

惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目

海域使用论证报告书


(公示稿)

福建海洋研究所

统一社会信用代码: 12350000B36951430Q

2025 年 7 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号		3505212025000916	
论证报告所属项目名称		惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目	
一、编制单位基本情况			
单位名称		福建海洋研究所	
统一社会信用代码		12350000B36951430Q	
法定代表人		连张飞	
联系人		翁宇斌	
联系人手机		13606944461	
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
蓝尹余	BH000656	论证项目负责人	蓝尹余
蓝尹余	BH000656	1. 概述 2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论 10. 报告其他内容	蓝尹余
赵宇宁	BH003170	3. 项目所在海域概况 4. 资源生态影响分析	赵宇宁
张加晋	BH000666	5. 海域开发利用协调分析	张加晋
姬厚德	BH000661	6. 国土空间规划符合性分析	姬厚德
涂振顺	BH000665	8. 生态用海对策措施	涂振顺
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p>承诺主体(公章):  2025年4月18日</p>			

项目基本情况表

项目名称	惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目				
项目地址	福建省 泉州市 惠安县				
项目性质	公益性 (√)			经营性 ()	
用海面积	5.0497ha			投资金额	61700 万元
用海期限	非透水构筑物		40 年		
	透水构筑物		40 年	预计就业人数	0 人
占用岸线	总长度		0m	邻近土地平均价格	万元/ha
	自然岸线		0m	预计拉动区域经济产值	/万元
	人工岸线		0m	填海成本	/万元/ha
	其他岸线		0m		
海域使用类型	特殊用海、渔业用海			新增岸线	0m
用海方式			面积		具体用途
非透水构筑物			2.7483ha		半月湾拦砂堤
透水构筑物			1.8215 ha		半月湾潜堤
透水构筑物			0.4799 ha		大港湾牡蛎礁
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。					

目录

摘 要.....	1
1 概述	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	4
1.2.1 法律法规	4
1.2.2 区划与规划	5
1.2.3 技术标准和规范	6
1.2.4 项目技术资料	7
1.3 论证等级和范围	8
1.3.1 用海方式和论证等级	8
1.3.2 论证范围	10
1.4 论证重点	10
2 项目用海基本情况	11
2.1 用海项目建设内容	11
2.1.1 项目名称、建设单位、建设性质、地理位置	11
2.1.2 建设内容和规模	12
2.2 平面布置和主要结构、尺度	13
2.2.1 半月湾海滩修复与养护工程	13
2.2.2 大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程	16
2.3 项目主要施工工艺和方法	18
2.3.1 主要施工方案	18
2.3.2 土石方平衡	23
2.3.3 施工总进度	24
2.4 项目申请用海情况	25
2.4.1 申请用海情况	25
2.4.2 占用和新增岸线情况	31
2.5 项目用海必要性	31
2.5.1 项目区生态问题	31

2.5.2 项目建设必要性	34
2.5.2 项目用海必要性	36
3 项目所在海域概况	37
3.1 海洋资源概况	37
3.1.1 海岸线资源	37
3.1.2 岛礁资源	37
3.1.3 港口资源	37
3.1.4 渔业资源	38
3.1.5 滨海矿产能源资源	38
3.1.6 滨海旅游资源	39
3.2 海洋生态概况	40
3.2.1 区域气候与气象	40
3.2.2 水文动力	42
3.2.3 海域地形地貌	48
3.2.4 海洋水质、沉积物、生物质量情况	54
3.2.5 海洋生态现状	61
3.2.6 海洋灾害	74
4 资源生态影响分析	77
4.1 生态评估	77
4.1.1 生态评估关键预测因子	77
4.1.2 关键预测因子影响分析	80
4.1.3 用海方案比选	97
4.2 资源影响分析	101
4.2.1 空间资源影响分析	101
4.2.2 海洋生物资源影响分析	102
4.3 生态影响分析	108
4.3.1 海洋水文动力环境影响分析	108
4.3.2 地形地貌和冲淤环境影响分析	109
4.3.3 水质环境影响分析	110

4.3.4 沉积物环境影响分析	116
5 海域开发利用协调分析	- 118 -
5.1 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 项目周边海域使用权属现状	121
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	121
5.3 利益相关者界定	123
5.4 相关利益协调分析	123
5.4.1 与崇武中心渔港的协调	123
5.4.2 与需协调部门的协调分析	124
5.5 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调分析	125
5.5.1 对国家权益的影响	125
5.5.2 对国防安全的影响	125
6 国土空间规划符合性分析	126
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	126
6.1.1 所在海域国土空间总体规划基本情况	126
6.1.2 所在海域《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》(报批稿) 基本情况.....	128
6.1.3 所在海域国土空间生态修复规划基本情况	129
6.2 对海域国土空间规划分区的影响分析	130
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	132
6.3.1 生态保护区和生态保护红线符合性分析	132
6.3.2 渔业用海区用途管制符合性分析	133
6.3.3 生态修复要求符合性分析	134
6.4 项目用海与其他相关规划的符合性分析	136
6.4.1 与“三区三线”的符合性分析	136
6.4.2 与福建省自然保护地相关管理规定的符合性分析	137
6.4.3 与湿地保护相关条例的符合性分析	139

6.4.4 与《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析	140
6.4.5 与《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》的符合性分析	141
6.4.6 与《泉州港总体规划（2020-2035 年）》的符合性分析	142
7 项目用海合理性分析	143
7.1 用海选址合理性分析	143
7.1.1 选址适宜性分析	143
7.1.2 与区位和社会条件的适宜性	146
7.1.3 与自然资源和环境条件的适宜性	146
7.1.4 与区域生态系统适宜性分析	147
7.1.5 与周边其他用海活动的适宜性	147
7.2 平面布置合理性分析	148
7.2.1“半月湾海滩修复与养护工程”平面布置合理性分析	148
7.2.2“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”平面布置合理性分析	154
7.3 用海方式合理性分析	155
7.3.1“半月湾海滩修复与养护工程”用海方式合理性分析	155
7.3.2“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”用海方式合理性分析	157
7.4 占用海岸线合理性分析	157
7.5 用海面积合理性分析	158
7.5.1 项目用海需求合理性	158
7.5.2 项目用海面积符合相关设计规范	158
7.5.3 项目用海面积符合《海籍调查规范》	159
7.6 用海期限合理性分析	159
8 生态用海对策措施	160
8.1 生态用海对策	160
8.1.1 生态保护对策	160
8.1.2 生态跟踪监测	161
8.2 生态保护修复措施	162
9 结论	164

9.1 项目用海基本情况	164
9.2 项目用海必要性结论	165
9.3 项目用海资源环境影响分析结论	165
9.4 海域开发利用协调分析结论	166
9.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论	166
9.6 项目用海合理性分析结论	167
9.7 项目用海可行性结论	167
资料来源说明.....	169
现场调查记录.....	170
附件.....	173
附件 1 财政部《关于提前下达 2024 年海洋生态保护修复资金预算的通知》 （财资环【2023】107 号）	174
附件 2 项目可行性研究报告批复函.....	174
附件 3 项目初步设计报告批复函.....	174
附件 4 项目初步设计变更报告的批复函.....	174
附件 5 2024 年福建省泉州市海洋生态保护修复工程项目实施方案（调整）专 家评审意见.....	174
附件 6 委托书.....	174
附件 7 惠安县崇武渔港开发有限公司关于同意在崇武半月湾开展沙滩修复 工程项目的函.....	174
附件 8 惠安县崇武国家海洋公园服务中心关于惠安县东南部海岸带生态保 护与修复项目的复函.....	174
附件 9 惠安县水利局关于开展半月湾沙滩修复与养护工程的意见.....	174
附件 10 生态保护红线内允许有限人为活动论证省级专家论证意见.....	174
附件 11 惠安县自然资源局关于同意惠安县东南部海岸带生态保护与修复项 目涉及占用惠安县一般湿地的意见.....	175
附件 12 海域使用论证报告书审核意见.....	175
相关图件.....	176
项目位置图.....	176

项目平面布置图.....	176
宗海图.....	176
开发利用现状图.....	176
资源生态影响范围与开发利用现状叠置图.....	176
项目用海与福建省国土空间规划的位置关系图.....	176
项目用海与泉州市国土空间规划的位置关系图.....	176
项目用海与惠安县国土空间规划的位置关系图.....	176

摘要

惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目包含“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“半月湾海滩修复与养护工程”、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”、“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”五个子项目，项目拟通过整治修复沙滩、种植红树林、投放牡蛎礁、建设防风林等手段，构建集海岸防护、生物多样性保护、生态优化为一体的惠安县海洋生态安全格局。其中“半月湾海滩修复与养护工程”子项目的拦砂堤与潜堤建设工程、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”需办理用海手续。

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)，本项目拦砂堤和潜堤用海类型为“特殊用海”，二级类为“海洋保护修复及海岸防护工程用海”；牡蛎礁用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“增养殖用海”。根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009)，本项目拦砂堤和潜堤用海类型为“其他用海”之“其他用海”；牡蛎礁用海类型为“渔业用海”之“人工渔礁用海”。根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，本项目拦砂堤用海方式为“非透水构筑物”，潜堤和牡蛎礁用海方式为“透水构筑物”。本项目拦砂堤、潜堤和牡蛎礁申请海域使用年限为40年。项目拟申请用海面积 5.0497hm^2 ，其中：①半月湾海滩修复与养护工程申请用海面积 4.5698hm^2 ，包含拦砂堤用海 2.7483hm^2 和潜堤用海 1.8215hm^2 ；②大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程申请用海面积 0.4799hm^2 。

本项目建设使用海域空间资源总面积为 5.0497hm^2 ，项目建设不占用海岸线，不占用第一批省重要湿地名录内湿地及泉州市一般湿地名录。根据数模影响预测结果，本工程的建设会导致所在海域的水动力条环境、冲淤环境变化，但影响主要集中在工程区附近；施工过程产生的入海泥沙将会对周边海域产生一定影响，但影响较小且是暂时的，将随着施工结束而逐渐恢复。本项目造成底栖生物损失量约3.528吨；疏浚占海造成底栖生物损失量约5.4吨；施工期悬浮泥沙扩散造成生物损失量总体为鱼卵13566618粒，仔稚鱼228384尾，浮游植物 6.74×10^{13} 个，浮游动物2519.98千克，成体626.48千克。项目建设造成生物经济损失总计

47.82 万元。

项目用海的主要利益相关者为：惠安县崇武渔港开发有限公司，需协调部门有林业局、水利局和海事局。目前项目已取得林业局、水利局与惠安县崇武渔港开发有限公司同意项目建设的意见，项目用海与周边海域活动可协调。

本项目占用生态保护红线，但项目为生态修复项目，旨在恢复区域生态功能，改善典型生态系统。本项目的建设对生态保护区的生态功能提升有积极的正向作用，且项目实施工程中对周边海洋生态环境影响很小，对生态保护区的保护有重要作用。目前项目已开展生态保护红线内允许有限人为活动论证，并取得市级专家论证意见。

项目用海位于国土空间规划总的生态保护区和渔业用海区内，项目建设已纳入《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的项目清单，属于泉州湾生态修复重点工程区范围。同时项目建设纳入《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》与《惠安县国土空间总体规划（2021-2035年）》重点建设项目安排表。项目建设内容符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（报审稿）《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）》《惠安县国土空间总体规划（2021-2035年）》。项目用海符合《福建崇武国家级海洋公园总体规划（2017-2025年）》、满足福建崇武国家级海洋公园功能区管理要求，符合《海洋特别保护区管理办法》、《国家级自然公园管理办法（试行）》相关法律法规管理要求。项目用海符合“三区三线”成果、《福建省湿地保护条例》《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》《泉州港总体规划（2020-2035年）》。

项目用海选址所在区域气象及水文条件适宜，工程区位条件、外部协作条件以及基础设施良好，项目用海与周边其他用海活动可协调，项目选址合理。项目平面布置设计经过了方案比选和优化，项目施工引起悬浮泥沙扩散影响范围有限，基本不会对生态敏感目标造成影响。项目用海已最大程度地减少对水动力环境、冲淤环境的影响，项目用海不占用海岸线，项目用海面积满足用海需求和相关规范要求，体现了集约、节约用海的原则。用海申请 40 年既符合工程设计使用要求，又满足《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定，用海期限界定合理。

综上所述，本项目申请用海理由充分，申请用海面积合理，申请用海期限符

合国家及地方有关法律管理规定。拟建工程选址与周边的社会条件自然环境条件相适宜，且用海涉及的利益相关者界定明确，项目用海利益相关者具备妥善协调途径，且已落实协调方案。工程用海符合国土空间规划，在正常施工以及运营状态下对周边的海洋开发活动和海洋功能区无重大影响。项目建设符合生态用海建设要求，在严格落实海域使用管理对策措施以及本项目海域使用论证报告、环境影响评价报告的相关要求下，从海域使用管理角度出发，本项目用海总体可行。

1 概述

1.1 论证工作由来

《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》提出：“加强海洋环境治理与生态保护修复，有效保护重要、敏感和脆弱海洋生态系统，建立陆海统筹、区域联动的海洋生态环境保护修复机制”等要求。《福建省“十四五”自然资源规划》要求“以海岸带生态系统结构恢复和服务功能提升为导向，严守海洋国土空间生态保护红线，重点推动入海河口、海湾、海岛、滨海湿地与红树林、珊瑚礁等多种典型海洋生态类型的系统保护和修复”。《“十四五”海洋生态环境保护规划》、《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》、《泉州市“十四五”生态环境保护专项规划》等皆要求通过加强生态环境保护，对受损的重要生境进行生态修复。

惠安县拥有湄洲湾、惠女湾、大港湾、半月湾、西沙湾、青山湾、泉州湾等多个优美海湾。2005年崇武海岸含青山湾、西沙湾、半月湾等被中国地理杂志评为全国八大最美岸线之一。然而，近年来受频繁的风暴潮灾害和高强度人类活动的影响，惠安东南海岸带面临着海岸侵蚀程度逐步增强、滨海湿地生态功能退化、互花米草入侵、海洋生物多样性下降等生态问题，严重制约了惠安生态型滨海城市的建设，开展海岸带生态保护和修复工作迫在眉睫。

略

图1.1-1 惠安县行政区划图

2023年10月惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目入选2024年中央海洋生态保护修复项目库（附件1），项目包含“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“半月湾海滩修复与养护工程”、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”、“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”五个子项目，项目拟通过整治修复沙滩、种植红树林、投放牡蛎礁、建设防风林等手段，构建集海岸防护、生物多样性保护、生态优化为一体的惠安县海洋生态安全格局。

本项目已纳入《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》和《惠安县国土空间总体规划（2021-2035 年）》的重点建设项目安排表；同时已取得了惠安县发改局、惠安县水利局和惠安县自然资源局的批复（附件 2、附件 3）。此后，考虑到半月湾海岸沙滩破坏因素的复杂性和修复难度，项目业主委托自然资源部第三海洋研究所（以下简称“海洋三所”）进一步开展半月湾沙滩修复方案优化专题研究。海洋三所在综合分析半月湾海岸泥沙运移规律与海岸侵蚀机理的基础上，结合沙滩动力地貌演变数模计算，提出了人工补砂结合西拦沙堤、东拦沙堤和下水拦沙堤结合构建的沙滩修复优化设计方案。2025 年 1 月，华东勘测设计研究院有限公司根据海洋三所推荐方案，对“半月湾海滩修复与养护工程”进行设计变更。原初步设计方案为：砾石滩+沙滩+透空式拦砂堤+沙滩+后滨植被带。初步设计变更方案为：砾石滩+西拦砂堤+沙滩+东拦砂堤+沙滩+潜堤+后滨植被带。目前初步设计变更方案也取得惠安县水利局和惠安县自然资源局的批复（附件 4）。自然资源部海岛研究中心根据海洋三所推荐方案对生态保护修复工程项目实施方案进行调整，于 2025 年 7 月 9 日通过专家评审（附件 5）。

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）要求：海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、**突堤、离岸堤（潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）**等构筑物建设，人工鱼礁、**牡蛎附着礁**等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续；……需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、**建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施**，依法依规无需办理海域使用审批手续，临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续。“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”、“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”三个子项目及“半月湾海滩修复与养护工程”子项目中的沙滩修复、后滨植被种植与砾石滩部分，符合《（自然资办发〔2023〕10 号）》的要求，可不办理用地用海审批手续。因此本报告针对“半月湾海滩修复与养护工程”子项目的**拦砂堤与潜堤建设工程、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”**开展海域使用论证。

表1.1-1 项目基本情况

项目名称	惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目				
项目统一代码	2209-350521-04-01-537156		行业分类	海洋生态修复项目	
项目批准类型 (审批、核准、备案)	审批	项目批准机关	惠安县发展和改革委员会	项目批准文号	惠发改审【2023】79号
项目建设依据	项目 2023 年 10 月 16 日入选 2024 年中央海洋生态保护修复项目库，10 月 31 日财政部《关于提前下达 2024 年海洋生态保护修复资金预算的通知》(财资环【2023】107 号)。				

表 1.1-2 惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目各子项目情况

序号	子项目	施工内容	是否需办理 审批手续	是否需开展 海域使用论证
1	半月湾海滩修复与 养护工程	拦砂堤与潜堤建设	是	是
		沙滩修复、后滨沙地植被 修复、砾石滩	否	否
2	大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程	安放牡蛎礁群	是	是
3	青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程	潟湖养殖淤泥清理、沙滩 修复、后滨沙地植被修复、 防风林修复及补种	否	否
4	蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程	红树林修复及补种	否	否
5	大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程	防风林修复及补种	否	否

惠安城建集团有限公司委托福建海洋研究所开展惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目海域使用论证工作（附件 6）。福建海洋研究所接到委托后，积极开展工作，收集历史材料、进行现场调研和勘探，按照《海域使用论证技术导则》等有关要求，编制《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

1.2.1.1 国家法律、法规及政策

- (1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日起实施；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年修订），2024 年 1 月 1 日起施行；
- (3) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- (4) 《中华人民共和国海岛保护法》，2010 年 3 月 1 日起施行；
- (5) 《中华人民共和国水利法》，2002 年 10 月 1 日起实施；
- (6) 《中华人民共和国港口法》（2018 年修订），2018 年 12 月 29 日起施行，2015 年 4 月修订；
- (7) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月修订；
- (8) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年修订），2021 年 9 月 1 日起施行；
- (9) 《建设项目环境保护管理条例》国务院 253 号令(1998 年)；
- (10) 《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2006 年 11 月；
- (11) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》国务院，2008 年 1 月 1 日；
- (12) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，2021 年 9 月；
- (13) 《中华人民共和国倾废管理条例实施办法》，1990 年 9 月；
- (14) 《海域使用论证管理规定》，国家海洋局，2008 年 3 月 1 日；
- (15) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2007 年 1 月 1 日；
- (16) 《国务院关于支持福建省加快建设海峡西岸经济区的若干意见》，国发〔2009〕24 号；
- (17) 《海岸线保护与管理管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月 31 日。

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

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

(20)《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》，自然资发〔2022〕142号，2022年08月；

(21)《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，2021年01月；

(22)《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2023〕89号，2023年6月13日起施行；

(23)《关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》，中办发〔2019〕25号文，中共中央办公厅、国务院办公厅，2019年4月；

(24)《要素化市场配置综合改革试点总体方案》，国务院办公厅，2022年1月；

(25)《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，农渔发〔2022〕1号，2022年1月13日。

1.2.1.2 地方法律、法规及政策

(1)《福建省海域使用管理条例》(2018年修订)，2018年3月31日起施行；

(2)《福建省海洋环境保护条例》(2016年修订)，2016年4月1日起施行；

(3)《福建省湿地保护条例》，2023年1月1日起施行；

(4)《福建省海岸带保护与利用管理条例》，2018年1月1日起施行；

(5)《福建省港口条例》，2008年3月1日起施行；

(6)《福建省航道条例》，2010年1月1日起施行。

1.2.2 区划与规划

(1)《福建省“十四五”生态省建设专项规划》(闽政〔2022〕11号)；

(2)《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》(闽政办〔2021〕59号)；

(3)《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》(闽环保海〔2022〕1号)；

- (4) 《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》(闽政办〔2021〕62号)；
- (5) 《福建省国土空间规划(2021-2035年)》(国函〔2023〕131号)；
- (6) 《福建省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》(闽自然资发〔2023〕61号)；
- (7) 《福建省第一批重要湿地名录》，福建省林业厅，2017年3月31日；
- (8) 《泉州市国土空间总体规划(2021-2035年)》(闽政文〔2024〕119号)；
- (9) 《惠安县国土空间总体规划(2021-2035年)》(闽政文〔2024〕204号)；
- (10) 《惠安县海水养殖水域滩涂规划(2018-2030)》，惠安县农业农村局，2018年5月；
- (11) 《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》(报审稿)，福建省自然资源厅，2025年7月；
- (12) 《泉州港总体规划(2020-2035年)》(闽政文[2021]34号)；
- (13) 《福建崇武国家级海洋公园总体规划(2017-2025)》，惠安县海洋与渔业局，2017年12月。

1.2.3 技术标准和规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)；
- (2) 《海域使用分类》(HY/T123-2009)；
- (3) 《海籍调查规范》(HY/T124-2009)；
- (4) 《海域使用面积测量技术规范》(HY070-2003)；
- (5) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)；
- (6) 《海洋监测规范》(GB17378-2007)；
- (7) 《海水水质标准》(GB3097-97)；
- (8) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)；
- (9) 《海洋生物质量》(GB18421-2001)；
- (10) 《渔业水质标准》(GB11607-89)；
- (11) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)；

- (12) 《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T18314-2009);
- (13) 《中国海图图式》(GB12319-1998);
- (14) 《海洋工程地形测量规范》(GB/T17501-2012);
- (15) 《海岸带综合地质勘查》(GB/T10202-1988);
- (16) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 2002 年 4 月);
- (17) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (18) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018), 自然资源部, 2018 年 11 月 1 日;
- (19)《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》, 自然资办发〔2023〕234 号文, 2023 年 11 月;
- (20)《产业结构调整指导目录》(2024 年), 国家发改委;
- (21)《产业用海面积控制指标》(HY/T 0306-2021), 自然资源部, 2021 年 6 月 1 日实施;

1.2.4 项目技术资料

- (1)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目可行性研究报告(报批稿)》, 福建福骐海洋工程有限公司, 2023年8月;
- (2)《福建省泉州市惠安县海洋生态保护修复项目实施方案(报批稿)》, 泉州市人民政府, 2023年12月;
- (3)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目初步设计报告(报批稿)》, 华东勘测设计研究院有限公司, 2023年8月;
- (4)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目设计(变更)通知单》, 华东勘测设计研究院有限公司, 2024年3月;
- (5)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目初步设计变更报告(报批稿)》, 华东勘测设计研究院有限公司, 2025年2月;
- (6)《泉州市惠安县半月湾海滩修复方案优化论证研究报告》, 自然资源部第三海洋研究所, 2025年2月。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 用海方式和论证等级

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T423612023）中表 1“海域使用论证等级判据”和《海域使用分类》（HY/T1232009）中的相关规定，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，因此本项目用海论证工作等级为一级，用海类型和方式见表 1.3-1。

表1.3-1 海域使用论证等级判据

导则规定			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	非透水构筑物	构筑物总长度大于（含）500m或用海面积大于（含）10 ha	所有海域	一级
					构筑物总长度（250~500）m或用海面积（5~10）ha	敏感海域	一级
						所有海域	二级
					构筑物总长度小于（含）250 m或用海总面积小于（含）5 ha	所有海域	二级
				透水构筑物	构筑物总长度大于（含）2000m或用海面积大于（含）30 ha	所有海域	一级
					构筑物总长度（400~2000）m或用海面积（10~30）ha	敏感海域	一级
						所有海域	二级
					构筑物总长度小于（含）400 m或用海总面积小于（含）10 ha	所有海域	三级
					人工鱼礁	用海面积大于（含）50 ha	所有海域
用海面积小于50 ha	所有海域	二级					
本项目	半月湾海滩修复与养护工程	半月湾拦沙堤	构筑物	非透水构筑物	拦砂堤2.7483ha，长度505m	所有海域	一级
		半月湾潜堤	构筑物	透水构筑物	潜堤1.8215ha，长度662m	敏感海域	一级
	大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程	大港湾牡蛎礁	构筑物	人工鱼礁	大港湾牡蛎礁0.4799ha	所有海域	二级

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》第 4.7 节“论证范围”规定，“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”。本项目为论证等级为一级，根据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等实际情况综合考量，确定本论证范围见图 1.3-1，论证范围海域面积约为 823km²。

略

图 1.3-1 论证范围图

表 1.3-2 论证范围坐标表

点号	经度	纬度
1	118° 46'25.931"E	24° 45'1.328"N
2	119° 7'20.996"E	24° 44'59.436"N
3	119° 6'55.991"E	25° 1'33.032"N
4	119° 0'0.299"E	25° 1'17.878"N
5	118° 41'55.696"E	24° 51'13.235"N
6	118° 42'45.863"E	24° 48'47.944"N

1.4 论证重点

严格落实节约优先、保护优先的用海管理要求，结合项目海域使用类型和用海方式、所在海域特征和对资源生态影响程度等因素，确定论证重点。根据《海域使用论证技术导则》，结合本项目用海及周边海域生态环境特征等内容，确定本项目论证重点为：

- （1）项目用海选址合理性；
- （2）项目用海平面布置合理性；
- （3）用海方式合理性；
- （4）项目用海资源生态影响分析；
- （5）海域开发活动协调分析；
- （6）用海面积合理性。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 项目名称、建设单位、建设性质、地理位置

(1) 项目名称：惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目

(2) 建设单位：惠安城建集团有限公司

(3) 建设性质：公益性

(4) 投资主体：中央财政资金和地方配套资金

(5) 地理位置：本项目位于惠安县东南部海岸，工程范围包含崇武半岛、大港湾和小岞半岛，涉及山霞镇、崇武镇、小岞镇，涉海生态修复工程为“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“半月湾海滩修复与养护工程”、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”、“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”五个子项目详见图 2.1-1。

略

图 2.1-1 项目所在地理位置

其中“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”、“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”三个子项目及“半月湾海滩修复与养护工程”子项目中的沙滩修复的人工补沙、后滨植被种植与砾石滩部分用海，无构筑物、建筑物或设施建设，根据自然资办发[2023]10 号关于办理用海使用手续的要求“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”，则以上子工程无需办理用海手续，故本海域使用论证报告主要论证“半月湾海滩修复与养护工程”子项目的拦砂堤与潜堤建设工程、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”。

2.1.2 建设内容和规模

（1）半月湾海滩修复与养护工程

通过沙滩养护结合纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物修建，快速提升半月湾强侵蚀区的海岸防灾减灾能力。推荐方案中东拦砂堤西侧岸段为重点修复区，现状海岸已无干滩，滩面下蚀严重，海岸柔性缓冲防护能力较差，考虑通过成规模的补砂修复重塑该岸段历史上完整的干滩地貌形态，从而快速提升中西部海岸的防灾减灾能力和海岸韧性；东拦砂堤东侧岸段为简易修复区，现状海岸已发育较为完整的月牙形海滩地貌，东拦砂堤修建后该区域的岸线形态可能发生小范围的适应性调整，尤其拦砂堤堤根及其邻近区域受堤身庇护可能形成小范围的波影区，岸线有向海淤进的趋势。该区域可考虑小规模补砂修复，通过适当的人为干预助力海滩地貌快速达到平衡形态。

半月湾修复沙滩岸线长 1150m，沙滩整体修复面积约 20.57ha，其中沙滩滩肩面积约为 8.66ha，滩肩高程 3.1m，滩肩以上平均宽度约为 113m，滩肩以下平均宽度约 100m，滩肩以下坡度为 1:15。

沙滩东、西两侧营造实体拦砂堤，离岸侧建造潜堤。东侧拦砂堤长为 274.29m，西侧拦砂堤长为 231.04m，离岸潜堤长约 661.98m，拦砂堤与潜堤平行沙滩走向布置。

沙滩西侧营造砾石滩面积约 0.87ha。

沙滩右侧东北角后滨植被种植区域，局部受东侧拦砂堤影响区域，海砂回填至原地面高程左右，进行植被种植，植物种类为马鞍藤、单叶蔓荆、海边月见草、番杏、天人菊植物。

（2）大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程

拟在大港湾西南部建设 4 组牡蛎礁群，每组礁群总长 400 m，工程建设总长 1600 m（牡蛎礁体总长度 800 m），整体呈近似直线排开；分四段，每段长度 100 m，由若干个牡蛎礁单体组成；每段之间间隔 100 m；每段礁体外侧单体间距 3.5 m，内侧单体间距 3 m。

（3）投资

总项目总经费为 61700 万元，资金来源包括中央财政资金 30000 万和地方经费 31700 万元。其中：①工程费用 47985 万元（青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程

5880 万元，半月湾海滩修复与养护工程 35448 万元，大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程 3855 万元，蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程 481 万元，大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程 2321 万元)。②独立费用 (含监测评估) 6944 万元，③基本预备费 5493 万元，④其他费用 1278 万元。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

本项目位于惠安县东南部海岸，拟申请用海工程范围包含半月湾和大港湾。

2.2.1 半月湾海滩修复与养护工程

2.2.1.1 拦砂堤及潜堤建设

半月湾修复工程拟在沙滩东、西侧建造拦砂堤，使半月湾形成独立的相对静态岬湾，在一定程度上减弱湾内波浪作用力，向海侧建造潜堤，阻挡回填海沙向外海流失，从而有利于修复海滩的稳定。半月湾海滩修复与养护工程平面布置方案见图 2.2-1。

(1) 西拦砂堤

西侧拦砂布置在半月湾修复沙滩西边界，其长度约为 231.04m，拦砂堤顶宽 8m，顶高程为 4.5m~2.7m，纵向坡度为 1:14，为抛石堤结构。在桩号 X0+000.00 至 X0+052.60 范围内，碎石基础上回填堤心石，在堤顶铺设 1m 厚预制混凝土板，桩号 X0+052.60 至 X0+184.74 间，堤顶铺设块石或仿礁石 (重约 20t)，两侧铺设 15t 扭王字块，在桩号 X0+184.74 至 X0+202.13 间，堤顶及两侧铺设 15t 扭王字块。在 X0+202.13 至 X0+231.04 桩号间，拦砂堤采用在碎石基础上选择抛填大块石作为护面，按照坡度 1:14 衔接至底部潜堤，仍采用大块石进行护底，护底厚度及坡度保持一致。

(2) 东拦砂堤

东拦砂堤布置在半月湾修复沙滩东侧，靠近崇武中心渔港位置，其长度约为 274.29m，拦砂堤顶宽 8m，顶高程为 3.5~2.7m，纵向坡度为 1:14，为抛石斜坡堤结构。在桩号 D0+000.00 至 D0+065.00 范围内，考虑不设置扭王字块，碎石基础上依次回填堤心石，上再铺设 1m 厚预制混凝土板。桩号 D0+065.00 至 D0+223.79 间，基础底部铺设碎石，依次回填堤心石及块石垫层，堤顶铺设块石或仿礁石 (重约 20t)，两侧铺设

7t 扭王字块，而在桩号 D0+223.79 至 D0+257.27 间，考虑到已位于平均海平面以下，大部分时间均位于水下，考虑堤顶及两侧铺设 7t 扭王字块。在 D0+257.27 至 D0+274.29 桩号间，拦砂堤采用在碎石基础上选择抛填 1.0t 重块石作为护面，按照坡度 1: 14 衔接至底部潜堤，仍采用大块石进行护底，护底厚度及坡度保持一致。

(3) 潜堤

离岸潜堤基础铺设 0.5m 厚碎石，依次向上铺设堤心石，堤心石重约 75~150kg，最上层采用 1.5t 块石护面，坡度均为 1: 1.5，护底块石重约 200kg，坡度为 1: 1.5。

2.2.1.2 沙滩补沙修复

半月湾修复沙滩岸线长 1150m，沙滩整体修复面积约 20.57ha，其中沙滩滩肩面积约为 8.66ha，滩肩高程 3.1m，滩肩以上平均宽度约为 113m，滩肩以下平均宽度约 100m，滩肩以下坡度为 1:15。

半月湾沙滩修复设计填沙中值粒径为 0.9-1.5mm 之间，要求回填砂质沉积物含泥量 <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%。根据实测地形及平衡剖面推算的设计施工剖面进行方量计算，施工剖面所需工程量为 64.76 万方，根据《海岸带生态减灾修复技术导则第 7 部分：砂质海岸》T/CAOE21.7-2020 规范中规定，推荐实际施工补沙量为理论计算补沙量的 1.3-1.5 倍，由于半月湾近岸水动力较强，在此基础上考虑 35%海砂量，即用来维持由于施工过程中海砂自然调整及流失量后的沙滩形态尽量保持不变，通过计算需要回填沙量约为 87.42 万方。

2.2.1.3 砾石滩建设

沙滩西侧拦砂堤外布置砾石滩，砾石滩滩肩高程保持不变，高程为 3.1m，砾石滩滩肩面积约 0.66ha，滩面坡比 1: 15，营造砾石滩面积共约 0.87ha，作为沙滩西侧的一道波浪防线。砾石滩西侧自滩顶以 1: 4 向外海放坡。

略

图 2.2-1 半月湾海滩修复与养护工程平面布置图

略

图 2.2-2 西拦砂堤纵断面图

略

图 2.2-3 东拦砂堤纵断面图

略

图 2.2-4 潜堤纵断面图

略

图 2.2-5 西拦砂堤横断面图

略

图 2.2-6 东拦砂堤横断面图

略

图 2.2-7 潜堤断面图

略

图 2.2-8 沙滩修复断面图

略

图 2.2-9 砾石滩修复断面图

2.2.1.4 半月湾后滨沙地植被修复

后滨沙地植被修复是对沙滩修复与整治工程实施的巩固和完善,通过人工补沙、植被固沙等整治修复措施,维护砂质岸滩的稳定平衡,能够防止海岸侵蚀。

本工程在半月湾沙滩补沙工程的基础上,拟在其沙滩右侧东北角一裸露空地处进行后滨沙地植被生态修复,种植总面积约 10626m²。该区域沙滩高程均位于极端高水位(+4.25)以上,满足植物种植高程条件,为后滨植被提供良好的土壤底质,后滨植被生态修复工程布置图如下:

略

图 2.2-10 后滨沙地植被种植平面布置图

2.2.2 大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程

(1) 牡蛎礁主要结构尺寸

海洋中许多生物具有趋礁性。天然礁石或人工鱼礁可以为许多海洋生物提供良好的栖息、庇护、索饵、产卵场所。为保护和改善海洋生态环境,修复近海海洋生物栖息地,消减抵达沙滩的波浪能量,以提升海域的经济和生态价值,大港湾海域拟布置 4 排牡蛎礁群。每排牡蛎礁群均由四段组成,每段长 100m,每段之间的间隔 100m,每段牡蛎礁外侧单体净距 3.5m,内侧单体净距 3m。牡蛎礁上部结构尺寸为 3.0×3.0m。投放处底高程为-9.8~-10.8m (85 黄零),并配套航标设计。牡蛎礁平面布置图见图 2.2-11,结构详图见图 2.2-12,效果图见 2.2-13。

本区域采用牡蛎礁作为主体结构,牡蛎礁尺寸为 3×3×3m,礁体中部透空,基础为 0.4×0.4×0.8 的长方体。牡蛎礁由专业船舶吊装入海。

该区域为海岸平原地貌单元,海底高程-6.47~-4.72m,基底岩土层主要为中砂②、淤泥③1、中砂③4。牡蛎礁承载力要求不小于 20Kpa。该承载力特征值为均>20Kpa,满足设计要求,可直接作为牡蛎礁持力层。

略

图 2.2-11 大港湾牡蛎礁平面布置图

略

图 2.2-12 牡蛎礁结构详图

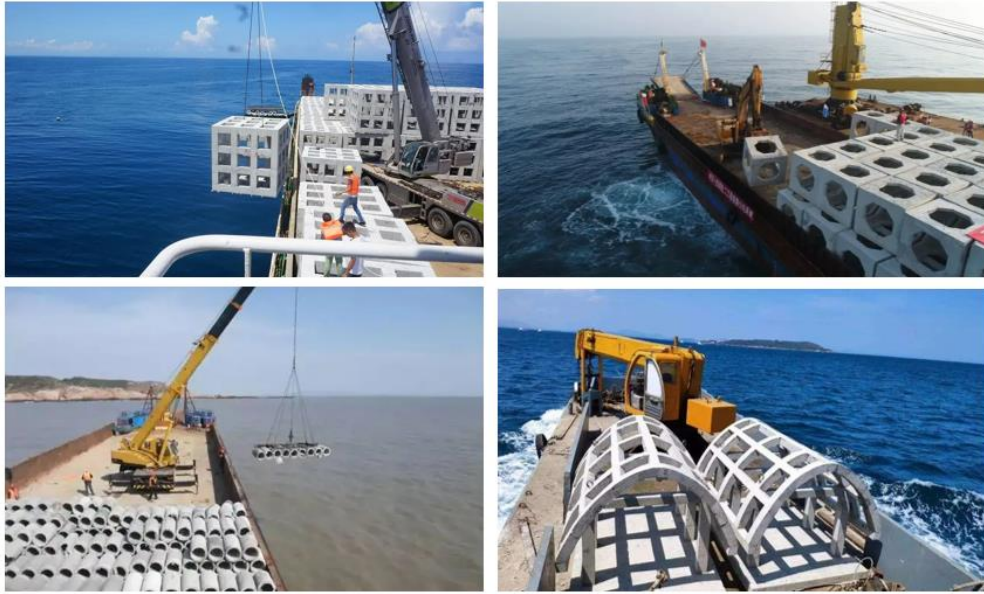


图 2.2-13 牡蛎礁投放施工示意图

（2）牡蛎礁目标生物设计

牡蛎礁表面以滤食性贝类及大型海藻为优势种群的生物群落形成后，通过贝类的滤食及大型海藻的吸收，可有效降低项目区海水中颗粒有机物及溶解性富营养盐的浓度，达到提升水质的目的。

本项目综合考虑目标生物的生态修复效果、项目区生态环境调查结果及水产养殖种类情况，拟采用太平洋牡蛎作为贝类礁的主要目标生物。通过牡蛎礁建设可提升项目区海域生物多样性，改善生态系统功能，增强生态系统稳定性，最终达到修复项目区海域生态环境的目的。

太平洋牡蛎：太平洋牡蛎（*Crassostrea gigas*）隶属于软体动物门，瓣鳃纲，翼型亚纲，珍珠贝目，牡蛎科，巨牡蛎属。太平洋牡蛎是广盐、广温性的内湾品种，具有个体大、生长快产量高、养殖周期短、味道好、效益高等特点。且太平洋牡蛎在低潮区、浅海和深水均能生长，对水温适应范围为 6-32℃，在水温 28℃ 以上时，生长缓慢或停止，最适生长水温为 15-25℃，盐度范围为 6-30‰，最适为 6-26‰。其饵料种类随海洋环境的季节变化而异，主要饵料以硅藻和有机碎屑为主。太平洋牡蛎的繁殖季节为 5-7 月份和 9-11 月份。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 主要施工方案

2.3.1.1 拦砂堤、潜堤施工

半月湾子项目首先进行东、西侧拦砂堤及潜堤结构构筑物施工，待实体拦砂堤结构施工完成且起到一定防护作用后，再对中部、东侧沙滩和西侧砾石滩的修复部位进行施工，直至完成整个工程内容。

惠安县石料资料较为丰富，本次东、西侧拦砂堤及潜堤所需石料可由当地或附近市场购入。

拦砂堤堤身坡面碎石垫层所需的碎石料从市场购买，由自卸汽车运至施工现场附近，根据放样范围、定点定量有序进行摊铺，人工整平，蛙式打夯机压实。

堤身块石回填所需块石从市场购买，由自卸汽车运至施工现场附近，根据放样范围，定点定量抛投，由挖掘机摊铺、88kW 推土机整平。抛石施工时，为保证堤坡的安全，防止水流和波浪对岸坡基础的冲刷和淘刷，抛石按设计要求，先下游后上游逐层抛填，实行分段分层赶潮施工，先施工水下护岸抛石，后施工水上护岸抛石。

抛大块石在潮位较高时进行，市场外购大块石，定点定量抛投。扭王块由船舶运至附近，坡面的扭王块在高潮位时由起重船(设备)配合人工规则摆放安装，坡顶的扭王块则赶低潮水位由履带起重机在坡顶安装。

本次拟建东、西两侧拦砂堤与后方海堤相接，其中东侧拦砂堤堤尾坐落在沙滩上，部分与海堤衔接，由于东侧沙滩高程较高，保证东侧拦砂堤建设顶高程，需进行开挖，建议在海堤位置处开挖时应注意不破坏海堤表面，采用挖掘机加人工结合方式进行开挖，根据海堤设计资料，东侧沙滩开挖深度尚未达到海堤基础，不影响海堤稳定性，回填石料时，应沿海堤表面浆砌条石台阶轻放，避免对海堤造成较大扰动。同样西侧拦砂堤是在原沙滩地面建设，拦砂堤堤尾与后方海堤表面连接，回填石料应与浆砌条石齿墙紧密衔接，不破坏海堤表面结构。

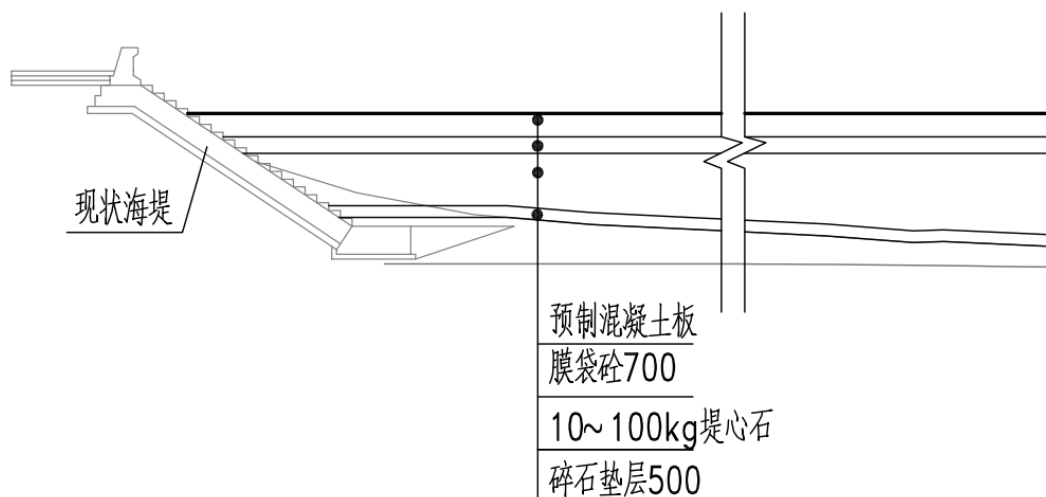


图 2.3-1 拦砂堤与后方海堤衔接位置示意图

2.3.1.2 沙滩施工

(1) 施工流程

施工准备→清滩→吹填海砂→整平、理坡→分段验收→整体验收。

(2) 施工方法

滩肩补沙是海滩整治修复最常用的方法,通过在滩肩补沙后迅速增加滩肩宽度。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。

现有人工沙滩施工方法,常用的有外海吹填、岸上吹填和机械抛填三种方法。本工程沙滩施工选择外海吹填这一方式。海砂从砂源地取砂后,由大船运至项目地附近,再使用吹泥船吹入工程区以完成海滩填砂。沙滩表面铺平、坡度修整等采用推土机进行施工。

表 2.3-1 沙滩施工设备表

序号	设备名称	型号	数量
1	绞吸式吹泥船	200m ³ /h	1 艘
2	岸管		100m
3	浮管		400m
4	水下管		1000m
5	C50 装载机		1

2.3.1.3 砾石滩施工

(1) 施工流程

施工准备→测量定位→砾石抛填。

(2) 施工方法

本工程砾石滩施工采用由岸向海推进,采用 20t 自卸汽车配合挖掘机陆上作业的施工方式。

表 2.3-2 砾石滩施工设备表

序号	设备名称	型号	数量
1	自卸汽车	20t	2 艘
2	挖掘机		1

2.3.1.4 后滨植被

(1) 施工方法

1) 场地整理

①为了确保施工质量,在土方施工前,应先对现场进行实地测量,绘制现状图,增进对现状地形的了解。

②垃圾、杂物,直径超过 30mm 的石头,和有毒的物质应从现场清理出去。

③根据场地情况,采用挖掘辅以人工清理土头垃圾、回填平整土方、整理修复场地,整理后的地形应平整顺畅自然,排水坡度恰当,最小排水的坡度大于 2%,并保证无积水,符合设计要求及施工要求。

④修复区应按设计要求构筑地形。对草坪种植地、花卉种植地、播种地应施足基肥,翻耕 25~30cm,搂平耙细,去除杂物,平整度和坡度应符合设计要求。

⑤在土壤 1cm 和 2cm 间用叉子类的工具,如耙子等翻松土壤,但不是翻转土壤。

⑥预备场地应该防止碾压,防腐蚀,防淤积。不能作为施工场地,其他交通工具或道路交通。

2) 植物准备

本项目后滨沙地植被修复是以防风固沙和海岸植被保护为目的,应就近育苗或引种培育。宜选用茎干粗壮、主根发达、深根系、木质密实、叶片肥厚和抗风能力强的品种,尽量使用中、小规格苗木。必须使用袋栽假植苗,要求土球直径大,包扎完整,保护好根系。移植前采取抗旱、抗盐、抗盐雾锻炼等措施,提高

植物的成活率。

3) 植物种植

①栽种季节

应根据植物的习性、当地气候条件及滨海沙地的环境特点选择最适宜的栽植时间进行种植。**A.春季种植：**春季种植季节优于秋冬季，要避免在东北风盛行的秋冬季种植。**B.雨季种植：**以雨水湿透土壤和栽植后有连续的阴雨天气为佳，在条件恶劣的地方，要避免在大风、暴雨或高温天气种植。**C.非适宜栽植季节种植：**应在适宜季节提前起苗、运到种植区域进行容器假植或带土球栽植。

②栽植要求

在海岸粗沙地和地下水位较低的固定沙地，采用客土或施肥修复。可与植物穴内加客土（以黏土为好）或有机肥 15~20kg，客土置换量不少于栽植穴容积的 1/5，切要保证充分混匀。在流动沙地或沙丘的风口处，设置沙障。用草本植物、作物秸秆或树枝等材料在迎风坡中下部每隔 10m 设立一排高 0.5m 的沙障。种植前应检查种植穴的规格尺寸并进行相应修整。带土球树木种植前应去除土球不易降解的包装物。种植植物时，根系应舒展，并充分接触土壤，回填土应分层踏实。

③栽植密度

项目区除夏季外，其他季节多为东北风，受风害影响显著，开展种植修复时，应增加密度。参照《城市园林植物种植技术规程》（DBJ/13-131-2010），本工程草本植物选用马鞍藤、单叶蔓荆、海边月见草，种植密度均按照 25 株/m²。

④草坪、地被、花卉种植施工应符合《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ/T82-2012）的规定。

4) 节水抗旱措施

沙质土壤长期缺水又不易保水，可根据种植现场地理位置、自然条件、种植季节，植物种植时采用营养液、保水剂、生根剂、抗蒸腾剂、遮阳网、树干套袋缠膜等节水抗旱措施。

保水剂制成保水袋充分吸水后，置于种植穴中使用，为植物根部提供缓慢释放的水源，长时间保持植物根部土壤湿度。

5) 后期养护管理

主要是做好植物的浇水、施肥、病虫害防治的管理与养护，按养护标准要求

做好植物的修剪，保证植物层次及群落关系，发挥最大的生态效益和良好的景观功能。

浇水：植物种植后应在当天立即进行第一次透水浇灌（定根水），一周后进行第二次透水浇灌。一天中灌溉的时间应根据季节与气温决定。夏秋高温季节，不宜在烈日当头的中午喷灌或洒灌，宜在 10 时之前或 16 时之后进行。并根据季节与气温调整灌溉量与灌溉时间。春秋二季返盐高峰期应浇透水，并进行叶面洗盐。利用已有地势地形或现有设施蓄存雨水，用于浇灌并以淡水洗盐，日常浇水宜采用节水灌溉设备和措施。

施肥：应严格控制施肥时间，每年宜施肥 2~4 次，春秋两季是重点施肥时期，观花木本植物应分别在花芽分化前和花后各施肥一次。应使用卫生、环保、长效的肥料，植物休眠期可施腐熟的有机肥或微生物菌剂，生长期宜施速效肥。

病虫害防治及自然灾害防御：应贯彻“预防为主、综合防治”的植物病虫害防治原则，根据植物病虫害发生的特点、病源、种类、季节、危害程度，及时做好消杀、防治技术与管理工作。发现有害生物危害的，按林业有害生物防治相关技术标准进行防治。

2.3.1.5 牡蛎礁施工

（1）牡蛎礁礁体施工

施工准备→牡蛎礁预制→牡蛎礁投放→布设浮标

本项目在半月湾崇武渔港后方场地设置牡蛎礁等预制块体施工场地 1.7ha；牡蛎礁通过陆运至邻近的码头，装船（1000t 驳船）后海上运送至项目位置安放。

礁体运输及投放时，应注意以下事项：

①本次礁体运输及投放采用四点吊，由顶面外边缘四个对角绑扎起吊。

②预制件吊运存放时，强度必须达到规范要求，养护要达到规范要求。

③装运预制礁体前，必须对预制礁体进行检查、验收，不符合技术要求时应予修整和清理。

④吊运预制礁体时，应采取必要的保护措施，不得对构件造成损坏。

⑤用于吊运礁体的吊绳其强度和长度应提前确定，如吊绳与礁体水平面所成的夹角小于 45° 时，必须对礁体和吊点的强度重新计算，如需修改原设计，须经设计单位和监理公司书面批准。

⑥礁体运输及投放所用的驳船、吊船、拖船及辅助船只均必须性能良好、证书齐全，特别是必须有适航礁体投放水域的等级证书。

⑦用驳船装运预制件礁体时，应采取必要的措施避免礁体与礁体之间、礁体与船甲板之间发生碰撞而损坏礁体。

⑧礁体投放前，应先用浮标灯或其他措施定位投礁区域，待礁体投放完成后方可撤除。

⑨礁体投放时，必须及时准确地记录礁体的实际位置，定位的精度误差不得大于 5m。

⑩礁体投放时，应派潜水员参与礁体投放工作，检查礁体是否有过份沉降、倾斜的现象。

⑪因海底情况不明造成礁体顶面距海面过浅、沉降或倾斜过大，经现场监理同意，宜就近重新投放。

⑫礁体投放完毕后，应清除所有的临时设施，包括浮标灯。

⑬整理礁体投放结果（礁体的实际投放位置及编号），并绘制礁体位置图。

⑭礁体工程完工验收后，建设单位应将礁体的位置图、坐标内容报告海洋、渔业、海事、港口及所在镇政府、村委会等部门，并在礁体周围设立浮标等警示标志。

（2）牡蛎礁生物施工

①生物投放方法：

水中固定法：礁体投放后，待投礁区水体悬浮物含量稳定时，通过潜水员将目标生物苗绳固定于礁体表面的方法。此法虽较投礁前固定法繁琐，但可最大限度保证目标生物存活率，以使牡蛎礁能够尽快形成其生态效益。

②目标生物投放量：投放市场销售的牡蛎苗绳，采用水中固定法，每个单体礁悬挂 4 根牡蛎苗绳。

③目标生物投放时间：宜在牡蛎苗绳大量供应，即 4-5 月时进行。

2.3.2 土石方平衡

本工程建设的主要材料为砂料、石料、水泥、钢筋、土工织布等。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。项目业主目前已对福州贵仁矿业有限公司、福州市长乐区全星建材贸易有限公司、福建恒海船务有限公司、厦门隆九洲实业有限公司、深圳冠祺实业有限公司、福建前海建材有限公司开展海砂市场考察,寻找符合项目补滩要求的海砂材料以及满足施工需要的储量。石料、水泥、钢筋、土工织布等,根据市场调查情况,可由惠安当地采购。半月湾海滩修复与养护工程外购海砂 87.42 万 m³, 回填砾石 3.5 万 m³,

2.3.3 施工总进度

工程建设全过程划分为四个施工时段:工程筹建期、工程施工准备期、主体工程施工期、工程完建期,其中筹建期不计入工程总工期内。工程准备期计划开工后 1 个月内完成,主要进行场地平整、临建设施建设、施工单位及设备进场等工作。为确保工程按期完工,工程进度力求安排紧凑,互相衔接,相互交叉,以利于缩短建设周期,按时按质完成项目建设。

表 2.3-3 项目施工进度表

序号	项目名称		计划工期 (月)
一	施工准备工作		1
二	半月湾海滩 修复与养护 工程	东西拦砂堤及潜堤建设	9
		沙滩修复	10
		砾石滩	9
	大港湾牡蛎 生境改善与 蓝碳增汇工 程	牡蛎礁工程	4
三	扫尾及验收工作		1

2.4 项目申请用海情况

2.4.1 申请用海情况

(1) 申请海域使用类型及用海方式

本项目为海洋生态保护修复项目，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），本项目拦砂堤和潜堤用海类型为“特殊用海”，二级类为“海洋保护修复及海岸防护工程用海”；牡蛎礁用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“增养殖用海”。根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目拦砂堤和潜堤用海类型为“其他用海”之“其他用海”；牡蛎礁用海类型为“渔业用海”之“人工渔礁用海”。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目拦砂堤用海方式为“非透水构筑物”，潜堤和牡蛎礁用海方式为“透水构筑物”。

(2) 申请用海期限

本项目为公益类用海项目，根据海域法公益类用海最高年限40年，而工程设计年限50年，则建议本项目拦砂堤、潜堤和牡蛎礁申请海域使用年限为40年。

(3) 申请用海面积

本项目中用海方式包括了非透水构筑物、透水构筑物。非透水构筑物边界的界定依据《海籍调查规范》5.3.2.4中“岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”透水构筑物边界的界定依据《海籍调查规范》5.3.2.4中“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。有安全防护要求的以透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于10m保护距离为界”。本项目的拦砂堤和潜堤以构筑物外缘线为界；牡蛎礁为线性工程，以牡蛎礁礁体边线作为其用海边界。

按照《宗海图编绘技术规范》的要求，坐标采用CGCS2000坐标系（中央经线119°E）。根据上述界址点的确定方法，经测算，总用海面积5.0497hm²，其中：①半月湾海滩修复与养护工程申请用海面积4.5698hm²，包含拦砂堤用海2.7483hm²和潜堤用海1.8215hm²；②大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程申请用海面积0.4799hm²。

表 2.4-1 各单元申请用海信息汇总表

修复子工程名称	用海内部单位名称	用海方式	面积（hm ² ）	用海期限（年）
半月湾海滩修复与养护工程	半月湾拦砂堤	非透水构筑物	2.7483	40
	半月湾潜堤	透水构筑物	1.8215	40
	子工程用海合计		4.5698	
大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程	大港湾牡蛎礁	人工鱼礁	0.4799	40
	子工程用海合计		0.4799	
合计			5.0497	

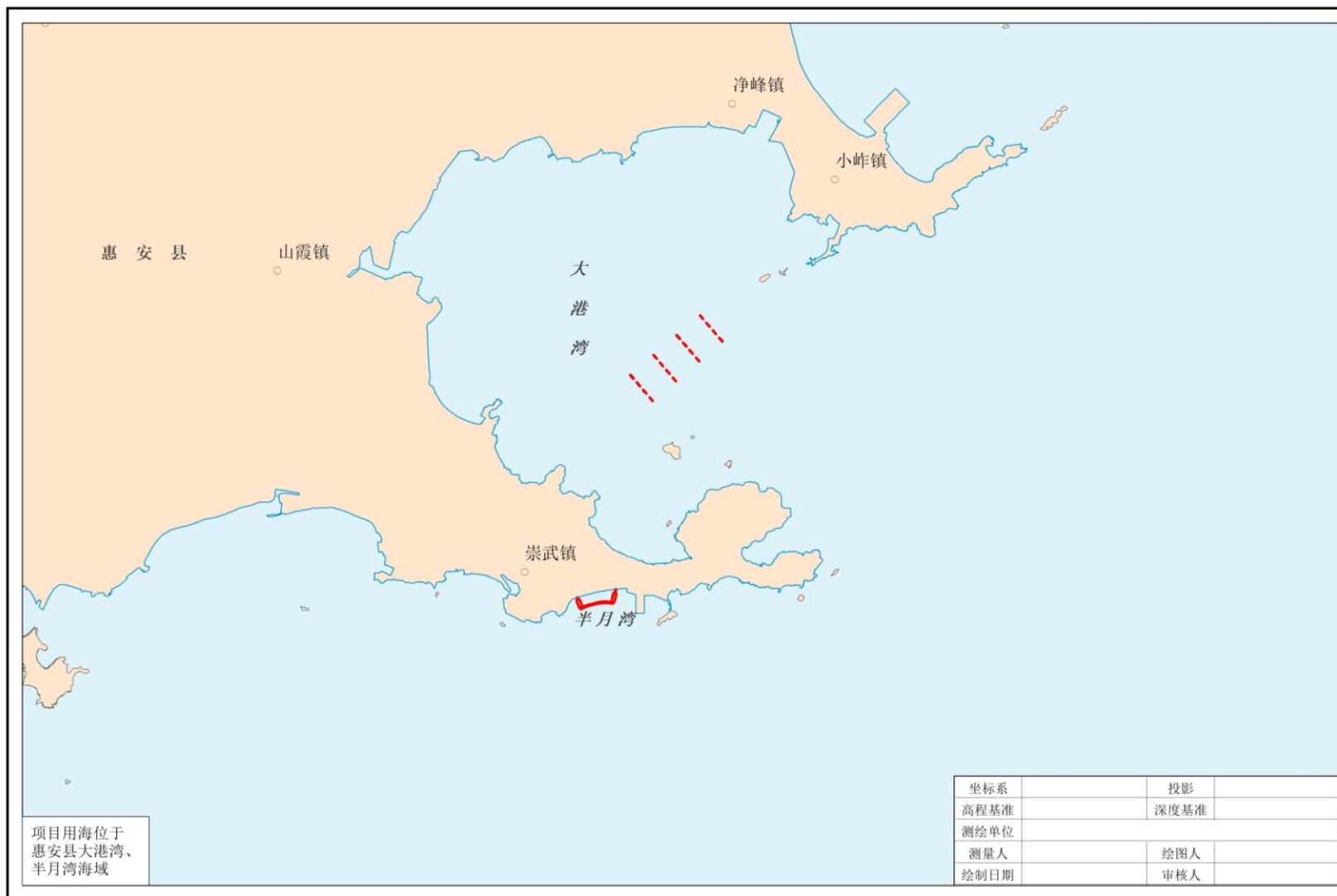


图 2.4-1 项目宗海位置图

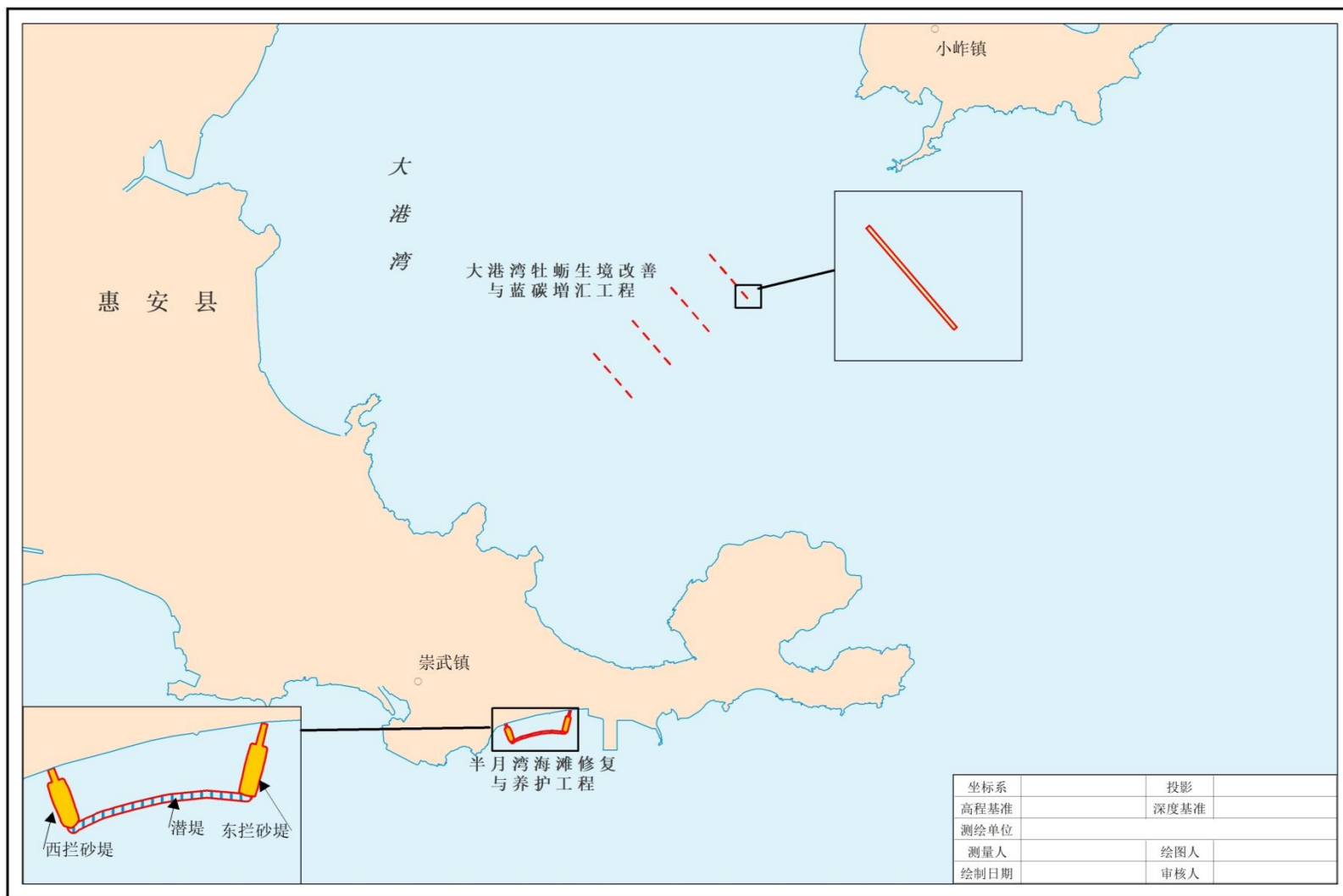


图 2.4-2 项目宗海平面布置图

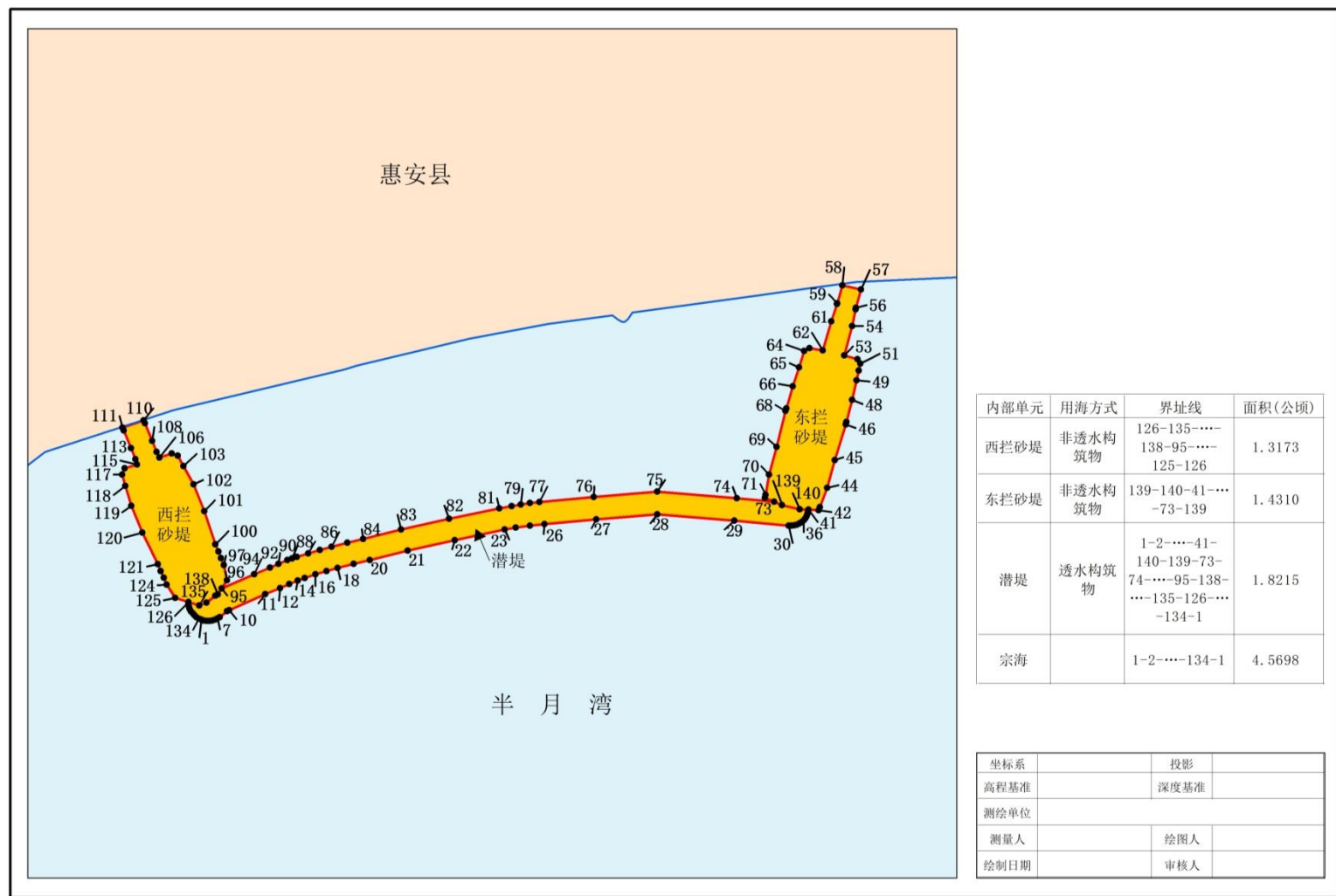


图 2.4-3 惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目（半月湾海滩修复与养护工程）宗海界址图

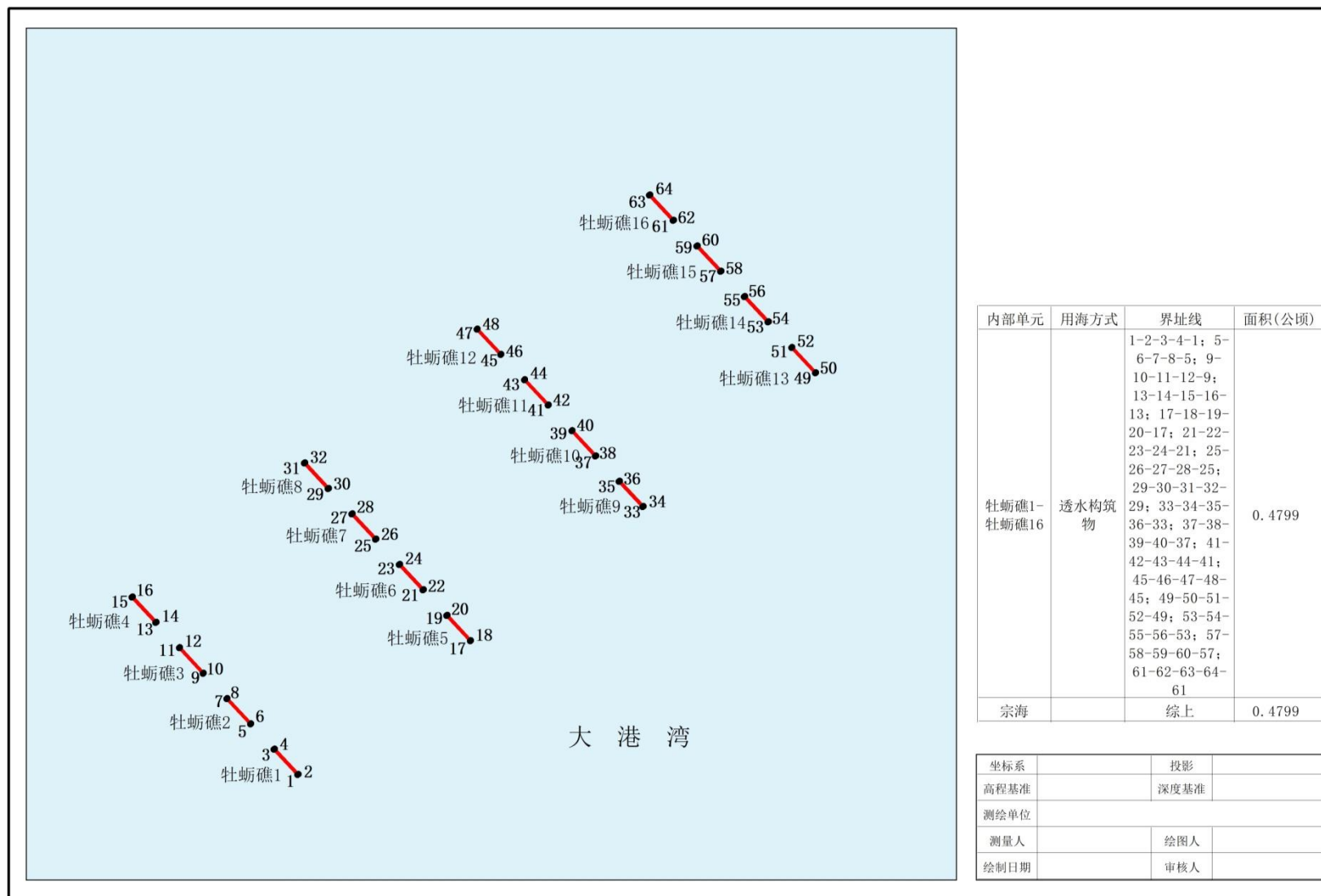


图 2.4-4 惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目（大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程）宗海界址图

2.4.2 占用和新增岸线情况

根据我省本轮海岸线修测成果，半月湾拦砂堤距离海岸线1-2m，半月湾潜堤及大港湾牡蛎礁距海岸线较远。因此，项目建设不占用大陆自然岸线，也未占用大陆人工岸线，也不新增岸线。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目区生态问题

2.5.1.1 半月湾沙滩中西段严重侵蚀

崇武半岛位于泉州湾北岸，是福建省海滩资源富集区域之一，区域内海滩本底自然质量优良，但近年来海滩侵蚀的现象较为严重，尤其是东端崇武镇半月湾破坏严重。崇武半月湾曾经是一处品质优良的天然滨海沙滩，原有海滩长约 2.5km，干滩宽度 20~100m 不等，有“金沙碧水，涛卷浪涌”的美景。

2003年，海滩东侧拦砂堤和南防波堤修建后，对动力环境和沿岸输沙造成了重要影响，一是改变了动力环境，从E向到S向的主要入射波浪受到防波堤的阻挡作用，在堤头发生绕射，绕射波峰线向港内展开，波能扩散，波高不断减小，造成港内波影区动力减弱；二是改变了沿岸输沙，防波堤的修建阻挡了偏SE向方向的波浪入射，阻断了从E向W方向的沿岸输沙，这破坏了原来的沿岸平衡输沙态势，使得原来半月湾西部岸段的泥沙不断向东部搬运。这造成了西部泥沙亏损引起侵蚀，同时泥沙向东部运移产生淤积。为了保护后方道路和房屋，2006年地方政府对半月湾后方海堤进行了修复，修复后的直立海堤进一步加剧了海滩的蚀退，2009年避风港防波堤工程进行扩建，在大礁位置修建了西防波堤，西防波堤进一步削弱了南向浪对半月湾东侧海滩的影响，沿岸输沙进一步加大。如今，在半月湾西段和中段，干滩已基本侵蚀殆尽，部分岸段下伏老红砂层出露。在半月湾的东侧，泥沙逐渐淤积形成了弧形的干滩。从2004年~2018年遥感图（图2.5-4）可以明显看出半月湾海滩的侵蚀退化情况。在十几年间，半月湾海滩中、西段岸线蚀退量在20-65 m左右，而海滩东段岸线则沿着崇武中心渔港防浪墙向东淤进。沙滩流失后，不仅破坏了海滩的自然属性，大浪直扑半月湾后方海岸带，也给海岸带防灾减灾带来巨大压力。



图2.5-1 半月湾海岸侵蚀过程



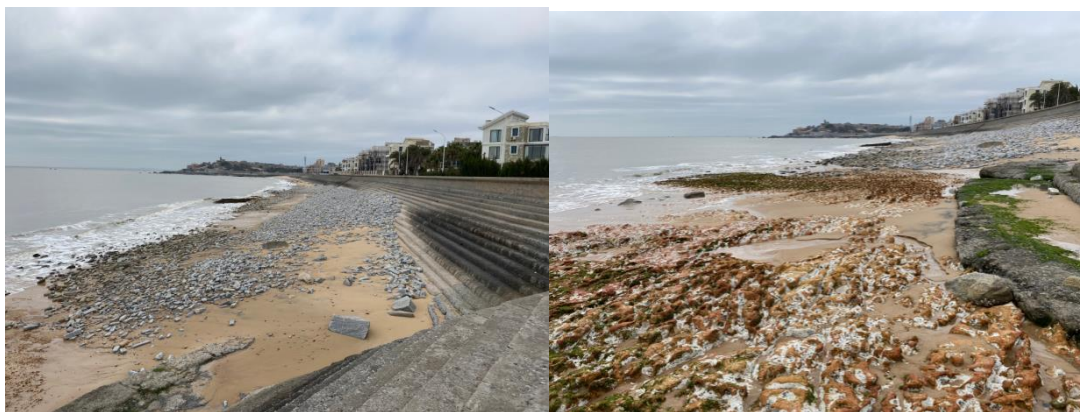


图2.5-2 半月湾海滩现状（2022年2月）

略

图2.5-3 半月湾海滩岸线变化（2004-2018年）

略

图2.5-4 半月湾海滩演变过程（2004-2018年）

2.5.1.2 大港湾近海生境破坏较严重，海洋生物资源渐趋衰退

随着泉州临海工业的发展和建设，各海湾码头和航运、水产养殖和捕捞、围海筑堤、旅游观光等面临的开发利用强度逐渐增大，涉及区域级部门较多，同时存在群众自发性开发行为，都会危及自然海岸的保护。惠安大港湾南部人口与产业密集，过度养殖捕捞，导致大港湾、泉州湾近岸水质下降、海洋生物资源受到破坏，海洋生态系统功能退化，生物多样性降低。

据《惠安青屿岛周边海域生态环境调查报告》（2004 年）《惠安县大港湾滨海通道崇武前海工程（堤路结合）海洋环境现状调查报告》（2017 年）等资料，分别于 2004 年与 2017 年开展了大港湾海域环境调查。2004 年青屿周边海域叶绿素 a 含量范围表层在 $1.94\sim 3.78\text{ mg/m}^3$ ，平均值 3.50 mg/m^3 ；底层含量范围 $1.94\sim 2.61\text{ mg/m}^3$ ，平均值 2.28 mg/m^3 ，均值 3.09 mg/m^3 。2017 年各监测站位叶绿素-a 含量范围在 $0.88\text{ mg/m}^3\sim 1.46\text{ mg/m}^3$ 之间，平均值为 1.18 mg/m^3 。2004 年各测站浮游植物密度范围为 $1.04\times 10^5\text{ cell/L}\sim 1.35\times 10^5\text{ cell/L}$ ，浮游植物多样性指数范围为 $4.531\sim 4.808$ ，均值为 4.670 ；2017 年各测站浮游植物细胞密度范围为 $0.39\times 10^4\text{ cell/L}\sim 0.86\times 10^4\text{ cell/L}$ ，均值为 $0.52\times 10^4\text{ cell/L}$ ，2017 年浮游植物多样性指数范围为 $2.473\sim 3.706$ ，均值 3.303 。2004 年浮游动物密度范围为 $7842.8\text{ ind./m}^3\sim 8391.9\text{ ind./m}^3$ ，平均值为 8117.4 ind./m^3 ，2017 年浮游动物总个体密度变化范围为 $1403\text{ ind./m}^3\sim 4572\text{ ind./m}^3$ ，均值为 2603 ind./m^3 。以上调查结果表明，大港湾生物资源呈明显下降趋势。

此外，从相关文献对项目区域海洋生物多样性调查结果的分析来看（表 2.5-1），大港湾海域渔业资源密度均呈现下降趋势，渔业资源衰退。

表2.5-1 游泳动物历史资料情况表（大港湾海域）

时间	捕捞方式	种类分布	资源密度 kg/km ²	密度 (×10 ⁴ /km ²)	优势种
2013 年	定置网	鱼类 25 种, 虾类 14 种, 蟹类 5 种, 虾姑类 1 种	2307.6	215021	条尾绯鲤、长蛇鲻、皮氏叫姑鱼和多鳞鳢
2017 年	拖网	鱼类 41 种, 虾类 12 种, 蟹类 16 种, 口足类 3 种, 头足类 3 种	415.724	35997	口虾姑、刀额新对虾、鲜明鼓虾

总之，在生物多样性压力中，绝大多数指标明显持续退化，表现为景观自然性下降、岸线人工化增加、海水溶解氧含量减少、活性磷酸盐含量上升、外来种入侵面积扩大等；在生物多样性状态中，绝大多数指标持续退化，表现为生态系统完整性下降、珍稀濒危物种的丰度与分布减少以及浮游植物、潮间带底栖生物等物种多样性下降。尽管保护和恢复大港湾海洋生物多样性所采取的措施和行动的力度逐渐加大，但海洋生物多样性所面临的威胁并没有得到缓和，而是持续增加，从而导致海洋生物多样性日益衰退。

2.5.2 项目建设必要性

2.5.2.1 符合国家产业政策及产业发展要求

本项目属于海洋生态修复项目，属于国家发改委《产业结构调整指导目录（2024 年本）》目录内的鼓励类项目（四十二、环境保护与资源节约综合利用），项目建设符合国家产业政策要求。

2.5.2.2 保障海岸带生态安全

海岸线是海陆交界的生态过渡带，兼具海陆生态特征，具有涵养水源、解污染、维持区域生态平衡等功能。加强海岸线保护，事关国家生态安全。党中央高度重视生态保护和修复工作。习近平总书记在中央财经委第三次会议上讲话强调，加强自然灾害防治关系国计民生，要建立高效科学的自然灾害防治体系，提高全社会自然灾害防治能力，为保护人民群众生命财产安全和国家安全提供有力保障，实施海岸带保护修复工程。海岸带保护修复工程的实施对于有效控制生态问题、保障区域生态安全方面发挥重要作用。

惠安县大部分岸线都存在不同程度的开发利用，其中有相当一部分的岸线因为受到资金后期投入不足、产业结构调整 and 经济发展形势等影响，而遭到弃用和破坏，生态功

能大大减弱。此外，台风和风暴潮导致护岸工程遭受破坏，降低了整体抵抗风暴潮的能力。本项目通过对重点受损岸线进行整治修复，恢复其防灾减灾功能，对于改善区域海洋生态环境，提升惠安县海岸抵御台风、风暴潮等防灾减灾能力，维护海洋生态环境安全具有重要意义。

2.5.2.3 提高海岸带防灾减灾能力

习近平总书记强调，提高自然灾害防治能力是实现“两个一百年”奋斗目标、实现中华民族伟大复兴中国梦的必然要求，是关系人民群众生命财产安全和国家安全的大事，也是对我们党执政能力的重大考验，必须抓紧抓实。要坚持以人为本，切实保护人民群众财产安全；坚持生态优先，建立人与自然和谐相处的关系。

近年来，台风风暴潮灾害呈多发、频发、连发态势，灾害损失日趋加重，护岸海堤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。受滨海植被破坏、近海采沙和工程建设等因素影响，是福建省海岸侵蚀较严重的区域之一，针对沙质海岸因侵蚀、退化造成滩面萎缩等问题，本项目通过实施沙滩修复、后滨植被修复等工程，提高沿海植被防风效果，逐步恢复海滩-防风植被的海滩系统。通过开展沙滩修复和养护工程，增强海滩稳定性，改善沙滩质量，形成完整而稳定的海滩地貌系统，显著提高修复海岸防灾减灾能力。

2.5.2.4 改善海岸带生态系统质量

惠安县东南部海岸带所处的湄洲湾、大港湾和泉州湾，湾内船舶运输、养殖捕捞等人类活动频繁，再加之近海采砂和海岸道路工程的建设，导致湾内生态环境破坏、生物多样性减少等问题突出。本项目通过实施补砂养滩、植被修复、投放消浪牡蛎礁等工程，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，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，达到生物多样性保护、净化水体和维持生态系统结构等效益。同时，牡蛎礁建设将有助于提高岸线稳定性和自然灾害防护能力，减缓海浪对岸线的侵蚀作用，对于保护天然沙滩、岸线稳定发挥重要作用。本项目通过加强综合治理，提高海岸防护能力，改善海洋生态环境，是落实和贯彻党中央、国家、省各级部门关于“海洋生态文明建设和海洋环境保护”战略的具体举措，是推进生态文明建设战略的重要环节。

2.5.2 项目用海必要性

（1）工程位置决定

本项目为海洋生态修复工程，需在半月湾海域开展沙滩修复；在大港湾布设牡蛎礁等一系列生态保护与修复工程，其工程位置均位于海上，开展的修复工程也是针对海上的各种生态问题，因此，其用海是必须的。

（2）拦砂堤和潜堤用海必要性

本次在半月湾开展沙滩修复。根据数模研究结果，在仅补砂无拦砂堤辅助条件下，修复岸段全线侵蚀，可能无法达到预期沙滩修复效果，后期沙滩养护难度较大。为了保证沙滩修复后能达到预期成效，根据多个方案进行比选，通过沙滩养护结合纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物修建，快速提升半月湾强侵蚀区的海岸防灾减灾能力，修复重塑该岸段历史上完整的干滩地貌形态。推荐方案中东、西两道实体拦砂堤，可有效阻断补砂沉积物的沿岸运移流失通道；水下潜堤能够有效阻断补砂沉积物的向海流失通道，既保障了沙滩的稳定，同时也将对周边海洋环境的影响降到了最低，其拦砂堤和潜堤用海是必须的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 海岸线资源

评估范围内海岸线长度为 148.94 千米，其中人工岸线 59.16 千米，占评估岸线总长度的 39.72%；自然岸线 74.53 千米，占评估岸线总长度的 50.04%；其他岸线 15.26 千米，占评估岸线总长度的 10.24%。评估范围内涉及惠安县海岸线 100.24 千米，台商投资区海岸线 24.57 千米，石狮市海岸线 24.13 千米。

3.1.2 岛礁资源

根据 2020 年海岛补充填报数据及相关历史资料，惠安县共有海岛 74 个，全部为无居民海岛，总面积约 1.44km²，主要分布于沿岸区域，离岸最远距离仅约 3.5km。

惠安县海岛均为基岩岛，距离大陆较近，多分布于海岸突出部、基岩岬角，从分布图上可以看出，多分布于东洲半岛、小岬岬角、崇武半岛区域。县域内海岛总体不大，500 平方米以下海岛有 39 个，占总数量的 50% 以上；较大的海岛有黄干岛和大竹岛，面积约 0.5 平方米，其次略大的海岛有大生岛、惠安青屿、剑屿、黄牛屿等。评估范围内有一个无居民海岛——浮山岛，位于台商投资区内，海岛岸线长度为 7.47 千米。

略

图 3.1-1 惠安县无居民海岛分布图

3.1.3 港口资源

惠安县海岸线曲折，海域面积广阔，形成众多天然良港。自北至南拥有湄洲湾、大港湾、泉州湾，有条件优越的崇武港、斗尾港、辋川港等天然良港，港口条件好、腹地较大、交通便捷，发展临海港口经济优势明显。主要港区包括崇武

港、秀涂港、辋川港、以及大岞、港乾、港关澳、小岞、浮山、杜厝等小港口或专业港区。目前斗尾青兰山 30 万吨原油码头、泉州大型修造船厂、秀涂 3 万吨级多用途综合集装箱码头、以及崇武国家级中心渔港等项目已先后建设。

3.1.4 渔业资源

惠安县海域水质肥沃，天然饵料丰富，适宜多种生物生长、繁殖栖息，是多种经济渔业品种索饵、产卵、稚幼鱼生长的场所。根据 2022 年春秋两季共捕获鉴定游泳动物种类 111 种，隶属于 19 目 50 科 78 属。该海域春季游泳动物栖息密度均值为 $4.81 \times 10^4 \text{ ind/km}^2$ 。栖息密度组成占比最高的是鱼类，为 $3.09 \times 10^4 \text{ ind/km}^2$ ，占总栖息密度组成的 64.30%；其次为蟹类，为 $0.56 \times 10^4 \text{ ind/km}^2$ ，占总栖息密度组成的 11.66%。该海域秋季游泳动物栖息密度均值为 $6.30 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。栖息密度组成占比最高的是蟹类，为 $3.73 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，占总栖息密度组成的 59.10%；其次为鱼类，为 $0.87 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，占总栖息密度组成的 13.79%。在鱼卵仔稚鱼方面，该区域春季所采集到的鱼卵数量很多，平均密度为 1.0642 粒/m^3 ，主要优势种是多鳞鳢和康氏小公鱼，分别占总鱼卵数的 34.5% 和 34.2%，其次黄姑鱼和鲷较多，其他很少。该区域秋季所采集到的鱼卵数量很多，各站点的鱼卵平均密度为 3.0600 粒/m^3 ，主要优势种是皮氏叫姑鱼，占总鱼卵数的 54.6%，其次鲱科的一种、多鳞鳢和康氏小公鱼较多，其他很少。该海域春季所采集到的仔稚鱼数量很少，平均密度 0.00413 尾/m^3 ，主要优势种为多鳞鳢，占总量的 41.5%，其次平鲷较多，其他种类很少。该海域秋季所采集到的仔稚鱼数量较多，平均密度 0.0653 尾/m^3 ，主要优势种为皮氏叫姑鱼，占总量的 34.8%，其次鳎、肩鳃鲷和多鳞鳢较多，其他种类很少。

3.1.5 滨海矿产能源资源

惠安沿海海洋矿产能源丰富。矿产种类较多，主要以花岗岩类石材、基性岩类石材、高岭土、长石、砖用粘土、建筑用砂、玻璃砂及饮用天然矿泉水为主的九类 27 个矿种，玻璃砂分布面积 1200 公顷以上，主要分布在崇武、净峰一带；海砂、花岗岩、高岭土等滨海非金属矿产总储量达 1.16 亿吨以上，花岗岩石材、

石英砂、高岭土为优势矿种，分布范围广，矿产地多，资源潜力大。

石英砂矿点有惠安净峰、溪东、林场等 4 处。现已投入开采的玻璃砂矿仅位于惠安县赤湖 1 处，由惠安玻璃厂开采，年产日用玻璃砂 1000 吨。建筑用砂矿点详查 1 处，即惠安县大坠岛西北侧，约长 2.8 km，宽 0.35~2 km，平均厚度 9 m，地质储量约 1617.3 万 m³，矿砂细度模数 1.95（细砂），几项物性特征均符合建筑砂的质量指标要求。

花岗石材（包括建筑碎石、民用石材）遍布全县，品种齐全，以中、低档为主，高档石材有潜在优势。花岗岩重点开采区主要分布于崇武镇五峰，张坂镇田中山、玉埕，东园镇琅山，东桥镇屿头山等。

另一方面，大港湾海上风能资源十分丰富，沿海年平均风速 7 米/秒，有效风能大于 2500 千瓦时，其中崇武年有效风能达 7521 千瓦时，年能量达 2468 千瓦时/平方米。风速利用率可达 85% 以上。沿海潮汐能蕴藏量 1.59 亿千瓦时，可装机容量 166 万千瓦时，年发电量可达 5200 万千瓦时。

3.1.6 滨海旅游资源

惠安县历史悠久，依山傍海，风景名胜奇特，自然景观优美，文物古迹甚多，旅游资源丰富多样。奇石异峰山水风光，可开展海上体育活动的沙滩海湾，岛屿秀美，沙滩绚丽，独特的石雕工艺等“石文化”和民俗风情，古迹及古建筑等自然景观、人文景观应有尽有。

崇武镇拥有丰富的旅游资源，包括：崇武半岛南部半月湾风景区，国家重点文物保护单位崇武古城，体现中国石文化的惠安崇武石雕博览园，位于大岞——小岞等地、迷人的惠安女风采的惠安民俗风景区，具有金沙碧水的海滨浴场，以及分布着千姿百态岩石海崖的半月形岸线，已成为泉州市主要旅游景区之一，每年有大量的海内外旅客到此观赏、度假等。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

项目区坐落于福建省惠安县东南部，崇武气象台位于崇武上马山海边，坐标为东经 118°55'20"、北纬 24°52'62"，观测场海拔高度 21.3m。该站从 1960 年建站至今，具有风、气温、气压、降水量、相对湿度等项目连续观测记录，观测项目较齐全，观测资料和整编成果精度较高，资料系列完整。根据该站的观测资料统计分析，本区气象要素特征如下：

3.2.1.1 气温

惠安县位于中纬度沿海地区，属亚热带海洋性季风气候区，夏无酷暑，冬无严寒，四季常青，光热充沛。项目附近海域的多年平均气温为 19.9℃之间，极端最高气温在 37.0℃之间，极端最低气温为 0.3℃，如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 气温特征值表

项目	统计值	时间
多年平均气温（℃）	19.9	19541980
极端最高气温（℃）	37.0	1966.8.16
极端最低气温（℃）	0.3	1997.1.31
最高月平均气温（℃）	27.4	8 月
最低月平均气温（℃）	11.2	2 月

3.2.1.2 降雨

根据崇武气象台 20 年（19942013 年）的气象统计资料，本海域多年平均降水量为 1112.8mm、最大降水量为 1706.7mm。降水各季分布不均，全年的降水主要集中在春、夏季（3~9 月），占全年降水量的 83.2%，其中春季降水 312.3 毫米，夏季降水 297.9 毫米；10~2 月为相对干季，降水量仅占年降水总量的 16.8%，其中秋季降水 38.9 毫米，冬季降水 148.5 毫米。

3.2.1.3 风况

根据崇武气象台 20 年（1994-2013 年）的气象统计资料，本区域年主导风向为 NE，风向频率为 33.53%，仅次于 NE 风向的为 NNE，风向频率为 15.26%，N、NNE、NE、ENE4 个风向频率之和高达 65.10%。各月的情况看 6~8 月，各月的最多风向为 SSW，频率在 15%~28%之间，其他月份为 NE 或 NNE，频率在 24%（5、6 月）到 41%（1 月）之间。

多年年平均风速为 5.0m/s，5 月份平均风速最大为 4.2m/s，10 月份平均风速最大为 6.1m/s。崇武气象站各风向 50 年一遇最大风速成果见下表 3.2-2、图 3.2-1。

表 3.2-2 崇武 20 年各月平均风速变化统计表

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	11.06	15.26	33.53	5.25	3.12	0.65	2.11	1.53	5.29
风速（m/s）（）	4.87	5.63	6.27	4.76	4.34	3.20	3.88	3.97	4.60
风向	SSW	SW	WSW	W	WN	NW	NNW	C	
频率	5.85	9.07	1.65	1.32	0.43	0.91	1.46	1.52	
风速（m/s）	4.68	4.20	3.28	2.72	2.24	2.83	3.58		

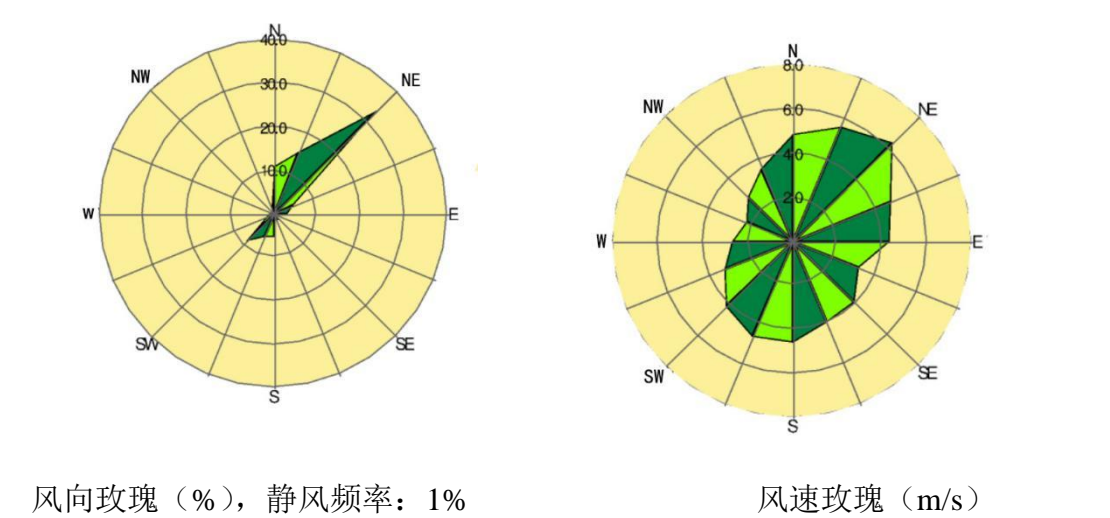


图 3.2-1 崇武 20 年平均风速和风向玫瑰图

3.2.1.4 雾

全年雾日数平均有 29.7 天，上半年较多，2~5 月各月平均在 2.8~7.9 天以上，最多为 4 月份的 7.9 天，下半年较少，8~12 各月平均只有 0.1~0.8 天。雾出现最多的年份为 1993 年，为 57 天。雾的最长持续时间为 1991 年 4 月份的 71.8 小时。

3.2.1.5 相对湿度

年均相对湿度为 81%，年变化规律为春、夏季大，秋、冬季小，月最大相对湿度 90%，月最小相对湿度为 13%。

3.2.2 水文动力

3.2.2.1 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 3.2-3 所示，示意图如图 3.2-2 所示。

略

图 3.2-2 水文站位图

表 3.2-3 水文站位表

略

3.2.2.2 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：

$$\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} < 0.5, \text{ 属于正规半日潮;}$$

$$0.5 < \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} < 2.0, \text{ 属于不正规半日潮;}$$

$$2.0 < \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} < 4.0, \text{ 属于不正规日潮;}$$

$$\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} > 4.0, \text{ 属于正规日潮。}$$

根据潮位站 1 个月的资料,经调和计算得出:T1 站的潮汐形态数为 0.29, T2 站的潮汐形态数为 0.30, T3 站的潮汐形态数为 0.26, T4 站的潮汐形态数为 0.28, 均属于正规半日潮。

(2) 潮汐特征值

表 3.2-4 潮汐特征值 (cm)

略

各潮位站潮汐特征值如表 3.2-4 所示,潮位值均以 85 高程基准为起算面。由表可见, T1 站最高潮位为 346cm, 最低潮位为 277m, 平均高潮位为 260cm, 平均低潮位为 174cm, 平均海平面为 41cm, 平均潮差为 435cm, 平均涨潮流历时 6h16min, 平均落潮流历时 6h8min; T2 站最高潮位为 318cm, 最低潮位为 300cm, 平均高潮位为 237cm, 平均低潮位为 173cm, 平均海平面为 30cm, 平均潮差为 410cm, 平均涨潮流历时 6h11min, 平均落潮流历时 6h14min; T3 站最高潮位为 326cm, 最低潮位为 369cm, 平均高潮位为 236cm, 平均低潮位为 230cm, 平均海平面为 1cm, 平均潮差为 463cm, 平均涨潮流历时 6h15min, 平均落潮流历时 6h16min; T4 站最高潮位为 332cm, 最低潮位为 317cm, 平均高潮位为 253cm, 平均低潮位为 184cm, 平均海平面为 33cm, 平均潮差为 435cm, 平均涨潮流历时 6h12min, 平均落潮流历时 6h15min。

3.2.2.3 实测海流

(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。工程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 3.2-5, 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 3.2-5 实测海流分层流速最大值统计表

略

(a) 观测期间：S1 站实测最大涨潮流速为 94.1cm/s，实测最大落潮流速为 82.1cm/s；S2 站实测最大涨潮流速为 76.1cm/s，实测最大落潮流速为 67.8cm/s；S3 站实测最大涨潮流速为 105.9cm/s，实测最大落潮流速为 115.4cm/s；S4 站实测最大涨潮流速为 53.9cm/s，实测最大落潮流速为 52.3cm/s；S5 站实测最大涨潮流速为 46.7cm/s，实测最大落潮流速为 100.1cm/s；S6 站实测最大涨潮流速为 103.1cm/s，实测最大落潮流速为 51.0cm/s；S7 站实测最大涨潮流速为 40.2cm/s，实测最大落潮流速为 44.0cm/s；S8 站实测最大涨潮流速为 107.6cm/s，实测最大落潮流速为 50.0cm/s；S9 站实测最大涨潮流速为 72.9cm/s，实测最大落潮流速为 49.8cm/s；S10 站实测最大涨潮流速为 82.4cm/s，实测最大落潮流速为 59.7cm/s。

(b) 从整个统计来看，实测流速最大值一般出现在表层或者中层，最小值多出现在底层，基本体现了由表层往下逐渐减弱的趋势。

(3) 垂线平均流速、流向

观测期间各站垂线平均流矢图见图 3.2-3，垂线平均流速、流向的计算结果见表 3.2-6、表 3.2-7。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。具体如下：

S1 站涨潮平均流速为 44.9m/s，落潮平均流速为 36.7cm/s，涨潮最大垂线平均流速为 80.9cm/s，落潮最大垂线平均流速为 70.6cm/s；S2 站涨潮平均流速为 38.4cm/s，落潮平均流速为 34.5cm/s，涨潮最大垂线平均流速为 70.5cm/s，落潮最大垂线平均流速为 62.9cm/s；S3 站涨潮平均流速为 18.4cm/s，落潮平均流速为 31.3cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 76.4cm/s，落潮最大垂线平均流速为 98.4cm/s；S4 站涨潮平均流速为 9.9cm/s，落潮平均流速为 17.3cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 21.9cm/s，落潮最大垂线平均流速为 39.2cm/s；S5 站涨潮平均流速为 11.4cm/s，落潮平均流速为 35.0cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 35.3cm/s，落潮最大垂线平均流速为 72.0cm/s；S6 站涨潮平均流速为 43.1cm/s，落潮平均流速为 13.4cm/s；

涨潮最大垂线平均流速为 79.1cm/s，落潮最大垂线平均流速为 43.9cm/s；S7 站涨潮平均流速为 10.4cm/s，落潮平均流速为 9.0cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 33.2cm/s，落潮最大垂线平均流速为 38.2cm/s；S8 站涨潮平均流速为 52.1cm/s，落潮平均流速为 16.7cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 94.0cm/s，落潮最大垂线平均流速为 35.3cm/s；S9 站涨潮平均流速为 39.7cm/s，落潮平均流速为 20.0cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 63.6cm/s，落潮最大垂线平均流速为 41.0cm/s；S10 站涨潮平均流速为 40.3cm/s，落潮平均流速为 35.7cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 78.5cm/s，落潮最大垂线平均流速为 49.7cm/s。

略

图 3.2-3 垂线平均流矢图

表 3.2-6 垂线平均流速流向表（第一航次）

略

表 3.2-7 垂线平均流速流向表（第二航次）

略

3.2.2.4 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 3.2-8 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 3.2-8 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 $0.0\sim 1.0$ 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 3.2-9 给出了各站各分层流速的 M_2 分潮的旋转率，从表中可以看出：位于泉州湾内的 S1 站 K 值介于 $0.01\sim 0.05$ 之间，S2 站 K 值介于 $0.00\sim 0.02$ 之间，位于大港湾的 S7 站 K 值介于 $0.18\sim 0.21$ ，S8 站 K 值介于 $0.12\sim 0.21$ ，位于湄洲湾口的 S10 站介于 $0.07\sim 0.16$ 之间，各站受水道影响 K 值较小，表现为较为典型往复流性质；而位于较开阔海域的 S3 站 K 值介于 $0.35\sim 0.62$ 之间，S4 站 K 值介于 $0.31\sim 0.43$ 之间，S5 站 K 值介于 $0.34\sim 0.45$ 之间，S6 站 K 值介于 $0.26\sim 0.39$ 之间，S9 站 K 值介于 $0.48\sim 0.58$ 之间，受地形影响带有旋转性。

表 3.2-9 各站旋转率 (k) 统计表

略

(3) 余流

图 3.2-4 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 3.2-10 给出了观测期间各站各层余流值，图 3.2-4 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 3.2-10 余流表

略

3.2.2.5 含沙量

水体含沙量现状根据海流观测同步进行的悬沙实测数据进行分析。测站布设

位置与海流观测站位一致，观测层次和次数也与海流观测一致。

水体含沙量采用现场采水，在实验室进行抽滤、烘干、称重。过滤膜为 0.45 μ m 醋酸纤维膜，样品在电热培养恒温箱经一定温度烘干，称重在精度 1/万的天平进行。为保证质量，烘干称重反复进行 2~3 次，其误差一般小于 0.5 毫克。

(1) 实测含沙量特征值

各站及分层含沙量特征值见表 3.2-11，各站的垂线平均含沙量见表 3.1-12。

观测海域各站含沙量差异较大，各站的平均含沙量在 9.9mg/L~54.9mg/L 之间。观测期间，实测最大值为 85.0mg/L，发生在 S9 站底层，实测最小值为 3.8mg/L，发生在 S5 站 0.6H 层。

1) 含沙量的时间变化特征

周日变化：大部分站悬沙含量未发现明显周日变化规律。

2) 含沙量的空间分布特征

含沙量的空间分布通过水平分布变化和垂向分布变化加以说明。图 3.2-5 为观测期间各站各层平均含沙量比较图，表 3.2-11 为各站含沙量特征表。

水平分布：可以看到，S9 站平均含沙量最高，为 54.9mg/L，S7 站平均含沙量次之，为 43.4mg/L，S5 站平均含沙量最低，为 9.9mg/L。总体上，观测区域含沙量没有明显的水平分布规律。

垂向分布：可以看到，各站的各层含沙量之间差距很小，观测区域含沙量未发现明显的垂向分布规律。

略

图 3.2-5 各站各层平均含沙量比较图

表 3.2-11 各站含沙量特征值表

略

(2) 垂线平均含沙量

按照规范中的垂线平均含沙量的计算方法，计算得到各站垂线平均含沙量的结果见表 3.2-12，由表可知：

垂线平均含沙量最大值出现在 S9 站，为 54.9mg/L；最小值出现在 S5 站，为 9.9mg/L。

表 3.2-12 垂线平均含沙量 (mg/L)

略

3.2.3 海域地形地貌

惠安县一面依山、三面环海，地质构造位置处于闽东火山断拗带中段。地貌属于东南沿海低山丘陵区，地势西北高、东南低，呈马蹄形层状倾斜，即由西北的低山过渡到东南的丘陵和台地，而以丘陵地为主。西南西北山丘绵连，峰峦起伏，大小山头千余座，海拔在 500~800 m 之间，海拔高于 700 m 的山峰有 7 座，笔架山为最高峰，海拔 752.3 m，间有河谷冲积地和台地，为林辋溪、黄塘溪、菱溪、坝头溪等四大溪流发源地。溪水循山势自西北向东南，注入台湾海峡，总长 120 km，流域面积 500 多 km²。中部和东南部开阔平坦，海拔在 15~50 m 之间，大都是海积沙土平原和台地。

惠安海岸线曲折，多港湾，自北至南主要港湾有湄洲湾、大港湾、泉州湾。沿海有海湾 27 处，沙洲 7 处，浅滩 16 处。本项目主要涉及海湾为半月湾、大港湾。

半月湾位于崇武半岛南岸，其湾口朝南，濒临泉州湾外海域。该湾东西长度 3 km 左右，两端均为燕山期花岗岩基岩岬角，西侧为崇武古城风景区，东侧已建崇武中心渔港。湾内岸线大体呈东西向延伸的月牙形，岸前滨海沙滩连绵约 2.5 km，向南倾斜与敞开。水下岸坡较陡，离岸约 200 m，水深即达 5 m。

大港湾位于惠安县东部，面积约 66.67 km²，其中滩涂面积 13.37 km²，浅海面积 53.3 km²，湾内大多数底质为砂质或泥砂质，大港湾水深基本在 10 m 等深线内，等深线与岸线基本一致，呈环状分布。大港湾湾顶到湾口纵深近 10 km，湾口宽约 4.5 km。总体上，海湾宽度由湾顶向湾口逐渐增大，但海湾南北两侧的大岞半岛和小岞半岛两个半岛朝海湾中轴线凸出，使得湾口收小。大港湾周边分布崇武、山霞、东岭、净峰、小岞五个乡镇，尤其是南岸的崇武和山霞镇，人口密集、产业发达，是惠安未来发展的重点区域，也是配合惠安全域旅游、崇武国家海洋公园建设发展的关键区域。

3.2.3.1 区域构造概况

惠安县县域属闽粤沿海花岗岩丘陵区的一部分，除少数低山和沿海平原外，绝大部分是丘陵台地。以两条北东向亚断裂带为界，将区内分为三个不同地貌单元，即西部、西北部由火山岩—沉积岩和侵入岩组成的低山丘陵地貌亚区；中部

由变质岩、混合花岗岩组成的台地、平原地貌亚区；东部、东南部则由侵入岩、变质岩组成的滨海台地、低丘地貌亚区。全县地形总趋势西北高东南低，自西部、西北部向东部、东南部呈明显的阶梯状下降，构成向东部、东南部开口的马蹄形地貌。

（一）地层岩性

区域范围内基底由花岗岩类岩石组成，岩性主要为燕山期早期的侵入岩，包括混合二长花岗岩（ $\gamma m_5^{2(3)}$ ），岩石呈灰—灰白色，花岗变晶结构，块状、局部片麻状构造。主要矿物成分：钾长石（25%~30%）、斜长石（35%~40%）、石英（25%~30%）及黑云母等。岩石均已不同程度风化，可分为强风化岩、中等风化岩和微风化岩等。

第四系主要分为：

地层以残坡积层（未分组）和全新统长乐组海积层及冲、洪积层为主，此外还有零星分布于山地河谷及台地沟谷中的上更新统龙海组和上更新统东山组。厚度一般在 50 米以下，滨海地区较厚，向陆地方向变薄。一般滨海地层以海积、风积层为主，向陆地过渡以残坡积层和冲、洪积层为主。

残坡积层，遍布于海拔 200 米以下的丘陵、台地及山坡地，福厦公路以东的各乡镇均有出露，覆盖面积大于 200 平方公里，厚度 1~20 米，最厚达 50 米。地层主要由粘土、高岭土、石英砂、碎石角砾等组成。

冲、洪积层，多呈条带状沿河流及山间盆地展布。主要分布于黄塘溪流域、洛阳江北岸及其他各大溪流两岸，总面积约为 30 平方公里，厚度为 3~8 米，最厚达 30 米。地层主要由粘土、细砂、粗砂、砾砂、卵石层及泥煤所组成。

海积层，呈海滩、海积平原和 I 级海积阶地产生，一般高出海面 2~5 米，最高不超过 10 米。主要分布于百崎、张坂、东岭、辋川、山腰及南埔等滨海地带，总面积约为 57 平方公里，厚度 2~20 米，最厚达 40 米。地层由灰黑淤泥质粗砂、黄灰色粗砂和灰黑色淤泥组成，局部夹泥煤。

风积层分布于山霞、崇武、小岞、净峰、东岭、后龙等滨海迎风地带，总面积约 18 平方公里，厚度 5~9 米。地层由细砂、中细砂及粉砂等组成。

（二）地质构造

（1）褶皱

境内褶皱不发育，仅存东岭—英林（晋江）复式背斜褶皱较为紧密、明显，其他地区褶皱均较平缓。

（2）断裂

位于东南沿海，呈北东走向平行于海岸线分布的长大于 400 公里、宽 38～58 公里的长乐—南澳深断裂带斜贯全区。境内狮东—岩山断裂和青兰山—赤湖断裂为其次级断裂带的出露部分，其中以前者为主干构造断裂。位于北纬 $24^{\circ}55' \sim 25^{\circ}05'$ 、宽约 10～18 公里，以压性或压扭性断裂为主的東西走向的安溪—惠安构造带（属于仙游—漳平大断裂带东南边缘的次级断裂）也横亘境域中部，使惠安处于两断裂构造带的交汇处，因而境内断裂十分发育，且以北东向断裂构造居多。

北东向断裂有：

后吴断裂，位于县城西北约 4 公里处的后吴村附近，长 18 公里，走向 $NE35^{\circ}$ ，倾向 SE，倾角 $65^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，挤压破碎带宽 5 米。

南坑断裂，位于县城西南约 3 公里处的南坑村附近，长约 10 公里，走向 $NE40^{\circ}$ ，倾角 80° ，挤压破碎带宽约 3 米。

前桥断裂，位于县城西南约 8 公里处的前桥北西侧，长约 5 公里，走向 $NE30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，倾角近直立，挤压带宽 3～10 米，局部达 200 米。

坑柄断裂，位于县城南 6 公里处的坑柄村南东侧，长约 7 公里，走向 $NE45^{\circ}$ ，倾角近直立，挤压破碎带宽 3～4 米，局部 20 米。

此外，还有惠安断裂、赤岭—惠安隐伏断裂、西邱、小岞、大雾山等处的北东向断裂和洛阳、埔塘（长 5 公里、宽 2.5 米）等处的北西向断裂。

（3）新构造活动形迹

境内新第三纪以来的新构造活动较为强烈，以继承性的断裂活动和断块差异活动为特征。通常是在老构造的基础上发生和发展的，总的活动趋势以稳定的间歇性上升为主，表现为地震的活动、温泉的出现、地块的升降、海岸阶地的变迁及海蚀痕迹等。

海岸变迁从莆田—泉州一线垂直形变测量结果得知：陆地与海面相对位置 1965 年比 1953 年上升 +21.50 毫米，1970 年比 1965 年下降 25 毫米，1972 年又比 1970 年上升 +14 毫米。海岸线时而向外推移，时而向里迫近。

海蚀痕迹清晰，全新世中期（距今约 6000~4360 年之间）以来，海岸带曾多次遭受海侵，在现海岸带陆域海拔 10 米以下的大部分地段及大小河流两岸附近地表下，均展布一套厚度数米至 30 多米的海积淤泥层，并在海拔 10 米左右的风化残积层或基岩露头上发现许多海蚀遗迹。境内山腰两侧、辋川、净峰、小岙、崇武北部、张坂埕边和洛阳等地均触目可见。

据查 1/20 万泉州市地质图结合现场钻探情况，项目区范围内无大断裂构造带通过。工程区范围内大部分为第四系覆盖，未见大规模的活动性断裂通过。

3.2.3.2 场地工程地质条件

（一）地形地貌

半月湾位于崇武镇靖江村南部海滩。岸线属于海岸丘陵地貌。场地北侧为海岸混凝土挡墙，防止海岸线侵蚀，道路高程 5.12~7.10m，挡墙顶部高程 6.70~7.94m。工程区南侧为沙滩海岸，局部可见基岩出露，东侧为砾石滩。高程由北向南递减，海底高程约 6.74~5.02m，总体地势较为平坦，仅东部沙丘稍有起伏。

大港湾位于崇武镇溪底村、海门村东北部。属于滨海台地。工程区位于海湾，离海岸约 0.5~1.0km，水深 4~5m，海底地形较为平坦，沿海藻礁布置方向，海底高程 6.47~4.72m。

（二）地层岩性

根据现场钻孔岩性鉴定，结合场地工程地质测绘，按照各岩土层成因类型和工程特性进行综合划分，工程区沿线揭露的地层主要有燕山期早期的侵入岩（ $\gamma m_5^{2(3)}$ ）混合二长花岗岩及第四系人工填土层（ Q_4^{m1} ）、第四系海积层（ Q_4^m ）、第四系残积层（ Q_4^{dl} ），现由新至老的顺序分述如下：

（1）人工填土层（ Q_4^{m1} ）

素填土①：灰色，松散~稍密，以中细砂，黏土为主，夹少量碎石，均匀性差，堆填大于 5 年。该层少量分布，仅在高雷山及青山湾分布。本次勘察仅在 GLZK1、GLZK2、QSZK21、QSZK25 等 4 个钻孔中有揭露（占比 0.06%），揭露厚度 1.4~4.4m，层顶埋深 0.0m（层顶高程 4.60~9.95m）。标准贯入试验实测 16~17 击，经杆长修正后击数为 16.0~16.3 击，平均值 16.2 击。

(2) 第四系海积层 (Q_4^m)

中砂②：灰黄色，稍密中密，干燥饱和，级配较差，分选性较好，粒径大于 0.075mm 的颗粒占 85% 以上，含贝壳、草根等。该层在场地内分布广泛，在半月湾、大港湾均有分布，本次勘察在 BYZK5~BYZK11、BYZK13~BYZK19、BYZK21~BYZK29、DGZK3、DGZK4、QSZK1~QSZK20、QSZK23、QSZK24、QSZK28、QSZK31、XSZK1~XSZK3 等 52 个钻孔中有揭露（占比 75.3%），揭露厚度 0.2~8.7m，层顶埋深 0.0~1.1m（层顶高程 6.58~4.42m）。标准贯入试验实测 7~20，经杆长修正后击数为 7.0~18.7 击，标准值 10.4 击。

淤泥③1：灰黑色，流塑状，饱和，具高压缩性，以黏粒、粉粒为主，有异味，易污手，局部含未分解的植物腐殖质，土质均匀性较差，局部相变为淤泥夹砂或淤泥质土，切面光滑，韧性差，干强度高，摇震反应慢。该层在场地内有一定范围分布，半月湾少量分布，大港湾分布较为广泛。本次勘察在 BYZK20、BYZK25、BYZK28、DGZK1、DGZK2、DGZK5~DGZK9、DGZK11~DGZK20、QSZK5、QSZK7、QSZK11~QSZK13、QSZK22、QSZK24、QSZK26、QSZK29、QSZK30、XSZK3 等 31 个钻孔中有揭露（占比 36.4%），揭露厚度 0.2~3.1m，层顶埋深 0.0~6.9m（层顶高程 8.05~2.28m）。

砾砂③2：灰黄色，稍密中密，干燥饱和，级配较差，分选性较好，粒径大于 2mm 的颗粒占 30% 以上，颗粒磨圆度高，含贝壳等。该层在场地内分布一般，主要在半月湾个别钻孔分布。本次勘察在 BYZK9、QSZK11、QSZK14、QSZK21、QSZK25~QSZK27、QSZK29、QSZK30、QSZK32、QSZK33 等 11 个钻孔中有揭露（占比 12.9%），揭露厚度 0.9~6.3m，层顶埋深 0.0~4.8m（层顶高程 3.91~2.16m）。标准贯入试验实测 8~19，经杆长修正后击数为 8.0~17.4 击，标准值 12.8 击。

粉质黏土③3：灰白，可塑状，湿，具中压缩性，以黏粒、粉粒为主，砂砾约占 10~15%，干强度中等，韧性中等，切面稍光滑，无摇震反应。该层在场地内一定范围内广泛分布，主要在半月湾部分钻孔、大港湾部分钻孔分布，本次勘察在 BYZK6~BYZK8、DGZK15~DGZK17、DGZK20、QSZK1~QSZK4、QSZK9~QSZK11、QSZK14、QSZK16~QSZK19、QSZK21~QSZK33、XSZK2、XSZK3 等 34 个钻孔中有揭露（占比 40%），揭露厚度 0.7~9.1m，层顶埋深 0.2~11.4m（层顶高程 8.79~0.76m）。标准贯入试验实测 8~19，经杆长修正后击

数为 6.3~18.1 击，标准值 12.3 击。

中砂③4：褐黄色，松散，干燥稍湿，粒径大于 0.25mm 的颗粒含量约占总质量的 60~75%，分选性一般，局部夹砾粒。该层在场区内少有分布，在半月湾个别位置分布、在大港湾部分分布。本次勘察在 BYZK6、DGZK1、DGZK2、DGZK5~DGZK7、QSZK2~QSZK4、QSZK10、QSZK11、QSZK22、QSZK31、XSZK3 等 14 个钻孔中有揭露（占比 16.4%），揭露厚度 0.6~5.1m，层顶埋深 0.5~14.0m（层顶高程 12.01~0.01m）。标准贯入试验实测 13~22，经杆长修正后击数为 10.4~17.7 击，标准值 12.7 击。

粗砂③5：灰黄色，稍密中密，干燥饱和，级配较差，分选性较好，粒径大于 0.5mm 的颗粒占 50%以上，粘粒含量约占 25%。该层在场地内主要集中在半月湾有分布。本次勘察在 BYZK9、BYZK13~BYZK15、BYZK20~BYZK22、BYZK24、BYZK25、BYZK27、BYZK28、QSZK2、QSZK9、QSZK10、QSZK15、QSZK18~QSZK20 等 18 个钻孔中有揭露（占比 21.7%），揭露厚度 0.5~7.2m，层顶埋深 1.3~9.3m（层顶高程 9.95~0.27m）。标准贯入试验实测 10~23，经杆长修正后击数为 9.1~21.0 击，标准值 14.0 击。

（3）第四系残积层（ Q_4^{dl} ）

残积砂质黏性土④：砖红色，可塑硬塑状，成分主要由长石风化的黏土矿物、石英颗粒及云母碎片组成，原岩结构特征不清晰，母岩为花岗岩，由基底花岗岩风化残积而成，遇水易坍塌、崩解，强度降低的特点，无摇振反应，无光泽反应，韧性低，干强度低。该层主要在半月湾大部分分布、大港湾局部分布。本次勘察在 BYZK6~BYZK11、BYZK15~BYZK18、BYZK20~BYZK28、DGZK19、QSZK8、XSZK1、XSZK2 等 23 个钻孔中有揭露（占比 27.0%），揭露厚度 2.0~10.3m，层顶埋深 1.6~10.5m（层顶高程 17.05~2.08m）。标准贯入试验实测 12~29，经杆长修正后击数为 11.1~23.5 击，标准值 18.0 击。

（4）燕山期早期的侵入岩（ $\gamma m_5^{2(3)}$ ）混合二长花岗岩

全风化花岗岩⑤：灰黄色，花岗结构，岩芯呈散体状，原岩结构已完全破坏，岩芯手捏易散，浸水易软化，岩体基本质量等级属 V 级。该层位为本次主要控制层位，在场地内分布广泛。本次勘察在 BYZK5~BYZK8、BYZK11~BYZK15、

BYZK18~BYZK29 、 DGZK1~DGZK8 、 DGZK10~DGZK20 、 GLZK1 、 QSZK1~QSZK4、QSZK8~QSZK10、QSZK14~QSZK16、QSZK20~QSZK33、XSZK1~XSZK3 等 68 个钻孔中有揭露（占比 80.0%），揭露厚度 0.3~16.7m，层顶埋深 0.0~16.6m（层顶高程 20.75~8.55m）。标准贯入试验实测 30~82，经杆长修正后击数为 23.0~60.8 击，标准值 40.3 击。

强风化花岗岩⑥：灰色，花岗结构，块状构造，裂隙发育，岩芯呈碎块状，锤击声闷，岩体基本质量等级属 V 级。该层在场地内少量分布，主要为部分钻孔控制性层位之上有揭露。本次勘察在 BYZK19~BYZK21、BYZK29、DGZK8~DGZK12、DGZK18、QSZK14、XSZK2 等 12 个钻孔中有揭露（占比 14.1%），揭露厚度 0.4~5.1m，层顶埋深 0.5~29.9m（层顶高程 35.82~6.00m）。

弱风化花岗岩⑦：灰白色，花岗结构，块状构造，岩芯呈长柱状，锤击声脆，裂隙不发育，属硬岩，较完整，岩体基本质量等级属 III 级。该层位场地内部分钻孔的控制性层位有揭露。本次勘察在 BYZK1、BYZK19~BYZK21、BYZK29、DGZK11、GLZK~GLZK3、QSZK14 等 10 个钻孔中有揭露（占比 8.5%），揭露厚度 0.4~7.0m，层顶埋深 0.0~31.3m（层顶高程 37.22~7.05m）。

花岗岩（孤石）⑧：灰色，花岗结构，块状构造，裂隙发育，岩芯呈碎块状，锤击声闷，岩体基本质量等级属 V 级。在场地内极少钻孔分布，本次勘察仅在 BYZK5 钻孔中有揭露（占比 0.01%），揭露厚度 2.5m，层顶埋深 4.6m（层顶高程 5.11m）。

3.2.4 海洋水质、沉积物、生物质量情况

3.2.4.1 监测站位、时间以及项目方法

（一）监测站位、时间

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求及项目海域使用论证本底调查需求，在项目周边布设 30 个水质监测站位，同时在水质站位中选取 15 个沉积物监测站开展沉积物监测，另外在区域内海域 6 处自然和养殖地采集生物体质量。

2022 年 4 月在项目区周边海域进行了春季海洋环境现状调查，在 2022 年 4

月 25~26 日采集水质、沉积物和生物质量样品。2022 年 9 月在项目区周边海域进行了秋季海洋环境现状调查，在 2022 年 9 月 22~23 日采集水质和生物质量样品。站位分布分别见图 3.2-6、表 3.2-13。

略

图 3.2-6 海洋环境本底调查站位图

表 3.2-13 海洋环境本底调查站位坐标及调查内容表

略

(二) 监测项目与方法

(1) 监测项目

海洋水质常规监测项目：包括水温、盐度、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、亚硝酸盐、硝酸盐、氨氮、磷酸盐、油类、悬浮物、汞、镉、铅、砷、铜、锌、铬和叶绿素 a 等 20 项。

海洋沉积物常规监测项目：有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类，共 10 项。

海洋生物质量监测项目：石油烃、铜、铅、锌、镉、汞、砷和铬，共 8 项。

(2) 监测方法

1) 采样方法

按照《海洋监测规范》(GB17378.72007)和《海洋调查规范》(GB12763.62007)的外业采样方法进行采样。a、水质样品采集：用有机玻璃采水器采集表层水样，石油类水样采用 QCC9—1 型抛浮式表层采水器采集。b、沉积物样品采集：不锈钢采泥器采集泥样（采集表层沉积物样品）。c、生物质量采集：生物样采用 1、2、3 号站游泳动物拖网采集的生物样品。

2) 分析方法

各调查项目的观测、采样和分析方法均按《海洋监测规范》(GB 173782007)、《海洋调查规范》(GB/T 127632007)、《海洋监测技术规程》(HY/T 1472013)等执行。各监测项目分析方法具体见表 3.2-14~3.2-16。

表 3.2-14 调查海区水样的分析方法

监测项目	分析方法	方法依据
水深	水深测量	GB/T 12763.22007/4.8
水温	表层水温表法	GB 17378.42007/25.1

	颠倒温度表法	GB 17378.42007/25.2
透明度	透明圆盘法	GB 17378.42007/22
盐度	盐度计法	GB 17378.42007/29.1
pH	pH 计法	GB 17378.42007/26
悬浮物	重量法	GB 17378.42007/27
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.42007/32
溶解氧	碘量法	GB 17378.42007/31
油类	紫外分光光度法	GB 17378.42007/13.2
亚硝酸盐	营养盐流动分析法	HY/T 147.12013/7
硝酸盐	营养盐流动分析法	HY/T 147.12013/8
铵盐	营养盐流动分析法	HY/T 147.12013/9
活性磷酸盐	营养盐流动分析法	HY/T 147.12013/10
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.42007/6.1
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.42007/7.1
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.42007/8.1
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.42007/9.1
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.42007/10.1
叶绿素 a	分光光度法	GB 17378.72007/8.2
砷	原子荧光法	GB 17378.42007/11.1
汞	原子荧光法	GB 17378.42007/5.1

表 3.2-15 调查区沉积物监测项目和分析方法

项目	分析方法	方法依据
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	GB 17378.52007/18.1
硫化物	碘量法	GB 17378.52007/17.3
油类	紫外分光光度法	GB 17378.52007/13.2
铜	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.52007/6.2
铅	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.52007/7.2
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.52007/9
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.52007/8.1
汞	原子荧光法	GB 17378.52007/5.1
铬	火焰原子吸收分光光度法	HJ4912019
砷	原子荧光光度法	GB 17378.52007/11.1

表 3.2-16 海洋生物质量调查项目分析方法一览表

项目	监测方法	方法依据
铜	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.62007/6.3
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.62007/8.1
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.62007/7.1

锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.62007/9.1
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.62007/10.1
砷	原子荧光法	GB 17378.62007/ 11.1
总汞	原子荧光法	GB 17378.62007/ 5.1
石油烃	荧光分光光度法	GB 17378.62007/13

3) 评价方法

水质调查结果采用 GB 30971997《海水水质标准》进行评价：若符合第一类海水水质标准，则以第一类海水水质标准进行评价；若超过第一类海水水质标准符合第二类海水水质标准，则以第二类海水水质标准进行评价；以此类推。各项标准见表 3.2-17。

表 3.2-17 海水水质标准			单位：mg/L	
项目	第一类	第二类	三类	第四类
水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其他季节不超过 2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃	
pH	7.8~8.5，同时不超过海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8，同时不超过海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
溶解氧(DO) >	6	5	4	3
化学需氧量(COD) ≤	2	3	4	5
无机氮(以计) ≤	0.20	0.30	0.40	0.50
无机磷(以 P 计) ≤	0.015	0.030		0.045
石油类 ≤	0.05		0.30	0.50
汞 ≤	0.00005	0.0002		0.0005
铜 ≤	0.005	0.010	0.050	
铅 ≤	0.001	0.005	0.010	0.050
镉 ≤	0.001	0.005	0.010	
锌 ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
砷 ≤	0.020	0.030	0.050	
总铬 ≤	0.05	0.10	0.20	0.50

水质评价方法采用 HJ 4422008《近岸海域环境监测规范》中推荐的“单因子污染指数评价法”

其计算公式为：

$$PI_i = C_i / S_i$$

式中：

PI_i —某监测站位污染物的污染指数；

C_i —某监测站位污染物 i 的实测浓度 (mg/L)；

S_i —污染物 i 评价标准 (mg/L)。

溶解氧污染指数的计算公式为：

$$PI_{DO} = \begin{cases} \left| \frac{DO - DO_f}{DO_f - DO_s} \right|, DO \geq DO_s \\ 10 - 9DO / DO_s, DO < DO_s \end{cases}$$

式中：

PI_{DO} —溶解氧的污染指数；

DO_f —饱和溶解氧浓度 (mg/L)；

DO_s —溶解氧的评价标准 (mg/L)；

DO —溶解氧的实测浓度 (mg/L)；

pH 的污染指数的计算公式为：

$$PI_{pH} = \frac{|pH - pH_{sm}|}{D_s}$$

$$\text{其中 } pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}, D_s = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$$

式中：

PI_{pH} — pH 的污染指数；

pH — pH 的实测值；

pH_{su} —评价标准规定的上限值；

pH_{sd} —评价标准规定的下限值。

判定：水质参数的污染指数 > 1 ，表明该水质超过了规定的水质评价标准，已经不能满足使用功能的要求。

沉积物采用 GB 18668-2002《海洋沉积物质量》中第一类沉积物质量标准进行评价，各项标准见表 3.2-18。沉积物单站单参数评价均采用单因子评价法，其计算公式参照水质评价方法。

表3.2-18 海洋沉积物质量标准

项目	第一类	第二类	第三类
汞 ($\times 10^6$) \leq	0.20	0.50	1.00
铜 ($\times 10^6$) \leq	35.0	100.0	200.0
铅 ($\times 10^6$) \leq	60.0	130.0	250.0
镉 ($\times 10^6$) \leq	0.50	1.50	5.00
锌 ($\times 10^6$) \leq	150.0	350.0	600.0

砷 ($\times 10^6$) \leq	20.0	65.0	93.0
铬 ($\times 10^6$) \leq	80.0	150.0	270.0
石油类 ($\times 10^6$) \leq	500.0	1000.0	1500.0
有机碳 ($\times 10^2$) \leq	2.0	3.0	4.0
硫化物 ($\times 10^6$) \leq	300.0	500.0	600.0

海洋生物质量调查结果采用 GB 184212001《海洋生物质量》进行评价，各项标准见表 3.2-19。海洋生物质量单站单参数评价均采用单因子污染指数评价法，其计算公式参照水质评价方法。

表 3.2-19 海洋贝类生物质量标准值（湿重） 单位：mg/kg

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

3.2.4.2 海水水质现状调查结果与评价

（1）春季

春季调查海域各测站海水中 pH、溶解氧、化学需氧量、汞、砷、铬、铜、镉、石油类、活性磷酸盐（97%测站）、无机氮（90%测站）、锌（43%测站）、铅（70%测站）含量均符合第一类海水水质标准；活性磷酸盐（3%测站）、无机氮（7%测站）、锌（57%测站）、铅（30%测站）含量符合第二类海水水质标准，3%测站无机氮含量符合第三类海水水质标准。

春季水质调查结果数据及评价指数 P_i 值数据详见表 3.2-20、表 3.2-21。

表 3.2-20 春季水质调查结果一览表

略

表 3.2-21 春季调查海域评价指数 P_i 值统计表

略

（2）秋季

秋季调查海域各测站海水中 pH、溶解氧、化学需氧量、汞、砷、铬、铜、镉、活性磷酸盐（96.7%测站）、无机氮（83.3%测站）、锌（3.3%测站）、铅（53.3%测站）含量均符合第一类海水水质标准；石油类含量均符合第一（二）类海水水质标准；无机氮（13.3%测站）、锌（60%测站）、铅（46.7%测站）含量符合第二类海水水质标准；活性磷酸盐（3.3%测站）符合第二（三）类海水水质标准；锌（36.7%测站）符合第三类海水水质标准；3.3%测站无机氮含量符合第四类海水水质标准。

秋季水质调查结果数据及评价指数 P_i 值数据详见表 3.2-22、表 3.2-23。

表 3.2-22 秋季水质调查结果一览表

略

表 3.2-23 秋季调查海域评价指数 P_i 值统计表

略

3.2.4.3 海洋沉积物质量现状

沉积物含量监测数据结果统计见表 3.2-24。

表 3.2-24 沉积物调查结果一览表

略

调查海域沉积物质量评价结果见表 3.2-25。

表 3.2-25 沉积物调查结果评价指数 P_i 值表

略

综上所述，调查海域各测站沉积物中有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷以及铬含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。项目位于大港湾渔业环境保护利用区，海洋沉积物环境质量目标为符合第一类海洋沉积物质量标准，项目所在海域海洋沉积物质量略差于《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》的标准。

3.2.4.4 海洋生物质量现状调查与评价

（1）春季

调查海域春季海洋生物质量调查结果表及调查结果评价指数 P_i 值表见表 3.2-26、3.2-27。

表 3.2-26 春季海洋生物质量调查结果一览表

略

表3.2-27 春季海洋生物质量调查结果评价指数Pi值表

略

春季调查海域 SW01~SW06 测站的牡蛎体内汞、砷和铬含量均符合第一类海洋生物质量标准，铅、镉含量符合第二类海洋生物质量标准，锌含量符合第三类海洋生物质量标准；SW04~SW06 测站的牡蛎体内石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准，SW01~SW03 测站的牡蛎体内石油烃含量均符合第二类海洋生物质量标准；SW05~SW06 测站的牡蛎体内铜含量符合第三类海洋生物质量标准，SW01~SW04 测站的牡蛎体内铜含量劣于第三类海洋生物质量标准。

(2) 秋季

调查海域秋季海洋生物质量调查结果表及调查结果评价指数 Pi 值表见表 3.2-28、3.2-29。

表3.2-28 秋季海洋生物质量调查结果一览表

略

表3.2-29 秋季海洋生物质量调查结果评价指数Pi值表

秋季调查海域各测站牡蛎体中石油烃、铬、总汞和砷含量均符合第一类海洋生物质量标准；铜和锌含量均符合第三类海洋生物质量标准；SW01 和 SW02 站位镉含量符合第二类海洋生物质量标准，其它站位符合第一类海洋生物质量标准；SW02 和 SW05 站位铅含量符合第一类海洋生物质量标准，其它站位均符合第二类海洋生物质量标准。

(3) 春秋季海洋生物质量对比

表3.2-30 春秋季各类海洋生物质量占比 单位：%

略

从表 3.2-30 可以看出，春、秋季调查海域各测站牡蛎体内铬、总汞和砷含量均符合第一类海洋生物质量标准；锌含量均符合第三类海洋生物质量标准；秋季石油烃、铅和镉含量符合第一类海洋生物质量标准的测站比例明显高于春季；秋季铜含量符合第三类海洋生物质量标准的测站比例高于春季。

3.2.5 海洋生态现状

3.2.5.1 监测时间项目及站位布设

(1) 监测内容、时间、站位

布设 18 个测站进行浅海的海洋生态环境监测，项目包括浮游植物、浮游动物、鱼卵仔稚鱼、底栖生物、游泳动物。浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、浅海底栖生物、游泳动物各 18 个站位；潮间带底栖生物：6 条不同断面。采样频次 2 次。

按照《海洋监测规范》(GB17378.7-2007)和《海洋调查规范》(GB12763.6-2007)的采样方法进行采样。春季 2022 年 4 月 26 日~27 日完成渔业资源采样工作，5 月 10 日~11 日完成浅海项目采样工作，5 月 17~18 日完成潮间带采样工作。秋季 2022 年 9 月 14 日~16 日完成渔业资源采样工作，10 月 21 日~23 日完成浅海项目采样工作，9 月 8~9 日完成潮间带采样工作。

监测范围为东南部附近海域，具体站位见图 3.2-7，现场监测实测站位经纬度表 3.2-31。

表 3.2-31 海洋生物调查站位坐标

略

略

图 3.2-7 监测站位示意图

(2) 监测项目

水质调查内容包括水温、盐度、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、亚硝酸盐、硝酸盐、氨氮、磷酸盐、油类、悬浮物、汞、镉、铅、砷、铜、锌、铬和叶绿素 a 等 20 项。

(3) 调查项目采样和分析方法

按照《海洋监测规范》(GB17378.72007)和《海洋调查规范》(GB12763.62007)的采样方法进行采样。

相关数据处理及公式如下：

$$(1) \text{ 多样性指数 (ShannonWiener 1963): } H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

$$(2) \text{ 均匀度指数 (Pielou 1966): } J = H' / \log_2 S$$

$$(3) \text{ 丰度指数 (Margalef 1958): } d = (S - 1) / \log_2 N$$

$$(4) \text{ 群落优势度 (Manauhton): } D_2 = (N_1 + N_2) / NT$$

$$(5) \text{ 物种优势度: } Y = (n_i / N) \times f_i$$

其中， P_i 为第 i 种的个体数量与样品总数量的比值， S 为样品中的种类数， N 为样品的总个体数， N_1 为样品中第一优势种的个数， N_2 为样品中第二优势种

的个数, NT 为样品的总个体数, f_i 为出现率。

种类名录以《中国海洋生物种类与分布》(海洋出版社, 2008)、《中国海洋生物名录》(科学出版社, 2008) 为主要参考。

3.2.4.2 调查结果

a) 浮游植物

采用浅水III型浮游生物网自底层至表层进行垂直拖网。浮游植物样品的处理、分析鉴定及数据处理等按照《海洋监测规范》(GB17378.72007) 和《海洋调查规范》(GB12763.62007) 的要求进行。

(1) 组成和数量

春季调查共鉴定记录浮游植物 5 门 43 属 115 种。种类组成硅藻门 34 属 90 种、甲藻门 6 属 22 种、蓝藻门 1 属 1 种、裸藻门 1 属 1 种、金藻门 1 属 1 种。泉州湾以北沿岸测站的种类数较高, 最高值位于 7 号测站, 最低值位于大港湾内的 19 号测站。浮游植物细胞总数量范围在 $202.03 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 6488.55 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间, 平均数量为 $2044.01 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。

秋季调查共鉴定记录浮游植物 3 门 35 属 98 种。种类组成硅藻门 30 属 85 种、甲藻门 4 属 12 种、蓝藻门 1 属 1 种。调查海域东北部测站的种类数较高, 最高值位于大港湾内的 19 号测站, 最低值位于调查海域南部的 6 号测站。浮游植物细胞总数量范围在 $1.08 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 19.11 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间, 平均数量为 $5.29 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。

(2) 生态类群

春季主要生态类群: 1) 暖水性种类: 主要有双环海链藻 (*Thalassiosira diporocyclus*)、畸形圆筛藻 (*Coscinodiscus deformatus*) 等, 种类多, 数量极多。2) 广布性种类: 以适应盐度的范围, 主要可以分为三类: 广温高盐性种类、广温广盐性种类和广温低盐性种类。3) 暖温性种类种类少, 数量不少本次调查中还有一些底栖性种类存在, 有些是由于风浪等搅动而混入, 如洛伦菱形藻 (*Nitzschia lorenziana*)、柔软舟形藻 (*Navicula mollis*) 等, 种类少, 数量多。

秋季主要生态类群: 1) 暖水性种类: 主要有钟形中鼓藻 (*Bellerochea horologicalis*)、强氏圆筛藻 (*Coscinodiscus janischii*) 等, 种类不多, 数量不少。

2) 广布性种类: 以适应盐度的范围, 主要可以分为三类: 广温高盐性种类、广温广盐性种类和广温低盐性种类。3) 暖温性种类: 柔弱角毛藻 (*Chaetoceros debilis*)、双孢角毛藻 (*Chaetoceros didymus*) 等, 种类少, 数量少。本次调查中还有一些底栖性种类存在, 有些是由于风浪等搅动而混入, 长菱形藻 (*Nitzschia longissima*)、长菱形藻弯端变种 (*Nitzschia longissima* v. *reversa*) 等, 种类较多, 数量不少。

(3) 主要优势种(属)数量及分布

2022 年春季调查浮游植物数量优势种类主要有双环海链藻和洛伦菱形藻等。生态性质为暖水性和广布性, 其他数量较多的藻类还包括柔弱角毛藻、东海原甲藻尖刺拟菱形藻等。

2022 年秋季调查浮游植物数量优势的种类主要有奇异棍形藻、中肋骨条藻等, 其他数量较多的藻类还包括具槽直链藻、琼氏圆筛藻等。生态性质为广布性。

(3) 多样性指数和均匀度

2022 年春季调查浮游植物各测站多样性指数 (H') 的范围为 0.91~3.52, 平均值为 2.05。均匀度指数 (J) 的范围为 0.19~0.76, 平均值为 0.42。

春季调查的 H' 值最高值均位于调查海域北部的 27 号测站, J 值最高值位于中部的 18 号测站; H' 值和 J 值的最低值均位于调查海域西南部的 5 号测站。

秋季调查浮游植物各测站多样性指数 (H') 的范围为 2.06~4.35, 平均值为 3.72。均匀度指数 (J) 的范围为 0.42~0.90, 平均值为 0.75。

略

图 3.2-8 浮游植物多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

b) 浮游动物

分别采用浅水I型和浅水II型浮游生物网进行由底至表层垂直拖网, 采集浮游动物样品, 并按照《海洋监测规范》(GB17378.72007)的要求进行样品处理、分析鉴定及数据计算分析。浅水II型网获得的浮游动物样品作为定量分析资料, 浅水I型网获得的样品作为总生物量(湿重)测定及种类定性补充分析的参考资料。

(1) 种类和数量

春季调查采集的样品中, 鉴定到种级的浮游动物共有 12 个类别 96 种, 浅水I型网获的浮游动物生物量(湿重)均值为 381.67mg/m³, 水域总个体密度均值

9643.24 个/m³。平面分布在 1887.44~25082.24 个/m³之间，数量变幅较大。

秋季调查的样品，鉴定到种级的浮游动物共有 10 个类别 75 种。浅水I型网获的浮游动物生物量(湿重)均值为 384.48mg/m³，水域总个体密度均值 1663.88 个/m³。

(2) 生态类群

春季三个生态类群。1) 广温暖温近岸生态类群：大西洋五角水母 (*Muggiaea atlantica*)，中华哲水蚤 (*Calanus sinicus*)，小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*) 等。

2) 暖水近岸生态类群：强额拟哲水蚤 (*Paracalanus crassirostris*)，瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis*)，等 3) 暖水远岸生态类群：亚强次真哲水蚤等 (*Subeucalanus subcrassus*)，半口壮丽水母 (*Aglaurea hemistoma*) 和四叶小舌水母 (*Liriope tetraphylla*)。

秋季三个生态类群。1) 广温暖温近岸生态类群：小毛猛水蚤 (*Microsetella norvegica*)、中华假磷虾 (*Pseudeuphausia sinica*) 等。2) 暖水近岸生态类群：强额拟哲水蚤 (*Paracalanus crassirostris*)，针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)，短角长腹剑水蚤 (*Oithona brevicornis*) 等 3) 暖水远岸生态类群：亚强次真哲水蚤 (*Subeucalanus subcrassus*)，精致真刺水蚤 (*Euchaeta concinna*)，普通波水蚤 (*Undinula vulgaris*) 和半口壮丽水母 (*Aglaurea hemistoma*)。

(3) 优势种

春季调查优势种如表 3.2-33。

表 3.2-33 浮游动物优势种及其优势度 (Y)

中文名	拉丁文学名	出现频率	优势度 (Y)
近缘大眼水蚤	<i>Corycaeus (D.) affinis</i>	100%	0.210
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	100%	0.109
长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>	100%	0.087
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>	94%	0.026

秋季调查优势种如表 3.2-34。

表 3.2-34 浮游动物优势种及其优势度 (Y)

中文名	拉丁文学名	出现频率	优势度 (Y)
小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>	100%	0.322
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>	100%	0.081
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>	100%	0.080
短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>	100%	0.046
精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>	83%	0.036

(4) 多样性指数和均匀度指数

春季调查浮游动物多样性指数 (H') 均值 3.10, 平面分布在 1.71~3.89 范围内。均匀度指数 (J) 均值 0.59, 平面分布在 0.36~0.67 之间各测站的 J 值都在 0.50 之上, 如图 3.2-9。

略

图 3.2-9. 多样性指数 (H'), 均匀度指数 (J) 平面分布

秋季调查浮游动物多样性指数 (H') 均值 3.37, 平面分布在 2.53~4.32 范围内, 多样性指数分布均匀。均匀度指数 (J) 均值 0.64, 平面分布在 0.51~0.80 之间, 图 3.2-10 可见。

略

图 3.2-10. 多样性指数 (H'), 均匀度指数 (J) 平面分布

c) 鱼卵仔稚鱼调查

春季 18 个拖网样品共采获鱼卵 11203 粒, 经初步鉴定隶属 9 科, 共 17 种。鱼卵平均密度为 $1.0642 \text{ 粒}/\text{m}^3$ 。大港湾海域各站鱼卵数量平面分布特点明显, 湾内明显比湾口多, 泉州湾分布差别较小, 湾口的站点数量比湾内略多。仔稚幼鱼共采获 41 尾, 其中仔鱼 33 尾, 稚鱼 7 尾, 幼鱼 1 尾, 经初步鉴定隶属 6 科, 共 6 种。所采集到的仔稚鱼数量很少, 其中有 5 个站点没有出现, 站的平均密度 $0.00413 \text{ 尾}/\text{m}^3$, 仔稚鱼的数量平面分布整体较低, 大港湾海域的站点比其他略高。

秋季 18 个拖网样品共采获鱼卵 20282 粒, 经初步鉴定隶属 9 科, 共 11 种, 鱼卵平均密度为 $3.0600 \text{ 粒}/\text{m}^3$, 采集到的仔稚鱼数量较多, 共采获 356 尾, 其中仔鱼 350 尾, 稚鱼 3 尾, 幼鱼 3 尾, 经初步鉴定隶属 13 科, 共 14 种。数量平面分布整体较低, 泉州湾岸边的站点比离岸站点较高, 大港湾海域的站点较低。

d) 浅海底栖生物

浅海底栖生物调查, 使用采泥面积为 0.05m^2 的采泥器, 每站连续采集 4 次有效泥样合为一份样品, 泥样经淘洗, 用网目孔径为 0.5mm 的套筛分选出标本, 套筛内残渣固定保存带回实验室, 在解剖镜下分选出标本。样品的处理、分析鉴定及数据处理均按照《海洋监测规范》(GB17378.72007)的要求进行。

(1) 种类与数量

本次春季海区调查共鉴定出大型底栖生物 172 种, 其中环节动物多毛类的种类最多, 达 79 种, 占总种类数的 45.93%; 其次是节肢动物门甲壳类 58 种, 软体动物有 18 种, 其它类群动物 10 种, 棘皮动物仅出现 7 种。底栖生物平均总生物量为 23.338 g/m^2 。大型底栖生物总平均栖息密度为 671.111 ind/m^2 , 各个站位春季大型底栖生物栖息密度分布相差较大, 其栖息密度分布范围为 $110.000 \text{ ind/m}^2 \sim 1675.000 \text{ ind/m}^2$ 。

本次秋季海区调查共鉴定出大型底栖生物 119 种, 其中环节动物多毛类的种类最多, 达 59 种, 占总种类数的 49.58%; 其次是节肢动物门甲壳类 28 种, 软体动物有 20 种其它类群动物 7 种, 棘皮动物仅出现 5 种。底栖生物平均总生物量为 3.983 g/m^2 。大型底栖生物总平均栖息密度为 187.222 ind/m^2 , 各个站位大型底栖生物栖息密度分布相差较大, 其栖息密度分布范围为 $10.000 \text{ ind/m}^2 \sim 400.000 \text{ ind/m}^2$ 。

(2) 种群优势与多样性

春季调查该海区并无 IRI 指数大于 1000 的优势种, 这可能是因为该海区的物种分布较为均匀, 没有优势度特别突出的物种。但是有三种优势度指数大于 500 的重要种类, 分别为不倒翁虫(*Sternaspis sculata*)、独指虫(*Aricidea fragilis*) 与日本强鳞虫(*Sthenolepis japonica*)。

秋季调查 IRI 指数大于 1000 的优势种均为环节动物多毛类, 分别为加州中蚓虫(*Mediomastus californiensis*) 与花冈钩毛虫(*Sigambra hanaokai*)。另外还有一种优势度指数大于 500 的重要种类, 为螯虫动物门的短吻铲荚螯(*Listriolobus brevirostris*)。

本次调查海区春季大型底栖生物 Shannonwiener 物种多样性指数 H' 的平均值为 3.112, 总体上多样性水平较高, 分布范围在 1.262~3.731 之间; Pielou 物种均匀度指数 J' 的平均值为 0.863, 其分布范围在 0.649~0.949 之间总体均匀度指数水平较高, 物种分布较为平均; Margalef 种类丰富度指数 d 的平均值为 7.912, 分布范围在 1.941~11.800 之间; Simpson 优势度指数 D 的平均值为 0.074, 分布范围在 0.023~0.407 之间优势度指数水平总体较低(表 3.2-35)。

表 3.2-35 各站位春季大型底栖生物生态特征指数分析

略

本次调查海区秋季大型底栖生物 Shannonwiener 物种多样性指数 H' 的平均值为 2.676, 总体上多样性水平较低, 分布范围在 2.032~3.265 之间, HA05 站位由于只采集到一种大型底栖生物无法计算。Pielou 物种均匀度指数 J' 的平均值为 0.908, 其分布范围在 0.777~0.975 之间, 总体均匀度指数水平较高, 物种分布较为平均; Margalef 种类丰富度指数 d 的平均值为 5.319, 分布范围在 3.496~8.672 之间; Simpson 优势度指数 D 的平均值为 0.067, 分布范围在 0.038~0.164 之间, 所有站位的优势度指数均低于 0.500, 优势度指数水平总体较低 (表 3.2-36)。

表 3.2-36 秋季各站位大型底栖生物生态特征指数分析

略

e) 潮间带底栖生物

2022 年 5 月 1718 日和 9 月 8-9 日, 在惠安县东南沿海, 进行 6 条断面的潮间带春秋生态调查, 调查断面实测经纬度(表 3.2-37)。

表 3.2-37 潮间带调查断面实测经纬度

略

潮间带底栖生物调查, 潮区的划分参照潮汐资料, 根据瓦扬(Vaillant, 1891)和斯蒂芬森(Stevenson, 1949)原则以及生物自然分布带, 将潮间带划分高潮区(2 层)、中潮区(3 层)、低潮区(2 层)。每个潮区用 25 cm×25 cm 定量取样框, 每样水平间隔 1 m, 取 4 个样方合为一份样品, 样品经淘洗后以网目孔径为 1 mm 的套筛分选标本, 套筛内残渣固定保存带回实验室, 在解剖镜下分选出标本。在进行定量取样的同时, 在定量采样点附近进行定性采集与生态观察。

样品处理、室内分析和资料整理均按《海洋调查规范》(GB/T 12763.62007)、《海洋监测规范》(GB17378.72007)的要求进行。

HAC1 断面, 位于惠安县台商区下垵村, 采集高潮区(I2), 底质为沙、中潮区上层(II1), 底质为沙泥、中潮区中层(II2), 底质为泥、中潮区下层(II3), 底质为泥、低潮区上层(III1), 底质为泥和低潮区下层(III2), 底质为泥, 共 6 个测站。秋季只采 5 个测站, 没有采低潮区下层(III2)。

HAC2 断面, 位于惠安县张坂镇前见村东面, 采集高潮区(I2)、中潮区上层(II1)、

中潮区中层(II2)、中潮区下层(II3)、低潮区上层(III1)和低潮区下层(III2),共6个测站,底质都是沙。秋季只采5个测站,没有采低潮区下层(III2)。

HAC3断面,位于惠安县崇武镇溪底村东面,采集高潮区(I2)、中潮区上层(II1)、中潮区中层(II2)、中潮区下层(II3)、低潮区上层(III1)和低潮区下层(III2)共6个测站,底质都是沙。秋季只采5个测站,没有采低潮区下层(III2)。

HAC4断面,位于惠安县崇武镇半月湾,采集高潮区(I2)、中潮区上层(II1)、中潮区中层(II2)、中潮区下层(II3)、低潮区上层(III1)和低潮区下层(III2)共6个测站,底质都是沙。秋季只采5个测站,没有采低潮区下层(III2)。

HAC5断面,位于惠安县崇武镇大岞村东面,采集高潮区(I2)、中潮区上层(II1)、中潮区中层(II2)、中潮区下层(II3)、低潮区上层(III1)和低潮区下层(III2)共6个测站,底质都是沙,受潮汐风浪影响未能在低潮区下层(III2)采样。秋季只采5个测站,没有采低潮区下层(III2)。

HAC6断面,位于惠安县净峰镇惠女湾,采集高潮区(I2)、中潮区上层(II1)、中潮区中层(II2)、中潮区下层(II3)、低潮区上层(III1)和低潮区下层(III2)共6个测站,底质都是沙。秋季只采5个测站,没有采低潮区下层(III2)。

(1) 数量与分布

春季调查的6条潮间带断面,采集的潮间带生物样品经初步鉴定共152种,种类组成:环节动物48种,占种类组成的31.58%,软体动物50种,占种类组成的32.89%,甲壳动物43种,占组成的28.29%,棘皮动物0种,其他类群动物11种占组成的7.81%。HAC1断面采集的种类有54种,HAC2断面采集17种,HAC3断面采集42种,HAC4断面采集34种,HAC5断面采集33种,HAC6断面采集39种。各断面潮间带生物种类数量及组成,各断面种类组成中,都没有棘皮动物,HAC1断面种类数明显大于其它5个断面,HAC2断面种类数最少。6条潮间带断面生物平均栖息密度为133.89个/m²,软体动物平均栖息密度远远大于其他几个类别,其平均栖息密度为94.11个/m²,占栖息密度组成的70.29%。HAC6断面平均栖息密度最高,为417.33个/m²。

秋季调查的6条潮间带断面,采集的潮间带生物样品经初步鉴定共140种,种类组成:环节动物28种,占种类组成的20.00%,软体动物63种,占种类组成的45.00%,甲壳动物42种,占组成的30.00%,棘皮动物2种,占组成的1.43%,

其他类群动物 5 种占组成的 3.57 %。HAC1 断面捕获的种类有 53 种，HAC2 断面捕获 25 种，HAC3 断面捕获 32 种，HAC4 断面捕获 26 种，HAC5 断面捕获 39 种，HAC6 断面捕获 46 种。各断面潮间带生物种类数量及组成，各断面种类组成中，只有 HAC1 断面有棘皮动物，HAC1 断面种类数最多，HAC4 断面种类数最少。潮间带生物平均栖息密度为 84.00 个/m^2 ，软体动物平均栖息密度远远大于其他几个类别，其平均栖息密度为 56.40 个/m^2 ，占栖息密度组成的 67.14 %。HAC6 断面平均栖息密度最高，为 148.80 个/m^2 。

(2) 生物量组成与分布

春季潮间带生物平均生物量为 13.40 g/m^2 ，生物量组成中：软体动物平均生物量最大，为 11.25 g/m^2 ，占生物量组成的 83.98 %；甲壳动物 1.51 g/m^2 ，占 11.25 %；环节动物 0.56 g/m^2 ，占 4.18 %；棘皮动物 0 g/m^2 ；其他类群动物 0.08 g/m^2 ，占 0.59 %。HAC6 断面平均生物量最大，为 33.71 g/m^2 。HAC2 断面平均生物量最低，为 0.33 g/m^2 。

秋季潮间带生物平均生物量为 20.75 g/m^2 ，生物量组成中：软体动物平均生物量最大，为 17.28 g/m^2 ，占生物量组成的 83.28 %；甲壳动物 2.52 g/m^2 ，占 12.14 %；棘皮动物 0.58 g/m^2 ，占 2.77 %；环节动物 0.33 g/m^2 ，占 1.57 %；其他类群动物 0.05 g/m^2 ，占 0.24 %。HAC3 断面平均生物量最大，为 43.18 g/m^2 。HAC2 断面平均生物量最低，为 3.13 g/m^2 。

(3) 生物量与栖息密度的垂直分布

春季 HAC1 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II2>低潮区III2>中潮区II3>低潮区III1>中潮区II1>高潮区I2；栖息密度分布高低依次：低潮区III1>中潮区II2>低潮区III2>>中潮区II3>中潮区II1>高潮区I2。

春季 HAC2 断面 生物量分布高低依次为：低潮区III2>低潮区III1>中潮区II3>中潮区II2；栖息密度分布高低依次：低潮区III2>低潮区III1>中潮区II2>中潮区II3。

春季 HAC3 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II2>低潮区III2>中潮区II3>中潮区II1>低潮区III1；栖息密度分布高低依次：中潮区II1>中潮区II2>中潮区II3>低潮区III2>低潮区III1。

春季 HAC4 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II3>低潮区III1>低潮区

III2>中潮区II1>中潮区II2>高潮区I2；栖息密度分布高低依次：中潮区II3>中潮区II2>低潮区III2>低潮区III1>中潮区II1>高潮区I2。

春季 HAC5 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II1>低潮区III2>中潮区II2>低潮区III1>中潮区II3>高潮区I2；栖息密度分布高低依次：低潮区III2>低潮区III1>中潮区II2>中潮区II3>中潮区II1>高潮区I2。

春季 HAC6 断面 生物量分布高低依次为：低潮区III2>低潮区III1>中潮区II2>中潮区II3；栖息密度分布高低依次：低潮区III2>低潮区III1>中潮区II2>中潮区II3。

秋季 HAC1 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II3>低潮区III1>中潮区II2>中潮区II1>高潮区I2；栖息密度分布高低依次：中潮区II1>中潮区II3>中潮区II2>低潮区III1>高潮区I2。

秋季 HAC2 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II1>中潮区II2>中潮区II3>低潮区III1；栖息密度分布高低依次：中潮区II1>低潮区III1>中潮区II2>中潮区II3。

秋季 HAC3 断面 生物量分布高低依次为：低潮区III1>中潮区II2>中潮区II3>中潮区II1；栖息密度分布高低依次：低潮区III1>中潮区II3>中潮区II2>中潮区II1。

秋季 HAC4 断面 生物量分布高低依次为：中潮区II1>低潮区III1>中潮区II3>中潮区II2；栖息密度分布高低依次：低潮区III1>中潮区II1>中潮区II2>中潮区II3。

秋季 HAC5 断面 生物量分布高低依次为：低潮区III1>中潮区II2>中潮区II1>中潮区II3>高潮区I2；栖息密度分布高低依次：低潮区III1>中潮区II2>中潮区III1>中潮区II3>高潮区I2。

秋季 HAC6 断面 生物量分布高低依次为：低潮区III1>中潮区II1>中潮区II3>中潮区II2；栖息密度分布高低依次：低潮区III1>中潮区II3>中潮区II1>中潮区II2。

(4) 优势种

春季调查的 6 条断面潮间生物优势度(Y)值>0.020 的共有 17 种，其中环节动物 5 种，软体动物 4 种，甲壳动物 8 种。(表 3.2-37)。

表 3.2-38 春季调查潮间带底栖生物物种的优势度

略

秋季调查的 6 条断面潮间生物优势度(Y)值 >0.020 的共有 15 种, 其中环节动物 3 种, 软体动物 5 种, 甲壳动物 6 种, 其他动物 1 种。(表 3.2-39)。

表 3.2-39 调查潮间带底栖生物物种的优势度

略

(5) 群落特征指数

调查潮间带生物群落特征的相关指数, 是根据各测站定量样品数据分别计算后的平均值。春季物种多样性指数(H')分布范围 0.852~4.667; 均匀度指数(J)分布范围 0.188~0.941; 丰度指数(d)分布范围 2.142~6.884; 优势度指数(D_2)分布范围 0.057~0.810。HAC1 断面多样性和丰度指数值都最高, HAC2 断面均匀度指数值最高, HAC6 断面的优势度指数值最高(表 3.2-40)。

表 3.2-40 春季调查潮间带生物物种多样性、均匀度、丰度与优势度

略

秋季物种多样性指数(H')分布范围 0.852~5.045; 均匀度指数(J)分布范围 0.302~0.942; 丰度指数(d)分布范围 1.848~7.297; 优势度指数(D_2)分布范围 0.038~0.722。HAC1 断面多样性指数值最高, HAC4 断面均匀度指数值最高, HAC1 断面丰度指数值最高, HAC3 断面的优势度指数值最高(表 3.2-41)。

表 3.2-41 秋季调查潮间带生物物种多样性、均匀度、丰度与优势度

略

f) 游泳动物调查

游泳动物的现场调查数据采用渔获密度和渔获量统计, 渔获密度以每网小时尾为统计单位 (尾/(网·小时)), 渔获量以每网小时 kg 为统计单位 (kg/(网·小时)), 调查海域游泳生物现存资源量估算采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 91102007) 中渔业资源密度计算公式: $D = C/qa$, 式中: D 为渔业资源密度, 单位为 (尾/ km^2) 或 (kg/km^2); C 为平均每小时拖网渔获量, 单位为 (尾/网 h) 或 ($\text{kg}/\text{网 h}$); a 为每小时网具拖网扫海面积, 单位为 ($\text{km}^2/\text{网 h}$); q 为网具捕获率, 拖网一般取 0.5。

(1) 组成及分布

春季拖网渔业资源调查共鉴定游泳动物种类 82 种，密度均值为 4.81×10^4 ind/km²，隶属于 16 目 43 科 63 属，其中鱼类种类数最多，有 11 目 31 科 42 属 48 种，占总种类数的 58.54%；虾类有 1 目 6 科 11 属 15 种；蟹类有 1 目 2 科 3 属 10 种；口足类 1 目 1 科 4 属 6 种；头足类 3 目 3 科 3 属 3 种。种类数最高值出现在 6 号站位，最低值出现在 4 号站位只有 7 种。各个站位游泳动物密度分布相差较大，各站栖息密度分布范围在 0.65×10^4 ind/km²~ 10.99×10^4 ind/km²。游泳动物平均总生物量为 544.56 kg/km²。其中以鱼类优势度最大，为 404.58 kg/km²，占总生物量组成的 74.29%；其次为头足类、蟹类和虾类，口足类的生物量占比最少。各个站位的生物量分布范围在 83.74 kg/km² 与 865.95 kg/km² 之间，站位之间差异较大。

秋季拖网渔业资源调查共鉴定游泳动物种类 75 种，密度均值为 6.30×10^3 ind/km²，隶属于 18 目 43 科 63 属，其中鱼类种类数最多，有 12 目 26 科 32 属 36 种，占总种类数的 48.00%；蟹类有 2 目 2 科 5 属 18 种；虾类有 1 目 3 科 7 属 12 种；口足类 1 目 1 科 3 属 5 种；头足类 3 目 3 科 3 属 4 种。种类数最高值出现在 10 号站位，为 31 种，最低值出现在 20 号站位只有 10 种。各个站位游泳动物密度分布相差较大，各站栖息密度分布范围在 1.41×10^3 ind/km²~ 22.54×10^3 ind/km²。游泳动物平均总生物量为 114.81 kg/km²。其中以蟹类优势度最大，为 45.85 kg/km²，占总生物量组成的 39.94%；其次为鱼类、口足类和头足类，虾类的生物量占比最少。各个站位的生物量分布范围在 43.03 kg/km² 与 302.47 kg/km² 之间，站位之间差异较大。

(2) 优势种

春季该海区优势种有 7 种，分别为短吻鲷、中国枪乌贼、二长棘鲷、黄鲫（*Setipinna taty*）、沙带鱼、双斑螯（*Charybdis bimaculata*）和鹿斑鲷（*Leiognathus ruconius*）。其中优势度最大的为鱼类中的短吻鲷，其相对重要性指数计算为 2603.42。

秋季该海区优势种有 2 种，分别为日本螯和直额螯（*Charybdis truncata*）。其中优势度最大的为蟹类中的日本螯，其相对重要性指数计算为 2190.01。

(3) 生态特征指数

调查海域春季游泳动物种类丰富度指数 d 分布范围为 1.649-6.675，平均值为

4.397；种类多样性指数 H' 分布范围为 2.133-4.233，平均值为 3.401；种类均匀度指数 J' 分布范围为 0.525-0.863，平均值为 0.743；优势度指数 D 分布范围为 0.068-0.302，平均值为 0.150，（表 3.2-26.a）。

秋季调查海域游泳动物种类丰富度指数 d 分布范围为 2.769-6.057，平均值为 4.188，；种类多样性指数 H' 分布范围为 1.953-4.172，平均值为 3.312；种类均匀度指数 J' 分布范围为 0.488-0.958，平均值为 0.801；优势度指数 D 分布范围为 0.043-0.501，平均值为 0.159，（表 3.2-26.b）。

表 3.2-26.a 春季调查海区各站位生态特征指数列表

略

表 3.2-26.b 秋季调查海区各站位生态特征指数列表

略

3.2.6 海洋灾害

（1）台风与风暴潮

根据 2018 年 5 月自然资源部发布的全国海洋灾害综合风险等级图，惠安县的灾害综合等级为 II 级，风险级别较高。

惠安地处福建东南沿海，遭受的主要海洋灾害类型为风暴潮，风暴潮过程主要为台风风暴潮。风暴潮灾害发生的主要时间主要集中在每年台风多发期，一般为每年的 5~11 月，并以 7、8、9 三个月最多；就影响的台风来说，一般以正面袭击和西行两种路径引起风暴增水较大，出现风暴潮灾害机率也较多，损失也较大。

略

图 3.2-11 全国海洋灾害综合风险等级图

福建沿海是风暴潮的多发区之一。1956~2000 年 45 年间，福建省沿海台风引起增水 50 cm 以上的共 197 次，年平均发生 4.4 次。近 10 年来，福建沿海的风暴潮灾害呈频繁趋势，全省或部分岸段的高潮位超过当地警戒水位 24 次。

根据 1956-2015 年惠安县崇武国家基准气候站地面气象观测数据和常规天气资料分析惠安县台风的历年变化，采用下面标准判断一个台风是否对惠安县有影响，在一次台风过程中：（1）日降雨量 ≥ 50.0 mm；（2）出现风力 ≥ 8 级（风速 ≥ 17

m/s) 的大风日。凡符合上述两个标准中的一个就定为对惠安县有影响。分析结果图中趋势线是台风一元线性回归方程, 回归系数为 0.031 个/10a, 即平均十年增加约 0.03 个热带气旋影响, $R^2 = 0.0018$, 相关系数为 0.04, 因此可见台风增多趋势并不显著。影响惠安台风多年平均约为 1.5 个, 年最多个数为 7 个, 出现在 1990 年; 最少年惠安没有受台风影响, 1956-2015 年共有 13 年没有台风影响。影响台风频数有明显的阶段性特征, 1990 年以前为偏少期, 年平均为 1.3 个; 1990 年以后为偏多期, 年平均为 1.7 个。

略

图 3.2-12 1956-2015 年影响惠安县台风年际变化

根据惠安县第一次全县海洋灾害风险普查结果可知, 1978 年-2020 年, 惠安县共出现超过红色警戒潮位的台风风暴潮过程 1 次, 为 9608 号台风期间, 最高潮位 447 cm; 超橙色警戒潮位的过程共 3 次, 分别为 9216 号、1419 号、1521 号台风影响期间; 超黄色警戒潮位过程 5 次, 分别为 9711 号、0121 号、1312 号、1616 号、1622 号台风影响期间; 超蓝色警戒潮位 10 次, 分别为 8012 号、8617 号、8712 号、9914 号、0116 号、0216 号、0604 号、1209 号、1319 号、1323 号台风影响期间。综合以上分析, 超警戒潮位的风暴潮过程共 19 次, 平均每两年 1 次。

1978 至 2020 年惠安县历史台风相关的灾害事件为 13 件, 其中风暴潮影响最为严重的为 9608 号台风“贺伯”, 恰逢天文大潮, 泉州(崇武海洋站)出现建国以来最高潮位 881 cm (超过泉州当地红色警戒潮位), 叠加特大暴雨影响, 使得泉州市受灾严重; 9914 号台风“丹恩”在漳州龙海登陆, 超蓝色警戒潮位的高潮叠加台风巨浪, 造成泉州市巨大海洋灾害; 1010 号台风“莫兰蒂”在泉州石狮登陆, 潮位低于蓝色警戒潮位, 台风引起的狂风、巨浪和暴雨是此次台风的主要致灾因子; 1521 号台风“杜鹃”正面袭击惠安县, 恰逢天文大潮, 泉州(崇武海洋站)出现建国以来第二高潮位 871 cm (超过泉州当地橙色警戒潮位), 高潮叠加大风大雨, 造成泉州市巨大海洋灾害。

2023 年第 5 号台风“杜苏芮”于 7 月 21 日 08 时在菲律宾以东的太平洋上生成, 于 7 月 28 日上午 9 点 55 分前后在泉州沿海登陆, 登陆时由超强台风级减弱为强台风级, 中心附近最大风力有 15 级 (50 米/秒)。共造成福建省 266.69 万

人受灾，紧急避险转移 39.95 万人，紧急转移安置 16.24 万人；农作物受灾面积 37396.27 公顷，其中绝收面积 1701.76 公顷；倒塌和严重损坏房屋 3357 间，一般损坏房屋间数 14998 间，直接经济损失 147.55 亿元。惠安净峰镇渔业养殖预估损失 7 千多万，惠安海岸带也遭受严重影响，其中，半月湾在台风期间出现巨浪拍打岸堤马路的情景（图 3.2-13 右），后方房屋损毁风险极大。



图 3.2-13 台风“杜苏芮”对惠安的影响

（2）地震

湄洲湾地处福建东南沿海长乐—诏安地震断裂带中段，漳平—平潭东西向构造带横亘湾顶。第三纪以来新构造运动较为强烈，以继承性的断裂活动和断块差异活动为特征。现代地震活动，从 1971 年至 2000 年发生震级 $ML \geq 3.0$ 级地震有 4 次：1995 年 2 月 25 日在晋江围头发生 5.3 级地震，1999 年 8 月 5 日在惠安海域（ $119.18^\circ E, 24.49^\circ N$ ）发生惠安最大的一次地震（ $ML=4.8$ 级），3.0 级以下地震几十次。邻近海域地震有 1992 年 2 月 18 日在南日岛发生的 5.2 级地震，1994 年 9 月 16 日在台湾海峡发生的 7.3 级地震。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

4.1.1 生态评估关键预测因子

4.1.1.1 关键预测因子确定

本项目位于惠安县东南海域，项目周边的资源生态敏感目标主要有福建崇武国家海洋自然公园、大港湾重要滩涂及浅海水域生态保护红线区、大港湾海岸防护生态保护红线区。具体情况见表4.1-1，图4.1-1。

表4.1-1 敏感目标一览表

序号	生态敏感目标名称	方位及最近距离	影响要素
1	福建崇武国家海洋自然公园	部分占用	水动力、地形地貌与冲淤
2	大港湾重要滩涂及浅海水域生态保护红线区	东南侧约320m	水动力、地形地貌与冲淤
3	大港湾海岸防护生态保护红线区	东南侧约1.8km、西侧约2.5km	水动力、地形地貌与冲淤

本项目为生态保护修复项目，项目通过整治修复沙滩、投放牡蛎礁等手段，旨在改善惠安东南部海岸带生态环境，保护海域资源。大港湾牡蛎礁布设在大港湾东侧水深-5.1~-7.3m处，且牡蛎礁为透水式结构，对周边的水动力影响较小，因此主要考虑半月湾沙滩修复工程对敏感目标的影响。半月湾沙滩修复工程是在现有受损的海滩上通过沙滩养护结合纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物修建，快速修复海滩的稳定。拦砂堤与潜堤建设会对周边水动力条件产生影响，同时半月湾其原有的底质类型为沙质，修复后的地形地貌改变较大，因此，项目实施后水动力和地形地貌演变是本项目生态评估的关键因子。

略

图4.1-1 敏感目标分布图

4.1.1.2 方案设计

4.1.1.2.1 方案一

在半月湾西侧修筑纵向拦砂堤（西拦砂堤），拦砂堤西侧营造砾石滩；在东侧渔港附近修筑东拦砂堤，阻断补砂沉积物向东侧渔港航道的运移流失通道；在离岸闭合水深附近构筑水下横向拦砂堤（潜堤），阻断补砂沉积物的向海流失通道；东西拦砂堤及潜堤之间海域为沙滩修复区。平面布置见图 4.1-2。

预期整治修复海滩岸线长度约 1673m，岸段中西部最窄处干滩宽度约 30m。其中，西拦砂堤长约 231m，东拦砂堤长约 309m，最大堤顶高程与沙滩自然发育的滩肩高程（4.5m，85 高程，下同）齐平，防止泥沙向两侧（尤其是渔港航道）输移流失；水下拦砂堤堤顶高程-2.7m，堤长约 827m。

4.1.1.2.2 方案二

方案二与方案一类似，通过沙滩养护结合纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物修建，快速提升半月湾强侵蚀区的海岸防灾减灾能力。二者主要区别在于：方案二中东拦砂堤的位置向西移至现状海滩的侵蚀/淤积变化分界处，预期形成两个平衡岬湾。东拦砂堤西侧岸段为重点修复区，现状海岸已无干滩，滩面下蚀严重，海岸柔性缓冲防护能力较差，可考虑通过成规模的补砂修复重塑该岸段历史上完整的干滩地貌形态，从而快速提升中西部海岸的防灾减灾能力和海岸韧性；东拦砂堤东侧岸段为简易修复区，现状海岸已发育较为完整的月牙形海滩地貌，东拦砂堤修建后该区域的岸线形态可能发生小范围的适应性调整，尤其拦砂堤堤根及其邻近区域受堤身庇护可能形成小范围的波影区，岸线有向海淤进的趋势。该区域可考虑小规模补砂修复，通过适当的人为干预助力海滩地貌快速达到平衡形态。

比选方案二的总体平面布置见图 4.1-3。该方案预期整治修复海滩岸线长度约 1150m，岸段中西部最窄处干滩宽度约 30m。其中，西拦砂堤长 231m，最大堤顶高程与沙滩自然发育的滩肩高程（4.5m）齐平，防止补砂沉积物向西侧漫溢流失；东拦砂堤长 274m，最大堤顶高程（3.5m）位于设计高水位与沙滩自然发育的滩肩高程之间，在起到阻沙挡沙作用的同时有利于东拦砂堤被泥沙裹覆，实现补砂区域与东侧岬湾海滩之间的物质联通和地貌的连贯性；水下拦砂堤堤顶高程-2.7m，堤长约 663m。

4.1.1.2.3 方案三

比选方案三与方案二的区别在于，方案三中西拦砂堤的位置有所调整，同时原砾石充填区改为沙滩修复区。

比选方案三西拦砂堤的位置在方案二基础上向西移至基岩海岸处，东拦砂堤的位置

和尺寸与方案二一致。比选方案三的总体平面布置见图 4.1-4。该方案预期整治修复海滩岸线长度约 1201m，岸段中西部最窄处干滩宽度约 30m。其中，西拦砂堤长 217m，最大堤顶高程与沙滩自然发育的滩肩高程（4.5m）齐平，防止补砂沉积物向西侧漫溢流失；东拦砂堤长 274m，最大堤顶高程（3.5m）位于设计高水位与沙滩自然发育的滩肩高程之间，在起到阻沙挡沙作用的同时有利于东拦砂堤被泥沙裹覆，实现补砂区域与东侧岬湾海滩之间的物质联通和地貌的连贯性；水下拦砂堤堤顶高程-2.7m，堤长约 681m。

略

图 4.1-2 方案一平面布置图

略

图 4.1-3 方案二平面布置图

略

图 4.1-4 方案三平面布置图

4.1.2 关键预测因子影响分析

本节内容主要引用海洋三所2025年2月编制的《泉州市惠安县半月湾海滩修复方案优化论证研究报告》。

4.1.2.1 水动力环境影响分析

4.1.2.1.1 潮流数值模型

(1) 控制方程

采用正交曲线坐标系下的平面二维数学模型对潮流场进行数值模拟研究。沿水深平均的平面二维潮流控制方程为：

沿水深平均的连续方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{C_\xi C_\eta} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} (DuC_\eta) + \frac{\partial}{\partial \eta} (DvC_\xi) \right] = 0 \quad \dots \dots \dots (4.1)$$

水平向的动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{C_\xi} \frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{v}{C_\eta} \frac{\partial u}{\partial \eta} + \frac{uv}{C_\xi C_\eta} \frac{\partial C_\xi}{\partial \eta} - \frac{v^2}{C_\xi C_\eta} \frac{\partial C_\eta}{\partial \xi} = \\ fv - \frac{g}{C_\xi} \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} + E_\xi \left(\frac{1}{C_\xi} \frac{\partial A}{\partial \xi} - \frac{1}{C_\eta} \frac{\partial B}{\partial \eta} \right) - \frac{gu}{C^2 D} \sqrt{u^2 + v^2} \quad \dots \dots \dots (4.2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{C_\xi} \frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{v}{C_\eta} \frac{\partial v}{\partial \eta} + \frac{uv}{C_\xi C_\eta} \frac{\partial C_\eta}{\partial \xi} - \frac{u^2}{C_\xi C_\eta} \frac{\partial C_\xi}{\partial \eta} = \\ -fu - \frac{g}{C_\eta} \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} + E_\eta \left(\frac{1}{C_\xi} \frac{\partial B}{\partial \xi} + \frac{1}{C_\eta} \frac{\partial A}{\partial \eta} \right) - \frac{gv}{C^2 D} \sqrt{u^2 + v^2} \quad \dots \dots \dots (4.3) \end{aligned}$$

式中：

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{C_\xi C_\eta} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} (uC_\eta) + \frac{\partial}{\partial \eta} (vC_\xi) \right] \\ B &= \frac{1}{C_\xi C_\eta} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} (vC_\eta) - \frac{\partial}{\partial \eta} (uC_\xi) \right] \end{aligned}$$

D 为总水深， $D = \zeta + h$ ， ζ 为水位，h 为水深； ξ 、 η 分别为正交贴体坐标的纵向计算网格方向； u 、 v 分别为沿 ξ 、 η 方向的水流速度分量； C_ξ 、 C_η 为拉梅

系数； $f = 2\omega \sin \varphi$ 为科氏力系数（ ω 为地球自转角速度）； E 为水平涡粘扩散系数； C 为谢才系数， $C = \frac{1}{n}(h + \zeta)^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数； g 为重力加速度。

（2）定解条件及计算方法

①初始条件

$$\begin{cases} u(t, x, y)|_{t=0} = u_0(x, y) \\ v(t, x, y)|_{t=0} = v_0(x, y) \\ \zeta(t, x, y)|_{t=0} = \zeta_0(x, y) \end{cases}$$

其中： u_0 、 v_0 、 ζ_0 分别为初始流速、潮位，潮位、流速初始值通常取常数， t_0 为起始计算时间。

②边界条件

开边界 Γ_0 采用流速边界： $u|_{\Gamma_0} = u_a(t, x, y)$

$$v|_{\Gamma_0} = v_a(t, x, y)$$

或采用水位边界： $\zeta|_{\Gamma_0} = \zeta_a(t, x, y)$

式中： u_a 、 v_a 、 ζ_a 均为根据现场观测资料确定的已知量，分别用流速过程或潮位过程控制。

闭边界 Γ_c 采用不可入条件，即 $V_n = 0$ ，法向流速为 0， n 为边界的外法向。

③计算方法

微分方程离散时，时间采用前差分格式，空间采用交错网格的中心差分格式。

二维数值计算采用 ADI 法，把时间步长分成两步进行，前半步隐式计算 ξ 方向的流速分量及潮位，显式计算 η 方向的流速分量；后半步隐式计算 η 方向的流速分量及潮位，显式计算 ξ 方向的流速分量。该方法理论成熟、计算效率高、稳定性好，在工程数值模拟计算中得到了广泛应用。

（3）模型建立

本次模拟范围包括了泉州湾及深沪湾在内，见图 4.1-5，边界点位置见表 4.1-2。工程区网格尺度为 25m×25m，渐变至外海边界处为 250m×250m，网格数为 407×364。

略

图 4.1-5 模型计算范围示意图

表 4.1-2 模型计算区域边界点位置列表

略

模型计算所需的水深资料通过相关海图获得，主要为海军航保部海图和近期工程区局部测图；工程周边地形则采用业主提供的地形数据。模型计算基面统一至 85 高程。

外海开边界条件由东中国海潮波模型系统计算得到潮位过程插值到边界网格点上。

模型的主要参数见表 4.1-3。

表 4.1-3 模型主要参数

略

（4）模型验证

自然资源部厦门海洋预报台于 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，8 个站点使用 4 条调查船分为两个航次进行同步观测，S1、S3、S4、S6 为第一个航次，S2、S5、S7、S8 为第二个航次。

同时在调查海域布设了 2 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 4.1-4 所示，示意图如图 4.1-6 所示。

略

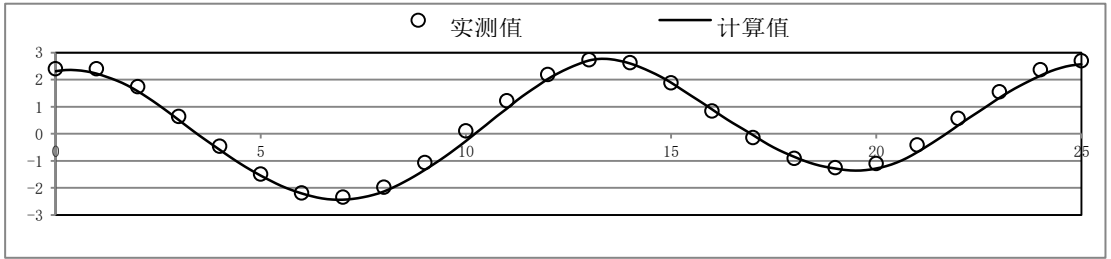
图 4.1-6 水文站位图

表 4.1-4 水文站位表

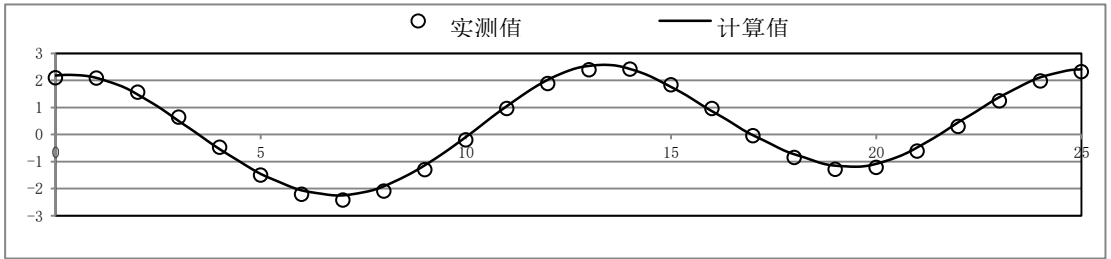
略

图 4.1-7 为潮位验证图。图 4.1-8 为潮流验证图。由验证图可见，T1 第二航次潮位的实测值有一个点应有偏差，其余各站计算潮位过程在潮位及时刻上均能很好地吻合实测值。对于第一航次，四个站位的计算流速基本与实测流速吻合；

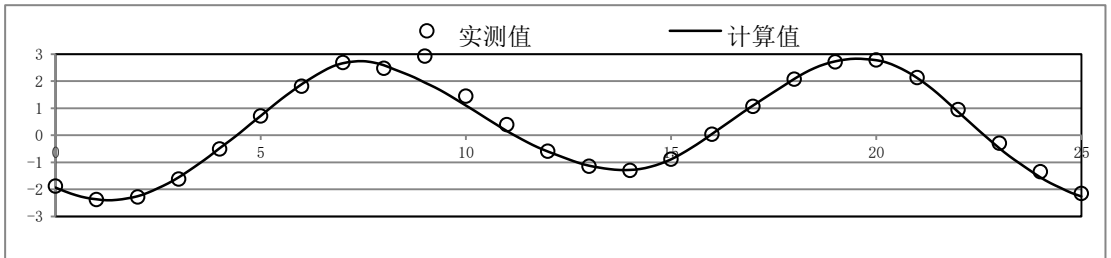
S1 和 S4 站位的流向也基本吻合，略靠外海的 S3 站和 S6 站在第一个航次观测期的 13 至 16 时处于转流期，流速较小，流向吻合度稍差。对于第二航次，S7 站位的计算流速偏小，可能是收到局部地形不够准确的因素影响，其余三个站位的计算流速与实测流速较为吻合，从四个站位的流向来看基本与实测流向吻合。



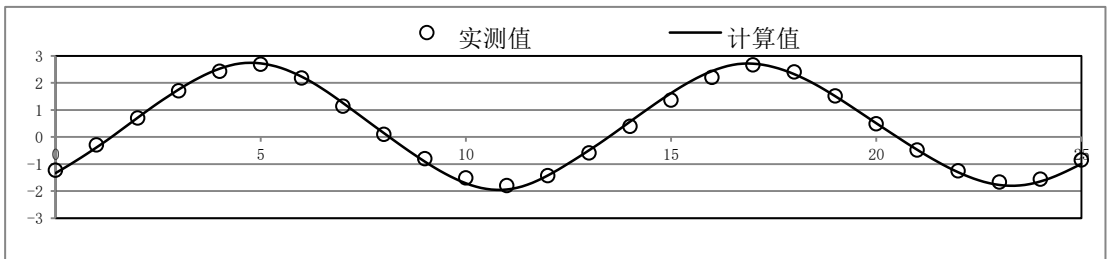
T1 站（第一航次）



T2 站（第一航次）

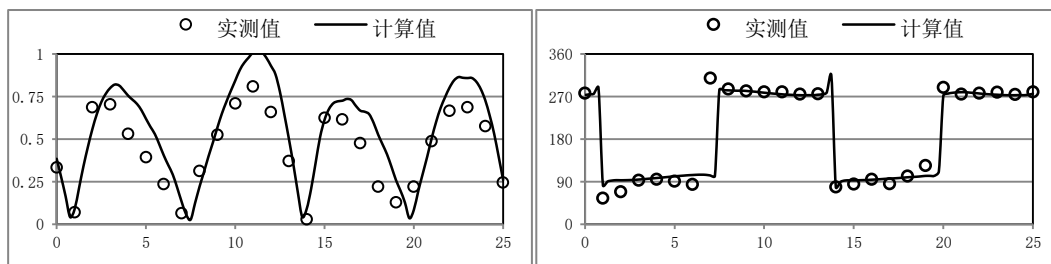


T1 站（第二航次）

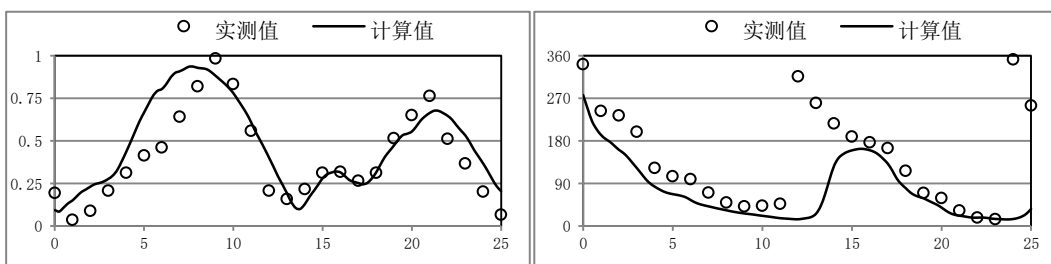


T2 站（第二航次）

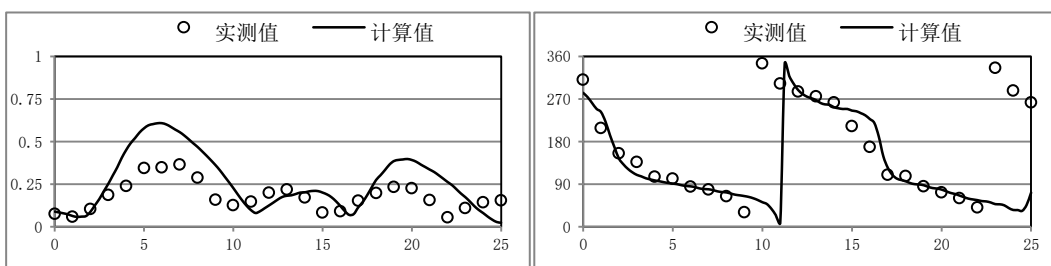
图 4.1-7 潮位站潮位验证图



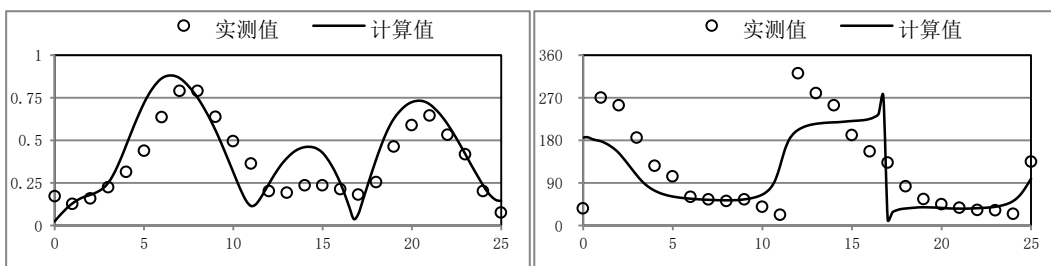
S1 站（第一航次）



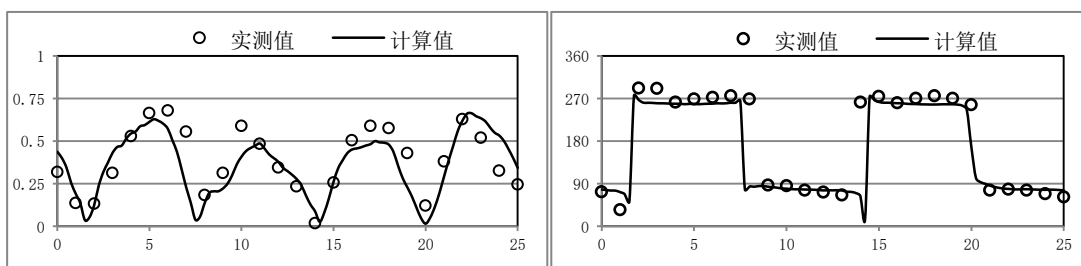
S3 站（第一航次）



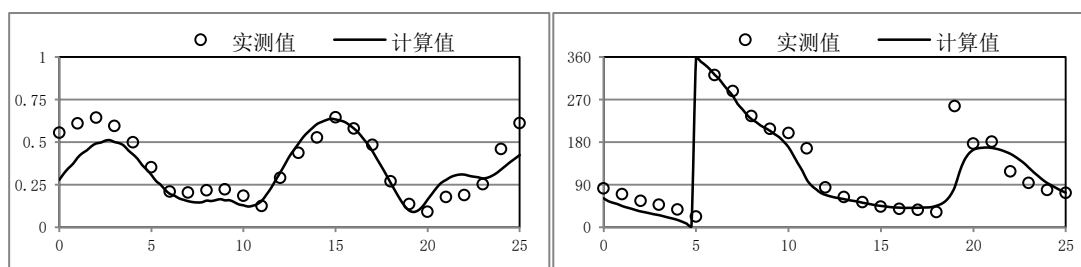
S4 站（第一航次）



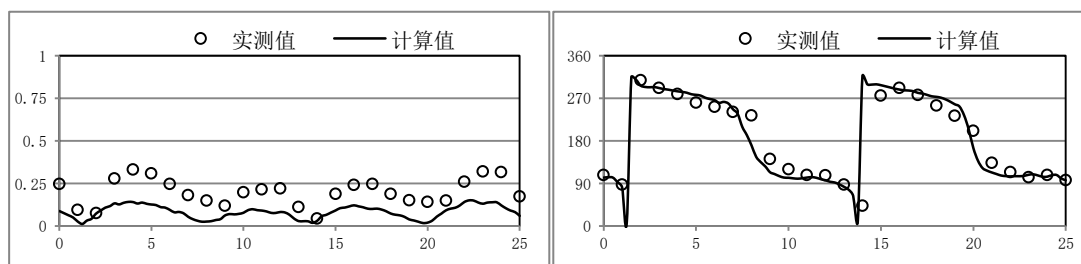
S6 站（第一航次）



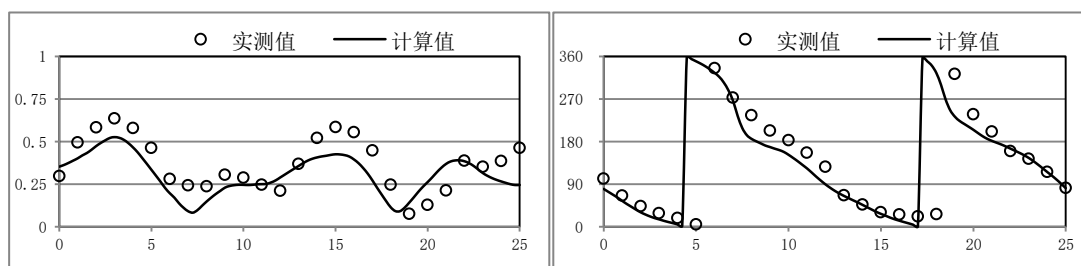
S2 站（第二航次）



S5 站（第二航次）



S7 站（第二航次）



S9 站（第二航次）

图 4.1-8 潮流观测站流速及流向验证图（左为流速验证，右为流向验证）

计算海域典型时刻的流场图见图 4.1-9。

高潮时刻，计算海域基本处于憩流状态，泉州湾和湄洲湾内流速较小。落急时刻，泉州湾和湄洲湾的海水向外海流出，主要流矢为西向和西南向，外海的潮流主要由北向南流动。低潮时刻，泉州湾和湄洲湾湾内流速较小，但外海潮流流速较大，主要由西南向东北流动。涨急时，外海的潮流向泉州湾和湄洲湾流入，两个海湾湾口及湾内的流速较大，但湾外的潮流主要为从南向北流速，流速稍小一些。

从模型验证结果看，计算潮位、流速、流向过程与实测过程符合程度较好，从潮流形态分析来看，模拟的潮流形态基本能反映计算海域的天然流态、浅滩的淹没与干出，说明模型采用的边界控制条件是正确的，模型确定的水流阻力参数是合理的，能较好地复演天然流场，可用于工程方案的计算研究。

略

图 4.1-9 计算域典型时刻潮流场图

4.1.2.1.2 流场影响分析

a、工程前流场

工程前的局部流场见图4.1-10，高潮时工程区500m以外的潮流向正西方向流动，落急时工程区500m以外的潮流向正东方向流动，流速基本在0.5m/s以上；低潮时流速较大，工程区500m以外的潮流向正东方向流动，且流速较大，基本在0.5m/s以上；涨急时流速较小，工程区1km左右的范围内有一股往西流动的潮流，流速在0.3m/s左右。工程区500m以内的半月湾流速较小，在四个典型时刻内都几乎呈憩流状态。

略

图 4.1-10 工程前典型时刻流场图（验证大潮）

b、方案一流场

方案一实施后，流场与工程前基本相同，仅在个别区域有细微的差别。例如，在近岸沙滩施工区域由于补沙的原因，滩肩至潜堤区间部分区域露滩。流场如图4.1-11所示。

略

图 4.1-11 方案一典型时刻流场图（验证大潮）

c、方案二流场

方案二实施后，流场与工程前基本相同，仅在个别区域有细微的差别。例如，在近岸沙滩施工区域由于补沙的原因，滩肩至潜堤区间部分区域露滩。流场如图4.1-12所示。

略

图 4.1-12 方案二典型时刻流场图（验证大潮）

d、方案三流场

方案三实施后，流场与工程前基本相同，仅在个别区域有细微的差别。例如，在近岸沙滩施工区域由于补沙的原因，滩肩至潜堤区间部分区域露滩。流场如图4.1-13所示。

略

图 4.1-13 方案三典型时刻流场图（验证大潮）

4.1.2.1.3 平均流速变化分析

a、工程前平均流速

工程前工程区周边海域涨落潮平均流速如图 4.1-14 所示，由图可见，半月湾以外的落潮平均流速可达 0.5m/s 以上，大于涨潮平均流速，湾内涨落潮平均流速都较小，在 0.1m/s 以下。

略

图 4.1-14 工程前海域平均流速分布（验证大潮）

b、方案一平均流速

方案一实施后工程区周边海域涨落潮平均流速及与工程前涨落潮平均流速对比如图 4.1-15、图 4.1-16 所示。由图可见，半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落潮平均流速都基本呈现下降趋势，涨潮平均流速最多下降 0.04m/s 以上，落潮平均流速最多下降约 0.02m/s，涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。

略

图 4.1-15 方案一海域平均流速分布（验证大潮）

略

图 4.1-16 方案一海域平均流速变化分布（验证大潮）

c、方案二平均流速

方案二实施后工程区周边海域涨落潮平均流速及与工程前涨落潮平均流速对比如图 4.1-17、图 4.1-18 所示。由图可见，半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落潮平均流速主要呈现下降趋势，在拦沙堤和潜堤之间平均流速下降最为明显。涨潮平均流速最多下降 0.04m/s 以上，落潮平均流速最多下降约 0.01m/s；在施工区东侧平均流速略微增大，且涨潮和落潮期间的变化幅度相近，最大均达 0.03m/s 以上；涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。

略

图 4.1-17 方案二海域平均流速分布（验证大潮）

略

图 4.1-18 方案二海域平均流速变化分布（验证大潮）

d、方案三平均流速

方案三实施后工程区周边海域涨落潮平均流速及与工程前涨落潮平均流速对比如图4.1-19、图4.1-20所示。由图可见，半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落潮平均流速主要呈现下降趋势，在拦沙堤和潜堤之间平均流速下降最为明显。涨潮平均流速最多下降0.04m/s以上，落潮平均流速最多下降约0.01m/s；在施工区东侧平均流速略微增大，涨潮和落潮期间的变化幅度相近，最大均达0.04m/s左右；涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。

略

图 4.1-19 方案三海域平均流速分布（验证大潮）

略

图 4.1-20 方案三海域平均流速变化分布（验证大潮）

4.1.2.1.4 最大流速变化分析

为了对比各个方案实施前后工程周边流速大小变化，在工程海域布置了 19 个流速对比点（如图 4.1-21 所示），以分析工程建设后工程区周边海域流速的改变情况。其中 1~3 号点位于工程取东侧的渔港内，4~19 号点分布在工程区附近 300m~3km 左右的范围内。

略

图 4.1-21 特征点位示意图

表 4.1-5 为方案一工程前后涨落潮最大流速及对应流向的对比，从表中可以看出，东侧渔港内涨落潮最大流速基本没有发生变化，对应时刻流向的变化基本在 1° 以内。工程区附近的 4~7 号点，涨潮时 5、6、7 号点的最大流速减小了 1cm/s，对应的流向变化在 -12° ~ 9° 之间；落潮时 4 号点、6 号点最大流速增加了 2cm/s 和 1cm/s，7 号点的最大流速减小了 1cm/s，对应的流向变化在 -8° ~ 2° 之间；其余点位则不发生变化。300m 以外的 8~19 号点涨落潮最大流速和对应的流向都不发生变化。工程对这些海域的影响较小。

表 4.1-6 为方案二工程前后涨落潮最大流速及对应流向的对比。从表中可以

看出，东侧渔港内涨落潮最大流速基本没有发生变化，对应时刻流向的变化基本在 -3° ~ 2° 以内。工程区附近的 4~7 号点，涨潮时 5、6、7 号点的最大流速减小了 1cm/s,对应的流向变化在 -10° ~ 6° 之间；落潮时 4 号点最大流速增加了 1cm/s,落潮时 7 号点的最大流速减小了 1cm/s,对应的流向变化在 -7° ~ -1° 之间，其余点位则不发生变化。300m 以外的 8~19 号点涨落潮最大流速和对应的流向都不发生变化。工程对这些海域的影响较小。

表 4.1-7 为方案三工程前后涨落潮最大流速及对应流向的对比，从表中可以看出，东侧渔港内涨落潮最大流速基本没有发生变化，对应时刻流向的变化基本在 1° 以内。工程区附近的 4~7 号点，涨潮时 5 号、6 号、7 号点的最大流速减小了 1cm/s,对应的流向变化在 -10° ~ 1° 之间；落潮时 4 号、6 号点最大流速增加了 1cm/s, 7 号点的最大流速减小了 1cm/s,对应的流向变化在 -8° ~ -1° 之间；其余则不发生变化。300m 以外的 8~19 号点涨落潮最大流速和对应的流向都不发生变化。工程对这些海域的影响较小。

整体而言，三个工程方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程取附近 300m 以内的范围，涨落潮最大流速的变化基本小于-2cm/s,流向的变化在 -12° 以内。工程取东侧的渔港内各点的最大流速基本没有受到影响，流向的影响基本在 $\pm 1^{\circ}$ 以内。工程区 1km 以外的海域受到影响很小，涨落潮最大流速和对应的流向都不发生改变。

表4.1-5 方案一工程前后涨落潮最大流速流向对比

区域	点位	涨潮							落潮						
		前	后	变化		前	后	变化	前	后	变化		前	后	变化
		流速 (cm/s)	流速 (cm/s)	变化量 (cm/s)	变化率 (%)	流向 (°)	流向 (°)	变化量 (°)	流速 (cm/s)	流速 (cm/s)	变化量 (cm/s)	变化率 (%)	流向 (°)	流向 (°)	变化量 (°)
东侧渔港	1	4	4	0	0	5	5	0	4	4	0	0	190	190	0
	2	7	7	0	0	53	53	0	9	9	0	0	241	241	0
	3	7	7	0	0	71	72	1	9	8	0	0	252	252	0
工程区 300m 以 内范围	4	14	14	0	0	43	52	9	14	16	2	14	258	260	2
	5	15	14	-1	-7	309	297	-12	11	11	0	0	110	102	-8
	6	23	22	-1	-4	300	298	-2	21	22	1	5	86	86	0
	7	24	23	-1	-4	318	317	-1	35	34	-1	-3	124	123	-1
工程区 1km 范 围	8	46	46	0	0	260	260	0	56	56	0	0	83	83	0
	9	59	59	0	0	84	84	0	74	74	0	0	88	88	0
	10	53	53	0	0	81	82	0	64	64	0	0	84	84	0
	11	47	46	0	0	85	85	0	62	62	0	0	89	88	0
工程区 2km 范 围	12	40	40	0	0	97	97	0	53	53	0	0	102	102	0
	13	65	65	0	0	88	88	0	82	82	0	0	92	91	0
	14	72	72	0	0	82	82	0	88	88	0	0	84	84	0
	15	86	86	0	0	81	81	0	104	104	0	0	81	81	0
	16	46	46	0	0	94	94	0	45	45	0	0	81	81	0
工程区 外围	17	94	94	0	0	71	71	0	107	107	0	0	73	73	0
	18	83	83	0	0	70	70	0	93	93	0	0	75	75	0
	19	59	59	0	0	71	71	0	73	73	0	0	81	81	0

表4.1-6 方案二工程前后涨落潮最大流速流向对比

区域	点位	涨潮							落潮						
		前	后	变化		前	后	变化	前	后	变化		前	后	变化
		流速 (cm/s)	流速 (cm/s)	变化量 (cm/s)	变化率 (%)	流向 (°)	流向 (°)	变化量 (°)	流速 (cm/s)	流速 (cm/s)	变化量 (cm/s)	变化率 (%)	流向 (°)	流向 (°)	变化量 (°)
东侧渔港	1	4	4	0	0	5	6	1	4	4	0	0	190	190	0
	2	7	7	0	0	53	50	-3	9	9	0	0	241	241	0
	3	7	7	0	0	71	72	1	9	9	0	0	252	252	0
工程区 300m 以 内范围	4	14	14	0	0	43	49	6	14	15	1	7	258	258	0
	5	15	14	-1	-7	309	299	-10	11	11	0	0	110	104	-7
	6	23	22	-1	-5	300	298	-1	21	21	0	0	86	86	0
	7	24	23	-1	-4	318	317	-1	35	34	-1	-3	124	123	-1
工程区 1km 范 围	8	46	46	0	0	260	260	0	56	56	0	0	83	83	0
	9	59	59	0	0	84	84	0	74	74	0	0	88	88	0
	10	53	53	0	0	81	82	0	64	64	0	0	84	84	0
	11	47	46	0	0	85	85	0	62	62	0	0	89	88	0
工程区 2km 范 围	12	40	40	0	0	97	97	0	53	53	0	0	102	102	0
	13	65	65	0	0	88	88	0	82	82	0	0	92	92	0
	14	72	72	0	0	82	82	0	88	88	0	0	84	84	0
	15	86	86	0	0	81	81	0	104	104	0	0	81	81	0
	16	46	46	0	0	94	94	0	45	45	0	0	81	81	0
工程区 外围	17	94	94	0	0	71	71	0	107	107	0	0	73	73	0
	18	83	83	0	0	70	70	0	93	93	0	0	75	75	0
	19	59	59	0	0	71	71	0	73	73	0	0	81	81	0

表4.1-7 方案三工程前后涨落潮最大流速流向对比

区域	点位	涨潮							落潮						
		前	后	变化		前	后	变化	前	后	变化		前	后	变化
		流速 (cm/s)	流速 (cm/s)	变化量 (cm/s)	变化率 (%)	流向 (°)	流向 (°)	变化量 (°)	流速 (cm/s)	流速 (cm/s)	变化量 (cm/s)	变化率 (%)	流向 (°)	流向 (°)	变化量 (°)
东侧渔港	1	4	4	0	0	5	6	1	4	4	0	0	190	190	0
	2	7	7	0	0	53	53	0	9	9	0	0	241	241	0
	3	7	7	0	0	71	72	0	9	9	0	0	252	252	0
工程区 300m 以 内范围	4	14	14	0	0	43	50	6	14	15	1	7	258	258	0
	5	15	14	-1	-7	309	298	-10	11	11	0	0	110	103	-8
	6	23	22	-1	-4	300	298	-2	21	22	1	5	86	86	0
	7	24	23	-1	-4	318	317	-1	35	34	-1	-3	124	123	-1
工程区 1km 范围	8	46	46	0	0	260	260	0	56	56	0	0	83	83	0
	9	59	59	0	0	84	84	0	74	74	0	0	88	88	0
	10	53	53	0	0	81	82	0	64	64	0	0	84	84	0
	11	47	46	0	0	85	85	0	62	62	0	0	89	88	0
工程区 2km 范围	12	40	40	0	0	97	97	0	53	53	0	0	102	102	0
	13	65	65	0	0	88	88	0	82	82	0	0	92	92	0
	14	72	72	0	0	82	82	0	88	88	0	0	84	84	0
	15	86	86	0	0	81	81	0	104	104	0	0	81	81	0
	16	46	46	0	0	94	94	0	45	45	0	0	81	81	0
工程区 外围	17	94	94	0	0	71	71	0	107	107	0	0	73	73	0
	18	83	83	0	0	70	70	0	93	93	0	0	75	75	0
	19	59	59	0	0	71	71	0	73	73	0	0	81	81	0

4.1.2.1.5 纳潮量影响分析

如图 4.1-22 所示，选取 AB 断面、CD 断面分析工程对半月湾及东侧渔港的纳潮量的影响，计算潮型为验证大潮，潮差 5.18m，具体见表 4.1-8。

略

图 4.1-22 纳潮量计算断面示意图

表 4.1-8 工程前后各断面纳潮量变化（验证大潮）

断面		AB	CD
工程前	纳潮量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	6.522	2.028
方案一	纳潮量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	5.581	2.030
	变化量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	-0.941	0.002
	变化率（%）	-14.428	0.102
方案二	纳潮量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	5.987	2.029
	变化量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	-0.535	0.001
	变化率（%）	-8.203	0.034
方案三	纳潮量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	5.845	2.029
	变化量（ $\times 10^6 \text{ m}^3$ ）	-0.677	0.001
	变化率（%）	-10.380	0.045

可以看出，工程实施后，由于沙滩修复对水域面积的占用，半月湾和东侧渔港的纳潮量都发生了一些微的变化，方案一半月湾的纳潮量减小了约94万 m^3 ；方案二半月湾的整体纳潮量减小了约54万 m^3 ；方案三半月湾纳潮量减小了约68万 m^3 ；从三个方案来看，工程对半月湾的纳潮量会产生一定的影响，但对东侧渔港的纳潮量影响较小。需要注意，虽然从比例上看减少的比例稍大，是因为所考虑的区域范围较小，因此比例稍大。如果以整个泉州湾为大背景，泉州湾纳潮量约为109万 m^3 量级，则减小值将在千分之一。

4.1.2.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

4.1.2.2.1 冲淤计算分析

沙滩修复工程，导致了局部海域岸线的改变，影响到局部海域的潮流形态，改变了水动力环境，工程区域原有的泥沙冲淤平衡状态也将进行一定的调整，因此需要对本项目导致的泥沙淤积的变化情况进行计算。

由于全潮的平均流速大小在工程前后的变化，导致水体的挟沙能力变化，用经验公式对工程建设导致该海域的年淤积强度变化做出估算。淤积公式采用：

$$p = \frac{n\alpha\omega TS_{*1}}{\gamma_0} \left(1 - \frac{S_{*2}}{S_{*1}} \right) \quad (4.4)$$

式中： p 为年淤积强度， n 为一年中潮数， $n=706$ ， α 为沉降几率，取 $0.4 \sim 0.6$ ， ω 为泥沙的絮凝沉速，取 0.0004 m/s ， T 为潮周期， γ_0 为淤积体的干容重 (kg/m^3)， $\gamma_0 = 1750 D_{50}^{0.81}$ ， S_{*1} 为工程前的挟沙能力 (kg/m^3)， S_{*2} 为工程后挟沙能力，按照刘家驹公式估算：

$$S = 0.0273 \gamma_s \frac{(|V_1| + |V_2|)^2}{g d_1} \quad (4.5)$$

其中： γ_s 为泥沙颗粒容重 (kg/m^3)， d_1 为浅滩平均水深， V_1 和 V_2 分别代表浅滩潮流平均流速和波动水体的平均振动速度， $V_2 = 0.2 \frac{H}{d} C$ (m/s)，这里 H 为波高。

工程区附近的波高参考波浪专题的计算结果 (图 4.1-23)，工程区外海水深约 20~30m 处年平均有效波高约 0.9~1.0m，传至工程区近岸年平均有效波高降至 0.7m 以下。受渔港防波堤影响，工程区湾内波能分布不均，岸段东侧存在明显的波影区，年均波高低至 0~0.18m；岸段中西侧开敞程度增大，沿岸波高增至 0.2~0.4m。

略

图 4.1-23 半月湾岸段年平均波浪场

利用公式计算可得到三个方案的年淤积强度变化，如图 4.1-24~4.1-26 所示。

从图中可以看出，对于方案一，在潜堤东部前沿约 300m 以内的区域，年淤积强度可增加 2cm/a~5cm/a，部分区域高于 5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到 2cm/a~10cm/a 之间。位于东侧渔港防波堤与拦砂堤之间的区域略微产生冲刷，冲刷量在 -2cm/a~5cm/a。对其余海域的冲淤强度影响较小。

对于方案二，在潜堤东部前沿约 200m 以内的区域，年淤积强度可增加 2cm/a~5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到 2cm/a~10cm/a 之间。对其余海域的冲淤强度影响较小。

方案三与方案二类似，在潜堤东部前沿约 200m 以内的区域，年淤积强度可增加 2cm/a~5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到 2cm/a~10cm/a

之间。对其余海域的冲淤强度影响较小。

需要注意的是，本计算结果为由于潮流变化引起的冲淤变化，本海域的潮流流速较小，基本在 0.2m/s 以下，引起的流速变化也基本在 0.03m/s 以下。因此由潮流变化引起的冲淤较小。本区域多年平均冲淤情况为：离岸约 200m 以外的区域，年淤积量基本在 $0.05\text{m/a}\sim 0.1\text{m/a}$ ，渔港防波堤周围年平均年淤积量为 $0.1\text{m/a}\sim 0.2\text{m/a}$ 。预计工程周围海域将继续保持这个淤积强度。

略

图 4.1-24 方案一的年冲淤强度变化

略

图 4.1-25 方案二的年冲淤强度变化

略

图 4.1-26 方案三的年冲淤强度变化

4.1.2.2.2 岸线（滩肩线）演变及沿岸输沙

横向上，海洋三所使用NEMOS模型对工程区的岸线（滩肩线）演变及沿岸输沙情况进行模拟和预测。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 方案一

从岸线的整体变化来看（图4.1-27和图4.1-28），方案一养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。养护后第1年沿岸最大淤积约 12m ，最大侵蚀 9.6m ；至第10年最大淤积 24.3m ，最大侵蚀 30.5m （第10年）。

从沿岸输沙趋势来看（图 4.1-29 和图 4.1-30），在海滩养护初期由于岸线快速调整，沿岸输沙率较大，第 1 年最大年净输沙率约为 $2.68 \text{ 万 m}^3/\text{a}$ 。随后几年输沙率逐渐降低，养护后第 4 年最大年净输沙率约为 $1.17 \text{ 万 m}^3/\text{a}$ ，至第 10 年输沙率降至 $4240\text{m}^3/\text{a}$ 。

② 方案二

从岸线的整体变化来看（图4.1-31和图4.1-32），方案二养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。养护后第1年沿岸最大淤积 13.2m ，最大侵蚀 9.8m ；至第10年最大淤积 23.9m ，最大侵蚀 18.9m （第10年）。

从沿岸输沙趋势来看（图 4.1-33 和图 4.1-34），在海滩养护初期由于岸线快

速调整，沿岸输沙率较大，第 1 年最大年净输沙率约为 2.31 万 m^3/a 。随后几年输沙率逐渐降低，养护后第 4 年最大年净输沙率约为 5799 m^3/a ，至第 10 年输沙率降至 1308 m^3/a 。

③ 方案三

从岸线的整体变化来看（图4.1-35和图4.1-36），方案三养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。养护后第1年沿岸最大淤积约27m，最大侵蚀10.5m；至第10年最大淤积42.7m，最大侵蚀23.8m（第10年）。

从沿岸输沙趋势来看（图4.1-37和图4.1-38），在海滩养护初期由于岸线快速调整，沿岸输沙率较大，第1年最大年净输沙率约为2.88万 m^3/a 。随后几年输沙率逐渐降低，养护后第4年最大年净输沙率约为7277 m^3/a ，至第10年输沙率降至 1493 m^3/a 。

略

图 4.1-27 工程区岸线变化平面图（方案一）

略

图 4.1-28 工程区岸线年变化量（方案一）

略

图 4.1-29 工程区填砂后年净输沙率（方案一）

略

图 4.1-30 工程区填砂后的年向东、向西沿岸输沙率（方案一）

略

图 4.1-31 工程区岸线变化平面图（方案二）

略

图 4.1-32 工程区岸线年变化量（方案二）

略

图 4.1-33 工程区填砂后年净输沙率（方案二）

略

图 4.1-34 工程区填砂后的年向东、向西沿岸输沙率（方案二）

略

图 4.1-35 工程区岸线变化平面图（方案三）

略

图 4.1-36 工程区岸线年变化量（方案三）

略

图 4.1-37 工程区填砂后年净输沙率（方案三）

略

图 4.1-38 工程区填砂后的年向东、向西沿岸输沙率（方案三）

4.1.3 用海方案比选

4.1.3.1 水动力影响

根据前章分析，三个方案对水动力影响类似，在近岸沙滩施工区域由于补沙的原因，滩肩至潜区间部分区域露滩。工程方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程附近300m以内的范围，工程区1km以外的海域受到影响很小，涨落潮最大流速和对应的流向都不发生改变。从涨落潮平均流速变化分布图看，方案一对东侧中心渔港流场略微有些影响，方案二与方案三对东侧中心渔港流场没有影响。

方案一半月湾的纳潮量减小了约94万 m^3 ；方案二半月湾的整体纳潮量减小了约54万 m^3 ；方案三半月湾纳潮量减小了约68万 m^3 。

4.1.3.2 冲淤环境影响

根据前章分析，三个方案对冲淤环境影响类似，在潜堤东部前沿海域呈淤积状态；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到2cm/a~10cm/a之间。主要区别在于方案一位于东侧渔港防波堤与拦砂堤之间的区域略微产生冲刷，冲刷量在-2cm/a~5cm/a。对其余海域的冲淤强度影响较小。

三个方案通过修建构筑物预期可形成稳定的平衡岬湾岸线；养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。海滩养护修复后初期沿岸输沙率，方案二的输沙率最低。

4.1.3.3 综合分析

“半月湾海滩修复与养护工程”项目实施的目的在于解决半月湾海滩侵蚀退化问题，恢复半月湾沙滩地貌，改善海洋生态环境，因此修复后沙滩稳定性是方

案比选考虑的首要条件。三个方案通过修建构筑物预期可形成稳定的平衡岬湾岸线；养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。海滩养护修复后初期沿岸输沙率，方案二的输沙率最低。

三个方案对潮流场、纳潮量和冲淤环境的影响均类似。总体表现为方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程附近300m以内的范围，工程区1km以外的海域受到影响很小，涨落潮最大流速和对应的流向都不发生改变；在潜堤东部前沿海域呈淤积状态；拦砂堤外侧区域也产生淤积；纳潮量均减小。

方案一东拦砂堤靠近渔港口门，其向海端部由于堤头聚能作用，有微幅的冲刷趋势，堤的根部则由于动力减弱逐渐向渔港口门方向淤积，平均年淤积量约10~20cm/a。从工程建设对崇武中心渔港通航和冲淤的影响程度上看，方案一存在一定的潜在影响。方案二纳潮量减小值最小，输沙率最低。因此综合考虑，推荐方案二作为半月湾海滩修复的优选方案。

表4.1-9 关键预测因子预测结果对比表

方案	潮流场	纳潮量	冲淤影响	岸线（滩肩线）演变	沿岸输沙率
方案一	半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落潮平均流速都基本呈现下降趋势，涨潮平均流速最多下降0.04m/s以上，落潮平均流速最多下降约0.02m/s，涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。	纳潮量减小了约94万 m ³	在潜堤东部前沿约200m以内的区域，年淤积强度可增加2cm/a~5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到2cm/a~10cm/a之间。对其余海域的冲淤强度影响较小。	岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征	第1年、第4年和第10年的沿岸输沙率分别为2.68万 m ³ /a、1.17万 m ³ /a和4240 m ³ /a。
方案二	半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落潮平均流速主要呈现下降趋势，在拦沙堤和潜堤之间平均流速下降最为明显。涨潮平均流速最多下降0.04m/s以上，落潮平均流速最多下降约0.01m/s；在施工区东侧平均流速略微增大，且涨潮和落潮期间的变化幅度相近，最大均达0.03m/s以上；涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。	纳潮量减小了约54万 m ³	在潜堤东部前沿约200m以内的区域，年淤积强度可增加2cm/a~5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到2cm/a~10cm/a之间。对其余海域的冲淤强度影响较小。	岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征	第1年、第4年和第10年的沿岸输沙率分别为2.31万 m ³ /a、5799 m ³ /a和1308 m ³ /a。

方案三	半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落潮平均流速主要呈现下降趋势，在拦沙堤和潜堤之间平均流速下降最为明显。涨潮平均流速最多下降 0.04m/s 以上，落潮平均流速最多下降约 0.01m/s；在施工区东侧平均流速略微增大，涨潮和落潮期间的变化幅度相近，最大均达 0.04m/s 左右；涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。	纳潮量减小了约 68 万 m ³	在潜堤东部前沿约 200m 以内的区域，年淤积强度可增加 2cm/a~5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到 2cm/a~10cm/a 之间。对 其余海域的冲淤强度影响较小。	岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征	第 1 年、第 4 年和第 10 年的沿岸输沙率分别为 2.88 万 m ³ /a、7277 m ³ /a 和 1493 m ³ /a。
-----	---	-----------------------------	--	----------------------------	---

4.2 资源影响分析

4.2.1 空间资源影响分析

4.2.1.1 对岸线资源的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”与海岸线关系见图4.2-1a与图4.2-1b所示。

“半月湾海滩修复与养护工程”即不占用岸线和也不新增岸线。项目两处离岸线较近距离，西侧拦砂堤距离最近的岸线（整治修复的砂质岸线）约1m，东侧拦砂堤距最近的岸线（砂质岸线）约2m。

“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”即不占用岸线和也不新增岸线。大港湾牡蛎礁距离岸线相对较远，其中距离较近的自然岸线（基岩岸线）约2100m，距离最近的其他岸线（整治修复的砂质岸线）约2600m。

本项目是生态修复项目，实际改善了原有岸线类型的自然生态环境。因此项目建设对岸线起到修复作用，不会破坏其自然属性，项目建设不会对自然岸线的保有率造成影响。

略

图4.2-1（a） 半月湾用海范围与海岸线关系图

略

图4.2-1（b） 大港湾用海范围与海岸线关系图

4.2.1.2 对滩涂湿地的影响

滩涂湿地是滨海城市非常重要的生态系统之一，具有净化污水、为人类提供海产品、保护物种和生物多样、稳定岸线等多种生态服务功能，是大自然赐予的宝贵资产。根据对项目区域潮间带海洋生物的调查结果，没有发现需保护的珍稀海洋生物。

根据惠安县第二批一般湿地信息，项目所在海域不在第二批一般湿地范围中。根据 2023 年惠安县三调成果，半月湾拦砂堤部分位于沿海滩涂中，施工期对沿海滩涂有一定影响，施工结束影响基本消除，见图 4.2-2a。大港湾牡蛎礁距沿海滩涂较远，到最近的沿海滩涂有近 1000 米，见图 4.2-2b。施工期不会对沿海滩

涂带来影响。

作为生态修复工程，项目实施后，“半月湾海滩修复与养护工程”有助于海岸稳定，“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”的牡蛎礁建成后会更好地平衡生态系统，促进当地滩涂生态环境的改善，有助于进一步拓展海洋养殖的空间。因此，本项目的实施，将对工程区的湿地生态服务功能产生积极影响。

略

图 4.2-2a 半月湾用海范围与沿海滩涂关系图

略

图 4.2-2b 大港湾用海范围与沿海滩涂关系图

4.2.2 海洋生物资源影响分析

4.2.2.1 工程占用海域对海洋生物资源的影响分析

工程施工导致的海洋生物量的损失一是工程建设导致底栖生物死亡和栖息地丧失而引起生物量的减少，二是施工期间悬浮泥沙导致海洋生物资源的损失。

“半月湾海滩修复与养护工程”中东西拦砂堤及潜堤建设、沙滩修复与砾石滩占海会导致底栖生物死亡和栖息地减少而引起生物存量减少，占用范围内的底栖生物损失量为100%，根据海域现状调查数据，生物资源密度采用潮间带底栖生物平均生物量计算，工程区附近春秋两季潮间带底栖生物平均生物量为 $17.075\text{g}/\text{m}^2$ ，本项目中东西拦砂堤及潜堤建设 4.5698 公顷，沙滩修复 15.2110 公顷，砾石滩 0.8687 公顷，共面积为 20.6495 公顷。东西拦砂堤及潜堤建设造成底栖生物损失量为 0.780t ，沙滩修复造成底栖生物损失量为 2.597t ，砾石滩造成底栖生物损失量为 0.149t 。“半月湾海滩修复与养护工程”造成底栖生物损失 $=20.6495\text{ha}\times 17.075\text{g}/\text{m}^2=3.526\text{t}$ 。

“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”中牡蛎礁投放建设主要导致工程区海域底栖生物的死亡，根据投放位置，投礁区主要影响大型底栖生物。本项目牡蛎礁尺寸为 $3\times 3\times 3\text{m}$ ，礁体中部透空，基础为4个 $0.4\times 0.4\times 0.8$ 的长方体。因此单个牡蛎礁基础占海面积为 0.64m^2 ，大港湾拟布置4排牡蛎礁群。每排牡蛎礁群均投放64个牡蛎礁，因此占用海域面积为 163.84m^2 。根据海域现状调查数据，工

程区附近春秋两季大型底栖生物平均生物量为13.66g/m²，则评估工程建设导致的底栖生物资源受损量为163.84m² ×13.66g/m²=0.002 t。

综上所述，本项目建设造成的底栖生物损失总量为 3.526t+0.002t=3.528t。

4.2.2.2 悬浮泥沙入海对海洋生物资源的影响分析

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

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

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_j ——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4.1-1。

表4.1-1 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

注：1、本表列出污染物 i 的超标倍数 (B_i)，指超《渔业水质标准》或超Ⅱ类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。4、本表对 pH、溶解氧参数不适用。

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15天时，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。

悬浮物扩散浓度增量主要分布在工程区及其周边海域。”半月湾海滩修复与养护工程”中沙滩修复和东西拦砂堤及潜堤建设在施工时悬浮泥沙将导致海洋生物资源受损，砾石滩建设直接由陆上推填即可，由于砾石规格较大，使用含泥量少的材料在低潮时施工基本不会将泥沙带入海。本工程先是东西拦砂堤及潜堤建设工期9个月，拦砂堤及潜堤完成后沙滩修复工期10个月，根据模型测算，拦砂堤和潜堤一起施工时，悬浮泥沙影响>10mg/L、>20mg/L、>50mg/L、>100mg/L的影响面积分别为42.52公顷，26.78公顷、10.19公顷和3.78公顷。沙滩修复悬浮泥沙影响>10mg/L、>20mg/L、>50mg/L、>100mg/L的影响面积分别为41.26公顷，26.54公顷、13.14公顷和9.63公顷。工程施工悬浮泥沙导致的受损量见表 4.2-2a和表 4.2-2b。

表4.2-2a 海洋生物资源受损量计算表（拦砂堤及潜堤建设）

序号	生物种类	平均资源密度	不同超标倍数的生物损失率(%)	超标面积(km ²)	资源损失量		
					单项损失量	小计	持续损失量
1	鱼卵	2.0621 粒/m ³	5	0.4252	43840 粒	277311 粒	4991598 粒
			20	0.2678	110446 粒		
			40	0.1019	84051 粒		
			50	0.0378	38974 粒		
2	仔	0.034715 尾	5	0.4252	738 尾	4668 尾	84024 尾

	稚鱼	/m ³	20	0.2678	1859 尾		
			40	0.1019	1415 尾		
			50	0.0378	656 尾		
3	浮游植物	1024.65×10 ⁴ cells/m ³	5	0.4252	2.2×10 ¹¹ 个	1.4×10 ¹² 个	2.48×10 ¹³ 个
			20	0.2678	5.5×10 ¹¹ 个		
			40	0.1019	4.2×10 ¹¹ 个		
			50	0.0378	1.9×10 ¹¹ 个		
4	浮游动物	383.075mg/m ³	5	0.4252	8.14 kg	51.51 kg	927.18 kg
			20	0.2678	20.52 kg		
			40	0.1019	15.61 kg		
			50	0.0378	7.24 kg		
5	成体	329.685 kg/km ²	1	0.4252	1.4 kg	11.66kg	209.88kg
			5	0.2678	4.41 kg		
			10	0.1019	3.36 kg		
			20	0.0378	2.49 kg		

表4.2-2b 海洋生物资源受损量计算表（沙滩修复）

序号	生物种类	平均资源密度	不同超标倍数的生物损失率(%)	超标面积(km ²)	资源损失量		
					单项损失量	小计	持续损失量
1	鱼卵	2.0621 粒/m ³	5	0.4126	42541 粒	428751 粒	8575020 粒
			20	0.2654	109456 粒		
			40	0.1314	108384 粒		
			50	0.1633	168370 粒		
2	仔稚鱼	0.034715 尾/m ³	5	0.4126	716 尾	7218 尾	144360 尾
			20	0.2654	1843 尾		

			40	0.1314	1825 尾		
			50	0.1633	2834 尾		
3	浮游植物	$1024.65 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$	5	0.4126	2.1×10^{11} 个	2.1×10^{12} 个	4.26×10^{13} 个
			20	0.2654	5.4×10^{11} 个		
			40	0.1314	5.4×10^{11} 个		
			50	0.1633	8.4×10^{11} 个		
4	浮游动物	383.075 mg/m^3	5	0.4126	7.9 kg	79.64 kg	1592.8 kg
			20	0.2654	20.33 kg		
			40	0.1314	20.13 kg		
			50	0.1633	31.28 kg		
5	成体	329.685 kg/km^2	1	0.4126	1.36 kg	20.83 kg	416.6 kg
			5	0.2654	4.37 kg		
			10	0.1314	4.33 kg		
			20	0.1633	10.77 kg		

注：水深按 1m 进行计算。

“半月湾海滩修复与养护工程”施工悬浮泥沙造成的生物损失量总体为鱼卵 13566618 粒，仔稚鱼 228384 尾，浮游植物 6.74×10^{13} 个，浮游动物 2519.98 千克，成体 626.48 千克。

4.2.2.3 海洋生物资源经济价值计算

(1) 底栖生物的经济价值计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，底栖生物经济损失按下式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M——经济损失金额，单位为元（元）；

W——生物资源损失量，单位为千克（kg）；

P——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海域捕捞产值与产量均值的比值计算，单位为元每千克（元/kg），贝类的平均价格为 10 元/kg 进行计算。

(2) 鱼卵、仔稚鱼的经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下列公式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中： M ——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元（元）；

W ——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个（个）、尾（尾）；

P ——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E ——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾（元/尾）。按照目前平均为 0.5 元/尾。

(3) 成体生物资源经济价值计算

成体生物资源经济价值按下列公式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中： M_i ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额，单位为元（元）；

W_i ——第 i 种类生物成体生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E_i ——第 i 种类生物成体生物资源的价格，成鱼价格按 10 元/kg 计。

根据中华人民共和国水产行业标准（SC/T91102007）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中“生物资源损害赔偿和补偿计算方法”中鱼卵、仔稚鱼、潮间带生物，底栖生物经济价值计算，其补偿年限（倍数）确定按以下原则：

①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；

②占用渔业水域的生物资源损害赔偿，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；

③一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的3倍；

④持续性生物资源损害的补偿分3种情形，实际影响年限低于3年的，按3年补偿；实际影响年限为3年~20年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间20年以上的，补偿计算时间不应低于20年。

根据计算，项目导致的海洋生物经济损失额如下表4.2-5所示：

表4.1-5 经济损失额估算

项目	海洋生物	受损量	单价	换算比例	补偿年限	经济损失额 (万元)
沙滩修复、砾石滩	底栖生物	2.746t	10 元/kg	100%	按 3 年补偿	8.24
牡蛎礁、拦砂堤及潜堤	底栖生物	0.782t	10 元/kg	100%	按20年补偿	15.64
施工悬沙	鱼卵	13566618粒	0.5 元/个	1%	按 3 年补偿	20.35
	仔稚鱼	228384尾	0.5 元/尾	5%	按 3 年补偿	1.71
	游泳生物	626.48kg	10 元/kg	100%	按 3 年补偿	1.88
合计						47.82

因此，本项目建设造成的海洋生物损失额总计47.82 万元。

4.3 生态影响分析

4.3.1 海洋水文动力环境影响分析

4.3.1.1 流场影响分析

根据4.1.2.1节分析，工程前，高潮时工程区500m以外的潮流向正西方向流动，落急时工程区500m以外的潮流向正东方向流动，流速基本在0.5m/s以上；低潮时流速较大，工程区500m以外的潮流向正东方向流动，且流速较大，基本在0.75m/s以上；涨急时流速较小，工程区1km左右的范围内有一股往西流动的潮流，流速在0.3m/s左右。工程区500m以内的西沙湾流速较小，在四个典型时刻内都几乎呈憩流状态。工程实施后，流场与工程前基本相同，仅在个别区域有细微的差别。例如，在近岸沙滩施工区域由于补沙的原因，滩肩至潜区间部分区域露滩。

4.3.1.2 流速影响分析

4.3.1.2.1 平均流速变化分析

根据4.1.2.1节分析，工程前半月湾以外的落潮平均流速可达0.5 m/s以上，大于涨潮平均流速，湾内涨落潮平均流速都较小，在0.1m/s以下。工程后，半月湾以外海域的涨落潮平均流速几乎不受施工影响，湾内则会受到少量影响，涨落

潮平均流速主要呈现下降趋势，在拦砂堤和潜堤之间平均流速下降最为明显。涨潮平均流速最多下降0.04m/s以上，落潮平均流速最多下降约0.01m/s；在施工区东侧平均流速略微增大，且涨潮和落潮期间的变化幅度相近，最大均达0.03m/s以上；涨潮平均流速下降幅度略大于落潮平均流速。

4.3.1.2.2 最大流速变化分析

根据4.1.2.1节分析，东侧渔港内涨落潮最大流速基本没有发生变化，对应时刻流向的变化基本在 -3° ~ 2° 以内。工程区附近的4~7号点，涨潮时5、6、7号点的最大流速减小了1cm/s，对应的流向变化在 -10° ~ 6° 之间；落潮时4号点最大流速增加了1cm/s，落潮时7号点的最大流速减小了1cm/s，对应的流向变化在 -7° ~ 1° 之间，其余点位则不发生变化。300m以外的8~19号点涨落潮最大流速和对应的流向都不发生变化。工程对这些海域的影响较小。

整体而言，工程方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程附近300m以内的范围，涨落潮最大流速的变化基本小于-2cm/s，流向的变化在 -12° 以内。工程东侧的渔港内各点的最大流速基本没有受到影响，流向的影响基本在 $\pm 1^{\circ}$ 以内。工程区1km以外的海域受到影响很小，涨落潮最大流速和对应的流向都不发生改变。

4.3.1.3 纳潮量影响分析

根据4.1.2.1.5节计算可知，工程实施后，由于沙滩修复对水域面积的占用，半月湾和东侧渔港的纳潮量都发生了一些微的变化，半月湾的整体纳潮量减小了约54万 m^3 ；东侧渔港的纳潮量增加了0.1万 m^3 。需要注意，虽然从比例上看减少的比例稍大，是因为所考虑的区域范围较小，因此比例稍大。如果以整个泉州湾为大背景（泉州湾纳潮量约为 10^9 量级），则减小值将在千分之一。

4.3.2 地形地貌和冲淤环境影响分析

4.3.2.1 冲淤计算分析

根据4.1.2.2.1节计算可知，在潜堤东部前沿约200m以内的区域，年淤积强度可增加2cm/a~5cm/a；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到2cm/a~10cm/a之间。对其余海域的冲淤强度影响较小。

需要注意的是，本计算结果为由于潮流变化引起的冲淤变化，本海域的潮流流速较小，基本在 0.2m/s 以下，引起的流速变化也基本在 0.03m/s 以下。因此由潮流变化引起的冲淤较小。本区域多年平均冲淤情况为：离岸约 200m 以外的区域，年淤积量基本在 $0.05\text{m/a}\sim 0.1\text{m/a}$ ，渔港防波堤周围年平均年淤积量为 $0.1\text{m/a}\sim 0.2\text{m/a}$ 。预计工程周围海域将继续保持这个淤积强度。

4.3.2.2 岸线（滩肩线）演变及沿岸输沙

根据 4.1.2.2.2 节计算可知，从岸线的整体变化来看，养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。养护后第 1 年沿岸最大淤积 13.2m ，最大侵蚀 9.8m ；至第 10 年最大淤积 23.9m ，最大侵蚀 18.9m （第 10 年）。

从沿岸输沙趋势来看，在海滩养护初期由于岸线快速调整，沿岸输沙率较大，第 1 年最大年净输沙率约为 $2.31\text{万 m}^3/\text{a}$ 。随后几年输沙率逐渐降低，养护后第 4 年最大年净输沙率约为 $5799\text{m}^3/\text{a}$ ，至第 10 年输沙率降至 $1308\text{m}^3/\text{a}$ 。

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

“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”作业活动在作业点位产生局部水体底部扰动而浮起底泥，造成局部水体中泥沙悬浮物增加，但仅对作业点位表面产生少量淤泥扰动，且此类作业时间很短，底泥浮起有限，泥沙入海量甚少。且为一次性瞬间影响，本次不对其影响做定量预测。

“半月湾海滩修复与养护工程”对水质环境的影响主要来自拦砂堤和沙滩施工过程。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。

4.3.3.1.1 源强分析

（1）东、西拦砂堤抛石

抛石过程，一方面由于将细颗粒泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度，另一方面抛石挤出泥沙过程也产生悬浮物，两者共同使水体的悬浮物浓度迅速升高。

①抛石带入的悬浮泥沙

参考崔雷等（填海工程悬浮物对海域环境影响的数值模拟研究，2017），抛石施工作业时产生的悬浮泥沙产生量可按下式计算：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中： Q ——护岸抛石作业悬浮泥沙源强，kg/s；

E ——护岸抛石作业效率， m^3/s ；

c ——石料中泥土含量，%（体积），以5%计；

α ——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以10%计；

ρ ——泥土密度，取 $1.5t/m^3$ 。

该工艺环节东、西拦砂堤抛石（块石护底+垫层+堤心石）2.72、2.75万 m^3 ，抛石工期按3个月计，每月施工30天，每日施工时间为8小时，抛石强度约为37.78、38.19 m^3/h ，石料中泥土含量取5%，泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数10%，则根据上式计算结果可知，抛石带入的悬浮泥沙源强约为：

东拦砂堤 $Q=37.78 \times 5\% \times 10\% \times 1500=283.35kg/h \approx 0.08kg/s$ 。

西拦砂堤 $Q=38.19 \times 5\% \times 10\% \times 1500=286.425kg/h \approx 0.08kg/s$ 。

②抛石挤淤

抛石挤淤根据悬浮泥沙产生量根据如下公式计算：

$$S=(1-\theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：

S ——抛石挤淤形成的悬浮物源强（kg/s）。

θ ——沉积物天然含水率（%），取30%。

ρ ——沉积物中颗粒物湿密度（ g/cm^3 ），按 $1500kg/m^3$ 计。

α ——沉积物中悬浮物颗粒所占百分率（%），按40%计。

P ——平均挤淤强度。本工程抛石效率为37.78、38.19 m^3/h ，挤淤量按照抛石量的10%进行计算，则挤淤强度按3.78、3.82 m^3/h 计。

东拦砂堤： $S=(1-30\%) \times 1500kg/m^3 \times 40\% \times 3.78m^3/h=1587.6kg/h=0.44kg/s$

西拦砂堤： $S=(1-30\%) \times 1500kg/m^3 \times 40\% \times 3.82m^3/h=1604.4kg/h=0.45kg/s$

根据上述公式计算，本工程抛石点源的悬浮泥沙平均源强约为0.44、0.45kg/s。护岸抛石施工回填料悬浮泥沙及抛石挤淤同时发生，则东拦砂堤抛石施工悬沙总源强为0.52kg/s，西拦砂堤抛石源强0.53kg/s。

(2) 潜堤施工

①抛石带入的悬浮泥沙

参考崔雷等（填海工程悬浮物对海域环境影响的数值模拟研究，2017），抛石施工作业时产生的悬浮泥沙产生量可按下式计算：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中： Q ——护岸抛石作业悬浮泥沙源强，kg/s；

E ——护岸抛石作业效率， m^3/s ；

c ——石料中泥土含量，%（体积），以5%计；

α ——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以10%计；

ρ ——泥土密度，取 $1.5t/m^3$ 。

潜堤抛石 $2.99万m^3$ ，工期按3个月计，每月施工30天，每日施工时间为8小时，抛石强度约为 $41.53m^3/h$ ，石料中泥土含量取5%，泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数10%，则根据上式计算结果可知，抛石带入的悬浮泥沙源强约为 $Q=41.53 \times 5\% \times 10\% \times 1500=311.475kg/h=0.086kg/s$ 。

②抛石挤淤

抛石挤淤根据悬浮泥沙产生量根据如下公式计算：

$$S=(1-\theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：

S ——抛石挤淤形成的悬浮物源强（kg/s）。

θ ——沉积物天然含水率（%），取30%。

ρ ——沉积物中颗粒物湿密度（ g/cm^3 ），按 $1500kg/m^3$ 计。

α ——沉积物中悬浮物颗粒所占百分率（%），按40%计。

P ——平均挤淤强度。本工程抛石效率为 $41.53m^3/h$ ，挤淤量按照抛石量的10%进行计算，则挤淤强度按 $4.15m^3/h$ 计。

$$\begin{aligned} S &= (1-30\%) \times 1500kg/m^3 \times 40\% \times 4.15m^3/h \\ &= 1743kg/h = 0.48kg/s \end{aligned}$$

根据上述公式计算，本工程抛石点源的悬浮泥沙平均源强约为 $0.48kg/s$ 。抛石施工及抛石挤淤同时发生，则抛石施工悬沙总源强为 $0.566kg/s$ 。

(3) 东拦砂堤堤根处沙滩开挖

本次拟建东、西两侧拦砂堤与后方海堤相接，其中东侧拦砂堤堤尾坐落在沙滩上，部分与海堤衔接，由于东侧沙滩高程较高，为保证东侧拦砂堤建设顶高程，需进行开挖，沙滩开挖考虑采用小型水上的挖掘机开展，工作能力为 $24\text{m}^3/\text{h}$ ，泥水比为 2:3，悬浮泥沙发生量一般为抓泥量的 3~5%，分析采用悬浮泥沙的最大发生率 5% 计，则沙滩开挖悬浮物发生量为 $24 \times 2/3 \times 0.03 \times 1500/3600 = 0.2\text{kg/s}$ 。

(4) 沙滩补砂

购置符合要求的砂后，在大潮高潮位时用运沙船运至工程区吹填。海砂从砂源地取砂后，由大船运至项目地附近，再使用吹泥船吹入工程区以完成海滩填砂。沙滩表面铺平、坡度修整等采用推土机进行施工。本工程需砂料 87.42 万方，施工期为 10 个月，平均施工强度按 $2914\text{m}^3/\text{d}$ 计，每天施工时间约 8 个小时，参考同类沙滩所使用的砂料，密度按 $1.5\text{t}/\text{m}^3$ 计，沙料含泥量按 2% 计，该部分泥土进入海水后形成悬浮泥沙的比例按 20% 计算(其余 80% 很快沉降)，则沙滩施工产生的入海悬浮泥沙量约 607g/s 。

(5) 砾石滩施工

根据施工方案，砾石滩建设直接由陆上推填即可，由于砾石规格较大，使用含泥量少的材料在低潮时施工基本不会将泥沙带入海中。

各个工况的说明参见表 4.3-1，相应的点位参见图 4.3-1。施工期悬浮泥沙入海计算采用验证大潮潮位，模型时间步长 2min，扩散系数取 $1\text{m}^2/\text{s}$ ，模拟计算时长为 3 天，计算至各浓度分布区域呈现较为稳定的状态。根据计算结果分别绘制各点的悬浮泥沙影响范围包络图，并综合考虑确定施工悬浮泥沙影响的包络图。

表 4.3-1 施工期泥沙排放源强及工况

计算 工况		源强	施工点位	备注
工况组 一	拦砂堤 施工	0.53kg/s ，连续施 工 12 个小时	工程区域，A1-A6 点	验证大潮。计算至 10mg/L 浓度的分 布区域较为稳定 的状态
工况组 二	潜堤施 工	0.566kg/s ，连续 施工 12 个小时	工程区域，A3、 A6、A9、A10 点	
工况组		0.2kg/s ，连续施	工程区域，A4 点	

三	东拦砂 堤堤根 沙滩开 挖	工 12 个小时		
工况组 四	沙滩补 沙	0.607kg/s, 连续 施工 12 个小时	工程区域, A2、 A7 、A8、A5、 A3、A6、A9、A10 点	

略

图 4.3-1 施工泥沙入海点位

4.3.3.1.2 悬浮物扩散对附近海域的影响

图 4.3-2~4.3-5 为各工况组的影响范围。图 4.3-6 为总影响范围。面积参见表 4.3-2 的统计。

工况组一的影响主要为拦砂堤东西南侧，及它们之间的区域。 $>10\text{mg/L}$ 的面积为 32.76hm^2 ；工况组二影响范围为包括沙滩区域的条状区域，基本位于工程区西侧 600m，东侧约 100m，向海约 300m 左右的范围， $>10\text{mg/L}$ 的面积分别为 34.23hm^2 。工况组三由于基本在东侧拦砂坝顶部施工，大部分时间不被海水覆盖， $>10\text{mg/L}$ 的面积分别为 0.07hm^2 。工况组四影响范围为包括沙滩区域的条状区域，基本位于工程区西侧 800m，东侧约 300m，向海约 400m 左右的范围， $>10\text{mg/L}$ 的面积分别为 41.26hm^2 。

施工的总影响范围包括影响范围为工程区工程区西侧 800m，东侧约 300m，向海约 400m 左右的条状区域， $>10\text{mg/L}$ 的影响面积为 43.60hm^2 、 $>20\text{mg/L}$ 、 $>50\text{mg/L}$ 、 $>100\text{mg/L}$ 的影响面积分别为 28.24hm^2 、 19.46hm^2 和 16.33hm^2 。

表 4.3-2 施工入海悬浮泥沙浓度增量影响面积

工况		影响面积(hm^2)			
		$>10\text{mg/L}$	$>20\text{mg/L}$	$>50\text{mg/L}$	$>100\text{mg/L}$
工况组一	拦砂堤施工	32.76	15.84	6.24	3.27

工况组二	潜堤施工	34.24	16.55	2.85	0
工况组三	东拦砂堤堤根沙滩开挖	0.07	0.07	0.07	0.07
工况组四	沙滩补沙	41.26	26.54	13.14	9.63
整体影响		43.60	28.24	19.46	16.33

略

图 4.3-2 拦砂堤施工影响范围

略

图 4.3-3 潜堤施工影响范围

略

图 4.3-4 东拦砂堤堤根沙滩开挖施工影响范围

略

图 4.3-5 工沙滩补沙施工影响范围

略

图 4.3-6 整体施工影响范围

4.3.3.2 施工期废水排放对海域环境的影响

施工期间产生的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已实施铅封，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，未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

项目施工现场不设施工营地，施工人员租住周边，施工人员生活污水依托周边住宅现有的污水处置措施处理。

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，不会对沉积环境有不利影响。

（1）工程施工对沉积物环境的影响

工程区域沙滩修复系在现有岸滩上进行适当补砂养护，导致整治区海域的沉积物环境发生改变，原有沉积物环境被掩盖，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。

拦沙堤、潜堤、砾石滩及牡蛎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。

（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，其粗颗粒部分将迅速沉降于施工点附近海底，而细颗粒部分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。根据悬浮泥沙数模结果，工程施工期间悬浮泥沙源强较小，影响范围有限，随涨落潮的扩散对工程周边海域的沉积物环境质量影响较小。

（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村庄排水系统和有污水处理设施处理后排放。由于污水量少，且施工期较短，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。

5 海域开发利用协调分析

5.1 开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

（1）泉州市

泉州市是国家重点开发的闽南厦漳经济开发区和台湾海峡西岸繁荣带的重要组成部分，是全国开放度最大的地区之一。泉州市作为国家最早批准的沿海开放地区、综合配套改革试点城市和首批技术创新试点城市，赋予更加特殊的政策，更加灵活的措施。泉州沿海地区工农业生产发达，市场经济意识、商品生产观念较强，商业、贸易、旅游等第三产业的发展 and 城镇现代化建设都走在全国的前列。近几年来泉州市全力推进“两个加快”和现代化泉州建设，国民经济和社会发展保持平稳健康发展的良好态势，主要经济指标名列全省前茅。

根据《2024年泉州市国民经济和社会发展统计公报》，泉州市全年实现地区生产总值（GDP）13094.87亿元，比上年增长3.56.5%。其中，第一产业增加值263.67亿元，增长4.0%；第二产业增加值6774.89亿元，增长6.9%；第三产业增加值6056.32亿元，增长6.1%。

（2）惠安县

惠安县历史悠久、文化灿烂，风景名胜古迹众多，为开展中外交流提供宝贵的资源。惠安县是我国著名侨乡之一，旅居海外的华侨、华裔达67万余人，遍布世界五大洲，归侨万余人，侨眷50余万人；旅居港、澳同胞近7万人，祖籍地惠安的台湾汉族同胞有96万人，具有地缘、人缘、文缘的密切关系。

惠安县1984年就被辟为对台贸易开放点，是全国开放度较大的地区之一。自1985年以来，已投入大量资金用于建设一批能源、交通、通讯、城市设施等重点项目，324国道、福泉厦高速公路、漳泉肖铁路贯穿县境。随着经济的发展，水陆交通相应拓展，规划的福厦铁路、泉州惠安国际机场的建设，惠安县与海内外的交往将更方便。有利的区位和独特的优势促使惠安县国民经济持续快速健康发展和社会事业全面进步。本县主要经济指标名列全省前茅，是福建省经济比较

发达，市场经济活跃的地区。为全国“百强县”、福建省经济实力“十强县”之一和福建省经济发展“十佳县”之一。

2023年，全县实现生产总值1250.23亿元，比上年增长5.6%，其中，第一产业增加值35.94亿元，增长6.4%，第二产业增加值831.54亿元，增长4.7%，第三产业增加值382.75亿元，增长7.9%。人均地区生产总值158157元，比上年增长5.6%。2023年全县实现工业增加值679.61亿元，增长4.1%，其中规模以上工业增长7.0%。

5.1.2 海域使用现状

项目区论证范围内海域开发利用活动有：渔业用海、交通运输用海、造地工程用海、工业用海、旅游娱乐设施用海、海堤工程用海、特殊用海和海岸防护用海等。其中，渔业用海主要位于大港湾的开放式养殖及渔业基础设施等，交通运输用海主要有G228国道、省道201线及航道用海项目等，旅游娱乐设施用海主要为修复区附近的青山湾旅游区等，造地工程主要为围填海历史遗留问题图斑等，工业用海为工业厂房等设施，见图5.1-1。

5.1.2.1 半月湾海滩修复与养护工程

半月湾海滩修复与养护工程项目区及周边海域开发利用活动有：渔业用海（渔业基础设施）、工业用海、造地工程用海、旅游娱乐设施用海和特殊用海等，项目用海区位于“福建崇武国家海洋自然公园”内。见表5.1-1、图5.1-2，项目悬浮泥沙扩散范围见图5.1-3，现场照片见图5.1-4。

表 5.1-1 “半月湾海滩修复与养护工程”项目区及周边海域开发利用现状表
略

5.1.2.2 大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程

大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程主要在大港湾南侧建设牡蛎礁潜堤1600m。工程项目区及周边海域开发利用活动有：渔业用海和造地工程用海等，项目西侧有“大港湾海岸防护生态保护红线区”。见表5.1-2、图5.1-5。

表 5.1-2 “大港湾海岸带生态保护与修复工程牡蛎礁潜堤工程”项目区及周边海域开发利用现状表
略

略

图 5.1-1 惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目区及周边海域开发利用现状图

略

图 5.1-2 “半月湾海滩修复与养护工程”项目区及周边海域开发利用现状图

略

图 5.1-3 “半月湾海滩修复与养护工程”项目区悬浮泥沙扩散范围及周边海域开发利用现状图

略

图 5.1-4 “半月湾海滩修复与养护工程”项目区及周边海域开发利用现状照片

略

图 5.1-5 “大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”项目区及周边海域开发利用现状图

5.1.3 项目周边海域使用权属现状

根据现场调查并向当地自然资源主管部门查询，项目区论证范围内有 10 宗确权用海。项目区周边为湄洲湾港斗尾港区小岞作业区 5 万吨级散杂货码头工程、惠安县东岭镇护海宫围海养殖项目、泉州市美克体育用品有限公司填海工程、新造船厂厂房及附属设施工程用海、崇武海洋站验潮井及其附属设施、福建省惠安县崇武中心渔港、惠安县崇武水族馆工程、崇武分公司崇武码头、崇武闽台贸易码头改扩建工程和西沙湾假日酒店挡洪墙、防浪堤工程等确权用海项目。

本项目用海范围周边已确权用海项目见表 5.1-3、图 5.1-6。

表 5.1-3 本项目周边海域权属情况表

略

略

图 5.1-6 本项目区及周边海域权属分布图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本生态保护与修复项目位于惠安县东南部海岸，项目周边的海域开发利用活动主要有渔业用海、交通运输用海、造地工程用海、旅游娱乐设施用海和特殊用海等。

根据海域开发利用现状和资源环境影响预测结果，项目建设将对工程区及周边的海洋开发利用活动产生的影响较小。

（1）项目用海对渔业基础设施的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”与崇武中心渔港相近，项目建设期间施工船舶往来较多，与渔港船舶存在碰撞风险。台风期间施工所用海砂可能会往航道输移，造成航道淤积。运营期项目在遭受极端天气时，海滩剖面将发生侵蚀，部分砂体可能会向东输移进入航道，对崇武中心渔港的运营和生产安全造成一定影响。

（2）项目用海对交通运输用海的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”周边的交通运输用海有崇武码头填海工程等用海，项目建设对其无影响。

(3) 项目用海对造地工程用海的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”项目区周边的造地工程用海主要为惠安县崇武水族馆工程，项目建设对其无影响。

“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”项目区周边的造地工程用海主要为围填海历史遗留问题图斑 350521-0042、350521-0043，项目建设对其无影响。

(4) 项目用海对旅游娱乐用海的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”项目区周边的旅游娱乐用海主要有西沙湾假日酒店挡洪墙、防浪堤工程，本项目修复工程区距离较远，项目的实施不会影响西沙湾假日酒店及前沿沙滩资源，且项目完成后可相应的促进西沙湾假日酒店的功能发挥。

(5) 项目用海对靖江海堤的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”的东、西拦砂堤与靖江海堤相接。东侧拦砂堤堤尾坐落在沙滩上，部分与海堤衔接，由于东侧沙滩高程较高，为保证东侧拦砂堤建设顶高程，需进行开挖。同样西侧拦砂堤是在原沙滩地面建设，拦砂堤堤尾与后方海堤表面连接。拦砂堤施工时可能会对海堤造成扰动。项目施工重型机械需通过靖江海堤运至现场，可能对海堤结构稳定有一定影响，同时施工作业车辆往来较多，可能会对堤面道路产生一定影响。

经现场调查，靖江海堤前沿沙滩侵蚀严重，部分岸段下伏老红砂层和海滩岩出露。项目通过整治修复，进而改善沙滩侵蚀现状，提高沙滩稳定性，有利于固堤护岸，对靖江海堤有一定的正面保护作用。

(6) 项目用海对特殊用海的影响

半月湾海岸带生态保护与修复工程项目区周边的特殊用海之科研教学用海有崇武海洋站验潮井及其附属设施，本项目修复工程区距离较远，不会对其造成影响。

(7) 项目用海对“福建崇武国家级海洋公园”的影响

“半月湾海滩修复与养护工程”位于“福建崇武国家级海洋公园”内，占用海洋公园 4.5698ha。项目通过实施补砂养滩、建设拦砂堤等工程，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，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，达到生物多样性保护、净化水体和维持生态系统结构等效益，生态修复工程的实施可促进海洋公园内的生态效益的提升。

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，界定项目用海的主要利益相关者为：惠安县崇武渔港开发有限公司，需协调部门有林业局、水利局和海事局，利益相关者的相关内容详见表 5.3-1，需协调部门见表 5.3-2。

表 5.3-1 利益相关者一览表

序号	利益相关者名称	利益相关内容	影响程度
1	惠安县崇武渔港开发有限公司	渔船通航	施工船舶与渔船存在碰撞风险；海砂若往航道输移，影响渔港运营和生产安全。

表 5.3-2 需协调部门一览表

序号	协调部门	利益相关内容	影响程度
1	林业局	“福建崇武国家级海洋公园”	“半月湾海滩修复与养护工程”位于“福建崇武国家级海洋公园”内
2	水利局	靖江海堤	拦砂堤与海堤施工衔接、重型机械对海堤稳定性及施工车辆对堤面道路的影响
3	海事局	渔船通航	施工期对周边渔业船舶通航环境带来一定影响

5.4 相关利益协调分析

5.4.1 与崇武中心渔港的协调

“半月湾海滩修复与养护工程”位于崇武中心渔港西侧，根据专题分析，正常天气下项目建设对渔港航道等的影响较小。项目建设期间施工船舶往来较多，与渔港船舶存在碰撞风险。台风期间施工所用海砂可能会往航道输移，造成航道淤

积。运营期项目在遭受极端天气时，海滩剖面将发生侵蚀，部分砂体可能会向东输移进入航道，对崇武中心渔港的运营和生产安全造成一定影响。因此建设单位与其业主惠安县崇武渔港开发有限公司就施工情况以及用海衔接等事项进行沟通协调，惠安县崇武渔港开发有限公司已同意本项目半月湾沙滩修复工程的建设（附件 7），同时提出要求在施工期采取措施减少碰撞等风险。

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。

5.4.2 与需协调部门的协调分析

（1）与林业主管部门的协调分析

“半月湾海滩修复与养护工程”所在区域位于福建崇武国家海洋公园，修复工程施工期可能会对周边海洋及生态环境造成一定影响，项目业主应与林业主管部门做好协调沟通工作，项目的施工及运营需严格执行国家和地方关于生态保护红线管理的相关管理要求进行。泉州市林业局已出具关于在崇武国家海洋公园内开展修复工程的函（附件 8），原则同意在崇武国家海洋公园内开展生态修复工作，施工期间，崇武国家海洋公园服务中心应加强保护管理，尽可能减少对自然保护区的环境影响。

（2）与水利部门的协调分析

“半月湾海滩修复与养护工程”的东、西拦砂堤与靖江海堤相接。东侧拦砂堤堤尾坐落在沙滩上，部分与海堤衔接，由于东侧沙滩高程较高，为保证东侧拦砂堤建设顶高程，需进行开挖。建议在海堤位置处开挖时应注意不破坏海堤表面，采用挖掘机加人工结合方式进行开挖，根据海堤设计资料，东侧沙滩开挖深度尚未达到海堤基础，不影响海堤稳定性，回填石料时，应沿海堤表面浆砌条石台阶轻放，避免对海堤造成较大扰动。同样西侧拦砂堤是在原沙滩地面建设，拦砂堤堤尾与后方海堤表面连接，回填石料应与浆砌条石齿墙紧密衔接，不破坏海堤表面结构。

项目施工重型机械需通过靖江海堤运至现场，可能对海堤结构稳定有一定影响，同时施工作业车辆往来较多，可能会对堤面道路产生一定影响。建议项目业主定期监测堤身稳定，采取必要的保护加固措施。需要惠安县水利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，以保证满足海堤

结构安全的要求。惠安县水利局已出具关于开展半月湾海滩修复与养护工程的意见函（附件 9），初步同意在靖江海堤管理范围内建设东西两条拦沙堤，但对于连接的方式和海堤是否影响还需业主单位进一步细化和组织论证。

（3）与海事主管部门的协调分析

“半月湾海滩修复与养护工程”与崇武中心渔港距离较接近，但不会影响崇武中心渔港防波堤结构安全和运营安全，在采取相关通航安全防范措施的基础上，项目建设不会影响崇武中心渔港的正常营运。本项目建设时，由于项目前期的施工作业和施工船只的往来，会对在航道上航行的船舶产生一定影响；需要惠安县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。

5.5 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调分析

5.5.1 对国家权益的影响

本项目使用海域位于惠安县近岸海域，远离领海基点和边界，且不涉及国家秘密，故对国家权益没有影响。《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，必须向自然资源行政主管部门提出申请，获得海域使用权后方可使用海域，确保国家作为海域所有权者的利益。所以，本项目在依法取得海域使用权后对国家权益没有影响。

5.5.2 对国防安全的影响

本项目建设不占用军事用地，没有占用或破坏军事设施，不影响国防安全。也不妨碍军事设施的使用。

国防用海具有隐蔽性、突发性、不可预见性等特征，为此要求时刻保持海上安全畅通，不影响军事演习及作战要求，在平时和战时必须绝对服从军事行动和国防安全的需要。遇有重要的军事演习或有战事发生，本海域的使用应服从军事用海需要。一旦有军事需要，本使用海域应当服从区域国防单位的管制，保障军事行动和国防安全的用海需要。

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 所在海域国土空间总体规划基本情况

6.1.1.1 《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》基本情况

国土空间规划是国家空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据。根据《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》，科学划定海洋“两空间内部一红线”，即海洋生态空间和海洋开发利用空间。将保护并提供生态系统服务或生态产品为主，且限制开发建设的海域和无居民海岛划入海洋生态空间，将海洋生态空间范围内具有特殊重要生态功能，必须强制性严格保护的区域划入海洋生态保护红线。将允许集中开展开发利用活动的海域，以及允许适度开展开发利用活动的无居民海岛划为海洋开发利用空间。本项目用海区用海旨在开展海洋生态修复，项目用海处于海洋生态空间中的海洋生态和海洋开发利用空间内，见图 6.1-1。

略

图6.1-1 《福建省国土空间规划（2021-2035年）》海洋空间功能布局图

6.1.1.2 《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》基本情况

泉州位于“一带一路”对接枢纽地区，紧紧把握中国式现代化战略部署，是福建省人民政府支持建设的21世纪海上丝绸之路先行区。立足新发展阶段，贯彻新发展理念，主动服务和融入新发展格局，统筹发展和安全、开发和保护，加快形成生产空间集约高效、生活空间美丽宜居、生态空间山清水秀的国土空间新格局，为加快建成“海丝名城、智造强市、品质泉州”提供空间保障。落实闽西南协同发展战略要求，构建“一湾、两翼、三带、一屏、多支点”的开发保护总体格局。

形成拓展泉州区域综合服务职能的核心轴带。沿海战略发展带联系莆田、泉州、厦门、漳州沿海地区重要城镇及区域交通设施，立足沿海战略性空间资源，

严格控制一般性城市功能开发,培育具备国际竞争力的临港产业、海洋经济集群,拓展生态休闲旅游功能,引导沿海产城融合,形成承载“海上泉州”高质量发展的战略轴带。全市海洋发展区内海域采用“分区管理+用海准入”进行管理,无居民海岛采用清单形式逐岛(岛群)明确海岛功能、管控要求和保护措施。

加强部门协同,统筹海陆一体化生态环境保护和治理。以提升海湾生态环境质量和服务功能为核心,开展入海流域整治、退养还湿、清淤纳潮、互花米草整治、红树林种植等综合整治工程,改善近海海水水质,打造美丽“蓝色海湾”。重点加强泉州湾、安海湾等受损海湾的污染治理、环境综合整治和湿地生态修复。

本项目用海的目的旨在开展海洋生态修复,项目用海处于生态保护区、渔业用海区内,周边海洋功能区还有游憩用海区、特殊用海区、工矿通信用海区等。各工程所处功能区列表见表6.1-1,功能区分布图见图6.1-2。

表 6.1-1 各工程项目所处功能区列表

略

6.1.1.3 《惠安县国土空间总体规划（2021-2035 年）》基本情况

惠安作为海上丝绸之路之路的重要节点,在支撑泉州市建设21世纪海上丝绸之路先行区的过程中,在雕艺文化、临港贸易、滨海旅游等方面有着广阔的国际合作前景。惠安是闽西南协同发展区和闽东北协同发展区联系纽带,合理规划岸线开发利用和港口建设,推进临港产业和战略性新兴产业发展,加快融入泉州环湾中心区,同时联动周边洛江、安溪、永春、德化共建生态屏障,发展生态休闲旅游等功能。加强开发合作,深化贸易往来,在海上丝绸之路先行区建设上展现先试更大作为。惠安县以“一主一副、三区三轴”总体布局为统领,统筹陆海协调发展,打造“东南沿海滨海旅游圣地、国家重要临港重化基地”,推进生态文明建设,形成陆海生态一体、产业协同、交通融合、灾害联防的山海协作国土空间开发保护格局。国土空间落实省、市主体功能区战略定为,在县域生态保护区、生态控制区、农田保护区、乡村发展区、城镇发展区及海洋发展区一级规划分区基础上,进一步细化分区,并明确各分区核心管控目标、主要国土用途构成及该分区准入或禁止等管制规则。海洋发展区细化为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。

规划期内规划按照山水林田湖海生命共同体理念和陆海统筹原则,统筹推进

流域综合治理与“蓝色海湾”综合整治行动，着力提高生态系统修复能力和稳定性，守住自然生态安全边界，促进惠安自然生态系统质量整体改善。

惠安县功能分区是在市级二级分区的基础上进一步细化为三级分区，项目处于生态保护区和增养殖区内。项目用海周边还有渔业基础设施、文体休闲娱乐用海区、工业用海区、排污用海区等。

各工程所处功能区列表见表6.1-2，功能区分布图见图6.1-3。

表 6.1-1 各工程项目所处功能区列表

略

6.1.2 所在海域《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》 基本情况

根据《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》(报审稿)，该规划是落实全国海岸带规划的要求，是对福建省国土空间规划的补充与细化，在国土空间规划确定的主体功能定位以及规划分区基础上，统筹安排海岸带保护与开发活动，有效传导到下位总体规划和详细规划。依据海域自然环境和自然资源特征、海域开发利用现状、环境保护及沿海经济带发展战略需求，福建省海域划分为海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区等三个一级类主导功能区，其中海洋发展区细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区等6个二级类海洋功能区。

根据功能分区，本项目用海处于海洋生态保护区、渔业用海区内，周边海洋功能区还有游憩用海区、工矿通信用海区、特殊用海区等，与《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》中的功能分区完全一致，功能区分布图见图6.1-4。

根据《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》(报审稿)，项目附近区域的岸线分类为严格保护岸线，项目建设不占用岸线，不会对岸线造成影响。

略

图6.1-2 《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》海洋功能分区图

略

图6.1-3 《惠安县国土空间总体规划（2021-2035年）》海洋功能分区图

图6.1-4 《福建省海岸带综合保护与利用规划（2021-2035年）》（报审稿）海洋功能分区图

6.1.3 所在海域国土空间生态修复规划基本情况

《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》以山水林田湖草沙一体化保护和系统修复为主线，针对全省现存生态问题，推进各项生态修复任务和工程，着力提高生态系统质量和自我修复能力，切实增强生态系统稳定性，有效提升生态系统功能，充分提高生态系统碳汇能力，不断扩大优质生态产品供给，全面构建“两屏一带六江两溪”的生态安全格局，有力提升生态系统多样性、稳定性、持续性，全面推进生态文明建设，全方位推进高质量发展超越，有效助力实现“碳达峰”、推进“碳中和”，为全面建设国家生态文明试验区和美丽中国示范省奠定坚实的生态基础。在“两屏一带六江两溪”生态安全格局的基础上，以“六江两溪”为脉串联山体、森林、河湖、湿地、海洋等生态系统，构建通山达海的水系生态廊道，统筹上游深山河源区、中游浅山河谷中游区、下游海湾河口地区，形成山水林田湖草沙一体化保护修复格局。衔接国家和省级重大战略及省级国土空间规划，结合自然地理、流域范围及生态系统主导功能，突出生态系统完整性、连通性，划定覆盖全域的4个国土空间生态保护修复分区。

全省海洋生态修复区面积约37640 平方千米，包括全部区划海域，分布有河口、海湾、海岛、滨海湿地、红树林、盐沼、珊瑚礁等海洋生态系统。存在海岸侵蚀、海水污染、红树林、珊瑚礁等重要生态系统遭受威胁、滨海湿地退化、生物多样性降低、海岸带抵御灾害能力不足等问题。生态修复主攻方向以保育保护、自然修复为主，局部生态问题集中区域需开展人工辅助修复，重视岸上岸下、陆海统筹，推进一体化修复。坚持山水林田湖草生命共同体理念，在59 个重点区中系统推进生态修复任务，按优先主次、轻重缓急、时序先后，统筹部署实施森林生态保护修复、水土保持生态修复、历史遗留矿山生态修复、流域水生态保护修复、农业空间生态修复、海洋生态保护修复、生态保护修复支撑等7类共76 个重点工程，进而使总体生态环境得到恢复提升。

本项目用海为生态修复工程用海，工程区处于湄洲湾、大港湾和泉州湾内，

区域内规划两个修复重点区。涉及的重点工程一览表见表6.1-3，生态修复重点区域分布图见图6.1-5。

湄洲湾生态修复重点区。主要涉及泉州市泉港区、惠安县。存在海岸侵蚀、后滨植被遭到破坏等生态问题。应以海堤生态化改造、沙滩修复、后滨沙地植被修复等为重点，提高海岸防灾减灾能力，维护生物多样性。

泉州湾生态修复重点区。主要涉及泉州市洛江区、丰泽区、惠安县、台商投资区、晋江市、石狮市，存在滨海湿地退化、防护林受损、海岸侵蚀等生态问题。需结合晋江下游生态修复任务，坚持陆海统筹修复原则，加强红树林营造与修复、海岸生态防护带建设等工作，进一步巩固互花米草治理效果，增强海洋碳汇能力，构建以滨海湿地—生态海堤—海岸生态防护带为核心的综合性海岸带生态系统。

表6.1-3 国土空间生态修复重点工程汇总一览表（节选）

略
略

图6.1-5 生态修复重点区域分布图

6.2 对海域国土空间规划分区的影响分析

根据省级国土空间规划，项目用海处于生态空间和海洋开发利用空间内，在市级国土空间规划中项目所处的生态空间划定为生态保护区，海洋开发利用空间划定为渔业用海区，县级国土空间规划在市级的基础上进一步将渔业用海区细化到增殖区，而《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》（报批稿）与泉州市级国空的分区保持一致，从以上可以看出，项目用海所在分区均保持一致，因此本节分析时主要针对二级类分区，并结合三级类分区进行影响分析。

（1）对生态保护区的影响

本项目半月湾潜堤和拦砂堤建设处于生态保护区内，该区域为崇武国家海洋自然公园，主要保护公园内的沙滩和自然岸线，项目建设潜堤和拦砂堤时不占用现有岸线。建设潜堤和拦砂堤旨在维护修复后沙滩的稳定，改善现有岸滩景观，提升沙滩品质，不会破坏海岸线现有状态和自然属性，同时还可提升海岸防灾减灾能力，对海岸生态防护起到积极正面作用。

本项目施工期间悬浮泥沙扩散会对该区域水质造成不利影响，根据数值模型

计算结果，半月湾施工引起的悬浮泥沙10mg/L包络线范围为工程区西侧800m，东侧约300m，向海约400m左右的条状区域，影响范围在半月湾内，影响范围有限。且这种影响是暂时的，随着施工的结束很快恢复原状此外，补沙施工时尽量选择在低潮时施工，尽量减小泥沙入海量，降低对周边海洋环境的影响。项目建成后对附近区域的地形地貌有一定改变，特别是对于沙滩区域，应定期开展滩面剖面观测和水下地形监测，若发生较大程度变化，应及时采取应对措施。

项目距离其他保护区距离相对较远，不会对周边其他保护区造成不利影响。

从上述分析可以看出，在生态保护区内开展的生态修复工程，可对保护区的海洋功能起到积极、正面的影响，有利于保护区海洋功能的发挥。

（2）对渔业用海区的影响

本项目拟在大港湾内投放牡蛎礁，用于改善贝藻生境和区域生境生态功能，促进蓝碳增汇，用海区处于渔业用海区中的增养殖区，工程实施后将有利于促进大港湾内恢复海洋生物资源，提升海湾生物多样性，有利于大港湾内养殖产业的发展，项目建于有利于该功能区海洋主导功能的发挥。

项目拟用海区周边还分布有其他渔业用海区，主要有渔业基础设施区，项目建设不会影响其主导功能的发挥，项目建设期间也不会对其造成影响。

（3）对游憩用海区的影响

项目拟用海区南侧为游憩用海区的文体休闲娱乐用海区，项目距离其最近距离约700m，根据数模预测，项目施工期间悬浮泥沙10mg/L包络线不会进入该功能区，对其水质基本不会造成影响。本项目实施后，将改善现有岸滩景观和沙滩品质，进而提升区域的旅游品质，有利于促进本功能区的主导功能的发挥，因此，项目建设不会对该区域海洋主导功能发挥产生不利影响。

（4）对周边其他海洋功能分区的影响

由于本项目工程施工量较小，对周边海洋环境影响很小，且周边各海洋功能分区相距较远，因此项目建设期间不会对其他海洋功能分区产生影响。项目性质为生态修复工程，建设完成后将有效提升区域生态功能，对海洋生态功能改善起到积极作用，项目建设完成后也不会对周边其他海洋功能分区产生影响。

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1 生态保护区和生态保护红线符合性分析

根据省级、市级、县级国土空间规划，项目用海区部分处于“生态保护区”内。

海洋生态保护区是指具有特殊重要生态功能或生态敏感脆弱、必须强制性严格保护的海洋自然区域。福建省海洋生态保护区类型主要有红树林、造礁珊瑚集中分布区、特殊保护海岛、重要滩涂及浅海水域、重要渔业资源产卵场、珍稀濒危物种集中分布区和海岸防护物理防护极重要区。

根据国土空间规划的划定原则，生态保护区包括生态保护红线集中划定的区域，海洋生态保护区的管理严格执行国家和地方关于生态保护红线管理的相关要求。从以上要求可以看出，生态保护区和生态保护红线执行相同的管控要求。

本项目为生态修复项目，旨在恢复区域生态功能，改善典型生态系统。根据6.2节中的影响分析，本项目的建设对生态保护区的生态功能提升有积极的正向作用，且项目实施工程中对周边海洋生态环境影响很小，对生态保护区的保护有重要作用。

生态保护红线的管理目前按照《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知》（自然资发〔2022〕142号）执行。文件规定：“（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。……8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。……（二）加强有限人为活动管理。上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护地的，应征求林业和草原主管部门或自然保护

地管理机构意见。”本项目为生态修复项目，根据上述要求，在生态红线区内开展生态修复项目应依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展。项目内容涉及在惠安东南部区域开展生态修复，该项目被列入《泉州市国土空间总体规划》（2021-2035年）中的重点项目清单，列表见表6.3-1。同时，该项目也被列入《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的项目清单内，列表见表6.1-2。从上述分析可以看出，项目建设基本可满足红线区内有限人为活动管控要求。

表6.3-1 《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》

重点建设项目安排表（节选）

略

根据上述分析，本项目建设基本可符合生态保护区和生态保护红线的管控要求，但根据生态红线区内开展建设活动的管理要求，项目还应取得“符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”。目前项目已开展此项工作，通过省级专家论证（附件10）。

6.3.2 渔业用海区用途管制符合性分析

根据项目建设内容，项目用海区还涉及到《福建省国土空间规划(2021-2035年)》中的“海洋开发利用空间”，该区域内允许开展海洋开发活动，项目建设符合其要求。

根据《泉州市国土空间总体规划(2021-2035年)》《惠安县国土空间总体规划(2021-2035年)》项目用海区所处的海洋开发利用空间细分为渔业用海区之增养殖区，其管控要求如下：

空间用途准入：渔业用海区以渔业基础设施、增养殖、捕捞生产为主导功能；兼容不影响渔业用海功能的其他用海活动。用海方式控制要求：允许适度改变海域自然属性。

根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（报批稿），渔业用海区的空间准入及管控要求如下：

空间准入：以渔业基础设施、增养殖、捕捞生产为主导功能，适度兼容陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、锚地、固体矿产开采、可再生能源

利用、取排水和游憩等用海活动；允许开展科研教学、海岸防护、水下文物保护和生态修复等用海活动；允许航道、路桥隧道、海底电缆管道等线性工程贯通穿越或跨越；扩散条件较好的海域可兼容污水达标排放；捕捞海域适度兼容倾倒用海。

用海方式控制：集约节约用海，在保障安全的前提下科学设计、论证选择合适的用海方式。

保护要求：合理利用海洋渔业资源，规范有序开展增养殖和捕捞作业，鼓励发展现代渔业，拓展深远海养殖，严格执行休渔期制度。区域内的无居海岛，执行海岛分类管控要求。

其他要求：已确权用海的，根据确权情况利用海域；区域内有围填海历史遗留问题图斑的，根据围填海历史遗留问题处理方案进行处理；兼容的固体矿产开采应进行资源调查，合理确定开采范围和开采量，禁止在沙滩进行海砂开采活动，严格控制在重要沙滩以外可能影响沙滩稳定的海域进行海砂开采活动；涉及国家重大项目用海的，根据国家相关政策要求开展相关的用海活动。与航道相邻的区域开展增养殖活动应充分预留航道安全保护范围。

本项目为生态修复用海，拟在增养殖区内投放牡蛎礁，有利于促进大港湾内恢复海洋生物资源，提升海湾生物多样性，有利于大港湾内养殖产业的发展，其用途与该区域的空间准入相符合，与该区域主导功能相符；工程采用人工鱼礁的用海方式建设，有利于快速恢复渔业资源，构建小范围稳定的生态系统，未改变海域自然属性，体现了集约节约用海，符合用海方式管控要求，也符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》中的保护要求和其他要求。

综上所述，项目建设符合渔业用海区管控要求。

6.3.3 生态修复要求符合性分析

根据《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》要求，规划期内加强沙滩保护修复和加强侵蚀岸线修复。以半月湾、西沙湾、青山湾和石狮黄金海岸等沙滩为重点，持续推进沙滩保护修复工程，合理控制沿海新建建筑与沙滩的安全距离，开展占滩建筑清退工程和岸滩垃圾清理工程，维护岸滩环境卫生，并逐步补充优质沙土和固沙植被，改善沙滩生态环境，提升景观生态功能。在晋江围头一

祥芝、崇武半岛等岸线侵蚀显著的地区，根据海岸动力环境、近岸地形地貌与工程地质等情况，开展侵蚀岸线保护修复工程，结合陆域沿海防护林建设，加强消浪林带等防护工程建设，减弱海浪侵蚀。此外，结合海洋生态红线保护修复等工程，推动洛阳江东西两岸、青山湾等地区的岸线生态恢复工程。

根据《惠安县国土空间总体规划（2021-2035年）》，规划期内开展综合“蓝色海湾”综合整治行动，着力提高生态系统修复能力和稳定性。以泉州湾、青山湾、小岞半岛、崇武半岛、半月湾、大港湾等区域的受损海岸带、受损滨海湿地生态系统、受损海岛作为海洋生态修复的重点区域，开展蓝色海湾综合整治行动，实施海洋污染海陆综合防治，构筑海域生态安全屏障。实施海岸带生态保护和修复工程、海洋生态保护修复工程、沙滩修复工程、清淤整治、后滨沙地植被修复、牡蛎礁布放、岸线滩面清理、红树林修复、防护林修复、海堤生态化改造、建设生态栈桥等修复工程，增强惠安县海岸带减灾防灾能力、提升沿岸防护林品质和生态功能、恢复湿地的生态功能。

根据《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》要求，按照陆海统筹一体化生态保护修复原则，结合闽江、晋江、九龙江、敖江、龙江、木兰溪、交溪等流域下游入海河段以及沿海小流域入海河段生态修复综合治理工作，按照轻重缓急，在重点河口、海湾、海岛开展生态修复。**加强重点海湾、河口生态修复：**坚持陆海统筹修复，加强流域河口及海湾近岸海域生态环境综合整治，提升河口、海湾水环境质量；推进滨海湿地修复治理、红树林营造与修复，巩固互花米草治理效果，恢复滨海湿地生态系统结构和功能，增强海洋碳汇能力；加强海洋生物产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道的保护，开展鸟类栖息地营造与修复、二都蚶资源恢复、中华白海豚、大黄鱼、珊瑚礁等珍稀濒危物种集中分布区保护等措施，维护生物多样性，增强生态系统稳定性，提升海湾、河口生态功能。**推进海岸带生态建设：**推进侵蚀岸线和岸滩修复，重点开展沙滩修复养护，提升岸线防护功能；开展沿海防护林建设，加强沿海基干林修复，推进纵深防护林建设，构建防护林海滩滨海湿地绿色屏障；实施海堤生态化改造，牡蛎礁建设等措施，提升生态系统的联通性与完整性，促进生态减灾协同增效；由海向陆形成滨海有红树林、乡土植被、宽缓沙滩与沙地植被覆盖，陆域有草本、灌木、乔木等植物群落缓冲带，结构完整、功能稳定、防护有效的海岸带生态安全屏障。

本项目为生态修复工程，工程建设内容包括建设潜堤和拦砂堤、牡蛎礁布放等，项目建设内容符合国土空间总体规划的要求，本项目是落实国土空间规划生态修复要求的具体举措，符合国土空间规划生态修复要求。

综上，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)》《惠安县国土空间总体规划(2021-2035年)》《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》(报批稿)等相关规划的要求，但由于项目部分建设区处于生态保护区和生态保护红线内，根据生态红线区内开展建设活动的管理要求，项目还应取得“符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”，目前项目已开展此项工作，通过省级专家论证(附件10)。

6.4 项目用海与其他相关规划的符合性分析

6.4.1 与“三区三线”的符合性分析

“三区三线”是指城镇空间、农业空间、生态空间3种类型空间所对应的区域,以及分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线3条控制线。其中“三区”突出主导功能划分,“三线”侧重边界的刚性管控。它是国土空间用途管制的重要内容,也是国土空间用途管制的核心框架。根据惠安县“三区三线”划定成果,本项目申请用海范围涉及“三区三线”中的生态保护红线,需在福建崇武国家海洋自然公园生态保护红线区内开展生态保护修复工程,按照《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知》(自然资发〔2022〕142号)中的相关规定,在生态保护红线内开展的生态修复工程需依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展,本项目所开展的生态修复项目已列入国土空间规划中(见6.3.3节),但根据管理要求,生态红线区内开展建设活动的管理要求,项目还应取得“符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”。目前项目已开展此项工作,通过省级专家论证(附件10),因此本项目与“三区三线”划定成果不冲突。

根据自然资发〔2022〕142号中要求,红线区开展有限人为活动时禁止新增填海造地和新增围海。本项目在红线区内不涉及新增填海造地和围海,在红线区内建设构筑物,与文件要求不冲突。

生态保护红线区分布图见图6.4-1。

略

图6.4-1 项目附近区域三区三线分布图

6.4.2 与福建省自然保护区相关管理规定的符合性分析

福建崇武国家级海洋公园位于福建省泉州市惠安县，西起青山湾西侧，东至崇武国家级中心渔港，总面积13.55km²。公园划分为重点保护区、生态与资源恢复区和适度利用区，其中重点保护区1.37km²，生态与资源恢复区0.1km²，适度利用区12.08km²，功能分区见图6.4-2。本项目位于生态与资源恢复区和适度利用区内(图6.4-3)。根据国家关于自然保护区范围及功能分区优化调整的有关要求，自然保护区进行了整合优化，根据最新成果，自然保护区范围略有调整，总面积为13.40 km²。本项目位于一般控制区内（图6.4-4）。

根据《福建崇武国际级海洋公园总体规划》，海洋公园总体目标为以原生态自然岸线、滨海湿地、海岛等多种生态环境保护、修复和管理为基础，以海洋经济生物保护修复、海洋资源合理开发利用和社会经济可持续发展为核心，以生态系统保护修复与滨海旅游资源合理利用为重点，通过整合海洋公园内的滨海自然和人文资源，按照保护优先、适度开发的原则，在10-15年的时间内，将福建崇武国家级海洋公园打造成以生态环境保护、生态旅游观光、特色文化体验于一体的海洋生态文明展示基地与海洋经济发展的示范基地。其生态目标为充分发挥福建崇武国家级海洋公园保护和修复功能，对规划区内的岸线、沙滩岛礁资源及海洋文化遗迹进行保护或修复，促进规划区海洋自然生态系统的有效保护。本项目是生态修复项目，对受损半月湾岸线进行整治修复，尽量减少补砂后的沙滩流失，进而改善沙滩侵蚀现状，提高沙滩稳定性，构建集海岸防护、生物多样性保护、生态优化为一体的海洋生态安全格局，与规划的生态目标相符。本项目也列入崇武国家级海洋公园建设工程汇总表内，表6.4-1。

表6.4-1 崇武国家级海洋公园建设工程汇总

略

根据《海洋特别保护区管理办法》，海洋特别保护区生态保护、恢复及资源利用活动应当符合其功能区管理要求。在重点保护区内，实行严格的保护制度、禁止实施各种与保护无关的工程建设活动。在适度利用区内，在确定海洋生态系统安全的前提下，允许适度利用海洋资源。鼓励实施与保护区保护目标相一致的生态型资源利用活动，发展生态旅游、生态养殖等海洋生态产业。在生态与资源恢复区内，根据科学研究结果，可以采用适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。本项目位于生态与资源恢复区和适度利用区内（图6.4-3）。本项目为生态修复项目，通过构建拦砂堤实施补砂养滩，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，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，达到生物多样性保护、净化水体和维持生态系统结构等效益，符合生态与资源恢复区和适度利用区功能区管理要求。

根据《国家级自然公园管理办法（试行）》第十九条规定，国家级自然公园范围内除国家重大项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动：

（一）自然公园内居民和其他合法权益主体依法依规开展的生产生活及设施建设。

（二）符合自然公园保护管理要求的文化、体育活动和必要的配套设施建设。

（三）符合生态保护红线管控要求的其他活动和设施建设。

（四）法律法规和国家政策允许在自然公园内开展的其他活动。

《国家级自然公园管理办法（试行）》第二十条规定，在国家级自然公园内开展第十九条规定的活动和设施建设，应当征求国家级自然公园管理单位的意见。目前，项目建设已征得惠安县崇武国家海洋公园服务中心的同意（附件8）。

根据生态保护红线管控要求，生态保护红线区内开展生态保护修复工程，按照自然资发〔2022〕142号文中的相关规定，在生态保护红线内开展的生态修复工程需依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展，本项目所开展的生态修复项目已列入国土空间规划中。根据自然资发〔2022〕142号文中要求，红线区开展有限人为活动时禁止新增填海造地和新增围海。本项目在红线区内不涉及新增填海造地和围海，与文件要求不冲突。因此本项目建设符合《国家级自

然公园管理办法（试行）》相关规定。

综上，项目用海符合《福建崇武国家级海洋公园总体规划》、满足福建崇武国家级海洋公园功能区管理要求，符合《海洋特别保护区管理办法》、《国家级自然公园管理办法（试行）》相关法律法规管理要求。

略

图 6.4-2 福建崇武国家级海洋公园主导功能分区图

略

图 6.4-3 项目用海与福建崇武国家级海洋公园位置关系图

略

图 6.4-4 项目用海与整合优化后自然保护区位置关系图

6.4.3 与湿地保护相关条例的符合性分析

根据《中华人民共和国湿地保护法》第二十八条规定，禁止下列破坏湿地及其生态功能的行为：开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土；排放不符合水污染排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水、倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；其他破坏湿地及其生态功能的行为。

项目用海不涉及永久性截断自然湿地水源、填埋湿地、采砂、采矿、取土等破坏湿地行为。项目性质为生态修复工程，运营期间不会产生污水排放，在加强环境管理情况下，项目用海基本可维持海域自然环境现状，对滨海湿地及其生态功能的影响较小。因此，项目建设符合《中华人民共和国湿地保护法》。

《福建省湿地保护条例》于2023年1月1日起实施。根据《福建省湿地保护条例》，在湿地内禁止从事的行为包括：

- ①向湿地及周边区域排放有毒、有害物质或者堆放、倾倒固体废弃物；
- ②破坏鱼类等水生生物洄游通道和野生动物的重要繁殖区及栖息地；
- ③采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；
- ④毁坏湿地保护及监测设施；
- ⑤法律、法规认定的其他破坏湿地及其生态功能的行为。

本工程施工不属于条例内禁止从事的行为。

该条例第十七条规定：建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及省级重要湿地的，应当按照管理权限，征求省人民政府授权部门的意见，省人民政府授权部门出具意见前，应当组织湿地保护专家论证；涉及一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级人民政府授权部门的意见。

根据泉州市林业局公布的泉州市一般湿地名录，本项目用海区不占用湿地名录内湿地，也不占用省林业厅公布的福建省第一批省重要湿地名录内湿地。本项目建设区部分位于三调数据中的滨海湿地区，类型为沿海滩涂，占用面积 2.0064hm^2 ，但项目建设为生态整治修复项目，建设的目的在于改善滨海湿地环境，建设后将有效地改善沿海滨海湿地环境和生态功能，对于滨海湿地是有利的。在施工期间采用种植或开放式的方式施工，大大降低对海洋滨海湿地的影响，所造成的影响很小。目前本项目已编制涉及占用惠安县一般湿地生态功能影响评价报告，并通过论证，取得惠安县自然资源局的批复（附件11）。

因此，本项目的建设将有利于滨海湿地功能的改善，属生态整治修复项目，项目的实施符合《福建省湿地保护条例》。

略

图6.4-4 项目附近区域湿地分布图

6.4.4 与《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》的符合性分析

根据《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，本项目建设占用部分崇武旅游休闲娱乐区（限制养殖区）和大港湾浅海藻类养殖区，其余区域不占用规划养殖区，位置示意图见图6.4-5。

崇武旅游休闲娱乐区（限制养殖区）管理要求为：限制在旅游休闲娱乐区开展水产养殖活动，保障旅游休闲娱乐区用海需求。禁止网箱养鱼、滩涂围塘等破坏景观、投饵性的养殖活动，浅海贝藻类养殖面积、密度按技术要求执行，鼓励生态养殖，推广生态养殖技术，合理利用海洋资源。污染物排放不得超过国家和

地方规定的污染物排放标准。从管控要求可以看出，该区域为限制养殖有限保障滨海旅游需求，而本项目在该区域的建设主要为开展整治修复工程，提升滨海旅游资源质量，更好的发挥该区域的滨海旅游海洋功能，符合本区域的管理要求。

大港湾浅海藻类养殖区的管理要求为：按照水产养殖技术规范要求，合理布局，控制养殖密度。加强养殖环境和产品质量检测。不得对周边航道造成影响。加强执法，对侵占航道等非法行为进行整治。从管控要求可以看出，该区域的主导功能为发展藻类养殖，本项目在该区域的建设内容为建设人工牡蛎礁，工程实施后将改善提高生物多样性，有利于该区域藻类养殖活动的开展，工程施工期间造成的影响是短暂的、临时的，工程完工后上层空间仍可继续开展藻类养殖，将长期利于养殖活动的开展，因此，该区域的项目建设也符合其管理要求。

综上，本项目的建设符合《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》。

略

图6.4-5 《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》分区示意图

6.4.5 与《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》的符合性分析

《福建省人民政府办公厅关于印发福建省“十四五”生态环境保护专项规划的通知》（闽政办〔2021〕59号）提出强化滨海湿地保护与整治修复。严格管控新增围填海，除国家重大项目外，全面禁止围填海。严格落实《福建省湿地保护条例》，实行总量控制、名录管理和分级分类保护制度。坚持自然恢复为主、人工修复为辅，系统推进受损退化滨海湿地生态修复和综合治理，推进“蓝色海湾”整治行动项目和湿地修复工程。加快推进围填海项目的生态修复。

提升公众亲海环境品质。优化海岸带生产、生活和生态空间布局。严控生产岸线，保护自然岸线和生活岸线。保护提升海洋休闲娱乐区、滨海风景名胜区、沙滩浴场、海洋公园等公共利用区域内的海岸带生态功能和滨海景观，保障公众亲海空间。加强海水浴场、滨海旅游度假区等亲海岸段入海污染源排查整治，完善滨海配套公共设施，实施亲海岸段在线监控和精准清理，提升亲海品质，打造生态休闲绿色海岸带。强化砂质岸滩和亲水岸线保护和修复，依法清除岸线两侧的非法、不合理人工构筑物 and 设施，拓展公众亲海岸滩岸线，促进海上水产养殖

布局和设施景观化。

综上，本项目采用潜堤、拦沙堤、牡蛎礁等建设手段，对区域生态系统进行综合修复，建设后将有效提升滨海景观，拓展亲海岸滩，恢复区域生物多样性，同时无新设污染物排放口，施工过程中严格要求废水和固体废弃物不排海，项目的建设是对以上专项规划的落实。

6.4.6 与《泉州港总体规划（2020-2035年）》的符合性分析

福建省人民政府2021年印发了《泉州港总体规划（2020-2035年）》（闽政文〔2021〕34号）。根据《泉州港总体规划（2020-2035年）》，泉州港是福建省建设21世纪海上丝绸之路核心区的重要基础，是福建沿海地区性重要港口，是福建省综合运输体系的重要枢纽，是福建省对外开放、深化闽台融合发展的重要窗口，是泉州市开启现代化建设新征程、引导和优化本地区生产力布局、促进地区经济高质量发展和产业结构调整、更好服务全方位推动高质量发展超越的重要支撑。

泉州港规划形成“1港3区6作业区1作业点”的总体发展格局，即泉州港由泉州湾、深沪湾和围头湾三港区组成，下辖秀涂、石湖、锦尚、深沪、围头、石井六个作业区和东石作业点。

项目拟申请区域无港区，也无作业区和作业点，不涉及港口岸线，距离本项目最近的港口规划岸线位于项目区东部的崇武岸线，规划长度300m，项目距离该岸段约为1.5km，距离较远，项目建设不会影响该规划岸线的使用，因此，项目建设符合《泉州港总体规划（2020-2035年）》。

略

图6.4-6 港口岸线利用规划图

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 选址适宜性分析

7.1.1.1 “半月湾海滩修复与养护工程”选址唯一性分析

本项目为生态修复项目，项目区位于惠安县东南部海岸，范围包含半月湾海域和大港湾海域。本项目主要是对存在生态问题的海域进行有针对性生态修复，其选址具有一定的唯一性。从半月湾侵蚀现状及侵蚀机制来看，本次半月湾修复工程应相应建设相关辅助措施，以尽量减少补砂后的沙滩流失，故在此基础上本次在沙滩东、西侧建造拦砂堤，使半月湾形成独立的静态岬湾，在一定程度上减弱湾内波浪作用力，向海侧建造潜堤，阻挡回填海沙向外海流失，从而有利于修复海滩的稳定。根据方案比选，在确保修复成效及尽可能减少对周边相邻项目的影响的前提下，项目建设的拦砂堤及潜堤无法避让生态保护红线，项目平面布置方案进行了比选，符合国家节约集约用海相关政策，且项目修复后，能够改善项目区海域的环境质量，提升海岸防护能力，有利于生态保护红线生态功能的实现。

7.1.1.2 “大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”选址适宜性分析

惠安海域潮间带礁石上有天然牡蛎种群分布，在项目区内引入牡蛎礁不会造成入侵生物风险。贝类礁上附着的牡蛎等附着型滤食性贝类，可有效去除水体中的有机碎屑，净化水质。2013年，在大港湾青屿西北侧海域成功实施了人工鱼礁工程，礁区总面积8565 m²，建成了泉州市首个“海洋牧场”。

为提升项目区生物多样性，本项目借鉴工程区附近已有的成功案例，在青屿人工鱼礁西北侧设置贝类礁防浪屏障（图7.1-1），说明海区具有稳定的生态修复环境。为确保工程实施的有效性，开展适宜性评价，综合各利益相关方的修复意向，评估在当前自然环境、社会和经济背景下，贝类礁生态系统修复的可能性。

本次修复项目海域临近福建深沪湾和金门等天然牡蛎礁群，并且当地分布多处天然牡蛎种苗区（图7.1-2），这表明修复海区具有优良的牡蛎礁海区生长环境，

同时，通过牡蛎礁生长环境适宜性评价（表7.1-1）显示，各评价要素的评价结果符合适宜范围，证实评价区域适宜牡蛎等贝类栖息，

野生牡蛎礁是全球珍稀的海洋栖息地，项目修复海区具有野生牡蛎礁群优势，适宜牡蛎礁生态修复，可以根据实施方案及相关生态修复标准开展贝类礁生态修复工程。

人工藻礁建设是海洋生态修复的重要手段之一。在天然海藻场退化海域或“海底荒漠”区，构建藻礁群，为大型海藻的着生提供基质，移植海带、裙带菜、马尾藻等大型褐藻后，可明显改善海域水质环境、提高生物多样性，使“海底荒漠”变成“海底绿洲”。

以上分析结果表明，大港湾工程区适宜开展牡蛎礁修复。



图 7.1-1 大港湾青岛人工鱼礁工程图



图 7.1-1 海区天然牡蛎礁
表 7.1-1 贝类礁生长环境适宜性评价指标

评价指标	评价要素	适宜范围	本底条件	是否适宜
自然因素	牡蛎分布	历史上或现在有牡蛎礁或牡蛎等分布的海区，或对贝类礁生态减灾功能有需求且环境适宜的海区。	工程区海域有天然牡蛎种群分布，且开展过人工鱼礁工程	是
	水温	水温适宜牡蛎、贝类、藻类等生存。	22 °~30 °(4 月-10 月)	是
	盐度	盐度适宜牡蛎等生存。	20~30 (4 月-10 月)	是
	溶解氧	连续 24h 中，16h 以上大于 5mg/L，其余任何时候不低于 3mg/L。	7.52~8.36mg/L	是
	pH	7.8~8.5	7.98~8.18	是
	地形	地形平缓或平坦，坡度小于 5°。	平均坡度 3°	是
	水动力	潮流通畅，无漩涡流、对撞流，牡蛎繁殖期流速不大于 60 cm/s。	<20cm/s	是
	沉积速率	沉积速率小于牡蛎等贝类礁体高度增长速率。	弱侵蚀区域，且投放的预制礁体高于海床面，可保障牡蛎等贝类增长	是
	底质类型	选择较硬、泥沙淤积少的底质，避开淤泥较深的软泥底和流速大的细沙底水域。	砂质	是

人为因素	海域利用	避开海洋倾废区、盐场、电厂取排水口、码头、航道等人类活动影响严重区域。	附近无此类严重影响牡蛎生境的人类活动	是
------	------	-------------------------------------	--------------------	---

7.1.2 与区位和社会条件的适宜性

惠安县位于福建省东南沿海突出部，介于泉州湾和湄洲湾之间，向东成半岛型伸入台湾海峡与台湾隔海相望，是福建省著名侨乡和台湾汉族同胞主要祖籍地之一。有条件优越的崇武港、斗尾港和辋川港。境内有大港湾机场（规划中）、福厦高速公路、泉三高速公路南惠支线、斗尾支线及福厦高速铁路、漳泉肖铁路等穿越境内并设有交通出入口，其他过境道路有国道324、省道201、省道312等，对外对内交通便利。项目所在区域主要为崇武国家海洋公园，项目区已形成以崇武古城风景区为引领的海滨旅游休闲景观带，基础配套设施建设已相当完善，具备完善的水、电通讯设施，为本项目的建设提供有利的社会条件。

7.1.3 与自然资源和环境条件的适宜性

（1）气象条件适宜性分析

项目所在区域属亚热带海洋性季风气候，全年气候温暖，雨量充沛，气候条件较好。项目区位于台风多发区域，项目施工和运营期间，若遇极端天气条件，可能造成沙滩流失，项目应避开台风期进行施工，同时项目运营期间，安排好沙滩的极端条件应急预案的情况下，本修复项目与所在区域气象条件适宜。

（2）地形地貌条件适宜性分析

半月湾连属于海岸丘陵地貌，曾经是一处品质优良的天然滨海沙滩，原有海滩长约2.5km，干滩宽度10~100m不等。工程区南侧为沙滩海岸，局部可见基岩出露，东侧为砾石滩。高程由北向南递减，海底高程约6.74~5.02m，总体地势较为平坦，仅东部沙丘稍有起伏。

大港湾属于滨海台地。近岸主要以砂质沉积为主，向外海则为主要以细颗粒的沉积物为主，坡度较缓。项目区的地形地貌适宜本项目的开展。

（3）工程地质条件适宜性分析

根据区域地质资料、本次钻探结果和邻近已有勘察资料，本场地及其附近没

有大的断裂构造带通过。拟建场地地势开阔，位于海岸边，远离山体，未见有大的崩塌、滑坡的不良地质现象，也不存在泥石流的地质灾害，场地内及其附近现无人工地下工程和开采地下水的活动，不存在岩溶作用，也不会产生地面塌陷、地裂缝的地质灾害，区域稳定性较好。勘探过程未发现其它隐伏沟浜、古河道、防空洞等对工程施工不利的地下埋藏物或（构）筑物，在各风化带基岩中也未发现有孤石、地下洞穴、临空面或软弱夹层，但场地内软土层较厚，分布范围较广。

总体而言，项目选址与区域自然资源、环境条件基本适宜。

7.1.4 与区域生态系统适宜性分析

项目铺设海砂砾石及建设拦沙堤将占用海域浅滩，使现存底栖生物的栖息场所遭到破坏，但对海域生态系统完整性的影响不大，项目施工期间，悬浮泥沙入海将对周边海域环境会造成一定的影响，但其影响是暂时的，且影响范围和程度有限。因此，项目施工对海洋生态环境和生物资源所造成的影响也是有限的。随着工程的建成，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，新的生物群落将产生，达到新的生态平衡。且本项目通过实施补砂养滩、投放消浪牡蛎礁等工程，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，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，达到生物多样性保护、净化水体和维持生态系统结构等效益

铺设海砂会对周边地形地貌及水动力造成一定影响，但通过本次沙滩修复可以恢复防灾减灾功能，对于改善区域海洋生态环境，提升海岸抵御台风、风暴潮等防灾减灾的能力。因此，项目选址与区域生态系统可相适应。

7.1.5 与周边其他用海活动的适宜性

项目建设对所在海域的自然及生态环境影响较小，可以满足功能区划的管理要求，项目建设与相邻的海洋功能区定位基本适宜，周边海域的开发活动对本项目建设亦无不利影响。项目所在海区不存在军事设施，不会危及国家安全。

本项目附近海洋活动主要有渔港、填海造地等。本项目的建设有利于增加区域生物多样性，增强区域生态系统稳定性加固现状岸线，提升岸线防潮能力。施

工中提前发布施工航行通告，做好施工船舶和渔船的避让工作可减小对渔港船只进出的影响。项目实施对周边海域的水动力、冲淤环境等的影响较小。施工期间产生的悬沙扩散和施工噪音等对周边的生物有一定影响但影响程度很小且非持续性，不会破坏区域内的物种及其生境，随着施工结束影响将消失。在落实到位各项安全施工措施和环保措施前提下，项目建设对周边其他海洋活动影响较小。项目所在海区不存在军事设施，不会危及国家安全。综上，项目建设与周边其他海洋活动可相适应。

7.2 平面布置合理性分析

7.2.1“半月湾海滩修复与养护工程”平面布置合理性分析

7.2.1.1 平面布置方案比选

半月湾海岸曾经是一处品质优良的天然滨海沙滩，沙滩平均宽度有130m，长年处于较稳定的动态调整之中。上世纪末叶以来，由于滨海工程建设和沙滩无序采砂活动的影响，半月湾沙滩平衡状态被打破，海滩由季节性动态平衡调整变为西冲东淤的海滩调整模式。

半月湾最主要的问题为湾内波浪作用不均衡导致沙滩中西部剧烈侵蚀、东部沙滩淤积，因此解决半月湾沙滩沿岸输沙问题对于本次修复项目的成败至关重要。本工程根据半月湾的沙滩侵蚀现状、开发利用现状和周边海域水动力特点，对修复方案进一步优化，提出三个方案进行比选。三个方案均采用拦砂堤+潜堤的平面布置形式，不同之处主要在于拦砂堤的位置。

7.2.1.1.1 水动力影响

根据前章分析，三个方案对水动力影响类似，在近岸沙滩施工区域由于补沙的原因，滩肩至潜区间部分区域露滩。工程方案对周围的流场影响都较小，基本局限在工程附近300m以内的范围，工程区1km以外的海域受到影响很小，涨落潮最大流速和对应的流向都不发生改变。从涨落潮平均流速变化分布图看，方案一对东侧中心渔港流场略微有些影响，方案二与方案三对东侧中心渔港流场没有影响。

方案一半月湾的纳潮量减小了约94万 m^3 ；方案二半月湾的整体纳潮量减小了

约54万 m^3 ；方案三半月湾纳潮量减小了约68万 m^3 。方案二对纳潮量的影响最小。

7.2.1.1.2 冲淤环境影响

根据前章分析，三个方案对冲淤环境影响类似，在潜堤东部前沿海域呈淤积状态；拦砂堤外侧区域也产生淤积，年淤积强度可达到 $2\text{cm/a} \sim 10\text{cm/a}$ 之间。主要区别在于方案一位于东侧渔港防波堤与拦砂堤之间的区域略微产生冲刷，冲刷量在 $-2\text{cm/a} \sim 5\text{cm/a}$ 。

三个方案通过修建构筑物预期可形成稳定的平衡岬湾岸线；养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。海滩养护修复后初期沿岸输沙率，方案二的输沙率最低。

7.2.1.1.3 用海面积及构筑物长度

坐标投影采用高斯—克吕格投影，中央经线 120°E ，采用 CGCS2000 坐标系计算，方案一用海总面积 5.3962ha，拦砂堤长 540m，潜堤长 827m。方案二用海总面积 4.5698ha，拦砂堤长 505m，潜堤长 663m。方案三用海总面积 4.7174ha，拦砂堤长 491m，潜堤长 681m。

从用海面积来看，方案一用海面积最大，方案三次之，方案二最小。

7.2.1.1.4 工程建设对相邻工程的影响

（1）对崇武国家中心渔港的影响

半月湾东侧建有崇武国家中心渔港，渔港日常停泊近1000艘船，台风季节避风停泊超1500艘船，涉及当地渔民2~3万人。

项目实施对渔港的潜在影响主要有两方面：一是工程建设对渔港通航的影响。方案一的东侧补砂范围和东拦砂堤靠近崇武中心渔港口门，东拦砂堤的向海侧端部至渔港防波堤端部的直线距离约为229m，对船舶进出渔港可能造成潜在的负面影响。方案二和方案三重点在海湾中西部开展修复，东拦砂堤的向海侧端部至渔港防波堤端部的直线距离为357m，修复区距渔港较远，在采取相关通航安全防范措施的基础上，不会对渔港的正常运营和生产安全造成影响。二是工程建设对渔港口门及其邻近海域冲淤的影响。根据泥沙冲淤影响模拟结果可知，方案一东拦砂堤靠近渔港口门，其向海端部由于堤头聚能作用，有微幅的冲刷趋势，堤的根部则由于动力减弱逐渐向渔港口门方向淤积，平均年淤积量约 $10 \sim 20\text{cm/a}$ ；方案二和方案三由于东拦砂堤距渔港口门较远，方案实施对动力和泥沙冲淤的影

响并未延及渔港口门处。另外从船舶进出渔港的整个通路来看，方案一渔港口门前后均形成小幅度的淤积趋势，方案二和方案三未呈明显的冲淤趋势。综上，从工程建设对崇武中心渔港通航和冲淤的影响程度上看，比选方案一存在一定的潜在影响，方案二和方案三影响较小。

（2）对半月湾西侧排水管道的影响

半月湾西侧现有崇武古城排水管道，管径约1m，管道位置见图7.2-1。方案一和方案二的西侧砾石滩修复区与排水管有一定距离，对古城排水影响较小；方案三西拦砂堤进一步向西移至基岩海岸处，与排水管道距离较近，施工期极易对管道造成破坏，对管道的正常运营造成影响。从工程建设对崇武古城排水管道的影响程度上看，方案一和方案二影响较小，方案三影响较大。



图 7.2-1 排水管道位置图

7.2.1.1.5 工程造价

方案一所需补砂量为123.53万 m^3 ，需回填砾石3.5万 m^3 ，需构筑纵向拦砂堤540m、水下拦砂堤827m；方案二所需补砂量为87.42万 m^3 ，需回填砾石3.5万 m^3 ，需构筑纵向拦砂堤505m、水下拦砂堤663m；方案三所需补砂量为96万 m^3 ，需构筑纵向拦砂堤491m、水下拦砂堤681m。经计算得方案一综合造价约5.68亿元；方案二综合造价约3.91亿元；方案三综合造价约4.24亿元。从工程造价上看，方案一造价最高，方案三次之，方案二最低。

7.2.1.1.6 修复效果

根据《2024年福建省泉州市惠安县海洋生态保护修复工程项目实施方案》（泉州市人民政府，2023年11月），“半月湾海滩修复与养护工程”的绩效指标为修复

海滩长度1050m，修复海滩面积17.6ha，后滨固沙植被修复面积0.59 ha。

方案一修复海滩长度1673m，修复海滩面积29.6ha，后滨固沙植被修复面积1.06 ha。方案二修复海滩长度1150m，修复海滩面积20.6ha，后滨固沙植被修复面积1.06 ha。方案三修复海滩长度1201m，修复海滩面积21.6ha，后滨固沙植被修复面积1.06 ha。

三个方案均满足“半月湾海滩修复与养护工程”的绩效指标。

7.2.1.1.7 综合分析

方案一的东侧补砂范围和东拦砂堤靠近崇武中心渔港口门，对船舶进出渔港可能造成潜在的负面影响。方案一东拦砂堤靠近渔港口门，其向海端部由于堤头聚能作用，有微幅的冲刷趋势，堤的根部则由于动力减弱逐渐向渔港口门方向淤积，平均年淤积量约10~20cm/a。从工程建设对崇武中心渔港通航和冲淤的影响程度上看，方案一存在一定的潜在影响。且方案一造价较高。比选方案三西拦砂堤进一步向西移至基岩海岸处，与排污管道距离较近，施工期极易对管道造成破坏，对管道的正常运营影响较大。三个方案中，方案二用海面积最小。因此综合考虑用海因素、资源环境影响、对周边项目的影响以及工程造价等因素，推荐总平面布置方案二。

表 7.2-1 方案比选一览表

方 案	水动力环境	冲淤环境	用海面积及构 筑物长度	对崇武国家中心 渔港的影响	对西侧排 水管的影响	工程 造价	修复效果
比 选 方 案 一	工程方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程附近 300m 以内的范围，工程区 1km 以外的海域受到影响很小，对东侧中心渔港流场略微有些影响。纳潮量减小了约 94 万 m ³ 。	在潜堤东部前沿海域呈淤积状态；拦砂堤外侧区域也产生淤积。预期可形成稳定的平衡岬湾岸线；养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。	用海总面积 5.3962ha，拦砂堤长 540m，潜堤长 827m。	东侧补砂范围和东拦砂堤靠近崇武中心渔港口门，对船舶进出渔港可能造成潜在的负面影响。工程建设改变渔港口门冲淤环境。	较小	5.68 亿元	修复海滩长度 1673m，修复海滩面积 29.6ha，后滨固沙植被修复面积 1.06 ha。
比 选 方 案 二	工程方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程附近 300m 以内的范围，工程区 1km 以外的海域受到影响很小，对东	在潜堤东部前沿海域呈淤积状态；拦砂堤外侧区域也产生淤积。预期可形成稳定的平衡岬湾岸线；养护后岸线（滩肩线）总	用海总面积 4.5698ha，拦砂堤长 505m，潜堤长 663m。	较小	较小	3.91 亿元	修复海滩长度 1150m，修复海滩面积 20.6ha，后滨固沙植被修复面积 1.06 ha。

	侧中心渔港流场无影响。纳潮量减小了约 54 万 m ³ 。	体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。沿岸输沙率最小。					
比 选 方 案 三	工程方案对周围的流场影响都比较小，基本局限在工程附近 300m 以内的范围，工程区 1km 以外的海域受到影响很小，对东侧中心渔港流场无影响。纳潮量减小了约 68 万 m ³ 。	在潜堤东部前沿海域呈淤积状态；拦砂堤外侧区域也产生淤积。预期可形成稳定的平衡岬湾岸线；养护后岸线（滩肩线）总体呈东侧侵蚀、西侧淤积的调整演变特征。	用海总面积 4.7174ha，拦砂堤长 491m，潜堤长 681m。	较小	西拦砂堤与排污管道距离较近，对管道的正常运营存在影响	4.24 亿元	修复海滩长度 1201m，修复海滩面积 21.6ha，后滨固沙植被修复面积 1.06 ha。

7.2.1.2 平面布置合理性分析

(1) 平面布置体现了集约、节约用海的原则

根据数模研究结果，在仅补砂无拦砂堤辅助条件下，修复岸段全线侵蚀，可能无法达到预期沙滩修复效果，后期沙滩养护难度较大。为了保证沙滩修复后能达到预期成效，本次半月湾修复工程应相应建设相关辅助措施，以尽量减少补砂后的沙滩流失。故在此基础上本次在沙滩东、西侧建造拦砂堤，使半月湾形成独立的静态岬湾，在一定程度上减弱湾内波浪作用力，向海侧建造潜堤，阻挡回填海沙向外海流失，从而有利于修复海滩的稳定。项目用海平面布置经过了方案比选，推荐平面布置方案二的总用海面积最小，体现了集约、节约用海的原则。

(2) 项目用海平面布置最大程度减少对水文动力条件、冲淤环境的影响

根据水深条件、工程地质条件和海洋动力条件，本项目平面布置方案不断调整优化。根据数模结果，3个平面布置方案实施后造成的水动力、纳潮量、冲淤变化影响趋势一致。其中方案二的纳潮量减小程度最小，对东侧的渔港水动力和冲淤环境基本没有影响。

本项目推荐平面布置方案二的水动力、纳潮量、冲淤环境影响均较小，可以最大程度的减少对水动力环境、冲淤环境的影响。

(3) 平面布置与周边其他用海活动相适应

项目用海业主需做好通行船舶的正常运行调度和避让，并落实相关安全措施，项目用海平面布置与周边其他用海活动是相适应的。

7.2.2 “大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”平面布置合理性分析

海洋中许多生物具有趋礁性。天然礁石或人工鱼礁可以为许多海洋生物提供良好的栖息、庇护、索饵、产卵场所。为保护和改善海洋生态环境，修复近海海洋生物栖息地，消减抵达沙滩的波浪能量，以提升海域的经济和生态价值，赤湖林场湾和溪底湾海域拟布置4排牡蛎礁群。

每排牡蛎礁群均由四段组成，每段长100m，每段之间的间隔100m，每段牡蛎礁外侧单体净距3.5m，内侧单体净距3m。牡蛎礁上部结构尺寸为3.0×3.0m。

投放处底高程为-9.8~-10.8m（85黄零），并配套航标设计。

本区域采用牡蛎礁作为主体结构，牡蛎礁尺寸为3×3×3m，礁体中部透空，基础为0.4×0.4×0.8的长方体。牡蛎礁由专业船舶吊装入海。该礁群可以为许多海洋生物提供良好的栖息、庇护、索饵、产卵场所。可以改善海洋生态环境，修复近海海洋生物栖息地。其平面布置合理。

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1“半月湾海滩修复与养护工程”用海方式合理性分析

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目拦砂堤用海方式为“非透水构筑物”，潜堤用海方式为“透水构筑物”。

根据数模研究结果，在仅补砂无拦砂堤辅助条件下，修复岸段全线侵蚀，可能无法达到预期沙滩修复效果，后期沙滩养护难度较大。为了保证沙滩修复后能达到预期成效，需修建纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物。国内也有较多类似成功案例。珠海市香炉湾沙滩修复工程、珠海市大万山岛锦塘湾沙滩修复整治工程均采用“海滩补砂+拦砂堤辅助修复”思路，纵向上（即沿岸方向）通过基岩岬角和纵向拦砂堤拦截沿岸输沙，横向上（即垂岸方向）通过水下拦砂堤阻断补砂沉积物的向海流失通道。采用上述修复方案，成功在香炉湾和锦塘湾塑造优质滨海沙滩（图 7.3-1、图 7.3-2），显著增强海岸防灾减灾能力，同时极大改善了海湾及周边海域海洋生态环境，拓展了公众滨海亲水休闲空间，有效解决海岛海岸沙滩资源紧缺和滨海旅游空间不足问题，极大推动珠海市旅游经济的发展。

本项目东、西两道实体拦砂堤，可有效阻断补砂沉积物的沿岸运移流失通道；水下潜堤能够有效阻断补砂沉积物的向海流失通道，既保障了沙滩的稳定，同时也将对周边海洋环境的影响降到了最低。本项目通过方案比选，在满足修复绩效目标的前提下，将用海面积降至最低，项目不占用海岸线，有利于保持自然岸线和海域自然属性。

本项目建设不可避免造成该区底栖生物的完全丧失。工程施工引起悬浮泥沙增量大于 10mg/L 的包络面积为 43.60hm²，将会对该范围内的浮游生物、底栖生物、鱼卵仔鱼和游泳生物造成一定的影响；但这种影响是暂时的，将随着施工的结合而消失。根据生物调查结果，本工程所在海域未发现珍稀濒危动植物，且因

工程建设造成损失的各种生物种类，在当地海域均有大量分布，不存在物种濒危问题，所以不会对海域物种多样性造成破坏。

综上所述，项目用海方式合理。



图 7.3-1 香炉湾海滩修复方案与修复前后实景对比图



图7.3-2 锦塘湾海滩修复前后卫片与实景图

7.3.2 “大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”用海方式合理性分析

根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，本项目牡蛎礁用海方式为“透水构筑物”。

2013年，在大港湾青屿西北侧海域成功实施了人工鱼礁工程，说明海区具有稳定的生态修复环境。人工藻礁建设是海洋生态修复的重要手段之一。在天然海藻场退化海域或“海底荒漠”区，构建藻礁群，为大型海藻的着生提供基质，移植海带、裙带菜、马尾藻等大型褐藻后，可明显改善海域水质环境、提高生物多样性，使“海底荒漠”变成“海底绿洲”。大港湾海域采用牡蛎礁作为主体结构，牡蛎礁尺寸为3×3×3m，礁体中部透空，基础为0.4×0.4×0.8的长方体。投放处底高程为-9.8~-10.8m（85黄零），淹没在水面以下。牡蛎礁群可以保护和改善海洋生态环境，修复近海海洋生物栖息地，提升海域的生态价值，增强碳汇能力。牡蛎礁礁体透空，对水动力与冲淤环境影响较小。因此，项目用海方式合理。

7.4 占用海岸线合理性分析

半月湾西侧拦砂堤距离最近的岸线（整治修复的砂质岸线）约1m，东侧拦砂堤距最近的岸线（砂质岸线）约2m。半月湾沙滩修复工程虽未直接涉及岸线，但其占用的是原有的砂质岸滩。由于本项目是生态修复工程，其在原有受损的沙滩上进行沙滩修复，没有改变原有岸线的自然属性和生态功能，沙滩修复的高程低于多年平均大潮高潮线，也未改变原有岸线的位置和自然形态，因此施工完成后也不形成有效岸线。

大港湾牡蛎礁距离岸线相对较远，其中距离较近的自然岸线（基岩岸线）约2100m，距离最近的其他岸线（整治修复的砂质岸线）约2600m。

综合来看，项目未改变原有岸线自然形态和位置，且通过修复，能过恢复原有岸滩的生态功能。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 项目用海需求合理性

根据《2024 年福建省泉州市惠安县海洋生态保护修复工程项目实施方案》（泉州市人民政府，2023 年 11 月），“半月湾海滩修复与养护工程”的绩效指标为修复海滩长度 1050m，修复海滩面积 17.6ha，后滨固沙植被修复面积 0.59 ha。根据前章分析，半月湾沙滩修复工程需修建纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物，以保证沙滩修复后能达到预期成效。综合考虑用海因素、资源环境影响、对周边项目的影响以及工程造价等因素，最终确定平面布置方案二为推荐方案。该方案修复海滩长度 1150m，修复海滩面积 20.6ha，后滨固沙植被修复面积 1.06 ha，可满足项目修复绩效目标。

“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”的绩效目标为牡蛎礁布放长度 800 m，牡蛎生境恢复面积 130.10ha。大港湾海域拟布置 4 排牡蛎礁群。每排牡蛎礁群均由四段组成，每段长 100m，每段之间的间隔 100m，每段牡蛎礁外侧单体净距 3.5m，内侧单体净距 3m。牡蛎礁全长 1600m（净长度 800m）。大港湾牡蛎礁群可以为许多海洋生物提供良好的栖息、庇护、索饵、产卵场所。可以改善海洋生态环境，修复近海海洋生物栖息地。可满足“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”的用海需求。

7.5.2 项目用海面积符合相关设计规范

本次半月湾沙滩修复工程拦砂堤及潜堤堤防等级为 4 级，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）规定，正常运用条件下防护堤的整体抗滑稳定安全系数应不小于 1.25，非常运用条件下应不小于 1.15。根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）及《防波堤与护岸设计规范》（JTS154-2018），东西侧拦砂堤及离岸潜堤设计使用年限选取为 50 年，其结构强度按相关重现期设计波浪进行设计，高程根据防护效果、施工要求及当地景观视野需要综合确定。

因此，水工建筑物结构尺度按照上述规范进行设计，符合相关行业的设计标准和规范。

7.5.3 项目用海面积符合《海籍调查规范》

本项目中用海方式包括了非透水构筑物、透水构筑物。非透水构筑物边界的界定依据《海籍调查规范》5.3.2.4 中“岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”透水构筑物边界的界定依据《海籍调查规范》5.3.2.4 中“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。有安全防护要求的以透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于10m保护距离为界”。本项目的拦砂堤和潜堤以构筑物外缘线为界；牡蛎礁为线性工程，以牡蛎礁礁体边线作为其用海边界。用海边界界定合理。

用海面积按《海籍调查规范》规定进行量算。用海坐标投影采用高斯-克吕格投影，3°分带，中央经线 119° E；坐标系采用 CGCS2000 坐标系。经测算，总用海面积 5.0497hm²，包括：半月湾海滩修复与养护工程申请用海面积 4.5698hm²，包含拦砂堤用海 2.7483hm²和潜堤用海 1.8215hm²；大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程申请用海面积 0.4799hm²。

7.6 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条（五）公益事业，用海最高期限四十年。工程设计年限为 50 年。本项目为公益类用海项目，根据海域法公益类用海最高年限 40 年，则本项目拦砂堤、潜堤和牡蛎礁申请海域使用年限为 40 年，既符合工程设计使用要求，又满足《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定，用海期限界定是合理的。

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

（1）项目设计阶段

本项目各生态修复子工程都是严格参照现行的各种成熟的标准规划和规程进行设计。如砂质海岸修复中参考了《中国海滩养护技术手册》、《海滩养护与修复技术指南》、《海岸带生态减灾修复技术导则 第7部分：砂质海岸》等，牡蛎礁则参考《海岸带生态减灾修复技术导则 第6部分：牡蛎礁》。同时在设计时，也尽可能遵循“自然修复为主，人工修复为辅”的理念，尽可能减少人工构筑物的建设，拟建设的人工构筑物尽可能减少生态修复设计方案对周边海洋环境造成的影响。

（2）项目施工阶段

①施工时段应避开台风季节，同时应选择在中低潮时进行施工。

②在保证施工质量的前提下，尽量缩短工期，减少施工过程对海洋环境的影响，为避免悬浮泥沙污染直接进入海域，建议在疏浚区设置防污屏，减少悬浮泥沙的扩散范围。

③对于施工船舶的含油废水和施工人员的生活污水必须加强管理，必须收集起来后上岸处理，施工机械设备和车辆不允许在海上进行冲洗。

④各施工工程应尽量避开浮游生物、鱼卵、仔稚鱼及鱼类繁殖生长旺盛的季节。

（3）项目运营阶段

本项目的实施对相关区域生态系统健康带来积极的影响。

本项目可以恢复滨海的生态服务功能，保障滨海的生态安全，带动滨海生态观光旅游业的发展，促进沿海经济的可持续发展。本项目对通过修复沙滩、建设生态牡蛎礁，补偿工程建设对渔业资源的损害，增加了海域海洋渔业资源数量，改善生物种群结构，稳定渔业生产，服务于渔业资源保护和渔民增收，社会效益

较高。牡蛎礁建设将有助于提高岸线稳定性和自然灾害防护能力，减缓海浪对岸线的侵蚀作用，对于保护天然沙滩、岸线稳定发挥重要作用。同时，通过对重点受损岸线进行整治修复，恢复其防灾减灾功能，对于改善区域海洋生态环境，提升惠安县海岸抵御台风、风暴潮等防灾减灾能力，维护海洋生态环境安全具有重要意义。

本项目通过加强综合治理，提高海岸防护能力，改善海洋生态环境，是落实和贯彻党中央、国家、省各级部门关于“海洋生态文明建设和海洋环境保护”战略的具体举措，是推进生态文明建设战略的重要环节。

8.1.2 生态跟踪监测

8.1.2.1 生态跟踪监测

开展修复工程实施过程中惠安县东南部海洋生态环境调查，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，为规范惠安县海洋生态保护修复工程的有序实施提供数据支持。（图8.1-1、表8.1-1、表8.1-2）

略

图8.1-1 海洋环境影响跟踪监测站位图

表8.1-1 监测站位坐标

略

表8.1-2 监测计划表

略

8.1.2.2 效果评估

（1）砂质海岸生态修复效果评估

开展崇武半月湾海滩修复与养护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，为惠安县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，具体评估监测内容如表8.1-3。

表8.1-3 砂质海岸修复效果评估监测内容及频次
略

(2) 牡蛎礁修复效果评估

开展大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程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。具体评估监测内容如表8.1-7。

表8.1-7 牡蛎礁生态系统调查内容与方法
略

8.2 生态保护修复措施

本项目作为生态修复项目，以修复海域生态为目的，所采用的用海方式为非透水构筑物 and 透水构筑物，对周边海洋环境的影响较小，其中人工鱼礁的建设可为海洋生物提供良好的栖息、庇护、索饵、产卵场所，有利于保护和增殖渔业资源。但根据项目建设对资源影响分析结果，项目建设造成的海洋生物损失额总计47.82 万元，而人工鱼礁建设的生态效益难以在短时间内实现。因此本论证建议采取增殖放流方式进行适当的生态补偿，促进区域海洋生物资源恢复。增殖放流前应制定具体方案，明确增殖放流时间、地点、种类和数量及相关监管要求等，并获得相关主管部门的认可。

(1) 拟实施地点

建议增殖放流的地点为大港湾，具体增殖放流地点可通过制定增殖放流方案由地方相关主管部门审查通过后最终确定。

(2) 增殖放流种类

放流品，根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发[2022]1 号）“东海增殖放流分水域适宜性评价表”中福建南部海区泉州湾海域适宜放流物种进行选取，具体包括长毛对虾、日本对虾、大黄鱼、黑鲷、黄鳍鲷等物种。放流种类可根据相关主管部门要求进行调整，并取得监管部门的准许和配合。

(3) 放流时间和资金

放流时间掌握在苗种的自然生长季节和海区伏季休渔期间，可以选择 5~8 月，共连续放流 3 年，放流经费应不少本项目建设导致的海洋生物损失金额。增殖放流经费总量可结合人工鱼礁生态修复对生态恢复的贡献进行合理调整，具体增殖放流时间和资金以相关主管部门认可的方案为准。

（4）放流监管

放流前应进行方案公示，可由相关主管部门组织专家开展药物抽检监测、疫病检测和种质鉴定工作。放流后组织渔政力量加强渔政执法巡逻管护，严处非法捕捞行为，确保增殖效果。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

本项目位于惠安县东南部海岸，项目包含“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“半月湾海滩修复与养护工程”、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”、“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”五个子项目。

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）要求：海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、**突堤、离岸堤（潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）**等构筑物建设，人工鱼礁、**牡蛎附着礁**等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续；……需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续，临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续。“大港湾防护林生态屏障建设与绿碳增汇工程”、“青山湾沙坝-潟湖典型湿地生境恢复工程”、“蔗潭溪红树林湿地修复与互花米草防御工程”三个子项目及“半月湾海滩修复与养护工程”子项目中的沙滩修复、后滨植被种植与砾石滩部分，符合《（自然资办发〔2023〕10号）》的要求，可不办理用地用海审批手续。因此本项目仅申请“半月湾海滩修复与养护工程”子项目的**拦砂堤与潜堤建设工程**、“大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程”用海。项目总用海面积 5.0497hm^2 ，其中：①半月湾海滩修复与养护工程申请用海面积 4.5698hm^2 ，包含拦砂堤用海 2.7483hm^2 和潜堤用海 1.8215hm^2 ；②大港湾牡蛎生境改善与蓝碳增汇工程申请用海面积 0.4799hm^2 。

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），本项目拦砂堤和潜堤用海类型为“特殊用海”，二级类为“海洋保护修复及海岸防护工程用海”；牡蛎礁用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“增养殖用海”。根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目拦砂堤和潜堤用海

类型为“其他用海”之“其他用海”；牡蛎礁用海类型为“渔业用海”之“人工渔礁用海”。

根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，本项目拦砂堤用海方式为“非透水构筑物”，潜堤和牡蛎礁用海方式为“透水构筑物”。本项目拦砂堤、潜堤和牡蛎礁申请海域使用年限为 40 年。

9.2 项目用海必要性结论

本项目为海洋生态修复工程项目，主要针对的是海上存在的生态问题开展修复，其修复位置均位于海上，因此其用海是必须的。本次在半月湾开展沙滩修复，为了保证沙滩修复后能达到预期成效，根据多个方案进行比选，通过沙滩养护结合纵向、横向拦砂堤等辅助构筑物修建，修复重塑该岸段历史上完整的干滩地貌形态。东、西两道实体拦砂堤，可有效阻断补砂沉积物的沿岸运移流失通道；水下潜堤能够有效阻断补砂沉积物的向海流失通道，既保障了沙滩的稳定，同时也将对周边海洋环境的影响降到了最低，其拦砂堤和潜堤用海是必须的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

本项目建设使用海域空间资源总面积为 5.0497hm²，项目建设不占用海岸线，不占用第一批省重要湿地名录内湿地及泉州市一般湿地名录。

根据数模影响预测结果，本工程的建设会导致所在海域的水动力条环境、冲淤环境变化，但影响主要集中在工程区附近；施工过程产生的入海泥沙将会对周边海域产生一定影响，但影响较小且是暂时的，将随着施工结束而逐渐恢复。

本项目造成底栖生物损失量约 3.528 吨；疏浚占海造成底栖生物损失量约 5.4 吨；施工期悬浮泥沙扩散造成生物损失量总体为鱼卵 13566618 粒，仔稚鱼 228384 尾，浮游植物 6.74×10^{13} 个，浮游动物 2519.98 千克，成体 626.48 千克。项目建设造成生物经济损失总计 47.82 万元。

9.4 海域开发利用协调分析结论

项目用海的主要利益相关者为：惠安县崇武渔港开发有限公司，需协调部门有林业局、水利局和海事局。

半月湾沙滩修复及营运期间对中心渔港有一定影响，但具备协调途径，建设单位应提前与惠安县崇武渔港开发有限公司达成协定，友好商定施工方案，最大程度的减少对中心渔港渔船进出的影响。半月湾东西两侧拦砂堤堤尾与海堤衔接，拦砂堤施工时可能会对海堤造成扰动。项目施工重型机械需通过靖江海堤运至现场，可能对海堤结构稳定有一定影响，同时施工作业车辆往来较多，可能会对堤面道路产生一定影响。建议项目业主加强施工管理，优化施工工艺，减少对海堤的扰动，定期监测堤身稳定，采取必要的保护加固措施。

本项目占用生态保护红线，但项目为生态修复项目，旨在恢复区域生态功能，改善典型生态系统。本项目的建设对生态保护区的生态功能提升有积极的正向作用，且项目实施工程中对周边海洋生态环境影响很小，对生态保护区的保护有重要作用。目前项目已开展生态保护红线内允许有限人为活动论证，并取得市级专家论证意见。

目前项目已取得林业局、水利局与惠安县崇武渔港开发有限公司同意项目建设的意见，项目用海与周边海域活动可协调。

9.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论

项目用海位于国土空间规划总的生态保护区和渔业用海区内，项目建设已纳入《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的项目清单内，属于泉州湾生态修复重点工程区范围。同时项目建设纳入《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》与《惠安县国土空间总体规划（2021-2035年）》重点建设项目安排表。项目建设内容符合《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》（报批稿）《福建省国土空间规划（2021-2035年）》《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》《惠安县国土空间总体规划（2021-2035年）》。项目用海满足福建崇武国家级海洋公园功能区管理要求，符合《海洋特别保护区管理办法》、《国家级自然公园管理办法（试行）》相关法律法规管理要求。项目用海符合“三区

三线”成果、《福建省湿地保护条例》《惠安县海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》《泉州港总体规划（2020-2035年）》。

9.6 项目用海合理性分析结论

项目为生态修复项目，主要针对现有存在的生态问题开展修复，其选址具有唯一性。修复工程包括拦砂堤建设、沙滩修复和牡蛎礁建设等，用海方式为“非透水构筑物”和“透水构筑物”，用海方式界定合理。项目未涉及岸线，未改变原有岸线自然形态和位置，且通过修复，能过恢复原有岸滩的生态功能。项目根据修复对象开展平面布置，沙滩修复经过多方案比选，其平面布置合理。用海范围是根据项目总平面布置，参照《海籍调查规范》相关规定进行界定，满足项目用海需要和规范要求，与周边权属相衔接，项目用海面积合理。项目拟申请用海期限40年。

9.7 项目用海可行性结论

针对惠安县东南海岸带存在的主要海洋生态问题，在半月湾开展沙滩修复，在大港湾布设人工渔礁等一系列生态保护与修复工程，其用海也是必须的。本项目为生态修复项目，在施工期会产生一定影响，但影响不大，项目运行会对生态环境带来有利影响。本项目通过实施补砂养滩、投放消浪牡蛎礁等工程，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，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，达到生物多样性保护、净化水体和维持生态系统结构等效益。本项目通过加强综合治理，提高海岸防护能力，改善海洋生态环境，是落实和贯彻党中央、国家、省各级部门关于“海洋生态文明建设和海洋环境保护”战略的具体举措，是推进生态文明建设战略的重要环节。

根据本项目开展的研究分析可知，本项目具有用海必要性，符合相关国土空间规划管控要求，符合国家节约集约用海相关政策，不存在严重损害海洋资源和海洋生态，本项目制定了与利益相关者的协调方案，同时在依法取得海域使用权后对国家权益没有影响，本工程建设不占用军事用地，没有占用或破坏军事设施，

不影响国防安全。综上所述，本项目用海可行。

资料来源说明

(1)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目可行性研究报告(报批稿)》，福建福骐海洋工程有限公司，2023年8月；

(2)《福建省泉州市惠安县海洋生态保护修复项目实施方案(报批稿)》，泉州市人民政府，2023年12月；

(3)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目初步设计报告(报批稿)》，华东勘测设计研究院有限公司，2023年8月；

(4)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目设计(变更)通知单》，华东勘测设计研究院有限公司，2024年3月；

(5)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目初步设计变更报告(报批稿)》，华东勘测设计研究院有限公司，2025年2月；

(6)《泉州市惠安县半月湾海滩修复方案优化论证研究报告》，自然资源部第三海洋研究所，2025年2月；

(7)《海域水质现状调查报告》，国家海洋局厦门海洋预报台，2022年；

(8)《水文泥沙调查报告》，国家海洋局厦门海洋预报台，2022年；

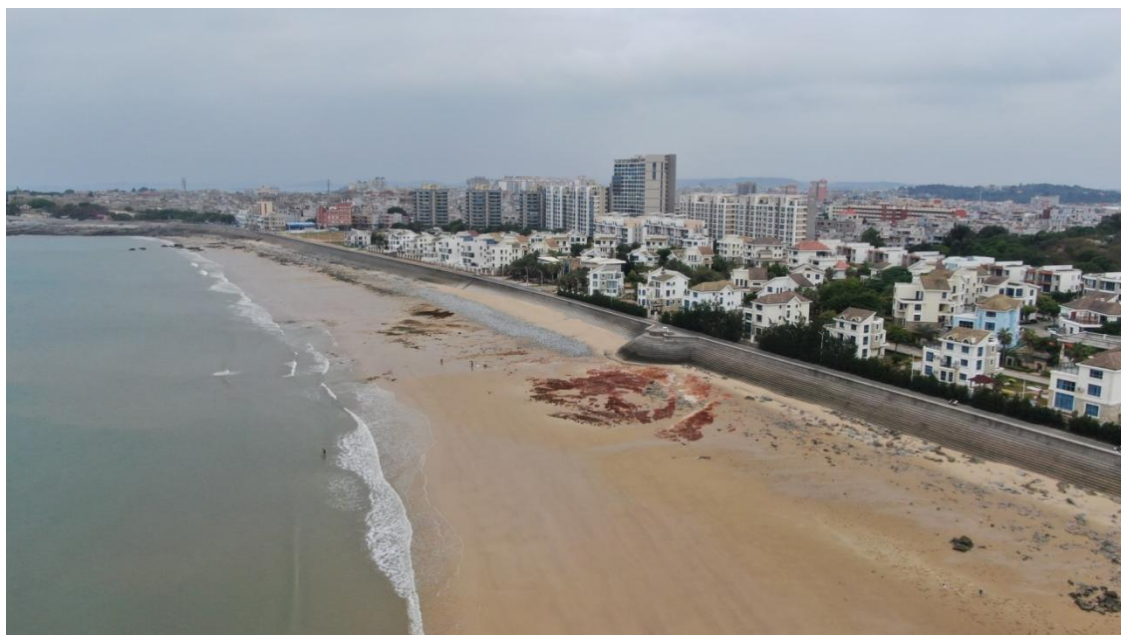
(9)《惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目海洋生态调查报告》，福建海洋研究所，2022年。

现场调查记录

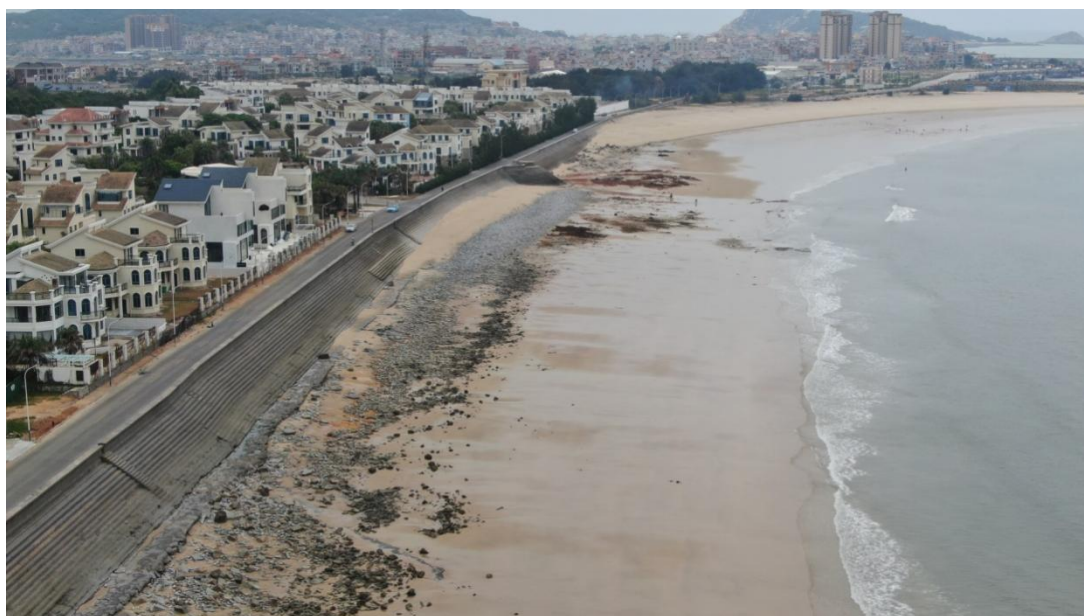
现场勘查记录表

项目名称	惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目海域使用论证			
序号	勘查概况			
1	勘查人员	赵波、张加喜	勘查责任单位	福建海洋研究所
	勘查时间	2023.8.18	勘查地点	翔湾大海港湾
	勘查内容简述	踏勘工程区海域,开发利用现状,收集用海权属情况,岸线交界处测量,无人机航拍		
2	勘查人员	翁毅斌、蓝尹	勘查责任单位	福建海洋研究所
	勘查时间	2025.3.27	勘查地点	翔湾
	勘查内容简述	工程区现场补充调查,无人机航拍		
3	勘查人员		勘查责任单位	
	勘查时间		勘查地点	
	勘查内容简述			
项目负责人		蓝尹	技术负责人	翁毅斌

现场调查照片



半月湾 1（东向西）



半月湾 2（西向东）



崇武中心渔港 1



崇武中心渔港 2

附件

附件 1 财政部《关于提前下达 2024 年海洋生态保护修复资金预算的通知》(财资环【2023】107 号)

附件 2 项目可行性研究报告批复函

附件 3 项目初步设计报告批复函

附件 4 项目初步设计变更报告的批复函

附件 5 2024 年福建省泉州市海洋生态保护修复工程项目实施方案(调整)专家评审意见

附件 6 委托书

附件 7 惠安县崇武渔港开发有限公司关于同意在崇武半月湾开展沙滩修复工程项目的函

附件 8 惠安县崇武国家海洋公园服务中心关于惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目的复函

附件 9 惠安县水利局关于开展半月湾沙滩修复与养护工程的意见

附件 10 生态保护红线内允许有限人为活动论证省级专家论证意见

附件 11 惠安县自然资源局关于同意惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目涉及占用惠安县一般湿地的意见

附件 12 海域使用论证报告书审核意见

附件 1 财政部《关于提前下达 2024 年海洋生态保护修复资金预算的通知》（财资环【2023】107 号）

略

附件 2 项目可行性研究报告批复函

略

附件 3 项目初步设计报告批复函

略

附件 4 项目初步设计变更报告的批复函

略

附件 5 2024 年福建省泉州市海洋生态保护修复工程项目实施方案(调整) 专家评审意见

略

附件 6 委托书

略

附件 7 惠安县崇武渔港开发有限公司关于同意在崇武半月湾开展沙滩修复工程项目的函

略

附件 8 惠安县崇武国家海洋公园服务中心关于惠安县东南部海岸带生态保护与修复项目的复函

略

附件 9 惠安县水利局关于开展半月湾沙滩修复与养护工程的意见

略

附件 10 生态保护红线内允许有限人为活动论证省级专家论证意见

略

附件 11 惠安县自然资源局关于同意惠安县东南部海岸带生态
保护与修复项目涉及占用惠安县一般湿地的意见

略

附件 12 海域使用论证报告书审核意见

略

相关图件

项目位置图

略

项目平面布置图

略

宗海图

略

开发利用现状图

略

资源生态影响范围与开发利用现状叠置图

略

项目用海与福建省国土空间规划的位置关系图

略

项目用海与泉州市国土空间规划的位置关系图

略

项目用海与惠安县国土空间规划的位置关系图

略