化。施工过程中对生态环境的影响是可逆的、暂时的。本项目属于海洋生态修复项目，项目建成后对海洋生态系统起到正面影响，可有效改善海洋生态环境。建设单位应与当地农业农村行政主管部门主动协商，形成一致的意见，对海洋生态环境的影响通过生态评估或监测等措施作出一定的补偿或采取一定的生态补偿措施。

5.4.4 与水利部门的协调分析

本项目在现有岸线外开展红树林滩涂造林及修复工程，配套建设的科研监测栈道离岸建设，不占用岸线（海堤）。本项目的建设不破坏海堤（河堤），不涉及防洪治导线，项目建设未影响河势稳定，危害堤防安全。红树林种植区对于镇海湾防洪防潮具有一定的促进作用。

建设单位在项目初步设计阶段征求了当地水利部门的意见，当地水利部门反馈无意见（见附件4）。

5.4.5 与北陡（横山）渡口的协调分析

项目建设期间的施工作业船可能使用北陡渡口停靠、运输施工材料，将使该海域海上交通密度增大，在一定程度上影响通航安全。项目建设单位及施工单位应与渡口管理方沟通协调，同时与其建立有效联系机制，采取措施尽量减少对渡口正常通航和作业的影响。

北陡（横山）渡口出海河道（通道）两侧现状分布有红树林及高位滩涂，本项目红树林种植及修复工程在北陡（横山）渡口出海河道（通道）两侧开展，不占用北陡（横山）渡口出海河道（通道），给渡口进出留有足够的空间，不影响其日后的正常运行。

目前，建设单位已与北陡镇相关村委签订协议（见附件4），就项目建设对渡口影响的相关事宜达成协议。

表 5.4.4-1 与利益相关者的协调内容一览表

需协调的利益相关者	协调内容	协调方案
台山市汶村镇经济联合总社	悬浮泥沙对养殖用海的影响	建设单位在施工前对养殖用海的影响应与养殖户达成书面协调意见，保障施工的顺利开展。
台山市北陡镇经济发展总公司	悬浮泥沙对养殖用海的影响	建设单位在施工前对养殖用海的影响应与养殖权属方达成书面协调意见，保障施工的顺利开展。
	施工船舶航行及红树林种植对北陡渡口的影响	建设单位在施工前对北陡渡口的影响应与渡口权属方（北陡镇）达成书面协调意见，保障施工的顺利开展。
栈道相连围塘养殖	堤围占用影响	建设单位在施工前对养殖用海的影响应与养殖权属方达成书面协调意见，保障施工的顺利开展。

表 5.4.4-2 与管理部门协调内容一览表

需协调管理部门	协调内容	责任要求
海事部门	海上施工作业；项目运营船舶通行。	为保证海上交通的正常秩序，在项目施工前，要对作业船只的活动时间及活动范围进行控制和规范，施工

需协调 管理部门	协调内容	责任要求
		时应设置相应的施工警示标志，同时上报海事部门，使本项目在施工和作业过程中尽量不对该区域通行的船只造成干扰和影响。
渔业行政管 理部门	海洋生态环境的补 偿	与管理部门协调，项目建设对海洋生态环境的影响采取适当的生态补偿或生态修复措施。
水利部门	河道防洪防潮	项目施工不能破坏河堤/海堤及其他河道防洪防潮设施，施工时应设置相应的施工警示标志，使本项目在施工和作业过程中尽量不对该区域河道及防洪设施造成影响。

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.5.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目建设所在海域南侧为镇海湾特殊利用区，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》该海域使用管理要求为：1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；2.优先保障军事用海需求。

本项目属于海洋生态修复项目，位于镇海湾特殊利用区附近的工程为红树林滩涂造林工程，工程主要内容为滩涂整治、清除互花米草等入侵植物及种植红树林。工程施工过程会产生悬浮物将不可避免影响镇海湾特殊利用区，但这个影响短暂的、轻微的；项目运营期无海上作业等影响特殊利用区性质的作业活动，项目建设改善了周边海洋生态环境。

因此，项目的建设不会对镇海湾特殊利用区的国防产生不利影响。本项目用海不涉及国防安全问题。

5.5.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海不涉及领海基点和国家秘密，对国家海洋权益无碍。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1 《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版）

根据《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版），项目所在海域的统筹划定海洋规划分区为生态保护区、渔业用海区、海洋预留区、游憩用海区、交通运输用海区。周边海域规划分区有：特殊利用区，见图 6.1.1-1。

海洋生态保护区管理要求：海洋生态保护区为海洋生态保护红线集中划定的区域，严格按照生态保护红线相关的管理办法进行管控。

渔业用海区管理要求：保障镇海湾近岸海水增养殖基地、现代化海洋牧场等渔业用海空间，保障渔港及渔业设施建设用海需求。渔业用海区应科学控制海湾养殖规模和密度，防止养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵。严格控制近海捕捞强度，加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护。渔业基础设施区域要保障渔港航运功能，加强港湾综合整治，生产废水、生活污水须达标排海。

海洋预留区管理要求：用作规划期内重大项目用海的后备发展区域。海洋预留区严禁随意开发，不得擅自改变岸线、地貌及其他自然生态环境原有状态。确需开发利用的，应按程序调整预留区的功能。

游憩用海区管理要求：游憩用海区应合理控制开发建设规模，科学有序利用海岸线、海湾和海岛等滨海旅游资源，避免旅游活动对海洋生态环境造成影响。

交通运输用海区管理要求：交通运输用海区应促进港口、跨海通道等基础设施建设，集约节约利用岸线和海域空间，在功能开发利用以前，可兼容渔业增养殖、捕捞等渔业用海功能，同时应加强海域水质监管，减少交通运输对海洋生态环境的影响。

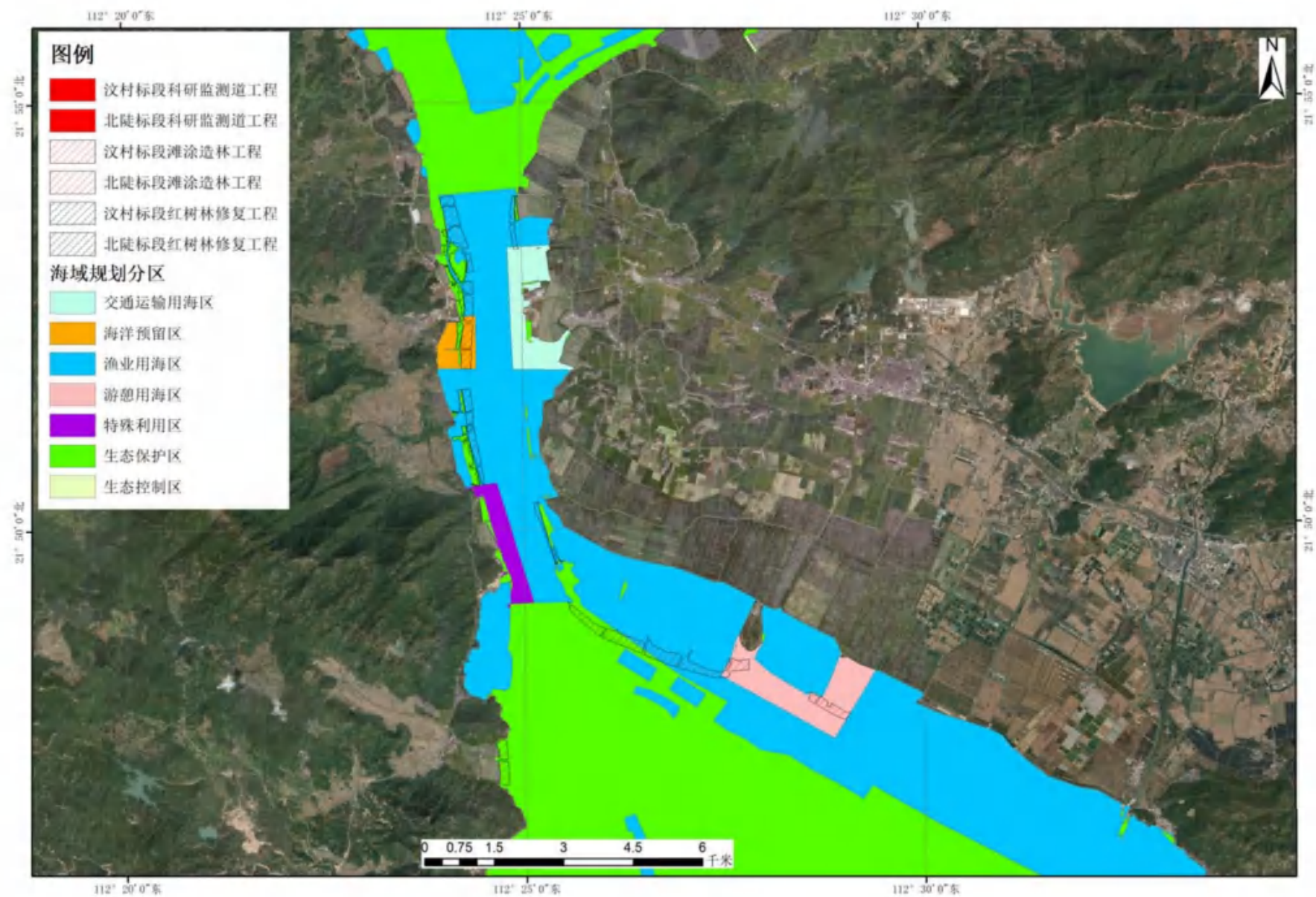






图 6.1.1-1 项目所在海域及周边海域海洋规划分区分布示意图

6.1.2 《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域的海洋功能区划为川山群岛农渔业区，项目周边的海洋功能区划有镇海湾特殊利用区。功能区的分布情况详见表 6.1.2-1 及图 6.1.2-1，功能区划登记表详见表 6.1.2-2。

表 6.1.2-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布情况表

序号	海洋功能区	功能区类型	相对工程的方位	最短距离
1	川山群岛农渔业区	农渔业区	项目所在的功能区	——
2	镇海湾特殊利用区	特殊利用区	南侧	30m



图 6.1.2-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布

表 6.1.2-2 项目周边海洋功能区登记表（内容引自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区 类型	面积 (ha) 岸段长度 (m)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
52	A1-9	川山群岛 农渔业区	江门市	东至: 113°01'16" 西至: 112°18'04" 南至: 21°34'27" 北至: 22°03'36"	农渔业区	89608 171762	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 保障横山渔港、沙堤渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁等用海需求; 3. 适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求; 4. 维护海湾防洪纳潮功能; 5. 严格控制在镇海湾湾内围填海; 6. 保护川山群岛生物海岸, 养殖活动应避开镇海湾水道、沙堤港航道等, 维护航行通道畅通; 7. 合理控制养殖规模和密度; 8. 优先保障军事用海需求, 严禁在军事区周边进行围填海及设置渔网渔栅。	1. 保护下川岛荔枝湾、镇海湾红树林, 保护上、下川岛周边海草床生态系统; 2. 保护龙虾等水产种质资源; 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 4. 实施镇海湾综合整治, 加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 5. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
53	A7-4	镇海湾 特殊利用区	江门市	东至: 112°25'07" 西至: 112°24'16" 南至: 21°49'05" 北至: 21°50'31"	特殊利用区	148 3838	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2. 优先保障军事用海需求。	海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

6.2.1 对《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版）规划分区影响分析

根据《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版），项目所在海域的统筹划定海洋规划分区为生态保护区、渔业用海区、海洋预留区、游憩用海区、交通运输用海区。周边海域规划分区有：特殊利用区。海洋规划分区要求及本项目对分区影响分析如下：

表 6.2.1-1 海洋规划分区管理要求及影响分析

规划分区名称	管理要求	项目与分区位置关系	对规划分区影响分析
海洋生态保护区	海洋生态保护区为海洋生态保护红线集中划定的区域，严格按照生态保护红线相关的管理办法进行管控。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，红树林滩涂造林与修复工程属于《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）中提出：“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。”；科研监测栈道属于“1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑”，属于生态保护红线管控范围内有限人为活动，满足生态保护红线区的管理要求。项目的实施改善了所在区域生态保护红线区海洋生态环境，对海洋生态保护区具有正面影响。
渔业用海区	保障镇海湾近岸海水增养殖基地、现代化海洋牧场等渔业用海空间，保障渔港及渔业设施建设用海需求。渔业用海区应科学控制海湾养殖规模和密度，防止养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵。严格控制近海捕捞强度，加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护。渔业基础设施区域要保障渔港航运功能，加强港湾综合整治，生产废水、生活污水须达标排海。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，不涉及渔业养殖和捕捞作业，项目不占用周边渔业生产项目用海及渔业基础设施用海。项目的实施可改善所在海域生态环境，采用本土红树品种对镇海湾进行生态修复，对渔业资源的修复起到正面作用。
海洋预留区	用作规划期内重大项目用海的后备发展区域。海洋预留区严禁随意开发，不得擅自改变岸线、地貌及其他自然生态环境原有状态。确需开发利用的，应按程序调整预留区的功能。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，通过滩涂造林及红树林修复工程，可保护所在海域的海洋生态环境，对海洋预留区生态环境起到正面影响。
游憩用海区	游憩用海区应合理控制开发建设规模，科学有序利用海岸线、海湾和海岛等滨海旅游资源，避免旅游活动对海洋生态环境造成影响。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，红树林景观的营造及科研监测栈道的建设可以提供更多的滨海旅游资源及滨海旅游基础设施，红树林营造的本身促进了海洋生态环境的改善。项目实施既能

规划分区名称	管理要求	项目与分区 位置关系	对规划分区影响分析
			满足生态修复需求，又能提供优质的滨海旅游景观，实现生态修复与旅游资源和谐共生。
交通运输用海区	交通运输用海区应促进港口、跨海通道等基础设施建设，集约节约利用岸线和海域空间，在功能开发利用以前，可兼容渔业增养殖、捕捞等渔业用海功能，同时应加强海域水质监管，减少交通运输对海洋生态环境的影响。	占用	本项目部分占用了交通运输用海区，占用区域位于交通运输用海区边缘，占用区域现状为高位滩涂，无分布航道及习惯航道，本项目红树林种植及修复工程高位滩涂开展，不占用该区域码头的出海河道（通道），给码头进出留有足够的空间，不影响其交通运输用海区的正常运行。
特殊用海区	保障国防安全和军事用海布局。军事用海区内禁止从事其他海洋开发利用活动。	南侧 30m	本项目属于海洋生态修复项目，位于特殊用海区附近的工程为红树林滩涂造林工程，工程主要内容为滩涂整治、清除互花米草等入侵植物及种植红树林。工程施工过程会产生悬浮物将不可避免影响特殊用海区，但这个影响短暂的、轻微的；项目运营期无海上作业等影响特殊利用区性质的作业活动，项目建设改善了周边海洋生态环境。因此，项目的建设不会对特殊用海区产生不利影响。

6.2.2 对《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》规划分区影响分析

由图 6.1.2-1 及表 6.1.2-1、表 6.1.2-2 分析可知，本项目所在海域及周边海域的海洋功能区主要有农渔业区和特殊利用区，项目建设对海洋功能区影响分析如下：

1、项目用海对川山群岛农渔业区的影响分析

项目用海对农渔业区的影响主要是在施工期。施工期对农渔业区的影响主要来自挖泥产生的悬浮泥沙。工程施工产生的悬浮物浓度增量影响范围和程度都较小，SS 增值超过 10mg/L 的最大扩散面积为 9.2km²，不超三类海水水质，悬浮物扩散核心区仅限于工程施工区附近，对沿岸农渔业区水质及其养殖活动有一定影响。但施工结束后，悬浮物快速沉降，对水质的影响也将消失。

本项目进行桩基施工和挖泥施工时，对潮间带和底栖生物环境有不同程度的破坏，导致部分潮间带生物、底栖生物等直接死亡，运动能力较强的生物逃离施工区域，该区域内的生物量显著降低；悬浮泥沙的扩散也会致使周围海洋生物受伤或死亡。施工活动结束后，人为干扰减少，海域内水质、生态环境等重新达到平衡状态，游泳生物、底栖生物等重新进入该水域。桩基将永久占据海洋生物的生存环境，改变所在位置的生态属性，造成海洋生物资源损失。为了尽可能降低对项目所在农渔业区的影响，建设单位应采取相应的生态补偿措施。

2、对镇海湾特殊利用区的影响分析

根据表 6.1.1-1，镇海湾特殊利用区位于项目南侧 30m，施工产生的悬沙会对特殊利用区水质产生影响，但这个影响短暂的、轻微的。此外，项目属于生态修复项目，不占用特殊利用区，生态系统的改善对特殊利用区生态环境起到一定正面作用，不影响特殊利用区内的用海活动。

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1 与《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版）符合性分析

根据《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版），项目所在海域的统筹划定海洋规划分区为生态保护区、渔业用海区、海洋预留区、游憩用海区、交通运输用海区。海洋规划分区要求及本项目与分区的符合性分析如下：

表 6.3.1-1 海洋规划分区管理要求及相符性分析

规划分区名称	管理要求	项目与分区位置关系	规划分区相符性分析
海洋生态保护区	海洋生态保护区为海洋生态保护红线集中划定的区域，严格按照生态保护红线相关的管理办法进行管控。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，红树林滩涂造林与修复工程属于《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）中提出：“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。”；科研监测栈道属于“1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑”，属于生态保护红线管控范围内有限人为活动，满足生态保护红线区的管理要求。
渔业用海区	保障镇海湾近岸海水增养殖基地、现代化海洋牧场等渔业用海空间，保障渔港及渔业设施建设用海需求。渔业用海区应科学控制海湾养殖规模和密度，防止养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵。严格控制近海捕捞强度，加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护。渔业基础设施区域要保障渔港航运功能，加强港湾综合整治，生产废水、生活污水须达标排海。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，不涉及渔业养殖和捕捞作业，项目不占用周边渔业生产项目用海及渔业基础设施用海。项目的实施可改善所在海域生态环境，采用本土红树品种对镇海湾进行生态修复，对渔业资源的修复起到正面作用。因此，本项目符合渔业用海区的管理要求。
海洋预留区	用作规划期内重大项目用海的后备发展区域。海洋预留区严禁随意开发，不得擅自改变岸线、地貌及其他自然生态环境原有状态。确需开发利用的，应按程序调整预留区的功能。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，不属于大规模开发项目，项目不占用岸线，不改变岸线状态；改善了所在海域自然生态环境，
游憩用海区	游憩用海区应合理控制开发建设规模，科学有序利用海岸线、海湾和海岛等滨海旅游资源，避免旅游活动对海洋生态环境造成影响。	占用	本项目为红树林滩涂造林及修复项目，红树林景观的营造及科研监测栈道的建设可以提供更多的滨海旅游资源及滨海旅游基础设施，红树林营造的本身促进了海洋生态环境的改善。项目实施既能满足生态修复需求，又能提供优质的滨海旅游景观，实现生态修复与旅游资源和谐共生。
交通运输用海区	交通运输用海区应促进港口、跨海通道等基础设施建设，集约节约利用岸线和海域空间，在功能开发利用以前，可兼容渔业增养殖、捕捞等渔业用海功能，同时应加强海域水质监管，减少交通运输对海洋生态环境的影响。	占用	本项目部分占用了交通运输用海区，占用区域位于交通运输用海区边缘，占用区域现状为高位滩涂，无分布航道及习惯航道，本项目红树林种植及修复工程高位滩涂开展，不占用该区域码头的出海河道（通道），给码头进出留有足够的空间，不影响其交通运输用海区的正常运行。

6.3.2 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域的海洋功能区划为川山群岛农渔业区。项目与省海洋功能区划的符合性分析见表 6.3.2-1。

表 6.1.2-1 项目与《广东省海洋功能区划》的符合性分析

海域使用管理要求	项目与管理要求的符合性分析	是否符合
1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；	本项目的用海类型为其他特殊用海，本项目属于生态修复项目，红树林种植工程与周围渔业用海无明显冲突，二者相兼容。	符合
2.保障横山渔港、沙堤渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁等用海需求；	本项目距离横山渔港、沙堤渔港较远，项目附近无深水网箱养殖、人工鱼礁等，不影响其用海需求；	符合
3.适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求；	本项目的用海类型为其他特殊用海，项目属于生态修复项目，对保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求具有一定正面作用。	符合
4.维护海湾防洪纳潮功能；	本项目所采用的构筑物是透水式的，建设后镇海湾内总体流场变化不大，不影响防洪纳潮功能；	符合
5.严格控制在镇海湾湾内围填海	本项目不涉及围填海；	符合
6.保护川山群岛生物海岸，养殖活动应避开镇海湾水道、沙堤港航道等，维护航行通道畅通；	本项目距离川山群岛较远，对其生物海岸无影响；项目不涉及养殖活动，项目距离航道较远，工程施工期对周边的船舶通航的影响较小，运营期不涉及船舶出入，对通航安全影响不大；	符合
7.合理控制养殖规模和密度；	本项目不涉及养殖活动；	符合
8.优先保障军事用海需求，严禁在军事区周边进行围填海及设置渔网渔栅。	本项目为生态修复项目，不在军事区附近设置渔网渔栅，项目施工影响较小，不会影响军事用海活动及其用海需求。	符合
海洋环境保护管理要求	项目与管理要求的符合性分析	
1.保护下川岛荔枝湾、镇海湾红树林，保护上、下川岛周边海草床生态系统；	本项目为红树林修复及营造项目，施工产生悬浮泥沙影响范围仅限于项目施工作业附近的水域，对项目本身的红树林影响是暂时的，对下川岛荔枝湾、镇海湾红树林、上、下川岛周边海草床生态系统的影响较小，项目建成后对上述生态系统有正面影响；项目不向海排放污水，不改变龙虾、红树林及海草床的生存环境，对其基本无影响。	符合
2.保护龙虾等水产种质资源；		
3.实施镇海湾综合整治，加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；	本工程施工期和运营期产生的生产废水、生活废水均经有效处理，不在工程区域直接排放；	符合
4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	施工产生悬浮泥沙影响范围仅限于项目施工作业附近的水域，对水质、沉积物和海洋生物将产生一定影响，施工结束后，影响随之结束。悬浮物经扩散与沉降后，沉积物质量不会发生明显变化。 其他水质污染物主要是油类和生活污水，生活污水和船舶油污污水均统一收集处置，禁止任意排放。对于生活垃圾、疏浚物等固体废弃物统一收集到指定场所。本项目对农渔业区的海水水质、沉积物和生态环境影响较小。	符合
5.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；	本项目不进行养殖活动，无外来物种。	符合

本项目的用海方式包括透水构筑物、防护林种植等，本项目属于海岸线生态修复工程，项目建设可提高镇海湾岸线防灾减灾功能、建立自然生态屏障，修复滨海湿地生态系统结构及功能、发挥滨海湿地调节区域小气候、调控自然灾害、维持物种多样性等多项生态功能，为当地居民及公众提供良好的生态产品，可实现该区域生态与经济效益双赢。

项目用海类型为其他特殊用海，符合川山群岛农渔业区海域管理中“适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求”，且项目建设和运营对海洋环境与生态影响较小，符合川山群岛农渔业区的海洋环境保护要求，项目用海符合《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》。

综上所述，本项目用海符合《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》(2012)。

6.3.3 与《江门市海洋功能区划(2013-2020 年)》的符合性分析

本项目利用的江门市海洋功能区为川山群岛养殖区。

(1) 与镇海湾养殖区的符合性分析

镇海湾养殖区的海域管理要求如下：用途管制：1.相适宜的海域使用类型为围海养殖用海、开放式养殖用海；2.适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求；用海方式控制：1.严格限制改变海域自然属性，填海造地向海一侧边界不得超出现有围内养殖外缘线；2.开放式养殖应避开镇海湾水道；3.严禁在军事区周边进行围填海及设置渔网渔栅；4.维持区内大陆自然岸线的形态及功能，大陆自然岸线保有量不少于 158.33 千米；整治修复：1.加固现有人工堤围，美化生物岸线景观；2.合理控制养殖规模和密度，清理侵占航道的养殖用海；3.实施镇海湾综合整治；4.整治修复岸线长度不少于 8.5 千米。

镇海湾养殖区的海洋环境保护管理要求如下：生态保护：保护镇海湾红树林生态系统，保护牡蛎种质资源生境；环境保护 1.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；2.生产废水、生活污水须达标排海；3.执行第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。其他管理要求 1.维护镇海湾防洪纳潮功能；2.维护航道畅通。

海域使用管理要求的符合性分析：(1) 本项目占用的海域主要集中靠海岸养殖围塘一侧，项目为生态修复工程，对围海养殖用海、开放式养殖用海的影响不大，本项目施工产生悬浮泥沙，扩散范围集中在挖泥区附近，对养殖用海的影响

也集中在施工区附近，本项目业主应与受影响的养殖户签订协议，进行补偿，施工期结束后，悬浮泥沙沉降，对水质的影响逐步减弱，直至消失。（2）本项目属于其他特殊用海类型，符合要求。综上，项目建设符合镇海湾养殖区海域使用管理要求。

海洋环境保护的符合性分析：本项目位于镇海湾河口处，项目实施对红树林保护、牡蛎种质资源生境营造具有良好的促进作用，因此符合生态保护要求；本项目不进行养殖，无养殖污水，无外来物种入侵风险；本项目生产废水、生活污水均收集上岸，进行集中处理，不直接排海，符合环境保护要求；本项目建设透水构筑物科研观测栈道，对水文条件的影响相对较小。综上，项目建设符合镇海湾养殖区环境保护要求。

综上所述，项目用海符合《江门市海洋功能区划（2013-2020年）》。

表 6.3.3-1 江门市海岸基本功能区登记表

功能区名称		镇海湾养殖区			功能区位置图 
功能区类型		养殖区	功能区代码	A1-9-1	
所属一级类功能区名称		川山群岛农渔业区	一级类功能区代码	A1-9	
地理范围		东至:112° 40' 04" 西至:112° 18' 09" 南至:21° 41' 58" 北至:22° 03' 36"			
面积(公顷)		19241	岸线长度(米)	188633	功能区范围图 
开发利用现状		1. 镇海湾内红树林主要分布在长角咀到狮子洲沿岸海域; 2. 中部为镇海湾航道; 3. 围海养殖分布于沿岸海域,镇海湾水道两侧分布有开放式养殖; 4. 风湾、海宴华侨农场海域建有小型码头,北陡镇海域建有轮渡码头; 5. 鸭洲岛南部建有镇海湾大桥; 6. 海宴华侨农场海域有糖厂排污口; 7. 那琴湾有小规模旅游用海。			
海域管理要求	用途管制	1. 相适宜的海域使用类型为围海养殖用海、开放式养殖用海; 2. 适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求。			
	用海方式控制	1. 严格限制改变海域自然属性,填海造地向海一侧边界不得超出现有围内养殖外缘线; 2. 开放式养殖应避开镇海湾水道; 3. 严禁在军事区周边进行围填海及设置渔网渔栅; 4. 维持区内大陆自然岸线的形态及功能,大陆自然岸线保有量不少于 158.33 千米。			
	整治修复	1. 加固现有人工堤围,美化生物岸线景观; 2. 合理控制养殖规模和密度,清理侵占航道的养殖用海; 3. 实施镇海湾综合整治; 4. 整治修复岸线长度不少于 8.5 千米。			
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	保护镇海湾红树林生态系统,保护牡蛎种质资源生境。			
	环境保护	1. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。			
其他管理要求		1. 维护镇海湾防洪纳潮功能; 2. 维护航道畅通。			

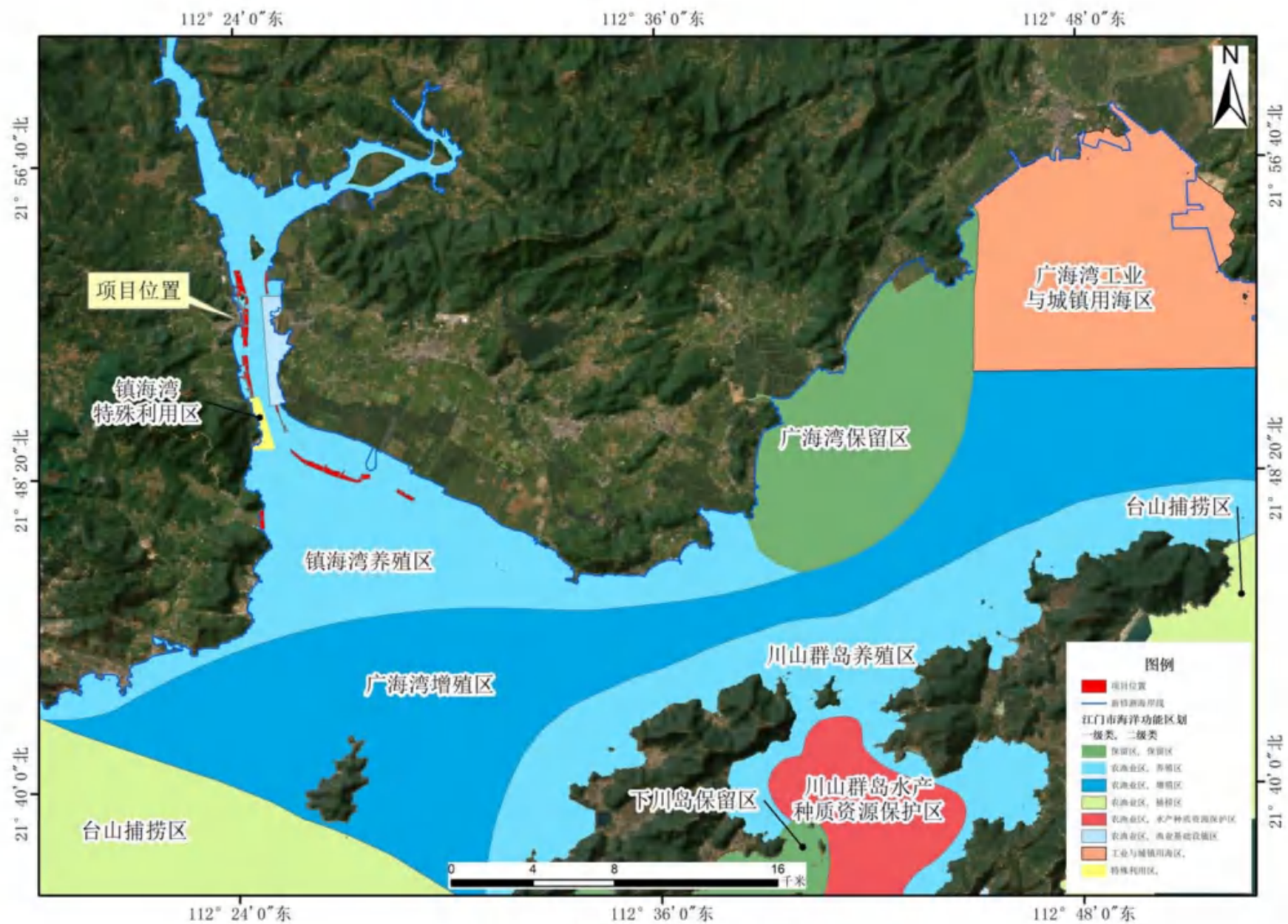


图 6.3.3-1 江门市海洋功能区划图

6.3.4 与《广东省海洋生态红线》的符合性分析

1、项目所在海域及周边海域的海洋生态红线（2017 年）

根据《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月），本项目位于镇海湾重要河口生态系统限制类红线区（编号 113）内，项目周边海域的生态红线区有：北陡重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（编号 111）、镇海湾重要滨海湿地限制类红线区（编号 112）、广海湾重要渔业海域限制类红线区（编号 114）。

本项目科研监测栈道离岸设置，不占用岸线。

距离项目较近的大陆自然岸线保有岸段有：镇海湾西（编号 68）、那琴河口、冲口湾、镇海湾东、镇海湾口东（编号 66、67、72、73），详见表 6.2.1-1b 和图 6.2.1-2。本工程不占用海岛自然岸线保有岸段，距离项目较近的海岛自然岸线有下川岛、潯洲、行利围、狮子洲、鸦洲岛、台山白鹤洲、盘皇岛、鹰洲。

表 6.3.4-1 项目周围海域海洋生态红线区分布状况

编号	红线区名称	类型	相对工程方位	最近距离
111	北陡重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	重要砂质岸线及邻近海域	西南侧	6.25km
112	镇海湾重要滨海湿地限制类红线区	重要滨海湿地	北侧	0.035km
113	镇海湾重要河口生态系统限制类红线区	重要河口生态系统	项目所在	红树林滩涂造林工程占用
114	广海湾重要渔业海域限制类红线区	重要渔业海域	南侧	2.5km

表 6.3.4-2 项目周围大陆自然岸线保有分布状况

编号	名称	主体岸线类型	相对工程方位	最近直线距离
67	冲口湾	基岩岸线	南侧	0.09km
66	那琴河口	基岩岸线	南侧	4.56km
68	镇海湾西	生物岸线	西侧	5m
72	镇海湾东	生物岸线	紧邻	紧邻红树林修复工程
73	镇海湾口东	生物岸线	东侧	0.20km



图 6.3.4-1 项目所在海域及周边海域海洋生态红线区分布图



图 6.3.4-2 项目所在海域及周边海域大陆自然岸线保有示意图



图 6.3.4-3 项目所在海域及周边海域海岛自然岸线示意图

表 6.3.4-3 项目周边海域海洋生态红线区登记表

序号	行政区域		代码	管控类别	类型	名称	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	海岸线长度 (km)	生态保护目标	管控措施
	市级	县级									
111	江门	台山	44-XhI0	限制类	重要砂质岸线及邻近海域	北陡重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	112°18'52.75"-112°23'40.39"E; 21°41'55.67"-21°44'10.03"N	12.84	18.50	自然岸线、沙滩、海洋景观	管控措施为：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。核电项目温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行，用海企业应采取有效措施，严格控制温排水扩散范围。环境保护要求为：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废；用海企业应采取有效措施，改善海洋环境质量，防治海岸侵蚀灾害，维持自然岸线。执行海水水质二类标准、海洋沉积物一类标准、海洋生物质量一类标准。
112	江门	台山	44-Xd07	限制类	重要滨海湿地	镇海湾重要滨海湿地限制类红线区	112°21'45.02"-112°30'32.04"E; 21°53'54.28"-22°03'36.42"N	41.22	16.84	红树林、滨海湿地生态系统	管控措施：禁止围填海及其他可能改变海域自然属性，破坏湿地生态功能的开发活动，保持海底地形、海洋水动力环境的稳定，加强对受损游海湿地的整治与生态修复，限制沿岸生产养殖活动。允许现有航道范围内清淤疏浚。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染和废弃物，改善海洋环境质量。执行不低于海水水质二类标准，海洋沉积物一类标准和海洋生物质量一类标准。
113	江门	台山	44-Xc09	限制类	重要河口生态系统	镇海湾重要河口生态系统限制类红	112°23'55.89"-112°32'37.26"E;21°44'5.35"-21°49'7.12"N	67.72	14.04	河口生态系统、红树林	管控措施：禁止围填海、采挖海砂、设置直排排污口及其他可能破坏河口生态功能的开发活动，加强对重要河口生态系统的整治与生态修复，保障河口行洪安全，保障渔业资源自然增殖空间，加强对红树林的生态修复，保障通航及航道建设要求，允许现有航道范围内清淤疏浚，保障民生工程的建设要求。

序号	行政区域		代码	管控类别	类型	名称	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	海岸线长度 (km)	生态保护目标	管控措施
	市级	县级									
						线区					环境保护要求：保护河口海域生态环境，加强河口海域环境综合整治。执行不低于海水水质二类标准、海洋沉积物一类标准和海洋生物质量一类标准。
114	江门	台山	44-Xe19	限制类	重要渔业海域	广海湾重要渔业海域限制类红线区	112°20'59.54"-112°47'30.74"E, 21°31'25"-21°50'24.67"N	549.18	0	渔业资源海域	管控措施：禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源有幼、索饵、产卵的开发活动，禁止破坏性捕捞方式，严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定，禁止排放有毒、有害物质，禁止新设排污口，允许现有航道范围内清淤疏浚。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量，执行不低于海水水质二类标准、海洋沉积物一类标准和海洋生物质量一类标准。

表 6.3.4-4 项目周边大陆自然岸线保有登记表

序号	行政区域	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置 (起止坐标)	海岸线长度 (km)	生态保护目标	管控措施	备注
66	江门	44-q008	基岩岸线	那琴河口	位于镇海湾，起点坐标 112°24'24.221"E, 21°44'35.905"N 终点坐标 112°18'11.228"E, 21°42'28.836"N	23183	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保护岸线原有生态功能，加强对受损砂质岸线的修复。维护河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生态洄游通道。	含砂质岸线 8303m，基岩岸 10541m，修复岸 4171m，河口岸线 168m。
67	江	44-	基岩	冲口	位于镇海湾，起点坐标：	8103	自然岸线及	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内	含砂质岸线

序号	行政区域	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置 (起止坐标)	海岸线长度 (km)	生态保护目标	管控措施	备注
	门	q009	岸线	湾	112°24'30.931"E,21°48'00.184"N 终点坐标: 112°24'22.799"E,21°45'10.627"N。		潮滩	禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性,保持河口基本形态稳定,保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程,禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动,保障海洋生物洄游通道。	2615 米,基岩岸线 4106 米,修复岸线 1311 米,河口岸线 71 米
68	江 门	44- r017	生物 岸线	镇海 湾西	位于镇海湾,起点坐标: 112°22'40.534"E,21°57'47.048"N 终点坐标: 112°24'3.236"E,21°49'21.194"N。	20103	自然岸线及 潮滩	持岸线自然属性,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。	含基岩岸线 1051 米,生物岸线 12753 米,修复岸线 6299 米。
72	江 门	44- r019	生物 岸线	镇海 湾东	位于镇海湾,起点坐标: 112°24'58.180"E,21°53'37.741"N 终点坐标: 112°22'27.044"E,22°00'56.948"N	91672	自然岸线及 潮滩	维持岸线自然属性,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性,保持河口基本形态稳定,保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程,禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动,保障海洋生物洄游通道。	
73	江 门	44- r020	生物 岸线	镇海 湾口	位于镇海湾,起点坐标: 112°27'125.826"E,21°49'21.407"N 终点坐标: 112°25'116.666"E,21°50'18.064"N	4247	自然岸线及 潮滩	维持岸线自然属性,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。	

2、项目用海对海洋生态红线的影响分析（2017 年）

项目工程位于镇海湾重要河口生态系统限制类红线区（编号 113）内，施工占用部分红线区面积。

桩基施工和挖泥会扰动海床淤泥，因扰动导致悬沙均来自本区域，悬沙的理化特性和沉积物的理化特性相同，对既有的沉积物质量环境产生的影响甚微，预期不会引起海域总体沉积环境的变化。

根据 4.1.3 和 4.1.4 节，施工作业期间造成的悬沙扩散对水质影响范围很小，悬沙增量超一、二类海水水质标准的包络线面积为 9.2km^2 ，影响范围工程施工区附近，最高浓度悬沙出现在挖泥区域，但不超三类海水水质标准，且该影响是暂时的，施工结束后，悬浮泥沙沉降，水质恢复正常。

桩基建设及挖泥等破坏底栖环境，需要采取生态补偿或恢复生态的措施来对海洋生态环境做出一定的补偿。

此外，对于本工程周边海洋生态红线区，悬浮泥沙扩散范围不在这些红线区内，项目建设过程中不会对其水体质量和沉积物质量造成影响。

本项目科研监测栈道离岸设置，不占用岸线。

本项目属于生态修复工程，挖泥或桩基施工时悬浮泥沙会扩散至岸线附近，因悬浮泥沙扩散量较小，不会导致岸线的淤积，根据第四章数模计算结果，本项目的实施不会导致大陆海自然岸线保有岸段的侵蚀。

综上所述，项目建设主要对镇海湾重要河口生态系统限制类红线区的水质环境造成一定的影响，施工活动一结束，影响也随之消失。项目占用镇海湾西生物岸线，本项目属于红树林生态修复工程，科研监测栈道为红树林生态科研和监测配套设施，项目对岸线属性和功能影响不大。

3、项目用海与海洋生态红线的符合性分析（2017 年）

（1）镇海湾重要河口生态系统限制类红线区

根据《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月），镇海湾重要河口生态系统限制类红线区的管控措施为禁止围填海、采挖海砂、设置直排排污口及其他可能破坏河口生态功能的开发活动，加强对重要河口生态系统的整治与生态修复，保障河口行洪安全，保障渔业资源自然增殖空间，加强对红树林的生态修复，保障通航及航道建设要求，允许现有航道范围内清淤疏浚，保障民生工程的建设要求。

环境保护要求为保护河口海域生态环境,加强河口海域环境综合整治。执行不低于海水水质二类标准、海洋沉积物一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目属于生态修复项目,项目建成后将增加镇海湾红树林面积,提升镇海湾的生态环境质量。本项目的构筑物均为透水构筑物,不涉及围填海、采砂等破坏性活动,对河口生态系统的影响较小。根据海域环境现状调查,本项目所在区域环境质量良好,工程建设及营运期间不会向所在海域直接排放污染物,对海洋生态环境影响较小。桩基建设及挖泥等破坏底栖环境,需要采取生态评估等措施来对海洋生态环境做出一定的补偿,使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况,保持区域海洋生态的平衡。

因此,项目建设符合《广东省海洋生态红线》(2017年9月)中镇海湾重要河口生态系统限制类红线区的管控要求。

(2) 大陆自然岸线保有

本项目段科研监测栈道离岸设置,不占用岸线。

根据本报告第4章海床演变的分析结果,本项目所处的位置2001-2015年间,岸线基本稳定。0m等深线基本稳定,在石基咀上游段稍有摆动,但幅度很小。可见工程海域浅滩基本稳定。2m等深线在工程位置基本不变,在镇海湾出海航道西侧、石基咀南侧有一定幅度,其中,在西南侧2m等深线有向内陆移动趋势,移动约200~800m,浅滩存在一定程度的冲刷;在石基咀东南侧约1km长度水域2m等深线有向海移动趋势,移动约800m~2000m,该段浅滩有向海淤积的趋势。5m等深线整体有向岸移动的趋势,平均移动约1500m,工程海域在水深大于4m的海床有所变深。

工程施工完成后,所处海域受东侧下川岛及南侧多个小岛掩护,涌浪传播到工程位置的能量明显减小,同时,工程海域水深不到2m,波浪传播过程发生破碎,能量也有所减弱,因此工程海域正常天气下的波浪动力不强,总体来说,工程海域水动力对岸滩的重塑能力较为一般。

从海域海流运动方面分析:从整个镇海湾出海航道平面轮廓可以看出,寨门口以外断面突然扩大,流速减小。同时,该海域受南海沿岸流终年控制,区内沿岸流受盛行偏东风的影响而具有漂流的性质。珠江口每年冲出大约9000万t悬移质粉砂、淤泥和3000万t胶体微粒与离子等陆源物质,随沿岸流运动,形成

一条悬移质泥沙流。这条泥沙流动强度随季节变化而变化，汛期时最大。沿岸流携带的泥沙随寨门口东西潮流带到拦门沙浅段区域，其上溯优势减弱，从而淤积。

因此，本项目挖泥量及挖泥范围相对较小，项目实施不会改变工程河段海床演变的整体趋势；不会导致大陆自然岸线保护岸段的侵蚀。本项目不涉及围填海、采砂等活动。因此，项目建设符合大陆自然岸线保有的管控措施。

综上所述，本项目建设符合《广东省海洋生态红线》（2017年9月）相关海洋生态红线区的管控要求，项目建设符合《广东省海洋生态红线》（2017年9月）。

6.3.5 与《广东省海洋主体功能区划》的符合性分析

广东省海洋主体功能区包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区域。本项目位于江门市台山市，属于优化开发区。

优化开发区的功能定位包括国家海洋经济竞争力核心区、全国海洋生态文明建设示范区。在该区的“发展方向和布局”中提出海洋空间开发总体格局，构建以广州、深圳、珠海为核心的海洋经济优化开发区，以惠州、东莞、中山、江门等节点城市为补充的珠江三角洲一体化海洋空间开发格局。推进滨海城镇建设，推进区域内各市新区建设与海洋开发协调发展，有序推进广州南沙、珠海横琴……江门大广海湾新区、湛江海东新区等新区建设，推进新区集中集约用海。加强围填海管控和岸线利用管治，优化岸线利用格局，提高岸线开发的投资强度和利用效率，加快海岸线整治修复工程和项目实施。加强海洋生态环境保护，加强湛江湾、珠海淇澳岛、深圳湾、台山西部等地区红树林等海洋生态系统中华白海豚等珍稀濒危物种和重要渔业资源的保护工作。加强流域和区域协调，减少入海污染物排放，提高入海河口海水水质。

本项目位于台山市西部，镇海湾两侧，属于大广海湾新区规划范围内。本项目属于海洋生态修复项目，项目建设后改善了周边海洋生态环境，项目用海对周边海域水动力和冲淤环境影响较小，对两侧岸滩的稳定性无明显影响。

综上，项目建设符合《广东省海洋主体功能区划》。

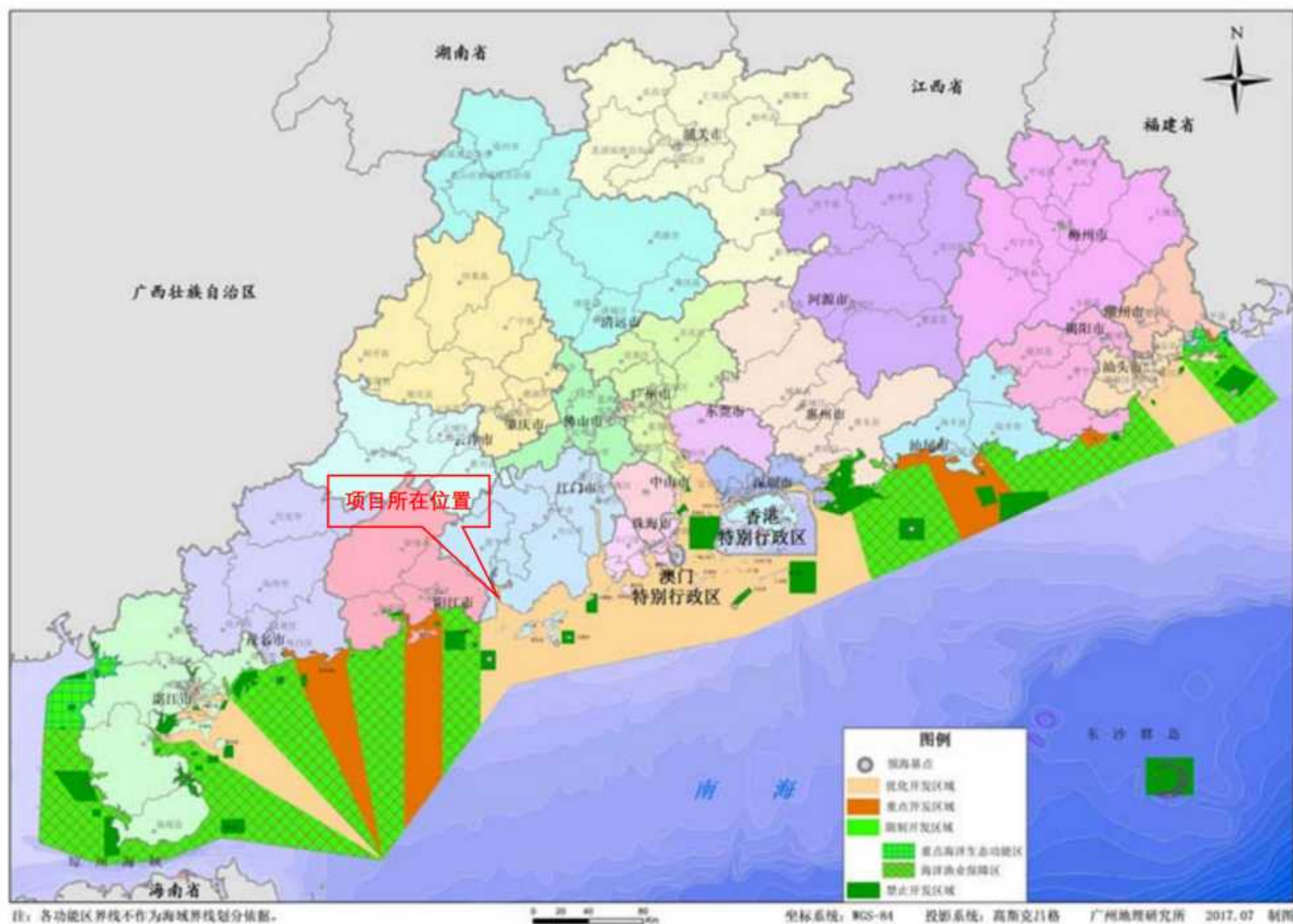


图 6.3.5-1 广东省海洋主体功能区划图

6.3.6 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》坚持陆海统筹，构建陆海一体、功能清晰的海岸带空间治理格局；强化湿地保护和恢复，建立陆海联动污染防控的新机制，实施流域环境和近岸海域综合治理，确保近岸海域水质优良比例的环境质量底线。

发挥海岸带空间优势，推进发展高端装备制造及临海工业；发挥海洋通道优势，发展海洋交通与港口物流业；加强港口运输能力建设。重点推进沿海主要港口深水航道、深水码头和专业化泊位建设，加快沿海港口公共基础设施、公用物流码头扩能升级；积极挖掘内河港口潜力，有序推进西江、北江沿线港口开发建设。优化港口煤炭、油气化工品、矿石、集装箱、粮食、滚装运输系统建设，完善港口与疏港铁路、疏港公路和内河航道转运设施，提升综合运输效率。

严格控制污染物排海：控制船舶排污污染，严格管理船舶含油污水、生活污水、洗舱水、压舱水等的排放活动，加大渔港建设力度，促进渔船集中停放。规范海上污染物排放行为，探索建立实施海上排污许可制度。合理布局海洋倾倒区，严格控制近岸海域倾倒，禁止在海上倾倒有毒有害物质。坚持陆海统筹，以统筹海陆交通基础设施建设和沿海经济带产业发展为抓手，切实把海洋资源优势与产业转型升级和开放型经济发展需要紧密结合起来，带动整个沿海经济带发展。

在《规划》第七章“推动湾区发展”中的“第五节”中提出：积极落实粤港澳大湾区发展战略，建设世界级先进的电子信息、装备制造、石化等产业基地，重点布局在佛山、惠州、东莞、中山、江门等。建设惠州、中山、江门等区域生产制造基地。

本项目建设透水构筑物，不涉及填海工程。项目建设过程中采取有效污染防治措施后对近岸海域影响范围小。本项目属于生态修复项目，项目的建设对镇海湾生态效益较好。

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》提出严格海岸线管控，将海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三种类型，其中优化利用岸线针对人工化程度较高，海岸线防护与开发利用条件较好的海岸线划定，优化利用岸线为沿海地区集聚、产业升级和产城融合提供空间，要统筹规划、集中布局确需占用海岸线的建设项目，推动海域资源利用方式向绿色化、生态化转变。提

高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，禁止新增产生严重过剩以及高污染、高能耗、高排放项目用海……，严格执行建设项目用海面积控制指标等相关技术标准，提高海岸线利用效率，优化海岸线的建设项目布局，减少对海岸线资源的占用，增加新形成的海岸线长度。新形成的海岸线应当进行生态建设，营造人工湿地和植被景观，促进海岸线自然化、绿植化和生态化，提升新形成海岸线的景观生态效果。

本项目科研监测栈道离岸设置，不占用岸线。

因此，建设项目符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

6.3.7 与《江门市海洋生态环境保护规划（2018-2020）》的符合性分析

《江门市海洋生态环境保护规划（2018-2020）》提出强化陆海污染源头防控，强化海洋生态空间管控，全面落实主体功能区规划和海洋功能区划。实施海洋生态红线制度。确保生态红线各项管控措施落实到位，海洋保护区面积、大陆自然岸线保有率、海岛自然岸线保有率和近岸海域水质等各项考核指标符合要求。加强海岸带综合保护与利用。全面落实《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，实施基于生态系统的海岸带综合管理，优化海岸带生产、生活、生态空间架构，强化海岸带分类分段管控，筑牢生态安全屏障，逐步实现陆海统筹，打造江门宜居、宜业、宜游绿色海岸带。

推动沿海产业生态化发展：以沿海不同区域海洋资源环境承载力为基础，优化沿海经济绿色发展和生态环境功能布局，扩大环境容量与生态空间，推动沿海产业生态化发展。加强美丽海湾建设。编制美丽海湾建设规划及实施方案，打造“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰、人和”的美丽海湾。

本项目北陡标段科研监测栈道工程不占用岸线。本项目的建设不改变海岸线自然属性，项目建设符合海洋功能区划、海洋生态红线等相关规划。

项目建设以所在区域的海洋资源环境承载力为基础，尽可能的减少对岸线和潮滩的影响。项目结束后采取生态补偿及生态恢复措施使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。

因此本项目建设符合《江门市海洋生态环境保护规划（2018-2020）》。

6.3.8 项目与“三区三线”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。

“三区三线”是指城镇空间、农业空间、生态空间3种类型空间所对应的区域,以及分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线3条控制线。其中“三区”突出主导功能划分,“三线”侧重边界的刚性管控。它是国土空间用途管制的重要内容,也是国土空间用途管制的核心框架。

生态空间是结合主体功能区定位,统筹协调林草生态、水系功能、水源地保护、河湖岸线划定等目标的空间。在实践中,可结合实际具体将生态空间划分为不同类型保护区,如自然保护等,以及其他生态环境敏感、脆弱区域。

“三线”属于国土空间的边界管控,对国土空间提出强制性约束要求。生态保护红线是以重要生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区为重点而划定的实施强制性保护的空间边界。经叠图识别,本项目用海不占用城镇开发边界和永久基本农田,但涉及生态保护红线区域,具体包括“北陡海岸防护生物防护极重要区”、“江门市台山市红树林”及“镇海湾重要河口”。项目不属于围填海、采挖海砂项目,项目无新增排污口,无养殖活动,不会改变海域自然属性,无任何捕捞活动,属于修复海洋生态系统项目,对生态保护红线区域进行修复,运营期无污染活动。红树林修复和造林后有利于净化海水水质、防浪固岸及为海洋生物提供良好的生境,不会对红线区海洋环境质量产生不良影响。

本项目红树林滩涂造林与修复工程属于自然资发(2022)142号文中允许有限人为活动的第8种情形,即“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复”;科研监测栈道工程属于第1种情形,即“管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑”,属于生态保护红线管控范围内有限人为活动。

本项目位于《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035年)》和《广东省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》提及的需要进行生态修复的区域,建设科研监测道是红树林修复配套设施。虽然本项目涉及生态保护红线区,但符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知》中的要求。因此,项目建设符合“三区三线”的相关要求。



图 6.3.8-1 本项目与“三区三线”位置关系示意图

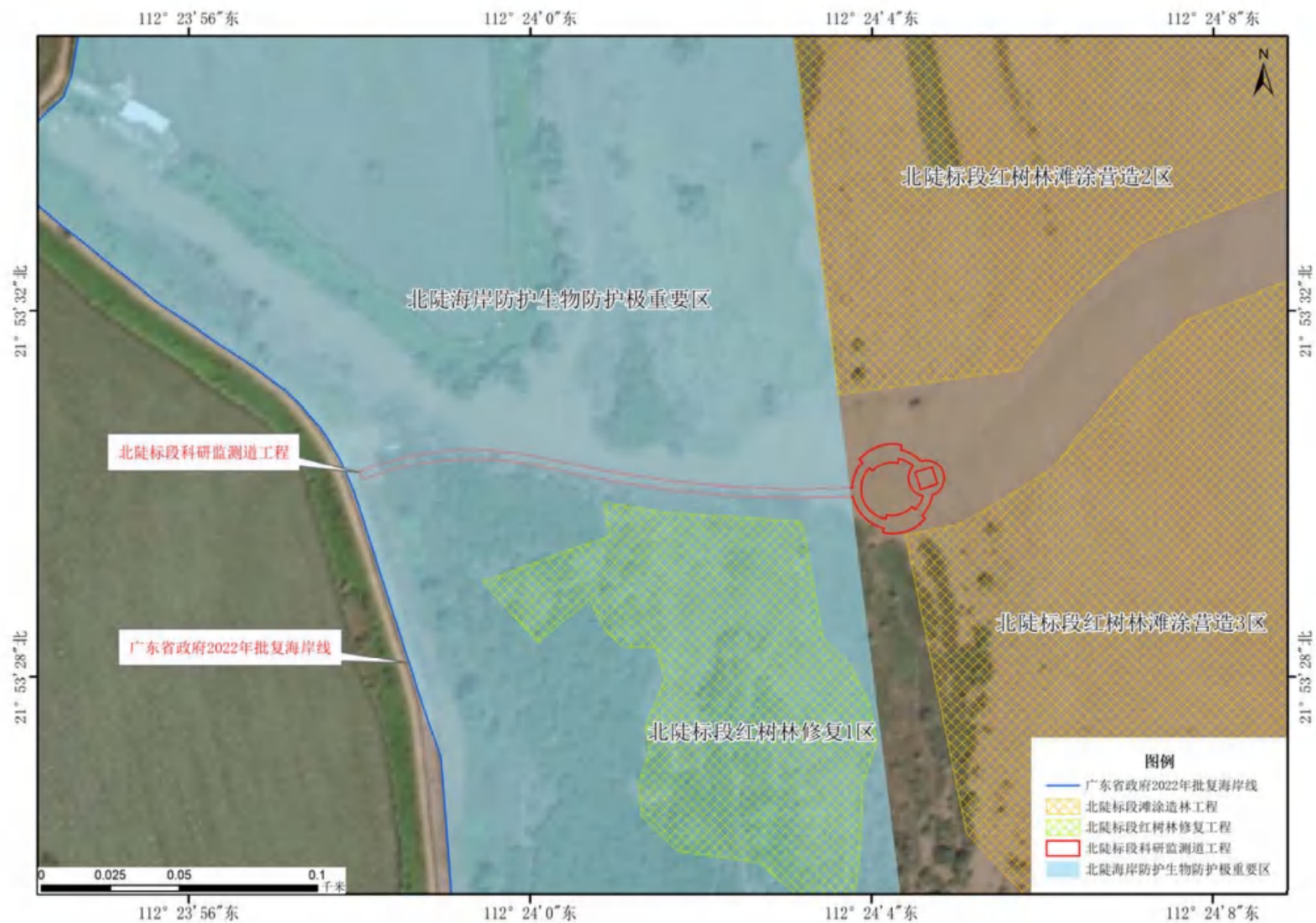


图 6.3.8-3 本项目北陡科研监测栈道与生态保护红线位置关系示意图

6.4 与产业政策和行业规划的符合性

6.4.1 与产业政策的符合性分析

本项目符合国家《产业结构调整指导名录》(2019 年本)鼓励类中“四十三、环境保护与资源节约综合利用”中的第 2 项“海洋环境保护及科学开发、海洋生态修复”的项目。

本项目不属于《市场准入负面清单(2022 年版)》中禁止准入类,项目建设符合《市场准入负面清单(2022 年版)》。

因此,本项目建设符合当前国家相关的产业政策要求。

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

2020 年 8 月 14 日,自然资源部联合国家林草局印发《红树林保护修复专项行动计划(2020-2025 年)》(自然资发〔2020〕135 号),对沿海各有关地市下达红树林营造和修复任务,提出我省到 2025 年,完成营造和修复红树林面积不少于 8000 公顷,其中在现状红树林外围营造红树林不少于 5500 公顷,修复现有红树林不少于 2500 公顷的工作目标。其中江门市台山市营林面积不少于 230 公顷(3450 亩),修复红树林面积不少于 38 公顷(570 亩)。

本项目属于台山市红树林保护和修复建设工程,预计将营造红树林 230 公顷,修复现有红树林 38 公顷。项目通过扩大区域红树林面积,恢复镇海湾附近生态环境,提升区域生态系统服务功能。本项目是积极完成该行动计划的重要举措。因此,本项目的实施符合《红树林保护修复专项行动计划(2020-2025 年)》的要求。

6.4.3 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》,2025 年广东省海洋生态环境保护的主要目标是:

——海洋生态环境质量持续改善。近岸海域水质优良(一、二类水质)面积比例达到 86%以上;陆源主要污染物入海量持续降低,国控河流入海断面稳定消除劣 V 类水质。

——海洋生态保护修复取得实效。重要海洋生态系统和生物多样性得到保护,

海洋生态系统质量和稳定性显著提升,大陆自然岸线保有率和大陆岸线生态修复长度达到国家要求,营造修复红树林 8000 公顷。

——美丽海湾建设稳步推进。重点推进 15 个美丽海湾建设,亲海环境质量明显改善,公众临海亲海获得感和幸福感显著增强。

——海洋生态环境治理能力不断提升。海洋生态环境监测监管能力大幅增强,海洋环境污染事故应急响应能力显著提升,陆海统筹的海洋生态环境治理体系不断健全。

2022 年 4 月 27 日,广东省生态环境厅印发《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》。在规划中提出对标美丽海湾保护与建设任重道远,典型海洋生态系统功能亟待恢复。高强度开发对海岸带地区的干扰依然显著,部分地区红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统受损,局部滨海湿地退化,珍稀濒危物种及栖息地环境受到威胁,海洋生态保护修复任务仍然艰巨复杂。近年来,广东沿海红树林面积虽有所恢复,但生态功能有待提升;湛江徐闻西海岸、珠海庙湾和惠州大亚湾造礁石珊瑚覆盖率有所下降;湛江流沙湾海草床生态系统呈退化趋势,海草种类、生物量和分布面积减少。海洋自然保护地分类管理体系有待健全。

本项目为生态修复工程,建设内容为红树林造林工程,旨在恢复项目区域内的水文动力环境,改善区域生态环境,提升区域海岸景观环境。而且,项目施工期产生的各项污染物均经收集后外运处置,禁止排入周边海域,项目实施过程对周边海域水质、沉积物及生态环境影响较小。因此,本项目的建设与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符合。

6.4.3 与《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》(自然资办发[2023]10 号)的符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》(自然资办发[2023]10 号),海洋生态修复需满足以下要求:

(三)严格用海用岛规定。严禁借海洋生态保护修复之名变相实施、造成事实性填(围)海或人工促淤。在海岛修复项目中,严禁实施各类违反法律法规规定的采石、挖海砂、采伐林木等破坏无居民海岛的行为,严格限制填海连岛、严重改变海岛自然地形地貌等对生态环境有较大影响的用岛活动。涉及滩涂高程或湿地微地貌改造的(含沙滩补沙、植被种植等),不得将潮间带、潮下带改造为

潮上带。实施生态保护修复项目，不得违背自然规律，采用人工干预方式建设人造沙滩；不得改变自然岸线的海岸形态和生态功能；人工岸线生态化建设应尽量达到生态恢复岸线的认定标准。

海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、突堤、离岸堤（含潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）等构筑物建设，人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续；海洋生态保护修复项目中不足三个月的临时围堰可办理临时海域使用手续；涉及在无居民海岛上开展建筑物或设施建设等开发利用活动的，应当依法依规办理无居民海岛开发利用审批手续。需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续。

本项目为生态修复工程，红树林修复工程仅进行入侵物种互花米草清除及本底红树补种，红树林滩涂造林工程设计种植湿地微地貌改造，根据水文调查情况，滩面平整前后的滩涂均属于潮间带，不属于将潮间带、潮下带改造为潮上带。

本项目不涉及海堤、突堤、离岸堤（含潜堤）、围堰（含临时围堰）建设，不涉及人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海；本项目建设两条科研监测栈道，涉及科研监测栈道建设，根据海域使用管理相关规定进行海域使用审批手续。

本项目不涉及无居民海岛，不涉及沙滩营造。

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

7 项目用海合理性

7.1 项目用海选址合理性分析

7.1.1 选址区位和社会条件适宜性分析

1、选址区位适宜性

近年来红树林保护成为践行我国海洋生态文明建设的重要内容,对于红树林保护的关注度越来越高。但总体上,社会大众对红树林重要性的认识仍然十分有限,而受益于红树林的社区群体对红树林重要性的传统认识也多局限在红树林提高生物多样性和防风消浪方面。当前,我国的红树林生态修复从早期极少数农民的自发行动发展到政府、科研单位、非政府组织的有组织行为。社会资金和公众参与在推动红树林的保护和修复方面的作用正在凸显,通过生态补偿金、组织公益志愿者和公益性项目等形式开展红树林的保护修复工作,一定程度上提高了公众对红树林保护和修复的意识。

红树林湿地生态具有维持海岸生态系统的结构和功能,以及支撑社会经济发展等多重生态系统服务价值。国内学者基于物质产出功能、气体调节功能、净化功能、旅游、教育科研功能和存在价值等计算得出香港米埔红树林每年的生态服务价值为 2.09 亿港币,而海南东寨港红树林在物质生产功能、净化功能、气体调节、旅游、土壤保持和生物多样性保持等服务价值为 3.75 亿元。我国已开展大规模的红树林生态修复工作,养殖池塘清退种植红树林将是红树林修复工作的重点。这也形成了红树林修复与周边社区民生问题的矛盾。

本项目选址位于台山市镇海湾,开展红树林营造及现有红树林修复,红树林营造改善了周边渔业生态环境,将有利于保障周边社区村民的经济收益,实现红树林生态修复和周边民生问题的良性循环。

生态修复在我国属于朝阳行业,作为新兴产业近年来越来越被重视。本项目的建设将推动生态修复技术和生态修复产业的发展,不仅可以吸引高素质人才加入,通过对工作人员的技能培训,使他们具有了一技之长,还将带动当地就业。

本项目通过开展红树林的营造与现有红树林修复、科研监测栈道建设等工程,改善台山市自然环境,减少自然灾害,利用高质量的海岸作为载体,进一步提升周边土地价值,直接带动当地旅游业的发展,丰富台山市的旅游和休闲活动,为

周边区域的建设与开发带来新商机，给台山市带来显著的经济效益。项目建设提高了台山市城市品位，将生态修复、科普教育与滨海旅游相结合，推动了“旅游+”发展新模式建设，在改善区域投资环境的同时还将带动当地旅游业、休闲渔业、酒店、餐饮、会展等配套服务业发展，促进区域经济增长。因此，本项目具有良好的经济效益。

2、与功能区划和相关规划的符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》（2012年），本项目位于川山群岛农渔业区。本项目为海洋生态修复项目，本项目用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》是相符合的。

本项目符合《广东省海洋生态红线》《广东省海洋主体功能区划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《江门市海洋生态环境保护规划（2018-2020）》等相关要求。

3、外部协作条件良好

本工程主要材料为外购土、块石、土工布、植物等。土工布在附近的市场进行购买；植物在台山市周边等大型花卉场进行购买。工地施工用电和生活用电可就近由电网系统供电，架设临时输电线路至工区附近，再设置变压器等变配电设施，必要时可配备柴油发电机作为备用电源。

综上，本项目选址的区位、社会条件适宜，项目建设具有良好的社会效益。

7.1.2 自然资源适宜性分析

本项目位于台山市北陡镇镇海湾，镇海湾是弱谷型海湾，又称那扶溺谷。它位于台山市的西部，北面与恩平市相连，西面越过紫萝山，即为阳江市境。距崖门口约 50km，湾口有潯洲岛和上、下川岛为屏障，湾内受波浪影响较小。海湾向北伸入内陆约 36km，在马骝嘴附近汇合由东北方深井圩而来的另一支溺谷。自沙头冲—马骝嘴以南水面宽阔，达 2~3km。在寨门附近湾口扩展，呈喇叭状，湾内的深水航道至此终止，水深由 10m 减至 3~5m，即为湾口拦门沙浅滩所在。拦门浅滩由寨门圩附近向南延伸至潯洲岛，长达 10 余 km。拦门浅滩高出海湾内外槽沟约 5~7m，是平缓的由粉沙淤泥组成的堆积体。

从工程海域近期海床演变分析可见，工程所在岸线基本稳定，滩涂水深也基本稳定，水深大于 4m 的海床有一定冲深。本项目为红树林生态修复工程，滩涂

稳定回淤对项目影响不大。

7.1.3 区域生态环境适宜性分析

根据选址区域环境和生态现状调查结果表明项目区域的生态环境状况较好，项目建设和营运期间产生的悬浮物在环境承载力容许范围之内。在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，可以有效降低对生态环境的影响程度。可见，项目选址与区域生态环境有一定的适宜性。本项目生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要是由于施工直接对底栖生物生境造成的破坏，使得底栖生物栖息地部分被掩埋；间接影响是由于施工产生的悬浮泥沙使工程附近海域的悬浮物增加对海洋生态环境造成一定影响。据估算，本工程造成底栖生物损失量为 409t，本项目施工悬浮物造成海洋生物的资源损失量为：浮游植物 1.729×10^{16} cells、浮游动物 3.176×10^{10} ind，鱼卵 1.058×10^7 ind、仔鱼 1.891×10^6 尾，游泳生物的资源损失量 298.299kg。根据选址区域环境和生态现状调查结果表明项目区域的生态环境状况较好，项目建设和营运期间产生的悬浮物在环境承载力容许范围之内。在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，可以有效降低对生态环境的影响程度。可见，项目选址与区域生态环境有一定的适宜性。

7.1.4 项目用海潜在的、重大的安全和环境风险分析

本项目营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷，建设两条科研监测栈道，总长 349 米。在施工期间主要可能是船舶碰撞引起的环境风险，不存在重大的项目用海风险。根据风险分析，一旦发生溢油事故，将威胁到该水域的渔业资源和生产，对溢油事故必须严加防范杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

7.1.5 与周边海域开发活动的适宜性分析

本项目所在海域用海活动以开放式养殖、围海养殖为主，项目所在海域附近的开发活动主要有吊蚝养殖、北陡鬼仔湾围海养殖、北陡镇平石咀至下北渡养蚝一号场、北陡镇平石咀至下北渡养蚝二号场、台山市北陡镇平石咀至下北渡养蚝三号场、北陡镇寨门北渡养蚝三号场。根据第 5 章分析，本项目周边海域的利益相关者为海上养殖等用海活动。业主应与受影响的养殖户等利益相关者达成协议，

施工期间合理安排施工顺序、精心组织施工，采用先进环保的施工工艺，尽量将悬沙泥沙对养殖区的影响降至最低。

由此可见，本项目选址与周边用海活动具有可协调性。

7.1.6 项目用海选址合理性分析

本项目选址位于台山市镇海湾海域，项目建设内容为红树林营造及现有红树林修复、科研监测栈道建设，在修复滨海湿地生态系统结构及功能、发挥滨海湿地调节区域小气候、调控自然灾害、维持物种多样性等多项生态功能，提高岸线防灾减灾功能，为当地居民及公众提供良好的生态产品。

根据《广东省自然资源厅关于印发〈广东省万亩级红树林示范区建设工作方案〉的通知》要求，推进建设江门台山镇海湾万亩级红树林示范区。台山市红树林面积 759.76 公顷，占江门市红树林总面积的 70%，主要分布在镇海湾，镇海湾红树林是粤港澳大湾区连片面积最大、保存最好的、生物多样最丰富的红树林湿地生态群落。台山市在镇海湾大桥以北建有广东台山镇海湾红树林国家湿地公园、台山市镇海湾红树林县级自然保护区两个红树林自然保护区。本次项目在镇海湾大桥以南的滩涂新营造红树林 3450 亩，修复现有红树林 570 亩，建设红树林科研监测道 380 米，科研监测亭 2 座。打造红树林万亩连片规模。利用咸围构建红树林种植+养殖耦合系统，打造红树林+生态养殖示范基地，与碧道、古村、温泉、深井蚝等相结合，加强交通等旅游配套设施建设，打造规模化红树林+生态养殖+生态旅游综合发展模式，建设大湾区绿色蓝湾。

经研究，科研监测道选址在北陡镇狮子洲和汶村神灶温泉一带，栈道选址主要考虑以下因素：

1、栈道周边动物资源丰富，适宜开展动物资源长期科研观测

根据对镇海湾动物资源的调查，镇海湾主要水禽和依赖湿地的鸟类共 50 种，占鸟类总种数的 53.0%，其中：游禽 7 种，涉禽 25 种、依赖湿地鸟类 18 种。栈道选址位于现有红树林及滩涂连片分布区域，周边水禽和依赖湿地的鸟类广泛分布，便于进行动物资源长期科研观测。

根据《珠三角地区水鸟生态廊道建设规划（2020-2025 年）》，珠三角地区海岸涵盖了基岩海岸、砂砾质海岸、淤泥质海岸、生物海岸（主要为红树林）和人工海岸等多种类型。多样化的海岸、发达的海岸植物群落和丰富的食物资源，使

海岸带成为水鸟的聚集区。特别是在咸淡水交汇区域，具有一定面积滩涂和红树林，是水鸟栖息和觅食的最佳场所。在珠三角地区内，大型的水鸟聚集区，主要分布在深圳后海湾，珠海淇澳岛、横琴岛，新会崖门、**台山镇海湾**等区域。这些区域的水鸟个体数量达万只以上，多样性丰富，以滨海湿地水鸟为主，如鹭类的白鹭、池鹭，鸬科的白琵鹭和黑脸琵鹭，鸻鹬类的东方鸻、青脚滨鹬、阔嘴鹬，燕鸥类的黑枕燕鸥、普通燕鸥、白翅浮鸥等。

本项目栈道位于珠三角地区水鸟生态廊道，对鸟类监测具有天然的优势。建设栈道可充分发挥镇海湾鸟类观测优势，为科研观测场提供基础设施。

2、镇海湾大桥南侧长期缺乏红树林生态系统科研监测设施

镇海湾红树林广泛分布至湾顶区域，镇海湾红树林群落自湾顶向湾口变化如下：湾顶的群落主要为桐花树群落、桐花树+秋茄树群落，以桐花树为优势树种；海湾中部群落优势树种仍为桐花树，但出现了白骨壤、老鼠簕、无瓣海桑等树种；湾口的群落主要为白骨壤+老鼠簕+无瓣海桑群落、白骨壤+秋茄树群落，以白骨壤为优势树种。

镇海湾大桥以北的红树林已设立镇海湾红树林国家湿地公园进行保护，公园内设置了栈道用于红树林生态系统的监测，而镇海湾大桥南侧红树林缺乏科研监测道和监视监测设备。本项目将对镇海湾大桥进行红树林滩涂造林及修复工程，通过建设科研监测道，可以对现有红树林和新营造红树林进行监测与评估。

3、提升自然教育，辐射周边地区，强化生态文明建设

《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出“支持珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆等城市充分发挥自身优势，深化改革创新，增强城市综合实力，形成特色鲜明、功能互补、具有竞争力的重要节点城市”的战略定位。但目前江门海岸线利用效率和综合开发水平较低，海岸资源开发多用于滩涂养殖，开发利用方式较为粗放；未开放岸线占比高（41.6%），岸线可达性较差，滨海旅游资源开发不足，影响了海洋旅游产业的进一步发展和海洋经济的转型升级。江门市及台山市海洋经济发展“十四五”规划中强调要着力打造高端滨海旅游业，在镇海湾重点发展生态旅游业和生态渔业，构建镇海湾生态旅游区。

台山市红树林保护与修复建设项目为打造万亩成片规模红树林打下基础，提升滨海湿地景观观赏性，改善滨海湿地生态环境质量。通过建设科研监测栈道，

为周边游客提供观赏红树林生态系统的基础设施，通过深入实地了解红树林，增强公众的环境保护意识，推动生态文明建设，形成良好社会风尚。

因此，本项目栈道选址合理、科学，能有效提高红树林生态系统监测能力，全面提升红树林湿地生态系统质量和服务功能，凸显万亩级红树林示范区建设效果。

综上，本项目选址是合理的。

7.2 用海平面布置合理性分析

1、平面布置体现集约、节约用海原则

本项目申请用海的科研监测栈道主要配套红树林等植被种植进行建设，可满足后续红树林生态评估以及群众休闲观光游览的服务功能，项目建设用海平面布置规模较小，在设计过程中已充分体现集约、节约用海的原则，项目作为景观栈道的设计目的唯一，平面布置尺寸不可再减少。

2、平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境以及生态环境的影响

根据项目对水文动力与冲淤环境影响分析得出，受造林区地形约束，造林区工程后流向变化较小、造林区上5个代表点流速均减少，减少约50%，镇海湾主水道流速以增加为主，最大增加约10%。红树林种植后将使沿岸区域趋于淤积状态，是红树林等植被群落生长的特点，无可避免，但红树林等植被种植区域为扁平带状分布，不会深入海域造成纵深过大的淤积，对周边水道的影响是可接受的。

本项目栈道工程使用混凝土柱桩基基础，项目施工前后对周边水域的水动力环境影响很小，不会对周边水域的水动力条件产生大的改变。工程所在区域地质条件相对稳定，根据现场地质资料、潮流条件及本项目的特点来看，本项目科研监测栈道结构较简单，工程量不大，对区域水质环境、沉积物环境、生态环境的影响很小。

因此，项目平面布置是已最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境、水质环境、沉积物环境以及生态环境的影响的。

3、是否有利于生态和环境保护

本项目施工期间将造成一定的底栖生物损失，施工期产生悬浮泥沙扩散也会对所在海域生态环境产生短期影响，造成一定的渔业资源损失。本项目作为海洋

生态修复工程，除施工对海洋生物造成损失外，项目主要开展红树林等水生植被种植工作，项目采用红树林-盐沼湿地形式对岸滩进行修复，研究显示，红树林湿地生态系统能够为各类海岸带生物生存提供物质空间，是虾蟹贝类等海洋生物的天然的繁衍场所，同时，红树林湿地也是大量濒危珍稀水禽重要的栖息场所，其在养护海洋生物资源、维护生物多样性方面有重要作用。

因此，本项目整体修复工作完成后对周边海域生态带来正面影响，项目建设是有利于生态和环境保护的。

7.3 用海方式合理性分析

根据《海籍调查规范》，本项目用海方式属于透水构筑物用海，项目用海方式对海洋环境影响较小，其合理性主要体现在以下几个方面：

1、区域自然环境条件的适宜性

本项目红树林滩涂造林与修复工程选取了现状滩涂、红树林分布区进行，项目所在滩涂分布平缓、面积满足红树林造林要求，项目所在区域自然环境条件适宜红树林滩涂造林与修复工程的开展。根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函（2020）770号）文件要求，项目红树林滩涂造林与修复工程不用办理用海手续。

本项目申请用海内容为科研监测栈道工程，其下部结构采用混凝土柱的形式，属于透水构筑物的用海方式，对周边水域的水动力环境影响很小，不会对周边水域的水动力条件产生大的改变。工程所在区域地质条件相对稳定，根据现场地质资料、潮流条件及本项目的特点来看，科研监测栈道结构较为简单，工程量不大，对区域自然环境的影响很小。区域自然环境条件适宜。

2、海域资源利用的合理性

本项目科研监测栈道采用透水构筑物用海方式，对海域自然环境的改变很小，项目建设符合所在地区规划要求。工程方案设计时，已充分考虑了项目实际建设需要及用海要求。工程用海目的主要为红树林生态评估监测提供便利，项目采用透水构筑物的用海方式，已尽可能减少占用海域范围，并通过在栈道周边种植红树林等植被，提高了海域资源的利用效益，体现了集约用海的原则和海域利用的合理性。

3、区域海洋生态环境的协调性

本项目建设过程中，施工会造成生物资源损失，其他部分对海洋生态系统不会产生影响。工程建设运营后，对区域海洋生态系统产生的影响可接受。工程采用透水构筑物的用海方式，占用海域面积小，造成的生态损失也相对较少，在项目建设过程中只要严格遵守安全守则，做好各种防范措施，项目建设对周围环境造成的影响较小。因此，项目用海方式及建设过程对区域海洋生态系统影响不大。

4、周边海域开发活动的协调性

本项目科研监测栈道采用透水构筑物的用海方式，对周边水动力环境的影响较小，对地形地貌和冲淤环境影响很小，作业方式相对简单、成熟；相比于填海造地的用海方式，本工程采用的用海方式，工程施工对周边海域开发活动的影响较小，工程建设期对所在的海洋功能区的影响也相对较小。可见，项目用海方式与周边其他用海活动没有明显冲突，具有协调性。

由此可见，本工程采用的用海方式与该区域的自然资源、社会经济条件相适应，对周边区域海洋生态环境系统的影响很小。因此，本项目用海方式是合理的。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目用海建设内容为科研观测栈道工程，本项目科研监测栈道均为离岸设置，不占用广东省 2022 年新修测海岸线。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积合理性分析

1、项目用海需求

根据本项目申请用海内容以及《海域使用分类》（HY/T 123-2009）以及《自然资源部办公厅关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）〉的通知》（自然资办发〔2020〕1号），界定本项目用海类型为特殊用海中的其他特殊用海，用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式），项目申请用海面积为 0.1531 公顷。

在用海面积界定过程中，本项目用海面积主要根据《海籍调查规范》进行界定，《海籍调查规范》5.3.2.2 透水构筑物用海的用海范围界定：安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。其他透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要

求的程度，外扩不小于 10m 保护距离为界。由于本项目栈道（透水构筑物）为红树林修复工程附属工程，栈道邻近周边红树林种植区且基本被红树林种植区包围，其中北陡科研监测栈道大部分位于生态保护红线内，汶村科研监测栈道处于红树林滩涂造林区内，因此不进行外扩。本项目以透水构筑物垂直投影为界，与养殖用海之间无用海冲突，项目用海面积可满足本项目用海需求。

2、与《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》相符合

项目申请用海面积为 0.1531 公顷。项目用海面积根据《海籍调查规范》确定，由于本项目栈道（透水构筑物）为红树林修复工程附属工程，栈道邻近周边红树林种植区且基本被红树林种植区包围，其中北陡科研监测栈道大部分位于生态保护红线内，汶村科研监测栈道处于红树林滩涂造林区内，因此不进行外扩，用海面积的量算是符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》的。

3、减少项目用海面积的可能性

本项目科研监测栈道建设主要为红树林修复效果跟踪监测及后续生态改善成效评估提供便利。栈道充分利用垂向空间建设鸟类观测塔，为镇海湾海域鸟类跟踪观测提供基础设施，为鸟类及红树林生态多样性的研究提供场所。结合红树林生态修复，释放海岸线的生态和经济价值，助力打造生态文明新典范。

科研监测栈道也有助于增加游客亲海空间，为红树林保护科普提供便利，增加游客海洋游览乐趣，便道规模较小，无商业建筑以及可能产生有毒有害污染物的配套内容，建设目的较为单一，用海目的明确，在设计过程中已经过优化，平面布置尺寸不宜再减少。

7.5.2 宗海图绘制和用海面积量算

本项目申请用海内容海域使用类型属于《海域使用分类》（HY/T 123-2009）中“其他用海（一级类）”的“其他用海（二级类）”，属于《自然资源部办公厅关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）〉的通知》（自然资办发〔2020〕1号）中“特殊用海（一级类）”的“其他特殊用海（二级类）”。本项目用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式），项目申请用海面积为 0.1531 公顷，项目宗海图绘制及用海面积量算过程详细如下：

（1）宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》、《海籍调查规范》对本工程用海进行海域使用测量及

宗海图绘制。

（2）执行的技术标准

《海域使用管理技术规范（试行）》，国家海洋局，2001；

《海域使用面积测量规范》（HY070-2003）；

《海域使用分类》（HY/T123-2009）；

《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；

《宗海图编绘技术规范》，（HY/T251-2018）。

（3）宗海界址点的确定方法

项目申请用海共有 2 个用海单元，面积分别为 0.1158 公顷和 0.0373 公顷。

根据《海籍调查规范》（HYT124-2009）5.3.2.2 透水构筑物用海的用海范围界定：安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。其他透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，外扩不小于 10m 保护距离为界。本项目景观栈道用海范围均在透水构筑物垂直投影的外缘线为基础外扩 10m 为界（其中北陡标段部分与海岸线相接区域外扩范围不足 10m，汶村标段部分与北侧养殖用海相接区域外扩不足 10m），确定用海面积为 0.1531 公顷。

用海界址线明细见下表 7.5.2-1，宗海界址图界址点具体见图 7.5.2-2。

表 7.5.2-1 用海界址线一览表

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
科研监测道	透水构筑物	1-2-3-...-57-58-59-1	0.0373
科研监测道	透水构筑物	60-61-62-...-127-128-60	0.1158
宗海		1-2-3-...-57-58-59-1，60-61-62-...-127-128-60	0.1531

（4）宗海图绘图方法

①宗海位置图的绘制方法

宗海位置图采用 CGCS2000 国家大地坐标系、高斯-克吕格（112.5°）投影、深度基准为理论最低潮面、高程基准为 1985 年国家高程基准的图例，比例尺为 1：73000。

采用海图作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加至上述图件中，并填上《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。宗海位置图如图 7.3.4-1 所示。

②宗海界址图的绘制方法

利用委托方提供的数字化地形图作为宗海平面的基础数据，在 AutoCAD 2010 界面下，形成有地形图及用海布置图等为底图，以用海界线形成不同颜色区分的用海区域。

（5）宗海界址点坐标和面积的计算方法

①宗海界址点坐标的计算方法：

宗海界址点在 AutoCAD 2010 的软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、112.5°为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$
$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

②宗海面积的计算方法：

本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 AutoCAD 2010 的软件计算功能直接求得用海面积。

③宗海面积的计算结果：

根据《海籍调查规范》及本项目用海的实际用海类型，界定本项目用海为 1 宗海，2 个用海单元。

宗海界址图共有 2 个用海单元，面积分别为 0.1158 公顷和 0.0373 公顷。用海面积共为 0.1531 公顷。

台山市红树林保护与修复建设项目科研监测道工程宗海位置图

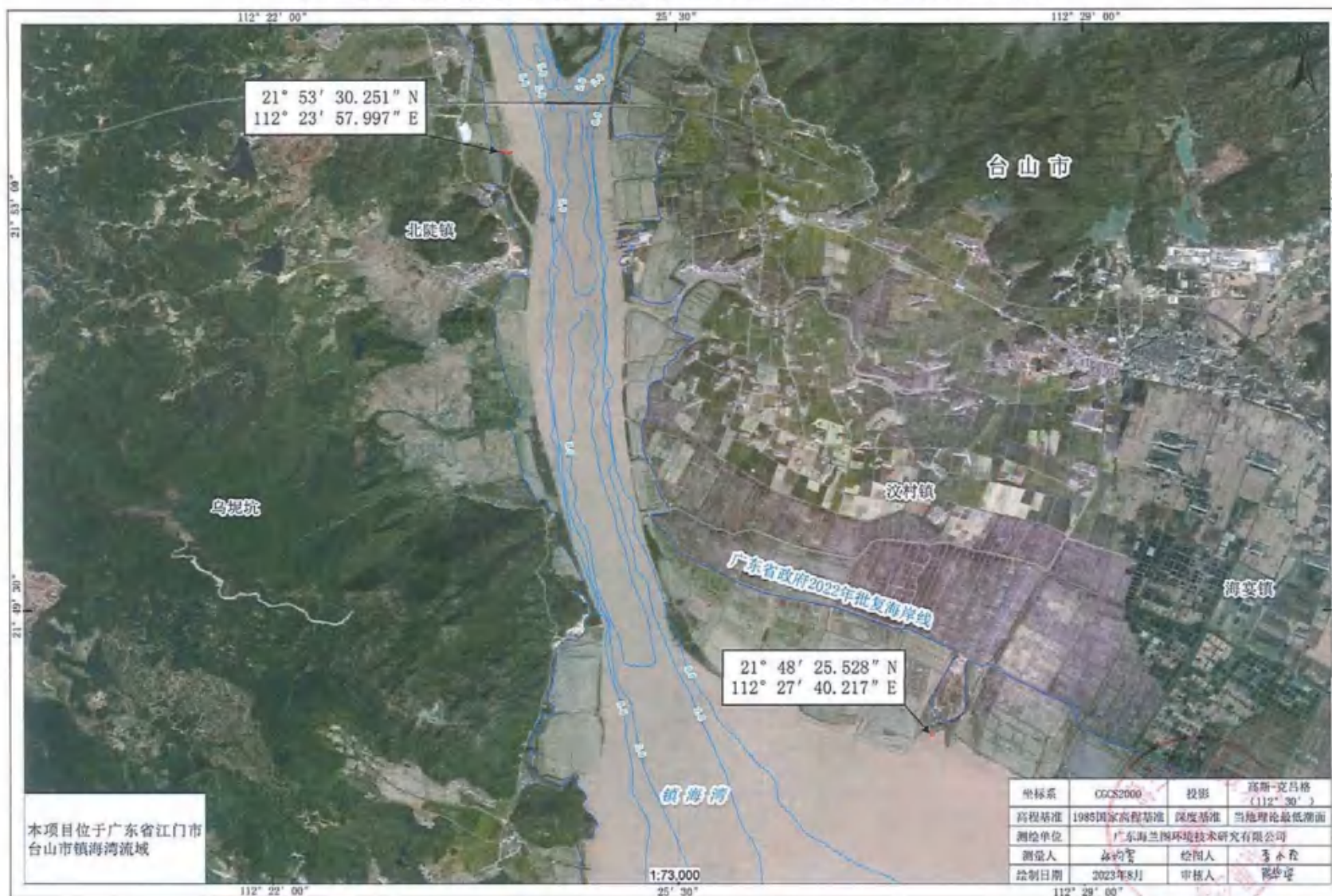


图 7.5.2-1 项目宗海位置图

台山市红树林保护与修复建设项目科研监测道工程（北陡标段）宗海界址图

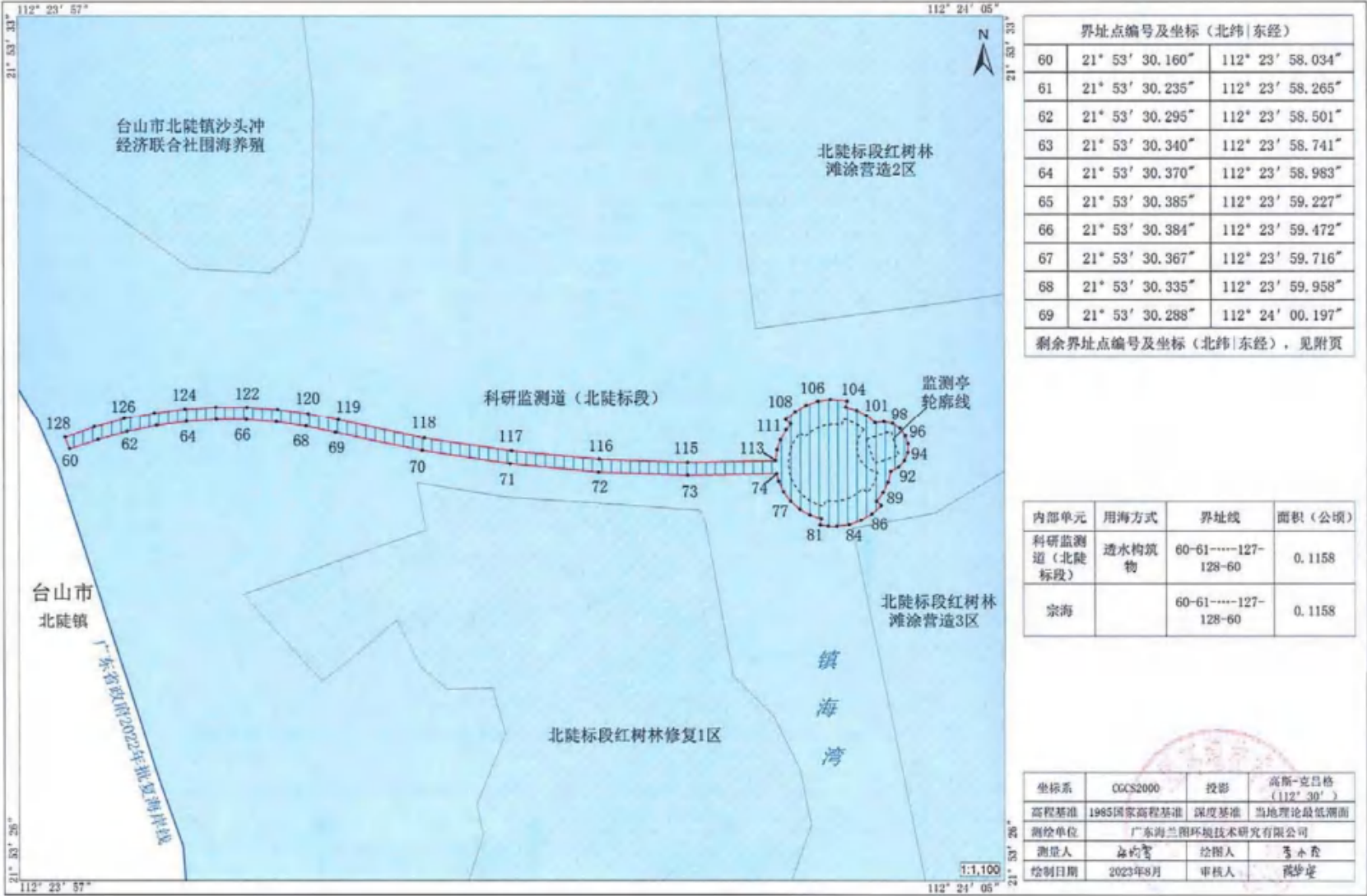


图 7.5.2-2a 项目宗海界址图（北陡标段）

台山市红树林保护与修复建设项目科研监测道工程（汶村标段）宗海界址图

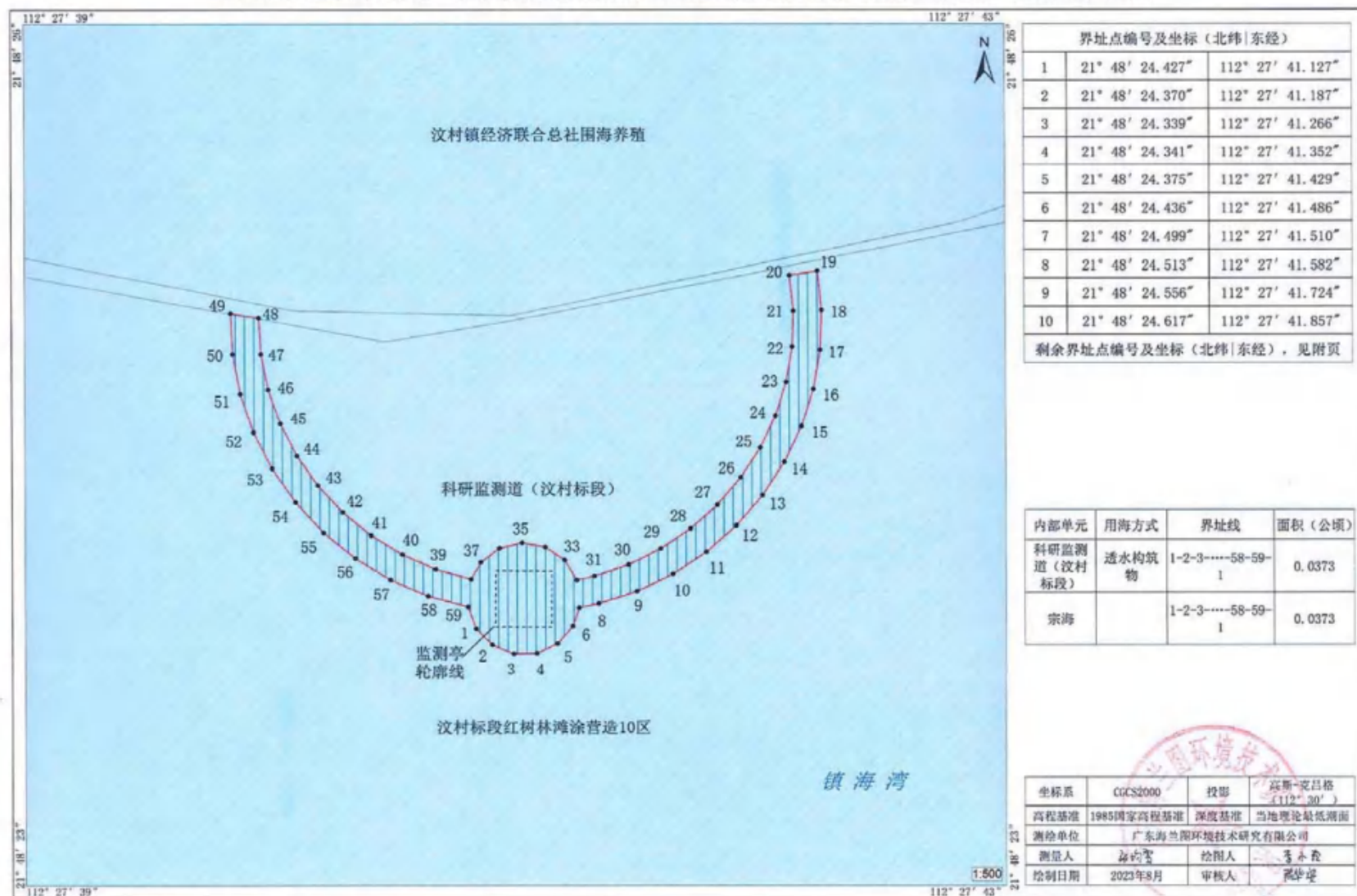


图 7.5.2-2b 项目宗海界址图（汶村标段）

表 7.5.2-2a 台山红树林保护与修复建设项目科研监测道工程（汶村标段）宗海
界址点表（续）

表 7.5.2-2b 台山红树林保护与修复建设项目科研监测道工程(北陡标段)宗海界
址点表（续）

7.6 用海期限合理性分析

根据本项目申请用海内容以及《海域使用分类》(HY/T 123-2009)以及《自然资源部办公厅关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)〉的通知》(自然资办发〔2020〕1号),界定本项目用海类型为特殊用海中的其他特殊用海,用海方式为构筑物(一级方式)的透水构筑物(二级方式)。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》关于海域使用权最高期限规定“旅游、娱乐用海二十五年;公益事业用海四十年”的要求。考虑本项目属于海湾生态修复的公益性项目,其主要功能为建设公众亲海平台,为公益事业项目,次要功能为旅游、娱乐,从项目主要功能以及充分发挥项目所在海域综合效益等角度出发,同时考虑项目水工构筑物设计使用年限为 50 年的情况下,申请项目用海

年限为 40 年，不超过《中华人民共和国海域使用管理法》中公益事业用海申请年限的最大值，同时也可使项目水工构筑物保持在安全使用年限中。

因此，本项目申请用海年限为 40 年。

此外，海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策措施

8.1.1 生态保护对策

1、施工期生态保护对策措施

(1) 应对整个施工进行合理规划, 尽量缩短施工期, 以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

(2) 本项目取土工程和滩面改造时, 严格控制施工作业场地, 同时加强施工期环境监测, 在工期许可的前提下, 最大化降低施工强度以减少对海洋环境的影响。

(3) 施工期尽可能选在海流平静的浪潮, 避免对敏感目标造成大的影响; 同时避开底栖生物的繁殖期(3~5月)、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节作业。

(4) 在开始施工作业前, 应密切注意观察施工船舶周围水生生物的活动, 一旦发现珍稀水生生物, 应主动避让, 并设定安全距离为警告区域。在此警告区域内若发现珍稀水生生物等, 应暂停施工, 采用无害声驱的方法将其驱逐出作业海域再进行施工作业。一旦发生误伤保护动物, 尽快通知保护区和渔政管理部门实施救护。

(5) 由于施工悬浮泥沙对鱼类等幼苗的影响较大, 项目取土等悬浮泥沙产生源强较大的施工作业, 应避开附近养殖场的下苗期, 以将项目可能对附近养殖场的渔业资源影响降至最低。

(6) 施工单位应在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作, 增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识。

(7) 施工过程中应严格限制施工范围, 严禁在施工中发生超出设计范围、超出砍伐类型的现状红树林的砍伐、破坏行为。红树林种植工作应优先选择本土树种, 严禁引入外来树种。

2、运营期生态保护对策措施

本项目为红树林滩涂造林及修复项目, 运营期无废水、废气等污染物产生, 为更好的跟踪红树林修复工程的生态修复改善效果, 工程建成后, 应对项目附近

的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势。

8.1.2 生态跟踪监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期和营运期对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节实现制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工及营运期对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

1、海洋水文、水质、沉积物和海洋生态环境监测

为了解工程建设对工程海域海洋水质、沉积物和海洋生态环境的影响，监测工程建设过程及建成后对海洋生态环境影响程度和范围，为今后长期环境监管提供依据，对水环境质量、海洋生态环境进行跟踪监测。

(1) 监测项目

水文：海流、温盐、泥沙、潮位。

水质：pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、总汞等指标。

沉积物：pH、铜、镉、铬、铅、石油类、硫化物等指标。

海洋生态：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和潮间带底栖动物。

(2) 监测点位

海水水质、沉积物和海洋生态环境监测共设水质站位 8 个、沉积物站位 8 个、海洋生态调查站位 8 个，见图 8.1.2-1 和表 8.1.2-1。

(3) 监测频次

施工期监测一次，施工结束后监测一次，运营期每年监测一次。



图 8.1.2-1 跟踪监测点位布设图

表 8.1.2-1 跟踪监测点位表

站位	东经	北纬	水文	水质	沉积物	海洋生物
1	112°24'20.34"	21°53'31.85"	√	√	√	√
2	112°24'25.13"	21°52'17.42"		√	√	√
3	112°24'27.19"	21°51'00.64"	√	√	√	√
4	112°24'49.22"	21°53'37.76"		√	√	√
5	112°24'49.91"	21°47'09.12"	√	√	√	√
6	112°28'44.26"	21°47'45.51"	√	√	√	√
7	112°27'39.40"	21°48'14.90"		√	√	√
8	112°25'42.78"	21°48'50.52"		√	√	√

2、渔业资源调查

为了了解和掌握、分析和复核工程建设对渔业资源影响的评价结果；及时反映工程对周围海域渔业资源状况的影响，及时提出合理化建议和对策、措施；最终达到保护工程海域渔业资源的目的。对工程海域渔业资源等进行跟踪监测。

(1) 调查内容

渔业资源：鱼卵、仔鱼种类的组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。

(2) 调查站位

渔业现状监测设 6 个调查站位，见上图 8.1.2-1。

(3) 调查频次

渔业资源调查与水质监测同步。

8.2 生态保护修复措施

1、占用岸线情况

本项目用海建设内容为科研观测栈道工程，本项目科研检测栈道不占用广东省 2022 年新修测海岸线。

2、项目建设有利于海洋渔业资源的恢复、增多

本项目施工期对海洋生态环境造成一定的影响，由于本项目本身即为生态修复工程，虽然在施工期间因悬浮泥沙以及桩基施工等的影响，可能造成一部分潮间带生物以及渔业资源的影响，但在项目建设完成后，构建了红树林湿地生态系统，可为海洋中多种多样的野生动物提供觅食、繁殖与栖息的生境，较多螃蟹、虾和鱼均可在红树林根部的安全范围内度过生命的早期阶段，成年后再进入广阔的海洋，而水下海绵、蠕虫、海葵、藤壶和牡蛎等喜附着在红树林根部坚硬表面的生物数量也将增多，可为游泳动物等提供更充足的食物，也可提供避开天敌的绝佳栖息地。

综上，虽然本项目施工期对海洋生态环境有一定影响，但由于项目本身即为生态修复工程，项目建设完成后即有利于海洋渔业资源的恢复，属于对受破坏的海洋生境进行恢复的工程，因此，本项目主要通过项目本身的红树林生境建设予以恢复海洋渔业资源，不额外开展海洋增殖放流等海洋生态保护修复措施。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

本项目营造和修复红树林面积 268 公顷，其中，营造红树林 230 公顷，修复现有红树林 38 公顷，并建设科研监测栈道（含鸟类监测塔）用于红树林生态系统科研观测。

根据《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函》（自然资办函〔2020〕770 号）文件要求，本项目用海申请内容为 2 条科研监测栈道，其中北陡标段栈道长 244m，用海面积为 0.1158 公顷；汶村标段栈道长 105m，用海面积为 0.0373 公顷。**本项目科研监测栈道离岸设置，不占用岸线。**

项目申请用海年限为 40 年。

9.2 项目用海必要性结论

本项目的建设是落实《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》、《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》的需要；项目实施是改善区域生态系统质量，提升防灾减灾能力的需要；项目实施是增强海洋碳汇能力，促进实现“双碳”目标的重要举措；项目实施是推动滨海旅游业发展，促进海洋经济转型升级的需要。

本项目仅对科研监测栈道进行确权，项目栈道主要为方便对红树林修复工程进行跟踪监测及科学研究，同时融入生态科普元素以丰富游客和当地群众的滨海休闲体验空间，在进行红树林生态修复工作的同时充分释放海岸带的生态和经济价值。为避免大规模的破坏海岸，本项目栈道采用透水构筑物形式，其将不可避免地需要使用海域，其用海是必须的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

项目用海位于台山镇海湾，用海面积 0.1531 公顷。工程实施以后，对原有海域水文动力的影响是很有限的，对附近海域泥沙冲淤影响较小，基本不会引起区域地形地貌和岸线的变化。

本项目用海风险包括风暴潮、地震及溢油等事故。虽然项目风险发生几率较小，但当风险事故发生时，项目用海还是会对周围海域产生环境一定风险。

施工活动产生的悬浮泥沙会对水质环境产生一定的影响，根据数值模拟结果，

悬浮泥沙 $>10\text{mg/L}$ 扩散面积 9.2km^2 ，不超三类海水水质。且施工时间很短，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量不会产生明显变化。项目运行期间基本不会对项目所在海域的沉积物质量造成影响。

本项目造成的底栖生物损失量为 409t，本项目施工悬浮物造成海洋生物的资源损失量为：浮游植物 $1.729\times 10^{16}\text{cells}$ 、浮游动物 $3.176\times 10^{10}\text{ind}$ ，鱼卵 $1.058\times 10^7\text{ind}$ 、仔鱼 1.891×10^6 尾，游泳生物的资源损失量 298.299kg。

9.4 海域开发利用协调分析结论

本项目用海利益相关者为养殖业主及北陡渡口业主，与周边的用海活动具备妥善协调的途径和机制，业主已与利益相关的养殖业主及北陡渡口业主达成协议，项目用海与周边开发利用者不存在发生重大利益冲突的可能性。项目用海与军事用海不冲突，对国防建设和国防安全没有影响，不会危及国家权益和国防安全。

9.5 国土空间规划符合性分析结论

项目用海与《台山市国土空间总体规划（2021-2035）》（公示版）管理要求相符合。

项目用海符合《广东省海洋功能区划（2011~2020）》（2012 年）《广东省海洋生态红线》《广东省海洋主体功能区划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《江门市海洋生态环境保护规划（2018-2020）》等相关规划。

9.6 项目用海合理性分析结论

1、用海选址合理

本项目选址的区位和社会条件满足项目建设和营运的需求，与项目所在海域的自然资源和生态环境相适宜，在严格执行本报告提出防范措施的前提条件下，项目无潜在的、重大的安全和环境风险，与其他用海活动和海洋产业相协调，其选址是合理的。

2、用海方式和平面布置合理

本项目海域使用类型为其他特殊用海，用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）。用海方式基本维护了海域的基本功能，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目建设有利于保护岸线的自然属性。项目用海的平面布局根据相关行业规范进行设计，且综合考虑了管理、安全性的需

求。项目的用海方式和平面布局是合理的。

3、用海面积合理

用海面积 0.1531 公顷，均为透水构筑物用海。项目各部分海域面积的量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，符合项目用海需求，符合相关行业的设计标准和规范，申请面积合理。

4、用海期限合理

按照《中华人民共和国海域使用管理法》中该类项目可申请的年限进行的综合分析，本项目科研监测栈道属于公益事业用海，用海申请 40 年是合理的。本项目申请施工期用海 40 年，项目申请用海期限合理。

9.7 项目用海可行性结论

根据本报告书前面各章节的分析和论证结果可知，本项目用海是必要的，用海对周边资源环境的影响是可以接受的，在充分协调的基础上，与毗邻的其他项目是可协调的，项目建设符合海洋功能区划及相关规划，项目用海选址、用海方式和平面布置、用海面积合理。在建设单位切实落实本论证报告提出的海域使用实施对策措施、风险防范对策措施等前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。

资料来源说明

1 引用资料

1.《台山市红树林保护与修复建设项目可行性研究报告》，广州沛森园林景观设计有限公司，2022 年 10 月；

2.《台山市红树林保护与修复建设项目实施方案》，广东省海洋发展规划研究中心，2022 年 8 月；

3.《台山市红树林保护与修复建设项目初步设计》，中交广州水运工程设计研究院有限公司，2022 年 12 月。

2 现状调查资料

1.2020 年秋季镇海湾现状调查资料，广州京诚检测技术有限公司，调查时间：2020 年 10 月 19 日-21 日；

2.2021 年春季镇海湾现状调查资料，广州京诚检测技术有限公司，调查时间：2021 年 5 月 28 日-31 日；

3.2021 年秋季镇海湾现状调查资料，中国科学院南海海洋研究所，调查时间：2021 年 11 月 25 日-27 日