



SIO2025-79-01

2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护 修复项目生态跟踪监测与效果评估方案

杭州希澳环境科技有限公司

二〇二五年六月

责 任 表

项目名称： 2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护
修复项目

项目组织单位： 平阳县自然资源和规划局

项目负责人： 许明海

方案编制单位： 杭州希澳环境科技有限公司

方案编制人员： 聂振林、徐秋霞、汪珍、张后蕊

方案审核： 宋伟华

方案审定： 周青松

目 录

1 前言	1
1.1 项目来源	1
1.2 工作目标	3
1.3 技术路线	3
1.4 工作依据	3
2 海洋生态保护修复工程概况	7
2.1 概况	7
2.2 修复工程项目绩效考核指标	8
3 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估方案	16
3.1 南麂列岛沙滩修复工程效果评估方案	19
3.2 海藻场生态系统（海藻场修复工程）效果评估方案	33
3.3 海岛植被修复工程效果评估方案	43
3.4 潮间带生态修复工程效果评估方案	50
3.5 海岛污水处理设施提升改造工程效果评估方案	57
3.6 海岛水源生态涵养工程效果评估方案	61
3.7 修复区邻近海域效果评估方案	65
3.8 南麂列岛海洋生态保护修复工程效益指标及满意度指标评估方案	72
3.9 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总	75
3.10 工作成果	81
4 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估方案	82
4.1 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估方案	85
4.2 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估方案	94
4.3 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果 评估方案	104
4.4 鳌江河口海湾疏浚工程效果评估方案	119
4.5 修复区邻近海域效果评估方案	124
4.6 海西湾海洋生态保护修复工程效益指标及满意度指标评估方案	131
4.7 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总	134

4.8 工作成果	139
5 跟踪监测方法及质量控制	140
5.1 跟踪监测方法	140
5.2 质量控制和资料管理	148
6 工作量汇总和项目预算	155
6.1 工作量汇总	155
6.2 项目预算	170
7 项目成果	176

1 前言

1.1 项目来源

2025 年温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目包括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。其中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。修复项目位置详见图 1.1-1。

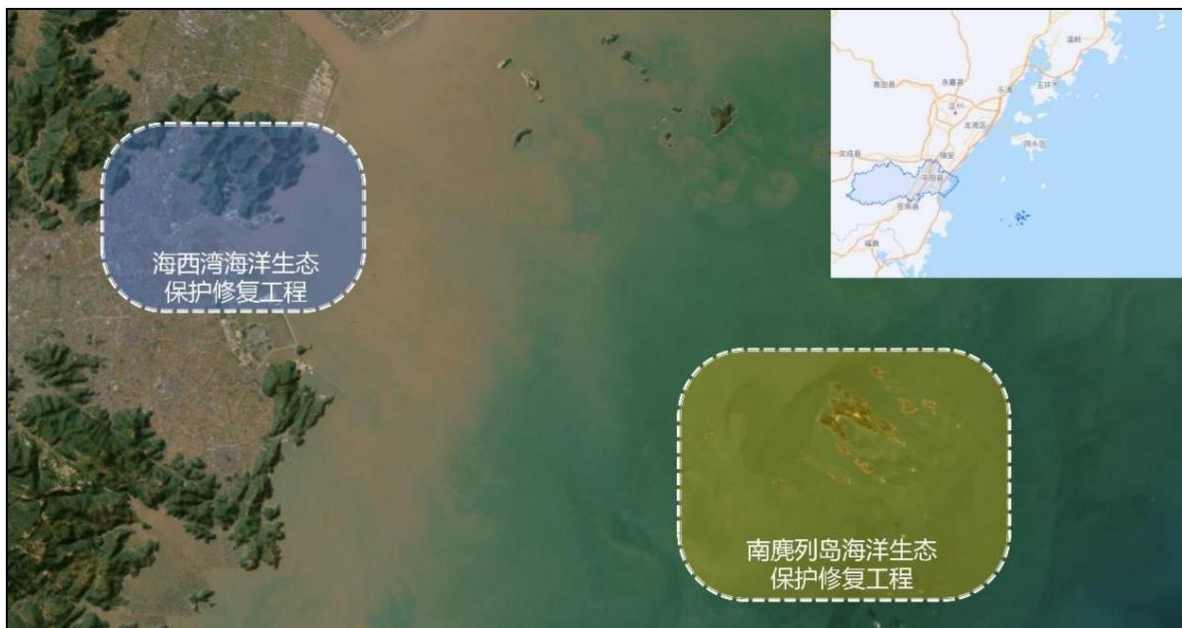


图 1.1-1 修复项目位置示意图

根据《海岸带生态保护和修复重大工程建设规划（2025-2035 年）》《“十四五”海洋生态保护修复行动计划》等要求，要提升南麂岛“和美海岛”建设和深化示范效应，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，保护修复滨海湿地，减少入海污染，恢复基岩岸线属性。故温州市积极响应，坚持陆海统筹、河海联动，整体保护、系统修复原则，从系统工程和全局角度，围绕南麂列岛和海西湾重点修复区域开展退养还海、盐碱植被种植、红树林修复、牡蛎礁营造、河口海湾疏浚等措施，解决区域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、入海污染等问题，实现进一步优化区域生态系统结构、有效改善生态系统质量及服务功能，显著增加生物多样性等目标。

2024 年 6 月 19 日，财政部办公厅、自然资源部办公厅印发《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）。2023 年 9 月 7 日，

浙江省财政厅、浙江省自然资源厅上报《关于申报 2024 年海洋生态保护修复工程项目的请示》（浙财资环〔2023〕43 号），报送“2025 年温州市（平阳县）海洋生态保护修复工程项目”。经过项目竞争性评审选拔，该项目成功入选 2025 年海洋生态保护修复工程项目。财政部于 2024 年 10 月 31 日下达 2025 年海洋生态保护修复资金预算（财资环〔2024〕141 号），获得中央资金 3 亿元，地方配套资金 1.05 亿元，用于推动海洋生态保护修复工作。

2024 年 8 月，平阳县人民政府组织编制完成了《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目实施方案》（以下简称“实施方案”）；2024 年 8 月，平阳县发展和改革局出具了《关于同意南麂列岛海洋生态保护修复工程可行性研究报告的批复》（平发改投资[2024]2022 号）、《关于同意海西湾海洋生态保护修复工程可行性研究报告的批复》（平发改投资[2024]2023 号）。2025 年 2 月，平阳县自然资源和规划局组织编制完成了《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目前期调查方案》。目前，2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目前期工作已启动。

根据项目实施方案，本项目的总体目标是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。实施方案明确了 2025 年~2027 年的工作目标，即在 2025 年须开展前期监测评估 1 次、2026 年开展中期监测评估 1 次，2027 年工程结束后完成后期监测评估 1 次，监测内容包括水质、沉积物、生态、地形、水动力等指标。对于效果评估提出生态修复和绩效指标两个内容，其中生态修复监测包括海藻场、盐沼、海岛植被、红树林、牡蛎礁、沙滩以及河口海湾疏浚等的监测；绩效指标则依据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的工程内容确定。另外，实施方案还明确提出，项目按批准的规模建设完成后，须进行自验收。

因此，针对实施方案提出的监测、评估以及验收等工作，基于各修复工程内容和前期调查方案，依照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》（HY/T 0460-2024）、《海滩养护与修复技术指南》（HY/T 255-2018）、《红树林生态修复监测和效果评估技术指南》（GB/T 45140-2025）等技术规范，我司开展了生态跟踪监测与效果评估方案编制工作，形成了《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目生态跟踪监测与效果评估方案》。本方案为后续跟踪监测、效果评估等工作开展提供技术支持。

1.2 工作目标

针对实施方案提出的监测、评估等工作，确定如下几个工作目标：

1、绩效指标完成度评估。根据绩效指标考核，结合工程内容，对工程实际修复的产出指标、效益指标和群众满意度指标进行调查，做好绩效指标完成度评估工作，为项目绩效指标的考核提供资料。

2、生态修复监测。根据生态修复监测要求，开展工程施工前、施工中、施工后的生态修复监测工作。监测内容包括：红树林生态系统调查、海藻场生态系统调查、盐沼生态调查系统、海岛植被生态系统调查、沙滩调查、牡蛎礁生态系统调查以及河口海湾疏浚调查等，为项目生态修复效果评估提供技术资料。

1.3 技术路线

根据本方案的工作内容、成果目标等确定本项目实施技术路线，详见图 1.3-1。

1.4 工作依据

本项目工作依据包括但不限于：

1.4.1 法律法规

- (1)《中华人民共和国海洋环境保护法》（2024 年 1 月）；
- (2)《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- (3)《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月）；
- (4)《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月）；
- (5)《中华人民共和国海岛法》（2010 年 3 月）；
- (6)《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月）；
- (7)《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月）；
- (8)《浙江省海洋环境保护条例》（2015 年 12 月）；
- (9)《浙江省海域使用管理条例》（2013 年 3 月）；
- (10)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月）；
- (11)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，环境保护部国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 22 日施行；
- (12)《浙江省建设项目环境保护管理办法》，省政府令 388 号，2021 年 2 月 10 日

修正。

1.4.2 规范标准

- (1) 《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》（HY/T 0460-2024）；
- (2) 《海洋生态修复成效评估技术规范》（HY/T 0455-2024）；
- (3) 《红树林生态修复监测和效果评估技术指南》（GB/T 45140-2025）；
- (4) 《海藻场生态修复与效果评估技术指南》（T/CAOE 76-2024）；
- (5) 《海滩养护与修复技术指南》（HY/T 255-2018）；
- (6) 《海岛生态修复技术指南 植被修复》（HY/T 0456-2024）；
- (7) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，2002 年 4 月；
- (8) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- (9) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (10) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》（HJ/T 394-2007）
- (11) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (12) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (13) 《海洋监测技术规程》（HY/T 147-2013）；
- (14) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2020）；
- (15) 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9403-2012）；
- (16) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）；
- (17) 《野生植物资源调查技术规程》（LY/T 1820-2009）；
- (18) 《森林植被状况监测技术规范》（GB/T 30363-2013）；
- (19) 《红树林生态监测技术规程》（HY/T 081-2005）；
- (20) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- (21) 《陆生野生动物及其栖息地调查技术规程 第3部分:兽类》(GB/T 37364.3-2024)；
- (22) 《疏浚与吹填工程技术规范》（SL17-2014）；
- (23) 《海洋观测规范》（GB/T 14914-2019）；
- (24) 《海洋工程地形测量规范》（GB/T 17501-2017）；
- (25) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2009）；
- (26) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- (27) 《低空数字航摄与数据处理规范》（GB/T 39612-2020）；

(28) 《机载激光雷达数据获取技术规范》（CH/T 8024-2011）；

(29) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

1.4.3 基础资料

(1) 《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目实施方案》（温州市人民政府，2024 年 8 月）；

(2) 《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目前期调查方案》（平阳县自然资源和规划局，2025 年 3 月）。

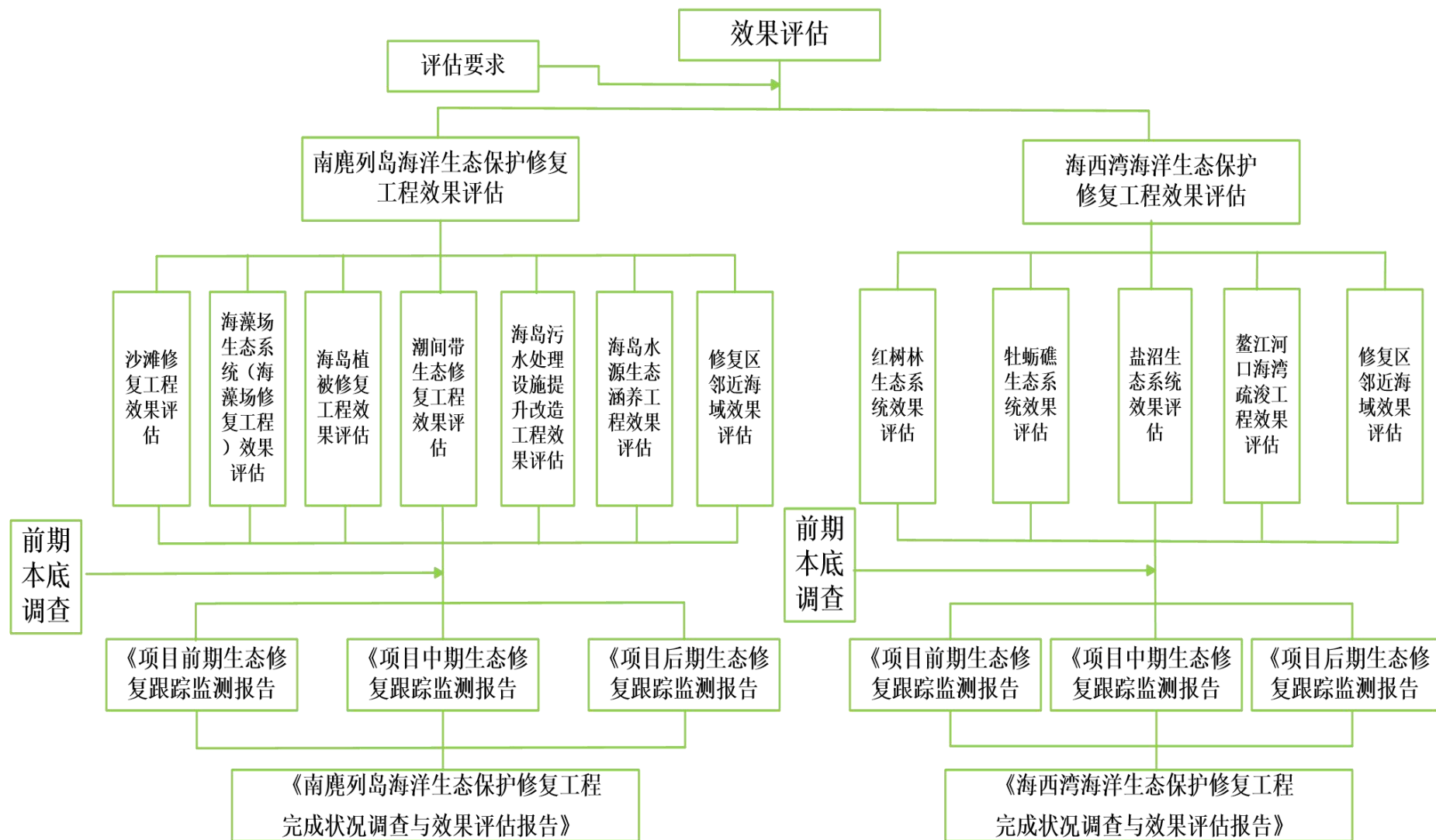


图 1.3-1 技术路线图

2 海洋生态保护修复工程概况

2.1 概况

温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目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，东至跳头吞入海口。项目位置详见图 2.1-1 和图 2.1-2。

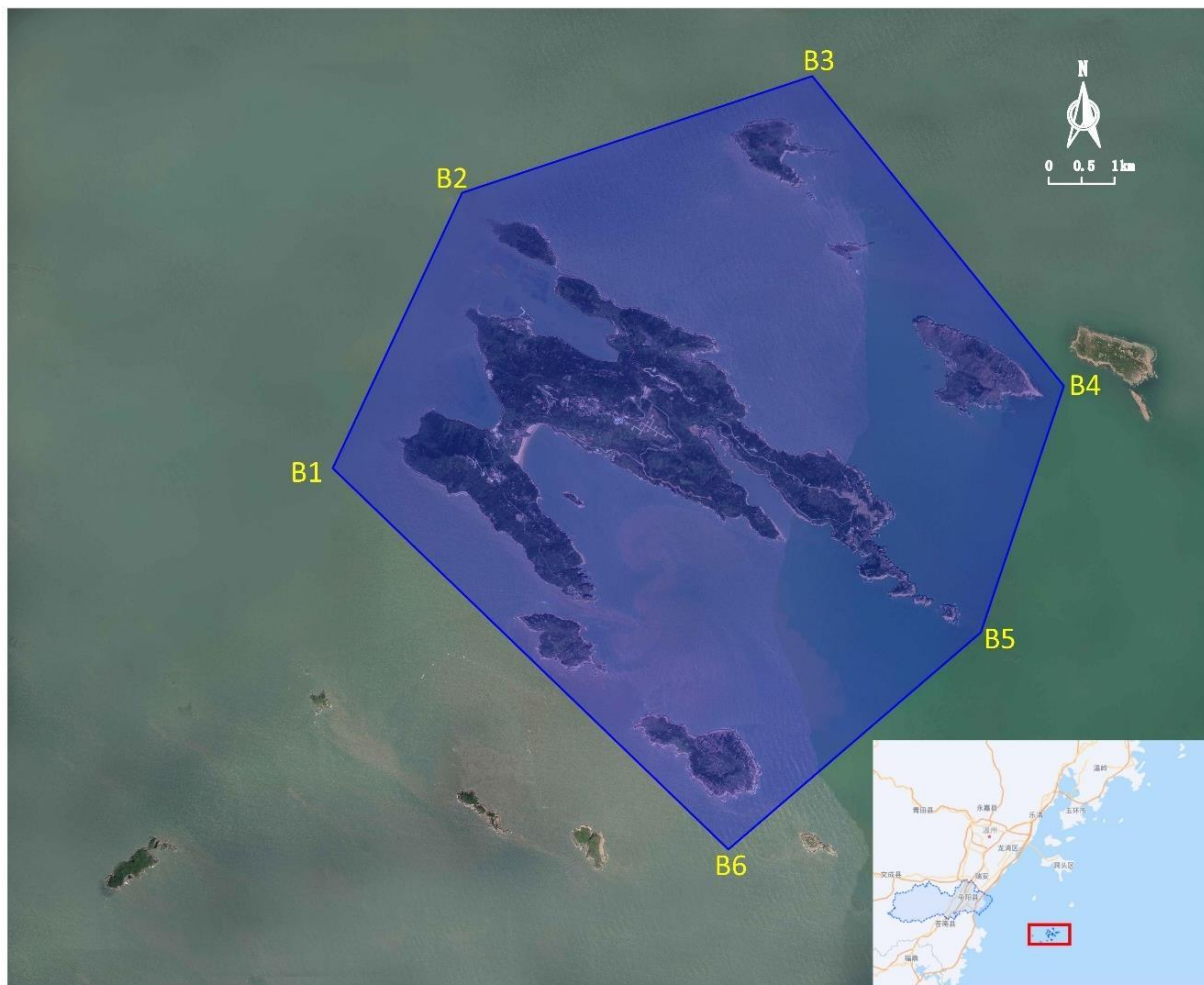


图 2.1-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程实施范围示意图

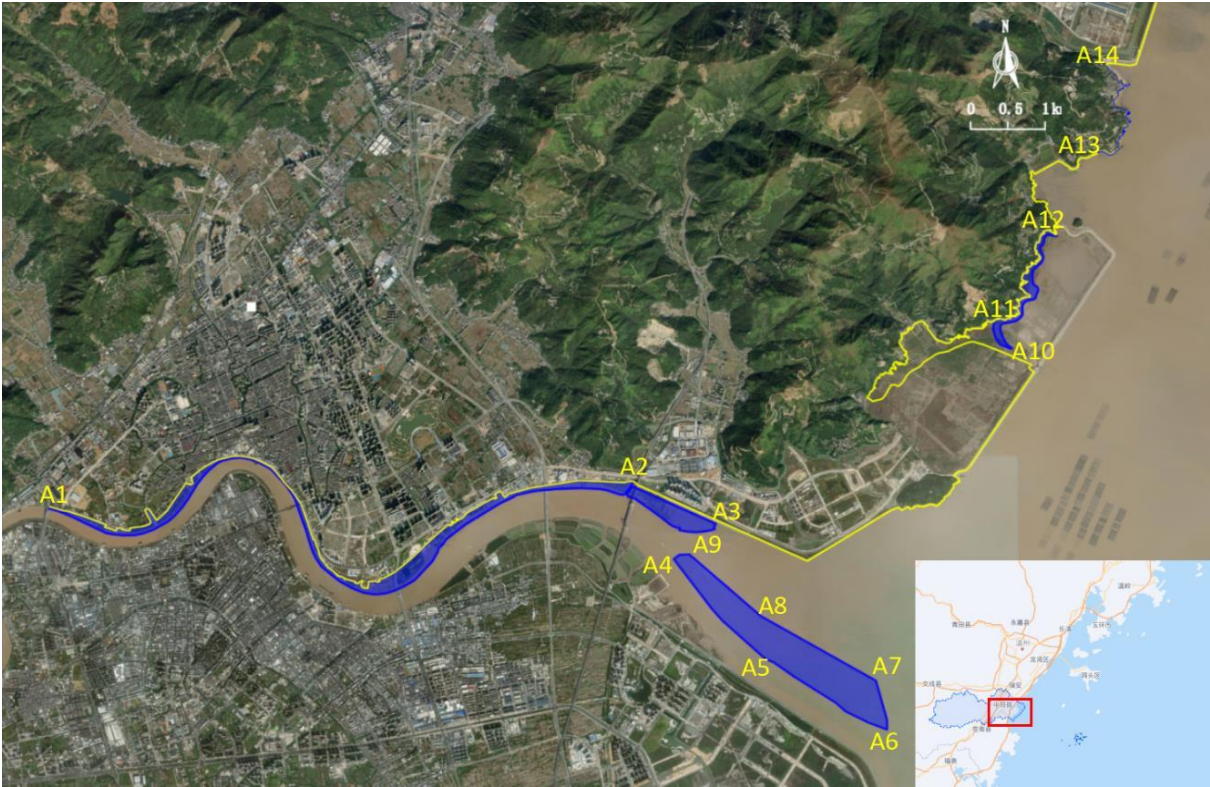


图 2.1-2 海西湾海洋生态保护修复工程实施范围示意图

2.2 修复工程项目绩效考核指标

2.2.1 总绩效考核指标

温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目位于南麂列岛海域海岛与海西湾，完成生态修复总面积约 123.17 公顷。根据项目实施情况，确定项目总的绩效目标量化表详见表 2.2-1

表 2.2-1 项目绩效目标量化总表

项目名称		2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目		
专项名称		海洋生态保护修复资金		
中央主管部门		自然资源部	省级财政部门	浙江省财政厅
省级主管部门		浙江省自然资源厅	具体实施单位	温州市人民政府
资金情况 (万元)		项目总投资	40462.77	
		其中：中央财政资金	30000.00	
		地方资金	10462.77	
总体目标	修复区域位于温州市平阳县，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。			

绩效 指标	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
			退养还滩面积	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
			野生水仙女保育面积	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%
			野生水仙女种植密度	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%
		可持续影响指标	砂质海岸生态系统稳定性	≥5年
			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%

2.2.2 子项目绩效考核指标

子修复项目包括南麂列岛海洋生态保护修复工程和海西湾生态保护修复工程。项目实施后的各子项目总体目标如下：

1、南麂列岛海洋生态保护修复工程

（1）区域周边主要生态问题

根据调查分析，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。

（2）修复内容与目标

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。详见图 2.2-1。

2、海西湾生态保护修复工程

（1）区域周边现状

根据调查分析，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。

（2）修复内容与目标

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。详见图 2.2-2。

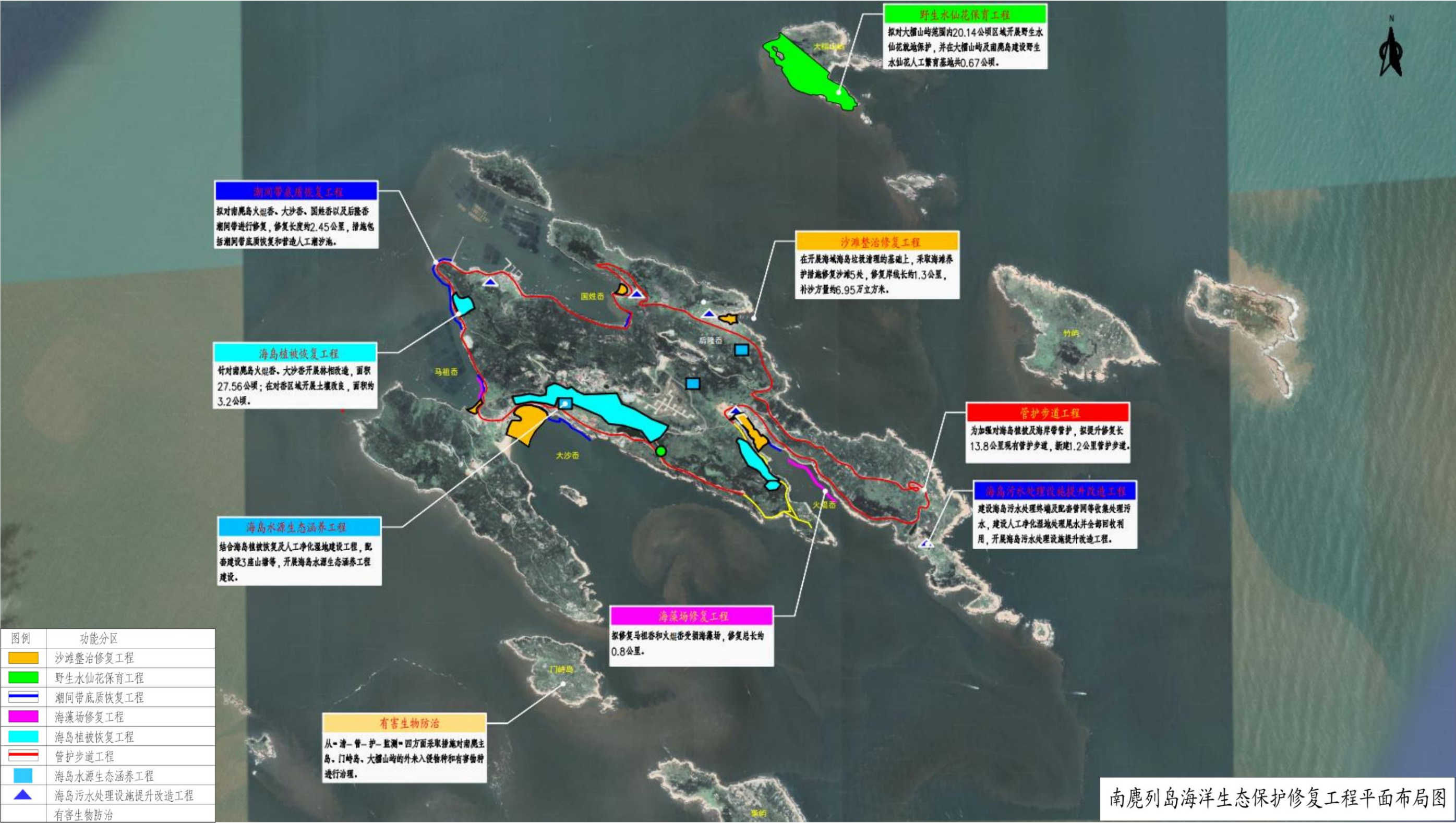


图 2.2-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程总平面布局图

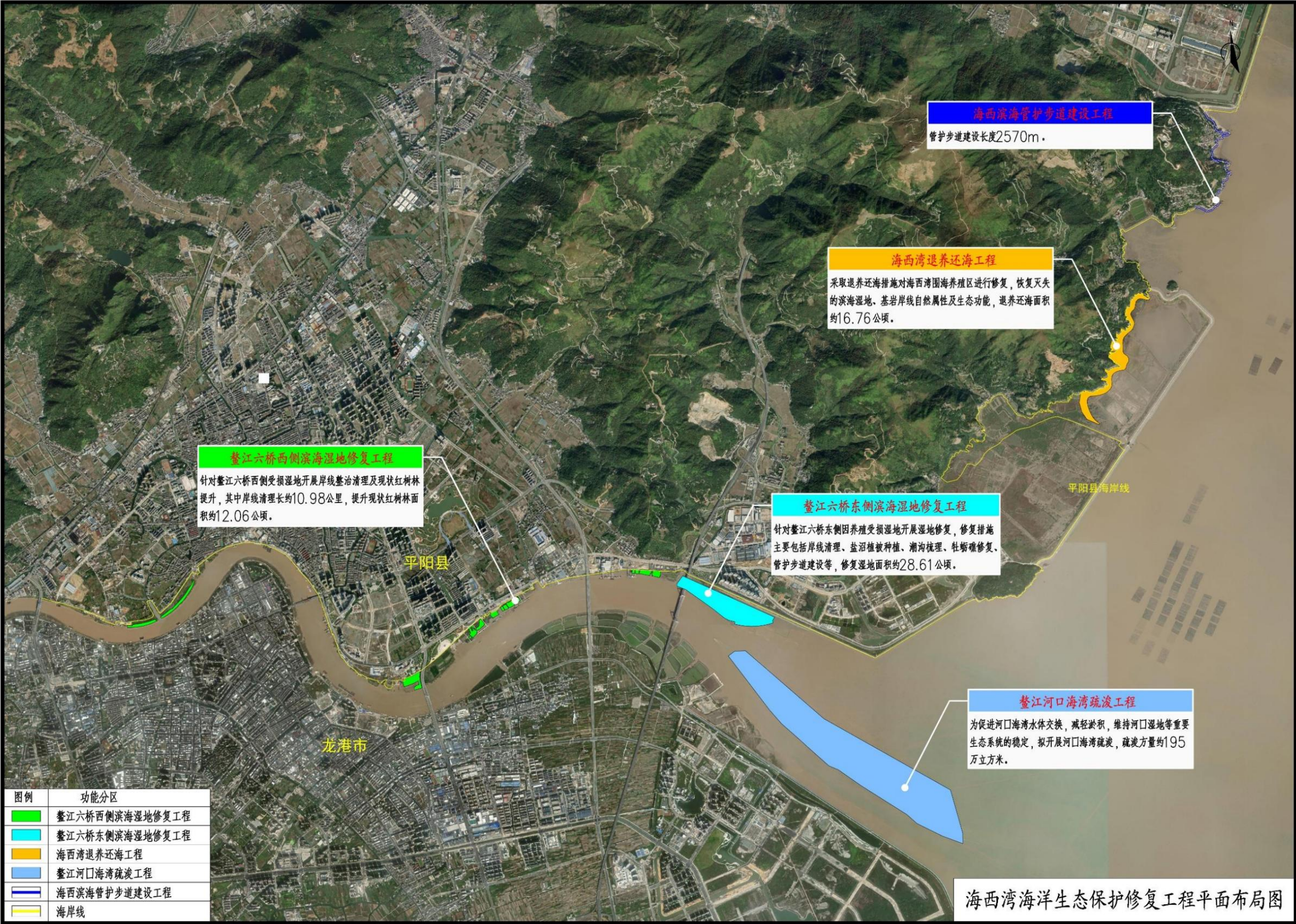


图 2.2-2 海西湾生态保护修复工程总平面布置图

2.2.3 分年度绩效考核指标

本项目实施时间为 2025 年~2027 年，因此分年度确定了绩效考核指标，量化表见表 2.2-2~表 2.2-4。

表 2.2-2 项目绩效目标量化表（2025 年度）

项目名称	2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目			
专项名称	海洋生态保护修复资金			
中央主管部门	自然资源部	省级财政部门	浙江省财政厅	
省级主管部门	浙江省自然资源厅	具体实施单位	温州市人民政府	
资金使用情况 （万元）	拟投入资金	11000.00		
	其中：中央财政资金	10000.00		
	地方资金	1000.00		
年度目标	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，生态系统服务功能得到提升。			
绩效指标	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	12.06 公顷
			岸线整治修复长度	14190 米
			岸线清理长度	14190 米
			滨海湿地整治修复面积	12.06 公顷
			修复现有红树林面积	12.06 公顷
			完成海洋生态状况调查	1 次
		时效指标	项目按时完成率	100%
	效益指标	社会效益	人居环境改善受惠人数	4 万人
	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%

表 2.2-3 项目绩效目标量化表（2026 年度）

项目名称	2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目			
专项名称	海洋生态保护修复资金			
中央主管部门	自然资源部	省级财政部门	浙江省财政厅	
省级主管部门	浙江省自然资源厅	具体实施单位	温州市人民政府	
资金使用情况 （万元）	拟投入资金	14000.00		
	其中：中央财政资金	12000.00		
	地方资金	2000.00		
年度目标	修复区域位于温州市平阳县，完成生态修复总面积 49.70 公顷，其中整治修复岸线长度 1300 米。通过修复砂质岸线整治修复长度 1300 米，退养还滩面 积2 公顷，野生水仙花保育面积20.14 公顷，海岛植被恢复面积27.56 公顷以及 修有害生物防治岛屿数量 3 个，修复潮间带长度 800 米，解决滨海湿地受损、 重要物种栖息地退化等问题，使得生态系统服务功能得到提升。			
绩效指标	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	49.70 公顷

			岸线整治修复长度	1300 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
			滨海湿地整治修复面积	2 公顷
			退养还滩面积	2 公顷
			修复海岛数量	3 个
			野生水仙花保育面积	20.14 公顷
			有害生物防治岛屿数量	3 个
			海岛植被恢复面积	27.56 公顷
			修复潮间带长度	800 米
		质量指标	工程质量合格率	100%
			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%
		成本指标	补沙工程成本控制数	≤305 元/立方米
	效益指标	社会效益	人居环境改善受惠人数	4 万人
	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%

表 2.2-4 项目绩效目标量化表（2027 年度）

项目名称	2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目			
专项名称	海洋生态保护修复资金			
中央主管部门	自然资源部	省级财政部门	浙江省财政厅	
省级主管部门	浙江省自然资源厅	具体实施单位	温州市人民政府	
资金使用情况 （万元）	拟投入资金	15462.77		
	其中：中央财政资金	8000.00		
	地方资金	7462.77		
年度目标	修复区域位于温州市平阳县，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。			
绩效指标	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
			退养还滩面积	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%
		可持续影响指标	砂质海岸生态系统稳定性	≥5 年
			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%

3 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估方案

根据实施方案，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岛海域，修复的内容包括海藻场生态重建、野生水仙花种群保育、沙滩生态系统维护、潮间带生态修复以及海岛污水处理体系提升等。为落实南麂列岛海洋生态保护修复工程各项修复措施及为后期效果评估，需要开展生态修复监测和绩效指标调查工作。具体内容详见表 3-1。

表 3-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作要求一览表

序号	类别	监测项目	对应修复工程内容
1	生态修复监测	沙滩监测（南麂列岛 5 座沙滩）	沙滩生态系统维护
		海藻场监测（马祖岙及火焮岙）	海藻场生态重建
		海岛植被监测（南麂列岛、大桶山屿及门峙岛）	野生水仙花种群保育、海岛植被恢复、有害生物防治
2	绩效指标调查	①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； ②修复海藻场总长 0.8km； ③修复潮间带总长 2.45km； ④海岛植被恢复面积 27.56ha； ⑤对 3 座海岛实施有害生物防治； ⑥采取海滩养护修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km； ⑦建设海岛污水处理设施，提升海岛污水处理能力； ⑧开展海岛水源生态涵养，修复山塘 3 处； ⑨提升、建设管护步道长 15km。	南麂列岛海洋生态保护修复工程

根据前期调查方案，南麂列岛海洋生态保护修复工程本底调查依照修复工程内容确定，本底调查内容包括砂质海岸本底调查、重要物种保育与生境恢复工程本底调查、海岛污水处理设施提升改造工程本底调查、海岛水源生态涵养工程本底调查，具体内容详见表 3-2。

表 3-2 南麂列岛海洋生态保护修复工程本底调查方案汇总一览表

序号	本底调查类别	对应修复工程内容
1	砂质海岸本底调查	沙滩生态系统维护
2	重要物种保育与生境恢复工程本底调查	海藻场生态重建、野生水仙花种群保育、潮间带生态修复、海岛植被恢复、有害生物防治
3	海岛污水处理设施提升改造工程本底调查	海岛污水处理体系提升
4	海岛水源生态涵养工程本底调查	海岛水源生态涵养
5	修复区邻近海域本底调查	针对整个南麂列岛海洋生态保护修复工程邻近海域的前期本底调查

综合表 3-1 和表 3-2 可得，实施方案中对于潮间带生态修复、海岛污水处理体系提升工程和海岛水源生态涵养工程未提出明确的生态修复监测要求，故本报告综合实施方案和前期调查方案确定增加潮间带生态修复效果评估、海岛污水处理体系提升工程效果评估和海岛水源生态涵养工程效果评估。另外，从陆海统筹和生态修复总体目标的要求，增加修复区邻近海域效果评估。

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量详见表 3-3。

表 3-3 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总

序号	生态监测项目	主要绩效指标（数量指标）内容	对应修复工程内容	对应本底调查类别	备注
1	沙滩监测（南麂列岛 5 座沙滩）	修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km	沙滩生态系统维护	砂质海岸本底调查	实施方案计划要求
2	海藻场监测（马祖岙及火焮岙）	修复海藻场总长 0.8km	海藻场生态重建	重要物种保育与生境恢复工程本底调查	
3	海岛植被监测（南麂列岛、大嵛山屿及门峙岛）	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；海岛植被恢复面积 27.56ha	野生水仙花种群保育、海岛植被恢复		
4	潮间带监测	修复潮间带总长 2.45km	潮间带生态修复		
5	有害生物监测	对 3 座海岛实施有害生物防治	有害生物防治		
6	污水监测	建设提升海岛污水处理设施 5 处，其中后隆村、新码头村和国姓岙村分别提升改造 1 座农污终端，规模为 40.0m³/d、30.0m³/d、20.0m³/d；其他地区新建农污终端规模为 10.0m³ /d。	海岛污水处理体系提升	海岛污水处理设施提升改造工程本底调查	依照修复工程内容和自然资办厅（2023）24 号文要求增加
7	山塘生态环境监测	修复山塘 3 处	海岛水源生态涵养	海岛水源生态涵养工程本底调查	
8	/	提升、建设管护步道长 15km	提升、建设管护步道	/	
9	修复区邻近海域监测	/	南麂列岛海洋生态保护修复工程	修复区邻近海域本底调查	

3.1 南麂列岛沙滩修复工程效果评估方案

3.1.1 沙滩修复工程内容

根据实施方案，南麂列岛海洋生态保护修复工程中的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，包括垃圾清理，沙滩补沙和沙滩排水口治理。工程位置详见图 3.1-1。

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，岙口中部预留 20m 作为渔船通道。同时，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。



图 3.1-1 沙滩修复工程位置

3.1.2 沙滩修复工程效果评估要求

根据实施方案，沙滩修复工程效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 3.1-1。

表 3.1-1 沙滩修复工程效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	岸滩剖面地形、岸线位置与高程、沉积物粒度	1 年/次
		潮间带底栖生物（类型、数量、分布特征）	
		后滨植被（植被类型、植被种类、面积、盖度等）	
		近岸海水水质、潮间带沉积物质量	
2	绩效指标调查	修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km	未明确

3.1.3 沙滩修复工程效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，同时参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 8 部分：砂质海岸》（HY/T 0460.8-2024）等技术规范，确定效果评估监测内容。生态修复监测内容依照实施方案要求并参考技术导则确定，站位设置、监测方法与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 3.1-2。

表 3.1-2 沙滩修复工程监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标调查	岸线长度	修复大沙岙、国姓岙、后隆岙、火焜岙以及马祖岙等 5 座沙滩，岸线长 1.3km	现场监测+资料收集	数量指标
		补沙量	马祖岙补沙方量约 0.83 万 m³，国姓岙补沙方量约 0.64 万 m³，后隆岙补沙方量约 0.48 万 m³，火焜岙挖补沙方量约 5.0 万 m³		对应工程内容
		其他	后隆岙设置海漂垃圾拦截装置，总长约 80m，岙口中部预留 20m 作为渔船通道；配备海漂垃圾打捞装置 1 台和移动垃圾压缩装置 4 台		
2	生态修复监测	岸滩剖面地形、岸线位置与高程、沉积物粒度	岸线：现状岸线的位置、长度、高程 地形：后滨、前滨、内滨剖面地形； 地貌：滩肩、侵蚀陡坡、沙波纹、水下沙坝等分布 底质沉积物：沉积物粒度参数、砾石形态参数	现场监测+遥感监测	符合评估要求，与本底一致
		潮间带底栖生物	种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	现场监测	

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
		后滨植被	植被类型、植物种类、面积、株数、株高、胸径、冠幅、盖度及生活力等	现场监测	
		近岸海水水质	粪大肠菌群、水色、水温、盐度、透明度、pH 值、石油类、溶解氧	现场监测	
		潮间带沉积物质量	粪大肠菌群、石油类、有机碳、硫化物	现场监测	
		海洋水动力	波浪、海流、悬沙、潮位、风、区域海平面	现场监测	技术导则要求,与本底一致
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

沙滩修复工程绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 3.8 章节。数量指标调查包括岸线长度、补沙量以及装置等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。岸线长度和补沙面积主要通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到修复岸线的长度和补沙面积，再通过对比设计长度和面积评价达标情况。补沙量和装置等主要通过资料收集、数据核查等方式开展调查。

（2）生态修复监测

沙滩修复工程生态修复监测内容包括地形地貌、海洋生态环境、植被、水动力等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

沙滩修复工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合沙滩修复工程分年度绩效考核指标内容，因 2025 年仅进行岸线清理，不开展沙滩修复具体工作，并计划于 2026 年完成工程内容。故生态修复监测

和绩效指标调查于 2026 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 3.1-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2026 年（项目中期）调查时间于年底开展为宜，2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2026 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与项目中期监测月份或季节保持一致。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 3.1-3 沙滩修复工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	绩效指标调查	岸线长度	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		补沙量	
		其他	
2	生态修复监测	岸滩剖面地形、岸线位置与高程、沉积物粒度	2027 年（验收期）
		潮间带底栖生物	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		后滨植被	
		近岸海水水质	
		潮间带沉积物质量	2027 年（验收期）
		海洋水动力	
3	视频影像	视频影像	2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

3.1.4 沙滩修复工程监测站位

1、岸滩剖面地形、岸线位置与高程、沉积物粒度

岸滩剖面地形地貌。剖面地形监测内容包括后滨、前滨和内滨剖面地形，监测范围为潮间带至岸线向陆侧 30m 范围，设置不少于 4 条剖面；地貌监测内容为滩肩、侵蚀陡坎等分布，监测点位布设同地形。监测于大潮低潮期开展。地形成果满足 1:500 比例尺要求。监测范围示意图详见图 3.1-2。

岸线位置与高程。岸线测量范围覆盖沙滩及两边各延伸 100m 范围。高程可在海滩采集多个数据，取其平均值。

沉积物粒度。每个沙滩布设监测断面 1 条（共 5 条），分别在沙丘、滩肩、高潮带、中潮带、低潮带各设置 1 个表层沉积物监测站位，共计 25 个沉积物粒度监测站位。沉积物粒度监测站位详见表 3.1-4 和图 3.1-3。

2、潮间带底栖生物

每个沙滩布设潮间带生物监测断面 1 条，共计 5 条潮间带生物监测断面。监测断面详见表 3.1-5 和图 3.1-4。

3、后滨植被

每个沙滩布设后滨植被监测。监测范围与前期本底调查范围一致，即根据沙滩后滨植被分布具体情况而定，采用样地法和样方法结合的方式开展，每个植物群落至少 1 个样地，两个样地之间距离不小于 100m。

4、近岸海水水质

每个沙滩布设海水水质监测断面 1 条，监测断面方向与主潮流方向或海岸垂直，每条监测断面布设 2 个站位，共计 10 个站位。海水水质监测站位详见表 3.1-6 和图 3.1-5。

5、潮间带沉积物质量

每个沙滩布设潮间带沉积物质量断面 1 条，断面位置同潮间带沉积物粒度，分别在高潮带、中潮带和低潮带各设 1 个表层沉积物取样点，共计 15 个潮间带沉积物监测站位。潮间带沉积物监测站位详见表 3.1-4 和图 3.1-3。

6、海洋水动力

在补沙修复的海滩近岸平行岸线布设测流取沙站点，设置 3 条垂直岸线断面设置，共计 6 个测流取沙站点。另外，还需收集南麂长期潮位站资料。水动力调查站位详见表 3.1-7 和图 3.1-6。

表 3.1-4 沉积物粒度监测站位经纬度表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	区域	监测内容
LD01	121°3.322'	27°27.932'	马祖岙	沉积物粒度、沉积物质量
LD02	121°3.318'	27°27.935'		沉积物粒度
LD03	121°3.314'	27°27.938'		沉积物粒度、沉积物质量
LD04	121°3.311'	27°27.941'		沉积物粒度

站位	经度（E）	纬度（N）	区域	监测内容
LD05	121°3.306'	27°27.945'		沉积物粒度、沉积物质量
LD06	121°3.550'	27°27.926'	大沙岙	沉积物粒度、沉积物质量
LD07	121°3.569'	27°27.917'		沉积物粒度
LD08	121°3.587'	27°27.908'		沉积物粒度、沉积物质量
LD09	121°3.605'	27°27.899'		沉积物粒度
LD10	121°3.625'	27°27.888'		沉积物粒度、沉积物质量
LD11	121°4.780'	27°27.886'	火焜岙	沉积物粒度、沉积物质量
LD12	121°4.797'	27°27.863'		沉积物粒度
LD13	121°4.814'	27°27.843'		沉积物粒度、沉积物质量
LD14	121°4.831'	27°27.825'		沉积物粒度
LD15	121°4.846'	27°27.805'		沉积物粒度、沉积物质量
LD16	121°4.681'	27°28.372'	后隆岙	沉积物粒度、沉积物质量
LD17	121°4.688'	27°28.370'		沉积物粒度
LD18	121°4.696'	27°28.368'		沉积物粒度、沉积物质量
LD19	121°4.702'	27°28.366'		沉积物粒度
LD20	121°4.708'	27°28.364'	国姓岙	沉积物粒度、沉积物质量
LD21	121°4.152'	27°28.512'		沉积物粒度、沉积物质量
LD22	121°4.144'	27°28.514'		沉积物粒度
LD23	121°4.137'	27°28.515'		沉积物粒度、沉积物质量
LD24	121°4.129'	27°28.517'		沉积物粒度
LD25	121°4.121'	27°28.519'		沉积物粒度、沉积物质量

表 3.1-5 潮间带生物监测断面经纬度表

站位	经度（E）	纬度（N）	区域	监测内容
T1	121°4.152'	27°28.504'	国姓岙	潮间带
T2	121°4.685'	27°28.370'	后隆岙	
T3	121°4.776'	27°27.892'	火焜岙	
T4	121°3.511'	27°27.867'	大沙岙	
T5	121°3.317'	27°27.912'	马祖岙	

表 3.1-6 海水水质监测站位经纬度表

站位	经度（E）	纬度（N）	区域	监测内容
NJS1	121°3.276′	27°28.018′	马祖岙	海水水质
NJS2	121°3.053′	27°28.321′		
NJS3	121°4.069′	27°28.527′	国姓岙	
NJS4	121°3.640′	27°28.660′		
NJS5	121°3.811′	27°27.575′	大沙岙	
NJS6	121°4.222′	27°27.380′		
NJS7	121°5.068′	27°27.608′	火焨岙	
NJS8	121°5.468′	27°27.279′		
NJS9	121°5.015′	27°28.357′	后隆岙	

站位	经度 (E)	纬度 (N)	区域	监测内容
NJS10	121°5.349'	27°28.343'		

表 3.1-7 水动力环境调查站位经纬度表（沙滩保护修复工程）

站点	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
N01	121°2.885'	27°28.201'	水动力
N02	121°1.147'	27°30.182'	
N03	121°4.875'	27°28.383'	
N04	121°6.497'	27°29.584'	
N05	121°5.059'	27°27.604'	
N06	121°7.282'	27°25.805'	



图 3.1-2 岸线、地形地貌监测范围示意图

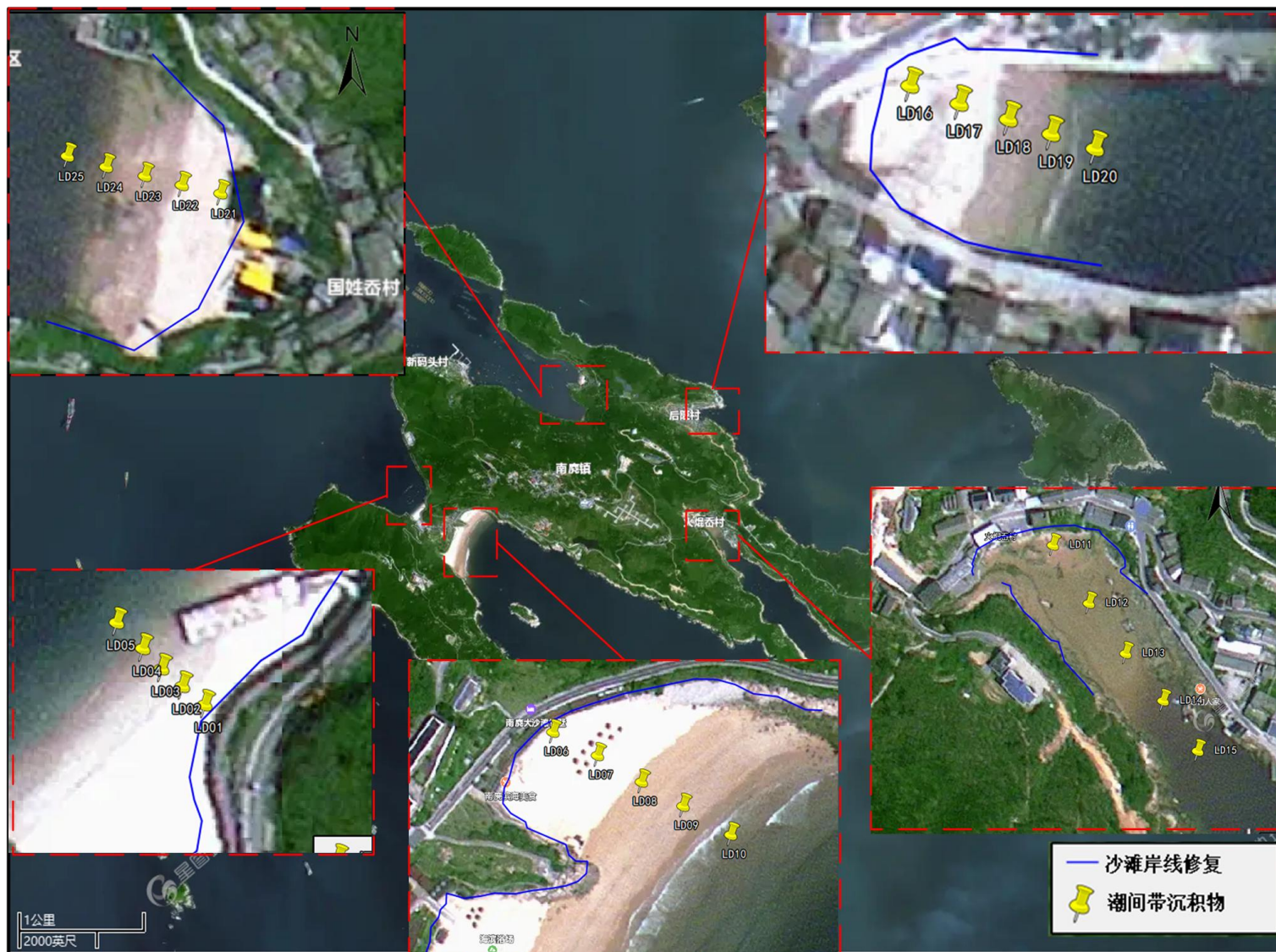


图 3.1-3 潮间带沉积物监测站位示意图



图 3.1-4 潮间带生物监测断面示意图



图 3.1-5 近岸海水水质监测站位示意图

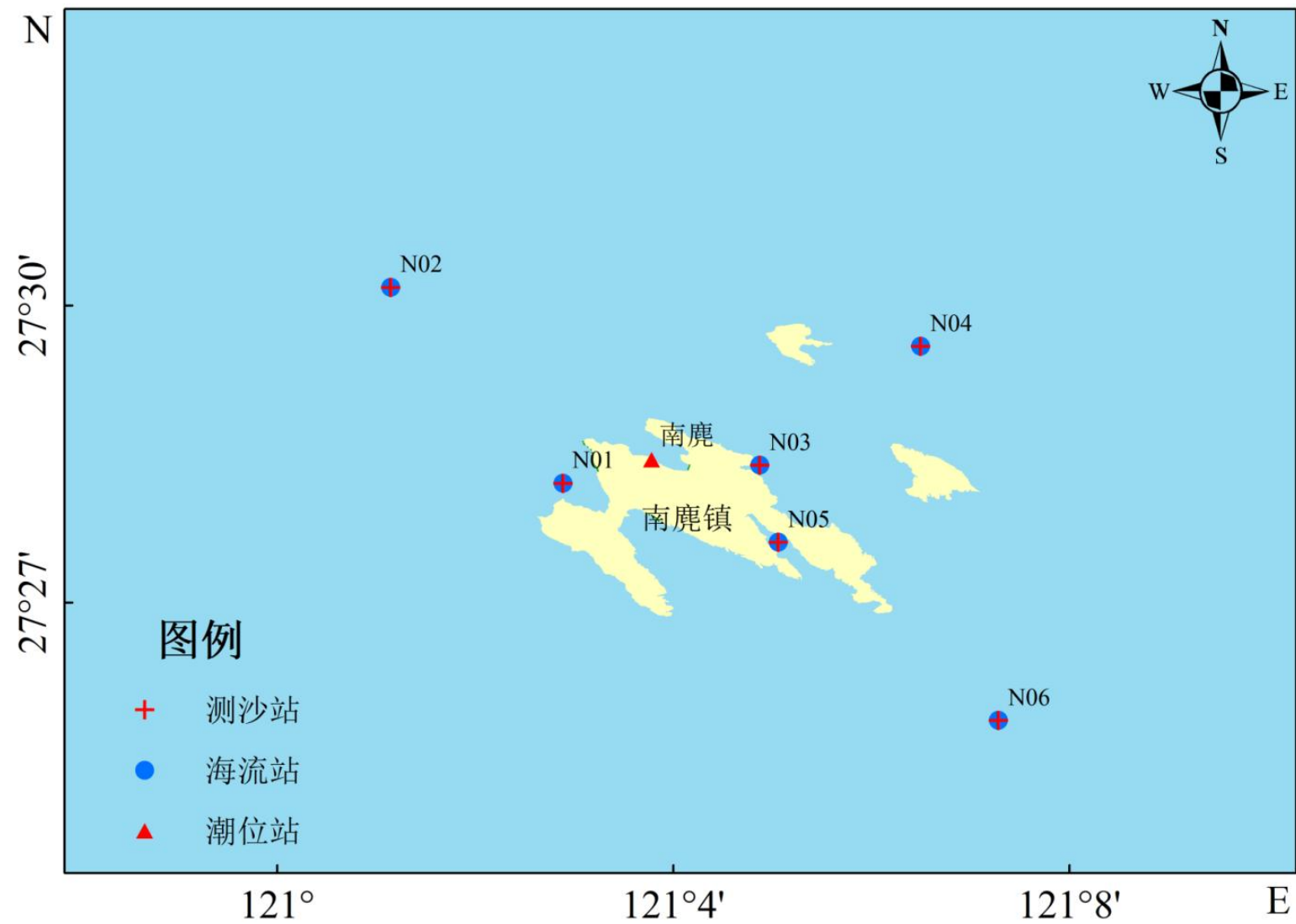


图 3.1-6 海洋水动力环境监测站位示意图

3.1.5 效果评估指标及方法

沙滩生态修复工程效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，进行工程指标完成度评估、沙滩稳定性评估、沙滩含泥量评估、生物群落评估和环境要素评估。上述指标评估在 2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 3.1-8。

表 3.1-8 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	工程指标完成度评估	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	沙滩稳定性	
3	沙滩含泥量评估	
4	生物群落评估	
5	环境要素评估	

1、工程指标完成度评估

沙滩生态修复工程指标完成度评估要求见表 3.1-9。

表 3.1-9 沙滩生态修复工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	岸线长度	修复大沙岙、国姓岙、后隆岙、火焜岙以及马祖岙等 5 座沙滩，岸线长 1.3km	
		补沙量	马祖岙补沙方量约 0.83 万 m³，国姓岙补沙方量约 0.64 万 m³，后隆岙补沙方量约 0.48 万 m³，火焜岙挖补沙方量约 5.0 万 m³	对应工程内容
		其他	后隆岙设置海漂垃圾拦截装置，总长约 80m，岙口中部预留 20m 作为渔船通道；配备海漂垃圾打捞装置 1 台和移动垃圾压缩装置 4 台	对应工程内容

2、沙滩稳定性评估

通过沙滩地形监测，包括沙滩岸线位置、岸滩剖面地形、岸滩地貌等，评估沙滩修复前后的稳定性。重点关注修复后沙滩形态是否保持相对稳定。

3、沙滩含沙量评估

通过沙滩潮间带沉积物粒度监测，评估沙滩修复前后的含沙量、含泥量情况。重点关注修复后沙滩是否达到了预期的砂质特性和沙滩泥质化情况。

4、生物群落评估

海洋生态状况评估主要借鉴《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 8 部分：砂质海岸》（HY/T 0460.8-2024）中生物群落、环境要素和生态状况综合评估中的评估方法

生物群落评估指标及赋值标准见表 3.1-10。

表 3.1-10 生物群落评估指标及赋值标准

序号	指标	I	II	III	IV	V
1	潮间带底栖生物量变化率	$\geq +5\%$	$[0, 5\%)$	$[-5\%, 0)$	$[-10\%, -5\%)$	$< -10\%$
2	后滨植被总面积变化率	$\geq 10\%$	$[5\%, 10\%)$	$[0, +5\%)$	$[-10\%, 0)$	$< -10\%$
3	后滨植被盖度变化率	$\geq 10\%$	$[5\%, 10\%)$	$[0, +5\%)$	$[-10\%, 0)$	$< -10\%$
赋值		10	8	6	4	2

潮间带底栖生物量指标变化率按下式计算：

$$B_1 = \frac{T_0 - \bar{T}}{T_0} \times 100\%$$

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N}$$

式中： B_1 —潮间带底栖生物量指标变化率；

$\bar{T}$ —潮间带底栖生物量监测平均值，单位为个每平方米（ind/m²）；

T_0 —参照系数据或基准值数据，单位为个每平方米（ind/m²）；

T_i —第 i 个样方数值，单位为个每平方米（ind/m²）；

N —评价区域样方总数。

后滨植被总面积变化率按下式计算：

$$B_2 = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\%$$

式中： B_2 —后滨植被总面积变化率；

A —后滨植被总面积实测值；

A_0 —参照系数据或基准值数据。

后滨植被盖度变化率按下式计算：

$$B_3 = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\%$$

式中： B_3 —后滨植被盖度变化率；

C —后滨植被盖度实测值；

C_0 —参照系数据或基准值数据。

d) 生物群落状况指数

生物群落状况指数计算见下式：

$$B = \frac{\sum_{i=1}^3 B_i}{3}$$

式中： B —生物群落状况指数；

B_i —第 i 个生物群落评估指标赋值；

当 $2 \leq B < 5$ 时，生物群落为严重受损；当 $5 \leq B < 7$ 时，生物群落为受损；当 $7 \leq B < 10$ 时，生物群落为稳定。

5、环境要素评估

环境要素评估指标赋值见表 3.1-11。

表 3.1-11 环境要素评估指标及赋值标准

序号	指标	I	II	III
1	近海海水水质等级	第一类	第二类/第三类	第四类
2	潮间带沉积物质量等级	第一类	第二类	第三类
赋值		10	6	2

环境要素评估指标的计算方法如下：

a) 按照要求获取近岸海水水质等级与潮间带沉积物质量等级。

b) 环境状况指数计算见下式：

$$E = \frac{\sum_{i=1}^2 E_i}{2}$$

式中： E —环境状况指数；

E_i —第 i 个环境状况评估指标赋值。

当 $2 \leq E < 5$ 时，环境状况指数为不适宜；当 $5 < E < 7$ 时，环境状况指数为中等适宜；当 $7 < E \leq 10$ 时，环境状况指数为适宜。

3.2 海藻场生态系统（海藻场修复工程）效果评估方案

3.2.1 海藻场修复工程内容

根据实施方案，南麂列岛海洋生态保护修复工程中的重要物种保育与生境恢复工程包括海藻场修复、潮间带生态修复、野生水仙花保育、海岛植被恢复等。

海藻场修复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，大于潮至以下为铜藻。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。工程位置详见 3.2-1。



图 3.2-1 工程位置示意图

3.2.2 海藻场修复工程效果评估要求

根据实施方案，海藻场修复工程效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 3.2-1。

表 3.2-1 海藻场修复工程效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	海藻场面积、种类、盖度、生物量、覆盖率、藻类密度	4 次/年
		大型藻类盖度、种类； 附着生物生物量； 大型底栖生物种类、密度、生物量； 游泳动物种类、生物量、鱼卵仔鱼种类、密度	
		水体环境（盐度、pH 值、溶解氧、有机碳、无机氮、无机磷等）； 底质环境（粒度、有机碳、硫化物、总磷、总氮） 高程	
2	绩效指标调查	修复海藻场总长 0.8km	未明确

3.2.3 海藻场修复工程效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案

基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，同时参照《海藻场生态修复与效果评估技术指南》（T/CAOE 76-2024）等技术规范，确定效果评估监测内容。生态修复监测内容依照实施方案要求并参考技术指南确定，站位设置、监测方法与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 3.2-2。

表 3.2-2 海藻场修复工程监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标调查	修复长度	海藻场修复总长度 0.8km，宽度约 5~10m，其中马祖岙口顶北侧长度 0.2km 和火焮岙中段长度 0.6km	现场调查+资料收集	数量指标
		构建结构	海藻场中潮区种类为鼠尾藻、石莼，中低潮区为羊栖菜，低潮线为半叶马尾藻和瓦氏马尾藻，大干潮至以下为铜藻		对应工程内容
2	生态修复监测	海藻	海藻场：面积、种类、覆盖度	遥感或声呐走航	符合评估要求，与本底一致
			海藻：种类、优势种、株高、覆盖度、密度、生物量	现场监测	
		大型藻类	种类、盖度	现场监测	
		附着生物	种类、密度、生物量、物种多样性	现场监测	
		大型底栖生物	种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	现场监测	
		鱼卵仔鱼、游泳动物	种类、资源密度、优势种、物种多样性	现场监测	符合评估要求，与本底一致
		其他生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮间带生物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	现场监测	
		海水水质	流速流向、透明度、水温、pH、盐度、溶解氧、化学需氧量、悬浮物、无机氮、无机磷、活性磷酸盐、石油类	现场监测	
		海洋沉积物	粒度、有机碳、硫化物、总磷、总氮	现场监测	
		地形地貌	区域的生境、潮间带地形、高程	现场监测+遥感监测	
3	视频影像	工程施工前、施工完成后以及施工完成后两年的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

海藻场修复工程绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 3.8 章节。数量指标调查包括海藻场修复长度调查、构建结构等调查，主要通过现场无人机

航测和资料收集等方法进行调查。海藻场修复长度主要通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到修复的长度和面积，再通过对比设计长度和面积评价达标情况。海藻场构建结构等主要通过资料收集、现场调查等方式开展。

（2）生态修复监测

海藻场修复工程生态修复监测内容包括海藻、地形地貌、海洋生态环境、大型藻类等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

海藻场修复工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合海藻场修复工程分年度绩效考核指标内容，因 2026 年仅进行潮间带修复，不开展海藻场修复具体工作，并计划于 2027 年完成工程内容。生态修复监测于 2027 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次；绩效指标调查于 2027 年（验收期）开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 3.2-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2027 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与项目中期监测月份或季节保持一致，海藻场、大型藻类等监测宜于藻类生长繁盛期（12 月~次年 4 月）开展。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 3.2-3 海藻场修复工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	备注
1	绩效指标调查	修复长度	2027 年（验收期）
		构建结构	
2	生态修复监测	海藻场	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		大型藻类	
		附着生物	

序号	类别	监测要素	备注
		大型底栖生物	
		鱼卵仔鱼、游泳动物	
		其他生态	
		海水水质	
		海洋沉积物	
		地形地貌	2027 年（验收期）
3	视频影像	视频影像	2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

3.2.4 海藻场修复工程监测站位

- 1、海藻场
- 海藻场监测通过遥感或声呐走航等方式开展，监测海藻场面积、种类分布、盖度等。监测位置同工程位置。
- 根据《海藻场生态修复与效果评估技术指南》（T/CAOE 76-2024），海藻群落监测于每片海藻场修复区域布设 3 条断面，每条断面 3 个监测站位，监测站位不少于 3 个样方。海藻群落监测站位详见表 3.2-4 和图 3.2-2。
- 2、大型藻类、附着生物
- 大型藻类、附着生物监测站位设置同海藻群落监测。详见表 3.2-4 和图 3.2-2。
- 3、海洋水质生态环境
- 浮游生物、大型底栖生物、游泳动物、鱼卵仔鱼、海水水质、海洋沉积物监测部分点位取海藻要素监测中的点位，另外在海藻场外侧海域增设若干监测站位作为对照，共计 12 个监测站位。部分站位可根据海域养殖实际位置进行适当的调整。监测站位详见表 3.2-5 和图 3.2-3。
- 4、地形地貌
- 海藻场所在潮间带地形地貌以向海侧外扩 100m 至岸线向陆侧 30m 为测量范围，详见图 3.2-4。地形成果满足 1:500 比例尺要求。

表 3.2-4 海藻群落监测站位经纬度表

站位	经度（E）	纬度（N）	区域	监测内容
1	121°5.098′	27°27.643′	马祖岙 海藻场	海藻群落
2	121°5.068′	27°27.608′		
3	121°5.048′	27°27.584′		
4	121°5.188′	27°27.608′		
5	121°5.158′	27°27.569′		
6	121°5.133′	27°27.536′		

站位	经度（E）	纬度（N）	区域	监测内容
7	121°5.260′	27°27.535′		
8	121°5.237′	27°27.499′		
9	121°5.217′	27°27.469′		
10	121°3.346′	27°28.071′	火焜岙 海藻场	
11	121°3.300′	27°28.057′		
12	121°3.255′	27°28.050′		
13	121°3.362′	27°28.038′		
14	121°3.311′	27°28.026′		
15	121°3.276′	27°28.018′		
16	121°3.341′	27°27.986′		
17	121°3.303′	27°27.977′		
18	121°3.272′	27°27.971′		

表 3.2-5 海水水质生态环境监测站位经纬度表

站位	经度（E）	纬度（N）	监测内容	备注
1	121°3.300'	27°28.057'	水质、生态、沉积物	同海藻群落调查的 11 站位
2	121°3.276'	27°28.018'	水质、生态、沉积物	同海藻群落调查的 15 站位
3	121°3.303'	27°27.977'	水质、生态、沉积物	同海藻群落调查的 17 站位
4	121°2.780'	27°28.118'	水质、生态、沉积物、渔业资源	对照点
5	121°3.053'	27°28.321'	水质、生态、沉积物、渔业资源	对照点
6	121°2.523'	27°28.754'	水质、生态、沉积物、渔业资源	对照点
7	121°5.068'	27°27.608'	水质、生态、沉积物	同海藻群落调查的 2 站位
8	121°5.133'	27°27.536'	水质、生态、沉积物	同海藻群落调查的 6 站位
9	121°5.237'	27°27.499'	水质、生态、沉积物	同海藻群落调查的 8 站位
10	121°5.468'	27°27.279'	水质、生态、沉积物、渔业资源	对照点
11	121°5.312'	27°27.141'	水质、生态、沉积物、渔业资源	对照点
12	121°5.973'	27°26.457'	水质、生态、沉积物、渔业资源	对照点

注：部分站位可根据海域养殖实际位置进行适当的调整。

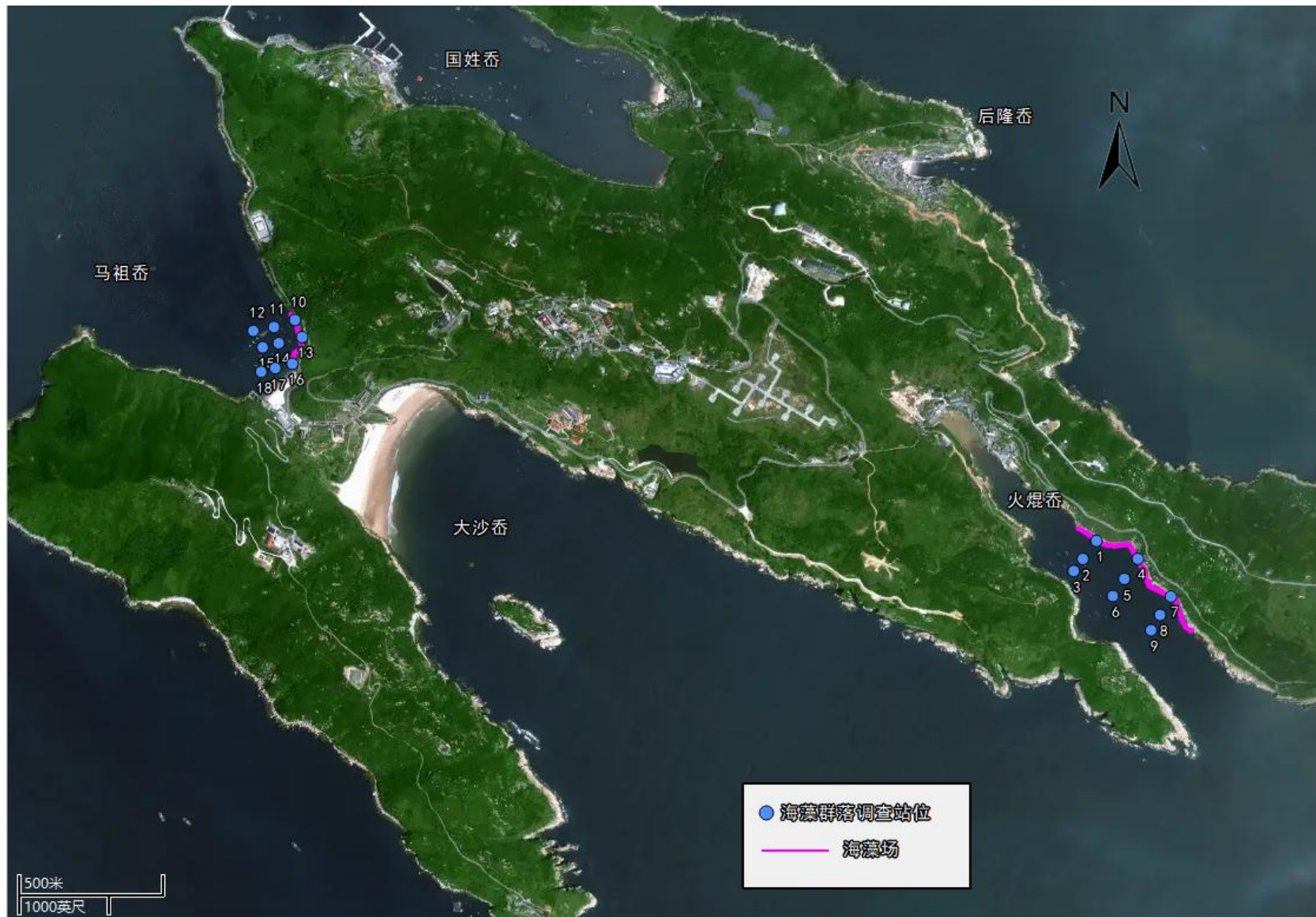


图 3.2-2 海藻群落监测站位示意图





图 3.2-4 地形地貌测量范围示意图

3.2.5 效果评估指标及方法

海藻场修复工程效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，参照《海藻场生态修复与效果评估技术指南》（T/CAOE 76-2024）中的修复效果评估内容，进行工程指标完成度评估、海藻要素评估、环境要素评估。上述指标在工程 2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 3.2-6。

表 3.2-6 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	工程指标完成度评估	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	海藻要素评估	
3	环境要素评估	

1、工程指标完成度评估

海藻场修复工程指标完成度评估要求见表 3.2-7。

表 3.2-4 海藻场修复工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	修复长度	海藻场修复总长度 0.8km，宽度约 5~10m，其中马祖岙口顶北侧长度 0.2km 和火焮岙中段长度 0.6km	对应工程内容
		构建结构	海藻场中潮区种类为鼠尾藻、石莼，中低潮区为羊栖菜，低潮线为半叶马尾藻和瓦氏马尾藻，大干潮至以下为铜藻	

2、海藻要素评估

海藻要素评估的评分标准按表 3.2-8 执行。

表 3.2-8 海藻要素评分依据表

评估指标	≥85%	85%≤ · <70%	70%≤ · <50%	50%≤ · <25%	<25%
分布面积恢复率%	10 分	7 分	4 分	2 分	0 分
覆盖度恢复率%					

评估指标恢复率按下述公式计算：

$$RC_i = \frac{V_i}{RF_i} \times 100\%$$

式中：RC_i—第 i 项评估指标恢复率；

V_i—第 i 项评估指标的调查值；

RF_i—参照生态系统的第 i 项评估指标值。

海藻要素评分按下述公式计算：

$$SW_{ecol} = \sum (SW_i \times W_i)$$

式中：SW_{ecol}—海藻要素评分；

SW_i —第 i 项评估指标恢复率的评价分值；

W_i —第 i 项评估指标的权重。

3、环境要素评估

海藻场环境要素评估按下述公式计算：

$$E_{ecol} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times W_i)}{n} + \frac{\sum_{j=1}^m (E_j \times W_j)}{m}$$

式中： E_{ecol} —海藻场环境要素评分；

E_i —生物群落第 i 项评估指标的分数；

E_j — 水体环境第 j 项评估指标的分数；

W_i — 生物群落评估指标的权重；

W_j — 水体环境评估指标的权重；

n —生物群落评估指标总数；

m —水体环境评估指标总数。

按照 GB/T 12763.6 的规定计算海藻场生物群落各项参数。海藻场环境要素评分标准按照表 3.2-9 执行。

表 3.2-9 海藻场环境要素评分依据表

评估内容	评估指标	10 分	7 分	4 分	0 分
生物群落	鱼类浮游生物密度	较修复前显著 升高	较修复前较显 著升高	无显著变化	较修复前较显 著/显著下降
	大型底栖/潮间带生物 多样性指数				
水体环境	无机氮浓度	较修复前显著 下降	较修复前较显 著下降	无显著变化	较修复前较显 著/显著升高
	悬浮物浓度				
	溶解氧浓度	较修复前显著 升高	较修复前较显 著升高	无显著变化	较修复前较显 著/显著下降
注：显著性按照统计学显著性水平判定， $0.05 \leq P < 0.1$ 判定为较显著， $P < 0.05$ 判定为显著。检验方法可选择 Mann-Whitney U 检验(调查站位数在 6~30 站之间)或 t 检验(调查站位数大于 30 站)。					

3.3 海岛植被修复工程效果评估方案

3.3.1 海岛植被修复工程内容

根据实施方案，南麂列岛海洋生态保护修复工程中的重要物种保育与生境恢复工程包括野生水仙花保育、海岛植被恢复等。本章节将有害生物防治与野生水仙花保育、海岛植被恢复的本底调查一并考虑。海岛植被恢复和有害生物防治工程位置详见图 3.3-1。

1) 野生水仙花保育、海岛植被恢复

野生水仙花目前以大礁山屿为主，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。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。在大礁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。本工程能确保水仙花的存续与繁衍，为海岛生态系统增添活力。

海岛植被恢复区域为南麂列岛大沙岙—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。

本项目将实施系统性的“清-管-护-监测”防控策略，清理有害生物，恢复海岛植被，从源头上保护生态系统的安全。这一措施不仅有助于提升海岛生态系统的稳定性，还能与其他物种提供更加丰富的生态位。

2) 有害生物防治

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。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。

3.3.2 海岛植被修复工程效果评估要求

根据实施方案，海岛植被修复工程（南麂列岛、门峙岛、大礁山屿）效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 3.3-1。

表 3.3-1 海岛植被修复工程效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	海岛植被面积、种类、盖度、生物量、茎枝密度与高度	1 次/年
		海岛动物：哺乳类、两栖类、爬行类和鸟类	
		土壤类型、分布、理化特征和环境质量	
2	绩效指标调查	野生水仙花保育面积 20.14 公顷 修复海岛植被面积 27.56 公顷 有害生物防治岛屿数量 3 个	未明确



图 3.3-1 工程位置示意图

3.3.3 海岛植被修复工程效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，同时参考《海岛生态修复技术指南 植被修复》（HY/T 0456-2024）等技术规范，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。即生态修复中的监测内容、指标、站位设置以及监测方法均与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 3.3-2。

表 3.3-2 重要物种保育与生境恢复工程监测内容与方法

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标调查	野生水仙花保育	野生水仙花保育面积 20.14 公顷，在大楸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；	现场监测+资料收集	数量指标
		海岛植被恢复	修复海岛植被面积 27.56 公顷，其中，火焜岙林相改造 5.74 公顷，大沙岙 21.82 公顷	现场监测+资料收集	
		有害生物防治	有害生物防治岛屿数量 3 个，主要包括南麂主岛、门峙岛、大楸山屿等主要区域	现场监测+资料收集	
2	生态修复监测	海岛植被恢复	海岛植被：植被面积、种类、盖度、生物量、茎枝密度与高度以及水仙花成活率	现场监测+无人机航拍+资料收	符合评估要求，与本底一致
			海岛动物：哺乳动物、爬行动物、两栖动物、昆虫、		

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
			中大型土壤动物、鸟类。	集	与本底一致
			土壤：土壤类型、分布、森林落枯物、土壤含水量、PH 值、全磷、全钾、全氮。	现场监测	
		有害生物防治	有害生物：物种、数量、面积等	现场监测+资料收集	
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

海岛植被修复工程绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 3.8 章节。数量指标调查包括野生水仙花保育面积、海岛植被修复面积、有害生物防治面积等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。野生水仙花保育面积、海岛植被修复面积、有害生物防治面积主要通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到修复面积，再通过对比设计参数评价达标情况。上述绩效指标除无人机航测外，还通过资料收集、数据核查等方式辅助调查。

（2）生态修复监测

海岛植被修复工程生态修复监测内容包括海岛植被、海岛动物、土壤等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

海岛植被修复工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合海岛植被修复分年度绩效考核指标内容，海岛植被修复工程于 2026 年开始。生态修复监测和绩效指标调查于 2026 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 3.3-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2026 年（项目中期）调查时间于年底开展为宜，2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

(2) 生态修复监测时间

2026 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与项目中期监测月份或季节保持一致。

(3) 视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 3.3-3 海岛植被修复和有害生物防治工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	备注
1	绩效指标调查	野生水仙花保育面积	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		海岛植被修复面积	
		有害生物防治	
2	生态修复监测	海岛植物	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		海岛动物	
		土壤	
		有害生物	
3	视频影像	视频影像	2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

3.3.4 海岛植被修复工程监测站位

1、海岛植被

在海岛植被修复工程涉及的 3 个区域（包含野生水仙花保育区），共设置 3 条样线，即火焜岙、大沙岙和大楸山屿各设置样线 1 条。根据样线区植被类型设置样方，每个植被类型样方不少于 5 个，具体样方设置视实际植被类型分布而定。样线设置详见图 3.3-2。

2、海岛动物

在海岛植被修复工程涉及的 3 个区域（包含野生水仙花保育区），动物调查采用样线法结合典型生境样点法的形式开展。其中鸟类样线设置同海岛植被样线设置，典型生境样点视实际生境分布而定。

3、土壤

在海岛植被修复工程涉及的 3 个区域（包含野生水仙花保育区），共设置 3 个监测样方，每个样方内设置 5 个小样方。监测样方设置视现场调查情况而定。

4、有害生物

有害生物和外来入侵物种监测区域包括南麂主岛、门峙岛、大楸山屿。监测区域详见图 3.3-3。



图 3.3-2 监测样线分布示意图（海岛植被恢复）



图 3.3-3 有害生物监测范围示意图（有害生物防治）

3.3.5 效果评估指标及方法

海岛植被修复和有害生物防治工程效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，参照《海岛生态修复技术指南 植被修复》（HY/T 0456-2024）中的效果评估内容。即对比修复前、修复后不同时期的监测结果，对修复区的植被恢复状况，以及修复区土壤质量、景观生境功能等改善效果进行评估。上述指标在工程 2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 3.3-4。

表 3.3-4 效果评估内容一览表

序号	评估内容		评估阶段
1	工程指标完成度评估		2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	海岛植被评估	植被面积、种类、盖度、成活率（水仙花）	
3	海岛动物评估	种类、密度、物种多样性	
4	土壤评估	浓度	
5	有害生物评估	种类、面积	

1、工程指标完成度评估

海岛植被修复和有害生物防治效果评估指标完成度评估要求见表 3.3-5。

表 3.3-5 海岛植被修复和有害生物防治工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	野生水仙花保育	野生水仙花保育面积 20.14 公顷，在大榑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；	量化指标
		海岛植被恢复	修复海岛植被面积 27.56 公顷，其中，火焜岙林相改造 5.74 公顷，大沙岙 21.82 公顷	
		有害生物防治	有害生物防治岛屿数量 3 个，主要包括南麂主岛、门峙岛、大榑山屿等主要区域	

2、海岛植被评估

通过海岛植被监测，包括植被面积、种类、盖度、存活率等，评估海岛植被修复前后群落状况。重点关注修复后野生水仙花保育面积、繁育面积以及存活率情况。

3、海岛动物评估

通过海岛动物监测，包括哺乳类、爬行类、两栖类、鸟类等种类、密度及物种多样性，评估海岛植被修复工程前后海岛动物群落变化状况。

4、土壤评估

通过土壤监测，评估海岛植被修复工程前后土壤类型、森林落枯物、土壤含水量、PH 值、全磷、全钾、全氮等参数变化，从而进一步评估海岛植被修复工程实施效果。

5、有害生物防治

通过有害生物调查，包括有害生物种类、面积等，对比修复前后种类、面积变化，从而评估海岛植被修复工程前后有害生物防治效果。

3.4 潮间带生态修复工程效果评估方案

3.4.1 潮间带生态修复工程内容

根据实施方案，南麂列岛海洋生态保护修复工程中的重要物种保育与生境恢复工程包括海藻场修复、潮间带生态修复、野生水仙花保育、海岛植被恢复等。

潮间带生态修复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。通过海滩养护等措施，重建其自然形态和生态功能；通过恢复潮间带的藻类附着生境，为海洋生物提供更加适宜的栖息环境。



图 3.4-1 工程位置示意图

3.4.2 潮间带生物修复工程效果评估要求

根据实施方案，对于南麂列岛潮间带生物修复工程的效果评估未作出明确要求，但考虑到总体项目的验收和结题，仍须做好潮间带生物修复工程效果评估工作。

3.4.3 潮间带生物修复工程效果评估内容

1、监测内容

为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。即生态修复中的监测内容、指标、站位设置以及监测方法均与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 3.4-1。

表 3.4-1 潮间带生物修复工程监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标调查	修复长度	潮间带生态修复实施区域为南麂主岛沿岸潮间带，实施长度约 2.45km	现场监测+资料收集	数量指标
		人工潮汐池	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		对应工程内容
2	生态修复监测	潮间带岩石	钙化面积、长度、程度等	现场监测	与本底一致
		潮间带生物生态	潮间带生物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性 潮间带藻类：种类、密度、优势种等	现场监测	
		地形地貌	区域的生境、潮间带地形	现场监测+遥感监测	
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

潮间带生物修复工程绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 3.8 章节。数量指标调查包括修复长度、人工潮汐池等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到潮间带修复的长度和人工潮汐池数量，再通过对比设计参数评价达标情况。

（2）生态修复监测

潮间带生物修复工程生态修复监测内容包括地形地貌、潮间带生物等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

潮间带生物修复工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合潮间带生态修复工程分年度绩效考核指标内容，潮间带生态修复工程于 2026 年开始，于 2027 年结束，其中 2026 年拟修复潮间带长度 800m，2027 年拟修复潮间带长度 1650m，施工工作量主要集中在 2027 年。故生态修复监测于 2027 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次；绩效指标调查于 2026 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 3.4-2。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2026 年（项目中期）调查时间于年底开展为宜，2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2027 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与项目中期监测月份或季节保持一致。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 3.4-3 潮间带生态修复工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	备注
1	绩效指标调查	潮间带生态修复长度	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）
		人工潮汐池修建情况	
2	生态修复监测	潮间带岩石	2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		潮间带生物生态	
		地形地貌	2027 年（验收期）
3	视频影像	视频影像	2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

3.4.4 潮间带生物修复工程监测站位

1、岩石钙化

通过现场监测确定潮间带生态修复区域岩石钙化面积、长度、程度等。

2、潮间带生物生态

在拟修复区域（火焜岙、大沙岙、国姓岙、后隆岙、马祖岙）各布设 1 条潮间带生物断面，共布设 5 条潮间带生物断面（T1~T5），于大潮低潮时采样。监测断面详见表 3.4-4 和图 3.4-2。

为验证人工潮汐池效果，于人工潮汐池位置布设 3 条潮间带生物（T6~T8），同时设置 3 条对照断面（T3~T5），于小潮低潮时采样。监测断面详见表 3.4-4 和图 3.4-2。

3、潮间带地形地貌

潮间带地形地貌以向海侧外扩 100m 至岸线向陆侧 30m 为测量范围，范围示意图详见图 3.4-3。地形成果满足 1:500 比例尺要求。

表 3.4-4 潮间带生物监测断面经纬度表（潮间带生态修复）

站位	经度（E）	纬度（N）	工程区域	监测内容
T1	121°4.147′	27°28.356′	国姓岙	潮间带生物
T2	121°3.166′	27°28.470′	马祖岙	
T3	121°3.349′	27°28.036′		
T4	121°3.702′	27°27.897′	大沙岙	
T5	121°4.935′	27°27.744′	火焜岙	
T6	121°4.161′	27°28.374′	人工潮汐池	
T7	121°3.103′	27°28.596′		
T8	121°3.819′	27°27.857′		



图 3.4-2 潮间带生物监测断面示意图

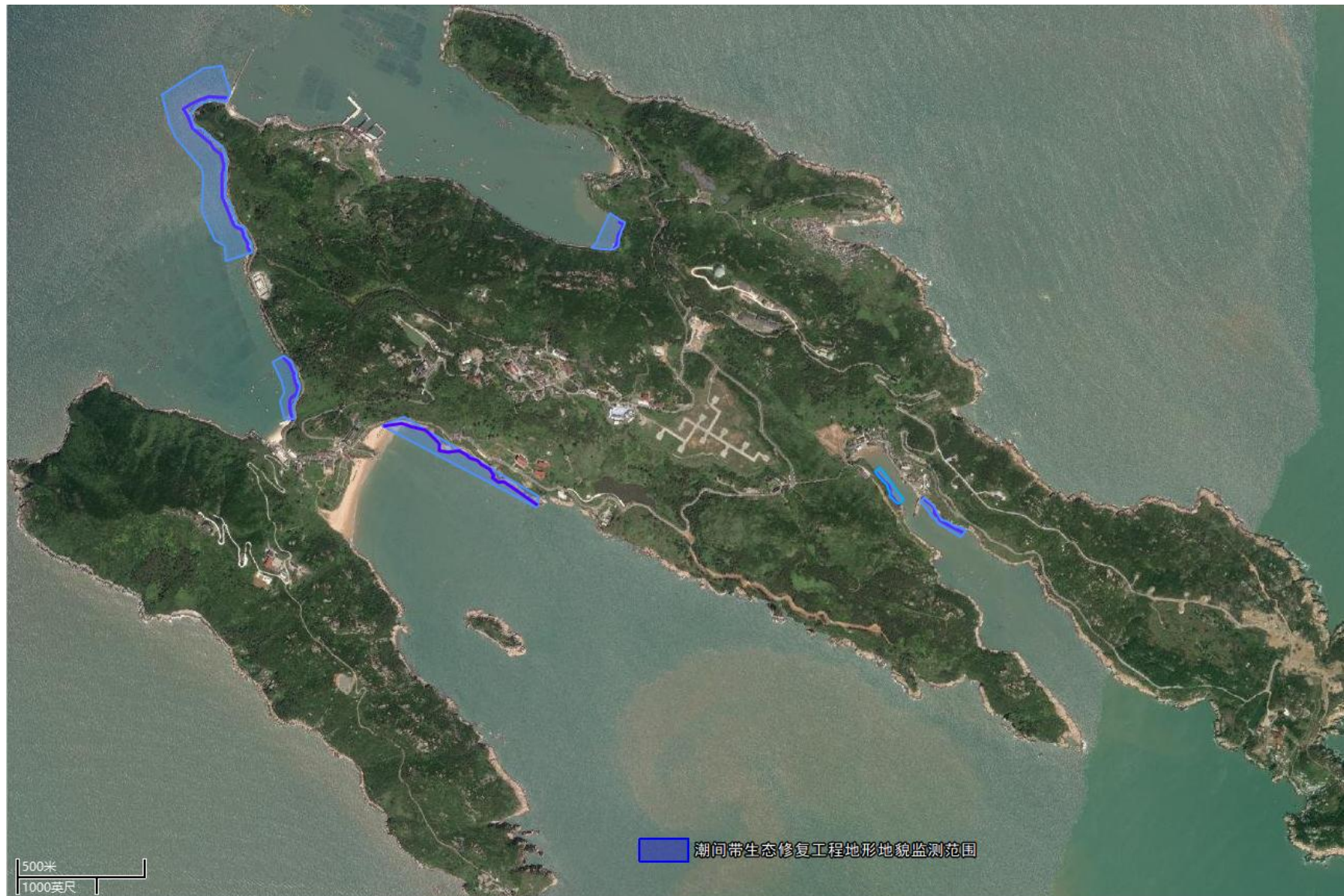


图 3.4-3 潮间带地形测量范围示意图（潮间带生态修复）

3.4.5 效果评估指标及方法

潮间带生态修复工程效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，参照《海洋生态修复技术指南》（试行）中的岸滩整治与生态修复效果评估内容。即包括工程指标完成度评估、地形地貌评估、生态生物评估等，其中生态生物评估、工程指标完成度于 2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。地形地貌评估在 2027 年（验收期）开展 1 次评估。具体详见表 3.4-6。

表 3.4-6 效果评估内容一览表

序号	评估内容		评估阶段
1	工程指标完成度评估		2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	地形地貌评估	地形地貌变化	2027 年（验收期）
3	岩石钙化评估	岩石钙化面积、长度、程度	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
4	生态生物评估	潮间带生物种类、密度、生物量、物种多样性	

1、工程指标完成度评估

潮间带生态修复工程指标完成度评估要求见表 3.4-7。

表 3.4-7 潮间带生态修复工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	修复长度	潮间带生态修复实施区域为南麂主岛沿岸潮间带，实施长度约 2.45km	量化指标
		人工潮汐池	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	对应工程内容

2、地形地貌评估

通过监测潮间带地地貌形的变化，包括潮间带岸线、生境、潮间带地形等，评估潮间带生态修复工程前后的地形地貌变化。

3、岩石钙化评估

通过监测潮间带岩石钙化的情况，包括钙化面积、长度和程度等，评估潮间带生态修复工程前后的变化。

4、生态生物评估

通过潮间带生物监测，包括潮间带种类组成、密度分布及物种多样性等，评估潮间带生态修复工程前后潮间带生物群落变化状况。

3.5 海岛污水处理设施提升改造工程效果评估方案

3.5.1 海岛污水处理设施提升改造内容

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。包括集中处理终端建设：后隆村提升改造 1 座农污终端，规模为 $40.0\text{m}^3/\text{d}$ ；新码头村提升改造 1 座农污终端，规模为 $30.0\text{m}^3/\text{d}$ ；国姓岙村提升改造 1 座农污终端，规模为 $20.0\text{m}^3/\text{d}$ ；其他地区新建 5 座农污终端规模为 $10.0\text{m}^3/\text{d}$ 。工程位置详见图 3.5-1。本工程采用改良 A_2O 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。



图 3.5-1 海岛污水处理设施提升改造工程位置示意图

3.5.2 海岛污水处理设施提升改造工程效果评估要求

根据实施方案，对于海岛污水处理设施提升改造工程的效果评估未作出明确要求，但考虑到总体项目的验收和结题，仍须做好海岛污水处理设施提升改造工程效果评估工作。

3.5.3 海岛污水处理设施提升改造工程效果评估内容

1、监测内容

为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。即生态修复中的监测内容、指标、站位设置以及监测方法均与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 3.5-1。

表 3.5-1 污水处理设施提升工程监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标调查	建设规模	后隆村提升改造 1 座农污终端，规模为 40.0m ³ /d；新码头村提升改造 1 座农污终端，规模为 30.0m ³ /d；国姓岙村提升改造 1 座农污终端，规模为 20.0m ³ /d；其他地区新建农污终端规模为 10.0m ³ /d。	现场监测+资料收集	数量指标
		其他	处理工艺、污水收集范围等		对应工程内容
2	生态修复监测	终端水质	pH 值、COD _{Cr} 、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、大肠菌群	现场监测	与本底一致
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

海岛污水处理设施提升改造工程绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 3.8 章节。数量指标调查包括建设规模、处理工艺、污水收集范围等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。通过无人机航测技术、资料收集和数据核查等方式，对比设计参数评价达标情况。

（2）生态修复监测

海岛污水处理设施提升改造工程生态修复监测内容主要为污水水质监测，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

海岛污水处理设施提升改造工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合海岛污水处理设施提升改造工程分年度绩效考核指标内容，海岛污水处理设施提升改造工作于 2027 年开展。故生态修复监测和绩效指标调查于 2027 年（项目后期、验收期）开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 3.5-2。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2027 年（验收期）监测时间视工程完工时间或验收时间而定。监测不少于 2 天，每天不少于 4 次。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 3.5-2 海岛污水处理设施提升改造工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	备注
1	绩效指标调查	建设规模	2027 年（验收期）
		处理工艺、污水收集范围等其他	
2	生态修复监测	终端水质	2027 年（验收期）1 次，监测不少于 2 天，每天不少于 4 次
3	视频影像	视频影像	2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

3.5.4 海岛污水处理设施提升改造工程监测站位

在农污终端开展水质监测，共 5 个站位。监测范围见图 3.5-2，具体站位以当地污

水井位置为准。



图 3.5-2 污水水质监测范围示意图

3.5.5 效果评估指标及方法

海岛污水处理设施提升改造工程效果评估在上述修复监测和绩效指标调查的基础上，通过对比分析的方法展开效果评估。对比修复前、修复后不同时期水质监测成果和建设规模，对修复的设施规模、处理工艺以及终端水质达标状况等进行评估。上述指标在工程 2027 年（验收期）开展 1 次评估。详见表 3.5-3。

表 3.5-3 效果评估内容一览表

序号	评估内容		评估阶段
1	工程指标完成度评估		2027 年（验收期）1 次
2	污水水质评估	污水水质参数浓度大小及水质达标情况	

1、工程指标完成度评估

海岛污水处理设施提升改造工程指标完成度评估要求见表 3.5-4。

表 3.5-4 海岛污水处理设施提升改造工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	建设规模	后隆村提升改造 1 座农污终端，规模为 40.0m ³ /d；新码头村提升改造 1 座农污终端，规模为 30.0m ³ /d；国姓岙村提升改造 1 座农污终端，规模为 20.0m ³ /d；其他地区新建农污终端规模为 10.0m ³ /d。	数量指标
		其他	处理工艺、污水收集范围等	对应工程内容

2、污水水质评估

通过海岛污水处理设施提升改造工程污水水质监测，包括总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、大肠菌群等参数，评估海岛污水处理设施提升改造工程前后污水水质的变化和达标情况。

3.6 海岛水源生态涵养工程效果评估方案

3.6.1 海岛水源生态涵养工程内容

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，亟需修扩建火焜岙山塘，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。

本次在原坝址新建山塘，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。

后隆岙南侧山塘和大沙岙北侧山塘无法正常蓄水，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。两座山塘库容量约为 0.40 万 m³。

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。工程位置详见图 3.6-1。

3.6.2 海岛水源生态涵养工程效果评估要求

根据实施方案，对于海岛水源生态涵养工程的效果评估未作出明确要求，但考虑到总体项目的验收和结题，仍须做好海岛水源生态涵养工程效果评估工作。

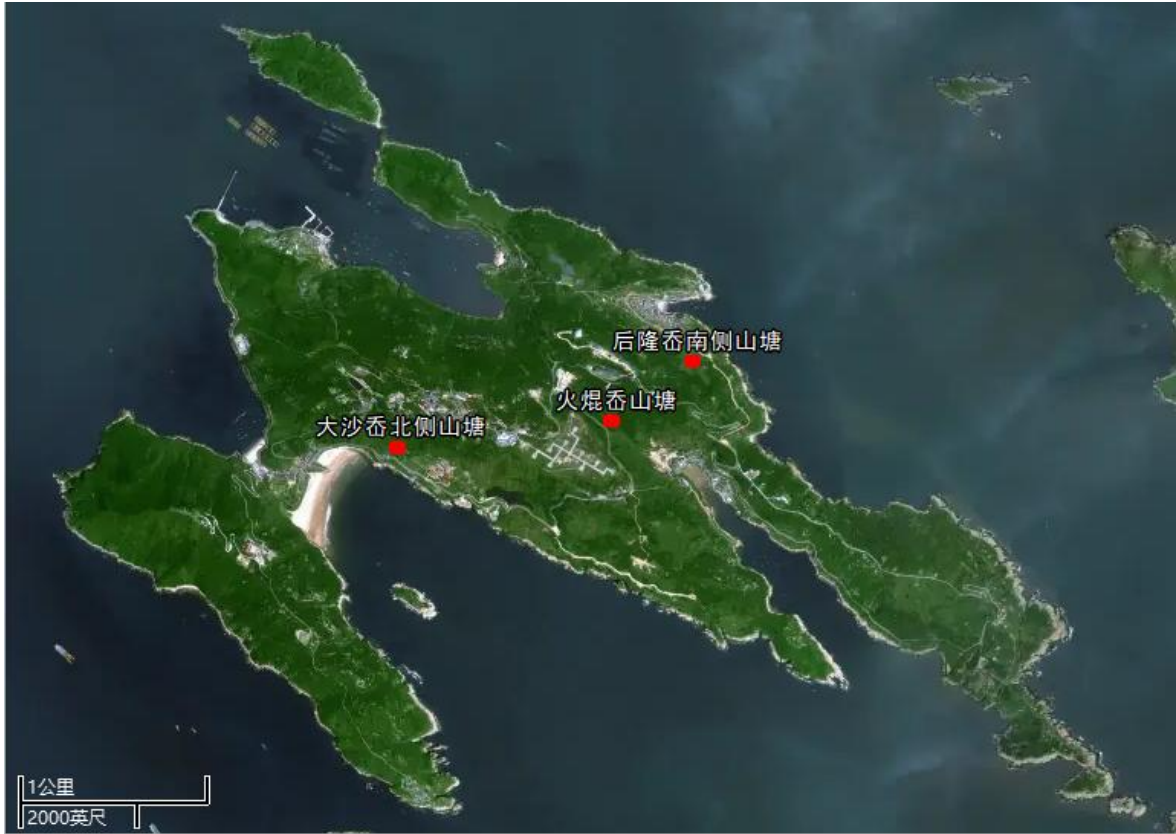


图 3.6-1 3 个山塘位置示意图

3.6.3 海岛水源生态涵养工程效果评估内容

1、监测内容

为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。即生态修复中的监测内容、指标、站位设置以及监测方法均与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 3.6-1。

表 3.6-1 海岛水源生态涵养工程效果评估监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标调查	建设规模	火焮岙山塘库容 1.01 万 m ³ ，后隆岙南侧山塘和大沙岙北侧山塘库容量约为 0.40 万 m ³	现场调查+资料收集	数量指标
		其他	深度、容量、蓄水量等		对应工程内容

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
2	生态修复监测	生物生态	浮游植物、浮游动物、大型底栖生物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性 游泳动物：种类、密度、优势种、物种多样性	现场监测	与本底一致
		环境要素	水质：pH 值、COD _{Cr} 、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、大肠菌群		
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

海岛水源生态涵养工程绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 3.8 章节。数量指标调查包括山塘库容、深度等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。通过无人机航测技术、资料收集和数据核查等方式，对比设计参数评价达标情况。

（2）生态修复监测

海岛水源生态涵养工程监测内容包括淡水水质、淡水生态等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

海岛水源生态涵养工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合海岛水源生态涵养工程分年度绩效考核指标内容，海岛污水处理设施提升改造工作于 2027 年开展。故生态修复监测和绩效指标调查于 2027 年（项目后期、验收期）开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 3.6-2。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

(2) 生态修复监测时间

2027 年（验收期）监测时间视工程完工时间或验收时间而定。

(3) 视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 3.6-2 海岛水源生态涵养工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	备注
1	绩效指标调查	建设规模及内容	2027 年（验收期）
2	生态修复监测	山塘生物生态	2027 年（验收期）
		山塘水质	
3	视频影像	视频影像	2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

3.6.4 海岛水源生态涵养工程监测站位

在 3 个山塘水域共布设生物、水质监测站位 3 个。具体监测站位根据现场实际情况而定，3 个山塘位置详见表 3.6-3 和图 3.6-1。

表 3.6-3 3 个山塘位置控制点经纬度

山塘	经度（E）	纬度（N）
大沙岙北侧山塘	121°3.780'	27°27.956'
	121°3.815'	27°27.954'
	121°3.815'	27°27.934'
	121°3.779'	27°27.934'
	121°3.780'	27°27.956'
火焜岙山塘	121°4.500'	27°28.036'
	121°4.537'	27°28.034'
	121°4.538'	27°28.015'
	121°4.500'	27°28.015'
	121°4.500'	27°28.036'
后隆岙南侧山塘	121°4.775'	27°28.212'
	121°4.808'	27°28.212'
	121°4.809'	27°28.193'
	121°4.774'	27°28.193'
	121°4.775'	27°28.212'

3.6.5 效果评估指标及方法

海岛水源生态涵养工程效果评估在上述修复监测和绩效指标调查的基础上，通过对比分析的方法展开效果评估。对比修复前后山塘水域生物生态、水质监测成果和建设规模等进行评估。上述指标在工程 2027 年（验收期）开展 1 次评估。详见表 3.6-3。

表 3.6-3 效果评估内容一览表

序号	评估内容		评估阶段
1	工程指标完成度		2027 年（验收期）1 次
2	生物生态评估	种类、密度、生物量、物种多样性	
	水质评估	水质参数浓度大小及水质达标情况	

1、工程指标完成度评估

海岛水源生态涵养工程指标完成度评估要求见表 3.6-4。

表 3.6-4 海岛水源生态涵养工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	建设规模	海岛水源生态集中涵养点数量 3 处，火焜岙山塘库容 1.01 万 m ³ ，后隆岙南侧山塘和大沙岙北侧山塘库容量约为 0.40 万 m ³	数量指标
		其他	处理工艺、污水收集范围等	对应工程内容

2、生物生态评估

通过海岛水源生态涵养工程生物生态监测，包括浮游植物、浮游动物、大型底栖生物等群落，评估海岛水源生态涵养工程修复前后生物群落的变化情况。

3、水质评估

通过海岛水源生态涵养工程水质监测，包括总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、大肠菌群等参数，评估海岛水源生态涵养工程修复前后水质的变化情况和达标情况。

3.7 修复区邻近海域效果评估方案

3.7.1 修复区邻近海域效果评估要求

本项目实施方案未提出系统性的效果评估要求，但从海陆统筹和生态修复总体目标的要求，本方案以系统性角度提出生态监测和效果评估的指标，即为修复区邻近海域效果评估方案。

3.7.2 修复区邻近海域效果评估内容

1、监测内容

为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。生态修复监测站位设置、监测方法与前期本底调查一致，效果评估内容则根据监测内容确认。具体监测内容与方式详见表 3.7-1。

表 3.7-1 修复区邻近海域效果评估监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	生态修复监测	生物生态	浮游植物：种类组成、密度	现场监测	与本底一致
			浮游动物：种类组成、密度、生物量		
			大型底栖生物：种类组成、密度、生物量		
			鱼卵仔稚鱼：种类组成、密度		
			游泳动物：种类组成、资源密度（重量、尾数）		
		环境质量	海水水质：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、叶绿素 a、悬浮物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类	现场监测	
			海洋沉积物：粒度、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷		

2、监测方法及要求

修复区邻近海域生态修复监测内容包括生物生态和环境质量等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

3、监测时间和频次

根据南麂列岛海洋生态保护修复工程绩效考核指标内容，生态修复监测于 2026 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次。2026 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与项目中期监测月份或季节保持一致。监测时间及频次设置详见表 3.7-2。

表 3.7-2 修复区邻近海域效果评估监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	生态修复监测	生物生态	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		环境质量	

注：项目中期监测于施工高峰期进行，可于工程施工量最集中时开展。

3.7.3 修复区邻近海域监测站位

在修复区邻近海域布设 12 个海水水质调查站位、8 个海洋沉积物调查站位、8 个海洋生态调查站位以及 8 个渔业资源调查站位。监测站位经纬度详见表 3.7-3，站位示意图详见图 3.7-1。

表 3.7-3 南麂列岛修复工程修复区邻近海域监测站位经纬度表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
J01	121°3.640'	27°28.660'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J02	121°3.053'	27°28.321'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J03	121°4.222'	27°27.380'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J04	121°5.468'	27°27.279'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J05	121°1.214'	27°30.606'	水质
J06	121°1.729'	27°26.256'	水质
J07	121°6.838'	27°25.744'	水质
J08	121°5.726'	27°30.606'	水质
J09	121°3.357'	27°34.642'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J10	120°56.374'	27°28.578'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J11	121°5.540'	27°20.989'	水质、生态、沉积物、渔业资源
J12	121°12.668'	27°27.006'	水质、生态、沉积物、渔业资源



3.7.4 效果评估指标及方法

修复区邻近海域效果评估在上述生态修复监测的基础上，进行生物群落评估和环境要素评估。上述指标评估在 2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 3.7-4。

表 3.7-4 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	生物群落评估	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	环境要素评估	

1、生物群落评估

通过修复区邻近海域生物群落监测，包括浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、鱼卵仔稚鱼和游泳动物等的监测，通过生物群落物种组成变化、密度分布变化、生物量变化以及物种多样性指数变化情况，评估南麂列岛海洋生态保护修复前后的海洋生物群落稳定性。具体评估方法如下：

①香农-威纳多样性指数 H' 采用 Shannon-Weiner 公式：

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

②丰度（丰富度）指数 d 采用 Margalef 公式：

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

③均匀度 J 采用 Pielou 公式：

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

④优势度 Y 公式：

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

式中： S 为样品中的种类总数；

N 为样品中的总个体数；

p_i 为样品中第 i 种的个体数占总个体数的比例；

n_i 为第 i 种的个体总数；

f_i 为该物种在采样点出现的频率。

当某物种的 $Y > 0.02$ 时，判定该物种为群落中的优势种。

⑤海洋生物多样性评价指标

根据《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》（HY/T 215-2017），对近岸海域

生物多样性进行评价，海洋生物多样性评价指标的等级划分标准见该技术指南的表 3。海洋生物多样性指标的分值范围为 0~100，划分为 5 个等级，各等级相应的分值见表 3.7-5。

表 3.7-5 海洋生物多样性指标的赋值标准

等级	V	IV	III	II	I
分值	0~<25	≥25~<50	≥50~<75	≥75~<100	100

根据赋值标准，按如下公式对海洋生物多样性的二级指标进行赋值：

$$Y_{ij} = \frac{Y_{ij \max} - Y_{ij \min}}{I_{ij \max} - I_{ij \min}} (I_{ij} - I_{ij \min}) + Y_{ij \min}$$

式中： Y_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的赋值得分；

$Y_{ij \max}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的分值上限；

$Y_{ij \min}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的分值下限；

$I_{ij \max}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的指标值上限；

$I_{ij \min}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的指标值下限；

I_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的实测值。

海洋生物多样性综合指数（ MBI ）按如下公式计算，数值范围 0~100。

$$MBI = \sum_{i=1}^n W_i \sum_{j=1}^n Y_{ij} W_{ij}$$

式中： MBI ：海洋生物多样性综合指数；

W_i ：第 i 个一级指标的权重；

Y_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的赋值得分；

W_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的权重。

根据海洋生物多样性综合指数（ MBI ）得分，海洋生物多样性的现状划分为四个等级：高、中、一般、低，详见表 3.7-6。

表 3.7-6 海洋生物多样性现状分级

海洋生物多样性等级	海洋生物多样性综合指数	海洋生物多样性现状
高	≥75~100	海洋生物物种高度丰富，物种分布均匀，各生物群落的物种多样性高度丰度，生态系统类型丰富多样
中	≥50~<75	海洋生物物种较丰富，物种分布较均匀，局部区域部分生物群落的物种多样性高度丰富，局部地区生态系统高度丰富
一般	≥25~<50	海洋生物物种较少，物种分布不均匀，局部区域或个别生物群落的物种多样性较高，但生物多样性总体水平一般
低	0~<25	海洋生物物种贫乏，物种分布不均匀，生态系统类型单一，生物多样性总体低

2、环境要素评估

通过修复区邻近海域环境监测，包括海水水质、海洋沉积物等的监测，通过海水水质浓度变化、海洋沉积物浓度变化以及参数达标情况等，评估南麂列岛海洋生态保护修复前后的环境要素稳定性。具体评估方法如下：

①海水水质评价

海水水质质量的评价采用环境质量单因子评价标准指数法。

单项水质评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中： $C_{i,j}$ ：水质评价因子 i 在第 j 取样点的实测浓度值，mg/L；

C_{si} ：水质评价因子 i 的评价标准，mg/L。

DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \quad \text{当 } DO_j \leq DO_f \text{ 时}$$

$$S_{DO,j} = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad \text{当 } DO_j > DO_f \text{ 时}$$

式中： $S_{DO,j}$ ：饱和溶解氧在第 j 取样点的标准指数；

DO_j ：溶解氧在 j 取样点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ：溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ：饱和溶解氧浓度，mg/L，对于入海河口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ；

S ：实用盐度符号，量纲为 1；

T ：水温，℃。

pH 的标准指数为：

$$SpH_j = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad \text{当 } pH_j \leq 7.0 \text{ 时}$$

$$SpH_j = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad \text{当 } pH_j > 7.0 \text{ 时}$$

式中： SpH_j ： pH 在第 j 取样点的标准指数；

pH_j ： j 取样点水样 pH 实测值；

pH_{sd} ：评价标准规定的下限值；

pH_{su} ：评价标准规定的上限值。

②海洋沉积物质量评价

海洋沉积物质量的评价采用底泥污染指数法。底泥污染指数法计算公式为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中： $P_{i,j}$ ：底泥污染因子 i 在第 j 取样点的单项污染指数；
 $C_{i,j}$ ：底泥污染因子 i 在第 j 取样点的实测值，mg/L；
 C_{si} ：底泥污染因子 i 的评价标准值，mg/L。

3.8 南麂列岛海洋生态保护修复工程效益指标及满意度指标评估方案

根据实施方案的绩效目标量化表，绩效目标分为产出指标、效益指标以及满意度指标等。其中产出指标包括数量指标、质量指标、时效指标和成本指标。数量指标已按不同工程落实在各个子项目中，产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标以及效益指标、满意度指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑。

3.8.1 质量指标、时效指标、成本指标等产出指标评估

产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，主要通过走访调查、资料收集、数据核查等方式开展。

根据实施方案的绩效目标量化表，质量指标、时效指标和成本指标具体指标要求详见表 3.8-1。

表 3.8-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程质量指标、时效指标和成本指标要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
产出指标	质量指标	工程质量合格率	100%
		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	补沙工程成本控制数	≤305元/立方米

3.8.2 效益指标评估

效益指标包含社会效益、生态效益和可持续影响指标，上述指标在南麂列岛海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，主要通过资料收集与分析、实地调研与访谈以及案例研究与对比分析等方式开展。

1、评估内容

根据实施方案的绩效目标量化表，效益指标具体要求详见表 3.8-2。

表 3.8-2 南麂列岛海洋生态保护修复工程效益指标要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
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%
	可持续影响指标	砂质海岸生态系统稳定性	≥5年

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
		后期管护持续时间	≥3年

2、评估方法

资料收集与分析：收集项目实施前后的相关数据和资料，包括环境监测报告、居民生活质量调查数据、渔业资源统计数据等，通过对比分析评估社会效益的提升情况。

实地调研与访谈：组织专业团队对项目区域及周边进行实地调研，与当地居民、渔民、企业代表等进行访谈，了解他们对项目实施后环境变化的感受和评价，收集第一手资料。

案例研究与对比分析：选取类似项目或地区作为对照组，对比分析本项目的社会效益，找出项目的优势和不足，为后续改进提供参考。

3.8.3 满意度指标评估

满意度指标评估主要通过问卷调查法了解公众对象（包括当地居民、游客、相关利益群体等）对项目实施内容、实施过程、实施效果的满意度，重点关注项目是否满足了公众的期望和需求。

1、评估内容

根据实施方案的绩效目标量化表，满意度指标具体要求详见表 3.8-3。

表 3.8-3 南麂列岛海洋生态保护修复工程满意度指标要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
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%

2、评估方法

问卷调查：设计科学合理的问卷，通过线上和线下相结合的方式发放问卷，收集公众的意见和建议。问卷发放对象可以是不同群体，包括项目周边常住居民、游客等。问卷内容涵盖对项目实施前后的环境变化、生活质量改善、生态效益等方面的评价，以及对项目未来发展的期望。详见表 3.8-4。

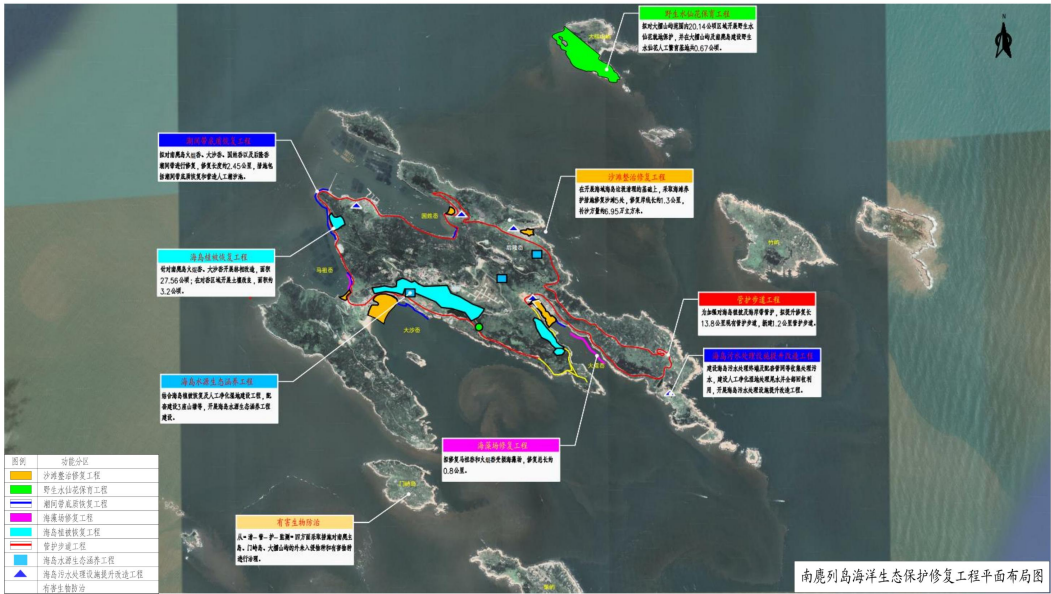
满意度指标量化分析：根据问卷调查结果，对满意度指标进行量化分析，计算满意度得分。采用统计学方法对数据进行处理，分析不同群体的不满意度，找出影响满意度的关键因素。

表 3.8-4 公众满意度调查问卷

2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目
南麂列岛海洋生态保护修复工程
公众满意度调查问卷

一、基本情况

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。生态修复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。



二、问卷说明

本问卷总分 100 分，共 5 题，每道题 20 分，20 分表示非常满意；15 分表示满意，10 分表示一般，5 分表示比较不满意，0 分表示不满意。

问题	得分(每项满分 20 分)
1、您对本项目在促进海洋生态环境改善方面的效果是否满意？	
2、您对项目实施后再当地居民生活质量改善方面是否满意？	
3、您对本生态修复项目在增加亲海空间等功能方面的效果是否满意？	
4、您对项目实施后的维护管理情况是否满意？	
5、您对本项目总体修复效果是否满意？	
意见或建议：	
合计（分）	

3.9 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总

上述 3.1~3.6 章节分工程明确了效果评估内容和方法，除上述工作量，针对南麂列岛海洋生态保护修复工程要求，还需增加修复工程完成后的宣传短片制作。本章节分类别汇总了南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量，详见表 3.9-1~表 3.9-3。

表 3.9-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总（绩效指标）

序号	类别	调查要素		调查时间
1	沙滩调查（南麂岛 5 座沙滩）	岸线长度	修复大沙岙、国姓岙、后隆岙、火焜岙以及马祖岙等 5 座沙滩，岸线长 1.3km	2027 年（验收期） 1 次
		补沙量	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	
		其他	后隆岙设置海漂垃圾拦截装置，总长约 80m，岙口中部预留 20m 作为渔船通道；配备海漂垃圾打捞装置 1 台和移动垃圾压缩装置 4 台	
2	海藻场调查（马祖岙及火焜岙）	修复长度	海藻场修复总长度 0.8km，宽度约 5~10m，其中马祖岙口顶北侧长度 0.2km 和火焜岙中段长度 0.6km	
		构建结构	海藻场高潮区种类为鼠尾藻、石莼，中低潮区为羊栖菜，低潮线为半叶马尾藻和瓦氏马尾藻，大干潮至以下为铜藻	
3	海岛植被调查（南麂列岛、大楹山屿及门峙岛）	野生水仙花保育	野生水仙花保育面积 20.14 公顷，在大楹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	
		海岛植被恢复	修复海岛植被面积 27.56 公顷，其中，火焜岙林相改造 5.74 公顷，大沙岙 21.82 公顷	
		有害生物防治	有害生物防治岛屿数量 3 个，主要包括南麂主岛、门峙岛、大楹山屿等主要区域	
4	潮间带生物修复工程调查	修复长度	潮间带生态修复实施区域为南麂主岛沿岸潮间带，实施长度约 2.45km	
		人工潮汐池	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	
5	海岛污水处理设施提升改造工程调查	建设规模	后隆村提升改造 1 座农污终端，规模为 40.0m ³ /d；新码头村提升改造 1 座农污终端，规模为 30.0m ³ /d；国姓岙村提升改造 1 座农污终端，规模为 20.0m ³ /d；其他地区新建农污终端规模为 10.0m ³ /d。	
		其他	处理工艺、污水收集范围等	
6	海岛水源生态涵养工程调查	建设规模	火焜岙山塘库容 1.01 万 m ³ ，后隆岙南侧山塘和大沙岙北侧山塘库容量约为 0.40 万 m ³	
		其他	深度、容量、蓄水量等	

序号	类别	调查要素	调查时间
7	产出指标（质量指标、时效指标、成本指标）		
8	效益指标		
9	满意度指标		
10	工程施工前、施工期及施工完成后的三个阶段视频影像资料及施工完成后宣传短片制作		

表 3.9-2 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总（生态修复监测）

序号	类别	监测要素		监测站位	监测时间
1	沙滩监测（南麂岛 5 座沙滩）	岸滩剖面地形、岸线位置与高程、沉积物粒度	岸线：现状岸线的位置、长度、高程	岸线覆盖沙滩及陆域各延伸 100m 范围	2027 年（验收期）
			地形：后滨、前滨、内滨剖面地形	5 个区域，潮间带至岸线向陆侧 30m 范围	
			地貌：滩肩、侵蚀陡坡、沙波纹、水下沙坝等分布		
			底质沉积物：沉积物粒度参数、砾石形态参数	5 条断面，25 个站位	
		潮间带底栖生物	种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	5 条断面	2026 年(项目中期)、 2027 年（验收期）
		后滨植被	植被类型、植物种类、面积、株数、株高、胸径、冠幅、盖度及生活力等	5 个区域	
		近岸海水水质	粪大肠菌群、水色、水温、盐度、透明度、pH 值、石油类、溶解氧	10 个站位	
		潮间带沉积物质量	粪大肠菌群、石油类、有机碳、硫化物	15 个站位	
		海洋水文	波浪、海流、悬沙、潮位、风、区域海平面	6 个站位	2027 年（验收期）
2	海藻场监测（马祖岙及火焜岙）	海藻	海藻场：面积、种类、盖度	2 个海藻场	2026 年(项目中期)、 2027 年（验收期）
			海藻：种类、优势种、株高、覆盖度、密度、生物量	每个海藻场 3 条断面， 每条断面 3 个站位， 每个站位不少于 3 个样方	
		大型藻类	种类、盖度		
		附着生物	种类、生物量		
		大型底栖生物	种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	12 个站位	
		鱼卵仔鱼、游泳动物	种类、资源密度、优势种、物种多样性	6 个站位	
		其他生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮间带生物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	12 个站位	
		海水水质	透明度、水温、pH、盐度、溶解氧、悬浮物、无机氮、无	12 个站位	

序号	类别	监测要素		监测站位	监测时间
			机磷、活性磷酸盐、石油类		2027 年（验收期）
		海洋沉积物	粒度、有机碳、硫化物、总磷、总氮	12 个站位	
		地形地貌	区域的生境、潮间带地形、高程	2 个区域	
3	海岛植被监测 （南麂列岛、大嵆山屿及门峙岛）	海岛植被恢复	海岛植被：植被面积、种类、盖度、生物量、茎枝密度与高度以及水仙花成活率	3 个区域，每个植被类型不少于 5 个样方	2026 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
			海岛动物：哺乳动物、爬行动物、两栖动物、昆虫、中大型土壤动物、鸟类	3 个区域，样线法和样点法结合	
			土壤：土壤类型、分布、森林落枯物、土壤含水量、PH 值、全磷、全钾、全氮	3 个区域，每个区域 3 个样方，每个样方内 5 个小样方	
		有害生物防治	有害生物：物种、数量、面积等	3 个海岛	
4	潮间带生物修复工程监测	潮间带岩石	钙化面积、长度、程度等	6 个潮间带区域	2027 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
		潮间带生物生态	潮间带生物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	8 条断面	
			潮间带藻类：种类、密度、优势种等	5 条断面	
		地形地貌	区域的生境、潮间带地形	5 个潮间带区域	2027 年（验收期）
5	海岛污水处理设施提升改造工程监测	终端水质	pH 值、COD _{Cr} 、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、大肠菌群	5 个污水终端，各 1 个站位	2027 年（验收期）， 监测不少于 2 天，每天不少于 4 次。
6	海岛水源生态涵养工程监测	生物生态	浮游植物、浮游动物、大型底栖生物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	3 个山塘，每个水域 1 个站位	2027 年（验收期）
			游泳动物：种类、密度、优势种、物种多样性		
		环境要素	水质：pH 值、COD _{Cr} 、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、大肠菌群		

序号	类别	监测要素		监测站位	监测时间
7	修复区邻近海域监测	生物生态	浮游植物、浮游动物、大型底栖生物	12 个站位	2026 年(项目中期)、 2027 年（验收期）
			鱼卵仔稚鱼、游泳动物	8 个站位	
		环境质量	海水水质：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、叶绿素 a、悬浮物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类	8 个站位	
			海洋沉积物：粒度、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷	8 个站位	

表 3.9-3 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总（效果评估方法）

序号	工程	效果评估方法
1	沙滩（南麂岛 5 座沙滩）效果评估	参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 8 部分：砂质海岸》（HY/T 0460.8-2024），包括工程指标完成度评估、沙滩稳定性评估、沙滩含泥量评估、生物群落评估和环境要素评估。
2	海藻场（马祖岙及火焜岙）效果评估	参照《海藻场生态修复与效果评估技术指南》（T/CAOE 76-2024），包括工程指标完成度评估、海藻要素评估、环境要素评估。
3	海岛植被（南麂列岛、大桶山屿及门峙岛）效果评估	参照《海岛生态修复技术指南 植被修复》（HY/T 0456-2024），对比修复前、修复后不同时期的监测结果，对修复区的植被恢复状况，以及修复区土壤质量、景观生境等改善效果进行评估。
4	潮间带生物修复工程效果评估	参照《海洋生态修复技术指南》（试行）中的岸滩整治与生态修复效果评估内容，包括工程指标完成度评估、地形地貌评估、生态生物评估等
5	海岛污水处理设施提升改造工程效果评估	通过对比分析的方法展开效果评估。对比修复前、修复后不同时期水质监测成果和建设规模，对修复的设施规模、处理工艺以及终端水质达标状况等进行评估。
6	海岛水源生态涵养工程效果评估	通过对比分析的方法展开效果评估。对比修复前、修复后不同时期生物生态、水质监测成果和建设规模，对修复的设施规模、生态环境状况等进行评估。
7	修复区邻近海域效果评估	通过对比分析的方法展开效果评估。对比修复前、修复后不同时期生物生态、环境要素监测成果，评估南麂列岛海洋生态保护修复前后的海洋生物群落、海洋环境要素的稳定性。

3.10 工作成果

根据《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目实施方案》成果要求，同时结合本方案南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估内容，确定南麂列岛海洋生态保护修复工程的工作成果如下：

《南麂列岛海洋生态保护修复工程项目中期生态修复监测报告》

《南麂列岛海洋生态保护修复工程项目后期生态修复监测报告》

《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》

4 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估方案

根据实施方案，海西湾海洋生态保护修复工程范围西起海陆分界线的鳌江一桥，东至跳头岙入海口，修复的内容包括海湿地修复、退养还海、河口海湾疏浚、滨海管护步道建设等。为海西湾海洋生态保护修复工程各项修复措施及为后期效果评估，需要开展生态修复监测和绩效指标调查工作。具体内容详见表 4-1。

表 4-1 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作要求一览表

序号	类别	监测项目	对应修复工程内容
1	生态修 复监测	红树林生态系统监测	鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程
		牡蛎礁生态系统监测	鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程
		盐沼生态系统监测	鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、 海西湾退养还海工程
		河口海湾疏浚监测	鳌江河口海湾数据工程
2	绩效指 标调查	①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； ②种植滨海盐碱植被面积 21.35ha； ③提升红树林面积 12.06ha； ④清理岸线长 14.19km； ⑤建设牡蛎礁面积 1.51ha； ⑥建设碳汇通量塔 1 座； ⑦鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m³； ⑧建设管护步道长 3.57km 等。	海西湾海洋生态保护修复工程

根据前期调查方案，海西湾海洋生态保护修复工程本底调查依照修复工程内容确定，本底调查内容包括鳌江六桥西侧滨海湿地修复项目本底调查、鳌江六桥东侧滨海湿地修复项目本底调查、海西湾退养还海工程本底调查、鳌江河口海湾疏浚工程本底调查，具体内容详见表 4-2。

表 4-2 海西湾海洋生态保护修复工程本底调查方案汇总一览表

序号	本底调查类别	对应修复工程内容
1	鳌江六桥西侧滨海湿地修复项目本底调查	岸线整治清理、现状红树林提升
2	鳌江六桥东侧滨海湿地修复项目本底调查	滨海湿地修复（盐沼植被种植、牡蛎礁、 管护步道）、岸线整治清理等
3	海西湾退养还海工程本底调查	自然岸线恢复、植被种植等
4	鳌江河口海湾疏浚工程本底调查	疏浚
5	修复区邻近海域本底调查	针对整个海西湾海洋生态保护修复工程 邻近海域的前期本底调查

综合表 4-1 和表 4-2 可得，本报告效果评估包括红树林生态系统效果评估、牡蛎礁生态系统效果评估、盐沼生态系统效果评估、河口海湾疏浚效果评估。另外，从陆海统筹和生态修复总体目标的要求，增加修复区邻近海域效果评估。

海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量详见表 4-3。

表 4-3 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总

序号	生态监测项目	绩效指标内容	对应修复工程内容	对应本底调查类别	备注
1	红树林生态系统监测	提升红树林面积 12.06ha;	岸线整治清理、现状红树林提升	鳌江六桥西侧滨海湿地修复项目本底调查	实施方案计划要求
2	牡蛎礁生态系统监测	建设牡蛎礁面积 1.51ha;	牡蛎礁修复	鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程本底调查	
3	盐沼生态系统监测	种植滨海盐碱植被面积 21.35ha; 建设碳汇通量塔 1 座; 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;	盐沼植被种植	鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程本底调查、海西湾退养还海工程本底调查	
4	河口海湾疏浚监测	鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m ³ ;	疏浚	鳌江河口海湾疏浚工程本底调查	
5	/	清理岸线长 14.19km 建设管护步道长 3.57km	清理岸线、建设管护步道	/	
6	修复区邻近海域生态监测	/	海西湾海洋生态保护修复工程	修复区邻近海域本底调查	依照自然资办厅〔2023〕24 号文要求增加

4.1 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估方案

4.1.1 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）内容

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。工程位置详见图 4.1-1。

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 10.98 km。

2、红树林修复提升

鳌江北岸现有红树林面积约 12.06 ha，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。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。



图 4.1-1 岸线整治、红树林修复提升区位置（鳌江六桥西侧）

4.1.2 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估要求

根据实施方案，红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 4.1-1。

表 4.1-1 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	红树林修复面积、成活率、株高、胸径/基径、密度、生物量、面积、郁闭度	4 次/年
		大型底栖动物群落：种类、密度、生物量	
		沉积物环境：有机碳、总氮、pH 值、沉积物粒度等	
		水体环境：盐度、pH 值、溶解氧、有机碳、无机氮、无机磷等	
2	绩效指标调查	红树林提升面积约 12.06ha，岸线清理长约 10.98km	未明确

4.1.3 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，同时参考《红树林生态修复监测和效果评估技术指南》（GB/T45140-2025），确定效果评估监测内容。生态修复监测内容依照实施方案要求并参考技术指南确定，站位设置、监测方法与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 4.1-2。

表 4.1-2 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标	岸线清理	岸线清理长度约 10.98km	现场调查+资料收集	数量指标
		红树林面积提升	红树林提升面积约 12.06ha，补种面积按现状面积的 20%计算，即补种面积约 2.4ha；		
2	生态修复监测	红树林植被	分布：面积、成活率、保存率、株高、密度、郁闭度、盖度、林带宽度、林龄、起源	现场监测+遥感监测	符合评估要求
			群落结构：种类、株高、胸径/基径、密度、生物量、凋落物产量		
		生物群落	大型底栖生物：种类、密度、生物量、物种多样性	现场监测	符合评估要求，与本底一致
			鸟类：种类、数量、成幼比例、居留型、生境类型		技术指南要求，与本底一致
		环境要素	海水水质：盐度、溶解氧、潮汐特征（潮位、潮差等）、水温、pH、无机氮、活性磷酸盐、总氮、总磷、无机磷		符合评估要求，与本底一致

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
			海洋沉积物：滩涂高程、沉积速率、沉积物粒度、盐度、水溶性盐总量、有机碳、Eh、硫化物、总磷、总氮、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）		
		地形地貌	修复区潮间带地形地貌、滩面高程		技术指南要求，与本底一致
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标

红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）绩效指标分为产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 4.6 章节。数量指标调查包括岸线清理长度、红树林提升面积等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到岸线清理长度和红树林提升面积，另外通过资料收集、数据核查等方法辅助调查，最后通过对比设计参数评价达标情况。

（2）生态修复监测

红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）生态修复监测内容包括地形地貌、海洋生态环境、红树林植被等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程分年度绩效考核指标内容，2025 年开展岸线清理和红树林面积提升工作。故生态修复监测调查于 2025 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次；绩效指标调查于 2025 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 4.1-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2025 年（项目中期）调查时间于年底开展为宜，2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2025 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与前期本底调查月份或季节保持一致。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 4.1-3 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	绩效指标调查	岸线清理	2025 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		红树林面积提升	
2	生态修复监测	红树林植被	2025 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		生物群落	
		环境要素	
		地形地貌	2027 年（验收期）
3	视频影像	视频影像	2025 年（施工前）、2026 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

4.1.4 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）监测站位

1、红树林监测

红树林。对修复区域的红树林状况进行监测，监测区域同修复区域详见图 4.1-1。

红树林植被。在修复区布设红树林植被监测断面 4 条。红树林植被监测断面详见表 4.1-4 和图 4.1-2。

2、生物群落监测

潮间带生物。在修复区布设潮间带生物监测断面 4 条。断面布设同红树林植被监测断面，详见表 4.1-4 和图 4.1-2。

鸟类。在修复区布设鸟类观测样线 2 条。鸟类样线控制点详见表 4.1-5，样线示意图详见图 4.1-3。

3、环境要素监测

在修复区布设水体环境、底质环境监测断面 4 条。断面布设同红树林植被监测断面，

取低潮带海水水质样品和沉积物样品。详见表 4.1-4 和图 4.1-2。

4、地形地貌监测

地形地貌。于大潮低潮时开展红树林提升区潮间带地形测量，监测范围为修复区向海侧外扩 100m，地形成果满足 1:500 比例尺要求；另外，在植被样方中心设置高程测点。地形地貌监测范围详见图 4.1-4。

表 4.1-2 红树林植被监测断面经纬度

站位	经度 (E)	纬度 (N)	监测内容
T01-H	120°32.112'	27°35.421'	红树林植被、潮间带生物
T01-M	120°32.127'	27°35.406'	红树林植被、潮间带生物
T01-L	120°32.151'	27°35.382'	红树林植被、潮间带生物、水质、沉积物
T02-H	120°34.084'	27°34.943'	红树林植被、潮间带生物
T02-M	120°34.100'	27°34.890'	红树林植被、潮间带生物
T02-L	120°34.119'	27°34.832'	红树林植被、潮间带生物、水质、沉积物
T03-H	120°34.691'	27°35.371'	红树林植被、潮间带生物
T03-M	120°34.703'	27°35.353'	红树林植被、潮间带生物
T03-L	120°34.710'	27°35.341'	红树林植被、潮间带生物、水质、沉积物
T04-H	120°35.965'	27°35.666'	红树林植被、潮间带生物
T04-M	120°35.961'	27°35.647'	红树林植被、潮间带生物
T04-L	120°35.955'	27°35.618'	红树林植被、潮间带生物、水质、沉积物

表 4.1-3 鸟类监测样线控制点经纬度

站位	经度 (E)	纬度 (N)	监测内容
NL01	120°31.797'	27°35.295'	鸟类
NL02	120°32.325'	27°35.616'	
NL03	120°33.983'	27°34.894'	
NL04	120°34.904'	27°35.487'	



图 4.1-2 红树林植被监测断面示意图

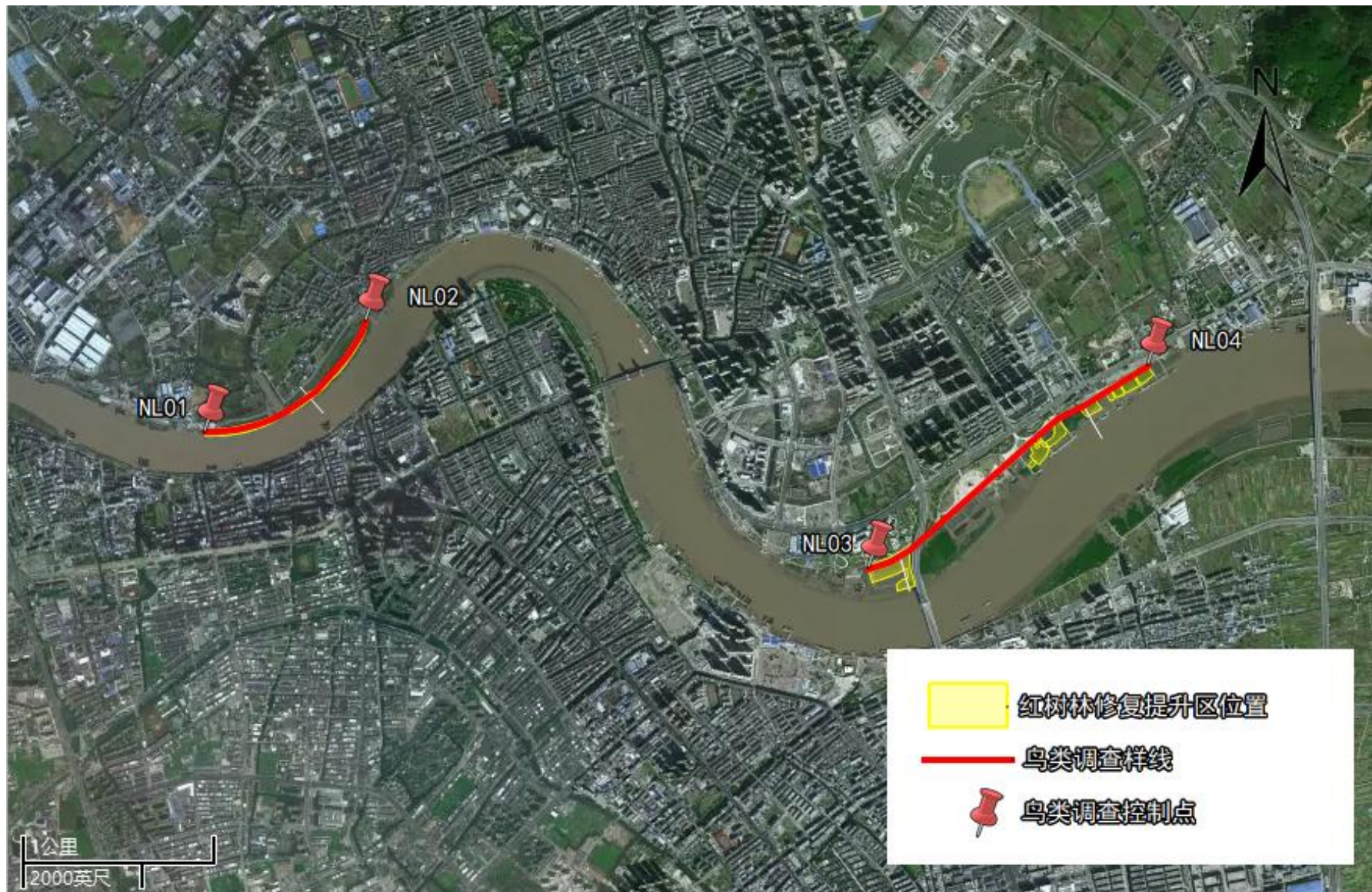


图 4.1-3 鸟类监测样线示意图



图 4.1-4 地形测量范围示意图（红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程），图中序号 1~4）

4.1.5 效果评估指标及方法

红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，参照《红树林生态修复监测和效果评估技术指南》（GB/T 45140-2025）中的效果评估内容，进行工程指标完成度评估、生态修复目标实现程度的评估和生态系统状态恢复程度的评估。上述评估指标均在 2025 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 4.1-4。

表 4.1-4 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	工程指标完成度评估	2025 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	生态修复目标实现程度的评估	
3	生态系统状态恢复程度的评估	

1、工程指标完成度评估

红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）指标完成度评估要求见表 4.1-5。

表 4.1-5 红树林生态系统（鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程）数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	岸线清理	岸线清理长度约 10.98km	数量指标
		红树林面积提升	红树林提升面积约 12.06ha，补种面积按现状面积的 20%计算，即补种面积约 2.4ha；	

2、生态修复目标实现程度的评估

本工程生态修复目标实现程度评估主要指工程指标完成度。将评估指标划分为正向指标和负向指标。正向指标数值增大时，生态系统往改善的方向发展，负向指标则相反。通过对比评估指标的监测值与目标值，计算评估指标对应修复目标的实现程度，根据如下公式计算：

$$S_{ij} = \frac{I_{ij}}{C_i} \times 100\%$$

式中: S_{ij} —生态修复后第 j 年，第 i 个评估指标的目标实现程度；

I_{ij} —生态修复后第 j 年的第 i 个评估指标的监测值；

C_i —生态修复第 i 个评估指标的目标值。

根据生态修复评估指标的类型及其 S_{ij} 值，判断生态修复目标的实现程度等级。详见表 4.1-6。

表 4.1-6 生态修复目标的实现程度等级

评估指标类型	实现	基本实现	未实现
正向指标	>90%	70%~90%	<70%
负向指标	<110%	110%~130%	>130%

3、生态系统状态恢复程度的评估

针对红树林植被、动物群落、生境条件、重要生态功能对应的指标，可评估其恢复程度。针对各个评估指标，以生态修复前的状态值为对照，计算各指标的变化情况，计算公式如下：

$$\Delta I_{ij} = I_{ij} - I_i$$

式中： ΔI_{ij} —生态修复后第 j 年，第 i 个评估指标的变化量；

I_{ij} —生态修复后第 j 年的第 i 个评估指标的监测值；

I_i —第 i 个评估指标在生态修复前的状态值。

4.2 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估方案

4.2.1 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）内容

牡蛎礁修复工程为鳌江六桥东侧滨海湿地修复工程的内容之一。鳌江六桥东侧滨海湿地修复工程总面积约 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 15149 m²，管护步道 998 m（宽约 2.0m），潮沟水系疏通 58300 m²，岸线清理长度约 2.82 km，垃圾拦截防护网 1630 m（松木桩立柱+拦网），碳汇通量塔 1 座。各修复项目位置详见图 4.2-1。

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。

4.2.2 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估要求

根据实施方案，牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 4.2-1。

表 4.2-1 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	牡蛎礁斑块面积、礁区面积、牡蛎礁体高度、牡蛎密度、牡蛎补充量、成体牡蛎比例	1 次/年
		定居性动物密度、生物量	
		水温、盐度、溶解氧、pH、悬浮物、叶绿素 a	
2	绩效指标调查	建设牡蛎礁面积 15149 m ²	未明确



图 4.2-1 项目位置（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）

4.2.3 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，同时参考《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 7 部分：牡蛎礁》（HY/T 0460.7-2024），确定效果评估监测内容。生态修复监测内容依照实施方案要求并参考技术导则确定，站位设置、监测方法与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 4.2-2。

表 4.2-2 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标	建设规模	建设牡蛎礁面积 15149 m ²	现场调查+资料收集	数量指标
2	生态修复	牡蛎礁体	牡蛎礁斑块面积、礁区面积、礁体高度	现场监测	符合评估要求，与本底一致

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
	监测	生物群落	牡蛎：种类、分布、数量、密度、壳高等	现场监测	
			潮间带生物（含牡蛎）：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	现场监测	
			浮游植物、浮游动物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	现场监测	
		环境要素	海水水质：流速、水温、盐度、溶解氧、pH、悬浮物、叶绿素 a	现场监测	技术指南要求，与本底一致
			潮间带沉积物：粒度、硫化物、有机碳、石油类	现场监测	与本底一致
		地形地貌	水深、地形、高程	现场监测	技术指南要求，与本底一致
		威胁因素	自然因素：捕食者、竞争者、牡蛎病害、入侵物种	现场监测+资料收集	技术指南要求，与本底一致
			人为因素：捕捞、滤食性贝类养殖、海洋工程、污染排放		
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）绩效指标产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 4.6 章节。数量指标调查主要为牡蛎礁面积，通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到牡蛎礁面积，另外通过资料收集、数据核查等方法辅助调查，最后通过对比设计参数评价达标情况。

（2）生态修复监测

牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）生态修复监测内容包括地形地貌、海洋生态环境、牡蛎礁体等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合鳌江六桥西侧滨海湿地修复工程分年度绩效考核指标内容，

2027 年开展牡蛎礁修复工作。故生态修复监测调查于 2027 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次；绩效指标调查于 2027 年（项目后期、验收期）开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 4.2-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2027 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与前期本底调查月份或季节保持一致。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 4.2-3 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	绩效指标调查	建设规模	2027 年（验收期）
2	生态修复监测	牡蛎礁体	2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		生物群落	
		环境要素	
		威胁因素	
		地形地貌	2027 年（验收期）
3	视频影像	视频影像	2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

4.2.4 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）监测站位

1、牡蛎礁体

分布面积。潮间带礁体调查可在大潮期牡蛎礁出露时，采用实时动态测量、无人机数字摄影或机载激光雷达扫描等方法开展。潮下带礁体调查可潜水或采用单波束、多波束测深系统等方法开展。

礁体高度。礁体高度为礁体相对于牡蛎固着的基质的高度。礁体高度测量沿礁脊方向或牡蛎礁区长轴中心线方向。潮间带礁体采用传统测量方法，即人工钻孔后，使用直尺测量；在人工难以调查的海域，也可采用实时动态测量、无人机数字摄影或机载激光雷达扫描等方法测量。潮下带礁体采用传统测量方法，即潜水钻孔后，使用直尺测量；在人工难以调查的海域，也可使用测深杆或采用单波束、多波束测深，结合浅地层剖面测量，辅以钻孔验证。采用传统测量方法的，礁脊或礁区长轴长度大于 200m 时，测点

间隔 20m~50m；礁脊或礁区长轴长度不大于 200m 时，测点间隔 5m~10m。

2、生物群落

牡蛎。在牡蛎礁及其周边布设调查断面 3 条，对高中潮带和盐沼植被附着的牡蛎种类、分布、数量、密度、壳高等开展牡蛎特征调查。

潮间带生物。潮间带生物监测断面布设同牡蛎监测断面，即在牡蛎礁及其周边布设调查断面 3 条（牡蛎礁区监测断面 1 条，盐沼植被区监测断面 1 条，对照区监测断面 1 条），每条断面 3 个站位，每个站位 3 个 25cm×25cm 的样方开展潮间带生物监测。

浮游生物。浮游生物监测断面布设同牡蛎监测断面，共 3 条监测断面。每条断面取中潮带和低潮带开展浮游生物监测，共计 6 个站位。

生物群落监测站位详见表 4.2-4 和图 4.2-2。

3、环境要素

海水水质。水质监测站位与浮游生物监测站位一致，共计 3 条断面 6 个站位。

海洋沉积物。海洋沉积物监测站位与潮间带生物监测站位一致，共计 3 条断面 9 个站位。

海洋环境要素监测站位详见表 4.2-4 和图 4.2-2。

4、地形地貌

地形地貌。监测范围为整个修复区外扩 100m，地形成果满足 1:500 比例尺要求。另外还需测量高程数据。监测范围示意图详见图 4.2-3。

5、威胁因素

威胁因素调查包括自然因素和人为因素，可采用资料收集、社会调查或现场调查的方式，以定性调查为主。调查内容详见表 4.2-5。

表 4.2-4 生物群落、环境要素监测站位经纬度

站位	经度 (E)	纬度 (N)	监测项目
ML01	120°36.814'	27°35.393'	牡蛎、潮间带生物、沉积物
ML02	120°36.762'	27°35.280'	牡蛎、潮间带生物、沉积物、生态、水质
ML03	120°36.699'	27°35.153'	潮间带生物、沉积物、生态、水质
ML04	120°37.446'	27°35.140'	牡蛎、潮间带生物、沉积物
ML05	120°37.398'	27°35.035'	牡蛎、潮间带生物、沉积物、生态、水质
ML06	120°37.345'	27°34.915'	潮间带生物、沉积物、生态、水质
ML07	120°36.498'	27°35.524'	牡蛎、潮间带生物、沉积物
ML08	120°36.468'	27°35.459'	牡蛎、潮间带生物、沉积物、生态、水质
ML09	120°36.432'	27°35.393'	潮间带生物、沉积物、生态、水质

表 4.2-5 威胁因素调查记录表

威胁因素	情况说明	资料来源及编号
捕食者		
竞争者		
牡蛎病害		
入侵物种		
牡蛎采捕基本情况		
滤食性贝类养殖基本情况		
海洋工程基本情况		
陆源污染排放基本情况		
其他人类活动基本情况		

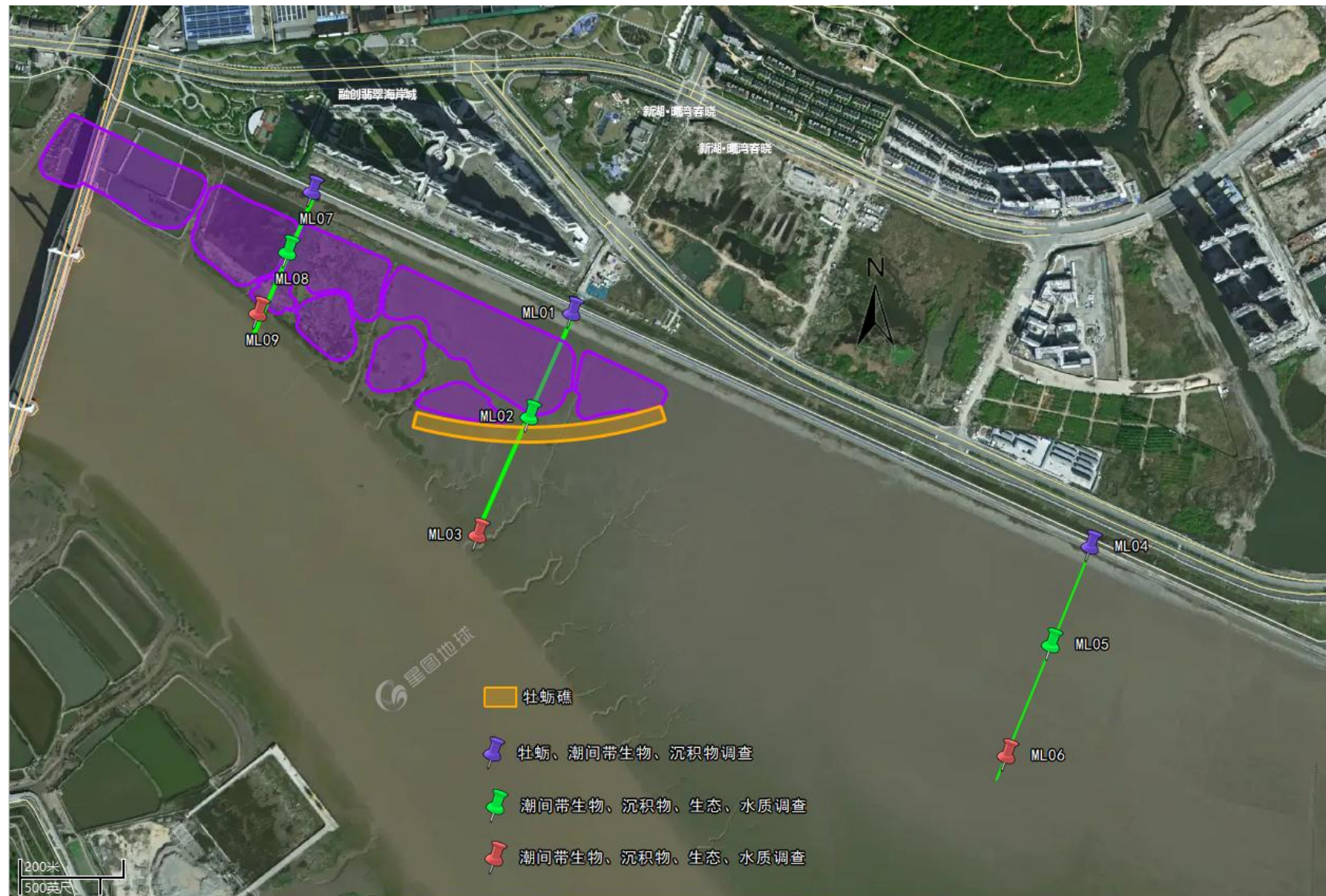


图 4.2-2 生物群落监测断面、站位示意图



图 4.2-3 地形测量范围示意图（鳌江六桥西侧牡蛎礁修复工程，图中序号 5）

4.2.5 效果评估指标及方法

牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 7 部分：牡蛎礁》（HY/T 0460.7-2024）中的效果评估内容，进行工程指标完成度评估、牡蛎密度变化评估、牡蛎补充量变化评估、牡蛎礁生态状况综合评估等。上述评估指标在工程 2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 4.2-6。

表 4.2-6 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	工程指标完成度评估	2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	牡蛎密度变化评估	
3	牡蛎补充量变化评估	
4	牡蛎礁生态状况综合评估	

1、工程指标完成度评估

牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）指标完成度评估要求见表 4.2-7。

表 4.2-7 牡蛎礁生态系统（鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程）数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	建设规模	建设牡蛎礁面积 15149 m ²	数量指标

2、牡蛎密度变化

牡蛎密度变化是牡蛎数量变化的直接表现。牡蛎密度现状值较其基准值的相对变化值表示牡蛎密度 相对变化幅度，计算方法如下：

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{0.25 \times 0.25 \times n}$$

式中：D—牡蛎密度现状值，单位为个每平方米（个/m²）；

N_i—第 i 个样方活体牡蛎数量，单位为个；

n—采集样方的数量。

$$\delta D = \frac{D - D_0}{D_0} \times 100\%$$

式中：δD—牡蛎密度变化，单位为百分比（%）；

D—牡蛎密度现状值，单位为个每平方米（个/m²）；

D₀—牡蛎密度基准值，单位为个每平方米（个/m²）。

牡蛎密度变化分级及赋值见表 4.2-8。

表 4.2-8 牡蛎密度变化分级及其赋值表

分级	δD 范围	面积变化	赋值
I	$\delta D > 50\%$	明显增加	50
II	$10\% < \delta D \leq 50\%$	增加	37.5
III	$-10\% < \delta D \leq 50\%$	稳定	25
IV	$-50\% < \delta D \leq -10\%$	减小	12.5
V	$\delta D < -50\%$	明显减小	0
赋值满分 50 分			

3、牡蛎补充量变化

牡蛎补充量变化反映了牡蛎补充能力减弱或增强，是牡蛎礁能否自我维持的重要表征。牡蛎补充量现状值较其基准值的相对变化值表示牡蛎补充量相对变化幅度。现状牡蛎补充量和牡蛎补充量变化 δB 同牡蛎密度变化公式。

牡蛎补充量变化分级及赋值见表 4.2-9。

表 4.2-9 牡蛎补充量变化分级及其赋值表

分级	δB 范围	面积变化	赋值
I	$\delta B > 50\%$	明显增加	50
II	$10\% < \delta B \leq 50\%$	增加	37.5
III	$-10\% < \delta B \leq 50\%$	稳定	25
IV	$-50\% < \delta B \leq -10\%$	减小	12.5
V	$\delta B < -50\%$	明显减小	0
赋值满分 50 分			

4、牡蛎礁生态状况综合评估

(1) 牡蛎礁健康状况评估

根据评估区域内牡蛎密度变化各站位平均值、牡蛎补充量变化各站位平均值的赋值对牡蛎礁本身进行健康状况评估，评估结果计算方法如下：

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n V_{iMAX}} \times 100\%$$

式中： V —牡蛎礁健康状况评估值，单位为百分比（%）；

n —调查站位数量；

V_i —第 i 个参与评估的指标的赋值；

V_{iMAX} —第 i 个参与评估的指标的赋值满分。

若由于现状数据或基准值缺乏导致部分指标不能赋值评估时，则舍弃不能评估的指标，以余下指标进行评估，同时也仅用余下指标的赋值满分参与计算。牡蛎礁健康状况分级见表 4.2-10。

表 4.2-10 牡蛎礁健康状况评估结果分级表

分级	<i>V</i> 范围	面积变化
I	$V > 50\%$	健康
II	$25\% \leq V < 50\%$	受损
III	$V < 25\%$	严重受损

对未纳入以上定量评估的评价指标进行单要素评估或定性评价，部分评价指标赋值方法见《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 7 部分：牡蛎礁》（HY/T 0460.7-2024）附录 C。在调查成果报告中，结合以上牡蛎礁健康状况评估结果和环境要素、威胁要素评价指标，综合分析牡蛎礁健康状况变化的内在原因和外部驱动因素，提出相应管理措施。牡蛎礁健康状况评估结果分级说明及管理措施见表 4.2-11。

表 4.2-11 牡蛎礁健康状况评估结果分级说明及管理措施表

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

（2）生态环境状况评估

比较同一礁区各项生物要素（浮游生物、潮间带生物等）、水体化学要素（海水水质、海洋沉积物）在本底调查时和跟踪调查时的异同，按照 GB 17378.2 规定的要求进行数据差异的显著性检验。其他生态环境指标仅进行差异性对比。

4.3 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果评估方案

4.3.1 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）内容

盐沼生态系统分两个工程内容，分别是鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程。

1、鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程

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），管护步道 998 m（宽约 2.0m），潮沟水系疏通 58300 m²，岸线清理长度约 2.82 km，垃圾拦截防护网 1630 m（松木桩立柱+拦网），

碳汇通量塔 1 座。修复工程位置详见图 4.3-1。

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 2.82 km。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。

3) 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。

2、海西湾退养还海工程

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。工程位置详见图 4.3-2。

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，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。

2) 植被种植

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

3) 生态护坡

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。

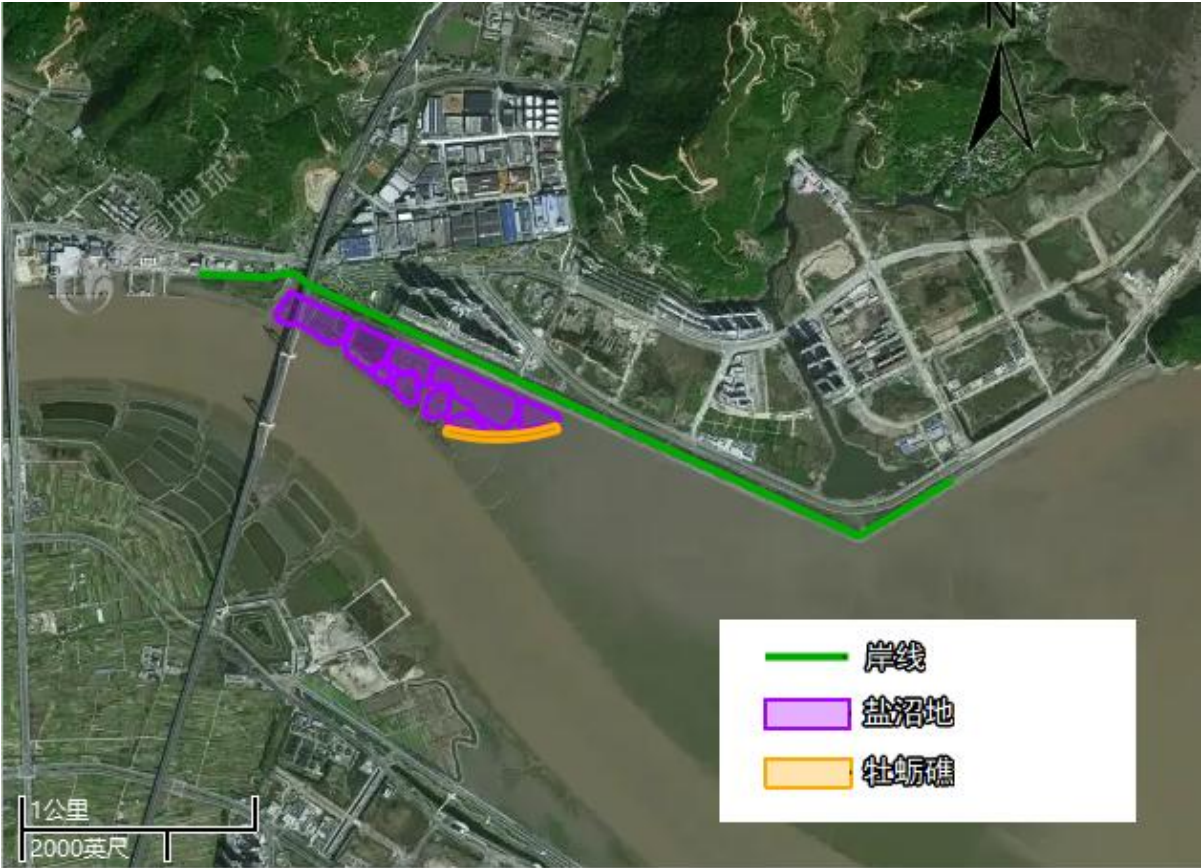


图 4.3-1 工程位置（鳌江六桥东侧滨海湿地修复工程）



表 4.3-2 工程位置图（海西湾退养还海工程）

4.3.2 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果评估要求

根据实施方案，盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 4.3-1。

表 4.3-1 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	盐沼面积、分布、植被带宽度； 植物：种类和数量，密度、盖度、平均高度、植物量等。	1 次/年
		大型底栖生物：种类、密度、生物量； 鸟类种类和数量；	
		水体：温度、盐度、浑浊度、溶解、pH 值、总有机碳、 铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐	
		底质：粒度、全盐含量、PH 值、总有机碳、氧化还原电 位、总氮、总磷；	
		地形高程，此外退养还海区监测须包括基岩岸线恢复 及水系联通情况	
2	鳌江六桥东侧 盐沼植被修复 工程绩效指标 调查	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）；建设管护步道 998 m（宽约 2.0m）；潮沟水 系疏通 58300 m²；岸线清理长度约 2.82 km；垃圾拦截防 护网 1630 m（松木桩立柱+拦网）；碳汇通量塔 1 座。	未明确
3	海西湾退养还 海工程绩效指 标调查	恢复自然岸线 3.56km；植被种植 2.32ha，包括海滨木槿、 海三棱藨草、碱蓬等耐盐碱植被；水系贯通 16.76ha；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。	

4.3.3 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，同时参考《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 4 部分：盐沼》（HY/T 0460.4-2024），确定效果评估监测内容。生态修复监测内容依照实施方案要求并参考技术导则确定，站位设置、监测方法与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 4.3-2。

表 4.3-2 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	鳌江六桥东侧绩效指标调查	建设规模	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）； 碳汇通量塔 1 座	现场调查+资料收集	数量指标，对应工程内容
		其他	建设管护步道 998 m（宽约 2.0m）； 潮沟水系疏通 58300 m²； 岸线清理长度约 2.82 km； 垃圾拦截防护网 1630 m（松木桩立柱+拦网）。		
2	退养还海工程绩效指标调查	建设规模	植被种植 2.32ha，包括海滨木槿、海三棱藨草、碱蓬等耐盐碱植被	现场调查+资料收集	对应数量指标，对应工程内容
		其他	恢复自然岸线 3.56km； 水系贯通 16.76ha； 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。		
3	生态修复监测	盐沼植被	盐沼：面积、分布、植被带宽度 植被：种类组成、密度、盖度、株高、平均高度、生物量	现场监测+遥感监测	符合评估要求，与本底一致
		地形地貌	地形、高程	现场监测+遥感监测	
		生物群落	潮间带生物：种类组成、密度、生物量	现场监测	
			鸟类：种类组成、数量		
		环境要素	海水水质：水温、盐度、pH、浑浊度、溶解氧、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、总有机碳	现场监测	
			沉积物：pH、沉积速率、沉积物粒度、总有机碳、硫化物、全盐含量、氧化还原电位、总磷、总氮、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）		
		胁迫因素	自然因素：自然灾害、海平面变化、海岸侵蚀、外来物种入侵等	资料收集+现场监测	
			人为因素：水产养殖活动、渔业捕捞、海岸带工程、排污状况、周边资源利用情况、旅游开发活动等		
4	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）绩效指标产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 4.6 章节。数量指标调查包括植被面积、

植被种类等调查，主要通过现场无人机航测和资料收集等方法进行调查。通过无人机航测技术获取正射影像，从而计算得到植被面积、管护步道长度、水系贯通面积等，另外通过资料收集、数据核查等方法辅助调查，最后通过对比设计参数评价达标情况。

（2）生态修复监测

盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）生态修复监测内容包括盐沼植被、地形地貌、海洋生态环境等，跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）分年度绩效考核指标内容，鳌江六桥东侧盐沼植被修复工作于 2027 年开展，海西湾退养还海工程于 2026 年开始，工程工作量主要集中在 2027 年。故生态修复监测调查于 2027 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次；绩效指标调查于 2026 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 4.3-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2026 年（项目中期）调查时间于年底开展为宜，2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2027 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与前期本底调查月份或季节保持一致。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 4.3-3 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	绩效指标调查	建设规模	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）

序号	类别	监测要素	监测时间
2	生态修复 监测	盐沼地、盐沼植被	2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		生物群落	
		环境要素	
		威胁因素	
		地形地貌	2027 年（验收期）
3	视频影像	视频影像	2025 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

4.3.4 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）监测站位

1、盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程）

①植被监测

盐沼。盐沼面积、分布、植被带宽度等指标通过遥感识别与现状核查获取，盐沼植被带宽度按照盐沼生境在垂直海岸线方向上的平均长度计算。海岸带盐沼生境分布区域的遥感识别、现状核查技术方法按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 2 部分：海岸带生态系统遥感识别与现状核查》（HY/T 0460.2-2024）的相关规定执行。

盐沼植被。盐沼地植被监测共布设断面 2 条（1 条穿越海三棱藨草区，一条穿越芦苇-碱蓬-光滩区），每条断面布设 3 个站位，尽量涵盖高、中、低潮带。每个站位设置 1 个 10m×10m 的样地，每个样地内设置 3-5 个样方，用于盐沼植物监测。植被监测断面和点位详见表 4.3-4 和图 4.3-3。

②生物群落

生物群落。盐沼地生物群落监测布设断面 2 条，每条断面布设 3 个站位（高、中、低潮）。每个站位用 25cm×25cm×30cm 定量框取 4 个定量样方，并采集 1 个定性样品。监测站位详见表 4.3-4 和图 4.3-3。

鸟类。盐沼地鸟类监测布设鸟类观测样线 1 条。鸟类观测样线详见图 4.3-4。

③环境要素

海水水质、海洋沉积物等环境要素。盐沼地环境要素监测布设断面 2 条，每条断面布设 3 个站位。海水水质样品仅取每条断面的 2 个站位。海洋沉积物样品每个站位挖取 0-15cm 的沉积物 1 份。监测站位详见表 4.3-4 和图 4.3-3。

④地形地貌

地形地貌。鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程地形地貌监测已包含在牡蛎礁修复工程

监测内考虑，监测范围示意图详见图 4.2-5。

表 4.3-4 植被监测断面、站位经纬度（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程）

站位	经度（E）	纬度（N）	监测项目
T01-H	120°36.229′	27°35.629′	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物
T01-M	120°36.206′	27°35.579′	盐沼植被、潮间带生物、沉积物
T01-L	120°36.189′	27°35.543′	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物
T02-H	120°36.497′	27°35.523′	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物
T02-M	120°36.465′	27°35.458′	盐沼植被、潮间带生物、沉积物
T03-L	120°36.435′	27°35.396′	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物

2、盐沼生态系统（海西湾退养还海工程）

①植被监测

盐沼。盐沼面积、分布、植被带宽度等指标通过遥感识别与现状核查获取，盐沼植被带宽度按照盐沼生境在垂直海岸线方向上的平均长度计算。海岸带盐沼生境分布区域的遥感识别、现状核查技术方法按照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 2 部分：海岸带生态系统遥感识别与现状核查》（HY/T 0460.2-2024）的相关规定执行。

盐沼植被。在修复区布设监测断面 2 条，每条断面布设 3 个站位，涵盖高、中、低潮带。每个站位设置 1 个 10m×10m 的样地，每个样地内设置 3-5 个样方，用于盐沼植物监测。植被监测断面和点位详见表 4.3-5 和图 4.3-6。

②生物群落

潮间带生物。在修复区布设潮间带生物监测断面 2 条，每条断面布设 3 个站位，每个站位用 25cm×25cm×30cm 定量框取 4 个定量样方，并采集 1 个定性样品。监测断面和点位同植被监测，详见表 4.3-5 和图 4.3-6。

鸟类。在修复区监测布设观测样线 1 条。鸟类监测范围覆盖自杨屿山北闸以北的整个围垦区，包含整个修复区并适当外扩。鸟类观测样线详见图 4.3-7。

③环境要素

海水水质、海洋沉积物等环境要素。在修复区监测布设断面 2 条，每条断面布设 3 个站位。海水水质样品仅取每条断面的 2 个站位。海洋沉积物样品每个站位挖取 0-15cm 的沉积物 1 份。监测断面和点位同植被监测，详见表 4.3-5 和图 4.3-5。

④地形地貌

地形地貌。航测范围为整个修复区外扩 100m，地形成果满足 1:500 比例尺要求。监测范围示意图详见图 4.3-5。

表 4.3-5 监测断面、站位经纬度（海西湾退养还海工程）

站位	经度（E）	纬度（N）	监测内容
T01	120°39.640'	27°37.174'	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物
T02	120°39.687'	27°37.146'	盐沼植被、潮间带生物、沉积物
T03	120°39.746'	27°37.113'	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物
T04	120°39.707'	27°37.321'	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物
T05	120°39.724'	27°37.310'	盐沼植被、潮间带生物、沉积物
T06	120°39.744'	27°37.297'	盐沼植被、潮间带生物、水质、沉积物

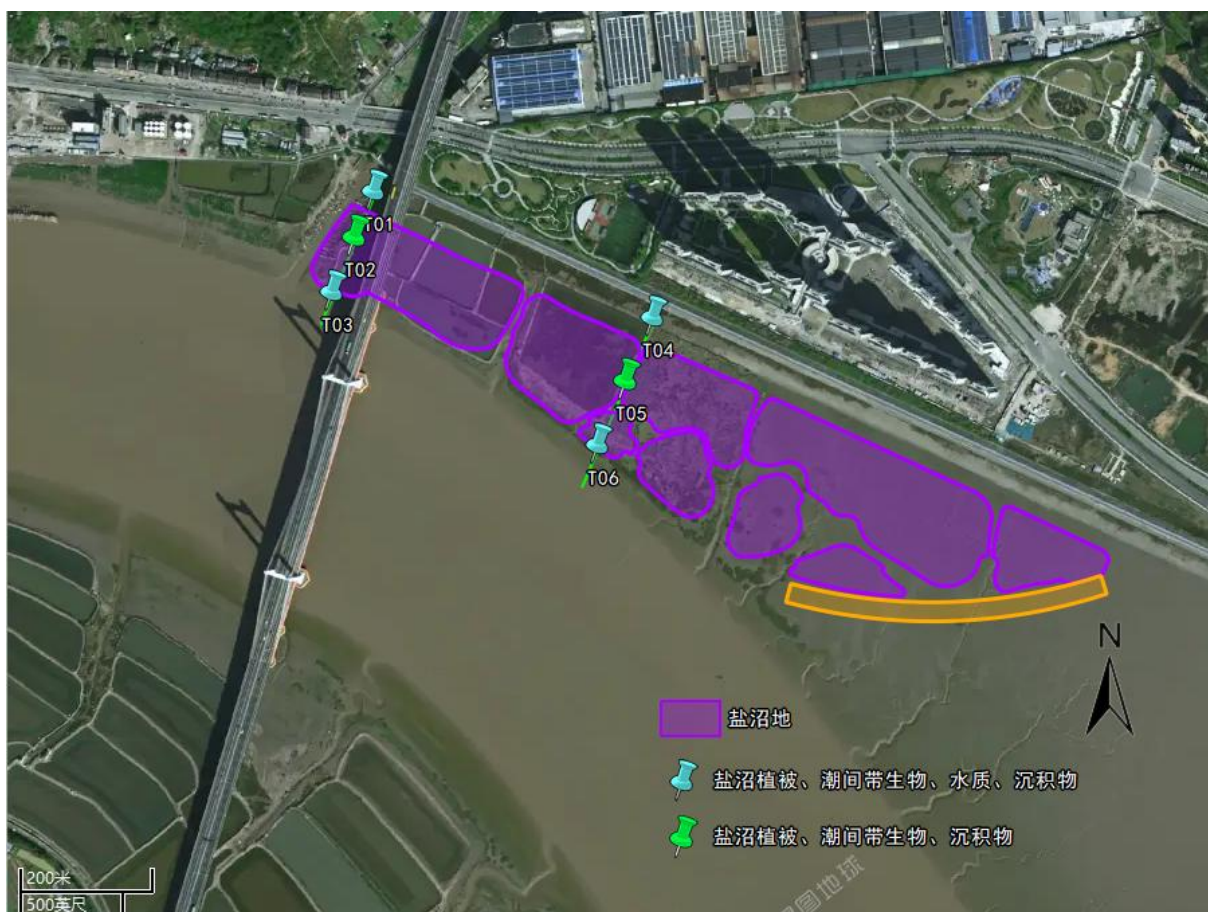






图 4.3-5 地形测量范围示意图（海西湾退养还海工程，图中序号 6）

4.3.5 效果评估指标及方法

盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 4 部分：盐沼》（HY/T 0460.4-2024）中的效果评估内容，进行工程指标完成度评估、盐沼植被评估、生物群落评估、环境要素评估以及盐沼生态状况综合评估等。上述评估指标均在工程 2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 4.2-6。

表 4.3-6 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	工程指标完成度评估	
2	盐沼植被评估	2027 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
3	生物群落评估	
4	环境要素评估	
5	盐沼生态状况综合评估	

1、工程指标完成度评估

盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）指标完成度评估要求见表 4.3-7。

表 4.3-7 盐沼生态系统（鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程、海西湾退养还海工程）数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	建设规模	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）； 碳汇通量塔 1 座	鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程数量指标，对应工程内容
		其他	建设管护步道 998 m（宽约 2.0m）； 潮沟水系疏通 58300 m²； 岸线清理长度约 2.82 km； 垃圾拦截防护网 1630 m（松木桩立柱+拦网）。	
		建设规模	植被种植 2.32ha，包括海滨木槿、海三棱藨草、碱蓬等耐盐碱植被	海西湾退养还海工程数量指标，对应工程内容
		其他	恢复自然岸线 3.56km； 水系贯通 16.76ha； 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。	

2、盐沼植被评估

盐沼植被指标评估计算方法如下：

$$VS_i = \frac{A_{0i} - A_i}{A_{0i}} \times 100\%$$

式中： VS_i —盐沼植被指标变化率；

A_i —第 i 个指标的现状值；

A_{0i} —第 i 个指标的参照系数值，参照系宜为近 5 年内。

盐沼植被评估指标与赋值标准见表 4.3-8。

表 4.3-8 盐沼植被状况评估指标赋值标准

序号	指标	赋值标准		
1	盐沼面积减少	$\leq 10\%$	$> 10\% \sim \leq 15\%$	$> 15\%$
	赋值	20	15	5
2	盐沼植被盖度减少	$\leq 15\%$	$> 15\% \sim \leq 30\%$	$> 30\%$
	赋值	20	15	5
3	盐沼植被带宽度减少	$\leq 10\%$	$> 10\% \sim \leq 30\%$	$> 30\%$
	赋值	10	5	1

注：如盐沼面积、盐沼植被盖度和盐沼植被带宽度增加，相应赋值为 20

3、生物群落

生物群落指标评估计算方法如下：

$$VB_i = \frac{B_{0i} - B_i}{B_{0i}} \times 100\%$$

式中： VB_i —生物群落指标变化率；

B_i —第 i 个指标的现状值；

B_{0i} —第 i 个指标的参照系数值。

生物群落状况评估指标赋值标准见表 4.3-9。

表 4.3-9 生物群落评估指标赋值标准

序号	指标	赋值标准		
1	大型底栖动物密度减少	$\leq 5\%$	$> 5\% \sim \leq 10\%$	$> 10\%$
	赋值	15	10	5
2	大型底栖动物生物量减少	$\leq 5\%$	$> 5\% \sim \leq 10\%$	$> 10\%$
	赋值	15	10	5

注：如大型底栖动物密度、生物量增加，相应赋值为 15

4、环境要素

环境要素评估指标赋值见表 4.3-10。

表 4.3-10 环境要素评估指标赋值标准

序号	指标	赋值标准		
1	土壤/沉积物 pH 值	$> 7.5 \sim \leq 8.5$	$> 7.0 \sim \leq 7.5$ 或 $> 8.5 \sim \leq 9.0$	≤ 7.0 或 > 9.0
	赋值	10	5	1

序号	指标	赋值标准		
2	土壤/沉积物水溶性盐总量	$\leq 1.0\%$	$> 1.0\% \sim \leq 1.6\%$	$> 1.6\%$
	赋值	10	5	5

5、盐沼生态状况综合评估

(1) 盐沼植被评估指数计算方法如下：

$$S_v = \sum_1^n S_{vi}$$

式中： S_v —盐沼植被评估指数；

S_{vi} —第 i 个指标的评估赋值。

当 $S_v = 11$ 时，盐沼植被状态为严重受损；当 $11 < S_v \leq 35$ 时，盐沼植被状态为受损；当 $35 < S_v \leq 50$ 时，盐沼植被状态为稳定。

(2) 生物群落评估指数计算方法如下：

$$S_b = \sum_1^n S_{bi}$$

式中： S_b —生物群落评估指数；

S_{bi} —第 i 个指标的评估赋值。

当 $S_b = 10$ 时，生物群落状态为严重受损；当 $10 < S_b \leq 20$ 时，生物群落状态为受损；当 $20 < S_b \leq 30$ 时，生物群落状态为稳定。

(3) 环境要素评估指数计算方法如下：

环境要素评估指数计算方法如下：

$$S_e = \sum_1^n S_{ei}$$

式中： S_e —环境要素程度指数；

S_{ei} —第 i 个指标的评估赋值。

当 $2 \leq S_e < 10$ 时，环境要素状态为不适宜；当 $10 \leq S_e \leq 15$ 时，环境要素状态为中度适宜；当 $15 < S_e \leq 20$ 时，环境要素状态为适宜。

(4) 综合评估计算方法如下：

盐沼生态状况综合评估指数计算方法如下：

$$I_{sm} = S_v + S_b + S_e$$

式中： I_{sm} —盐沼生态状况综合评估指数；

S_v —盐沼植被评估指数；

S_b —生物群落评估指数；

Se —环境要素评估指数。

当 $Ism > 65$ 时，盐沼生态系统状态为稳定，评估等级为 I 级；当 $23 < Ism \leq 65$ 时，盐沼生态系统状态为受损，评估等级为 II 级；当 $Ism \leq 23$ 时，盐沼生态系统状态为严重受损，评估等级为 III 级。

6、定性分析

在效果评估报告中，结合盐沼生态状况综合评估结果和威胁因素等未纳入以上定量评估的其余调查要素，综合分析盐沼生态状况变化的内在原因和外部驱动因素，提出相应管理措施。

4.4 鳌江河口海湾疏浚工程效果评估方案

4.4.1 鳌江河口海湾疏浚工程内容

鳌江河口海湾疏浚工程，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。疏浚工程位置详见图 4.4-1。



图 4.4-1 疏浚工程位置示意图

4.4.2 鳌江河口海湾疏浚工程效果评估要求

根据实施方案，鳌江河口海湾疏浚工程效果评估效果评估包括生态修复监测和绩效指标调查，具体要求详见表 4.4-1。

表 4.4-1 鳌江河口海湾疏浚工程效果评估要求

序号	类别	指标内容	监测频次
1	生态修复监测	地形	1 次/年
		海水水质	
		海洋沉积物	
		海洋生物	
2	绩效指标调查	疏浚总方量约 195 万 m ³	未明确

4.4.3 鳌江河口海湾疏浚工程效果评估内容

1、监测内容

针对实施方案提出的效果评估要求，为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。生态修复监测内容保留地形地貌监测，增加水动力冲淤、水文等监测，以更好地评估疏浚工程实施效果。本方案站位设置、监测方法与前期本底调查一致，绩效指标调查综合考核指标和工程内容确定。具体监测内容与方式详见表 4.4-2。

表 4.4-2 鳌江河口海湾疏浚工程监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	绩效指标	疏浚方量	疏浚总方量约 195 万 m ³	现场调查+资料收集	数量指标
		设计参数	核实设计参数。目前疏浚设计边坡暂定 1:8，超宽 4.0m，超深 0.5m。		对应工程内容
2	生态修复监测	生境	水下地形地貌	现场监测	符合评估要求，与本底一致
			岸滩蚀淤	遥感、航拍	与本底一致
			水动力及冲淤、水位	现场监测	
			潮间带范围、湿地类型及面积、湿地植被种类及面积、外来入侵物种种类及面积	遥感、航拍	
3	视频影像	工程施工前、施工期及施工完成后的视频影像资料		现场监测	效果评估资料

2、监测方法及要求

（1）绩效指标调查

鳌江河口海湾疏浚工程绩效指标产出指标（数量指标、质量指标、时效指标和成本指标）、效益指标以及满意度指标等。其中效益指标和满意度指标以及产出指标中的质

量指标、时效指标和成本指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，详见 4.6 章节。数量指标调查包括疏浚方量和设计指标等调查，主要通过资料收集等方法进行调查。根据实际的疏浚方量、疏浚边坡参数评价疏浚效果。

（2）生态修复监测

鳌江河口海湾疏浚工程生态修复监测内容包括地形地貌、海洋生态环境等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

（3）视频影像

鳌江河口海湾疏浚工程视频影像监测主要通过无人机航拍开展，包括施工前、施工期、施工完成后 3 个阶段的视频影像资料，为便于全方位的对比，要求每个阶段视频拍摄角度和拍摄高度一致。

3、监测时间和频次

根据实施方案，结合鳌江河口海湾疏浚工程分年度绩效考核指标内容，2027 年开展疏浚工作。故生态修复监测调查和绩效指标调查于 2027 年（项目后期、验收期）开展 1 次。监测时间及频次设置详见表 4.4-3。具体要求如下：

（1）绩效指标调查时间

2027 年（验收期）具体调查时间可视工程完工时间或验收时间而定。

（2）生态修复监测时间

2027 年（验收期）监测时间与本底调查监测月份或季节保持一致。

（3）视频影像监测时间

视频影像监测于 2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）3 个阶段开展。

表 4.4-3 鳌江河口海湾疏浚工程监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	绩效指标调查	疏浚方量	2027 年（验收期）
		疏浚设计参数	
2	生态修复监测	生境	2027 年（验收期）
3	视频影像	视频影像	2025 年或 2026 年（施工前）、2027 年（施工期）、2027 年（验收期）各 1 次

4.4.4 生鳌江河口海湾疏浚工程监测站位

地形地貌。于大潮低潮时开展工程疏浚区（外扩 1000m）地形地貌测量，地形成果满足 1:1000 比例尺要求。测量范围示意图详见图 4.4-2。

岸滩蚀淤。通过遥感或航拍对疏浚区的岸滩蚀淤情况情况进行监测。

潮间带。通过遥感、航拍等对疏浚区范围、湿地类植被种类及面积、外来入侵物种种类及面积进行监测。

水动力及冲淤环境。在疏浚区附近布设 4 个测流取沙站点，其中 2 个站位位于疏浚工程区域，其余 2 站位位于上下游疏浚可能影响区域，可作为对比站位，并在上游增设海流布设海流站 1 个，为疏浚工程水动力环境分析提供参考数据。共计 5 个海流站，4 个取沙站。同时收集长期观测的鳌江和南麂潮位站数据。监测站位详见表 4.4-4 和图 4.4-3。

表 4.4-4 水文监测站位经纬度

站位	经度（E）	纬度（N）	监测内容
H01	120°34.287′	27°34.804′	水文、泥沙
H02	120°36.766′	27°35′	水文、泥沙
H03	120°38.259′	27°33.911′	水文、泥沙
H04	120°44.328′	27°34.271′	水文、泥沙
H05	120°44.868′	27°28.691′	水文、泥沙



图 4.4-3 水文监测站位示意图



图 4.4-2 地形测量范围示意图（鳌江河口海湾疏浚工程，图中序号 7）

4.4.5 效果评估指标及方法

鳌江河口海湾疏浚工程效果评估在上述生态修复监测和绩效指标调查的基础上，进行工程指标完成度评估、地形地貌稳定性评估、海洋水文情况评估等。上述指标在 2027 年（验收期）开展 1 次评估。详见表 4.4-5。

表 4.4-5 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	工程指标完成度评估	2027 年（验收期）各 1 次
2	地形地貌稳定性评估	
3	海洋水文变化评估	

1、工程指标完成度评估

鳌江河口海湾疏浚工程指标完成度评估要求见表 4.4-6。

表 4.4-6 鳌江河口海湾疏浚工程数量指标表

一级指标	二级指标	三级指标		备注
产出指标	数量指标	疏浚方量	疏浚总方量约 195 万 m ³	数量指标
		设计参数	核实设计参数。目前疏浚设计边坡暂定 1:8，超宽 4.0m，超深 0.5m。	对应工程内容

2、地形地貌稳定性评估

通过疏浚区地形地貌监测，包括岸滩地形地貌、岸滩蚀淤等，评估鳌江河口海湾疏浚工程修复后的地形地貌稳定性。重点关注疏浚后水下地形是否保持相对稳定。

3、海洋水文变化评估

通过疏浚区海洋水文监测，包括流速、流向、水文等，评估鳌江河口海湾疏浚工程修复后的海洋水文变化情况。

4.5 修复区邻近海域效果评估方案

4.5.1 修复区邻近海域效果评估要求

本项目实施方案未提出系统性的效果评估要求，但从海陆统筹和生态修复总体目标的要求，本方案以系统性角度提出生态监测和效果评估的指标，即为修复区邻近海域效果评估方案。

4.5.2 修复区邻近海域效果评估内容

1、监测内容

为使生态修复监测的科学性和可比性，本方案基于修复工程内容，结合本项目前期调查方案内容，确定效果评估监测内容。生态修复监测站位设置、监测方法与前期本底调查一致，效果评估内容则根据监测内容确认。具体监测内容与方式详见表 4.5-1。

表 4.5-1 修复区邻近海域效果评估监测内容与方式

序号	类别	监测要素		监测方式	备注
1	生态修复监测	生物生态	浮游植物：种类组成、密度	现场监测	与本底一致
			浮游动物：种类组成、密度、生物量		
			大型底栖生物：种类组成、密度、生物量		
			鱼卵仔稚鱼：种类组成、密度		
			游泳动物：种类组成、资源密度（重量、尾数）		
		环境质量	海水水质：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、叶绿素 a、悬浮物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类	现场监测	
			海洋沉积物：粒度、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷		

2、监测方法及要求

修复区邻近海域生态修复监测内容包括生物生态和环境质量等，具体跟踪监测方法详见第 6 章节。

3、监测时间和频次

根据海西湾海洋生态保护修复工程绩效考核指标内容，生态修复监测于 2026 年（项目中期、施工期）、2027 年（项目后期、验收期）各开展 1 次。2026 年（项目中期）监测于施工高峰期进行，监测时间尽可能项目前期本底调查时间一致；2027 年（验收期）监测时间与项目中期监测月份或季节保持一致。监测时间及频次设置详见表 4.5-2。

表 4.5-2 修复区邻近海域效果评估监测时间和频次

序号	类别	监测要素	监测时间
1	生态修复监测	生物生态	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
		环境质量	

注：项目中期监测于施工高峰期进行，可于工程施工量最集中时开展。

4.5.3 修复区邻近海域监测站位

在修复区邻近海域布设 17 个海水水质调查站位、10 个海洋沉积物调查站位、10 个海洋生态调查站位以及 10 个渔业资源调查站位。监测站位经纬度详见表 4.5-3，站位示意图详见图 4.5-1。

表 4.5-3 海西湾修复工程修复区邻近海域监测站位经纬度表

站位	经度（E）	纬度（N）	调查内容
J01	120°31.479′	27°35.291′	水质、生态、沉积物、渔业资源
J02	120°33.045′	27°35.665′	水质
J03	120°34.415′	27°34.916′	水质、生态、沉积物、渔业资源
J04	120°35.970′	27°35.464′	水质
J05	120°36.804′	27°35.195′	水质、生态、沉积物、渔业资源
J06	120°37.432′	27°34.451′	沉积物
J07	120°37.819′	27°34.889′	水质
J08	120°38.596′	27°33.930′	水质、沉积物、生态、渔业资源
J09	120°39.369′	27°35.268′	水质、生态、渔业资源
J10	120°40.512′	27°36.705′	水质
J11	120°41.254′	27°38.713′	水质、沉积物、生态、渔业资源
J12	120°41.707′	27°40.501′	水质、沉积物、生态、渔业资源
J13	120°39.915′	27°31.264′	水质
J14	120°41.460′	27°32.944′	水质、沉积物、生态、渔业资源
J15	120°43.293′	27°35.774′	水质
J16	120°45.044′	27°38.384′	水质、沉积物、生态、渔业资源
J17	120°37.255′	27°34.259′	水质、沉积物、生态

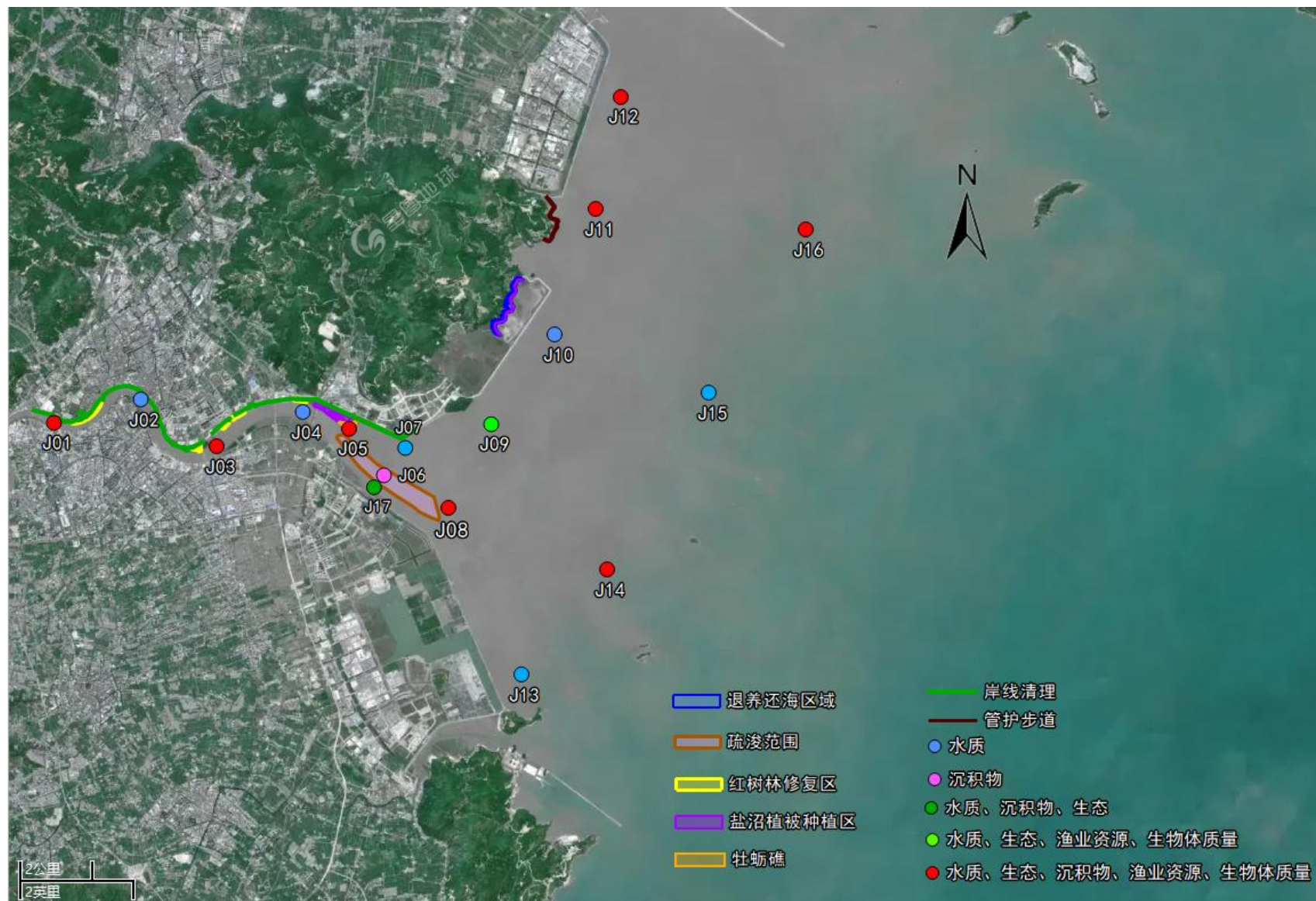


图 4.5-1 海西湾修复工程修复区邻近海域监测站位示意图

4.5.4 效果评估指标及方法

修复区邻近海域效果评估在上述生态修复监测的基础上，进行生物群落评估和环境要素评估。上述指标评估在 2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）开展两次评估。详见表 4.5-4。

表 4.5-4 效果评估内容一览表

序号	评估内容	评估阶段
1	生物群落评估	2026 年（项目中期）、2027 年（验收期）各 1 次
2	环境要素评估	

3、生物群落评估

通过修复区邻近海域生物群落监测，包括浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、鱼卵仔稚鱼和游泳动物等的监测，通过生物群落物种组成变化、密度分布变化、生物量变化以及物种多样性指数变化情况，评估海西湾海洋生态保护修复前后的海洋生物群落稳定性。具体评估方法如下：

①香农-威纳多样性指数 H' 采用 Shannon-Weiner 公式：

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

②丰度（丰富度）指数 d 采用 Margalef 公式：

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

③均匀度 J 采用 Pielou 公式：

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

④优势度 Y 公式：

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

式中： S 为样品中的种类总数；

N 为样品中的总个体数；

p_i 为样品中第 i 种的个体数占总个体数的比例；

n_i 为第 i 种的个体总数；

f_i 为该物种在采样点出现的频率。

当某物种的 $Y > 0.02$ 时，判定该物种为群落中的优势种。

⑤海洋生物多样性评价指标

根据《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》（HY/T 215-2017），对近岸海域

生物多样性进行评价，海洋生物多样性评价指标的等级划分标准见该技术指南的表 3。

海洋生物多样性指标的分值范围为 0~100，划分为 5 个等级，各等级相应的分值见表 4.5-5。

表 4.5-5 海洋生物多样性指标的赋值标准

等级	V	IV	III	II	I
分值	0~<25	≥25~<50	≥50~<75	≥75~<100	100

根据赋值标准，按如下公式对海洋生物多样性的二级指标进行赋值：

$$Y_{ij} = \frac{Y_{ij \max} - Y_{ij \min}}{I_{ij \max} - I_{ij \min}} (I_{ij} - I_{ij \min}) + Y_{ij \min}$$

式中： Y_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的赋值得分；

$Y_{ij \max}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的分值上限；

$Y_{ij \min}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的分值下限；

$I_{ij \max}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的指标值上限；

$I_{ij \min}$ ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标所隶属等级的指标值下限；

I_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的实测值。

海洋生物多样性综合指数（ MBI ）按如下公式计算，数值范围 0~100。

$$MBI = \sum_{i=1}^n W_i \sum_{j=1}^n Y_{ij} W_{ij}$$

式中： MBI ：海洋生物多样性综合指数；

W_i ：第 i 个一级指标的权重；

Y_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的赋值得分；

W_{ij} ：第 i 个一级指标中的第 j 个二级指标的权重。

根据海洋生物多样性综合指数（ MBI ）得分，海洋生物多样性的现状划分为四个等级：

高、中、一般、低，详见表 4.5-6。

表 4.5-6 海洋生物多样性现状分级

海洋生物多样性等级	海洋生物多样性综合指数	海洋生物多样性现状
高	≥75~100	海洋生物物种高度丰富，物种分布均匀，各生物群落的物种多样性高度丰度，生态系统类型丰富多样
中	≥50~<75	海洋生物物种较丰富，物种分布较均匀，局部区域部分生物群落的物种多样性高度丰富，局部地区生态系统高度丰富
一般	≥25~<50	海洋生物物种较少，物种分布不均匀，局部区域或个别生物群落的物种多样性较高，但生物多样性总体水平一般
低	0~<25	海洋生物物种贫乏，物种分布不均匀，生态系统类型单一，生物多样性总体低

4、环境要素评估

通过修复区邻近海域环境监测，包括海水水质、海洋沉积物等的监测，通过海水水质浓度变化、海洋沉积物浓度变化以及参数达标情况等，评估海西湾海洋生态保护修复前后的环境要素稳定性。具体评估方法如下：

①海水水质评价

海水水质质量的评价采用环境质量单因子评价标准指数法。

单项水质评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中： $C_{i,j}$ ：水质评价因子 i 在第 j 取样点的实测浓度值，mg/L；

C_{si} ：水质评价因子 i 的评价标准，mg/L。

DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \quad \text{当 } DO_j \leq DO_f \text{ 时}$$

$$S_{DO,j} = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad \text{当 } DO_j > DO_f \text{ 时}$$

式中： $S_{DO,j}$ ：饱和溶解氧在第 j 取样点的标准指数；

DO_j ：溶解氧在 j 取样点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ：溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ：饱和溶解氧浓度，mg/L，对于入海河口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ；

S ：实用盐度符号，量纲为 1；

T ：水温，℃。

pH 的标准指数为：

$$SpH_j = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad \text{当 } pH_j \leq 7.0 \text{ 时}$$

$$SpH_j = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad \text{当 } pH_j > 7.0 \text{ 时}$$

式中： SpH_j ： pH 在第 j 取样点的标准指数；

pH_j ： j 取样点水样 pH 实测值；

pH_{sd} ：评价标准规定的下限值；

pH_{su} ：评价标准规定的上限值。

②海洋沉积物质量评价

海洋沉积物质量的评价采用底泥污染指数法。底泥污染指数法计算公式为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中： $P_{i,j}$ ：底泥污染因子 i 在第 j 取样点的单项污染指数；
 $C_{i,j}$ ：底泥污染因子 i 在第 j 取样点的实测值，mg/L；
 C_{si} ：底泥污染因子 i 的评价标准值，mg/L。

4.6 海西湾海洋生态保护修复工程效益指标及满意度指标评估方案

根据实施方案的绩效目标量化表，绩效目标分为产出指标、效益指标以及满意度指标等。其中产出指标包括数量指标、质量指标、时效指标和成本指标。数量指标已按不同工程落实在各个子项目中，产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标以及效益指标、满意度指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑。

4.6.1 质量指标、时效指标、成本指标等产出指标评估

产出指标中的质量指标、时效指标和成本指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，主要通过走访调查、资料收集、数据核查等方式开展。

根据实施方案的绩效目标量化表，质量指标、时效指标和成本指标具体指标要求详见表 4.6-1。

表 4.6-1 海西湾海洋生态保护修复工程质量指标、时效指标和成本指标要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
产出指标	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%
	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
		芦苇种植成本控制数	≤63万元/公顷

4.6.2 效益指标评估

效益指标包含社会效益和可持续影响指标，上述指标在海西湾海洋生态保护修复工程整个工程中考虑，主要通过资料收集与分析、实地调研与访谈以及案例研究与对比分析等方式开展。

1、评估内容

根据实施方案的绩效目标量化表，效益指标具体要求详见表 4.6-2。

表 4.6-2 海西湾海洋生态保护修复工程效益指标要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
效益指标	社会效益	人居环境改善受惠人数	4万人

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
	可持续影响指标	砂质海岸生态系统稳定性	≥5年
		后期管护持续时间	≥3年

2、评估方法

资料收集与分析：收集项目实施前后的相关数据和资料，包括环境监测报告、居民生活质量调查数据、渔业资源统计数据等，通过对比分析评估社会效益的提升情况。

实地调研与访谈：组织专业团队对项目区域及周边进行实地调研，与当地居民、渔民、企业代表等进行访谈，了解他们对项目实施后环境变化的感受和评价，收集第一手资料。

案例研究与对比分析：选取类似项目或地区作为对照组，对比分析本项目的社会效益，找出项目的优势和不足，为后续改进提供参考。

4.6.3 满意度指标评估

满意度指标评估主要通过问卷调查法了解公众对象（包括当地居民、游客、相关利益群体等）对项目实施内容、实施过程、实施效果的满意度，重点关注项目是否满足了公众的期望和需求。

1、评估内容

根据实施方案的绩效目标量化表，满意度指标具体要求详见表 4.6-3。

表 4.6-3 海西湾海洋生态保护修复工程满意度指标要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标值
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%

2、评估方法

问卷调查：设计科学合理的问卷，通过线上和线下相结合的方式发放问卷，收集公众的意见和建议。问卷发放对象可以是不同群体，包括项目周边常住居民、游客等。问卷内容涵盖对项目实施前后的环境变化、生活质量改善、生态效益等方面的评价，以及对项目未来发展的期望。详见表 4.6-4。

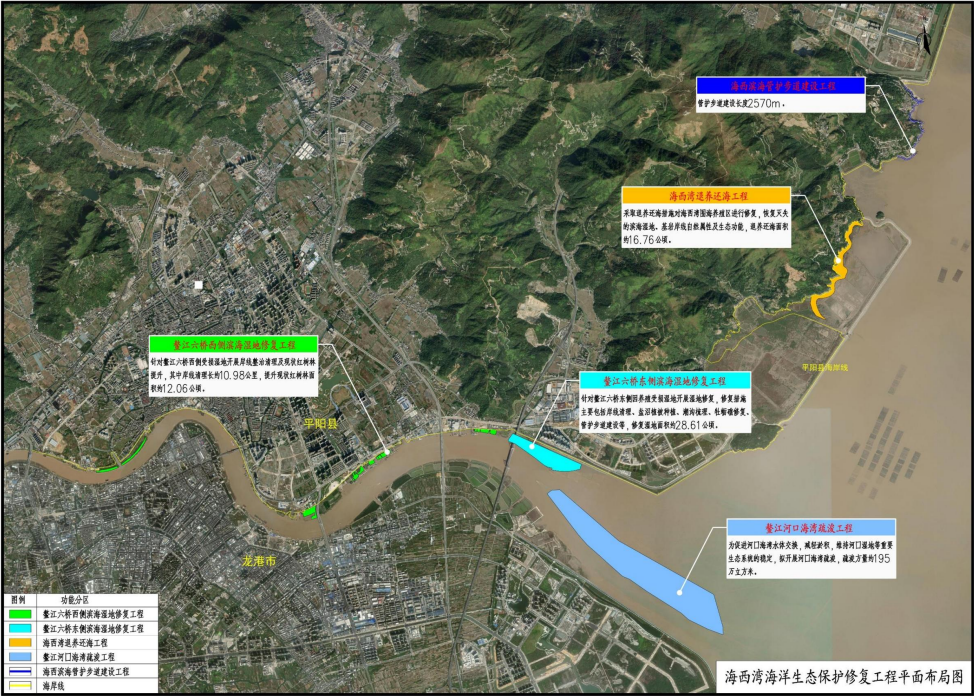
满意度指标量化分析：根据问卷调查结果，对满意度指标进行量化分析，计算满意度得分。采用统计学方法对数据进行处理，分析不同群体的不满意度，找出影响满意度的关键因素。

表 4.6-4 公众满意度调查问卷

2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目
海西湾海洋生态保护修复工程
公众满意度调查问卷

三、基本情况

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。生态媳妇通过退养还海措施，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。



四、问卷说明

本问卷总分 100 分，共 5 题，每道题 20 分，20 分表示非常满意；15 分表示满意，10 分表示一般，5 分表示比较不满意，0 分表示不满意。

问题	得分(每项满分 20 分)
1、您对本项目在促进海洋生态环境改善方面的效果是否满意？	
2、您对项目实施后再当地居民生活质量改善方面是否满意？	
3、您对本生态修复项目在增加亲海空间等功能方面的效果是否满意？	
4、您对项目实施后的维护管理情况是否满意？	
5、您对本项目总体修复效果是否满意？	
意见或建议：	
合计（分）	

133

4.7 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总

上述 4.1~4.5 章节分工程明确了效果评估内容和方法，针对海西湾海洋生态保护修复工程要求，还需增加修复工程完成后的宣传短片制作。本章节分类别汇总了海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量，详见表 4.7-1~表 4.7-3。

表 4.7-1 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总（绩效指标调查）

序号	工程	调查要素		调查时间
1	红树林生态系统调查	岸线清理	岸线清理长约 10.98km	2027 年（验收期）
		红树林面积提升	红树林提升面积约 12.06ha，岸线清理长约 10.98km	
2	牡蛎礁生态系统调查	建设规模	建设牡蛎礁面积 15149 m ²	
3	盐沼生态系统调查	建设规模	盐沼植被种植总面积约 19.04 公顷（含芦苇，碱蓬，海三棱蔗草等）	
			碳汇通量塔 1 座	
		其他	建设管护步道 998 m（宽约 2.0m）	
			潮沟水系疏通 58300 m ²	
			岸线清理长度约 2.82 km	
			垃圾拦截防护网 1630 m（松木桩立柱+拦网）	
		建设规模	植被种植 2.32ha，包括海滨木槿、海三棱蔗草、碱蓬等耐盐碱植被	
		其他	恢复自然岸线 3.56km	
			水系贯通 16.76ha	
			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	
4	鳌江河口海湾疏浚工程调查	疏浚方量	疏浚总方量约 195 万 m ³	
5	产出指标（质量指标、时效指标、成本指标）			
6	效益指标			
7	满意度指标			
8	工程施工前、施工期及施工完成后的三个阶段视频影像资料及施工完成后宣传短片制作			

表 4.7-2 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量汇总（生态修复监测）

序号	类别	监测要素		监测站位	监测时间
1	红树林生态系统监测	红树林	分布：面积、成活率、保存率、株高、密度、郁闭度、盖度、林带宽度、林龄、起源	红树林修复区域	2025 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
		植被	群落结构：种类、株高、胸径/基径、密度、生物量、凋落物产量	4 条断面	
		生物群落	大型底栖生物：种类、密度、生物量、物种多样性	4 条断面	
			鸟类：种类、数量、成幼比例、居留型、生境类型	2 条样线	
		环境要素	海水水质：盐度、溶解氧、潮汐特征（潮位、潮差等）、水温、pH、无机氮、活性磷酸盐、总氮、总磷、无机磷	4 个站位	
			海洋沉积物：滩涂高程、沉积速率、沉积物粒度、盐度、水溶性盐总量、有机碳、Eh、硫化物、总磷、总氮、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）	4 个站位	
		地形地貌	修复区潮间带地形地貌、滩面高程	红树林修复区域（外扩 100m）	2027 年（验收期）
2	牡蛎礁生态系统监测	牡蛎礁体	牡蛎礁斑块面积、礁区面积、礁体高度	牡蛎礁修复区域	2027 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
		生物群落	牡蛎：种类、分布、数量、密度、壳高等	6 个站位	
			潮间带生物（含牡蛎）：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	3 条断面	
			浮游植物、浮游动物：种类、密度、生物量、优势种、物种多样性	6 个站位	
		环境要素	海水水质：流速、水温、盐度、溶解氧、pH、悬浮物、叶绿素 a	6 个站位	
			潮间带沉积物：粒度、硫化物、有机碳、石油类	9 个站位	
		地形地貌	水深、地形、高程	牡蛎礁修复区域（外扩 100m）	2027 年（验收期）
		威胁因素	自然因素：捕食者、竞争者、牡蛎病害、入侵物种	牡蛎礁修复区域 周边	2027 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
			人为因素：捕捞、滤食性贝类养殖、海洋工程、污染排放		

序号	类别	监测要素		监测站位	监测时间
3	盐沼生态系统监测	盐沼植被	盐沼：面积、分布、植被带宽度	2 个盐沼植被修复区	2027 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
			植被：种类组成、密度、盖度、株高、平均高度、生物量	4 条断面	
		地形地貌	地形、高程	2 个盐沼植被修复区（外扩 100m）	
		生物群落	潮间带生物：种类组成、密度、生物量	4 条断面	
			鸟类：种类组成、数量	3 条样线	
		环境要素	海水：水温、盐度、pH、浑浊度、溶解氧、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、总有机碳	8 个站位	
			沉积物：pH、沉积速率、沉积物粒度、总有机碳、硫化物、全盐含量、氧化还原电位、总磷、总氮、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）	12 个站位	
		胁迫因素	自然因素：自然灾害、海平面变化、海岸侵蚀、外来物种入侵等	2 个盐沼植被修复区域周边	
人为因素：水产养殖活动、渔业捕捞、海岸带工程、排污状况、周边资源利用情况、旅游开发活动等					
4	鳌江河口海湾疏浚工程监测	生境	水下地形地貌	疏浚区（外扩 1000m）	2027 年（验收期）
			岸滩蚀淤	疏浚区（外扩 1000m）	
			水动力及冲淤、水位	5 个海流站，4 个取沙站	
			潮间带范围、湿地类型及面积、湿地植被种类及面积、外来入侵物种种类及面积	疏浚区	

序号	类别	监测要素		监测站位	监测时间
5	修复区邻近海域效果评估	生物生态	浮游植物：种类组成、密度	10 个站位	2026 年（项目中期）、 2027 年（验收期）
			浮游动物：种类组成、密度、生物量	10 个站位	
			大型底栖生物：种类组成、密度、生物量	10 个站位	
			鱼卵仔稚鱼：种类组成、密度	10 个站位	
			游泳动物：种类组成、资源密度（重量、尾数）	10 个站位	
		环境质量	海水水质：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、叶绿素 a、悬浮物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类	17 个站位	
			海洋沉积物：粒度、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷	10 个站位	

表 4.7-3 海西湾海洋生态保护修复工程工作量汇总（评估方法）

序号	类别	效果评估方法
1	红树林生态系统效果评估	参照《红树林生态修复监测和效果评估技术指南》（GB/T 45140-2025），包括工程指标完成度评估、生态修复目标实现程度的评估和生态系统状态恢复程度的评估。
2	牡蛎礁生态系统效果评估	参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 7 部分：牡蛎礁》（HY/T 0460.7-2024），包括工程指标完成度评估、牡蛎密度变化评估、牡蛎补充量变化评估、牡蛎礁生态状况综合评估。
3	盐沼生态系统效果评估	参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 4 部分：盐沼》（HY/T 0460.4-2024），包括工程指标完成度评估、盐沼植被评估、生物群落评估、环境要素评估以及盐沼生态状况综合评估。
4	鳌江河口海湾疏浚工程效果评估	参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 9 部分：河口》（HY/T 0460.9-2024），包括滨工程指标完成度评估、地形地貌稳定性评估、海洋水文情况评估。
5	修复区邻近海域效果评估	通过对比分析的方法展开效果评估。对比修复前、修复后不同时期生物生态、环境要素监测成果，评估海西湾海洋生态保护修复前后的海洋生物群落、海洋环境要素的稳定性。

4.8 工作成果

根据《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目实施方案》成果要求，同时结合本方案海西湾海洋生态保护修复工程效果评估内容，确定海西湾海洋生态保护修复工程的工作成果如下：

《海西湾海洋生态保护修复工程项目中期生态修复监测报告》

《海西湾海洋生态保护修复工程项目后期生态修复监测报告》

《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》

5 跟踪监测方法及质量控制

5.1 跟踪监测方法

5.1.1 海洋环境要素监测方法

水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、总氮、总磷、叶绿素 a、悬浮物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类等参数的监测和检测按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范进行。

沉积物粒度、有机碳、硫化物、Eh 等参数的监测和检测按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范进行。

海水水质、海洋沉积物的监测项目分析方法详见表 5.1-1。

表 5.1-1 环境要素监测项目分析方法

类别	监测参数	监测方法	依据标准
海水水质	水温	数字测温仪法	HY/T 147.6-2013
	盐度	盐度计法	GB 17378.4-2007
	溶解氧	碘量法	
	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	
	pH	pH 计法	
	油类	紫外分光光度法	
	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法/流动分析法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013
	硝酸盐	锌-镉还原法/流动分析法	
	氨	次溴酸盐氧化法/流动分析法	
	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法/流动分析法	
	总氮	过硫酸钾氧化法/流动分析法	
	总磷	过硫酸钾氧化法/流动分析法	
	叶绿素 a	荧光分光光度法	GB 17378.7-2007
	悬浮物	重量法	GB 17378.4-2007
	粪大肠菌群	滤膜法/发酵法	GB 17378.7-2007
	铜	无火焰原子吸收分光光度法 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013
	镉	无火焰原子吸收分光光度法 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013
	铅	无火焰原子吸收分光光度法 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013
	锌	火焰原子吸收分光光度法 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013

类别	监测参数	监测方法	依据标准
	总铬	无火焰原子吸收分光光度法 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013
	汞	原子荧光法	GB 17378.4-2007
	砷	原子荧光法 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.4-2007 HY/T 147.1-2013
海洋 沉积 物	粒度	激光法	GB/T 12763.8-2007
	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法 非色散红外吸收法	GB 17378.5-2007 GB/T 30740-2014
	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.5-2007
	Eh	电位计法	GB 17378.5-2007
	总氮	过硫酸钾氧化法 分光光度法	HJ 442.4-2020/ GB 17378.5-2007
	总磷	过硫酸钾氧化法 凯式定氮法	HJ442.4-2020/ GB 17378.5-2007
	粪大肠菌群	滤膜法 发酵法	GB 17378.7-2007
	沉积速率	标记桩法	HY/T 0460.3-2024
	滩面高程	GNSS-RTK	GB/T 17501
	全盐含量	土壤水溶性盐总量的测定	NY/T 1121.16-2006
	汞	原子荧光法	GB 17378.5-2007
	砷	原子荧光法 / 电感耦合等离子体质谱法	GB 17378.5-2007 HY/T 147.2-2013
	铜	无火焰原子吸收分光光度法/电感耦合等离子体质谱法	
	铅	无火焰原子吸收分光光度法/电感耦合等离子体质谱法	
	锌	火焰原子吸收分光光度法/电感耦合等离子体质谱法	
	镉	无火焰原子吸收分光光度法/电感耦合等离子体质谱法	
	铬	无火焰原子吸收分光光度法/电感耦合等离子体质谱法	

5.1.2 海洋生物群落监测方法

1、浮游植物

浮游植物（网样）样品采集采用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至水面进行垂直拖网；浮游植物（水样）样品水深在 15 m 以内的浅海采表、底两层，水深大于 15m 时采表、中、底三层，每层所需水样量一般为 500 ml。测定其种类、密度。具体按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范执行。

2、浮游动物

大型浮游动物用浅水Ⅰ型网由底至表垂直拖网采集样品；中型浮游动物用浅水Ⅱ型网由底至表垂直拖网采集样品；测定其种类、密度、生物量。具体按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范执行。

3、大型底栖生物

用采泥器采集底泥进行定量分析，每个站位采样面积不少于 0.2m²，测定其种类、密度、生物量。具体按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范执行。

4、潮间带生物

各监测断面潮间带的高、中、低潮区分别采集定性样品和定量样品。定性样品在各断面周围随机采取，遇采集难度较大的生物（如弹涂鱼等）或有一定危险性的区域，采取拍记录的方法。定量采集时，高潮、中潮、低潮一般分别采 2 个、3 个、1 个站位。软相生境、硬相生境取样均用 25cm×25cm 定量框，每站取 4 个样方，软相生境取样深度 30cm。测定其物种、密度和生物量。具体按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范执行。

5、渔业资源（鱼卵仔稚鱼、游泳动物）

鱼卵、仔稚鱼定量样品采用浅水 I 型浮游生物网垂直取样，定性样品采用水平拖曳。测定其物种、密度。游泳动物拖网监测一般租用单拖网船。每站拖网所获的渔获物全部取样装入样品袋，并进行编号、记录后，冰鲜保存，测定其物种、资源密度。具体参照《海洋渔业资源调查规范》（SC/T 9403-2012）、《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB 12763.6-2007）等规范执行。

海洋生物群落的监测项目分析方法详见表 5.1-2。

表 5.1-2 海洋生物群落监测项目分析方法

监测类别	监测参数	监测方法	依据标准
生物生态	叶绿素 a	荧光分光光度法	GB 17378.7-2007
	浮游植物	浮游生物生物生态调查	GB 17378.7-2007
	浮游动物	浮游生物生物生态调查	GB 17378.7-2007
	大型底栖生物	大型底栖生物生物生态调查	GB 17378.7-2007
	潮间带生物	潮间带生物生物生态调查	GB 17378.7-2007
	鱼类浮游生物	鱼类浮游生物调查	GB/T 12763.6-2007
	游泳动物	游泳动物调查	GB/T 12763.6-2007

6、鸟类

鸟类：鸟类按照《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）监测方法。按修复区域扩大设置监测区域范围设置样带，采用双筒望远镜、相机等观察记录统计样带上监测到的鸟类种类、数量和分布情况等，并记录样线生境状况和人类活动情况。

5.1.3 植被监测方法

1、后滨植被

后滨植被根据砂质海岸后滨植被实际情况确定监测范围和站位，对于沿海防护林，优先选择通过卫星或无人机遥感影像解译获取植被信息。对于滩肩后缘或沙丘前缘的后滨植被，开展必要的现场监测，以样线调查为主，样方调查为辅，具体按照《海岸带生态系统现状监测与评估技术导则 第 8 部分：砂质海岸》（HY/T 0460.8-2024）执行。

2、红树林植被

红树林面积、分布、盖度、林带宽度采用遥感监测，具体按照 HY/T 0460.2-2024 和 HY/T 081-2005 规定执行。

红树林植被其他要素监测采用样方调查，设置 5 m×5 m 的调查样方或 2 m×2 m 的调查样方，调查样方内成年植株和幼树（株高大于 1 m、小于 2 m，胸径小于 5 cm）的物种、数量、株高、胸径。在样方中，布设 1 m×1 m 嵌套样方，记录样方内的幼苗（株高小于等于 1 m）和附生草本植物的物种、数量、株高、盖度、成活率。相关参数调查按 HY/T 081-2005 规定执行。

红树林植被生物量调查采用各自的立木生物量模型进行计算，具体按 HY/T 0460.3-2024 规定执行。

3、盐沼植被监测

盐沼面积、分布、盖度、植被带宽度采用遥感监测，具体按照 HY/T 0460.2-2024 和 HY/T 081-2005 规定执行。

盐沼植被其他要素监测采用样方调查，每个站位应设置 1 个 10 m×10 m 的样方。每个样方应设置 5 个 1 m×1 m 的样格，样格应布设于样方四角和中心，植物种类单一、植株分布均匀时，调查样格数量不少于 3 个。植被盖度、密度、平均高度等指标应从样格和物种 2 个层次进行监测记录，盖度指植物群落总体或各个体的地上部分的垂直投影面积与样方面积之比的百分数，植被盖度采用目测法。植株密度是单位面积上盐沼植被的数量。植株密度通过测定每小样方内的盐沼植株数获得。植株密度的计算公式为： $D=N/A$ 。式中： D —密度，单位为株/m²或丛/m²（ind/m²）； N —样方内某植物的个体数目，单位为株或丛； A —样方面积，单位为平方米（m²）。其中禾本科植物易分蘖，计数时应注意区分丛和株。植株高度是指植株从地面上根茎到树梢之间的距离或高度，是表示植株高矮的参数。

生物量通过收获样格内植物的地上部分测量。用剪刀将样格内的植物齐地面剪下，分别装入塑料袋中，编号后带回实验室内处理。样品带回实验室后，剔除枯草，称其鲜重后放入大小适宜的纸袋中，置于烘干箱中 80℃烘干至恒重后称其干重。

5.1.4 海藻场监测方法

海藻场海藻特征、海洋生物群落、海水水质等参数监测按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17387-2007）等规范执行，详见 5.1.1 和 5.1.2。

5.1.5 牡蛎礁监测方法

牡蛎礁现状及历史分布情况监测依据《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 7 部分：牡蛎礁》（HY/T 0460.7-2024）等规范执行。

5.1.6 海岛动植物监测方法

1、海岛植被

对海岛植被进行植被无人机机载高光谱监测；收集海岛植被覆盖分布类型和范围及其历史变化情况；当分布或记载有特有、珍稀和濒危植物时，应开展详细监测或收集。具体按照《海洋生态修复技术指南（试行）》（2021 年 7 月）执行。

样方调查按照《森林植被状况监测技术规范》（GB/T 30363-2013）和《野生植物资源调查技术规程》（LY/T 1820-2009）等相关标准执行。

2、海岛动物

确定重点保护动物及迁徙鸟类栖息地范围和分布；当海岛记载或分布有特有、珍稀濒危野生动物（包括龟鳖类），以及作为主要鸟类筑巢繁殖地或迁徙停歇地的海岛，应开展详细监测或收集。

样方调查方法按照《陆生野生动物及其栖息地调查技术规程 第 3 部分：兽类》（GB/T 37364.3-2024）等相关标准执行。

3、海岛土壤

土壤样品的采集、保存、处理和测定方法按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）等相关标准执行。

5.1.7 水动力监测方法

近岸水动力环境监测中海流按照《海洋调查规范 第 2 部分 海洋水文观测》

（GB12763.2-2007）执行，悬沙按照《海洋调查规范第 8 部分 海洋地质地球物理调查》（GB12763.8-2007）执行，波浪、潮位以及风按照《海滨观测规范》（GB/T 14914-2019）执行。

5.1.8 地形地貌监测方法

地形地貌测量方法主要按照《海洋工程地形测量规范》（GB/T17501-2017）及相关测绘规范执行。可采用导航定位、单波束水深测量、RTK 测量、无人机航测、无人机机载激光等方式进行监测。各修复区地形优先采用无人机机载激光全覆盖测量。

滩涂高程：在每个植被样方内用 GNSS-RTK 技术监测滩涂高程，具体按照 GB/T 17501 规定执行，数据经高程拟合后记录为 85 高程。

5.1.9 水质监测方法

水质监测按照《水质 pH 值的测定 电极法》（HJ 1147-2020）、《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》（HJ 828-2017）、《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》（HJ 535-2009）、《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》（HJ 636-2012）、《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》（GB 11893-89）等规范执行。详见表 5.1-3。

表 5.1-3 水质监测项目分析方法

类别	监测参数	监测方法	依据标准
水质	pH 值	pH 计法	HJ 1147-2020
	COD _{Cr}	重铬酸钾法	HJ 828-2017
	氨氮	纳氏试剂分光光度法	HJ 535-2009
	总氮	过硫酸钾氧化-紫外分光光度法	HJ 636-2012
	总磷	钼锑抗分光光度法	GB/T 11893-89

5.1.10 淡水生态监测方法

1、浮游生物

浮游生物采集、鉴定、分析主要依据《水和废水监测分析方法》（第四版 增补版）、《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）等标准进行。

定性标本，小型浮游生物用 25 号浮游生物网，大型浮游生物用 13 号浮游生物网，在表层至 0.5m 深处以 20~30cm/s 的速度作∞形循环缓慢拖动约 1~3min。

定量标本，采用 5000ml 型号有机玻璃采水器进行定量样本的采集。采样量要根据浮游生物的密度和研究的需要量而定。一般原则是：浮游生物密度高，采水量可少；密度低采水量则要多。常用于浮游生物计数的采水量：对藻类、原生动物和轮虫，以 1L

为宜；对甲壳动物则要 10~50L，并通过 25 号网过滤浓缩。

水样采集后，马上加固定液固定，以免时间延长标本变质。对藻类、原生动物和轮虫水样，每升加入 15ml 左右鲁哥氏液固定保存。对枝角类和桡足类水样，每 100ml 加入 4~5ml 5% 甲醛溶液固定。固定后送实验室保存。

原生动物、轮虫的计数：吸取 0.1ml 样品注入 0.1ml 计数框，在 10×40 倍显微镜下计数，原生动物全片计数。轮虫则取 1ml 注入 1ml 计数框内，在 10×10 倍显微镜下全片计数。以上各类均计数两片取其平均值。如两片计数结果个数相差 15% 以上，则进行第三片计数，取其中个数相近两片的平均值。

甲壳动物的计数：将浓缩样吸取 5ml，注入计数框，在 10×10 或 10×20 倍显微镜下，计数整个计数框内的个体。

浮游植物的计数：将样品用微量移液器取 0.1 ml，注入 0.1 ml 浮游植物计数框中，用盖玻片将计数框完全盖住，静置片刻，无气泡可观察样品，如有气泡应重新取样。根据样品密度选用一种适当的计数方式。

枝角类和桡足类的生物量：是通过分别测量其体长，每个种类测量 30 个，然后根据陈雪梅（1981）和黄祥飞（1986）的体长-体重回归方程换算成生物量，无节幼体取各期的平均生物量根据宋大祥（1994）的每个按 0.003mg 换算。轮虫的生物量按照章宗涉和黄祥飞（1991）的方法算出体积，以上浮游动物均按密度 1 mg/mm³ 换算成生物量（湿重）。

尖额溞、基合溞等没有特定的计算公式枝角类，因其体型与大小同象鼻溞相似，也应用象鼻溞的公式计算生物量，数据统计和分析主要应用 Excel 和 SPSS 13.0 完成。

各物种的体长—体重回归方程(W 为湿重 mg/L，L 为体长 mm)：

象鼻溞体长与湿重回归方程为： $\log W = 2.6723 \log L - 0.7339$

裸腹溞体长与湿重回归方程为： $\log W = 2.3814 \log L - 1.0813$

秀体属体长与湿重回归方程为： $\log W = 1.7300 \log L - 1.3771$

微型裸腹溞体长与湿重回归方程为： $\log W = 2.3804 \log L - 1.1015$

桡足类体长与湿重关系方程式为： $\log W = 2.9505 \log L + 1.4555$

2、底栖生物

底栖动物采集使用 1/16m² 的彼得森采集器每个调查断面随机选择 5 个采集点：先将采泥器的阀门打开，然后将其沉入水底，放松拉绳，活钩自行脱落，使采泥器与底泥贴紧；向上拉绳子时，采泥器关闭，底栖生物就夹在泥中，提起采泥器。将泥样放入分样

套筛（套筛从上到下的顺序依次为 6 目寸、10 目寸、20 目寸、30 目寸），用水冲洗泥样，大的底栖生物和沙石留在上层筛中，稍小的留在第二、三层中，小的留在最底层，泥沙则随水流出。用肉眼把水生昆虫、软体动物和水栖寡毛类分类检出，分别在 70%酒精或 5%福尔马林中固定。最后将各层筛中的渣质装入塑料袋，加入 5%福尔马林中固定，放入标签，将口袋搏紧，带回实验室分鉴。

样品鉴定分析：将塑料袋中的样品倒入解剖盘中，加入清水检出水蚯蚓、昆虫幼虫和软体动物，分别装入指管瓶中鉴定计数。水蚯蚓用 5%甲醛固定，昆虫幼虫和软体动物用 70%酒精固定。

3、渔业资源

渔业资源样品采集主要依据《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ 710-2014）等标准规范进行，本项目主要通过地笼网、垂钓和收购的方式对鱼类样品进行采集。

样品鉴定分析：通过采集的鱼类标本，带回实验室进行鉴定，测量形态学指标（卡尺精度 0.1mm）、体重（感量 0.1g 电子称），并记录。需要解剖的鱼类标本，进行冷冻处理，带回实验室后，进行解剖观察、性别鉴定和怀卵量测定、卵发育程度的鉴别。

5.2 质量控制和资料管理

5.2.1 质量管理

质量控制是保证项目顺利完成的关键环节，项目开展要以相关规范及质量体系要求为准绳，把国家标准、行业标准作为项目实施的依据，从仪器设备的鉴定、技术人员的培训考核、技术方案的设计到项目实施等不同阶段的技术保证、内部的质量审核、监督以及质量问题的处理等不同环节，制定出质量保证规划、管理计划和各种质量保证制度，建立完整的质量保证体系。

5.2.2 环境要素、生物群落调查检测质量控制

调查单位须通过浙江省市场监督管理局检验检测机构资质认定评审，具备 CMA 证书。保障项目实施全过程参照《检验检测机构资质认定评审准则》（2023 年第 21 号，国家市场监督管理总局发布）、《检验检测机构资质认定生态环境监测机构评审补充要求》等中质量管理体系的要求，实施全过程的质量控制和质量保证。

1、仪器设备质量控制

①根据工作内容和调查规范等，选用符合要求的仪器设备，确保每项测量工作均配备满足其需求的仪器数量，并保证每项测量工作均有相应的测量仪器备份，以备意外情况发生。

②定时、定期进行测量仪器的计量认证工作，确保测量数据准确、合格。调查使用的仪器必须按规定定期经国家法定计量机构检定，或自行以正确的方法和允许的准确度及时测试其系统参数。不允许使用超期仪器设备进行海洋调查。

③仪器设备的运输、安装、布放、操作、维修、保养，必须按其使用说明书的规定进行。定期对仪器设备进行检测、维护及保养等相关工作，确保测量时仪器的正常工作。

④出航前必须进行全面检查、调试，使其处于良好工作状态。

⑤发现仪器设备出现故障或数据不稳定时，及时更换合格的测量仪器设备。

2、样品的采集、贮存、运输质量控制

本项目海水水质、海洋沉积物及海洋生态样品采集、贮存、运输控制条件及措施依据《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）等执行。详见表 5.2-1。

表 5.2-1 海水、沉积物、生态样品采样、保存、运输条件一览表

检测项目		保存条件及期限	采样量	保存温度
海水	硝酸盐	现场测定或冷冻不超过 30d	100ml	/
	亚硝酸盐	现场测定或冷冻不超过 7d	100ml	/
	铵盐	现场测定或冷冻不超过 7d	100ml	/
	活性磷酸盐	现场测定或冷冻不超过 60d	100ml	/
	溶解氧	现场测定	50~250ml	/
	化学需氧量	现场测定	100ml	/
	悬浮物	现场过滤	50~5000ml	/
	石油类	10d	500ml	4℃
海洋沉积物	铜	冷藏 80d； 冷冻 180d	100g	/
	铅			/
	锌			/
	镉			/
	铬			/
	汞			/
	砷			/
	有机碳	冷藏 7d； 冷冻 180d	40g	/
	硫化物	冷藏 14d 充氮气	40g	/
	石油类	冷藏 7d； 冷冻 180d	40g	/
海洋生态	叶绿素 a	避光， 干燥， 30d	500~1000ml	-20℃
	浮游植物	鲁哥试剂固定	500ml	/
	浮游动物	甲醛溶液固定	500ml	/
	大型底栖生物	甲醛溶液固定	0.2m²	/
	潮间带生物	甲醛溶液固定	1 条断面 6 个站位	/
	鱼卵仔稚鱼	甲醛溶液固定	500ml	/

3、全流程质控

对项目分析所涉及的方法、标准参比样和质控样以及操作过程由质量监督人员监督管理并记录, 以保证分析结果的准确可信。

①现场空白

现场空白是指在采样现场以纯水作样品, 按照测定项目的采样方法 and 要求, 与样品相同条件下装瓶、保存、运输, 直至送交实验室分析。通过将现场空白与室内空白测定结果相对照, 掌握采样过程和环境条件对样品质量影响的状况。一天不得少于一个, 测试结果小于该项目分析方法的最低检出限。

现场空白样所用的纯水, 其制备方法及质量要求与室内空白样纯水相同。纯水应用洁净的专用容器, 由采样人员带到采样现场, 运输过程应注意防止沾污。

②现场平行

现场采集平行样，其中海水溶解氧、油类采集 100%双平行样；其他海水和沉积物项目平行样数量不少于站位总数的 10%（若当天航次样品数少于 10，则必须保证不少于 1 个平行样）。

海水、沉积物采样分析全流程质量要求见 5.2-2。

表 5.2-2 本项目海水、海洋沉积物采样分析全流程质量控制一览表

指标		备航	样品采集		分析测试		
					自控		
基本要求		固定剂空白	现场空白样	平行样	空白样	平行样	标准样品或加标回收
		≥1 个/批固定剂	≥1 个	每日样品总量的 10%	≥1 个/天	每日测试总量的 10%	每日测试≥1 个
海水	盐度			√		√	
	pH			√		√	
	溶解氧（碘量法）	√		√	√	100%平行	
	叶绿素 a	√	√			√	
	悬浮物质					√	
	化学需氧量		√	√	√	√	√
	氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮		√	√	√	√	√
	活性磷酸盐		√	√	√	√	√
	石油类		√		√	100%平行	√
	海水重金属		√	√	√	√	√
海洋沉积物	油类			√	√	√	√
	沉积物重金属			√	√	√	√

4、化学样品分析质量控制

通过实验室内部控制，减小随机误差，防止过失误差。核查整个检测过程是否处于受控状态，反应实验室工作过程中可能发生的变化，以及这些变化可能产生的质量问题。便于分析人员及时发现异常，立即采取纠正与预防措施。对样品分析的全过程包括分析人员、工作环境、仪器设备运行状态、分析方法、分析人员对分析方法的正确理解与操作、试剂及标准溶液的配制、背景的扣除和校正、原始记录的书写、数据的修约和处理等实施有效控制。

①环境、仪器的检查和调试

样品在实验分析前应同时分析全程序空白，检查实验用水、试剂的质量和仪器状态的稳定。标准物质、仪器设备定期进行期间核查和校验。分析过程采用空白样、平行样、

内控样、加标回收、外控样等方式进行质控，控制分析的准确度、精密度。

②空白值质量控制

测定样品前，按分析方法和相应的方法条件，对溶剂、试剂和纯水或材料进行空白试验，要求对分析指标无干扰存在，否则处理或更换试剂、溶剂、水或材料。

试剂空白，主要产生于样品的预处理及测试时使用试剂造成的空白，检查使用试剂的污染干扰情况。

仪器空白，用于检查测试仪器的本底干扰情况。

全程序空白，检查从取样至分析全过程的污染情况。

③样品分析质量控制

样品分析的质量控制按环境监测国家标准中规定执行。

样品分析的精密度：在样品分析中，随机抽取部分样品进行平行样测定（现场平行测试与实验室平行测试）。每批平行样合格率在 90%以上，分析结果有效；合格率在 70%-90%时随机抽 30%的样品进行复查，复查结果与原结果总合格率达 90%以上时，结果有效；合格率在 50%-70%时，应复查 50%的样品，累计合格率达 90%以上时，结果有效；合格率小于 50%时，需重新取样分析；上报数据时，按平行双样结果的均值计算。

样品分析的准确度：分析中采用加标回收（空白加标和样品加标）以及标准样品测定。

标准样品的测试结果应在给定保证值的范围内。质控样品测试结果相对误差允许值可参考表 5.2-3 执行，或按分析质量控制图来控制。

空白加标在与样品相同的前处理和测定条件下进行分析，选择实验室全程空白为基体，加标量一般选取标准曲线中间浓度点浓度进行加标，空白加标回收率应满足加标回收率范围见表 5.2-3。

表 5.2-3 实验室质量控制参考标准

分析结果所在数量级	平行双样相对偏差	精密度/%		准确度/%		
		室内相对标准偏差	室间相对标准偏差	加标回收率	室内相对误差	室间相对误差
10^{-4}	1.0	≤ 5	≤ 10	95-105	$\leq \pm 5$	$\leq \pm 10$
10^{-5}	2.5	≤ 5	≤ 10	90-110	$\leq \pm 5$	$\leq \pm 10$
10^{-6}	5	≤ 10	≤ 15	90-110	$\leq \pm 10$	$\leq \pm 10$
10^{-7}	10	≤ 10	≤ 15	80-110	$\leq \pm 10$	$\leq \pm 10$
10^{-8}	20	≤ 15	≤ 20	60-110	$\leq \pm 10$	$\leq \pm 20$
10^{-9}	30	≤ 15	≤ 20	60-120	$\leq \pm 10$	$\leq \pm 20$
10^{-10}	50	≤ 20	≤ 25	60-120	$\leq \pm 20$	$\leq \pm 25$

样品加标的加标量一般为样品浓度的 0.5-3 倍，且加标后的总浓度不应超过分析方法的测定上限。样品中待测物浓度在方法检出限附近时，加标量应控制在校准曲线的低浓度范围，当样品中待测物质浓度低于标准曲线最小浓度点对应的浓度时，可按标准曲线最小浓度点浓度进行加标，加标后样品体积应无显著变化。

标准样品测定应与样品同步测定。

5、生态样品分析质量控制

①各监测项目采样水深 GB17378.7 等规范进行。

②浮游生物样品滤水量通过网口流量计确定，并在采样前做好流量计校准工作。

③浮游生物采样时遇倾角超过 45°时，应加重沉锤重新采样；遇网口刮船底或海底，应重新采样；

④实验室仪器设备，涉及量子溯源的设备在检定/校准周期范围内，使用状态正常可用；

⑤实验室分析人员是经过培训有对应分析项目上岗证人员；

⑥样品分析有人员比对等质量控制。

⑦种类鉴定的质量控制，采用实验室内不同鉴定人员间互校方法进行，互校比例为 5%~10%。实验室内不同鉴定人员对种类鉴定的误差不超过 20%。

6、数据处理控制

海洋监测的一个重要特点就是通过从海洋环境中抽取部分样品进行测量，来推断、评价海洋环境特征。样品测定过程中误差总是难免的，所有定量分析的结果都必然带有不确定度，采用数据统计方法处理监测数据。

①对监测数据进行有效性检验。实验室提交上报数据之前，应按实验室质量控制要求，对监测数据进行全面检查，并根据《海洋监测规范 第 2 部分：数据处理与分析质量控制》（GB 17378.2-2007）中“离群数据的统计检验”的规定，剔除失控数据。对平行样品的分析数据要按规定的相对误差容许范围进行检查。

②有效数字修约。按照《海洋监测规范 第 2 部分：数据处理与分析质量控制》（GB 17378.2-2007）中“有效数字和数字修约”规定进行修约。

③异常值的舍取。在一组监测分析数据中，由于实验条件和实验方法的变化，或在实验操作中的过失，或产生于计算、记录中的失误，有时个别数据与正常数据有显著性差别，此类数据称为离群数据。如果此类数据是因技术上存在异常和过失误差，一旦发现即可舍去，如无显著的技术原因又未发现过失，则应按统计程序进行检验后决定取舍。

5.2.3 海洋水文调查检测质量控制

调查单位须拥有浙江省自然资源厅颁发的测绘资质证书。项目测量实施过程按照规范要求进行操作，确保外业数据采集的有效性、准确性、完整性，同时保证内业数据处理的正确性。在现场即初步分析数据的质量，及时剔除不合格数据，并及时进行处理，必要时进行数据的补充采集，确保采集数据的准确性。

1、测量现场

测量现场明确技术负责人为质量过程控制的第一负责人。按照测量方案、相关规范及测量设备安装使用说明书执行和实施。另外，测量作业前确保船只的安全保障，救生设备的齐全。作业人员救生装备穿戴整齐，做好安全措施。

2、测量调查及数据处理

测量和图件绘制等工作均由海洋相关专业人员完成，并由技术负责人校核。工作过程严格按照《海滨观测规范》GB/T14914-2006、《海洋调查规范—海洋水文观测》（GB12763.2-2007）、海港水文规范》（JTS-145-2-2013）、《海洋调查规范第7部分：海洋调查资料处理》（GB 12763.7-2007）、《海洋调查规范第8部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T12763.8-2007）等的要求进行测量及数据处理。

3、成果质量管理控制

落实三级质量检查验收制度。本项目实施作业过程涉及到外业采集人员、内业数据录入人员及检查技术人员等众多人员，涉及到从外业数据采集、内业处理、数据综合、质量审核、成果验收等各个步骤。因此，在作业过程中，严格遵循作业技术规范与流程，对各个流程进行严格管理和控制，建立完善的质量体系，有效控制每一步工作的质量，坚持“层层负责，责任到人”制度，确保质量体系按照标准运行，进而提供合格的成果。

5.2.4 地形地貌测量质量控制

1、测量现场

测量现场明确技术负责人为质量过程控制的第一负责人。按照测量方案、相关规范及测量设备安装使用说明书执行和实施。另外，测量作业前确保船只的安全保障，救生设备的齐全。作业人员救生装备穿戴整齐，做好安全措施。

2、测量调查及图件绘制

测量和图件绘制等工作均由持测绘作业证的人员完成，并由技术负责人校核。工作过程严格按照《海籍调查规范》（HY/T124-2009）、《海域使用论证技术导则》（GB/T

42361-2023）、《海域使用面积测量规范》（HY070-2003）等的要求进行测量、控制点坐标的测量与校核，保证项目确权的宗海图测量精度。

3、成果质量管理控制

落实三级质量检查验收制度。本项目实施作业过程涉及到外业采集人员、内业数据录入人员及检查技术人员等众多人员，涉及到从外业数据采集、内业处理、数据综合、图件制作、质量审核、成果验收等各个步骤。因此，在作业过程中，严格遵循作业技术规范与流程，对各个流程进行严格管理和控制，建立完善的质量体系，有效控制每一步的工作质量，坚持“层层负责，责任到人”制度，确保质量体系按照标准运行，进而提供合格的成果。

6 工作量汇总和项目预算

6.1 工作量汇总

6.1.1 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作量

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估工作分绩效调查工作量和生态修复监测工作量，绩效调查工作量根据绩效考核指标确认，详见表 6.1-1。生态修复监测工作量详见表 6.1-2，具体如下：

1、生态生物、环境要素等工作量

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估布设海水水质调查站位 26 个、沉积物调查站位 18 个，海洋生态调查站位 18 个，渔业资源调查站位 12 个。详见图 6.1-1。

2、潮间带生物等工作量

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估布设潮间带断面 13 条，其中沙滩修复工程潮间带 5 条，潮间带生态修复工程条，人工潮汐池 3 条。详见图 6.1-2。

3、地形地貌等工作量

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估地形地貌测量包括沙滩修复工程、潮间带生态修复工程和海藻场修复工程。详见图 6.1-3。

4、水动力工作量

在南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估布设 6 个测流取沙站点。另外，还需收集南麂站长期潮位站资料。详见图 6.1-4。

5、鸟类工作量

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估布设鸟类调查样线 3 条。详见图 6.1-5。

6、其他工作量

其他效果评估工作量包括岸线、海藻场、岩石钙化、海岛植被、海岛动物、土壤、有害生物调查等，调查范围为对应的修复区范围。岸线、海藻场、岩石钙化调查方法主要通过遥感、无人机航次以及资料收集等方式开展，海岛植被、动物、土壤等调查具体样方设置须根据修复区植被类型分布、典型生境分布确定。



图 6.1-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估海洋生态环境监测站位汇总



图 6.1-2 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估潮间带生物监测断面汇总



图 6.1-3 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估地形地貌监测范围

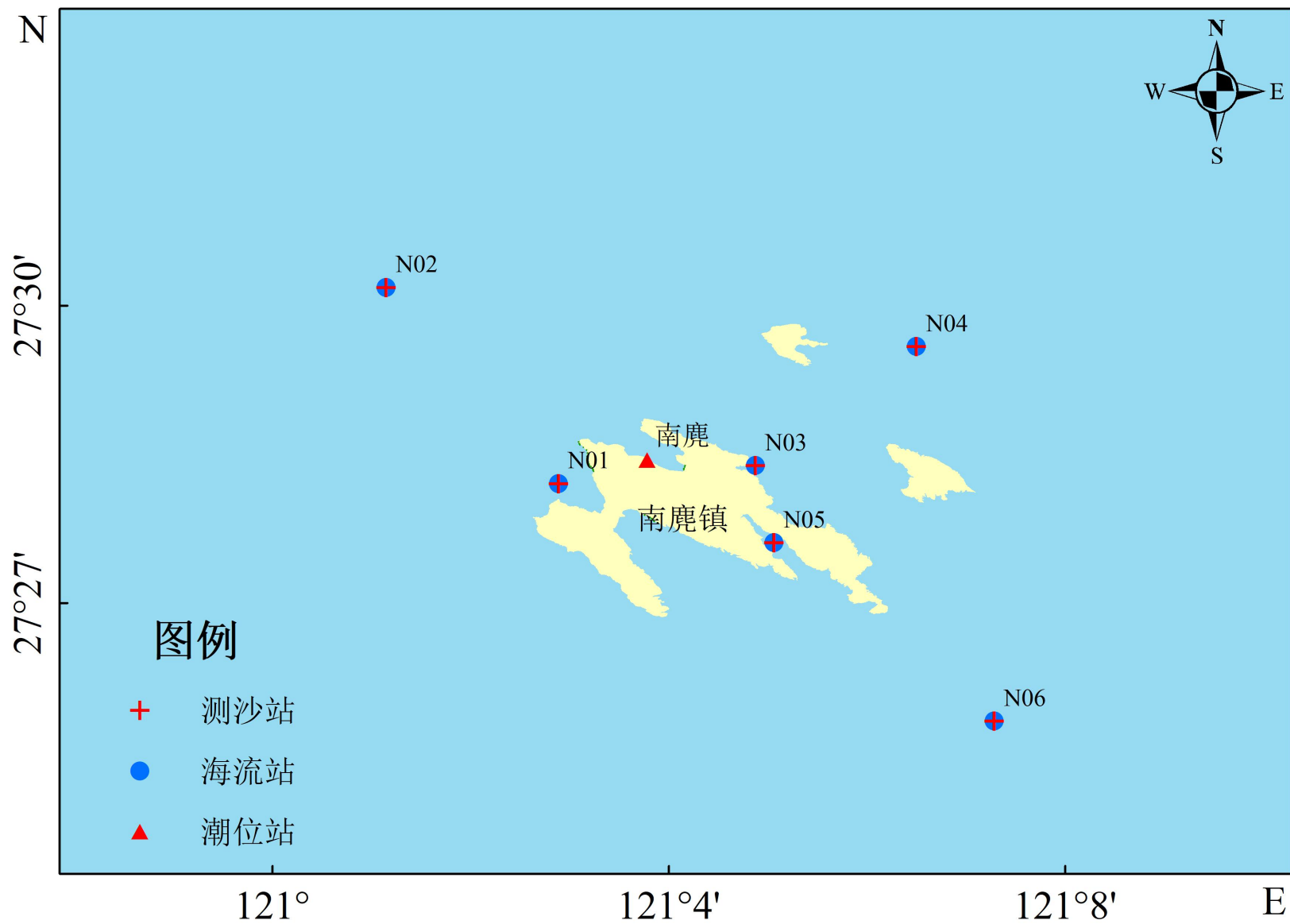


图 6.1-4 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估水动力环境监测站位



图 6.1-5 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估鸟类监测样线

6.1.2 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作量

海西湾海洋生态保护修复工程效果评估工作分绩效调查工作量和生态修复监测工作量，绩效调查工作量根据绩效考核指标确认，详见表 4.7-1。生态修复监测工作量详见表 4.7-2，具体如下：

1、生态生物、环境要素等工作量

海西湾岛海洋生态保护修复工程效果评估布设海水水质调查站位 17 个、沉积物调查站位 10 个，海洋生态调查站位 10 个，渔业资源调查站位 10 个。详见图 6.1-6。

2、潮间带生物、潮间带沉积物等工作量

海西湾海洋生态保护修复工程效果评估布设潮间带生物调查断面 10 条，其中红树林生态系统监测布设潮间带断面 4 条，牡蛎礁生态系统布设潮间带断面 3 条，盐沼生态系统布设潮间带断面 4 条，牡蛎礁生态系统 1 条潮间带断面与盐沼植被共用。详见图 6.1-7。

3、地形地貌等工作量

海西湾海洋生态保护修复工程效果评估地形地貌测量区域 7 个。详见图 6.1-8。

4、水动力工作量

海西湾海洋生态保护修复工程效果评估布设 6 个测流取沙站点。另外，还需收集鳌江站长期潮位站资料。详见图 6.1-9。

5、鸟类工作量

海西湾海洋生态保护修复工程效果评估布设鸟类调查样线 4 条。详见图 6.1-10。



图 6.1-6 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估监测站位汇总

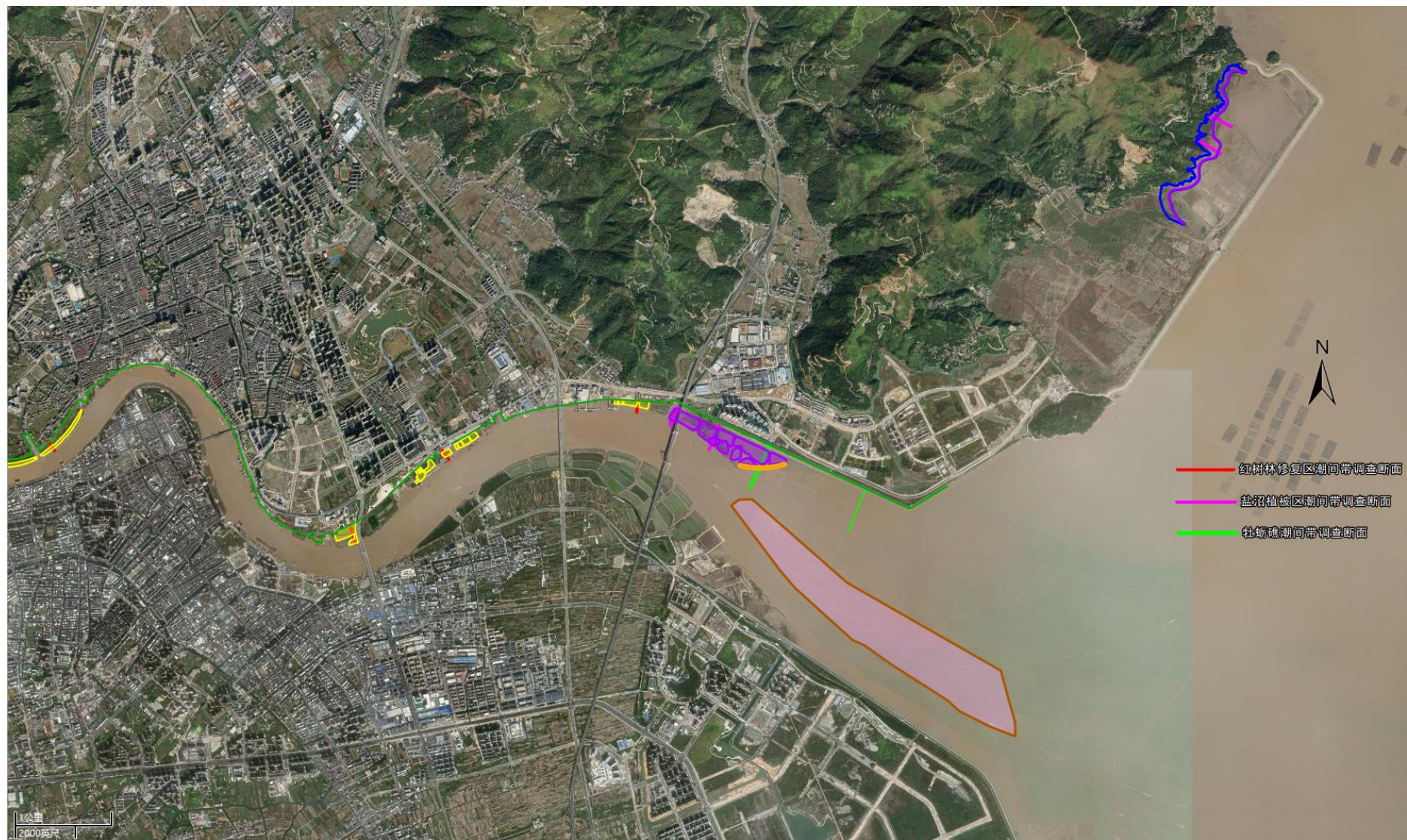


图 6.1-7 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估潮间带生物监测断面汇总





图 6.1-9 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估水动力环境监测站位

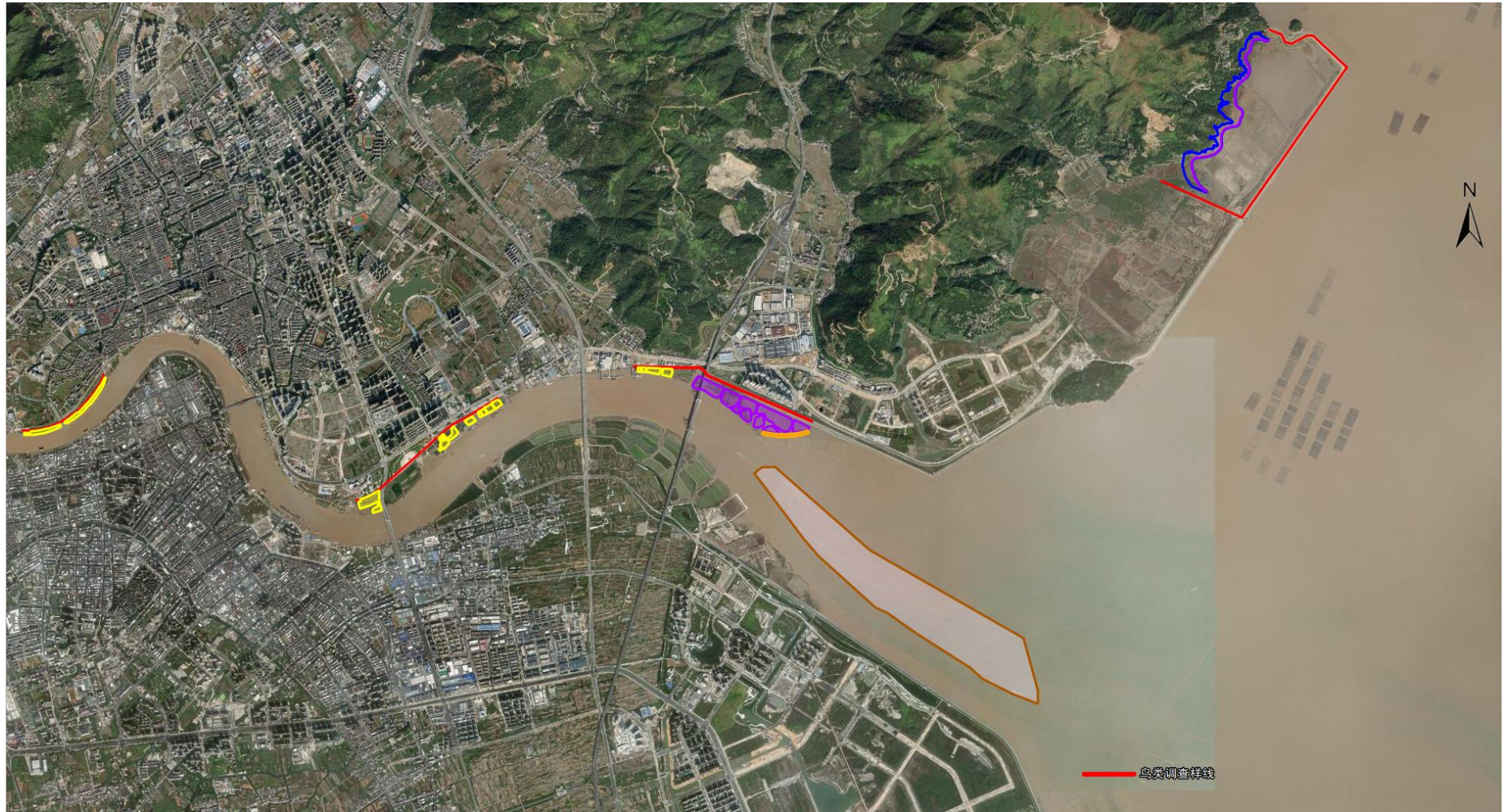


图 6.1-10 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估鸟类监测样线

6.1.3 效果评估链条表

南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估和海西湾海洋生态保护修复工程效果评估链条表详见表 6.1-1 和表 6.1-2。

表 6.1-1 南麂列岛海洋生态保护修复工程效果评估链条表

序号	修复工程	主要绩效指标（数量指标）	评估指标及内容	生态监测项目		对应前期本底调查	其他指标
1	沙滩生态系统维护	修复沙滩 5 处，岸线长 1.3km	工程指标完成度评估、沙滩稳定性评估、沙滩含泥量评估、生物群落评估和环境要素评估	沙滩监测（南麂列岛 5 座沙滩）	岸滩剖面地形、岸线位置与高程、沉积物粒度、潮间带底栖生物、后滨植被、近岸海水水质、潮间带沉积物质量、海洋水文	砂质海岸本底调查	产出指标评估（质量指标、时效指标、成本指标） 效益指标评估 满意度指标评估
2	海藻场生态重建	修复海藻场总长 0.8km	工程指标完成度评估、海藻要素评估、环境要素评估。	海藻场监测（马祖岙及火焜岙）	海藻、大型藻类、附着生物、鱼卵仔鱼、游泳动物、其他生态、海水水质、海洋沉积物、地形地貌	重要物种保育与生境恢复工程本底调查	
3	野生水仙花种群保育、海岛植被恢复	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；海岛植被恢复面积 27.56ha	工程指标完成度评估、植被恢复状况评估、修复区土壤质量评估、有害生物防治评估	海岛植被监测（南麂列岛、大楸山屿及门峙岛）	海岛植被、哺乳动物、爬行动物、两栖动物、昆虫、中大型土壤动物、鸟类、土壤		
4	有害生物防治	对 3 座海岛实施有害生物防治		有害生物监测	有害生物		
5	潮间带生态修复	修复潮间带总长 2.45km	工程指标完成度评估、地形地貌评估、生态生物评估	潮间带监测	钙化面积、长度、程度等、潮间带生物、潮间带藻类、生境、潮间带地形	海岛污水处理设施提升改造工程本底调查	
6	海岛污水处理体系提升	建设提升海岛污水处理设施 5 处，其中后隆村、新码头村和国姓岙村分别提升改造 1 座农污终端，规模为 40.0m³/d、30.0m³/d、20.0m³/d；其他地区新建农污终端规模为 10.0m³ /d。	工程指标完成度评估、终端水质评估。	污水监测	终端水质		
7	海岛水源生态涵养	修复山塘 3 处	工程指标完成度评估、水质评估、生态环境评估	山塘生态环境监测	浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、游泳动物、水质	海岛水源生态涵养工程本底调查	
8	提升、建设管护步道	提升、建设管护步道长 15km	工程指标完成度评估	/	/	/	
9	南麂列岛海洋生态保护修复工程	/	海洋生物群落稳定性评估、海洋环境要素稳定性评估	修复区邻近海域监测	浮游植物、浮游动物、大型底栖生物鱼卵仔稚鱼、游泳动物、海水水质、海洋沉积物	修复区邻近海域本底调查	

表 6.1-2 海西湾海洋生态保护修复工程效果评估链条表

序号	修复工程	主要绩效指标（数量指标）	评估指标及内容	生态监测项目		对应本底调查类别	其他指标
1	岸线整治清理、现状红树林提升	提升红树林面积 12.06ha；	工程指标完成度评估、生态修复目标实现程度的评估和生态系统状态恢复程度的评估	红树林生态系统监测	红树林、植被、生物群落、环境要素、地形地貌	鳌江六桥西侧滨海湿地修复项目本底调查	产出指标评估（质量指标、时效指标、成本指标） 效益指标评估 满意度指标评估
2	牡蛎礁修复	建设牡蛎礁面积 1.51ha；	工程指标完成度评估、牡蛎密度变化评估、牡蛎补充量变化评估、牡蛎礁生态状况综合评估	牡蛎礁生态系统监测	牡蛎礁体、生物群落、环境要素、地形地貌、威胁因素	鳌江六桥东侧牡蛎礁修复工程本底调查	
3	盐沼植被种植	种植滨海盐碱植被面积 21.35ha； 建设碳汇通量塔 1 座； 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；	工程指标完成度评估、盐沼植被评估、生物群落评估、环境要素评估以及盐沼生态状况综合评估	盐沼生态系统监测	盐沼植被、地形地貌、生物群落、环境要素、胁迫因素	鳌江六桥东侧盐沼植被修复工程本底调查、海西湾退养还海工程本底调查	
4	疏浚	鳌江河口海湾疏浚方量 195 万 m³；	工程指标完成度评估、地形地貌稳定性评估、海洋水文情况评估	河口海湾疏浚监测	水下地形地貌、岸滩蚀淤、水动力及冲淤、水位、潮间带范围、湿地类型及面积、湿地植被种类及面积、外来入侵物种种类及面积	鳌江河口海湾疏浚工程本底调查	
5	清理岸线、建设管护步道	清理岸线长 14.19km 建设管护步道长 3.57km	工程指标完成度评估	/	/	/	
6	海西湾海洋生态保护修复工程	/	海洋生物群落稳定性评估、海洋环境要素稳定性评估	修复区邻近海域监测	浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、鱼卵仔稚鱼、游泳动物、海水水质、海洋沉积物	修复区邻近海域本底调查	

7 项目成果

根据《2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目实施方案》成果要求，同时结合本方案内容，确定工作成果如表 7-1 所示。

表 7-1 项目成果一览表

序号	工程	成果	备注
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项目前期生态修复监测报告》	引用前期本底调查成果
		《南麂列岛海洋生态保护修复工程项目中期生态修复监测报告》	
		《南麂列岛海洋生态保护修复工程项目后期生态修复监测报告》	
		《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》	
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前期生态修复监测报告》	引用前期本底调查成果
		《海西湾海洋生态保护修复工程中期生态修复监测报告》	
		《海西湾海洋生态保护修复工程后期生态修复监测报告》	
		《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》	
3	2025 年浙江省温州市（平阳县）海洋生态保护修复项目	《2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目前期生态修复监测报告》	引用前期本底调查成果
		《2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目中期生态修复监测报告》	
		《2025 年温州市海洋生态保护修复工程项目后期生态修复监测报告》	
		《2025 年温州市海洋生态保护修复工程完成状况调查与效果评估报告》	
		《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》	
		全过程视频及宣传短片	

注：相关调查数据报表、调查影像和图件资料需一并提供。