

平潭北部海洋生态保护修复工程

环 境 影 响 报 告 书

(送审稿)

建设单位：平潭综合实验区先行实业有限公司

编制单位：福建省水利水电勘测设计研究院有限公司

2025 年 8 月

平潭北部海洋生态保护修复工程环境影响报告书

编制单位：福建省水利水电勘测设计研究院有限公司

建设单位：平潭综合实验区先行实业有限公司

核 定：黄永福

审 查：王聪敏 陈 辉

校 核：苏 锦

（职业资格证书管理号码 2015035350352014351008000047）

刘 燕

（职业资格证书管理号码 2016035350352013351006000221）

项目负责人：苏 锦

编 写：苏 锦 吴昌淦 孙 贺 张有珠

编制时间：二〇二五年八月



目 录

概 述.....	4
1 项目由来.....	4
2 项目特点.....	5
3 项目环境影响评价工作过程.....	7
4 分析判定相关情况.....	13
5 关注的主要环境问题及环境影响.....	16
6 环境影响评价主要结论.....	17
1 总 则.....	18
1.1 编制依据.....	18
1.2 环境影响识别及评价因子.....	24
1.3 环境功能区划及评价标准.....	26
1.4 评价工程等级.....	39
1.5 评价范围.....	44
1.6 环境敏感区及环境保护目标.....	47
2 工程概况.....	50
2.1 建设项目概况.....	50
2.2 相关项目实施情况.....	52
2.3 工程主要生态环境问题.....	54
2.4 平面布置和主要结构、尺度.....	58
2.5 施工方案、土石方平衡及进度.....	95
2.6 工程用地、用海情况.....	109
2.7 项目运营管理情况.....	111
3 工程分析.....	112
3.1 工程建设必要性.....	112
3.2 工程与政策法规符合性分析.....	116
3.3 工程方案环境合理性分析.....	132



3.4 施工期环境影响源分析	135
3.5 运行期环境影响分析	142
4 环境现状调查与评价	143
4.1 自然环境概况	143
4.2 区域社会环境现状	145
4.3 自然资源概况	147
4.4 海洋生态环境现状调查与评价	152
4.5 陆生生态现状调查与评价	153
4.6 大气环境质量现状调查与评价	153
4.7 声环境现状调查与评价	154
5 环境影响预测与评价	155
5.1 水文动力影响预测与评价	155
5.2 岸滩冲淤环境影响预测与评价	165
5.3 海水水质影响预测与评价	170
5.4 海域沉积物环境影响分析	173
5.5 海洋生态影响预测与评价	173
5.6 陆域生态环境影响评价	176
5.7 对环境敏感目标的影响	179
5.8 大气环境影响评价	204
5.9 声环境影响评价	206
5.10 固体废物影响评价	210
6 环境风险分析与评价	211
6.1 风险调查	211
6.2 环境风险潜势及评价等级判定	211
6.3 环境事故风险识别	212
6.4 事故概率及源项分析	213
6.5 施工船舶风险事故溢油影响预测	213
6.6 事故风险防范对策措施	218
6.7 应急预案	219



6.8 台风、风暴潮风险分析	223
6.9 外来物种入侵风险分析	223
7 环境保护措施及可行性论证	224
7.1 环境保护措施与对策	224
7.2 生态环境补偿方案	232
7.3 海砂、卵石环境准入管控要求	233
7.4 环境保护措施的经济技术可行性	234
8 环境影响经济损益分析	235
8.1 环境保护投资概算	235
8.2 环境影响经济损益分析	237
9 环境管理与监测计划	240
9.1 环境管理	240
9.2 环境监理	245
9.3 环境监测计划	249
9.4 生态修复成效评估	264
9.5 竣工验收	265
10 环境影响评价结论	267
10.1 项目概况	267
10.2 环境质量现状评价结论	267
10.3 环境影响预测结论	271
10.4 环境保护措施	279
10.5 环境影响经济损益分析	281
10.6 环境管理与环境监测	281
10.7 公众参与	281
10.8 结论与建议	282



概述

1 项目由来

平潭综合实验区位于福建省东部沿海海域，东濒台湾海峡，西临海坛海峡，是中国大陆距离台湾岛最近的地方。平潭素有“千礁岛县”之称，拥有海坛岛等 126 个岛屿。海坛岛是平潭综合实验区的主岛，亦称平潭岛，为全国第五大岛、福建第一大岛。平潭共分金井、海坛、君山、苏平四个片区，管辖海坛街道、金井镇、君山镇、苏平镇、屿头乡、东庠乡、南海乡。全区海岸线长度 356.28km，海域面积 6064km²（具有海域审批权的海域面积为 2873km²）。

习近平总书记亲自为平潭擘画了“一岛两窗三区”的战略定位，并嘱托“优良的生态环境是平潭的真宝贝”。平潭是世界三大风口之一，属于我国海洋灾害综合风险等级最危险级 I 级区，长期受到强风沙及海洋灾害影响。平潭高度重视海洋生态保护修复工作，秉承“陆海统筹、系统修复，统一规划、分段实施”的理念，2012 年以来累计投入资金超过 20 亿元，由南向北有序推进东部沿线海岸带的保护修复，基本构建起平潭东部海洋安全生态格局。但当前，平潭北部海岸带仍存在风沙灾害严重、防护林老化受损、后滨沙地植被覆盖率低、海岸带生态环境恶化、红土边坡海岸侵蚀坍塌、砂质海岸侵蚀后退、海藻场生态系统和滨海湿地功能退化等问题，制约了平潭高质量发展。

为了贯彻落实全国生态环境保护大会精神，学习运用习近平生态文明思想“厦门实践”经验，加强海洋生态文明建设，平潭综合实验区党工委管委会按照《财政部办公厅自然资源部办公厅关于组织申报 2025 年度海洋生态保护修复工程的通知》等文件要求，从系统工程和全局角度，提升海坛岛和大练岛海岸带防灾减灾体系的完整性、稳定性和有效性，充分发挥海岸带生态系统防潮御浪、固堤护岸以及防风固沙等减灾功能，提升海岸生态系统多样性，显著增加公众生活空间，全面提升平潭综合实验区的海洋生态安全，组织编制了《福建平潭综合实验区海洋生态保护修复工程项目实施方案》。项目于 2024 年 10 月被纳入“2025 年海洋生态保护修复资金拟支持项目名单”（见附件 3）。

2025 年 5 月 12 日，平潭综合实验区资源生态局组织召开 2025 年第 3 次海洋生态保护修复专题协调会议，会议议定：原则同意福建省平潭综合实验区海洋生态保



护修复工程合理划分为“福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复工程——长江澳防风生态屏障建设与绿碳增汇工程”“平潭北部海洋生态保护修复工程”等子项（会议纪要见附件4）。其中，长江澳防风生态屏障建设与绿碳增汇工程采用实施方案代替工可暨初设概算等前期手续，按项目施工图编制预算送审模式先行推进。该项目仅涉及陆域，项目类型未纳入《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），因此无需开展环境影响评价专题。平潭北部海洋生态保护修复工程（本项目）按照前期手续正常推进，为本次环境影响评价的对象。

2025年7月30日，平潭综合实验区行政审批局发文“岚综实项目审批（2025）214号”（见附件7）批复工程可研。2025年8月19日，平潭综合实验区行政审批局发文“岚综实项目审批（2025）232号”（见附件8）批复工程初设。

本项目位于海坛岛长江澳、海坛岛北部区域和大练岛，其中海坛岛北部、大练岛均位于苏平片区内，海坛岛长江澳涉及苏平片区和君山片区。开展8个子项目建设。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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）等相关法律法规、导则和规范，本项目需进行环境影响评价。受建设单位平潭综合实验区先行实业有限公司委托（附件1），我司福建省水利水电勘测设计研究院有限公司承担本项目的环评评价工作。原项目名称为“福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复工程”，根据专题协调会议结果修改为“平潭北部海洋生态保护修复工程”，但项目首次公示在会议之前，特此说明（证明文件见附件2）。在现场踏勘、报告编制过程中，项目组得到了平潭综合实验区自然资源局与生态环境局、旅游与文化体育局等有关单位的大力支持，在此一并表示感谢。

2 项目特点

项目基于“整体保护、系统修复”的理念，针对长江澳、海坛岛北部和大练岛存在的生态受损、防灾减灾能力不足等突出生态问题，开展8个子项目建设，实施生态修复区域面积0.7736km²，其中海域面积0.4060km²，陆域面积0.3676km²。8个子项目初步设计内容如下：

1) 长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程：长江澳后滨生态修复18.7ha，包括植被补植修复14.77ha，修复沙丘2.12km，铺设防风障9.92km，提升优化后滨



缓冲区场地 0.52ha，新修 2m 宽堤上观测道 0.83km，新修 2m 宽丘间管护通道约 1.54km；长江澳后滨后侧实施巡护道路路面改造提升 4.17km，其中一级巡护道（6m 宽）3.24km，二级巡护道（4m 宽）0.91km；

2）海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程：海坛岛北部侵蚀海岸边坡修复 3.54km；

3）海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程：海坛岛北部海藻场修复 2.4ha，厚壳贻贝修复 0.85ha，投放贝藻修复礁体 533 个；

4）大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程：大练岛侵蚀海岸边坡修复 2.44km；

5）大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程：大练岛北部后滨沙地生态修复 5.49ha，包括修复后滨沙地植被 0.32ha，补植修复防护林 1.13ha，实施防护林抚育与更新 3.27ha，修复巡护道路约 0.35km，新建巡护道路约 0.31km，防风障铺设约 2.0km；

6）大练岛北部海滩修复与养护工程：大练岛沙滩修复 1.5km，补沙量 29.35 万 m³，设置 2 条长度分别为 169m 和 100m 的充填砂袋临时拦沙堤，新建造排洪渠（沟）1.25km，沙滩下埋设长 202m 的箱涵 1 座；

7）大练岛东部海滩修复与养护工程：大练岛砾石滩修复 0.6km，补砾石量 12.3 万 m³，同时结合砾石滩修复实施边坡堤角生态修复 73m。

8）大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程：保护修复中国鲎栖息地 16.6ha，增殖放流中国鲎 30 万只，布设鲎居共 12 座，植被修复 1510m²；在中国鲎修复区域东北侧平潭渔限学校建设中国鲎保护宣传教育研学基地 1 处。

上述项目内容中中国鲎保护宣传教育研学基地不新建厂房等，由现状平潭渔限学校增加装修，该内容与中国鲎增殖放流不纳入《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本次环评不进行评价。

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，运营期基本不产生污染。项目涉及福建平潭国家级地质公园（33.6507ha）、福建平潭海岛国家级森林公园（8.7752ha）、福建平潭海坛国家级风景名胜区（23.6015ha）、福建平潭十八村省级森林公园（14.3659ha）等 4 个自然保护地，以及福建平潭国家地质自然公园（29.6810ha）、福建十八村海岛国家森林公园（11.9110ha）2 类生态保护红线。项目建设是通过各项生态修复措施提高



自然保护地及生态保护红线区域的生态功能，对其产生的正面影响远大于施工期短暂负面影响。

3 项目环境影响评价工作过程

本项目位于平潭综合实验区海坛岛及大练岛沿岸海域，不属于封闭或半封闭海域。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目建设内容涉及分类管理名录“152 海底隧道、管道、电（光）缆工程”中涉及环境敏感区的海底管道、“156 海洋人工鱼礁工程”中固体物质（虚方）投放量 5 万立方米以下 5000 立方米及以上的、“158 海洋生态修复工程”中工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程、涉及环境敏感区的其他海洋生态修复工程、种植红树林、海草床、碱蓬等植被。根据表 2 分析结果，按照其中单项等级最高的确定，本项目应编制环境影响报告书。



表 1 建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）摘录

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					
152	海底隧道、管道、 电（光）缆工程	海底隧道工程；挖沟埋设单条管道长度 20 公里及以上的海上和海底电（光）缆工程、海上和海底输水管道工程、天然气及无毒无害物质输送管道工程；长度 1 公里及以上的海上和海底有毒有害及危险品物质输送管道等工程；涉及环境敏感区的海底管道、电（光）缆工程	其他（海底输送无毒无害物质的管道及电（光）缆原地弃置工程除外）	海底输送无毒无害物质的管道及电（光）缆原地弃置工程	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长繁殖地，封闭及半封闭海域
156	海洋人工鱼礁工程	固体物质（虚方）投放量 5 万立方米及以上的	固体物质（虚方）投放量 5 万立方米以下的；涉及环境敏感区的	其他	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长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场，封闭及半封闭海域
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长繁殖地，封闭及半封闭海域



表 2 本项目建设内容及环评情况判定表

区域	子项目	建设内容		工程规模	工程位置	类别	判定结论
长江澳海岸带	长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程	1-1	沙丘修复（地貌修整、固坡、覆绿）	2.12km	陆域	/	/
		1-2	防风障（石墙、石笼、耐候钢冲孔板、竹篱笆）	9.92km	陆域，部分竹篱笆风障涉及海域	/	/
		1-3	堤上观测道（2m 宽，预应力管桩机械振动臂沉桩，不锈钢踏面）	0.83km	陆域	/	/
		1-4	丘间带巡护步道（2m 宽，碎石铺面地+整石收边）	1.54km	陆域	/	/
		1-5	一级、二级防火巡护道沥青路面改造	4.17km	陆域	/	/
		1-6	迎风口缓冲区建设，碎石铺地及整石收边，临时性设施（成品集装箱）、固定式设施（箱涵庇护所）投放	修复面积 5176.5m ² ，投放成品集装箱 13 个、箱涵 5 个	陆域	/	/
		1-7	后滨植被补植修复（含珊瑚菜保育）	14.77ha	陆域	/	/
海坛岛北部海岸带	海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程	2-1	侵蚀海岸边坡修复	3.54km	陆域及海域	涉及环境敏感区的其他海洋生态修复工程	报告表
	海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程	2-2	礁石清扫及造藻类种植	9669m ²	海域	种植红树林、海草床、碱蓬等植被	登记表
		2-3	投放贝藻礁	533 个	海域	人工礁体 I 型 174 个，单个 16m ³ ，人工礁体 II 型 359 个，单个 32m ³ ，合计 14272m ³ ，属于固体物质（虚方）投放量 5 万立方米以下 5000 立方米及以上的	报告表
大	大练岛侵蚀海	3-1	侵蚀海岸边坡修复	2.44km	陆域及海域	涉及环境敏感区的其他海洋生态修复	报告表

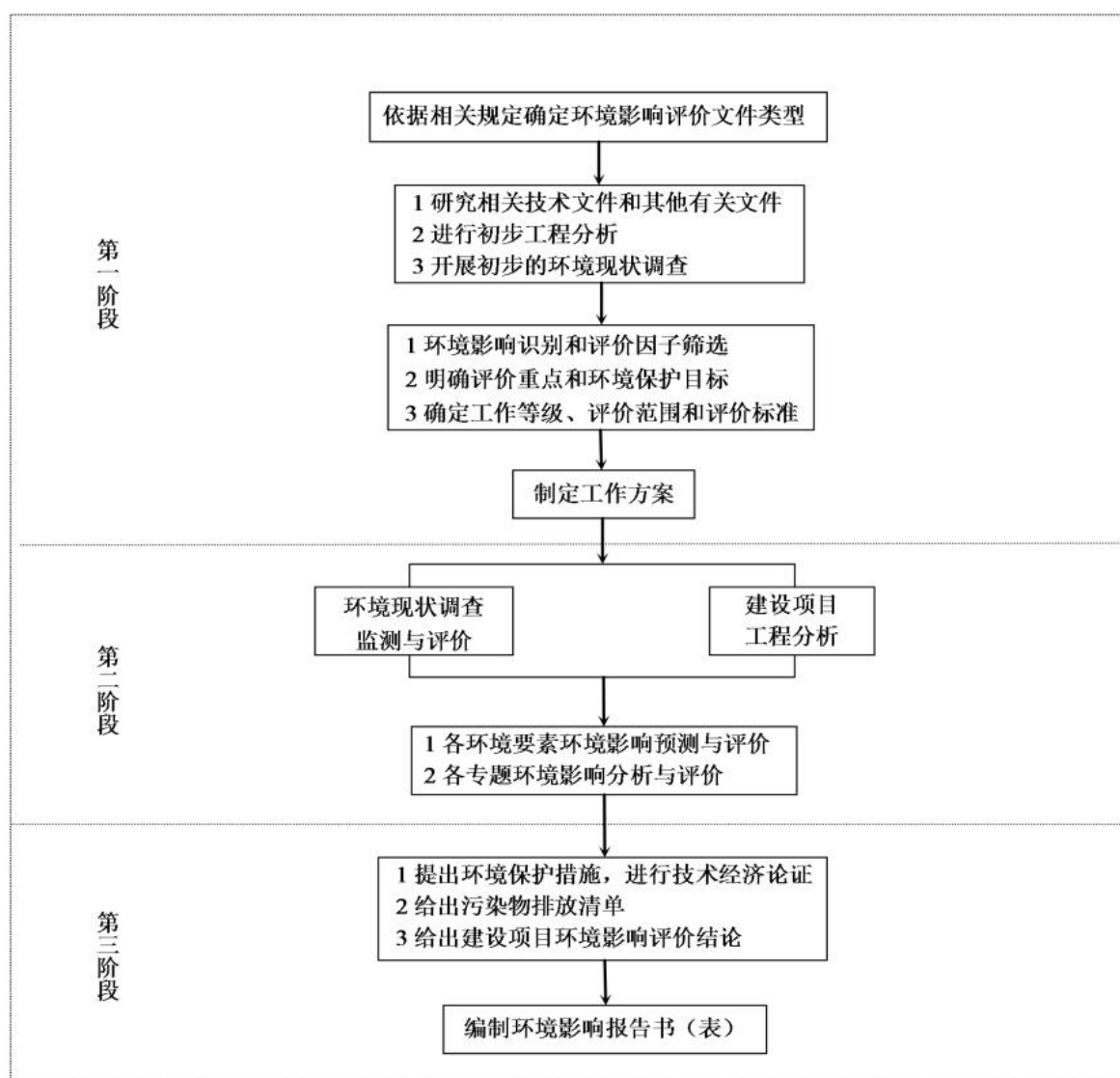


区域	子项目	建设内容		工程规模	工程位置	类别	判定结论
练 岛 海 岸 带	岸带修复与生态恢复工程					工程	
	大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程	3-2	后滨植被补植修复	0.32ha	陆域	/	/
		3-3	防护林补植修复	1.13ha	陆域	/	/
		3-4	防护林抚育更新	3.27ha	陆域	/	/
		3-5	巡护道新建及改造提升	改造 0.35km，新建 0.31km	陆域	/	/
		3-6	防风障（石墙、石笼矮墙、竹篱笆）	2km	陆域，部分竹篱笆风障涉及海域	/	/
	大练岛北部海滩修复与养护工程	3-7	沙滩人工补沙及充填砂袋临时拦沙堤	补沙 29.35 万 m ³ ，拦沙堤 2 条，分别为 169m 和 100m	海域	工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程，位于沿海滩涂滨海湿地	报告书
		3-8	排洪渠及集水井	分别新建 3 条 1.25km，1 座	陆域	/	/
		3-9	排水箱涵	新建 1 座 202m	陆域及海域	涉及环境敏感区的海底管道	报告书
	大练岛东部海滩修复与养护工程	3-10	砾石滩修复	补砾 12.30 万 m ³	海域	位于沿海滩涂滨海湿地，工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程	报告书
		3-11	生态护坡	开挖 69m ³ ，回填 124m ³	海域	工程量在 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程	报告表
	大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程	3-12	生境营造及场地清理	16.6ha，填 1.4 万 m ³ ，挖 1.2 万 m ³	主要在海域	工程量在 10 万立方米以下的清淤、滩涂垫高等工程	报告表
		3-13	人工鲎居布设	12 座	海域	单个 8.1m ³ ，合计 97.2m ³ ，属于固体物质（虚方）投放量 5000 立方米以下	登记表
		3-14	后滨植被补植修复	1510m ²	海域	种植红树林、海草床、碱蓬等植被	登记表
综合判定结论							报告书



(1) 环评工作过程

2025 年 4 月 17 日，受平潭综合实验区先行实业有限公司委托，我司承担“平潭北部海洋生态保护修复工程”的环境影响评价工作。我司接受项目建设单位委托后，立即成立项目组，经过现场踏勘及外业调查、勘探等工作，于 2025 年 8 月编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程环境影响报告书（送审稿）》，供建设单位上报主管部门审批。本项目环评工作程序详见图 1。在环境影响评价过程中，建设单位按照《环境保护公众参与办法》（环境保护部令 2015 年第 35 号）的要求，以网络、报纸、布告等多种形式开展公众参与工作。





（2）相关手续办理过程

本项目涉及用海，还涉及福建平潭国家级地质公园、福建平潭海岛国家级森林公园、福建平潭海坛国家级风景名胜区、福建平潭十八村省级森林公园等 4 个自然保护地以及生态保护红线，依据相关法律法规、文件要求，建设单位委托我司开展了各专题，进展如下：

1) 2025 年 7 月，我司编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程（不涉及新增建设用地、用海用岛部分）符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》；7 月 28 日，平潭综合实验区自然资源与生态环境局在平潭召开了论证会，经质询、讨论形成了专家组意见（见附件 16）；8 月我司完成报告修编稿上报自然资源部门，等待其出具正式意见。

2) 2025 年 8 月，我司编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程（涉及用海部分）符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》（送审稿）并上报平潭综合实验区自然资源与生态环境局，等待省自然资源厅组织专家论证。

3) 2025 年 8 月，我司编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程海域使用论证报告书》（送审稿），待公示结束后，主管部门平潭综合实验区自然资源与生态环境局将组织专家审查。

4) 2025 年 8 月，我司编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程涉及福建平潭海坛国家级风景名胜区选址论证报告》；8 月 8 日，经专家函审，形成了专家函审意见（见附件 14）；8 月我司完成报告修编稿上报主管部门，等待管理部门出具正式意见。

5) 2025 年 8 月，我司编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程对福建平潭国家地质公园生态环境影响专题论证报告》，主管部门平潭综合实验区自然资源与生态环境局支持并同意本项目建设，等待其出具正式意见。同月，我司还编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程对福建平潭海岛国家级森林公园生物多样性影响评价报告》《平潭北部海洋生态保护修复工程对平潭十八村省级森林公园生物多样性影响评价报告》《平潭北部海洋生态保护修复工程对平潭十八村省级森林公园生物多样性影响评价报告》的送审稿，等待主管部门组织审查并出具正式意见。



4 分析判定相关情况

（1）产业政策的符合性

本项目为海洋生态保护修复工程，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，工程属第一类“鼓励类”的“四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2. 生态环境修复和资源利用：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”，为鼓励类项目，符合国家产业政策。

（2）与相关规划的符合性分析

本项目位于平潭综合实验区海坛岛及大练岛，属于《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》“两屏一带六江两溪”生态安全格局中的“近岸海域和海岸带”，“两空间内部一红线”中“海洋生态保护红线”及“海洋开发利用空间”；属于《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035 年）》“一屏、四廊、八区”海岛生态安全格局中的“主岛东部防风生态屏障”“长江澳海岸生态控制区”“大练-小练-屿头及周边海域生态控制区”。项目开展海坛岛及大练岛后滨植被种植修复、岸坡修复、海藻场修复、海滩修复、中国鲎生境修复等工程，有利于后滨植被恢复、海滩保护以及海岸带生态恢复，符合《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》提出的“加强海域生态修复”“开展海岸线整治修复”“加强重要海岛保育保全”“推进滨海湿地固碳示范区建设”等相关要求，也符合《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035 年）》提出的“加强侵蚀岸线修复”“加强近海养殖污染修复”“加强中国鲎栖息地保护修复”等相关要求。

本项目属于《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035）》国土空间生态修复分区中的“平潭综合实验区生态修复重点区”，建设内容符合规划中“按照陆海统筹修复原则，加强海坛岛海滩整治修复、沙丘修复和后滨沙地植被恢复，保护修复周边海岛，由海向陆形成生态完整、功能稳定、防护有效的生态防灾减灾体系”的要求，也符合《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中针对“近岸海域生态修复重点区”提出“维护生物多样性，加大平潭海坛湾国家海洋自然公园、平潭国家地质自然公园等自然保护地、生态红线区的保护力度；按照陆海统筹原则，重点运用海滩-沙丘型生态屏障改造与减灾功能提升、侵蚀岸线修复与生态恢复、滨海生态缓冲带修复与建设等手段，在平潭综合实验区由海向陆形成滨海



有沙丘与沙地植被覆盖、陆域有草本、灌木、乔木等植物群落缓冲带的结构完整、功能稳定、防护有效的海岸带生态系统；保护海坛岛周边海岛……”的要求。

总体而言，本项目实施可实现对平潭海坛岛及大练岛沿岸岸线、沙滩及植被等重要自然资源进行综合保护修复，项目建设符合《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）》《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》等相关规划。

（3）与“三线一单”的符合性分析

1）生态保护红线

通过修复区域与生态保护红线范围叠加核查，确定本项目涉及福建十八村海岛国家森林公园、福建平潭国家地质自然公园等2类生态保护红线，涉及面积分别为11.9110ha、29.6810ha，总面积为41.5920ha。福建十八村海岛国家森林公园生态保护红线类型为防风固沙，福建平潭国家地质自然公园生态保护红线类型为防风固沙及海岸防护物理防护极重要区。

涉及福建十八村海岛国家森林公园生态保护红线的工程内容有：长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程沙丘整形修复、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、防风障、后滨植被补植修复、一级及二级防火巡护道改造。后滨植被补植修复（含珊瑚菜保育）通过植被种植可提高生态保护红线区内的植被覆盖度，提高生态系统稳定性；其他修复措施可保护沙丘，提高长江澳后滨生态景观功能、后期维护能力及防风固沙能力；防火道改建能够显著提升森林的防火效率与安全性，有效控制火势的蔓延，降低火灾造成的损失。因此，本项目实施后对该生态保护红线区的影响是有利的，能起到加强水土保持、防风固沙的作用，提高福建十八村海岛国家森林公园生态保护红线区的生态功能，完善其生态系统的完整性。

涉及福建平潭国家地质自然公园生态保护红线的工程内容有：海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程海藻场修复；海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程部分岸坡修复；大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程渔限村岸坡修复；大练岛北部海滩修复与养护工程沙滩人工补沙、充填砂袋临时拦沙堤及排水箱涵建设、渔限村海岸边坡修复。海藻场修复海藻种植可恢复大型藻类生态系统，所投放贝藻礁可减轻海浪对海岸的侵蚀；边坡修复工程为修复受侵蚀岸线、裸露边坡，进行植被种植恢



复生态系统；沙滩修复人工补沙针对现状受侵蚀的沙滩，不新增用海，修复需建设充填砂袋临时拦沙堤，以减轻海浪对沙滩的侵蚀，后期砂袋会自然破损；同时需对现状排水渠进行拆除改建，改为沙滩底下埋设排水箱涵，以保证区域排涝安全。工程建设旨在提升海坛岛和大练岛海岸带防灾减灾体系的完整性、稳定性和有效性，充分发挥海岸带生态系统防潮御浪、固岸护坡以及防风固沙等减灾功能，项目实施后对该生态保护红线区的影响是有利的，能起到加强海岸防护能力、防风固沙的作用，提高福建平潭国家地质自然公园生态保护红线区的生态功能，完善其生态系统的完整性。

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），本项目符合有限人为活动“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”中“管护巡护、防灾减灾救灾活动及相关的必要设施修筑”，以及“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”的要求。因此，本项目与生态红线管控要求相符。

项目涉及生态保护红线的措施中后滨植被补植修复（含珊瑚菜保育）不属于建设活动，无需办理相关手续；岸线修复抛石护脚、海藻场修复贝藻礁、沙滩排水涵管及充填砂袋临时拦沙堤涉及新增用海，需办理“符合生态保护红线内允许有限人为活动认定意见”（以下简称“认定意见”），作为报批用地、用海用岛的重要依据；其他涉及红线的措施不涉及新增建设用地及用海审批，但存在设施有具体建设活动，无需办理认定意见，由平潭综合实验区当地政府组织开展论证，论证意见作为建设活动审批依据。总体而言，本项目需进行有限人为活动认定，建设单位已委托我司编制本项目的有限人为活动认定报告，目前不涉海部分报告已开展专家论证会，等待平潭综合实验区自然资源与生态环境局出具正式意见，涉海报告已上报福建省自然资源厅，等待组织专家论证。

2) 环境质量底线

本项目是生态修复工程，项目实施后对周边生态环境起到改善作用，运行期无污染产生。施工期生产废水均处理达标后回用，固体废物均妥善处置，噪声及扬尘影响在落实好环水保措施后在可接受水平，悬沙影响随施工期结束而消失，项目建



设不会突破当地环境质量底线。

3) 资源利用上线

本项目不属于能源开发项目，不属于污染型项目，项目实施也不会对区域土壤产生污染。工程对自然岸线进行生态提升，恢复海岸洁净环境，缓解岸滩侵蚀现状，固土保沙，提升海滩生态功能，未对岸线资源造成实际占用，利于恢复岸线自然生态属性。项目在近岸海域进行礁体等透水构筑物的投放，对周边海域的水动力及冲淤影响较小，且施工结束后礁体投放区域的底栖生物、浮游动植物等海洋资源会逐渐恢复，中国鲎增殖、海藻增殖亦可进一步增加海域渔业资源产量。在落实好用地手续的前提下，不会突破土地资源、湿地资源利用上线要求。总体而言，项目的建设有利于恢复和提升滨海湿地资源及岸线资源的质量及功能，不会超过资源利用上线。

4) 生态环境管控单元符合性

根据《平潭综合实验区生态环境分区管控方案（2023年版）》（岚综委办〔2024〕23号），本项目涉及10个生态环境管控单元，其中重点管控单元3个，优先保护单元4个，一般管控单元3个，建设内容符合区域生态环境总体准入要求。

5 关注的主要环境问题及环境影响

本项目为海洋生态保护修复项目，开展海岸带植被修复、海滩修复、生境修复等工程，项目主要环境影响为施工期对大气、噪声、水质、生态环境及海洋环境的影响，项目营运期开展管护作业，主要对种植植被、岸坡、海滩、中国鲎生境区及海藻场进行日常巡视和日常养护。陆域运维人员在项目区不产生生活垃圾和生活污水。根据项目实施特点，本工程产生的环境问题主要为：

（1）施工期

- 1) 施工过程悬浮泥沙入海对海水水质和海域生态环境产生的不利影响。
- 2) 工程建设悬浮泥沙入海对海洋生物等的影响。
- 3) 施工噪声、扬尘对周围村落的影响。
- 4) 施工船舶溢油可能对海域水质环境、生态环境等造成的影响。

5) 施工过程对生态保护红线区域以及福建平潭国家级地质公园、福建平潭海岛国家级森林公园、福建平潭海坛国家级风景名胜区、福建平潭十八村省级森林公园生态环境的影响。



（2）运行期

- 1）工程对局部海域水文动力、岸滩冲淤环境的影响。
- 2）管护道路对陆域生态环境的影响。

6 环境影响评价主要结论

平潭北部海洋生态保护修复工程符合国家产业政策，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）》《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》等相关规划，与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》及“三线一单”管控要求不冲突。项目实施将有利于提升海坛岛及大练岛海岸带的生态功能及防灾减灾能力以及自然海岸带生态功能。本项目对环境的影响主要表现在施工期，工程建设单位应加强施工期的环境管理工作。评价认为工程设计已考虑了环境保护的要求，制定的环境设计方案在技术上、经济上是可行的，具有较强的可操作性。该项目建设应严格按照“三同时”要求，认真落实工程设计拟定的环境保护方案和本报告书中提出的环境保护对策措施。在此前提下，从环境保护角度，本项目的建设可行。



1 总 则

1.1 编制依据

1.1.1 法律、法规和条例

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2024 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 日起施行；
- (4) 《中华人民共和国海岛保护法》，2010 年 3 月 1 日起施行；
- (5) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日起施行；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日起施行；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日起施行；
- (8) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日起施行；
- (9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (10) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日起施行；
- (11) 《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日起施行；
- (12) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日起施行；
- (13) 《中华人民共和国森林法》，2020 年 7 月 1 日起施行；
- (14) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- (15) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2023 年 5 月 1 日起施行；
- (16) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017 年 10 月 7 日起施行；
- (17) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日起施行；
- (18) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016 年 2 月 6 日起施行；
- (19) 《中华人民共和国生物安全法》，2021 年 4 月 15 日起施行；
- (20) 《中华人民共和国土地管理法》，2020 年 1 月 1 日起施行；
- (21) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日起施行；
- (22) 《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 19



日起施行；

(23) 《环境保护公众参与办法》，2015年9月1日起施行；

(24) 《环境影响评价公众参与办法》，2019年1月1日起施行；

(25) 《突发环境事件应急预案管理办法》，2015年6月5日起施行；

(26) 《外来入侵物种管理办法》，2022年8月1日起施行；

(27) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），2017年11月20日起施行；

(28) 《国家级自然公园管理办法（试行）》，2023年10月9日起施行；

(29) 《风景名胜区条例》，2016年2月6日起施行；

(30) 《海域使用权管理规定》，2007年1月1日起施行；

(31) 《海域使用论证管理规定》，2008年3月1日起施行；

(32) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，2021年8月25日起施行；

(33) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》，2011年2月1日起施行；

(34) 《交通运输部关于修改<中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定>的决定》，2019年11月28日起施行；

(35) 《海岸线保护与利用管理办法》，2017年3月31日起施行；

(36) 《福建省海域使用管理条例》，2018年3月31日起施行；

(37) 《福建省海洋环境保护条例》，2016年4月1日起施行；

(38) 《福建省森林公园管理办法》，2015年7月1日起施行；

(39) 《福建省湿地保护条例》，2023年1月1日起施行；

(40) 《福建省森林条例》，2018年3月31日起施行；

(41) 《福建省森林采伐管理办法》，2024年12月30日起施行；

(42) 《福建省生态公益林条例》，2021年4月6日起施行；

(43) 《福建省沿海防护林条例》，2021年7月1日起施行；

(44) 《福建省生态环境保护条例》，2022年5月1日起施行；

(45) 《福建省水土保持条例》，2022年5月27日起施行；



(46) 《福建省土壤污染防治条例》，2022年9月1日起施行；

(47) 《福建省海岸带保护与利用管理条例》，2018年1月1日起施行。

1.1.2 政策及规范性文件

(1) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39号）；

(2) 《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12号）；

(3) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）；

(4) 《关于进一步加强海洋生态保护与建设工作的若干意见》（国海发〔2009〕163号）；

(5) 《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）；

(6) 《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；

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

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

(9) 《国家海洋局关于海洋工程建设项目环境影响评价报告书公众参与有关问题的通知》（国海环字〔2017〕4号）；

(10) 《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》（自然资发〔2023〕10号）；

(11) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号）；

(12) 《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）；

(13) 《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）；

（14）《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）；

（15）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布）；

（16）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（2020年11月30日生态环境部令第16号公布）；

（17）《平潭综合实验区党工委办公室 平潭综合实验区管委会办公室 关于印发平潭综合实验区生态环境分区管控方案（2023年版）的通知》（岚综委办〔2024〕23号）。

1.1.3 技术规范和标准

- （1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- （2）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- （3）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- （4）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- （5）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- （6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- （7）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- （8）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- （9）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- （10）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- （11）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年4月）；
- （12）《海洋调查规范》（GB12763-2007）；
- （13）《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- （14）《海滩养护与修复技术指南》（HY/T 255-2018）；
- （15）《滨海湿地生态监测技术规程》（HY/T080-2005）；



- (16) 《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》（T/CAOE 20.1-8-2020）。
- (17) 《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T393-2007）；
- (18) 《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》（CECS138-2002）；
- (19) 《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》（HJ2006-2010）；
- (20) 《室外排水设计标准》（GB50014-2021）；
- (21) 《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ146-2013）；
- (22) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (23) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (24) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）
- (25) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单；
- (26) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (27) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (28) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (29) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- (30) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

1.1.4 相关规划、区划及工程技术文件

- (1) 《福建省生态功能区划》（闽政文〔2010〕26号）；
- (2) 《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（闽政〔2011〕45号）；
- (3) 《福建省国土空间规划（2021-2035年）》（国函〔2023〕131号）；
- (4) 《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（闽自然资发〔2023〕61号）；
- (5) 《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（征求意见稿）；
- (6) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》（闽环保海〔2022〕1号）；
- (7) 《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》（闽政文〔2019〕240号）；
- (8) 《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（岚综管办〔2023〕15号）；



(9) 《平潭综合实验区环境空气功能区划定方案(2020-2035年)》(岚综管综〔2021〕114号)；

(10) 《平潭综合实验区声环境功能区划定方案(2020-2035年)》(岚综管综〔2021〕106号)；

(11) 《福建平潭国家地质公园规划(2018-2032年)》(岚综管综〔2019〕154号)；

(12) 《海坛风景名胜区总体规划(2017-2030年)》(建城函〔2017〕243号)；

(13) 《平潭综合实验区养殖水域滩涂规划(2019-2030年)》(岚综管综〔2020〕3号)。

1.1.5 项目基础资料

(1) 《平潭北部海洋生态保护修复工程可行性研究报告》，福建省水利水电勘测设计研究院有限公司，2025年6月；

(2) 《平潭北部海洋生态保护修复工程初步设计报告》，福建省水利水电勘测设计研究院有限公司、福建省城乡规划设计研究院、厦门海洋工程勘察设计研究院有限公司，2025年8月；

(3) 《海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程实施方案》，山东清海生态环境研究院有限公司，2025年5月；

(4) 《大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程实施方案》，山东清海生态环境研究院有限公司，2025年5月；

(5) 《大练岛海滩修复与养护工程数值模拟研究报告》，厦门海洋工程勘察设计研究院有限公司，2025年5月；

(6) 《大练岛砾石滩修复工程波浪断面物理模型试验研究》，交通运输部天津水运工程科学研究所，2025年5月；

(7) 《平潭全域海洋生态保护修复项目跟踪监测及成效评估实施方案》，2025年5月；

(8) 其他设计资料。



1.2 环境影响识别及评价因子

1.2.1 环境影响识别

在全面深入开展工程区环境现状调查、发展规划资料搜集等工作基础上,根据工程区环境保护要求和保护目标特点,结合本工程的工程任务、影响范围以及开发方式等基本情况,并参考同类海洋生态保护修复项目环境影响及环境保护的实践经验,对工程各环境因素可能产生的影响进行初步识别分析,结果见表 1.2-1。

由表可见,经筛选、识别确定本工程施工和运行期间主要对海洋环境、陆生生态环境、大气环境、声环境等产生一定影响。

项目环境影响因素识别一览表

表 1.2-1

时段	环境要素	影响对象/污染因子	产生影响内容及其表征	影响程度
施工期	海水水质	SS	沙滩补沙、砾石滩补砾、人工礁体投放、岸线修复等施工活动	-3
		石油类	船舶作业	-1
		pH、COD、氨氮、总氮、总磷	施工人员生活污水	-1
	海洋沉积物	底质	沙滩补沙、砾石滩补砾、人工礁体投放、岸线修复等施工活动	-2
	海洋生态	潮下带生物、浮游动植物、鱼卵、仔稚鱼、游泳生物等及其生境影响	沙滩补沙、砾石滩补砾、人工礁体投放、岸线修复等施工直接改变生物生境,施工过程导致悬浮泥沙增加引起海洋生物损失	-2
	陆域生态	植被、野生动物、景观	施工造成植被破坏、水土流失,施工中噪声、扬尘、人群活动对野生动物的影响,施工对景观的影响	-1
	大气环境	TSP、SO ₂ 、NO ₂ 、CO	车辆运输、施工扬尘、船舶作业	-1
	声环境	等效连续 A 声级	施工机械、施工车辆、船舶作业噪声	-1
	固体废物	建筑垃圾、生活垃圾、岸滩表层垃圾	施工产生的土石方、岸滩清表产生的塑料垃圾、树叶、枯木、贝壳残渣等和施工人员的生活垃圾	-1
	环境风险	石油类、悬浮物	施工船舶碰撞发生溢油、施工期末完成的拦沙堤和沙滩受台风、风暴潮袭击	-1
运营期	海洋水文动力环境及冲淤平衡	海域流场、海底地形地貌	沙滩修复、砾石滩修复、中国鲎生境修复及海藻场修复、岸线修复导致局部海域潮流、冲淤平衡改变	-2
	海洋生态	生态系统	海滩和岸线修复、海藻场修复、中国鲎修复改善了区域海洋生态环境质量,提高海洋生态系统碳汇能力,提升区域生态系统稳定性和防灾减灾能力	+3
	陆域生态	生态系统	后滨植被种植、防护林种植及抚育更新、管护通道等,提升了区域植被覆盖率和防灾减灾能力	+3



时段	环境要素	影响对象/污染因子	产生影响内容及其表征	影响程度
	固体废物	岸滩垃圾及植物残体	陆域巡护	-1

注：-1 表示环境要素所受负面影响程度为较小或轻微，进行影响描述；

-2 表示环境要素所受负面影响程度为中等，进行影响分析；+号表示正面影响；

-3 表示环境要素所受负面影响程度较大或较为敏感，进行重点评价。

1.2.2 评价因子筛选

根据环境影响识别，本次评价给出了环境影响评价现状评价因子和预测评价因子，详见表 1.2-2~1.2-4。

现状评价因子一览表

表 1.2-2

环境要素		现状评价因子
海域	水质	水温、盐度、pH 值、悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、溶解氧、营养盐（硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐）、重金属（汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷）、石油类、硫化物
	沉积物	总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳
	生态环境	初级生产力、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、潮下带大型底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物
	生物质量	总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类
	海洋水文动力和冲淤环境	潮位、流速、流向、含沙量、侵蚀速率、沉积物粒度
陆域生态		土地利用现状、景观、植被、野生动物
环境空气		SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5}
声环境		等效连续 A 声级：L _{Aeq}

影响预测评价因子表

表 1.2-3

时期	环境要素	分析、预测评价因子	
施工期	海水水质	影响预测	悬浮泥沙
	沉积物	影响分析	沉积环境
	海洋生态	影响分析	浮游生物、底栖生物、渔业资源
	声环境	影响分析	等效连续 A 声级 L _{Aeq}
	环境空气	影响分析	颗粒物
	陆域生态	影响分析	土地利用、植被、动物、景观、水土流失，施工期生态影响评价因子筛选详见表 1.2-4
	环境风险	影响分析	石油类
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	生态系统功能



施工期生态影响评价因子筛选表

表 1.2-4

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	工程占地、施工活动等对两栖、爬行、鸟类等重点保护物种的分布范围、行为等产生直接、间接影响	短期、可逆	弱
生物群落	物种组成、群落结构等	工程占地、施工活动等对重点保护物种组成、水生及陆生群落结构等产生直接、间接影响	短期、可逆	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程占地等对植被覆盖度、生物量、生产力等产生直接、间接影响	短期、可逆	弱
生物多样性	物种丰富度	工程占地、施工活动等对物种丰富度等产生直接、间接影响	短期、可逆	弱
生态敏感区	主要保护对象等	工程占地、施工活动等对生物多样性维护产生直接、间接影响	短期、可逆	弱

1.2.3 评价重点

根据本项目周边环境特征，结合工程建设特点，确定本项目环境影响评价重点为：

- （1）工程施工期对海域水质、沉积物、海洋生态环境及渔业资源的影响评价；
- （2）海洋水文动力、地形地貌与冲淤环境影响评价；
- （3）项目施工对环境敏感目标的影响评价；
- （4）规划区划符合性及工程的环境可行性分析；
- （5）工程环境保护和生态修复对策措施。

1.3 环境功能区划及评价标准

1.3.1 环境功能区划

1.3.1.1 近岸海域环境功能区划

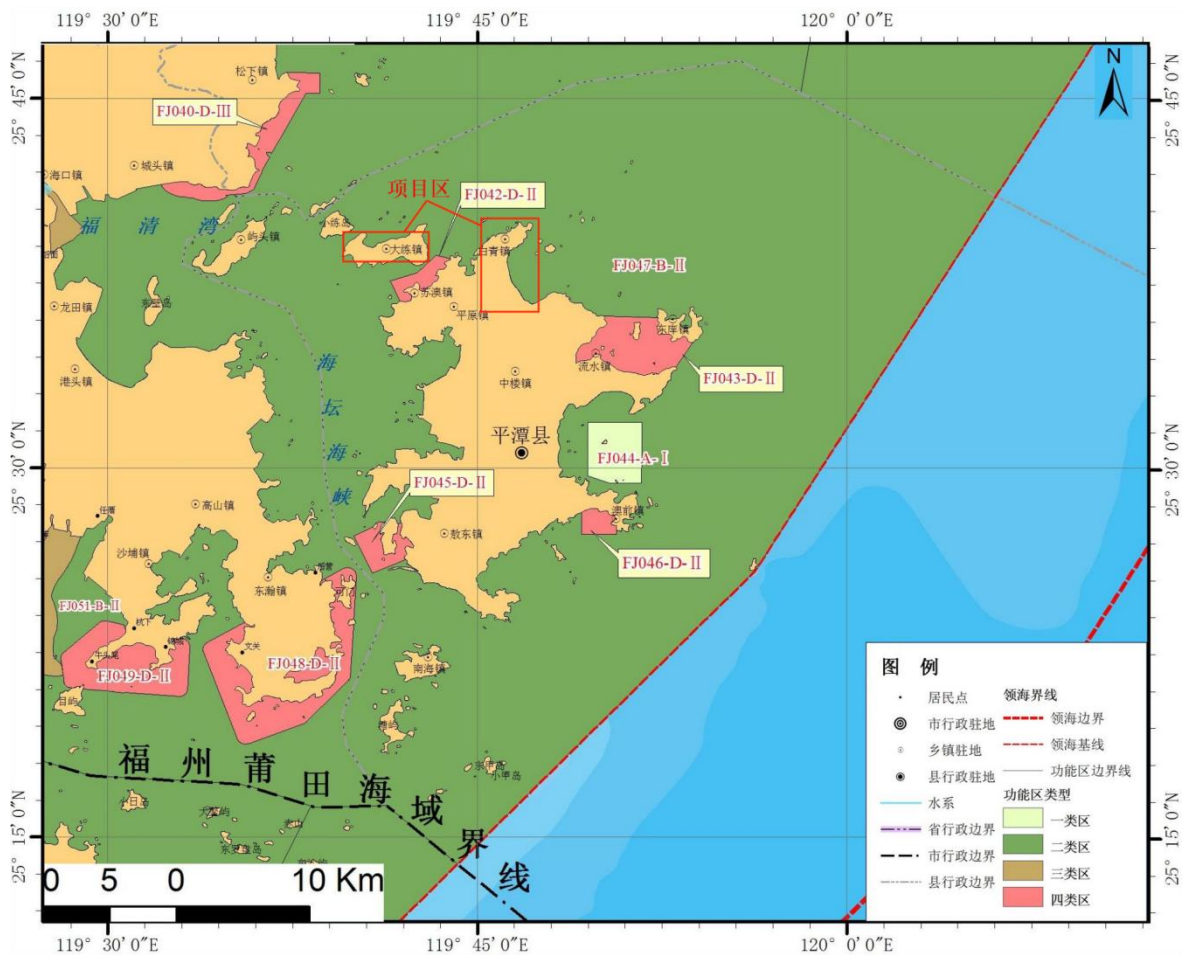
根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目所在海坛岛北部及大练岛近岸海域位于“海坛海峡及海坛岛周边海域二类区（FJ047-B-II）”，主导功能为“养殖、生态保护”，水质保护目标近远期均为第二类，详见表 1.3-1，位置见图 1.3-1。



福建省近岸海域环境功能区划（摘录）

表 1.3-1

海域名称	标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积(km ²)	近岸海域环境功能区		水质保护目标	
						主导功能	辅助功能	近期	远期
海坛海峡海区	FJ047-B-II	海坛海峡及海坛岛周边海域二类区	海坛海峡西部海域，北起屿头-东壁连线，南至万安沿线近岸。	25°33'16.2"N， 119°50'9.6"E	1366.85	养殖、生态保护	渔港、旅游	二	二



1.3.1.2 福建省海岸带及海洋空间规划

海岸带地区是建设海洋强省的最重要依托，国务院批复的《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》和省政府批准的《福建省海岛保护规划（2011-2020 年）》实



施期限相继到期。根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（征求意见稿），本项目涉海的工程涉及“平潭国家地质自然公园海洋生态保护区”及“福清湾及海坛岛周边海域渔业用海区”，详见表 1.3-2，相对位置见图 1.3-2。

项目涉及海洋功能分区情况表

表 1.3-2

海域名称	一级类主导功能区	二级类主导功能区	空间准入	利用方式控制	保护要求	其他要求
平潭国家地质自然公园海洋生态保护区	海洋生态保护区		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。			
福清湾及海坛岛周边海域渔业用海区	海洋发展区	渔业用海区	以渔业基础设施、增殖养殖、捕捞生产为主导功能，适度兼容船舶制造修理、陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、锚地、固体矿产开采、可再生能源利用、取排水和游憩等用海活动；允许开展科研教学、水利工程、海岸防护、水下文物保护和生态修复等用海活动；允许航道、路桥隧道、海底电缆管道等线性工程贯通穿越或跨越。扩散条件较好的海域可兼容污水达标排放；捕捞海域适度兼容倾倒用海(省际争议海域除外)。	集约节约用海，在保障安全的前提下科学设计、论证选择合适的用海方式。	合理利用海洋渔业资源，规范有序开展增殖养殖和捕捞作业，鼓励发展现代渔业，拓展深远海养殖，严格执行休渔期制度。区域内的无居民海岛，执行海岛分类管控要求。	已确权用海的，根据确权情况利用海域；区域内有围填海历史遗留问题图斑的，根据围填海历史遗留问题处理方案进行处理；兼容的固体矿产开采应进行资源调查，合理确定开采范围和开采量，禁止在沙滩进行海砂开采活动，严格控制在重要沙滩以外可能影响沙滩稳定的海域进行海砂开采活动；涉及国家重大项目用海的，根据国家相关政策要求开展相关的用海活动。与航道相邻的区域开展增殖养殖活动应充分预留航道安全保护范围。



1.3.1.3 福建省生态功能区划

根据《福建省生态功能区划》（闽政文〔2010〕26号），项目区属于“5203 福清—平潭城镇和集约化高优农业生态功能区”。该区域主要生态系统服务功能为城镇生态环境、集约化高优农业生态环境、营养物质保持、自然与人文景观保护，详见表 1.3-3，位置见图 1.3-3。

本项目涉及福建省生态功能区划表

表 1.3-3

生态功能分区单元			所在区域与面积	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区			
Ⅱ闽东南生态区	Ⅱ ₂ 闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区	5203 福清—平潭城镇和集约化高优农业生态功能区	福清市大部分乡镇和平潭全县，地理坐标 119°12'~119°55'E，25°15'~25°50'N，面积 1163.15km ²	城镇生态环境、集约化高优农业生态环境、营养物质保持、自然与人文景观保护	建设生态城镇和生态工业区，发展循环经济和清洁生产，加快城镇环保设施建设，重点治理工业废水和城镇生活废水污染，改善龙江水质；对重点工业区进行空气污染监控；加大污染废弃物的处置力度；增加城镇绿地面积。发展生态农业，控制农业面源污染和规模化畜禽养殖污染；加强丘陵坡地植被恢复和水土流失综合治理；加强 324 国道和福泉高速路等重要交通干线两侧一重山视域景观建设。平潭岛大规模开发要高度重视风沙和石漠化防治，加强水资源保护，合理发展生态旅游。

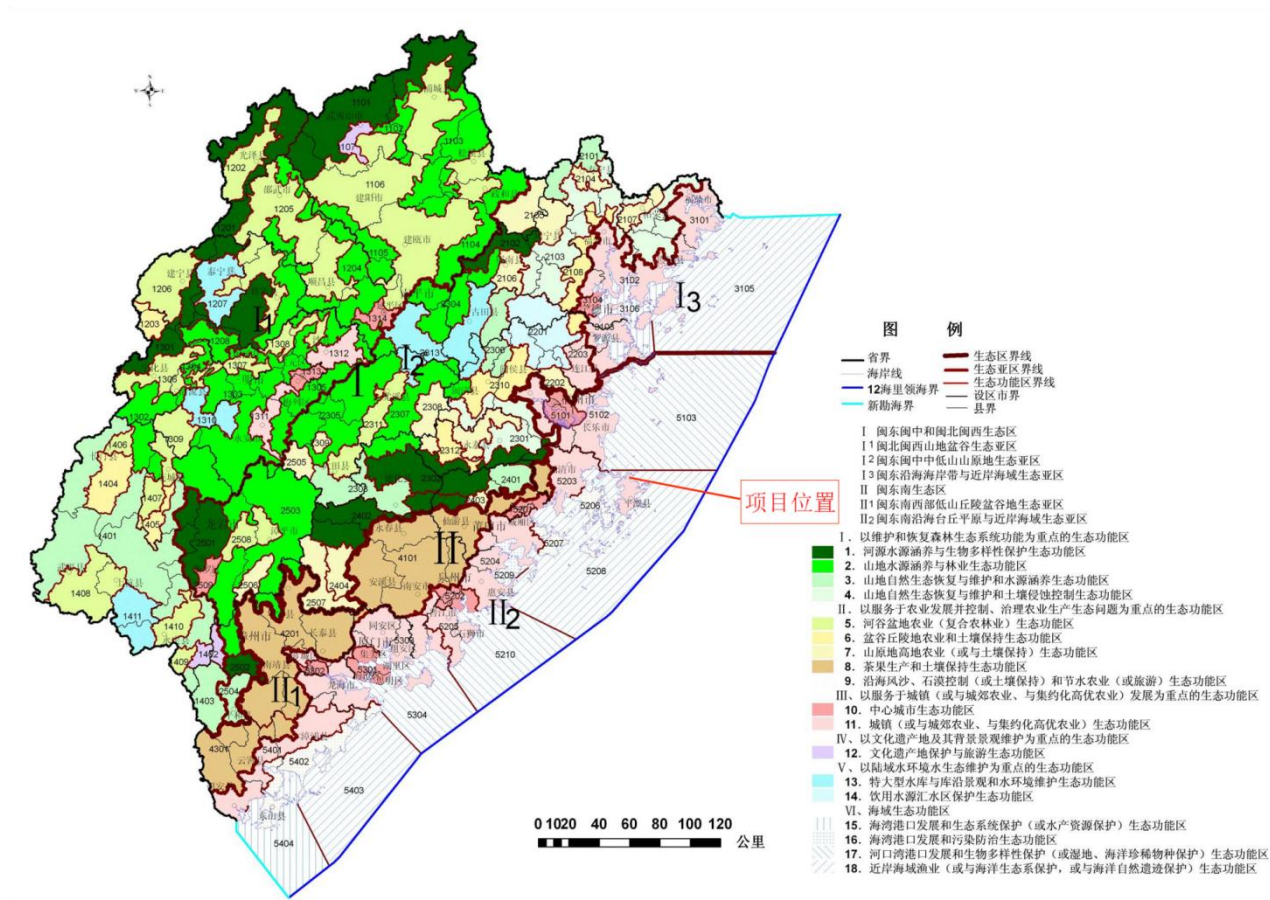


图 1.3-2 福建省生态功能区划图

1.3.1.4 大气环境与声环境

(1) 大气环境

根据《平潭综合实验区环境空气功能区划定方案（2020-2035 年）》（岚综管综〔2021〕114 号）工程区不属于 1 类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单二级标准，详见表 1.3-4。

平潭综合实验区环境空气功能区划（摘录）

表 1.3-4

序号	名称	主要功能	环境功能类别	具体区域
1	平潭三十六脚湖主体功能区	省级自然保护区	1 类区	中山大道-金井湾大道-翠园路-万景路-金井湾大道-环岛路-寨山南路-翠园南路-环岛路-美湖路
2	君山风景名胜区	国家级风景名胜区		北部以羊来山、尖尾山为界，东部沿山脚至南部老孟山，西部从老孟山沿凤楼水库东侧山脚至溪口村



序号	名称	主要功能	环境功能类别	具体区域
3	海坛天神景区	平潭国家级海坛风景名胜区		海坛天神景区划定边界
4	平潭综合实验区内其他区域	居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区等	2 类区	除 1 类区以外的其他区域

(2) 声环境

根据《平潭综合实验区声环境功能区划定方案（2020-2035 年）》（岚综管综〔2021〕106 号），本工程位于 2 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

1.3.1.5 “三线一单”生态环境分区

根据《平潭综合实验区生态环境分区分管方案（2023 年版）》（岚综委办〔2024〕23 号），本项目涉及 10 个生态环境管控单元，其中重点管控单元 3 个，优先保护单元 4 个，一般管控单元 3 个，建设内容符合区域生态环境总体准入要求，详见表 1.3-5。



图 1.3-3 本工程布置于福建省生态环境分区分管数据应用平台叠图示意



项目建设与平潭生态环境分区管控方案符合性分析一览表

表 1.3-5

序号	编号	环境管控单元名称	管控单元类别	空间布局约束	符合性分析
1	HY35700010006	福建平潭国家地质自然公园-海岸防护物理防护极重要区	优先保护单元	1.禁止围填海，禁止挖砂、采石、倾倒、垃圾填埋等破坏性沙滩或诱发岸滩蚀退的开发活动。2.确需在生态保护红线区内进行渔业及执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线、能源等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。3.禁止新设污染物集中排污口。	本项目为海洋生态修复工程，不进行围填海，工程可保护沙滩及岸坡；沙滩排水渠不可避免涉及生态保护红线，目前生态保护红线论证报告已编制完成并通过审查，待部门审批；项目不设置排污口，符合该管控单元空间布局约束。
2	ZH35700010003	平潭综合实验区国家地质自然公园	优先保护单元	依据《地质遗迹保护管理规定》《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》《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》等地质公园管理有关法律法规进行管理。禁止开发建设活动要求：1.禁止在保护区内及可能对地质遗迹造成影响的一定范围内进行采石、取土、开矿、放牧、砍伐以及其他对保护对象有损害的活动。未经管理机构批准，不得在保护区范围内采集标本和化石；2.不得在保护区内修建与地质遗迹保护无关的厂房或其他建筑设施；对已建成并可能对地质遗迹造成污染或破坏的设施，应限期治理或停业外迁。3.禁止新、扩建排放大气污染物的工业项目，现有排放大气污染物的工业项目逐步退出。限制开发建设活动要求：管理机构可根据地质遗迹的保护程度，批准单位或个人在保护区范围内从事科研、教学及旅游活动。允许开发建设活动要求：在符合法律法规的前提下，红线范围内允许开展《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》规定的对生态功能不造成破坏的有限人为活动。	本项目岸坡修复涉及该单元，非采石等活动，属于有限人为活动，不新增建设用地，可保护岸坡稳定性并增加植被面积，符合地质公园管理要求，生态保护红线论证也正在开展，符合该管控单元空间布局约束。
3	ZH35700030001	平潭综合实验区一般管控单元	一般管控单元	1.一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，在可行性研究阶段，必须通过自然资源部用地预审；农用地转用和土地征收依法依规报国务院批准。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。2.不得将确需退耕还林还草的耕地划为永久基本农田，不得将已退耕还林还草的土地纳入土地整治项目，不得擅自将永久基本农田、土地整治新增耕地和坡改梯耕地纳入退耕范围。3.禁止随意砍伐防风固沙林和农田保护林。4.严格准入，引导现有分散企业适时搬迁至合规园区。5.城市建成区外保留的燃煤锅炉应达到《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的特别排放限值要求，鼓励按超低排放要求进一步提升污染治理水平。6.城市建成区外保留的燃油、燃生物质锅炉应配套污染治理设施，达到《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的特别排放限值要求（燃生物质锅炉参照燃煤锅炉执行）。燃生物质锅炉禁止掺烧煤炭、垃圾、工业固体废物等其他物料；配套高效规范的除尘设施，进行低氮燃烧改造，对改造后氮氧化物仍无法稳定达标的，鼓励采用SCR等高效脱硝技术开展末端治理。	本项目为公益项目，不占永久基本农田，不涉及随意砍伐防风固沙林和农田保护林，而进行防风林补植和抚育更新，可增强区域防风固沙能力，符合该管控单元空间布局约束。
4	HY35700020021	大练岛可再生能源用海区	重点管控单元	1.严格控制近岸矿产与能源开发的规模、范围和强度，禁止开展岸滩采矿活动。2.固体矿产开采工业用海，须经科学论证确定开发范围与规模；风能、潮流能、波浪能等可再生能源的开发利用须经科学论证，确定用海的位置、规模等。	本项目涉及该单元工程为砾石滩修复及岸坡修复，不涉及采矿及能源开发，符合该管控单元空间布局约束。



序号	编号	环境管控单元名称	管控单元类别	空间布局约束	符合性分析
5	ZH35700010007	平潭综合实验区一般生态空间-防风固沙生态功能重要区域	优先保护单元	依据《福建省沿海防护林条例》（2021年）等有关法律法规进行管理。禁止开发建设活动要求：1.禁止在防护林内实施筑坟、挖塘、采集植被或者矿物以及其他违反法律、法规规定的行为。2.禁止在幼林地内实施砍柴、毁苗、放牧等损坏防护林的行为。限制开发建设活动要求：1.禁止以生产木材为主要目的采伐防护林，确需采伐的，除法律法规另有规定外，应当进行抚育间伐、更新采伐和低质低效林改造性质的采伐。更新采伐应当采取择伐和渐伐方式，禁止皆伐。2.经科学论证，在具备游览条件的防护林内开展旅游经营活动的，应当遵守国家和本省有关规定，不得破坏森林植被和生物多样性。	本项目对防护林进行补植及抚育更新（属于抚育间伐、更新采伐和低质低效林改造性质的采伐），符合该管控单元空间布局约束。
6	HY35700030003	海坛岛东北部捕捞用海	一般管控单元	无	本项目为生态修复工程，本身不排放污染物，符合该管控单元空间布局约束。
7	HY35700030008	大练岛增殖区	一般管控单元	1.禁止改变海域自然属性，禁止排污倾废用海，可兼容渔村新农村建设、滨海旅游、休闲渔业、科学实验、保护区和重大交通基础设施建设等用海。2.优化海水养殖布局和结构，禁养区禁止水产养殖生产等相关活动，限养区控制养殖规模。	本项目不改变海域自然属性，施工期污水均回用，不涉及水产养殖等活动，符合该管控单元空间布局约束。
8	HY35700020016	白青渔业基础设施用海区	重点管控单元	1.禁止在半封闭海湾、河口兴建影响潮汐通道、行洪安全，以及明显降低水体交换能力的工程建设项目。2.对环保和生产要素具有较高要求的石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业要符合全省规划布局要求。3.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，依法依规优化平面布局，集约利用，强化生态保护修复，增加岸线曲折率和亲水岸线。	本项目岸坡生态修复涉及该单元，位于海岸线沿线，不影响潮汐通道等，不属于生产项目，不涉及围填海，符合该管控单元空间布局约束。
9	ZH35700010002	平潭综合实验区海坛国家级风景名胜区	优先保护单元	依据《风景名胜区条例》《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》《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》《福建省风景名胜区条例》等风景名胜区管理有关法律法规进行管理。禁止开发建设活动要求：1.风景名胜区内规划未经批准的，不得在风景名胜区内进行各类建设活动。2.禁止开山、采石、开矿、开荒、采砂、取土、修坟立碑、刻字、围湖造田、填海造地等破坏景物、水体、林草植被和地形地貌的活动；3.禁止修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，堆放、弃置、处理废渣、尾矿、油料、含病原体污染物等有毒有害物质；4.禁止以围、填、堵、截等方式破坏自然水系，超标排放污水、倾倒垃圾和其他污染物；5.禁止非法捕捞、捕猎野生动物和迁移古树名木、采集珍贵野生植物、采脂，破坏野生动植物栖息、生长环境；6.禁止非法采伐林木，损坏景物、公共设施，在景物或者设施上刻划、涂污；7.禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区、进行商品房开发以及在核心景区内建设宾馆、酒店、会所、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；已经建成的，风景名胜区所在地设区的市、县级人民政府应当按照风景名胜区规划依法限期拆除或者逐步迁出。8.禁止新、扩建排放大气污染物的工业项目，现有排放大气污染物的工业项目逐步退出。限制开发建设活动要求：1.一级保护区（核心景区）：一级保护区的风景资源应严格保护、科学开发，除必需的步行游赏道路和相关设施外，严禁建设与风景名胜区无关的设施，区内不得安排重大建设项目。一级保护区内除应急救援车辆外，禁止机动车辆进入，具体保护措施依据核心景区保护要求进行保护。2.二级保护区：二级保护区内应调查土地利用性质，区内不得	本项目为生态修复工程，涉及该单元的措施符合风景名胜区管理要求，建设内容可提升景区自然景观，施工期不在风景名胜区内排污弃渣，符合该管控单元空间布局约束。



序号	编号	环境管控单元名称	管控单元类别	空间布局约束	符合性分析
				安排本规划确定以外的重大建设项目，可以结合原有居民点的改造，按规定安排少量旅游设施，但禁止建设与游览活动无直接相关的工程设施，设施层高不宜超过三层、尽量采用地方建筑风格，严禁开垦农田、烧荒。各种架空电线杆走向选择应隐蔽，远期应埋入地下。3.三级保护区：三级保护区内应加大封山育林力度，严禁开山采石；旅游配套设施和居民点建设必须严格履行风景名胜区和城乡规划建设等法定的审批程序，严格控制建设范围、规模和建筑风貌，并与周边自然和文化景观风貌相协调。	
10	HY35700020011	流水-君山风景旅游用海区	重点管控单元	1.禁止破坏自然岸线、沙滩、海岸景观、沿海防护林等，禁止排污倾废用海，兼容农渔业、科学实验、海洋保护区、海底管线和港口等用海。2.严格限制改变海域自然属性，禁止在沙滩建设永久性构筑物。3.整治受损自然景观和海岸工程设施，修复受损自然和人文历史遗迹，养护退化的海滨沙滩。	本工程岸坡修复工程涉及该单元，不改变海域自然属性，符合该管控单元空间布局约束。



1.3.2 评价标准

1.3.2.1 环境质量标准

(1) 海洋环境质量标准

1) 海水水质

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目所在“海坛海峡及海坛岛周边海域二类区（FJ047-B-II）”，水质保护目标为《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准，标准值见表 1.3-6。

《海水水质标准》（GB3097-1997）摘录

表 1.3-6

单位：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	水温(°C)	人为造成的海水温升夏季不超过 1°C,其它季节不超过 2°C		人为造成的海水温升不超过当时当地 4°C	
3	pH	7.8~8.5, 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8, 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
4	DO	>6	>5	>4	>3
5	COD	≤2	≤3	≤4	≤5
6	无机氮	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50
7	活性磷酸盐	≤0.015	≤0.030		≤0.045
8	汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
9	镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
10	铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
11	铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50
12	砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050	
13	铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
14	锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
15	石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50

2) 海洋沉积物质量标准

根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（征求意见稿），本项目涉海的工程涉及“平潭国家地质自然公园海洋生态保护区”“福清湾及海坛岛周边海域渔业用海区”。根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），生态保护区、渔业用海区执行第一类标准，标准值见表 1.3-7。

《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）摘录

表 1.3-7

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 (×10 ⁻⁶)	≤0.20	≤0.50	≤1.00
2	镉 (×10 ⁻⁶)	≤0.50	≤1.50	≤5.00
3	铅 (×10 ⁻⁶)	≤60	≤130	≤250



序号	项目	第一类	第二类	第三类
4	锌 ($\times 10^{-6}$)	≤ 150	≤ 350	≤ 600
5	铜 ($\times 10^{-6}$)	≤ 35	≤ 100	≤ 200
6	铬 ($\times 10^{-6}$)	≤ 80.0	≤ 150.0	≤ 270.0
7	砷 ($\times 10^{-6}$)	≤ 20.0	≤ 65.0	≤ 93.0
8	有机碳 ($\times 10^{-2}\%$)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4.0
9	硫化物 ($\times 10^{-6}$, $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	≤ 300	≤ 500	≤ 600
10	油类 ($\times 10^{-6}$, $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	≤ 500	≤ 1000	≤ 1500

3) 海洋生物标准

生物体质量中贝类采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中相应的类别标准进行评价,生态保护区、渔业用海区、游憩用海区贝类采用第一类生物体质量标准评价。软体动物(非双壳类)和甲壳类、鱼类生物体内污染物质(铜、铅、锌、镉、汞等)含量评价标准参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准;石油烃含量的评价标准参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准,标准值见表 1.3-8~9。

《海洋生物质量》(GB18421-2001)摘录

表 1.3-8

单位: mg/kg 去壳鲜重

项目	第一类	第二类	第三类
总汞	≤ 0.05	≤ 0.10	≤ 0.30
镉	≤ 0.2	≤ 2.0	≤ 5.0
铅	≤ 0.1	≤ 2.0	≤ 6.0
铬	≤ 0.5	≤ 2.0	≤ 6.0
砷	≤ 1.0	≤ 5.0	≤ 8.0
铜	≤ 10	≤ 25	≤ 50 (牡蛎 100)
锌	≤ 20	≤ 50	≤ 100 (牡蛎 500)
石油烃	≤ 15	≤ 50	80

软体动物(非双壳类)和甲壳类、鱼类生物质量评价标准

表 1.3-9

单位: mg/kg

项目	鱼类	甲壳类	软体类
铜	20	100	100 未包括牡蛎
锌	40	150	250 未包括牡蛎
镉	0.6	2.0	5.5
汞	0.3	0.2	0.3
铅	2.0	2.0	10
石油烃	20	20	20

(2) 环境空气质量标准

根据《平潭综合实验区环境空气功能区划定方案(2020-2035年)》(岚综管综〔2021〕114号)工程区属于二类区,执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)



及修改单二级标准，详见表 1.3-10。

《环境空气质量标准》（GB3095-2012）摘录

表 1.3-10

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		单位
			一级	二级	
1	SO ₂	年平均	20	60	μg/m ³
		24 小时平均	50	150	
		1 小时平均	150	500	
2	NO ₂	年平均	40	40	
		24 小时平均	80	80	
		1 小时平均	200	200	
3	CO	24 小时平均	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	70	
		24 小时平均	50	150	
6	PM _{2.5}	年平均	15	35	
		24 小时平均	35	75	

（4）声环境

根据《平潭综合实验区声环境功能区划定方案（2020-2035 年）》（岚综管综〔2021〕106 号），本工程位于 2 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，详见表 1.3-11。

《声环境质量标准》（GB3096-2008）摘录

表 1.3-11

单位：dB（A）

声环境功能区类别		昼间	夜间
0 类		50	40
1 类		55	45
2 类		60	50
3 类		65	55
4 类	a 类	70	55
	b 类	70	60

1.3.2.2 污染物排放标准

（1）废水排放标准

施工生活区租用当地民房，可利用现有的污水处理设施，施工区及工程区产生少量粪尿污水，粪尿污水经环保厕所打包纳入民房现有生活污水收集系统，严禁排入周边海域。

工程建设使用成品砂石料及商品混凝土，无砂石料冲洗废水及混凝土系统冲洗



废水产生。弃渣运输车辆及其他运输车辆需净车上路，施工区内设洗车台，采用高压水枪冲洗，汽车冲洗废水经沉淀处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）车辆冲洗标准，其中 SS 达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准后回用于本系统，沉渣运至中转渣场。标准值见表 1.3-12~13。

《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）摘录

表 1.3-12

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位 ≤	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU ≤	5	10
5	BOD ₅ ≤	10	10
6	氨氮/（mg/L） ≤	5	8
7	阴离子表面活性剂/（mg/L） ≤	0.5	0.5
8	铁/（mg/L） ≤	0.3	-
9	锰/（mg/L） ≤	0.1	-
10	溶解性总固体/（mg/L） ≤	1000（2000） ^a	1000（2000） ^a
11	溶解氧/（mg/L） ≥	2.0	2.0
12	总氯/（mg/L） ≥	1.0（出厂）， 0.2（管网末端）	1.0（出厂）， 0.2 ^b （管网末端）
13	大肠埃希氏菌（MPN/100ml 或 CFU/100ml）	无 ^c	无 ^c
注：“—”表示对此项无要求。			
^a 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。			
^b 用于城市绿化时，不应超过 2.5mg/L。			
^c 大肠埃希氏菌不应检出。			

《污水综合排放标准（GB8978-1996）》表 4 摘录

表 1.3-13

单位：mg/L

污染物	一级标准	二级标准	三级标准
pH（无量纲）	6~9	6~9	6~9
悬浮物（其他排污单位）	70	150	400
BOD ₅ （其他排污单位）	20	30	300
COD（其他排污单位）	100	150	500
氨氮（其他排污单位）	15	25	-
磷酸盐（以 P 计）	0.5	10	-



污染物	一级标准	二级标准	三级标准
石油类	5	10	20
动植物油	10	15	100

(2) 大气污染物排放标准

施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中的无组织排放监控浓度限值，详见表 1.3-14。运行期本工程不产生大气污染物。

《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 摘录

表 1.3-14

序号	污染物	无组织排放监控浓度限值	
		监控点	浓度（mg/m ³ ）
1	二氧化硫	周界外 浓度最高点	0.40
2	氮氧化物		0.12
3	颗粒物		1.0

(3) 噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的排放要求，详见表 1.3-15。运行期本工程无噪声产生。

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）摘录

表 1.3-15

噪声限值		单位
昼间	夜间	
70	55	dB（A）

(4) 固体废物排放标准

一般固体废物处置执行《福建省固体废物污染环境防治条例》（2024 年 6 月 1 日）有关规定。危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）有关规定。

1.4 评价工程等级

1.4.1 海洋生态环境

本项目主要涉海内容包括海坛岛北部海藻场修复 2.4ha，投放贝藻礁 533 个；修复海坛岛及大练岛岸坡 3.1km；修复大练岛北部海滩长度约 1.5km，人工补沙 29.35 万 m³，埋设排水箱涵 165m，沙滩中部和东端设置 2 条长度分别为 169m 和 100m 的充填砂袋临时拦沙堤；修复大练岛东部海滩长度约 0.6km，人工补砾 12.3 万 m³，月举村生态护坡开挖 69m³，回填 124m³；中国鲎生境修复区填方 1.41 万 m³，挖方



1.27 万 m^3 ，投放蜆居 12 个，后滨植被修复 1510 m^2 。

工程所在海域为国家级地质公园及生态保护红线，属于重要海洋生态敏感区，评价等需提高一级。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）要求，本项目海洋生态环境评价等级为 1 级。确定本项目的海洋环境影响评价等级为 1 级，详见表 1.4-1。

项目海洋生态环境影响评价等级判定表

表 1.4-1

影响类型 \ 评价等级		1	2	3	本项目
废水排放量 Q ($10^4\text{m}^3/\text{d}$) ^a	含 A 类污染物	$Q \geq 2$	$0.5 \leq Q < 2$	$Q < 0.5$	不涉及
	含 B 类污染物	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 20$	$Q < 5$	不涉及
	含 C 类污染物	$Q \geq 500$	$50 \leq Q < 500$	$Q < 50$	不涉及
水下开挖/回填量 Q (10^4m^3) ^b		$Q \geq 500$	$100 \leq Q < 500$	$Q < 100$	补沙及补砾 41.65 万 m^3 ，中国蜆填方 1.41 万 m^3 ，挖方 1.27 万 m^3 ，月举村生态护坡开挖 69 m^3 ，回填 124 m^3
泥浆及钻屑排放量 Q (10^4m^3)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$	不涉及
挖沟埋设管缆总长度 L (km) ^c		$L \geq 100$	$60 \leq L < 100$	$L < 60$	埋设排水箱涵（排洪）165m
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q (10^4m^3) ^d		$Q \geq 6$	$0.2 \leq Q < 6$	$Q < 0.2$	不涉及
入海河口（湾口）宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 R%		$R \geq 5$	$1 < R < 5$	$R \leq 1$	不涉及
用海面积 S (hm^2)	围海	$S \geq 100$	$S < 100$	/	不涉及
	填海	$S \geq 50$	$S < 50$	/	不涉及
	其他用海 ^e	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$	充填砂袋临时拦沙堤专用航道、锚地及其他开放式用海 0.2912ha
线性水工构筑物轴线长度 L (km)	透水	$L \geq 5$	$1 \leq L < 5$	$L < 1$	不涉及
	非透水	$L \geq 2$	$0.5 \leq L < 2$	$L < 0.5$	建设护脚 3.1km
人工鱼礁固体投放量 Q（空方 10^4m^3 ）		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$	贝藻礁及中国蜆蜆居合计 14369.2 m^3



影响类型 \ 评价等级	1	2	3	本项目
a: 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级（最低为 3 级）；建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子，评价等级应不低于 2 级。 b: 海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。 c: 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。 d: 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。 e: 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖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。				

1.4.2 陆域生态影响评价工作等级

本项目陆域措施涉及生态保护红线及自然保护地。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉及自然公园时，评价等级为二级；涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；当工程占地规模大于 20km²时，评价等级不低于二级。本项目陆域修复面积共计 0.37km²<20km²，评价等级为三级。综上，采用其中的最高的评价等级，确定本项目陆域生态影响评价工作等级为二级。

1.4.3 地表水评价工作等级

本工程建成运行后无污废水产生。

施工期生产废水经处理达标后回用于生产或场地绿化和洒水降尘，施工人员生活污水纳入民房现有生活污水收集系统，不直接排放。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）“水污染影响型建设项目评价等级判定”，确定地表水环境水污染影响评价的工作等级为三级 B。

由于项目位于海岸带，陆域工程周边基本无河流，因此将地表水评价纳入海洋环境影响评价中的水质、水动力评价，不再单独评价。

1.4.4 地下水环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目中国渔场及海藻场贝藻礁参照海洋人工鱼礁工程，地下水环境影响评价项目类别为 IV 类；排水渠行业类别参照防洪治涝，地下水环境影响评价项目类别为 IV 类；排水箱涵行业类别参照海底隧道、管道、电（光）缆工程，地下水环境影响评价项目类别为 IV 类；植被种植、抚育及防风障行业类别参照防沙治沙，地下水环境影响评价项目类别为 IV 类；后滨巡护道路、岸坡修复等工程行业类别参照旅游开



发，地下水环境影响评价项目类别也为IV类。

综上，本项目地下水环境影响评价项目类别为IV类，因此不开展地下水环境影响评价。

1.4.5 大气环境

工程运行期无大气污染物产生，运行期大气环境影响不作评价。

本工程对环境空气的影响时段为施工期，主要大气污染物为 TSP，但其排放量及排放浓度均具有不稳定性，且影响范围主要在工程区及施工场界内，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），大气环境影响评价等级定为三级。

1.4.6 声环境

工程运行期无噪声产生，运行期声环境影响不作评价。

施工期噪声来自各工段的开挖、夯实、运输车辆流动噪声源，主要分布在各施工区及施工道路。工程施工时机械设备运行和车辆运输的噪声对周围声环境有一定的影响，但施工期的影响是暂时的，工程建设前后噪声级基本无显著变化。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），第 5.1.3 条的规定“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB（A）~5dB（A），或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价”，本工程区属于 2 类区，因此确定本工程施工期声环境影响评价等级为二级。

1.4.7 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）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，因此本项目不开展土壤环境影响评价。

1.4.8 环境风险

本工程海藻场投放贝藻礁及沙滩补沙需要用到船舶。突发环境事件风险物质主要为油类物质。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）的临界量为 2500t。

本项目施工船机配置如表 1.4-2，计算所涉及的油类物质在船机的最大存在总量与对应临界量 2500t 的比值 Q ，得 $Q=0.2$ 。



当 $Q < 1$ 时, 该项目环境风险潜势为I。按照表 1.4-3 确定本项目环境风险评价工作等级为简单分析。

施工船机及其比值 (Q)

表 1.4-2

序号	仪器设备名称	规格	单位	数量	最大存在总量 (t)	使用区域
1	运砂船	280m ³	艘	10	28×10	大练岛北部沙滩修复区
2	吹砂船	800m ³ /h	艘	2	40×2	
3	自航平板驳船	1000t	艘	2	70×2	海坛岛北部海藻场修复区
总计					500	
Q					0.2	

风险评价工作级别划分

表 1.4-3

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a

^a是相对于详细评价工作内容而言, 在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性说明。

1.4.9 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, 见表 1.4-4。

本工程评价等级及依据

表 1.4-4

环境要素	依据		评价等级
海洋生态环境	建设非透水构筑物抛石护脚总计 3.1km≥2km, 项目涉及生态保护红线及国家级地质公园重要海洋生态敏感区。		一级
地表水环境	水污染影响	施工生产废水经处理达标后回用于生产, 施工人员生活污水纳入民房现有生活污水收集系统, 不直接排放。	三级 B
地下水环境	项目属于地下水环境影响评价项目类别的IV类建设项目。		不开展
环境空气	工程建成后不产生大气污染物, 各污染物占标率 P_i 均为 0, 施工期主要大气污染物为 TSP, 排放量及排放浓度具有不稳定性, 影响范围主要在施工场界内。		三级
声环境	项目噪声影响集中于施工期, 建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增高量在 3dB (A) 以下, 且受影响人口数量变化不大, 但项目区声环境功能区为 2 类。		二级
生态环境	陆生生态	工程总占地面积小于 20km ² , 占地涉及自然公园、生态保护红线。	二级
土壤环境	工程属于其他项目, 土壤环境影响评价项目类别为IV类。		不开展
环境风险	工程施工期不设置炸药库、油库和加油站, 配备少量的柴油发电机备用, 施工机械用油于周边加油站购买。突发环境事件风险物质主要为油类物质, 存量极小, 最大存量共 500t, 小于临界值 (2500t), 总量与临界值的比值 $Q < 1$, 环境风险潜势为I。		简要分析



1.5 评价范围

1.5.1 海洋生态环境

本项目海洋生态环境影响评价等级为 1 级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），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，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。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。

本项目涉及重要海洋生态敏感区，结合项目周边敏感目标分布情况，确定本次评价范围为以工程用海外缘线为起点、分别向主潮流方向及垂直主潮流方向各外扩 15km，向陆一侧扩展至岸边，评价范围为约 1123.3km²的海域，评价范围拐点坐标见表 1.5-1，评价范围见图 1.5-1。

评价范围拐点坐标表

表 1.5-1

拐点	经度	纬度
A	119° 36′ 20.058″ E	25° 30′ 31.597″ N
B	119° 40′ 24.161″ E	25° 29′ 26.420″ N
C	119° 51′ 33.564″ E	25° 28′ 28.252″ N
D	119° 56′ 47.943″ E	25° 28′ 27.151″ N
E	119° 56′ 48.203″ E	25° 48′ 31.026″ N
F	119° 36′ 39.519″ E	25° 48′ 30.635″ N
G	119° 30′ 17.057″ E	25° 41′ 20.945″ N
H	119° 31′ 5.515″ E	25° 33′ 30.865″ N

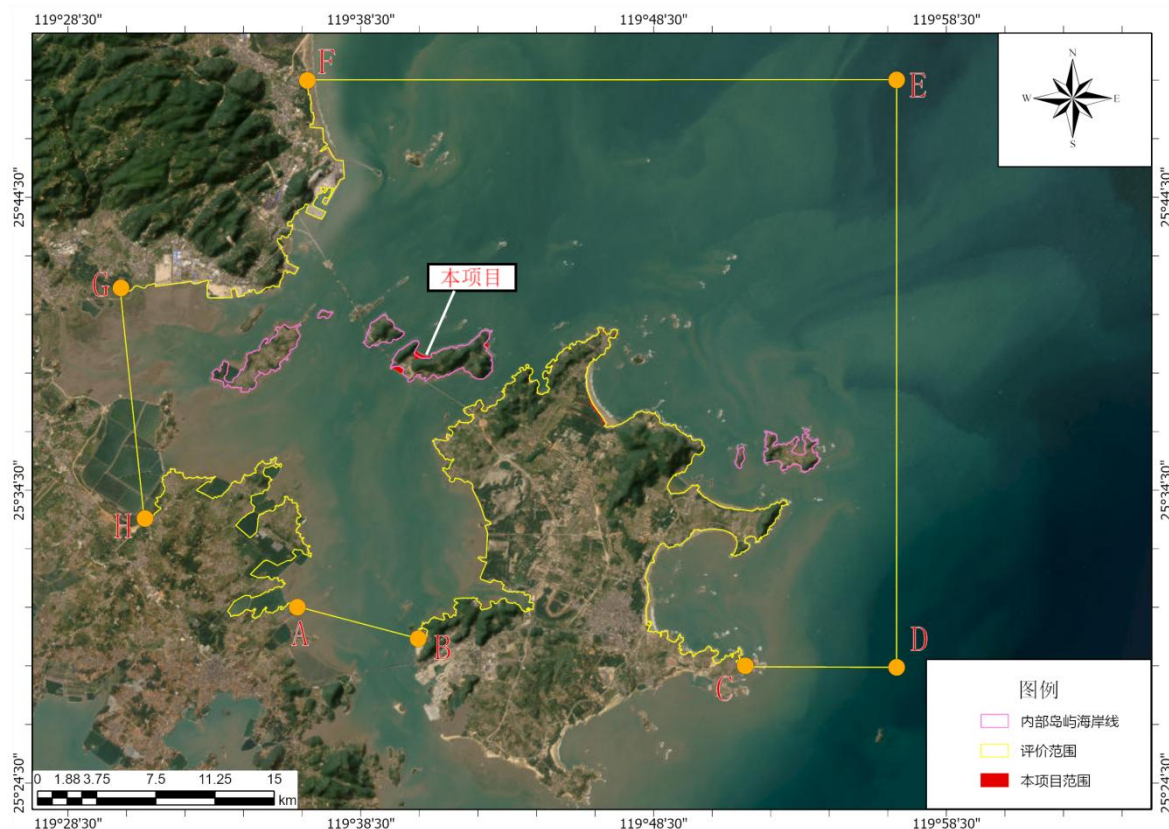


图 1.5-1 海洋生态环境评价范围

1.5.2 陆域生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态影响评价应能够充分体现生态完整性和生物多样性保护要求，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。评价范围应依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，以评价项目影响区域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。涉及占用或穿（跨）越生态敏感区时，应考虑生态敏感区的结构、功能及主要保护对象合理确定评价范围。线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为参考评价范围，实际确定时应结合生态敏感区主要保护对象的分布、生态学特征、项目的穿越方式、周边地形地貌等适当调整，主要保护对象为野生动物及其栖息地时，应进一步扩大评价范围，涉及迁徙、洄游物种的，其评价范围应涵盖工程影响的迁徙洄游通道范围；穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300 m 为参考评价范围。

本项目位于海岸带，陆域范围工程包括长江澳后滨修复 18.7ha、大练岛北部沙滩后滨修复 5.49ha、海坛岛修复侵蚀边坡长度约 3.54km、大练岛修复侵蚀边坡长度约 2.44km。参照线性工程进行评价范围的界定。陆域部分大练岛中国鲎生境修复区、月举村、立新村及围东村边坡修复不涉及生态敏感区，其余工程基本涉及生态敏感区（福建平潭国家级地质公园、福建平潭海岛国家级森林公园、福建平潭海坛国家级风景名胜区、福建平潭十八村省级森林公园、生态保护红线），详见图 1.5-2。

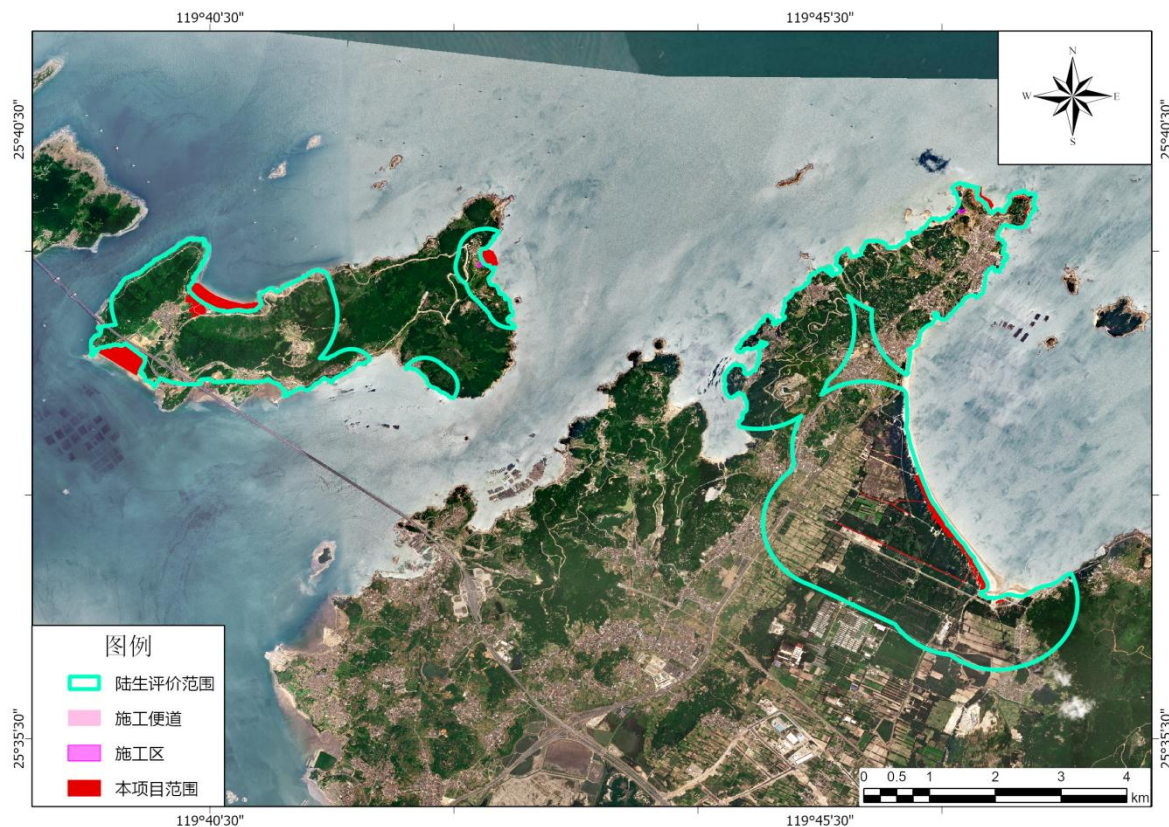


图 1.5-2 陆域生态环境影响评价范围

1.5.3 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中大气环境影响评价范围的确定原则，本工程为三级评价项目，不需设置大气环境影响评价范围。工程弃渣运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用，因此本项目不对中转渣场环境影响进行评价。重点评价范围为工程沿线、施工区、运输线路沿线及往外延伸 200m 范围，详见图 1.5-3。

1.5.4 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）中声环境影响评价范围



的确定原则，确定本工程声环境影响评价范围为工程沿线、施工区、运输线路沿线及周围 200m 范围，详见图 1.5-3。

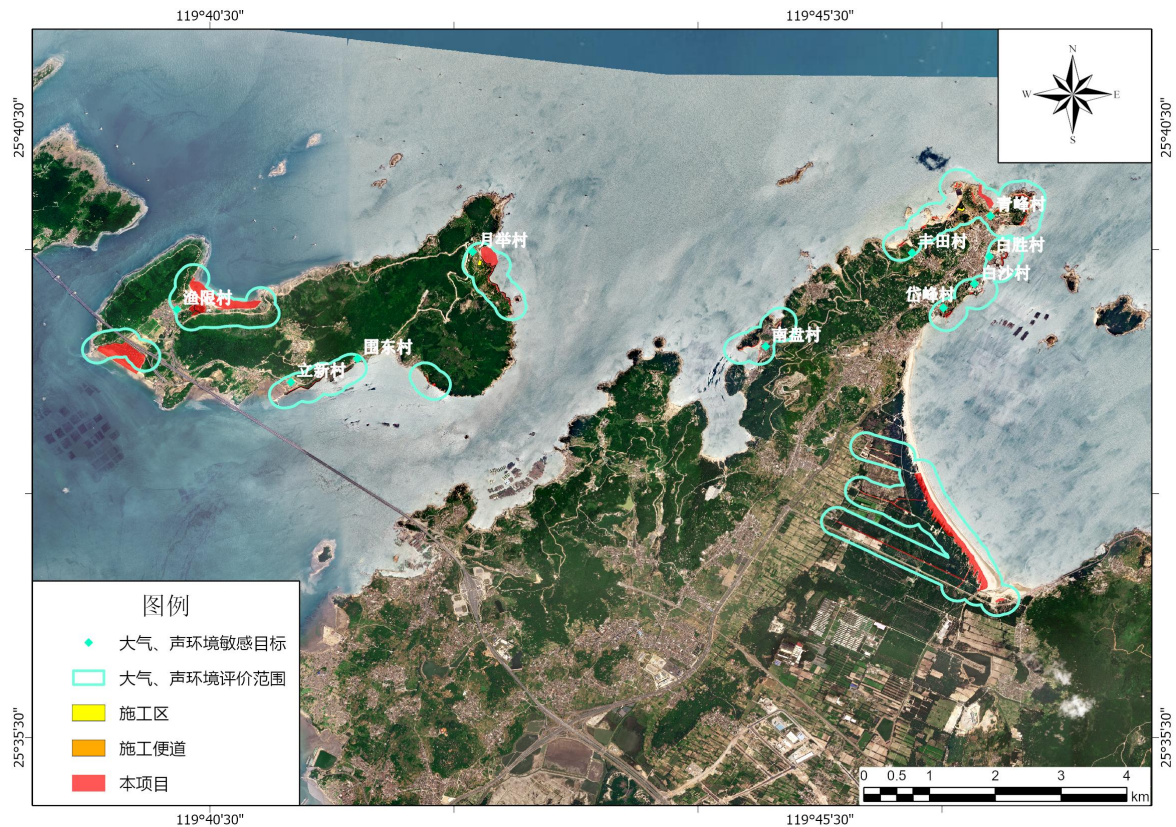


图 1.5-3 大气、声环境评价范围、敏感目标示意图

1.6 环境敏感区及环境保护目标

1.6.1 环境敏感区

本工程不涉及国家公园、自然保护区、永久基本农田、重要湿地、饮用水水源保护区，但涉及福建平潭国家地质自然公园、福建十八村海岛国家森林公园 2 类生态保护红线；涉及福建平潭国家级地质公园、福建平潭海岛国家森林公园、福建平潭海坛国家级风景名胜区、福建平潭十八村省级森林公园，涉及情况详见表 1.6-1。工程与生态保护红线、自然保护地位置关系见附图 6。

工程与环境敏感区相对位置关系表

表 1.6-1

类型	名称	方位	与本项目最短距离	涉及面积 (ha)	所在区域	保护目标及保护要求
生态保	福建十八村海岛国家森林公园生态保护红线	项目涉及	0m	11.9110	陆域	海岸防护物理防护、防风固沙



类型	名称	方位	与本项目最短距离	涉及面积 (ha)	所在区域	保护目标及保护要求
护 红 线	福建平潭国家地质自然公园生态保护红线	项目涉及	0m	29.6810	陆域、海域	海岸防护物理防护、特别保护海岛、防风固沙
	滨海防风固沙生态保护红线	中国鲨生境修复区北侧	82m	/	陆域	海岸防护物理防护、防风固沙
	福建海坛湾国家海洋自然公园生态保护红线	长江澳修复区南侧	7.9km	/	海域	重要渔业资源产卵场
	牛山岛周边海域重要渔业资源产卵场生态保护红线	长江澳修复区东南侧	15.7km	/	海域	重要渔业资源产卵场
自然 保 护 地	福建平潭海岛国家森林公园	项目涉及	0m	8.7752	陆域	森林植被、自然景观、野生动植物资源等
	福建平潭海坛国家级风景名胜区分区	项目涉及	0m	23.6015	陆域、海域	“半洋石帆”、“海坛天神”、“仙人井”等海蚀地貌景观，坛南湾、三岐澳等海滨沙滩，保护风景名胜区内自然景观。
	福建平潭十八村省级森林公园	项目涉及	0m	14.3659	陆域、海域	森林植被、自然景观、野生动植物资源等
	福建平潭国家地质公园	项目涉及	0m	33.6507	陆域、海域	保护地质公园重要地质遗迹、生态环境的完整性。
	福建平潭综合实验区海坛湾国家级海洋公园	长江澳修复区东南侧	8.5km	/	海域	重要渔业资源产卵场

1.6.2 环境保护目标

除 1.6.1 节所述环境敏感区外，工程附近区域评价范围内的环境保护目标还有海岛、开放式养殖区（习惯性养殖、确权养殖）以及居民区等，保护目标情况见表 1.6-2，分布见图 1.6-1~2。



工程与环境保护目标相对位置关系表

表 1.6-2

环境要素	名称	类型	方位	距离工程区最近距离	距离施工区最近距离	保护目标及保护要求
海域环境	平潭县屿头乡羊角底养殖区	确权围海养殖	中国鲎生境修复区西侧	8.7km	/	施工期各类污水均经处理后回用，不排放，保护海水水质、海洋生态环境。
	平潭县流水镇山门湾养殖区	确权围海养殖	岱峰村岸坡修复区东南侧	8.5km	/	
	屿头乡屿北、后垵村养殖区	确权开放式养殖	中国鲎生境修复区西北侧	6.3km	/	
	渔屿村渔业养殖用海	确权开放式养殖	岱峰村岸坡修复区东南侧	8.3km		
	渔限村西南侧养殖区	习惯性开放式养殖	中国鲎生境修复区西南侧	0.5km		
	围东村南侧养殖区	习惯性开放式养殖	中国鲎生境修复区西南侧	0.1km		
	南盘村西侧渔业养殖区	习惯性开放式养殖	南盘村（南）护脚修复区西侧	0.4km	/	
	白沙村东侧养殖区	习惯性开放式养殖	白沙岸坡修复区东侧	0.2km		
	大练岛及海坛岛自然岸线	自然岸线	工程两侧	0m	/	自然岸线及潮滩。维持岸线自然属性，禁止改变岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。
	一般湿地(含三调沿海滩涂)	湿地	工程周边	0m	/	保护湿地生态系统基本功能。
环境空气、声环境	白沙村	村庄(80 户 264 人)	工程西侧	37m	/	施工期大气污染物排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的无组织排放浓度限值，施工区场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求；环境空气达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单二级标准，声环境达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。
	白胜村	村庄(79 户 237 人)	工程西侧	39m	114m	
	岱峰村	村庄(51 户 160 人)	工程西侧	50m	/	
	青峰村	村庄(315 户 1109 人)	工程南侧	6m	113m	
	丰田村	村庄(10 户 37 人)	工程东侧	174m	/	
	南盘村	村庄(236 户 708 人)	工程东侧	8m	/	
	围东村	村庄(182 户 638 人)	工程北侧	12m	/	
	立新村	村庄(92 户 299 人)	工程北侧	20m	/	
	渔限村	村庄(74 户 268 人)	工程西南侧	96m	/	
	月举村	村庄(64 户 211 人)	工程西侧	35m	82m	
陆域生态	防风林带	植被	工程区内	0m	/	保护植被覆盖率。
	植物（珊瑚菜等）	植被	工程区内	0m	/	保护工程沿线植被；保护珊瑚菜及其生境。
	动物（鸟类等）	野生动物	工程区内	0m	/	保护鸟类物种及其生境。保持工程涉及区域的生态系统的完整性和多样性，保护工程施工区等临时场地陆生生态系统和工程沿线河道水生生态系统；减少工程建设新增水土流失量，施工结束后及时进行植被恢复。



2 工程概况

2.1 建设项目概况

2.1.1 建设项目基本信息

(1) 项目名称：平潭北部海洋生态保护修复工程

(2) 项目性质：新建项目

(3) 建设单位：平潭综合实验区先行实业有限公司

(4) 项目前期代建单位：平潭正宏建设工程咨询有限公司

(5) 建设地点：本工程位于福建省平潭综合实验区海坛岛北部及长江澳、大练岛。地理位置见附图 1。

(6) 产业类型：“鼓励类”的“四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2. 生态环境修复和资源利用：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”。

(7) 建设内容：采用后滨沙地植被修复、沿海基干林带防护体系加密加宽、海滩整治修复、海藻场修复、海岸边坡生态固坡护坡、生物多样性恢复等措施，实施长江澳、海坛岛北部、大练岛海岸带生态保护修复，共 8 个子项目建设，打造“长江澳防护林—砂质海岸带生态屏障”、“海坛岛北部红土—基岩海岸带生态屏障”、“大练岛典型海岛海岸带生态屏障”，由海向陆形成滨海有潮间带滩涂（沙滩、砾石滩）、缓冲带有坡体稳定的海岸边坡、后滨有沙丘与沙地植被覆盖、基干林带有乔灌草复合植物群落。

(8) 建设规模：实施生态修复区域面积 0.7736km²，其中海域面积 0.4060km²，陆域面积 0.3676km²。

海域部分主要建设内容：修复大练岛北部海滩长度约 1.5km，补沙量约 29.35 万 m³，埋设箱涵 202m（涉海 165m）；大练岛东部海滩修复长度约 0.6km，补砾石量约 12.3 万 m³，月举村生态护坡开挖 69m³，回填 124m³；海藻生境修复 2.4ha，投放贝藻礁 533 个，沙滩中部和东端设置 2 条长度分别为 169m 和 100m 的充填砂袋拦沙堤；中国鲎生境修复 16.6ha，填方 1.41 万 m³，挖方 1.27 万 m³，投放鲎居 12 个，后滨植被修复 1510m²；岸线边坡修复护脚长 3.11km。

陆域部分主要建设内容：长江澳后滨修复 18.7ha；大练岛北部沙滩后滨修复



5.49ha；海坛岛修复侵蚀边坡长度约 3.54km；大练岛修复侵蚀边坡长度约 2.44km。

本项目建设规模见表 2.1-1。

(9) 工程总投资：28939.73 万元，建设资金来源为中央资金、地方配套资金。

(10) 建设周期：31 个月。

2.1.2 项目组成

工程措施组成表

表 2.1-1

建设内容		工程组成
主体工程	长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程	修复总面积为 18.7ha： ①修复沙丘 2.12km，就地开挖平衡土方 91512m ³ ，高性能喷播 49090.3m ³ ； ②铺设防风障 9.92km，其中永久性风障石墙 0.8592km、石笼矮墙 0.358km，半永久性风障耐候钢冲孔板 3.575km，竹篱笆围网 5.133km； ③新修 2m 宽堤上观测道（预应力管桩机械振动臂沉桩基础、Q355NH 梁柱、316L 不锈钢踏面与护栏）0.825km； ④新修 2m 宽丘间管护通道（碎石铺地+整石收边）1.539km； ⑤建设迎风口缓冲区（碎石铺地+整石收边）5176.542m ² ，投放临时性设施（成品集装箱）13 个（尺寸 2.5×2.6×8m）、固定式设施（箱涵庇护所）5 个（尺寸 2.5×2.8×12m）； ⑥植被补植修复 14.77ha（含珊瑚菜保育 0.45ha）； ⑦长江澳后滨后侧巡护道路路面改造提升 4.17km，其中一级巡护道（6m 宽）3.243km，二级巡护道（4m 宽）0.908km。
	海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程	修复侵蚀海岸边坡总长约 3.54km： ①北部湾其他岸段侵蚀海岸边坡修复 2.331km：青峰村侵蚀边坡修复 176m、甲澳侵蚀边坡修复 277m、甲澳沙滩护脚修复 358m、丰田村侵蚀边坡（北）修复 87m、丰田村侵蚀边坡（南）修复 111m、南盘村侵蚀边坡（北）修复 207m、南盘村侵蚀边坡（南）修复 550m、岱峰村侵蚀边坡修复 142m、白沙村侵蚀边坡修复 115m、白胜村侵蚀边坡修复 308m； ②青峰村海防路侵蚀海岸边坡修复 1.215km。
	海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程	恢复大型藻类生态系统 2.4ha： ①潮间带礁石整理 9669m ² ； ②瓦氏马尾藻、昆布修复面积 0.85ha，羊栖菜、鼠尾藻修复面积 1.31ha，坛紫菜、石莼修复面积 0.24ha；同时开展 0.85ha 厚壳贻贝修复；投放贝藻修复礁体 533 个。
	大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程	修复侵蚀海岸边坡总长约 2.437km：立新村 494m、围东村 615m、渔限村 213m、月举村 1115m。
	大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程	修复总面积 5.49ha：修复后滨沙地植被 0.32ha，补植修复防护林 1.13ha，实施防护林抚育与更新 3.27ha，修复巡护道路约 0.35km，新建巡护道路约 0.31km，竹篱笆防风障铺设约 2.0km。
	大练岛北部海滩修复与养护工程	①修复沙滩长度 1.5km，补沙量 29.35 万 m ³ ，设计施工滩肩高程为 2.90m，滩肩宽度为 80m，滩肩以下滩面坡度为 1:15； ②工程区中部和东端设置充填砂袋临时拦沙堤，中部堤长 169m、宽 5.24m，堤顶位于施工滩肩部分的高程为 2.90m、从 101m 段滩肩外缘向海至外端逐步降低到 1.00m；东堤长 100m、宽 5.24m，堤顶高程保持在



建设内容		工程组成
		2.90m; ③新建造排洪渠（沟）总长约 1.25km，沙滩下埋设长约 202m 的箱涵 1 座，箱涵尺寸 2.5×2.0m。
	大练岛东部海滩修复与养护工程	①修复砾石滩长度 0.6km，补砾石量约 12.3 万 m ³ ，其中碎石约 4.3 万 m ³ 、圆角砾石（卵石）约 8.0 万 m ³ ；设计施工滩肩高程为 2.90m，滩肩宽度为 80m，滩肩以下滩面坡度为 1:20； ②步道北侧冲刷区扭王字块、底板和前缘区域修复总长度 73.2m。
	大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程	①保护修复中国鲎栖息地总面积 16.6ha，增殖放流中国鲎 30 万只，在东西两侧布设鲎居共 12 座； ②岸边种植柗柳、海桐、单叶蔓荆、海马齿共 1510m ² ； ③在中国鲎修复区域东北侧平潭渔限学校建设中国鲎保护宣传教育研学基地 1 处。
临时工程	施工场地	施工生活区依托项目周边的居民区，项目现场不设施工生活区；布置 2 个施工工区，分别为位于平潭主岛北部以及大练岛，临时用地面积 7401.73m ² ，施工工区根据需要设置配电房、办公室、综合仓库、钢木加工厂、试验室、小型机修厂、堆料场等临时建筑物。
	弃渣场	工程渣土在施工区临时堆放，工程不设置弃渣场，弃渣运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用。
	施工道路	本工程共需修建临时施工便道 7 条，共 3.1km，路基宽度 4.4m，路面宽度 4.0m，路面采用泥结石路面结构。
公用工程	供水系统	市政供水。
	供电系统	市政供电，施工区布置配 2 台 85kW 移动式柴油发电机作为备用电源。
	通信	电讯等公用设施，从附近现有的公共设施上接入。
	对外交通	各项目区附近均有公路和省道相通，无需新建对外交通道路。
环保工程	废气	施工场地洒水降尘、围挡等。
	噪声	施工期采用低噪声机械，并经常对设备进行维修保养。
	废水	施工废水处理后回用于洒水抑尘，不外排；施工人员生活废水依托大练岛及海坛岛现有污水处理系统处理，工区粪尿污水经环保厕所打包纳入民房现有生活污水收集系统。
	生态	合理设置施工场地；施工结束后应重视优化工程生态绿化景观规划建设；严格控制和减少施工噪音、场地扬尘等对鸟类等野生动物栖息、觅食生境的影响；落实水土保持措施。
	固体废物	施工期本工程弃渣运往指定中转渣场，不设永久弃渣场，施工人员生活垃圾由当地环卫部门统一清运处置。

2.2 相关项目实施情况

2010 年以来，实验区按照“统一规划、分段实施、综合治理、突出重点”的原则，实施了平潭综合实验区蓝色海湾整治行动、龙王头滨海旅游区整治修复工程、海坛湾阳光海岸景观工程与坛南湾海岸生态修复工程、平潭综合实验区君山片区海洋生态保护修复项目等项目，有序推进平潭东部海域坛南湾、海坛湾、裕藩湾、大澳湾、君山海岸带的保护修复，工程总投资超 12 亿元，整治修复受损岸线 62.6 公

里，海域面积约 156.3 平方公里。目前，平潭东部沿岸防灾减灾生态屏障带已基本打造完成。海岸带生态资源状况显著改善，累积了丰富的海洋生态修复实践经验和

技术基础。



图 2.2-1 平潭东部沿岸防灾减灾生态屏障带已基本打造完成

目前，平潭已完成国土空间生态修复整体规划和总体布局，将针对重要生态区位的海岸带，实施沿海和外围岛礁防风固岸、沙滩修复、生物多样性保护、红树林恢复等工程，提升海岸带的生态安全和服务功能。



图 2.2-2 平潭海洋生态保护修复成效

2.3 工程主要生态环境问题

平潭北部海岸带仍存在风沙灾害严重、防护林老化受损、后滨沙地植被覆盖率低、海岸带生态环境恶化、红土海岸边坡侵蚀坍塌、砂质海岸侵蚀后退、海藻场生态系统和滨海湿地功能退化等问题，工程区涉及的长江澳、海坛岛北部、大练岛区域现状及主要问题及成因如下。

2.3.1 长江澳海岸带

(1) 后滨沙地植被稀疏，流动沙丘活跃

长江澳地处风口，在冬季风速常达到 8 级以上，部分区域虽长有老鼠芳、马鞍藤，但在部分植物在冬季风最强的季节枯萎，难以形成有效的防风固沙结构，流动沙丘活动更加活跃，风沙活动对防护林及陆向更远区域造成不同程度侵蚀，严重影响当地居民生产生活。



(1) 沿海防护林带老化受损，防风效果不佳

长江澳沿线防护林受损，向海一侧缺口较多，整体形态呈锯齿状分布。缺口总体呈带状分布，部分缺口直接与海岸线贯通。由于防护林带不健全，受冬季强劲的东北季风影响，风沙活动肆虐，长江澳区域性防护林带防护效果不佳，影响周边交通安全和城市形象。防护带的缺口造成该区域对风暴潮、海浪等海洋灾害的防护能力较弱。

平潭多年平均风速约 9m/s，冬季平均风速超 11.1m/s，强风、盐雾、干旱等恶劣的自然条件，严重影响了林木的生长和健康。沿海防护林目前多为木麻黄纯林，外侧后滨沙地的植被也多为老鼠芳、月见草等沙生植物，整体结构层次简单。这种较简单林相和植被结构，会对其功能和稳定性产生多方面的不利影响。单一树种的防护林在面对病虫害时，由于缺乏多样性，更容易受到大规模病虫害的侵袭，导致防护效能逐渐减弱。此外，单一树种的防护林在土壤改良方面的能力也较为有限，难以有效改善土壤结构和肥力，进而影响防护林的长期稳定性和可持续性，不能充分发挥防护林的生态效益。长江澳沿海防护林林相结构简单、防护林缺口较多、营林措施不当等问题，加速了防护林的老化。此外，生态系统自身演变，如林分结构简单、生物多样性降低等，也导致防护林的生态功能下降，老化加速。

(2) 后滨垃圾遍布，设施老化

后滨部分区域缺乏必要的管护，导致垃圾较多；同时防风障设施受海风侵蚀而老化破败，急需更新和加强管养，以提高适用性与耐用度。陆侧道路在冬季常受风沙活动阻隔，路面积沙严重干扰交通通畅，存在安全隐患，与平潭打造宜居宜游的滨海生态环境目标相违背，影响平潭国际旅游岛城市形象。

2.3.2 海坛岛北部海岸带

(1) 原白青乡北部和东部海岸带红土边坡受侵蚀、海堤基底淘蚀

苏平镇北部、东部部分岸线边坡长期受海浪侵蚀，该区域海岸地质主要为残积土，在冲蚀作用下不断松动、剥落。目前边坡上层岩石风化为红土边坡，下层为岩石边坡，形成由红土覆盖的易受侵蚀海岸边坡，其主要的生态问题是边坡上部红土裸露、存在滑塌风险、下部红土被海浪淘蚀等；主要分布在苏平镇青峰村、岱峰村、白胜村、白沙村沿线海岸，海岸边坡灾害严重威胁近岸码头公路、村庄民房等重要



保护对象的安全。

受风力和海洋盐雾共同作用，区域植物长势状况常年不佳，以草本植物为主，在平潭风力较小区域长势良好的木麻黄，在此处大多植株低矮且贴地匍匐密生，上部受盐雾危害影响严重，呈焦枯状，由于常年的自然灾害导致的红土边坡严重剥落裸露，几乎难以自我恢复。

(2) 近岸海域藻类生态系统退化、生物多样性下降

自平潭综合实验区设立以来，一系列的大型填海造地工程、海峡公铁大桥、外海海上风电等重大项目陆续启动建设对大型海藻的栖息生境造成了严重损害。此外，平潭岛周边海域水产养殖业蓬勃发展，海上养殖设施星罗棋布，致使水体富营养化程度加剧，透明度下降，多数潮间带区域仅见零星藻类分布。

依据 2024 年 5 月潮间带与潮下带潜水调查及实地走访调研结果显示，平潭岛海域大型海藻生物量与物种多样性呈现显著下降态势，大型海藻场正逐步被珊瑚藻类群落所替代。在潮下带深水区大型藻类近乎绝迹，仅存少量软珊瑚与苔藓动物。潮间带仅留存耐干旱特性的物种，潮下带则主要分布动物不易摄食或含有动物忌食成分的海藻物种。该地区代表物种的昆布物种面积大幅减少，藻类物种呈持续下降趋势。

2.3.3 大练岛海岸带

(1) 大练岛沿线红土边坡海岸滑坡、崩塌

大练岛岸线地质类型多样，包括相对稳定的基岩、已风化的红土覆盖的易受侵蚀海岸边坡、岩滩海岸以及砾石、沙滩，岸线陆侧则以基岩、红土土丘、红土梯田为主。

该区域海岸现状为陡峭山体裸露边坡，坡顶岩面裸露，植被稀疏，长势差，并且存在多处原基岩岸线受风化形成红土边坡，上部红土边坡滑坡、下部红土基底被掏空。随着岸线侵蚀后退的持续，边坡海岸陆侧分布着耕地、沙滩、公路、酒店等重要保护对象面临的风险日趋严峻，亟须开展治理修复。

(2) 北部渔限村区域后滨受损、沿海防护林老化退化

大练岛北部属于砂质海岸地貌分布区，目前已基本构建起由海向陆依次分布的沙滩—沙丘—防护林的完整海岸风沙防护体系。然而，受人类活动和恶劣气候环境



的双重影响，该区域仍存在后滨沙丘植被覆盖率较低，沿海防护林存在受损和空缺的情况，风沙侵蚀问题较为突出。这些问题导致海岸带的海洋灾害防护能力不足，生态防护能力与生态环境质量亟待提升。

1) 后滨沙地植被稀疏

大练岛北部后滨滩面杂乱，沙丘植被稀疏，无法形成有效的生态固沙结构，部分区域虽长有马鞍藤但在冬季风最强的季节几乎全部枯萎，难以有效发挥防风固沙作用。由于台风频发且冬季风强烈，植被稀疏导致沙地更容易被侵蚀，生态系统脆弱。

2) 沿海防护林老化退化

由于长期遭受台风、海浪、盐雾等恶劣自然环境侵袭，大练岛北部海岸带沿线防护林的生长受到严峻挑战，植被群落稳定性较差，表现为枯枝断梢明显、林冠稀疏、衰退老化等现象，导致防护林的效能低下。这些问题使得海岸带环境持续恶化，进而导致后方渔限村居民区与农田易受风沙灾害影响。

(3) 大练岛北部渔限村沙滩退化，海岸带环境持续恶化

大练岛拟修复海滩岸段面朝东北方向开敞海域，受 NE 向大风浪的影响，海岸侵蚀较严重。根据现场调研、村民走访咨询，约二十多年前，渔限村沙滩形态完整，沙滩宽、沙层厚，原有的沙滩可以有效防护台风风暴潮等灾害。近十几年来，受人为开发活动和海砂无序开采等因素的影响，渔限沙滩侵蚀退化较为严重。根据 2014 年~2024 年卫片对比分析，渔限村西部岸线处于侵蚀退化状态，离西端 100~150m 处侵蚀速率最大，达到 1.5m/yr 以上。沙滩现有排水渠出口，汇集沙滩后侧雨水，为突发性排水，排水量大、排水时间短，会引起沙滩的急剧变化、对海滩造成破坏，并且排水渠出口露出于沙滩滩面之上，影响环境的同时对沙滩的整体稳定有一定的影响。

(4) 大练岛东部月举村砾石滩退化，海岸受侵蚀

月举海岸原来拥有较优良的砾石海滩资源，滩面卵石多在几公分到十几公分之间，具有独特的地貌价值和较好的海岸生态防护功能。据当地村民反映，月举村砾石滩因砾石磨圆、色泽与纹路漂亮，深受游客喜爱，因长期被收藏者大量带走，导致砾石大量流失，破坏砾石滩稳定性。近年来随着人为破坏和近岸水动力等自然因



素的作用下，月举村海滩海岸逐步被侵蚀破坏，南段未建护岸的红土海岸边坡被侵蚀破坏，岸线后退明显；北段已建有工程护岸，但仍然无法抵抗严峻的海洋侵蚀，护岸坡脚处侵蚀冲刷较明显。

（5）大练岛中国鲎栖息地及种群退化、滨海湿地生态功能下降

平潭是我国享誉世界的产鲎区，中国鲎产量曾居全国第一。平潭大练岛渔限村地处平潭西北侧，历史上曾是中国鲎的重要繁育地，其潮间带滩涂因泥沙底质环境适宜，曾吸引大量中国鲎在夏季（6月至8月）聚集产卵，但20世纪70年代以来，由于过度捕捞、栖息地破坏，渔限村周边海域的中国鲎产量急剧下降，中国鲎存量减少，种群丰度降低。

大练岛渔限村沿岸前澳海滩干滩较为宽阔、沙量丰富，但近几十年来，由于风暴潮等自然灾害以及一些不合理的人为活动（如随意搭建占滩建筑、挖砂等），导致干滩出现一定程度的侵蚀，砂质沉积物也有所流失，滩面物质逐渐粗化。这使得砂质海岸生态系统的服务功能有所减低，生物种群数量减小，作为中国鲎栖息地的生态服务功能降低。海滩滩面上停泊着小型渔船，而岸线向陆侧则散乱堆放着建筑垃圾和生活垃圾。共同加剧了生态环境问题，影响中国鲎的栖息环境。周边平潭海峡公铁两用大桥作为进出岛的唯一通道，车流量较大，容易产生生活废弃物。

2.4 平面布置和主要结构、尺度

2.4.1 总平面布置

本项目基于“统筹陆海共治，实现岸绿物丰，聚焦固碳增汇，促进蓝绿交融”的理念，针对平潭北部存在的生态受损、防灾减灾能力不足等突出生态问题，因地制宜设计修复方案，采用后滨沙地植被修复、沿海基干林带防护体系加密加宽、海滩整治修复、海藻场修复、海岸边坡生态固坡护坡、生物多样性恢复等措施，实施长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程、海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程、海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程、大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程、大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程、大练岛北部海滩修复与养护工程、大练岛东部海滩修复与养护工程、大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程等8个子项目，打造“长江澳防护林—砂质海岸带生态屏障”、“海坛岛北部红土—基岩海岸带生态屏障”、“大练岛典型海岛海岸带生态屏障”，由海向陆形成

滨海有潮间带滩涂（沙滩、砾石滩）、缓冲带有坡体稳定的海岸边坡、后滨有沙丘与沙地植被覆盖、基干林带有乔灌木复合植物群落。



图 2.4-1 项目总体布局图

（1）长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程：修复面积 18.7ha，包括植被补植修复 14.77ha，修复沙丘 2.12km，铺设防风障 9.92km，提升优化后滨缓冲场地 0.52ha，新修 2m 宽堤上观测道 0.83km，新修 2m 宽丘间管护通道约 1.54km；长江澳后滨后侧实施巡护道路面改造提升 4.17km，其中一级巡护道（6m 宽）3.24km，二级巡护道（4m 宽）0.91km。

（2）海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程：修复侵蚀海岸边坡总长约 3.54km。其中修复青峰村海防路侵蚀海岸边坡 1.21km，修复北部湾其他岸段侵蚀海岸边坡约 2.33km。

（3）海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程：恢复大型藻类生态系统 2.4 ha，其中瓦氏马尾藻、昆布修复面积 0.85ha，羊栖菜、鼠尾藻修复面积 1.31ha，坛紫菜、石莼修复面积 0.24ha；同时开展面积 0.85ha 厚壳贻贝修复；投放贝藻修复礁体 533 个。

（4）大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程：修复侵蚀海岸边坡总长约



2.44km。

(5) 大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程：修复总面积为 5.49ha，包括修复后滨沙地植被 0.32ha，补植修复防护林 1.13ha，实施防护林抚育与更新 3.27ha，修复巡护道路约 0.35km，新建巡护道路约 0.31km，防风障铺设约 2.0km。

(6) 大练岛北部海滩修复与养护工程：修复沙滩长度 1.5 km，补沙量 29.35 万 m³，设计施工滩肩高程为 2.90m，滩肩宽度为 80m，滩肩以下滩面坡度为 1:15；工程区中部和东端设置充填砂袋临时拦沙堤，中部堤长 169m、宽 5.24m，堤顶位于施工滩肩部分的高程为 2.90m、从 101m 段滩肩外缘向海至外端逐步降低到 1.00m；东堤长 100m、宽 5.24m，堤顶高程保持在 2.90m；新建造排洪渠（沟）总长约 1.25km，沙滩下埋设长约 202m 的箱涵 1 座。

(7) 大练岛东部海滩修复与养护工程：修复砾石滩长度 0.6 km，补砾石量约 12.3 万 m³，其中碎石约 4.3 万 m³、圆角砾石（卵石）约 8.0 万 m³；设计施工滩肩高程为 2.90m，滩肩宽度为 80m，滩肩以下滩面坡度为 1:20；步道北侧冲刷区扭王字块、底板和前缘区域修复总长度 73.2m。

(8) 大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程：保护修复中国鲎栖息地总面积 16.6ha，增殖放流中国鲎 30 万只，在东西两侧布设鲎居共 12 座，岸边种植柃柳、海桐、单叶蔓荆、海马齿共 1510m²。

本工程总平面布置见附图 2。

2.4.2 主要结构、尺度

2.4.2.1 长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程

(1) 建设内容

长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程位于平潭北部，总面积为 18.7ha。通过长江澳后滨沙地植被修复、沿海防护林老损空缺补植，形成完整、稳定及有效的长江澳沙丘-防护林海岸风沙防护体系。解决长江澳后滨沙丘植被覆盖率低、流动沙丘活跃，沿海防护林存在老化受损稀疏与裸斑空缺，区域海岸带防护体系不完整，海岸带海洋灾害防护能力不足等生态问题。主要建设内容见下表，项目布局见下图。



主要建设内容表

表 2.4-1

序号	建设内容		重要用材	数量	
1	沙丘整形修复		就地开挖平衡土方	91512m ³	2.12km
2			高性能喷播	49090.3m ²	
3	风障	永久性风障	石墙	0.8592 km	
4			石笼矮墙	0.358km	
5		半永久性风障	耐候钢冲孔板	3.575km	
6		临时性风障	竹篱笆风障	5.133km	
7	道路	堤上观测道（2m 宽）	基础：预应力管桩 梁柱：Q355NH 耐候钢 护栏：316L 不锈钢	0.825km	
8		丘间管护通道（2m 宽）	2m 宽碎石铺地+整石收边	1.539km	
9		一级巡护道（6m 宽）	沥青路面改造	3.243km	
10		二级巡护道（4m 宽）	沥青路面改造	0.908km	
11	迎风 口缓 冲区	场地	碎石铺地+整石收边	5176.542m ²	
12		庇护所	临时性设施（成品集装箱）	13 个，尺寸：2.5×2.6×8m	
13			固定式设施（箱涵庇护所）	5 个，尺寸：2.8×3×15m	
14	植被补植修复			14.77ha（含珊瑚菜保育 0.45ha）	



图 2.4-2 项目修复效果示意图

（2）主要结构、尺度

1) 沙丘修复

①整体地貌修整

基于沙土方就地平衡的原则，优先利用丘间区域平整场地及巡护道改造过程中产生的挖填方沙土，重塑沙丘形态。通过控制迎风面坡度 $\leq 1:2.5$ 、背风面坡度 $\leq 1:2$ 以及丘间区域整体坡度 $\leq 1:10$ ，确保沙丘结构的稳定性。在防风林前区设置小型沙丘，有效降低风力影响。

②丘体形态修复

实施分类治理策略：一是对形态完整、植被覆盖良好的区域，采取严格的原位保护措施，最大限度维持其自然生态特征；二是对受海风侵蚀出现坍塌、缺损或高度不足的丘体，主要采用“现场沙土修复+高性能喷播固沙”的技术路径，同步实现地形修复与植被重建；三是对严重受损区域（堤顶与堤底高差 $<1\text{m}$ ），创新性地采用箱涵等模块化设施，构建兼具生态修复功能的补给点和生物庇护所，逐步恢复沙丘形态与功能。

③沙丘表面喷播

工程选用高性能喷播技术对沙丘表面进行植被修复。采用机械化喷播的形式将具有良好保水性和养分供给能力的基质材料（如木纤维、有机肥等），喷播于边坡。

快速形成植被覆盖，通过植物根系的固土作用和喷播基质的稳定性，能够有效提高边坡的稳定性、施工效率和生态效果。

工程实施流程：修复面清理→基层喷播→覆盖水土保持毯→固定水土保持毯→表层喷播+覆盖无纺布+养护。

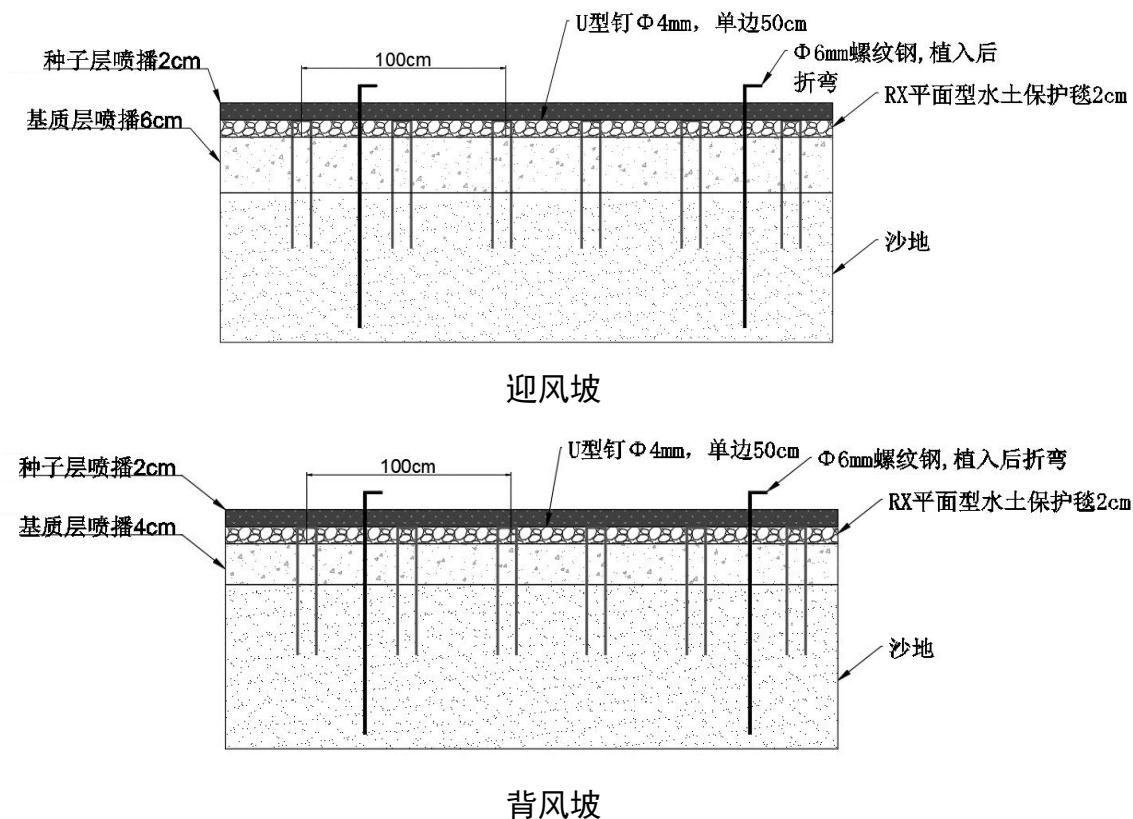


图 2.4-3 高性能喷播技术详图

2) 风障布置

为应对长江澳强风和高盐碱环境，项目迎风口以永久性风障（石墙）为主，沿场地地貌走向布置；其余场所控制与主风向夹角 $68^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 布设风障，其中丘间主要布设半永久（耐候钢冲孔板）风障，沙丘迎风面与后滨防风基干林修复区设置临时（竹篱笆）风障；同时考虑到珊瑚菜生长特性，其保育区以临时风障设置为主；沿丘间管护通道少量布置石笼矮墙。

①永久性风障

永久性风障采用高耐久性材料建造，包括浆砌石墙、石笼墙、316L 不锈钢等，确保其使用寿命 ≥ 25 年。

石墙风障主体采用当地自然面块石浆砌，石块直径范围为 $\varnothing 150\sim 400\text{mm}$ ，砌筑



方式为乱缝浆砌，确保砂浆不外露，墙体自然美观，砌筑时留缝并填土植草。基础处理分为两层：底层：在场地土壤基础层上铺设 200mm 厚级配碎石垫层，增强地基承载力。上层：铺设 250mm 厚 C20 聚合物水泥混凝土垫层（掺入抗硫酸盐和氯盐腐蚀的外加剂），保证结构强度，避免强腐蚀环境对墙体基础的影响。

石笼风障用 $\Phi 6$ 316L 不锈钢编织网，编织 60mm $\times$ 30mm 六边形，每 1m 布置一根 3 厚 40*40 不锈钢方管与面层 5 厚 50*50 不锈钢角钢用螺栓固定，角钢与钢筋笼焊接。座面采用 30 厚仿木色微晶石板，用 M8 螺栓与角钢固定。石笼内用填充经过清理、防腐等预处理后的本地海蛎壳、鲍鱼壳等。

②半永久性风障

半永久性风障采用耐候钢（Q355NH）冲孔板，使用寿命 15~20 年，抗风蚀和盐碱腐蚀。主要做法为耐候钢板选用 3 厚耐候钢风障冲孔板，开孔率为 50%~55%，与立柱螺栓连接，可拆卸，生态友好，每跨固定三处。立柱为 3 厚 50*50 耐候钢方管，间距 2.5m，后方用 3 厚 50*50 耐候钢方管斜撑，同立柱焊接。立柱基础采用 C35 混凝土。

③临时性风障

采用竹篱笆风障，使用寿命 3~5 年，安装简单。布置于沙丘迎风面以提升地被植物成活率，并适配于后滨防风基干林修复区经沙堤、钢风障梯度消减风力后的防护需求；材料更替成本可控，契合临时设施定位。

3) 新建堤上观测道

堤上观测道主要分布于迎风口缓冲区的两侧，分为四段，总长度约 0.825km，充分满足日常监测与巡护需求。观测道基础结构采用预应力管桩机械振动臂沉桩技术，与沙丘修复工程同步实施。主体结构选用 Q355NH，踏面与扶手均选用 316L 不锈钢材质，具备较高的耐腐蚀性能。

4) 新建丘间管护通道

为满足生态保育与观察需求，主要使用本土沙石材料，打造低干预、高韧性的沙丘巡护步道。路面采用 50mm 高碎石铺路格模块，填充粒径 5-8mm 本地风化碎石，底部铺 60mm 厚粒径 10-20mm 7:3 碎石土壤混合物及 60mm 厚粒径 15-20mm 碎石垫层，增强透水性。两侧采用天然整石收边，嵌入式安装。两侧保留原生植被缓冲带，



种植耐盐碱植物固沙。步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成管护及休憩平台，兼具休憩与防护功能。

5) 巡护道改造

建设范围内有多条林业巡护道，部分为土路、水泥路，路面宽度约 3m~6m，为提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求，拟对现状林业巡护道进行路面修复与改造提升，路面结构采用沥青混凝土路面，路线利用老路线位，改造提升 6 米宽巡护道约 3226m，4 米宽巡护道约 908m。

巡护道建设情况汇总表

表 2.4-2

序号	建设内容	道路编号	规模(km)	现状用地情况	建设措施	权属情况
1	一级巡护道(改造)	1-1	0.51	农村道路，混凝土路面，道路宽度 6m	道路宽度 6 米，沥青面层	平原镇
2		1-2	0.77	国有公路，混凝土路面，道路宽度 6m	道路宽度 6 米，沥青面层	平原镇
3		1-3	1.98	农村道路，夯土路面，道路宽度 3m	道路宽度 6 米，沥青面层	平潭国有防护林场
4	二级巡护道(改造)	2-1	0.5	农村道路，夯土路面，道路宽度 4m (土地调查图斑道路宽度 6m)	道路宽度 4 米，沥青面层	平原镇
5		2-2	0.41	农村道路，夯土路面，道路宽度 4m	道路宽度 4 米，沥青面层	平潭国有防护林场

巡护道路线设计沿用老路，在老路的线位基础上进行拓宽改造。6m 宽巡护车道（林区公路三级）设计行车速度 20km/h；4m 宽巡护车道（林区公路四级）设计行车速度 15km/h。路面横坡车行道 1.5%，土路肩 3%；路面设计使用年限 10 年。

6m 巡护道路面宽度为 6m，两侧土路肩各 0.5m，路基宽度共 7m。

4m 巡护道路面宽度 4m，两侧土路肩各 0.5m，路基宽度共 5m。

本项目采用沥青混凝土路面结构，路面结构自上而下依次为：

4cm AC-13C 细粒式 SBS 改性沥青混凝土

6cm AC-20C 中粒式沥青混凝土

1cm 改性乳化沥青稀浆封层

20cm 5%水泥稳定碎石

15cm 级配碎石

对现状水泥路面状况良好的道路加铺沥青罩面，路面结构自上而下依次为：

4cm AC-13C 细粒式 SBS 改性沥青混凝土

6cm AC-20C 中粒式沥青混凝土

1cm 改性乳化沥青稀浆封层

现状水泥路面结构（铣刨 2cm）

改造道路共有钢筋混凝土圆管涵 5 道，共 31.5m/5 道。管身采用 C35 砼，管基采用 C30 砼；八字墙、一字墙墙身及基础采用 M10 浆砌片石、C30 片石砼。

6) 迎风口缓冲区建设

迎风口缓冲区位于沙滩向陆一侧（高潮线以上至海岸沙丘或植被带边缘），是抵御风暴潮、减缓海岸侵蚀、维护生物多样性的关键过渡区。结合长江澳沙滩发展“低干扰生态旅游”、缓冲区空间布置如沙地科普教育区、丘间观测步道等，设置临时性庇护所，抵御风沙侵害的同时，提升用地价值，平衡经济与生态的需求。



图 2.4-4 迎风口缓冲区效果及临时集装箱改造节点大样

7) 植被修复

根据场地现状植被分布情况分析，将本次植被修复工程分为滨海沙生地被景观区、植被修复缓冲区、防风林修复区、珊瑚菜保育区、道路修复区。

滨海沙生地被景观区：滨海沙地土壤以疏松的沙土为主，保肥力差，土壤贫瘠，



干旱，盐分高。选取具有一定耐盐性，能够抵抗沙埋，风害，且具有防风固沙功能的地被植物。配置模式：仙人掌+草海桐—厚藤+卤地菊；龙舌兰+单叶蔓荆—厚藤+海边月见草；露兜树—海边月见草+狗牙根+矮蒲葵；虎刺梅+金琥+丝兰。

植被修复缓冲区：该区域主要位于永久性风障区域及植被修复缓冲区。由于位于迎风口土壤多为风化的砂砾土，土层薄。须选择具有耐贫瘠，抗强风，有粗壮茎干或庞大细根的植物。配置模式：仙人掌—卤地菊+厚藤+金琥；海滨木槿—单叶蔓荆+金琥+卤地菊；夹竹桃—草海桐+千头木麻黄；洒金柏—万年麻+卤地菊+龙舌兰；海滨木槿—狼尾草+白茅。

防风林修复区：该地带主要位于后滨防风先锋林区域，主要补植木麻黄（闽平二号）。

珊瑚菜保育区：现状珊瑚菜保护区生境退化严重，珊瑚菜存量极少。采用的修复措施为：原位保护，在保育区内补植珊瑚菜；异地修复，选取长江澳沿线合适的区域进行种群恢复和生境恢复。在珊瑚菜种植区上风向种植木麻黄和海桐等，形成高密度防风林带（宽度 $\geq 10\text{m}$ ）。在种植区挖掘浅沟（深 20~30cm），形成网格状沙垄，减少风蚀并截留降水。清除保育区周边入侵物种，春季使用小型旋耕机翻土（深度 15cm）破坏入侵物种根系，辅以人工拔除残留植株。每年秋季混施腐熟海藻肥（3 吨/公顷）+稻壳炭（2 吨/公顷），降低盐分并增加保水性。地表覆盖 5cm 厚稻壳生物炭层，抑制盐分上升。

道路修复区：原有道路等级较低，道路两侧空间较小，道路拓宽后对两侧绿化进行补植修复，在补植木麻黄的同时增加刺桐、栾树、粉花夹竹桃、海滨木槿、银边山菅兰等观赏类植物，提高道路两侧绿化效果。

8) 导视标牌

按照区域空间关系进行分布组合，形成具有信息引导、提醒警示、科普介绍等功能的导视系统。标牌材料应坚实耐用，抗腐蚀性强，主体选用平潭本地石材芝麻灰，面板选用 3 厚耐候钢，版面内容双语文字白色合金 5mm 凸刻，设计风格符合场地风貌。主要设置于重要地标节点、交通节点，如迎风口、风力田、庇护所、科普点等。



2.4.2.2 海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程

(1) 建设内容

海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程修复侵蚀海岸边坡总长约 3.54km。其中修复青峰村海防路侵蚀海岸边坡 1.21km，修复北部湾其他岸段侵蚀海岸边坡约 2.33km。具体工程布置见下表。

海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程布置表

表 2.4-3

序号	项目	桩号范围	修复长度 (m)	修复面积 (m ²)
一	海坛岛北部侵蚀海岸修复			
1	青峰村侵蚀边坡修复	QFA0+000~QFA0+097, QFB0+000~QFB0+079	176	3608
2	甲澳侵蚀边坡修复	FJA0+000~FJA0+089, FJB0+000~FJB0+188	277	3602
3	甲澳沙滩护脚修复	SH0+000~SH0+358	358	
4	丰田村侵蚀边坡 (北) 修复	FAX0+000~FAX0+087, FAS0+000~FAS0+044	87	3179
5	丰田村侵蚀边坡 (南) 修复	FBX0+000~FBX0+104, FBS0+000~FBS0+111	111	4392
6	南盘村侵蚀边坡 (北) 修复	NB0+000~NB0+207	207	2292
7	南盘村侵蚀边坡 (南) 修复	NN0+000~NN0+361 NH0+000~NH0+189	550	5600
8	岱峰村侵蚀边坡修复	DF0+000~DF0+142	142	5117
9	白沙村侵蚀边坡修复	BA0+000~BA0+065, BB0+000~BB0+050	115	2052
10	白胜村侵蚀边坡修复	BS0+000~BS0+308	308	7062
	小计		2367	36905
二	青峰村海防路侵蚀边坡修复			
1	青峰村海防路 (东)	A0+000~A0+200	200	3471
2	青峰村海防路 (西)	B0+000~B0+130 C0+000~C0+100 D0+000~D0+330	1015	19703



序号	项目	桩号范围	修复长度 (m)	修复面积 (m ²)
		E0+000~E0+228.7 F0+000~F0+178.9 G0+000~G0+048		
小计			1215	23174
合计			3582	60079

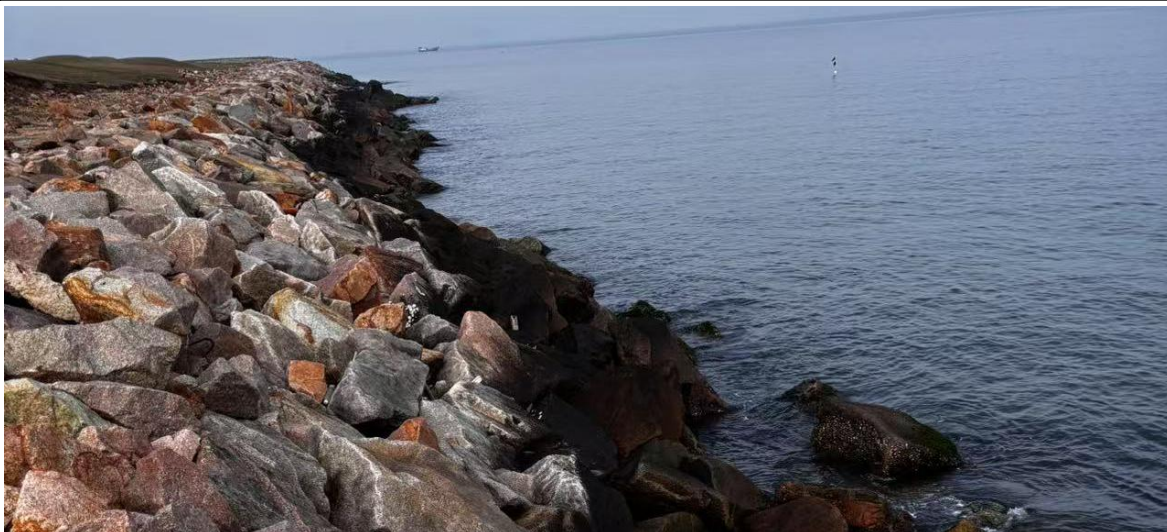


图 2.4-5 抛石护脚效果图

(2) 主要结构、尺度

1) 青峰村侵蚀边坡修复

青峰村侵蚀边坡 A 修复面积 1995m²，长度 97m，修复轴线桩号为 QFA0+000~QFA0+097；青峰村侵蚀边坡 A 现状坡度较缓（1: 2~1: 4），对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮土并整平，再采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

青峰村侵蚀边坡 B 修复面积 1613m²，长度 79m，修复轴线桩号为 QFB0+000~QFB0+079。边坡现状坡度 1: 1~1: 1.75，边坡修复措施：对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮土并整平，锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\Phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0×2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\Phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

2) 甲澳沙滩护脚修复



甲澳沙滩护脚修复长度为 358m，护脚修复断面型式为干砌块石护坡，顶宽 3.0m，随后 1: 2 放坡至现状地面，下设碎石垫层厚 0.2m。

3) 甲澳侵蚀边坡修复

甲澳侵蚀边坡 A 修复面积 868m²，长度 89m，桩号 FJA0+000~FJA0+089；甲澳侵蚀边坡 B 修复面积 2734m²，长度 188m，桩号 FJB0+000~FJB0+188。

甲澳侵蚀边坡 A、B 现状坡度较陡，边坡下部为强风化花岗岩，上部为砂土状强风化花岗岩。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡度 1: 1、1: 0.5，随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0 $\times$ 2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

4) 丰田村侵蚀边坡（北）修复

丰田村侵蚀下边坡（北）修复面积 2779m²，长度 87m，修复轴线桩号 FAX0+000~FAX0+087。修复措施为：对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，并在 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（2.0 $\times$ 2.0m），随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0 $\times$ 2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3m，间距 2.0m，仰角 5°），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

丰田村侵蚀上边坡（北）修复面积 400m²，长度 44m，修复轴线桩号 FAS0+000~FAS0+044。修复措施为：对该坡面进行削坡处理，削坡后坡度 1: 1，随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0 $\times$ 2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

5) 丰田村侵蚀边坡（南）修复

丰田村侵蚀下边坡（南）修复面积 2718m²，长度 104m，桩号 FBX0+000~FBX0+104。修复措施为：对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，并在 10m 处设



置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（ $2.0 \times 2.0\text{m}$ ），随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\Phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\Phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

丰田村侵蚀上边坡（南）修复面积 1674m^2 ，长度 111m，桩号 FBS0+000~FBS0+111。修复措施为：坡面进行削坡处理，削坡后坡度 1: 1，随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\Phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\Phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

6) 南盘村侵蚀边坡（南）修复

修复轴线桩号 NN0+000~NN0+106、NN0+122~NN0+219、NN0+292~NN0+360 边坡修复措施：对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，并在 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（ $2.0 \times 2.0\text{m}$ ），随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 2 $\Phi 25$ 钢筋锚杆长 10m，间距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\Phi 60$ 排水孔（长 3m，间距 2.0m，仰角 5° ），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚处设置一 C35 埋石砼挡墙，墙顶宽 1.0m，高度 5.4m，迎水侧坡比 1: 0.35，背水侧坡比 1: 0.15 挡墙面层砌块石厚 0.3m，挡墙外侧采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 6.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层层砌。

修复轴线桩号 NN0+106~NN0+122、NN0+219~NN0+292 为弱风化花岗岩；边坡修复措施：对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮石，坡面布设 $\Phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

桩号 NH0+000~NH0+189 该段海岸有当地村民自建护岸，但护岸基础受到海浪淘刷，本次修复措施在挡墙外侧抛石加固，抛石顶宽 5.0m，高程为 2.90m，随后 1:2



放坡至现状地面，抛石下设碎石垫层厚 200mm，并设置 400g/m² 土工布反滤。

7) 南盘村侵蚀边坡（北）修复

南盘村侵蚀边坡（北）修复面积 2292m²，修复长度 207m，为道路上下边坡，边坡坡度较缓（1: 1.5~1: 3），边坡修复措施为：对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮土并整平，再采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

8) 岱峰村侵蚀边坡修复

岱峰村侵蚀边坡修复面积 5117m²，长度 142m，边坡下部为弱风化花岗岩，上部为碎块状强风化花岗岩；边坡修复措施：对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮石，挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

9) 白沙村侵蚀边坡修复

白沙村侵蚀边坡 A 修复面积 800m²，长度 65m，修复轴线桩号 BA0+000~BA0+065；该段边坡上侧为白沙公园，下侧为已建挡墙。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（2.0×2.0m），随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 ϕ 25 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0×2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 ϕ 60 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

白沙村侵蚀边坡 B 修复面积 1252m²，长度 50m，修复轴线桩号 BB0+000~BB0+050。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，并在 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（2.0×2.0m），随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 ϕ 25 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0×2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 ϕ 60 排水孔（长 3m，间距 2.0m，仰角 5°），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚处设置一 C35 埋石砼挡墙，墙顶宽 1.50m，高度 5.0m，迎水侧坡比 1: 0.4，挡墙面层砌块石厚 0.3m，挡墙外侧采用抛石覆盖，抛石顶宽 5.0m，顶高程 10.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

10) 白胜村侵蚀边坡修复

白胜村侵蚀边坡修复面积 7062m²，长度 308m，桩号 BS0+000~BS0+308。



修复轴线桩号 BS0+000~BS0+142、BS0+204~BS0+308 对该坡面进行削坡处理，削坡后坡度 1: 1，并在高差 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 10m，间距 2.0×2.0 m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚处采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 6.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

修复轴线桩号 BS0+142~BS0+203，边坡现状坡度较陡，边坡修复措施：对该坡面进行削坡处理，削坡后坡度 1: 0.75，随后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 12m，间距 2.0×2.0 m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），后挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚处设置一 C35 埋石砼挡墙，墙顶宽 1.50m，高度 7.0m，迎水侧坡比 1: 0.4，挡墙面层砌块石厚 0.3m，挡墙外侧采用抛石覆盖，抛石顶宽 5.0m，顶高程 11.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

11) 青峰村海防路段侵蚀边坡修复

青峰村海防路侵蚀边坡 A 段，边坡修复长度 200m，面积 3471m²，修复桩号 A0+000~A0+200，边坡现状坡度较为平缓，故对该坡面进行清坡处理，清坡后坡比 1:1.5，坡面布设 PVC 打孔透水花管（长 1m，间距 2m*2m，仰角 5° ），并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

青峰村海防路侵蚀边坡 B 段，边坡修复长度 130m，面积 2990m²，修复桩号 B0+000~B0+130，边坡现状坡度较为陡峭，坡面进行削坡处理，削坡后坡比 1:1.0，削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（200×200），随后锚杆造孔孔径为 9cm。插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 6m 间距 2.0×2.0 m 矩形布置，坡面布设 $\phi 75$ 排水孔（长 3m，间距 2m*2m，仰角 5° ），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡顶设置截水沟，坡底设置边沟排水。坡顶设置截水沟，坡底设置边沟排水。

青峰村海防路侵蚀边坡 C 段，边坡修复长度 100m，面积 2103m²，修复桩号



C0+000~C0+100，C 段边坡现状坡度较为陡峭，坡面进行削坡处理，削坡后坡比 1:1.0，削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（ 200×200 ），随后锚杆造孔孔径为 9cm。插入 $\Phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 $2.0\times 2.0\text{m}$ 矩形布置，坡面布设 $\Phi 75$ 排水孔（长 3m，间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，仰角 5° ），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡顶设置截水沟，坡底设置边沟排水。

青峰村海防路侵蚀边坡 D 段，边坡修复长度 330m，面积 5235m^2 ，修复桩号 D0+000~D0+330 边坡现状坡度较为平缓，故对该坡面进行清坡处理，清后坡比为 1:1.0，坡面布设 PVC 打孔透水花管（长 1m，间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，仰角 5° ），并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

青峰村海防路侵蚀边坡 E 段，边坡修复长度 228.7m，面积 3372m^2 ，修复桩号 E0+000~E0+228.7 边坡现状坡度较为平缓，故对该坡面进行清坡处理，清坡后坡比为 1:1.0，坡面布设 PVC 打孔透水花管（长 1m，间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，仰角 5° ），并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

青峰村海防路侵蚀边坡 F 段，边坡修复长度 178.966m，面积 5432m^2 ，修复桩号 F0+000~F0+178.996，F 段边坡现状坡度较为陡峭，坡面进行清坡处理，清坡后坡比为 1:1.0，削坡后坡面采用 C30 框格梁护坡（ 200×200 ），框格内挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡顶设置截水沟，坡底设置边沟排水。

青峰村海防路侵蚀边坡 G 段，边坡修复长度 48m，面积 571m^2 ，修复桩号 E0+000~E0+048，G 段边坡现状坡度较为陡峭，坡面进行削坡处理，削坡后采用挡墙进行防护，墙后回填透水性材料坡面采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡顶设置截水沟，坡底设置边沟排水。

2.4.2.3 海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程

（1）建设内容

通过营造有利的水动力条件、改造海岸微地形、投放人工藻礁、清扫天然礁石、增加种源和苗、清除敌害生物等人工干预手段，进行海藻场的生态修复。恢复大型藻类生态系统 2.4ha ，其中瓦氏马尾藻、昆布修复面积 0.85ha ，羊栖菜、鼠尾藻面积 1.31ha ，坛紫菜、石莼面积 0.24ha ；同时开展面积 0.85ha 厚壳贻贝修复。根据地



形及水深情况，投放贝藻修复礁体 533 个。

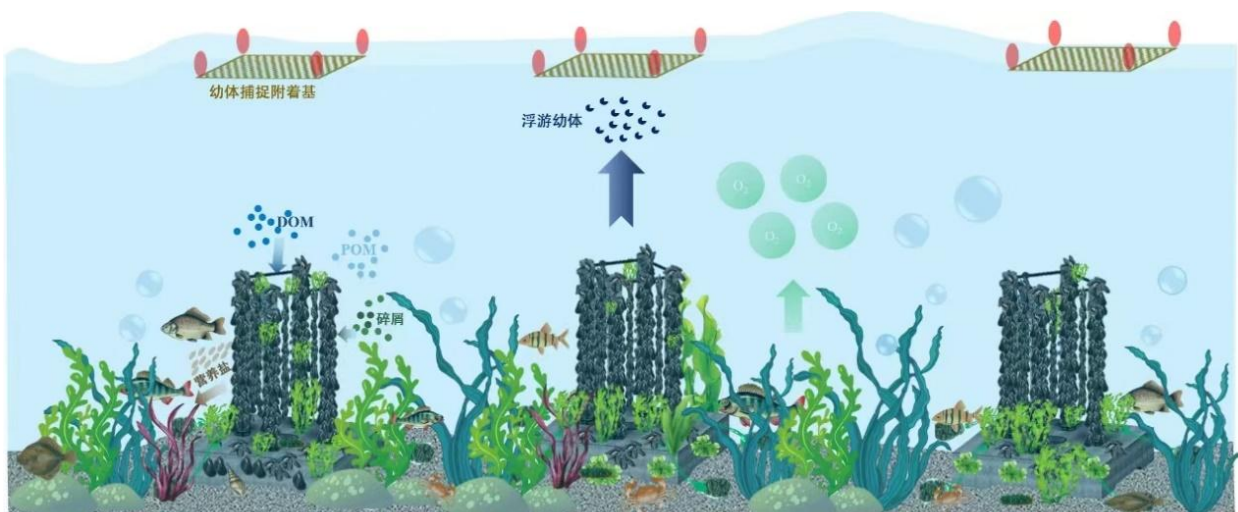


图 2.4-6 海藻场修复效果示意图

(2) 主要结构、尺度

1) 生境营造

在拟修复海域拆除影响海藻生长的人工构筑物、碎石和淤泥等。在大潮退潮时施工，使用液压反铲挖掘机、推土机以及吊车配合，对潮间带进行清理；潮下带作业，由水下工程人员进行。对修复区礁石上附着的底栖硅藻、无节珊瑚藻、丝状绿藻、藤壶、牡蛎、贻贝等进行清洗和驱除。有大型海藻生长的礁石，实用高压水枪清洗，没有大型海藻附着及珊瑚藻附着的潮间带礁石，泼洒石灰水清洗和驱除。用潜水刀或者螺丝刀清除海胆等草食动物，海藻发芽期可以投喂海带等养殖海藻，避免海胆摄食藻苗。整理面积 9669m²。

2) 种苗筛选及布局

依据国内外海藻场修复实践的成功经验，结合平潭岛海域实际条件，选用本地海藻物种为工具种，构建与营造海藻场。潮间带上部采用撒孢子水法，潮间带中部采用苗板固定现状礁石及泼撒幼胚方法，潮下带采用苗板、苗绳、苗帘固定在礁体上的方法进行附着。

各藻类布局及附着方式

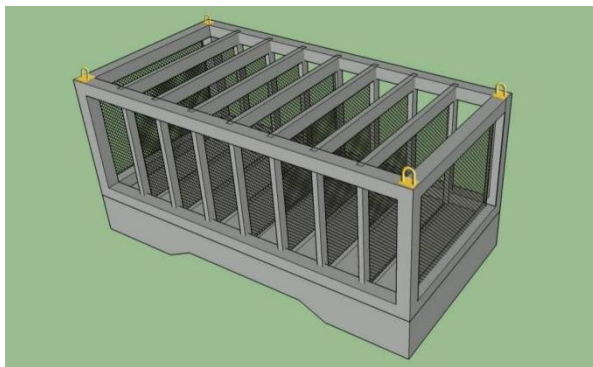
表 2.4-4

序号	藻类	区域	附着方式
1	坛紫菜	潮间带上部	撒孢子水法

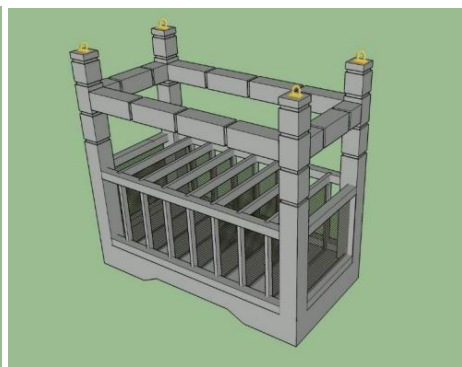


序号	藻类	区域	附着方式
2	石莼		撒孢子水法
3	鼠尾藻	潮间带中部	苗板附着
4	羊栖菜		泼撒幼胚法
5	瓦氏马尾藻	潮下带	苗板附着
6	昆布		苗绳和苗帘附着

投放 2 种礁体（人工礁体 I 型和 II 型）。人工礁体 I 型和 II 型均为贝藻礁组合礁体，下层为贻贝附生区，上层为海藻附生区。I 型礁高 2.0m，长×宽=4.0m×2.0m，在水深 3.0m~4.0m 范围内布局；在水深大于 4.0m 范围内布置 II 型，礁体总高度为 4.0m，贻贝附生区高度为 2.0m，海藻附生区的礁体高度为 2.0m，底面长×宽=4.0m×2.0m。



礁体 I 型（高 2.0 m）



礁体 II 型（高 4.0 m）

图 2.4-7 人工礁效果图

人工礁体几何属性

表 2.4-5

人工礁体	礁高（m）	表面积（m ² ）	空方体积（空 m ³ ）	重量（t）
人工礁体 I 型	2.0	34.32	16	11.56
人工礁体 II 型	4.0	57.36	32	16.8

I 型和 II 型单体礁均按照每 16m² 投放 1 个布置。根据实际使用海域面积及水深，分别投放 I 型礁体（A 区水深 3m~4m）174 个和 II 型礁体（水深>4m）359 个，共计 533 个人工礁体，总面积 0.85ha。

3) 厚壳贻贝修复

与大型藻类修复协同开展厚壳贻贝的修复，修复面积为 0.85ha。苗种来源是采



购。附着基材料采用聚乙烯网片，网片规格为长×宽×孔径为 $1.4\text{m} \times 1.2\text{m} \times 4\text{cm}$ ；在聚乙烯网片的四边，穿入玄武岩钢筋中，将穿好玄武岩钢筋的网片卡入预先设置好的人工礁体卡槽内；按照每个礁体投放 9 个附着基，每片附着基上附苗不少于 21 万粒，礁体进行均匀投放；在礁体的四个角设计吊环，吊环选用玄武岩筋、玻璃纤维等具备强防腐性能的材质制作。在厚壳贻贝的繁殖季，将附着基在室内进行受精卵采集，高效收集厚壳贻贝释放的受精卵。完成受精卵收集作业后，将附着基固定于礁体上，礁体可沉降至海底。

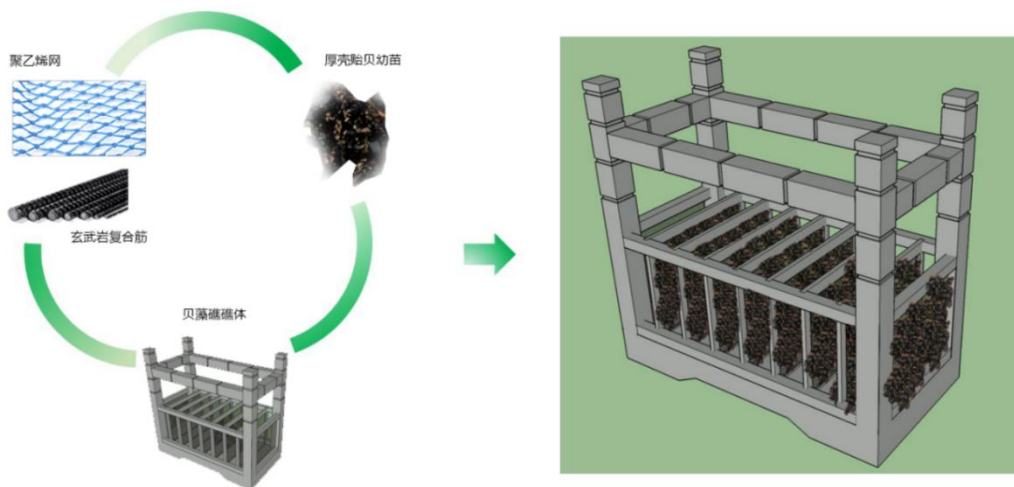


图 2.4-8 厚壳贻贝修复方案

2.4.2.4 大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程

(1) 建设内容

修复侵蚀海岸边坡总长约 2.44 km，修复面积 36981m²。具体布置见下表。

大练岛侵蚀海岸修复工程布置表

表 2.4-6

序号	项目	桩号范围	修复长度 (m)	修复面积 (m ²)
1	立新村侵蚀边坡修复	LX0+000~LX0+494	494	6563
2	围东村侵蚀边坡修复	WA0+000~WA0+168 WB0+000~WB0+267 WC0+000~WC0+132 WD0+000~WD0+048	615	9058
3	渔限村侵蚀边坡修复	YD0+000~YD0+123 YX0+000~YX0+090	213	4379



序号	项目	桩号范围	修复长度 (m)	修复面积 (m ²)
4	月举村侵蚀边坡修复	YA0+000~YA0+593 YB0+000~YB0+522	1115	16981
合计			2437	36981

(2) 主要结构、尺度

1) 渔限村侵蚀边坡(西)修复

渔限村侵蚀边坡(西)修复面积 2762m²，长度 123m，桩号 YX0+000~YX0+123。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1:1，并在 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 12m，间距 2.0 $\times$ 2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔(长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置)，挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 6.0m，1:2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

2) 渔限村侵蚀边坡(东)修复

渔限村侵蚀边坡(东)修复面积 1617m²，长度 90m，桩号 YD0+000~YD0+090。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1:1，并在 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 12m，间距 2.0 $\times$ 2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔(长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置)，挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 6.0m，1:2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

3) 立新村侵蚀边坡修复

立新村侵蚀边坡修复面积 6563m²，长度 494m，桩号 LX0+000~LX0+494。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1:1、1:0.75，削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0 $\times$ 2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔(长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置)，挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用



抛石回填，抛石顶宽 3.0m，顶高程 5.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

4) 围东村侵蚀边坡修复

围东村侵蚀边坡 A 修复面积 2402m²，长度 168m，桩号 WA0+000~WA0+361。对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 0.5，削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 ϕ 25 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0×2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 ϕ 60 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用抛石回填，抛石顶宽 3.0m，顶高程 5.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

围东村侵蚀边坡 B 修复面积 2479m²，长度 267m，桩号 WB0+000~WB0+267。对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮土并整平，再采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用抛石回填，抛石顶宽 3.0m，顶高程 5.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

围东村侵蚀边坡 C 修复面积 1757m²，长度 132m，桩号 WC0+000~WC0+132。该边坡外侧为道路，对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 ϕ 25 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0×2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 ϕ 60 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡顶设置截水沟，坡脚外侧设置 C25 砼道路排水沟。

围东村侵蚀边坡 D 修复面积 2419m²，长度 48m，桩号 WD0+000~WD0+048。该边坡下部为含碎块石粘性土，坡度较缓（1: 1.8~1: 3），对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮土并整平，再采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。边坡上部较陡，对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 ϕ 25 钢筋锚杆长 6m，间距 2.0×2.0m 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 ϕ 60 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5°，梅花形布置），挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。

5) 月举村侵蚀边坡（北）修复

月举村侵蚀边坡（北）修复面积 7539m²，长度 593m，桩号 YA0+000~YA0+593。



YA0+000~YA0+309 段边坡长期受侵蚀导致边坡下侧接近垂直，边坡后侧为基本农田；边坡修复措施：对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 1，削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 6m，间距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），采用生态棒作为重力消减条并挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚处设置 C35 埋石砼挡墙，挡墙顶宽 0.8m，迎水侧坡比 1: 0.4，挡墙高 3.0m；挡墙外侧采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 7.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

YA0+309~YA0+593 段边坡较陡坡高较高，土质为含碎块石粉质粘土，对该坡面进行削坡处理，削坡后坡比为 1: 0.75，并在 10m 处设置一马道，马道宽 2m，马道及坡顶处设置 C25 砼排水沟；削坡后锚杆造孔孔径为 10cm，插入 2 $\phi 25$ 钢筋锚杆长 12m，间距 $2.0 \times 2.0\text{m}$ 梅花形布置，孔内灌注 m30 水泥砂浆；坡面布设 $\phi 60$ 排水孔（长 3.0m，间距 2.5m，仰角 5° ，梅花形布置），采用生态棒作为重力消减条并挂不锈钢铁丝网并采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 6.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

6) 月举村侵蚀边坡（南）修复

月举村侵蚀边坡（南）修复面积 9441m^2 ，长度 592m，桩号 YB0+000~YB0+592。该段边坡坡度较缓，面层为含碎块石（孤滚石）粉质粘土，边坡修复措施：对该坡面清表，清理坡面上不稳定浮石并整平，再采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化后，覆盖无纺布并养护。坡脚外侧采用抛石回填，抛石顶宽 5.0m，顶高程 6.0m，1: 2 放坡至现状地面，抛石面层理砌。

2.4.2.5 大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程

（1）建设内容

针对大练岛北部砂质海岸植被防护体系存在的后滨沙地植被与防护林存在稀疏、裸斑等问题，开展近岸沙生植被及滨海防护林植被缓冲带种植修复，修复总面积 5.49ha ，其中后滨固沙植被修复 0.32ha 、防护林补植修复 1.13ha 、防护林抚育与更新 3.27ha 、巡护道改造提升 0.35km ，巡护道新建 0.31km 。



图 2.4-9 大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程平面布置及修复效果图

(2) 主要结构、尺度

1) 后滨固沙植被修复

后滨固沙植被修复场地无树木或建筑物遮挡，因此由海向陆设置单纯草本的植被群落向灌木及地被（草）的灌草丛群落组合过渡，提高海滩植被覆盖率的同时，丰富海滩风貌层次。

单纯草本的植物群落选用海边月见草、马鞍藤、肾叶打碗花等草本植物，是砂质海岸带良好的固沙植物。灌木及地被（草）的灌草丛群落选用单叶蔓荆、草海桐、等灌木植物，为总体植物群落起到过渡、立体及层级配置的缓冲效果，丰富风貌层次。海滩滨后沙地植物群落横向结构如下图所示。

主要苗木规格表

表 2.4-7

序号	名称	规格		备注
		高度（cm）	冠幅（cm）	
1	厚藤	40-60		袋苗，16 株/m ²
2	单叶蔓荆	25-30	15-20	袋苗，36 株/m ²
3	卤地菊	15	10	袋苗，49 株/m ²
4	海边月见草			撒播草籽，16g/m ²



序号	名称	规格		备注
		高度 (cm)	冠幅 (cm)	
5	草海桐	30-40	20-25	袋苗, 30 株/m ²
6	老鼠芳			袋苗, 36 株/m ²
7	肾叶打碗花			袋苗, 15 株/m ²

为提高植物的存活率, 选用竹条编制的篱笆式风障及围墙式风障配合使用, 型式同长江澳后滨修复区。

2) 防护林补植修复

对大练岛北部 1.13ha 防护林进行补植修复, 场地现状沿海防护林树种以木麻黄纯林为主, 林相单一, 结构简单, 防护效果较差。同时, 受强风、盐雾等环境影响, 修复范围内裸斑、缺口较多。

本次主要选用木麻黄 (闽平二号)、南洋杉和台湾相思对防护林内部裸斑、空缺进行补植修复, 采用纯林造林。根据常风带设计营造纯林造林的作业区。

常风向平行地带: 设计营造闽平 2 号木麻黄纯林造林的作业区, 造林密度为 10000 株/ha, 株行距为 1.0m×1.0m。

常风向垂直地带: 设计营造闽平 2 号木麻黄纯林造林的作业区, 造林密度为 4440 株/ha, 株行距为 1.5 m×1.5 m。

常风向垂直地带最外侧: 设计营造闽平 2 号木麻黄纯林造林的作业区, 造林密度为 10000 株/ha, 株行距为 1 m×1 m。

内陆中间带: 设计营造台湾相思、南洋杉纯林造林的作业区, 造林密度为 4440 株/ha, 株间距为 1.5m×1.5m; 木麻黄台湾相思混交林作业区, 采用株间混交造林, 木麻黄、台湾相思比例 6: 4, 造林密度为 3086 株/ha, 株间距为 1.8m×1.8m。

林带边缘: 现状道路两侧补植栾树、苦楝、鸡冠刺桐等观赏类植物, 株距 3.5m~4.5m, 丰富林带整体观赏性, 营造丰富的季相变化和景观层次。

对于较大的林区裸斑、防护林带边缘种植区等受风影响较大区域进行防风障布设。要求在造林之前先埋设木桩, 预防做风沙障施工时破坏幼林。风障做法同后滨植被修复区。



主要苗木规格表

表 2.4-8

序号	名称	胸(地)径(cm)	高度(cm)	冠幅(cm)	备注
灌木地被					
1	杂交狗牙根				撒播草籽
2	宿根天人菊				袋苗, 160 株/m ²
3	单叶蔓荆		25-30	15-20	袋苗, 36 株/m ²
4	卤地菊		15	10	袋苗, 160 株/m ²
5	草海桐		20-30	20-25	袋苗, 30 株/m ²
6	蟛蜞菊		15-20	10-15	袋苗, 12 株/m ²
7	山菅兰				袋苗, 25 株/m ²
8	毛马齿苋				袋苗, 45 株/m ²
9	金边龙舌兰		80	100	盆苗, 自然状, 至少 15 片以上/株, 树冠饱满
10	灰莉		40-50		
11	软枝黄蝉	5-8	90-100	100-120	袋苗, 无病虫害
12	红刺林投		150-180	100-120	袋苗, 无病虫害, 5-7 支丛生
乔木					
1	高山榕	8-10	250-300	150-250	全冠苗, 三级以上分叉
2	南洋杉	8-10	200-300	150-250	假植苗, 全冠移植, 长势良好
3	台湾相思	7-8	250-300	150-250	袋苗, 全冠移植, 树形饱满
4	黄槿	7-8	250-300	150-250	分枝点 1.5-1.8M, 分枝多, 树冠饱满
5	栾树	8-10	300-400	200-250	全冠苗, 蓬型完整
6	苦楝	8-10	300-400	200-250	3 以上主分枝, 主分枝干径 4-6cm, 全冠假植苗
7	鸡冠刺桐		200-250	200	丛生, 自然形, 分枝点低于 0.5M, 分枝多
8	银叶金合欢	5-8	90-100	100-120	盆苗, 标准球形

3) 防护林抚育与更新



大练岛北部沿海防护林多为中龄树，部分防护林已存在老化、退化现象。对大练岛北部 3.27ha 的防护林进行抚育与更新，补植区 0.65ha，抚育区 2.62ha。

补植区林分稀疏、林木生长不良、植被覆盖率低，土壤贫瘠、风蚀严重，存在防风固沙能力差、生态系统稳定性低等问题。工程措施为剩余物清理+补植。贴近沙丘边缘区域：林带宽度应为 50~100m，设计营造闽平 2 号木麻黄纯林造林的作业区，林带宽度 60m，造林密度为 10000 株/ha，株行距为 1.0m×1.0m。防护林前沿与沙丘接壤区域：林带宽度应为 30~50m，设计营造台湾相思、南洋杉纯林造林的作业区，林带宽度 50m，造林密度为 4440 株/ha，株间距为 1.5m×1.5m。内陆中间带：设计营造台湾相思、南洋杉混交林造林的作业区，采用株间混交造林，木麻黄、台湾相思比例 6：4，造林密度为 3086 株/ha，株间距为 1.8m×1.8m。

抚育区属于防风固沙林，涉及沿海基干林 1.41ha，林木以幼龄林、成熟林为主，优势树种为木麻黄跟台湾相思，地类主要为乔木林分，涉及省级生态公益林 1.41ha、县级生态公益林 0.54ha，郁闭度 0.8 以上，林木分化明显，林下立木或植被收光困难；遭受病虫害、火灾、风折等严重自然灾害。工程措施为卫生伐+修枝+割灌除草+剩余物清理。修枝时要求切口平滑，防止撕裂树皮，以免影响林木生长，树高高于 5m 的，要求修枝后枝下高为 2.5m；树高介于 3~5m 之间的，要求修枝后枝下高为 1.5m；树高低于 3m 的，视具体树高，修枝后枝下高为 0.8m 或不修。在作业时，对原有的目标树种先进行块状割除杂灌草，以目标树为中心，规格 1m 见方，割除的杂灌草先堆放于 1m 见方外围（注意不得遮盖和压伤幼苗、幼树），在割除后的 1m 见方内进行除草、松土，并把草头捡净，以防复活，除草、松土后须把割除的杂草均匀铺回原处，以减少土壤水分蒸发，杂灌作为剩余物移除；郁闭成林后，对林分进行卫生伐后郁闭度小于 0.5 的林分、或出现林窗（ $\geq 25\text{m}^2$ ）的地块要进行补植。

4) 基础巡护、管护设施建设

利用现有道路，结合地形地貌和巡护、管护需求，改造提升巡护道 0.35km，新建巡护道 0.31km，衔接外部重要通道，完善防护林内巡护、管护动线，同时兼顾片区旅游设施的完善。

2.4.2.6 大练岛北部海滩修复与养护工程

(1) 建设内容



本项目海滩修复工程位于平潭大练岛北侧渔限村海岸，拟修复岸线长度约 1483m。滩修复工程对岸线雨水排放管涵的排水有一定影响，需要结合沙滩修复工程开展沿岸排水箱涵整治改造。渔限村拟修复沙滩总平面布置比选 2 个方案，主要工程量见下表，修复效果见图 2.4-54。

方案一：设计低滩肩面高程 2.90m，设计滩肩外缘线总体上平行于水深地形图 0m 线，施工滩肩西宽东窄，设计施工滩肩平均宽度约 80m；本方案下修复海岸线长度约 1483m；在工程区中西段、渔限村海岸，接长改造一条排水箱涵，管涵接长长度约 202m；在工程区东端和中东部海岸分别构筑 2 条充填砂袋临时拦沙堤，东端临时拦沙堤长度约 100m、中东段海岸临时拦沙堤长度约 169m。根据《福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复工程——大练岛海滩修复与养护工程数值模拟研究报告》（厦门海洋工程勘察设计院有限公司 2025 年 4 月）计算成果，推荐选择粗砂作为补砂修复工程砂源，补砂粒径 0.5mm~1.5mm；为提高修复沙滩稳定性，采用 1:15 的施工滩坡；本方案需要补砂量约 29.35 万 m³，包括 40% 的施工过程自然调整和流失量。

方案二：设计低滩肩面高程 2.90m，设计施工滩肩平均宽度约 80m，滩肩外缘线总体上平行于现状岸线；本方案下修复海岸线长度约 1483m；在工程区中西段、渔限村海岸，接长改造一条排水箱涵，管涵接长长度约 202m；不设置临时拦沙堤。根据建设单位要求和实施方案建议，本方案推荐选择细砂作为补砂修复工程的砂源，补砂粒径 0.2mm~0.5mm；为提高修复沙滩稳定性，采用 1:15 的施工滩坡；本方案需要补砂量约 32.48 万 m³，包括了 50% 的施工过程自然调整和流失量。

主要建设项目表

表 2.4-9

序号	指标	单位	方案一（推荐）	方案二
1	预期修复岸线	m	1483	1483
2	施工修复滩肩长度	m	1072.84	1066.47
3	施工完成干滩面积	万 m ²	8.32	8.29
4	构筑临时拦沙堤	m	269.26	0
5	总填沙（石）量	万 m ³	29.35	32.48



序号	指标	单位	方案一（推荐）	方案二
6	接长排水箱涵	m	202	202

（2）沙滩修复岸线确定

根据海滩稳定性特征，岬湾海滩可以分为静态平衡海滩、动态平衡海滩和不稳定海滩。如优势浪向传至整个海湾边缘是同时破碎，会形成静态平衡海滩，此时的沿岸输沙几乎为零，曲线型海湾可长时间的保持稳定，仅风暴潮情况下会产生强烈的侵蚀。根据静态岬湾平衡岸线理论，结合相关海滩养护与修复工程项目经验，确定渔限村沙滩修复岸线长度约 1483m，施工滩肩宽度约 80m。

（3）滩肩高程确定

本项目沙滩修复顶面高程，依据沙滩修复技术指南、海域管理政策和大练岛沙滩实际岸线特征进行设计。根据平潭站 2018 年-2022 年 5 年潮位资料，以大潮前后 3 天的高潮位数据作为平均大潮高潮位计算的基础数据，共选取 720 组高潮位数据，对其进行平均计算，结果显示平潭站平均大潮高潮位数据为 2.99m（85 高程）。确定本项目海滩修复工程设计滩肩高程为 2.9m，不超过平潭多年平均大潮高潮线。

（4）总平面布置方案比选

渔限村拟修复沙滩 2 个方案，总体上均能满足本项目《实施方案》绩效考核指标要求，不同的是，方案一在沿岸输沙率、岸线变形、极端天气下剖面的演变等方面均表现为稳定性更好。

根据《福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复工程——大练岛海滩修复与养护工程数值模拟研究报告》（厦门海洋工程勘察设计院有限公司 2025 年 4 月）计算成果：

根据图 2.4-60，原地形工况泥沙的主要输运方向为自东向西，这主要受控于海湾走向与主波向的相对关系。从计算结果来看，沿岸输沙率不大，年净输沙率约 2000m³；这与渔限村海岸存在一定的岸滩侵蚀理解基本一致，第二年后将大幅逐渐减小。根据图 2.4-62，方案二滩肩外缘线总体上平行于现状岸线，实施补砂修复后，由于该海岸短期内增加大量砂源，沿岸输沙率陡增，第 1 年最大输沙率达到 6 万 m³ 左右，并逐年减少。施工滩肩外缘有由原来的平行于岸线调整为平行于 0m 线，修复后第 1 年的年输沙率就由 6 万 m³ 调整为 2.5 万 m³，修复后岸线（滩肩外缘线）最



大蚀淤量由 80m 调整为约 40m。根据图 2.4-61，方案一在施工滩肩外缘平行于 0m 线加上临时拦沙堤，修复后第 1 年的年输沙率又降至约 1.1 万 m^3 ，修复后岸线（滩肩外缘线）最大蚀淤量又降至约 20m。从沿岸输沙、岸线变形的角度看，方案一拟修复沙滩稳定性有了较大的提高。

填沙剖面设置、填沙平均粒径选择：

从极端天气下沙滩剖面演变计算结果来看，施工坡度越缓，极端天气作用下剖面变形越小，综合考虑减少剖面流失和方便施工，拟选择 1: 15 的施工剖面设计；同时极端天气作用下，粗粒径沉积物补砂剖面变形明显小于细粒沉积物补砂剖面变形。故本项目推荐使用 0.5mm~1.5mm 的粗砂作为本项目沙滩修复工程砂源。

根据理论平衡剖面计算，平均粒径为 0.3mm 和 1.0mm 的平衡剖面，与本项目设计施工剖面对比见下图，从图中可以看出，补填 0.2mm~0.5mm 细砂到中砂，按平均粒径 0.3mm 计算其平衡剖面坡度约 1: 43（考虑该坡度线在 2.90m~2.83m），与原始地形剖面基本平行，若按细砂开展补砂施工，其工程后平衡剖面线在可视范围内未见与原始地形剖面相交，即细砂补砂施工后，从平衡剖面演变的角度看，该处沙滩可能没有滩肩，滩肩、潮间带所补砂体，会因为补砂的运移、堆积至中低潮区和潮下带，实现岸滩地形一定程度的抬升。补填 0.5mm~1.5mm 粗砂时，按平均粒径 1.0mm 计算其平衡剖面坡度约 1: 24（考虑该坡度线在 2.90m~2.83m），与原始地形在离岸线约 190m 相交，也就是说理论上补粗砂后，本项目海滩修复工程 80m 的施工低滩肩，经过剖面短期调整（3~6 个月），预计剩余约 60m 左右的低滩肩；考虑到本岸段波浪动力较强，岸滩冲刷明显，根据经验判断，故若补填粗砂，经过 1~2 年的调整期，预期保留的低滩肩宽度在 30~40m，修复岸段西段、充填砂袋临时拦沙堤的东侧等岸段沙滩宽度会大于其他岸段。滩肩地形地貌的维持，可以提高沙滩在极端天气条件下的消波减浪效能，提高该岸段海岸生态护岸能力。由下图可见，抛填粒径 0.3mm 的细砂，要达到粗砂修复效果，其抛填砂量约为 1.0mm 粗砂抛填砂量的 6.86 倍。拟修复沙滩岸线风沙较为严重，补填细砂后，大风天扬沙问题进一步凸显，该岸段风沙灾害将有加重的趋势。

综合上述分析，推荐沙滩修复方案一作为本项目沙滩修复工程优选方案；沙滩修复工程方案比选见下表。



沙滩修复工程各方案比选表

表 2.4-10

方案	滩肩外缘线长度/滩肩宽度 (m)	填砂量 (m ³)	海滩稳定性	风沙影响	海岸生态防护效果
方案一	1072.84/80	29.35 万	较好	较弱	较强
方案二	1066.46/80	32.48 万	较差	较强	较弱

海滩砂矿物成分控制：结合同类项目对修复海滩质量的要求，确定砂源质量标准为石英>80%，石英+长石>85%，含泥量<3%，贝壳含量<3%。选取沙源地遵循的原则是就近选择合适砂源

(5) 临时拦沙堤

本项目区海岸中部和东端，中部堤 1 长 169m、宽 5.24m。东堤 2 长 100m、宽 5.24m。堤 1 堤顶高程在滩肩范围为 2.90m，与设计滩肩高程一致；滩肩外缘线向海逐步放坡到 1.00m。东端临时拦沙顶高程保持在 2.90m。

临时拦沙堤采用高强砂管、砂被结构。底层为砂被，上层为砂管。高强砂管/砂被的构造是由一种一层高强度有纺织物与无纺织物通过绗缝方式复合而成的管状充砂体，其织物基布在生产过程中可加入抗光老化稳定剂和抗氧化稳定剂以达到相应的使用寿命。管内填充与沙滩同质砂源。

(6) 渔限村沙滩排水工程

大练岛北部渔限村沙滩现有一处排水渠出口（见图 2.4-66），沙滩西侧坡面上方存在五个道路排水出口。沙滩后侧汇水为突发性排水，排水量大、排水时间短，会引起沙滩的急剧变化、对海滩造成破坏，并且排水渠出口露出于沙滩滩面之上，影响环境的同时对沙滩的整体稳定有一定的影响。本次改造拟将沙滩后道路上部汇水沿道路拦截，集中一处引出，避免后侧汇水过多汇入沙滩，并经过排洪渠、集水井最后通过沙滩下侧埋设的排水箱涵引入海中。

渔限村排水涵改造工程拟新建 3 条排洪渠，长度共 1251m。其中排洪渠 A 长度 180m，排洪渠 B 长度 181m，排洪沟 C 长度 890m。新建 C35 钢筋砼集水井一座，C40 预制排水箱涵一座长 202m。其中排洪渠 A 收集一区的涝水；排洪渠 C 为沿路建设排洪沟，进入排洪渠 B，收集三区的涝水；排洪渠 B 收集二区的涝水；排洪渠 A 为主干渠，收集一区、二区、四区的涝水；排水涵管接排洪渠 A。各排涝工程规模成果详见下表。



大练岛工程区排涝计算成果表

表 2.4-11

涝片名字	集水面积 (km ²)	设计流量 (m ³ /s)	排洪渠/涵管名称	排洪渠尺寸 宽×深 (m)	排水管尺寸 (m)	渠底纵 坡 i	过流能力 (m ³ /s)
一区	0.23	3.43	排洪渠 A (HA0+000~HA0+088)	1.5×1.2		0.004	3.78
二区	0.395	5.88	排洪渠 B (HB0+000~HB0+181)	1.5×1.2		0.09	17.9
三区	0.277	4.12	排洪渠 C (HC0+000~HC0+890)	1.2×1.2		0.02	6.14
一区+二 区+四区	0.681	10.1	排洪渠 A (HA0+088~HA0+180)	2.5×1.5		0.004	10.2
			排水箱涵 (G0+000~G0+202)		2.5×2	0.02	12.9

排洪渠 A（中心线桩号 HA0+000~HA0+180）沿沙滩后侧村小路旁布置，接至新建集水井（原排水箱涵位置），其中 HA0+000~HA0+088 段排洪渠底宽 1.50m，渠深 1.20m，排洪渠采用 M10 浆砌块石，下部铺设碎石垫层厚 0.20m，两侧边墙宽 0.3m，坡比 1: 0.3，渠底板厚 0.50m；HA0+088~HA0+180 段排洪渠底宽 2.50m，渠深 1.50m，排洪渠采用 M10 浆砌块石，下部铺设碎石垫层厚 0.2m，两侧边墙宽 0.3m，坡比 1: 0.3，渠底板厚 0.5m。渠底高程为 4.70~4.00m，坡降约为 0.004。

排洪渠 B（中心线桩号 HB0+000~HB0+181）沿沙滩后侧坡面现状冲沟布置，接至排洪渠 A，排洪渠底宽 1.50m，渠深 1.20m，排洪渠采用 M10 浆砌块石，下部铺设碎石垫层厚 0.2m，两侧边墙宽 0.3m，坡比 1: 0.3，渠底板厚 0.5m。渠底高程为 24.0~4.30，平均坡降约为 0.09。

排洪渠 C（中心线桩号 HC0+000~HC0+890）沿沙滩后侧道路边布置，接至排洪渠 B，排洪渠底宽 1.20m，渠深 1.20m，排水沟采用 C25 砼，下部铺设碎石垫层厚 0.2m，两侧边墙宽 0.3m，坡比 1: 0.1，渠底板厚 0.4m。渠底高程为 45.8~28.8m，坡降约为 0.02。

新建集水井采用 C35 钢筋混凝土结构，井高 6.0m，长 6.6m，宽 2.5m。排水箱涵采用 C40 海工砼，尺寸为：6.1×2.8m，共两孔，单孔尺寸：宽 2.5m，高 2.0m。排水箱涵下设碎石垫层厚 0.20m。箱涵长 202m，平均坡降约为 0.02。



箱涵进口处渠顶高程为 3.30m，出口处渠顶高程为-0.30m，排水箱涵两侧设置格宾网垫翼墙长约 5m，高 2.5m；箱涵出口最大流速约 $2.1\text{m}^3/\text{s}$ ，出口底部设置大块石防冲，长度 10.0m，块石单重不小于 0.25t。为了海滩的美观性，排水箱涵露出海滩面的部分采用块石装饰，排水涵管顶部铺设宽约 7.0m 的块石，顶部高程为 1.0m，两边 1:2 放坡至原地面。

2.4.2.7 大练岛东部海滩修复与养护工程

(1) 建设内容

本项目海滩修复工程位于平潭大练岛东侧月举村东侧海湾，拟修复岸线长度约 572m。结合拟修复海岸岸线、岸滩地形演变特征、经验模型分析、数值模拟分析和波浪断面物理模型试验研究等手段，形成本次设计的方案一和方案二。

方案一：方案设计低滩肩面高程 2.90m，设计施工滩肩平均宽度约 80m；本方案下修复海岸线长度约 572m。推荐选择圆度较好、破碎率较低的卵石作为本项目砾石滩修复工程的石料源，卵石粒径 5cm~10cm；为提高修复沙滩稳定性，参考《海滩养护与修复技术指南》，并结合工程区现状滩面坡度特征，拟采用 120 的施工滩坡；本方案需要补砾石量约 12.30 万 m^3 ，包括了 30%的施工过程自然调整和流失量（沉降、压实及扩散到施工区之外等导致的沙量计量误差）。为提高月举村海岸北段海堤基础抗冲刷能力，结合砾石滩修复实施边坡堤角生态修复 73m。

方案二：方案设计低滩肩面高程 2.90m，设计施工滩肩平均宽度约 50m；本方案下修复海岸线长度约 572m。推荐选择圆度较好、破碎率较低的卵石作为本项目砾石滩修复工程的石料源，卵石粒径 5cm~10cm；为提高修复沙滩稳定性，参考《海滩养护与修复技术指南》，并结合工程区现状滩面坡度特征，拟采用 1:20 的施工滩坡；本方案需要补砾石量约 8.25 万 m^3 ，包括了 30%的施工过程自然调整和流失量（沉降、压实及扩散到施工区之外等导致沙量计量误差）。为提高月举村海岸北段海堤基础抗冲刷能力，结合砾石滩修复实施边坡堤角生态修复 73m。

大练岛海滩修复工程平面布置示意图见下图，主要工程量见下表。

主要建设项目表

表 2.4-12

序号	指标	单位	方案一(推荐)	方案二
1	预期修复岸线	m	572	572



序号	指标	单位	方案一(推荐)	方案二
2	施工修复滩肩长度	m	315.42	334.10
3	施工完成干滩面积	万 m ²	2.62	1.76
4	海堤堤脚生态护坡	m	105	0
5	总填沙(石)量	万 m ³	12.30	8.25



图 2.4-10 月举村砾石滩修复效果图

(2) 主要结构、尺度

1) 砾石滩修复方案比选

砾石滩修复工程方案比选主要参考该工程波浪断面物理模型试验专题研究结果，根据本项目砾石滩修复工程波浪物理模型断面试验结果，砾石滩在常海况条件和极端海况条件下均呈现外缘线位置变化较大的特征，该位置以下滩坡冲刷、以上的滩肩位置有一定堆积；不同坡度对海洋动力响应不同，较缓的坡度滩面变化较小；多种坡度的试验工程经过波浪作用达到动态平衡后，滩面坡度均接近 1: 20。综合上述分析，本项目月举村砾石滩修复工程推荐方案一为本次设计阶段优选工程方案；砾石滩修复工程方案比选见下表。



砾滩修复工程各方案比选表

表 2.4-13

方案	滩肩外缘线长度 /滩肩宽度 (m)	填砂量 (m ³)	海滩 稳定性	海岸生态 防护效果
方案一	315.42/80	12.30 万 m ³ (其中砾石 7.99 万 m ³ 、碎石 4.31 万 m ³)	较好	较强
方案二	334.10/50	8.25 万 m ³ (其中砾石 6.74 万 m ³ 、碎石 1.51 万 m ³)	稍差	一般

2) 填砾石剖面设置

考虑到管理政策要求，以及本项目平均大潮高潮位计算结果，本次设计阶段设置本项目低滩肩高程 2.90m，工程后修复沙滩形态在水动力作用下自然演化。根据本项目砾石滩修复工程断面理模型研究了 1:10、1:20、1:24 等多个坡度的试验研究，研究表明，1:20 的砾石滩施工坡度，修复海滩稳定性最好，故本项目推荐施工放坡为 1:20。选择圆度较好、破碎率较低的卵石作为本项目砾石滩修复工程的石料源，卵石粒径 5cm~10cm。

3) 生态护坡修复

大练岛月举村砾石滩区域，现状采用“直立重力挡墙+扭王字块消浪结构”防护体系，设计高潮位为 3.69 m，在长期海浪潮汐水力作用下，底板前缘分别形成冲刷区和淤积区，影响防护体系整体稳定。本设计拟对扭王字块底板前缘进行修复治理，修复总长度约 73.2m。

总体方案为海工聚氨酯砾石坡脚生态修复。根据现有资料，北侧冲刷区海工聚氨酯砾石结构护脚顶高程 2.90m；向扭王字块方向水平防护 1.0 m，厚度 200mm；向海侧水平向防护 1.0 m，厚度 150mm，与底板连接处高程 2.99m。护脚采用聚氨酯砾石，顶宽 200mm，底板 400 mm（宽）×150mm（厚），高 600mm。扭王字块与底板之间采用聚氨酯卵石结构充填防护，扭王字块前端填筑高度 60mm，回填宽度 900mm，天然卵石粒径 50~100 mm；底板外聚氨酯砾石结构下部设置 100mm 碎石垫层，碎石粒径 10~40mm。砾石粒径 10~20 mm，砾石含水率不大于 0.5%，砾石针、片状颗粒含量不大于 5%，泥粉含量（质量分数）不大于 0.2%，泥块含量（质量分数）不大于 0.1%。

2.4.2.8 大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程

(1) 建设内容

为了保持生物多样性，对大练岛其西南部临海的滩涂进行中国鲎生态系统恢复工程，保护修复中国鲎栖息地 16.6ha，增殖放流中国鲎 30 万只，在东西两侧布设鲎居共 12 座，对放流后的鲎进行长期观测和研究，岸边新增中国鲎增殖放流工程种群持续监测点位 4 处，跟踪其生长和存活情况，研究中国鲎繁育及种群恢复。为提高区域防灾减灾能力，为中国鲎及其他湿地生物提供多样的栖息环境，在项目区东北侧种植柗柳、海桐、单叶蔓荆、海马齿，种植面积约 1510 m²。



图 2.4-11 国鲎栖息地生境修复效果图

(2) 主要结构、尺度

1) 生境营造

修复区现存少量的养殖废弃设施，岸边分布有部分海漂垃圾，需要对修复的场地进行清理，将养殖废弃设施清理、打捞、拆除及外运，为增殖放流区域营造良好的环境，以提供中国鲎适宜的生存条件。

为改善增加育幼区的水动力条件以满足中国鲎的需求，对修复区的地形进行适当平整，将现状高程较大的区域进行削平，使育幼区地形整体平缓，增加幼鲎的活



动范围，同时将因削平多余的沙运至外侧，进一步平缓该区域，从而减缓该区域的水流速度，提高退潮后的滞水时间。

对现状沙丘进行削平，由原标高 2.1m，削平到 1.5m，平均厚度为 0.6m，挖方量为 12137.81m³。填方主要位于靠近修复区的外侧，回填深度约 0.6m，总填方量约 14081.47 m³，同时，为进一步改善该区域的底质，在区域范围内平铺薄层粗砂，粒径为 0.5mm-1.0mm，土方量约 1336.77 m³。

2) 植被修复

本工程主要分布在中国鲎修复区域的东北侧区域，在距高潮线 3-10m 的后滨构建植被防护带，本区域平均大潮高潮位为 2.99m。以此，确定种植区面积为 1510m²。其中，怪柳种植 400 m²，其他后滨植物栽植面积 1110 m²。

本项目后滨沙地植物群落结构可采用纯草本的植物群落及灌木群落两种配置模式，结合现场植被调查，主要选择沙滩修复区域单叶蔓荆、海桐、海马齿等植被。

海桐种植采用成苗种植，规格选择 2 年生健壮苗木，要求苗高 0.6m，冠幅 0.2-0.3m，种植密度为 25 株/m²。

海马齿优先选用湛江海区本地野生植株的扦插苗，茎段长度 15-20 cm，保留 3-4 节生根点，确保无病虫害。移植前将茎段浸泡于 0.05% 萘乙酸（NAA）溶液 30 分钟，促进生根效率提升 20%-30%，密度 25 株/m²，建议采用营养钵苗种植。

单叶蔓荆采用成苗种植，规格选择 2 年生健壮苗木，要求苗高 50cm，种植密度为 25 株/m²，建议采用营养钵苗种植。

为减少风害及沙埋对植物的影响，有利于提高植物的存活率，本工程选用临时性竹篱笆风障，在每年的 9~10 月份进行布设。风障高度选择 2.2m。

3) 人工鲎居布设

人工鲎居是一种专门为中国鲎幼体设计的栖息、索饵场所，其投放对鲎的增殖放流具有重要意义。它不仅为幼鲎提供了躲避天敌（如鸟类）的安全空间，还为其创造了理想的栖息、避害和索饵环境，从而显著提高幼鲎的存活率。

鲎居设计采用钢筋砼构架，外轮廓尺寸为 3.0 m×3.0 m×0.9m，鲎居由混凝土构成网状空箱，空箱顶板尺寸为 3.0m×3.0m，厚 0.2m，顶面间隔 0.5m 设一个直径为 0.2m 的孔洞，空箱垂向间隔 1.55m 设置一根长宽均为 0.3m 的立柱，箱体底板尺



寸为 $3.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ ，厚 0.3m ，设两条断面尺寸为 $0.6\text{m} \times 0.3\text{m}$ 的钢筋混凝土杆形成“十字形”撑杆，底部设高强土工垫。

渔居布设在项目区的两侧，投放区域为矩形，分布在东西两侧，每侧 6 组，共包含 12 组渔居，单组渔居长宽均为 3m ，呈矩形等间距布置，礁组水平向和垂向中心间距均为 10.0m ，单个渔居尺寸为 $3.0\text{m} \times 3.0\text{m} \times 0.9\text{m}$ 。单体渔居及单位渔居的布置均将自身最大的迎流面垂直于水流方向，使礁区内最大限度地形成紊流，且能够增加海洋生物繁育空间。

2.5 施工方案、土石方平衡及进度

2.5.1 施工方法

本工程建设内容主要包括长江澳后滨修复、岸坡修复、海藻场修复、沙滩修复、砾石滩修复、中国渔生境修复。主要土建施工项目有：土方开挖与回填、砼浇筑、砌石等。土方开挖工程主要为岸坡修复表层清理、基础开挖、中国渔场地平整等，土方回填工程主要为灌砂袋和沙滩修复、中国渔场地平整等；砼浇筑主要为生态框格、砼挡墙等；砌石工程主要为浆砌块石、干砌块石护面、砼护脚外侧块石理砌等。

2.5.1.1 受损岸坡修复施工

(1) 施工步骤

甲澳沙滩护脚及南盘村侵蚀边坡（南，NH0+000~NH0+189）最南侧护脚均为人工岸线，施工程序为：施工准备→测量放样→垃圾清理→坡脚高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→碎石垫层→块石理砌。

青峰村侵蚀边坡 A、南盘村侵蚀边坡（北）、青峰村海防路侵蚀边坡 A 段、D 段、E 段施工程序为：施工准备→测量放样→（削坡）坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护。青峰村侵蚀边坡 B、南盘村侵蚀边坡（南）（修复轴线桩号 NN0+106~NN0+122、NN0+219~NN0+292）、围东村侵蚀边坡 C、D 在坡面清理后需挂不锈钢钩花网。

丰田村侵蚀下边坡（北）、下边坡（南）、白沙村侵蚀边坡 A、青峰村海防路侵蚀边坡 B 段、C 段、F 段施工程序为：施工准备→测量放样→削坡→框格梁（刻槽）→锚杆布孔注浆→坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨



海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护。丰田村侵蚀上边坡（北）、上边坡（南）不设置框格梁。

南盘村侵蚀边坡（南，NN0+000~NN0+106、NN0+122~NN0+219、NN0+292~NN0+360）、青峰村海防路侵蚀边坡G段施工程序为：施工准备→测量放样→削坡→框格梁（刻槽）→锚杆布孔注浆→坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护→坡脚高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→设置埋石砼挡墙。

其余岸坡修复均先进行坡面修复，再进行抛石回填。

岱峰村、白胜村修复轴线桩号BS0+000~BS0+176及BS0+237~BS0+344、立新村、围东村A坡及B坡、渔限村西坡及东坡、月举村南坡施工程序为：施工准备→测量放样→（削坡）坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护→坡脚高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→碎石垫层→抛石理砌。

白沙村侵蚀边坡B施工程序为：施工准备→测量放样→削坡→框格梁（刻槽）→锚杆布孔注浆→坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护→坡脚高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→碎石垫层→埋石砼挡墙→抛石覆盖。

白胜村修复轴线桩号BS0+176~BS0+237施工程序为：施工准备→测量放样→削坡→锚杆布孔注浆→坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护→坡脚高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→碎石垫层→埋石砼挡墙→抛石覆盖。

月举村侵蚀边坡（北）桩号YA0+309~YA0+593施工程序为：施工准备→测量放样→削坡→锚杆布孔注浆→安装生态棒→坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护→坡脚高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→碎石垫层→抛石理砌。

月举村侵蚀边坡（北）桩号YA0+000~YA0+309施工程序为：施工准备→测量放样→削坡→锚杆布孔注浆→安装生态棒→坡面清理→挂不锈钢钩花网→滨海高性能基材基层喷播→滨海高性能基材面层（含种子）喷播→覆盖无纺布并养护→坡脚



高压水枪清洗凿毛→铺设土工布→碎石垫层→埋石砼挡墙→抛石覆盖。

(2) 削坡土方开挖

削坡土方开挖以机械开挖为主、人力开挖为辅，大部分采用 1.0m^3 反铲挖掘机挖，开挖料部分就近临时堆放，由 74kW 推土机推至附近空地，供土方回填使用。少量边角处和桩间土采用人工开挖，人力开挖采用人工装斗、人力挑运后在就近堆存，然后转 1m^3 反铲装车， $8\text{t}\sim 10\text{t}$ 自卸汽车运往弃渣场堆放。土方开挖由 1.0m^3 反铲挖掘机沿轴线采用后退法施工，直接装 $5\sim 8\text{t}$ 自卸汽车运至工作面上料或运至弃渣场。基础开挖土方的可利用料，在土方开挖时就近堆存在附近。

(3) 铺设不锈钢勾花网

铺设前，在坡顶先施工一排锚钉。铺设时，不锈钢勾花网挂入坡顶锚钉后，应顺沿坡面从上到下进行铺设，拉紧至坡底，并施打锚钉固定，然后铺设下一幅。两幅网边搭接宽度不少于 15cm ，应用铁丝扎紧。两网之间若有空隙，也应用铁丝扎牢固。坡顶用主锚钉固定不锈钢勾花网时，应将铁丝网固定在锚钉中间，然后打入。

(4) 加设重力消减条

由于岩面凹凸不平，在铁丝网和岩面之间设置重力消减条，以保证植物生长时候的根系能够更好地延展。重量消减条采用 $\phi 80$ 、长度 200cm 的生态棒，采用高强度无纺土工材料（绿色涤纶纤维），填充基材或有机肥，间距依据坡度在 500mm 左右进行调整。重力消减条调整至与坡面垂直采用 20 号铁线与铁丝网和锚钉扎紧。

(5) 滨海高性能基材配制和喷射

先采用基质基层（种植层）（内含植物营养剂、肥料、益生菌种、土壤改良剂）搅拌至饱和浓浆状态进行喷播，喷播厚度为 $4\sim 10\text{cm}$ （每次喷播 2cm ，多次喷播）；基质基层（种植层）喷播完成 $8\sim 24\text{h}$ 内，进行基质表层（种子层）喷播，加入灌木和草种子混合搅拌，采用基质表层（种子层）（内含植物营养剂、肥料、益生菌种、土壤改良剂、高分子材料、粘合剂、保水剂、种子）喷播在坡面上，形成厚度为 2cm 抗冲刷储水保温的表层种子层。喷播时采用扇形往复来回环喷形式，不宜近距离或对冲喷播。基质喷播，每喷播车（以 8m^3 容量的喷播车为例，实际使用容量以 6m^3 计算，下同。其他容量的喷播车，按同比例计算材料用量）加入基质基层专用喷播基质 300kg 进行混合搅拌至饱和浓浆状态进行喷播。



（6）覆盖无纺布

表层种子层喷播完毕，及时用无纺布覆盖，无纺布上部用螺纹钢、其余用竹签固定，待幼苗长至 8cm 左右移除。

（7）养护及注意事项

边坡绿化包括前期成活养护 0.5 年、后期日常养护 1.5 年，在成活养护中须注意以下几点：

A 出苗期。从播种开始到幼苗出土、地上部分出现真叶，地下部分长出侧根以前，这个阶段为出苗期。出苗期的主要技术措施是：有效的催芽措施，使种子出芽早；播前施足基肥，有机肥充分腐熟；土壤干燥时，应浇水，且必须浇透，使种子与土壤接触良好，吸水受热使种子出苗整齐，保持土壤湿度，防止土壤板结，防止病、虫危害，要使用杀菌药消毒，为种子发芽创造条件。

B 幼苗期。幼苗期是指从长出第一片真叶、地下部分出现侧根，到幼开始高生长的一段时期。幼期可分为前期或后期。幼苗期的生长发育的特点是：幼苗出现真叶，地下部分长出侧根；幼苗开始光合作用，制造营养物质；叶子数量不断增长，地上部分生长速度由慢变快；幼苗个体明显增大，对水分、养分要求增多。在幼苗期要保证幼苗的根系生长，保证幼苗的成活，防止病虫害发生。幼苗期的主要技术措施是：若不十分干旱，不可急于浇水；促使幼苗根系向地下伸长生长，主要培养根系：当阳光强烈时，特别要避免土的表温度过高造成灼伤幼苗要采取适当浇水或用遮阴措施，幼苗期的后期对氮肥要求增多可适量追肥（15g/m²）追肥可结合浇灌进行。

C 速生期。速生期是指苗木生长最旺盛的时期。这个时期的生长特点是：苗木生物量增长迅速加快，达最大值；叶子增多，单叶增大。速生期的苗木生长量、地径生长量、根系生长量达到全年生长量的 60%以上，形成发达的根系和营养器官速生期是苗木生长的关键时期，其长短因树种和环境条件的不同而有差异，一般在 5 月中旬~9 月中旬，约 4 个月。速生期的育苗技术措施是：这个阶段是苗木生物量增长量最大的时期，也是需要水肥量最多的时期，应加强水、肥管理，适时量为苗木提供水、肥，促进苗木生长发育，提高苗木质量和产量。在速生期前期，可追肥 1~2 次时间为 4 月底~5 月中到后期应及时停止施用氮肥。施肥后，停止浇水 3~5d，



防止水肥浪费和苗木徒长而影响苗木硬化造成过冬困难。

D 苗木硬化期。苗木硬化期是指苗木的地上地下部分质化，进入越冬休眠的时期。苗木硬化期是从苗木生长幅度下降开始，到苗木直径和根系生长停止为止。8 月份苗木不会再过多地生长，苗木含水量逐渐下降，干物质逐渐增强，苗木地上、地下部分完全木质化。苗木对低温和干旱抗性增强，树叶脱落，进入冬休眠期。这个时期的技术要求是：在苗木硬化期前期，要适当施加有利于苗木木质化的磷、钾肥，以促进苗木木质化，并采取防寒措施；要浇灌冻水，浇灌时一般选在土壤夜间冻结，白天化冻的时段，在 14 点到 16 点之前浇水。

后期日常养护。待苗木长到 40~50cm 并形成灌木从后可以停止人工浇水而单纯依靠自然养护。

（8）土工织物铺设施工

土工织物根据施工图要求的规格，采取搭接连接，人工逐幅铺设。土工织物铺设后，经检查合格，方可进行基础垫层施工，在铺设后的土工织物上作业，要小心施工，避免损坏土工织物。

（9）砼工程施工

本工程砼主要集中在挡墙砼、砼基础、砼护脚以及砼框格梁。砼浇筑前，先进行扎筋、立模、搭设仓面脚手架和清仓等工作。砼全部采用商品砼，直接从建筑市场购买后运输至工地，经砼泵压送入仓浇筑。

本工程混凝土用量不大，砼采用商品砼，直接入仓浇筑。预制砼由 8t 自卸汽车直接运至场内，场内由汽车起重机吊运至需安装的位置，人工配合机械安装。

（10）抛石抛填

采用 8~10t 自卸车陆上运输到岸边卸料，抛填时段选择退潮阶段，采取推土机推运进占、挖掘机整平抛填施工。

2.5.1.2 沙滩修复施工

总体施工顺序：充填砂袋临时拦沙堤先行施工、后施工沙滩回填，箱涵埋设区先进行箱涵施工，再进行沙滩回填。

（1）充填砂袋临时拦沙堤施工

拦沙堤的冲灌砂袋采用工厂制作的成品砂袋，砂料从市场外购，立式抽沙泵吹



填，吹填过程中注意观察泥浆的流量、流向和流速，及时调整输送管口的方向，以免袋体受力不均而导致变形移位，并控制每层袋体的厚度基本保持一致，分层施工直至达到预定的高程。

施工程序为：施工准备→原地面清理→现场充填制作砂袋→按设计要求摆放沙袋→分段验收→整体验收。

（2）排水箱涵施工

渔限村排水工程排水箱涵埋于所修复的沙滩下方，因此需先进行箱涵埋设方可实施该区域补沙。

施工程序为：施工准备→测量放样→场地清理→基槽开挖→碎石垫层→箱涵拼装→抛砂回填→出口抛石。

接到现场通知后（提前一天通知），预制场安排车辆通知发货员和调度员及时装车发货，并附带发货单和合格证。运输预制箱涵用叉车或吊车装车，平板车运输。装车形式为平放，顶面在上，需要用绑带固定，防止运输过程中磕碰；预制箱涵与车辆车厢之间必须用垫木垫实，放稳。在运输过程中如道路差、路面不平，则行驶应尽量缓慢，使车辆保持平衡行驶，以免箱涵受损。预制箱涵运输要与交通部门密切配合，遵守交通秩序及市容管理规定。所有司机服从交警、交管员、市容等人员的检查，严格遵守各种交通规则。箱涵运输至施工场地后，由现场组织吊车或叉车卸车，并统一现场暂时存放。

开工后先安排挖掘机及人员对原沙滩上的垃圾和养殖残留物进行清理，在清理的同时对原沙滩进行粗平。安排挖掘机开挖箱涵基槽，铺填碎石层。箱涵由专用节段拼装设备逐段拼装成跨，逐跨施工直到结束。节段拼装根据节段接缝处理方法，节段在预制场采用匹配法已精确预制好，架设时接缝用橡胶圈密封并防腐处理，使之成为整体。节段运到现场，由吊车提升横移，慢慢下放至基坑内，由停放在基坑内的羊驼车顶起预制箱涵，缓慢推动至拼接处进行拼装。整个过程必须保证平稳，以免产生较大冲击而发生安全事故。沙滩补沙完成后在箱涵出口露出滩面的地方抛填块石，采用人工与机械相结合的方法对箱涵出口进行整饰。

（3）沙滩砂回填施工

沙滩砂回填采用平均粒径在 0.5mm~1.5mm 的粗砂进行造滩，具体抛砂方式采用



滩肩（干滩）补砂、滩面（潮间带）补砂相结合的补砂工艺开展海滩修复施工，其中陆上输砂抛填到滩肩位置、海上输砂抛填至滩面，然后采用推土机和挖掘机等设备进行海滩形态整理。

施工程序为：施工准备→清滩→海砂运输→吹填海砂→砂摊铺、理坡→按设计滩肩高程、坡度修整→分段验收→整体验收。

开工后先安排挖掘机及人员对原沙滩上的垃圾和养殖残留物进行清理，在清理的同时对原沙滩进行粗平；抛填砂施工原则上沿岸每 200m 设置一个施工单元，根据砂源供给情况可逐个单元工程施工或多个单元工程同时施工。每个单元工程抛填砂施工，需要分层抛填，一般每一层厚度不超过 1m；完成该层抛填后一般经过 1~3 天潮水冲刷、浸湿，再开展上一层砂抛填最后达到设计海滩形态要求。

沙滩回填砂运输方式考虑现场交通条件和海上自然条件，计划采用陆上运输和海上运输同步进行。陆上运输通过运输车，直接由收货码头运输至施工现场，然后利用推土机和挖掘机进行平整。海上运输通过抛沙船将砂运至施工海域外侧，然后利用抽砂泵船通过输砂管将砂运送至施工现场，再利用装载机将砂平铺、利用挖掘机进行平整。根据现场施工实际情况和需砂量，现场施工主要以海上输砂为主，陆上运输为后备方案。为防止装载机和挖掘机陷入沙滩中，采用防陷钢板进行铺设，根据现场实际情况，本次工程使用防陷钢板 80t（按周转 5 次计）。

在海上运输开始前在现场选择合适的位置先施工一个临时储砂坑，长度宽度均为 50 米、深度 2m、1:2 放坡，作为“沉淀池”使用。管道输砂通过该区域沉淀，然后利用装载机转运至施工作业面。

抛锚、起锚：抛锚、起锚由专人指挥，事先要了解锚区的潮流流向与速度、河床持锚情况等。抛锚先抛潮流上游方向的锚，然后松缆再抛下游方向的锚；起锚时相反。先起下游锚，带好拖轮后再起上游锚。回填砂主要通过运输船通过航道行驶至施工区域。

运砂船通过船上 GPS 卫星定位系统定位，抛锚停至漏斗船处。由运砂船直接卸在漏斗船内通过 DN500 的高密度塑料输砂管从海上吹填至临时储砂坑内，让砂通过临时储砂坑自然沉淀成堆。输砂管在水位变动区通过浮桶+锚桩进行固定，陆上部分直接通过钢管固定于沙滩上。施工时，根据现场具体情况针对不同工作面 and 工程进



度要求，合理布置船机。

漏斗船管线采用直径为 500mm 的高密度塑料管、软管和高密度塑料弯管三种管线相结合的方式敷设，主要包括水上管、岸上管。根据现场情况浮管长度约 1000m（退潮时有约 250m 会搁浅于岸上），船尾连接水上管线，水上管线接好后，根据风流情况抛设管子锚，使吹砂时，水上管线平顺和浮管承受水流、风浪及吹填施工时的冲击力等影响。管段间的卡接必须牢固可靠，管线布置呈近似流线型弯曲。浮管留有一定的富余长度，以免船只晃动时影响管线。浮管在重载之下仍要露出水面以上，抛设的管子锚根据水流潮汐确定（每隔 100m 抛设一处）。浮管与岸管的连接根据地形和水位变幅来选择适当的连接方式，不仅要连接牢固，防止漏沙，并不因水位变动而出现管段严重弯曲，本工程采用柔性的橡胶软管作为浮管与岸管的连接方式，并在架管处用砂袋覆盖进行加强处理，能满足本工程水位变化和牢固度的要求。

砂层主要通过装载机进行推填到位，高差相差较大部分通过挖掘机进行平整到位，施工断面以不低于设计断面为准。

2.5.1.3 砾石滩修复施工

完成月举村北侵蚀边坡修复、生态护坡修复后，方可实施近岸区补砾。

月举村生态护坡修复主要施工工序：

- （1）施工前准备：包括临时防潮措施、入场道路整理、场地整理（突出扭王字块等）等；
- （2）冲刷区护脚开挖；
- （3）坡底聚氨酯碎石护脚安装与回填整平；
- （4）坡面整平铺设碎石垫层，碎石粒径 2~4cm；
- （5）海工聚氨酯碎石结构铺设；
- （6）扭王字块与海工聚氨酯碎石结构之间回填卵石平整，卵石粒径 5~15cm。

砾石滩补砾施工程序为：施工准备→原地面清理→卵石投放→分段验收→整体验收。卵石运输通过运输车，直接由收货码头运输至施工现场，然后利用挖掘机进行平整。



2.5.1.4 海藻场修复施工

工程施工方案为：施工准备→礁石清理→预制贝藻礁运输→瓦氏马尾藻、厚壳贻贝附着→贝藻礁投放→其他海藻泼撒→后期养护。

(1) 礁石清理

在拟修复海域拆除影响海藻生长的人工构筑物、碎石和淤泥等，包括潮间带和潮下带，恢复海域的畅通性。在大潮退潮时施工，使用液压反铲挖掘机、推土机以及吊车配合，对潮间带进行清理；潮下带作业，由水下工程人员进行。

对修复区礁石上附着基的底栖硅藻、无节珊瑚藻、丝状绿藻、藤壶、牡蛎、贻贝等进行清洗和驱除。有大型海藻生长的礁石，实用高压水枪清洗，没有大型海藻附着及珊瑚藻附着的潮间带礁石，泼洒石灰水清洗和驱除。用潜水刀或者螺丝刀清除海胆等草食动物，海藻发芽期可以投喂海带等养殖海藻，避免海胆摄食藻苗。

(2) 预制贝藻礁运输

贝藻礁采用混凝土预制，礁体海上运输使用 1000t 左右自航平板驳船。必须性能良好、证书齐全，配备足额具有资格证的船员。礁体装船时，礁体之间、礁体与船甲板之间采取必要的加固措施，放置礁体滑移。运输船舶在任何时候都以安全航速行驶。

(3) 瓦氏马尾藻、厚壳贻贝附着

贝藻礁运输到场后，将生长状态良好的瓦氏马尾藻苗种基板通过卡扣等方法固定于人工礁体，也可使用铆钉将其固定于部分天然礁石上。附着基板用于收集附着马尾藻的幼胚，每块基板不少于 5 个幼苗。

厚壳贻贝幼体附着采用聚乙烯网片，在聚乙烯网片的四边，穿入玄武岩钢筋中。将穿好玄武岩钢筋的网片卡入预先设置好的人工礁体卡槽内。

(4) 贝藻礁投放

投放时，根据 GPS 定位仪定位所设计的投放位置后，投放船将礁体运载至预定位置。浅水区礁体可以从船台直接投放。礁体投放完毕后，绘制礁体平面布局示意图，注明礁区边角位置和中心位置的经纬度。

海上投放作业由船上挖掘机操作人员、吊车操作人员与船员共同完成。

(5) 其他海藻泼撒



室内育苗后的昆布苗帘在水质好的海域进行暂养，长势好的苗帘制成带卡扣的环形苗带，最终通过潜水固定在柱状藻礁上。在人工礁体的不同位置固定带有昆布苗的环形装置，保证藻体能够形成一定的生物量，并通过严格的海上人工管理形成昆布种源，在第二年为周围海区提供孢子源。

对潮间带上部通过石灰水、柠檬酸水泼洒进行严格的清除后，用高压水枪冲刷礁石。购买坛紫菜和石莼孢子水，阴天小潮水时进行孢子水泼洒，避免强光和过度干影响幼苗的发育。石莼以现存藻体为种源，扩大其分布面积。选择海区内现有鼠尾藻和羊栖菜作为种源，购买幼胚直接泼洒于海域，使其自然沉降在岩礁、人工藻礁或水体中生长发育，同时购买其幼苗，春季收集藻体获取受精卵，生产大量的苗板，在风平浪静水质好的海域暂养后，将生长旺盛幼苗的基板固定到潮间带适合其生长潮位的礁石上（最宜生态位），并定期观察、维护和管理。

2.5.1.5 中国鲎生境修复施工

本工程需在退潮时施工。工程施工方案为：施工准备→场地清理→微地形改造→预制鲎居布设→后期管护。

（1）场地清理

修复区中分布大量的养殖废弃设施，岸边分布有部分海漂垃圾，需要对修复的场地进行清理，将养殖废弃设施清理、打捞、拆除及外运，施工采用小型液压挖掘机、两栖式推土机以及人工辅助。

（2）微地形改造

地形整理采用 0.5m^3 的长臂挖掘机水上挖掘机，是由传统挖机改造而来，凭借底盘浮箱的强大浮力，可悬浮在浮泥或水上并自由行走。

（3）预制鲎居布设

采用载重汽车陆运到岸边。投放时，根据 GPS 定位仪定位所设计的投放位置后，采用吊机吊装至预定位置。礁体投放完毕后，绘制礁体平面布局示意图，注明礁区边角位置和中心位置的经纬度。

2.5.1.6 后滨植被修复施工

（1）土壤改良

场地以滨海风沙土为主，土壤贫瘠，保水保肥能力差，应土壤改良后再栽植树



木。灌木地被类 10kg/株，地被类 10kg/株。

（2）整地挖穴及土壤改良

块状整地，灌木树穴规格 60 cm×60 cm×60 cm，乔木树穴规格 100 cm×100 cm×100 cm，挖穴时间尽可能在造林 1-2 个月前结束。

大练岛北部以滨海风沙土为主，当土壤全盐量低于 0.3%，可按设计要求进行地形地势塑造、场地整理、整地、挖种植穴，沙土和客土按一定比例混合。参照《平潭绿化导则》，土壤配土改良的参考范围：草本花卉、草坪地被应全土层 30 cm 改良，片植灌木应全土层 40 cm 改良，单株灌木穴应 60 cm×60 cm×60 cm 改良，乔木或棕榈科植物树穴应 100 cm×100 cm×100cm 改良。

场地以滨海风沙土为主，土壤贫瘠，保水保肥能力差，应土壤改良后再栽植树木。地被类 10kg/株，灌木地被类 10kg/株，乔灌类 20kg/株。

（3）植物栽植

栽植工作宜选择雨后阴天或小雨天进行，避免在大风、暴雨或高温天气栽植，栽植时间为每年的 4-5 月份。本次修复区位于风口区域，且常年受雷岱风暴影响，增加栽植密度至 1200~2500 株/ha，通过成片密植，提高植被成活率，增强抗风能力。

采用洒根法施放保水剂，栽植过程在回填熟土至苗根处，按 25g/m² 撒入保水剂，充分与碎土拌匀，填土灌足水即可；若现场发现土壤粘性较强，需要成比例挖大坑穴，沙拌土回填至苗根下 10cm 处，将事先吸足水的保水剂与土壤（最好再加少量沙）充分混合回填压实，地表覆土。

（4）种植土回填

本工程所需种植土全部采用外购，采用 8t 自卸汽车运至回填范围。种植土符合园林绿化工程施工规范中的有关规定，且不含盐碱及垃圾等对植物生长有害的物质。对已达到种植土标高要求的地段，不必或少填回填客土，但必须进行地形整理，可采用手工劳作，地形整理要做到：尽量清理种植范围内的建筑垃圾、石块、杂草、树根、废弃物等；按设计标高翻耕土地深度达到 30cm 以上，平整场地达到排水顺畅，无低洼积水处；对达不到不同植配的种植土厚度的局部地段一要回填，二对底层不透水层应做处理后，方可进行种植；土壤的 pH 值应在 6.5-7.5，喜酸花木 PH 为 3-6.5。



种植土回填采用分层填筑，振动机械碾压实填方，边角处由蛙式打夯机夯实。碾压时，轮（夯）迹相互搭接，防止调压或漏夯。长宽比较大时，填土将分段进行。每层接缝处作成斜坡形，碾迹重叠 0.5~1.0m 左右，上下层错缝距离不小于 1m。

2.5.1.7 沙丘修复、巡护管护路等建设

土方开挖以机械开挖为主、人力开挖为辅，大部分采用 1.0m³ 反铲挖掘机挖，开挖料部分就近临时堆放，由 74kW 推土机推至附近空地，供土方回填使用。少量边角处和桩间土采用人工开挖，人力开挖采用人工装斗、人力挑运后在就近堆存，然后转 1m³ 反铲装车，8t~10t 自卸汽车运往弃渣场堆放。土方开挖由 1.0m³ 反铲挖掘机沿轴线采用后退法施工，直接装 5~8t 自卸汽车运至工作面上料或运至弃渣场。基础开挖土方的可利用料，在土方开挖时就近堆存在附近，待挡墙施工到一定高度后开始回填施工。

回填土自下而上分层填筑逐层上升。填筑土方部分直接利用开挖料，由 1.0m³ 反铲挖掘机挖装 8t 自卸汽车运至工作面直接上料，部分采用外购土料，由 1.0m³ 反铲挖掘机上料。采用分层填筑，振动碾压实，边角处由蛙式打夯机夯实。

2.5.2 施工区及施工道路

根据工程施工条件，施工工厂设施布置在施工工区附近。现场的施工工厂设施应尽量减少和简化，并充分利用平潭岛上的地方资源，以节省工程投资、满足水保环保要求。

施工辅助设施如机械修配厂、车辆保养站、汽车修理厂等直接利用各市、县、乡镇已有设施。

由于本工程靠近海域，海水中含有大量有害离子，影响砼耐久性，不能作为施工生产、砼养护用水。因此，施工生产用水和生活用水全部接用当地自来水。

施工区布置配 2 台 85kW 移动式柴油发电机作为备用电源。工程施工工区紧靠乡镇，目前已有无线信号覆盖，有线通信信号可由当地电信部门解决。

根据工程施工条件，本工程拟布置 2 个施工工区，分别为位于平潭主岛北部以及大练岛。综合考虑各种因素，现场的施工工厂设施应尽量减少和简化，并充分利用就近地方企业，以节省工程投资。

施工工区根据需要设置配电房、办公室、综合仓库、钢木加工厂、试验室、小



型机修厂、堆料场等临时建筑物。各企业、仓库和临时房屋通过场内道路互相连通。宿舍全部考虑租用当地民房。

由于各项目区附近村庄密布，部分堤段场内交通可利用现有乡村道路或堤顶作为临时道路，与乡道连接，主要利用已建桥梁连接两岸交通。本工程拟修建施工道路总长约 3.1km，路基宽度 4.4m，路面宽度 4.0m，路面采用泥结石路面结构。

2.5.3 土石方平衡

本工程土方开挖量 21.11 万 m³（自然方），石方开挖方量 0.05 万 m³（自然方），边坡清理 7897m³（自然方），垃圾清理 14701m³（自然方），沙滩清表 831m³（自然方）。土方开挖全部在开挖时就近堆存，用长江澳沙丘回填及临时场地施工，剩余部分运至中转渣场。剩余土方方量 0.77 万 m³、石方方量 0.05 万 m³、边坡清理 0.79 万 m³、垃圾清理 1.47 万 m³（自然方）和沙滩清表 0.08 万 m³（自然方），总弃渣量 3.16 万 m³（自然方）。本阶段按外运弃渣考虑，弃渣先集中堆放在中转渣场内，再运至各在建项目以利用。中转渣场修建有挡渣和排水设施，以防止水土流失。

种植土回填、砂性土换填、回填沙滩砂、砾石滩回填 5~10cm 卵石、外购机制砂各需用量为 51929m³、22773m³、300436m³、123000m³、4096m³。本工程的土方回填主要采用开挖料，其余均需外购。

2.5.4 弃渣场

工程弃渣运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用，因此本项目不对中转渣场环境影响进行评价。

2.5.5 主要施工机械

本项目主要施工机械设备有挖掘机、装载机、载重汽车、推土机、起重机、混凝土搅拌车等。施工所需的主要机械设备见表 2.5-2。

主要施工机械设备配备表

表 2.5-1

序号	机械设备名称	型号及规格	单位	合计
1	气腿式凿岩机	YT26	台	8
2	混凝土喷射机	PH-30	台	3
3	移动式空压机	6m ³ /min	台	6
4	挖掘机	0.4~2.0m ³	台	8
5	播种机	90kW	台	2



序号	机械设备名称	型号及规格	单位	合计
6	推土机	59~103kW	台	4
7	自卸汽车	5~15t	辆	30
8	载重汽车	5~10t	辆	6
9	胶轮车		台	30
10	运砂船	280m ³	艘	10
11	吹砂船	800m ³ /h	艘	2
12	底开泥驳	280m ³	艘	25
13	左右自航平板驳船	1000t	艘	2
14	水陆挖掘机	5m ³	艘	5
15	蛙式打夯机	2.8kW	台	6
16	振动碾	10t	台	3
17	砂浆拌和机	0.25~0.4m ³	台	4
18	汽车起重机	5~8t	台	4
19	振动器	1.1~2.2kW	台	10
20	潜水泵	2.2kW	台	8
21	变压器	200KVA	台	1
22	柴油发电机组	85kW	台	2
23	木材加工设备		套	2
24	钢筋加工设备		套	2

2.5.6 施工人数及进度安排

本工程共需劳力 15.87 万工日，平均施工人数 241 人，高峰施工人数 313 人。

本工程施工总进度主要根据工程规模、项目组成、主体工程的主要工程量、施工方法和项目资金的筹措安排情况、并参照相关工程的施工情况进行编制。总工期为 31 个月。

准备工程包括场内交通、水电及通信系统、临时房屋建筑等，安排在工程开工后的 1 个月内完成。

长江澳海岸带生态保护修复所含子项目从开工后第 3 个月开始，至第 19 个月底完成，共 17 个月。

海坛岛北部海岸带生态保护修复所含子项目从开工后第 3 个月开始，至第 31 个月底完成，共 29 个月。

大练岛海岸带生态保护修复所含子项目从开工后第 3 个月开始，至第 31 个月底



完成，共 29 个月。

工程清理及扫尾工作安排在第 30-31 个月，之后工程完工。

2.6 工程用地、用海情况

2.6.1 项目占地及移民情况

工程建设征地涉及平潭综合实验区苏平片区、君山片区的 13 个行政村及县林场，其中建设征（占）用地总面积 283.71 亩。

工程永久征地面积 210.52 亩，其中：耕地 5.91 亩（未涉及基本农田），林地 76.14 亩，其他草地 26.60 亩，住宅用地 0.05 亩、商业用地 0.21 亩、工矿仓储用地 0.55 亩、特殊用地 1.20 亩、交通运输用地 7.74 亩，水域及水利设施用地 41.16 亩、其他土地 50.96 亩。

施工临时用地面积 11.10 亩，其中：耕地 5.38 亩（未涉及基本农田），林地 5.73 亩。

至规划水平年，本工程涉及生产安置人口为 15 人。本阶段规划采取自谋职业安置的方式进行安置。

2.6.2 项目用海情况

根据工程布置，本项目涉海措施包括长江澳沙丘修整、坡面绿化及竹篱笆临时风障、海坛岛北部海藻场修复、海岸边坡修复，以及大练岛沙滩后滨修复区竹篱笆临时风障、沙滩修复、东部砾石滩修复、中国鲎生境修复及海岸边坡修复，所涉及海坛岛及大练岛均非无居民海岛。其中，海坛岛北部海藻场修复部分区域仅进行礁石清扫及海藻种植，外侧投放贝藻礁；大练岛北部沙滩修复进行人工补沙、建设充填砂袋临时拦沙堤、埋设排水箱涵；东部砾石滩修复进行人工补砾；中国鲎生境修复区域进行微地形改造、投放鲎居、后滨植被种植；两岛海岸边坡修复仅抛石护脚涉海。

根据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10 号），“海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、突堤、离岸堤（含潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）等构筑物建设，人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续；



海洋生态保护修复项目中不足三个月的临时围堰可办理临时海域使用手续；涉及在无居民海岛上开展建筑物或设施建设等开发利用活动的，应当依法依规办理无居民海岛开发利用审批手续。需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”。本项目中长江澳沙丘修整及坡面绿化、海坛岛北部海藻场礁石清扫及海藻种植、大练岛北部沙滩人工补沙、东部砾石滩人工补砾、中国鲎生境修复区微地形改造及后滨植被种植均不涉及构筑物建设；长江澳及大练岛沙滩后滨竹篱笆临时风障用于风季保护后方补植的植被及居民区免受风沙侵扰，施工时长小于三个月，可随时拔除，属于临时性措施，为非排他性工程。因此上述措施无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续，需要办理用海手续的为海坛岛北部海藻场贝藻礁、大练岛中国鲎居、排水箱涵、两岛海岸边坡修复抛石护脚及临时拦沙堤。

本项目申请用海总面积为 4.0878ha。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号）界定本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009）界定，本项目埋设的排水箱涵用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）；海藻场贝藻礁及中国鲎居用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）；岸坡修复抛石护脚为块石抛填而成，均用于固坡，用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）；沙滩临时充填砂袋拦沙堤 5-7 年自然破损恢复松散沙体状态，属于短期减缓沙滩受侵蚀的措施，用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。本项目贝藻礁、中国鲎居、岸坡护脚、排水箱涵申请用海期限为 40 年，临时充填砂袋拦沙堤申请用海期限为 7 年。

目前，我司已编制完成《平潭北部海洋生态保护修复工程海域使用论证报告书》（送审稿），待公示结束后，主管部门平潭综合实验区自然资源与生态环境局将组织专家审查。



2.7 项目运营管理情况

本项目具体实施单位为平潭综合实验区管委会，项目业主为平潭综合实验区先行实业有限公司，监管单位为平潭综合实验区资源生态局，由平潭综合实验区先行实业有限公司负责委托项目可行性研究、初步设计阶段勘察设计工作。为确保工程建设和建成后的运行管理，由业主单位复核项目融资、建设、运营和管理工作的。



3 工程分析

3.1 工程建设必要性

平潭是世界三大风口之一，属于我国海洋灾害综合风险等级最危险级 I 级区，长期受到强风沙及海洋灾害影响。当前，平潭北部海岸带仍存在风沙灾害严重、防护林老化受损、后滨沙地植被覆盖率低、海岸带生态环境恶化、红土海岸边坡侵蚀坍塌、砂质海岸侵蚀后退、海藻场生态系统和滨海湿地功能退化等问题，影响了平潭高质量发展。因此，在平潭北部开展海洋生态保护修复是非常必要和迫切的，对保障平潭北部海岸带生态安全，提高海岸防灾减灾能力，改善区域生态系统质量、增强海岸带碳汇能力具有重要的现实意义。建设必要性主要体现在：

3.1.1 是保护平潭“真宝贝”，牢记习近平总书记殷切嘱托的重要实践

在福建工作期间，习近平总书记先后 20 次登岛考察，作出了一系列重要指示；2014 年 11 月 1 日，习近平总书记第 21 次上岛视察，亲自为平潭擘画“一岛两窗三区”战略蓝图，为实验区建设指明前进方向，在平潭考察调研时亲临龙王头海滩视察时，询问了防护林、环岛路等生态保护工作的情况，并嘱托：“平潭发展面临的不是百年一遇而是千年一遇的机遇，栽得梧桐树，引得凤凰来，要把基础设施、人居环境和软环境搞好，这样才会吸引更多企业和人员前来干事创业；优良的生态环境是平潭的‘真宝贝’，不能毁了‘真宝贝’，引来一些损害环境的‘假宝贝’”。

习近平总书记的殷切嘱托，为平潭的生态环境保护和海洋生态保护修复指明了方向、提供了遵循，实验区将海洋生态保护作为推动高质量发展的重要推动力，坚持山水林田湖草沙一体化保护和修复，努力推进实施沿海防护林体系、自然岸线资源保护工程、蓝色海湾整治工程、海岛生态环境保护工程，加强区内生态屏障建设和岸线整治修复，加强海坛岛北部等四大风口防风固沙基干林带建设。

优质的海岸带和近岸海域环境是平潭宝贵的旅游资源，也是平潭国际旅游岛建设所依仗的“真宝贝”。开展平潭新一轮的海洋生态保护修复，能够显著提高平潭北部区域近岸海域生态系统服务功能，推动海洋环境保护能力和近岸海域环境质量的双提升，实现人与自然、人与环境、人与社会的和谐共融，同时进一步保护平潭“真宝贝”，是切实把习近平总书记殷切嘱托落实落细的重要实践。

本项目的实施能够显著提高海坛岛近岸海域生态系统服务功能，推动海洋环境



保护能力和近岸海域环境质量的双提升，实现人与自然、人与环境、人与社会的和谐共融，对于实现平潭“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰”的美丽海洋目标，建设宜居宜游的国际旅游岛有着非常重要的意义。

3.1.2 是改善区域生态系统质量、提高防灾减灾能力，保护国家和地区生态安全的需要

壳丘头遗址群位于苏平片区北部的南垄村，距今 7500 年至 3000 年。2024 年 4 月 9 日，国家主席习近平在北京人民大会堂同来华进行国事访问的密克罗尼西亚联邦总统西米纳举行会谈提到：“广泛分布于太平洋岛国的南岛语族，和福建还是有着渊源关系的，特别是福建的平潭这个地方，当地的壳丘头文化遗址，有很多考古发现，是国际南岛语族考古研究的一个基地”。

由于平潭位于我国海洋灾害综合风险等级最危险级 I 级区，是我国受海洋灾害影响最严重的地区之一，具有灾害种类多、分布广、频率高、损失大等特点，近 10 年频发的海洋灾害给平潭造成的直接经济损失超 13 亿元。近年来平潭按照“统一规划、分段实施”的布局，由南向北有序推进平潭东部海域坛南湾、海坛湾、裕藩湾、大澳湾、君山海岸带的保护修复，工程总投资近 10 亿元，海洋生态环境质量总体改善，东部、南部等海域生态系统服务功能明显提升，人民群众临海亲海的获得感、幸福感、安全感明显提升，2023 年 6 月平潭海坛岛入选全国首批“和美海岛”示范创建名单。但位于平潭北部的长江澳、海坛岛北部和大练岛等平潭北部区域，仍存在的风沙灾害严重、后滨沙地植被受损退化、防护林老化受损、海岸带生态环境恶化、基岩海岸受侵蚀坍塌、砂质海岸侵蚀退化、海堤受损等突出问题，对平潭“一岛两窗三区”的建设造成较大的制约，也对国际南岛语族考古的研究，产生了一定影响。

继续开展平潭新一轮海洋生态保护修复，针对海坛岛北部和大练岛等平潭北部薄弱区域存在的生态系统受损、防灾减灾能力不足等一系列海洋生态灾害问题，坚持“整体保护、系统修复”的理念，坚持问题导向、综合施策，实施侵蚀岸线修复与生态恢复、开展海滩和后滨植被修复等举措进行综合修复，提高沿海植被防风效果，逐步恢复海滩-防风林的海滩系统，通过开展沙滩、砾石滩修复和养护，增强海滩稳定性，改善沙滩质量，形成完整而稳定的海滩地貌系统，显著提高修复海岸防



灾减灾能力，不断增强海洋生态系统功能，牢筑海岸带生态安全屏障，打造“和美海岛”平潭样板，为平潭“一岛两窗三区”高质量发展提供重要推动力。

3.1.3 是进一步推进生态文明建设，落实国家战略和发展规划的需要

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央站在中华民族永续发展的战略高度，作出了加强生态文明建设的重大决策部署，把生态文明建设放在突出地位，融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程；党的十九大报告不仅对生态文明建设提出了一系列新思想、新目标、新要求和新部署，为建设美丽中国提供了根本遵循和行动指南，并把美丽中国作为建设社会主义现代化强国的重要目标；党的二十大报告紧紧围绕推动绿色发展，深刻阐述人与自然和谐共生是中国式现代化的中国特色之一，促进人与自然和谐共生是中国式现代化的本质要求之一，并作出“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”的重大部署。

坚持绿水青山就是金山银山的理念，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，开展了一系列根本性、开创性、长远性工作，我国生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化，是践行习近平生态文明思想的根本遵循。2020年5月国务院印发的《全国国土规划纲要（2016-2030年）》中明确提出“恢复和改善海洋生态环境，强化以沿海红树林、珊瑚礁、海草床、湿地等为主体的沿海生态带建设，保护海洋生物多样性”。2020年6月国家发展改革委、自然资源部发布的《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》，将海洋列入五大“重要生态系统”之一，提出要推进“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，维护海岸带重要生态廊道，保护生物多样性，并布局了海岸带生态保护和修复重大工程，部署了“海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复”重点工程，指出要“推进侵蚀岸线修复……加强海洋生物资源养护和生物多样性保护……”；2023年11月福建省自然资源厅印发《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》中指出平潭综合实验区位于国土空间生态修复分区中的海洋生态保护修复区（IV），存在生态减灾防灾能力较弱、海岸侵蚀等生态问题，需按照陆海统筹修复原则，加强海坛岛海滩整治修复、沙丘修复和后滨沙地植被恢复，保护修复周边海岛，由海向陆形成生态完整、功能稳定、防护有效的生态防灾减灾



体系：《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035 年）》提出，要加强海岸带生态修复与环境整治，加强重要生态区位的沿海基干林修复，加强沙滩保护修复，根据海岸动力环境、岸滩和近岸沉积物、地形地貌与工程地质、海水水质等情况，分别制定沙滩保护修复计划。

平潭综合实验区位于福建省东部沿海，是祖国大陆距台湾最近的地区，位于国家生态安全屏障“三区四带”中的南方丘陵山地带、海岸带等重点区域，是东南沿海生态安全屏障的重要组成部分。学习运用和践行习近平生态文明思想“厦门实践”，实施新一轮的海洋生态保护修复，通过加强综合治理，实施滨海湿地生态修复、岸线修复、防风固沙整治、防护林修复及后滨沙地植被恢复等举措，对区域岸线、沙滩及植被等重要自然资源进行综合保护修复，提高海岸防护能力，改善海洋生态环境，是落实和贯彻落实国家战略、推进海洋生态文明建设的具体举措，贯彻落实《全国国土规划纲要（2016-2030 年）》《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》等重大国家战略的具体实践和重要组成，是推进生态文明建设战略的重要环节。

3.1.4 是推进海洋低碳战略，实现“双碳”战略目标的具体实践

我国作为海洋大国，拥有 18000km 的大陆海岸线和 14000km 的岛屿岸线，广阔的海域拥有河口岸、珊瑚礁岸和红树林岸等各种类型以及红树林、海藻和盐沼等滨海湿地生态系统，辽阔的陆架海、丰富的生物多样性、雄厚的海水养殖业和海洋修复实力，因此拥有较大的海洋碳汇发展潜力和现实基础。

平潭坐拥 6064km² 海域面积、126 个岛屿，海洋是平潭发展的最大优势与最强资源。在生态文明理念的指引下，平潭正在为海洋绿色发展而进行不懈的努力，聚焦“双碳”目标，大力发展绿色经济，重点发展高新技术产业、现代服务业、旅游休闲业和海洋生态产业，坚决杜绝引进高污染、高能耗、低产值的产业和项目；不断发挥风力资源丰沛的优势，大力推动风电场建设；协同开展海洋领域增汇与减排，统筹推进海洋生态保护与修复，完善海洋生物多样性保护网络。

结合新一轮海洋生态保护修复项目的实施，实施岸线、岛体、滨海植被等生态系统保护工程，促进恢复已退化的海洋碳汇生态系统；探索海藻场、滨海防护林等蓝碳生态系统固碳增汇，由此改善区域海洋生态环境质量，提高海洋生态系统碳汇



能力，提高地区乃至国家的蓝碳碳汇能力，助力碳中和。

3.2 工程与政策法规符合性分析

3.2.1 与产业政策的符合性分析

本项目为海洋生态保护修复工程，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，工程属第一类“鼓励类”的“四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2. 生态环境修复和资源利用：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”，为鼓励类项目，符合国家产业政策。

3.2.2 与相关规划的符合性分析

3.2.2.1 与国民经济和社会发展规划的符合性分析

（1）《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》第六节健全区域协调发展体制机制提出：“打造可持续海洋生态环境。探索建立沿海、流域、海域协同一体的综合治理体系。严格围填海管控，加强海岸带综合管理与滨海湿地保护。拓展入海污染物排放总量控制范围，保障入海河流断面水质。加快推进重点海域综合治理，构建流域—河口—近岸海域污染防治联动机制，推进美丽海湾保护与建设。防范海上溢油、危险化学品泄露等重大环境风险，提升应对海洋自然灾害和突发环境事件能力。完善海岸线保护、海域和无居民海岛有偿使用制度，探索海岸建筑退缩线制度和海洋生态环境损害赔偿制度，自然岸线保有率不低于 35%”。

本项目为海洋生态保护修复工程，不进行围填海，非污染排放类项目，项目建成后可提高海岸带生态系统稳定及生物多样性，不影响滨海湿地功能完整性。工程不对自然岸线造成实际占用，可提高海岸线稳定性及生态景观。施工过程中海藻场修复贝藻礁投放及海滩补沙需使用船舶，在做好风险防控措施的情况下，发生溢油的风险较低。因此，本项目建设与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》是相符的。

（2）《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》



《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》第二十八章 加快海洋强省建设提出：“加强海洋生态保护。严守海洋生态保护红线，推进海洋保护区建设，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。加强海洋生物多样性保护，加大对红树林、珊瑚礁、海湾、入海河口、海岛等典型生态系统以及产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等重要渔业水域的调查研究和保护力度，维护海洋生态平衡”。

本项目为海洋生态保护修复工程，非污染排放类项目，项目建成后可提高海岸带生态系统稳定及生物多样性，保护中国鲎、大型海藻及珊瑚菜等物种及生态系统。工程不对自然岸线造成实际占用，不涉及鱼类“三场”。项目涉及海洋生态保护红线及地质公园、森林公园、风景名胜区等自然保护地，但工程符合有限人为活动“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”中“管护巡护、防灾减灾救灾活动及相关的必要设施修筑”，以及“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”的要求，施工期不在环境敏感区内弃渣、排污，可保护其自然景观及历史风貌。因此，本项目建设与《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》是相符的。

（3）《平潭国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

《平潭国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》第八章 着力建设高品位宜居生活区提出：“推进海岛生态修复。全面实施‘绿岛花城’，深化‘国家森林城市和国际森林花园岛’建设，加强沿海防护林建设，加强重要景区、重要区域造林绿化，提升全岛森林植被质量。保护和修复海岸带，完善防潮减灾体系，打造海岸带生态安全屏障。严格禁止海岸采砂，实施重要湿地生态功能区保护恢复工程。合理保护和开发利用滩涂，依法治滩护滩，严格控制污染源，整体推进海洋生态保护和修复治理。……。深化水产养殖污染防治，推进海上传统养殖转型升级。推进海漂垃圾整治。强化土壤生态环境管理，规范医疗废弃物收集处置”。

本项目为海洋生态保护修复工程，拟对大练岛及海坛岛北部、长江澳海岸带实施生态修复，包括长江澳后滨及大练岛北部沿海防护林及后滨修复、海岸带边坡修



复、海滩修复、中国鲎生境修复及海藻场修复等，项目建成后可提高森林植被质量，提高区域植被覆盖度，保护滨海湿地生态功能、完善防潮减灾体系，打造海岸带生态安全屏障。因此，本项目建设与《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》是相符的。

3.2.2.2 与《福建省生态功能区划》的符合性分析

根据《福建省生态功能区划》，项目区属于“5203 福清—平潭城镇和集约化高优农业生态功能区”。该区域主要生态系统服务功能为城镇生态环境、集约化高优农业生态环境、营养物质保持、自然与人文景观保护，保护措施与发展方向为：

“建设生态城镇和生态工业区，发展循环经济和清洁生产，加快城镇环保设施建设，重点治理工业废水和城镇生活废水污染，改善龙江水质；对重点工业区进行空气污染监控；加大污染废弃物的处置力度；增加城镇绿地面积。发展生态农业，控制农业面源污染和规模化畜禽养殖污染；加强丘陵坡地植被恢复和水土流失综合治理；加强 324 国道和福泉高速路等重要交通干线两侧一重山视域景观建设。平潭岛大规模开发要高度重视风沙和石漠化防治，加强水资源保护，合理发展生态旅游”。

本项目为海洋生态保护修复工程，项目建成后可提高防护林植被质量，将有效增强该区域的防风固沙能力，改善海岸带生态环境，同时也可带动区域旅游发展。因此，工程建设符合《福建省生态功能区划》要求。

3.2.2.3 与“三线一单”管控要求符合性分析

2020 年 12 月 22 日，福建省人民政府发布了《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）；2021 年 8 月 10 日，平潭综合实验区管委会发布了《平潭综合实验区管委会关于印发平潭综合实验区“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（岚综管综〔2021〕95 号）；2024 年 5 月 16 日，平潭综合实验区党工委办公室、平潭综合实验区管委会办公室发布了《平潭综合实验区生态环境分区管控方案（2023 年版）》（岚综委办〔2024〕23 号）。

（1）生态保护红线

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）、《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），目前，仅允许有限人为活动和允许占用生态保护红线的国家重大项目可涉及生态保护红线。

本工程是根据《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》开展的生态修复类项目，属于“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”中“管护巡护、防灾减灾救灾活动及相关的必要设施修筑”，以及“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”。其中后滨植被补植修复（含珊瑚菜保育）不属于建设活动，无需办理相关手续；排水涵管、抛石护脚及贝藻礁需新增用海，需办理“符合生态保护红线内允许有限人为活动认定意见”，作为报批用地、用海用岛的重要依据；其他涉及生态保护红线的措施均不新增建设用地及用海，但存在设施有具体建设活动，无需办理认定意见，由平潭当地政府组织开展论证，论证意见作为建设活动审批依据。在办理好相关手续的前提下，本项目符合生态保护红线相关管理规定。

（2）环境质量底线

项目所在区域的环境质量底线为：环境空气质量根据《平潭综合实验区环境空气质量功能区划定方案（2020-2035年）》（岚综管综〔2021〕114号）执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；项目区周边地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；周边海域海水水质根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第二类水质标准；声环境根据《平潭综合实验区声环境功能区划定方案（2020-2035年）》（岚综管综〔2021〕106号）执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类。

本工程是生态修复工程，项目实施后对周边生态环境起到改善作用，施工过程中产生的废水、废气、噪声经治理之后对环境污染较小，弃渣拟运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定的临时中转场，后续由该公司统一调配，综合利用。采取相应防治措施后，本项目排放的污染物不会对区域环境质量底线造成下降。

（3）资源利用上线

本项目不属于能源开发项目，不属于污染型项目，项目实施也不会对区域土壤产生污染。工程对自然岸线进行生态提升，恢复海岸洁净环境，缓解岸滩侵蚀现状，



固土保沙，提升海滩生态功能，抛石护脚虽然属于非透水构筑物，但现状基岩岸线及砂质岸线岸坡即遍布块石，修复措施与自然岸线属性相协调，未造成实际占用，有利于提高岸线自然生态属性；排水箱涵埋于沙滩下方，也不改变岸线自然属性；项目仅在近岸海域进行礁体等透水构筑物的投放，施工结束后礁体投放区域的底栖生物、浮游动植物等海洋资源会逐渐恢复，中国鲎增殖、海藻增殖亦可进一步增加海域渔业资源产量。在落实好用地手续的前提下，不会突破土地资源、湿地资源利用上线要求总体而言，项目的建设有利于恢复和提升滨海湿地资源及岸线资源的质量及功能，不会超过资源利用上线。

（4）生态环境分区管控

根据《平潭综合实验区生态环境分区管控方案（2023年版）》（岚综委办〔2024〕23号），本项目涉及10个生态环境管控单元，其中重点管控单元3个，优先保护单元4个，一般管控单元3个，建设内容符合区域生态环境总体准入要求。本工程属于生态修复工程，不属于高耗能、高排放、高污染产业，不属于污染类项目，工程施工期污水均处理后回用不排放，不会对周边水环境产生影响，不属于禁止准入类项目。在施工过程中推行清洁生产，固体废弃物收集后分类处理，临时占地施工结束后恢复原地貌，符合各环境管控单位管控要求。

3.2.2.4 与《福建省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

根据《福建省国土空间规划（2021-2035年）》，平潭综合实验区位于“两屏一带六江两溪”为骨架的生态格局中的“一带”——近岸海域和海岸带；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，其中海洋发展区细分为渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区、海洋预留区。实行“空间分区+用途管制”的管理方式，严格空间准入，提高节约集约利用水平。本项目所在平潭海坛岛北部及大练岛周边海域处于海洋生态保护区和海洋发展区。

本项目实施中国鲎生境修复，符合规划提出的“保护水产种质资源，加强……平潭中国鲎……等海洋珍稀物种和水禽集中分布区保护，维护东山湾珊瑚生态系统。科学规范开展水生生物资源增殖放流……”“实施海岛典型生态系统以及珍稀濒危、特有物种多样性保护和生境保护修复”；实施海藻场修复，符合规划提出的“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”；实施岸坡、岸滩修复符合规划提出的“开展海岸线整治修复。实施岸线生态化工程、临海侧裸露山体修复工程、沙滩整治修复工程，重点加强环湾受损岸线整治提升”；实施长江澳及大练岛北部后滨植被修复符合规划提出的“推进纵深防护林建设，加强重要生态区位的沿海基干林修复，针对部分断带地区进行防护林补植，提高抵御海洋灾害的能力”。

总体而言，本工程拟开展的后滨植被修复、海藻场修复、中国鲎生境修复、侵蚀岸坡修复、海滩修复均符合《福建省国土空间规划（2021-2035年）》要求。

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

根据《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035）》，平潭综合实验区位于国土空间生态修复分区中的海洋生态保护修复区（IV）。生态修复主攻方向以保育保护、自然修复为主，局部生态问题集中区域需开展人工辅助修复，推进岸上岸下、陆海统筹一体化保护修复。全省共有5类59个生态修复重点区。本项目所在区域位于平潭实验区生态修复重点区，主要分布于平潭综合实验区及周边海域，存在生态减灾防灾能力较弱、海岸侵蚀等生态问题；需按照陆海统筹修复原则，加强海坛岛海滩整治修复、沙丘修复和后滨沙地植被修复，保护修复周边海岛，由海向陆形成生态完整、功能稳定、防护有效的生态防灾减灾体系。

本项目拟开展海坛岛沙丘修复、后滨沙地植被修复、侵蚀岸线修复，大练岛后滨沙地植被修复、侵蚀岸线修复、海滩修复等措施，可提高长江澳、海坛岛北部及大练岛防灾减灾能力，提高生态系统稳定性，符合《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》要求。

3.2.2.6 与《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》的符合性分析

根据《平潭综合实验区国土空间总体规划》（2018-2035年），平潭综合实验区的战略定位为：“一岛”（国际旅游岛）、“两窗”（闽台合作窗口、对外开放窗口）、“三区”（新兴产业区、高端服务区、宜居生活区）。平潭综合实验区的一切工作必须坚持“一岛两窗三区”的战略定位，履行服务国家和区域重大发展战略的责任。

本项目实施长江澳后滨植被修复及大练岛北部防护林补植及抚育更新，可提高



长江澳及大练岛防风能力，整体提升沿海基干林防风功能，符合规划所提“加强沿海基干林建设”的要求；项目实施大练岛沙滩修复，逐步补充优质沙土，恢复沙滩生态系统，符合规划所提“加强沙滩保护修复”的要求；项目实施中国鲎生境修复，进行增殖放流，逐步恢复生态系统，符合规划所提“加强中国鲎栖息地保护修复”的要求。本项目涉海工程涉及福建平潭国家级地质公园，项目不属于开发利用项目，不会损害地质遗迹等保护对象，也不改变海域自然属性，对海域生态环境的影响较小。所采取的工程措施，可加强沙滩、湿地、海域等资源的保护、整治与修复，加强海洋特色物种保护，保护海洋生境和生物多样性，加强海坛岛及大练岛防灾减灾能力建设，实现海域海岛可持续发展。

总体而言，本项目实施对区域生态系统进行综合修复，有利于实现“一屏、四廊、八区”的生态安全格局，符合《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》的要求。

3.2.2.7 与《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的符合性分析

《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》指出，立足平潭综合实验区“一岛两窗三区”的发展战略定位，构建“一屏四廊七区”的海岛生态安全格局。生态修复分区划分为西北部森林质量提升与土地综合整治修复区、岚中部水源涵养与土地综合整治修复区、岚东南森林质量提升与水生态综合治理修复区、近岸海域生态系统保护修复区和岚南部森林质量提升与水源涵养修复区。

本项目主要涉及岚西北部森林质量提升与土地综合整治修复区和近岸海域生态系统保护修复区。本项目陆域拟开展的长江澳、大练岛北部后滨植被修复、岸坡修复，可提升森林公园、风景名胜区及地质公园生态功能，符合岚西北部森林质量提升与土地综合整治修复区修复思路；海域拟开展的海藻场修复、中国鲎生境修复，可促进海洋生物资源恢复和生物多样性保护，沙滩及砾石滩修复针对破碎化严重、功能退化的自然湿地开展综合整治和修复，均符合近岸海域生态系统保护修复区修复思路。

规划生态修复重点区域分为水源涵养与生物多样性保护重点区、水生态环境修复重点区、水土保持功能修复重点区、土地综合整治重点区、近岸海域生态修复重



点区等 4 大类。本项目主要涉及近岸海域生态修复重点区，按照陆海统筹原则，重点运用海滩-沙丘型生态屏障改造与减灾功能提升、侵蚀岸线修复与生态恢复、滨海生态缓冲带修复与建设等措施，在长江澳、海坛岛北部及大练岛由海向陆形成滨海有沙丘与沙地植被覆盖、陆域有草本、灌木、乔木等植物群落缓冲带的结构完整、功能稳定、防护有效的海岸带生态系统，有效提升近岸海域生态系统功能，符合规划要求。

总体而言，本项目符合《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的相关要求。

3.2.2.8 与《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》的符合性分析

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》本项目海藻场修复、海滩修复、中国鲎生境修复等涉海工程涉及“海坛海峡及海坛岛周边海域二类区（FJ047-B-II）”，主导功能为养殖、生态保护。本工程为生态修复工程，与该近岸海域环境功能区划的主导功能相符合。

3.2.2.9 与《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（征求意见稿）的符合性分析

根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（征求意见稿），福建省海域划分为海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区等三个一级类主导功能区（对应《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》“两空间一红线”），其中海洋发展区细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区等 6 个二级类海洋功能区。全省共划定 463 个海洋功能区，功能区总面积为 3.6 万平方千米。

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；游憩用海区及渔业用海区允许开展科研教学、水利工程、海岸防护、水下文物保护和生态修复等用海活动。

本工程涉及“平潭国家地质自然公园海洋生态保护区”及“福清湾及海坛岛周边海域渔业用海区”，项目属于海岸带生态保护修复工程，且符合生态保护红线管控要求，因此符合海岸带综合保护与利用规划。



3.2.2.10 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》要求，保护修复并举，提升海洋生态系统质量和稳定性，提出“保护典型海洋生态系统”“强化海岸带整体性保护”“恢复修复典型海洋生态系统”“强化滨海湿地保护修复”“加快海岛生态修复”“组织开展海洋生物多样性保护”“加强海洋生物资源增殖与保护”等措施。

本项目是海洋生态保护修复项目，不涉及围填海及历史遗留问题，工程实施可提升自然岸线生态功能，未对其产生实际占用，工程建设内容与生态保护红线管控要求相符，因而符合“保护典型海洋生态系统”的要求。工程建设内容可提升风景名胜自然景区自然景观；开展沙滩修复工程和沙滩后滨植被修复，营造生态岸滩，可提升岸线稳定性，修复提升基干林带、及时更新修复老林带，提升防护林的林分质量和生态功能，可减缓台风、风暴潮对堤岸及近岸海域的破坏，符合“强化海岸带整体性保护”的要求。本项目通过准确识别和诊断生态问题，合理确定生态修复的目标任务，修复过程拟进行跟踪监测，确保海洋生态保护修复工程科学有效，符合“恢复修复典型海洋生态系统”的要求。工程建设不会造成滨海湿地类型转变、功能破碎化，实施了大型海藻、中国鲎生境修复与增殖放流、珊瑚菜保育等措施，提升海岛生态功能和品质，符合“强化滨海湿地保护修复”“加快海岛生态修复”“组织开展海洋生物多样性保护”“加强海洋生物资源增殖与保护”等要求。

总体而言，本项目建设可提高平潭海洋生态系统质量和稳定性，符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

3.2.2.11 与《福建省“十四五”生态省建设专项规划》的符合性分析

《福建省“十四五”生态省建设专项规划》提出高质量构建生态保护修复体系，明确深入打好污染防治攻坚战、推进自然保护地体系建设、推进生态系统综合治理和加强海洋生态系统保护修复等4个方面重点任务，包括“统筹开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复和互花米草治理；加强环湾受损岸线整治提升，坚持自然恢复为主、人工修复为辅，实施岸线生态化工程、临海侧裸露山体修复工程、沙滩整治修复工程；推进侵蚀岸线修复，强化砂质岸线岸滩保护和修复，建设一批美丽海岸带”。

本工程拟开展的受损岸线整治提升、受损岸线整治提升等建设内容符合《福建



省“十四五”生态省建设专项规划》要求。

3.2.2.12 与湿地保护相关法律法规的符合性分析

《中华人民共和国湿地保护法》第二条规定“国家对湿地实行分级管理及名录制度”。《福建省湿地保护条例》第十条：省人民政府应当将湿地面积总量管控目标纳入湿地保护目标责任制，落实湿地面积总量管控目标的要求。第十一条：湿地分为重要湿地和一般湿地。重要湿地包括国家重要湿地和省级重要湿地，重要湿地以外的湿地为一般湿地。第十七条 建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及省级重要湿地的，应当按照管理权限，征求省人民政府授权部门的意见，省人民政府授权部门出具意见前，应当组织湿地保护专家论证；涉及一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级人民政府授权部门的意见。

本工程不涉及重要湿地，根据《平潭综合实验区管委会关于平潭综合实验区第一批湿地名录的批复（岚综管综〔2021〕139号）》，本项目中国鲎生境修复及甲澳岸坡修复涉及名录内的一般湿地，涉及面积总计 16.7873ha。按照“三调”地类，湿地可分为森林沼泽、灌丛沼泽、沼泽草地、其他沼泽地、沿海滩涂、内陆滩涂及红树林地。其中平潭沿海滩涂滨海湿地位于海坛岛及大练岛海岸线沿岸区域，本项目为海洋生态修复工程，工程区集中在海岸线两侧，因而不可避免涉及沿海滩涂滨海湿地，涉及面积 50.7134ha。涉及湿地内容已开展专题论证，将征求县级人民政府授权部门的意见后实施。

本项目在施工过程中将会对周边环境造成一定的影响，根据 5.3 节数模预测结果，施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围约 0.8625km²，可能对所在海域的鱼类动物、两栖动物和底栖生物产生影响，施工噪声及运营期交通噪声可能对湿地鸟类产生影响。施工期的影响是暂时的，将随着施工的结束而消失。本项目是经过自然资源部批复的重要生态修复项目，旨在修复海坛岛北部及大练岛的生态系统。工程运营期不涉及排污和倾废入海，项目实施后将促进近岸海域生态环境的提升，修复受侵蚀破坏的海滩岸线和崩坏受损岸线，修复受损的滨海湿地，恢复其生态功能。建设单位在严格执行环保“三同时”制度，落实本环评报告提出的保护措施和要求前提下，项目建设对一般湿地的影响是可以接受的，从湿地保护角度分析论证，认为



项目建设是可行的，对受损的滨海湿地的生态功能恢复是有利的。

总体而言，本工程施工期对平潭湿地的结构与功能的影响可以接受，与湿地保护法律法规的相关规定不冲突。

3.2.2.13 与《海坛风景名胜区总体规划（2017-2030 年）》的符合性分析

本项目涉及海坛国家级风景名胜区 23.6015ha，涉及的工程内容有：长江澳后滨沙丘整形修复（地貌修整、固坡、覆绿）、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障（石墙、石笼矮墙、耐候钢冲孔板、竹篱笆）、后滨植被补植修复、一级及二级防火巡护道改造。上述措施基本位于海坛岛国家级风景名胜区二级保护区，二级防火巡护道改建涉及少量三级保护区。

根据《海坛风景名胜区总体规划（2017-2030 年）》，“二级保护区（严格限制建设范围）内不得安排规划确定以外的重大建设项目，可以结合原有居民点的改造，按规定安排少量旅游设施，但禁止建造与游览活动无直接相关的工程设施，设施层高不宜超过三层、尽量采用地方建筑风格，严禁开垦农田、烧荒。各种架空电线杆走向选择应隐蔽，远期应埋入地下。三级保护区（控制建设范围）内应加大封山育林力度，严禁开山采石；旅游配套设施和居民点建设必须严格履行风景名胜区和城乡规划建设等法定的审批程序，严格控制建设范围、规模和建筑风貌，并与周边自然和文化景观风貌相协调”。

本项目措施不新增建设用地，措施内容与景观相协调，可促进区域旅游发展，不违背二、三级保护区管控要求，因而符合《海坛风景名胜区总体规划（2017-2030 年）》。

3.2.2.14 与《风景名胜区条例》的符合性分析

根据《风景名胜区条例》（2016 年 2 月 6 日），“第二十六条：在风景名胜区内禁止进行下列活动：（一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；……。第二十七条：禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；……。第二十九条：在风景名胜区内进行下列活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定报有关主管部门批准：（一）设置、张贴商业广告；（二）举办大型游乐等活动；（三）改变水资源、



水环境自然状态的活动；(四)其他影响生态和景观的活动。第三十条：风景名胜区内内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。在风景名胜区内进行建设活动的，建设单位、施工单位应当制定污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。”

本项目涉及海坛国家级风景名胜区的工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不属于生产建筑。沙丘及后滨生态修复目的在于保护沙丘，提高其生态景观功能，管护步道有利于后期维护；后滨植被补植修复及珊瑚菜保育不属于建设活动，为种植抚育活动；防火道改建能够显著提升森林的防火效率与安全性，有效控制火势的蔓延，降低火灾造成的损失，还可以提升林区的整体形象，吸引更多的游客前来观光旅游。项目建设不破坏风景名胜区景观，不污染环境、妨碍游览，不改变水资源、水环境自然状态，属于其他影响生态和景观的活动，但造成影响为正面影响，措施内容已或者主管部门支持。项目施工期将制定环境保护措施和水土保持方案，在落实好专题提出的环保措施情况下，可保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌，符合《风景名胜区条例》（2016年2月6日）相关规定。

3.2.2.15 与《福建平潭国家地质公园规划（2018-2032年）》的符合性分析

本工程涉及福建平潭国家级地质公园 33.6507ha，涉及的工程内容有：长江澳沙丘整形修复（地貌修整、固坡、覆绿）、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲带、风障（石墙、石笼矮墙、耐候钢冲孔板、竹篱笆）、后滨植被补植修复、二级防火巡护道改造；海坛岛北部海藻场修复（微地形改造、藻类种植、贝藻礁投放）；海坛岛北部侵蚀海岸修复；大练岛北部后滨植被修复、巡护道新建及改造提升、风障；大练岛北部海滩修复（人工补沙、拦沙堤及排水箱涵）、渔限村海岸边坡修复。上述工程均涉及自然生态区，此外，海坛岛北部海藻场修复还涉及青峰村仙人桥三级地质遗迹保护区；大练岛北部海滩修复还涉及二级地质遗迹保护区岭下保护区（II1）。

根据《福建平潭国家地质公园规划（2018-2032年）》，自然生态区管控要求为：“可有序地控制与风景环境相协调的各项建设，控制与旅游活动无关的建筑和产业，不允许发展污染环境、破坏景观的产业”。二级保护区管控要求为：“允许设立少量



的、与景观环境协调的地质旅游服务设施；不得安排影响地质遗迹景观的建筑；合理控制游客数量，限制机动交通工具进入；设置必要的保护区界碑、警示牌、指示牌及解说牌等保护设施和引导设施”。三级保护区管控要求为：“可以设立适量的、与景观环境协调的地质旅游服务设施。不得新设、安排楼堂馆所、游乐设施等大规模建筑”。

本项目属于公益项目，运行期无污染产生，涉及自然生态区的措施与风景环境相协调，也可在一定程度上促进旅游业发展。涉及二级保护区的大练岛北部海滩人工补沙、拦沙堤、排水箱涵及边坡修复与景观环境协调，排水箱涵埋于沙滩下方，不影响地质遗迹景观，拦沙堤后期会自然破损。项目区距离岭下通天门重要地质遗迹 1km，不涉及通天门海蚀崖、渔限海蚀地貌重要地质遗迹，边坡抛石与侵蚀地貌相协调，工程基本不会对重要地质遗迹造成不利影响。涉及三级保护区的海坛岛北部海藻场修复（贝藻礁）为投放海藻修复设施，不属于生产建筑，与景观环境协调，且距离仙人桥重要地质遗迹 180m，基本不会对其造成不利影响。因而本项目建设符合地质公园规划要求。

综上所述，本工程建设后，可保护地质公园自然景观及历史风貌，项目属于公益类，不属于开发活动；施工期不在保护区内排污、弃渣等，本项目建设符合《福建平潭国家地质公园规划（2018-2032 年）》。

3.2.2.16 与《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2023〕4 号）的符合性分析

本工程涉及福建平潭国家级地质公园 33.6507ha，涉及福建平潭海岛国家级森林公园 8.7752ha。所涉及国家地质公园、国家森林公园均属于国家级自然公园，根据《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2023〕4 号），“第十八条：严格保护国家级自然公园内的森林、草原、湿地、荒漠、海洋、水域、生物等珍贵自然资源，以及自然遗迹、自然景观和文物古迹等人文景观。在国家级自然公园内开展相关活动和设施建设，不得擅自改变其自然状态和历史风貌。禁止擅自在国家级自然公园内从事采矿、房地产、开发区、高尔夫球场、风力光伏电场等不符合管控要求的开发活动。禁止违规侵占国家级自然公园，排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物等污



染生态环境的行为。第十九条：国家级自然公园范围内除国家重大项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动：（一）自然公园内居民和其他合法权益主体依法依规开展的生产生活及设施建设。（二）符合自然公园保护管理要求的文化、体育活动和必要的配套设施建设。（三）符合生态保护红线管控要求的其他活动和设施建设。（四）法律法规和国家政策允许在自然公园内开展的其他活动。第二十条：在国家级自然公园内开展第十九条规定的活动和设施建设，应当征求国家级自然公园管理单位的意见；……林业和草原主管部门或者国家级自然公园管理单位应当加强对设施建设必要性、方案合理性、设施建设对自然公园影响等的审查，必要时组织专家进行论证”。

本项目涉及国家级自然公园的措施，旨在于保护公园自然景观，而且大部分涉及生态保护红线，属于有限人为活动“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”中“管护巡护、防灾减灾救灾活动及相关的必要设施修筑”，以及“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”，因此符合《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2023〕4号）第十九条中“符合生态保护红线管控要求的其他活动”。而且项目建设是必要的，目的在于恢复区域自然景观，不破坏其自然状态；项目属于公益类，不属于开发活动；施工期不在保护区内排污、弃渣等；涉及国家级自然公园的建设内容也已得到相关管理部门的支持。因此，本项目建设与《国家级自然公园管理办法（试行）》（林保规〔2023〕4号）要求相符。

3.2.2.17 与《福建省森林公园管理办法》的符合性分析

根据《福建省森林公园管理办法》（2015年7月1日），“第三十条：严格控制建设项目使用森林公园林地，禁止擅自改变森林公园内林地的用途，禁止在森林公园内修建坟墓和其他破坏自然景观、污染环境的工程设施，禁止在森林公园内进行任何形式的房地产开发。禁止在森林公园内毁林开垦、采矿、采石、挖沙、取土以及放牧，破坏和蚕食林地，损害自然景观。第三十一条：……。禁止擅自围、填、堵、截森林公园内自然水系。禁止未经处理直接向森林公园排放生活污水和超标准的废水、废气；禁止在森林公园内倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物。第三十二条：进入森林公园的单位和个人，应当遵守公共管理秩序和森林公园的各项管理制



度，不得有下列行为：（一）毁损公共服务设施、设备；（二）擅自摆摊设点、兜售物品；（三）采挖花草、树根、药材和其他林副产品；（四）猎捕、伤害野生动物或者妨碍野生动物生息繁衍；……。”

本项目涉及福建平潭十八村省级森林公园 14.3659ha，涉及的工程内容有：长江澳后滨沙丘整形修复（地貌修整、固坡、覆绿）、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障（石墙、石笼矮墙、耐候钢冲孔板、竹篱笆）、后滨植被补植修复、一级及二级防火巡护道改造。项目属于公益类，不属于开发活动。项目涉及省级森林公园的措施不新增建设用地，不改变项目区原有地类。工程建设后，可保护森林公园自然景观。施工期不在保护区内排污、弃渣等。因此，本项目建设与《福建省森林公园管理办法》要求相符。

3.2.2.18 与《福建省生态公益林条例》的符合性分析

根据《福建省生态公益林条例》第二十三条，一级保护的生态公益林按照国家对生态保护红线的管控要求予以保护。第二十四条，二级保护的生态公益林除经依法批准的基础设施、省级以上的重点民生保障项目和公共事业项目之外，禁止开发。第二十五条，三级保护的生态公益林除经依法批准的基础设施、民生保障项目和公共事业项目之外，禁止开发。第二十八条，经依法批准利用的生态公益林，由所在地县级人民政府按照增减平衡、先补后用、保证质量的原则，在本行政区域重点生态区位内进行调整补充；本行政区域内调整补充有困难的，应当向上一级人民政府提出申请，由上一级人民政府在本行政区域内组织异地补充，异地补充所需费用由提出申请的县级人民政府承担。第二十九条，禁止在生态公益林内从事下列行为：（一）打枝、砍柴、采脂、割漆、剥树皮、掘根、采挖林木（树兜）、放牧；（二）修建坟墓；（三）排放污染物和堆放固体废物；（四）毁林开垦、采石、采砂、取土、爆破、擅自修筑建筑物；（五）从事木材加工生产经营活动；（六）其他破坏生态公益林的行为。

本工程不新增建设用地，涉及生态公益林包含一级保护及二级保护，项目属于公益项目，对林地进行补植及抚育更新，不改变林地属性，施工期不在生态公益林区进行排污、弃渣与《福建省生态公益林条例》要求相符合。



3.2.2.19 与《平潭综合实验区养殖水域滩涂规划（2019-2030 年）》的符合性分析

《平潭综合实验区养殖水域滩涂规划（2019-2030 年）》根据平潭海洋开发利用现状，结合相关涉海发展规划，划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，面积共计 70352.49 公顷。共划定禁止养殖区 40 个，面积 17838.36 公顷，占比 25.4%；限制养殖区 20 个，面积 36677.13 公顷，占比 52.1%；养殖区 4 个，面积 15837.00 公顷，占比 22.5%。

本项目中国鲎修复区涉及 1-2-26 公铁大桥禁养区，砾石滩修复及月举村岸坡修复涉及 1-4-10 大练风电 1 禁养区，沙滩修复、立新村及围东村、南盘村及甲澳沙滩岸坡修复涉及 2-1-4 大练限养区，海坛岛海藻场修复、白沙村、白沙村及岱峰村岸坡修复涉及 2-1-8 长江澳限养区。根据禁养区及限养区登记表，本项目涉及禁养区的海域不进行养殖活动，中国鲎生境修复及增殖放流不属于养殖；涉及大练限养区的工程也不属于养殖活动；涉及长江澳限养区的工程内容中，海藻场修复投放贝藻礁进行生态修复，同时结合滤食性贝类厚壳贻贝进行，符合该区块管理要求。因此，本项目符合《平潭综合实验区养殖水域滩涂规划（2019-2030 年）》相关要求。

涉及禁养区及限养区登记表

表 3.2-1

代码	规划区块名称	地区	规划区块类型	面积 (ha)	管理要求	推荐养殖
1-2-26	公铁大桥禁养区	公铁大桥周边海域	禁止养殖区	517.49	严格禁止养殖活动，保障港口、航道等交通运输用海，维护公共利益，对已存在的养殖活动，限期搬迁或者清退。	
1-4-10	大练风电 1 禁养区	大练北部海域	禁止养殖区	2882.37	严格禁止养殖活动，保障风电项目用海。	
2-1-4	大练限养区	大练周边海域	限制养殖区	247.6	合理布局，减少污染，提倡生态养殖不得对航道、轮渡航线造成影响。	紫菜、藻类养殖、滤食性贝类
2-1-8	长江澳限养区	长江澳海域	限制养殖区	2096.64	鼓励渔旅融合发展，推广生态型养殖和健康养殖技术，主要开展贝藻类等生态养殖。加强海滩保护，对违法占滩养殖活动，限期搬迁或者清退。	滩涂底播、滤食性贝类



3.2.2.20 与《关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）的符合性分析

《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）提出，“（一）严守永久基本农田保护红线和生态保护红线。实施生态修复项目过程中，不得擅自调整耕地和永久基本农田布局，不得损毁耕地，不得违反生态保护红线管控规则。”“（三）严格用海用岛规定。严禁借海洋生态保护修复之名，变相实施、造成事实性填（围）海或人工促淤。在海岛修复项目中，严禁实施各类违反法律法规规定的采石、挖海砂、采伐林木等破坏无居民海岛的行为，严格限制填海连岛、严重改变海岛自然地形地貌等对生态环境有较大影响的用岛活动。涉及滩涂高程或湿地微地貌改造的（含沙滩补沙、植被种植等），不得将潮间带、潮下带改造为潮上带。”

本项目为海洋生态修复项目，项目不涉及永久基本农田，涉及生态保护红线。项目通过各项生态修复措施提高生态保护红线的生态功能，对生态保护红线产生的正面影响远大于施工期短暂的负面影响，项目建设符合生态保护红线管控要求。

项目沙滩修复（含临时拦沙堤）、砾石滩修复及中国鲎生境修复涉及滩涂高程或湿地微地貌改造，设计高程均在大潮平均高潮位 2.99m 以下，高程设计合理，未将潮间带、潮下带改造为潮上带。因此，项目符合《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）提出的相关管理要求。

3.3 工程方案环境合理性分析

3.3.1 工程选址合理性分析

本项目为生态保护修复项目，项目的实施是对生态环境实施保护的具体措施体现，将进一步改善平潭综合实验区海岸带减灾缓冲体系，对海岸带生态系统防潮御浪、固岸护坡及防风固沙等减灾功能和海岸生态系统多样性提升有促进作用。

工程占地不涉及重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体以及水产种质资源保护区等。但涉及生态保护红线及 4 个自然保护地（福建平潭国家级地质公园、福建平潭海岛国家级森林公园、福建平潭海坛国家级风景名胜区、福建平潭十八村省级森林公园）。本项目是根据《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035 年）》



《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》开展的生态修复类项目，项目实施不会对周边生态环境产生破坏和较大影响，项目建设的目的与生态敏感区的保护目标充分一致，符合生态保护红线、自然保护地相关管理规定。

总体而言，本工程建设后可保护生态保护红线、风景名胜区及自然公园的自然景观及历史风貌，施工期不在保护区内排污、弃渣等，且涉及敏感区工程均已开展专题论证。因此，在落实好相关手续的条件下，项目选址合理。

3.3.2 项目设计方案的环境合理性

本项目为海洋生态保护修复项目，旨在对海坛岛北部及大练岛海域进行海洋生态保护修复，确定本项目对改善海域及近岸环境是有利的。

本项目工程总平面布置按照《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）、《边坡喷播绿化工程技术标准》（CJJ/T 292-2018）、《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）、《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007）、《防波堤与护岸设计规范》（JTS154-2018）、《海洋生态修复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214 号）、《海滩质量评价与分级》（HY/T 254-2018）、《海滩养护与修复技术指南》（HY/T 255-2018）、《海岸带保护修复工程工作方案》（自然资办函〔2020〕509 号）、《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）、《治涝标准》（SL723-2016）、《公路桥涵设计通用规范》（JTGD60-2015）、《涵洞》（中国水利水电出版社出版，熊启钧编著）等各类标准和规范设计，各种长度、面积参数均符合设计规范要求。修复植物严格使用本地种，避免引入外来物种。

根据《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）文件要求，在海洋生态保护修复项目实施过程中，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。本项目沙滩及砾石滩设计滩肩高程为 2.9m（85 高程）；充填砂袋临时拦沙堤堤顶高程与设计滩肩高程一致，低于大潮平均高潮位 2.99m；中国鲎生境修复区地形平整对内侧沙丘进行削平，由原标高 2.1m，削平到 1.5m，土方回填至外侧低浅区，回填高度再 2.2m；边坡抛石护脚、长江澳沙丘边缘回填也未将潮间带、潮下带改造为潮上带，符合相关文件的要求。



总体而言，本项目设计方案具有环境合理性。

3.3.3 施工规划方案环境合理性分析

3.3.3.1 施工“三场”布置的合理性

根据本工程的实际情况，并经经济比较，块石料、砂砾石料均采用外购，土料部分利用开挖料，不足部分就近购买。因此本工程不需要额外开采料场。

本工程开挖土石方除用于本工程回填外，弃渣运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用，中转渣场做好水土流失相关防护工作，避免造成生态影响。

根据工程施工条件，本工程拟布置2个施工工区，分别为位于平潭主岛北部以及大练岛，现状均为菜园。综合考虑各种因素，现场的施工工厂设施应尽量减少和简化，并充分利用就近地方企业，以节省工程投资。施工工区根据需要设置配电房、办公室、综合仓库、钢木加工厂、试验室、小型机修厂、堆料场等临时建筑物。各企业、仓库和临时房屋通过场内道路互相连通。宿舍全部考虑租用当地民房。

施工总布置依据以下原则：

- (1) 合理使用场地，布置尽量紧凑，有利生产，便于生活，易于管理。
- (2) 尽量少占地，少占良田及经济林坡地。
- (3) 生产、生活、办公福利设施设在10至20年一遇的防洪水位以上。
- (4) 危险品仓库布置远离施工现场。
- (5) 尽量利用已有空地或荒地。
- (6) 尽量避免占用环境敏感区，占地植被为常见物种。

项目2个施工区，不涉及生态保护红线、自然保护区、永久基本农田、生态公益林等，但1#施工区涉及福建平潭国家级地质公园北部自然生态区。两个施工区位于城市建成区临海一侧，距离居住区较远，施工时对居民的影响较小。施工期施工区生产废水均处理达标后回用，不外排。并且施工区现状均为菜园，施工结束后通过植被恢复措施，不会对地质公园景观风貌造成不利影响。

施工土石方运输主要利用海坛岛及大练岛的现有道路，施工便道设在工程区范围内，优先建设管护步道路基，待工程施工完成后，再修建管护步道路面。减少占用土地面积，降低土地类型的改变，减少植被破坏。



因此，从环境保护的角度分析，本项目施工“三场”布置是合理的。

3.3.3.2 场内交通工程布置的环境合理性

由于各项目区附近村庄密布，部分堤段场内交通可利用现有乡村道路或堤顶作为临时道路，与乡道连接，主要利用已建桥梁连接两岸交通。本工程拟修建施工道路总长约 3.1km，路基宽度 4.4m，路面宽度 4.0m，路面采用泥结石路面结构。

场内交通布置结合地形地貌，充分考虑环保、景观等因素，基本沿工程区设置，以集约用地，尽量避免坡面的大开挖，减少对既有植被的破坏，防止水土流失。满足自身功能性要求，合理连接工程区各节点，满足物料运输顺畅、不倒运或尽量少倒运。总体而言，场内交通工程布置对生态植被和自然景观的影响较小，因此环境合理。

3.3.4 移民安置的环境合理性分析

本工程建设工程影响耕地 5.91 亩，经计算，至规划水平年，涉及生产安置人口共计 15 人。生产安置采取自谋职业安置的方式进行安置。

因此，本工程不涉及移民搬迁，生活污水和生活垃圾依托现有设施。

3.4 施工期环境影响源分析

3.4.1 施工期废水污染源

施工废水包括陆域施工人员生活污水和汽车冲洗废水，施工期污水若不经处理直接排入海域，尽管产生量不大，也将污染局部海域水体。施工单位应建设临时处理设施，做好施工污水的处置工作。

(1) 施工生活污水

施工生活区租用当地民房，可利用现有的污水处理设施，1#、2#施工区及工程区产生少量粪尿污水。施工高峰人数约为 313 人，若用水量按 30L/人·d 计，排污系数按 80%计，生活污水高峰排放量为 7.5m³/d。生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮、总磷，其浓度分别为 350mg/L、200mg/L、60mg/L、3.5mg/L。粪尿污水经环保厕所打包纳入民房现有生活污水收集系统，对海域水环境影响较小。

(2) 施工生产废水

运渣车辆离开各施工区时，需对车辆进行冲洗，采用高压水枪冲洗，汽车冲洗用水量取 120 L/辆·次，冲洗时间约 10 min/辆·次，废水折算系数取 0.8，则各施工



区废水冲洗量约为 $0.58\text{m}^3/\text{h}$ 。车辆冲洗废水主要污染物为 SS。废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）后，回用于本系统，沉泥定期清理至中转渣场，基本不会对工程海域产生不良影响。

（3）施工船舶污水

施工船舶污水包括施工船舶舱底油污水和施工船舶生活污水，施工高峰期约有 14 艘船舶，施工船舶上共约有 80 人，船员生活污水量以 $80\text{L}/\text{d}\cdot\text{人}$ 计），每天生活污水产生量为 $6.4\text{m}^3/\text{d}$ 。施工船舶吨位在 $100\sim 2000\text{t}$ 之间，每艘船舶舱底油污产生量在 $0.14\sim 0.54\text{t}/\text{d}$ ，含油量最大约为 $2000\text{mg}/\text{L}$ 。每天最高含油污水产生量为 $7.56\text{m}^3/\text{d}$ 。施工船舶生活污水和含油污水利用船载收集装置收集，由有资质的船舶油污水接收船接收上岸处理。

（4）悬浮泥沙源强

本工程岸坡修复工程抛石可在赶潮露滩施工，造成的悬浮物起悬入海影响极小。在沙滩修复、砾石滩修复，中国蚶生境修复和海藻场修复施工时，由于机械的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也会产生影响。

1) 沙滩补沙源强

沙滩补沙过程中，由于底质为沙质基本不会由于抛填沙的挤淤过程而产生悬沙扩散，故沙滩补沙过程主要考虑回填砂料中所含泥土起悬产生的悬浮泥沙。

沙滩补沙作业时，泥土起悬的悬浮泥沙产生量按下式计算：

$$Q=E\times C\times \alpha\times \rho \quad (\text{式 3.4-1})$$

式中： Q 为补沙作业悬浮泥沙源强（ kg/s ）；

E 为沙滩补沙作业效率（ m^3/s ），类比此类工程实践经验，取 $0.014\text{m}^3/\text{s}$ ；

C 为石料中泥土含量（%），以 5%计；

α 为泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数（%），以 10%计；

ρ 为泥土密度（ kg/m^3 ），取 $2650\text{kg}/\text{m}^3$ 。

沙滩补沙过程中泥土起悬产生悬浮泥沙源强为 $0.19\text{kg}/\text{s}$ 。

2) 砾石滩补砾源强

与沙滩补沙相似，由于底质原因，砾石滩补砾作业主要考虑所补砾石所含泥土



起悬所形成的悬浮泥沙。砾石滩修复采用碎石和圆角砾石进行补砾，其含泥量通常不会比沙大，从保守角度考虑，砾石滩补砾造成的泥土起悬产生悬浮泥沙源强与沙滩补沙的源强相同，即 0.19kg/s 。

3) 中国鲎生境修复填方源强

基于沙土方就地平衡的原则，优先利用丘间区域平整场地及巡护道改造过程中产生的挖填方沙土，重塑沙丘形态。考虑采用斗容量为 0.5m^3 的水上挖掘机，工作能力为 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，泥水比取 2:3，泥沙密度按 $1800\text{kg}/\text{m}^3$ 计，悬浮泥沙发生量一般为抓泥量的 3~5%，分析采用悬浮泥沙的最大发生率 5% 计，悬浮物发生量为 0.2kg/s 。

4) 海藻场修复区人工礁体投放源强

由于本工程采用预制的大体积的人工礁体，本项目施工过程中基本不涉及人为外带输运而来的悬浮泥沙，施工过程产生的悬沙均为原本的海底泥沙悬浮物。人工礁体投放施工作业中，礁体结构置于海床后将在重力作用不断下沉入海床淤泥层内一定深度后达到稳定状态。根据可研报告，本工程拟投放礁区平均海平面水深在 $3.0\text{m}\sim 5.0\text{m}$ ，底质主要为石块的硬质底质，因此人工礁体投放后几乎不会因重力沉降挤出海底淤泥而形成悬浮泥沙，其源强约等于 0。

3.4.2 生态影响因素

(1) 海洋生态

1) 充填砂袋拦沙堤等临时施工对底栖生物的破坏。

3) 施工悬浮泥沙引起工程附近海域水体泥沙含量增加对海洋生态环境的影响。

(2) 陆生生态

工程施工期和工程各类占地将破坏施工区生态环境，破坏部分动物的栖息地，造成动物的迁移。工程开挖、临时占地等将扰动原地貌，破坏植被，损坏部分水土保持措施设施，增加水土流失强度。施工规划考虑所需土料、石料尽可能利用工程开挖料，减少土石方开挖，一定程度上减轻水土流失的影响。

3.4.3 大气污染源

工程环境空气影响源主要集中在施工期，运行期工程无大气污染物排放。施工期大气污染主要来自施工作业面粉尘、机动车辆和施工机械排放的燃油尾气以及施工交通道路扬尘等。



(1) 钻孔粉尘

在凿岩钻孔作业过程中，由于钻头对岩石的冲击，挤压以及切剥、摩擦，矿石被碎成大小不一的岩粉颗粒，其中有一部分排出孔口后就形成粉尘。

采用潜孔钻机进行中深孔穿孔，不使用手持式凿岩机。通过对一些类似石料开采的实际监测，单台设备的排放量为 $0.5\sim 2.0\text{kg}/(\text{台}\cdot\text{h})$ ，工程钻机粉尘排放量取 $1.20\text{kg}/(\text{台}\cdot\text{h})$ 。中深孔凿岩钻孔时因需要水冷，将除尘水通过钻杆内专门管路把水压入孔底，水与压风混合后雾化成微小水颗粒，通过钻杆内压风管道把风水混合物压送到孔内进行除尘，可抑制 80% 的凿岩粉尘量。

本工程潜孔钻机日最大工作数量按 5 台计，钻机日实际工作时间为 6h，每年工作时间按 280d 计。工程凿岩粉尘产尘量约为 10.08t/a ，最大粉尘产生速率为 6kg/h ，则最大粉尘排放速率为 1.2kg/h ，粉尘排放量为 2.02t/a (7.2kg/d)。

(2) 采装粉尘

石料和土料采装作业一般采用挖掘机，挖掘机在挖掘矿岩时，沉落在岩表面上的摩擦、碰撞产生的粉尘因受振动而扬起形成二次扬尘；其次，铲斗在向电动轮车斗卸下矿岩时，由于落差，会产生粉尘。本工程日最大工作挖机数按 10 台计算，采装作业前采用洒水预湿的除尘方式，按产尘量 $0.4\text{kg}/(\text{台}\cdot\text{h})$ ，日工作时间 6h、年工作时间 280d 计，采装粉尘产生量约为 6.72t/a ，最大粉尘产生速率为 4kg/h 。工程采装时采用喷雾降尘，粉尘去除率在 80% 以上，则最大粉尘排放速率为 0.8kg/h ，粉尘排放量为 1.344t/a (4.8kg/d)。

(3) 堆场和中转渣场粉尘

根据《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南》第 4.4.1 章节可知，堆场的扬尘源排放量计算公式如下：

$$W_Y = \sum_{i=1}^m E_h \times G_{Yi} \times 10^{-3} + E_w \times A_Y \times 10^{-3} \quad (\text{式 } 3.4-2)$$

式中：

W_Y 为堆场扬尘源中颗粒物总排放量， t/a ；

E_h 为堆场装卸运输过程的扬尘颗粒物排放系数， kg/t ；

m 为每年料堆物料装卸总次数；

G_{Yi} 为第 i 次装卸过程的物料装卸量， t ；



E_w 为料堆受到风蚀作用的颗粒物排放系数, kg/m^2 ;

A_Y 为料堆表面积, m^2 ;

装卸、运输物料过程扬尘排放系数的估算:

$$E_h = k_i \times 0.0016 \times \frac{u^{1.3}}{\frac{M^{1.4}}{2}} \times (1 - \eta) \quad (\text{式 3.4-3})$$

E_h 为堆场装卸扬尘的排放系数, kg/t 。

k_i 为物料的粒度乘数, 取值 0.74。

u 为地面平均风速, m/s , 取值 $2\text{m}/\text{s}$ 。

M 为物料含水率, %, 取值 2.1%。

η 为污染控制技术对扬尘的去除效率, %, 取值 74%。

本项目堆放场地和中转渣场需定期洒水, 保持土堆的湿度, 抑制粉尘的产生, 堆场和中转渣场要求上方加盖篷布, 本次不考虑堆积存放期间风蚀扬尘。中转渣场的扬尘源排放量是装卸、运输引起的扬尘。

根据公式计算, $E_h=0.00025\text{kg}/\text{t}$, 本工程弃渣总量约 2.64万 m^3 (自然方), 装载车辆一般采用 20t 自卸车, 每次满载量约为 20m^3 , 平均每年装载量约 440 辆次, 装载量约 0.88 万 t/a 。则中转渣场的粉尘源排放总量约为 $0.002\text{t}/\text{a}$ 。

(4) 机械燃油废气

施工废气主要产生于自卸汽车、推土机等各类施工机械燃油, 主要的污染物为 NO_2 等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源, 污染物呈面源分布, 由于施工范围大, 时间长, 污染物排放分散且强度并不大。根据《环境保护使用数据手册》, 柴油发动机大气污染物排放系数 NO_x 为 $21.9\text{g}/\text{L}$, CO 为 $33.3\text{g}/\text{L}$ 。根据美国国家环保局推荐使用的计算道路尾气扩散的法规模型中提供的 NO_x 和 NO_2 的转换系数, NO_x 和 NO_2 的转换系数取 0.075。本工程柴油总用量约 485.02t , NO_2 产生量为 0.94t , CO 产生量为 19.00t 。

(5) 交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。根据有关资料, 施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上。车辆行驶产生的扬尘, 在完全干燥的情况下可按下列经验公式计算:



$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75} \quad (\text{式 3.4-4})$$

其中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m²。

下表为一辆 30t 的汽车通过不能清洁程度路面，不同行驶速度下的路面扬尘量。由此可见，在同样的路面清洁程度下，车速越快，扬尘越大；在同样的车速条件下，路面越脏，扬尘越大。因此，限速行驶和保持路面清洁是减少汽车扬尘的有效手段。

不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘源强表

表 3.4-1 单位：kg/辆·km

车速 \ P	0.1 (kg/m ²)	0.2 (kg/m ²)	0.3 (kg/m ²)	0.4 (kg/m ²)	0.5 (kg/m ²)	1 (kg/m ²)
5 (km/h)	0.1299	0.2185	0.2961	0.3674	0.4343	0.7305
10 (km/h)	0.2598	0.4369	0.5922	0.7348	0.8687	1.4609
15 (km/h)	0.5196	0.8738	1.1844	1.4696	1.7373	2.9219
20 (km/h)	0.7794	1.3108	1.7766	2.2044	2.6060	4.3828

3.4.4 噪声污染源

根据工程施工组织设计，施工噪声主要来源于施工开挖、机械运行、施工船舶、和车辆运输。

(1) 主体工程施工噪声

主体工程按施工阶段主要分为土石方开挖阶段、基础施工阶段和结构施工阶段。其中土石方开挖阶段的噪声影响较大，主体工程施工过程主要产噪设备包括推土机、挖掘机、船舶等，类比同类项目施工现场监测资料，施工阶段主要噪声污染源及强度见表 3.4-2。

施工主要机械噪声源强表

表 3.4-2

设备名称	噪声级	
	测量距离 (m)	dB (A)
船舶作业噪声	5	85
起重机	15	71.5
装载机	5	86
推土机	3	85.5
挖掘机	15	79.0
风镐	1	102.5
柴油发电机	2	95.0



（2）施工辅助企业噪声

施工辅企噪声来自木材加工、钢筋加工等，产噪设备主要包括起重机、切削机床、钢筋切断机、钢筋弯曲机、汽车吊等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 70~90dB（A）之间。

（3）交通噪声

场内道路施工建设过程中会对周边敏感点声环境产生一定影响，主要是挖填方、道路铺筑过程中施工机械产生的噪声，为间歇性点声源，噪声源强一般在 80~100dB（A）之间。施工场内道路主要来往车辆为载重量 10t~20t 级自卸汽车，车辆运输会产生噪声影响，属于线声源，噪声源强一般在 70~80dB（A）之间。

3.4.5 固体废弃物

本项目营运期不产生固体废物，施工期固体废物主要包括施工期产生的生活垃圾、建筑固废等。

（1）建筑垃圾

本项目岸滩工程清表等将有一定数量的废弃建筑材料，如砂石、石灰、混凝土、废砖、土石方等产生，这部分建筑垃圾基本可回收再利用。海岸线清理产生的垃圾由当地环卫部门无害化处理，不得长期堆积或随意丢弃，以免占用土地和造成污染。

（2）弃土弃渣

本工程开挖土石方除用于本工程回填外，弃渣总量约 0.82 万 m³（自然方），运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用，中转渣场要做好水土流失相关防护工作，避免造成生态影响。

（3）生活垃圾

陆域施工生活垃圾产生量按 1.0kg/人·d 计算，施工高峰期施工人员生活垃圾产生量为 313kg/d。施工营地租用当地民房，施工生活垃圾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。

3.4.6 对人群健康的影响

施工人员来自五湖四海，流动性大，生活习性各异，劳动强度大，人群易感性增强，多种疾病传播途径并存。根据近年来和我国相关工程的建设经验，对于施工人员，可利用附近医院对工人进行全面体检，严禁患有传染性疾病的人员进入施工



场地，注意饮食以及饮用水的卫生条件，确保食品以及饮用水安全，同时加强施工区的卫生管理，设置垃圾回收站以及卫生厕所，对生活垃圾和污水进行统一处理。避免痢疾、肝炎和疟疾等传染病的暴发流行，影响施工人员健康、施工质量和进度。

3.4.7 环境风险

本工程环境风险主要表现在沙滩补沙及海藻场贝藻礁投放施工过程中施工船舶风险事故可能会造成船舶燃料油外泄入海，将对海域水质、海洋生态环境特别是生态红线区、养殖区等环境敏感目标造成一定影响。

3.5 运行期环境影响分析

项目为海洋生态修复项目，建成后主要由管护单位的管护人员对项目区生态植被、海滩、岸线进行定期巡护、管护，基本无污染物产生。运行期主要关心海洋生态环境影响，包括：（1）贝藻礁、中国鲎居、海滩修复等对局部海域水文动力和冲淤环境的影响；（2）永久用海工程对底栖生物的破坏。



4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 气象

根据平潭气象站 1981~2017 年观测资料统计，平潭站年平均气温为 20.0℃，平均气温的月变化较大。7、8 月平均气温最高，为 28.1℃，最低为冬季的 2 月，为 11.3℃。平潭站极端最高气温为 37.4℃，出现在 1966 年 8 月 16 日，极端最低气温是 0.9℃，出现日期是 1977 年 1 月 31 日。

平潭站年平均气压为 1011.3hPa。冬季受大陆冷气团控制，气温低，空气密度大，气压较高，平均气压最高月出现在 1 月和 12 月，为 1019.4hPa；夏季受热带海洋气团控制，气温高，空气密度小，气压较低，平均气压最低月出现在 7、8 月份，为 1003.0~1002.5hPa。

平潭年平均水汽压为 20.2hPa，平均水汽压月际变化与气温相似，呈单峰型，峰值出现在 7 月，谷值出现在 1 月，总体变化为夏季较大，春秋次之，冬季较小。水汽压极大值为 38.0hPa，出现在 2008 年 8 月 14 日，水汽压极小值为 1.9hPa，出现在 1963 年 1 月 27 日。

平潭年平均相对湿度为 80%，年降水量为 1299.8mm。

气象站多年气象要素统计表见表 4.1-1。

4.1.2 风况

根据平潭气象站（1981-2012）期气象观测资料统计结果，受季风影响，平潭风向季节性变化明显。根据平潭气象站多年长期观测资料统计，一年中秋、冬、春三季以偏北风为主，夏季以偏南风为主。多年平均风速为 4.4 m/s，月平均风速以秋季（10~11 月）最大，冬季（12~1 月）次之，年平均风速及其年内变化见图 4.1-1、4.1-2。平潭地区主导风向为 NE、NNE，多年风向玫瑰图 4.1-3。

NNE 向，频率平均为 43%；NE 向，频率平均为 18%；强风向为 S 向，最大风速 39 m/s；次强风向为 NE、NNE 向，最大风速为 32 m/s、30 m/s。多年平均风速 9.0 m/s，年平均最大风速 10.1m/s（1988 年），年平均最小风速 7.5 m/s（2002 年）。多年月平均风速以 11 月的 11.4 m/s 为全年最大，而 10 月和 12 月的平均风速也分别达到 11.1 m/s 和 11.2 m/s，以 8 月的 6.7 m/s 为全年最小。多年平均大风日数为 62 天，



多年最多大风日数为 176 天（1956 年）。全年 8 级风力以上天数 84.5 天，近 15 年观测的平均风速较前 40 年平均风速减弱了约 36%。

4.1.3 地震

区域范围内自公元 963 年以来历史记载并能确定位置的 $M \geq 4.7$ 级地震共有 48 次，其中 4.7—4.9 级地震 12 次，5.0—5.9 级地震 27 次，6.0—6.9 级地震 6 次，7.0—7.5 级地震 3 次。

我省沿海一带的强弱地震活动带主要受福鼎—福清深大断裂所控制，对工程区影响烈度达 VI 度以上的地震共 3 次，其中 VI 度共 2 次，VII 度 1 次，其余地震对工程区影响均小于 VI 度。

4.1.4 海洋灾害

（1）台风

台风是夏秋季节产生在热带海洋上的强烈风暴。影响我国东部沿海地区的台风主要来自西太平洋。台风影响时间一般出现在 5 月至 11 月，影响集中期是 7~9 月，其中 8 月份最多，8 月份出现台风的次数约占总数量的 60% 以上。从路径特征划分，台风可分为登陆北上类、登陆消失类、正面登陆类、近海活动类、南海穿出类等 5 类。

平潭沿海是受台风风暴潮威胁较严重的海域，台风增水影响明显。根据《大唐国际平潭长江澳海上风电场热带气旋风险评估报告》，1949—2013 年共有 242 个热带气旋影响工程区域，年均 3.7 个，其中正面登陆该地段的热带气旋有 18 个（4 个登陆长乐，14 个登陆福清），年均 0.3 个，其路径除 5 个直接登陆外，其余皆为登陆台湾再次登陆长乐或福清的热带气旋。登陆时间集中在 6~9 月，以 8 月的 9 个最多，7 月 5 个、9 月 3 个，最少的 6 月 1 个。

影响本区域热带气旋的强度以台风等级最多，占总数的 31% 左右，强热带风暴等级居次，占总数的 24% 左右，强台风等级再次。

（2）风暴潮

台风常带来狂风暴雨天气，引起风暴增水。台风风暴潮作为主要的海洋灾害之一，历史上给本地区人民生命财产带来了很大的损失。

平潭沿海是受台风风暴潮威胁较严重的海域，台风增水影响明显。根据 1956—



2000 年福建省潮位资料统计，45 年中发生台风增水 197 次，平均每年 4.4 次，其中最大增水达 252cm。根据崇武海洋站 1956—1983 年台风风暴潮资料统计，该海区出现台风增水 36 次，减水 8 次。风暴增、减水的幅度在-110~150cm 之间。梅花海洋站（119.68° E，26.02° N）近 10 个台风过程期间的实测增水结果显示，该站最大风暴潮增水可达 2.19m，出现在 9608 号台风期间。

近十多年来，福建省沿海风暴潮灾害呈频繁趋势，部分岸段高潮位常有超过当地警戒水位情况出现，其中 1990 年、1994 年、1997 年、1999 年沿海多数验潮站的高潮位接近或超过历史纪录，出现特大海潮。危害性风暴潮的发生多为台风过境时与天文大潮相遇，引起强降雨和高增水。

4.2 区域社会环境现状

4.2.1 社会经济

平潭综合实验区前身为福建省福州市辖县，县人民政府驻潭城镇，2009 年 7 月底召开福建省委八届六次全会，正式作出了设立福州（平潭）综合实验区的决定。2020 年年末，平潭共有 7 镇 8 乡，居委会和行政村共计 200 个，其中 7 镇 8 乡包括潭城镇、苏澳镇、流水镇、澳前镇、北厝镇、平原镇、敖东镇、白青乡、屿头乡、大练乡、芦洋乡、中楼乡、东庠乡、岚城乡、南海乡。2019 年，其结合管理实际和机构改革要求，将实验区划分为金井、海坛、君山、苏平四个片区，每个片区设一个正处级片区管理局；其中，金井片区对应北厝镇、敖东镇、南海乡，海坛片区对应潭城镇、澳前镇、岚城乡，君山片区对应流水镇、中楼乡、芦洋乡、东庠乡，苏平片区对应平原镇、苏澳镇、白青乡、大练乡、屿头乡。同时，推动乡镇区划调整，2021 年，将现有 15 个乡镇整合成与四个片区对应的 4 个镇（街道）。

根据平潭综合实验区第七次全国人口普查公报，全区常住人口为 38.60 万人，与 2010 年第六次全国人口普查相比增加 2.82 万人，增长 7.89%。其中男性人口 19.53 万人，占比 50.60%，女性人口 19.07 万人，占比 49.04%；城镇常住人口 20.74 万人，占总人口比重（城镇化水平）为 53.74%。2023 年，平潭全年实现生产总值 370.19 亿元，按可比价格计算，比上年增长 3.0%。其中，第一产业增加值 43.51 亿元，同比增长 3.5%；第二产业增加值 88.41 亿元，同比增长 5.0%；第三产业增加值 238.26 亿元，同比增长 2.2%。三次产业结构由上年 11.9：23.6：64.5 调整为本期的



11.7: 23.9: 64.4。从三次产业对经济增长贡献率及拉动情况看, 第一产业贡献率为 12.7%, 拉动 GDP 增长 0.4 个百分点; 第二产业贡献率为 40.8%, 拉动 GDP 增长 1.2 个百分点; 第三产业贡献率为 46.4%, 拉动 GDP 增长 1.4 个百分点。全年人均地区生产总值 97034 元, 同比增长 4.2%。

4.2.2 环保基础设施现状

(1) 污水处理设施现状

平潭全区目前已建城市污水处理厂共 4 座, 分别是平潭县污水处理厂、金井湾再生水厂、三松再生水厂、玉井再生水厂; 在建污水处理厂 2 座, 分别是坛南湾再生水厂、竹屿再生水厂, 另外已建成若干小型污水处理站。

平潭县污水处理厂位于福胜西路西北侧, 分两期建设, 每期建设规模 1 万 m^3/d , 一期工程于 2006 年 4 月动工, 2007 年 5 月投产; 二期工程于 2010 年初动工, 2012 年初正式投产。2017 年 5 月, 经区管委会同意启动县污水处理厂扩建改造工作, 2018 年完成提标扩容施工验收, 现状污水处理厂规模为 4 万 m^3/d , 实际日进水量约 3.5 万 m^3/d 。污水处理采用 A2/O (氧化沟) +MBR 工艺, 处理水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准。尾水排放采用近岸连续排放方式, 自流排放入厂区南侧的西步溪至东溪。污水处理厂服务范围主要为老城区。

金井湾再生水厂位于金井湾天大山公园东南侧山脚, 设计总处理规模 8.0 万 m^3/d , 占地 115 亩, 分两期建设, 2017 年完成一期建设, 现状处理能力为 4 万 m^3/d , 实际进厂水量约 6000 m^3/d 。再生水厂处理工艺为: 预处理+强化 A2O 池+二沉池+絮凝过滤+二氧化氯消毒, 出水水质达到一级 A 排放标准, 同时达到娱乐性景观用水标准及城市杂用水水质标准。再生水厂内设再生水泵站, 将达标后的出水供至城市再生水管网, 遇再生水用水量降低时, 厂内尾水重力流排入金井南湖, 作为景观湖补水水源。再生水厂服务范围为金井湾片区和吉钓港规划组团, 处理流域面积约 28 平方公里, 服务人口约 16 万人。

东部(三松)再生水厂位于环岛东路与福平大道交汇处西南侧的流水镇后田村, 设计规模 4.0 万 m^3/d , 占地 48 亩, 2018 年 10 月投产运行, 现状实际进厂水量约 1 万 m^3/d 。污水采用预处理+强化 A2O 池+二沉池+絮凝过滤+二氧化氯消毒处理工艺, 出水水质达到一级 A 排放标准, 同时达到娱乐性景观用水标准及城市杂用水水质标



准。再生水厂内设再生水泵站，将达标后的出水供至城市再生水管网；遇再生水用水量降低时，厂内尾水由尾水管排至竹屿湖，用于景观湖补水。再生水厂服务范围流水镇和潭城老城区东部，服务面积约 20 平方公里，服务人口约 8.5 万人。

玉井再生水厂位于井边东路与澳前路交叉口东北侧，设计总处理规模 1.6 万 m^3/d ，分两期建设，一期设计处理规模 0.5 万 m^3/d 。再生水厂现状一期已建成，实际进厂水量约 300 m^3/d ，正在进行设备调试，尚未正式投产运行。再生水厂处理工艺采用纤维转盘滤池，消毒方式采用次氯酸消毒，出水水质达到一级 A 排放标准，同时达到娱乐性景观用水标准及城市杂用水水质标准。尾水由尾水管排至厂站门口人工河道，作为景观补水水源。再生水厂一期服务范围为澳前安置小区和澳前台湾小镇，二期建成后将收集渔港码头、渔港商业街的污水。

目前已建污水管网总长约 338.5 公里，其中污水管网 324.6 公里，雨污合流管道 13.9 公里。县污水处理厂已建配套管网 27.4 公里，在建 12.7 公里；金井湾污水处理厂已建配套管网总长约 63.6 公里，在建 1.3 公里；三松再生水厂已建配套管网 79.5 公里，在建 23.9 公里；竹屿再生水厂已建配套管网 118.1 公里，在建 25.9 公里；坛南湾再生水厂已建配套管网 31 公里，在建 2 公里；玉井再生水厂已建配套管网 18.9 公里，在建 0.5 公里。

（2）垃圾分类中转站

平潭全区已经建成垃圾分类屋 196 座、垃圾分类亭 430 座、6 座分类箱、75 个定时定点投放点；新改扩建分类屋亭 60 座。

平潭北厝垃圾焚烧发电厂位于平潭县北厝镇澳仔底，2017 年建设完成 2 条 450t/d 的垃圾焚烧生产线及 2 台 9MW 的汽轮发电机组以及配套的烟气处理设施、渗滤液处理设施、飞灰车间及暂存库等。2018 年 5 月 18 日并网发电，焚烧炉运行稳定，污染物达标排放。

4.3 自然资源概况

4.3.1 海洋渔业资源

平潭四周环海，海区水质肥沃，饵料丰富，为渔业生物栖息提供了良好场所。全区鱼类、贝类、藻类和虾蟹类的年产量分别为 $18 \times 10^4\text{t}$ 、 $9.9 \times 10^4\text{t}$ 、 $1.8 \times 10^4\text{t}$ 和 $0.7 \times 10^4\text{t}$ 。



平潭海域有鱼类约 242 种，以暖水性种类居多，其中主要经济鱼类有 20 种以上，如带鱼、海鳗、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼、鲳鱼、鲨鱼、鳓鱼、马鲛、石斑鱼、鲷鱼、白姑鱼、日本鳀、鳓鱼及鲷科鱼类等。平潭海域虾、蟹类约 75 种，经济价值较高的种类有日本对虾、长毛对虾、中国对虾、斑节对虾、中华管鞭虾、鹰爪虾、三疣梭子蟹、红星梭子蟹、锯缘青蟹等。平潭海域头足类包括乌贼、枪乌贼、蛸三大类 20 余种。平潭海域贝类约 189 种，经济价值较高的有缢蛏、褶牡蛎、长牡蛎、菲律宾蛤仔、泥蚶、杂色蛤、江珧、寻氏肌蛤、巴非蛤、仙女蛤、贻贝、文蛤、鲍鱼等，沿海滩涂、岛礁均有贝类分布，中国仙女蛤、厚壳贻贝和各种海螺为海坛岛地方特色品种。平潭海域藻类共 153 种，经济价值较高的品种有坛紫菜、海带、鹅掌菜、石花菜、红毛藻、羊栖菜、裙带菜、铁钉菜等，目前养殖的品种主要是海带、坛紫菜。

4.3.2 海岸线和岛礁资源

（1）海岸线

福建省具有丰富的港口岸线资源，大陆总岸线长 3752km，全国位列第二，共有大小海湾 125 个，规划可建港岸线长 344.44km，占大陆岸线的 9.18%；其中深水岸线长 277.6km；且位于我国南北海运的要冲，区位条件优越。其中，平潭海岸线长 408km，其中海坛岛海岸线长 217.1km；屿头岛海岸线长约 23.2km。

海坛岛海岸蜿蜒曲折，其海岸类型主要有：基岩侵蚀海岸、红土侵蚀海岸、砂质湖积海岸、砂泥质和混砂湖积海岸，沿岸海域广阔。受各种外营力的长期侵蚀与沉积作用，形成了多岛礁、多港湾、丘陵与平原相同排列等地貌特点。根据地形地貌与地质特征总结，东海岸多为海湾、沙滩、港口和暗礁；西海岸则多为滩涂，泥沙滩等。

（2）岛礁

平潭素有“千礁岛县”之称，海岛生态特征显著，海岛生态脆弱性强，常年受海洋灾害影响。本项目建设范围内主要岛屿包括海坛岛、大练岛。

1) 海坛岛

海坛岛，也被称为平潭岛，是中国福建省的第一大岛，同时也是中国的第五大岛。海坛岛位于福建省福州市东南部，东濒台湾海峡，西隔海坛海峡与长乐、福清



相望，面积 274.33km²。地势南、北高，中部低。海坛岛拥有丰富的自然景观，如石牌洋景区（半洋石帆）、三十六脚湖等。其中，石牌洋景区以其独特的花岗岩海蚀柱而闻名。平潭海坛古城是中国首座海岛旅游古城，以展现几千年闽都文化、闽南文化、客家文化为宗旨，建筑别具一格。

2) 大练岛

大练岛是位于福建省平潭县苏澳镇西北的一个岛屿，其东南方向紧邻小练岛，距离大陆最近点约为 7.85km，面积 9.96km²。全岛形似一枚哑铃，地势较高，最高点为围营山，海拔 238.5m。岛上岩线长 20.35km，东西长 6.26km，南北宽 1.57km。大练岛东北角的月举村后有一片海边礁石区。大练岛内海蚀地貌遍布，有许多海蚀洞、海蚀沟等奇观，如“塔仔一线天”和“通天门”等著名景点。

4.3.3 港口航道资源

平潭拥有众多避风条件良好的港湾和深水岸段。全区已建港口 7 处，可建港口数十处，其中可建万吨位级别以上的有姜上、娘宫、渔庄、钟门等 10 多处，具备建设国际商港条件，开发建设潜力巨大。观音澳是主要的渔业港口和对台贸易的重要港区，新建东澳国家一级渔港已投入使用。娘宫码头是连接岛陆的交通枢纽，5000 吨级金井码头已被辟为二类口岸。规划在苏澳港区、流水港区、姜山港区、钱便澳港区、南海港区、吉钓港区选择建设 10 万吨级以上港口。

(1) 港口

福建省优良港口众多，主要有福州港、厦门港、泉州港、莆田港、三都澳。福州港由闽江口内港区、江阴港区、松下港区、罗源湾港区、平潭港区、苏澳港区等组成。项目区周边为平潭港区、松下港区和苏澳港区。

1) 平潭港区

平潭港区下辖金井、澳前、流水和草屿四个作业区。金井作业区：是平潭港区重点发展的作业区，以海峡客货滚装和货物运输为主，发展邮轮等旅游客运。作业区目前在建 2 万吨级滚装泊位 2 个。

澳前作业区：以服务渔业产业为主，近期作为平潭港区对台客滚的作业点。作业区 2011 年建成 1 万吨级客、滚泊位 1 个。

2) 松下港区



松下港区是福州港四大港区之一，是国家一类对外开放口岸、对台直航港口，主要以服务临港工业和地方经济发展的港区，规划有元洪、山前、牛头湾等 3 个作业区。牛头湾作业区是以服务长乐滨海工业集中区为主的作业区之一，同时也是我省粮食物流的重要节点，该作业区现已建成 0 号~4 号共 4 个泊位，2012 年完成货物吞吐量 809.7 万吨，进出船舶数达 370 艘次，同比分别增长 38.4%和 24.6%，进港船舶大型化趋势明显，现有码头泊位通过能力为 595 万吨。

3) 苏澳港区

苏澳港区位于苏澳镇西澳，建有一客货运码头，建于 1981 年 7 月，码头长 87m，宽 5m，重力式结构，1 个泊位，只能靠泊 70 吨位以下小型船舶。苏澳港北侧建有 200 吨级 T 型重力式码头，码头沿港内道路向外延伸，平台 42.4×10.05m，高 7.7m，引堤连结码头平台和港内道路，长 58m，宽 7m，重力式抛填斜坡结构。

(2) 航道、水道

福建沿海外航路北起台山列岛以东，南至南澎湖列岛，距陆岸和岛屿较远，水域宽阔，航道水深大部在 40 米以上，可供大型船舶航行，是沿海大型船舶航行通过台湾海峡的主要通道。福建沿海内航路北接浙江沿海内航路，南接广东沿海航路，是我国沿海近岸中小型船舶航路的重要组成部分。其中平潭县附近有鼓屿门水道、大小练岛之间水道、海坛海峡北东口水道、平潭港区航道和松下港区航道。

1) 鼓屿门水道

鼓屿广门水道位于长屿岛与乌猪岛西侧，水深条件相对较好，水深均在 7.5m（理论最低潮面）以上，为目前场区周围主要水道。目前，鼓屿门水道最大通航 5000 吨级船舶，遇台风等大风天气时，偶尔也有少量 10000 吨级船舶从鼓屿门水道进海峡内避风停泊。鼓屿门水道今后仍作为平潭海峡的主通道，按通航 5000 吨级船舶双向通航标准建设，航道宽度为 180m，且增设航标，明确航道范围。

2) 大小练岛之间水道

大小练岛之间水道通航条件良好，目前最大通航 500 吨级渔船。大小练岛之间水道规划建设为 5 万吨级航道，供 5 万吨级散货船空载乘潮单向通航，同时满足 5000 吨级杂货船乘潮双向通航，航道宽度为 180m。该航道可为海坛岛西侧的利亚船厂和苏澳雄鹰船厂的修造船舶从海坛海峡北侧提供出海。



3) 海坛海峡北东口水道

该水道水深条件较好，一般在 20.0m(理论最低湖面)以上，但由于水道内浅礁较多，航路弯曲，且水道北侧口外风浪大，目前仅通航当地小型渔船。由于大练岛北侧的北东口水道未设置航标，因此无明确的水道宽度。

4) 平潭港区航道

平潭港区航道包括金井码头航道和澳前作业区航道。金井码头航道：金井码头航道位于金井码头前沿至海坛海峡南口水道，航道长 12.2km，宽 80m，两侧各预留 200m 通航保护带，可稳定保证 5000 吨级船舶通航。

澳前作业区航道：港区东侧湾口宽约 1.4 公里，最大水深在 29 米以上，是船舶进出港区的主通道。航道自东庠岛东南侧起，经湾口和湾内点，分别至南部岸段水域。

5) 松下港区航道

松下港区航道包括松下港区主航道、元洪作业区航道和牛头湾作业区航道。松下港区主航道：自湾口外笠屿北侧锚地附近至东洛锚地附近，全长 13.8km，有效宽度 420m，设计底标高-12.0~-13.0m，满足 10 万吨级散货船双向通航。

元洪作业区航道：自东洛锚地至元洪码头，全长 13.1km，有效宽度 150m，设计底标高-7.3~-8.1m，满足 3 万吨级集装箱船乘潮通航。

牛头湾作业区航道：自湾口外笠屿北锚地至康宏码头回旋水域，全长 18.9km，有效宽度 250m，设计最小通航水深 11.1~12.0m，满足 7 万吨级散货船乘潮单向通航。

4.3.4 旅游资源

平潭众多资源中以旅游资源最为突出，类型多样，且极具特色，在全国其他旅游景区实属罕见。习近平总书记曾 21 次来平潭调研，对平潭始终关怀深切，多次对平潭发展给予肯定、作出指示。他曾盛赞平潭旅游资源十分丰富，海貌风光有独到之处，是国内甚至世界上少有的，发展旅游业前景广阔。在全国已有的 78 种类型的旅游资源中，平潭涵盖有 36 种类型，颇具典型性。其中，海滨沙滩、海蚀形态、奇特造型山石、典型地质构造、岛屿风光、浪潮景观、海域游览、森林风光、湖泊、大型渔业养殖场、游乐活动场所、休疗养环境、乡土建筑等具有很高的旅游观赏和



科学考察价值，尤其以海滨沙滩和奇特造型山石等海蚀地貌最为奇特。石牌洋、海坛天神等八大景区被评为国家级重点风景名胜区，2005年平潭海坛风景名胜区列入国家申报世界自然遗产预备名单。平潭具有东南沿海优越的沙质滩涂，海岸线绵长，海滨沙滩长约70km。平潭的海滨沙滩滩面广阔，坡度平缓，沙质适中、洁净，无污染，主要的特征值符合休闲度假与开展海滨运动要求。项目所在的海坛湾海滨沙滩位于海坛岛东部，海水清澈湛蓝，沙滩连绵9.5km，沙质细白，数个小沙丘陵将沙滩分成六截，沙滩的平均坡度 2.2° 。背后有葱郁的防护林带，海上有岛屿岩礁，组合条件好，是目前国内发现的最大的海滨浴场之一。

4.3.5 海洋能源资源

平潭地处风区地带，风力资源为全国最佳区，风能密度每平方米达 2.7kW ，平均大于 5m/s 的有效风速7000h以上，可装风力发电机组约 $2 \times 10^3\text{kW}$ ，已在城北乌石山和莲花山建立了风力发电实验站。长江澳是实验区的7大风口之一，一期6000kW风电项目已于2000年10月15日上网发电，二期项目是全国最大的风电项目之一，总装机容量为10万kW，总投资7.8亿元，建成投产后年发电量2.5亿kW时，年创产值1亿多元。

4.4 海洋生态环境现状调查与评价

4.4.1 海洋水文动力环境现状调查与评价（略）

4.4.2 海洋地形地貌与冲淤环境现状调查与评价（略）

4.4.2.1 工程区地形地貌及物理地质现象

工程区位于平潭岛北部及大练岛海岸线附近，为滨海侵剥蚀丘陵、台地、滨海海积平原、潮间带缓坡地貌为主，岛屿、岛礁发育。工程区海岸线曲折，岬湾相间，海积海岸和基岩海岸相间。沿岸海蚀平台及海蚀崖较发育，海积海岸以沙滩海岸为主。

工程区未发现大型的滑坡、泥石流、崩塌、坍塌、地面塌陷等不良地质现象，工程区附近亦未发现古河道、古冲沟、渊等。但工程区处于海岛，海岸受风浪及潮水作用较强，且工程区处于台风多发区，受恶劣天气影响，海浪对岸坡冲刷较严重，局部岸坡存在小规模的山崩、坍塌现象。各段整治边坡场地边坡上、中部岩土体主要由残积砂质粘土或全风化岩、强风化岩组成，边坡下部岩土体主要为弱风化岩。



残积砂质粘土或全风化岩、强风化岩受雨水浸泡后，力学强度将降低，对坡体稳定不利，尤其是坡体开挖形成临空面，受降雨等不利因素影响，局部存在崩塌、滑坡及掉块等现象。根据现场查勘主要有：大练岛渔限村侵蚀边坡（东、西）侵蚀边坡、大练岛月举村边坡（南）侵蚀边坡、大练岛围东村（东）侵蚀边坡、海坛岛南盘村侵蚀边坡（南）、海坛岛丰田村侵蚀边坡、海坛岛青峰村侵蚀边坡、海坛岛青峰村海防路侵蚀海岸边坡等现状均存在不同程度的崩塌、滑坡及掉块等现象。

4.4.2.2 工程区地层岩性（略）

4.4.2.3 主要修复区海域地形地貌与冲淤状况（略）

4.4.3 海水水质调查与评价（略）

4.4.4 海洋沉积物现状调查与评价（略）

4.4.5 海洋生物质量调查与评价（略）

4.4.6 海洋生态现状调查与评价（略）

4.5 陆生生态现状调查与评价（略）

4.6 大气环境质量现状调查与评价

4.6.1 收集资料

根据《2023 年 12 月及 1-12 月平潭环境空气质量》，2023 年 1-12 月，实验区环境空气质量达标率为 98.9%，其中：一级达标天数 217 天，二级达标天数 144 天，污染天数 4 天；环境空气质量综合指数为 1.95，优于全省九个设区城市；6 项污染物指标年均浓度均达到国家标准，二氧化硫（SO₂）浓度均值为 2μg/m³，同比保持不变；可吸入颗粒物（PM₁₀）浓度均值为 27μg/m³，同比上升 17.4%（4μg/m³）；臭氧 8 小时（O₃-8h）90%分位值为 124μg/m³，同比上升 6.9%（8μg/m³）；二氧化氮（NO₂）浓度均值为 8μg/m³，同比上升 14.3%（1μg/m³）；细颗粒物（PM_{2.5}）浓度均值为 14μg/m³，同比上升 16.7%（2μg/m³）；一氧化碳（CO）95%分位值为 0.6mg/m³，同比下降 14.3%（0.1g/m³）。

2023 年平潭环境空气质量监测结果统计表

表 4.6-1

CO 单位为 mg/m³，其余为 μg/m³

综合指数	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	O ₃	首要污染物
	均值	均值	均值	均值	日均值第 95 百分位数	日最大 8 小时平均值第 90 百分位数	
1.95	2	8	27	14	0.6	124	臭氧



综合指数	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	O ₃	首要污染物
	均值	均值	均值	均值	日均值第 95 百分位数	日最大 8 小时平均值第 90 百分位数	
达标天数（%）			98.9				

为进一步了解工程所在区域环境空气质量现状，本工程收集了“福建省环境空气质量信息发布平台”2025年6月25日-7月1日平潭环境空气质量监测站的数据进行大气环境现状评价。

4.6.2 监测点位、时间及监测项目（略）

4.6.3 监测及评价结果（略）

4.6.4 大气环境质量现状评价结论

由监测结果可知，平潭现状监测的各项监测指标均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准，大气环境质量良好，本工程所在区域环境空气质量总体良好。

4.7 声环境现状调查与评价（略）



5 环境影响预测与评价

5.1 水文动力影响预测与评价

5.1.1 数学模型

(1) 计算区域的确定

由于本项目涉海工程位于海坛岛北部以及大练岛，西面是地形复杂的海坛海峡海湾区域，东面是台湾海峡北端的相对开阔水域，相关海域内有数量众多的海岛。这些海湾和岛屿对本项目海域潮流流场的分布有重要的影响。因此，为了更好地反映项目区域的真实水动力状况，本项目进行数值模拟区域宜以项目海域为中心，覆盖整个海坛海峡以及海坛岛、大练岛等诸多岛屿。

(2) 数值模型的选取

工程附近海域水平运动尺度远大于垂直运动尺度，水文要素的垂向变化较小，本文采用丹麦水力学研究所研制的采用非结构网格的平面二维 MIKE 21FM 模型来研究项目相关海域的潮流场运动。MIKE 21 FM 作为一款可以解决带自由表面的二维流动问题的通用模型，可以用于湖泊、河口和海岸等可简化为平面二维问题的模型研究工作。该模型包括水动力、波浪、泥沙和环境等模块。MIKE 21 FM 模型采用基于非结构网格的有限体积法求解。其优点是可以很好地拟合复杂地形，并保证物质通量守恒，且计算速度较快。其中的水动力模块（MIKE 21 HD）可以通过求解连续性方程和动量方程来计算各网格点不同时刻的水位及流速值，可以很好地预测分析不同驱动力下相关海域的潮位变化及不同时刻的潮流流态。

(3) 模型控制方程

质量守恒方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0 \quad (\text{式 5.1-1})$$

动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) - fv + \frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} \quad (\text{式 5.1-2})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} \quad (\text{式 5.1-3})$$

其中 ζ 为水位， h 为静水深， H 为总水深， $H=h+\zeta$ ； u, v 分别为 x, y 方向的垂向



平均流速； g 为重力加速度； f 为柯氏力参数， C_z 为谢才系数， $C_z = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数； ε_x 、 ε_y 分别为 x 、 y 方向的水平涡动粘滞系数。

(4) 定解条件

初始条件：

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t) |_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t) |_{t=t_0} = v(x, y, t) = 0 \end{cases} \quad (\text{式 5.1-4})$$

固边界取法向流速为零，即 $\vec{v} \cdot \vec{n} = 0$ 。

漫滩边界：在潮滩区域采用干湿网格法处理。

外海开边界采用潮位数据作为边界强迫。

(5) 模型水深资料

根据中国航海图书出版社出版发行的最新海图及项目实测地形数据，结合海岸地形内插求得计算海域内各计算格点的水深。工程用海范围内水深采用实测水深数据，模型其他区域采用了“白犬列岛至南日群岛（14110#，1：15 万）”、“海坛海峡及附近（14129#，1：7.5 万）”、“海坛海峡北部（14131#，1：2.5 万）”、“海坛海峡东部（14141#，1：3.5 万）”等海图水深数据。模型采用动边界，参照最新的遥感影像资料，以最高潮时海岸等高线作为计算域的边界。本报告计算的涉海工程包括：

1) 甲澳沙滩、南盘村（南段）护脚修复；2) 岱峰村、白沙村 B 段、白胜村、立新村、围东村 A、B、月举村南北、渔限村东西边坡修复抛石护脚；3) 海藻场修复投放人工礁体区；4) 大练岛北部沙滩人工补沙、埋设排水箱涵、2 条充填砂袋拦沙堤；5) 砾石滩补砾石修复；6) 中国鲎生境修复鲎居及地形改造。其中礁体投放采用礁体阻水体积等效方法概化为相关区域的底地形抬升，其余涉海工程引起的水环境变化通过将相关区域水深修改为工程建设完成后的水深方式实现。

(6) 模型网格构建

为正确反映工程区潮汐潮流特征，同时能够适用于探讨工程建设对周边海域的影响，选择海坛岛北部及大练岛为主要的模拟区域并向外进行了适当的延展。最终选定的模型区域完整覆盖了海坛岛，海坛海峡及周边海域。本模型计算范围及网格

见下图，模型网格逐层加密处理。模型采用三角形网格对计算域进行剖分，整个模型区域共 57735 个节点，109121 个网格单元，最小网格尺度 5m，准确贴合复杂多变的岸线、岛屿。

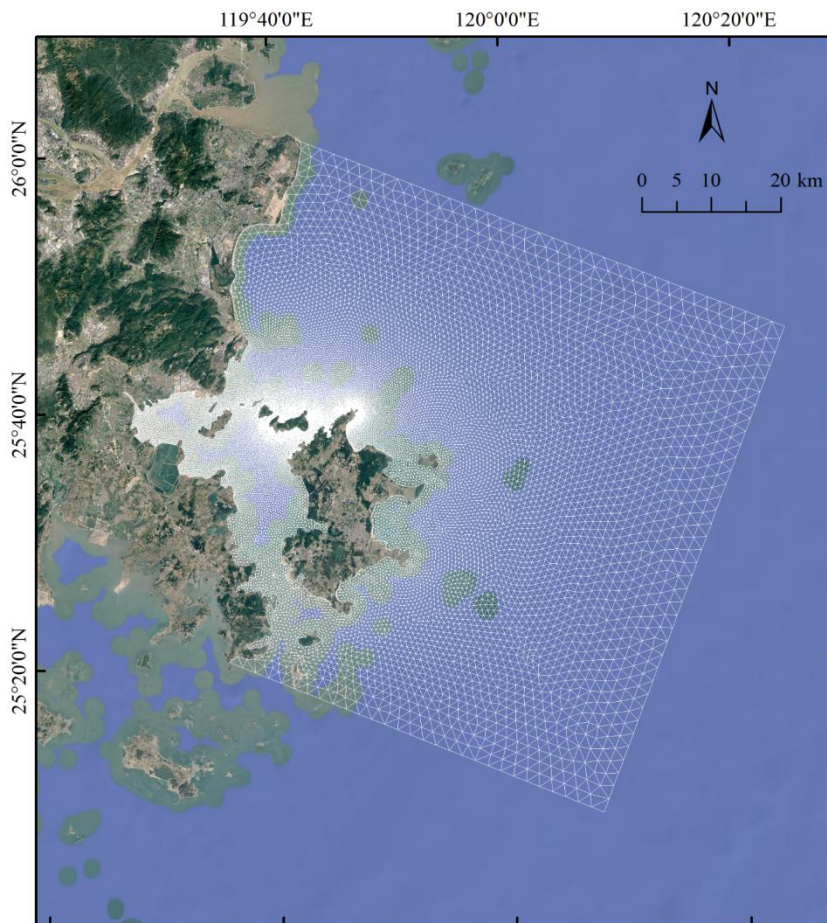


图 5.1-1 模型计算网格示意图

(7) 模型基本方程：

海岸线设置为固体边界，取法向流速为零。在外海边界处应用了从 TPXO 全球潮汐模型中提取的以 M_2 、 S_2 、 K_2 、 N_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 八个主要分潮生成的潮位时间序列，并根据实测潮汐数据进行了适当的修正。模型起算时间为 2020 年 6 月 1 日 00:00，计算时间步长设置为 60s，初始条件水位设置为 0m。

5.1.2 潮流场数学模型验证

(1) 模型验证数据

本模型采用 2020 年 6 月~7 月的大潮海流观测数据和临时潮位观测数据进行验证，观测站位分布于项目用海周边关键位置，可较好检验模型在用海区域的模拟效



果，测站具体位置见下图和下表。

定点水文站位表

表 5.1-2

站号	经度 (° E)	纬度 (° N)	调查内容
C1	25° 41' 13.92"	119° 38' 05.64"	海流观测
C2	25° 41' 06.36"	119° 43' 51.96"	海流观测
C3	25° 41' 35.88"	119° 50' 10.32"	海流观测
C4	25° 36' 50.04"	119° 34' 39.72"	海流观测
C5	25° 36' 39.6"	119° 38' 54.96"	海流观测
C6	25° 37' 41.52"	119° 49' 54.12"	海流观测
T1	25° 37' 2.28"	119° 42' 18.72"	潮位观测
T2	25° 39' 9.66"	119° 47' 3.84"	潮位观测

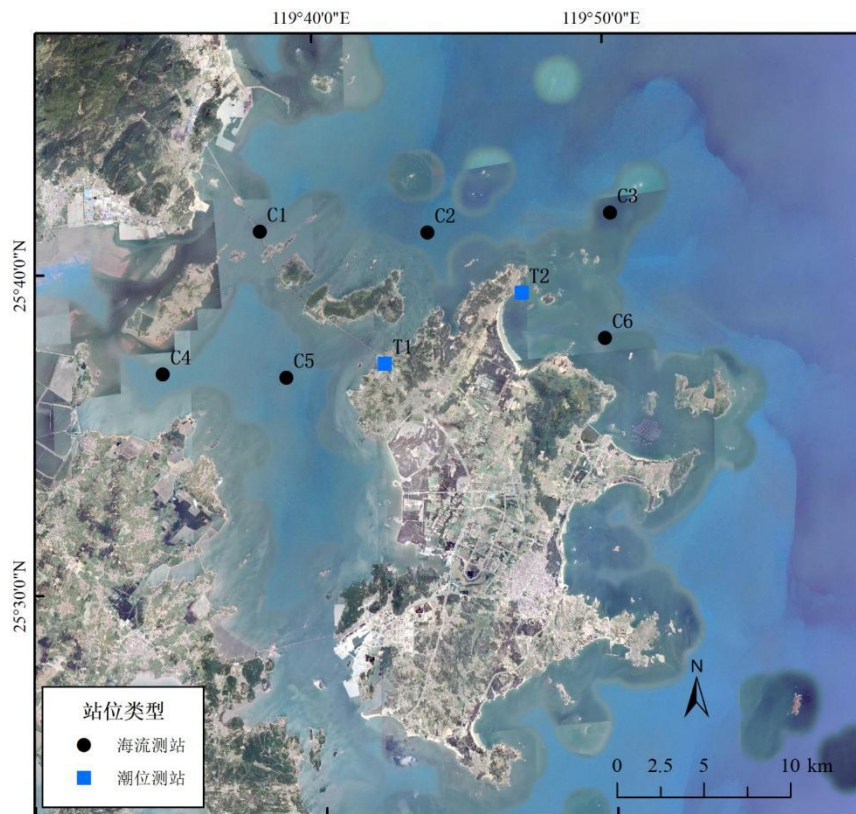


图 5.1-2 现场观测站位示意图

(2) 模拟效果验证

大潮期模型模拟海流和实测数据的比较分别见图 5.1-3 和图 5.1-4，其中线代表模拟结果，星号标志代表观测数值。

从验证图中可以看出，海流验证点的计算流速、流向和实测数据基本吻合，流速流向过程线与观测结果较为一致。模拟流速值的大小和实测流速值略有偏差，可



能是受到气象、地形等因素的影响，也可能是由于观测数据受到临时水动力扰动影响所致。由图 4.3-4 可以看出，潮位观测点的计算潮位与实测值吻合得较好，两者的时间序列曲线变化特征基本一致。以上验证对比结果表明：本报告数学模型采用的物理参数和计算参数基本合理，计算方法可靠，能较好地再现项目海域的水动力过程，可用于进行项目工程对周边海域的水环境变化影响评价和预测。

5.1.3 工程前潮工程建设引起的水文动力变化

5.1.3.1 研究海区水动力环境分析

计算区域海域现状大潮期间涨急和落急潮流模拟结果分别见图 5.1-5 和图 5.1--6。

本项目位于大练岛及海坛岛北端区域。由流场矢量图可见，福清湾内和海坛海峡的潮流基本呈往复流形式，涨潮流一支从东北往西南流经本项目区域由海坛海峡北东口水道和大、小练岛间水道涨入海坛海峡和福清湾海域，另一支绕过海坛岛后由南向北经由海坛海峡南部水道流入海坛海峡。项目附近及海坛海峡海域内落潮流和涨潮流流向基本相反。海坛海峡内潮水分南北两支分别经南北两端水道汇入外部开放水域，其中北侧落潮流经过大、小练岛和海坛之间水道，流速较快。

5.1.3.2 项目用海对潮流场影响分析

（1）项目附近水动力变化

本项目工程对相关海域物理形态改造较大的工程是沙滩和砾石滩修复，中国鲎生境改造和海藻场修复区，这些工程主要位于水动力较弱的海湾内，而岸坡修复工程抛石护脚涉海纵向宽度较小，对附近潮流场的影响极小。

由图 5.1-7 至图 5.1-10 项目附近海域工程前后大潮涨急和落急时刻流态变化和流速变化量对比可看出，工程建设完成后，项目附近的涨落潮流流态没有明显变化，工程引起的流速变化量也较小，基本在 5cm/s 以下，且影响范围局限在具体工程附近，对区域海洋水动力的扰动不明显。

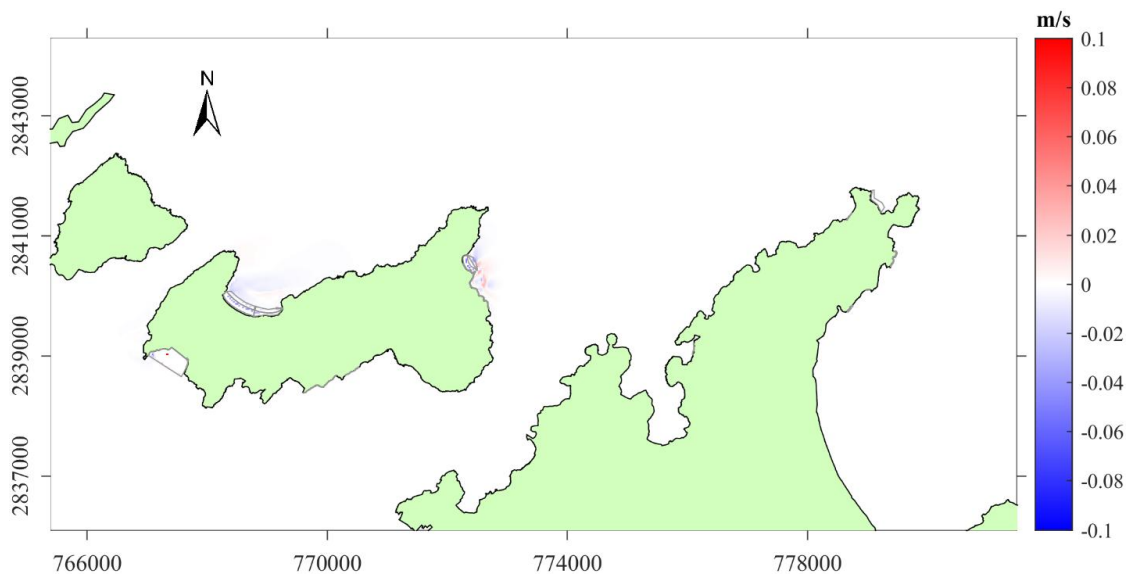


图 5.1-3 项目附近工程建设前后大潮流速变化量图（涨急时刻）

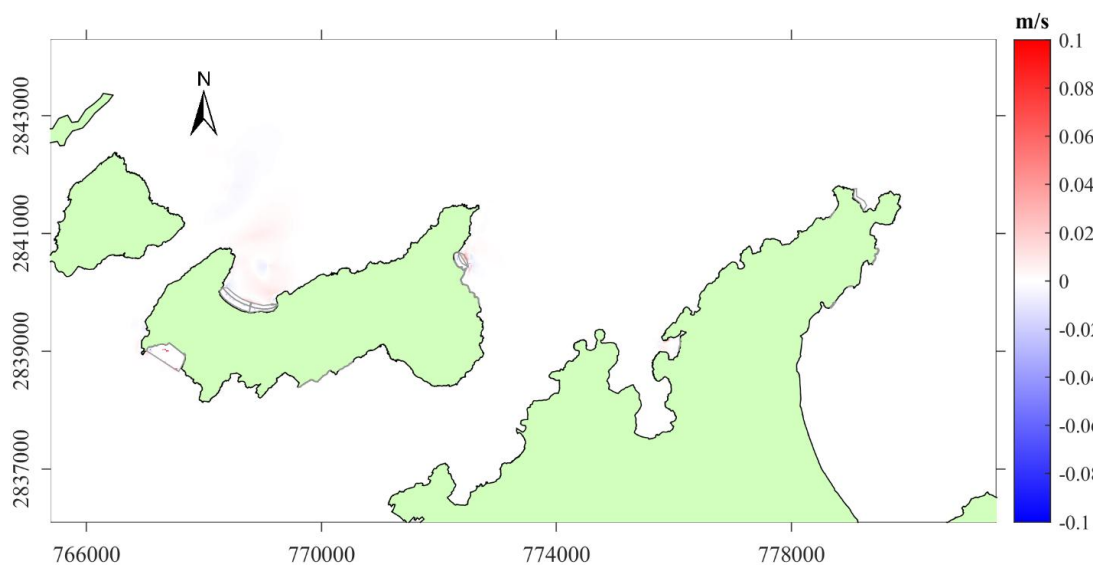


图 5.1-4 项目附近工程建设前后大潮流速变化量图（落急时刻）

（2）工程区局部水动力变化

沙滩修复区、砾石滩修复区、中国蚶生境修复区和海藻场修复区工程建设前后大潮涨急和落急时刻的潮流矢量对比和流速变化量分别见图 5.1-11 至图 5.1-26。本项目涉及的抛石护脚修复工程由于高程较高，基本只有大潮高平潮时候才有可能淹没部分区域，对区域水动力的影响非常小，在此不再展开描述。

沙滩修复工程实施前后，整体流态变化不大，流向改变主要发生在施工区域。沙滩修复后，沙滩区域整体地形抬高，纳潮量相应减小，涨潮流将减小，同样地，

改造后滩面的整体坡度增大，落潮流相应有所增加，但变化主要集中在沙滩改造区域附近，且变化量较小，大部分区域变化量小于 4cm/s ，但东侧拦沙堤附近流速将增大。与沙滩修复区相比，砾石滩修复区域海域水动力更强，砾石滩改造后，滩面高程提升，纳潮空间的减小会对沿岸潮流造成一定的影响，主要表现为项目附近的涨落潮流速减小，但流速较小量不大，涨急时刻 2cm/s 流速变化区域可延伸至 400 米以外沿岸，落急时刻则主要集中在施工区域 200 米范围内。中国鲎生境修复区域，工程前后大潮涨急时刻潮流变化很小，但落急时刻潮流变化较大，最大变化量可达 20cm/s ，主要是修复区内底地形改造所致，由于该工程施工区域整体高程较高，其影响基本不会扩散至周围其他区域，对周围海域涨落潮流的影响很小。海藻场修复区域，整体对工程局部水动力的影响很小，涨落潮流变化量小于 2cm/s ，且主要分布在海湾内。

总体而言，本项目涉海工程附近海域的涨、落急潮流场与工程前趋于一致，相关工程的建设对附近的水动力要素有一定影响，但影响较小，且影响范围主要集中在施工区域或附近小范围内，项目相关工程的建设对相关海域的水环境影响较小。

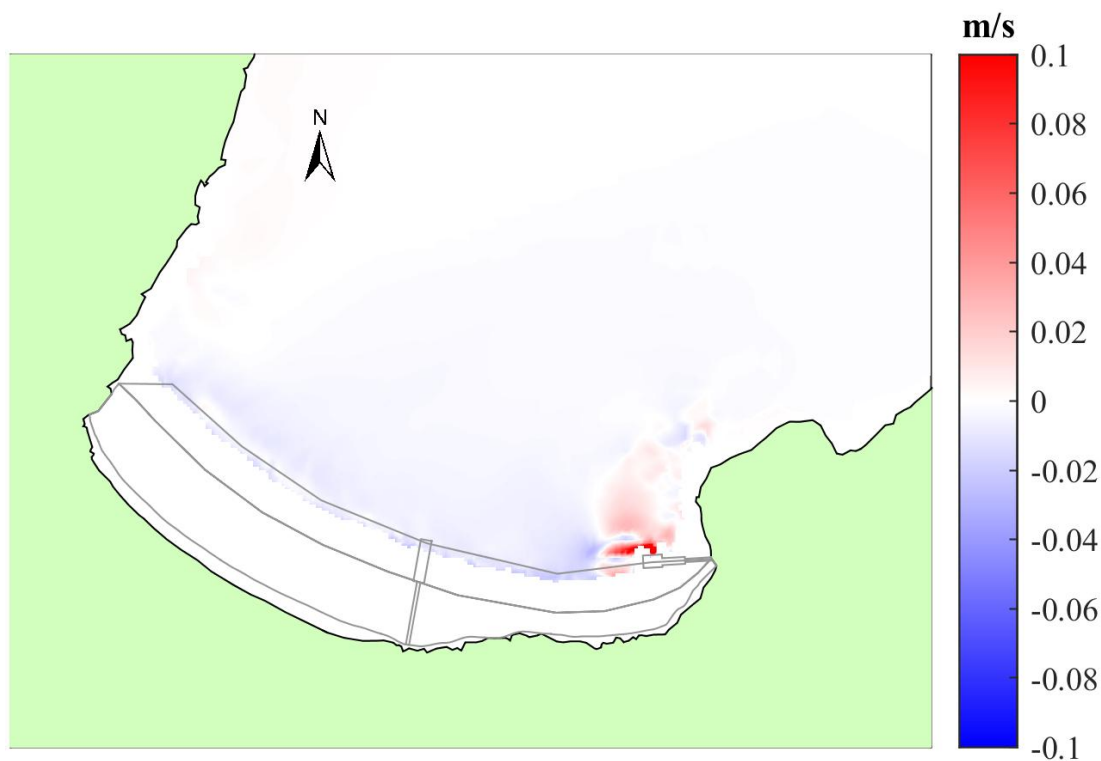


图 5.1-5 沙滩修复前后大潮涨急时刻流速变化量图

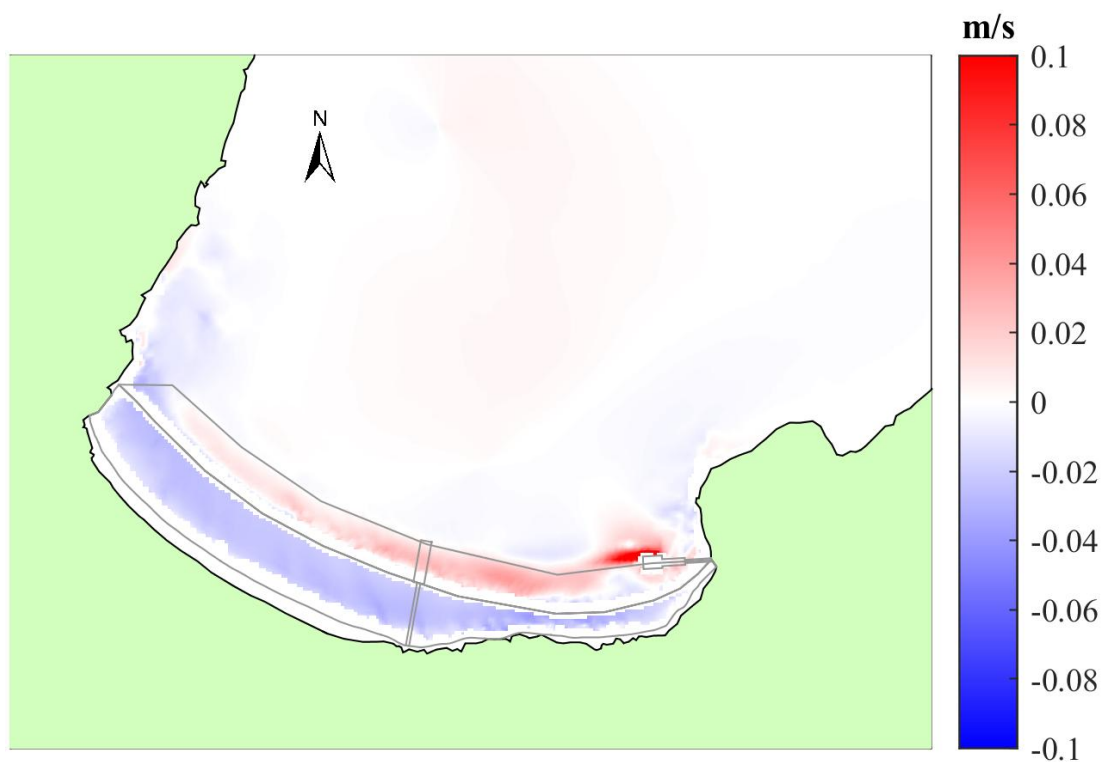


图 5.1-6 沙滩修复前后大潮落急时刻流速变化量图

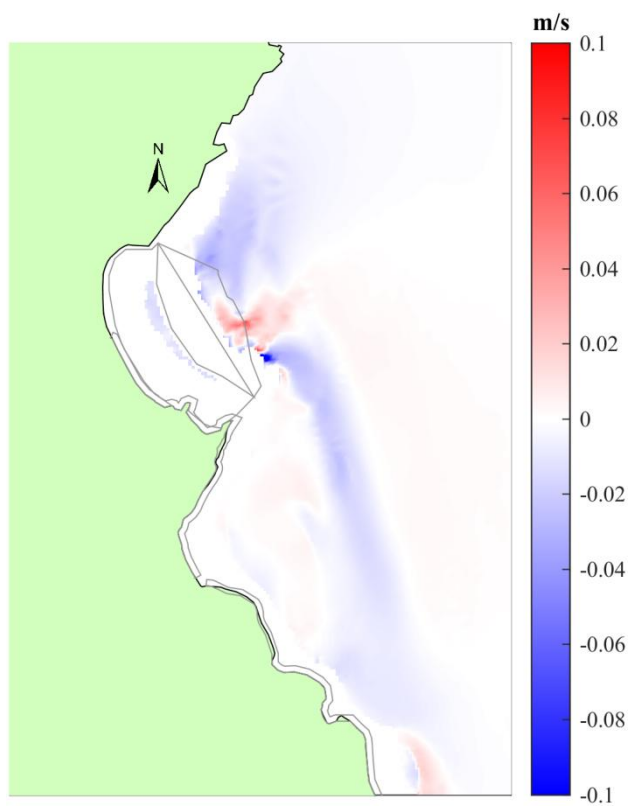


图 5.1-7 砾石滩修复前后大潮涨急时刻流速变化量图

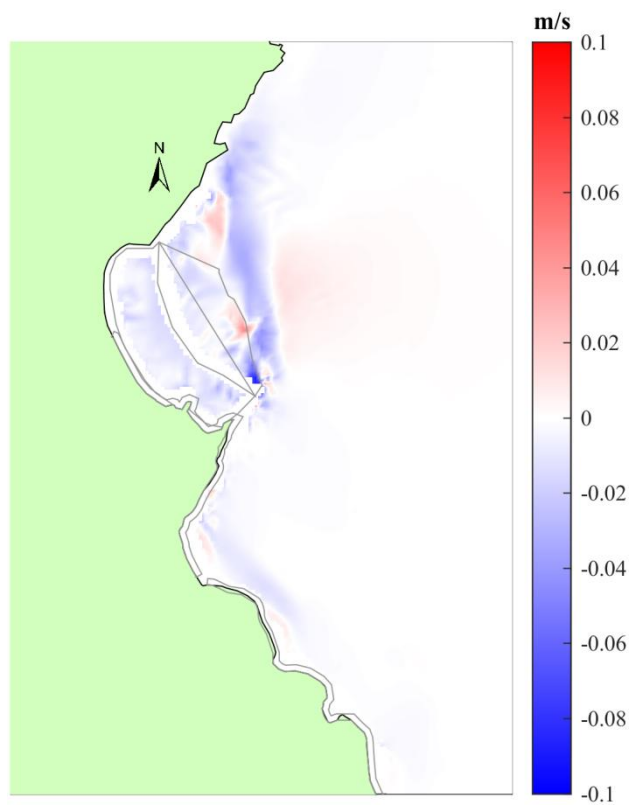


图 5.1-8 砾石滩修复前后大潮落急时刻流速变化量图

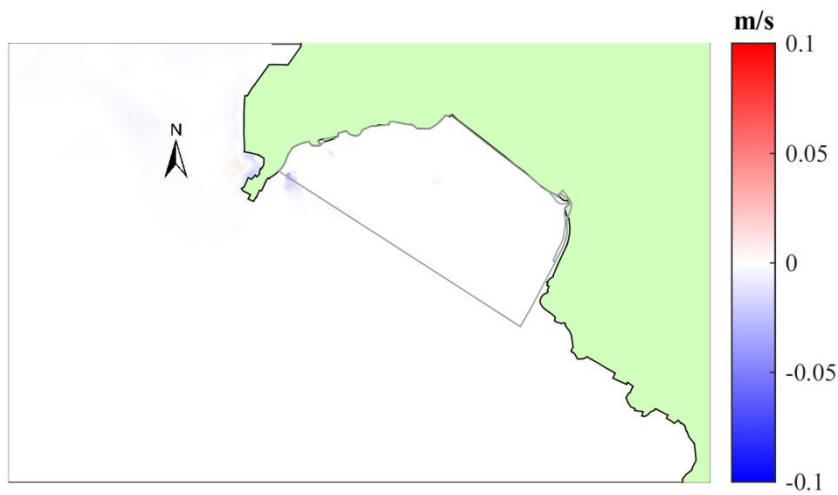


图 5.1-9 中国鲨生境修复前后大潮涨急时刻流速变化量图

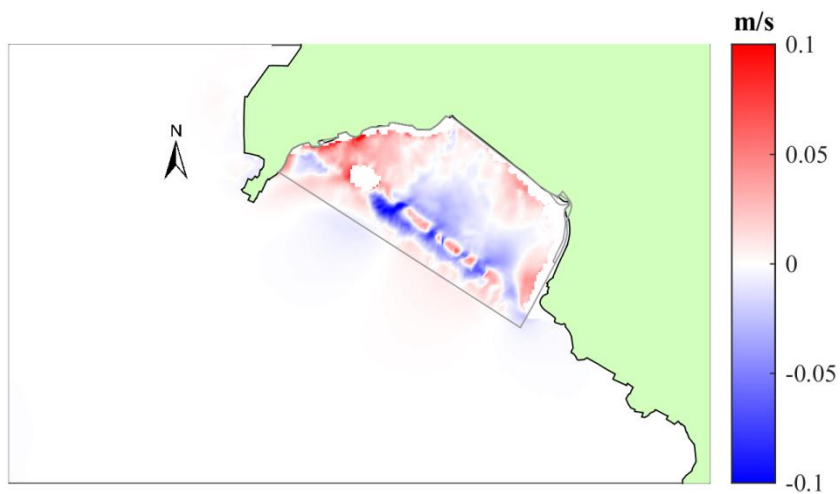


图 5.1-10 中国鲨生境修复前后大潮落急时刻流速变化量图

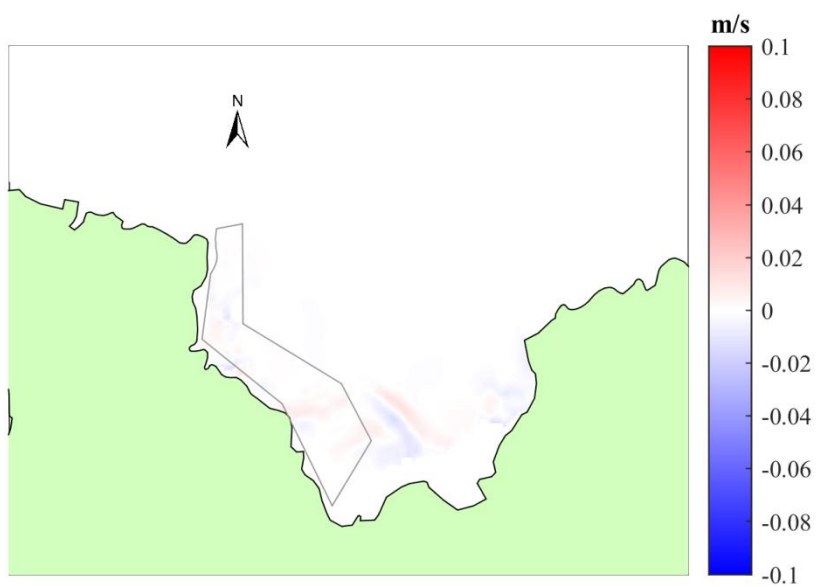


图 5.1-11 海藻场修复前后大潮涨急时刻流速变化量图

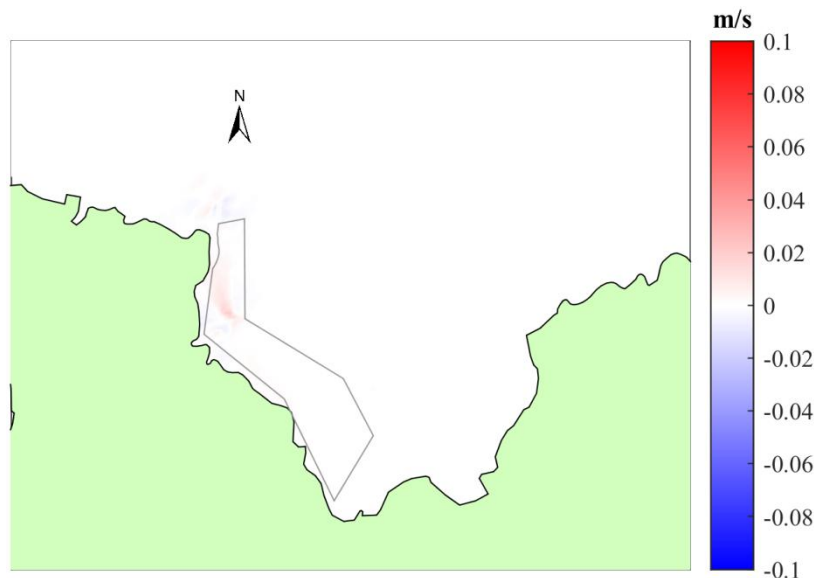


图 5.1-12 海藻场修复前后大潮落急时刻流速变化量图

5.2 岸滩冲淤环境影响预测与评价

5.2.1.1 冲淤计算方法

水流夹带泥沙输移引起的床面冲淤变化，是一个复杂的物理过程，鉴于泥沙输移的复杂性和令人信服的小尺度泥沙淤积精确模拟预测方法的欠缺，本项目采用行业内常用的半经验半理论的计算方法评估项目工程建设对相关海域悬沙沉降的影响并由此可能引发的海床冲淤变化。

工程建设引起的工程附近区域冲淤变化计算公式如下：

窦国仁的潮汐水流悬沙运动微分方程为：

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(qS)}{\partial x} + \alpha\omega(S - S_*) = 0 \quad (5.2-1)$$

式中 S 为含沙量， q 为单宽流量， H 为水深， ω 为悬沙沉降速度， S_* 为水流挟沙能力， α 为悬沙沉降几率。

对式（4.3-1）在一个潮周期内积分，可得时均方程（略去时均符号）：

$$HS|_T - HS|_0 + \frac{\Delta(qS)}{\Delta x}T + \alpha\omega(S - S_*)T = 0 \quad (5.2-2)$$

罗肇森指出，在 H 和 S 为周期函数时， $HS|_T - HS|_0 = 0$ ，而在潮汐水流中，潮位过程与含沙量过程并不对称，但在取长时间序列时， $HS|_T - HS|_0$ 数值与后两项相比很小，略去后式（4.3-2）可近似写为：



$$\Delta(qS) = -\alpha\omega(S - S_*)\Delta x \quad (5.2-3)$$

以下标 1 表示工程前，下标 2 表示工程后，可以得到：

$$\Delta(q_1S_1) = -\alpha\omega(S_1 - S_{*1})\Delta x \quad (5.2-4)$$

$$\Delta(q_2S_2) = -\alpha\omega(S_2 - S_{*2})\Delta x \quad (5.2-5)$$

工程后单位面积上的淤积体厚度，即一个潮周期时段的淤积强度为：

$$\Delta z = \frac{[\Delta(q_2S_2) - \Delta(q_1S_1)]T}{\Delta x \cdot \gamma_0} = \frac{-\alpha\omega T(S_2 - S_{*2}) + \alpha\omega(S_1 - S_{*1})}{\gamma_0} \quad (5.2-6)$$

以淤积为正，并假定工程建设后不改变边界的泥沙来源条件，则（3-6）可以写为：

$$\Delta z = \frac{\alpha\omega T(S_{*1} - S_{*2})}{\gamma_0} = \frac{\alpha\omega TS_{*1}}{\gamma_0} \left(1 - \frac{S_{*2}}{S_{*1}}\right) \quad (5.2-7)$$

一年中的淤积强度可表示为：

$$p = n\Delta z = \frac{\alpha\omega n TS_{*1}}{\gamma_0} \left(1 - \frac{S_{*2}}{S_{*1}}\right) \quad (5.2-8)$$

式中， p 为泥沙年冲淤强度（m）， n 为一年中潮数， ω 为悬沙沉降速度（取 0.00045m/s）， T 为潮周期（s），当 $\omega T > H$ 时，以水深 H 作为一个潮周期时段的沉降距离。 α 为悬沙沉降几率，根据罗肇森研究结果，对于潮汐河口或近海区域，泥沙粒径小于 0.03mm 时 $\alpha = 0.67$ ， γ_0 为淤积体的干容重（kg/m³）， $\gamma_0 = 1750(D_{50})^{0.183}$ ， D_{50} 为悬沙中值粒径（mm）， S_{*1} 、 S_{*2} 为工程前和工程后的水流挟沙能力（kg/m³）。

在没有完整的现场资料情况下，淤泥质海岸海域的年平均含沙量场 S_* 可选择刘家驹挟沙力公式计算：

$$S_* = 0.0273\gamma_s V^2 / (gH) \quad (5.2-9)$$

式中， γ_s 为泥沙容重（取 2650kg/m³）， V 为海流速度（m/s）， g 为重力加速度， H 为水深（m）。

经过化简得：



$$p = n\Delta z = \frac{\alpha\omega nTS_{*1}}{\gamma_0} \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \frac{H_2}{H_1} \right] \quad (5.2-10)$$

$$\text{即: } P = \Delta z = H_1 - H_2 = \frac{\alpha\omega\Delta tS_{*1}}{\gamma_0} \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \frac{H_1}{H_2} \right] \quad (5.2-11)$$

式中, Δz 为冲淤强度 (m), H_1 和 H_2 分别为工程前后水深 (m), Δt 为冲淤历时 (s)。

式 (4.3-11) 经推导化简可得 Δz 的合理解:

$$\Delta z = \frac{1}{2} \left[(H_1 + \beta\Delta t) - \sqrt{(\beta\Delta t - H_1)^2 + 4\beta\Delta tK^2H_1} \right] \quad (5.2-12)$$

$$\text{式中, } \beta = \frac{\alpha\omega S_{*1}}{\gamma_0}, K = \frac{v_2}{v_1}。$$

5.2.1.2 冲淤计算结果分析

由于岸线修复抛石护脚工程体量较小, 参考同类工程建成后的情况分析, 其对海域冲淤变化影响极小。由于沙滩修复区和砾石滩修复区底质为含泥量很低的砂和砾石, 单纯的水动力评估方法不宜进行相关区域的侵蚀作用评估, 故本报告仅评估预测相关工程实施后的可能悬沙回淤情况, 沙滩及砾石滩的侵蚀及形态演变已组织专门的数值模拟及物理模型专题进行评估预测。

沙滩修复、砾石滩修复、中国鲎生境修复和海藻场修复工程建设完成后的年冲淤量变化分别见图 5.2-1 至图 5.2-4。

预测结果表明, 沙滩修复工程实施后, 回淤主要可能发生在海滩东西两侧以及填砂区坡底线附近, 最大年淤积量在 0.1m 左右。砾石滩修复区域, 回淤主要分布在修复区北侧区域海域, 年淤积量在 0.1m 以下, 但砾石滩坡底线附近局部区域有较大的回淤可能。中国鲎生境修复区, 工程实施后, 冲淤主要发生在修复外缘线附近, 且主要发生在西侧, 局部区域最大年侵蚀量为 0.15m, 最大年淤积量为 0.16m。海藻场修复区, 由于该工程对相关海域的改成程度较低, 基本不会对相关海域的冲淤环境造成影响。

计算结果表明本项目部分工程建设会对相关海域的冲淤现状造成影响, 但现实情境下随着冲淤过程的深入和地形向适应工程后水动力环境方向的调整, 冲淤强度将逐年减小, 最终达到相对稳定的平衡状态。

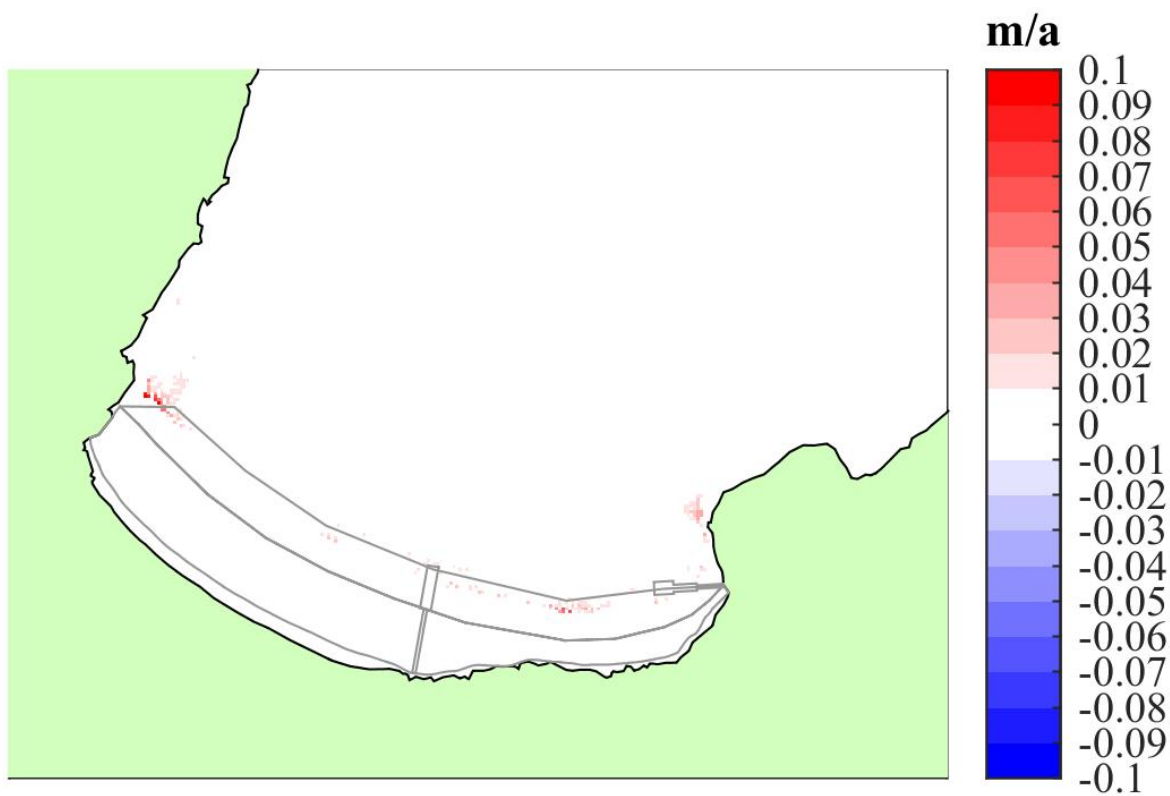


图 5.2-1 沙滩修复工程实施后年冲淤变化量（正值代表淤积，负值代表侵蚀）

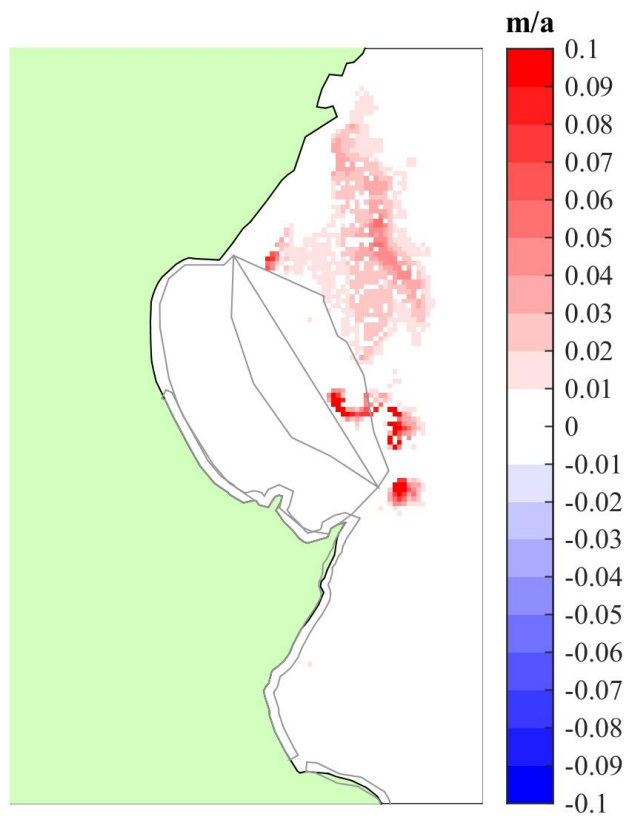


图 5.2-2 砾石滩修复工程实施后年冲淤变化量

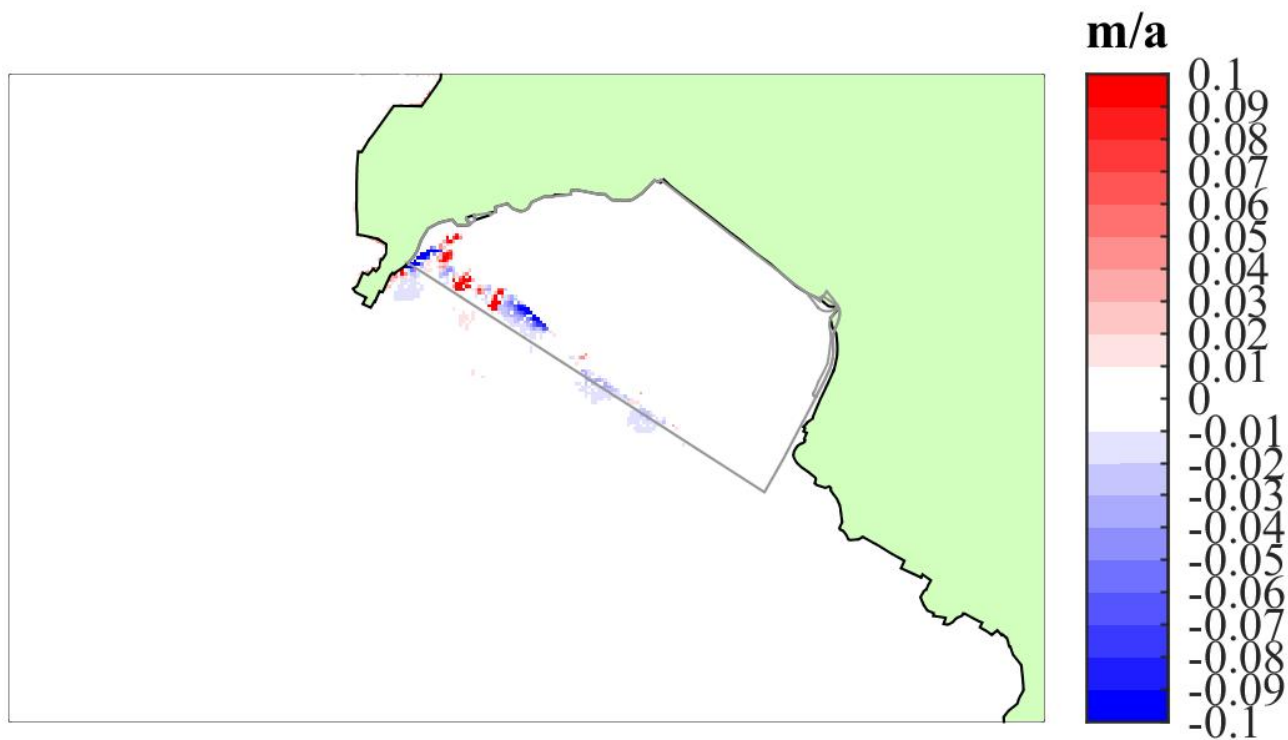


图 5.2-3 中国蟹生境修复工程实施后年冲淤变化量

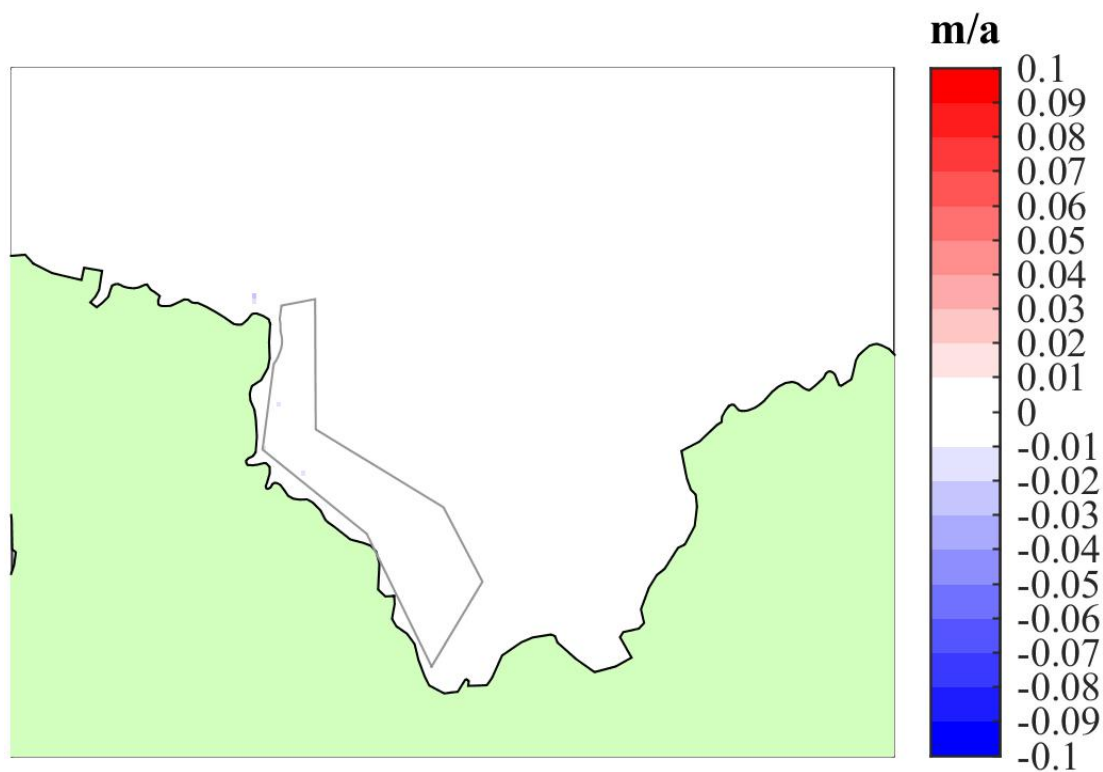


图 5.2-4 海藻场修复工程实施后年冲淤变化量

海藻场修复工程实施后泥沙回淤强度变化发生在生态修复区周围，由于流场的变



化使得年淤积强度增加，增加幅度在 1cm/a~5cm/a，部分区域超过 5cm/a。总的来说，工程后在流速减小的区域容易产生淤积，在流速增大的区域容易产生冲刷。箱涵建设区同步开展了沙滩修复，因此工程实施后泥沙回淤强度变化发生在沙滩修复区周围。中国鲎修复区、岸坡修复工程建设后所在海域流速变化幅度不大，因此产生的冲淤变化不大。

5.3 海水水质影响预测与评价

5.3.1 施工期悬浮泥沙入海预测分析

(1) 预测模型控制方程

悬沙扩散方程：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad (\text{式 5.3-1})$$

其中：

h 为水深，单位 m ；

$\bar{c}$ 为垂线平均含沙量，单位 kg/m^3 ；

D_x , D_y 分别为 x , y 方向的泥沙扩散系数，单位 m^2/s ；

Q_L 为泥沙单位面积流量，单位 m^3/s ；

C_L 为泥沙输入源强含沙量，单位 kg/m^3 ；

S 为床沙侵蚀或淤积速率项，单位 $kg/m^3/s$ 。

(2) 参数设置

工程建设期间不考虑本底值，均置为 0，仅考虑项目建设引起的悬沙增量。悬浮物沉降速度根据《港口与航道水文规范》（JTS 145-2015）及 2022 年局部修订要求，在缺乏实测资料条件下推荐取 0.0004m/s~0.0005m/s，计算时取平均值 0.00045m/s，悬浮物源强见 3.4.1.1 节。

(3) 悬浮物扩散模拟方案

在充分分析项目施工区域地形，水动力情况基础上，在施工的区域选取代表点对施工作业产生的悬浮物扩散进行模拟计算，悬沙扩散的点源布设位置见图 5.3-1。在每个代表点都进行独立的悬沙扩散模拟，得到施工作业代表点的最大影响范围，在分析对比各个点位悬沙扩散情况的基础上，综合考虑各代表点与施工区域的位置关系，得到整个施工期内的悬浮泥沙最大可能影响包络线面积。

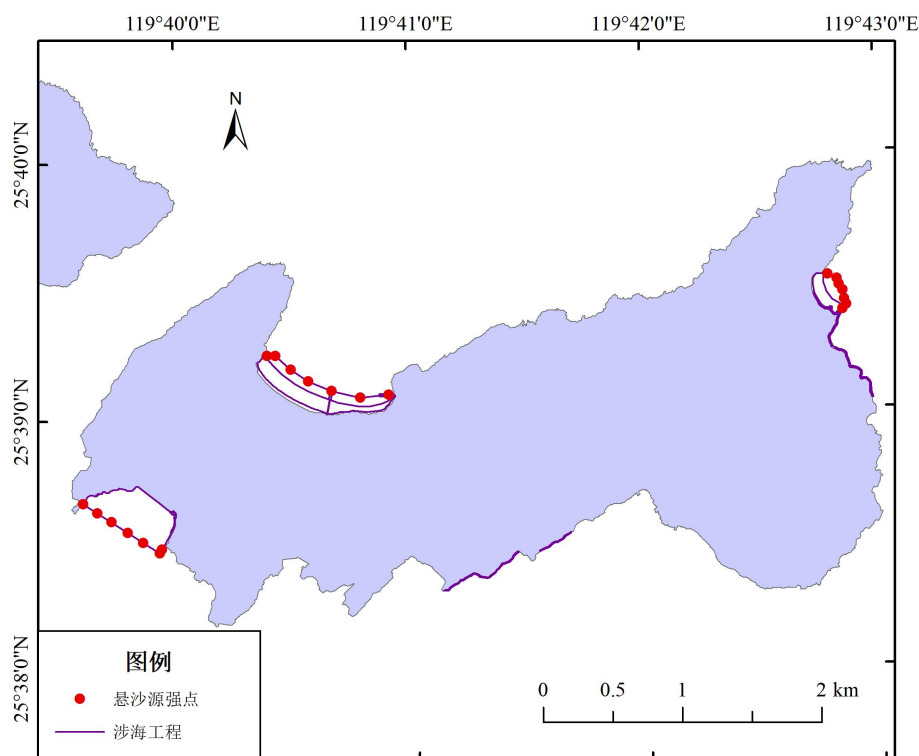


图 5.3-1 悬沙扩散点源位置布设图

(4) 施工期泥沙入海扩散模拟结果分析

图 5.3-2~4 分别是沙滩补沙、砾石滩补砾和中国鲎生境平整地形工程入海悬浮泥沙扩散的最大浓度增值包络范围分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，还受到潮流输运作用的影响。表 5.3-1 为施工过程入海悬浮泥沙影响面积统计表，表 5.3-2 为不同工程悬沙扩散最远距离统计表。

从图 5.3-2~4 和表 5.3-1 中可以看出，这三处工程造成的悬沙源强较小，工程虽然在水动力较弱的海湾内进行，悬沙扩散至外围海域后很快会被海流稀释，其造成的影响范围主要分布在施工区域附近。悬沙扩散影响范围与相关工程的施工范围有较大关联，沙滩修复和中国鲎生境修复的悬沙影响范围比砾石滩修复更大。沙滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.327749km²；大于 50mg/L 包络面积约为 0.289201km²，大于 100mg/L 的包络面积约为 0.271820km²；中国鲎生境修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.347095km²；砾石滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.187718km²。

三处工程的主要施工区域都是属于露滩区域，在露滩时间施工后续形成的悬沙影响范围很小，在高潮位状态施工情景下，当施工停止后，悬浮物浓度可较短时间



内降低至 10mg/L，总体而言相关工程建设产生的悬沙对当地海洋环境的影响较小。

施工期泥沙入海包络线影响范围表

表 5.3-1

悬沙浓度(mg/L)	面积(km ²)		
	沙滩修复	砾石滩修复	中国鲎生境修复
>10	0.327749	0.187718	0.347095
>20	0.309849	0.124754	0.319510
>50	0.289201	0.085124	0.295138
>100	0.271820	0.059034	0.277902

施工期泥沙入海最大扩散距离表

表 5.3-2

区域	悬沙最大扩散距离 (m)			
	100mg/L	50mg/L	20mg/L	10mg/L
沙滩修复	140	170	190	210
砾石滩修复	80	170	270	290
中国鲎生境修复	170	200	240	280

5.3.2 施工废水排放的影响

施工期废水包括陆域施工人员生活污水和施工车辆机械冲洗产生的生产废水，施工期污水若不经处理直接排入海域，尽管产生量不大，也将污染局部海域水体。施工单位应建设临时处理设施，做好施工污水的处置工作。

(1) 施工生活污水

施工生活区租用当地民房，可利用现有的污水处理设施，1#、2#施工区及工程区产生少量粪尿污水。施工高峰人数约为 313 人，若用水量按 30L/人·d 计，排污系数按 80%计，生活污水高峰排放量为 7.5m³/d。生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮、总磷，其浓度分别为 350mg/L、200mg/L、60mg/L、3.5mg/L。粪尿污水经环保厕所打包纳入民房现有生活污水收集系统，对海域水环境影响较小。

(2) 施工生产废水

运渣车辆离开各施工区时，需对车辆进行冲洗，采用高压水枪冲洗，汽车冲洗用水量取 120 L/辆·次，冲洗时间约 10 min/辆·次，废水折算系数取 0.8，则各施工区废水冲洗量约为 0.58m³/h。车辆冲洗废水主要污染物为 SS。废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）后，回用于本系统，沉泥定期清理至中转渣场，基本不会对工程海域产生不良影响。

(3) 施工船舶污水

本项目施工期船舶含油污水和生活污水产生的量小，经船载收集装置收集，由



有资质的船舶油污水接收船接收上岸处理，对海水水质造成的影响很小。

5.3.3 营运期地表水环境的影响

本项目为海洋生态保护修复项目，属于非污染型项目，营运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 海域沉积物环境影响分析

工程建设对海洋沉积物的影响主要表现为工程施工产生的悬浮物扩散和沉降的影响。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没有影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。

根据悬浮泥扩散范围分析，悬浮泥沙增量 $>10\text{mg/L}$ 的扩散范围为 0.8625km^2 ，主要影响工程区周边 1km 以内的海域。沉降的悬浮泥沙覆盖原有的表层沉积物。在上述沉降过程中，沉积物中原有的污染因子，会部分转移至水体中，其余部分仍保留在悬浮泥沙中，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购；对填充物料需进行成分检定，符合标准限值的物料才能用于本项目，因此，虽然泥沙悬浮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變化。

5.5 海洋生态影响预测与评价

5.5.1 海洋生态影响分析

对海洋生态环境的影响主要是：①岸线修复工程、排水箱涵、中国鲎居、海藻场贝藻礁永久性占用海域，占用、破坏底栖生物生境，造成底栖生物量损失；②沙滩修复（含临时拦沙堤）、砾石滩修复、中国鲎生境修复区地形改造、海藻场修复区礁石清扫施工中暂时性破坏底栖生物生境，造成底栖生物量损失；③施工期悬浮泥沙入海对浮游生物、游泳动物、鱼卵仔鱼造成影响。



5.5.1.1 对浮游生物的影响

施工导致水中悬浮物含量增多，增加海水的浑浊度，减弱水体的真光层厚度，从而降低海洋初级生产力，随之浮游植物生物量下降，进而影响以浮游植物为饵料的浮游动物，单位水体中的生物量也必然相应地减少，过量的悬浮物质会使浮游动物食物过滤系统和消化器官受到阻塞，类比长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。

根据数模预测结果，沙滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.3277km²；中国鲎生境修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.3471km²；砾石滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.1877km²。上述范围水域内的浮游生物将受到不良影响。但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，在施工作业后的 5 小时可恢复到二类海水水质标准，12 小时内基本恢复到正常值。

随着工程结束，悬浮泥沙的沉降，水质将逐渐恢复，浮游生物群落会逐渐恢复正常。浮游生物群落的重新建立需要几天到几周时间。工程施工产生的悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。

5.5.1.2 对底栖生物的影响

海坛岛北部海藻场贝藻礁、大练岛中国鲎居、排水箱涵、两岛海岸边坡修复抛石护脚及月举村生态护脚均为构筑物用海，永久性占用海域。该范围内的底栖生物及其栖息地将受到彻底破坏，并造成永久性的底栖生物量损失。但工程用海面积较小，底栖生物损失量也较小。

沙滩修复（含临时拦沙堤）、砾石滩修复、中国鲎生境修复区地形改造、海藻场修复区礁石清扫施工中暂时性破坏底栖生物生境，并造成临时性的底栖生物量损失。对于生存于底质表层的底栖动物（如虾类），会因缺氧窒息和机械压迫而死亡；对于常年生存于底质内部的底栖动物（如沙蚕、有壳软体类），绝大多数仍能正常存活；对于活动能力较强的底栖动物（如鰕虎鱼），在受到惊扰后，会迅速逃离受污染的区域。受临时性破坏的区域范围内，工程结束后底栖生物群落将逐渐得到恢复并重建。



5.5.1.3 对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。海水中悬浮物在许多方面面对游泳生物产生不同的影响。首先是水体中悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料的繁殖生长，其次水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，因为悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，将沉积在鳃瓣鳃丝及鳃小片上，损伤鳃组织或隔断气体交换的进行，严重时甚至导致窒息。

施工作业引起水体悬浮物含量变化，并因此造成水体浑浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲状，这必然会引起鱼类和其他游泳生物等的回避反应。根据预测由于本工程施工期间悬浮泥沙影响范围有限，鱼类的规避空间大，受此影响不大；而虾蟹类因其本身的生活习性，大多对悬浮泥沙有较强的抗性。因此施工悬浮泥沙对该海域游泳生物的影响有限，且这种影响是暂时的，随着施工结束而消失。

本项目施工期间施工机械噪声对施工区邻近海域中的鱼类将产生一定的影响，对噪声敏感鱼类可能会受到惊吓而远离施工现场。

5.5.1.4 对鱼卵、仔稚鱼的影响

悬浮泥沙对鱼卵、仔稚鱼的影响主要表现为：影响胚胎发育，降低孵化率；悬浮物堵塞幼体鳃部造成窒息死亡，大量的悬浮物造成水体严重缺氧而死亡；悬浮物有害物质二次污染破坏水体正常的生物化学过程，破坏鱼类的产卵场、索饵场，破坏鱼类资源的自我更新机制，也使鱼卵、仔稚鱼体内的生理机制发生改变，体内残毒增多，成活率降低。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔稚鱼对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。由于局部悬浮物浓度增高，水色透明度下降，抑制浮游植物繁殖生长，从而导致海域初级生物力下降，进而影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度，影响鱼类幼体的摄食率，最终影响其发育和变态。万瑞景等（2002）发现鳀鱼卵、仔稚幼鱼的密集分布中心正是叶绿素 a 的高值区。朱鑫华等（2002）也认为鳀鱼卵、仔稚鱼分布对透明度要求较高。Miller（1974）在研究夏威夷近岸鱼类分布时发现，浊度是影响仔鱼丰度的最主要指标之一，浊度与仔鱼丰度呈负相关关系。他认为：浑浊的水体减小了仔鱼的视野范围，影响它们的集群，从而难以抵御水流对集体运动一致性干扰。Blabert 等（1997）在研究



Sarawak 和 Sabah 河口的鱼类浮游生物多样性时，发现恶劣的物理条件如高浊度等，导致该两河口的多样性要比其他热带河口低得多。悬浮泥沙沉降后，泥沙对鱼卵的覆盖作用，使孵化率大幅度下降；同时大量的泥沙沉降掩埋了水底的石砾、碎石及水底其他不规则的类似物，从而破坏了鱼苗借以躲避敌害、提高成活率的天然庇护场所。

总之，悬浮物增加以及在物理条件和饵料生物减少的共同作用下，会降低鱼卵的孵化率，还会对已孵化的仔、稚鱼的生长和生存带来不利影响，降低鱼类种群密度，影响渔业资源。本项目海域施工会有一定的悬浮泥沙入海对鱼卵、仔稚鱼造成不利影响，但这种影响是暂时的，随着施工结束而消失，影响有限。

5.5.1.5 运行期对海洋生态的影响

根据预测结果可知，本项目实施引起的海洋水文水动力改变小，对区域海洋沉积物分布影响较小，进而对项目区周围底栖生物的栖息环境以及对近岸海域的游泳生物基本无影响。

海藻场修复通过增加藻类种群，可能为浮游动物提供更多的食物来源，进而促进浮游生态系统的稳定。海藻场修复和中国鲎生境修复同样有助于提升底栖生物的多样性。通过恢复海洋生态系统的完整性和多样性，海藻场修复等工程也可能为鱼类提供更多的食物来源和更好的生存环境。中国鲎生境修复通过营造鲎居并进行增殖放流，有助于中国鲎种群的恢复及繁衍生息。

5.5.2 海洋生物量损失估算（略）

5.6 陆域生态环境影响评价

5.6.1 工程占地影响分析

根据现场调查，评价区内植被类型主要包括沿海防护林植被、滨海盐沼植被等。防护林植被以木麻黄为主，局部区域分布有湿地松，防护林下层分布有地五节芒、铺地黍、苕麻、薜荔、鬼针草、狗牙根、山菅兰、白茅等。滨海盐沼植被主要包括海边月见草、鬣刺、鼠尾粟等。

项目永久占地土地类型主要为林地等，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。



临时占地涉及林地、耕地、水利及水利设施用地等，占用林地将破坏地表植被改变土壤理化性质，占用耕地将对土地生产力产生一定的影响。

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。

工程占地不可避免地破坏占地区植物及植被。本工程巡护道改造提升、岸线边坡修复、防护林补植种植、海藻场建设等不新增建设占地；巡护道改造提升对现状道路进行拓宽，工程占地施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。工程沿线主要植被均为常见种。工程建设不会占地面积较小，工程占地造成占地区个体损失和植被生物量的减少，不会造成植物种类的消失或灭绝。

5.6.2 施工期陆域生态影响分析

5.6.2.1 对植被资源及生态的影响

（1）对主要植被类型的影响

根据陆域生态现状调查结果，工程所在区域的植被类型由海向陆大致可分为滨海沙生植被、沿海防护林植被及农田耕作植被等。工程施工对植被的影响主要是生态景观工程占地范围内原有植物的剥离、清理及占压。在施工过程中，土壤开挖区范围内植物的地上部分与根系均被清除，施工带两侧的植被由于挖掘土石堆放、人员的践踏、施工车辆和机具的碾压而受到不同程度的破坏，会造成地上部分破坏甚至死亡，对工程施工范围及其周边区域的植被资源和生态将造成一定程度的破坏和影响，造成一定生物量的损失。本工程为生态修复项目，对于植被损失量的影响较小，生态缓冲带实施能有效补偿岸线修复工程施工造成的植物生物量损失，整体植被覆盖率将得到有效提升。对于修复工程范围外受工程施工影响而裸露的地面区域，应及时采取撒播植草的绿化措施，恢复原有的丘陵灌草丛和滨海沙生植被群落，从而降低施工造成的植被损失。

（2）对植物多样性的影响

工程占地涉及主要为基岩海岸的灌草丛或荒地，涉及少量灌木丛。工程的建设将造成一定数量的生物量损失。工程所在区域及其周边的植物区系成分以及植被群



落类型主要为广布性和次生性成分、或广泛栽培的种类及群落类型，工程施工对区域地带的植物物种多样性、以及植被群落生态多样性影响较小。

（3）对珊瑚菜的影响

本项目陆域生态调查发现长江澳后滨沙丘中有国家Ⅱ级重点保护野生植物珊瑚菜，近年来由于砂质海岸生态环境遭破坏、游客等无序采摘的影响，珊瑚菜生存环境遭到了破坏，现有珊瑚菜数量大幅度减少。本项目是生态修复项目，项目实施后可提高陆域生态功能，对珊瑚菜进行保育。因此，在加强项目施工期陆域生态保护措施的前提下，对珊瑚菜的影响较小。

5.6.2.2 对野生动物资源的影响

（1）对鸟类的影响

受海岛自然属性的地理空间隔离，工程所在区域生境中常见的野生动物主要为鸟类，其他野生脊椎动物的物种及其种群数量均较低。由于水鸟的飞翔、迁移能力较强，一旦环境出现不利其生存的因素，将飞往附近或别处类似生境栖息和觅食，项目施工的短期行为对这些鸟类种群数量、结构造成的影响较小。

工程施工期间应加强宣传教育，严禁打鸟、猎鸟、捡拾鸟卵，严格控制施工范围，结合鸟类繁育及迁徙高峰期，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。因此，在加强项目施工期鸟类生态保护措施的前提下，项目建设对鸟类的影响是暂时的。

（2）对其他野生动物的影响

本项目施工时可能会惊扰周边野生动物，暂时影响动物的生境，但根据现场踏勘，这些项目的工程范围内，野生动物活动痕迹不明显，因此对野生动物的影响有限。工程施工期间，受施工机械振动、施工车辆和施工人员的活动影响，栖息在施工区域的部分两栖类动物或爬行类动物将受到一定影响，离开施工干扰区，迁移到附近的农田、林地或水域生活。由于工程施工占地及影响范围有限，不致危及其生存。施工结束后随着植被的逐渐恢复，生态环境逐步改善，它们将陆续返回，种群数量会得到恢复。

5.6.2.3 对水土流失的影响

工程施工中临时占用土地，将扰动区域内的原有地形地貌，损坏原有的地表、



植被，使原有的蓄水保土功能降低，引起土壤加速侵蚀，但在中后期随着植被的生长及覆盖，该情况将得到有效改善。

5.6.3 营运期陆域生态影响分析

本项目为生态修复项目，修复滨海沙地植被修复，完善海滩生态系统的完整性，可在一定程度上增加防护林面积，提升防护林生态功能。

构建草本-草本+灌木-乔木的生态防护林带，丰富了林相结构、提升了区域植被盖度及林间生态功能，可丰富区域鸟类生境，增加物种多样性。

本工程为生态修复项目，工程建设对于周边野生动物的生境是有利的。工程施工结束后，随着影响因子的消失，工程平稳运行，项目区植被逐渐得到恢复并稳定，生态环境逐步改善，动物的生境得以修复，项目区原来分布的野生动物会陆续返回，种群数量会得到恢复，动物多样性将逐步回到原有的水平，工程对野生动物的影响也会逐渐消失。另外由于工程后期的植物绿化和植被恢复，项目区的植被将变得更加丰富，会吸引更多的野生动物来此栖息与活动。

5.7 对环境敏感目标的影响

5.7.1 对生态保护红线的影响

由于项目涉及 4 个自然保护地，自然保护地基本划入生态保护红线，因而本项目涉及生态保护红线的建设内容与自然保护地内容相同。本项目涉及福建平潭国家地质自然公园、福建十八村海岛国家森林公园 2 类生态保护红线。福建十八村海岛国家森林公园生态保护红线类型为防风固沙，福建平潭国家地质自然公园生态保护红线类型为防风固沙及海岸防护物理防护极重要区。涉及生态保护红线面积共计 41.96ha。

工程建设旨在提升海坛岛和大练岛海岸带防灾减灾体系的完整性、稳定性和有效性，充分发挥海岸带生态系统防潮御浪、固岸护坡以及防风固沙等减灾功能，提升海岸生态系统多样性，显著增加公众生活空间，全面提升平潭综合实验区的海洋生态安全，助力平潭“一岛两窗三区”建设。长江澳后滨修复工程目的在于保护沙丘，提高其生态景观功能、后期维护能力及防风固沙能力；防火道改建能够显著提升森林的防火效率与安全性，有效控制火势的蔓延，降低火灾造成的损失；海藻场进行藻类生境恢复，修复投放贝藻礁，可减轻海浪对海岸的侵蚀；边坡修复工程



为修复受侵蚀岸线、裸露边坡，进行植被种植恢复生态系统，并采取稳定边坡的措施；沙滩修复人工补沙针对现状受侵蚀的沙滩，不属于建设活动，修复需建设充填砂袋临时拦沙堤，以减轻海浪对沙滩的侵蚀，后期砂袋会自然破损；同时需对现状排水渠进行拆除改建，改为沙滩底下埋设排水箱涵，以保证区域排涝安全。

5.7.2 对自然保护地的影响

5.7.2.1 福建平潭国家级地质公园

本项目长江澳海岸带生态保护修复区、海坛岛北部生态保护修复区和大练岛海岸带生态保护修复区均涉及福建平潭国家级地质公园，涉及总面积 33.6507hm²。本工程涉及福建平潭国家级地质公园的工程内容有：长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程沙丘整形修复、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障、后滨植被补植修复、二级防火巡护道改造；海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程海藻场修复；海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程大部分岸坡修复大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程巡护道新建及改造提升、风障；大练岛北部海滩修复与养护工程沙滩人工补沙、拦沙堤及排水箱涵、渔限村海岸边坡修复，上述工程均涉及自然生态区。此外，海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程海藻场修复还涉及青峰村仙人桥三级地质遗迹保护区；大练岛北部海滩修复与养护工程沙滩人工补沙、拦沙堤及排水箱涵、边坡修复还涉及二级地质遗迹保护区岭下保护区（II1），详见表 5.7-1。

（1）对生态系统的影响

1）对生态系统特有程度的影响

影响评价区的生态系统主要为森林生态系统，主要植被类型以沿海防护林植被、山地森林植被、山地灌草丛植被等为主，占用区域以木麻黄群系、台湾相思群系、五节芒群系、斑茅群系、铺地黍群系、藜群系、鬼针草群系、仙人掌群系、蓖麻群系、蓝花琉璃繁缕群系、金缕梅群系、狗牙根群系、番杏群系、马缨丹群系、益母草群系等为主。施工区域主要以木麻黄、台湾相思及草本植物为主，均为常见的森林生态系统类型，在中国南方沿海地区广泛分布，因此受项目影响的生态系统类型并非特有生态类型。

本工程采取生态修复、森林补植、防护林更新的措施对区域进行植被恢复，丰



富区域林木多样性、增强区域防灾减灾功能，对生态系统结构的影响是正向的。

2) 对景观类型面积的影响

经过现场踏勘，影响评价区内主要景观类型有耕地、林地、草地、住宅用地、商业用地、工矿仓储用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。

工程临时用地涉及福建平潭地质公园北自然生态区面积 0.63hm^2 ，其中，施工便道涉及面积 0.25hm^2 ，施工区 0.38hm^2 ，占地质公园陆域面积的 3.3%。项目施工期会使临时用地范围内景观类型发生暂时的变化，在施工期结束后会进行植被恢复，复绿后项目景观类型不变。永久占地范围内因修筑道路及设施，新形成永久人工景观，但面积较小，虽对地质公园各现有景观系统类型面积有一定影响，但属可接受范围。

(2) 地质遗迹影响分析

1) 地质遗迹资源的完整性与连续性影响

涉及地质公园的工程措施选用生态的材质，提升长江澳沙滩景点的可达性及观赏性；在海岸边坡上构建固坡护坡生态边坡体系，提高海岸防护能力，提升海岸边坡稳定性，对礁石结构稳定性及周边地质地貌起到了保护作用；工程补砂和海岸修复有助于拓宽和加固海岸带，改善海滩的质地和稳定性，海岸边坡修复，通过构建固坡护坡生态边坡体系，提升海岸边坡稳定性，对礁石结构稳定性及周边地质地貌起到了保护作用，不破坏海蚀地貌景观的自然完整性和连续性。由于工程不涉及地质遗迹点，基本不会对重要地质遗迹造成不利影响。

2) 地质遗迹景观视觉影响

涉及地质公园的工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不破坏地质公园内的自然资源、自然遗迹以及自然景观，不改变其自然状态和历史风貌建设完成后，有效改善区域生态环境，通过生态设计优化和后期管护，可最大限度降低对地质公园视觉景观的负面影响，并逐步实现与周边自然环境的协调。



本工程与地质遗迹资源影响分析

表 5.7-1

工程名称	涉及地质公园保护区	建设内容	与区内重要地质遗迹位置关系	完整性与连续性影响分析	地质遗迹类型	景观视觉影响分析
长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程	北自然生态区 (11.1581ha)	沙丘整形修复、风障布置、堤上观测道新建、丘间管护通道新建、二级巡护道改造、迎风口缓冲区（临时性庇护所）、后滨植被修复	距离长江澳沙滩遗迹点 1km	对后滨沙滩进行修复，选用生态的材质，起到防风固沙、防灾减灾、保护生态等作用；工程场地进行梳理修复，提升长江澳沙滩景点的可达性及观赏性，不分割长江澳沙滩的连续性。工程不涉及地质遗迹点，基本不会对重要地质遗迹造成不利影响	海积地貌的沙滩景观	实施植被修复措施，可稳定沙丘，形成连续绿色屏障，提升景观的生态完整性和视觉和谐度；沿场地地貌走向布置防风障、降低对自然景观的冲击感，确保防风效果与景观协调统一。步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成观景平台，兼具休憩与防护功能，整体可提供新的观景视角
海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程	北自然生态区 (4.4313ha)	南盘村（南）、岱峰村、白胜村、白沙村、青峰村、甲澳沙滩、甲澳、丰田村（北）侵蚀边坡修复	距离仙人桥遗迹点 0.2km	在海岸边坡上构建固坡护坡生态边坡体系，提高海岸防护能力，提升海岸边坡稳定性，对礁石结构稳定性及周边地质地貌起到了保护作用，不破坏海蚀地貌景观的自然完整性。工程不涉及地质遗迹点，工程建设对其结构和功能不产生直接影响	海蚀地貌景观	该工程以边坡安全加固为核心，虽需采用硬质措施，但通过生态设计优化（如自然化抛石、灌草植被绿化）和后期管护，可最大限度降低对地质公园视觉景观的负面影响，并逐步实现与周边自然环境的协调。
海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程	北自然生态区 (0.6881ha)	厚壳贻贝修复、藻类种植、贝藻礁投放	距离仙人桥遗迹点 0.19km	礁石清理仅对礁石表面的杂乱构筑物、生物膜及藤壶等附着生物进行清理，不会破坏礁石原本的结构稳定性及周边地质地貌，不破坏海蚀地貌景观的自然完整性和连续性。工程不涉及地质遗迹点，工程建设对其结构和功能不产生直接影响	海蚀地貌景观	工程实施均在水下进行，水面无固定设施（如浮标、围栏等），对水上景观直接影响较小，不影响海面开阔视野。海藻场修复后，将丰富水下植被，可增强海水清澈度（藻类固沙减浊），岸上观景时将呈现更健康的蓝绿色水域。
	仙人桥三级保护区 (1.7131ha)				海蚀地貌的海蚀拱桥景观	



工程名称	涉及地质公园保护区	建设内容	与区内重要地质遗迹位置关系	完整性与连续性影响分析	地质遗迹类型	景观视觉影响分析
大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程	北自然生态区 (0.3596ha)	渔限村海岸边坡修复	距离岭下通天门、通天门海蚀崖遗 1.43km，距离渔限海蚀地貌遗迹点 0.04km	在海岸边坡上构建固坡护坡生态边坡体系，提高海岸防护能力，提升海岸边坡稳定性，对礁石结构稳定性及周边地质地貌起到了保护作用。工程不涉及地质遗迹点，基本不会对重要地质遗迹造成不利影响	海蚀地貌海蚀崖景观	该工程以边坡安全加固为核心，虽需采用硬质措施，但通过生态设计优化（如自然化抛石、灌草植被绿化）和后期管护，可最大限度降低对地质公园视觉景观的负面影响，并逐步实现与周边自然环境的协调。
	岭下二级保护区 (0.1153ha)					
大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程	北自然生态区 (0.5890ha)	后滨植被种植、防护林补植及抚育更新、管护道路、管护平台建设、风障布置	距离岭下通天门、通天门海蚀崖遗 0.80km，距离渔限海蚀地貌遗迹点 0.23km	对后滨植被进行补植更新，有效提升防护林景观效果；管护道路及风障布置抵御风沙侵害的同时，提升用地价值，不破坏海蚀地貌景观的自然完整性和连续性。工程不涉及地质遗迹点，基本不会对重要地质遗迹造成不利影响	海蚀地貌景观	工程实施后，可减少防护林裸斑面积，提升沙地植被覆盖率，改善景观破碎化特征，防护林更新抚育可增强林带连续性，补植后丰富林带层次，增强景观美感，工程实施整体上有利于保护区景观视觉的提升。
大练岛北部海滩修复与养护工程	北自然生态区 (5.3568ha)	沙滩人工补沙、临时拦沙堤及排水箱涵建设	距离岭下通天门、通天门海蚀崖遗 0.92km，距离渔限海蚀地貌遗迹点 0.04km	工程补砂和海岸修复有助于拓宽和加固海岸带，改善海滩的质地和稳定性，不破坏海蚀地貌景观的自然完整性和连续性。工程不涉及地质遗迹点，基本不会对重要地质遗迹造成不利影响	海蚀地貌海蚀崖景观	大练岛沙滩修复人工补沙针对现状受侵蚀沙滩，可恢复沙滩历史面貌，拦沙堤、排水箱涵建设与景观环境协调，排水管涵埋于沙滩下方，拦沙堤后期会自然破损，不影响地质遗迹景观
	岭下二级保护区 (9.2403ha)					



3) 人文景观影响分析

本项目工程占地范围不涉及人文景观，针对长江澳、海坛岛北部和大练岛等平潭北部薄弱区域存在的生态系统受损、防灾减灾能力不足等一系列海洋生态灾害问题，实施侵蚀岸线修复与生态恢复、开展海滩和后滨植被修复等措施进行综合修复，提高沿海植被防风效果，逐步恢复海滩-防风林的海滩系统，通过开展沙滩修复和养护，增强海滩稳定性，改善沙滩质量，形成完整而稳定的海滩地貌系统，显著提高修复海岸防灾减灾能力，不断增强海洋生态系统功能，牢筑海岸带生态安全屏障，有利于保护地方人文景观的安全及完整。

4) 地质环境影响分析

本项目以生态修复工程为主，包括植被补植修复、大型藻类生态系统恢复、侵蚀海岸边坡修复、防护林抚育与更新等，并配以新修堤上观测道及丘间管护通道、新建巡护道路及其路面改造提升、防风障铺设等基础设施的完善改造项目。项目建设过程中，将对征地范围内的原地貌、土壤和植被产生一定程度的改变和破坏，开挖、回填将使施工区植被受到破坏、土壤裸露，松散土方遇外力易产生水土流失。项目区独特的地质环境和地貌类型是经过长时间自然风化、水蚀的演替过程而形成的，工程建设不可避免扰动原地表和破坏地表植被，但此类人为活动不会对地质公园地质环境及岩层特性造成改变和破坏。

根据对项目区的现场实地踏勘并通过查阅相关技术资料，工程建设不可避免扰动原地表和破坏地表植被，造成一定的水土流失。通过采取表土保护利用、土地综合整治及植被恢复等措施，在施工结束后，主体工程永久占地位于城镇区域进行景观绿化设计，其他区域进行植被恢复；临时用地将对施工场地进行植被恢复，采用种植乔木、灌木、撒播草籽绿化。整体来讲，工程建设造成的地表扰动程度属于可控范围，不会对地质环境造成影响。

(3) 生物多样性影响分析

1) 植被及植物多样性

工程建设新修堤上观测道及丘间管护通道、新建巡护道路、巡护道路路面改造提升、防风障铺设占地会破坏一定面积的森林植被，根据现场调查，该类工程涉及植被类型多以木麻黄、常见林下植被及常见草本植物为主，不涉及珍稀及重点保护植



物，而且工程占地面积较小，工程建设不会造成植物种类消失或灭绝。

本次滨海生态修复工程通过植被补植修复、大型藻类生态系统恢复、侵蚀海岸边坡修复、防护林抚育与更新等措施，结合耐盐碱植物及木麻黄纯林的合理配置，可显著提升区域生物多样性，增加植被盖度及物种丰富度。本次设计根据场地现状植被分布情况分析，滨海沙地土壤以疏松的沙土为主，干旱，盐分高，选取具有一定耐盐性，能够抵抗沙埋，风害，且具有防风固沙功能的地被植物，如厚藤、海边月见草、单叶蔓荆、卤地菊、龙舌兰、露兜、金琥等，构建滨海沙生地景观区；迎风口土壤多为风化的砂砾土，土层薄，选择具有耐贫瘠，抗强风，有粗壮茎干或庞大细根的植物，例如，卤地菊、白茅、千头木麻黄、虎刺梅、沙地柏等，构建植被修复缓冲区；后滨防风先锋林区域，主要补植木麻黄；现状珊瑚菜保护区生境退化严重，珊瑚菜存量极少，采用原位保护和异地修复的措施，补植珊瑚菜，进行种群恢复和生境恢复。滨海边坡修复采用滨海高性能基质喷播植灌草绿化技术，对受侵蚀岸坡进行加固及植被恢复。这一系列生态修复措施的实施有利于提高地表覆盖，减少风蚀沙化，促进后续植物自然定居。通过引入多种乡土沙生植物，可避免单一化群落体系，增强群落稳定性。通过防风林降低风沙侵蚀，可改善珊瑚菜生长的沙地环境，为珊瑚菜的恢复创造条件。

此外，项目以鼠尾藻和羊栖菜等本地物种为修复工具种，增加潮间带大型海藻的生物量，在潮下带投放贝藻礁增加海藻覆盖面积，创出有利于海藻场快速恢复的生境，恢复坛紫菜、瓦氏马尾藻等海藻种类，修复海坛岛北部藻类生态系统，提高修复海域大型海藻的生物多样性，增强生态系统的稳定性。

2) 动物多样性影响分析

据现场调查，项目评价区野生动物以鸟类居多，哺乳动物和爬行类种类及数量相对较少。影响评价区不是野生动物固定的栖息地，项目施工期由于噪声、粉尘、人为活动等干扰，会迫使其远离该区域，但由于哺乳类、鸟类、爬行类活动范围较大，且这些动物具备主动避让性和较强的适应性，将向无变动的其他保护区域迁移、散布，以维持其正常生存繁衍，项目施工对其影响较小。

沙丘修复通过植被恢复和固沙措施，减缓沙丘移动速度，甚至实现固定，为动植物提供稳定的栖息地。沙障的布置能够直接作用于沙丘表面，减缓风速，固定沙



粒，为植被恢复创造条件。同时，沙丘修复还能促进生物多样性保护，为小型动物提供栖息地，增加生态系统复杂性。风障能够降低风速，减少风沙对动植物的侵害，为动植物提供相对稳定的微气候环境。同时，风障还能增加地表温度和气温，有利于植物的生长和动物的越冬。堤上观测道建设便于科研人员对沙丘及周边生态环境进行长期监测和研究，为生态修复提供科学依据。同时，观测道本身也可能成为部分动植物的迁徙通道或栖息地。巡护道改造能够提升巡护效率，保障项目区周边防护林的防护功能，为防护林及内侧区域动植物营造良好的生存环境。植被修复能够恢复沙丘及周边生态环境的植被覆盖，提高土壤肥力，减少水土流失。同时，植被的恢复还能能为动植物提供食物来源和栖息地，促进生物多样性的提升。

综上所述，涉及地质公园的工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不破坏地质公园内的自然资源，以及自然遗迹、自然景观和文物古迹等人文景观，不改变其自然状态和历史风貌，施工期不排放生活污水及其他的废污水，不倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。根据 5.1~5.5 节预测结果，涉海工程对地质公园海域水文情势及岸滩冲淤环境的影响较小。总而言之，工程建设对福建平潭国家地质公园的影响较小。

5.7.2.2 福建平潭海岛国家级森林公园

本项目长江澳海岸带生态保护修复区涉及福建平潭海岛国家级森林公园长江工区约 8.7752hm²。涉及福建平潭海岛国家级森林公园的工程内容有：长江澳后滨沙丘整形修复（地貌修整、固坡、覆绿）、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障（石墙、石笼矮墙、耐候钢冲孔板、竹篱笆）、后滨植被补植修复、一级及二级防火巡护道改造。

（1）对森林资源的影响

本项目在森林公园范围内不设置临时用地，工程影响评价区面积 224.6143ha，根据林业小班数据，影响评价区内林地面积 220.2102ha，非林地面积 4.4042ha。永久占用森林公园面积 8.7752ha，其中林地面积 8.7524ha，非林地面积 0.0228hm²。

影响评价区及占地红线内地类一览表

表 5.7-2

地类	影响评价区 (ha)	永久占地 (ha)	占比 (%)
林地	220.2102	8.7524	3.97
非林地	4.4042	0.0228	0.52



地类	影响评价区 (ha)	永久占地 (ha)	占比 (%)
合计	224.6143	8.7752	3.91

按森林类别分, 影响评价区重点公益林面积 214.8815ha, 一般商品林面积 5.3287ha, 工程永久占地范围内重点公益林面积 8.7519ha, 一般商品林面积 0.0005ha; 按林种分, 影响评价区防护林面积 208.0411ha, 特种用途林 (实验林) 面积 0.8243ha, 用材林 (薪炭林) 面积 0.0022ha, 工程永久占地范围防护林面积 8.7519ha, 用材林 (薪炭林) 面积 0.0005ha。

影响评价区及占地红线内林地类型一览表

表 5.7-3

	类型	影响评价区 (ha)	永久占地 (ha)
林地权属	国有	220.2054	8.7519
	集体	0.0047	0.0005
保护级别	II 级保护	0.0015	
	III 级保护	220.0990	8.7524
森林类别	重点公益林	214.8815	8.7519
	一般商品林	5.3287	0.0005
林种	防护林	208.0411	8.7519
	特种用途林	0.8243	
	用材林	0.0022	0.0005

长期以来, 由于森林公园受自然、社会经济条件以及人为因素的影响, 评价范围植被以人工植被为主。主要植被类型有针叶林、阔叶林、灌丛及灌草丛等 4 个植被型。

工程占地范围内植被群系主要有木麻黄群系、湿地松群系、地桃花群系、海边月见草群系、肾叶打碗花群系、鬣刺群系等。

工程占用部分生态公益林, 按照《福建省生态公益林管理办法》的相关规定, 对建设工程需要征用的林地, 应经省林业主管部门审核同意或批准的, 用地单位及时按照规定向林业主管部门预缴森林植被恢复费。项目建设对项目占用区及周边地区森林资源的影响主要表现在施工期。项目沿线森林覆盖率较高, 工程施工过程中, 工程占地区内森林活立木减少, 对陆域植被生物量和生产力造成一定程度的损失。沙丘修复、风障布置等措施, 为防护林生长创造条件; 防火巡护道改造, 提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求, 保障防护林安全; 后滨植被修复通过土壤改良和生态种植, 固沙复绿改善场地植被生长环境, 优化防护林。

从项目建设拟占用的林地占影响评价区林地面积的比例来看, 项目建设后, 对



森林公园的森林资源影响属可接受。

长江澳海岸带生态保护修复区涉及福建平潭海岛国家级森林公园约 8.7752hm²。福建平潭海岛国家级森林公园与福建平潭国家级地质公园于长江澳有重叠部分，因此涉及内容大部分重叠。涉及森林公园的工程内容有：长江澳后滨沙丘整形修复（地貌修整、固坡、覆绿）、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障（石墙、石笼矮墙、耐候钢冲孔板、竹篱笆）、后滨植被补植修复、一级及二级防火巡护道改造。

涉及森林公园的工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不破坏森林公园内的自然资源，不改变其自然状态和历史风貌，施工期不排放生活污水及其他的废污水，不倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。长江澳沙丘及后滨生态修复目的在于保护沙丘，提高其生态景观功能，管护步道有利于后期维护；防火道改建能够显著提升森林的防火效率与安全性，有效控制火势的蔓延，降低火灾造成的损失，还可以提升林区的整体形象，吸引更多的游客前来观光旅游。

（2）对生物多样性的影响

1）对生态系统的影响

①对生态系统特有程度的影响

评价范围植被以人工植被为主。主要植被类型有针叶林、阔叶林、灌丛及灌草丛等 4 个植被型。工程占地范围内植被群系主要有木麻黄群系、湿地松群系、地桃花群系、海边月见草群系、肾叶打碗花群系、鬣刺群系等。上述生态系统均为森林公园内外常见的生态系统类型，在福建沿海地区广泛分布，因此受项目影响的生态系统类型并非特有生态类型。

②对景观类型面积的影响

工程影响评价区面积 224.6143ha，影响评价区主要以林地为主其次是水域及水利设施用地和交通运输用地。其余还有草地、耕地、其他土地、公共管理与公共服务用地、工矿仓储用地、商服用地、特殊用地、住宅用地、园地。

本工程永久占用森林公园林地面积约 8.7519ha，主要建设内容包括沙丘修复、风障布置、新建堤上观测道、新建丘间管护通道、巡护道改造、迎风口缓冲区、后滨植被修复等服务于林业生产的工程措施。工程建设对景观类型面积造成一定程度



的影响，但工程建设符合《中华人民共和国森林法》第五十二条 在林地上修筑下列直接为林业生产经营服务的工程设施，符合国家有关部门规定的标准的，由县级以上人民政府林业主管部门批准，不需要办理建设用地审批手续。工程建设对景观类型面积的影响是可接受的。

③对景观类型斑块数量的影响

本项目涉及福建平潭海岛国家级森林公园约 8.7752ha，本工程在森林公园用地范围内不涉及临时用地。工程建设内容为防火巡护道等服务于林业生产的工程措施。工程建设以改造修复为主，对森林公园现有的各景观类型斑块数量没有影响。

2) 对生物群落的影响

①对生物群落类型及特有性的影响

工程占地范围内植被群系主要有木麻黄群系、湿地松群系、地桃花群系、海边月见草群系、肾叶打碗花群系、鬣刺群系等，这些群落在评价区所在地区及福建省沿海地区常见，不具特有性。

评价区由于游客和库区巡护人为活动频繁，分布的野生动物群落中哺乳类、鸟类、爬行类和两栖类较少，且为森林公园及福建省林地常见动物群落，不具有代表性。

②对生物群落结构的影响

施工期影响：影响评价区受项目建设直接影响的物种有木麻黄、鬣刺、海边月见草、肾叶打碗花等，这些物种在评价区乃至森林公园广泛分布。由于森林公园长期受到人为活动的不间断干扰，目前生物群落结构较为简单，以木麻黄群落为绝对优势种，项目建设占用森林公园的面积比例小，工程建设对森林公园生态结构完整性的影响较小，不会造成森林公园整个群落结构的根本改变，总体上项目建设对生物群落有一定影响，但不会造成森林公园内生物群落的结构简化。且后滨植被修复工程对受损防护林进行补植，以木麻黄群落为主，一定程度上有利于木麻黄群落的更新演替。

工程施工过程中，机械开挖活动会改变地表形态，可能破坏原有的植被覆盖和土壤结构，导致部分依赖特定土壤和植被条件的植物失去适宜的生长环境，还可能影响以这些植物为食或栖息地的动物。沙丘修复、植被修复等施工活动，需要一定



的施工空间和时间，这期间可能会造成动植物资源的数量有所减少。项目施工期由于噪声、粉尘、人为活动等干扰，迫使野生动物远离该区域，影响评价区以鸟类为主，其活动范围较大，具备主动避让性和较强的适应性，将向无变动的其他保护区域迁移、散布，以维持其正常生存繁衍。本工程施工期较短，施工扰动土地并非野生动物主要栖息地。施工结束后，生境得以改善，动物的种类和数量将得到恢复。工程建设对动物群落的影响是可接受的。

运行期影响：工程运行后，沙丘修复通过植被恢复和固沙措施，减缓沙丘移动速度，甚至实现固定，为动植物提供稳定的栖息地。沙障的布置能够直接作用于沙丘表面，减缓风速，固定沙粒，为植被恢复创造条件。同时，沙丘修复还能促进生物多样性保护，为小型动物提供栖息地，增加生态系统复杂性。风障能够降低风速，减少风沙对动植物的侵害，为动植物提供相对稳定的微气候环境。同时，风障还能增加地表温度和气温，有利于植物的生长和动物的越冬。堤上观测道建设便于科研人员对沙丘及周边生态环境进行长期监测和研究，为生态修复提供科学依据。同时，观测道本身也可能成为部分动植物的迁徙通道或栖息地。巡护道改造能够提升巡护效率，保障项目区周边防护林的防护功能，为防护林及内侧区域动植物营造良好的生存环境。植被修复能够恢复沙丘及周边生态环境的植被覆盖，提高土壤肥力，减少水土流失。同时，植被的恢复还能为动植物提供食物来源和栖息地，促进生物多样性的提升。

总之，项目建成后，随着生态修复措施效能的发挥，项目区植被种类及数量将明显增加，防风林抗风减灾能力也明显提升，为野生动物创造更多的适宜栖息环境，也会吸引更多的野生动物来此栖居繁衍，对于项目区野生动物种群及数量的恢复具有明显的提升作用。

3) 对种群/物种的影响

根据实地调查，影响评价区分布的植物、动物多为广布种和常见种，未见中国特有种、福建特种植物、动物分布。因此，项目施工不会对植物、动物关键种造成较大变化。

4) 对重点保护动植物的影响

根据实地调查，影响评价区分布的植物多为广布种和常见种，暂未发现有国家、



省级重点保护野生植物及挂牌保护古树名木分布。工程建设对其影响较小。

影响评价区周边分布有国家二级保护鸟类有：褐翅鸦鹃、阔嘴鹟、岩鹭、松雀鹰、红隼等；省重点保护野生动物黄鼬。影响评价区不是其固定的栖息地，项目施工期由于噪声、粉尘、动物人为活动等干扰，动物会迫使其远离该区域，由于野生动物活动范围较大，且这些保护动物具主动避让性和较强的适应性，动物将动物向无变动的其它保护区域迁移、散布，动物以维持其正常生存繁衍，项目动物施工对其影响较小。本工程为生态修复工程，工程建成后，防护林等后滨植被得到保护修复，动植物生境得以改善，为保护野生动物提供良好的栖息、繁衍场所。

5) 对生物安全的影响

①病虫害爆发的可能性

影响评价区内植物种类以常见种和广布种为主，动物植被类型中优势动物种类主要为木麻黄、湿地松等，生长状况良好，未发现病虫害爆动物发。由于项目施工期，动物人为活动增加，需重点防范相关林分高发易危动物的病虫害，尤其是松材线虫病等林业高危病虫害，在施工期间必须加强对施工期间木质材料及包装材料的检疫工作，动物禁止未经检疫的木质动物材料进入森林公园内，木质包装材料使用后不得随地丢弃，动物须带出森动物林公园集中处理。总体上在施工过程中由于人为活动及材料运输造成动物病虫害爆发的可能性上升，但施工结束后会由于人为干扰减小而下降。

②外来物种或有害生物入侵的可能性

影响评价区零星分布有鬼针草、藿香蓟等外来入侵植物。工程施工过程中，应当对占地区外来入侵植物进行妥善处理，特别是鬼针草等易传播的植物品种，进行统一管理，定点进行销毁，避免其种子、茎叶等遗落，造成外来入侵物种大面积扩散，侵占本地植物生存空间。

项目施工期人员和物料不进入公园范围内，但在公园周边区域活动，一定程度上会随着人员和物料的进入带来一定的生物入侵的可能，应加强木质包装材料运输和堆放的监管，严禁将未经检验检疫的木质包装箱运至施工区内。施工区复绿的植物种类应当使用乡土树种，严禁使用外来入侵物种进行绿化。项目施工结束后，人为活动将减少，外来物种或有害生物入侵的可能性将进一步降低。项目运营期人为



活动进一步减小，有害生物入侵的可能性进一步减小。

③森林公园重要遗传资源流失的可能性

项目占用区主要为木麻黄群系、湿地松群系、地桃花群系、海边月见草群系、肾叶打碗花群系、鬣刺群系，为福建常见的植物群落类型，其乔木层、灌木层、草本层优势种和组成种类均为常见种或广布种，不会导致森林公园遗传资源的流失。

④项目导致火灾的可能性

由于工程施工过程中，人为活动较为频繁，在一定程度上使火灾发生的可能性略有增加，应加强对工人的管理，严格按相关要求施工。在项目建设期，应通过加强火灾防范措施，确定消防安全责任人，并配备相应的防火设施。在施工期制定相应的火灾及其他突发事件的应急预案，进一步降低项目导致火灾等突发事件发生的可能性。

本工程防火巡护道改造、丘间管护通道、堤上观测道等新建，完善森林公园交通体系，提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求。减低火灾发生和蔓延的风险。

（3）对生态效能的影响

本工程通过沙丘修复、风障布置、新建堤上观测道、新建丘间管护通道、巡护道改造、迎风口缓冲区、后滨植被修复等措施，有效改善区域生态环境，对现有损毁沙丘进行修复、防风屏障布设等可有效削弱海风的强度，减少风沙对海岸带内陆地区的侵蚀和掩埋；缓冲海浪和风暴潮的冲击力，改善内侧防护林生境，提升森林公园防灾减灾功能，对区域生态效能有积极作用。

（1）对自然景观风貌的影响

1）施工期

森林公园主要自然景观为防护林景观，周边分布有长江澳沙滩、生态农田等生态景观，工程设计红线范围内分布有多个风力发电机。工程建设对长江澳沙滩、生态农田、风力发电机等景观资源不产生直接影响。工程施工过程，机械进场、场地整理等施工活动不可避免的破坏森林公园地表植被，导致局部地形地貌破碎化，影响景观完整性，对森林公园景点观赏造成一定程度的不良影响。

2）运行期



根据现场调查情况，长江澳部分沙丘因风蚀或人为干扰导致植被退化，沙地裸露，景观破碎化。后滨沙丘植被覆盖率低，防护林老化、受损，防护林带中间空缺较多，同时防风障设施受海风侵蚀出现老化破败。由于缺乏必要的管护，沙滩部分区域垃圾污染，路面积沙也一定程度干扰交通通畅。

本工程建设基于场地现状条件，如沙丘修复、巡护道路改造等工程均利用现有场地，对森林公园景观格局的影响较小。

沙丘修复形成连续绿色屏障，提升景观的生态完整性和视觉和谐度；修复后的沙堤可恢复自然起伏形态，减少人工干预的视觉违和感。

新建堤上观测道基础结构采用锚杆静压桩技术，与沙丘修复工程同步实施，最大限度地降低了对环境的影响；工程结构稳固，保障游客人身安全。堤上观测道主体结构选用 Q355NH 耐候钢，并合理控制栈道规模与分布区域；踏面与扶手均选用具备较高的耐腐蚀性能的 316L 不锈钢材质，能够适应海洋环境的长期使用需求，减少工程建设带来的视觉冲击。

丘间管护通道主要使用本土沙石材料，两侧采用天然整石收边，嵌入式安装。两侧保留原生植被缓冲带，种植耐盐碱植物固沙；步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成观景平台，兼具休憩与防护功能。整体可提供新的观景视角，增强游客对海岸地貌的观赏体验。

永久性石墙风障布置在迎风口，沿场地自然地貌走向布置，块石颜色能很好的与周边沙地景观相融合，确保防风效果与风貌协调统一。半永久性耐候钢冲孔板风障主要布置在丘间区域，其表面随时间推移呈现自然锈色，与沙地景观的暖色调（如沙丘）形成和谐对比，增强景观的艺术性，兼顾耐久性与风貌效果。临时性竹篱笆风障，布置在沙丘迎风面及后滨防风基干林修复区；竹篱笆风障的自然外观能够融入沙地景观，减少人工设施的突兀感；其颜色和质感与沙地的暖色调和粗糙质感对比和谐。

沙丘修复、风障布置等为后滨沙地植被修复提供条件，提升后滨植被覆盖率。受风力侵蚀等影响，滨海侧防护林出现不同程度破损，局部区域林相稀疏，群落盖度低。通过防护林补植，改善防护林带林相，形成绿色屏障；作为长江澳沙滩背景林，其景观改善能够提升长江澳沙滩视觉感受，增强其游览性。



综上，本工程建设完成后，有效改善区域生态环境，提升各景点的可观赏性，运行期对景观风貌的影响是正向的。

（5）对林业发展的影响

工程永久占用森林公园林地面积约 8.7519ha，主要建设内容包括沙丘修复、风障布置、新建堤上观测道、新建丘间管护通道、巡护道改造、迎风口缓冲区、后滨植被修复等服务于林业生产的工程措施。工程建设符合《中华人民共和国森林法》第五十二条 在林地上修筑下列直接为林业生产经营服务的工程设施，符合国家有关部门规定的标准的，由县级以上人民政府林业主管部门批准，不需要办理建设用地审批手续。

通过防护林补植，改善防护林带林相，对改善林分结构和调整森林景观效果也十分有益，同时项目的投产，带动地方经济增长，增加地方财政收入，对林业可持续发展有利。

5.7.2.3 福建平潭十八村省级森林公园

本项目长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程涉及平潭十八村省级森林公园总面积 14.3660hm²，其中涉及核心景观区面积 8.9478hm²，涉及一般游憩区面积 2.1703hm²，涉及生态保育区面积 3.0668hm²，涉及管理服务区面积 0.1810hm²。涉及省级森林公园的措施有：长江澳后滨沙丘整形修复（地貌修整、固坡、覆绿）、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障（石墙、石笼矮墙、耐候钢冲孔板）、后滨植被补植修复、一级及二级防火巡护道改造。

本工程平潭与十八村省级森林公园保护位置关系一览表

表 5.7-4

保护等级	保护范围	建设内容	涉及面积 (hm ²)
I 级保护区	生态保育区	沙丘修复、植被补植修复（珊瑚菜保育区）、风障布置	3.0668
	核心景观区	沙丘修复、新建丘间管护通道、一级及二级防火巡护道改造、植被补植修复、风障布置、新建堤上观测道	8.9478
II 级保护区	一般游憩区	沙丘修复、新建丘间管护通道、植被补植修复、风障布置	2.1703
	管理服务区	后滨植被修复、风障布置	0.1810
III 级保护区	/	不涉及	0
合计			14.3660



本项目在森林公园范围内不设置临时用地，工程影响评价区面积 447.498 hm²，根据林业小班数据，影响评价区内林地面积 345.1907hm²，非林地面积 102.3081hm²。永久占用森林公园面积 21.9106 hm²，其中林地面积 21.8878 hm²，非林地面积 0.0228hm²。

影响评价区及占地红线内地类一览表

表 5.7-5

地类	影响评价区 (hm ²)	永久占地 (hm ²)	占比 (%)
林地	345.1907	21.8878	6.34
非林地	102.3081	0.0228	0.02
合计	447.4988	21.9106	6.36

福建平潭十八村省级森林公园与福建平潭海岛国家级森林公园相邻，涉及工程基本相同，对生物多样性、生态效能地影响大致相同。

在对自然景观风貌的影响方面，工程用地红线范围主要涉及的森林公园景点主要有沙浪、麒麟浪沙、风力发电场、绿色长城。工程施工过程，机械进场、场地整理等施工活动不可避免地破坏森林公园地表植被，导致局部地形地貌破碎化，影响景观完整性，对森林公园景点观赏造成一定程度的不良影响。

但工程建设对长江澳沙滩、风力发电场（风力发电机的功能及结构）、绿色防护林长城不产生直接影响。沙丘修复、风障布置等为后滨沙地植被修复提供条件，提升后滨植被覆盖率。丘间管护通道主要使用本土沙石材料，两侧采用天然整石收边，嵌入式安装。两侧保留原生植被缓冲带，种植耐盐碱植物固沙；步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成观景平台，兼具休憩与防护功能。通过防护林补植，改善防护林带林相，形成绿色屏障；作为长江澳沙滩背景林，其景观改善能够提升长江澳沙滩视觉感受，增强其游览性。

综上，工程建设对森林公园景点资源不产生直接影响，工程建成后，有效改善森林公园观赏性及可达性，对森林公园景点资源的作用是积极的。

工程与森林公园景点位置关系一览表

表 5.7-6

序号	景点	建设内容	影响分析
1	沙浪	沙丘修复、风障、防护林修复涉及该景点	长江澳部分沙丘因风蚀或人为干扰导致植被退化，沙地裸露，景观破碎化。沙丘修复能形成连续绿色屏障，提升景观的生态完整性和视觉和谐度；修复后的沙堤可恢复自然起伏形态，减少人工干预的视觉违和感。丘间管护通道主



序号	景点	建设内容	影响分析
2	麒麟浪沙	沙丘修复、丘间管护通道、防护林修复涉及该景点	要使用本土沙石材料，两侧采用天然整石收边，嵌入式安装，两侧保留原生植被缓冲带，种植耐盐碱植物固沙；步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成观景平台，兼具休憩与防护功能。整体可提供新的观景视角，增强游客对森林公园沙滩的观赏体验。
3	风力发电场	沙丘修复、防护林修复涉及该景点	工程建设对风力发电厂及风力发电机结构和功能不产生直接影响。
4	绿色长城	二级巡护道路改造涉及该景点	二级巡护道（改造）对现状道路进行拓宽，可提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求，完善景区交通体系；工程建成后沿线构筑起以木麻黄为主导的生态防护林景观带，植被群落结构稳定，覆盖度较高，形成绵延的绿色生态廊道。

5.7.2.4 福建平潭海坛国家级风景名胜区分级保护影响

(1) 对风景名胜区分级保护影响

本工程为生态修复型项目，长江澳海岸带生态保护修复区涉及风景名胜区二级保护区（23.5964ha）、三级保护区（0.0051ha），涉及风景名胜区总面积约为23.6015ha，主要建设内容包括沙丘修复、风障布置、新建堤上观测道、新建丘间管护通道、巡护道改造、迎风口缓冲区、后滨植被修复等。

根据《海坛风景名胜区总体规划（2017-2030年）》，一级保护区的风景资源应严格保护、科学开发，除必需的步行游赏道路和相关设施外，严禁建设与风景名胜区无关的设施，区内不得安排重大建设项目。一级保护区内除应急救援车辆外，禁止机动交通工具进入。二级保护区内应调查土地利用性质，区内不得安排本规划确定以外的重大建设项目，可以结合原有居民点的改造，按规定安排少量旅游设施，但禁止建造与游览活动无直接相关的工程设施，设施层高不宜超过三层、尽量采用地方建筑风格，严禁开垦农田、烧荒。各种架空电线杆走向选择应隐蔽，远期应埋入地下。三级保护区内应加大封山育林力度，严禁开山采石；旅游配套设施和居民点建设必须严格履行风景名胜区和城乡规划建设等法定的审批程序，严格控制建设范围、规模和建筑风貌，并与周边自然和文化景观风貌相协调。

本工程与风景名胜区分级保护位置关系一览表

表 5.7-7

保护等级	建设内容	影响分析	涉及面积（hm ² ）
一级保	/	不涉及	0



保护等级	建设内容	影响分析	涉及面积 (hm ²)
保护区			
二级保护区	沙丘修复	结合现有沙堤，重塑沙丘形态，增强稳定性，不改变保护区土地利用性质。集装箱、箱涵等设施均不超过三层，符合二级保护区相关要求。	23.5964
	风障布置	选用永久性风障（石墙）、半永久（耐候钢冲孔板）风障、临时（竹篱笆）风障；结合各分区现状，选用适宜风障，实现功能、景观双协调。	
	新建堤上观测道	结合沙丘修复布设观测道，不新增占地，选用耐腐蚀性能高的材质，满足使用功能。非二级保护区禁止类项目。	
	新建丘间管护通道	主要使用本土沙石材料，协调景区周边景观，增强透水性。步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成观景平台，兼具休憩与防护功能。	
	一级、二级防火巡护道改造	完善景区交通体系，提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求。	
	迎风口缓冲区	通过后滨固沙植被修复与沙丘生境修复恢复沙丘稳定性，提升风景区景观效果。	
三级保护区	后滨植被修复	通过土壤改良和生态种植，固沙复绿改善场地植被生长环境，优化防护林、后滨沙地、前滨关系，同时为开展滨海休闲设施提供惬意休闲的滨海沙丘绿洲，营造沙丘生境多样性野趣风貌。	0.0051
	二级防火巡护道改造	涉及面积积极少，完善景区交通体系，提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求。	

本工程不涉及风景名胜区一级保护区。二级保护区内主要工程措施包括沙丘修复、风障布置、新建堤上观测道、新建丘间管护通道、巡护道改造、迎风口缓冲区、后滨植被修复等，非二级保护区禁止类项目。三级保护区仅进行二级防火巡护道改造，非三级保护区禁止类项目。本工程为生态修复类项目，工程实施可有效改善区域生态环境，对现有损毁沙丘进行修复、防风屏障布设等可有效削弱海风的强度，减少风沙对海岸带内陆地区的侵蚀和掩埋；缓冲海浪和风暴潮的冲击力，改善内侧防护林生境，为沿海居民及游客创造良好的生活、休闲娱乐场所。工程选用生态材质，与景区周边自然和文化景观风貌相协调。

综上，本工程建设符合保护区分级保护相关要求，完善景区交通体系、提升风景名胜区景观，对风景名胜区可持续发展具有积极的作用。

（2）对风景名胜区景观资源

本工程主要涉及长江澳景区，该片区主要景观资源包括长江澳沙滩、风力发电厂、生态农田、防风林带等景观资源，分别为一级景点、三级景点、四级景点。工



程红线不涉及一级景点长江澳沙滩，四级景点生态农田；工程红线不涉及风力发电厂，但工程设计红线范围内分布有多个风力发电机，为长江澳防风生态屏障建设与绿碳增汇工程保育区，主要工程措施为修枝+割灌除草+剩余物清理；根据现场踏勘，长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程红线范围内分布有风力发电机，工程建设对风力发电厂及风力发电机结构和功能不产生直接影响。

工程与风景名胜区景观资源位置关系一览表

表 5.7-8

景观资源	景源等级	建设内容及最近距离	影响分析
长江澳沙滩	一级	临时风障距该景源最近距离约 50m	工程建设对长江澳沙滩不产生直接影响
风力发电厂	三级	一级巡护道（改造）1-1 距该景源最近距离约 240m；工程红线内分布有多台风力发电机	工程建设对风力发电厂不产生直接影响，风力发电机周边为长江澳防风生态屏障建设与绿碳增汇工程保育区，主要工程措施为修枝+割灌除草+剩余物清理等，工程建设对其结构和功能不产生直接影响
生态农田	四级	一级巡护道（改造）1-3 距该景源最近距离约 120m	工程建设对生态农田不产生直接影响
防风林带	四级	巡护道路改造、防护林修复等涉及该景源	巡护道改造可提高防灾应急响应能力及保障应急车辆通行需求，完善景区交通体系；防风林修复可完善防护林体系，提升抗灾能力

本工程建设对长江澳沙滩、风力发电厂（风力发电机的功能及结构）、生态农田不产生直接影响。工程通过沙丘修复（含庇护所）、风障布设等形成第一道防线，起到防风固沙、防灾减灾、保护生态等作用，为动植物生长创造条件。后滨植被修复，提升后滨沙堤的植被覆盖率，改善防护林景观效果；迎风口缓冲区布置增加景区的科普性和趣味性；防护通道改造，提高防灾应急响应能力，完善景区交通体系。本工程建设提升片区整体景观效果，增加长江澳沙滩场地的趣味性，提升观赏体验，拉动片区旅游业发展。

综上，工程建设对风景名胜区景观资源不产生直接影响，工程建成后，有效改善风景名胜区重要景观资源的观赏性及可达性，对风景名胜区景观资源的作用是积极的。

（3）重要景点视觉敏感性分析

1）施工期

本工程占地不涉及三级人文景点风力发电厂，但红线范围内分布有多个风力发电机；工程用地虽不涉及一级自然景点长江澳沙滩及四级自然景点生态农田，但均



在其可视范围内。工程施工过程，机械进场、场地整理等施工活动不可避免的破坏风景名胜地区地表植被，导致局部地形地貌破碎化，影响景观完整性，对风景区景点观赏造成一定程度的不良影响。

2) 运行期

根据现场调查情况，长江澳部分沙丘因风蚀或人为干扰导致植被退化，沙地裸露，景观破碎化。后滨沙丘植被覆盖率低，防护林老化、受损，防护林带中间空缺较多，同时防风障设施受海风侵蚀出现老化破败。由于缺乏必要的管护，沙滩部分区域垃圾污染，路面积沙也一定程度干扰交通通畅。

本工程建设基于场地现状条件，如沙丘修复、巡护道路改造等工程均利用现有场地，对风景名胜区景观格局的影响较小。

沙丘修复形成连续绿色屏障，提升景观的生态完整性和视觉和谐度；修复后的沙堤可恢复自然起伏形态，减少人工干预的视觉违和感。

新建堤上观测道基础结构采用锚杆静压桩技术，与沙丘修复工程同步实施，最大限度地降低了对环境的影响；工程结构稳固，保障游客人身安全。堤上观测道主体结构选用 Q355NH 耐候钢，并合理控制栈道规模与分布区域；踏面与扶手均选用具备较高的耐腐蚀性能的 316L 不锈钢材质，能够适应海洋环境的长期使用需求，减少工程建设带来的视觉冲击。

丘间管护通道主要使用本土沙石材料，两侧采用天然整石收边，嵌入式安装。两侧保留原生植被缓冲带，种植耐盐碱植物固沙；步道线形顺应沙丘起伏，局部拓宽形成观景平台，兼具体憩与防护功能。整体可提供新的观景视角，增强游客对海岸地貌的观赏体验。

永久性石墙风障布置在迎风口，沿场地自然地貌走向布置，块石颜色能很好的与周边沙地景观相融合，确保防风效果与风貌协调统一。半永久性耐候钢冲孔板风障主要布置在丘间区域，其表面随时间推移呈现自然锈色，与沙地景观的暖色调（如沙丘）形成和谐对比，增强景观的艺术性，兼顾耐久性与风貌效果。临时性竹篱笆风障布置在沙丘迎风面及后滨防风基干林修复区，竹篱笆风障的自然外观能够融入沙地景观，减少人工设施的突兀感；其颜色和质感与沙地的暖色调和粗糙质感对比和谐。



沙丘修复、风障布置等为后滨沙地植被修复提供条件，提升后滨植被覆盖率。受风力侵蚀等影响，滨海侧防护林出现不同程度破损，局部区域林相稀疏，群落盖度低。通过防护林补植，改善防护林带林相，形成绿色屏障；作为长江澳沙滩背景林，其景观改善能够提升长江澳沙滩视觉感受，增强其游览性。

综上，本工程建设完成后，有效改善区域生态环境，提升各景点景源的可观赏性，运行期对景观视线的影响是正向的。

（4）对景区生态系统结构影响

经过对林业数据的分析，工程占地范围内多为防风固沙林，优势树种以木麻黄林为主，局部区域分布有湿地松林、相思林。由下图可知，滨海区域林地郁闭度较低，内侧植被郁闭度多介于 0.5-0.8，郁闭度较高。工程区域地表林木对后期施工与建成地块遮挡效果好。本工程结合防护林补植、更新保育等措施，成林后能够提高区域植被郁闭度，提升防风固沙林生态功能。

工程施工过程中对占地区地表林木造成一定程度的影响。工程采取生态修复、森林补植、防护林更新的措施对区域进行植被恢复，丰富区域林木多样性、增强区域防灾减灾功能，对生态系统结构的影响是正向的。

（5）对生物多样性影响

由于福建平潭海坛国家级风景名胜区范围覆盖福建平潭海岛国家级森林公园及福建平潭十八村省级森林公园，对生物多样性的影响与森林公园相同。

5.7.2.5 小结

本工程涉及自然保护地的工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不破坏保护地内的自然资源，以及自然遗迹、自然景观和文物古迹等人文景观，不改变其自然状态和历史风貌，施工期不排放生活污水及其他的废污水，不倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。工程运行期可增加自然保护地植被面积，提高生态系统多样性及稳定性，因此工程运行期对自然保护地的影响均为正面有利影响。

5.7.3 对养殖的影响

本项目周边养殖区域包括小练岛西南侧紫菜养殖、大练岛西南侧紫菜养殖、大练岛南侧紫菜养殖、大练岛南侧滩涂底播养殖、海坛岛梧安澳养殖、海坛岛小湾底澳养殖、海坛岛小湾底澳滩涂养殖、海坛岛南盘村西北养殖、海坛岛后壁山澳养殖



和长江澳鲍鱼貽贝养殖。养殖类型包括紫菜养殖、滩涂底播养殖、滩涂养殖、鲍鱼养殖、貽贝养殖等。项目区内部无养殖活动存在，项目建设不占用任何养殖区。

本项目施工过程中会产生悬浮泥沙，会造成海水浑浊，可能影响周边养殖产量。施工期间，工程建设增加海水中的悬浮泥沙含量，水体透光率下降，海洋生物呼吸、生存受到影响，海洋生物资源尤其是渔业资源数量下降。根据数模预测结果，沙滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.3277km²；中国鲎生境修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.3471km²；砾石滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.1877km²。上述范围水域内的浮游生物将受到不良影响。由于悬沙是随施工产生，这种影响是相对来说是暂时并且可逆的，施工完成后，悬沙产生的影响也随之结束。

工程施工期对周边海域内的作业渔船可能会产生一定干扰，影响了渔民的捕鱼作业范围，对渔业经济产生短期的负面作用，建议合理安排施工期，施工时间避开海洋捕捞高峰期。

5.7.4 对岸线的影响

本项目海藻场贝藻礁、月举村砾石滩修复及中国鲎居投放不涉及岸线；大练岛排水箱涵埋于地下，穿越自然岸线，不造成实际占用；沙滩修复临时拦沙堤为充沙袋体堆砌，堤顶高程低于大潮平均高潮位，且 5~7 年后袋体破损，不改变岸线自然属性。

项目岸坡修复涉及人工岸线 92m，涉及自然岸线 3005m。其中甲澳沙滩护脚涉及人工岸线 5.3m，白沙村抛石护脚涉及人工岸线 8.1m，南盘村护脚涉及人工岸线 78.4m，抛石护脚用于稳定人工岸线边坡，减缓海浪淘蚀，均不改变人工岸线属性。

其余岸线边坡抛石护脚均涉及基岩岸线或砂质岸线，边坡修复工程主体的坡面修复均位于陆地一侧。抛石护脚用海方式虽然为非透水构筑物，但抛填过程不使用粘合剂，存在缝隙，具有一定透水能力，抛填后也未将海域潮下带及潮间带改造为潮上带。抛石护脚建成后不形成新的有效岸线，与现状岸线遍布块石的景观相协调，未造成实际占用，可恢复海岸洁净环境，缓解岸滩侵蚀现状，可提升岸线的防灾减灾能力提升海滩生态功能，也可固土保沙利于提高岸线自然生态属性。

5.7.5 对一般湿地的影响



本工程不涉及重要湿地，根据《平潭综合实验区管委会关于平潭综合实验区第一批湿地名录的批复（岚综管综〔2021〕139号）》，本项目中国鲎生境修复及甲澳岸坡修复涉及名录内的一般湿地，涉及面积总计 16.7873ha。按照“三调”地类，本项目涉及沿海滩涂滨海湿地，涉及面积 50.7135ha。结合名录内外湿地，本工程合计涉及一般湿地 50.7201ha。由于本项目位于海岸带范围，工程基本涉及沿海滩涂滨海湿地。涉及湿地内容已开展专题论证，将征求县级人民政府授权部门的意见。

工程永久占用一般湿地面积统计表

表 5.7-9

单位：ha

编号	工程名称	涉及占用一般湿地面积				备注
		工程内容	名录内	名录外	湿地类型	
1	长江澳后滨固沙植被修复与沙丘生境恢复工程	沙丘整形修复、堤上观测道、丘间带巡护步道、迎风口缓冲区、风障、后滨植被补植修复	/	8.6890	沙石海滩	
2	海坛岛北部侵蚀海岸修复与生态恢复工程	侵蚀海岸边坡修复	0.2120	0.4006	沙石海滩	修复边坡总长 3.54km，其中涉及一般湿地修复长度 0.96km
3	海坛岛北部海藻场修复与蓝碳增汇工程	厚壳贻贝修复、藻类种植、贝藻礁投放	/	2.3262	浅海水域	
4	大练岛侵蚀海岸带修复与生态恢复工程	侵蚀海岸边坡修复	/	2.6077	岩石海岸	修复边坡总长 2.44km，其中涉及一般湿地修复长度 2.22km
5	大练岛北部生态屏障建设与绿碳增汇工程	后滨植被种植、防护林补植及抚育更新、管护道路、管护平台建设、风障布置	/	0.6454	沙石海滩	
6	大练岛北部海滩修复与养护工程	沙滩人工补沙、临时拦沙堤及排水箱涵建设	/	14.5509	沙石海滩	
7	大练岛东部海滩修复与养护工程	砾石滩人工补砾	/	4.7083	沙石海滩	
8	大练岛中国鲎栖息地生境修复与种群恢复工程	微地形改造、后滨植被修复、鲎居布设	16.5753	0.0047	沙石海滩	
合计			16.7873	33.9328		

本工程大练岛沙滩修复区现状受侵蚀严重，影响景观及生态，修复沙滩进行人工补沙，可恢复沙滩历史风貌。为减缓沙滩输沙，根据工程沙滩数模专题模拟结果



来看，设置临时拦沙堤是必要的，在沙滩修复初期可稳定沙滩结构，提高修复效果。并且临时拦沙堤适用充填砂袋结构，5-7 年袋体受海水冲刷侵蚀便会泄露，恢复沙滩自然状态。修复区排水箱涵现状为冲沟，严重影响沙滩风貌，改造后埋于拟进行人工补沙的沙滩下方，箱涵出口抛填块石，与沙滩景观相协调，也不改变湿地功能及类型。

砾石滩修复区通过人工补砾可修复海滩风貌，未将潮间带、潮下带改造为潮上带，区域也为建设构筑物，不改变湿地功能及类型。

岸坡修复工程区域坡脚现状存在较多天然块石，抛石护脚建设后将起到稳定岸线边坡的作用，且与湿地景观相协调。抛石护脚建设也未将潮间带、潮下带改造为潮上带，不会改变海域自然属性，对湿地功能不会造成显著改变。修复措施不会改变海域自然属性，对湿地功能不会造成显著改变。

海藻场修复投放贝藻礁可以为海藻提供附着和生长的平台，有助于恢复和增强湿地生态功能。不仅增加了滩涂湿地的生物多样性，还为各种海洋生物提供了栖息、繁殖和觅食的场所，有助于维护海洋生态系统的平衡和稳定。礁体上的生物群落通过新陈代谢活动，能够消耗海水中的氮、磷等营养物质，降低水体富营养化的程度。同时，海藻场作为重要的碳汇，能够吸收并储存大量的二氧化碳，对于应对气候变化、减缓温室效应具有重要意义。礁体作为海洋生物的栖息地和索饵场，能够吸引大量的鱼群聚集，提高渔业资源。还可作为休闲潜水、海上钓鱼、观光旅游等娱乐活动的场所，吸引游客，促进当地旅游业的发展。

中国鲎生境修复区鲎居属于混凝土预制块透水结构，占用湿地面积较小，不会造成湿地斑块破碎，不会造成湿地动植物种群资源衰退，不会造成湿地生态功能严重受损，相反鲎居给中国鲎提供栖息场所，增殖放流后将增加该区域生物多样性。工程场地清理，将海漂垃圾、养殖废弃设施清理、打捞、拆除及外运，有助于保护水质清洁，从而维护湿地生态系统的健康；有助于恢复湿地的自然风貌，提高湿地的生态服务功能；减少湿地生物体的潜在威胁。微地形改造将现状高程较大的区域进行削平，使育幼区地形整体平缓，增加幼鲎的活动范围，同时将因削平多余的沙运至外侧，进一步平缓该区域，从而减缓该区域的水流速度，提高退潮后的滞水时间，打造适合中国鲎的栖息地。该项措施未改变湿地功能，可恢复适宜中国鲎生存的湿



地生境，但为减轻施工期悬浮物不利影响，需在退潮时段施工。后滨植被种植能够提升湿地后滨植被覆盖率，植物通过根系固定土壤，防止水土流失，有助于稳定砂石海滩湿地的地形结构；植物能够吸收和过滤水中的污染物，净化水质，为水生生态系统提供缓冲和过滤作用；为小型生物提供了栖息和繁衍的场所，增加了湿地的生物多样性。

长江澳修复区后滨及大练岛北部后滨现状属于潮上带，本次植被种植等措施，不影响湿地水域，因而对湿地影响较小。

总体而言，本项目为生态保护修复工程，项目建设可有效恢复滩涂湿地生态系统，进而恢复滩涂植被和底栖生物的生境，从而恢复珍稀鸟类觅食、栖息的场所，最终恢复海坛岛北部及大练岛海洋生态功能和区域生物多样性，增强海洋碳汇能力和保障生态安全。

5.8 大气环境影响评价

5.8.1 污染源及污染物分析

本项目运行期不产生大气污染。施工期间对附近区域大气环境产生影响的主要因素包括：施工机械，运输车辆等。大气污染物主要是施工扬尘、施工机械燃烧柴油或汽油排放的废气及汽车尾气污染。

5.8.2 施工扬尘影响分析

施工扬尘，车辆运输等。按起尘原因可分为风力起尘和动力起尘。风力起尘主要是由于裸露的施工场地由于天气干燥及遇风及露天堆放的建材时产生的风力扬尘；动力起尘，主要是土石方在拆除、装卸过程中，由于外力而产生的尘粒悬浮而造成。

（1）施工作业面扬尘

根据类比调查表明，类似临时堆砂场和海砂吹填、砂石装卸过程等产生的扬尘其影响范围为施工场界 200m 之内，以下风向 100m 内影响较明显，随着风速的增大，起尘量增多，影响范围扩大。参见表 5.7-1。

施工场界下风向 TSP 浓度类比值

表 5.8-1

风速 (m/s)	下风距离 (m)	TSP 浓度值 (mg/m ³)
0.9	50	0.389
	150	0.261
1.2	50	8.849
	100	1.703



风速 (m/s)	下风距离 (m)	TSP 浓度值 (mg/m ³)
	150	0.483

风力起尘量与起尘风速、尘粒的粒径及其含水率有关。根据起尘的经验公式推导可得,粒径比例一定的粉尘,在一定含水率范围内,含水量每增加 n 倍,起尘量减少为原来的 $1/n$ 次方。

临时堆砂场和海砂吹填、砂石装卸过程等产生的粉尘,因土石方颗粒较大,含水率较高,起尘较小。在采取上述有效措施后,一般情况下在距施工现场 50m 范围以外基本可恢复环境本底值。

(2) 交通运输扬尘

根据有关文献资料,在施工过程中,车辆行驶产生的扬尘占总扬尘的 60%以上。在同样路面清洁程度条件下,车速越快,扬尘量越大;而在同样车速情况下,路面越脏,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行驶道路扬尘的最有效手段。

如果施工阶段对汽车行驶路面勤洒水(每天 4~5 次),可以使空气中粉尘量减少 70%左右,可以收到很好的降尘效果。洒水的试验资料如表 5.7-2。当施工场地洒水频率为 4~5 次/天时,扬尘造成的粉尘污染距离可缩小到 20~50m 范围内,降低扬尘量 30%~80%。在采取限制车辆行驶速度、及时清扫路面、勤洒水的前提下,项目道路运输扬尘对周边环境的影响较小。

施工阶段使用洒水车降尘试验结果

表 5.8-2

距路边距离(m)		5	20	50	100
TSP 浓度 (mg/m ³)	不洒水	10.14	2.81	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.4	0.68	0.6
	洒水比不洒水降低(%)	80.2	50.2	40.9	0.3

5.8.3 机械车辆尾气影响分析

燃油废气产生于运输车辆和以燃油为动力的施工机械。本工程施工过程中使用的挖掘机、推土机、运输车辆等作用时将产生燃油废气,其主要污染物为 SO₂、NO₂等,其产生量与施工机械数量及密度、耗油量、燃料品质及机械设备状况有关。根据类似工程监测成果,挖掘机燃油废气中主要污染物的影响范围为下风向 15m 至 18m,其浓度达 0.016mg/m³至 0.18mg/m³。施工期运输车辆、挖掘机等燃油机械设备排放含 SO₂、NO_x、CO、HC 等污染物的尾气,但污染物排放量小,且表现为间歇



性污染特征，大气环境影响较为轻微。总体上看，工程施工对大气环境影响是暂时的，随着工程竣工，这些影响也将随之消失。

5.9 声环境影响评价

5.9.1 噪声源分析

本工程为生态修复项目，运行期不产生噪声污染。施工噪声主要来自施工机械和运输车辆。

5.9.2 预测模式

(1) 固定噪声源

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）有关要求，施工机械声源当作点声源，在半自由声场点声源影响预测模式为：

$$L_{A(r)} = L_{A(r_0)} - 20 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right) \quad (\text{式 5.9-1})$$

式中： $L_A(r)$ ——距声源 r (m) 处的 A 声级，dB (A)； $L_A(r_0)$ ——测点 r_0 处 A 声级，dB (A)； r ——测点与声源的距离，m。

建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值 (L_{eqg}) 计算公式：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i t_i 10^{0.1 L_{Ai}} \right) \quad (\text{式 5.9-2})$$

式中： L_{eqg} ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB (A)； L_{Ai} ——i 声源在预测点产生的 A 声级，dB (A)； T ——预测计算的时间段，s； t_i ——i 声源在时段内的运行时间，s。

本次计算预测计算时间段与声源在时段内运行时间相等，即 $T = t_i$ 。预测点的预测等效声级 (L_{eq}) 计算公式：

$$L_{eq} = 10 \lg (10^{0.1 L_{eqg}} + 10^{0.1 L_{eqb}}) \quad (\text{式 5.9-3})$$

式中： L_{eq} ——预测点的预测等效声级，dB (A)； L_{eqg} ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB (A)； L_{eqb} ——预测点的背景值，dB (A)。

(2) 交通噪声源



根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）推荐的公路交通运输噪声预测基本模式：

$$Leq(h)_i = (\overline{L_{0E}})_i + 10\lg\left(\frac{N_i}{V_i T}\right) + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10\lg\left(\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16 \quad (\text{式 5.9-4})$$

式中： $Leq(h)_i$ ——第 i 类车的小时等效声级，dB（A）； $\overline{L_{0E}}$ ——第 i 类车速度为 V_i ，km/h，水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级，dB（A）； N_i ——昼间，夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h； r ——从车道中心线到预测点的距离，m； V_i ——第 i 类车的平均车速，km/h； T ——计算等效声级的时间，1h； Ψ_1 、 Ψ_2 ——预测点到有限长路段两端的张角，弧度； ΔL ——由其他因素引起的修正量，dB（A）。

混合车流模式的等效声级是将各类车流等效声级叠加求得。如果将车流分成大、中、小三类车，那么总车流等效声级为：

$$Leq(T) = 10\lg(10^{0.1Leq(h)_{\text{大}}} + 10^{0.1Leq(h)_{\text{中}}} + 10^{0.1Leq(h)_{\text{小}}}) \quad (\text{式 5.9-5})$$

式中： $Leq(T)$ ——总车流等效声级，dB（A）； $Leq(h)_{\text{大}}$ 、 $Leq(h)_{\text{中}}$ 、 $Leq(h)_{\text{小}}$ ——分别为大、中、小型车的小时等效声级，dB（A）。

5.9.3 预测结果

（1）场界噪声

本项目 1#、2#施工区布置有施工辅企，噪声来自木材加工、钢筋加工等，产噪设备主要包括起重机、切削机床、钢筋切断机、钢筋弯曲机、汽车吊等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 70~90dB（A）之间。

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定，施工场界昼间噪声限值为 70dB，夜间限值为 55dB。根据预测，昼间施工区场界外 20m 处可满足标准限值，夜间场界外 80m 处可满足标准限值。

施工场界不同距离处噪声贡献值

表 5.9-1

单位：dB(A)

序号	噪声源	噪声级	距声源不同距离（m）									
			20	40	60	80	100	120	150	200	250	300
1	金属结构拼装场	75	55	50	48	46	46	45	45	44	44	44
2	综合加工厂	80	60	54	51	49	48	47	46	45	45	45



序号	噪声源	噪声级	距声源不同距离 (m)									
			20	40	60	80	100	120	150	200	250	300
3	机械设备停放场、机械设备库、综合仓库、房建材料、生活物资库	85	65	59	56	53	52	51	49	47	47	46

实际上,施工区内施工机械并不是所有的时间都达到最大噪声影响,且设备之间都有一定的分散距离,实际值要低于计算值。此外,由于工程作业的地形限制,作业场所与敏感点有高差、传播路线有遮挡,每天的作业时间不连续等因素,以及根据对其他施工工地的调查分析,实际影响时间、程度较预测要小。

(2) 交通噪声

本项目在施工期间运输车辆主要为载重自卸货车,以中、大型车辆为主,不同类型车辆车速、车流量见表 5.8-2。

工程施工运输车辆车速、车流量统计表

表 5.9-2

车辆类型	工作时段	平均车速 (km/h)	平均车流量 (辆/h)
大型车	昼间	30	10
	夜间	30	8
中型车	昼间	30	20
	夜间	30	12

车辆距行驶路面中心线 7.5m 处的平均辐射噪声级 $(\overline{L_{0E}})_i$ 可按式计算:

$$(\overline{L_{0E}})_{\text{中}} = 8.80 + 40.48 \lg V_{\text{中}} \quad (\text{式 5.9-6})$$

$$(\overline{L_{0E}})_{\text{大}} = 22.0 + 36.32 \lg V_{\text{大}} \quad (\text{式 5.9-7})$$

根据计算,运输道路总车流等效声级与距离的关系见表 5.8-3。可见距离车道中心线 20m 范围内的居民会受到一定交通噪声影响。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噪声敏感点。运输的施工材料主要有商品混凝土、钢材、石料等。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,其影响几乎可以忽略不计。

运输道路两侧总车流等效声级估算表

表 5.9-3

单位: dB (A)

车道中心线到预测点的距离 (m)	10	15	20	40	50	100	200
昼间	57	56	54	51	50	47	44



夜间	56	54	53	50	49	46	43
----	----	----	----	----	----	----	----

5.9.4 敏感点噪声预测

工程施工期主要的噪声敏感点为工程区附近、施工区附近以及施工道路两侧评价范围内的居民点。根据施工总布置，本工程的噪声敏感目标主要为苏平镇月举村、渔限村、立新村、围东村、白沙村、白胜村、青峰村等。

噪声敏感点一览表

表 5.9-4

序号	敏感目标	户数、人数	方位	影响噪声类型	距离工程区最近距离 (m)	距离施工区最近距离 (m)
1	白沙村	80 户 264 人	白沙村岸坡修复区西侧	施工机械噪声、交通噪声	37	/
2	白胜村	79 户 237 人	白胜村岸坡修复区西侧，1#施工区东南侧	施工机械噪声、交通噪声、施工辅企噪声	39	114
3	岱峰村	51 户 160 人	岱峰村岸坡修复区西侧	施工机械噪声、交通噪声	50	/
4	青峰村	315 户 1109 人	青峰村岸坡修复区、海藻场修复区南侧，1#施工区东侧	施工机械噪声、施工船舶、交通噪声、施工辅企噪声	6	113
5	丰田村	10 户 37 人	丰田村岸坡修复区东侧	施工机械噪声、交通噪声	174	/
6	南盘村	236 户 708 人	南盘村岸坡修复区东侧	施工机械噪声、交通噪声	8	/
7	围东村	182 户 638 人	围东村岸坡修复区北侧	施工机械噪声、交通噪声	12	/
8	立新村	92 户 299 人	立新村岸坡修复区北侧	施工机械噪声、交通噪声	20	/
9	渔限村	74 户 268 人	沙滩修复区、后滨及防护林修复区西南侧	施工机械噪声、施工船舶、交通噪声	96	/
10	月举村	64 户 211 人	砾石滩修复区西侧，2#施工区北侧	施工机械噪声、交通噪声、施工辅企噪声	35	82

施工噪声和交通噪声对敏感目标叠加影响计算结果见表 5.9-5。由于各敏感点距离工程区较近，受施工机械噪声或施工车辆噪声影响，昼间、夜间各敏感点均出现不同程度的超标。事实上，施工机械并不是所有的时间都达到最大噪声影响，且设备之间都有一定的分散距离，实际值要低于计算值。此外，由于工程作业的地形限制，作业场所与敏感点有高差、传播路线有遮挡，每天的作业时间不连续等因素，并根据对其他施工工地的调查分析，实际影响时间、程度较预测要小。因此，工程



施工期间应加强施工管理，并采取相应的隔声、吸声措施，禁止夜间施工，减少夜间运输，施工车辆进入村庄应减速行驶，禁止鸣笛，以减少影响。

总体而言，声环境影响是暂时的，随着工程竣工，这些影响也将随之消失。

5.10 固体废物影响评价

本项目营运期不产生固体废物，施工期固体废物主要包括施工期产生的生活垃圾、建筑固废等。

（1）建筑垃圾

本工程受损岸线施工和清滩工程将有一定数量的废弃建筑材料，如砂石、石灰、混凝土、废砖、土石方等产生，这部分建筑垃圾基本可回收再利用。海岸线清理产生的垃圾由当地环卫部门无害化处理，不得长期堆积或随意丢弃，以免占用土地和造成污染。

（5）弃土弃渣

本工程开挖土石方除用于本工程回填外，0.82 万 m^3 （自然方）弃渣运往平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用，中转渣场要做好水土流失相关防护工作，避免造成生态影响。

（6）生活垃圾

陆域施工生活垃圾产生量按 $1.0\text{kg}/\text{人} \cdot \text{d}$ 计算，施工高峰期施工人员生活垃圾产生量为 $313\text{kg}/\text{d}$ 。施工营地租用当地民房，施工生活垃圾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。



6 环境风险分析与评价

6.1 风险调查

本项目环境风险主要来自在沙滩修复区、海藻场修复区的施工船舶可能发生的碰撞，从而导致燃料油泄露。

(1) 危险物质数量及分布

本项目危险物质为燃料油，风险源为施工船舶（10 艘 280m³的泥驳、2 艘 800m³/h 的吹砂船、2 艘 1000t 自航平板驳船），280m³的泥驳载油量约 28t/艘，800m³/h 的吹砂船载油量约 40t/艘，1000t 自航平板驳船载油量约 700t/艘。

(2) 施工工艺特点

沙滩修复区主要施工环节为沙滩区吹填砂作业，海藻场修复区主要施工环节为贝藻礁投放作业，不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 C.1 中的其他危险工艺过程。

6.2 环境风险潜势及评价等级判定

本工程突发环境事件风险物质主要为油类物质。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）的临界量为 2500t。

本项目施工船机配置如表 1.4-2，计算所涉及的油类物质在船机的最大存在总量与对应临界量 2500t 的比值 Q ，得 $Q=0.224$ 。

当 $Q<1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。按照表 6.2-2 确定本项目环境风险评价工作等级为简单分析。

施工船机及其比值（ Q ）

表 6.2-1

序号	仪器设备名称	规格、型号	单位	数量	最大存在总量 t
1	运砂船	280m ³	艘	10	28×10
2	吹砂船	800m ³ /h	艘	2	40×2
3	自航平板驳船	1000t	艘	2	70×2
总计					500
Q					0.2



风险评价工作级别划分

表 6.2-2

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

6.3 环境事故风险识别

本工程船舶发生碰撞事故后可能导致船舶燃料油外泄。因此，本项目以燃料油为风险因子。船舶燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为 97%~98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。燃料油的理化性质见表 6.3-1。

燃料油的理化性质

表 6.3-1

项目	特性	项目	特性
外观及气味	黑色粘稠有气味的液体	凝固点 (°C)	<26
液体相对密度	0.92~1.07	粘度 (pas)	<180
沸点 (°C)	>398.9	水溶性	微溶
20°C时蒸汽压 (kpa)	很低	自燃温度(°C)	407.2
雷德蒸汽压 (kpa)	0.3 (50°C时)	挥发性	挥发
闪点 (°C)	65.6~221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%~5%	主要用途	船用燃料

基于 GESAMP（海洋污染专家组）的研究报告，燃料油的污染特性分类为石油类，执行 MARPOL73/78 公约附则 I。燃料油一旦溢漏入海，海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。燃料油为微溶性物质，发生事故性泄漏后，主要漂浮于海面，短期内进入水体的量一般较少。其环境影响主要是隔绝了水体和空气之间的正常水气交换，限制了日光向水体的透入，使水质和水体自净化功能变差，破坏了水生生态系统的光合作用及其物质和能量流，对于海洋哺乳类动物、海鸟等动物的生理功能均有很大的伤害；随着溢出物在海面的漂移扩散，溶解或分散于水体中的溢出物量会逐渐增多，其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物；当溢出物上岸，可造成对岸线及其环境资源的严重污染损害。



船舶施工期间，如发生船舶碰撞、极端天气影响等导致采砂船发生倾覆，砂体外泄入海，悬浮泥沙瞬时突增造成海洋环境损害。

6.4 事故概率及源项分析

(1) 船舶溢油风险事故概率

施工船在海上发生碰撞、泄露等事故的概率一般非常小，是稀少事件。因此，海上碰撞事故概率服从离散型二项概率分布。设海域通过 n 艘次船舶发生 k 次事故，则事故风险概率：

$$P(x, k) = C_n^k P^k q^{n-k} \quad (\text{式 6.4-1})$$

式中 P 为每艘船舶发生事故的的概率，是研究海域船舶事故的基础值； $q=1-P$ 为每艘船不发生事故的概率。

目前事故发生概率的确定，主要是依赖事故的数据库的统计资料。事故概率参考文献（竺诗忍、张继萍，舟山海域突发性溢油环境风险评价，海洋环境科学，1997 年 1 月，第 16 卷第 1 期），海域船舶事故概率 $p \leq 9.36 \times 10^{-5}$ 次/年·艘次。

根据施工安排，本项目在沙滩修复区、海藻场修复区存在施工船舶。其中海藻场修复区施工船舶数量最多为 2 艘/天，工期 17 个月；沙滩修复区施工船舶数量最多为 12 艘/天，工期为 24 个月。因此，施工期事故风险概率为： n （船舶数） $\times p = (2 \text{ 艘次/d} \times 17 \times 30 + 12 \text{ 艘次/d} \times 24 \times 30) \times 9.36 \times 10^{-5} \text{ 次/年} \cdot \text{艘次} \approx 0.9 \text{ 次}$ 。

(2) 源项分析

在本次预测过程中以 10 吨柴油作为油品的泄漏源强进行预测。

6.5 施工船舶风险事故溢油影响预测

6.5.1 溢油模型

油轻于水，不易溶于水，溢油入海后即漂浮于水面，迅速扩散成油膜，并随风逐流漂移。随着油膜的扩散变薄以及易挥发物质的逸出，油膜厚度减至一定值后（平均为 0.0005m 左右），连续的油膜将被撕裂成许多碎片，向四处飘散，形成更大的污染区。其扩展过程可分为连续扩展、形成碎片和碎片漂散三个阶段。

溢油在海洋水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流、湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩散过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。本报告采用“油粒子”方法来模拟溢



油在海洋环境中的时空行为。

(1) 扩展运动

溢油扩展是指溢油在重力、惯性力、粘性力和表面张力作用下在水平方向上的不断扩大。Fay (1971) 考虑上述因素的作用, 忽略油膜因挥发、降解引起的质量损失, 提出了油膜扩展三阶段理论, 成功用于解决溢油进入水体后随时间推移面积估算问题。

$$\frac{dA_{oil}}{dt} = K_a A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right)^{4/3} \quad (\text{式 6.4-2})$$

其中, A_{oil} 为油膜面积, $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$; R_{oil} 为油膜直径; K_a 为系数; t 为时间; V_{oil} 为油膜体积, $V_{oil} = R_{oil}^2 \pi h_s$, 初始油膜厚度 $h_s = 10\text{cm}$ 。

(2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力, 油粒子总漂移速度由以下权重公式计算:

$$U_{tot} = c_w(z) U_w + U_s \quad (\text{式 6.4-3})$$

其中, U_w 为水面以上 10m 处的风速; U_s 为表面流速; c_w 为风漂移系数, 一般在 0.03~0.04 之间。

(3) 紊动扩散

假定水平扩散各向同性, 一个时间步长内 α 方向上可能扩散距离 S_α 可以表示为:

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \sqrt{6 D_\alpha \Delta t_p} \quad (\text{式 6.4-4})$$

其中, $[R]_{-1}^1$ 为 -1 到 1 的随机数, D_α 为 α 方向上的扩散系数。

(4) 蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定: 在油膜内部扩散不受限制; 油膜完全混合。

蒸发率可由下式表示:

$$N_i = k_{ei} \frac{P_i^{SAT}}{RT} \frac{M_i}{\rho_i} X_i \quad (\text{式 6.4-5})$$

其中, N_i 为组分 i 的蒸发率; P_i^{SAT} 为组分 i 的蒸汽压; R 为气体常数; T 为温度; M_i 为组分 i 的分子量; ρ_i 为组分 i 的密度; X_i 为组分 i 在油中的摩尔分数; k_{ei} 为组分 i 的物



质输移速度，由下式估算：

$$k_{ei} = kA_{oil}^{0.045} S_{ci}^{-2/3} U_w^{0.78} \quad (\text{式 6.4-6})$$

其中， k 为蒸发系数； S_{ci} 为组分 i 的 Schmidts 数。

(5) 乳化

油向水体中的运动机理包括溶解、扩散、沉淀等。扩散是溢油发生后最初几星期内最重要的过程。扩散是一种机械过程，水流的紊动能将油膜撕裂成油滴，形成水包油的乳化。这些乳化物可以被表面活性剂稳定，防止油滴返回到油膜。在恶劣天气状况下最主要的扩散作用力是波浪破碎，而在平静的天气状况下最主要的扩散作用力是油膜的伸展压缩运动。从油膜扩散到水体中的油分损失量计算：

$$D = D_a D_b \quad (\text{式 6.4-7})$$

其中， D_a 是进入到水体的分量； D_b 是进入到水体后没有返回的分量：

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600} \quad (\text{式 6.4-8})$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}} \quad (\text{式 6.4-9})$$

其中， μ_{oil} 为油的粘度； γ_{ow} 为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a(1 - D_b) \quad (\text{式 6.4-10})$$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2 \quad (\text{式 6.4-11})$$

R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释放速率：

$$R_1 = K_1 \frac{(1+U_w)^2}{\mu_{oil}} (y_w^{max} - y_w) \quad (\text{式 6.4-12})$$

$$R_2 = K_2 \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w \quad (\text{式 6.4-13})$$

其中， y_w^{max} 为最大含水率； y_w 为实际含水率； As 为油中沥青含量； Wax 为油中石蜡含量； K_1 ， K_2 分别为吸收系数，释放系数。

(6) 溶解



溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{dsi}}{dt} = K_{si} C_i^{sat} X_{mol_i} \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil} \quad (\text{式 6.4-14})$$

其中， C_i^{sat} 为组分*i*的溶解度； X_{mol_i} 为组分*i*的摩尔分数； M_i 为组分*i*的摩尔质量；

K_{si} 为溶解传质系数，由下式估算：

$$K_s = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i \quad (\text{式 6.4-15})$$

$$\text{其中, } e_i = \begin{cases} 1.4 & \text{烷烃} \\ 2.2 & \text{芳香烃} \\ 1.8 & \text{精制油} \end{cases}$$

6.5.2 预测条件

本次预测结合本海域实际情况，分别对大潮涨潮和大潮落潮的溢油事故进行预测分析。风况考虑本海区主导风向和不利风向，其中主导风向为 NNE，风速取 9m/s，不利风向取 SSW（油膜最快离开发生溢油海湾，不利于快速控制扩散），风速取 10.1m/s。区域静风情况很少，且静风对周边敏感目标的影响更小，故不予考虑。沙滩修复区、海藻场修复区各设置一个溢油点，位置见图 6.5-1。

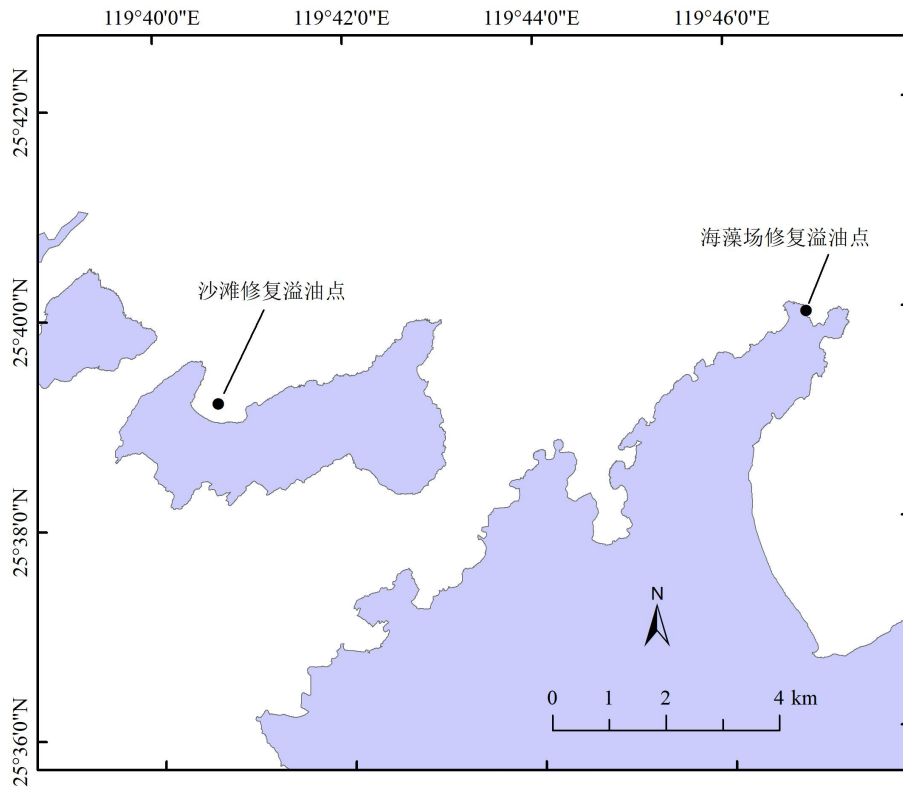


图 6.5-1 溢油点位置示意图



6.5.3 溢油影响分析

海上溢油因其自身性质，在海洋水动力环境、气象环境的共同作用下，进行着漂移、扩散、挥发、溶解等运动变化过程。本次溢油模拟时间为油泄露后的 72 小时，根据模型预测，两个溢油点 8 种风险组合条件下溢油事故发生后 72 小时油膜漂移扫海范围见图 6.5-3~10，扫海面积及抵达敏感区时间见表 6.5-2~3，其中敏感目标位置见图 6.3-2。

从计算结果可见，不同组合情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。在主导风向影响下，无论是沙滩修复溢油点还是海藻场修复溢油点，油膜在潮流作用下将迅速离开溢油海湾，随后在海坛海峡北侧水道强劲的潮流带动下进入海坛海峡内，影响对海峡内部敏感目标造成影响，油膜可穿过整个海坛海峡。在不利风向影响下，相对于主导风向，两个溢油点溢出的油料均更快离开溢油的海湾，在 72 小时内油膜可影响大练岛北部海域更大的海域。由于风向关系，在不利风向下油膜较难深入海坛海峡内部区域，不会穿过海坛海峡，但对海坛海峡北部海域可造成更大影响。

两个溢油点均处于福建平潭国家地质自然公园生态保护红线和福建平潭国家级地质公园范围内，发生溢油将即刻对该两类敏感目标造成影响。沙滩修复溢油点溢出的油膜基本不会对海坛岛东部海岸造成影响，不会漂移至长江澳养殖区。在所有计算工况中，在主导风向落潮初期开始溢油，造成的扫海面积最大，该工况下沙滩修复溢油点溢油 72 小时扫海面积达到 618.945 km²，海藻场修复溢油点溢油 72 小时扫海面积达到 565.2925km²。

各计算工况 72 小时扫海面积统计表

表 6.5-1

工况	溢油点	风向	溢油时刻	扫海面积 (km ²)
1	沙滩修复溢油点	主导风向	大潮涨潮初期	608.1525
2			大潮落潮初期	618.945
3		不利风向	大潮涨潮初期	442.7475
4			大潮落潮初期	460.3025
5	海藻场修复溢油点	主导风向	大潮涨潮初期	500.9
6			大潮落潮初期	565.2925
7		不利风向	大潮涨潮初期	390.9275
8			大潮落潮初期	427.7025



各计算工况油膜抵达敏感目标时间统计表

表 6.5-2

工况	福建平潭国家地质自然公园生态保护红线	福建平潭国家级地质公园	长江澳养殖区	围海养殖、开放式养殖用海区	人工鱼礁养殖用海区	开放式养殖区
1	0	0	/	/	46h20min	2h10min
2	0	0	/	/	53h50min	8h20min
3	0	0	/	51h	/	3h30min
4	0	0	/	47h50min	/	8h30min
5	0	0	6h10min	/	60h	1h10min
6	0	0	40min	/	56h10min	7h
7	0	0	6h	55h10min	/	1h20min
8	0	0	50min	50h	/	6h20min

计算风险工况组合表

表 6.5-3

工况	溢油量	溢油点	溢油时刻	风向	风速(m/s)
1	10t 柴油, 半小时溢完	沙滩修复溢油点	大潮涨潮初期	主导风向 NNE	9
2			大潮落潮初期		
3			大潮涨潮初期	不利风向 SSW	10.1
4			大潮落潮初期		
5		海藻场修复溢油点	大潮涨潮初期	主导风向 NNE	9
6			大潮落潮初期		
7			大潮涨潮初期	不利风向 SSW	10.1
8			大潮落潮初期		

6.6 事故风险防范对策措施

(1) 业主和施工方应按规定办理施工作业手续, 申请划定施工水域和安全作业区域。业主应督促施工方落实施工期间的监管措施和施工安全保障措施, 在施工现场设置必要的警示装置, 并确保施工船舶及人员的适航、适任。业主和施工方应和海事主管部门建立有效联系, 请求对施工水域的有效监管, 包括申请安全作业区和警戒区、发布航行通告、设置有关标志、申请通航维护及巡航工作等。

(2) 施工作业船舶和设施, 应尽量避免影响正常航行船舶的通航安全, 在有影响时应征得海事主管部门的同意。施工船舶应按规定显示有关信号, 派专人守听指定的 VHF 频道, 保证船舶间的避让协调通讯及接受海事主管机关的询问。航行船舶与施工船舶均应严格遵守《国际海上避碰规则》及海事主管机关制定的交通管理措



施。过往船舶航经施工区域时，应加强瞭望，缓速航行，并与施工船舶保持足够的安全距离。

(3) 施工船舶应严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》等相关法律法规，制定施工期间的防污染应急预案。施工方应备有足够的防止污染器材和设备，水上、水下船舶施工应采取预防措施，防止油类、油性混合物和其他废弃物污染海域。

(4) 船舶驾驶员的业务技术应符合要求。按《防治船舶污染海洋环境管理条例》，对所用船舶及其人员应提出严格的书面管理要求及所应承担的防止船舶溢油责任和义务，并落实本条例规定的防治污染有关措施。船员对可能出现事故溢油的人为原因与自然因素应学习、了解，提高溢油危害的认识及安全运输的责任感和责任心。

(5) 对施工设备定时检查和监控，对设备的安全隐患要及时整改，确保设备技术性能良好。

(6) 实施值班、瞭望制度是减少船舶事故发生可能性的重要措施。

(7) 及时了解掌握天气情况，避免在恶劣天气条件下施工作业。

(8) 必要的人力、物力和资金应具体落实到位，保证施工作业期间的监管工作顺利。

(9) 应备有通讯联络器材设备，当出现事故时，能顺畅地与平潭海域溢油应急指挥部联络，并积极配合平潭海事局和生态环境部门、海洋与渔业部门等相关部门做好应急工作。

6.7 应急预案

船舶溢油事故发生后，能否迅速而有效地作出溢油应急反应，对于控制污染、消除污染、减少污染损失等都起着关键性作用。本项目应建立严格的安全生产规章制度，根据《平潭综合实验区渔业船舶水上突发事件应急预案》（岚农函〔2022〕947号）编制溢油事故应急预案，并报有关部门批准，建立事故应急反应的组织指挥系统和通畅有效的应急指挥通讯网络，积极配合海事局和海洋、渔业、生态环境等管理部门做好相关应急工作。一旦出现溢油事故，立即启动应急预案。

(1) 应急预案内容



总则，包括编制目的、编制依据、适用范围和工作原则等；

应急组织指挥系统与职责任务，包括指挥部、现场指挥部、专家咨询组等；

预防与预警机制，包括应急准备措施、环境风险隐患排查和整治措施、预警分级指标、预警发布或者解除程序、预警响应措施等；

应急处置，包括应急预案启动条件、信息报告、先期处置、分级响应、指挥与协调、信息发布、应急终止等程序和措施；

后期处置，包括善后处置、调查与评估、恢复重建等；

应急保障，包括人力资源保障、财力保障、物资保障、医疗卫生保障、交通运输保障、治安维护、通信保障、科技支撑等；

监督管理，包括应急预案演练、宣教培训、责任与奖惩等；

本项目的概况、周边环境状况、环境敏感点等；

本项目的环境危险源情况分析，主要包括环境危险源的基本情况以及可能产生的危害后果及严重程度；

应急物资储备情况，针对单位危险源数量和性质应储备的应急物资品名和基本储量等；

附则，包括名词术语、预案解释、修订情况和实施日期等；

附件，包括相关单位和人员通讯录、标准化格式文本、工作流程图、应急物资储备清单等。

（2）组织指挥

为保证快速反应，应组成本项目溢油应急指挥部，接受平潭海域船舶污染应急指挥部的领导，负责组建本项目的应急队伍、培训与演习等。在发生溢油事故时，作为应急现场指挥部的成员。

（3）应急培训与队伍建设

建立溢油防范教育和培训制度。全体人员都应接受溢油应急培训，了解溢油行动计划的有关常识，掌握应急设备器材的使用方法。按照《防治船舶污染海洋环境管理条例》，落实船舶及其人员应承担的防止船舶溢油责任和义务，以及该条例规定的防治污染有关措施。人的不安全行为是事故因果链中引发事故的直接原因，规范船员操作行为能直接阻止事故的发生。



（4）应急通讯

船舶应配备必要的移动电话、VHF 等海上安全保障设施，负责海上通信联系、助航、航标指示、海事警报、气象海况预报等安全监督业务。当出现溢油事故时，能顺畅地与平潭海事局及相关应急队伍联络，并积极配合平潭海事局和生态环境部门、海洋、渔业部门、自然保护区主管部门做好相关应急工作。

（5）事故报告程序和报告内容

发生船舶污染事故时应及时报告，应立即向平潭海域船舶污染应急指挥部报告，应急指挥部办公室实行 24 小时值班。

事故报告内容包括：事故源名称（发生溢油事故的船舶、设施名称等）、时间和地点、事故类型或发生事故的原因、溢油的部位与溢油品种、溢油初步估计及进一步溢油的可能性、发生事故处的气象与水文状况、溢油油膜漂移方向及受溢油污染威胁的区域、已采取和准备采取的溢油污染防治措施、报告人的姓名、单位、地址、日期和联系方式等。

此外，发生船舶溢油事故时，应及时通知附近的码头或工程，必要时要求附近单位予以控制污染等方面的协助。

（6）应急响应

为了确保有关人员能在发生事故时能及时得到警报并针对发生的紧急情况做出相应的反应、采取应对措施而设定应急响应程序。应急指挥中心应根据事故溢油量、危害程度和发展势态、事故大小级别，做出适当的响应。

应制定事故应急计划流程，确保在溢油事故发生时，能立即启动应急预案，及时采取措施。

（7）应急对策与污染控制措施

启动分级应急响应程序。发现溢油事故后，应立即通知相关操作人员，采取一切办法切断事故源。并作出判断，启动分级应急响应程序，迅速通知平潭海域溢油应急指挥部、当地海事部门和生态环境部门等主管部门。现场应急指挥中心立即按职责实施事故救援。

消除泄漏的措施：迅速查明事故发生的源点、泄漏部位和原因。初步判断船舶破损情况，组织堵漏和将残油转移。当肇事船舶作业有困难时，可按以下几点协助



进行。作业要求如下：

- ①必要时，由救捞人员进行水下探摸。采取各种可能的方法，尽力封堵破损口。
- ②将残油驳至其他舱或可接收油的油驳及油囊中。
- ③为保证两船安全并靠，应在两船船舷之间设置足够的碰垫，并准备移动式球形碰垫。过驳时派专人随时调整和加固缆绳，密切监视输油管及油舱状况。

溢油的围控：

- ①当船舶发生溢油时，在事故地点周围布设一道或多道围油栏进行围控。
- ②船舶发生溢油时，事故现场的海况(波高、流速、风速等)符合围油栏的作业条件时，采用围油栏在海上进行定位围控。
- ③在现场围油不可能的情况下，可用围油栏将溢油诱导至利于进行清除作业且对环境敏感区影响较小的水域，再进行清除作业。
- ④当溢油受风和流的影响有可能向环境敏感区漂移时，需在敏感区周围布设围油栏，减少污染损害。

无论是围油栏围油，还是撇油器回收溢油，都受到海况的制约。因此，定期对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。

⑤海域海岸溢油清除：溢油被限制在一定的水域之后，应及时对其进行回收、处理，根据溢油量的大小，油的扩散方向、气象及海况条件，迅速高速围油方向和面积，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加分散剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。水面溢油回收后的应急储存也很关键，除了利用当地储油设施和调动油船外，还应使用水上应急储油装置如浮动油囊，陆岸应急储油装置如轻便储油软罐等，以顺利完成水面溢油回收后的处理。

⑥主要环境敏感目标的溢油围控及清除：船舶发生溢油事故后，立即向指挥部报告。对环境敏感资源保护最好办法就是在溢油事故发生最初，迅速有效地围控住溢油，从源头上消除油膜进一步扩散漂移的可能，就能最大限度的保护环境敏感资源免受或者少受油污影响。例如根据船舶污染事故发生地点和风向风速，确定污染物漂移扩散的可能方向，在敏感资源外侧布设围油栏、投掷吸油毡、油拖网等防护措施。



(8) 应急设备

目前整个平潭海域已有较完善的海上溢油应急处理设施和施救队伍，建议本项目船舶事故应急处理可依托周边已有应急处理设施，与具有事故处理能力的单位签订事故处理合作协议。

此外，主要施工船舶上自带防油污的清除材料和工具库存，单独存放。

(9) 应急状态终止与恢复措施

当溢油源已经得到控制、并停止泄漏，事故所造成的大规模污染损害已经基本得到控制和清除、对敏感区的威胁已经得到排除，对周边地区构成的环境污染和安全威胁已经排除，应急指挥部最高指挥根据污染应急处置的实际情况，可适时宣布解除应急状态，停止应急反应行动。

应急状态终止后，应根据上级有关部门的指示和实际情况，继续进行环境监测和评价工作，直至自然过程或其他补救措施无需继续进行为止。

6.8 台风、风暴潮风险分析

本区受台风影响较为频繁，每年 4-11 月是台风活动季节，对施工比较不利。台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水，具有较大的破坏性，可能造成修复边坡倒塌受损、沙滩修复区沙滩和临时拦沙堤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。

本项目施工期需跨越台风期，应在台风来临前对未完工的水工工程进行加固防护，做好区域防台抗台工作，以保证施工安全，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。

6.9 外来物种入侵风险分析

后滨植被种植和边坡覆绿施工时，有外来物种入侵的风险。

本项目选用的植被为本土常见植被，不存在外来物种，但为了降低外来物种入侵的风险，苗木采购应选择靠谱的苗木供应商，种植前请专业人员辨认植物物种，以防止外来物种入侵。



7 环境保护措施及可行性论证

7.1 环境保护措施与对策

7.1.1 海域水环境保护措施

7.1.1.1 施工期污废水处理措施

(1) 车辆冲洗废水处理

1) 产生地点：1#施工区及 2#施工区。

2) 产生量：运渣车辆离开各施工区时，需对车辆进行冲洗，采用高压水枪冲洗，汽车冲洗用水量取 120 L/辆·次，冲洗时间约 10 min/辆·次，废水折算系数取 0.8，则各施工区废水冲洗量约为 0.58m³/h。车辆冲洗废水主要污染物为 SS。

3) 处理目标：废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）后，回用于本系统，沉泥定期清理至中转渣场。

4) 处理方法：在洗车平台附近设置沉淀池，上层清液达标后回用于本系统，沉淀下来的泥沙与施工弃渣一起堆放在中转渣场。处理工艺流程见图 7.1-1。

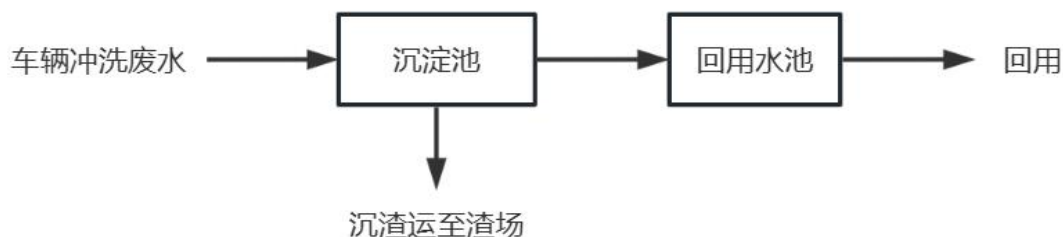


图 7.1-1 工地车辆冲洗废水处理工艺流程图

5) 工艺设计参数：沉淀池有效容积为 4.8 m³，尺寸为 2.0×2.0×1.2m，沉淀时间 2h。

6) 可行性分析：车辆冲洗废水经沉淀处理后悬浮物去除率可达 99%以上，悬浮物浓度≤30mg/L，可以达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求，其中 SS 达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准要求。

(2) 施工区生活污水处理

1) 产生地点：施工生活区租用当地民房，可利用现有的污水处理设施，1#、2#



施工区及工程区产生少量粪尿污水。

2) 产生量：根据工程实际情况，工地生活福利设施以租用民房为主，施工高峰人数约为 313 人，若用水量按 30L/人·d 计，排污系数按 80%计，工程生活污水高峰排放量为 7.01m³/d。生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮、总磷，其浓度分别为 350mg/L、200mg/L、60mg/L、3.5mg/L。

3) 处理方法：各施工区、工程区设置环保厕所，粪尿污水定期打包纳入民房现有生活污水收集系统。

4) 可行性分析：施工人员不在施工区居住，生活污水产生量较小，淋浴等产生的污水可直接排入民房污水管道，施工区及工程区设置环保厕所，定期打包纳入民房污水管道，可集约用地，降低投资，方便管理。

(3) 维护管理

1) 人员编制

由于废水处理工艺均已比较成熟，因此 1#、2#施工区各设 1 名工艺师（兼负责人）、1 个操作人员即可。负责人主要担任该区块废水处理系统的巡视、人员调度、管理及运行状况记录等工作，操作人员主要担任机械设备的操作、清运污泥及运载药剂等工作。人员配备情况在技施阶段也可按照实际招标情况进行适当调整。

2) 运行管理与维护

为保证各废水处理系统正常稳定运行，应按以下要求进行日常运行管理与维护：

1) 按照“三同时”要求，各污水处理设施应在筹建期开始时建设，并完成竣工验收后，方可开始主体工程施工。

2) 为保证废水处理系统的有效运行，建设单位应把废水处理系统的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同。由生态环境部门和建设单位负责监督，各处理系统建成投运时需组织进行竣工验收，投运后每年进行不定期的监测和检查。

3) 工程环境监理单位应定期对废水处理系统的管理运行进行监督检查，及时掌握废水处理系统的运行情况，对不良情况提出口头或书面的整改意见。

4) 污水处理系统操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护，并及时发现问题，及时向环境管理部门汇报解决。

5) 在正式运行前进行调试，确定药剂的最佳投加量，确保出水水质达标且运行



费用最小。

6) 沉沙和污泥的及时处理是废水处理系统正常运行的关键。因此在运行管理中一定要特别重视泥渣的及时清运。

7) 废水处理系统的运行、管理费应专款专用，以保证废水处理系统的正常运行。

(4) 污废水处理可行性分析

在对各污废水处理工艺选择时，首先考虑技术可行、节约投资；本次设计在对各污废水处理工艺选择上，结合已建和在建海洋生态修复工程施工期各污水处理系统的运行调查情况进行工艺选择，提出适合本工程的工艺。各废水处理工艺较为成熟，经济技术可行，工艺出水水质均能满足相应要求。总体而言，本次设计对各污水拟采取的处理措施是合理可行的。

7.1.1.2 施工区面源污染治理

降雨影响下对各作业面冲刷淋滤产生水土流失可能对周边水体造成一定影响，因此除上述污染控制措施外，还需加强对施工面源影响控制。

(1) 优化施工设施布局，建筑材料堆放场等设施建议远离水体布设，建筑材料做好覆盖防护；

(2) 做好施工污废水收集处理，避免污废水渗漏、漫流造成污染；

(3) 加强各施工开挖作业面及时清理，施工区定期清扫。

7.1.1.3 临时堆放场地污染防治

(1) 建筑材料如沙、土方和施工材料如油料等有害物质堆放场地应远离水体设置。

(2) 临时堆放地点应备有临时遮挡的帆布，做好用料的合理安排以减少堆放时间，废弃后应及时清运。

(3) 临时堆放的土石料等建筑材料应及时回用于工程施工，各场地周边应设截排水沟，做好场地排水，对于暂时无法回填的材料应铺盖遮雨布，施工结束后，应及时进行场地平整、并根据原土地类型进行恢复。

7.1.1.4 其他海域水环境保护措施

(1) 应合理安排施工时段，做好施工衔接。根据海况分段、分层施工，海藻场修复需在大潮退潮时施工，沙滩补沙、砾石滩补砾、中国鲎生境营造、涉海抛石等



工程需选择中、小潮、海况好的退潮阶段施工，以减少悬浮泥沙入海对海水水质的影响。

(2) 尽量避开风浪较大的季节进行施工。在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对沙滩、临时充填砂袋拦沙堤进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪，避免拦沙堤坍塌泥沙泄漏。

(3) 沙滩修复所用海砂应尽可能采用含泥量低的物料，含泥量 $<5\%$ 。

(4) 定期检查吹填管道，确保吹砂管道密封完好，禁止使用破旧管。管线的组装必须严密，输泥砂过程中不能有任何泄漏，如有发生则应立即停工维修。

(5) 按核定装载量严格控制砂船运砂量，防止运输途中外溢，影响海水水质及海洋生态环境。

(6) 开工前应检查施工设备的完好状态，尤其是船舱的开闭门，防止运输沿途泄漏。

(7) 施工船舶污水应经船舶含油污水和生活污水经船上的收集装置收集后，由有资质的单位收集上岸处理。

(8) 加强对施工机械的管理。防止因施工机械跑、冒、滴、漏等引起的海水污染。

7.1.2 海洋生态环境保护措施

(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) 海上施工作业时间要尽量避开 3-8 月鱼类产卵、索饵等敏感时期，或在该时段尽可能降低施工强度，以减轻对鱼类等水产资源造成的损失。

(3) 海上施工应选择海况良好，潮流较缓的情况进行施工作业，避免恶劣天气施工，防止引起海域泥沙不必要的扰动，减少由于施工引起的悬浮物扩散影响范围。

(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水下作业时间，降低工程对海洋生态环境的影响。

(5) 合理划定施工作业海域和施工运输船舶的航行通道范围，以减小施工作业对海洋生态环境的影响范围。



7.1.3 陆域生态环境保护措施

(1) 避让措施

1) 建议优化工程布置，工程选址应尽量避免占用林地，应尽量选择荒地、未利用地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

2) 优化施工方案，最大限度上做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

3) 施工应避免对该区域鸟类繁殖、栖息等活动带来影响。如果施工期间发现鸟卵，可送到林业部门。

4) 施工土方开挖应进行分段施工，避开两栖爬行类繁殖冬眠期。

(2) 减缓措施

1) 严格工作施工作业宽度，在工程施工占地区域，应根据地形划定最小的施工作业区域，控制施工作业范围，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏，严禁施工材料乱堆乱放、施工垃圾的随意处置，最大可能保护地表植被自然性，使地表植被的受影响范围降低。

2) 施工场地及施工便道应统一规划，各种机械设备和车辆固定行车路线，保证周围地貌和植被不被破坏。工程应充分利用乡村道路等既有线路的施工便道，应结合地形和既有交通条件，尽量使施工便道、乡村道路建设相结合来进行设置，采取扰动地表影小的线路方案，减少大挖大填。尽量租用当地民房作为施工营地。施工过程中，应设置临时排水沟和沉沙池，减少对生态环境的影响。

3) 施工场地平整前，采取鸣笛、敲鼓等办法驱逐野生动物，减少土方开挖等施工活动对其造成伤害。

4) 建设单位应及时落实本项目水土保持方案，避开雨季施工，减少裸露土壤的面积，防止水土流失。

(3) 恢复与补偿措施

1) 采用植被修复措施。根据施工临时占地区原有植被类型，综合考虑气候、土壤、地形等因素，对工程临时占地进行有针对性修复。对于原来为林地的临时占地进行植树造林，植物应当选取本地物种，采取乔、灌、草立体绿化方式恢复植被。



2) 要严格按施工程序和水土保持措施要求, 施工开挖的弃渣应按要求外运至指定中转渣场, 渣场外围应进行堆砌或设置挡土墙。临时便道、施工区等在完工之后应及时清理、覆土, 尽快绿化、复耕。

(4) 管理措施

1) 在工程前期、施工期都要定期组织对施工人员和管理人员的宣传教育, 特别是相关法律法规教育。进行野生动植物保护法、环境保护条例等方面的法律法规宣传, 明确责任与义务。树立保护野生动植物、风景资源、保护环境就是保护人类自身的理念, 加强施工及管理人员的生态环境保护意识。

2) 在施工区及道路两侧, 设置一定数量的宣传牌和标语, 主要宣传野生动植物、生态环境和环境保护知识。

7.1.4 环境空气保护措施

环境空气保护措施是为了消减施工环境空气污染物排放量, 阻碍污染物扩散, 改善施工现场工作条件, 保护施工生活区及环境敏感点环境空气质量, 减少工程施工对周围环境的影响, 采取的措施有:

(1) 各工段在施工过程中, 产生的弃土、弃料及其他建筑垃圾, 应及时清运并平整压实, 防止尘土飞扬。

(2) 施工过程中使用水泥、石灰、沙石、涂料、铺装材料等易产生扬尘的建筑材料, 应采取密闭存储、防尘布苫盖或设置围挡或堆砌围墙, 并定期喷洒抑尘剂或喷水压尘, 防止风蚀起尘及水蚀迁移。

(3) 工地围挡设置喷淋系统、喷淋方向、喷雾水压和水量满足相关要求, 施工全过程开启; 施工区布置炮雾机。

(4) 各施工区应设置洗车平台, 完善排水设施, 防止泥土粘带。施工期间, 应在物料、渣土运输车辆的出口内侧设置洗车平台, 车辆驶离工地前, 应在洗车平台清洗轮胎及车身, 不得带泥上路。工地出口处铺装道路上可见粘带泥土的范围不得超过 10m, 并应及时清扫冲洗。

(5) 根据工程长度配置洒水车, 对施工道路、施工场地区进行洒水降尘, 保持车辆出入的路面清洁、湿润, 同时在车辆出入口竖立减速标牌, 限制行车速度, 减少行车时产生大量扬尘。



(6) 进出工地的物料、渣土、垃圾运输车辆，应按照批准的路线和时间进行物料、渣土、垃圾的运输，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗撒外漏，尽可能减少运输扬尘对沿线居民的影响。若无密闭车斗，物料、垃圾、渣土的装载高度不得超过车辆槽帮上沿，车斗应用苫布遮盖严实。苫布边缘至少要遮住槽帮上沿以下15cm，保证物料、渣土、垃圾等不露出，以减少道路扬尘影响。经过居民区的道路，干燥天气要求每天洒水3~4次。

(7) 对于工地内裸露地面，应采取下列防尘措施之一：施工场地、道路硬化；覆盖防尘布或防尘网；铺设礁渣、细石或其他功能相当的材料；晴朗天气时，视情况每周等间隔洒水三至七次，扬尘严重时应加大洒水频率。

(8) 坚持文明装卸，施工场地合理安排施工作业，在大风天气避免进行装、卸车、补沙等容易产生扬尘的施工作业。尤其是大练岛补沙区距离渔限村居民聚集区较近，需加强施工管理。合理安排施工车辆行驶路线，尽量避开居民集中区，控制施工车辆行驶速度，路经居民区集中区域应尽量减缓行驶车速。

(9) 对工程回填土和废弃物应按指定的临时堆场堆放，场地周围应设置围挡，防止雨水冲刷大风扬尘而造成污染。

(10) 选用环保型施工机械、运输车辆，并选用质量较好的燃油。各施工机械及运输车辆在施工前应按规定配置尾气净化装置，确保其尾气排放可达到相应的排放标准。应使用高标号的燃油，禁止使用含铅汽油，确保其尾气排放可达相应的排放标准。

(11) 加强对施工机械、运输车辆的维修保养。禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物排放。

(12) 扬尘、燃油产生的污染物对人体健康有害，对受影响的施工人员应做好劳动保护，如佩戴防尘口罩、面罩。加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，减少施工期的空气污染。

7.1.5 噪声控制措施

(1) 首先应选用效率高、噪声低的机械设备，并注意对机械的维护、保养和正确合理操作，保证机械设备在良好的条件下运行，以减小其运行噪声。施工单位要



对各施工现场进行合理规划，统一布局，尽量选择低噪声先进的施工设备。严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定，控制施工噪声排放量。

（2）施工场地进行合理布置，高噪声设备设置应避免靠近居民点，尽量设置于远离声环境敏感点一侧，保持与声敏感点 50m 以上距离，并且避免在同一地点安排大量动力机械设施，避免局部声级过高；距离工程区较近的青峰村、南盘村等村落，设置声屏障。临时施工场地应采用围挡方式，立板高度控制在 2m 以上，可以起到简易隔声屏障和控制扬尘污染的双重作用。

（3）按劳动卫生标准，为保障施工人员的身体健康，控制施工人员的工作时间，建议施工单位采取轮换作业的方式，并做好机械操作者及相关施工人员的劳动保护工作，使高噪声设备附近的施工人员听力免受损伤。

（4）在交通沿线村镇、学校等敏感区段设立限速标志和禁鸣标志，并尽量降低时速。应尽量减少 22:00~6:00 的运输量，避开居民密集区及声环境敏感点行驶。对必须经居民区行驶的施工车辆，应制定合理的行驶计划，并加强与附近居民的协商与沟通。工程施工中要文明施工，避免和减少在施工期建设方与当地居民产生矛盾和纠纷，使施工噪声的不利影响减少到最小。

7.1.6 固体废弃物污染防治措施

（1）施工过程产生的拆迁及建筑垃圾应设专门的堆放场所妥善放置，并及时清运，同时要采取防护措施，避免其流入水体。同时应注意拆迁垃圾中可利用的材料要回收利用。

（2）多余土方、砂卵石、清表土方等需作为弃渣处理。集中外运至平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用。中转渣场修建挡渣和排水设施，以防止水土流失。

（3）施工现场应设置垃圾桶收集生活垃圾，并与当地环卫部门联系，保证垃圾及时清运。施工阶段应妥善保管油料等建筑材料，使其远离水体，并在原料临时堆存场地设置临时遮挡的帆布，避免被暴雨冲刷进入水体而污染水质。

（4）严禁向海域抛弃土石方、建筑垃圾等固体废弃物。施工结束后，各海岸边的场地垃圾、弃渣等应全部清运，不得堆放至滩涂地。



(5) 加强对海坛岛及大练岛周边海域的管理，严禁向海域倾倒垃圾，减少对海水水质的影响；保护物种多样性，对滥捕乱猎水禽、鱼类等行为严厉打击。制定相应的水质及生态环境监测制度，定期监测，一旦发现有恶化趋势，应立即采取措施予以控制。

7.1.7 人群健康的预防措施

为保护施工人员及附近居民的身体健康，防止疟疾、痢疾及其他疾病流行，建议采取以下措施：

(1) 在施工人员进入工区前应由地方医疗卫生机构对施工人员进行健康检查，严禁患有传染病的人员进场。地方卫生防疫站对施工人员健康进行监督管理，发现传染疾病应及时隔离治疗，以防止传染病流行；对患病或受伤的施工人员及时进行治疗，治愈后方可进入工区；并对所有施工人员定期进行体检，每年进场抽检 15%，出场抽检 20%，平时抽检 10%。

(2) 加强饮食卫生管理，避免不洁食物，以免造成肝炎、痢疾等疾病的暴发流行。

(3) 为保障施工人员的健康，加强工区的卫生防疫宣传教育，普及卫生常识，做好工区的卫生防疫工作；制订工区卫生管理制度，加强对工区的卫生状况检查。

(4) 加强工区垃圾及其他废弃物的管理和处置，生活垃圾等固体废物收集后定期运出。

(5) 每年对施工生活区进行灭蚊、灭蝇、灭鼠一次，并对生活区进行消毒，避免肝炎、疟疾等传染病的暴发流行。

7.2 生态环境补偿方案

通过水生生物科学增殖放流的方式，提高用海区所在海域及周边海域海洋生物资源总量和生物资源密度，一定程度补偿项目用海造成的海洋生物资源减损。科学增殖放流严格执行《水生生物增殖放流管理规定》等相关规定，具体措施如下：

(1) 增殖放流种类和数量

放流品种上，根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）“东海增殖放流分水域适宜性评价表”中福建东部海区福清湾海域适宜放流物种进行选取，具体包括黄姑鱼、长毛对虾、日本对



虾、拟穴青蟹、三疣梭子蟹、大黄鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、花鲈、点带石斑鱼、赤点石斑鱼、青石斑鱼、云纹石斑鱼、斜带髯鲷、鲷、曼氏无针乌贼、中国鲎共 18 类物种。放流种类可根据渔业行政主管部门要求进行调整，并取得监管部门的准许和配合。

增殖放流物种及地点需按照《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2023〕1 号）及《水生生物增殖放流技术规范》（DB35/T1661-2017）等相关要求选取，具体物种及放流地点以增殖放流方案为准；放流使用苗种须经有资质的检验单位检测合格，苗种检验检测的数量、指标、程序及结果运用等按《农业部办公厅关于开展增殖放流经济水产苗种质量安全检验的通知》（农办渔〔2009〕52 号）执行。

（2）放流时间和资金

放流时间掌握在苗种的自然生长季节和海区伏季休渔前夕，可以选择 5~8 月，分三年进行放流，每年放流 1 次。

（3）加强后期监管

放流前进行公示，组织专家技术组对选定的放流品种、质量、数量进行技术监督、检查和验收；也可由海洋渔业行政主管部门组织专家开展药物抽检监测、疫病检测和种质鉴定工作。放流后组织渔政力量加强渔政执法巡逻管护，严处非法捕捞行为，确保增殖效果。定期跟踪监测，检验增殖放流效果，及时总结和调整增殖放流方案。

（4）规范放流资金使用

对增殖放流资金进行转账核算、专款专用，设置资金使用明细账。捐赠的苗种，通过专家对其品种、规格等进行价值估算，并与市场价格相符合。

7.3 海砂、卵石环境准入管控要求

本项目环境影响评价阶段，建设单位未能确定具体的海砂和卵石来源，因此，本报告针对砂源和卵石提出相应的环境准入管控要求。

本项目沙滩修复工程宜补填 0.5~1.5mm 粗砂，才能达到修复效果。回填砂矿物成分控制：结合同类项目对修复海滩质量的要求，确定砂源质量标准为石英>65%，石英+长石>85%，含泥量<5%，贝壳含量<5%。海砂需达到《围填海工程填充物质



成分限值》（GB30736-2014）（表 1 围填海工程填充物质成分限值第一类）要求，方可施工。

本项目砾石滩修复工程宜选择圆度较好、破碎率较低的卵石，卵石粒径 5cm~10cm。

7.4 环境保护措施的经济技术可行性

（1）根据工程特点和作业条件实际情况，报告书提出了减少悬浮泥沙入海及对周围环境目标影响的各项环保工程措施与对策建议。从经济技术的角度分析，这些措施既考虑了项目特点和当地环境特征，工艺技术也成熟可行。

（2）风险预防和应急生态保护措施方面，对建设单位和施工单位方面加以要求，又充分考虑了社会力量的监督和协作，以及已有的建设环保管理经验，可操作性强。



8 环境影响经济损失分析

8.1 环境保护投资概算

8.1.1 编制依据

(1) 《水利工程设计概(估)算编制规定 环境保护工程》(中国水利水电出版社 2025 年)；

(2) 《国家计委、国家环境保护总局关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》(计价格〔2002〕125 号)；

(3) 《关于印发<建设工程监理与相关服务收费管理规定>的通知》(发改价格〔2007〕670 号)；

(4) 《工程勘察设计收费管理规定》(计价格〔2002〕10 号)；

(5) 《关于环境保护部委托编制竣工环境保护验收调查报告和验收监测报告有关事项的通知》(环办环评〔2016〕16 号)。

8.1.2 费用构成

根据《水利工程设计概(估)算编制规定 环境保护工程》(中国水利水电出版社 2025 年)，工程环境保护投资可分为环境保护措施投资、独立费用、基本预备费 and 环境影响补偿费 4 个部分组成。

其中环境保护措施投资主要包括：水环境保护、大气环境保护工程、声环境保护工程、生态环境保护工程、固体废物处置工程、人群健康保护措施、环境监测与生态调查投资等。独立费用主要包括环境管理费、环境监理费、生产准备费、环境影响评价费、环境保护验收费、科研勘测设计费等。

本次环境保护投资概算将运营期植被修复投资纳入水土保持工程，海洋生态资源修复纳入主体工程投资，海洋水文、海洋生态等跟踪监测纳入跟踪监测及成效评估项目，施工期环境监测与生态调查投资只考虑污废水监测、大气环境监测、噪声监测及临时用地区陆生生态监测。

8.1.3 投资概算

本工程环保总投资为 381.22 万元，其中环境监测与生态调查费用 59.88 万元，环境保护临时措施费用 141.2 万元，独立费用 161.99 万元，基本预备费用 18.15 万元。工程环境保护投资见表 8.1-1。



本工程环境保护投资概算表

表 8.1-1

序号	各级工程或费用名称	单位	数量	单价 (万元)	合计 (万元)	备注
第一部分 环境保护措施					0	
1	植被恢复	/	/	/	/	纳入水保投资
2	海洋生态资源修复	/	/	/	/	纳入主体投资
第二部分 环境监测措施					59.88	
一	施工期监测				59.88	
1	车辆冲洗废水监测	期·点	64	0.12	7.68	
2	噪声监测	期·点	112	0.10	11.20	
3	大气监测	期·点	168	0.20	33.60	
4	海洋水质监测	期·点	/	/	/	纳入跟踪监测项目
5	沉积物监测	期·点	/	/	/	
6	海洋生态监测	期·点	/	/	/	
7	修复区陆生生态监测	项	/	/	/	
8	临时用地区陆生生态监测	项	1	7.40	7.40	
二	运行期监测				/	纳入跟踪监测项目
第三部分 环境保护临时措施					141.20	
一	废污水处理				29.00	
1	环保厕所	座	6	2.50	15.00	
2	车辆冲洗废水处理系统	套	2	7.00	14.00	含运行费
二	固体废物处理				31.50	
1	垃圾亭	个	2	0.25	0.50	
2	生活垃圾清运处理费	月	31	1.00	31.00	
三	环境空气质量控制				21.30	
1	洒水	月	31	0.30	9.30	
2	洗车平台	个	2	1.00	2.00	
3	炮雾机	套	2	5.00	10.00	
四	噪声控制				52.50	
1	声屏障	m	350	0.15	52.50	
五	人群健康				6.90	
1	体检	项	1	6.00	6.00	
2	灭蚊	项	1	0.30	0.30	
3	消毒	项	1	0.60	0.60	
第一至第三部分合并					201.08	
第四部分 环境保护独立费用					161.99	
一	环境保护建设管理费				6.03	第一至第三投资之和的 3%
二	环境监理费	项	1	40.00	40.00	
三	生产准备费				1.01	第一至第三投资之和的 0.5%
四	环境影响评价费	项	1	44.84	44.84	
五	环境影响后评估费	项	1	25.00	25.00	
六	环境保护验收费	项	1	25.00	25.00	



序号	各级工程或费用名称	单位	数量	单价 (万元)	合计 (万元)	备注
七	环境保护勘测设计费				20.11	第一至第三投资之和的 10%
	第一至第四合并				363.07	
	基本预备费				18.15	第一至四投资之和 5%
	环保投资				381.22	

8.2 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析的目的是运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用-效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析，按效益/费用比值大小，从环保角度评判工程建设的合理性。

8.2.1 效益

8.2.1.1 经济效益

本工程施工期 3 年，计算期取 33 年，社会折现率 8%，由此计算出本工程经济内部收益率 8.56%，大于 8%，经济净现值 1887 万元，大于 0，益本比 1.06，大于 1。因此，从国民经济角度分析，该工程是可行的，再加上不能以货币计算的社会效益和生态环境效益，本工程的综合效益是显著的。

本项目为生态修复类工程，无直接的经济效益，更重要的价值体现在社会和生态效益上，能有效遏制生态恶化，显著提升海洋环境质量与生态功能。在资金管理上，积极争取国家海洋生态修复专项资金，联动地方财政保障配套资金，同时可以通过申请科研项目经费等进一步拓宽资金渠道。节流层面，前期以精细化设计降低工程变更风险，施工阶段借助公开招标引入竞争降低成本，后期依托智能化监测系统动态评估修复效果，精准调配运维资金，从而实现资金高效利用，保障海洋生态修复工作持续推进。

8.2.1.2 社会效益

(1) 旅游业

平潭作为热门旅游目的地，项目的生态修复成果将极大提升区域生态环境质量。修复后的沙滩、沙丘、海藻场等生态资源，将成为新的旅游吸引点。项目建成后，可进一步提高平潭北部地区游客接待量，带动住宿、餐饮、交通等旅游相关产业快



速发展，创造大量旅游服务岗位，促进旅游产业链的延伸和升级。

（2）渔业

海藻场修复、增殖放流工程将改善海洋生物栖息环境，丰富渔业资源种类和数量。以瓦氏马尾藻、羊栖菜等藻类修复为基础，可发展海藻养殖和加工产业；中国鲎等海洋生物的增殖放流，将推动特色渔业的发展。

（3）生态环保产业

项目建设过程中对生态修复技术、环保材料的需求，将刺激本地生态环保产业的发展。吸引生态修复技术研发、环保设备制造等企业入驻平潭，形成生态环保产业集群，提升平潭在生态环保领域的产业竞争力，促进产业结构优化升级。

（4）就业与收入

项目建设期间，直接创造大量建筑、施工类就业岗位；项目运营后，生态管护、旅游服务、渔业生产等岗位需求持续增加，进一步扩大就业规模。随着就业机会的增多，居民收入水平将得到提高，有效促进区域社会经济稳定发展。

（5）基础设施改善

为配合项目建设，新建和改造一批巡护道、排水等基础设施。这些基础设施的完善，不仅满足项目自身需求，还将提升区域整体交通便利性和公共服务水平，改善投资环境，吸引更多企业投资兴业，为区域经济发展注入新动力。

（6）区域协调发展

项目的实施将加强平潭北部与其他区域的经济联系和资源共享。通过旅游线路串联、产业协同发展等方式，促进区域间要素流动和产业互补，缩小区域发展差距，推动平潭全域经济协调发展。

8.2.1.3 环境效益

本项目建设符合《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，项目建成后能明显提高平潭综合实验区海岸带减灾缓冲体系，对海岸带生态系统防潮御浪、固岸护坡及防风固沙等减灾功能和海岸生态系统多样性提升有促进作用，具有显著的环境效益。

8.2.2 环境影响损失

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，则恢复环境质量或生



产性资产所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。

根据项目施工特点，在吹砂、抛石、礁体投放等施工阶段，工程区内的底栖生物将遭到破坏；施工产生悬浮泥沙入海，将对周边海域水质和海洋生态造成短暂的施工期环境影响，主要反映在悬浮泥沙入海将导致水的浑浊度增大，透明度降低，影响初级生产力、浮游生物的繁殖生长，但这种影响是暂时的，随着施工结束而消失。

项目施工期各项环保工程措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保工程措施的落实，使清洁生产整体预防战略在建设施工期全过程得到有效贯彻，从而确实有效保护生态环境，达到社会经济建设和环境资源保护的协调发展。项目竣工后将改善大练岛及海坛岛北部岸线生态和景观环境，可带来正面的环境效益。



9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。本项目环境管理目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

9.1.2 环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

本工程在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

（2）分级管理原则

工程建设和运行应接受各级生态环境主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

（3）相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

（4）针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

9.1.3 环境管理目标

（1）保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

（2）预防污染事故的发生，保证各类污染物合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境功能区划要求的标准。

（3）水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

（4）做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病



率，避免传染病暴发和蔓延。

(5) 理清工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工区环境美化，争创环保优秀工程。

9.1.4 环境管理体系

本工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分。

外部管理是指省级及地方生态环境主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查等活动。

内部管理是指建设单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的过程和活动按环保要求进行管理及环境保护竣工验收等活动。内部管理分施工期和运行期两个阶段。

施工期内部管理由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护要求与地方生态环境部门要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环保负责。运行期由工程运行管理单位负责，对环境保护措施进行优化、组织和实施。

9.1.5 环境管理机构设置及其职能

考虑施工期和运行期管理性质、范围要求的不同，环境管理机构按施工期和运行期分别设置。

9.1.5.1 施工期

(1) 建设单位

工程开工前建设单位应设置“平潭北部海洋生态保护修复工程环境保护领导小组”与“施工期工程环境保护办公室”。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“施工期工程环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办



事机构，设专职人员 1-2 人。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

1) 通过开展调查研究，确定适合本工程的环境保护方针和经济技术政策，确立环境保护目标，并结合工程施工方案予以分解；

2) 制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜；

3) 组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理；

4) 委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施；

5) 依照法律、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制；

6) 协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级生态环境主管部门汇报工作；

7) 督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹；

8) 检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；

9) 组织编写工程环境保护月报、季报及年度报告，并向有关主管部门汇报。定期编写环境保护简报，及时公布环境保护动态和环境监测结果；

10) 组织鉴定和推广环境保护先进技术和经验，开展技术交流和研讨；

①环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识；

②内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，做好档案、资料收集、整理等工作；

③开展工程竣工验收环境保护调查，提交环境保护验收申请。

(2) 监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立工程环境监理部，参与工程环境管理。环境监理部的机构组织、监理内容和监理制度见“9.2 环境监理”。



（3）施工单位

施工期的污水处理、声环境保护、环境空气保护、固体废弃物保护、生态环境保护等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位应确保措施到位，落实相关费用。

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职或兼职人员 1—2 人，负责企业和所从事的建设生产活动中的环境保护管理工作，包括以下内容：

- 1) 制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告；
- 2) 检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题；
- 3) 核算年度环境保护经费的使用情况；
- 4) 接受建设单位生态环境部门和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

（4）设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

9.1.5.2 运行期

工程建成运行后，运行管理单位应该设立“环境保护管理办公室”，设专职人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

- （1）根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；
- （2）负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计和数据管理；
- （3）监控运行环保措施，协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

9.1.6 环境管理制度

（1）环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。



（2）分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理部门负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

（3）监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

（4）“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

（5）制定对突发事件的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其他突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位生态环境部门与地方生态环境主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理，并防止以后类似事故的发生。

（6）报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。施工承包商定期向工程建设环保管理办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况中所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环保管理办公室报告施工区环境



保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期向工程建设环保管理办公室提交环境监测报告，环保管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

9.1.7 环境保护宣传和培训计划

为增强工程建设者（包括管理人员和施工人员）的环境保护意识，施工区环境保护办公室应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程建设者进行环境保护宣传，提高环保意识，使每一个工程建设者都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

对环境保护专业技术人员应定期邀请环保专家进行讲学、培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

9.2 环境监理

9.2.1 环境监理目的

工程施工期较长，为有效落实施工期各项环境保护措施落实，工程根据环境保护要求，应实施环境监理制度，以便对施工期各项环保措施的实施进度、质量及实施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和生态破坏事件。环境监理应遵照整体监理、全过程监理、早期介入等原则，将环境监理落实到工程建设的各个过程中。

9.2.2 环境监理的作用

施工期环境监理的作用主要有：

（1）预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。

（2）制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节。以保证整个过程的平衡协调。

（3）参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作。对与工程有关的重大环境问题参与决策。

（4）反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。



(5) 促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任务。

9.2.3 环境监理工作程序

(1) 环境监理的建设项目公示。本工程是需开展环境监理的建设项目，在该项目环评文件审批后，需在生态环境行政主管部门的门户网站进行公示。

(2) 建设项目环境监理单位遴选。本工程环境监理由建设单位自主委托或者招标选定环境监理单位。

(3) 建设项目环境监理合同签订。遴选工作结束后，建设单位与遴选出的环境监理单位签订环境监理合同。环境监理单位根据合同约定的工作范围内开展监理。环境监理单位向审批建设项目环评文件的生态环境行政主管部门提供合同副本。

(4) 环境监理工作方案编制与设计阶段环境监理。环境监理单位根据建设项目的规模、性质及建设单位对环境监理的要求，委派投标文件中约定的项目总监主持编写环境监理工作方案，并同步开展设计阶段环境监理工作。

(5) 施工期环境监理。在环境监理方案的指导下，开展施工期环境监理工作，并编制施工期环境监理报告。

(6) 施工期环境监理结束后编制环境监理总报告，并向建设单位移交全部环境监理档案资料。

9.2.4 环境监理工作依据

- (1) 环境监理合同；
- (2) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议；
- (3) 工程的施工图纸与文件；
- (4) 本项目的环境影响报告书和水土保持方案及相关批复；
- (5) 国家的法律、行政法规、地方性法规；
- (6) 国家或国家授权部门与机构批准的工程建设文件；
- (7) 发包人指定使用的与本工程有关制度、办法和规定；

9.2.5 环境监理组织机构设置

环境工程监理不仅是环境管理的重要组成部分，也是工程监理的重要组成部分，并且具有相对的独立性。因此，施工期建设单位应委托专业的环境监理单位开展本



工程建设期的环境监理。

9.2.6 环境监理内容

9.2.6.1 设计阶段环境监理内容

- (1) 审核施工组织设计中环保措施落实情况；
- (2) 审核施工承包合同中环境保护专项条款；
- (3) 审核施工方案、污染特征、排放特点及各污染控制节点等与项目环评报告及批复文件的符合性；
- (4) 审核施工期环境管理体系建立、环境管理计划等；
- (5) 参与施工招标和施工合同编制，将有关环境保护条款列入标书文件，在施工合同中明确建设单位、施工单位环境保护责任与义务；
- (6) 对建设单位、施工单位环保达标和环境工程的人员、仪器设备准备情况进行检查；审核施工单位开工文件。

9.2.6.2 施工阶段环境监理内容

(1) 生态保护措施监理

监督检查工程施工建设过程中生态保护和恢复措施、水土保持措施、陆生动植物保护措施等落实情况。

(2) 施工期环保达标监理

- 1) 监督检查施工过程中的生产废水、生活污水的污水处理情况是否合理，是否做到达标排放，监控施工区水环境质量达标情况；
- 2) 监督大气污染防治方案是否按环保设计中确定的方案进行，施工过程中是否采用相关降尘措施及实施效果，监控工程施工区的大气环境质量达标情况；
- 3) 监督检查降噪措施的落实情况及实施效果，监控工程区的声环境质量达标情况；
- 4) 监督检查施工期间垃圾桶、垃圾收集设置和建设是否满足设计要求；生活垃圾是否经统一收集后外运至平潭北厝垃圾焚烧发电厂无害化处置。

(3) 环保设施监理

监督检查项目施工过程中环境污染治理设施、环境风险防范设施按照环评及批复要求建设的情况。检查废水、废气、噪声、固废等环保设施的建设规模、质量、



进度是否按照要求建设。

9.2.6.3 竣工验收阶段环境监理内容

竣工验收阶段的环境监理工作的重点是施工营地等临时用地清场及恢复措施监理；环保工程、生态补偿等的落实情况监理，环境监理预验收工作，整理资料，编写总结报告，协助业主准备竣工环保验收工作等。

（1）生态保护措施环境监理

1) 生态保护措施与效果

监督检查生态状况、生态影响、生态保护措施、生态保护措施实施效果、环境敏感目标以及环境影响评价文件和审批文件提出的其他生态保护要求的落实情况。

2) 其他生态保护措施

监督检查工程土石方量，临时占地的恢复措施与恢复效果，防护工程、绿化工程建设情况及其效果等。

（2）环境管理情况

监督检查的内容包括机构设置、人员配备、规章制度、人员培训等方面。监督检查建设单位是否设有专职机构负责日常环境管理工作，环境管理规章制度是否完善。

（3）环保投资落实情况

监督检查工程施工及试生产阶段环境保护分项投资及总额，并与环境影响评价文件、设计文件相对比，检查环保投资分项落实情况。

（4）其他环境监理

环境影响评价文件及批复中的有关环境保护要求（如生活污水收集与处理、垃圾处理设施、水土保持措施等）的落实情况。

9.2.7 环境监理工作方法

环境监理工作方法主要有：①进行日常的监理巡视检查；②出现异常现象时委托环境监测单位进行必要的监测；③下发指令性文件，如整改通知等；④组织召开环境例会；⑤提交工程环境月报及其他报告；⑥审查施工单位环境月报和考评施工单位的环境保护工作等。

9.2.8 环境监理工作制度



（1）工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况做出工作记录（监理日志），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，当时发生的主要环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，以及监理工程师对问题的处理意见。

（2）报告制度

监理部每月向建设单位生态环境部门提交一份环境监理月报，概述该月的环境监理工作情况，说明施工区的环境状况，指出主要的环境问题，提出处理意见，检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告，对半年的环境监理工作进行总结。

（3）函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，都是通过下发问题通知单的形式，通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

（4）环境例会制度

环境监理部定期会同建设单位生态环境部门、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会，承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在问题及整改要求。每次会议都要形成会议纪要。

9.3 环境监测计划

9.3.1 环境监测目的

分析施工期各环境因子及经污染控制措施实施后的达标情况；跟踪项目施工效果是否满足设计要求；对周边生态资源和环境的效果改善跟踪监测，评价项目实施效果，并为后续适应性管理提供依据。

9.3.2 监测点位、断面布设原则

（1）统一规划，分步实施原则

监测计划从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，逐步实施和完善。

（2）与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点及周围环境敏感点的分布，



及时反映工程施工和运行过程中周边环境的变化以及环境变化对工程施工和运行的影响。

（3）针对性和代表性原则

根据环境现状和环境预测结果，选择对环境影响显著、对工程区域环境影响有控制性和代表性的因子进行监测，合理选择监测点位和监测项目，力求做到监测方案有针对性和代表性。

（4）经济性和可操作性原则

按照相关专业技术规范要求，监测项目、频次、时段和方法以满足本工程环境保护需要为前提，科学安排监测计划，尽量利用现有机构的监测成果，力求以较少的投资获得较完整、准确的环境监测数据。

9.3.3 监测机构

本项目的环境监测应委托具有环境质量监测认证资质的技术单位承担。

9.3.4 跟踪监测内容

根据《2025 年福建平潭海洋生态保护修复工程项目 跟踪监测及成效评估工作方案》（自然资源部海岛研究中心 2025 年）中工程跟踪监测计划，在项目建设期间需要实施海洋生态环境跟踪监测、砂质海岸生态修复成效评估、中国鲎栖息地保护修复效果评估、海藻场修复效果评估、海洋生态系统碳汇计量监测、防护林生态修复效果评估、海岸侵蚀边坡修复效果评估、工程社会效益和生态溢出效应评估、海岸带生态系统生态减灾功能评估、项目绩效指标监测及评估等内容。

9.3.4.1 海洋生态环境监测

（1）监测点位布设

按照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局 2002 年 4 月 30 日）等相关要求，在附近海域布设 20 个水质调查站位、12 个沉积物站位、12 个海洋生态站位、6 个渔业资源调查站位、6 个生物体质量调查站位和 5 条潮间带断面。监测站位图见图 9.3-1，站位信息见表 9.3-1。

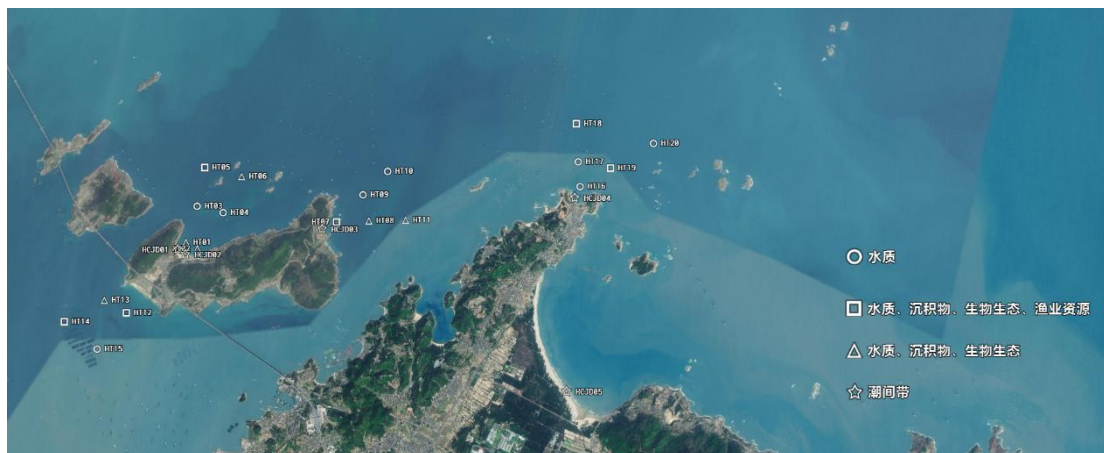


图 9.3-1 海洋生态环境监测点位布设图

监测站位坐标表

表 9.3-1

站位	经度	纬度	监测要素
HT01	119.6754	25.6535	水质、沉积物、生物生态
HT02	119.6785	25.6519	水质、沉积物、生物生态
HT03	119.6784	25.6624	水质
HT04	119.6855	25.6608	水质
HT05	119.6804	25.6718	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
HT06	119.6905	25.6696	水质、沉积物、生物生态
HT07	119.7163	25.6584	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
HT08	119.7249	25.6587	水质、沉积物、生物生态
HT09	119.7234	25.6651	水质
HT10	119.7301	25.6708	水质
HT11	119.7349	25.6589	水质、沉积物、生物生态
HT12	119.6592	25.6364	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
HT13	119.6533	25.6394	水质、沉积物、生物生态
HT14	119.6425	25.6342	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
HT15	119.6513	25.6276	水质
HT16	119.7823	25.6671	水质
HT17	119.7819	25.6732	水质
HT18	119.7813	25.6824	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
HT19	119.7905	25.6717	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
HT20	119.8023	25.6776	水质
HCJD01	119.6732	25.6516	潮间带
HCJD02	119.6752	25.6504	潮间带
HCJD03	119.7122	25.6567	潮间带
HCJD04	119.7807	25.6642	潮间带
HCJD05	119.7785	25.6170	潮间带

(2) 监测指标

水质调查项目：水深、水温、盐度、pH、化学需氧量、溶解氧、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、悬浮物、石油类；



沉积物调查项目：铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油类、硫化物、有机碳；

海洋生态调查项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物；

渔业资源调查项目：鱼卵仔鱼、游泳动物；

生物体质量调查项目：铜、铅、镉、锌、汞、砷、总铬、石油烃；

潮间带调查项目：潮间带大型底栖生物。

（3）监测频次

施工前开展 1 次本底调查，施工期共持续约 3 年，春、秋季各开展 1 次跟踪监测，竣工后头 1 年开展春、秋季 2 次监测。根据施工进度安排，共计开展 9 次监测。

（4）分析方法

调查分析及标准按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）、《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）、《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》（HJ491-2019）等执行。

9.3.4.2 海洋水文监测

（1）监测点位布设：项目外侧海域布设 6 个测站。

（2）监测指标：流速、流向、含沙量和潮位。

（3）监测频次：施工结束后 1 年，大、小潮各进行一次。

（4）监测方法：测流选用 ADCP 海流计观测。在每个流速流向定点站进行大、小潮同步分层流速、流向观测。流速、流向观测时间为转流前 1 小时，连续观测 26 小时以上，并确保两涨两落闭合。流速、流向在整点及涨、落急涨、落憩时统一按六点法提取，即表层（水面下 0.5m）、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层（泥面上 0.5~1.0m），水深≤5.0m 按三点法，即表层（水面下 0.5m）、0.6H 和底层（泥面上 0.5~1.0m），H 为测站实测水深。

含沙量采样取表层(0.2H)、0.6H 及底层（0.8H），含沙量每 2 小时取样 1 次。含分析采用重量法。

潮位按照《海洋观测规范第 2 部分 海滨观测》要求开展观测，观测要素包括逐时潮高及高（低）潮潮时、潮高，观测时间为一个月。

9.3.4.3 砂质海岸

（1）海滩特征监测



1) 岸线调查

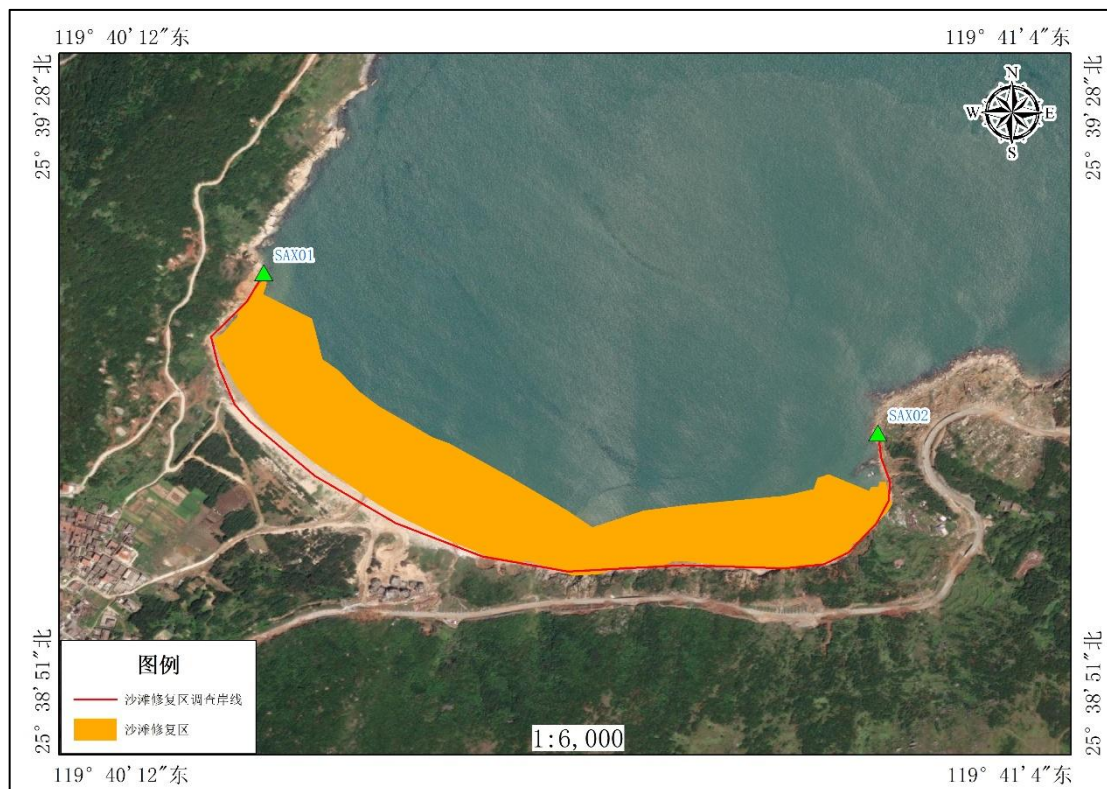
①调查范围

调查区域为渔限村北部沙滩、月举村砾石滩，渔限村北部沙滩和月举村砾石滩调查长度约 2.1km，其中渔限村北部沙滩 1.5km，月举村砾石滩 0.6km。渔限村北部沙滩和月举村砾石滩的地理位置及范围信息见图 9.3-2，调查岸线的起点、终点坐标及岸线长度信息见表 9.3-2。

调查岸线信息表

表 9.3-2

岸线区域	起点编号	起点坐标	终点编号	终点坐标	岸线长度
渔限村北部沙滩	SAX01	119°40'22.477"E, 25°39'16.142"N	SAX02	119°40'54.466"E, 25°39'7.795"N	1.5km
月举村砾石滩	LAX01	119°42'46.424"E, 25°39'31.710"N	LAX02	119°42'50.474"E, 25°39'22.500"N	0.6km



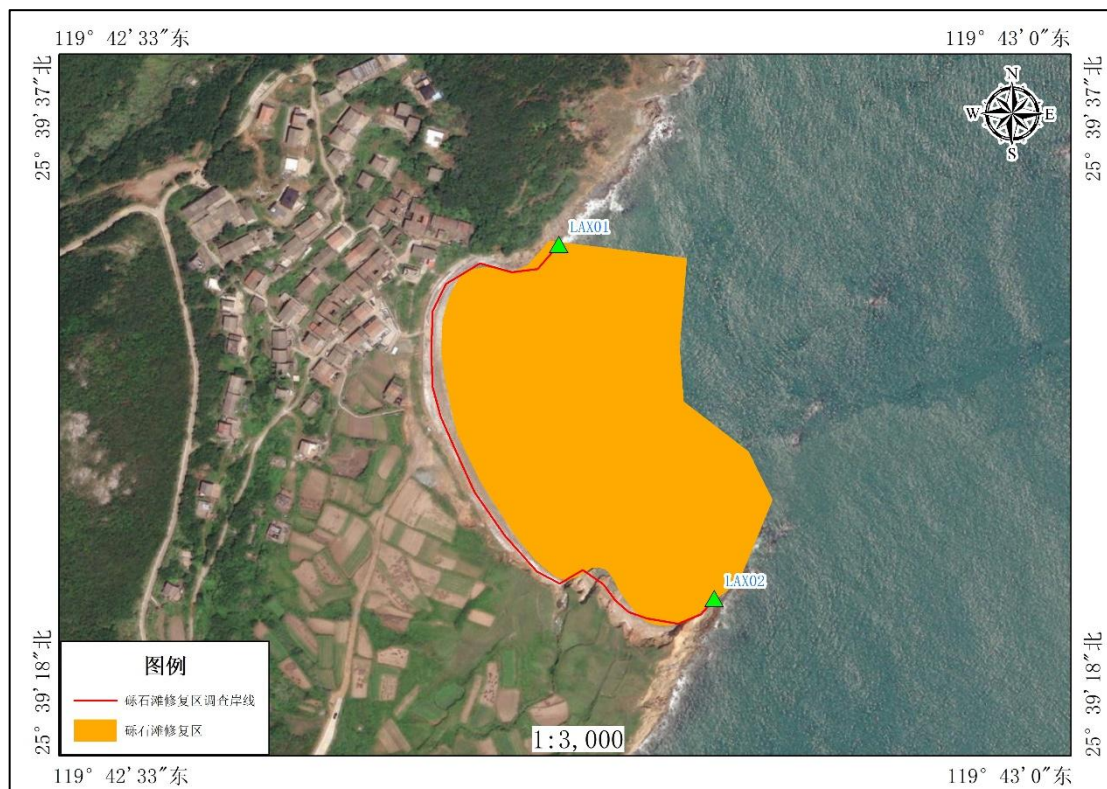


图 9.3-2 渔限村北部沙滩及月举村砾石滩调查岸线位置图

②调查时间和频次

渔限村北部沙滩和月举村砾石滩施工前进行 1 次本底调查；施工结束后前 1 年内每季度调查 1 次。如遇风暴潮，应在风暴潮后 15 天、1 个月内分别加测 1 次。预计调查约 7 次。

③调查方法

采用 RTK 现场测量与遥感调查相结合的方法进行，测量岸线位置为平均大潮高潮线，其现场识别特征为最靠陆侧的垃圾堆积带、海滩干湿分界线或侵蚀陡坎。

④技术要求

测量比例尺 1:2000，测量技术要求按照《海洋工程地形测量规范》（GB/T17501-2017）执行。坐标系统：2000 国家大地坐标系，投影方式：高斯投影，高程基准：1985 国家高程基准。

2) 岸滩剖面 and 近岸水下地形调查

①剖面线布设

根据《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 8 部分：砂质海岸》（HY/T0460.8-2024）的相关要求，对渔限村北部沙滩布设 6 条剖面线，对月举村砾

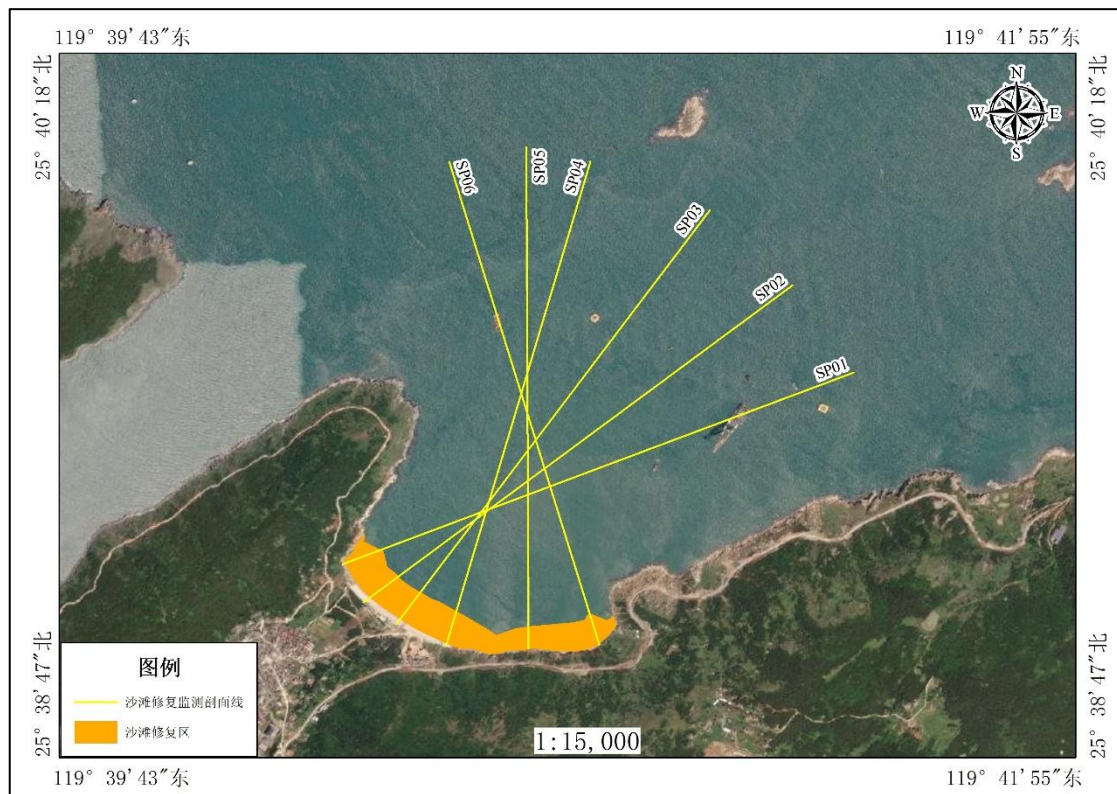


石滩布设 4 条剖面线，同时开展岸滩遥感监测。剖面线自海滩后滨向海延伸至 2km 处，剖面线垂直水边线布设，基点固定。调查剖面线分布情况见图 9.3-3，剖面信息表详见表 9.3-4。

地形调查剖面线信息一览表

表 9.3-3

区域	剖面线编号	起点经度	起点纬度	方位角°
渔限村海滩	SP01	119°40'19.668"E	25°39'12.053"N	67.7
	SP02	119°40'22.402"E	25°39'7.113"N	50.9
	SP03	119°40'26.666"E	25°39'4.348"N	34.6
	SP04	119°40'33.100"E	25°39'1.479"N	15.2
	SP05	119°40'43.776"E	25°39'1.121"N	359.9
	SP06	119°40'52.941"E	25°39'1.627"N	344.4
月举村砾石滩	LP01	119°42'45.795"E	25°39'31.687"N	130.2
	LP02	119°42'42.890"E	25°39'29.114"N	84.9
	LP03	119°42'43.759"E	25°39'25.764"N	63.3
	LP04	119°42'45.757"E	25°39'23.159"N	53.8



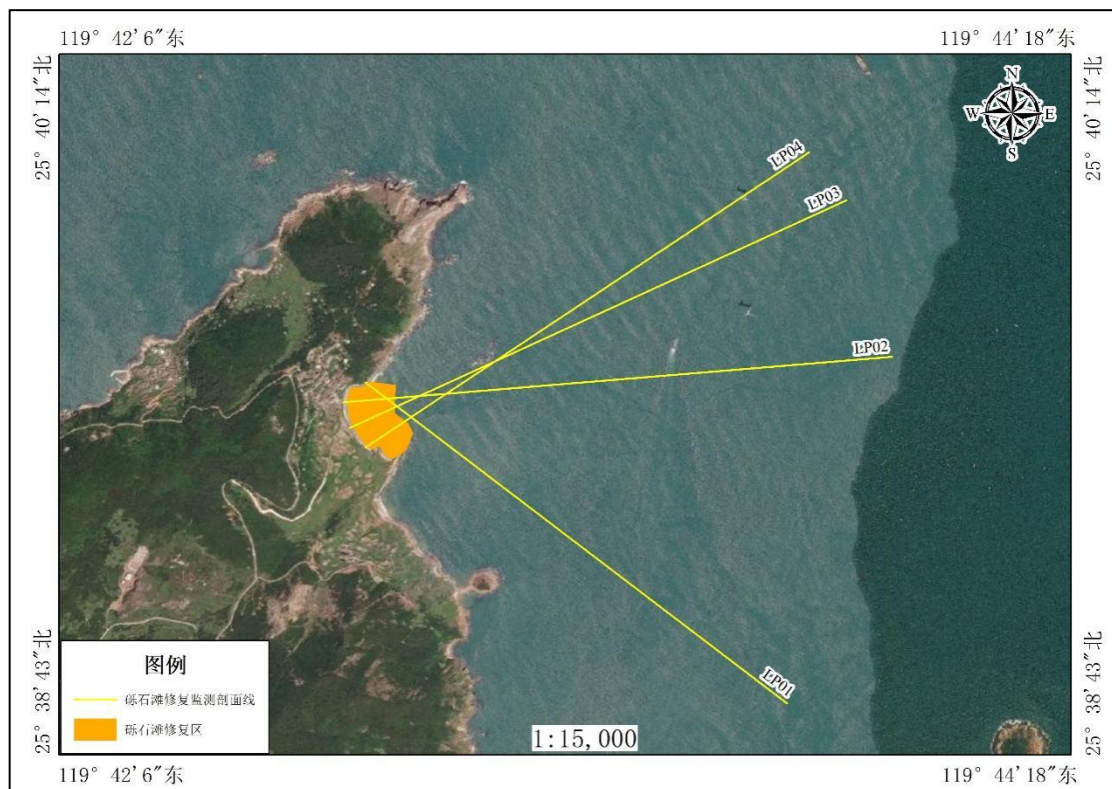


图 9.3-3 海滩修复区范围及剖面测量线分布图

②调查时间和频次

调查时间及频次同岸线调查。

③调查方法

岸滩地形测量采用 RTK 结合单波束测深的方法进行测量，RTK 地形测量精度与作业要求按《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》第 5、6 条规定执行。现场作业时，尽可能选择在高潮时段进行测量。

④技术要求

测点应能反映剖面地形变化，岸滩剖面地形调查比例尺不低于 1: 500；平面定位亚米级，高程精度厘米级其他测量要求应符合 GB/T 17501-2017 中第 10 章的规定。

近岸水下剖面地形调查比例尺应不低于 1: 2000；水深测量准确度应优于 0.3m；其他测量要求应符合 GB/T 12763.10-2007 中第 5 章的规定。

坐标系统：2000 国家大地坐标系，投影方式：高斯投影，高程基准：1985 国家高程基准。

3) 沉积物粒度调查

①站位布设



每条断面布设 3 个取样点，砾石滩因无潮上带，不布设站位，岸上共计布设 18 个站位，调查剖面与岸滩剖面应一致，选取 SP01~SP06 共 6 条剖面。近岸水下沉积物调查站位布设为每 500m 一个站位，选取 SP01、SP03、SP05、LP01、LP03 共 5 条断面进行水下沉积物采样，共计 20 个站位。

②调查时间和频次

同水下剖面测量，预计约调查 7 次。

③调查方法

取样深度为表层 5cm~20cm；表层样品用样品袋包装，每个样品采集不少于 500g。沉积物粒度的室内测试分析按照 GB/T 12763.8-2007 中 6.3 的要求进行。

(2) 生物群落及环境要素调查

渔限村北部沙滩和月举村砾石滩生物群落及环境要素监测指标、监测站位及监测频次详见表 9.3-4。

潮间带底栖生物调查方法：采用 0.25m×0.25m 样方采集，每个站位 8 个样方。低潮区的样品须在大潮期间进行，若断面或站数较多，而工作量较大时，中、高潮期站位样品采集可安排在小潮期间进行。

后滨植被调查方法：以样线法调查为主，结合样方调查和无人机航拍视频为辅进行实地踏查。

环境要素分析方法：海水、沉积物样品的采集、分析按照 GB 17378-2007 中的规定执行。

生物群落及环境要素监测内容及频次

表 9.3-4

监测内容	监测指标	监测站位	监测频次
生物群落	潮间带底栖生物（种类组成、密度和生物量）	共计 5 条潮间带生物断面，在高潮区布设 1 站、中潮区布设 3 站、低潮区布设 1 站	修复前 1 次；修复后，每季度调查 1 次，总计 5 次
	后滨植被（植物种类组成、覆盖度、修复成活率等）	长江澳沙滩后滨区域设置 4 个调查样方	
环境要素	近岸海水水质（粪大肠菌群、水色、水温、盐度、透明度、pH 值、油类、溶解氧、悬浮物）	15 个（沙滩 9 个，砾石滩 6 个）	
	潮间带沉积物质量（石油类、有机碳、硫化物）	5 个（沙滩 3 个，砾石滩 2 个）	



9.3.4.4 海藻场

(1) 监测站位布设

为依据《海洋生态修复技术指南（试行）》、《海洋监测规范》（GB17378）、《海洋调查规范》（GB/T12763）等规范要求，进行监测站位布设。为了及时评估贝藻礁生态系统修复后海域生态环境变化，设置 4 条调查断面，每条断面设置 3 个站位，共计 12 个站位。站位分布图详见图 9.3-4，站位信息表见表 9.3-6。

贝藻礁环境要素站位信息表

表 9.3-5

名称	经度 (° E)	纬度 (° N)
HZ01	119.7801	25.6665
HZ02	119.7804	25.6665
HZ03	119.7808	25.6665
HZ04	119.7801	25.6658
HZ05	119.7804	25.6659
HZ06	119.7807	25.6659
HZ07	119.7807	25.6652
HZ08	119.7810	25.6654
HZ09	119.7813	25.6655
HZ10	119.7813	25.6646
HZ11	119.7815	25.6649
HZ12	119.7817	25.6651



图 9.3-4 贝藻礁环境要素站位图

(2) 监测指标



监测内容详见下表。

海藻生态系统调查内容表

表 9.3-6

监测内容	监测指标
海藻场海藻物种	面积、分布、覆盖率、种类组成、优势种、株高、样方覆盖度、密度、生物量、植株碳氮磷含量、含水量
生物群落	浮游植物种类和密度，大型底栖动物种类、数量和密度，鱼卵仔鱼种类和数量，敌害生物种类和数量
沉积环境	底质类型、有机碳、总氮、pH 值
环境要素	透明度、流速、流向、pH 值、化学需氧量、水温、盐度、溶解氧、有机碳、悬浮物、无机氮（铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐）、活性无机磷、油类
碳汇	沉积物容重，沉积物有机碳含量，沉积物沉降速率，藻类湿重与干重之间的转换系数，藻类干重量下的含碳比率
威胁因素	人为干扰和自然因素
厚壳贻贝	物种、密度、补充量、壳高、肥满度调查方法及要求按照 T/CAOE20.7 的规定执行。繁殖高峰期调查方法及要求
礁体	面积、礁体高度、礁体宽度

（3）调查频次

在海藻场生态修复后第 1 年内，宜对种植海藻萌发率、成活率及生长情况开展密集监测。种植后 3 个月内每月监测 1 次，3 个月后至 1 年内按季度实施监测；在海藻场生态修复第 2 年至第 5 年，每年实施至少 1 次监测，监测时间宜选择海藻生长茂盛期。

本工程实施后，采用声学方法进行 1 次礁体空间分布的调查，采用水下摄像的方法监测贻贝生长状况，每年监测 2 次，分别安排在贻贝排放期和长成期。

（4）监测方法

因贻贝和牡蛎均属于贝类，且生物学特性、生态效应以及礁体类似，因此根据《海岸带生态修复工程建设技术导则第 6 部分：牡蛎礁》（T/CAOE21.6-2020）要求监测。

依据《海藻场生态修复与效果评价技术指南》（T/CAOE 76-2024）等规范标准对海藻场修复效果跟踪监测。

9.3.4.5 中国鲎

（1）中国鲎幼体种群的数量和分布状况调查

1）监测站位布设

采用样线法开展调查，共布设 6 条样线，每条样线布设 2 个点位，调查时随机选取其中一个点位，开展中国鲎种群数量和分布状况调查。



图 9.3-5 中国鲎调查站位图

2) 调查频次

工程实施前调查 1 次，年度增殖放流工作结束后开展每年 2 次。

3) 调查方法

选择低潮，水温高于 15 度，天气晴朗时间进行监测。监测点按样方 $8\text{ m} \times 8\text{ m}$ ，测量幼鲎头胸甲宽和重量。

(2) 中国栖息地海洋生态环境监测

1) 监测站位布设：在离岸 200 米，1000 米处划设 2 条断面，每条断面布设 3 个调查站位。

2) 监测指标

水质：风速、风向、海况、天气现象、水深、水温、水色、盐度、透明度、叶绿素 a、pH、溶解氧、化学需氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、



石油类、悬浮物质、总氮、总磷、铜、锌、总铬、汞、镉、铅、砷；

沉积物：有机碳、石油类、硫化物、重金属铜、锌、总铬、汞、镉、铅、砷；

生物生态：叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

3) 监测频次：在生境修复与种群恢复工程实施后 1 年内开展 2 次水环境调查，开展时间为春季（3~5 月），秋季（9~11）。

4) 调查方法：同 9.3.4.1 节。

9.3.4.6 海岸侵蚀边坡及岸线

海岸侵蚀边坡及岸线修复调查内容、监测站位及监测频次详见表 9.3-8。

采用遥感影像、无人机航拍并结合现场调查对海岸带受损修复情况进行监测。

根据《全国生态状况调查评估技术规范-草地生态系统野外观测》（HJ 1168-2021），采用遥感影像并结合现场调查对植被修复情况进行监测。外业采样率平均每 2000m² 设置 1 个固定样地，样方大小为 1m × 1 m。

海岸侵蚀边坡及岸线监测内容及频次

表 9.3-7

类型	调查内容	监测站位	监测频次
岸线修复监测	岸线位置、长度、修复边坡形态、边坡稳定性等	海坛岛白沙村、白胜村、岱峰村、青峰村、甲澳、甲澳沙滩、丰田村、南盘村及大练岛渔限村、月举村、立新村及围东村岸线修复区	修复前开展 1 次本底调查，修复后 1 年内开展 1 次调查，共调查 2 次
边坡植被修复监测	植物群落面积、植物种类、密度、盖度、成活率及土壤理化指标等	海坛岛白沙村、白胜村、岱峰村、青峰村、甲澳、丰田村、南盘村及大练岛渔限村、月举村、立新村及围东村岸坡修复区	

9.3.4.7 防护林修复

防护林修复调查内容、监测站位及监测频次详见表 9.3-8。

按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则第 8 部分：砂质海岸》（HY/T 0460.8-2024）、《海滩后滨沙地植被修复技术方法》（HY/T 0304-2021）、《野生植物资源调查技术规程》（LY/T 1820-2009）、《生物多样性观测技术导则陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）等执行。



海岸侵蚀边坡及岸线监测内容及频次

表 9.3-8

类型	调查内容	监测站位	监测频次
防护林植被群落调查	植物种类、面积、覆盖度、植株高度、胸径、冠幅、修复成活率、病虫害及生活力等	长江澳及大练岛各设置 3 个调查样方，其他典型群落各不少于 1 个调查样方	修复前开展 1 次本底调查；修复后 1 年内开展 1 次跟踪监测调查，如遇风暴潮，一个月内补充调查一次，共调查 3 次
威胁因素的调查	区域台风、风暴潮和极端气温发生次数、强度、破坏情况、灾害处理恢复，以及海平面变化信息；发现有害生物影响的调查区域，调查记录有害生物的物种、分布区域、影响面积；存在污染物排放的调查区域，调查和收集排污数据；存在海洋（海岸）工程的调查区域，调查工程位置、数量、规模、建设和营运情况及对周边植被的影响等信息	长江澳及大练岛区域	

9.3.5 施工期污水监测

(1) 监测目的

了解工程施工期水污染源强和污水处理设施的效果。

(2) 监测位置、项目及时间

工程施工期施工污水水质监测点的布设、监测项目、监测周期、时段和频率见表 9.3-10。

施工期水环境监测计划一览表

表 9.3-9

类型	监测点位	监测项目	监测频次	监测历时
污水监测	2 个施工区洗车废水处理系统末端	pH、SS、废水流量	施工期内每季度一次，每期监测 1 天，每天监测 4 次	施工期 31 个月

注：每次监测应详细说明周边生产设施及环境保护设施运行工况、运行负荷等。

(3) 采样及分析方法

污水各监测点的采样及分析方法，按照《污水监测技术规范》（HJ 91.1-2019）的有关规定执行。

(4) 资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交建设单位环境管理部门存档备查。

9.3.6 陆生生态调查

(1) 监测范围

《2025 年福建平潭海洋生态保护修复工程项目 跟踪监测及成效评估工作方案》（自然资源部海岛研究中心 2025 年）未对以工程施工区及施工便道施工结束后植被



恢复情况进行监测，因此考虑对施工区及施工便道等临时用地区进行陆生生态调查。

(2) 监测因子

植被类型、群落特征、珍稀动植物数量、分布情况等。

(3) 监测频次

施工前、施工后期各进行 1 期陆生生态调查。

(4) 监测方法

1) 遥感监测

利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台，以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库，依托 GIS 的空间分析性能进行监测，得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等，来判断植物和植被的变化。

2) 植物监测

根据《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》等有关要求进行监测。

3) 动物监测

根据《生物多样性观测技术导则 两栖动物》《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》《生物多样性观测技术导则 爬行动物》《生物多样性观测技术导则 鸟类》等相关要求进行监测。

9.3.7 大气环境监测计划

(1) 监测目的

了解工程施工期大气污染源强及其对环境空气质量的实际影响。

(2) 监测点位、项目及时间

环境空气监测仅施工期，监测点的布设、项目、周期、时段及频次如表 9.3-11。

施工期环境空气监测计划一览表

表 9.3-10

点位类型	监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
环境敏感点	设 3 个监测点位，渔限村、月举村、青峰村	TSP、PM10	施工期每季度监测 1 期，每期监测 7d，确保施工高峰期 1 期

(3) 监测方法

按照《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）、《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中规定方法执行。



(4) 资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交建设单位环境管理部门存档备查。

9.3.8 声环境监测计划

(1) 监测目的

掌握工程施工噪声源强及其对声环境的实际影响。

(2) 监测点位、项目及时间

噪声监测仅施工期，监测点的布设、项目、周期、时段及频次如表 9.3-12。

施工期环境噪声监测计划一览表

表 9.3-11

点位类型	监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
环境敏感点	设 7 个监测点位，2 个施工区及渔限村、立新村、月举村、南盘村、青峰村	TSP、PM10	施工期每季度监测 1 期，每期监测 2d，每天分昼、夜各监测 1 次，确保施工高峰期 1 期

(3) 监测方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）进行。

(4) 资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交建设单位环境管理部门存档备查。

9.3.9 人群健康监测计划

(1) 监测范围与任务

调查和收集施工区、工程影响区人群健康状况，各种疾病的流行资料；对导致疾病流行的传染源、流行特性进行调查，以便分析对比，提出预测预警；对施工人员进行疾病发病率调查；对施工区进行卫生防疫监督管理。

(2) 监测内容

对施工人员的健康状况进行抽样跟踪监测。

(3) 监测频率

施工人员每年进行 1 次人群健康抽样监测，抽样比例为 20%。

9.4 生态修复成效评估

根据《2025 年福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复工程项目实施方案》生态监测评估要求，在项目建设期间需要实施砂质海岸生态修复成效评估、中国鲎栖



息地保护修复效果评估、海藻场修复效果评估、海洋生态系统碳汇计量监测、防护林生态修复效果评估、海岸侵蚀边坡修复效果评估、工程社会效益和生态溢出效应评估、海岸带生态系统生态减灾功能评估等内容。

砂质海岸生态修复效果评估：评估内容包括灾害受损评估、减灾功能评估、稳定性评估与生态评估 4 个方面。

中国鲎栖息地保护修复效果评估：分析中国鲎幼体的生长情况，并通过沉积物、水质等生境调查，开展中国鲎栖息地后评估跟踪监测与评价，为制定科学有效的中国鲎保护策略与后续效果评估提供依据。

海藻场修复效果评估：对海藻种类组成与生物量进行重点评估，全面分析海藻场生态功能的恢复成效，为本项目发挥长期效益提供科学依据。

海洋生态系统碳汇计量监测：基于修复区域作为海洋生态系统碳汇监测与计量的专题区域，开展修复项目基础数据收集与整理，根据资料收集情况，开展现场补充调查和测量。制定修复项目碳汇监测与计量项目技术路线，包括资料收集和现场调查、碳汇监测、碳汇计量和成果编制 4 个部分。

防护林生态修复效果评估：开展防护林生态效益实物量和价值量评估。

海岸侵蚀边坡修复效果评估：分析岸线位置、边坡形态和稳定性、护坡植被长势及其群落状况，评价海岸侵蚀边坡修复效果。

工程社会效益和生态溢出效应评估：开展修复项目实施前后民众对海洋生态保护及陆海统筹理念提升路径研究与效果评估，形成工程项目生态溢出效应提升与分析系列成果。为海洋生态保护修复项目负责单位提供海洋生态保护及陆海统筹理念宣传方案，指导其开展宣传试点建设，评估与提升福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复工程项目产生的生态溢出效应。具体工作包括 3 方面内容：（1）项目辐射区域民众海洋生态保护及陆海统筹理念提升路径研究与效果评估；（2）社会效益和生态溢出效应评价试点建设；（3）海洋生态保护修复工程项目生态溢出效应分析。

海岸带生态系统生态减灾功能评估：科学评估该海域修复工程实施前后减灾能力的提升状况。

9.5 竣工验收

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程



中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

本项目竣工环境保护内容见表 9.5-1 所示。

项目竣工验收一览表

表 9.5-1

项目	主要环保验收内容
废水	1、施工人员生活污水排入民房现有污水收集系统，施工区粪便污水利用环保厕所收集，定期打包排入民房现有污水收集系统； 2、施工区洗车平台附近设置沉淀池，上层清液达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求，SS 达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准后回用于本系统，沉淀下来的泥沙与施工弃渣一起堆放在中转渣场。
大气	施工期抑制扬尘措施及其他防治环境空气污染措施。
声环境	高噪声作业禁止夜间施工；选择低噪声先进的施工设备；高噪声设备设置避免靠近居民点，尽量设置于远离声环境敏感点一侧，保持与声敏感点 50m 以上距离；避免在同一地点安排大量动力机械设施，避免局部声级过高；距离工程区较近的月举村村落，设置声屏障；临时施工场地采用围挡，立板高度控制在 2m 以上。
生态环境	1、后滨植被面积、成活率等指标是否达到预期目标； 2、修复岸线或海滩的长度、宽度、高程等指标是否达到预期目标； 3、防护林修复面积、林相结构、盖度、生物多样性等指标是否达到预期目标； 4、中国鲎种群、密度等指标是否达到预期目标； 5、海藻场修复面积、生物多样性、成活率等指标是否达到预期目标； 6、施工临时占地区、便道开展植被恢复或复垦，植被恢复效果以及影响满足水土保持方案和环评报告植被恢复要求。
固体废物	1、多余土方石方能够用于填方尽量会用，多余土石方作为弃渣集中外运至平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场，由该公司统一调配综合利用；中转渣场修建挡渣和排水设施，以防止水土流失。 2、建筑垃圾、施工人员生活垃圾是否委托环卫部门及时收集清运。
生物资源补偿	生态建设方案、补偿方案是否落实到位。
风险防范	是否制定了相应的施工期船舶溢油风险应急预案、签订溢油事故应急处理相关协议、台风风暴潮风险应急预案，如有突发情况是否采取了相应的风险防范措施。
环境管理	是否按报告书要求成立了专门的环境管理机构，并配备有专门的环境管理人员。
跟踪监测和成效评估	是否按环评报告的要求进行了环境监测和项目整体生态修复成效评估，是否配套后期的养护管理方案。



10 环境影响评价结论

10.1 项目概况

10.1.1 工程概况

本项目为平潭北部海洋生态保护修复工程，实施长江澳、海坛岛北部、大练岛海岸带生态保护修复，共 8 个子项目建设，生态修复总面积 77.36ha，其中海域面积 40.60ha，陆域面积 36.76ha。

海域部分主要工程：修复大练岛北部海滩长度约 1.5km，补沙量约 29.35 万 m³，埋设箱涵 202m（涉海 165m）；大练岛东部海滩修复长度约 0.6km，补砾石量约 12.3 万 m³，月举村生态护坡开挖 107m³，回填 2141m³；海藻生境修复 2.4ha，投放贝藻礁 533 个，沙滩中部和东端设置 2 条长度分别为 169m 和 100m 的充填沙袋拦沙堤；中国蚶生境修复 16.6ha，填方 1.41 万 m³，挖方 1.27 万 m³，投放蚶居 12 个，后滨植被修复 1510m²；岸线边坡修复护脚长 3.11km。

陆域部分主要工程：长江澳后滨修复 18.7ha；大练岛北部沙滩后滨修复 5.49ha；海坛岛修复侵蚀边坡长度约 3.54km；大练岛修复侵蚀边坡长度约 2.44km。

工程总投资 28939.73 万元，建设周期 31 个月。

10.1.2 主要环境问题

（1）施工期主要环境问题

- 1）施工过程悬浮泥沙入海对海水水质和海域生态环境产生的不利影响。
- 2）工程建设对海洋生态环境的影响。
- 3）施工船舶产生的船舶含油污水、生活污水和船舶垃圾等，如直接入海将对施工海域环境造成的不利影响；施工噪声对周围居民的影响。
- 4）施工船舶溢油可能对海域水质环境、生态环境等造成的影响。
- 5）施工过程对陆域生态环境的影响。

（2）营运期主要环境问题

- 1）工程对局部海域水文动力和冲淤环境的影响。
- 2）后滨生态修复及岸坡修复对陆域生态环境的影响。

10.2 环境质量现状评价结论

10.2.1 海洋水文动力环境现状

- （1）涨潮时潮流从海坛海峡北部往南部流，落潮时潮水海坛海峡南部往北部



流。L2~L6 站位，潮流最大流速发生在涨落急时刻附近，最小潮流出现在平潮前后。L1 站位位于海坛海峡的中部，其潮流最大流速发生在平潮时刻附近，潮流最小流速发生在涨落潮中间时刻附近。各站由表层至底层流速呈现减小的趋势。L1、L2、L3 和 L4 受海坛岛和陆地形态的影响，表现出明显的往复流特征。L5 和 L6 站位位于海坛岛的北侧，海域较为开阔，其旋转流特征更加明显。

(2) 各个站位的表、中、底层均在 0.5 以内，表现为规则半日潮流。六个站位的往复流特征较明显，表层表现出一定的旋转流特征。

10.2.2 地形地貌及冲淤变化现状

工程区未发现大型的滑坡、泥石流、崩塌、坍塌、地面塌陷等不良地质现象，工程区附近亦未发现古河道、古冲沟、渊等。但工程区处于海岛，海岸受风浪及潮水作用较强，且工程区处于台风多发区，受恶劣天气影响，海浪对岸坡冲刷较严重，局部岸坡存在小规模崩塌、坍塌现象。

10.2.3 海域水环境质量现状

2022 年 11 月各调查站位的 pH、溶解氧、化学需氧量、油类、铜、镉、汞、铬、砷含量均符合第一类海水水质标准，符合相应海域水质标准要求；CJ08 站位底层锌含量仅符合第三类海水水质标准，超标 0.18 倍，其余站位各指标均符合第二类海水水质标准，符合相应海域水质标准要求。

2023 年 3 月各调查站位的 pH、溶解氧、化学需氧量、油类、铜、镉、汞、铬、砷含量均符合第一类海水水质标准，符合相应海域水质标准要求；调查海域 CJ01、CJ04、CJ07、CJ09、CJ10、CJ11、CJ13、CJ14、CJ18 站位表层，CJ07、CJ11、CJ12 站位 10m 层，CJ07、CJ08、CJ09、CJ10、CJ12、CJ13、CJ14、CJ17、CJ18 站位底层，无机氮含量仅符合第三类海水水质标准，CJ12 站位表层、CJ19 站位底层无机氮含量仅符合第四类海水水质标准，CJ19 站位表层、CJ20 站位表层无机氮含量超过第四类海水水质标准；调查海域 CJ07、CJ11、CJ12、CJ13、CJ18、CJ19、CJ20 站位表层，CJ11、CJ12 站位 10m 层，CJ13、CJ14、CJ18、CJ19 站位底层，磷酸盐含量仅符合第四类海水水质标准；CJ05、CJ15 站位表层，CJ01 站位 10m 层，CJ01、CJ14、CJ16 站位底层，锌含量仅符合第三类海水水质标准，CJ14 站位表层锌含量仅符合第四类海水水质标准；无机氮、磷酸盐、锌超标主要与周边水产养殖污染影响有关，其余站位各指标均能满足第二类海水水质标准。



10.2.4 海洋沉积物质量现状

2023 年 3 月各调查站位沉积物质量均符合第一类沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。

10.2.5 海洋生物质量现状

2022 年 12 月采集的贝类生物体中镉、铬、总汞、砷、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准；CJSW02 站（牡蛎）铜含量超出第一类海洋生物质量标准且符合第二类海洋生物质量标准，其余站位均符合第一类海洋生物质量标准；CJSW03 站（牡蛎）铅含量超出第一类海洋生物质量标准，但符合第二类海洋生物质量标准，其余站位均符合第一类海洋生物质量标准；CJSW01 站（花蛤）锌含量符合第一类海洋生物质量标准，其余站位均超出第一类海洋生物质量标准且符合第三类海洋生物质量标准。

2023 年 3 月采集的贝类生物体中镉、铬、总汞、砷、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准；CJSW01 站（花蛤）铜、锌含量符合第一类海洋生物质量标准，其余站位均超出第一类海洋生物质量标准，但符合第三类海洋生物质量标准；CJSW01 站（花蛤）铅含量符合第一类海洋生物质量标准，其余站位均超出第一类海洋生物质量标准，但符合第二类海洋生物质量标准。

10.2.6 海洋生态环境和渔业资源现状

- （1）叶绿素 a（略）
- （2）初级生产力（略）
- （3）浮游植物（略）

2022 年 11 月航次多样性指数 H' 、均匀度 J' 较高，丰富度 d 和群落优势度 D 中等，浮游植物群落多样性良好；2023 年 3 月多样性指数 H' 、均匀度 J' 和丰富度 d 中等，优势度较高，浮游植物群落多样性中等。

- （4）浮游动物

2022 年 11 月航次调查海域浮游动物多样性指数、丰富度和均匀度较高，优势度较低，浮游动物群落多样性良好。

2023 年 1 月航次调查海域浮游动物多样性指数、丰富度和均匀度尚可，优势度较高，浮游动物群落多样性尚可。

- （5）大型底栖生物



2022 年 11 月航次所调查海域的大型底栖生物多样性一般。

2023 年 3 月航次所调查海域的大型底栖生物多样性较好，种间分布较均匀，群落结构较为稳定。

（6）潮间带生物

2022 年 12 月调查的潮间带生物多样性一般。

2023 年 3 月调查的潮间带生物多样性一般。

（7）鱼类浮游生物（略）

（8）游泳动物

调查海域游泳动物种类丰富度和生物多样性较好，群落结构较稳定。

10.2.7 环境空气质量现状

根据《2023 年 12 月及 1-12 月平潭环境空气质量》，2023 年 1-12 月，实验区环境空气质量达标率为 98.9%，其中：一级达标天数 217 天，二级达标天数 144 天，污染天数 4 天；环境空气质量综合指数为 1.95，优于全省九个设区城市；6 项污染物指标年均浓度均达到国家标准。

10.2.8 声环境现状

2025 年 3 月 24 日-25 日 6 个工程区周边环境敏感点声环境监测结果表明，声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，工程区域处于农村，现状声环境质量良好。

10.2.9 陆域生态环境现状

根据福建省植被区划，平潭综合实验区位于属于闽东南戴云山东部温暖亚热带雨林小区（IA2）。闽东南戴云山东部温暖亚热带雨林小区（IA2）地势西北高而东南低，气候温暖潮湿。年均气温 20℃左右，北部约 19℃。年雨量 1400～2000mm。植被组成为亚热带雨林，具有樟科、杜英科、茜草科、豆科、梧桐科等热带地属种植物。评价区共有维管束植物 275 种，隶属于 83 科 216 属，其中野生植物 68 科 179 属 225 种，栽培植物 23 科 40 属 49 种。按种属划分，蕨类植物 15 科 23 属 32 种，裸子植物 4 科 5 属 8 种，被子植物 93 科 313 属 443 种。按生活型划分，草本 77 科 230 属 318 种，灌木 39 科 88 属 116 种，乔木 21 科 34 属 49 种。其中种类最多的是禾本科、菊科和豆科，分别为 44 种、43 种和 35 种。

评价范围内植被型分为暖性针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、竹林、常绿灌



丛、湿性草丛、滨海沙生植被、人工植被木本类型、人工植被草本类型 9 个植被型。评价范围内共分布有 49 个群系。

根据《中国动物地理》（张荣祖，科学出版社，2011）的中国动物地理区划，评价区动物区域属于东洋界-华南区（VII）-闽广沿海亚区（VIIA）。根据现场调查与历史资料相结合的方法，评价区记录到两栖类 1 目 2 科 4 种，包括沼蛙、泽蛙、黑斑侧褶蛙和大树蛙。其中，沼蛙为中国特有种，尚未发现分布有列入国家和福建省重点保护两栖动物。爬行类 1 目 3 科 6 种，包括中国石龙子、蓝尾石龙子、黑眉锦蛇、草腹链蛇、翠青蛇和竹叶青。尚未发现分布有列入国家和福建省重点保护爬行类动物。2021 年 8 月和 11 月开展 2 期大练岛鸟类资源调查；2023 年 3-4 月开展 1 期长江澳鸟类资源调查，评价区共记录到鸟类 11 目 28 科 58 种。大练岛共调查到水鸟 12 种，常见的鸟类有白鹭、环颈鸪、黑尾鸥、珠颈斑鸠、棕背伯劳、白头鹎、家燕、八哥、鹊鸂、白鹊鸂和麻雀。记录的鸟类留鸟最多，其次为夏候鸟。长江澳域鸟类中游禽 9 种，涉禽 22 种，鸣禽 22 种，攀禽 1 种，陆禽 3 种，猛禽 2 种。从鸟类的季节性组成分析，区域鸟类以留鸟和冬候鸟为主，其中留鸟 27 种，冬候鸟 26 种，过境鸟 4 种，夏候鸟 1 种。

10.3 环境影响预测结论

10.3.1 水动力、地形地貌与冲淤环境影响评价

工程建设完成后，项目附近的涨落潮流流态没有明显变化，工程引起的流速变化量也较小，基本在 5cm/s 以下，且影响范围局限在具体工程附近，对区域海洋水动力的扰动不明显。预测结果表明，沙滩修复工程实施后，回淤主要可能发生在海滩东西两侧以及填砂区坡底线附近，最大年淤积量在 0.1m 左右。砾石滩修复区域，回淤主要分布在修复区北侧区域海域，年淤积量在 0.1m 以下，但砾石滩坡底线附近局部区域有较大的回淤可能。中国鲎生境修复区，工程实施后，冲淤主要发生在修复外缘线附近，且主要发生在西侧，局部区域最大年侵蚀量为 0.15m，最大年淤积量为 0.16m。海藻场修复区，由于该工程对相关海域的改成程度较低，基本不会对相关海域的冲淤环境造成影响。

10.3.2 海水水质环境影响评价

10.3.2.1 施工期悬浮泥沙入海影响分析

本项目施工期间的抛泥、抛沙、潮沟开挖都会引起工程所在海域的泥沙浓度增



大，海水水质受到影响。沙滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.327749km²；大于 50mg/L 包络面积约为 0.289201km²，大于 100mg/L 的包络面积约为 0.271820km²；中国鲎生境修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.347095km²；砾石滩修复悬沙浓度大于 10mg/L 的悬沙等值线包络面积约 0.187718km²。

工程建设对水质影响是短暂的、可逆的，影响程度可控，在竣工后水质环境将恢复原状。虽然泥沙悬浮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。项目施工会引起浮游植物生物量和以浮游植物为饵料的浮游动物生物量的减少，对底栖生物和海洋生物仔幼体造成伤害，造成经济损失。

10.3.2.2 施工废水排放的影响分析

本项目为海洋生态保护修复项目，营运期不产生水污染物，不会对项目周边水环境产生影响。施工期废水包括陆域施工人员生活污水和施工机械检修、冲洗产生的生产废水。

（1）施工生活污水

施工生活区租用当地民房，可利用现有的污水处理设施，1#、2#施工区及工程区产生少量粪尿污水。粪尿污水经环保厕所打包纳入民房现有生活污水收集系统，对海域水环境影响较小。

（2）施工生产废水

废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）后，回用于本系统，沉泥定期清理至中转渣场，基本不会对工程海域产生不良影响。

（3）施工船舶污水

本项目施工期船舶含油污水和生活污水产生的量小，经船载收集装置收集，由有资质的船舶油污水接收船接收上岸处理，对海水水质造成的影响很小。

10.3.3 沉积物环境影响评价

工程建设对海洋沉积物的影响主要表现为工程施工产生的悬浮物扩散和沉降的影响。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这



部分泥沙对施工区外的沉积物基本没有影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。

在上述沉降过程中，沉积物中原有的污染因子，会部分转移至水体中，其余部分仍保留在悬浮泥沙中，并随之沉降形成新的沉积物环境。项目填充物料主要来自周边清淤工程、外海采砂区；对填充物料需进行成分检定，符合标准限值的物料才能用于本项目，因此，虽然泥沙悬浮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。

10.3.4 海域生态环境影响评价

工程实施对海洋生态环境的影响主要是：①岸线修复工程、排水箱涵、中国鲎渔居、海藻场贝藻礁永久性占用海域，占用、破坏底栖生物生境，造成底栖生物量损失；②沙滩修复（含临时拦沙堤）、砾石滩修复、中国鲎生境修复区地形改造、海藻场修复区礁石清扫施工中暂时性破坏底栖生物生境，造成底栖生物量损失；③施工期悬浮泥沙入海对浮游生物、游泳动物、鱼卵仔鱼造成影响。

10.3.5 陆域生态环境影响评价

（1）施工期

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。

施工土石方运输主要利用海坛岛及大练岛的现有道路，施工便道设在工程区范围内，优先建设管护步道路基，待工程施工完成后，再修建管护步道路面。减少占用土地面积，降低土地类型的改变，减少植被破坏。从环境保护角度，本项目三场设置较合理。

工程占地涉及主要为基岩海岸的灌草丛或荒地，涉及少量灌木丛。工程的建设将造成一定数量的生物量损失。工程所在区域及其周边的植物区系成分以及植被群落类型主要为广布性和次生性成分、或广泛栽培的种类及群落类型，工程施工对区



域地带的植物物种多样性、以及植被群落生态多样性影响较小。

工程施工期间，受施工机械振动、施工车辆和施工人员的活动影响，栖息在施工区域的部分两栖类动物或爬行类动物将受到一定影响，离开施工干扰区，迁移到附近的农田、林地或水域生活。由于工程施工占地及影响范围有限，不致危及其生存。施工结束后随着植被的逐渐恢复，生态环境逐步改善，它们将陆续返回，种群数量会得到恢复。

（2）营运期

本项目为生态修复项目，修复滨海沙地植被修复，完善海滩生态系统的完整性，可在一定程度上增加防护林面积，提升防护林生态功能，可丰富区域鸟类生境，增加物种多样性。工程建设对于周边野生动物的生境是有利的。工程施工结束后，随着影响因子的消失，工程平稳运行，项目区植被逐渐得到恢复并稳定，生态环境逐步改善，动物的生境得以修复，项目区原来分布的野生动物会陆续返回，种群数量会得到恢复，动物多样性将逐步回到原有的水平，工程对野生动物的影响也会逐渐消失。另外由于工程后期的植物绿化和植被恢复，项目区的植被将变得更加丰富，会吸引更多的野生动物来此栖息与活动。

10.3.6 大气环境影响评价

类似临时堆砂场和海砂吹填、砂石装卸过程等产生的扬尘其影响范围为施工场界 200m 之内，以下风向 100m 内影响较明显。随着风速的增大，起尘量增多，影响范围扩大。在采取洒水降尘等措施后，一般情况下在距施工现场 50m 范围以外基本可恢复环境本底值。本项目施工废气主要来自施工机械驱动设备排放的废气，对环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。由于工程所在地附近区域地势开阔，大气扩散条件好，且施工机械、运输车辆数量少，较为分散，废气产生量有限，因此可预计这类污染物对大气环境的影响较小。

10.3.7 声环境影响评价

本项目 1#、2#施工区布置有施工辅企，噪声来自木材加工、钢筋加工等，产噪设备主要包括起重机、切削机床、钢筋切断机、钢筋弯曲机、汽车吊等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 70~90dB（A）之间。根据预测，昼间施工区场界外 20m 处可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值，夜间场界外 80m 处可满足标准限值。



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噪声敏感点。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，其影响几乎可以忽略不计。

根据施工总布置，本工程的噪声敏感目标主要为苏平镇月举村、渔限村、立新村、围东村、白沙村、白胜村、青峰村等。由于各敏感点距离工程区较近，受施工机械噪声或施工车辆噪声影响，昼间、夜间各敏感点均出现不同程度的超标。事实上，施工机械并不是所有的时间都达到最大噪声影响，且设备之间都有一定的分散距离，实际值要低于计算值。此外，由于工程作业的地形限制，作业场所与敏感点有高差、传播路线有遮挡，每天的作业时间不连续等因素，并根据对其他施工工地的调查分析，实际影响时间、程度较预测要小。因此，工程施工期间应加强施工管理，并采取相应的隔声、吸声措施，禁止夜间施工，减少夜间运输，施工车辆进入村庄应减速行驶，禁止鸣笛，以减少影响。

10.3.8 固废环境影响评价

施工期固体废物主要包括施工人员产生的生活垃圾和建筑固废等。施工人员生活垃圾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。本项目施工期将产生一定数量的废弃建筑材料，基本可回收再利用，对于未能利用的部分，应按照规定，及时清运至合适地点实施回填或进行临时堆存。

10.3.9 对环境敏感目标的影响评价

（1）对生态保护红线的影响

本项目为海洋生态保护修复工程，不对外排放水、大气、固体废物等污染物，基本不会对生态保护红线区域的动植物生境产生影响。根据现场调查，生态保护红线区内主要林地沿海防护林，主要林种为木麻黄和台湾相思等；陆生动物以常见鸟类为主，主要种类为大凤头燕鸥、粉红燕鸥、褐翅燕鸥、黑枕燕鸥、白鹭、黑腹滨鹬等。陆生动物的生境在大练岛和海坛岛广泛分布。海洋生态保护修复工程通过侵蚀海岸边坡修复、植被补植修复、沙堤修复、海藻场修复等措施，增强了生态保护红线内防风固沙功能，提升了海岸防灾减灾能力。

（2）对福建平潭国家级地质公园的影响

涉及地质公园的工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不破坏地质



公园内的自然资源，以及自然遗迹、自然景观和文物古迹等人文景观，不改变其自然状态和历史风貌，施工期不排放生活污水及其他的废污水，不倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。其中后滨植被修复针对地质公园林地裸斑、缺口进行植被恢复，不属于建设活动，措施实施后能够增加地质公园绿化面积。长江澳沙丘及后滨生态修复目的在于保护沙丘，提高其生态景观功能，管护步道有利于后期维护；防火道改建能够显著提升森林的防火效率与安全性，有效控制火势的蔓延，降低火灾造成的损失；海藻场修复区域进行微地形改造，并于海域投放贝藻礁，贝藻礁为透水构筑物，目的非渔业生产，可恢复大型藻类生境，恢复区域生态系统多样性；边坡修复进行植被种植并设置抛石护脚稳定边坡，可修复侵蚀边坡，恢复坡面生态系统，区域自然岸坡现状基底便存在块石，因而所抛填块石不改变边坡自然状态和历史风貌；大练岛沙滩修复人工补沙针对现状受侵蚀沙滩，可恢复沙滩历史面貌，后滨带生态修复石墙风障等措施可阻挡风沙，减轻风沙对后方防风林及村庄的影响，巡护道有利于后期维护。

（3）对福建平潭海坛国家级风景名胜区、福建平潭海岛国家级森林公园、福建平潭十八村省级森林公园的影响

工程措施目的在于修复区域海岸带生态景观系统，不破坏森林公园内的自然资源，不改变其自然状态和历史风貌，施工期不排放生活污水及其他的废污水，不倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。长江澳沙丘及后滨生态修复目的在于保护沙丘，提高其生态景观功能，管护步道有利于后期维护；防火道改建能够显著提升森林的防火效率与安全性，有效控制火势的蔓延，降低火灾造成的损失，还可以提升林区的整体形象，吸引更多的游客前来观光旅游。

（4）对养殖的影响

根据数模计算成果，悬浮物扩散范围主要集中在工程区域附近，这些影响随施工结束而消失，对周边养殖环境产生的不利影响是暂时的。

工程施工期对周边海域内的作业渔船可能会产生一定干扰，影响了渔民的捕鱼作业范围，对渔业经济产生短期的负面作用，建议合理安排施工期，施工时间避开海洋捕捞高峰期。

（5）对岸线的影响

本项目海藻场贝藻礁及中国鲎居投放不涉及岸线；大练岛排水箱涵埋于地下，



穿越自然岸线，不造成实际占用；月举村冲刷区为岸线向海侧边坡，也不会造成海域自然属性改变。项目岸坡修复涉及人工岸线 92m，涉及自然岸线 3005m，抛石护脚用于稳定人工岸线边坡，减缓海浪淘蚀，均不改变人工岸线属性。其余岸线边坡抛石护脚均涉及基岩岸线或砂质岸线，边坡修复工程主体的坡面修复均位于陆地一侧。抛石护脚用海方式虽然为非透水构筑物，但抛填过程不使用粘合剂，存在缝隙，具有一定透水能力，抛填后也未将海域潮下带及潮间带改造为潮上带。抛石护脚建成后不形成新的有效岸线，与现状岸线遍布块石的景观相协调，未造成实际占用，可恢复海岸洁净环境，缓解岸滩侵蚀现状，可提升岸线的防灾减灾能力提升海滩生态功能，也可固土保沙利于提高岸线自然生态属性。

（6）对湿地的影响

本项目为生态保护修复工程，项目建设可有效恢复滩涂湿地生态系统，进而恢复滩涂植被和底栖生物的生境，从而恢复珍稀鸟类觅食、栖息的场所，最终恢复海坛岛北部及大练岛海洋生态功能和区域生物多样性，增强海洋碳汇能力和保障生态安全。

10.3.10 环境风险分析

（1）溢油影响分析

本项目环境风险主要来自在沙滩修复区、海藻场修复区的施工船舶可能发生的碰撞，从而导致燃料油泄露。

在主导风向影响下，无论是沙滩修复溢油点还是海藻场修复溢油点，油膜在潮流作用下将迅速离开溢油海湾，随后在海坛海峡北侧水道强劲的潮流带动下进入海坛海峡内，影响对海峡内部敏感目标造成影响，油膜可穿过整个海坛海峡。在不利风向影响下，相对于主导风向，两个溢油点溢出的油料均更快离开溢油的海湾，在 72 小时内油膜可影响大练岛北部海域更大的海域。由于风向关系，在不利风向下油膜较难深入海坛海峡内部区域，不会穿过海坛海峡，但对海坛海峡北部海域可造成更大影响。

两个溢油点均处于平潭综合实验区生态保护红线和自然保护地范围内，发生溢油将即刻对该两类敏感目标造成影响。沙滩修复溢油点溢出的油膜基本不会对海坛岛东部海岸造成影响，不会漂移至长江澳养殖区。在所有计算工况中，在主导风向落潮初期开始溢油，造成的扫海面积最大，该工况下沙滩修复溢油点溢油 72 小时



扫海面积达到 618.945 km²，海藻场修复溢油点溢油 72 小时扫海面积达到 565.2925km²。

（2）事故风险防范措施

业主和施工方应按规定办理施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。业主应督促施工方落实施工期间的监管措施和施工安全保障措施，在施工现场设置必要的警示装置，并确保施工船舶及人员的适航、适任。

施工作业船舶和设施，应尽量避免影响正常航行船舶的通航安全，在有影响时应征得海事主管部门的同意。施工船舶应按规定显示有关信号，派专人守听指定的 VHF 频道，保证船舶间的避让协调通讯及接受海事主管机关的询问。

施工方应备有足够的防止污染器材和设备，水上、水下船舶施工应采取预防措施，防止油类、油性混合物和其他废弃物污染海域。

应备有通讯联络器材设备，当出现事故时，能顺畅地与平潭海域溢油应急指挥部联络，并积极配合平潭海事局和生态环境部门、海洋与渔业部门等相关部门做好应急工作。

（3）应急预案

本项目应建立严格的安全生产规章制度，编制溢油事故应急预案，并报有关部门批准，建立事故应急反应的组织指挥系统和通畅有效的应急指挥通讯网络，积极配合海事局和海洋、渔业、生态环境等管理部门做好相关应急工作。一旦出现溢油事故，立即启动应急预案。

（4）台风、风暴潮风险分析

本区受台风影响较为频繁，每年 4-11 月是台风活动季节，对施工比较不利。台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水，具有较大的破坏性，可能造成红树林种植区高滩倒塌受损、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。

本项目施工期需跨越台风期，应在台风来临前对未完工的水工工程进行加固防护，做好区域防台抗台工作，以保证施工安全，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。

（5）外来物种入侵风险分析



后滨植被种植施工时，有外来物种入侵的风险。本项目选用的植被为本土常见植被，不存在外来物种，但为了降低外来物种入侵的风险，苗木采购应选择靠谱的苗木供应商，种植前请专业人员辨认植物物种，以防止外来物种入侵。

10.4 环境保护措施

10.4.1 减轻海域水环境污染防范措施

(1) 在洗车平台附近设置沉淀池，上层清液达标后回用于本系统，沉淀下来的泥沙与施工弃渣一起堆放在中转渣场。

(2) 施工区、工程区粪尿污水经环保厕所打包纳入民房现有生活污水收集系统。

(3) 临时堆放地点应备有临时遮挡的帆布，做好用料的合理安排以减少堆放时间，废弃后应及时清运。

(4) 应合理安排施工时段，做好施工衔接。根据海况分段、分层施工，海藻场修复需在大潮退潮时施工，沙滩补沙、砾石滩补砾、中国鲎生境营造、涉海抛石等工程需选择中、小潮、海况好的退潮阶段施工，以减少悬浮泥沙入海对海水水质的影响。

(5) 尽量避开风浪较大的季节进行施工。在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对沙滩、临时充填砂袋拦沙堤进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪，避免拦沙堤坍塌泥沙泄漏。

(6) 施工船舶污水应经船舶含油污水和生活污水经船上的收集装置收集后，由有资质的单位收集上岸处理。

(7) 加强对施工机械的管理。防止因施工机械跑、冒、滴、漏等引起的海水污染。

10.4.2 减轻海洋生态环境影响的措施

(1) 海上施工作业时间要尽量避开3~8月鱼类产卵、索饵等敏感时期，或在该时段尽可能降低施工强度，以减轻对鱼类等水产资源造成的损失。

(2) 海上施工应选择海况良好，潮流较缓的情况进行施工作业，避免恶劣天气施工，防止引起海域泥沙不必要的扰动，减少由于施工引起的悬浮物扩散影响范围。

10.4.3 环境空气保护措施



(1) 各工段在施工过程中，产生的弃土、弃料及其他建筑垃圾，应及时清运并平整压实。施工过程中使用水泥、石灰、沙石、涂料、铺装材料等易产生扬尘的建筑材料，应采取密闭存储、防尘布苫盖或设置围挡或堆砌围墙，并定期喷洒抑尘剂或喷水压尘。工地围挡设置喷淋系统、炮雾机。

(2) 各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，防止泥土粘带。根据工程长度配置洒水车，对施工道路、施工场地区进行洒水降尘。

(3) 施工场地、道路硬化；覆盖防尘布或防尘网；铺设礁渣、细石或其他功能相当的材料；晴朗天气时，视情况每周等间隔洒水三至七次，扬尘严重时应加大洒水频率。

(4) 选用环保型施工机械、运输车辆，并选用质量较好的燃油。加强对施工机械、运输车辆的维修保养。

10.4.4 噪声控制措施

(1) 施工单位要对各施工现场进行合理规划，统一布局，尽量选择低噪声先进的施工设备。施工场地进行合理布置，高噪声设备设置应避免靠近居民点，尽量设置于远离声环境敏感点一侧，保持与声敏感点 50m 以上距离，并且避免在同一地点安排大量动力机械设施，避免局部声级过高；距离工程区较近的月举村村落，设置声屏障。临时施工场地应采用围挡方式，立板高度控制在 2m 以上，可以起到简易隔声屏障和控制扬尘污染的双重作用。

(2) 在交通沿线村镇、学校等敏感区段设立限速标志和禁鸣标志，并尽量降低时速。应尽量减少 22:00~6:00 的运输量，避开居民密集区及声环境敏感点行驶。对必须经居民区行驶的施工车辆，应制定合理的行驶计划，并加强与附近居民的协商与沟通。工程施工中要文明施工，避免和减少在施工期建设方与当地居民产生矛盾和纠纷，使施工噪声的不利影响减少到最小。

10.4.5 减轻陆域生态影响环境保护措施

(1) 建议优化工程布置，工程选址应尽量避免占用林地，应尽量选择荒地、未利用地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

(2) 采用植被修复措施。根据施工临时占地区原有植被类型，综合考虑气候、土壤、地形等因素，对工程临时占地进行有针对性修复。对于原来为林地的临时占地进行植树造林，植物应当选取本地物种，采取乔、灌、草立体绿化方式恢复植被。



(3) 在进行野生动植物保护法、环境保护条例等方面的法律法规宣传, 加强施工及管理人员的生态环境保护意识。

10.4.6 固体废弃物污染防治措施

(1) 多余土方、砂卵石、清表土方等需作为弃渣处理。集中外运至平潭综合实验区海峡建设发展有限公司指定现有中转渣场, 由该公司统一调配综合利用。中转渣场修建挡渣和排水设施, 以防止水土流失。

(2) 施工现场应设置垃圾桶收集生活垃圾, 严禁向海域抛弃土石方、建筑垃圾等固体废弃物。

10.5 环境影响经济损益分析

本工程环保总投资为 381.22 万元, 其中环境监测与生态调查费用 59.88 万元, 环境保护临时措施费用 141.2 万元, 独立费用 161.99 万元, 基本预备费用 18.15 万元。

本项目的建成, 将会产生良好的经济效益和社会效益, 将会在防灾减灾、提升生态功能及环境质量等各方面产生正面效益, 而施工期环境的负面影响, 只要认真、切实做好环境保护工作, 做好施工期污染防治和环境管理, 本项目的环境的负效益是远小于其产生的社会效益和经济效益, 项目建设的总体经济效益为正向效益。因此, 本项目的建设从经济效益、社会效益和环境效益考虑是可行的。

10.6 环境管理与环境监测

本项目对环境影响主要来自施工过程对海域的影响, 从项目建设特点以及海域生态敏感性分析, 必须建立相应的环境保护管理体系和监测计划, 并接受有关生态环境保护、自然资源主管部门的指导和监督, 使本建设项目的环境管理得到有效实施。本工程竣工后, 建设单位应向审批该建设项目环境影响报告书的环保部门申请环境保护竣工验收。

10.7 公众参与

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《环境影响评价公众参与办法》的有关规定和要求, 本项目公众参与采取了网上公示、张贴公告、报纸公示等多种形式公开环评信息, 广泛征求工程范围内受影响公众的意见。

建设单位平潭综合实验区先行实业有限公司于 2025 年 4 月 24 日在福建环保网 (<https://www.fjhb.org/>) 网站上进行了“福建省平潭综合实验区海洋生态保护修复



工程环境影响评价第一次公示”。

2025年7月11日至7月24日在福建环保（<https://www.fjhb.org/>）网站上进行了“平潭北部海洋生态保护修复工程”环境影响评价征求意见稿公示。在网络公示期间，于2025年7月14日和7月18日在海峡都市报上进行两次公示。于2025年7月11日在项目周边的苏平镇立新村、围东村、渔限村、月举村、南盘村、丰田村、青峰村、白胜村、白沙村、岱峰村、剑湖村、上攀村、山显美村及君山镇冠山村等村庄张贴了公告。

项目公示期间，均未收到任何形式的公众意见和建议。

10.8 结论与建议

10.8.1 结论

平潭北部海洋生态保护修复工程项目符合国家产业政策，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）》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《平潭综合实验区总体规划（2018-2035年）》《平潭综合实验区国土空间总体规划（2018-2035年）》《平潭综合实验区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《平潭综合实验区养殖水域滩涂规划（2019-2030年）》等相关规划。项目实施将进一步改善平潭综合实验区海岸带减灾缓冲体系，对海岸带生态系统防潮御浪、固岸护坡及防风固沙等减灾功能和海岸生态系统多样性提升有促进作用。但项目实施也将对所在海域水文动力条件、冲淤环境和生态环境产生一定的不利影响，在严格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。

10.8.2 建议

工程施工过程应严格贯彻“三同时”原则，确保环境保护工程措施的施工质量，除落实各项环境保护工程措施外，加强环境监测、监理和环境管理。工程建设成立专门的环保组织机构，加强环保资金管理，实行专款专用，确保环境保护资金投入到位。