

**2025 年温州市平阳县海洋生态
保护修复项目
工程可行性研究**

中交第四航务工程勘察设计院有限公司

二〇二五年四月

2025 年温州市平阳县海洋生态保护修复项目

工程可行性研究

项目建设单位：

温州市平阳县兴阳控股集团有限公司

报告编制单位：

中交第四航务工程勘察设计院有限公司

单位负责人：

邓磊 党委书记、董事长、正高级工程师

主管行政负责人：

查恩尧 公司副总经理、正高级工程师

单位总工程师：

覃杰 公司总工程师、公司副总经理、正高级工程师

主管总工程师：

杨克勤 公司副总工程师、正高级工程师

主办部门负责人：

汤伊琮 港航与海洋事业部总经理，正高级工程师

主办部门技术负责人：

王烽 公司副总工程师，正高级工程师

项目负责人：

杨克勤 公司副总工程师、正高级工程师

项目经理/副项目负责人：

荣传亚 高级工程师、注册土木工程师（港航）

文件编号：24A217-GK-SSM-OO-0001

B	2025.4	报批版	荣传亚	杨克勤
A	2025.3	供审查	荣传亚	杨克勤
版本号	日期	出版状态	项目经理 /副项目负责人	项目负责人

参加本工程主要设计人员名单：

专 业	专业负责人	主要参加人员
总图	杨明雨（高级工程师）	孙继斌（高级工程师）， 张俊（正高）
水文	王崇贤（高级工程师）	乔光全（正高级工程师） 万惠莹（助理工程师）
给排水	罗丽春（工程师）	郭敏莹（工程师）， 杨胤（高级工程师）
水工	邹楚俊（工程师）	叶文辉（工程师） 胡德保（高级工程师） 韩涛（高级工程师）
水运水工	朱英（高级工程师）	朱英（高级工程师） 荣传亚（高级工程师）
绿化	刘自姣（高级工程师） 何志美（高级工程师）	潘炜莹（工程师） 黄聪（工程师）
概算	陈海燕（高级工程师）	郭燕（高级工程师） 储银桥（正高级工程师）

目 录

一、 概述..... - 1 -

 （一）项目概况 - 1 -

 （二）主要研究内容 - 3 -

 （三）编制依据和参考资料 - 3 -

 （四）主要技术经济指标 - 6 -

 （五）主要结论和建议 - 8 -

二、 建设背景和及建设必要性.....- 13 -

 （一）区域经济社会概况 - 13 -

 （二）规划和政策符合性 - 15 -

 （三）项目建设背景 - 25 -

 （四）项目建设必要性 - 52 -

三、 项目需求分析与产出方案.....- 61 -

 （一）需求分析 - 61 -

 （二）建设内容和规模 - 61 -

 （三）项目产出方案 - 62 -

四、 项目选址与要素保障.....- 65 -

 （一）项目选址 - 65 -

 （二）建设条件 - 67 -

 （三）要素保障分析 - 78 -

五、 项目建设方案.....- 81 -

 （一）总平面布置方案 - 81 -

 （二）南麂列岛海洋生态保护修复工程方案 - 85 -

 （三）海西湾海洋生态保护修复工程方案 - 121 -

（四）碳通量塔 - 142 -

（五）建设管理方案 - 142 -

六、项目运营方案..... - 151 -

（一）运营模式选择 - 151 -

（二）运营组织方案 - 151 -

（三）安全保障方案 - 152 -

（四）职业卫生 - 155 -

七、项目投融资与财务方案..... - 158 -

（一）投资估算 - 158 -

（二）盈利能力分析 - 171 -

（三）融资方案 - 171 -

（四）偿债能力分析 - 171 -

（五）财务可持续性分析 - 171 -

（六）2025 年投资计划 - 171 -

八、项目影响效果分析 - 172 -

（一）经济影响分析 - 172 -

（二）社会影响分析 - 173 -

（三）生态环境影响分析 - 175 -

（四）资源和能源利用效果分析 - 181 -

（五）碳达峰碳中和分析 - 183 -

九、项目风险管控方案..... - 186 -

（一）风险识别和分析 - 186 -

（二）风险管控方案 - 187 -

十、研究结论和建议..... - 189 -

（一）主要研究结论 - 189 -

(二) 建议 - 193 -

十一、 附图 - 194 -

附图 1 南麂列岛海洋生态保护修复工程总平面布置图- 194 -

附图 2 海西湾海洋生态保护修复工程总平面布置图- 195 -

附图 3 海西湾海洋生态保护修复工程彩平及断面图- 196 -

附图 4 沙滩修复平面及断面图- 204 -

附图 5 海岛水源生态涵养工程典型断面图- 210 -

附图 6 海岛污水处理设施提升改造工程平面布置图- 211 -

十二、 联审会评审意见及修改说明- 217 -

一、概述

（一）项目概况

项目名称：2025 年温州市平阳县海洋生态保护修复项目。

业主单位：平阳县兴阳控股集团有限公司（简称“兴阳集团”）。

受县委、县政府和相关职能部门委托，兴阳集团负责全县文体、旅游、住宿餐饮等产业的投资、开发、建设。负责文化项目经营、景区经营、酒店经营、旅游培训、旅游车辆营运、旅游地产开发等。开展全县文体（非公益）资产、涉旅资产等国有资产的经营以及相关文化、体育、旅游配套服务产业的开发经营，负责旅游景区门票收取和使用管理工作，规范国有资产经营管理行为，确保国有资产保值增值。负责授权范围内的计算机软件系统和电子商务平台软件的研发、制造、销售；负责授权范围内计算机系统服务、基础软件服务、应用软件开发与互联网信息服务；负责授权范围内的信息技术开发、转让、咨询与服务；负责授权范围内的计算机软硬件市场营销策划、企业策划、企业管理等。

项目选址：项目位于平阳县南麂镇，海西镇和鳌江镇。

建设内容：包括 2 个子项目：南麂列岛海洋生态保护修复工程、海西湾海洋生态保护修复工程。本项目红线范围内土地面积约 55.9 公顷，海洋面积约 234.6 公顷。用地面积约 5.03 公顷，用海面积约 2.24 公顷（最终面积以海域使用论证和用地审批为准）。

（1）南麂列岛海洋生态保护修复工程

通过开展野生水仙花保育，其中就地保护与恢复面积 20.14ha，建设野生水仙花人工繁育基地 0.67ha；修复海藻场总长 0.8km；修复潮间带总长 2.45km；海岛植被恢复面积 27.56ha；对 3 座海岛实施有害生物防治；采取海滩养护修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km；建设海岛污水处理设施，提升海岛污水处理能力；开展海岛水源生态涵养，修复山塘 3 处；提升、建设管护步道长 15km；开展南麂列岛海域科学考察等措施，修复南麂列岛海域海岛。

（2）海西湾海洋生态保护修复工程

通过退养还海措施，恢复基岩岸线长 3.56km，退养还海面积 16.76ha；种植滨海盐碱植被面积 21.35ha；提升红树林面积 12.06ha；清理岸线长 14.19km；建设牡蛎礁面积 1.51ha；建设碳汇通量塔 1 座；鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m³；建设管护步道长 3.57km 等开展滨海湿地保护与修复。

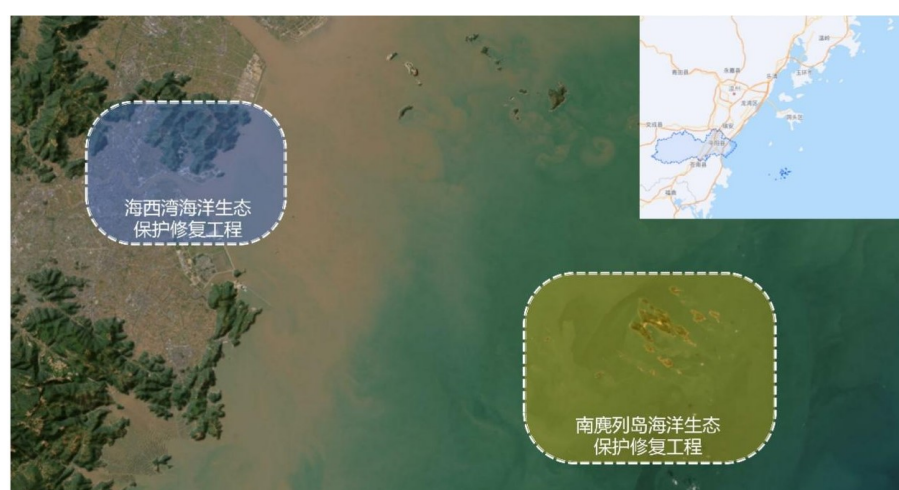


图 1.1-1 修复项目位置示意图

总投资估算：总估算 40462.77 万元。其中，工程费用 33836.58 万元，其他费用 5448.60 万元，预留费用 1177.59 万元。

资金筹措：拟申请中央财政资金 30000.00 万元，地方财政资金筹集 10462.77 万元。

建设周期：建设周期为 3 年。

（二） 主要研究内容

论述项目建设的背景和必要性，分析项目选址与建设条件，明确项目建设内容和规模，提出初步建设方案，提出若干具体的项目实施建议，并对项目建设的社会、经济效益进行分析，为项目下阶段工作提供决策依据。

（三） 编制依据和参考资料

1 项目涉及的文件、规划、规范和标准

- （1）《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年）；
- （2）《中华人民共和国海岛保护法》（2009 年）；
- （3）《中华人民共和国湿地保护法》（2021 年）；
- （4）《中华人民共和国野生动物保护法》（全国人大 2018 年）；
- （5）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年）；
- （6）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年）；
- （7）《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年）；
- （8）《财政部办公厅 自然资源部办公厅关于组织申报 2025 年海洋生态保护修复工程项目的通知》（财办资环[2024]19 号）（2024 年 6 月 27 日）；
- （9）《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》；

- (10) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（国务院 2017）；
- (11) 《浙江省生态环境保护条例》（2022 年）；
- (12) 《浙江省湿地保护条例》（2012 年）；
- (13) 《浙江省南麂列岛国家级海洋自然保护区管理条例》(2017 年)；
- (14) 《浙江省海洋环境保护条例》（2017 年）；
- (15) 《湿地保护修复制度方案》（国办发〔2016〕89 号）；
- (16) 《濒危野生动植物种国际贸易公约》（1973 年）
- (17) 《生物多样性公约》（1992 年）；
- (18) 《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约（拉姆萨尔公约）》（1971 年）；
- (19) 《湿地保护管理规定》（2013 年）；
- (20) 《中共中央办公厅国务院办公厅印发关于进一步加强生物多样性保护的意見》（2021 年）；
- (21) 《2023 年平阳县国民经济和社会发展统计公报》，（2024 年 3 月）；
- (22) 《国家重点保护野生植物名录》（2021 年）；
- (23) 《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）；
- (24) 《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》（2023 年）；
- (25) 《中国外来入侵物种名单》（1~4 批）；
- (26) 《重点管理外来入侵物种名录》（农业农村部自然资源部生态环境部住房和城乡建设部海关总署国家林草局公告第 567 号）；
- (27) 《浙江平阳南麂列岛国际重要湿地规划（南麂列岛国家级海洋自然保护区湿地保护专项规划）（2023-2030 年）》；

（28）《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021-2035 年）》；

（29）《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区“十四五”保护和发展规划》；

（30）《海上交通安全法》（2021）；

（31）《1972 年国际海上碰撞规则》；

（32）《73/78 防污公约》；

（33）《防止船舶污染海洋环境管理条例》（2017）；

（34）《船舶及有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（2010）。

2 项目涉及的基础资料

（1）《浙江平阳南麂列岛国际重要湿地修复方案（2025-2029 年）（征求意见稿）》，南麂列岛国家海洋自然保护区管理局、国家林业和草原局产业发展规划院，2024 年 5 月；

（2）《温州市生态环境状况公报》，温州市生态环境局；

（3）《平阳港区西湾作业区防沙导流堤工程海域使用论证报告书》，禹治环境科技（浙江）有限公司，2023 年 11 月；

（4）《平阳县南麂岛海洋资源保护开发项目——南麂岛渔船停泊区码头建设工程海域使用论证报告表》，杭州希澳环境科技有限公司，2023 年 11 月；

（5）《平阳县海西镇生态廊道工程（二期）可行性研究报告》，杭州天恒投资建设管理有限公司，2022 年 7 月；

（6）《浙江省平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）初步设计报告》，浙江省水利水电勘测设计院有限公司，2022 年 9 月；

（7）现场踏勘和规划、地质、地震、环境、社会经济、交通运输

等其他相关资料。

3 项目涉及的规范和标准

- (1) 《海洋生态修复技术指南（试行）》，2021 年 7 月；
- (2) 《海滩养护与修复技术指南》（HY/T 255—2018）；
- (3) 《海藻场建设及效果调查与评价技术规范》（DB33/T 2508—2022）；
- (4) 《海岸带生态减灾修复技术导则 第 1 部分总则》（T/CAOE 21.1-2020）；
- (5) 《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）；
- (6) 《工程建设标准强制性条文》（水运工程部分），2002 年 12 月；
- (7) 《海洋生态修复技术指南第 1 部分：总则》（GB/T 41339.1-2022）；
- (8) 《海洋底栖动物种群生态修复监测和效果评估技术指南》（GB/T 42642—2023）；
- (9) 《湿地生态修复技术规程》（LY/T 3353-2023）；
- (10) 《自然保护区生物多样性调查规范》（LY/T 1814）；
- (11) 《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ624-2011）；
- (12) 其它国家及相关行业现行标准及规范；

（四）主要技术经济指标

表1.4-1 主要技术经济指标

序号	工程项目	单位	数量	备注
A	南麂列岛海洋生态保护修复工程			
1	沙滩保护修复工程			

1.1	沙滩整治修复工程	万立方米	6.95	
1.2	沙滩排水管道治理	项	1	
1.3	垃圾清理及岸线清理	项	1	约 1300 米
1.4	海漂垃圾拦截装置	项	1	
2	重要物种保育与生境恢复			
2.1	野生水仙花保育工程			
2.1.1	大福山屿区域内	公顷	20.14	
2.1.2	野生水仙花人工繁育基地	公顷	0.67	
2.2	海藻场修复工程	米	800	
2.3	潮间带生态修复工程	米		
2.3.1	潮间带清洗及整理	米	2450	
2.3.2	潮汐池建设	处	31	
2.4	海岛植被恢复工程			
2.4.1	海岸带植被恢复	项	1	
2.4.2	盐碱地改良	公顷	3.2	
2.4.3	林相改造	公顷	27.56	
3	有害生物防治	项	1	
4	海岛污水改造提升工程			
4.1	污水处理设施	项	1	
4.2	净化湿地	项	1	
5	海岛水源生态涵养工程	项	1	
6	海岛监测设施	项	1	
7	南麂列岛海域科学考察工程	项	1	
8	管护步道	m	15000	
B	海西湾海洋生态保护修复工程			
1	鳌江六桥西侧滨海湿地保护修复工程			
1.1	场地清理	项	1	
1.2	红树林补种（杨屿山以上不超过 1 公顷）	公顷	2.4	提升面积 12.06
2	鳌江六桥东侧滨海湿地保护修复工程			
2.1	场地清理	项	1	
2.2	潮沟梳理	万立方米	5.83	
2.3	海三棱藨草种植	公顷	0.328	

2.4	碱蓬种植	公顷	7.5628	
2.5	芦苇种植	公顷	11.1486	
2.6	管护步道	公顷	0.2101	
2.7	垃圾拦截防护网	米	1630	
2.8	牡蛎礁建设	个	992	
2.9	碳汇通量塔	座	1	
3	海西湾退养还海工程			
3.1	退养还海工程	万立方米	52.4538	
3.2	生态护坡	米	2328	
3.3	耐盐碱植物种植	公顷	2.3177	
3.4	水质净化植物种植	公顷	0.5750	
4	海西滨海管护步道建设工程	项	1	约 2570 米
5	鳌江河口海湾疏浚工程	万立方米	195	

（五）主要结论和建议

1 建设必要性

本项目实施是贯彻习近平总书记对南麂自然保护区“要高度重视这里的生态环境，把生物多样性保护好”重要指示的需要；

本项目实施是实施《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021-2035 年）》，提升南麂列岛生物多样性的需要；

本项目实施是进一步提升南麂岛“和美海岛”建设和深化示范效应的需要；

本项目实施是履行国际公约职责，维护与提升南麂列岛湿地生态系统服务功能的需要；

本项目实施是保护修复滨海湿地，减少入海污染，恢复基岩岸线属性的需要。

本项目在政策、选址、技术条件、组织、社会、资金等方面均具

有可行性。项目的实施与生态保护红线的有限人为活动准入要求及自然保护地准入要求相符，实施范围与确权用海、永久基本农田保护红线、平阳县围填海历史遗留问题图斑无重叠。

2 建设规模

通过开展野生水仙花保育，其中就地保护与恢复面积 20.14ha，建设野生水仙花人工繁育基地 0.67ha；修复海藻场总长 0.8km；修复潮间带总长 2.45km；海岛植被恢复面积 27.56ha；对 3 座海岛实施有害生物防治；采取海滩养护修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km；建设海岛污水处理设施，提升海岛污水处理能力；开展海岛水源生态涵养，修复山塘 3 处；提升、建设管护步道长 15km；开展南麂列岛海域科学考察等措施，修复南麂列岛海域海岛。

通过退养还海措施，恢复基岩岸线长 3.56km，退养还海面积 16.76ha；种植滨海盐碱植被面积 21.35ha；提升红树林面积 12.06ha；清理岸线长 14.19km；建设牡蛎礁面积 1.51ha；建设碳汇通量塔 1 座；鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m^3 ；建设管护步道长 3.57km 等开展滨海湿地保护与修复。

和实施方案批复稿建设内容进行对比分析，规模基本一致。增加大樁山屿山塘，鳌江河口海湾疏浚面积增加 179.6 公顷。

3 建设可行性

（1）本项目符合国家相关政策

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》（简称《全国双重规划》）于 2020 年 6 月 11 日由国家发展改革

委和自然资源部联合印发，且已将平阳明确列入其“三区四带”总体布局内，属于“海峡西岸重点海湾河口海岸带修复区”。作为《全国双重规划》的重要组成部分，《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035 年）》（简称《海岸带建设规划》）是其中精心部署的九大专项规划之一。

其中南麂岛明确重点建设内容为：推动基于生态系统的南麂列岛岛群区生物多样性的保护，加大岛陆和海域野生动植物及其栖息地的保护力度，开展海洋生物水下监测监视。加强南麂岛岛陆有害生物防治，开展受损山体、受损岸线和岛陆植被的修复，提升海岛生态系统质量和稳定性。本次南麂列岛海洋生态保护修复工程将加强南麂列岛大型海藻场的保护，开展铜藻场等大型海藻生境修复，因地制宜实施人工藻场构建和大型海藻种植，促进海洋生物多样性的恢复。因此符合《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035 年）》的定位。

（2）本项目符合地方相关规划

《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划（2023-2030 年）》在分析南麂列岛湿地资源现状的基础上，制定了保护区湿地保护恢复、湿地科研监测、湿地科普宣教、湿地管理体系规划的主要内容。其中，湿地保护恢复规划包括湿地生态空间管控、海岛植被及植物生物多样性保护和修复、海岸带湿地生态保护和修复、湿地水鸟及其栖息地保护修复、重要海洋生物生态修复与研究。本次南麂列岛生态修复工程建设内容符合《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划（2023-2030 年）》的要求。

本次南麂列岛生态修复工程将开展海藻等海洋生物栖息地恢复，

同时开展保护区科学考察，掌握保护区的基本情况，为后期的管理与保护提供基础资料，符合《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划（2025-2034 年）（征求意见稿）》的要求。

《浙江省国土空间规划（2021~2035 年）》将海域划分为海洋发展空间、海洋生态空间，本项目位于海洋发展空间和海洋生态空间内。根据前述分析，本项目符合海洋发展空间和海洋生态空间相关要求，因此本规划与《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》（公开版）相符合。与《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的符合性

符合《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例》（2017 修改）、《南麂列岛风景名胜区总体规划》和《浙江省自然保护地建设项目准入负面清单》相关规划的要求。

（3）本项目技术具有可行性

南麂列岛自 20 世纪 50 年代以来，先后进行过 100 余次科学调查考察活动，公开发表了多部论文选集、科考文集以及专著，并编制了一系列保护规划。而近年南麂岛初步开展了野生水仙花保育工作、珍稀鸟类中华凤头燕鸥招引及铜藻场修复等工作。此外，鳌江北岸已开展了两期红树林种植工作。

（4）工程区域内配套设施齐全，依托条件好。

项目建设所需水、电、通讯等设施可依托周边现有设施由附近市政管线接入。本地区砂石料，苗木等材料来源丰富，建设所需均可就近解决，能够满足施工需求。

（5）总投资总估算 40462.77 万元。其中，工程费用 33836.58 万元，其他费用 5448.60 万元，预留费用 1177.59 万元。拟申请中央财政资金 30000.00 万元，地方财政资金筹集 10462.77 万元。

综上所述，无论从国家政策及规划符合性、项目经验、自然条件

还是外部环境，本工程的建设都是可行的。

4 主要建议

（1）项目实施过程中及建成后，需做好植被、生态等项目稳定监测工作，并根据监测情况，对植被进行必要的维护。

（2）项目实施过程中采用环保施工措施，做好跟踪监测工作，减轻对周围环境和生态的不利影响。

（3）建议尽快开展相关专题研究及勘察设计工作。

二、建设背景和及建设必要性

（一）区域经济社会概况

1 社会经济状况

2024 年平阳县生产总值为 777.46 亿元，按可比价格计算（下同），比上年增长 6.1%。分产业看，第一产业增加值为 23.84 亿元，比上年增长 5.6%，第二产业增加值为 335.74 亿元，比上年增长 7.1%，第三产业增加值为 352.24 亿元，比上年增长 8.9%；国民经济三次产业结构为 3.3:47.2:49.5。按常住人口计算，全县人均地区生产总值为 81959 元。

按照我国地区生产总值统一核算和数据发布制度规定，地区生产总值核算包括初步核算和最终核实两个步骤。经最终核实，2022 年，全县生产总值为 653.05 亿元，按可比价格计算，比上年增长 6.4%，三次产业增加值结构为 3.4：48.7：48.0。

根据 2023 年 5‰人口变动抽样调查推算，年末全县常住人口 87.10 万人，比上年末增加 0.46 万人，城镇化率 65.2%，比上年提高 1.4 个百分点。据公安部门统计，2023 年末全县户籍总人口 87.20 万人，从性别看，男性人口 45.18 万人，女性人口 42.02 万人，分别占总人口的 51.8%和 48.2%。人口出生率为 5.01‰，死亡率为 7.40‰，人口自然增长率为-2.39‰。

年末在册市场主体 14.64 万户，其中在册企业 3.66 万户，个体户 10.88 万户。全年新设市场主体 2.56 万户，其中新设企业 0.71 万户，新设个体户 1.85 万户。

全年全县实现农林牧渔业总产值 40.54 亿元，按可比价计算，比上

年增长 5.7%。分行业看，农业产值 13.21 亿元，增长 3.5%；林业产值 1.74 亿元，增长 15.9%；牧业产值 8.31 亿元，增长 7.3%；渔业产值 16.29 亿元，增长 5.6%；农林牧渔服务业产值 0.98 亿元，增长 3.5%。

全年实现工业增加值 267.73 亿元，比上年增长 6.0%。规模以上工业增加值 133.64 亿元，增长 8.4%。32 个行业大类中，25 个行业增加值实现正增长，增长面为 78.1%，其中 11 个行业实现两位数以上增长。规上工业销售产值 668.01 亿元，增长 6.3%，其中，出口交货值 75.19 亿元，下降 3.6%。

全县规模以上工业中，高新技术产业增加值 95.07 亿元，增长 9.0%，装备制造业增加值 62.58 亿元，增长 10.8%，战略性新兴产业增加值 52.44 亿元，增长 11.5%，数字经济核心产业制造业增加值 28.92 亿元，增长 14.4%，分别占规上工业增加值比重 71.1%、46.8%、39.2%、21.6%。

2 海洋灾害综合风险及防灾能力概况

（1）主要海洋自然灾害

热带气旋是温州夏秋季节最主要的气象灾害。根据温州气象台最近五十年观测资料统计，影响本地区的热带气旋平均每年 2.5 次。主要集中在 7~9 月份，约占总次数的 84%，其中尤以 8 月份最多，约占总次数的 39%。热带气旋对本地区的影响一般持续时间为 2 天。

温州沿海每年 4~11 月受台风影响，其中 7~9 月台风侵袭频繁。根据对温州地区 1990~2020 年地面气象观测资料的统计，影响温州的台风（指发生 8 级以上大风或暴雨时，下同）共有 61 个，约占期间台风总数（418 个）的 12.7%，年平均影响数约 2 个，且集中发生在 7~9 月。

近年影响较大的台风：

2018 年第 10 号台风“麦德姆”中心最大风力 12 级，风速达 35m/s，风向西北偏北；2019 年第 18 号台风“米娜”中心最大风力 11 级，风速达 30m/s，风向东南偏东；2020 年第 4 号台风“黑格比”中心最大风力 13 级，风速达 38m/s，风向东南偏东。因台风影响，温州市共有 31 个乡镇（街道）严重受灾，受灾人口 79.1 万人，倒塌房屋 25 间、建筑工地临时工棚 2088 间；农作物受灾面积 50.04 万亩、成灾 18.89 万亩、绝收 7.54 万亩；停电 112 万户，境内 7 条高速全部封闭，县乡道中断 29 条，通信基站中断 3907 座，受灾树木 3411 株，该市基础设施损毁严重；龙湾、乐清、永嘉部分城镇内涝严重。温州市直接经济损失 28.58 亿元。

（2）平阳县海塘安澜工程

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）位于平阳县新兴产业园东侧，南起平阳西湾跳头山，北与瑞安阁巷海塘相接。该工程是飞云江南岸瑞平平原防洪（潮）体系的重要组成部分，已列入《浙江省水安全保障“十四五”规划》和《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》。其建设对于提升平阳县的防灾减灾能力，保障人民群众生命财产安全具有重要意义。

（二）规划和政策符合性

1 与《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035 年）》的符合性

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035

年)》(简称《全国双重规划》)于 2020 年 6 月 11 日由国家发展改革委和自然资源部联合印发,且已将平阳明确列入其“三区四带”总体布局内,属于“海峡西岸重点海湾河口海岸带修复区”。作为《全国双重规划》的重要组成部分,《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划(2021—2035 年)》(简称《海岸带建设规划》)是其中精心部署的九大专项规划之一。

《海岸带建设规划》聚焦重点海域和关键生态问题,提出海岸带生态保护和修复的主要目标,统筹布局重点工程和重点项目,细化建设任务和具体举措,明确了相关支持政策。《海岸带建设规划》部署了粤港澳大湾区生物多样性保护、海南岛重要生态系统保护和修复、黄渤海生态保护和修复、长江三角洲重要河口区生态保护和修复、海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复、北部湾滨海湿地生态系统保护和修复等 6 项海岸带生态保护和修复重点工程。

其中南麂岛明确重点建设内容为:推动基于生态系统的南麂列岛岛群区生物多样性的保护,加大岛陆和海域野生动植物及其栖息地的保护力度,开展海洋生物水下监测监视。加强南麂岛岛陆有害生物防治,开展受损山体、受损岸线和岛陆植被的修复,提升海岛生态系统质量和稳定性。本次南麂列岛海洋生态保护修复工程将加强南麂列岛大型海藻场的保护,开展铜藻场等大型海藻生境修复,因地制宜实施人工藻场构建和大型海藻种植,促进海洋生物多样性的恢复。因此符合《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划(2021—2035 年)》的定位。

2 与《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划(2023-2030 年)》的符合性

《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划(2023-2030 年)》在分析南

麂列岛湿地资源现状的基础上，制定了保护区湿地保护恢复、湿地科研监测、湿地科普宣教、湿地管理体系规划等主要内容。其中，湿地保护恢复规划包括湿地生态空间管控、海岛植被及植物生物多样性保护和修复、海岸带湿地生态保护和修复、湿地水鸟及其栖息地保护修复、重要海洋生物生态修复与研究。

海岛植被及植物生物多样性保护和修复。规划内容主要有：a.消除危险植物生物多样性因子。清理葛藤等危险植物生物多样性因子，对原有松材线虫病树木进行清理，对树木进行白蚁等病虫害防治，保护岛屿植物的生物多样性。b.做好林相改造及固土。c.实施水土保持。拟在火焜岙上游小溪流（沟）上兴建淡水资源保护堰坝一座。d.区域植被生境修复。计划对保护区核心区（门屿尾）内居民实行有序搬迁，实行海岛覆绿工程，恢复原有生境。e.大槠山屿水仙花保护和修复。清除芦苇、杂草等植物；人工分株水仙花，扩大原有分布范围；建设围栅栏，防治野山羊、野兔等动物侵害水仙花种群；加强水仙花种群的日常养护与管理。

海岸带湿地生态保护和修复。主要内容有实施南麂岛海岛沙滩资源修复；海岸带生境及生态廊道修复和改造，拟在南麂岛本岛上新建生态廊道，包括新码头—马祖岙生态廊道修复，大沙岙—三脚寮生态廊道修复，火焜岙生态廊道修复。

湿地水鸟及其栖息地保护建设。规划在平峙岛实施中华凤头燕鸥栖息地建设与人工招引项目，布设招引设施，加强跟踪监测，促进种群恢复；在下马鞍岛、尖峙岛等岛屿及周围小岛设立栖息地长期监测样地，实时监测黑尾鸥等湿地水鸟活动状态，有效监测并防控外来物种入侵。

重要海洋生物生态修复与研究。开展南麂海域海洋生物资源（石

斑鱼、大黄鱼）恢复与研究项目、火焮蚕沙滩贝藻类修复及监视监测工程、海洋生物水下监测监视系统建设项目。

本次南麂列岛生态修复工程建设内容符合《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划（2023-2030 年）》的要求。

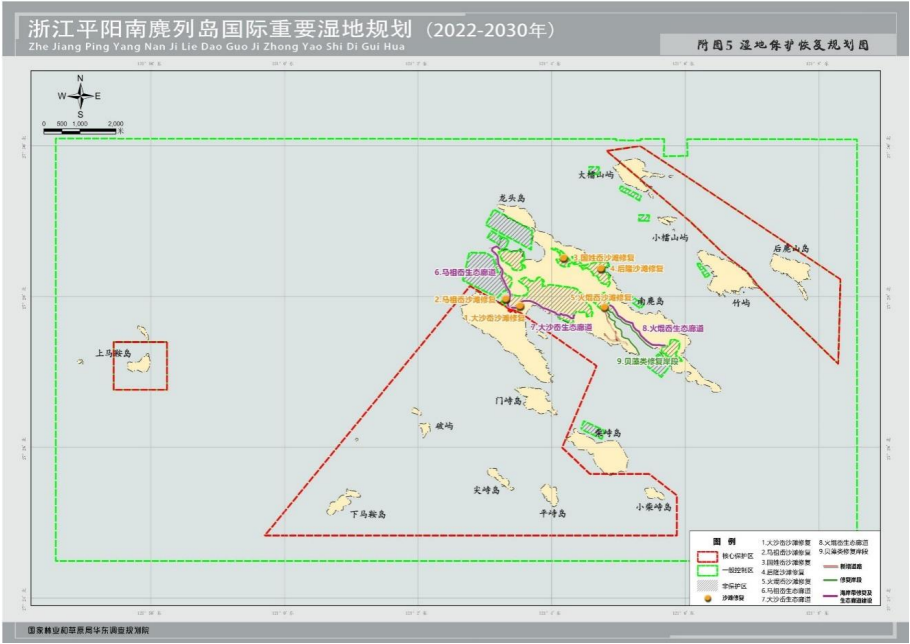


图2.2-1 南麂列岛国际重要湿地保护恢复规划图

3 与《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划（2025-2034 年）（征求意见稿）》的符合性

规划内容包括保护管理工程、科研监测工程、信息化和智慧化工程、公众教育工程、防灾减灾建设工程和可持续发展工程。

保护管理工程。实行“1 个管理局—1 个管理站—4 个管护点”的三级管理体系以及“2 个主岛陆域管护站点—3 个外岛海域管护点”的管护分区。完善“三级管护”、“3+联席会议”制度与生态补偿制度；建立南麂保护区与 APEC 经济体及东盟国家海岛类型保护区的合作伙伴关系；开展海藻贝类等海洋生物栖息地恢复，建立贝藻类基因库；对黑尾鸥、中华凤头燕鸥、岩鹭等鸟类栖息繁殖地、食物资源以及干扰因素进行调查并研究保护措施；开展陆生兽类和两爬动物调

查，明确各种动物的主要分布区域、生境条件、种间关系以及受威胁程度，提出保护措施；建造 10 处陆生野生动物通道；建设野生水仙花人工繁育基地 500 平方米；建立珍稀植物拯救繁育苗圃基地，面积约为 0.5 公顷。改善保护区现有的办公、巡护设施设备。

本次南麂列岛生态修复工程将开展海藻等海洋生物栖息地恢复，同时开展保护区科学考察，掌握保护区的基本情况，为后期的管理与保护提供基础资料，符合《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划（2025-2034 年）（征求意见稿）》的要求。

4 与《浙江省海岸带及海洋空间规划（送审稿）》的符合性

（1）南麂列岛海洋生态保护修复工程

南麂列岛海洋生态保护修复工程涉及平阳东部渔业用海区（330326610-02）与南麂列岛生态保护区（330326100-04）。

平阳东部渔业用海区空间准入要求为：主要用于渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海功能，在不影响渔业主导功能前提下，兼容航运、游憩、可再生能源、海底电缆管道等功能。新增养殖区应避开已公布的公共航道、锚地。区域内航道锚地调整也应充分考虑合法养殖权益。合法增养殖用海及生态保护红线 500 米以外海域，在符合省级以上海洋倾倒区专项规划或经省级以上海洋主管部门论证通过的前提下，准予兼容准入倾倒用海。利用方式为除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性以及自然岸线形态和属性。保护要求为：合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；积极防治海水污染，禁止在规定的增养殖区内进行污染水域环境的活动。开发利用不得对浙江南麂列岛国家级自然保护区、南麂列岛外侧重要渔业海域生态环境造成严重影响。本项目在该区域主要采取海洋垃圾清理、潮间带生态修复、海藻场生态修复、海滩养护等措

施，项目的开展不会影响渔业主导功能，也不会改变海域自然属性与自然岸线形态和属性。因此，本项目的实施与平阳东部渔业用海区是相容的。

南麂列岛生态保护区空间准入要求为：依据生态保护红线管理规定准入有限人类活动，并服从自然保护地相关管理要求，其中自然保护区核心区原则上禁止人为开发利用活动。利用方式为：除生态保护红线内准入的有限人类活动，禁止改变海域自然属性。保护要求为：依据生态保护级要求管控，严格保护珍稀濒危物种、基岩岸滩和滨海湿地。本项目拟在南麂列岛生态保护区内开展生态修复工作，依据相关文件，符合生态保护红线内准入的有限人类活动，具体分析详见前文。

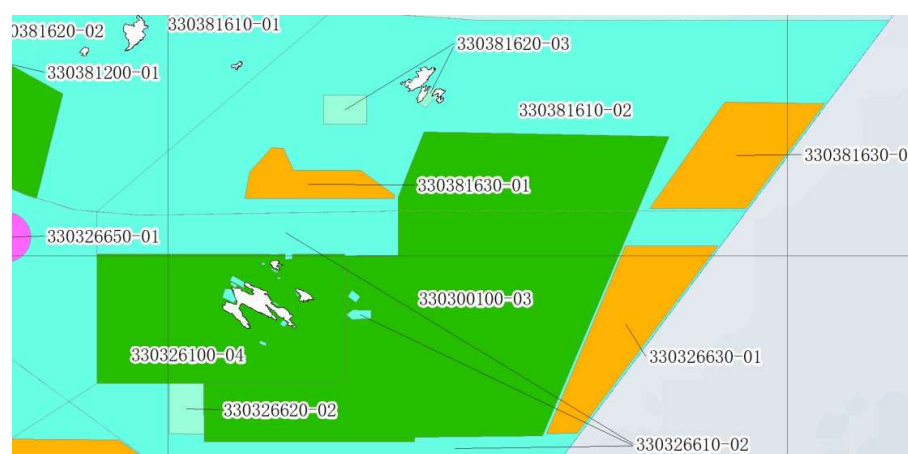


图2.2-2 南麂列岛海岸带与海洋空间规划图

（2）海西湾海洋生态保护修复工程

海西湾海洋生态保护修复工程涉及鳌江口平阳片交通运输用海区（330326620-01）、鳌江口平阳片生态保护区（330326100-02）、平阳海洋预留区（330326660-01）。

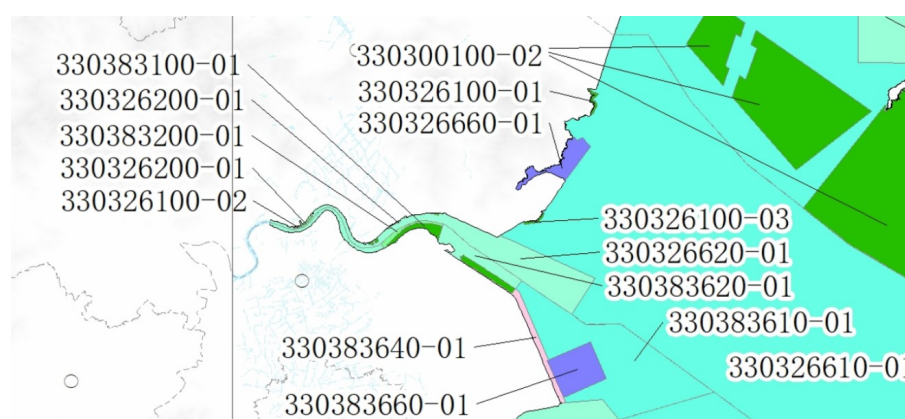


图2.2-3 海西湾海岸带与海洋空间规划图

鳌江口平阳片交通运输用海区空间准入要求为：主要用于港口、航运、路桥隧道等交通运输用海功能，在不影响上述交通运输功能或功能尚未实施的前提下，兼容渔业、海底电缆管道、工业、排污、游憩等用海功能。海底电缆管道布局应避免已公布的疏浚型航道和锚地。利用方式为：允许交通基础设施建设和海岸防护工程适度改变海域自然属性。保护要求为：不得在港池、锚地、航道、通航密集区以及公布的航路内进行与航运无关、影响航行安全的活动。维护和改善港口区、航运区原有的水动力和泥沙冲淤环境。本项目拟在该用海区开展岸线清理整治、盐沼植被种植以及管护步道建设，项目的开展不会影响海域交通运输功能，也不会改变海域自然属性。此外，项目区不涉及港池、锚地、航道等区域。因此，本项目与鳌江口平阳片交通运输用海区是相容的。

鳌江口平阳片生态保护区空间准入要求为：依据生态保护红线管理规定准入有限人类活动。利用方式为：除生态保护红线内准入的有限人类活动，禁止改变海域自然属性。保护要求为：依据生态保护级要求管控，严格保护红树林生态系统。本项目拟对区域内红树林进行提升，符合生态保护红线管理规定准入有限人类活动。

平阳海洋预留区空间准入要求为：主要用于重大项目用海用岛及海岸防护工程预留的后备发展区域。除现有合法用海区域外，转换基

本功能前，新增准入确权面积不超过 20%。利用方式为：除省级及以上重大项目和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性和海岸线自然形态。保护要求为：限制开发强度和规模。本项目主要在该区域开展生态修复工作以及河口区疏浚，具体包括岸线清理、牡蛎礁建设、河口疏浚及其他盐沼植被种植，项目的开展目的是为了恢复海域自然属性和海岸线自然形态。因此，本项目的实施是符合平阳海洋预留区的要求的。

5 与《浙江省国土空间总体规划（2021-2035）》的符合性

根据《浙江省国土空间规划（2021~2035 年）》，优化农业、生态、城镇三类空间（“三区”）布局，按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序划定三条控制线（“三线”）。项目涉及的生态保护红线为浙江南麂列岛国家级自然保护区生态保护红线、鳌江四桥东侧海岸重要区生态保护红线、鳌江四桥西侧海岸重要区生态保护红线、鳌江海塘外红树林生态保护红线。根据前述分析，本项目与各红线符合。

《浙江省国土空间规划（2021~2035 年）》将海域划分为海洋发展空间、海洋生态空间，本项目位于海洋发展空间和海洋生态空间内。根据前述分析，本项目符合海洋发展空间和海洋生态空间相关要求，因此本规划与《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》（公开版）相符合。

6 与《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的符合性

根据浙江省生态环境厅发布《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》（2024 年 3 月），浙江省共划定生态保护红线总面积 3.6758 万平方公里，占全省国土面积和管辖海域的 24.89%；划定海洋生态环境管控单元 248 个。其中，优先保护单元 128 个，面积为 17538.94 平方

公里，占全省海域总面积的 40.28%；重点管控单元 98 个，面积为 8313.74 平方公里，占全省海域总面积的 19.10%；一般管控单元 22 个，面积为 17686.84 平方公里，占全省海域总面积的 40.62%。

本项目河口疏浚工程涉及优先管控单元，项目完成后对河口水体交换，纳潮通道是有利的，因此，通过在实施过程中设立拦污帘等措施，是可以满足环境管控要求的。

本项目为生态保护基础设施类项目，不纳入工业分类清单，因此也是符合生态环境管控单元分类准入清单。

综上，本项目与《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》相符合。

7 与《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例》（2017 修改）的符合性

根据《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例》（2017 修改），保护区分为核心区、缓冲区和实验区。其中，核心区实行封闭式保护，禁止任何单位和个人进入；核心区外围的缓冲区只准进入从事科学研究观测活动，禁止开展旅游和生产经营活动；缓冲区外围的实验区可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。

本项目不涉及核心区、缓冲区。同时，本项目实施有利于保护区保护，符合保护区管理机构表彰、奖励情形。因此，本项目与《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例》（2017 修改）相符合。

8 与《南麂列岛风景名胜区总体规划》的符合性

根据《南麂列岛风景名胜区总体规划》，南麂列岛风景名胜区内共划定 3 个生态保护区、3 个景观资源严格保护区、1 个生态环境培育区和 10 个建设控制区。

本工程不在生态保护区范围内。工程实施范围涉及生态环境培育区和建设控制区。其中生态环境培育区要求为：以保护恢复山林植被、生物多样性、创造优越的生态环境和自然景观为长远目标，禁止开山采石、砍伐树木、采挖矿物和狩猎活动；应因地制宜，遵照生态规律、景观艺术规律，恢复和树立风景名胜区的整体形象和良好的生态环境，进行保护培育；对陆地，实行退耕还林，对杂乱、荒芜、景观较差的山林地，要求进行森林的培育和抚育，封山育林，逐步向风景林、防护林、生态林或经济林发展；对海域，严禁各类污水的随意排入，污水必须达到相应标准后方能排放，严禁倾倒垃圾。严禁张网、围网、拖网作业，在每年渔业禁捕期，不得进行任何捕捞渔业活动。对于区内的贝藻类和其他海洋生物珍稀品种，要按《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例实施细则》的规定实行禁捕。建设控制区要求为：严禁发展和布局对风景名胜区造成环境污染的生产项目，控制已对风景名胜区保护培育、游览利用和生态环境有不良影响的生活、生产的项目和内容。可以安排与风景名胜区性质、容量相符的旅游设施建设，安排不影响风景名胜区保护培育和游览利用的生产、经营、管理等设施。

本工程建设有利于恢复生物多样性，创造优良的生态环境，同时对污水排放进行整治，不影响风景名胜区的发展，因此与《南麂列岛风景名胜区总体规划》相符。

9 与《浙江省自然保护地建设项目准入负面清单》的符合性

2021 年 12 月 8 日，浙江省林业局印发了《浙江省自然保护地建设项目准入负面清单(试行)》，其中，确定了国家公园、自然保护区的核心保护区，国家公园、自然保护区的一般控制区，自然公园的严格管控区和自然公园的合理利用区 4 个管控分区，明确各管控分区的禁止

类、限制类建设项目清单。本工程与南麂列岛国家级海洋自然保护区相邻，工程范围不占用上述 4 个管控分区的范围，因此是符合自然保护区建设项目准入负面清单的要求的。

（三）项目建设背景

根据调查分析，项目区主要生态问题包括：

南麂列岛海域生物多样性面临威胁，局部区域海洋生境出现退化迹象；南麂列岛海岛植被受损、外来物种入侵和有害生物蔓延，威胁本土生境；南麂列岛海岛污水处理及海岛垃圾处理能力不足；南麂岛沙滩侵蚀，质量下降；海西湾围海养殖致使滨海湿地、自然岸线丧失自然属性；鳌江北岸及入海口滨海湿地生态系统服务功能有待提升。

（1）南麂列岛海域生物多样性面临威胁，局部区域海洋生境出现退化迹象

①海藻生物多样性面临威胁

南麂列岛以其丰富的贝藻生物多样性和代表性成为中国重要的贝藻类天然博物馆、基因库和“南种北移、北种南移”的引种过渡驯化与繁育基地，素有“贝藻王国”之称。海藻进行高速光合作用，将二氧化碳和阳光转化为能量和氧气，为水域生态系统维系与优化发挥着独特的作用。

南麂列岛部分区域的海藻种类多样性下降，并有加剧趋势，如头状马尾藻、草叶马尾藻、海黍子、裂叶马尾藻等马尾藻属类物种已较少见到；黑叶马尾藻和铜藻趋向稀少；半叶马尾藻、瓦氏马尾藻、羊栖菜和鼠尾藻也呈现出种群缩小、优势度下降的趋势。1980 年，全国海岸带和海涂资源综合调查温州试点区南麂列岛补点调查时，在南麂本岛的马祖岙口顶北侧、国姓岙龙咀头内侧、火焮岙南北两侧中段、

关帝岙内侧、大沙岙小虎屿浅礁区都有成片铜藻海藻场，海藻场面积都在 666 平方米以上，总面积约 20 亩左右，成藻约 100 万棵左右，2006—2007 季调查到小虎屿浅海礁区和火焜岙北侧岸 2 处海藻场，面积不到 1980 年旧时的 80%和 20%，成藻约 3000~5000 棵。造成上述现象的原因包括海水透明度降低、贝藻捕捞和采集、赤潮、年平均水温上升、石灰质的珊瑚藻类疯长以及潮间带生境退化等。



图 2.3-1 马祖岙仅局部存在海藻场



图2.3-2 火焜岙潮间带海藻较少

近海污染及海水富营养化。陆源污染源入海剧增，近海环境质量急剧下降。由于海洋养殖、污染源污染物直接排海以及海洋石油泄露等原因，目前海洋水体污染较为严重的污染因子包括铜、铅、石油烃、砷、锌和镉等。微型藻类暴发性繁殖、赤潮频发就是海水富营养化所致。同时，虽然目前南麂列岛已经开展了“限塑令”，但是洋流携带塑料污染物仍然威胁海洋生态环境，且沿岸很多漂浮塑料污染物没有及时收集处置，或在风化、物理破碎作用下，受潮汐作用再次入

海加剧微塑料污染。

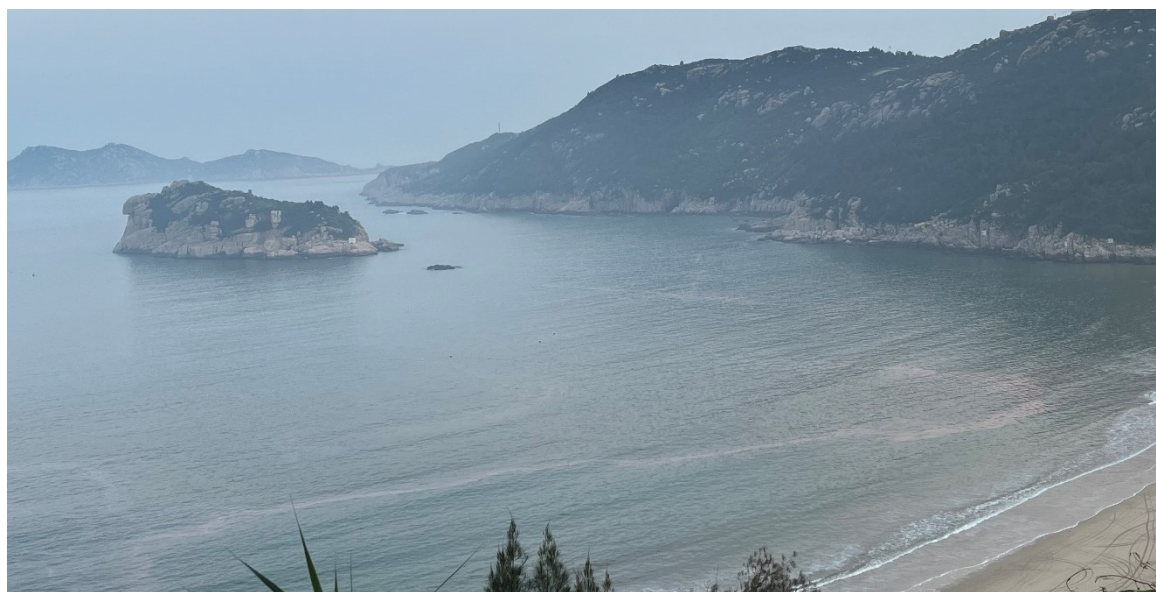


图2.3-3 赤潮

过度捕捞和采集。在高强度的捕捞压力下，导致了贝藻资源的系列性枯竭和物种品种的退化，生态系统的正常平衡被破坏。如栖菜是以假根营养繁殖为主，有性生殖为辅，共同维系种群繁茂的大型褐藻，过去 10 多年的人工栽培基本上依靠从潮间带连假根采集作为种源，造成自然种群资源的严重破坏，已从建群种沦为少见种；鼠尾藻曾是遍布我国南北沿海潮间带的优势种，由于近年被列为刺参优质饵料而被掠夺式采集，在南麂岛数量建设、分布范围缩小，种群规模大大减少，带状分布基本消失。

海水水质变化。海水酸碱度变化和海水透明度降低带造成潮间带海藻生长缓慢甚至死亡，带来不利影响。如 1997 年新码头至马祖岙海边公路修建，次年，马祖岙铜藻海藻场面积骤减，到 2000 年，已经见不到漂浮水面的铜藻。2003 年，马祖岙两岸低潮带石沼中也采集不到铜藻。

温度升高。根据南麂水文站 1960~1980 年（测点，火岙）和平阳县南麂岛开发有限公司 1996~2005 年（测点，马祖岙）水文资料统

计，48 年来，平均水温上升了 0.50°C ，2 月份水温上升了 0.64°C ，这与北半球气温的升高相一致。温度上升确实导致大部分冷温性海藻物种消失，同时亚热带性和暖温性海藻物种所占比重虽然增加，但物种数也分别消失了 35% 和 40%。

石灰质的珊瑚藻类疯长。近年来，南麂列岛石灰质的珊瑚藻类分布范围扩大，生长迅速，种群迅速扩大，逐步挤占南麂列岛大多数海藻的生存空间。同时，沉积物覆盖岩礁基质海藻孢子难以附着。全球变化、大气 CO_2 浓度升高，导致珊瑚藻类疯长是潮间带荒漠化的主要原因之一，今后自然逆转的可能性很小。

②局部潮间带生境退化

原生基岩岸线为主的潮间带，礁岩底质坚实，且有许多坑洞和缝隙让生物附着生长和躲藏；退潮之后，岸边岩石顶部或岩石间的凹陷处留下水洼，形成了天然潮汐池，生存有多种生物，蕴育出了无限的海洋生机。潮间带底质的理化性质对生活在这一区域的生物，特别是底栖生物，有着举足轻重的作用。底栖生物的浮游幼虫需要通过附着到各种底质上进行发育开始底栖生活，而底质是影响幼虫附着的重要因子。如果幼虫在这一期间找不到合适的底质，则不会进行附着。即使是成体的底栖生物，其种类组成和分布也与底质的沉积物颗粒、植物种类、覆盖度密切相关。

滨海区域由于水浅而水体动荡，富含氧，阳光充足，生物以藻类植物以及经得起波浪冲击的厚壳或钻孔底栖动物为主，在干燥炎热地区，表层海水所含的碳酸钙易饱和而沉淀，并围绕某些核心在海水处在不断搅动的条件下形成沉积物。

经调研发现，南麂列岛部分区域的海岸岩石基部存在不同程度的钙化现象，使得生物无法攀附生长，造成物种单一化，种群数量减少。基石岩岸在退潮时，残留在岩石间的潮水形成一个个封闭的小水池，为地衣、藤壶等海洋生物提供了相对独立的微生境，但天然潮汐池仅是零星分布，数量较少，面积较小、深度较浅，尚未形成规模。同时，海岛修建道路后，沿岸遗留大量碎石，既无法让生物附着生长，也使得许多原本作为整体的生境被分割成生境斑块，造成一定程度的生境破碎化。



图2.3-4 南麂列岛基岩海岸潮间带现状

③重要物种栖息地受威胁

水仙 (*Narcissus tazetta* var. *chinensis* M.Roem.) 为石蒜科 (*Amaryllidaceae*) 具有地下鳞茎的多年生草本植物，仅 1 个变种零星逸生

于中国东部沿海诸岛的温暖湿润区，进而成为归化种，故又称为中国水仙。陈心启等学者从植物学角度，结合古代文献的考证，得出它是唐初从欧洲经丝绸之路引种多花水仙后分化形成。

据调查，水仙的代表自然居群主要分布在福建的平潭岛、南日岛和大西洋岛，浙江的普陀岛、朱家尖岛和南麂列岛以及上海崇明岛等地。南麂列岛分布的水仙自然居群是 20 世纪 90 年代初为建立自然保护区而进行自然资源综合考察时发现的，在大礁山屿、小礁山屿、竹屿等岛屿上均有分布，主要集中分布于大礁山屿。大礁山屿重要湿地范围内 20.79 公顷有水仙花分布，水仙花面积约 2 公顷。由于长期的地理隔绝，南麂列岛分布的水仙产生了形态分化，其鳞茎密、植株小、花朵大的主要表型特点区别于临近地区（福建漳州和浙江普陀山、上海崇明等地）分布的归化水仙。南麂列岛分布的水仙花期长、香气浓，具有较高的观赏价值，是珍贵的水仙种质资源之一。作为南麂列岛陆生特色植物的典型代表，水仙在岛屿生态系统中占据着极其特殊的地位，其特殊的多倍体倍型，是重要的遗传多样性资源。因此，国家海洋局在 2004 年批复“南麂列岛海洋自然保护区功能区调整方案”时，专门将大礁岛东北部的水仙集中分布区域划为保护区核心区，并明确了野生水仙为保护区的主要保护对象之一。从此，这里成为全国唯一一处国家级野生水仙保护地。

自然居群规模小。南麂列岛水仙花主要集中分布于大礁山屿，而小礁山屿、竹屿等岛屿上零散分布。由于长期的地理隔绝，南麂列岛分布的水仙产生了形态分化，岛屿的空间异质性及植被退化造成南麂列岛水仙自然居群规模较小、分布范围有限，加上气候的影响、人为及动物干扰的加剧，其生境十分脆弱，较陆地种群更具灭绝风险。

伴生种影响。在植物演替的过程中，伴生种的生长对其构成存在

一定影响，比如生态位的重叠等。根据朱弘、蔡厚才等学者调查研究成果《浙江南麂列岛大礁山屿水仙自然居群的物种多样性、环境解释及空间分布格局分析》显示，浙江南麂列岛大礁山屿水仙自然居群分布的植物中，水仙处于树状网络的中心，说明水仙在整个居群中处于最重要的地位，并且在 3 个方向上分别与其伴生种羊蹄（*Rumex japonicus* Houtt.）、鬼针草（*Bidens Pilosa* Linn.）、野艾蒿（*Artemisia lavandulifolia* DC.）的距离最近，说明这 3 个伴生种与水仙在同一生境下占据相似的生态位。这 3 个伴生种强大的入侵扩张机制及化感作用，可能对水仙自然居群恢复带来潜在风险，因此，在今后的日常管理中这 3 个伴生种应作为水仙种群恢复生物防治的重点控制对象。此外，南麂列岛水仙花种群自然生长区块内蓟草、醉浆草较多，对水仙花种群的生长也产生了竞争压力。



图2.3-5 水仙花现状





图2.3-6 水仙花区域伴生物种（羊蹄、鬼针草、野艾蒿、藟草、醉浆草）

动物侵害。华南兔（*Lepus sinensis*）、野山羊等动物侵害水仙花种群生境，啃食、踩踏水仙花球茎，导致植株受损甚至死亡。华南兔繁殖力非常强，且天敌数量变少，使得华南兔种群数量爆发式增长，在没有进行系统防治的情况下，难以解决华南兔对野生水仙花生境的影响。

此外，南麂列岛缺乏海岛监视监测设施，制约了对海岛植被覆盖、生物多样性保护、海岸带管理、灾害预警等方面的工作。

（2）南麂列岛海域海岛植被受损、外来物种入侵和有害生物蔓延，威胁本土生境

海岛植被林相单一或土壤裸露。根据野外调查结果，目前南麂列岛的植被以台湾相思、木麻黄和黑松等人工林以及自然演替的次生植被为主。由于海岛环境恶劣，人为活动频繁，岛屿植被以矮小的海岛灌丛和草本植物最常见，植物组成优势科主要以禾本科、菊科、蔷薇科、豆科、莎草科等为主，优势属以蓼属（*Persicaria*）、苋属（*Amaranthus*）、飘拂草属（*Fimbristylis*）、莎草属（*Cyperus*）、蒿属（*Artemisia*）等为主。高大乔木主要是木麻黄和台湾相思树，其次是黑松和天然阔叶次生林。灌木层主要是野梧桐、苦楝、天仙果、台湾

相思、海州常山等。草本植物最常见的物种有木防己、山菅兰、火炭母、苕麻、龙葵和乌菰莓等。藤本植物种类主要有鸡矢藤、忍冬、马兜铃、常春藤等。

南麂列岛经常受台风侵袭，海岛沿岸侵蚀严重，土层薄且长时间裸露，蒸散发强，土壤蓄水能力极差，漏水、漏肥，水土流失严重，水源涵养能力差，导致整个岛屿林相单一，生态功能减弱，生物多样性也比较差。加上气候湿润多雨，南麂列岛主要交通干道道路两侧土壤常有塌陷，存在滑坡风险，同时植被根系直接裸露，不利于植物群落的更新，水土流失严重。对岙沿岸土壤盐碱性程度较为严重，植被生长较差。大沙岙—火焜岙—三盘尾路段和国姓岙—后隆等主要路段两侧，因修建道路产生大量碎石，堆积于沿线海岸，造成一定的生境破碎化，导致其他生物无法附着生长。同时，道路边坡渣石含量多，影响了边坡稳定性。

此外，海岛缺少生态蓄水设施，导致植被养护存在较大压力。同时部分区域缺少管护步道，并且现有管护步道不能满足使用要求，不利于海岛植被和海岸带的管护。





图2.3-7 南麂列岛海岸带现状土质裸露

外来入侵物种具有较强的生态适应能力、繁殖能力和传播扩散能力，对当地的生物多样性、农林牧渔业生产以及人类健康造成损失或生态灾难。沿海地区分布着众多海岛，其生态系统一般较陆地生态系统更为脆弱，外来物种的入侵及现有入侵种的危害程度更加剧烈。外来植物竞争占据了本土物种生态位，使本土种失去生存空间；外来植物分泌释放的化学物质，压制或排挤本地物种，危及本地物种的生态，造成乡土物种死亡和濒危；形成大面积单优群落，破坏生态系统，降低生物多样性。

导致外来入侵物种和有害生物蔓延的途径有三种：非人为因素的自然传入、随人类活动无意传入以及人类有意引入。由于当地没有天敌制衡外来入侵物种和有害生物，所以直接或间接地降低被入侵地的生物多样性，破坏食物网和生态链，使生态系统和生物多样性受到严重损害。

依据《浙江南麂列岛国家级自然保护区简志》（2021 版本）的植物名录，以及现场调查结果，南麂列岛范围内，主要分 5 种外来入侵物种和 1 种有害生物。

表2.3-1 南麂列岛外来入侵物种和有害生物详表

类别	物种名称	分布范围	分布面积	危害程度
外来入侵物种	刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	三盘尾，国姓岙，码头后山公路。范围较小，在岛上呈点状分散分布。	小	轻
	鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	三盘尾，国姓岙，码头后山公路；大槠山屿；司令部；三盘尾；竹屿；门屿尾。范围较广，几乎全岛广泛分布。	大	重
	土荆芥 <i>Dysphania ambrosioides</i>	码头后山公路；大槠山屿。范围小，只在岛上个别点位有分布。	小	轻
	马缨丹 <i>Lantana camara</i>	三盘尾；镇政府。范围小，只在岛上个别点位有分布。	小	轻
	豚草 <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	竹屿；门屿。范围小，主岛暂未发现分布，只在周边小岛发现。	小	轻
有害生物	葛藤 <i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>	范围较广，几乎全岛广泛分布。	大	重





图2.3-8 南麂岛外来物种及有害生物

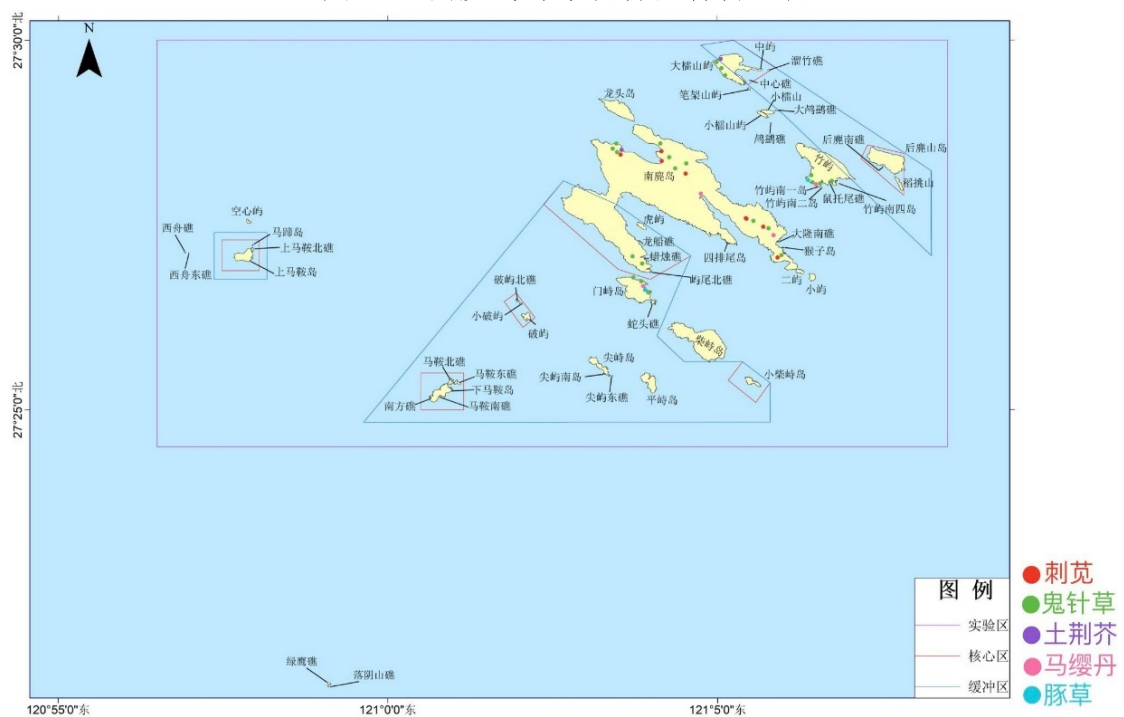


图2.3-9 外来入侵物种种类及分布范围

(3) 南麂列岛海岛污水处理及海岛垃圾处理能力不足

南麂列岛近年来因旅游业和居民生活的发展，面临着日益严峻的污水处理挑战。当前，岛上的污水处理主要依赖于一系列小型的污水

站，这些设施在技术水平和处理能力上均显不足，难以满足快速增长的污水排放需求。由于处理工艺相对落后，处理后的水质往往未能达到严格的环保标准，直接排放或渗漏至海岛及海域，对当地脆弱的生态环境构成了潜在威胁。

污水排放的低标准不仅可能破坏海岛土壤结构，影响植被生长，还可能通过渗透作用进入海洋，破坏海洋生态。南麂列岛周边海域是丰富的渔业资源区和海洋生物栖息地，海岛污水问题若得不到有效解决，将严重威胁到这些宝贵资源的可持续。

同时，由于南麂列岛周边海域、大沙岙、国姓岙、后隆岙、火焮岙和马祖岙海域等区域容易汇聚海洋垃圾，这些垃圾污染主要来自洋流、雨季山洪、居民生产生活及旅游活动等，影响了南麂列岛海洋生态：

洋流影响。南麂列岛四周海域开阔，濒临东海，每年 5-11 月份，台风发生频率较高。在海浪冲刷和风力作用下，塑料垃圾、玻璃瓶、饮料罐和废弃的渔网等垃圾随海浪汇集在岙口、沙滩，部分沉入海底。

地形影响。南麂列岛以海蚀地貌为主，岸线曲折，岬角丛生，海湾众多，礁石密布。主岛南麂岛西北和东南向岸线曲折，湾岬相间，岬角狭长，海湾口门窄、纵深长，呈楔状，东北和西南向岸线则沿构造线的钝角走向延伸，岸线较为平直，周边诸岛多呈菱形。狭长的岙口长期漂浮着被洋流带进来的海漂垃圾，沿岸礁石周边多有“搁浅”海漂垃圾。

雨季山洪。每年 5-8 月是南麂列岛的雨季，降雨量较大，短时暴雨和强降水引发的山洪将山上的泥石、垃圾等冲入沙滩，造成垃圾堆积。

居民生产生活和旅游活动影响。历史上渔民捕鱼渔网、渔线、电线、绳索等垃圾，以及海岛居民生活与外来游客旅游活动产生的垃圾堆积在海岛岸线及沿海。



图2.3-10 海湾垃圾集聚



图2.3-11 污水处理站终端标准低

（4）南麂岛沙滩侵蚀，质量下降

浙江淤泥质海滩较多，沙滩资源稀缺。南麂岛由于地形原因形成了众多滨海沙滩，需对其加强保护。滨海沙滩是海岸地区的天然防护屏障，沙丘的有孔结构还能抵御和消散风暴潮的能量，有效保护其后缘栖息地；并具有很高的生态学 and 美学价值。但近年来，部分沙滩区域护岸建设使得这些区域的沙源被固化，两者的泥沙交换被截断，直接减少了沙滩砂质补给来源，同时渔业养殖作业设施拖拉导致砂质外流。这些人为活动导致沙滩动态平衡受到破坏，南麂岛沿岸部分砂砾质海岸出现岸滩退化，沙滩宽度变窄、沙层变薄、沙质粗化、沙质流失、坡度变陡等问题，砂砾质海岸自然形态受损严重，海滩质量明显变差，生态功能降低。此外，海洋垃圾以及污水处理能力不足也对沙滩的生态与景观功能造成损害。

另一方面，沙滩是贝类繁衍生息的理想场所，贝类是沙滩生物群落结构中最重要的一部分。例如文蛤作为埋栖型贝类，多分布在较平坦的河口附近沿岸内湾的潮间带，以及浅海区域的细沙、泥沙滩中，含沙量一般为 50%~90%。随着人类活动和沿岸环境质量变化等因素的影响，沙滩贝类栖息地环境受到较大程度的破坏，影响贝类的生长发育，贝类生长空间若受到挤压，也将直接危及着贝类的生存环境。因此，目前亟需对南麂岛部分沙滩进行保护和修复，以维护沙滩生态系统平衡。

当地海滩多发育在基岩海岸区，沙滩发育空间和沙源受限，需依靠工程措施营造海滩发育空间和人为提供海滩发育所需的物源，才能及时有效地保护南麂岛优良的滨海沙滩资源。目前亟待修复的有国姓岙沙滩、后隆岙沙滩、火焜岙沙滩和马祖岙沙滩。



图2.3-12 各沙滩遭受不同程度侵蚀



图2.3-13 沙滩排水口直排导致沙滩侵蚀

（5）鳌江北岸及入海口滨海湿地生态系统服务功能有待提升

平阳县鳌江北岸段作为鳌江河口海湾之间的关键缓冲区与联通区，该区域生态由于多年的自然和人为因素，滨海生态受到明显的损害。根据现状特点，分三片进行描述。

①鳌江六桥西侧

鳌江六桥西侧为鳌江海域主要河段，该段目前是鳌江镇主要生产生活岸线。现状海岸目前已建成海塘，具备较好的防灾减灾能力。海塘沿岸码头众多，这些码头共同构成了平阳港的重要组成部分，主要集中在鳌江北岸中部，为区域经济发展提供了重要支撑。

现场踏勘发现，由于河道走势及冲淤影响，部分岸段发育有高滩，高滩宽度 20~140m 不等。部分高滩植被杂草丛生，人类活动导致

的建筑垃圾、生活垃圾较多。高滩局部发育有芦苇、蔗草、红树林、木麻黄等本土盐沼植被。部分红树林区域长势较差，存在局部的死苗现象，后期需补种或提升。

此外，随着沿岸不断发展，人类活动对海域的干扰日益加剧。这种干扰不仅体现在对滩涂湿地的物理破坏上，还可能导致入海污染等一系列连锁反应，进一步削弱该区域的自然生态功能。滨海湿地的修复，可以减少此类入海污染。





图2.3-14 鳌江北岸航拍图（自然发育碱蓬、藎草）



图2.3-15 沿岸建筑、生活垃圾较多



图2.3-16 蔗草、红树林以及芦苇



图2.3-17 部分现状红树林区域需进行修复提升（与碱蓬共生）





图2.3-18 自然发育有碱蓬、芦苇、蔗草等本土物种

②鳌江六桥东侧

鳌江六桥东侧区域滩涂现状为养殖塘，滩涂养殖活动使得滨海滩涂湿地受养殖活动影响，生态功能退化。大量养殖不仅挤占了滩涂空间，造成滩涂湿地面积的萎缩，破坏底栖生物、鱼类等生物原始栖息地，导致湿地生物多样性下降、滩涂生态系统服务功能降低。需通过退养还湿、盐沼植被种植等修复方式，逐步恢复该区域滨海湿地生态功能，营造生态价值更高的滨海湿地生态系统。



图2.3-19 滨海湿地现状

③鳌江河口区

鳌江入海口，作为鳌江与外海之间不可或缺的联通纽带，长期承受着人类与自然活动的双重压力，导致淤积问题日益严峻。这一现象不仅显著削弱了其纳潮能力，阻碍了淡水与海水之间的顺畅交换，还

限制了水质的自我净化过程。随着水体流动性的减弱，富营养化和污染积累的风险显著增加，对海洋生态环境构成了严重威胁。

同时，鳌江入海口的淤积问题还进一步加剧了内河河道的淤积风险，对内河行洪能力构成了不利影响，增加了洪水灾害的潜在威胁。此外，潮沟的淤塞还直接威胁到河口湿地、红树林和盐沼等关键生态系统的稳定性，这些区域作为生物多样性丰富的栖息地，对于维护生态平衡和提供生态服务具有不可替代的作用。

因此迫切需要采取清淤疏浚措施，提升入海口的纳潮能力，促进淡水与海水的充分交换，保障生态系统的健康与稳定。

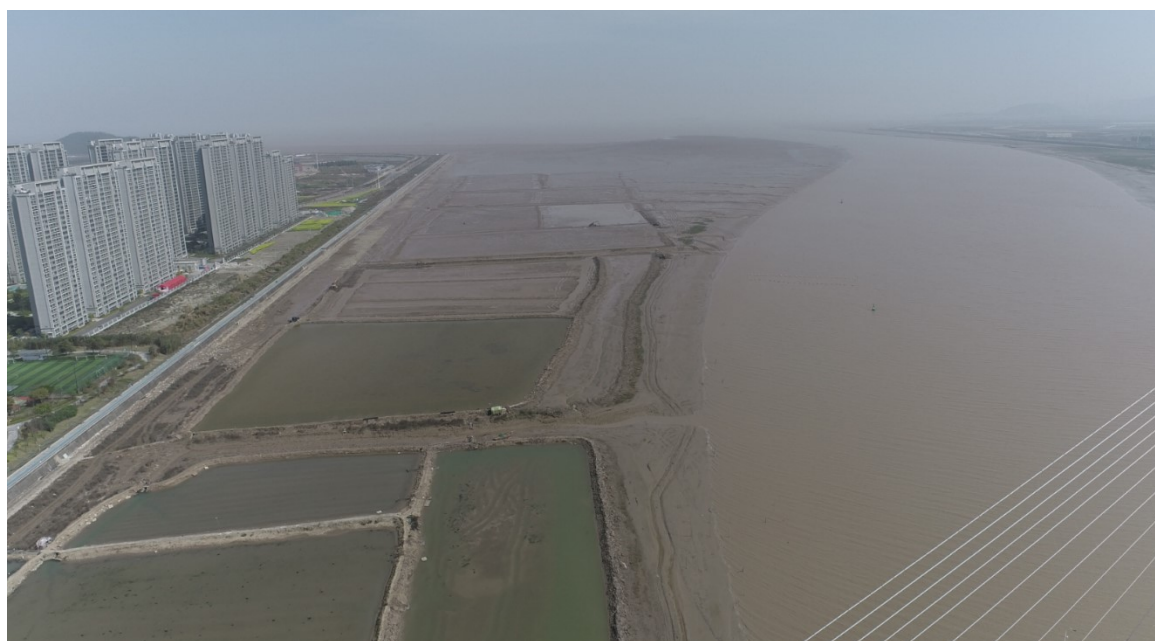


图2.3-20 河口淤积现状

（6）海西湾围海养殖致使滨海湿地、基岩岸线丧失自然属性

海西湾围海养殖实施多年，其北侧的滨海湿地及基岩岸线因长期受泥沙淤积影响，逐渐失去了其原有的自然形态与功能。

泥沙的淤积改变了基岩岸线原先水体环绕的生态格局，基岩岸线

基本被掩埋灭失，湿地长满杂草，缺乏水系连通，生态系统被破坏，致使生物多样性和生态系统服务功能严重下降。

此外，淤积导致水体容量较小且碎片化不利于区域内水质的改善，亟需开展退养还海工程，恢复基岩岸线属性，恢复并修复滨海湿地水系及净化植物。



图2.3-21 海西湾北侧基岩岸线失去自然属性

（四）项目建设必要性

1 必要性

（1）是贯彻习近平总书记对南麂自然保护区“要高度重视这里的生态环境，把生物多样性保护好”重要指示的需要

2005 年 5 月 19 日，时任浙江省委书记习近平视察南麂时指出：“南麂是一个宝岛，南麂自然保护区是浙江省唯一的国家级海洋类型自然保护区，这里拥有得天独厚的自然景观和丰富多样的海洋生物资源，具有重要的科学和生态价值，一定要高度重视这里的生态环境，把生物多样性保护好”。

多年来，平阳县始终牢记总书记指示，坚守生态红线，持续开展海洋生态保护修复工作。本项目开展的南麂列岛海洋生态保护修复工程，以保护和恢复珍稀和濒危物种的栖息地，增加生物物种的多样性，提升海岛生态系统的完整性和稳定性为主。本项目的实施是贯彻习近平总书记对南麂自然保护区“要高度重视这里的生态环境，把生物多样性保护好”重要指示的需要。

（2）是实施《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021-2035 年）》，提升南麂列岛生物多样性的需要

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》（简称《全国双重规划》）于 2020 年 6 月 11 日由国家发展改革委和自然资源部联合印发，且已将平阳明确列入其“三区四带”总体布局内，属于“海峡西岸重点海湾河口海岸带修复区”。作为《全国双重规划》的重要组成部分，《海岸带生态保护和修复重大工程建设

规划（2021—2035 年）》（简称《海岸带建设规划》）是其中精心部署的九大专项规划之一。

《海岸带建设规划》聚焦重点海域和关键生态问题，提出海岸带生态保护和修复的主要目标，统筹布局重点工程和重点项目，细化建设任务和具体举措，明确了相关支持政策。《海岸带建设规划》部署了粤港澳大湾区生物多样性保护、海南岛重要生态系统保护和修复、黄渤海生态保护和修复、长江三角洲重要河口区生态保护和修复、海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复、北部湾滨海湿地生态系统保护和修复等 6 项海岸带生态保护和修复重点工程。

南麂列岛及周边海域生物多样性保护项目是海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复重点工程之一。明确重点建设内容为：推动基于生态系统的南麂列岛岛群区生物多样性的保护，加大岛陆和海域野生动植物及其栖息地的保护力度，开展海洋生物水下监测监视。加强南麂岛岛陆有害生物防治，开展受损山体、受损岸线和岛陆植被的修复，提升海岛生态系统质量和稳定性。加强南麂列岛大型海藻场的保护，开展铜藻场等大型海藻生境修复，因地制宜实施人工藻场构建和大型海藻种植，促进海洋生物多样性的恢复。

本项目拟开展南麂列岛海洋保护修复工作，具体采取野生水仙花保育、海藻场修复、海岛植被恢复、有害生物防治、沙滩修复、海洋垃圾清理、管护步道建设、污水处理等措施修复南麂列岛海域海岛生态环境，提升海洋生物多样性。因此，本项目是实施《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021-2035 年）》，提升南麂列岛生物多

样性的需要。

(3) 是进一步提升南麂岛“和美海岛”建设和深化示范效应的需要

2023 年 6 月，南麂岛以总分全国第二的成绩入选国家“和美海岛”示范创建名单。

“和美海岛”是自然资源部近年提出的新型海岛概念，目的是建设一批“生态美、生活美、生产美”的和美海岛，促进海岛地区生态明显改善，人居环境和公共服务水平明显提升，居民收入显著提高，特色产业和绿色发展方式优势凸显，公众海岛保护意识普遍增强，推动海岛地区实现绿色低碳发展，促进资源节约集约利用，形成岛绿、滩净、水清、物丰的人岛和谐“和美”新格局。

平阳县和美海岛创建工作是以南麂岛为创建主体。创建工作坚持生态优先，以生态保护为重点内容，维护海岛生物多样性，加强生态修复，切实保护海岛及其周边海域生态环境；坚持人与自然和谐共生，在海岛资源环境承载能力范围内，改善人居环境，提升公共服务水平，推动绿色发展，构建人与自然和谐共生的良好局面。

和美海岛创建时，南麂岛森林覆盖率为 61.4%，自然岸线保有率达 94.7%，纳入生态保护红线面积比例为 73.37%；近三年来，海岛岸线向陆 100 米范围内无新建永久性建筑物；近年来，有关部门在南麂岛开展了海洋动植物调查。

下一步，平阳将以“和美海岛”创建为新起点，遵从“保护海洋生态系统，人与自然和谐共生”理念，继续坚持走“生物多样、环境优美、人海和谐、人民富裕”的特色发展之路，全力把南麂岛打造成

绿色生态“桥头堡”、绿色生产“先行区”、绿色生活“示范地”。

为实现这一目标，本项目将精准聚焦影响“和美海岛”及其周边海域发展的关键生态问题，推动海岛生态修复工作从传统的局部治理向全域综合整治的深刻转变。同时注重整体设计与精准施策的有机结合，旨在提升海岛及周边海域的生物多样性，增强海岸生态化水平，并显著改善海岛居民的生产生活环境。本项目的实施，不仅是南麂和美海岛建设历程中的一次重要跨越，更是对“和美海岛”建设理念的一次深刻践行与广泛拓展。

平阳将以此项目为契机，以实际行动展现生态文明建设的硕果，进一步提升南麂岛在“和美海岛”有关生态保护修复、岛群联动发展、资源集约节约利用、生态富民等方面的示范效应，为其他海岛地区的可持续发展贡献宝贵的经验与模式，共同绘就人与自然和谐共生的美好图景。

（4）是履行国际公约职责，维护与提升南麂列岛湿地生态系统服务功能的需要

湿地是全球最具价值的生态系统，与人类的生存、繁衍和发展息息相关，具有保持水源、净化水质、蓄洪防旱、调节气候、保护生物多样性等重要功能，被誉为“地球之肾”。20 世纪 70 年代以来，全球性的湿地消失和退化危机引发了严重的生态环境和社会问题，国际社会越来越意识到加强湿地保护与生态修复、促进湿地合理利用的重要性和迫切性。为保护全球湿地资源及湿地生物多样性，1971 年 2 月 2 日，来自 18 个国家的代表在伊朗拉姆萨尔共同签署了《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》（以下简称《湿地公约》）。该

公约是致力于湿地生态系统保护和合理利用的政府间协定，是全球第一部政府间多边环境公约，至今已有 172 个缔约方。

我国自 1992 年正式加入《湿地公约》以来，不断提高对湿地的保护力度，取得了显著成效，实现内地国际重要湿地监测全覆盖，国际重要湿地生态状况总体稳定良好，退化湿地生态状况明显改善。2022 年 11 月，我国举办《湿地公约》第十四届缔约方大会，围绕“珍爱湿地、人与自然和谐共生”主题，审议公约发展战略性议题，发布《武汉宣言》。习近平总书记在大会开幕式发表题为《珍爱湿地守护未来 推进湿地保护全球行动》的致辞，引起国际组织和各缔约方代表、中外湿地和生态领域专家的强烈共鸣和反响。其中国际重要湿地的认定、保护和修复是《湿地公约》的重要内容，是缔约国履行湿地保护职责的重要体现。

南麂列岛处于中亚热带海域，气候适宜，四季分明，具有很强的国家代表性，是台湾暖流和江浙沿岸流的交汇处，区域内流系复杂、锋面发达、海水清澈、潮汐作用强，终年存在上升流，具有岩礁、砾石滩、沙滩、泥滩等多种岸滩，为海洋动植物的栖息、繁衍和生长提供了十分理想的条件，因此成为我国主要海洋贝藻类的天然博物馆、基因库和“南种北移、北种南移”的引种过渡驯化与繁育基地。据统计，目前记录到生物种数共计 2884 种，包括海洋生物 2155 种，陆生生物 729 种。其中贝藻类物种数量约占全国 20%和浙江省 80%，素有“贝藻王国”之称，在海洋生物多样性保护、研究和可持续利用上具有很高的价值，引起了国内外湿地生态学界的广泛关注和高度重视。因此，南麂列岛在 1990 年经国务院批准成立为国家级海洋自然保护区，1998 年加入联合国教科文组织世界生物圈保护区网络成为世界生物圈保护区；**2005 年 5 月 19 日**，时任浙江省委书记习近平视察南麂时

指出：“南麂是一个宝岛，南麂自然保护区是浙江省唯一的国家级海洋类型自然保护区，这里拥有得天独厚的自然景观和丰富多样的海洋生物资源，具有重要的科学和生态价值，一定要高度重视这里的生态环境，把生物多样性保护好”；2014 年南麂列岛列入浙江省重要湿地；2015 年南麂列岛入选“全国十大美丽海岛”；2022 年，经国务院批准列入国家公园候选区；2023 年，南麂列岛列入国际重要湿地名录，成为浙江省继西溪湿地之后的第二个国际重要湿地，同年入选自然资源部第一批“和美海岛”。

本次温州市海洋生态保护修复项目的开展，不仅是我国积极履行《湿地公约》等国际公约职责的具体体现，更是对湿地生态系统服务功能进行维护与提升的重要举措。通过生态修复，我们将有效保护和恢复珍稀和濒危物种的栖息地，增加生物物种的多样性，提升海岛生态系统的完整性和稳定性。这不仅有助于维护海洋生态系统的平衡，促进海洋生物的繁衍生长，更将为全球湿地保护事业贡献中国智慧和力量。

（5）是保护修复滨海湿地，减少入海污染，恢复基岩岸线属性的需要

平阳海西湾鳌江北岸湿地正面临自然与人为因素双重影响，导致滨海湿地受损，生态系统服务功能减弱，生物多样性遭受严重破坏，影响了区域生态安全和可持续发展。同时，鳌江入海口由于常年淤积，导致河口区纳潮量减少，且淤积泥沙沉淀大量重金属等污染物等污染物质导致水质变差。

本项目旨在通过湿地保护修复工程和退养还海工程，修复海西湾鳌江北岸湿地的生态功能，并发挥其作为海岸带蓝碳生态系统的重要碳汇价值，同时恢复灭失的基岩岸线及滨海湿地的自然属性，促进生

物多样性修复，并通过湿地盐沼植被净化直排入海水质。此外，项目也将致力于开展河口疏浚恢复其水动力，并保护河口湿地。项目的实施，是保护修复滨海湿地，减少入海污染，恢复基岩岸线属性的需要。

2 可行性

（1）政策可行性

根据《财政部办公厅自然资源部办公厅关于组织申报 2025 年海洋生态保护修复工程项目的通知》，本次温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目围绕南麂列岛海域海岛、海西湾滨海湿地等重要典型生态系统进行保护和修复，符合 2025 年海洋生态保护修复资金重点支持范围。

项目不包含负面清单内容，符合耕地和永久基本农田保护红线、自然保护地、生态保护红线、用地、用海、用岛、岸线等国家管控要求，不涉及围填海历史遗留问题或审计、督察等发现问题整改未到位事项。

（2）选址可行性

南麂列岛海域海岛拥有较好的湿地环境资源，集中分布，可塑性强。南麂列岛以其特殊的地理位置成为我国若干暖水种分布的北线和若干冷水种分布的南线，是一种特殊的生物分布混合区和过渡区，生物区系组成复杂，呈现独特性、重要性、多样性、稀缺性等特点。湿地范围内拥有丰富的海洋生物，包括贝类、藻类、鱼类、甲壳类口湿地水鸟等，同时海岛植物丰富，拥有稀缺的野生水仙花；海岸带自然分布有沙滩及基岩岸线，局部基岩上牡蛎礁、藻类附着生长。

南麂列岛海洋生态保护修复所采取的海藻场及潮间带修复、野生水仙花保育、海岛植被恢复、沙滩修复均在原址的基础上进行，项目

的开展具备良好的本土物种基础。

同时，海西湾滨海湿地现状为高滩，稳定，天然生长有芦苇、蘆草、碱蓬和红树林等群落，选择选择当地本土发育的植被开展修复，湿地的建设具有良好的本土物种基础。

（3）技术条件可行性

本次生态保护修复工作的开展，具体通过科学分析当地出现的海洋生态问题原因，开展有针对性的论证与设计，采取湾岛联动、源头治理、人工修复+自然恢复的方法以达到生态保护修复的目标。采取的具体工程内容包括盐沼植被种植、海藻场修复、互花米草清理、沙滩修复、野生水仙花保育等，均为常规的建设项目或有相关的修复经验，在工程技术上也较为成熟，有已发布的行业标准规范、相关技术文献以及已实施的成功案例可供参考，项目设计与论证的技术成熟度较高。

总体上，本项目施工工艺要求较高，尤其是盐沼植被及海藻修复相关内容，但浙江多年来一直注重海洋生态保护修复工作，相关企业积累了大量的成功经验，可以满足本工程的施工要求。项目及附近海域均进行过多次的海洋调查和研究工作，并完成多项调查研究报告，可为项目的实施提供较为科学的基础资料。各项工作措施以人工修复+自然恢复相结合的方法，因地制宜，采取的技术可行，经济合理，可操作性强。同时对项目中可能出现的风险进行了认真分析并预案，这些均将保证项目的顺利实施和完成，本项目实施的技术条件是可行的。

（4）组织可行性

针对本项目复杂、面广的特点，温州市成立了强有力的领导、组织机构，负责本项目实施过程中有关重大事项的决策与协调；针对整

治行动的工作量、工作特点、资金等情况，本项目制定了合理的实施进度计划，具体建设内容已经与相关规划进行了充分衔接；选择经验丰富的管理人员、勘察设计单位、具有相关资质与施工经验的施工单位等，建立良好的协作关系、完善的风险控制机制，确保项目有序、可控地开展；建立包括项目质量保障制度、工程招投标制度、工程监理制度和阶段性总结汇报制度等必要的项目管理制度，保障本项目工作保质保量的完成。

（5）资金可行性

本项目的资金来源有两部分：申请中央补助资金与地方资金。其中中央补助资金有政策支持，由国库按年度进展划拨。当地政府也已承诺对其加大资金与政策的支持力度，按年度及时足额投入配套资金。因此，本项目的资金来源是可行的。

三、项目需求分析与产出方案

（一）需求分析

根据现状分析及存在的问题，需求分析如下：

（1）因生物多样性面临威胁以及外来物种入侵、有害生物蔓延、沙滩受损、潮间带受损、海岛污水垃圾处理能力不足等引起的南麂列岛海域海岛生态环境问题，需对南麂列岛海域海岛开展保护与修复。

（2）因滨海湿地退化、围海养殖、河口区淤积等引起的海湾滨海湿地生态损害问题，需开展退养还海恢复海域及基岩岸线属性，滨海湿地开展保护修复，河口海湾清淤等。

（二）建设内容和规模

本次生态保护修复具体通过科学分析当地出现的海洋生态问题原因，按照整体保护、系统修复、综合治理、突出重点的原则，开展有针对性的论证与设计，采取**湾岛联动、源头治理、人工修复+自然恢复**的方法以达到综合生态保护修复的目标。具体工程内容包括南麂列岛海洋生态保护修复工程、海西湾海洋生态保护修复工程。

（1）南麂列岛海洋生态保护修复工程

通过开展野生水仙花保育，其中就地保护与恢复面积约 20.14ha 建设野生水仙花人工繁育基地 0.67ha；修复海藻场总长 0.8km；修复潮间带总长 2.45km；海岛植被恢复面积 27.56ha；对 3 座海岛实施有害生物防治；采取海滩养护修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km；建设海岛污水处理设施，提升海岛污水处理能力；开展海岛水源生态涵养，修复山塘 3 处；提升、建设管护步道长 15km；开展南麂列岛海域科学考察等措

施，修复南麂列岛海域海岛。

（2）海西湾海洋生态保护修复工程

通过退养还海措施，恢复基岩岸线长 3.56km，退养还海面积 16.76ha；种植滨海盐碱植被面积 21.35ha；提升红树林面积 12.06ha；清理岸线长 14.19km；建设牡蛎礁面积 1.51ha；建设碳汇通量塔 1 座；鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m³；建设管护步道长 3.57km 等开展滨海湿地保护与修复。

（三）项目产出方案

通过海洋生态修复，完成生态修复总面积约 123.17 公顷，其中岸线整治修复长度 19050 米，滨海湿地整治修复面积 75.47 公顷，修复海岛数量 3 个。通过修复现有红树林 12.06 公顷，退养还滩 16.76 公顷，保育野生水仙花面积 20.14 公顷，修复海藻场长度 800 米，修复潮间带长度 2450 米，修复沙滩长度 1300 米等措施，解决该区域内存在的生物多样性面临威胁、外来物种入侵、滨海生态湿地服务功能不足等主要生态问题，使区域生态系统结构进一步优化，生态系统质量及服务功能有效改善，生物多样性明显增加。

表 3.3-1 项目产出一览表（2025~2027 年度）

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
产出指标	数量指标	完成生态修复总面积	123.17 公顷
		岸线整治修复长度	19050 米
		砂质岸线整治修复长度	1300 米
		整治修复砂质岸线补沙量	6.95 万立方米
		基岩岸线整治修复长度	3560 米

		岸线清理长度	14190 米
		滨海湿地整治修复面积	75.47 公顷
		退养还海面积	16.76 公顷
		六桥东侧滨海湿地整治修复面积	28.61 公顷
		种植盐沼面积	21.35 公顷
		修复现有红树林面积	12.06 公顷
		种植牡蛎礁面积	1.51 公顷
		清淤疏浚方量	195 万立方米
		修复海岛数量	3 个
		野生水仙花保育面积	20.14 公顷
		修复海藻场长度	800 米
		修复潮间带长度	2450 米
		修复海岛植被面积	27.56 公顷
		有害生物防治岛屿数量	3 个
		海岛污水处理设施提升改造点位	5 处
		海岛水源生态集中涵养点数量	3 处
		完成海洋生态状况调查	≥3 次
	质量指标	工程质量合格率	100%
		补种红树林成活率	≥75%
		盐沼植被成活率	≥60%
		野生水仙花种植密度	10 万株/公顷
	时效指标	项目按时完成率	100%
		中央财政资金预算执行率	100%
	成本指标	碱蓬种植成本控制数	≤59 万元/公顷
		补沙工程成本控制数	≤305 元/立方米
		芦苇种植成本控制数	≤63 万元/公顷
效益指标	社会效益	人居环境改善受惠人数	4 万人
	生态效益	海藻场修复区海藻数量提升情况	120%
	可持续影响指	砂质海岸生态系统稳定性	≥5 年

	标	后期管护持续时间	≥3 年
满意度指标	服务对象满意度指标	项目实施区域群众满意度	≥90%

四、项目选址与要素保障

（一）项目选址

平阳县是浙江省辖县，位于浙江东南沿海，地处温州市南翼区域经济的中心，是革命老根据地县、沿海经济开放县、海洋大县、文化大县。西晋太康年间建县，历史悠久，文风鼎盛，物华天宝，人杰地灵，素有“东南小邹鲁”之美誉。全县陆地面积 1035.86 平方千米，海域面积 1186.68 平方千米；辖 14 个建制镇、2 个乡；截至 2023 年底，县内常住人口 88.62 万人。县人民政府驻昆阳镇。

平阳属于浙闽太平洋沿海基底隆起带，以火山形成地貌为主，其次为沉积地貌，类型复杂。南雁荡山脉和鳌江水系贯穿全境，地势西高东低，西部四周高中间低。沿海由于海岸长期下沉，造成众多岛屿与喇叭形海岸，海岸线蜿蜒曲折，属里亚斯型沉降式海岸。

平阳属于中亚热带海洋性季风气候区，夏冬长、春秋短，四季分明；无严寒酷暑，春秋宜人；全年光照充足，雨水丰沛，温暖湿润。主要灾害性天气有台风、洪涝、干旱、大风、龙卷风、冰雹等。

2024 年平阳县生产总值为 777.46 亿元，按可比价格计算（下同），比上年增长 7.9%。分产业看，第一产业增加值为 23.84 亿元，比上年增长 5.6%，第二产业增加值为 335.74 亿元，比上年增长 7.1%，第三产业增加值为 352.24 亿元，比上年增长 8.9%；国民经济三次产业结构为 3.3:47.2:49.5。按常住人口计算，全县人均地区生产总值为 81959 元。

本次海洋生态保护修复项目区域处于浙江省温州市平阳县南麂列

岛海域海岛以及大陆侧的海西湾。南麂列岛海洋生态保护修复工程范围主要涵盖了南麂岛及周边海域海岛；海西湾海洋生态保护修复工程西起海陆分界线的鳌江一桥，东至跳头岬入海口。

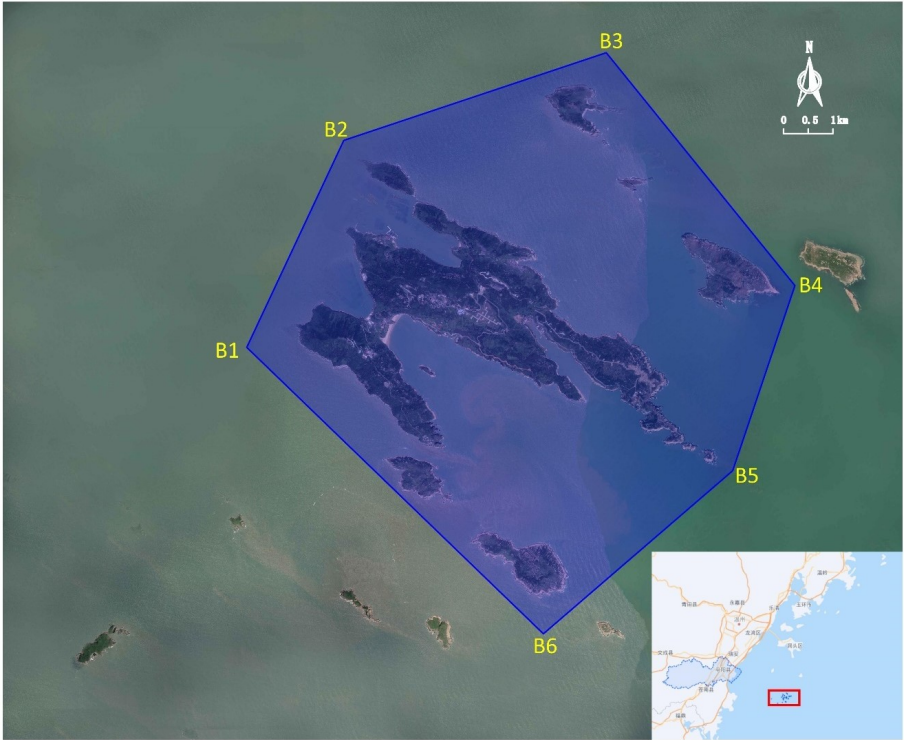


图4.1-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程实施范围示意图

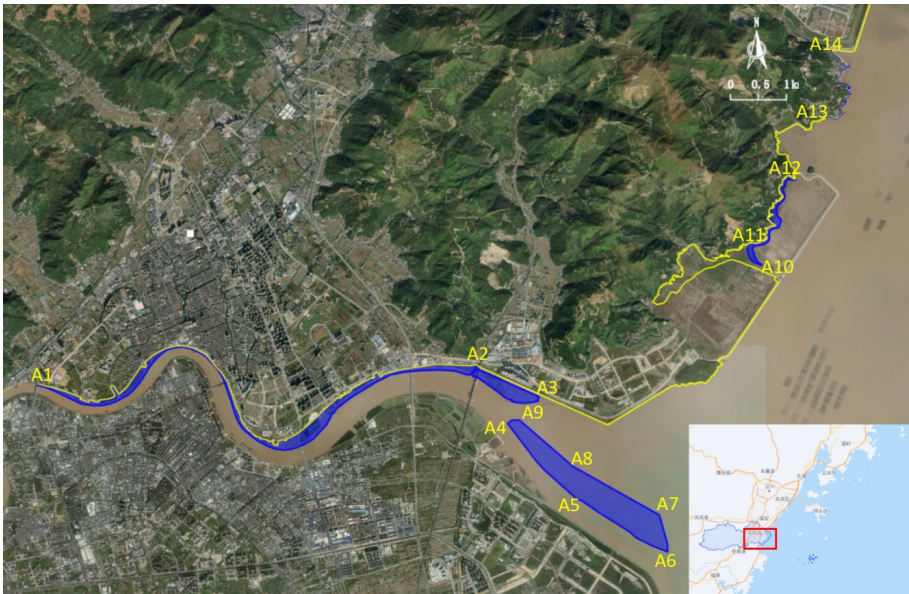


图4.1-2 海西湾海洋生态保护修复工程实施范围示意图

表4.1-1 实施范围拐点坐标

坐标点	坐标	坐标点	坐标
-----	----	-----	----

A1	120.51860142,27.59154335	A11	120.65646720,27.61521861
A2	120.60392275,27.59433320	A12	120.66563341,27.62633671
A3	120.61594796,27.58932014	A13	120.67166886,27.63689492
A4	120.60957110,27.58435118	A14	120.67297780,27.64823139
A5	120.62282161,27.57132604	B1	121.03640244,27.46143181
A6	120.64051679,27.56204689	B2	121.05159986,27.48962842
A7	120.63893681,27.56839424	B3	121.09209859,27.50131555
A8	120.62220987,27.57687685	B4	121.12080199,27.46921496
A9	120.61184349,27.58495164	B5	121.11098087,27.44398315
A10	120.65899104,27.61156312	B6	121.08164701,27.42190302

（二）建设条件

1 气象

（1）气温

平阳县多年平均气温为 18.3℃，年极端最高气温为 38.5℃，年极端最低气温-0.7℃。高温（ $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）日城区出现 16 天，低温（ $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ）日出现 28 天，年无霜期日 310 天。月平均气温最低出现在 1 月，2 月至 7 月逐步升高，7 月气温达到最高，之后开始下降，9 月到 12 月下降速度较快。

（2）降水

平阳县多年平均降水量为 1784.0 毫米。年平均降水日数 176 天。历年最长连续降水天数为 23 天，最长连续无降水天数 37 天。全年的降水量主要集中在春、夏两季（3~9 月）。

（3）日照和蒸发

平阳县光照充足、热量丰富。多年平均日照时间为 1817h，全年以 7 月、8 月日照时间最长。多年平均蒸发量为 1328.6 毫米。

（4）风况

平阳县季风特征明显，春、秋季以东风居多，夏季盛行东南风，夏秋季台风频发，冬季盛行西风和西北风，年平均风速 2.0m/s。四季均有可能遭到不同程度的灾害性天气袭击，其中热带气旋是影响最严重的灾害性天气。

2 水文

（1）潮汐性质

项目区域附近海区为强潮区，潮汐属正规半日潮，存在明显的高潮不等和低潮不等现象，春分至秋分间夜潮高于日潮，秋分至翌年春分间反之。

（2）潮汐特征值

表 4.2-1 是鳌江口 2023 年春季临时潮位站潮位特征值统计表。可以看出在春季 T1 潮位站的最大潮差为 577cm，最小潮差为 161cm，平均潮差为 421cm；T2 潮位站的最大潮差为 593cm，最小潮差为 150cm，平均潮差为 407cm。

T1 潮位站的最高潮位为 345cm，最低潮位为 255cm，平均高潮位为 229cm，平均低潮位为 193cm，平均海平面为 17cm；T2 潮位站的最高潮位为 320cm，最低潮位为 293cm，平均高潮位为 214cm，平均低潮位为 194cm，平均海平面为 15cm。

观测期间 T1 潮位站的平均涨潮历时为 5:20，平均落潮历时为 7:27；T2 潮位站的平均涨潮历时为 6:09，平均落潮历时为 6:42。两个潮位站的涨潮历时均小于落潮历时，其中 T1 站位相差高达 2h，T2 站位相差约 30 分钟。

表4.2-1 鳌江口2023年春季临时潮位站潮位特征值统计表

项目	站位	T1	T2
----	----	----	----

潮位	最高潮位	345	320
	最低潮位	-255	-293
	平均高潮位	229	214
	平均低潮位	-193	-194
	平均海面	17	15
潮差	最大潮差	577	593
	最小潮差	161	150
	平均潮差	421	407
涨落潮历时	平均涨潮历时	5:20	6:09
	平均落潮历时	7:27	6:42
观测日期	2023年4月6日~2023年5月6日		

由于处于河口区，平均大潮高潮位不尽相同：根据鳌江站 2020 年的逐时潮位数据，得到鳌江区域大潮平均高潮位为 3.01m（85 高程基准）。根据《浙江省平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）初步设计报告》，南麂岛及鳌江河口区域大潮平均高潮位为 2.57m（85 高程基准）。

（3）波浪

工程区附近分别有琵琶门海洋站、南麂海洋站。

根据琵琶门站资料，工程海域涌浪出现的频率远大于风浪，F 或 F/U 波型出现频率占 30.5%，U 或 U/F 波型占 69.6%。各向波浪出现频率统计表明，工程海区的常浪向为 E 向，次常浪向为 ENE 和 NE 向，出现频率分别为 81.0%、5.2%和 3.6%。各向波浪（H1%）最大值和平均值统计表明，各向最大波高相差较大，其最大波高分别为 6.7m 和 6.5m，出现在 ENE 向、E 向，分别发生在 1994 年 8 月 8 日 11 时和 14 时，时值 9414 号台风经过前后，但据分析该值偏大，在进行波高频率分析时，按波高与水深的关系进行纠正。

表4.2-2 琵琶门站各向波出现频率

项目 \ 方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率(%)	0.3	0.3	3.6	5.2	81.0	0.8	1.1	0.7	1.6
项目 \ 方向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	X
频率(%)	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	3.6	0.9

南麂海域常年波浪较大，全年平均波高大约在 1.0m 左右。夏、秋季在热带气旋的作用下时常出现强风浪，波高可达 6.0m 以上，实测最大波高为 10.0m。而冬、春季波浪相对小一些，最大波高一般在 4.0m 以下，但冬季的寒潮大风也会引起大浪。

3 地形地貌

平阳属于浙闽太平洋沿海基底隆起带。以火山形成地貌为主，其次为沉积地貌，故类型复杂，有中山（1000 米以上）、低山（500—1000 米）、丘陵（500 米以下）、谷地、平原、江河、滩涂、岛礁。南雁荡山脉和鳌江水系贯穿全境，地势西高东低，西部四周高中间低。沿海由于海岸长期下沉，造成众多岛屿与喇叭形海岸，海岸线蜿蜒曲折，属里亚斯型沉降式海岸。

4 海洋资源

（1）岸线资源

根据 2019 年岸线修测数据显示，平阳县大陆海岸线总长 39528.61m，其中自然岸线长度 13743.92m，人工岸线长度为 24828.12m，生态恢复岸线长度 895.58m，自然岸线保有率为 37.04%，其向海一侧岸线利用情况涉及一级利用类型 7 种、二级利用类型 10 种，具体情况如下：

①未利用岸线占岸线总长度的比例最大，占比 46.96%，长度为

18562.98m。未利用岸线作为大陆岸线的重要组成部分，鳌江两岸、西湾片区。平阳新兴产业园区均有分布。

②渔业岸线占比 34.30%，长度为 13557.73m。其中，渔业基础设施岸线全长 1274.09m，围海养殖岸线全长 12283.64m。渔业岸线主要分布在西湾围海养殖用海区。

③交通运输岸线占比 10.85%，长度为 4287.56m，其中，港口岸线全长 4099.66m，路桥岸线全长 187.90m。交通运输岸线主要分布在鳌江码头区域。

④工业岸线占比为 2.39%，长度为 973.38m，其中，船舶工业岸线全长 573.22m，其他工业岸线全长 370.16m。工业岸线零星分布在鳌江码头与西湾造船厂。

⑤旅游娱乐岸线占比为 2.39%，长度为 943.88m，均为旅游基础设施用海。集中分布在西湾沙滩附近。

⑥其他岸线占比为 3.11%，长度为 1230.04m。其他岸线主要分布在鳌江标准堤镇区段。

⑦特殊岸线占比为 0.01%，长度为 3.04m，均为科研教学岸线。特殊岸线为鳌江水文站的鳌江验潮井项目。

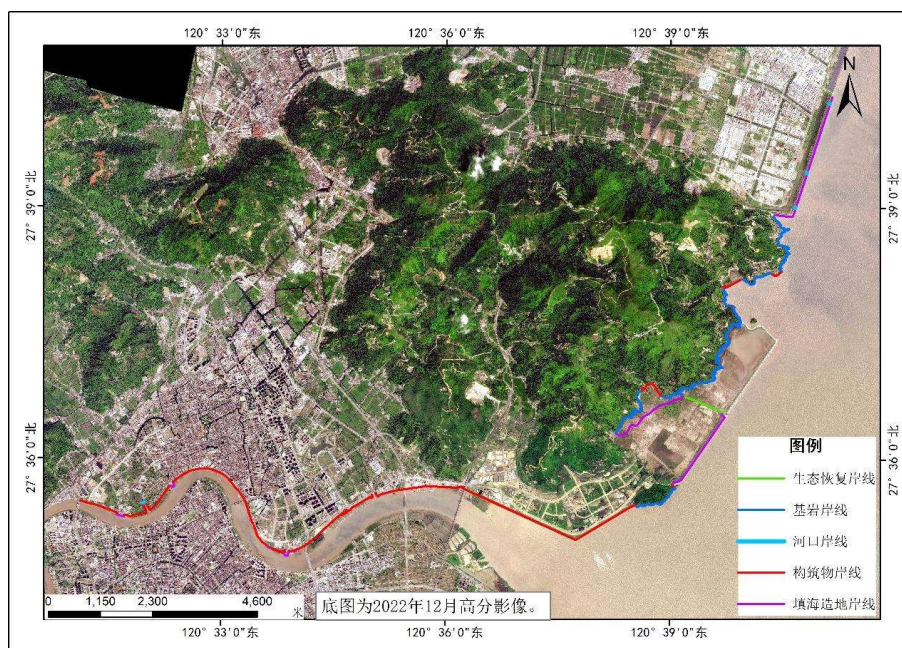


图4.2-1 平阳县大陆岸线分布示意图

(2) 港口资源

平阳总共有两座港区，分别为鳌江港区和西湾渔港。

鳌江港区分为龙港和鳌江港，分别位于鳌江的南北两岸。鳌江港北岸主体位于鳌江下游北岸，是一个综合性港口，为浙南、闽北的物资集散地，可通往全国沿海各主要港口，自鳌江下游而上由鳌江北岸新码头作业区、下厂渔港、鳌江北岸老码头作业区、钱仓作业区和萧江作业区组成，目前已建有大小泊位约 60 个，其中 1500 吨级泊位 2 个、1000 吨级泊位 4 个、500 吨级泊位 6 个。

西湾渔港为三级渔港，所在水域三面环山、东侧临海，海湾北侧建有约 80m 防波堤一座，由跳头、北山、头沙、二沙、三沙、四沙 6 个滩涂岙组成，建有 8 座渔用码头，避风水域面积约 12000m²。防波堤西侧建有约 25m 长重力式码头一座，供小型渔船临时停靠以及卸货。小洋山无人岛位于海湾西侧，紧邻西湾围垦工程(北片)北围堤，面

积 1.66 万 m^2 。由于该无人岛的天然屏蔽作用，在岛西侧形成避风水域约 20000 m^2 。西湾渔港主要为 12m 以下小型养殖渔船提供避风、停泊场所。

（3）渔业资源

平阳县濒临东海，海洋生物资源十分丰富，主要分布于国际级海洋资源保护区南麂列岛及其周围。南麂列岛占有独特的区位优势，其海域因受台湾暖流与江浙沿岸流的交替影响，海洋生物种群系具有热带、亚热带和温带的多样性、代表性及稀缺性。

平阳县已查明各种门类海洋生物 1826 种，其中大型底栖藻类 178 种、微小型藻类 459 种、贝类 427 种、甲壳类 207 种、鱼类 397 种和其它海洋生物 158 种。尤其引人注目的是，其贝藻类资源特别丰富，两者分别约占全国海洋贝藻类种数的 15%和 25%，约占浙江省海洋贝藻类种数的 80%，有 36 种贝类目前在中国沿岸仅见于平阳县内海域。黑叶马尾藻、头状马尾藻和浙江褐茸藻是在平阳发现的世界新种，还有 22 种藻类被列为稀有种。

（4）滩涂资源

平阳县滩涂资源主要集中在飞（云江）鳌（江）涂，北起宋埠与阁巷的交界，南至鳌江口与苍南的交界，岸线全长约 22km，岸线平直开敞，滩涂淤涨较快，平均坡比 1/1000~1/1400，潮间带宽约 5.5~6km，岸线至理论基准面滩涂面积达 8673.3333 公顷。

（5）岛礁资源

根据《平阳县海岛岸线调查研究报告》（2017 年）数据显示，平

阳县海岛数量为 102 个，海岛岸线全长约 92293.96m，其中人工岸线长 2042.29m，主要以构筑物为主；自然岸线长约 90251.67m，其保有率为 97.79%，其中基岩岸线 89116.15m，砂质岸线 1135.52m。全县海岛总面积为 10.881km²，其中有居民海岛为 3 个（南麂岛、大镡山屿、竹屿），岛陆面积 8.629km²，占总面积的 79.3%；无居民海岛岛陆面积为 2.252km²，占总面积的 20.7%。海岛植被总面积 8.918km²，植被覆盖 82.27%，其中，有居民海岛植被总面积 7.505km²，植被覆盖率 87.01%，无居民海岛植被总面积 1.414km²，植被覆盖率 63.81%。海岛植被类型包括针叶林、阔叶林、灌丛和草丛共 4 类，以灌丛、草丛和阔叶林为主，占海岛植被总面积的 99.6%。

5 生态系统状况

5.1 海水水质

根据 2022 年《温州市生态环境状况公报》，2022 年春季、夏季和秋季三期监测的综合评价结果表明，优良水质（一、二类）海水面积平均占比 63.4%，同比下降 0.7 个百分点；劣四类水质面积平均占比 6.2%，同比下降 7.7 个百分点。夏季（8 月）温州海域海洋功能区水质达标率为 100%。近岸海域环境功能区中，上半年水质达标率为 41.6%，较上年同期升高 25.0 个百分点；下半年水质达标率为 58.3%，较上年同期升高 16.7 个百分点。不达标的水质指标主要为无机氮和活性磷酸盐。

平阳海域在 2022 年 4 月-6 月，发生赤潮两起。赤潮生物优势种类为环胺藻和东海原甲藻。与上年相比，赤潮发现次数持平。

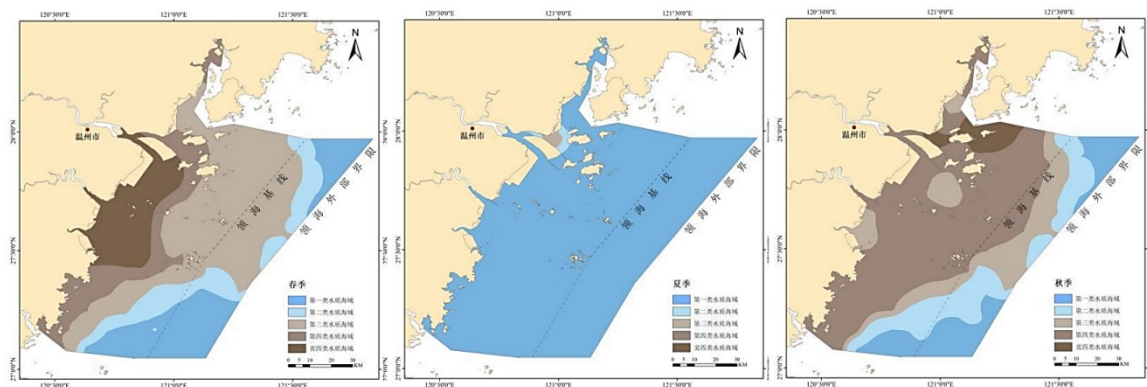


图4.2-2 2022年温州市近岸海域水质状况分布示意图

5.2 沉积物

本节引用自《平阳港区西湾作业区防沙导流堤工程海域使用论证报告书》。

调查海域 2022 年秋季，海洋沉积物中铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、油类、有机碳和硫化物含量均符合一类海洋沉积物质量标准。2023 年春季，沉积物中铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、油类、有机碳和硫化物含量均符合一类海洋沉积物质量标准。

5.3 海洋生物体质量

本节引用自《平阳港区西湾作业区防沙导流堤工程海域使用论证报告书》。

2022 年秋季，调查海域鱼类和甲壳类动物指标铜、铅、锌、镉和汞的含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的海洋生物质量评价标准，砷、总铬和石油类含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的海洋生物质量评价标准。

2023 年春季，调查海域贝类动物指标镉、铅、总铬、总汞和砷符合《海洋生物质量》（GB18421-2001）中第一类海洋贝类生物质量标准值，石油烃、锌和铜符合《海洋生物质量》（GB18421-2001）中第二类标准的测站分别占 100.0%和 100.0%。鱼类、甲壳类和头足类动物指标铜、铅、锌、镉和汞的含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合

调查简明规程》中的海洋生物质量评价标准，砷、总铬和石油类含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的海洋生物质量评价标准。

5.4 海洋生态环境

本节引用自《平阳港区西湾作业区防沙导流堤工程海域使用论证报告书》。调查海域内叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物及潮间带生物情况如下所述。

（1）叶绿素 a

2022 年秋季，调查海域共采集叶绿素-a 样品 18 个，浓度范围在 0.10~3.43 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.01 $\mu\text{g/L}$ ；其中表层叶绿素-a 样品 17 个，浓度为 0.10~3.43 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.04 $\mu\text{g/L}$ ；底层叶绿素-a 样品 1 个，浓度为 0.63 $\mu\text{g/L}$ 。

（2）浮游植物

2022 年秋季，共鉴定出浮游植物 4 门 73 种，主要以广温广盐的近岸种类为主，其中硅藻 57 种，占 78.08%；甲藻 12 种，占 16.44%；蓝藻 3 种，占 4.11%；绿藻 1 种，占 1.37%。调查海域浮游植物多样性指数（ H' ）在 0.76~2.62 之间，平均为 1.74，均匀度指数（ J ）在 0.25~0.87 之间，平均为 0.63，丰富度指数（ d ）在 0.42~1.73 之间，平均为 0.95。

（3）浮游动物

2022 年秋季，调查海域共鉴定出浮游动物 4 门 24 种（不包含 7 种浮游幼体）主要以近岸暖水性种类为主；其中节肢动物门 20 种，毛颚动物门 2 种，尾索动物门 1 种，栉板动物门 1 种；节肢动物门比例最高，为 83.33%；其次为毛颚动物门，为 8.33%。调查海域浮游动物密度范围为 24.00~362.50 ind./ m^3 ，平均密度为 125.42 ind./ m^3 。调查海域浮

游动物湿重生物量范围为 525.0~8800.0mg/m³，平均生物量为 2174.0mg/m³。调查海域浮游动物多样性指数（H'）在 0.76~2.62 之间，平均为 1.74，均匀度指数（J）在 0.25~0.87 之间，平均为 0.63，丰富度指数（d）在 0.42~1.73 之间，平均为 0.95。

（4）底栖生物

2022 年秋季，调查海域共鉴定出大型底栖动物 7 门 49 种，其中环节动物门最多，为 16 种，占 32.65%；软体动物门次之，为 12 种，占 24.49%；节肢动物门 6 种，占 12.24%；刺胞动物门 5 种，占 10.20%；棘皮动物门 5 种，占 10.20%；脊索动物门 3 种，占 6.12%；纽形动物门 2 种，占 4.08%。调查海域大型底栖动物密度为 0~177ind./m²，平均为 63ind./m²；生物量为 0.00g/m²~52.03g/m²，平均为 16.02g/m²。大型底栖动物多样性指数（H'）在未计算~3.86 之间，平均为 2.65；均匀度指数（J）在未计算~0.96 之间，平均为 0.84；丰富度指数（d）在未计算~2.29 之间，平均为 1.35。

（5）潮间带生物

2022 年秋季，调查海域共鉴定出潮间带生物 6 门 51 种，其中软体动物门 21 种，占比 41.18%；节肢动物门 14 种，占比 27.45%；脊索动物门 8 种，占比 15.69%；环节动物门 5 种，占比 9.80%；纽虫动物门 2 种，占比 3.92%；扁形动物门 1 种，占比 1.96%。潮间带生物密度为 20~7120ind./m²，均值为 1198ind./m²；生物量为 6.60~204.76g/m²，均值为 49.80g/m²。

6 外部配套条件

（1）供电、供水、通信

项目建设所需水、电、通讯等设施可依托周边现有设施由附近市政管线接入。

（2）地方建筑材料

本地区砂石料，苗木等材料来源丰富，建设所需的大量建材可就近解决，能够满足施工需求。

（3）施工力量

南麂岛工程建设频繁，有大量施工单位积累了丰富成熟的实践经验，技术力量雄厚，施工设备、机具齐全、经验丰富，完全能承担本项目的施工。

综上所述，本工程的建设是完全可行的。

（三）要素保障分析

1 土地要素保障

本项目用地面积约 5.03 公顷，用海面积约 2.24 公顷。（最终面积以海域使用论证和用地审批为准）

蓝碳碳汇通量塔、牡蛎礁构建、沙滩排水口、管护步道、海漂垃圾拦截装置或防护网、退养还海生态护坡、潮汐池将涉及海域使用。根据《浙江省海域使用管理条例》第十四条：“不足二百公顷的不改变海域自然属性的项目用海，报县（市、区）人民政府审批。”本项目位于温州市平阳县，经平阳县人民政府审批后可开展具体工程实施。

项目的实施符合耕地和永久基本农田保护红线、自然保护地生态保护红线、用地、用海、用岛、岸线等国家管控要求。不涉及围填海历史遗留问题。不涉及审计、督察发现问题未有效整改的项目。

2 资源环境要素保障

2.1 水资源承载力及取水总量要求

平阳县水资源承载能力主要受地形、气候、降雨、水文等多方面

因素影响。平阳县陆域水资源相对较为充足。但是南麂列岛面临供水困难等一系列问题，需要制定水资源的合理利用方案，采取科学、可行的水资源保护措施，提高水资源承载能力。

取水总量不得超过水资源可持续利用量。取水前，应先对该地区水资源进行评价和调查，了解水资源状况，以确定可持续利用量，并根据实际情况控制取水总量。取水前应先进行审批备案，取水总量需报经相关部门审批批准。同时，需根据审批中的取水总量指标进行严格限制，并对取水行为进行监督和检查。应优先选择节约用水的技术和设备，减少用水量。并严格限制非法取水的现象，确保水资源的正常供应。对取水总量进行定期检测和监测，对水资源的消耗情况进行统计和分析，及时制定取水调整方案，保障水资源的安全和可持续利用。

综上所述，本项目用水量在全县水资源承载范围之内。

2.2 大气环境承载力及碳排放强度

（1）大气环境承载力

平阳县大气环境承载力主要受自然因素，人为因素，经济因素影响。平阳县大气环境承载力的限制，应在多种因素的综合考虑下，加强大气环境保护和治理，推进绿色发展。

（2）碳排放强度

平阳县碳排放强度的要求是根据国家和省级相关政策来确定的。目前，中国正在加强碳排放管理和减排力度，加快推进低碳经济的发展，同时积极参与国际合作，应对气候变化。

依据《中华人民共和国大气污染防治法》和《浙江省大气污染防治条例》等法律法规文件，平阳县有限度地控制和减少产业、居民和交通等方面的碳排放强度。2021 年，浙江省政府出台了《浙江省大气

污染综合治理行动计划（2021-2023 年）》，提出了“大幅减少碳排放强度”和“提高能源利用效率”等目标。

因此，未来平阳县的碳排放强度要求也将会受到相关政策影响，并在政府的引导下逐步实现碳减排和节能减排目标。同时，企业和居民也应该积极响应国家和地方的政策，通过控制能源消耗、提高能源利用效率等方式来降低碳排放强度，共同应对气候变化和环境保护的挑战。本项目对大气影响较小。

2.3 生态承载能力及污染减排指标控制

（1）生态承载能力

平阳县的生态承载能力是指其自然生态系统对经济社会发展的容忍和支持程度。其生态承载力主要受到生态环境状况，生物多样性，土地利用，自然灾害等因素的影响：

基于以上因素，平阳县的生态承载能力相对较低。因此，平阳县需要采取一系列措施来加强生态保护，如加强环保监管，加强资源合理利用，推进生态修复与保护等，从而提高其生态承载能力，保障经济社会的可持续发展。

（2）污染减排指标控制

平阳县在污染减排方面，制定了比较详细的具体指标（大气污染指标，水污染指标，固体废弃物污染指标）。

平阳县在污染减排方面，均注重提高监管管理水平，加强治理工作和环保意识的普及，是对生态环境保护和可持续发展的有力护航。

五、项目建设方案

（一）总平面布置方案

2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目包括 2 个子项目，分别为南麂列岛海洋生态保护修复工程和海西湾海洋生态保护修复工程。

1 南麂列岛海洋生态保护修复工程

（1）在开展海域海岛垃圾清理的基础上，采取海滩养护措施修复沙滩 5 处，修复岸线长约 1.3km，补沙方量约 6.95 万 m³。

（2）野生水仙花保育。开展就地保护与恢复 20.14ha，在大桶山屿和南麂主岛建设野生水仙花人工繁育基地 0.67ha 以上。

（3）海藻场生态修复。在马祖岙口顶北侧和火焮岙中段恢复关键海藻种群结构，实施区域总长 0.8km，宽度 5-10m。

（4）潮间带生态修复。对南麂主岛沿岸发生钙化的岩石，选取部分范围开展修复，对钙化岩石进行适度生态化清洁，恢复潮间带底质。清理修建道路遗留的小块碎石，保留大块石或者建造具有一定规模的潮汐池岩岸，为生物创造更加适宜的生存条件，增加南麂基岩海岸的物种丰富度，实施区域总长 2.45km。

（5）海岛植被恢复。针对南麂岛火焮岙、大沙岙开展林相改造，面积 27.56 公顷；在对岙区域开展土壤改良，面积约 3.2 公顷。

（6）对南麂主岛、门峙岛和大桶山屿主要区域分布的刺苋、鬼针草、土荆芥、马缨丹、豚草以及葛藤等外来入侵物种和有害物种，采取清-管-护-监测措施进行防治。

（7）结合海岛植被恢复及人工净化湿地建设工程，配套建设 3 座

山塘等，开展海岛水源生态涵养工程建设。

（8）建设海岛污水处理终端及配套管网等收集处理污水，建设人工净化湿地处理尾水并全部回收利用，开展海岛污水处理设施提升改造工程。

（9）开展南麂列岛海域科学考察。

（10）开展管护步道提升及新建，总长约 15km。

2 海西湾海洋生态保护修复工程

（1）鳌江六桥西侧滨海湿地主要开展现状红树林提升与岸线整治清理，其中红树林提升面积约 12.06ha。

（2）鳌江六桥东侧滨海湿地修复总面积约 28.61 公顷。其中盐沼植被种植总面积约 19.04 公顷（含芦苇，碱蓬，海三棱藨草等），牡蛎礁 15149m²，管护步道 998m（宽约 2.0m），潮沟水系疏通 58300m²，垃圾拦截防护网 1630m（松木桩立柱+拦网），碳汇通量塔 1 座。

（3）海西湾退养还海工程治理总面积 19.08ha，恢复自然岸线 3.56km。其中盐沼植被种植 2.32ha，水系贯通 16.76ha，生态护坡 2328m（松木桩）及水生植物 0.58ha。

（4）鳌江河口海湾疏浚工程，疏浚方量约 195 万 m³。

（5）海西镇滨海管护步道建设工程。

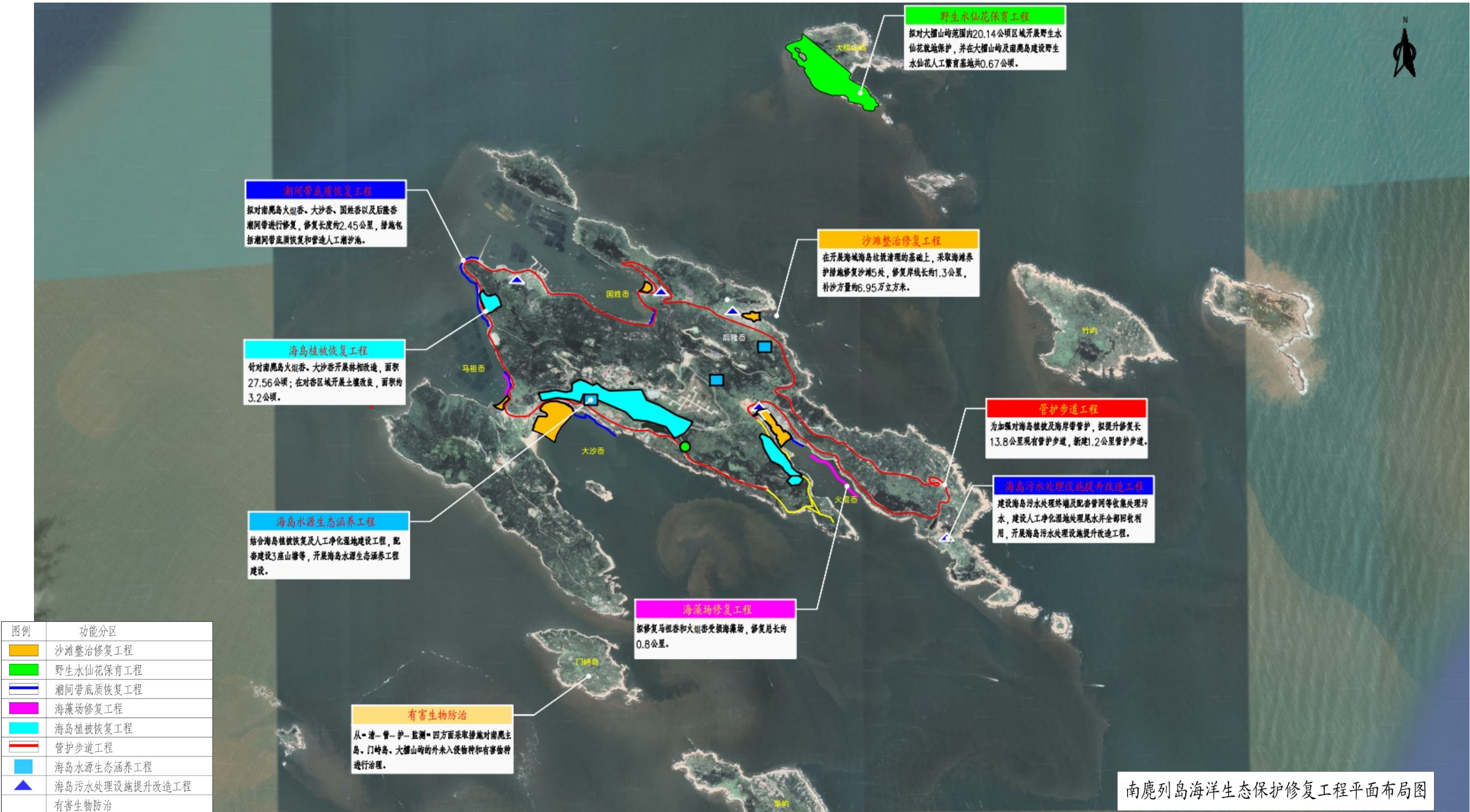


图5.1-1 总平面图-南麂列岛海洋生态保护修复工程

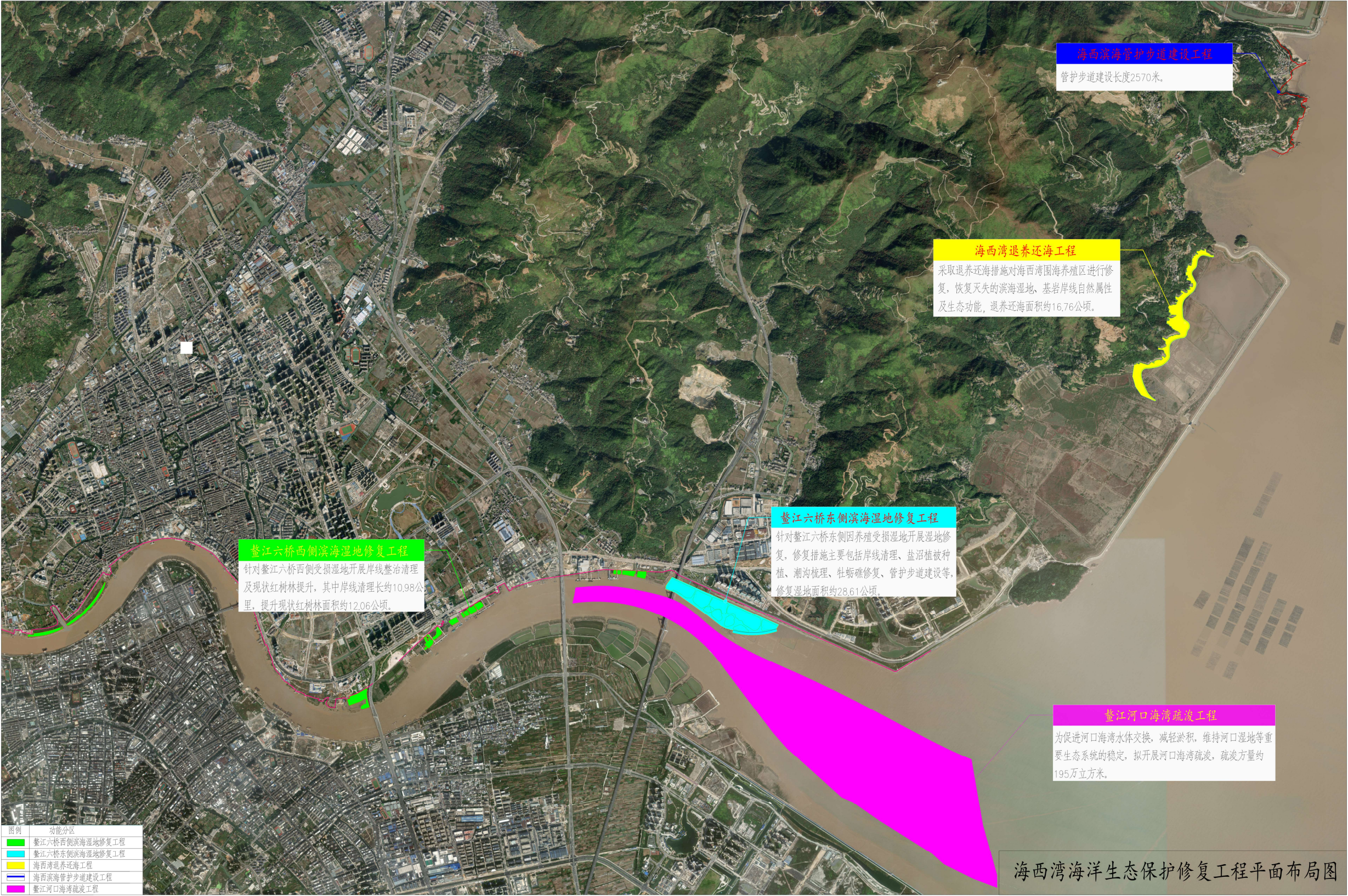


图5.1-2 总平面图-海西湾海洋生态保护修复工程

（二）南麂列岛海洋生态保护修复工程方案

南麂列岛海洋生态保护修复工程含沙滩保护修复，重要物种保育与生境恢复，有害生物防治，海岛水源涵养能力提升，海岛污水处理设施提升改造，南麂列岛海域科学考察等。

1 沙滩保护修复工程

针对南麂岛大沙岙、国姓岙、后隆岙、火焜岙以及马祖岙等 5 座沙滩进行修复，包括垃圾清理，沙滩补沙和沙滩排水口治理。

1.1 沙滩和海洋垃圾清理

根据实际调查，2020 年至 2023 年南麂列岛大沙岙、国姓岙、后隆岙、火焜岙和马祖岙的沙滩垃圾和海面上的漂流物垃圾数量值为 50~100 吨，南麂列岛全年产生垃圾量在 300 吨左右。

通过机械清理、人工清理等方式，清理沙滩、海洋及海底垃圾，对局部污染的填充物进行挖除，同时针对海岛一般控制区内垃圾开展清理。垃圾统一收集堆放在陆地上，每个岙设置 1 处垃圾临时堆放场，场地宽阔稳定，与居住区、水源地、海域间隔一定的距离。临时堆放场在项目实施期间有人管理。垃圾清理完毕后，通过垃圾转运船集中运送到大陆，运输过程中要做到无垃圾扬、撒、拖挂和污水滴漏，防止二次污染，最终由相关环保公司进行统一资源回收及环保安全处理。

此外，为增强南麂海域海岛垃圾处理能力，拟购置海漂垃圾打捞装置 1 台和移动垃圾压缩装置 4 台。

1.2 沙滩补沙

(1) 滩肩高程

工程区域平均大潮高潮位为+2.57m，50 年一遇的极端高水位为+4.56m。考虑到政策原因，本项目 4 座沙滩补沙滩肩高程不超过平均大潮高潮位，确定为+2.50m，低于平均大潮高潮位。补沙完成后，通过波浪作用动态调整沙滩形态与现有沙滩滩肩衔接。

(2) 沙滩回填料选择

沙滩回填料一般区分表层和垫层。表层沙回填料不仅要满足工程技术要求，同时还需考虑舒适性、景观性，一般可采用海沙或河沙。垫层沙材料有海沙、建筑弃土、机制沙等，应因地制宜选择成本低廉、储量丰富的材料，同时重视对生态环境的影响。考虑到本项目沙滩回填厚度较小，本工程沙滩不区分表层沙和垫层沙，沙源全部外购，具体参数见后。

(3) 沙滩剖面设计

剖面设计通常比照条件类似的天然沙滩几何形态，同时根据沙质岸滩“冲淤剖面类型”的机理和相应的研究机理进行，具体体现在以下几点：

回填材料及粒径的选择；干滩的高程和宽度；滩面的坡度、宽度；水下浅滩的坡度、宽度。

除了上述要求外，由于其作为城市景观的特殊性，还应满足一定的美观度、舒适性等要求。因此可根据工程实际需要对沙滩的粒径、色泽、质量等作出相应的要求。另外，沙滩工程实施后仍可能会出现

侵蚀或是颗粒细化现象，二者均会影响沙滩的正常使用，因此还应对应沙滩定期进行监测，若发现异常，及时采取补沙、整理等措施。

①沙滩剖面设计的理论基础

人工沙滩剖面形式设计，通常比照条件类似的天然沙滩几何形态，同时根据沙质岸滩“冲淤剖面类型”的机理和相应的研究成果进行。

波浪作用下，近岸区泥沙运动的主要形式为破波区内的沿岸输沙（即纵向输沙）和近岸区的向岸—离岸输沙（即横向输沙）。一般而言，沙质海岸的岸滩剖面形态主要取决于波浪作用引起的近岸区泥沙向岸—离岸运动。

波浪作用下破波点外浅水区影响泥沙运动的主要因素是波浪浅水变形和传质波流。小波和坦波（多为涌浪）容易将床面较粗颗粒泥沙向岸输移，而恶劣气象条件下的强浪和陡波（多为风浪）往往导致岸滩侵蚀、大量泥沙离岸运动到破波区外的深水区，原因如下：

由于波浪的浅水变形，波峰历时短而轨迹速度大，波谷则相反，特别在小浪和坦波情况下，波浪进入浅水区后更接近孤立波，波能集中与波峰区，并且床面上所有水质点均向岸运动，这导致底部较粗的颗粒泥沙不断向岸运动。

浅水区波浪另一特点是质点运动轨迹为不封闭的椭圆，产生质量输送水流。由劳格-希京斯理论公式和实验室资料都表明浅水区底部传质速度都是向岸的，而中部却是离岸的。

在较强波浪条件下，特别在破波区附近，水体的强烈紊动导致大

量泥沙悬浮到水体中上层，并随离岸方向的传质水流离岸输移，导致泥沙离岸运动。

动力条件的特征决定泥沙运动的特征。波浪进入浅水区后，随着轨迹速度的增大，床面形成沙纹，波峰到达时泥沙沿沙纹迎水面运动到沙纹背水面横轴漩涡轴中，漩涡的强烈紊动使较细颗粒悬浮；波谷到达时静水压力减小，较细颗粒泥沙易于向上悬浮，在离岸方向轨迹速度和传质速度共同作用下，悬沙做离岸运动。因此，波动条件下浅水区底沙主要作向岸运动而悬沙主要作离岸运动，这两者的比值决定了岸滩的冲淤状态。

②沙滩剖面设计原则

a.正常气象条件下波浪较弱，一般不考虑岸滩侵蚀问题，而是关注如何减少滩面上的泥沙回淤，防止或减弱岸滩“泥化”现象的发生和发展，岸滩坡度尽量陡一些。沙滩顶部填高不能超过平均大潮高潮位，基于岸滩地形地貌监测，分析岸线蚀淤、岸滩面积和剖面变化、侵蚀热点等，通过实测数据对比和数值模拟分析，评估岸滩稳定性，分析其防灾减灾能力。若遇到极端气候事件，增加岸滩监测，评估岸滩稳定性。

b.恶劣气象条件下波浪较强，尽量减少岸滩侵蚀，一般要求岸滩坡度适当平缓，岸滩泥沙粒径尽量粗一些。

c.一般而言，沙质岸滩坡度多为 $1/10 \sim 1/30$ 。

d.一般情况下，高潮滩至低潮滩范围沙滩宽度以 $80 \sim 100\text{m}$ 为宜。

③滩肩宽度

滩肩宽度考虑周边掩护条件、类似沙滩及历史上沙滩滩肩宽度确定。

综上所述，南麂岛 4 座沙滩补沙坡比暂定为 1:20 或 1:25，不同沙滩根据实际增加滩肩宽度。

（4）沙滩粒径选择确定及成分

沉积物粒径的选择是海滩养护设计最重要的环节之一，海滩沉积物粒级对海滩稳定性具有重要影响，在设计海滩养护工程的填沙粒径时，要综合考虑其在海岸防护、海滩稳定性及旅游休闲娱乐方面的作用。

为了提高养护海滩的稳定性，在难以改变自然海滩侵蚀过程的条件下，一般采用较天然海滩更粗的沉积物进行人工补沙，以保持养护海滩比原始海滩更为稳定。

综合考虑沙滩稳定性以及相关工程经验，南麂岛 4 座沙滩回填沙采用天然海沙或河沙，中值粒径拟定为 0.3~0.6mm，分选系数 <0.7 ，回填沙含泥量 $\leq 1.5\%$ ，含贝量 $\leq 1.5\%$ ，暗色矿物含量 $<3\%$ ，粒径 $\geq 2\text{mm}$ 的颗粒含量小于 1%。回填沙矿物成分控制：石英+长石 $>90\%$ ，颜色为金黄色。具体根据后续深入研究及砂源调研后综合确定。

本项目不区分表层沙和垫层沙。

本项目马祖岙补沙方量约 0.83 万 m^3 ，国姓岙补沙方量约 0.64 万 m^3 ，后隆岙补沙方量约 0.48 万 m^3 。火焜岙挖补沙方量约 5.0 万 m^3 ，同时开展沿岸排水管治理。此外，为减少海漂垃圾对后隆岙的影响，拟在后隆岙设置海漂垃圾拦截装置，总长约 80m，岙口中预留 20m 作

为渔船通道。

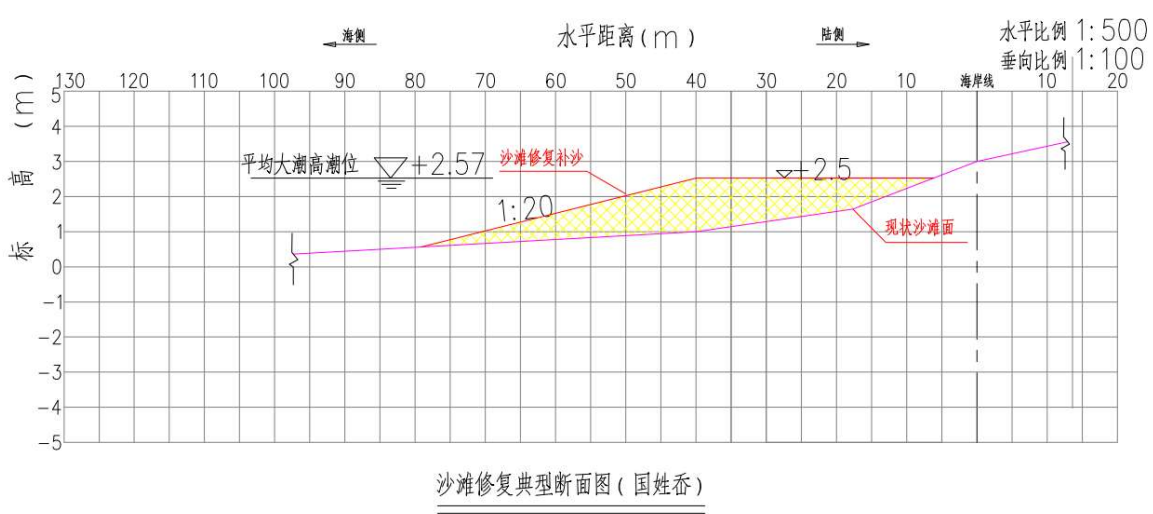


图5.2-1 沙滩修复典型断面图

（5）沙滩稳定性分析及维护

沙滩补沙的断面及平面布置按照现状地形地貌，结合沙滩稳定性数学模型计算结果进行设计。4处沙滩目前虽然存在一定的侵蚀，但从历史上看处于较为稳定的动态平衡状态，两侧均受到南麂岛体遮挡，是典型的岬湾海岸，且属于口袋型沙滩。这一类型的沙滩其两侧受到基岩岛体的限制，几乎不存在沿岸输沙，所有的沙还是会 在一个比较宽的闭合深度范围内随季节进行动态摆动，但不会流失至外海，因此沙滩处于动态平衡，整体是稳定的。

此外，补沙后也会开展监测评估工作，根据监测情况进行适当调整，尤其是台风过后，及时对沙滩进行整理，同时加强对人为活动的管控，确保稳定。同时拦沙堤也能稳定沙滩，但是考虑到拦沙堤用海审批困难以及负面影响，本次沙滩修复不采用拦沙堤措施。

2 重要物种保育与生境恢复

2.1 野生水仙花保育工程

(1) 修复规模

野生水仙花保育工程实施范围以大擂山屿为主，分布范围 20.14 公顷，重要湿地范围内野生水仙花面积约 1 公顷；南麂主岛等岛屿为零星点状分布。在大擂山屿和南麂主岛建设野生水仙花人工繁育基地 0.67 公顷以上。

(2) 主要措施

1) 就地保护与恢复

对野生水仙花分布区域实施就地保护与恢复措施，包括清除植物危害、防治动物侵害和病虫害防治。

清除植物危害：采用传统的中耕除草方式，清除威胁水仙花种群自然生长区的伴生种及芦苇、杂草等竞争性植物。根据植物的生长习性，以“除早、除小、除彻底”为原则，在春节植物萌芽时期和夏季生长旺期，对这些潜在威胁植物进行清除。

防治动物侵害：防治华南兔、野山羊等动物侵害以人工隔离法、传统趋避法和生态防治法相结合的方式，进行系统综合治理。空间隔离是控制野生动物危害的有效策略，在大擂山屿现有围栏的基础上，增加建设围栏 500 米，防止华南兔、野山羊进入野生水仙自然居群区域。传统趋避法是利用华南兔厌污的特点，选取动物血（牛羊血）、羊油/牛油、动物粪尿等，涂在野生水仙保护区域内及周围的林木枝干上，驱使华南兔远离。生态防治包括食物诱导、投放抗生育剂及恐吓

防治，在食源匮乏的冬季和早春，如在保护区域外围堆积灌木枝条，提供给华南兔替代性食源，减轻华南兔危害。投放植物性抗生育剂（如莪术醇等），降低华南兔繁殖能力。通过在野生水仙自然居群区域内设置草人、在枝梢上系布条等方式惊吓华南兔使其远离该区域。

对水仙花可能产生的病虫害进行防治：水仙主要虫害有茎线虫、根螨和水仙蝇。线虫病防治方法：在种植前用 40% 的福尔马林浸泡 3 小时，种植后发现鳞茎腐烂，应及时去除腐烂的病部，并对栽培基质进行消毒，防止腐烂病和线虫病传播；根螨防治方法：发现根螨可使用 1000 倍药液的 40% 三氯杀螨醇进行喷杀；水仙蝇防治方法：水仙蝇幼虫侵入球体可使水仙花鳞茎球腐烂变黑，可使用二硫化碳进行浇灌。水仙主要病害有叶枯病、褐斑病和根腐病。叶枯病防治方法：水仙花叶片染叶枯病，初期为褪绿色黄斑，之后呈扇面形向里扩展并形成黄绿色晕圈，后期出现黑色粒状物并使叶片干枯，发现得病应剥去干枯鳞片并用 1500 倍液 50% 的代森锌喷洒，每 10 天喷洒 1 次，连续喷洒 3 次。褐斑病防治方法：褐斑病主要发生在水仙的叶和茎，初期出现在叶尖呈褐色，之后扩散至叶和梗，后期可使叶片扭曲导致水仙枯死，发病初期可用 600 倍液 75% 百菌清湿性粉剂喷洒，每 7 天喷洒一次，连续喷洒 3 次，较为严重时可将鳞茎放于 500 倍液 50% 多菌灵中浸泡 30min。根腐病防治方法：该病由水仙镰刀菌引起，得病初期在根盘基部，之后扩散到整个茎盘及鳞片，感染部位先变为黑灰色，之后变为黑褐色，发现得病可在植株基部撒石灰防治。

此外，在保育范围内选取适宜的区域散布状种植水仙花，补种总

面积约 500m²，种植密度 10 万株/公顷。

2) 野生水仙花人工繁育

在大楠山屿和南麂主岛建设野生水仙花人工繁育基地 0.67 公顷以上，开展野生水仙花种群移植，研究恢复野生水仙花自然种群自然属性。

水仙的鳞茎盘、下部鳞片、叶片、花梗、花被和子房均可作为组培外植体。侧球繁殖较为常见，储球都生长在鳞茎球外部的两边，仅仅是基部和母株相连，较易自行脱离，在秋季时将其分离并种植，次年产生新球。侧芽繁殖，即侧芽为包在鳞茎球内的芽，在球根阉割时，挖出碎鳞片脱离母体并拣出白芽，在秋季撒播于苗床上，次年会产生新球。双鳞片繁殖，把有两个鳞片的鳞茎放在温度为 4-10℃ 的环境中，放置 4-8 周，然后取出在常温环境把鳞茎盘切小，保证每块都有两个鳞片，然后把鳞片的上端切掉只留下 2cm 作为繁殖材料，并装置塑料袋中，袋中要装有含水 6（bf）的砂，密封好放置在温度为 20-28℃ 的黑暗地，2-3 月长出新的鳞茎。

栽培密度为畦宽 1.2m，土壤表面覆盖稻草等进行保温。施好肥料，在种植前施基肥，全生育期追肥 4 次，第 1 次在当年 11 月，第 2 次在 12 月，第 3 次在翌年 1 月，第 4 次翌年 2 月追施补尾肥。及时灌溉，根据当年的雨量多寡而定，正常情况下，全生育期需灌溉 6—8 次，如雨量均匀充沛则无需灌溉。

2.2 海藻场修复工程

（1）修复规模

根据现场实际情况以及不同海藻的生态位和生活习性，确定构建结构为中潮区的鼠尾藻、石莼，中低潮区的羊栖菜，低潮线的半叶马尾藻和瓦氏马尾藻，大干潮至以下为铜藻。海藻场修复总长度 0.8km，宽度约 5-10m，具体宽度以现场水深、海水透明度、平均盐度、潮流情况等情况综合确定。具体实施位置与规模为马祖岙口顶北侧 0.2km 和火焮岙中段 0.6km。

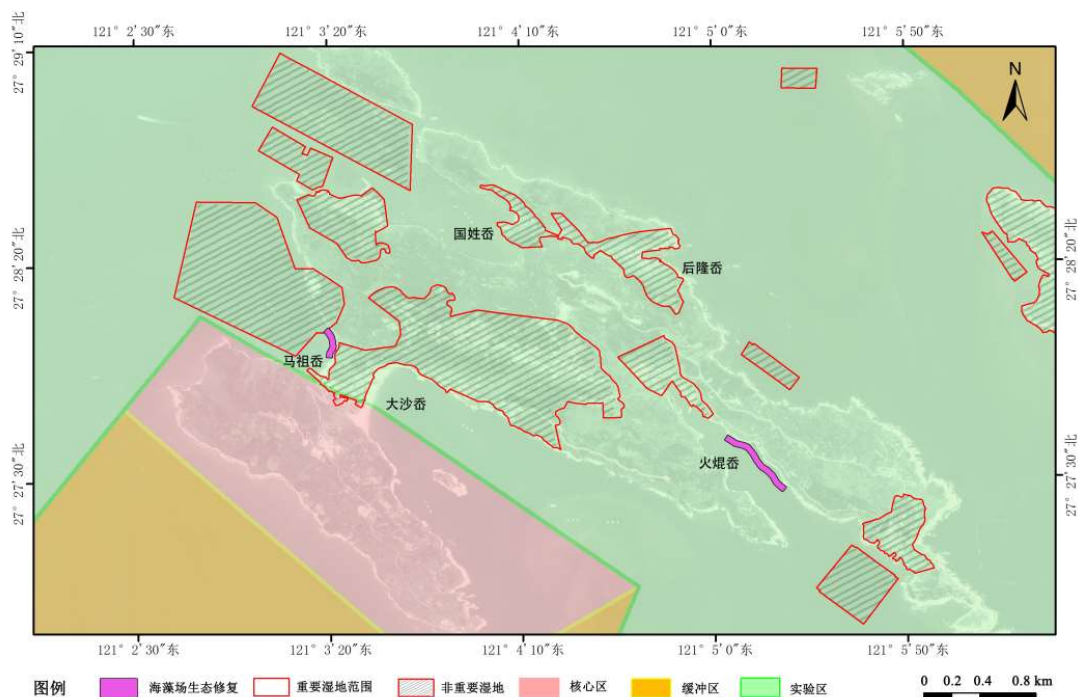


图5.2-2 海藻场修复布局图

(2) 主要措施

根据现场调查确定的退化程度，南麂列岛海藻场生态修复的方式包括自然修复和人工辅助修复。

自然修复：对于轻度受损、恢复力强、自然种源补充良好的海藻场生态系统，主要采取去除外界压力或干扰、封海保育的方式，加强保护措施，促进生态系统自然修复。

人工辅助修复：对于中度受损的海藻场生态系统，缺乏有效的种

源补充或其生境条件出现退化不再满足大型藻类生长的要求。只依靠保护和管理不能实现海藻场的自然修复时，则通过消除威胁因素并修复生境条件后，在原地利用生态系统再生能力，或者根据参照生态系统，补充海藻种源或移植种藻，促进生态系统恢复。

1) 生境修复和修复区域的清礁

根据海藻场退化的问题诊断，采取缓解或修复措施，改善修复地的生境条件。在繁殖盛期清除该区域周围和相同潮位岩礁上的杂藻、杂贝，以增加藻类幼体的附着基，扩大藻场面积。

2) 海藻物种修复

海藻物种修复根据现场情况，选择海藻原址增殖、自然岩礁增殖和贝藻混养引种等方式。

①海藻场筏架栽培增殖

筏式栽培设施的准备。采用张力型筏式软架栽培，浮绳长 60m，绑直径 28cm 浮漂 31 个，台距 4.5m，聚乙烯苗绳长 3.3m，直径 4mm，绳距 2m。

夹苗：夹苗时，矮瓣状假根穿过苗绳，间隔 2 捻，再夹入苗绳捻中，苗距要求在 50~100cm 左右。

种藻的移植：投放砣石呈三角形，高 25~35cm，重 30~65kg，砣绳 1m 左右，利用筏式栽培的海藻，将截短的苗绳绑在砣绳上。同时，投放藻礁(1.2m×0.8m×0.85m)5 座。

藻场标识与监管：在海藻场生态修复区域设置告示牌，标示项目简介和海藻场建设意义，藻场海区以红色塑料浮子标识警戒线。

日常管理：及时清除漂浮垃圾，防止大型垃圾刮擦；整理筏式软架，防止浮纜和苗绳断裂，防止浮漂脱落导致藻体下沉，影响藻体生长。

②自然岩礁增殖

考虑到目前半叶马尾藻和瓦氏马尾藻能够在自然环境下生长状况良好，所以在建设区域开展自然岩礁的增殖。投放成熟藻或幼孢子体水，以利幼孢子体附着、生长，扩大繁殖群体，成为海藻场的稳定种群。

③贝藻混养

贝藻混养将不同营养水平的水生生物进行组合混养，通过一种水生生物提供的副产品（包括废物）作为另一种水生生物的输入物（肥料、食物），混养物种之间互利耦合，达到饵料资源和水体中物质的循环利用，实现养殖系统生态平衡。

大型海藻通过光合作用为贝类提供氧气，吸收其呼吸作用放出的CO₂，能起到调节水体 pH 的作用。海藻脱落的碎屑颗粒态有机质(POM)和溶解态有机质(DOM)为滤食性贝类提供食物。

栽培设施。张力型筏式软架，水底固定设施可采用海底锚桩或者水泥砣等固定。水中设施，即漂浮部分，用缆绳连接，缆绳直径10mm—12mm 为宜，浮纜长度 60m，绑直径 28cm 浮漂 31 个，台距 4.5m，聚乙烯苗绳长 3.3m，直径 4mm，绳距 3m，苗距 30cm。

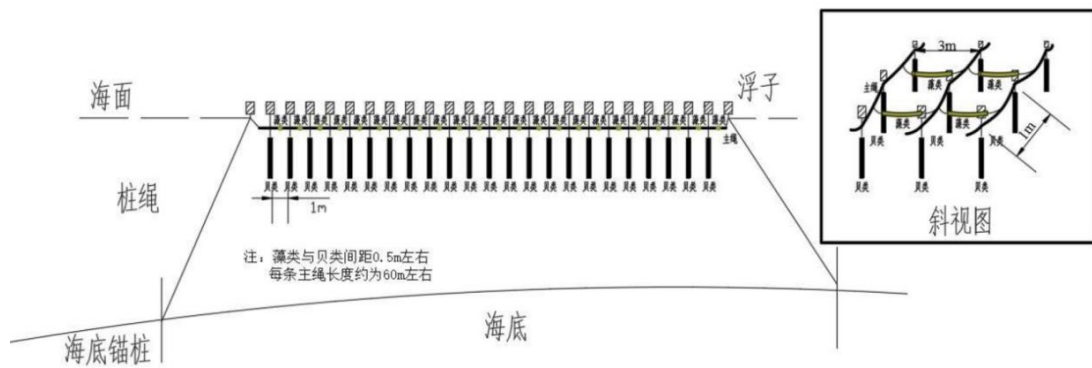


图5.2-3 贝藻混养断面示意图

人工栽培。藻类的幼苗夹于苗绳上方，植株一端夹入苗绳，将其缠绕在苗绳上，将另一头夹入苗绳；贝类幼体置于苗绳下方，整体装置固定于浅水区域，扩大繁殖，形成野生种群。

在中度受损的海藻场生态系统，通过消除威胁因素并修复生境条件后，在原地利用生态系统再生能力，或者根据参照生态系统，补充海藻种源或移植种藻，促进生态系统恢复。具体可利用人工增养殖获得的成熟藻种，在相关海域的岩礁潮间带捆绑、附着海藻场，通过其自然繁殖附着至礁石形成稳定海藻场。

④贝藻混养对南麂列岛的影响风险分析

本项目的贝藻混养仅是修复海藻场的一种引种手段，其主要依托现有养殖设施附着藻类，待藻类附着后移植至海藻场修复区。贝藻混养规模小，且混养区将选择藻类发育较好、水动力条件较好、易扩散的养殖区开展，严格限制混养范围及密度，后期也将加强监测并动态调整引种方案，避免对养殖海域生态系统造成负面影响。

经比选，本项目采用依托现有设施育苗后移植成熟藻结合自然岩礁投放幼孢子体水的方式开展。修复意向图如下所示：



图5.2-4 修复意向图

2.3 潮间带生态修复工程

（1）实施规模

实施区域为南麂主岛沿岸潮间带，实施长度约 2.45km。对南麂主岛沿岸发生钙化的岩石，选取部分范围恢复潮间带底质；对南麂主岛道路沿岸碎石和块石的清理与利用，模拟自然潮汐池环境，营造人工潮汐池 31 个。

（2）技术方案

1) 恢复潮间带底质

对钙化岩石进行适度生态化清洁，去除表层杂质，恢复岩石理化性底质，为海洋生物提供良好的附着基质。

研究表明，潮间带无脊椎动物幼虫更容易在粗糙的表面定居，潮间带生物偏爱粗糙表面的原因是它们需要一个具有低剪应力和最大附着力的避难所或防止干燥。天然基岩海岸地岩石表面本身通常较粗糙，并且在风化及波流作用下，导致表面岩屑脱落，最终增加表面的粗糙度。模拟天然基岩海岸的粗糙与凹槽特征，对底质理化性复原后

的钙化岩石进行表面粗糙化、凹槽化处理，为海洋生物提供更有利的生长和栖息空间。

清洗过程需要翻动块石，并保护现有附着生物，清洗完成后需要梳理放回，附着生物面方向不变。

2) 营造人工潮汐池

借鉴英国威尔士钻孔潮汐池、美国布鲁克林抛石护岸结合潮汐池及舟山潮汐池的实践经验，结合现代科技新材料，模拟类似岩池的潮汐池环境，并可在岩石块体表面上钻出大小不同、深浅不一的人造潮汐池，并增加岩石表面粗糙度，形成具有一定规模的潮汐池岩岸，在涨潮时收集海水，在退潮时保留海水，改善现有碎石护岸所缺乏的栖息地，让各种不同岩池物种附着在此生长，增加南麂基岩海岸的物种丰富度。

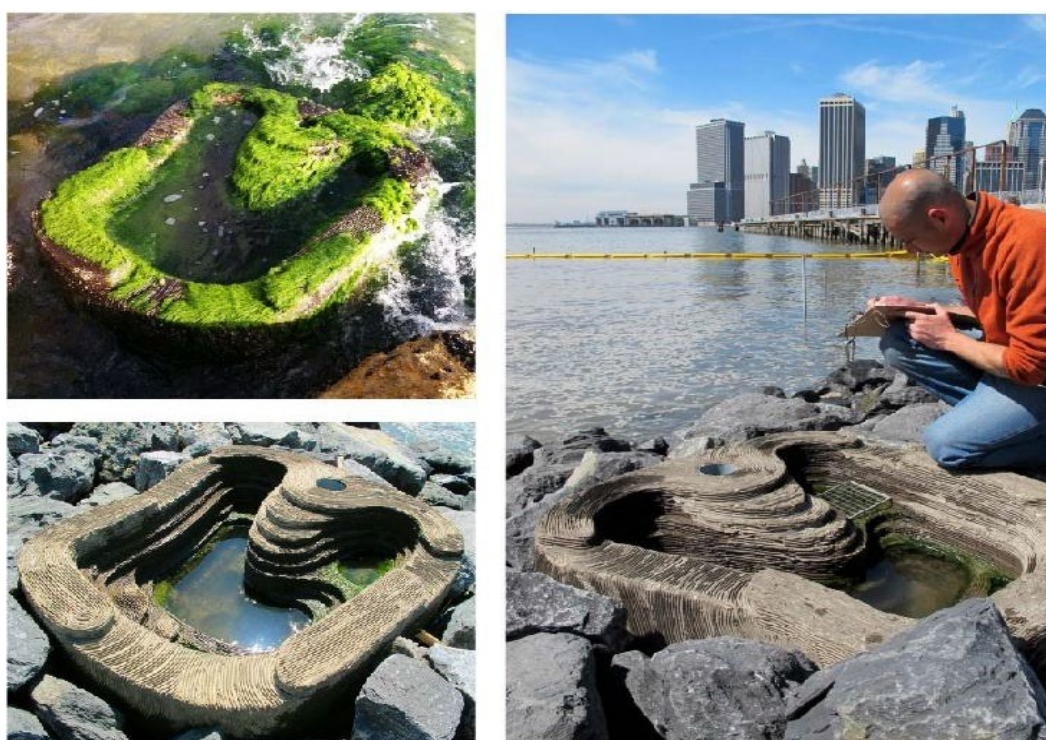


图5.2-5 潮汐池示意图

潮汐池内搁置少量附着生物的原石，增加生物附着基质，加强蓄水环境，为底泥栖息的生物创造更加适宜的生存条件。

3) 潮汐池建设对南麂列岛的影响风险

潮汐池建设可能带来的影响与风险涉及生态、环境和社会等多个层面。首先，大规模潮汐池（如海岸带上建设的密集养殖池等）的建设可能会干扰原有生态系统的自然运作，改变潮水流动模式，影响原生物种的栖息环境，对水生生物构成威胁。此外，大规模潮汐池还可能引发生物多样性减少、泥沙沉积与侵蚀、潮间带生态损失以及对潮间带渔业资源的负面影响。

本项目的潮汐池建设密度很小，平均间距约 80m，大小尺度约在 5m 以内。选择在现状具备天然潮汐池形成条件的潮间带区域开展，采用环境友好型的造型及材料、引种原石等，高程尽可能控制在不超过现有泥面线，恢复与创造类似天然栖息地生境以支持潮间带生物多样性，并确保对生态环境的影响最小。项目建成后，将加强管理、监测与评估，动态调整方案，确保生态效果显著，并形成具有可推广性的成功案例。

4) 生物引种

采用生态原育苗等引种方式开展潮汐池藻类、螺类及其他生物种类引入。

2.4 海岛植被恢复工程

(1) 实施范围

本工程拟修复南麂列岛大沙岙—火焜岙—三盘尾路段和国姓岙—

后隆道路的海岸带，长度约 10km；在对岙实施盐碱土壤改良 3.2 公顷；在火焜岙和大沙岙开展林相改造，面积 27.56 公顷，其中，火焜岙林相改造 5.74 公顷，大沙岙 21.82 公顷。

（2）主要措施

1) 清理碎石垃圾

清理移除南麂列岛大沙岙—火焜岙—三盘尾路段和国姓岙—后隆道路两侧的碎石垃圾，为植物提供生长空间。

2) 土壤改良

利用专业挖机、翻地机设备进行土地整理，施用生物肥提升有机质含量以及使用改良剂脱盐等一系列措施对林相改造的盐碱地进行土壤改良，面积 3.2 公顷。

3) 树种选择

以海岛乡土树种为主体，选择抗逆性强的关键种。海岛乡土树种在植被恢复中具有重要的植物、动物和微生物间的协同作用，选用耐干旱、耐瘠薄，抗海风、海雾的树种，特别要选择适生的关键种，以控制植物群落的物质循环和能量流动，恢复和重建海岛生态系统的结构与功能。乔木层建群种以黑松、木麻黄、台湾相思和乌桕为主，灌木层优势种以野梧桐、苦楝、天仙果、海州常山为主，草本以木防己、山菅、火炭母、苕麻和乌菰莓等，藤本植物选择地锦、野蔷薇、扶芳藤、常春藤等。

从植被恢复的短期效益和长期效果出发，注意有利于重建海岛植物群落、再现海岛生态系统的物质循环和能量流动、恢复海岛自然植

被顺向演替过程中的先锋种或阶段种，保护海岛稀有种，避免物种的消失，积极开发利用海岛特有种，同时根据立地情况，宜乔则乔、宜灌则灌，乔、灌结合。

南麂岛现状乔木树种主要有野梧桐、木麻黄、台湾相思、黑松、香樟、大叶桉、南洋杉、龙柏、朴树、苦楝、乌桕、女贞、天仙果、黄葛树、桑等。现状灌丛种类主要有滨柃、柃木、鹅掌柴、海桐等，现状草本植物以菊科、莎草科、禾本科为主。

4) 结构配置

以发展水保持林和水源涵养林为主要目的的植被恢复与重建模式，在树种结构配置上，宜采用乔灌草或藤多树种、多层次的结构配置与混交方式，随机种植多树种的近自然混交林，以提高对病虫害及各种自然灾害的抵抗能力。合理适当密植，使林分提早郁闭，缩短林地裸露时间，早日发挥林分涵养水源和保持水土的功能，而且可提高林分的防风效果，以紧密合理的群体结构，免受或减轻风害的影响。营造具有一定规格和要求的混交林，混交林树种的选择应当重视所选树种在混交林中能互惠共存，符合栽培目的，发挥预期的混交效果。

海岛植被配置方案比选：

①方案一：台湾相思林；

主要乔木：台湾相思；

伴生乔木：木麻黄、乌桕、苦楝；

灌木：鹅掌柴、海桐、柃木、天仙果；

草本：苎麻、狗尾草、五节芒、乌蕺莓、青绿苔草、艳山姜、野

艾蒿。

②方案二：黑松林

主要乔木：黑松；

伴生乔木：台湾相思、木麻黄；

灌木：滨柃、柃木、海桐；

草本：五节芒，山菅兰、蔓九节、狭叶海金沙、柱果铁线莲。

③方案三：木麻黄林

主要乔木：木麻黄；

伴生乔木：台湾相思、苦楝、海州常山；

灌木：滨柃、海桐、鹅掌柴、天仙果；

草本：五节芒、爵床、苍耳、火炭母草、苧麻、菝葜；

三种方案中，第一种为阔叶林为主的方案，第二、三种是针叶林为主的方案，阔叶林在耐高温、生物多样性、木材资源及生态服务等方面具有优势，故推荐第一种组合方案。后续可根据场地树木调研实际情况，开辟新的组合方式。最终植被配置方案以南麂列岛国家海洋自然保护区管理局批复为准。

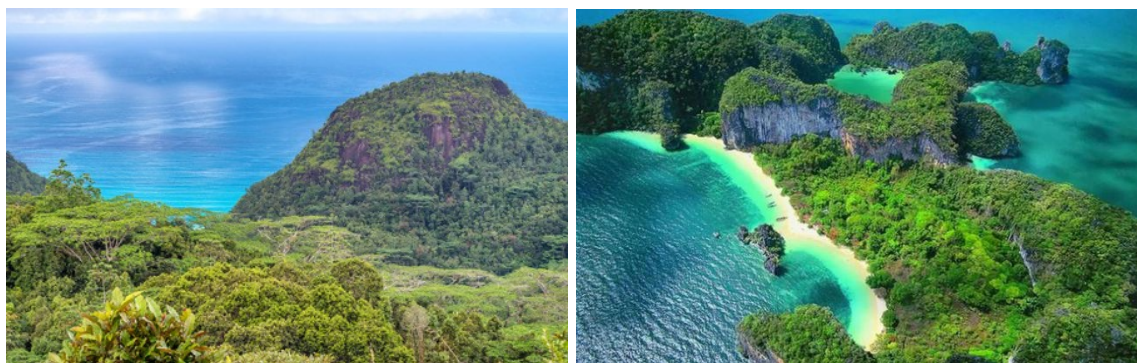


图5.2-6 意向图

5) 种植与养护

土层较厚、坡度较小的种植区域选用培育苗，土层薄、坡度大的种植区域选用扦插苗。实施种植质保期养护，提高植物成活率。

同时为对海岛植被及海岸带加强管护、巡视，在对现有管护步道进行提升的基础上，新建部分管护步道与观测管护设施。其中现状管护步道提升长约 13.8km，主要清理步道危岩、杂草，局部进行拓宽；新建管护步道 1.2km，观测管护设施 1 处。



图5.2-7 管护步道意向图

此外，需对当地海藻场管理、沙滩侵蚀监视、入海污染物管理、自然岸线维护、海岛植被等进行监视监控，布置海岛监视监控系统。

3 有害生物防治

(1) 实施范围

拟对南麂主岛、门峙岛、大礁山屿等主要区域开展外来入侵物种和有害物种治理。

(2) 主要措施

外来入侵物种以及有害物种的治理，主要从“清-管-护-监测”四方面采取措施，从各个环节进一步加强外来入侵物种防控，构建全链条防控体系。“清”主要采用人工防治+生物防治+综合利用联合措施，在自然保护区/国际重要湿地范围内，避免使用化学药剂，减少食物链富集效应。“管”作好外来物种入侵源头控制，需要采取各种措施防止新的外来物种进入。“护”体现在现有外来入侵物种和有害物种清理之后，种植乡土植物，加强管护。“监测”体现在定期开展监测，勤于清理，防止二次入侵或者发生大面积爆发。

1) 清

①外来入侵物种：物理防治

为提升南麂列岛海域海岛的生态系统服务功能，同时避免化学药剂对水体的污染、乡土植物的危害，采用物理方式清除本区域的刺苋、鬼针草、土荆芥、马缨丹和豚草。物理控制方法是通过人工或机械的措施，根据各种外来植物的生理习性，采取多种措施限制植物的生长。采用不透光线的纤维布或其他遮光植物对外来植物的分布区遮盖，从而控制外来入侵植物的呼吸或光合作用，抑制其生长直至植株死亡。使用挖根方法，有效去除新生的小种群和单个植物，机械粉碎具有再生能力的根，将粉碎的根茎片断埋到土壤表面以下，限制植物的无性繁殖；在植物结实期，将未成熟的种穗剪下，限制种子传播，从而控制外来入侵植物的蔓延。

3-4 月人工拔除新萌发的种子苗，防止新疫点发生。9-10 月开展人工防除，先拔除或割除植株地上部分（处于开花期，要先剪去其花

穗，用塑料袋包好，以防止种子扩散）。针对营养繁殖植物进行机械拔除，并将其块根全部挖出；同时清除掉落的珠芽，与茎干一起晒干粉碎或深埋，可防止种籽扩散和宿根再生。要在翌年春季再次割（挖）除一次，保证除治效果。铲除大部分零星疫点，有效降低连片发生区发生密度，并及时将植株残骸晒干烧毁。

②葛藤：人工防治、综合利用

人工防治。可采取挖除、焚烧、除草剂等人工手段加以控制。

综合利用。因葛藤的植株是良好的绿化材料，根可以制葛粉，叶可以造纸，茎可以制麻，可鼓励农民上山挖葛根，割葛藤，有条件可开办葛粉加工厂，促使农民大量收割采伐，而通过采伐，可使葛藤数量大幅减少。同时，挖掘葛藤所蕴含的经济价值也不失为一种治理的办法，只有综合利用有害植物，才能有效地解除它的危害。

2) 管

作好外来物种入侵源头控制，需要采取各种措施防止新的外来物种进入。首先，遵守防御外来物种入侵的法律、法规、文件等要求，尽可能降低外来物种入侵危害的风险。其次，遵守浙江省关于外来物种引进的审批与决策机制。要做好潜在入侵物种的风险分析，有意引进外来生物的单位和个人，在引进前，须向相应的主管部门提出申请，办理相关审批手续，对引入外来生物需要采取十分谨慎的态度。第三，加强外来入侵物种和有害物种的人为引入或者无意带入。

3) 护

及时对人工干扰区域进行乡土植物群落恢复，栽植本地野生植

物，恢复当地植被和物种的多样性，实现综合治理与生态调控并举的防治对策。乔木：大叶桉（*Eucalyptus robusta*）、台湾相思（*Acacia confusa*）；灌木：野梧桐（*Mallotus japonicus*）、滨柃（*Eurya emarginata*）；草本：野艾蒿（*Artemisia lavandulifolia*）、爵床（*Justicia procumbens*）、葎草（*Humulus scandens*）。

（4）监测

做好入侵物种的监测工作，预防交通、贸易、人类活动的无意引入。为加强外来入侵物种监测预警，及时掌握外来入侵物种状况，对已入侵物种的发生分布情况进行详细准确的调查，并将调查过后的数据进行归纳和汇总，分析研判外来入侵物种发生、扩散趋势，及时发布预警预报，指导开展防控，同时要规范信息发布。

4 海岛污水处理设施提升改造工程

为提升南麂岛农村生活污水处理能力，减少污染物排放，拟对后隆村、国姓岙村、三尾盘村、上百亩村等地开展污水设施提升改造，建设海岛污水处理终端及配套管网等收集处理污水，建设人工净化湿地处理尾水并全部回收利用。

管材的选用一般应考虑技术、经济、应用及市场供应因素，各种管材均有优缺点，管材特性比较如下表所示：

表 5.2-1 常用管材性能比较表

管材性能	钢筋混凝土管	金属管	塑料排水管
管节长、接口	一般 2m、接口多	较长、接口少	6~12m、接口少
抗渗性能	较差	强	强

管材性能	钢筋混凝土管	金属管	塑料排水管
防腐能力	强	较强（铸铁管）钢管需防腐	强
承受外压	可深埋能承受较大外压	可深埋能承受较大外压	增加环刚度大可承受较大外压
施工难易	较难	较难	方便
接口形式	承插式；橡胶圈止水	钢管焊接 承插式（铸铁管）	承插式，橡胶圈止水 电热熔接口
粗糙度（n 值） 水头损失	0.013~0.014 水头损失较大	0.012~0.013 水头损失较大	0.009~0.01 水头损失小
重量管材运输	重量较大 运输安装不方便	重量较大 现场制作	重量较小 运输方便
对基础要求	较高	较低	较低
综合造价	便宜	较高	较便宜

综合考虑应用管材的特点，本工程为农村生活污水收集工程，考虑施工难度、性价比及参考同类型项目，本次排水管材选取塑料排水管。

（1）技术方案

对南麂岛进行农村生活污水进行收集、处理，以问题为导向，遵循“安全、适用、经济、耐久”的设计原则，推行“一村一策”的建设方案。管网布置：充分利用地形，采用重力流排除污水，管道坡度应尽量与地面坡度一致，使管线最短和埋深最小。

污水量计算：应了解当地供水情况，了解农户实际的生活、生产习惯和文化习俗，对不同来源的污水分别测算，同时考虑农村发展规划的需求。预处理设施：厕所污水需经化粪池处理后排入污水管

网，农户厨房出水接入接户井前应设置厨房清扫井。以问题为导向，选择工艺先进、施工方便、开挖量小的施工工艺和方法，减少施工对海岛生态和居民出行造成的影响。

工程范围为南麂岛，主要包括后隆村、国姓岙村、三尾盘村、上百亩村等。主要建设内容：户内处理设施建设（地方自筹资金）、公共管道系统建设和集中处理终端建设。

户内处理设施建设：后隆村新建 De110mm~De160mm 管道 1470m；火焮岙村新建 De110mm~De160mm 管道 1170m；新码头村新建 De110mm~De160mm 管道 1500m；国姓岙村新建 De110mm~De160mm 管道 750m；三尾盘村新建 De110mm~De160mm 管道 150m；上百亩村新建 De110mm~De160mm 管道 300m；其他地区新建 De110mm~De160mm 管道 500m。

公共管道系统建设：后隆村新建 DN200mm 管道 1800m；火焮岙村新建 DN200mm 管道 1200m；新码头村新建 DN200mm 管道 2200m；国姓岙村新建 DN200mm 管道 1500m；三尾盘村新建 DN200mm 管道 800m；上百亩村新建 DN200mm 管道 800m；其他地区新建 DN200mm 管道 1500m。

集中处理终端建设：后隆村提升改造 1 座农污终端，规模为 40.0m³/d；新码头村提升改造 1 座农污终端，规模为 30.0m³/d；国姓岙村提升改造 1 座农污终端，规模为 20.0m³/d；其他地区新建 5 座农污终端，规模为 10.0m³/d。采用改良 A2O 工艺，出水需达到浙江省《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》（DB33/973-2021）中一级标

准。

终端排出口建设：由于当地处于自然保护地，不得设置排海口，因此本项目排水口采用人工湿地收集、净化终端排水，处理达标后的尾水为农业、当地植被保育等提供宝贵的水资源支持。人工湿地与终端配套。

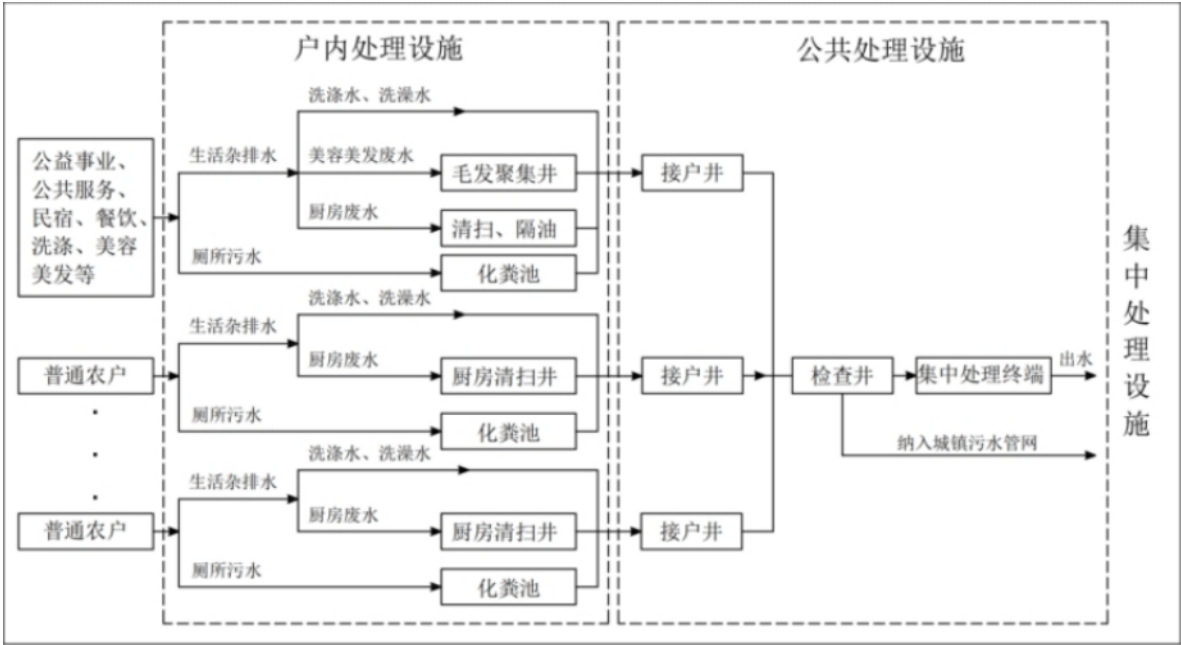


图5.2-8 农村污水处理设施示意图

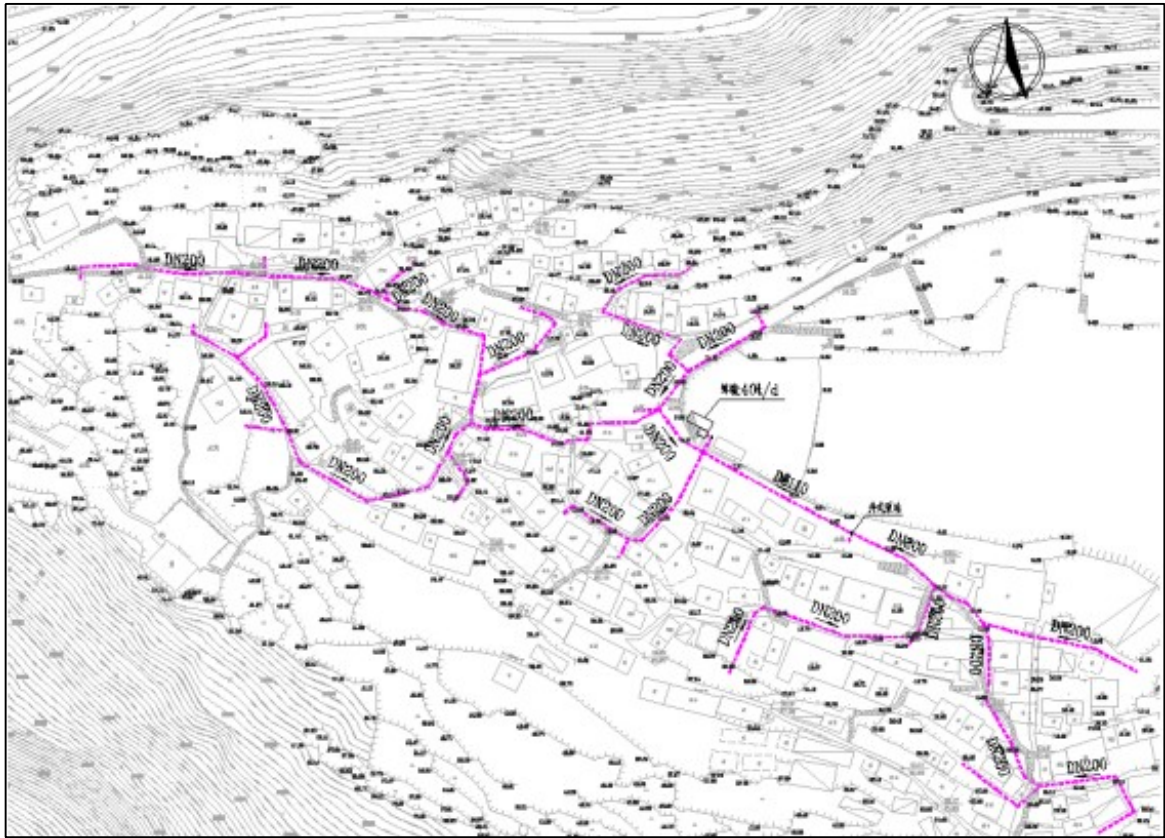


图5.2-9 后隆村农污排水总平面图

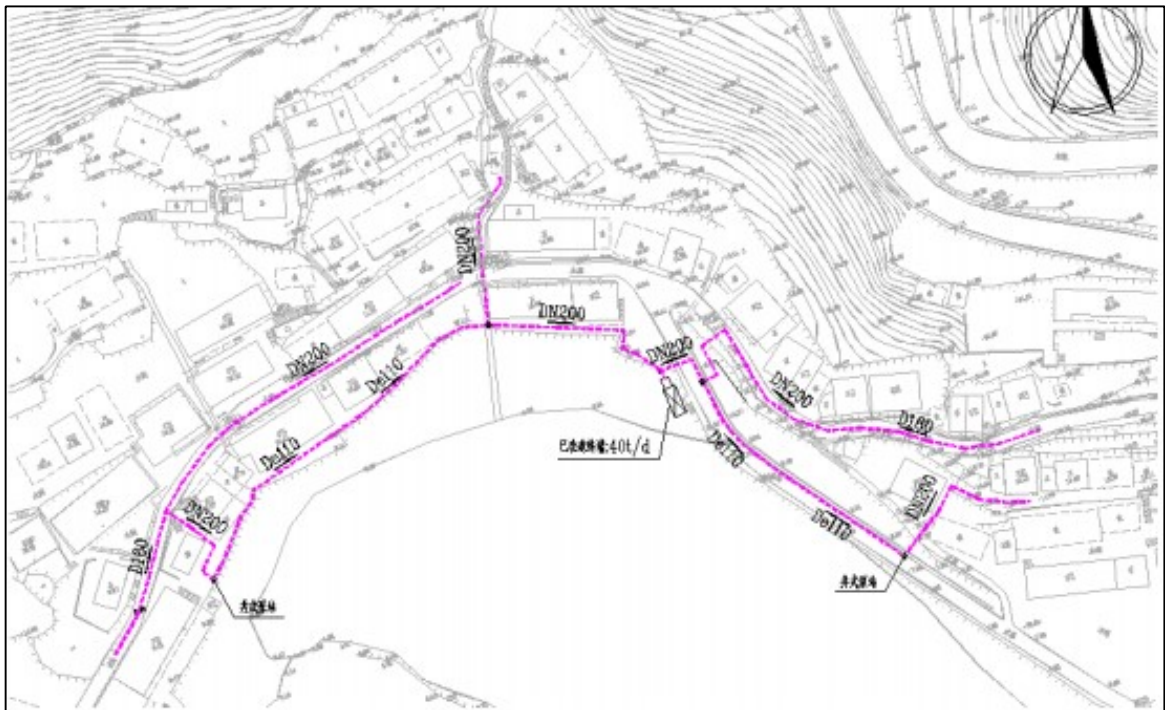


图5.2-10 火焜岙农污排水总平面图

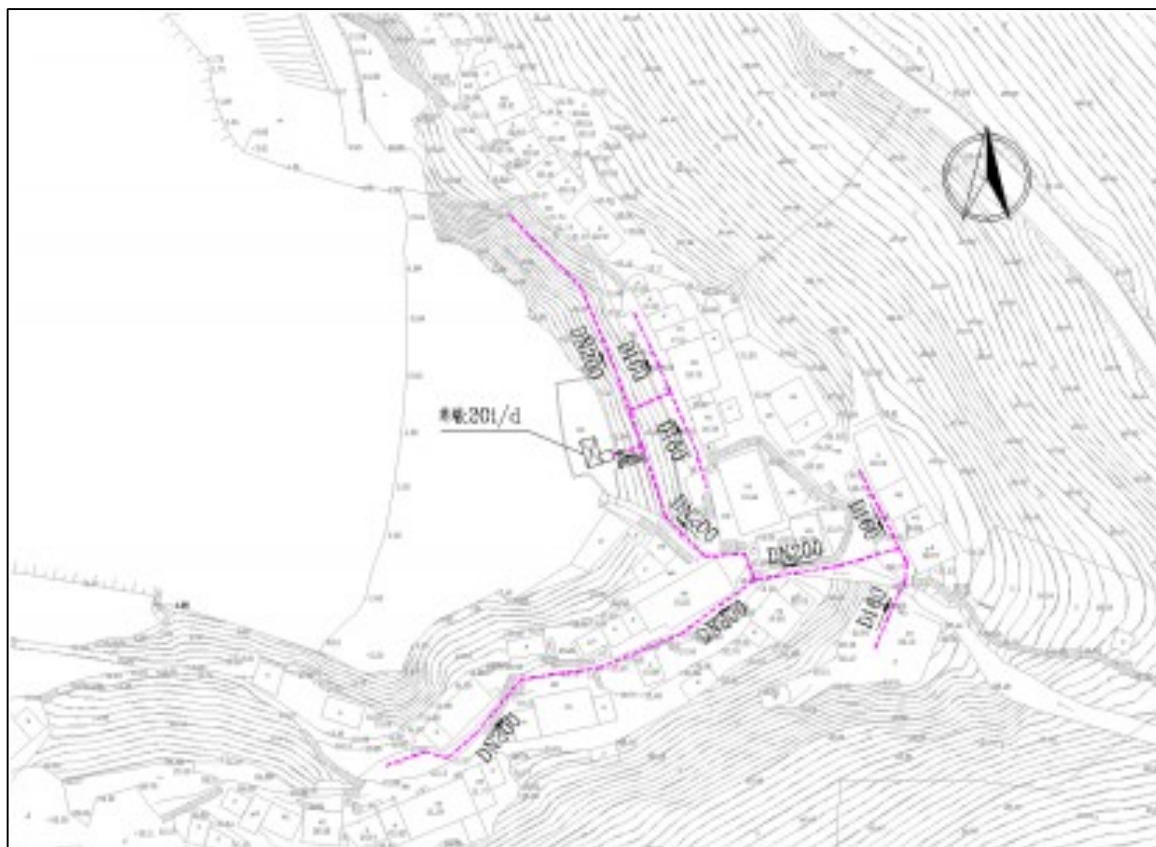


图5.2-11 国姓岙农污排水总平面图

(2) 海岛污水处理设施提升改造与海洋生态修复的相关性

海岛作为独特的生态系统，其淡水资源有限且易受污染威胁。低标准处理的污水不仅会加剧海岛水资源短缺，还将破坏海洋生态环境，影响生物多样性及海岛经济的可持续发展。因此，加强海岛污水处理成为保护海岛生态、促进可持续发展的当务之急。

而有效的海岛污水处理能够显著减少排入海岛及海洋的污染物，直接改善周边海域的水质。这不仅为海洋生物提供了更健康的生存环境，促进了生物多样性的恢复，还为海洋生态修复工作奠定了坚实基础。通过减少污染源，可为海洋生态系统的自然恢复创造有利条件。以珠海荷包岛等海岛为例，通过建设污水处理设施并加强运营管理，成功实现了岛上生活污水的全面收集、处理与达标排放或再利用。这

些举措不仅解决了污水排放问题，还显著改善了周边海域的水质和生态环境。这些成功案例表明，加强海岛污水处理与海洋生态修复工作是完全可行的，且能够带来显著的环境效益和社会效益。

（3）海岛污水处理设施提升改造对南麂列岛的影响风险分析

对于海岛来讲，所有事项均与海洋直接相关。海岛污水设施提升改造建设标准不高，会导致污水或渗漏、或直排、或处置不达标而污染岛体，影响海岛动植物生存，并最终跟随地下水流入海洋而影响海洋生态。引进和应用高标准的污水处理技术，管网收集污水至处理终端进行处理，新建的污水处理终端能提升污水处理水平。由于当地为自然保护地，周边均为Ⅰ类水域，不得设置排海口，因此本项目排水口采用建设人工湿地收集、净化终端排水，处理达标后的尾水用于海岛植被保育、农业等，全部进行回收利用。以上为一整套完整处理系统，是海岛基于自然的解决方案。后期将加强监测、管理与管护，针对出现的问题及时采取措施，严控风险。

5 海岛水源生态涵养工程

结合海岛植被恢复及人工净化湿地建设工程，配套建设 3 座山塘等，开展海岛水源生态涵养工程建设。

（1）火焜岙山塘

火焜岙山塘位于平阳县南麂镇火焜岙村火焜岙溪中上游，山塘下游为火焜岙村。现状火焜岙山塘为当地居民自行修建，山塘低矮，地基未进行处理，漏水严重，基本处于废弃状态。近些年由于南麂岛植被修复及社会发展，需水量在逐年增加，每逢干旱与旅游旺季、区域

供水矛盾面临严重挑战。根据《平阳县南麂镇水资源配置规划报告》成果，亟需修扩建火焮岙山塘，结合植被修复后对水源的涵养功能，对缓解南麂岛目前水资源匮乏情况是有重要意义。

关于火焮岙的坝址，拟开展 3 个方案进行对比，选择最优方案。

方案一：原坝址拆建方案（坝高稍低于 15m）

根据原坝址地质勘察成果，左坝基肩全风化、强风化花岗岩深度达 20m 以上，故坝体结构采用土石方案。为减少占用库容，坝脚设置重力式挡墙，挡墙高约 7~9m，挡墙地基采用弱风化花岗岩，挡墙下部进行帷幕灌浆；迎水坡护面采用 C25 砼预制块，坡比为 1:1.75；坝顶宽 3m，坝顶路面采用预制水泥砖铺设，临水侧设置栏杆；背水坡护面采用草皮护坡，坡比为 1:2，坡脚设置干砌块石挡墙，挡墙内侧设置排水棱体；坝身临水侧采用粘土填筑，背水侧采用开挖料回填。

该方案主要优点是土石坝对地基要求不高，工程投资省，缺点是占地面积大，坝体占用库容约 0.3 万 m³，结构安全性较重力坝稍差；考虑到左坝肩全风化、强风化渗透系数达 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，渗透性较差，山塘容易出现绕渗现象，影响坝体安全，故不推荐原坝址拆建方案。

方案二：坝址上移方案（坝址上移约 50m）

根据现状地形条件及拟建大坝位置地质勘查成果，现状坝址高程为 92.70m，全风化、强风化花岗岩厚 2~10m，考虑实体重力坝坝体结构安全，以及库区清淤，故采用实体重力坝。新建山塘坝顶顶高程 100.2m（溢洪道顶高程 99m），坝体右段及坝肩坝基全风化、强风化花岗岩挖除，平均挖深约 3m，坝体左段及坝肩坝基全风化、强风化花

岗岩挖除，平均挖深约 8m。坝体高 13.7m，坝长 57m，对库区淤积层进行清淤，平均清淤深度为 3.0m，清淤后山塘正常库容约 0.87 万 m³，总库容 1.01 万 m³。非溢流坝段坝顶高程为 100.20m，坝顶宽 3.0m，迎水面直立，背水侧坡比为 1:0.65；溢流坝段宽 6m，坝顶高程为 99.0m，采用 WES 实用堰，迎水面直立，背水侧坡比为 1:0.65。坝底开挖至弱风化基岩，弱风化基岩面高程暂定 86.50m。

该方案优点是坝体体型较小，抗超标准洪水能力强，工程安全可靠；缺点是坝型对地质条件要求高，山塘库容小，集雨面积小。

方案三：下坝址方案

下坝址方案初拟在大黄鱼博物馆上游约 110m 位置，根据地质勘察成果，全风化、弱风化层厚 7.2~11.7m，考虑坝址位置清淤深度 4m，坝址开挖深度最深达 7.7m。根据现状地形条件，现状库区高程为 20.0m，新建山塘坝顶顶高程 26.5m，考虑下部全风化、弱风化岩层挖除，坝体高约 16.5m。考虑库区淤积层进行清淤，平均清淤深度为 3.00m，新增正常库容约 0.8 万 m³，山塘正常库容为 1.60 万 m³，总库容 2.10 万 m³。

该方案优点是山塘集雨面积较大，来水充足；缺点是山塘水位低于外垄水库，山塘多余来水无法自流引入外垄水库。

方案二坝址上移方案与方案一对比，库区集雨面积减少有限，弱风化基岩埋深相对较小，坝体可采用重力坝坝型，坝体安全性高，抗超标准洪水能力强，山塘正常库容在满足附近农村供水站要求外，多余来水可自流引入外垄水库。方案二坝址上移方案与方案三对比，山

塘的多余来水可自流引入外垄水库，有利于提高外垄水库的来水，对南麂岛供水有利。综合分析，考虑三个坝址地质条件，以及重力坝结构安全性高，可减少后期维护费用等优点，本次推荐方案二，即坝址上移方案。

火焜岙新建山塘，扩建后山塘总库容 1.01 万 m³，除山塘自身蓄水外，通过输水管线与外垄水库连通，充分利用 0.19km²集雨面积的来水，将多余来水导入外垄水库，提高外垄水库向岛上居民供水的供水能力。

火焜岙山塘修扩建的主要内容有：

新建重力式大坝，包括 6m 宽溢流坝段，溢流坝段顶部设置交通桥，便于汛前检查，对坝基进行帷幕灌浆处理，提高防渗性能；新建输水涵管及放水管；对山塘进行清淤，增加山塘兴利库容；增设大坝沉降位移观测点、水位自动监测系统和管理房等，满足山塘标准化创建要求。

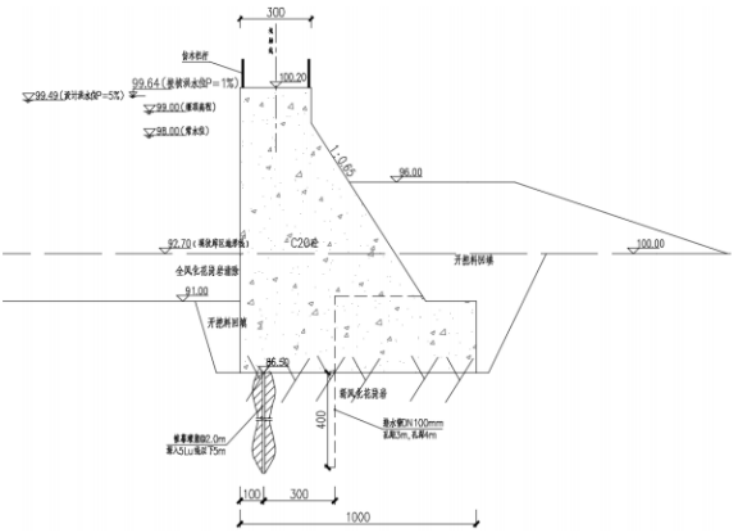


图5.2-12 火焜岙山塘坝体断面图

1) 大坝枢纽

新建山塘坝体采用混凝土重力坝，分为溢流段及非溢流段，坝体总长 57m，其中溢流坝段溢洪道净宽 6m，位于 2#坝段，其余坝段均为非溢流坝段。坝体采用 C20 砼，为重复利用当地建筑物材料，减少建筑物材料运输成本，坝体下游侧可采用埋石砼，利用部分库区开挖石料。非溢流段坝顶高程 100.20m，最大坝高 13.7m，顶宽度不少于 3.00m，坝顶两侧设置仿木栏杆，上游坡直立，下游坝坡放缓至 1:0.6；溢流坝段长 3m，堰顶采用 WES 堰型，堰顶高程为 99.0m，溢流坝段下游设置消力池，末端接现有河道。河床建基面开挖基至弱风化花岗岩，最低点高程为 86.50m，坝基和坝肩采用帷幕灌浆防渗处理。

2) 输水管、放空管

放水管底高程 93.0m，管径 DN300，进口设置 BPS300 手摇传动不锈钢龙头闸门，出口设置蝶阀。新建输水建筑物采用 PE(100)给水管 DE315×15PN0.8，进口段与放空管共用穿坝钢管，末端至外垄水库，长约 700m。

3) 观测设施

监测的项目主要有：水位、渗流以及表面变形等。

(2) 后隆岙、大沙岙山塘、大槠山屿山塘

3 处山塘均存在漏水现象，无法正常蓄水，需要对坝基进行帷幕灌浆处理，提高防渗性能；新建输水涵管及放水管；对山塘进行清淤，恢复山塘涵养水源的功能。山塘库容量约为 0.40 万 m³。初步设计和施工图阶段，将根据最终地质勘察及用地申请情况，在后隆岙、大沙岙及大槠山屿等三处山塘中，保证修复不少于 2 处。



图5.2-13 现状山塘受损，无法蓄水

(3) 海岛水源生态涵养工程与生态修复的关系

海岛水源涵养工程的主要目标是通过自然和人工手段，增加水源的存储与补充能力。这包括植树造林、修建水库、建设涵养林和湿地等，以促进水分的滞留和渗透，防止水土流失。

南麂列岛因岛体较小，地表、地下水匮乏，存在明显的季节性缺水情况。缺水期会出现居民抽取地下水导致地下水位明显下降，极端天气时，会导致岛体植被大量枯萎。

水源涵养工程不仅通过储水设施调节水供给，还依赖于健康的生态系统。通过生态修复，改善的植被和湿地系统可以更加有效地涵养雨水，缓解干旱时的水资源短缺问题，确保海岛水资源供给的长期稳定。本项目通过修建水库、植被修复，建设人工湿地开展尾水回收利用

用等措施，系统性开展海岛水源生态涵养工程，确保岛民及岛体植被等用水需求。

海岛水源涵养工程与生态修复之间存在高度的协同效应。水源涵养为生态修复提供必要的水资源支持，而生态修复则通过恢复健康的生态系统进一步增强水源涵养能力。两者共同作用，有助于提升海岛的生态稳定性、抗灾能力和生物多样性，促进海岛的可持续发展。这种综合的生态管理策略是保护海岛生态的关键。

（4）山塘建设对南麂列岛的影响风险分析

山塘建设可能会出现改变水体原有生态平衡、改变地表水流动和分布、影响地下水位、局部破坏野生动物栖息环境及水体富营养化等影响风险。

本项目扩建 1 座、修复 2 座山塘，是缺水海岛水源生态涵养工程的重要组成部分。3 座山塘均为小型山塘且在现有山塘的基础上开展修复，没有重新毁林建设。雨季蓄水，旱季输水，目前已经根据季节变化形成了循环的、相对稳定性的地表水、地下水径流模式，野生动物也已经初步适应了这些变化。鉴于可能出现的风险，项目将进行环境影响评估，并采取相应的技术及管理措施。设计采用生态友好的技术手段，确保山塘建设与周围生态的和谐，例如利用周边植被缓冲带减少污染物流入、隔绝明显的地下水渗漏等。运营期间开展定期监测，控制周边营养物质流入，防止富营养化。山塘建设完成后也将逐渐形成较为稳定的山塘生态系统，在缓解海岛缺水状况的同时，生物多样性也将得到提升。

6 南麂列岛海域科学考察工程

为更好实施对南麂的保护修复，拟在本项目修复的基础上，开展相关科学考察，以作为本项目及南麂后续保护修复工作提供支撑。主要开展以下 9 项工作内容：海洋水文调查和数值模拟研究、海洋地形地貌调查与研究、海洋环境质量调查与研究、海洋生物生态调查与研究、海洋渔业资源调查与研究、自然资源资产调查、社会经济条件和保护管理现状调查、南麂列岛海域科学考察组织情况调查和评估区范围研究、南麂列岛海域碳汇和碳储量调查研究。

7 南麂列岛管护步道

为了对海岛植被及海岸带加强管护、巡视，在对现有管护步道进行提升的基础上，新建部分管护步道与观测管护设施。其中现状管护步道提升长约 13.8km，主要清理步道危岩、杂草，局部进行拓宽；新建管护步道 1.2km，观测管护设施 1 处。



图5.2-14 管护步道意向图

南麂列岛为自然保护区，保护区分为核心区，试验区 and 缓冲区。

经过对比分析，上述建设内容所处功能区如下表所示：

表 5.2-2 修复区域所处功能区

序号	修复内容	功能区	备注
1	沙滩保护修复	实验区	国姓岙，后隆岙，火焮岙，大沙岙，马祖岙
2	重要物种保育与生境恢复	实验区	南麂主岛，大嵛山屿
3	有害生物防治	实验区	南麂主岛，门峙岛，大嵛山屿等
4	海岛污水处理设施提升改造工程	实验区	南麂主岛
5	海岛水源生态涵养工程	实验区	南麂主岛，大嵛山屿
6	海岛监测设施	实验区	南麂主岛
7	海域科学考察	全域	
8	管护步道	实验区	南麂主岛

（三）海西湾海洋生态保护修复工程方案

海西湾海洋生态保护修复工程主要内容如下：鳌江六桥西侧滨海湿地修复、鳌江六桥东侧滨海湿地修复、海西湾退养还海工程、鳌江河口海湾疏浚工程以及海西滨海管护步道建设工程。

1 鳌江六桥西侧滨海湿地修复

鳌江六桥西侧滨海湿地修复主要开展岸线整治清理及现状红树林提升，其中现状红树林提升面积约 12.06ha，岸线清理长约 10.98km。

（1）岸线整治清理

采用人工与机械配合清理修复岸线范围内垃圾等，清理岸线长约 10.98km。

（2）红树林修复提升

鳌江北岸现有红树林面积约 12.06ha，拟在现有红树林区域进行补种，修复长势不佳的区域，补种面积按现状面积的 20% 计算，即补种面积约 2.4ha，其中杨屿门以上区域不超过 1ha。通过红树林修复，提升周围滨海湿地生境的生态系统功能，为鸟类和鱼、虾、蟹、贝类等海洋生物栖息繁衍提供良好的场所，改善平阳县海洋生态，在维护生物多样性、维持海岸生态平衡和应对气候变化等方面具有重要作用，对促进平阳海洋生态文明建设、打造生态滨海湿地具有重要意义。

秋茄的种植有两种方式，方式一是采用容器育苗进行种植，方式二是选择生长良好的秋茄母树，采摘临近胚轴掉落期的成熟胚轴直播种植。

直播种植是选择生长良好的秋茄母树，采摘临近胚轴掉落期的成熟胚轴。种植时间宜选择每年的 4 月-6 月，胚轴应健康无病虫害，长度 $\geq 16\text{cm}$ ，单株重 $\geq 7\text{g}$ 。秋茄胚轴采摘后需用药剂浸泡 30min 以上进行杀菌杀虫，种植密度 2-5 株/ m^2 ，将胚轴垂直插入泥土，每穴 1 株，深度为胚轴长的 1/3~1/2，其他具体方法可参照《红树林造林技术规程》（DB33/T920-2023）。

容器育苗进行种植 6 月份之后种植，必须采用 1 年生容器苗。容器育苗栽植时，应先挖穴，然后将苗放入穴内，填好泥、扶正苗、压实，种植深度比原苗根颈部深宜 2~5cm 为宜。如果育苗营养袋为塑料，应该拿除后再种植，如果为无纺布类，则可以将底部剪开后，连同营养袋一起种植。

容器育苗种植相对于直播种植有以下优势：

1) 在生长周期与产量方面：容器育苗能够充分利用早春的温和和光照条件，提前进入生长阶段，从而延长生长期。由于育苗移栽能够更好地控制植株间距，保证充足的光照和养分供应，其单位面积产量通常比直播高 20%-30%左右。

2) 在环境适应性方面：容器育苗移栽的幼苗在苗床阶段可以得到较为精细的管理，包括温度、湿度、光照等环境因素的调控，增强其抗逆性。移栽后，虽然会面临环境变化的挑战，但由于其已经具备了一定的生长基础，能够较好地适应外界环境。此外，容器育苗移栽还可以在在一定程度上避免早春低温对种子发芽和幼苗生长的不利影响，提高茄子的成苗率和生长质量。

3) 在经济效益方面：容器育苗移栽的秋茄能够提前上市，通常比直播提前 1-2 个月收获，从而更早地获得经济效益。此外，容器育苗移栽可以节省种子，因为直播用种量大，而育苗则更为节省种子。

4) 在管理便利性方面：容器育苗移栽在苗床阶段管理方便，可以及时拔除弱苗，保留壮苗。移栽后的大田管理也更为集中和高效。直播则需要更多的土地和更复杂的管理等。

综上容器育苗的优势分析，在温州地区，秋茄种植选择育苗移栽方式更为合适。

2 鳌江六桥东侧滨海湿地修复

考虑到鳌江六桥东侧湿地现状为光滩，且上游区域存在大片互花米草，退养还海后项目区域面临着被互花米草入侵风险，因此，拟针对该区域开展滨海湿地修复。本项目现状区域除养殖塘外，其他区域

高程相对较高，可利用现有地形开展湿地生境营造，微地形营造不超过当地平均大潮高潮位（2.57m）。

鳌江六桥东侧滨海湿地修复总面积约 28.61 公顷。其中盐沼植被种植总面积约 19.04 公顷（含芦苇，碱蓬，海三棱藨草等），牡蛎礁 15149m²，管护步道 998m（宽约 2.0m），潮沟水系疏通 58300m²，岸线清理长度约 2.82km，垃圾拦截防护网 1630m（松木桩立柱+拦网），碳汇通量塔 1 座。

（1）垃圾清理和潮沟疏通

滩涂由于人类活动等因素，部分区域存在大量块石、漂浮垃圾及养殖废弃设施，如废弃竹竿等，严重影响了滩涂整体形态及滩涂生物的生存环境，废弃竹竿等还对渔民的通航安全产生了一定影响，需对海岸开展清理，清理岸线长度约 2.82km。

在清理的基础上进行潮沟水系开挖，增强潮滩水体交换能力，拟采用水上挖机沿现有潮沟走向进行疏浚，同时利用疏浚出的淤泥进行生境整治。

（2）盐沼植被种植

主要开展芦苇、海三棱藨草、碱蓬等的种植。

滩涂土壤盐度高，受潮汐影响大，在选用盐沼植被品种时应综合考虑耐盐性、耐水淹能力、抗风浪能力以及管理要求，需谨慎引入入侵物种，应避免入侵物种破坏本地生态，以下选用碱蓬、海三棱藨草、芦苇、北美海蓬子从多维度进行对比。

表 5.3-1 盐沼植被对比

指标	碱蓬	海三棱藨草	芦苇	北美海蓬子
----	----	-------	----	-------

耐盐性	高 (0.5%~3%)	中等 (0.3%~1.5%)	低 (<0.5%)	极高（可耐海水全盐，3%~3.5%）
耐水淹能力	间歇性潮汐	长期水淹	浅水区	耐长期水淹
抗风浪能力	中等	弱	强	弱
入侵风险	无	无	无	高

由于北美海蓬子种子可通过潮汐扩散，威胁本土碱蓬和海三棱藨草的生境，优先选择碱蓬、海三棱藨草以及芦苇组合种植，根据盐度、水深和功能需求进行组合种植，在滩涂边缘区域采用芦苇+碱蓬组合形成盐度梯度种植，在外缘采用碱蓬+海三棱藨草组合种植，为底栖动物提供栖息地以及为候鸟提供觅食地。

1) 芦苇

芦苇（*Phragmites australis*(Cav.)Trin.ex Steud.），多年水生或湿生的高大禾草，根状茎十分发达。秆直立，高 1-3m，具 20 多节。叶鞘下部者短于其上部者，长于其节间；叶舌边缘密生一圈长约 1mm 的短纤毛，易脱落；叶片披针状线形，无毛，顶端长渐尖成丝形。圆锥花序大型，分枝多数；小穗无毛；内稃两脊粗糙；花药黄色；颖果长约 1.5mm。

芦苇为全球广泛分布的多型种。生于江河湖泽、池塘沟渠沿岸和低湿地。除森林生境不生长外，各种有水源的空旷地带，常以其迅速扩展的繁殖能力，形成连片的芦苇群落。

芦苇多种在水边，在开花季节特别漂亮，可供观赏。由于芦苇的叶、叶鞘、茎、根状茎和不定根都具有通气组织，所以它在净化污水中起到重要的作用。芦苇茎秆坚韧，纤维含量高，是造纸工业中不可多得的原材料。

芦苇苗采用根状茎繁殖的方法来种植，取芦苇的地下根茎，长度 30 公分左右，采集好的根状茎打成捆，可以短暂储藏，期间要喷水保湿。芦苇苗需要在池塘、河湖边等湿地环境中种植，淤泥厚度最少在 30 公分以上，扦插时芦苇的根茎与地面倾斜度上端露出地面，栽种后将泥土踩实。种植密度 20 丛/m²。



图5.3-1 芦苇

2) 海三棱藨草

海三棱藨草（学名：*Bolboschoenoplectus mariqueter* (Tang & F.T.Wang) Tatanov）是莎草科、多年生草本植物。具匍匐根状茎和须根，秆三棱形，近散生，高 25-40cm，叶片短于秆，稍坚硬；深褐色。苞片两枚，小穗单个，假侧生，无柄，广卵形，具多数花；鳞片卵形，棕色或红棕色，边缘有疏缘毛；小坚果宽卵形、双凸、一面稍平，大小为（3.6-4.6mm）×（2.6-3.4mm）表面波形网状纹饰，网眼为

不规则椭圆形或近圆形，网沟较浅，外果皮为中果皮厚度的 2 倍，成熟时深褐色。8-10 月开花结果。主要分布于中国上海市，杭州湾沿岸，鳌江两岸也有发育，为中国特有物种。

①海岸带湿地微地貌测绘及种植区域规划

海三棱藨草的群丛斑块（100-200 株）相对单株植物有更强的环境适应能力。海三棱藨草具有很强的无性克隆繁殖的能力。

首先，通过构建数字微地表模型（DSM）来对修复区的微地貌进行评估，选取所选区域高程适宜的区域作为海三棱藨草斑块起种点。

光滩区域由于水动力影响，微地貌具有多样性，在感潮区选取相对适宜的斑块起种定植点对修复成效有重要影响。通过构建数字微地表模型（DSM）来对修复区的微地貌进行评估，首先无人机拍摄所选斑块位置的航拍照片，通过 Pix4Dcapture 软件进行航线规划，框选需要航拍的区域，开始后进行信息采集工作；航拍信息采集结束后，导入 Pix4Dmapper 软件分析，得到所选斑块位置的数字微地表模型（DSM）。选取区域内高程合适相对较高的位点作为海三棱藨草斑块起种点。

通过数字微地表模型在低潮位段规避潮沟、水动力强的区域，选取相对高程较高的区域，潮汐淹水时间相对较短、土壤透水性和粒径较大的区域，进行海三棱藨草斑块起种，提高斑块的成活率。

②海三棱藨草种苗标准及规格

a.青苗（含球茎）：株高大于 20cm，根部含球茎 1~3 个，每个球茎的直径在 3~5mm。

b.穴苗：土球直径 4cm，每穴 3~5 株，株高大于 5cm。

③海三棱藨草种苗移栽技术

海三棱藨草采用斑块种植，斑块里单位面积种植密度一般在 100 株/m²，单个斑块一般 30m²，依据微地形环境状况，每个种植斑块间距 7m 左右。

实际种植斑块面积相当于总面积的 30%，种植密度在 30 株/m²（以修复区总面积计算），以确保区域里海三棱藨草种群的存活和延续，而考虑存活率问题，补植量一般在初始种植量的 30%~50%。潮水冲刷影响大的区域在斑块迎潮面使用竹片作为挡潮措施，以减少初种时潮水冲刷对幼苗产生的不利影响。



图5.3-2 海三棱藨草

3) 盐地碱蓬

碱蓬（学名： *Suaeda glauca* (Bunge) Bunge）是一年生草本，高可达 1 米。茎直立，粗壮，圆柱状，浅绿色，有条棱，上部多分枝；枝细长，上升或斜伸。叶丝状条形，半圆柱状，通常长 1.5-5cm，宽约 1.5mm，灰绿色，光滑无毛，稍向上弯曲，先端微尖，基部稍收缩。花两性兼有雌性，单生或 2-5 朵团集，大多着生于叶的近基部处。胞果包在花被内，果皮膜质。种子横生或斜生。花果期 7-9 月。

生长于海滨、荒地、渠岸、田边等含盐碱的土壤上。抗逆性强，耐盐，耐湿，耐瘠薄，在氯化钠含量 0.031-4.356% 的土壤上能正常开花结实。在河谷、渠边潮湿地段和土壤极其瘠薄的盐滩光板地均能正常生长发育。

主要采用撒播及部分移植工艺，播种前对种子在 2~5℃ 的条件下进行冷藏处理 60d，有助于种子萌发。每亩撒播 25 斤，于 4~5 月撒播。也可以采用育苗移植技术，包括采用人工幼苗移植或者生态界面移植。生态界面移植技术：为避免潮水对种苗的冲刷，采用生态界面移植技术进行植被修复。种植的植物幼苗定植于生态界面中，生态界面可辅助植物体生长，便于植物扎根，通过块状的生态界面整体移植，可有效提高幼苗定植的成功率。生态界面移植技术关键技术环节如下：种子处理：播种前对种子在 2℃~5℃ 的条件下进行冷藏处理 60d。播种技术：3 月下旬，将上述存放的盐地碱蓬种子加盐水，盐度设为 5‰，以刚好淹没种子为宜，置于 20℃~30℃ 温室内萌发。种植前对地形平整或坡度不大于 30%，对地形条件不符合条件的潮间带，需整平，同时进行 2cm~3cm 表面松土。地形符合要求的，只进行 2cm~3cm

表面松土即可。人工或机械划深约 5-8cm 浅沟，将种子均匀播撒于浅沟中，并确保种子被掩埋完全，不外露。土壤不松动，没有浮土，减少潮水对种子的冲刷，防止种子被带走。选择小潮水期间种植为佳，避免潮水的冲刷造成幼苗损失。移栽初期应控制蟹类的取食作用，否则恢复成功率较低。种植密度 20 株/m²。



图5.3-3 碱蓬

（3）牡蛎礁建设

1) 设计原则及要求

本工程通过建设牡蛎礁用于防止滩地冲刷，同时营造良好的生态环境，为底栖生物提供繁殖、生长发育、索饵等的生息场所，达到恢复生物资源的目标，同时增强礁体的消浪弱流等减灾功能。

①礁体结构能够有较好的稳定性，礁体建成后无滑移、倾覆、埋没等风险；

②礁体能够满足在放置、运输、投放过程中的强度要求，并能抵抗波浪、潮流的冲刷磨损；

③采用增大礁体表面积和表面粗糙度的结构；

④在泥沙沉积较高的区域采用与基底有较大接触面积的礁体结构型式。

礁体的设计应符合以下要求：

①能保持礁体有较好的稳定性，礁体建成后无滑移、倾覆、埋没等风险；

②能满足在放置、运输、投放过程中的强度要求，并能抵抗波、流的冲刷磨损；

③选择增大礁体表面积和表面粗糙度的结构；

④在泥沙沉积速率较高的区域，采用与基底有较大接触面积的礁体结构型式。

2) 建设地点与布局

本项目根据修复目标确定建礁地点、礁体结构和布局方案，应遵循以下原则：

①以生态减灾功能为主的，宜将礁体建造于潮间带，使用石头、混凝土块等沉重材料，布局呈单层或多层长条状沿海岸线间断分布。

②以生物多样性或鱼类增殖功能为主的，宜将礁体构造出复杂的三维结构。

③以提升水质功能为主的，宜将礁体建造于潮下带，大面积均匀分散布设。

3) 固着基材料选择

固着基材料包括贝壳、混凝土构件、固化后的粉煤灰、石头（碳酸岩）等硬质材料。选择固着基材料时，应注意以下事项：

- ①选择无污染、环保、坚固耐用、易获得、成本低的材料；
- ②根据固着基材料的适用范围和优缺点选择使用；
- ③对不同固着基材料进行试验，选择当地种牡蛎偏好固着的材料。

礁体的材料随着技术的发展而趋于多样化，目前我国常用于建造人工礁体的材料有：废旧渔船、橡胶材料、石料、混凝土等。

废旧船体：较理想的人工鱼礁单体，它结构紧凑，空间大，便于藻类附着和鱼类聚集，但由于废旧船体个体较大，不适用于本工程水深环境。

橡胶材料：利用废旧轮胎等橡胶材料通过绑扎作为礁体，具有良好的经济性和生境异质性，但结构强度有限，本工程风浪作用较强，难以适用。

石料：天然材料，是极佳的生态友好型材料，疏散分布具有良好的生态效果，密实堆砌后生态效果有所减弱。本工程风浪作用较强，块石疏散分布难以满足礁体结构自身稳定需求。

混凝土材料：耐久性好而且无毒，一种理想的人工鱼礁材料。构建的鱼礁形式多样、结构稳定、耐久性好，易被生物附着，可使水域中生物种类和生物量快速增长，适宜于工程水域底质构造和水域自然环境等。混凝土材料还能与已有的水利、水运工程建筑物有良好的效果，被广泛应用于生态修复工程中。

本工程贝类礁体是以生态减灾功能为主，应采用石头、混凝土块等沉重材料，同时根据工程区现状条件，混凝土是较好的材料选择，

石料在自身稳定的前提下也可考虑使用。

4) 本项目牡蛎礁结构型式

本项目可选用斜撑组合牡蛎礁，它具有抗倾覆安全系数大，稳定性高等优点。

斜撑组合牡蛎礁由一根主礁体 4 根“7”字型副礁体组成。制作过程包括模具的开发、加工工艺过程和退模。水泥柱牡蛎礁体浇筑完成后需在淡水中浸泡 1 个月以上去除碱性。主礁体规格为 $12\text{cm} \times 12\text{cm} \times 300\text{cm}$ ，插入滩涂 200cm ；副礁体长 155cm ，“7”字弯长 26cm ，插入滩涂 60cm 。因投放于海水环境，水泥强度达到 C30。该结构型式在温州已应用成功，可在养殖池里附着牡蛎后再安装到海域，或者直接在海域建成的牡蛎礁上挂牡蛎绳引种。



图5.3-4 斜撑组合牡蛎礁示意图

(4) 管护步道和垃圾拦截网

为管护滨海湿地、促进资源监测与管理、支持科研与教育科普以及应对紧急情况等多个方面。通过建设科学合理的管护步道，可以实现对滨海湿地的全面管护和可持续利用。本项目拟建设长约 998m 管护

步道，步道宽 2.0m。步道采用高桩无梁板结构型式，上部结构由现浇面板、铺装组成，步道两侧设置 1.5m 高护栏，以防人员掉落。

设置垃圾拦截网，定期清理垃圾。

(5) 盐沼湿地蓝碳碳汇通量塔

本工程拟在修复区域北部建设一座碳通量监测塔，以便开展滨海湿地生态系统的固碳能力系统研究，阐明碳埋藏速率和温室气体排放的时空变化格局及机制，为实现“碳中和”提供数据支撑。

监测塔的塔身设计高度为 5m，结构型式为四柱角钢固定塔，观测平台设置高度为 5m，从塔底到平台设置带护栏爬梯，平台处安装太阳能板作为仪器供给电源，上部安装避雷针。监测塔基采用低桩承台结构，承台长度均为 4m，每个承台设置 4 根桩基。此外，监测塔还须配套温室气体通量观测系统和日光诱导叶绿素荧光观测系统等。为扩大实时监测便携性，设置可移动监测站，包含多参数水质测定仪、营养盐监测、海水 pCO₂ 在线监测系统等设备，根据需要布设在修复区相关海域。

表5.3-2 监测系统设备表

序号	项目	测定要素	主要仪器
1	LI-7500DS 开路式 CO ₂ /H ₂ O 涡度相关测量系统	CO ₂ 、H ₂ O	CO ₂ 、H ₂ O 红外气体分析仪三维超声风速仪
2	CPEC310 闭路涡度相关通量系统	CO ₂ 、H ₂ O	EC155 闭路红外 CO ₂ /H ₂ O 分析仪，CSAT3A 三维超声风速仪，CR6 数据采集器，采样泵，三阀模块
3	LI-7700 甲烷分析仪	CH ₄	高频开路甲烷智能分析仪
4	Biomet101 能量平衡系统	净辐射、太阳辐射、光合有效辐射	数据采集器、机箱、四分量净辐射传感器、太阳辐射传感器、光合有效辐射传

		射、空气湿度、雨量、土壤热通量、土壤水分、植物物候	感器、空气温湿度传感器、雨量筒、土壤热通量传感器、土壤水分、温度、电导率传感器、物候相机
5	AutoSIF 塔基观测系统	植被冠层日光诱导叶绿素荧光	QE-PRO 高性能微型光谱仪 MPM-2000 光路切换方式
6	多参数水质测量仪	水温、盐度、溶解氧、pH、浊度、叶绿素 a	OSTD-ProMT 原位水质多参数分析仪
7	营养盐监测系统	硝酸盐、亚硝酸盐、氨、活性磷酸盐	OSTD-Nutris 海洋原位营养盐分析仪
8	水下智能摄像系统	海洋生物	SK12F-4DWX1-WJ 水下摄像机
9	海水 pCO ₂ 在线监测系统	空气和海水的 pCO ₂	Li-830 CO ₂ 气体分析仪

(6) 盐沼植被种植适宜性分析

鳌江北岸下游高程较高，原为养殖塘，局部发育有互花米草、芦苇、碱蓬等，退养还海后光滩面临被互花米草全面入侵的风险。本项目拟采用与互花米草生长环境相似的芦苇、海三棱藨草、碱蓬等本地物种进行种植，营造盐沼湿地，预防互花米草入侵。

► 高程与盐度适宜性

我们方案顺应自然，依托自然，不引种不适宜的植物。事前都在现场开展了详细的调查，种植的都是在现场已有的植物。现状及周边滩涂发育有芦苇、碱蓬、海三棱藨草等，其生长高程范围分别为 85 高程 2.2~4.2m、2.5-3.6m、0.8~2.0m 左右。

当地现状高程在 2.0m 以上，局部区域在 3.67m 左右，平均大潮高潮位为 2.57m，利用现有地形开展湿地生境营造，微地形营造不超过当地平均大潮高潮位（2.57m）。我们新种的区域也是选择稳定且在相似高程范围内的区域，是适合种植这些植物的，也能保证存活率。

当地是河口，盐度在 21 左右，海三棱藨草耐受盐度在 5-25 之间，主要种植在陆域排海水闸形成的潮沟高程较低的区域；芦苇、碱蓬耐受盐度范围更广，且种植的高程较高，海水淹没的时间短，因此，结合高程考虑，在盐度方面也是适宜的。

➤ 水动力问题

鳌江河口主河道位于南侧，平阳侧长期处于自然淤涨的状态，湿地建设区域自然形成了宽度约 200-600m 左右的高滩。本项目盐沼湿地外轮廓以 2.0m 等深线处的一条土围堰为界，向内陆侧进行了 10-20m 左右的避让，避免被冲刷。结合南侧河口潮沟疏浚工程，潮沟的通畅也有助于维持河口盐沼等重要生态系统的稳定与健康。

为防止外海侧海浪影响，在朝东南方向布置了斜撑式牡蛎礁带用于防止滩地冲刷，在营造良好底栖生物生息场所的同时，增强消浪弱流等减灾功能。

本项目盐沼湿地区域现状已经发育有互花米草、甚至是小型灌木等，岸滩是稳定的。

3 海西湾退养还海工程

拟采取退养还海措施对海西湾围海养殖区进行修复，恢复灭失的滨海湿地及基岩岸线自然属性及生态功能。在此基础上，开展退养还海区域的植被种植，种植水生植被，修复滨海湿地植被，提升直排入海水质。本工程治理总面积 19.08ha，恢复自然岸线 3.56km。其中植被种植 2.32ha，水系贯通 16.76ha，生态护坡 2328m（松木桩）及水生植物 0.58ha。

（1）退养还海及基岩岸线整治修复

结合工程现状（高程约 1.8-2.5m 左右）及工程区西侧浙江省蓝色海湾整治行动，工程拟采用挖掘机进行挖除，开挖至底高程-2.0m，根据需要，在局部区域形成生态洲岛（顶高程控制在平均大潮高潮位以下），营造近乎自然的生态系统，水系贯通 16.76ha。修复后水系通过与西侧浙江省蓝色海湾整治行动项目水系及海底水闸与外界进行水体交换，以整治、恢复基岩岸线自然属性。开挖石渣可就近运送至平阳新兴产业园或西湾垦区内其余地区的建设。



图5.3-5 开挖示意图

（2）植被种植

本工程拟在区域内种植海滨木槿、海三棱藎草、碱蓬等耐盐碱植被，种植总面积约 2.32ha。

植被适宜性分析：修复区内水动力相对外海较弱，水动力对植被生长几乎无影响。工程现状高程约 1.8-2.5m，开挖底高程为-2m。海滨木槿、碱蓬、海三棱藎草等生长高程范围分别为 85 高程 2.0~2.5m、2.5-3.6m、0.8~2.0m 左右。工程区高度适宜植被生长。此外根据前节分

析，当地盐度适宜碱蓬、海三棱藨草生长，同时海滨木槿耐受盐度相对更广，同样适应当地盐度。

（3）生态护坡

护岸护坡常用的多为浆砌石挡墙、格宾挡墙、砼挡墙、仿木桩等型式，现对以上型式做经济、生态性、抗冲性、结构稳定性、施工难易程度等诸多方面做方案比选。

表5.3-3 护岸护坡比较成果表

护岸形式	浆砌石挡墙	格宾挡墙	砼挡墙	仿木桩
生态效果	硬化驳岸，无生态效果	植被可在其面层生长，生态效果好	硬化驳岸，无生态效果	表面刷漆仿木桩，生态效果好
整体性	砌体结构，砂浆粘结，整体性好	为柔性连接，整体性好，抵御变形能力好	浇筑结构，砂浆粘结，整体性好	预制桩结构，整体性好，抵御变形能力好
耐久性	耐久性好	防锈钢丝固定，耐久性较好	耐久性好	耐久性好
抗冲刷能力	能力强	能力较强	能力强	能力强
施工	砌筑较复杂，需做围堰	施工较复杂，需绑扎格宾网，需做围堰	施工简便，需做围堰	施工简单，无需围堰直接施工
造价	较高	一般	较高	一般

根据以上两种型式的方案比选情况，从实施生态性、经济性、难易程度、材料就地取材、占地情况、安全稳定等方面综合比较，为确保岸坡的稳定性，同时达到“岸绿、景美”的治理效果，本次设计护岸护坡设计采用仿木桩设计。

建设松木桩护坡约 2328m，并在护坡下方种植水生植物面积约 0.58ha。



图5.3-6 退养还海意向图

4 鳌江河口海湾疏浚工程

目前鳌江河口海湾淤积较严重，导致河口水体交换能力减弱，不利于水体净化和河口湿地生态系统稳定。为促进河口海湾水体交换，减轻淤积，维持河口湿地等重要生态系统的稳定，拟开展河口海湾疏浚工程。

（1）疏浚工程规模

拟对鳌江河口海湾进行疏浚工程，疏浚范围为可改善湾内水动力条件的潮沟底泥区域。疏浚设计边坡暂定 1:8，超宽 4.0m，超深 0.5m。疏浚总方量约 195 万 m^3 。抛泥区为鳌江口临时倾倒区，在具体实施过程中，将开展疏浚物的监测评估及适应性管理，如发现有受污染底泥，不符合倾倒区管理要求的，可选择具有资质当地温州微水环保科技有限公司开展处理。此外，疏浚物中的垃圾则在分拣后，通过上游 2km 处的车渡码头上陆运输至垃圾处理厂（平阳海西再生资源分拣中心）进行分类处理。

疏浚土需抛至指定的合法的倾倒区，严格按照规定的卸料区域卸料，各类泵型船舶的排泥管出口必须按指定区域排放，同时其排料管

口需锚固牢，防止顺水漂流移位。在挖泥后对疏浚物进行分类，泡沫、木头等垃圾采用陆上运输至垃圾场，疏浚泥方可运输至弃泥区，同时加强对弃泥区海水环境质量的监测，避免对弃泥区的海洋环境造成重大不利影响。

工程实施后，可以有效改善现状水深条件，增强水体交换能力，提升海域自然恢复能力。

（2）疏浚工程与海湾生态修复的相关性

潮沟是河口地区潮水往返的重要通道，河口疏通潮沟的生态作用主要体现在以下几个方面：1）促进水体交换：疏通潮沟可以增强河口地区的水体流动性，促进淡水与海水的交换，从而改善水质，避免水体因流动不畅而引发的富营养化和污染积累。2）减轻淤积：疏通潮沟可以减少泥沙在河口的积聚，降低河道淤积的风险。这对于维持河口水深以及防止洪水具有重要意义。3）保护和恢复生态环境：潮沟的通畅有助于维持河口湿地、红树林和盐沼等重要生态系统的稳定与健康。这些区域不仅是多种生物的栖息地，也在防止海岸侵蚀、缓冲风暴潮等方面发挥关键作用。

鳌江流域的总面积大约为 1531km²，河流总长在 90km 左右，河口处的宽度可以达到 1km 左右。鳌江河口属于山溪性的强潮河口，两岸拥有丰富的潮滩资源，并已得到一定程度的开发。鳌江的海岸线比较平直，海底地形趋向平稳，只有外海的岛屿附近地形显得略微复杂，由于泥沙来源很丰富，因此长期处于淤涨的状态。鳌江河口区域以及附近海域，因受到鳌江上游径流作用影响，江水自上游向下游流

时带有泥沙，与此同时浙东外来泥沙输移至附近海域，造成泥沙沉积，导致河口及近海成大片的海涂。

多年来，当地一直开展相关研究工作，试图解决河口淤积问题。根据相关研究报告，随着周边围填海等用海项目的增多，如江南海涂围垦工程、苍南华润电厂防波堤工程、西湾围垦工程等对河口区域的海床产生了重要影响，泥沙量的减少和潮流流速的变化使得海床出现了一定程度的冲刷。因此，开展本次河口疏浚，后期持续监测疏通后的潮沟及周边湿地状况，根据跟踪监测结果对其进行适应性管理，动态调整清淤方案或及时上马二期工程，确保河口清淤效果显著。

此外，入海河口治理是系统工程，在疏通潮沟的同时，将对两岸高滩区域进行生态修复，如植被恢复、湿地重建等，增强其生态服务功能及防灾减灾能力，进一步稳定入海口生态系统。

鳌江河口海湾疏浚工程建设改变了局部地形水深，会对周边海域水动力环境产生一定的影响，床槽浚深拓宽后，涨、落潮流归槽效应加强，总体上水域流场更为平顺，周边流速增加可能会对附近海床产生一定冲刷影响，但水流变化主要集中在工程区附近的海域，流速变化幅度较小，不会造成大范围的水动力环境的变化，冲淤变化区域与水动力变化的范围基本保持一致。考虑本疏浚范围与西湾作业区防沙导流堤相距较远，分析认为，工程建设对其水文动力及地形冲淤环境影响较小，具体影响幅度和范围宜结合潮流泥沙模型手段进行变化影响的准确评估。

5 海西滨海管护步道建设工程

本项目位于海西镇西湾社区，根据规划用地现状，自筹资金开展滨海管护步道建设工程。管护步道南起西湾渔港北侧，北至跳头岙，长 2570m，宽约 2m。

（四）碳通量塔

本工程拟在修复区域北部建设一座碳通量监测塔，以便开展滨海湿地生态系统的固碳能力系统研究，阐明碳埋藏速率和温室气体排放的时空变化格局及机制，为实现“碳中和”提供数据支撑。

此外，监测塔还配套温室气体通量观测系统和日光诱导叶绿素荧光观测系统等。为扩大实时监测便携性，设置可移动监测站，包含多参数水质测定仪、营养盐监测、海水 pCO_2 在线监测系统等设备，根据需要布设在修复区相关海域。

（五）建设管理方案

1 项目建设组织模式和机构设置

1.1 项目组织模式

温州市人民政府为项目实施领导机构，负责项目的领导，指导协调、推动落实、督导推进工作。

平阳县人民政府是项目实施的责任主体，负责组织编制项目实施方案、监督项目具体实施、统筹协调项目实施过程中遇到的困难与问题确保项目如期完工及资金安全有效等。

平阳县兴阳集团负责各项工程的具体实施。

1.2 机构设置

平阳县成立工作专班，办公室设在县自然资源和规划局。各成员单位确定一名联系人作为办公室成员。办公室职责：负责统筹协调项目推进过程中的相关事项，并做好组织实施工作。

平阳县兴阳集团成立项目执行团队，含以下部门：

（1）行政部门：负责内部的行政管理，包括人事管理、财务管理、采购管理、法务管理等。

（2）宣传部门：负责项目的营销和推广，包括市场调研、品牌推广、渠道拓展，更好的做好项目的宣传工作，发挥项目的公益性。

（3）技术部门：负责产品或服务的开发和维护，包括设计、技术研发、项目管理等。

（4）运营部门：负责项目日常运营的各项任务，包括展厅管理、书房管理、客户服务等

2 施工进度安排

2.1 项目各阶段工作

项目进度安排总体上按照自上而下、统一领导、统一部署、统一实施的思想进行。项目的实施分为工作准备、项目设计与论证、项目施工、竣工验收、后期管护等五个阶段。

（1）工作准备阶段

成立项目组织实施机构，完成项目的工程可行性研究报告编制，并进行必要的评审。

（2）项目前期研究、设计与论证阶段

进行必要的其他前期工作（如水文波浪及生态环境等本底调查，

数值模拟分析、相关研究专题、海域使用论证、环境影响评价等），编制各工程项目设计文件，通过相关的评审。

（3）项目施工阶段

进行项目施工招投标工作，完成 2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目各工程，开展整治行动过程的监测工作。

（4）竣工验收

完成全部项目的建设，进行项目验收。

（5）后期管护

对整治行动进行完整的监测和评估，形成项目总结报告和整治行动成果。

2.2 计划实施及分年度实施内容

（1）2025 年度 1-12 月份

开展工程场地勘察和周围资源环境现状调查等调查工作，在此基础上进行评价和论证等前期工作，开展并完成项目设计文件编制，开展部分工程施工，开展植物种植，植被种植按照下表所列时间开展。

表5.5-1 主要植被适宜种植时间

序号	植被种类	适宜种植时间
1	芦苇	适合于春季和秋季种植，最佳种植时间为 3-5 月和 9-10 月。
2	海三棱藨草	➤ 青苗移栽 4~6 月，5 月份比较合适； ➤ 播种 6 月比较合适； ➤ 球茎苗可 9~10 月种。
3	碱蓬	春季、秋季和冬季的时候进行种植。

（2）2026 年度 1-12 月份

开展剩余工程施工以及生态修复过程监测评估。

(3) 2027 年度 1-12 月份

- ①完成所有项目工程；
- ②生态修复效果监测和评估；
- ③形成科研报告和生态修复成果报告，项目验收。

表5.5-2 2025年温州市海洋生态保护修复工程项目建设进度表

时间 工作内容	2025 年				2026 年				2027 年			
	1-6 月		7-12 月		1-6 月		7-12 月		1-6 月		7-12 月	
编制工程设计文件												
项目招投标工作												
保护修复工程建设												
修复效果监测评估												
形成科研报告，保护修复成果、项目验收												

3 项目招标

根据《中华人民共和国招标投标法》、《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和标准招标事项暂行规定》（国家发展计划委第 9 号令）等有关文件精神，结合本项目实际，该项目的建设实施必须依法开展招投标活动。项目建设单位可委托招标代理机构办理招标事宜。

3.1 招标有关事项

(1) 招标范围：

通过开展野生水仙花保育，其中就地保护与恢复面积 20.14ha，建设野生水仙花人工繁育基地 0.67ha；修复海藻场总长 0.8km；修复潮间

带总长 2.45km；海岛植被恢复面积 27.56ha；对 3 座海岛实施有害生物防治；采取海滩养护修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km；建设海岛污水处理设施，提升海岛污水处理能力；开展海岛水源生态涵养，修复山塘 3 处；提升、建设管护步道长 15km；开展南麂列岛海域科学考察等措施，修复南麂列岛海域海岛。

通过退养还海措施，恢复基岩岸线长 3.56km，退养还海面积 16.76ha；种植滨海盐碱植被面积 21.35ha；提升红树林面积 12.06ha；清理岸线长 14.19km；建设牡蛎礁面积 1.51ha；建设碳汇通量塔 1 座；鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m^3 ；建设管护步道长 3.57km 等开展滨海湿地保护与修复。

以上所有内容的前期试验研究、评估、评价、勘察、初步设计、施工图设计、工程施工、监理以及重要设备、材料的采购等。

（2）招标组织形式：

招标的组织形式有自行招标和委托招标，由于自行办理招标事宜对招标人有一定的规定和要求，因此，结合项目承办单位的实际情况，本项目招标组织形式拟采用委托招标，委托专业招标公司进行本项目的工程招标。

（3）招标方式：

招标的方式有公开招标和邀请招标，公开招标是通过指定的报刊、信息网络或者其它媒介发布招标公告进行招标，邀请招标是通过邀请有相应资质及业绩的单位进行方案比选、询价比选等方式确定

根据本工程的特点，工程设计、施工、监理均拟采用公开招标的

方式进行。

（a）工程设计招标方式

建设工程设计作为一个很重要的环节，对于建设项目的顺利进行起着至关重要的作用，可以为建设项目提供一个科学、合理、经济的设计方案。

工程设计和技术服务是工程实施的前提基础，本工程应通过规范的招标工作，选择高水平的设计单位完成工程的设计任务，以确保对工程的建设方案、投资得到有效控制，达到预期的投资效益。本工程招标程序如下：

招标申请→发售招标文件→现场踏勘与标前会议→投标文件编制和递交→开标→评标→定标→签订合同。

（b）工程施工招标方式

工程施工是工程的实施阶段，根据本工程项目大，任务重，工期紧的特点，应通过规范的招标工作，选择高水平施工承包单位完成工程的施工任务，以确保对工程的投资、进度和质量进行有效控制，达到预期的投资效益。本工程施工招标程序如下：

招标申请→发售招标文件→现场踏勘与标前会议→投标文件编制和递交→开标→评标→定标→签订合同。

（c）工程监理招标

工程建设监理是达到建设项预期目标的保证。本工程建设监理的招标程序如下：

招标申请→发售招标文件→现场踏勘与标前会议→投标文件编制

和递交→开标→评标→定标→签订合同。

(d) 项目建设单位在招标活动中必须按项目审批部门核准的招标范围、招标组织形式、招标方式进行，如需改变的，应向原项目审批部门重新办理有关核准手续。

表 5.5-3 招标基本情况表

招标内容	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用招标方式	招标估算金额 (万元)	备注
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标			
工程设计	√			√	√				
工程施工	√			√	√				
工程监理	√			√	√				

3.2 招标方案

(1) 招标组织措施

①编制招标发包、评标决标、签订合同阶段投资控制详细工程流程图。注意材料、设备供应方式、合同条款、工程价款结算办法对投资额的影响，注意合同价不能超过计划投资额。

②落实招标、评标、合同谈判人员，并明确其责任与职能分工。参加招标的人员参加招标文件和标底的编制，参加评标的人员，应作好拟定评标项目，确定评标方法等，参加合同谈判的人员，应作好谈判准备，拟定和审核合同文件条款。

(2) 确定工程标底的原则

①工程标底不应超过项目计划投资额，并应控制在设计概算以内。

②工程标底要体现设备及建筑物的合理价格。

③工程标底的确定应实事求是，科学公正合理，同时考虑甲乙双方的利益，既要努力降低工程造价，又要考虑到施工企业应有的合理利润。

④确定工程标底必须有科学的依据，如设计图纸、概（预）算定额、基建材料预算价格、工程工期定额、批准的招标文件等。

⑤确定了的工程标底总价和标底文件，在开标之前应严格保密，不得以任何理由和任何方式向外泄露，如有泄露，对责任者应严肃处理，直至给予经济和法律制裁。

（3）技术措施

对各投标文件中的施工技术方案作技术经济分析比较、优选技术经济效果最好的施工方案。通过对比各方案的质量保证程度、工期长短、劳动消耗、主要材料耗用量等优选施工方案。

（4）评标专家的要求

业主应借鉴现有工程建设经验，结合本工程的实施情况，各标段在施工招标过程中，邀请的评标人员需具有相关工作经验及必备资质。

（5）合同措施

加强合同谈判，严格合同条文，注意把握与投资有关的事项。

①明确合同总价计算方法。

②明确合同价调整范围和程序。

③明确付款方式和程序。

④明确工程价款结算方式。

⑤明确有关投资的内容与责任，如隐蔽工程复验费、停工损失、提前竣工奖励等。

六、项目运营方案

（一）运营模式选择

当地具有健全的工程建设项目政策，在生态保护修复类项目开展过程中，要根据此类项目的特点，及时发现问题并制定有针对性的政策。生态保护修复项目要强化全生命周期管理，加强风险防控，必须贯彻全流程、全生命周期管理理念，管理好项目质量和实施进度，确保项目按照计划高质量完成，并要做好项目验收及后期管护工作。

此外，要坚持政府引导和市场相结合，畅通投融资渠道，调动民间投资积极性，进一步引导和支持社会资本参与生态保护修复项目，探索政府与社会资本合作的法律政策框架。

设置项目管理的专门机构，对项目进行专门管理。项目工作复杂、时间紧迫；项目的不确定因素多，有很多新情况和新问题需要不断研究解决；而且项目实施中涉及部门和单位较多，需要相互配合、协同攻关。因而，对此应单独设置专门机构，配备一定的专职人员，对项目进行专门管理。

（二）运营组织方案

为确保已建成生态保护修复类项目能够真正发挥长期效益，要不断创新举措，加大资金投入，有效整合资源，建立健全工程建后管养机制，以实施规范化、现代化管理，保证工程安全和正常运用，确保已建成工程项目高效运转。本项目后续主要管护内容包括：盐沼植被管护，海岛植被管护（包括野生水仙花、有害生物），海藻场管护，

海洋垃圾管护等，管护期至少 3 年。

明确管护主体。项目竣工验收后，由各责任单位按程序要求办理项目移交手续，建立专职管护队伍，经常检查，确保包保责任制度落实、责任到位、工程设施完好无损。

（三）安全保障方案

1 安全生产危险因素分析

1.1 环境因素分析

（1）大风、强风对项目区域内人员的安全有很大影响，应注意及时避风。

（2）本工程所在地属于亚热带湿润季风气候区，受海洋调节及季风环流的影响，降雨多集中于每年的 5~9 月份，雨天对施工作业有一定的影响，主要表现为作业人员视线不好，容易滑到摔伤。降雨有时会伴随大风、雷暴发生，在暴雨天气里，为安全起见，项目区域内的人员应该停止活动，及时躲避。

（3）高温：长期在高温环境下作业，将对身体造成危害。夏季本工程露天作业人员会受到一定程度的高温作业危害。

1.2 生产过程中安全生产危险因素分析

（1）机械碰撞和交通事故

本工程采用的流动机械和车辆、船舶存在发生机械碰撞和交通事故的可能性。场地流动作业人员和司机的作业危险性较高。

（2）电气设备事故

电气设备和线路绝缘性能不符合要求，电气设备金属外壳保护性

接地（或接零）措施不当，露天电气设备存在缺陷、防雨设施不良等均可能导致漏电、触电事故；防雷设施不全或失效发生雷击事故以及强阵风、火灾等意外事故造成电气线路短路、触电事故。

用电设备在运行过程因安全防护装置不齐、失效、作业环境不良、维护管理不善，造成触电伤亡事故与电气火灾事故。

（3）机械设备事故

机械设备事故发生原因主要是由于设备缺陷、制造工艺和安装问题，导致出现强度不足、焊接质量差、稳定性差等情况造成事故。

（4）火灾危险

施工场所存在可燃物、易燃物，违章带入火种、违规动火作业和违章吸烟等有可能导致火灾。

（5）恶劣自然条件下的危险

雨天车辆、行人易打滑，导致跌打损伤。雾天作业能见度低，操作人员观察距离变短，反应时间短，容易导致碰撞事故等。

（6）淹溺危险

海岸边施工，防落水设施不完备，落水救生设施不齐全，造成施工人员淹溺。

2 安全防治措施

在工程施工阶段，重视安全工作，坚持“安全第一，预防为主”的方针。

（1）必须认真执行中华人民共和国《海上交通安全法》，遵守《1972 年国际海上避碰规则（1989 年修订本）》的规定和当地邻近港

口的港章和其他航行规则。依据《中华人民共和国海上航行警告和航行通告管理规定》，于施工作业开始前 7 天向辖区海事部门递交发布海上航行通告的书面申请，书面申请内容应包含施工起止日期、施工内容和方式、参加施工的船舶、设施和单位的名称、施工区域以及安全措施。

（2）施工船舶作业时，应悬挂灯号和信号，灯光和信号应符合国家规定。挖泥船的浮筒管线在通航水域应设置指示灯。

（3）施工船舶应配备合格的无线电通信设备和救生设备，并保持设备技术状态的良好。

（4）施工期间，施工机械应做好防风安全工作，每天应收听气象预报，掌握海上气象动态，必要时应提前到港内或避风锚地避风。

（5）在多雾季节施工时，应按交通部雾天航行规则的规定，做好施工航行安全工作，防止碰撞。

（6）冬季及雨天施工时，应注意并做好防冻和防滑安全工作。

（7）施工人员注意高空坠落、机械伤害、防火和触电的危险。

（8）每工班设安全员 1~2 人，其主要职责：宣传安全生产方针，进行安全教育；督促本班人员遵守有关安全制度、操作规程；制止违章作业；经常检查各种安全装置，发现问题及时报告。定期进行安全生产大检查。

（四）职业卫生

1 劳动卫生危害因素分析

1.1 环境因素分析

本项目为海洋生态保护修复工程，无生产设施，项目劳动卫生主要存在于项目施工期。本工程所在地属于亚热带湿润季风气候区，受海洋调节及季风环流的影响。气温对整治建筑物的作业不会产生直接影响，只是对作业人员的健康产生一定程度的不利影响。他们的影响分别为高温心血管系统、消化系统、水盐代谢功能和肝脏的影响，低温为中枢神经系统、心血管系统和肌体过冷等的影响。

1.2 生产过程中劳动卫生危害因素分析

（1）粉尘危害

本工程装卸车、装卸船、土石方开挖回填等作业环节，物料存在落差、振动，加上风力作用引起扬尘，使粉尘危害在施工作业区不同程度存在。长期大量接触粉尘对人体健康有一定影响，同类工程的调查结果表明，接触粉尘环境作业人员的上呼吸道、气管和支气管患有疾病或感到不适者比例高于一般人群。

（2）噪声危害

本工程产生噪声的工作场所有：施工船舶、材料运输车、搅拌机等。在这些场所驾驶室里的操作人员，长时间会造成听力损伤，可能导致噪声性耳聋。此外还会对人的神经系统、消化系统、心血管系统产生不良影响。

（3）有毒气体危害

汽车尾气中的 CO、SO₂、氮氧化物等有害气体，以及机械电焊维修时产生的电焊烟尘、锰尘、有毒气体（CO、CO₂、臭氧、氮氧化物等）、焊接弧光所致的紫外线、噪声等。焊接作业人员会受到一定程度的紫外线辐射危害。驾驶司机均存在一定程度强迫体位作业。

2 劳动卫生防护措施

（1）粉尘防护措施

在粉尘作业场所作业人员配置防尘口罩和防尘眼镜。预制料场定期洒水抑尘，运输车辆加蓬盖，必须经由“过水路段”冲洗干净后方能离场上路行驶。

（2）噪声防治

选用低噪声设备或有降噪设计的设备，将低噪声作为设备选型与招标的参数之一；加强机械设备维护保养，减少非正常运行产生的噪声；在噪声场所作业人员应配带耳塞、护耳罩以加强个体防护措施。

（3）高温、低温作业防护

夏季高温作业场所，如大型施工机械驾驶室内配置风扇或空调等装置并为现场工作人员供应防暑清凉饮料。

冬季低温作业，在大型机械司机室内配取暖设备并为冬季露天作业人员配置御寒工作服。

维修作业使用的手握电动工具、电焊机等安装漏电保护器，防止触电。加强对设备的维修管理以保证作业安全。

（4）劳动安全卫生机构设置

项目区域的劳动安全卫生工作由施工单位统筹管理，配备专职管

理人员。负责管理机构的职责主要为：

- 1) 负责劳动安全卫生方面的日常管理工作，组织对作业环境的尘、毒、噪声进行定期检测，并提出、落实改善措施。
- 2) 建立、健全各项安全规章制度，加强劳动安全卫生监察工作。
- 3) 定期对区域具体管理人员进行劳动安全教育和职业技能培训，不断提高职工的素质和自我防护能力。工作人员经考核后持证上岗。

七、项目投融资与财务方案

（一）投资估算

项目建设内容包括两个部分：（1）南麂列岛海洋生态保护修复工程，（2）海西湾海洋生态保护修复工程。

其中：南麂列岛海洋生态保护修复工程包含：沙滩保护修复工程；重要物种保育与生境恢复；有害生物防治；海岛污水处理设施提升改造工程；海岛水源生态涵养工程；海岛监测设施；南麂列岛海域科学考察工程。

海西湾海洋生态保护修复工程包含：鳌江六桥西侧滨海湿地保护修复工程；鳌江六桥东侧滨海湿地保护修复工程；海西湾退养还海工程；海西湾滨海管护步道建设工程；鳌江河口海湾疏浚工程。

1 编制依据

- （1）《建设项目投资估算编审规程》（CECA GC1-2015）；
- （2）《关于进一步放开建设项目服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号文）；
- （3）交通运输部 2019 年第 57 号文发布《水运建设工程概算预算编制规定》及配套定额；
- （4）交通运输部 2014 年第 39 号关于发布《水运工程建设项目投资估算编制规定》（JTS115-2014）的公告；
- （5）主要材料单价参考温州市 2025 年 2 月材料市场信息价；
- （6）其他类似工程技术经济资料。

2 其他说明

其他费用参考市场行情计列。

3 估算表

本项目总估算 40462.77 万元，拟申请中央财政资金 30000.00 万元，地方资金筹集 10462.77 万元，投资估算表如下所示：

表7.1-1 项目资金使用表（单位：万元）

序号	项目名称	合计	中央资金	地方资金
1	南麂列岛海洋生态保护修复工程	20453.42	14125.80	6327.62
2	海西湾海洋生态保护修复工程	18211.35	14076.20	4135.15
3	海洋生态保护修复过程监测与效果评估	1798.00	1798.00	
	工程总估算	40462.77	30000.00	10462.77

表7.1-2 投资估算总表（万元）

序号	工程项目或费用名称	合计	占总投资 (%)	中央资金 (万元)	地方资金 (万元)	备注
	工程费用	33836.58	83.62%	25205.47	8631.11	
A	工程费用-南麂列岛	16718.93	41.32%	11363.38	5355.55	
1	沙滩保护修复工程	3597.85	8.89%	3597.85		
1.1	沙滩整治修复工程	2247.85	5.56%	2247.85		
1.2	沙滩排水管道治理	400.00	0.99%	400.00		
1.3	垃圾清理及岸线清理	800.00	1.98%	800.00		
1.4	海漂垃圾拦截装置	150.00	0.37%	150.00		
2	重要物种保育与生境恢复	2556.78	6.32%	2556.78		
2.1	野生水仙花保育工程	580.18	1.43%	580.18		
2.1.1	大擂山屿区域内	455.18	1.12%	455.18		
2.1.2	野生水仙花人工繁育基地	125.00	0.31%	125.00		
2.2	海藻场修复工程	490.00	1.21%	490.00		
2.3	潮间带生态修复工程	878.00	2.17%	878.00		
2.3.1	潮间带清洗及整理	735.00	1.82%	735.00		
2.3.2	潮汐池建设	93.00	0.23%	93.00		
2.3.3	生物引种费用	50.00	0.12%	50.00		

序号	工程项目或费用名称	合计	占总投资 (%)	中央资金 (万元)	地方资金 (万元)	备注
2.4	海岛植被恢复工程	608.60	1.50%	608.60		
2.4.1	海岸带植被恢复	160.00	0.40%	160.00		
2.4.2	盐碱地改良	35.20	0.09%	35.20		
2.4.3	林相改造	413.40	1.02%	413.40		
3	有害生物防治	600.00	1.48%	600.00		
4	海岛污水处理设施提升改造工程	3121.32	7.71%	2965.77	155.55	
4.1	污水处理设施	3066.32	7.58%	2910.77	155.55	
4.2	净化湿地	55.00	0.14%	55.00		
5	海岛水源生态涵养工程	1692.98	4.18%	1292.98	400.00	
6	海岛监测设施	350.00	0.86%	350.00		
7	南麂列岛海域科学考察工程	1800.00	4.45%		1800.00	
8	管护步道	3000.00	7.41%		3000.00	
B	工程费用-海西湾	15319.64	37.86%	12044.08	3275.56	
1	鳌江六桥西侧滨海湿地保护修复工程	874.80	2.16%	874.80		
1.1	场地清理	630.00	1.56%	630.00		
1.3	红树林提升	244.80	0.61%	244.80		
2	鳌江六桥东侧滨海湿地保护修复工程	2964.99	7.33%	2334.69	630.30	
2.1	场地清理	150.00	0.37%	150.00		
2.2	潮沟梳理	239.03	0.59%	239.03		
2.3	海三棱蔗草种植	41.98	0.10%	41.98		
2.4	碱蓬种植	446.21	1.10%	446.21		
2.5	芦苇种植	702.36	1.74%	702.36		
2.6	管护步道	630.30	1.56%		630.30	
2.7	垃圾拦截防护网	22.98	0.06%	22.98		
2.8	牡蛎礁建设	232.13	0.57%	232.13		
2.9	碳汇通量塔	500.00	1.24%	500.00		
3	海西湾退养还海工程	2838.25	7.01%	2838.25		
3.1	退养还海工程	1930.30	4.77%	1930.30		
3.2	生态护坡	698.40	1.73%	698.40		
3.3	耐盐碱植物种植	176.15	0.44%	176.15		
3.4	水质净化植物种植	33.41	0.08%	33.41		
4	海西滨海管护步道建设工程	1594.00	3.94%		1594.00	
5	鳌江河口海湾疏浚工程	7047.60	17.42%	5996.34	1051.26	
C	海洋生态保护修复过程监测与效果评估	1798.00	4.44%	1798.00		
二	其他费用	5448.60	13.47%	4794.54	654.07	
1	建设单位管理费	557.47	1.38%	557.47		
2	前期工作费	2021.00	4.99%	1901.00	120.00	

序号	工程项目或费用名称	合计	占总投资 (%)	中央资金 (万元)	地方资金 (万元)	备注
3	工程监理费	368.44	0.91%	250.44	118.00	
4	勘察测量物探费	556.81	1.38%	472.22	84.59	
5	设计费	1135.61	2.81%	1004.14	131.47	
6	招投标费	32.04	0.08%	32.04		
7	设计审查费	85.00	0.21%	85.00		
8	跟踪审计费	96.12	0.24%	96.12		
9	工程保险费	96.12	0.24%	96.12		
10	海洋生态保护修复质量过程控制 咨询	500.00	1.24%	300.00	200.00	
三	预留费用	1177.59	2.91%		1177.59	
1	基本预备费	1177.59	2.91%		1177.59	
四	估算总金额	40462.77	100.00%	30000.00	10462.77	

表7.1-3 南麂列岛海洋生态保护修复工程投资估算表

序号	工程项目或费用名称	估 算 价 值（万元）					技术经济指标			占总投 资（%）	资金组成	
		建筑 工程费	安装 工程费	设备费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值		中央资金(万 元)	地方资金 (万元)
一	工程费用	16718.93				16718.93				81.74%	11363.38	5355.55
1	沙滩保护修复工程	3597.85				3597.85				17.59%	3597.85	
1.1	沙滩整治修复工程	2247.85				2247.85	m³	73700	305	10.99%	2247.85	
1.2	沙滩排水管治理	400.00				400.00	项	1		1.96%	400.00	
1.3	垃圾清理及岸线清理	800.00				800.00	项	1		3.91%	800.00	
1.4	海漂垃圾拦截装置	150.00				150.00	项	1		0.73%	150.00	
2	重要物种保育与生境恢复	2556.78				2556.78				12.50%	2556.78	
2.1	野生水仙花保育工程	580.18				580.18				2.84%	580.18	
2.1.1	大擂山屿区域内	455.18				455.18	m²	201400	22.601	2.23%	455.18	
2.1.2	野生水仙花人工繁育基地	125.00				125.00	m²	6700	192.00	0.61%	125.00	
2.2	海藻场修复工程	490.00				490.00	m²	4000	1225	2.40%	490.00	
2.3	潮间带生态修复工程	878.00				878.00	m²			4.29%	878.00	
2.3.1	潮间带清洗及整理	735.00				735.00	m²	2450	3000	3.59%	735.00	
2.3.2	潮汐池建设	93.00				93.00	处	31	30000	0.45%	93.00	
2.3.3	生物引种费用	50.00				50.00	项	1		0.24%	50.00	
2.4	海岛植被恢复工程	608.60				608.60				2.98%	608.60	
2.4.1	海岸带植被恢复	160.00				160.00	项	1	1600000	0.78%	160.00	
2.4.2	盐碱地改良	35.20				35.20	m²	32000	11	0.17%	35.20	
2.4.3	林相改造	413.40				413.40	m²	275600	15	2.02%	413.40	
3	有害生物防治	600.00				600.00	项	1		2.93%	600.00	
4	海岛污水处理设施提升改造工程	3121.32				3121.32				15.26%	2965.77	155.55
4.1	污水处理设施	3066.32				3066.32	处	1		14.99%	2910.77	155.55

序号	工程项目或费用名称	估 算 价 值（万元）					技术经济指标			占总投 资（%）	资金组成	
		建筑 工程费	安装 工程费	设备费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值		中央资金(万 元)	地方资金 (万元)
4.2	净化湿地	55.00				55.00	处	1		0.27%	55.00	
5	海岛水源生态涵养工程	1692.98				1692.98	项	1		8.28%	1292.98	400.00
6	海岛监测设施	350.00				350.00	项	1		1.71%	350.00	
7	南麂列岛海域科学考察工程	1800.00				1800.00	项	1		8.80%		1800.00
8	管护步道	3000.00				3000.00	项	1		14.67%		3000.00
二	其他费用				3036.33	3036.33				14.85%	2762.42	273.91
1	建设单位管理费				290.91	290.91				1.42%	290.91	
2	前期工作费				1308.00	1308.00				6.40%	1248.00	60.00
3	工程监理费				192.27	192.27				0.94%	192.27	
4	勘察测量物探费				272.84	272.84				1.33%	230.54	42.30
5	设计费				560.28	560.28				2.74%	488.67	71.61
6	招投标费				16.72	16.72				0.08%	16.72	
7	设计审查费				45.00	45.00				0.22%	45.00	
8	跟踪审计费				50.16	50.16				0.25%	50.16	
9	工程保险费				50.16	50.16				0.25%	50.16	
10	海洋生态保护修复质量过程控制咨询				250.00	250.00				1.22%	150.00	100.00
三	预留费用				698.16	698.16				3.41%		698.16
1	基本预备费				698.16	698.16				3.41%		698.16
四	估算总金额	16718.93			3734.49	20453.42				100.00%	14125.80	6327.62

表7.1-4 海西湾海洋生态保护修复工程投资估算表

序号	工程项目或费用名称	估 算 价 值（万元）					技术经济指标			占总投 资（%）	资金组成	
		建筑 工程费	安装 工程费	设备费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值		中央资金 （万元）	地方资金 （万元）
一	工程费用	15319.64				15319.64				84.12%	12044.08	3275.56
1	鳌江六桥西侧滨海湿地保护修复工程	874.80				874.80				4.80%	874.80	
1.1	场地清理	630.00				630.00	项	1	6300000	3.46%	630.00	
1.2	红树林提升	244.80				244.80	m²	24000	102	1.34%	244.80	
2	鳌江六桥东侧滨海湿地保护修复工程	2964.99				2964.99				16.28%	2334.69	630.30
2.1	场地清理	150.00				150.00	项	1	1500000	0.82%	150.00	
2.2	潮沟梳理	239.03				239.03	m³	58300	41	1.31%	239.03	
2.3	海三棱蔗草种植	41.98				41.98	m²	3280	128	0.23%	41.98	
2.4	碱蓬种植	446.21				446.21	m²	75628	59	2.45%	446.21	
2.5	芦苇种植	702.36				702.36	m²	111486	63	3.86%	702.36	
2.6	管护步道	630.30				630.30	m²	2101	3000	3.46%		630.30
2.7	垃圾拦截防护网	22.98				22.98	m	1630	141	0.13%	22.98	
2.8	牡蛎礁建设	232.13				232.13	个	992	2340	1.27%	232.13	
2.9	碳汇通量塔	500.00				500.00	座	1	5000000	2.75%	500.00	
3	海西湾退养还海工程	2838.25				2838.25				15.59%	2838.25	
3.1	退养还海工程	1930.30				1930.30	m³	524538	36.8	10.60%	1930.30	
3.2	生态护坡	698.40				698.40	m	2328	3000	3.83%	698.40	
3.3	耐盐碱植物种植	176.15				176.15	m²	23177	76	0.97%	176.15	
3.4	水质净化植物种植	33.41				33.41	m²	5750	58.1	0.18%	33.41	
4	海西滨海管护步道建设工程	1594.00				1594.00	项	1	1594	8.75%		1594.00

序号	工程项目或费用名称	估 算 价 值（万元）					技术经济指标			占总投资（%）	资金组成	
		建筑工程费	安装工程费	设备费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值		中央资金（万元）	地方资金（万元）
5	鳌江河口海湾疏浚工程	7047.60				7047.60	万 m³	195	36.14	38.70%	5996.34	1051.26
二	其他费用				2412.28	2412.28				13.25%	2032.12	380.16
1	建设单位管理费				266.56	266.56				1.46%	266.56	
2	前期工作费				713.00	713.00				3.92%	653.00	60.00
3	工程监理费				176.18	176.18				0.97%	58.17	118.00
4	勘察测量费				283.97	283.97				1.56%	241.68	42.30
5	设计费				575.33	575.33				3.16%	515.47	59.86
6	招投标费				15.32	15.32				0.08%	15.32	
7	设计审查费				40.00	40.00				0.22%	40.00	
8	跟踪审计费				45.96	45.96				0.25%	45.96	
9	工程保险费				45.96	45.96				0.25%	45.96	
10	海洋生态保护修复质量过程控制咨询				250.00	250.00				1.37%	150.00	100.00
三	预留费用				479.43	479.43				2.63%		479.43
1	基本预备费				479.43	479.43				2.63%		479.43
四	估算总金额	15319.64			2891.71	18211.35				100.00%	14076.20	4135.15

表7.1-5 前期工作费估算表（南麂列岛海洋生态保护修复工程）

序号	费用名称	金额（万元）	备注
1	海洋生态环境调查	70	
2	水文调查	48	
3	地形测量	20	
4	沙滩调查专题	50	
5	海域论证	50	
6	环境影响评价	40	
7	岸滩稳定性分析	30	
8	悬砂溢油数模	40	
9	冲淤数学模型	40	
10	海藻场生态系统修复稳定性研究专题	80	
11	潮间带生态系统修复稳定性研究专题	80	
12	沙滩稳定性数模	150	
13	设计波要素推算	35	
14	植被调查专题	35	
15	生态红线影响及有限人为活动用海用岛论证专题	150	
16	海藻场分布调查专题	120	
17	可行性研究报告	50	
18	入侵物种分布调查专题	80	
19	建设项目对自然保护地影响专题	80	
20	社会稳定性影响评估	30	
21	水土保持评价	30	
合计		1308	

表7.1-6 前期工作费估算表（海西湾海洋生态保护修复工程）

序号	费用名称	金额（万元）	备注
1	海洋生态环境调查	60	
2	水文调查	48	
3	地形测量	30	
4	海域论证	50	
5	环境影响评价	40	
6	岸滩稳定性分析	40	
7	冲淤数学模型	70	
8	植被种植专题	40	
9	湿地策划方案	50	
10	设计波要素推算	35	
11	生态红线影响及有限人为活动论证专题	50	
12	悬沙溢油模型	50	
13	可行性研究报告	50	
14	湿地植被调查专题	40	
15	航道通航条件影响评价	30	
16	防洪安全性评价	30	
合计		713	

表7.1-7 海洋生态保护修复过程监测与效果评估费明细表

序号	项目名称	单位	数量	实施区域	单价 (万元)	合价 (万元)	备注
	监测评估费					1798	
一	生态环境监测					660	
1	项目前期生态环境监测					由前期工作支付	
2	项目中期生态环境监测					330	
2.1	水、沉、生环境监测					86	
2.1.1	水质监测	次·点	10	2	1.5	30	
2.1.2	生物生态监测	次·点	6	2	3	36	
2.1.3	沉积物监测	次·点	10	2	1	20	
2.2	地形监测	次·点	10	1	10	100	
2.3	水动力监测	次·点	6	2	7	84	
2.4	项目中期生态环境监测评价报告	份	1	2	30	60	
3	项目后期生态环境监测					330	
3.1	水、沉、生环境监测					86	
3.1.1	水质监测	次·点	10	2	1.5	30	
3.1.2	生物生态监测	次·点	6	2	3	36	

序号	项目名称	单位	数量	实施区域	单价 (万元)	合价 (万元)	备注
3.1.3	沉积物监测	次·点	10	2	1	20	
3.2	地形监测	次·点	10	1	10	100	
3.3	水动力监测	次·点	6	2	7	84	
3.4	项目后期生态环境监测评价报告	份	1	2	30	60	
二	红树林生态系统调查评估	次·点	36	1	3	108	3 个断面，沉积环境每年 1 次，其它每年 4 次，调查 3 年
三	海藻场生态系统调查评估	次·点	96	1	1.5	144	8 个断面（6 个断面位于修复区内，2 个断面为修复区外），每年 4 次，调查 3 年
四	盐沼生态系统调查评估	次·点	45	1	3	135	鳌江六桥东侧设 7 个断面，退养还海区设 8 个断面，每年 1 次，调查 3 年
五	海岛植被生态系统调查评估	次·点	9	1	13	117	每年 1 次，3 座岛屿，调查 3 年
六	沙滩调查评估	次·点	60	1	2.5	150	每年 1 次，5 座沙滩每座沙滩 4 条断面，调查 3 年
七	牡蛎礁生态系统调查评估	次·点	6	1	4	24	2 个断面，每年 1 次，调查 3 年
八	河口海湾疏浚监测评估	次·点	2	1	15	30	3 个调查断面每年 1 次，调查 3 年；2 次水深地形监测
九	监测评估报告					430	
1	《2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目项目前期生态修复监测报告》	次	1	1	50	50	
2	《2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目项目中期生态修复监测报告》	次	1	1	50	50	
3	《2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目项目后期生态修复监测报告》	次	1	1	50	50	

序号	项目名称	单位	数量	实施区域	单价 (万元)	合价 (万元)	备注
4	《南麂列岛海洋生态保护修复工程完成 状况调查与效果评估报告》	次	1	1	60	60	
5	《海西湾海洋生态保护修复工程完成状 况调查与效果评估报告》	次	1	1	60	60	
6	《2025 年温州市海洋生态保护修复工程 项目效果综合评估报告》	次	1	1	70	70	
7	《2025 年温州市海洋生态保护修复工程 项目适应性管理专题》	次	1	1	90	90	

（二）盈利能力分析

本项目为公益类项目，可不作盈利能力分析。

（三）融资方案

本项目总估算 40462.77 万元，拟申请中央财政资金 30000.00 万元，地方财政资金筹集 10462.77 万元，无需贷款。

（四）偿债能力分析

本项目无债务，可不作偿债能力分析。

（五）财务可持续性分析

落实管护资金。按照不同类型的项目，分别实行预算安排县级资金、财政专项补助资金、社会筹资等不同方式落实后期管养资金。通过补助、以奖代补等形式，下发项目责任单位。同时积极鼓励和引导社会企业及个人参与投入项目后期管护，形成以“政府投入为主、社会资金融入为辅”的多元化资金筹资机制。平阳县承诺后期管护资金及时足额到位，财务具有可持续性。

（六）2025 年投资计划

2025 年计划完成生态修复总面积 12.06 公顷，其中整治修复岸线长度 14190 米，滨海湿地整治修复面积 12.06 公顷。计划总投资 1.1 亿元。

八、项目影响效果分析

（一）经济影响分析

生态经济强调的是绿色发展，即以可持续发展的方式进行经济发展。它注重对生态环境的保护，促进经济良性循环和健康发展。因此，生态修复是生态经济发展的基础。

1 提升生态系统生产总值

“绿水青山就是金山银山”。生态系统生产总值（GEP）是生态系统为人类福祉和经济社会可持续发展提供的各种最终物质产品与服务价值的总和，主要包括生态系统提供的物质产品价值、调节服务价值和文化服务价值。南麂重要湿地修复建设将改善湿地生态环境、提升生物多样性和生态系统服务功能，具有潜在的重要经济效益。野生水仙花种质资源、关键海藻种类等物质供给，涵养水源、净化水质、水土保持、固碳释氧、气候调节等服务，将提升南麂列岛的生态系统生产总值。

2 促进旅游业发展，提高就业率

海洋生态修复促进平阳县经济健康、协调发展。改善生态环境，提升海岛人居环境质量，吸引更多的游客前来观光旅游，为当地餐饮、酒店、娱乐等产业带来商机，创造更多的就业岗位和机会，推动生态旅游业高质量发展。项目的实施也促进南麂列岛湿地资源的可持续利用，丰富的经济性贝藻类物种、药用功效物种等将得到更科学合理的利用。生态环境质量的提升也为投资经营者创造

了良好的投资环境，产生更多的经济效益，为长期发展提供更广阔的空间和更多的机遇。

（二）社会影响分析

1 促进南麂岛可持续发展

南麂列岛重要湿地修复的实施，将对当地的社会经济发展具有很大的推动作用。改善南麂列岛的湿地生态环境，提高南麂岛的人居环境质量，助力南麂建设“生态岛”“美丽岛”，为当地居民和游客提供了更好的生活和旅游环境，满足人民日益增长的美好生活需要，不断增强人民群众获得感、幸福感、安全感，为当地经济发展注入新的动力。

2 提高南麂湿地影响力

南麂列岛是中国首个国家级海洋自然保护区，也是国际重要湿地之一。修复项目的实施将促进公众对湿地和生态环境的认识和关注，提高公众的环保意识和参与度，提升南麂列岛的国际地位和影响力，吸引更多的国际游客和学者前来参观和研究。

3 展示新时代生态文明建设成果的窗口

南麂列岛重要湿地独特的地理环境、生物多样性以及典型的海洋生态系统类型具有重要的科研价值和科普教育意义。南麂列岛湿地修复采用近自然湿地生境改善技术，模拟自然湿地的结构、功能和过程，探索近海海域湿地生态修复新技术，对我国近海海域湿地保护修复建设起到示范和引领作用。南麂列岛重要湿地修复工程项

目的实施，让更多的公众了解湿地保护修复的必要性与重要性，提高公众的环保意识和参与度，提升南麂列岛的生态文明建设，成为新时代生态文明建设成果的展示窗口。

4 维护海岛生态安全

通过实施沙滩整治修复、海洋垃圾清理等湿地污染治理工程，进行沙滩垃圾清理、沙滩底泥清淤、沙滩表层流泥清除、沙滩补沙，以及海面漂浮垃圾、海底垃圾清理等，净化南麂湿地水环境，提升南麂重要湿地及其周边海域的自净能力，改善南麂岛屿及其周边海域的水质状况，恢复海岸沙滩生态功能，提升岸滩生物栖息地的环境质量。湿地修复将有效维护南麂列岛湿地的水环境安全，提升海湾生态品质，巩固南麂列岛“和美海岛”“美丽海湾”的建设成效。

5 提升南麂生物多样性

南麂列岛湿地是一个特殊的海洋生物分布混合区和过渡区，拥有优越的自然环境和丰富的海洋资源。海洋生物多样性的保护修复直接关系到南麂列岛湿地生态系统的健康。通过海洋生态修复提升南麂湿地的物种多样性、遗传多样性和生态系统多样，从而提高南麂列岛的完整性和稳定性，为维护海洋生态系统平衡和促进海洋生物繁衍生长提供重要保障。

6 增强湿地生态系统服务功能

生态系统为人类生存、生产和生活提供了必要的生态支撑和多种多样的生态服务。通过持续开展南麂重要湿地修复治理，按照自

然恢复为主、自然恢复和人工修复相结合原则，利用科学合理的生态技术与工程措施，改善湿地生态环境，提升湿地生态质量，充分发挥南麂湿地涵养水源、净化水质、调节气候、防风护岸、保护生物多样性等重要功能，对维护海峡西岸生态安全具有重要意义。

（三）生态环境影响分析

1 设计依据

(1) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

(2) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；

(3) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

(4) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

(5) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；

(6) 《城市区域环境噪声标准》(GB3096-2008)

(7) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；

(8) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

(9) 《海洋生物质量标准》（GB18421-2001）；

(10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

(11) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；

(12) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018，2019.10.28 修）。

2 主要污染源、污染物

2.1 建设期主要污染物及其影响

（1）施工机械和运输车辆噪声影响

建设期间产生的噪声主要来自建筑施工机械噪声，具有阶段性、临时性和不固定性等特点，噪声的污染程度与所使用的施工设备的种类及施工队伍的管理水平有关。

（2）施工场地及运输途中的扬尘、汽车尾气对大气环境的影响

工程施工期对空气环境的污染主要来自工地扬尘，尤其是干燥无雨的有风天气，扬尘对大气的污染较为严重，主要以车辆行驶扬尘为主。废气主要为施工机械设备产生的废气，包括施工车辆及其它机械设备运行时产生的尾气。

（3）工程建设以及施工人员生活污水对水环境的影响

施工期的水污染源主要是施工人员产生的生活污水及其施工船舶、机械运行和维修时产生的含油污水以及钻孔泥浆等。

（4）建筑垃圾和施工人员产生的固体废弃物对环境的影响

拆卸下来的材料设备包装，施工人员的生活垃圾等，需收集后交陆域环卫部门处理。

2.2 运营期主要污染物及其影响

本工程在运营期间产生的影响较小，基本不用考虑。

3 环境保护治理措施

3.1 施工期环境保护对策措施

(1) 施工期大气污染控制措施

①选择经国家行业规定允许运营的施工机械、船舶等设备，要求耗油量低、效率高。

②合理安排施工时间，尽量缩短现场施工作业时间，以减少施工船舶排放烟气对大气环境的影响。

③定期对施工船舶进行检修与维护，以保证其正常运行；采用清洁燃油，尽量避免施工船舶空负荷运行，以减少污染物的排放。

(2) 水污染防治对策措施

①施工人员生活污水处理措施

本工程施工人员的生活污水主要发生在施工船舶上，为防止施工船舶上生活污水对海域水环境造成影响，本项目要求施工船舶应对船上生活污水进行集中收集，并与机舱油污水区别对待，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，禁止生活污水排放入海。

②施工船舶含油污水处理措施

施工船舶机舱含油污水是本工程主要的废水污染物，按照交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，本项目施工船舶在施工前应在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理，铅封后的船舶油污水定期排入海事部门指定的岸上接收设施进行委托处理，以每月靠岸将船舶含油污水接收上岸处理，以保证船舶含油污水不排放入海。

同时，施工单位应经常检查船只、设备性能完好率，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁出海作业，防止发生机油泄漏事故，并及时进行检修维护。海上施工场所应设置醒目的警示标志，提醒过往船只远离施工场所，避免与施工船舶发生碰撞事故。

（3）施工船舶噪声防治对策措施

本工程在施工时产生的噪声主要来自于施工船舶，噪声防治建议如下：

①施工船舶配置低噪声的机械设备，对产生高噪声的机械设备进行消声处理，定期对施工机械设备进行维护检修，使其保持良好的运行状态。

②定期检查维护施工船舶的性能，严格控制船舶不必要的鸣笛。

③合理安排施工进度，尽量缩短现场施工时间，禁止夜间施工。

（4）施工期固废污染防治对策措施

①施工船舶产生的生活垃圾不得弃于海中，应集中收集定期上岸委托当地环卫部门清理。

②养殖退养还海作业前，建设单位必须根据相关规定指定严格的施工程序，将拆除废物放置指定区域，按照拆除作业程序执行，运输过程中应禁止随意丢弃，防止对运输路线的海洋生态环境造成损害。

（5）海域生态保护措施

为了减小工程施工对周边海域生态环境的影响，建议采取以下措施：

①施工期污染防范应以预防为主。在施工过程中，应加强施工队伍的组织和管理工作，严格按照操作规程，科学安排作业程序，尽量避免和减少造成海水悬浮物的增加量，从而减小对浅海水生生物的影响。

②加强风险防范措施和应急准备，杜绝污染事故特别是溢油事故发生。

③加强施工期船舶含油污水、生活污水和生活垃圾的收集处置，严禁向海域倾倒各种垃圾或排放未达标的废水。

④施工过程中对施工船舶加强管理，划定作业带，限定船舶的活动范围。

⑤合理安排施工工期，施工过程中要适时监控，掌握鱼类的产卵期，并适时调整施工方案，在鱼类的产卵期尽量减少水下施工，防止对幼鱼和产卵期的成鱼产生影响。

⑥严格养殖设备拆除及替换作业程序，将拆除废物放置指定区域，按照拆除作业程序执行，运输过程中应禁止随意丢弃，防止对运输路线的海洋生态环境造成损害。

3.2 营运期环境保护对策措施

尽量减少设备维修、更换过程中的噪音、废弃物等污染源与污染物的产生。

施工过程中对工程水域生态环境产生影响的主要因素是沙滩补

沙、海湾清淤、养殖设备拆除、排水口治理工程中的管道埋设，但上述情况是短期的、可逆的。当施工结束后，施工区域及附近水域的水质、底栖环境将逐渐恢复平静，底栖生物和浮游生物等种类也将逐渐恢复，水域生态环境将逐渐恢复。营运期过往船舶产生的生活污水、生活垃圾和船舶油污水，均不允许在海域排放，营运期对工程所在海域水质环境基本无影响。

4 环境管理及监测

为监督工程环境保护措施的落实和达到治理效果，环保部门应行使其环境监督管理职责，并委托有资质的监测单位进行环境监测。

（1）按国家、市、环境保护部门制定的有关环境保护的政策，法规和条例，结合工程的特点和环境对策，制定出环境保护措施的实施办法，做到组织落实。

（2）按环境监测计划实施日常监测、污染事故发生时的临时监测和污染事故的处理工作，本项目实施过程中环境监测的重点是对海域水质和海域生态环境的监测，并在施工结束后一段时间内进行跟踪监测。

（3）加强施工污水、废渣的监管力度，防止施工污水直接排海。

5 环境影响评价

工程施工期的噪声、固体废弃物、废水、废气等各项污染物在采取了积极有效的防治措施后都能满足国家和地方相关的法律、法

规，并符合区域环境功能区的要求。本项目实施应认真落实各项环保政策，并加强环保管理，本项目施工期所产生的对环境不利影响可以得到有效的缓解和控制。

（四）资源和能源利用效果分析

1 设计依据

- （1）《节能中长期专项规划》（发改环资[2004]2505 号）；
- （2）《国务院关于进一步加强对淘汰落后产能工作的通知》（国发〔2010〕7 号）；
- （3）《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》（国发[2007]15 号）；
- （4）《国务院关于进一步加强对节油节电工作的通知》（国发〔2008〕23 号）；
- （5）《建设部关于贯彻〈国务院关于加强节能工作的决定〉的实施意见》（建科[2006]231 号）；
- （6）《产业结构调整指导目录》（2019 年）；
- （7）《中国节能技术政策大纲》（2006 年）；
- （8）《中华人民共和国国家发展和改革委员会令》第 6 号；
- （9）《水运工程节能设计规范》（JTS150-2007）；
- （10）《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2008）；
- （11）《机械行业节能设计规范》（JBJ-14-2004）；
- （12）有关专业提供的节能措施和数据。

2 能耗特点、能源供应情况

本工程耗能时段主要存在于施工期，运营期基本不耗能。消耗的能源种类主要为施工期的船机消耗燃料油及各种电器设备消耗电能。

3 能耗状况

由于本项目为生态修复工程，非生产营业性质的工程。本工程能耗的主要为施工期耗能，施工期能耗设备为挖掘机和工程车，包括自卸汽车、起重机、混凝土罐车、长臂反铲挖掘机、混凝土搅拌机、振捣棒、电焊机等。本工程消耗的能源种类为柴油、汽油，由市场采购方式解决。

4 节能措施和节能效果分析

4.1 施工期的节能技术和措施

(1) 选择适合本工程施工条件的船机设备，尤其是要尽量选择能耗低、效率高的施工船舶，以提高施工效率，降低能耗。

(2) 根据本工程施工特点配备必需的船机设备，同时做好施工设备的管理、使用和维护，并配备数量充足的易损件和关键配件，确保施工设备始终处于良好的状态。

(3) 选用国家推荐的节能产品用于施工作业；

(4) 采用高效率、耗能低的产品，如施工船舶等。

(5) 在施工时尽量优化施工工序和方法，减少不必要的施工工序间的交叉；既提高作业效率，又降低能耗水平。

(6) 制定详细的施工计划，合理安排施工工序，特别是各施工

工序间的衔接。选择合理的流水节拍和施工速度，尽量使设备、人员的使用强度趋于平均，避免产生大的波动，以减少能源的浪费。。

4.2 其他节能技术和措施

- (1) 制定相应的节能规章制度。
- (2) 加强施工人员的节能意识教育。
- (3) 加强各能耗品种的计量和管理，避免能源浪费。

4.3 营运期主要节能措施

本项目营运期基本无能耗设备。

(五) 碳达峰碳中和分析

我国拥有庞大的建筑业市场，根据 2019 年发布的《中国建筑能耗与碳排放研究报告》中提供的数据，2020 年我国的建筑与建造能耗总量占全国能源消费总量的 46.0%，为 22.7 亿 tce；同时，建筑全过程碳排放总量占全国碳排放总量的 50.9%，为 50.8 亿吨二氧化碳，这些数据揭示出建筑业在我国的能源消耗和碳排放中扮演的重要角色。目前我国正处于经济上升期，城市化建设进程也在逐步推进，建筑能耗随之也将进一步提高，我国的能源危机将日益严重，因此建筑业急需向绿色低碳转型升级。采取有效手段降低建筑业的碳排放，发展低碳建筑符合建筑业发展的时代要求，节能建筑的广泛应用不仅对环境保护有积极作用，而且也可以提升住宅的舒适度。

为分析本项目碳达峰碳中和情况，我们将对项目的能耗水平进

行评估，并在此基础上，提出碳排放控制方案，并分析项目对所在地区碳达峰碳中和目标实现的影响。

（1）能耗水平评估：通过对项目运营过程中的能源消耗进行统计，分析项目的能耗水平，以判断项目的能源利用效率。

（2）碳排放预测与核算：基于能源消耗数据，预测并核算项目年度碳排放总量。同时，统计项目主要产品的碳排放强度，以便对比和改进。

（3）碳排放控制方案：提出项目碳排放控制方案，包括：

- 1）提高能源利用效率：降低能源消耗，减少碳排放；
- 2）采用清洁能源：使用太阳能、风能等可再生能源，降低化石能源的依赖；
- 3）优化设备与技术：更新设备，采用低碳技术，实现绿色生产；
- 4）推进循环经济：开展废弃物回收利用，减少资源浪费，降低碳排放；
- 5）建立碳排放管理体系：进行碳排放监测、报告和核算，定期评估碳减排进展。

（4）减少碳排放的路径与方式：通过上述方案，明确项目在短期、中期和长期的碳排放控制目标。在实施过程中，关注政策变化，持续优化碳排放控制措施。

（5）对所在地区碳达峰碳中和目标的影响分析：综合评估项目的碳排放控制方案对所在地区碳达峰碳中和目标实现的影响。根据

地区碳减排要求，持续调整项目的碳排放控制措施，以支持地区碳达峰和碳中和目标的实现。

（6）本项目滨海湿地和海藻场修复后，将发挥海岸带蓝碳生态系统的重要碳汇价值。

通过以上分析，建设及运营主体应努力降低能耗水平，提高能源利用效率，并采取切实可行的碳排放控制措施，以实现碳达峰和碳中和目标，为地区环境质量改善和全球气候变化减缓做出贡献。

九、项目风险管控方案

（一）风险识别和分析

工程建设项目具有投入资金大、开发周期长，影响因素多，效益与风险共存等特点。随着科技的发展和项目自身环境的变化，工程建设项目所涉及的不确定因素、随机因素和模糊因素越来越多，从筹划、设计、建造到竣工后使用，整个过程都存在着各种各样的风险，并伴随工程项目建设的全过程。因此，在投资决策过程中，准确地识别风险因素并判断风险等级十分必要，本项目实施可能遇到的风险主要有以下几方面。

（1）价格风险

目前我国正处于经济快速发展阶段，人工费、材料费、设备使用费将不可避免受到涨价的冲击。在未来的建设期间，项目投资不可避免的会受到涨价因素的影响。

（2）工程技术风险

是指技术条件的不确定性而引起工程变更的可能性。技术风险主要表现在可行性研究、工程方案选择、工程勘察、工程设计、工程施工、工程监理等过程中，由于技术标准和计算模型的选择、设计参数的选取等问题上出现偏差而形成的技术变更风险。但由于本项目采用的各项技术和设备均为成熟的技术和设备，本项目工程技术风险轻微。

（3）投融资风险

本项目为生态修复工程项目，资金来源主要为申请国家资金补贴，不发生贷款，宏观经济形势的变化、经济政策的调整等，都有可能影响资金来源的可靠性、充足性和及时性，总体资金筹措风险较低。

本项目主要资金来自中央资金，不存在风险情况，地方资金已经由地方政府财政部门进行了承诺，不会引发隐性债务，不会有投融资风险。

（4）建设条件风险

本项目所在区域岸线资源优良，具有完备的配套工程和城市依托条件；本工程所需建筑材料均可在当地及附近地区解决。

（5）施工对周边环境污染风险

本项目施工过程中会造成少量泥沙散落流失入海，使海水水质混浊，增加海水中的疏浚悬浮物，产生局部淤积，对海水水质和海洋生物造成局部和短期影响。施工期间产生的噪声、粉尘和施工机械排放的有害气体、含油污水也会对周边环境造成一定影响。施工期还将产生一定量的建筑垃圾和生活垃圾，也会对环境产生一定影响。

（二）风险管控方案

通过以上分析，对本项目构成风险的因素是：价格、环境污染，其应对措施如下：

（1）价格方面

本工程建设需要大量的砂石料、水泥、柴油，在工程实施过程

中，应注重石料来源地的经济合理性，同时在施工招标时，尽量利用技术力量强、设施完备、经验丰富的施工单位，将工程投资控制在估算范围内。

（2）环境污染方面

选取低噪声施工机械和运输车辆。施工机具产生的噪声，其影响仅局限在施工现场附近，因此不会对环境产生大的影响。应合理安排施工进度，避免夜间高噪声施工和车辆鸣笛。

应保持施工场地平整，运输物料加盖蓬布以减少物料散落。易起尘物料堆放应搭盖临时仓库或适当洒水防尘。施工垃圾应及时清运，严禁向海上任意倾倒。施工机械的尾气应达标排放。做好施工机械和设备的维修保养，避免施工机械设备带故障运行对环境产生的危害。

十、研究结论和建议

（一）主要研究结论

1 建设必要性

本项目实施是贯彻习近平总书记对南麂自然保护区“要高度重视这里的生态环境，把生物多样性保护好”重要指示的需要；

本项目实施是实施《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021-2035 年）》，提升南麂列岛生物多样性的需要；

本项目实施是进一步提升南麂岛“和美海岛”建设和深化示范效应的需要；

本项目实施是履行国际公约职责，维护与提升南麂列岛湿地生态系统服务功能的需要；

本项目实施是保护修复滨海湿地，减少入海污染，恢复基岩岸线属性的需要。

本项目在政策、选址、技术条件、组织、社会、资金等方面均具有可行性。项目的实施与生态保护红线的有限人为活动准入要求及自然保护地准入要求相符，实施范围与确权用海、永久基本农田保护红线、平阳县围填海历史遗留问题图斑无重叠。

2 建设规模

通过开展野生水仙花保育，其中就地保护与恢复面积 20.14ha，建设野生水仙花人工繁育基地 0.67ha；修复海藻场总长 0.8km；修复潮间带总长 2.45km；海岛植被恢复面积 27.56ha；对 3 座海岛实

施有害生物防治；采取海滩养护修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km；建设海岛污水处理设施，提升海岛污水处理能力；开展海岛水源生态涵养，修复山塘 3 处；提升、建设管护步道长 15km；开展南麂列岛海域科学考察等措施，修复南麂列岛海域海岛。

通过退养还海措施，恢复基岩岸线长 3.56km，退养还海面积 16.76ha；种植滨海盐碱植被面积 21.35ha；提升红树林面积 12.06ha；清理岸线长 14.19km；建设牡蛎礁面积 1.51ha；建设碳汇通量塔 1 座；鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m^3 ；建设管护步道长 3.57km 等开展滨海湿地保护与修复。

和实施方案批复稿建设内容进行对比分析，规模基本一致。增加大榑山屿山塘，鳌江河口海湾疏浚面积增加 179.6 公顷。

3 建设可行性

（1）本项目符合国家相关政策

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》（简称《全国双重规划》）于 2020 年 6 月 11 日由国家发展改革委和自然资源部联合印发，且已将平阳明确列入其“三区四带”总体布局内，属于“海峡西岸重点海湾河口海岸带修复区”。作为《全国双重规划》的重要组成部分，《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035 年）》（简称《海岸带建设规划》）是其中精心部署的九大专项规划之一。

其中南麂岛明确重点建设内容为：推动基于生态系统的南麂列岛岛群区生物多样性的保护，加大岛陆和海域野生动植物及其栖息

地的保护力度，开展海洋生物水下监测监视。加强南麂岛岛陆有害生物防治，开展受损山体、受损岸线和岛陆植被的修复，提升海岛生态系统质量和稳定性。本次南麂列岛海洋生态保护修复工程将加强南麂列岛大型海藻场的保护，开展铜藻场等大型海藻生境修复，因地制宜实施人工藻场构建和大型海藻种植，促进海洋生物多样性的恢复。因此符合《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2021—2035 年）》的定位。

（2）本项目符合地方相关规划

《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划（2023-2030 年）》在分析南麂列岛湿地资源现状的基础上，制定了保护区湿地保护恢复、湿地科研监测、湿地科普宣教、湿地管理体系规划的主要内容。其中，湿地保护恢复规划包括湿地生态空间管控、海岛植被及植物生物多样性保护和修复、海岸带湿地生态保护和修复、湿地水鸟及其栖息地保护修复、重要海洋生物生态修复与研究。本次南麂列岛生态修复工程建设内容符合《浙江省南麂列岛国际重要湿地规划（2023-2030 年）》的要求。

本次南麂列岛生态修复工程将开展海藻等海洋生物栖息地恢复，同时开展保护区科学考察，掌握保护区的基本情况，为后期的管理与保护提供基础资料，符合《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划（2025-2034 年）（征求意见稿）》的要求。

《浙江省国土空间规划（2021~2035 年）》将海域划分为海洋发展空间、海洋生态空间，本项目位于海洋发展空间和海洋生态空

间内。根据前述分析，本项目符合海洋发展空间和海洋生态空间相关要求，因此本规划与《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》（公开版）相符合。

符合《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例》（2017 修改）、《南麂列岛风景名胜区总体规划》和《浙江省自然保护区建设项目准入负面清单》相关规划的要求。

（3）本项目技术具有可行性

南麂列岛自 20 世纪 50 年代以来，先后进行过 100 余次科学调查考察活动，公开发表了多部论文选集、科考文集以及专著，并编制了一系列保护规划。而近年南麂岛初步开展了野生水仙花保育工作、珍稀鸟类中华凤头燕鸥招引及铜藻场修复等工作。此外，鳌江北岸已开展了两期红树林种植工作。

（4）工程区域内配套设施齐全，依托条件好。

项目建设所需水、电、通讯等设施可依托周边现有设施由附近市政管线接入。本地区砂石料，苗木等材料来源丰富，建设所需均可就近解决，能够满足施工需求。

（5）总投资总估算 40462.77 万元。其中，工程费用 33836.57 万元，其他费用 5448.60 万元，预留费用 1177.59 万元。拟申请中央财政资金 30000.00 万元，地方财政资金筹集 10462.77 万元。

综上所述，无论从国家政策及规划符合性、项目经验、自然条件还是外部环境，本工程的建设都是可行的。

（二）建议

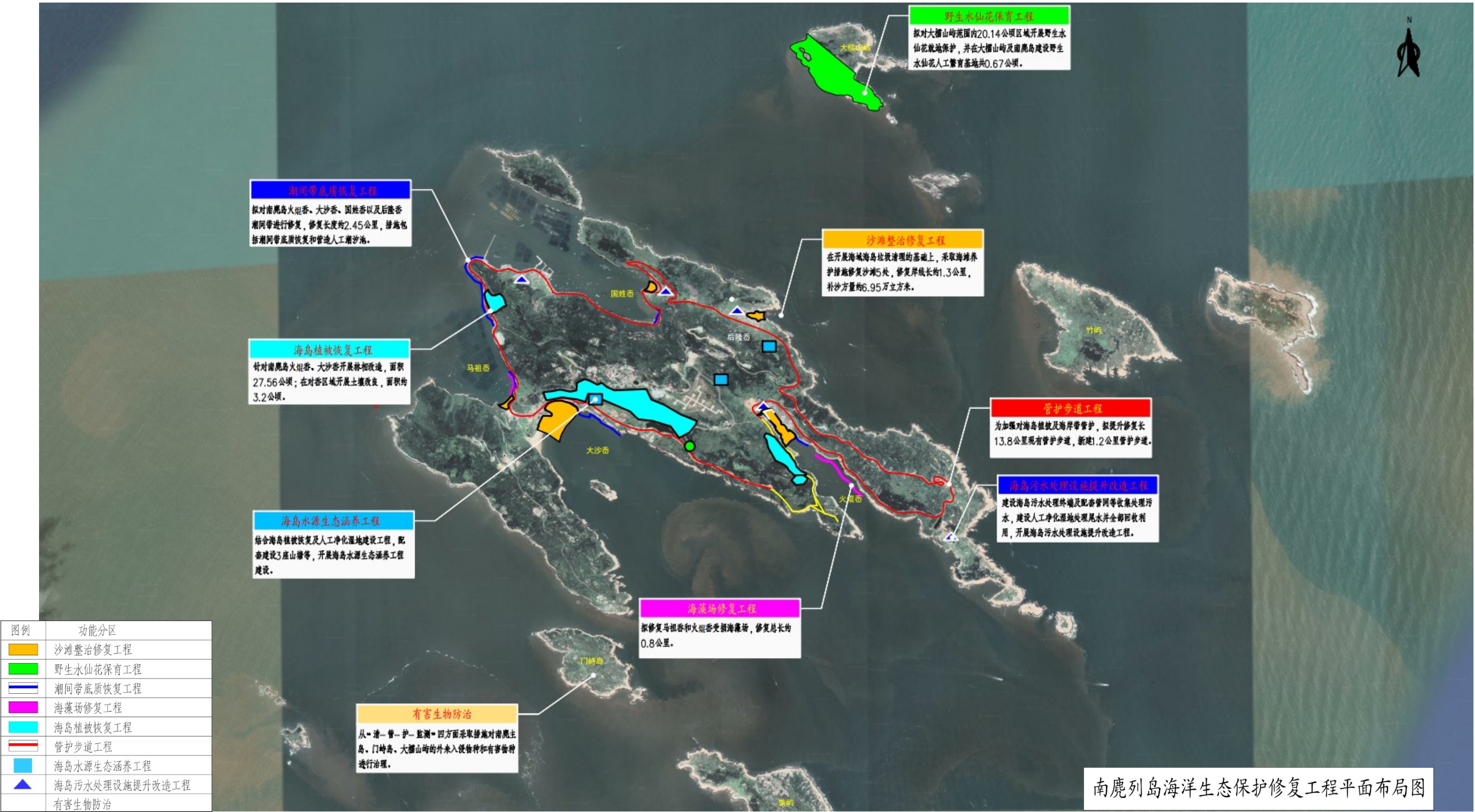
（1）项目实施过程中及建成后，需做好植被、生态等项目稳定监测工作，并根据监测情况，对植被进行必要的维护。

（2）项目实施过程中采用环保施工措施，做好跟踪监测工作，减轻对周围环境和生态的不利影响。

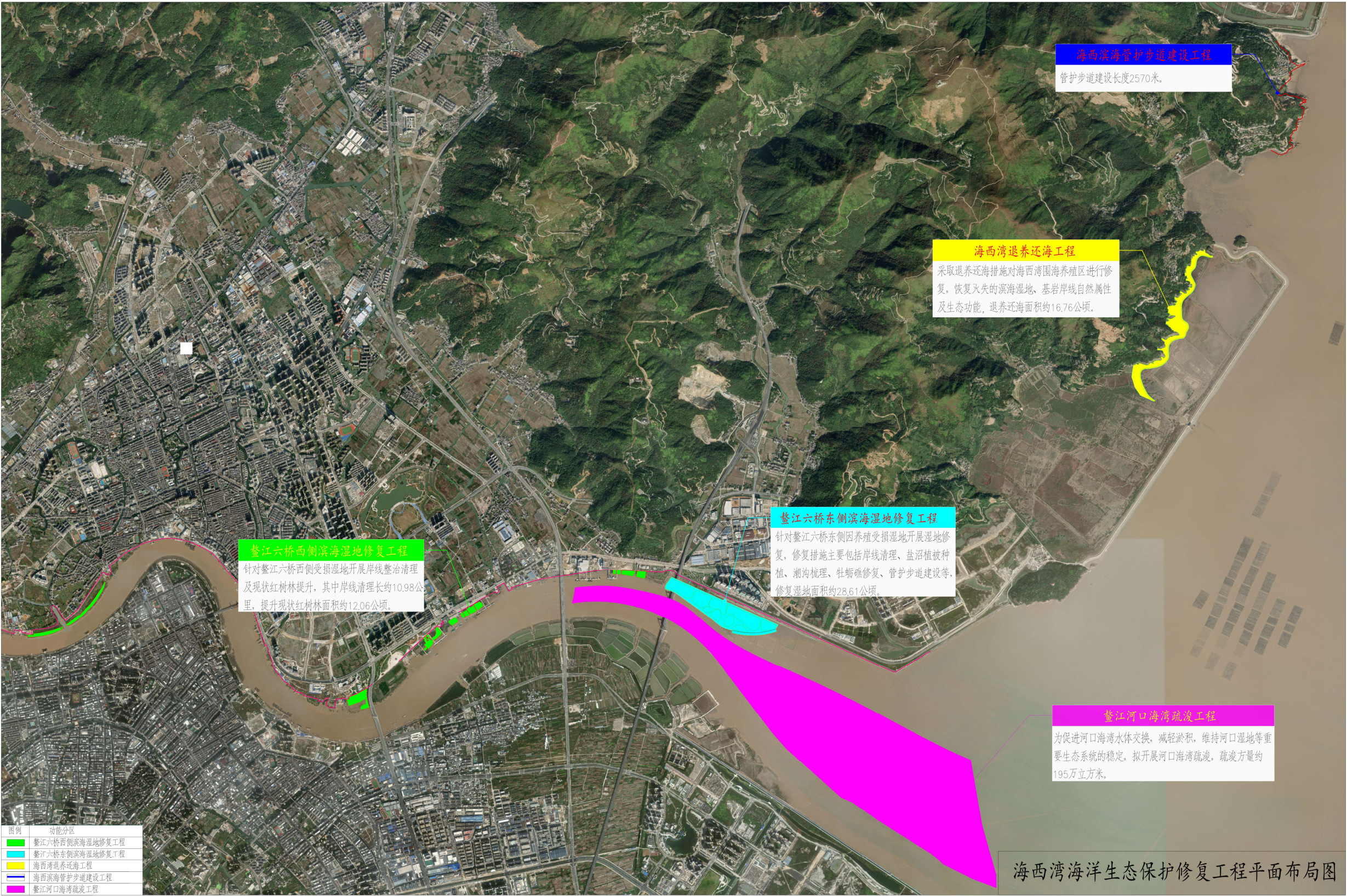
（3）建议尽快开展相关专题研究及勘察设计工作。

十一、附图

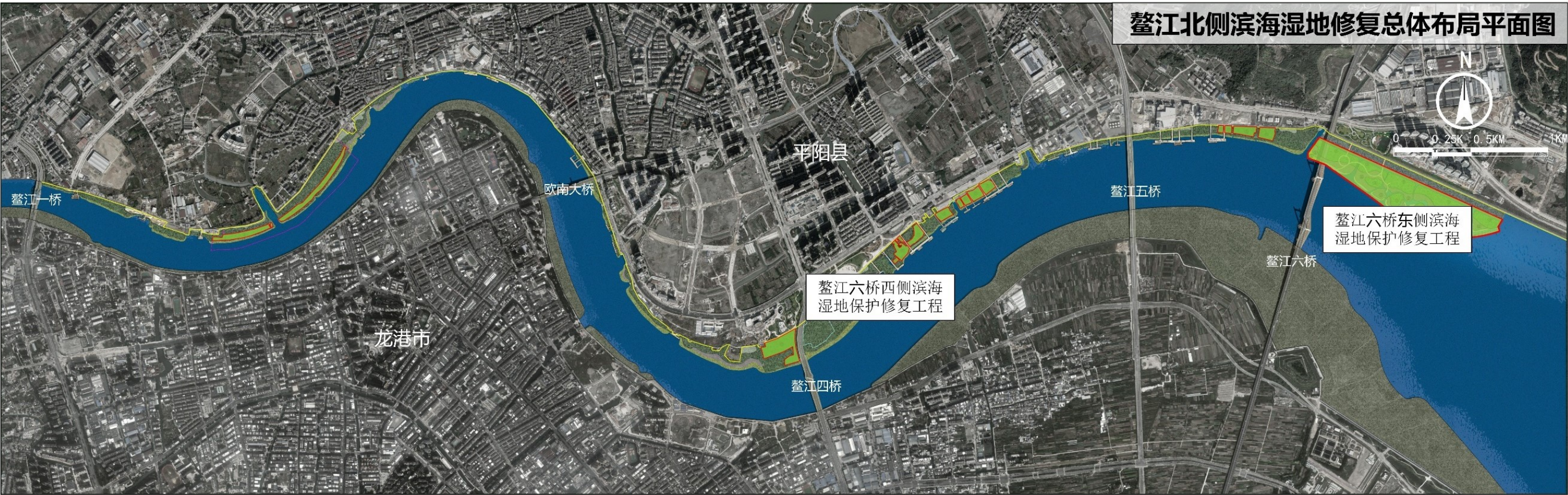
附图 1 南麂列岛海洋生态保护修复工程总平面布置图

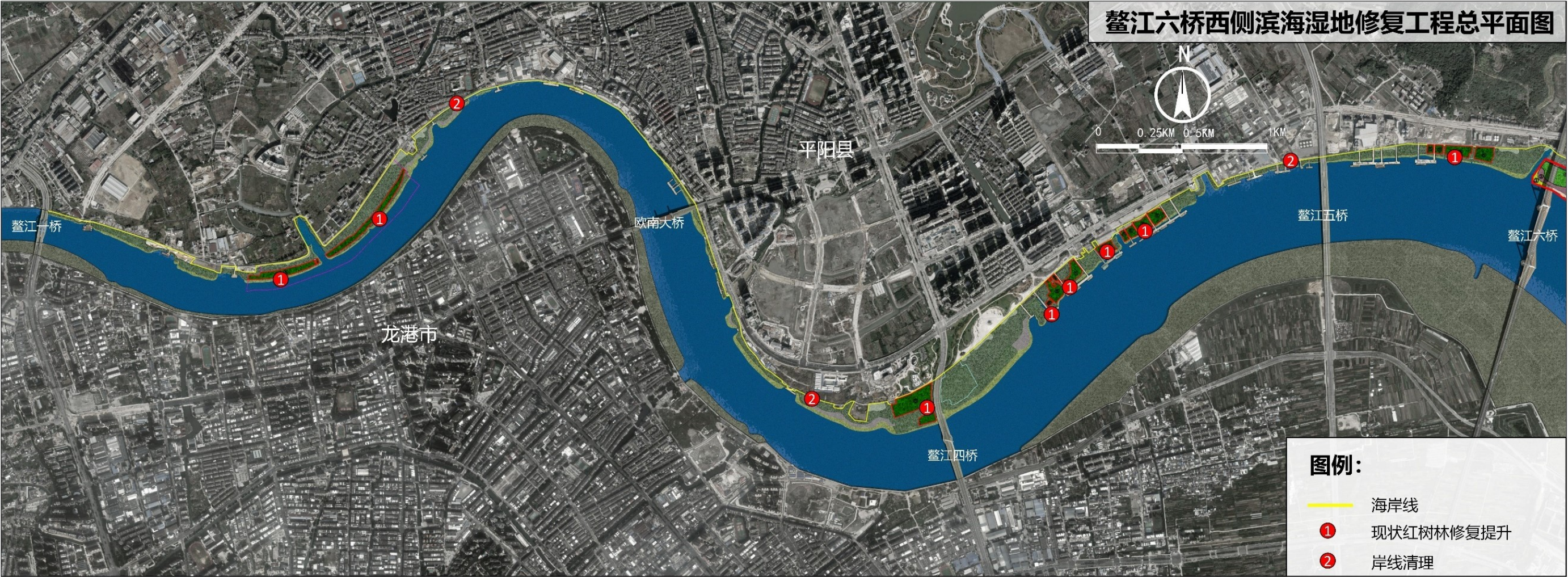


附图 2 海西湾海洋生态保护修复工程总平面布置图

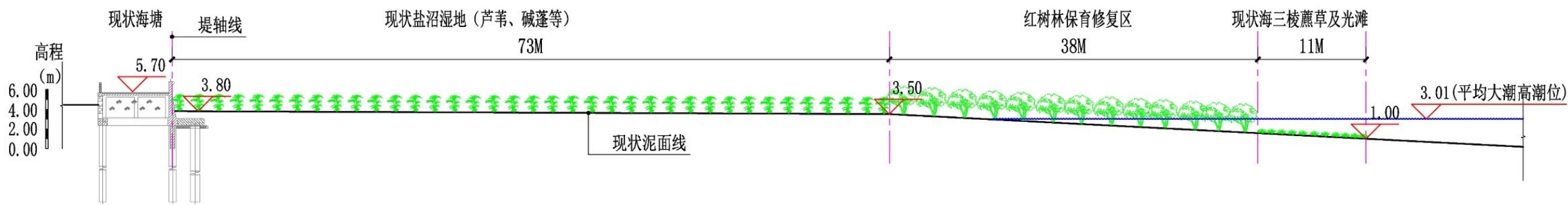
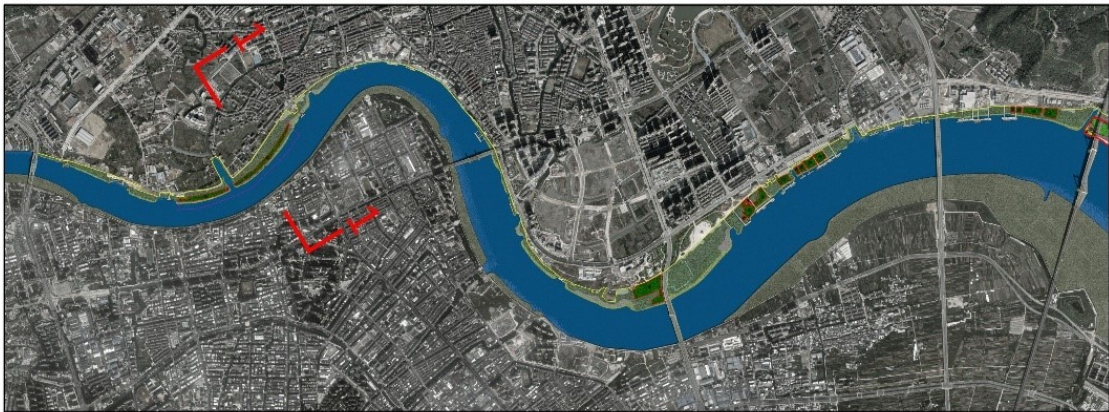


附图 3 海西湾海洋生态保护修复工程彩平及断面图





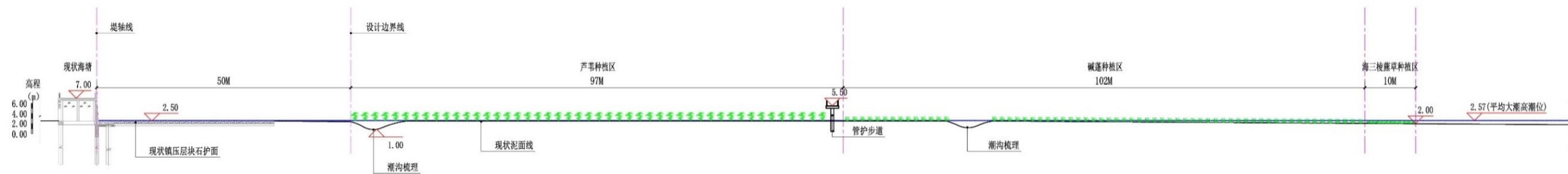
鳌江六桥西侧滨海湿地保护修复工程1-1断面图



鳌江六桥西侧滨海湿地保护修复工程1-1断面图



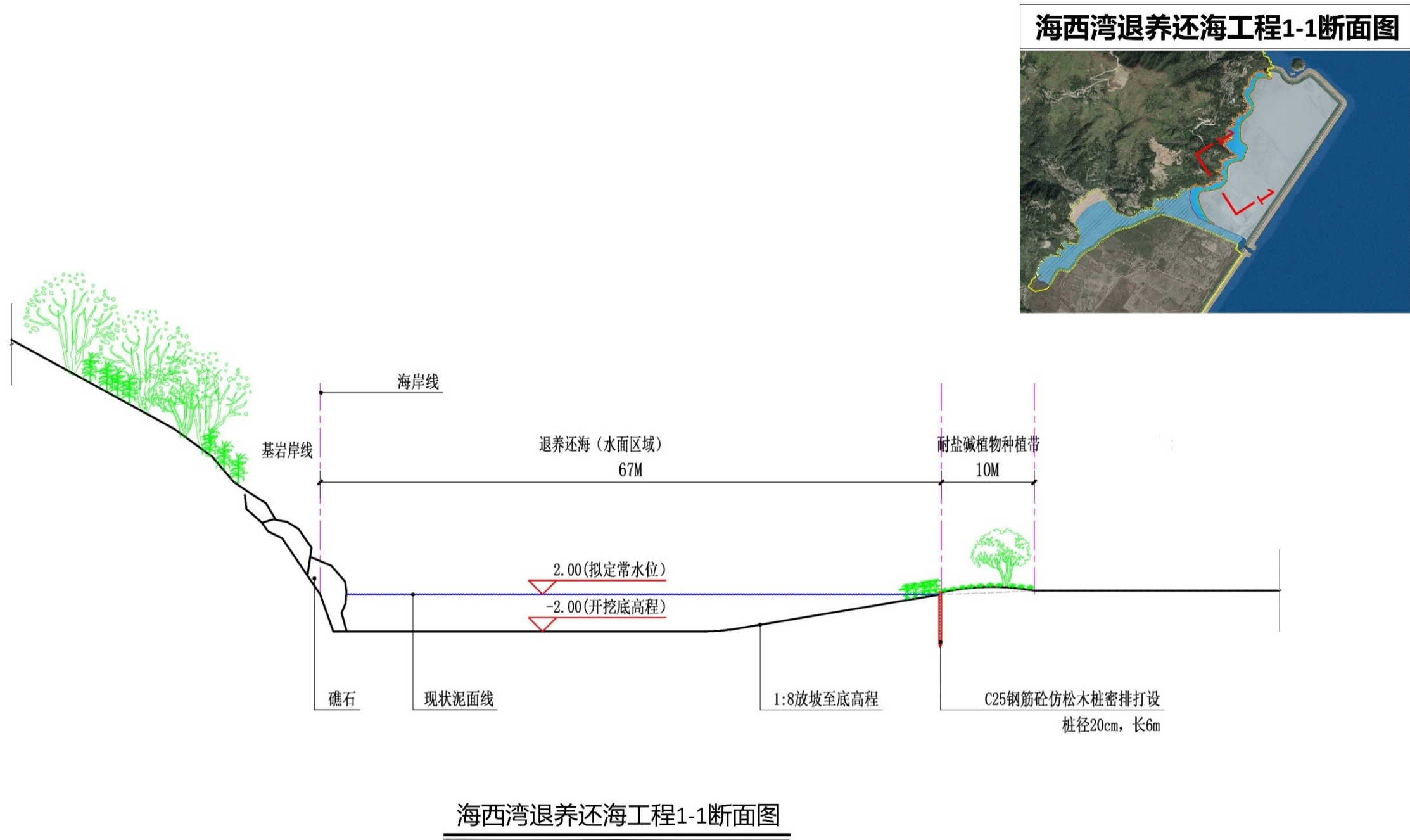
鳌江六桥东侧滨海湿地保护修复工程1-1断面图



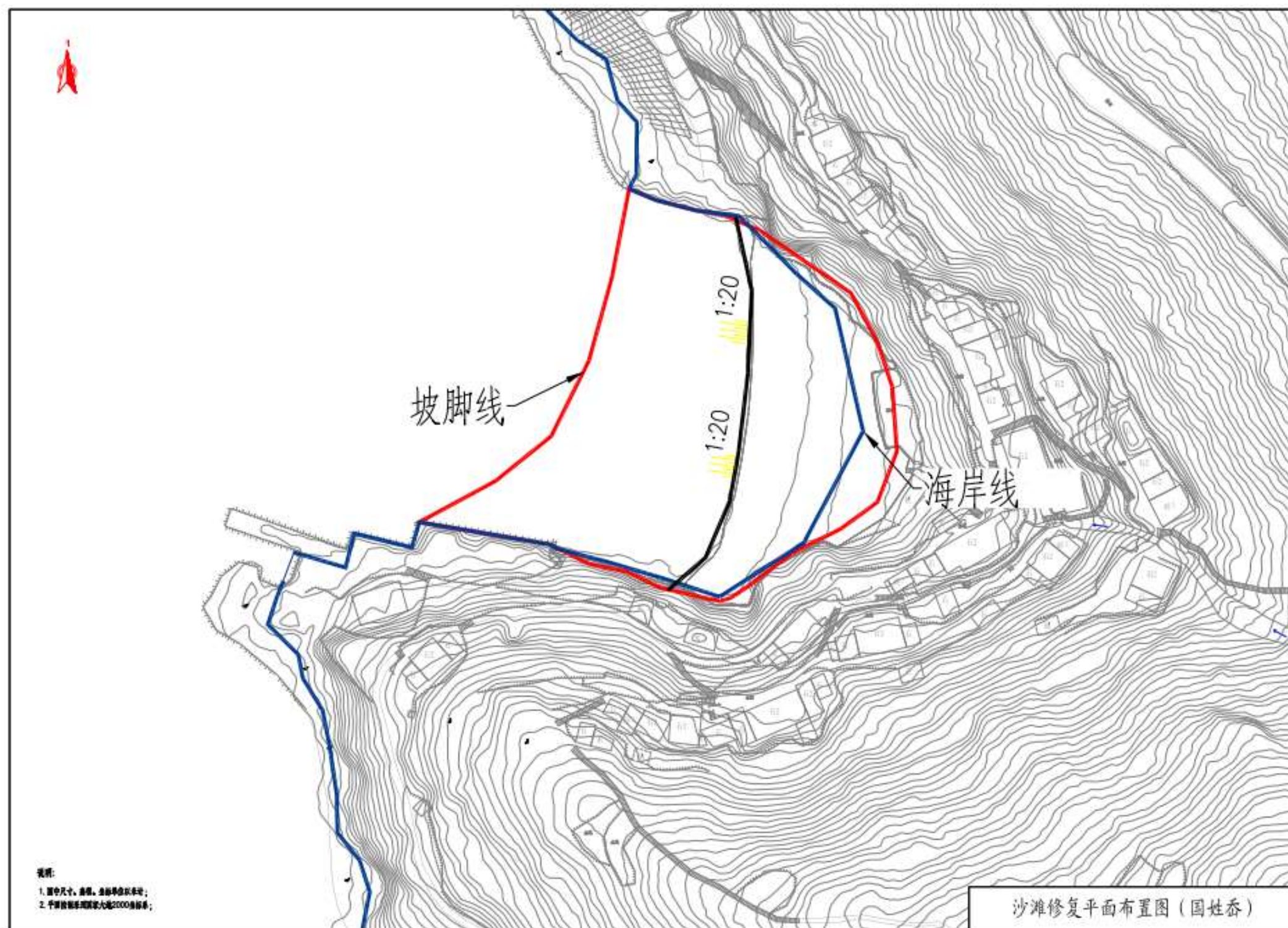
鳌江六桥东侧滨海湿地保护修复工程1-1断面图

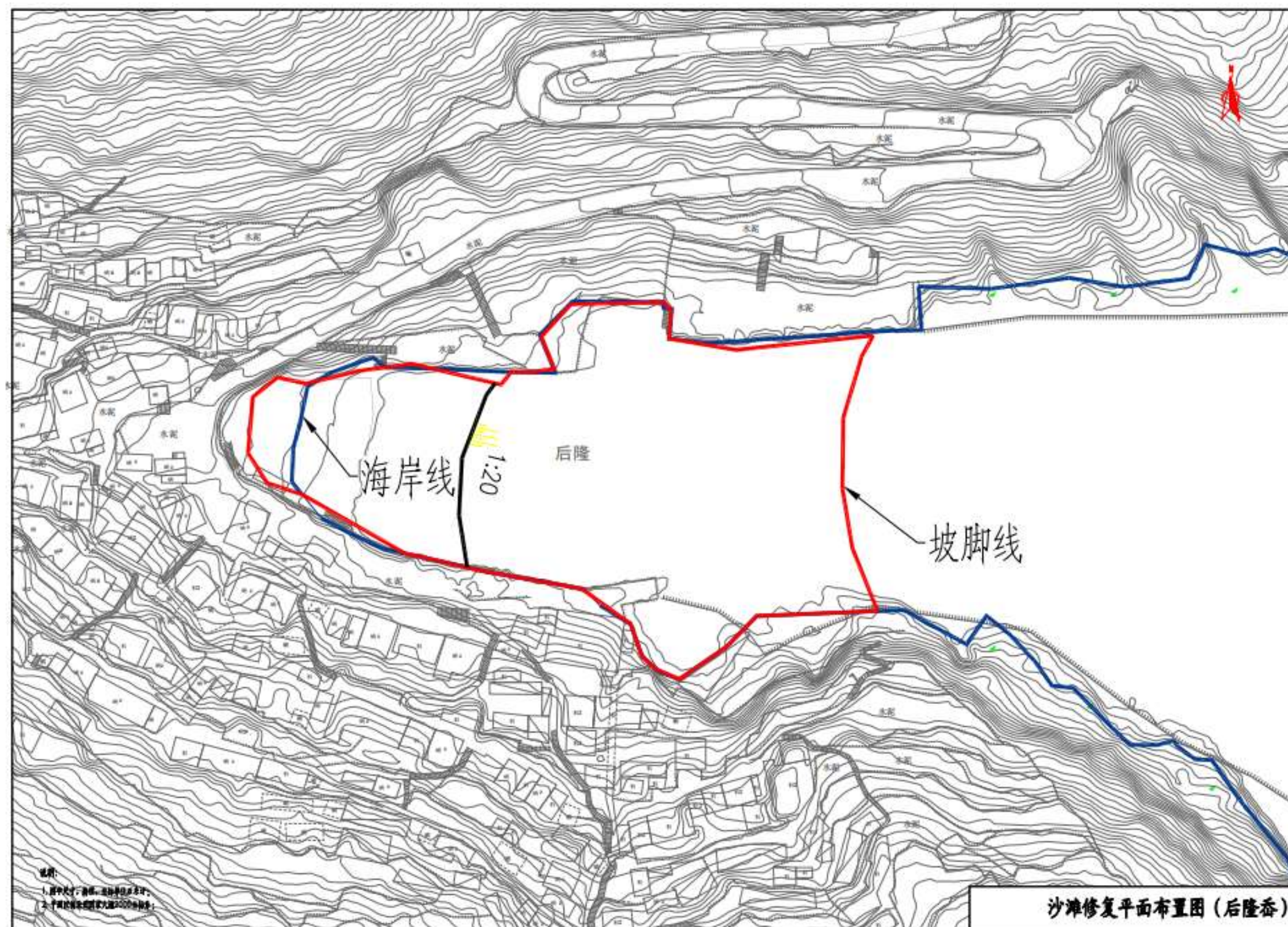
注：1、盐沼植被在现有泥面上种植。
2、原养围塘殖区涂面整理区域原则上高程不超过平大潮高潮位。

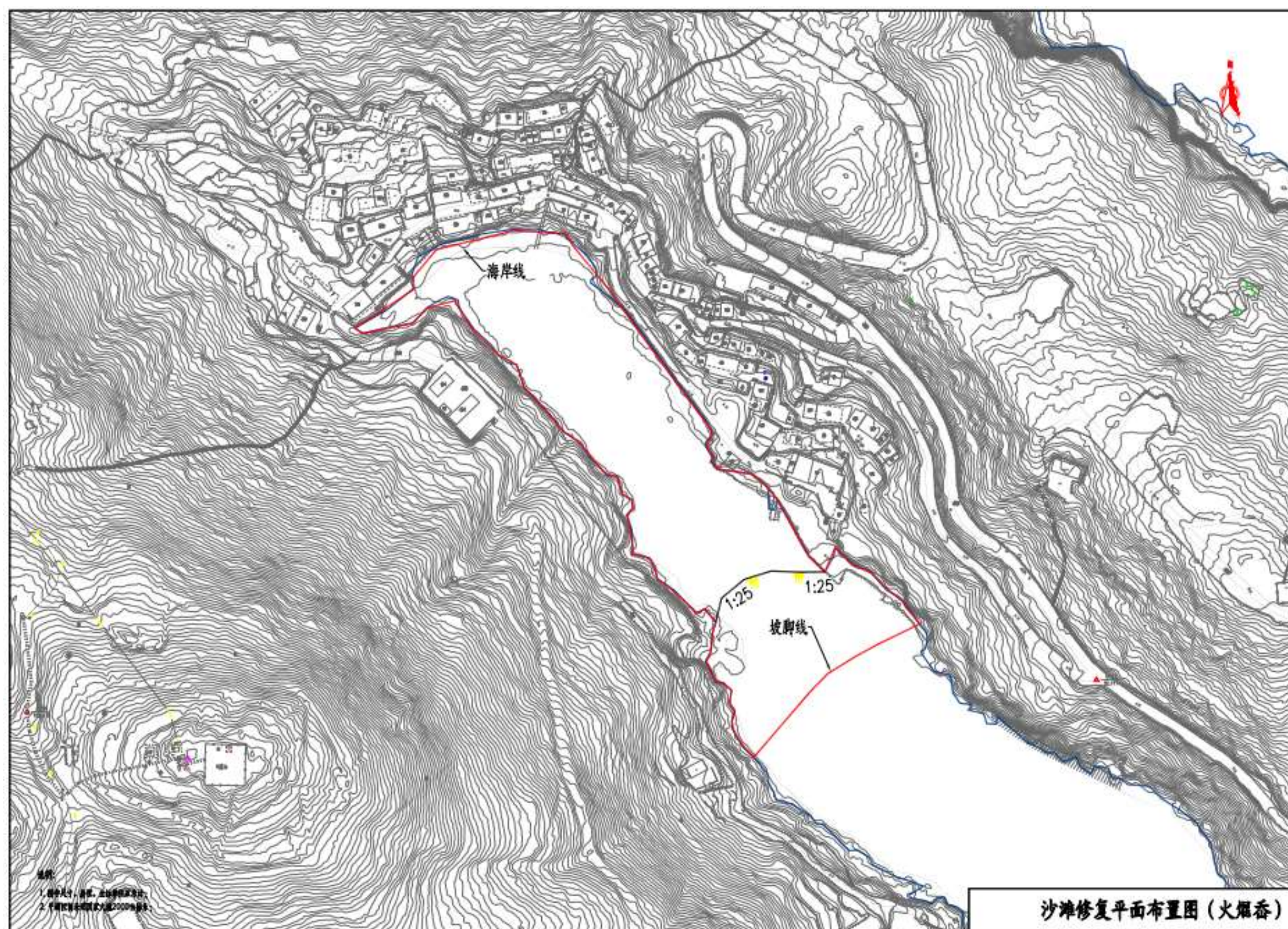


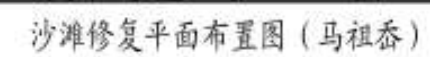


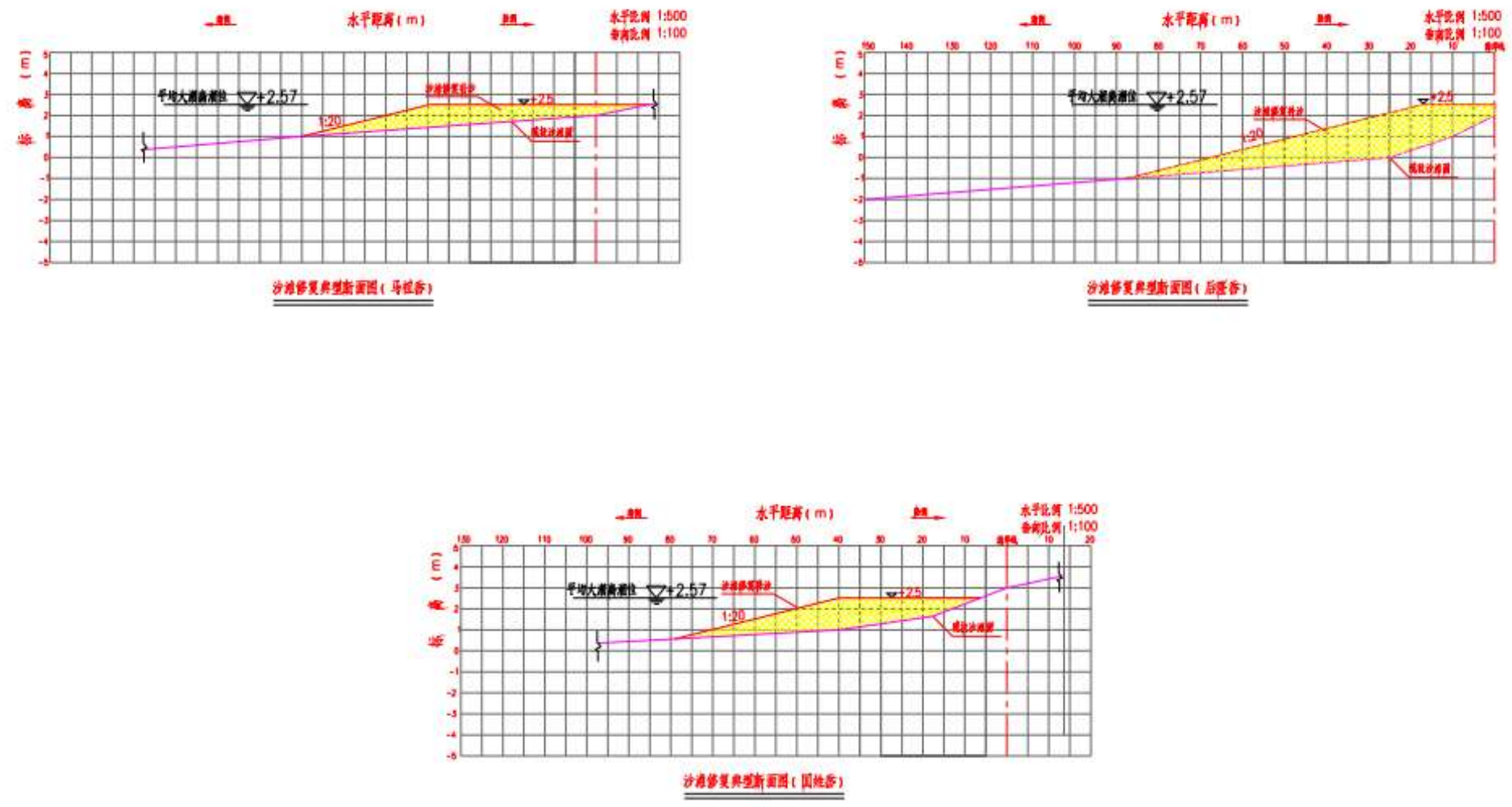
附图 4 沙滩修复平面及断面图





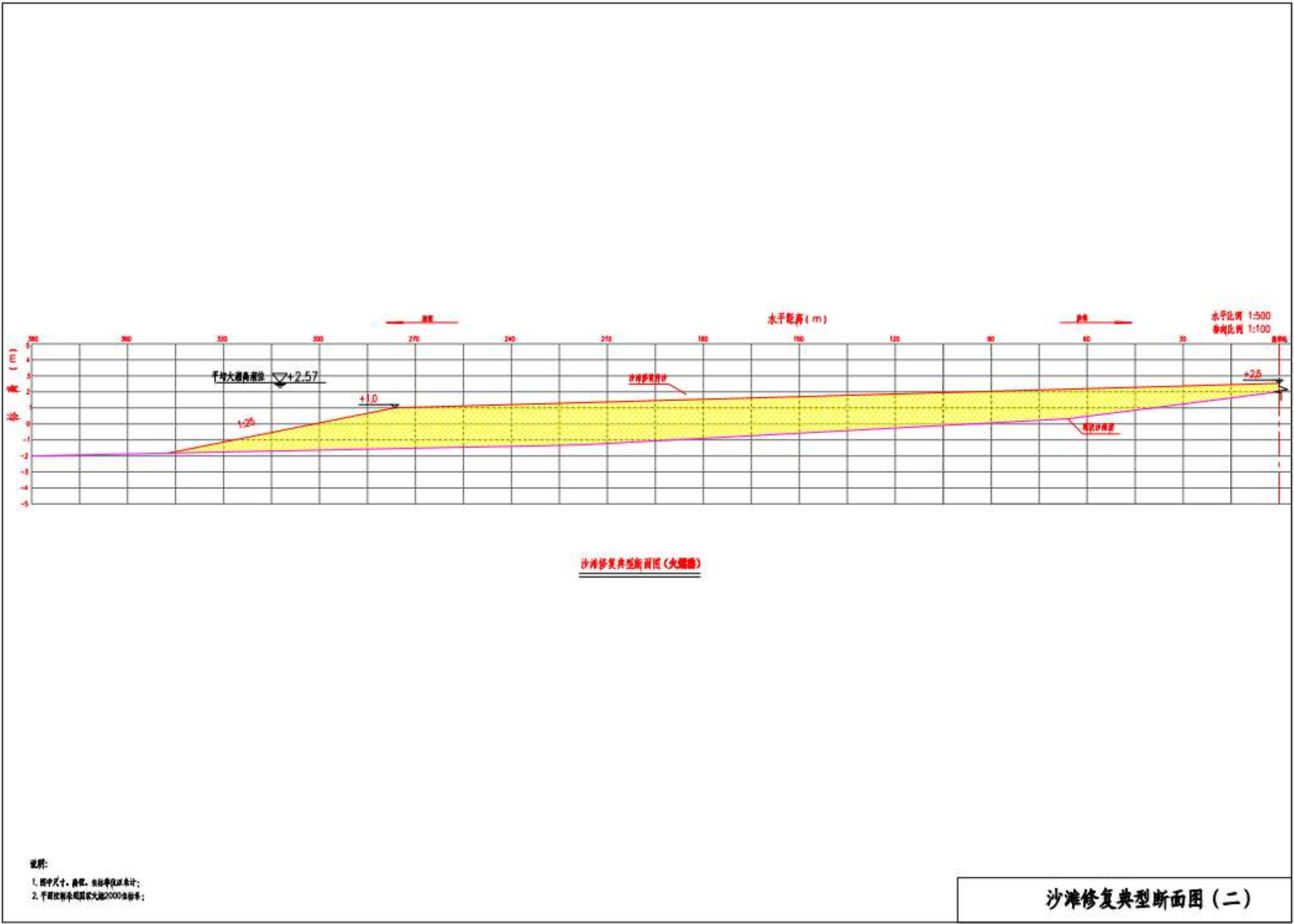




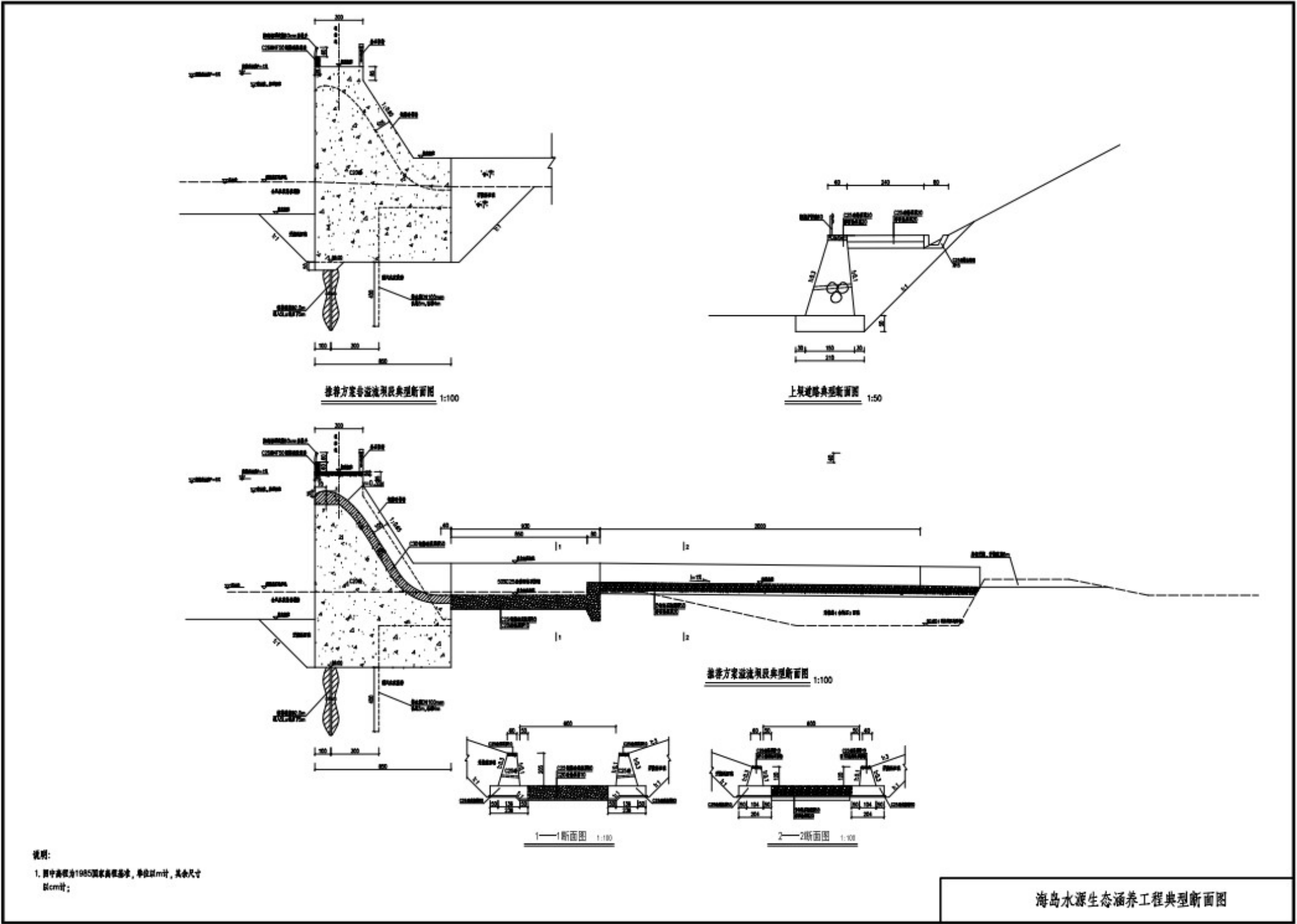


说明:
1. 图中尺寸、高程、坐标均以本图;
2. 平面坐标参照国家大地2000坐标系;

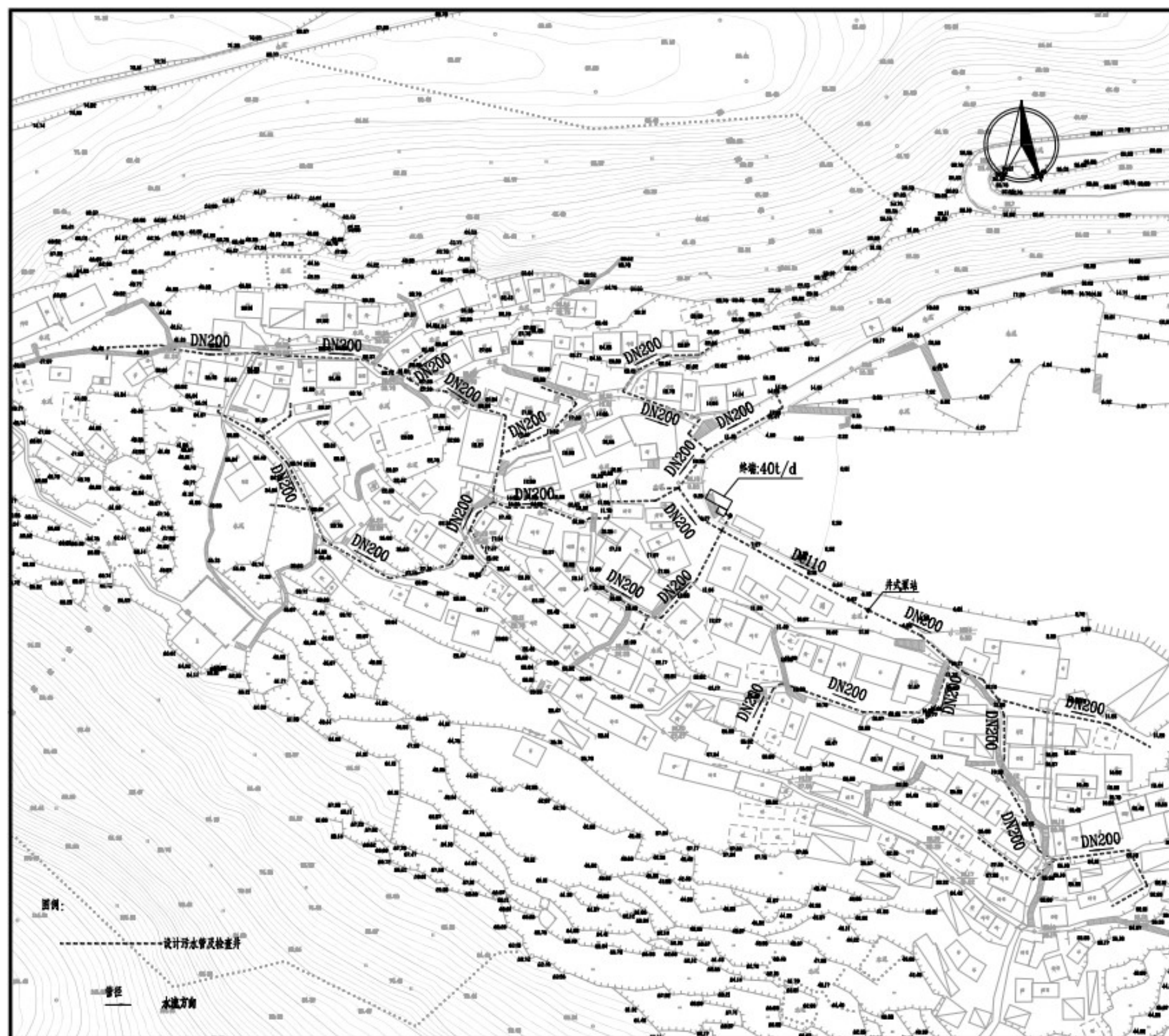
沙滩修复典型断面图(一)

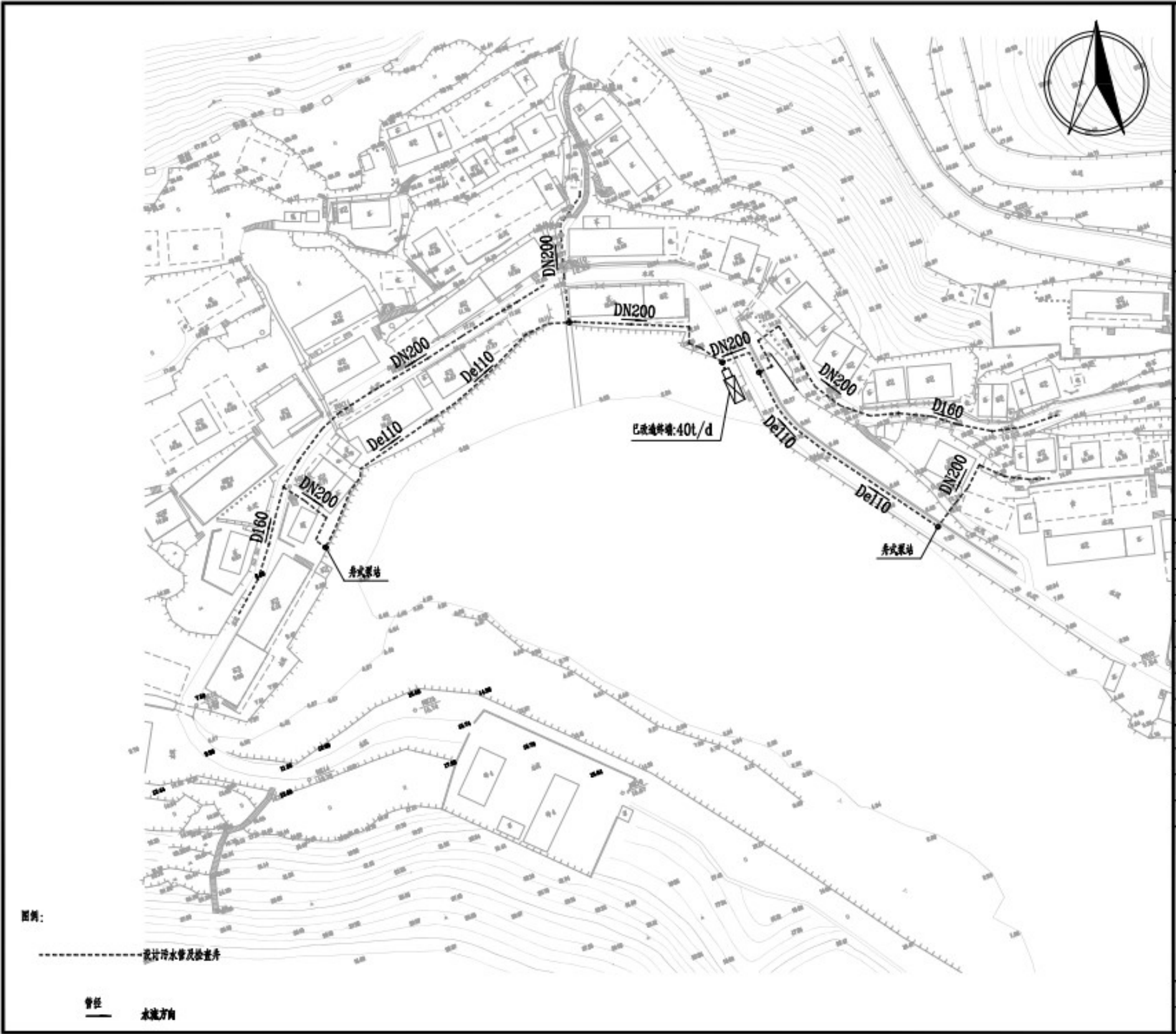


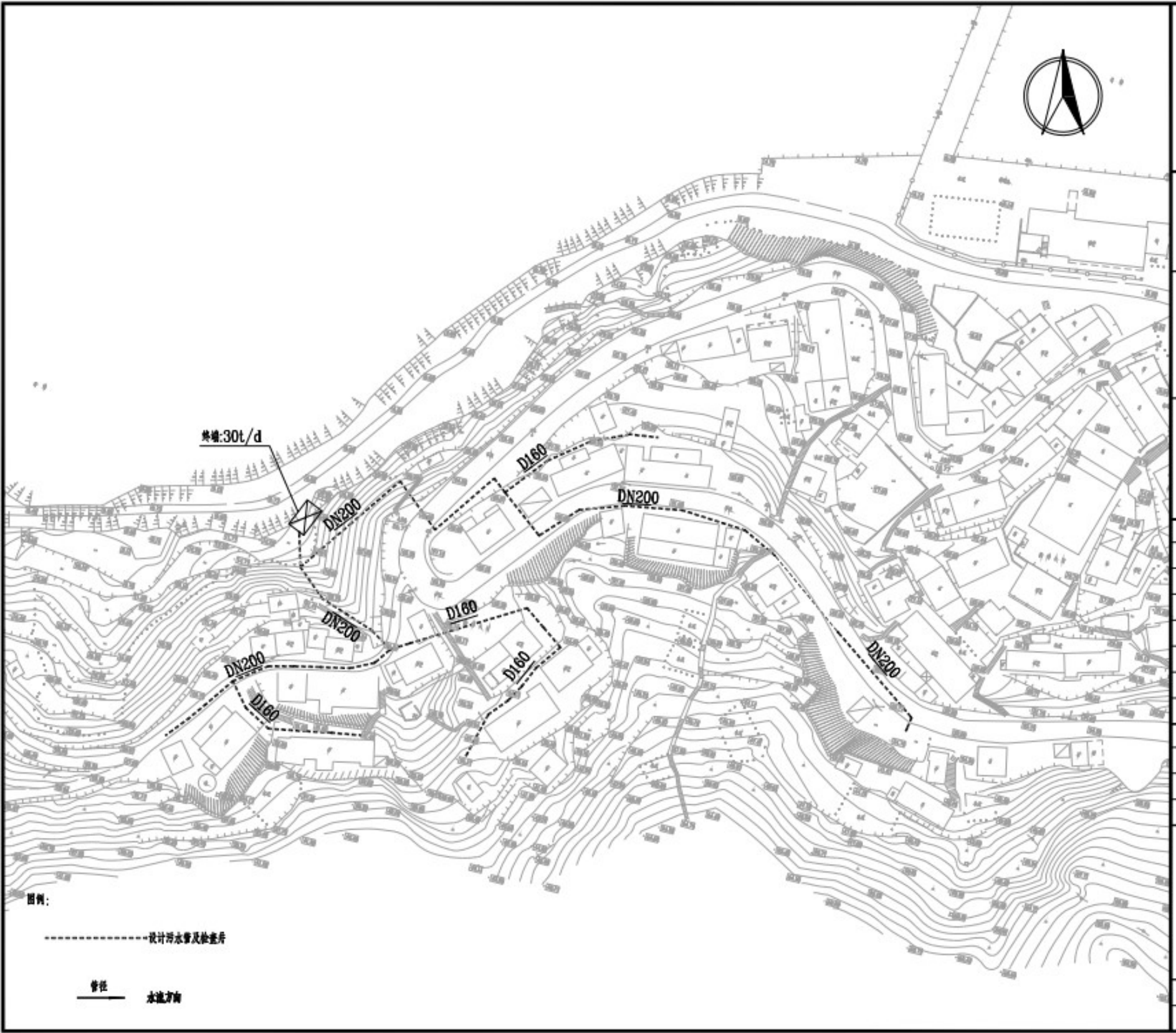
附图 5 海岛水源生态涵养工程典型断面图



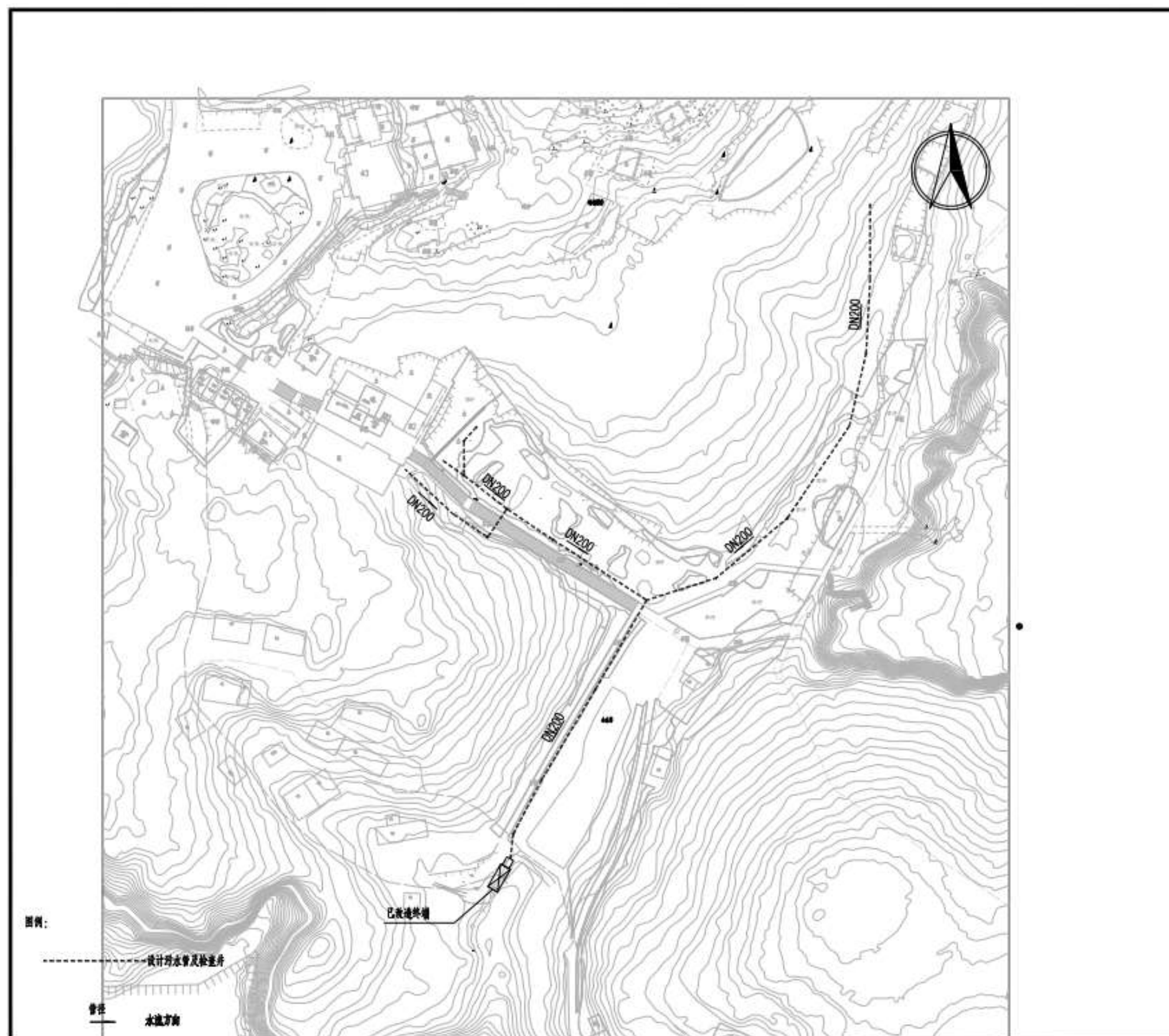
附图6 海岛污水处理设施提升改造工程平面布置图

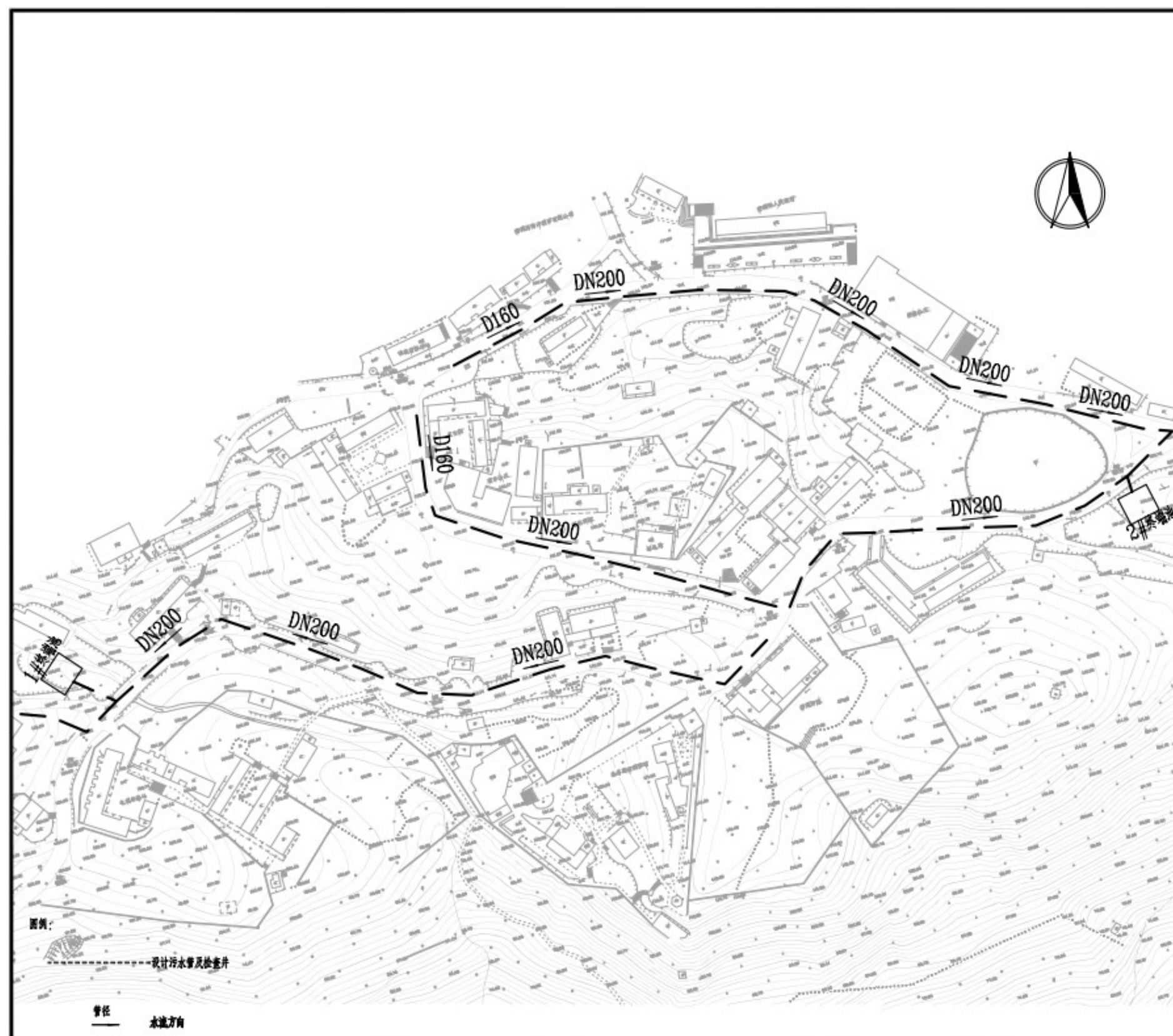












十二、联审会评审意见及修改说明

2025 年温州市平阳县海洋生态保护修复项目

工程可行性研究报告联审会专家组意见

2025 年 3 月 21 日，平阳县兴阳控股集团有限公司在平阳县政务服务中心组织召开了《2025 年温州市平阳县海洋生态保护修复项目工程可行性研究报告联审会》。参加会议的单位如下：南麂列岛国家海洋自然保护区管理局、县财政局、县资规局（用地科、规划科、海洋科）、县水利局、县交通运输局（港航管理中心）、市生态环境局平阳分局（审批科、海洋环境科）、县农业农村局、县住建局（科技创新科、村镇建设管理科）、平阳水务公司、温州鳌江海事处、鳌江镇人民政府、海西镇人民政府、南麂镇人民政府，工可编制单位及 3 名特邀专家（名单附后）。

与会代表及专家听取了中交第四航务工程勘察设计院有限公司对工程可行性研究的汇报。

经认真讨论并质询形成审查意见如下：

一、本项目拟在南麂岛和海西湾开展海洋生态保护工作，建设必要性充分，符合国家和地方相关政策和重要规划，前期工作较扎实，技术可行性高，资金保障充足；

二、工可报告内容完整，达到工可编制要求，结论可行，可作为开展下一步工作的依据文件；

三、完善相关子项目的建设规模，增加和实施方案批复稿主要建设内容的对比分析说明。

工可编制单位根据与会代表及专家意见修改完善。

专家组组长：傅贤康

2025 年 3 月 21 日

(专家组意见回复)

序号	联审部门	强制性修改意见	建议性修改意见	设计单位回复	备注
1	专家组	1、本项目拟在南麂岛和海西湾开展海洋生态保护工作，建设必要性充分，符合国家和地方相关政策和重要规划，前期工作较扎实，技术可行性高，资金保障充足； 2、工可报告内容完整，达到工可编制要求，结论可行，可作为开展下一步工作的依据文件； 3、完善相关子项目的建设规模，增加和实施方案批复稿主要建设内容的对比分析说明。		工可报告和实施方案批复稿对比，建设内容和建设规模基本一致。增加大楹山屿山塘，鳌江河口海湾疏浚面积增加179.6 公顷。（P9）	

(政府部门意见回复)

序号	联审部门	强制性修改意见	建议性修改意见	设计单位回复	备注
1	发改局	1、建设内容概述补充本项目红线范围内土地、海洋面积，以及用地用海面积总数，各项工程量建设的规模数据需要具体化； 2、补充本项目业主单位的基本情况介绍； 3、建设方案中是否能开展方案比选，通过比选得出最佳方案，更具说明性； 4、用地、用海论证结果要编入文本报批稿中； 5、项目建设涉及龙港市范围，建设再优化相关疏浚量； 6、根据各部门意见修改文本并将修改意见编入文本报批稿中。		1、本项目红线范围内土地面积约 55.9 公顷，海洋面积约 234.6 公顷。用地面积约 5.03 公顷，用海面积约 2.24 公顷。（最终面积以海域使用论证和用地审批为准）。各项工程的规模数据在技术经济一览表中给出；（P1,P7） 2、同意补充；（P1） 3、同意补充对比方案；（P97，P102,P107，P114~116,P117，P123~P125，P138） 4、本项目在部里立项阶段已明确会开展用海用地论证工作。本工可报告中已明确列出需要开展的用地、用海论证专题研究，在初步设计阶段会全面开展论证工作。 5、下阶段结合潮流泥沙数学模型	

				专题和详细测图进行优化，避开龙港范围。 6、同意。	
2	财政局	无	增补 2025 年投资项目计划。	同意补充，2025 年预计投资 1.1 亿元。（P171）	
3	资规局规划	1、复核山塘修复项目，应纳入南麂镇国土空间总体规划，且最好明确规模； 2、海洋修复有关项目是否要纳入； 3、后续做好相关项目的涉风景区、生态保护红线不可避免论证工作。	无	1、火焜岙山塘已纳入南麂镇国土空间总体规划。其他三座山塘规模较小，由建设单位考虑是否纳入麂镇国土空间总体规划。 2、其他海洋修复内容是否纳入国土空间规划由建设单位考虑。 3、后续开展生态红线影响及有限人为活动用海用岛论证专题报管理部门批准。	
4	资规局审批	1、南麂岛项目涉及南麂列岛国家级自然保护区，对新增用地需经保护区活动批复后，方可使用林地审批农转用供地。 2、涉及生态红线需论证不可避免。		1、后续开展建设项目对自然保护区影响专题报管理部门批准； 2、后续开展生态红线影响及有限人为活动用海用岛论证专题报管理部门批准。	
5	鳌江海事	应增加《海上交通安全法》，《1972 年	1、河口区疏浚料，疏	1、同意增加相关法律法规；	

	处	国际海上碰撞规则》，《73/78 公约》，《船舶污染海洋管理条例》，《船舶及有关作业活动取得污染海洋环境防治管理规定》	浚物处置以及相关利益方的工程对航道通航的影响； 2、本工程对西湾作业区防沙导流堤的关系以及影响。	（P5） 2、鳌江河口海湾疏浚工程疏浚物按照疏浚倾倒相关要求运至指定区域；疏浚施工前开展通航安全影响论证工作，并在施工作业期间及时与海事报备，做好相关利益方的沟通工作，以减少对河口处通航船舶的影响。 3、同意补充本工程和西湾作业区防沙导流堤的关系及影响。（P141）	
6	生态环境局平阳县分局	1、补充《浙江省南麂列岛国家海洋自然保护区管理条例》；《南麂列岛风景名胜区总体规划》；《浙江省自然保护区建设项目准入负面清单》的符合性分析 2、项目涉及生态红线建设，开工之前需编制不可避让论证； 3、项目需编制环境影响评价报告书； 4、根据《浙江省人民政府办公厅关于加强生态保护红线监管的实施意见》，本项目需明确：“依据县级以上国土空间规划和生态修复专项规范开展的生态修复，最好明确下是否有专项规范”	完善自然环境影响篇章； 1、补充编制依据； 2、补充“三线一单”的符合性分析。	1、同意补充与相关规划的符合性分析；（P23~24） 2、初步设计阶段开展生态红线影响及有限人为活动用海用岛论证专题报管理部门批准； 3、初步设计阶段开展环境影响评价专题研究； 4、本项目依据专项规划为《浙江平阳县南麂列岛国际重要湿地修复方案（2025-2029 年）》； 5、同意补充编制依据；（P175） 6、同意补充“三线一单”符合性分析。（P22）	

7	环保-海洋		进一步跟进鳌江河口疏浚工程疏浚物倾倒问题。如无法倾倒在该倾倒区，应另行选择其他倾倒区。	同意，紧密跟踪倾倒区批复情况。	
8	交通局	无	1、港区范围内红树林补种需慎重； 2、河口疏浚下一步需深入研究。	1、红树林提升仅在现有的生态红线斑块内开展，对长势不佳的区域进行补种提升，提升面积暂时按照斑块总面积的 20% 计算，即 2.4ha，其中杨屿门以上区域不超过 1ha。补种后才能提高红树林整体抵抗不利环境的能力，已和港区利益相关方做好沟通工作。 2、下阶段开展潮流泥沙数学模型专题进一步研究。	
9	农业农村局	无	1、港口资源补充南麂渔港相关内容； 2、西湾渔港为三级渔港，建议文本文字修改。	1、南麂岛确有渔港建设规划，经过和现场核实，渔港尚未建设。 2、同意修改。（P72）	
10	水利局	1、按照平阳县重要水域名录，项目实施范围涉及省级重要水域且占用面积在 10000 平方米（含）以上，审批权限由省	无	1、按照政府流程办理。本工程杨屿门以上补种区域不超过 1ha。 2、现状有红树林，是在现有范围	

		水利厅负责，我县水行政主管部门无权限； 2、按照《防洪法》第二十二条，禁止在行洪河道内种植阻碍行洪的树木和高杆植物。项目建设内容中存在行洪区种植红树林等相关阻碍行洪的树木的情况。 3、项目建设范围在海塘的管理范围内，后续会影响海塘的提标等工程的实施，要求明确后期如若发生冲突如何解决。		内修复，红树林乡土树种属于灌木，非乔木种类，理论上不影响行洪。后续根据防洪影响评价专题研究结果优化。 3、鳌江北岸的海塘后续会有达标提升工作，六桥东侧的滨海湿地和海塘前沿线之间已预留 50 米 安全距离。	
11	南麂列岛国家海洋自然保护区管理局	根据保护区管理有关法律法规，不同的功能分区有不同的管控要求，涉及南麂保护区的项目，须在文本中说明项目位于哪个功能区位置。增加项目与相关法律法规符合性分析。	根据《中华人民共和国自然保护区管理条例》以及相关项目建设审批要求，在国家级自然保护区内建设项目须依法办理在国家自然保护区内开展建设活动的审批，须依法办理用海，用地环评等有关手续。	1、同意在文本中说明项目位于哪个功能区位置。增加项目与相关法律法规符合性分析； (P121,P23~24) 2、后续开展相关专题研究报自然保护区审批。	
12	水司	无	无		
13	水务	无	无		
14	住建局	无	无		
15	鳌江镇	无	无		
16	海西镇	无	涉及本镇项目，渣土消	开挖渣土可就近运送至平阳	

			纳处理完善细化一下， 纳入预算内。	新兴产业园或西湾垦区内其余地区的建设。	
17	南麂镇	为顺利推进项目推进，建议把文本中的后隆水库建设内容修改为大榴山屿山塘。	无	实施方案报批稿中已将火焜岙，大沙岙，后隆岙山塘纳入设计范围。如果取消后隆岙山塘需要开展实施方案调整，获得省里批复方可。建议现阶段修改为：大沙岙，后隆岙和大榴山屿等山塘，修复不少于 2 处。（P117）	