

泉州台商投资区海洋生态保护修复项目
海域使用论证报告书
(公示稿)

福建岚启星检测技术有限公司

(统一社会信用代码91350105MA31XTAJ1W)

2026年1月

项目基本情况表

申请人	单位名称	泉州市海丝城乡融合产业投资有限公司				
	法人代表	姓名	林金淑		职务	副总经理
	联系人	姓名	林嘉福		职务	15959989561
		通讯地址	泉州台商投资区通港路大创商厦9层			
项目用海基本情况	项目名称	泉州台商投资区海洋生态保护修复项目				
	项目地址	福建省泉州市惠安县台商投资区				
	项目性质	公益性（√）			经营性（ ）	
	用海面积	88.9979hm ²			投资金额	41446.57万元
	用海期限	拦沙堤、格宾石笼		40年	预计就业人数	/
		牡蛎附着礁		37年		
		施工期用海	湖区底泥清淤	2年		
			施工围堰	1年		
	占用岸线	总长度	0m		邻近土地平均价格	/
		自然岸线	/		预计拉动区域经济产值	/
		人工岸线	/			
		其他岸线	/			
	海域使用类型	海岸防护工程用海			新增岸线	0m
	用海方式		面积		具体用途	
	透水构筑物		0.0767hm ²		格宾石笼	
	透水构筑物		0.9667hm ²		拦沙堤1号	
	透水构筑物		0.1804hm ²		拦沙堤2号	
	透水构筑物		0.2924hm ²		玉山水闸拦沙堤1号	
	透水构筑物		0.3117hm ²		玉山水闸拦沙堤2号	
	透水构筑物		0.7921hm ²		牡蛎附着礁1	
透水构筑物		0.6753hm ²		牡蛎附着礁2		
专用航道、锚地及其它开放式		78.9463hm ²		湖区底泥清淤		

	港池、蓄水	3.7504hm ²	施工围堰1
	港池、蓄水	3.0059hm ²	施工围堰2
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

本项目为泉州台商投资区海洋生态保护修复项目，位于泉州市中部城区，泉州市泉州台商投资区滨海区域，实施范围主要包括洛阳江河口区域以及泉州湾海湾区域。涵盖海湾、河口、红树林湿地、盐沼、淤泥质与砂质海岸等类型，是典型的河口海湾交汇区，也是落实陆海统筹、构建“从山顶到海洋”生态保护治理格局的关键区域。

项目建设旨在解决近岸海域水体富营养化严重、天然滨海湿地面积萎缩、岸线生态功能受损、互花米草入侵，红树林生态安全受到威胁、防护林功能下降等生态问题，因地制宜开展岸线修复与防灾减灾能力提升工程、生态系统质量改善工程，通过岸线修复、生态系统改善等工程恢复受损的海洋生态系统，维护生物多样性，修复海域生态功能，巩固海岸带生态安全屏障，提升泉州市沿海防灾减灾能力，整体改善泉州湾海洋生态环境。项目建设具有紧迫性和重要的生态意义。

本项目属于公益性海洋生态保护修复工程，项目概算总投资45463.75 万元。申请中央财政奖补资金 30000 万元，泉州市市级财政资金配套15463.75 万元。地方投资由泉州市财政统筹安排，泉州市人民政府已出具资金承诺函，确保投入资金按工程进度及时拨付到位并尽快形成有效支出，为项目顺利进行提供有力保障，不会造成地方政府隐性债务风险。

本项目主要实施内容包括：洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造工程、泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程以及月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程。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），项目中需要养塘拆除、植被修复、沙滩修复等工程无构筑物、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，无需办理用海使用审批手续。项目内容按照用海需求明确区分，需要申请用海的内容为泉州湾北岸防护林外侧格宾石笼网、玉沙湾拦沙堤、月亮湖牡蛎附着礁及月亮湖湖区底泥清淤、施工围堰。无需申请用海的工程为洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造工程等生态修复内容，具体涉及退养还滩、植被种植、等非排他活动，依据规定不办理用海审批。

依据《海籍调查规范》(HY/T124-2009),本项目申请总用海面积 88.9979hm²,包括防护林外侧格宾石笼网、玉沙湾拦沙堤、月亮湖牡蛎附着礁及月亮湖湖区底泥清淤以及施工围堰用海。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(自然资发〔2023〕234号)及《海域使用分类 HY/T 123-2009》,项目用海类型为“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”。项目中防护林外侧格宾石笼网、玉沙湾拦沙堤、月亮湖牡蛎附着礁的用海方式一级方式为“构筑物”,二级方式为“透水构筑物”,湖区底泥清淤的用海方式一级方式为“开放式”,二级方式为“专用航道、锚地及其它开放式”,施工围堰的用海方式一级方式为“围海”,二级方式为“港池、蓄水”。本项目属于公益用海,项目主体工程申请用海期限为 40 年,因月亮湖湖区底泥清淤工程申请施工期用海期 2 年,施工围堰申请用海 1 年,待施工期申请用海期限届满后申请牡蛎附着礁用海期限 37 年。根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定,公益事业用海的海域使用权最高期限为四十年。本项目申请的期限在该法定最高期限之内。

项目用海选址、方式及规模符合《福建省国土空间规划(2021—2035年)》《泉州市国土空间总体规划(2021-2035年)》《泉州市国土空间生态修复规划(2021-2035年)》《福建省“三区三线”划定成果》《福建省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》(报批稿)《福建省国土空间生态修复规划(2021—2035年)》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》和《福建省湿地保护规划(2024-2030年)》的要求。申请用海的工程不涉及生态保护红线。对于无需用海的洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造工程,其位于“福建泉州湾河口湿地省级自然保护区生态保护红线”内,已同步开展不可避让论证,并与相关管理单位沟通,符合红线管控规定。

本项目修复内容基本位于海岸线向海一侧,涉及海域范围内共有确权用海项目 6 个,主要包括福州至厦门铁路、泉州台商投资区尾水排海工程、泉州港秀涂作业区 16 号泊位、泉州八仙过海文化旅游项目(一期)海洋科普馆、下宫陆岛交通码头工程、浮山岛陆岛交通码头工程。本项目修复措施涉及确权用海项目 0 个。项目实施不占用耕地、城市开发边界等土地要素。因此本项目周边用地、用海、用岛利益相关者界定基本明确,相关关系可以协调。

项目施工期影响是短暂、局部和可控的。实施后，将产生显著的净正生态效益，包括恢复湿地生态服务功能、提升生物多样性、增强海洋碳汇能力、巩固海岸带防灾减灾体系，整体生态修复与服务功能提升效果显著。

综上所述，本海洋生态保护修复项目用海目的明确、选址合理，符合国家相关法律法规和规划要求，在严格落实海域使用管理条例及论证报告各项要求的前提下，从海域使用角度分析，项目的用海申请是必要的、可行的。

目 录

1 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	3
1.2.1 法律法规	3
1.2.2 部门规章和规范性文件	3
1.2.3 技术标准和规范	4
1.2.4 区划及相关规划以及政策性文件	5
1.2.5 项目技术资料	7
1.3 论证等级和范围	7
1.3.1 论证等级	7
1.3.2 论证范围	9
1.4 论证重点	10
2 项目用海情况	12
2.1 项目建设内容	12
2.1.1 项目名称、建设单位、建设性质、地理位置	12
2.1.2 项目建设内容	12
2.1.3 项目总体目标	16
2.2 项目平面布置和主要结构、尺度	17
2.2.1 平面布置方案	17
2.2.2 湿地修复与栖息地营造工程	28
2.2.3 海岸带植被保护修复工程	29
2.2.4 沙滩修复工程	32
2.2.5 水动力提升工程	37
2.2.6 水生植被种植工程	39
2.2.7 退养还湿工程	40
2.2.8 生态护岸建设工程	42
2.2.9 生物控藻工程	46
2.3 项目主要施工工艺和方法	47

2.3.1 湿地修复与栖息地营造工程	47
2.3.2 海岸带植被保护修复工程	51
2.3.3 沙滩修复工程	52
2.3.4 水动力提升工程	54
2.3.5 水生植被种植工程	57
2.3.6 退养还湿工程	60
2.3.7 生态护岸建设工程	63
2.3.8 生物控藻工程	64
2.3.9 工程施工期限	66
2.4 项目用海需求	67
2.4.1用海类型与方式	67
2.4.2申请用海年限	67
2.4.3申请用海面积	67
2.5 项目用海必要性分析	70
2.5.1 项目建设必要性	70
2.5.2 项目用海必要性	76
3 项目所在海域概况	78
3.1 海洋资源概况	78
3.1.1 港口和航道资源	78
3.1.2 渔业资源	78
3.1.3 旅游资源	79
3.1.4 海岸线资源	80
3.1.5 滩涂资源	80
3.1.6 岛礁资源	80
3.1.7 鸟类资源	80
3.1.8 滨海湿地植被	83
3.1.9 典型生态系统	85
3.2 海洋生态概况	87
3.2.1 区域气候与气象	87
3.2.2 海洋水文	89

3.2.3 海域地形地貌	93
3.2.4 环境现状调查与评价	96
4 资源生态影响分析	103
4.1 生态评估	103
4.1.1 所在海域敏感目标分布情况	103
4.1.2 关键预测因子确定	104
4.2 资源影响分析	105
4.2.1 占用海域空间资源情况	105
4.2.2 海洋生物资源的影响分析	105
4.2.3 海洋生物资源损失货币化估算	107
4.3 生态影响分析	108
4.3.1 海域水文动力和地形地貌环境影响分析	108
4.3.2 纳潮量影响分析	112
4.3.3 水质环境影响分析	112
4.3.4 沉积物环境影响分析	113
4.3.5 海域生态环境影响分析	115
5 海域开发利用协调分析	118
5.1 海域开发利用现状	118
5.1.1 社会经济概况	118
5.1.2 海域使用现状	119
5.1.3 海域使用权属	123
5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析	125
5.2.1 对生态保护红线区的影响	125
5.2.2 对交通运输用海的影响	125
5.2.3 对渔业用海的影响	126
5.2.4 对后方道路的影响	126
5.2.5 对片区排洪防涝的影响	126
5.2.6 对月亮湖护岸的影响	126
5.3 利益相关者界定	127
5.4 相关利益协调分析	127

5.6项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析	128
5.6.1与国防安全和军事活动的协调性分析	128
5.6.2与国家海洋权益的协调性分析	128
6国土空间规划符合性分析	128
6.1所在海域国土空间规划分区基本情况	128
6.1.1项目用海在《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》的分区 情况	128
6.1.2项目用海在《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的 分区情况	129
6.1.3项目用海与《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》 的分区情况	129
6.1.4项目用海与“三区三线”划定成果的分区情况	129
6.2对周边海域国土空间规划分区的影响分析	129
6.2.1对海洋开发利用空间的影响	129
6.2.2对游憩用海区和渔业用海区的影响	129
6.2.3海洋生态保护修复区的影响	130
6.3项目用海与国土空间规划的符合性分析	130
6.3.1与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析	130
6.3.2与《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分 析	130
6.3.3与《福建省“三区三线”划定成果》的符合性分析	130
6.4 项目用海与相关规划符合性分析	130
6.4.1与《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合 性分析	130
6.4.2与《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》 的符 合性分析	131
6.4.3与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析	131
6.4.4与《泉州市“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析	131

6.4.5与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》的符合性分析	131
6.4.6与《中华人民共和国湿地保护法》的符合性	131
6.4.7与《福建省湿地保护规划（2024-2030 年）》的符合性分析	132
6.4.8与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的符合性分析	132
6.4.9《泉州市生态文明建设示范区规划（2024-2035 年）》的符合性分析	132
7项目用海合理性分析	132
7.1用海选址合理性分析	132
7.1.1与区位和社会条件适宜性分析	132
7.1.2与区域自然资源和环境条件的适宜性分析	133
7.1.3与区域生态系统的适宜性分析	134
7.1.4与周边用海活动的适宜性分析	134
7.2用海平面布置合理性分析	135
7.2.1平面布置方案比选	138
7.2.2用海平面布置合理性分析	142
7.3用海方式合理性分析	143
7.4用海面积合理性分析	143
7.4.1用海面积与项目用海需求的合理性分析	143
7.4.2用海面积量算与《海籍调查规范》的符合性分析	144
7.4.3用海面积量算	145
7.5用海期限合理性分析	148
8生态用海对策措施	149
8.1生态用海对策	149
8.1.1生态保护对策	149
8.1.2施工期海域资源与环境保护措施	149
8.1.3 运营期海域资源与环境保护措施	151
8.2 生态补偿措施	151
8.3生态保护修复措施与跟踪监测	151
8.3.1 生态保护修复措施	151

8.3.2 生态修复跟踪监测	152
8.3.4 海洋生态保护修复全过程动态监管与成效评估平台	183
9 结论与建议	188
9.1 结论	188
9.1.1 项目用海基本情况	188
9.1.2 项目用海的必要性分析结论	188
9.1.3 用海资源环境影响分析结论	189
9.1.4 海域开发利用协调分析结论	189
9.1.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论	189
9.1.6 用海合理性分析结论	189
9.1.7 项目用海可行性	189
9.2 建议	190

1 概述

1.1 论证工作来由

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央将生态文明建设置于关乎中华民族永续发展的战略高度。习近平总书记曾在福建工作期间，亲自为福建的生态文明建设和改革开放事业擘画蓝图、奠定基础，其提出的“生态省”建设构想与“晋江经验”，为泉州的高质量发展指明了方向。为落实国家部署，《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》将海洋列入五大重要生态系统，并明确布局了“海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复”重点工程，指出需“推进兴化湾、厦门湾、泉州湾、东山湾等半封闭海湾的整治修复，推进侵蚀岸线修复”。同时，《全国国土规划纲要（2016—2030年）》也强调需“恢复和改善海洋生态环境，强化以沿海红树林、珊瑚礁、海草床、湿地等为主体的沿海生态带建设”。

在此战略指引下，泉州市已先行先试，成功实施了多个中央财政支持的海洋生态修复项目，为系统治理积累了坚实基础。一方面，福建省泉州市泉港区海洋生态保护修复项目（2021年）已于2024年完成省级验收，通过在湄洲湾后龙湾海岸带系统实施贝藻礁型防浪屏障、沙滩修复养护、海堤生态化改造及垃圾拦截等工程，累计完成贝藻礁建设8375米、沙滩修复3.61千米、补沙131.9万立方米等指标，显著增强了区域海岸防护能力，改善了近岸生态与环境质量。另一方面，2024年福建省泉州市海洋生态保护修复工程项目正在惠安县崇武半岛及大港湾区域全面推进，旨在通过实施青山湾沙坝-潟湖湿地恢复、半月湾海滩修复、牡蛎礁构建、红树林修复及防护林建设等五大工程，构建“海-林-湖-草-沙”综合生态系统与“五元立体”生态防灾减灾体系。该项目目前已进入施工阶段，正有序开展养殖清退、植被种植与清淤等工作，预计将系统性恢复多样生境，大幅提升海岸带韧性、生物多样性及碳汇能力。

在泉州湾整体生态保护修复格局中，上述已实施项目分别侧重于北部湄洲湾（泉港）的开放式海岸防护与东部半岛区域（崇武）的“海陆沙”综合系统修复，构成了泉州海岸带整体保护修复工作的重要部分。然而，作为泉州湾生态系统的关键组成和“从山顶到海洋”治理格局的陆海交汇区域，本项目所在的泉州湾东北部（台商投资区滨海区域）仍面临以下突出生态问题：“河口区域湿地生境破

碎，滨海湿地功能下降”、“砂质海岸完整性受损，防灾减灾能力不足”以及“陆海联动区域人工化程度高，生态退化”。因此，实施本项目是延续全市修复格局、系统性提升泉州湾整体生态功能的必然要求与关键补充。

《泉州台商投资区海洋生态保护修复项目》旨在通过海岸侵蚀防护以及砂质岸线修复等工程，针对性解决上述问题，推进国家规划在泉州湾落地的具体实践。这是对泉州湾区域湿地、流域、海洋以及森林的重要保护措施，也是对近岸海域污染防治、生态保护修复和岸滩环境整治的重要手段，可有效改善泉州湾海域生态环境质量，提升海岸带防灾减灾能力，构筑沿海生态安全屏障，同时增加亲水岸线和生活岸线，造福当地百姓，实现生态、社会与经济效益的协同提升。

根据项目设计，部分工程内容涉及海域的排他性使用。为确保项目合法合规推进，必须依据法规对项目建设内容进行明确的用海属性界定。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）等规定进行界定，项目实施内容中的“洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造涉及退养还滩、植被修复等工程内容属于非排他性、无构筑物的生态修复活动，依法无需办理用海审批手续。“泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程”及“月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程”中涉及的防护林外侧格宾石笼网、拦沙堤、牡蛎附着礁、湖区底泥清淤、施工围堰等工程，因涉及构筑物等工程设置，必须依法申请海域使用权。

基于上述情况，为深入贯彻落实国家生态文明建设战略，推进海峡两岸融合发展示范区建设，并通过实施海岸带生态保护修复项目，打造美丽海岸带，泉州市海丝城乡融合产业投资有限公司委托福建岚启星检测技术有限公司（以下简称“我公司”）对泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（以下简称“本项目”）开展海域使用论证工作，并编制本报告。（海域使用论证委托书详见附件一）

我公司接受委托后，项目组在现场踏勘、资料收集、外业测量、数据分析等基础上，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）规范编制本海域使用论证报告书。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国湿地保护法》，全国人民代表大会常务委员会，2022年6月1日起施行；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法（2023年修订）》，全国人民代表大会常务委员会，2024年1月1日起施行；
- (3) 《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，全国人民代表大会常务委员会，2015年1月1日起施行；
- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人民代表大会常务委员会，2002年1月1日起施行；
- (5) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院（第475号令），2006年11月1日起施行；
- (6) 《福建省湿地保护条例》，福建省人民代表大会常务委员会，2023年1月1日起施行；
- (7) 《福建省生态环境保护条例》，福建省人民代表大会常务委员会，2022年5月1日起施行；
- (8) 《福建省海岸带保护与利用管理条例》，福建省人民代表大会常务委员会，2018年1月1日起施行；
- (9) 《福建省海洋环境保护条例（2016年修订）》，福建省人民代表大会常务委员会，2016年4月1日修订；
- (10) 《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，2018年7月14日发布；

1.2.2 部门规章和规范性文件

- (11) 《海岸线保护与利用管理办法》，原国家海洋局，2017年3月31日起施行；
- (12) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资源部，自然资发〔2023〕89号，2023年6月13日发布；

(13) 《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》，自然资源部办公厅，自然资办发〔2023〕10号，2023年3月2日发布；

(14) 《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》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2207号，2022年10月14日发布；

(15) 《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》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2072号，2022年9月28日发布；

(16) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展和改革委员会，2023年12月发布；

(17) 《福建省自然资源厅、福建省生态环境厅、福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》，福建省自然资源厅等三部门，闽自然资发〔2023〕56号，2023年9月27日发布。

1.2.3 技术标准和规范

(1) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007），中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会发布；

(2) 《海洋监测规范》（GB 17378-2023），国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布；

(3) 《海洋生态修复技术指南第1部分：总则》（GB/T 41339.1-2022），2022，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布；

(4) 《海洋生态修复技术指南第4部分：海草床生态修复》GB/T 41339.4-2023，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布；

(5) 《海滩质量评价与分级》（HY/T 254-2018），中华人民共和国自然资源部发布；

(6) 《海滩养护与修复技术指南》（HY/T 255-2018），中华人民共和国自然资源部发布；

- (7) 《海堤生态化建设技术指南（试行）》，（办海字〔2020〕73号），自然资源部海洋预警监测司发布，2020年；
- (8) 《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》（T/CAOE 20-2020），中国海洋工程咨询协会发布；
- (9) 《海岸带生态减灾修复技术导则》（T/CAOE 21-2020），中国海洋工程咨询协会发布；
- (10) 《沿海防护林工程建设技术规程》（LY/T1763-2008），国家林业局发布；
- (11) 《海滩养护与修复工程验收技术方法》（HY/T 0330-2022），中华人民共和国自然资源部发布；
- (12) 《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014），中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局联合发布；
- (13) 《防波堤与护岸设计规范》（JTS154-2018），中华人民共和国交通运输部发布；
- (14) 《港口与航道水文规范》（JTS 145-2023），中华人民共和国交通运输部发布；
- (15) 《建设项目海洋环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会发布；
- (16) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2021〕1号），自然资源部，2021年1月8日起施行；
- (17) 其他行业相关的技术规范与标准。

1.2.4 区划及相关规划以及政策性文件

- (1) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12号），国务院，2015年；
- (2) 《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，国务院办公厅，2015年；

(3) 《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》（中办发〔2019〕42号），中共中央办公厅，国务院办公厅，2019年；

(4) 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》（发改农经〔2020〕837号），国家发展和改革委员会、自然资源部联合印发，2020年；

(5) 《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035年）》（自然资发〔2022〕178号），自然资源部、国家发展和改革委员会、财政部、国家林业和草原局联合印发；

(6) 《“十四五”海洋生态环境保护规划》（环海洋〔2022〕4号）生态环境部、国家发展和改革委员会、自然资源部、交通运输部、农业农村部、中国海警局联合印发，2022年；

(7) 《全国沿海防护林体系建设工程规划（2016—2025年）》（林规发〔2017〕38号），国家林业局（现国家林业和草原局），2017年；

(8) 《海岸带保护修复工程工作方案》（自然资办函〔2020〕509号），自然资源部办公厅、财政部办公厅、国家林业和草原局办公室联合印发，2020年；

(9) 《海洋生态保护修复资金管理办法》的通知（财资环〔2020〕24号），财政部、自然资源部，2020年；

(10) 《福建省国土空间规划（2021—2035年）》福建省人民政府，2024年；

(11) 《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》（闽政办〔2021〕48号），福建省人民政府，2021年；

(12) 《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》（闽自然资发〔2023〕2号），福建省自然资源厅，2023年；

(13) 《福建省重要生态系统保护和修复重大工程实施方案（2021—2035年）》（闽发改农业〔2021〕199号），福建省发展和改革委员会、自然资源厅、林业局联合印发，2021年；

(14) 《福建省海岸带保护修复工程工作方案》（闽自然资发〔2020〕84号），福建省自然资源厅、财政厅、林业局联合印发，2020年；

(15) 《泉州市国土空间总体规划（2021—2035年）》 泉州市人民政府，2025年；

(16) 《泉州市国土空间生态修复规划（2021—2035年）》 泉州市自然资源与规划局，2025年；

(17) 《泉州市“十四五”海洋生态环境保护规划》 泉州市生态环境局，2022年；

(18) 《泉州台商投资区沿海防护林总体规划（2023—2035年）》 ，泉州台商投资区农林水与生态环境局，2024年；

1.2.5 项目技术资料

- (1) 《泉州台商投资区海洋生态保护修复项目可行性研究报告》
- (2) 《泉州台商投资区海洋生态保护修复项目实施方案》
- (3) 《泉州金屿大桥工程环境影响报告书》
- (4) 建设单位提供项目区域其他基础资料。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

本项目总体实施内容包括洛阳江河口区域以及泉州湾海湾区域。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）进行界定，海洋生态保护修复项目中需要种植植被、互花米草清理、沙滩人工补沙等工程无构筑物、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，无需办理用海使用审批手续。

本项目需申请用海的内容为泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程中的防护林外侧格宾石笼网、玉沙湾拦沙堤以及月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程中的牡蛎附着礁、湖区底泥清淤，施工期围堰工程。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号），项目用海类型为“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”。根据《海域使用分类HY/T 123-2009》项目用海类型为“特殊用海”中的“海岸防护工程用海”，项目格宾石笼、拦沙堤、水下礁体的用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”，湖区底泥清淤的用海方式一级方式

为“开放式”，二级方式为“专用航道、锚地及其它开放式”，施工围堰的用海方式一级方式为“围海”，二级方式为“港池、蓄水等”。

根据《海域使用论证技术导则》中要求同一项目用海按不同用海方式、用海规模和海域特征判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级。本项目用海位于泉州湾海域为敏感海域，结合“海域使用论证等级判据”进行综合判定，本项目论证工作等级应确定为一级。（详见表1.3-1）。

表1.3—1论证海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	透水构筑物	构筑物总长度大于（含）2000m或用海总面积大于（含）30 hm ²	所有海域	一
		构筑物总长度（400~2000）m或用海总面积（10~30）hm ²	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）10 hm ²	所有海域	三
围海	港池	用海面积大于（含）100ha	所有海域	二
		用海面积小于100 ha	所有海域	三
	蓄水	用海面积大于（含）100ha	所有海域	一
		用海面积（20~100）ha	敏感海域	一
			其他海域	二
		用海面积小于（含）20ha	所有海域	三
	盐田、围海养殖、围海式游乐场 其他围海	用海面积大于（含）10ha	敏感海域	一
			其他海域	二
		用海面积小于10 ha	敏感海域	二
			其他海域	三
开放式	开放式养殖	用海面积大于（含）700hm ₂	所有海域	二
		用海面积小于700hm ²	所有海域	三
	浴场、游乐场	用海面积大于（含）500hm ₂	所有海域	二
		用海面积小于 500 hm ²	所有海域	三
	航道	长度大于（含）10km或疏浚长度大于（含）3 km	所有海域	一
		长度（3~10）km或疏浚长度（0.5~3）km	所有海域	二
		长度小于（含）3km或疏浚长度小于（含）0.5 km	所有海域	三
	锚地	所有规模	敏感海域	二
			其他海域	三
	其他开放式	所有规模	所有海域	三

本项目	格宾石笼	透水构筑物	总长度192m/用海面积 0.0767hm ²	泉州湾 (敏感海域)	三级
	拦沙堤	透水构筑物	总长度305m/用海面积 1.7512hm ²		三级
	牡蛎附着礁	透水构筑物	用海面积1.4674hm ²		三级
	湖区底泥清淤	专用航道、 锚地及其他开放式	用海面积78.9463hm ²		三级
	施工围堰	港池、蓄水	用海面积6.7563hm ²		三级

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）中第4.7节“论证范围”的规定，“论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海能影响到的全部区域。

一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展15km，二级论证8 km，三级论证5km;跨海桥梁、海底管道、航道等线性工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展5km，二级论证3km，三级论证1.5km。

本项目论证等级为一级，根据本项目用海特点、所在海域自然环境特征、社会环境概况、周边海域开发利用现状及生态调查范围等实际情况，确定本项目论证范围以本项目海域使用范围中心向四周各扩展 15km，据此划定本次论证的论证范围为图中所圈闭的泉州湾海域，海域面积约 42952.8102hm²。本项目生态修复具体论证范围详见图1.3-1，论证范围界址点坐标见表1.3-1。

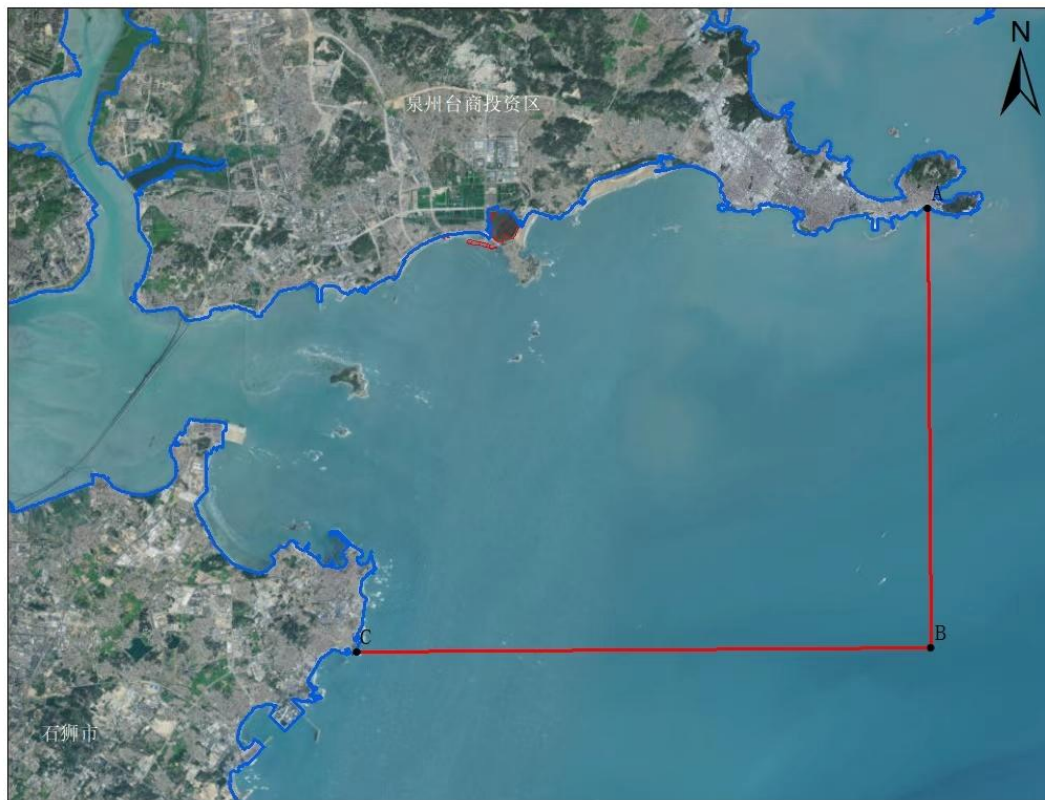


图1.3-1本项目生态修复论证范围

表1.3-1本项目论证范围界址点坐标表（略）

1.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》的要求，一级论证要重点突出，对工程区及其附近区域进行详细调查、调访和广泛收集资料，并设置重点专题分析。根据本项目用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状、利益相关者等特点，本项目论证的重点包括（详见表1.4—1）：

- (1) 选址合理性；
- (2) 平面布置合理性；
- (3) 用海方式合理性；
- (4) 资源生态影响；
- (5) 海域开发利用协调；

表1.4-1海域使用论证重点参照表

海域使用类型		论证重点							
		用海 必要性	选址 (线) 合理性	平面 布置 合理性	用海 方式 合理性	用海 面积 合理性	海域 开发 利用 协调 分析	资源 生态 影响	生态 用海 对策 措施
特殊 用海	军事用海，包括军事设施和开展军事活动的用海					△			△
	其他特殊用海		△			△			
	科研教学用海·包括科学研究、实验及教学用海		△			△			
	海岸防护工程用海，包括沿岸防浪堤、护岸丁坝等		△	△	△			△	
	污水达标排放（一）用海，如低放射性废液排海、造纸废水排海等		△	△		△		△	△
	污水达标排放（二）用海，如工业和市政达标污废水排海，其他污（废）水海洋处置等		△			△		△	
	倾倒区用海，包括海洋倾倒、无毒无害固体废物海底填埋等的用海		△			△		△	△
	海底场馆用海·包括海底水族馆、海底仓库及储罐及其附属设施等的用海	△	△	△	△	△			△
	海洋水下文化遗产用海，包括发掘、保护各种水下文物和文化遗产等的用海					△		△	△
	其他情形特殊用海	△			△	△	△	△	

2 项目用海情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目名称、建设单位、建设性质、地理位置

(1) 项目名称：泉州台商投资区海洋生态保护修复项目

(2) 申请单位：泉州市海丝城乡融合产业投资有限公司

(3) 建设性质：海洋生态修复类工程

(4) 地理位置：本项目位于泉州市中部城区，海峡西岸重要海湾之一的泉州湾东部，泉州台商投资区滨海区域，实施范围主要包括洛阳江河口区域以及泉州湾海湾区域（N，E）。项目地理概位图见图2.1-1。

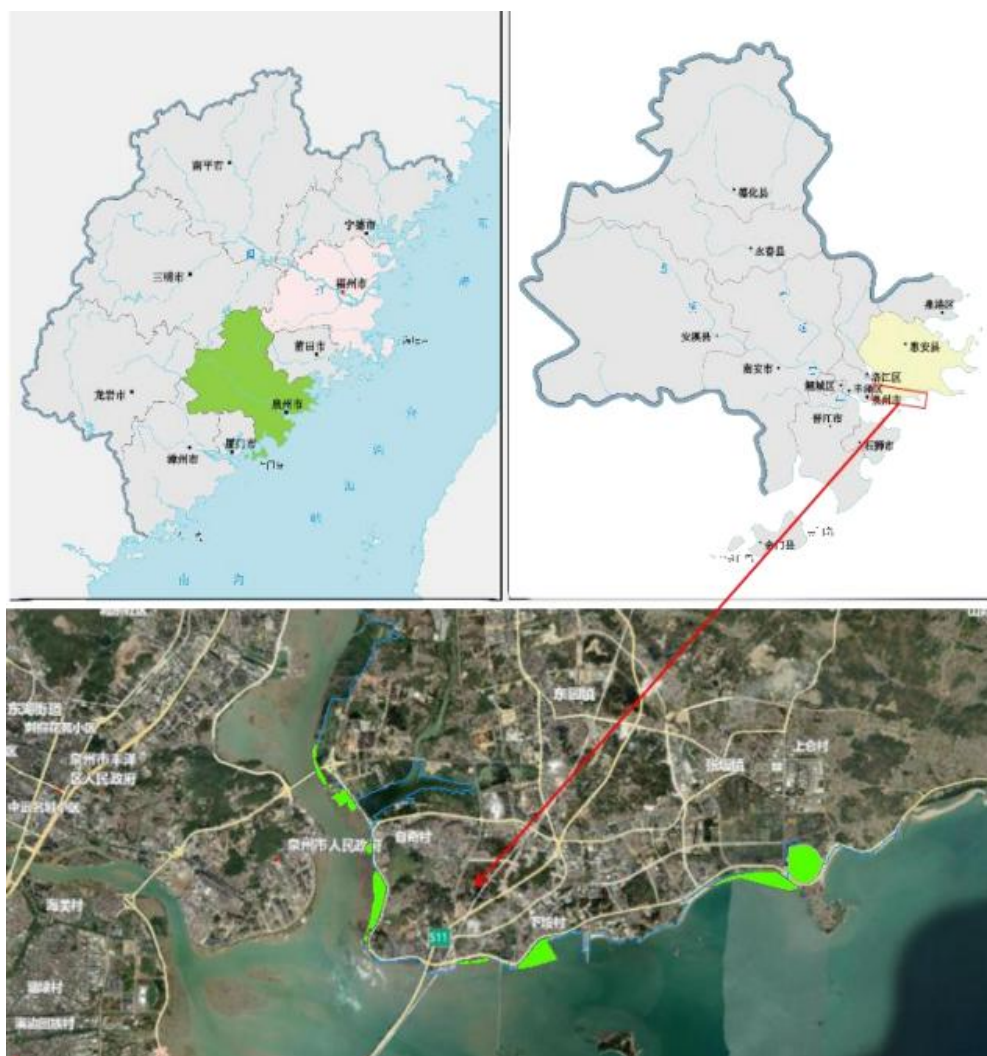


图2.1-1 本项目地理概位图

2.1.2 项目建设内容

项目从泉州湾海湾生态系统整体出发，以河口海湾陆海统筹，生态减灾协同增效、蓝绿碳汇同频增加为目标，具体通过实施洛阳江口典型湿地生境修复与栖息地

营造、泉州湾北岸岸线修复及防灾减灾能力提升以及月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善等措施，增强海岸带生态系统韧性、提升海洋灾害防治能力，打造碧海蓝天、洁净沙滩，不断提高人民群众的亲海获得感、幸福感、安全感；弘扬人海和谐共生的海洋生态文化，形成全民积极参与海洋生态环境保护的共识和行动自觉，打造海洋生态环境保护共建、共治、共享新格局。

以此为基础，发挥泉州作为国家海丝“战略支点城市”和“先行区”的优势，牢牢把握保护与利用的关系，抓住再现“东方第一大港”繁荣的契机，将海洋生态保护与泉州开放包容的“海丝”文化遗产充分融合，弘扬开拓进取的海洋精神，弘扬中华海洋文明，讲好中国故事，以“海丝”文化品牌为载体，进一步提升中国在海洋生态保护方面的国际影响力，为全球海洋治理提供中国智慧与中国实践。

根据本项目区域主要生态系统以及修复目标，结合现状生态问题，自泉州湾内向外实施洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造、泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升以及泉州湾月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程等修复内容。总体实施范围如下图所示。



本项目修复范围涉及岸线总长约10.7km，修复范围涉及海域面积约252.88hm²，主要包括洛阳江滨海湿地修复及栖息地营造工程、泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程以及泉州湾月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程等3项修复内容。

（1）洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造工程

洛阳江河口典型湿地修复及栖息地营造工程修复范围自后渚大桥至秀涂北侧，面积约90.82hm²，主要实施滨海湿地修复和生物栖息地营造，恢复河口湿地典型生境，增加区域生物资源，提升河口区域生态服务功能。工程主要包括连通湿地水系约2200m，营造浅水生境约2hm²，主要种植碱蓬、短叶江苳、芦苇等盐沼植被以及海滨藜和盐地鼠尾粟等地被植物，种植面积约28.75万m²。

其中碱蓬主要种植在已清退养殖塘塘内区域以及滩涂近海侧区域，种植规模约20.42万m²。芦苇种植于已清退养殖塘塘埂高程满足种植要求，以及近岸微地形整饰后高程+m的区域，种植面积约7.17万m²，短叶江苳主要种植于芦苇和碱蓬之间，设计高程在m~m之间过渡区域，种植面积约1.16万m²。

（2）泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程

根据现场调查和前期分析研究，泉州湾北岸沿岸现状存在岸线侵蚀受损的情况，为保证岸线后方生产、生活安全，需从侵蚀防护、防灾减灾能力提升、岸线整体生态质量、生态系统服务功能等方面，依据现状生态本底条件，对根据泉州湾北岸的岸线现状进行修复。泉州湾北岸岸线修复及防灾减灾能力提升工程自泉州湾北岸台商投资区秀涂区域沿岸线向东至玉沙湾区域。主要实施内容包括三宝宫外侧退养还滩与防护林带保护工程、玉沙湾砂质岸线修复工程等2项内容。

其中三宝宫外侧退养还滩与防护林带保护工程主要对现状受损砂质岸线进行修复，并对现状防护林外侧侵蚀区域进行防护，避免防护林进一步侵蚀受损，其中沙滩修复面积约2公顷，防护林向海侧防护长度约370m，项目形成修复岸线长度约475m。玉沙湾砂质岸线修复工程主要对玉沙湾区域砂质岸线进行修复，增加区域亲海空间和海岸带韧性，提升防灾减灾能力，项目修复沙滩约14公顷，形成修复岸线约1140m。

（3）泉州湾月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程

泉州湾月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程主要通过采取增加生态环境容量，恢复湿地功能，以及改善生态缓冲功能等修复措施，达到提升月亮湖区域的生态系统服务功能的目的。主要实施内容包括月亮湖水生态系统改善工程、月亮湖生态护岸建设工程、月亮湖退养还湿工程等内容。其中泉州湾月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程主要是对月亮湖湖区进行清淤疏浚，提升湖区环境容纳能力，并补充种植恢复水生植被，项目清淤疏浚面积约79公顷，水生植被种植约1.9公顷；

月亮湖生态护岸建设工程主要对月亮湖现有护岸进行生态化改造提升，生态护岸建设约635m；退养还湿工程主要对湖区现有养殖设施进行清退，恢复湿地属性和功能，项目清退现有养殖区域占用区域面积约6.15公顷，种植湿地植被约1.75公顷，形成修复湿地面积约6.15公顷。

本项目主要建设内容统计如下：

表 2.1-1 主要建设内容一览表

序号	工程内容	单位	规模	项目位置	是否申请用海	用海方式	用海期限
一	洛阳江河口典型湿地修复及栖息地营造工程						
1	湿地修复与栖息地营造工程						
1.1	湿地修复	hm ²	90.82	海域	不申请用海		
1.2	水系连通	m	2300	海域	不申请用海		
1.3	浅水生境营造	hm ²	2	海域	不申请用海		
1.4	盐沼植被种植	hm ²	28.75	海域	不申请用海		
二	泉州湾北岸岸线修复及防灾减灾能力提升工程						
1	海岸带植被保护修复工程						
1.1	养殖塘清退	hm ²	1.65	海域	不申请用海		
1.2	格宾石笼	m	370	179m位于陆域，191m位于海域	海域部分申请用海	透水构筑物	40年
1.3	后滨植被种植	hm ²	0.5	海域	不申请用海		
2	沙滩修复工程						
2.1	三宝宫外侧退养还滩						
2.1.1	沙滩修复	hm ²	2	海域	不申请用海		
2.2	玉沙湾砂质岸线修复						
2.2.1	沙滩修复	hm ²	13.94	海域	不申请用海		
2.2.2	沙坝修复	m	700	海域	不申请用海		
2.2.3	拦沙堤	m	305	海域	申请用海	透水构筑物	40年
三	月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程						
1	水动力提升工程						
1.1	湖区底泥清淤	hm ²	78.9	海域	申请用海	专用航道、锚地及其他开放方式	2年

2	水生植被种植工程						
2.1	水生植被修复	hm ²	1.9	海域	不申请用海		
3	退养还湿工程						
3.1	养殖塘清退	hm ²	6.15	海域	不申请用海		
3.2	连通渠	m	200	海域	不申请用海		
3.3	植被种植	hm ²	1.75	海域	不申请用海		
4	生态护岸建设工程						
4.1	生态护岸建设	m	635	海域	不申请用海		
4.2	牡蛎附着礁	hm ²	1.4674	海域	申请用海	透水构筑物	37年
4.3	施工围堰	hm ²	6.7563	海域	申请用海	港池、蓄水	1年
5	生物控藻工程						
5.1	鱼类投放	万尾	26.52	海域	不申请用海		

2.1.3 项目总体目标

本项目以我国海岸带总体布局中“六区”之一的“海峡西岸”范围内重要海湾组成部分——泉州湾为核心，针对泉州湾区域存在的河口湿地退化、岸线侵蚀受损、陆海联动区域生态系统质量下降等问题，运用河海联动、山海互济，打通岸上水里、陆地海洋区域联动的思想，开展沿海、流域、海域协同一体的综合治理。项目以河口海湾陆海统筹，生态减灾协同增效、蓝绿双碳同频增汇为目标，依托沿海海岸带地区在筑牢国家生态安全屏障、支撑沿海经济社会发展、承载陆海内外联动、促进高水平开发开放、推动高质量发展的关键性作用，通过实施洛阳江口典型湿地生境修复与栖息地营造、泉州湾北岸岸线修复及防灾减灾能力提升以及月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善等措施，增强海岸带生态系统韧性、提升海洋灾害防治能力，打造碧海蓝天、洁净沙滩，不断提高人民群众的亲海获得感、幸福感、安全感；弘扬人海和谐共生的海

洋生态文化，形成全民积极参与海洋生态环境保护的共识和行动自觉，打造海洋生态环境保护共建、共治、共享新格局。

在此基础上，充分发挥泉州作为国家海丝“战略支点城市”和“先行区”的优势，将海洋生态保护与泉州开放包容的“海丝”文化遗产充分融合，弘扬开拓进取的海洋精神，弘扬中华海洋文明，讲好中国故事，以“海丝”文化品牌为载体，进一步提升中国在海洋生态保护方面的国际影响力，为全球海洋治理提供中国智慧与中国实践。

2.2 项目平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 平面布置方案

2.2.1.1 总体修复范围

根据前期调查和分析泉州湾区域生态现状，泉州湾部分区域已实施《泉州市“蓝色海湾”综合整治行动项目（泉州湾海域）》、《泉州湾海岸带资源环境与滨海湿地整治修复项目》等海洋生态保护修复项目，生态功能已有明显改善。

因此本次修复主要选择洛阳江红树林自然保护区以南的泉州湾北岸区域，后渚大桥至浮山岛区域，通过陆海统筹的方式实施滨海湿地修复、岸线修复以及入海水系生态系统治理改善等措施，构建泉州湾北岸生态与安全屏障，助力泉州湾美丽海湾建设。



图 2.2-1 修复范围示意图

2.2.1.2 总平面布置

根据本项目区域主要生态系统以及修复目标，结合现状生态问题，自泉州湾内向外实施洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造、泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升以及月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程等修复内容。项目实施完成海洋生态修复总面积约252.88公顷，修复海岸线长度约10.7公里。增强海岸带生态系统韧性、提升海洋灾害防治能力，生态系统质量有效改善，生态系统服务功能大幅提升。项目总平面布置图见图2.2-2。

各工程修复内容、规模如下。

（1）**洛阳江河口典型湿地修复及栖息地营造工程：**修复范围自后渚大桥至秀涂北侧，面积约90.82公顷，涉及岸线长度约4公里，主要实施滨海湿地修复和生物栖

息地营造，恢复河口湿地典型生境，增加区域生物资源，提升河口区域生态服务功能。

(2) 泉州湾北岸岸线修复及防灾减灾能力提升工程：自泉州湾北岸台商投资区秀涂区域沿岸线向东至玉沙湾区域，修复海域面积约74.53公顷，岸线长度约3.6公里。主要实施内容包括三宝宫外侧退养还滩与防护林带保护修复工程、玉沙湾砂质岸线修复工程2项等内容。

(3) 亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程：主要通过采取增加生态环境容量，恢复湿地功能，以及改善生态缓冲功能等修复措施，达到提升月亮湖区域的生态系统服务功能的目的，修复面积约87.53公顷，修复岸线长度约3.1公里。主要实施内容包括月亮湖水生态系统改善工程、月亮湖生态护岸建设工程、月亮湖退养还湿工程等内容。



图 2.2-2 项目总平面布置图

2.2.1.3 洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造工程

1、项目区域现状

工程区域生态本底现状主要以光滩为主，近岸区域主要的生态问题是由于过往养殖构筑物造成的生境破碎，中部核心区域主要为互花米草治理后形成的光滩区域，近海滩涂区域主要为中低潮滩，部分为现有人为滩涂养殖或赶海活动形成的滩涂养殖区域。



图 2.2-3 洛阳江滩涂地形特征

部分区域地形高程适宜，且未受养殖活动影响的区域现状主要分布有碱蓬、芦苇和海滨藜等植被。



图 2.2-4 滩涂植被分布特征

2、平面布置

本工程主要修复区域自后渚大桥桥下两侧滩涂区开始，至洛阳江入海口区域。滩涂以百崎湖口为界，总体呈现百崎湖以北滩涂宽度较窄，现状废弃养殖塘外侧光滩整体坡度较大；百崎湖以南滩涂宽度较宽，且整体坡度较小。

因此，基于上述本底条件，工程整体布局呈现北侧宽度小，南侧宽度稍大的特征。考虑现有后渚大桥桥下滨海生态景观公园外侧滩涂较窄，废弃养殖塘向海滩面坡度相对较大，因此该部分区域主要选择对现状养殖清退范围进行生境修复和盐沼植被种植，恢复滨海盐沼湿地。

已建滨海生态景观公园以南至百崎湖北侧区域滩涂宽度稍宽，且该区域已完成养殖塘清退，部分养殖塘埂仍有保留，因此因地制宜，结合废弃养殖塘埂，营造光滩、浅水和盐沼湿地，形成栖息生境，为鸟类和其他湿地生物提供栖息环境。

百崎湖入海口区域滩涂现状地形高程相对较低，同时考虑百崎湖防洪需求，百崎湖入海口区域保留光滩，以自然恢复为主，避免采取生境修复和地形塑造等人工辅助修复的方式进行生态修复。

百崎湖以南，滩涂平缓，可根据现状滩涂地形、潮沟通道以及现状植被分布特征，实施水动力提升、生境修复、湿地植被恢复等措施，结合现状潮沟，构建植被恢复区域、浅水生境区域和湿地水系连通区等。此外，考虑百崎通道的建设需求，现阶段不对百崎通道周边区域进行修复，待百崎通道建设完成后，视时开展其他恢复措施。

综上，本项目修复范围南起秀涂村，北至后渚大桥，修复岸段长度约4km，修复海域面积约90.82万m²。

通过开展生境修复、盐沼植被种植等措施，修复受损河口湿地生态系统，提高岸线生态减灾能力。其中生境修复通过连通修复现状潮沟水系2.2km，提升潮间带水动力条件；根据本地主要鸟类种类的生活习性，营造浅水生境约2万m²，并结合现状潮间带养殖塘拆除后形成的地形条件，构建鸟类栖息生境。在此基础上，对现状适宜进行微地形整饰的区域进行局部地形整饰后种植碱蓬、短叶江苳、芦苇等盐沼植被，种植面积约28.75万m²。具体工程布局如下图所示。

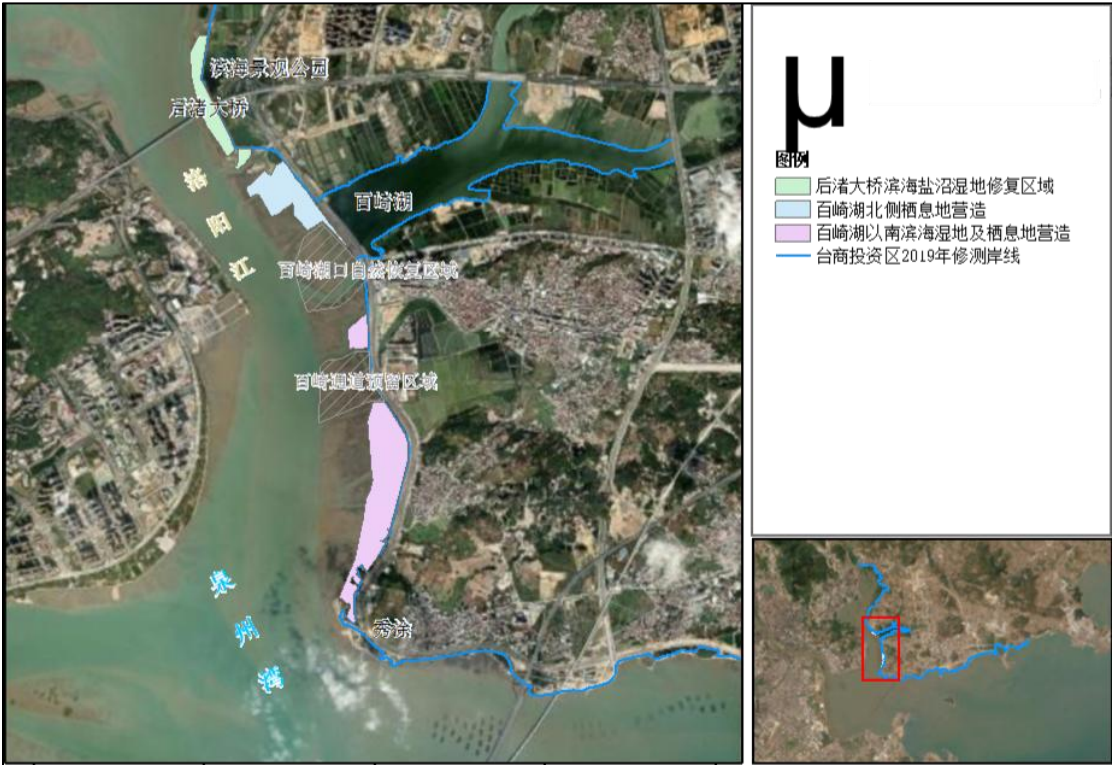


图 2.2-5 洛阳江滨海湿地修复与栖息地营造工程平面布置图

2.2.1.4 泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程

1、项目区域现状

过去四十年间，泉州湾北岸台商投资区岸段经历了显著的海岸开发活动。福厦高速跨海大桥连岸区域、原连岛海堤建设区域、下垵码头建设区域及七一水闸建设区域等海岸构筑物的陆续建成，对泉州湾北岸的整体性产生了明显影响。这些工程改变了原有的海岸形态，在一定程度上阻断了自然岸线的连续性。

泉州湾作为晋江与洛阳江的入海口，属于典型的咸淡水交汇区域，较为适宜开展渔业养殖活动。为追求经济效益，部分近岸区域被开发利用于养殖业，进一

步改变了近岸地形地貌和水动力条件。养殖活动的不合理扩张导致岸线地形地貌受损，影响了岸线的自然完整性和生态功能。

泉州湾北岸沿岸主要为砂质岸线，受自然因素和人为因素影响，目前部分岸线存在侵蚀受损，防灾减灾能力下降的问题。针对泉州湾北岸海洋生态环境现状，本工程从退养还滩、岸线侵蚀修复、防护林保护修复以及砂质岸滩修复等方面开展保护修复工作，沿泉州湾北岸实施三宝宫外侧退养还滩与防护林带保护以及玉沙湾砂质岸线修复等内容。



图 2.2-6 三宝宫外侧养殖塘现状



图 2.2-7 三宝宫东侧养殖塘现状



图 2.2-8 玉沙湾航飞照片



图 2.2-9 修复范围示意图

2、平面布置

本子项目主要分为三宝宫外侧退养还滩与防护林修复保护和玉沙湾砂质岸线修复等修复内容。

其中三宝宫外侧退养还滩与防护林修复保护主要是对三宝宫外侧养殖塘进行拆除并恢复原有岸滩属性，包括三宝宫外侧养殖塘和三宝宫东侧养殖塘等2处养殖塘清退，养殖清退面积约3.7公顷，滩面清理约0.5公顷，恢复三宝宫外侧现状养殖区域为海滩，沙滩修复面积约2公顷；恢复三宝宫东侧养殖区域为光滩和后滨植被带，植被种植面积约0.5公顷。同时，针对三宝宫东侧防护林外侧岸滩

侵蚀受损，威胁防护林生存空间的现状，在防护林外侧实施防护林带修复保护，防护长度约370m，防止防护林带进一步侵蚀受损。

玉沙湾砂质岸线修复主要是对受侵蚀的玉沙湾公园外侧海滩进行修复，根据岸线侵蚀情况分析结果，本阶段主要对玉山水闸两侧至浮山村外侧的沙滩进行修复，沙滩修复面积约14公顷，补充沙滩宽度，增加亲海空间，提升海岸带韧性。同时为了保证沙滩修复效果，根据该区域水文条件，配套实施拦沙堤防护和水下沙坝补充砂源。



2.2.1.5 月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程

1、项目区域现状

月亮湖原为一片围海形成的开放性水域，与外部海域自然连通，保持着良好的水动力条件和生态健康。随着台商投资区开发建设，特别是周边道路等基础设施的完善，湖区南侧陆续建成了G228沿海大通道（已建成投用多年，尚未办理用海手续），自然岸线和水动力环境因此发生显著改变。

目前，月亮湖主要依靠南侧的“七一水闸”与外部海域进行水体交换（该水闸目前部分正在办理海域使用手续）。由于原有开放连通格局受限，湖体水动力已明显减弱，水体交换能力下降。

月亮湖水面主要包括核心湖区、东西联通渠、门头村排洪渠、后蔡村排洪渠。其中东西联通渠、门头村排洪渠和后蔡村排洪渠都已按照防洪规划建设完成，护岸整体结构完整，可满足防洪需求，因此考虑防洪过水断面需求，本阶段暂不考虑对现有护岸进行改造。而湖区作为上述排洪渠的主要汇水区域，现状湖区整体水质和沉积物质量不佳；在现有闸控机制下，整体水动力不足；湖区尚有部分养殖围塘存在，需及时开展退养还湿工作；同时湖区部分护岸防护功能和生态韧性不足，需提升湖区防洪减灾能力。因此从整体上看，湖区修复更加迫切和必要，通过对湖区生态系统质量进行改善，不仅可以增加区域生态安全，还可增加城市湿地，提升周边居民生活品质，可有效提升月亮湖流域的生态服务功能。



图 2.2-11 已建护岸航拍照片

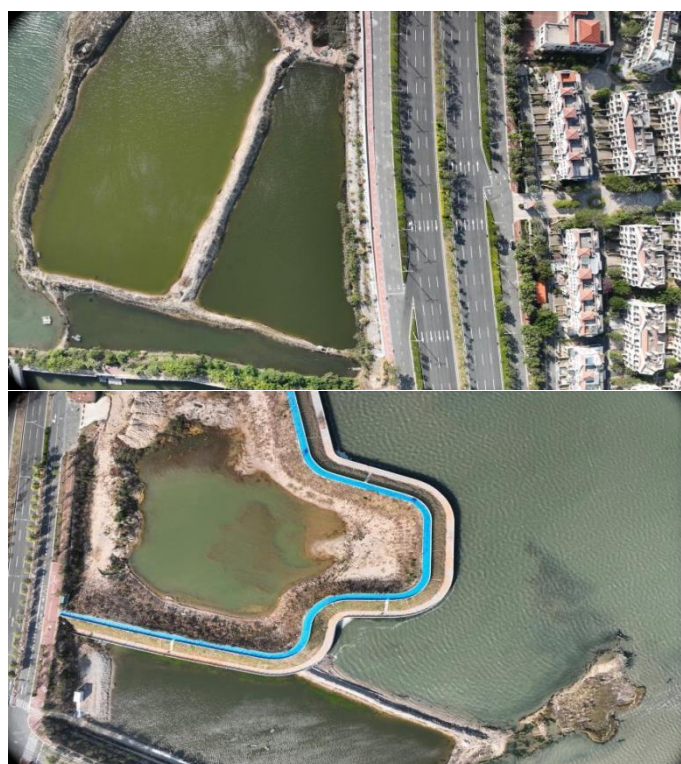


图 2.2-12 月亮湖区域现状养殖塘

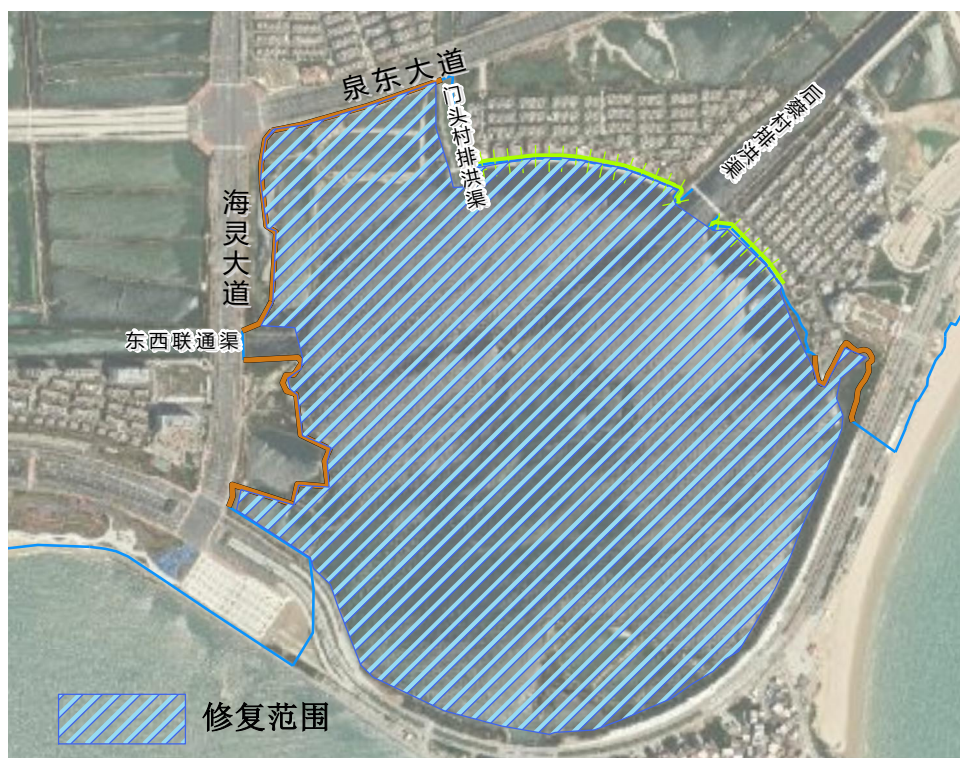


图 2.2-13 修复范围示意图

2、平面布置

根据月亮湖湖区生态现状，本工程主要实施月亮湖环境容纳能力提升、月亮湖退养还湿和月亮湖生态护岸建设等内容。其中**月亮湖环境容纳能力提升**主要是对现状湖区底质进行清淤，清除湖区底部污染底泥，清淤面积约78.9公顷，增加湖区水动力条件和整体蓄水能力；在此基础上，选择近岸区域进行海草种植，恢复湖区水体生态环境，水生植被种植面积约1.9公顷；在湖区补充投放鱼类等游泳生物，利用鱼类控制湖区的藻类数量和密度，达到生物控藻的目的，综合提升湖区环境容纳能力。**退养还湿**主要是将月亮湖北部、西部和南部现有废弃养殖塘进行拆除，并通过水系连通、地形塑造和植被种植等方式恢复湿地生态，恢复湿地面积约6.15公顷。**生态护岸建设**主要是对现状月亮湖湖区东侧近世茂月亮湾和世茂天琴湾小区处砌石护岸进行生态化改造，护岸上部无挡墙结构，整体缓冲功能存在不足，且硬质护岸生态连通性较差，需通过生态化改造的方式增加该区域的生态与减灾功能，并在堤前建设牡蛎附着礁，增加堤前生物栖息生境，整体上提升岸线生态功能，生态化改造长度约635m。具体工程布局如下图所示。

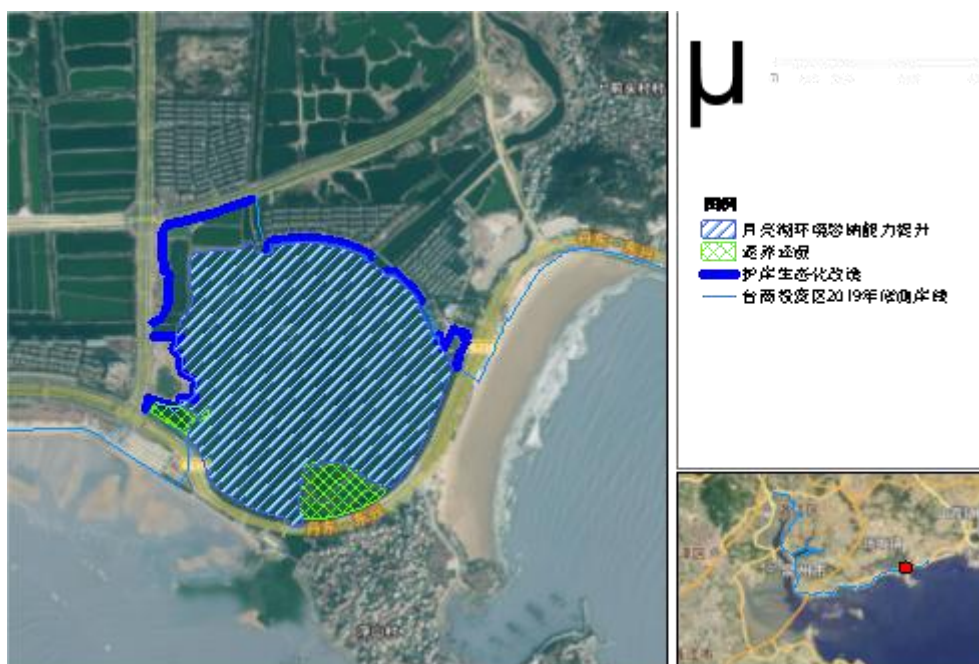


图 2.2-14 月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程平面布置图

2.2.2 湿地修复与栖息地营造工程

工程位于洛阳江口东岸，修复范围南起秀涂村，北至后渚大桥，修复岸段长度约4km，修复海域面积约90.82万m²。通过开展生境修复、盐沼植被种植等措施，修复受损河口湿地生态系统，提高岸线生态减灾能力。

其中生境修复通过连通修复现状潮沟水系2.2km，提升潮间带水动力条件；根据本地主要鸟类种类的生活习性，营造浅水生境约2万m²，并结合现状潮间带养殖塘拆除后形成的地形条件，构建鸟类栖息生境。在此基础上，对现状适宜进行微地形整饰的区域进行局部地形整饰后种植碱蓬、短叶江苳、芦苇等盐沼植被，种植面积约28.75万m²。



图 2.2-15 湿地修复平面布置图

2.2.3 海岸带植被保护修复工程

植被保护工程主要是针对目前三宝宫至原连岛海堤之间的防海岸带植被的破坏损失情况，开展植被外侧侵蚀防护和后滨植被补种等措施。

目前三宝宫外侧防护林带临海侧侵蚀明显，因此拟对侵蚀形成的陡坎处进行地形整饬后，设置赛克格宾石笼进行防护。同时，将三宝宫西侧现有养殖塘进行退养并清退部分养殖构筑物，进行微地形整饬后恢复种植植被，增加后滨植被带宽度，提升海岸带韧性。其中防护林带保护石笼建设长度约370m，后滨植被种植约5000m²。

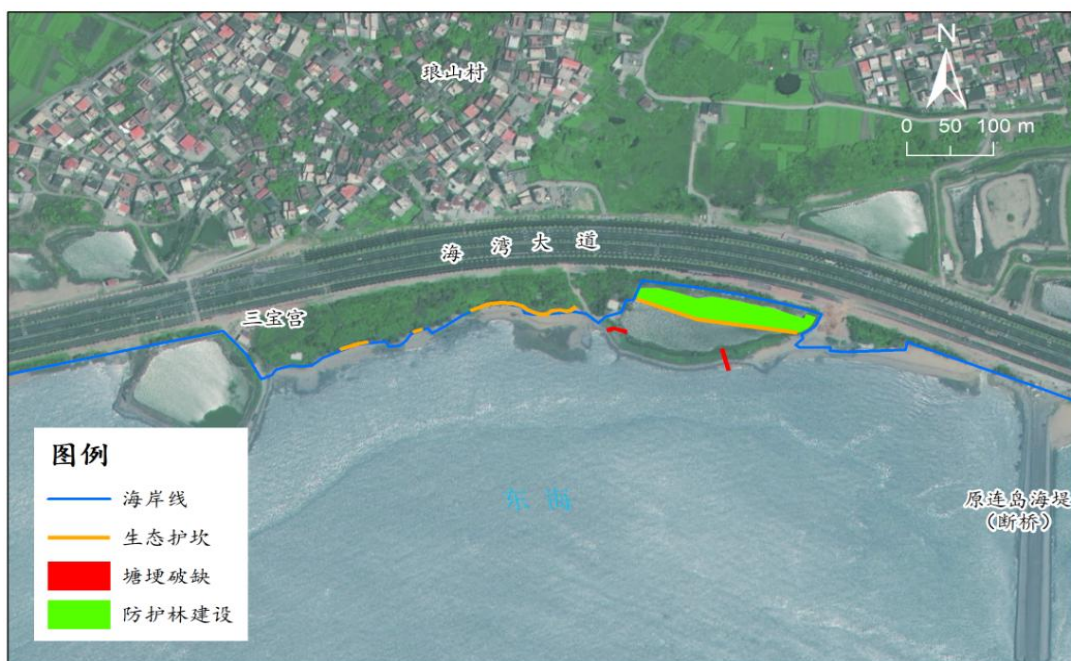


图 2.2-16 防护林保护修复平面布置图



图 2.2-17 防护林带保护范围示意图

2.2.3.1 石笼防护

防护林石笼防护采用格宾石笼结构，赛克格宾石笼是一种透水性、多孔隙的生态结构，在防护陡坎同时可为海洋生物提供附着栖息空间。单个石笼宽度为2m、厚度为1m。根据陡坎高度，石笼抛填1~2层。

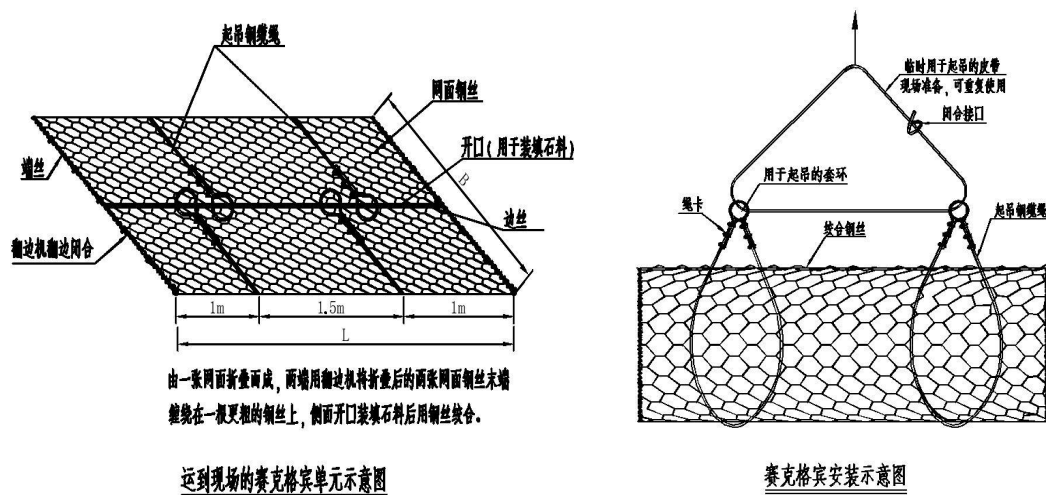


图 2.2-18 赛克格宾结构示意图

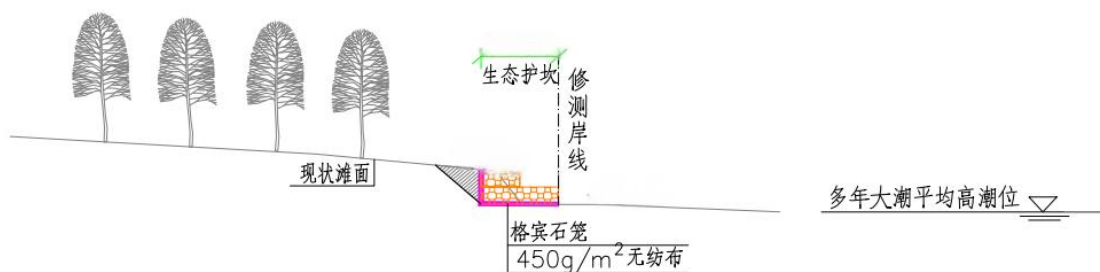


图 2.2-19 石笼防护断面示意图

2.2.3.2 后滨植被修复

1) 水动力修复

为恢复潮滩水动力环境和发挥现有养殖塘塘埂的防护作用，本项目拟拆除现状养殖设施，并在养殖塘塘埂打开缺口，并打通海水到养殖塘之间的潮沟通道，使得养殖塘与海水连通。根据面积和距离海水远近，塘埂开缺底宽度设定为 m ，深度至现状滩面，坡比约 $1:1$ 。为避免冲刷发生塘埂坍塌，在塘埂开缺边缘整理现有块石。

2) 植被种植

根据地形测图结果，种植区现状高程为 m 。因植被生长需满足 m 高程条件，需对种植区实施微地形塑造。鉴于工程区域水动力较强，外侧需利用石笼作为生态护坎以减缓水动力并防止微地形土方流失。生态护坎宽度约 m ，高度约 m ，顶高程 m ，低于多年大潮平均高潮位 m ，未改变潮间带属性，土方量约 $1.55万m^3$ ，土方来源为就近滩面取土。

图 2.2-20 后滨植被种植典型断面图（略）

2.2.4 沙滩修复工程

2.2.4.1 沙滩修复

根据现场调查，结合泉州湾北岸岸线的演变情况，本项目主要对三宝宫外侧沙滩和玉沙湾沙滩等2处沙滩进行修复。

三宝宫外侧沙滩修复主要通过对现状海滩区域的养殖构筑物及相关废弃物进行拆除清理后，并对养殖活动造成的海滩表层沉积物泥化底质进行清除。在此基础上根据三宝宫外侧岸线自然形态进行沙滩修复，增加岸线韧性和亲海空间。三宝宫沙滩修复可恢复沙滩约2.0公顷，修复岸线长度约475m。

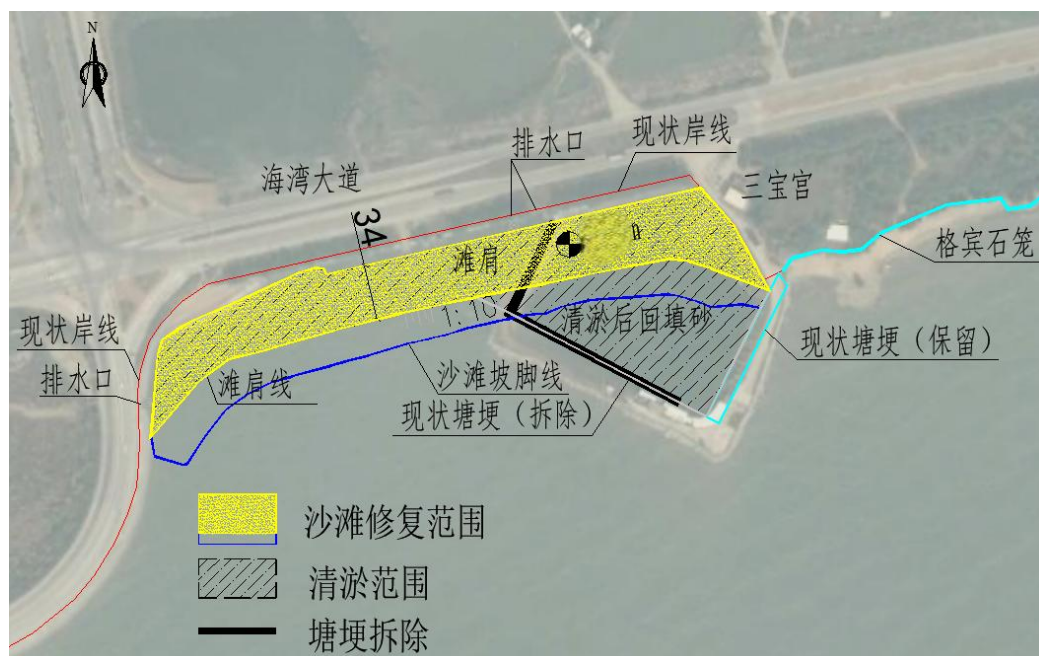


图 2.2-21 三宝宫外侧沙滩修复平面布置图

玉沙湾沙滩主要是玉沙湾公园及东侧岸线整体形态引起的沿岸输沙量活动增强，沙滩东侧沿岸侵蚀加剧。因此需通过补沙恢复原有沙滩宽度，同时需补充增加一定的防护措施，解决岸线变化引起的沙滩沉积物沿岸输移加剧的现状，达到修复后的沙滩可长期稳定的目的，避免沿岸水动力引起的海岸带防灾减灾能力下降和亲海空间萎缩等生态问题。

玉沙湾沙滩修复总体自现有构筑物外边界线向海进行海滩滩面补沙，涉及岸线范围约2800m，其中玉山闸东侧沙滩滩肩修复宽度约30m，玉山闸西侧沙滩滩肩修复宽度约30m~10m与现状沙滩衔接，沙滩修复面积约18公顷。

为了削弱西南向、南向浪对玉沙湾东段沙滩作用，减缓沿岸输沙速率，改善沙滩西淤东冲现状，在玉七一水闸出口礁石处和沙湾公园东部两处分别设置一座拦沙堤，分别记为1号拦沙堤和2号拦沙堤，长度分别为35m，210m，并在东侧1号拦沙堤沙滩坡脚外营造一道沙坝，顶高程m，长度约700m，顶宽度约50m。同时，为避免玉山闸排水对沙滩的冲刷，在玉沙湾中部玉山闸出口两侧各设置1座拦沙堤，自西向东分别为玉山闸1号拦沙堤和玉山闸2号拦沙堤。

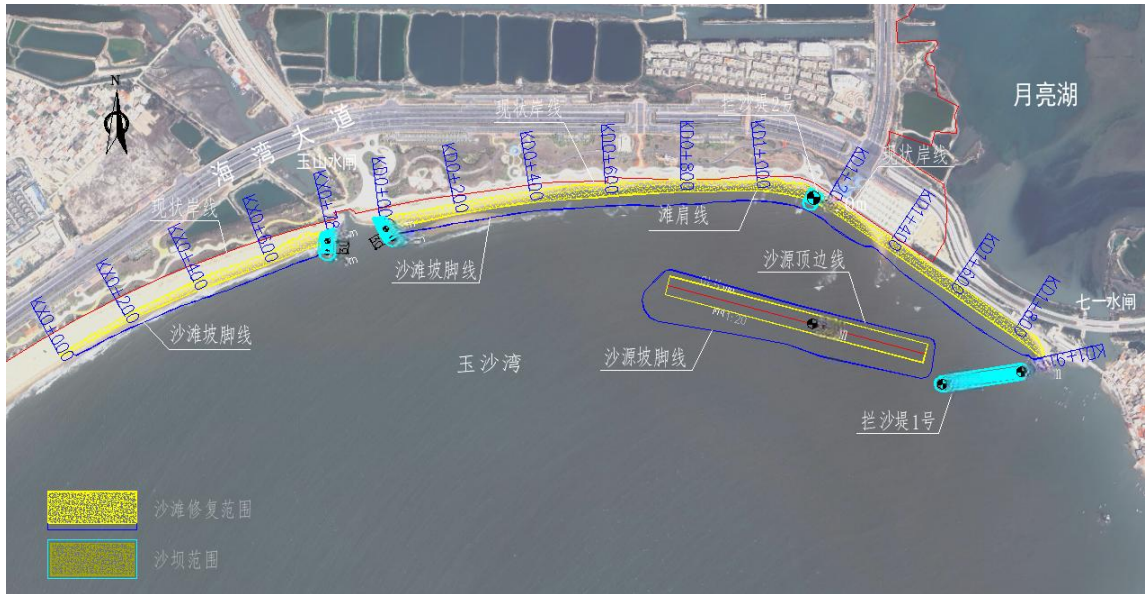


图 2.2-22 玉沙湾沙滩修复平面布置图

2.2.4.2 沙滩修复滩肩高程

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）中第三部分严格用海用岛相关规定，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。

参照本工程周边邻近崇武海洋站2019-2023年潮位统计数据，本项目区域多年大潮平均高潮位为m。本阶段滩肩补沙高程为m，此沙滩修复高程不改变潮间带、潮下带的属性，符合自然资办发〔2023〕10号文的要求。

2.2.4.3 填沙剖面

海滩剖面形态设计方法有多种,许多经验表明采用单一方法来进行养滩剖面设计未必能达到良好的效果,应用多种设计方法相互比较验证来确定。本阶段设计采用Dean(1977)的平衡剖面模式、剖面类比法及数模计算综合确定施工坡度。

由Dean平衡剖面原则可知,养护修复后形成的平衡剖面仅与泥沙粒径有关,在粒径确定后海滩坡度也随之确定。其计算公式如下:

$$h=Ay^{2/3}, \text{ 其中 } A=0.067\omega^{0.44}, \omega=14D^{1.1}$$

式中:

h —相对平均大潮高潮线的深度,单位为米(m);

A —海滩剖面尺度系数;

y —离岸距离,单位为米(m);

ω —泥沙沉降速度,单位为米每秒(m/s);

D —沉积物平均粒径,单位为毫米(mm)。

根据计算,平衡剖面的坡度为1:20。

综合考虑水动力数值模拟结果,本项目海滩养护工程滩肩以下回填沙坡度按1:10控制。

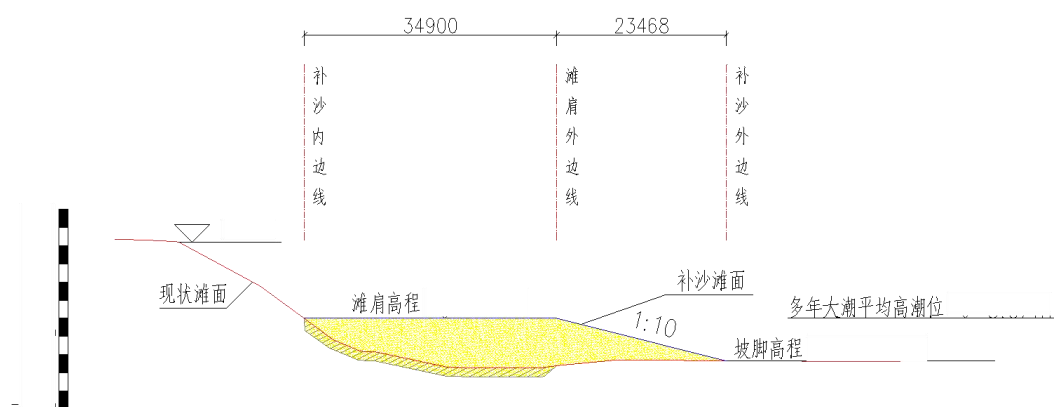
2.2.4.4 沙滩典型断面

(1) 三宝宫外侧沙滩修复断面

三宝宫外侧沙滩修复前先进行养殖塘的清淤,清淤完成后再进行沙滩修复。沙滩滩肩高程m,沙滩修复后滩肩宽度40~50m,修复长度约475m,修复面积约2.07公顷,施工坡比1:10,补沙4.57万m³。沙滩修复采用滩肩补沙方式。

根据现状堤脚区域的滩面现状,沙滩施工前对滩面进行整理,清除块石、垃圾等杂物,重点对现状海堤堤脚区域进行块石整理和滩面整理。

沙滩修复典型剖面如下图所示。



三宝宫沙滩修复典型断面

图 2.2-23 三宝宫外侧岸线修复典型剖面图

(2) 玉沙湾沙滩修复断面

玉沙湾外侧沙滩滩肩高程m，平均宽度约30m，修复长度约2330m，沙滩养护修复面积约13.95万 m^2 ，施工坡比1:10，补沙约, 25.08万 m^3 。

沙滩修复采用滩肩补沙方式。滩肩补沙是海滩整治修复最常用的方法，通过在滩肩吹填沙迅速增加滩肩宽度，并通过机械平整，进行整饬实现工程设计的海滩剖面。其优点是能迅速增加干滩宽度，造滩效果显著，抛沙技术中等，用沙量省，见效快等。根据现状堤脚区域的滩面现状，沙滩施工前对滩面进行整理，清除块石、垃圾等杂物，重点对现状海堤堤脚区域进行块石整理和滩面整理。

沙滩修复典型剖面如下图所示。

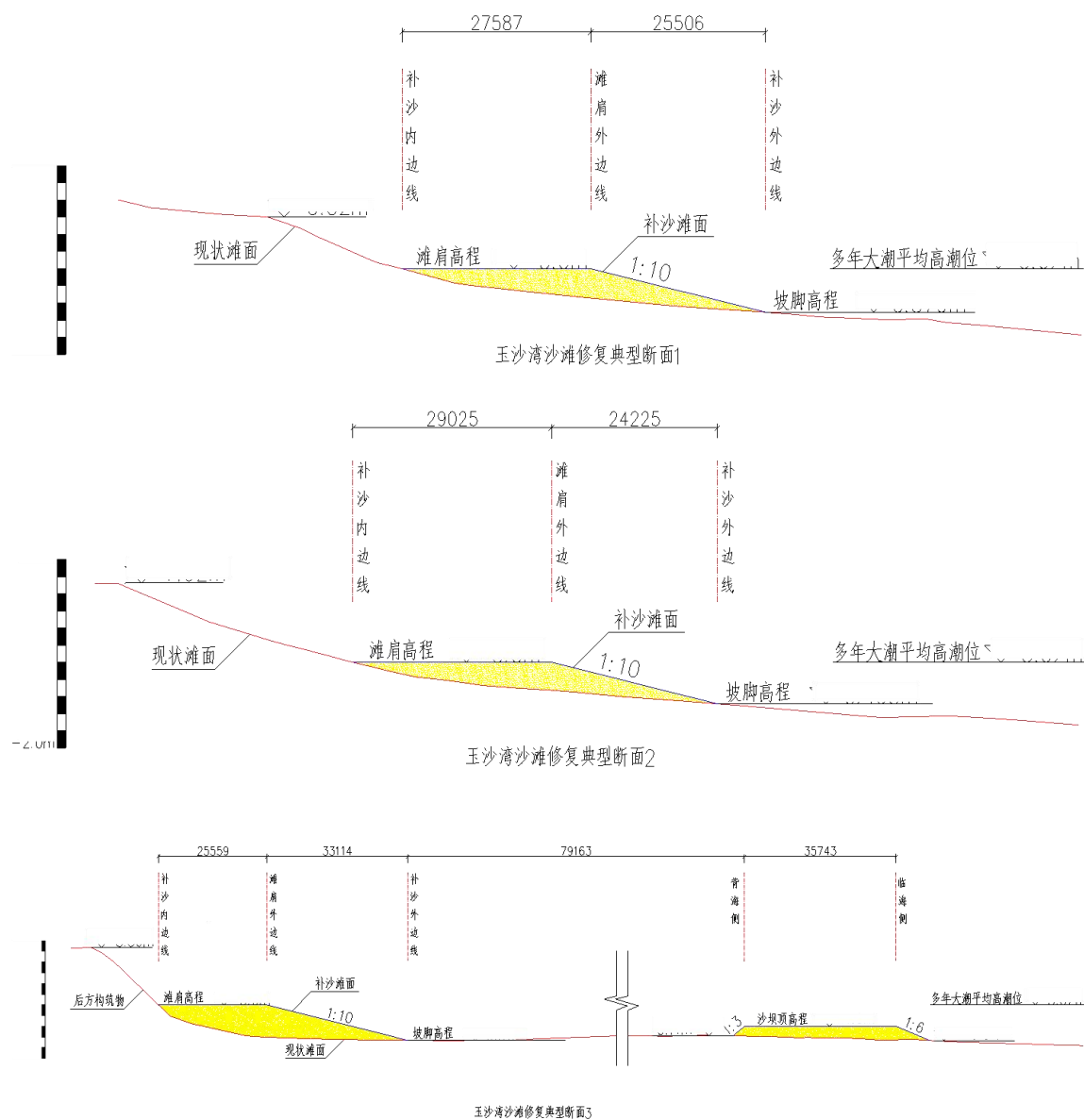


图 2.2-24 玉沙湾沙滩修复典型剖面图

2.2.4.5 玉沙湾拦沙堤

拦沙堤结构采用抛石斜坡结构形式，顶标高 m ，顶宽 m ；堤心采用 $10\sim 100kg$ 块石。两侧外坡为 $1:2$ ，坡面结构采用四脚空心方块，下铺 $0.8m$ 厚 $100\sim 200kg$ 块石垫层，块石垫层表层需理砌，为减少沙流失，在靠近沙滩侧块石垫层下设置 m 厚袋装碎石+土工布厚袋装碎石的反滤层。为防止淘刷，堤脚采用 $200kg\sim 300kg$ 块石护底，护脚宽 $5m$ ，同时滩面通常布置软体排。

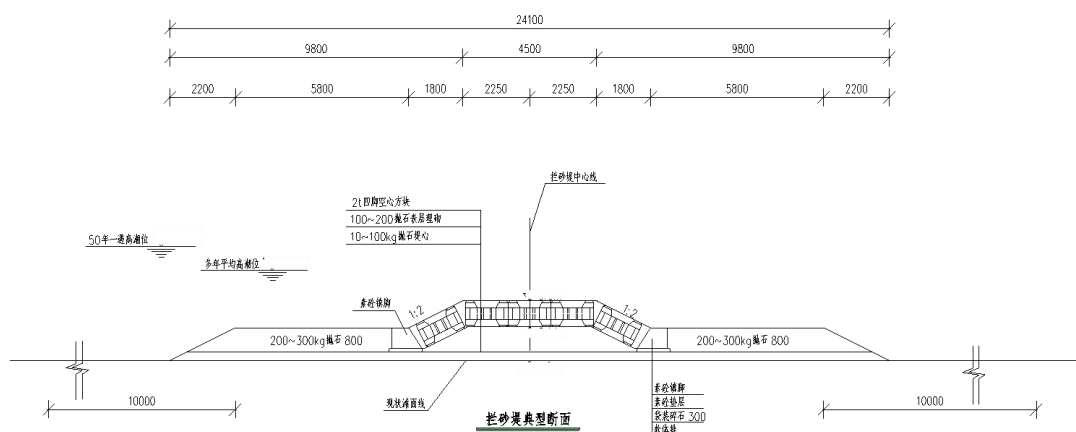


图 2.2-25 拦沙堤典型断面图

2.2.5 水动力提升工程

根据目前项目开展的月亮湖湖区地形测量结果，湖区北部大部分区域湖底地形高程在m以深，湖区南北之间形成明显的m的地形界线。因此，为充分提升月亮湖湖区水动力条件，拟对月亮湖南侧区域进行清淤，增加湖底深度，解决月亮湖北部水体交换困难的问题。同时，结合已收集的湖区地质勘查资料，现状湖底淤泥层厚度约m，且基本呈现北侧淤泥层薄，南侧淤泥层厚的特征。

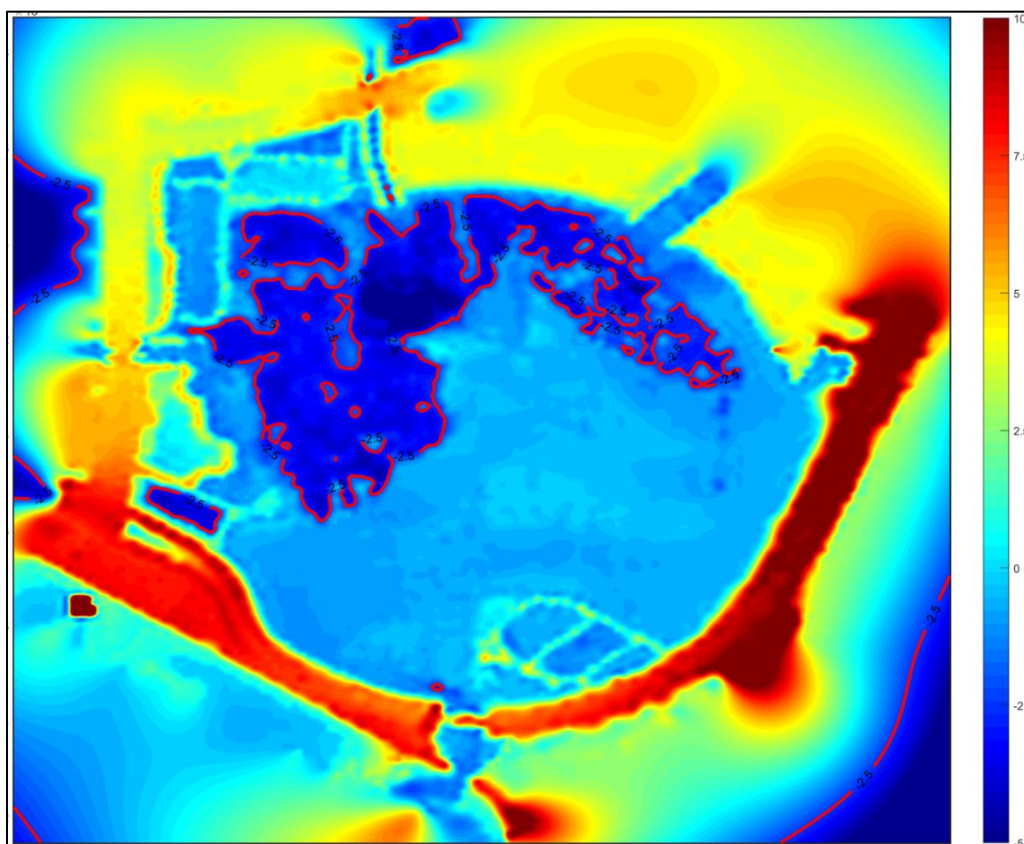


图 2.2-26 月亮湖现状地形分析图

月亮湖水动力提升工程根据湖区现状地形特征，结合湖底淤泥层厚度，进行分区清淤底标高设计。其中北侧现状水体较深（地形标高m以深区域，且淤泥层基本

在 m 之间，因此该范围内主要目标为清除湖底淤泥，控制清淤厚度为 m 。南侧现状淤积较为严重，实测地形高程基本在 m ，为保证湖区北部水体能充分交换，现阶段设计参照北部 m 等深线范围进行外扩，并参照月亮湖出口处地形高程，结合现状湖区湿地地形等，适当预留部分区域控制清淤底标高为 m ，水动力提升面积约78.76公顷，清淤量约106.86万 m^3 。具体平面布置如下图所示。

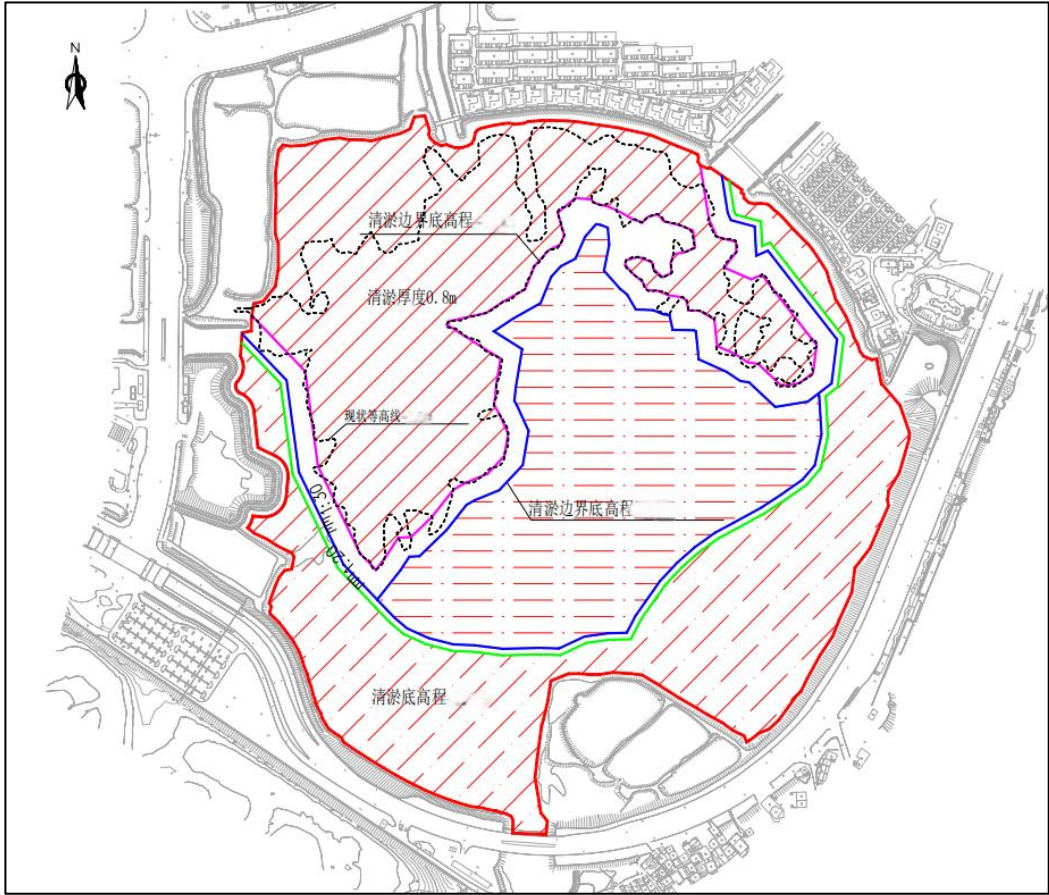


图 2.2-27 月亮湖清淤平面布置图

本次清淤采用挖吹工艺，即由绞吸挖泥船挖泥吹至处置区进行处置后进行板块压滤处理，板框压滤后体积约为 85.5万 m^3 ，处理后可用于场地回填等利用。

根据前期调查落实，本项目所产生清淤土可就近用于月亮湖西侧养殖清退区土方回填，总面积约66.7公顷，现状养殖塘与周边高差按2m计算，初步估计可容纳回填土方量约为135万 m^3 。



图 2.2-28 养殖清退区域位置及规模示意图

2.2.6 水生植被种植工程

为进一步提升月亮湖湖区环境容纳能力,拟在湖区底泥清淤的基础上,补充种植湖区水生植物。根据现状湖区水质调查情况,湖区盐度范围大致在 10‰~20‰之间,因此考虑修复湖区水体生态的同时增加蓝色碳汇,参照近岸海域和咸水湖泊中的植被修复方法,本阶段选择近岸海域和咸水湖泊中常见的沉水植物以及近岸挺水植被作为主要种植植被种类。

根据现场踏勘调查,湖区东北部现状硬质护岸外侧水体质量不佳,设计试验种植咸水湖常见沉水植被,改善水体质量,种植面积约0.47万m²。湖区南部现状坡脚处挺水植被分布较少,结合南侧湿地修复相关内容,设计在南部护岸坡脚处种植芦苇、香蒲等挺水植被,种植面积约1.42万m²。综上,湖区水生植被修复面积约1.9万m²。

具体平面布置图详见下图。



图 2.2-30 退养截污范围示意图

2.2.7.2 水动力条件修复

根据现场踏勘，月亮湖北、南部区域分布有一定数量的养殖围塘，围塘塘埂高程约m，在湖区常水位情况下阻隔了内外水体交换。因此需拆除部分塘埂，使湖区水面与退养后的养殖塘内湿地水系可交换流动，同时使现状成片的养殖围塘间可相互连通，增加退养后内部的水系连通和水体交换，发挥湿地区域的水体净化功能。

湖区及围塘间水系连通采用暗渠连通，保留塘埂顶部空间用于恢复湿地植被。连通渠设计底标高为m，保证在湖区起调水位情况下，仍可满足水体流动需求。连通渠宽度2m，长20m，根据现状养殖塘分布情况，共布置连通渠10处。

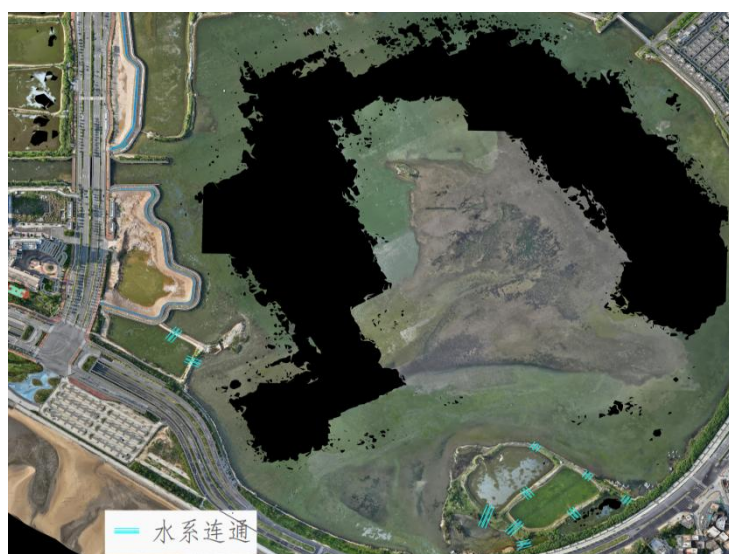


图 2.2-31 水系连通位置示意图

2.2.7.3 植被种植

湿地生境修复后，湿地内高程变化范围为m，其中塘埂顶部高程为m，坡脚处高程m，湿地微地形整饬后高程为m。根据上述高程，设计不同地形高程区域种植不同植被，增加湿地植被多样性，植被种植约1.75公顷，发挥湿地植被生态功能，改善湖区生态系统质量。具体平面布置如下图所示。

图 2.2-32 湿地生境修复平面图（略）

2.2.8 生态护岸建设工程

2.2.8.1 生态护岸建设

本次生态护岸建设主要对月亮湖东部，现状世茂月亮湾和世茂天琴湾小区外侧现状砌石护岸进行生态化改造，现状硬质护岸破坏了原有的自然生态系统，阻隔了海陆之间生物的交流通道；同时传统硬质护岸形式单一、缺乏美感，与周边自然景观难以融合，降低了海岸带的观赏价值；在稳定性方面，虽能在一定程度上抵御海浪冲击，但长期受海水侵蚀和自然灾害影响，结构易受损，维护成本高。而且，传统建设较少考虑与城市发展的协调性，未能充分发挥海岸带的综合功能，限制了海岸带的可持续发展。

本次生态护岸建设在充分考虑防洪安全的前提下，为护岸及月亮湖打造近岸生态岸线，长度约为635m。

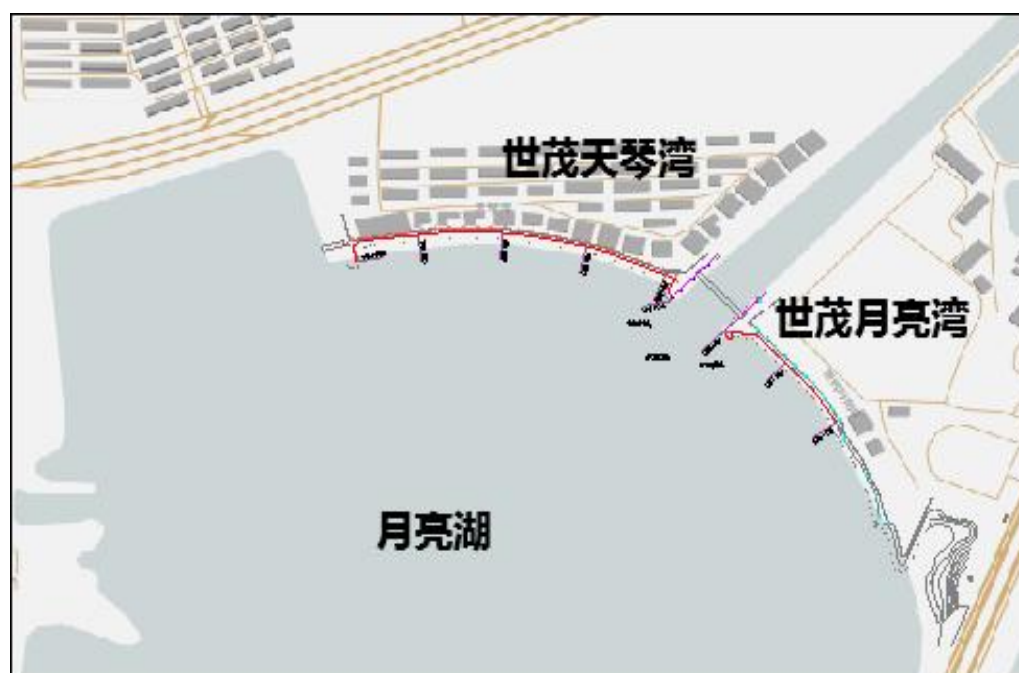


图 2.2-33 护岸生态化位置图

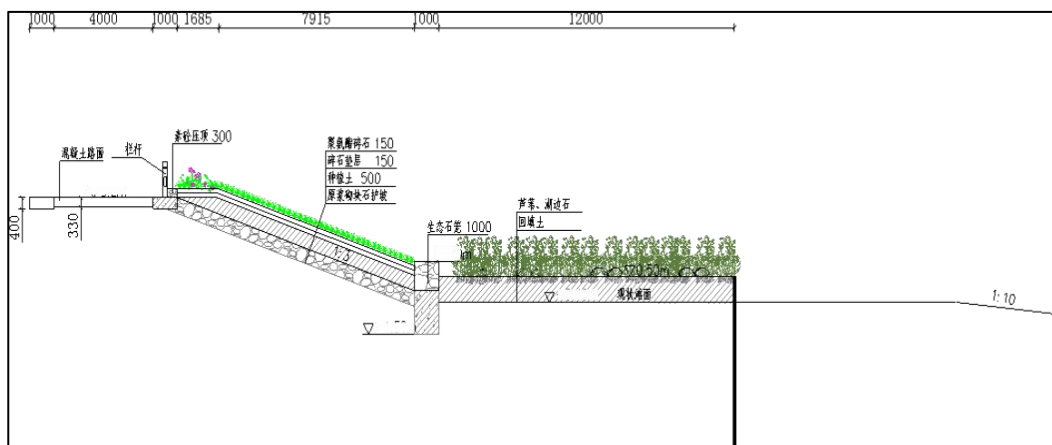


图 2.2-34 月亮湾生态护岸建设断面

2.2.8.2 堤前栖息生境营造

沿生态化改造护岸堤脚回填土松木桩挡墙外侧投放牡蛎附着礁，营造人工湖水下生物异质性生境，提高生物多样性，净化湖水底质沉积环境，并可防浪减灾减少对生态护岸的侵蚀作用。

1) 牡蛎附着礁平面布置

本工程两段牡蛎附着礁平面尺度分别为 $416\text{m} \times 9\text{m}$ 和 $346\text{m} \times 9\text{m}$ ，根据《区域性人工鱼礁建设容量评估及布局规划技术规范》，相邻两行的单体鱼礁、相邻两行的单位鱼礁、相邻两行的鱼礁群，宜对着潮流主流轴方向错开排列、呈“品”字形布置，单体间距以保持 1.5~2.5 倍礁体宽度为宜，这是基于众多算例流场动态分析和满足判据的背涡流区、上升流区体积计算结果综合分析的结论。因此本工程单位鱼礁中相邻礁体呈“品”字形，间距按 1.5 倍礁体宽度布置。

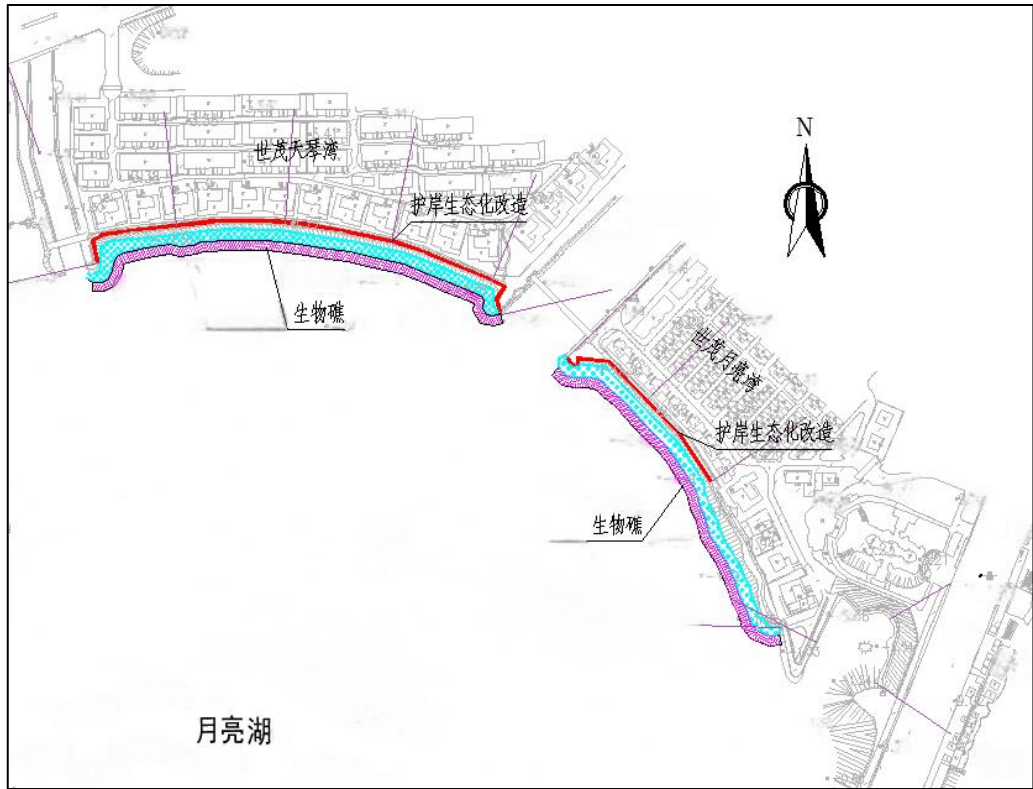


图 2.2-35 牡蛎附着礁平面布置图

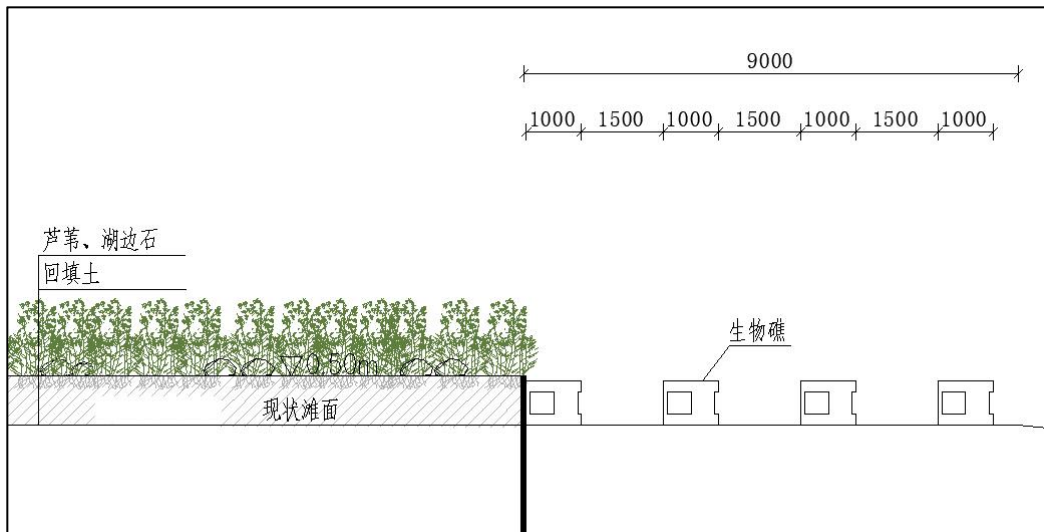


图 2.2-36 牡蛎附着礁布置剖面图

2) 礁体结构

圆柱形牡蛎附着礁能获得较大的空方数，为海洋生物提供避敌、繁衍、觅食的场所，诱集更多生物量，而且镂空式的结构能够对礁体周围的流场产生显著影响，更加有效地促进礁体周边水体的交换混合，为海洋生物提供丰富的营养物质，为鱼类提供丰富的饵料，从而达到吸引鱼类的效果。本工程采用镂空式圆柱型钢筋混凝土礁体。

礁体尺寸为外径1m，内径0.6m，高0.8m 的圆柱型礁体，为C35钢筋混凝土预制件，礁体侧面设置3个方形孔洞，在保证鱼礁结构通透性的基础上尽量增大鱼礁结构表面积，增大附着生物的附着面积，从而为趋礁生物提供丰富的饵料，从而实现改善生物生境的目的，单个礁体空方体积为0.63m³。

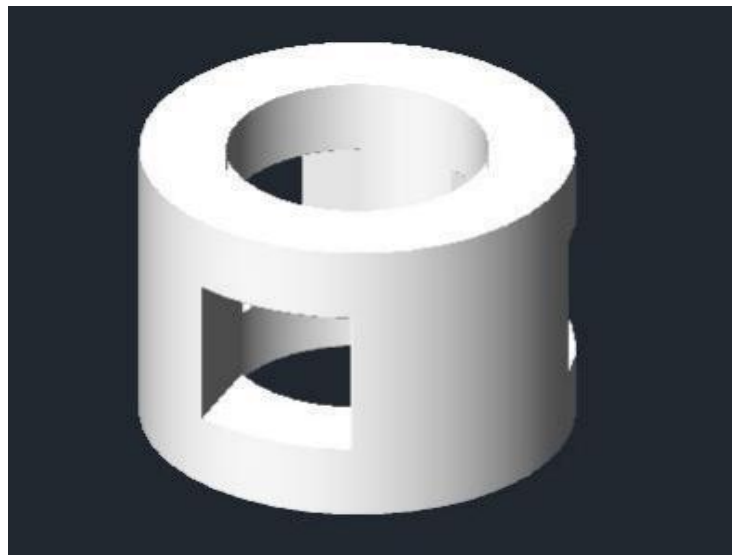


图 2.2-37 牡蛎附着礁结构图

2.2.8.3 施工围堰

本项目临时工程主要是指月亮湖生态护岸建设的施工围堰。施工围堰兼做施工便道使用，西侧施工围堰进场段在现状塘埂外侧拓宽形成，位于湖区内的施工围堰采用袋装砂填筑形成，临时围堰顶宽7m，高程由m逐渐过渡至1. m；东侧施工围堰采用袋装砂填筑形成，高程由m逐渐过渡至m。具体平面布置如下图所示。

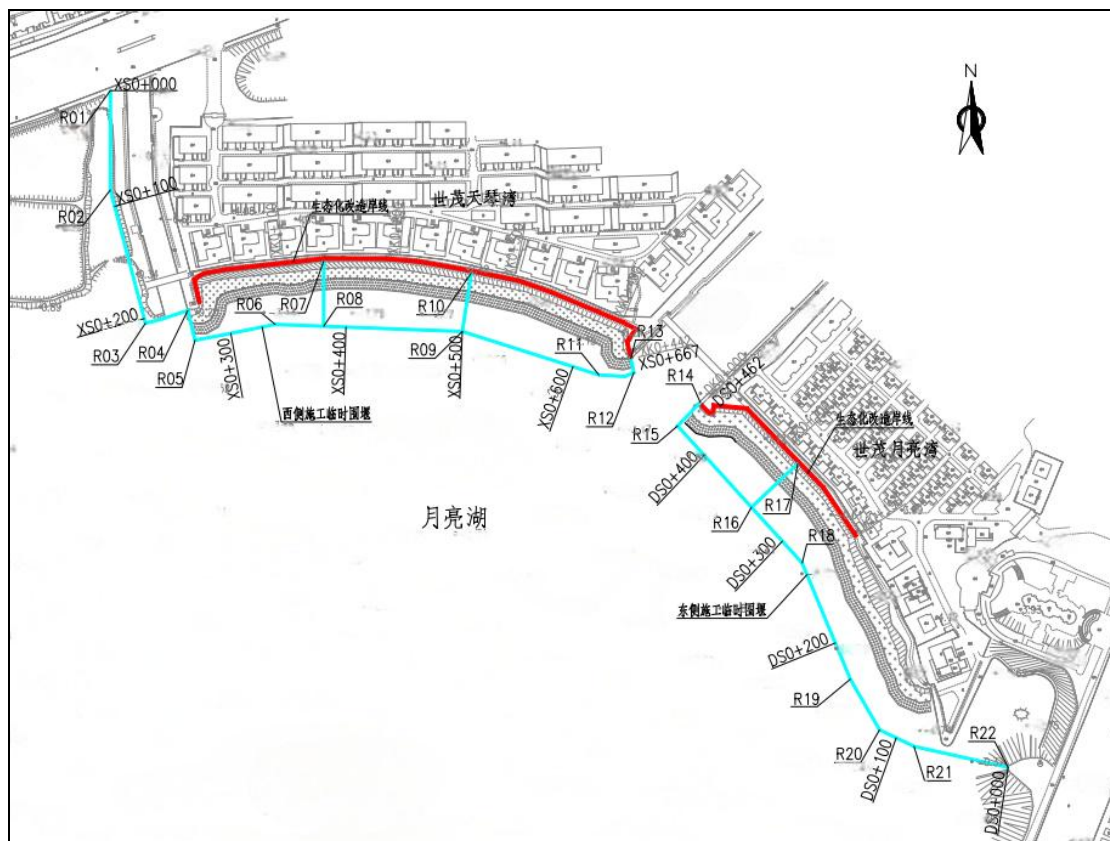


图 2.2-38 施工围堰平面布置图

图 2.2-39 施工临时便道断面结构图（略）

2.2.9 生物控藻工程

为进一步提升湖区水体质量稳定性，改善湖区水体生态环境质量，拟通过增加湖内鱼类等生物的数量，达到生物控藻的目的。

根据现状生态调查，月亮湖水体盐度范围大约10~20‰，因此主要选择适宜咸水环境的控藻鱼类，同时需综合考虑盐度适应性、摄食习性 & 生态安全性，现阶段鲮鱼、梭鱼和遮目鱼等3种鱼类用作月亮湖水体藻类控制生物。

现阶段按照表层控藻、底层扰动和大型藻类控制三方面设计鱼类投放组合方案，按照湖区修复后水域面积80 公顷计算，则各类鱼所需数量如下表所示。

表 2.2-1 鱼类投放分类数量统计表

序号	种类	投放比例	数量（尾）
1	鲮鱼	60%	216000
2	梭鱼	30%	43200
3	遮目鱼	10%	6000

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 湿地修复与栖息地营造工程

1、施工流程

微地形塑造→滩面整理→盐沼种植→养护。

2、工程施工

盐沼种植工程施工步骤包括滩涂整理、微地形塑造、盐沼种植和管护。

(1) 岸滩整理

盐沼植被种植前，采用人工结合机械方式清除渔网、海漂垃圾、杂草等障碍物，并设立警示标牌。

(2) 微地形塑造

对于低于设计高程的区域，采用水陆挖机就近取土回填土方。微地形塑造至少1个月的时间让底质沉实稳固和充分暴露。微地形塑造应在盐沼种植前完成并验收。

(3) 盐沼植被种植

本项目盐沼植被品种选择碱蓬、短叶江苳和芦苇等，种植方式采取移栽种植和种子播种两类。

3、管护

管护器内禁止在种植区内部进行与保育无关的作业，并安排专人加强人工巡视。定期清理海漂垃圾和杂草，防治病虫害和外来入侵生物等有害生物。种植后宜开展短期内管护工作，定期观测植被生长情况，当成活率低于70%及时补种。

2.3.1.1 盐沼植被选种

(1) 相关规程要求

1) 《互花米草治理区域生态修复技术指南（试行）》（自然资办函〔2023〕2401号）：优先恢复治理区域的原生植被类型和物种；历史上没有湿地植被分布的区域，可参考周边区域的植被分布情况种植适宜物种，采用生物替代的方式提高互花米草治理效果；福建地区可种植盐沼品种为芦苇、短叶江苳、江苳、南方碱蓬、芦苇、沟叶结缕草。

2) 《福建省互花米草除治攻坚行动生态修复技术指南（V01）》：

参考除治区历史状态或周边自然状况相似的原生生态系统，根据滩涂底质、潮位、盐度、水文及其他自然条件，选择适宜的红树植物或盐沼植物进行修复。可选

择芦苇、短叶茳芏、南方碱蓬、海三棱藨草、海雀稗、盐地鼠尾粟等，其中短叶茳芏耐盐能力较差，适宜在河口低盐区种植；海三棱藨草适宜在中低潮位滩涂种植；其他盐沼植物适宜在高潮位滩涂上缘种植。

(2) 原生植被分布

根据黄宗国等人上世纪90年代调查，泉州湾海岸高等植物共有191种，隶属于143属51科。植物成带分布非常明显，最外围为红树植物群落或者芦苇+短叶茳芏群落，高潮线附近湿润滩地常为盐地鼠尾粟、狗牙根等组成的群落，堤岸上则为海滨藜、小藜等组成的群落及由人工造的木麻黄组成的防护林。



图 2.3-1 泉州湾滩涂和海岸植物常见种的分布（黄宗国等，2004）

(1) 现状植被分布

在互花米草治理后，项目区植被群落呈斑块或零星分布，主要为南方碱蓬、芦苇和海滨藜等。结合测量成果，盐沼植被主要分布在养殖塘塘埂和海塘周边。其中，南方碱蓬生长高程为m以上，盐地鼠尾粟、海滨藜等植被高程为m以上。

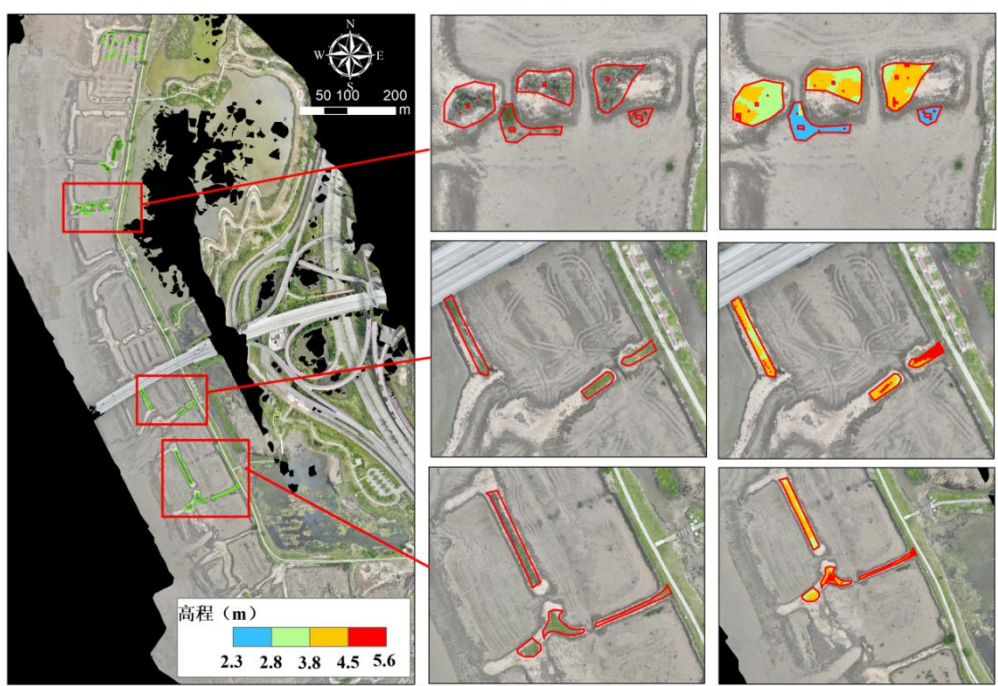


图 2.3-2 项目区域植被与高程关系

综上所述，结合项目生境修复后的整体潮间带地形特征，项目生境修复后的潮间带地形高程不大于多年平均大潮高潮位，因此本项目推荐潮间带种植南方碱蓬、短叶茳芏和芦苇。

表 2.3-1 推荐种植品种

种类	生态类群	适宜潮滩	底质类型	设计高程 (m)	多年大潮平均 高潮位 (m)
芦苇	广盐	高潮滩	淤泥质、泥沙质	/	/
南方碱蓬	高盐	高潮滩	淤泥质、泥沙质和沙质	/	
短叶茳芏	广盐	中高潮滩	淤泥质、泥沙质	/	

2.3.1.2 盐沼植被种植

(1) 种苗要求

种苗采购以周边地区为主。为保证成活率，提高种植效果，要选生长健壮，无病虫害，根系发达的种苗和健康饱满的种子。本项目所植的种苗必须持有“两证一签”，即苗木检验证、苗木检疫证、苗木产地标签，移栽和运输过程中注意保护根系完整。

表 2.3-2 苗木规格一览表

序号	种类	规格		密度
		株高 (cm)	蓬径 (cm)	
1	短叶茳芏	30	/	1m×1m
2	芦苇	40~60	/	1m×1m
3	南方碱蓬	种子净度≥95%，纯度≥95%， 发芽率≥75%		5g/m ²

(2) 种植方案

①短叶茳芏

采用移栽法，种植时间为3月至11月。种植时行距为1.0m×1.0m，按行距挖略大于草块的穴坑，每个草块喷施促生根生长素溶液后放入穴坑。

②南方碱蓬

采用播种法，播种时期为4月至5月，选择小潮退潮期，均匀地将种子撒于土壤表面，施用量为5g/m²，覆土0.5cm~1cm并压实。

③芦苇种植

采用移栽法，移植时间为4月~5月，芦苗高40cm以上时，用铁锹切苗四周，挖出长宽各约20cm~25cm、深20-30cm的方块苗墩，按行株距各1.0m×1.0m，根据苗墩大小，挖好土穴，将苗逐一放入，再用脚踏实四周压实。

2.3.1.3 盐沼植被养护

本项目管护期为3年，需要建立养护制度、病虫害防治、入侵物种治理、水肥管理等工作。当成活率或盖度低于70%时需及时补种。

(1) 养护制度

养护作业人员包括管理人员和一线工人，宜具备生态学或园林景观相关知识背景及水上作业相应的技能。养护现场应配备充足的养护作业工具和安全防护用具，定期检查安全防护用具的有效性，发现损坏及时修补或更换。养护过程中应当建立养护档案管理，对养护过程中所积累的各种档案资料进行分类收集、整理、编目、存档，档案资料应完整、准确、系统。根据实际情况，采取必要的封滩保育措施。根据需要安排人员进行巡逻，禁止在修复区进行与保育无关的作业，采取专人巡视看护和布设防护网等措施加强保护，定期清理修复区的海漂垃圾和杂草。

（2）病虫害防治

管护期间应重视病虫害的防治。病虫害防治以“预防为主、综合防治”为原则。对修复区域内的植物定期做病虫害检测，及时处理染病、染虫植株。推荐使用物理防治的措施减少病虫害的发生。在病虫害的多发季节加强巡查力度，对各种病虫害进行随时防治。同时注意保护环境，减少环境污染。对于因外界原因死亡或病弱植株及时清除，补种可在植被适宜季节集中进行。

（3）入侵物种防范治理

首先通过无人机巡视搭配人工巡视的方式进行互花米草二次入侵监测。一旦植被群落内部发现互花米草、加拿大一枝黄花等入侵物种，如出现零星发生的新发植株，应采用人工拔除和挖掘方式及时治理；如出现斑块状种群，宜结合现场情况，通过机械或药剂措施及时治理。

（4）水肥管理

根据盐沼植物长势情况确定是否进行施肥。施肥应以底肥为主，肥为辅，严格控制施肥时间和施肥量。后期管护期间可根据需要合理灌溉及排水。灌溉水源应采用符合植物生长需要的水源，灌溉时期应根据植物品种的生物学特性、土壤墒情及水盐运行规律适时灌溉，灌溉次数遵循一般情况下不旱不浇，但浇则浇透的原则，同时做好喷水保湿、及时排水措施。对含盐量超过湿地植物生长极限的区域要及时灌溉浇水，降低土壤的含盐量，并及时监测，控制含盐量。

2.3.2 海岸带植被保护修复工程

防护林带保护施工流程：

施工准备→滩面平整→格宾石笼制作与填充→格宾石笼起吊、安放→整体验收。

主要施工方法：

（1）施工准备：确定格宾石笼位置和高程，并测量格宾石笼各个关键部位的尺寸；

（2）滩面平整：格宾石笼基底平整。

（3）格宾石笼制作与填充：网片展开压平成箱体，接缝处用拉紧线固定，避免纵向贯穿缝；盖板与箱体绑扎间距 $\leq 30\text{cm}$ 。分层填充每次 $\leq 35\text{cm}$ 高，每层投料均匀，填充后人工平整外露面。

(4) 格宾石笼起吊、安放：安放前确保地基平整密实，地基平整后摆放格宾石笼；坡面防护时隔板平行水流方向，护底工程时隔板垂直水流方向；相邻网箱边框间距 $\leq 30\text{cm}$ ，使用同材质钢丝单圈-双圈交替绞合。

2.3.2.1 后滨植被选择

结合项目区域潮汐条件，推荐种植黄槿和木麻黄作为主要修复植被种类。黄槿为锦葵科常绿乔木，株高可达15m；单叶互生，呈革质或纸质，叶形为近圆形、阔卵形或心形，全缘或具细圆齿，托叶近长椭圆形；花单生于叶腋或数朵排成腋生或顶生的总状花序，花色黄，心部紫黑，基部有一对托叶状苞片，脱落前常变为红色；蒴果球形，密被黄柔毛，花果期几乎全年。该品种常见于红树林林缘、高潮线上缘的海岸沙地及堤坝附近，亦可在完全不受海水影响的淡水环境中生长。水培条件下，其幼苗可在盐度18mg/g的培养液中正常生长。苗木选用需满足植株健壮，根、茎、叶发育良好且无病虫害，苗高90cm~120cm，基径1.5~2.0cm。移栽时间为3~11月，选择小潮低潮期实施，种植密度为1.0m \times 1.0m，当成活率低于70%时需及时补种。

2.3.3 沙滩修复工程

沙滩修复工程施工流程：

施工准备→清滩→抛填回填沙→沙摊铺、理坡→按设计滩肩高程、坡度修整→分段验收→整体验收。

施工方法：按工程边界放样，设置标志物；从沙源地开采或购置符合要求的合法沙源，高潮位时用船运至工程区抛填（可能需要小型平板船二次过驳）；海岸填沙顺序由岸向海施工。具体在施工阶段细化。在低潮位时，利用挖掘机与铲车等机械乘低潮时进行坡度整理。清滩工程可以利用挖掘机在低潮位时进行，配合自卸汽车，运至建设单位指定地点堆放。

2.3.3.1 填沙粒径选择

为了提高养护海滩的稳定性，在难以改变自然海滩侵蚀过程的条件下，一般采用较天然海滩更粗的沉积物进行人工补沙，以保持养护海滩比原始海滩更为稳定。而且，海滩沉积物的粗化将会局部改变近岸水动力条件。

根据《海滩养护与修复技术指南》和国内外海滩修复经验，采用类比法分析，即采用比附近天然海滩沙平均粒径相等或者略粗的回填沙，开展沙滩修复工程。

本次修复沙滩剖面以养护沉积物平均粒径等于或略粗于工程区天然海滩沉积物为原则，确定本项目养护沉积物的粒径表层沙粒径。根据沙滩沉积物现场调查结果，三宝宫区域沙滩沉积物平均粒径约0.5mm，玉沙湾沙滩沉积物调查的平均粒径约0.2mm，因此确定三宝宫区域补沙粒径为0.6~0.8mm，玉沙湾区域补沙粒径为0.3~0.5mm。

2.3.3.2 沙源选择

材料要求：本项目沙料除达到上述粒径要求外，还应满足以下要求：

含泥量<2%，生物碎屑含量<3%，暗色矿物含量小于3%，（石英+长石）碎屑含量大于90%，石英碎屑含量大于80%。

根据相关同类工程施工经验，沙源质量问题事关工程成败。为了确保沙滩修复后的稳定性，必须要求沙源质量达到设计标准。沙滩修复工程沙源可考虑购置海沙，且不得购置违规、违法开采的海沙，禁止在现有沙滩或者现有沙滩近岸闭合深度以内开采海沙。

现阶段已基本落实沙滩补沙沙源，沙源位置位于厦门以南，东碇岛，东锚海域，距离本项目主要补沙区域约100km。

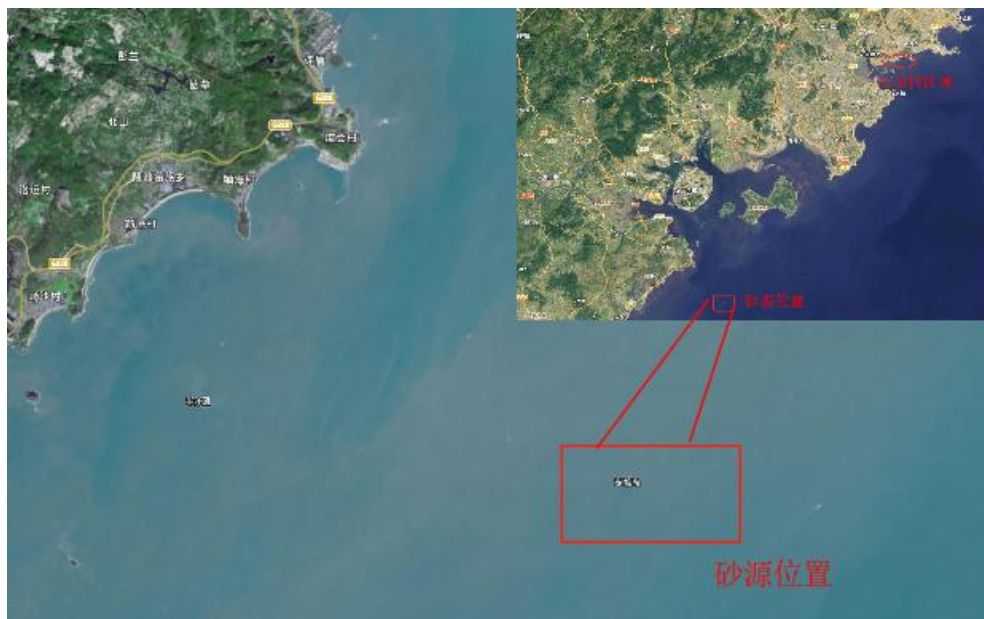


图 2.3-3 沙源位置示意图

2.3.3.3 补沙方式

在进行海滩修复前，对修复区域内的海漂垃圾、碎石等进行处理，整治海滩环境，提升岸滩质量。



图 2.3-4 海滩清理

滩肩补沙是海滩整治修复最常用的方法，通过在滩肩吹填沙迅速增加滩肩宽度。并通过机械平整，进行整饰实现工程设计的海滩剖面。其优点是能迅速增加干滩宽度，造滩效果显著，抛沙技术中等，用沙量省，见效快等。

2.3.3.4 沙滩监测与养护

沙滩修复后应设置必要的监测设备，以了解沙滩的动态，为后续沙滩养护及类似沙滩设计的持续改进提供数据支撑。由于沙滩后期可能遭遇各种气象条件，可能发生泥化、侵蚀等问题，因此应考虑沙滩修复后的养护问题，采取必要的洗沙、补沙等措施，以确保沙滩的正常使用。沙滩修复效果图见下图。



图 2.3-5 沙滩修复效果图

2.3.4 水动力提升工程

本次清淤采用挖吹工艺，即由绞吸挖泥船挖泥吹至处置区进行板块压滤处理，处理后的淤泥用作其他项目再利用。

月亮湖环境容纳能力提升施工流程：

施工准备→清除湖区工程范围内的障碍物→绞吸船对湖区进行清淤→清淤土方处理→处理后的土方再利用

主要施工方法：

1、清淤施工

湖区疏浚可采用小型绞吸船疏浚工艺：小型绞吸船陆路运输进场，下水拼装后挖泥施工，通过排泥管泥泵接力吹填至处理区。本次清淤施工拟采用功率约350方/h 的绞吸挖泥船。

主要施工工序如下：

（1）施工前扫床并摸排整个湖区的现状情况，包括环湖已建的围堤、塘埂及路基。

（2）清除湖区工程范围内的障碍物。工程大部分区域为浅滩，绞吸船和疏浚设备进场前，需先进行障碍物清理，将水面的漂浮垃圾和植物残体进行清除。清障完成后，设备再进场。

（3）采用绞吸船对湖区进行清淤。

2、清淤土方处理施工

本次疏浚土方采用框压滤脱水干化设备进行处理，板框压滤场地布置于月亮湖西侧塘埂区内，采用压滤式泥水分离设备，利用空气等压力促使泥浆流经滤布时，固体停留在滤布上，而滤液部分则渗透过滤布，从而达到固液分离。

绞吸船输送的泥浆先通过沉淀、除杂系统，将影响底泥脱水干化处理的贝壳、塑料袋等垃圾清除，再通过分级系统将泥浆中粗颗粒筛除，剩余颗粒则随泥浆进入由脱水干化设备组成的泥水分离系统，脱水后形成干化土和尾水，尾水进入水处理系统后达标排放。

1) 清淤土质

根据《泉州市台商投资区月亮湖清淤整治工程工程地质勘察报告》，土方情况及土质分级如下：

表 2.3-3 清淤岩土层工程特性及分级、管道输送适宜性一览表

地质分层	①淤泥	②淤泥质砂	②-1泥质细中砂	③中砂
工程分级	1	3	6	7
状态	极软	软	松散	中等
管道输送的适宜性	很好	很好	较好	碎化后较好

根据地勘剖面，清淤产生土质主要为①淤泥、②淤泥质砂、②-1 泥质细中砂，为1级、3级土和6级土。

2) 清淤工程量

（1）计算测图

2025年7月水深测图

(2) 计算超深、超宽

按《疏浚与吹填工程设计规范》，绞吸挖泥船计算超深取m，计算超宽取m。

(3) 施工期回淤

施工期上游排水，回淤暂按基建设工程量的5%考虑。

(2) 清淤工程量

表 2.3-4 清淤工程量一览表 (单位: 万 m³)

清淤底高程m区域工程量	清淤底高程m区域工程量	清淤厚度m区域工程量	维护工程量	合计
32.27	48.88	20.62	5.09	106.86

(5) 船机配备及工期

配备功率约350方/h 绞吸船2艘，该区域绞吸挖泥船施工工况按五级工况考虑。工期约7个月。

3) 板框压滤工艺

本次板框压滤场地布置于月亮湖西侧塘埂区内，采用压滤式泥水分离设备，利用空气等压力促使泥浆流经滤布时，固体停留在滤布上，而滤液部分则渗透过滤布，从而达到固液分离。由于板框压滤泥水分离设备生产稳定，脱水分离效果好，脱水后底泥含水率较低，本工程推进采用板框压滤脱水干化设备。

绞吸船输送的泥浆先通过沉淀、除杂系统，将影响底泥脱水干化处理的贝壳、塑料袋等垃圾清除，再通过分级系统将泥浆中粗颗粒筛除，剩余颗粒则随泥浆进入由脱水干化设备组成的泥水分离系统，脱水后形成干化土和尾水，尾水进入水处理系统后达标排放。

(1) 除杂系统：泥浆经由管道泵送至场地，经由溢流沉浆池自动沉淀较大的石块等垃圾，溢流出的泥浆经由明渠输送至自动格栅机去除杂草、塑料袋等轻质垃圾，再进入浓缩池。

(2) 分级系统：针对城市内陆河流、湖泊底泥有机质含量高、中值粒径小难分离等特点，疏浚泥浆经分级系统后，可有效降低有机质含量和提高机械脱水施工效率和效果。

(3) 污泥浓缩：除杂之后的污泥进入浓缩池浓缩。静置后，泥浆形成初步沉淀，上清液析出，经由水门排入导流明渠，引入余水处理池中。泥浆经过沉淀处理后浓度提高。

(4) 泥浆调节：经浓缩后的泥浆通过泵送至调节池，加入调理剂等药剂调理泥浆性能，从而提高泥水分离效率和效果。

(5) 加药系统：本加药系统为全自动加药装置，采用射流式混合器，利用高速水力冲散药剂粉粒，增加细度，提高药剂粉粒与水的接触、渗透面积，缩减溶解时间，其溶解速度为一般的加药装置高数倍。

(6) 泥水分离系统：板框压滤设备由交替排列的滤板和滤框构成一组滤室。由供料泵将泥浆压入滤室在滤布上形成滤饼。滤液穿过滤布并沿滤板沟槽流至板框边角通道，集中排出。随后打开压滤机卸除滤饼，清洗滤布，重新压紧板、框，开始下一工作循环。其中固相经过运至临时堆场，液相则通过管路进入余水区，达标处理后排放。

(7) 余水处理系统：污泥经过沉淀后，表层的清液需要排出，该部分余水经过加药处理，进入余水池，达标后排放。清液中含有细小颗粒，首先在絮凝剂的作用下，颗粒压缩沉淀，形成矾花。再经过折流式余水池，采用浅池沉淀原理，颗粒完成沉淀过程，而上清液通过溢流进入余水池尾部，达标处理后排放。

(8) 处置规模及时间

板框压滤底泥脱水设备日处理淤泥约 500m^3 ，考虑到设备检修等因素，本工程需处理淤泥约 106.86万m^3 ，需配置板框压滤设备10套，处理工期约9个月。

2.3.5 水生植被种植工程

2.3.5.1 生境修复

根据月亮湖湖区现状生态调查结果，湖区盐度约在10~20‰之间，表层底质类型主要为淤泥和淤泥质沙。本项目在湖区底泥清淤，提升湖区环境容纳量后，原湖底污染底泥被清除。因此湖区在实施水生植被种植前，需平整底质表面，恢复地形地貌条件。淤泥层部分会在湖区底泥清淤过程中基本清除，并通过回填种植土的方式达到改善植被种植区底质微生境的目的。

2.3.5.2 植被修复

1) 沉水植被选择

月亮湖通过七一水闸与外海相连，根据月亮湖生态环境本底调查，湖区盐度在10~20‰之间，属于典型的陆海过渡区域。考虑月亮湖与外海的连通方式，以及月亮湖的蓄洪和水体交换需求，湖区水体盐度无法改变。因此沉水植被优先选择能够适宜一定盐度，适宜于近岸海域或沿海湖泊池塘等水域的植被。

参考《中国海草资源分布现状、退化原因与保护对策》中关于中国海草种类及其分布的相关内容，并结合《海草床生态修复手册》（自然资办函〔2025〕236号）、《海洋生态修复技术指南第4部分：海草床生态修复》（GB/T 41339.4-2023）以及《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第6部分：海草床》（T/CAOE 20.6-2020）中我国主要海草的适宜生境的调查，并结合月亮湖现状的实际水深和盐度条件，本项目选择分布于底质偏向泥质的沿海咸水池塘、水沟等静水环境，生长在水深一般4.5m以浅的川蔓草，作为本项目亮湖沉水植被示范修复的海草种植种类。

2) 植被种植方案

（1）植被育苗

通过育苗再进行移植已经成为全球普遍使用的一种修复方法。该方法将沉水植被种子置于载有人工流水系统的培养池或海水池塘中，萌发培育成种苗，至种苗达到适宜高度后，将种苗移植到拟修复海域。

可于近岸建立陆基温室内或海湾/近岸的围堰池塘进行海草育苗。陆基温室应具有海水给排水系统、适宜盐度、良好的透光能力和一定的控温能力的培养池，围堰池塘应具有良好的换水能力，以可连通海水并实现潮汐涨落的池塘为宜。



图 2.3-6 室内育苗

选取富含有机质的粉沙、粉沙质沙作为育苗基，筛除大块砾石/贝壳备用。播种前用高锰酸钾等对基质进行消毒。在培养池或池塘内先铺一定厚度的育苗基质，将种子均匀撒播于基质表面，密度应适中，避免过多种子堆积在一起，播种后覆盖1cm厚的基质并轻轻压实。也可在塑料育苗钵中进行育苗，对于体型较小、叶片较薄的海草物种，适合放置于营养钵中培育，以减少后续移植对植株的破坏。播种后，要维持培养池或池塘内水体的流动和水温，对温度、光照、换水频率等进行适时调整可以提高苗的生长速度和出苗规格，也利于增强植株抗性和对环境的适

应性，提高移植成活率。在夏季和秋季可加快水体交换速率，并且避免水温过高，冬季和春季期间可减缓换水频率，并维持一定的适宜温度。

（2）种苗移植

当播种苗茎枝高度至 10~20 cm 高时，可分装于营养钵中进行移植，使用营养钵进行移植时，宜采用生物降解的材料制作营养钵。营养钵可选择方形或圆形，高度以 6~8 cm 为宜，面积可在 100~300cm²。植入海草后，钵内适当填充基质，以增加纸浆营养钵的重力，提高稳固性，同时也为海草幼苗提供初期生长所需的养分。将带有海草幼苗的营养钵运输至待修复区，移植过程中宜尽可能减少幼苗根部的损伤。在移植区，挖取空穴，放入营养钵后用底泥进行掩埋固定。

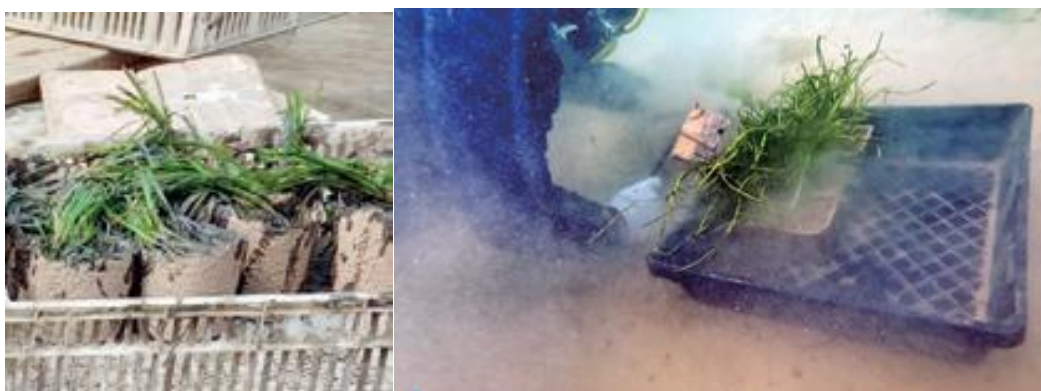


图 2.3-7 苗种移植

2.3.5.3 后期管护

本项目所选沉水植被属于近海平静水域和咸水池塘常见的海草种类，根据已有相关研究，该类植被易受到自然因素和人为因素的影响，进行种植后，仍可能会受到较大威胁。因此需在开展修复工程后实施必要的管护措施，直至植被成功定植。管护期以 2~4 年为宜。

在修复区域封滩保育海草，禁止在种植区域内从事会影响海草生长的捕捞、养殖、休闲娱乐等活动；宜在海草种植区设立标识物、警示牌，必要时可采用围网保护；同时，在近岸陆地显著位置设立标志碑，注明海草种植、保护和管理等信息。

建设单位应聘用专人巡视看护，具备条件的建设单位宜在修复区设立视频监控系统，实现对海草床修复区的实时观测与监控。

控制生态修复区内及周边区域的水产养殖强度、减少向海里排放生产活动废水和生活污水、控制旅游活动强度以及减少沿岸开发活动等。清除海漂垃圾与漂浮性大型藻类等威胁因素。定期观察修复区域内海漂垃圾和大型藻类等出现的情况，及

时开展清理工作，降低其对海草生长和存活的影响；在营养负荷较高的区域，要加强修复区域内大型藻类的观察和清理。

在修复管护期对海草的密度、成活率和覆盖率进行监测，当海草恢复情况未达到项目预期的目标时，应及时进行海草补植。

在海草种植后，开展相应的生态监测，了解营造的海草床生态系统与周边区域的状态及其变化趋势。

2.3.6 退养还湿工程

2.3.6.1 湿地生境修复

1) 养殖塘塘埂生态功能改造

目前湖区西南部养殖塘塘埂硬化较为明显，塘埂顶部光秃无植被覆盖，对比其他区域现有塘埂及地势较高的区域已自然生长有木麻黄、马尾松等乔灌木。因此，设计利用现有北部和西南部现状养殖塘塘埂，进行生态功能改造，参照南部养殖区域的植被高程分布特征，对现状塘埂进行整饬，在塘埂区域种植乔灌木、地被等，增加湿地植被种类，提升湿地生态功能。

维持现状塘埂顶部宽度4m不变，改变塘埂两侧坡度，自塘顶高程m按坡度1:2放坡至高程m处，用于恢复盐生地被；自m按1:5放坡至m，用于恢复芦苇等湿地挺水植被。

2) 湿地微地形整饬

根据现阶段地形测量结果，目前养殖塘内塘底高程约为m，若按湖区常水位m为标准，则养殖塘内现状底高程较低，无法满足湿地植被生长需求，因此考虑利用湖区清淤产生的沉积物，经脱水处理后用于本项目地形整饬。目前的相关案例经验显示，脱水处理后的沉积物既可以实现地形整饬的目的，也更加有利于植被生长。

塘内微地形整饬高程为m，保证最低高程与湖区起调水位相同，用于后续湿地植被种植。同时，通过微地形整饬，引导湿地内部水流方向，增加水体在湿地内的停留时间，发挥湿地的净化功能，有利于湖区生态质量进一步改善。

2.3.6.2 植被选择

1) 竖向设计

湿地生境修复后，湿地内高程变化范围为m，其中塘埂顶部高程为m，坡脚处高程m，湿地微地形整饬后高程为m。根据上述高程，设计不同地形高程区域种植

不同植被，增加湿地植被多样性，发挥湿地植被生态功能，改善湖区生态系统质量。

其中塘埂顶部选择种植乔灌木，塘埂斜坡坡度 1:2 的区域，高程约在m范围，选择种植草被和地被植物，坡度 1:5 的区域，高程约在m 范围，主要种植湿地植被。

养殖塘内通过微地形整饬后，微地形整饬区域高程范围为m，用于湿地植被恢复。



图 2.3-8 湿地修复效果图

2) 植被选择

根据现场调查和本地相关调查研究资料，本工程区域内适宜种植的植被种类如下：

- (1) 乔灌木：台湾相思、木麻黄、木槿等
- (2) 草本与地被：狗牙根、结缕草、马鞍藤等
- (3) 湿地植被：芦苇、短叶江苳、香蒲等各

2.3.6.3 植被种植

1) 乔灌木种植

(1) 种植密度

台湾相思和木麻黄成年后冠幅中等，种植密度可控制在2.5~3.5米×3~4米；木槿作为灌木，生长相对低矮，冠幅较小，种植密度以1~1.5米×1~2米为宜，这样既能保证植株有足够的生长空间，又能形成密集的景观效果。

(2) 种植方式：木麻黄和台湾相思为增强防风效果，可采用行列式种植，行距略大于株距，形成通风透光且抗风的林带。木槿适合丛植或片植，在景观区域与乔灌木搭配种植，能丰富景观层次。种植时，均应选择地势较高、排水良好的地块，避免低洼积水影响生长。

(3) 养护管理

浇水：新种植的乔灌木要浇足定根水，之后根据土壤湿度适时浇水，保持土壤湿润但不积水。由于滨海地区土壤可能偏盐碱，浇水时可适当浇灌淡水，降低土壤盐分。木槿相对喜湿润环境，但也怕积水，需特别注意排水。

施肥：台湾相思因有根瘤菌固氮，施肥可相对减少，种植前施入适量有机肥作基肥即可；木麻黄在生长期，可适当追施氮磷钾复合肥，促进其生长，每年施肥1~2次；木槿花期长，需肥量较大，除种植前施基肥外，生长期每隔1~2个月施一次腐熟的有机肥或复合肥，以保证开花所需养分。

修剪：台湾相思和木麻黄幼树时期适当修剪，培养良好的树形，成年树主要清除病弱枝、过密枝。木槿花后要及时修剪，剪去残花和过密枝、病弱枝，促进新枝萌发，以利于下次开花，同时保持株型美观。台风过后，及时修剪所有乔灌木折断的枝条，减少病虫害滋生。

2) 草本地被种植

(1) 种植时间

草本地被的种植时间应避开高温和严寒季节，最佳种植时间为春季和秋季。此时气候温和，有利于种子发芽和幼苗生长。

(2) 种植方式：可采用种子直播的方式，将种子均匀撒播在整理好的土壤上，覆盖一层薄土并轻轻压实。也可采用分株移栽的方式，将健壮的植株分成若干小株，按一定的株行距进行种植。

(3) 养护管理

浇水：种植后要及时浇水，保持土壤湿润，促进种子发芽和幼苗扎根。成株后，可适当减少浇水次数，提高其耐旱能力。

施肥：在生长期，可适当施入一些有机肥或复合肥，补充养分，促进植株生长。施肥时要注意均匀撒施，避免肥料集中在某一区域。

除草：及时清除杂草，避免杂草与草本地被争夺养分和水分，影响其生长。可采用人工除草或化学除草的方式，但要注意选择对草本地被无害的除草剂。

3) 湿地植被种植

湿地植被在滨海湿地生态系统中扮演着重要角色，它们能够净化水质、涵养水源、为野生动物提供栖息地等。在选择湿地植被品种时，要考虑水生、沼生等不同类型，以适应湿地不同的水文条件。

(1) 水文条件

芦苇适合在水深0.3~1米的水域种植，香蒲则适合在水深0.1~0.5 米的浅水区或沼泽地种植。在种植时，要根据不同品种的需求，选择合适的水域位置。

(2) 种植方式

芦苇和香蒲均可采用分株移栽的方式，在春季将健壮的植株从泥中挖出，分成若干小株，按一定的株行距种植在湿地中，种植后要确保植株根部完全埋入泥中。

(3) 养护管理

水位控制：根据湿地植被的生长需求，合理控制水位，避免水位过高或过低影响其生长。在雨季要及时排水，防止洪涝；在旱季要适当补水，保持适宜的水位。

除草：定期清除湿地中的杂草，避免杂草与湿地植被争夺资源。可采用人工除草的方式，避免使用化学除草剂对水质造成污染。

收割：对于芦苇等生长旺盛的湿地植被，可在秋季进行适当收割，既能控制其生长高度，又能促进来年新株的生长，同时收割的芦苇还可进行综合利用。

2.3.7 生态护岸建设工程

生态护岸建设施工流程：

施工准备→坡面清理→种植土回填→碎石垫层回填→聚氨酯护坡施工→坡脚外侧土方回填→牡蛎附着礁投放→植被种植

主要施工方法：

(1) 种植土回填

种植土回填前先对坡面进行清理，清理完成后在进行种植土回填，回填厚度满足设计要求。种植土应分段均匀抛填，不得出现漏抛。

(2) 碎石垫层回填

种植土回填完成后，从各料场运送的碎石抛填至种植土上，碎石垫层应分段均匀抛填，厚度达到设计厚度，并不得出现漏抛。

(3) 聚氨酯护坡施工

材料混合与摊铺：聚氨酯按1:1.5比例投料，采用行星式搅拌机（转速60r/min）混合3分钟；

碎石摊铺分两层施工：底层10cm厚粒径10-20mm碎石，表层5cm厚粒径5-10mm碎石，接缝错开50cm；

压实：每层压实遍数4遍，边角部位辅以平板振动器补压；

养护：覆盖土工布保湿，每日喷洒pH值6-8的养护用水，持续7天。

（4）牡蛎附着礁投放

礁体的制作与投放严格遵循《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T9416-2014）的相关规定进行操作。为了有效降低运输成本，特别在养护区附近选址设立了临时的礁体制造场地。在礁体制作完成后，必须经过严格的验收程序，确保其质量符合标准，才能进入投放环节。在投放过程中，采用专业的吊装设备，将礁体从陆地吊运至指定的修复区域堤脚线位置，并在精确的坐标点进行脱钩投放。这样的操作方式不仅显著提升了投放位置的精准度，还确保了礁体在海底的稳定性，从而为海洋生态修复和资源增殖提供了坚实的基础。

礁体投放2~3周后，通过潜水或者水下机器人的方式观测礁体分布状况、淤陷程度、完整性及稳定性。待礁体无异常且周围水体恢复至常态后，于生态混凝土构件中部移殖贝类，在其周边投放鱼类。贝类引入应选择本地广泛养殖或分布的牡蛎、花蛤、缢蛏等品种，规避引入肉食性贝类，以此构建贝礁。此外，可结合生物控藻工程进行鱼类等水生生物增殖放流，以提升物种多样性。

（5）植被种植

选用合适的本地植被进行种植，恢复护岸生态性。

2.3.7.1 施工围堰

施工围堰由回填土或袋装砂填筑而成，顶部设20cm厚的泥结碎石保证能够兼顾临时便道使用的需求，其中西侧进场养殖塘段利用现有塘埂进行傍宽形成，堤身回填土进行分层压实；湖区内新建段采用袋装砂结构，砂料就近挖取。待护岸生态化施工完成后，需对施工围堰进行拆除，拆除砂料资源化再利用。

2.3.8 生物控藻工程

2.3.8.1 物种选取

根据现状生态调查，月亮湖水体盐度范围大约10~20‰，因此主要选择适宜咸水环境的控藻鱼类，同时需综合考虑盐度适应性、摄食习性及生态安全性，现

阶段推荐以下物种组合：

（1）鲮鱼：广盐性滤食性鱼类，对浮游植物摄食效率达 30%-50%，尤其适合控制粒径 $5-20\ \mu\text{m}$ 的小型藻类。研究显示其对蓝藻中的微囊藻和颤藻均有显著摄食效果。鲮鱼成鱼生存盐度范围为0-40‰，能适应泉州咸水湖的季节性盐度波动。



图 2.3-9 鲮鱼

（2）梭鱼：与鲮鱼同属鲮科，主要摄食底栖硅藻和有机碎屑，可有效控制底泥再悬浮导致的藻类增殖。其摄食行为能扰动底泥表层，促进营养盐矿化。



图 2.3-10 梭鱼

（3）遮目鱼：草食性鱼类，对大型丝状藻（如浒苔、刚毛藻）有强控制能力，适用于浅水区富营养化控制。实验表明其日摄食量可达体重的40%。



图 2.3-11 遮目鱼

2.3.8.2 放养量计算

放养量主要基于藻类生物量、水体营养状态及鱼类摄食能力综合确定。

根据目前查阅的相关资料、文献，得到的公式如下：

$$D = (A \times 10^4) / (G \times E)$$

其中：D:鱼类放养密度（尾/公顷）；

A:藻类现存量（mg/L 叶绿素 a），需实测；

G:目标控藻率（一般设定 70%）；

E:单位体重日摄食率（鲮鱼为 0.15-0.25 g 藻类/g 鱼体重 · d）。

现阶段按照表层控藻、底层扰动和大型藻类控制三方面设计鱼类投放组合方案，具体组成如下：

表层控藻层：鲮鱼放养密度30-50 g/m³（约200-300尾/亩），占总放养量60%。

底层扰动层：梭鱼放养密度15-20 g/m³（约80-120尾/亩），占总放养量30%

大型藻类控制层：遮目鱼放养密度5-10 g/m³（约30-50尾/亩），占总放养量10%。

2.3.9 工程施工期限

项目实施阶段（2026年9月-2028年12月）：项目建设总工期28个月，2026年9月开工到2028年12月完成初步验收。

后期维护管养阶段：本项目管护期3年，管护期结束后由移交单位持续负责管护。项目主要施工内容施工起止时间和工期详见下表。

表 2.3-5 工程施工进度表

序号	工程内容	开始时间	结束时间	工期
1	洛阳江河口典型湿地修复及栖息地营造工程	2026年9月	2028年6月	22个月
1.1	生境修复与栖息地营造	2026年9月	2028年3月	19个月
1.2	植被种植	2027年3月、2028年3月	2027年6月、2028年6月	8个月
2	泉州湾北岸岸线修复及防灾减灾能力提升工程	2026年9月	2028年9月	25个月
2.1	退养还滩	2026年9月	2026年12月	4个月
2.2	沙滩修复	2027年1月	2027年12月	12个月
2.3	防护林保护修复	2026年9月、2027年3月	2026年12月、2027年5月	7个月
2.4	格宾石笼	2026年9月	2026年12月	4个月
2.5	沙坝修复	2028年1月	2028年6月	6个月
2.6	拦沙堤	2027年7月	2027年12月	6个月
三	月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程	2026年9月	2028年6月	22个月

3.1	湖区底泥清淤	2026年9月	2027年5月	9个月
3.2	水生植被修复	2027年6月	2027年9月	4个月
3.3	养殖塘清退	2026年9月	2026年12月	4个月
3.4	湿地生境修复	2027年1月	2028年3月	15个月
3.5	生态护岸建设	2027年7月	2027年12月	6个月
3.6	生物礁体（牡蛎附着礁）	2027年9月	2027年12月	4个月
3.7	临时围堰	2027年5月	2027年8月	4个月
3.8	湿地植被种植	2027年5月、2028年4月	2027年7月、2028年6月	6个月

2.4 项目用海需求

2.4.1 用海类型与方式

依据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），本项目的用海类型为“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目的用海类型为“特殊用海”中的“海岸防护工程用海”。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009）本项目中格宾石笼、拦沙堤、牡蛎附着礁的用海方式均为“构筑物”中的“透水构筑物”；施工围堰用的海方式为“围海”中的“港池、蓄水”；湖区底泥清淤的用海方式为“开放式”中的“专用航道、锚地及其他开放方式”。

2.4.2 申请用海年限

根据工可，湖区底泥清淤工程申请用海期限2年。湖区底泥清淤工程用海期限届满后，开展生态护岸建设工程，建设临时施工围堰，施工时长为4个月，申请用海期限1年。待生态护岸建设工程用海期限届满后，申请牡蛎附着礁用海期限37年。

格宾石笼、拦沙堤涉及用海为公益类用海项目，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，公益事业用海最高期限为40年，故申请用海期限为40年。

2.4.3 申请用海面积

本项目申请的用海总面积为88.9979hm²。其中格宾石笼用海0.0767hm²，拦沙堤用海面积是1.7512hm²，牡蛎附着礁用海面积是1.4674hm²，施工围堰用海面积6.7563hm²，湖区底泥清淤的用海面积是78.9463hm²。各单元申请用海信息见表2.4-1，项目宗海位置图见图2.4-1，项目宗海平面布置图见图2.4-2，格宾石笼

宗海界址图见图2.4-3；拦沙堤宗海界址图见图2.4-4；牡蛎附着礁宗海界址图见图2.4-5，施工期宗海界址图见图2.4-6。湖区底泥清淤宗海界址图见图2.4-7

表2.4-1各单元申请用海信息汇总表

修复子工程名称	用海单位内部单元名称	用海方式	面积（公顷）	用海期限
三宝宫外侧退养还滩与防护林带保护修复	格宾石笼	透水构筑物	0.0767	40年
玉沙湾砂质岸线修复	拦沙堤1号	透水构筑物	0.9667	40年
	拦沙堤2号	透水构筑物	0.1804	40年
	玉山水闸拦沙堤1号	透水构筑物	0.2924	40年
	玉山水闸拦沙堤2号	透水构筑物	0.3117	40年
	合计		1.7512	
月亮湖生态护岸建设工程	牡蛎附着礁1	透水构筑物	0.7921	37年
	牡蛎附着礁2	透水构筑物	0.6753	37年
	施工围堰1	港池、蓄水	3.7504	1年
	施工围堰2	港池、蓄水	3.0059	1年
	合计		8.2237	
月亮湖水动力提升工程	湖区底泥清淤	专用航道、锚地及其他开放方式	78.9463	2年
总计			88.9979	

泉州台商投资区海洋生态保护修复项目宗海位置图



图2.4-1 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目宗海位置

图2.4-2 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目宗海平面布置图(略)

图2.4-3 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（格宾石笼）宗海界址图(略)

图2.4-4 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（拦沙堤）宗海界址图(略)

图2.4-5 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（牡蛎附着礁）宗海界址图(略)

图2.4-6 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（施工围堰）宗海界址图(略)

图2.4-7 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（湖区底泥清淤）宗海界址(略)

2.5 项目用海必要性分析

2.5.1 项目建设必要性

2.5.1.1 项目实施有助于巩固“海峡西岸经济区”发展成果

海峡西岸经济区是由地方层面的发展规划上升为国家战略部署的战略地区。1992年8月，中共福建省委作出了加快闽东南开放开发的战略部署，指出“加快闽南三角地区、湄洲湾和闽江口地区开放开发，逐步形成海峡西岸的经济繁荣带”。

2009年国务院常务会发布《关于支持福建省加快建设海峡西岸经济区的若干意见》。2011年3月，国务院正式批准《海峡西岸经济区发展规划》提出要将海峡西岸建设成为科学发展之区、改革开放之区、文明祥和之区、生态优美之区，成为中国新的经济增长极。海峡西岸经济区以福建省为主体，地理范围包括福建福州、厦门、泉州、漳州、莆田、宁德、龙岩、三明、南平，江西上饶、鹰潭、抚州、赣州，广东汕头、梅州、潮州、揭阳，浙江温州、衢州、丽水等20个县（市），东与中国台湾一水相隔，北承长江三角洲，南接珠江三角洲，西连内陆，是中国沿海经济带的重要组成部分，具有优越的区位条件、良好的资源环境和人文优势，是中国率先对外开放的沿海地区，在全国区域经济发展布局中处于重要地位。福建省与中国台湾地缘相近、血缘相亲、文缘相承、商缘相连、法缘相循，具有对台交往的独特优势。

图2.5-1 海峡西岸经济区区位图(略)

《海峡西岸经济区发展规划》中明确提出在海峡西岸建设现代化海洋产业开发基地，充分利用海洋资源优势，加快发展海洋经济，建成全国重要的海洋开发和科研基地。加大政策扶持力度，支持福建开展全国海洋经济发展试点工作，组

织编制专项规划，鼓励体制机制创新，努力建设海峡蓝色经济试验区。加强海洋科技中试基地及研发平台建设，建立海洋生物资源研发中心、海洋高技术工程中心、新能源开发等实验示范基地。加快培育海洋药品、保健食品、海洋资源综合利用、海洋服务业等新兴产业，形成以沿海重要港湾为依托的临港经济密集区。同时要求加强海洋环境保护，加强海洋自然保护区建设，实施闽江口、泉州湾、九龙江口等海洋生态保护恢复工程。加强海洋保护规划，建立一批红树林、珍稀物种栖息地、重要水生生物和滨海湿地生态保护区。合理开发海域资源，分类开发与保护岛屿资源。探索建立两岸海洋管护协作机制，共同保护台湾海峡海洋资源。

本项目围绕泉州湾开展海洋生态保护修复工作，是按照海峡西岸经济区发展规划的重要战略目标要求，以泉州湾作为海峡两岸绿色深度融合发展的实践典范，以“泉州经验”“泉州模式”，努力打造两岸生态文明发展的重要窗口。项目实施是进一步巩固海峡西岸发展成果的必要举措，进一步保护台湾海峡海洋生态与资源，探索建立两岸海洋管护协作的重要基础。

2.5.1.2 项目实施加快推进“厦漳泉都市圈”绿色转型发展

厦门、漳州、泉州三个设区市地域空间相连，山体同脉，海域岸线连绵，方言互通，是我国东南沿海重要的经济区域、台胞和东南亚华侨重要祖籍地，地处改革开放的最前沿，被称为“闽南金三角”。早在20世纪80年代末，时任厦门市副市长习近平同志主持编制的《1985年—2000年厦门经济社会发展战略》中就提出“建设以厦漳泉为主体的城市群”，2002年习近平同志调研厦门时明确指出“未来国家和区域间的竞争是城市群之间的竞争”，为厦漳泉一体化发展指明了方向。

进入新世纪之后，2003年省政府出台《福建省开展城市联盟工作总体框架》，拉开了厦漳泉同城化建设的序幕。2010年厦漳泉一体化纳入《全国主体功能区规划》，同年省委八届九次会议作出构建厦漳泉大都市区的决定。2011年国务院批复《厦门市深化两岸交流合作综合配套改革试验总体方案》，将厦漳泉大都市区同城化纳入总体方案。2015年省委、省政府印发《厦漳泉大都市区同城化发展总体规划》《厦漳泉大都市区综合交通一体化规划》《厦漳泉通信资费同城化工作方案》《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出“强化福州都市圈和厦漳泉都市圈引擎带动作用”。这些文件的印发和

实施，为培育发展厦漳泉都市圈奠定了良好的基础。2022 年，国家出台《国家新型城镇化规划（2021—2035 年）》及“十四五”实施方案，将厦漳泉都市圈列为重点培育发展的现代化都市圈之一。

图2.5-2 福建省城市化空间格局优化图(略)

“厦漳泉都市圈”致力于建设成为共守人与自然和谐共生的现代化生态圈，深化国家生态文明试验区建设，牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，坚持陆海统筹，以九龙江水流域建设和近岸海域污染防治、生态保护修复、岸滩环境整治为重点推进三市生态环境共治，加快发展方式绿色转型，打造美丽中国厦漳泉样板。针对生物多样性保护，“厦漳泉都市圈”目标构建泉州湾、厦门湾、东山湾等自然保护地群，持续优化生物多样性保护空间格局，严格执行休禁渔制度，加强国家级水产种质资源保护区建设和管理，保护产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。推进生物多样性调查、监测与评估，完善生物多样性监测网络，提升信息化监管能力。构建外来入侵物种监测网络，开展长期例行监测，切实加强松材线虫、互花米草、草地贪夜蛾、红火蚁等外来入侵物种防控，确保生物安全。

同时，为加快发展方式绿色转型，拓宽生态产品价值实现路径。“厦漳泉都市圈”规划推进区域自然资源统一确权登记工作，深入开展生态产品基础信息调查，建立生态资源“一张图”。构建生态产品价值评价体系，开展生态产品总值（GEP）核算并深化结果应用。搭建区域性生态产品交易市场，培育和发展生态产品价值评估机构。健全生态保护补偿机制，对流域、森林、湿地、耕地、海洋等自然系统予以保护补偿。探索水利风景区生态产品价值实现，推进重点流域生态补偿常态化、长效化，促进生态受益地区与保护地区利益共享。

本项目实施是对泉州湾区域湿地、流域、海洋以及森林的重要保护措施，也是对近岸海域污染防治、生态保护修复和岸滩环境整治的重要手段，可有效改善泉州湾海域及洛阳江流域生态环境质量，助力打造美丽中国厦漳泉样板。因此，为加速厦漳泉都市圈绿色转型发展，实施本项目是必要的。

2.5.1.3 项目实施是建设海洋生态文明的需要

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央站在中华民族永续发展的战略高度，作出了加强生态文明建设的重大决策部署，把生态文明建设放在突出地位，融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。十九大明

确将“实施重要生态系统保护和修复重大工程,优化生态安全屏障体系”列入“加快生态文明体制改革,建设美丽中国”重点工作。习近平总书记关于“提升自然灾害防治能力,实施九大工程”重要指示精神,提出实施海洋等重点生态功能区生态修复工程及海岸带保护修复工程,提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力。以此为统领,海洋作为我国国土空间不可或缺的部分,各部委在制定重点工作规划或计划的过程中均将海洋生态保护和修复纳入相关工作。2020年5月国务院印发的《全国国土规划纲要(2016—2030年)》中明确提出“恢复和改善海洋生态环境,强化以沿海红树林、珊瑚礁、海草床、湿地等为主体的沿海生态带建设,保护海洋生物多样性”。2020年6月国家发展改革委、自然资源部发布的《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》,将海洋列入五大“重要生态系统”之一,并布局了海岸带生态保护和修复重大工程,部署了“海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复”重点工程,指出“推进兴化湾、厦门湾、泉州湾、东山湾等半封闭海湾的整治修复,推进侵蚀岸线修复。”

本项目区域位于泉州湾东北部,通过湿地修复、海岸侵蚀防护以及砂质岸线修复等方式修复侵蚀岸线,符合相关规划要求,实施本项目是推进生态文明建设,贯彻落实《全国国土规划纲要(2016—2030年)》《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》等重大国家战略的具体实践和重要组成。

2.5.1.4 项目实施可有效改善河口生态系统环境,筑牢滨海生态安全防线

河口生态系统作为河流与海洋的交汇地带,是维系国家和地区生态安全的核心枢纽,其修复工作具有不可替代的战略意义。从生物多样性角度看,河口生态系统是全球生物多样性热点区域,是众多濒危物种的栖息地和迁徙物种的重要驿站,修复河口能够防止关键物种濒危,维持生态系统食物链与物质循环的完整性;在防灾减灾方面,健康的河口生态系统和潮滩湿地等,能有效减弱海浪能量,降低风暴潮侵袭强度,重构“自然海堤”,直接保障沿海地区居民的生命财产安全;在水质净化与水资源安全层面,河口湿地可有效去除地表径流中的污染物,防止海洋赤潮,保障城市近岸饮用水和渔业资源的安全。

项目通过实施洛阳江口典型湿地生境修复,种植滨海湿地植被,恢复河口湿地生态功能,同时可利用盐沼植被的消波减浪的作用,有效提升洛阳江东岸的生态安全。

2.5.1.5 项目实施可进一步巩固泉州湾地区互花米草治理效果,维护地区生态系统稳定

互花米草作为外来入侵物种,凭借极强的繁殖扩散能力,在我国沿海滩涂形成单一优势种群,严重破坏生物多样性。它挤占芦苇、碱蓬等本土植物生存空间,导致底栖生物和候鸟栖息地丧失;改变滩涂土壤性质,削弱湿地碳汇与水质净化能力,干扰物质循环;改变滩涂地貌与潮汐动力,阻断生态系统连通性,使得整个滨海生态系统的稳定性与服务功能遭受威胁。《中华人民共和国生物安全法》

《中华人民共和国湿地保护法》《外来入侵物种管理办法》等法律制度,明确将其列为重点管控对象,要求开展风险预警、调查监测与应急处置。同时,它也是推进国家生态安全战略的关键举措,被纳入《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划》,直接服务于“美丽中国”“海洋强国”建设目标,助力履行国际生态治理责任。此外,国家通过专项行动计划建立“国家统筹、省负总责、市县落实”的责任体系,将治理成效纳入林长制考核,以中央财政资金引导,鼓励跨区域协同与科技支撑,推动生态修复与民生改善、经济发展相结合。

本项目通过湿地生境修复、种植本土盐沼植被的方式,恢复滨海湿地生态系统,是对互花米草治理后的潮间带生态系统修复的重要方式。通过恢复潮间带本土盐沼植被的方式可快速占据潮间带生态位,有效遏制互花米草二次入侵,是巩固互花米草治理效果的重要方案,对地区生态系统稳定,特别是沿海海岸带生态系统安全有重要意义。

2.5.1.6 项目实施是修复泉州湾中部海洋生态环境的重要手段

根据前期现场调查和相关资料的收集,识别本项目区域内的生态问题和防灾减灾现状,项目区域主要存在“河口区域湿地生境破碎,滨海湿地功能下降”“沙质海岸完整性受损,防灾减灾能力不足”以及“陆海联动区域人工化程度高,生态退化,生态系统服务功能不足”等主要生态问题。因此需通过岸线修复、河口湿地修复,改善泉州湾区域岸线生态及防灾减灾功能;通过实施砂质岸线修复,增加沿岸亲海空间的同时,发挥砂质岸线的生态韧性,提升防灾减灾能力;通过月亮湖生态容量提升,改善月亮湖区域的水体及岸线质量,提升海岸带生态系统服务功能。

2.5.1.7 项目实施可提升岸线生态韧性，有利于提升防灾减灾能力

海岸带是防御台风风暴潮灾害的第一道防线，是沿海地区抗御台风风暴潮灾害，保障经济社会发展和人民群众生命财产安全的重要基础设施。由于长期以来的气候变化和人类活动多重干扰，海水环境恶化、滨海湿地退化甚至丧失、岸线人工化、生态系统服务功能受损等问题日益突出。

根据第一次全国自然灾害风险普查最新成果，自然资源部海洋减灾中心基于风暴潮、海浪、海冰、海啸、海平面上升等5个灾种国家尺度风险评估和区划结果，结合近十年不同灾种在我国沿海地区发生频次、致灾强度及造成的损失等影响因素进行综合分析，会同有关单位，制作了全国海洋灾害综合风险图V2.0，并予以公布。其中泉州沿海属于海洋灾害综合风险Ⅱ级区域，存在一定程度的海洋灾害风险，需加强海洋灾害防治意识，巩固提升海岸带防灾减灾能力。

根据现场勘察情况，泉州湾东部，洛阳江河口区域以及泉州湾北岸海岸线受陆域径流汇入以及风浪等条件影响，部分区域被侵蚀；近岸沙质地貌受损，生态缓冲带体系不完善、生态韧性不足。

沿海地区防台防潮减灾事关人民群众生命安全，事关社会和谐稳定，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出加快补齐基础设施、市政工程、农业农村、公共安全、生态环保、公共卫生、物资储备、防灾减灾、民生保障等领域短板。推进泉州台商投资区海洋生态保护修复有利于提升防灾减灾能力，改善生态系统质量，构建沿岸生态安全屏障。

2.5.1.8 项目实施是推进国土空间修复，建设生态安全屏障的重要途径

2025年8月2日，中共福建省委、福建省人民政府印发了《关于构建从山顶到海洋的保护治理大格局的意见》。《意见》明确提出构建从山顶到海洋的保护治理大格局，从建设生态省向建设国家生态文明试验区、再向更高起点建设生态强省谱写美丽中国福建篇章。进一步巩固绿水青山优势，厚植金山银山潜力，着力在美丽中国建设中走前头、作示范。

《意见》具体要求开展“统筹山上与山下，实施生态安全屏障保护工程”、“统筹上游与下游，实施重点流域综合治理工程”以及“统筹陆地与海洋，实施重点海域综合治理工程”等相关工作。本项目实施通过修复现状受损岸线，可提

升近岸海域和海岸带生态服务功能，构筑沿海防护带，有助于沿海生态安全屏障建设。

2.5.2 项目用海必要性

保护海洋环境是党中央推进海洋生态文明建设的核心任务之一，强化海洋环境保护需坚持以区域重点海域为关键抓手，聚焦重点海域及重点港湾的生态环境整治修复，精准回应并妥善解决当前面临的海洋生态环境突出问题，切实筑牢海洋生态安全屏障，推动海洋生态环境持续改善。

从区域现状来看，泉州市已先后完成泉港区海洋生态保护修复项目、2024 年泉州市海洋生态保护修复工程项目等重点生态治理工作，但泉州台商投资区滨海区域仍存不同程度生态环境问题：一方面，区域海域面临海岸生态系统严重退化、海域生态服务功能下降等固有问题；另一方面，受台风、风暴潮等海洋灾害频繁侵袭影响，海岸带侵蚀、海湾环境质量降低、滨海防护林带防护功能衰退等问题日益突出，不仅威胁沿海生态安全，更对当地居民生产生活构成潜在危害，需通过系统性生态修复工程予以破解。

从项目实施价值来看，本项目通过沙滩修复、岸线生态化改造、湿地生境修复、本土盐沼植被种植等多项生态修复措施，可解决区域海岸带侵蚀、生态功能退化等核心问题。其实施不仅能增强海岸带生态功能、恢复保护物种生境、提高海陆过渡带生态连通性，还能显著提升区域防灾减灾能力，完善沿岸海域环境综合整治基础设施，为保障泉州市东南沿海生态安全、改善区域生态系统质量、促进海洋经济高质量发展、提升城乡品质提供有力支撑，兼具良好的生态效益、社会效益与经济效益，是推动人海和谐共生的重要举措。

此外，本项目的用海方式及用海范围，根植于其解决特定生态问题的不可替代性。它们的选址、设计和用海方式并非随意决定，而是由项目所在地独特的海岸动力条件、受损生态系统的具体需求以及实现修复目标的技术路径唯一性所共同决定的。防护林脚部的冲刷、生态退化岸线的侵蚀、沙质海滩的泥沙流失，这些具体问题都要求“量身定制”的工程解决方案，其用海是实现精准生态干预的物理基础。这些措施超越了传统的硬质防护，体现了“基于自然”的修复理念，它们不仅是防灾工程，更是生态工程：格宾石笼在固土的同时创造生物栖息地；牡蛎附着礁直接化身为海洋生物的聚居地；拦沙堤则通过顺应自然动力来养护沙滩。因此，其用海的必要性在于，这是将特定海域从退化或受损状态，主动修复

为具有生态韧性、防灾功能和生物多样性的健康海岸带的必然要求，最终目标是实现生态效益与减灾效益的双赢。

综上，本项目用海符合国家政策导向、区域发展需求及生态保护要求，其用海必要性充分且明确。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 港口和航道资源

(1) 港口资源

泉州湾岸线曲折，总长度为 80.18km。目前，港口基础设施集中在后渚作业区、石湖作业区。该港区是泉州湾港区集装箱通过能力最大的港区，主要为泉州及周边地市内贸集装箱运输服务，兼顾矿建材料、粮食、杂货等运输。2016 年，泉州湾港区货物吞吐量为 5320 万吨，集装箱吞吐量为 170 万 TEU，根据相关统计数据，泉州湾港区已建成生产性码头泊位有 28 个，其中 3000 吨级以下泊位 13 个、3000~3500 吨级泊位 5 个、5000 吨级泊位 4 个、万吨级泊位 2 个、3 万吨级泊位 1 个、5 万吨级泊位 2 个、10 万吨级泊位 1 个。后渚港码头距泉州湾湾口约 15km，位于马头礁附近，港内掩护条件尚好，便于船只停泊启航，东北大风对靠泊作业有一定影响。目前后渚港区有 500 吨级方舟浮码头泊位 2 个、500 吨级件杂货码头泊位 2 个、3000 吨级件杂货码头泊位 1 个、5000 吨级客货码头泊位 1 个、油码头 3500 吨级泊位 1 个、粮食码头 5000 吨级泊位 1 个。

(2) 航道资源

泉州湾内现状已建成航道包括：①泉州湾深水航道工程，总航程约 12.1km，可满足 10 万吨级集装箱船乘潮通航要求，航道设计有效宽度为 250m，航道设计底标高为 m；②大坠门临时航道，总航程约 3.2846km，可满足万吨级船乘潮通航要求；③后渚港通海航道，总航程约 17.7km，可满足 5000 吨海轮乘潮通航要求，后渚至秀涂段航道设计底宽度 80m，航道设计底标高 -4.0m 秀涂至石湖段航道设计底宽度 100m，航道设计底标高 m；④福建石狮鸿山热电厂煤码头 10 万吨级航道，可满足 10 万吨级散货船乘潮通航要求。

3.1.2 渔业资源

泉州湾属亚热带海区，水温条件好，加上湾内晋江、洛阳江的汇入携带了大量的有机物质和无机盐类，且处于沿岸冷流和湾外暖流及咸淡水的交汇处，水质十分肥沃，有利于浮游生物大量繁殖，为鱼类、虾类、蟹类、贝类和藻类等海产提供了丰富的饵料。泉州湾内风平浪静、潮流通畅、潮差大、滩涂发育，适合

鱼、虾、贝和藻类生长，泉州湾内浅海（0~10m）面积约1734hm²，滩涂约9000hm²，宜养面积约3720hm²。

①鱼类资源

泉州湾海域鱼类有100多种，其中主要种类组成有：鲨鱼、带鱼、鳗鱼、黄鱼、乌鲳、鳗鲡、中华须鳗、鲍鱼、石斑鱼、弹涂鱼、丁香鱼、日本鳀、斑鲈、中华海鲶、尖头银鱼、小公鱼、鲍鱼和单刺等。

②贝类资源

泉州湾贝类资源量高、种类多。主要种类有节江珧、文蛤、青蛤、泥蚶、毛蚶、翡翠贻贝、竹蛏、缢蛏、牡蛎、寻氏肌蛤、花蛤等。“江瑶柱”是驰名中外的稀有名贵海珍品，有栉江珧和细长裂江珧两种，据调查，湾内分布面积有24km²，资源量达30kt。泉州湾蛏苗养殖面积达1.4万亩，居全省四大蛏苗养殖地的首位，年平均产量约1.5kt。

③甲壳动物资源

泉州湾甲壳动物主要种类有：长毛对虾、斑节对虾、日本对虾、独角新对虾、脊尾白虾、梭子蟹、锯缘青蟹等。泉州湾是福建省长毛对虾、中国对虾和脊尾白虾的主要虾场；此外还有闻名的“石湖红膏鲟”等。

④藻类资源

泉州湾海区经济藻类主要有紫菜、海带、浒苔、石花菜、江蓠和鹧鸪菜等。

3.1.3 旅游资源

泉州湾旅游资源比较多，有洛阳古桥、崇武明代古城、南宋古船等著名古迹；泉州湾沿海还有很多名、古塔、奇峰、怪石、水库、沙滩可供游览娱乐。泉州湾北岸沙滩绵延，砂质细腻，坡度缓和，海水清澈，具有旅游发展潜质的海滨沙滩众多，砂质海岸线全长60km，可独立形成小区、岸线超过1km 的沙滩有14个，是开发为海滨旅游休闲度假的良好场所，拥有青山湾、西沙湾和半月湾等滨海沙滩旅游资源：泉州湾东北侧山霞镇滨海处的青山湾砂质海岸长达10km，宽度超过100m，被誉为八闽第一金滩，东西向，坐北朝南，视野开阔，防护林带葱绿如屏，风景清爽宜人；半月湾因海滩形似半月而得名，是一处金沙碧水的海滨天然旅游胜地，在崇武古城正南面有大地艺术“鱼龙窟”岩雕群。根据泉州湾的自然条件及泉州城市规划要求，在体现海外交通特色的城南区，可定为古城重点文物保护单位；洛阳古桥一带，可开辟为洛阳风景游览区，泉州湾南岸的石湖塔，北

岸的崇武古城可开辟为旅游点；泉州湾的青山湾滨海沙滩和石湖塔以东的古浮澳海滨沙滩，沙质海滩宽广，水清浪静，岸滩绿树成荫，可开辟为海滨浴场及度假村。

3.1.4 海岸线资源

泉州市大陆岸线总长约498.2km，其中自然岸线约146.9km，人工岸线约303.5km，其它岸线约47.8km（河口岸线、生态恢复岸线）。泉州沿海地区人工海岸发育，主要的地貌类型有沿海大通道的海堤、后渚、石湖、祥芝等突出部的港口码头、海湾大桥等。

3.1.5 滩涂资源

泉州湾面积136.42km²，湿地面积为131.0km²，其中大潮最低潮干出滩涂89.8km²，低潮线以下至6m水深的海域41.2km²。从秀涂至石湖连线以外称外湾，以内称内湾。本工程所在泉州内湾面积79.51km²，湿地占99%。

根据福建省908专项调查结果及近海海底地形地貌调查结果，泉州湾海岸地貌类型主要包括潮间带地貌和海底地貌，其中潮间带地貌可分为潮滩（包括河口边滩）、海滩及岩滩等三个次一级地貌类型。其中潮滩主要分布与晋江口外、洛阳江河口两侧、秀涂-垵头岸外以及大坠岛西侧海域，宽度最大可达到5 km~7 km左右，滩面平缓，坡度小于0.8%。潮滩上发育互花米草滩和红树林滩，海滩主要分布于石湖—祥芝一线和湾口东北，呈带状分布，滩宽各处不等，窄者仅百米，宽者500m~800m不等，一般坡度为0.6%~5%，沉积物为中细砂，是优良的海水浴场开发区。岩滩少，祥芝、石湖、秀涂、垵头、下洋、蚶江及大坠岛等基岩岸段的前缘海边，滩面宽窄不一，常呈礁石状岩脊滩。

3.1.6 岛礁资源

泉州市岛礁资源丰富，共有128个无居民海岛，礁群星盘棋布。其中泉州湾至深沪湾一带主要有大坠岛、马头岛、小坠岛、乌屿、白山屿、鼓尾屿、金屿、大山屿、长岭头屿、七星礁、观音礁、草屿礁、大麦礁等。

3.1.7 鸟类资源

1、调查区域

根据目前收集的相关资料，相关单位于2022年9月26日-27日，2022年11月23-24日共开展了2次秋季鸟类调查。调查区域为百崎通道周边区域，调查范围为

工程线位之外200m区域，包括工程可能直接影响到的海域、陆域及其周边主要的鸟类栖息地。

2、调查结果

调查结果显示，从鸟类的生态类群组成分析，调查区域鸟类中游禽9种，涉禽35种，鸣禽26种，攀禽3种，陆禽1种，猛禽1种。调查区域共观察到水鸟有47种，分属7目10科，水鸟群落的种群基本上为涉禽和游禽两大类，其中涉禽类的鹬科、鹭科、鸬科鸟类记录有33种，占水鸟群落组成的70%；游禽类的鸥科记录2种，鸭科鸟类记录有5种。从鸟类的季节性组成分析，区域鸟类以留鸟和冬候鸟为主，其中留鸟31种，冬候鸟25种，过境鸟19种。



图 3.1.1-1 区域鸟类生态类群构成

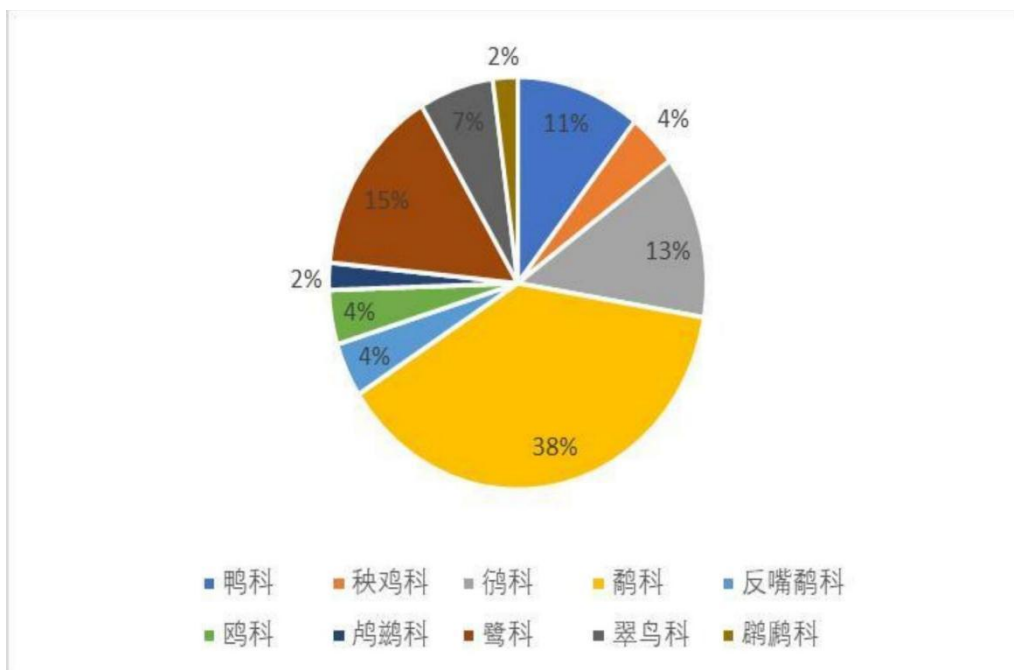


图 3.1.1-2 主要水鸟类群构成

3、主要保护物种

调查范围内的鸟类，存在着国家和福建省鸟类保护物种。其中，国家Ⅱ级重点保护动物有游隼1种；列入福建省重点保护鸟类名录的有12种，分别是小鸬鹚、中杓鹬、大杓鹬、白腰杓鹬、普通鸬鹚、大白鹭、白鹭、池鹭、苍鹭、中白鹭、喜鹊、金腰燕。列入《濒危野生动植物物种国际公约》（CITES）的有游隼1种。列入世界自然保护联盟（IUCN）红色名录中的易危物种（VU）的大杓鹬、大滨鹬、红腹滨鹬。一些鸟类为国际联合保护物种，其中，列入《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境协定》名录的鸟类有31种；列入《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》名录的鸟类有28种。

4、分布特征

（1）红树林滩涂区水鸟以鹭科鸟类以白鹭数量占优（150只），其次为苍鹭（30只）；水线附近集群鸬鹚类鸟类数量40-50只；潮水沟单次记录的反嘴鸬鹚数量40只，鸭科鸟类30余只；天空地带觅食的红嘴鸥5-6只，偶尔数只鸬鹚飞过天空。

（2）浅滩及附近浅海水面停歇着的苍鹭数量在200只左右，白鹭20只，大白鹭3-4只；出露的塘埂上红脚鸬鹚与白鹭群混杂，数量40只左右；附近海面停歇着10余只的红嘴鸥和鸬鹚。

(3) 坑塘和养殖塘常见的有小鸕鹚、白鹭、鸕鹚科和红嘴鸥等鸟类。其中，小鸕鹚数量在10只左右，红嘴鸥数量在15只左右；鸕鹚科的鸟类混杂停歇于塘埂上，主要包括环颈鸕、蒙古沙鸕、铁嘴沙鸕，数量在50只左右；偶尔混杂1-2只金眶鸕、金斑鸕和灰斑鸕；黑翅长脚鸕记录到6只；白鹭数量在10只；凤头潜鸭记录到1只，琵嘴鸭记录到6只，赤颈鸭记录到2只。

(4) 排洪渠记录到白鹭5只，苍鹭6只，记录到普通翠鸟1只，白胸翡翠1只，斑鱼狗1只。

(5) 人工岸线附近的人工林地和灌草丛，记录到的种类大多是雀形目的鸟类，这些鸟类也是区域常见鸟种，数量较多的主要为麻雀、白头鹎、八哥等；其他雀形目的鸟种为偶见；秋冬季才可见的有黄眉柳莺、金腰燕、黄鹌鹑、北红尾鹀、红尾伯劳等。

3.1.8 滨海湿地植被

1、历史调查情况

根据黄宗国等人上世纪90年代调查，泉州湾海岸高等植物共有191种，隶属于143属51科。泥滩上潮水或涨或落，泥滩常被浸淹，植物成带分布非常明显，最外围即潮间带为红树植物群落或者芦苇+短叶茳芏群落，高潮线附近湿润滩地常为盐地鼠尾粟、狗牙根等组成的群落，堤岸上则为空心莲子草、莲子草、羊蹄、番杏、海滨藜、小藜等组成的群落及由人工造的木麻黄组成的防护林，主要原生群落类型如下：

①海滨藜群落

生长于泥质海堤上，盖度可达95%，常单独形成群落。主要分布于石狮市蚶江海堤。

②番杏群落

生长于堤岸上，盖度可达80%，常见伴生种为羊蹄。主要分布于泥质堤岸。

③中华补血草群落

中华补血草是一种泌盐型植物，该群落常分布于砂泥质或泥砂质海岸的潮上带，盖度可达50%，常见伴生种为南方碱蓬。

④盐地鼠尾粟群落

生长于泥质或泥沙质海岸潮上带较为湿润地区，盖度可在95%以上，常见伴生种为南方碱蓬。

⑤红树植物群落

生长于泥滩潮间带，风浪对其生长和分布有很大的影响，组成种类有桐花树、秋茄和白骨壤，它们单独或相互结合共同形成群落，主要分布于惠安县洛阳泥滩。

⑥短叶茳芏+芦苇群落

生长于低盐度的泥质海滩潮间带，群落盖度可达95%以上。

⑦皱叶酸模群落

主要分布于泥质堤岸或石砌堤岸，盖度可达90%以上。

⑧狗牙根

群落分布于泥滩潮间带至潮上带有积水的区域，盖度可达85%，主要分布于泥滩。

此外，根据海洋三所于2019年1月相关调查结果，项目区域及周边调查共记录到秋茄、桐花树、白骨壤、老鼠簕、苦郎树、芦苇、互花米草、短叶茳芏、海马齿、沟叶结缕草、鼠尾粟和碱蓬等12种滨海植物。调查海域以秋茄和桐花树最为常见，有少面积的白骨壤，老鼠簕较为少见。

2、本项目调查现状

2025年3月对项目区潮间带植被进行了初步调查，结果显示潮间带区域植被群落呈斑块或零星分布，品种主要为南方碱蓬、盐地碱蓬、盐地鼠尾粟、海滨藜、芦苇和秋茄等。结合测量成果，盐沼植被主要分布在养殖塘塘埂和海塘周边，高程为2.9m以上；红树林主要分布在养殖塘内，高程约m。



图 3.1.1-3 项目现状盐沼植被

3.1.9 典型生态系统

受泉州湾区域地形地貌及水文条件等因素影响，项目区域现状主要包括红树林湿地生态系统、盐沼生态系统、淤泥质海岸生态系统、砂质海岸生态系统等典型海洋生态系统。

其中红树林湿地生态系统主要分布在洛阳江上游区域，盐沼和淤泥质海岸生态系统主要分布在洛阳江中、下游区域，砂质海岸生态系统主要分布在泉州湾北岸区域。红树林湿地生态系统主要位于泉州湾河口湿地省级自然保护区核心区范围内，红树林湿地生态系统质量良好，结构稳定。盐沼生态系统受过往互花米草入侵和近岸养殖活动影响整体生境破碎化现象明显，现状仅部分区域零星分布；

淤泥质海岸主要分布与洛阳江中、下游区域，与盐沼生态系统重叠，目前主要以中、高潮光滩为主，植被分布较为稀少。砂质海岸生态系统受人为活动、沿岸工程和水动力条件影响，部分区域侵蚀，泉州湾北岸砂质海岸整体连续性和完整性下降。

泉州湾河口湿地省级自然保护区是中国亚热带河口滩涂湿地的典型代表，生态区位关键且保护价值极高。其地跨福建省泉州市惠安、洛江、丰泽、晋江、石狮5县（市、区），地理坐标介于东经 、北纬 之间，2018 年调整后总面积达 7065.31hm²，其中湿地面积 6852.91 hm²，核心区、缓冲区、实验区分别占比 19.42%、9.25%、71.33%。保护区地处晋江与洛阳江出海口，地貌涵盖冲海积平原、海蚀海积海岸、水下浅滩等多元类型，属海洋性季风气候，多年平均气温 20.4℃，年均降水量 1095.4mm，年均相对湿度 78%，正规半日潮的水文特征造就了独特的湿地生态环境。保护区内物种资源极其丰富，已记录各类生物超 1000 种。其中浮游植物 104 种、底栖动物 169 种，高等植物 191 种，喜盐植物 26 种，红树植物秋茄、桐花树、白骨壤在此形成自然分布北限群落。野生动物中，野生脊椎动物达 284 种，国家重点保护野生动物 42 种，包括中华白海豚、中华鲟等 3 种国家一级保护动物，以及黑脸琵鹭、伪虎鲸、绿海龟等 24 种国家二级保护动物；列入中日、中澳候鸟保护协定的鸟类分别达 25 种、18 种，修复后监测到鸟类增至 203 种，其中国家二级以上保护鸟类 32 种。



图 3.1.1-3 项目区域主要生态系统分布示意图

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

项目区所属泉州台商投资区，处于北回归线以北，在欧亚大陆东南边缘，位于北温带内且接近热带，又濒临海洋，属于亚热带海洋性季风气候，根据惠安崇武气象站1970年～2009年实测资料，气象要素如下：

（1）气温

泉州台商投资区气候温和，属亚热带海洋性气候，温暖湿润，年平均气温19.5-21.0℃，最冷的一月份，月平均气温11-12℃；最热的七月份，月平均气温28-29℃。极端最高温度38.9℃，极端最低温度0.0℃。

（2）风况

本区域年主导风向为NE，风向频率为27%，仅次于NE风向的为NNE，风向频率为24%，N、NNE、NE、ENE4个风向频率之合高达66%。各月情况看，6~8月最多风向为SSW，频率在15~28%之间，其他月份为NE或 NNE，频率在24~41%之间。多年平均风速为6.1m/s，8月最小为4.9m/s，11月最大围7.7m/s，最大风速为1980年8月28日出现的30m/s。年均大风（≥17.2m/s）日数为77.8天。每年7-9

月为台风季节，台风影响本区时间为4-11月，影响期达8个月。根据崇武气象站2011~2024年的观测资料统计，崇武站全年 ≥ 6 级风的日数平均为33天。

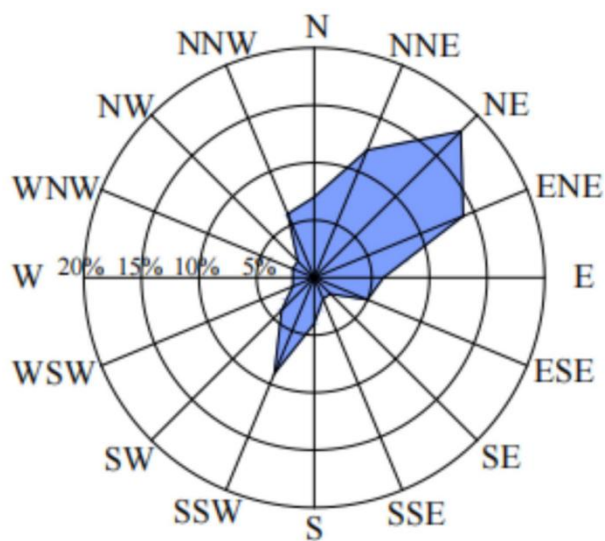


图 3.2.1-1 风向玫瑰图

(3) 降水

多年平均降水量977.5mm；累计年最大降水量1477.9 mm。日最大降水量234.4 mm。年降水量分配不均，全年降水量主要集中在春初至秋初季节，雨季明显3~9月为雨季，降水量占年降水总量的89.4%，10~2月为相对旱季，降水量仅占年降水总量的10.6%。年均暴雨日数为3.7天，主要出现在5~9月份。

(4) 雾

本地区一般在每年11月到翌年5月为雾季，其中每年春季3~5月份多雾，夏秋冬季节（6~11月）很少出现雾，尤其是7~10月几乎不出现雾，湾内雾况比湾外轻。多年平均雾日数为7.4d，最多年雾日数为18d，最少为2d，能见度小于等于1km的年平均雾日数5.9d。

(5) 雷暴

泉州地区属于雷暴高发区，年平均雷暴日数为54.1天，其中雷暴日数最多的是德化，年均发生63天，最少的是崇武，年均发生27天；年最多雷暴日为96天，年最少雷暴日为12天。初雷暴日最早出现在1月2日，终雷暴日最晚出现在12月29日。一天中雷暴的盛发期为12-20时（午后到傍晚），14-17时是峰值。

(6) 台风及风暴潮

台风为本地区主要灾害性天气，根据多年资料统计，本海区受台风影响共51次，平均每年2.55次，每年5~11月为台风活动期，其中7~9月为台风盛行期，以9月份的台风影响为最多。

根据《福建省海洋灾害公报》（2023年）统计，泉州市2023年受风暴潮灾害造成直接经济损失52101.25万元。2023年7月28日09时55分前后，第5号台风“杜苏芮”（超强台风级）在泉州市晋江市沿海登陆，登陆时中心附近最大风力15级（50m/s）。在“杜苏芮”台风影响期间，我省沿海验潮站测到36-135cm的风暴增水，均未出现超警戒情况，最大风暴增水发生在崇武验潮站（135cm）。

2023年9月2日03时30分前后，第9号台风“苏拉”（超强台风级）在广东省珠海市南部沿海登陆，登陆时中心附近最大风力14级（45m/s），于同日13时50分前后在广东省阳江市海陵岛二次登陆，登陆时中心附近最大风力10级（28m/s）。在“苏拉”台风影响期间，福鼎前岐、长门、潭头、湄洲岛、崇武、石井、厦门和东山验潮站出现超过当地黄色警戒潮位的高潮位；平潭和赤石湾验潮站出现超过当地蓝色警戒潮位的高潮位。

2023年9月3日15时30分前后，第11号台风“海葵”（超强台风级）登陆时中心附近最大风力15级（50m/s），于5日05时20分前后，在福建省漳州市东山县沿海二次登陆，登陆时中心附近最大风力8级（20m/s），于06时45分前后，在广东省潮州市饶平县沿海再次登陆，登陆时中心附近最大风力8级（18m/s）。在“海葵”台风影响期间，白马港、长门、石井、东山验潮站出现超过当地黄色警戒潮位的高潮位，前岐、三沙、潭头、平潭、湄洲岛、北茭、崇武、厦门验潮站出现超过当地蓝色警戒潮位的高潮位。

我省沿海验潮站测到37-100cm的风暴增水，最大风暴增水发生在厦门验潮站（100cm）。

3.2.2 海洋水文

1、调查时间与站位

国家海洋局厦门海洋预报台于2022年7月28-30日（农历三十至初二）对惠安县东南部海岸带生态保护与修复工程附近海域进行了10个站点大潮次水文泥沙调查。其中，10个站点使用5条调查船分为两个航次进行同步观测，S1、S3、S4、S6和S8为第一个航次，S2、S5、S7、S9和S10为第二个航次。

同时在调查海域布设了4个临时潮位站，按照《海滨观测规范》要求开展潮

位观测。观测时间为一个月（2022年7月28日0时至8月27日23时），覆盖水文泥沙调查时段。

观测站位及具体观测时间如表3.2.2-1所示，示意图如图3.2.2-1所示。

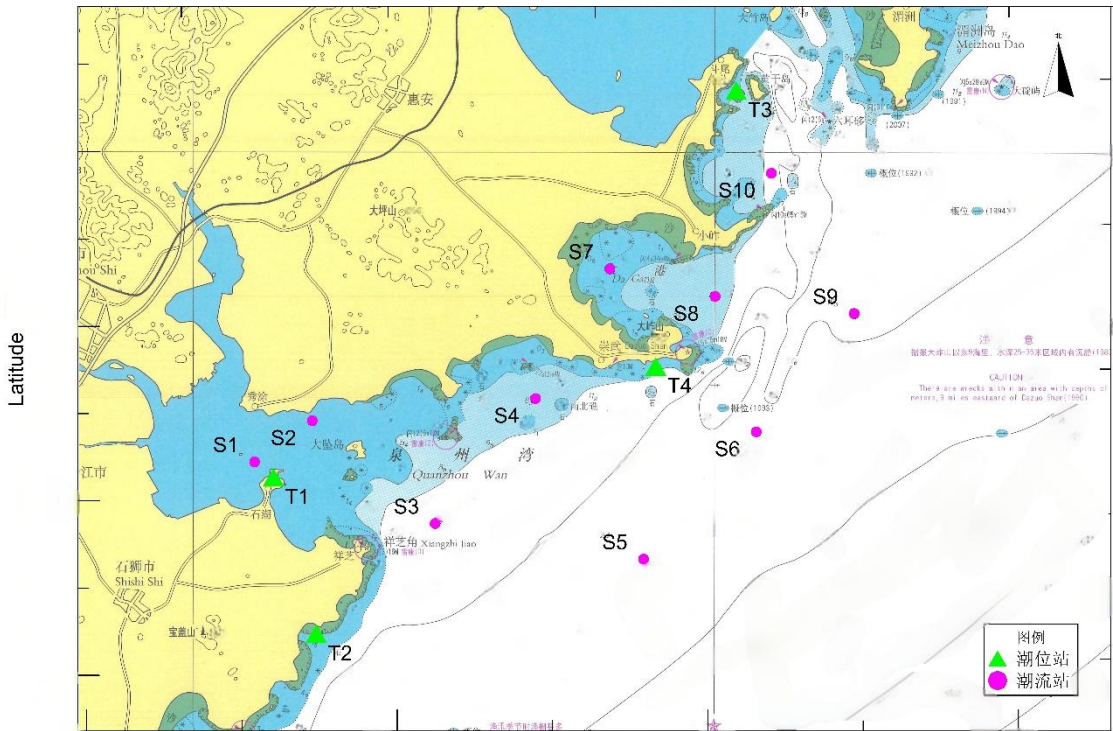


图3.2.2-1 水文站位图

表3.2.2-1 水文站位表(略)

3.2.2.1 潮汐

(1) 潮汐性质

潮汐类型的判定现在普遍依据潮汐调和常数计算，我国判定潮汐类型的标准为：

$$\frac{H_{k1} + H_{o1}}{H_{M2}} \leq 0.5$$

正规半日潮类型

$$0.5 < \frac{H_{k1} + H_{o1}}{H_{M2}} \leq 2.0$$

不正规半日潮类型

$$2.0 < \frac{H_{k1} + H_{o1}}{H_{M2}} \leq 4.0$$

不正规日潮类型

$$\frac{H_{k1} + H_{o1}}{H_{M2}} > 4.0$$

正规日潮类型

根据潮位站1个月的资料，经调和与分析计算得出：均属于正规半日潮。

(2) 潮汐特征值

表3.2.2-2 潮汐特征值 (cm) (略)

3.2.2.2 海流

(1) 观测区潮流运动

本海区属于台湾海峡。西太平洋的潮波一部分自台湾海峡北口向南传播进入台湾海峡，与来自南海进入台湾海峡的半日潮波在闽、粤交界的诏安外海相遇，形成上述两潮波的辐聚区，并共同形成了台湾海峡潮波系统。倾倒区附近海域的整体潮流运动主要受由南端进入台湾海峡的潮波系统的控制，潮流类型以规则半日潮流为主，同时受近岸大陆岸线的影响，涨潮流主轴方向为东北，落潮流主轴方向为西南。

(2) 实测最大流速

各站整点逐时实测海流分层流速最大值统计见表3.2.2-3，由表可见：S1、S2、S4、S6、S8、S9、S10站实测最大涨潮流流速大于实测最大落潮流流速；S3、S5、S7站实测最大涨潮流流速小于实测最大落潮流流速。

表 3.2.2-3 实测海流分层流速最大值统计表(略)

(3) 垂线平均流速、流向

观测期间各站垂线平均流矢图见图3.2.2-2，垂线平均流速、流向的计算结果见表3.2.2-4、表3.2.2-5。S1、S2、S6、S7、S8、S9和S10站表现出涨潮流平均流速大于落潮流平均流速特征；S3、S4和S5站涨潮流平均流速小于落潮流平均流速。

图 3.2.2-2 垂线平均流矢图(略)

表 3.2.2-4 垂线平均流速流向表（第一航次）(略)

表 3.2.2-5 垂线平均流速流向表（第二航次）(略)

(4) 潮流调和分析

按《海洋调查规范》中有关规定，采用准调和分析方法进行，对实测的流速、流向过程曲线经过修匀后采用引入差比数的方法，分析得出的各站各层的 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 等6个分潮的调和常数和椭圆要素，并据此进行潮流性质、潮流运动形式等的计算。

1、潮流类型

按照《海港水文规范》，潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，可以用潮流形态数 $F = (W_{o1} + W_{k1}) / W_{M2}$ （ W 为分潮流椭圆长轴的长度）来判别，其判别标准如下：

当 $0 < F \leq 0.5$	规则半日潮流
当 $0.5 < F \leq 2.0$	不规则半日潮流
当 $2.0 < F \leq 4.0$	不规则全日潮流
当 $4.0 < F$	规则全日潮流

表3.2.2-6给出各站各层的 F 值，均在0.11~0.47之间，调查区的潮流性质为规则半日潮流。

表3.2.2-6 潮流性质参数表(略)

2、潮流的运动形式

本海区潮流为正规半日潮流，所以潮流的运动形式一般以 M_2 分潮的旋转率 K 来表示，当 $K=0$ 时，为严格的往复流，当 $K=1$ 时为理想的旋转流，通常 K 值在0.0~1.0之间， K 值的符号为“+”时，旋转的方向为逆时针， K 值的符号为“-”时，旋转的方向为顺时针。

表3.2.2-7 各站旋转率（k）统计表(略)

3、余流

图3.2.2-3 余流流矢图(略)

余流是指从实测海流资料分离出潮流部分后的剩余部分，受到气候、地形、潮汐、波浪等诸多因素的影响。表3.2.2-8给出了观测期间各站各层余流值，图3.3-1给出了相应的余流流矢图。

总体而言，观测期间，S1、S2、S10站的余流流向指向偏西北向，S3、S5、S6、S8、S9站的余流流向指向偏东北向，S4站的余流流向指向偏东向，S7站余流流向指向偏西南向。

各站各层最大余流流速为30.1cm/s，出现在S5站表层。

表3.2.2-8 余流表(略)

3.2.2.3 波浪

泉州湾常年以NNE—NE向、SSW向的风浪与SE向的涌浪所形成的混合浪为主。全年的强浪向为SE向，次强浪向为NEN向；而全年的常浪向为SE向，次常浪向为NNE向。

3.2.2.4 泥沙

泉州湾泥沙来源主要包括：河流来沙、海岸侵蚀来沙和海域来沙，其中河流来沙占主导地位。泉州湾悬浮泥沙的来源是河流携沙和湾底泥沙的再悬浮。泉州湾的水深总体上不大，湾中和晋江河口都有大面积的浅滩，在泉州湾强劲的潮流和风浪作用下，湾底泥沙的再悬浮成为悬浮泥沙的一个重要来源。

泥沙的实测资料采用《泉州金屿大桥工程环境影响报告书》中的相关资料，自然资源部第三海洋研究所于2022年9月和2023年3月在泉州湾海域布设6个泥沙观测站的实测资料，悬浮泥沙监测站布设、观测层次和次数与海流观测一致。

3.2.3 海域地形地貌

3.2.3.1 地形地貌

本区位于戴云山脉东南侧，属闽东南泉州湾滨海堆积平原并含有剥蚀残丘、台地等地貌，区内总的地势为西北部高，往东南呈阶梯状逐渐降低。区内平原以海积、冲积平原为主，海拔一般在10m以下。工程区所在张坂镇隶属于福建省泉州市台商投资区，地处福建省东南沿海突出部，中国东海与南海的分界线，三面环海。张坂镇地处东南部沿海，东临台湾海峡，地处闽东燕山断拗带东部，闽东南沿海变质带中部。以丘陵和台地为主，最高海拔798m。三面环海，东临台湾海峡，岛礁众多，海岸曲折，全长16km。沿岸沙滩与岩礁相间，形成大小12处半月形海湾。

泉州湾是晋江和洛阳江入海河口湾，是一个开敞式海湾，湾口朝东，湾口北侧为惠安县下洋村，南侧石狮市祥芝角，口门宽8.9km，近口门中部有大坠岛、小坠岛、拦门沙坝横亘，泉州湾地貌见下图。本项目所在洛阳江河口，属冲海积平原地貌单元。洛阳江河口位于泉州湾湾顶，是海洋水动力弱能区，其携带的泥沙注入泉州湾并主要落淤于此，因而大量泥沙淤积造就了较大范围的淤泥质潮滩地貌，地形较平坦，相对高差较小。由于水下沙坝等堆积地貌的分割，多以潮汐通道的形态向河口湾顶延伸。项目区周边海域地形地貌、水深地形图见图3.2.3-1、3.2.3-2。

图 3.2.3-1 泉州湾现状地形地貌示意图(略)

图 3.2.3-2 项目区周边海域水深地形图(略)

3.2.3.2 工程地质

1、区域地质构造

福建省大地构造位置处于华南褶皱系东部。根据构造表现、沉积建造、岩浆活动及地质历史演化等特征，将福建及沿海区域主要划分为台湾海峡沉降带和华

南新元古代—早古生代造山带两个二级构造单元，福建省陆域位于华南新元古代—早古生代造山带，该带可划分为东南沿海中生代岩浆带和华夏地块两个三级构造单元。其中东南沿海中生代岩浆带又划分为(燕山早期—晚期)闽东火山断拗带和(燕山中期—晚期)平潭—东山剪切构造带两个四级构造单元；华夏地块以南平—宁化岩浆带为界划分为北武夷隆起区和南武夷晚古生代拗陷区两个四级构造单元。

区域范围主要涵盖了华南新元古代—早古生代造山带、台湾海峡沉降带两个二级构造单元，工程场地位于东南沿海中生代岩浆带的四级构造单元平潭—东山剪切构造带。区域内断裂构造发育，主要由北东向和北西向两组各自平行而相互切割的断裂组成，呈网络状展布，把区域切割成大小不一的块体。各主要断裂产状及基本特征见下表。区域断裂构造主要有：北北东—北东向断裂、北西向断裂以及近东西向断裂，其中北北东—北东向的滨海断裂带的泉州海外段全新世活动断裂；北西向的闽江断裂带和永安—晋江断裂带的东南段以及九龙江断裂带西北段晚更新世仍有活动。

图 3.2.3-3 大地构造单元划分图(略)

2、岩土层分布特征

根据本阶段已完成洛阳江口区域地质勘察，以及收集到的泉州湾北岸月亮湖区域地质勘察资料，各区域岩土层分布特征如下。

上述各岩土层的分布及其特征见工程地质剖面图，根据地表调查及地质钻探成果，场地及其周边未见有影响场地稳定的不良地质作用，也未发现其他对工程不利的地下埋藏物。

图 3.2.3-4 洛阳江区域钻孔平面布置图(略)

图 3.2.3-5 剖面 2-2'(略)

图 3.2.3-6 剖面 7-7'(略)

(2) 月亮湖岩土层分布特征

根据工程地质勘察显示,月亮湖库区四周主要为冲海积地貌,地层较为简单,主要为:残、坡积层(Qel+dl),全新统长乐组冲、洪积层(Qhal+plc),海积层(Qhm),成分为粉质黏土、砂质黏土、细砂、中粗砂、淤泥、淤泥质砂、有机质黏土等,基底地层为燕山期花岗岩及其风化层。

现阶段收集的勘察勘探深度较浅,在场地钻探深度范围内未发现洞穴、临空面等分布。

图 3.2.3-7 月亮湖钻孔平面布置图(略)

图3.2.3-9 剖面 2-2'(略)

图 3.2.3-9 剖面 5-5'(略)

3、工程地质评价

(1) 沿线场地位于泉州市台商投资区,根据区域地质构造资料,属于相对稳定的地质构造单元。

(2) 该场地位于泉州市台商投资区张坂镇(原隶属惠安县),根据《水工建筑物抗震设计标准》(GB51247-2018)、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)和闽震[2016]20号文划分,该场地的抗震设防烈度为7度,设计基本地震加速度值为0.15g,反应谱特征周期为0.45s,设计地震分组为第三组。

(3) 场地地表水对混凝土结构具镁离子型弱腐蚀性,具硫酸盐型强腐蚀性;对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性;对钢结构具中等腐蚀性。场地地下水对混凝土结构具硫酸盐型强腐蚀性;对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性;对钢结构具中等腐蚀性。建议按《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014)、《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ275-2000)相关规定进行防腐设计。

(4) 场地土层主要为素填土、淤泥、中砂、粉质黏土、残积砂质黏性土及花岗岩风化岩层,根据土工室内土工试验、注(压)水试验及地区经验:淤泥、粉质黏土属微~极微透水层,残积砂质黏性土、全风化花岗岩、弱风化花岗岩属

弱透水层，素填土、强风化花岗岩属中等透水层，中砂属中等～强透水层。素填土、淤泥、残积砂质黏性土的。

3.2.3.3 岸滩演变

1、洛阳江区域河道岸滩演变

根据现阶段收集的相关资料，洛阳江河道河床表现为净淤积，并且夏季淤积通量大于冬季，夏季大潮期间淤积通量大于小潮，冬季大潮期间淤积通量小于小潮；在非极端事件影像的最大冲刷情况下，仅在冬季大潮期间出现短暂冲刷，其它时刻均以淤积为主。

对比分析1995-2024年年以来洛阳江区域整体冲淤变化情况，洛阳江区域过往整体淤积较多，且2005年以前淤积较块。2005年以来，集中变化在江口及上游河道断面弯曲段，总体上洛阳江近年来淤积呈减缓趋势。

综上，洛阳江口潮间带滩涂现状呈现稳定微淤的整体趋势，适宜于潮间带盐沼植被修复。

图 3.2.3-10 洛阳江河口附近河道变迁示意图(略)

2、泉州湾北岸岸滩演变

依据台商区近岸及其周边海域周年波浪场模拟结果，工程区近岸周年平均波向为SE向，与台商区海岸呈大角度斜交。受控于波浪入射方向与海岸走向的相对关系，台商区沿岸存在自东向西的波浪辐射应力分量和沿岸输沙趋势。在自东向西沿岸输沙驱动下，台商区大部分砂质海岸呈现出东侧侵蚀、西侧淤积的沿岸地貌演变格局。

通过收集2008年、2015年和2024年泉州湾北岸台商区岸段的整体岸线遥感数据资料，并开展岸滩演变分析，结果显示2008年至2024年期间，泉州湾北岸台商区岸段主要侵蚀的自东向西主要有玉沙湾玉山水闸东侧、下垵码头东侧区域；主要淤积区域为玉沙湾玉山水闸西侧、下垵码头西侧区域。

图 3.2.3-11 2008至2024年间的岸线总体演变分析(略)

3.2.4 环境现状调查与评价

1、监测站位

本项目位于泉州湾东部，海洋生态环境状况相关引自《2026年泉州市台商投资区海洋生态保护修复工程项目前期（春季）海洋环境调查报告》，主要概况如下。

自然资源部厦门海洋中心（自然资源部厦门海洋预报台）于2025年5月27、28、30日在项目周边布设21个水质监测站位，同时在水质站位中各选取11个沉积物和13个海洋生态监测站位分别开展沉积物和海洋生态监测，另外选取5条断面开展潮间带生物调查，同时在区域内海域三处自然和养殖地采集海洋生物质量，站位分布分别见下图。

图 3.2.4-1 海洋环境调查站位布设图（水质、沉积物、海洋生态、生物质量）(略)

图 3.2.4-2 海洋环境调查站位布设图（潮间带）(略)

表3.2.4-1 海洋环境调查站位坐标及调查内容表(略)

2、监测项目与监测方法

（1）水质：pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐）、活性磷酸盐、石油类、重金属（铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷），共计18项。

（2）沉积物：总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳，共计10项。

（3）海洋生态：叶绿素a、浮游植物、底栖生物、游泳动物、潮间带生物、鱼类浮游生物、浮游动物，共计7项。

（4）海洋生物质量：总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油烃，共计8项。

3、监测时间与频次

（1）水质：2025年5月27、28、30日调查1次。

（2）沉积物：2025年5月调查1次，同水质。

（3）海洋生态：2025年5月调查1次，同水质。

（4）海洋生物质量：2025年5月调查1次，同水质。

4、评价方法与评价标准

（1）水质、沉积物和生物质量分析与评价

监测海域海水水质按《海水水质标准》（GB 3097-1997）、沉积物质量按《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）、生物质量按《海洋生物质量》（GB 18421-2001）进行评价。评价采用单项分标准指数法。

单项分标准指数的一般计算公式为：

$$S = C / C_s$$

式中 S ：为标准指数； C ：为某项参数的实测值； C_s ：为某项参数的评价标准。

对水中的pH，用下式计算：

$$S_{pH} = |pH - pH_{SM}| / DS$$

$$\text{其中： } pH_{SM} = \frac{pH_{Su} + pH_{Sd}}{2}; \quad DS = \frac{pH_{Su} - pH_{Sd}}{2}$$

式中： S_{pH} ： pH 值的标准指数； pH ： pH 实测值；

pH_{Su} 、 pH_{Sd} ：分别为 pH 评价标准的上、下限值。

（2）海洋生态分析与评价

通过对项目前期的海洋生物监测结果进行对比分析、统计、计算，分析监测海域浮游生物和底栖生物的种类的组成、优势种、生物量、栖息密度、种类多样性、均匀度等生物指标的特征，并对项目前期各指标进行分析。

① 优势种优势度(Y)的计算公式：

$$Y = ni / N \times fi$$

设： fi 为第*i*个种在各样方中出现频率； ni 为群落中第*i*个种在空间中的个体数量； N 为群落中所有种的个体数总和。报告取 $Y \geq 0.02$ 的物种为优势种。

② 生物群落结构的特征值包括丰度（ d ）、群落多样性指数（ H' ）（Shannon & Wiener, 1963）、均匀度（ J ）（Pielou, 1969）和优势度（ D ），其计算公式如下：

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

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

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

$$D = (N_1 + N_2) / NT$$

式中， S 为样品中种类总数， N 为单位体积样品总个体数， P_i 为第 i 种的个体数与样品总个体数的比值， N_1 和 N_2 分别代表样品中第一优势种和第二优势种的个体数， NT 代表样品总个体数。

3.2.4.1 海水水质调查结果与评价

2025年5月27日、28日和30日对监测海域21个站位开展海洋环境水质监测。取各站位各要素的表层和底层数据平均值进行分析评价，对各调查要素分布范围及特征描述如下：

表3.2.4-2 海水水质调查结果(略)

表3.2.4-3 海水水质等级评价结果(略)

海水水质评价结果表明，项目周边海域所在站位的化学需氧量、溶解氧、铜、镉、铬、汞和砷含量均符合第一类海水水质标准；石油类含量符合第一（二）类海水水质标准；95%站位的pH符合第一（二）类海水水质标准；活性磷酸盐含量符合第一或第二（三）类海水水质标准；90%和71%站位的铅和锌含量符合第二类海水水质标准，其余均符合第一类海水水质标准；81%站位的无机氮含量符合第一或第二类海水水质标准，其余符合第三或第四类海水水质标准。

3.2.4.2 沉积物质量现状调查与评价

（1）调查结果

表3.2.4-4 沉积物质量调查结果表(略)

（2）评价结果

评价结果表明，项目周边海域所在站位沉积物铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、油类、硫化物、有机碳均符合海洋沉积物质量第一类标准。

表3.2.4-5 沉积物质量评价结果表(略)

3.2.4.3 生物质量现状调查与评价

（1）调查结果

2025年5月在项目周边海域的养殖地采集生物体质量样品，结果见下表。生物体质量各调查要素分布特征的描述如下：

表3.2.4-6 生物体质量调查结果表(略)

表3.2.4-7 海洋生物质量评价结果表(略)

评价结果表明，项目周边海域养殖地花蛤的石油烃、铜、锌、镉、铬和汞含量符合海洋生物质量第一类标准，铅和砷含量符合海洋生物质量第二类标准；蛭的铜、镉、铬、汞和砷含量符合海洋生物质量第一类标准，石油烃、铅和锌含量符合海洋生物质量第二类标准；牡蛎的石油烃、铬和汞含量符合海洋生物质量第一类标准，铅、镉和砷含量符合海洋生物质量第二类标准，铜和锌含量符合海洋生物质量第三类标准。

3.2.4.4 海洋生态现状调查与评价

1、叶绿素a

叶绿素a含量介于 $1.22\mu\text{g/L}$ ~ $7.03\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 $3.93\mu\text{g/L}$ ，其中最高值出现在9#站位，最低值出现在19#站位，详见图4-1。

图3.2.4-3 各站位叶绿素a含量(略)

2、浮游植物

(1) 种类分布

2025年5月调查海区共鉴定网采浮游植物3门108种，其中硅藻门94种，占总种数的87.0%；甲藻门12种，占总种数的11.1%；蓝藻门2种，占总种数的1.9%。各站种类数差异较大，介于12种~49种之间，平均为35种，其中最高值出现在4#站位，最低值出现在19#站位，详见下图。

图3.2.4-4 各站位网采浮游植物种类数(略)

(2) 密度分布

2025年5月调查海区网采浮游植物细胞密度介于 $1.73\times 10^5\text{ cells/m}^3$ ~ $1.33\times 10^7\text{ cells/m}^3$ 之间，平均为 $2.82\times 10^6\text{ cells/m}^3$ ，其中最高值出现在9#站位，最低值出现在11#站位，详见下图。

图3.2.4-5 各站位网采浮游植物细胞密度(略)

(3) 优势种

调查海区各调查站位已鉴定到种的浮游植物，取优势度（ Y ） ≥ 0.02 的物种为优势种。各优势物种出现率和优势度见下表。2025年5月航次调查海区网采浮游植物优势种共有6种，其中钟形中鼓藻优势度较大。

表3.2.4-8调查海区网采浮游植物优势种(略)

(4) 群落结构

各站位网采浮游植物多样性指数 H' 介于1.77~4.24之间, 平均为3.23, 最高值出现在13#站位, 最低值出现在9#站位。丰富度指数 d 介于0.59~2.14之间, 平均为1.66, 最高值出现在4#站位, 最低值出现在19#站位。均匀度指数 J 介于0.33~0.83之间, 平均为0.64, 最高值出现在11#站位, 最低值出现在9#站位。优势度指数 D 介于0.34~0.85之间, 平均为0.56, 最高值出现在9#站位, 最低值出现在17#站位, 详见下图。总的来说, 该海域网采浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度指数较高, 优势度指数中等, 说明该海域网采浮游植物群落多样性较好。

图3.2.4-6 各站位网采浮游植物多样性指数(略)

3、浮游动物

(1) 种类组成

2025年5月调查海区共鉴定浮游动物95种(类), 其中桡足类最多, 为35种, 其次是浮游幼虫, 为23种, 水母类18种, 毛颚类4种, 被囊类3种, 枝角类、介形类、糠虾类、端足类和腹足类各2种, 磷虾类和十足类各1种。从种类组成来看, 桡足类、浮游幼虫和水母类占优势, 分别占总种数的36.8%、24.2%和18.9%, 详见下图。各站位浮游动物种类数介于6种~45种之间, 平均为25种, 其中最高值出现在17#站位, 最低值出现在9#站位, 详见下图。

图3.2.4-7 浮游动物种类组成(略)

图3.2.4-8 各站位浮游动物种类数(略)

(2) 密度分布

监测海域各站位浮游动物个体密度介于11.43ind./m³~3520.00ind./m³之间, 平均为556.97ind./m³, 其中最高值出现在19#站位, 最低值出现在9#站位, 详见下图。

图3.2.4-9 各站位浮游动物个体密度(略)

(3) 生物量分布

监测海域各站位浮游动物生物量介于 $63.5\text{mg}/\text{m}^3 \sim 1040.0\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 平均为 $414.9\text{mg}/\text{m}^3$ 。其中最高值出现在20#站位, 最低值出现在13#站位, 详见下图。

图3.2.4-10 各站位浮游动物生物量(略)

(4) 优势种

对各站位浮游动物优势种进行分析, 计算方法同浮游植物。由下表可见, 2025年5月调查海区浮游动物共有优势种4种(类), 分别为太平洋纺锤水蚤、肥胖箭虫、短尾类溞状幼体和日本新糠虾。

表3.2.4-9 调查海区浮游动物优势种(略)

(5) 群落结构特征

监测海域浮游动物多样性指数 H' 介于 $0.25 \sim 3.68$ 之间, 平均为2.49; 丰富度指数 d 介于 $0.91 \sim 5.12$ 之间, 平均为3.02; 均匀度指数 J 介于 $0.07 \sim 0.93$ 之间, 平均为0.56; 优势度指数 D 介于 $0.43 \sim 0.98$ 之间, 平均为0.66。总的来说, 该海域浮游动物多样性指数、均匀度和优势度指数中等, 丰富度指数较高, 说明该海域浮游动物群落多样性正常。

图3.2.4-11 各站位浮游动物多样性指数(略)

4、大型底栖生物

总体上, 2025年5月航次监测区域的大型底栖生物多样性良好, 群落结构稳定。

5、潮间带生物

潮间带生物群落结构各潮区差异较大, T2断面断面总体较好, T1、T4和T5断面总体一般, 均优于T3断面。

6、鱼卵和仔稚鱼

2025年5月监测海域鱼卵优势种有斑鰾、白姑鱼sp.和鲱科种类, 仔稚鱼优势种有鳮sp.、白姑鱼sp.和斑鰾。

7、游泳动物

2025年5月游泳动物物种多样性指数 H' 的平均值为3.11, 介于 $0.94 \sim 4.14$ 之间, 均匀度指数 J 的平均值为0.73, 介于 $0.24 \sim 0.88$ 之间; 丰富度指数 d 的平均值

为2.67，介于1.5~3.84之间；群落优势度指数 D 的平均值为0.48，介于0.28~0.92之间。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

4.1.1 所在海域敏感目标分布情况

经现场踏勘，本项目对所在海域敏感目标的分析考虑到工程可能造成的生态环境影响范围，重点关注项目论证范围内的环境敏感保护目标。项目区周边敏感目标主要为闽东南沿海水土保持与防风固沙生态保护红线、张坂海岸防护生态保护红线区、福建崇武国家海洋自然公园。



图4.1.2-1 敏感目标分布图

表4.1.1-1 敏感目标一览表

序号	生态敏感目标名称	主要保护内容	方位及最近距离	影响要素	影响情况
1	闽东南沿海水土保持与防风固沙生态保护红线	水土保持与防风固沙	西侧3.09km	水动力、地形地貌与冲淤、水环境	影响较小
2	张坂海岸防护生态保护红线区	海岸防护与防灾减灾	西侧0.92km	水动力、地形地貌与冲淤、水环境	影响较小
3	福建崇武国家海洋自然公园	滨海沙滩、岸线景观、海域生境与海洋文化遗产	东侧2.83km	水动力、地形地貌与冲淤、水环境	无影响

4.1.2 关键预测因子确定

本项目为生态修复项目，项目采用清淤、拦沙堤、牡蛎附着礁、格宾石笼等方式，将对周边海域的水动力、地形地貌与冲淤、水环境产生影响，也会对周边海域敏感目标产生影响，因此，将水动力、地形地貌与冲淤、水环境、泥沙输运平衡确定为本项目生态评估的关键预测因子。

根据工程特点、规模及工程区域环境特征，本项目资源生态影响因素和预测因子识别见表4.1.2-1。

表4.1.2-1 资源生态影响因素和预测因子识别

资源生态影响要素	预测因子	工程内容与表征
水环境	悬浮物、石油类	基床抛石、清淤、施工废水
海洋沉积物	悬浮物、石油类	基床抛石、清淤、施工废水
海洋生态环境	底栖生物	悬沙扩散影响、施工扰动
	鱼卵仔鱼	悬沙扩散影响、施工扰动
	游泳动物	悬沙扩散影响、施工扰动
水动力	潮流场	拦沙堤建设、格宾石笼、清淤对海域水文动力的影响
地形地貌与冲淤环境	潮流场、地形地貌、泥沙输运平衡	工程建设对附近海域的泥沙、冲淤影响

4.2 资源影响分析

4.2.1 占用海域空间资源情况

本项目格宾石笼、拦沙堤、生物附着礁的用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”，湖区底泥清淤的用海方式一级方式为“开放式”，二级方式为“专用航道、锚地及其它开放式”，施工围堰的用海方式一级方式为“围海”，二级方式为“港池、蓄水等”。

本项目申请用海总面积 88.9979 hm²，其中格宾石笼网用海面积0.0767hm²，拦沙堤用海面积1.7512hm²，牡蛎附着礁用海面积1.4674hm²，湖区底泥清淤用海面积78.9463hm²，施工围堰用海面积6.7563hm²。

4.2.2 海洋生物资源的影响分析

项目建设影响用海范围内海洋生物的生境，导致用海范围内海洋生物资源受损，对海域生态系统功能造成影响。底栖生物量损失主要是拦沙堤、格宾石笼、施工围堰、湖区底泥清淤、牡蛎附着礁占海导致的底栖生物死亡和栖息地丧失而引起的生物存量减少，施工期悬浮物大量增加亦会对海洋生物产生影响。

(1) 拦沙堤、格宾石笼、施工围堰（超出清淤部分）、牡蛎附着礁占海以及湖区底泥清淤导致底栖生物损失

底栖生物损失按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：W_i——第 i 种类生物资源受损量；D_i——评估区域内第 i 种类生物资源密度，2025年5月潮下带底栖生物密度平均值，为10.45g/m²。S_i——第 i 类生物占用的渔业水域面积。

项目占海导致底栖生物损失=占海面积×潮下带底栖生物量=3.2953hm²×10.45g/m²=344.36kg。

项目清淤以及施工临时便道（超出清淤部分）导致底栖生物损失=占海面积×潮下带底栖生物量=79.4512hm²×10.45g/m²=8302.65kg。

(2) 施工悬浮泥沙入海导致生物损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T91102007）中的规定，生物资源损失率通过生物资源密度，浓度增量区的面积等进行估算，计算公式如下：

①一次性平均受损量计算

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

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾，个，千克；

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为个/km²、尾/km²、kg/km²；

S_i ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为km²；

n ——某一污染物浓度增量分区总数；

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率（%），生物资源损失率取值参见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T91102007）附录 B，见表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数（ B_i ）	各类生物损失率(%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

②持续性损害受损量计算

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。 $M_i = W_i \times T$

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为个、尾、kg；

W_i ——第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为个、尾、kg；

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

各生态指数采用2025年05月调查数据。本区域平均水深取2m。污染物浓度增量实际影响天数以清淤工程、拦沙堤工程、施工临时便道的实际施工工期为准（表 4.2.2-2）。

表 4.2.2-2 各工况施工工期和计算周期

序号	工作内容	开始时间	结束时间	工期（月）	周期
1	格宾石笼	2026年9月	2026年12月	4	8
2	拦沙堤	2027年7-月	2027年12月	6	12

3	牡蛎附着礁	2027年9月	2027年12月	4	8
4	月亮湖清淤	2026年9月	2027年5月	9	18
5	月亮湖临时围堰, 便道	2027年5月	2027年8月	4	8

根据海洋环境现状调查资料可知, 鱼卵和仔鱼密度均值分别为 6.99ind./m^3 和 0.78ind./m^3 , 游泳动物平均质量密度 252.64kg/km^2 。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)的相关要求, 本工程产生的悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于持续性损害, 因此, 计算结果如下。

鱼卵一次性平均受损量: 3.058×10^6 粒; 鱼卵持续性受损量: 1.7×10^7 粒;

仔稚鱼一次性平均受损量: 3.41×10^6 尾; 仔稚鱼持续性受损量: 2.7×10^7 尾;

成体鱼类一次性平均受损量: 552.65kg ; 成体鱼类持续性受损量: 6631.8kg 。

4.2.3 海洋生物资源损失货币化估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》, 生物资源损害补偿年限(倍数)的确定按如下原则:

——各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的, 其生物资源损害的补偿年限均按不低于20年计算;

——占用渔业水域的生物资源损害补偿, 占用年限低于3年的, 按3年补偿; 占用年限3年~20年的, 按实际占用年限补偿; 占用年限20年以上的, 按不低于20年补偿;

——一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的3倍;

(1) 工程占海导致底栖生物损失的货币化估算

项目占海造成的生物损失量属于长期的、不可逆的, 因此损害补偿年限按不低于20年计算:

底栖生物损失货币化估算=底栖生物损失量 \times 20年 \times 价格

底栖生物价格按10000元/t计算, 底栖生物损失量为 344.36kg , 则项目占海共造成底栖生物损失货币化估算约6.89万元。

项目清淤造成的生物损失量属于短期的, 因此损害补偿年限按3年计算:

则项目清淤共造成底栖生物损失货币化估算约24.91万元。

(2) 施工悬浮泥沙入海损失造成海洋生物损失的货币化估算

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失属于短期的, 由于实际影响年限低于3年的, 因此损害补偿年限按3年计算:

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失=施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失量×3×换算比例×价格

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失估算约157.59万元，详见表4.2-1。

表 4.2-1 本项目施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失估算

类别	生物损失量		
	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物
持续性生物受损量	1.7×107ind	2.7×107ind	6631.8kg
单价	0.3元/ind	0.3元/ind	10元/kg
换算比例	1%	5%	100%
经济损失价值（万元）	16.2	121.5	19.89
经济损失合计（万元）	157.59		

综上所述，本项目造成的海洋生物经济损失货币化估算约为189.39万元。

4.3 生态影响分析

4.3.1 海域水文动力和地形地貌环境影响分析

本节内容引自《泉州月亮湾数模研究报告》。

4.3.1.1 玉沙湾岸段

1、模型设置

（1）玉沙湾岸段

针对海滩补砂养护和“补砂养护+闸口导流堤建设”2个工况，构建 STWAVE近岸波浪和 GENESIS 岸线演变模型。模型网格和水深地形见图4.3.1-1、4.3.1-2。

图 4.3.1-1 模型网格图(略)

图 4.3.1-2 模型网格图(略)

（2）玉沙湾东侧岸段

针对海滩补砂养护和“补砂养护+丁坝建设”2个工况，构建 STWAVE 近岸波浪和 GENESIS 岸线演变模型。2个工况的模型水深地形见图4.3.1-3、4.3.1-4。

图 4.3.1-3 仅补砂工况模型水深地形图(略)

图 4.3.1-4 补砂+丁坝工况模型水深地形图(略)

2、岸线演变模拟结果

(1) 玉沙湾岸段

图 4.3.1-5至图 4.3.1-10为两个工况的数值模拟结果。岸线年变化量图中，正值表示淤积，负值表示侵蚀；沿岸输沙率的平面分布图中正值表示由东向西输沙，负值表示由西向东输沙。

1) 海滩补砂养护工况

从数模计算结果来看，工程区河口东西两侧区域呈向陆蚀退趋势，河口趋于逐年淤积，补砂修复后第10年最大侵蚀距离约30-40m（图4.3.1-6）。工程区泥沙的主要输运方向为自东向西，补砂后 1~2 年沿岸输沙率波动较大，随后输沙率趋于稳定，修复后第 10 年的年净输沙率最大约 3.2 万方/年，平均输沙率约 2.5 万方/年（图 4.3.1-7）。

2) 海滩补砂养护+闸口导流堤建设工况

从岸线演变模拟结果来看，修建闸口导流堤起到类似拦沙堤作用，能拦截自东向西的沿岸输沙，阻断沉积物的沿岸流失通道，降低岸段整体的输沙幅度，有效延缓沙滩侵蚀。由东向西输移的泥沙在导流堤的东侧淤积，10 年最大的淤积距离近 60m（图 4.3.1-9）。但是，西侧导流堤却造成了西侧海滩更严重的侵蚀，10 年最大的淤积距离近 70m（图 4.3.1-9），海滩修复后的前几年为岸线的快速调整期，输沙率在沿岸上的波动（差异）较大，至第 10 年净输沙率在沿岸上的分布逐渐趋于稳定，稳定后的年净输沙率约 1.5 万方/年（图 4.3.1-10）。

图 4.3.1-5 玉沙湾岸线变化平面图（仅补砂养护工况）(略)

图 4.3.1-6 玉沙湾岸线年变化量（仅补砂养护工况）(略)

图 4.3.1-7 玉沙湾填砂后年净输沙率（仅补砂养护工况）(略)

图 4.3.1-8 玉沙湾填砂后岸线变化平面图（补砂养护+导流堤工况）(略)

图 4.3.1-9 玉沙湾填砂后岸线年变化量（补砂养护+导流堤工况）(略)

图 4.3.1-10 玉沙湾填砂后年净输沙率（补砂养护+导流堤工况）(略)

(2) 玉沙湾东侧岸段

图 4.3.1-11 至图 4.3.1-16 为两个工况的数值模拟结果。岸线年变化量图中,正值表示淤积,负值表示侵蚀;沿岸输沙率的平面分布图中正值表示由东南向西北输沙,负值表示由西北向东南输沙。

1) 海滩补砂养护工况

从数模计算结果来看,工程区东南侧岸段呈显著的向陆蚀退趋势,补砂修复后第 10 年最大侵蚀距离约 40m (图 4.3.1-12、图 4.3.1-13);东南侧侵蚀的砂质沉积物向其下游输运堆积,第 10 年最大淤积距离近 60m。(图 4.3.1-13)。

2) 海滩补砂养护+丁坝建设工况

从岸线演变模拟结果来看,岸段东南侧丁坝修建后对其邻近海岸起到显著的庇护作用,东南侧岸线侵蚀程度显著降低,养护后第 10 年最大侵蚀距离约 17.6m;靠近丁坝的局部岸段转侵为淤,养护后第 10 年向海淤进距离约 9.5m (图 4.3.1-14、图4.3.1-15)。从沿岸输沙趋势上看,补砂后 1~2 年沿岸输沙率波动较大,随后输沙率趋于稳定,修复后第 10 年的年净输沙率最大约 144 方/年(图4.3.1-16)。

图 4.3.1-11 玉沙湾东侧岸段填砂后岸线变化平面图(仅补砂工况)(略)

图 4.3.1-12 玉沙湾东侧岸段填砂后岸线年变化量(仅补砂工况)(略)

图 4.3.1-13 玉沙湾东侧岸段填砂后年净输沙率(仅补砂工况)(略)

图 4.3.1-14 玉沙湾东侧岸段填砂后岸线变化平面图(补砂养护+丁坝工况)(略)

图 4.3.1-15 玉沙湾东侧岸段填砂后岸线年变化量(补砂养护+ 丁坝工况)(略)

图 4.3.1-16 玉沙湾东侧岸段填砂后年净输沙率(补砂养护+丁坝工况)(略)

4.3.1.2 三宝宫岸段

1、模型设置

针对三宝宫岸段推荐方案,构建STWAVE近岸波浪和GENESIS岸线演变模型。模型开边界波浪资料取大区域波浪数值模拟结果,水深地形资料利用本项目实测地形数据。模型网格和水深地形见图4.3.1-17、4.3.1-18。

采用WISPH3(WIS Phase 3 Wave Transformation)将波浪模型输出的周年波浪时间序列转换到STWAVE模型开边界上,并综合考虑波浪对岸线的有效作用程度与模型计算效率,通过WSAV将开边界波浪资料划分为52个波谱事件,驱动STWAVE波浪场和GENESIS岸线演变计算。

图4.3.1-17 模型网格图(略)

图4.3.1-18 模型水深地形图(略)

2、岸线演变模拟结果

图4.3.1-19至图4.3.1-21为三宝宫岸段的沿岸输沙与岸线演变数值模拟结果。岸线年变化量图中，正值表示淤积，负值表示侵蚀；沿岸输沙率的平面分布图中正值表示由东向西输沙，负值表示由西向东输沙。

从岸线的整体变化来看（图4.3.1-19和图4.3.1-21），沙滩养护后岸线总体呈中间侵蚀、两侧淤积的演变特征，整体岸线弧度变大，岸线形态朝更符合岬湾形态的趋势调整。养护后第10年东、西两侧最大淤积距离约10m，中间最大侵蚀距离约4m。

从沿岸输沙趋势来看（图4.3.1-21），在海滩养护初期（第1年）沿岸输沙率波动较大，随后几年输沙率沿岸分布逐渐趋于稳定。总体来看，该岸段的年净输沙率较小，养护后第10年沿岸最大年净输沙率约为 $200\text{m}^3/\text{a}$ 。

图4.3.1-19 工程区填砂后岸线变化平面图（三宝宫推荐方案）(略)

图4.3.1-20 工程区填砂后岸线年变化量（三宝宫推荐方案）(略)

图4.3.1-21 工程区填砂后年净输沙率（三宝宫推荐方案）(略)

4.3.1.3 水动力影响分析

总体而言，项目选址于水深较浅的近岸水域，低潮时部分区域会干滩露出，水动力条件总体较弱；周边海域水动力条件良好。

对比项目整体建设前后特征点流速变化情况以及周边海域的最大流速分布、涨落潮平均流速变化情况、全潮平均流速变化情况，以进一步分析项目整体建设对周边海域的水动力影响。

总体上项目区及周边海域的涨潮期间平均流速、最大流速大于落潮期间。项目建设的影响随着距离的增大，影响幅值逐渐减小。

4.3.2 纳潮量影响分析

本节内容引自《泉州台商投资区2026年海洋生态保护修复工程项目实施方案报告》。

2、模型设置

3、模型结果

4.3.3 水质环境影响分析

4.3.3.1 悬浮泥沙对海洋水环境的影响

拦沙堤、格宾石笼、牡蛎附着礁施工过程中将产生悬浮泥沙。悬浮泥沙入海的浓度一般很高，其后悬沙随海流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，而范围逐渐增大，从而对海洋环境产生影响。

月亮湖的清淤施工产生的悬浮泥沙会直接降低水体透明度，短期内影响水生植物光合作用，但清淤施工结束后，泥沙会逐渐沉降，透明度可恢复至原有水平。悬浮泥沙也可能携带少量底质中的营养盐或污染物，但短期波动不会突破水环境承载力。泥沙沉降过程中可能吸附部分浮游生物和有机物，微生物分解时会消耗少量溶解氧，但结合月亮湖水体自净能力，不会导致溶解氧显著下降，且无长期累积影响。

月亮湖施工围堰建设同时兼做施工便道使用，西侧施工围堰进场段在现状塘埂外侧拓宽时，回填土分层压实过程中，表层松散土壤颗粒易随地表径流冲刷进入海域；湖区袋装砂铺设过程中未完全稳定的砂料可能脱落入水体；泥结碎石路面施工及使用期间，表层泥沙、碎石颗粒会随雨水冲刷进入海域，以上均会导致施工区域及周边海域 SS 浓度短期升高。袋装砂拆除过程中，机械拆解会扰动周边水体，导致残留砂粒悬浮，SS 浓度短期回升，但影响范围和持续时间均小于施工期，且无新增化学污染物。砂料资源化再利用避免了废弃砂料长期堆积导致的二次冲刷污染，减少了海域垃圾存量，对水质起到间接保护作用

总体上来看，悬浮泥沙对水质的影响多集中在施工区及周边 1-3公里海域，且随着施工结束1-3个月内，水体透明度、悬浮物含量等指标可逐步恢复至背景水平，对海洋生物的干扰也以短期避让为主，未发现长期累积性生态影响，整体处于海洋生态系统的承载范围内。

4.3.3.2 施工期污废水排放对海域环境的影响

施工期间产生的污废水主要包括施工船舶含油废水及生活污水、施工场地废水、施工人员生活污水。

(1) 施工船舶含油废水及生活污水

根据工程分析，本项目施工期船舶生活污水和船舶含油污水，含污染物浓度较高，如直接排放入海，将对周边海域水质造成较大影响。根据《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》以及交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，对“在港口水域范围内航行、作业的船舶”的排污设备实施铅封管理。项目施工过程中施工船舶的排污设备应实施铅封，并与施工船舶产生的生活污水一起收集后上岸处理，含油污水交由有资质单位接收处理，不得出现直接排入海域情况，因此施工期船舶污水排放对海域水质影响程度较小。

(2) 施工场地废水

本项目施工期场地废水主要为施工机械车辆冲洗废水。施工生产废水是临时性废水，随着施工的结束而停止排放。装载砂石方等工程材料的车辆在卸料时应尽量卸干净，尤其在洗车前应将车斗内的物料清扫干净，不但可减少冲洗水的使用量，同时可避免这些物料进入废水。车辆设备冲洗和维护保养废水主要含有SS、COD_{Cr}、石油类等水污染物，为防止废水直接入海，对该部分含油废水必须经隔油处理，采用自流式初沉隔油沉淀处理工艺。项目施工期该部分含油废水经处理后，含油废渣交有资质的单位处理，废水经处理达标后回用。

(3) 施工人员生活污水

本项目施工人员生活污水主要含有COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮等污染物，生活污水主要利用现有的生活污水处理设施进行处理排放，对海域水环境基本无影响。

综上所述，经各项环保措施处理后，项目施工期产生的污废水对周边海域环境影响程度较小。

4.3.4 沉积物环境影响分析

项目建设对海域沉积物环境造成的影响主要在工程施工对底质的破坏、施工过程中产生的入海泥沙，以及施工过程中产生的废污水。营运期无管理人员不产生污染物，不会对沉积环境造成消极影响。

4.3.4.1 工程施工对沉积物环境的影响

拦沙堤、格宾石笼、牡蛎附着礁施工将覆盖所在海域底部的沉积物，使其部分消失，但施工范围较小，在潮流和地形作用下，工程区及其邻近海域将在一段时间后形成新的沉积物环境。

月亮湖的清淤施工将导致海域的沉积物环境发生改变，原有沉积物环境被破坏，造成生物量的损失。但待工程实施后，新的沉积物环境形成，生物慢慢聚集，生态系统得以重建。

月亮湖施工围堰西侧塘埂拓宽的回填土分层压实过程中，周边海域沉积物可能因施工扰动出现颗粒级配重组，底质密度略有上升；湖区袋装砂填筑后，施工临时便道下方及周边范围的海底沉积物会被砂袋覆盖，形成局部“硬底化”环境，遮蔽原有底质。机械作业（挖砂、压实、运输）会扰动海底表层沉积物，在潮流作用下易发生再悬浮，但因施工区域集中（临时道路沿线），且回填土、袋装砂均采用分层压实有序铺设措施，沉积物整体稳定性仍能维持。袋装砂拆除过程中，机械挖掘会扰动覆盖层及下方表层沉积物，导致底质颗粒重新分布，部分细颗粒泥沙再次悬浮，但潮流会在短期内将扰动沉积物输运至周边区域，实现自然沉降平衡。

4.3.4.2 悬浮泥沙入海对沉积物环境的影响

施工过程入海的泥沙在随潮流涨落运移过程中，其粗颗粒部份将迅速沉降于防波堤附近海底，而细颗粒部份在随潮流向边滩运移过程中遇到平潮期流速趋于零而慢慢沉降于海底。散落泥沙的扩散运移和沉降的范围与泥沙的粒径、水深和流速有关。

施工期的悬浮物主要来自本工程及其附近海域，它们的环境背景值与工程海域沉积物背景值相近或一样，施工过程只是将沉积物的分布进行了重新调整，对沉积物环境影响较小，不会明显改变工程海域沉积物的质量。

4.3.4.3 施工期废水对沉积物环境的影响

本项目施工污水主要为施工船舶含油废水及生活污水、施工场地废水、施工人员生活污水。

其中施工船舶排污设备实施铅封管理，产生的废污水均需收集上岸处理，不直接排海；施工人员生活污水依托项目后方陆域排水系统和污水处理设施处理后

排放。由于污水量少，对海域沉积物环境影响不大。施工场地部分含油废水经隔油处理，采用自流式初沉隔油沉淀处理工艺，含油废渣交有资质的单位处理，废水经处理达标后回用。

施工废水在采取上述环保措施的情况下，不直接排入工程海域，对工程海域沉积物环境影响不大。

4.3.5 海域生态环境影响分析

工程施工会引起海水中悬浮物含量的增加，在一定范围内的海水将变得浑浊，海水透明度降低，对浮游生物、游泳动物、鱼卵仔鱼和底栖生物产生一定的影响。

4.3.5.1 对浮游生物的影响

施工过程产生的入海泥沙将对浮游生物产生影响，首先反映在悬浮泥沙导致海水的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的光合作用，对浮游生物的生长起到抑制作用，降低单位水体内浮游植物的数量；其次，还将对浮游动物的生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面的影响；此外，由于悬浮物快速下沉，有部分浮游植物被携带下沉，导致浮游植物受到一定损害。

本项目每天工程施工活动停止后，由于潮汐作用，会将外海浮游动植物带入施工区及其附近海域，使施工区浮游动植物得以补充，因此，施工期入海泥沙对海域浮游生物影响不大。

此外，施工围堰的施工以及湖区清淤会导致初级生产力短期下降；泥沙颗粒可能吸附浮游藻类、堵塞浮游动物滤食器官，造成敏感类群（如硅藻、枝角类）死亡率上升，群落结构向耐污种（如蓝藻、桡足类）倾斜。施工结束后悬沙沉降，水体透明度恢复，清淤改善底质和水质（减少营养盐淤积），浮游生物群落会在1-3个月内逐步恢复，且多样性和生物量可能优于清淤前。

4.3.5.2 对鱼卵仔鱼的影响

施工期间，高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物仔幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受

限度比成鱼低得多。根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于10 mg/L，会对鱼类生长造成影响。

总体上，除清淤外的施工，悬浮泥沙对水质的影响多集中在施工区及周边海域，影响较小。而清淤施工会扰动破坏产卵场，造成局部区域鱼卵仔鱼存活率下降。清淤后水体交换改善、水质提升，产卵场环境优化，加之生态修复措施（如水生植物种植），鱼卵仔鱼的繁殖和存活条件会持续改善，种群数量逐步回升。

4.3.5.3 对底栖生物的影响

底栖生物栖息于海底，对悬浮物多具有较强的耐受能力；但海水中的悬浮物大量增加仍会对其群落产生直接和间接的影响。悬浮物增加会消耗水中含氧，使得海水含氧浓度降低影响贝类呼吸；此外，对于以浮游生物为饵料的底栖生物而言，悬浮物还可通过影响浮游生物的生长间接对底栖生物产生影响。底栖生物量损失主要是底栖生物死亡和栖息地丧失而引起的生物量存量的减少。

本项目正常施工情况下，悬沙入海的影响范围不大，且随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响也将逐渐消失。因此，拦沙堤、格宾石笼、牡蛎附着礁的施工对该海域底栖生物的影响较小。

月亮湖的清淤会破坏底栖生物的生存基质，导致施工区域内底栖生物（如贝类、环节动物等）瞬时逃逸或死亡，短期内生物量下降。底质扰动会影响底栖生物的摄食、繁殖环境，导致耐污能力弱的物种暂时减少，但耐泥沙扰动的物种会短期占据优势。清淤后底质环境改善（如减少淤积、改善通气条件），结合适当生态修复措施（如种植水生植物、投放底质改良剂），底栖生物群落可在1-3年内逐步恢复至清淤前水平。施工围堰的回填土压实导致会周边底质密度增加，穴居类底栖生物的洞穴结构被破坏，活动范围受限。底栖生物群落破坏集中在临时道路沿线范围，属于局部影响。

4.3.5.4 对游泳动物的影响

对于游泳动物而言，悬浮微粒对鱼类影响较大。首先，悬浮微粒对鱼类机械作用，水体中含有大小不同的，从几微米到十余微米的矿质颗粒，在悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料的繁殖生长，影响鱼类的摄食活动；其次，水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物，特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，当悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鱼的鳃部时，将粘附

于鳃瓣鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且将隔断气体交换的进行，严重时甚至导致鱼类窒息而死。有资料表明，悬浮物质的含量水平为80000mg/L时，鱼类最多只能存活一天，含量水平为600mg/L时，最多只能存活一周；悬浮物质的含量在200mg/L以下且影响时间较短时，不会导致鱼类直接死亡。

本项目除月亮湖的施工外，其它水域较开阔，鱼类等游泳动物的规避空间较大，并且在施工过程中驱赶鱼类采用适当的方式，故项目建设对当地鱼类资源影响较小。虾蟹类因其本身生活习性，大多对悬浮泥沙具有较强的抗性，故工程施工对该海域虾蟹类的影响很小。

月亮湖的清淤及施工围堰的施工噪音、悬沙扩散和底质扰动会促使游泳动物（鱼类、甲壳类等）暂时逃离施工区域，导致局部摄食、繁殖活动受抑制，短期分布范围收缩，但因游泳能力强，无大规模死亡风险。清淤后底栖生物恢复，饵料资源增加，加之岸线生态化改造形成优质栖息地，游泳动物会逐步返回，种群多样性和生物量将稳步提升，长期有利于渔业资源恢复。

4.3.5.5 施工废水对海洋生态环境的影响

施工期间，施工机械和施工船舶在使用和维修过程中将产生含油废污水，这些施工设备的含油废污水很难定量估算，若直接排入海中，油污通过附着在悬浮物上并随之沉降到海底，或溶于海水中，随海流扩散，或漂浮在水面上随旋流漂移，油污漂浮于水面上，造成阳光透过率降低，阻碍植物光合作用，从而影响海洋生态环境，而且油污具有一定的粘性，会破坏部分海洋生物的呼吸系统，造成其呼吸困难而死亡。

根据工程分析，本项目施工期间含油废水排放量较小，只要加强管理，严禁施工船舶、施工机械产生的各种污水未经处理直接排放；同时对施工过程中产生的各类含油污水进行收集，处理达标后排放，进入水体的石油类等污染物的量就很小，对水生生物的影响程度和范围也就很小。

等污染物的量就很小，对水生生物的影响程度和范围也就很小。

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) 泉州市社会经济基本状况

泉州市地处中国华东地区，北承福州、莆田，南接厦门，东望台湾岛，属亚热带海洋性季风气候，气候条件优越，是福建省人民政府批复确定的海峡西岸经济区中心城市之一、现代化工贸港口城市，联合国唯一认定的海上丝绸之路起点，列入国家“一带一路”倡议的21世纪海上丝绸之路先行区。

根据2024年泉州市经济运行情况统计：全市地区生产总值比上年增长6.5%。其中，第一产业增加值增长4.0%，第二产业增加值增长6.9%，第三产业增加值增长6.1%。三次产业比例为2.0:51.8:46.2。全年人均地区生产总值147158元，比上年增长6.3%。

(2) 泉港区社会经济基本状况

泉港区位于福建省沿海中部的湄洲湾南岸，原系惠北地区。1996年成立肖厝经济开发区，2000年12月28日经国务院批准设立行政区，挂牌成立。辖区国土总面积441.4 km²，其中陆域面积321 km²；海域面积119.6km²(其中潮间带以上滩涂面积47.68 km²)。辖管有南埔、界山、后龙、峰尾、前黄、涂岭6个镇，1个山腰街道办事处和1个国有盐场，下辖96个行政村和4个居委会。总人口39.27万人，人口主要以汉族为主，兼有回族、畲族、蒙古族等少数民族。是著名的侨乡和台胞祖籍地之一，共有旅居海内的华侨、华人和港澳台同胞37万多人。

根据泉州市泉港区人民政府网站(www.qg.gov.cn)，2024年泉港区实现地区生产总值13094.87亿元，比上年增长6.5%；农林牧渔业总产值487.38亿元，比上年增长4.0%；工业增加值比上年增长7.2%；建筑业增加值比上年增长5.5%；第三产业增加值6056.32亿元，增长6.1%；固定资产投资比上年增长7.0%；一般公共预算总收入975.17亿元，下降4.3%；地方一般公共预算收入572.80亿元，下降1.4%；全年货物进出口总额2715.01亿元，比上年增长4.5%；实际使用外资3.88亿元，下降54.3%；社会消费品零售总额6164.07亿元，比上年增长5.2%；居民人均可支配收入52214元，增长5.5%。

5.1.2 海域使用现状

本项目位于泉州台商投资区，根据现场踏勘结果、遥感影像资料以及申请单位提供的资料，项目周边海域开发利用现状有：交通运输用海、渔业用海、海底工程用海、生态保护红线区以及其他用海。本项目附近海域开发利用现状示意图见图5.1-1，现场勘察照片见图5.1-2，本项目所在海域的开发利用现状统计见表5.1-1。

表5.1-1 开发利用现状统计见表

序号	海域使用类型	用海活动	用海方式	与项目用海相对位置	最近距离(m)
1	交通运输用海	下宫陆岛交通码头工程	港池、蓄水等、非透水构筑物、建设填海造地	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程东侧	747
		浮山岛陆岛交通码头工程	建设填海造地、非透水构筑物、港池、蓄水等	月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程东南侧	742
		泉州港秀涂作业区16#泊位及贯彻国防要求工程	建设填海造地、非透水构筑物、透水构筑物、港池、蓄水等	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程东侧	2872
		新建福州至厦门铁路	跨海桥梁、海底隧道、透水构筑物	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程西侧	402
2	渔业用海	泉州八仙过海文化旅游项目（一期）海洋科普馆配套	专用航道、锚地及其它开放式、取、排水口	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程东北侧	1257
3	海底工程用海	泉州台商投资区尾水排海工程	污水达标排放、透水构筑物、海底电缆管道	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程西南侧	540
4	生态保护	福建泉州泉州湾河口	重要滩涂及浅海水域、	泉州湾北岸岸线修	1688

	红线区	湿地省级自然保护区	水土保持	复与防灾减灾能力提升工程西侧	
		张坂海岸防护生态保护红线区	重要滩涂及浅海水域、水土保持	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程西侧	920
		福建崇武国家海洋自然公园	重要滩涂及浅海水域、水土保持	泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程东侧	4414
5	特殊用海	七一水闸	建设填海造地、透水构筑物	月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程东南侧	100

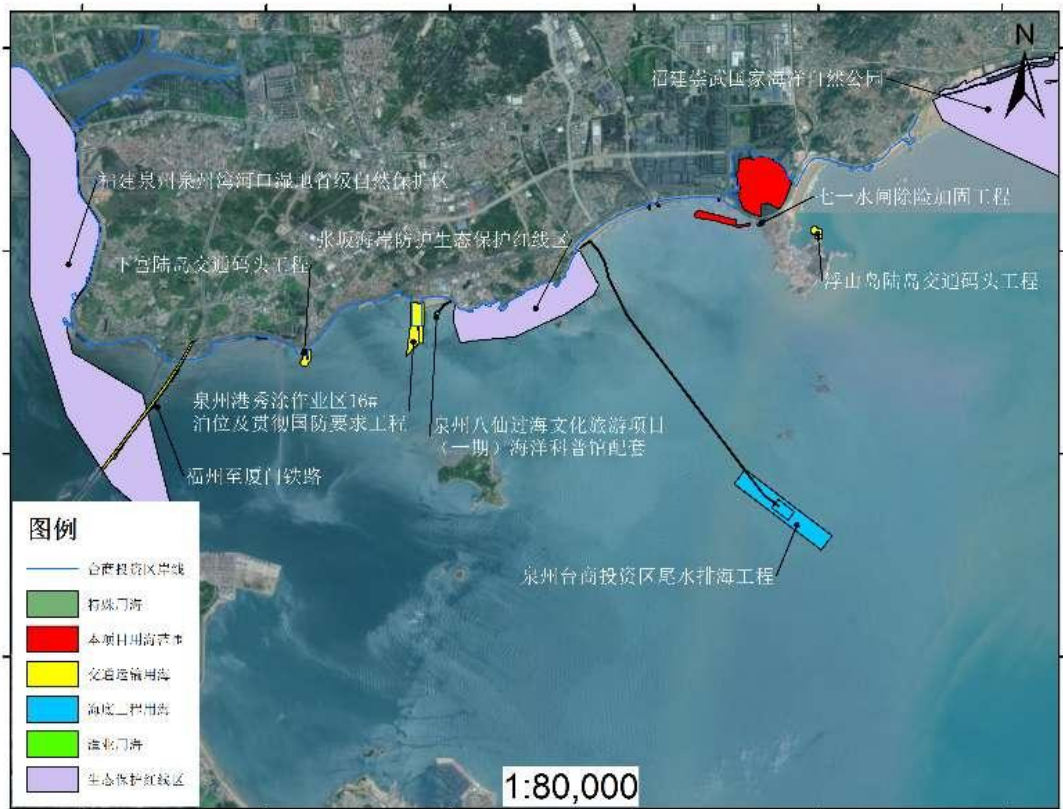


图5.1-1 本项目附近海域开发利用现状示意图



图5.1-2现场勘察照片

5.1.2.1 交通运输用海

本项目附近主要有4处交通运输用海，分别是下宫陆岛交通码头工程、浮山岛陆岛交通码头工程、泉州港秀涂作业区16#泊位及贯彻国防要求工程、新建福州至厦门铁路，其与项目的最近距离分别约为817m、742m、630m、402m。

(1) 港口用海

下宫陆岛交通码头工程：位于泉州台商投资区东园镇后港村南侧海域。

浮山岛陆岛交通码头工程：位于泉州台商投资区张坂镇浮山村东北侧海域，码头长120m，其中引堤长40m，2004年陆岛交通码头建成。浮山岛陆岛交通码头既是船舶停港的避风良港，又是货物运输装卸的转运站。

泉州港秀涂作业区16#泊位及贯彻国防要求工程位于泉州湾港区秀涂作业区北区下垵村附近。建设规模为2万吨滚装泊位一个及相应的配套设施，可靠泊2万吨汽车滚装船和2万吨客货滚装船。依托新建的2万吨级滚装码头建设可靠泊三千吨级登陆舰的泊位及相应配套设施。近期年客运量为20万人次，货运量10万吨/4万车次，汽车数量3万辆；远期年客运量55万人次，货运量15万吨/6万车次，汽车数量6万辆。

（2）路桥用海

新建福州至厦门铁路是我国“八纵八横”高速铁路网东南沿海高速铁路重要通道，正线全长277.42公里。福州至厦门铁路为跨海桥梁用海，海域使用权人为东南沿海铁路福建有限责任公司，已办理海域使用权证书，用海面积118.78公顷。

5.1.2.2渔业用海

（1）渔业基础设施用海

泉州八仙过海文化旅游项目（一期）海洋科普馆（研学基地）项目用地位于台商区张坂镇、东园镇，总用地面积为592155m²，总建筑面积为2467.23m²。建设鲸鱼湾、企鹅馆、热带雨林、海底世界、江豚馆、海豚馆、天鹅堡、儿童嘉年华等八大分馆及其相关配套设施。项目总投资13亿元，工程建设期为2018年9月到2021年9月，已于2021年11月22日投入试营业。

（2）养殖用海

通过实地调研，工程区海域目前没有养殖活动。位于福建泉州泉州湾河口湿地省级自然保护区的养殖用海目前已清退。

5.1.2.3海底工程用海

泉州台商投资区尾水排海工程位于张坂镇玉霞村乌屿附近海域，海底管道约6370m，涉及海域面积约76.61hm²。工程于2012年开始动工，2013年建设完工。距离本项目泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程最近距离约540m。

5.1.2.4生态保护红线区

（1）福建泉州泉州湾河口湿地省级自然保护区

福建泉州泉州湾河口湿地省级自然保护区于2003年9月经福建省人民政府批准建立。保护区位于泉州市晋江和洛阳江出海口，总面积7065.31公顷。主要保护对象为湿地、红树林、珍稀鸟类、中华白海豚、中华鲟等。

区内分布有桐花树、秋茄和白骨壤等3种红树植物，是桐花树和白骨壤红树林在太平洋西岸自然分布的最北界。国家重点保护野生植物有中华结缕草、珊瑚菜等2种；国家重点保护野生动物有黄喉貂、瓶鼻海豚、角鸮、小天鹅、褐翅鸢等61种，其中一级保护20种、二级保护41种。记录到鸟类197种，其中6种鸟类种群个体数量达到国际重要湿地1%的标准。

（2）福建崇武国家海洋自然公园

福建崇武国家海洋自然公园位于福建省泉州市惠安县山霞镇与崇武镇交界处，地处泉州湾北岸、崇武半岛南侧，岸线长度19.2公里，总面积13.55平方公里。该公园于2014年获国家海洋局批准建立，是泉州市首个国家级海洋公园，也是福建省近两年来唯一获批的同类园区。

公园所在区域属中国最美八大海岸之一，拥有明代抗倭遗址崇武古城。该古城始建于洪武二十年（1387年），明隆庆元年（1567年）戚继光在此修筑城防体系，现存城墙周长2567米，设有烽火台、箭窗等军事设施。园区划分为重点保护区（1.37平方公里）、生态与资源恢复区（0.1平方公里）及适度利用区（12.08平方公里），涵盖青山湾、西沙湾、半月湾等海域。适度利用区规划建设高端度假区、水上运动区、海洋文化展示区及海洋科普基地，提供沙滩日光浴、帆船体验、闽南美食等项目。园内现存崇武石雕博览园、解放军庙等文化景观。

5.1.2.4其他用海（防洪排涝）

（1）七一水闸

七一水闸位于泉州市台商投资区张坂镇浮山村，七一围垦海堤结合处，建于1970年，水闸具有灌溉、排涝及挡潮功能。工程等别为等，中型水闸，水闸主要建筑级别为3级，防洪、排涝面积约5万亩。七一水闸闸孔数11孔、 $B \times H = 2.7\text{m} \times 3.95\text{m}$ ，泄洪闸底高程 m 。建闸后最高水位 m （1990.8.15），现有堤顶低的部位为 m 、平均高程 m 。

（2）玉山水闸

玉山水闸位于月亮湖流域井头村滞洪区内，月亮湖流域属于“闸排为主、滞洪为辅、配套电排”设防布局的防洪排涝区。玉山水闸位于规划海湾大道南侧，现状玉山中桥和规划玉山大桥之间，东侧与白沙湾公园衔接。水闸设计排涝流量195.64 m^3/s ，主要由上游、下游连接段、闸室及堤防组成，闸室拟采用3孔10米，过流净宽为30米。玉山水闸兼具渔船通航功能，设计最大船舶小于50吨，水闸管理房设于白沙湾公园综合服务中心。防山洪防内涝标准按照30年一遇，防潮标准按照50年一遇潮水位设计。

5.1.3海域使用权属

本项目涉及海域范围内共有确权用海项目6个，主要包括福州至厦门铁路、下宫陆岛交通码头工程、浮山岛陆岛交通码头工程、泉州港秀涂作业区16号泊位、

泉州八仙过海文化旅游项目（一期）海洋科普馆、泉州台商投资区尾水排海工程。
 本项目位置与周边确权用海的关系如图5.1-2所示。具体各项目用海情况见下表。



图5.1-2 项目周围用海权属分布图

表5.1-2 项目周边用海权属一览表

序号	项目名称	使用权人	用海二级类	用海期限	用海面积 (hm ²)
1	新建福州至厦门铁路	东南沿海铁路福建有限责任公司	路桥用海	/	118.78
2	下宫陆岛交通码头工程	泉州台商投资区开发建设有限责任公司	港口用海	2004年6月28日至2054年6月27日	4.07
3	浮山岛陆岛交通码头工程	泉州台商投资区开发建设有限责任公司	港口用海	2004年6月28日至2054年6月27日	3.35
4	泉州港秀涂作业区16号泊位	泉州港务集团有限公司	港口用海	2012年12月30日至2062年12月29日	20.34

	及贯彻国防要求工程				
5	泉州八仙过海文化旅游项目（一期）海洋科普馆	泉州八仙过海旅游有限公司	渔业基础设施用海	/	1.11
6	泉州台商投资区尾水排海工程	泉州台商投资区水务投资经营有限公司	电缆管道用海	/	76.61
7	七一水闸除险加固工程	惠安县张坂镇人民政府	特殊用海	/	0.2629

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

本工程为海洋生态保护修复工程，不会改变原有海域自然属性，但可能会对所在海域及周边海洋开发活动产生直接或间接的影响。

5.2.1 对生态保护红线区的影响

本项目距离最近的生态保护红线区为张坂海岸防护生态保护红线区，距离920m。此次申请用海范围位于玉沙湾及月亮湖区域，各区域申请用海范围均未占用保护区用海。由第四章可知，本工程施工的水动力、地形地貌与冲淤、水环境等要素对张坂海岸防护生态保护红线区的影响较小。因此，本工程用海对泉州湾河口湿地省级自然保护区的影响很小可忽略。

5.2.2 对交通运输用海的影响

根据实地调查，项目区距离最近的港口用海是浮山岛陆岛交通码头工程，用于船舶停靠。本项目施工范围较小，涉海长度较短，施工作业区不在的浮山岛陆岛交通码头通航船舶的传统航道范围内。但本项目施工期的施工船舶将增大该航道上船舶的通航密度，与往来船舶存在相互干扰，增加航道上船舶碰撞的风险。

5.2.3对渔业用海的影响

通过实地调研，工程区周边海域目前没有养殖活动。项目施工期内，为保证安全作业和渔民安全，施工区域的一定范围内禁止捕捞。从事捕鱼的船舶航经本工程施工海域，将影响本工程施工挖掘机海上作业安全。

5.2.4对后方道路的影响

本项目造滩采用铺沙的施工工艺，施工过程对后方海滨路的结构安全基本没有影响，施工完成后能有效减少波浪对滨海路坡面的冲刷，保护了滨海路的结构安全。另外，项目建设所需的海砂系通过船舶运至现场，项目施工过程仅少量施工机械、车辆需通过滨江滨海路运至项目区，基本不会增加道路的通行密度。

5.2.5对片区排洪防涝的影响

本项目拦沙堤工程分别设置在玉山闸两侧以及七一闸出口西侧，根据《泉州台商投资区月亮湖流域防洪排涝规划(修编)(2018.06)》，月亮湖流域的防洪排涝重点为取消了641台滞洪区，增设北截洪渠，北截洪工程将流域内30.2%集雨面积(19.57km²)产生的洪水截走，剩下69.8%(即集雨面积45.19km²)的洪水，将通过月亮湖、井头村共107hm²滞洪区以及各渠道承接，规划区内的涝水将通过七一水闸和玉山水闸自排和新建50m³/s泵站抽排两种方式入海。项目拦沙堤建设、月亮湖的围垦施工、塘埂拓宽工程施工期间在沿岸输沙作用下可能造成海砂、碎石颗粒在箱涵处及水闸处堆积，对周边村庄及城区的防水防涝造成影响。随着施工期结束，影响随之消失。并且在水闸周边设置拦沙堤可有效削弱西南向、南向浪对玉沙湾东段沙滩作用，减缓沿岸输沙速率，改善沙滩西淤东冲现状，同时，可有效减少沿岸输沙的影响。

5.2.6对月亮湖护岸的影响

月亮湖流域防洪标准为30年一遇，堤防、护岸等主要建筑物级别为3级。根据月亮湖清淤平面布置图，本项目拟对月亮湖南侧区域进行清淤，近岸处清淤深度在0~2.0m之间，深度不深；同时，近岸处疏浚边界位于月亮湖护岸坡底外缘线之外约20m，距离较远。因此疏浚施工不会对月亮湖护岸结构产生破坏。项目建设对周边海域水动力环境影响微弱，同时由于项目区附近海域呈淤积趋势，因此，疏浚施工不会影响护岸边坡稳定性。

5.3利益相关者界定

根据现场调查,结合本项目的工程特点以及上述海域开发利用现状,界定项目用海利益相关者如下:

(1) 根据项目建设对周边开发活动的影响分析,本项目用海范围内并无其他用海活动。因此,将水利部门及主管部门界定为责任协调单位。

(2) 本项目施工期的施工船舶将增大该航道上船舶的通航密度,与往来船舶存在相互干扰,增加航道上船舶碰撞的风险。因此,将港务航道管理部门、海事主管部门界定为责任协调单位。

(3) 本拦沙堤工程设置在玉山闸两侧以及七一闸出口,考虑到项目施工期在沿岸输沙作用下可能造成海砂在箱涵处及水闸处堆积,对周边村庄及城区的防水防涝造成影响,因此将水利部门及主管部门界定为责任协调单位。

表5.3-1利益相关者一览表

序号	项目名称	需协调部门	利益相关者内容
1	施工期船舶通航通道	港务航道管理部门、海事 主管部门	施工船舶将增大航道上船舶的通航密度
2	拦沙堤工程	水利部门及主管部门	施工期海砂在箱涵处及水闸处堆积

5.4相关利益协调分析

(1) 与港务航道管理部门、海事主管部门的协调分析本项目建设时,需要泉港区港口管理部门、海事主管部门加强建设监督,认真审核及执行现有技术要求,包括相应建设内容,以保证满足通航安全的要求。本项目施工期的施工船舶将增大该航道上船舶的通航密度,与往来船舶存在相互干扰,增加航道上船舶碰撞的风险。建议业主单位应协调港口管理部门加强管理监督和船舶进出港调度,设立必要的警示标志,规范施工船舶操作,以减小对航道通行的影响,避免相关事故风险。施工前业主单位应依法依规办理水上水下施工许可,配合交通港口部门通过设置必要的临时避航区等措施降低通航风险。

(2) 与水利主管部门的协调分析项目建设过程中,在沿岸输沙作用下可能造成海砂在箱涵处及水闸处堆积,对周边村庄及城区的防水防涝造成影响,项目业主应与水利部门及主管部门进行协调。项目建成后,相关管理部门和维护单位

应定期对沙滩修复情况进行跟踪监测，并采取相关工程措施，确保周边箱涵排水顺畅。

综上所述，项目用海与周边利益相关者的关系基本清楚，相关关系可以协调。

5.6项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析

5.6.1与国防安全和军事活动的协调性分析

本项目用海不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区范围，不占用军事用地，没有占用或破坏军事设施，该海域的使用对国防安全和军事活动不会产生不良的影响。国防用海具有隐蔽性、突发性等特点，因此，在军事演习和战时必须绝对服从军事行动和国防安全的需要，服从区域国防单位的交通管制，并服从国防单位的征用，满足军事活动的需要。

5.6.2与国家海洋权益的协调性分析

本项目位于泉州湾海域，地处我国内海海域，远离领海基点和边界，不涉及国家秘密，不影响国家海洋权益的维护，项目用海对国家海洋权益没有影响。根据《中华人民共和国海域使用管理法》规定，海域属于国家所有，任何单位及个人使用海域，必须向海洋行政主管部门提出申请，获得海域使用权后，依法按规定缴纳海域使用金，确保国家作为海域所有权者的利益。本项目在完成上述相关事项之后，项目用海即确保了国家海域所有权。

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项目用海在《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》的分区情况

本项目位于福建省泉州市台商投资区，在福建省人民政府印发的《福建省国土空间规划（2021—2035年）》中位于“海洋开发利用空间”。

图6.1-1项目用海在《福建省国土空间规划（2021-2035年）》中的位置(略)

6.1.2项目用海在《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的分区情况

本项目位于《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的“游憩用海区”和“渔业用海区”。

图6.1-2项目用海在《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的位置(略)

6.1.3项目用海与《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的分区情况

本项目位于《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》中的海洋生态保护修复区。

图6.1-3项目用海在《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中的位置(略)

6.1.4项目用海与“三区三线”划定成果的分区情况

本项目符合 2022 年经自然资源部批复的“三区三线”划定成果中生态保护红线区的管控要求。

6.2对周边海域国土空间规划分区的影响分析

根据《福建省国土空间规划(2021-2035年)》，本项目周边海域分区主要为“海洋开发利用空间”，根据《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》本项目位于《规划》中的“游憩用海区”和“渔业用海区”。根据《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》本项目周边海域主要为“海洋生态保护修复区”。

6.2.1对海洋开发利用空间的影响

本项目符合海洋开发利用空间中渔业用海区的主导功能定位，且对周边海域无不利影响。

6.2.2对游憩用海区和渔业用海区的影响

本项目是支撑泉州湾区域生态修复的关键举措，不仅能够改善区域生态环境质量，更对促进泉州湾区域协同发展与能级提升具有战略支撑意义。

6.2.3海洋生态保护修复区的影响

本项目的实施是对海洋生态环境实施保护的具体措施体现,将构建健康的滨海湿地生态环境,大幅提高滨海岸带海洋灾害防御能力与海洋生态系统碳汇能力,不会对海洋生态保护修复区主体功能发挥产生不利影响。

6.3项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本项目的用海安排符合《福建省国土空间规划（2021-2035年）》的相关要求。

6.3.2与《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本项目在空间布局、功能定位和实施内容上均符合《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的总体目标和要求,是落实该规划、促进区域可持续发展的重要工程。

6.3.3与《福建省“三区三线”划定成果》的符合性分析

本项目申请用海范围不占用生态保护红线,符合生态保护红线管控要求,未占用永久基本农田。本项目位于泉州市惠安县泉州湾海域,为海岸防护工程用海,是生态修复性项目,有利于恢复海洋生态环境。因此,本项目用海符合生态保护红线管控要求。

6.4 项目用海与相关规划符合性分析

6.4.1与《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本项目位于泉州湾,是福建省重要海湾之一,湾区内现状部分岸线存在侵蚀现象,防灾减灾功能下降。通过实施本项目,修复砂质岸线、提升建设防护林、修复滨海湿地等,提升湾区岸线防灾减灾能力,积极构建滨海绿色生态安全屏障。本项目拟采取的复措施完全依据规划提出的相关要求,是对福建省国土空间生态修复的积极响应。项目位置在《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中的位置详见图6.4-1。

图6.4-1本项目在《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中的位置(略)

6.4.2与《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本项目符合《泉州市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的相关要求。

6.4.3与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

本项目的实施符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的定位及要求。

6.4.4与《泉州市“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

本项目通过对现状侵蚀岸线进行修复,根据岸线属性实施砂质岸线修复和海堤生态化建设等内容,有利于泉州市整体岸线修复水平的提升,是对《规划》要求的积极响应。

6.4.5与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本项目实施,是对现状侵蚀岸滩防护的必要措施,是提升海峡西岸海岸带生态和防灾减灾能力的重要组成,也是通过生态措施促使人工岸线恢复为生态恢复岸线的实施内容。因此,本项目建设是《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》的重要补充。全国重要生态系统保护和修复重大工程布局示意图详见图6.4-3。

图6.4-3全国重要生态系统保护和修复重大工程布局示意图(略)

6.4.6与《中华人民共和国湿地保护法》的符合性

综上所述,本项目以生态修复为核心目标,严格遵循湿地保护相关法律法规的要求,其性质、内容和目标均符合《中华人民共和国湿地保护法》和《福建省湿地保护条例》的立法宗旨与具体规定,属于对省级重要湿地实施科学保护与系统修复的积极举措。

6.4.7与《福建省湿地保护规划（2024-2030 年）》的符合性分析

本项目泉州湾生态修复主要包括海岸带综合整治和海堤生态化建设，实施的相关内容是对泉州湾区域湿地修复的重要支撑。

6.4.8与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的符合性分析

本项目属于海洋生态修复用海项目，根据国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号)，本项目属于“鼓励类”中的项目属“四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2、生态环境修复和资源利用”。因此，本项目建设符合国家产业政策。

6.4.9《泉州市生态文明建设示范区规划（2024-2035 年）》的符合性分析

本项目拟对泉州湾北岸沿海防护林进行修复，提升沿海生态带防护功能，可有效改善滨海湿地生态环境质量，提升生物多样性水平，有助于泉州市生态文明建设示范区建设。

7项目用海合理性分析

7.1用海选址合理性分析

7.1.1与区位和社会条件适宜性分析

（1）区位条件的适宜性

本项目位于泉州市中部城区，海峡西岸重要海湾之一的泉州湾东部，周边有海湾大道连接项目建设区域与外界，交通条件优越。项目建设所需水、电、通讯等设施可依托周边现有设施由附近市政管线接入；本地区建筑材料来源丰富，项目建设所需的建筑材料主要为土、石等，可从泉州市或周边地区外购，通过陆路运至现场，能够满足施工需求。因此，区位条件适宜。

（2）社会条件的适宜性

本项目区域属于《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》部署的“海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复”重点工程区域，符合《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》、《泉州市国土空间生态修复规划（2021—2035年）》的规划要求。同时，本项目属于2026年海洋生态保护修复资金优先支持范围，不涉及负面清单内容，实施政策可行。项目采用的海岸侵蚀防护、盐沼湿地修复、生物生境修复、生物礁修复等技术在国内等多个修复案例中成功应用，技术成熟可行。综上，社会条件适宜。

7.1.2与区域自然资源和环境条件的适宜性分析

（1）气象条件

本项目所在区域位于泉州台商投资区，处于北回归线以北，在欧亚大陆东南边缘，位于北温带内且接近热带，又濒临海洋，属于亚热带海洋性季风气候，温暖湿润，年平均气温19.5-21.0℃，最冷的一月份，月平均气温11-12℃；最热的七月份，月平均气温28-29℃。极端最高温度38.9℃，极端最低温度0.0℃，每年7-9月为台风盛行季节，最大风力可达30m/s，因此，施工中需注意避开台风天气。

综上，项目施工期需关注台风登陆情况，在台风影响期暂停施工并做好应急响应，其他时期的气候条件较为优越，适宜项目施工。

（2）工程地质条件

①洛阳江口区域

该区域岩土成分以淤泥、淤泥混砂、粉质黏土、残积黏性为主，根据地表调查及地质钻探成果，场地及其周边未见有影响场地稳定的不良地质作用，也未发现其他对工程不利的地下埋藏物。

②月亮湖区域

该区域岩土成分为粉质黏土、砂质黏土、细砂、中粗砂、淤泥、淤泥质砂、有机质黏土等。基底地层为燕山期花岗岩及其风化层，月亮湖库底存在深厚的中砂层，为储水土层，也是与周边发生渗流的通道。在场地钻探深度范围内未发现洞穴、临空面等分布。

综上，本项目位于泉州市台商投资区，根据区域地质构造资料，属于相对稳定的地质构造单元，场地的抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.15g，

反应谱特征周期为0.45s，区域土层对建筑材料具有较强的腐蚀性。工程设计中已考虑采取有效措施规避或弥补地质上的不足。因此，地质条件适宜。

(3) 水文动力环境条件

根据项目所在区域水文现状资料分析，本项目所在海域潮汐类型属于正规半日潮，波浪常年以NNE—NE向、SSW向的风浪与SE向的涌浪所形成的混合浪为主，累年月平均波高多在0.7~1.1m之间。海流最大流速通常不超过120m/s，流速不大。水文动力条件较好。

7.1.3 与区域生态系统的适宜性分析

本项目工程建设及清淤将占用海床，使周边的现存底栖生物的栖息场所遭到一定破坏。其中，清淤工程集中在月亮湖内，通过吸吹的方式将部分淤泥吸除上岸，但仍保留了底栖生物生存所依赖的海床环境，对海域生态系统完整性的影响不大。项目施工期间，悬浮泥沙入海也将对周边海域环境造成一定的影响，工程采用分阶段闭闸施工的方式，待悬浮泥沙沉淀稳定后开闸进行水体交换，工程施工影响是暂时的，且影响范围和程度有限。因此，项目施工对海洋生态环境所造成的影响也是有限的。修复完成后，周边海域的环境质量状况将逐渐得到恢复，海洋生物群落也会逐渐恢复正常，达到新的生态平衡。且本项目修复工程的实施，有利于改善海域水环境质量，为海洋生物的繁衍生息提供良好的环境条件。工程结束后有利于逐步恢复海域生物多样性和底栖动物生物量，促进海域生态系统服务功能的修复，为维持和提高海洋生物多样性提供有利条件。因此，项目选址与区域生态系统相适应。

7.1.4 与周边用海活动的适宜性分析

项目周边主要用海活动包括交通运输用海、旅游娱乐用海、排放口用海等。本项目建设位置处于海域近岸，与周边交通运输互不影响。本项目为海洋生态保护修复项目，能有效增强所在海域景观效果，满足公众亲水需求。周边排水口离本项目距离较远，不影响本项目修复效果的实现。综上，本项目建设与周边开发利用活动相适宜。

7.2用海平面布置合理性分析

根据本项目区域主要生态系统类型，对照不同生态系统良好状态下的特征，调查分析泉州湾区域海域空间现状、海岸线资料以及历史遥感影像，结合区域内水动力、地形地貌和生态环境资料，分析区域内的主要生态问题如下。

(1) 河口区域湿地生境破碎，生物多样性不足，滨海湿地功能下降。

泉州湾主要由湾内的晋江、洛阳江以及湾口海域组成，受湾内水动力和河流上游泥沙的作用，总体生态特征呈现为湾内淤泥质海岸湿地生态景观，湾外砂质海岸亲海沙滩空间，属于典型河口型海湾特征。该类型海湾通常自然形成滨海盐沼湿地、红树林湿地、淤泥质滩、沙滩、浅水等多种生境，生境类型丰富。但受互花米草入侵、过往围垦工程、滩涂养殖活动以及沿岸防护工程等人为活动影响，泉州湾区域典型生境面积不断减少，且呈现破碎化趋势。

(2) 砂质海岸完整性受损，防灾减灾能力不足。

①人为活动与自然条件叠加影响，砂质岸线受损

台商区大部分砂质海岸呈现出东侧侵蚀、西侧淤积的沿岸地貌演变格局。主要侵蚀的自东向西主要有玉沙湾玉山水闸东侧、下垵码头东侧区域；主要淤积区域为玉沙湾玉山水闸西侧、下垵码头西侧区域。

受码头、凸堤等构筑物影响，原沿岸沙滩受风浪侵蚀作用，基本无滩肩保留，现状海堤迎海护面直接面临风浪侵蚀作用，泉州湾北岸垵头区域现状沿岸防护为插砌条石护面构成的硬质海堤结构，部分区域条石结构已被风浪打散失稳，若进一步发展，海堤结构存在侵蚀垮塌的风险，特别是台风及风暴潮条件下的防灾减灾风险较高。

玉沙湾公园外侧整体为砂质海岸，以玉山水闸为分界点，水闸西侧现状沙滩整体稳定，水闸东部岸线沙滩地貌完整性受损，沙滩部分区域砂石流失较多，滩肩宽度不足。现状调查显示，部分区域构筑物由于表层砂质沉积物流失而出露于滩面。同时，由于公园东部沿岸的独特防护结构，沙滩与现状防护结构有交叉，砂质岸线侵蚀受损后，防护结构裸露，进一步造成亲海空间缩小。根据现场调查，滩肩宽度较窄，滩肩外侧滩面较陡，沙滩防灾减灾功能下降，亲海空间有限。

②岸线侵蚀造成的沿海植被受损，海岸带韧性不足，生态缓冲功能下降

泉州湾北岸秀涂东侧至原连岛海堤之间的沿岸区域泉州湾海域水动力影响，部分岸段侵蚀、冲刷严重，沿岸植被根系裸露，部分植被已倾倒死亡。沿岸防护林带宽度缩窄，海岸带韧性不足，沿岸植被带的生态缓冲功能下降。若不及时进行修复，植被有进一步损失的风险，导致海岸防护功能受损，威胁海岸带后方安全。

③人为养殖活动造成砂质岸线受损，砂质地貌完整性不足

人为养殖活动也对泉州湾北岸的岸线完整性造成了一定程度的破坏，泉州湾北岸台商投资区秀涂至浮山区域为砂质和基岩岸线为主，由于养殖活动和海岸构筑物的影响，砂质岸线被分割为多个片段，砂质岸线生境破碎。

跨海大桥东侧至原人工岛连岛海堤区域因养殖活动，导致原有沙滩遭受破坏，砂质岸线完整性下降。现状已有一口养殖塘废弃，但滩面尚未恢复；另外一口养殖塘尚在开展相关养殖活动。通过对比分析该区域生境现状，未进行养殖活动的区域砂质岸线整体状态良好，典型砂质岸线生态系统较为完整。而养殖塘及周边区域生境破碎化较严重。

（3）陆海联动区域人工化程度高，生态退化，生态系统服务功能不足。

①湖区水体生态质量欠佳，环境容量能力下降，生态系统退化

根据对月亮湖湖区的现场调查，目前月亮湖水体藻类密度较高，存在藻类集体爆发导致水体富营养化的风险。通过无人机航拍影像观察湖区中心可明显见湖底底泥沉积物，结合现场调查，可见目前湖区整体深度不足，湖区环境容量能力受限。同时，根据目前收集的相关资料，月亮湖部分区域水体质量较差，存在不满足 IV 类水质标准要求的风险。

②养殖活动范围大，强度高，湿地功能退化，生态系统服务功能下降

根据现场调查，月亮湖现有 3 条主要河道，河道两侧均有一定的养殖塘分布，部分养殖取排水由该 3 条河道完成，总体生态压力较大，且湖区环境容纳有限，长时间的高强度、高负荷运转，导致湖区湿地功能逐渐退化。同时，湖区内还存在多处养殖围塘尚未拆除，这些围塘占据了大部分沿岸区域，对比湖区其他未受养殖影响的区域，近岸湿地分布有沉水植物、挺水植物等植被，部分地形较高的区域还有木麻黄等乔灌木分布，生态系统较为完整，在发挥湿地净化水环境的同时，还能作为鱼类、鸟类的重要栖息场所。因此，湖区内的养殖也导致了

湖区的湿地功能退化，生物栖息地属性丧失，同时也造成湖区整体生态景观不协调，湖区整体生态系统服务功能下降。

③湖区护岸以硬质结构为主，人工化程度高，生态韧性不足

月亮湖沿岸已有建设的部分护岸主要采用砌石结构进行防护，其中湖区东北侧为现状住宅区，为配合住宅区建设需要，紧邻住宅区护岸为硬质缓坡结构，生态性较差。同时，部分区域存在固体废弃物、生活垃圾堆积等情况，较为杂乱。对比湖区东北角现状自然岸线，现有人工岸线区域存在近岸缺少挺水植被、护岸缺少地被缓冲等问题，未充分发挥湖泊沿岸的生态韧性。

针对上述生态问题，本项目自泉州湾洛阳江向外沿泉州湾北岸向东至月亮湖区域开展生态修复工程。工程内容及实施目标见表7.2-1。

表7.2-1工程内容及实施目标一览表

序号	工程内容	实施目标
1	湿地修复与栖息地营造工程	通过开展生境修复、盐沼植被种植等措施，修复受损河口湿地生态系统，提高岸线生态减灾能力。
2	海岸带植被保护修复工程	增加后滨植被带宽度，提升海岸带韧性。
3	沙滩修复工程	增加岸线韧性和亲海空间、提升海岸带防灾减灾能力。
4	水动力提升工程	解决月亮湖北部水体交换困难的问题。
5	水生植被种植工程	进一步提升月亮湖湖区环境容纳能力。
6	退养还湿工程	恢复湿地生态系统，提升月亮湖湿地生态系统质量，增加退养后内部的水系连通和水体交换，发挥湿地区域的水体净化功能。
7	护岸生态化改造工程	营造堤前栖息生境，打造近岸生态岸线。
8	生物控藻工程	进一步提升湖区水体质量稳定性，改善湖区水体生态环境质量。

本项目针对生态问题，因地制宜开展生态修复工程，可完成海洋生态修复总面积约270.72公顷，修复海岸线长度约12公里。项目总体以海湾大道为轴，连接西侧洛阳江河口湿地保护区和东侧崇武国家级海洋公园，形成湾顶河口湿地区、中部亲海空间和湾口蓝色海洋区为节点，沿海生态岸线为纽带的“一带三点”的总体布局。

7.2.1平面布置方案比选

根据项目区域自然地理地貌条件、水动力作用、附近海岸环境、后滨护岸等现状特征，为解决工程区海岸问题，在玉沙湾砂质岸线修复项目海滩修复方案设计过程中优先考虑以下两个方面：

①平衡岬湾岸线，塑造稳定海滩。结合现有的动力环境，进行海岸改造，通过合理的海滩岸线平面布设达到营造稳定岬湾海滩的目的。

②)营造滩面宽度，提高海滩生态安全。工程区干滩狭窄，抵御波浪能力不足设计一定宽度的滩肩，不仅可以高潮期保留足够的娱乐和休闲空间，同时使得在高水位、风暴潮和大浪海况下，有足够的防灾能力和预留缓冲空间。

因此，提出四种平面布置方案进行比选。

方案一：

沙滩修复总体自现有构筑物外边界线向海进行海滩滩面补砂，修复岸线约2330m，玉山闸东侧沙滩滩肩修复宽度约30m，玉山闸西侧沙滩滩肩修复宽度约30m~10m与现状沙滩衔接，沙滩修复面积约14公顷。

为了削弱西南向、南向浪对玉沙湾东段沙滩作用，减缓沿岸输沙速率，改善沙滩西淤东冲现状，在玉山闸东侧桩号DK1+190、DK1+914两处分别设置一座拦砂堤，长度分别为35m，210m。西侧七一闸2号拦砂堤顶高程m，东侧七一闸1号拦砂堤顶高程m~m。具体平面布置如图7.2-1所示。

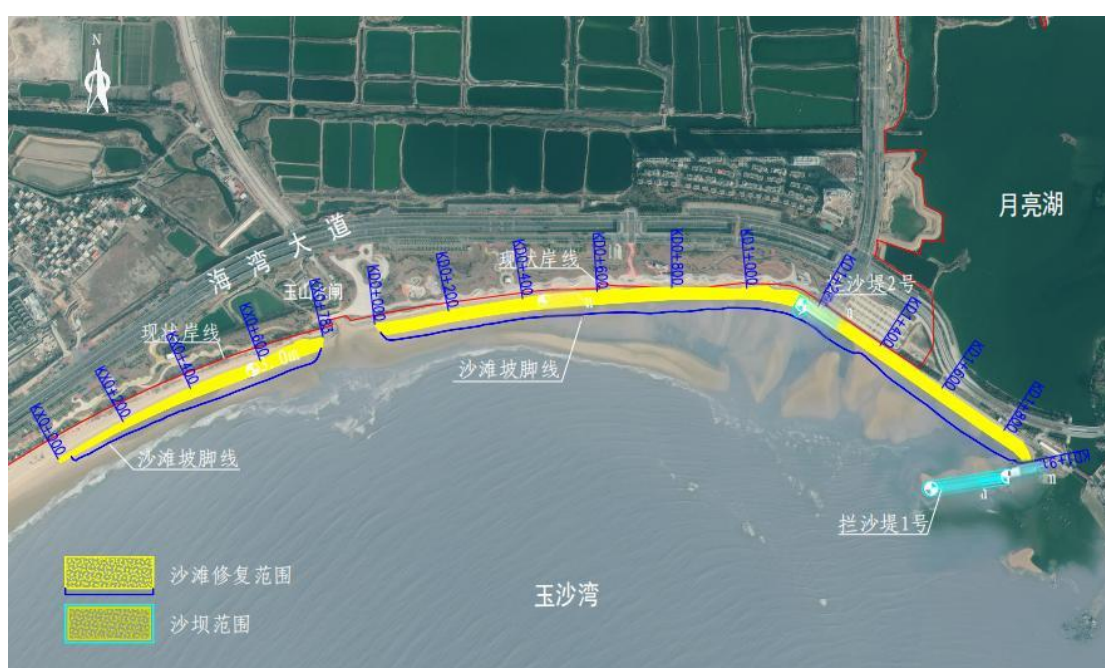


图7.2-1玉沙湾砂质岸线修复平面布置图（方案一）

方案二：

在方案一的基础上调整了七一水闸出口西侧七一闸1号拦砂堤方向，与现状岸线垂直布置拦砂堤，长度约145m。

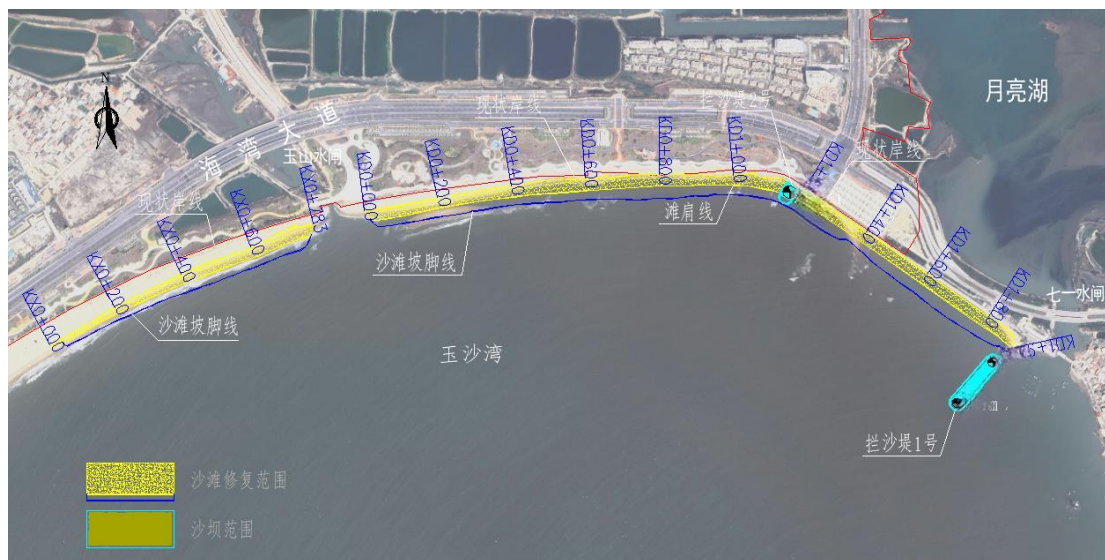


图7.2-2玉沙湾砂质岸线修复平面布置图（方案二）

方案三:

在玉沙湾中部玉山闸出口两侧各设置1座拦砂堤, 自西向东分别为玉山闸1号拦砂堤和玉山闸2号拦砂堤, 防止玉山闸排水对沙滩的冲刷, 在七一闸出口西侧布置1座拦砂堤, 用于减少沿岸输沙的影响。自西向东拦砂堤长度分别为30m、30m、35、210m。其中玉山闸两侧拦砂堤顶高程m, 七一闸出口西侧拦砂堤顶高程m。沙滩平面布置同方案一。具体平面布置如图7.2-3所示。

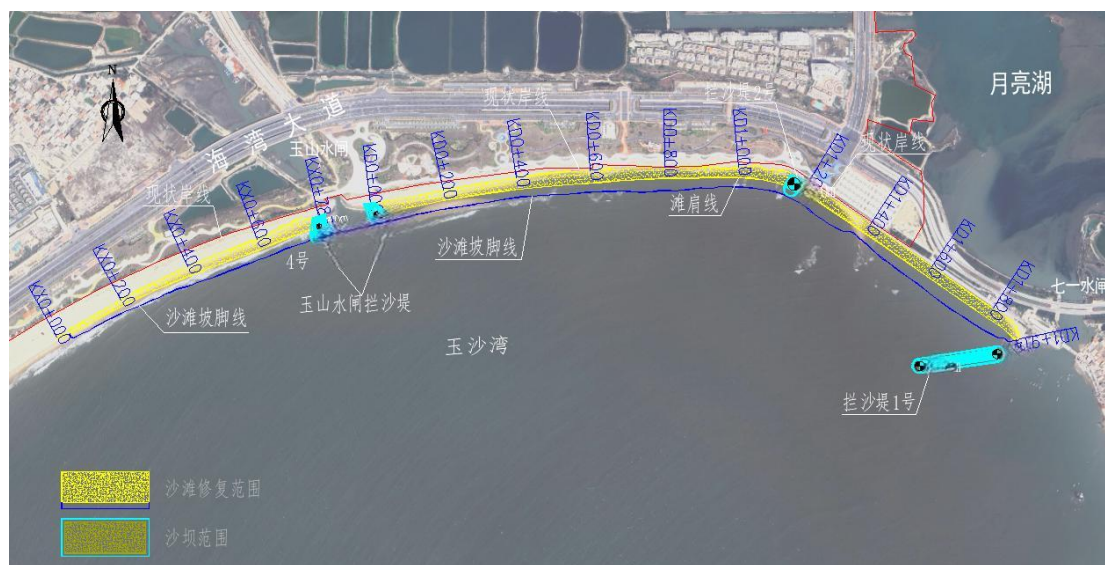


图7.2-3玉沙湾砂质岸线修复平面布置图（方案三）

方案四：

方案四在方案三的基础上在东侧沙滩坡脚外营造一道水下沙源，顶高程m，长度约700m，顶宽度约60m，其他不变。

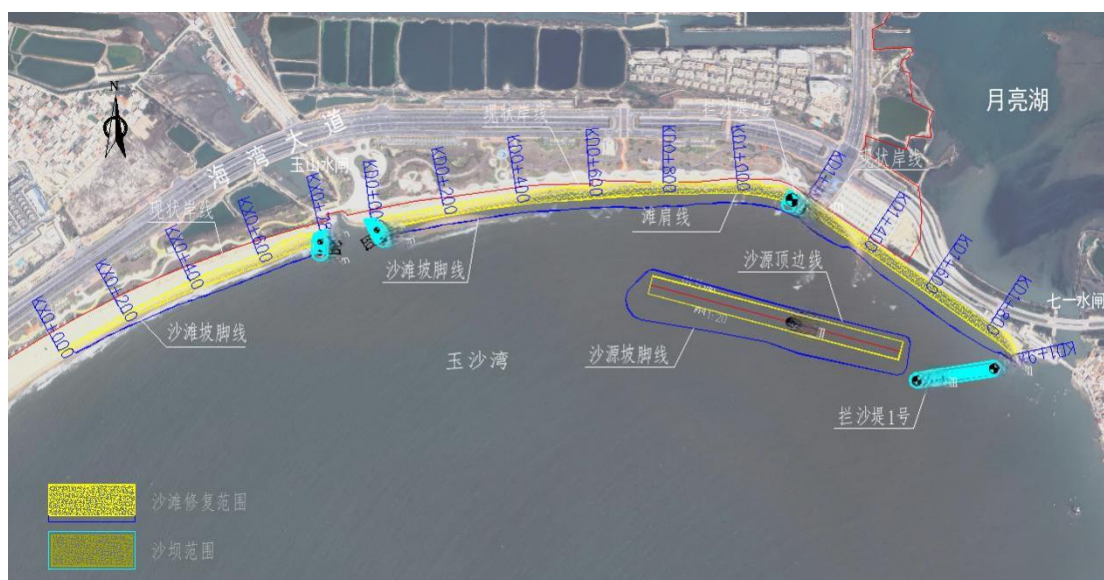


图7.2-4玉沙湾砂质岸线修复平面布置图（方案四）

根据数值模拟分析，方案三中在玉山闸两侧分别设置一座拦砂堤，可防止玉山闸排水对沙滩的冲刷，并在东侧沙滩坡脚外营造一道沙坝，可有效削弱西南向、南向浪对玉沙湾东段沙滩作用，减缓沿岸输沙速率，改善沙滩西淤东冲现状，同时七一闸出口西侧布置1座拦砂堤，可有效减少沿岸输沙的影响。因此，玉沙湾砂质岸线修复平面布置推荐方案三。

7.2.2用海平面布置合理性分析

本项目平面布置以选址区域存在的生态问题为导向，因地制宜的进行项目方案设计，充分考虑海岸的地形地貌、水文动力等自然条件，遵循自然生态系统内在机理和演替规律，满足优化海岸生态环境的要求，提升修复海岸功能，做到尊重自然，顺应自然，保护自然。项目布局符合国家和地区的海洋功能区划、海洋主体功能区规划、生态红线等国家和地方相关区划等规划。充分考虑了生态修复活动与周边区域的相互影响，避免导致项目实施后会对修复区域或周边区域造成不利影响。通过数值模拟对项目平面布置进行分析，得出的平面布置方案是科学且合理的。

7.3用海方式合理性分析

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型一级类为“特殊用海”，二级类为“海岸防护工程用海”，用海方式包括“透水构筑物”及“专用航道、锚地及其他开放式”，施工围堰用海方式为：“港池、蓄水”。其中，海岸带植被保护修复工程中的格宾石笼工程建设可为内侧防护林构建生态防线，防止海流侵蚀，工程采用格宾石笼，结构为透水式，石笼底部与滩面存在间隙，可允许水体贯通，玉沙湾拦沙堤用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”；玉沙湾砂质岸线修复工程中的拦沙堤工程堤顶高程为m，项目区域多年平均高潮位为m，项目建成后后方滩面与水体可联通，用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”；堤前栖息生境营造工程投放牡蛎附着礁，牡蛎附着礁高程低于项目区域最低潮位，建成后均没于海水下方，用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”；湖区底泥清淤用海方式一级方式为“开放式”，二级方式为“专用航道、锚地及其他开放式”；施工围堰兼做施工便道，采用袋装砂填筑形成，用海方式一级方式为“围海”，二级方式为“港池、蓄水”。

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)，“海洋生态保护修复项目中……需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动……依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续。”本生态保护修复工程中的互花米草治理、植被种植、沙滩修复工程等属于无构筑物非排他性用海活动，可无需办理海域使用审批手续。

本项目采用“透水构筑物”、“专用航道、锚地及其他开放式”的用海方式，最大程度的降低了工程建设对项目所在海域自然属性及生态环境的影响。根据工程设计中的数值模拟分析，项目用海方式能充分满足项目建设需求。本项目实施，有利于恢复受损的自然岸线及湿地生境；有利于提升海岸防灾减灾能力及生态系统服务功能，对生态系统稳定性具有较大的推动作用。综上，用海方式合理。

7.4用海面积合理性分析

7.4.1用海面积与项目用海需求的合理性分析

本项目格宾石笼、沙滩防护拦沙堤、牡蛎附着礁建设及湖区底泥清淤的总平面布置按照《海滩养护与修复技术指南》（HY/T255-2018）、《防波堤与护岸设计

规范》(JTS154-2018)、《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012)、《港口与航道水文规范(2022版)》等相关设计标准和规范设计。格宾石笼、拦沙堤、牡蛎附着礁等透水构筑物共申请用海面积 3.2953hm^2 ；湖区底泥清淤申请用海面积 78.9463hm^2 。项目用海面积满足实际用海需求，项目实施有利于提升海岸防灾减灾能力，打造公众亲海空间。

根据工程设计方案，施工期需申请用海总面积 6.7563hm^2 ，其中，施工围堰申请用海面积 6.7563hm^2 ，用海方式为“港池、蓄水”。

7.4.2 用海面积量算与《海籍调查规范》的符合性分析

(1) 用海类型和用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”。

根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，本项目用海类型一级类为“特殊用海”，二级类为“海岸防护工程用海”，用海方式包括“透水构筑物”及“专用航道、锚地及其他开放式”。其中，格宾石笼、玉沙湾拦沙堤、牡蛎附着礁用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”；湖区底泥清淤用海方式一级方式为“开放式”，二级方式为“专用航道、锚地及其他开放式”。

(2) 宗海界址界定

格宾石笼、玉沙湾拦沙堤、牡蛎附着礁建设工程用海根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)中第5.3.2.2条透水构筑物用海的界定：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。其它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。

湖区底泥清淤工程用海根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)中第5.3.4条开放式用海的界定：以实际设计、使用或主管部门批准的范围为界。因此用海范围以设计单位提供的平面布置范围为界。

施工围堰用海根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)：“5.3.3 围海用海 岸边以围海前的海岸线为界，水中以围堰、堤坝基床外侧的水下边缘线及口门连线为界。”临时围堰用海以围堰的水下边缘线及岸线连线为界。

本项目用海面积根据项目设计方案及实际用海需求，依据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）相关用海类型的界定方法进行界定和量算，由此确定的用海面积符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）等相关规范。

7.4.3 用海面积量算

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，依据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的测算方法，在本项目总平面布置图上面提取已确定的各用海界址点坐标（CGCS2000坐标系），利用专业软件提取左边并验证参数，根据要求，将CGCS2000坐标采用高斯—克吕格投影，3度分带，中央经线为118°30'E等参数进行投影，并采用下面公式计算用海的面积：

$$S = \frac{1}{2} [x_1(y_2 - y_n) + x_2(y_3 - y_1) + \dots + x_{n-1}(y_n - y_{n-2}) + x_n(y_1 - y_{n-1})]$$

S为用海面积（m²）；xi，yi为第I界址点坐标（m）。用坐标解析法，通过计算机图形处理系统计算面积S，独立两次计算进行验核。得出本项目申请用海总面积89hm²，申请用海的宗海位置图、宗海平面图和宗海界址图见图7.4-1～图7.4-7。

综上分析，本项目用海面积符合相关设计标准和规范，满足实际用海需求，符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《海域使用分类》（HY/T123-2009）的要求，因此用海面积合理。

泉州台商投资区海洋生态保护修复项目宗海位置图



图7.4-1 泉州台商投资区海洋生态保护修复项目宗海位置图

7.4-2泉州台商投资区海洋生态保护修复项目宗海平面布置图（略）

7.4-3泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（格宾石笼）宗海界址图（略）

7.4-4泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（拦沙堤）宗海界址图（略）

7.4-5泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（牡蛎附着礁）宗海界址图（略）

7.4-6泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（湖区底泥清淤）宗海界址图（略）

7.4-7泉州台商投资区海洋生态保护修复项目（施工围堰）宗海界址图（略）

7.5用海期限合理性分析

本项目为海洋生态保护修复项目，项目建设有利于打造公众亲海空间，属于公益型项目。根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条(六)对海域使用权期限的有关规定“公益事业用海最高海域使用权为四十年”，本项目申请用海总期限40年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》相关规定。

根据工程施工方案，月亮湖水动力提升工程（湖区底泥清淤）施工时长为9个月，考虑到施工准备等，该部分申请用海期限2年。湖区底泥清淤工程用海期限届满后，开展生态护岸建设工程，建设临时施工围堰，施工时长为4个月，申请用海期限1年。待生态护岸建设工程用海期限届满后，申请牡蛎附着礁用海期限37年。

格宾石笼、拦沙堤涉及用海为公益类用海项目，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，公益事业用海最高期限为40年，故申请用海期限为40年。本项目工程设计年限为40年，能保证申请用海期限内工程结构的稳定性。

综上，本项目申请用海期限合理。

8生态用海对策措施

8.1生态用海对策

8.1.1生态保护对策

本项目作为生态修复项目，以生态保护修复为目标进行工程设计。《泉州台商投资区2026年海洋生态保护修复工程项目实施方案》从退养还滩与防护林带保护修复、岸滩侵蚀防护与防灾减灾能力提升、砂质岸线修复、环境容量提升、退养还湿、护岸加固与生态化改造等方面设计生态修复措施，因地制宜规划了泉州台商投掷区生态保护修复在泉州湾海域的布局，逐渐修复受损岸线，提高生态系统服务功能，进而构建泉州市生态安全格局，提高岸线的生态韧性，通过实施海岸带综合管理，实现海岸带可持续发展。

通过岸线生态化，营造了植被-海堤相结合的海岸防护体系，增加了海堤及港汊护岸周边的植被覆盖率，为鸟类提供了一定的栖息环境，有利于提升区域生物多样性水平。

通过沙滩修复提高区域防灾减灾能力，减少自然灾害对海洋环境和海洋产业等带来的损失，波高衰减率由修复前的53%~69%增至67%~72%，保护和改善了人们居住办公环境，对公共健康是极其有益的。恢复了自然岸线生态功能，美化了景观，实现生活休闲一体化，实现人与自然的和谐共处。

8.1.2施工期海域资源与环境保护措施

（1）减少施工泥沙入海的措施

项目沙滩修复、拦沙堤建设、护岸加固以及生态护岸建设施工将产生悬浮泥沙，对海洋生态环境造成一定影响，建设单位应采用合理的施工工艺、施工时间安排以及保护措施，降低悬浮泥沙影响。

①建设单位在制定施工计划、进度安排时，应充分考虑到附近海域的环境保护问题，合理安排施工数量、位置及进度，减少对底泥的扰动强度和范围。通过优化施工方案，最大程度减少泥沙入海量。

②采用先进的设备以减少悬浮泥沙对水体的影响，施工开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度，减少悬浮泥沙的产生。

③尽量缩短工期，减少施工过程对海水水质和底质的影响时间。

④施工过程中需加强管理，文明施工，定期对设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复。

⑤建设单位应会同主管部门做好施工过程的环境监控和水环境的监测工作。

⑥采用环保的施工工艺，以减少悬浮物的产生。乘潮施工以减少悬浮泥沙的污染。

⑦为减少悬浮泥沙污染直接进入海域，必要时应设置防污屏。

（2）施工场地水污染防治措施

本项目施工期场地废水主要为施工机械车辆冲洗废水，其主要污染物为泥沙和石油类。

施工生产废水是临时性废水，随着施工的结束而停止排放。为更好地保护周边海域、地表水环境，提出以下减缓措施：

①装载砂石方等工程材料的车辆在卸料时应尽量卸干净，尤其在洗车前应将车斗内的物料清扫干净，不但可减少冲洗水的使用量，同时可避免这些物料进入废水。

②车辆设备冲洗和维护保养废水主要含有SS、COD_{Cr}、石油类等水污染物，为防止废水直接入海，对该部分含油废水必须经隔油处理，采用自流式初沉-隔油-沉淀处理工艺。

项目施工期该部分含油废水经处理后，含油废渣交有资质的单位处理，废水经处理达标后回用。场地冲洗等产生的含高浓度悬浮物冲洗废水，拟经隔油沉淀处理回用。

③严禁将施工过程中砂土料的冲洗水以及混浊泥浆等倾倒入沿线水体，应经中和、沉淀处理后，回用于场地抑尘及车辆冲洗。

④施工材料不宜堆在近岸，应备有临时遮挡的帆布，防止被暴雨冲刷进入沿线水体而污染水质。

（3）施工船舶机舱含油污水和生活污水处理措施

① 施工应按照海事局的要求，实施船舶污水的铅封管理。严格遵守《船舶污染物排放标准》（GB 3552-1983），船舶产生的油类、油性混合物及其他污水，船舶垃圾、废弃物和其他有毒有害物质收集后上岸处理，严禁排放入海。加强舱底检查，防止舱底漏水。

②施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。甲板上机械出现设备漏冒油时，立即停机处理，使用吸油棉及时吸取，并迅速堵塞泄水口，防止油水流入海中。

③严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

④海上施工船上的粪便污水应收集在船上的卫生设施中，统一运往周边港区由有资质单位负责接收处理。

⑤施工船舶垃圾禁止随意扔入海域。

8.1.3 运营期海域资源与环境保护措施

本项目运营期无污染物排放，修复后的沙滩开展各类活动过程中不得向海域直接排放污水、垃圾等。

8.2 生态补偿措施

本项目拟通过退养还滩与防护林带保护修复、岸滩侵蚀防护与防灾减灾能力提升、砂质岸线修复、环境容量提升、退养还湿、护岸加固与生态化改造等生态修复措施恢复区域海洋生态环境，属于生态修复项目。项目施工过程中构筑物建设、填砂等施工环节一定程度会造成环境影响，给海域生态环境带来一定程度损害。项目可采用增殖放流进行生态补偿，修复责任主体为项目建设单位。建设单位应制定生态补偿实施方案，预留生态补偿资金，在渔业行政主管部门的指导下实施增殖放流。在月亮湖陆海联动区生态系统质量改善工程中，在湖区补充投放鱼类等游泳生物，利用鱼类控制湖区的藻类数量和密度，达到生物控藻的目的的同时实现了生态补偿。

8.3 生态保护修复措施与跟踪监测

8.3.1 生态保护修复措施

本项目主要包括沙滩修复工程、岸线生态化工程。其实施效果可通过进行跟踪监测，跟踪项目施工效果是否满足设计要求，包含海洋生态环境的修复是否达到效果、沙滩和海堤生态化修复效果是否达到预期效果、是否满足防灾减灾需求等，对周边生态资源和环境的效果改善、进行生态保护成效评估，掌握修复区域环境状况、工程施工影响、项目运行成效，识别海岸带生态环境变化趋势及受威

胁程度等，为规范泉州台商投资区海洋生态保护修复工程的有序实施、成效评估提供数据支持。

8.3.2 生态修复跟踪监测

8.3.2.1 海洋生态环境跟踪监测

为详细了解本项目实施前后的生态环境情况，拟开展洛阳江口和泉州湾北岸海洋生态环境调查，分析工程实施前、中、后的海岸带周边水质、沉积物、生物资源的变化情况及影响对象，掌握修复区域环境状况、工程施工影响、项目运行成效，识别海岸带生态环境变化趋势及受威胁程度等，为规范泉州台商投资区海洋生态保护修复工程的有序实施提供数据支持。

表8.3-1 监测计划表

监测内容	站位布设	监测项目	监测频次
水动力	布设6个观测 站位，布置2 个潮位观测站	海流、潮汐、泥沙	修复前后各开展1次，共计2 次
水质	垂直岸线布置 7个监测断面， 每个断面布设 4个测站，共计 20个测站。	水温、盐度、pH、化 学需氧量、溶解氧、 无机氮、活性磷酸盐 、铜、铅、锌、镉、 铬、汞、砷、悬浮物 、石油类等。	项目实施前：监测前1次； 项目中期（按三年）：每年 春秋季各监测1次，共4次； 项目结束后：春或秋季监测1 次； 共计8次。
沉积物	在每个水质断 面中选取2个 测站，共计12 个测站。	铜、铅、锌、镉、铬 、汞、砷、石油类、 硫化物、有机碳等。	项目实施前、中期每年1次及 项目结束后监测1次，共计5 次。
生物体质量	选取代表性站 位3个	总汞、铜、铅、锌、 镉、铬、砷、石油烃 ，共计8项	项目实施前：监测1次； 项目中期：每年春、秋季各 监测1次； 项目结束后：春秋季各监测1 次；共计8次。
海洋生物	在每个水质断 面中选取2个 测站，共计12 个测站；潮间 带布设5条断 面。	叶绿素a、浮游植物 、浮游动物、大型底 栖生物、游泳动物、 潮间带底栖生物等。	项目实施前：监测1次； 项目中期：每年春、秋季各 监测1次； 项目结束后：春秋季各监测1 次；共计8次。

图 8.3-1 海洋环境调查站位图（略）

表8.3-2 海洋环境调查站位坐标及调查内容表（略）

8.3.2.2 岸线生态化调查

获取项目施工前生态护岸高程、建设情况以及堤身、堤后植被、生态空间分布数据，用以评估生态化海堤建成效果。

根据《海洋工程地形测量规范》（GB/T 17501）、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》（报批稿）、《海堤生态化建设技术指南（报批稿）》等相关规范要求，对河道两侧护岸建设情况、护岸堤身及护岸后方植被生长情况进行调查。开展生态护岸建设调查，调查项目至少应包含：海堤长度、堤顶高程、护岸堤身植被种类、覆盖度、株高等、堤底大型底栖生物，每段护岸布设植被调查样方不少于2个，大型底栖生物调查站位不少于2个。

开展生态护岸和海堤工程堤顶植被调查，在海堤生态化改造提升区域开展绿化带植被调查，调查项目至少应包含：植被种类、覆盖度、株高、堤后生态空间等，每段生态海堤布设植被调查样方不少于3个。

项目本底调查应选择岸线生态化施工前开展1次调查。项目施工后第1年内，开展1次海堤长度、堤顶高程测量、海堤生态改造工程堤顶植被和堤底大型底栖生物调查，每半年开展1次生态护岸堤前、堤身植被调查；施工后第2年，开展1次港汊生态护岸建设和海堤生态改造工程堤顶植被调查。

8.3.2.3 植被后期管护

本项目所选沉水植被属于近海平静水域和咸水池塘常见的海草种类，根据已有相关研究，该类植被易受到自然因素和人为因素的影响，进行种植后，仍可能会受到较大威胁。因此需在开展修复工程后实施必要的管护措施，直至植被成功定植。管护期以2~4年为宜。

在修复区域封滩保育海草，禁止在种植区域内从事会影响海草生长的捕捞、养殖、休闲娱乐等活动；宜在海草种植区设立标识物、警示牌，必要时可采用围网保护；同时，在近岸陆地显著位置设立标志碑，注明海草种植、保护和管理等信息。

建设单位应聘用专人巡视看护，具备条件的建设单位宜在修复区设立视频监控系统，实现对海草床修复区的实时观测与监控。

控制生态修复区内及周边区域的水产养殖强度、减少向海里排放生产活动废水和生活污水、控制旅游活动强度以及减少沿岸开发活动等。清除海漂垃圾与漂浮性大型藻类等威胁因素。定期观察修复区域内海漂垃圾和大型藻类等出现的情况，及时开展清理工作，降低其对海草生长和存活的影响；在营养负荷较高的区域，要加强对修复区域内大型藻类的观察和清理。

在修复管护期对海草的密度、成活率和覆盖率进行监测，当海草恢复情况未达到项目预期的目标时，应及时进行海草补植。

在海草种植后，开展相应的生态监测，了解营造的海草床生态系统与周边区域的状态及其变化趋势。

8.3.3 效果评估

8.3.3.1 砂质海岸生态修复效果评估

开展泉州湾北岸岸线修复与防灾减灾能力提升工程实施前后生态环境改善与防灾减灾能力提升状况评估，评估内容包括灾害受损评估、减灾功能评估、稳定性评估与生态评估4个方面。通过开展生态效果评估，掌握工程实施的生态与减灾效益，综合评估工程的保护修复效果并提出管理策略，为台商投资区海岸带资源可持续利用与生态环境有效保护提供决策支撑。

1、调查内容

调查内容包括海滩特征、生物群落、环境要素与威胁因素，其数据获取方式分为现场调查与资料收集。所应用的效果评估范围见下表。

表8.2-3 砂质海岸修复效果评估调查内容

调查内容		指标	获取方式	应用范围			
				减灾功能评估	灾害受损评估	稳定性评估	生态评估
海滩特征	地形地貌	岸滩剖面	现场调查	★	★	★	
		近岸水下地形	现场调查		★	★	
		岸线变化	现场调查	★	★	★	
		后滨高度	现场调查	★			
		侵蚀热点	现场调查	★	★	★	
	沉积物	海滩沉积物	现场调查	★	★	★	
	海岸动力环	波浪	资料收集或	★		★	

调查内容		指标	获取方式	应用范围			
				减灾功能评估	灾害受损评估	稳定性评估	生态评估
	境		现场调查				
		海流	资料收集或现场调查			★	
		潮位	资料收集或现场调查	★			
		风暴潮最大淹没高度	现场调查	★			
生物群落		潮间带底栖生物	现场调查				★
		后滨植被	现场调查				★
环境要素	水环境	近岸海水水质	资料收集或现场调查				★
	底质环境	潮间带沉积物质量	资料收集或现场调查				★
威胁因素	海洋灾害（自然威胁因素）	风暴浪	资料收集或现场调查	★		★	
		台风	资料收集	★		★	
		灾害性海浪	资料收集	★		★	
	海岸开发利用（人为活动影响）	海岸构筑物	资料收集或现场调查		★		
		围垦填海	资料收集或现场调查		★		
		采捕养殖	资料收集或现场调查		★		★
		人工采砂	资料收集或现场调查		★		
		旅游休闲活动	资料收集或现场调查		★		★

海滩特征与环境要素的调查方法参照《海岸带生态减灾修复技术导则 第7部分：砂质海岸》中5.2.2的规定；生物群落的调查方法参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第8部分：砂质海岸》中6.2的规定；威胁因素的调查方法按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第8部分：砂质海岸》（HY/T 0460.8-2024）中6.4的规定。

砂质海岸修复后监测期为2年，监测频次见下表。

表8.2-4 砂质海岸修复监测内容及频次

监测内容	监测频次
岸滩剖面地形	修复前 1 次；修复后不少于 2 次/年（风暴期间监测：风暴后 15 天内调查 1 次）。
岸线	修复前 1 次；修复后不低于不少于 2 次/年。
沉积物粒度	分别与岸滩剖面地形、近岸水下地形监测同步。
生物群落	修复前 1 次；修复后，2 次/年。
环境要素	修复前 1 次；修复后，2 次/年。

2、评估体系

①灾害受损评估

砂质海岸灾害受损评估指标包括海岸线位置、堤前/后滨滩面高程、潮间带坡度、侵蚀热点、沉积物粒度。具体评估方法参照《海岸带生态减灾修复技术导则 第7部分：砂质海岸》中9.2.1的规定执行。

②减灾功能评估

主要评估砂质海岸抵御风暴潮的能力。以波高衰减率作为评估指标。具体评估方法参照《海岸带生态减灾修复技术导则 第7部分：砂质海岸》中6.2和附录A的规定执行。

③稳定性评估

砂质海岸修复以生境修复为主，其稳定性是决定其生态功能的根本要素。砂质海岸稳定性评估体系包括自然动力条件、海滩物理特征、海滩适应能力三个方面共11个指标。具体评估方法参照《海岸带生态减灾修复技术导则 第7部分：砂质海岸》中9.2.3的规定执行。

④生态评估

生态状况评估从海滩特征、生物群落、环境要素和威胁因素四个方面进行定量和定性相结合的综合评估，按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第8部分：砂质海岸》中7的规定执行。

8.3.3.2 滨海盐沼湿地生态修复效果评估

针对洛阳江河口典型湿地修复与栖息地营造工程，拟开展盐沼生态系统的跟踪监测工作，开展盐藻植被生态定位站监测。通过对项目整治工程实施前、后跟踪监测调查结果，分析和掌握整治工程的成效。

盐沼植被种植后的6个月内宜监测幼苗的成活率。盐沼植被宜至少开展2年的跟踪监测，跟踪监测的内容宜包含盐沼植被、生物群落、环境要素和威胁因素，

一般情况下，每年宜开展1次调查，调查时间宜在每年7月~10月，具体时间宜根据各气候带植物物候特征调整，以植物生物量最大的季节为宜，如需反映盐沼植被的季节变化规律，宜按季节开展4次调查，同一地区的调查月份宜保持一致。

1、调查内容

盐沼生态系统调查内容包括盐沼植被、生物群落和环境开展监测，调查内容、调查要素、调查方式和调查方法参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第4部分：盐沼》（HY/T 0460.4-2024）中的规定。根据调查目的和评估需求，可选择不同调查要素。

表8.2-5 盐沼生态系统调查内容

调查内容	调查要素	调查方式
盐沼植被	盐沼：面积、分布、植被带宽度 样地植物：种类 样方植物：密度、盖度、平均高度、地上生物量	现场调查 遥感调查
生物群落	大型底栖动物：种类、密度、生物量 鸟类：物种、数量	现场调查
环境要素	水环境：温度、盐度、浑浊度、溶解氧、pH 值、有机碳、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐 沉积环境：粒度、全盐含量、pH 值、有机碳、氧化还原电位、总氮、总磷、硫化物 地形：样地高程	现场调查
威胁因素	自然因素：自然灾害、海平面变化、海岸侵蚀、外来物种入侵等 人为因素：水产养殖活动、放牧活动、渔业捕捞、海岸带工程、排污状况、周边资源利用情况、旅游开发活动等	资料收集 现场调查 社会调查

盐沼植被修复后监测期为2年，监测频次见下表。

表8.2-6 盐沼植被监测内容及频次

监测内容	监测频次
盐沼植被	在修复前进行 1 次调查，修复后每年调查 1 次，共 3 次；
鸟类资源	在修复前进行 1 次调查，修复后每半年调查 1 次，共 5 次；
鸟类生境质量	在修复前进行 1 次调查，修复后每半年调查 1 次，共 5 次；
典型迁徙鸟类跟踪	在修复前进行 1 次调查，修复后每半年调查 1 次，共 5 次；
水环境	在修复前进行 1 次调查，修复后每年调查 1 次，共 3 次；
沉积物	在修复前进行 1 次调查，修复后每年调查 1 次，共 3 次；
底栖生物	在修复前进行 1 次调查，修复后每年调查 1 次，共 3 次；

2、评估体系

盐沼生态状况评估从盐沼植被、生物群落、环境要素等3个方面进行评估，评估指标包括盐沼面积、盐沼植被盖度、盐沼植被带宽度大型底栖动物密度、大型底栖动物生物量、环境要素、土壤/沉积物pH值和土壤/沉积物水溶性盐总量，按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第4部分：盐沼》（HY/T 0460.4-2024）中的规定执行。

8.3.3.3 月亮湖陆海联动区生态修复效果评估

针对月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程修复及生态功能提升工程，拟开展海湾生态系统的跟踪监测工作，开展水深地形、植被、大型底栖动物、沉积物、水环境调查、月亮湖生物生态调查等监测。通过对项目整治工程实施前、后跟踪监测调查结果，分析和掌握整治工程的成效，若每年进行4次调查，调查时间宜安排在春（3月~5月）、夏（6月~8月）、秋（9月~11月）、冬（12月~次年2月）四个季节；若每年进行1次调查，调查时间宜安排在春末或夏季（5月-8月）。不同年份的调查月份宜保持一致。

1、调查内容

海草床生态系统调查内容包括海草植被、生物群落、环境要素和威胁因素等，月亮湖（海湾）生态系统调查内容包括地形地貌、沉积物、水文、水体、生物、海域开发活动和自然灾害状况等，调查内容、调查要素、调查方式和调查方法参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第6部分：海草床》（HY/T 0460.6-2024）和《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第10部分：海湾》（HY/T 0460.10-2024）中的规定。根据调查目的和评估需求，可选择不同调查要素。

表8.3-7 生态系统调查内容

调查内容	调查要素	调查方式
海草植被	面积、种类、盖度、茎枝密度、茎枝高度、生物量	现场调查或正射航拍 或卫星遥感或声学
生物群落	大型藻类：盖度、种类 附着生物：类群、生物量 大型底栖动物：物种、密度、生物量 游泳动物（流刺网）：种类、密度、生物量 鱼卵仔鱼：种类、密度	现场调查

调查内容	调查要素	调查方式
水环境	水温、盐度、pH 值、叶绿素、透光率、溶解氧、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、水深、石油类	现场调查
底质环境	底质类型、粒度、有机碳、硫化物、总磷、总氮、重金属、氧化还原电位、代表断面高程	现场调查 遥感调查
水深地形	岸滩剖面地形、岸线位置、水下地形	现场调查 遥感调查
湖区生物	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、鸟类	现场调查
湖区沉积物	类型、粒度、有机碳、硫化物	现场调查
威胁因素	自然因素：台风（次数、等级）、降水事件、有害赤潮累计发生面积或绿潮等其他灾害发生情况； 人为因素：生物入侵、渔业捕捞、海洋工程、旅游人数、海洋垃圾、围填海面积、养殖面积 1、干扰廊道长度、污水排放量、海域生态修复开展情况；	资料收集 现场调查 社会调查
注 1：养殖面积仅指通过非透水构筑物围起的围海养殖面积。		

月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程修复后监测期为2年，监测频次见下表。

表8.3-8 监测内容及频次

监测内容	监测频次
水深地形	修复前、修复中和修复后调查一次，共 3 次；
海草植被	在修复前进行 1 次调查，修复后每年春末或夏季各调查 1 次，共 3 次；
鸟类资源	常规监测：在修复前进行 1 次调查，修复后每半年调查 1 次，共 5 次；
鸟类生境质量	常规监测：在修复前进行 1 次调查，修复后每半年调查 1 次，共 5 次；
典型迁徙鸟类跟踪	常规监测：在修复前进行 1 次调查，修复后每年调查 1 次，共 5 次；
水环境	在修复前进行 1 次调查，修复后每年春末或夏季各调查 1 次，共 3 次；
沉积物	在修复前进行 1 次调查，修复后每年春末或夏季各调查 1 次，共 3 次；
生物群落	在修复前进行 1 次调查，修复后每年春季或秋季各调查 1 次，共 3 次；
海洋生态	在修复前进行 1 次调查，修复后每年春季或秋季各调查 1 次，共 3 次；

2、评估体系

月亮湖海草床生态状况评估从海草植被、生物群落和环境要素和3个方面进行评估，评估指标包海草植被（总面积、盖度、茎枝密度）、生物群落（大型底栖生物、鱼卵仔鱼）和环境要素（水环境、底质环境）等，按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第6部分：海草床》（HY/T 0460.6-2024）中的规定执行。

月亮湖生态系统状况评估从海湾生境、海湾生物和威胁因素三个方面进行评估，评估指标包括：海湾生境（纳潮量、有机碳、硫化物、富营养化程度、初级生产力、海草床生态系统状况）、海湾生物（多样性指数、游泳动物密度、鱼卵、仔稚鱼密度、海湾物种数量、植被面壁）、威胁因素（围填海面积、干扰廊道长度、养殖面积、污水排放量、有害赤潮累计发生面积）等，按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第10部分：海湾》（HY/T 0460.10-2024）中的规定执行。

8.3.3.4 牡蛎附着礁修复效果与中长期生态功能评估

开展月亮湖陆海联动区域生态系统质量改善工程生态护岸中的牡蛎附着礁修复实施前后生态环境改善与防灾减灾能力提升状况调查，调查内容包括牡蛎附着礁能量耦合调查、水体净化功能调查、栖息地功能和海岸带防护减灾功能4个方面。通过开展生态效果调查，掌握工程实施的生态与减灾效益，综合评估工程的生态修复效果并提出管理策略，为台商投资区海域资源可持续利用与生态环境有效保护提供决策支撑。

1、修复效果评估

（1）调查内容

调查内容包括牡蛎附着礁、生物群落、环境要素及威胁因素，其数据获取方式分为现场调查、社会调查与资料收集。所应用的效果评估范围见下表。根据调查目的和评估需求，可选择不同调查要素进行调查。

表8.3-9 牡蛎附着礁生态系统调查内容与方法

调查内容	调查要素	调查方式	调查方法
牡蛎附着礁	礁体：牡蛎附着礁斑块面积、礁体高度	现场调查	见下文“（2）调查方法”
	牡蛎：物种、密度、补充量、活体壳高、干肉重和干壳重	现场调查	见下文“（2）调查方法”
生物群落	大型底栖生物：种类、密度	现场调查	按GB/T 12763.6-2007执行
	浮游植物：种类、密度		

调查内容	调查要素	调查方式	调查方法
环境要素	水环境：水温、盐度、流速、溶解氧、pH值	现场调查	水温、盐度、流速按GB/T 12763.2执行，溶解氧、pH值按 GB/T 12763.4执行
	底质环境：底质类型		见下文“（2）调查方法”
威胁因素	自然因素：捕食者、竞争者	资料收集、现场调查	见下文“（2）调查方法”
	人为因素：捕捞、滤食性贝类养殖、海洋工程、污染排放	资料收集、社会调查、现场调查	

牡蛎附着礁生长状况调查方法参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第7部分：牡蛎礁》中6.2.1的规定；生物群落的调查方法参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第7部分：牡蛎礁》中6.2.2的规定；威胁因素的调查方法按照《海岸带生态系统现状与评估技术导则 第7部分：牡蛎礁》（HY/T 0460.7-2024）中6.2.4的规定。

（2）调查方法

1）礁体

①牡蛎附着礁斑块面积

潮间带可采用无人机航拍或测距轮调查每个牡蛎附着礁斑块的面积。潮下带可采用声纳法调查每个牡蛎附着礁斑块的面积。声纳调查按GB/ T 12763.10 规定的要求执行。野外调查结束后，采用GIS平台对野外调查图像进行空间分析，勾绘牡蛎附着礁分布范围，计算牡蛎附着礁斑块面积。

②礁体高度

礁体高度为礁体相对于周围底质的高度，应沿礁脊方向或长轴中心线方向进行测量。潮间带牡蛎附着礁高度调查采用人工测量方式。礁脊长度大于 200 m 时，每隔 20 m~50 m 测量一次；礁脊长度小于或等于200 m时，每隔 5 m~10 m 测量一次并记录。潮下带牡蛎附着礁高度调查采用多波束或单波束，结合侧扫声纳和浅地层剖面，辅以钻孔验证。

③牡蛎

选择样方采集法：位于潮间带样方采集，每个站位取不少于3个 25 cm×25 cm 的样方，按照 GB/T 12763.6-2007 规定要求执行。潮下带样方采集，采用潜水方式，每个站位取不少于3个25 cm×25 cm 的样方，统计样方内活体牡蛎数量，换算为单位面积数量。每个站位选取 1 个样方，使用游标卡尺分别测量每个活

体牡蛎壳高，按5 mm的差值分别统计数量。调查和分析结果记录。将采集的牡蛎带回实验室，根据分布区域、外部形态、内部构造结合分子手段鉴定牡蛎物种，调查和分析结果记录。

统计样方内壳高小于20 mm的活体牡蛎（含成体牡蛎壳上固着的牡蛎稚贝）数量，换算为单位面积数量。也可采用25 cm×25 cm的挂板调查，选择牡蛎排放高峰期前挂放，排放高峰期结束3个月后回收，调查细节按照GB/T 12763.6-2007中13.2.1的要求执行。在采集的每个样方中随机选取3至5个成体牡蛎，撬开贝壳后，取软体部烘干至恒重，称干肉重（g）。清除牡蛎壳上的寄生物和杂质，烘干至恒重，称干壳重（g）。

2) 生物群落

①大型底栖生物

调查礁区大型底栖生物种类、数量和密度，以反映牡蛎附着礁区生物多样性程度。采集样方内所有大型底栖生物，并进行分类和计数。为弥补因面积限制造成种类不全的缺陷，在各站位周围进行定性标本的采集。潮间带区域大型底栖生物调查按照 GB/T 12763.6-2007第12 章规定的要求执行。潮下带区域大型底栖生物调查按照GB/T 12763.6-2007第10章规定的要求执行，并进行调查记录与分析。调查浮游植物的种类和密度，具体调查按照 GB/T 12763.6-2007规定的要求执行。

②环境要素

水温、盐度、流速的调查按照 GB/T 12763.2规定的要求执行。溶解氧、pH 值的调查按照GB/T 12763.4 规定的要求执行。底质环境现场判别底质类型，分为硬相底质（岩石、生物礁体、混凝土等）和软相底质（泥滩、泥沙滩、沙滩等）。

3) 威胁因素

威胁因素调查可采用资料收集、社会调查或现场调查的方式。海洋生物现场调查按照 GB/T 12763.6-2007 的要求执行；鸟类现场调查按照 HJ 710.4 规定的要求执行。确定调查区内牡蛎捕食者的种类和数量，包括黑鲷、鲷鱼、鲈鱼、梭鱼等鱼类，红螺、荔枝螺等肉食性螺类，海星等棘皮动物，拟穴青蟹等甲壳动物，蛎鹬等鸟类。确定调查区内牡蛎竞争者种类和数量，如藤壶、紫贻贝、突壳肌蛤、海鞘、苔藓虫等生物。记录调查区是否存在捕捞的情况，调查捕捞方式、捕捞

时间、捕捞频率和捕捞量。了解调查区内滤食性贝类养殖种类、养殖面积、养殖时间。

现场调查海区及周边3km内是否新建大型构筑物或建筑物，调查工程类型和规模，以及是否占用牡蛎附着礁区或造成牡蛎附着礁区淤积。如果造成牡蛎附着礁区淤积，现场调查时，在淤积区域均匀布设测量点，测量相对周围底质的淤积厚度。水深不大于3 m的区域，可使用测杆法测量淤积厚度。水深大于3 m的区域，采用浅地层剖面仪，辅以钻孔验证，测量淤积厚度。调查区及周边3 km内是否存在陆源污染排放，如存在陆源污染排放，应调查陆源污染物种类、浓度和排放量。

(3) 生态评估

牡蛎附着礁生态状况评估从牡蛎附着礁、生物群落、环境要素和威胁因素四个方面进行，评估和评价指标见下表。

表8.3-10 牡蛎附着礁生态状况评价指标表

评估内容	评估和评价指标	指标解释
牡蛎附着礁	牡蛎附着礁斑块面积(ha) ※	直接反映牡蛎附着礁总体状况
	牡蛎附着礁体高度(m) ※	
	牡蛎种类	反映牡蛎生长现状和趋势
	牡蛎密度(ind/m²) ※	
	牡蛎补充量(ind/m²) ※	
	成体牡蛎比例(%) ※	
	牡蛎肥满度	
	活体牡蛎壳高频率	
生物群落	大型底栖生物物种多样性	反映牡蛎附着礁物种多样性程度
	浮游植物种类	反映牡蛎饵料丰富程度
	浮游植物密度(ind/m³)	
环境要素	水温(℃)	反映海水理化环境对牡蛎生长的适宜度
	盐度	
	溶解氧(mg/L)	
	pH 值	
	流速(cm/s)	反映牡蛎幼虫的固着条件
	底质类型	
威胁要素	捕食者	反映自然因素对牡蛎附着礁的影响程度
	竞争者	
	捕捞方式、捕捞量	反映人类活动对牡蛎附着礁的影响程度
	滤食性贝类养殖种类、面积、养殖时间	
	海洋工程占用礁区面积	

评估内容	评估和评价指标	指标解释
	海洋工程造成礁区年淤积厚度(cm/a)	
	陆源污染排放种类、浓度	
注：带※为评估指标，其它为评价指标。		

①参照系按以下方式选取和使用：

- a) 收集调查区域的历史资料，包括常规监测、专项调查、文献资料等获得的生态系统数据，建立参照系。
- b) 参照系宜采用上述数据有代表性的、能够反映生态系统变化的资料。
- c) 当历史资料齐全时，以历史资料作为评估的参照系。
- d) 当缺乏历史资料时，仅开展生态现状评估,结果宜作为以后评估的参照系。

②牡蛎附着礁斑块面积变化

牡蛎附着礁斑块面积变化是反映牡蛎附着礁生态状况变化的最主要指标。牡蛎附着礁斑块面积现状值较其基准值的相对变化值表示牡蛎附着礁斑块面积相对变化幅度，计算方法见公式（1）：

$$\partial A = \frac{A-A_0}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：∂A——牡蛎附着礁斑块面积变化；

A——牡蛎附着礁斑块面积现状值，单位为平方米(m²)；

A₀——牡蛎附着礁斑块面积基准值，单位为平方米(m²)。

牡蛎附着礁斑块面积变化分级及赋值见下表。

表8.3-11 牡蛎附着礁斑块面积变化分级及其赋值表

分级	6A范围	面积变化	赋值(满分 100 分)
I	6A ≥-10%	稳定	50
II	-50%≤ 6A<-10%	减小	25
III	6A<-50%	明显减小	0
注：第 I 级中， 10%< 6A ≤50%，表示面积增加，赋值 75； 6A>50%表示面积明显增加，赋值 100。			

③牡蛎附着礁体平均高度变化

牡蛎附着礁体平均高度变化是反映牡蛎附着礁受损或改善的主要特征之一。牡蛎附着礁体平均高度现状值较其基准值的相对变化值表示牡蛎附着礁体平均高度相对变化幅度，计算方法见公式（2）：

$$\partial H = \frac{H-H_0}{H_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

∂H ——牡蛎附着礁体平均高度变化，

H 牡蛎附着礁体平均高度现状值，单位为厘米(cm)；

H_0 ——牡蛎附着礁体平均高度基准值，单位为厘米(cm)。

牡蛎附着礁体平均高度变化分级及赋值见表 8.3-12。

表8.3-12 牡蛎附着礁体平均高度变化分级及其赋值表

分级	∂H 范围	礁体高度变化	赋值(满分 50 分)
I	$\partial H \geq -10\%$	稳定	25
II	$-50\% \leq \partial H < -10\%$	减小	12.5
III	$\partial H < -50\%$	明显减小	0

注：第 I 级中， $10\% < \partial H \leq 50\%$ ，表示礁体高度增加，赋值37.5； $\partial H > 50\%$ ，表示礁体高度明显增加，赋值 50。

根据牡蛎附着礁斑块面积变化、牡蛎附着礁体平均高度变化等赋值进行牡蛎附着礁生态状况综合评估，评估结果计算方法见公式（3）：

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n V_{MAX}} \quad (3)$$

式中：

V ——牡蛎附着礁生态状况评估计算结果；

V_i ——第 i 个参与评估的指标赋值结果， $i \leq 5$ ；

V_{MAX} ——第 i 个参与评估的指标的赋值满分， $i \leq 5$ 。

若由于现状数据或基准值缺乏导致部分指标不能赋值评估时，则舍弃不能评估的指标，以余下指标进行评估，同时也仅用余下指标的赋值满分参与计算。牡蛎附着礁生态状况分级见表 8.3-13。

表8.3-13 牡蛎附着礁生态状况评估结果分级表

分级	V范围	生态状况
I	$V \geq 50\%$	稳定
II	$25\% \leq V < 50\%$	受损
III	$V < 25\%$	严重受损

对未纳入以上定量评估的评价指标进行单要素评估和定性评价，在调查成果报告中，结合以上牡蛎附着礁生态状况综合评估结果和评价指标，综合分析牡蛎附着礁生态状况变化的内在原因和外部驱动因素，提出相应管理措施。

表 8.3-14 牡蛎附着礁生态状况评估结果分级说明及管理措施表

分级	分级说明	管理措施
I	牡蛎附着礁整体稳定，可自我维持	跟踪监测、持续管理
II	牡蛎附着礁受损，尚可维持基本结构，自我恢复能力下降	加强生态管理，控制威胁因素，促进生态系统自然恢复
III	牡蛎附着礁严重受损，难以维持基本结构，自我恢复能力明显下降	加强生态管理，控制威胁因素，建议开展人工修复措施，改善生态系统状况

2、中长期生态功能评估

(1) 牡蛎附着礁中贝类和大型海藻生长状况模拟与评估

基于世界先进的 GETM（General Estuarine Transport Model）-FABM（The Framework for Aquatic Biogeochemical Models）海洋数值模式系统在台商投资区牡蛎附着礁生境改善与蓝碳增汇工程的海域建立高分辨率三维水动力-生态耦合数值模式。针对牡蛎附着礁修复工程，开展台商投资区周边投放牡蛎附着礁的模拟与评估工作，对牡蛎附着礁上附生的贝类和藻类的生长状况进行评价。

1) 模拟内容

为评估牡蛎附着礁在海岸生态系统中的修复作用，在三维生态动力学模式中添加底栖藻类和底栖贝类模块（示意图如下图），根据海水有机质含量、光照、温度、营养盐等条件模拟海岸水体中的贝藻礁附生动植物的生长状况。根据目前已开展和计划中的贝藻礁建设投放计划，设置模式中相应的底栖藻类和贝类数量，并针对后续生长量进行持续模拟。通过长时间序列的模拟，刻画底栖藻类和贝类生长状况的季节变化。

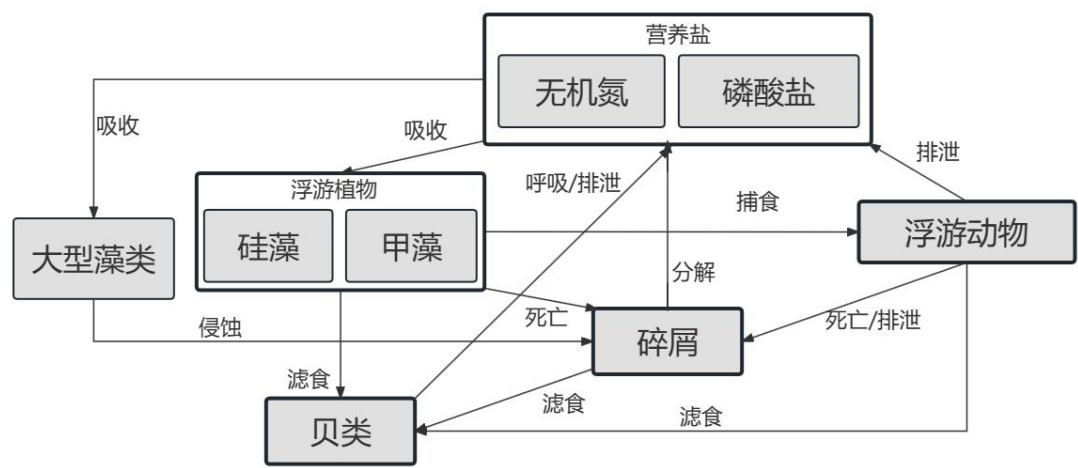


图 8.3-2 包含牡蛎附着礁模拟的三维生态模式架构示意图

2) 评估体系

牡蛎附着礁的生长状况主要使用模式模拟的藻类和贝类的生物量进行量化分析。针对生态修复工程期内的贝藻生物量增长情况提出牡蛎附着礁修复意见和下一步建议。主要包括以下内容：

①牡蛎附着礁修复工程中牡蛎等底栖贝类的生长状况和生理状态，包括海洋环境是否适合牡蛎等底栖贝类生长，牡蛎在礁栖生长过程中是否受到周围海洋环境胁迫。

②牡蛎附着礁修复工程中大型海藻的种类、生长状况和生理状态，包括海洋环境主要适合哪些大型海藻生长，优势种群如何，主要大型海藻在礁栖生长过程中是否受到周围海洋环境胁迫。

③大型海藻和贝类在生长过程中与水环境的相互作用关系，包括大型海藻和贝类的生物量和位置变化会对海湾生态系统健康有怎样的影响，未来如何优化牡蛎附着礁的位置和密度以增强生态系统修复效果。

(2) 牡蛎附着礁对海域水质和生态灾害风险的影响评估

开展台商投资区周边海岸水体的水质采样分析、模拟与评估，观测和三维生态动力学模式可模拟的水质要素包括无机氮、磷酸盐、叶绿素。通过模式模拟各种水质要素，可以以较高的时间和空间分辨率刻画海岸水质的变化状况，分析水质时空变化的影响因素，揭示可能出现高污染风险的海岸区域。台商投资区紧邻晋江口，河口携带的大量陆源营养盐容易引发赤潮等生态灾害，对台商投资区周围海域的赤潮暴发风险进行评估，并量化分析牡蛎附着礁生境改善工程后对赤潮

风险的降低程度。使用模式模拟结果开展海岸水质评估，可以掌握台商投资区周边水体的水质状况，为保护台商投资区海岸带资源可持续利用与生态环境有效保护提供决策支撑。

1) 现场资料收集

海岸水体污染状况评估指标包括无机氮浓度、活性磷酸盐浓度、化学需氧量、叶绿素 a 等。通过无机氮、磷酸盐、碎屑等水质要素，可以评估出海岸海水水质类型。现场采集的样品分析，样品的采集、保存和实验室分析测试按照《海洋监测规范》(GB 17378—2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763—2007)的相关要求进行。水质要素的分析参照国家标准《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》(GB/T12763.2—2007)、《海洋调查规范 第 4 部分：海洋化学要素观测》(GB/T12763.4—2007)和《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》(GB17378.4—2007)执行。具体方法如下表。

表 8.3-15 海水化学样品分析方法和检出限

序号	分析项目	分析方法	检出限	规范性引用文件
1	温度	表层水温表法	0.01℃	GB/T 12763.2—2007
2	盐度	盐度计法	0.01	GB/T 12763.2—2007
3	pH	pH 计法	0.01pH	GB/T 12763.2—2007
4	TSP	重量法	0.1 mg/L	GB 17378.4—2007
5	DO	碘量法	0.042 mg/L	GB 17378.4—2007
6	CODMn	碱性高锰酸钾法	0.15 mg/L	GB 17378.4—2007
7	NO2--N	萘乙二胺分光光度法	0.02 μmol/L	GB 17378.4—2007
8	NO3--N	锌镉还原法	0.05 μmol/L	GB 17378.4—2007
9	NH4+-N	次溴酸盐氧化法	0.03 μmol/L	GB 17378.4—2007
10	PO43--P	磷钼蓝分光光度法	0.02 μmol/L	GB 17378.4—2007

2) 富营养化和水质分析

采用三维水动力生态模式模拟内容包括无机氮、磷酸盐、浮游植物（包含主要赤潮种）、浮游动物及有机颗粒碎屑。使用现场观测数据验证模式结果。根据这些结果，水体富营养化的程度和水质情况主要用指数评价法来量化和横向比较，常见的评价方法有单因子标准指数法、富营养化指数法、有机污染评价指数法和营养状态质量指数法等。考虑到本海域的特点，采用营养状态质量指数（NQI）和富营养化指数（E）评价研究海域的富营养化状态，其计算方法如下。

$$NQI = \frac{C_{COD}}{CS_{COD}} + \frac{C_{DIN}}{CS_{DIN}} + \frac{C_{SRP}}{CS_{SRP}} + \frac{C_{Chl a}}{CS_{Chl a}} \quad (1)$$

式中, C_{COD} 、 C_{DIN} 、 C_{SRP} 和 $C_{Chl a}$ 代表实测的水体 COD(mg/L)、DIN(μ mol/L)、SRP (μ mol/L) 和 Chl a (μ g/L) 浓度; CS_{COD} 、 CS_{DIN} 、 CS_{SRP} 和 $CS_{Chl a}$ 代表其对应的标准浓度值, 分别为 3 mg/L、20 μ mol/L、8 μ mol/L 和 5 μ g/L。富营养化状态根据如下标准判断, $NQI < 2$ 为贫营养状态; $2 \leq NQI \leq 3$ 为中营养状态; $NQI > 3$ 为富营养状态。

$$E = \frac{C_{COD} \times C_{DIN} \times C_{SRP}}{10.20} \times 10^6 \quad (2)$$

根据 E 可以将水体富营养化水平划分为 5 个等级: $E < 1.00$ 为贫营养状态, $1.00 \leq E < 2.00$ 为轻度富营养状态, $2.00 \leq E < 5.00$ 为中度富营养状态, $5.00 \leq E < 15.00$ 为重富营养状态, $E \geq 15.00$ 为严重富营养状态。

另外, 通过模式模拟海岸带水动力环境状况, 可以计算得到排入海水中的污染物在海岸带周边的滞留时间。通过滞留时间长短的季节和空间分布, 可以评估出海岸带易受污染时间和区域。在数值模式中开展敏感性实验, 比较有无牡蛎附着礁情况下水质指标和富营养化指数的变化。

3) 赤潮风险评估

基于该技术开发赤潮风险预警, 建立了台商投资区赤潮预警模型, 聚焦牡蛎附着礁及沿岸海域, 为本海域提供切实可行的预警和避险措施。根据本模式结果, 综合营养盐、光照、温度和海流等因素将赤潮的风险进行量化, 计算赤潮暴发指数 (0-100 之间, 图 8.3-3), 根据指数高低确定赤潮预警等级: 0-60 以下为低风险, 60-80 为中风险, 80-100 为高风险。在数值模式中开展敏感性实验, 比较有无贝藻礁情况下赤潮风险指数的变化, 定量评估贝藻礁对海洋生态灾害防灾减灾效果能力的提升。

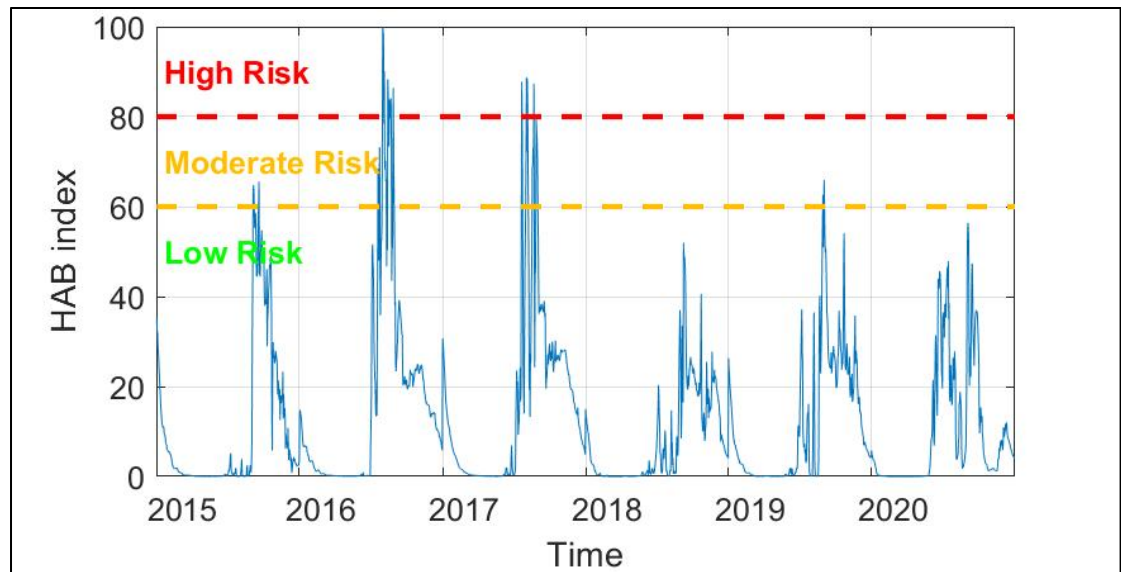


图 8.3-3 GETM-FABM 模拟的某海区赤潮指数及其风险预警等级

8.3.3.5 蓝碳生态系统碳汇计量监测

1、项目目标

以台商投资区海洋生态保护修复项目（以下简称修复项目）为依托，以蓝碳生态系统为重点，围绕修复项目形成的蓝碳生态系统碳汇量进行现场调查监测和计量，促进碳汇功能和生态服务功能协同增效，为国家“碳达峰碳中和”决策部署提供支撑。

2、项目内容

（1）专题方案编制和资料收集

1) 专题方案编制

基于专题研究的目标，制定修复项目碳汇监测与计量项目技术路线，包括资料收集和现场调查、碳汇监测、碳汇计量和成果编制 4 个阶段。

①资料收集：收集和整理项目区域内的植被分布情况、植被特征和面积变化等活动水平数据，以及碳计量参数等相关资料；对资料来源、数据精度及数据质量等有明确的描述，对不同来源的资料应该进行标准化或归一化，保证所用资料权威可靠，必要时补充现场调查；

②碳汇监测：根据碳汇监测、计量要求和资料收集情况，确定需要监测的活动数据和碳计量参数，结合遥感影像识别结果和现场踏勘进行监测分区和站位布设，制定监测方案，开展外业监测等；

③碳汇计量：根据碳汇监测获得的活动数据和碳计量参数，基于碳汇计量方

法，对各碳层、各碳库的相较于基线的增汇量进行核算，并结合生态保护修复措施开展增汇成效评估；

④成果编制及评审：根据碳汇监测、碳汇计量等内容，编制专题研究报告、专题图件及数据集等，经评审、验收后分类，并及时进行归档。

2) 资料收集

基于修复区域作为蓝色碳汇监测与计量的专题区域，开展修复项目基础数据收集与整理，根据资料收集情况，开展现场补充调查和测量。包括修复项目区域自然地理条件（气象条件、海洋水文条件、地形地貌条件、自然资源条件等）资料；海洋生态环境状况（海水环境、沉积物等）资料；生态保护情况（自然保护地、海洋生态保护红线等）资料。此外，为便于与项目区域监测成果开展对比分析，收集整理该省蓝碳生态系统活动水平数据、碳参数等，包括各植被类型的面积、分布和群落特征资料；蓝碳生态系统各植被类型的碳计量参数资料等。

(2) 植被碳汇

为摸清修复项目区域的蓝碳生态系统分布状况和碳汇参数等基本状况，针对修复前和修复后两种情景，开展修复项目的区域状况、蓝碳生态系统植被修复面积、分布，以及碳计量参数等方面的数据获取和现场监测。具体监测要素见下表。

表8.3-16 蓝碳生态系统碳汇监测要素

监测内容	监测要素	监测方式
活动数据	分布状况：分布、面积、横向长度、纵向宽度等	现场调查+遥感解译
	群落特征：种类、密度、盖度、株高	现场调查
碳计量参数	生物量碳密度	现场调查+室内分析
	死有机物质碳密度	现场调查+室内分析
	沉积物碳埋藏速率	现场调查+室内分析

1) 监测分区和站位布设

根据修复项目蓝碳生态系统植被类型及分布特征，将监测区域按植被类型分区，采用随机取样法在各调查小区布设至少 3 个站位，站位设置尽可能反映监测区的整体植被特征。根据实际情况，适当增加调查区和站位。

2) 活动数据监测

开展蓝碳生态系统分布状况、群落特征的现场调查和样品采集。在监测期间，

拍摄必要的影像资料，至少包括：大生境图片（至少 2 张），用于反映该区域的整体状况和生态系统总体分布情况；小生境图片（每个样方至少 1 张）；植株全貌图片（每种植物至少 1 张）；根、花、果等特写图片（至少 3 张）。

3) 碳计量参数监测

碳汇能力监测包括生物量碳密度（地上、地下）、死有机物质碳密度、沉积物碳埋藏速率调查 3 部分。根据现场监测方案开展现场监测工作，并做好原始记录。内业分析对现场监测中采集的样品开展样品分析和数据整理，并进行必要的质量控制，剔除奇异值。在此基础上，进行蓝碳生态系统碳汇量评估。

4) 碳汇计量

编制修复项目的碳汇计量方案，利用碳汇监测数据，开展项目修复区域的碳汇量评估和不确定性评估，并对修复区域的增汇效果开展评估。

① 总体核算方法

蓝碳生态修复区为“转为蓝碳生态系统的区域”类型，采用公式（1）核算生态修复区年碳汇量。采用库差别法计算生物量碳库变化和死有机物质碳库变化，采用损益法计算沉积物碳库变化。

计算各计量分区的 CO₂ 年收支量采用公式（1）：

$$\Delta C_{LUC-i} = \Delta C_B + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} \quad (1)$$

式中：

ΔC_{LUC-i} ——各计量分区的 CO₂ 年收支量，单位 Mg C/a；

ΔC_B ——计量分区的生物量碳库年变化量，是地上生物量（AGB）和地下生物量（BGB）的碳库变化之和，单位 Mg C/a；

ΔC_{LI} ——计量分区的死有机物质碳库年变化量，单位 Mg C/a；

ΔC_{SO} ——计量分区的沉积物碳库年变化量，单位 Mg C/a。

② 生物量碳库变化

采用库差别法计算该区域生物量年碳汇量核算方法为公式（2）：

$$\Delta C_B = \sum_{i=1}^n [(B_{t2} - B_{t1})_i \times A_i] / (t_2 - t_1) \quad (2)$$

式中：

ΔC_B ——计量分区的生物量 CO₂ 年收支量，单位 Mg C/a；

B_{t1} ——区域各蓝碳生态系统植被类型在基线年的生物量碳密度，单位 Mg C/ha；

B_{t2} ——区域各蓝碳生态系统植被类型在计量年的多年生部分生物量碳密度，单位 $Mg\ C/ha$ ；

A_i ——各蓝碳生态系统植被类型面积，单位 ha ；

i ——植被类型；

其中，对于一年生蓝碳生态系统植被类型（如碱蓬等），其生物量碳汇量可默认为 0（ $\Delta C_B = 0$ ）。

③死有机物质碳库变化

采用库差别法计算该区域死有机物质年碳变化量核算方法为公式（3）：

$$\Delta C_{LI} = \sum_{i=1}^n [(LI_{t2} - LI_{t1})_i \times A_i] / (t_2 - t_1) \quad (3)$$

式中：

ΔC_{LI} ——计量分区的死有机物质 CO_2 年收支量，单位 $Mg\ C/a$ ；

LI_{t1} ——区域各蓝碳生态系统植被类型在基线年的死有机物质碳密度，单位 $Mg\ C/ha$ ；

LI_{t2} ——区域各蓝碳生态系统植被类型在计量年的死有机物质碳密度，单位 $Mg\ C/ha$ ；

A_i ——各蓝碳生态系统植被类型面积，单位 ha ；

i ——植被类型；

在计量年 t_2 的蓝碳生态系统死有机物质采用区域实测值，基线年 t_1 的蓝碳生态系统死有机物质碳密度默认为 0。

④沉积物碳库变化

该区域仅核算沉积物碳汇量，按公式（4）计算：

$$\Delta C_{S0} = \sum_{i=1}^n CBR_i \times A_i \quad (4)$$

式中：

ΔC_{S0} ——计量分区的沉积物 CO_2 年收支量，单位 $Mg\ C/a$ ；

CBR_i ——各植被类型的蓝碳生态系统沉积物碳埋藏速率，单位 $Mg\ C/(ha \cdot a)$ ；

A_i ——各植被类型的面积，单位 ha ；

i ——植被类型。

（3）牡蛎附着礁碳汇

针对本项目的牡蛎附着礁建设工程，开展贝藻碳汇能力评估和碳汇经济价值评估专题研究，为泉州海岸带探索蓝碳交易提供依据。评估过程参照以下方法进行

行。

牡蛎碳汇能力计算公式见式（1）：

$$C_{shellfish} = CB^{sh} + CZ^{sh} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CB^{sh} ——牡蛎贝壳碳汇能力，单位为克每年（ $g \cdot a^{-1}$ ）；

CZ^{sh} ——牡蛎软体组织碳汇能力，单位为克每年（ $g \cdot a^{-1}$ ）。

1) 牡蛎贝壳碳汇能力

海水贝类贝壳碳汇能力计算公式见式（2）：

$$CB^{sh} = P^{sh} \times K^{sh} \times R^{sh} \times CF^{sh} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P^{sh} ——牡蛎的年度产量（湿重），单位为克每年（ $g \cdot a^{-1}$ ）；

K^{sh} ——牡蛎湿重与干重之间的转换系数，无量纲；

R^{sh} ——牡蛎干重状态下的贝壳干质量占比，无量纲；

CF^{sh} ——牡蛎贝壳干质量下的碳含量，无量纲。

2) 牡蛎软体组织碳汇能力

牡蛎软体组织碳汇能力计算公式见式（3）：

$$CZ^{sh} = P^{sh} \times K^{sh} \times R^{sh2} \times CF^{sh2} \dots\dots\dots (3) \quad \text{式中：}$$

R^{sh2} ——牡蛎干重状态下的软体组织干质量占比，无量纲；

CF^{sh2} ——牡蛎软体组织干质量下的碳含量，无量纲。

表8.3-17 牡蛎碳汇能力评估转换系数参考值

干湿系数/ (%)	质量比重/(%)		碳含量/(%)	
	软组织	贝壳	软组织	贝壳
52.55	1.98	98.02	44.9	11.52

海洋碳汇经济价值包括直接纳入经济市场交易的直接经济价值和通过生态系统服务反映的间接经济价值，计算公式见式（4）：

$$MCSV = DV + IV \dots\dots\dots (4)$$

式中，

$MCSV$ ——海洋碳汇经济价值，单位为万元每年；

DV ——海洋碳汇的直接经济价值，单位为万元每年；

IV ——海洋碳汇的间接经济价值，单位为万元每年。

牡蛎碳汇的直接经济价值主要为产品价值；间接经济价值由固碳价值、释氧

价值两部分组成，计算公式见式（5）、（6）：

$DV = VP \cdots \cdots (5)$

$IV = VC + VO \cdots \cdots (6)$

式中：

VP——产品价值，单位为万元每年；

VC——固碳价值，单位为万元每年；

VO——释氧价值，单位为万元每年；

牡蛎碳汇经济价值核算体系和核算方法见下表：

表8.3-18 牡蛎碳汇经济价值核算体系

价值类别		核算方法	价格来源
一级分类	二级分类		
直接经济价值	产品价值	市场价值法	当地牡蛎市场价值
间接经济价值	固碳价值	市场价值法/替代成本法	当地碳交易价格/当地单位面积植树造林价格
	释氧价值	替代成本法	市场工业制氧价格

（1）产品价值

产品价值核算采用市场价值法，计算公式见式（7）：

$VP = Q \times P \cdots \cdots (7)$

式中：Q——产量，单位为t每年；P——市场价格，单位为万元每t。

（2）固碳价值核算方法

固碳价值由市场价值法和替代成本法核算结果的均值决定，计算公式见式（8）：

$V_C = \frac{V_1^C + V_2^C}{2} \cdots \cdots (8)$

式中：

V_1^C ——固碳价值市场价值法核算结果，单位为万元每年；

V_2^C ——固碳价值替代成本法核算结果，单位为万元每年。

1) 市场价值法

以当地碳交易价格作为二氧化碳固定的价格，计算公式见式（9）：

$V_1^C = C_{BLUE} \times k_1 \times P_C \times 10^{-6} \cdots \cdots (9)$

式中：

k_1 ——碳的质量转化成二氧化碳的质量的系数 44/12，无量纲；

PC ——当地碳交易价格，单位为万元每 t。

2) 替代成本法

以通过人工造林吸收单位二氧化碳所耗费的成本作为二氧化碳的价格，计算公式见式（10）：

$$V_2^C = \frac{C_{BLUE}}{S_C} \times k_1 \times P_S \times 10^{-6} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

SC ——单位面积固碳量，单位为 t/km²；

k_1 ——碳的质量转化成二氧化碳的质量的系数 44/12，无量纲；

PS ——单位面积造林价格，单位为万元/km²。

（3）释氧价值

释氧价值核算采用替代成本法，以工业制氧成本作为释氧价值，计算公式见式（11）：

$$V_O = C_{BLUE} \times k_2 \times C_I \times 10^{-6} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

k_2 ——碳的质量转化成氧气的质量的系数 32/12，无量纲；

CI ——工业制氧成本，单位为万元每 t。

（4）成果编制及评审

编写修复项目蓝碳生态系统碳汇监测与计量专题研究报告，报告内容包括工作的目标、内容、本底调查情况、站点布设、蓝碳生态系统碳汇能力评估等内容。完成专题图件编制，全面、系统的反映工作成果。召开专家评审会，完成项目结题验收。

8.3.3.6 防护林生态修复跟踪监测与效果评估

1、植物群落调查监测

在修复前和修复后 2 年内，每年至少调查 1 次，调查指标包括植物种类组成、物种多样性、覆盖度、植株高度、胸径、基径、修复成活率、病虫害等。每种植物群落类型设置 3 个调查样方。

同时符合以下条件的，为有林地补植修复合格：

按作业设计施工率达到 95%以上。

补植成活率达到 85%以上。

修复未对现有林木造成破坏。

2、防护林修复评价

（1）碳汇增量评估

1）碳库调查监测

本项目在退化的防护林基础上进行防护林的生态修复，主要碳库调查监测指标包括“地表植被状况”、“土地利用状况”、地上生物量、地下生物量、枯落物生物量等指标调查监测。

表8.3-19 碳汇造林基线调查表

调查人员： 调查时间： 年 月 日

地点	省 县 乡							
一、地表植被和土地利用状况								
（一）地表植被状况								
时段	调查项目及结果							
	乔木（含竹子）			灌木			草本	
	优势种	平 均 年 龄	公 顷 株 数	优势种	盖度/%	高/cm	盖度/%	高/cm
历史								
现状								
（二）土地利用状况								
时段	土地利用类型							
	宜林未造 林地	农地	草地	湿地	建筑类用地	其他用地		
历史								
现状								
二、碳库调查								
调查对象		碳层（干重/（kg/ha），土壤有机质/%）						
		I	II		III	...		
地上生物量								
地下生物量								
枯落物生物量								
枯死木生物量								
土壤有机质								

2）造林碳汇增量计算

根据《碳汇造林项目技术规定（试行）》对项目造林地的合格性要求，基线情景指能合理地代表在没有开展碳汇造林项目活动时历史的和现在的地表植被、

土地利用、人为活动、碳库的状况。在对基线碳储量变化进行计量时，可保守地假定土壤有机碳、枯落物和枯死木三个碳库处于稳定或退化状态，其碳储量变化为零，从而只考虑项目造林地上现有散生木生长引起的地上生物量和地下生物量碳库中的碳储量变化。

收集散生木相关树种的生长过程曲线（ $V=f(A)$ ， V 为单株材积， A 为年龄）或材积生长过程表，或伐倒数株成熟的散生木进行树干解析，选用下述方程或其它任何适合的函数，拟合生长曲线。

理查德方程： $V = a \times (1 - e^{-b \cdot A})^c$

单分子曲线： $V = a \times (1 - e^{-b \cdot A})$

逻辑斯缔方程 $V = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-c \cdot A}}$

式中， V 为单株材积， A 为树木年龄， a 、 b 、 c 为参数。

采用生物量扩展因子法计算项目期内不同时间基线情景下散生木的地上生物量和地下生物量碳库中的碳储量，即：

$$C_{BSL,AB,j,t} = \sum_{j=1}^J (V_{ij,t} \cdot N_{ij} \cdot WD_j \cdot BEF_j \cdot CF_j) \cdot A_i$$

$$C_{BSL,BB,j,t} = \sum_{j=1}^J (V_{ij,t} \cdot N_{ij} \cdot WD_j \cdot BEF_j \cdot CF_j \cdot R_j) \cdot A_i$$

$$\Delta C_{BSL,AB,j,t} = (C_{BSL,AB,j,t} - C_{BSL,AB,j,t-1}) \cdot 44 / 12$$

$$\Delta C_{BSL,BB,j,t} = (C_{BSL,BB,j,t} - C_{BSL,BB,j,t-1}) \cdot 44 / 12$$

式中：

$C_{BSL,AB,i,t}$ ：第 t 年第 i 碳层地上生物量碳库中的碳储量（tC）；

$C_{BSL,BB,i,t}$ ：第 t 年第 i 碳层地下生物量碳库中的碳储量（tC）；

$C_{BSL,AB,i,t-1}$ ：第 $t-1$ 年的地上生物量碳库中的碳储量（tC）；

$C_{BSL,BB,i,t-1}$ ：第 $t-1$ 年时地下生物量碳库中的碳储量（tC）；

$V_{ij,t}$ ：第 t 年第 i 碳层 j 树种的单株材积（ $m^3 \cdot \text{株}^{-1}$ ）；

N_{ij} ：第 i 碳层 j 树种的每公顷株数（株 $\cdot ha^{-1}$ ）；

WD_j ： j 树种的木材密度（每立方米吨干重， $t \cdot DM \cdot m^{-3}$ ）；

BEF_j ：将 j 树种的树干生物量转换到地上生物量的生物量扩展因子（无单

位)；

CF_j : j 树种的平均含碳率；

R_j : j 树种的生物量根茎比（即地下生物量与地上生物量之比，无单位）；

A_i : 第 i 碳层的面积 (ha)；

44/12: CO_2 与 C 的分子量比；

t: 项目开始后的年数 (a)；

i: 基线碳层；

树种 (i=1, 2...J)。参数的设定可参考“造林项目碳汇计量与监测指南”

碳汇增量计算公式为：

$$\Delta C_{\text{增汇}} = C_{\text{修复后}} - C_{\text{基线}}$$

式中： $\Delta C_{\text{增汇}}$ 为修复后较基线碳储量的变化量 (t CO_2 -e.a')

(2) 防风效果评估

1) 监测方法

沿防护林的交界处、防护林内部以及防护林后方等特征点位，布设一排风速风向仪，用以观测防护林影响下的海岸横向沿程的风况变化；在风速仪架设点位，同步放置集沙仪，用以观测防护林影响下的沿程风沙通量变化；针对观测剖面，布设一排标志铁钎，定时量取铁钎高度，用以监测海滩地形的精细变化过程。

干滩及其以上的仪器可一直架设，如果需要架设潮间带的风速仪和集沙仪，则需要根据潮水涨落灵活收放。

2) 监测时间

选取有风的时候开展观测，时间一周。

3) 其他

同时，可将当地气象站的实测风况与实验期间现场观测的滩面风况建立联系，并开展长期、定期的海滩地形监测，进而分析长时间尺度下的动力地貌变化。

8.3.3.7 工程社会效益和生态溢出效应评估

依托泉州市台商投资区海洋生态保护修复工程项目，结合生态保护修复项目成果，开展修复项目实施前后民众对海洋生态保护及陆海统筹理念提升路径研究与效果评估，形成泉州市台商投资区海洋生态保护修复工程项目生态溢出效应提升与分析系列成果。为海洋生态保护修复项目负责单位提供海洋生态保护、防灾

减灾及陆海统筹理念宣传方案，指导其开展宣传试点建设，评估与提升泉州市台商投资区海洋生态保护修复工程项目产生的生态溢出效应。具体工作包括 3 方面内容：

（1）项目辐射区域民众海洋生态保护及陆海统筹理念提升路径研究与效果评估；

（2）社会效益和生态溢出效应评价试点建设；

（3）泉州市台商投资区海洋生态保护修复工程项目生态溢出效应分析。

8.3.3.8 海岸带生态系统生态减灾功能评估

依托泉州市台商投资区海洋生态保护修复工程项目，开展海岸带生态系统生态减灾功能评估。聚焦工程项目实施区域，结合工程项目修复类型，在生态工程修复前后，至少各开展一次盐沼、砂质海岸、牡蛎附着礁等海岸带生态系统现状调查，掌握该区域植被状况、海滩特征以及底栖生物等生态状况数据，收集整理该区域的海洋水动力、地形地貌等环境数据，并开展现场补充观测调查。

开展生态减灾现场观测。根据调查区的情况，选取能够代表该区域生态系统特征的典型断面。当生态系统分布区域特征差异较大时，选取多个断面。每个断面选取至少 2 个观测点，分别位于生态系统区域沿海一侧边缘处（前测点）和区域后端边缘处（后测点），考虑到灾害期间的实际情况，每个断面宜布放不少于 3 个观测点。根据现场勘查情况，设计仪器具体布放点，制作固定仪器装置。在风暴潮灾害期间，布放观测仪器，开展生态减灾现场观测。

基于现场调查数据，开展该区域的生态系统状况评估，选用海洋水动力过程与植被、海滩等相互作用的国内外先进的数值模型，开展生态系统与风暴潮等海洋动力灾害过程相互作用数值模拟，定量评估该区域修复前后生态系统的减灾功能。同时，结合该区域生态系统的生长特征，合理预估该区域盐沼等生态系统成熟期的植被参数特征，利用数值模型，定量评估该区域生态系统修复后预期发挥的减灾功能，给出工程项目生态修复带来的生态减灾功能，为工程项目的生态减灾效益提供依据和数据支撑。

8.3.3.9 海洋生态预警防灾减灾综合能力提升

根据《国家防灾减灾救灾委员会关于印发<自然灾害综合风险基础数据更新应用实行办法（试行）的通知>》（国防减救发[2024]2 号）要求，泉州市将在

2026 年开展海洋灾害风险普查成果更新。泉州台商投资区将结合本次生态修复工程，全面深化开展海洋灾害风险普查系统更新，覆盖海洋灾害调查、灾害至灾调查、主要承灾体调查、重点隐患调查与评估等工作，进一步落实风暴潮、海浪、海岸带灾害防治能力提升，有效提高海洋生态预警防灾减灾综合能力。

1、风暴潮灾害防治能力提升

在泉州市海洋灾害风险普查等已有成果的基础上，重点关注泉州市台商投资区，进一步收集泉州市台商投资区沿海海洋灾害历史淹没信息、高精度 DEM 高程数据、卫星影像数据、承灾体等信息，开展沿海低洼地带村落、石化、电力等重要承灾体危险调查，基于 GIS 和大数据分析技术，结合灾害演进过程与动力学机理进行不同风暴潮灾害情境下的沿海低洼区域重要承灾体海水淹没风险评估，获取海洋灾害动力学特征、危害方式、影响范围和危害程度等关键参数，依据关键参数划定风暴潮风险区，同时摸清泉州市台商投资区沿海风暴潮灾害风险隐患基础数据及抗灾救灾能力状况，形成风暴潮灾害防御指挥辅助决策图，为有效开展泉州市台商投资区风暴潮灾害防治提供精准的灾害风险信息和科学决策依据，实现海洋灾害风险普查在风暴潮预警报、海洋防灾减灾的实际业务工作中的成果转换应用，进一步提升泉州市台商投资区海洋灾害防御治理能力。

2、海浪灾害防治能力提升

重点关注泉州市台商投资区，更新泉州市台商投资区沿海海岸带海浪灾害信息，利用高精度 DEM 高程数据、卫星影像数据，承灾体等信息，针对沿海低洼地带、港湾村落、石化、电力等海岸带重要承灾体区域进行不同海浪灾害情境下拍岸浪风险分析，摸清泉州市台商投资区沿海不同海浪灾害情境下的隐患基础数据及抗灾能力，形成泉州市台商投资区海岸带海浪灾害风险分布图，为有效开展泉州市台商投资区海浪灾害防治提供权威的灾害风险信息和科学决策依据，并应用于海浪灾害预警报实际业务工作中，进一步提升泉州市台商投资区沿海海洋灾害防御治理能力。

3、海岸带海洋灾害防治能力提升

在泉州市台商投资区海洋灾害风险普查成果更新基础上，针对海岸带休闲沙滩浴场，开展裂流风险排查，根据排查结果划定裂流高风险区，制定裂流风险警示提示，开展裂流风险宣传，实现海洋灾害风险普查成果应用，进一步提升泉州市台商投资区滨海旅游度假区沙滩浴场等海岸带海洋灾害防治能力。

8.3.3.10 海洋生态修复成效评估

1、项目绩效指标监测与评估

根据项目总绩效目标表，共设置 19 个产出指标、4 个效益指标和 1 个满意度指标在内的项目绩效目标。为加强对本工程的量化考核和验收需要，开展项目绩效指标监测及评估。

（1）数量指标监测评估：通过收集完工鉴定书等资料，结合实地测量手段监测数量指标的实际完成情况和效果。

（2）质量指标监测评估：通过收集合同工程完工验收报告、合同工程验收鉴定书、质量评定书、监理报告监测质量指标的完成情况和效果。

（3）时效指标监测评估：通过收集工程合同工程完工鉴定书等资料，结合实地测量手段监测时效指标的完成情况和效果。

（4）成本指标监测评估：通过收集项目的预算审核、工可批复和招标文件等资料监测成本指标的完成情况和效果。

（5）生态效益指标监测评估：通过项目的本底报告、施工过程监测报告、施工后效果评估报告监测评估生态效益指标完成情况和效果。

（6）其他效益指标监测评估：通过收集政府网站信息、行政文件等资料监测评估社会、经济和可持续影响效益指标完成情况和效果。

（7）满意度指标监测评估：通过开展公众对生态修复项目满意度调查监测评估满意度指标的完成情况和效果。

根据以上监测评估内容编制项目绩效指标监测及评估报告，为项目验收提供验收依据。完成《泉州台商投资区 2026 年海洋生态保护修复工程项目绩效目标监测评估报告》。

2、海洋生态修复项目成效综合评估

基于以上评估，参考《海洋生态修复成效评估技术规范 第 1 部分：总则》、《海洋生态修复成效评估技术规范 第 3 部分：海湾》，海洋生态修复项目成效评估综合得分用 I_t 表示。 I_t 由项目生态类指标（ I_e ）和效益类指标（ I_b ）的单项得分加权计算后得到。其中生态类指标权重为 70%，效益类指标权重为 30%。计算公式如下：

$$I_t = I_e \times 0.7 + I_b \times 0.3$$

式中：

It——海洋生态修复项目成效评估综合得分，单位为分；

Ie——海洋生态修复项目生态类指标评估得分，单位为分；

Ib——海洋生态修复项目效益类指标评估得分，单位为分。

项目评级根据项目综合评估结果（It）考虑，满分为 100 分。项目评级为 90 分（含）以上为优秀，75 分（含）以上 90 分以下为良好，60 分（含）以上 75 分以下为合格，60 分以下为不合格。

8.3.4 海洋生态保护修复全过程动态监管与成效评估平台

为贯彻实施上述文件精神，进一步加强中央财政支持的海洋生态保护修复项目日常监管工作，提高海洋生态修复的科学性、规范性和时效性，配合财政部门做好项目资金下达、执行工作，对生态保护修复类项目进行全流程监测监管，跟踪掌握项目申报、实施、资金执行及绩效目标达成等各环节情况，加强对信息化监测监管成果的应用，拟进行“海洋生态保护修复项目工程全过程动态监管及成效评估系统”建设。

在现有修复区内（包括沙滩、盐沼湿地、牡蛎附着礁、生态海堤、退养还海养殖塘区），根据工程建设论证方案，通过人工智能技术实现三维互动模型、数据采集等功能模块和生物多样性、水质、土壤、气象、负氧离子等自动监测设备的有效整合，建成全周期、全天候、大面积、低成本、快速准确的监测管理系统，对生物多样性、砂砾滩、红树林生态系统的相关因子进行实时监测、自动分析、决策支持，打造本项目数字化、可视化、智能化生态保护管理平台。

8.3.4.1 建设目标

本平台旨在将海洋生态修复项目全过程监管及跟踪过程数字孪生化，建立形成分工明确、制度完善的项目监管系统，打通项目申报、实施、验收及评估全流程数据资料壁垒现实需求，形成项目建设内容及档案数据等数字资产，减少项目监管过程中冗余的沟通环节及信息丢失，做到随时掌握项目进度、回溯项目过程、调阅项目实况。

通过业务数据可视化、要素可量化、决策智能化、监测无人化、数据在线化等手段，为项目建设方和管理方提供了全面的信息支撑和决策依据。同时，利用三维全景技术真实、立体、时序化反映整治修复成效，有助于提升项目管理的透明度和公信力。

遵循“部级指导、省负总则、市县实施”的机制，按照权责对等的原则，完善项目监管工作制度，全面落实项目监管属地责任，对项目申报、实施、验收、后期管护等各个环节实施全过程监督管理，确保项目合法合规、科学有序推进。

8.3.4.2平台架构

系统采用 B/S 架构，以多源数据为基础，提供简单实用的用户体验，在标准规范体系和安全保障体系下，分为应用层、服务层、数字底座层、汇聚与分发层、监测感知层。

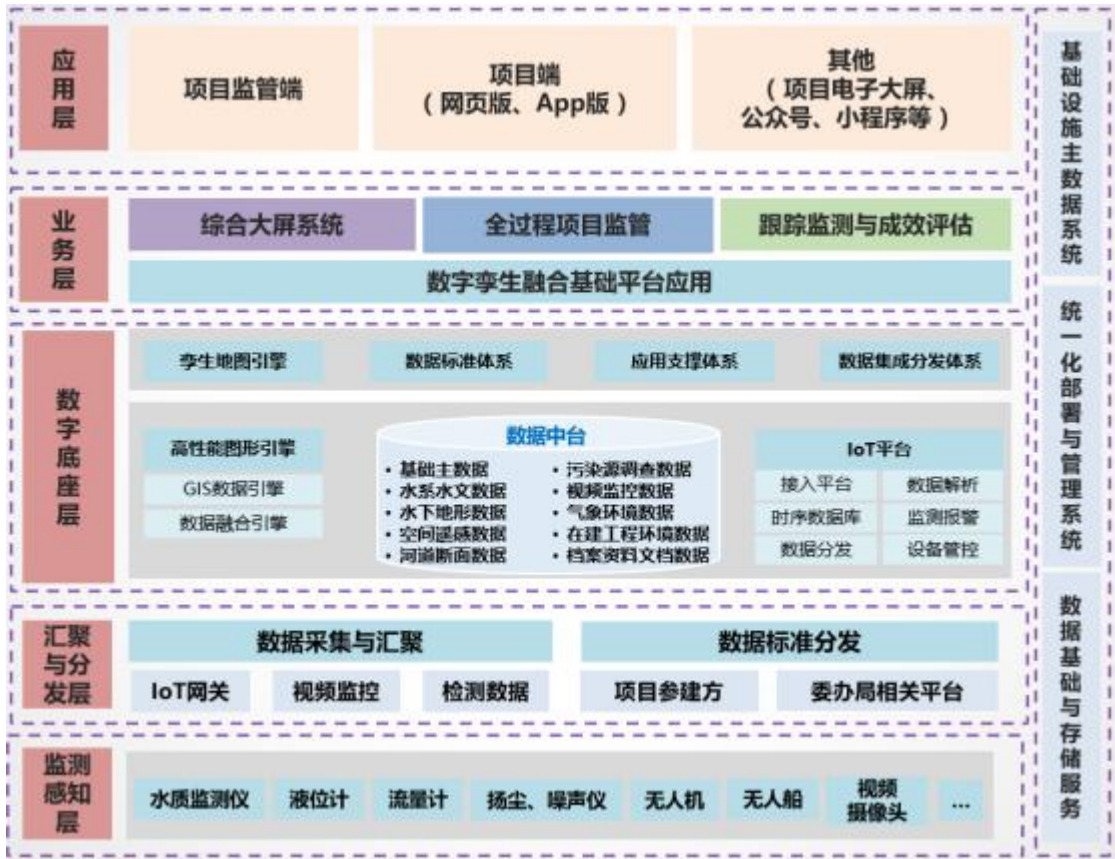


图8.3-4 生态监测平台总体架构图

1、应用层

紧密围绕项目管理部门业务需求，建设监管端、项目端及其他端的模块，成为项目精细化管理的重要抓手与工具，面向各层级用户提供服务。

2、业务层

主要提供三大业务模块，即：综合大屏展示系统、全过程项目监管、跟踪检测与成效评估

3、数字底座层、汇聚与分发层、监测感知层

主要是支撑平台，是业务系统的支撑服务的汇集管理平台。包括公共基础服

务, 以及应用服务。公共基础服务层主要包括服务总线、数据存储服务、数据交换服务、用户管理服务、消息服务、服务管理、认证服务和目录服务。应用服务层包含与业务应用紧密相关的各类服务, 并且这些服务可以有各类上层应用直接使用, 上层应用可以通过对这些服务做简单的组合就可以满足自身的需求。提供的服务主要包括: 地图可视化服务、制图服务、查询定位服务、空间分析服务、在线编辑服务、模型服务和信息发布服务等。服务层作为中间层, 是整个 SOA 架构的核心层, 本系统架构充分体现了面向 SOA 的分布部署和服务集成共享的思想, 实现对松耦合和粗粒度服务进行分布部署、组合和使用。

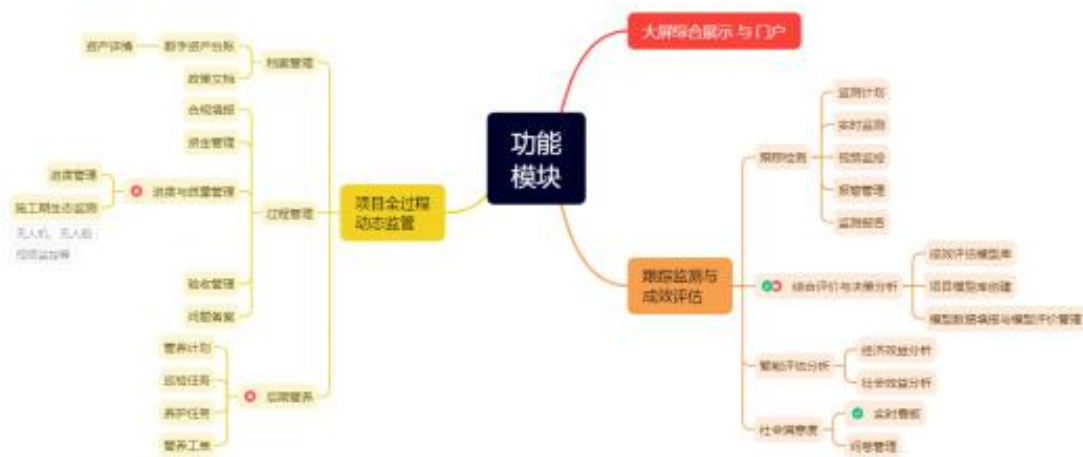


图8.3-5 主要功能模块组成

8.3.4.3 主要内容

1、大屏综合展示

以基础地理信息数据为基础图层，叠加区域自然地理、海域使用现状、项目建设内容、项目建设进度、海区生态环境现状等专题数据，实现各类数据直观、统一可视化分析和展现；

(1) 实时监控项目实施情况:



(2) 自动整理并可视化生态环境跟踪监测数据:



(3) 自动计算成效评估指标值并可视化展示:



2、项目全过程动态监管

实现对项目申报、实施、验收、后期管护与监测以及成效评估的全流程动态化、精细化的监管。

档案管理，实现项目不同阶段的数据整合，分级分类，基于统一的数据库标准，对多源异构数据进行采集汇总，经过数据清洗、处理、质检，构建项目阶段跟踪数据中心。自动整理项目相关档案，解决项目过程档案资料存放和调取困难的问题，实现项目数据的整合、分级分类管理和高效利用。

过程管理包含：合规填报、资金管理、进度管理、质量管理、验收管理、问题备案自动生成项目大事记、填报内容自动形成季报及年报。

3、跟踪检测与成效评估

提供对海洋生态保护修复的海洋环境影响、成效效果监测、分析与评估等成果的综合展示。

分析与评估主要根据项目建设内容，确定主要成效类评估指标及权重，结合一张图以及图形图表的形式分析和展示项目建设成果。

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

泉州台商投资区海洋生态保护修复项目位于泉州市中部城区，海峡西岸重要海湾之一的泉州湾东部，泉州市泉州台商投资区滨海区域，实施范围主要包括洛阳江河口区域以及泉州湾海湾区域(N, E)。主要用海内容有防护林外侧格宾石笼、玉沙湾拦沙堤、牡蛎附着礁、湖区底泥清淤，施工围堰。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型一级类为“特殊用海”，二级类为“海岸防护工程用海”，用海方式包括“透水构筑物”、“专用航道、锚地及其他开放式”、“港池、蓄水”。其中，格宾石笼、沙滩防护拦沙堤、牡蛎附着礁建设用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”；湖区底泥清淤用海方式一级方式为“开放式”，二级方式为“专用航道、锚地及其他开放式”。施工围堰用海方式一级方式为“围海”，二级方式为“港池、蓄水”。

本项目总申请用海面积88.9979hm²，其中，格宾石笼、玉沙湾拦沙堤、牡蛎附着礁等透水构筑物共申请用海面积3.2953hm²；湖区底泥清淤申请用海面积78.9463hm²；施工围堰申请用海面积6.7563hm²。

根据工程施工方案，月亮湖水动力提升工程（湖区底泥清淤）施工时长为9个月，考虑到施工准备等，该部分申请用海期限2年。湖区底泥清淤工程用海期限届满后，开展生态护岸建设工程，建设临时施工围堰，施工时长为4个月，申请用海期限1年。待生态护岸建设工程用海期限届满后，申请牡蛎附着礁用海期限37年。

防护林外侧石笼防护、玉沙湾拦沙堤工程申请用海期限为40年。

9.1.2 项目用海的必要性分析结论

本项目实施是推进国土空间修复，建设生态安全屏障的重要途径，是修复泉州湾中部海洋生态环境的重要手段；有助于巩固“海峡西岸经济区”发展成果；有利于加快推进“厦漳泉都市圈”绿色转型发展；有利于改善河口生态系统环

境，筑牢滨海生态安全防线；有利于提升岸线生态韧性，有利于提升防灾减灾能力。项目用海是将特定海域从退化或受损状态，主动修复为具有生态韧性、防灾功能和生物多样性的健康海岸带的必然要求。

因此，项目用海是必要的。

9.1.3 用海资源环境影响分析结论

本项目在施工期会产生悬浮泥沙扩散，但悬沙扩散的影响是暂时的，扩散范围也是有限的，随施工结束影响消失，造成的海洋生物量损失在可接受范围内，种植和管护过程中无污染物排放；项目建设能改善海域水动力冲淤环境，不影响周边海域开发利用活动；本项目建设造成的海洋生物损失额总计189.39万元。总体而言，项目用海对海域资源和环境的影响有限，项目完成后对所在海域的生态环境能起到明显的提升作用。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

本项目对周边用海活动影响较小，但项目建设中仍要协调好与周边利益相关者关系。保障周边用海活动的正常开展。综上，项目用海与周边利益相关者的关系基本清楚，相关关系可以协调。

9.1.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论

本项目建设符合《福建省国土空间规划(2021-2035 年)》《泉州市国土空间总体规划(2021-2035 年)》《福建省“三区三线”划定成果》《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》《福建省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》等规划的功能定位和管控要求，项目建设与国土空间规划相符。

9.1.6 用海合理性分析结论

本项目用海面积界定以实际设计范围为依据，界定方法符合《海籍调查规范》要求，面积量算、宗海图件绘制符合《宗海图编绘技术规范》要求。平面布置合理，申请用海面积合理，申请用海期限合理。

9.1.7 项目用海可行性

综上所述，项目用海所在海域自然条件、生态环境适宜，区位条件、社会经济条件优越，项目用海与周边海域自然环境和社会条件适宜；选址合理，用海方式、用海面积等符合有关法律法规及技术标准，用海规模合理；项目用海与《泉州市国土空间总体规划(2021-2035 年)》相符合，与海洋资源综合开发利用规划

的要求相一致；利益相关者可以协调；在落实生态用海对策措施的前提下，从海域使用管理角度出发，本项目用海可行。

9.2 建议

（1）海上工程施工应根据气象特点，采取有效防台措施或者避开台风季节施工。项目所在海区受台风影响较大，而台风多发生于夏季，特别是在台风及风暴潮期间风浪潮耦合，影响更大，因此施工带有很强的季节性。在施工过程中，当构筑物未形成整体时，容易遭受破坏，因此应高度重视选择天气良好的季节，安排好施工作业计划。

（2）项目进行补沙及植被种植等修复工程，需密切关注修复情况，做好后期管护工作。

附件（略）

附图（略）