

**石狮市红塔湾北段
海洋生态保护修复项目
环境影响报告书
(公示稿)**

建设单位：石狮市永宁镇人民政府

编制单位：福建朔海科技发展有限公司

二零二六年·六月



目录

1 概述	1
1.1 项目背景	1
1.2 项目建设的特点.....	2
1.3 环境影响评价工作过程.....	2
1.4 工程的评价内容界定.....	5
1.5 分析判断相关情况.....	6
1.6 主要关注的环境问题.....	7
1.7 环境影响报告书主要结论.....	8
2 总则	9
2.1 编制依据	9
2.2 环境影响识别与评价因子筛选.....	13
2.3 环境影响评价内容和重点.....	16
2.4 评价等级	16
2.5 环境影响评价范围的确定.....	20
2.6 评价标准	23
2.7 环境保护目标的确定.....	29
3 建设项目工程分析.....	33
3.1 工程概况	33
3.2 平面布置	36
3.3 项目施工工艺和方法.....	65
3.4 土石方平衡	70
3.5 项目用海用地情况.....	71
3.6 项目运营期管护情况.....	72
3.7 工程分析	75
3.8 区划、规划符合性分析.....	82
4 环境现状调查与评价.....	118
4.1 区域自然环境现状.....	118
4.2 区域社会环境现状.....	122
4.3 自然资源概况.....	124
4.4 环境质量现状调查与评价.....	125
5 环境影响预测与评价.....	126
5.1 海洋水文动力环境影响预测分析.....	126

5.2	海洋冲淤环境影响预测分析.....	141
5.3	海水水质影响评价.....	143
5.4	海洋沉积物环境影响评价.....	144
5.5	海洋生态影响评价.....	146
5.6	大气环境影响评价.....	148
5.7	声环境影响预测与评价.....	149
5.8	固体废物环境影响预测与评价.....	151
5.9	陆域生态环境影响评价.....	153
5.10	环境敏感目标影响预测和分析.....	157
6	环境风险评价.....	160
6.1	环境风险调查与识别.....	160
6.2	环境风险潜势判定.....	161
6.3	风险防范与应急措施.....	162
6.4	台风、风暴潮风险分析.....	162
6.5	台风、风暴潮风险应急方案.....	163
7	环境保护对策措施及其可行性分析.....	164
7.1	施工期环境保护对策措施.....	164
7.2	营运期污染防治措施.....	167
7.3	环境保护措施可行性分析.....	167
8	环境影响经济损益分析.....	169
8.1	环保设备与环保投资估算.....	169
8.2	项目经济损益分析.....	169
8.3	环境保护的技术经济合理性分析.....	171
9	环境管理与监测计划.....	173
9.1	环境管理	173
9.2	环境监测计划.....	176
9.3	工程环境监理.....	179
9.4	项目竣工环境保护验收.....	180
10	环境影响评价结论.....	182
10.1	工程概况及主要环境问题.....	182
10.2	环境可行性分析结论.....	182
10.3	环境现状分析与评价结论.....	183
10.4	环境影响预测与评价结论.....	188
10.5	环境风险分析与评价结论.....	190

10.6 环境保护对策措施结论.....	191
10.7 公众参与结论.....	191
10.8 总结论	191

1 概述

1.1 项目背景

为践行习近平生态文明思想以及关于生态建设的指示精神，严格遵循陆海统筹、自然恢复为主、人工修复为辅的修复原则，根据福建省财政厅福建省自然资源厅关于印发《福建省耕地保护和生态修复专项资金管理办法》的通知（闽财规〔2024〕16号）的要求，积极推进石狮开展海岸带生态保护修复，优化提升现有工程防护体系，促进生态、减灾协同增效，提升石狮市抵御台风、风暴潮等海洋灾害的能力。

为落实上述政策要求，石狮市统筹推进海岸带生态修复相关工作，结合本地滨海生态现状与防灾减灾需求，谋划实施本生态修复项目。石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目针对石狮市红塔湾北段海岸海水连通不畅，水动力条件差，潮间带淤积严重，导致互花米草入侵，破坏了滨海湿地底栖生物的生存环境等生态问题，以恢复石狮市海岸带生态连通性、提升滨海湿地生态功能、增强海岸带生态安全为目标，具体开展护岸生态化工程、岸滩整治、退陆还海、退围还海和沙滩整治修复工程，初步使受损岸线得到有效修复、海域纳潮量及自净能力有所提高、受损沙滩得到基本恢复、海岸带防灾能力得到一定提升、海域生物多样性水平有所恢复，城市海洋生态空间得到有效拓展，打造具备中央财政支持条件的海洋生态保护修复项目的先导示范工程。

经过石狮市海洋生态保护修复工作领导小组和各部门的协调配合，为石狮市海洋生态保护修复项目的实施打下坚实基础，2024年12月，石狮市人民政府确定以生态问题突出的红塔湾北段的下宅溪河口附近海域为项目地，组织开展“石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目”实施方案研究，为申报国家中央财政支持的海洋生态保护修复提供先导和示范；2025年5月23日，《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目实施方案》通过由泉州市自然资源和规划局组织的专家评审（附件2）。2025年9月28日，石狮市发展和改革局作出关于《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目项目建议书》的批复（狮发改审批〔2025〕31号，附件3）。2025年12月5日，石狮市发展和改革局作出关于《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目可行性研究报告》的批复（狮发改审批〔2025〕39号，附件4）。

2025 年 10 月，石狮市永宁镇人民政府委托福建省港航勘察设计院有限公司编制的《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目初步设计》通过专家评审，2025 年 12 月 5 日，石狮市自然资源局作出关于《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目初步设计》的批复（狮自然资〔2025〕370 号，附件 5）。本项目实施工程内容具体如下：护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海、退陆还海等措施。在岸线处开展护岸生态化修复，长度 355 米；对围海区进行岸滩整治，主要开展表层沉积物开挖和互花米草清除，面积 2.47 公顷；在护岸坡脚外侧进行沙滩修复，补砂量 2.2 万方；同时对修复区外侧和中部现有的 375m 海堤进行拆除，恢复该区域水体交换能力；修复后将完成退围还海 2.47 公顷，退陆还海 0.0128 公顷。

1.2 项目建设的特点

本项目以重塑海岸带生态连通性、恢复滨海湿地生态功能、筑牢海岸带生态安全屏障为总体目标，具体实施护岸生态化改造、岸滩综合整治、退陆还海、退围还海，以及沙滩生态修复养护等工程措施。通过项目落地，预期可有效修复受损岸线、显著提升海域纳潮量与自净能力、全面恢复沙滩生态原貌、增强海岸防灾减灾综合效能，同时拓展城市海洋生态空间。

本项目为海洋生态保护修复项目，非污染型项目；对环境产生不利影响的阶段主要在施工期，施工期产生的各项污染物均采取相应有效的处理措施，严禁排入周边海域；项目施工前制定环境风险应急预案，并配备应急设备和物资；项目实施后拟对区域进行定期的监测和管理。运营期基本不产生污染。在采取相应的环境保护措施后，项目建设对周边环境的影响是正向的。

项目拆除海堤涉及“海岸防护物理防护极重要区”生态红线，涉及面积约 0.029 公顷。项目建设并未永久占用生态红线区，而是通过拆除违法建设的海堤，然后再在其他地方建设生态化护岸，恢复海域原貌，从而提高生态红线区的生态功能，对生态红线区产生的正面影响远大于施工期短暂的负面影响。

1.3 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》和《福建省环境保护条例》等相关规定，本项目需进行环境影响评价。因此，2025 年 11 月，石狮市永宁镇人民政府委托福建朔海科

技发展有限公司承担该项目的环境影响评价工作（附件1）。

根据石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目初步设计，项目主要包括护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海、退陆还海等工程内容，以此恢复海岸带生态服务功能和改善海洋生态环境。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目涉及**生态化护岸建设（355米）**，属于“五十四、海洋工程”中“154、围填海工程及海上堤坝工程”的“其他”，应编制环境影响报告表；涉及**退堤还海**，属于“五十四、海洋工程”中“158、海洋生态修复工程”的“涉及环境敏感区的堤坝拆除、临时围堰等改变水动力的工程”，应编制环境影响报告书；涉及**退陆还海、岸滩整治、沙滩修复工程**，属于“五十四、海洋工程”中“158、海洋生态修复工程”的“工程量在10万立方米以下的清淤、滩涂垫高等工程”，应编制环境影响报告表；涉及**退围还海工程**，属于“五十四、海洋工程”中“158、海洋生态修复工程”的“不涉及环境敏感区的退围、退养、退堤还海等近岸构筑物拆除工程”，应编制环境影响登记表。本项目环境影响评价按照就高不就低原则，编制环境影响报告书，详见表1.3-1。

表 1.3-1 建设项目环境影响评价分类管理名录（节选）

环评类别 项目类别		报告书	报告表	登记表	本栏目环境敏感 区含义
五十四、海洋工程					
154	围填海工程及海上堤坝工程	围填海工程；长度0.5公里及以上的海上堤坝工程	其他	/	
158	海洋生态修复工程	工程量在10万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程；涉及环境敏感区的堤坝拆除、临时围堰等改变水动力的工程	工程量在10万立方米以下的清淤、滩涂垫高等工程；涉及环境敏感区的其他海洋生态修复工程	不涉及环境敏感区的退围、退养、退堤还海等近岸构筑物拆除工程；种植红树林、海草床、碱蓬等植被；修复移植珊瑚礁、牡蛎礁等	第三条（一）中的自然保护区、海洋特别保护区；第三条（二）中的除（一）外的生态保护红线管控范围，海洋公园，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生

项目类别	环评类别	报告书	报告表	登记表	本栏目环境敏感区含义
					长繁殖地，封闭及半封闭海域

编制单位承接本项目环境影响评价报告书的编制工作后，组织技术人员现场踏勘，详细了解项目相关内容，对项目区及周边的自然环境、生态环境、社会经济环境等进行了较全面的调查，收集有关信息资料，在此基础上，结合项目特点，进行环境影响因素识别和影响因子的筛选，按照生态环境部颁布的《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）等技术规范要求，编制《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目环境影响报告书（送审稿）》。

本次环境影响评价工作主要分为以下几个工作阶段：

第一阶段：评价单位接受项目环境影响评价委托后，根据建设单位提供的资料，先确定项目是否符合国家和地方有关法律法规、政策及相关规划；随后根据建设单位提供的关于本项目的资料，进行初步的工程分析，识别环境影响因素、筛选评价因子，明确评价重点、环境保护目标，确定评价工作等级、评价范围和标准。

第二阶段：进行评价范围内的环境状况调查、监测与评价，了解环境现状情况；进行详细的工程分析，确定各污染因素的污染源强，然后进行各环境要素影响预测与评价、各专题环境影响分析与评价。

第三阶段：对项目拟采取环保措施进行技术经济论证，给出项目环境可行性结论。在以上基础上，根据生态环境部发布的《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）等要求，编制完成《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目环境影响报告书》（送审稿），供建设单位报相关生态环境主管部门审查。项目编制过程中，按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求开展了公众参与工作，公众参与阶段未接到群众的反对意见。

本项目环境影响评价工作过程见图 1.3-1。

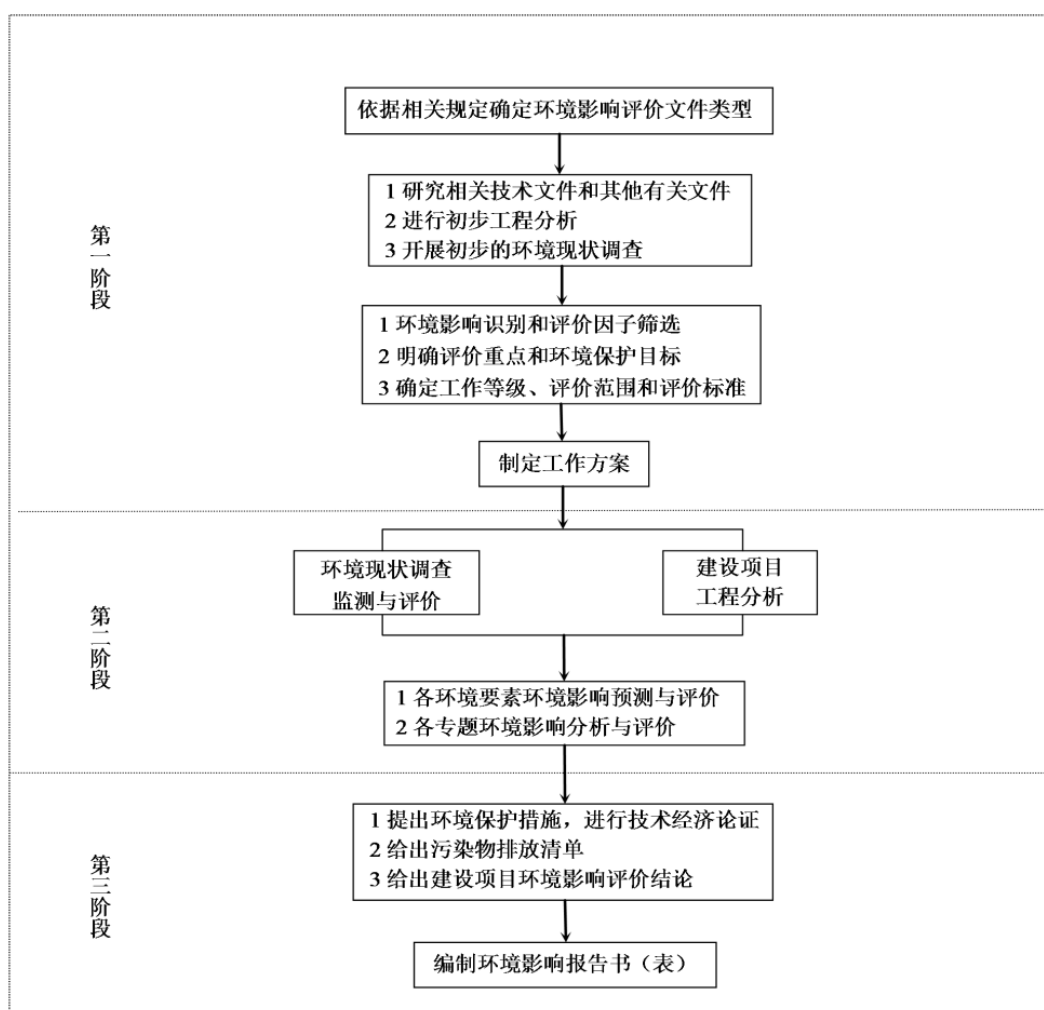


图 1.3-1 建设项目环境影响评价工作程序图

1.4 工程的评价内容界定

根据《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目初步设计》，本项目建设内容包括护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海、退陆还海等六项工程，根据实际工程区域和工程量整合分析，涉及海域部分的项目主要包括岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海工程，用海面积为 2.47 公顷，涉及陆域部分的项目为护岸生态化修复和退陆还海工程，面积约为 0.25 公顷。本报告对修复项目的六项工程均进行环境影响评价，工程集中且工程量较小。

本项目施工期在项目区北侧空地上设置 1 个临时施工区，该场地地势平整且无其他建筑物。由于项目施工期较短，施工结束后临时施工区将立即清理并退出场地，因此本报告仅对临时施工区开展简要环境影响分析。

1.5 分析判断相关情况

(1) 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，工程属第一类“鼓励类”中“四十二、环境保护与资源节约综合利用”的“2、海洋环境保护及科学开发、海洋生态修复”，属鼓励类项目，符合国家产业政策。

(2) 生态环境分区管控要求符合性分析

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）和《中共福建省委办公厅 福建省人民政府办公厅关于加强生态环境分区管控的实施意见》（2024 年 11 月），《福建省生态环境分区管控综合查询报告》显示本项目涉及 3 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 2 个（HY35050010021、HY35050010022），重点管控单元 1 个（ZH35058120004）。项目为海洋生态修复工程，无开发性、生产性建设活动，各项建设内容均符合区域生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线及生态环境准入清单要求，属于生态修复类有限人为活动，严格落实分区管控要求，不触碰管控红线，符合全省生态环境分区管控相关规定。

(3) 与国土空间规划等相关规划的符合性

本项目为海洋生态保护修复项目，与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《石狮市国土空间总体规划（2021-2035 年）》和《福建省海岸带及海洋空间规划》等各级规划的核心要求高度契合，符合区域生态保护与高质量发展的总体目标。另外，项目也与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福建省湿地保护规划（2024-2030 年）》《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）（修编）》等规划相符。

根据福建省“三区三线”管控要求，本项目拆除海堤工程涉及“永宁海岸防护生态保护红线区”，红线类型为海岸防护物理防护极重要区，涉及面积约为 290.58 m²。本项目是经过省自然资源厅批复的重要生态修复项目，旨在修复石狮市红塔湾的生态系统，本项目实施后对该生态红线区的影响是有利的，通过退围还海、岸滩整治、淤泥及互花米草清除、生态护岸建设等措施，有效修复受损岸线、恢复潮间带自然生境、提升海岸稳定性与生态连通性；替代原有硬质堤岸，增强海岸生态防护能力、降低侵蚀风险、减轻风暴潮冲击；改善近岸生境质量与

水质条件，维护红线区海洋生态健康与生物多样性，筑牢海岸生态安全屏障，为红线区长期保护与可持续发展提供有力支撑。

本项目属于《关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知(试行)》(闽自然资发[2023]65号)文件规定的允许占用生态保护红线的有限人为活动的情形(第8条)。因此，本项目与福建省“三区三线”划定成果相符。

经建设单位与相关主管部门沟通协调，本项目无需开展生态保护红线有限人为活动论证。依据石狮市人民政府2026年5月25日出具的正式说明(附件6)，本项目涉及生态保护红线范围仅为拆除现状旧海堤290.58平方米，不涉及新增建设用地、用海审批及任何开发性、生产性建设活动；拆除旧海堤属于生态修复措施，可恢复海域自然属性、提升水体交换能力、改善滨海湿地生态功能，根据《福建省自然资源厅 福建省生态环境厅 福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知(试行)》(闽自然资发[2023]56号)相关规定精神，该项目不属于需开展生态保护红线论证的范围。

(4) 工程选址及平面布置合理性分析

项目选址与社会经济条件、自然条件、底质条件、生态系统及周边用海活动都是协调的，工程选址是合理的。本项目自身生态系统严重失衡、沙滩泥化、水环境质量下降、生物多样性受威胁，具备迫切性和可修复性条件，本项目选址具有唯一性。项目平面布置对所在海域自然生态环境产生的影响较小，符合集约节约用海的原则，本项目在满足恢复沙滩防护功能、提升亲海空间前提下，又能尽可能减少项目建设对海洋环境造成的影响，项目平面布置是合理的。

1.6 主要关注的环境问题

根据工程施工期、运行期对环境影响的特性，本次环评关注的主要环境问题：

(1) 施工期主要环境问题

①施工人员产生的生活污水，施工机械车辆冲洗废水，以及施工后遗留在滩面的渣土由自然潮汐动力带动形成少量泥沙对海洋生态环境的影响；

②施工机械、运输车辆排放废气，场地扬尘和施工道路扬尘等所造成的不利影响；

③运输车辆、施工机械等产生的噪声对周围环境的影响；

④生活垃圾、建筑垃圾、农业固体废物和其他固体垃圾所造成的不利影响；

⑤施工过程对陆域生态环境的影响。

（2）运营期主要环境问题

①工程建成后对局部海域水文动力和冲淤环境的影响；

②管护人员的生活垃圾和生活污水可能对海域水环境、生态环境产生不利影响。

1.7 环境影响报告书主要结论

石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目符合国家产业政策，符合生态环境分区管控要求，符合《福建省国土空间规划（2021—2035年）》《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》《泉州市国土空间总体规划（2021—2035年）》《石狮市国土空间总体规划（2021—2035年）》《福建省海岸带及海洋空间规划》等相关规划，也与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福建省湿地保护规划（2024—2030年）》《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018—2030年）（修编）》等规划相符。

本项目的实施将有利于提升石狮市红塔湾北段海岸带生态服务功能，增强海岸带防灾减灾能力，推动待修复区域与周边海域的协调发展，构建起完整的沙滩生态系统，重新营造出适宜海洋生物生存繁衍的环境，促进生态系统多样性的恢复，实现整体生态资源的最大化利用，让整个红塔湾生态系统重焕生机与活力。

项目实施过程及完成后对所在海域的水文动力条件、冲淤环境和生态环境造成的影响较小，在充分落实报告书提出的各项环境保护对策措施、生态补偿措施、风险防范对策措施，切实落实环保“三同时”制度，加强环境管理的前提下，从环境影响角度考虑，项目建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律

- (1) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日起施行（该法典实施后，原《环境保护法》《环境影响评价法》《海洋环境保护法》等多部法律同步废止）；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；
- (4) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日修订；
- (5) 《中华人民共和国海岛保护法》，2010 年 3 月施行；
- (6) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月施行；
- (7) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月修订；
- (8) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月修订；
- (9) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订；
- (10) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日起施行；
- (11) 《中华人民共和国水土保持法》，2010 年 12 月修订；
- (12) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月修订；
- (13) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月修订；
- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018 年 10 月修订。

2.1.2 行政法规

- (1) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月修订；
- (2) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月修订；
- (3) 《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令 507 号），2017 年 3 月修订；
- (4) 《风景名胜区条例》，2006 年 12 月施行；
- (5) 《海洋倾废管理条例》，2017 年 3 月修订；

- (6) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号), 2017 年 7 月修订。

2.1.3 部门规章及国家级规范性文件

- (1) 《近岸海域环境功能区管理办法》, 2010 年 12 月修正;
- (2) 《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》, 2004 年 2 月印发;
- (3) 《国家突发公共事件总体应急预案》, 2005 年 2 月印发;
- (4) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号), 2019 年 1 月 1 日起施行;
- (5) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》, 2024 年 2 月实施;
- (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》, 2021 年 1 月实施;
- (7) 《自然资源部生态环境部国家林草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), 2023 年 10 月印发。

2.1.4 地方性法规

- (1) 《福建省生态环境保护条例》, 2022 年 5 月 1 日起施行;
- (2) 《福建省海洋环境保护条例》, 2016 年 4 月修正;
- (3) 《福建省海域使用管理条例》, 2016 年 4 月修正;
- (4) 《福建省湿地保护条例》, 2023 年 1 月 1 日起施行;
- (5) 《福建省海岸带保护与利用管理条例》, 2018 年 1 月 1 日起施行。

2.1.5 福建省地方规范性文件

- (1) 《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知(试行)》(闽自然资发〔2023〕56 号), 2023 年 10 月;
- (2) 《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知(试行)》(闽自然资发〔2023〕65 号), 2023 年 11 月;
- (3) 《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的补充通知(试行)》(闽自然资发〔2024〕

- 7号), 2024年1月;
- (4) 《中共福建省委办公厅福建省人民政府办公厅关于加强生态环境分区管控的实施意见》, 2024年11月10日;
- (5) 《福建省耕地保护和生态修复专项资金管理办法》(闽财规〔2024〕16号), 2024年5月;
- (6) 《泉州市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》(泉政文〔2021〕50号);
- (7) 《泉州市生态环境局关于发布泉州市生态环境分区管控动态更新成果的通知》(泉环保〔2025〕111号, 2025年12月)。

2.1.6 区划、规划类文件

- (1) 《福建省国土空间规划(2021-2035年)》(国函〔2023〕131号), 国务院, 2023年11月19日;
- (2) 《福建省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》(闽自然资发〔2023〕61号), 福建省自然资源, 2023年10月31日;
- (3) 《泉州市国土空间总体规划(2021-2035年)》(闽政文〔2024〕119号), 福建省人民政府, 2024年4月;
- (4) 《石狮市国土空间总体规划(2021-2035年)》(闽政文〔2024〕204号), 福建省人民政府, 2024年6月;
- (5) 《福建省海岸带及海洋空间规划》(闽自然资发〔2025〕33号), 福建省自然资源厅, 2025年12月31日;
- (6) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》(闽环发〔2022〕3号), 2022年2月7日;
- (7) 《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》(闽政办〔2021〕59号), 2021年10月21日;
- (8) 《福建省近岸海域环境功能区划(修编)》(征求意见稿), 福建省生态环境厅, 2024年10月;
- (9) 《福建省湿地保护规划(2024-2030年)》(闽林文〔2024〕109号), 2024年11月21日;
- (10) 《泉州市城区声环境功能区划》(泉环保大气〔2022〕6号), 泉州市

生态环境局，2022 年 12 月 30 日；

- (11) 《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）（修编）》，石狮市农业农村局，2021 年 6 月。

2.1.7 技术导则、标准及技术规范

（一）环境影响评价技术导则

- (1) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）。

（二）国家/行业技术规范

- (1) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (2) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (3) 《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》，2021 年第 24 号；
- (4) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (5) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (6) 《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；
- (7) 《海洋生态修复技术指南（试行）》。

（三）环境质量标准与污染物排放标准

- (1) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- (2) 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- (3) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
- (4) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）；
- (5) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；
- (6) 《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）；

- (7) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996);
- (8) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2025);
- (9) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)。

2.1.8 项目相关文件、资料

- (1) 委托书, 石狮市永宁镇人民政府, 2025 年 11 月;
- (2) 《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目实施方案》, 福建海科勘察设计院有限公司, 2025 年 5 月;
- (3) 《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目工程可行性研究报告》, 福建朔海科技发展有限公司, 2025 年 7 月;
- (4) 《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目初步设计》, 福建省港航勘察设计院有限公司, 2025 年 10 月;
- (5) 《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目施工图》, 福建省港航勘察设计院有限公司, 2025 年 12 月;
- (6) 《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目环评数模》, 福建海峡建筑设计规划研究院, 2026 年 3 月;
- (7) 《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目水土保持方案报告书》, 泉州市源顺水土保持技术有限公司, 2026 年 3 月;
- (8) 建设单位提供的项目其他有关材料。

2.2 环境影响识别与评价因子筛选

根据本项目特点, 综合考虑项目建设内容, 本次评价海洋工程部分的评价内容为: 水环境、海洋水文动力和冲淤环境、海洋沉积物环境、海洋生物生态环境、固体废物等; 陆域工程部分的评价内容为: 水环境、声环境、固体废物、大气环境和陆域生态环境等。

2.2.1 环境影响因素识别

通过分项项目施工工艺分析其对可能产生的污染源和其他环境问题, 结合拟建工程区域的自然和社会环境特征, 进行环境影响要素识别和评价因子筛选, 环境影响因素识别见表 2.2-1。

表 2.2-1 主要环境影响要素识别一览表

评价阶段	环境要素	评价/影响因子	工程内容及表征		影响程度
施工期	海水水质	COD、氨氮、总氮、总磷	所有工程	施工人员生活污水等	-2S ↑
		悬浮物	退堤还海工程	退堤还海施工后，场区遗留泥沙受涨落潮扰动产生少量悬浮泥沙、车辆冲洗废水	-1S ↑
	海洋生物生态环境	潮间带底栖生物、浮游生物、游泳生物（含鱼卵仔鱼）等	退堤还海、岸滩整治、沙滩修复工程	退堤还海工程施工，滩面遗留渣土涨落潮期间导致的少量悬浮泥沙增加引起海洋生物损失，岸滩整治、补沙导致底栖生物损失	-1L ↓
	大气环境	NO ₂ 、SO ₂ 、CO 和颗粒物等	所有工程	施工机械、运输车辆排放废气，场地扬尘和施工道路扬尘	-1S ↑
	声环境	L _{Aeq}	所有工程	运输车辆、施工机械等产生的噪声	-1S ↑
	固体废物	生活垃圾、建筑垃圾	所有工程	护岸生态化修复、岸滩整治、退堤还海、退陆还海工程产生的工程垃圾，施工人员产生的生活垃圾，岸滩整治工程中产生的淤泥	-1S ↑
	陆域生态	植被、景观	护岸生态化修复工程、施工临时区	施工造成植被破坏，施工对景观的影响	-1S ↑
运营期	海洋水文动力环境及冲淤平衡	水文动力环境、地形地貌与冲淤环境	退堤还海、退围还海工程	退堤还海、退围还海等工程实施完成后导致局部水动力、冲淤条件恢复与改善，沙滩恢复	+2L ↓
	水环境	COD、氨氮	所有工程	管护人员排放的生活污水	-1S ↑
	固体废物	生活垃圾	所有工程	管护人员产生的生活垃圾	-1S ↑
	生态	景观效果、生态环境	所有工程	修复工程使景观得到提升和美化，提升区域海洋生态环境质量，提升区域生态系统稳定性和防灾减灾能力	+3L ↓

注：“+”“-”分别表示有利影响和不利影响，“3”“2”“1”分别表示依次为影响程度较大、中等、较小，空格为无影响，“L”“S”分别表示长期影响和短期影响；“↑”“↓”分别表示可逆影响和不可逆影响。

2.2.2 评价因子的筛选

通过分析项目施工期和运营期对环境造成的影响以及污染物排放状况，对评价因子进行筛选，详见表 2.2-2 和表 2.2-3。

表 2.2-2 现状评价因子

环境要素	现状监测因子
水质	水深、水温、pH、盐度、悬浮物、DO、COD、无机氮（氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮）、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发酚、铜、锌、铅、汞、镉、砷、总铬
沉积物质量	总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳
海洋生物质量	总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类
海洋生态	初级生产力、叶绿素 <i>a</i> 、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）
海洋水文动力和冲淤环境	潮位、流速、流向、含沙量、沉积物粒度
声环境	等效连续 A 声级 L_{eq}
大气环境	SO_2 、 NO_2 、CO、 O_3 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$
陆域生态	植被、景观

表 2.2-3 影响预测评价因子

阶段	环境要素	评价类别	分析、预测评价因子
施工期	水质	影响分析	悬浮泥沙
	沉积物质量	影响分析	沉积环境
	海洋生态	影响分析	底栖生物、潮间带生物、浮游生物
	声环境	影响分析	等效连续 A 声级 L_{eq}
	大气环境	影响分析	SO_2 、 NO_x 、CO、颗粒物
	陆域生态	影响分析	植被、自然景观
运营期	海洋水文动力环境、冲淤环境	影响预测	潮位、流速、流向、纳潮量、泥沙回淤量
	陆域生态	影响分析	植被、自然景观

表 2.2-4 评价因子筛选表（海洋生态影响）

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质及影响时段
潮间带底栖生物、浮游生物、游泳生物（含鱼卵仔鱼）等	种类组成、生物量、密度（丰度）、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等	退堤还海工程施工后，场区残留松散泥沙受潮流冲刷，仅产生少量悬浮泥沙引起海洋生物损失，岸滩整治、补沙导致底栖生物损失	短期可逆施工期
生态保护红线	主要功能	退堤还海工程拆除海堤产生的间接影响	短期可逆施工

			期
--	--	--	---

2.3 环境影响评价内容和重点

(1) 评价内容

本项目环境影响评价包括施工期和运营期，覆盖施工和运营的全部过程、范围和活动；本项目的 evaluation 内容主要有工程概况与工程分析、环境现状调查、环境影响评价、环境保护措施评述、环境经济损益分析、环境管理与监测计划等。

(2) 评价重点

根据本项目周边环境特征，结合工程建设特点，确定对项目所在地的环境质量现状进行调查监测和分析，对施工期和运营期的海洋水文动力、冲淤环境、海洋水质、海洋生态、环境空气、噪声等的影响进行预测分析，提出减小环境负影响的措施和建议，从环保角度论证工程建设的可行性，为项目环保计划的实施和管理部门的决策提供依据，实现该工程建设在经济效益、社会效益、环境效益方面的统一。

本次环境影响评价的重点为：

- (1) 施工期对生态环境的影响预测与评价；
- (2) 工程分析以及环境功能区划和区域相关规划的符合性等；
- (3) 环境保护对策措施等。

2.4 评价等级

2.4.1 海洋生态环境影响评价等级

根据《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目初步设计》和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）等，本项目岸滩整治、退围还海、沙滩修复、退堤还海等工程涉及用海面积共计 2.47 hm²，岸滩整治、退围还海、沙滩修复等对应“等级判定表—用海面积 S(hm²)—其他用海^e—S<100”，需 3 级评价；拆除海堤涉及非透水线性水工构筑物长度 375m，小于 0.5km，需 3 级评价。

表 2.4-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

工程情况		影响类型			评价等级
岸滩整治	清退养殖场、滩面清理 2.47 hm ² , 补砂面积 1.88 hm ² , 最终岸滩修复面积共计约 2.47 hm ²	用海面积 S (hm ²)	其他用海 ^e	S<100	3
退围还海					
沙滩修复					
退堤还海	涉及海堤拆除长度为 375m	线性水工构筑物轴线长度 L (km)	非透水	L<0.5	3

^e: 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目; 不投加饵料的
海水养殖项目, 评价等级为3级。

同时, 因退堤还海工程涉及生态保护红线, 评价等级应提高一级, 故本项目的海洋生态环境影响评价等级为 2 级。

综上, 确定本项目海洋生态环境影响评价等级为 2 级。

2.4.2 地表水环境影响评价等级

本项目施工期间废水源于施工人员宿舍、办公区租用附近民房生活污水, 施工期间机械维修冲洗产生的生产废水, 施工人员将依托当地居民污水处理设施或附近已有的公共卫生设施进行处理。施工机械车辆冲洗废水采用自流式初沉—隔油—沉淀处理工艺处理, 废水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920—2020) 后回用, 不外排。营运期没有废水产生, 管护人员生活污水纳入当地居民污水处理设施处理。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3—2018) 表 1—水污染影响型建设项目评价等级判定表的注 9: “依托现有排放口, 且对外环境未新增排放污染物的直接排放建设项目, 评价等级参照间接排放, 定为三级 B。” , 因此本项目地表水环境影响评价等级为三级 B, 详见下表。

表 2.4-2 水污染影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 $Q/(m^3/d)$; 水污染物当量数 $W/(量纲一)$
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

2.4.3 地下水环境影响评价等级

本项目为海洋生态保护修复工程，《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 未包括本项目工程类别，根据附录 A 备注“本表未提及的行业，或《建设项目环境影响评价分类管理名录》修订后较本表行业类别发生变化的行业，应根据对地下水环境影响程度，参照相近行业分类，对地下水环境影响评价项目类别进行分类”。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十四、海洋工程”中的“158、海洋生态修复工程”，参考《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，“B 农、林、牧、渔、海洋”中的 16-21 项海洋工程均属于 IV 类，参照相近行业分类，判定本项目地下水环境影响为 IV 类。

根据一般性原则：“IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价”，故本项目不开展地下水环境影响评价。

2.4.4 大气环境影响评价等级

本项目施工期间大气污染源包括施工机械、运输车辆等排放废气，场地扬尘和施工道路扬尘，废气量较小且难以定量；营运期不产生大气污染物。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（H/T 2.2-2018），依据项目的主要污染物排放情况、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准确定本项目大气环境评价等级为三级，本次评价对项目大气环境影响进行简要分析。

2.4.5 声环境影响评价等级

施工期的噪声源主要来自施工期运输车辆和施工机械等产生的噪声。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）：“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达 3dB(A)~5dB(A)，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价”。项目所处区域暂未划定声环境功能分区，且该工程坐落于乡村区域，因此参照执行 GB 3096-2008《声环境质量标准》中的“7.2 c）集镇执行 2 类声环境功能区的要求”。由于本项目的施工噪声是短期污染行为，噪声源将随施工结束而消失，且工程营运期基本不产生噪声，受影响人口变化不大。

因此，本项目声环境影响评价等级定为二级，对声环境影响进行一般性评价。

2.4.6 土壤环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录 A，本项目的行业类别属于“其他行业”，土壤环境影响评价项目类别为“IV类”，因此本项目可不开展土壤环境影响评价。

2.4.7 陆域生态影响工作评价等级

本项目为海洋生态保护修复工程，护岸生态化修复和退陆还海工程位于陆域。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中关于评价工作级别划分的规定，不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境自然公园、生态保护红线，工程占地规模 $0.0025 \text{ km}^2 < 20 \text{ km}^2$ ，

因此，本项目陆域生态环境评价等级为三级，以收集有效数据为主，可开展必要的遥感调查或现场校核。

2.4.8 环境风险评价工作等级

本项目为滨海生态修复项目，施工均在露滩开展，不设置施工船舶，无海上作业，项目全过程不涉及有毒有害、易燃易爆危险化学品，仅施工机械随车携带少量油品，危险物质最大储存量远低于导则规定临界值，计算得危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）相关规定，本项目环境风险潜势为 I 级，对应环境风险评价工作等级为简单分析。本次环境风险评价仅开展定性分析，不进行定量预测评价。

2.4.9 评价工作等级汇总

根据以上小节对各环境要素的环境影响评价工作等级的确定，进行汇总，详见表 2.4-3。

表 2.4-3 环境影响评价工作等级汇总一览表

环境要素	评价等级
海洋生态环境	2 级
地表水环境	三级 B
地下水环境	IV类，不开展
大气环境	三级
声环境	二级

环境要素	评价等级
土壤环境	IV类，不开展
陆域生态影响	三级
环境风险评价	简单分析

2.5 环境影响评价范围的确定

2.5.1 海洋生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409—2025）确定本项目海洋生态环境影响评价等级为：2级。海洋生态环境影响评价范围应覆盖建设项目整体实施后可能对海洋生态环境造成影响的范围。评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，2级项目在潮流主流向的扩展距离应不小于5 km~15 km，垂直潮流主流向扩展距离以不小于潮流主流向最大扩展距离的1/2为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。

本海洋生态保护修复项目会导致局部海域潮流、冲淤平衡变化、水交换能力产生一定程度的变化，项目海域潮流主流向呈东北—西南走向，结合项目区海洋环境特征情况，确定本项目潮流主流向东北侧环境影响评价范围在海堤拆除工程外缘线潮流主流向的扩展距离为10 km，可充分覆盖本侧水动力扰动影响范围，满足基础评价边界要求；潮流主流向西南侧靠近深沪湾海底古森林遗迹国家级自然保护区，综合国家级自然保护区管控要求、海湾水体交换通道分布等需求，采用导则上限15 km扩展距离，评价范围整体将深沪湾海底古森林遗迹国家级自然保护区全域完整纳入评价边界。垂直于潮流主流向的扩展距离为13 km，符合导则比例控制要求，评价海域面积约306.33 km²，评价范围如图2.5-1所示。

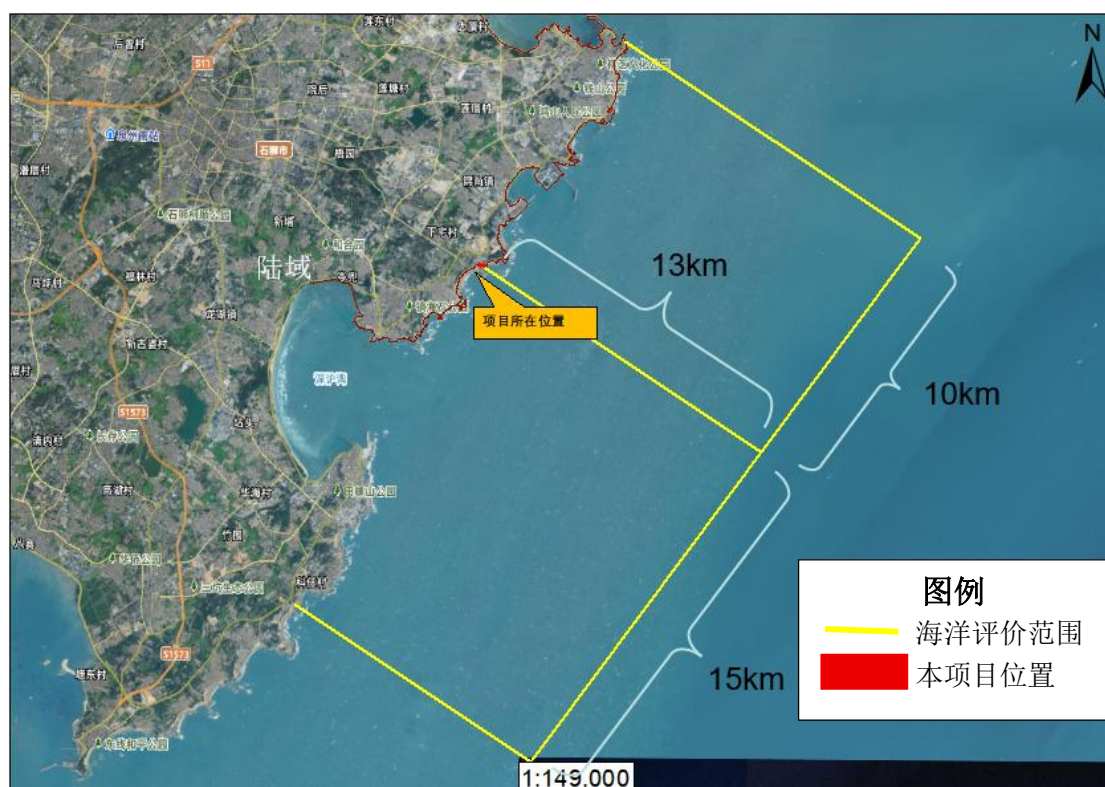


图 2.5-1 海洋生态环境影响评价范围图

2.5.2 地表水环境评价范围

下宅溪河口位于本项目左侧，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）：“受纳水体为入海河口或近岸海域时，评价范围按照 GB/T 19485 执行”；因此参考《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），本报告地表水环境评价范围取与海洋生态环境评价范围一致。

2.5.3 大气环境范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），大气环境影响三级评价无须设置评价范围，只调查项目所在区域环境质量达标情况。

2.5.4 声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）：陆域声环境为二级、三级评价范围可根据建设项目所在区域和相邻区域的声环境功能区类别及声环境保护目标等实际情况适当缩小，本项目以建设项目边界向外 200m 为评价范围，见图 2.5-2。



图 2.5-2 声环境评价范围图

2.5.5 陆域生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态环境》(HJ19-2011),生态环境评价范围应能够充分体现生态完整性,涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域,评价工作范围应根据评价项目对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系确定,可综合考虑评价项目与项目区的气候过程、水文过程、生物过程等生物地球化学循环过程的相互作用关系,以评价项目影响区所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界。

因此,本项目陆域生态环境评价范围为项目全部工程活动的直接影响区域和间接影响区域。

2.5.6 环境风险评价范围

本项目环境风险评价等级为简单分析,风险评价范围与项目整体评价范围统一。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018):“海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定,一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围”。因此,海洋部分主流向外延伸 10 km、侧向延伸 6 km;陆域以项目用地边界外扩 200 m 为主,包含工程区、临时施工区及周边滩涂、居民区、生态保

护红线等敏感区域，范围可满足风险识别与分析要求。

2.6 评价标准

2.6.1 环境质量标准

2.6.1.1 海洋环境质量标准

（1）海水水质标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（2024 年 10 月征求意见稿），工程所在地近岸海域环境规划为“石狮东部永宁二类区(FJ165-B-II)”（图 2.6-1），其主导功能为“海洋生态保护、旅游”，辅助功能为“渔业基础设施”。海水水质目标及分阶段水质保护要求在 2025 年、2030 年、2035 年和区划目标分别为二类、二类、二类和二类水质标准。

因此，2025 年评价海域海水水质执行海水水质第二类标准，主要水质参数的标准值见表 2.6-1。

表 2.6-1 海水水质标准值（单位：除 pH 外，mg/L）

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	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
2	pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
3	溶解氧>	6	5	4	3
4	化学需氧量≤	2	3	4	5
5	石油类≤	0.05		0.30	0.50
6	铜≤	0.005	0.010	0.050	
7	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
8	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
9	总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
10	镉≤	0.001	0.005	0.010	
11	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
12	砷≤	0.020	0.030	0.050	
13	无机氮（以 N 计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
14	活性磷酸盐（以 P 计）≤	0.015	0.030		0.045
15	硫化物（以 S 计）≤	0.02	0.05	0.10	0.25
16	挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050

（2）海洋沉积物质量标准

按照海域的不同使用功能和环境保护目标，海洋沉积物质量分为三类。第一

类：适用于海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。第二类：适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。第三类：适用于海洋港口水域，特殊用途的海洋开发作业区。

本项目所在海域周边为滨海风景旅游区，因此海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)中的第二类标准，见表 2.6-2。

表 2.6-2 海洋沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	有机碳 ($\times 10^{-2}$) $\leq$	2.0	3.0	4.0
2	硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300.0	500.0	600.0
3	石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
4	铜 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.0	100.0	200.0
5	锌 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.0	350.0	600.0
6	铅 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60	130	250
7	镉 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00
8	铬 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	80.0	150.0	270.0
9	汞 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.00
10	砷 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20.0	65.0	93.0

(3) 海洋生物质量标准

海洋生物质量按照海域的使用功能和环境保护的目标划分为三类：第一类：适用于海洋渔业水域、海水养殖区、海洋自然保护区、与人类食用直接有关的工业用水区。第二类：适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。第三类：适用于港口水域和海洋开发作业区。

本项目海洋贝类生物质量按《海洋生物质量》(GB18421-2001)第二类标准执行，详见表 2.6-3。其他海洋生物质量的评价参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)附录 C 的要求，详见表 2.6-4。

表 2.6-3 海洋生物质量标准（鲜重）（单位：mg/kg）

项目	标准值		
	第一类	第二类	第三类
总汞 (mg/kg) $\leq$	0.05	0.10	0.30
镉 (mg/kg) $\leq$	0.2	2.0	5.0
铅 (mg/kg) $\leq$	0.1	2.0	6.0
铜 (mg/kg) $\leq$	10	25	50(牡蛎 100)

项目	标准值		
	第一类	第二类	第三类
锌 (mg/kg) ≤	20	50	100(牡蛎 500)
铬 (mg/kg) ≤	0.5	2.0	6.0
砷 (mg/kg) ≤	1.0	5.0	8.0
石油烃 (mg/kg) ≤	15	50	80

表 2.6-4 其他海洋生物质量参考值（鲜重）（单位：mg/kg）

项目	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
石油烃	20	20	20
锌	250	150	40
铜	100	100	20
铅	10	2	2
镉	5.5	2.0	0.6
总汞	0.3	0.2	0.3
砷	1	1	1

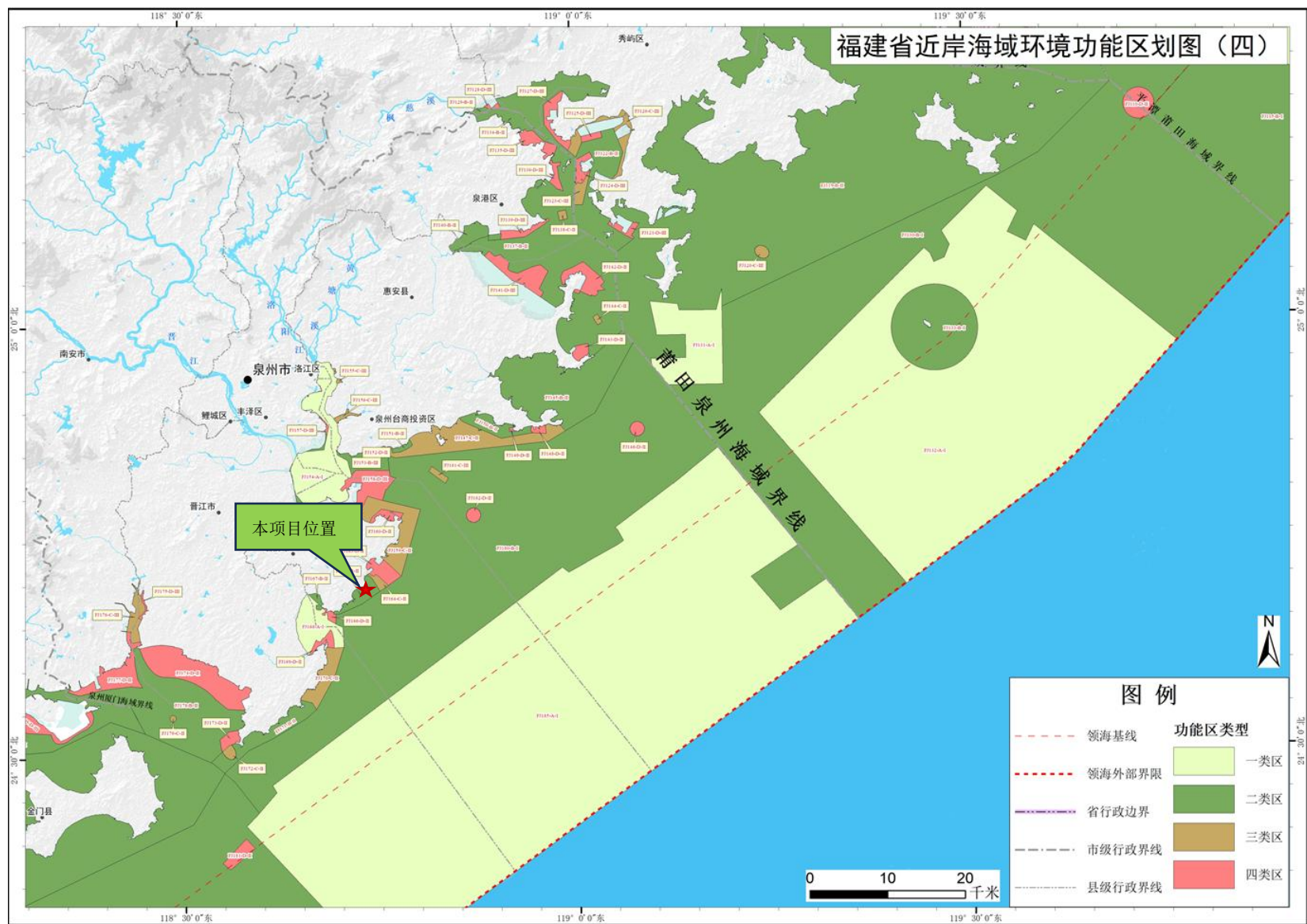


图 2.6-1 本项目与《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（2024 年 10 月征求意见稿）位置关系

2.6.1.2 大气环境质量标准

环境空气功能区分为二类：一类区为自然保护区、风景名胜区和和其他需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。

本项目位于二类区，因此环境空气执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2026)过渡阶段二级浓度限值要求，详见表 2.6-5。

表 2.6-5 环境空气质量标准摘录（单位：μg/m³）

序号	污染物	平均时间	过渡阶段浓度限值		单位
			一级	二级	
1	SO ₂	年平均	20	60	μg/m ³
		日平均	50	150	
		1 小时平均	150	500	
2	NO ₂	年平均	40	40	
		日平均	80	80	
		1 小时平均	200	200	
3	CO	日平均	4	4	mg/m ³
		1 小时平均	10	10	
4	O ₃	日最大 8 小时平均	100	160	μg/m ³
		1 小时平均	160	200	
5	PM ₁₀	年平均	40	60	
		日平均	50	120	
6	PM _{2.5}	年平均	15	30	
		日平均	35	60	

2.6.1.3 声环境质量标准

本工程主体施工和施工场地位于石狮市红塔湾旅游公路及新沙堤社区附近，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准；详见表 2.6-6。

表 2.6-6 声环境质量标准摘录（单位：LAeq(dB)）

类别	昼间	夜间
0 类	50	40
1 类	55	45
2 类	60	50
3 类	65	55
4a 类	70	55
4b 类	70	60

2.6.2 污染物排放标准

2.6.2.1 水污染物排放标准

2.6.2.1.1 施工人员产生的生活污水

本项目施工期施工人员宿舍、办公区均租用附近民房，施工期产生的生活污水纳入当地生活污水处理，应达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 4 中三级标准（其中氨氮达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）表 1 中 B 级标准）；营运期无需管理人员常驻值守，不产生生活污水，因此无需执行水污染物排放标准。

表 2.6-7 污水排放执行标准一览表（进入市政管网）

序号	污染因子	单位	浓度限值
1	pH	无量纲	6-9
2	悬浮物（SS）	mg/L	400
3	五日生化需氧量(BOD ₅)		300
4	化学耗氧量(COD _{cr})		500
5	氨氮		45*

注：*为《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）B 等级标准

2.6.2.1.2 施工机械车辆冲洗废水

施工机械车辆冲洗废水采用自流式初沉—隔油—沉淀处理工艺处理，废水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）后回用，不外排，含油渣交有资质的单位处理。

表 2.6-8 城市杂用水水质基本控制项目及限值（摘录）

序号	项目	冲厕、车辆冲洗
1	pH	6.0—9.0
2	五日生化需氧量(BOD ₅)/(mg/L)	10
3	氨氮/(mg/L)	5
4	溶解性总固体/(mg/L)	1000(2000)
5	溶解氧/(mg/L)	2.0

2.6.2.2 大气污染物排放标准

本项目产生的大气污染物主要有施工作业产生的扬尘，施工机械废气、运输

车辆尾气，NO_x、CO、SO₂等大气污染物排放，排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放监控浓度限值周界外浓度最高点(1.0mg/m³)。营运期不产生大气污染物。

表 2.6-9 大气污染物综合排放标准

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度 (mg/m ³)
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

2.6.2.3 噪声排放标准

施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2025)：昼间 70 dB(A)，夜间 55 dB(A)；营运期基本不产生噪声。

表 2.6-10 建筑施工场界环境噪声排放限值（单位：dB(A)）

时段	昼间	夜间
噪声限值	70	55

2.6.2.4 固体废物

一般工业固体废物满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中的相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

2.7 环境保护目标的确定

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)环境敏感区是指：依法设立的各级各类保护区域和对建设项目产生的环境影响特别敏感的区域，主要包括下列区域：

(一) 国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区；

(二) 除(一)外的生态保护红线管控范围，永久基本农田、基本草原、自然公园(森林公园、地质公园、海洋公园等)、重要湿地、天然林，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场，水土流失重点预防区和重点治理区、沙化土地封禁保护区、封闭及半封闭海域；

（三）以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位。

通过分析，本工程建设的敏感目标见表 2.7-1。

表 2.7-1 项目区海洋环境敏感目标一览表

	名称	方位	最短距离	保护目标及保护要求
海洋生态保护红线	永宁海岸防护生态保护红线区	项目西侧和东南侧	与海堤拆除工程重叠面积约 290.58m ²	海岸防护物理防护极重要区
	福建深沪湾海底古森林遗迹国家级自然保护区	项目西南侧	约 5600m	重要滩涂及浅海水域，海底古森林遗迹
	泉州东部重要渔业资源产卵场生态保护红线区	项目南侧	约 13000m	重要渔业资源产卵场
陆域生态保护红线	闽东南沿海水土保持与防风固沙生态保护红线	项目西侧	距离西侧约 164m，距离东侧约 62m	水土保持
大气、声环境保护目标	新沙堤社区	项目北侧	约 67m	1.声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准； 2.环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）中的过渡阶段二级标准。
	办公区	项目东北侧	约 61m	
	寺庙	项目东南侧	约 3m	

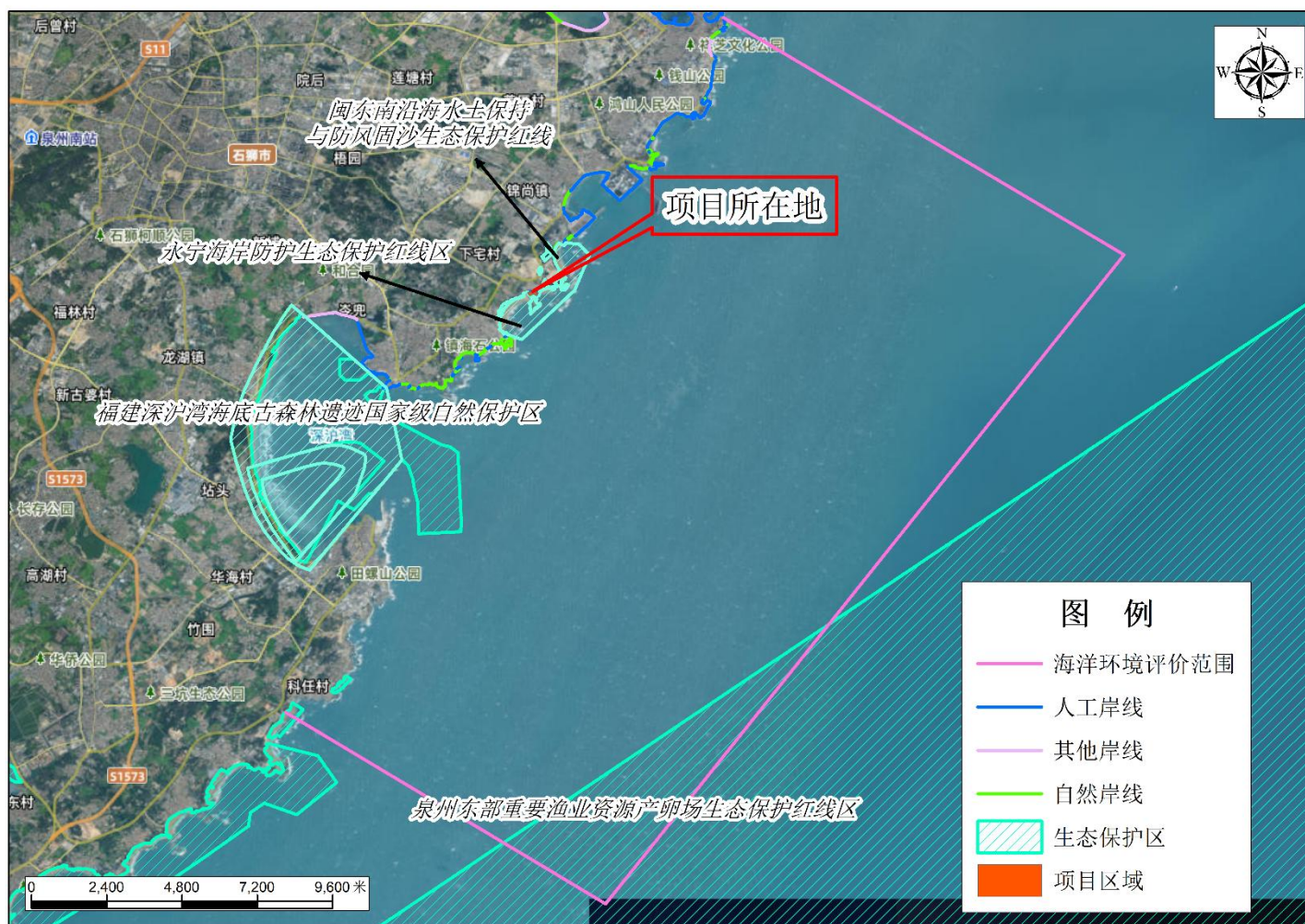


图 2.7-1 项目周边环境敏感目标分布（生态保护红线）

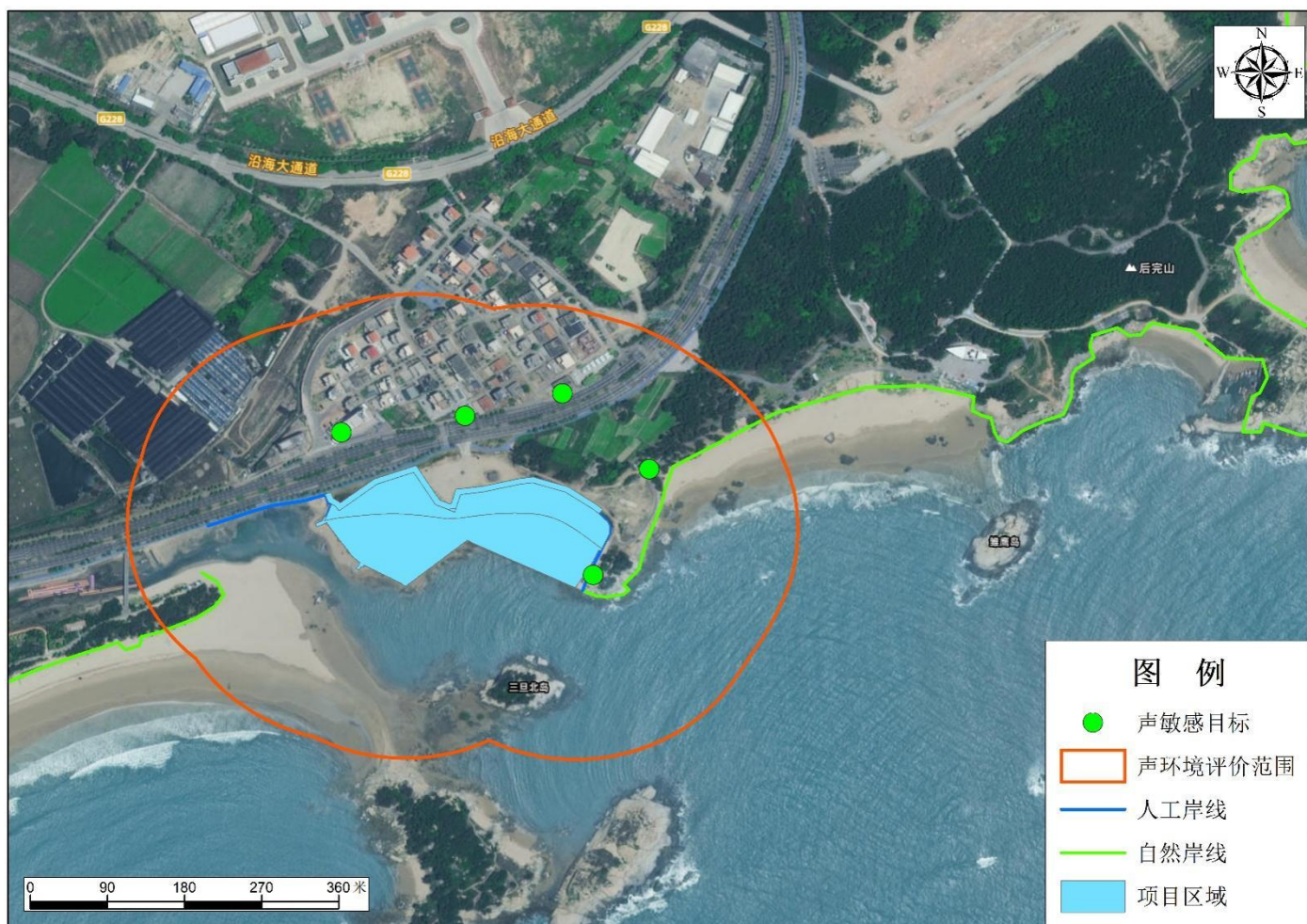


图 2.7-2 项目周边环境敏感目标分布（声环境敏感目标）

3 建设项目工程分析

3.1 工程概况

(1) 项目名称：石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目

(2) 建设单位：石狮市永宁镇人民政府

(3) 建设性质：新建

(4) 项目总投资额：1435.27 万元

(5) 地理位置：本工程位于福建省泉州市石狮市永宁镇下宅溪河口，下宅村东南侧沿海，项目中心坐标为 24.6925° N，118.7285° E，地理位置如图 3.1-1 所示。

(6) 建设内容和规模：护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海、退陆还海等措施。在岸线处开展护岸生态化修复，长度 355 米；对围海区进行岸滩整治，主要开展表层沉积物开挖和互花米草清除，面积 2.47 公顷；在护岸坡脚外侧进行沙滩修复，补砂量 2.2 万方；同时对修复区外侧和中部现有的 375m 海堤进行拆除，恢复该区域水体交换能力；修复后将完成退围还海 2.47 公顷，退陆还海 0.0128 公顷。

(7) 建设工期：6 个月

石狮市地图

基本要素版



审图号：闽S(2023) 237号

福建省制图院 编制 福建省自然资源厅 监制

图 3.1-1 本项目地理位置图

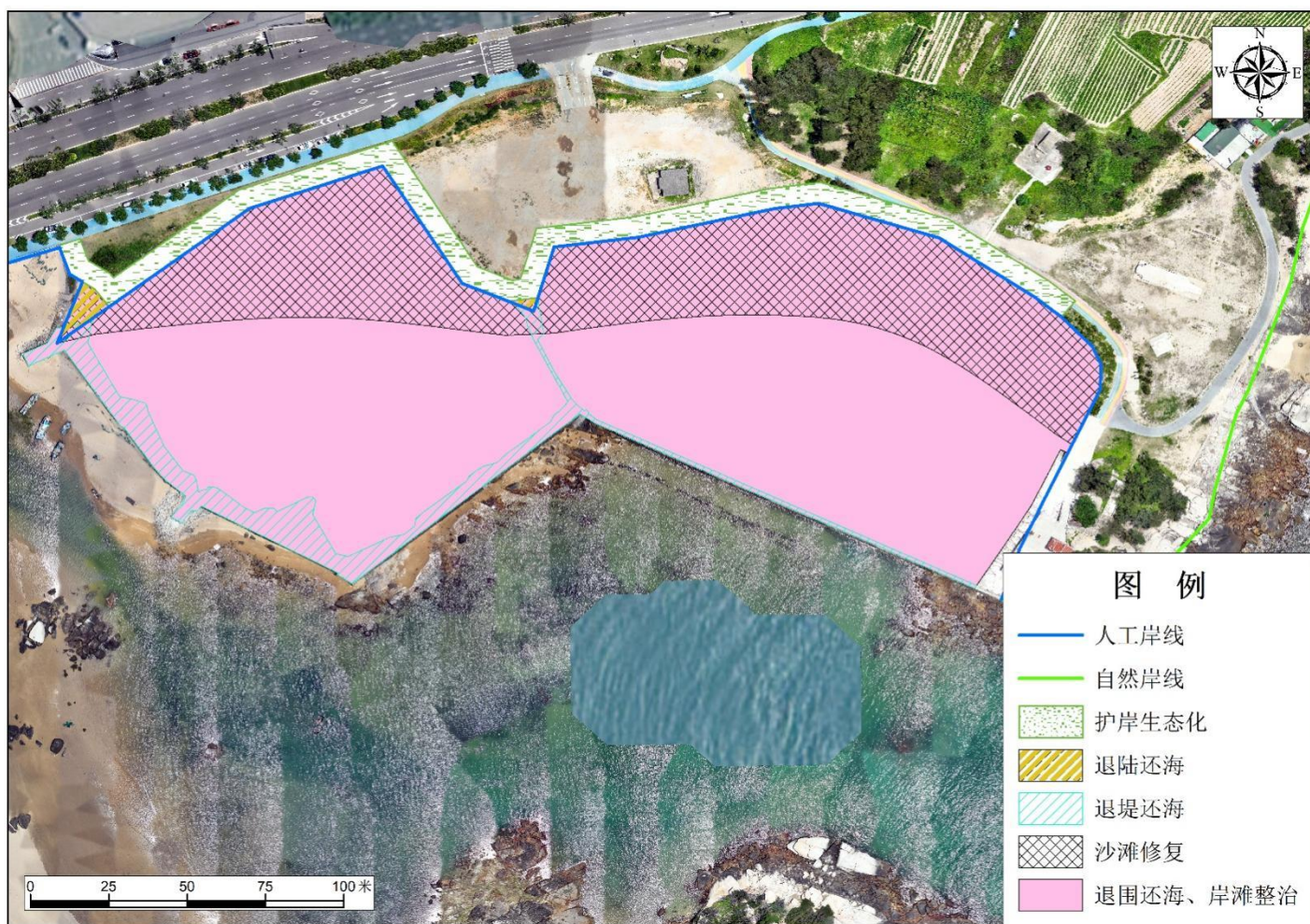


图 3.1-2 项目建设内容

表 3.1-1 主要工程规模一览表

序号	所在区域	工程名称	工程量
1	陆域	护岸生态化修复	生态化护岸建设长度 355m, 面积 0.2341 公顷
2		退陆还海	平整面积 0.0128 公顷
3	海域	退堤还海	海堤拆除长度 375m, 面积 0.16 公顷
4		岸滩整治、退围还海、沙滩修复	岸滩整治共 2.47 公顷, 其中补沙面积 1.88 公顷, 补沙量 2.2 万方

3.2 平面布置

3.2.1 总平面布置原则

本项目遵循保护优先、自然恢复为主的方针，按照整体保护、系统修复、综合治理的要求，突出生态安全和生态系统功能，充分考虑地理条件、气候差异、经济状况，与其他相关规划衔接，避免不必要的征地拆迁工作的原则；以构建健康稳定的石狮市沿海生态系统为核心，以改善石狮市沿海生态环境，提升石狮市沿岸居民居住环境为目标；通过实施本工程项目，恢复海岸带生态服务功能和改善海洋生态环境，提高生物多样性，助力国家实现碳中和目标，增强海岸带防灾减灾能力，呈现“水清、岸绿、滩净、湾美、人和”的新景象，打造生态健康、环境优美、人海和谐、监管有效的福建美丽海湾的总体思路。

本项目生态修复秉持如下总体原则：

（1）坚持生态优先、陆海统筹

立足生态系统完整性，打破区域、流域和陆海界限，打破行业和生态要素界限，维护生态系统结构和功能的完整性，从陆海一体、陆海协同角度考虑海洋生态修复工作。在统一的国土空间生态修复规划体系下，完善海洋生态修复工作顶层设计，指引我国海洋生态修复工作的有序开展。遵循基于生态系统考虑的原则，从陆海统筹角度考虑海岸线生态功能，避免海岸线整治修复对海岸生态系统的割裂和影响。

（2）坚持尊重自然，适应生境

尊重海洋自然规律，科学利用与保护海岸，按照海洋资源及生态环境的自然属性，科学制定与资源合理利用、海洋自然变化规律相一致的整治修复保护措施，

以合理保护海洋生态资源、促进沿海生态环境可持续发展作为整治修复工作的出发点和落脚点。适应当地海洋生境条件，维护海洋自然属性。充分发挥海岸自我修复能力，以自然恢复为主、人工干预为辅，避免海岸线人工化。

（3）坚持问题导向、因地制宜

追根溯源、系统梳理海洋的隐患与风险，科学准确识别生态问题，解析生态退化机理。基于生态问题合理设定生态保护修复目标，分区分类选择海洋修复措施，合理布局生态修复工程，制定针对生态问题和区域特点的保护对策。

（4）坚持合理布局，重点优先

兼顾主体功能和海洋功能区划定位，甄别海洋生态问题的轻重缓急，提出相应的保护和修复举措，统筹制定生态保护修复规划。针对重点地区和重点环境问题，优先开展严重破坏和重点区域的整治修复，补齐受损点和薄弱点，以点带面的方式全面提升生态功能。

（5）紧凑合理，节约投资

总平面布置尽可能做到布局紧凑，与原地自然环境协调，并充分利用自然条件；坚持保护现状自然环境，尽量减少对项目周边环境与生态影响，降低工程成本，节约投资。

3.2.2 总平面布置方案

本工程主要修复内容包括护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海、退陆还海等措施。在岸线处开展护岸生态化修复，长度 355 米；对围海区进行岸滩整治，主要开展表层沉积物开挖和互花米草清除，面积 2.47 公顷；在护岸坡脚外侧进行沙滩修复，补砂量 2.2 万方；同时对修复区外侧和中部现有的 375m 海堤进行拆除，恢复该区域水体交换能力；修复后将完成退围还海 2.47 公顷，退陆还海 0.0128 公顷。总体布置见图 3.2-1。

本工程主要针对修复区围填海、护岸生态性安全性差等问题开展海堤拆除、围海区疏浚、护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复等措施，修复内容较简单，故只设置一个平面布置方案，不进行比选。

本工程在后方岸线处开展护岸生态化修复措施，修复护岸 355m，修复岸线 393m。护岸为斜坡式护岸，西段护岸顶高程 5.4m（85 国家高程基准，下同），挡浪墙顶高程 6.4m，前沿挡土墙顶高程 3.65m，护面坡度 1:3；东段护岸顶高程 4.8m，

前沿墙顶高程 3.65m, 不设置挡浪墙, 护面平均坡度 1:4.5。护面选用海边月见草、天人菊、马蔺、结缕草、狗牙根进行生态复绿。为方便生态护岸巡护养护, 在生态护岸间隔布置两处巡护踏步, 踏步呈喇叭状布置, 顶宽 5m, 底宽 15m。

对外侧及中部 375m 海堤进行拆除, 并且对围海区进行表层沉积物开挖, 西侧围海区开挖表层的素填土至高程 1.5m, 东侧围海区将表层淤泥层挖除, 恢复该区域水体交换能力; 在护岸坡脚外侧进行沙滩修复, 滩肩顶高程 2.9m, 并以 1:100 向外侧放坡至 2.75m, 滩肩平均宽度约 15m, 滩肩外以 1:15 向外放坡, 西侧围海区最小补砂厚度为 1m。



图 3.2-2 修复效果图

3.2.2.1 护岸生态化修复

3.2.2.1.1 护岸生态化修复方案

本次修复拟在岸线位置开展护岸生态化修复，修复长度 355m，修复岸线长度 393m，护岸采用斜坡式护岸型式，坡脚位于岸线位置。沿线间隔布置两处巡护踏步。

K0+000~K0+104 段护岸采用斜坡预制植生框护面型式，坡顶与后方人行步道及绿化带高程基本一致，取 5.4m，护岸前沿位于海岸线位置，为浆砌条石挡土墙结构，顶高程 3.65m，顶宽 0.5m，底宽 1.275m，墙高 1m，墙下为 0.55m 厚的 C40 混凝土板，下方基础为 1 根 PHC400-A-120 桩，纵向桩间距 1.5m，要求桩长 $\geq 3\text{m}$ ，且进入持力层 ≥ 1 倍桩径。墙后方为抛石棱体、碎石倒滤层及素填土。护岸后沿为现浇 C40 挡浪墙结构，顶高程 6.4m，在挡浪墙中部预留 0.8m 宽的植生槽。预制砼植生框护面在斜坡上平铺，植生框尺寸为 $1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，框内自上而下铺设 100mm 厚浅层种植土、200mm 厚植生混凝土，植生框下方理坡后铺设 150mm 厚碎石垫层，坡度 1:3.5，面坡生态覆绿植被选用结缕草、狗牙根等耐盐碱的草本植物，挡浪墙植生槽内种植千头木麻黄和马鞍藤等。

K0+104~K0+355 段护岸采用斜坡护岸型式，坡顶与后方人行步道及绿化带高程基本一致，取 4.8m，压顶结构为浆砌条石压顶，宽 0.5m，面层铺设花岗岩贴面。护岸前沿位于海岸线位置，设置浆砌条石挡土墙，墙下方为 0.55m 厚的 C40 混凝土板，挡土墙、桩基、墙后回填等结构与 K0+000~K0+104 段基本一致。挡墙和压顶之间回填素填土后理坡至 1:4.5，其上进行生态覆绿，上半部分种植鸢尾、马蔺，下半部分种植结缕草、狗牙根。

为方便生态护岸巡护养护，在生态护岸 K0+121~K0+126 段和 K0+226~K0+231 段布置两处巡护踏步，踏步呈喇叭状布置，顶宽 5m，底宽 15m。踏步采用花岗岩面层，面层下方自上而下分别 30mm 厚 1:3 水泥砂浆、100mm 厚 C20 混凝土基层、150mm 厚碎石垫层，踏步尺寸 $350\text{mm} \times 125\text{mm}$ ，平均坡度 1:2.5。踏步上部的压顶和下部的压脚均为浆砌条石结构，下方设置 100mm 厚碎石垫层。

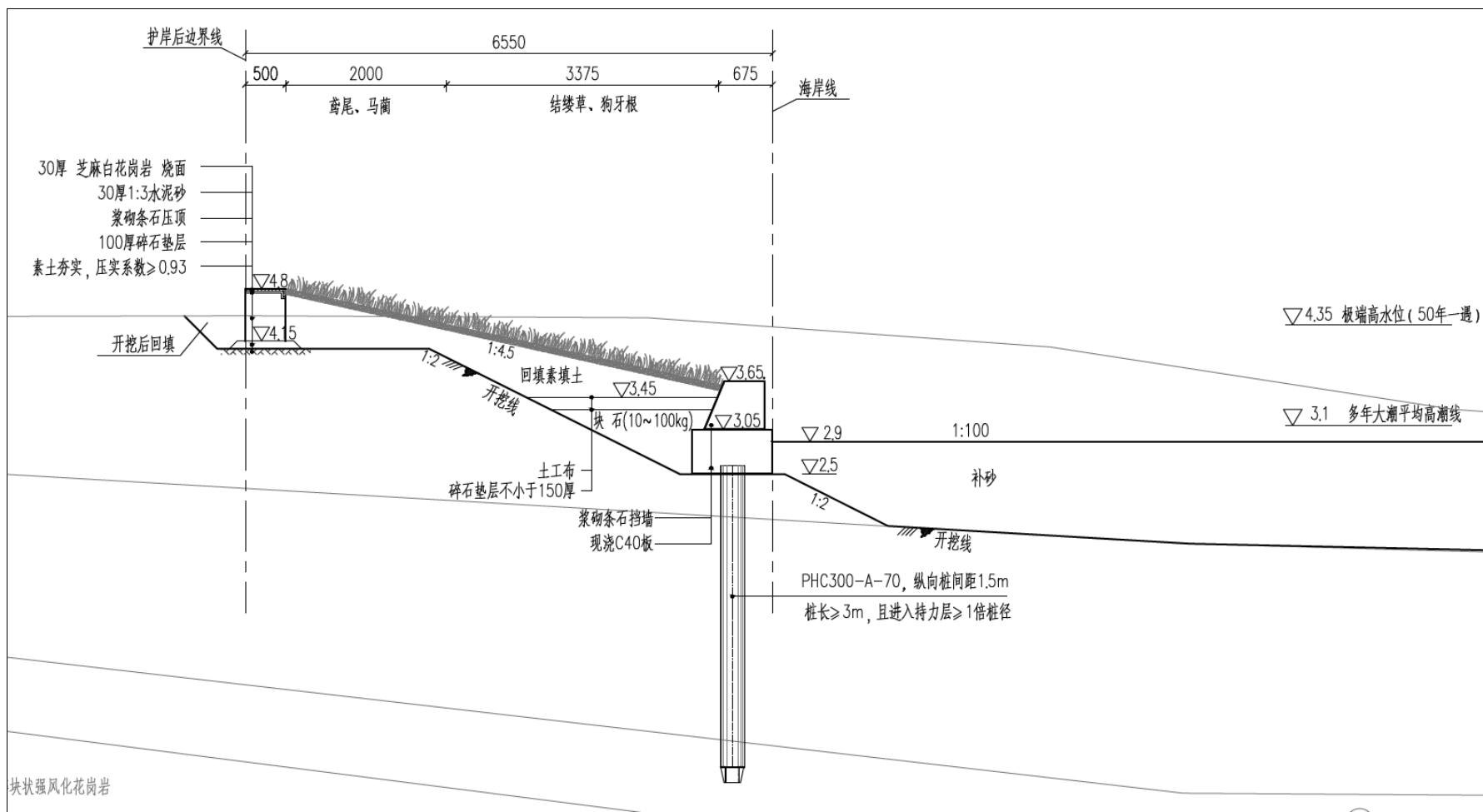


图 3.2-4K0+104~K0+335 段护岸生态化断面图

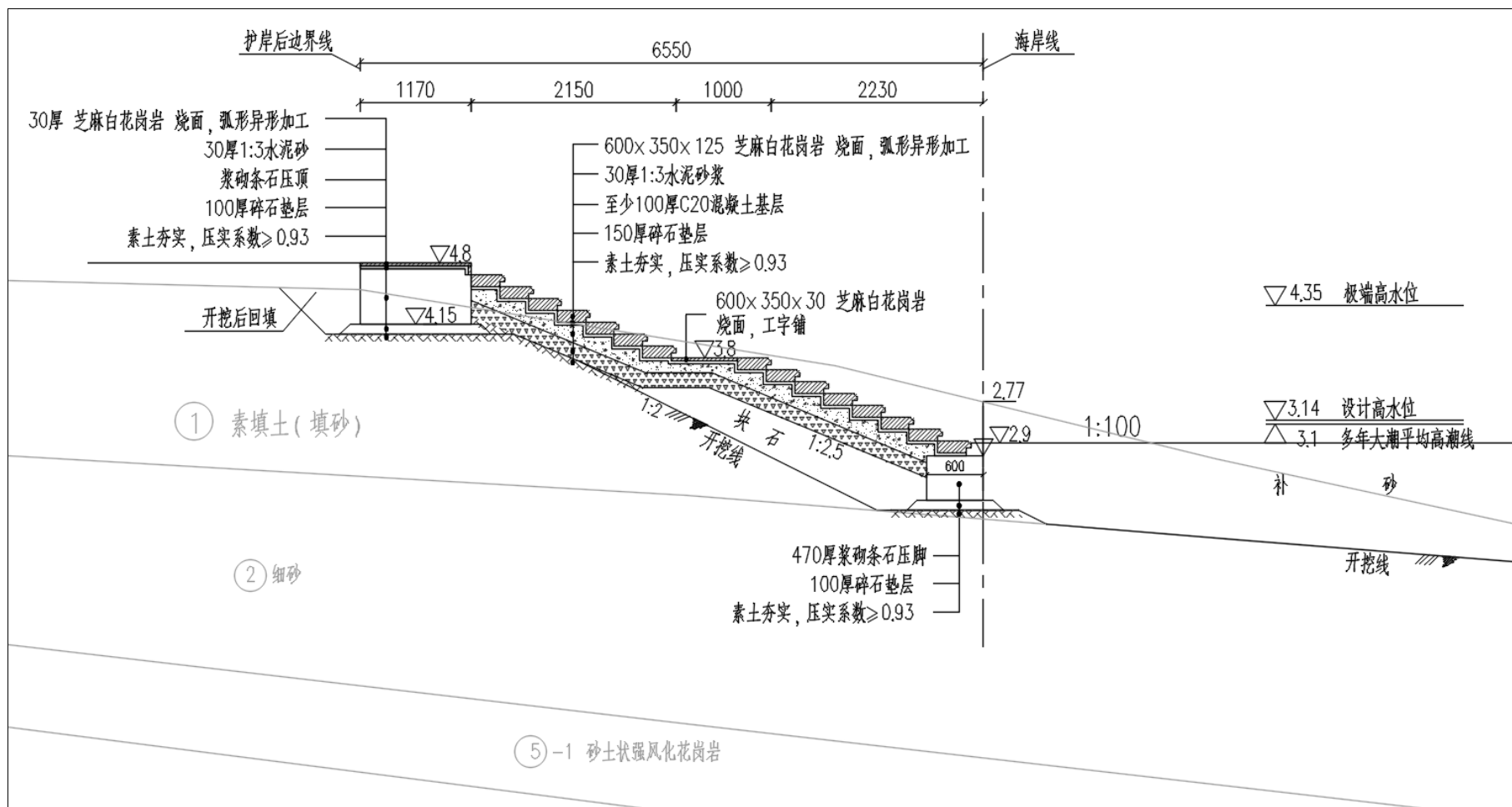


图 3.2-5 巡护踏步标准断面图



图 3.2-6 预制植生框护面

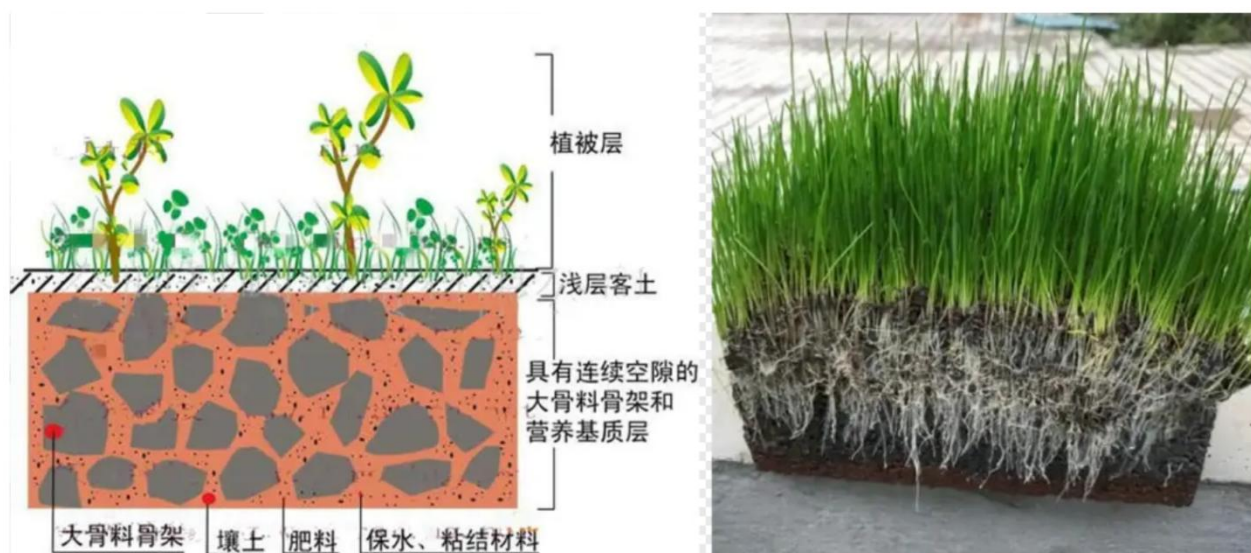


图 3.2-7 植生混凝土

3.2.2.1.2 结构计算

(1) 植生框厚度计算

本工程的护岸采用预制植生框护面，植生框框内铺设种植土和生态砼，护面厚度按下式计算：

$$t = 0.07\eta H \sqrt[3]{\frac{L}{B} \frac{\gamma}{\gamma_b - \gamma} \frac{\sqrt{1+m^2}}{m}}$$

式中：

t —— 混凝土护面板厚度（m）；

η —— 系数，对整体式大块面板取 1.0，对装配式护面板取 1.1；

H —— 设计波高（m），取 $H_{13\%}$ ；

L —— 波长（m）；

B —— 沿坡向护面板长度（m）；

γ —— 水的重度（kN/m³）；

γ_b —— 护面板的重度（kN/m³）；

m —— 坡度系数。

经计算，护面厚度为 0.22m，设计拟选用的植生框厚度为 0.3m，满足要求。

（2）斜坡护岸整体稳定性计算

本工程的护岸结构整体稳定计算主要依据《防波堤与护岸设计规范》（JTS154-2018）和《水运工程地基设计规范》（JTS147-2017）。根据规范，地基整体稳定性一般采用圆弧滑动法，堤身的稳定性验算，其危险滑弧面均应满足以下极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 M_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_R} M_{Rk}$$

式中

γ_0 —— 重要性系数，安全等级为二级的建筑物取 1.0；

M_{sd} —— 作用于危险滑弧面上滑动力矩的设计值（kN·m/m）；

γ_R —— 抗力分项系数；

M_{Rk} —— 危险滑弧面上抗滑力矩的设计值（kN·m/m）。

整体稳定计算主要包括三种计算工况——持久状况、短暂状况和地震状况。通常要求抗力分项系数 γ_R 计算值满足 1.1~1.3。各段护岸的计算结果汇总于下表。

表 3.2-1 整体稳定性计算结果

海堤型式	持久工况	短暂工况	地震工况	备注
K0+000~K0+104	1.32	1.27	1.17	
K0+104~K0+355	1.38	1.31	1.24	

经计算，各段护岸的整体稳定性均满足相关规范要求。

(3) 浆砌条石挡土墙抗倾抗滑稳定性计算

根据交通部颁发的现行有关规范，应用易工水运工程结构 CAD 集成软件 (V3.0 版)，对浆砌条石挡土墙抗倾抗滑稳定性进行计算。具体计算结果见下表。

表 3.2-2 浆砌条石挡土墙抗倾抗滑计算结果

计算内容 工 况	倾覆效应设计值/抗倾能力设计值 (kN.m)	滑动效应设计值/抗滑能力设计值 (kN)	墙底应力最大/最小值 (kN/ m ²)
极端高水位	14/19	19/22	48/0
设计高水位	8/26	13/27	46/8
设计低水位	7/34	14/35	44/28

经计算，浆砌条石挡墙的抗倾抗滑稳定性均满足相关规范要求。

(4) 桩基承载力计算（推荐方案）

根据交通部颁发的现行有关规范，应用易工水运工程结构 CAD 集成软件 (V3.0 版)，对桩基进行承载力计算。计算结果如下。

表 3.2-3 码头平台结构计算结果

构件	计算内容	计算结果	桩基承载力	备注
桩基	最大压桩力设计值 (kN)	115	407	满足要求
	最大拔桩力设计值 (kN)	0	-56	满足要求
	桩身最大弯矩设计值 (kN)	31		满足要求
	正常使用极限状态最大弯矩设计值 (kN·m)	21		满足要求

经计算，桩基抗力作用设计值均大于作用效应，满足设计规范要求。

3.2.2.1.3 植被种植方案

护岸生态化以种植本土岸滩湿生植被、盐沼植被为主，以不引入外来物种为原则，主要考虑耐盐碱和耐旱能力强的植物种类。本工程面坡种植草本植物，选择鸢尾、马蔺、结缕草、狗牙根等，其中结缕草和狗牙根耐盐性更强，可种植在靠外侧；挡浪墙（植生槽）选择种植千头木麻黄、马鞍藤等。

表 3.2-4 海堤护面植物主要种植种类

序号	名称	科属介绍	植株要求	种植要求	图例
1	结缕草	为禾本科结缕草属多年生草本植物，地下茎呈匍匐状蔓延，根系发达且固着能力强。秆直立或斜升，高 10-30 厘米，直径 1-2 毫米，具 3-6 节，节间长短均匀，最长节间位于中部，长 5-8 厘米，基部节间较短且常匍匐生根。在滨海及海岸带区域，大片结缕草群落主要分布于潮上带或高潮滩边缘，耐短期潮水浸润，适宜生长在土壤含盐量较低、排水良好的开阔地带；在中潮滩及盐度较高的区域，结缕草群落多呈稀疏斑块状分布，或与盐地碱蓬、芦苇等植物混生，中潮滩上部是其稳定生长的临界高程线。结缕草的叶片角质层较厚，根系具有一定的耐盐和通气功能，不仅能有效固持滩涂土壤、减缓海岸侵蚀，还可通过根系吸收和富集土壤中的养分及重金属，对滨海湿地生态系统的稳定和水质净化具有重要作用。	1-2 年生幼苗，苗高 8-15cm，匍匐茎长度≥10cm，根系完整无病虫害；无冠幅要求，以匍匐茎健壮为核心。	1. 密度：分株间距 20-30cm，草皮铺设无缝 / 间距 5-10cm； 2. 方式：春（3-4 月）/ 秋（9-10 月）种植，翻耕 15-20cm + 施少量腐熟有机肥，分株保留 3-5 节，埋土 3-5cm，压实浇透水； 3. 注意：避高盐时段，前 2 周保湿润，除杂草，水淹后及时排涝防板结。	

序号	名称	科属介绍	植株要求	种植要求	图例
2	狗牙根	禾本科狗牙根属多年生草本植物，匍匐茎发达且蔓延能力极强，节间着地即能生根，根系密集且固土性能优异。秆细弱坚韧，下部匍匐生长，上部直立部分高 10-30 厘米，直径 1-1.5 毫米。在自然生境中，狗牙根群落主要分布于温暖湿润的平原、河滩、堤岸及路边开阔地，偏好阳光充足、排水良好的中性至微酸性土壤，耐干旱、耐践踏能力突出，短期水淹环境下可正常生长；狗牙根的叶片具有较厚的角质层，根系兼具通气和固氮辅助功能，不仅能快速覆盖地表、有效防治水土流失，还可通过根系吸收降解土壤中的部分污染物，对公路护坡、矿山复绿及城市绿地生态修复具有重要作用。	1 年生幼苗 / 匍匐茎种条，苗高 10-20cm，匍匐茎长度 ≥15cm、直径 1-2mm，芽点饱满；无冠幅要求，以根系发达为核心。	密度：分株间距 15-25cm，种条扦插间距 20-30cm（每段 3-4 节）； 2. 方式：春末 - 夏（5-7 月）种植，翻耕 10-15cm 除杂质，种条埋土 2-3cm（外露 1-2 个芽点），压实浇透定根水； 3. 注意：前 1-2 周保湿润，初期避免碾压，定期修剪至 5-10cm，盐碱地轻度改良。	
3	鸢尾	鸢尾是多年生草本植物，属于鸢尾科鸢尾属。植株高度一般在 30-60 厘米，根状茎粗壮且短，叶片呈剑形，质地坚韧，颜色为深绿色，排列成两行，花期通常在 4-5 月，花朵大而美丽，花色丰富，有蓝紫、白、黄等多种颜色，具有较高的观赏价值。	2 年生健壮苗，苗高 25-35 厘米，冠幅 15-20 厘米，主茎直径 4-6 毫米，根系发达完整；植株无病虫害，叶片翠绿且无缺损。	密度：株行距 40cm； 方式：春（3-4 月）/ 秋（9-10 月）种植，选疏松肥沃、排水良好的土壤，坑直径 30-35cm、深 20-25cm，施入腐熟有机肥作底肥（与土混匀），栽苗后压实浇透定根水； 注意：需充足光照，也耐半阴，生长期保持土壤湿润但忌积水，雨季及时排水防烂根。	

序号	名称	科属介绍	植株要求	种植要求	图例
4	马蔺	马蔺为鸢尾科鸢尾属多年生草本植物，根状茎粗壮发达，须根密集且具极强的耐贫瘠能力。叶基生呈条形，坚韧挺拔，长 20-50 厘米，宽 4-6 毫米，灰绿色且具白粉；花茎高 10-30 厘米，顶生 1-3 朵蓝紫色花朵，花径 5-6 厘米，花期 5-6 月。在自然生境中，马蔺群落多分布于河滩、盐碱地、堤岸及草原边缘，耐盐碱性突出，可在含盐量 0.3% 以下的土壤中正常生长，同时耐旱、耐寒、耐水淹，对环境适应性极强。其根系深入土层，固土保水效果显著，能有效防止水土流失，且花朵艳丽，兼具生态与观赏价值，是滨海湿地修复、盐碱地改良及园林绿化的优良乡土品种。	2年生苗，苗高 20-30cm，冠幅 15-25cm，根状茎直径 1-2cm，须根发达；叶片无干枯、发黄，植株无病虫害。	1. 密度：株行距 30cm； 2. 方式：春（3-4 月）/ 秋（10-11 月）种植，无需精细耕作，挖深 15-20cm 坑，放根状茎后压实浇透水；可分株繁殖（母株分 3-5 个芽的子株）； 3. 注意：耐盐碱贫瘠，无需频繁水肥，初期保湿润，后期自然生长。	
6	千头木麻黄	木麻黄科木麻黄属的常绿小乔木或灌木。植株高度一般在 1-3 米，树干直立低矮，萌芽力强，基部主干处分支极多，枝浓叶密。单叶呈鞘齿状，五片轮生，偶有 4-6 片轮生。花雌雄异株，雄花柔荑状，雌花头状。喜高温气候，喜光，不耐阴，不耐寒。具有很强的耐盐性、耐旱性和抗强风能力，以沙地或砂质土壤为宜。因其耐修剪、易整形，枝叶茂密，常作为庭园美化、盆栽的高级树种，也可用于制作绿篱，还可在空旷草地上作点缀种植，同时也是沿海防护林的重要树种。	1-2 年生苗，苗高 50-80cm，冠幅 30-40cm，主干直径 1-2cm，分枝均匀；植株无病虫害，枝条健壮无干枯。	1. 密度：林株行距 150cm，种植一行； 2. 方式：春（3-5 月）种植，选沙质土，挖直径 30-40cm、深 25-30cm 坑，施腐熟有机肥（与土混匀），栽苗后压实浇透水； 3. 注意：保证光照（避树荫），幼苗期补水，选高地势防水淹，可整形修剪促分枝。	

序号	名称	科属介绍	植株要求	种植要求	图例
7	马鞍藤	花科、虎掌藤属，多年生草本。匍匐茎极长，节处易生不定根，根系发达，入土深，繁殖力强、扩散快，具有良好固沙效果。典型海岸植物，从高潮线附近一直到潮上带均有分布，是海岸沙地最前沿的植物种类，也可以在泥质土壤中生长，并经常在红树林内缘出现。	1 年生匍匐茎苗 / 实生苗，苗高 10-15cm，匍匐茎长度 ≥20cm，节间饱满，根系完整；植株无病虫害，叶片翠绿。	密度：株行距 40cm，种植两列；扦插间距 30-40cm（每段 2-3 节）； 2. 方式：春（4-6 月）种植，选沙地 / 泥质土，挖深 10-15cm 坑，压实浇透水；或直接铺匍匐茎（覆土 2-3cm）； 3. 注意：避低洼积水，雨季排涝；滨海强风区适当培土防倒伏，无需频繁管理。	

3.2.2.2 退围还海、岸滩整治

3.2.2.2.1 退围还海

本项目所在区域原为石狮市新兴养殖场，于 2018 年 11 月 20 日经石狮市政府批准取得海域使用权证续期批复，批准围海养殖用海面积 2.5566 公顷，用海期限 2018 年 7 月 10 日至 2019 年 7 月 9 日。2019 年 7 月，永宁镇与新兴养殖场签订海岸带养殖场征收补偿协议，新兴养殖场退出养殖并腾空了场所。目前新兴养殖场已完全退出养殖并腾空场所，后续在养殖清退完毕的基础上进行岸滩整治，退围还海及岸滩整治的面积为 2.47 公顷。

3.2.2.2.2 西侧岸滩整治

西侧围海区现状高程在 2.2m~4.5m 之间，表层土质以素填土为主，地勘资料揭示，素填土厚度在 2m~4m 之间，综合考虑土石方开挖量和沙滩修复补砂量，本工程对西侧围海区表层素填土进行开挖，开挖底高程为 1.5m，靠近护岸处开挖边坡取 1:2。

开挖采用挖掘机和自卸车配合的陆上施工法，依次从外到内挖至设计底高程。为保障陆上开挖，应先对围海区进行开挖，待围海区开挖完成再拆除海堤，施工时，注意堤体稳定性观测，确保施工安全。疏浚弃土运至永宁镇转废盐田填海造地工程（运距约 10km），作为建筑回填材料。



图 3.2-8 西侧围海区现状

3.2.2.2.3 东侧岸滩整治

(1) 表层淤泥开挖

东侧围海区现状高程在 0.8m~1.5m 之间，表层土质以淤泥为主，表层零星分布有互花米草，地勘资料揭示，淤泥层厚度在 0m~1.2m 之间，淤泥层下方为细砂层。为恢复该区域砂质岸线，拟对该区域的淤泥层进行开挖，靠近护岸处开挖边坡取 1:2。疏浚采用机械、方法及弃土处置方式与西侧围海区疏浚一致。



图 3.2-9 东侧围海区现状

(2) 互花米草清除

①方案比选

互花米草具有“耐盐、耐淹、无性+有性扩繁迅猛”等特点，但其生长仍需空气进行呼吸作用，产生能量来维持自身新陈代谢。互花米草防治技术现有互花米草防治方法有物理防治、化学防治、生物替代、生物防治以及综合防治等方法。

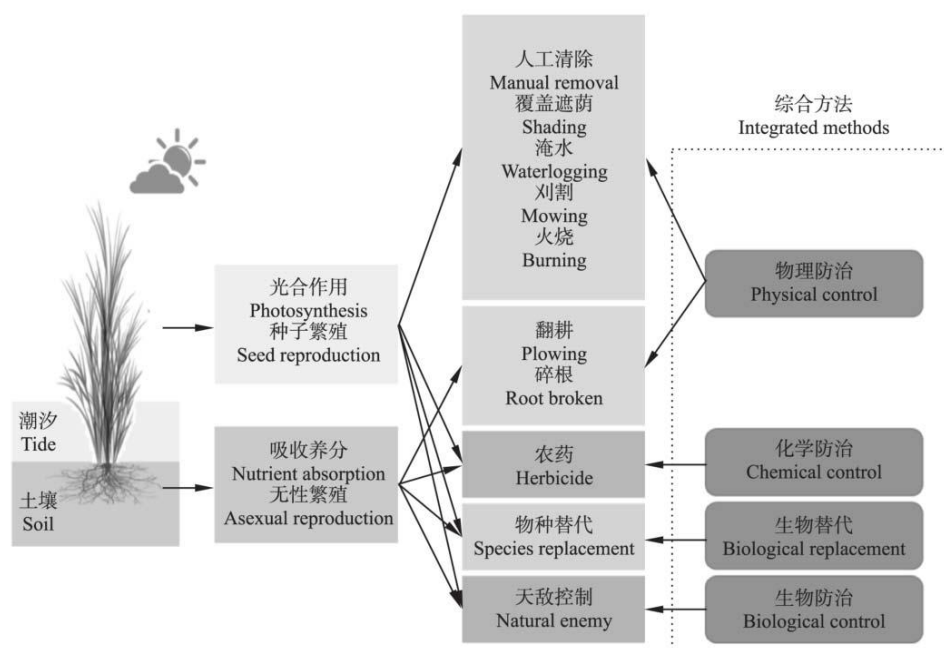


图 3.2-10 互花米草防治方法示意图

A、物理防治

人工去除：通过人力或简单设备去除互花米草地上和地下植株。此法的主要优点是最少的工人培训和简单的设备（如铁锹），最大缺点是去除根系耗时太久。对于入侵不足 1 年的互花米草，人工去除是个有效的方法，但只要附近还有成熟的互花米草，这种控制措施就需要持续的、无限期地实施翻耕：先将互花米草地上部分割除，然后用铁锹或合适的机械进行一定深度的翻耕。翻耕措施在当年有很好的控制效果，但到第二年生长季末期互花米草基本恢复如初，另外，不同翻耕深度之间没有显著差异。

碎根：一般是在翻耕的基础上，进一步切碎植物根茎，破坏根茎的结构，从而抑制米草生长。碎根处理显著抑制互花米草生长，其抑制作用随处理深度增加而增强，碎根处理 1 年后米草分蘖密度和地上生物量分别减少 30%~85%和 57%~86%，但经过 2 个生长季后，互花米草基本恢复如初。从控制效率和成本角度考虑，碎根措施仅适用于清除新入侵的互花米草小斑块。

覆盖遮阴：不仅减少了光强度，还改变了光质，这是植物在竞争中所经历的最重要的胁迫之一。不同遮阴强度下互花米草的叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白质含量，以及光合能力和生物量等均存在显著差异。覆盖遮阴法只适用于小块互花米草，还需要考虑海风的影响。

刈割：直接割除地上植株，对米草种群的密度、株高、生物量等产生不同程度的影响。时机合适的单次刈割，可有效降低米草种子产量，从而影响其有性繁殖，但单次刈割无法清除互花米草。对于较大面积的米草草甸，可使用机械从初春返青到秋季死亡期间对米草进行反复刈割，阻止其通过光合作用产生的能量分配到茎球和根部，进而影响植被生长。选择合适的时机可以减少刈割次数和成本，在扬花期和 9 周之后进行两次刈割，具有最好的控制效果，不仅完全清除了互花米草的有性繁殖，也抑制了当年和未来几年的营养生长。

淹水：淹水迫使互花米草缺氧，光合作用效率下降，植株需要消耗更多的光合产物来获取生存必需的能量，致使植株体内贮藏的物质不断消耗而导致生物量下降，无法正常进行营养生长和生殖生长。对于 7~10 高的实生苗，持续淹水 20 厘米三个月可杀死所有实生苗，因此持续淹水可作为控制互花米草有性繁殖的有效措施。对于较高的植株（株高 42 厘米），>50 厘米是控制互花米草扩散的有效淹水水位。

火烧：火烧可去除地上植株，短期内会影响互花米草生长，但无论夏季还是冬季火烧，对控制互花米草均无明显效果。而且，火烧常需要助燃剂如汽油或柴油，可能会带来一定的环境污染，火烧时的高温也可能对土壤生物带来负面影响。

B、化学防治

化学治理一般是通过施用除草剂对互花米草进行灭除，目前证实有效的除草剂包括草甘膦、草铵膦、咪唑烟酸以及互花米草除控剂等。除草剂的应用和控制效果受风力、潮汐周期和茎叶上覆盖的沉积物等因素影响。用化学方法治理互花米草，很可能带来一定的负面影响。一方面，化学药剂通常会造成一定的残毒，可能对滩涂或海域造成二次污染；另一方面，化学药剂容易对其他动植物造成危害，进而破坏本地土壤和生态系统。因此，一般不建议采用化学治理方法。

C、生物防治

生物防治就是利用寄主范围较为专一的植食性动物或病原微生物，通过直接取食、形成虫瘿、穴居植物组织或造成植物病害等方式，将有害杂草控制在经济、生态或环境美化容许水平下的防治方法，主要风险是对非目标本土物种的影响。生物防治方法虽可降低互花米草密度，有利于滩涂生态系统的恢复，但难以完全清除互花米草，存活的互花米草仍可以通过种子传播入侵新的区域。而且，从长远来看，植物对天敌的抗性和耐受性改变可能导致防治失败。

D、生物替代技术是根据植物群落演替的规律，由竞争力强的本地植物取代外来入侵植物的一种生态学防治技术。但在特定地区找出快速、有效、安全的替代种以及防除方法仍是个难题，目前研究较多的是利用芦苇等物种对互花米草进行生物替代。

E、综合防治

物理、化学及生物替代法各有优缺点，单独采用一种方法难以彻底有效地治理互花米草，将几种方法结合使用，可获得更好的控制效果。目前证明有效的综合防治方法包括刈割+翻耕、刈割+遮阴、刈割+农药、刈割+淹水和刈割+翻耕+生物替代等。

分析以上互花米草防治技术，结合泉州市沿海互花米草整治攻坚战的经验，本工程清除互花米草宜采取物理治理方法。修复区互花米草主要呈零星分布，互花米草整治采用人工清除的方式，通过人工或小型机械挖掘的方式清除互花米草地上和地下组织。

②互花米草清除方案

互花米草清除工艺主要分为刈割和根系深埋两个阶段：

刈割阶段：在扬花期进行刈割（机械+人工刈割），将秸秆清理外运。

根系深埋阶段：先清理表层土，接着开挖至深度至少 2m，再将表土埋至开挖坑底部，最后进行回填。

3.2.2.2.4 围养区周边岸滩整治

现状海堤外侧滩面上散布着若干处零星石块，为更好地恢复沙滩环境，对这些零星块石进行清理，部分作为护岸回填材料使用，其他的外运。具体清理范围详见下图。



图 3.2-11 块石清理范围及堆放位置

3.2.2.3 沙滩修复

3.2.2.3.1 滩肩高程设计

滩肩高程需要综合考虑当地的历史高水位高程、波浪爬高、陆上景观高程、现有海滩高程和相邻海滩高程以及养滩成本等多方面的因素来确定。参考《海滩养护与修复技术指南》(HY/T255-2018)，滩肩高程设计可用以下公式计算：

滩肩高程=设计水位（20 年重现期）+波浪爬高

Stockdon（2006）通过 10 处海岸的现场观测和归纳，认为波浪爬高取决于波浪引起的近岸水面抬升和波浪上冲这 2 个水动力过程，与波高、周期和滨面坡度密切相关，并给出了计算波浪爬高的经验公式：

$$R_{2\%} = 1.1 \left\{ 0.35\beta_f \left[(HoLo)^{\frac{1}{2}} + \frac{[HoLo](0.563\beta_f^2 + 0.004)^{\frac{1}{2}}}{2} \right] \right\}$$

$R_{2\%}$ ——波浪爬高，m；

Ho ——为有效波高，m；

Lo ——波长，m；

β_f ——为滨面坡度（°）。

表 3.2-5 滩肩高程理论计算成果表

有效波高 H_o (m)	波长 L_o (m)	坡度 βf	波浪爬高 R (m)	计算滩面高程 H_B (m)
2.71	48	1: 15	0.51	3.50

根据以上计算，得到沙滩滩肩高程理论计算值如上表，根据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）中第三部分严格用海用岛相关规定，涉及滩涂高程或湿地微地貌改造的（含沙滩补砂、植被种植等），不得将潮间带、潮下带改造为潮上带。修复区多年平均大潮高潮线在 3.1m 附近，滩肩高程不得超过多年平均大潮高潮线，因此，本工程海滩滩肩高程按 2.9m 设计（1985 国家高程基准）。

拟修复海滩进行了海滩剖面及其施工方式设计，海滩现状剖面坡度约为 1:15，因此设计修复滩面坡度为 1:15。

3.2.2.3.2 补砂粒径及海沙要求

选择补砂沉积物粒径大小主要考虑以下几个方面的因素：①原始天然海滩的沉积物粒径；②附近相似海滩的沉积物粒径；③拟修复海滩邻近海域的波浪条件；④取砂区的远近；⑤取砂成本高低；⑥工程的修复或养护目的。确定补砂粒径大小的基本原则为填充砂粒径要等于或略粗于工程区天然海滩砂。

法国中央水工实验室（LCHF）根据大量现场观测和实验室试验资料，总结出天然条件下泥沙粒径与岸滩滩面坡度有如下表的规律。

表 3.2-6 天然海滩滩面坡度与泥沙粒径之间关系

泥沙粒径 (mm)	0.1	0.2	0.4	0.8	1.5	3.0
岸滩平均坡角 β (°)	1	3	5	7	9	11
岸滩平均坡度 $\tan\beta$	1/57	1/19	1/11	1/8	1/6	1/5

根据地勘资料，修复区及周边的细砂粒径大于 2mm 的颗粒占 8.7%~13.3%，粒径在 2~0.5mm 的颗粒占 11.5%~20.7%，粒径在 0.25~0.5mm 的颗粒占 7.2%~21.6%，粒径在 0.25~0.075mm 的颗粒占 39.6%~42.7%，小于 0.075mm 的颗粒占 11.2%~14.6%。粒径平均值约为 0.25mm，其天然坡度范围约为 1/15 左右，与上表比较吻合。因此，根据现场调查数据和上述理论基础，本项目海滩施工坡度取 1: 15，根据《海滩养护与修复技术指南》，补砂粒径选择可略大于天然海滩砂，本工程补砂平均粒径为 0.4mm，分选系数 <0.7 ，颜色以金黄色为宜，含

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

围海区表层土开挖后,在护岸前沿进行沙滩修复,主要工程措施为补砂,补砂采用两级放坡,滩肩顶高程为 2.9m,按 1:100 的坡度放至 2.75m,滩肩平均宽度约为 15m;滩肩外侧按 1:15 坡度向外放坡,

3.2.2.3.3 补砂剖面设计

本工程海滩修复采用两级放坡,滩肩顶高程为 2.9m,按 1:100 的坡度放至 2.75m,滩肩平均宽度约为 15m;滩肩外侧按 1:15 向外放坡。西侧围海区全区域补砂,补砂厚度不小于 1m(开挖至 1.5m,补砂至 2.5m),东侧围海区按 1:15 坡度放坡至开挖线。

经计算,本工程补砂量约 2.2 万方。

3.2.2.3.4 补砂方式

补砂方式主要有滩肩补砂、水下补砂和沙丘补砂等方式,其中,滩肩补砂是将海沙直接堆积于滩肩前缘,快速增加海滩空间的一种补砂方式,可以直接拓展干滩宽度,修复后海滩会在动力作用下进行自然调整,干滩宽度会逐渐变小而稳定。该补砂方法施工简单,修复初期滩面变化快速,是我国最常见的补砂方法,尤其是需要快速增加休闲空间的修复工程。本工程推荐的主要补砂方式为滩肩补砂。从沙源地开采或购置符合要求的沙后,通过陆运运至工程区抛填或吹填。然后用推土机、铲车整平并按设计坡度理坡。



图 3.2-12 海沙补砂整平

3.2.2.3.5 沙源选择

根据相关同类工程施工经验，沙源质量问题事关工程成败。为了确保沙滩修复后的稳定性，必须要求沙源质量达到设计标准。沙滩修复工程沙源可考虑购置海沙，且不得购置违规、违法开采的海沙，禁止在现有沙滩或者现有沙滩近岸闭合深度以内开采海沙。海沙来源采用厦门新机场压载砂，目前约有 2700 万立方米海沙可对外销售，厦门新机场余砂情况见附件 9。

3.2.2.4 退堤还海

3.2.2.4.1 海堤现状

围海区外侧及中部有浆砌条石海堤，总长约 375m，为提升修复区海水流通性，改善修复区海洋环境，本工程拟对这些海堤进行拆除。



图 3.2-13 修复区现状航拍图

(1) 西侧海堤

西侧海堤长度 75m，海堤为直立式海堤，顶高程约 4.3m，宽 7m，两侧为直立式浆砌条石挡墙，堤前为高程约 2.1m 的沙滩。



图 3.2-14 拟拆除的西侧海堤现状

(2) 西围海区外侧海堤

西围海区外侧海堤长度 125m，海堤为直立式海堤，顶高程 5~6m，为梯形断面，海堤为直立式浆砌条石挡墙，堤前现状高程约 1.5~2.0m，为裸露基岩和沙滩交错分布。



图 3.2-15 拟拆除的西围海区外侧海堤现状

(3) 东围海区外侧海堤拆除

东围海区外侧海堤长度 132.6m，海堤为直立式海堤，顶高程约 5m，为梯形断面，海堤为直立式浆砌条石挡墙，堤前现状为高程 0.4m 的沙滩。



图 3.2-16 拟拆除的东围海区外侧海堤现状

(4) 中部海堤

中部海堤长度 42.4m，海堤为直立式海堤，为浆砌条石结构，顶高程 4m，宽约 1m，矩形断面。



图 3.2-17 拟拆除的中部海堤现状

3.2.2.4.2 退堤还海方案

对外侧及中部长约 375m 的海堤浆砌条石挡墙结构、散落条石块石、墙后素填土、水池砖砌体结构等进行拆除，要求西侧围海区的海堤拆除开挖至底高程 1.5m 或开挖至碎块状强风化岩，要求东侧围海区的海堤拆除至岩层，海堤拆除料部分用于护岸结构，剩余拆除料运至永宁镇转废盐田填海造地工程（运距约 10km），作为建筑回填材料。

3.2.2.5 退陆还海

修复区局部岸线过于曲折，本工程护岸对岸线西侧及中部突出的折角形态的岸段进行裁弯取直，形成退陆还海面积约 0.0128 公顷，先对退陆还海区域进行疏浚开挖，然后再进行补砂。



图 3.2-18 退陆还海示意图

3.2.2.6 主要技术指标

本工程主要工程量和技术指标见下表。

表 3.2-7 主要工程量和技术指标表

序号	内容	单位	工程量
1	护岸生态化修复	米	355
2	岸滩整治	公顷	2.47
3	退堤还海	米	375
4	退围还海	公顷	2.47
5	退陆还海	公顷	0.0128
6	补砂量	万方	2.2
7	开挖量	万方	3.0

3.3 项目施工工艺和方法

3.3.1 施工总体布置

3.3.1.1 布置原则

施工平面布置根据场地条件和工程的具体情况，结合施工计划、方案，以节约成本和满足施工进度，并兼顾施工期间的安全等因素为原则。施工平面布置分

结构预制区和现场施工区。

3.3.1.2 临时设施布置

(1) 生活区

本工程施工人员生活区租用当地民房。

(2) 生产区

本工程的生产区根据现场的场地条件和工程的进度要求,拟布置在护岸后方暂时闲置场地,包括预制场、水泥仓库、砂石料堆场、钢筋加工场等设施。

3.3.2 施工依托条件

(1) 自然条件

石狮市地区属于亚热带海洋性季风气候,冬短无严寒,夏长无酷暑,雨热同期,气候湿润,无霜期长,多年平均气温 20.8℃,可全年开展陆上施工。本工程外侧建有海堤,护岸生态化修复、岸滩整治开挖等工程可做到干地施工,施工条件受潮汐和波浪影响较小,整体施工条件较好。

石狮市台风影响集中在 7-9 月,水上施工应避开台风高发期。若因工程需求需在台风期间施工,必须提前落实防台、抗台措施,包括加固施工设施、制定人员撤离方案、密切关注台风预警信息等。

(2) 施工场地条件

本工程护岸前方和后方场地较平整,可作为临时施工场地使用。

(3) 施工交通条件

石狮市公路网络发达,境内有多条高等级公路贯穿全境。福厦高速公路(G15)和泉州环城高速公路为石狮提供了便捷的对外通道,与厦门、福州、泉州等主要城市的联系紧密。辖区内虽然没有直接设立火车站,但紧邻福厦铁路和兴泉铁路,距离泉州站和晋江站较近,可通过快速公路连接,实现铁路运输的高效衔接。福厦铁路的开通使石狮与福州、厦门等城市的通勤时间大幅缩短,进一步提升了区域交通的便利性。石狮市拥有较长的海岸线,港口资源丰富。石湖港是石狮市的主要港口之一,位于泉州湾内,水深条件良好,是福建省重要的对外贸易港口之一。

工程区后方紧邻红塔湾旅游公路及滨海大道,交通便利,交通条件能够满足本工程施工要求。

（4）水电、通讯条件

本工程所处区域外部协作条件、依托条件总体较好，施工用水、用电可依托后方村庄。施工临时通讯可与当地电信公司联系解决。

（5）工程施工分析

为保证工程能安全、保质、保量如期完成，施工单位必须做好施工组织设计方案。施工组织设计方案应以施工管理、确保施工质量、保证施工安全、降低施工费用等为原则，工程施工建议选择专业施工单位进行施工，详细的施工组织设计待确定施工单位后由施工单位编制。水工结构基础施工应注意避开不利的自然因素，水上施工应注意避开台风。

3.3.3 环保工程

（1）水环境保护

施工人员生活废水依托当地有污水处理系统处理，施工废水处理后回用。

（2）大气环境保护

加强施工现场管理，施工现场根据需要加设挡尘设施，定期清扫施工场地、运输道路的洒落物。

（3）噪声防治措施

优先选用性能良好的低噪声施工设备，日常应注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态；施工期间靠陆一侧设置施工围挡，同时应将高噪声设备布置在远离敏感点一侧。

（4）固体废物处置措施

施工期垃圾运往垃圾处理场，土方运往指定地点，施工人员生活垃圾由当地环卫部门统一清运处置。

3.3.4 临时工程

临时工程主要在项目北侧的空地处设置施工生产区 1 处，施工生活区租用当地民房。施工场地对外交通便利，利用现有交通道路进场，不需要另外设置临时施工道路。



图 3.3-1 临时施工区

3.3.5 施工方法

(1) 施工测量

本工程施工测量采用常规测量定位技术，平面定位采用高精度全站仪或经纬仪控制结构物，高程采用水准仪控制。必要时可以采用 GPS 卫星系统定位，以便提高工效、加快施工。

采用 GPS 卫星定位系统时，必须在陆上设多个 GPS 参考站(点)。

(2) 护岸生态化施工

本工程护岸结构为重力式挡墙结构，基础为 PHC 桩基础具体施工顺序如下：

施工准备→基槽及边坡开挖→打设 PHC 桩→混凝土板浇筑→浆砌条石挡墙→抛石棱体、倒滤层、素填土回填、夯实→压顶/挡浪墙施工→面层预制块安装→面层绿化种植与养护。

(3) 岸滩整治

本工程岸滩整治主要对表层土进行开挖，开挖采用挖掘机和自卸车配合的陆上施工法，开挖弃土运至永宁镇转废盐田填海造地工程（运距约 10km）。施工顺序如下：

施工准备→清滩→测量放样→挖掘机开挖至设计断面→自卸车运至弃土收纳区。

(4) 沙滩修复

本工程沙滩修复采用滩肩补砂方式，海沙通过陆运运至现场，具体施工顺序如下：

施工准备→清滩→补砂→沙滩铺设、理坡→按设计滩肩高程、坡度修整→分段验收→整体验收。

(5) 海堤拆除

采用小型液压破碎锤、风镐、电锤等对海堤结构进行拆除，配合动叉车、小型装载机进行作业，部分质量好的条石、碎石留作建筑材料使用，剩余部分外运处理；具体施工顺序如下：

施工准备→安全防护加固→分段分层拆除→条石分拣清理→破损废渣外运处理→现场清理整平。

3.3.6 主要施工机械和人员配置

根据项目进度要求，工程施工期高峰人数为30人，施工期平均人数为20人；主要施工机械设备配备如下表。

表 3.3-1 主要施工机械设备配备表

序号	机械设备名称	型号及规格	单位	合计	主要用途
1	沙滩清洁车	59kW	辆	1	修复后沙滩精细化清理保洁
2	装载机	5t	辆	3	砂石装卸、场地平整
3	自卸汽车	10t	辆	8	海砂、表层土、条石外运
4	挖掘机	2m ³	台	3	表层土开挖、条石拆除、基础修整
5	推土机	160kW	台	1	补砂后场地推平、压实
6	风镐	/	把	4	浆砌条石局部破碎拆除
7	拖拉机	50 马力	台	2	辅助运输、小型场地整理
8	洒水车	8t	辆	1	降尘、养护

3.3.7 施工进度计划

本工程主要以围海区疏浚、海堤拆除、生态护岸及沙滩补砂施工为主，海堤

拆除之前可先进行围海区疏浚、生态护岸及沙滩补砂补，退潮施工，可做到干地施工，施工内容较简单。本工程规模较小，总体施工条件较好，施工工序应合理安排，施工工期初步确定为 6 个月。施工进度计划表见下表。

表 3.3-2 施工进度计划安排表

序号	项目名称	月											
		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
1	项目前期准备												
2	工程设计阶段												
3	施工招投标阶段												
4	围海区疏浚												
5	生态护岸施工												
6	补砂												
7	海堤拆除												
8	验收												

3.4 土石方平衡

本项目的补砂量 21906m³，其中 21541m³ 为外购。砂源可选择厦门新机场海砂，经过分析检测后选择合适的砂源。福建省海沙资源较为丰富，且明确有合法的补砂来源，整体上可完全满足本次海滩生态修复工程建设的需要。本项目合计产生 28880 m³ 弃土，将运至永宁镇转废盐田填海造地工程，运距约 10km。该项目业主为石狮市永宁镇人民政府，已签订土石方消纳承诺函（见附件 7）。

本项目的土石方平衡表见下表。

表 3.4-1 土石方平衡表

项目		素填土 (m ³)	条石(砖砌 体) (m ³)	细砂 (m ³)	淤泥 (m ³)	合计 (m ³)
开挖	护岸工程开挖	3126	0	0	0	3126
	海堤拆除（开挖）	1902	2554	365		4821
	岸滩整治表层开挖	15882	0	0	6052	21934
回填利用	护岸利用（回填）	396	240	0	0	637
	沙滩修复补砂	0	0	21906	0	21906

合 计	剩余外运（运距 10km）	20514	2314		6052	28880
	外购			21541		

3.5 项目用海用地情况

本项目用海面积 2.47 公顷，根据自然资源部办公厅发布《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），明确“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活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续。”本项目拟在红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，对区域生态系统进行综合修复。因此，本项目满足《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》中无需办理海域使用手续的要求。

本项目永久用地面积 0.2469 公顷，包括护岸生态化修复工程占地 0.2341 公顷，建设海堤长度 355m，修复岸线长度 393m，护岸采用斜坡式护岸型式，坡脚位于岸线位置。退陆还海工程占地 0.0128 公顷，对岸线西侧及中部突出的折角形态的岸段进行裁弯取直，形成退陆还海面积约 0.0128 公顷，对退陆还海区域进行平整。因护岸生态修复和退陆还海区域占地涉及农用地，经石狮市发展和改革局同意，此地块由石狮市永宁经济技术开发公司作为建设单位进行备案，于 2025 年 11 月 27 日取得《福建省企业投资项目备案证明（内资）》（闽发改备〔2025〕C071560 号），用于办理农转用手续，并取得《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 3505812025XS0061536 号）（附件 11）。

本项目施工期临时占用北侧空地，面积约 0.2 公顷。施工期施工人员住宿及项目部拟租住周边村庄具有成熟配套设施的区域，施工机械和车辆通过附近镇区现有的洗车点洗车、保养。施工材料可根据施工进度，少量多次运至施工区附近，临时堆放北侧空地上。

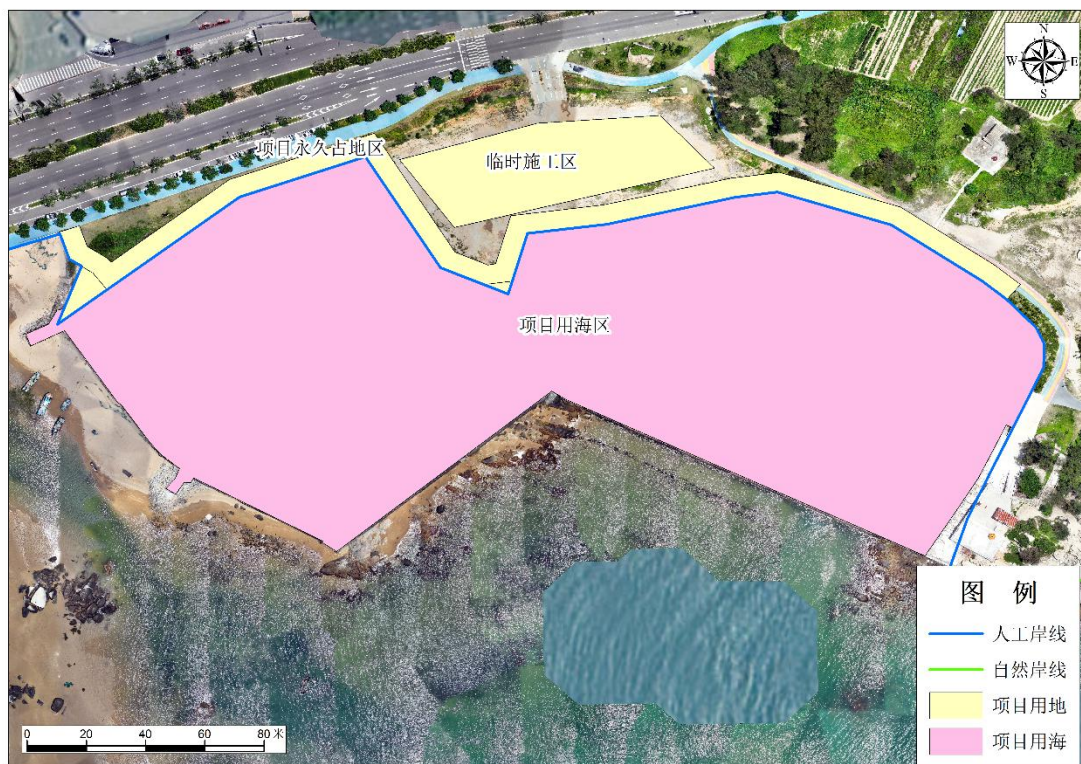


图 3.5-1 用地用海情况图

3.6 项目运营期管护情况

本项目运营期以后期管护为主，管护期限为 3 年，主要对项目全部工程设施开展常态化、周期性巡查与养护工作。管护人员不在场地常驻值守，仅定期到场开展作业。

3.6.1 项目整体后期监管

(1) 项目竣工验收后由建设单位组织跟踪监测及效果评估等单位定期对项目区情况进行监测、评估，及时整理分析有关数据，完成后期监测运行报告。

(2) 对出现异常的数据要及时分析，查找原因，并做出相应的处理方案，提报管护主体责任单位。

(3) 对日常巡护时所发现的可能发生破坏或已经破坏的区域，由管护责任主体单位及时对受损区域进行修补并维护，确保其正常有效地运行。

(4) 对区域受损原因进行分析，优化管护方案及相关措施，确保降低人为原因损害，防范自然原因退化。

3.6.2 岸线整治及生态化管护

定期检查护岸工程中的防护设施的完整性和稳定性，检查内容包括设施的结

构是否损坏、基础是否松动、表面是否有裂缝或破损等。对发现的问题，及时进行修复和加固。如对护坡的石块进行补充和重新铺设，对护岸的混凝土结构进行修补和加固，对防波堤的堤身进行填充和修复等。确保防护设施能够有效抵御海浪、潮汐、水流等海洋动力因素的侵蚀和破坏，维护地形的稳定和安全。

对于在护岸生态化工程中的植被进行定期的养护管理，包括浇水、施肥、修剪、病虫害防治等工作。根据不同植被的生长习性和需求，制定合理的养护计划。定期检查植被是否受到病虫害侵袭，如发现病虫害，采用生物防治、物理防治或化学防治等方法及时进行治疗，确保植被的健康生长。

防波堤加固及生态化改造完成后需对海堤进行管护，按照《堤防工程设计规范》规定的海堤工程管理范围和保护范围对海堤进行日常维护管理。对于修复后的海洋栖息地，设置保护区并加强巡逻监管，防止非法捕捞、采挖、破坏等行为。定期对栖息地进行维护，清理杂物、垃圾，修复受损的区域。

3.6.3 沙滩管护

通过长期监测，掌握沙滩在海浪、潮汐、风力等自然因素作用下的侵蚀或淤积情况，定期采集沙滩沙样，分析沙粒的粒径、形状、成分等物理特性，了解沙滩沙源的稳定性以及沙质变化对沙滩生态和使用功能的影响。对沙滩及周边海域的生物多样性、植被覆盖度、底栖生物数量与分布等生态指标进行长期监测。当沙滩地形监测显示沙滩出现明显侵蚀，沙量减少到一定程度时，就需要进行补砂作业。

沙滩作为旅游资源，在旅游旺季可能会面临游客过多的问题。为了减少游客活动对沙滩修复工程的负面影响，需要对游客流量进行合理控制。根据沙滩的承载能力，制定游客接待上限，并通过门票预订、现场疏导等方式控制游客数量。在沙滩上设置合理的游客活动区域和通道，引导游客在指定区域内活动，避免游客随意践踏沙滩植被、破坏沙滩地形地貌。

加强沙滩的清洁管理工作，定期清理沙滩上的垃圾、杂物等。安排专人负责沙滩清洁，每天进行巡查和清理，特别是在旅游旺季和节假日期间，增加清洁频次。设置足够数量的垃圾桶，并合理分布在沙滩各个区域，方便游客丢弃垃圾。建立垃圾收集、运输和处理的规范流程，确保垃圾得到及时、有效的处理，避免垃圾在沙滩上堆积对沙滩生态环境造成污染。例如，采用分类收集垃圾的方式，

将可回收垃圾、有害垃圾和其他垃圾分别收集处理，提高垃圾资源回收利用率，减少对环境危害。

3.6.4 植被后期管护

堤身植被后期管护期按 3 年考虑，管护期保证植物的观赏效果及成活率为主，主要是做好植物的补植、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。

（a）补植

堤身植被如果有发现缺损，最好选择在春季雨季开始阶段进行补植，保持植被的覆盖率。

（b）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。

（c）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，草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，生长期宜施速效肥。撒施应避免将肥料撒到叶片上，根外追肥浓度一般不宜大于千分之三。

（d）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、病原、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。

应建立“预防为主、科学防控”的自然灾害防御工作方针，根据栽培地区气候特点，提前做好台风、大风、暴雨、高温、盐雾及霜冻等预防措施。

3.7 工程分析

3.7.1 施工期主要污染源分析

3.7.1.1 护岸生态化修复工程

本工程修复护岸长度 355m、修复岸线长度 393m，采用斜坡式护岸型式，西段护岸顶高程 5.4m 并设挡浪墙（顶高程 6.4m），东段护岸顶高程 4.8m，护面选用耐盐碱植被生态复绿，间隔布置两处巡护踏步；护岸结构包含浆砌条石挡土墙、PHC 桩基、预制植生框铺设、植生混凝土及种植土回填等施工内容。

（一）大气污染源

（1）施工机械废气：PHC 桩打设机、挖掘机、混凝土搅拌机、运输车辆等设备运行时，排放 NO_x 、 SO_2 、颗粒物等废气，其中桩基打设、混凝土现浇等高强度作业阶段，设备启停频繁，将产生一定量的废气。

（2）施工扬尘：素填土开挖、碎石垫层铺设、植生框搬运安装过程中，产生粉尘；运输车辆行驶、建筑材料（碎石、水泥、种植土）装卸时，易引发二次扬尘；风干或大风天气下，裸露施工面及堆放的建筑材料会产生少量扬尘。

（二）噪声污染源

（1）机械噪声：PHC 桩打设机、液压破碎锤、混凝土振捣器、石材切割机等设备运行产生的工业噪声。

（2）交通噪声：自卸车、材料运输车等运输车辆行驶、鸣笛及装卸材料时产生的噪声。

（三）固体废物污染源

（1）工程固废：包括素填土开挖产生的弃土、破旧护岸拆除的碎砖石、施工过程中破损的预制植生框、废弃钢筋、混凝土残渣、桩头废料等。

（2）生活垃圾：施工人员产生的餐饮垃圾、包装垃圾、废弃日用品等。

（四）水污染源

施工废水主要为混凝土浇筑、养护过程中产生的含泥废水，桩基施工产生的泥浆废水，机械清洗产生的含油废水等。

3.7.1.2 岸滩整治修复工程

工程整治岸滩面积 2.47 公顷，包含西侧围海区表层素填土开挖平整（底高程 1.5m）、东侧围海区淤泥层清除，采用机械+人工刈割方式清除互花米草，清理围养区周边零星石块，开挖弃土及清理废料按规定外运处置。

（一）大气污染源

（1）施工机械废气：挖掘机、自卸车、推土机、互花米草刈割机械等设备作业时，排放 NO_x 、 SO_2 、颗粒物等废气。

（2）扬尘污染：西侧围海区素填土开挖平整、东侧围海区淤泥清除过程中产生扬尘；互花米草刈割后晾晒、搬运及运输时，产生少量植物碎屑类扬尘；围养区周边零星石块清理、装卸过程中，引发少量粉尘扩散。

（二）噪声污染源

（1）机械噪声：挖掘机、推土机、破碎机、刈割机等设备运行产生的噪声。

（2）作业噪声：互花米草机械刈割、人工辅助挖掘根系过程中，机械运转与植物切割、土壤挖掘产生的复合噪声等。

（三）固体废物污染源

（1）工程固废：素填土、淤泥、清理的零星石块、互花米草残株、根系等废弃物。

（2）其他固废：施工过程中产生的少量废弃机械配件、包装材料、土工布边角料、刈割工具损耗件等。

（四）水污染源

本工程的施工废水主要表现为岸滩开挖、清理过程中，产生少量含悬浮物的冲洗废水。

3.7.1.3 沙滩修复工程

在护岸坡脚外侧进行沙滩修复，补砂量 2.2 万方，采用两级放坡设计（滩肩顶高程 2.9m，按 1:100 放坡至 2.75m，滩肩外按 1:15 放坡），西侧围海区补砂厚度不小于 1m，回填砂需满足平均粒径、含泥量等多项指标要求，砂源选用厦门新机场海砂。

（一）大气污染源

（1）施工机械废气：装载机、自卸车、推土机、沙滩整平机等设备运行时，

排放 NO_x 、 SO_2 、颗粒物等废气。

(2) 扬尘污染：海沙装卸、运输过程中产生粉尘；沙滩补砂后的摊铺、整平作业时，产生表层砂粒类扬尘。

(二) 噪声污染源

本工程的噪声主要为砂料运输车辆、推土机、整平机、装载机等设备运行产生的噪声。

3.7.1.4 退堤还海工程

拆除修复区外侧及中部长约 375m 的海堤，包括浆砌条石挡墙结构、散落条石块石、墙后素填土、水池砖砌体等，西侧围海区海堤拆除至底高程 1.5m 或碎块状强风化岩，东侧围海区拆除至岩层，拆除料部分用于护岸结构，剩余外运至指定造地工程。

(一) 大气污染源

(1) 施工机械废气：挖掘机、自卸车、装载机等设备作业时，排放 NO_x 、 SO_2 、颗粒物等废气。

(2) 扬尘污染：海堤浆砌条石挡墙破碎、混凝土结构拆除过程中产生粉尘；拆除后的条石、碎石、素填土等废料装卸、搬运时，引发碎石、尘土扩散；现场清理过程中，裸露作业面产生扬尘。

(二) 噪声污染源

(1) 机械噪声：冲击钻、挖掘机、破碎机等设备运行产生的高强度噪声。

(2) 撞击噪声：条石、块石拆除过程中，构件碰撞、坠落产生的冲击噪声。

(三) 固体废物污染源

(1) 工程固废：海堤拆除产生的浆砌条石、混凝土块、碎石、墙后素填土、水池砖砌体等废料。

(2) 其他固废：施工过程中产生的少量废弃机械工具、防护用品、包装材料、破碎锤钻头 etc 损耗件。

(四) 水污染源

水污染源主要为施工废水，表现为海堤拆除过程中产生的含泥、含砂废水；拆除作业施工后，滩面遗留渣土涨落潮或者若遇降雨，海水或者雨水冲刷废料堆产生的废水可能携带泥沙、污染物进入海域，可能给海洋生态环境带来一定量的

污染。

3.7.1.5 退陆还海工程

对修复区西侧及中部突出折角形态的岸段进行裁弯取直，形成退陆还海面积约 0.0128 公顷，施工流程为先对退陆区域进行疏浚开挖，再开展补砂作业，确保岸线形态规整。

（一）大气污染源

（1）施工机械废气：挖掘机、自卸车、推土机、疏浚机械等设备作业时，排放 NO_x 、 SO_2 、颗粒物等废气。

（2）扬尘污染：退陆还海区域平整开挖（素填土、表层土）过程中产生扬尘；补砂作业时，砂料装卸、摊铺产生粉尘。

（二）噪声污染源

挖掘机、疏浚机械、运输车辆、推土机等设备运行产生的噪声。

（三）固体废物污染源

开挖产生的素填土等废料；补砂过程中产生的废弃砂料（不符合质量要求的填料）；施工过程中产生的碎石、混凝土残渣、废弃土工材料等。

（2）生活垃圾：施工人员产生的餐饮垃圾、包装垃圾、废弃日用品等。

3.7.1.6 退围还海工程

项目所在区域原为石狮市新兴养殖场，现已完全退出养殖并腾空场所，退围还海面积 2.47 公顷，目前该区域已没有任何养殖设施，该工程的主要工作量已经包含在前面五项工程中，本部分不再赘述该工程的污染源。

3.7.2 施工期源强分析

3.7.2.1 施工期水污染源强分析

施工期的水污染源强主要为：施工人员产生的生活污水，施工机械车辆冲洗废水，以及工程施工过程中产生的少量悬浮泥沙入海。

（1）施工人员产生的生活污水

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》附件 3 附表生活污染源产排污系数手册：福建省泉州市农村生活污水污染物产生与排放系数，生活污水

产生量为 53.51 升/人·天，生活污水中 COD、氨氮、总氮和总磷的产污强度分别为 31.96 克/人·天、2.63 克/人·天、3.90 克/人·天和 0.28 克/人·天。

根据项目进度要求，工程施工期平均人数为 20 人，污水产生量为 1.070 吨/天，项目总施工期为 6 个月，施工天数以 160 天计，累计产生污水量为 171.2 吨，产生的生活污水纳入当地居民污水处理设施处理；所有生活污水不外排。

（2）施工机械车辆冲洗废水

施工车辆设备冲洗和维护保养废水产生量较少，主要含有 SS（悬浮物）、COD、石油类等水污染物。

为防止废水直接流入水域，对该部分含油废水进行隔油处理，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，废水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920—2020）后回用，不外排，含油渣交有资质的单位处理。施工机械的维修产生含油污水由机修单位进行处理。

（3）悬浮泥沙

本工程采用先在海堤以区内进行疏浚、生态护岸及沙滩补砂施工等工程，最后进行海堤拆除，且在大潮退潮期作业，尽可能做到干地施工，可能会有少量悬浮泥沙产生。

本项目施工产生的悬浮泥沙向周围自由扩散，施工结束后将在一段时间内自然沉降，施工过程中应尽量降低海水的扰动，以减少悬浮泥沙产生量。

3.7.2.2 施工期大气污染源强分析

施工期间大气污染源包括施工机械、运输车辆排放废气，场地扬尘和施工道路扬尘。

（1）施工机械、运输车辆排放废气

施工废气主要来自施工机械如挖掘机等大型机械设备驱动设备的废气、运输车辆排放的尾气，主要污染物是 NO_x、CO、SO₂ 等。

（2）场地扬尘和施工道路扬尘

本项目施工期产生扬尘的工序主要为护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复等施工过程，均为常规施工。因涉及开挖的塘埂泥土和海砂颗粒较大，含水率较高，扬尘产生量较小。

项目涉及车辆运输，根据相关资料可知，在同样积尘量的路面条件下，车速

越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面积尘量越大，则扬尘量越大。因此，限制车辆行驶速度及保持路面的清洁是减少汽车扬尘的最有效手段；可通过洒水来降低道路的扬尘，对周边空气环境影响较小。

3.7.2.3 施工期噪声污染源强分析

施工期运输车辆、施工机械等产生的噪声，将对工程区附近声环境造成一定的影响。这些噪声具有无规则、不连续、高强度等特点，其影响会随着施工的结束而消失；主要机械设备的噪声源强见表 3.7-1。

表 3.7-1 施工机械噪声源强

序号	机械设备名称	测量距离 (m)	噪声源强 dB (A)
1	沙滩清洁车	5	82
2	装载机	5	90
3	自卸汽车	5	86
4	挖掘机	5	85
5	推土机	5	83
6	风镐	5	88
7	拖拉机	5	87
8	洒水车	5	79

3.7.2.4 施工期固体废物污染源强分析

施工期固体废物主要包括生活垃圾（清理海岸线的生活垃圾、施工人员产生的生活垃圾），建筑垃圾（工程垃圾），以及其他固体垃圾（岸滩清理产生的底泥）等；项目不涉及危险废物；详见表 3.7-2。

清理滩面的生活垃圾运至石狮市垃圾处理场；施工人员产生的生活垃圾产生量按 $1.0\text{kg}/\text{人} \cdot \text{d}$ 计算，施工人员生活垃圾产生量为 $20\text{kg}/\text{d}$ ，施工期施工人员生活垃圾产生总量约为 3.2t ，施工营地租用当地民房，施工生活垃圾集中收集，经分类收集后由环卫部门清运，统一处理；建渣及土方等建筑垃圾及滩面清理产生的底泥除用于本工程回填外，尚余 2.888万 m^3 运至永宁镇转废盐田填海造地工程。

表 3.7-2 施工期固体废物分类一览表

固体废物名称	废物种类	废物代码
生活垃圾	SW61 厨余垃圾	900-001-S61
	SW62 可回收物	900-002-S62
	SW64 其他垃圾	900-002-S64
建筑垃圾	SW72 工程垃圾	900-001-S72

固体废物名称	废物种类	废物代码
其他固体垃圾	SW91 滩面清理污泥	900-001-S91

3.7.2.5 施工期污染源强汇总

本工程施工期间各污染源强汇总情况见表 3.7-3。

表 3.7-3 工程施工期污染源强及排放量汇总表

污染类型		污染物	产生量	排放量	排放去向
水环境	施工废水	排水总量	少量	0	施工废水经隔油沉淀后回用，不外排
		SS（悬浮物）、COD、石油类	/	/	
	生活污水	排水总量（吨/天）	1.070	0.856	纳入当地居民污水处理设施处理
		COD（克/天）	639.2	639.2	
		氨氮（克/天）	52.6	52.6	
		总氮（克/天）	78	78	
		总磷（克/天）	5.6	5.6	
	悬浮泥沙	拆除海堤施工涨、落潮时产生	少量	/	自然扩散
大气环境		施工场地扬尘	少量	少量	流动源，无组织排放
		施工机械废气、运输车辆尾气、道路扬尘	少量	少量	
声环境		施工噪声 dB（A）	79-90	/	自然排放
固废		弃渣（万 m ³ ）	2.888	2.888	运至永宁镇转废盐田填海造地工程
		施工人员生活垃圾（kg/d）	20	20	环卫部门清运

3.7.3 营运期主要污染源及源强分析

营运期的主要污染来源是生态护岸植被等日常巡视和养护的管护人员。

管护人员主要在当地民房居住，产生的生活污水将纳入当地居民污水处理设施处理；产生的少量生活垃圾会纳入现有环卫垃圾收集处理系统，经分类收集后由环卫部门清运，统一处理。

3.7.4 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质，仅开展定性分析，不开展常规环境风险定量评价。本项目涉及滩面清理和生态化护岸植被种植，为更全面评估环境风险，简要分析一下极端天气和外来物种入侵带来的风险，因此，本工程环境风险主要表现在：

- （1）施工机械油品泄漏风险；
- （2）海洋自然灾害带来次生灾害风险；

(3) 滩面清理、植被种植等带来的生态扰动风险。

3.8 区划、规划符合性分析

3.8.1 与产业政策符合性分析

根据国家发展改革委公布的《产业结构调整指导目录(2024 年本)》,“第一类鼓励类”中“四十二、环境保护与资源节约综合利用”的“2、生态环境修复和资源利用: 矿山生态环境恢复工程, 海洋环境保护及科学开发, 海洋生态修复”。

因此, 本项目与产业政策相符。

3.8.2 生态环境分区管控符合性分析

生态环境分区管控制度以筑牢区域生态安全屏障、持续改善环境质量、推动资源节约高效利用为总体目标, 立足不同区域生态本底、环境承载力与发展定位, 实施分区域、差异化、精准化生态环境分区管控。该制度通过统筹划定生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线, 配套制定差异化生态环境准入清单(简称“三线一单”), 构建全域覆盖、分区管控的生态环境管理体系。本项目对照《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》(闽政〔2020〕12 号)、《中共福建省委办公厅 福建省人民政府办公厅关于加强生态环境分区管控的实施意见》及泉州市最新生态环境分区管控动态更新成果, 下面分别介绍各工程涉及的生态环境管控单元。

3.8.2.1 护岸生态化修复工程

护岸生态化修复工程所选地块涉及 1 个重点管控单元, 为石狮市重点管控单元 1 (ZH35058120004)。具体分析详见表 3.8-1、表 3.8-2、表 3.8-3 和表 3.8-4。



图 3.8-1 护岸生态化修复工程与分区管控位置关系

3.8.2.2 岸滩整治工程

岸滩整治工程所选地块涉及 3 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 2 个（永宁海岸防护生态保护红线区，HY35050010021、红塔湾一般生态空间，HY35050010022），重点管控单元 1 个（石狮市重点管控单元 1，ZH35058120004）。具体分析详见表 3.8-1、表 3.8-2、表 3.8-3 和表 3.8-4。



图 3.8-2 岸滩整治工程与分区管控位置关系

3.8.2.3 沙滩修复工程

沙滩修复工程所选地块涉及 2 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 1 个（红塔湾一般生态空间，HY35050010022），重点管控单元 1 个（石狮市重点管控单元 1，ZH35058120004）。具体分析详见表 3.8-1、表 3.8-2、表 3.8-3 和表 3.8-4。



图 3.8-3 沙滩修复工程与分区管控位置关系

3.8.2.4 退堤还海工程

退堤还海工程所选地块涉及 3 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 2 个（永宁海岸防护生态保护红线区，HY35050010021、红塔湾一般生态空间，HY35050010022），重点管控单元 1 个（石狮市重点管控单元 1，ZH35058120004）。具体分析详见表 3.8-1、表 3.8-2、表 3.8-3 和表 3.8-4。



图 3.8-4 退堤还海工程与分区分管位置关系

3.8.2.5 退围还海工程

退围还海工程所选地块涉及 3 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 2 个（永宁海岸防护生态保护红线区，HY35050010021、红塔湾一般生态空间，HY35050010022），重点管控单元 1 个（石狮市重点管控单元 1，ZH35058120004）。具体分析详见表 3.8-1、表 3.8-2、表 3.8-3 和表 3.8-4。



图 3.8-5 退围还海工程与分区分管位置关系

3.8.2.6 退陆还海工程

退陆还海工程所选地块涉及 1 个重点管控单元，为石狮市重点管控单元 1（ZH35058120004）。具体分析详见表 3.8-1、表 3.8-2、表 3.8-3 和表 3.8-4。



图 3.8-6 退陆还海工程与分区管控位置关系

3.8.2.7 项目总体与生态环境分区管控符合性分析

（1）生态保护红线

生态保护红线是在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，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性保护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域。

本项目涉及永宁海岸防护生态保护红线区。本项目主要修复内容有护岸生态化、退陆还海、退围还海、岸滩整治、退堤还海及沙滩修复等内容，恢复岸线生态功能，拓展海滩缓冲空间、提高海滩质量，改善该区域岸线生态属性。本项目不是开发性、生产性建设活动，是对生态功能不造成破坏的有限人为活动。项目实施范围内，拆除既有海堤区域涉及永宁海岸防护生态保护红线区；该海堤拆除后，将有效恢复区域海域原有的自然属性与生态功能。除此之外，项目其余生态

修复工程均未触及生态保护红线管控范围。

因此，本项目符合永宁海岸防护生态保护红线区相关要求。

（2）环境质量底线

环境质量底线是按照水、大气、土壤环境质量不断优化的原则，结合环境质量现状和相关规划、功能区划要求，考虑环境质量改善潜力，确定的分区域分阶段环境质量目标及相应环境管控、污染物排放控制等要求。其核心目标是确保水、大气、土壤等环境质量指标不降低，并持续改善。

本项目核心修复内容涵盖护岸生态化改造、退陆还海、退围还海、岸滩综合整治、退堤还海及沙滩修复等关键举措。通过系统实施上述工程，旨在全面恢复岸线生态功能，有效拓展海滩缓冲空间、提升海滩品质，显著改善该区域岸线的生态属性。

本项目施工期人员产生的生活污水纳入当地污水处理系统，因此施工期对海水水质基本无显著影响。

大气污染物主要为施工机械、车辆尾气（ NO_x 、 SO_2 、烟尘）和扬尘（TSP）。因项目规模小、机械设备投入少，尾气可通过强化管理、采用清洁能源控制产生量，且影响仅局限于施工区域，施工结束后影响消除。运输车辆产生的扬尘，通过洒水抑尘处理，由于源强小、影响轻微。

固体废物包括施工人员生活垃圾及残油、废油等危险废物。生活垃圾定点收集后交由环卫部门处置，残油、废油等危险废物交由专业资质单位处理。经规范管理，施工期固体废物为暂时性排放，不会对环境造成不利影响。

从环境影响角度分析，项目实施对近岸海域环境质量基本无负面影响，不会突破环境质量底线等核心环境管控要求，符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

资源利用上线是按照自然资源资产“只能增值、不能贬值”的原则，以保障生态安全和改善环境质量为目的，利用自然资源资产负债表，结合自然资源开发管控，提出分区域分阶段的资源开发利用总量、强度、效率等上线管控要求。

项目主要有护岸生态化、退陆还海、退围还海、岸滩整治、退堤还海及沙滩修复等内容，属于海岸防护和防灾减灾项目，项目在现有护坡上进行加固和生态化改造，本项目不涉及“水资源利用”、“土地资源利用”、“能源资源利用”以及“岸线资源利用”等自然资源开发利用，不会突破地区环境资源利用的“天花板”。

（4）生态环境准入清单

生态环境准入清单是基于环境管控单元，统筹考虑生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的管控要求，提出的空间布局、污染物排放、环境风险、资源开发利用等方面禁止和限制的环境准入要求。本项目涉及永宁海岸防护生态保护红线区、红塔湾一般生态空间生态管控单元、石狮市重点管控单元 1。

优先保护单元的管控核心是严控开发、生态优先、鼓励修复，本项目仅拆除少量旧海堤，无新增用地/用海、无开发建设，属生态修复措施，已获市政府免论证说明，不触碰禁止/限制条款；同时项目实施退围还海、岸滩整治、淤泥/素填土清理、沙滩补砂、生态护岸建设，无破坏生态行为，完全契合生态修复、岸线保护鼓励方向，因此符合永宁海岸防护生态保护红线区和红塔湾一般生态空间的准入清单。

重点管控单元管控核心是控污减排、改善环境、严控新增污染，项目施工为短周期、露滩/陆上作业，废气、噪声、固废均合规处置，无新增污染源、不突破排放限值；工程实施后提升岸线稳定性、改善滨海生态，助力区域环境质量提升，符合污染防治与生态改善要求。

本项目不涉及准入清单禁止、限制类情形，在优先保护单元落实生态修复要求，在重点管控单元实现污染可控、生态增效，完全符合生态环境准入清单规定。

综上所述，本项目的建设可满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上限和环境准入负面清单的要求；工程建设符合相关要求。

表 3.8-1 泉州市总体准入要求（陆域和海域部分）

适用范围	准入要求		本项目情况	是否符合准入条件
泉州市海域	空间布局约束	1.严格落实国家围填海管控规定，除国家重大项目外，全面禁止围填海。2.除国家重大发展战略规划要求外，石湖工业园区禁止新建石化化工等重污染企业，禁止引进漂染、电镀、制革等行业。泉州湾内港区逐步取消危化品装卸作业区和仓储功能，不再兴建煤炭等散货污染性泊位。湄洲湾南岸重点发展炼化一体化产业，北岸重点发展石化下游精细化工和化工新材料，适度控制区域人口和用地规模。3.强化生态保护红线区的管控，确保邻近的交通运输用海区、工矿通信用海区等功能区开发活动不得影响生态保护红线区的功能。生态保护红线区内，规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动，禁止新增填海造地和新增围海；涉及利用无居民海岛的，原则上仅允许按照相关规定对海岛自然岸线、表面积、岛体、植被改变轻微的低影响利用方式。4.严格落实养殖水域滩涂规划，防止超规划养殖反弹回潮，进一步优化海水养殖空间布局。禁养区内和规划范围外的海水养殖予以退出；泉州湾河口湿地自然保护区实验区和深沪湾海底古森林遗迹自然保护区实验区内严格控制养殖面积、密度、养殖方式和养殖品种，禁止新增养殖，禁止网箱养鱼、滩涂围塘等破坏景观、投饵型的养殖活动。	本项目为海洋生态修复工程，实施退围还海、岸滩整治、沙滩修复及生态护岸建设，不涉及围填海、重污染产业及养殖活动；仅在生态保护红线区内拆除少量旧海堤，不破坏红线生态功能，属低影响生态修复，石狮市政府已出具无需开展有限人为活动论证说明，不破坏生态功能，完全符合各项空间布局约束要求。	是
	污染物排放管控	1.泉州湾实行主要污染物入海总量控制，控制晋江入海断面水质，削减总氮入海总量。2.全面完成各类入海排污口排查、监测和溯源，系统推进入海排污口分类整治。强化晋江及洛阳江河口区、安海湾沿岸超标、非法及设置不合理入海排污口的排查整治。3.科学论证、合理设置排污口，推行离岸深水排放。4.近岸海域汇水区域内县级及以上城镇污水集中处理设施执行一级 A 及以上排放标准，推进区域污水资源化循环利用。5.推动农村污水处理工程建设，提升沿海乡镇农村污水收集处理率。6.提升港口码头污染物、废弃物收集处置能力，推进智能化船舶垃圾分类储存装置建设，湄洲湾泉州段港区完善石化码头污水收集处理装置；港区外排污水应依托周边区域污水处理设施集中处理，严禁直接排海。7.控制养殖规模和密度，发展生态养殖，推进传统养殖设施的升级改造，推广环保型全塑胶鱼排和深水抗风浪网箱。实施海水养殖排污口排查整治，推进分类治理及规范化设置，实施规模化养殖池塘标准化改造。8.提升	本项目对环境的影响随施工结束随即消失，项目的实施对所在海域影响较小，符合污染物排放管控相关要求。	是

		海上环卫队伍专业化水平，强化海陆环卫无缝衔接，完善海漂垃圾收集处置设施建设，实现海滩海面常态化清理保洁，强化渔业垃圾等管控，强化大港湾、深沪湾等重点旅游岸段及泉州湾、围头湾重点岸段的监视监控，定期开展专项整治行动。9.强化陆海污染联防联控，推动“蓝色海湾”整治项目、海岸带生态保护修复工程等重大工程建设，推进沿海岸线自然化和生态保护修复。10.实施湄洲湾、泉州湾、深沪湾、安海湾等重点海湾综合治理，持续改善近岸海域环境质量。11.加强陆海统筹和区域协同，深化晋江及蔗塘溪、九十九溪、湖漏溪、大盈溪等入海小流域综合治理；因地制宜加强总氮排放控制，实施入海河流总氮削减工程。12.推进省级及以上工业园区完成污水零直排建设，建设一批“污水零直排”示范园区。加快推进石狮、晋江、南安等地临海工业园区尾水深水排放改造。13.持续推进泉州市美丽海湾保护与建设，到2025年，大港湾湾区、深沪湾湾区基本建成美丽海湾。		
	环境 风险 防控	建立健全湄洲湾石化基地（泉港、泉惠、枫亭、石门澳片区）环境风险防控体系，加强石化基地环境风险源排查整治和应急能力建设。泉港、泉惠石化园区落实事故废水环境风险三级防控体系，建立有毒有害气体环境风险预警体系。强化南北岸及各园区间的协调联动，建立完善区域环境风险联防联控机制。	本项目不涉及该项内容	是
	资源 开发 效率 要求	无	/	/
泉州市陆 域	空间 布局 约束	一、优先保护单元中的生态保护红线 1.根据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《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）》，加强生态保护红线管理，严守自然生态安全边界。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域禁止开发性、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、风景名胜區、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。(1)管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。(2)原住民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草	涉及生态红线，但本项目为生态修复，能够恢复岸线生态功能，拓展海滩缓冲空间、提高海滩质量，改善该区域岸线生态属性。	是

		畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。(3)经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。(4)按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。(5)不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。(6)必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。(7)地质调查与矿产资源勘查开采。包括：基础地质调查和战略性矿产资源远景调查等公益性工作；铀矿勘查开采活动，可办理矿业权登记；已依法设立的油气探矿权继续勘查活动，可办理探矿权延续、变更（不含扩大勘查区块范围）、保留、注销，当发现可供开采油气资源并探明储量时，可将开采拟占用的地表或海域范围依照国家相关规定调出生态保护红线；已依法设立的油气采矿权不扩大用地用海范围，继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立的矿泉水和地热采矿权，在不超出已经核定的生产规模、不新增生产设施的前提下继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立和新立铬、铜、镍、锂、钴、锆、钾盐、（中）重稀土矿等战略性矿产探矿权开展勘查活动，可办理探矿权登记，因国家战略需要开展开采活动的，可办理采矿权登记。上述勘查开采活动，应落实减缓生态环境影响措施，严格执行绿色勘查、开采及矿山环境生态修复相关要求。(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。(9)法律法规规定允许的其他人为活动。 2.依据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》（闽自然资发〔2023〕56号），允许占用生态保护红线的重大项目范围：（1）党中央、国务院发布文件或批准规划中明确具体名称的项目和国务院批准的项目。（2）中央军委及其有关部门批准的军事国防项目。（3）国家级规划（指国务院及其有关部门正式颁布）明确的交通、水利项目。（4）国家级规划明确的电网项目，国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源矿产勘查开采、油气管线、水电、核电项目。（5）为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，国务院投资主管部门或国务	
--	--	--	--

		院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目。 (6) 按照国家重大项目用地保障工作机制要求, 国家发展改革委会同有关部门确认的需中央加大建设用地保障力度, 确实难以避让的国家重大项目。二、优先保护单元中的一般生态空间 1.一般生态空间以保护和修复生态环境、提供生态产品和服务为首要任务, 因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业。2.一般生态空间内未纳入生态保护红线的饮用水水源保护区等各类法定保护地, 其管控要求依照相关法律法规执行。3.一般生态空间内现有合法的水泥厂、矿山开发等生产性设施及生活垃圾处置等民生工程予以保留, 应按照法律法规要求落实污染防治和生态保护措施, 避免对生态功能造成破坏。三、其他要求 1.除湄洲湾石化基地外, 其他地方不再布局新的石化中上游项目。2.未经市委、市政府同意, 禁止新建制革、造纸、电镀、漂染等重污染项目。3.新建、扩建的涉及重点重金属污染物 [1] 的有色金属冶炼、电镀、制革、铅蓄电池制造企业应优先选择布设在依法合规设立并经规划环评、环境基础设施和环境风险防范措施齐全的产业园区。禁止低端落后产能向晋江、洛阳江流域上游转移。禁止新建用汞的电石法(聚)氯乙烯生产工艺。加快推进专业电镀企业入园, 到 2025 年底专业电镀企业入园率达到 90%以上。4.持续加强晋江、南安等地建陶产业和德化等地日用陶瓷产业的环境综合治理, 充分衔接国土空间规划和生态环境分区管控, 并对照产业政策、城市总体发展规划等要求, 进一步明确发展定位, 优化产业布局和规模。5.引导石化、化工、工业涂装、包装印刷、合成革、化纤、纺织印染、制鞋等重点行业合理布局, 限制高 VOCs 排放化工类建设项目, 禁止建设生产和使用 VOCs 含量限值不符合国家标准的涂料、油墨、胶黏剂、清洗剂等项目。6.禁止在流域上游新建、扩建重污染企业和项目。7.禁止重污染企业和项目向流域上游转移, 禁止在水环境质量不稳定达标的区域内, 建设新增相应不达标污染指标排放量的工业项目; 严格限制新建水电项目。8.禁止在通风廊道和主导风向的上风向布局大气重污染企业, 推进建成区大气重污染企业搬迁或升级改造、环境风险企业搬迁或关闭退出。9.单元内涉及永久基本农田的, 应按照《福建省基本农田保护条例》(2010 年修正本)、《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》(国土资规〔2018〕1 号)、《中共中央、国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》(2017 年 1 月 9 日)等相关文件要求进行严格管理。一般建设项目不得占用		
--	--	---	--	--

		永久基本农田，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法依规办理。严禁通过擅自调整县乡国土空间规划，规避占用永久基本农田的审批，禁止随意砍伐防风固沙林和农田保护林。严格按照自然资源部、农业农村部、国家林业和草原局《关于严格耕地用途管制有关问题的通知》(自然资发〔2021〕166号)要求全面落实耕地用途管制。		
	污染物排放管控	1.大力推进石化、化工、工业涂装、包装印刷、制鞋、化纤、纺织印染等行业以及油品储运销等领域治理，重点加强石化、制鞋行业 VOCs 全过程治理。涉新增 VOCs 排放项目，实施区域内 VOCs 排放实行等量或倍量替代，替代来源应来自同一县（市、区）的“十四五”期间的治理减排项目。2.新、改、扩建重点行业〔2〕建设项目要遵循重点重金属污染物排放“等量替代”原则，总量来源原则上应是同一重点行业内的削减量，当同一重点行业无法满足时可从其他重点行业调剂。3.每小时 35（含）—65 蒸吨燃煤锅炉 2023 年底前必须全面实现超低排放。4.水泥行业新改扩建项目严格对照超低排放、能效标杆水平建设实施；现有项目超低排放改造应按文件（闽环规〔2023〕2 号）的时限要求分步推进，2025 年底前全面完成〔3〕〔4〕。5.化工园区新建项目实施“禁限控”化学物质管控措施，项目在开展环境影响评价时应严格落实相关要求，严格涉新污染物建设项目源头防控和准入管理。以印染、皮革、农药、医药、涂料等行业为重点，推进有毒有害化学物质替代。严格落实废药品、废农药以及抗生素生产过程中产生的废母液、废反应基和废培养基等废物的收集利用处置要求。6.新（改、扩）建项目新增主要污染物（水污染物化学需氧量、氨氮和大气污染物二氧化硫、氮氧化物），应充分考虑当地环境质量和区域总量控制要求，立足于通过“以新带老”、削减存量，努力实现企业自身总量平衡。 总量指标来源、审核和监督管理按照“闽环发〔2014〕13 号”“闽政〔2016〕54 号”等相关文件执行。	本项目对环境的影响随施工结束随即消失，项目的实施对所在海域影响较小，符合污染物排放管控相关要求。	是
	环境风险防控	无	/	/
	资源开发效率	1.到 2024 年底，全市范围内每小时 10 蒸吨及以下燃煤锅炉全面淘汰；到 2025 年底，全市范围内每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉通过集中供热、清洁能源替代、深度治理等方式全面实现转型、升级、退出，县级及以上城市建成区在用	本项目不涉及该项内容不会突破区域的资源利用上线	是

	要求	锅炉（燃煤、燃油、燃生物质）全面改用电能等清洁能源或治理达到超低排放水平；不再新建每小时 35 蒸吨以下锅炉（燃煤、燃油、燃生物质），集中供热管网覆盖范围内禁止新建、扩建分散燃煤、燃油等供热锅炉。2.按照“提气、转电、控煤”的发展思路，推动陶瓷行业进一步优化用能结构，实现能源消费清洁低碳化。		
--	----	--	--	--

表 3.8-2 永宁海岸防护生态保护红线区准入要求符合性分析

适用范围	准入要求	本项目情况	是否符合准入条件
空间布局约束	1.禁止开展污染海洋环境、破坏岸滩整洁、排放海洋垃圾、引发岸滩蚀退等损害公众健康、妨碍公众亲水活动的开发活动。	不涉及该项内容	是
	2.严格控制岸线附近的景区建设工程，严格限制占用沙滩和沿海防护林，严格控制近海养殖活动。	不涉及该项内容	是
	3.禁止新设污染物集中排放口和垃圾倾倒区。	不涉及该项内容	是
	4.生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。开展有限人为活动时禁止新增填海造地和新增围海，涉及利用无居民海岛的，原则上仅允许按照相关规定对海岛自然岸线、表面积、岛体、植被改变轻微的低影响利用方式。	涉及生态红线，但本项目为生态修复，能够恢复岸线生态功能，拓展海滩缓冲空间、提高海滩质量，改善该区域岸线生态属性。	是
	5.除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。	不涉及该项内容	是
污染物排放管控	禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物。	不涉及该项内容	是
环境风险防范	无	/	/

控			
资源开发效率要求	无	/	/

表 3.8-3 红塔湾一般生态空间准入要求符合性分析

适用范围	准入要求	本项目情况	是否符合准入条件
空间布局约束	1.禁止开展污染海洋环境、破坏岸滩整洁、排放海洋垃圾、引发岸滩蚀退等损害公众健康、妨碍公众亲水活动的开发活动。	不涉及该项内容	是
	2.严格控制岸线附近的景区建设工程，严格限制占用沙滩和沿海防护林，严格控制近海养殖活动。	不涉及该项内容	是
	3.禁止新设污染物集中排放口和垃圾倾倒区。	不涉及该项内容	是
污染物排放管控	禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物	不涉及该项内容	是
环境风险防控	无	/	/
资源开发效率要求	无	/	/

表 3.8-4 石狮市重点管控单元 1 准入要求符合性分析

适用范围	准入要求	本项目情况	是否符合准入条件
空间布局约束	1.严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全	不涉及该项内容	是

	和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。城市建成区内现有有色等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。		
	2.严格控制对周边居民可能产生不良大气影响的建设项目；新建高 VOCs 排放的项目必须进入工业园区。	不涉及该内容	是
污染物排放管控	1.涉新增 VOCs 排放项目，应落实区域 VOCs 排放总量控制要求。	不涉及该内容	是
	2.加快单元内污水管网的建设工 程，确保工业企业的所有废（污） 水都纳管集中处理，鼓励企业中水 回用。	不涉及该内容	是
环境风险防控	单元内现有化学原料和化学制品制造业、皮革、毛皮、羽毛及其制品业等具有潜在土壤污染环境风险的企业，应建立风险管控制度，完善污染治理设施，储备应急物资。应定期开展环境污染治理设施运行情况巡查，严格监管拆除活动，在拆除生产设施设备、构筑物和污染治理设施活动时，要严格按照国家有关规定，事先制定残留污染物清理和安全处置方案。	不涉及该内容	是
资源开发效率要求	1.具备使用再生水条件但未充分利用的火电项目，不得批准其新增取水许可。电力行业推行直接利用海	不涉及该内容	是

	水作为循环冷却等工业用水。		
	2.禁止禁燃区内城市建成区居民生活燃用高污染燃料；除省级及省级以上发改部门依法核准的能源项目以外，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施。	不涉及该内容	是

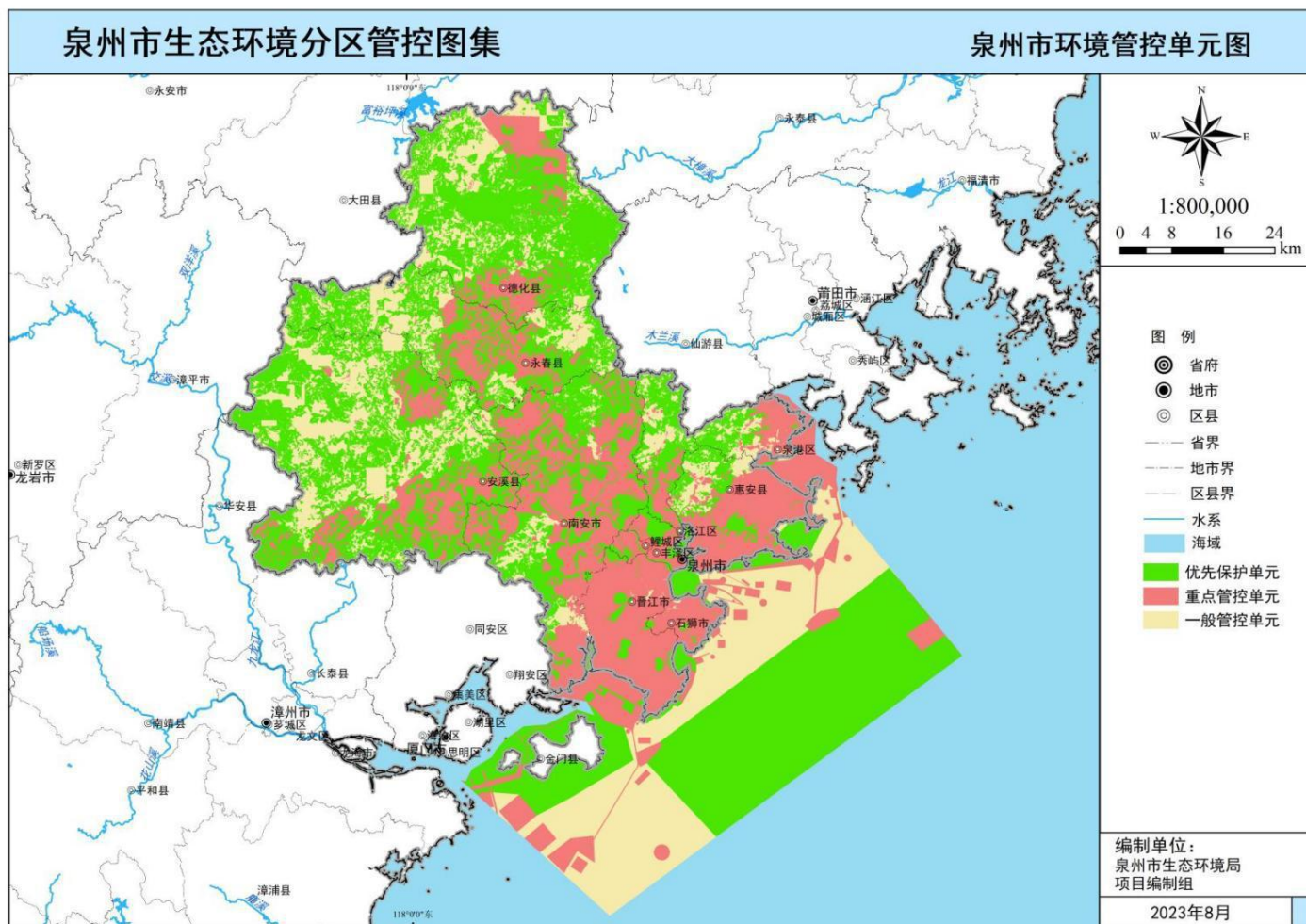


图 3.8-7 泉州市生态环境分区管控图集

3.8.3 与《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》符合性分析

《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》于 2023 年 11 月 19 日取得国务院批复（国函〔2023〕131 号），规划以“三区三线”作为全省国土空间开发保护的刚性底线，统筹划定生态、农业、城镇三类空间及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线。本项目全部工程均位于滨海生态空间范围内，不占用农业空间与城镇空间，不涉及永久基本农田、不突破城镇开发边界；项目局部涉及生态保护红线区域，仅开展老旧海堤拆除、滨海湿地修复、潮间带生态连通性恢复等生态整治修复类有限人为活动，无新增围填海、开发建设及破坏性扰动行为，符合国土空间三条控制线管控要求。规划指出“加强海域生态修复。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。重点开展同安湾、泉州湾、兴化湾滨海湿地和闽江口、九龙江口、漳江口等河口湿地的保护修复，以及闽东沿岸、罗源湾、闽江口等湄洲湾以北主要海湾的互花米草整治。”根据《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》，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。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。海洋生态控制区以生态保育和生态建设为主，除国家重大项目涉及用海以及水利工程和海岸防护工程外，禁止新增围填海，限制工业排污、倾倒用海；适度兼容增养殖、捕捞、游憩、可再生能源、科研教学、水利工程、海岸防护和生态修复等用海。海洋发展区是海洋开发利用活动集中分布区。

项目涉及海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区。本项目拟在红塔湾北段开展的护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，为海洋生态保护修复项目。符合规划“加强海域生态修复。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。”的要求。项目用海符合海洋生态保护区的相关管理要求，符合海洋生态控制区的“海岸防护和生态修复用海”要求，符合海洋发展区的“海洋开发利用活动”的要求。此外，本项目不影响育苗场、索饵场、洄游通道，同时能提升本区域的生物多样性，且加强了海岸的防护能力。

因此，本项目符合《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》。

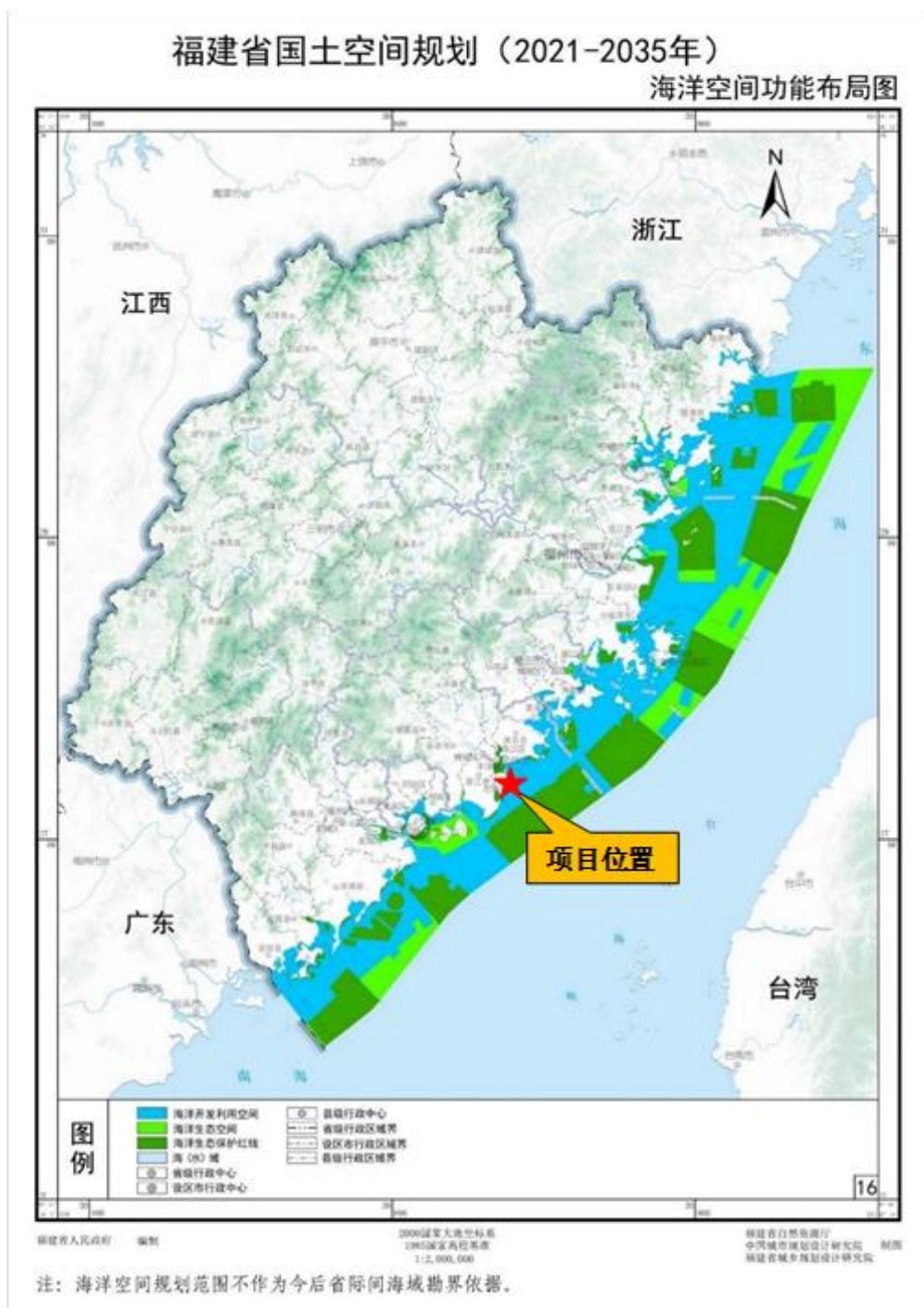


图 3.8-8 与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》位置关系

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

泉州市国土空间总体规划以“三区三线”作为全域空间管控核心基底，严格落实生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界刚性管控要求，统筹全域生态、农业、城镇空间布局。本项目全部修复工程位于滨海生态空间，不占用耕地及永久基本农田，整体处于城镇开发边界以外的海域滩涂区域；项目局部涉及生态保

护红线范围，仅实施既有老旧海堤拆除、湿地恢复、沙滩整治等生态修复作业，属于红线允许的有限人为活动，不开展任何开发性、破坏性建设活动，空间布局与全市国土空间管控底线完全契合。本项目在泉州石狮市红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程。根据泉州市国土空间总体规划及其县域海洋空间规划分区，本项目所在区域为游憩用海区、生态控制区、生态保护区和商业商务区。

项目用地位于生态控制区和商业商务区。生态控制区内应加强林地、湿地的保护和修复，提高水源涵养能力，做好河道生态防护和修复，防治河流污染。商业商务区是指以提供商业、商务办公等就业岗位为主要功能导向和提供旅游服务的区域，主要集中在城市综合中心、商务中心、各副中心周边以及沿海地区。项目用海位于游憩用海区和生态保护区。游憩用海区空间用途准入为以风景旅游、文体休闲娱乐用海为主导功能；兼容不影响游憩用海功能的其他用海活动。游憩用海区尚未开发利用期间，可兼容短期增养殖用海。用海方式控制要求：允许适度改变海域自然属性。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。

本项目的护岸生态化、沙滩修复等工程，可优化红塔湾海域的滨海景观，提升区域旅游休闲价值，直接服务于游憩用海区的主导功能定位；同时也符合商业商务区“提供旅游服务”的功能定位。本项目的退陆还海、退围还海工程可恢复滨海湿地面积，提升湿地生态功能，与生态控制区“保护修复湿地、防治污染”的管控要求高度契合。本项目仅在拆除已有海堤时涉及生态保护区范围，且拆除海堤的核心目的是恢复原有海域自然属性和生态功能，并非新增开发建设行为。该举措不会对生态保护区的生态环境造成破坏，反而能消除人工构筑物对生态系统的干扰，提升生态保护区的生态完整性，完全符合生态保护区的严格管控要求。

因此，本项目符合《泉州市国土空间总体规划（2021-2035年）》。

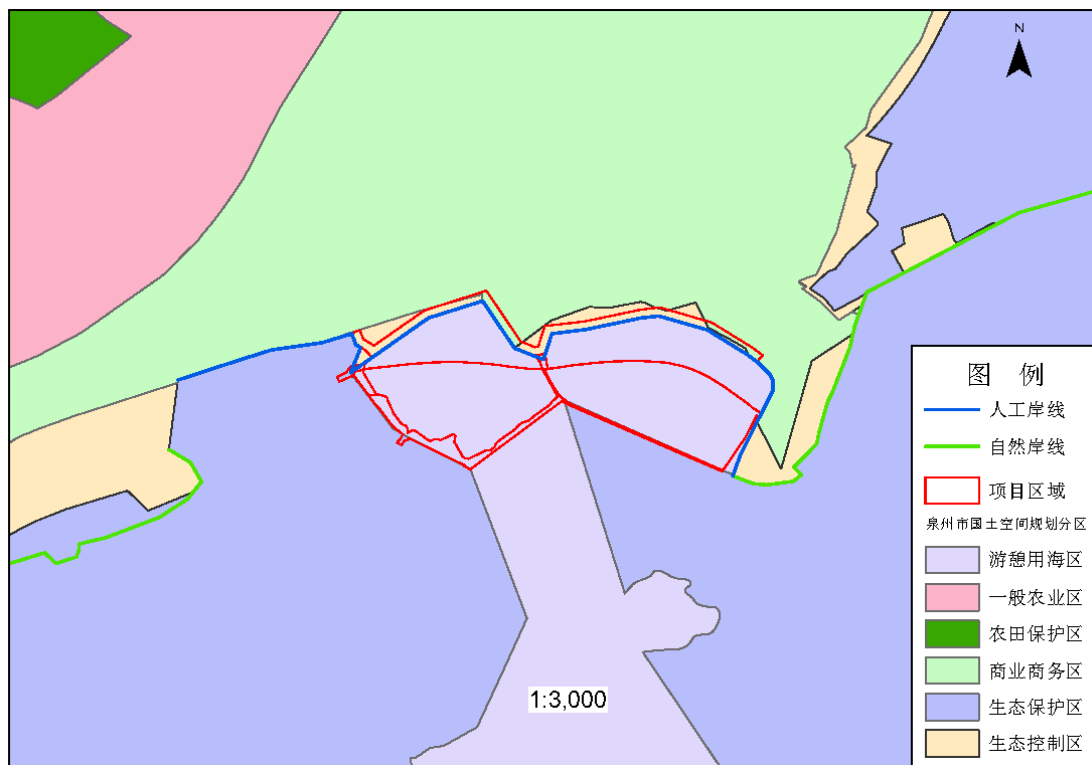


图 3.8-9 与《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》位置关系

3.8.5 与《石狮市国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

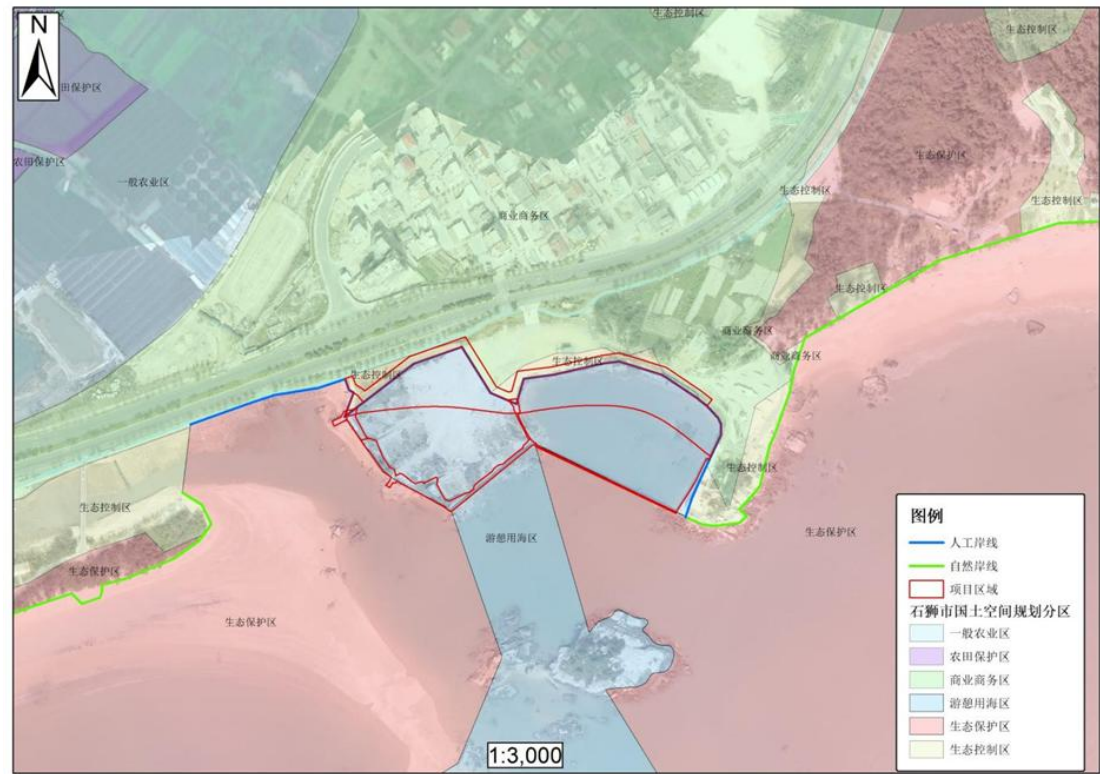
石狮市国土空间总体规划严格落实全域“三区三线”刚性管控，以生态、农业、城镇三类空间统筹市域发展与保护格局，严守三条控制线管控要求。本项目全部工程位于永宁镇滨海生态空间范围，不占用永久基本农田、不突破城镇开发边界，无农业空间占用情况；项目局部涉及生态保护红线区域，仅开展老旧人工海堤拆除、潮间带整治、滨海湿地修复等生态保育与修复类有限人为活动，不新增围填海、不改变国土空间主导功能，有效优化滨海生态结构，完全满足国土空间底线管控要求。本项目在石狮永宁镇红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程。根据石狮市国土空间总体规划及其县域海洋空间规划分区，本项目所在区域为游憩用海区、生态控制区、生态保护区和商业商务区。

项目用地位于生态控制区和商业商务区。生态控制区应以保护为主，按照限制开发的要求进行管理，在不降低生态功能、不破坏生态系统的前提下，依据国土空间规划和相关法定程序、管制规则，允许适度开发利用。商业商务区：以商业服务业为主导功能，主要包括：商业、商务、娱乐康体、公用设施营业网点和其他商业商务服务。商业商务区应集约紧凑，满足服务等级、规模及类型要求。

项目用海位于游憩用海区和生态保护区。游憩用海区空间用途准入：游憩用海区以风景旅游、文体休闲娱乐用海为主导功能；兼容不影响游憩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。生态保护区按照生态保护红线管理办法进行管理。

本项目实施的护岸生态化、沙滩修复等工程，可优化红塔湾海域滨海景观风貌，提升区域旅游休闲服务品质，直接契合游憩用海区的主导功能定位；同时与商业商务区“娱乐康体”的功能导向相匹配。退陆还海、退围还海等工程，能够有效恢复滨海湿地面积，强化湿地生态服务功能，与生态控制区“保护为主”的管控要求高度契合。项目仅在既有海堤拆除环节涉及生态保护区范围，且该拆除作业的核心目标为恢复海域自然属性与生态功能。此举不仅不会对生态保护区生态环境造成破坏，还能消除人工构筑物对生态系统的干扰阻隔，提升生态保护区的生态系统完整性，完全满足生态保护区的严格管控要求。

因此，本项目符合《石狮市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。



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

国土空间生态修复工作是我国生态文明建设的重大举措，也是关系国家生态安全和民生福祉的重要战略任务。习近平总书记曾提出生态资源是福建最宝贵的资源，生态优势是福建最具竞争力的优势，生态文明建设也应当是福建最花力气的建设。依据发展需求，根据《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的基本原则，陆海统筹，综合修复，构建“两屏一带六江两溪”的生态安全格局，使海岸带防护屏障作用更加突出。

本项目根据不同生态修复区域特点，有针对性地进行目标修复。本项目拟在红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，通过人工干预与自然恢复相结合方式，构建良好的海岸带生态系统，恢复受损的海洋生态系统，增强海洋碳汇能力。符合《福建省国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》中“要加强海域生态修复。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。”

本项目是落实福建省国土空间生态修复规划的有力措施，通过实施海域生态修复工程，提升海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性，提高抵御海洋灾害的能力。使项目区域生态系统质量明显改善，生态服务功能显著提高，生态稳定性明显增强，自然生态系统基本实现良性循环，海岸带与近岸海域生态安全屏障全面形成。

福建省国土空间生态修复规划(2021-2035年)

生态修复分区图

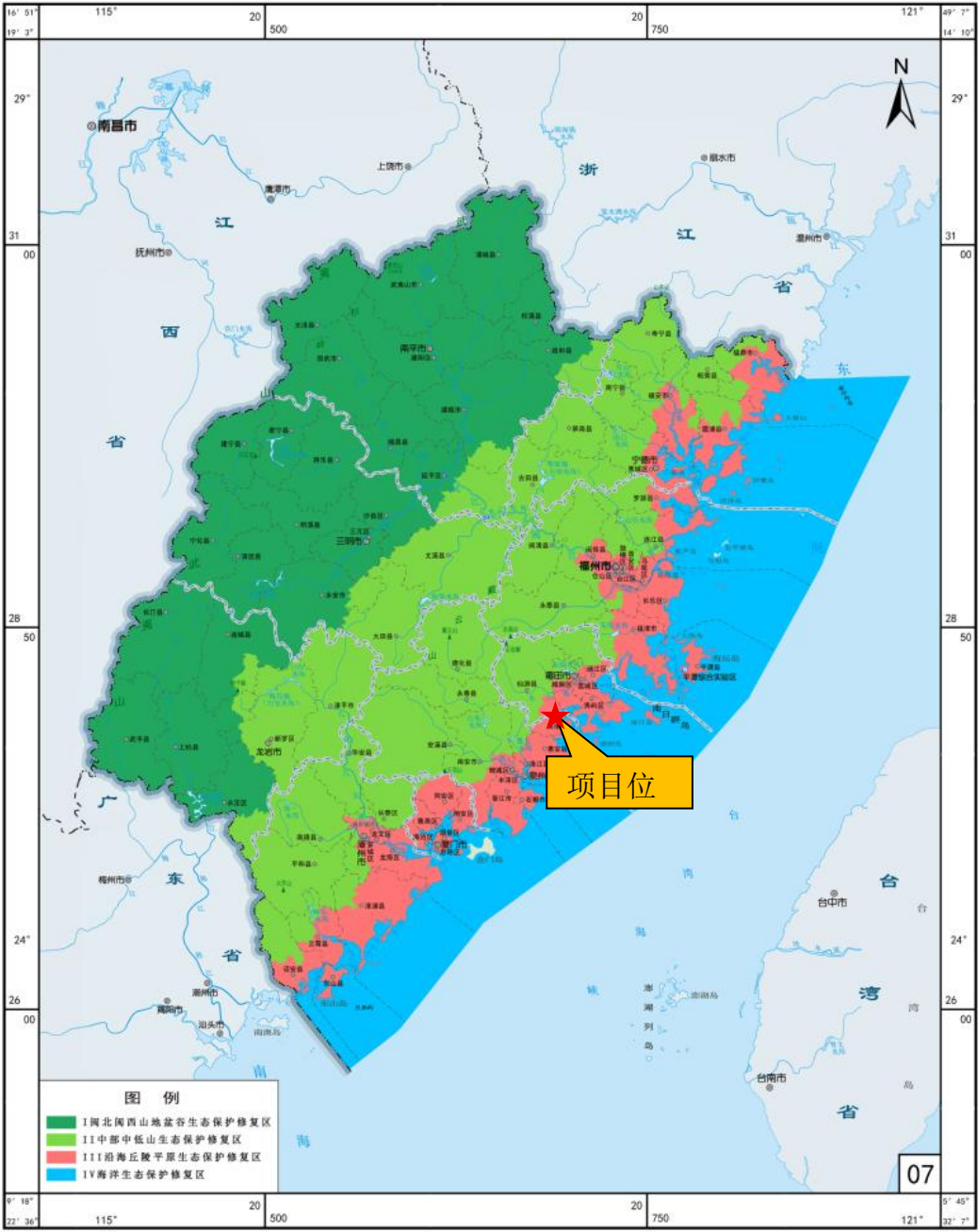


图 3.8-11 与《福建省国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》位置关系

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

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》于 2020 年 6 月 3 日于中央全面深化改革委员会第十三次会议审议通过。在规划中海岸带

生态保护和修复重大工程指出，推进“蓝色海湾”整治，开展退围还海还滩、岸线岸滩修复、河口海湾生态修复、红树林、珊瑚礁、怪柳等典型海洋生态系统保护修复、热带雨林保护、防护林体系等工程建设，加强互花米草等外来入侵物种灾害防治。重点提升粤港澳大海湾和渤海、长江口、黄河口等重要海湾、河口生态环境，推进陆海统筹、河海联动治理，促进近岸局部海域海洋水动力条件恢复；维护海岸带重要生态廊道，保护生物多样性；恢复北部湾典型滨海湿地生态系统结构和功能；保护海南岛热带雨林和海洋特有动植物及其生境，加强海南岛水生生态保护修复，提升海岸带生态系统服务功能和防灾减灾能力。

本项目以海洋生态修复为导向，统筹海湾不同区域自然生态状况和特征，针对该区域主要生态问题，进行主攻修复。本项目拟在红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，本项目为生态修复项目，项目以提升海湾、河口生态环境生态服务功能，推进陆海统筹、河海联动治理，促进近岸局部海域海洋水动力条件恢复；维护海岸带重要生态廊道，保护生物多样性；提升海岸带生态系统服务功能和防灾减灾能力。本项目修复实施内容与规划中海岸带生态保护和修复重大工程开展内容可相衔接。

因此，本项目与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》相符。

3.8.8 与《福建省重要生态系统保护和修复重大工程实施方案（2021—2035年）》符合性分析

《福建省重要生态系统保护和修复重大工程实施方案（2021—2035年）》于省委全面深化改革委员会第十六次会议审议通过。规划重点工程有南方丘陵山地生态保护与修复、海岸带生态保护和修复、自然保护地建设及野生动植物保护、重点流域水环境综合治理和生态保护和修复支撑体系。其中，海岸带生态保护和修复重点工程，包含重要海湾河口生态保护和修复工程、沿海防护林体系建设工程、红树林保护修复工程和海洋防灾减灾与生态修复工程。

本项目拟在红塔湾北段开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，属于规划重点任务中的海岸带生态保护和修复项目。通过本项目的生态修复工程，优化提升海岸带生态系统的减灾功能和海岸防护工程的生态功能。本项目修复实施内容与规划中海岸带生态保护和修复重点开展工程可相衔接。

因此,本项目与《福建省重要生态系统保护和修复重大工程实施方案(2021—2035年)》相符。

3.8.9 与《福建省海岸带及海洋空间规划》符合性分析

《福建省海岸带及海洋空间规划》将全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六个二级类海洋功能区。将全省的大陆海岸线分为严格保护、限制开发和优化利用三个类别进行分类管控。

本项目在《福建省海岸带及海洋空间规划》中位于游憩用海区:是指以开发利用旅游资源为主要功能导向的海域和无居民海岛。空间用途准入:游憩用海区以风景旅游、文体休闲娱乐用海为主导功能,兼容渔业基础设施、增养殖、捕捞生产、陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、航道、路桥隧道、科研教学、海岸防护、防灾减灾、取排水、水下文物保护和生态修复等用海。本项目占用岸线为优化利用岸线,优化利用岸线是指人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线。建设项目确需占用的,应严格控制占用岸线长度,提高投资强度和利用效率,优化海岸线开发利用格局。

本项目开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程。项目用海均位于海洋发展区,为海洋生态保护修复项目,项目实施后可优化红塔湾海域滨海景观风貌,提升区域旅游休闲服务品质,提升周边环境生态连通性和生态服务功能,占用岸线以开展护岸生态化工程,解决岸线存在破损严重,安全程度低,岸坡植被生态性差等问题,提高岸线利用率,契合游憩用海区的空间准入要求和优化利用岸线的要求。

因此,本项目与《福建省海岸带及海洋空间规划》相符。

福建省海岸线分类保护与利用规划图



比例尺 1:2,000,000(高斯-克吕格投影, 中央经线120°)

福建省自然资源厅
2025年11月制

图 3.8-12 与《福建省海岸带及海洋空间规划》位置关系

福建省海洋功能分区规划图

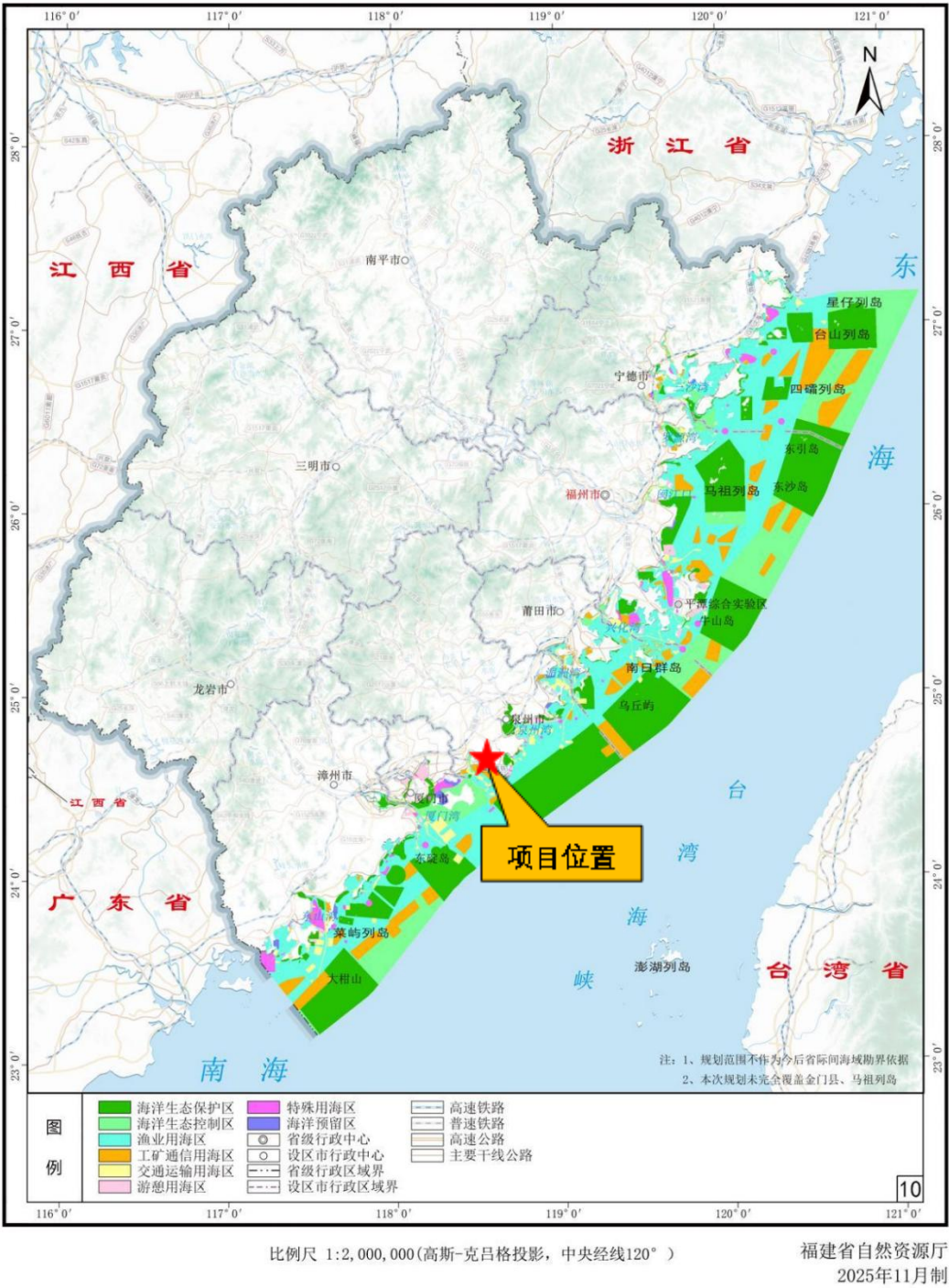


图 3.8-13 与《福建省海岸带及海洋空间规划》位置关系

3.8.10 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，以生态优先绿色发展陆海统筹区域联动；问题导向，稳中求进；一湾一策，精准施策；上下联动，多方

共治”为基本原则，按照“一湾一策”要求，对沿海设区市和平潭综合实验区各个主要海湾（海湾）“十四五”期间的重点工程项目和政策措施情况逐一作出规划部署，提出明确要求。全省建立以海湾（海湾）为载体和基础管理单元的海洋生态环境管控体系，共划分 35 个美丽海湾（海湾）管控单元。

海洋是高质量发展的战略要地。福建省是海洋大省，海域面积 13.6 万平方千米，大陆海岸线长 3752 千米，大小海岛 2214 个，面积大于 500 平方米以上的海岛 1321 个，海岛总面积约 1156 平方千米，海岛岸线总长约 2458 千米。为统筹谋划“十四五”福建海洋生态环境保护目标指标、重点任务、重大工程与政策措施等，服务支撑“海上福建”建设，制定本规划。

规划中提到：依据“国家-省-市-海湾”的分级治理和管控体系，建立以海湾（海湾）为载体和基础管理单元的海洋生态环境管控体系，优化构建陆海统筹、整体保护、系统治理的海洋生态环境分区管治格局。突出“一湾一策”精准施策、整体保护和系统治理，实施海湾环境污染治理、生态保护修复、亲海品质提升等重点任务和重大工程，建设一批美丽海湾，以海湾生态环境的高水平保护促进海湾经济高质量发展。

本项目核心定位为生态修复，与规划中以“生态优先、绿色发展、陆海统筹区域联动；问题导向，稳中求进；一湾一策，精准施策；上下联动，多方共治”的基本原则相符。同时也与规划中“海湾环境污染治理、生态保护修复、亲海品质提升等重点任务和重大工程，建设一批美丽海湾”的重点任务相符。本项目聚焦特定海湾区域开展生态修复并非单一维度的治理措施，而是兼顾陆地、海域等多个生态要素的系统修复。契合“陆海统筹、整体保护、系统治理的海洋生态环境分区管治格局”。

因此，本项目建设符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

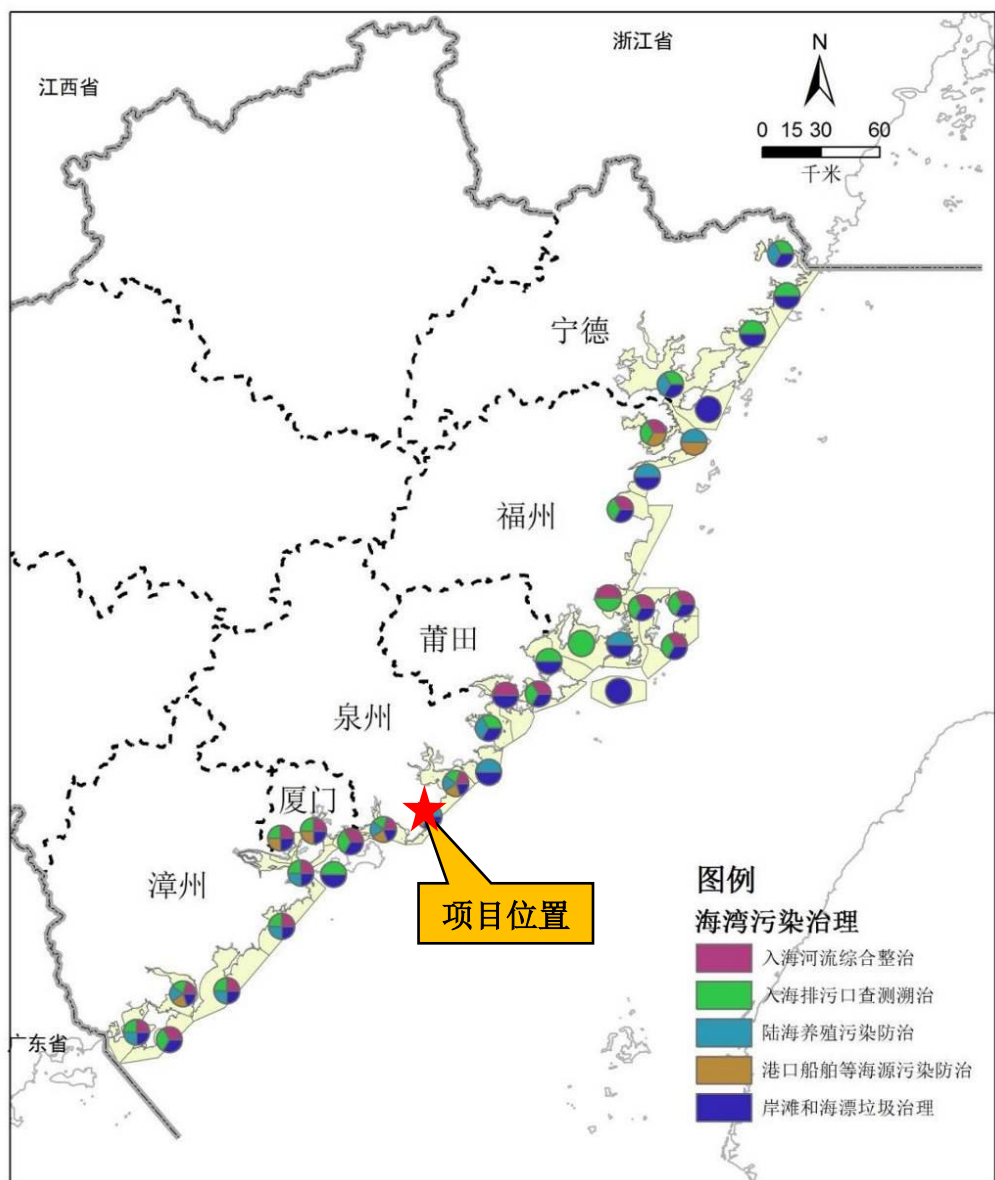


图 3.8-14 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》位置关系

3.8.11 与《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》符合性分析

福建省人民政府办公厅印发《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》，规划中指出要坚持山水林田湖草沙系统治理，创新完善“流域—河口—海湾”综合修复模式，围绕典型生态系统，实施“蓝色海湾”综合整治和湿地修复工程，加强互花米草等外来入侵物种防治，维护海洋生物多样性。

以全面提升海湾环境质量和生态功能为核心，推动“蓝色海湾”整治行动项目、海岸带生态保护修复工程等重大工程建设，逐步开展重要河口环境综合治理与生态修复。实施九龙江口—厦门湾生态综合治理攻坚战、闽江流域山水林田湖草生态修复攻坚战，推进福州、漳州等养殖集中区的绿色生态养殖转型升级工作，

进一步推动漳州八尺门退堤还海，促进厦门湾、闽江口、三都澳、诏安湾等重要海域生态环境质量改善。坚持控源截污、标本兼治、强化“一湾一策”精准治理，探索湾长制试点，改善河口、海湾等生态系统的生态质量，建设美丽海湾。

规划以“全面提升海湾环境质量和生态功能”为核心，要求推动海岸带生态保护修复工程建设，强化“一湾一策”精准治理，改善重要海域生态环境质量，建设美丽海湾。本项目针对红塔湾海域的生态问题，采取针对性修复措施：退陆还海、退围还海可恢复海域自然空间，减少人工干预对海湾生态的影响；护岸生态化可提升岸线生态缓冲功能；沙滩修复可优化海湾景观与生态功能。助力实现“美丽海湾”建设目标，符合规划的核心任务要求。

因此，项目的建设符合《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》。

3.8.12 与《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》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。

《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》提出“实施重要生态系统保护和修复重大工程。以自然恢复为主，辅以必要的人工措施，分区分类开展受损自然生态系统修复。”，“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、滨海风景名胜區、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 and 设施景观化。”

本项目采用护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等措施，对区域生态系统进行综合修复。符合规划中提出的“坚持自然恢复为主、人工修复为辅”

的要求；同时红塔湾作为滨海公共空间，本项目通过沙滩修复优化滨海景观、通过护岸生态化提升岸线生态功能、通过退陆还海、退围还海拓展亲海空间，可有效改善公众亲海环境，提升亲海品质。

因此，项目的建设符合《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》。

3.8.13 与《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》符合性分析

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》，工程所在地近岸海域环境规划为“石狮东部永宁二类区（FJ165-B-II）”，其主导功能为“海洋生态保护、旅游”，辅助功能为“渔业基础设施”。执行二类水质标准。

本项目拟在红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，均属于海洋生态保护与修复类举措，直接服务于该海域“海洋生态保护”的主导功能定位；该海域执行二类水质标准，本项目无生产性污染物排放，施工过程通过采取生态防护措施可避免施工对海域水质造成影响；项目实施后，退陆还海、退围还海可恢复海域自然水文连通性，助力维持并改善海域二类水质。

因此本项目符合《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》。

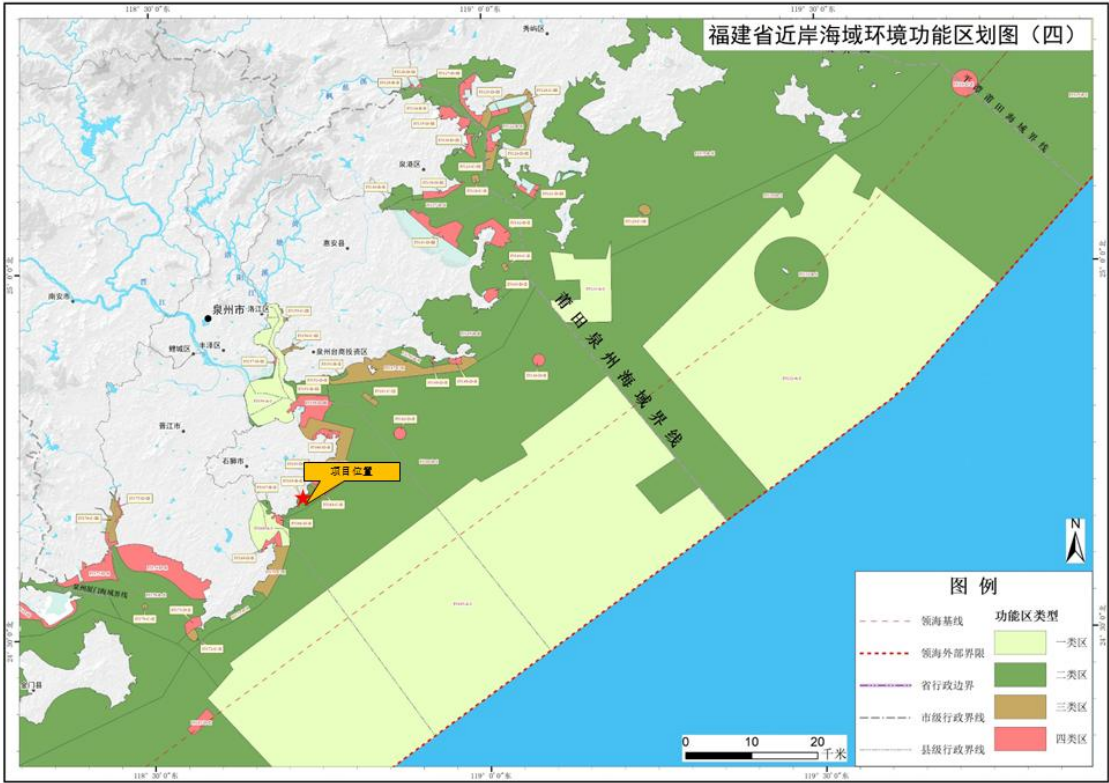


图 3.8-15 与《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》位置关系

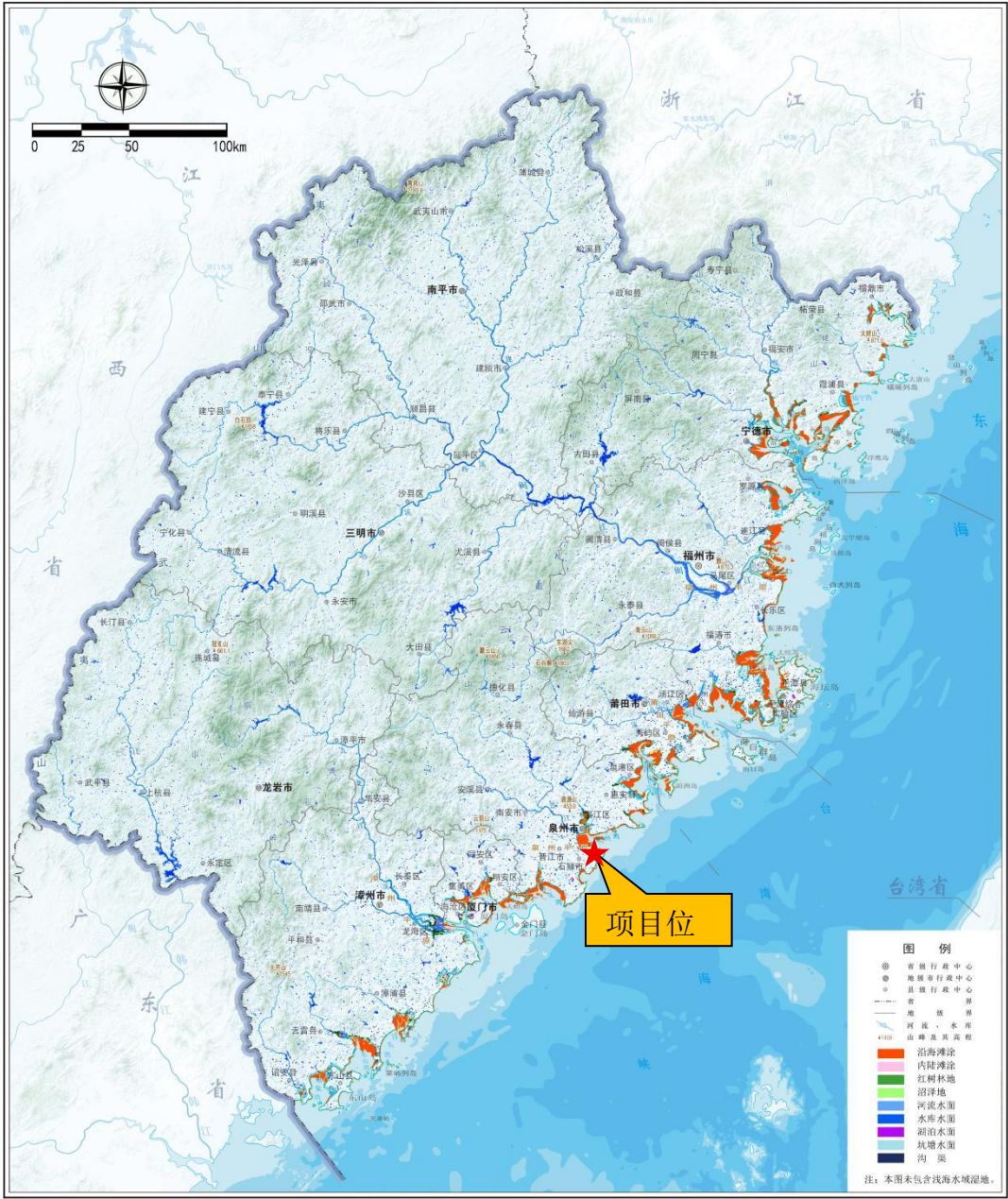
3.8.14 与《福建省湿地保护规划（2024-2030）》的符合性分析

湿地具有涵养水源、净化水质、蓄洪抗旱、调节气候和维护生物多样性等重要生态功能，是重要的自然生态系统，是国土自然生态空间的重要组成部分，与人类的生存、繁衍、发展息息相关。为系统推进福建省湿地保护高质量发展，根据《湿地保护法》和《福建省湿地保护条例》等相关法律法规要求。福建省林业局牵头组织编制了《福建省湿地保护规划（2024—2030 年）》（以下简称《规划》）。

《规划》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神及省委十一届六次全会精神，落实习近平生态文明思想和习近平总书记对福建工作的重要讲话重要指示批示精神，坚持山水林田湖草（沙）一体化保护和系统治理，基于福建省湿地资源禀赋，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，全面总结我省湿地保护成效、问题及机遇挑战，紧密衔接其他相关规划，整体谋划构建“一带八轴多点”的福建省湿地保护总体格局，提出确保湿地面积总量稳定、湿地生态功能有效提升、湿地生态空间品质得到优化、湿地保护治理体系和治理能力显著改善的总体目标，明确湿地保护体系、湿地保护修复、湿地可持续利用、湿地保护管理能力等方面的重点任务。

《福建省湿地保护规划（2024-2030）》指出要充分考虑湿地资源禀赋条件和承载能力，通过污染清理、土地整治、自然湿地岸线维护、河湖水系连通、野生动植物生境修复、植被恢复、养殖围网拆除、湿地有害生物防治、红树林生态修复等措施修复退化湿地，提高湿地生态系统功能，提升湿地碳汇能力。

项目周边区域为沙石海滩，本项目不占用国家重点保护湿地，也不占用省级重点保护湿地，项目建设不影响《福建省湿地保护规划（2024 - 2030 年）》中规划国家重要湿地、规划省级重要湿地、规划湿地公园和规划海洋公园等目标的实现。本项目通过岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海等措施修复退化湿地，加强湿地功能，恢复湿地面积。符合《福建省湿地保护规划（2024-2030）》提出的污染清理、土地整治、植被恢复、养殖围网拆除等措施修复退化湿地，提高湿地生态系统功能。



审图号：闽S[2024]414号

图 3.8-16 与《福建省湿地保护规划（2024-2030）》位置关系

3.8.15 与《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）（修编）》

符合性分析

根据《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》，养殖水域滩

涂功能区分为禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。在禁止养殖区内：1.禁止在饮用水水源地一级保护区、自然保护区核心区和缓冲区、国家级水产种质资源保护区核心区和未批准利用的无居民海岛等重点生态功能区开展水产养殖。2.禁止在港口、航道、行洪区、河道堤防安全保护区等公共设施安全区域开展水产养殖。3.禁止在有毒有害物质超过规定标准的水体开展水产养殖。4.法律法规规定的其他禁止从事水产养殖的区域。在限制养殖区内：1.限制在饮用水水源二级保护区、自然保护区实验区和外围保护地带、国家级水产种质资源保护区实验区、风景名胜区、依法确定为开展旅游活动的可利用无居民海岛及其周边海域等生态功能区开展水产养殖，在以上区域内进行水产养殖的应采取污染防治措施，污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。2.限制在重点湖泊水库及近岸海域等公共自然水域开展网箱围栏养殖。重点湖泊水库饲养滤食性鱼类的网箱围栏总面积不超过水域面积的1%，饲养吃食性鱼类的网箱围栏总面积不超过水域面积的0.25%；重点近岸海域浮动式网箱面积不超过海域宜养面积的10%。沿海各镇应根据养殖水域滩涂生态保护实际需要确定重点湖泊水库及近岸海域，确定不高于农业农村部标准的本地区可养比例。3.法律法规规定的其他限制养殖区。在养殖区内：1.海水养殖区，包括海上养殖区、滩涂及陆地养殖区。海上养殖包括近岸网箱养殖、深水网箱养殖、吊笼（筏式）养殖和底播养殖等，滩涂及陆地养殖包括池塘养殖、工厂化等设施养殖和潮间带养殖等。2.淡水养殖区，包括池塘养殖区、湖泊养殖区、水库养殖区和其他养殖区。池塘养殖包括普通池塘养殖和工厂化设施养殖等，湖泊水库养殖包括网箱养殖、围栏养殖和大水面生态养殖等，其他养殖包括稻田综合种养和低洼盐碱地养殖等。

本项目拟在红塔湾海域开展护岸生态化、退陆还海、退围还海、沙滩修复等工程，未涉及水产养殖活动，且所在海域未被划入禁止、限制、养殖三类功能区，完全符合《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）（修编）》的准入要求。

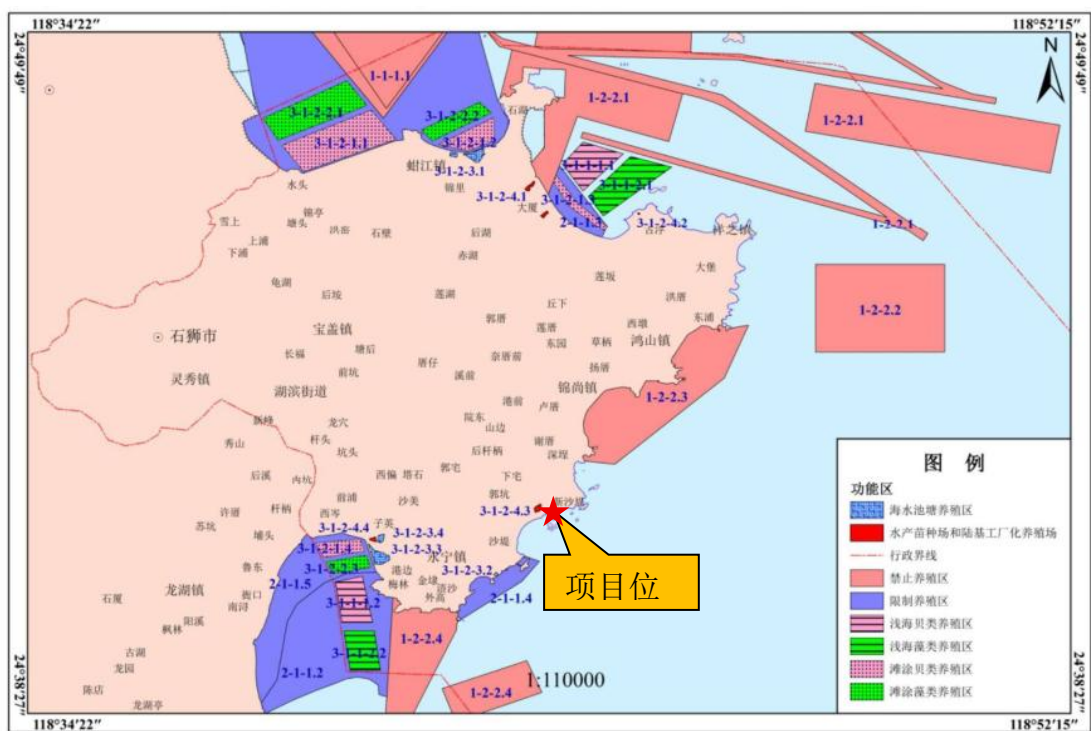


图 3.8-17 与《石狮市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》位置关系

4 环境现状调查与评价

4.1 区域自然环境现状

4.1.1 气候

石狮临北回归线，属亚热带海洋性季风气候，日照充足，光热资源丰富，季风显著，雨水充沛。夏长不酷热，冬短无严寒。本地区盛行风向东北风，夏季多西南风，夏秋季常受台风袭击；6~8月以西南风为主，9~次年5月以东北风为主。春季阴湿多雨，夏季晴热多风，秋季天高云淡，冬季晴冷少雨。3~6月为雨季，7~9月为台风影响季节。主要灾害是台风、暴雨、风暴潮和干旱等。

根据晋江（青阳）气象台（地理坐标东经 118°34′，北纬 24°49′）和崇武海洋站（位于崇武上马山海边，地理坐标东经 118°55′，北纬 24°54′）的长期观测资料统计，本区气象要素特征值如下：

（1） 气温

多年平均气温 20.4℃，年平均气温在 20℃~21℃之间。最热月出现在 8 月，累年月平均气温 28.2℃；最冷月出现在 1 月，累年月平均气温为 11.8℃。极端最高气温为 38.7℃，极端最低气温 0.1℃。全年日最高气温≥35℃的日数平均为 3.1 天。

（2） 降水

多年平均降水量 1096.0mm；累年最大降水量 2088.5mm。累年最小降水量 628.9mm；日最大降水量 239.8mm。年降水量分配不均，雨季明显 3~9 月为雨季，降水量占年降水总量的 83.2%，10~2 月为相对旱季，降水量仅占年降水总量的 16.8%。年均暴雨日数为 3.7 天，主要出现在 5~9 月份。常年蒸发量大于降水量。

（3） 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。最长持续时间为 1991 年 4 月 71.8 小时。

（4） 相对湿度

本地区多年平均相对湿度为 78%，5~6 月份相对湿度较大，平均 85%，11 月份相对湿度较小，平均为 70%。

(5) 日照

全年日照时数为 1993.9 小时，夏季多、春季最少，7~9 月都在 200 小时以上，而 1~5 月在 95~130 小时之间。年均日照百分率为 45%，8、9 月份在 60% 以上，1~5 月份则在 40% 以下。

4.1.2 风况

根据 2010~2020 年测风资料统计，本海区常风向为 NNE~ENE 向，统计频率为 65.2%，次常风向为 SSW~SW 向，统计频率为 20.8%；强风向为 SW 向，最大风速为 19.9m/s（10 分钟平均，下同），次强风向为 N 向，最大风速为 15.5m/s。从各月风况统计，6~8 月最多风向为 SSW 向，其他月份则以 NE、NNE 风向为多。本海区是福建省内出现大风最多的地区之一。年平均风速 ≥ 5 级（10 分钟平均）日数为 107.4d， ≥ 6 级日数为 5.6d， ≥ 7 级日数为 1.0d。风玫瑰图如下图所示。

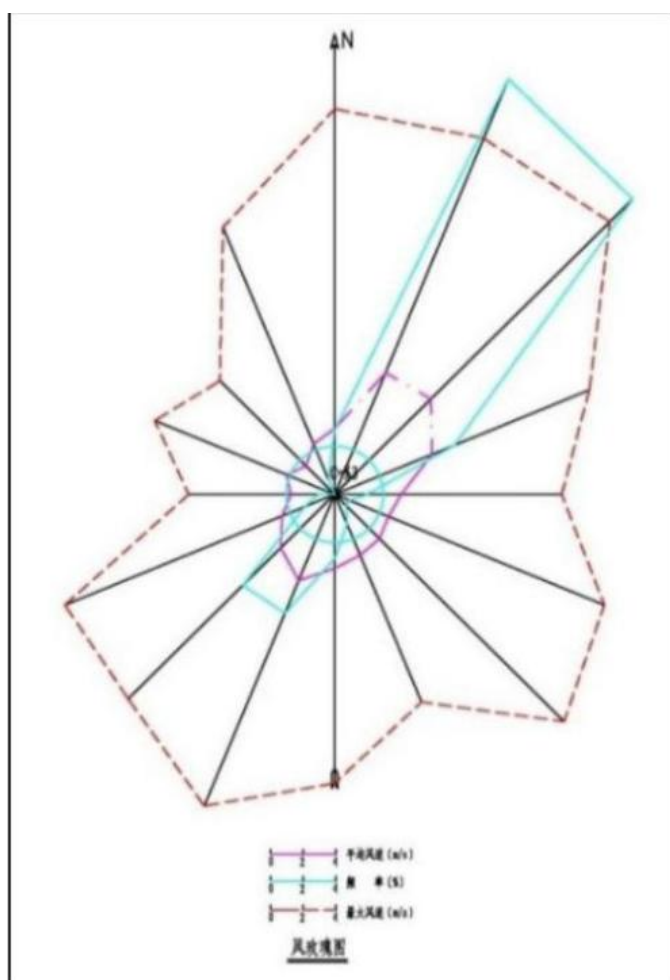


图 4.1-1 风玫瑰图

4.1.3 地震

地震是最具破坏力的地质灾害，具有突发性和巨大的破坏力。泉州地处东南沿海地震带，位于长乐—诏安地震断裂构造带上。区内断裂纵横交错、构造复杂、地震活动较为频繁，区内地震主要分布在沿海断裂带及其附近，地震活动的空间分布不均匀，呈现出自沿海向内陆、自东南向西北逐渐减弱的趋势。历史上的重要地震事件是 1604 年泉州海外的 8 级大地震最为严重，现代地震活动频繁，但没有造成重大影响。许多有感地震仍时常发生，周边地区的一些较大的地震也常有影响。

根据区域地质资料，石狮市辖区内自历史以来未发生过破坏性地震，所遭受的震害主要是区外强震的波及。依据国标《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)及《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2001)福建省区划一览表，场地位于抗震设防烈度 7 度区，地震动峰值加速度值为 0.15g，设计地震分组为第二组，地震动反应谱特征周期为 0.40s。

4.1.4 海洋灾害

(1) 台风或热带气旋

泉州市是东南沿海最容易受台风影响和袭击的地区，平均每年有 4.3 个台风影响，最多的年份有 11 个(1961 年)，最少为 2 个(1983 年)。台风影响主要集中在 7、8、9 三个月。台风及其带来的暴雨、风暴潮、巨浪，常常给福建沿海造成巨大的经济损失，如 2010 年第 10 号热带风暴“莫兰蒂”在泉州石狮登陆，登陆时，近中心风力达到 11 级左右，登陆后阵风达 11~12 级，又恰逢天文大潮，对泉州影响非常大。2011 年第 11 号热带风暴“南玛都”在福建晋江沿海登陆。登陆时中心最大风力 8 级(20m/s)，中心气压 992hPa。台湾海峡测站观测到浪高可达 5.5m，对东南沿海造成了重大影响。2016 年 1 号台风“尼伯特”在福建省泉州石狮市登陆，登陆时中心附近最大风力有 10 级(25m/s，强热带风暴级)，中心最低气压为 990hPa。晋江西溪湖头水文站最高水位 98.8m，超警戒水位 0.2m；晋江东溪洪濑水文站最高水位 20.68m，超警戒水位 0.18m。其他降雨集中区域的小河流水位普遍上涨，部分小溪流发生山洪。2023 年 7 月 28 日超强台风“杜苏芮”在福建省泉州市晋江市沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 15 级(50m/s，强台风级)，中心最低气压 945 百帕，7 级风圈半径 300~450km，10 级风圈半径

120~180km，12 级风圈半径 90~120km，给福建省带来强风暴雨。

（2）风暴潮

风暴潮基本发生在每年的 4~11 月，主要出现在夏、秋两季，其中在 7~9 月最为集中，此 3 个月中风暴潮次数占一年中的 70% 以上，根据崇武站 1959~2015 年，泉州发生风暴潮的次数为 216 次，风暴潮增水超过 100cm 的次数占总次数的 40.4%，增水超过 150cm 的次数仅占总次数的 4%。崇武站不同等级出现次数最多的月份在 7~9 月均有分布，增水为 50~99cm 出现次数最多月份是 9 月，100~149cm 等级则是出现在 8 月份，150~199cm 等级在 7 月出现最多。出现超警戒潮位的时间集中出现在 8 月和 9 月，这两个月，主要是因为该时间段泉州沿海出现较强台风风暴潮较多，而这两个月天文潮位也相对比较高，在二者的共同影响下，极容易出现超过警戒潮位的高潮位，根据统计有一半以上的年份未出现超警的情况；即使在出现超警的年份，大部分也是出现超过 1 次的情形，崇武站在 2013 年出现 3 次超警戒潮位的情况。伴随风暴潮高潮位出现的海水漫堤和倒灌给沿岸低洼地带民众带来不同程度的灾害损失。

（3）赤潮

赤潮是海洋环境中的一种自然灾害，它是由环境因子急剧变化而导致浮游生物大量繁殖引起的，如季风更替、大暴雨后、海域富营养化等都可造成赤潮爆发。福建沿海部分海域富营养化严重，加上其他环境因子的作用，使得福建沿海主要港湾和养殖区经常发生赤潮灾害，造成近海海洋生物大量死亡，给水产业带来很大损失。

根据福建省海洋灾害公报，工程区附近海域 2012-2021 年间共发生赤潮情况 6 次，累积影响时长 34 天，未造成经济损失，赤潮发生情况。

表 4.1-1 2012~2021 年工程区附近海域赤潮发现情况

地区	起止时间	天数	发现海域	优势藻种	直接经济损失 (万元)
泉州	2014 年 5 月 9-16 日	8	石狮永宁海堤至梅林海域	东海原甲藻	0
	2016 年 5 月 24-28 日	5	永宁镇红塔湾以及深沪湾海域	球形棕囊藻	0
	2017 年 6 月 6-13 日	8	石狮市梅林码头附近海域	链状裸甲藻	0
	2018 年 6 月 7-13 日	7	石狮市东埔渔港附近海域、古浮附近海域	链状裸甲藻	0

2019 年 7 月 26-27 日	2	石狮市梅林渔港附近海域	扭链角毛藻	0
2020 年 3 月 23-26 日	4	石狮市永宁镇红塔湾附近海域	细弱海链藻	0

4.2 区域社会环境现状

4.2.1 泉州市社会环境现状

长期以来，泉州经济总量稳步攀升，实现了从传统制造业基地向创新驱动型城市的转型跨越。产业层面，逐步构建起多个千亿级制造业集群，培育形成特色鲜明的县域重点产业链，“稳一优二强三”的产业格局成熟稳固，工业实力长期位居全省前列。民营经济作为核心发展引擎，市场主体规模持续扩大，领跑全省，“晋江经验”成为全国民营经济发展的重要标杆，众多国家级改革试点落地见效。开放型经济纵深发展，依托海上丝绸之路先行区建设，外贸规模稳步增长，海外市场布局持续拓展，从传统外贸城市逐步发展为综合性进出口枢纽。居民收入水平随经济发展持续提升，城乡发展差距逐步缩小，消费市场规模稳步扩大，形成经济增长与民生改善的良性循环。

历经长期系统性建设，泉州已构建起“港口 + 机场 + 铁路 + 公路”的立体化综合交通网络。港口航运方面，泉州港从区域普通港口成长为全国重点港口，吞吐能力与服务能级持续提升，重点港区功能不断优化，对台贸易与跨境物流合作日益深化。陆路交通网络持续加密，骨干道路贯通全域，城市与乡村道路互联互通水平显著提升，重大交通项目有序推进，便捷高效的交通体系基本成型。市政配套设施实现质的飞跃，污水管网覆盖范围持续扩大，收集处理能力大幅提升，全面补齐管网建设短板；供水、供电设施持续优化升级，保障能力稳固可靠，水质与供电稳定性长期保持高水平。智慧市政建设逐步推进，数字化管理平台落地应用，城市运营与服务效率持续提升。

长期以来，泉州逐步构建起“法治、德治、智治”相结合的现代社会治理体系，社会和谐稳定局面持续巩固。治安防控体系不断完善，违法犯罪打击力度持续加大，刑事案件发案率保持低位，群众安全感与满意度稳步提升。矛盾纠纷化解机制日益健全，调解成功率长期保持高水平。安全管理水平持续提升，安全生产形势稳定向好，事故发生率稳步下降，基层应急管理与消防保障能力显著增强。文明建设成效显著，全国文明城市创建形成集群效应，数量位居全国前列，双拥模

范城创建成果持续巩固，社会文明程度与市民素养同步提升。基层治理不断深化，党建引领基层治理机制落地见效，基层服务阵地成为联系群众、服务群众的重要平台，共建共治共享的社会治理格局基本形成。

4.2.2 石狮市社会环境现状

石狮市，这座位于福建省东南沿海的活力之城，不仅在社会经济发展上取得了显著成就，而且在历史文化、海陆交通、海洋资源、风景名胜、发展情况、海洋文化和民俗文化等方面都有着丰富的内涵和独特的地位。

①历史文化与海洋交融。石狮市是海上丝绸之路的重要起点之一。这里散落着各类历史文物，洋溢着浓厚的“海丝”文化气息。石狮市在宋代就已发展为一个繁荣的港口城市，成为对外贸易的重要枢纽。至今，石狮仍然保留着古朴的民风和丰富的历史文化遗址，如万寿塔、六胜塔、石湖码头等世界文化遗产点。

②海陆交通便捷。石狮市地理位置优越，三面环海，北临泉州湾，南临深沪湾，东临台湾海峡，与宝岛台湾相望，是连接东海与南海交通要道上的重要枢纽。石狮市海岸线长达 68.7 公里，已建成石湖港 1 个国家一类口岸，祥芝 1 个国家中心渔港，梅林、东埔、祥渔 3 个国家一级渔港，为海陆交通提供了便利条件。

③陆海资源丰富。海洋经济发展与经济社会发展紧密相关，石狮市海域所属的东海区海洋生物资源丰富，主要海洋生物达 3000 多种，共有 2 种国家 I 级保护动物，13 种 II 级保护动物，29 种保护鸟类，境内陆生植物有 67 科 220 种，这些丰富的生物资源为石狮市发展现代渔业奠定了雄厚的基础。

④风景秀美，陆海风光相融。石狮市拥有丰富的风景名胜，如姑嫂塔、虎岫寺、朝天寺等，这些地方不仅具有浓厚的宗教文化艺术色彩，还充满了地方风情。此外，石狮市海岸线绵长，岛礁棋布、碧海银滩，省级旅游度假区“闽南黄金海岸”和省重点旅游项目“海洋世界”点缀其间。

⑤发展潜力巨大。石狮市经济运行稳中向好，2023 年全市地区生产总值突破 1200 亿元，同比增长 5.5%。石狮市深入开展“5510”项目奋战年活动，全市经济稳中向好，稳中提质。

⑥海洋文化与民族文化、生态文明建设交相辉映。石狮市海洋文化深厚，民俗文化丰富多彩，如端午闽台对渡习俗，是两岸民众共同举行的水上端午节庆活动，已成为国家级非物质文化遗产。敢拼敢闯的石狮人耕海牧渔、逐梦深蓝，推

动海洋渔业、港航经济、滨海旅游以及海洋新兴产业的发展。石狮市还成功举办了渔民文化节，展现了深厚的海洋文化底蕴。

4.3 自然资源概况

4.3.1 海洋渔业资源

石狮市海域生物品种繁多，水生生物种类有近千种，其中经济鱼类 215 种，常见的有 100 多种。鱼类有带鱼、大黄鱼、小黄鱼、翼红娘鱼、青带小公鱼、赤鼻棱鳀、金色小沙丁鱼、真鲷、马鲛、石斑鱼、马面鲀等。头足类有曼氏无针乌贼、中国枪乌贼、杜氏枪乌贼、真蛸、短蛸等。虾蟹类有日本对虾、长毛对虾、龙虾、斑节对虾、红星梭子蟹、锯缘青蟹等。浅海滩涂的主要生物有 100 多种，经济价值较高的人工养殖及野生资源较常见的贝类有褶牡蛎、缢蛏、花蛤、泥蚶、文蛤、近江牡蛎等。藻类有坛紫菜、海带、石花菜、赤菜等。虾蟹类有毛虾、对虾、龙虾、斑节对虾、梭子蟹、锯缘青蟹等。还有鲎、紫海胆、水母、沙蚕等。位于深沪湾东北沿岸的永宁滩涂养殖区，面积约 168.9hm²，水质条件较好。石狮市养殖水域可分为浅海、滩涂和垦区水域，其中浅海宜养面积 3053hm²、滩涂宜养面积 793hm²。浅海水域（0~10m）为鱼虾贝藻类养殖区，主要位于泉州湾和深沪湾。

4.3.2 港口岸线资源

（1）岸线资源

石狮市大陆岸线总长 68.75 公里，约占泉州的 13.80%。自然岸线（含生态恢复岸线）占比达 42.43%。评估范围内海线长度约 22.58 公里，其中自然岸线 12.29 公里。

（2）港口航运

石狮市作为泉州都市圈的重要组成部分和沿海经济强市，其港口航运业是支撑区域外向型经济发展和临港产业布局的关键基础设施。全市港口资源主要依托泉州港石湖港区和泉州港锦尚作业区，形成了以集装箱、散杂货运输为主，逐步发展港口物流、保税服务的功能格局。

泉州港石湖港区：是泉州港的中心港区之一，也是石狮市乃至泉州地区最重要的集装箱枢纽港。现已建成多个万吨级至 10 万吨级集装箱泊位和散杂货泊位，航线网络覆盖国内沿海主要港口及国际近洋航线，是福建省对台货运直航的主要

口岸之一，承担着泉州地区大量的纺织服装、建材、机电产品等进出口货物的集疏运任务。

泉州港锦尚作业区：功能相对多元，以散杂货运输为主，兼顾部分集装箱业务，服务于石材加工、粮食加工、能源等临港产业，并正在拓展保税物流、冷链物流等现代港口服务业。

4.3.3 岛礁资源

根据目前已有的资料分析，石狮市共有海岛 29 个，海岛资源较丰富，离岸距离近、岛体坡度缓，地理条件优越，地貌条件适宜，是石狮市的优势资源之一。海岛多为基岩岛，岛陆岩石裸露植被稀少，因此海岛岛陆的生态系统脆弱。海岛植被生长较好的海岛主要有大山屿、顶屿、老虎嘴屿等。除山尾屿建设修造船厂外，其余海岛主要建设灯标、渔业看护房等，且多处海岛利用建筑已废弃。石狮市沿岸分布丰富的低潮高地（明礁），尤其是东部近岸海域，总面积约 374hm²。为石狮市东部岸滩稳定性具有重要的保护作用，并为近海渔业资源提供栖息和繁衍场所。暗礁面积约 462hm²，主要分布于离岸区域。

4.3.4 旅游资源

石狮市深沪湾地区旅游资源十分丰富，不但有形态各异的岛礁、绵延不断的沙滩、绚丽多姿的海湾、碧波荡漾的湖泊，而且还有深沪湾海底古森林遗迹及一大批文化遗址、军事遗址、名人史迹、陵园墓地、宗教寺庙、摩崖字画、民俗风情等人文旅游资源，如施琅将军纪念馆、镇海宫、龙泉宫、大道公宫和烟墩山上的烽火台等。深沪湾沙滩资源突出，永宁、深沪、衙口沙滩滩缓浪平，砂粒适中沙质优良，坡度适宜，海水洁净，无有害生物，水温宜人，年均水温 20.4℃，日照充足，为优良海水浴场，是避暑、度假休闲的好地方。目前已建（或将建）以石狮黄金海岸旅游度假区（石狮海滨沙质岸线 67.6km，已建黄金海岸滨海旅游度假区面积 28km²、石狮海洋世界、石狮红塔湾滨海旅游区等）。

4.4 环境质量现状调查与评价

略

5 环境影响预测与评价

5.1 海洋水文动力环境影响预测分析

5.1.1 水文动力模型

本项目采用非结构网格、有限体积法、自由表面、三维原始方程的海洋模式。它在水平方向上采用非结构化三角网格，对于曲折的岸线和复杂的地形，都有良好的拟合能力。该模型采用内外模分裂算法，运算的精度和效率都得到提升。

为研究泉州东南侧海域，本模型采用能稳定且高效地模拟浅滩干出及被淹的动态边界模拟技术。在建模过程中采用地理信息系统(GIS)软件(Arcgis、Surfer)进行模型的前期处理及后期成果绘图，大大地提高了建模效率及模型精度。该模型已成功运用于福建沿岸多个港湾区域。

数值计算模型外模态采用以下的理论方程：

(1) 连续性方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(uD)}{\partial x} + \frac{\partial(vD)}{\partial y} = 0$$

(2) 动量守恒方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} - f v D = & -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_0} \left[\int_{-1}^0 \frac{\partial}{\partial x} \left(D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma' \right) d\sigma + \right. \\ & \left. \frac{\partial D}{\partial x} \int_{-1}^0 \sigma \rho d\sigma \right] + \frac{\tau_{sx} - \tau_{bx}}{\rho_0} + D\tilde{F}_x + G_x \\ \frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + f u D = & -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_0} \left[\int_{-1}^0 \frac{\partial}{\partial y} \left(D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma' \right) d\sigma + \right. \\ & \left. \frac{\partial D}{\partial y} \int_{-1}^0 \sigma \rho d\sigma \right] + \frac{\tau_{sy} - \tau_{by}}{\rho_0} + D\tilde{F}_y + G_y \end{aligned}$$

其中：D=h+ ζ ；u,v 为 x,y 方向上的垂线平均流速分量；f 为柯氏力参数； τ_{sx} 、 τ_{sy} 为海表 x、y 方向风应力； τ_{bx} 、 τ_{by} 为底摩擦力。

(τ_{sx} ， τ_{sy})：海表风应力在 x、y 方向上的分量。

(τ_{bx} ， τ_{by})= $C_d \sqrt{u^2 + v^2}(u, v)$ ：底摩擦力在 x、y 方向上的分量。其中 C_d 为底摩擦系数， $C_d = \max \left(k^2 / \ln \left(\frac{Z_{ab}}{Z_0} \right)^2, 0.0025 \right)$ ，k 为冯卡门系数，取 0.4； Z_0 为底部粗糙度。

G_x 和 G_y 采用以下方式表达：

$$G_x = \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} - D\tilde{F}_x - \left[\frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} - D\tilde{F}_x \right]$$

$$G_x = \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uv D}{\partial y} - D\tilde{F}_y - \left[\frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uv D}{\partial y} - D\bar{F}_y \right]$$

相应的水平扩散项采用以下方式表达：

$$\begin{aligned} D\tilde{F}_x &= \frac{\partial}{\partial x} \left(2\overline{A_m H} \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left[\overline{A_m H} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] \\ D\tilde{F}_y &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\overline{A_m H} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left(2\overline{A_m H} \frac{\partial v}{\partial y} \right) \\ D\bar{F}_x &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\overline{2A_m H \frac{\partial u}{\partial x}} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \overline{A_m H \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)} \\ D\bar{F}_y &= \frac{\partial}{\partial x} \overline{A_m H \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\overline{2A_m H \frac{\partial v}{\partial y}} \right) \end{aligned}$$

海水水平扩散系数，均由 Smagorinsky 公式计算得到：

$$A_m = \frac{1}{2} C A \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 \right]^{1/2}$$

式中，A 为各单元的面积，C 为常数取 0.1~0.2，在本模型中取 0.2。

5.1.2 水文模型的建立

(1) 模型网格

本模型计算范围西起九龙江西溪，东至台湾海峡中西部海域；南起镇海角东侧海域，北至兴化湾南侧海域，计算区域横向宽度长约 182.1km，纵向长度长约 126.9km，计算区域面积约 13310km²。本次计算采用三角网格，网格布置充分利用了三角形网格的优点，按照项目区附近水域网格密、其他水域网格疏的原则进行布置。计算域内的网格布设考虑了水流、地形梯度的差异，对工程附近的计算网格做进一步加密，保证工程前后流场模拟精度。模型共布设 34256 个单元与 63392 个节点，最小网格尺寸为 5 m，最大网格间距 5000m。模型范围及网格布置见图 1.2-1，项目区域附近局部网格布置见图 1.2-2。

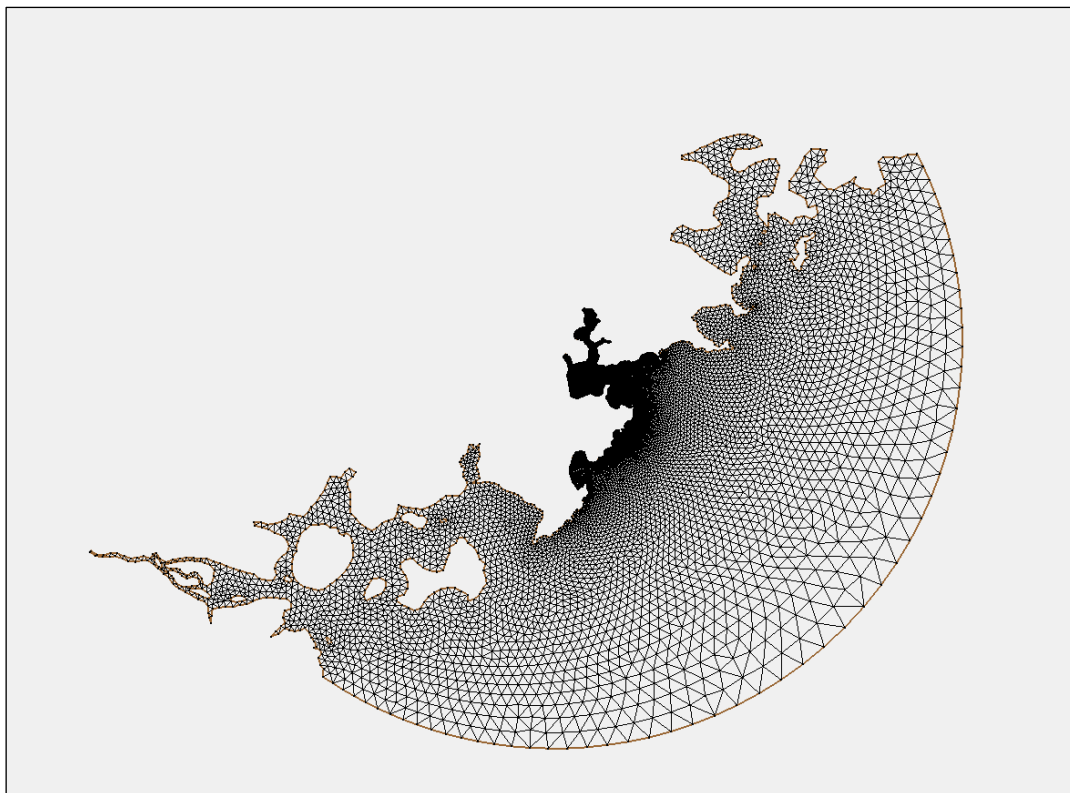


图 5.1-1 模型网格区域

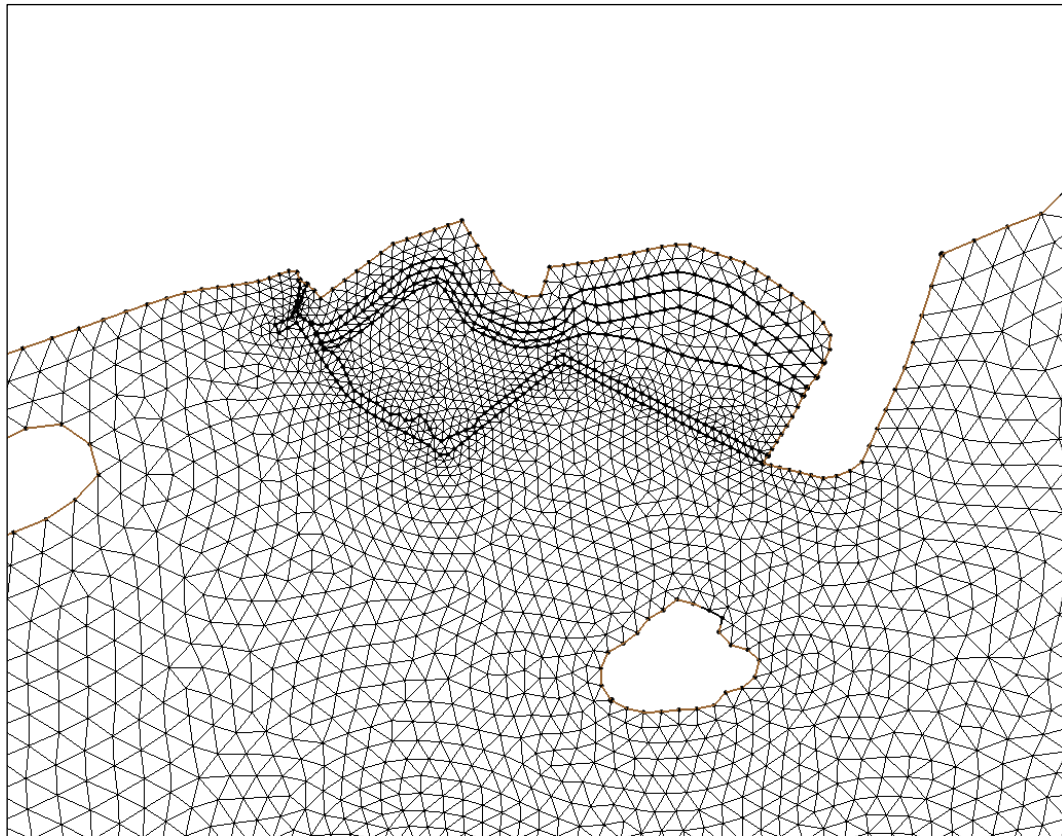


图 5.1-2 项目区周边网格分布

(2) 模拟区域的水深

本模型用现状的陆域边界、海底地形及开边界条件，以不同工况（含岸线、水深及项目方案）为模拟对象，计算的水平面设置为 1985 国家高程基准。水深数据由海军航海保证部深沪湾 1: 15000 的海图（图号：14192），泉州湾及附近海域 1: 35000 的海图（图号：14181），深沪湾至东碇岛 1: 100000 的海图（图号：14240），厦门港及附近 1: 30000 的海图（图号：14291），九龙江口 1: 25000 的海图（图号：14295）数字化得到，并将其订正至高程基面。项目区水深采用业主提供的最新扫测水深（1985 国家高程基准）。计算区域水深分布如图 1.2-3。

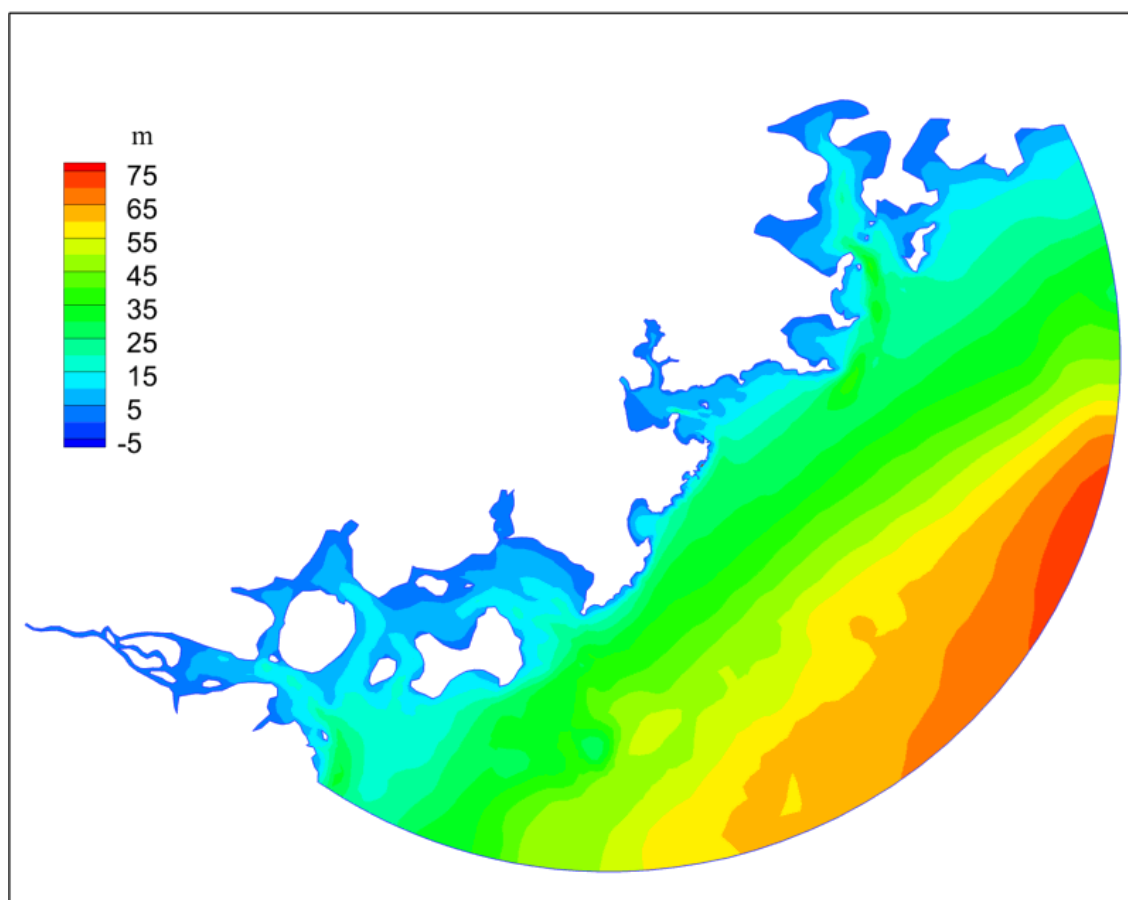


图 5.1-3 模型区域水深分布图（单位：m）

(3) 模型边界条件

本模型计算区域开边界采用潮位作为控制边界条件。潮位数据由全球潮汐模型（TPXO8）潮汐调和常数计算得出，提取的分潮包括 M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, Q1, M4, M6, N2, MS4, MN4, MSF, J1 等 15 个分潮。开边界水位预报公式为： $\zeta_0 = \bar{\zeta}_0 + \sum_{i=1}^{N_0} \hat{\zeta}_i \cos(\omega_i t - \theta_i)$ 。式中 $\bar{\zeta}_0$ 为平均海平面， $\hat{\zeta}_i$ 为振幅， ω_i 为频率， θ_i 为迟角， N_0 为本次采用的分潮的数量， i 为第 i 个分潮。

模型验证和数值实验时采用闭合边界进行模拟，固边界（岸边界）在现状模拟中采用了不滑动边界条件 $V=0$ 。潮滩区采用漫滩边界处理。

（4）为确保模拟结果的准确性，本次模拟结果与 2025 年 9 月福建南方检测有限公司在泉州湾至深沪湾沿海开展的水文观测数据进行对比，站位见图 1.2-4。潮位验证结果见图 1.2-5，潮流验证结果见图 1.2-6。

模型的计算结果与实测数据的验证结果表明：潮位的计算值与实测值吻合得较好，流速、流向过程的变化趋势与观测结果也较为一致。因此，模型采用的物理参数和计算参数基本合理，计算方法可靠，能够反映出计算区域内的水文动力状况。本模型用上所述网格，边界条件模拟项目海区及附近海域内的潮流场，大潮期涨、落急时刻区域流矢分布见图 4.2-7，图 4.2-8。

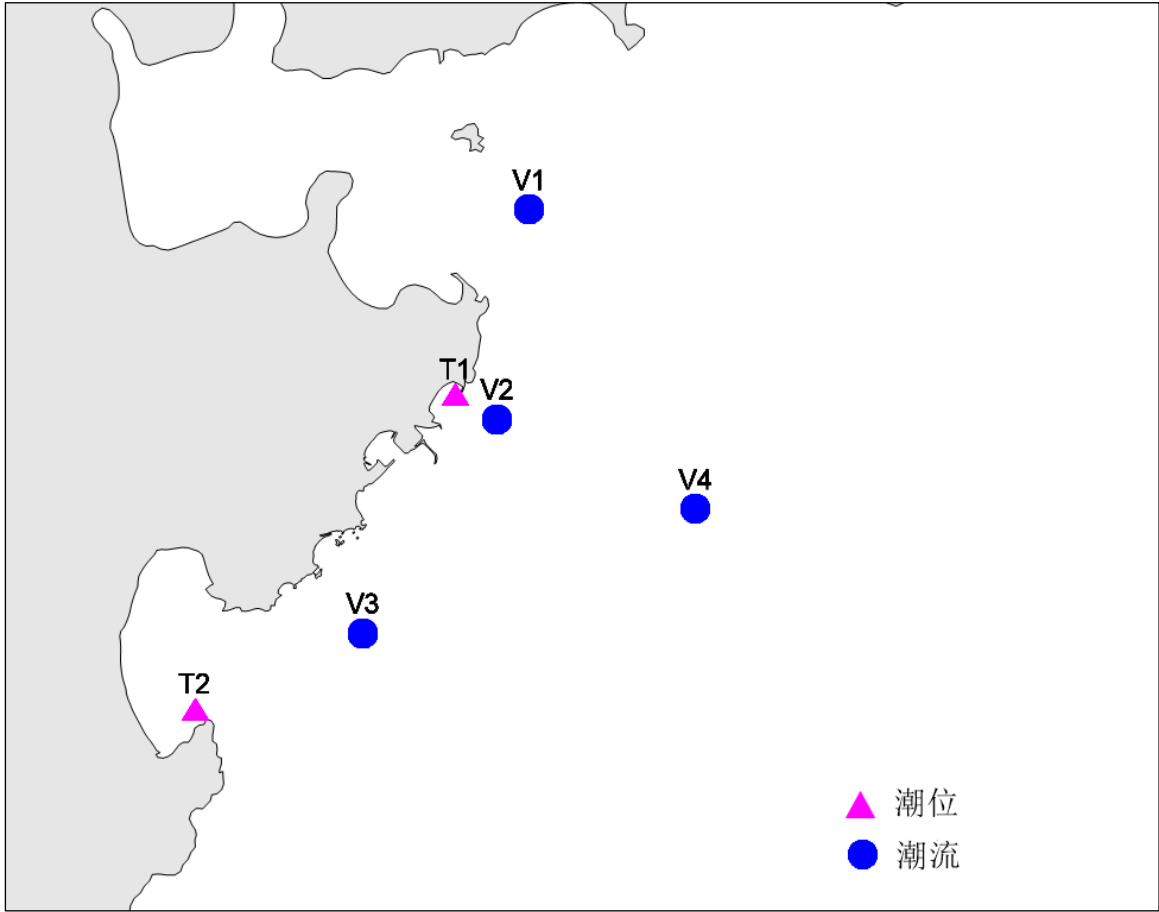


图 5.1-4 水文调查站位分布图

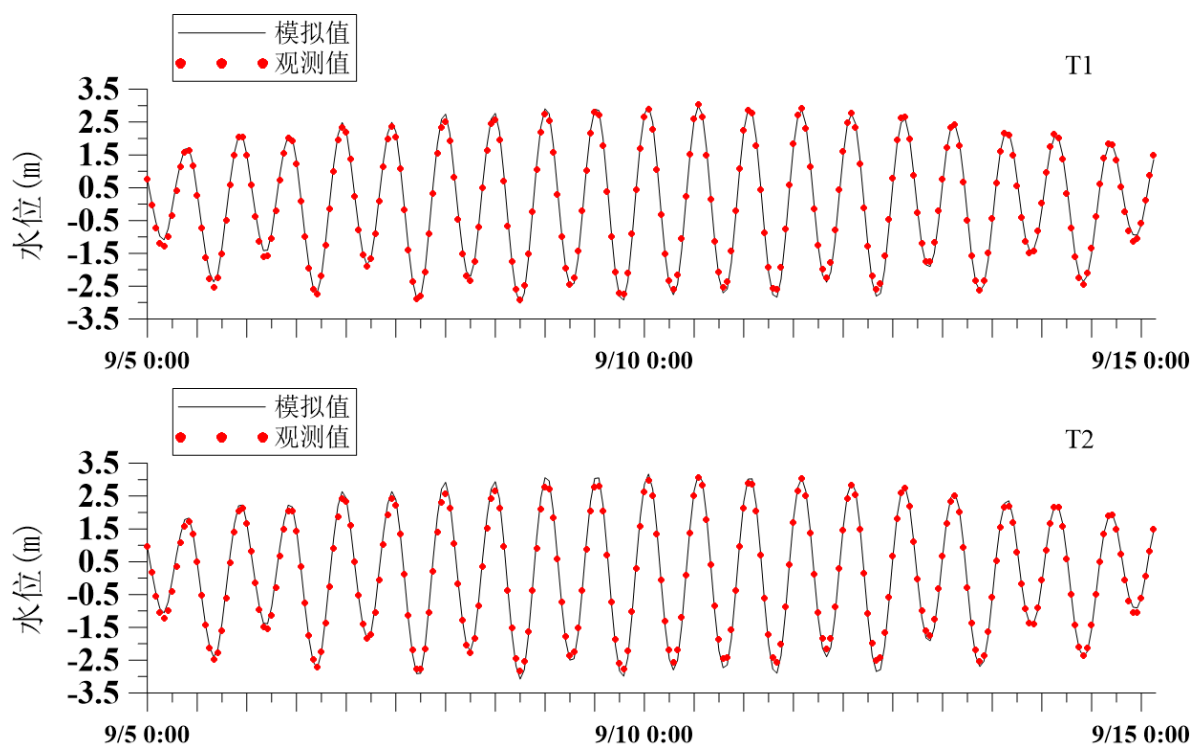


图 5.1-5 潮位验证结果

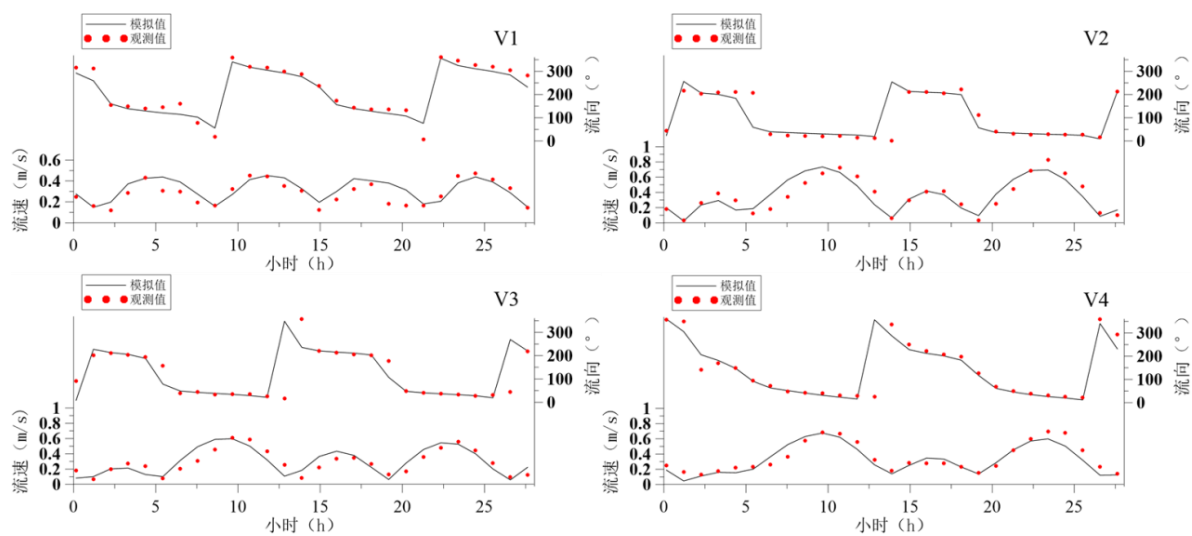


图 5.1-6 潮流验证结果

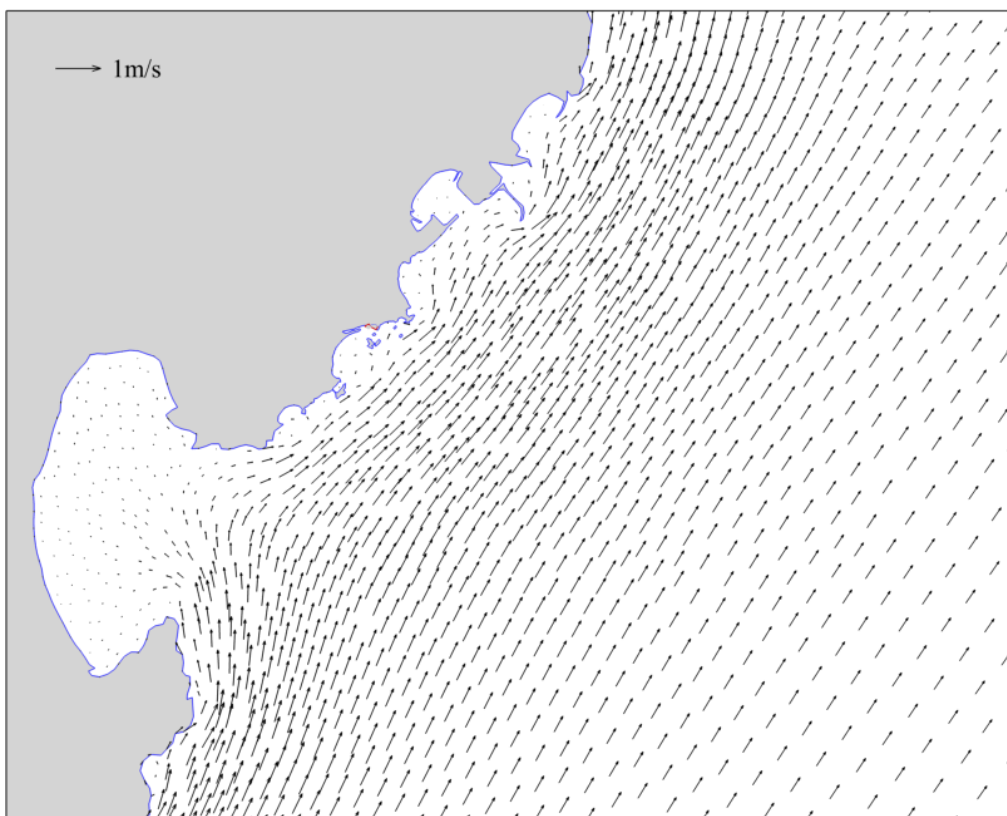


图 5.1-7 项目所处海域及附近涨急时刻流场分布

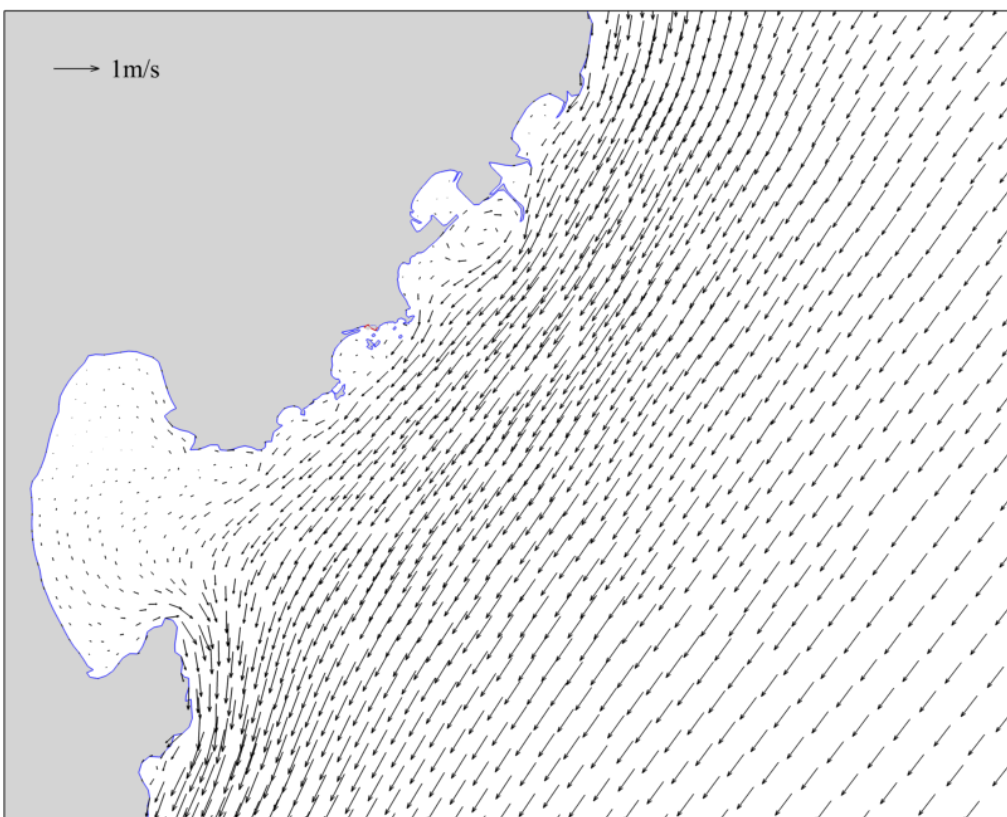


图 5.1-8 项目所处海域及附近落急时刻流场分布

5.1.3 项目实施前后流态流速分布及变化

拟拆除池塘附近海域底高程在-2.3~3.25m 之间,该海域地形基本呈东部深西部浅的分布趋势,池塘附近水域底高程基本都在 0.1m 以上,水位稍低时出现大面积露滩。池塘围堤拆除后,池塘内经填沙形成稳定沙滩后,项目区底高程基本在 0m 以上。由于涨落急时刻,项目区周边均出现大范围干滩,故选择涨急后 1 小时和落急前 1 小时的水动力作为涨、落急潮流场情况。项目实施前后周边海域涨、落急时刻的流速、流态分布见图 1.3-1~图 1.3-4。

项目实施前,涨潮时池塘附近海域海区潮流基本沿着池塘围堤流动,潮流流向总体呈西北向,由于项目位于石狮市东南侧海域近岸凹口内,与外海潮流主流向并不一致,并且受制于当地水深及岸线分布,该区现状水动力较弱。池塘附近海域流速总体在 0.2m/s 内,最大流速区位于池塘西侧,该区受水深地形影响,流速相对较大。池塘围堤沿线流速在 0~0.08m/s,其中流速较大的区域位于池塘东侧与三旦北岛之间的海域及池塘西侧海域,该区最大流速分别为 0.06m/s 及 0.08m/s。此外旦岛西北侧海域最大流速也达到约 0.1m/s。该区流速变化总体不大,等值线分布较稀疏,仅池塘西侧河道附近流速变化较剧烈,等值线分布较密集。落潮时,潮流流向整体呈东南至东向流向外海,由于该海域水深较浅,落急时有部分海域仍出现露滩。该海域流速最大的区域仍位于池塘西侧河道入海口处,受南侧浅滩影响该区过水断面较小,最大流速超过了 0.2m/s。池塘围堤沿线海域流速基本在 0~0.08m/s 之间,最大流速区位于池塘东部与三旦北岛之间的水域及池塘西南侧海域,该区最大流速分别为 0.06m/s 及 0.08m/s,与涨急较为一致,而三旦岛西北侧海域由于位于分流带,该区流速较小,流速在 0.01~0.02m/s 之间。

池塘围堤等构筑物拆除后,生态护岸建设后高程在 3.65~5.4m 之间,位于大潮高潮位以上,不会对海域水动力造成影响,池塘内水域铺沙后高程在 1.3~2.9m 之间,池塘内地形发生变化。围堤拆除后,开放式的水域面积增大,涨急时项目区附近海域涨潮流流向总体仍呈西北向,在原池塘内水域产生逆时针涡流。受制于水深及地形,围堤拆除后该区水动力条件仍然较弱。该海区最大流速仍位于池塘西侧,最大流速约 0.2m/s,其余区域流速基本在 0~0.08m/s 之间。原池塘水域在填沙后流速在 0~0.02m/s,滩肩高程为 2.9m,接近高潮线,该区完全露滩。拟拆除围堤南侧至三旦北岛之间水域及原池塘西南侧海域流速相对较大,最大流速

分别为 0.07m/s 及 0.08m/s。相较于项目实施前，由于纳潮量增大，围堤南侧至三旦北岛之间水域流速增大，最大流速增幅约 0.01m/s，流速增大的范围也相应增大。落急时项目区周边海域流速整体呈东南至东向流向外海，由于该海域水深较浅，落急时有部分海域仍出现露滩。该海域流速最大的区域仍位于池塘西侧河道入海口处，受南侧浅滩影响该区过水断面较小，最大流速超过了 0.2m/s。拆除池塘周边海域流速基本在 0~0.1m/s 之间，最大流速区位于池塘东部与三旦北岛之间的水域及池塘西南侧海域，该区最大流速分别为 0.1m/s 及 0.08m/s，拆除池塘内水域流速在 0~0.04m/s，滩肩干出，围堤拆除后中段流速相对较大。拆除池塘南侧海域流速增大，最大增幅约 0.02m/s。总体来说，项目区水动力条件总体较弱，仅项目区附近流速发生变化，距离较远的区域流速基本不变。

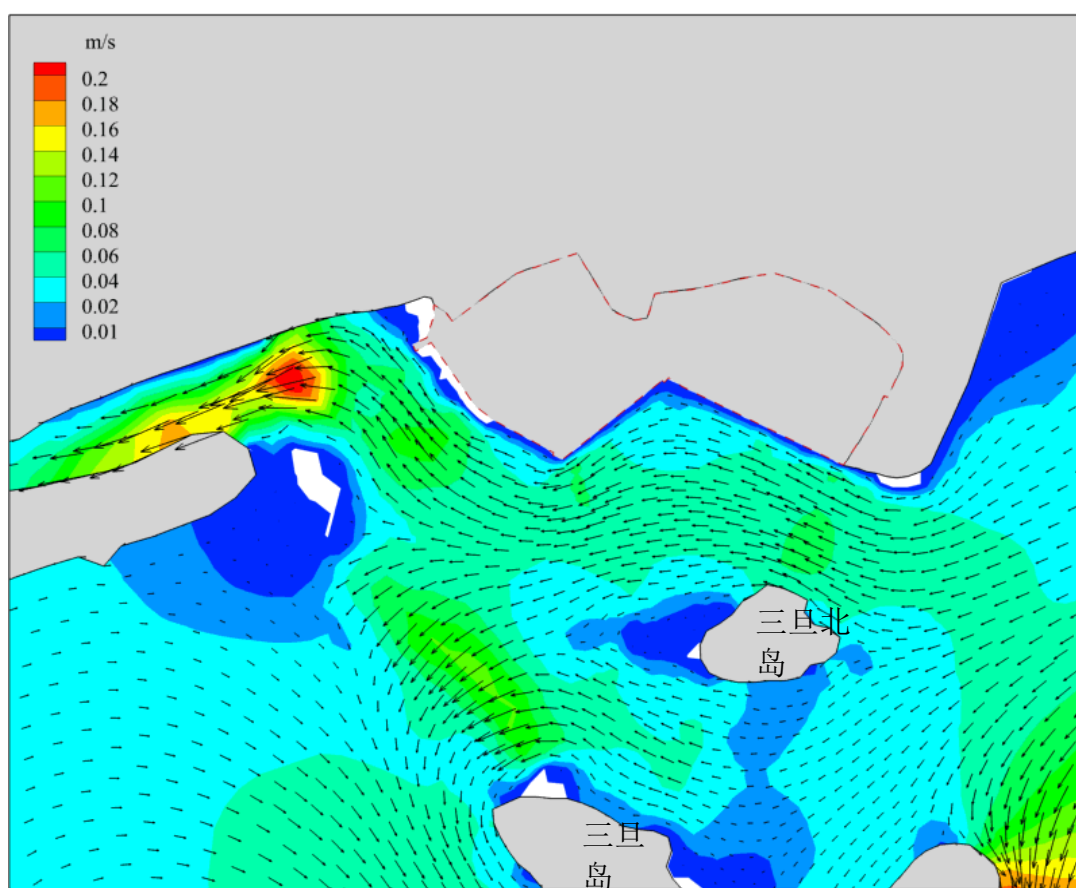


图 5.1-9 项目实施前周边海域涨潮流态、流速分布（单位：m/s）

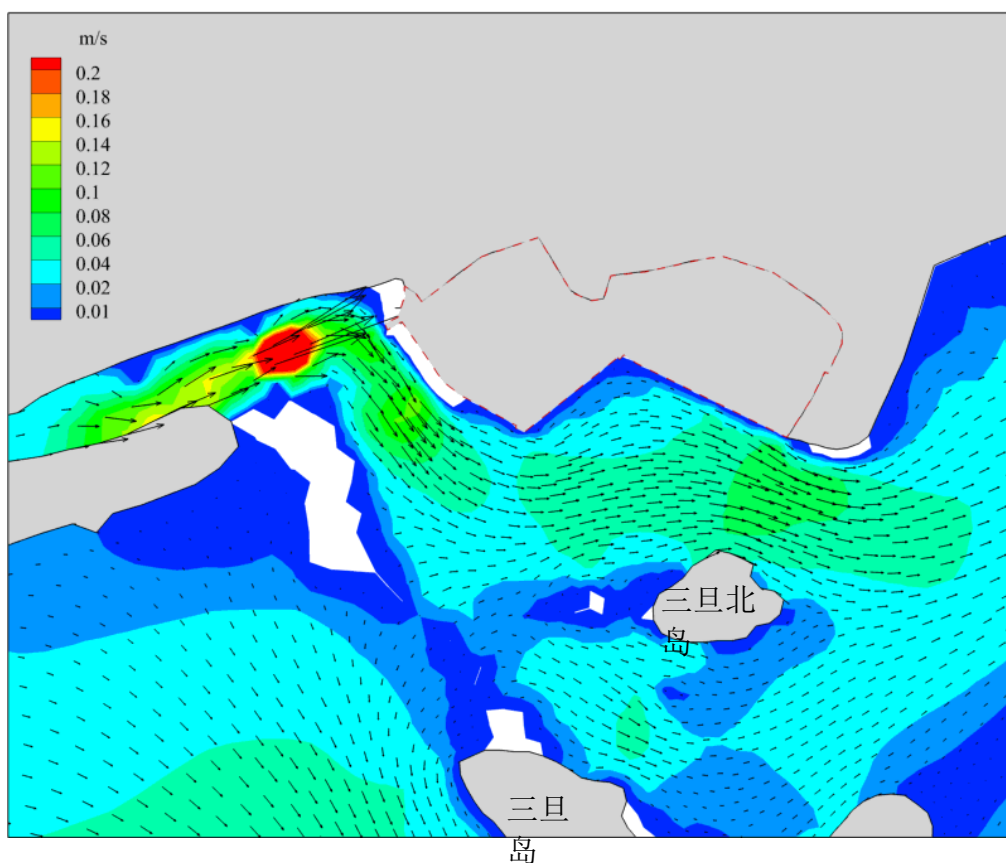


图 5.1-10 项目实施前周边海域落急时流态、流速分布（单位：m/s）

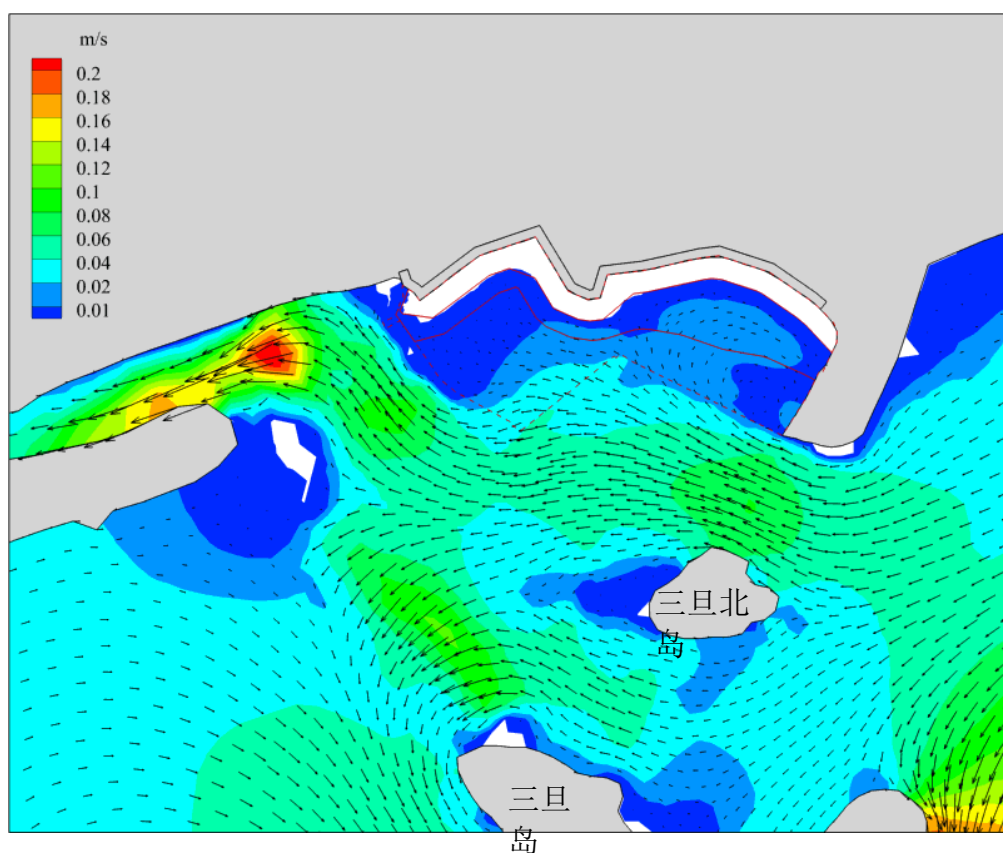


图 5.1-11 项目实施后周边海域涨急时流态、流速分布（单位：m/s）

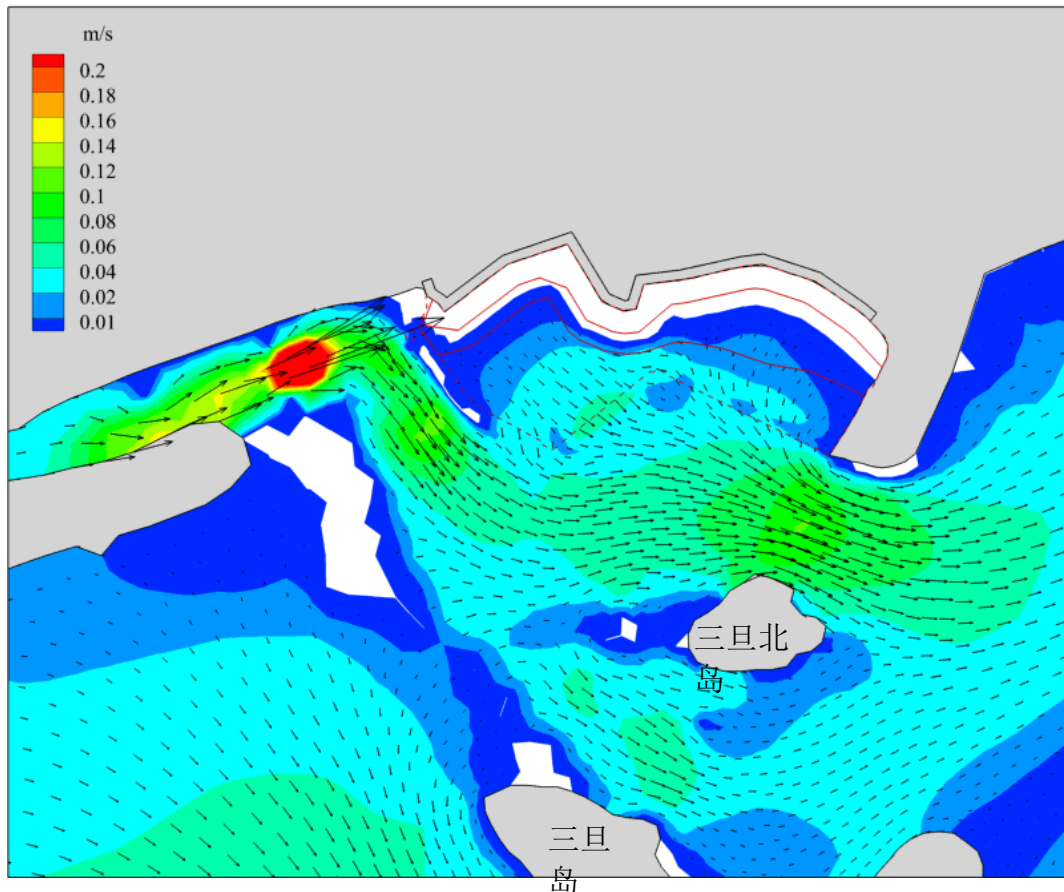


图 5.1-12 项目实施后港区周边海域落急时流态、流速分布（单位：m/s）

项目实施前后周边海域涨、落潮过程的平均流速分布见图 1.3-5~图 1.3-8。由于工程海域水深浅，涨、落过程中出现干滩的时间较长，同时受岸线走向的影响，该海域涨、落潮过程的平均流速小。

工程实施前涨潮过程拟拆除池塘南侧海域流速在 0.01~0.05m/s 之间，流速稍大的区域主要位于池塘东南侧与三旦北岛之间的潮沟，平均流速最大可达约 0.05m/s，其次池塘西侧水道处流速也相对较大，该区最大平均流速约 0.03m/s。其余大多数区域涨潮平均流速在 0.02m/s 内。落潮过程，项目区海域流速相对较大的区域仍位于拆除池塘南侧潮汐通道，其中三旦北岛北侧海域，最大平均流速可达约 0.06m/s，池塘西南侧海域最大平均流速可达约 0.05m/s，池塘西侧河道附近最大流速约 0.07m/s，其余大部分区域流速基本都在 0.02m/s 内。

工程实施后，由于池塘围堤的拆除，池塘内的水域为开放式海域，该区填沙后涨潮平均流速基本在 0.01m/s 内，仅在沙滩中部坡脚至拆除的围堤区域流速相对较大，最大平均流速约 0.04m/s。相较于现状，池塘南侧潮流通道的流速有所增大，尤其位于三旦北岛北侧海域，最大流速超过了 0.06m/s，大流速区的范围明

显增大，平均流速增幅约 0.01m/s，其他区域平均流速与实施前基本一致，基本都在 0.02m/s 内。落潮过程沙滩区内流速基本在 0.01m/s 内，沙滩中部坡脚至拆除的围堤区域流速相对较大，最大平均流速约 0.05m/s。与涨潮类似，相较于现状工程实施后，池塘南侧潮流通道的流速增大，其中三旦北岛北侧海域最大流速超过了 0.07m/s，并且大流速区的范围也明显增大，平均流速增幅约 0.01m/s，其余区域流速则变化不明显，除项目区西南侧潮流通道的流速在 0.02~0.05m/s 及西侧河道处最大流速约 0.07m/s，其余大部分区域落潮平均流速基本在 0.02m/s 内。

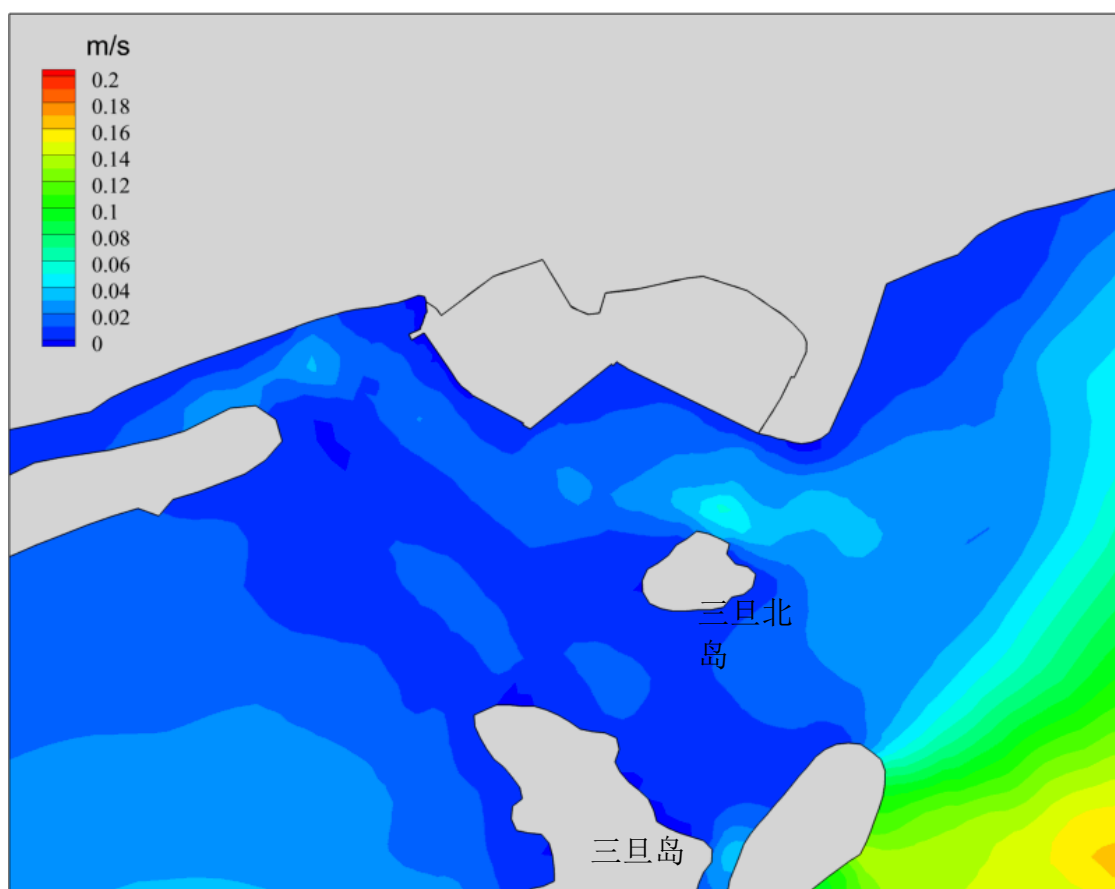


图 5.1-13 项目实施前项目区周边海域涨潮过程平均流速分布（单位：m/s）

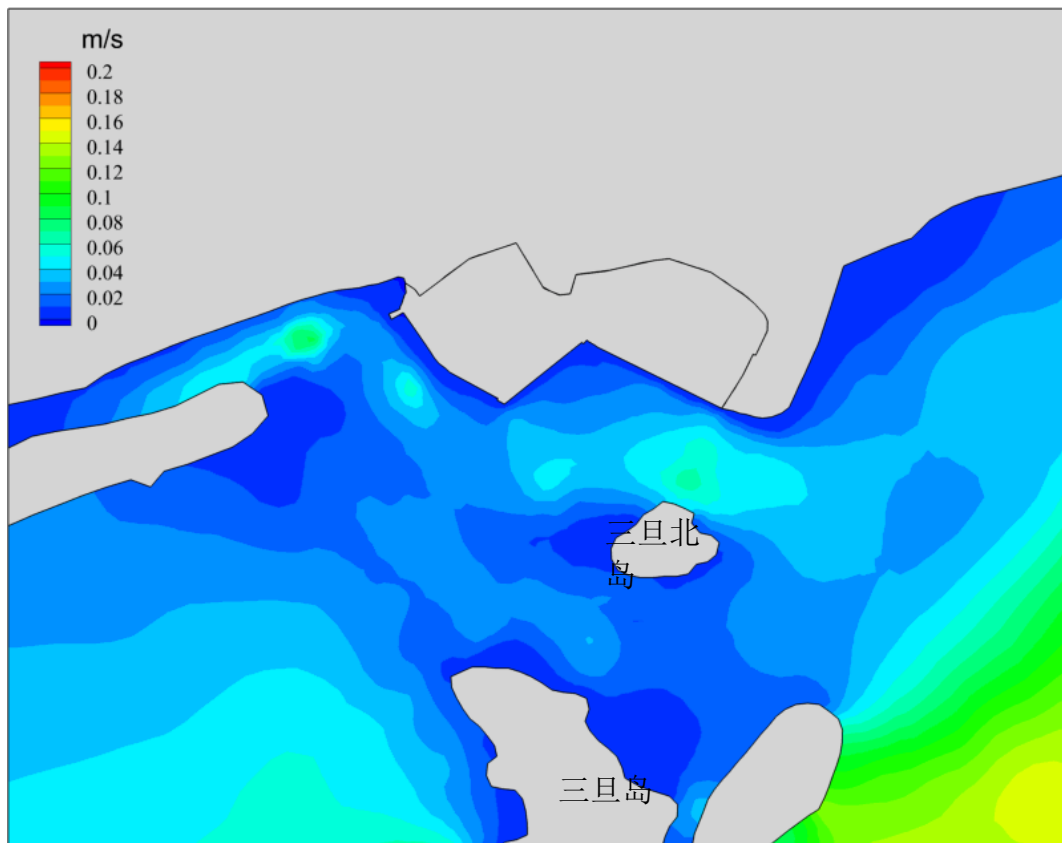


图 5.1-14 项目实施前项目区周边海域落潮过程平均流速分布（单位：m/s）

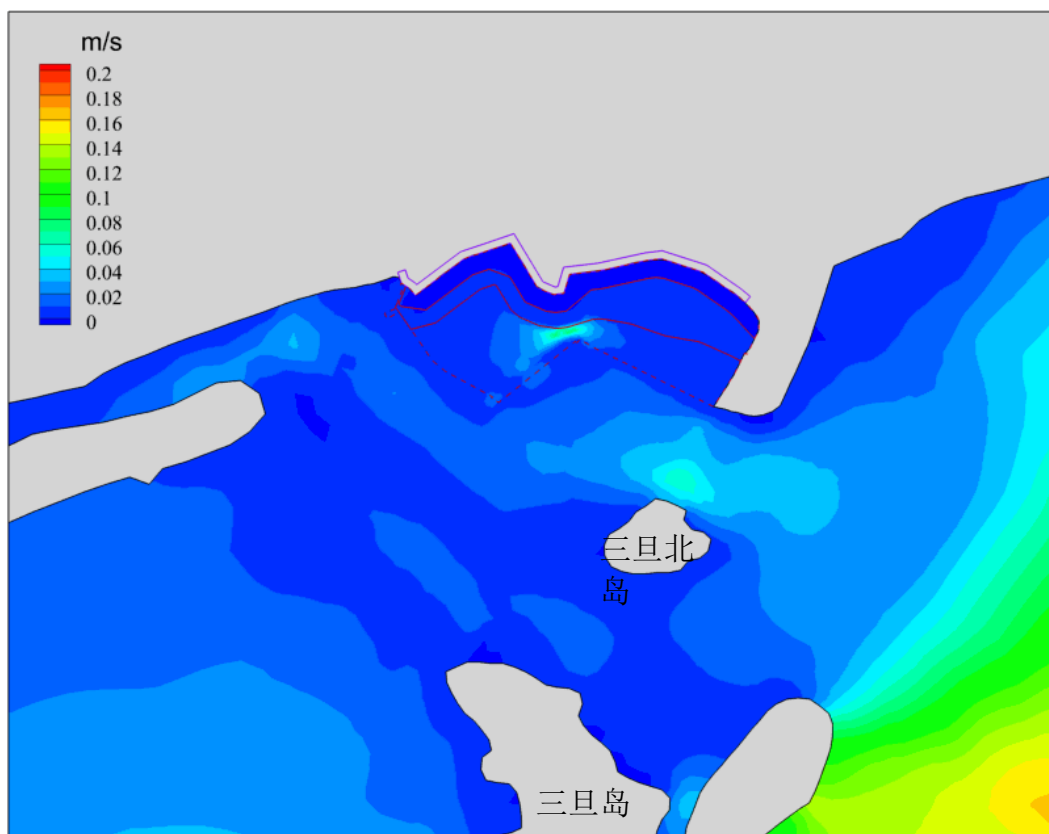


图 5.1-15 项目实施后项目区周边海域涨潮过程平均流速分布（单位：m/s）

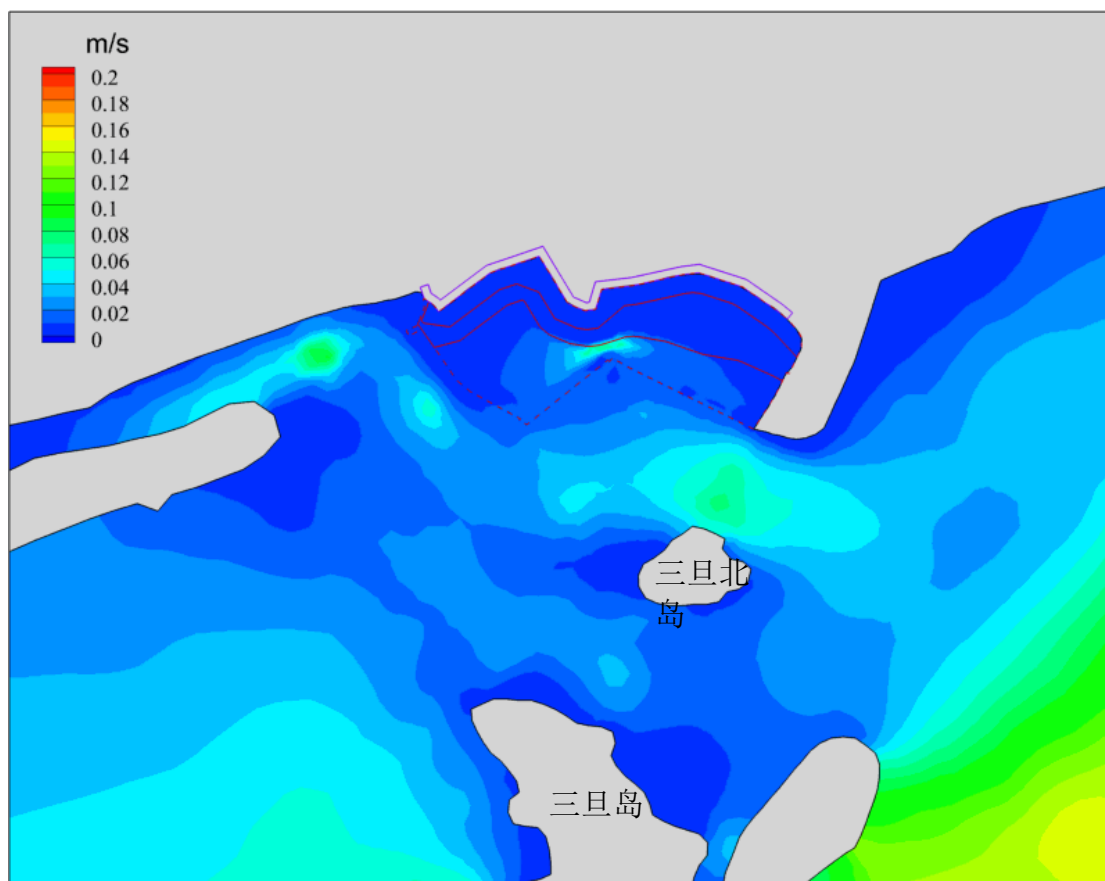


图 5.1-16 项目实施后项目区周边海域落潮过程平均流速分布（单位：m/s）

项目区周边海域工程前后涨潮和落潮时刻的流矢叠加如图 1.3-9 及图 1.3-10，涨潮时项目区附近潮流流向大体呈西北向，池塘围堤拆除后，拟拆除围堤附近潮流不再沿海堤走向，流向变化较大的区域位于拆除围堤中至东部南侧海域，流向明显向北偏转流入岸滩整治区。落潮时工程实施前后潮流流向总体均为西南向，围堤拆除后，其附近落潮流流向改变明显，均向南偏转，不再沿着围堤向外海流动。本工程实施后，流向改变较大的区域主要局限于工程区附近，距离该区较远的海域，涨、落潮流向基本不发生改变。

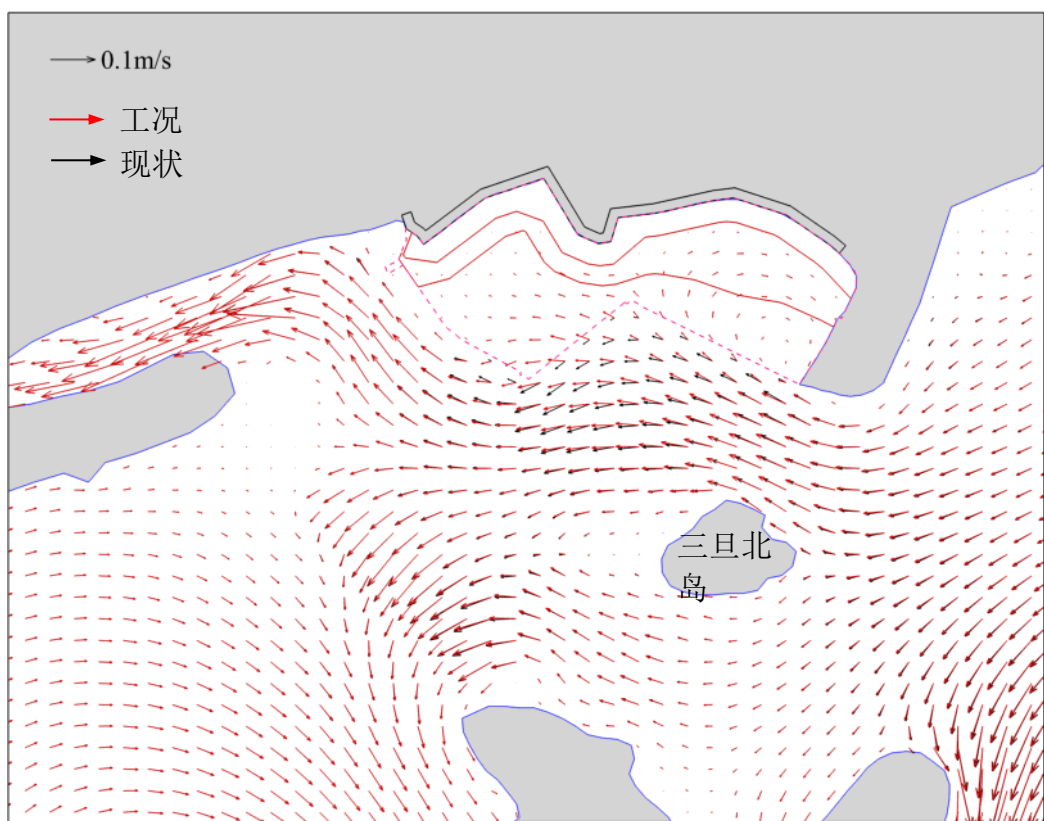


图 5.1-17 项目实施前后项目区周边海域涨潮流态变化

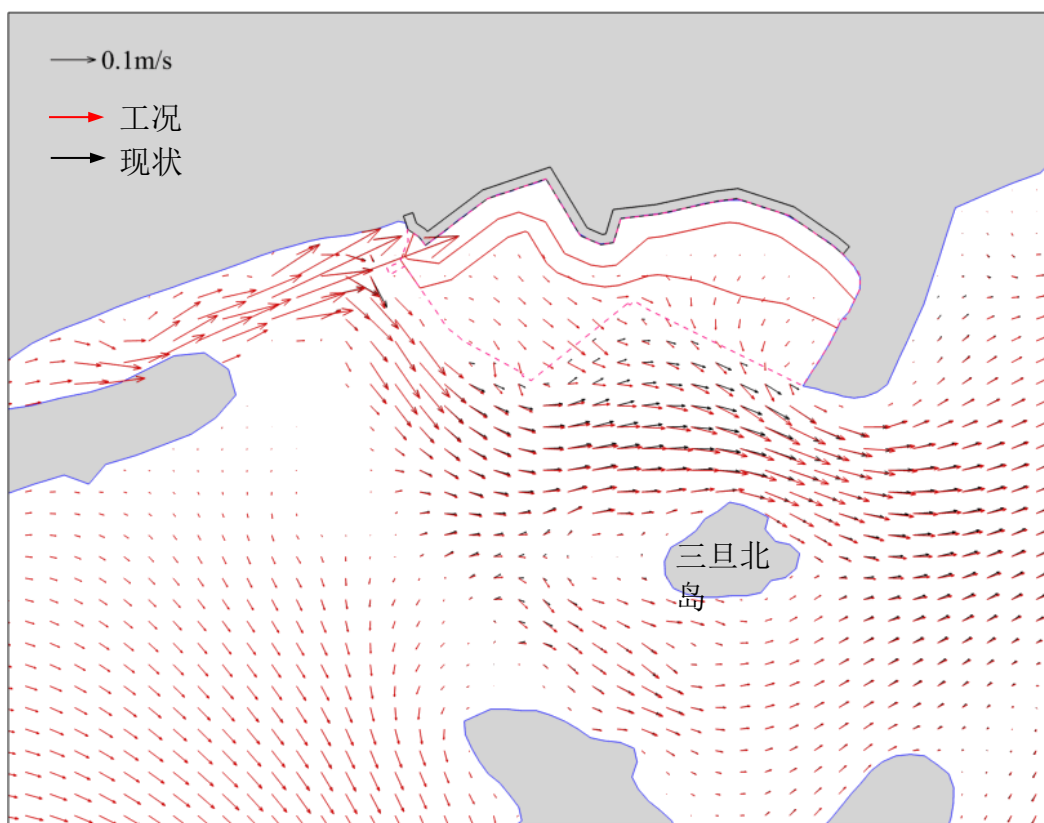


图 5.1-18 项目实施前后项目区周边海域落潮流态变化

5.2 海洋冲淤环境影响预测分析

5.2.1 泥沙输运控制方程

本次悬浮物数值模拟扩散模块沿用模型基本理论,对泥沙数值算法做适当改变以求提高计算准确度。泥沙输运方程表达式为:

$$(\partial(C_i)/\partial t + (\partial u(C_i))/\partial x + (\partial v(C_i))/\partial y) = 1/H \left(\frac{\partial}{\partial x} (HD_x) + \frac{\partial}{\partial y} (HD_y) \right) + Q_L C_L - 1/H \cdot S$$

$$H = h + \zeta$$

$$S = E - D$$

式中, (C_i) 是第 i 种泥沙的浓度, 本次模拟泥沙按单组分计算, $i=1$; D_x , D_y 为悬沙水平扩散系数; h 为水深, ζ 为水位; t 是时间变量; u 、 v 分别是 x 、 y 轴方向的潮流速度分量; Q_L 为源强含沙量浓度; E 为侵蚀项, D 为沉降项。

5.2.2 参数

(1) 侵蚀通量 E 采用 Van Prooijen 提出的公式计算:

$$E_i = \Delta t Q_i (1 - P_b) F_{bi} \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ci}} - 1 \right),$$

其中 Q_i 为侵蚀通量; P_b 为底质孔隙率; F_{bi} 为第 i 类泥沙的占比, 本次计算不考虑多组分泥沙; τ_b 底部剪切应力; τ_{ci} 为第 i 类泥沙的临界剪切应力, 当 $\tau_b > \tau_{ci}$ 时, 底床发生侵蚀。

泥沙的临界剪切应力由窦国仁推导出适用于粗细颗粒泥沙的起动公式:

$$\tau_c = k^2 \rho \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{3}} \left(3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g D_{50} + \frac{\gamma_0}{\gamma_0^*} \right)^{\frac{5}{2}} \left(\frac{\epsilon_0 + g h \delta (\delta / D_{50})^{1/2}}{D_{50}} \right)$$

式中, k_2 取 0.0164, ρ 表示水的密度, ρ_s 表示泥沙密度; D_{50} 为底沙中值粒径, γ_0 是底床泥沙干容重, γ_0^* 是底床泥沙的稳定干容重; ϵ_0 是粘结为参数, 其与颗粒成分组成的物理化学特性有关, 量纲为长度乘流速平方, 一般泥沙为 1.75, 粘土可达 17.5; g 是重力加速度; h 是水深; δ 是薄膜水的厚度, 经测定其值为 $2.31 \times 10^{-5} \text{cm}$; d_* 一般为 10mm, d' 是粗糙高度。

(2) 沉积通量由以下公式计算 (曹祖德和王运洪, 1994):

$$D_i = \alpha' \times w_i \times S_c \times (1 - \frac{\tau_b}{\tau_d})$$

α' 表示沉降概率，一般取 0.67~0.84； w_i 为泥沙沉降速度； S_c 为底部悬沙浓度； τ_d 为临界淤积切应力， $\tau_d = \frac{4}{9} \tau_c$ （曹祖德和王运洪，1994）。当 $\tau_b < \tau_d$ 时，悬浮体沉降到底床。

③海底活动底床层厚的计算采用 Harris and Wiberg 公式：

$$Z_a = k_1(\tau_{sf} - \tau_{ce}) + k_2 D_{50}$$

其中 k_1 ， k_2 分别为经验常数 0.007 和 6.0， D_{50} 为底床表层中值粒径。当底床剪切应力 τ_{sf} 大于临界侵蚀剪切应力 τ_{ce} 发生侵蚀时，则从下一层泥沙床层补充泥沙以保证表层床层厚度 Z_a 不变；反之，则发生沉降，并产生新的泥沙床层。

5.2.3 结果分析

受限于地形及水深，工程区及周边海域整体水动力较弱，涨潮流在项目区东侧海域就开始逐渐沉降。池塘围堤拆除后，潮流在流经岸滩整治区时，由于水体中的悬沙在未到达项目区时就开始沉降，因而流入岸滩整治区时水体中的含沙量较低。岸滩整治区的水动力较弱，涨、落潮最大流速约 0.07m/s，平均流速最大值约 0.05m/s，故该区内的底部切应力小，无法造成侵蚀，项目区内的泥沙会继续沉降造成淤积。因水体中的含沙量小，填沙后岸滩整治区的淤积的强度较小，整体年淤积量在 0~0.05m/a 之间，东南角淤积强度较大，其他区域的年淤积强度大多在 0.03m/a 内，围堤拆除区中部由于局地流速相对较大，该区年淤积厚度约 0.015m。项目区内向岸一侧随着底高程逐渐抬高，淤积强度也随之逐渐减小，至滩肩处淤积强度基本降至 0。

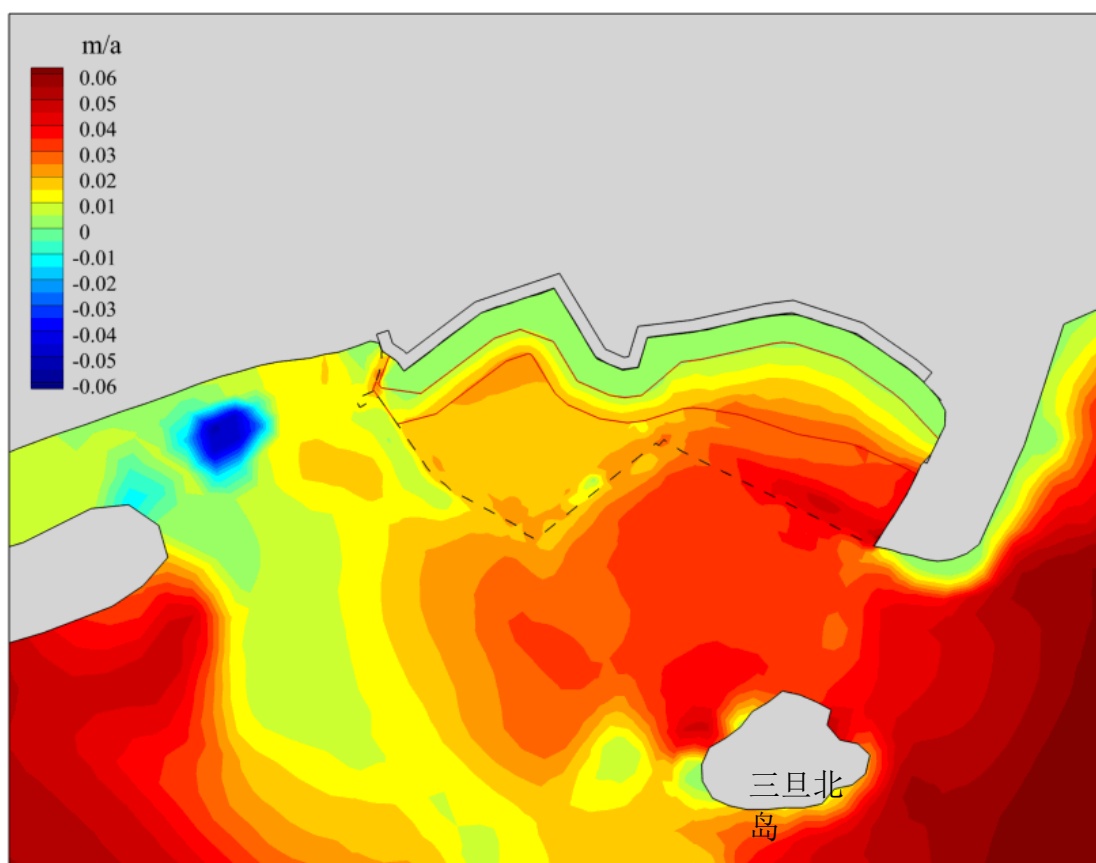


图 5.2-1 项目实施后周边海域年冲淤强度分布图 (m/a)

5.3 海水水质影响评价

5.3.1 施工期悬浮泥沙影响分析

本工程施工期悬浮泥沙影响采用定性分析，不开展定量预测评价。

本工程为海洋生态修复项目，施工工艺以退潮露滩、围堤内干滩施工为主，主体作业均位于现有围堤内侧区域。施工期间充分利用潮差规律，选择低潮位时段开展岸滩整治、淤泥清理、素填土开挖及生态护岸建设等工序，作业面基本处于干露状态，施工机械直接在滩面上作业，基本不扰动水体，无大规模泥沙悬浮现象，悬浮泥沙产生量极小。

工程仅在后期拆除旧海堤阶段涉及临水作业，该工序在涨落潮交替期间进行，少量堤体土石方受水流轻微扰动，会产生局部、瞬时、少量悬浮泥沙。由于旧海堤拆除范围有限，且采用分段、小规模拆除方式，泥沙扰动强度低；同时，周边海域水动力条件较好，水体交换能力强，少量悬浮泥沙一经产生，即可随潮流迅速扩散、稀释、沉降，影响范围局限于拆堤区域附近小范围水域，持续时间短、浓度低。

综上,本工程施工期悬浮泥沙仅在拆堤阶段少量产生,影响范围小、时间短、程度轻,对周边海域水质、水生生物及生态环境基本无不利影响。

5.3.2 施工期废水排放的影响

本项目施工期施工废水包括施工人员宿舍、办公区租用附近民房生活污水,施工期机械维修冲洗产生的生产废水。

(1) 施工生活废水

根据项目进度要求,工程施工期平均人数按 20 人计,生活污水产生量按 53.51 升/人·天计算,污水产生量为 1.070 吨/天,项目总施工期为 6 个月,施工天数以 160 天计,累计产生污水量为 171.2 吨,生活污水纳入当地民房现有的生活污水排放系统进行处理,通过污水管道排入污水处理厂,对周边水环境基本没有影响。

(2) 施工生产废水

施工生产废水主要来自施工器械维修、冲洗废水,主要污染因子为 SS、石油类,经临时隔油沉淀池处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中表 1 中车辆冲洗水质标准后回用于场地洒水抑尘。根据国内处理经验,施工机械冲洗废水应经沉淀、隔油处理后,可用于喷洒道路,基本不会对工程海域产生不良影响。

因此,项目施工产生的各类废水在采取相应环保措施后,基本不会对海水水质环境产生明显的影响。

5.3.3 运营期对海水水质环境的影响

本项目为海洋生态保护修复项目,属于非污染型项目,运营期基本不产生水污染物,不会对项目周边水环境产生影响。

5.4 海洋沉积物环境影响评价

5.4.1 施工入海泥沙对海洋沉积物的影响

项目施工过程中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围堰或堤脚附近海底,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。本工程对附近海域沉积物环境的影响主要表现在主要来源于沙滩补砂作业入海泥沙、旧海堤拆除产生的少量悬浮泥沙两方面。

工程补砂施工依托露滩作业开展，作业过程中少量砂石受潮流作用进入水体形成松散泥沙。项目填充物料主要来自外海采砂区需对填充物料进行成分检定，符合标准限值的物料才能用于本工程，不含重金属、有毒有害物质及其他污染物，泥沙理化性质与区域现有底质基本一致。入海泥沙颗粒沉降速度较快，仅会在作业区周边局部范围短暂改变表层沉积物厚度与粒径结构，不会造成污染物富集，待施工结束后，在自然水动力作用下，沉积物可逐步恢复原有状态。

旧海堤拆除工序仅在涨落潮时段滩面残留土方产生少量悬浮泥沙，泥沙源自原有堤体土石方，物质组分与周边滩涂底质相近，无外源污染物质。该部分悬浮泥沙浓度低、影响范围小、持续时间短，扩散沉降后仅局部小幅叠加表层沉积物，不会改变区域沉积物整体理化特征与环境质量。

总体来看，施工产生的泥沙均为清洁物质，未引入污染因子，对海域沉积物的扰动仅为短期、局部的物理影响，不会造成沉积物污染、生态劣化等问题，工程结束后海域沉积物环境可逐步恢复至现状水平，影响总体轻微。

5.4.2 施工期污水排放对海洋沉积物的影响

污染物排放入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。

本项目施工期产生的生活污水和清洁机械产生的生产废水分别经过处理后纳入当地生活污水排放系统和回用，均不排放入海，对沉积物环境基本上没有影响。施工中只要加强管理，并将施工生活垃圾和施工废弃物一同清运至垃圾处理场处理，避免直接排入海域，对工程海域沉积物的质量影响很小。

5.4.3 运营期对海洋沉积物的影响

污染物排放入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。

本项目在运营期间不产生污水；入海泥沙沉降过程中，沉积物中原有的污染因子会部分转移至水体中，其余部分仍保留在泥沙中，并随之沉降形成新的沉积物环境。项目填充物料主要来自外海采砂区（厦门新机场压载砂），需对填充物

料进行成分检定，符合标准限值的物料才能用于本工程。虽泥沙扩散再沉降可能使工程区附近局部表层沉积物类型、粒度参数等物理特性发生一定变化，但对表层沉积物化学指标基本不产生影响，不会引起海域总体沉积环境质量的变化。

5.5 海洋生态影响评价

5.5.1 施工期对海洋生态环境影响评价

本项目海滩生态修复的补砂过程不可避免对潮间带和浅海的生态环境产生影响。主要影响包括以下几个方面：施工机械的搅动作用，将破坏底栖生物的栖息地和生存环境，移动能力较强的部分生物可能逃离工程区，但绝大部分底栖生物将随着基底环境的变化而受损或消亡，从而导致生物资源损失，如底栖生物、潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼和无脊椎动物等。其中，特别是海滩生态修复将直接覆盖原有沙滩，原海域内无逃避能力的物种将遭到直接危害，如底栖生物、潮间带生物等，岸线整治使一些生物赖以生存的生境暂时丧失。考虑到本项目施工完成后将形成新的底栖环境，底栖生物、潮间带生物可重新形成生态系统。

5.5.2 运营期对海洋生态环境的影响评价

本项目各项污染物均能达标排放，且周边无海洋珍稀濒危物种；项目施工结束进入运营期后无新增永久构筑物，不会持续破坏底栖生境或阻断鱼类洄游。本项目的建设不会对周边海洋生态环境产生影响，对周边生态系统的结构与功能影响很小。

5.5.3 生物资源损失计算

5.5.3.1 用海造成的底栖生物临时损失

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(GB/T 9110-2007)的规定，根据建设项目内容分析项目造成的海洋生物资源损害，定量评估海洋生物资源经济损失。

本项目为海洋生态修复保护工程，在施工过程中会导致一定的海洋生物资源损失，本节海洋生物资源损失主要考虑：滩面清理、表层沉积物开挖和回填海砂造成的底栖生物临时性损失。本项目占有底栖生物临时性损失面积约为 2.311 hm²，根据调查评价区现状调查资料，潮间带底栖生物平均生物量为 465.77 g/m²，因此每年损失的底栖生物量计算如下：

临时造成的潮间带底栖生物损失量=临时占海面积×平均生物量=2.311 hm²×35.10 g/m²=10.764t。

5.5.3.2 生物量损失补偿估算

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

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

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

——一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；
——持续性生物资源损害的补偿分 3 种情况，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《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中生物资源损害赔偿和补偿计算方法中底栖生物经济价值计算，根据计算，项目导致的海洋生物经济损失额如下表所示。

表 5.5-1 海洋生物经济损失估算

海洋生物	类别	受损量	单价	换算比例	补偿年限	经济损失额 (万元)
底栖生物	表层沉积物开挖	10.764t	10 元/kg	100%	3 年	32.292

通过计算，本项目建设造成的海洋生物损失额总计 32.292 万元。

5.5.4 对重要经济鱼类“三场一通道”的影响分析

本项目建设不占用福建省近海的带鱼、大黄鱼和蓝圆鲹的产卵场、越冬场和索饵场，与带鱼、大黄鱼和蓝圆鲹的产卵场、越冬场和索饵场的最近距离均在 25 km 以上，空间上相距较远，从空间布局上已实现与重要渔业生境的有效避让。

项目施工及运行期产生的水文动力变化、水质扰动、悬浮物扩散等环境影响，均随扩散距离增加呈明显衰减趋势，对外海及较远海域的渔业生境影响有限，难

以对上述重要渔业生境形成显著叠加效应。项目建设不会改变带鱼、大黄鱼、蓝圆鲹三场的分布格局、生境规模与生态功能，不会对其关键栖息地造成占用、退化或破碎化，也不会阻隔或破坏上述鱼类的洄游通道。在采取合理施工时序、控制悬浮物扩散范围、降低水下噪声等减缓措施后，项目对三种鱼类的产卵繁殖、索饵育肥、越冬栖息及正常洄游行为均无明显不利影响，对区域重要渔业资源及其生境安全总体可控。

因此，本项目建设对“三场一通道”无影响。

5.6 大气环境影响评价

5.6.1 施工期大气影响分析

(1) 施工扬尘

施工期间，由于水泥及砂石等运输必然造成施工场地及运输路线附近环境的尘土飞扬。根据类比，周边的总悬浮颗粒物（TSP）浓度可达 $0.5\sim 2.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，静风时弥散范围达几十米，有风时颗粒物可被吹送百米之远。据有关资料，在尘源 30m 以内颗粒物浓度为上风向对照 2 倍以上，在尘源下风向 0~60m 为较重污染带，60~80m 为中污染带，80~150m 为轻污染带。在一般气象条件下，平均风速 $2.5\text{m}/\text{s}$ 时，施工扬尘影响范围为其下风向 150m 以内，对 150m 以外大气环境影响甚微。

本项目因机械施工及运输产生的扬尘（TSP）在未采取任何环保措施的情况下对附近村落如新沙堤村和寺庙有一定影响，其中距离寺庙的最近距离仅为 3 米，属于扬尘敏感区域，需针对性落实精细化防控措施，降低扬尘污染影响。

针对施工扬尘污染，可通过多项举措实现有效管控：施工阶段尽量规避大风天气作业，从源头减少大风起尘风险；常态化对施工场地、运输道路洒水抑湿，抑制扬尘产生；物料运输车辆严控装载高度，避免超载溢撒，减少运输途中物料飘散、掉落引发的扬尘污染；搭配施工围挡、遮掩屏障、临时挡墙等物理阻隔措施，进一步缩小扬尘扩散范围，最大限度降低对周边敏感点的环境影响。

此外，施工车辆运输引发的物料洒落一次扬尘、车辆行驶碾压产生的道路二次扬尘，是道路沿线扬尘污染的主要诱因，其产生量与污染程度和运输方式、路面状况、气象条件密切相关。结合过往施工监测经验分析，运输扬尘主要影响范

围集中在运输路线两侧 50m 内，影响范围与持续时间均具备局限性，落实全程抑尘管控后，可将环境不利影响降至最低。

(2) 施工机械、运输车辆排放废气

施工燃油废气主要来源于各类施工机械作业尾气、物料运输车辆尾气，核心污染物为二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）、二氧化硫（SO₂）等。该类废气虽单源排放浓度相对可观，但结合项目实际工况与区域环境条件，其对周边大气环境的影响较为有限。本项目规模小、工程量相对较小，投入的施工机械和运输车辆较少，在工程施工期间，施工机械、运输车辆等产生燃油尾气中含有 NO_x、SO₂、烟尘等污染物可通过加强管理，采用清洁能源原料等措施，减少废气产生。施工废气对环境空气有一定的影响，但一般仅局限于施工区域，对施工区域以外的环境空气影响较小。一旦施工结束，影响也随之消失。但施工单位在施工过程中还是应该尽量使用低污染排放的设备，日常注意设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转。

5.6.2 运营期大气影响分析

本项目主要工作包括开展海堤拆除、围海区疏浚、护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复等，工程运营期无车辆、机械等固定或移动排放源，亦不涉及物料堆存与运输作业，故不产生扬尘、尾气等废气，对周边大气环境无影响。

5.7 声环境影响预测与评价

本工程为生态修复项目，施工噪声主要来自施工机械和运输车辆，噪声值一般在 79~90dB（A）。根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）的规定，施工场界昼间的噪声限值为 70dB(A)，夜间限值为 55dB(A)。

5.7.1 施工期噪声影响分析

(1) 点声源预测模式

将施工设备视为点声源，其衰减公式如下：

$$L_2 = L_1 - 20 \lg r_2 / r_1 - \Delta$$

其中：L₁、L₂——距离声源 r₁、r₂（m）距离的噪声值（dB）；

r₁——点声源至受声点 1 的距离(m)；

r₂——点声源至受声点 2 的距离(m)；

△——噪声传播过程中由屏障、空气吸收等引起的衰减量。

(2) 不同施工阶段的各设备噪声预测结果分析

根据噪声预测模式预测计算，可得出在不同施工阶段施工设备噪声预测值，见表 5.7-1。

表 5.7-1 单台机械设备的噪声预测值（单位：L_{Aeq}：dB）

设备 \ 距离(m)	10	20	30	50	60	70	100	150
沙滩清洁车	76.0	70.0	66.4	62.0	60.4	59.1	56.0	52.5
装载机	84.0	78.0	74.4	70.0	68.4	67.1	64.0	60.5
自卸汽车	80.0	74.0	70.4	66.0	64.4	63.1	60.0	56.5
挖掘机	79.0	73.0	69.4	65.0	63.4	62.1	59.0	55.5
推土机	77.0	71.0	67.4	63.0	61.4	60.1	57.0	53.5
风镐	82.0	76.0	72.4	68.0	66.4	65.1	62.0	58.5
拖拉机	81.0	75.0	71.4	67.0	65.4	64.1	61.0	57.5
洒水车	73.0	67.0	63.4	59.0	57.4	56.1	53.0	49.5

(3) 施工厂界噪声的影响分析

由于施工机械和运输车辆一般均在室外作业，因此在进行噪声影响预测时，不考虑墙体、屏障的噪声衰减作用，同时项目夜间不施工。由表 5.7-1 可知，仅考虑距离衰减作用，施工阶段，在距施工点 50m 以外，装载机、风镐等高噪声施工机械的噪声影响基本可到 70dB 及以下，场界噪声昼间符合《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2025)。

施工期设备噪声的产生强度，与工程建设进度及施工设备投入规模直接相关。施工初期，运输车辆通行与各类施工设备作业较为分散，噪声影响呈现流动性、不稳定性特征，对周边环境的干扰程度相对较轻。进入定点开挖、建筑材料拌合等主体施工阶段后，固定噪声源数量增多，设备连续运行时间显著延长，对周边环境的噪声影响将逐步加剧。此类影响程度与距离密切相关，距声源越近、施工强度越高，噪声影响越显著。

与运营期噪声相比，施工期噪声影响具有暂时性、阶段性特点，其影响将随施工活动的结束而自行消除。

(4) 施工噪声对敏感点的影响分析

根据工程分析章节施工场地的布设情况，本工程受施工噪声影响主要敏感点

汇总于表 5.7-2 中，夜间不施工。根据现场调查及预测分析结果，本工程施工场地距离敏感点新沙堤社区距离较近，施工场界噪声排放难以满足《声环境质量标准》（GB 3096—2008）中 2 类区标准限值要求。

施工设备噪声来源主要为装载机、风镐、挖掘机等，为了减少噪声对周围环境的影响，应对施工期间噪声影响加强控制。施工单位应采取有效措施加以控制，尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声设备，加强对施工设备的维修保养等，尤其是禁止夜间高声作业，尽量减轻对周围环境造成影响。同时严格避开居民休息时段开展施工作业，严禁在夜间 22:00—次日 6:00、午间 12:00—14:00 使用高噪声施工设备。

表 5.7-2 受施工噪声影响的主要敏感点汇总表

敏感点 编号	敏感点名称	方位	距施工场界最近距离	噪声预测值 (dB(A))	
				昼间	夜间
1	新沙堤社区	北侧	约 67m	67.1	48.2
2	办公区	东北侧	约 61m	68.4	45.9
3	寺庙	东南侧	约 3m	84.0	45.9

（5）运输车辆噪声影响分析

本工程在施工材料、弃渣的运输过程中，运输车辆噪声将影响运输道路两侧居民房屋。根据类比分析，距载重汽车 10 m 处的声级为 79~85 dB(A)，30 m 处为 72~78 dB(A)；本工程每天运输车辆数较少，相对于川流不息的城市道路车流量来说，对周边居民区的影响较小。

5.7.2 运营期噪声影响分析

本项目主要工作包括开展海堤拆除、围海区疏浚、护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复等，施工期结束后，项目工程区域内无持续运行的机械设备，运营期不产生噪声源，对周边声环境无不利影响。

5.8 固体废物环境影响预测与评价

5.8.1 施工期固体废物影响分析

本项目施工期固体废物主要包括生活垃圾（清理海岸线的生活垃圾、施工人员产生的生活垃圾），建筑垃圾（工程垃圾），以及其他固体垃圾（岸滩清理产生

的底泥)等。项目施工均为干滩施工,不涉及施工船舶,无危险废物。

(1) 生活垃圾

项目生活垃圾包含岸线清理杂物与施工人员日常生活垃圾两部分,施工人员20人,生活垃圾产生系数 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$,日产生活垃圾 20kg ,全施工期累计产生生活垃圾 3.2t 。施工营地依托现有民房布设,施工现场设置密闭垃圾桶实行分类集中收集,岸滩捡拾的沿岸垃圾统一转运至石狮市垃圾处理场处置,生活区生活垃圾委托当地环卫部门定期清运处置。

各类生活垃圾全部实现规范化收运、合规处置,不在施工现场长期堆放,可避免垃圾随意丢弃、露天堆存受雨水淋溶产生渗滤液污染周边滩涂、近岸海域及土壤,也杜绝腐坏垃圾滋生蚊虫、散发异味影响周边人居与滨海生态环境,正常管控前提下生活垃圾对区域环境影响较小;只要落实收集清运制度,不乱抛乱弃,基本不会造成二次污染。

(2) 建筑垃圾

施工产生的废石料、废弃混凝土、残土等工程建筑垃圾,遵循就地资源化利用原则,优先回用至本项目回填工序,实现内部消纳利用。剩余无法回用部分统一归集堆放、规范装车外运至永宁镇转废盐田填海造地工程综合利用,不外排、不就地抛入滩涂及海域。

建筑垃圾均为惰性土石方类物料,无有毒有害组分,全部资源化处置,避免弃渣沿岸随意堆存被潮水冲刷入海、淤积潮间带,减少滩涂底质污染与海域悬浮物增量,建筑垃圾资源化处置后对周边海洋、陆域环境影响轻微。

(3) 岸滩清理底泥(其他固废)

本项目岸滩整治清理产生的滩涂底泥,大部分就地回填利用,剩余 $2.888\text{万}\text{m}^3$ 外运用于永宁镇废盐田回填造地,底泥全程定点堆放、密闭转运,不随意在滩面、海边临时弃置。

清理底泥取自本地原有滩涂,土质与区域滨海底质理化性质一致,不含危险污染物,物料就地回用+异地综合处置的方式,既避免底泥露天堆放遇涨潮冲刷入海、抬高局部海域悬浮物浓度,也防止废弃底泥占用岸线空间、破坏潮间带原有生境,底泥全部资源化利用,无废弃倾倒,对近岸水环境、沉积物环境影响可控。

(4) 小结

项目各类固体废物均落实资源化利用或合规清运处置方案,从源头减少固废弃置风险,在严格落实收集、转运管理措施条件下,施工期固体废物对周边岸滩、海域及居民区环境影响总体很小。

5.8.2 运营期固体废物影响分析

本项目运营期的固体废物主要来自护岸生态化工程植被管护人员产生的生活垃圾。运营期固废以生活垃圾为主,纳入现有环卫垃圾收集处理系统,经分类收集后由环卫部门清运,统一处理,对环境的影响很小。

5.9 陆域生态环境影响评价

5.9.1 工程占地

本项目陆域占地面积共计约为 0.4469 hm^2 ,其中永久占地面积为 0.2469 hm^2 ,临时占地面积约为 0.2 hm^2 。永久占地包括主体工程区的护岸生态化工程区 0.2341 hm^2 和退陆还海工程区 0.0128 hm^2 。临时占地主要为 1 个施工临时生产区约为 0.2 hm^2 。

项目永久占地主要是生态护岸和退陆还海工程,退陆还海工程涉及面积较小,项目占地类型为园地、水域及水利设施用地和其他土地,因占地涉及农用地,经石狮市发展和改革局同意,此地块由石狮市永宁经济技术开发公司作为建设单位进行备案,于 2025 年 11 月 27 日取得《福建省企业投资项目备案证明(内资)》(闽发改备〔2025〕C071560 号),用于办理农转用手续,并取得《建设项目用地预审与选址意见书》(用字第 3505812025XS0061536 号)。生态化护岸是线性工程,占地面积较小,对区域土地平衡影响很小。项目永久占地不涉及占用名木古树、重点保护及珍稀濒危野生动物及其保护区、栖息地、重要生境或迁徙通道等。

临时占地用于施工生产区,根据现场的场地条件和工程的进度要求,护岸前方场地较平整,可作为临时施工场地使用,共计占地面积约为 0.2 hm^2 ,占地类型为园地、水域及水利设施用地和其他土地。

本项目为生态修复项目,施工期办公及生活用地租用当地居民住宅,不设施工营地,利用项目周边现有空地布置临时施工区,临时用地在施工阶段造成土地利用类型的暂时改变,大部分用地在施工结束后短期内能恢复原有功能,因此本

项目施工期对土地资源的不利影响是暂时的。施工结束后，彻底清除填筑土方，恢复场地原有地形地貌，对于原有绿化植被的区域，完工后统一开展撒播草籽植被恢复工作，还原场地生态原貌。

5.9.2 三场设置

项目施工区位于工程前方的空地，设置土石方转运场，项目渣土在施工区临时堆放，运往永宁镇转废盐田填海造地工程，作为建筑回填材料，项目不设置弃渣场。

施工区是利用现状空地，不涉及生态公益林、基本农田、自然保护区等敏感区域。施工区位于城市建成区临海一侧，距离居住区有道路相隔，施工时对居民的影响较小。

施工土石方运输主要利用永宁镇的现有市政道路，不设置施工便道。

综上，从环境保护角度，本项目三场设置较合理。

5.9.3 施工期对植被资源及生态环境的影响分析

本项目陆域总占地面积 0.4470hm^2 ，包含永久占地 0.2341hm^2 、临时占地 0.2129hm^2 ，工程占地范围内无生态公益林、基本农田、珍稀植被及名木古树，现状植被以区域常见杂草、零星草本植物及小面积互花米草为主，植被群落结构简单、生态价值较低。施工过程对陆域植被及生态环境的影响主要为短期、局部的人为扰动，具体体现在以下几个方面：

（1）施工占地直接破坏植被

项目永久占地主要为生态护岸工程区域，属于线性带状施工区域，占地面积小、布局分散，仅小范围清理地表原有植被，对区域整体植被覆盖度影响极小。临时占地主要为施工临时生产区及退陆还海工程区，施工期间需清理、占压场地内原有草本植被，彻底剥离地表植物根系及表层植被，造成占地范围内植被短期消亡，是施工期植被破坏的主要区域。

（2）施工活动间接扰动周边植被

施工过程中机械设备进场、物料堆放、土石方临时转运、施工人员活动等，易对施工边界两侧未施工区域的原生植被造成碾压、踩踏破坏。同时，土石方开挖、转运过程中若堆放不规范，会覆盖周边地表植被，阻碍植物光合作用与土壤透气，导致周边零星草本植物枯萎死亡，小幅破坏局部植被完整性。

（3）施工扬尘抑制植被生长

土方开挖、物料堆放、渣土转运等工序会产生少量施工扬尘，扬尘沉降于周边植被叶片表面，会堵塞植物气孔，影响植被的呼吸、蒸腾及光合作用，短期抑制周边植被正常生长，对局部植被长势产生轻微不利影响。

（4）生态影响可逆，可快速恢复

本项目为生态修复类工程，无永久性大规模植被破坏。临时占地仅改变施工期土地利用类型，施工结束后将全面清理施工废弃物、平整场地，通过撒播草籽、恢复地表植被等生态修复措施，可快速恢复场地原有植被景观与生态功能。永久占地为生态护岸工程，完工后将构建生态化岸线植被体系，整体提升区域生态景观质量，因此施工对植被生态的影响为暂时性、可逆性影响。

5.9.4 施工期对野生动物资源的影响分析

经现场调查，工程区域地处滨海岸滩及城郊空地，无自然保护区、野生动物重要栖息地、繁殖地、觅食区及迁徙通道，区域内无国家重点保护、珍稀濒危陆生野生动物，仅分布少量常见小型陆生动物，如麻雀等小型鸟类、蜥蜴、蛙类及各类昆虫等，施工对野生动物的影响均为短期、轻微、可恢复的临时影响。

（1）施工占地挤占动物活动空间

施工临时及永久占地清理地表植被、平整场地，短期内破坏了原有小型野生动物的栖息、觅食环境，小幅挤占其活动空间，导致局部区域小型动物短暂迁徙、避让，区域内野生动物局部种群密度短期小幅下降。

（2）施工噪声与振动惊扰野生动物

施工机械作业、土石方转运、车辆通行产生的施工噪声及轻微振动，会对周边小型鸟类、蛙类、爬行类动物产生惊扰作用，使其远离施工区域，短期内改变局部野生动物的活动范围与栖息规律。但项目施工为分段作业、工期可控，无高强度、持续性扰民施工，惊扰影响范围有限、持续时间短。

（3）施工人员活动造成人为干扰

施工人员日常作业、走动活动，会进一步加剧野生动物的避让行为，同时不规范的施工活动可能对小型动物造成误伤。但本项目施工管理规范，且区域野生动物均为广布性常见物种，环境适应能力强、分布范围广，不会造成物种减少、种群破坏等永久性不利影响。

(4) 施工结束后生态逐步恢复

施工结束后，随着场地植被恢复、施工噪声及人为扰动消失，区域栖息环境逐步复原，周边野生动物将逐步回迁，恢复原有栖息、觅食活动，野生动物资源可完全恢复至现状水平。

5.9.5 施工期对水土流失影响分析

本项目施工期水土流失主要来源于场地平整、土方开挖、土石方临时堆放等施工活动。施工前场地原有地表植被、土层结构稳定，水土流失程度轻微；施工扰动地表后，表层土壤裸露、土体松散，抗冲刷能力大幅下降，在降雨、海风及潮流作用下，易产生轻微水土流失。

项目临时施工区利用现状平整空地布设，地形起伏小，土方开挖及填筑工程量可控，且项目土石方大部分实现内部回填利用，剩余渣土全部外运综合利用，施工现场不设置弃渣场，无大面积裸露松散土方堆存。同时，项目依托现有市政道路运输，不新增施工便道，大幅减少了地表扰动范围。

施工期间通过采取土方覆盖、分区施工、及时平整场地、完工后快速植被恢复等措施，可有效抑制土壤侵蚀与水土流失。整体来看，本项目扰动范围小、施工周期短，水土流失强度低、影响范围有限，仅为施工期暂时性影响，施工结束后随着植被全面恢复，区域水土保持能力可快速恢复，不会造成持续性水土流失及土壤生态破坏问题。

综上所述，本项目施工期陆域生态扰动均为局部、短期、可逆影响，未破坏区域核心生态资源，不影响区域生态系统稳定性。在落实植被恢复、水土保持、施工管控等环保措施后，施工期陆域生态环境影响总体轻微，可满足区域生态环境保护要求。

5.9.6 运营期陆域生态影响分析

项目陆域段为护岸生态化建设，修复工程实施后，可在一定程度上增加滨海植被带面积，提升岸线连通性与生物多样性。施工结束后无新增构筑物、无生产设施入驻，亦不产生废气、噪声与固废，运营期仅作为岸线防护与公众亲海空间，对陆域生态环境无不利影响。

5.10 环境敏感目标影响预测和分析

5.10.1 海洋环境敏感目标影响评价

5.10.1.1 对生态保护红线区的影响

本项目为生态修复项目，具体开展护岸生态化工程、岸滩整治、退陆还海、退围还海和沙滩整治修复工程。其中修复工程在拆除既有海堤区域涉及永宁海岸防护生态保护红线区。根据项目所在海域开发利用现状、项目用海特点及施工过程中对资源环境影响分析，将项目工程涉及的“永宁海岸防护生态保护红线”和海洋评价范围内涉及的“福建深沪湾海底古森林遗迹国家级自然保护区”作为敏感目标，并就项目建设对其产生的影响进行分析。

(1) 永宁海岸防护生态保护红线区

永宁海岸防护生态保护红线区位于项目西侧和东南侧，与海堤拆除工程重叠面积约 290.58m²。退堤还海过程中涉及的构筑物拆除及补砂活动施工期入海泥沙扩散对生态保护红线有一定影响，悬沙影响随施工结束随即消失，为暂时影响。通过海堤拆除和岸滩清理，将恢复红塔湾北段海滩洁净、细腻、平整的生态属性。项目实施过程中，不存在新增填海造地和新增围海，同时运用生态化减灾、多维度修复的理念，项目建设过程中不会对其产生明显的负面影响。项目建成后对生态红线区的影响是有利的，能显著改善生态保护红线内岸滩和水域生态环境，提升水域的生物多样性水平，符合生态保护红线的目标。

(2) 福建深沪湾海底古森林遗迹国家级自然保护区

福建深沪湾海底古森林遗迹国家级自然保护区位于项目西南侧，最短距离约为 5600m，因施工过程与保护区距离较远，施工扰动（如悬浮泥沙、局部水动力变化）难以扩散至保护区范围内。

(3) 泉州东部重要渔业资源产卵场生态保护红线区

本项目海洋环境评价范围包含泉州东部重要渔业资源产卵场生态保护红线区，该红线区为福建省划定海洋生态保护红线，核心管控功能为保护近海经济鱼类、甲壳类、头足类产卵、育幼、索饵栖息地，维护泉州湾及闽南近海渔业资源补充群体。

本项目施工海域位于泉州东部重要渔业资源产卵场生态保护红线北侧，工程主体不直接占用、不穿越该渔业产卵场红线范围，项目最近施工点位距泉州东部

重要渔业资源产卵场红线北边界 13km。施工工艺以退潮露滩、围堤内干滩施工为主，主体作业均位于现有围堤内侧区域。且在低潮位时段开展岸滩整治、淤泥清理等工序，作业面基本处于干露状态，施工机械直接在滩面上作业，基本不扰动水体，无大规模泥沙悬浮现象，不会在红线核心产卵区形成持续性高浊度水体。施工期间所有生产废水在岸上收集处置、不直排海域，对产卵场生物无显著不利影响。施工扰动范围内少量鱼卵、仔稚鱼、底栖生物受损，但扰动区域不涉及红线产卵场核心区；项目同步配套生态补偿等措施，可弥补临时生物损失，不会造成红线区渔业资源种群衰退。

综上，工程建设对红线区核心产卵育幼生态功能不造成破坏。

5.10.1.2 对湿地的影响

根据发布的国际、国家、福建省重要湿地名录，本项目未占用湿地名录中的重要湿地，紧邻的湿地类型为沙石海滩，最近距离约为 0m，最远距离约为 50m。

项目拆除堤坝过程产生少数悬浮泥沙，在潮流作用下向西南东北方向扩散，湿地沙滩交界带有少量植被缓冲，可截留部分悬浮泥沙，湿地本身对悬浮物有一定耐受力，项目施工期对湿地影响较小，短期可逆，施工结束后随泥沙沉降影响消失。

施工期机械噪声、施工灯光可能惊扰湿地栖息鸟类，应避免夜间作业、拉长施工距离。

项目完成施工后营运期基本不产生污染，对邻近湿地具有正面效益，为水鸟提供觅食、停歇的过渡生境，增加区域生物多样性。

5.10.2 陆域环境敏感目标影响评价

陆域环境敏感目标包括项目西最短距离约为 62m 的闽东南沿海水土保持与防风固沙生态保护红线、项目北侧距离约为 70m 的新沙堤社区、项目东南侧距离约为 3m 的寺庙及项目东北侧距离约为 63m 的办公区。

（1）噪声对居民活动区的影响

新沙堤社区和办公区因距离相对较远，影响相对较轻，在采取常规环保措施后可控制在可接受水平；寺庙距离项目极近，对废气、噪声更为敏感，影响更为显著，需作为重点保护对象，通过优化施工布置、强化抑尘降噪、合理安排作业时间等措施，最大限度减轻对寺庙的环境影响，确保周边环境敏感目标安全。

施工期的噪声影响是暂时的，高噪声主要出现在施工阶段，要求施工单位合理安排施工进度和时间，文明、环保施工，采取必要的噪声控制措施，降低施工噪声对环境的影响。施工活动结束，施工噪声也就随之结束，运营期内不产生噪声。

（2） 大气对居民活动区的影响

工程所在区域地势开阔，易于扩散，因此对区域的大气环境质量影响较小。在施工过程中可适当洒水，起到抑尘的效果。在运输物料过程中，不要装载过满，避免在运输过程中飘散和掉落造成粉尘污染，并通过适当洒水可有效抑尘。机械尾气对环境的影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失，且由于运输车辆的流动性，施工机械较为分散，各个单元废气产生量有限，因此可预计该类污染物对区域环境空气质量和附近村庄的影响很小。

（3） 对闽东南沿海水土保持与防风固沙生态保护红线的影响

项目施工过程中设置的临时占地位于项目范围内，不额外占用红线区原生植被带；施工过程中不砍伐或移植防护林，不在红线区域内动工，因此对闽东南沿海水土保持与防风固沙生态保护红线基本不产生影响。

6 环境风险评价

6.1 环境风险调查与识别

“环境风险”是指在一定时间内，因人类行为以及与人类密切相关的自然行为，或在人与自然相互作用过程中引起的、具有不确定特征和可能对人类健康、生命财产及周围环境造成危害的环境事件发生概率。

本项目为海洋生态修复工程，施工区域均位于露滩，不设置施工船舶，无海上作业环节。项目生产运营及施工过程不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中所列有毒有害、易燃易爆危险物质，现场无危险化学品储罐、堆场及转运设施，仅施工机械随车携带少量柴油、机油，储存量极小，未超过危险物质临界量。

结合项目滨海区位与工程特点，识别潜在风险如下：

（1）施工机械油品泄漏风险：挖掘机、自卸车等设备油管破裂、操作不当，造成少量燃油/机油泄漏，污染滩涂土壤及近岸海水；

（2）海洋自然灾害次生风险：施工期遭遇台风、风暴潮、短时强降雨，导致临时堆土、砂石被冲刷入海，增加海域悬浮物，破坏局部滩涂生境；

（3）生态扰动风险：施工扰动滩涂后，引发底栖生物受损、互花米草残留植株再次扩散等生态风险，植被种植引起的外来物种入侵风险。

根据 2023 年 6 月自然资源部发布的全国海洋灾害综合风险等级图，石狮市沿岸的灾害等级为Ⅱ级，风险等级较高，该区域属亚热带海洋性季风气候，发生的海洋灾害主要有热带气旋（台风）和风暴潮。

全国海洋灾害综合风险图V2.0

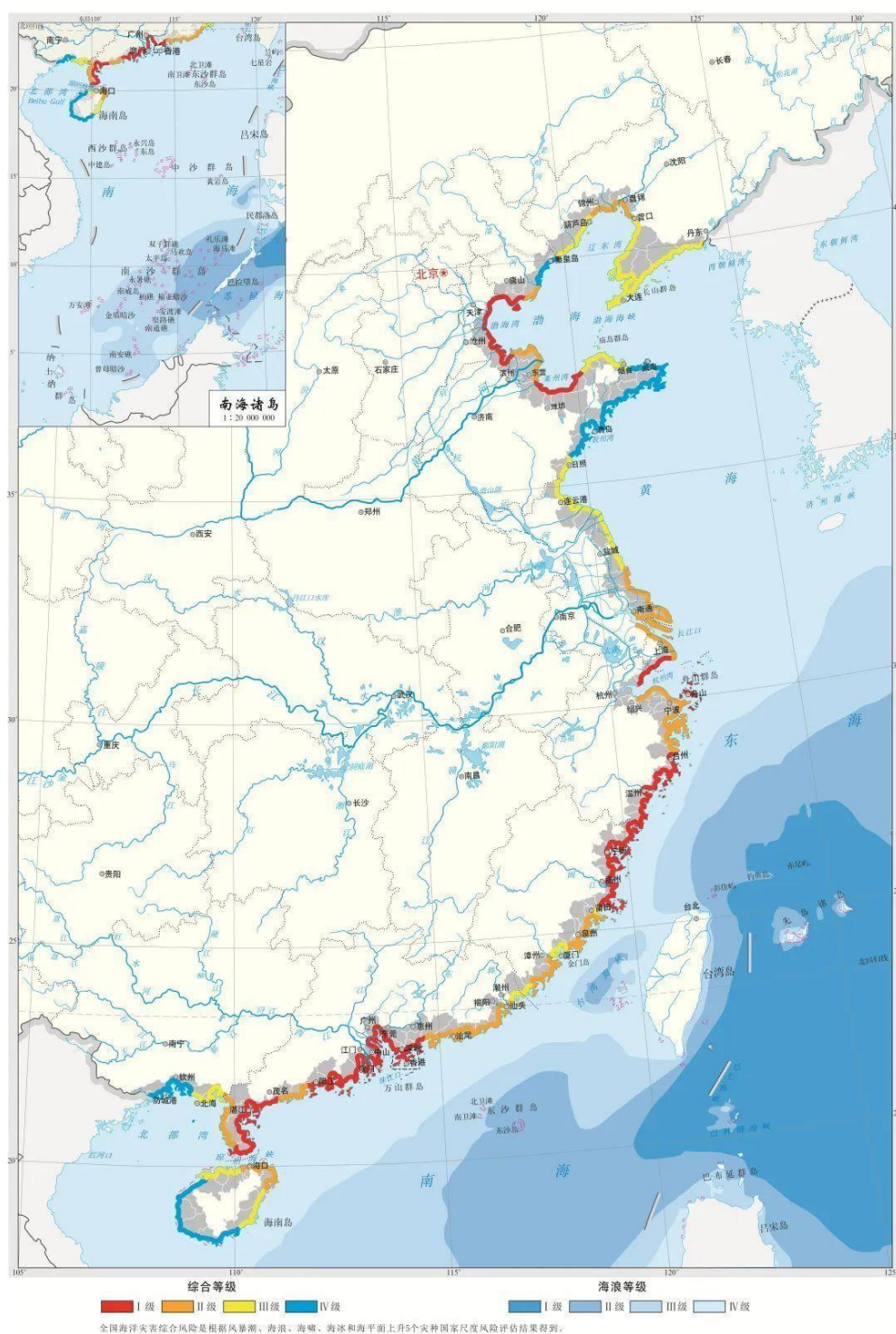


图 6.1-1 全国海洋灾害综合风险图

6.2 环境风险潜势判定

依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)开展风险潜势初判,本项目危险物质种类少、存储量极低,环境风险潜势为 I 级。按照导则要求,本

项目不开展定量环境风险预测评价,仅进行定性分析并制定风险防控及应急措施。

6.3 风险防范与应急措施

(1) 机械油品管控措施

施工机械定期检修维护,杜绝“带病作业”;加油、检修作业划定专属区域,铺设防渗土工布;配备吸油毡、防渗桶等应急物资,一旦发生微量泄漏,立即收集处置,油污废物交由有资质单位处置,严禁入海。

(2) 自然灾害防控措施

密切关注气象、海洋预警信息,在台风/风暴潮来临前,及时撤离施工人员、转移小型机械,对临时土方、物料进行压实、覆盖、围挡,防止冲刷流失;雨后及时清理滩涂散落泥沙,恢复场地原貌。

(3) 生态风险防控措施

严格划定施工范围,控制作业扰动面积;合理安排施工时序,避开海洋生物繁殖高峰期;互花米草清除后及时清运残体,防止再次繁衍扩散。

6.4 台风、风暴潮风险分析

本项目位于福建省石狮市永宁镇红塔湾旅游公路靠海一侧,根据 2023 年 6 月自然资源部发布的全国海洋灾害综合风险等级图,石狮市沿岸的灾害等级为 II 级,风险等级较高,该区域属亚热带海洋性季风气候,发生的海洋灾害主要有热带气旋(台风)和风暴潮。

台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水,具有较大的破坏性,可能造成沙滩修复区沙滩受海流冲刷流失等事故,风险性增大。若项目施工过程中,遇台风正面袭击,未完工的修复工程受台风浪和风暴潮袭击,可能发生损毁,引起泥沙流失,从而影响周围海域资源与生态环境。

项目施工过程中,若遇台风正面袭击,施工工程受风暴潮和台风浪袭击,可能发生部分损毁,从而影响周围海域资源与环境。因此,工程施工应尽量避免台风季节,避免造成巨大的经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响;同时,做好防台风袭击的各项应急预案和措施,如与气象、水利等部门联系,加强预报预警工作;加强工程质量管理,确保基础处理、相关防护工程严格按设计方案进行施工,将发生工程质量事故的可能性减少到最低程度等。

对本项目来说,最大的自然灾害风险主要是台风风暴潮对工程施工期造成的

影响，台风带来的巨浪和风暴潮破坏力巨大，可能会破坏堤坝，对施工设备、人员和工程项目造成影响和损失。

6.5 台风、风暴潮风险应急方案

为了最大限度地减轻因台风、风暴潮造成的损失。建设单位需成立防台风、防风暴潮应急领导小组，并制定防台风、防风暴潮应急预案。进一步加强防台风、防风暴潮应急活动的管理，保证应急工作高效、有序地进行。应急领导小组职责如下：

- （1）根据季节特点召开小组会议，研究部署防台风、防风暴潮应急工作。
- （2）督促和组织作业管理中心防台风、防风暴潮应急预案的演习，对有关人员进行培训。
- （3）组织做好应急物资和设备储备（如应急车辆、应急照明灯、灭火器、沙袋、绳索等），并安排专门的地方存放，指派专人管理。
- （4）一旦接到防台风、防风暴潮的通知，应急小组要立即向下级部门传达并紧急做出部署。
- （5）领导、协调、解决防台风防风暴潮中急需解决的重大问题。

7 环境保护对策措施及其可行性分析

7.1 施工期环境保护对策措施

7.1.1 施工期水环境保护措施

(1) 施工废水处理措施

岸滩整治修复工程实施时，由于岸滩开挖、清理会产生少量含悬浮物的冲洗废水。退堤还海工程推进过程中，海堤拆除过程中产生的含泥、含砂废水。针对这两项工程，施工期间应遵循退潮露滩后施工的原则，采用挖掘机精细化作业，最大限度减少施工废水污染。

护岸生态化修复工程实施时，混凝土浇筑、养护过程中会产生少量泥浆废水。待自然蒸发后再开展后续施工，避免废水污染海域。

机械清洗产生的含油废水，须经隔油处理，采用“自流式初沉-隔油-沉淀处理工艺”，废水经处理达标后回用。

(2) 施工人员生活污水

施工人员将依托当地居民污水处理设施或附近已有的公共卫生设施进行处理，统一排入市政污水管网；营运期管护人员主要在当地民房居住，产生的生活污水纳入当地居民污水处理设施处理；排入市政污水管网的污水，应达到《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)表 4 中三级标准（其中氨氮达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)表 1 中 B 级标准），严禁排入周边海域。

(3) 优化施工流程

建设单位在制定施工计划、进度安排时，应充分考虑到附近海域的环境保护问题，合理安排施工数量、位置及进度，尽量缩短工期，减少施工过程对海水水质和底质的影响时间。施工过程中需加强管理，文明施工，定期对设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复。

(4) 施工单位加强相关管理措施

建设单位应会同地方主管部门做好施工过程的环境监控和水环境的监测检查工作，施工承包合同中应包括有关环境保护条款，施工单位应严格实施；在施工招投标过程中，业主与施工单位签订施工合同，应明确施工工艺，必须采取清洁生产工艺，并明确施工过程中造成环境污染的责任方。

7.1.2 施工期大气环境保护措施

(1) 施工扬尘及运输扬尘控制措施

加强施工现场管理，水泥、沙石料应统一堆放，设置盖棚，起尘严重的场所加设挡尘设施。

对施工作业时产生的少许粉尘，可采用洒水的措施抑尘。运输车辆采用防尘网覆盖车身，沿途经过敏感目标时应降低车速，防止土石方散落。

定期清扫施工场地、运输道路的洒落物，并配置洒水车，每天对运输道路和施工场地进行 2~3 次洒水，同时保持场地和道路平整，以减轻施工场地和运输道路的扬尘污染。

(2) 施工机械和车辆废气控制措施

施工车辆尽可能使用耗油低、排气量小的密闭化大型车辆。

载重车辆设备选型时优先选择符合最新排放标准的运输车辆，减少大气环境污染。

合理调度进出工地的车辆，避免堵塞，减少汽车怠速行驶时尾气的排放。

在燃柴油机械的燃料中添加助燃剂使合格燃油，使燃料油燃烧充分，降低尾气中污染物的排放量。

正确使用和保养维修机械设备，使其处于良好的运行状态。

7.1.3 施工期声环境保护措施

(1) 执行国家或地方对施工噪声的管制条例，施工场界执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2025)，敏感目标执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中 2 类区标准。控制施工期噪声的影响，若确实需要多台高噪设备同时运转，造成施工场界噪声超标，则必须安装必要的降噪减振措施。

(2) 施工应避开居民休息时间，在夜间 22 点-6 点以及中午 12 点-14 点休息时间内禁止进行高噪设备施工；合理安排高噪声机械的作业时间，避开敏感时段，最大限度地减轻噪声影响程度。

(3) 优先选用性能良好的低噪声施工设备，日常应注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

(4) 提高工作效率，加快施工进度，尽可能缩短施工建设对周围环境影响。

(5) 建设单位应责成施工单位在施工现场张贴布告和投诉电话，建设单位

在接到投诉之后应及时与当地环保部门取得联系，以便及时处理各种环境纠纷。

(6) 为保护施工人员的健康，应合理安排施工人员的作业时间、作业方式，减少接触高噪音的时间，对距噪声源较近的人员，除采取必要的个人保护措施外，应适当缩短劳动作业时间。

(7) 工程施工期间在靠陆一侧设置施工围挡，同时应将高噪声设备布置在远离敏感点一侧；

(8) 护岸生态化修复工程、岸滩整治修复工程、退堤还海工程、退陆还海工程产生的固体废物，在需进行运输时，应尽量避免夜间时段，降低运输车辆产生的噪声对周边声环境敏感目标的影响。

7.1.4 施工期固体废物保护措施

(1) 护岸生态化修复工程、退堤还海工程、退陆还海工程实施时，产生的弃土、破旧护岸拆除的碎砖石等固体废物妥善处理，杜绝固废入海。

(2) 岸滩整治修复工程实施时，清理出的零星石块、互花米草残株、根系等废弃物应及时清运，避免残留物污染。

(3) 施工人员产生的废生活用品、废包装材料及厨房垃圾等固体废物，应由当地环卫部门分类收集后并转移至垃圾场统一填埋处理，不得排放入海。

(4) 项目实施过程中，产生的建筑垃圾需经常清理，每周整理施工现场一次，以保持场容场貌整洁。设置杂物停滞区、垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人和定期清除的周期。施工期垃圾由各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋。施工单位应建立施工期垃圾的管理和回收处理计划，施工垃圾应定点集中堆放，尽量回收利用，不能回收应运往市政垃圾处理场进行无害化处理。

7.1.5 施工期生态保护措施

7.1.5.1 海洋生态保护措施

(1) 工程建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，指导设计、施工、环境管理，把生态环境保护纳入工程方案设计过程中，把工程施工对海洋生态环境带来的不利影响控制到最低程度。

(2) 施工作业尽量降低在鱼类产卵、索饵等敏感时期的施工强度，以减轻对鱼类等水产资源造成的损失。

(3) 施工应选择海况良好，避免恶劣天气，防止引起海域泥沙不必要的扰动。

(4) 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，降低工程对海洋生态环境的影响。

(5) 退堤还海工程实施时，应避开涨潮时段，减少对海水的扰动，保护周围底栖生物、浮游生物生存环境。

7.1.5.2 陆域生态保护措施

(1) 建设单位应避开雨季施工，减少裸露土壤的面积，防止水土流失。施工区填筑后，未立即使用的，需采取临时覆盖等临时防护措施，以防止施工期遇暴雨产生水土流失。

(2) 加强施工人员管理，规范施工活动，增强施工人员环保意识，禁止施工作业对项目范围内的陆地植被造成破坏。

(3) 严禁在施工区等区域猎鸟、捕鸟、毒鸟，以及捕杀两栖类等其他野生动物，对附近村民要大力宣传，增强环保意识，并注意运用法律和经济手段加以保护。合理安排施工进度和施工强度，降低对鸟类栖息、觅食等的干扰。

(4) 施工过程中应采取边挖、边运、边填、边压的方式，避免大量松散堆积土方造成的严重水土流失。

(5) 在建筑材料运输等各种施工过程中，应加强石、土、泥、沙等散失控制和掉落防范，严格按照操作规程，科学安排作业程序。

7.2 营运期污染防治措施

本项目营运期主要为后期管护，主要对本工程项目完成的全部工程内容进行常规性、周期性管护，管护期 3 年。

(1) 聘请专业人员进行管护，定期对项目区进行巡查、清理垃圾。

(2) 对岸线进行管护，整治岸滩环境管理。

7.3 环境保护措施可行性分析

根据工程特点和作业条件实际情况，报告提出了减少施工期内污水、扬尘、噪声、固体废物以及运营期内生活污水和生活垃圾对周围环境目标影响的各项环保工程措施与对策建议。从经济技术层面分析，上述举措充分结合项目自身特性

与区域环境特点，所采用的工艺技术兼具成熟度与可行性。

在风险防控措施方面，方案既明确了建设单位与施工单位的主体责任要求，又充分吸纳现有风险防控实践经验，具备较强的可操作性。

8 环境影响经济损益分析

环境保护技术经济合理性分析,是环境影响评价工作体系中的一项重要内容,在于核算建设项目环保投资规模,并对应评估项目实施产生的效益。基于此,在开展环境经济损益分析时,不仅要量化统计污染治理相关的投入成本,还需同步核算项目能够产生的经济效益、生态效益与经济效益。

但需要注意的是,经济效益具有直观显性的特点,往往可通过货币形式直接测算;而对生态造成的影响多为隐性影响,难以直接进行货币量化。因此,现阶段对环境影响开展精准的经济量化分析仍存在较大难度,实践中大多采用定性分析与半定量分析相结合的方式进行研究论证。因此,本章节对项目实施的效益采用定性分析与半定量分析相结合的方式进行研究论证。

8.1 环保设备与环保投资估算

本工程环保投资主要包括施工期环境监理费、工程生态监测与修复效果评估费用、扬尘防治措施费等,主要环保工程投资估计约 90.13 万元,占工程总投资 6.28%,具体详见表 8.1-1。

表 8.1-1 工程环保投资一览表

项目	合计(万元)	备注
施工期环境监理费	20.00	开展现场监理、环保管控、问题整改、过程验收等全部环保监理工作所发生的费用
工程生态监测与修复效果评估费用	70.00	涵盖生态监测、修复效果核查、评估分析、成果编制全流程工作措施
扬尘防治措施费	0.13	为管控土石方开挖、物料堆放、运输装卸、施工作业等环节产生的扬尘污染,落实围挡、降尘、抑尘、防尘、保洁等各类扬尘防控措施所发生的全部费用

8.2 项目经济损益分析

8.2.1 社会经济效益

8.2.1.1 直接经济效益分析

本项目通过退养还湿、岸滩整治、退围还海、护岸生态化修复、沙滩修复等措施,旨在恢复海洋生态系统,提升区域生态环境,并营造良好的亲水空间。该

项目的实施可提高海岸线防灾减灾能力，保护区域沿岸社区生命财产安全，项目区后边即石狮市黄金海岸景区，是石狮市旅游景观完善的需要，对提高石狮市旅游景观品位具有重要的现实意义，生态护岸建设和海滩的修复建设丰富了石狮市旅游资源，可促进后疫情时代游客量的增长，也会带来一定的直接经济效益。海滩修复拓展扩大的亲水空间、休闲空间及其产生的旅游吸引力，对区域的旅游产业也会贡献更多的劳动力就业机会。工程综合修复的成果对周边区域的强大生态辐射效应，对于维持、恢复和丰富更为广大区域的环境资源有着重大作用。

8.2.1.2 间接经济效益分析

本项目建设，将丰富、完善石狮市滨海旅游资源，推动石狮市旅游经济的发展。因此本项目实施可以改善海洋资源环境，减轻海洋环境污染造成的经济损失；而海洋生态环境质量的提升，也有利于促进当地生态旅游的开发利用潜力，吸引当地居民和游客消费，间接提升石狮市海洋经济第三产业的发展。

8.2.1.3 潜在经济效益分析

该项目的生态修复与建设会带来更多的旅游客源，吸引旅游等相关产业向该地区布局，有利于提升当地旅游度假区招商引资的竞争力。优化石狮市海洋经济布局，促进海洋经济与陆域经济统筹协调发展，形成人与自然的和谐空间结构，提升当地经济布局，促进旅游经济的发展。

8.2.2 社会效益分析

石狮市拥有丰富的滨海旅游资源，需充分发挥旅游资源的集聚优势，促进区域的旅游业发展。本项目的建设，对于拓展石狮市滨海旅游空间，保护海岸后方道路及建筑设施，促进石狮市海洋生态和谐，具有巨大的社会效益。

8.2.3 生态效益分析

通过开展生态修复工程，有利于恢复石狮市海滩自然面貌，提高海滩生态安全，降低修复岸段海滩中的后滨沙地侵蚀现象。本项目实施后提高了海岸线以外亲水空间，可以有效提高该岸段海岸防护和防潮能力，提升海岸生态功能和资源价值，具有良好的生态效益。

8.3 环境保护的技术经济合理性分析

8.3.1 施工期环保措施经济技术论证

8.3.1.1 施工期水环境保护措施经济技术分析

本项目施工期水环境保护措施围绕优化施工流程、生活污水排放、加强管理措施开展。整体技术成熟、实施难度低。环保措施投入成本适中，经济效益高，以管理优化、制度约束、监测监控为主，生活污水处理依托村庄现有设施，节省费用。总之，施工期水环境保护措施技术经济合理可行。

8.3.1.2 施工期大气环境保护措施经济技术分析

本项目施工期大气环境保护措施围绕施工扬尘及运输扬尘控制措施、施工机械和车辆废气控制措施开展。采取的大气保护措施均为工程建设领域成熟、通用的防治技术，可操作性强。扬尘控制仅需棚布、简易盖棚、挡风抑尘设施、洒水车等简易投入，造价低、利用率高。综上，大气环境保护措施技术成熟、可操作性强、投入合理、效益明显，技术经济上合理可行。

8.3.1.3 施工期声环境保护措施经济技术分析

本项目提出的声环境保护措施均为建筑施工领域成熟、通用的噪声管控技术，无复杂工艺门槛，可操作性强、管控效果明确。声环境保护措施以管理优化和简易技术措施为主，整体投资成本合理、运行费用可控，综合效益显著。综上，声环境保护措施技术经济上合理可行。

8.3.1.4 施工期固体废物保护措施经济技术分析

本项目提出的施工期固体废物处置措施围绕生活垃圾、建筑垃圾处理，均为建设项目通用、成熟的固废管理措施，技术路线清晰、可操作性强、无技术壁垒。主要投入垃圾箱、集中堆放场地围挡、人工清扫、定期清运等费用。固废处置措施投入适中、效益显著。综上，固体废物环境保护措施技术经济上合理可行。

8.3.1.5 施工期生态保护措施经济技术分析

本次施工期生态环境保护措施分为海洋生态保护、陆域生态保护两大类，严

格遵循“预防为主、保护优先”原则。保护措施均贴合施工实际，技术成熟、可操作性强，能有效降低施工对生态的不利影响。保护措施以管理优化、常规防护措施为主，性价比经济合理。综上，生态保护措施技术经济可行。

8.3.2 运营期环保措施经济技术论证

运营期内，管护人员定期巡查项目区域，产生的生活污水和生活垃圾量较少，经预处理暂存后，由专业单位转运至污水处理厂和环卫垃圾收集处理。

上述措施操作简便、投资较低，基本可实现达标排放要求，技术经济可行。

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理的目的和任务

环境管理作为工程全周期管理体系的关键组成部分，是保障各项环保举措落地见效的核心抓手。其根本目标在于推动工程各阶段环境保护措施的有序落实，最大限度地减少工程施工与运营过程中产生的不良环境影响，最终促成工程建设、生态环境保护与区域经济发展的协同共进。

9.1.2 环境管理体系

工程环境管理是一项技术性、专业性、政策性很强的工作，健全管理制度建设，是保障项目顺利实施的前提。应建立较为完善的制度。本项目将采取以下制度综合管理工程项目开展。

监督管理依据国家现行法律法规及相关政策文件，对照工程需满足的环境标准与管控要求。平时将日常巡查和定期检查相结合，对检查中发现问题的项目，督促责任单位或相关单位落实整改，以保障项目建设顺利开展。

建设单位严格执行国家与地方环境保护相关法律法规、政策标准，全面落实各项环保措施，并按照环保要求对工程建设及运营全流程实施统筹管控。施工期主要职责为优化、组织及落实工程施工阶段各项环保措施，确保项目建设全过程符合环境保护相关要求，对工程建设环保工作负连带责任。运营期内，管理由工程运行管理单位全权负责，核心任务为持续优化并落实施工后续的各项环境保护措施，保障工程运营期环境质量稳定可控。

9.1.3 环境管理职责

9.1.3.1 施工期

为保障项目推进过程中的生态环保要求落实到位，建设单位需组建专项环境管理办公室，并配备具备专业资质的环保人员，全面统筹施工阶段的环保举措核查与落地工作。相关环境管理事务需在属地生态环境主管部门的监督指导下规范开展，其核心管理职责明确如下：

（1）施工方案审查

组织专家对施工单位提交的施工方案进行详细审查，确保方案符合海洋生态修复项目的目标和要求。方案应涵盖施工流程、技术措施、资源配置、工期安排等内容，并对可能影响海洋生态环境的因素进行充分评估和应对规划。例如，对于护岸生态化建设项目，施工方案需明确技术细节，以及在施工过程中如何避免对周边海洋生物和生态系统造成损害。

（2）施工人员培训

对参与施工的所有人员进行专业培训，包括海洋生态保护知识、施工技术规范、安全操作规程等方面。培训内容可包括海洋生物识别与保护，在施工中采取避让或特殊保护措施；施工技术培训如底质沉积物投放的正确方法、护岸植被种植技巧等；安全培训则涵盖海上作业安全防护等，确保施工人员具备相应的能力和意识。

（3）施工材料和设备准备与检验

严格筛选施工材料，确保其质量符合相关标准和项目要求，所用材料应具有良好的耐久性和稳定性，且不会对海洋环境造成污染。对材料进行检验，包括材料的物理性能、化学成分等检测，出具检验报告并备案。对施工设备如挖掘机械、种植设备等进行全面检查和调试，确保设备运行良好。检查机械设备的性能参数是否正常，设备的维护保养记录是否齐全，在施工前进行试运行，发现问题及时解决。

9.1.3.2 运营期

后期管控措施则是保障修复效果持久与生态系统持续稳定的关键。工程项目实施竣工验收后，按照不同类型修复工程的特点，开展定期监测、检查和维护管理，评估其持续性效果和生态服务功能，并以此进行适应性管理。由相应的管理部门完善管理制度及监测体系，依据修复工程的目标与前期监测数据反馈，动态调整监测指标，确保项目按设计正常运营，发挥应有的效益。

9.1.4 环境管理制度

（1）环保责任落实制度

在项目环保管理体系架构中，构建层级清晰的环境保护责任机制，明确各环保管理机构的核心职责、履职边界及考核标准，确保责任链条无缝衔接、落实到

人。

（2）分级协同管控制度

建立由各参建单位分工协作、各司其职的分级环保管控体系。明确污染治理、生态保护设施建设及配套措施的具体要求与履约标准，交由各施工承包单位牵头落地实施。建设单位环保办公室牵头开展定期专项督查，督查结果同步上报建设单位管理层及监理单位，由监理单位负责跟踪督促施工单位完成问题整改闭环。同时，由环境监理与工程监理联动开展日常巡查管控，环境保护领导小组统筹组织定期全面排查。

（3）监测预警与动态调整制度

环境监测作为环保管理部门精准掌握施工区域及周边环境质量状况的核心手段，为科学开展环境管控提供数据支撑与决策依据。委托具备对应监测资质及技术能力的专业机构，严格按照既定环境监测方案，定期对工程影响区域及周边环境质量进行监测分析，及时提交监测报告及数据评估结论。结合监测结果动态研判环境变化趋势，针对性优化调整环保措施，提升污染防控与生态保护的精准度。

（4）“三同时”合规验收制度

严格遵循《建设项目环境保护“三同时”管理办法》要求，工程污染防治设施及其他公害治理措施，必须与主体工程同步完成设计、同步组织施工、同步投入使用。涉及“三同时”要求的相关项目，需严格依照合同约定及行业规范，经相关主管部门验收合格并出具正式文件后，方可投入正式运行。污染防治设施投入使用后，严禁擅自拆除、闲置或擅自更改运行参数，确需调整的需履行审批手续。

（5）突发环境事件应急处置制度

工程施工期间，若发生环境污染事故或其他突发性环境事件，施工单位需第一时间启动应急处置预案，采取有效补救措施遏制污染扩散。同时，立即通报可能受影响的海域相关单位及群体，并同步上报建设单位环保管理部门与地方海洋行政主管部门，主动配合调查处理工作。后续需全面核查事故成因，明确责任单位及责任人，依法依规给予行政处分或经济处罚；对涉嫌触犯国家法律的，依法移交司法机关处理。

（6）环保宣传教育制度

为全面强化工程管理人员、施工人员等全体参建者的环保意识，建设单位环保管理机构需常态化开展宣传工作，通过广播宣讲、宣传栏科普、专题培训讲座等多元形式，普及环保法律法规、项目环保要求及生态保护要点，引导参建人员将环保理念转化为自觉行动，推动环保工作从行政监管、法律约束向全员主动参与转变。

（7）人员培训制度

针对环保专业技术人员，建立定期业务培训与交流学习机制，通过技能授课、案例研讨、外出考察等方式，持续提升其专业素养与实操能力，保障各项环保措施科学落地。

9.2 环境监测计划

为验证并复核本工程环境影响评价结论的科学性与准确性，动态掌握工程建设及运营对周边环境的实际影响程度，需针对性开展跟踪监测工作，进而及时提出优化改进建议及防控对策，最终实现保护工程周边环境质量、维护区域生物多样性及保障渔业资源稳定的目标。因此，在本项目施工期和建成后，应就项目对环境的影响进行跟踪监测，可委托有资质的监测部门实施监测计划。对跟踪监测中发现的超标预测影响问题，应及时上报海洋、环保、渔业等行政主管部门，并要求项目建设单位采取相应的补偿措施。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期、竣工后对海洋水质、沉积物和海洋生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先采取制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。本项目施工周期较短、工程规模较小，施工期对周边环境的影响有限，故本次仅针对运营期开展环境监测工作。

①运营期主要采用海岸带岸基数字影像监测系统对项目所在海域的岸滩演变及泥沙冲淤情况进行跟踪监测，监测项目包括：岸滩演变及泥沙冲淤、沙滩剖面变化的监测和周边海区表层沉积物的粒度监测。

监测时间与频率：实时监测。

②根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的规定，本报告在竣工后设置了 1 条潮间带监测断面、6 个水质、3 个沉积物、4 个生物质量、4 个海洋

生态、4 个渔业资源站位和 2 个海岸带修复效果调查站位（监测过程可视情况做适当调整），监测站位坐标见表 9.2-1、表 9.2-3 和表 9.2-3，监测站位置分布图见图 9.2-1。按照《海洋监测规范》《海洋调查规范》和《生态保护修复工程实施生态环境成效评估技术指南（试行）》执行。

表 9.2-1 运营期潮间带监测断面

站位	东经（E）	北纬（N）
1	118° 43' 3.997"	24° 41' 31.449"

表 9.2-2 运营期水质、沉积物、生物质量、海洋生态、渔业资源调查站位

站位	东经（E）	北纬（N）	监测内容
1	118°42'47.775"	24°40'12.908"	水质、沉积物、生物质量、海洋生态、渔业资源
2	118°43'50.809"	24°39'42.009"	水质、生物质量、海洋生态、渔业资源
3	118°44'18"	24°41'33.245"	水质、生物质量、海洋生态、渔业资源
4	118°45'12.691"	24°41'8.217"	水质、沉积物、生物质量、海洋生态、渔业资源
5	118°44'32.677"	24°43'18.302"	水质、沉积物
6	118°45'38.801"	24°42'39.369"	水质

表 9.2-3 运营期海岸带修复效果调查站位

站位	东经（E）	北纬（N）
1	118° 43' 23.063"	24° 41' 44.149"
2	118° 43' 30.364"	24° 41' 43.734"

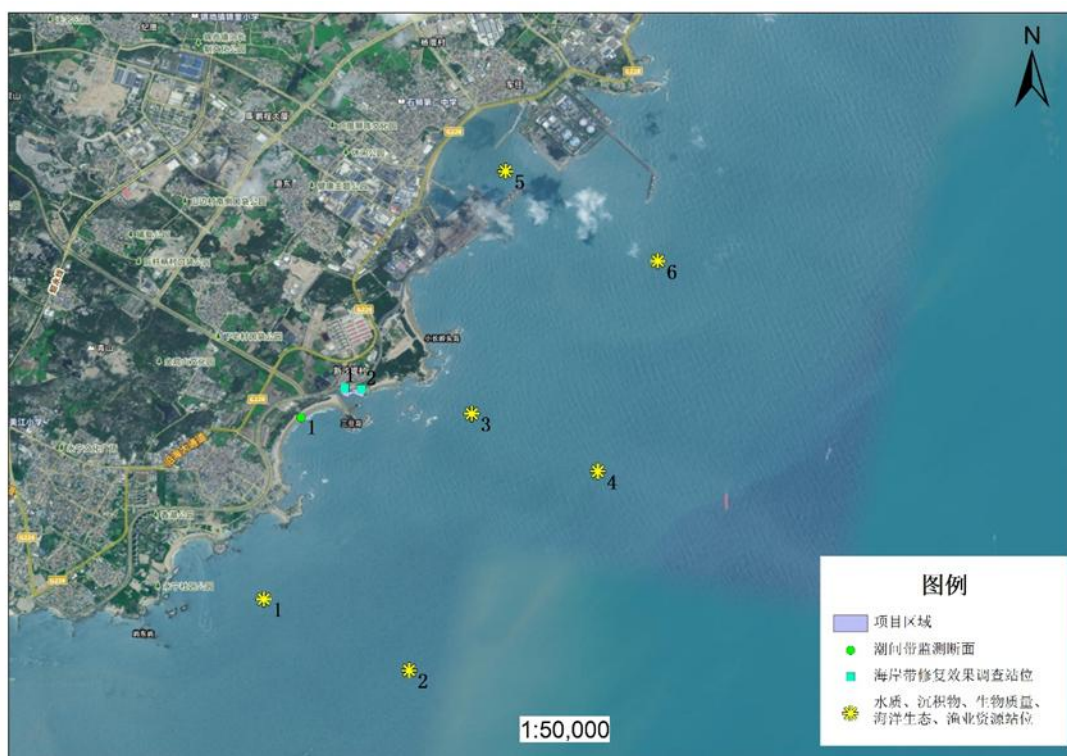


图 9.2-1 环境监测布点图

A.水质监测

监测内容：pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、石油类、悬浮物、COD 等；

监测频率：运营期一年内进行一次监测。

B.沉积物监测

监测内容：铜、铅、镉、总汞、石油类等；

监测频率：运营期一年内进行一次监测。

C.海洋生态监测

监测内容：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、生物质量（石油烃、Cu、Pb、Cd、Zn 等）；

监测频率：运营期一年内进行一次监测。

D.渔业资源监测

监测内容：鱼卵仔稚鱼、游泳动物；

监测频率：运营期一年内进行一次监测。

E.冲淤环境监测

监测内容：项目竣工后，对项目进行海底地形、水深、冲淤环境测量；

监测范围：项目补砂区沿主流向向两侧各延伸 1km，垂直主流向向两侧各延伸 1km 范围；

监测频率：运营期一年内进行一次监测。

平面控制及深度基准：平面控制采用 CGCS2000 坐标、高斯投影，深度基准采用当地理论深度基准面。

9.3 工程环境监理

工程施工期间应实行环境监理制度，以便对各项环保措施实施的进度、质量及效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染生态破坏事件。

9.3.1 机构设置与工作方式

施工期环境监理，是工程项目建设阶段保障各项环保举措落地见效的专项管理行为。该项工作需由建设单位委托具备对应资质的监理单位承接，且明确要求监理单位配备专职环保监理工程师，专职履行施工全周期的环境管控与监督职责。

承接任务的监理单位应组建专项环境监察工作组，全权负责环境监察、审核等实务操作。工作组需结合环评报告中关于环境监理的具体要求，以及项目建设的实际推进情况，编制针对性的环境监理工作计划，同步报送至属地环境管理部门与项目建设单位备案。

9.3.2 工作范围及职责

结合工程环境管理的实际需求，建设单位需明确专属管理机构及专职负责人，全面统筹项目全周期的环境管控与日常监督工作。其核心职责涵盖以下：

（1） 贯彻落实国家、省、市各级生态环境保护相关的法律法规、政策文件及标准要求；

（2） 牵头制定项目环境管理的配套制度体系与各专项管理细则，并对制度执行成效开展常态化督查；

（3） 施工阶段对各参建单位及关键施工区域的环保措施落实情况，开展巡查、指导与监督，推动环评报告中明确的各项环保举措在工程建设环节的全面落实与有效实施；

（4） 运营期统筹负责项目范围内的生态保护措施的落实及全流程管理与监督；

(5) 在施工期和运营期内，组织开展项目环保措施运行效果的例行监测与现场核查，对违规行为及时督促整改；

(6) 负责项目环保相关文件资料的归集、整理、存档与管理工作。

9.3.3 监理工作制度

环境监理工程师根据工作情况作出记录；每季度编制报告，每年一份环境保护工作总结报告，进行阶段性。

9.4 项目竣工环境保护验收

本工程的主要环保措施和环保验收的主要内容如下表 9.4-1。

表 9.4-1 环境保护竣工验收主要内容

内容	检测项目	阶段	验收要求
验收项目	“三同时”落实情况	施工期、运营期	按环评报告及设计部门提出的要求验收
水污染	1.退潮施工以减少施工废水污染。 2.施工产生的含油废水经处理后达标后回用。 3.施工人员生活污水排入市政污水管网。 4.施工单位加强环保管理。	施工期、运营期	检查落实情况
大气污染	1.加强施工现场管理，设置盖棚，必要时加设挡风尘设施。 2.洒水抑尘，运输车辆用防尘网覆盖车身。 3.施工车辆尽可能使用耗油低、排气量小、符合最新排放标准的密闭化大型车辆。 4.保养维修机械设备，保持良好的运行状态。	施工期	检查落实情况
噪声防治	1.执行噪声管制条例。 2.居民休息时间禁止高噪声设备作业。 3.选用低噪声设备并定期保养机械设备。 4.敏感区域设置围挡，远离敏感点布置高噪设备。	施工期	检查落实情况
固体废物	1.生活垃圾分类收集处置，不得入海。 2.建筑垃圾定期清理，定点堆放，回收或无害化处理。 3.定期巡查、清理施工区域内垃圾。	施工期、运营期	检查落实情况
生态环境	1.避雨季施工，未使用施工区临时覆盖，减少水土流失。 2.保护陆地植被，严禁猎捕野生动物，加强宣传。 3.合理安排施工，减少对鸟类干扰。 4.降低在鱼类敏感时期的施工强度。 5.避免恶劣天气施工，防止引起海域泥沙不必要的扰动。	施工期	检查落实情况
其他环境保护对策措施	1.开展环境监理。 2.遵守相关法规，严控作业范围；加强施工人员环保宣传教育。 3.监测项目施工情况、管理施工区域环境。	施工期、运营期	检查落实情况

注：本项目运营期基本不产生环境问题，环保措施验收主要阶段为施工期。

10 环境影响评价结论

10.1 工程概况及主要环境问题

10.1.1 工程概况

石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目位于泉州市石狮市永宁镇下宅溪河口，下宅村东南侧沿海，红塔湾旅游公路外侧，位于红塔湾海岸公园和军事公园沙雕广场中间，外侧为三旦岛。

本工程主要修复内容包括护岸生态化修复、岸滩整治、沙滩修复、退堤还海、退围还海、退陆还海等措施。在岸线处开展护岸生态化修复，长度 355 米；对围海区进行岸滩整治，主要开展表层沉积物开挖和互花米草清除，面积 2.47 公顷；在护岸坡脚外侧进行沙滩修复，补砂量 2.2 万方；同时对修复区外侧和中部现有的 375m 海堤进行拆除，恢复该区域水体交换能力；修复后将完成退围还海 2.47 公顷，退陆还海 0.0128 公顷。

10.1.2 主要环境问题

综合项目施工期、运营期环境影响特征分析，本项目环境影响分阶段特征清晰：

施工期污染类型以水、大气、噪声、固体废物污染及陆域生态扰动为主，污染源均为阶段性、暂时性存在，其中滩面残留渣土受潮汐扰动产生少量悬浮泥沙为海域水环境主要扰动因素，各类施工污染可通过落实废水收集、扬尘抑控、噪声降噪、固废规范清运、生态保护等环保措施有效削减。

运营期无生产性污染排放，主要存在海域水文冲淤轻微改变、管护人员少量生活源污染两类潜在环境影响，且运营期仅设置 3 年周期性管护、管护人员不驻场，生活污染物产生量极低，配套简易收集处置措施即可消除环境风险。

总体来看，本项目无持久性、重大不可逆环境影响，各阶段潜在环境问题均具备成熟可行的污染防控与生态减缓措施，在全面落实报告书提出的环保对策前提下，项目各类环境影响可得到有效控制。

10.2 环境可行性分析结论

本项目属于海洋生态保护修复类工程，符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类产业政策，不存在产业准入限制。从生态环境分区管控角度分析，项目各修复工

程分别涉及优先保护单元与重点管控单元，施工期污染影响轻微且均为暂时性、可控性影响，运营期无生产性污染排放，仅存在少量管护生活源影响，且管护人员不驻场值守，整体污染物产出极低；项目以生态修复、岸线整治、海域空间恢复为核心，不属于开发建设类活动，涉及生态保护红线区域的老旧海堤拆除等作业均为政策允许的有限人为生态修复活动，不突破生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线管控要求，完全符合省市两级“三线一单”生态环境分区管控准入清单要求。从国土空间管控层面，项目建设范围不占用永久基本农田、不突破城镇开发边界，契合省、市、县三级国土空间总体规划“三区三线”刚性管控规则，同时匹配海洋生态保护区、生态控制区、游憩用海区及优化利用岸线的功能定位。

此外，本项目建设内容与国家及福建省生态修复重大工程规划、海岸带保护治理规划、“十四五”海洋生态环境保护与海洋强省建设规划、近岸海域环境功能区划、湿地保护规划及地方养殖水域滩涂规划等各级专项规划导向高度契合，是落实陆海统筹、系统治理、美丽海湾建设与滨海生态提质增效的重要举措。

总体而言，本项目选址合理、功能定位合规、建设内容符合各项产业政策、国土空间管控、生态环境分区管控及各级专项规划要求，工程建设具备良好的环境可行性与规划符合性。

10.3 环境现状分析与评价结论

10.3.1 海洋生态环境现状

10.3.1.1 海洋水文动力现状

本海区为规则半日潮流海区。总体来讲，大潮流速 $>$ 小潮流速，各站涨、落潮流流向，因地制宜，涨潮时，来自外海的潮波到达工程附近海域后向近岸方向传播；退潮时，则大致沿涨潮相反方向退出，各站表现为较为明显的往复流特征。工程附近海域驻波性质明显，各站在高、低平潮附近时刻，流速最小，在半潮面附近时刻，流速达到最大。

观测期间，大多数测站盐度周日变化规律和潮汐变化规律基本一致，涨潮时盐度升高，落潮时盐度降低，各站盐度相差不大。根据历史观测记录海域多年平均温度为 19.93°C 。

本海区以风浪和涌浪两者同时存在于海面的混合浪最多。波形的季节变化比较明显，

冬、夏、秋三季均以风浪为主，春季则以涌浪为主。

10.3.1.2 海洋地形地貌与冲淤环境现状

建场地原地貌类型为海积阶地和冲洪积阶地，场地整体较为平坦，现状南侧靠海 2 处水坑，其中一处受潮水影响较大，北侧现状为公园道路、停车场、空地，地形较平坦、开阔。勘察时实测各钻孔孔口高程为-0.21~5.86m，最大高差 6.07m。

10.3.1.3 海水水质现状

2023 年 3 月调查海域采集的所有样品 pH、溶解氧、COD、石油类、硫化物、挥发性酚、重金属（砷、汞、镉、铜、铅、锌、总铬、六价铬）等含量均符合所在海域相应的海水水质标准，无机氮、活性磷酸盐超出所在海域相应的海水水质标准，超标率分别为 90.91%、86.36%。调查海域除活性磷酸盐、无机氮明显超标之外，其他海水水质指标良好。

2024 年 11 月调查海域各个站位采集的 pH 值、溶解氧、铅含量、均达到一类、二类海水水质标准；无机氮、活性磷酸盐、汞含量均达到二类、三类海水水质标准。化学需氧量、石油类、铜、锌、铬、镉、砷均符合海水水质一类标准。

10.3.1.4 海洋沉积物现状

2023 年 3 月（春季）调查海域海洋沉积物中的石油类、硫化物、有机碳、锌、铜、铅、镉、总汞、砷、铬含量均符合所在海域相应的海洋沉积物质量标准，调查海域的沉积物质量良好。

2024 年 11 月（秋季）调查海域所有站位沉积物参数均符合海洋沉积物质量一类标准。

10.3.1.5 海洋生物质量现状

2023 年 3 月生物体鱼类、甲壳类和软体类中的海洋生物质量铜、铅、锌、镉、汞、石油烃均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)中规定的标准要求。

2024 年 11 月调查结果表明：牡蛎砷含量符合海洋生物体质量一类标准，锌含量超

过海洋生物体质量三类标准，其余参数含量均符合海洋生物体质量二、三类标准。

10.3.1.6 海洋生态现状

叶绿素 a: 2023 年 3 月（春季）调查海域表、中、底层叶绿素 a 含量变化范围在 0.41~2.68 $\mu\text{g/L}$ 、0.88~2.64 $\mu\text{g/L}$ 、0.66~2.48 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.72 $\mu\text{g/L}$ 、1.67 $\mu\text{g/L}$ 、1.76 $\mu\text{g/L}$ 。各站位初级生产力变化范围在 38.61~148.68 $\text{mg} \cdot \text{C}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ，平均值为 84.49 $\text{mg} \cdot \text{C}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。最高值出现在 H19 站位，最低值在 H1 站位。

2024 年 11 月（秋季）调查海域中表层和底层叶绿素 a 浓度的变化范围介于 0.33~0.70 mg/m^3 和 0.27~0.47 mg/m^3 ；初级生产力的平均值为 25.54 $\text{mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，变化范围在 12.37~60.82 $\text{mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 之间，变化幅度较大。

浮游植物: 2023 年 3 月（春季）监测共鉴定浮游植物 60 种，其中硅藻门 53 种，占总种类数的 88.3%，甲藻门 6 种，占总种类数的 10.0%，蓝藻门 1 种，占总种类数的 1.7%。本次监测中浮游植物优势种主要为具槽直链藻 *Melosirasulcata*、离心列海链藻 *Thalassiosiraexcentrica*。调查区浮游植物种间个体数量分配较均匀，群落结构比较稳定。

2024 年 11 月（秋季）调查共记录浮游植物 5 门 37 属 74 种（类），其中硅藻 28 属 63 种（类），甲藻 6 属 7 种（类），裸藻 1 属 2 种（类），绿藻和蓝藻各 1 属 1 种（类）。该调查海域优势种主要有旋链角毛藻、中肋骨条藻、短孢角毛藻、斯氏几内亚藻。此外，尖刺伪菱形藻、柔弱伪菱形藻、圆海链藻、纺锤角藻也较为常见。

浮游动物: 2023 年 3 月（春季）监测共鉴定中、小型浮游动物 41 种（类），其中桡足类占优，其次为浮游幼虫类。优势种主要为近缘大眼水蚤 *Corycaeusafinis*、拟长腹剑水蚤 *Oithona similis*、强额孔雀水蚤 *Parvocalanus crassirostris*、桡足类幼体 *Copepoda larvae*、厦门矮隆哲水蚤 *Bestiolina amoyensis*、微刺哲水蚤 *Canthocalanus pauper*、微驼隆哲水蚤 *Acrocalanus gracilis*、小拟哲水蚤 *Paracalanus parvus*、夜光虫 *Noctiluca miliaris*、针刺拟哲水蚤 *Paracalanus aculeatus*。浮游动物平均生物密度为 2891.2 个/ m^3 ，其中，最高生物密度出现在站位 H10，最低生物密度出现在站位 H19。多样性指数 (H') 变化范围为 2.68~3.73，平均值为 3.18。均匀度 (J') 变化范围为 0.64~0.86，平均值为 0.74。丰富度 (d) 变化范围为 0.67~1.27，平均值为 0.93。

2024 年 11 月秋季航次调查共记录浮游动物 29 种，其中以桡足类 13 种（占比 44.83%）

最高，水母类 8 种次之（占比 27.59%），毛颚类 3 种（占比 10.34%），其余类别物种数量很少，分别为被囊类、介形类、糠虾类、磷虾类、樱虾类各 1 种，所占比例都很小。此外，本次调查还记录了 12 类阶段性浮游幼虫。调查海域浮游动物总生物量均值 $75.64\text{mg}/\text{m}^3$ 。

浅海底栖生物：2023 年 3 月（春季）监测共鉴定大型底栖生物 34 种，其中环节动物门占优，其次为节肢动物门。优势种为寡鳃齿吻沙蚕 *Nephtys oligobranchia*、双形拟单指虫 *Cossurella dimorpha*。大型底栖生物生物密度平均为 74.5 个/ m^2 ，其中，最高生物密度出现在 H9 站位，最低生物密度出现在 H19 站位。大型底栖生物生物量平均为 $3.43\text{g}/\text{m}^2$ ，其中最高生物量出现在站位 H5，最低生物量出现 H12 站位。多样性指数(H') 变化范围为 $0.97\sim 3.29$ ，平均值为 1.95 。均匀度(J') 变化范围为 $0.77\sim 1.00$ ，平均值为 0.94 。丰富度(d) 变化范围为 $0.07\sim 0.63$ ，平均值为 0.26 。

2024 年 11 月（秋季）调查航次共鉴定大型底栖生物 7 门 61 种。其中以环节动物最多，为 25 种，肢动物次之，有 24 种，其他动物、软体动物和棘皮动物物种数均较少，分别为 5 种、4 种和 3 种。调查海域秋季航次的大型底栖生物平均栖息密度为 $208\text{ind}/\text{m}^2$ 。

潮间带底栖生物：2023 年 3 月（春季）监测共检出潮间带生物 3 门 24 种，其中软体动物占优势，优势种为短滨螺 *Littorina brevicula*、网纹藤壶 *Amphibalanus reticulatus*。潮间带生物密度变化范围为 $8.0\sim 394.7$ 个/ m^2 ，平均为 97.2 个/ m^2 ，最大值出现在潮间带 T3 中潮区，最小值出现在潮间带 T1 高潮、中潮、低潮区。潮间带生物生物量变化范围为 $0.45\sim 208.47\text{g}/\text{m}^2$ ，平均为 $35.10\text{g}/\text{m}^2$ ，最大值出现在潮间带 T3 中潮区，最小值出现在潮间带 T2 中潮区。多样性指数(H') 变化范围为 $0.59\sim 1.91$ ，平均值为 1.32 。均匀度(J') 变化范围为 $0.59\sim 1.00$ ，平均值为 0.85 。丰富度(d) 变化范围为 $0.21\sim 1.00$ ，平均值为 0.47 。

2024 年 11 月（秋季）调查共采获潮间带生物 45 种，分属 5 门 39 科。其中岩相潮间带生物 33 种，软相潮间带生物 15 种，环节动物、节肢动物和软体动物为调查海域潮间带生物的优势类群。

鱼卵仔鱼：2023 年 3 月（春季）监测布置了 12 个调查站位，共鉴定鱼卵 337 粒，仔稚鱼 973 尾，主要有鲱科 *Clupeidae* und.、舌鳎 *Cynoglossus* sp.、斑鲽 *Konosirus punctatus*、鲷科 *Mugilidae* und.、石首鱼科 *Sciaenidae* und.等。其中，垂直拖网采样未采集到鱼卵，

共鉴定仔稚鱼 3 科共 7 尾，平均密度为 $0.32\text{ind}/\text{m}^3$ ，最高为 H10 站位。水平拖网采样共鉴定鱼卵 7 科共 337 粒，平均密度为 $34\text{ind}/\text{net}$ ；共鉴定仔稚鱼 13 科共 966 尾，平均密度为 $75\text{ind}/\text{net}$ 。

2024 年 11 月（秋季）调查航次共记录鱼类浮游生物 14 种（含未定种）。其中鱼卵 11 种、仔稚鱼 5 种。其中数量较占优势的种类是鳀属鱼卵和美肩鳃鲷仔稚鱼。

游泳动物：2023 年 3 月（春季）布置了 12 个调查站位，共发现游泳动物 5 类 67 种，其中鱼类 37 种、虾类 5 种、蟹类 20 种、口足类 4 种、头足类 1 种，鱼类、虾类、蟹类、口足类、头足类幼体比例分别为 37.87%、38.55%、20.24%、26.15%、0%。鱼类优势种为龙头鱼 *Harpadon nehereus*、尖嘴鲷 *Dasyatis zugei*、褐菖鲉 *Sebastiscus marmoratus*。虾类优势种为哈氏仿对虾 *Parapenaeopsis* 和中华管鞭虾 *Solenoceracrassicornis*。蟹类优势种为隆线强蟹 *Eucrate crenata*、日本螯 *Charybdis japonica*、三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus*、拥剑梭子蟹 *Portunus gladiator*、直额螯 *Charybdis truncata*。口足类优势种为口虾蛄 *Oratosquilla oratoria* 和断脊小口虾蛄 *Oratosquilla interrupta*。本次调查游泳动物平均个体渔获率和重量渔获率分别为 $213.08\text{ind}/\text{h}$ 和 $5.369\text{kg}/\text{h}$ ，平均重量密度为 $508.332\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均个体密度为 $20087.554\text{ind}/\text{km}^2$ 。

2024 年 11 月（秋季）拖网调查共鉴定游泳动物 50 种，其中鱼类 22 种，虾类 6 种，蟹类 16 种，口足类 4 种，头足类 2 种。优势种有 7 种，包括龙头鱼、矛尾虾虎鱼、直额螯、疾进螯、矛形梭子蟹、口虾蛄和断脊小口虾蛄。

10.3.2 大气环境质量现状

根据《2024 年度泉州市生态环境状况公报》，本项目所在地空气流通性较好，大气环境质量均达标，环境空气质量判定为达标区。

10.3.3 声环境质量现状

项目区所在周边区域布设 9 个监测点位，环境噪声监测的昼间噪声值范围为 $51.7\sim 55.3\text{dB}(\text{A})$ ，夜间噪声值范围为 $46.7\sim 48.9\text{dB}(\text{A})$ 。昼间噪声满足 GB3096-2008《声环境质量标准》的 2 类区标准，夜间噪声满足 GB 3096-2008 的 2 类区标准，区域声环境质量总体良好。

10.3.4 陆域生态环境现状

本项目陆域工程位于海岸线位置开展护岸生态化修复，修复岸线长度 393 米，项目北侧靠近红塔湾旅游公路（最近距离约 8 米），公路两旁及中央隔离带设有华盛顿棕榈树等行道树，项目东北侧岸滩保留一片木麻黄防风林，防风林区域除木麻黄外，还夹杂少量的朴树，木麻黄林下有白花鬼针草、肿柄菊、雀梅藤、茅莓等植物，沙滩边缘多为厚藤、番杏、白花鬼针草等草本植物。

本工程陆域所在场地内工程未占用林地、基本农田，调查植被中未发现重点保护植物、珍稀植被和重要保护野生动物，亦无发现野生保护动物栖息地。

10.4 环境影响预测与评价结论

10.4.1 海洋生态环境影响预测与评价

10.4.1.1 水动力、地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

项目实施前，涨潮时池塘附近海域海区潮流基本沿着池塘围堤流动，潮流流向总体呈西北向，该区现状水动力较弱。该区流速变化总体不大，等值线分布较稀疏。落潮时，潮流流向整体呈东南至东向流向外海，由于该海域水深较浅，落急时有部分海域仍出现露滩。

池塘围堤等构筑物拆除后，不会对海域水动力造成影响，开放式的水域面积增大，涨急时项目区附近海域涨潮流流向总体仍呈西北向，在原池塘内水域产生逆时针涡流。受制于水深及地形，围堤拆除后该区水动力条件仍然较弱。相较于项目实施前，由于纳潮量增大，围堤南侧至三旦北岛之间水域流速增大，最大流速增幅约 0.01m/s，流速增大的范围也相应扩大。总体来说，项目区水动力条件总体较弱，仅项目区附近流速发生变化，距离较远的区域流速基本不变。

涨潮时项目区附近潮流流向大体呈西北向，池塘围堤拆除后，拟拆除围堤附近潮流不再沿海堤走向，流向变化较大的区域位于拆除围堤中至东部南侧海域，流向明显向北偏转流入岸滩整治区。落潮时工程实施前后潮流流向总体均为西南向，围堤拆除后，其附近落潮流流向改变明显，均向南偏转，不再沿着围堤向外海流动。本工程实施后，流向改变较大的区域主要局限于工程区附近，距离该区较远的海域，涨、落潮流向基本不

发生改变。

受限于地形及水深，工程区及周边海域整体水动力较弱，涨潮流在项目区东侧海域就开始逐渐沉降。池塘围堤拆除后，潮流在流经岸滩整治区时，由于水体中的悬沙在未达到项目区时就开始沉降，因而流入岸滩整治区时水体中的含沙量较低。项目区内向岸一侧随着底高程逐渐抬高，淤积强度也随之逐渐减小，至滩肩处淤积强度基本降至 0。

10.4.1.2 海水水质、沉积物影响预测与评价

本项目施工期施工废水包括施工人员宿舍、办公区租用附近民房生活污水，施工期机械维修冲洗产生的生产废水。生活污水纳入当地民房现有的生活污水排放系统进行处理，通过污水管道排入污水处理厂，经处理达标后可用于绿化和灌溉；施工器械维修、冲洗废水，主要污染因子为 SS、石油类，经临时隔油沉淀池处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920—2020）中表 1 中车辆冲洗水质标准后回用于场地洒水抑尘。因此，项目施工产生的废水基本不会对海水水质环境产生大的影响。营运期不产生污水，对海水水质环境基本不产生影响。

项目建设可产生的沉积物污染途径包括补砂过程产生的入海泥沙和生活、生产废水，项目建设使用合格的填充物（砂来源为厦门新机场压载砂），且营运期生活、生产废水不外排入海，分别经过处理后纳入当地生活污水排放系统和回用，对沉积物环境基本上没有影响。

10.4.1.3 海洋生态影响评价

施工补砂过程中由于施工机械的搅动作用，将破坏底栖生物的栖息地和生存环境，移动能力较强的部分生物可能逃离工程区，但绝大部分底栖生物将随着基底环境的变化而受损或消亡，从而导致生物资源损失，如底栖生物、潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼和无脊椎动物等。考虑到施工完成后将形成新的底栖环境，底栖生物、潮间带生物可重新形成生态系统，对海洋生态影响评价较小。

运营期项目各项污染物均能达标排放，周边无海洋珍稀濒危物种；项目建成后不会持续破坏底栖生境或阻断鱼类洄游，营运期不会对周边海洋生态环境产生影响。

10.4.2 大气环境影响预测与评价

施工期间，大气污染源包括施工机械、运输车辆排放废气，场地扬尘和施工道路扬尘。对环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失，影响范围和持续时间均有限，因此污染物对大气环境的影响较小。

施工期的噪声影响是暂时的，施工单位合理安排施工进度和时间，文明、环保施工，并根据各施工阶段的特点采取必要的噪声控制措施，降低施工噪声对环境的影响。

10.4.3 声环境影响预测与评价

施工期的噪声影响是暂时的，施工单位合理安排施工进度和时间，文明、环保施工，并根据各施工阶段的特点采取必要的噪声控制措施，降低施工噪声对环境的影响。

10.4.4 固体废物环境影响预测与评价

产生的固体废物将纳入现有环卫垃圾收集处理系统，收集后由环卫部门清运，统一处理，不会造成环境污染和景观影响。

10.4.5 陆域生态环境影响评价

项目陆域工程所在区域的植被类型大多为杂草和小面积互花米草等，不涉及占用名木古树、重点保护及珍稀濒危野生动物及其保护区、栖息地、重要生境或迁徙通道等。建设过程占用临时用地在施工结束后短期内能恢复原有功能，因此本项目施工期对土地资源的不利影响是暂时的。

项目修复工程建设完毕后可一定程度增加滨海植被带面积，提升岸线连通性与生物多样性。营运期无生产设施入驻，亦不产生废气、噪声与固废，仅作为岸线防护与公众亲海空间，对陆域生态环境无不利影响。

10.5 环境风险分析与评价结论

本项目为滨海海洋生态修复工程，全场采用露滩干地施工，不使用施工船舶，不涉及有毒有害、易燃易爆危险化学品集中储存与使用，危险物质数量与临界量比值($Q < 1$)，环境风险潜势为 I 级，评价工作等级为简单分析。项目潜在环境风险主要为施工机械微量油料泄漏、极端天气引发土石方冲刷、滨海生态扰动等，所有风险均为局部、短期、可逆影响。通过落实机械运维、物料防护、气象预警、生态管控、应急处置等一系列措

施，可有效规避、降低各类环境风险。

10.6 环境保护对策措施结论

本项目针对施工期水、气、声、固废等问题，制定了生活污水及废水处理措施、施工扬尘综合治理、噪声防控、固废处置等措施。项目营运期内则重点落实管护人员产生的生活污水和生活垃圾无害化处理工作。配套构建了全流程环境风险防控体系及应急处置预案。经综合论证，本报告书提出的环保措施均紧密结合项目自身特性与区域环境实际，技术路线成熟可靠，可执行性能力强，可显著降低工程施工及营运对周边环境的不利影响。

10.7 公众参与结论

2025 年 12 月 5 日在环境影响评价信息公示平台（<https://www.js-eia.cn/>）对项目建设信息进行第一次公示。2025 年 12 月 31 日在环境影响评价信息公示平台（<https://www.js-eia.cn/>）发布《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目环境影响评价报告书》征求意见稿和公众参与第二次公示，同时进行报纸、张贴公示。公示期间，未收到任何单位或个人的电话、传真、信件或邮件。2026 年 3 月 31 日发布《石狮市红塔湾北段海洋生态保护修复项目环境影响评价报告书》全本及公众参与说明公示，公示期间，未收到任何单位或个人的电话、传真、信件或邮件。

10.8 总结论

本项目针对石狮市红塔湾北段海岸海水连通不畅，水动力条件差，潮间带淤积严重，使得互花米草入侵，破坏了滨海湿地底栖生物的生存环境等生态问题，以恢复石狮市海岸带生态连通性、提升滨海湿地生态功能、增强海岸带生态安全为目标，具体开展护岸生态化工程、岸滩整治、退陆还海、退围还海和沙滩整治修复工程，初步使受损岸线得到有效修复、海域纳潮量及自净能力有所提高、受损沙滩得到基本恢复、海岸带防灾能力得到一定提升、海域生物多样性水平有所恢复，城市海洋生态空间得到有效拓展，打造具备中央财政支持条件的海洋生态保护修复项目的先导示范工程。

项目实施过程中也将会对海域的水文动力条件、冲淤环境和生态环境造成一定的影响，在充分落实报告书提出的环境保护对策措施、生态补偿措施、风险防范对策措施，切实落实项目的环境监理和跟踪监测的前提下，从环境影响角度考虑，项目建设可行。