

九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程

环境影响报告书

(公示稿)

建设单位：厦门路桥建设集团有限公司

编制单位：自然资源部第三海洋研究所
二〇二三年四月 厦门

目录

目录.....	1
概述.....	1
一、项目建设背景.....	1
二、建设项目特点.....	2
三、环境影响评价工作过程.....	3
四、分析判定相关情况.....	4
五、关注的主要环境问题及环境影响.....	5
六、主要结论.....	5
第一章 总则.....	7
1.1 编制依据.....	7
1.1.1 国家法律和法规.....	7
1.1.2 地方法规及区划、规划.....	8
1.1.3 标准、导则、规范.....	9
1.1.4 工程技术资料与文件.....	10
1.2 环境影响要素识别和评价因子筛选.....	10
1.3 环境功能区划与评价标准.....	11
1.3.1 环境功能区划.....	11
1.3.2 环境质量标准.....	19
1.3.3 污染物排放标准.....	21
1.4 评价等级与评价范围.....	23
1.4.1 评价等级.....	23
1.4.2 评价范围.....	25
1.5 评价重点.....	27
1.6 环境保护目标和环境敏感目标.....	28
第二章 建设项目工程分析.....	30
2.1 厦门新机场周边海域生态环境综合治理规划介绍.....	30
2.1.1 实施背景.....	30
2.1.2 区域环境现状.....	30
2.1.3 综合治理方案.....	31
2.2 建设项目基本情况.....	32
2.3 工程建设方案.....	35
2.3.1 互花米草整治.....	35
2.3.2 红树林修复.....	35
2.3.3 海域清淤.....	42
2.4 施工方案.....	57
2.4.1 红树林修复.....	57
2.4.2 海域清淤.....	57
2.4.3 施工机械.....	61

2.4.4 施工进度安排	62
2.4.5 土石方平衡及弃渣处理	62
2.5 工程用海情况	62
2.6 项目周边工程介绍	64
2.7 工程分析	66
2.7.1 主要污染源分析	66
2.7.2 生态环境影响分析	69
2.8 产业政策和规划区划符合性	69
2.8.1 产业政策符合性分析	69
2.8.2 与相关规划区划的符合性分析	69
2.8.3 “三线一单”符合性分析	82
第三章 环境现状调查与评价	86
3.1 自然资源环境概况	86
3.1.1 气候气象	86
3.1.2 地形地貌	87
3.1.3 地质构造	88
3.1.4 水文状况	93
3.1.5 海洋资源概况	93
3.2 环境质量现状调查与评价	95
3.2.1 水文动力环境现状调查与评价	95
3.2.2 海域地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	95
3.2.3 海水水质现状调查与评价	95
3.2.4 海洋沉积物质量现状调查与评价	95
3.2.5 海洋生物质量现状调查与评价	95
3.2.6 海洋生态现状调查与评价	95
3.2.7 水鸟现状调查与评价	95
3.2.8 环境空气质量现状与评价	95
3.2.9 声环境现状与评价	95
3.2.10 陆域生态环境现状	98
第四章 环境影响预测与评价	99
4.1 海洋水文动力环境影响预测与评价	99
4.1.1 潮流数学模型	99
4.1.2 数学模型的建立	100
4.1.3 数学模型验证	102
4.1.4 工程前流场特性	105
4.1.5 工程后水文动力变化	105
4.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价	111
4.2.1 数学模型	111
4.2.2 模型验证	112
4.2.3 泥沙冲淤计算结果分析	115
4.2.4 骤淤影响分析	115
4.3 海水水质环境影响预测与评价	116
4.3.1 施工期悬浮泥沙入海对海水水质的影响	116

4.3.2 施工期船舶污水对海水水质的影响.....	126
4.3.3 施工期生活污水对海水水质的影响.....	126
4.4 项目建设对九溪口防洪排涝的影响分析.....	127
4.5 海洋沉积物环境影响预测与评价.....	127
4.5.1 入海泥沙沉积对沉积物环境的影响分析.....	127
4.5.2 船舶污染物排放对沉积物环境的影响.....	128
4.6 海洋生态环境影响预测与评价.....	128
4.6.1 海洋生态环境影响.....	128
4.6.2 项目建设产生的海洋生态环境效益.....	129
4.6.3 海洋生物资源损失估算.....	130
4.7 陆域生态影响分析.....	133
4.8 大气环境影响分析.....	133
4.9 声环境影响分析.....	133
4.10 固体废物环境影响分析.....	134
4.11 环境敏感目标影响分析.....	135
4.11.1 对生态保护红线的影响.....	135
4.11.2 对红树林的影响.....	136
4.11.3 对九溪口附近虾塘的影响.....	136
4.11.4 对其他构筑物的影响.....	136
第五章 工程建设对中华白海豚、文昌鱼及保护区的影响.....	138
5.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况及相关规定.....	138
5.1.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况.....	138
5.1.2 工程与自然保护区的位置关系.....	139
5.1.3 保护区相关管理规定和要求.....	140
5.2 中华白海豚和文昌鱼生态学习性及资源概况.....	142
5.3 工程建设对中华白海豚及其栖息地的影响.....	142
5.3.1 施工期悬浮泥沙对中华白海豚的影响.....	142
5.3.2 施工期水质污染对中华白海豚的影响.....	143
5.3.3 施工期水下噪声对中华白海豚的影响.....	144
5.3.4 施工期船舶航行对中华白海豚的影响.....	148
5.4 工程建设对文昌鱼及其栖息地的影响.....	149
5.4.1 施工悬浮泥沙的直接影响.....	149
5.4.2 施工悬浮泥沙对文昌鱼饵料资源的影响.....	149
5.4.3 施工悬浮泥沙导致沉积环境变化的影响.....	150
5.4.4 水文动力和冲淤变化对文昌鱼栖息地的影响.....	150
5.5 工程建设对水鸟的影响.....	151
第六章 环境风险影响评价.....	153
6.1 环境风险危害识别与事故频率估算.....	153
6.1.1 厦门海域事故统计分析.....	153
6.1.2 风险识别.....	156
6.1.3 源项分析.....	157
6.2 环境风险影响预测方法和预测因素.....	157
6.2.1 油粒子模型.....	157

6.2.2 计算参数设置	160
6.3 溢油油膜迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布	161
6.4 事故后果分析	164
6.5 环境风险防范对策措施和应急方法	167
6.5.1 环境风险防范对策措施	167
6.5.2 环境风险应急计划	168
第七章 环境保护措施及其可行性论证	175
7.1 环境保护对策与措施	175
7.1.1 水环境污染防范措施	175
7.1.2 大气环境保护措施	176
7.1.3 声环境保护措施	176
7.1.4 固体废物环境保护措施	176
7.1.5 其它环保措施	177
7.2 生态保护对策与措施	177
7.2.1 中华白海豚的保护措施	177
7.2.2 文昌鱼、湿地和鸟类的保护措施	180
7.2.3 红树林的保护/管护措施	180
7.2.4 互花米草整治及工程后期维护措施	180
7.2.5 海洋生态补偿	181
7.2.6 水土保持与陆域生态保护措施	182
7.3 环境风险防范对策和应急措施	182
7.4 环境保护措施的技术经济可行性	182
第八章 环境影响经济损益分析	184
8.1 环境保护投资估算	184
8.2 环境保护的经济损益分析	184
8.2.1 社会经济效益	185
8.2.2 生态环境效益	185
第九章 环境管理与监测计划	187
9.1 环境保护管理计划	187
9.1.1 施工期环境管理计划	187
9.1.2 污染物排放清单	187
9.2 环境监测计划	189
9.2.1 目的与原则	189
9.2.2 环境监测机构	189
9.2.3 环境监测计划	189
9.3 环境监理计划	190
9.3.1 环境保护监理的任务、工作程序、方式及范围	190
9.3.2 环境监理主要内容	191
9.3.3 环境监理文件编制	192
9.3.4 环境监理考核	193
9.3.5 环境监理档案管理	193
9.4 建设项目竣工环境保护验收	193

第十章 环境影响评价结论	197
10.1 工程概况	197
10.2 环境质量现状	197
10.2.1 海水水质现状调查与评价	197
10.2.2 海洋沉积物质量现状调查与评价	197
10.2.3 海洋生物质量现状调查与评价	197
10.2.4 海洋生态现状调查与评价	198
10.2.5 水鸟现状调查与评价	199
10.2.6 环境空气质量现状与评价	199
10.2.7 声环境现状与评价	200
10.2.8 互花米草、红树林现状	200
10.2.9 陆域生态环境现状	200
10.3 环境影响评价	200
10.3.1 海洋水文动力环境影响评价结论	200
10.3.2 冲淤环境影响评价结论	201
10.3.3 海水水质环境影响评价结论	201
10.3.4 海洋沉积物环境影响评价结论	201
10.3.5 海洋生态环境影响评价结论	201
10.3.6 陆域生态环境影响	202
10.3.7 对敏感目标的影响	202
10.3.8 大气环境影响	204
10.3.9 声环境影响	204
10.3.10 固体废物环境影响	205
10.4 环境风险影响	205
10.5 污染防治和生态环境保护措施	205
10.6 环境影响经济损益分析	206
10.7 公众参与	207
10.8 评价结论	207

概述

一、项目建设背景

厦门市位于台湾海峡西岸中部，生态系统类型多样，拥有中华白海豚和文昌鱼等珍稀海洋物种。为贯彻落实国家的战略部署，厦门以建设国际知名的花园城市，美丽中国的典范城市，两岸交流的窗口城市，闽南地区的中心城市和温馨包容的幸福城市为目标，先后开展了一系列海洋生态修复行动，包括海堤开口、海域清淤、湾区综合整治、沙滩修复、红树林湿地重构以及对中华白海豚等海洋珍稀物种的保护、海域增殖放流、海岛生态保护等，坚持陆海统筹、河海共治，建立厦漳泉和大厦门湾“两岸四地”海洋环境保护区域合作机制。

厦门湾位于《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》中的海峡西岸重点海湾河口生态保护和修复工程区内，该规划中明确提出在厦门湾开展互花米草治理、红树林修复以及岸线整治等内容。《厦门市国土空间生态修复专项规划（2021-2035年）》中提到“统筹推进红树林保护修复工作……实施互花米草等外来物种的综合整治”“通过‘清淤、扩水、造湿地’整治工程，在海堤开口影响区、宝珠屿、环东海域、大嶝周边范围开展清淤扩水整治工程……”。而九溪口-大嶝大桥周边区域受互花米草入侵，导致红树林生境受到极大破坏，九溪口现状红树林遭受严重侵蚀，由于互花米草繁殖及入侵能力极强，仅通过人工清除表层互花米草无法根治，需要配合清淤工程，彻底破坏其生长环境，同时通过清淤工程恢复片区水动力，提升片区生态功能。

2022年9月1日，财政部办公厅、自然资源部办公厅下发《关于组织申报2023年海洋生态保护修复工程项目的通知》，厦门市自然资源和规划局召开会议研究2023年海洋生态保护修复项目申报事宜，建议将九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程和环东海域滨海旅游浪漫线三期景观和护岸中的沙滩、海域清淤部分纳入本次海洋生态修复项目中。2022年11月下旬，2023年厦门市海洋生态保护修复工程项目实施方案在财政部和自然资源部组织的竞争性评审中通过专家评审，并获得2023年中央财政支持（附件2）。2022年10月31日，厦门市发展改革委下达了2022年第43批市级基建项目前期工作计划（厦发改投资（2022）565号）（附件3），其中包括九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程。

本项目位于翔安区东南部，北至九溪入海口挡潮闸，东至溪东大桥，南至大嶝大桥南部互花米草生长区域。本工程共修复海域面积约154万 m^2 ，其中互花米草清理面积约91万 m^2 ；红树林种植区域约26.48万 m^2 ；互花米草分布区及周边海域清淤123.62万 m^2 ，清淤量约533万 m^3 。采用生物替代和清淤相结合的方式，防止互花米草复发。本工程清淤总方量约581.36

万 m³ (含临时航路疏挖约 44.36 万 m³, 红树林造滩弃方 4 万 m³)。工程总投资估算为 49880.87 万元。



图 1 项目地理位置图

二、建设项目特点

(1) 本项目属于海洋生态修复工程, 通过互花米草清除、红树林种植、海域清淤等, 可改善区域水动力条件, 提高区域的生物多样性, 促进湿地生态系统的恢复和改善, 项目建设具有良好的生态效益。

(2) 本项目共修复海域面积约 154 万 m², 其中互花米草清理面积约 91 万 m²; 红树林种

植区域约 26.48 万 m²；互花米草分布区及周边海域清淤 123.62 万 m²，清淤量约 533 万 m³。

(3) 尽管本项目建设具有良好的生态效益，但项目建设互花米草清理、红树林种植、互花米草分布区及周边海域清淤过程将对工程所在海域的海洋环境、生态环境及周边环境敏感目标产生一定的影响，这属于本次重点评价内容。

三、环境影响评价工作过程

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)，本项目包括互花米草清除及清淤、红树林种植，属于海洋生态修复工程，总清淤量 581.36 万方(含临时航道疏挖及红树林造滩)，属于“五十四、海洋工程”中的“158 海洋生态修复工程(工程量在 10 万立方米及以上的清淤工程)”，应编制环境影响报告书。

表 1 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 版) 摘录

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

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的要求，建设单位厦门路桥建设集团有限公司委托自然资源部第三海洋研究所(以下简称海洋三所)开展九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程环境影响评价工作(附件 1)。

海洋三所接受委托后，随即成立课题组，组织人员现场踏勘、调查，收集整理了项目相关的现状调查等资料，同时对本项目进行详细的工程分析，开展数值模拟等相关专题的预测及评价工作等，在此基础上，结合建设单位公众参与调查结果，编制完成了《九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程环境影响报告书(送审稿)》，供建设单位上报生态环境主管部门审查。

在环评工作开展的同时，建设单位按照《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号，2018 年 7 月 16 日)的相关规定于 2023 年 3 月 9 日在厦门路桥建设集团有限公司网站(<http://www.xmlq.com.cn>)进行了第一次环评信息公示，公示期间内未收到公众意见。在环评报告书征求意见稿编制完成后，建设单位于 2023 年 4 月 6 日至 4 月 19 日进行了征求意见稿公示，公示时间为 10 个工作日；公示平台：厦门路桥建设集团有限公司网站、海峡导报、现场公示(新店街道、大嶝街道、蔡厝社区、阳塘安居小区等)，

第二次公示期间内未收到公众意见和建议。公示期满后，建设单位编制了公参说明。在此基础上，海洋三所编制完成了《九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程环境影响报告书》（送审稿），供建设单位上报生态环境主管部门审查。

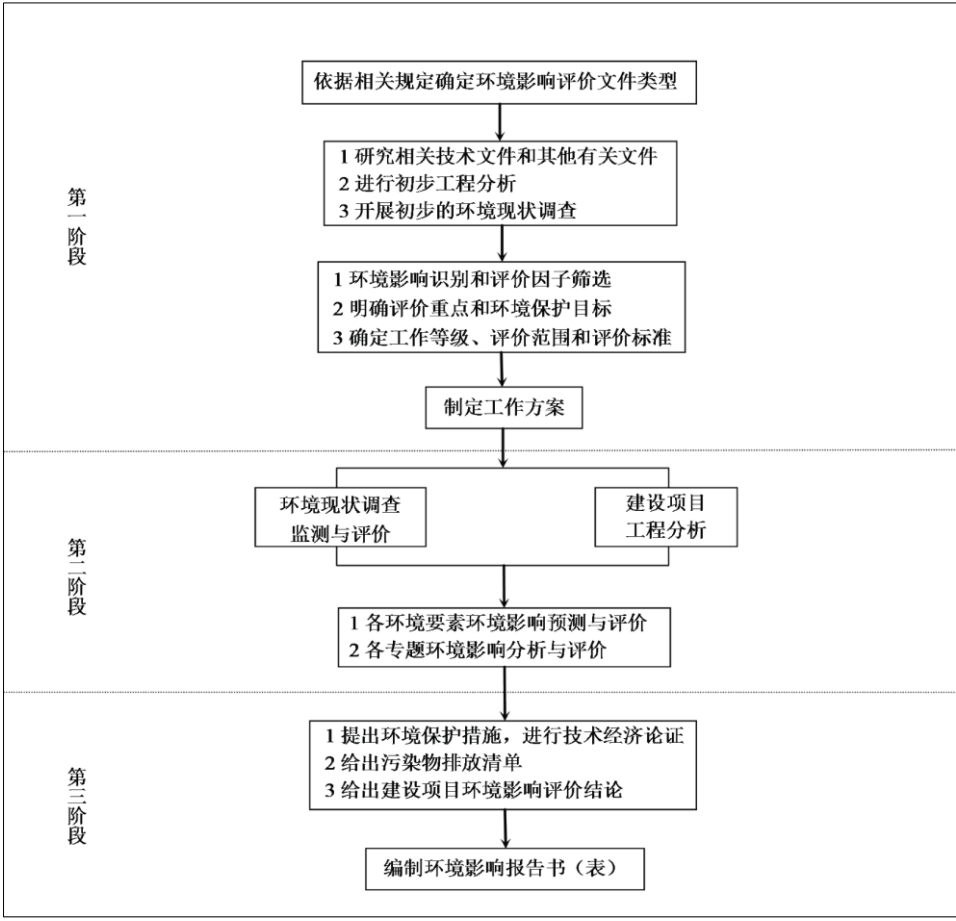


图2 建设项目环境影响评价工作程序图

四、分析判定相关情况

(1) 产业政策符合性

本项目为海洋生态保护修复工程，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年12月30日国家发展改革委第49号令修改）“鼓励类”中的“四十三、环境保护与资源节约综合利用：2、海洋环境保护及科学开发、海洋生态修复”。因此，本项目建设符合国家产业政策。

(2) 相关规划符合性

本工程建设符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》《福建省“三区三线”划定成果》《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020）》、《厦门市国土空间总体规划（2021-2035年）》（送审稿）《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》等相关规划要求，具体分析见章节2.7。

(3) “三线一单”符合性

本工程建设不占用生态保护红线区，符合生态保护红线要求；通过采取本环评提出的各项生态保护和污染防治措施后，工程建设对环境的影响不会突破区域环境质量的底线，且项目建设具有良好的生态效益；本项目红树林种植、海域清淤施工采用厦门区域目前广泛采用的先进施工工艺及施工设备，不涉及永久占地，施工过程中会消耗一定量的水、电、油等，但使用量有限，不会突破区域土地、能源等资源利用上线；项目建设符合《厦门市生态环境准入清单（2021年）》中的生态环境准入清单要求。因此，本项目建设符合“三线一单”的要求。具体分析见章节2.7。

五、关注的主要环境问题及环境影响

(1) 对海域水文动力和冲淤环境的影响

清淤对工程区及周边海域水文动力和冲淤环境的影响。

(2) 悬浮泥沙入海对海洋环境的影响

清淤疏浚过程产生的悬浮泥沙入海对海水水质、海洋生态环境（含中华白海豚和文昌鱼）等产生一定的影响。

(3) 清淤疏浚物对环境的影响及处置去向合理性分析。

(4) 施工船舶事故溢油对海洋环境的影响。

六、主要结论

九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程为生态修复工程，项目建设符合国家产业政策，符合《福建省海洋功能区划（2011~2020）》《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020）》《福建省“三区三线”划定成果》《厦门市国土空间总体规划（2021~2035年）》（过程稿）等相关规划成果，符合“三线一单”生态环境分区管控要求。

工程所在区域环境质量较好。拟建工程施工期对海域环境、生态环境和生物资源将造成一定的影响，但属于暂时的和可恢复的影响，可通过生态补偿与生态修复措施予以减轻；对项目周边的声环境、大气环境的影响较小，固体废物能够得到妥善处置。工程实施有利于改善工程区及周边海域水动力条件，增加纳潮量，改善海洋景观和生态环境，有利于提高区域的生物多样性，促进湿地生态系统的恢复和改善，项目建设具有良好的生态效益。在切实落实报告书提出的各项污染防治、生态保护及风险防范措施的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设是

可行的。

第一章 总则

1.1 编制依据

1.1.1 国家法律和法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017年11月4日修订；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日修订；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修正；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修订；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；
- (7) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日通过，2022年6月5日实施；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2010年12月25日修订通过，2011年3月1日实施；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012年2月29日发布，2012年7月1日起施行；
- (10) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日发布，2002年1月1日起施行；
- (11) 《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日第三次修正，2018年12月29日施行；
- (12) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022年6月1日施行；
- (13) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第四次修正，2013年12月28日施行；
- (14) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月30日修订，2021年9月1日施行；
- (15) 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007年11月1日；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年7月16日修订，2017年10月1日施行；
- (17) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日第二次修订，2018年3月19日施行；
- (18) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日修订，2018年3月19日施行；
- (19) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》；2018年3月19日第六次修订，2018年3月19日施行；
- (20) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，2017年3月1日第二次修订，2017年3月1日施行；
- (21) 《中华人民共和国航道法》，2016年7月2日修正，2016年7月2日施行；
- (22) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，2007年5月1日实施；

- (23) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，交通运输部 2018 年 9 月颁布；
- (24) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》，国发[2013]37 号，国务院 2013 年 9 月 10 日；
- (25) 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，交海发〔2018〕168 号，2018 年 11 月 30 日发布；
- (26) 《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日实施；
- (27) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (28) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，2021 年 12 月 30 日修改；

1.1.2 地方法规及区划、规划

- (1) 《福建省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 1 日；
- (2) 《福建省湿地保护条例》，2023 年 1 月 1 日；
- (3) 《福建省海洋环境保护条例》，2016 年 4 月 1 日；
- (4) 《福建省海域使用管理条例》，2016 年 4 月 1 日；
- (5) 《厦门市环境保护条例》，2021 年 7 月 1 日；
- (6) 《厦门市海洋环境保护若干规定》，2018 年 11 月 1 日；
- (7) 《厦门市中华白海豚保护规定》，1997 年 12 月 1 日；
- (8) 《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》，1992 年 9 月 29 日；
- (9) 《福建省海洋功能区划（2011~2020）》（国函〔2012〕164 号）；
- (10) 《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号）；
- (11) 《福建省生态保护红线划定方案（报批稿）》，2021 年 6 月；
- (12) 《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》（闽政〔2011〕51 号）；
- (13) 《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011~2020）》（闽政〔2011〕45 号）；
- (14) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》（闽环保海〔2022〕1 号）；
- (15) 《福建省海岛保护规划（2011~2020）》（闽政文〔2012〕436 号）；
- (16) 《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）；
- (17) 《厦门市人民政府关于印发厦门市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（厦府〔2021〕105 号）；

- (18) 《厦门市环境功能区划（第四次修订）》（厦府〔2018〕280号）；
- (19) 《厦门市国土空间总体规划（2021-2035年）（送审稿）》（厦门市人民政府，2023年2月）；
- (20) 《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》（闽政文〔2016〕40号）；
- (21) 《厦门港总体规划（2035年）》，2019年5月；
- (22) 《厦门市声环境功能区划》，2022年7月；
- (23) 《厦门市生态环境准入清单（2021年）》（厦环规〔2021〕1号）；
- (24) 《厦门市城市总体规划（2011-2020）》（国函〔2016〕35号）；

1.1.3标准、导则、规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，HJ2.1-2016；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T19485-2014；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ2.3-2018；
- (4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ2.2-2018；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ2.4-2021；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》，HJ19-2022；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》，HJ964-2018；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ169-2018；
- (9) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T9110-2007；
- (10) 《红树林植被恢复技术指南》，HY/T214-2017；
- (11) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，2002年4月；
- (12) 《海洋生态修复技术指南（试行）》，2021年7月；
- (13) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007；
- (14) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；
- (15) 《水上溢油环境风险评估技术导则》，JT/T1143-2017；
- (16) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》，JTS/T105-2021；
- (17) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》，JT/T451-2017；
- (18) 《突发环境事件应急监测技术规范》，HJ589-2021；
- (19) 《疏浚与吹填工程设计规范》，JTS181-5-2012；
- (20) 《水运工程环境保护设计规范》，JTS149-2018；
- (21) 《海洋生态修复技术指南》，GB/T41339-2022。

1.1.4工程技术资料与文件

- (1) 《九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程可行性研究报告 第一册》，厦门市政工程设计院有限公司，2022年9月；
- (2) 《九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程可行性研究（初设深度）》，中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2023年2月；
- (3) 《厦门新机场周边海域生态环境综合治理工程潮流泥沙数学模型研究（中间成果）》，南京水利科学研究院，2023年2月；
- (4) 《翔安区互花米草除治项目检查验收报告》，泉州绿丰林业科技开发有限公司，2022年11月；
- (5) 《厦门新机场工程海洋水文专题冬季全潮水文观测报告（2020年冬季）》，自然资源部第三海洋研究所，2021年1月；
- (6) 《九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程海域使用论证报告书（送审稿）》，自然资源部第三海洋研究所，2023年4月；
- (7) 《厦门市 2023 年度海洋生态保护修复工程九溪口—大嶝大桥段海洋生态保护修复子项目海域清淤疏浚物成分检验评价报告》，国家海洋局宁德海洋环境监测中心站，2023年4月。

1.2环境影响要素识别和评价因子筛选

通过分析工程建设可能产生的污染源和其它环境问题，结合工程区域的自然和社会环境特征，进行环境影响要素识别，见表 1.2-1。结合环境影响要素的识别，进行评价因子的筛选，见表 1.2-2、表 1.2-3。

表 1.2-1 主要环境影响要素识别

时段	环境要素	影响因子/影响对象	工程内容及表征	影响程度
施工期	海水水质	SPM	清淤施工产生的悬浮泥沙入海的影响	-3S
		COD、石油类	施工船舶生活污水和舱底油污水、施工人员生活污水、施工场地和机械设备冲洗污水的影响	-1S
	海洋生态环境	SPM 浮游生物、鱼卵仔鱼、底栖生物、游泳动物、中华白海豚、文昌鱼	清淤施工直接破坏底栖生物及其生境，产生的悬浮泥沙入海对附近海域海洋生物的影响	-3S
	海洋沉积环境	SPM	清淤施工产生的悬浮泥沙入海对附近海域沉积环境的影响	-1S
	周边环境敏感目标	SPM	对文昌鱼、中华白海豚的影响	-2S
	大气环境	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、O ₃ 、CO、TSP	施工扬尘、施工机械及船舶发动机尾气	-1S
	声环境	L _{Aeq}	施工机械设备及施工船舶噪声	-1S
	固体废物	施工人员生活垃圾、施工船	施工人员生活垃圾、施工船舶垃圾、清淤淤泥	-2S

时段	环境要素	影响因子/影响对象	工程内容及表征	影响程度
		舶垃圾、疏浚物		
	环境风险	石油类	施工船舶事故溢油	-2S
	陆域生态	陆域野生动植物	临时占地、工程施工对野生动植物的影响	-1S
工程实施后	海域水文动力环境	潮流场、纳潮量	清淤对工程区附近海域潮流场的影响	+3L
	海域地形地貌与冲淤环境	冲淤	清淤对工程区附近海域冲淤环境的影响	-3L
	海域生态环境影响	/	红树林	+3L
	景观生态	景观生态	景观	+3L

注：1 表示环境要素所受影响程度较小或轻微，进行影响描述；2 表示环境要素所受影响程度中等，进行影响分析；3 表示环境要素所受影响程度较大或较为敏感，进行影响预测评价；

L 表示长期影响，S 表示短期影响；+表示正面影响，-表示负面影响。

表 1.2-2 现状评价因子

阶段	环境要素	评价类别	现状评价因子
现状评价	海洋水文动力环境	现状评价	潮位、流速、流向、泥沙
	海洋地形地貌与冲淤环境	现状评价	地形地貌、工程地质特征、表层沉积物特征、冲淤环境
	海水水质	现状评价	水温、盐度、pH、悬浮物质、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属(汞、铜、锌、镉、砷、铅、铬)
	海洋沉积环境	现状评价	硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类
	海洋生物质量	现状评价	铜、锌、铅、镉、铬、总汞、砷、石油烃
	海洋生态环境	现状评价	叶绿素和初级生产力、浮游生物、鱼卵仔鱼、游泳动物、潮下带底栖生物、潮间带底栖生物、文昌鱼、中华白海豚、水鸟
	大气环境	现状评价	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、O ₃ 、CO
	声环境	现状评价	L _{Aeq}
	陆域生态环境	现状评价	野生动植物

表 1.2-3 影响评价因子

阶段	环境要素	评价类别	评价因子/评价对象
施工期	海水水质	影响预测	SPM
		影响分析	COD、石油类
	海洋生态环境	影响分析	浮游生物、鱼卵仔鱼、底栖生物、游泳动物、文昌鱼、中华白海豚、水鸟
	海洋沉积环境	影响分析	SPM
	周边环境敏感目标	影响分析	SPM
	环境风险	影响分析	石油类
	大气	影响分析	TSP、CO、NO _x
	噪声	影响分析	L _{Aeq}
	固体废物	影响分析	施工人员生活垃圾、施工船舶垃圾、清淤淤泥
工程实施后	陆域生态环境	影响分析	野生动植物
	海洋水文动力环境	影响预测	潮流场、纳潮量
	海洋地形地貌与冲淤环境	影响预测	泥沙回淤量和淤强

1.3 环境功能区划与评价标准

1.3.1 环境功能区划

(1) 近岸海域环境功能区划

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020 年）》、《福建省人民政府关于调

整福建省近岸海域环境功能区划（厦门湾局部海域）的批复》，工程区位于“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”主导功能为“新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水”，辅助功能为“浴场、纳污”，执行第二类海水水质标准。



图 1.3-1 福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020）

表 1.3-1 福建省近岸海域环境功能区汇总表

标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积 km ²	主导功能	辅助功能	水质保护目标
FJ112-B-II	厦门东部海域二类区	厦门岛东部海域	24°31'23.88"N 118°17'24"E	117.17	新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水	浴场、纳污	二

（2）海洋功能区划

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》（大小嶝海域修改方案），本项目位于大嶝特殊利用区、大嶝工业与城镇用海区。“大嶝特殊利用区”的用途管制为“控制陆源污染，清淤整治，提高环境容量，改善水环境，保障城市景观水域，生态湿地公园，旅游娱乐，兼容交通运输用海、海底供水电缆等海底管道用海”，用海方式为“严格限制改变海域自然属性”，海洋环境保护要求为“重点保护防洪防潮堤岸，改善海洋景观和生态环境”。“大嶝工业与城镇用海

区”的用途管制为“保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海”，用海方式为“允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度”，海洋环境保护要求为“维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响”。

表 1.3-2 项目所在海域海洋功能区分布表

序号	海洋功能区划	功能区类型
1	大嶝特殊利用区	特殊利用区
2	大嶝工业与城镇用海区	工业与城镇用海区

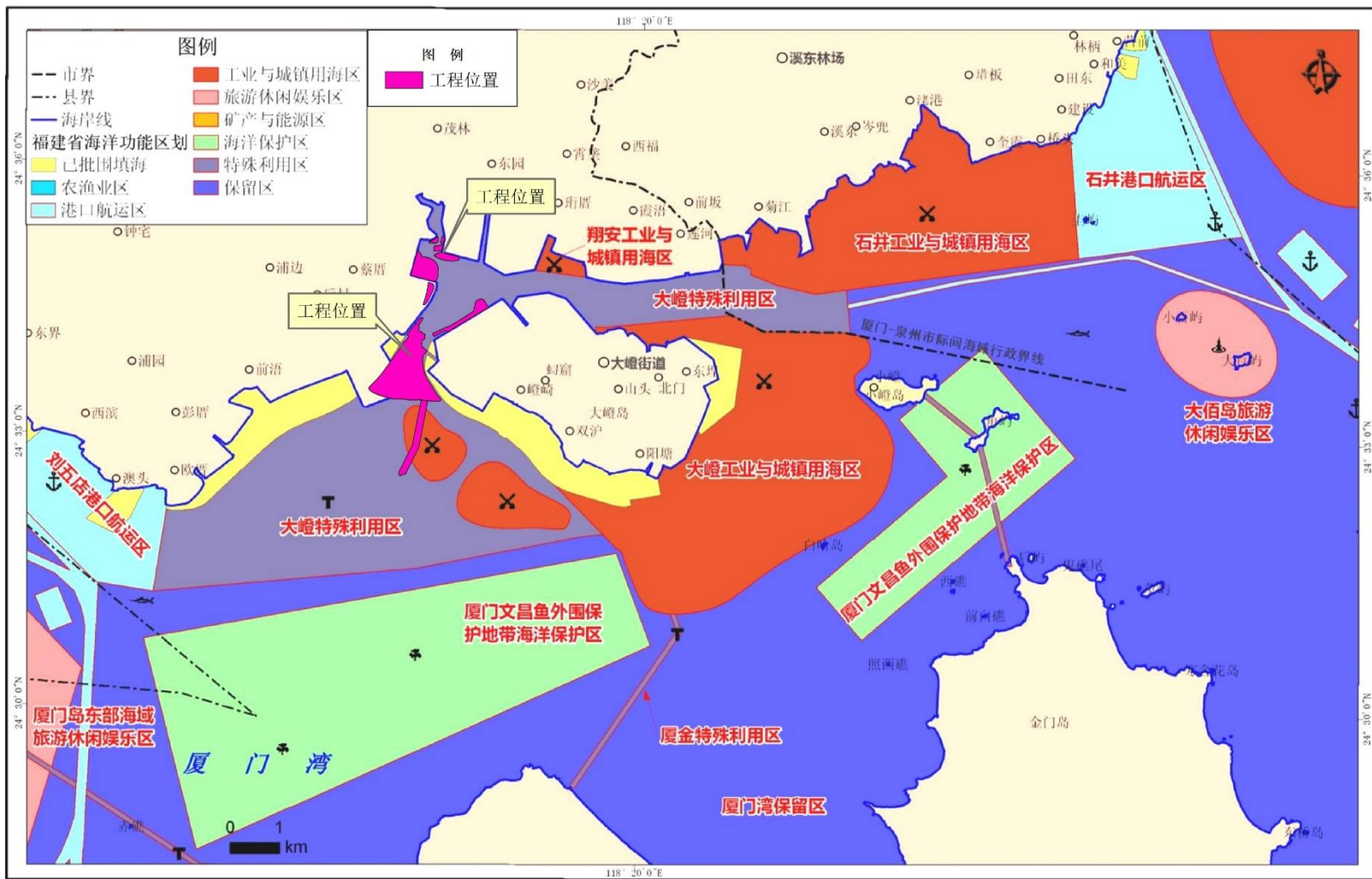


图 1.3-2 福建省海洋功能区划（2011-2020 年）

表 1.3-3 福建省海洋功能区划基本功能区登记表

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积(公顷)	岸段长度(米)	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
A7-13	大嶝特殊利用区	厦门市、泉州市	大嶝岛周围海域 东至118°22'37.5"E 西至118°14'09.1"E 南至24°31'15.4"N 北至24°35'40.6"N	特殊利用区	2814	16744	控制陆源污染, 清淤整治, 提高环境容量, 改善水环境, 保障城市景观水域, 生态湿地公园, 旅游娱乐, 兼容交通运输用海、海底供水电缆等海底管道用海	严格限制改变海域自然属性	结合城市景观, 加固和保护防洪防潮堤岸	重点保护防洪防潮堤岸, 改善海洋景观和生态环境
A3-63	大嶝工业与城镇用海区	厦门市翔安区	大嶝岛周围海域 东至118°23'10"E 西至118°17'08.7"E 南至24°31'6"N 北至24°34'21"N	工业与城镇用海区	2463(其中23hm ² 为小嶝岛原岛陆)	3646(海岛)	保障工业与城镇建设用海, 兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性, 控制填海规模, 填海范围不得超过功能区前沿线, 优化人工岸线布局, 尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设, 打开小嶝岛现有围垦区成为潮流通道	维持海域自然环境质量现状, 尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响

(3) 海洋环境保护规划

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020年）》，本工程位于大嶝岛控制性保护利用区和大嶝工业与城镇开发监督区。大嶝岛控制性保护区的环境管理要求是：“执行《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》外围保护地带的管理要求，保护文昌鱼资源及其栖息地。合理设置排污口，控制周边城市和港口污染物排放”。

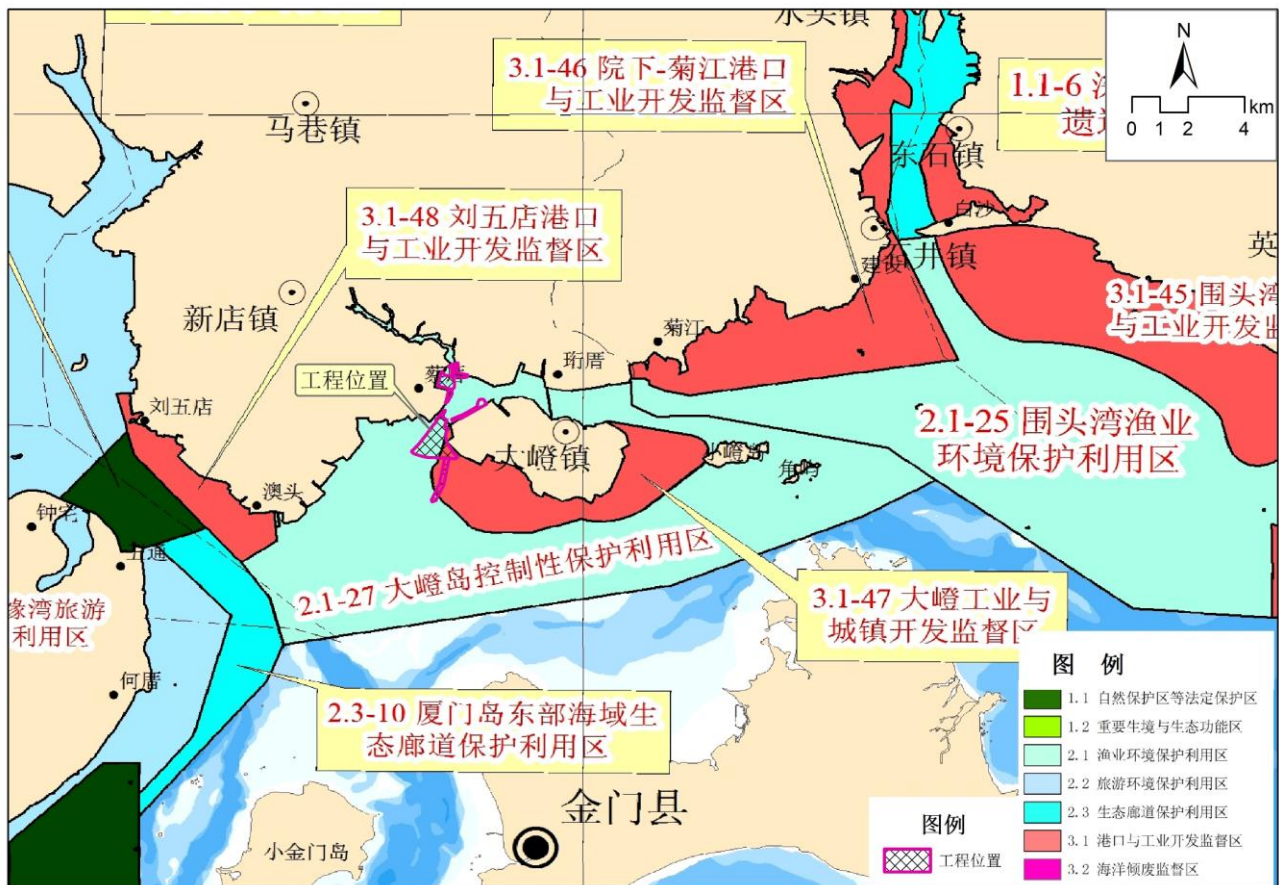


图 1.3-3 福建省海洋环境保护规划（2011-2020年）

表 1.3-4 福建省海洋环境分级控制区登记表

海洋环境 分级控制区		地理位置	海域名称与 分区范围	面积 公顷	环境管理要求
代码	分区名称	中心坐标			
2.1-27	大嶝岛控制性保护利用区	24°32'17"N 118°19'17"E	厦门文昌鱼自然保护区外围保护地带及北侧的大嶝海域,包括澳头港口区部分海域	9275	执行《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》外围保护地带的管理要求,保护文昌鱼资源及其栖息地。合理设置排污口,控制周边城市和港口污染物排放。
3.1-47	大嶝工业与城镇开发监督区	24°32'55"N 118°19'39"E	翔安区大嶝岛南部海域	1617	控制工业与城镇污染,控制围填海。

(4) 大气环境功能区划

根据《厦门市环境功能区划(第四次修订)》，本项目主要位于海域，项目周边为二类环境

空气质量功能区。



图 1.3-4 项目所在区域的环境空气质量功能区划

(5) 声环境功能区划

根据《厦门市声环境功能区划》，本项目主要位于海域，项目周边为 2 类声环境质量功能区。

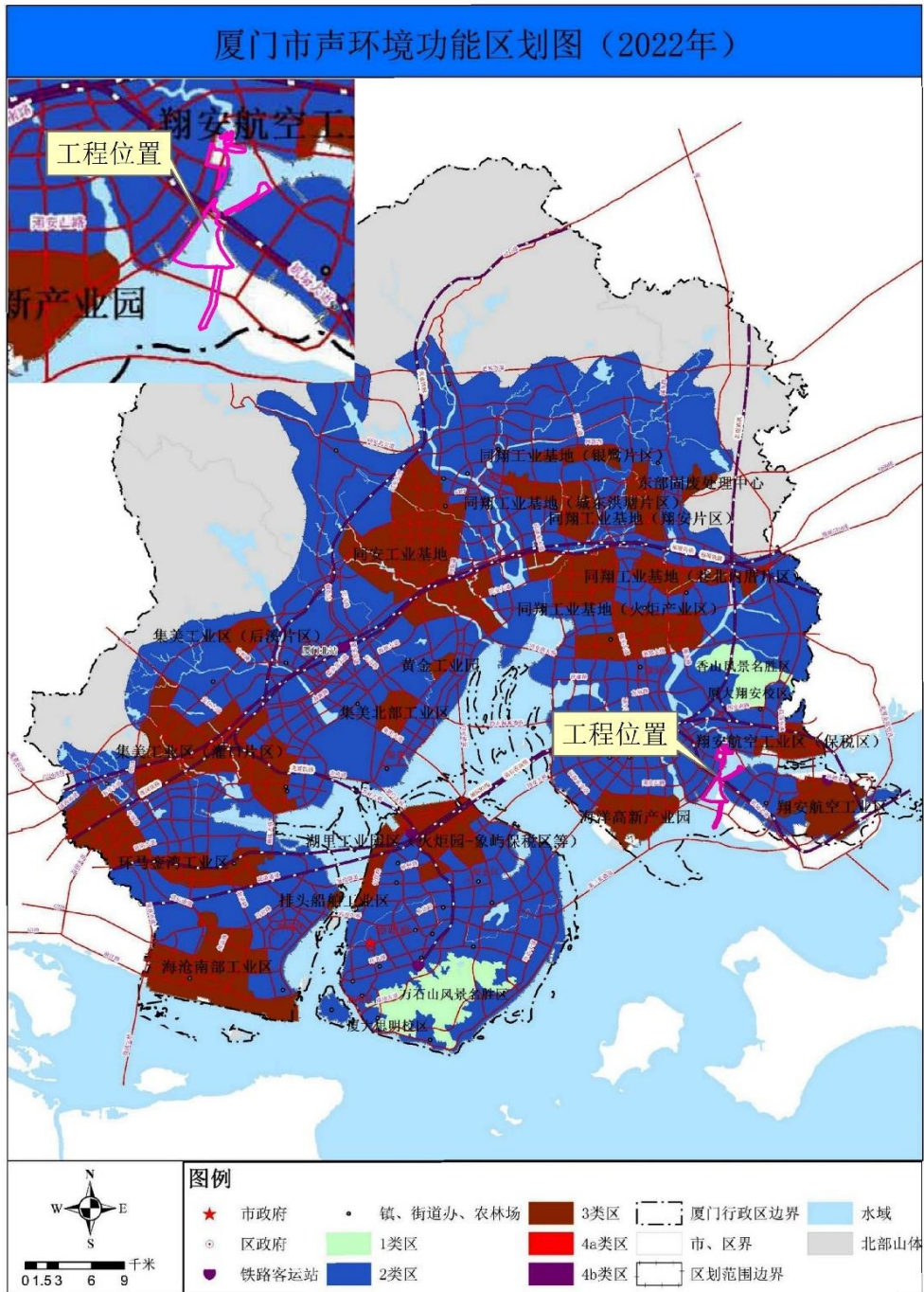


图 1.3-5 项目所在区域的声环境功能区划

1.3.2环境质量标准

(1)海水水质

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020）》，工程区位于“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”主导功能为“新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水”，辅助功能为“浴场、纳污”，执行第二类海水水质标准，此外评价范围内的近岸海域环境功能区包括“FJ105-D-II 同安湾刘五店四类区”执行第二类海水水质标准、“FJ096-D-III 围头湾石井一浯江四类区”执行第三类海水水质标准。

表1.3-5 海水水质标准(GB3097-1997)（单位：mg/L）

污染物	第一类	第二类	第三类	第四类
pH 值	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
水温(°C)	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1°C，其它季节不超过 2°C		人为造成的海水温升不超过当地 4°C	
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
粪大肠菌群(个/L)≤	2000(供人生食的贝类增殖水质≤140)			-
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量(COD)≤	2	3	4	5
无机氮(以 N 计)≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐(以 P 计)≤	0.015		0.030	0.045
石油类≤	0.05		0.30	0.50
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.010	
砷≤	0.020	0.030	0.050	
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50

(2)海洋沉积物质量

根据《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》，评价范围内“2.1-27 大嶝岛控制性保护利用区”、“3.1-47 大嶝工业与城镇开发监督区”、“2.1-25 围头湾渔业环境保护利用区”、“2.2-15 厦门岛东南部旅游环境保护利用区”、“2.3-10 厦门岛东部海域生态廊道保护利用区”执行 GB18668-2002《海洋沉积物质量》第一类海洋沉积物质量标准，“3.1-46 院下-菊江港口与工业开发监督区”执行第二类海洋沉积物质量标准。

表 1.3-6 海洋沉积物质量(GB18668-2002)

项目	第一类	第二类	第三类
硫化物 ($\times 10^{-6}$)	≤300	≤500	≤600
有机碳 ($\times 10^{-2}$)	≤2.0	≤3.0	≤4.0
石油类 ($\times 10^{-6}$)	≤500	≤1000	≤1500
汞 ($\times 10^{-6}$)	≤0.20	≤0.50	≤1.00
镉 ($\times 10^{-6}$)	≤0.50	≤1.50	≤5.00
铅 ($\times 10^{-6}$)	≤60	≤130	≤250

锌 ($\times 10^{-6}$)	≤ 150	≤ 350	≤ 600
铜 ($\times 10^{-6}$)	≤ 35	≤ 100	≤ 200
砷 ($\times 10^{-6}$)	≤ 20	≤ 65	≤ 93
铬 ($\times 10^{-6}$)	≤ 80	≤ 150	≤ 270

(3)海洋生物质量

根据《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》，评价范围内“2.1-27 大嶝岛控制性保护利用区”、“3.1-47 大嶝工业与城镇开发监督区”、“2.1-25 围头湾渔业环境保护利用区”、“2.2-15 厦门岛东南部旅游环境保护利用区”、“2.3-10 厦门岛东部海域生态廊道保护利用区”执行 GB18421-2001《海洋生物质量》第一类标准，“3.1-46 院下-菊江港口与工业开发监督区”海洋生物质量（贝类）执行第二类海洋生物质量标准。

鱼类、甲壳类以及软体动物的铜、铅、锌、镉、总汞参照《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》进行评价，石油烃参照《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》进行评价。

表 1.3-7 海洋贝类生物质量标准值(鲜重)(GB18421-2001)（单位：mg/kg）

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

表 1.3-8 海洋生物体内污染物评价标准（mg/kg）

生物种类	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	石油烃
鱼类	20	2.0	40	0.6	/	0.3	/	20
甲壳类	100	2.0	150	2.0	/	0.2	/	20
软体动物	100(未包括牡蛎)	10	250(未包括牡蛎)	5.5	/	0.3	/	20

(4)环境空气质量

根据《厦门市环境功能区划(第四次修订)》，本项目主要位于海域，项目周边为二类环境空气质量功能区，环境空气质量执行 GB3095-2012《环境空气质量标准》的二级浓度限值。

表 1.3-9 环境空气污染物项目浓度限值

污染物	平均时间	一级浓度限值(mg/m ³)	二级浓度限值(mg/m ³)
SO ₂	年平均	0.02	0.06
	24 小时平均	0.05	0.15
	1 小时平均	0.15	0.50
NO ₂	年平均	0.04	0.04

污染物	平均时间	一级浓度限值(mg/m ³)	二级浓度限值(mg/m ³)
	24 小时平均	0.08	0.08
	1 小时平均	0.20	0.20
PM ₁₀	年平均	0.04	0.07
	24 小时平均	0.05	0.15
PM _{2.5}	年平均	0.15	0.035
	24 小时平均	0.35	0.075
CO	24 小时平均	4	4
	1 小时平均	10	10
O ₃	日最大 8 小时平均	100	160
	1 小时平均	160	200

(5)声环境质量

根据《厦门市声环境功能区划》，本项目主要位于海域，项目周边为 2 类声环境质量功能区，声环境质量执行 GB3096-2008《声环境质量标准》的 2 类标准。

表 1.3-10 环境噪声限值（单位：dB(A)）

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

1.3.3 污染物排放标准

(1)船舶污染物

表 1.3-11 船舶含油污水排放控制要求（沿海）

污水分类	船舶类别	排放控制要求	
机器处所油污水	400 总吨及以上船舶	油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或者收集并排入接收装置	
	400 总吨以下船舶	非渔业船舶	油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或者收集并排入接收装置
		渔业船舶	(1) 自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日，执行油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)； (2) 自 2021 年 1 月 1 日起，执行油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)者收集并排入接收装置
含有货油残余物的油污水	150 总吨及以上油船	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收装置，或在船舶航行中排放，并同时满足下列条件： (1) 油船距离最近陆地 50 公里以上； (2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里； (3) 排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/3000； (4) 排油监控系统运转正常	
	150 总吨以下油船	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收装置	

表 1.3-12 船舶生活污水排放要求及标准（海域）

序号	排放区域	分类	主要污染物名称	标准限值
1	距最近陆地 3 海里以内海域	2012 年 1 月 1 日以前安	COD	≤50(mg/L)
			SS	≤150(mg/L)

	(应采取下列方式之一,不得直接排入环境水体: a 利用船载收集装置收集,排入接收设施, b 利用船载生活污水处置,达到排放要求后在航行中排放)	装(含更换)生活污水处置装置的船舶	耐热大肠菌群	≤250(个/mL)
		2012年1月1日以后安装(含更换)生活污水处置装置的船舶	BOD ₅	≤25(mg/L)
			SS	≤35(mg/L)
			耐热大肠菌群	≤1000(个/100mL)
			COD	≤125(mg/L)
			pH	6~8.5
		总氮	≤0.5(mg/L)	
2	3海里<与最近陆地间距离≤12海里	需同时满足: (1) 使用设备打碎固形物质和消毒后排放; (2) 船速不低于4节,且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放率		
3	与最近陆地间距离>12海里	船速不低于4节,且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放率		

表 1.3-13 船舶垃圾排放控制要求(海域)

序号	分类	位置	排放要求
1	食品废弃物	距最近陆地≤3海里	应收集并排入接收设施
		3海里<与最近陆地间距离≤12海里	粉碎或磨碎至直径不大于25毫米后可排放
		与最近陆地间距离>12海里	可以排放
2	货物残留物	距最近陆地≤12海里	应收集并排入接收设施
		与最近陆地间距离>12海里	不含危害海洋环境物质的货物残留物可排放
3	动物尸体	距最近陆地≤12海里	应收集并排入接收设施
		与最近陆地间距离>12海里	可以排放
备注	任何海域,应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施; 任何海域,对于货舱、甲板和外表面清洗水,其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境的物质方可排放,其他操作废弃物应收集并排入接收设施; 任何海域,对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制,应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。		

根据交通部海事局《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发(2007)165号),“仅在港口水域范围内航行、作业的船舶”应实行铅封管理,禁止向沿海海域排放油类污染物。船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。除机舱通岸接头(接收出口)管系外,船舶的油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封。

施工船舶污水和船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)。

(2) 污水

施工期施工人员租住在周边村庄,其产生的生活污水通过周边村庄现有污水处理系统进行消纳。施工废水经隔油沉淀处理后回用于场地洒水抑尘,不外排。施工现场少量的生活污水通过简易环保移动厕所收集后通过槽车运往翔安水质净化厂处理,严禁排入海域。

(3) 环境噪声

施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011),即昼间 70dB(A),夜间 55dB(A)。

(4) 大气污染物

大气污染物排放执行《厦门市大气污染物排放标准》(DB35/323-2018)中的气态污染物、颗粒物排放限值。

(5) 固体废物

施工期固体废物执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月29日修订)中相关要求。

疏浚物应按《中华人民共和国海洋倾废管理条例(2017年修订)》、《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法(2017年修订)》等相关法律法规要求办理外抛手续后方可外抛处置。疏浚物外抛应当按行政主管部门批准的时间、条件和地点倾倒,且从事海上疏浚、清淤活动的单位应当如实记录疏浚、清淤情况,向行政主管部门报告并接受其监督检查。

1.4 评价等级与评价范围

1.4.1 评价等级

(1) 海洋环境

依照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)的工作等级划分技术原则与判据,结合本项目的实际情况和环境特征,确定评价工作等级如下:本项目位于大嶝岛周边海域,属生态环境敏感区,清淤总方量约 581.36 万 m³ (含临时航路疏挖约 44.36 万 m³,红树林造滩弃方 4 万 m³)。根据评价等级判据,海洋水文动力、海洋水质、海洋生态和生物资源影响评价等级定为一,海洋沉积物环境、海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级定为二。本项目海洋环境影响评价等级定为一。

表 1.4-1 海洋水文动力、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
其他海洋工程	水下基础开挖等工程;疏浚、冲(吹)填等工程;海中取土(沙)等工程;挖入式港池、船坞和码头等工程;海上水产品加工工程等	开挖、疏浚、冲(吹)填、倾倒量大于 300×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其它海域	2	2	3	2
		开挖、疏浚、冲(吹)填、倾倒量(300~50)×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其它海域	3	2	3	2

		开挖、疏浚、冲(吹)填、倾倒量 (50~10)×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	2	1	3	1
			其它海域	3	2	3	2

表 1.4-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 50×10 ⁴ m ² 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积（50~30）×10 ⁴ m ² 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积（30~20）×10 ⁴ m ² 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻冲刷、淤积的工程项目。

(2) 地表水

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目属水文要素影响型建设项目，工程垂直投影面积及外扩范围 A1 为海域修复面积约 1.54km²>0.5km²，因此地表水环境影响评价等级为一级。

表 1.4-3 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 α/%	兴利库容与年径流量百分比 β/%	取水量占多年平均径流量百分比 γ/%	工程垂直投影面积及外扩范围 A1/km ² ；工程扰动水底面积 A2/km ² ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R/%		工程垂直投影面积及外扩范围 A1/km ² ；工程扰动水底面积 A2/km ²
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	a≤10；或稳定分层	β≥20；或完全年调节与多年调节	≥30	A1≥0.3；或 A2≥1.5；或 R≥10	A1≥0.3；或 A2≥1.5；或 R≥20	A1≥0.5；或 A2≥3
二级	20>a>10；或不稳定分层	20>β>2；或季调节与不完全年调节	30>γ>10	0.3>A1>0.05，或 1.5>A2>0.2；或 10>R>5	0.3>A1>0.05；或 1.5>A2>0.2；或 20>R>5	0.5>A1>0.15；或 3>A2>0.5
三级	a≥20；或混合型	β≤2；或无调节	γ≤10	A1≤0.05；或 A2≤0.2；或 R≤5	A1≤0.05；或 A2≤0.2；或 R≤5	A1≤0.15；或 A2≤0.5

(3) 大气环境

本工程产生的大气污染物主要是施工船舶、施工机械排放的废气，为间歇性排放，排放量较小且难以定量。由于本工程主要位于海域，扩散条件较好，且距离陆域环境敏感目标较远，在采取有效的污染防治措施情况下，工程施工期大气污染物排放的影响较小，根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018），本工程大气环境影响评价等级定为三级。

(4) 声环境

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量

达 3dB(A)~5dB(A)，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。本项目所在区域处于 2 类声环境功能区，确定本项目声环境影响评价等级为二级。

(5) 生态影响

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

本项目纳泥区占用范围主要为早期形成的新旧海堤之间的小水塘，纳泥区面积 4.2hm²，所在的水塘面积 7.5hm²；陆域施工场地目前为储备用地，陆域施工场地面积 0.5hm²。纳泥区、陆域施工场地不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、自然公园及生态保护红线，不涉及地下水位及土壤影响，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，陆生生态评价等级为三级。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，涉海工程评价等级判定参照 GB/T19485，即参照《海洋工程环境影响评价技术导则》，海洋生态评价等级为一级。

(6) 环境风险

本项目建设过程中存在施工船舶事故溢油的环境风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)评价工作等级划分依据，本项目环境风险潜势为 I 级，本项目海域环境风险评价等级为简单分析。但鉴于本项目附近分布有零星红树林及生态红线区，且距离中华白海豚外围保护地带和文昌鱼外围保护地带南线至十八线海域较近，施工船舶携带的燃料油如果发生泄漏进入海域，将对海水水质的污染和水生生态造成较大的影响；因此，本项目对施工船舶事故燃料油泄漏后可能造成的影响进行预测分析。

1.4.2 评价范围

(1) 海洋环境影响评价范围

根据各海洋环境要素评价等级及相应评价范围设置要求，结合项目所在海域环境特征和项目环境影响所及区域，确定海洋环境影响评价范围为大嶝岛周边海域，具体范围：南至会展中心-金门五沙角连线(A-B)、西至张埭桥水库-五通(E-F)、东至金门官澳-南安桥头村连线(C-D)，面积约为 208.76km²。

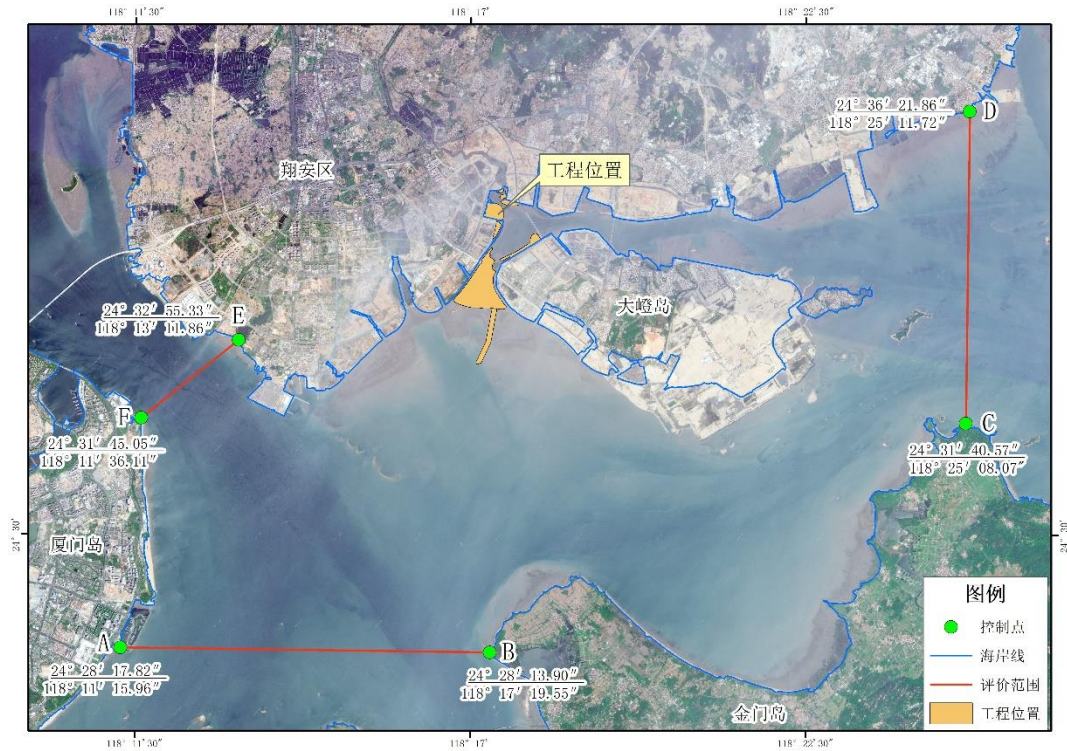


图 1.4-1 海洋环境影响评价范围

(2) 生态环境

综合考虑生态影响方式、程度以及所在生态单元，陆域生态影响评价范围为纳泥区所在的水塘和陆域施工场地，其中，纳泥区面积约 4.2hm²，水塘面积约为 7.5hm²，陆域施工场地占地面积约为 0.5hm²，评价范围见图 1.4-2。



图 1.4-2 陆域生态评价范围图

本工程海洋生态影响评价范围参照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014),同海洋环境影响评价范围。

(3) 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021),声环境评价范围以建设项目边界向外 200m 为评价范围。

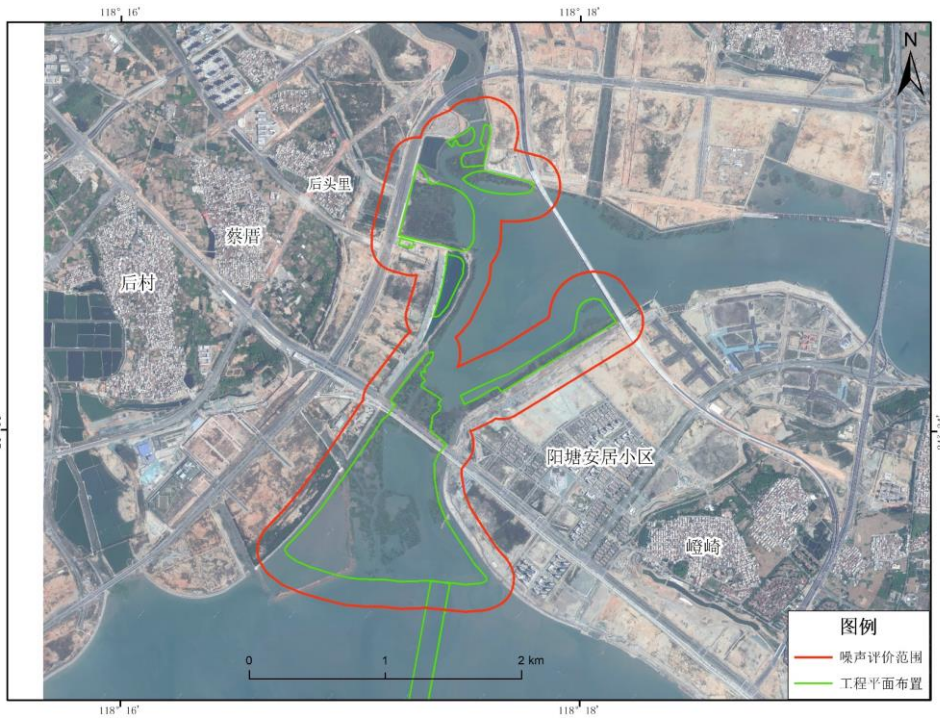


图 1.4-3 声环境影响评价范围

(4) 大气环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018),三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

1.5 评价重点

- (1) 项目建设与相关规划及政策的符合性分析;
- (2) 项目建设对周边海域水文动力、冲淤环境的影响;
- (3) 疏浚施工过程泥沙入海对海水水质、沉积物环境的影响;
- (4) 施工过程对海洋生态环境的影响,尤其是对红树林、文昌鱼、中华白海豚、水鸟的影响;
- (5) 船舶事故溢油环境影响,以及环境风险防范对策措施和应急预案;
- (6) 项目建设环保措施与对策建议。

1.6环境保护目标和环境敏感目标

本工程位于九溪口-大嶝大桥海域,周边环境敏感目标主要有自然保护区及外围保护地带、生态保护红线、虾塘、村庄社区等,环境敏感区及环境保护目标具体见表 1.6-1。

表 1.6-1 环境敏感区及环境保护目标

环境敏感目标类别	序号	名称	方位	距离	环境保护对象	环境保护要求及环境功能区
自然保护区	1	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区(中华白海豚)同安湾口海域	SW	5.16km	中华白海豚物种及其生境	
外围保护地带	2	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带(文昌鱼)小嶝岛海域	SE	8.80km	文昌鱼物种	
	3	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带(文昌鱼)南线至十八线海域	S	2.33km	文昌鱼物种	
	4	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带(中华白海豚)	S	/	中华白海豚物种	
生态红线	5	厦门市零星分布红树林生态保护红线区	E	0.055km	红树林及其生境	
	6	福建珍稀海洋物种国家级自然保护区	SW	6.68km	中华白海豚、文昌鱼物种及其生境	
	7	福建厦门国家海洋自然公园	SW	8.67km	海洋生态景观、历史文化遗迹、地质地貌景观及海洋珍稀物种	
红树林	8	九溪口红树林	W	0.01km	红树林及其生境	
	9	大嶝大桥北侧红树林	E	/		
	10	近溪东桥的红树林	E	0.39km		
	11	大嶝大桥南侧(近七星礁)红树林	W	/		
	12	港汊内的红树林	S	0.27km		
周边开发利用活动	13	大嶝大桥	/	/	桥墩	
	14	溪东大桥	NE	0.02km	桥墩	
	15	厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段	/	/	桥墩	
	16	九溪口附近虾塘	W	0.01km	取水水质	
村庄社区	17	后头里村(现有村民 80 余户, 300 多人)	W	0.40km	居住环境	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类标准
	18	阳塘安居小区(2023 年 1 月完成交房, 目前暂处于装修阶段, 尚未入住)	E	0.18km		

第二章 建设项目工程分析

2.1 厦门新机场周边海域生态环境综合治理规划介绍

2.1.1 实施背景

厦门翔安国际机场附近海域自 2011 年起开始进行退养等填海前的准备工作，并进行机场用地的土地征收工作。前后经过大小嶝造地工程、翔安南部莲河片区造地工程形成机场建设用地；当前，机场填海造地的吹填工作预计 2023 年下半年完成，机场主体计划于 2026 年建成投入使用。

近年来翔安机场周边填海造地、新建桥梁、海堤等工程对局部海域有较大扰动，海岸线和海岸带地形产生了新的变化，加之大嶝岛西部、北部潮流较弱，该海域现状淤积较为严重。

为解决新机场片区海域淤积的问题，2022 年 7 月 4 日《关于厦门新机场片区海域使用及岸线规划等事宜专题会议纪要》（厦门市机场片区指挥部专题会议纪要[2022]34 号，附件五）指出：“开展基于已批准的填海造地范围下的莲嶝周边海域水动力数模、物模研究，分析论证海域清淤的必要性、可行性和清淤范围，并结合开展淤泥消纳的方案研究工作。”

2.1.2 区域环境现状

新机场周边海域的淤积区按淤积状态，主要分为三部分，即：大嶝大桥以北区域、大嶝大桥以南区域和大小嶝之间区域。

大嶝大桥以北区域海域面积约 745hm²，现状淤积范围约 489hm²，淤积主要集中在大嶝大桥~九溪河口，及南港特大桥大嶝侧，淤积厚度范围为 1.5~4.9m（对比 2022 年及 2005 年地形）。大嶝大桥以南区域海域面积约 2299hm²，现状淤积范围约 846hm²，大嶝大桥以南蔡厝及大嶝侧大范围淤积，淤积厚度范围为 0.5~4.1m。

大小嶝之间区域，小嶝岛岸线较为自然生态。现状大小嶝由于造地已经连通，仅考虑大、小嶝控规边线之间水道。受造地影响淤积厚度 2.1~6m。

区域环境现状主要存在以下几个问题：

（1）水动力条件不足造成淤积。大嶝岛周边海域近岸属于潮间带，低潮期浅滩出露；现状浅滩淤积区域，将导致水流流速减小，恶化区域水体交换能力，进一步致使泥沙淤积。

（2）海洋生态环境受到威胁。新机场周边海域岸线以硬质为主，植被系统几近丧失，生态系统单一、脆弱，加上淤积、水动力不足等原因均将不利于动植物生存。

（3）互花米草入侵情况严重。大嶝大桥两侧和九溪河口海域互花米草入侵，红树林遭到

破坏。

2.1.3 综合治理方案

2.1.3.1 治理目标

(1) 重塑稳定海面。清淤方案与模型实验结果紧密结合，通过合理选择清淤区域，减少回淤量，重塑稳定海面。

(2) 恢复天然生态。通过机场周边海域的清淤与红树林保育，恢复区域天然生态。

(3) 展现岸线景观。通过沙滩修复、生态浅滩的打造，结合已建及在建护岸，构建岸线景观系统。

(4) 彰显机场区域特色。塑造机场区域“蓝绿交织”的优美景象，打造厦门城市生态景观新名片。

2.1.3.2 技术路线

针对海域淤积严重，主要是通过海域清淤工程，恢复水动力。针对入侵生物泛滥，实施互花米草清除工程，同时实施红树林保育与修复工程，恢复海域生态系统。针对海岸人文景观缺失的情况，实施沙滩修复工程。

2.1.3.3 平面布置和建设内容

(1) 工程建设内容

厦门新机场周边海域生态环境综合治理工程主要包括海域清淤、红树林保育和修复、沙滩修复等内容。清淤主要分布在大嶝岛西侧、北侧和大小嶝之间；红树林修复主要分布在九溪口和大嶝岛北部；沙滩修复主要分布在大嶝岛西北部、西南部和小嶝岛东部。

(2) 清淤工程

大嶝周围回淤泥沙主要来源于海域来沙，总体呈现淤积特性。大嶝西北水道为大嶝附近水动力最弱区域，也是泥沙易淤积区域；该区淤积的减少需提高其他区域的泥沙落淤，仅局部挖深该区效果不大。

(2) 红树林保育与修复

在新机场周边海域生态环境综合治理工程范围内的蔡厝、九溪河口、莲塘等区域，均有较大面积的互花米草分布，依托于清淤工程进行互花米草清除。

(3) 沙滩修复

主要修复大嶝岛东部、南部和北部的 3 处沙滩，共计 4500m。

大嶝岛：东侧主要为机场岸线，北面水动力条件较弱，开展清淤后，大嶝岛周边水动力条

件会有所加强，结合沉积物调查资料，适宜在西北侧、西南侧开展沙滩修复。

小嶝岛：东侧为自然沙质岸线且水动力条件较好，现状本底即为沙滩，适宜开展沙滩修复。根据海域表层沉积物调查资料，大嶝北侧海域为粗中砂；大嶝西南侧部分岸段为砂质；小嶝东部现状即为沙滩，表明这些海域具备形成沙滩的条件。

2.2建设项目基本情况

(1) 项目名称：九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程

(2) 建设单位：厦门路桥建设集团有限公司

(3) 项目性质：新建项目

(4) 地理位置

九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程位于翔安区东南部，北至九溪入海口挡潮闸，东至溪东大桥，南至大嶝大桥南侧互花米草生长区域。

(5) 规模与投资

本项目为海洋生态保护修复工程。本工程共修复海域面积约154万 m^2 ，其中互花米草清理面积约91万 m^2 ，红树林种植区域约26.48万 m^2 ，互花米草分布区及周边海域清淤123.62万 m^2 ，清淤量约533万 m^3 。本工程清淤总方量约581.36万 m^3 （含临时航路疏挖约44.36万 m^3 ，红树林造滩弃方4万 m^3 ）；桥墩防护、土石方及其他临时工程。

本项目施工工期21个月，工程总投资估算为49880.87万元。

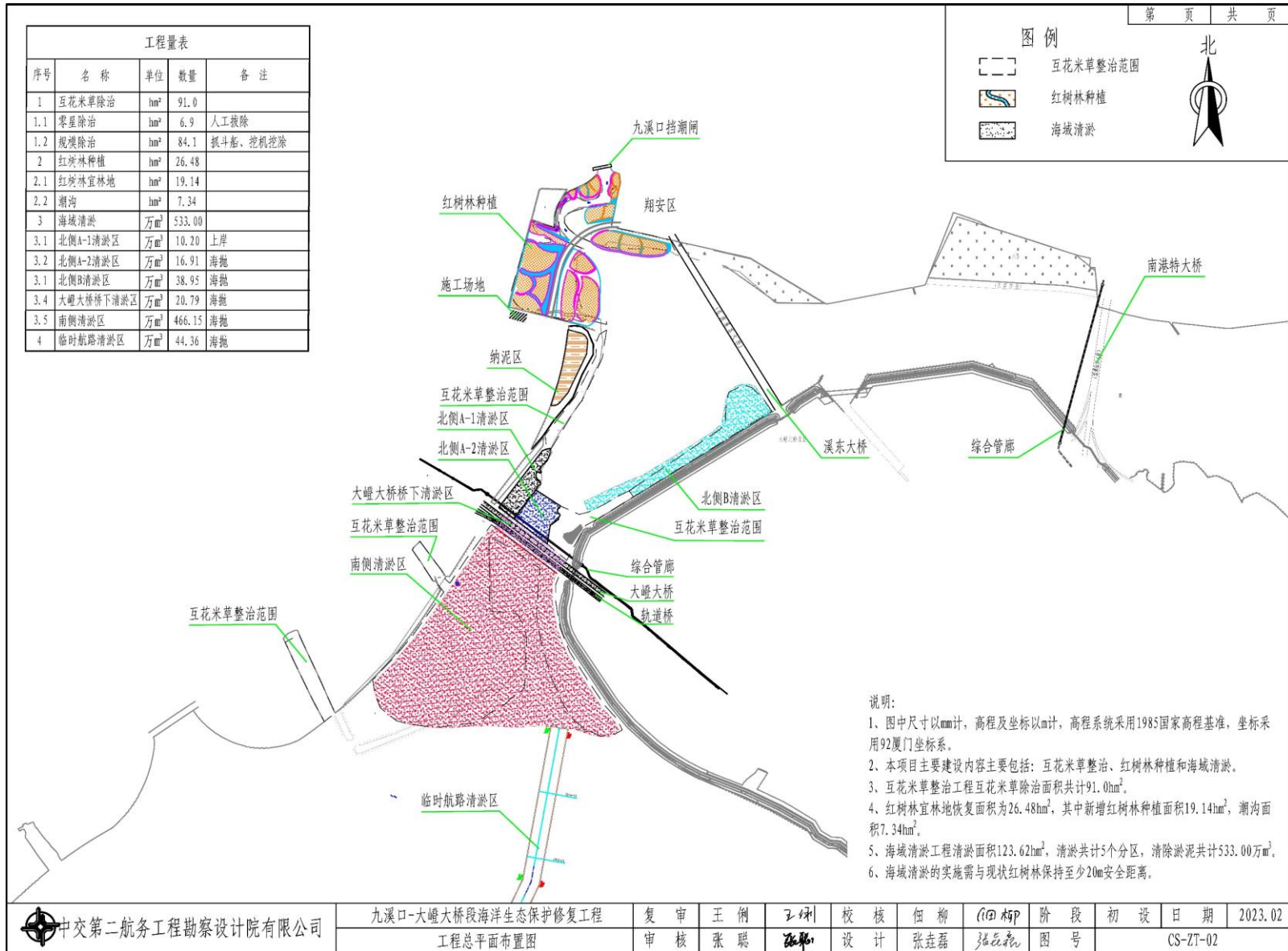


图 2.2-1 工程总平面布置图

表 2.2-1 主要经济技术指标表

序号	项目名称	单位	数量	备注
一	互花米草整治工程			
1.1	整治滩地面积	hm ²	91	零星除治 6.9hm ² ，规模除治 84.1hm ²
二	红树林修复工程			
2.1	红树林种植面积	hm ²	19.14	树种采用本土树种:秋茄、白骨壤、桐花树
2.2	潮沟面积	hm ²	7.34	水域疏浚底高程 1.6m（85 高程，下同）
2.3	临时围堰	m	1237	顶高程 1.8m，顶宽 2m
三	海域清淤	hm ²	123.62	
3.1	大嶝大桥北侧清淤	hm ²	22.71	清淤底高程-2.5m
3.2	大嶝大桥桥下清淤	hm ²	5.14	清淤底高程-2.5m
3.3	大嶝大桥南侧清淤	hm ²	95.77	清淤底高程-4.2m
3.4	临时航道清淤	hm ²	17.6	清淤底高程-4.2m
3.5	清淤总量 (含临时航道清淤、 红树林造滩弃方)	万 m ³	581.36	包含工程海域清淤量约 533 万 m ³ ，临时航路疏挖约 44.36 万 m ³ ，红树林造滩弃方 4 万 m ³ 。其中，567.16 万 m ³ 外抛至福建东碇海洋倾倒区，14.2 万 m ³ 运至纳泥区处置

表 2.2-2 工程组成一览表

基本组成		工程建设内容
主体工程	互花米草整治工程	清除互花米草 91hm ²
	红树林修复工程	总面积 26.48hm ² ，其中潮沟建设面积 7.34hm ² ，红树林种植面积 19.14hm ² 。
	清淤工程	海域清淤面积 123.62 万 m ² ，清淤量约 533 万 m ³ 。
配套工程	桥梁防护工程	厚模袋混凝土防护 5640m ³
依托工程	纳泥区	纳泥区占塘面积 4.2hm ² ，纳泥 14.2 万 m ³
临时工程	装载平台	装载平台长 60m，宽 20m，满足布置管线及吊架、泥驳停泊需要。
	临时航路	清淤量 44.36 万 m ³ ，布置浮标 16 座。
	施工场地	占地面积约 0.5hm ² ，相关车机具的临时停放，红树幼苗、模袋等的临时堆放。
环保工程	废水	施工人员租用附近民房，依托其现有污水收集及处理系统；实施船舶污水的铅封管理，船舶产生的油类、油性混合物及其他污水由有资质的单位收集后上岸处理，严禁排放入海。施工废水经隔油沉淀处理后回用于场地洒水抑尘，不外排。施工现场少量的生活污水通过简易环保移动厕所收集后通过槽车运往翔安水质净化厂处理，严禁排入海域。
	废气	采用先进的施工机械，注意施工设备的检修、保养，减少施工机械的大气环境影响；施工现场围挡、洒水降尘等。
	噪声	采用低噪声机械，并经常对设备进行维修保养；合理安排施工时间等。
	固体废物	施工人员生活垃圾由当地环卫部门统一清运处置；船舶垃圾、废弃物等由有资质

基本组成		工程建设内容
		的单位收集后上岸处理，严禁排放入海。疏浚淤泥 14.2 万 m ³ 回用于陆域，其余外抛至福建东碇海洋倾倒区。
	生态	施工场地防护措施及恢复

2.3 工程建设方案

2.3.1 互花米草整治

互花米草整治前，项目区互花米草分布面积约为 91hm²。

整治前，经过无人机航拍与现场勘察，对项目范围内滩涂区域互花米草分布边界、面积及种群分布密度进行分析。

(1) 根据除治区内互花米草的分布边界，确定除治区范围。

(2) 根据除治区内互花米草的发生面积与种群密度类型，互花米草零星分布与小片状分布的地块采用人工挖（拔）法；集中连片的地块采用水陆两栖挖机进行除治，挖机在退潮时，在浮箱上挪动，利用定位桩保持平衡，将互花米草地下约 1 米的根茎连根拔起，再就地把根系朝上，茎叶朝下反扣多次下压，压入淤泥，并将滩涂压实整平。

2022 年 9 月 27 日，福建出台《福建省互花米草除治攻坚行动方案》，9 月 28 日召开全省互花米草除治攻坚行动动员部署会，明确将互花米草治理作为省长挂帅直接抓的重中之重的其中之一，纳入省政府年度重点工作，同时确定了“一年明显见效、二年基本除治、三年完成修复、长期加强管护”的总体目标和“全民动员、方法对路、科学除治、后期管护、生态提升”的工作要求。本项目中的互花米草整治工程已由“翔安区互花米草除治项目”实施，于 2022 年 10 月 24 日完工。

2.3.2 红树林修复

2.3.2.1 修复目标

工程具体目标分为两部分：

(1) 红树林造滩工程

在九溪口宜林滩涂区域，开展红树林恢复工程。对于滩涂高程过高或过低红树林难以自然恢复的区域，首先通过工程措施创造满足红树林生长的条件，对场地进行土方填挖，建设潮沟，提供潮水涨退的途径。而后进行光滩造林活动，红树林生态重塑总面积为 26.48hm²。其中潮沟建设面积 7.34hm²。

(2) 红树林种植工程

经过造滩工程对红树林种植区域生境条件的改造后，进行红树林选种、育苗种植，工程目

标种植红树林面积19.14hm²。

2.3.2.2潮沟开挖



图 2.3-2 潮沟示意图

为保障造林区域水系畅通，并模拟自然状态下红树林生长生境，保证整地后的滩面高度要达到小潮高潮位以上的水平；对造林滩涂进行挖海沟起垄作业，每条垄宽度达 20m 以上，垄长度根据地形确定；海沟宽度为 5m 左右，保证造林区域海水通畅，保证项目作业区域实际红树林造林面积不低于作业区面积的 75%以上；保留适当地裸露泥滩，组成红树林、泥滩和水道潮沟交错分布的生态格局，以形成复杂多样、功能稳定的多层次自然生境，满足红树林及候鸟等滨海动植物生存需要，构建以红树林为核心的稳定栖息环境。

2.3.2.3围堰结构

(1) 设计标准

红树林种植区围堰结构主要为临时围堰，考虑到红树林根系发达，成林后有一定的固滩作用，本工程围堰按照临时结构设计，根据《防波堤与护岸设计规范》(JTS154-2018)，本工程围堰安全为三级，设计使用年限为 3 年。

(2) 围堰结构形式

九溪口红树林种植区处于潮间带，围堰基础均为软弱淤泥层，考虑到围堰基础承载力差，围堰采用适应地基变形能力强的袋装土结构形式，围堰顶宽 2.0m，外坡坡比 1:2.5，内坡坡比

1:1.5。

袋装土利用红树林造林区场地开挖土料，筛选杂质含量少、粘性土含量高、含水量较低的土料人工装袋，围堰顶面表层 70cm 采用袋装淤泥，待种植红树林时插破袋子种上红树苗。

（3）围堰顶高程

红树林种植区填筑高程 1.80m，种植区外侧设围堰围挡，围堰顶高程取 1.8m。

2.3.2.4造滩工程

（1）造滩的技术要求：

1) 根据厦门红树林的种植经验，红树林的种植高程确定为 1.8m；

2) 造滩滩面土质应为就近取出的淤泥，不宜外购土源；

3) 造滩滩面土质应“软硬适中”，过稀种植人员难以上滩，苗木难以固定，过硬苗木又难以生长。

（2）造滩方案

结合工程区现状地形，就近利用挖方区多余挖方淤泥填到红树林围堰内达到设计滩面标高，造滩方案推荐采用泥驳+平板驳+长臂挖掘机填筑法，具体如下：

红树林种植区先筑好围堰。疏土先装在泥驳上，泥驳靠近围堰，利用平板驳上的长臂挖掘机从泥驳上开抓疏土，卸至围堰内种植区。种植区堆放土利用平板驳上的长臂挖掘机进行推卸、整平到高程 1.8m。

2.3.2.5种植工程

（1）树种选择

本工程红树林种植采用以下乡土树种：秋茄、桐花树和白骨壤。

（2）种植技术

种植季节一般以 5-10 月为好，种植时苗木尽量深栽，太浅难以经受风浪冲击，容易倒伏或暴露根系，本地树种秋茄、桐花树和白骨壤等应以密植为宜。

在种植点下挖约 20 厘米，划破或抠破容器苗袋底薄膜，将容器苗填入扶正，敷上淤泥略压实即可。在淤泥深厚的中、低潮位适当深植，淤泥覆盖高度不超过容器袋上表面 5 厘米；在土质较硬的中高潮位，以泥土刚好覆盖容器袋为准。

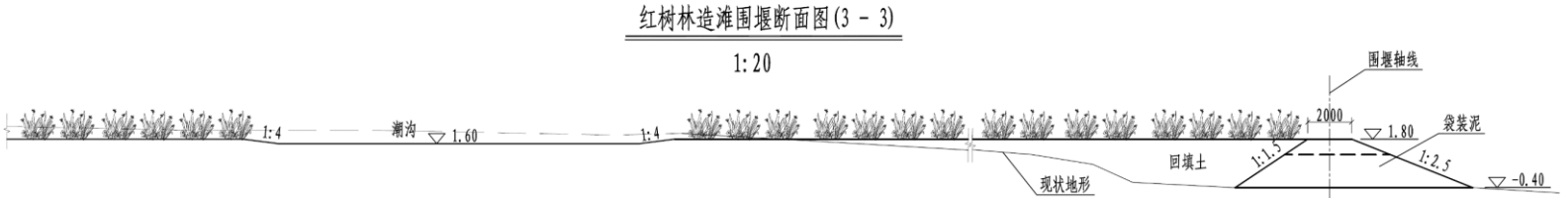
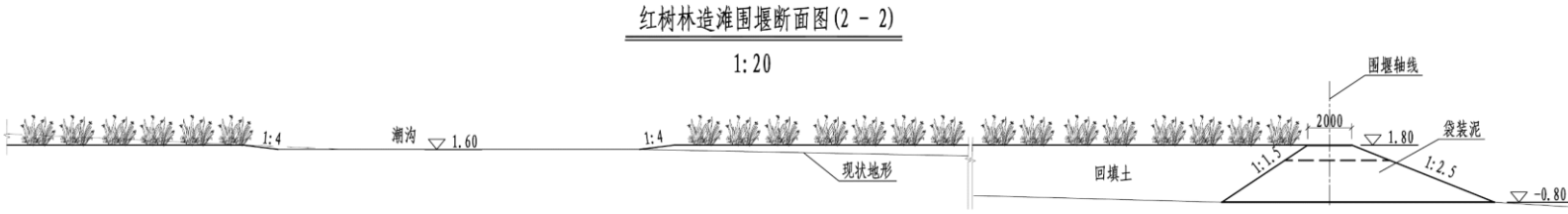
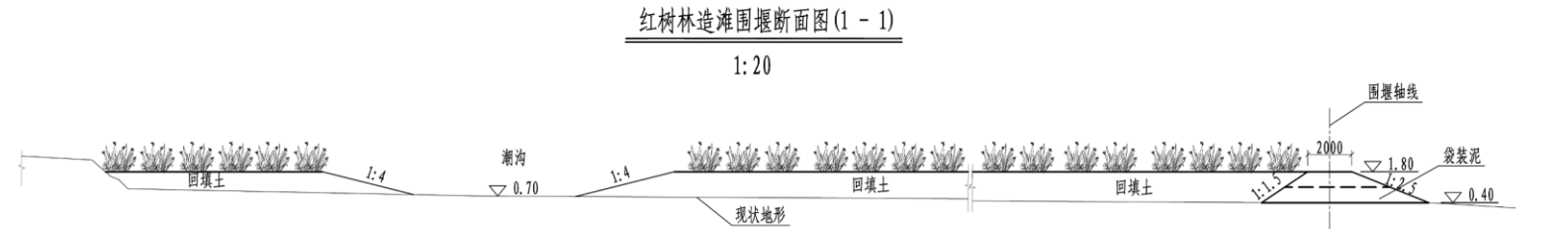
2.3.2.6红树林修复工程量

本次九溪口红树林修复工程量如下表所示。

表 2.3-1 红树林修复工程量

序号	工程名称	单位	工程量	备注
(一)	造滩工程			
1	围堰	m	1237	
1.1	袋装土	m ³	9924	
1.2	袋装泥	m ³	2944	厚 70cm
2	造滩工程			
2.1	潮沟开挖	m ³	44357.4	
2.2	红树林生境修复区	m ²	191437	
2.2.1	开挖	m ³	89700.7	
2.2.2	回填	m ³	81696.1	
(二)	红树林种植及管护			
1	白骨壤	m ²	18623	4 株/m ² , 苗木高 50cm 以上, 二年容器苗
2	秋茄树	m ²	127110	4 株/m ² , 苗木高 50cm 以上, 二年容器苗
3	桐花树	m ²	45704	4 株/m ² , 苗木高 50cm 以上, 二年容器苗
4	木桩	根	652	长 4m, 间隔 3m, 直径 100mm
5	尼龙网	m	1955.6	高 1m, 网目 5cm×5cm, 网绳径 5mm
6	警示牌	个	40	

专业
姓名
会签



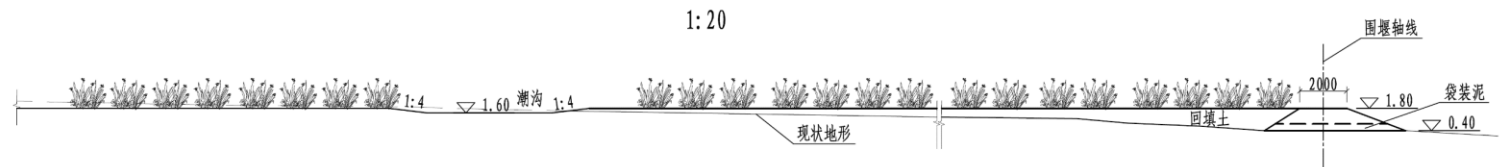
- 说明:
- 1、图中高程单位均以m计, 高程采用1985国家高程基准。
 - 2、红树林造滩区外侧地势低于1.8m高程处设围堰围挡, 围堰底部采用袋装土, 顶部0.7m厚采用袋装泥。
 - 3、围堰顶高程均为1.80m, 顶宽2.0m, 内坡1:1.5, 外坡1:2.5。
 - 4、红树林种植区潮沟布置以“红树林种植区潮沟平面布置图”为准。

中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	王 俐	校 核	张垚磊	张垚磊	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	红树林造滩围堰断面图(1/2)	审 核	张 聪	张 聪	设 计	陈晓宇	陈晓宇	图 号	CS-HB-HS-20-01		

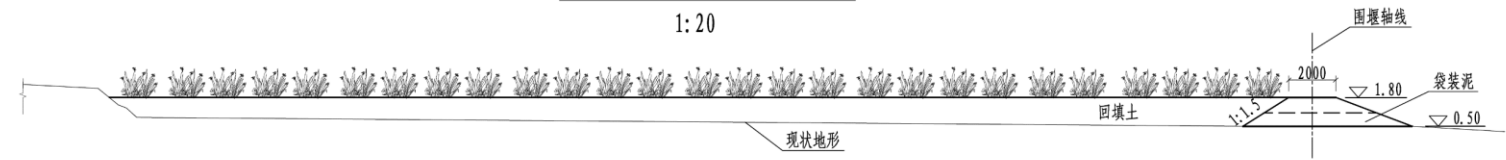
图 2.3-4 红树林造滩围堰断面图

专业名称
合基

红树林造滩围堰断面图 (4 - 4)

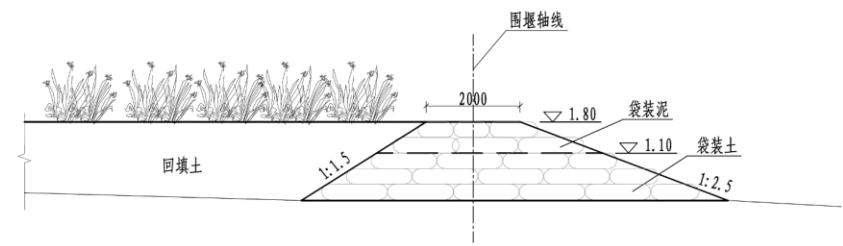


红树林造滩围堰断面图 (5 - 5)



围堰结构大样图

1:10



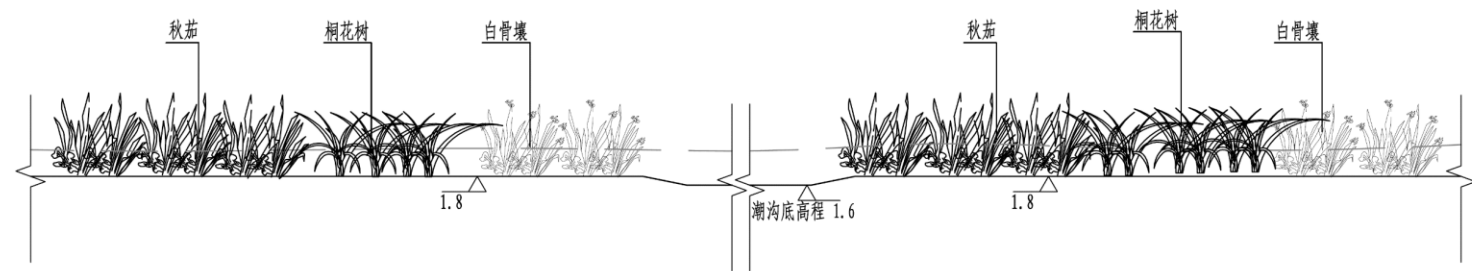
说明:

- 1、图中高程单位均以m计，高程采用1985国家高程基准。
- 2、红树林造滩区外侧地势低于1.8m高程处设围堰围挡，围堰底部采用袋装土，顶部0.7m厚采用袋装泥。
- 3、围堰顶高程均为1.80m，顶宽2.0m，内坡1:1.5，外坡1:2.5。
- 4、红树林种植区潮沟布置以“红树林种植区潮沟平面布置图”为准。

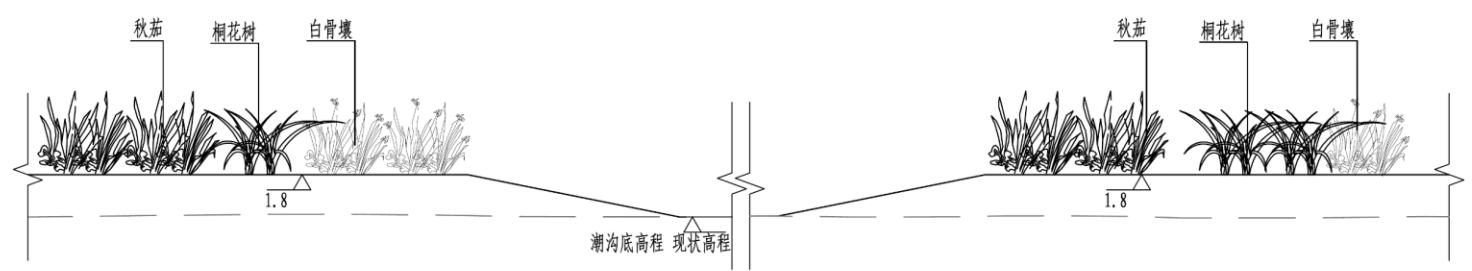
中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九溪口-大嶼大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	王 俐	校 核	张珏磊	张珏磊	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	红树林造滩围堰断面图 (2/2)	审 核	张 聪	张 聪	设 计	陈晓宇	陈晓宇	图 号			CS-HB-HS-20-02

图 2.3-5 红树林造滩围堰断面图

专业
名称
审核
日期



红树林种植典型断面图(一)
1:100



红树林种植典型断面图(二)
1:100

- 说明:
- 1、图中高程单位均以m计，高程采用1985国家高程基准；
 - 2、本区域种植品种为秋茄、白骨壤和桐花树，具体种植根据实际地形，可在保证种植面积的前提下做局部调整。
 - 3、种植区潮沟高程低于红树林植树区高程，高差至少20cm，整个潮沟水面占宜林地恢复区的20%以上，新种红树林的潮沟与现状潮沟衔接。
 - 4、红树林生态修复工序分为排水、内侧养殖围堤拆除、清理硬质塘底及淤泥、回填土、开挖潮沟、灭虫灯布置、地形塑造覆盖种植土、开塘引潮、种植养护、拆除迎水侧养殖围堤；

	九溪口-大嶼大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	王 俐	校 核	张珪磊	张珪磊	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	红树林种植典型断面图	审 核	张 聪	张 聪	设 计	陈晓宇	陈晓宇	图 号	CS-HB-HS-19		

图 2.3-6 红树林种植典型断面图

2.3.3 海域清淤

2.3.3.1 清淤范围

结合互花米草分布情况及清理要求，在保证现状护岸及桥梁结构安全情况下，综合考虑清淤范围为大嶝大桥南北侧互花米草生长区域，清淤面积约 123.62 万 m^2 ，清淤边界距护岸距离如下：

蔡厝侧：开挖区距离斜坡式护岸结构坡脚不小于 25m。

大嶝侧大嶝大桥以北：开挖区距离斜坡式护岸结构坡脚不小于 20m。

大嶝侧大嶝大桥以南：开挖区距离斜坡式护岸结构坡脚不小于 40m。

现状分布的红树林：开挖区距离现状红树林的距离不小于 20m。

2.3.3.2 清淤分区

根据不同海域水深、清淤作业条件及互花米草分布范围，本工程清淤范围为大嶝大桥北侧清淤区、大嶝大桥南侧清淤区及大嶝大桥桥下清淤区三个区域。

(1) 大嶝大桥北侧清淤区

该区域集中在大嶝大桥加宽桥左幅以北约400m、大嶝岛西侧近岸1.1km互花米草集中生长范围，清淤面积约22.71万 m^2 。根据该区域布置、清淤方去向划分为A-1区、A-2区及B区，A-1区清淤方运往纳泥区，A-2区及B区清淤方外抛至倾倒区。

A-1区产生的10.2万 m^3 疏浚方及红树林造滩产生的约4.0万 m^3 弃方需运往纳泥区。蔡厝南部正在进行老海堤加固工程，新旧海堤之间存在一处水塘，为提高国土资源利用率，充分发挥新机场片区土地开发价值，该水塘未来将形成陆地。该区域距离本项目大嶝大桥北侧清淤区及九溪口红树林修复区较近，可将A-1区和红树林修复区产生的淤泥回用于此处，起到土方综合利用的效果。



图 2.3-7 纳泥区位置及现场影像图

本次堆土方式为通过自卸式汽车由西侧已建道路向东卸土，东侧距离老海堤加固工程设计堤坡脚27m控制，以留出施工空地便于未来老海堤改造施工。西侧路面高程4.5m，纳泥区堆土顶高程2.50m，平均堆高5.75m，外侧坡脚设固化袋装土围堰，围堰顶高程-1.50m，顶宽2.0m，外坡坡比1:2.5，内坡坡比1:1.5。围堰顶部自然堆坡坡比1: 8计，可纳泥14.2万m³。

(2) 大嶝大桥桥下清淤区

大嶝大桥附近属于桥梁用海区域，从北向南布置有大嶝大桥加宽桥左幅、大嶝大桥老桥、大嶝大桥加宽桥右幅、轨道交通3号线桥、轨道交通4号线桥。以大嶝大桥加宽桥左幅、轨道交通4号线桥外侧20m范围单独划分处桥下清淤区，清淤面积约5.14万m²。

(3) 大嶝大桥南侧清淤区

该区域为轨道交通4号线桥以南约1.2km范围，东西两侧距离护岸工程20~40m，清淤面积约95.77万m²，包含了大嶝大桥以南互花米草生长区域。

2.3.3.3清淤设计参数

(1) 设计边坡

根据《疏浚与吹填工程设计规范（JTS181-5-2012）》，结合本工程地勘资料，清除土层主要为淤泥、粉质粘土，边坡坡比可取1:8~1:25、1:3~1:5，本次开挖边坡取综合开挖坡比1:8。

(2) 清淤标高

1) 大嶝大桥北侧清淤区

该区原有的互花米草沿两岸护岸及大嶝大桥带状分布，清淤主要目的为清除区域内互花米草。根据相关研究成果及调查，互花米草根系深度可达1.0m，并考虑1m富余深度以达到彻底治理的效果，结合互花米草现状生长高程，该区清淤底高程定为-2.5m。

2) 大嶝大桥桥下清淤区

大嶝大桥及轨道桥桥下进行清淤，以加强大桥南北侧海域连通，改善大桥南北侧水动力。大嶝大桥及轨道桥桥梁设计按照V航道通航标准预留，预留航道设计底标高-7.5m，鉴于预留航道近期暂无实施计划，结合大桥两侧清淤底高程，桥下清淤高程取-2.5m。

3) 大嶝大桥南侧清淤区

本区域在确定清淤底高程时，综合考虑与厦门新机场周边海域生态环境综合治理工程的衔接。对于厦门新机场周边海域清淤整治，《厦门海域清淤与纳泥总体调配方案》（厦府办[2011]127号）要求大嶝南清淤至-4.2m，这样既可以彻底清除互花米草根系，又与后期周边海域生态环境综合治理工程相衔接，改善水动力条件，因此大嶝大桥南侧清淤底高程取-4.2m。

2.3.3.4清淤工作量

清淤工程量如下表所示。

表 2.3-2 海域清淤工程量

清淤分区		淤泥 (万 m ³)	粉质粘土 (万 m ³)	合计 (万 m ³)
大嶝大桥北侧清淤区	A-1 区	5.58	4.62	10.20
	A-2 区	11.56	5.35	16.91
	A 区小计	17.14	9.97	27.11
	B 区	31.16	7.79	38.95
	A 区和 B 区小计	48.30	17.76	66.06
大嶝大桥桥下清淤区		16.13	4.66	20.79
大嶝大桥南侧清淤区		237.76	208.39	446.15
合计		302.19	230.81	533.00

2.3.3.5桥梁保护

(1) 桥梁防护

大嶝大桥桥下清淤范围内分布有大嶝大桥、地铁 3 号线、地铁 4 号线，三座桥梁平行布置，大致呈东西走向。大嶝大桥标准跨径为 35m，主跨为 3 跨 60m，桥梁横向分布 4 幅桥布置，桥墩承台顶标高为 0.5m，底标高为-2.0m。地铁 3 号线、地铁 4 号线桥梁跨径同大嶝大桥，分别为单幅桥布置，桥墩承台顶标高为 0.3m~0.85m，最低承台底标高为-1.9m。

桥梁范围内清淤底标高为-2.5m，略低于桥梁承台底标高。因此，在桥梁承台附近应控制清淤深度，避免对承台底产生扰动。同时需对承台附近范围进行防护，避免清淤后海水冲刷对桥梁承台底持力层产生掏空的风险，保障清淤完成后桥梁的结构安全。

桥梁基础防护方案：每跨桥墩横桥向的 6 个承台形成顺潮水方向的棱台防护体，保护桥梁基础的同时，也有利于海湾的水动力。以承台顶标高向外扩 1.5m 宽，按 1: 3 坡比清挖至设计清淤底高程-2.50m，坡面采用 15cm 厚模袋混凝土防护，坡脚向外延伸 2m，充填混凝土强度为 C25。

模袋可选用高分子聚合物纤维材料，模袋尺寸应根据实际施工强度实验确定。模袋铺设前设置定位桩及拉紧调节装置，定位、调节装置能满足模袋混凝土施工的受力要求，待模袋铺设完成后，进行水下混凝土的充灌。

具体桥梁防护图见 2.3-17。

表 2.3-3 大嶝大桥及轨道桥桥墩防护工程量

项目	单位	数量	备注
模袋混凝土护面	m ³	5640	厚 15cm

(2) 施工期监测

在大嶝大桥及 3 号、4 号地铁桥第 5 跨~第 15 跨范围的桥墩，设置垂直位移和水平位移标点进行桥墩位移监测。按桥孔划分，在每个桥墩顶部布置 1 个垂直位移和水平位移标点，共计 11×6=66 个测点。由于受现场的地形和地质条件限制，在大嶝大桥两岸稳定的新鲜基岩或原土上各设置 1 个垂直位移和水平位移工作基点，在大嶝大桥北侧 1~3km 处布置 1 组水准点，垂直位移采用三等水准法测量。施工期，变形监测频次按 1 次/周，如特殊时期（如发生台风、地震等）增加测次，监测自动化可根据需要，适当加密测次。

2.3.3.6 临时航路

(1) 抛泥区航路选线

本工程部分疏浚土考虑上岸处理，弃泥主要考虑外抛至东碇岛倾倒地。从本工程施工区开挖淤泥运输至东碇岛倾倒地，经由清淤区、临时航路、厦门海上海岛一日游航线、刘五店航道、厦门港主航道以及现有临时航路（厦门港主航道至倾倒地）。其中刘五店航道、厦门港主航道为现有航道，航道宽度以及深度均可满足本工程最大船型通航要求，厦门海上海岛一日游航线为现有航道，根据收集到的航道资料，该段航道宽 100m，利用段航道最浅水深为 0.6m（理论最低潮面），能满足 1500m³ 泥驳乘潮 4 小时满载通航要求（90%保证率）。

结合清淤区分布、水深地形，本工程临时航路分成清淤南边区域、东碇岛倾倒地附近区域，共 2 个区域。不同区域间根据可通航船舶情况不同确定设计尺度。①清淤南边区域按照 1500m³ 泥驳双线乘潮通航设计。②东碇岛倾倒地附近利用现有临时航路。

(2) 临时航路设计尺度

1) 宽度

经计算，本工程施工船型所需航道宽度如下表：

表 2.3-4 施工船型所需航道宽度

船型	总长(m)	型宽(m)	航速<6 节		航速>6 节	
			单线航道宽度(m)	双线航道宽度(m)	单线航道宽度(m)	双线航道宽度(m)
1500m 泥驳	68	14	49.1	91.3	56.1	98.3

2) 深度

经计算，本工程施工船型所需航道通航水深如下：

表 2.3-5 施工船型所需航道通航水深

船型	满载吃水 T(m)	航行富余水深 (m)	所需航道水深 (m)
1500m ³ 泥驳	3.95	0.6	4.55

临时航路尺度汇总见下表。

表 2.3-6 临时航路设计尺度一览表

航段	航路宽度 (m)	航路设计泥面 (m)	最大通航船型
清淤南边区域航路	100	-4.2	1500m ³ 泥驳

临时航路清淤量总计约 44.36 万 m³，布置浮标 16 座，待工程结束后将撤除。

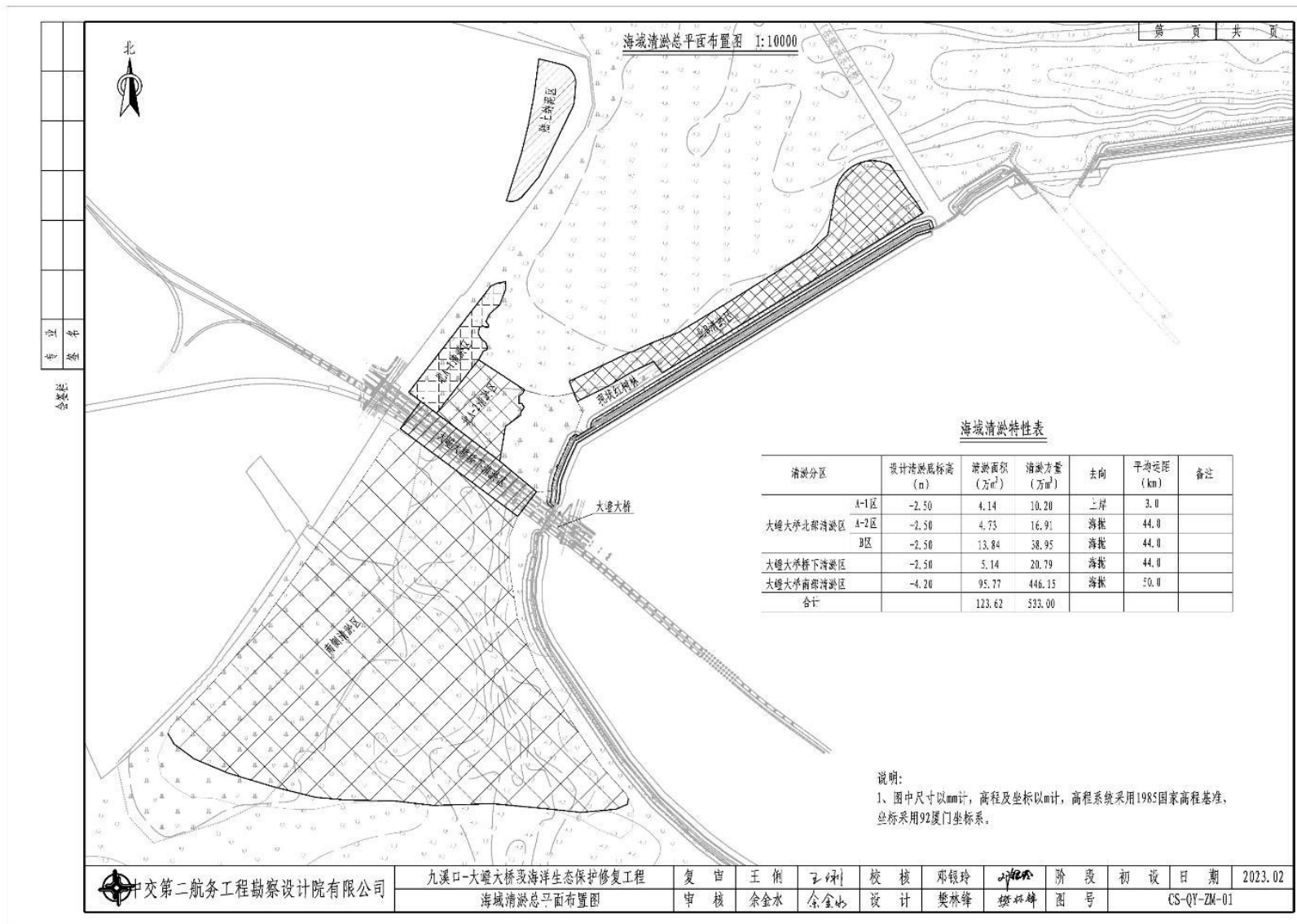
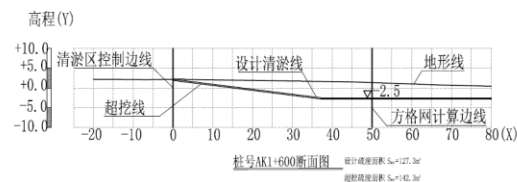
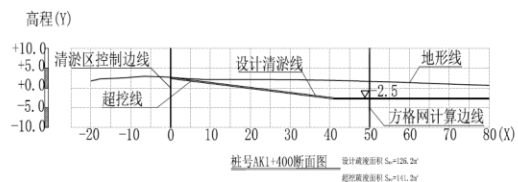
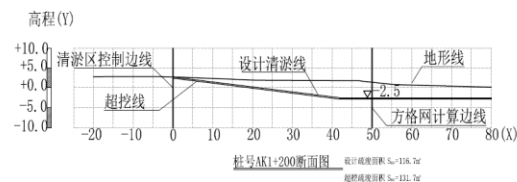
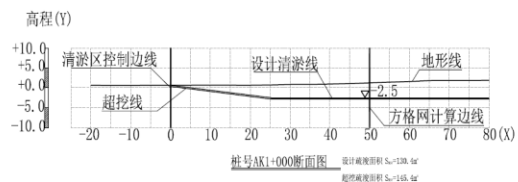
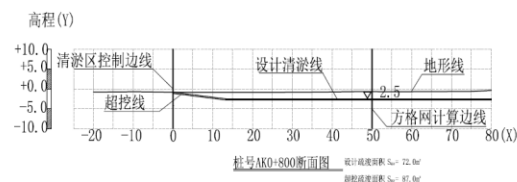
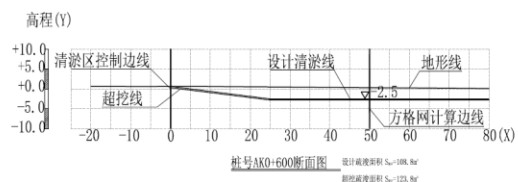
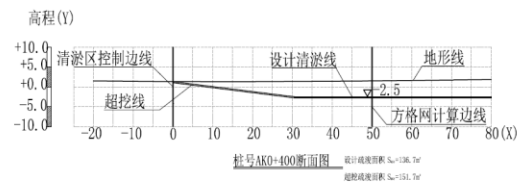
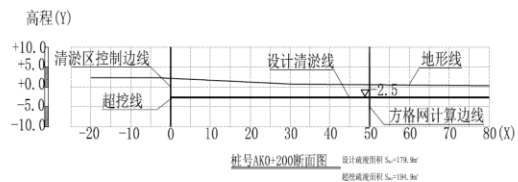


图 2.3-8 海域清淤总平面布置图

专业章
审核章
会签章



说明:

- 1、图中尺寸以mm计，高程以m计，高程系统采用1985国家高程基准。
- 2、本图比例尺为1:1000。

中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	王 俐	校 核	邓银玲	邓银玲	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	大嶝大桥北侧A区断面图	审 核	余金水	余金水	设 计	郑俊杰	郑俊杰	图 号	CS-QY-DM(A)-01		

图 2.3-13 大嶝大桥北侧 A 区断面图

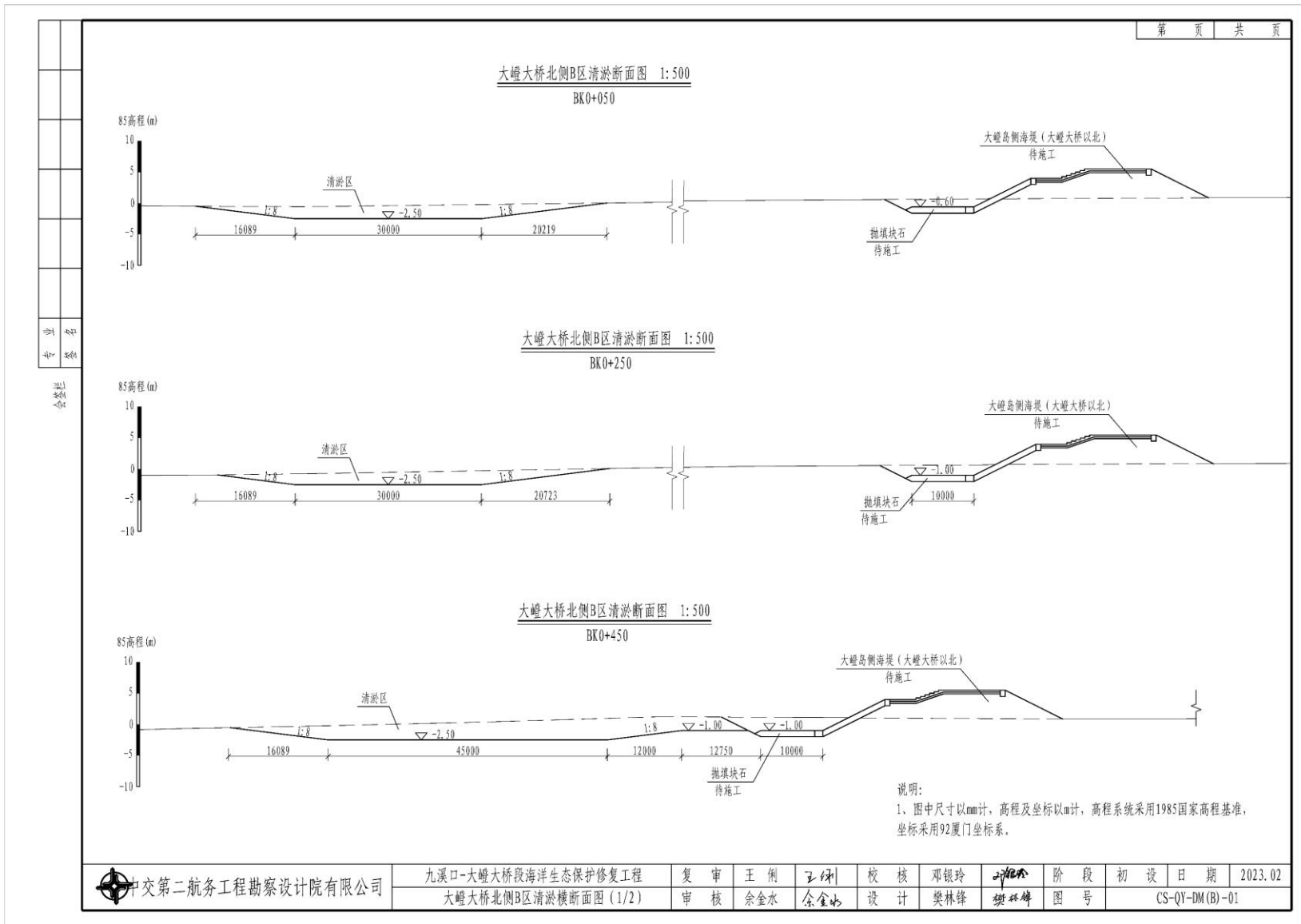


图 2.3-14 大嶝大桥北侧 B 区断面图 (一)

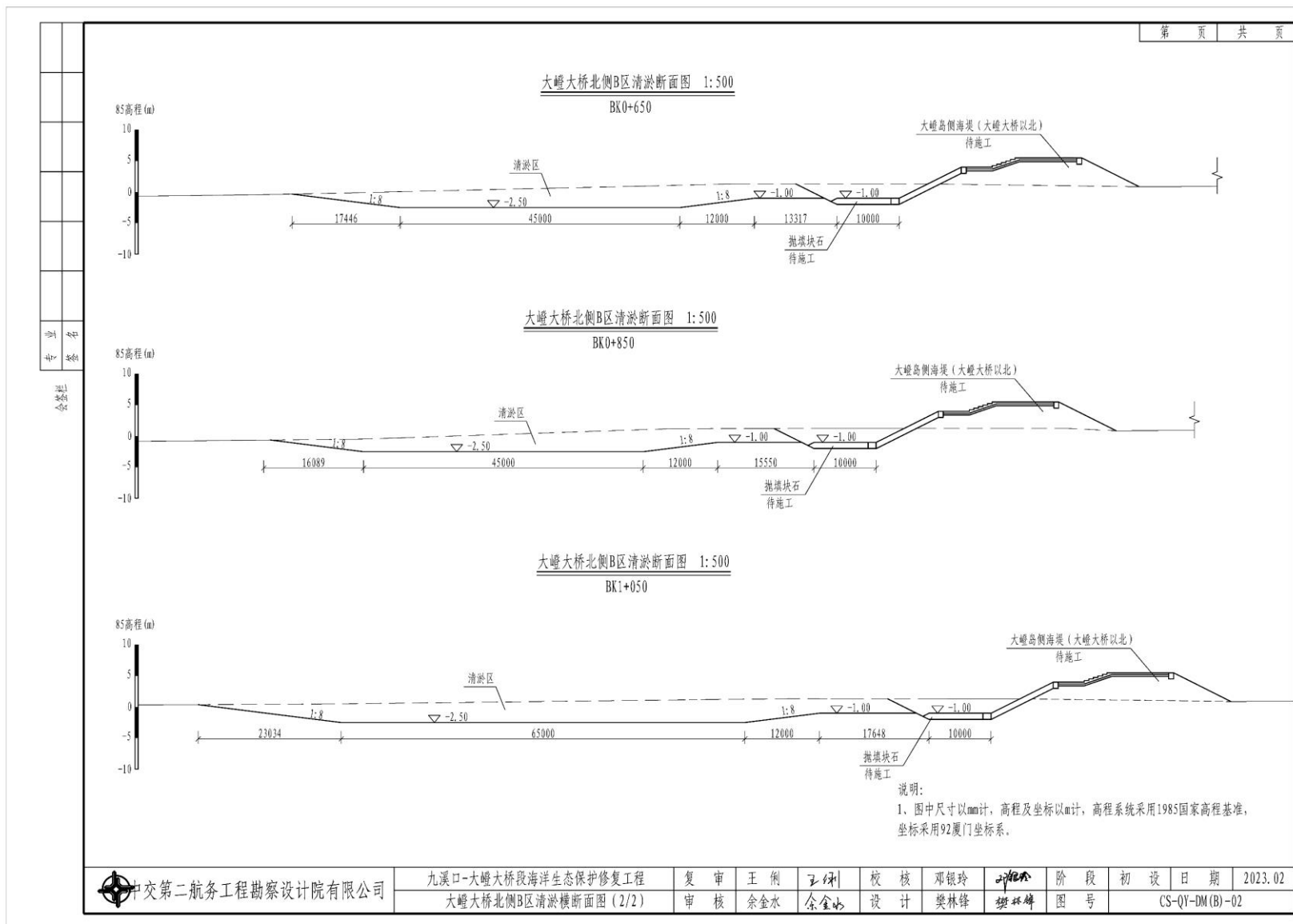
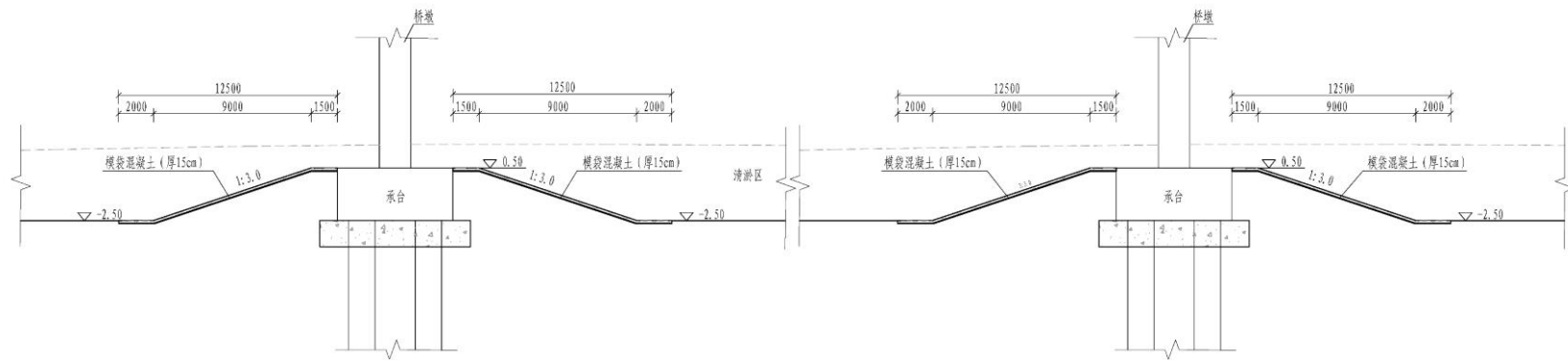


图 2.3-15 大嶝大桥北侧 B 区断面图 (二)

桥墩防护结构图 1:200



说明:
1、图中尺寸以mm计, 高程及坐标以m计, 高程系统采用1985国家高程基准, 坐标采用92厦门坐标系。


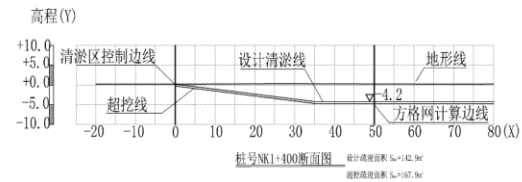
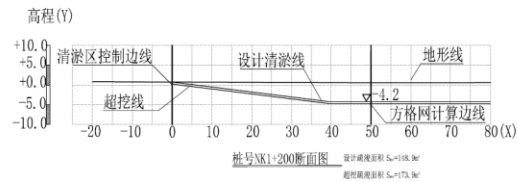
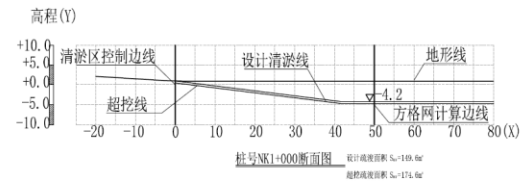
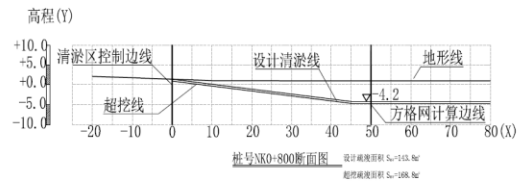
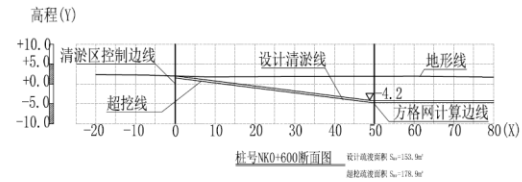
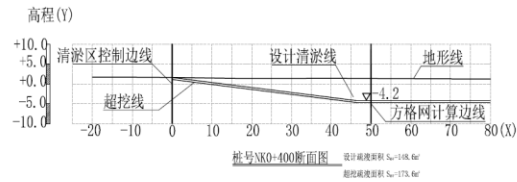
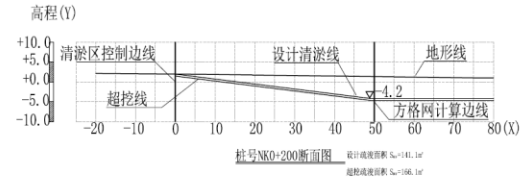
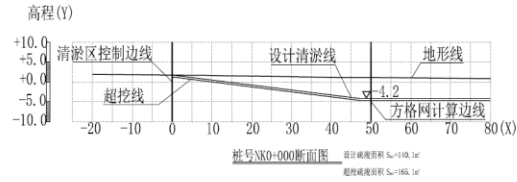
 中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九溪口-大嶼大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	王 俐	校 核	邓银玲	阶段	初 设	日 期	2023.02
	桥墩防护结构图	审 核	余金水	余金水	设 计	樊林峰	图 号	CS-QY-DM(桥)-03		

图 2.3-18 桥墩防护结构图

专业
姓名
会签



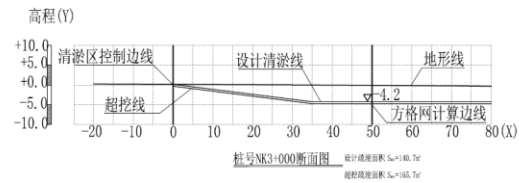
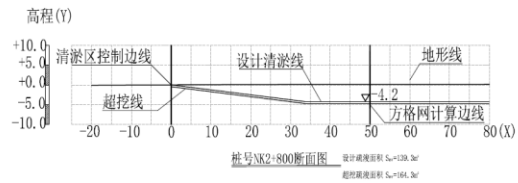
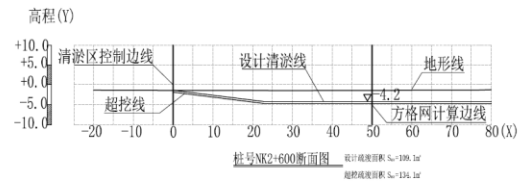
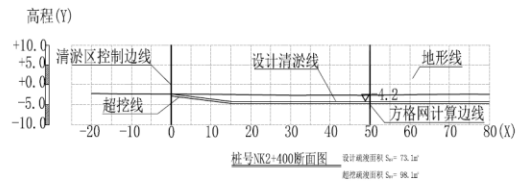
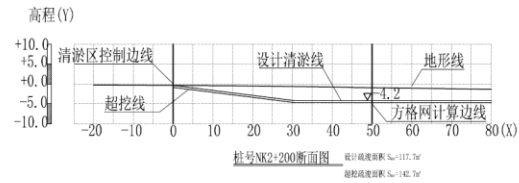
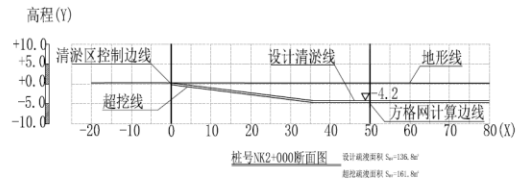
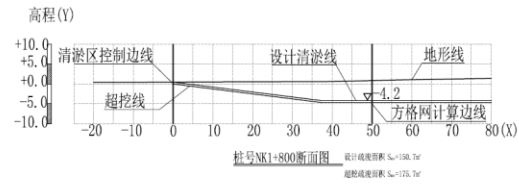
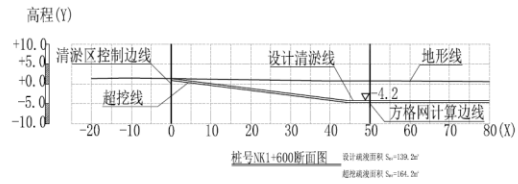
说明:

- 1、图中尺寸以mm计，高程以m计，高程系统采用1985国家高程基准。
- 2、本图比例尺为1:1000。

中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九渡口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	王 俐	校 核	邓银玲	邓银玲	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	大嶝大桥南侧清淤区断面图	审 核	余金水	余金水	设 计	郑俊杰	郑俊杰	图 号	CS-QY-DM(S)-01		

图 2.3-19 大嶝大桥南侧清淤区断面图（一）

专业
姓名
会签



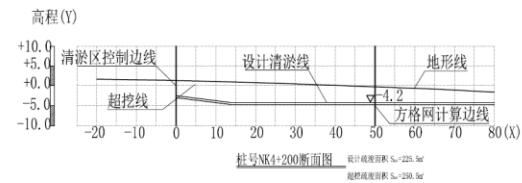
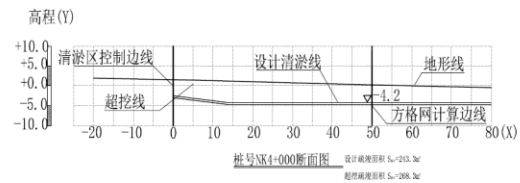
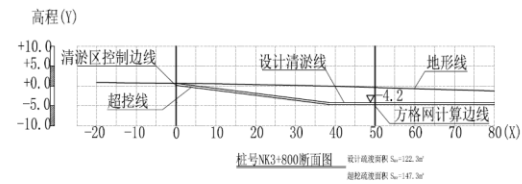
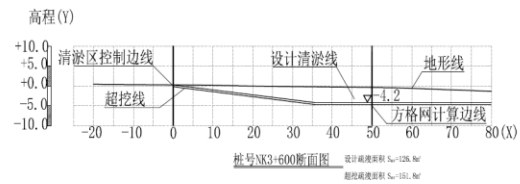
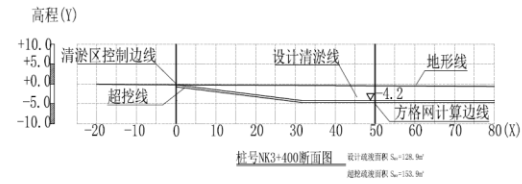
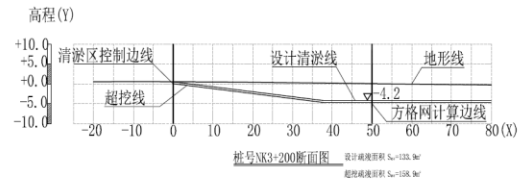
说明:

- 1、图中尺寸以mm计, 高程以m计, 高程系统采用1985国家高程基准。
- 2、本图比例尺为1:1000。

中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王 俐	校 核	邓银玲	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	大嶝大桥南侧清淤区断面图	审 核	余金水	设 计	郑俊杰	图 号	CS-QY-DM(S)-02		

图 2.3-20 大嶝大桥南侧清淤区断面图 (二)

专业
姓名
审核
日期



说明:

- 1、图中尺寸以mm计, 高程以m计, 高程系统采用1985国家高程基准。
- 2、本图比例尺为1:1000。

中交第二航务工程勘察设计院有限公司	九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程	复 审	王俐	王俐	校 核	邓银玲	邓银玲	阶 段	初 设	日 期	2023.02
	大嶝大桥南侧清淤区断面图	审 核	余金水	余金水	设 计	郑俊杰	郑俊杰	图 号	CS-QY-DM(S)-03		

图 2.3-21 大嶝大桥南侧清淤区断面图 (三)

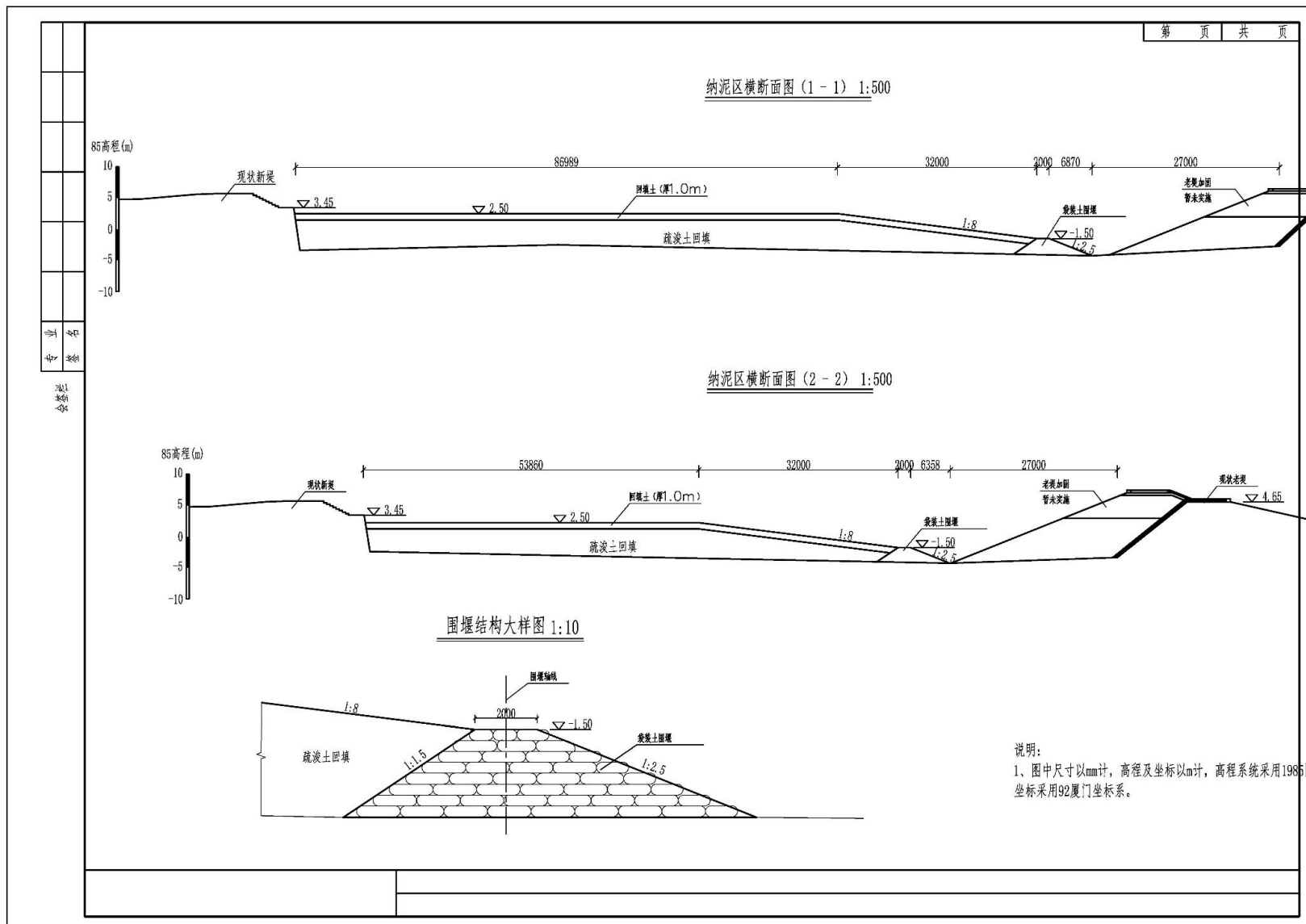


图 2.3-23 纳泥区横断面图
55

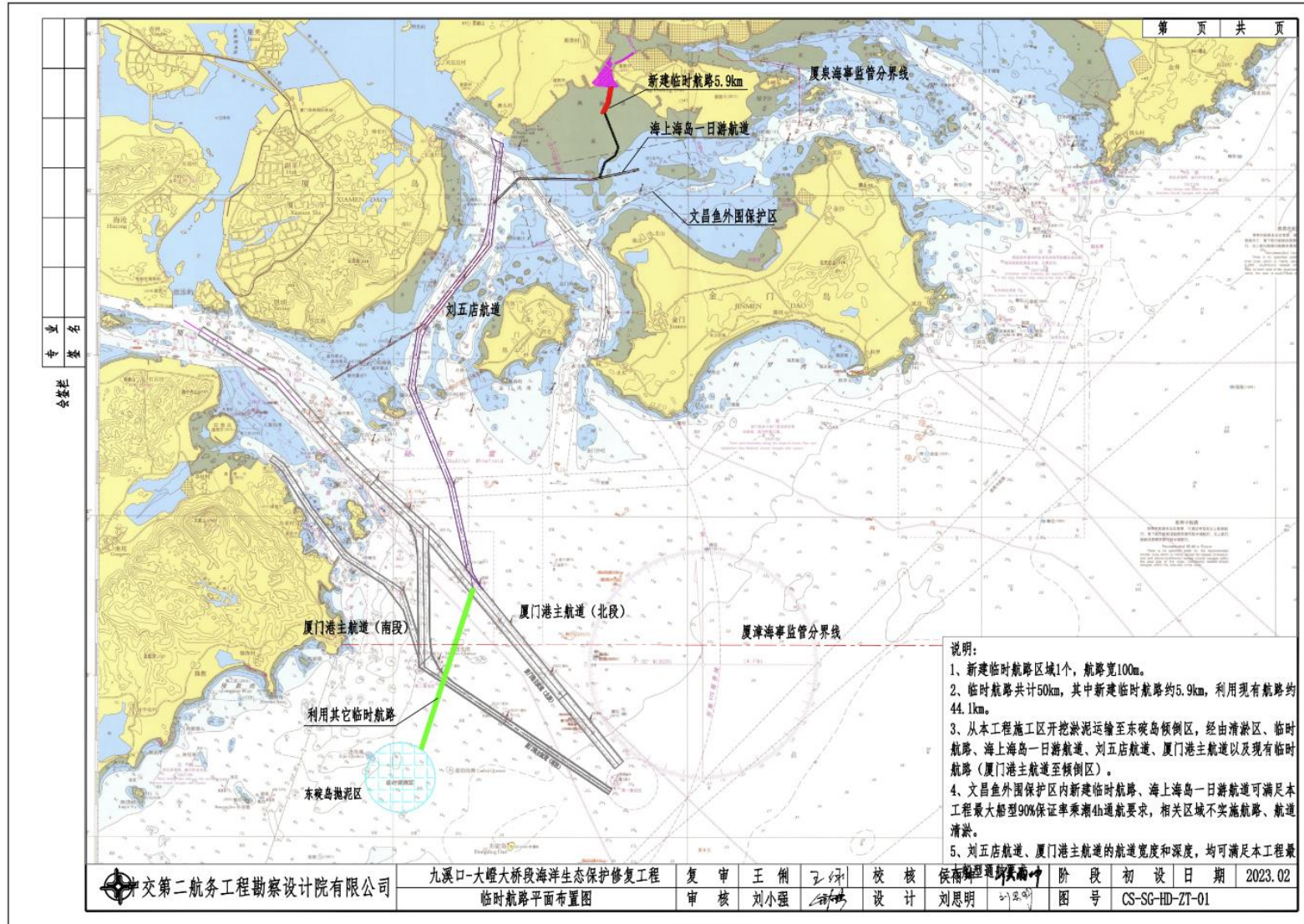


图 2.3-24 临时航路平面布置图

2.4 施工方案

2.4.1 红树林修复

1) 潮沟开挖

各红树林种植块之间预留潮沟，用水陆两栖挖机进行土方填挖，潮沟底高程为 1.6m，当潮沟区域现状高程低于 1.6m 时维持现状。

2) 围堰施工

围堰堤身施工主要包括袋装土和充填袋装淤泥等，围堰顶铺设一层约 70cm 后的袋装淤泥，待种植红树林时插破袋子种上红树苗。

围堰施工顺序:袋装土→铺袋→挖掘机直接抓入已就位的袋子→整理坡面→表层袋装淤泥→测量验收合格→进入下一分段施工。

3) 填泥施工

红树林种植区先筑好围堰。水陆两栖挖机挖泥进行场平，疏土卸至围堰内种植区。场平高程为 1.8m。多余土方采用泥驳运至岸边，由长臂挖机运至自卸汽车，最后运至陆上指定纳泥区。

测量验收合格→准备苗木→种植红树林→交工验收。

2.4.2 海域清淤

本次海域清淤分区分为大嶝大桥北侧清淤区 A-1 区、大嶝大桥北侧清淤区 A-2 区、大嶝大桥北侧清淤区 B 区、大嶝大桥桥下清淤区、大嶝大桥南侧清淤区、临时航道清淤区。

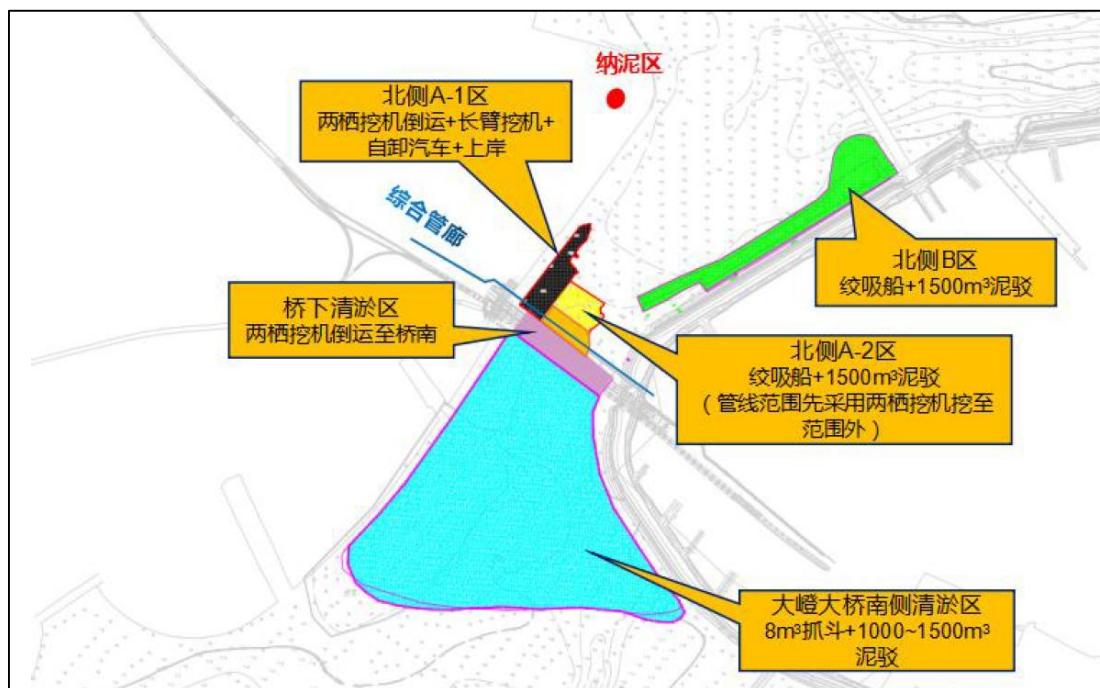


图2.4-1 清淤方案布置图

2.4.2.1大嶝桥北侧区域

(1) A-1区

大嶝大桥北侧清淤区 A-1 区，该部分属于近岸滩地清淤，该区域采用水陆两栖挖机+长臂挖机+自卸式运泥车。计划安排 3 组 1m^3 水陆两栖挖机+ 0.5m^3 长臂挖机+ 8m^3 自卸汽车。

①清淤区开挖

本区域清淤开挖标高从原泥面至 -2.5m ，开挖清淤工程量约 10.2 万 m^3 。采用水陆两栖挖机进行清淤挖泥。

②清淤土方运输及处置

本区域内清淤土方需采用水陆两栖挖机在海上转运至岸边，再由岸边长臂挖机转运至自卸式运泥车，运至指定陆上纳泥区处置。

(2) A-2区及B区

大嶝大桥北侧清淤区 A-2 区、B 区，该部分清淤采用 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 小型绞吸式挖泥船+装卸平台（过驳）+ 1500m^3 大型泥驳船施工的清淤方案。

①清淤区开挖

本区域清淤开挖标高从原泥面至 -2.5m ，开挖清淤工程量约 55.86 万 m^3 ，上述区域主要疏浚工艺为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 小型绞吸式挖泥船。对于 A-2 区综合管廊两侧 50m 范围内需采用两栖挖机

海上倒运至综合管廊北侧外边线 50m 以外,再采用 1000m³/h 小型绞吸式挖泥船施工,共约 7.18 万 m³。

②清淤土方运输

本区域内清淤土方通过输泥管线经过大嶝大桥至大嶝大桥南侧装载平台,再通过靠驳平台的 T 型消能管吹至 1500m³ 泥驳,由泥驳将疏浚土外抛至抛泥区。

施工工艺如下:

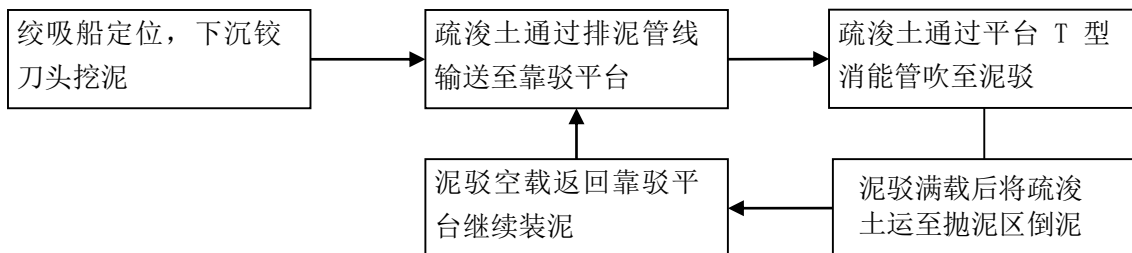


图 2.4-2 绞吸船过驳工艺流程图

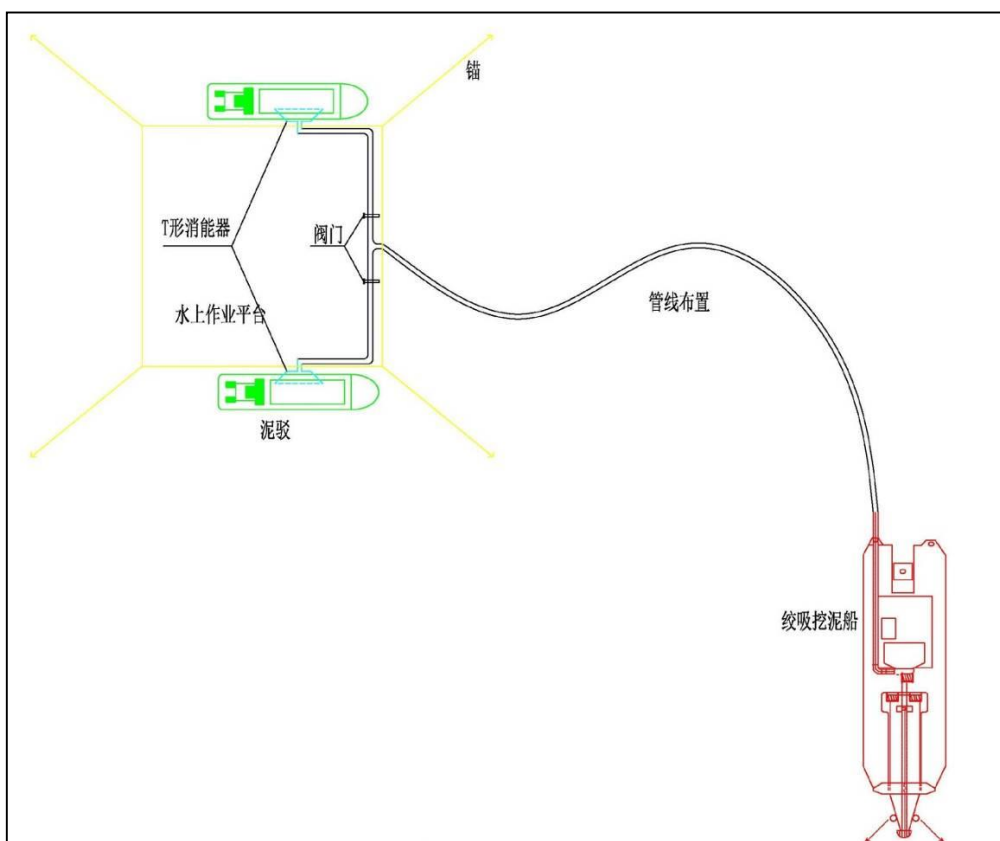


图 2.4-3 绞吸船装驳示意图



图 2.4-4 作业平台 T 型消能管装驳现场图

③泥驳配置方案

采用 1500m^3 泥驳外抛，泥驳布置在水上作业平台两侧。为满足绞吸式挖泥船连续作业要求，装载平台两侧各停靠 1~2 艘 1500m^3 泥驳，绞吸船工作期间，可通过阀门控制左右两侧船舶之间装仓。

④装载过驳区设计方案

装载区布置在大嶝大桥南侧，南北向长约 240m，东西向宽约 232m，输泥管线自北向南接入，管径 750mm。装载平台长 60m，宽 20m，满足布置管线及吊架、泥驳停泊需要。平台两侧停泊水域按 2 倍船宽设计，宽 28m，在装卸平台南侧设置回旋水域。该区设置在大嶝大桥南侧清淤区。

2.4.2.2 大嶝大桥桥下区域

大嶝大桥桥下清淤区，该区域采用水陆两栖挖机的清淤方案。

①清淤区开挖

本区域清淤开挖标高从原泥面至 -2.5m，开挖清淤工程量约 20.79万 m^3 。采用水陆两栖挖机进行清淤挖泥。

②清淤土方运输

本区域内清淤土方需采用水陆两栖挖机运至大嶝大桥南侧，然后由 8m^3 抓斗式挖泥船挖泥至 $1000\sim 1500\text{m}^3$ 泥驳船，由泥驳船运至东碇岛倾倒区，海抛运距约 50km。

2.4.2.3 大嶝大桥南侧区域

大嶝大桥南侧清淤区，该区域采用 8m^3 抓斗式挖泥船+ $1000\sim 1500\text{m}^3$ 大泥驳的清淤方式。

①清淤区开挖

本区域清淤开挖标高从原泥面至-4.2m，开挖清淤工程量约 446.15 万 m³。采用 8m³ 抓斗式挖泥船进行清淤挖泥。

②清淤土方运输

本区域内清淤土方由 8m³ 抓斗式挖泥船挖出后运至 1000~1500m³ 大型泥驳，通过 1000~1500m³ 大型泥驳运输至倾倒区进行海抛，泥驳单趟运输距离约为 50km。

2.4.2.4临时航路清淤区

为将开挖淤泥运至倾倒区，本工程需设置大嶝大桥南侧临时航路。设置临时航路时，局部需进行清淤。

①清淤区开挖

本区域清淤开挖清淤工程量约 44.36 万 m³。采用 8m³ 抓斗式挖泥船进行清淤挖泥。抓斗挖泥船根据疏浚范围分段、分条、定深开挖的方法施工。分段长度为挖泥船一次抛锚所能开挖的长度；分条宽度为船宽的宽度。

②清淤土方运输

本区域内清淤土方由 8m³ 抓斗式挖泥船挖出后运至 1000~1500m³ 大型泥驳，通过大型泥驳运输至东碇岛倾倒区进行海抛，单趟运输距离约为 46km。

2.4.3施工机械

本项目清淤工程和红树林修复工程的主要施工机械分别见表 2.4-1 和表 2.4-2。

表 2.4-1 清淤工程主要施工机具配置表

分区		疏浚量 万 m ³	船机配置	工期 月
1	大嶝大桥北侧清淤区 A-1 区	10.2	3 台 1m ³ 水陆两栖挖机+3 台 0.5m ³ 长臂挖机 +3 台 8m ³ 自卸汽车	1.4
2	大嶝大桥北侧清淤区 A-2 区	7.18	3 台 1m ³ 两栖挖机+1 台绞吸船 (1000m ³ /h) +1 艘装卸平台+7 艘 1500m ³ 泥驳	1.5
		9.73	1 台绞吸船(1000m ³ /h)+1 艘装卸平台+7 艘 1500m ³ 泥驳	
3	大嶝大桥北侧清淤区 B 区	38.95	1 台绞吸船(1000m ³ /h)+1 艘装卸平台+7 艘 1500m ³ 泥驳	3.3
4	大嶝大桥桥下清淤区	20.79	3 台 1m ³ 水陆两栖挖机+1 艘 8m ³ 抓斗式挖泥船 +2 艘 1000~1500m ³ 泥驳	1.8
5	大嶝大桥南侧清淤区	446.15	4 艘 8m ³ 抓斗式挖泥船+12 艘 1000~1500m ³ 泥驳	10
6	临时航路清淤	44.36	4 艘 8m ³ 抓斗式挖泥船+12 艘 1000~1500m ³ 泥驳	1.5

表 2.4-2 红树林修复工程施工机具配置表

船机	规格	数量
长臂挖掘机	0.5m ³	3

水陆挖掘机	1.0m ³	3
泥驳	150m ³	1
自卸汽车	8m ³	3

2.4.4施工进度安排

表 2.4-3 施工进度表

分区 \ 进度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
施工准备期	■																						
临时航道清淤区		■																					
红树林种植			■	■	■	■	■	■	■														
清淤区 A-1 区			■	■																			
清淤区 A-2 区					■	■																	
清淤区 B 区						■	■	■	■														
桥下清淤区										■	■												
南部清淤区											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
交工验收																						■	■

2.4.5土石方平衡及弃渣处理

本工程红树林种植区开挖土石方13.4万m³，回填土石方9.4万m³，其余4万m³运往纳泥区；海域清淤533万m³，其中14.2万m³运往纳泥区，其余522.8万m³外抛至东碇岛倾倒区；临时航路清淤44.36万m³，均外抛东碇岛倾倒区。纳泥区除回填淤泥外，在淤泥上方回填约1m厚的外购素土（约3.7万m³）。

表2.4-4 土石方平衡一览表（单位：万m³）

项目	挖方	填方	弃方	
			数量	去向
红树林种植区	13.4	9.4	4	纳泥区
海域清淤	533		533	纳泥区（10.2） 东碇岛倾倒区 （522.8）
临时航路清淤	44.36		44.36	东碇岛倾倒区
合计	590.76	9.4	581.36	

2.5工程用海情况

根据《九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程海域使用论证报告书（送审稿）》
本项目预申请用海总面积为176.3367hm²，其中海域清淤工程预申请用海面积144.7519hm²，
红树林恢复工程预申请用海面积31.5848hm²，均为施工期用海。

2.6项目周边工程介绍

大嶝大桥：建于 2005 年，全长约 1800 米，城市道路 I 级，设计车速为每小时 60 公里，双幅桥，单幅桥宽 12m；采用双孔单向通航型式，可满足代表船型为 200 吨级杂货船和 150 吨级散货船的通航要求（净高 11.0m、通航净宽 45m）。目前大嶝大桥正在进行提升改造工程，对现状大嶝大桥进行拼宽改造，由双向 6 车道提升至双向 8 车道，并在桥梁两侧增设人行道，桥梁标准断面全宽由 26m 增至 43m，两端各增加 8.5m。现状桥墩已实施完毕，跨海处桥墩纵向布置与原大嶝大桥一致，共 24 跨，承台顶高程约为 0.5m，底标高-2.0m，承台厚 3m，本次清淤区位于第 5 跨~第 15 跨范围。业主单位为厦门市公路事业发展中心。

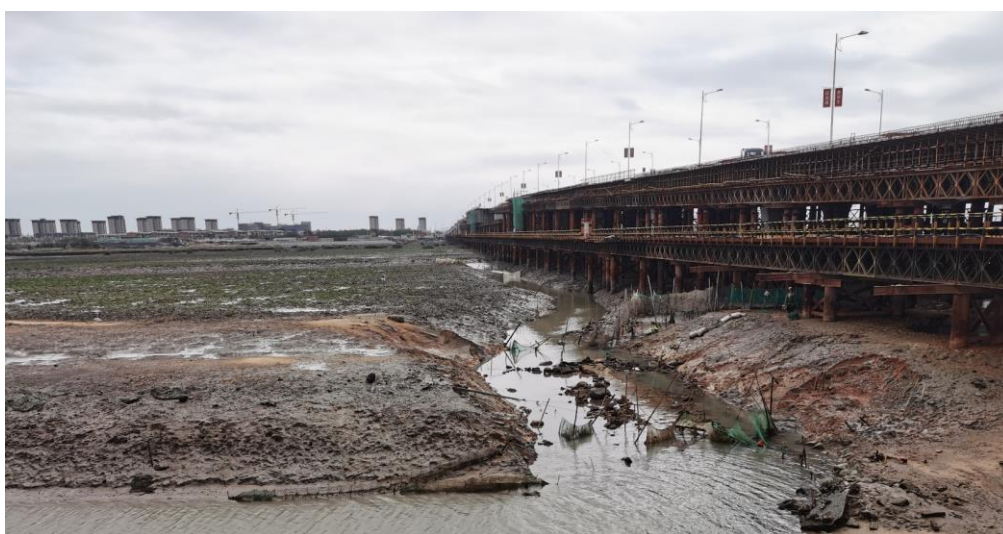


图 2.6-1 大嶝大桥

厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段工程（跨海桥梁）：位于大嶝大桥南侧，距离大嶝大桥加宽部分桥墩约 9m，目前桥墩部分已施工完成。跨海处桥墩纵向布置与原大嶝大桥一致，为单幅桥布置，承台顶高程约为 0.3m~0.85m，最低承台底标高为-1.9m。业主单位是厦门轨道交通集团有限公司。



图 2.6-2 厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段工程（跨海桥梁）

溪东大桥（在建）：溪东路（翔安南路-机场快速路段）（原翔安滨海东路）跨海段（即溪东特大桥）北起滨海公园大道，跨过大嶝岛南港海域后，南接环嶝路。溪东大桥跨海段采用双层桥面设计，上层为车行桥，下层设置慢行系统，两端分别接入公园大道和环嶝路人行道，于 2019 年 3 月开工建设，计划竣工日期为 2022 年 7 月。全桥长 1383.459m，其中：南引桥长 408.959m，北引桥长 769.5m。桥梁总宽 26.0m，车行道为双向六车道。



图 2.6-3 溪东大桥

九溪河挡潮闸：设计过闸流量为每秒 1035m^3 ，闸孔为 9 孔，挡潮标准为 100 年一遇，防洪排涝标准为 50 年一遇。九溪河挡潮闸主要由河道堤防工程、海堤加固新建工程、挡潮闸工程、机电设备及安装工程等组成。



图 2.6-4 九溪河挡潮闸

2.7 工程分析

2.7.1 主要污染源分析

2.7.1.1 水污染源

本工程对海域水环境的影响主要表现为施工期悬浮泥沙入海，人为增加工程区附近海域水中悬浮物的浓度；施工船舶含油污水和生活污水、陆上施工人员生活污水和施工场地的生产废水。

① 悬浮泥沙

本工程悬浮泥沙主要来自清淤区和临时航路清淤、红树林种植等。其中红树林种植区造滩采用水陆两栖挖掘机挖泥及围堰填筑淤泥的方法，产生的悬浮泥沙很少；悬浮泥沙主要来源于清淤区和临时航路清淤。

1) 8m³ 抓斗式挖泥船

悬浮泥沙发生量《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-1-2021)中提出的公式进行估算。

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0 \quad (\text{式 2.7-1})$$

式中： Q—施工作业悬浮物发生量(t/h)；

W₀—悬浮物发生系数(t/m³)

R —发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比(%)

R_0 —现场流速悬浮物临界粒子累计百分比(%)

T —挖泥船疏浚效率(m^3/h)。

采用 $8m^3$ 抓斗式挖泥船时, 挖泥效率 T 约为 $400m^3/h$; 悬浮泥沙入海主要发生在抓斗上下作业过程, 类比有关实际作业情况, 估算 $W_0=0.02t/m^3$; 按 $R: R_0=1: 1$ 计算悬浮泥沙产生量, 则 $Q=2.22kg/s$ 。因此, 采用 $8m^3$ 抓斗式挖泥船进行清淤的悬浮泥沙源强为 $2.22kg/s$ 。

2) $1000m^3/h$ 绞吸式挖泥船

采用 $1000m^3/h$ 绞吸式挖泥船时, 设计疏浚效率取 $T=1000m^3/h$; 根据文献¹, 实验结果表明绞吸式挖泥船施工悬浮泥沙的再悬浮率介于 $3\sim 5kg/m^3$ 之间, 保守考虑取 $\frac{R}{R_0} \times W_0 = 5kg/m^3$ 。根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-1-2021), 采用式 2.7-1 计算得 $1000m^3/h$ 绞吸式挖泥船进行疏浚时悬浮泥沙源强约 $1.39kg/s$ 。

3) $1m^3$ 水陆两栖挖掘机

本工程中水陆两栖挖掘机基本在趁潮干滩情况下施工, 其悬浮泥沙源强显著小于抓斗式挖泥船、绞吸式挖泥船, 因此, 本评价对水陆两栖挖掘机施工过程中产生的悬浮泥沙入海不作定量估算, 着重提出减轻影响的环保措施与建议。

②施工船舶污水: 施工船舶污水包括施工船舶舱底油污水和施工船舶生活污水, 根据工可, 施工高峰期约有 20 艘船舶, 施工船舶上共约有 100 人 (船员生活污水量以 $80L/d \cdot$ 人计), 每天生活污水产生量为 $8m^3/d$, 生活污水主要污染物为 COD 和 SS, 浓度分别约为 $350mg/L$ 和 $200mg/L$ 。施工船舶吨位在 $100\sim 2000t$ 之间, 每艘船舶舱底油污产生量在 $0.14\sim 0.54t/d$, 含油量最大约为 $2000mg/L$ 。每天最高含油污水产生量为 $10.8m^3/d$ 。施工船舶生活污水和含油污水应由有资质的船舶油污水接收船接收上岸处理。

③施工生活废水

施工高峰期施工人员约 110 人, 生活用水量按 $0.15t/d \cdot$ 人计算, 排污系数 0.8, 则生活污水约为 $13.2m^3/d$ 。参考《给排水设计手册》(第五册城镇排水) 典型生活污水水质示例, 本项目施工期生活污水中主要污染物浓度取 COD $300mg/L$ 、BOD₅ $150mg/L$ 、SS $150mg/L$ 、NH₃-N $35mg/L$ 。工人租用附近民房, 生活污水排入民房生活污水处理排放系统处理。

2.7.1.2 大气污染源

¹ 曾建军. 不同类型挖泥船疏浚悬浮物影响的对比分析[J]. 海峡科学, 2017, 7: 56-57.

施工期大气污染源主要为施工船舶、水陆两栖挖掘机及载泥汽车等排放的尾气，主要大气污染物是施工机械排放尾气中的 NO_x、SO_x、CO_x、NMHC 等。

目前国内关于船舶排放的大气污染物定量估算的报道较少。根据劳氏船级社提供的有关船用柴油机废气排放数据表明，船用低速柴油机每燃烧 1t 燃油产生 84kgNO_x，产生 SO_x 为 2.1 倍的燃油含硫量，典型的低、中硫船用燃料油含硫量为 0.17、0.82% (wt)。

工程区海域较为开阔，大气扩散条件较好，工程周边近区没有大气环境敏感目标，所以，施工期施工机械排放的尾气对大气环境的影响是小的，本评价不再进行大气污染物预测评价，着重提出相应的大气污染防治措施与建议。

2.7.1.3 噪声污染源

施工期施工船舶、施工机械等产生的噪声，将对工程区附近声环境造成一定的影响。类比同类项目施工现场监测资料，施工阶段主要噪声污染源及强度见表 2.4-1。

表 2.7-1 施工期主要设备产生的噪声强度一览表

噪声源	测量距离(m)	源强 dB (A)
船舶作业噪声	5	85
挖掘机	10	85
自卸车	5	72

2.7.1.4 固体废物

施工期固体废物主要为船舶垃圾、陆域生活垃圾、疏浚物。

施工船舶垃圾包括生产垃圾和生活垃圾。根据《水运工程环境保护设计规范》，沿海船舶每人每天产生的生活垃圾按 1.5kg 计，生活垃圾为 150kg/d；生产垃圾主要为船舶维护产生的固体废物，按每艘 20kg/d 计，船舶垃圾为 400kg/d；船舶垃圾应集中收集存放，由有资质单位接收处置。

陆域生活垃圾产生量按 1.0kg/人·d 计，施工人员生活垃圾产生量为 110kg/d。施工人员租用当地民房，施工人员生活垃圾纳入现有环卫垃圾收集处理系统处理。

疏浚物约 581.36 万 m³（含临时航道清淤及红树林造滩弃方）其中，回用于陆域约 14.2 万 m³，弃方约 567.16 万 m³，外抛至东碇岛海洋倾倒区。

2.7.1.5 施工期污染源汇总

综上，本工程施工期主要污染物排放情况见表 2.7-2。

表 2.7-2 施工期主要污染物排放情况

环境要素	污染源	主要污染物	源强	排放方式
水	8m ³ 抓斗式挖泥船	SPM	2.22kg/s	施工时连续排放

环境要素	污染源	主要污染物	源强	排放方式
	1000m ³ /h 绞吸式挖泥船	SPM	1.39kg/s	施工时连续排放
	施工人员生活污水	COD、SS	13.2m ³ /d	纳入民房生活污水处理排放系统处理
	施工船舶舱底油污水	石油类	10.8t/d	铅封，通过污水接收设施接收后，由有资质单位统一处理
	施工船舶生活污水	COD、SS	8m ³ /d	
大气	施工机械、船舶	CO、NO _x 、NMHC 等	—	自然排放
声	施工机械、船舶	L _{Aeq}	72~85dB(A)	自然传播
固体废物	施工船舶	生活垃圾 生产垃圾	150kg/d 400kg/d	船舶垃圾收集后有资质单位接收处理
	施工营地	生活垃圾	110kg/d	陆域生活垃圾纳入现有环卫垃圾收集处理系统处理
	疏浚	疏浚物	581.36 万 m ³	约 14.2 万 m ³ 运至纳泥区处置，约余 567.16 万 m ³ 外抛至福建东碇海洋倾倒区。

2.7.2 生态环境影响分析

- (1) 滩涂清淤对局部海域水文动力和冲淤环境的影响。
- (2) 施工期海域清淤和红树林种植对底栖生物的破坏。
- (3) 滩涂清淤对现状红树林的影响。
- (4) 施工悬浮泥沙引起工程区附近海域水体泥沙含量增加对海洋生态环境(包括文昌鱼、中华白海豚)的影响。
- (5) 滩涂清淤和施工噪声对白鹭等鸟类栖息觅食的影响。
- (6) 互花米草清除及红树林种植对生态系统的正面影响。
- (7) 施工船舶事故溢油可能对海域水质、海洋生态环境及周边环境敏感目标造成一定影响。

2.8 产业政策和规划区划符合性

2.8.1 产业政策符合性分析

本项目为海洋生态保护修复工程，共修复海域面积约 154 万 m²，其中互花米草清理面积约 91 万 m²，互花米草分布区及周边海域清淤 123.62 万 m²，红树林种植区域约 26.48 万 m²，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》2021 年 12 月 30 日国家发展改革委第 49 号令修改“鼓励类”中的“四十三、环境保护与资源节约综合利用：2、海洋环境保护及科学开发、海洋生态修复”。因此，本项目建设符合国家产业政策。

2.8.2 与相关规划区划的符合性分析

2.8.2.1 与福建省近岸海域环境功能区划的符合性分析

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020年）》、《福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（厦门湾局部海域）的批复》，本工程位于“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”，附近海域为“FJ105-D-II 同安湾刘五店四类区”、“FJ096-D-III 围头湾石井—浣江四类区”、“FJ156-B-II 厦门湾东部一海域二类区”，见图 1.3-1。

“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”的主导功能为新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水。本工程清淤、红树林种植不改变海域自然属性，施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围距文昌鱼外围保护地带 1.67km；工程实施后，完成互花米草清除 91 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，水交换能力增强，改善海洋景观和生态环境，有利于发挥该功能区的新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水主导功能。工程施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围未影响到周边其它近岸海域环境功能区。

因此，本工程建设符合《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020年）》。

表 2.8-1 福建省近岸海域环境功能区汇总表

标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积 km ²	主导功能	辅助功能	水质保护目标
FJ112-B-II	厦门东部海域二类区	厦门岛东部海域	24°31'23.88"N 118°17'24"E	117.17	新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水	浴场、纳污	二
FJ105-D-II	同安湾刘五店四类区	翔安区新店镇刘五店村至欧厝村附近海域。	24°32'47.04"N 118°12'43.2"E	8.15	港口、一般工业用水	中华白海豚保护、纳污	二
FJ096-D-III	围头湾石井—浣江四类区	促进-浣江一带的近岸海域	24°36'2.16"N 118°23'49.2"E	19.53	港口、纳污		三
FJ156-B-II	厦门湾东部一海域二类区	厦门湾东部靠内海域	24°25'27.12"N 118°19'8.4"E	507.89	旅游、新鲜海水供应	航运	二

2.8.2.2 与福建省海洋功能区划的符合性分析

(1) 评价范围内的海洋功能区分布

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》（大小嶝海域修改方案），本项目位于大嶝特殊利用区、大嶝工业与城镇用海区。评价范围内的其他海洋功能区：翔安工业与城镇用海区、石井工业与城镇用海区、厦门湾保留区、厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区等，见图 1.3-2。

表 2.8-2 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布表

序号	海洋功能区划	与本项目的相对位置	功能区类型
1	大嶝特殊利用区	本项目主体工程位于该区	特殊利用区

2	大嶝工业与城镇用海区	本项目临时航路疏浚区域 穿越该区	工业与城镇用海区
3	翔安工业与城镇用海区	东侧 1.2km	工业与城镇用海区
4	石井工业与城镇用海区	东侧 4.9km	工业与城镇用海区
5	厦门湾保留区	南侧 1.9km	保留区
6	厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区	南侧 2.3km	海洋保护区

(2) 与相关海洋功能区的符合性

①大嶝特殊利用区

“大嶝特殊利用区”的用途管制为“控制陆源污染，清淤整治，提高环境容量，改善水环境，保障城市景观水域，生态湿地公园，旅游娱乐，兼容交通运输用海、海底供水电缆等海底管道用海”，用海方式为“严格限制改变海域自然属性”，海洋环境保护要求为“重点保护防洪防潮堤岸，改善海洋景观和生态环境”。

本工程主体工程位于“大嶝特殊利用区”，共修复海域面积约 154 万 m²，其中互花米草清理面积约 91 万 m²，互花米草分布区及周边海域清淤 123.62 万 m²，红树林种植区域约 26.48 万 m²，符合“.....清淤整治，提高环境容量，改善水环境，保障城市景观水域，生态湿地公园，旅游娱乐.....”的用途管制要求；清淤用海方式为“专用航道、锚地及其他开放式”，红树林种植用海方式为“防护林种植”，属于不改变海域自然属性的用海方式，符合“严格限制改变海域自然属性”的用海方式。在保证现状护岸结构安全情况下，清淤区距离斜坡式护岸结构坡脚不小于 20m；施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围约 6.18km²，将对海洋环境产生短暂的影响，随施工结束而消失；工程实施后，完成互花米草清除 91 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，水交换能力增强，符合“重点保护防洪防潮堤岸，改善海洋景观和生态环境”的海洋环境保护要求。

②大嶝工业与城镇用海区

“大嶝工业与城镇用海区”的用途管制为“保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海”，用海方式为“允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度”，海洋环境保护要求为“维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响”。

本工程临时航路疏浚区域穿越“大嶝工业与城镇用海区”约 1.0km。本工程通过人工清除表层互花米草配合清淤工程，彻底破坏互花米草生长环境，并种植红树林，同时开展清淤工程恢复片区水动力，提升片区生态功能，临时航路作为工程施工期的临时工程，在工程结束后，不

占用该功能区，与工业与城镇建设功能用海活动可协调，符合“.....兼容不损害工业与城镇建设功能的用海”的用途管制；临时航路疏浚用海方式为“专用航道、锚地及其他开放式”，属于不改变海域自然属性的用海方式，符合“允许适度改变海域自然属性.....”的用海方式。施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围约 6.18km²，将对海洋环境产生一定的影响，随施工结束而消失；工程实施后，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，水交换能力增强，符合“维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响”的海洋环境保护要求。

③周边其他海洋功能区

本工程距离翔安工业与城镇用海区 1.2km、石井工业与城镇用海区 4.9km、厦门湾保留区 1.9km、厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区 2.3km，相距较远。

根据数模预测结果，施工期悬浮泥沙大于 10mg/L 的影响范围距离翔安工业与城镇用海区 0.6km、石井工业与城镇用海区 4.2km、厦门湾保留区 1.2km、厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区 1.7km，可见施工期悬浮泥沙大于 10mg/L 范围未影响到上述海洋功能区，符合其管控要求。

综上，本工程为九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程，位于《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）大小嶝海域修改方案》的“大嶝特殊利用区”和“大嶝工业与城镇用海区”，符合其用途管制、用海方式、海洋环境保护要求，工程施工期及实施后对周边海洋功能区影响很小。本工程建设符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》。

表 2.8-3 福建省海洋功能区划基本功能区登记表

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积(公顷)	岸段长度(米)	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
A7-13	大嶝特殊利用区	厦门市、泉州市	大嶝岛周围海域 东至118°22'37.5"E 西至118°14'09.1"E 南至24°31'15.4"N 北至24°35'40.6"N	特殊利用区	2814	16744	控制陆源污染, 清淤整治, 提高环境容量, 改善水环境, 保障城市景观水域, 生态湿地公园, 旅游娱乐, 兼容交通运输用海、海底供水电缆等海底管道用海	严格限制改变海域自然属性	结合城市景观, 加固和保护防洪防潮堤岸	重点保护防洪防潮堤岸, 改善海洋景观和生态环境
A3-63	大嶝工业与城镇用海区	厦门市翔安区	大嶝岛周围海域 东至118°23'10"E 西至118°17'08.7"E 南至24°31'6"N 北至24°34'21"N	工业与城镇用海区	2463(其中23hm ² 为小嶝岛原岛陆)	3646(海岛)	保障工业与城镇建设用海, 兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性, 控制填海规模, 填海范围不得超过功能区前沿线, 优化人工岸线布局, 尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设, 打开小嶝岛现有围垦区成为潮流通道	维持海域自然环境质量现状, 尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
A3-64	翔安工业与城镇用海区	厦门市翔安区	翔安东南部沿岸海域 东至118°19'19.8"E 西至118°18'42.2"E 南至24°34'46.8"N 北至24°35'14.1"N	工业与城镇用海区	40	7030	保障工业与城镇建设用海, 兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性, 控制填海规模, 填海范围不得超过功能区前沿线, 优化人工岸线布局, 尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设	维持海域自然环境质量现状, 尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
A3-62	石井工业与城镇用海区	泉州市南安市	南安石井沿岸海域, 东至118°25'17.1"E 西至118°20'55.5"E 南至24°34'37.4"N 北至24°36'43.4"N	工业与城镇用海区	1511	13800	保障工业与城镇建设用海, 兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性, 控制填海规模, 填海范围不得超过功能区前沿线, 优化人工岸线布局, 尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设, 实施人工造沙滩	维持海域自然环境质量现状, 尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
B8-09	厦门湾保留区	泉州市、厦门市	围头湾海域 东至118°34'49.0"E 西至117°48'32.7"E 南至24°15'34.4"N 北至24°38'42.3"N	保留区	67904	-	保障渔业资源自然繁育空间, 大嶝工业与城镇用海区周边兼容交通运输用海、海底供水电缆等海底管道用海	禁止改变海域自然属性	-	重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道, 执行不低于现状的海水水质标准, 加强生态环境整治和改善
B6-14	厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区	厦门市	厦门岛东部海域 东至118°20'14"E 西至118°14'1.5"E 南至24°28'24.8"N 北至24°31'45"N	海洋保护区	4338	-	保障海洋保护区用海, 兼容跨海桥梁、海底工程、航道、旅游娱乐等用海	严格限制改变海域自然属性	-	重点保护文昌鱼及其栖息生境

2.8.2.3与福建省海洋环境保护规划的符合性分析

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020年）》，本工程位于大嶝岛控制性保护利用区和大嶝工业与城镇开发监督区。评价范围内的其他海洋环境分级控制区有：刘五店港口与工业开发监督区、围头湾渔业环境保护利用区，见图 1.3-3。

大嶝岛控制性保护利用区的环境管理要求是：“执行《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》外围保护地带的管理要求，保护文昌鱼资源及其栖息地。合理设置排污口，控制周边城市和港口污染物排放”。

大嶝工业与城镇开发监督区的环境管理要求：“控制工业与城镇污染，控制围填海”。

本工程清淤、红树林种植不改变海域自然属性；施工船舶生活污水和含油污水由有资质的单位接收上岸处理，施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围距文昌鱼外围保护地带 1.67km，对文昌鱼资源及其栖息地产生的影响较小；工程实施后，完成互花米草清除 91 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，有利于改善工程区及周边海域水交换能力，改善海洋景观和生态环境。项目建设符合“执行《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》外围保护地带的管理要求，保护文昌鱼资源及其栖息地”、“控制工业与城镇污染，控制围填海”的环境管理要求。工程施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围未影响到周边其它海洋环境分级控制区。

因此，本工程建设符合《福建省海洋环境保护规划(2011~2020年)》。

表 2.8-4 福建省海洋环境分级控制区登记表

海洋环境 分级控制区		地理位置	海域名称与 分区范围	面积	环境管理要求
代码	分区名称	中心坐标		公顷	
2.1-27	大嶝岛控制性保护利用区	24°32'17"N 118°19'17"E	厦门文昌鱼自然保护区外围保护地带及北侧的大嶝海域,包括澳头港口区部分海域	9275	执行《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》外围保护地带的管理要求,保护文昌鱼资源及其栖息地。合理设置排污口,控制周边城市和港口污染物排放。
3.1-47	大嶝工业与城镇开发监督区	24°32'55"N 118°19'39"E	翔安区大嶝岛南部海域	1617	控制工业与城镇污染,控制围填海。
2.1-25	围头湾渔业环境保护利用区	24°33'29"N 118°29'07"E	围头湾附近海域	10326	加强对育苗场、索饵场、洄游通道等渔业环境的保护,严格控制陆源污染物的排放,禁止向养殖集中区排放有毒有害的污染物质。防范船舶风险事故和压舱水对渔业环境的影响,控制围填海规模。
3.1-46	院下-菊江港口与工业开发监督区	24°36'40"N 118°24'41"E	南安市水头镇-石井镇菊江附近海域	3230	控制工业、城镇与港口污染,加强溢油和化学品泄漏风险防范,控制围填海。

2.8.2.4与厦门市国土空间总体规划的符合性分析

(1) 国土空间控制线规划

根据《厦门市国土空间总体规划（2021-2035年）（送审稿）》（厦门市人民政府，2023年2月），本工程开展修复海域面积约154万m²，其中互花米草清理面积约91万m²，互花米草分布区及周边海域清淤123.62万m²，红树林种植区域约26.48万m²，均位于“国土空间控制线规划图”中的“海域”，陆域纳泥区位于“城镇开发边界”内，工程未占用“耕地和永久基本农田保护红线”和“生态保护红线”，符合“国土空间控制线规划”的要求。

(2) 国土空间规划分区

根据《厦门市国土空间总体规划（2021-2035年）（送审稿）》（厦门市人民政府，2023年2月），本工程开展修复海域面积约154万m²，其中互花米草清理面积约91万m²，互花米草分布区及周边海域清淤123.62万m²，红树林种植区域约26.48万m²，位于“国土空间规划分区图”中的“游憩用海区”和“海洋预留区”、“特殊用海区”，符合“游憩用海区”和“海洋预留区”兼容生态修复等用海、“特殊用海区”以生态修复等为主导功能的要求。

陆域纳泥区位于“国土空间规划分区图”中的“城镇集中建设区”，实行“详细规划+规划许可”的管制方式。陆域纳泥区为蔡厝南部新旧海堤之间存在一处水塘，为提高国土资源利用率，充分发挥新机场片区土地开发价值，该水塘未来将形成陆地。该区域距离本工程大嶝大桥北侧清淤区及九溪口红树林修复区较近，可用作本工程多余土方纳泥区，起到土方综合利用的效果。

因此，本工程建设符合《厦门市国土空间总体规划（2021-2035年）（送审稿）》。

2.8.2.5与福建省“三区三线”划定成果的符合性分析

2022年10月14日，自然资源部办公厅发布了《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号）。北京、河北、江苏、福建、江西、山东、广东、广西、海南、云南10个省（区、市）按照《全国国土空间规划纲要（2021-2035年）》确定的耕地和永久基本农田保护红线任务和《全国“三区三线”划定规则》，完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。其他有关事宜，按照《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》（自然资办函〔2022〕2072号）执行。

根据福建省“三区三线”划定成果，本工程开展生态修复区域距离最近的“厦门市零星分布红树林生态保护红线区”最近距离约55m，未占用生态保护红线区。施工产生的悬浮泥沙大于10mg/L范围约6.18km²，将对工程区附近的“厦门市零星分布红树林生态保护红线区”产生短暂的影响，但悬浮泥沙一般在一个潮周期内落淤，随施工结束而消失，同时红树林本身具有消纳污染物、促淤等功能，对悬浮泥沙不敏感，可见悬浮泥沙对红树林的影响较小。本工程作为生态修复工程，通过人工清除表层互花米草配合清淤工程，彻底破坏互花米草生长环境，种植红树林，提高海域水动力条件，提升片区生态功能，对维护生态保护红线区的生态功能是有利的。因此，本工程建设符合福建省“三区三线”划定成果中的海洋生态保护红线要求。

2.8.2.6 与“十四五”海洋生态环境保护规划的符合性分析

（1）《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》

《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》坚持减污降碳协同增效，突出精准治污、科学治污、依法治污，以海洋生态环境质量持续改善为核心，以“美丽海湾”保护与建设为统领，按照“贯通陆海污染防治和生态保护”的总体要求，以“管用、好用、解决问题”为出发点和立足点，统筹污染治理、生态保护和风险防范，推动解决突出海洋生态环境问题，推进海洋生态环境领域治理体系和治理能力现代化建设，协同推进沿海地区经济高质量发展和生态环境高水平保护，不断满足人民日益增长的优美海洋生态环境需求，为建设美丽福建奠定坚实的海洋生态环境基础。

规划要求加强海洋生态恢复修复：

——**恢复修复典型海洋生态系统。**坚持陆海统筹、河海联动，以提升生态系统质量和稳定性为导向，整体推进红树林保护修复、海岸带保护修复等工程。

——**强化滨海湿地保护修复。**推进“蓝色海湾”综合整治工程和滨海湿地修复工程，加强厦门湾、诏安湾、泉州湾、三沙湾等海湾的综合整治。

——**开展红树林保护修复专项行动。**落实《福建省红树林保护修复专项行动实施方案》，在红树林潜在适生区评估基础上，开展退化红树林生态修复和提前非林地滩涂的红树林营造，提升红树林生态系统减灾功能和滨海湿地生态功能。

本工程九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程是“2023年厦门海洋生态保护修复工程项目”的子项目之一，工程开展互花米草清除 91 万 m²、互花米草分布区及周边海域清淤 123.62 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，工程实施后所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，有利于增强水交换能力，改善海洋景观和生态环境。因此，本工程建设符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的恢复修复典型海洋生态系统、强化滨海湿地保护修复、开展红树林保护修复专项行动的相关要求。

(2)《厦门市“十四五”海洋生态环境保护规划》

《厦门市“十四五”海洋生态环境保护规划》坚持精准治污、科学治污、依法治污，以提升海洋生态环境质量为核心，以“美丽海湾”保护与建设为主线，以解决突出海洋生态环境问题为突破口，坚持生态优先、绿色发展，推进海洋生态环境治理体系和治理能力现代化，推动海洋生态环境质量持续改善，打造宜居宜业宜游的滨海生态空间，让碧海银滩、海豚逐浪常在，为更高水平建设高素质高颜值现代化国际化城市奠定坚实的海洋生态环境基础。

规划要求强化海洋生态恢复修复：

——**加强典型海洋生态系统恢复修复。**坚持陆海统筹、河海联动，以提升生态系统质量和稳定性为导向，整体推进红树林保护修复、海岸带保护修复等工程。

——**强化滨海湿地保护修复。**推进“蓝色海湾”综合整治工程和滨海湿地修复工程，开展同安湾滨海湿地保护修复。落实《福建省红树林保护修复专项行动实施方案》，在红树林潜在适生区评估基础上，加强红树林养护力度，结合海沧湾综合整治、环东海域综合整治，继续推进红树林典型生态系统修复工程，扩大红树林种植面积。**加强对九溪口原生红树林湿地的演替趋势研究，做好厦门市最大原生红树林的保育工程。**

——**开展海域清淤，改善湾区水动力。**按照“就近调配、先急后缓、重点区域优先保障”的原则，继续开展同安湾、西海域清淤，进一步改善水动力条件。科学评估鳌冠海域、西海域北部湾顶区域、环东海域琼头外侧海域**等海域清淤环境影响，加快清淤项目落地。积极拓展疏浚淤泥资源化利用途径，减少海上倾倒量，提高疏浚淤泥综合利用率。**

本工程九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程是“2023年厦门海洋生态保护修复工程项目”的子项目之一，工程在九溪口-大嶝大桥海域开展互花米草清除 91 万 m²、互花米草分布区及周边海域清淤 123.62 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，其中 14.2 万 m³ 疏浚物运至蔡

厝纳泥区处置，减少海上倾倒入量，符合“加强对九溪口原生红树林湿地的演替趋势研究，做好厦门市最大原生红树林的保育工程”、“加快清淤项目落地。积极拓展疏浚淤泥资源化利用途径，减少海上倾倒入量，提高疏浚淤泥综合利用率”的要求。

因此，本工程建设符合《厦门市“十四五”海洋生态环境保护规划》。

2.8.2.7与厦门市国土空间生态修复专项规划的符合性分析

《厦门市国土空间生态修复专项规划（2021-2035年）》以提升厦门城市特色为方向，建设“城在海上，海在城中”的高颜值生态花园之城为目标，识别生态修复重点单元、结合部门工作实际情况，明确生态修复目标和主要任务。

（1）生态修复格局

规划依据厦门市生态系统服务功能重要性、生态系统脆弱性、生态安全格局和生态问题评估结果：

对受人为活动干扰较少的自然生态空间（特别是生态保护红线、自然保护地、生态控制线区域内）的生态修复采取保护保育和自然修复方式，以消除或避免人为胁迫为重点，依靠生态系统自我调节能力逐步恢复。

对受人为活动影响较大的自然生态空间、农业农村生态空间和城镇绿色生态空间，以流域、海域自然地理单元为基础，将生态问题突出、需人工干预修复的区域划定为生态修复重点单元；将生态问题较小、生态功能重要、需人工辅助修复的区域划定为生态修复提升单元。全市共确定8个生态修复单元，其中重点修复单元5个，提升修复单元3个，重点单元包括海域修复重点单元：马銮湾至集美大桥海域、同安湾口、九溪口至大嶝大桥海域。

（2）生态修复规划

规划在海洋生态修复中提出：

——**加强岸线湿地生态修复。**统筹推进红树林保护修复工作，科学评估确定红树林适宜恢复区域，优先选用本地树种，改善和提高红树林质量，扩大红树林面积。实施互花米草等外来物种的综合整治。

——**陆海统筹强化污染防控。**实施清淤扩水。通过“清淤、扩水、造湿地”整治工程，在海堤开口影响区、宝珠屿、环东海域、大嶝周边范围开展清淤扩水整治工程，提高厦门海域航道水深条件，增加海域纳潮量，增强水动力条件，维护和改善海域生态环境。

本工程九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程位于规划划定的海域修复重点单元九溪口至大嶝大桥海域，开展互花米草清除、互花米草分布区及周边海域清淤、红树林本地种植，符合“实施互花米草等外来物种的综合整治”、“优先选用本地树种，改善和提高红树林质量，

扩大红树林面积”、“大嶝周边范围开展清淤扩水整治工程”的海洋生态修复规划。

因此，本工程建设符合《厦门市国土空间生态修复专项规划（2021-2035年）》。

2.8.2.8与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划的符合性分析

本工程不在厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区内，临时航路清淤区部分进入外围保护地带(中华白海豚)（约 5hm²），距离厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区(中华白海豚)同安湾口海域约 5.16km、外围保护地带(文昌鱼)南线至十八线海域约 2.33km、外围保护地带(文昌鱼)小嶝岛海域约 8.80km。

根据《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区适应性管理措施如下：外围保护地带对保护物种加以严格保护，在外围保护地带进行的项目，不得损害自然保护区内的自然资源和生态功能。

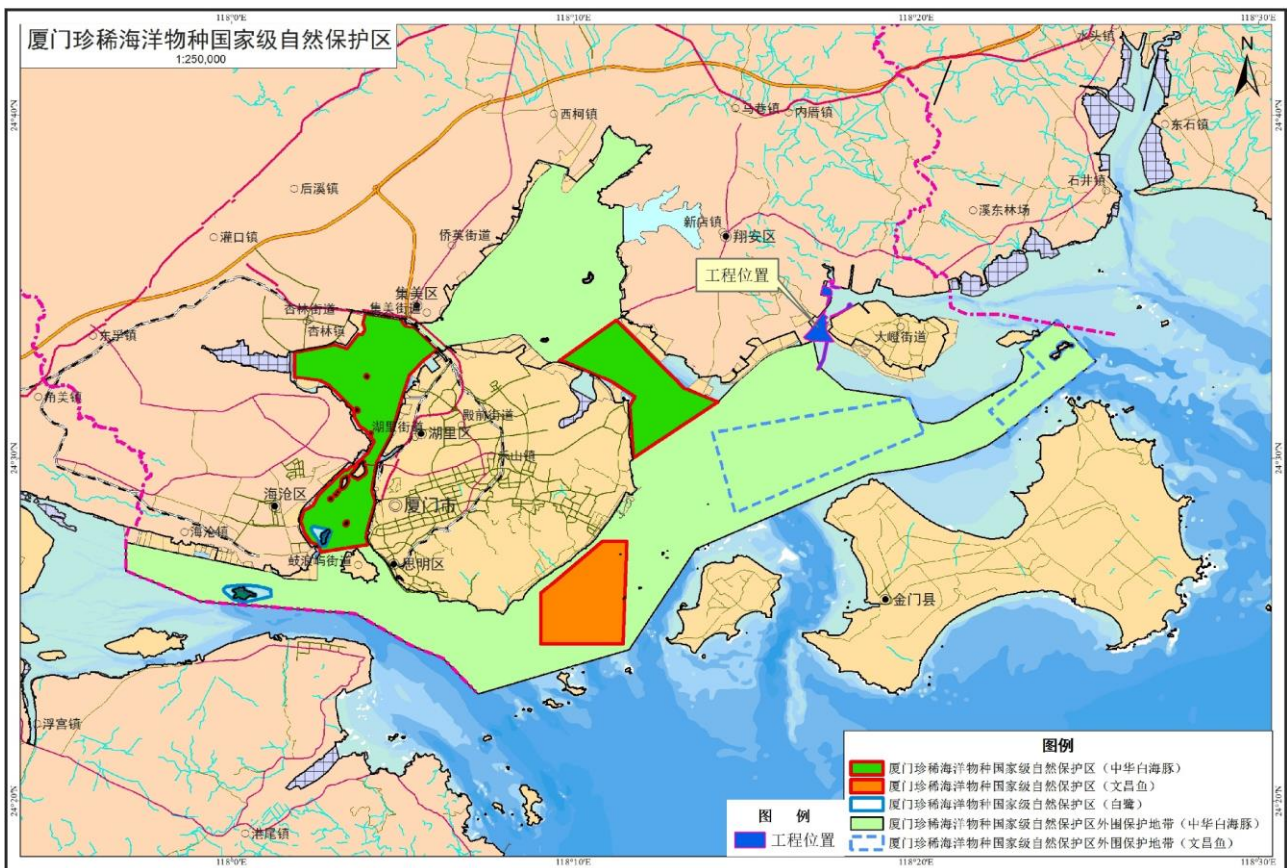


图 2.8-4 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划

本工程所在海域现有水深较浅，低潮时露滩，根据多年观测结果，中华白海豚很少在项目区域出现。在采取施工前注意观察周边海域的中华白海豚活动情况，施工时注意观察、避让中华白海豚、严格限制施工船舶通航速度等预防和减缓措施的前提下，工程施工对周边海域的中华白海豚的影响较小，不会对中华白海豚物种造成影响；工程开展互花米草清除 91 万 m²、互花米草分布区及周边海域清淤 123.62 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，工程实施后所在海

域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，提升工程区及附近海域的水文动力条件，促进恢复海域的生态环境，有利于中华白海豚物种资源及其生境的保护，符合“在外围保护地带进行的项目，不得损害自然保护区内的自然资源和生态功能”的管理要求。

本工程距离外围保护地带(文昌鱼)南线至十八线海域约 2.33km，施工船舶生活污水和含油污水由有资质的单位接收上岸处理，施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围距文昌鱼外围保护地带约 1.67km，对文昌鱼资源及其栖息地产生的影响很小；工程实施后，完成互花米草清除 91 万 m²、红树林种植区域 26.48 万 m²，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，有利于改善工程区及周边海域水交换能力，改善生态环境，符合“在外围保护地带进行的项目，不得损害自然保护区内的自然资源和生态功能”的管理要求。

因此，本工程建设符合《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》。

2.8.2.9与湿地保护相关法律法规的符合性

(1) 湿地分级管理及名录制度

《中华人民共和国湿地保护法》第二条规定“国家对湿地实行分级管理及名录制度”。

《福建省湿地保护条例》第十条：省人民政府应当将湿地面积总量管控目标纳入湿地保护目标责任制，落实湿地面积总量管控目标的要求。第十一条：湿地分为重要湿地和一般湿地。重要湿地包括国家重要湿地和省级重要湿地，重要湿地以外的湿地为一般湿地。

《福建省湿地名录管理办法（暂行）》第二条第一款：湿地实行分级保护制度。根据湿地保护规划和湿地生态功能、生物多样性的重要程度，将湿地分为国家重要湿地、省重要湿地和一般湿地，并由湿地名录予以确定。第二款：实行湿地面积总量管控。将全省湿地面积总量管控目标逐级分解落实到各市、县（区），通过湿地名录，将湿地管控面积目标落实到具体湿地地块。

根据国际、国家、福建省重要湿地名录以及厦门市第一批、第二批一般湿地名录，本工程未占用湿地名录中的重要湿地和一般湿地，也未占用自然保护区、生态红线，符合湿地保护法律法规的湿地分级管理及名录制度规定。

(2) 湿地修复规定

《中华人民共和国湿地保护法》第四十条：红树林湿地所在地县级以上地方人民政府应当对生态功能重要区域、海洋灾害风险等级较高地区、濒危物种保护区域或者造林条件较好地区的红树林湿地优先实施修复，对严重退化的红树林湿地进行抢救性修复，修复应当尽量采用本地树种。

《福建省湿地保护条例》第二十四条：沿海地方各级人民政府应当加强红树林的保护和科学研究，并采取措施，有效治理互花米草等有害物种，恢复红树林功能。

第二十五条沿海地方各级人民政府应当加大互花米草防治投入，组织、协调、督促有关部门依法履行防治管理职责，建立健全联防联控工作机制和日常巡护监测机制，制订并组织实施互花米草防治方案，及时控制或者消除生态环境危害，恢复湿地生态功能。

本工程所在的九溪口-大嶝大桥周边区域受互花米草入侵严重，导致红树林生境受到极大破坏，由于互花米草繁殖及入侵能力极强，仅通过人工清除表层互花米草无法根治，需配合清淤工程，彻底破坏其生长环境，同时通过清淤工程恢复海域水动力条件，提升海域生态系统服务功能。

因此，本工程通过开展互花米草清除、互花米草分布区及周边海域清淤、红树林本地种植，提升工程区及附近海域的水文动力条件，促进恢复海域的生态环境，符合上述湿地修复相关规定。

综上，本工程建设符合湿地保护法律法规的相关规定。

2.8.3 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。

（1）生态保护红线

根据 2.8.2.5 小节分析，本工程不占用生态保护红线区，作为生态修复工程，通过人工清除表层互花米草配合清淤工程，彻底破坏互花米草生长环境，种植红树林，提高海域水动力条件，提升片区生态功能，对维护生态保护红线区的生态功能是有利的，符合福建省三区三线的生态保护红线要求。

（2）环境质量底线

本工程位于《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020年）》“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”，海水水质执行第二类海水水质标准。施工期主要产生悬浮泥沙，其对水质的影响是暂时的，将随着施工的结束而消失。工程实施后，完成互花米草清除、海域清淤、红树林种植，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m^3 ，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m^3 ，有利于改善海域水动力条件，改善九溪口-大嶝大桥海域生态环境质量。

本工程主要位于海域,周边为二类环境空气质量功能区和 2 类声环境质量功能区,执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级浓度限值和《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准。根据《2021 年厦门市生态环境质量公报》,工程所在区域为达标区;根据声环境质量现状调查与评价,工程所在区域昼间和夜间监测点的噪声监测值均能达到《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准。通过采取相应的环保措施,本工程施工机械设备和施工船舶废气、噪声对周边环境和环境敏感目标的影响在可接受范围内,并将随施工期结束而消失。

因此,本工程建设不会突破区域环境质量底线。

(3) 资源利用上线

本工程属于海洋生态保护修复工程,项目建设不涉及永久占地。红树林种植、海域清淤施工采用厦门区域目前广泛采用的先进施工工艺及施工设备,周边市场可满足本工程所需材料,施工过程会消耗一定量的水、电、油等,但使用量有限,不会突破区域土地、能源等资源利用上线。

(4) 环境准入负面清单

①分行业生态环境准入要求

根据《厦门市生态环境准入清单(2021 年)》,“海洋生态修复”的管控单元准入指引为“不限制”,生产工艺及生态环境准入要求为“(1)禁止采用无法预估实施后是否会对修复区域或周边区域造成不利影响的技术措施。(2)自然恢复为主,人工修复为辅,陆海统筹,系统修复”。

表 2.8-5 厦门市重点发展产业外的其它行业生态环境准入要求

《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的对应类别		管控单元准入指引	生产工艺及生态环境准入要求	环评审批管理方式	编制理由
代码	类别名称				
158	海洋生态修复	不限制	(1)禁止采用无法预估实施后是否会对修复区域或周边区域造成不利影响的技术措施。 (2)自然恢复为主,人工修复为辅,陆海统筹,系统修复	(1)报告表:许可制 (2)报告书:许可制	《海洋生态修复技术指南》

本工程互花米草清除作业方式采用人工拔除、挖机、抓斗船挖除等;海域清淤采用水陆两栖挖机、绞吸船、抓斗船;在九溪口宜林滩涂区域,开展红树林恢复工程,对于滩涂高程过高或较低、红树林难以自然恢复的区域,进行土方填挖,营造潮沟,改善红树林生长的条件,提供潮水涨退的途径,而后进行光滩造林活动,所采用的上述施工工艺成熟、可靠,本工程符合厦门市重点发展产业外的其它行业生态环境准入要求。

②环境管控单元准入要求

本工程位于“大嶝特殊利用区”和“大嶝工业与城镇用海区”环境管控单元,均依据《福建

省海洋功能区划（2011-2020）》提出，由 2.8.2.1 小节分析可知，工程建设符合《福建省海洋功能区划（2011-2020）》，符合厦门近岸海域生态环境准入要求。

综上，本工程建设符合“三线一单”要求。

表 2.8-6 厦门市近岸海域生态环境准入要求

单元名称及编码	范围	功能定位	准入条件		编制理由
大嶼特殊利用区 HY35020 020006	大嶼岛周围海域，东至118°22'37.5" E、西至118°14'09.1" E、南至24°31'15.4" N、北至24°35'40.6" N。（功能区总面积26.14km ² ，其中厦门市所辖区面积25.74km ² ）	保障城市景观水域、生态湿地、公园、旅游娱乐用海，兼容交通运输用海、海底供水电缆等管道用海	空间布局约束	1.严格限制改变海域自然属性，污水达标排放和倾倒等特殊用海项目，须进行专题论证确定其具体用海位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区。 2.限制在军事区内从事海洋开发利用活动。 3.禁止在海底管线、跨海路桥区内建设永久性构筑物，海上活动不得影响海底管线和道路桥梁的安全。	要素属性：特殊利用区。 相关要求：该区同时是生态整治区，依据《福建省海洋功能区划（2011-2020）》提出污染物要求。
			污染物排放管控	控制陆源污染，清淤整治，修复海洋生态，保障城市景观用海，潮流通道，泄洪用海。	
大嶼工业与城镇用海区 HY35020 020005	大嶼岛周围海域，东至118°23'10.0" E、西至118°17'08.7" E、南至	保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	空间布局约束	1.落实国家围填海管控规定，除国家重大项目外，全面禁止围填海，依法依规优化平面布局，集约利用，强化生态保护修复，增加岸线曲折率和亲水岸线。 2.禁止准入对环保和生产要素具有较高要求的汽车、船舶、水泥、制浆造纸、印染等项目。 3.加强海岸景观建设，打开小嶼岛现有围垦区成为潮流通道。	要素属性：工业与城镇用海区。 相关要求：1.该区毗邻海域用海类型为大嶼特殊利用区（生态整治区），依据《中华人民共和国海洋环境保护法（2017年）》、《福建省海洋功能区划（2011-2020）》、《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020年）》（修编）、《福建省近岸海域污染防治实施方案》（闽环保水〔2017〕37号）、《福建省海洋环境保护条例（2016年）》、《福建省人民政府关于全省石化等七类产业布局的指导意见（闽政〔2013〕56号）》提出。 2.依据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）大小嶼海域修改方案》（2015年6月）、《国家海洋局关于同意福建省海洋功能区划修改方案的函》（国海管字〔2016〕219号），小嶼岛西端的小嶼岛围垦区（原属于岛陆）调整为大嶼岛工业与城镇用海区和厦门湾保留区。
			污染物排放管控	1.严格控制向海湾、半封闭海域及其他自净能力较差的海域排放含有机物和营养物质的工业废水、生活污水。 2.科学论证、合理设置排污口，重点监督和控制沿海工业集聚区污水达标排放及入海污染物总量。不得影响周边海洋环境。	
			环境风险防控	1.强化沿海工业区和沿海化工、石油及危化品储运等企业的环境风险防控。风险源单位应制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库或能依托区域有效的公共物资库，成立应急组织机构。 2.建立和完善海上溢油及危险化学品泄漏等环境风险防范体系，健全应急响应机制。	

第三章 环境现状调查与评价

3.1 自然资源环境概况

3.1.1 气候气象

(1) 气温

厦门市近 20 年（2001~2020 年）的年均气温 21.35℃；极端最高气温 39.6℃，出现在 2019 年 8 月 9 日，极端最低气温 0.1℃，出现在 2016 年 1 月 25 日；近 20 年的年平均日照时数 1931.9h。

(2) 降水和湿度

近 20 年的年平均降水量 1261.9mm，降水主要集中在 4 月~9 月；近 20 年的年降水量极大值为 2168.2mm（2016 年），降水量极小值为 566.5mm（2020 年）。厦门市近 20 年的年平均相对湿度为 75.4%。

(3) 风速

近 20 年的年平均风速 2.6m/s，月平均风速在 2.2~3.0m/s。最大风速 3.0m/s，秋、冬两季的平均风速稍大于春、夏。

(4) 风向和风频

厦门市近 20 年的主要风向为 E 和 ESE、NE、ENE，占 43.5%，其中以 E 为主风向，占全年 12.1%。

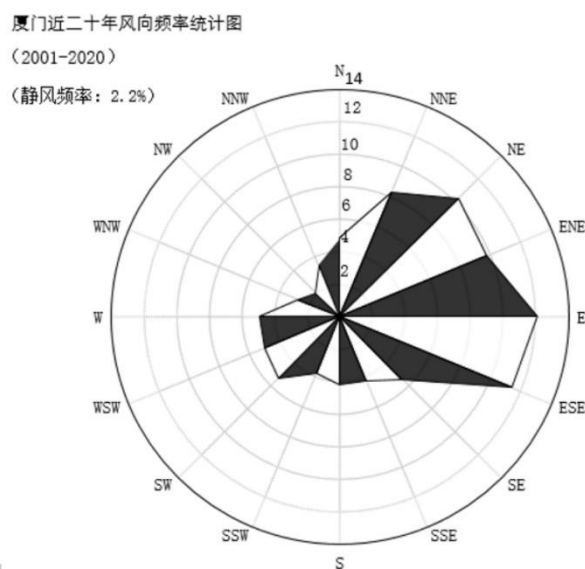


图 3.1-1 厦门风向玫瑰图（静风频率 2.2%）

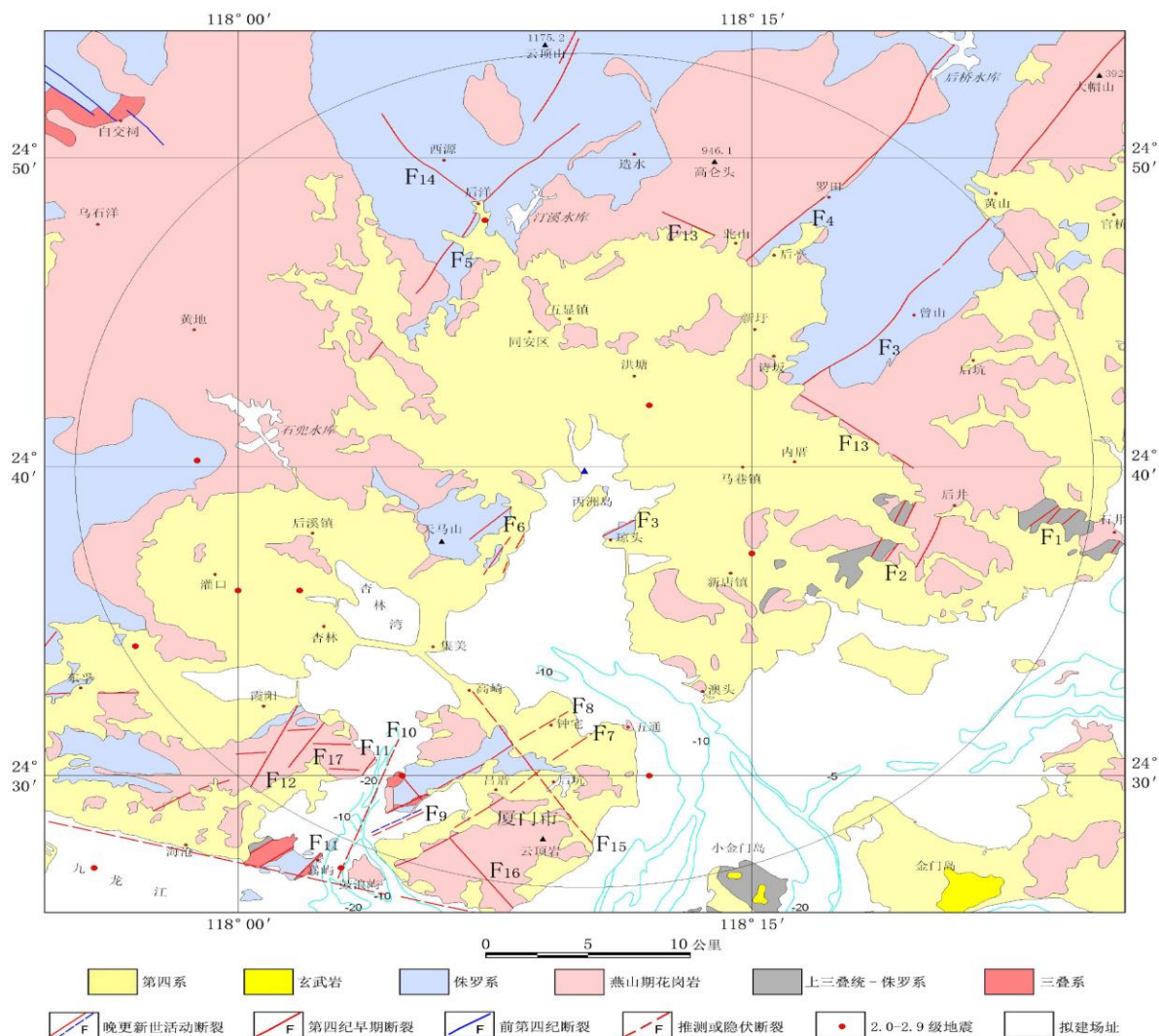
3.1.2 地形地貌

翔安区属东南沿海低山丘陵区，地貌发育过程受晚近地质时期和第四纪新构造运动及外力地质作用的影响，形成三面环山南面濒海的马蹄形状。总地势自西北向东南倾斜，成梯级下降。北部和西北部多为中、低山，东部和东北部为低山高丘，西部和西南部为中、低丘，中部为洪积台地和河谷冲积平原，南部和东部为剥蚀台地和海积平原。

本项目及周边地貌类型属于滨海滩涂地貌，地形较平缓，总体地形由北向南缓倾，原始地貌单元系滨海滩涂地貌单元。项目区及附近无滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝等不良地质作用和地质灾害。

3.1.3地质构造

在区域构造上，工程区域地处华南板块的武夷—戴云隆升区的闽东火山断拗带内，在新构造运动分区上，位于闽东—粤东沿海差异隆起区内，东邻台湾海峡沉降区，西与闽中隆起区相连，主要经历了燕山期与喜马拉雅二期构造运动，并奠定了本区地质构造基本格局。据区域构造资料，区内断裂构造主要以北东向为主，北西向、近东西向次之。



F₁: 石井断裂带 F₂: 黄厝—沙美断裂(带) F₃: 黄山—后寮断裂 F₄: 罗田—后亭断裂
 F₅: 御史岭—中甲断裂 F₆: 天马山断裂带 F₇: 五通—文灶断裂 F₈: 钟宅—狐尾山断裂 F₉:
 筓筓港断裂 F₁₀: 厦门西港断裂 F₁₁: 排头—嵩崎断裂 F₁₂: 霞阳断裂 F₁₃: 北山岩—花
 枧断裂 F₁₄: 后洋断裂 F₁₅: 石胄头—高崎断裂 F₁₆: 濠头—塔头断裂 F₁₇: 东孚—
 石塘断裂

图 3.1-2 场区地质构造图

近场区处在长乐—诏安断裂带中段，九龙江下游北西向断裂带的北侧。现将主要断裂构造的展布及其活动性分述如下：

① 马甲-磁灶-石井断裂带 (F₁)

本断裂(带)南西起自大崆，经石井，至晋江磁灶、鲤城马甲，宽约 10 公里，长约 85 公里。走向北东 30~40°，倾向南东，倾角 60~80°。由上畚、石井断裂构成，断裂

性质为压性、压扭性，断裂带中常见有石英脉贯入，断裂两侧常有硅化，未见第四纪晚期活动迹象，属第四纪早期断裂。

② 黄厝—沙美断裂（带）（F2）

本断裂（带）展布于黄厝、狮头山至沙美一带，由 3 条近乎平行的断裂组成，走向北东 $20\sim 30^\circ$ ，倾向南东，倾角 $70\sim 82^\circ$ ，发育于侏罗纪火山岩和燕山期花岗岩中，长约 4 公里，宽约 2.5 公里。该断裂（带）第四纪晚期以来没有活动迹象，表现在覆盖在断层之上的中更新世形成的残积物（Qel），层位连续，未被切割位移；分布在断裂（带）两侧的 III 级侵蚀剥蚀阶地（红土台地）海拔高程均为 50 米，没有差异性变化。本断裂属第四纪早期活动断裂。

③ 北山岩—花枞断裂（F13）

该断裂自北山岩，经路坂尾、后寮，至花枞，展布在同安平原东部牛岭山、大帽山和乌营寨山山前地带，呈左行排列断续延伸，与北东向断裂互相切割，构成同安平原东部边界。走向北西 $300\sim 320^\circ$ ，倾向南西，倾角 $70\sim 90^\circ$ 。断裂形迹清晰。未见第四纪晚期活动迹象，属第四纪早期断裂。

综合所述，本工程区附近断裂属早第四纪断裂，晚更新世以来不再活动，地壳较为稳定，无活动性断裂，不存在孕震构造。

据地质调查结果及区内其它项目地质资料，工程场区第四系覆盖层主要为人工填土层、第四系全新统海积层及残积层等；基岩以燕山晚期侵入的花岗岩为主，局部段穿插辉绿岩岩脉。钻孔平面位置图见图 3.1-3，工程地质剖面图见图 3.1-4。

第四系覆盖层

（1）人工填土层：

1-1 素填土：褐黄色，松散，稍湿，主要为人工岸坡堆填土，黏性土为主。

1-2 杂填土：杂色，松散、稍湿，主要由混凝土块、碎石、建筑垃圾等混黏性土组成，主要分布于九溪入海口挡潮闸以南岸坡表层，工程地质性质不均，调查厚度约 1.2m。

（2）第四系全新统海积层：

2 粉砂：灰色，松散，饱和，混较多淤泥及淤泥质土，局部分布在海岸表层，层厚 0.3-1.0m。

3 淤泥：灰色、灰黑色，流塑，饱和。广泛分布于工程海域，层厚一般 0.9-3.3m。

（3）冲洪积层：

4 粉质粘土：褐黄色，可塑-硬塑状，局部混砂。切面稍光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应。

(4) 残积层：

5 砾质黏性土：褐黄色、灰黄色，可塑-硬塑，成分主要由长石风化而成的粉、黏粒、石英颗粒及少量云母碎屑等组成，系花岗岩风化残积而成；泡水易软化、崩解。局部分布，层厚 2.4-10.0m。

(5) 基岩

场区基岩主要为花岗岩，局部存在辉绿岩岩脉。

6-1 花岗岩分全风化花岗岩，其下还分布散体状强风化花岗岩、碎裂状强风化花岗岩、中风化花岗岩、微风化花岗岩，强度不均。

6-2 辉绿岩分碎裂状强风化辉绿岩，其下还分布中风化辉绿岩、微风化辉绿岩，分布厚度较小，呈岩脉状发育。

地貌单元以海床、海漫滩为主，水域地势总体平缓，本工程不良地质现象不发育，未见滑坡、泥石流、地面沉降、活动断裂等大型不良地质作用。

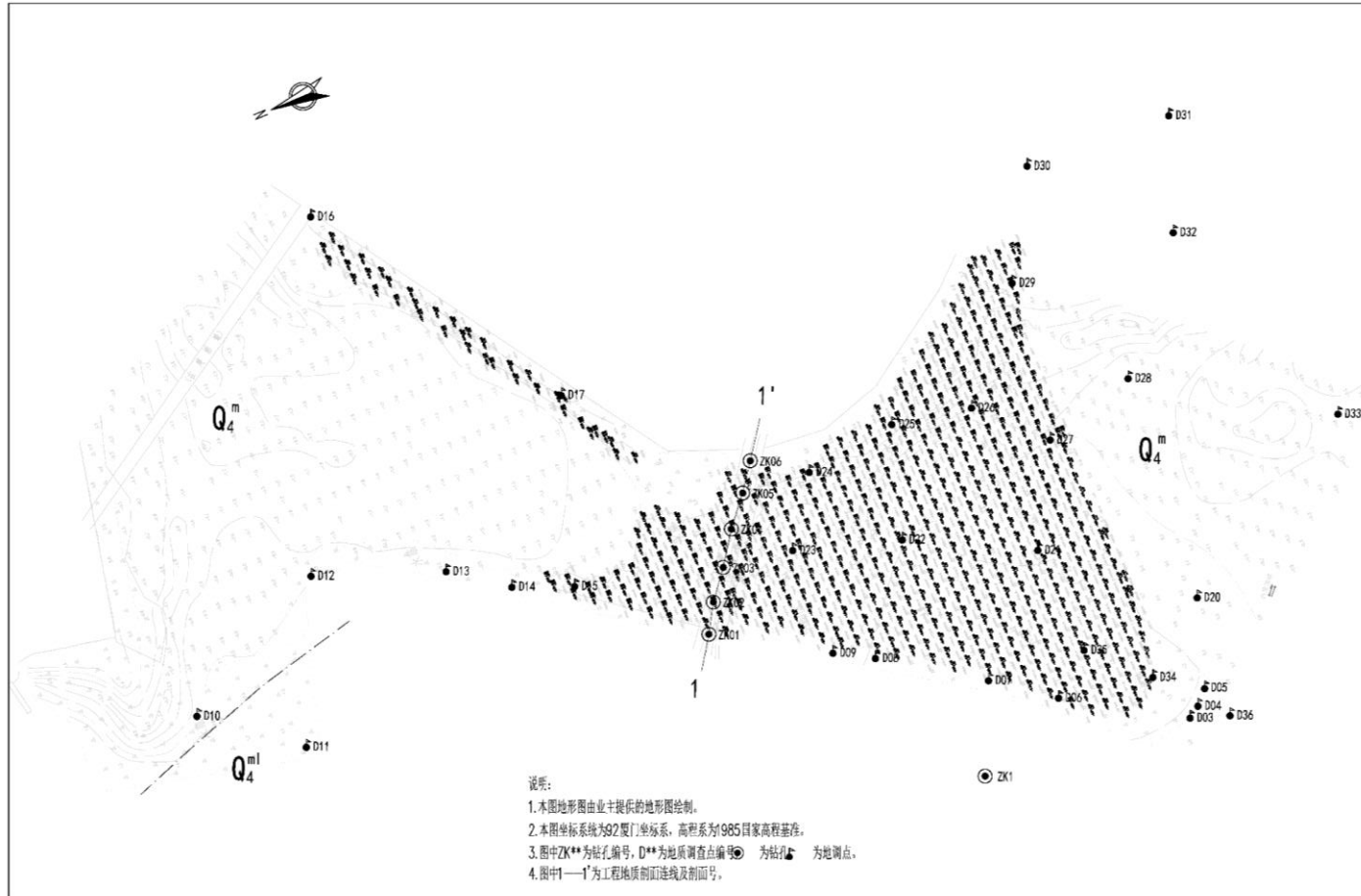


图 3.1-3 钻孔平面位置图

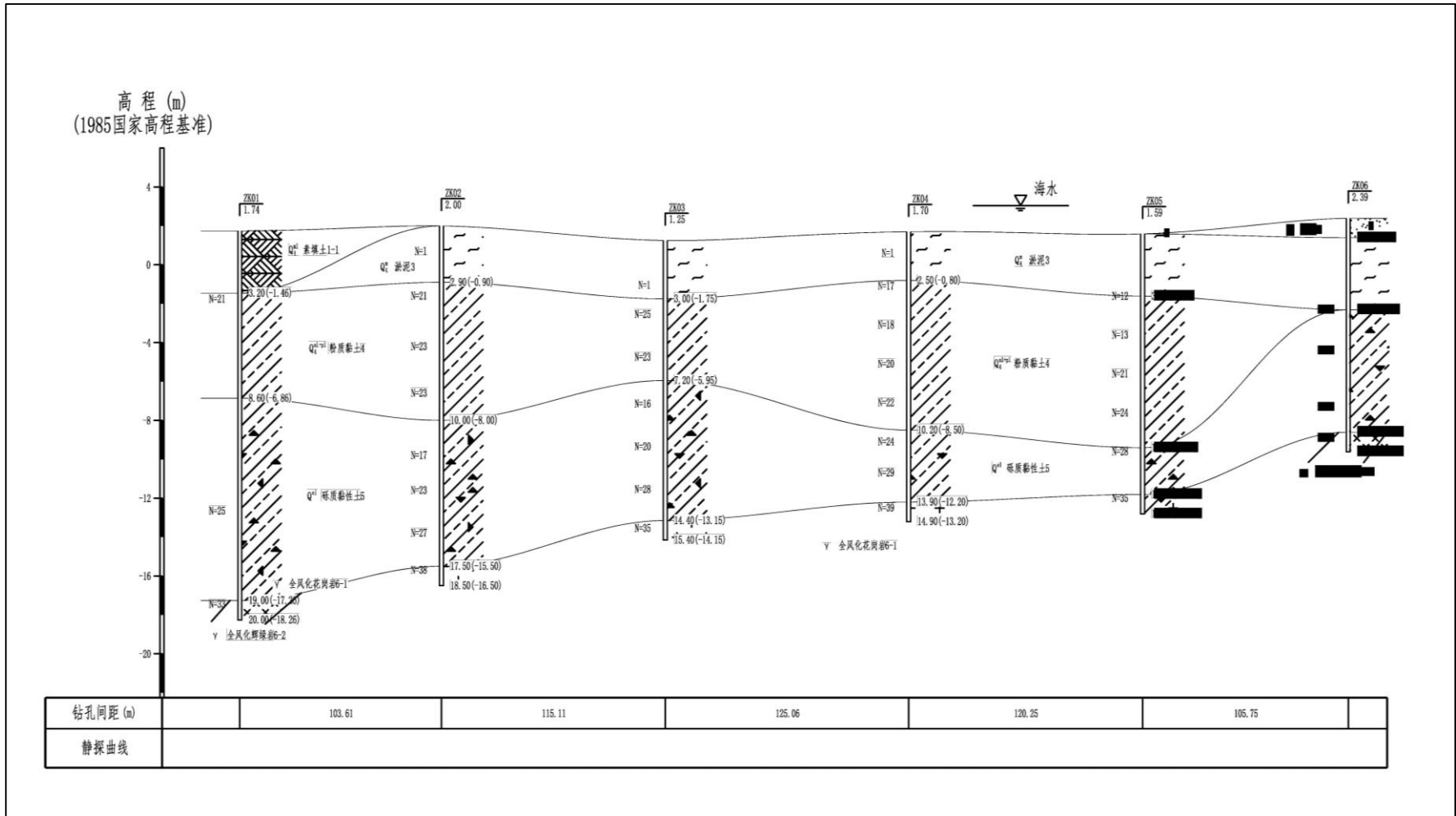


图 3.1-4 工程地质剖面图

3.1.4 水文状况

(1) 海域水文

厦门湾潮汐属正规半日潮，潮汐河道型强潮海湾。厦门外海为台湾海峡，其流场主要受浙闽沿岸流、海峡暖流和南海暖流的共同影响，季节变化相当明显，底层终年以东北向流为主。夏季，整个海峡全面为东北向的、高温高盐的海峡暖流所控制。冬季，南下的低温低盐的浙闽沿岸流控制海峡西部上层全部或部分，可扩展到本港以至南部的礼士列岛。而海峡东部上层及整个中下层仍为北上的黑潮支流和南海暖流控制，方向东北。由于厦门港为口小腹大的半封闭型港湾，外海水影响较弱。

(2) 陆域地表水文

翔安区共有地表水资源 334.03km²。境内主要溪流有九溪、内田溪、大盈溪、古宅溪、曾溪和下房溪等，流域总面积 312.43km²。

九溪是由内田溪、美山溪、马池溪、店头溪、新安溪、沙溪、莲溪、内头溪、后房溪共九条干支流组成一树状水系，故称“九溪”。九溪发源于本区境内，流程短促，自成水系，自北向南在境内入海。河水量季节性变化明显，为常年性河流，汛期水量丰富，骤涨骤落，旱季则易干；河水含沙量，除局部地区外，一般不大，多年平均年侵蚀模数为 250t/km²；河床浅，河系分布复杂，河系干、支流分布形呈树枝状，流域形状系数小于 0.5。

3.1.5 海洋资源概况

(1) 渔业资源

本工程周边海域常见鱼类有中华小沙丁鱼、青鳞小沙丁鱼、裘氏小沙丁鱼、日本鳀、康氏小公鱼、赤鼻棱鳀、中颌棱鳀等 17 种；甲壳类有中华管鞭虾、鹰爪虾、哈氏仿对虾、刀额仿对虾、中国毛虾、日本毛虾、细螯虾等 11 种；头足类有火枪乌贼。在大嶝岛南侧海域及小嶝岛东南侧海域为厦门文昌鱼保护区外围保护地带。

(2) 港口岸线资源

本工程周边海域位于厦门岛东北侧的浅水区，该区深水港口资源匮乏。目前在大小嶝岛北侧有一条东西向的航道，在大嶝岛以东段乘潮可航行 300 吨级船舶，大嶝岛以西段乘潮只能通航 50t 以下船舶。另外，在大小嶝岛和大小金门岛之间的厦金航道区，乘潮可通航千吨级船舶。该航道距大嶝岛海岸之间均为浅水区，而且距离较长。

(3) 旅游资源

工程区周边的旅游资源主要位于大嶝岛和小嶝岛。

大嶝岛旅游资源相对集中，具有丰富的历史文化内涵、独特的旅游项目和极富乡土气息的宗教文化。按照《中国旅游资源普查规范(试行稿)》，主要类型为古迹与建筑、购物两大类。在古迹与建筑类中，军事设防构筑物及军事遗址，宗教建筑与礼制建筑群、雕塑、水工建筑、农林渔牧场、特色城镇与村落、纪念地与纪念性建筑、观景地等旅游资源亚类均有。在购物类中，市场与购物中心、庙会及宗教活动、地方产品等均有。大嶝岛战地观光园占地 8.7 万 m²，建有“英雄三岛军民史迹馆”、“军事武器陈列馆”、“英雄雕塑场”、“战地隧道”、祖国和平统一墙、“8.23”炮击金门战地设施遗迹等，拥有世界之最的大喇叭，拥有全国唯一的对台战地观光景区；建有对台小额商品交易市场；岛上现存大小宫庙 24 座。

小嶝岛是祖国大陆距金门最近的有居民海岛，距离最短处只有 1600m 左右。目前岛上有 600 多年树龄的八闽铁树王、2000 多 m 长人防地道工程以及古民居群、名人故居、炮战遗址、明碉暗堡、庙宇等。目前仍然保留着较为完整的原始渔村风貌。小嶝岛的后保南部海滩是优良的海水浴场，其平均潮差仅 3.9m，5~11 月的月平均气温在 20℃，6~9 月的月平均气温在 25℃，海水水质状况均为优良。

(4) 滩涂资源

工程区附近海域滩涂资源丰富，除潮汐通道外，整个大嶝岛周边均为潮间浅滩占据，低潮时大片滩涂全部干出，该片滩涂宽阔平坦，底质在大嶝岛西南侧为粉砂质泥，并呈明显的淤积趋势，在大嶝岛东侧与小嶝、角屿之间潮滩也相当宽阔，底质为砂、中粗砂、细砂和泥质砂等粗颗粒沉积，该滩涂处于相对稳定至缓慢淤积状态中。

(5) 岛礁资源

项目区周边岛礁主要有：大嶝岛、小嶝岛、角屿和白哈礁。其中，大嶝岛、小嶝岛是有居民海岛，角屿和白哈礁属于无居民海岛。

大嶝岛：位于福建省厦门市翔安区东南海面，北距大陆最近点 0.70n mile。从金门海面看同安大陆，此岛似一大台阶，故名。呈东南——西北走向，长 5.2km，宽 2.26km，面积 13.42km²，岸线长 19.36km。地势由南向北微倾，最高点寨仔山海拔 41.8m。下辖 9 个行政村，约 2.1 万人。

小嶝岛：位于大嶝岛东 3.0km。金门北东道北侧，西北距大陆最近点 1.35n mile。因小于大嶝岛，故名。呈东西走向，长 1.7km，宽 0.48km，面积 1.2km²。花岗岩构成，多赤壤土。东、北部较高，最高点西悦尾海拔 28m。岸线长 8.06km，泥沙岸，周围水深 0.2—2.7m。有 2 个自然村，人口 3100 人。

角屿：北纬 24°33.2'，东经 118°24.2'。位于大嶝岛东南侧，距大陆最近点 2.484n mile。多岬角，长轴为北东—南西走向，长 1.25km，面积 0.31km²，岸线长度 4.086km，海拔 24.9m。为大陆岛。由变质岩组成，海岸为基岩滩岸。地表植被发育，多赤红壤土，有人工林带。西部有澳，

建小码头，为渔民出海作业中途歇脚地。周围水深 1~6m。东南多礁石。自上个世纪 80 年代起，福建省厦门警备区某海防团三连官兵驻防该岛。

白哈礁：在大嶝岛东南部海域，处金门北东水道北部，东南距金门岛最近点 3.250km，西北距大嶝岛最近点 3.160km。面积 4110m²，岸线长度 312m。呈长条形，近南北走向，海拔 11.0m。由变质岩组成，地表基岩裸露，长零星小草。基岩海岸，附近水深 2~10m。山顶建有一小凉亭，为大嶝镇政府设置的旅游亭楼站点，目的是发挥该礁的区位优势，开发为近处观看金门的旅游项目。

翔安白头礁：位于金门岛东部，距大陆最近点约 5.9km。面积较小，近圆形。无植被覆盖。上建有灯桩 1 座。

3.2 环境质量现状调查与评价

3.2.1 水文动力环境现状调查与评价

3.2.2 海域地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

3.2.3 海水水质现状调查与评价

3.2.4 海洋沉积物质量现状调查与评价

3.2.5 海洋生物质量现状调查与评价

3.2.6 海洋生态现状调查与评价

3.2.7 水鸟现状调查与评价

3.2.8 环境空气质量现状与评价

根据《2021 年厦门市生态环境质量公报》，2021 年全市环境空气质量综合指数在全国 168 个重点城市中排名第六，六项主要污染物浓度均优于国家环境空气质量二级标准，其中二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）、可吸入颗粒物（PM₁₀）符合一级标准，细颗粒物（PM_{2.5}）浓度 20μg/m³ 全省并列第一。

全市国控评价点位六项主要污染物年均浓度分别为：二氧化硫（SO₂）5μg/m³、二氧化氮（NO₂）19μg/m³、可吸入颗粒物（PM₁₀）36μg/m³、细颗粒物（PM_{2.5}）20μg/m³、一氧化碳（CO）0.7mg/m³、臭氧（O₃）128μg/m³。按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）评价，SO₂、NO₂、CO、PM₁₀ 年均浓度符合一级标准；PM_{2.5}、O₃ 年均浓度符合二级标准。项目所在区域为达标区。

3.2.9 声环境现状与评价

（1）监测点位

为了解工程区附近声环境现状，评价单位于 2023 年 3 月 16 日对工程所在地的昼间和夜间声环境现状进行监测。共布设 4 个监测点，其中项目边界附近布设 1 个监测点、后头里村布设 1 个监测点、阳塘安居小区布设 2 个监测点。具体监测点位置详见图 3.2-15。

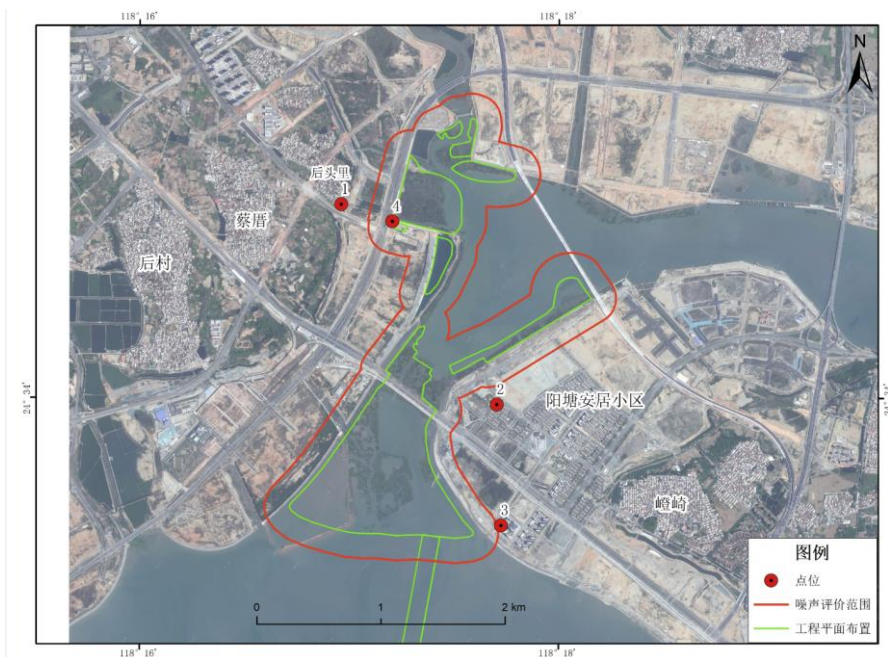


图 3.2-15 声环境现状监测站位图

(2) 监测项目

连续等效 A 声级 L_{eq} 。

(3) 监测频次

监测一天，每天两次，昼夜各一次。

(4) 监测方法

按照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)、《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的有关规定，监测期间天气良好，无雨、风速小于 5m/s；一般户外传声器设置在距离任何反射物（地面除外）至少 3.5m 外，高度为 1.2~1.5m；噪声敏感建筑物户外传声器设置在距墙壁或窗户 1m 处，距地面高度 1.2m 以上。测量仪器采用噪声仪 HS6288E，性能符合 GB3785 的要求。

(5) 监测与评价结果

声环境监测与评价结果见表 3.3-20。

表 3.2-20 声环境现状监测结果 单位：dB(A)

监测日期	监测点位	监测时间	监测结果	标准限值	达标情况
2023 年 3 月 16 日	监测点 1#	昼间	51.6	2 类区 昼间 60 dB(A)	达标
	监测点 2#		44.5		达标
	监测点 3#		53.8		达标
	监测点 4#		53.7		达标

监测日期	监测点位	监测时间	监测结果	标准限值	达标情况
2023年3月16日	监测点 1#	夜间	42.1	2类区 夜间 50 dB(A)	达标
	监测点 2#		46.3		达标
	监测点 3#		43.8		达标
	监测点 4#		44.9		达标

根据评价结果，昼间和夜间监测点的噪声监测值均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应功能区 2 类区标准。

3.2.10陆域生态环境现状

本工程纳泥区位于蔡厝新旧海堤之间的水塘。新海堤一侧为水泥护岸，旧海堤一侧有荒地杂生的灌草丛植被，生长分布的主要植物区系成分以及群落类型，大部分属我国闽东南沿海亚热带地区广播性或次生性或广泛栽培的资源种类及植被群落生态类型，不具稀有性。陆域临时施工场地现状为储备用地。

陆域评价范围内的野生动物基本为鸟类，其它野生脊椎动物的物种多样性及种群数量均较小。陆域生态评价范围内未发现重要野生动物（或鸟类）集中的栖息觅食或营巢繁殖等敏感生物生态的植被生境。

根据实地调查，本工程评价范围内未发现涉及有珍稀或濒危野生动植物资源自然分布，不涉及国家公园、自然保护区、重要生境等。

第四章 环境影响预测与评价

4.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

本节引用南京水利科学研究所 2023 年 2 月编制的《厦门新机场周边海域生态环境综合治理工程潮流泥沙数学模型研究》相关成果进行编制。

4.1.1 潮流数学模型

4.1.1.1 基本方程

平面直角坐标下的二维潮流连续方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(h + \zeta)u] + \frac{\partial}{\partial y} [(h + \zeta)v] = 0 \quad (4.1-1)$$

运动方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2(h + \zeta)} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) \quad (4.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2(h + \zeta)} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) \quad (4.1-3)$$

其中：

x 、 y ：直角坐标系坐标；

t ：时间变量；

ζ ：潮位，即水面到深度基面距离；

h ：静水水深；

g ：重力加速度， $g = 9.8m/s^2$ ；

u 、 v ：分别为 x 、 y 方向垂线平均流速；

f ：科氏系数 ($f = 2\omega \sin \phi$ ， ω 为地球旋转角速度， ϕ 为纬度)；

C ：谢才系数， $C = \frac{1}{n}(h + \zeta)^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数。

4.1.1.2 定解条件

(1) 边界条件

数学模型通常使用开边界（水边）和闭边界（岸边）两种边界条件。本模型开边界采用潮

位过程进行控制:

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma} = \zeta^*(x, y, t) \quad (4.1-4)$$

对于闭边界则根据不可入原理, 取法向流速为 0, 即

$$\vec{V} \cdot \vec{n} = 0 \quad (4.1-5)$$

研究海域岸滩条件复杂, 边滩淹没和露滩频繁, 为了合理模拟该流域的水流形态, 模型闭边界采用干湿判别的动边界。

(2) 初始条件

计算开始时, 整个计算区域内各点的水位、流速、含沙量值就是计算的初始条件, 即

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t_0) = \zeta_0(x, y) \\ u(x, y, t_0) = u_0(x, y) \\ v(x, y, t_0) = v_0(x, y) \\ s(x, y, t_0) = s_0(x, y) \end{cases} \quad (4.1-6)$$

一般情况下初值都是通过估算给出的, 与实际值并不一致, 但经过一定时间以后, 即使初值有一定的误差, 在计算过程中也将会随着时间而逐渐消失。

4.1.1.3 求解方法

利用有限体积法 (Finite Volume Method) 求解基本方程的数值解, 该法是基于有限单元法和有限差分法的一种数值方法, 其基本过程为:

- (1) 将计算区域划分为一系列不重复的控制体积, 并使每个网格点周围有一个控制体积;
- (2) 将待解的微分方程对每一个控制体积积分, 便得出一组离散方程, 其中的未知数是网格点上因变量的数值;
- (3) 根据给定的初始条件和边界条件, 求解代数方程组, 得到基本方程数值解。

4.1.2 数学模型的建立

4.1.2.1 模型范围和网格

数学模型采用厦门湾、围头湾大范围模型, 模型口门位于流会~围头角连线以外, 涵盖整个厦门湾的西海域、同安湾、九龙湾和围头湾、大嶝岛海域, 水域面积约 1500km²。模型网格见图 4.1-1。

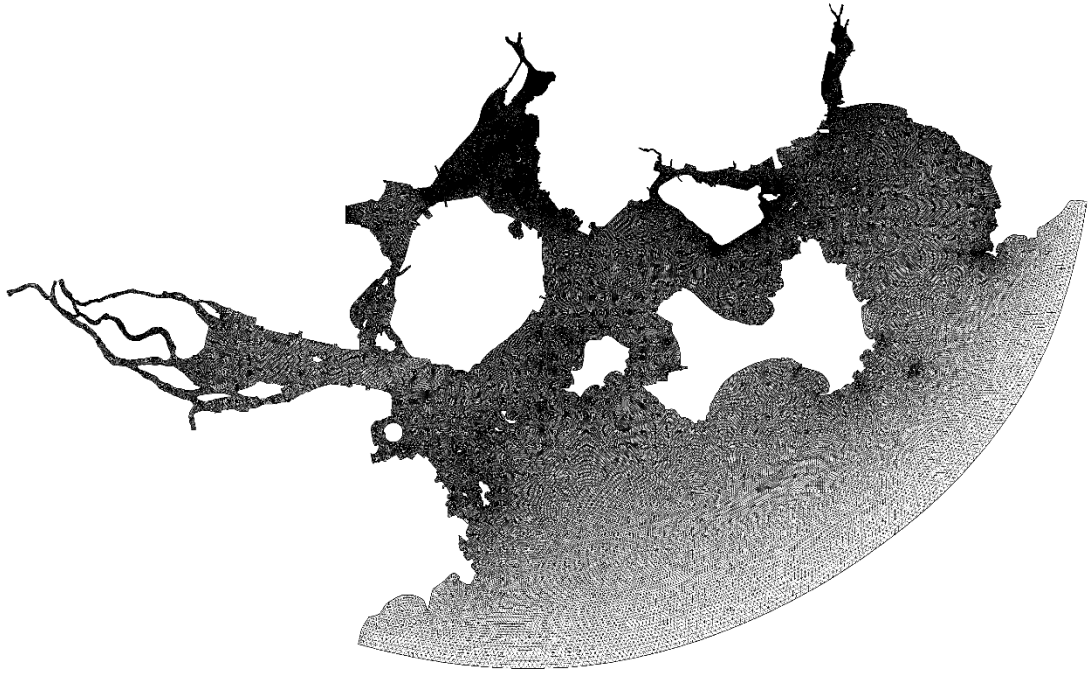


图 4.1-1 厦门湾、围头湾大范围海域数学模型范围及网格

模型计算区域的离散采用非结构三角形网格，能够较准确地反映出岸线和建筑物的外形轮廓。为提高效率采用变网格技术，口门区网格尺度为 500m，至厦门湾、同安湾口网格逐渐减小至 50~100m，其中同安湾网格 30~50m，九龙湾网格 65~100m 左右，西海域网格尺度 50~80m，围头湾网格尺度 50~80m，大嶝岛附近网格 30~50m，工程区网格 30m 左右，计算单元数合计 633982 个。工程区局部网格见图 4.1-2。



图 4.1-2 工程区模型网格

4.1.2.2 计算开边界条件

在进行潮流数值计算时，需要给定开边界条件，本模型开边界的潮位过程由中国海潮波模型及实测潮位（围头站）提供，并根据实测资料及验证结果修正。

4.1.2.3主要计算参数

(1) 糙率：计算海域的糙率是个综合影响因素，与水深、床面形态等因素有关，根据厦门湾、同安湾及围头湾海域地形以及底质条件，给出随水深变化的糙率场。通过模拟率定，糙率取为 0.015~0.03。

(2) 紊动粘性系数：采用 Smagorinsky 公式确定紊动粘性系数，其系数取值为 0.28。

(3) 时间步长：本模型最小计算时间步长 0.01s，最大 10s。

(4) 研究海域为细颗粒泥沙，泥沙沉速取絮凝沉速 0.0005m/s，泥沙模型中床面参数根据本海域底质特性和悬沙特性选取，并根据实测泥沙数据进行修正。

4.1.3数学模型验证

模型对 2020 年 12 月~2021 年 1 月工程周边海域冬季大、中、小潮水文测验资料进行了验证。图 4.1-3 为 2020 年 12 月~2021 年 1 月水文测验潮位站和水流测点布置，其中潮位站 3 个，分别为和平码头、小嶝岛码头、围头站，垂线测站 9 条，其中大潮时间为 2021 年 1 月 1 日 9:00~1 月 2 日 11:00，中潮时间为 2020 年 12 月 26 日 9:00~12 月 27 日 11:00，小潮时间为 2020 年 12 月 23 日 10:00~12 月 24 日 12:00。本节主要引用大潮时间验证结果，中潮和小潮验证结果详见《厦门新机场周边海域生态环境综合治理工程潮流泥沙数学模型研究》。

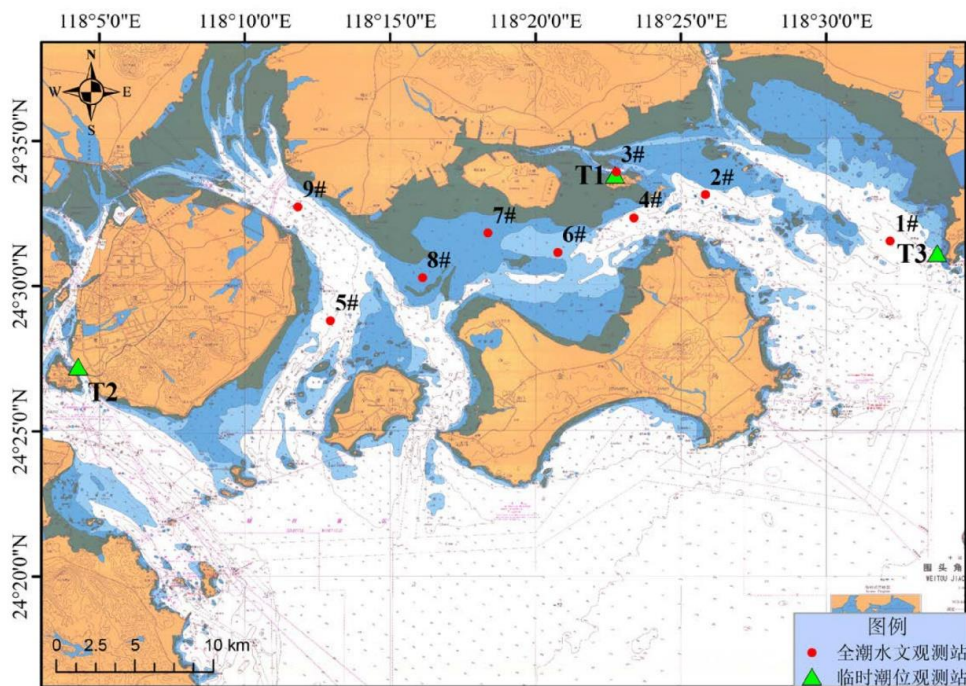


图 4.1-3 2020 年 12 月~2021 年 1 月水文测站布置

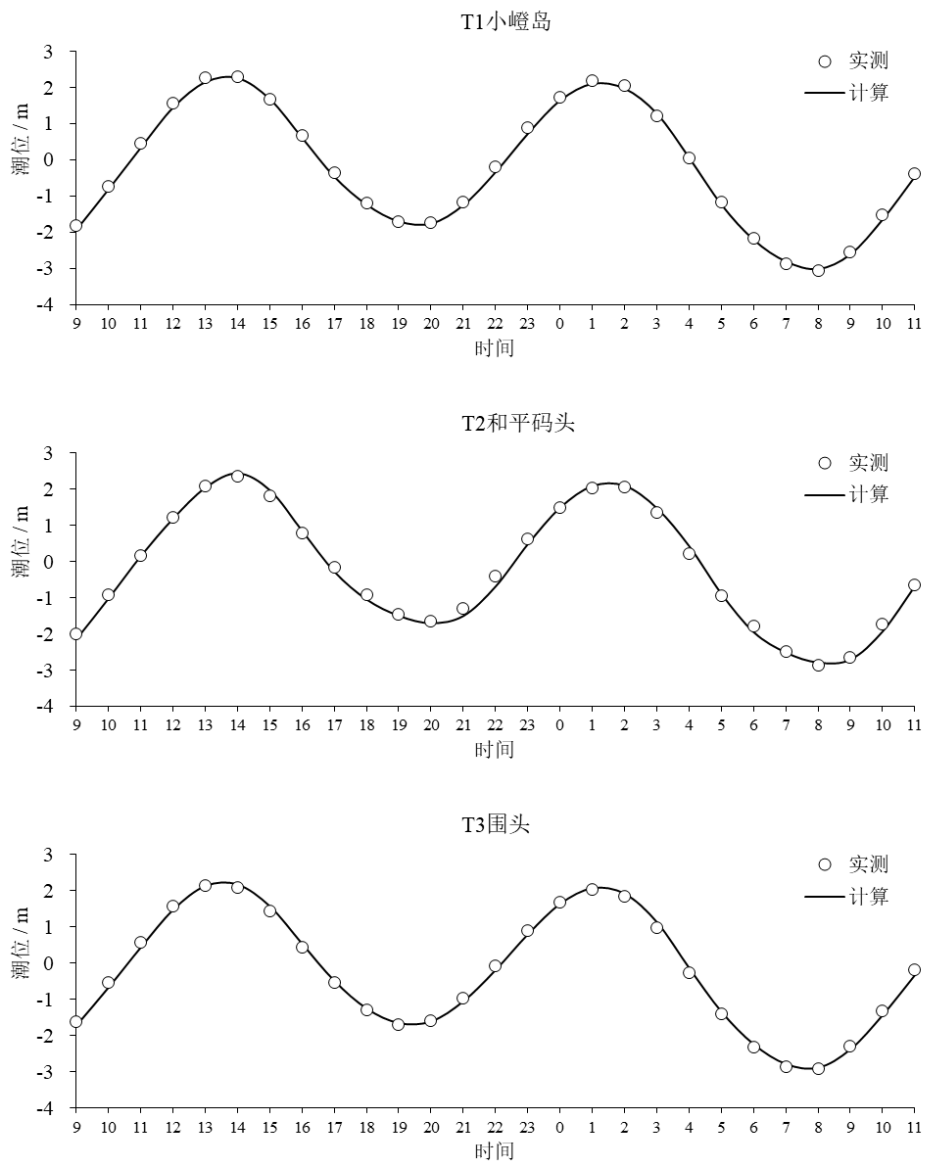


图 4.1-4 2020 年 1 月水文测验大潮潮位验证结果

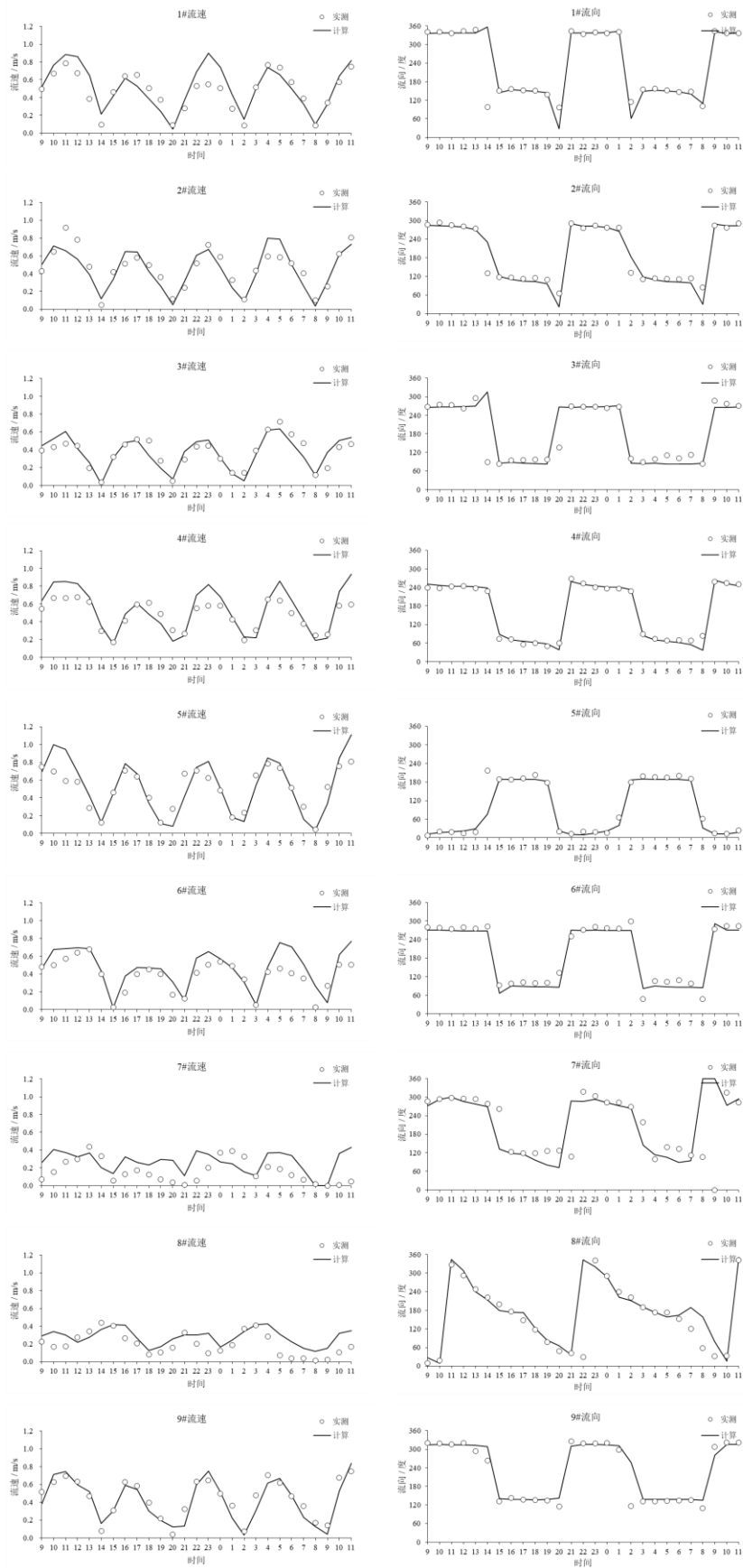


图 4.1-5 2021 年 1 月水文测验大潮垂线平均流速、流向验证结果

根据 2020 年 12 月~2021 年 1 月大、中、小潮潮位、垂线平均流速、流向验证结果看，潮位验证结果良好，没有相位差，除部分测点由于地形边界条件与水文测验期间有差异造成的误差外，各垂线流速、流向验证情况良好，满足规范要求，本模型能够复演和计算厦门湾、大嶝岛和围头湾海域的潮流场，模型选取 2021 年 1 月大潮作为水流计算潮型。

4.1.4 工程前流场特性

工程所在的大嶝岛海域东部为围头湾，西部为厦门岛-小金门岛-金门岛水道进入同安湾的口门连接段，水流条件较为复杂，由于两部分水体的分汇流处大致位于金门岛西北端~澳头连线附近，大嶝岛海域更多受围头湾影响较大，可认为是围头湾的西侧湾顶段水域。从流态看，涨潮时，来自围头湾的涨潮流一部分沿中部深槽进入安海湾，东部为向岸水流，西侧水体分南北两部分进入大嶝岛海域：北部水流经小嶝岛北侧进入大嶝岛北部水道，南部水流经角屿~金门岛水道和小嶝岛~角屿水道汇合沿大嶝岛南部向西流动，通过大嶝岛~金门岛之间窄段后，大部分沿大嶝岛南部向西北流动并与来自小金门岛~金门岛通道的涨潮流汇合同安湾流动，小部分水体绕过大嶝岛与大嶝岛北侧通道来流在大嶝桥附近汇流，南部的部分水流进入金门岛北侧浅滩形成向岸水流。落潮流基本上为往复流，流动方向与涨潮流基本上为相反方向。

从流速分布看，从流速分布看，工程前大嶝桥北侧、九溪河口平均流速 0.05~0.1m/s，大嶝岛北通道平均流速 0.1~0.5m/s，大嶝桥南侧清淤区范围平均流速 0.05~0.2m/s，深槽区流速相对较大一些。

4.1.5 工程后水文动力变化

4.1.5.1 流场特性变化

工程前大嶝桥附近大致为涨落潮分汇流区，水流平顺，水动力较弱，水位较低时大嶝岛南侧涨落潮水流沿深槽区流动，大嶝岛北通道水动力相对较强些。工程后涨潮时大嶝桥南侧清淤区内出现逆时针回流，落潮清淤区内水流相对较为平顺，沿南部深槽区流出清淤区。

从流速分布看，工程前大嶝桥北侧、九溪河口平均流速 0.05~0.1m/s，大嶝岛北通道平均流速 0.1~0.5m/s，大嶝桥南侧清淤区范围平均流速 0.05~0.2m/s，深槽区流速相对较大一些。工程后大嶝桥南侧清淤区范围平均流速 0.05~0.1m/s，流速分布相对较为均匀，其他海域流速分布变化不大。

与工程前比较，工程后大嶝桥南侧清淤区原深槽区流速有所减小，其他区域流速略有增加，大嶝桥南侧清淤区以南一定范围尤其深槽区流速有所增加，大嶝桥北侧清淤区流速略有减小，

九溪口外流速略有减小，大嶝桥北侧清淤区至南港海特大桥之间水流稍有增加。

4.1.5.2特征点流速变化

为了解工程引起的水文动力影响，在工程周边海域选取 47 特征点分析工程前后的流速变化，特征点位置见图 4.1-11a。表 4.1-1 为工程前、后特征点平均流速变化表。同时，沿大嶝大桥桥位两侧各布置了 8 个取样点，其中 2#~4#位于主桥墩下，7#点位于现状深槽处，见图 4.1-11b。表 4.1-2 为不同工况下大嶝大桥下取样点最大流速统计。可以看出，工程前大嶝大桥下最大流速 0.07~0.58m/s，最大流速位于西侧原深槽 7#点位置，工程后最大流速 0.11~0.73m/s，最大流速位于西侧 8#点位置。

由表可以看出，工程前厦门岛与大、小金门岛之间深槽取样点 D1~D5 涨潮平均流速 0.32~0.84m/s，落潮平均流速 0.37~0.79m/s，全潮平均流速 0.34~0.81m/s；大嶝岛西侧取样点 D6~D12 涨潮平均流速 0.15~0.48m/s，落潮平均流速 0.11~0.40m/s，全潮平均流速 0.14~0.42m/s；大嶝岛与金门岛之间、小嶝岛及角屿附近水域取样点 D13~D26 涨潮平均流速 0.24~0.81m/s，落潮平均流速 0.26~0.70m/s，全潮平均流速 0.25~0.76m/s，其中大、小嶝岛之间水道未清淤前几乎没有流速；围头湾、安海湾口门处取样点 D27~D33、D41~D47 涨潮平均流速 0.19~0.76m/s，落潮平均流速 0.27~0.62m/s，全潮平均流速 0.23~0.69m/s；大嶝岛北水道取样点 D34~D40 涨潮平均流速 0.17~0.48m/s，落潮平均流速 0.11~0.55m/s，全潮平均流速 0.14~0.51m/s，其中大嶝桥两侧取样点水流流速较小。

与工程前比较，工程后靠近大嶝桥南侧特征点 D34 涨潮、落潮和全潮平均流速分别减小 0.07、0.11 和 0.09m/s，北侧九溪河口 D35 和南侧 D8 点平均流速增加 0.02~0.03m/s，其他取样点流速基本上没有变化。本工程对周边海域水文动力影响较小。

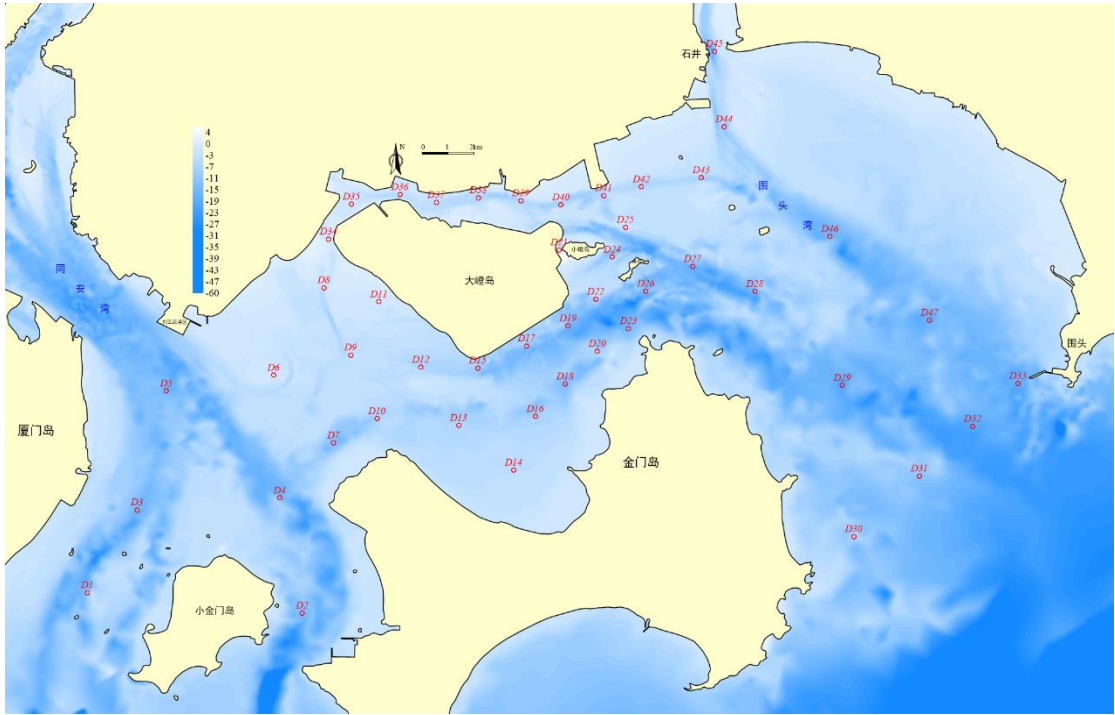


图 4.1-11a 特征点位置分布图

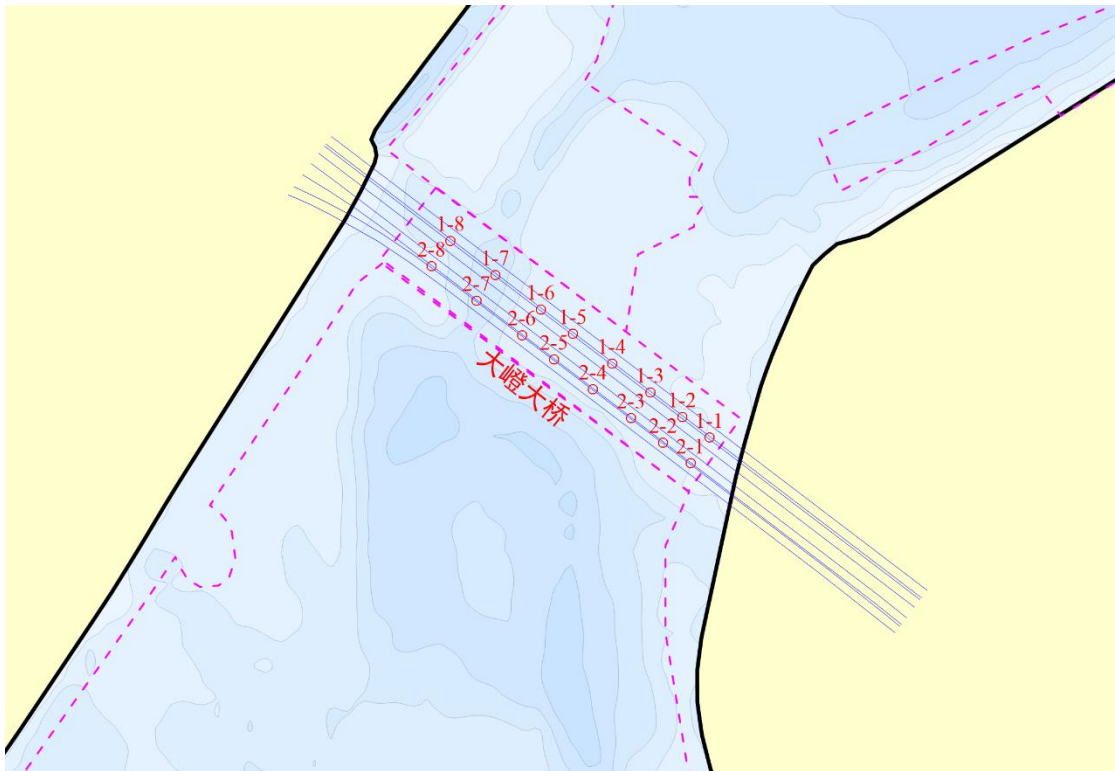


图 4.1-11b 大嶼大桥下取样点布置

表 4.1-1 特征点工程前后流速变化（流速大小 m/s，幅度%）

取样点	工程前			工程后			流速变化					
	涨潮 平均	落潮 平均	全潮 平均	涨潮 平均	落潮 平均	全潮 平均	涨潮平均		落潮平均		全潮平均	
							大小	幅度	大小	幅度	大小	幅度
D1	0.64	0.61	0.62	0.64	0.61	0.63	0	0	0	0	0.01	2
D2	0.83	0.78	0.81	0.83	0.79	0.81	0	0	0.01	1	0	0
D3	0.44	0.42	0.43	0.44	0.42	0.43	0	0	0	0	0	0
D4	0.64	0.62	0.63	0.64	0.62	0.63	0	0	0	0	0	0
D5	0.30	0.37	0.33	0.30	0.37	0.33	0	0	0	0	0	0
D6	0.23	0.20	0.22	0.24	0.20	0.22	0.01	4	0	0	0	0
D7	0.44	0.39	0.42	0.44	0.38	0.42	0	0	-0.01	-2	0	0
D8	0.16	0.06	0.12	0.33	0.20	0.27	0.17	106	0.14	117	0.15	75
D9	0.36	0.36	0.36	0.36	0.38	0.37	0	0	0.02	6	0.01	3
D10	0.48	0.40	0.44	0.48	0.40	0.44	0	0	0	0	0	0
D11	0.15	0.13	0.14	0.15	0.13	0.14	0	0	0	0	0	0
D12	0.45	0.38	0.42	0.45	0.38	0.42	0	0	0	0	0	0
D13	0.44	0.42	0.43	0.44	0.42	0.43	0	0	0	0	0	0
D14	0.24	0.26	0.25	0.24	0.26	0.25	0	0	0	0	0	0
D15	0.64	0.52	0.59	0.64	0.52	0.59	0	0	0	0	0	0
D16	0.43	0.41	0.42	0.43	0.42	0.42	0	0	0.01	2	0	0
D17	0.56	0.44	0.50	0.56	0.44	0.50	0	0	0	0	0	0
D18	0.46	0.46	0.46	0.45	0.47	0.46	-0.01	-2	0.01	2	0	0
D19	0.63	0.46	0.55	0.63	0.47	0.55	0	0	0.01	2	0	0
D20	0.81	0.70	0.76	0.81	0.70	0.76	0	0	0	0	0	0
D21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
D22	0.37	0.31	0.34	0.37	0.31	0.34	0	0	0	0	0	0
D23	0.62	0.46	0.54	0.62	0.47	0.54	0	0	0.01	2	0	0
D24	0.37	0.15	0.26	0.37	0.15	0.26	0	0	0	0	0	0
D25	0.37	0.30	0.34	0.37	0.30	0.33	0	0	0	0	-0.01	-3
D26	0.57	0.53	0.55	0.57	0.53	0.55	0	0	0	0	0	0
D27	0.43	0.37	0.41	0.43	0.37	0.40	0	0	0	0	-0.01	-3
D28	0.40	0.47	0.44	0.40	0.47	0.44	0	0	0	0	0	0
D29	0.41	0.42	0.41	0.41	0.42	0.41	0	0	0	0	0	0
D30	0.60	0.62	0.61	0.60	0.62	0.61	0	0	0	0	0	0
D31	0.53	0.54	0.53	0.53	0.54	0.53	0	0	0	0	0	0
D32	0.48	0.44	0.46	0.48	0.44	0.46	0	0	0	0	0	0
D33	0.76	0.62	0.69	0.76	0.62	0.69	0	0	0	0	0	0
D34	0.10	0.07	0.09	0.19	0.06	0.13	0.09	90	-0.01	-11	0.04	67
D35	0.13	0.10	0.11	0.15	0.11	0.13	0.02	15	0.01	9	0.02	18
D36	0.41	0.37	0.39	0.48	0.40	0.44	0.07	17	0.03	8	0.05	13

取样点	工程前			工程后			流速变化					
	涨潮 平均	落潮 平均	全潮 平均	涨潮 平均	落潮 平均	全潮 平均	涨潮平均		落潮平均		全潮平均	
							大小	幅度	大小	幅度	大小	幅度
D37	0.30	0.25	0.27	0.33	0.26	0.29	0.03	10	0.01	4	0.02	8
D38	0.39	0.39	0.39	0.41	0.40	0.41	0.02	5	0.01	3	0.02	5
D39	0.42	0.48	0.45	0.43	0.48	0.45	0.01	2	0	0	0	0
D40	0.47	0.56	0.51	0.47	0.56	0.52	0	0	0	0	0.01	2
D41	0.19	0.28	0.23	0.19	0.28	0.23	0	0	0	0	0	0
D42	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0	0	0	0	0	0
D43	0.43	0.36	0.39	0.43	0.35	0.39	0	0	-0.01	-3	0	0
D44	0.27	0.37	0.32	0.27	0.37	0.32	0	0	0	0	0	0
D45	0.24	0.27	0.26	0.24	0.27	0.26	0	0	0	0	0	0
D46	0.51	0.47	0.49	0.51	0.47	0.49	0	0	0	0	0	0
D47	0.34	0.38	0.36	0.34	0.38	0.36	0	0	0	0	0	0

表 4.1-2 大嶝大桥下取样点最大流速统计 (m/s)

取样点	工程前	工程后	变化
1-1	0.07	0.11	0.04
1-2	0.09	0.11	0.02
1-3	0.14	0.20	0.06
1-4	0.21	0.50	0.29
1-5	0.28	0.57	0.29
1-6	0.31	0.54	0.23
1-7	0.56	0.65	0.09
1-8	0.26	0.73	0.47
2-1	0.06	0.18	0.12
2-2	0.10	0.18	0.08
2-3	0.11	0.28	0.17
2-4	0.16	0.32	0.16
2-5	0.22	0.46	0.24
2-6	0.28	0.45	0.17
2-7	0.58	0.59	0.01
2-8	0.26	0.64	0.38

4.1.5.3 纳潮量和断面潮通量变化分析

(1) 纳潮量变化

根据 2021 年 12 月冬季水文测验潮位特征值统计,大嶝岛海域平均高、低潮位分别为 2.56m、-1.64m, 平均潮差 4.2m, 大潮期间(2021.1.1 ~ 2021.1.2)平均高潮位 2.77m, 平均低潮位-1.98m, 平均潮差 4.75m, 最大涨潮潮差 5.57m, 最大落潮潮差 5.3m。计算表明, 中潮条件下, 本工程

引起的纳潮量增加 249 万方，大潮条件下，本工程引起的纳潮量增加 289 万方。

(2) 断面潮通量变化

图 4.1-12 为大嶝岛附近取样断面布置图，根据断面的潮位和流速结果结果可以分析通过这些断面涨落潮量变化。表 4.1-2 为大潮条件下工程前、后不同断面日涨落潮量（两涨两落），西向流为正，东向流为负。

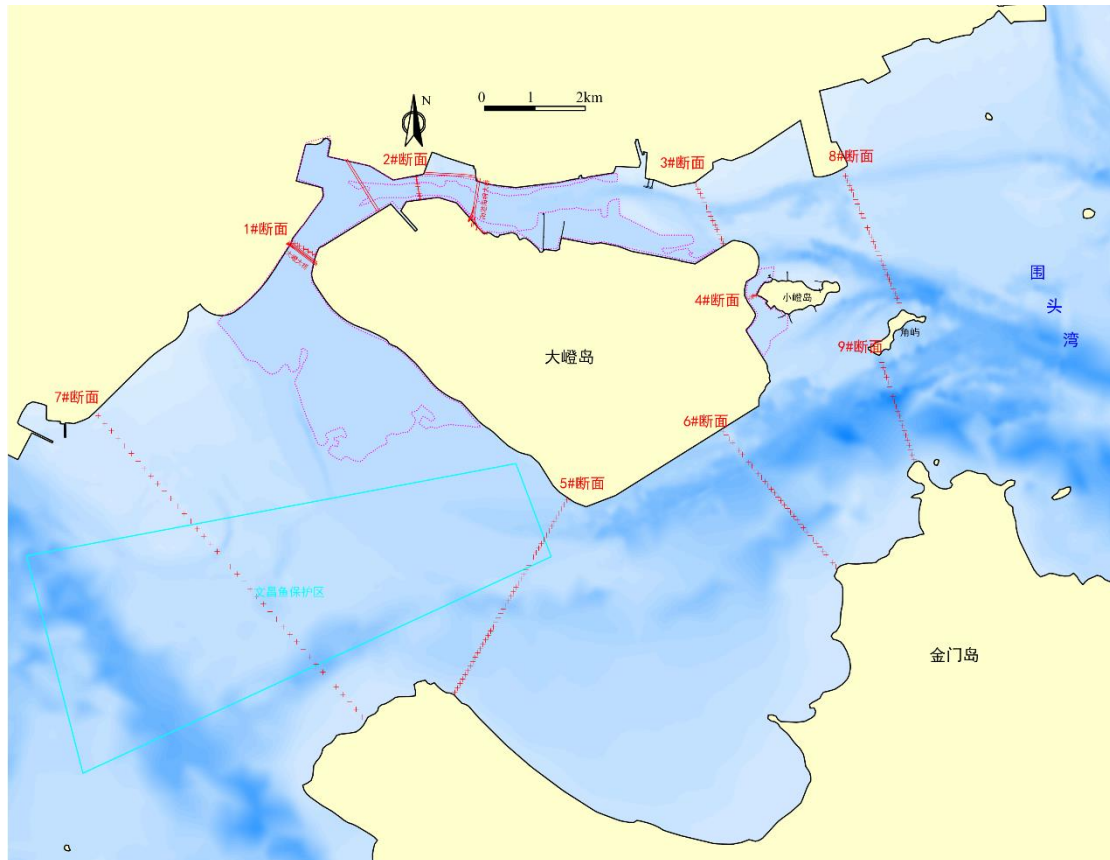


图 4.1-12 工程附近海域断面位置

根据各断面潮量统计结果，生态修复方案实施后大嶝北水道一天时间自西向东的净潮量增加了约 500 万 m^3 ，有利于北水道水体的交换，大嶝岛南侧 10#断面日净潮量自南向北增加了 674 万 m^3 。7#断面向西增加 362 万 m^3 ，5#断面自西向东增加 125 万 m^3 。

表 4.1-3 各断面日潮量（24 小时 50 分，万 m^3 ，正为西向，负为东向）统计

断面	工程前			生态修复方案			生态修复方案-工程前		
	净潮量	西向潮量	东向潮量	净潮量	西向潮量	东向潮量	净潮量	西向潮量	东向潮量
断面 1	46	87	-41	534	747	-213	488	660	-172
断面 2	65	1625	-1560	556	2143	-1587	492	519	-27
断面 3	214	7197	-6983	717	7695	-6978	503	498	5
断面 5	31692	58018	-26325	31567	57916	-26348	-125	-102	-23
断面 7	31809	46573	-14765	32171	47016	-14846	362	443	-81

断面	工程前			生态修复方案			生态修复方案-工程前		
	净潮量	西向潮量	东向潮量	净潮量	西向潮量	东向潮量	净潮量	西向潮量	东向潮量
断面 10	159	728	-570	832	1634	-801	674	905	-231

4.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

4.2.1 数学模型

4.2.1.1 悬移质输移扩散方程

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{F_s}{h + \zeta} \quad (4.2-1)$$

式中： s ：垂线平均含沙量；

D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数；

F_s ：泥沙冲淤函数，其余符号意义同前。

4.2.1.2 床面冲淤变化方程

$$\gamma_0 \frac{\partial \Delta h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = F_s \quad (4.2-2)$$

式中： Δh ：冲淤厚度（m）；

q_x 、 q_y ： x 和 y 方向底沙单宽输沙率（kg/m·s），淤泥质海岸为 0；

γ_0 ：泥沙干容重，缺乏实测资料时，可采用 $\gamma_0 = 1750 d_{50}^{0.183}$ 估算（式中 d_{50} 为泥沙中值粒径，以 mm 计）。

海床的冲淤函数采用切应力概念，建立起冲淤函数 F_s 与底部剪切应力及泥沙特征的函数关系：

$$F_s = \begin{cases} \alpha \omega S \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d} \right) & \text{当 } \tau \leq \tau_d \\ 0 & \text{当 } \tau_d < \tau < \tau_e \\ -M \left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1 \right) & \text{当 } \tau \geq \tau_e \end{cases} \quad (4.2-3)$$

式中： τ 为水流底部剪切应力； τ_d 为不淤临界剪切应力或临界淤积切应力； τ_e 为起动临界剪切应力或临界冲刷切应力； α 为淤积概率； M 为冲刷系数，单位 kg/(m²·s)； ω 为泥沙沉降速度。

本海域近岸为浅滩，除潮流作用外，还受到外海波浪和风浪作用，泥沙输移是在波浪和潮流共同作用下完成的，波浪掀沙，潮流输沙，计算泥沙场时需考虑波浪作用。床面剪切应力可采用以下公式进行计算：

只有水流作用时，床面剪切应力：

$$\tau_c = \frac{1}{2} \rho f_c u^2 \quad (4.2-4)$$

只考虑波浪作用时，床面切应力：

$$\tau_w = \frac{1}{2} \rho f_w u_b^2 \quad (4.2-5)$$

波、流共同作用时的床面切应力：

$$\tau = \tau_c \left[1 + a \left(\frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_w} \right)^p \left(1 - \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_w} \right)^q \right] \quad (4.2-6)$$

式中， f_c ：水流摩阻系数；

f_w ：波浪摩阻系数；

u_b ：波浪底部水质点水平运动速度；

a 、 p 、 q ：随波浪要素变化的参数，根据（Soulsby et al., 1993）。

4.2.1.3 悬沙边界条件

入流时，

$$s(x, y, t)|_{\Gamma} = s^*(x, y, t) \quad (4.2-7)$$

出流时，

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u_n \frac{\partial s}{\partial \bar{n}} = 0 \quad (4.2-8)$$

泥沙固边界：

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{n}} = 0 \quad (4.2-9)$$

4.2.2 模型验证

模型对 2020 年 12 月~2021 年 1 月工程周边海域冬季大、中、小潮垂线平均含沙量进行了验证。本节主要引用大潮验证结果，中潮和小潮验证结果详见《厦门新机场周边海域生态环境综合治理工程潮流泥沙数学模型研究》。

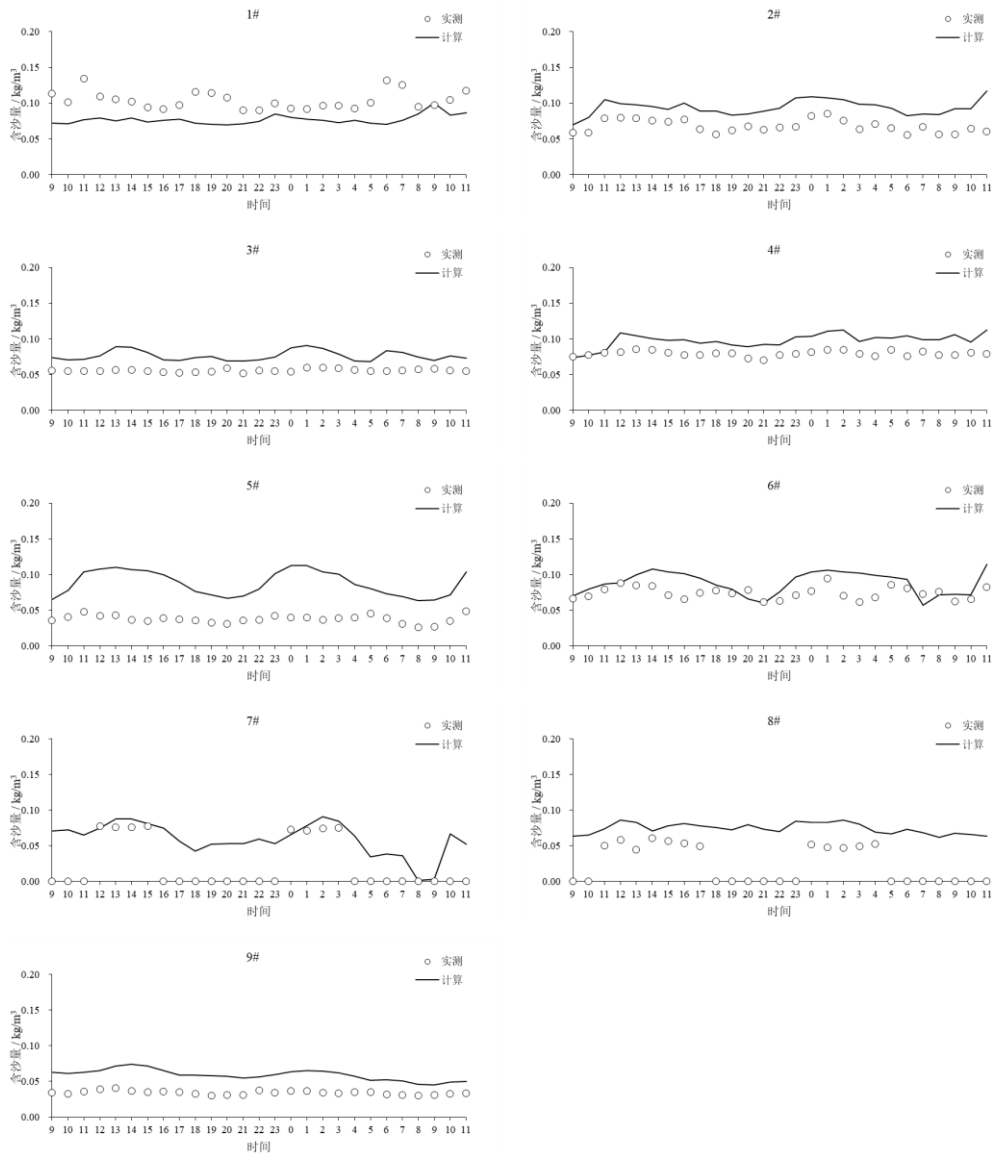


图 4.2-1 2021 年 1 月水文测验大潮垂线平均含沙量验证结果

从图 4.2-1 含沙量验证结果看，各站含沙量验证情况良好，满足规范要求，本模型能够复演和计算厦门湾、大嶝岛和围头湾海域的潮流场和含沙量场。

对本海域多次地形冲淤分析，由于厦门新机场建设，大嶝岛周边海域一直处于施工状态，早期大嶝北水道也进行了疏浚，不同时期的地形资料对比很难真正反映大嶝北水道的冲淤变化。2023 年 2 月，大嶝大桥~九溪口又进行了 1:2000 的地形测图，与 2022 年 9 月地形比较，除了近岸区以及前期受护花米草影响区域外，其他海域地形可以较好反映这期间的冲淤变化情况。

图 4.2-2 为 2022 年 9 月~2023 年 2 月大嶝大桥两侧地形冲淤变化 (m)，该范围去除了近岸护花米草以及桥下区域，根据统计，两次地形观测期间 (5 个月) 该海域平均淤积近乎为 0。

图 4.2-3 为现状条件下泥沙数学模型计算的大嶝大桥附近海域年冲淤（m/a）分布，模型潮流采用 2020 年 12 月~2021 年 1 月连续半月潮，风浪场采用 NE 向平均风速计算，外海边界给定 SE 向波浪年平均值。可以看出，模型中大嶝北水道和大嶝岛南侧略有淤积出现，大嶝大桥两侧淤积很少，与上图同样区域冲淤统计，该片海域平均年淤积 0.7cm/a，略有淤积，模型较好地反映了大嶝大桥附近海域微淤以及大嶝北水道稍有淤积的变化规律，地形验证结果良好。

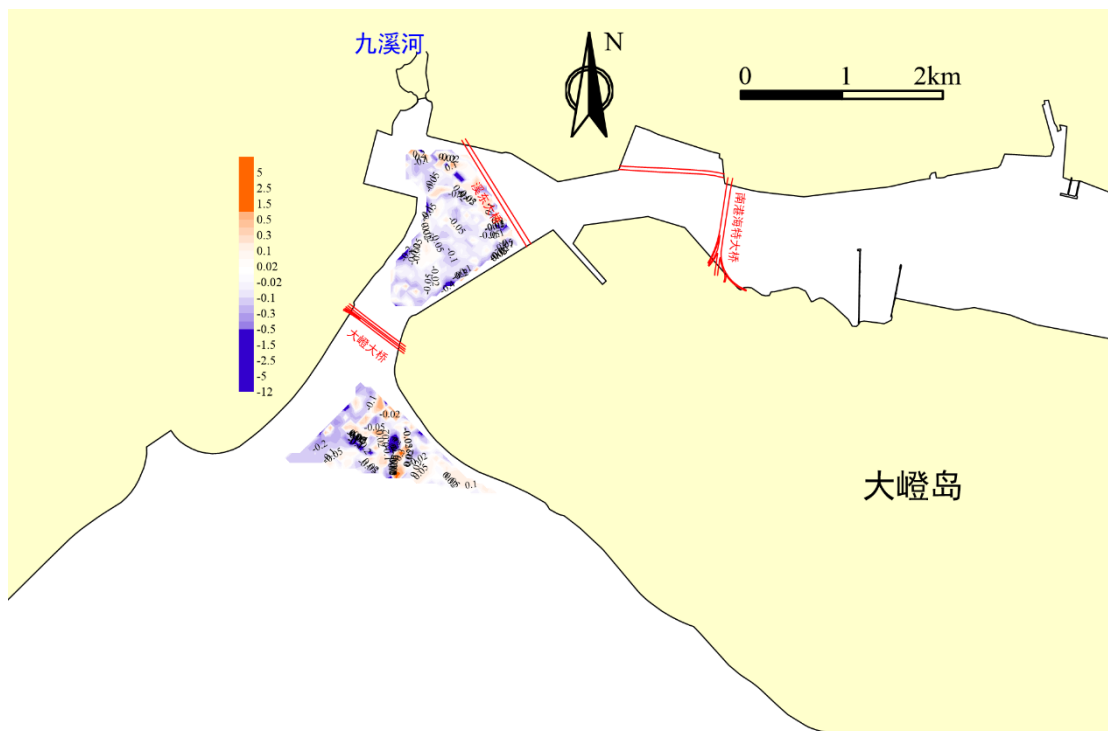


图 4.2-2 2022 年 9 月~2023 年 2 月大嶝大桥两侧地形冲淤变化（m）

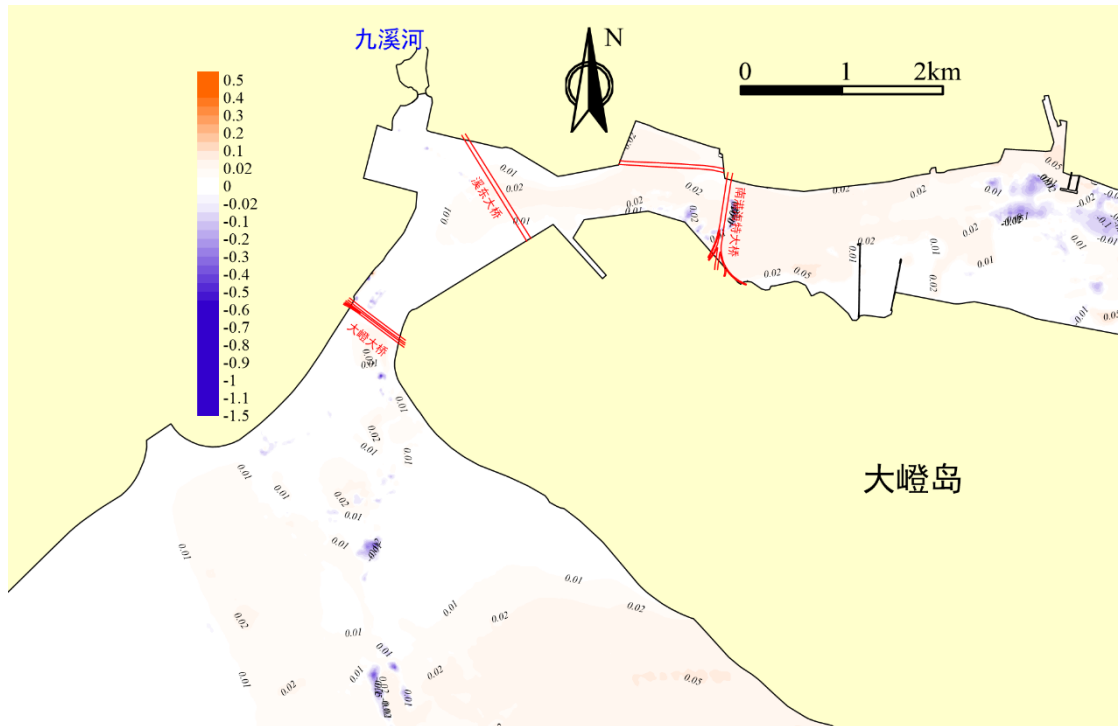


图 4.2-3 泥沙数学模型计算大嶝岛北侧通道地形年冲淤分布 (m/a)

4.2.3 泥沙冲淤计算结果分析

根据统计，清淤范围平均年回淤厚度为 9.0cm/a，各清淤区平均回淤厚度大致接近，大嶝大桥西北侧淤积稍多，大嶝大桥下清淤后年平均淤积厚度 7.1cm/a，大嶝大桥~溪东大桥略有淤积，九溪口外没有出现明显淤积，大嶝大桥南侧南部深槽由于清淤区纳潮水量增加、流速增加而出现一定程度冲刷，最大冲刷深度 60~70cm 左右，该冲刷区后续将不再继续加深并可能逐渐出现淤积，其他海域冲淤变化较小。统计清淤后年回淤总量为 10.7 万 m³/a。

4.2.4 骤淤影响分析

骤淤常发生在粉砂质海域，其特点是波浪掀沙，潮流输沙，即风浪过程中表层粉砂被波浪掀起，并随近岸水流运动，在经过清淤区时沉降造成骤淤。本工程位于湾顶，传来的外海波浪因受金门岛及大嶝岛等诸岛的阻挡，经折射、绕射后，波浪有较大的变化，加之该海域的水深较浅，故正常条件下，波浪不会太大。本海域的大浪主要发生在台风影响期间及冬季的东北大风期间。最大波高的极大值出现在台风盛行的 7、8、9 月份，观测期间年最大波高值为 2.4m，波向为 NNE 向（9018 号台风期间所产生）。当时的最大风速值为 28.7m/s，风向为 NNE 向。根据黄骅港实测资料，若出现海向 6 级风、作用时间达 8h 以上，即可产生骤淤现象。本工程周边清淤工程若能同步实施，骤淤一般不会发生，若周边清淤工程晚于本工程清淤，由于清淤

区水深较未清淤区大得多，台风浪期间可能会发生未清淤区泥沙向清淤区内推移的骤淤现象。

4.3海水水质环境影响预测与评价

4.3.1施工期悬浮泥沙入海对海水水质的影响

4.3.1.1数学模型

(1) 基本方程

泥沙在海水中的沉降、迁移、扩散过程，可由二维对流扩散方程表示：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial (uS)}{\partial x} + \frac{\partial (vS)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x h \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y h \frac{\partial S}{\partial y} \right) - \alpha \omega S + Q \quad (4.3-1)$$

式中 S 为含沙量； Q 为源汇项 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ； α 为泥沙沉降概率； ω 为泥沙沉速 (m/s)；其他符号同前。

(2) 初始条件

疏浚施工期不考虑本底值，均置为 0，仅考虑悬沙增量。

(3) 边界条件

陆边界：

陆地边界条件采用通量为 0 的条件，即： $\frac{\partial S}{\partial n} = 0$ ，其中 n 为陆地边界法线方向。

开边界：

在计算海域的开边界条件时，浓度计算按流入、流出的情况分别处理。在开边界处满足：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + V_n \frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

(4) 源强

本工程悬浮泥沙主要来自滩涂和临时航路清淤、红树林种植等。其中红树林种植区造滩采用围堰填筑淤泥的方法，产生的悬浮泥沙很少；悬浮泥沙主要来源于滩涂和临时航路清淤。

根据计算，采用 8m^3 抓斗式挖泥船进行清淤的悬浮泥沙源强为 $2.22\text{kg}/\text{s}$ ，采用 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 绞吸式挖泥船进行疏浚时悬浮泥沙源强约 $1.39\text{kg}/\text{s}$ 。

参考清淤范围，选取 15 个典型施工位置点计算悬浮泥沙扩散的影响范围，如图 4.3-1 所示。其中 1#~8#位于大嶝大桥北侧的计算点采用 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 绞吸式挖泥船施工，悬浮泥沙源强为 $1.39\text{kg}/\text{s}$ ；9#~15#位于大嶝大桥南侧的计算点采用 8m^3 抓斗式挖泥船施工，悬浮泥沙源强为 $2.22\text{kg}/\text{s}$ 。计算时分别计算在各计算点施工时引起的悬浮泥沙影响范围，在此基础上，根据各

点的影响范围综合考虑，得到施工期悬浮泥沙扩散的包络线图。

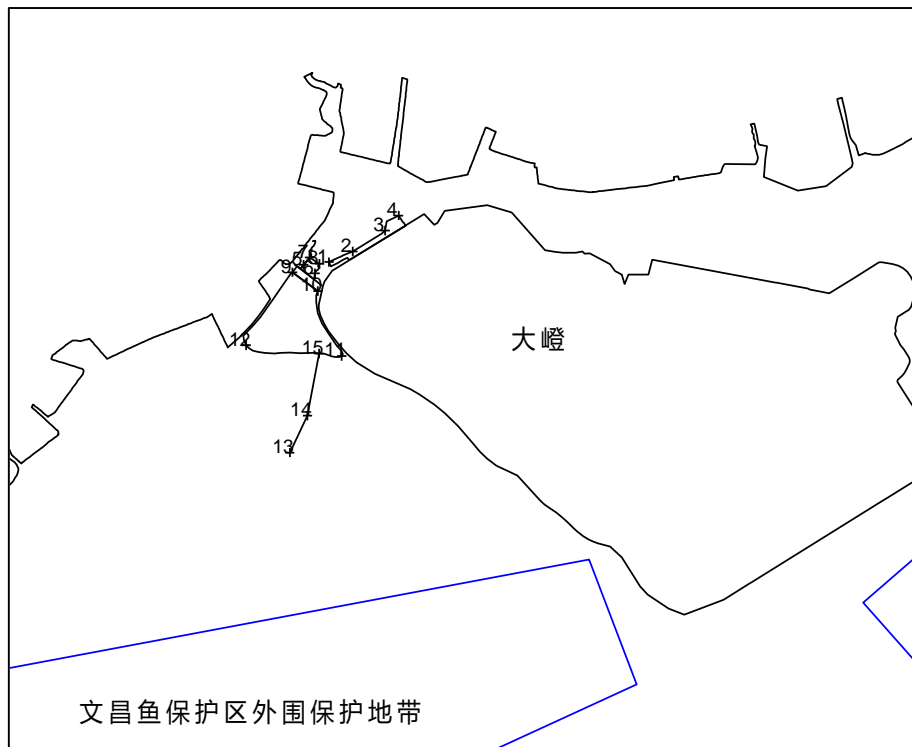


图 4.3-1 悬浮泥沙计算代表点示意图 (+为计算代表点，折线为清淤范围)

4.3.1.2 施工期悬沙迁移扩散

图 4.3-2~图 4.3-16 为各点施工作业引起的海域悬浮泥沙影响范围，图 4.3-17 为综合各工况后总的施工期悬浮泥沙影响范围。各计算特征点施工引起的悬浮泥沙增量影响面积见表 4.3-1。

综合各工况的计算结果，清淤施工期间悬浮泥沙浓度高于 10mg/L 的总影响包络面积约 618.57 公顷。计算结果表明，施工期悬浮泥沙影响的环境敏感目标主要为大嶝岛周边的红树林，对其他环境敏感目标影响较小。

表 4.3-1 各计算点位工况下施工期悬浮泥沙影响范围 (单位： 公顷)

计算代表点		1	2	3	4	5	6	7
影响范围	>10 mg/L	36.47	59.34	47.03	86.33	57.35	71.47	51.72
	>20 mg/L	26.44	44.68	29.38	53.94	31.41	44.80	35.12
	>50 mg/L	17.92	32.17	19.36	30.08	15.01	22.71	16.74
	>100 mg/L	10.82	17.18	12.81	16.44	8.18	6.80	9.41
	>150 mg/L	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
计算代表点		8	9	10	11	12	13	14
影响范围	>10 mg/L	78.95	70.62	50.19	100.78	121.70	91.16	79.02
	>20 mg/L	53.59	41.56	16.81	68.12	81.46	61.67	52.18
	>50 mg/L	33.25	25.96	9.23	36.79	42.94	37.38	29.69
	>100 mg/L	6.80	11.24	4.69	18.79	17.92	19.31	15.04
	>150 mg/L	<0.04	7.34	1.25	9.22	8.10	6.28	5.33
计算代表点		15						

计算代表点		1	2	3	4	5	6	7
影响范围	>10 mg/L	76.81						
	>20 mg/L	60.35						
	>50 mg/L	38.99						
	>100 mg/L	24.21						
	>150 mg/L	11.37						
总包络面积		>10 mg/L:618.57hm ² ; >20mg/L:510.16hm ² ; >50 mg/L: 419.62hm ² ; >100 mg/L:334.59hm ² ; >150mg/L:206.93hm ² 。						

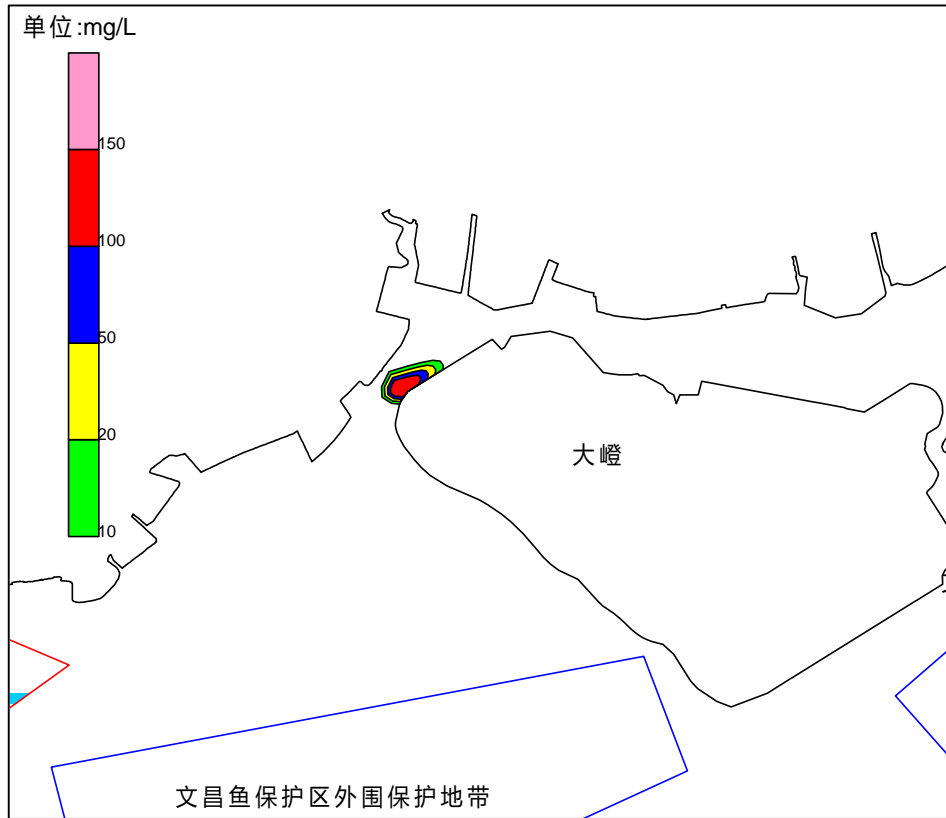


图 4.3-2 1#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

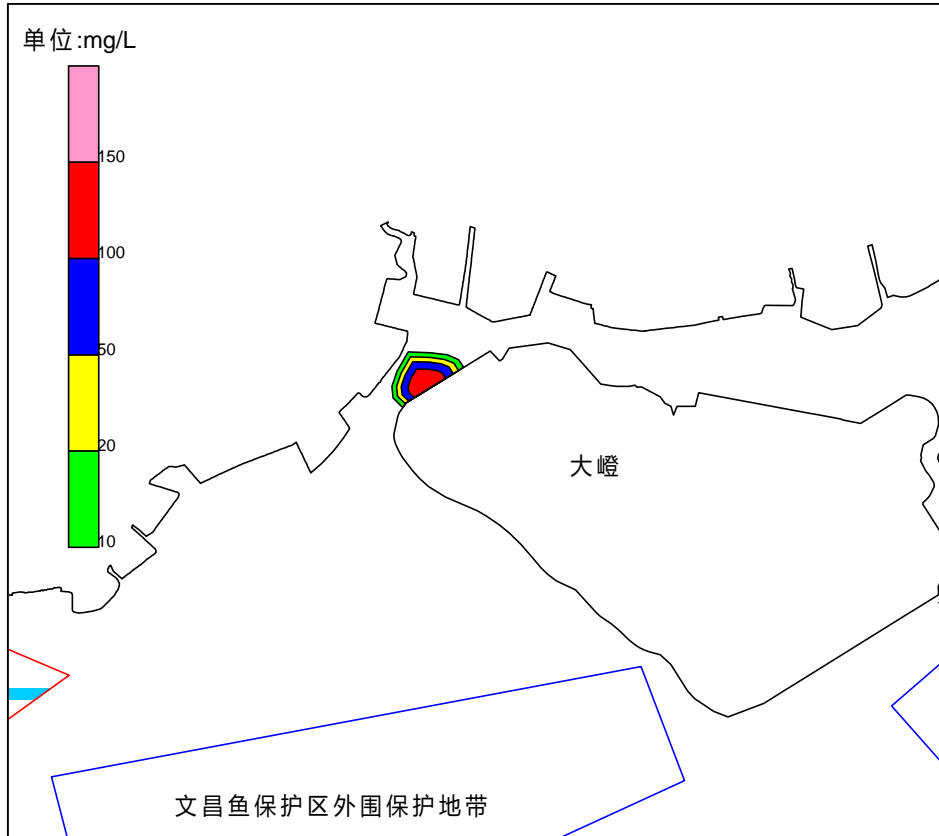


图 4.3-3 2#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

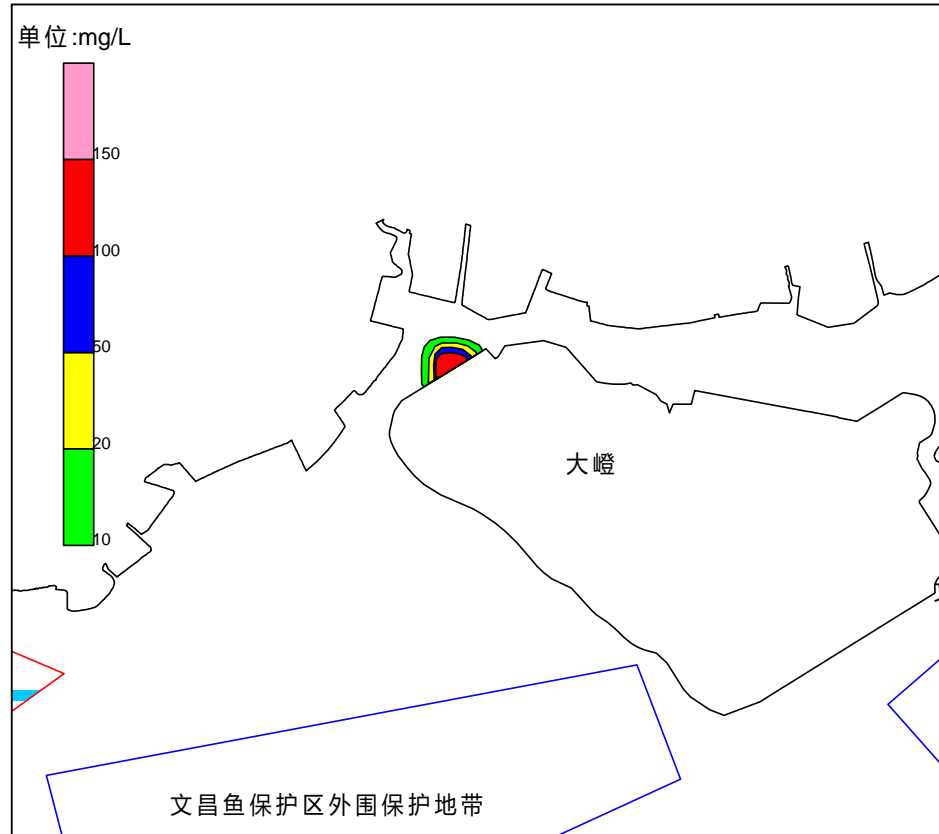


图 4.3-4 3#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

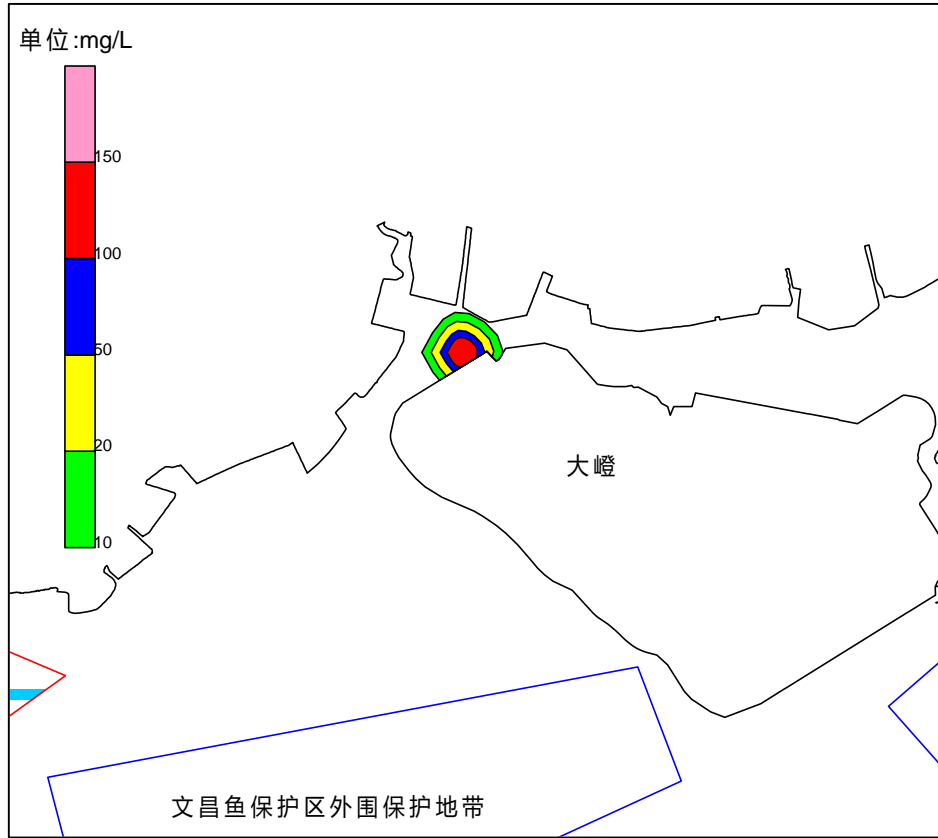


图 4.3-5 4#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

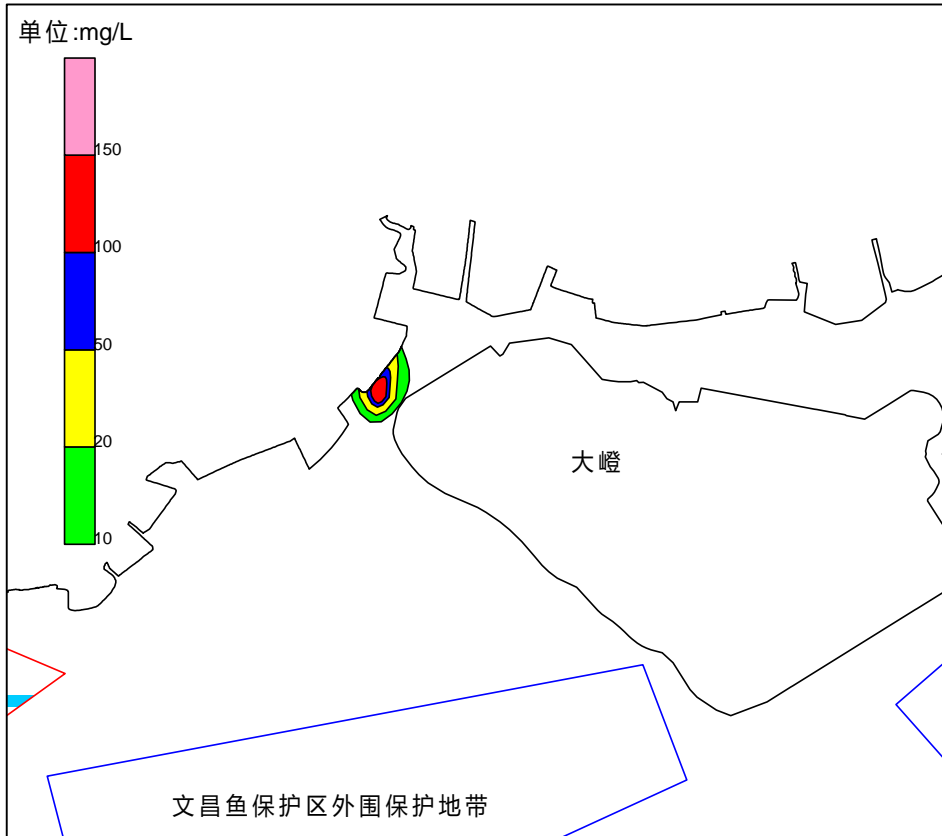


图 4.3-6 5#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

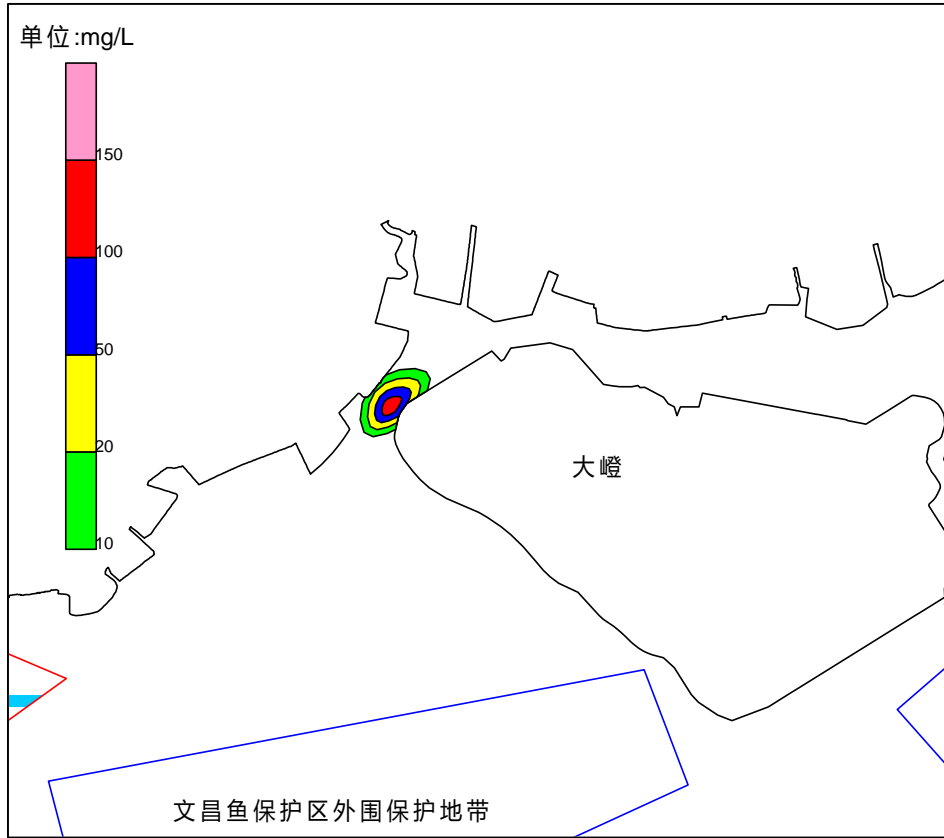


图 4.3-7 6#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

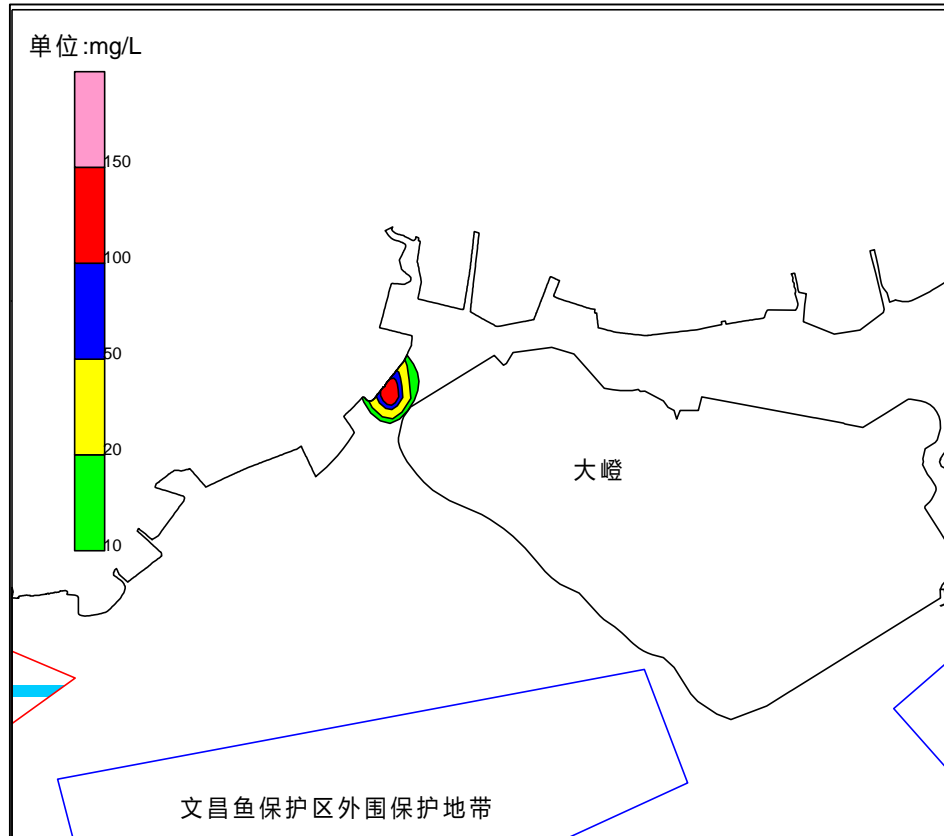


图 4.3-8 7#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

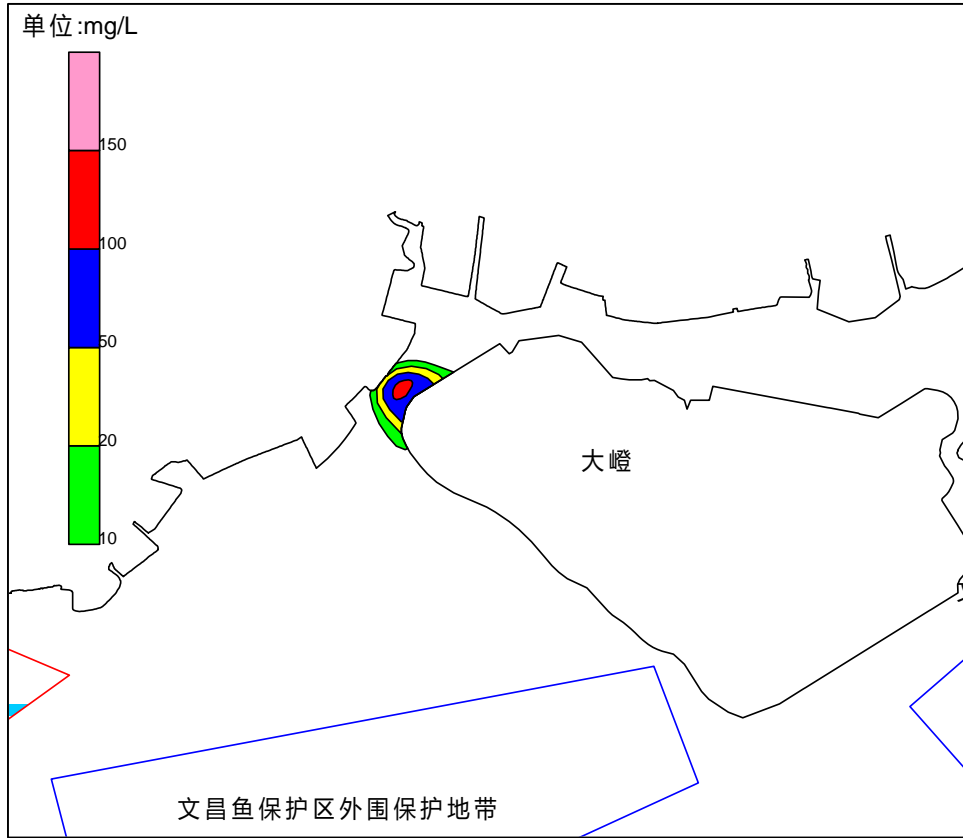


图 4.3-9 8#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

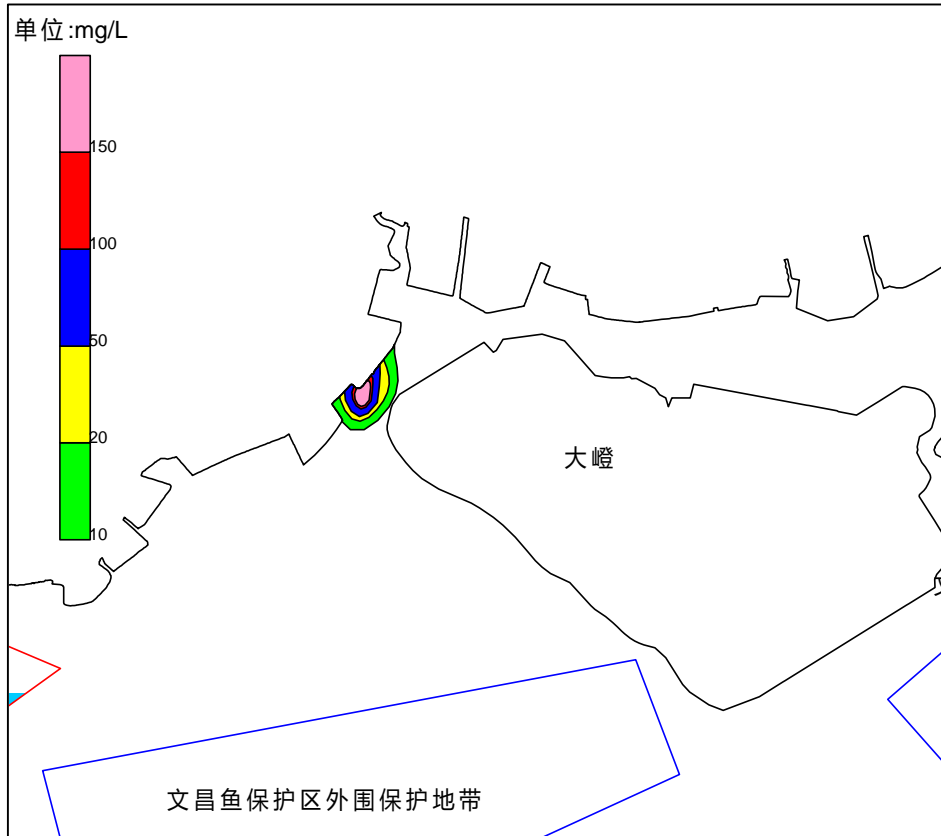


图 4.3-10 9#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

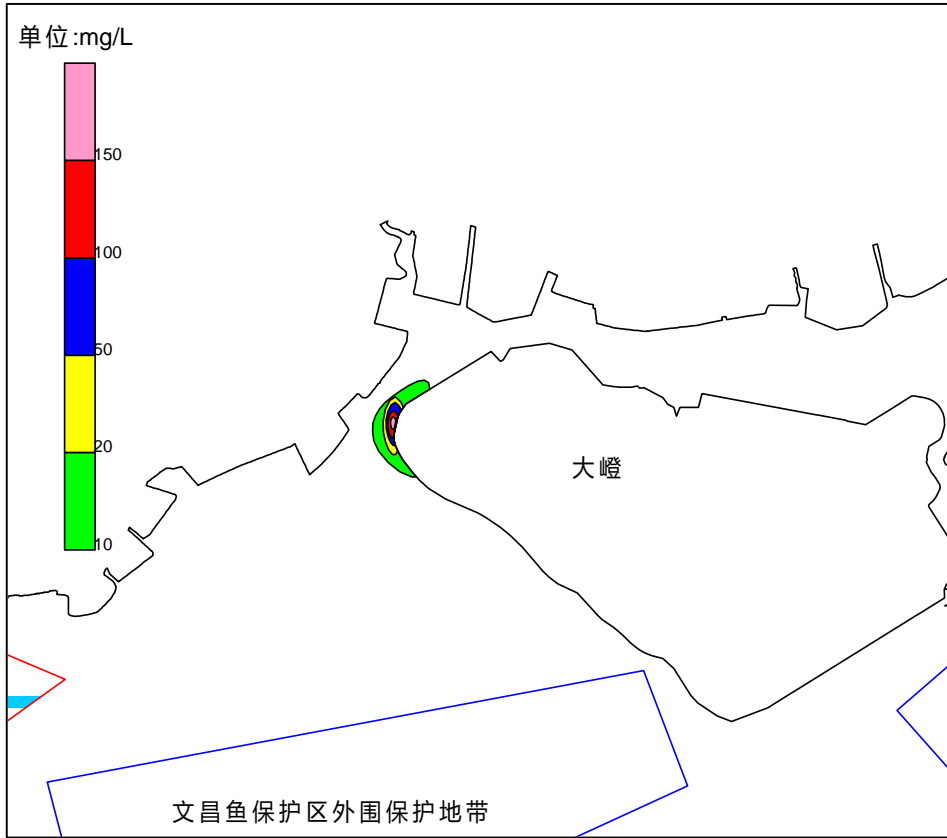


图 4.3-11 10#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

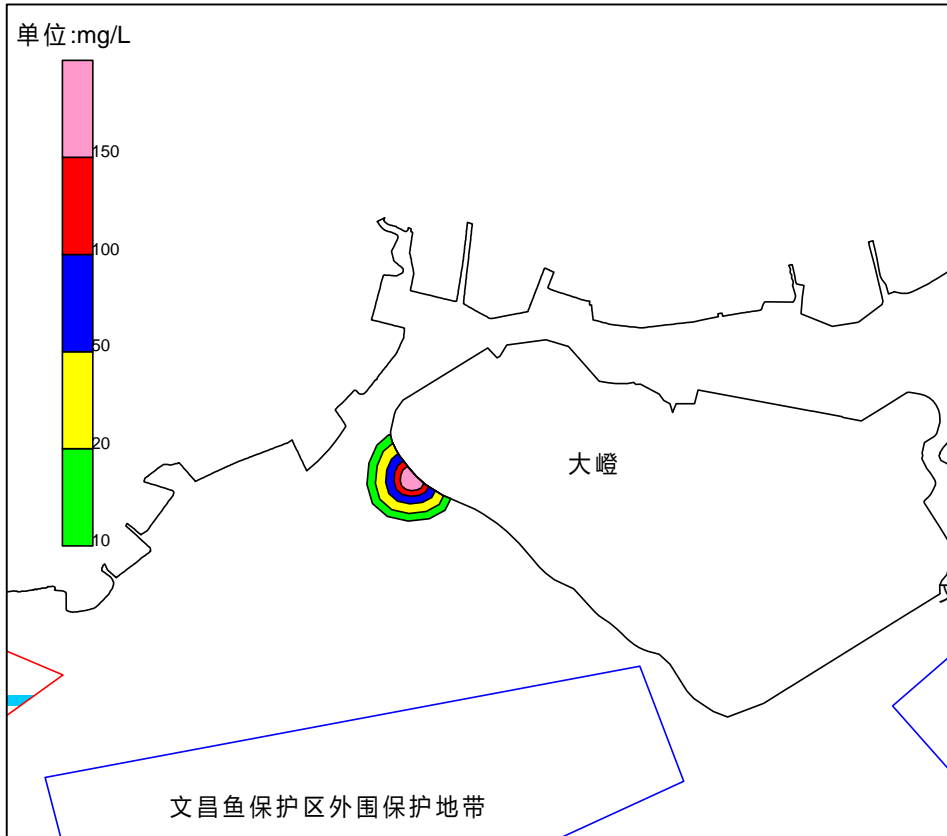


图 4.3-12 11#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

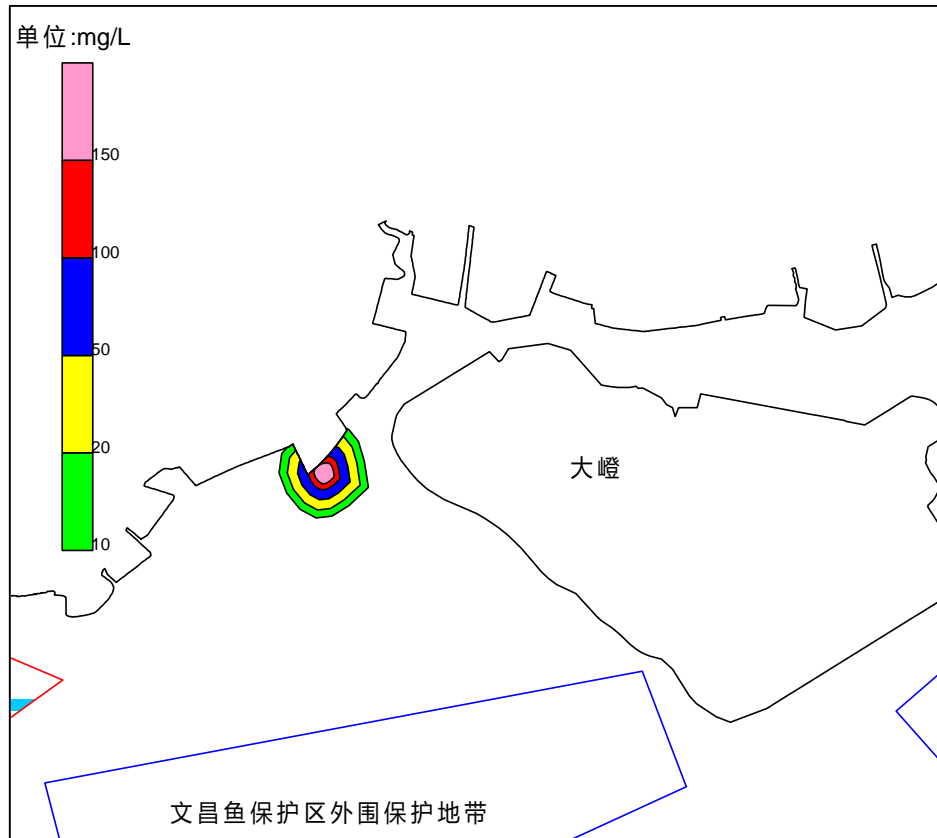


图 4.3-13 12#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

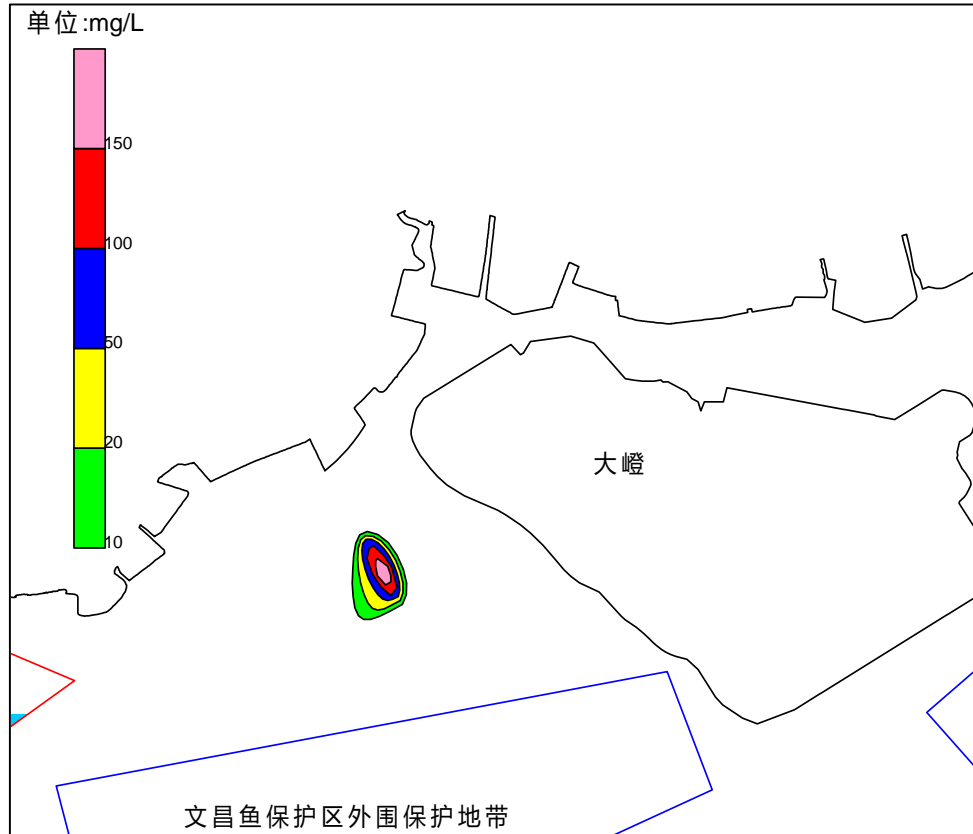


图 4.3-14 13#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

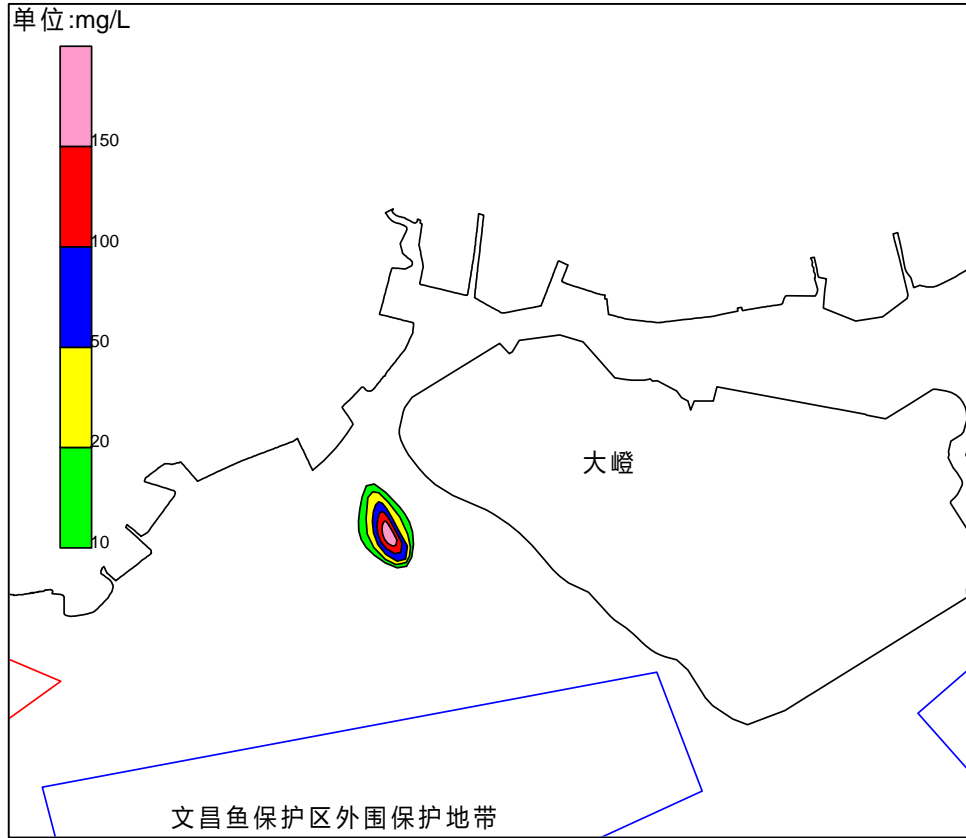


图 4.3-15 14#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

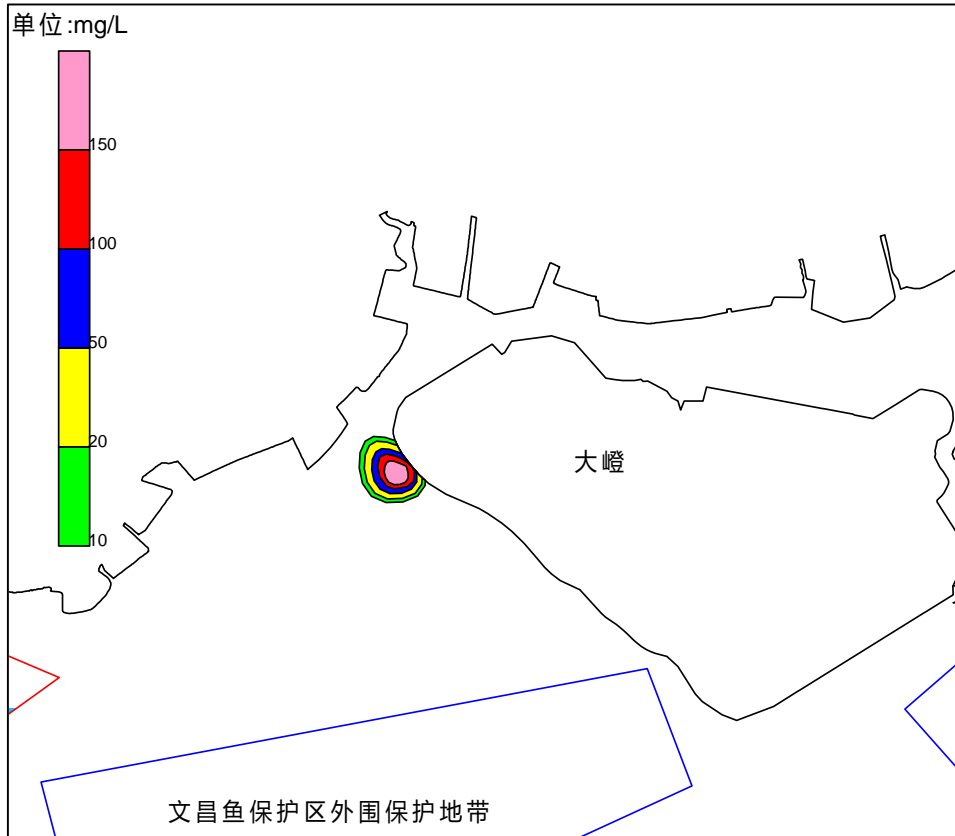


图 4.3-16 15#点施工引起的悬浮泥沙增量影响范围

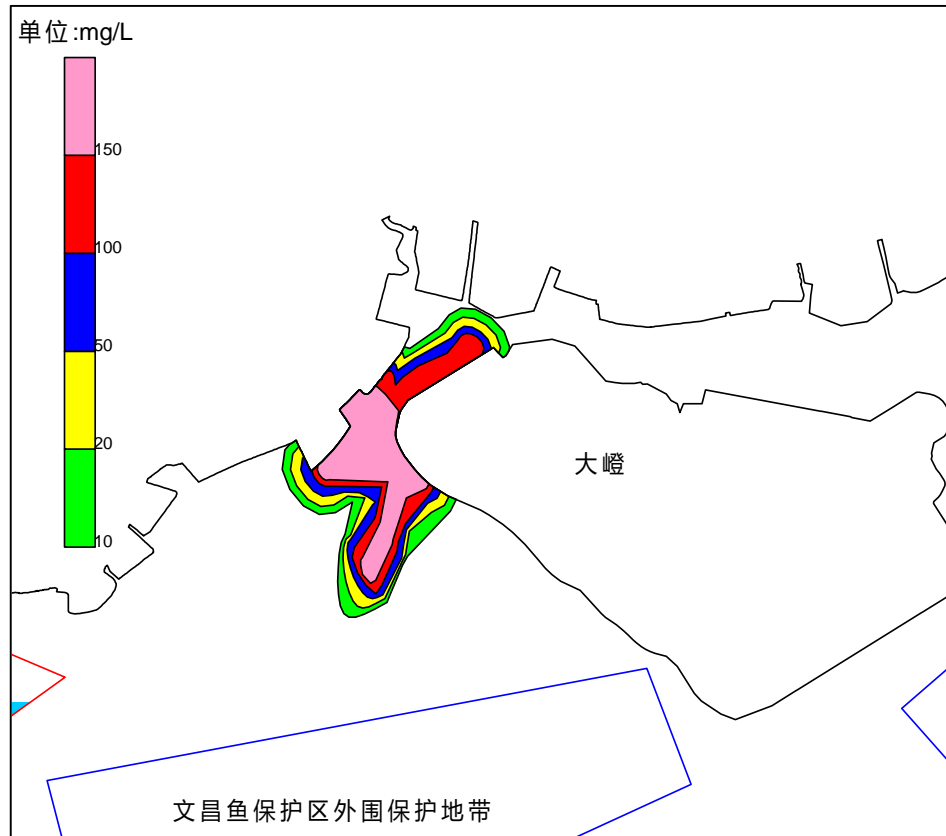


图 4.3-17 施工期引起的悬浮泥沙增量影响范围包络图

4.3.2 施工期船舶污水对海水水质的影响

施工船舶污水包括施工船舶舱底油污水和施工船舶生活污水，本工程施工船舶含油污水约 10.8t/d，施工船舶生活污水约 8m³/d，根据交通部海事局《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，在港口水域范围内航行、作业的船舶实施铅封管理，禁止向沿海海域排放油类污染物；船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。根据《厦门市海洋环境保护若干规定》第二十四条规定，在港口水域范围内航行、作业的船舶，遮蔽航区的船舶，以及在海事主管部门确定的特殊航线或者水域内航行、作业的船舶，应当按照有关规定对其排污设备实施铅封，并接受海事主管部门的监督管理。

为确保施工船舶污水及垃圾的接收处理得到落实，建设单位应严格遵守相关要求，并与厦门海事部门认可的船舶污水和垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水和垃圾的接收处理。在落实上述措施的情况下，施工船舶污水不会对海水水质造成影响。同时应加强施工船舶的管理，严禁带病运行，防止发生机油泄漏事故。

4.3.3 施工期生活污水对海水水质的影响

施工生活污水包括施工人员粪便污水、淋浴污水、洗涤污水和食堂含油污水等，本工程施

工生活污水约 13.2t/d，主要含有 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮（NH₃-N）和动植物油以及粪大肠菌群等污染物。施工人员租用当地民房，施工人员生活污水纳入民房现有排水系统，不会对海水水质产生影响。

4.4项目建设对九溪口防洪排涝的影响分析

九溪为厦门市第四大河流，翔安区第一大河流，流域面积 101km²，河长 22.55km，20 年一遇设计洪峰流量为 724m³/s，多年平均年入海量约为 0.78×10⁸m³。目前入海口已设挡潮闸，泄洪时打开，该挡潮闸除了防洪、挡潮的基本功能，承担着保持九溪流域生态水位，调蓄河道生态水量，消除洪水可能给流域居民带来的安全隐患。挡潮闸设计过闸流量为每秒 1035m³，闸孔为 9 孔，单孔净宽 8 米、净高 6.4 米。挡潮标准为 100 年一遇，防洪排涝标准为 50 年一遇。近年来，九溪口泄洪通道两侧有一定淤积，除泄洪通道外，主要为滩涂，且受互花米草入侵。

本项目在互花米草清除后，在九溪口宜林滩涂区域开展红树林种植恢复工程。对于滩涂高程过高或较低、红树林难以自然恢复的区域，将通过对场地进行土方挖、填，建设潮沟，提供潮水涨退的途径，而后进行光滩造林活动，红树林生态重塑总面积为 26.48hm²，其中潮沟建设面积 7.34hm²。在选择红树林种植滩地时，考虑了现状河槽的流向，以及流速的情况，结合水动力模型，避开现有河槽，保证水系畅通，项目建设没有占用泄洪通道，且在红树林种植区域挖方大于填方，因此，项目建设对九溪口防洪排涝的影响较小。

4.5海洋沉积物环境影响预测与评价

4.5.1入海泥沙沉积对沉积物环境的影响分析

本工程施工期进行清淤作业，改变了清淤区范围内原有的海洋沉积环境，被改变的作业区海域沉积环境需要一个较长时间、渐进的修复过程。同时，施工期施工引起的悬浮泥沙扩散和沉降将对施工范围及附近海域表层沉积环境造成一定的影响。

清淤作业会扰动施工区及周边海域的表层沉积物环境，所形成的悬浮泥沙，在随潮流涨落运移过程中，其较粗颗粒部分将迅速沉降于清淤区附近海底，而细颗粒部分随潮流向边滩运移过程中，遇到平潮期流速趋于零而慢慢沉降于海底，将原有的表层沉积物覆盖。在上述沉降过程中，沉积物中原有的污染物质，会部分转移至水体中，其余部分仍保留在悬浮泥沙中，并随之沉降形成新的沉积物环境。

评价海域的沉积物调查结果表明，工程附近海域各站位中各指标P_i值均小于1，符合《海

洋沉积物质量》(GB18668-2002) 第一类标准的要求, 沉积物环境质量良好。本工程清淤产生的悬浮泥沙来源于工程区海域, 其环境背景值与工程海域沉积物背景值相近, 施工过程只是将沉积物的分布进行了重新调整。因此, 一般情况下对沉积物大多是表层沉积物类型、粒度参数等物理特性发生一定的变化, 对表层沉积物化学质量指标的影响不大, 不会明显改变施工区周边海域沉积物的质量, 对既有沉积物环境的影响甚微。在落实环保措施的情况下, 悬浮泥沙扩散和沉降不会引起评价海域总体沉积环境质量变化。

4.5.2 船舶污染物排放对沉积物环境的影响

本项目施工污水主要为船舶油污水和船舶工作人员生活污水, 按有关规定, 施工期施工船舶为铅封状态。以上污水均需按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 要求, 利用船载收集装置收集, 委托有资质的接收单位接收处理, 禁止在作业海域直接排放入海, 则对海域水质和沉积物环境基本上没有影响。此外, 施工中将一般工业固废和生活垃圾统一收集, 由有资质的接收单位接收处理, 禁止直接排入海域, 则对工程海域沉积物质量基本不产生影响。

4.6 海洋生态环境影响预测与评价

4.6.1 海洋生态环境影响

(1) 对浮游生物的影响

清淤等施工过程使得水中悬浮泥沙增多, 增加海水浑浊度, 减弱水体的真光层厚度, 从而降低海洋初级生产力、浮游植物生物量, 进而影响以浮游植物为饵料的浮游动物。过量悬浮泥沙使浮游动物食物过滤系统和消化器官受到阻塞, 悬浮泥沙含量达到 300mg/L 以上时影响特别明显, 高浓度增量甚至会导致其死亡, 对浮游动物生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等造成较大的影响。

根据数模预测结果, 施工产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的面积约 6.18km², 会对该范围海域内的浮游生物的生长繁殖产生一定的干扰, 导致生物量下降, 但悬浮泥沙最多在持续 6-7 小时后基本落淤完毕, 对浮游生物的影响不是累积和叠加, 持续影响时间不长。每天停止作业后, 由于潮汐作用, 会将外海的浮游动植物带入工程区及其附近海域, 使工程区浮游动植物得以补充。因此, 本工程产生的入海悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。

(2) 对底栖生物的影响

清淤等施工过程对底栖生物的直接影响为施工范围内的底栖生物及其生境被彻底损伤破坏。此外, 清淤所引起的悬浮泥沙增量高于 10mg/L 的范围约 6.18km², 悬浮泥沙扩散与沉降

会对底栖生物产生一定影响，主要影响清淤区域周边 100m 左右范围。施工结束后，工程区及附近海域的底栖生物群落会逐渐重建、恢复。

根据食物链分析，底栖生物是某些底层鱼类的饵料。底栖生物不同于浮游生物，它们数量的损失，难以从潮流的往复流动中得到补充。

(3) 对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类等，不同种类的游泳生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，海水中悬浮物对虾蟹类的影响较小，但对鱼类会产生多方面的影响。

一般地，仔幼体对悬浮泥沙浓度的忍受限度比成鱼低得多。悬浮颗粒会直接对仔幼体造成伤害，主要表现为影响胚胎、鱼卵和仔鱼发育、堵塞生物的鳃部而使其窒息死亡、造成水体严重缺氧而使生物死亡、有害物质的二次污染造成生物死亡等。水中大量存在的悬浮泥沙微粒会随鱼类的呼吸进入其鳃部，损伤鳃组织，隔断气体交换，影响鱼类的存活和生长；细颗粒也会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，从而影响鱼类的繁殖。悬浮微粒过多时，也不利于天然饵料的繁殖生长。通常认为悬浮泥沙含量在 200mg/L 以下及影响时间较短时，不会导致鱼类直接死亡。此外，悬浮泥沙扩散场等会导致鱼类的回避反应，产生“驱散效应”。

根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于 10mg/L 将对鱼类生长造成影响。根据数模预测结果，清淤施工造成的入海悬浮泥沙增量大于 10mg/L 的面积约 6.18km²，该范围内的鱼卵、仔鱼将受到较大的影响，成鱼虽具有相对较强的避害能力，可以回避，但其幼体仍难逃厄运。虾蟹类因其生活习性，大多对悬浮泥沙具有较强的抗性。但总的来说，本项目施工作业产生的悬浮物对海洋渔业生物的影响只是暂时的，一般情况下，施工停止 3~4 个小时后，悬浮泥沙绝大部分沉降于海底，海水水质就可恢复到原来状态。

4.6.2 项目建设产生的海洋生态环境效益

(1) 互花米草清除改善海域生态环境

本工程海域原有大面积互花米草入侵，极大破坏周边生态环境，阻碍水体交换，挤占本土物种生长空间，特别是九溪口红树林遭到严重破坏。工程实施后完成 91 万 m² 的互花米草清除，消除了互花米草对现有红树林构成的威胁，有效改善海洋生态环境，尤其是红树林生境，使现有红树林有更广阔的生长空间，有利于维护红树林生态系统的生物多样性和生态安全。

(2) 改善水动力条件，清淤增加纳潮量

本工程实施后，将提升改善工程区及附近海域的水文动力条件，增加纳潮量。数模预测结

果表明，本工程实施后，工程所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，有利于提高工程区附近海域的水交换能力，并有利于恢复海域的生态环境。

（3）红树林生态系统的修复

工程实施后，将完成红树林种植 19.14 万 m²，红树林具有气候调节、海岸防护、水质净化、物质生产、固碳储碳、休闲文化等多种生态服务功能，红树林是世界上生物多样性最丰富的自然生态系统之一。本工程红树林种植将为鸟类、鱼类和其他海洋生物提供丰富的食物和良好的栖息、繁衍场所，对维持所在海域的海洋生态系统的稳定性、生物多样性，改善生态环境起到举足轻重的作用。

（4）生态环境效益

本工程实施后，完成互花米草清除 91 万 m²、红树林种植 19.14 万 m²，部分互花米草占据区域将变为红树林生境；红树林湿地在水源净化、生态保护等方面的作用非常显著，能够过滤陆地径流带出的有机物质和污染物，是净化陆地径流，防治近海水域污染的“过滤器”。通过海域清淤，清淤区内水深加深，工程区及附近海域水动力条件改善，纳潮量增加，水体交换能力也将提升，有利于促进海域生态环境的修复和改善。

综上所述，本工程的实施对工程区海域具有良好的生态环境效益。

4.6.3 海洋生物资源损失估算

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

（1）工程建设导致的生物量损失

工程建设对底栖生物影响表现在清淤区、红树林种植范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，本工程红树林种植区域面积 26.48 万 m²，海域清淤面积 123.62 万 m²，临时航路疏浚面积 17.6 万 m²，该区域内的底栖生物将遭到破坏。评价海域现状调查得工程区内 D1 断面潮间带底栖生物量的春秋平均值为 60.00g/m²。

工程建设引起底栖生物损失量 = 施工面积 × 潮间带平均生物量
= 167.7hm² × 60.00g/m² = 100.62t

（2）悬浮泥沙导致的生物量损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的规定，通过生物资源密度，浓度增量区的面积，生物资源损失率进行计算。

计算公式如下：

一次性损害量=生物资源密度×污染物增量区面积×生物资源损失率

累积损害量=一次性损害量×浓度增量影响的持续周期数

结合现状调查资料，海洋生物资源鱼卵、仔稚鱼、浮游动物、浮游植物的平均受损量采用项目所在海域现状调查得到的春、秋两季密度平均值进行计算，游泳动物的平均受损量采用春、秋两季重量密度平均值进行计算。本项目施工期海洋生物资源一次性平均损失量和持续性损害受损量见表 4.6-1。

表 4.6-1 悬浮泥沙导致的海洋生物资源受损量

悬浮泥沙	超标面积 (km ²)	各类生物平均损失率(%)及生物资源密度				
		鱼卵	仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
各类生物损失率 (Bi≤1)	1.0841	5%	5%	1%	5%	5%
各类生物损失率 (1<Bi≤4)	0.9054	17.5%	17.5%	5.5%	20%	20%
各类生物损失率 (4<Bi≤9)	0.8503	40%	40%	15%	40%	40%
各类生物损失率 (Bi>9)	3.3459	50%	50%	20%	50%	50%
生物资源密度	——	65.35 ind./100m ₃	1.6 ind./100m ₃	219.54 kg/km ²	124.43 mg/m ³	125.82×10 ³ cells/L
一次性平均受损量	——	1.45×10 ⁶ 个	3.56×10 ⁴ 尾	0.188t	0.28t	2.83×10 ¹¹ cells
持续性损害受损量	——	3.49×10 ⁷ 个	8.55×10 ⁵ 尾	4.52t	6.71t	6.79×10 ¹² cells
注：Bi 为悬浮泥沙浓度超过二类《海水水质标准》的倍数，平均水深取 1m。 污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15）为 24。						

(3) 海洋生物资源损害的经济损失

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

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

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

——一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；

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

底栖生物、游泳生物均按成体生物处理，经济价值的计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中： M 为经济损失额，元；

W 为生物资源损失量，kg；

E 为生物资源的价格，元/kg；

鱼卵和仔鱼、浮游生物的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M=W \times P \times V$$

式中： M 为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W 为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

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

V 为鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，元/尾。

①底栖生物损失的货币化估算

工程施工占用及悬浮泥沙对底栖生物的实际影响低于3年，损害补偿年限按3年计算。

底栖生物经济损失=底栖生物损失量×补偿年限×价格

本工程底栖生物损失约为302万元。

表 4.6-2 工程施工占用的底栖生物损失

项目	损失量 t	单价 (元/kg)	补偿年限(年)	补偿金额(万元)
工程施工占用	106.62	10	3	302

②悬浮泥沙导致的海洋生物损失的货币化估算

疏浚产生悬浮泥沙引起的海洋生物损失属于持续性生物资源损害，实际影响年限低于3年，按3年补偿。

悬浮泥沙引起的海洋生物经济损失=海洋生物损失×3年×换算比例×价格

本工程悬浮泥沙导致的海洋生物损失约为35万元。

表 4.6-3 悬浮泥沙导致的海洋生物损失

项目	海洋生物	损失量	换算比例	单价	补偿年限(年)	补偿金额(万元)
悬浮泥沙影响	鱼卵	3.49×10 ⁷ 个	1%	0.15元/ind	3	15.71
	仔稚鱼	8.55×10 ⁵ 尾	5%	0.15元/ind	3	1.92
	成体	4.52t	100%	10元/kg	3	13.55
	浮游动物	6.71t	10kg浮游动物生产1kg鱼	10元/kg	3	2.01
	浮游植物	6.79×10 ¹² cells	30kg浮游植物	10元/kg	3	0.94

项目	海洋生物	损失量	换算比例	单价	补偿年限(年)	补偿金额(万元)
			生产 1kg 鱼			
	总计					35

注:浮游植物的单个细胞鲜重按孙军等《浮游植物生物量研究》(海洋学报, 1999 年 21 卷第 2 期 75-85) 确定, 取值约为 $1.39 \times 10^6 \text{pg/cell}$ 。

③海洋生物资源损害的经济损失

因此, 根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》, 本工程造成的海洋生物资源损害的经济损失约为 337 万元。

4.7陆域生态影响分析

本工程建设无破坏森林植被, 对区域植物多样性和植被生态多样性不会造成明显的影响。根据实地调查, 本工程陆域评价区内, 未发现涉及有重要野生动物, 本工程的建设, 对周边野生动物的资源及生态影响是较小的, 不会造成珍稀物种的灭绝问题, 对生物多样性影响不大。

4.8大气环境影响分析

本项目为生态型建设项目, 建成后运营期不会对大气环境产生影响。

施工废气主要来自施工机械驱动设备和施工船舶排放的废气, 主要污染物是 NO_2 、 CO 、 THC 、 NMHC 。该类污染物对环境的影响是暂时的, 将随施工期结束而基本消失。由于工程所在区域地势开阔, 大气扩散条件好, 施工机械、施工船舶为流动性的, 较为分散, 密度较小, 废气产生量有限。因此, 本项目施工对大气环境的影响很小。

4.9声环境影响分析

本项目为生态型建设项目, 建成后运营期工程本身不会产生噪声, 声环境影响主要集中在施工期。噪声污染源为施工船舶、施工机械等产生的噪声。

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 中推荐的噪声预测模式对施工期噪声影响进行预测。主要施工机械的噪声随距离的衰减情况见表 4.9-1。

表 4.9-1 主要施工机械(单台)噪声随距离的衰减变化 单位: dB(A)

噪声源	r_0/m	$\text{LA}(r_0)/\text{dB(A)}$	$\text{LA}(r)/\text{dB(A)}$								
			20m	30m	50m	60m	100m	200m	300m	320	500m
船舶作业噪声	5	85	73.0	69.4	65.0	63.4	59.0	53.0	49.4	48.9	45.0
挖掘机	10	85	79.0	75.5	71.0	69.4	65.0	59.0	55.5	54.9	51.0
自卸车	5	72	60.0	56.4	52.0	50.4	46.0	40.0	36.4	35.9	32.0

由表 4.9-1 可知, 单台施工机械约在 60m 以外噪声值基本能达到施工阶段场界昼间噪声限值,

夜间施工则需在 320m 以外才能达到要求。由于施工期间，施工机械是组合使用的，噪声影响将比上表要大。环境敏感目标为东侧约 180m 的阳塘安居小区，施工会对周边居民产生一定的影响。施工过程中应合理使用设备，减少突发性施工噪声对附近居民的影响。在 22:00 至次日 6:00 禁止施工。需在禁止时段进行连续施工作业，应先向当地生态环境部门申请夜间建筑施工作业许可，经许可后方可进行，并提前 3 日在工地周围进行公示，告知周围群众，以获得附近居民的理解和支持。施工噪声是暂时的，在采取相应措施下，可减轻施工的影响，施工结束后噪声影响即消除。

4.10 固体废物环境影响分析

施工期固体废物主要包括施工过程中产生的疏浚物、船舶垃圾、陆域生活垃圾等。

(1) 疏浚物

本工程清淤产生淤泥 533 万 m^3 ，临时航道清淤产生淤泥 44.36 万 m^3 ，红树林造滩产生弃方 4 万 m^3 ，共产生淤泥约 581.36 万 m^3 。

① 纳泥区回填

本工程约 14.2 万 m^3 淤泥运至陆域指定地点进行回填（见附件四 厦门人民政府关于研究 2023 年海洋生态保护修复工程项目的纪要）。

陆域纳泥区位于蔡厝南老海堤西侧处一水塘需要回填造地，回填顶高程为 2.50m，平均回填深度 5.75m，占塘面积为 4.2 万 m^2 ，纳泥区回填总工程量约为 184492 m^3 ，其中所需疏浚回填土量约为 16.6 万 m^3 ，可容纳本工程 14.2 万 m^3 疏浚淤泥。

② 东碇海洋倾倒区外抛

本工程疏浚物除回填纳泥区外，剩余 567.16 万 m^3 拟外抛到东碇海洋倾倒区，运输距离约 50 公里，运输路线详见图 2.3-24。

为了解本项目清淤区疏浚物成分情况，建设单位委托国家海洋局宁德海洋环境监测中心站于 2023 年 2 月 1 日~2 月 21 日，在项目区清淤范围设置 60 个站位（采集表层），其中在 SJ0201、SJ0211、SJ0221、SJ0231、SJ0241 和 SJ0251 站位采集原始平行样进行质量控制。检测项目为粒度、含水率、汞（Hg）、砷（As）、铜（Cu）、锌（Zn）、铅（Pb）、镉（Cd）、铬（Cr）、油类、有机碳、硫化物、六六六（666）、滴滴涕（DDT）和多氯联苯（PCBs）。

根据《厦门市 2023 年度海洋生态保护修复工程九溪口一大嶝大桥段海洋生态保护修复子项目海域清淤疏浚物成分检验评价报告》（国家海洋局宁德海洋环境监测中心站，2023 年 4 月），在针对本疏浚工程采集的 60 个站位的疏浚物样品中，60 个站位的疏浚物样品均为清洁疏浚物

(I类)。可由主管部门签发倾废普通许可证在指定区域直接倾废。

2021年3月5日生态环境部发布《关于发布2021年全国可继续使用倾废区和暂停使用倾废区名录的公告》(附件6),其中福建东碇临时性海洋倾废区为2021年全国可继续使用的倾废区之一,倾废范围为“以118°10'15"E、24°11'52"N为中心,半径2.0公里的圆形海域。”据了解,福建东碇临时性海洋倾废区的年纳泥量约为1600万m³,4-6月日最大倾废量不超过3万m³,其余月份日最大倾废量不超过7万m³。除去厦门航道平均每年约250万m³的清淤量,每年可以向东碇岛倾废区倾废约1350万m³的淤泥。建设单位后续应按相关规定尽快办理外抛审批手续,以保证本项目顺利开展。

疏浚物外抛期间应当如实记录疏浚、清淤情况,向行政主管部门报告并接受其监督检查。

在采取上述措施的情况下,施工疏浚物对海域环境的影响较小。

(2) 船舶垃圾

施工船舶垃圾包括生产垃圾和生活垃圾,生活垃圾产生量约150kg/d,生产垃圾约400kg/d,生活垃圾和生产垃圾不得随意倒入海域,统一由有资质单位接收处理。施工单位应与经厦门海事部门认可的船舶垃圾接收处理单位签订协议,通过有偿服务,落实施工船舶垃圾的接收处理。在采取上述措施的情况下,施工船舶垃圾对海域环境不产生影响。

(3) 施工人员生活垃圾

施工人员租用当地民房,施工人员生活垃圾纳入现有环卫垃圾收集处理系统,收集后由环卫部门清运,统一处理,不会造成环境污染和景观影响。

综上所述,本项目施工期固体废物均妥善处置,不外排。

4.11 环境敏感目标影响分析

4.11.1 对生态保护红线的影响

本工程施工区主要位于大嶝大桥周边海域,距离最近的厦门市零星分布红树林生态保护红线区约0.055km,距离福建珍稀海洋物种国家级自然保护区约6.68km,距离福建厦门国家海洋自然公园约8.67km,距离小百屿生态保护红线区约12.65km。

根据数模预测结果,周边生态保护红线区域工程前后涨落潮流速和冲淤变化均很小。悬浮泥沙10mg/L以上浓度会影响到工程区附近的厦门市零星分布红树林生态保护红线区,红树林具有消纳污染物、促淤等功能,对悬浮泥沙不敏感,且悬浮泥沙一般在一个潮周期内落淤,影响可接受,且影响是暂时的,随着施工期结束而消失。悬浮泥沙10mg/L影响区距福建珍稀海洋物种国家级自然保护区红线6.2km、距福建厦门国家海洋自然公园8.1km,对以上红线区基

本没有影响。

4.11.2对红树林的影响

据调查,本项目清淤范围内有零星红树林分布,项目区距九溪口挡潮闸外红树林约 0.01km, 距近溪东桥的红树林约 0.39km, 距港汉内的红树林苗圃约 0.27km。

据工可单位提供资料,清淤区内清淤边界距离现有红树林至少 20m 距离,对现有红树林予以保留,则清淤过程对红树林的直接影响不大。根据数模预测结果,本项目施工过程中悬浮泥沙入海将对施工区及周边红树林产生一定的影响。由于红树林具有消纳污染物、促淤等功能,有利于悬浮泥沙的落淤,因此,施工过程中悬浮泥沙入海对红树林的影响是可接受的,影响是暂时的,将随着施工期结束而消失。工程后项目区域会处于缓慢淤积状态,由于红树林本身具有促淤功能,因此,项目建设对红树林的影响不大。互花米草的清除,消除了互花米草对现有红树林构成的威胁,使现有红树林有更广阔的生长空间,将有利于维护红树林生态系统的生物多样性和生态安全。

4.11.3对九溪口附近虾塘的影响

本项目需在九溪口宜林滩涂区域开展红树林恢复工程,施工区距离九溪口附近虾塘最近距离约 10m。红树林种植区造滩采用围堰填筑淤泥的方法,潮沟开挖使用挖机且趁潮露滩施工,虽然产生的悬浮泥沙较小,但若在施工时段取水,也可能对虾塘取水水质会造成一定的影响。据了解,养殖户可以通过避开施工时段取水,来避免施工作业对取水水质的影响。九溪口红树林恢复工程完成后,将不会对虾塘取水水质产生影响。

4.11.4对其他构筑物的影响

本项目建设将对大嶝大桥和厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段桥下区域进行清淤,以大嶝大桥加宽桥左幅、轨道交通 4 号线桥外侧 20m 范围单独划分处桥下清淤区;施工区与溪东大桥最近距离约 20m。

根据数模预测结果,工程后大嶝桥南侧清淤区原深槽区流速有所减小,其他区域流速略有增加,大嶝桥南侧清淤区以南一定范围尤其深槽区流速有所增加,大嶝桥北侧清淤区流速略有减小,大嶝桥北侧清淤区至南港海特大桥之间水流稍有增加。大嶝大桥西北侧淤积稍多,大嶝大桥下清淤后年平均淤积厚度 7.1cm/a,大嶝大桥~溪东大桥略有淤积,大嶝大桥南侧南部深槽由于清淤区纳潮水量增加、流速增加而出现一定程度冲刷,最大冲刷深度 60~70cm 左右,该冲刷区后续将不再继续加深并可能逐渐出现淤积。

综上所述,本工程实施后,周边海域流速变化不大;除大嶝桥南侧南部原有深槽将出现先

冲刷，后期将逐渐处于缓慢淤积外，大嶝大桥周边和溪东大桥周边每年会有一定淤积。总体而言，对大嶝大桥、厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段桥和溪东大桥水工构筑物的影响较小。

第五章 工程建设对中华白海豚、文昌鱼及保护区的影响

5.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况及相关规定

5.1.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况

5.1.1.1 自然保护区的由来

1991年9月23日，厦门市人民政府批准建立厦门文昌鱼自然保护区。1992年9月29日颁布《厦门文昌鱼自然保护区管理办法》（厦府[1992]综234号），明确原厦门市海洋管理处为保护区主管机关。

1995年10月30日，福建省政府批准成立厦门大屿岛白鹭自然保护区，同年11月厦门市人大常委会通过《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》，规定厦门市环境保护局负责白鹭保护区的综合管理工作。

1997年8月25日，福建省人民政府下达文件（闽政[1997]174.5079文217号），批准成立厦门中华白海豚省级自然保护区；同年10月18日，厦门市人民政府令第65号发布《厦门市中华白海豚保护规定》；同年10月29日，设立保护区管理处，挂靠市渔政处。

2000年4月，经国务院批准(国办发[2000]30号)，原中华白海豚省级自然保护区、白鹭省级自然保护区、文昌鱼市级自然保护区合并升格为“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区”。

2015年厦门市海洋与渔业局和厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理委员会委托福建海洋研究所编制《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，该规划于2016年2月得到福建省人民政府批复（闽政文[2016]40号）。《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》规划期为2016~2025年。其中，近期规划为2016~2020年，远期规划为2021~2025年。规划总体目标为保护好珍稀海洋生物资源及其生境，维持生态系统的稳定性和多样性，充分发挥自然保护区的多功能效益；通过保护，培育等手段，增加保护物种的种群数量；建立自然保护区统一管理机构“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理局”，统一规划，统一监管，统一立法（执法）；将自然保护区建成集保护、科研、宣教为一体的设施完善、设备先进、管理高效、功能齐全、持续发展的国家级自然保护区。规划主要内容包括：管护基础设施建设规划，工作条件与巡护工作规划，人力资源及内部管理规划，宣传工作规划，科研与监测工作规划，生态修复规划，资源合理利用规划，保护区周边污染治理规划和自然保护区合作行动规划。同时该规划还提出了重点项目建设规划和实施总体规划的保障措施。

5.1.1.2 自然保护区的地理位置、范围及功能划分

2016年《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总规划（2016-2025年）》对保护区的地理

坐标和面积进行了界定：厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位于厦门海域（地理坐标为117°57'~118°26'E、24°23'~24°44'N）范围内。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区及外围保护地带面积共330.88km²，其中保护区面积75.88km²，外围保护地带面积255km²，与2000年4月国务院发布的保护区范围和面积一致，没有冲突。各区详细情况如下：

（1）中华白海豚保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区范围为第一码头和嵩屿连线以北、高集海堤以南的35km²海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点连线的同安湾口约20km²海域，总面积55km²；厦门管辖的其他海域为保护区外围保护地带，面积255km²。厦门中华白海豚保护区未细分缓冲区和实验区，实行**非封闭性管理**。

（2）文昌鱼保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（文昌鱼）位于黄厝海域，面积18.71km²。外围保护地带位于厦门与大金门岛之间的南线至十八线一带海域，面积32.06km²和小嶝岛以南与大金门岛之间的海域，面积11.11km²，总面积43.17km²。

（3）白鹭保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区白鹭保护区的范围为大嶝岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂；大嶝岛位于厦门西海域，北纬24°27'30"~24°27'57"、东经118°02'32"~118°02'51"范围内；鸡屿岛位于九龙江口海域，北纬24°25'50"~24°26'18"、东经118°00'00"~118°02'48"范围内；保护区范围包括两岛最低潮位线以上的所有滩涂，总面积约2.17km²，其中大嶝岛面积17.9hm²（0.179km²），滩涂面积46.1hm²（0.461km²）；鸡屿岛面积40.1hm²（0.401km²），滩涂面积112.9hm²（1.129km²）。

5.1.1.3 自然保护区的保护对象

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区核心保护对象包括中华白海豚、文昌鱼和白鹭及其生境。中华白海豚是国家一级保护动物，其他为国家二级保护动物。保护鸟类包括黄嘴白鹭和岩鹭，以及（小）白鹭、大白鹭、中白鹭、夜鹭、池鹭、中背鹭、苍鹭和小杓鹬等8种鸟，其中有6种是国际双边候鸟协定的物种。白鹭是厦门市鸟，也是省级保护动物。

5.1.2 工程与自然保护区的位置关系

本工程不占用厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的核心区，距厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区(中华白海豚)同安湾口海域约为5.16km。临时航路清淤区局部进入中华白海豚外围保护地带，距南线至十八线文昌鱼外围保护地带为2.33km，与小嶝岛文昌鱼外围保护地带最

小距离约 8.80km，与黄厝文昌鱼自然保护区最小距离约 13.14km。工程与自然保护区的位置关系见图 5.1-1。

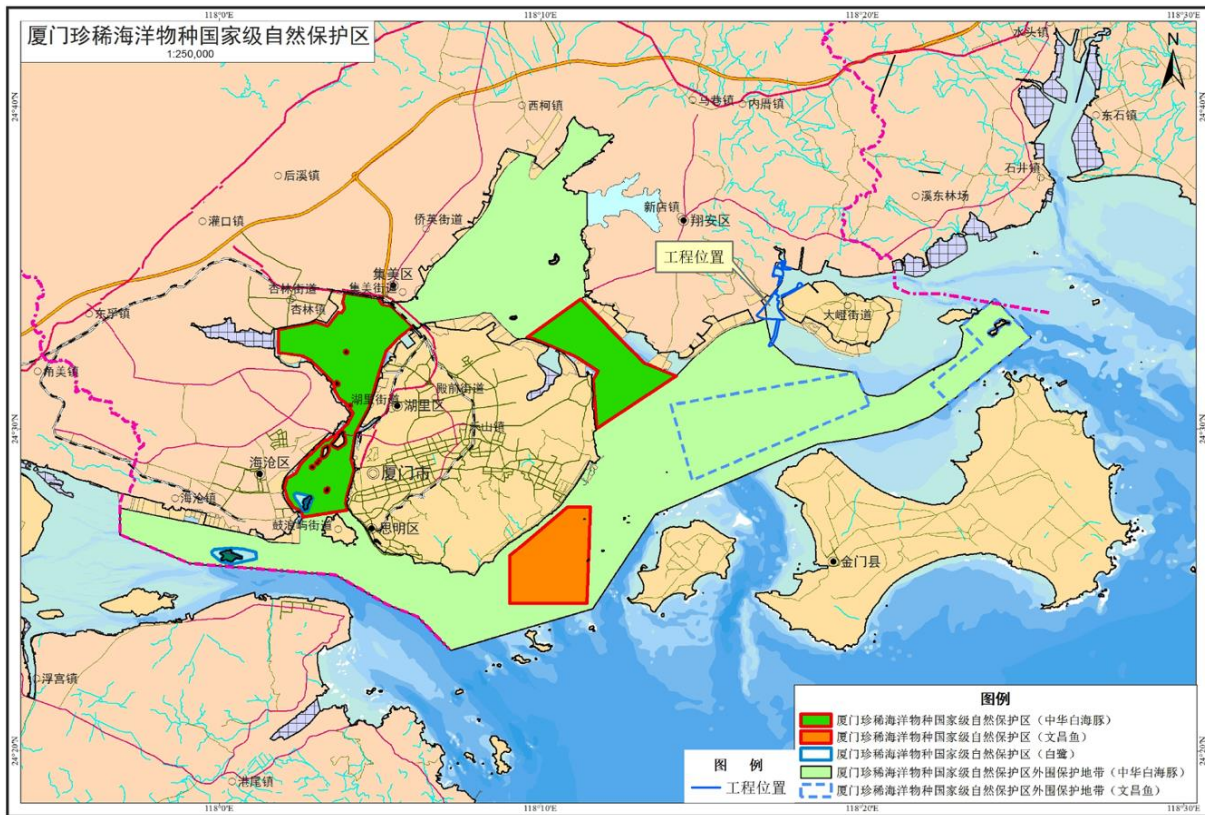


图 5.1-1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划

5.1.3 保护区相关管理规定和要求

5.1.3.1 《中华人民共和国自然保护区条例》有关保护规定

根据《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年修订），自然保护区可以分为核心区、缓冲区和实验区，该条例第二十六条规定：“禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外”；第三十二条规定：“在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理。”；第三十三条规定：“因发生事故或者其它突然性事件，造成或者可能造成自然保护区污染或者破坏的单位和个人，必须立即采取措施处理，及时通报可能受到危害的单位和居民，并向自然保护区管理机构、当地环境保护行政主管部门和自然保护区行政主管部门报告，接受调查处理。”

5.1.3.2 相关保护规定

1、《厦门市中华白海豚保护规定》

根据《厦门市中华白海豚保护规定》(厦门市人民政府令第 65 号 1997 年 10 月 18 日) 第二

条“厦门中华白海豚自然保护区实行非封闭式管理，其范围界定为第一码头和嵩屿连线以北，高集海堤以南的西海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点连线的同安湾口海域，本市行政区域内的其他海域为保护区外围保护地带”。

该保护规定第十四条对厦门海域内进行的涉海活动作了如下要求：

（一）海上船舶除执行紧急任务或抢险救灾、救护等特殊情况下，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节；

（二）禁止底拖网和高 2m，连续长度 150m 以上的流刺网作业；

（三）禁止以娱乐或盈利为目的的高速摩托艇和滑水活动；

（四）设置排污口，应当进行环境影响评价，经市渔业行政管理部门签署意见，报市环境保护行政主管部门批准，建设排污处理设施，污水排放应达到国家和本市水污染排放标准的要求；

（五）进行水下爆破、填海工程和将泥沙直接推入海里，施工单位必须报经市渔业行政管理部门审核，方可按有关规定办理相应手续，并采取有效的措施，防止或减少对中华白海豚资源的损害。

（六）严格控制对以娱乐或盈利为目的的快艇的营运审批。

2、厦门文昌鱼的保护规定

1991 年厦门市政府批准成立“厦门文昌鱼自然保护区”，1992 年 9 月出台《厦门文昌鱼自然保护区管理办法》（厦府[1992]综 234 号），并明确厦门市海洋管理处负责该保护区工作，2000 年文昌鱼保护区与中华白海豚省级自然保护区、白鹭省级自然保护区整合成为厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区。2010 年福建省人大常委会批准《厦门市海洋环境保护若干规定》，明确厦门全海域禁止采砂，此前厦门市已明确西海域、同安湾口及黄厝海域为禁渔区，有力推动了对文昌鱼栖息地的保护。

2005 年厦门市海洋与渔业局组织市海洋与渔业研究所开展文昌鱼人工繁育科研及中试试验获得成功，并从此开展常态化增殖放流，年均 30 万尾以上。

同时，针对黄厝文昌鱼保护区的特点，在每年文昌鱼的繁育季节、花蛤苗投放季、夏秋季及节假日加大巡查力度，聘用专门人员加大管护。

3、《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》（2017 年修订）

1995 年 10 月 30 日，福建省政府批准成立厦门大屿岛白鹭自然保护区，同年 11 月厦门市人大常委会通过《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》。

该管理办法第五条规定“禁止在自然保护区范围内进行狩猎、毁鸟巢、掏鸟蛋、抓雏鸟和砍伐、烧荒、放牧、捕捞、采药、开垦、开矿、采石、挖沙等活动以及其他破坏地形、地貌及自然生态的活动”；第七条规定“禁止任何单位和个人擅自进入自然保护区”；第八条规定“一切船舶未经批准不得在大屿岛界标内停泊。任何单位和个人不得为擅自进入大屿岛者提供船只”；第九条规定“在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理”。

5.2 中华白海豚和文昌鱼生态学习性及资源概况

5.3 工程建设对中华白海豚及其栖息地的影响

本工程施工产生的悬浮泥沙、水下噪声以及疏浚物运输可能对中华白海豚及其栖息地产生一定的影响。

5.3.1 施工期悬浮泥沙对中华白海豚的影响

从生理结构上来看，中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大；其视觉不发达，主要依靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境和识别物体，进行摄食活动和个体间的沟通联系。

从生境选择上来看，中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好（Jefferson, 2000; Bowater 等, 2003）。

从生态习性上来看，中华白海豚长期生活在河口海域，通常河口海域水体较浑浊，表明中华白海豚对浑浊水体具有一定的适应性。2007年3月19日在鸡屿水域发现9头白海豚时，正值退潮，鸡屿附近形成了面积比较大的浑浊区域，但仍见白海豚在其中自由活动、摄食。2007年11月13日、20日在目屿岛与海门岛之间，及鸡屿南侧浑浊的海域中发现10头中华白海豚，经监测海水中悬浮物分别为27mg/L和22mg/L。另外，经取样监测，当时周边非浑浊区域海水中悬浮泥沙含量11mg/L~16mg/L。可见，海水中的悬浮泥沙增量达27mg/L时，中华白海豚仍可以自由活动的。

根据数模预测结果，施工悬浮泥沙浓度增量大于10mg/L的影响范围主要是疏浚区域周边海域，影响范围约为6.18km²。悬浮泥沙浓度增量10mg/L的包络线未进入同安湾口中华白海豚保护区。根据多年观察结果，近年来未在本工程施工区域悬浮泥沙浓度增量大于10mg/L的影响范围内观察到中华白海豚（与2017-2019年发现中华白海豚的点位最小距离约2km）。中华白海豚用肺呼吸，对浑浊水体具有一定的适应性和趋避能力，且中华白海豚靠回声定位系统觅食、

回避敌害和与同伴沟通，因此推测局部海域悬浮泥沙浓度的增加对中华白海豚的行为活动影响较小。但高浓度的悬浮泥沙将引起中华白海豚的回避，使得其活动空间暂时减小

施工悬浮泥沙入海将造成悬浮泥沙浓度增量超过10mg/L范围内的鱼卵、仔鱼、游泳动物资源量有所减少，从而造成工程区及附近局部海域中华白海豚的饵料资源有所减少，这种影响将随着施工结束而逐渐消失。采取本报告提出相关环保措施，并采取增殖放流等生态补偿措施，可减轻工程施工对中华白海豚饵料资源的影响。

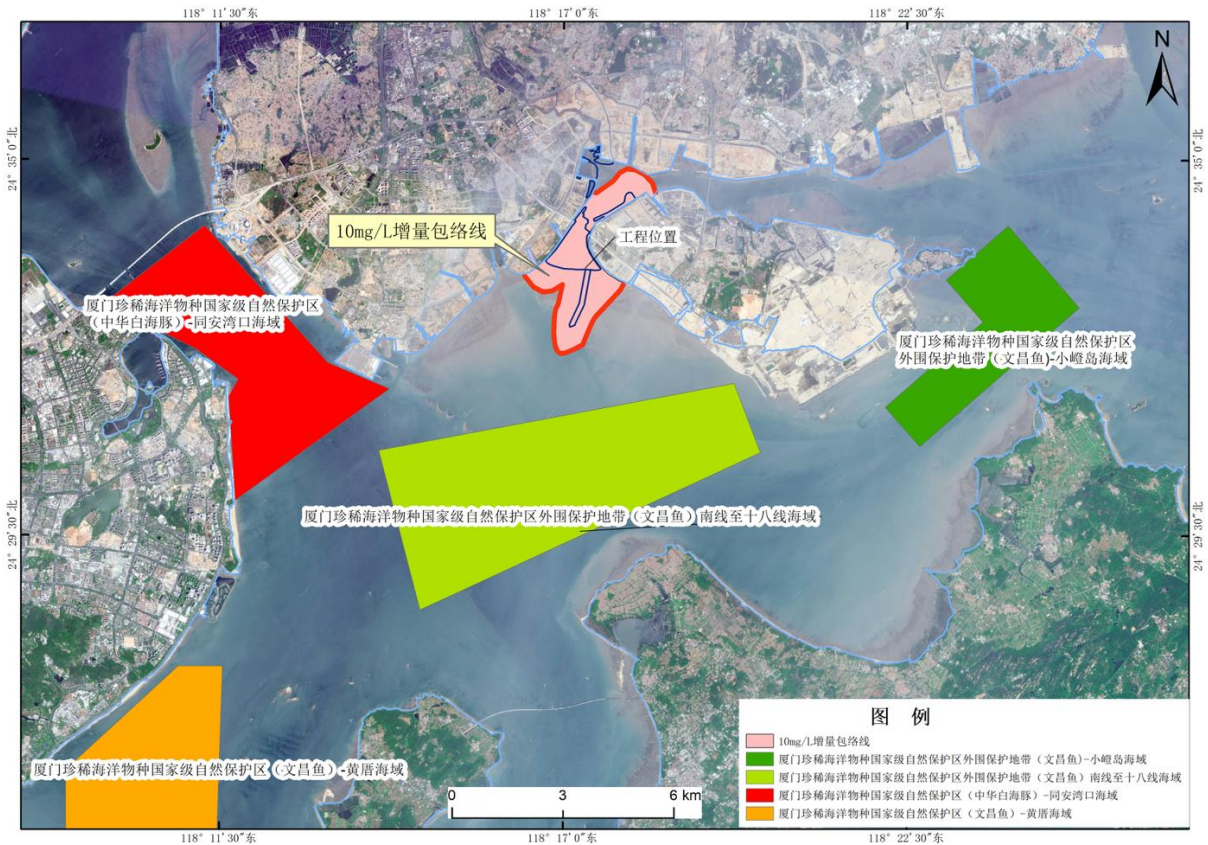


图 5.3-1 施工悬浮泥沙最大包络范围与自然保护区的位置关系

5.3.2 施工期水质污染对中华白海豚的影响

(1) 水中微量元素对中华白海豚的影响

近年来，在中华白海豚的分布区，环境污染已经成为野生种群的主要威胁之一（Hung等，2004）。部分微量元素已经被认为是影响中华白海豚健康的潜在因素（Parsons等，1998；Jefferson，2000；Hung等，2004）。体内重金属的高含量对海洋哺乳动物有破坏性的影响，可能导致中华白海豚的繁殖异常（Hoffmann，1995），也发现厦门部分个体卵巢当中的有害重金属含量偏高的现象（陈炳耀等，2007a）。对香港、厦门、北海中华白海豚体内重金属含量测定（Parsons等，1998；黄宗国等，1999；Jefferson，2000；邓超冰和廉雪琼，2003；陈炳耀等，2007a）的

结果表明，中华白海豚在各器官内的重金属含量均较高，特别是肝脏中汞的含量远远高于其它器官。

Parsons认为鱼类是中华白海豚重金属富集的主要来源，特别是汞(Parsons等, 1998)。Hung等通过对风险商(risk quotient)的计算认为，大多数微量元素通过鱼类被摄入不会对白海豚的健康构成威胁，但是Cd、As和Hg的摄入对白海豚健康的影响风险比较高(Parsons等, 1998)。

(2) 本项目施工引起的水质污染的影响

施工悬浮泥沙进入水体中，其中颗粒较大的悬浮泥沙会直接沉降在疏浚区内，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮泥沙会随海流漂移扩散，并最终沉积在疏浚区周围的海底，将原有的表层沉积物覆盖，引起局部海域表层沉积物环境的物理变化，不会引起海域总体沉降环境质量的变化。由于施工期间产生的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物，根据环境现状调查结果，工程区及附近海域沉积物质量良好，所有监测指标(有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷)均符合海洋沉积物质量一类标准。因此，疏浚物中污染物释放特别是汞等重金属的释放对海水水质中的重金属浓度的贡献是很小的。且疏浚物中污染物释放的影响是暂时的。因此推测本项目施工引起的水质污染对中华白海豚及其饵料鱼类的重金属污染影响较小。

5.3.3 施工期水下噪声对中华白海豚的影响

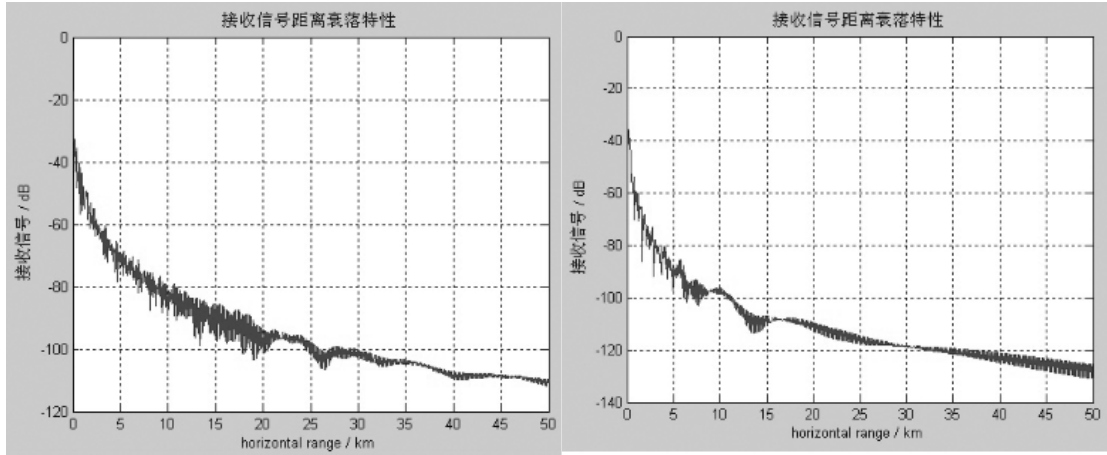
5.3.3.1 声波在水下衰减规律

自然界各种声源的声波在水下的传播具有随距离逐步衰减的规律，引起声波在介质中传播衰减的原因，可归纳为以下几个方面：

- 1) 扩散损失，由于声波波阵面在传播中不断扩展而引起的声强衰减(几何衰减)；
- 2) 吸收损失，指在均匀介质中，由于介质粘滞，热传导以及其他弛豫过程引起的声强衰减；
- 3) 散射损失，在海水介质中，存在泥沙、气泡、浮游生物等悬浮颗粒或物体，以及介质不均匀引起的声波散射和声强衰减；
- 4) 边界损失，包括海水上下界面对声波的吸收和反射损失。

厦门市海洋与渔业局曾委托厦门大学许肖梅等人进行了相关研究。采用射线声学模型从计算机仿真得到的声信号随距离的变化关系(海深40m，声源处于水下3m，接收机处于水下5m)，见图5.3-2。研究结果表明：声波随距离的衰减曲线可以分成三部分，一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，其适用距离的上限可达

20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦，在不同海况下，传播损失的差别很大。



海况为 1 级时的传播损失

海况为 3 级时的传播损失

图 5.3-2 海况为 1、3 级时的传播损失（载频 5kHz）

5.3.3.2 水下噪声对中华白海豚的影响阈值

水下噪声对中华白海豚的影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化、以及回避和迁移行为等。在声行为方面，中华白海豚（海豚）可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应（Weilgart, et al, 2007）。在海豚听觉方面，水下强噪声会造成海豚听觉系统的听阈变化(Threshold shift, TS)。根据噪声造成的听阈变化持续时效的不同，可将其分为短暂性听阈改变(Temporary Threshold Shift , TTS)与永久性听阈改变(Permanent Threshold Shift , PTS)。TTS类型的听阈变化可以在经过某段时间后完全恢复为零，即噪声对海豚听阈的影响完全消除，PTS类型的听阈变化则是永久性的。

有关研究表明，长时间暴露于高水平水下噪声对鲸豚类动物可能造成的慢性威胁包括：遮蔽效应和听力损失、行为模式改变（如躲避）、紧张等。当海豚听觉系统所接收到水下噪声的有效声压级超过180dB/1μPa时，海豚的听觉系统有可能会出现TTS。美国国家海洋渔业局和NOAA噪声工程“声阈值导则”中制定的标准规定，鳍脚类和大多数鲸豚类海洋哺乳动物所接收到的空气枪噪声声压级应低于190dB/1μPa，须鲸和抹香鲸所接收到的空气枪噪声声压级应低于180dB/1μPa (<http://www.nwr.noaa.gov /Marine-Mammals/MM -sound-threshld.cfm>)。据美国国家海洋渔业机构（NMFS）及美国NOAA网站发布的数据，声源级高于180dB/1μPa的水下噪声为危险级，可能会对海豚的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声和 underwater 爆破噪声。声源级在

120~180dB/1 μ Pa范围的水下噪声为警告级，可能会对海豚行为产生影响，主要有施工船舶噪声以及钻孔噪声和开挖噪声。声源级低于120dB/1 μ Pa的水下噪声强度基本接近海洋环境噪声，因此评定为安全级（见表5.3-1）。

表 5.3-1 水下噪声对海豚听觉影响分析

噪声声压级 (dB/1 μ Pa)	噪声级别	噪声类型	噪声影响
>180	危险级	打桩、爆破噪声	海豚听觉损伤、TTS
120-180	警告级	船舶、钻孔、开挖噪声	干扰海豚行为
<120	安全级	海洋环境噪声	影响较小

水下噪声对中华白海豚和其他海洋生物的损伤受声压和持续时间的共同影响。除采用峰值声压级分析其影响外，还可以采用声暴露级评估。声暴露级（SEL）是一个独立声音事件的总能量并考虑了信号强度和持续时间，声暴露级的测算是将声信号能量归一化到1s的时间内，因此声暴露级可进行不同声暴露条件下的能量比较。

中华白海豚属于白海豚属。根据《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T0341-2022），白海豚属在听力分组中属于“高频鲸目”，因此人为水下噪声对中华白海豚的影响阈值参照“高频鲸目”的影响阈值，详见表5.3-2。

表 5.3-2 人为水下噪声对海洋哺乳动物影响阈值

听力分组	非脉冲噪声		脉冲噪声	
	TTS	PTS	TTS	PTS
低频鲸目	179 dB SELw ^a	199 dB SELw	168 dB SELw 或 213 dB SPLpk ^b	183 dB SELw 或 219 dB SPLpk
高频鲸目	178 dB SELw	198 dB SELw	170 dB SELw 或 224 dB SPLpk	185 dB SELw 或 230 dB SPLpk
超高频鲸目	153 dB SELw	173 dB SELw	140 dB SELw 或 196 dB SPLpk	155 dB SELw 或 202 dB SPLpk
海牛目	186 dB SELw	206 dB SELw	175 dB SELw 或 220 dB SPLpk	190 dB SELw 或 226 dB SPLpk
海豹类食肉目	181 dB SELw	201 dB SELw	170 dB SELw 或 212 dB SPLpk	185 dB SELw 或 218 dB SPLpk
其他海洋食肉动物	199 dB SELw	219 dB SELw	188 dB SELw 或 226 dB SPLpk	203 dB SELw 或 232 dB SPLpk

a SELw 宜按 B.5 计算。B SPLpk 宜按 B.3 计算。注：SELw 指人为水下噪声加权声暴露级，SPLpk 指人为水

5.3.3.3 施工水下噪声对中华白海豚影响

工程水下噪声主要来自施工船舶挖泥及航行。施工水下噪声对中华白海豚的影响采用类

比分析的方法。

(1) 疏浚作业产生的水下噪声影响

厦门大学许肖梅等人对漳州郭坑簪渡铁路桥附近的两台采砂船同时工作的水下噪声进行测量（测量点水深10m，水听器所处深度5m）结果为：在距离采砂船较近（5m）时，2.032kHz频点上所测的噪声谱级为109dB/1 μ Pa，在距离为20m相同的频点上，所测到的谱级为102dB/1 μ Pa，在30m处所测到的谱级为101dB/1 μ Pa。因此，在离采砂船5m的近距离，与在同样频点上无采砂船工作时的77.5dB/1 μ Pa的水下环境背景声相比，噪声强度提高了约30dB/1 μ Pa。

类比上述采砂船作业的水下噪声监测结果，船舶施工造成水下声压在距离采砂船5m时，2.032kHz频点上所测的噪声谱级为109dB/1 μ Pa，低于120dB/1 μ Pa（非脉冲式噪声可对动物产生行为妨害的限值）。由于总的噪声谱级并不是很高，推测本工程施工船舶疏浚作业产生的水下噪声对中华白海豚的听觉不会造成伤害，但可能对栖息于附近的中华白海豚之间的交流产生一定的影响，引起中华白海豚回避和迁移行为。

(2) 施工船舶航行噪声影响

施工船舶航运噪声主要包括机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，其中机械噪声和螺旋桨噪声为主要噪声源。机械噪声与船速的关联度较低，在低速情况下，螺旋桨噪声和水动力噪声的强度相对较小，船舶噪声主要为机械噪声；在高速情况下，螺旋桨噪声成为船舶噪声的主要成分。

RANDI模型为美国Naval Research Labs研究开发的海洋环境噪声模型，该模型能够根据给定的噪声源参数计算噪声级、噪声指向性以及阵列响应等参数。图5.3-3为RANDI海洋环境噪声模型中所使用的5种典型船舶的声源功率谱（Wagstaff. R., 1973），按声源级从高到低依次为超级油轮、大型油轮、油轮、商船以及渔船。船舶声源功率谱曲线为船舶长度与船速的函数，图中曲线为船舶长度与船速取平均值情况下的船舶声源功率谱曲线。通过比较声源功率谱曲线可以发现，船舶噪声主要集中在低频段，在低频段50Hz左右达到最大谱级，之后随着频率的增加而衰减。超级油轮的声源级可达到近190dB/1 μ Pa，将随距离传播而衰减，如按球面波扩展规律规律衰减计算，其在100m左右声源级已达150dB/1 μ Pa，在316m左右声源级降至140dB/1 μ Pa。根据厦大许肖梅课题组在厦门西海域的类比监测，船舶经过时在15Hz有较强的噪声谱级，功率谱达到134dB，其他频点上的功率谱也均有明显增加，变化的动态范围在12~18dB；低频段（3kHz以下）增加的幅度稍大些（增加15dB），但在高于5kHz以上时，总体上的噪声谱级都已低于100dB。而且随着传播距离的增大，声波能量在传播中随距离的增加成反平方规律衰减，

主要局限于施工区域及其周边。

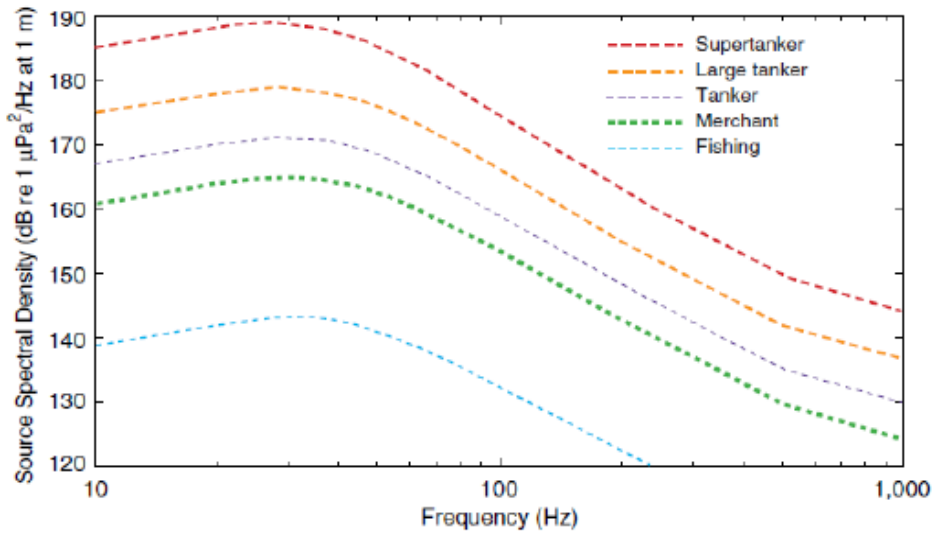


图 5.3-3 RANDI 典型船舶的声源功率谱模型

可见，船舶航行噪声造成水下声压高于120dB/1 μ Pa（非脉冲式噪声可对动物产生行为妨害的限值）的水域面积较小，主要局限于船舶及其周边。由于总的噪声谱级并不是很高，远低于美国国家海洋渔业机构（NMFS）颁布的鲸类最大可承受（危险级）声压标准180dB/1 μ Pa，本工程施工和船舶航行水下噪声对中华白海豚的影响主要表现为引起工程区附近中华白海豚的回避和迁移行为，并对其个体之间的交流产生一定滋扰影响，对中华白海豚的听觉有一定影响，但不会造成中华白海豚的听力损伤。

5.3.4 施工期船舶航行对中华白海豚的影响

施工期船舶航行对中华白海豚的影响除了噪声影响外，还可能对中华白海豚行为造成影响，严重的可能导致中华白海豚因躲避不及而遭遇船舶的撞击或螺旋桨的伤害。

施工期来往的船舶数量增多，导致中华白海豚因躲避不及而遭遇船舶的撞击或螺旋桨的伤害的风险有所提高。船舶在各种不同的通航速度时对中华白海豚的影响会有所不同。船舶由远及近靠近白海豚时，对中华白海豚的影响则由弱逐渐加强，如果船舶速度较快，中华白海豚则有可能没有足够的时间反应，被船体或是螺旋桨撞伤或是致死；如果船舶速度控制在较低的水平，让中华白海豚有足够的反应时间，其可采取适当的逃避行为以避开船舶。一般情况下，大中型船舶的通航速度相对较低，而且大多直线行驶，转弯缓慢，对中华白海豚的直接撞击的可能性较小；而交通艇等小型船舶由于速度较快，灵活性高，经常突然性的改变方向，对中华白海豚的潜在威胁较大。

中华白海豚的游泳速度可达 12 海里/小时，在受到惊吓或是感受到危险时，其逃避时的速

度会更快；故当施工船舶航速在 10 节（10 海里/小时）以内时，中华白海豚有足够的时间作出反应，采取规避行为。

本项目施工船舶主要位于工程区域进行疏浚作业及将疏浚物运输到东碇倾倒区，船舶航行对中华白海豚有一定影响。本工程施工船开始工作前，应密切注意观察船舶周围区域是否有白海豚出入，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开工，避免螺旋桨等对白海豚的直接伤害；建议施工船舶航行时控制航速在 10 节以内并密切观察海面，对中华白海豚应注意避让。采取上述措施可减缓本项目施工船舶航行对中华白海豚的影响。

5.4 工程建设对文昌鱼及其栖息地的影响

以下从施工悬浮泥沙、水动力冲淤条件变化、底质变化和饵料变化等方面分析本工程建设可能对文昌鱼及其栖息地产生的影响。

5.4.1 施工悬浮泥沙的直接影响

据有关实验数据，悬浮物质含量在 200mg/L 以下及影响较短时期时，不会导致鱼类直接死亡，但会使其鳃部严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。文昌鱼虽不是鱼类，但它是一种半穴居滤食性的动物，高浓度的悬浮泥沙会损伤其鳃裂等组织，影响它的存活和生长。

根据方永强、冯季芳等人的研究结果，厦门文昌鱼鱼卵大约受精后 11~12h，胚胎出膜变为浮游幼虫，第 3 天开口，在第 18 天左右文昌鱼幼虫开始从表层转入到中下层活动。

高浓度的悬浮物会粘附在文昌鱼幼虫体表，使文昌鱼幼虫过滤系统和消化器官受到阻塞，使其摄食等活动受到影响，甚至会导致其死亡，对文昌鱼幼虫生长率、摄食率等造成影响。

根据数模预测结果，本项目施工悬浮泥沙浓度增量大于 10mg/L 的影响范围主要是疏浚区域及周边海域，影响范围约为 6.18km²。悬浮泥沙浓度增量 10mg/L 的包络线距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 1.67km。施工期悬浮泥沙浓度增加，可能对南线至十八线文昌鱼外围保护地带及其附近海域的文昌鱼造成一定的不利影响。

悬浮泥沙浓度增量 10mg/L 的包络线距离小嶝岛文昌鱼外围保护地带约 8.35km，距离黄厝文昌鱼自然保护区约 12.46km，本项目施工悬浮泥沙基本不会影响到小嶝岛文昌鱼外围保护地带和黄厝文昌鱼自然保护区。

5.4.2 施工悬浮泥沙对文昌鱼饵料资源的影响

文昌鱼是一种半穴居滤食性的动物，喜在中细沙和少量泥质混合的底质中，活动能力较弱。大部分时间则将身体埋于泥沙中，露出前端进行滤食，其滤食对象以硅藻和原生动物为主。常见的种类有园筛藻、舟形藻、小环藻、菱形藻等。

施工期悬浮泥沙入海将导致水的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长，对浮游动物的生长率、摄食率的也带来不利影响。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游动植物不会受到影响；当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游动植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游动植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，破坏浮游动物的生理功能，以致浮游动植物基本上无法生存。根据数模计算结果，悬浮泥沙浓度增量 10mg/L 的包络线距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 1.67km，因此，施工悬浮泥沙会造成工程区及附近海域的文昌鱼饵料资源减少，对南线至十八线文昌鱼外围保护地带附近的文昌鱼产生一定的不利影响。

5.4.3 施工悬浮泥沙导致沉积环境变化的影响

(1) 沉积物质量影响

根据现状调查结果可知，评价海域沉积物质量良好，所有调查因子均符合 GB 18668-2002 《海水沉积物质量》中的第一类标准。理论计算和溶出试验的结果表明对水体相应污染物的增值影响很小，可以认为悬浮泥沙吸附的污染物重新溶出对水环境的影响很小。因此疏浚物中有毒有害物质的溶出对工程附近海域海水水质、沉积物质量影响较小。

本项目悬浮泥沙浓度增量 10mg/L 的包络线距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 1.67km，悬浮泥沙有毒有害物质的溶出对南线至十八线文昌鱼外围保护地带附近文昌鱼栖息地的海水水质和沉积物质量影响较小。

(2) 底质沉积物类型影响

悬浮泥沙进入水体中，其中颗粒较大的悬浮泥沙会直接沉降在施工区域内，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮泥沙会随海流漂移扩散，并最终沉降在施工区域周围的海底，将原有的表层沉积物覆盖。悬沙入海引起的海床淤积为增量淤积，与悬沙扩散浓度增量、流速、水深、施工点与施工时间等均有关关系，浅滩附近流速较小海域，悬沙淤积相对较大。根据数模预测结果，悬浮泥沙浓度增量 10mg/L 的包络线距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 1.67km，距离小嶝岛文昌鱼外围保护地带约 8.35km，距离黄厝文昌鱼自然保护区约 12.46km；因此，施工期悬浮泥沙落淤对南线至十八线文昌鱼外围保护地带附近的底质沉积物类型有一定的影响，但总体影响不大。

5.4.4 水文动力和冲淤变化对文昌鱼栖息地的影响

影响文昌鱼分布的环境因素主要是沉积物类型，文昌鱼的分布与沉积物粒度、底质含砂量及有机质含量密切相关，底质中有机物含量与文昌鱼分布的关系归根到底也是体现了底质类型

与文昌鱼分布的关系，水文动力和冲淤环境的变化可能导致沉积类型的改变，可能直接影响文昌鱼适宜的栖息环境。

在水文动力环境方面，与工程前比较，工程后大嶝桥南侧清淤区原深槽区流速有所减小（从 0.05~0.2m/s 减小为 0.05~0.1m/s），其他区域流速略有增加，大嶝桥南侧清淤区以南一定范围尤其深槽区流速有所增加，大嶝桥北侧清淤区流速略有减小，九溪口外流速略有减小，大嶝桥北侧清淤区至南港海特大桥之间水流稍有增加。影响范围局限在工程区域附近区域，对离工程区较远处的海域影响较小，各处平均流速均未发生明显变化。

在冲淤环境方面，清淤范围平均年回淤厚度为 9.0cm/a，各清淤区平均回淤厚度大致接近，大嶝大桥西北侧淤积稍多，大嶝大桥下清淤后年平均淤积厚度 7.1cm/a，大嶝大桥~溪东大桥略有淤积，九溪口外没有出现明显淤积，大嶝大桥南侧南部深槽由于清淤区纳潮水量增加、流速增加而出现一定程度冲刷，最大冲刷深度 60~70cm 左右，该冲刷区后续将不再继续加深并可能逐渐出现淤积，其他海域冲淤变化较小。工程建设对较远处的其他海域的冲淤影响较小。

工程区距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 2.33km，距离小嶝岛文昌鱼外围保护地带约 8.80km，距离黄厝文昌鱼自然保护区约 13.14km，因此工程实施引发的流速流向变化和冲淤变化对南线至十八线文昌鱼外围保护地带的冲淤环境有一定影响，但总体影响不大，对小嶝岛文昌鱼外围保护地带和黄厝文昌鱼自然保护区基本无影响。

5.5 工程建设对水鸟的影响

本项目施工范围北至九溪入海口挡潮闸，东至溪东大桥，南至大嶝大桥南侧。根据收集的项目周边近几年的鸟类调查资料，在九溪口附近主要分布有鸥类觅食区。根据 2023 年 3 月实地踏勘，在大嶝大桥北侧现有红树林附近也可见到少量大白鹭、白鹭觅食。项目区范围内未见珍稀濒危物种记录。

（1）施工噪声及人为扰动的影响

本项目施工期特别是疏浚作业期间，施工噪声和人为活动将对在施工海域觅食、栖息的水鸟产生惊扰和驱离效应，这些施工造成的影响是直接的、暂时的、可逆的。鸟类的飞翔、迁移能力较其它脊椎动物更强，一旦环境出现不利其生存的因素，它们将飞往工程区周边或别处类似生境觅食、栖息，因此工程建设不会对水鸟种群数量、结构造成长期的不利影响。

（2）清淤对水鸟的影响

本项目清淤将造成大嶝大桥南北侧海域滩涂水深增加，以该滩涂作为觅食地的鹭类、鹤鹑类等涉禽，其觅食活动可能将因清淤区水深的增加而受到一定的影响。潮水较高时，清淤区的

滩涂不适合作为中小型涉禽的栖息和觅食场所，低平潮时基本不受影响。在潮水较高时中小型涉禽将飞往工程区周边或别处类似生境栖息和觅食。此外，疏浚作业对底栖生物的伤害，以及施工产生的悬浮泥沙对渔业资源的影响，都将会对水鸟的觅食造成一定的不利影响。

(3) 红树林种植及水深增加对水鸟的影响

本项目在九溪口附近清除互花米草后种植红树林，红树林面积的增大可为水鸟提供更为广阔的生境，对鸟类的影响是有利的。红树林区生境将为鸟类(特别是水鸟)的栖息、觅食和繁殖提供场所：致密、清静、外界干扰少的有林地是鸟类栖息和筑巢的理想场所；红树林滩涂中有种类繁多的底栖生物、鱼类等，退潮的滩涂将为鹭类、鸬鹚类等涉禽提供丰富的食物来源，而涨潮时的潮沟及林外浅水水域也是游禽理想的觅食、栖息场所。

大嶝大桥南北两侧海域水深增加有利于改善海域水动力条件、增加纳潮量，改善工程区周边海域沉积环境，促进周边滩涂、浅海和红树林滨海湿地生物多样性的恢复和提高。部分滩涂变成水域，从长远来看，有利于鸬鹚、鸥科鸟类等适应水面捕食的游禽，水鸟类群可重新定居。

第六章 环境风险影响评价

6.1 环境风险危害识别与事故频率估算

6.1.1 厦门海域事故统计分析

6.1.1.1 海上交通事故统计分析

(1) 海上交通事故概况

根据资料统计,2012-2021 年期间厦门海域共发生海上交通事故 57 起。为了分析厦门海上交通事故多发区,根据事故发生地点,应用 ArcGIS 软件将各事故直观标注在地图上。

由图可见,海上事故发生区域主要聚焦于东渡港区东渡航道 42 号灯浮至象屿码头 13#泊位航段附近水域、鼓浪屿西北侧水域及厦门港主航道附近水域,其次主要集中于主航道 17-23#灯浮航段锚地附近水域及 11-15#灯浮航段锚地附近水域,应重点监控及防范这几处水域发生事故险情。

事故高发区东渡港区 42#灯浮至象屿 13#泊位附近水域事故点共 11 起,其中码头前沿水域 7 起,约占 63.6%;而鼓浪屿西北侧水域及附近水域事故点共 14 起,其中航道灯浮附近水域 10 起,约占 71.4%,其余事故点分布在鹭江水道附近水域和码头附近水域。

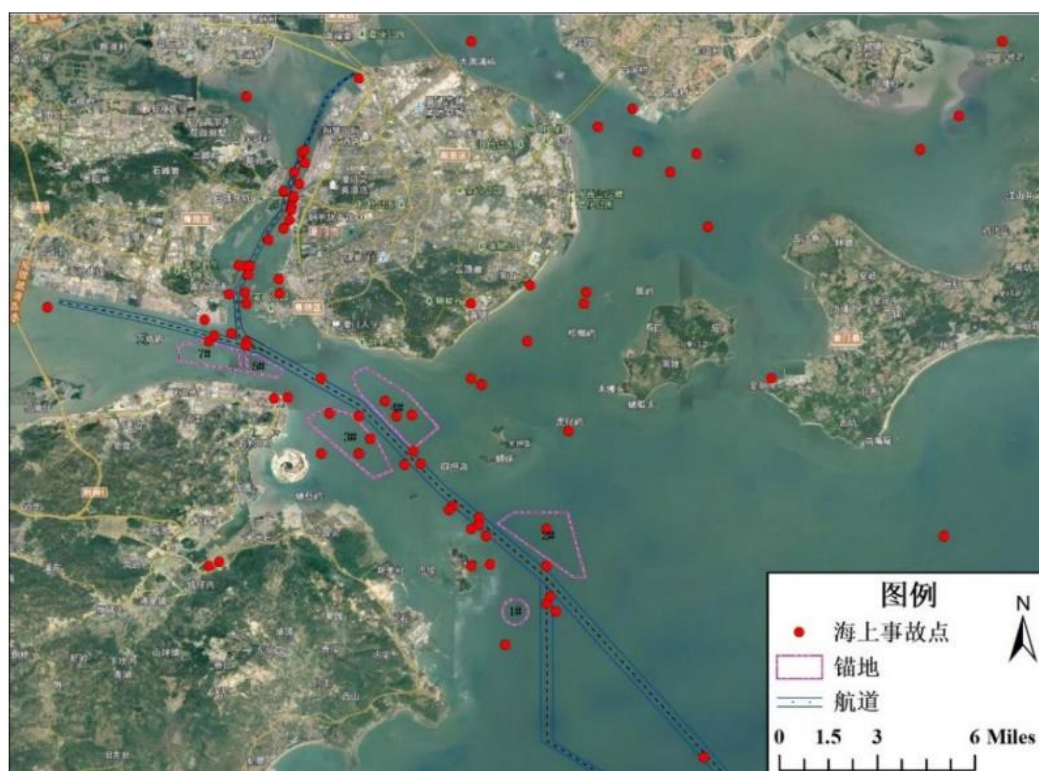


图 6.1-1 2012-2021 年厦门港辖区海上交通事故点分布图

结合厦门水域环境条件、港口规划及船舶交通流量概况分析可知,东渡港区以集装箱装卸

和通用件杂货为主，兼顾城市旅游、客运功能，码头前沿水域通航环境复杂，船舶密度大，经常有多艘锚泊船存在，因此其海上交通事故多集中于码头前沿水域。

鼓浪屿西北侧水域是厦金航线、厦漳渡轮等小型船舶频繁活动水域，会遇态势复杂，容易发生碰撞等交通事故。

厦门港主航道附近水域是进出东渡港区、海沧港区船舶以及厦漳客船的必经之地，众多船舶交通流在此集聚，且小型船舶活动频繁，致使在该水域形成一个分布范围广、密集程度高的交叉会遇区。

海沧航道出口与东渡航道出口由于码头等居间障碍物的影响，当两船驶近相互发现时容易造成紧迫局面和碰撞危险，甚至发生碰撞事故。

(2) 海上交通事故特点分析

按照相关规范，港口码头交通事故特点往往以近 10 年数据为基准。2012-2021 年厦门水域共发生大小海上交通事故 57 起，其中，碰撞 36 起，触碰 2 起，其他 9 起，火灾 6 起，搁浅 2 起，触礁 2 起，其中碰撞事故就占了 63%。

根据事故等级分类可知，厦门水域以一般事故居多，共 31 起，占 54%，重大事故 2 起，大事故 1 起，小事故等级事故 23 起。

厦门水上交通事故时间特征明显，3、4、5、8、9 和 11 月为事故多发月份；2 月、7 月和 12 月事故发生次数较少。厦门 3-5 月份常为雾季，能见度不良，9-10 月份受季风转换影响，导致海上交通事故增多，航海者须引起重视。

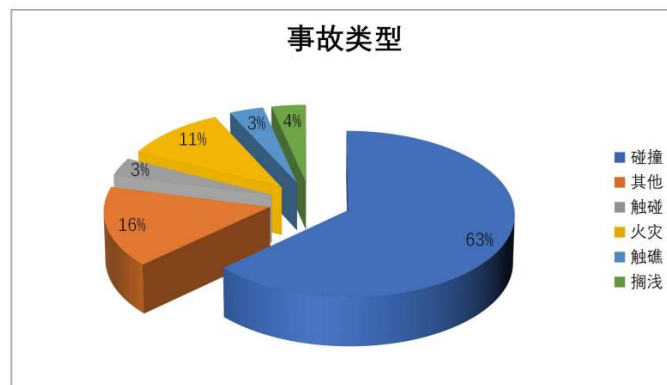


图 6.1-2 事故类型（2012-2021 年）

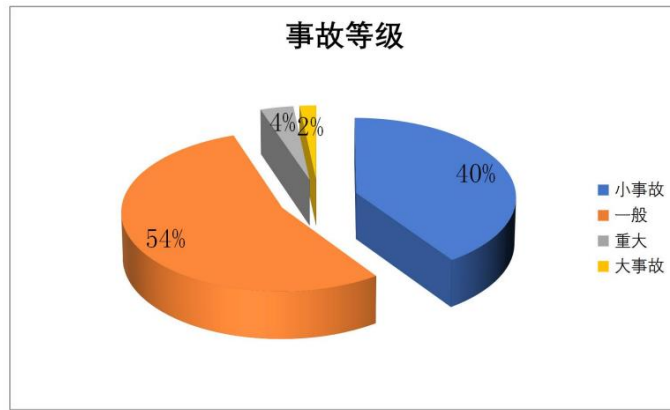


图 6.1-3 事故等级 (2012-2021 年)

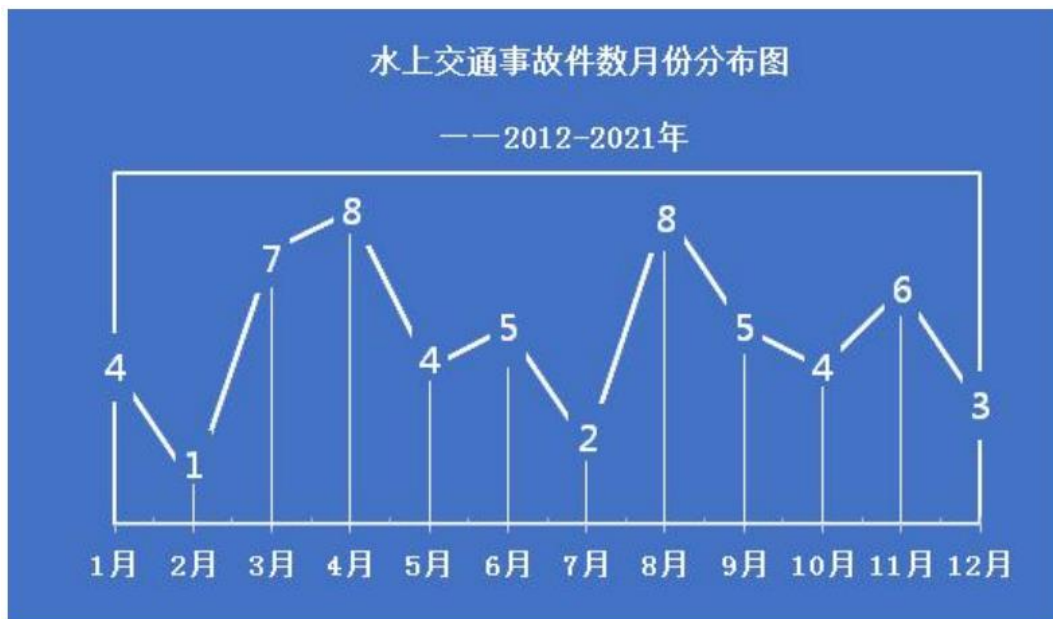


图 6.1-4 事故件数月份分布 (2012-2021 年)

6.1.1.2 船舶污染事故统计分析

事故性船舶污染事故典型案例：2001 年 9 月 20 日载有 8600 吨柴油的“运鸿”号油轮与“爱丁堡”轮在厦门海域碰撞（概位北纬 24°23.41′，东经 118°06.80′），导致机舱破损、进水，“运鸿”轮呈倒扣状态沉入青屿主航道海底，成为我国最大的油轮沉船事故，造成巨大的潜在溢油事故，经济损失超过 2200 万。

2016 年 1 月 29 日约 0211 时，能见度不良，新加坡籍集装箱轮从厦门海沧码头开往深圳途中，在厦门港海沧航道 602 号与主航道 28 号灯浮之间水域(概位：24°26.15'N/118°02.15'E)和安徽籍散货船轮发生碰撞事故，事故造成安徽籍散货船轮机舱破损、机舱进水、船舶失去动力、油舱管道破裂、4 吨多的燃油溢出。



图 6.1-5 厦门溢油事故现场

根据不完全统计，2012-2021 年 10 年间厦门海域总共发生 10 起船舶污染事故（不包括无主油事故），其中 7 起是操作性船舶污染，3 起是事故性船舶污染事故，平均每年 1 起，近 64.542 吨柴油、污油等污染物泄漏入海，对厦门海洋环境造成极大的损害。

事故原因可归纳为 5 个方面、10 类原因，即船舶方面（包括不适航、机务故障）、船员方面（包括违章航行、操作不当）、公司方面（包括管理不严、违章指挥）、外部环境（自然通航环境多变、自然灾害等）和其他。船舶在该水域航行应严格执行《1972 年国际海上避碰规则》、《船舶防台技术操作手册》和厦门港关于船舶航行安全的有关规定，避免各类船舶事故的发生。此外，根据 2012~2021 年厦门海事局辖区水上交通事故统计：近年来，辖区发生的水上交通事故主要是碰撞、触损等。

船舶溢油事故按照事故原因分为操作性溢油事故和海难性溢油事故。操作性溢油事故是人为操作失误引起的溢油事故，主要发生在清淤施工过程；海难性溢油事故是船舶发生碰撞、搁浅等交通事故后，油舱破损，同时发生了溢油事故，主要发生在船舶航行过程中。本项目施工船舶众多，若不加强施工管理，容易发生船舶溢油事故。

6.1.2 风险识别

(1) 物质危险性识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》中的物质危险性标准的判据，闪点低于 21℃、沸点高于 20℃的物质为易燃液体。船舶燃料油的闪点一般在 65.6~221.1℃，不属于易燃液体。

表 6.1-1 船舶燃料油特性

项目	特性	项目	特性
外观及气味	黑色粘稠有气味的液体	凝固点 (°C)	<26
液体相对密度	0.92~1.07	粘度 (pas)	<180
沸点 (°C)	>398.9	水溶性	微溶
20°C时蒸汽压 (kPa)	很低	自燃温度 (°C)	407.2
雷德蒸汽压 (kPa)	0.3 (50°C时)	挥发性	挥发
闪点 (°C)	65.6~221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫

易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%~5%	主要用途	船用燃料

(2) 施工期潜在危险性识别

施工期间,代表船型 8m³ 抓斗式挖泥船往来存在发生操作性、海损性事故溢油的环境风险,进而对海域造成污染。

(3) 小结

本项目的风险因子为船舶燃料油,不属于易燃物质、爆炸性物质、有毒物质;风险类型为泄漏。

6.1.3源项分析

(1) 最大可信事故

根据上述船舶事故统计分析和风险识别,本项目最大可信事故确定为施工期间 8m³ 抓斗式挖泥船发生的操作性、海损性船舶溢油事故。

(2) 溢油量

施工期间,以 8m³ 抓斗式挖泥船为代表船型。根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012),8m³ 抓斗挖泥船的燃油舱容量为 80m³,满舱率按 80%计,施工期船舶事故溢油量取 64t。

6.2环境风险影响预测方法和预测因素

6.2.1油粒子模型

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程,在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程,而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本模型采用的是国际上得到广泛应用的油粒子模型,该模型可以很好地模拟上述物理化学过程,另外,油粒子模型是基于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。油粒子模型就是把溢油离散为大量的油粒子,每个油粒子代表一定的油量,油膜就是由这些大量的油粒子所组成的云团。

6.2.1.1扩展运动

溢油扩展是指溢油在重力、惯性力、粘性力和表面张力作用下在水平方向上的不断扩大。Fay(1971)考虑上述因素的作用,忽略油膜因挥发、降解引起的质量损失,提出了油膜扩展三阶段理论,成功用于解决溢油进入水体后随时间推移面积估算问题。

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt}\right) = K_a A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right)^{4/3}$$

式中： A_{oil} 为油膜面积， $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ ； R_{oil} 为油膜直径； K_a 为系数； t 为时间；油膜体积为：

$$V_{oil} = R_{oil}^2 \pi h_s$$

6.2.1.2 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算：

$$U_{tot} = c_w(z)U_w + U_s$$

其中 U_w 为水面以上 10m 处的风速； U_s 为表面流速； c_w 为风漂移速度，一般在 0.02-0.04 之间。

6.2.1.3 紊动扩散

假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 α 方向上可能扩散距离 S_a 可以表示为：

$$S_a = [R]_{-1}^1 \sqrt{6D_a \Delta t_p}$$

其中 $[R]_{-1}^1$ 为-1到1的随机数， D_a 为 α 方向上的扩散系数。

6.2.1.4 蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定：在油膜内部扩散不受限制；油膜完全混合。

蒸发率可由下式表示：

$$N_i = k_{ei} P_i^{SAT} / RT \frac{M_i}{\rho_i} X [m^3 / m^2 s]$$

其中 N 为蒸发率； k_{ei} 为物质输移速度； P_i^{SAT} 为蒸汽压； R 为气体常数； T 为温度； M 为分子量； ρ 为油组分的密度； i 为各种油组分。 k_{ei} 由下式估算：

$$k_{ei} = k A_{oil}^{0.045} S_{ci}^{-2/3} U_w^{0.78}$$

其中 k 为蒸发系数； S_{ci} 为组分 i 的蒸汽 Schmidt 数。

6.2.1.5 乳化

油向水体中的运动机理包括溶解、扩散、沉淀等。扩散是溢油发生后最初几星期内最重要的过程。扩散是一种机械过程，水流的紊动能将油膜撕裂成油滴，形成水包油的乳化。这些乳化物可以被表面活性剂稳定，防止油滴返回到油膜。在恶劣天气状况下最主要的扩散作用力

是波浪破碎，而在平静的天气状况下最主要的扩散作用力是油膜的伸展压缩运动。从油膜扩散到水体中的油分损失量计算：

$$D = D_a D_b$$

其中 D_a 是进入到水体的分量； D_b 是进入到水体后没有返回的分量：

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600}$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}}$$

其中 μ_{oil} 为油的粘度； γ_{ow} 为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为：
$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a(1-D_b)$$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：
$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$$

R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释放速率：

$$R_1 = K_1 \frac{(1+U_w)^2}{\mu_{oil}} (y_w^{\max} - y_w)$$

$$R_2 = K_2 \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w$$

其中 y_w^{\max} 为最大含水率； y_w 为实际含水率； As 为油中沥青含量； Wax 为油中石蜡含量；

K_1, K_2 分别为吸收系数，释放系数。

6.2.1.6 溶解

溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{dsi}}{dt} = Ks_i C_i^{sat} X_{mol_i} \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil}$$

其中 C_i^{sat} 为组分 i 的溶解度； X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数； M_i 为组分 i 的摩尔重量； Ks_i 为溶解传质系数，由下式估算：

$$Ks_i = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$$

其中

$$e_i = \begin{cases} 1.4 & \text{烷烃} \\ 2.2 & \text{芳香烃} \\ 1.8 & \text{精制油} \end{cases}$$

6.2.2 计算参数设置

(1) 事故发生点选取

本项目溢油风险主要考虑施工期施工船舶溢油事故。由于北侧施工船少，船舶碰撞发生溢油事故概率小；南侧来往的挖泥船、泥驳相对较多，若发生船舶碰撞，可能发生燃料油溢漏风险，溢油点选择在清淤区域靠近文昌鱼外围保护地带处，见图 6.2-1。

(2) 泄漏量

根据施工船舶大小，施工期船舶溢油量设计为 64t。

(3) 计算风况

根据《船舶污染物海洋环境风险评价技术规范》，船舶溢油风险泄漏典型风向应为冬季主导风、夏季主导风和不利风向，风速为对应的平均风速。结合厦门地区风况及周边敏感目标情况，计算风况取夏季主导风西南风（3.5m/s），冬季主导风东风（3.5m/s），不利风向北风（4m/s，吹向文昌鱼外围保护地带）。计算区域内主要敏感目标见图 6.2-1。

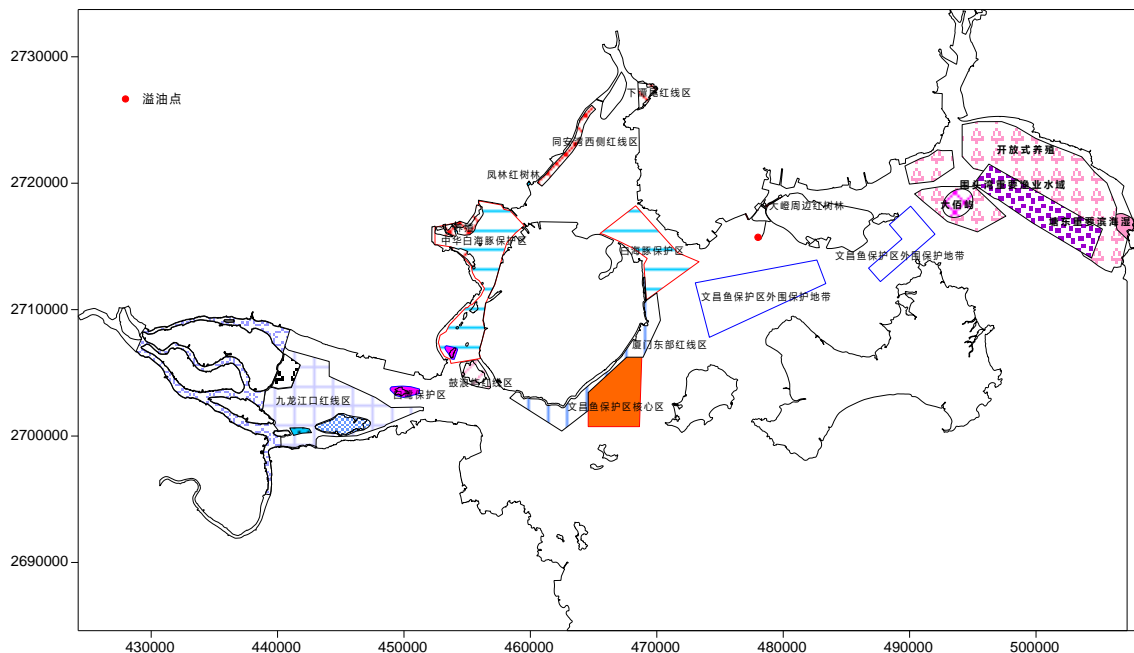


图 6.2-1 计算区域内主要敏感目标和溢油计算点位置

(4) 其它参数设置

其它参数设置见表 6.2-1。

表 6.2-1 溢油模型主要参数表

参数名称	取值
源强	64t
模拟时间	72h
开始溢油典型潮时	涨急、高平潮、落急、低平潮
风漂移系数 c_w	0.02
油的最大含水率	0.85
吸收系数 (K1)	5×10^{-7}
释出系数 (K2)	1.2×10^{-5}
传质系数	2.36×10^{-6}
蒸发系数	0.029
油辐射率 l_{oil}	0.82
水辐射率 l_{water}	0.95
大气辐射率 l_{air}	0.82
漫射系数 (Albedo) α	0.1

注:以上模型参数取值采用相关文献推荐值

6.3 溢油油膜迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布

计算结果表明：东风条件下涨急时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 54.40km²，油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 1h，到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 8.5h，到达白海豚保护区（同安湾口）的最快时间约 12h，72 小时内未到达金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 53.33km²，油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 9.5h，到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 2h，到达白海豚保护区（同安湾口）的最快时间约 13h，72 小时内未到达金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。落急时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 42.45km²，油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 4h，到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 0.5h，到达白海豚保护区（同安湾口）的最快时间约 18h，72 小时内未到达金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 35.80km²，油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 1h，到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 3h，到达白海豚保护区（同安湾口）的最快时间约 13.5h，72 小时内未到达金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。油膜到达其他敏感目标的最快时间详见表 6.3-1。

北风条件下涨急时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 35.32km²，油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 1h，到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 3h，到达白海豚保护区（同安湾口）的最快时间约 13.5h，72 小时内未到文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 37.29km²，油膜到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约

0.5h, 72 小时内未到达大嶝周边红树林、白海豚保护区（同安湾口）、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。落急时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 38.65km², 油膜到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 0.5h, 72 小时内未到达大嶝周边红树林、白海豚保护区（同安湾口）、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 66.88km², 油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 0.5h, 到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 4.5h, 到达白海豚保护区（同安湾口）的最快时间约 4.5h, 72 小时内未到达文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。油膜到达其他敏感目标的最快时间详见表 6.3-1。

西南风条件下涨急时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 18.71km², 油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 0.5h, 到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 7h, 72 小时内未到达白海豚保护区（同安湾口）、金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 14.63km², 油膜到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 1.5h, 72 小时内未到达大嶝周边红树林、白海豚保护区（同安湾口）、金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。落急时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 12.43km², 油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 6h, 到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 0.5h, 72 小时内未到达白海豚保护区（同安湾口）、金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 17.64km², 油膜到达大嶝周边红树林的最快时间约 1h, 到达文昌鱼外围保护地带的最快时间约 8.5h, 72 小时内未到达白海豚保护区（同安湾口）、金门岛、小金门岛、文昌鱼保护区核心区和厦门东部红线区等敏感目标。油膜到达其他敏感目标的最快时间详见表 6.3-1。

表 6.3-1 不同风况下发生溢油事故到达敏感目标时间

风况	东风				北风				西南风			
	涨急	高潮	落急	低潮	涨急	高潮	落急	低潮	涨急	高潮	落急	低潮
大嶼周边 红树林	1h	9.5h	4h	0.5h	1h	未到达	未到达	0.5h	0.5h	未到达	6h	1h
文昌鱼外 围保护地 带	8.5h	2h	0.5h	9h	3h	0.5h	0.5h	4.5h	7h	1.5h	0.5h	8.5h
白海豚保 护区（同 安湾口）	12h	13h	18h	11h	13.5h	未到达	未到达	4.5h	未到达	未到达	未到达	未到达
大嶼岛	0.5h	6h	0.5h	0.5h	0.5h	未到达	0.5h	0.5h	0.5h	0.5h	0.5h	0.5h
金门	未到达	未到达	未到达	未到达	8h	8h	12h	9.5h	未到达	未到达	未到达	未到达
小金门	未到达	未到达	未到达	35.5h	17h	14h	12.5h	9.5h	未到达	未到达	未到达	未到达
文昌鱼保 护区核心 区	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达
厦门东部 红线区	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达	未到达

6.4事故后果分析

燃料油微溶于水，入海后主要漂浮于海面，短期内进入水体的量一般较少，其环境影响主要是隔绝了水体和空气间的正常水气交换，限制了日光向水体的透入，使水质和水体自净能力变差，破坏水生生态系统的光合作用及其物质和能量流，对海洋哺乳类、海鸟等动物的生理功能均有很大伤害；随着燃料油在海面的漂移扩散，溶解或分散于水体中的燃料油量会逐渐增多，其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物；燃料油一旦上岸，将对岸线及其资源造成污染和损害。

(1) 海洋环境中石油的转归

燃料油等石油烃类物质在海洋环境中的转归比较复杂，在其进入水体后，可通过物理的、化学的和生物的过程从水体环境中去除，统称为风化。其变化过程主要有溶解、蒸发、光化学氧化、颗粒物吸附、表层水体混合乳化、微生物降解等。

表 6.4-1 是这些迁移、转化作用的大致比例及经历时间。对于燃料油来说，不易于挥发但沉淀作用较为明显，因此对海底底质的影响较为明显。生物转归分为两个方面，一是海洋环境中微生物的降解作用；二是海洋生物对石油烃的摄取作用。此外，海洋中的植物也能富集和降解部分石油烃。在溢油初期，风化过程中的扩散、弥散、乳化和溶解等最为重要，而氧化、沉淀和生物降解则决定着溢油的最终去向。

表 6.4-1 石油的转归比例及时间

转归方式	经历时间(d)	百分率(%)	转归方式	经历时间(d)	百分率(%)
挥发	1~10	25	生物降解	50~500	30
溶解	1~10	5	分散和沉降	100~1000	15
光化学反应	10~100	5	残渣	100	20

(2) 对浮游生物的影响

浮游生物对石油污染极为敏感，特别是由于浮游生物缺乏运动能力，身体柔弱，多生毛、刺，更易为石油所附着和污染。溢油对海洋浮游生物的影响将对整个海洋食物链造成影响，并进而破坏海洋的生态平衡。

溢油对浮游生物的影响程度决定于石油的类型、浓度和浮游生物的种类。作为鱼、虾类饵料的浮游植物，对各类油类的耐受力都很低，石油急性中毒浓度范围为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L。浮游动物通过摄食或直接吸收碳氢化合物而受到影响，其急性中毒浓度在 0.1~15mg/L。通常幼体对于石油污染的敏感度大于成体，永久性浮游动物幼体的敏感性大于临时性幼体。

因此，若发生溢油事故，对油膜所漂过区域的浮游动、植物的损害是十分严重的。一般浮游植物的生命周期仅 5~7 天，在油膜覆盖下，加之其毒性作用，一般不超过 2~5 天即因细胞溶

化、分解而死亡。同样，浮游动物也会在毒性作用或缺氧条件下大量死亡。

(3) 对潮下带和潮间带底栖生物的影响

多数底栖动物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，幼体的致死浓度范围更小一些，而软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油。石油浓度为 0.01ppm 就能引起牡蛎、海胆、寄居蟹、海盘车等耐油性差的底栖动物的死亡；石油浓度在 0.01~0.1ppm 时，对某些底栖甲壳类动物(藤壶、蟹等)幼体有明显的毒性。

油品溢漏入海后，相当一部分石油污染衍生物甚至石油颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层石油污染物，使其难以生存。一旦油膜接触海岸，将很难离开，导致该海域滩涂生物窒息死亡或中毒死亡。此外，滩涂及沉积物中未经降解的油又可能再次进入水中造成二次污染。严重的溢漏事故可改变底栖生物的群落结构，影响水生生物系统，造成局部海域有机质堆积，底质环境恶化，导致底栖生物资源量的减少。因此，一旦发生燃料油溢漏事故，必然对潮下带和潮间带底栖生物带来较大的伤害。

(4) 对鱼卵、仔鱼及渔业资源的影响

漂浮在海面的油膜易黏附在鱼卵和仔稚鱼表面，使鱼卵不能正常孵化，仔稚鱼丧失或减弱活动能力，影响正常行为和生理功能，使受污个体沉降并最终死亡。海水中溶解油对鱼卵、仔稚鱼的危害主要是对生存系统的影响。海洋生物的幼体对石油类的毒性十分敏感，是因其神经中枢和呼吸器官都很接近其表皮，其表皮都很薄，有毒有害物质容易侵入体内。早期生命阶段的鱼卵和仔稚鱼对油污染的毒性最为敏感，油污染导致鱼卵成活率低，孵化仔鱼畸形率和死亡率增高，由此影响种群资源延续，造成资源补充量明显减少。

不同的油类对鱼类的毒性效应也不同，如胜利原油对鲷鱼幼体、真鲷仔鱼、哈牙鲆仔鱼的 96 小时半致死浓度分别为 6.5、1.0 和 1.6mg/L；20#燃料油对黑鲷的 96 小时半致死浓度为 2.34mg/L。事故性溢油一旦发生，在其扩散区内，海水中的石油烃浓度将大大超过鱼卵、仔鱼的安全浓度(一般安全浓度为 96 小时的半致死浓度的十分之一)，对浮性卵和漂浮的仔鱼造成严重伤害。如果溢油发生在鱼类的繁殖季节，那么对鱼卵、仔鱼的伤害程度则更为严重。

燃料油溢漏入海后形成的乳化油颗粒小，可吸附于鱼类的腮上，形成“黑腮”，导致鱼虾呼吸障碍而死亡。石油类对鱼类的化学毒害方面主要表现在通过鱼鳃呼吸、代谢、体表渗透和生物链传递逐渐富集于生物体内，导致对鱼类的毒性和中毒反映。

相对于鱼卵和仔稚鱼而言，溢油事故对成体鱼类的影响相对较小，主要是由于大量油在海水表面以漂浮形态存在，而大多数鱼类是在中层和底层水中生活。另外，许多上层和中层鱼能逃避黑色油块，底层鱼凭视觉和嗅觉尽量不和下沉的油块接触。一般来说，如果溢油事故发生

在开阔水域，鱼类伤害程度轻；若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

突发性溢油对渔业资源带来的损害是多方面的。首先，污染可能引起该海区的鱼虾回避，造成捕捞产量的直接减产；其次表现为由于品质的下降造成产值损失。另外，溢油对于渔业资源的影响程度还因海区的水文、气象以及地理位置的不同而不同，如果事故发生在产卵盛期或产卵场密集区，成鱼可以回避，但鱼卵和仔稚鱼难逃死亡的命运。

根据溢油事故影响预测结果，溢油扫海范围内的鱼卵、仔稚鱼将受到不同程度的影响。溢油油膜大部分位于大嶝岛南部海域，将使该海区的鱼虾回避、渔业直接减产、渔业资源品质下降。

(5) 对海洋生态的长期影响

溢油事故对渔业资源的中、长期累积影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在海域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、河口或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。

根据对法国布列塔尼发生的 Amoco Cadiz 溢油影响的研究表明，溢油后一年，在两个湾里有几种鱼类的幼体完全消失而其成体的生长则显著减少，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间。

根据对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗里达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4 年，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7 年后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10 年。

根据对加利福尼亚州附近发生的一次溢油观察也表明，大多数生物种群在溢油几年后才得到恢复，但水产资源鲍鱼在 16 年后仍未恢复，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度。

根据对 Chedabucto 发生的 Arrow 号油船溢油的研究表明，溢油后 6 年，底栖生物的种类多样性仍明显低于对照点，其中软壳蛤的生长率到 9 年后还比较低。

Barry 等(1975)曾报道了一次溢油的研究结果，溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6 年后才有明显的恢复。

Hiyama(1979)报道了日本 Seto Inland Sea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业资源曾受严重损害，但一年后基本恢复正常，主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。

(6) 对海岛和海岸线的影响

溢油入海后，在风、浪、流的作用下，油膜很难形成一片，往往是破碎成若干小片油膜；分散于水中的油，也往往破碎成大大小小的水团。破碎的油膜和分散的大小水团，随风和潮汐涨落，往往附着、沾粘在岸礁、滩涂泥沙上，可能对翔安南部岸线、大嶝岛岸线、金门岛岸线、

小金门岛岸线等造成污染和破坏，对其生态系统造成长期严重影响，降低其滨海旅游价值，其恢复期可长达几年。

(7) 对红树林的影响

根据数值模拟结果，在东风、北风和西南风情况下，油膜有可能漂到大嶝周边红树林将导致红树林的光合作用受损，叶片脱落等影响。

(8) 对文昌鱼的影响

本项目南侧有厦门文昌鱼保护区外围保护地带南线至十八线和外围保护地带小嶝岛海区。根据上述数值模拟结果，本工程一旦发生溢油，东风、北风和西南风情况下，油膜都有可能影响到文昌鱼外围保护地带南线至十八线海区。油品溢漏入海后，相当一部分石油污染衍生物甚至石油颗粒会渐渐地沉入海底，文昌鱼或其赖以生存的底质生境将附着厚厚的一层石油污染物，致使该海域的文昌鱼窒息死亡或中毒死亡。

(9) 对中华白海豚的影响

根据数值模拟结果，在溢油计算点发生溢油时，油膜最快 4.5h 影响到厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）同安湾口海域。受影响的中华白海豚将迅速回避，但油污染可能由于其呼吸、代谢、体表渗透和生物链传输，逐渐富集于生物体内，导致对中华白海豚产生毒性作用。此外，油块能堵塞中华白海豚的呼吸器官，而导致其死亡。根据现有的资料，厦门海域尚未发现因溢油而导致中华白海豚死亡的案例。

6.5 环境风险防范对策措施和应急方法

6.5.1 环境风险防范对策措施

(1) 业主和施工方应按规定办理施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。业主应督促施工方落实施工期间的监管措施和施工安全保障措施，在施工现场设置必要的警示装置，并确保施工船舶及人员的适航、适任。业主和施工方应和海事主管部门建立有效联系，请求对施工水域的有效监管，包括申请安全作业区和警戒区、发布航行通告、设置有关标志、申请通航维护及巡航工作等。

(2) 施工作业船舶和设施，应尽量避免影响正常航行船舶的通航安全，在有影响时应征得海事主管部门的同意。施工船舶应按规定显示有关信号，派专人守听指定的 VHF 频道，保证船舶间的避让协调通讯及接受海事主管机关的询问。航行船舶与施工船舶均应严格遵守《国际海上避碰规则》及海事主管机关制定的交通管理措施。过往船舶航经施工区域时，应加强瞭望，缓速航行，并与施工船舶保持足够的安全距离。

(3) 施工船舶应严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》等相关法律法规，制定施工期间的防污染应急预案。施工方应备有足够的防止污染器材和设备，水上、水下船舶施工应采取预防措施，防止油类、油性混合物和其他废弃物污染海域。

(4) 船舶驾驶员的业务技术应符合要求。按《防治船舶污染海洋环境管理条例》，对所用船舶及其人员应提出严格的书面管理要求及所应承担的防止船舶溢油责任和义务，并落实本条例规定的防治污染有关措施。船员对可能出现事故溢油的人为原因与自然因素应学习、了解，提高溢油危害的认识及安全运输的责任感和责任心。

(5) 对施工设备定时检查和监控，对设备的安全隐患要及时整改，确保设备技术性能良好。

(6) 实施值班、了望制度是减少船舶事故发生可能性的重要措施。

(7) 及时了解掌握天气情况，避免在恶劣天气条件下施工作业。

(8) 必要的人力、物力和资金应具体落实到位，保证施工作业期间的监管工作顺利进行。

(9) 应备有通讯联络器材设备，当出现事故时，能顺畅地与厦门海域溢油应急指挥部联络，并积极配合厦门海事局和生态环境部门、海洋与渔业部门等相关部门做好应急工作。

6.5.2 环境风险应急计划

6.5.2.1 厦门海域船舶污染应急预案概况

2018 年厦门海事局编制的《厦门海域船舶污染应急预案》（以下简称预案）是根据《中国海上船舶溢油应急计划》和《台湾海峡水域溢油应急计划》编制，主要包括总则、船舶污染事故分级、组织指挥体系及相关机构职责、信息处理和预警、应急响应、新闻发布、后期处置、应急保障、宣传、培训和演习及附则八个部分组成。其中应急响应包括船舶污染事故分级、分级响应、事故信息处理、指挥与协调、响应程序、应急人员的安全防护、群众的安全防护、新闻报道等内容。

厦门海域船舶污染应急组织指挥系统由两级机构组成：第一级为厦门海域船舶污染应急指挥部（简称“指挥部”），下设办公室和专家咨询组；第二级为厦门海域船舶污染应急现场指挥部（简称“现场指挥部”）。

厦门海域船舶污染应急指挥部总指挥由市人民政府分管副市长担任，常务副总指挥由厦门海事局局长担任，指挥部下设办公室，挂靠厦门海事局，主任由厦门海事局副局长兼任，副主任由厦门海事局职能处室负责人兼任，实行 24 小时值班制度。

溢油应急现场指挥部是由指挥部指派人员组成的临时机构，负责事故现场应急行动的指挥，主要成员包括厦门海事局、厦门港口管理局、市生态环境局、市海洋与渔业局、救助单位、船东及清污公司现场负责人，现场指挥由指挥部指定。

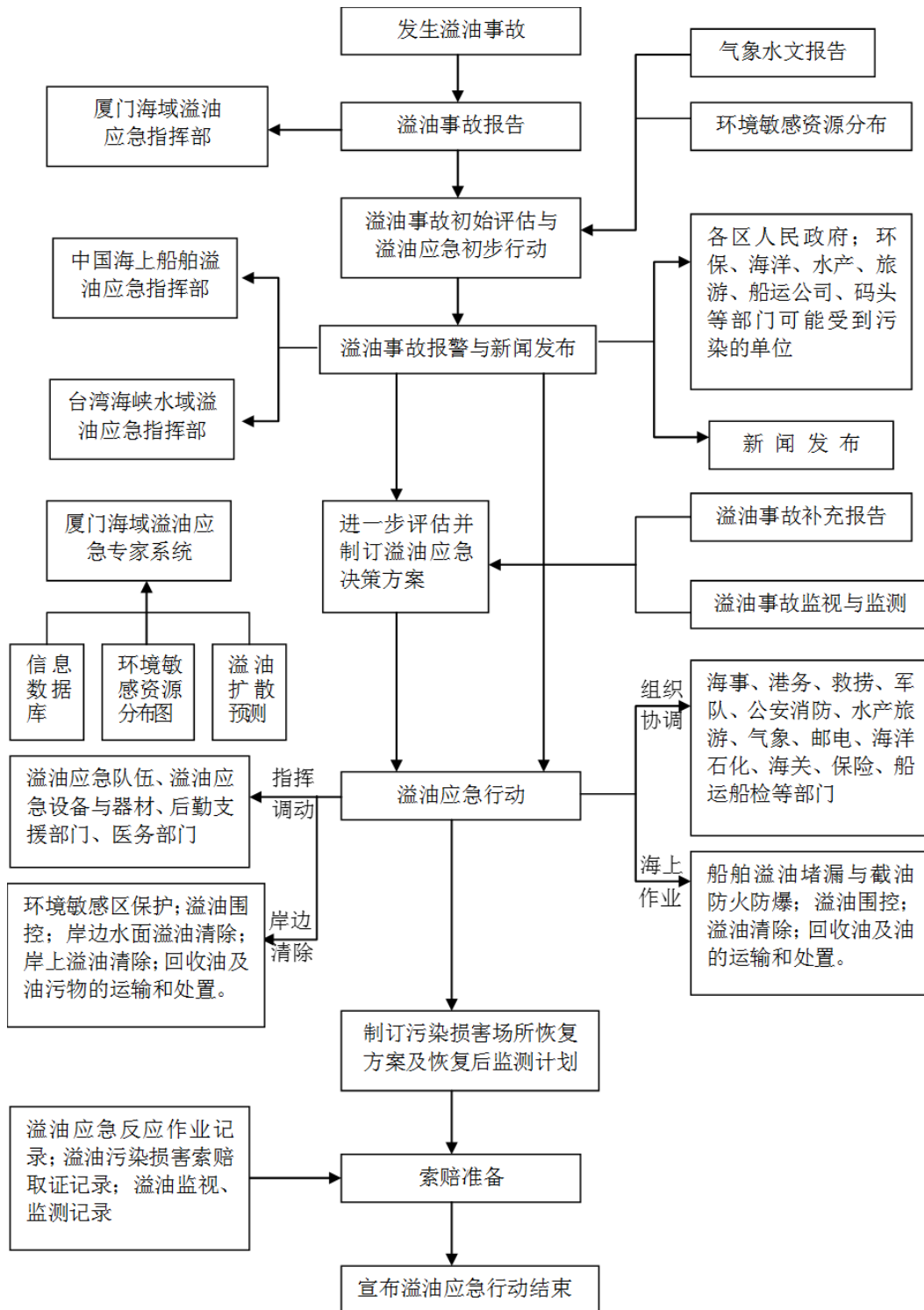


图 6.5-1 厦门海域船舶污染应急响应流程

6.5.2.2 厦门周边海域船舶污染应急能力

目前厦门周边已拥有应急船舶、围油栏、收油机、吸油材料、化油剂等设备和器材。此外，

位于厦门市海沧区嵩屿码头的厦门溢油应急设备库已建成，具备一次应对 200 吨溢油事故的能力。工程区附近的同安海事处辖区码头也配备了溢油应急设施设备。

(1) 厦门溢油应急设备库

厦门溢油应急设备库位于厦门海事局海巡码头基地，建有溢油应急设备库房、生产性辅助用房及泵房 1300 多平方米，配置船舶溢油应急卸载、围控、回收、储运、溢油分散、吸附物资及其他配套设备，见表 6.5-1。溢油综合清除控制能力达到 200t，应急服务半径为 50n mile，应急范围为厦门海域。

表 6.5-1 厦门港溢油应急反应资源—国家设备库

序号	设备名称	总能力
1	应急卸载泵/转驳泵	236m ³ /h
2	应急型围油栏	1500m
3	收油机	309.4m ³ /h
4	吸附材料	4.8t
5	溢油分散剂	10t
6	船用溢油分散剂喷洒装置	285.6L/min
7	临时存储设备	40m ³
8	清洗机	20L/min
9	浮油回收船	1 艘
其它溢油应急设施设备		
防护装备 170 套；应急运输车 1 辆；普通叉车 1 辆；汽车吊 1 辆；轻型卡车 1 辆；拖车组 1 辆等		

(2) 厦门同安海事处辖区码头溢油应急设备

本工程附近的厦门同安海事处辖区码头溢油应急设备如表 6.5-2。

表 6.5-2 厦门同安海事处辖区码头溢油应急能力配备统计表

单位名称	厦门路桥国际贸易有限公司 刘五店滚装码头	海隆码头有限公司海翔港区
所在地	翔安区刘五店里 600 号	翔安区新店镇新澳路 8 号
应急型围油栏(米)	500 米*总高 900mm 浮子式	1160 米*WGV-1000 固体浮子式
应急卸载泵(台)	1 台*200 方/小时	1 台*YHCB65-30
收油机(台)	1 台*10 立方/小时,ZK-10	1 台*堰式收油机, YS50
油拖网(个)	2 套*6 立方/小时, TYT1	1 套*6 立方/小时, TYT-2
吸附材料(吨)	1 吨吸油毡	1.2 吨*PP-2 吸油毡
溢油分散剂(吨)	10 桶生物分液体分解型	1 吨*微普 WP-微生物分解型
喷洒装置(台)		1 台*0.5 吨/小时-消油剂喷洒机

临时存储设备(M3)	3*3 污水处理池	1 个*QG-10-10 立方米轻便储油罐
应急辅助船舶(艘)	1 艘,协议单位提供	1 艘布放艇,协议单位提供
报警设备(套)	码头办公室	固定电话 3 部: #1、应急指挥室; #2、 应急值班室; #3、设施保障组; 对讲机 10 部, 港区现场管理人员持有
配套防护能力	5 套	
应急队伍	10 人	28 人
应急联系人	码头带班组长	当班值班经理/港区物业
应急联系电话	13860402071	7829056、7829057、7829051
其它溢油应急设施设备		皮卡一部

(3) 厦门海域船舶污染应急力量

目前, 厦门海域具有船舶污染清除资质的单位共有 5 家, 分别为厦门通海船务有限公司、厦门宝裕洲海船务有限公司、厦门七七七顺时捷船务有限公司、厦门新四海泛奥环保科技有限公司、厦门市达峰船舶管理有限公司。

资质经营范围分别有: 船舶残余油类物质接收作业、船舶垃圾接收作业、围油栏布设作业、船舶洗舱水接收作业等。

6.5.2.3 本项目溢油事故应急预案

船舶溢油事故发生后, 能否迅速而有效地作出溢油应急反应, 对于控制污染、消除污染、减少污染损失等都起着关键性作用。

本项目应建立严格的安全生产规章制度, 根据《厦门海域船舶污染应急预案》编制溢油事故应急预案, 并报有关部门批准, 建立事故应急反应的指挥系统和畅通有效的应急指挥通讯网络, 积极配合海事局和海洋与渔业、生态环境等管理部门做好相关应急工作。一旦出现溢油事故, 立即启动应急预案。

(1) 应急预案内容

- A. 总则, 包括编制目的、编制依据、适用范围和工作原则等;
- B. 应急组织指挥体系与职责, 包括领导机构、工作机构、地方机构或者现场指挥机构、环境应急专家组等;
- C. 预防与预警机制, 包括应急准备措施、环境风险隐患排查和整治措施、预警分级指标、预警发布或者解除程序、预警相应措施等;
- D. 应急处置, 包括应急预案启动条件、信息报告、先期处置、分级响应、指挥与协调、信息发布、应急终止等程序和措施;
- E. 后期处置, 包括善后处置、调查与评估、恢复重建等;

- F. 应急保障，包括人力资源保障、财力保障、物资保障、医疗卫生保障、交通运输保障、治安维护、通信保障、科技支撑等；
- G. 监督管理，包括应急预案演练、宣教培训、责任与奖惩等；
- H. 本项目的概况、周边环境状况、环境敏感点等；
- I. 本项目的环境危险源情况分析，主要包括环境危险源的基本情况以及可能产生的危害后果及严重程度；
- J. 应急物资储备情况，针对单位危险源数量和性质应储备的应急物资品名和基本储量等；
- K. 附则，包括名词术语、预案解释、修订情况和实施日期等；
- L. 附件，包括相关单位和人员通讯录、标准化格式文本、工作流程图、应急物资储备清单等。

（2）组织指挥

为保证快速反应，应组成本项目溢油应急指挥部，接受厦门海域船舶污染应急指挥部的领导，负责组建本项目的应急队伍、培训与演习等。在发生溢油事故时，作为应急现场指挥部的成员。

（3）应急培训与队伍建设

建立溢油防范教育和培训制度。全体人员都应接受溢油应急培训，了解溢油行动计划的有关常识，掌握应急设备器材的使用方法。按照《防治船舶污染海洋环境管理条例》，落实船舶及其人员应承担的防止船舶溢油责任和义务，以及该条例规定的防治污染有关措施。人的不安全行为是事故因果链中引发事故的直接原因，规范船员操作行为能直接阻止事故的发生。

（4）应急通讯

船舶应配备必要的移动电话、VHF 等海上安全保障设施，负责海上通信联系、助航、航标指示、海事警报、气象海况预报等安全监督业务。当出现溢油事故时，能顺畅地与厦门海事局及相关应急队伍联络，并积极配合厦门海事局和环保部门、海洋渔业部门、自然保护区主管部门做好相关应急工作。

（5）事故报告程序和报告内容

发生船舶污染事故时应及时报告，应立即向厦门海域船舶污染应急指挥部报告，应急指挥部办公室实行 24 小时值班，具体联系：

①值班电话：0592—6895117，6895123，110，12395

②传真：0592—6895262

③VHF：12、16 频道

事故报告内容包括：事故源名称（发生溢油事故的船舶、设施或码头名称等）、时间和地点、事故类型或发生事故的原因、溢出油的部位与溢油品种、溢油初步估计及进一步溢油的可能性、发生事故处的气象与水文状况、溢油油膜漂移方向及受溢油污染威胁的区域、已采取和准备采取的溢油污染防治措施、报告人的姓名、单位、地址、日期和联系方式等。

此外，发生船舶溢油事故时，应及时通知相邻的码头，必要时要求相邻单位予以控制污染等方面的协助。

（6）应急响应

为了确保有关人员能在发生事故时能及时得到警报并针对发生的紧急情况作出相应的反应、采取应对措施而设定应急响应程序。应急指挥中心应根据事故溢油量、危害程度和发展事态、事故大小级别，作出适当的响应。

应制定事故应急计划流程，确保在溢油事故发生时，能立即启动应急预案，及时采取措施。

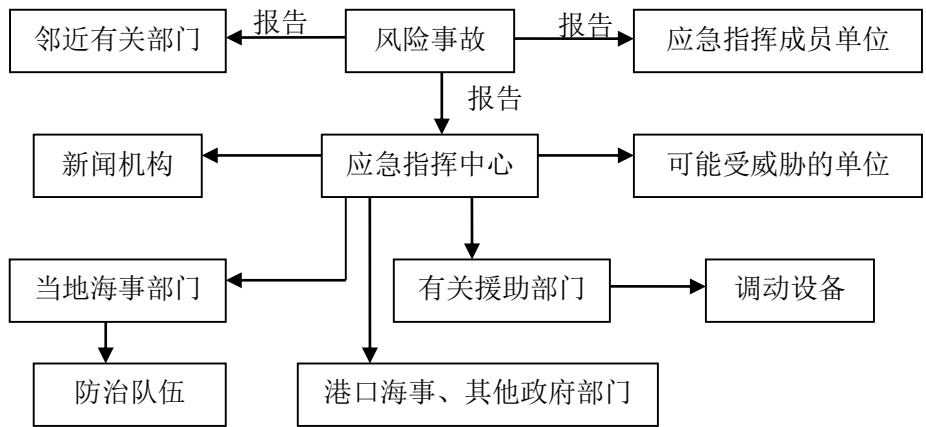


图 6.5-2 事故应急计划主要流程图

（7）应急对策与污染控制措施

A. 启动分级应急响应程序

发现溢油事故后，应立即通知相关操作人员，采取一切办法切断事故源。并作出判断，启动分级应急响应程序，迅速通知厦门海域溢油应急指挥部、当地海事部门和生态环境部门等主管部门。现场应急指挥中心立即按职责实施事故救援。

B. 消除泄漏的措施

迅速查明事故发生的源点、泄漏部位和原因。初步判断船舶破损情况，组织堵漏和将残油转移。当肇事船舶作业有困难时，可按以下几点协助进行。作业要求如下：

- ①必要时，由救捞人员进行水下探摸。采取各种可能的方法，尽力封堵破损口。
- ②将残油驳至其他舱或可接收油的油驳及油囊中。

③为保证两船安全并靠，应在两船船舷之间设置足够的碰垫，并准备移动式球形碰垫。过驳时派专人随时调整和加固缆绳，密切监视输油管及油舱状况。

C. 溢油的围控

①当船舶在海域溢油时，在事故地点周围布设一道或多道围油栏进行围控。

②船舶在锚地、航道上溢油时，事故现场的海况(波高、流速、风速等)符合围油栏的作业条件许可时，采用围油栏在海上进行定位围控。

③在现场围油不可能的情况下，可用围油栏将溢油诱导至利于进行清除作业且对环境敏感区影响较小的水域，再进行清除作业。

④当溢油受风和流的影响有可能向环境敏感区漂移时，需在敏感区周围布设围油栏，减少污染损害。

无论是围油栏围油，还是撇油器回收溢油，都受到海况的制约。因此，定期对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。

D. 海域海岸溢油清除

溢油被限制在一定的水域之后，应及时对其进行回收、处理，根据溢油量的大小，油的扩散方向、气象及海况条件，迅速高速围油方向和面积，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加分散剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。水面溢油回收后的应急储存也很关键，除了利用当地储油设施和调动油船外，还应使用水上应急储油装置如浮动油囊，陆岸应急储油装置如轻便储油软罐等，以顺利完成水面溢油回收后的处理。

E. 主要环境敏感目标的溢油围控及清除

船舶发生溢油事故后，除立即向指挥部报告外，还应立即通知厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区等环境敏感目标的管理部门，同时应立即通知金门方面的管理部门，立即采取预防溢油污染措施。

(8) 应急设备

目前厦门周边已有较完善的海上溢油应急处理设施和施救队伍，如 6.5.2.2 小节，建议本项目船舶事故应急处理可依托已有应急处理设施，与具有事故处理能力的单位签订事故处理合作协议。

(9) 应急状态终止与恢复措施

当事故现场得到控制、溢油污染无继发可能、溢油污染损害索赔取证记录已完成，进入索赔准备后，经环境、消防、卫生等有关主管部门批准，确认终止时机。应急状态终止后，应根

据上级有关部门的指示和实际情况，继续进行环境监测和评价工作，直至自然过程或其他补救措施无需继续进行为止。

第七章 环境保护措施及其可行性论证

7.1 环境保护对策与措施

7.1.1 水环境污染防范措施

7.1.1.1 减少悬浮泥沙入海的措施

(1) 疏浚船需装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备，从而实现高精度的定深挖泥，提高疏浚施工精度。

(2) 在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。

(3) 建设单位应认真执行倾废许可证规定，施工前应尽早向主管部门提出疏浚物倾倒的申请要求。

(4) 泥驳安装 AIS 系统、摄像、照相系统；船舶运输全程采用 GPS 定位、且全程采用摄像监控泥仓及卸泥操作系统；泥驳到达卸泥区后卸泥过程进行摄像和照相监控。陆上设置监控室，所有摄像采用无线传输系统及时传输至监控室，可随时指挥泥驳以及查看泥驳运输、抛卸情况。

(5) 泥驳在倾倒区抛泥完毕后，应及时关闭舱门，并确定舱门关闭无误后方可返航，否则泥舱关闭不严，在航行沿途由于泥浆的泄漏将会导致污染事故的发生。同时在疏浚物倾倒作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件，应提前做好防护准备并停止挖泥和倾倒作业。

(6) 尽量利用退潮露滩时进行施工作业，减轻施工对海水水质、海洋生态的影响。

7.1.1.2 其它水污染防治措施

(1) 施工人员住宿租用当地民房，施工人员生活污水纳入民房现有排水系统。

(2) 根据交通部海事局《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》及《厦门市海洋环境保护若干规定》第二十四条规定实行铅封管理，建设单位应严格遵守相关要求，并与厦门海事部门认可的船舶污水和垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水和垃圾上岸处理的要求，严禁排放入海。

(3) 严禁施工船舶向海域排放废油、残油等污染物，不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

(4) 施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重

的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。甲板上机械出现设备漏冒油时，立即停机处理，使用吸油棉及时吸取，并迅速堵塞泄水口，防止油水流入海中。加强舱底检查，防止舱底漏水。

(5) 施工机械、汽车等冲洗和保养应做到在施工场地用地范围内进行，同时要防止油料的泄漏，避免对周边水体造成影响。在施工场地内设置隔油池、沉淀池，项目施工机械设备冲洗产生的含油、含沙废水经隔油沉淀处理后，回用于洒水抑尘等，不外排。

(6) 加强施工过程的环境管理，避免施工污水随意排放而污染海水。

(7) 施工人员的少量粪便污水，通过设置简易环保移动厕所收集后定期通过槽车运往翔安水质净化厂处置。

7.1.2 大气环境保护措施

(1) 建设单位与施工单位加强船舶管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态，使用低硫分的燃油，以减少 SO₂ 等尾气的排放，确保船舶大气污染物排放符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案》各项要求，减少大气污染物排放。

(2) 采用先进的施工机械，注意施工设备的检修、保养，减少施工机械的大气环境影响。

(3) 临时施工场地应当严格按《关于印发厦门市建设工程施工现场围挡图集（2021 版）的通知》（厦建工〔2021〕99 号）设置封闭围挡，围挡高度不得低于 2.5m。

(4) 施工现场道路建议进行地面硬化，减少起尘量。

(5) 待纳泥区泥面干化后应及时采用防尘网（布）全覆盖，避免大面积地表裸露，减少起尘量。

7.1.3 声环境保护措施

(1) 优先选用低噪声施工机械设备，从声源上降低噪声影响。

(2) 施工期间执行国家和地方有关法规，严格按 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》控制施工场界噪声排放。

(3) 施工期间加强机械设备的日常维护，保证施工机械设备在良好状态下运行，从声源控制噪声的环境影响。

(4) 合理安排施工工序，禁止夜间（22:00-6:00）施工，降低对周边声环境的影响。

7.1.4 固体废物环境保护措施

(1) 禁止随意倾倒疏浚物，应将疏浚物送到指定的纳泥区和倾倒区。施工前应获得疏浚物外抛许可证，外抛应当如实记录疏浚、清淤外抛时间、外抛量等情况，向行政主管部门报告并接受其监督检查。

(2) 施工船舶垃圾严禁排放入海，通过有偿服务，委托有资质单位接收上岸处理。施工船舶上应配设《船舶垃圾管理记录簿》，并配备生活垃圾和机械保养固体垃圾分类收集设施，对船舶垃圾实施分类收集。

(3) 施工人员住宿租用当地民房，施工人员生活垃圾应严格执行垃圾分类管理要求，纳入当地市政环卫系统统一接收处置。

7.1.5其它环保措施

(1) 加强对施工机械的日常养护和监管，杜绝燃油、机油的跑、冒、滴、漏现象，避免施工车辆燃料油的泄漏对施工场地内土壤造成污染。

(2) 施工结束后，应对临时施工场地及临时施工道路进行生态恢复。

(3) 施工前通过有关政府部门预先发布通告，告知虾塘养殖人员可避开施工时间错峰取水。

(4) 自卸汽车在运输淤泥时，在车斗底部铺一层防渗材料，并固定好，防止淤泥中的水滴漏路面。

7.2生态保护对策与措施

本项目为生态修复项目，虽然施工期间的悬浮泥沙可能对中华白海豚、现有红树林、附近栖息的水鸟以及湿地造成暂时的影响，但项目建成后红树林生态系统形成、纳潮量增加也可起到生态补偿的作用。

7.2.1中华白海豚的保护措施

(1) 选择具有良好资质和相关工程经验的施工队伍，提高施工人员对中华白海豚的保护意识。将对中华白海豚的保护要求等环境保护要求列入招标文件。施工单位应制定严格、有效、可操作的中华白海豚专项保护方案和应急救助预案。

(2) 大力宣传保护中华白海豚保护的相关规定和奖惩机制，尤其是对海上作业人员，包括工程作业人员以及船舶驾驶员等；进行中华白海豚保护及救助方面的宣传和培训，提高对中华白海豚的关注度及责任感。

(3) 施工前安排观察员在船上视野开阔处值班，密切观察施工船舶周围区域是否有白海豚出入，应在施工地点半径 500m 范围内连续监测 5 分钟以上，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开始施工。中华白海豚繁殖期，各类施工船舶中华白海豚观察员的监视、搜索时间延长至 10min。若有应立即停止施工，注意避让，进行声学驱赶，避免施工船舶机械对中华白海豚造成直接伤害等。一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配

合主管部门等采取应急救助措施。

(4) 根据《厦门市中华白海豚保护规定》，在厦门中华白海豚自然保护区内活动时，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节。建议施工船舶在工程区附近海域航速不超过 10 节，航行时应注意观察周边海域的中华白海豚的活动情况。若发现有中华白海豚活动，应注意避让，以免对中华白海豚造成伤害。

(5) 合理划分施工水域，制定施工船舶及辅助船舶相对固定的航线，缩小航行影响范围，避免发生海上事故。

(6) 对施工船舶、机械设备等实施动态监督管理，保持船舶和机械性能状态良好，规范船舶污染物处理，防止船舶污染事故的发生。

(7) 开展增殖放流，增殖放流的物种应考虑中华白海豚饵料鱼类，增加中华白海豚饵料资源。

(8) 中华白海豚应急救助预案

建设单位应针对本工程存在的风险隐患制定中华白海豚应急救助预案，落实责任人，及时、有效地做好中华白海豚的救助工作，保护珍稀濒危水生生物，对施工过程中出现的受伤、搁浅中华白海豚进行及时救助。

①建设单位和施工单位应严格执行有关工程施工中保护中华白海豚的规定，并在施工前与厦门海底世界救护站签订应急救护协议。

②施工单位在施工中引起中华白海豚受伤的，一经发现，必须立即停止作业，立即启动中华白海豚应急保护预案，拨打 110 求助电话，以最快的速度赶到受伤现场实施救助。



图 7.2-1 杏林大桥施工期制定的应急救助预案（示例）

③施工单位在救助人员到达之前，必须尽可能采取如下措施：

A、个体较小的搁浅中华白海豚，想办法将其尽快抬入就近的海水鱼池或育苗池中（最好用担架并注意不要损伤或折断其胸鳍）。如果不具备条件移动搁浅海豚的，严禁随意移动白海豚，以免对其造成更大的伤害或加重伤情。

B、个体较大的无法移动的个体，尽快地使其体表保持湿润，可每隔 2~3 分钟用海水浇淋搁浅海豚的身体，包括其胸鳍、背鳍及尾鳍，但不要让海水或泥沙等物进入其喷气孔，也不要布或其他物品盖住其喷气孔。

C、烈日下，应设法架起遮阳物如太阳伞等，避免其遭受烈日暴晒。

D、出血部分，特别是出血较严重的，应想办法止血，可先用手指压住其出血点。

E、如果其身体呈俯卧状，试着使其背部朝上，但务必确保不会使其背鳍或胸鳍再度受伤或发生骨折。不要轻易去拉扯其胸鳍、尾鳍或头部。

F、严禁无关人员，特别是围观的群众靠近搁浅海豚，尽可能与之保持距离，并尽可能保持安静，尽可能减少噪声，等待救助人员到场。

4) 应急物资与装备保障：火烧屿海豚救护基地作为本应急预案的应急救助机构，配备海洋生物学专家、兽医、驯兽师、潜水员及后勤保障人员等救助人员，以及救助专用担架、救助药品、取样管及其保鲜箱、潜水设备以及救助池设备。

④积极配合前来救援的专业工作人员或专家对白海豚进行救助。

7.2.2文昌鱼、湿地和鸟类的保护措施

(1) 提高施工人员对中华白海豚、文昌鱼、鸟类、湿地的保护意识。在施工人员进场后，加强对施工人员的管理，做好保护珍稀物种、鸟类和湿地的宣传教育。

(2) 严格按照项目批复的疏浚范围开展施工，施工活动严格限制在既定的范围之内，不得随意扩大施工范围，控制施工作业带；采取渐进式的施工方式，降低对周边海域、湿地的影响范围和强度。

(3) 加强施工期污水、船舶污染物的管理，统一收集处理，严禁污染物直接排海。

(4) 开展文昌鱼等物种的增殖放流生态补偿，促进文昌鱼资源恢复。

(5) 开展底播贝类等物种的增殖放流，提高滨海湿地的生物多样性，减缓对滨海湿地供给功能、支持功能等生态系统服务的影响。

7.2.3红树林的保护/管护措施

(1) 提高施工人员对工程区域现有红树林的保护意识。在施工人员进场后，加强对施工人员的管理，做好保护现有红树林的宣传教育。

(2) 疏浚前在现有红树林的周边设置合理的不开挖区域，施工过程中严格控制疏浚范围，避免过度开挖对现有红树林生境造成破坏。

(3) 对红树林种植区域通过设置木桩及网围栏等封育设施或警示标志，限制人为干扰；并根据红树苗木死亡状况，及时开展补植。禁止在红树林区进行与保育无关的作业，可采取专人巡视看护和在林地周围布设防护网等措施加强保护。造林地四周要打桩围网保护，避免家禽、浒苔、海漂垃圾等进入林地破坏幼苗，围网高度应不低于 2.5 米，布设于围堰内。

(4) 防治病虫害和海洋污损生物等有害生物，同时保护红树林区的海洋生物。

(5) 幼林及低效林修复：定期对倒伏、根部暴露等受损苗木进行维护，对红树苗木成活率低于 75%的修复区块进行补植。

7.2.4互花米草整治及工程后期维护措施

由于互花米草分布范围有部分区域位于护岸（蔡厝护岸、大嶝岛西侧护等）周边，考虑护岸的结构安全问题与未施工的“厦门新机场片区蔡厝南部护岸旧海堤改造工程”等，本项目“海域清淤”工程与周边护岸保持不小于 20m 安全距离。由于互花米草生存能力强，且具有极强的繁殖系数，未实施“海域清淤”的互花米草分布区，复发的可能性相对较大。因此，互花米草除治后应加强维护管理，具体如下：

(1) 管护范围，按各个除治地块范围作为管护区域。

(2) 封滩保育，在除治后进行封滩保育，禁止在互花米草除治地块进行与滩地保育无关的作业，采取专人巡视看护和布设防护网等措施加强保护；定期除治地块的海漂垃圾和杂草，防止互花米草等有害生物爆发。

(3) 按《滨海湿地生态监测技术规程》(HY/T 080-2005) 要求，持续性监测除治区内的互花米草，预防其再发芽、生长。

(4) 除治区内，一旦发现互花米草，如出现零星发生的新发植株，应采用人工拔除和挖掘方式，及时除治；如出现斑块状种群，应采用人工或机械措施进行刈割翻耕，及时除治。

(5) 设立互花米草除治公告牌，落实管护责任，做好除治后 3 年的管护工作，建立互花米草防治区域联防联控机制，确保除治成效。

(6) 互花米草治理后及时采用生物替代方式，种植芦苇或秋茄、桐花树、白骨壤等适宜本地环境的红树林植物进行生态修复，从而建立良性演替的生态系统，持续有效地控制互花米草的蔓延。

7.2.5 海洋生态补偿

本工程建设对海洋生态的影响主要表现在工程区附近海域海洋生物资源的损失，根据 4.5.3 节海洋生物资源损失计算，工程建设造成的海洋生物资源损失为 337 万元。由于本项目本身属于海洋生态修复项目，建设内容包括互花米草清除、红树林种植、海域清淤等，本项目建成后，带来的生态效益可对本项目施工过程中产生的生态环境影响进行补偿，逐渐改善所在海域的海洋生态环境。为减少工程施工过程中对海洋生物造成的损失，建设单位也应采取实施生态修复工程或其他生态补偿措施对工程造成的海洋生态损害进行补偿。根据工程所在海域的海洋生物种类分布特征和工程建设对海洋生态环境可能造成的影响，结合目前人工育苗、增殖放流技术，建议投入 337 万元采用增殖放流等方式进行生态补偿。

针对闽南-台湾浅滩渔场资源特点，制定科学的增殖放流方案，提高生物资源与生物多样性。增殖放流可采用游泳生物放流、贝类底播等方式进行。根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1号)“东海增殖放流分水域适宜性评价表”中福建南部海区厦门湾海域适宜放流物种，选取增殖放流种类，如长毛对虾、日本对虾、拟穴青蟹、三疣梭子蟹、大黄鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、花鲈、点带石斑鱼、赤点石斑鱼、青石斑鱼、云纹石斑鱼、花尾胡椒鲷、厦门文昌鱼等物种。增殖放流时间可选在苗种的自然生长季节和海区伏季休渔期。

建设单位可委托相关单位编制增殖放流方案，具体应结合海区渔业资源调查情况和苗种育种情况制定每年具体的增殖放流方案，并上报行政主管部门审核，再由建设单位组织实施，可由第三方监督验收，增殖放流结果应向当地行政主管部门报备。增殖放流后定期跟踪监测，评估增殖放流效果，及时总结和调整增殖放流方案。

7.2.6水土保持与陆域生态保护措施

(1) 减少对绿化植被生态影响对策措施

①工程施工期应合理布置施工场地，最大限度地减少对周边绿化植被生态的破坏或影响。

②施工期采取有效措施如洒水、覆盖或隔离等措施减少场地施工扬尘及水土流失对区域内绿化植被生态影响。

(2) 减少对野生动物影响对策措施

本工程建设施工期，应严格控制和减少施工噪声、人为活动以及水体污染等对鸟类等野生动物栖息、觅食生境的影响，减少对工程附近区域鸟类等野生动物生态环境干扰。应加强对施工人员的生态环境教育管理，严格禁止打鸟猎鸟和猎杀其他野生动物的行为。

(3) 水土保持措施

水土流失主要发生在雨季，在施工过程中，为尽可能减少由于雨季的到来而引起水土流失，要切实做到以下几点：施工单位应采取疏浚物随挖、随运、随填的方法；施工期间要随时和气象部门联系，事先了解降大、暴雨时间和特点，以便做好施工安排；雨季施工要做好场地排水工作，保持排水沟畅通。

建议施工队伍在施工的过程中要准备一定数量防护物（如草席、稻草、塑料布等），在得知暴雨来临之前，将易受侵蚀的裸露地面覆盖起来，以减少雨水对易受侵蚀的裸露地面的直接冲刷，降低水土流失。

7.3环境风险防范对策和应急措施

详见 6.5 节。

7.4环境保护措施的技术经济可行性

(1) 根据工程特点和作业条件实际情况，报告书提出了减少悬浮泥沙入海及对周围环境目标影响的各项环保工程措施与对策建议。从经济技术的角度分析，这些措施既考虑了项目特点和当地环境特征，工艺技术也成熟可行。(2) 生态保护对策与措施方面，对建设单位和施工单位方面加以要求，又充分考虑了社会力量的监督和协作，以及已有的建设环保管理经验，可操作性强。(3) 目前工程所在海域有多家具有船舶污染清除资质的单位，有能力确保施工期船

船污水和船舶垃圾按有关环境规定收集上岸处理。(4) 环境风险防范对策和应急措施方面,对建设单位和施工单位加以要求,又充分考虑了社会力量的监督和协作,以及已有的建设项目环保管经验,可操作性强,应严格执行。

综上,本项目环境保护具有技术经济合理性、可行性。

第八章 环境影响经济损益分析

8.1 环境保护投资估算

(1) 船舶污水和船舶垃圾接收处理投资估算

根据工程分析结果，参照目前厦门市生活污水和生活垃圾处理等标准，估算船舶污水和船舶垃圾接收处理费用约 30.96 万元。

表 8.1-1 船舶含油污水及船舶垃圾接收处理费估算一览表

序号	费用类别	投资估算 (万元)	估算方法
1	船舶含油污水接收处理费	12.60	按每天接收一次，每次 200 元计，则 $21 \times 30 \times 200$ 元=12.6 万元。
2	船舶生活污水接收处理费	13.16	根据厦门水务集团污水处理加权平均保本费 1.1055 元/吨，则 5760×1.1055 元=0.6368 万元；另按每天收集一次，每次 200 元计，则 $21 \times 30 \times 200=12.6$ 万元；综上，船舶生活污水接收处理费合计 13.16 万元。
3	船舶垃圾接收处理费	5.20	参照厦门市生活垃圾处理费收费标准，海上作业、运输船舶等产生的生活垃圾：(1) 管理单位自运到清洁楼和海上环卫码头（或环卫部门指定点）的每吨征收 60 元；(2) 委托环卫专业单位等到管理单位岸上垃圾存放点收集的每吨征收 75 元。加上从施工船收集运输到指定地点的费用，每吨按 150 元估算，共计船舶垃圾接收处理费用：5.20 万元
合计		30.96	

(2) 环保投资估算

通过估算，本项目环保投资约 474.96 万元，约占项目总投资的 0.95%，环保投资主要用于施工船舶污染物接收处理、环境监测、海洋生态补偿等。

表 8.1-2 本项目环保投资一览表

时段	环境保护工程措施	投资 (万元)
施工期	施工船舶污染物的接收处理	30.96
	简易环保移动厕所	2.0
	施工期环境监测	97.00
	海洋生态补偿	337
运营期	红树林幼苗成活情况监测	8
合计		474.96

8.2 环境保护的经济损益分析

本工程作为生态修复项目，属于公益项目，没有直接经济收入，项目建设具有不能以货币计算的社会效益和环境效益。

8.2.1 社会经济效益

本项目的实施,从短期来看,项目的投资、建设会为当地带来适量的就业岗位。从长远看,本项目的实施将极大提高翔安区生态环境,改善生活以及投资环境,加速该片区开发建设进程,促进区域经济快速发展。此外,项目实施后,翔安区滨海旅游景观资源也将得到极大改善,吸引游客观光,带动大量客流,进而为当地交通运输和公共服务配套设施改善带来动力,促进周边经济活力。

综上所述,本项目的社会效益显著。

8.2.2 生态环境效益

本工程实施,短期内会对海域水质及海洋生态有一定的影响;海域清淤将滩涂湿地变成浅海湿地,对湿地供给功能、支持功能等的生态系统服务价值产生一定的影响。据 4.6.3 节估算,项目建设造成底栖生物损失量约 100.62t,鱼卵损失量约 3.49×10^7 个,仔稚鱼损失量约 8.55×10^5 尾,游泳动物损失量约 4.52t,浮游动物损失量约 6.71t,浮游植物损失量约 6.79×10^{12} cells。由于本项目属于海洋生态修复项目,建设内容包括互花米草清除、红树林种植、海域清淤等,项目建成后,带来的生态效益可对本项目施工过程中产生的生态负效益进行补偿,逐渐改善所在海域的海洋生态环境。为减少工程施工过程中对海洋生物造成的损失,建设单位将采取实施生态修复工程或其他生态补偿措施对工程造成的海洋生态损害进行补偿。

互花米草清除,消除了互花米草对现有红树林构成的威胁,有效改善海洋生态环境,尤其是红树林生境,使现有红树林有更广阔的生长空间,有利于维护红树林生态系统的生物多样性和生态安全。通过海域清淤,彻底破坏互花米草生长环境,防止互花米草复发,同时增加工程区及附近海域纳潮量,增强区域水动力,提升水体交换能力,提升片区生态功能。

通过对九溪口现有红树林分布区域进行修复及补植,恢复红树林生境,增加红树林湿地面积,促进整体湿地生态系统功能的恢复和改善。红树林在净化水质、防风消浪、维护生物多样性、固碳储碳等方面发挥着重要作用,有“海岸卫士”“海洋绿肺”美誉。红树林湿地在水质净化、生态保护等方面的作用非常显著,能够过滤陆地径流带出的有机物质和污染物,是净化陆地径流,防治近海水域污染的“过滤器”。此外,红树林生态系统是由红树林、细菌、藻类、浮游动物以及鱼类等一系列生物群落共同组成的多级净化系统。在这个净化系统里,红树林可以通过吸附沉降、植物吸收等来降解并转化污染物,从而达到改善水体质量的目的。红树林复杂庞大的根系也可以吸收并降解水环境里的营养污染物质。另一方面,红树林为鱼、虾、蟹、贝类、鸟类提供栖息地、觅食地和生长繁殖场所,有助于种群的恢复和进一步扩展,

在区域内恢复和增加生物多样性。红树林较高的生物多样性对维持所在的海洋生态系统的稳定性，改善生态环境起到了举足轻重的作用。同时，红树林是热带、亚热带海岸带海陆交错区生产能力最高的海洋生态系统之一，红树林在植物生长过程中积累了大量的有机碳，在固碳储碳等方面发挥着极为重要的作用，在碳循环中的地位和意义重大，对我国碳达峰、碳中和目标的实现具有深远的意义。

综上所述，本项目的施工会对海洋生物造成的损失，通过实施生态修复工程或其他生态补偿措施对工程造成的海洋生态损害进行补偿，尽量减小环境负效益。项目建成后，可增加工程区及附近海域纳潮量，增强区域水动力，提升水体交换能力，提升片区生态功能；红树林湿地面积增加，有利于促进整体湿地生态系统功能的恢复和改善，红树林具有净化水质、防风消浪、维护生物多样性、固碳储碳等作用。总体而言，本项目建设时会产生一定的生态环境负效益，建成后生态环境正效益显著。

第九章 环境管理与监测计划

9.1 环境保护管理计划

环境管理是指运用经济、法律、技术、行政、教育等多种手段，使经济和环境保护得到协调发展。为此应明确本建设项目环境保护管理的具体责任单位，要求建立必要的环境管理执行机构，并接受环境管理监督机构的监督和指导，使本项目的环境管理得到有效实施。

本项目的施工期将对周边环境造成一定的影响，必须采取环境保护管理措施，以预防或减轻不利影响。根据国家环境保护有关规定和《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的有关要求，九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程必须加强环境管理和环境监测工作。

9.1.1 施工期环境管理计划

本项目建设单位应联合施工单位和监理单位成立施工期环境保护管理机构，并在项目经理部设立环保主管，配备环境保护监督管理人员，专职负责监督本项目施工期的环境保护管理工作。该机构由建设单位直接领导，并取得和接受当地生态环境、海洋、海事、港监等有关部门的指导和监督，同时还应接受公众的监督。

施工期环境保护管理机构的职责如下：

①宣传和执行中华人民共和国环境保护法、海洋环境保护法、防治船舶污染海洋的有关国家法律、法规和福建省、厦门市制定的有关海洋环境保护法规。

②制定施工期的环境管理和监理计划，制定年度实施计划，纳入施工过程，并监督、落实。

③按环境影响报告书所提出的环境保护措施与对策建议，与施工单位和监理单位签订环境保护措施责任书，并负责确保建设项目主体工程与环保设施的“三同时”。

④制定施工期船舶安全和防溢油措施，监督检查各类施工船只执行环境影响报告书提出的各项环境保护措施的情况，负责做好施工船舶污水、固体废物的合理处置工作。组织人员定期检查 and 维修施工机械，使其正常运转，减少事故发生。

⑤制定施工期水质、沉积物、生态环境监测计划，并组织监测计划的实施。

⑥负责环境状况及各种污染物排放监测数据的统计，上报与存档并定期向主管部门汇报。

⑦处理日常各种与环保有关事宜。

9.1.2 污染物排放清单

本项目污染物排放清单见表 9.1-1。建设单位应严格按照污染物排放清单及其管理要求，进行项目污染物排放的管理，确保各项污染物达标排放和满足总量控制要求。

表 9.1-1 污染物排放清单及管理要求

污染类型	环境保护措施	排污口信息	产污环节	排放的污染物情况			环境标准	环境监测要求
				污染物种类	排放浓度	总量指标		
废水	船舶废水执行铅封规定,由有资质的公司接收处理不外排; 陆域施工现场少量生活污水通过设置简易环保移动厕所收集后定期通过槽车运往翔安水质净化厂处置	-	船舶生活污水 陆域施工现场 生活污水	COD	-	-	船舶污水执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3553-2018)	-
		-		BOD ₅	-	-		-
		-		氨氮	-	-		-
		-		SS	-	-		-
		-		石油类	-	-		-
	采用先进的疏浚设备和工艺;应严格按照操作程序进行;尽量利用退潮露滩时进行施工作业等	-	抓斗式挖泥船滩涂清淤过程	SPM	2.22kg/s	-	-	在施工过程中监测 1 次/年,委托有资质的环境监测单位进行监测
	-	绞吸式挖泥船滩涂清淤过程	SPM	1.39kg/s	-	-		
废气	机械设备及船舶采用优质油品	-	施工机械废气	NO _x	-	-	《厦门市大气污染物排放标准》(DB35/323-2018) 排放限值	-
		-		SO _x	-	-		-
		-		CO	-	-		-
		-		NMHC	-	-		-
噪声	选用性能良好的新型高效低噪声施工设备;合理安排施工工序,禁止高噪声设备夜间施工等	-	施工船舶机械	L _{eq}	72~85dB(A)	-	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011),昼间≤70dB(A),夜间≤55dB(A)	每季度对厂界噪声进行监测
固废	统一由有资质的单位收集并运到岸上进行处理	-	施工人员	船舶生活垃圾	150kg/d	-	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3553-2018)	-
		-	船舶保养	船舶生产垃圾	400kg/d	-		-
	纳入现有环卫垃圾收集处理系统处理	-	施工人员	陆域生活垃圾	110kg/d	-	-	-
	外抛至福建东碇临时海洋倾倒区	-	海域施工过程	疏浚物	567.16 万 m ³	-	《海洋倾倒物质评价规范疏浚物》(GB30980-2014)	-
	回填至陆域纳泥区	-	海域施工过程	疏浚物	14.2 万 m ³	-	-	-

9.2环境监测计划

9.2.1目的与原则

环境监测在环境监督管理中占有主要地位，通过制订并实施环境监测计划，可有效管理、监督各项环保措施的落实情况，及时发现存在问题，以便进一步改进环保工程措施，更好地贯彻执行有关环保法律法规和环保标准，确实保护好环境资源和环境质量，实现经济建设和环境保护协调发展。

建设单位需要制订环境监测计划，并委托具有环境监测资质的相关单位进行，及时了解、跟踪和掌握项目建设对环境的实际影响范围和影响程度，发现并解决项目建设引起的环境问题。环境监测计划是依据项目建设各个阶段的主要环境问题及可能造成较大影响的地段和指标而定，重点是环境敏感区。

9.2.2环境监测机构

施工期的环境监测主要由项目建设单位委托有资质的环境监测单位按照制订的计划进行，为建设项目环境管理部门执行各项环境法律法规、标准、开展环境管理提供可靠的监测数据和资料。为保证环境监测计划的执行，建设单位应与监测单位签订有关环境监测协议。

9.2.3环境监测计划

根据本项目的工程特征和主要环境影响问题，结合区域环境现状、敏感目标的具体情况，制定本项目的环境监测计划，包括环境监测的项目、频次、监测实施机构等具体内容。施工期和运营期的环境监测计划分别见表 9.2-1 和表 9.2-2。

表 9.2-1 施工期环境监测计划

序号	监测内容	监测项目	测点布设与监测频次	经费预算(万元)	监测实施机构
1	海水水质	SPM、COD、石油类	在离施工点顺涨潮、落潮方向的 100m、500m、1000m 海域各设置 1 个测站；并在悬浮泥沙影响区外设置 1 个对照站位，共 7 个站位。分别在大嶝大桥北侧施工区域和大嶝大桥南侧施工区域施工期间各监测一次。	30	委托有资质的环境监测单位
2	沉积物	石油类、有机碳、硫化物、重金属	在离施工点顺涨潮、落潮方向的 500m 和 1000m 海域各设置 1 个测站，共 4 个站位，在施工后监测一次。	10	
3	海洋生物	叶绿素 a、浮游生物、底栖生物（含文昌鱼）、潮间带生物、鱼卵仔鱼	在离施工点顺涨潮、落潮方向的 500m、1000m 海域各设置 1 个测站，并在悬浮泥沙影响区外设置 1 个对照站位，共 5 个站位。分别在大嶝大桥北侧施工区域和大嶝大桥南侧施工区域施工期间各监测一次。	45	
4	施工	生活垃圾的	施工营地，季度统计	1	

序号	监测内容	监测项目	测点布设与监测频次	经费预算(万元)	监测实施机构
	垃圾	有效处理率			
5	施工噪声	Leq (dB (A))	工程区周边有环境敏感目标的厂界处, 施工期间每季度监测一次	1	
6	鸟类	觅食、栖息活动	工程区及工程区周边, 在施工过程中每月监测一次。	10	
合计				97	

表 9.2-2 运营期环境监测计划

序号	监测内容	监测项目	测点布设与监测频次	经费预算(万元)	监测实施机构
1	红树林	红树林幼苗成活情况	红树林种植区, 幼苗种植后一年内, 每季度调查一次。	8	委托有资质的监测单位
合计				8	

注: 互花米草的后期监测、维护由“翔安区互花米草除治项目”执行。

9.3 环境监理计划

9.3.1 环境保护监理的任务、工作程序、方式及范围

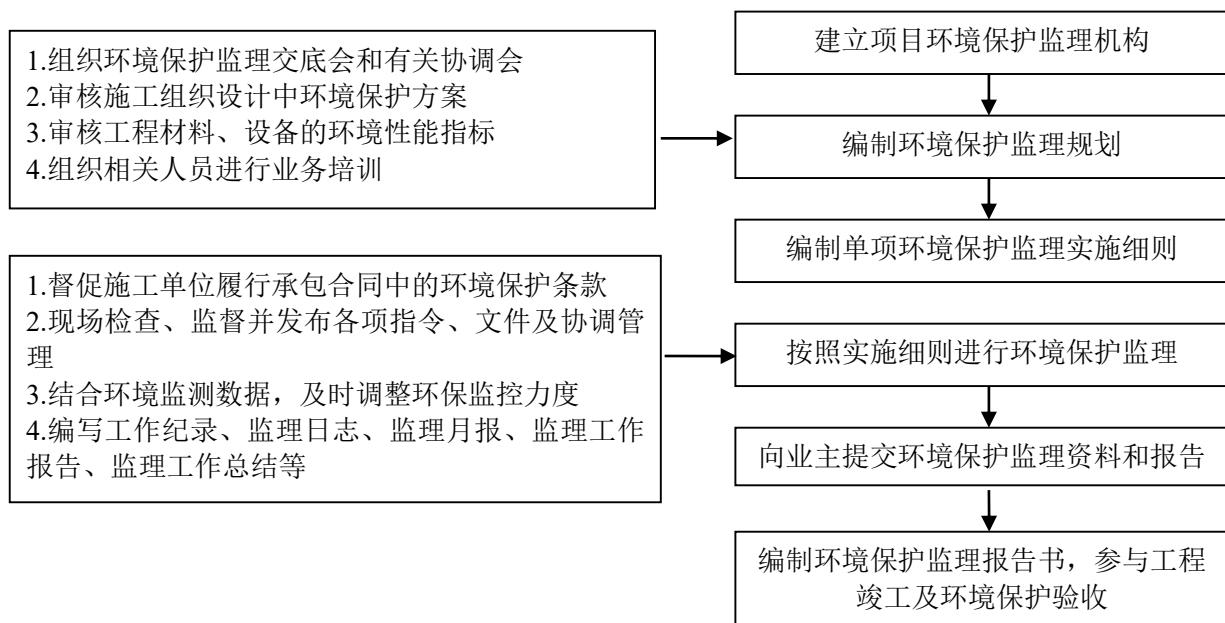


图 9.3-1 环境监理的工作程序

(1) 环境保护监理的主要任务

环境保护监理的主要任务一方面是根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及相关法律法规, 对工程建设过程中污染环境、破坏生态的行为进行监督管理; 另一方面对建设项目配套的环保工程进行施工监理, 确保“三同时”的实施。

本项目环境保护监理包括两部分任务：一是监理工程施工过程应符合环保要求，如污水、废气、噪声等污染物排放应达标、减少水土流失和生态环境破坏。二是对保护施工期的环境而建设的配套环境保护设施进行监理，包括水处理设施、降尘设施、绿化工程等。

(2)环保监理的工作程序

本项目的环境监理工作程序如图 9.3-1。

(3)环保监理方式

环保监理人员对施工活动中的环境保护工作按照施工进度实施动态管理。工程环境监理的工作方式以日常巡视为主，辅以必要的环境监测，以便及时调整环保监控力度。环保工程监理与其他工程的监理相似，工作方式主要以工程监理的方式进行。环保监理人员应在开工前熟悉环评中的相关的环保要求和措施内容。

(4)环境监理范围

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域

监理工作范围：疏浚作业施工现场及施工范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域；工程施工造成环境影响所采取环保措施的区域。

监理工作阶段：①施工准备阶段环境监理；②施工阶段环境监理；③工程维保阶段(交工及缺陷责任期)环境监理。

9.3.2环境监理主要内容

根据环境影响报告书的环保措施要求和施工设计文件，审查施工单位制定的有关环境保护措施，并进行施工现场检查，及时发现问题并通知施工单位整改。

环境监理的主要内容为：对施工期的环境保护措施、污染治理设施“三同时”的执行情况进行技术监督。

施工期的环境保护措施监理

(1)施工准备阶段

施工准备阶段的主要环境监理内容是：检查施工合同中环境保护条款落实情况，审查施工组织设计中的环保措施，与建设单位、设计单位、工程监理单位、施工单位一同进行施工场地等的现场核对优化以及对施工环保措施的审查等。

表 9.3-1 施工准备阶段环境监理重点

施工活动	监理重点	监理方法
施工招投标	编制工程环境监理工作计划	文件复核
	复核施工合同中的环保条款	

施工活动	监理重点	监理方法
	复核施工标段现场环境敏感点和保护目标	巡视
	审查承包商的施工组织设计中的环保措施	文件审查
	审批承包商的施工期环境管理计划	文件审查
	审查分项工程开工申请中的施工方案及相应环保措施	文件审查

(2)施工阶段

施工期是环境监理的重点阶段，本项目施工阶段环保达标监理的重点为清淤工程。

(3)竣工验收阶段

竣工验收阶段的环境监理工作的重点是环保工程的施工以及验收准备工作，主要包括：施工场地等临时用地清场及恢复措施监理；环保工程、生态补偿等的落实情况监理，环境监理预验收工作，整理资料，编写总结报告，协助业主准备竣工环保验收工作等。

表 9.3-2 建设与施工工艺控制监理内容

单位工程	监理地点	监理方法	监理重点及内容
疏浚工程	施工现场	旁站检查 现场监测 巡视	<ul style="list-style-type: none"> ◆检查清淤作业的施工工艺及设备是否与环评报告书一致。 ◆施工作业季节及作业周期是否避开春末夏初鱼虾类等渔业资源集中繁殖的季节。 ◆落实跟踪监测： <ul style="list-style-type: none"> (1) 海水水质：施工点附近 SPM、COD、石油类。 (2) 海洋生态：叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物、鱼卵仔鱼。 ◆监督检查淤泥的运输过程，防止淤泥洒漏、随意倾倒等污染海域水体现象。 ◆检查清淤及运输船舶是否配备装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备。 ◆是否实施施工期中华白海豚活动观测计划，是否制定中华白海豚应急救援预案。
施工全过程	施工场地	检查及巡查	<ul style="list-style-type: none"> ◆现场抽测附近村庄的噪声达标情况； ◆检查是否配备简易环保移动厕所对施工场地生活污水进行处理； ◆工程结束后，检查是否对简易环保移动厕所进行妥善处置。
海上施工	施工船舶	上船检查 并查阅登记 记录	<ul style="list-style-type: none"> ◆检查施工船舶吨位、类型、工艺是否与环评报告书一致。 ◆检查施工船舶是否有海事部门出具的符合安全生产条件的相关证明材料。 ◆检查施工单位是否编制《施工船舶油污污染应急计划》，并落实到位，职责分明。 ◆检查施工船舶、机械设备性能的情况，禁止跑、冒、滴、漏严重的船只参加作业； ◆监督检查施工船舶是否配备生活污水和生产污水（含油污水）的收集装置，并定期委托由有资质单位接收处置，污水接收单位应填写《船舶接收/排放污水登记记录》。 ◆监督检查施工船舶是否配备生产和生活垃圾存放措施，做到垃圾分类并且标识明显，并定期委托由有资质单位接收处置，垃圾接收单位应填写《垃圾排放登记记录》。

9.3.3环境监理文件编制

(1)环境监理规划编制

环境监理规划是环境监理单位接受业务委托之后，监理单位应根据合同、环评要求、施工

计划及工程的实际情况，制定本项目环境监理规划，明确环境监理工作范围、内容、方式和目标。

(2)环境监理实施细则编制

环境监理实施细则是在环境监理规划的基础上，由项目环境监理机构的专业环境监理工程师针对建设工程单项工程编制的操作性文件。本项目应根据工程实际情况及环评要求编制环境监理实施细则。

(3)环境监理总结报告编制

环境监理工作完成后，项目环境监理机构应及时进行监理工作总结，向建设单位提交监理工作总结，主要内容包括：委托监理合同履行情况概述，监理任务或监理目标完成情况评价。

9.3.4环境监理考核

工程指挥部每半年对环境监理工作进行一次考核，主要考核对国家和地方有关的环境保护法律、法规和文件以及指挥部相关文件的执行情况、环境监理工作开展情况和各施工单位施工现场环境保护措施落实情况。环境监理工作完成后，应及时提交就工程环境监理情况的总结报告，该报告作为环保单项验收的资料之一。工程指挥部在环境保护单项工程考核和验收时，应请交通部门、海事部门、项目主管部门及环保部门的有关人员参加。

9.3.5环境监理档案管理

环境监理档案应包括环境监理文件和监理资料等。

(1)环境监理文件主要包括：环境监理规划、环境监理实施细则、环境监理总结报告等。

(2)环境监理资料主要包括：

①日常工作记录。主要记录当天环境监理的工作内容、发生环境影响时采取的措施以及执行情况等。

②环境监理月报。主要对本月的监理工作进行汇总总结，记录本月环境监理工作内容，施工中发生环境影响时采取的措施以及执行情况等。

③与业主、施工单位往来函件及与工程环境监理有关的其它资料。

环境监理档案的管理应制定相应管理制度，专人负责本项目各类环境监理资料的收集、分类、整理与归档，作为工程环境保护验收的重要资料及环境管理的重要资料。

9.4建设项目竣工环境保护验收

建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）的要求开展竣工环境保护自验收，对各项环保措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环

境的影响进行评估，为工程竣工验收提供依据。本项目的**主要环保措施与竣工环保验收内容**如表 9.4-1。

表 9.4-1 竣工环境保护验收项目一览表

实施时段	环境影响要素	环境保护对策措施内容	竣工验收内容和要求
施工期	海水水质	疏浚船需装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备，从而实现高精度的定深挖泥，提高挖泥施工精度。	检查是否有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备
		在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。	检查是否落实措施，检查施工设备日常维护、检修记录
		严禁抛泥船只未到达指定区域便在中途倾倒疏浚物，并防止船运疏浚物外溢现象发生，必要时可安排相应人员，配置必要的监测仪器（如 GNSS 船舶监控管理系统）进行监控，以免对海水水质、海洋生态系造成严重的影响。	检查是否落实措施，是否配备监测仪器（如 GNSS 船舶监控管理系统）
		红树林造滩围堰工程采取退潮露滩施工，红树林种植区应严格按先围堰后回填的施工工序。	检查施工记录，是否落实低潮施工，种植红树林是否按照按先围堰后回填的施工工序。
		施工人员租用当地民房，施工人员生活污水纳入民房现有排水系统。陆域施工现场少量的生活污水通过简易环保移动厕所收集后定期通过槽车运往翔安水质净化厂处置。施工生产废水经隔油沉淀处理后回用于场地洒水抑尘。	检查是否落实措施
		实施船舶污水的铅封管理。建设单位（施工单位）应严格遵守相关要求，并与厦门海事部门认可的船舶污水接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水的要求，严禁排放入海。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整
	固体废物	施工船舶应配备的垃圾收集装置。并由厦门港海上垃圾处理船负责接收处理。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整
		设置设临时垃圾桶和垃圾箱，配置运输车，安排专人负责定时分类收集垃圾。	检查是否落实措施
		疏浚物部分回用于陆域，剩余外抛至福建东碇临时海洋倾倒区	检查是否落实措施
	海洋生态	应严格遵守《厦门市中华白海豚保护规定》，船速控制在 10 节以下，以免中华白海豚躲避不及而受伤害。制定中华白海豚应急救护预案，作好施工期应急救治准备。施工单位在施工过程发现中华白海豚受伤、搁浅的，必须立即停止施工作业，立即报告有关部门，及时施救。	检查是否落实措施，查阅船舶航行记录
		施工前通过有关政府部门预先发布通告，告知虾塘养殖人员可避开施工时间错峰取水。	检查是否落实公告制度，查阅与养殖户的沟通交流记录
		建设单位对工程建设造成的生态损失进行生态补偿。	检查是否落实措施

	风险防范	施工作业前发布航行公告，严禁无关船舶进入施工作业水域。在施工水域外围设置专门的警戒船或者浮筒，提醒航行船舶注意避让。	检查是否落实措施，查阅发布航行公告记录
		施工单位应制定船舶事故溢油风险应急预案，加强对船舶溢油及其他风险事故的防范，施工单位运泥时应尽量避开航道通航高峰期，避免碍航现象发生。	检查是否落实措施，查阅船舶事故溢油风险应急预案
	环境管理、环境监理	建设单位与施工单位是否设置环境管理职能机构，并配备有专职人员；是否落实施工环境监理要求；建设单位与施工环境监理单位签订的相关合同文件；施工期环境监理的相关记录文件等。	检查建设单位与施工环境监理单位签订的相关合同文件；验收环境监理报告或工程监理报告（必须包含环境监理内容），将验收环境监理报告作为本工程竣工验收的前置条件。
	环境监测	跟踪监测的落实情况。	

第十章 环境影响评价结论

10.1 工程概况

九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程位于翔安区东南部，北至九溪入海口挡潮闸，东至溪东路大桥，南至大嶝大桥南侧。

本项目为海洋生态保护修复工程。本工程共修复海域面积约154万m²，其中互花米草清理面积约91万m²，红树林种植区域约26.48万m²，互花米草分布区及周边海域清淤123.62万m²。本工程清淤总方量约581.36万m³（含临时航路疏挖约44.36万m³，红树林造滩弃方4万m³）。

本项目施工工期约 21 个月，工程总投资估算为 49880.87 万元。

10.2 环境质量现状

10.2.1 海水水质现状调查与评价

2022 年春季所有站位 pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞和砷含量均符合第一类海水水质标准。10 号站位无机氮符合第二类海水水质标准，其余站位无机氮含量均达到第一类海水水质标准。

2022 年秋季所有站位 pH、溶解氧、石油类、化学需氧量、铜、锌、镉、铬、汞、铅、砷平均含量均符合海水水质一类标准。无机氮含量第二类海水水质标准超标率 13%，最大超标倍数 0.39。所有站位活性磷酸盐含量均超过第二类海水水质标准，超标率 100%。

10.2.2 海洋沉积物质量现状调查与评价

2022 年 4 月调查结果表明，评价海域各站位的有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷监测结果均符合海洋沉积物质量一类标准要求，调查海区沉积物质量良好。

10.2.3 海洋生物质量现状调查与评价

2022 年春季波纹巴非蛤除砷、锌、铅含量超过海洋生物质量一类标准；其他重金属和石油烃符合生物质量一类标准。菲律宾蛤仔除砷、铅含量超过海洋生物质量一类标准；其他重金属和石油烃符合生物质量一类标准。大部分站位团聚牡蛎除砷、铜、锌、铅、镉含量超过海洋生物质量一类标准；其他重金属和石油烃符合生物质量一类标准。鱼类、甲壳类的评价结果均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准的要求。

2022 年秋季调查到的牡蛎除砷、铜、锌、铅、镉含量超过海洋生物质量一类标准；其他重金属和石油烃符合生物质量一类标准。Q5 和 Q6 站位采集到的菲律宾蛤仔砷和铅含量超过

海洋生物质量一类标准；Q4 站位采集到的菲律宾蛤仔砷和镉含量超过海洋生物质量一类标准；其他重金属和石油烃符合生物质量一类标准。

10.2.4 海洋生态现状调查与评价

(1) 叶绿素 *a* 和初级生产力

2022 年春季，调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 3.28 mg/m^3 ，变化范围介于 $0.81 \sim 4.99 \text{ mg/m}^3$ 之间；底层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 3.65 mg/m^3 ，略高于表层，变化范围介于 $1.61 \sim 7.62 \text{ mg/m}^3$ 之间；秋季表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 2.75 mg/m^3 ，变化范围介于 $1.46 \sim 5.64 \text{ mg/m}^3$ 之间；底层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 2.75 mg/m^3 ，变化范围介于 $1.22 \sim 5.65 \text{ mg/m}^3$ 之间。

春季调查海域初级生产力的平均值 ($125.57 \text{ mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$) 大于秋季 ($116.36 \text{ mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)。

(2) 浮游植物

2022 年春、秋两季调查共记录水采浮游植物 8 门 67 属 147 种 (类)。春季优势种主要有细弱海链藻、旋链角毛藻、洛伦菱形藻、新月细柱藻和具槽直链藻；秋季优势种主要有菱形海线藻、针杆藻 (未定种)、长菱形藻和圆海链藻。春季，调查海区浮游植物平均丰度 ($2028.35 \times 10^2 \text{ cells/dm}^3$) 大于秋季 ($487.98 \times 10^2 \text{ cells/dm}^3$)。春季，浮游植物物种较少，物种多样性在群落中的分配不均匀，群落结构较不稳定。秋季浮游植物物种较多，物种多样性在群落中的分配均匀，群落结构稳定。

(3) 浮游动物

2022 年春、秋两季调查鉴定到种浮游动物共计 66 种，其中秋季物种数 (40 种) 大于春季 (39 种)。春秋两季浮游动物总生物量平均为 124.43 mg/m^3 ，总个体数平均值为 223.51 ind./m^3 。其中春季总生物量和总个体数 (均值为 226.94 mg/m^3 和 422.61 ind./m^3) 远远高于秋季 (均值为 2191 mg/m^3 和 24.42 ind./m^3)。

(4) 潮下带底栖生物

2022 年春、秋两季大型底栖动物调查共鉴定 9 门 127 种。春、秋两季大型底栖动物平均栖息密度为 166.3 ind./m^2 ，秋季 (189.6 ind./m^2) > 春季 (143 ind./m^2)，其中，以环节动物栖息密度占优势 (111.7 ind./m^2)，节肢动物栖息密度次之 (38.6 ind./m^2)。春、秋两季大型底栖动物平均生物量为 66.76 g/m^2 ，春季 (98.30 g/m^2) > 秋季 (35.22 g/m^2)。两季调查，大型底栖生物多样性指数 *H'* 的平均值为 2.626；均匀度指数 *J'* 的平均值为 0.870；丰度指数 *d* 的平均值为 1.757。

(5) 潮间带底栖生物

2022年春、秋两季鉴定的潮间带生物物种数为109种，其中环节动物27种，软体动物38种，节肢动物35种，其他动物9种。根据本海区潮间带生物的数量分布及出现频率，该海域春秋两季共同的优势种是：粗糙滨螺、珠带拟蟹守螺、中国绿螂和短拟沼螺。该海域春季潮间带生物的平均栖息密度和平均生物量分别为345 ind./m²和115.90 g/m²；秋季潮间带生物的平均栖息密度和平均生物量分别为214 ind./m²和240.62 g/m²。

(6) 鱼卵和仔稚鱼

2022年春季调查共记录鱼类浮游生物26种（含未定种），其中鱼卵和仔稚鱼分别为13种和16种，主要种类是鲱科鱼卵。数量上，鱼卵平均数量125.2 ind./100m³，仔稚鱼平均为2.9 ind./100m³。秋季调查共出现鱼类浮游生物7种（含未定种），其中鱼卵5种、仔稚鱼3种。数量上，鱼卵和仔稚鱼平均数量分别为5.5 ind./100m³和0.3 ind./100m³。

(7) 游泳动物

2022年春季拖网调查鉴定游泳动物91种，其中鱼类35种，虾类13种，蟹类30种，虾蛄类4种，头足类9种。调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为302.24 kg/km²和13783 ind./km²。共有优势种2种，为褐鲳鲷和强壮武装紧握蟹。秋季拖网调查鉴定游泳动物102种，其中鱼类47种，虾类13种，蟹类30种，虾蛄类7种，头足类5种。调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为136.83 kg/km²和6302 ind./km²。共有优势种1种，为日本蟳。

10.2.5 水鸟现状调查与评价

项目建设区及其邻近区域内分布有水鸟的觅食地、停歇地和营巢地，生态环境类型包括海域、滩涂、鱼塘等滨海湿地，调查区（不包括金门）水鸟主要以越冬及过境的水鸟为主，调查记录水鸟共计8目11科57种，其中，冬候鸟21种，夏候鸟1种，过境鸟25种，留鸟10种；水鸟种群数量较高水平为10-4月，其中4月份最高。

本项目施工范围北至九溪入海口挡潮闸，东至溪东大桥，南至大嶝大桥南部。根据收集项目区范围调查结果，在九溪口附近主要分布有鸥类觅食区；根据2023年3月实地踏勘，在大嶝大桥北侧现有红树林附近也可见到少量大白鹭、白鹭觅食。项目区范围内未见珍稀濒危鸟类物种记录。

10.2.6 环境空气质量现状与评价

根据《2021年厦门市生态环境质量公报》，全市国控评价点位六项主要污染物年均浓度分别为：二氧化硫（SO₂）5μg/m³、二氧化氮（NO₂）19μg/m³、可吸入颗粒物（PM₁₀）36μg/m³、

细颗粒物 (PM_{2.5}) 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、一氧化碳 (CO) 0.7 mg/m^3 、臭氧 (O₃) 128 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。按照《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 评价, SO₂、NO₂、CO、PM₁₀ 年均浓度符合一级标准; PM_{2.5}、O₃ 年均浓度符合二级标准。项目所在区域为达标区。

10.2.7 声环境现状与评价

2023 年 3 月现状调查结果表明, 评价区域昼间噪声 Leq 的监测值介于 44.5~53.8dB(A), 夜间噪声 Leq 的监测值介于 42.1~46.3dB(A), 各监测点噪声全部满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类声环境质量标准。总体上, 本区域的声环境质量现状良好。

10.2.8 互花米草、红树林现状

本项目中的互花米草清理工程已由“翔安区互花米草除治项目”实施。施工时间为 2022 年 10 月。经过现场踏勘发现, 工程区范围内的互花米草已基本清除。

本工程区附近有红树林分布, 种类主要为白骨壤和秋茄。其中九溪口和大嶝岛西北侧以及溪东桥北侧港汊内有天然红树林分布。在大嶝大桥南侧一港汊内有红树林苗圃, 近七星礁有一小片红树林。

10.2.9 陆域生态环境现状

本工程纳泥区位于蔡厝新旧海堤之间的水塘。新海堤一侧为水泥护岸, 旧海堤一侧有荒地杂生的灌草丛植被。陆域临时施工场地现状为储备用地。根据实地调查, 本工程评价范围内未发现涉及有珍稀或濒危野生动植物资源自然分布, 不涉及国家公园、自然保护区、重要生境等。

10.3 环境影响评价

10.3.1 海洋水文动力环境影响评价结论

与工程前比较, 工程后大嶝桥南侧清淤区原深槽区流速有所减小, 其他区域流速略有增加, 大嶝桥南侧清淤区以南一定范围尤其深槽区流速有所增加, 大嶝桥北侧清淤区流速略有减小, 九溪口外流速略有减小, 大嶝桥北侧清淤区至南港海特大桥之间水流稍有增加。

与工程前比较, 工程后靠近大嶝桥南侧特征点 D34 涨潮、落潮和全潮平均流速分别减小 0.07、0.11 和 0.09m/s, 北侧九溪河口 D35 和南侧 D8 点平均流速增加 0.02~0.03m/s, 其他取样点流速基本上没有变化。本工程对周边海域水文动力影响较小。

计算表明, 中潮条件下, 本工程引起的纳潮量增加 249 万方, 大潮条件下, 本工程引起的纳潮量增加 289 万方。

10.3.2冲淤环境影响评价结论

正常天气条件下根清淤范围平均年回淤厚度为 9.0cm/a，各清淤区平均回淤厚度大致接近，大嶝大桥西北侧淤积稍多，大嶝大桥下清淤后年平均淤积厚度 7.1cm/a，大嶝大桥~溪东大桥略有淤积，九溪口外没有出现明显淤积，大嶝大桥南侧南部深槽由于清淤区纳潮水量增加、流速增加而出现一定程度冲刷，最大冲刷深度 60~70cm 左右，该冲刷区后续将不再继续加深并可能逐渐出现淤积，其他海域冲淤变化较小。统计清淤后年回淤总量为 10.7 万 m³/a。

本工程周边清淤工程若能同步实施，骤淤一般不会发生，若周边清淤工程晚于本工程清淤，由于清淤区水深较未清淤区大得多，台风浪期间可能会发生未清淤区泥沙向清淤区内推移的骤淤现象。

10.3.3海水水质环境影响评价结论

根据悬浮泥沙入海影响的计算结果，清淤施工期间悬浮泥沙浓度高于 10mg/L 的总影响包络面积约 6.18km²。施工期悬浮泥沙影响的敏感目标为大嶝周边的红树林，对其他敏感目标影响较小。但这种影响是暂时的，将随着施工的结束而消失。

施工船舶污水通过收集上岸处理，对海域水环境影响很小；施工人员生活污水纳入民房现有排水系统，不会对海水水质产生影响。

10.3.4海洋沉积物环境影响评价结论

本工程建设对海域沉积环境的影响主要为施工期施工引起的悬浮泥沙扩散和沉降引起的附近海域表层沉积环境变化。由于施工过程产生的悬浮泥沙主要来源与工程区海域表层沉积物，悬浮物的环境背景值与海域沉积物的环境背景值相近，在落实环保措施的情况下，悬浮泥沙扩散和沉降不会引起海域总体沉积环境质量变化。

本项目施工污水主要为船舶油污水和船舶工作人员生活污水，有关污水委托有资质的接收单位接收处理，禁止在作业海域直接排放入海，则对海域水质和沉积物环境基本上没有影响。

10.3.5海洋生态环境影响评价结论

本工程实施将对项目所在海域的叶绿素、初级生产力、浮游生物、底栖生物、渔业资源等造成一定的影响。其中，悬浮泥沙造成的浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔鱼、游泳生物的一次性平均损失量依次为浮游植物 2.83×10¹¹cells、浮游动物 0.28t、鱼卵 1.45×10⁶ind、仔鱼 3.56×10⁴ind、游泳生物 0.188t。持续性损害受损量依次为浮游植物 6.79×10¹²cells、浮游动物 6.71t、鱼卵 3.49×10⁷ind、仔鱼 8.55×10⁵ind、游泳生物 4.52t。红树林种植、海域清淤、临时航路疏浚

施工过程中将彻底损伤破坏施工范围内的底栖生物，施工面积约 167.7hm²，在此范围内的底栖生物将遭到破坏而死亡，工程区内潮间带底栖生物量的春秋季节平均值为 60.00g/m²，本项目造成的底栖生物资源受损量约 100.62t。

本工程海域原有大面积互花米草，工程实施后，通过完成对互花米草的清除，有效改善海洋生态环境，尤其是红树林生境。工程实施后，所在海域中潮条件下纳潮量增加 249 万 m³，大潮条件下纳潮量增加 289 万 m³，将提升工程区及附近海域的水文动力条件，促进恢复海域的生态环境。本工程新增红树林种植 26.48 万 m²，红树林是世界上生物多样性最丰富的自然生态系统之一，具有气候调节、海岸防护、水质净化、物质生产、休闲文化等多种生态服务功能，将为鸟类、鱼类和其他海洋生物提供丰富的食物和良好的栖息环境，项目建设具有良好的生态环境效益。

10.3.6 陆域生态环境影响

本工程建设无破坏森林植被，对区域植物多样性和植被生态多样性不会造成明显的影响。根据实地调查，本工程陆域评价区内，未发现涉及有重要野生动物，本工程的建设，对周边野生动物的资源及生态影响是较小的，不会造成珍稀物种的灭绝问题，对生物多样性影响不大。

10.3.7 对敏感目标的影响

(1) 对中华白海豚及保护区影响

本项目属于生态修复项目，清淤完成后工程区附近海域纳潮量增加，水动力条件得到改善，对中华白海豚的影响是正面的。但施工过程中会对中华白海豚产生一定的不利影响。

施工悬浮泥沙浓度增量10mg/L的包络线未进入同安湾口中华白海豚保护区。局部海域悬浮泥沙浓度的增加对中华白海豚的行为活动影响较小，但高浓度的悬浮泥沙将引起中华白海豚的回避，同时造成工程区及附近局部海域中华白海豚的饵料资源有所减少。这种影响将随着施工结束而逐渐消失。采取本报告提出相关环保措施，并采取增殖放流等生态补偿措施，可减轻工程建设对中华白海豚饵料资源的影响。疏浚物中污染物释放引起的水质污染对中华白海豚及其饵料鱼类的重金属污染影响较小。

施工船舶疏浚作业及航行产生的水下噪声对中华白海豚的听觉不会造成伤害，但可能对栖息于附近的中华白海豚之间的交流产生一定的影响，引起中华白海豚回避和迁移行为。施工期船舶航行对中华白海豚的影响除了噪声影响外，还可能对中华白海豚行为造成影响，严重的可能导致中华白海豚因躲避不及而遭遇船舶的撞击或螺旋桨的伤害。本工程施工船开始工作前，应密切注意观察船舶周围区域是否有白海豚出入，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可

开工，避免螺旋桨等对白海豚的直接伤害；建议施工船舶航行时控制航速在10节以内并密切观察海面，对中华白海豚应注意避让。采取上述措施可减缓本项目施工船舶航行对中华白海豚的影响。

(2) 对文昌鱼及保护区的影响

文昌鱼是一种半穴居滤食性的动物，幼体营浮游生活。高浓度的悬浮物会粘附在文昌鱼幼虫体表，使其摄食等活动受到影响，甚至会导致其死亡。施工悬浮泥沙会造成工程区及附近海域的文昌鱼饵料资源减少，本项目施工悬浮泥沙浓度增量 10mg/L 的包络线距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 1.67km。施工期悬浮泥沙浓度增加，可能对南线至十八线文昌鱼外围保护地带附近的文昌鱼造成一定的不利影响。

疏浚物中有毒有害物质的溶出对南线至十八线文昌鱼外围保护地带附近文昌鱼栖息地的海水水质、沉积物质量影响较小。施工期悬浮泥沙落淤对南线至十八线文昌鱼外围保护地带附近的底质沉积物类型有一定影响。工程区距离南线至十八线文昌鱼外围保护地带约 2.33km，距离小嶝岛文昌鱼外围保护地带约 8.80km，距离黄厝文昌鱼自然保护区约 13.14km，因此工程实施引发的流速流向变化和冲淤变化对南线至十八线文昌鱼外围保护地带的冲淤环境有一定影响，对小嶝岛文昌鱼外围保护地带和黄厝文昌鱼自然保护区基本无影响。

(3) 对水鸟的影响

施工噪声和人为活动将会对鹭科鸟类等海域觅食的水鸟类群产生惊扰和驱离效应，这些施工造成的影响是直接的、暂时的、可逆的。清淤将造成大嶝大桥南北侧海域滩涂水深增加，以该滩涂作为觅食地的鹭类、鸬鹚类等涉禽，其觅食活动可能将因清淤区水深的增加而受到一定的不利影响。疏浚作业对底栖生物的损害，以及施工产生的悬浮泥沙对渔业资源的影响，都会对水鸟的觅食造成一定的不利影响。

本工程建成后，随着九溪口附近互花米草的清除和红树林的种植，红树林面积的增大、红树林区生境将为鸟类(特别是水鸟)的栖息、觅食和繁殖提供场所，部分滩涂变成水域将有利于鸬鹚、鸥科鸟类等适应水面捕食的游禽过来觅食、栖息。

(4) 对红线区的影响

根据数模预测结果，悬浮泥沙 10mg/L 以上浓度会影响到工程区附近的厦门市零星分布红树林生态保护红线区，红树林具有消纳污染物、促淤等功能，对悬浮泥沙不敏感，且悬浮泥沙一般在一个潮周期内落淤，影响可接受，且影响是暂时的，随着施工期结束而消失。悬浮泥沙 10mg/L 影响区距福建珍稀海洋物种国家级自然保护区约 6.2km、距福建厦门国家海洋自然公

园约 8.1km，对以上红线区没有影响。

(5) 对红树林的影响

据工可单位提供资料，清淤区内清淤边界距离现有红树林至少 20m 距离，对现有红树林予以保留。根据数模预测结果，本工程对周边海域水文动力影响较小，工程后项目区域会处于缓慢淤积状态，对红树林影响不大。本项目施工悬浮泥沙对项目施工区及周边红树林影响可接受，且影响是暂时的，随着施工期结束而消失。

(6) 对九溪口附近虾塘的影响

施工区距离九溪口附近虾塘最近距离约 10m。红树林种植区造滩采用围堰填筑淤泥的方法，潮沟开挖使用挖机且趁潮露滩施工，产生的悬浮泥沙较小，对虾塘取水水质会造成一定的影响，但影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。

(7) 对其他构筑物的影响

本项目将对大嶝大桥和厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段桥下区域进行清淤，以大嶝大桥加宽桥左幅、轨道交通 4 号线桥外侧 20m 范围单独划分处桥下清淤区；施工区与溪东大桥最近距离约 20m。本工程实施后，周边海域流速变化不大，对大嶝大桥、厦门市轨道交通 3 号、4 号线工程大嶝过海段桥和溪东大桥水工构筑物的影响较小。

10.3.8 大气环境影响

本项目为生态型建设项目，建成后运营期不会对大气环境产生影响。

施工废气主要来自施工机械驱动设备和施工船舶排放的废气，主要污染物是 NO₂、CO、THC、NMHC。该类污染物对环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。由于工程所在区域地势开阔，大气扩散条件好，施工机械、施工船舶为流动性的，较为分散，密度较少，废气产生量有限。因此，本项目施工对大气环境的影响很小。

10.3.9 声环境影响

本项目为生态型建设项目，建成后运营期不会对声环境产生影响。

施工期噪声污染源主要是施工船舶、施工机械等产生的噪声。根据预测，单台施工机械约在 60m 以外噪声值基本能达到施工阶段场界昼间噪声限值，夜间施工则需在 320m 以外能达到要求。环境敏感目标为东侧约 180m 的阳塘安居小区，施工会对周边居民产生一定的影响。施工过程中应合理使用设备，减少突发性施工噪声对附近居民的影响。施工噪声是暂时的，在采取相应措施下，可减小施工的影响，施工结束后噪声影响即消除。

10.3.10 固体废物环境影响

本工程共产生疏浚物 581.36 万 m³，其中约 14.2 万 m³ 淤泥运至纳泥区，剩余 567.16 万 m³ 拟外抛到东碇海洋临时倾倒区，建设单位应尽早向生态环境主管部门提出抛泥申请。

施工船舶垃圾由有资质单位接收上岸处理，对海域环境基本不产生影响。施工人员租用当地民房，施工人员生活垃圾纳入现有环卫垃圾收集处理系统，收集后由环卫部门清运，统一处理，不会造成环境污染和景观影响。

经采取上述环保措施，施工期各固体废物均能得到妥善处置，对周边环境的影响较小。

10.4 环境风险影响

数模预测结果表明，本工程施工过程一旦发生施工船舶事故溢油入海，东风、北风和西南风情况下，油膜有可能影响到大嶝周边红树林、文昌鱼外围保护地带南线至十八线海区，油膜最快 4.5h 影响到厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）同安湾口海域。因此，建设单位对此应引起足够的重视，制定事故风险防范及应急预案。采取相应的风险防范措施，尽可能避免船舶溢油风险的发生，将风险性降低到最小。一旦发生溢油事故，及时启动应急程序，进行及时有效的溢油围控和回收，进行环境监测及事故后评估，采取措施恢复海洋生态环境。

10.5 污染防治和生态环境保护措施

(1) 疏浚船和运输驳船都需装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备，从而实现高精度的定深挖泥，提高疏浚施工精度。

(2) 在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。

(3) 建设单位应认真执行倾废许可证规定，施工前应尽早向主管部门提出疏浚物倾倒的申请要求。

(4) 泥驳安装 AIS 系统、摄像、照相系统；船舶运输全程采用 GPS 定位、且全程采用摄像监控泥仓及卸泥操作系统；泥驳到达卸泥区后卸泥过程进行摄像和照相监控。陆上设置监控室，所有摄像采用无线传输系统及时传输至监控室，可随时指挥泥驳以及查看泥驳运输、抛卸情况。

(5) 施工前安排观察员在船上视野开阔处值班，密切观察施工船舶周围区域是否有白海

豚出入，应在施工地点半径 500m 范围内连续监测 5 分钟以上，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开始施工。

(6) 限定施工船舶航行速度（低于 10 节/小时）并密切观察海面，对中华白海豚应注意避让。

(7) 将环境保护要求（含对中华白海豚、文昌鱼的保护要求）列入招标文件。施工单位应制定白海豚应急救护预案，报保护区主管部门审核后实施。施工单位在施工过程发现中华白海豚受伤、搁浅的，必须立即停止施工作业，立即报告有关部门，及时施救。

(8) 开展增殖放流，增殖放流的物种应考虑中华白海豚饵料鱼类，增加中华白海豚饵料资源。

(9) 施工船舶污水和垃圾由有资质的单位集中收集上岸处理排放。

(10) 施工人员的少量粪便污水，通过设置简易环保移动厕所收集后定期通过槽车运往翔安水质净化厂处置。

(11) 临时施工场地应当严格按《厦门市建设工程施工现场围挡图集》设置封闭围挡，围挡高度不得低于 2.5m。

(12) 施工现场道路建议进行地面硬化，减少起尘量。

(13) 开展底播贝类等物种的增殖放流，提高滨海湿地的生物多样性，减缓对滨海湿地供给功能、支持功能等生态系统服务的影响。

(14) 提高施工人员对工程区域现有红树林的保护意识。在施工人员进场后，加强对施工人员的管理，做好保护现有红树林的宣传教育。

(15) 疏浚前在现有红树林的周边设置合理的不开挖区域，施工过程中严格控制疏浚范围，避免过度开挖对现有红树林生境造成破坏。

(16) 对互花米草清除区域进行定期监测，如出现零星发生的新发植株，应采用人工拔除和挖掘方式，及时除治；如出现斑块状种群，应采用人工或机械措施进行刈割翻耕，及时除治。

(17) 施工期应采取有效措施如洒水、覆盖或隔离等措施减少场地扬尘及水土流失对区域内绿化植被生态影响。

10.6 环境影响经济损益分析

本项目的施工会对海洋生物造成的损失，通过实施生态修复工程或其他生态补偿措施对工程造成的海洋生态损害进行补偿，尽量减小环境负效益。项目建成后，可增加工程区及附近海域纳潮量，增强区域水动力，提升水体交换能力，提升片区生态功能；红树林湿地面积增加，

有利于促进整体湿地生态系统功能的恢复和改善，红树林具有净化水质、防风消浪、维护生物多样性、固碳储碳等作用。总体而言，本项目建设时会产生一定的生态环境负效益，建成后生态环境正效益显著。

10.7公众参与

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》要求，以网络平台、报纸刊登、现场张贴公告等方式，进行了公众参与调查。

一次公示：公示时间为2023年3月9日，公示期为本项目环境影响报告书征求意见稿编制期内，公示平台为厦门路桥建设集团有限公司网站。

二次公示：公示期为2023年4月6日至2023年4月19日（10个工作日）；公示平台：厦门路桥建设集团有限公司网站、海峡导报（2023年4月7日、2023年4月14日）、现场张贴公告。

公示期间未收到公众意见。

10.8评价结论

九溪口-大嶝大桥段海洋生态保护修复工程为生态修复工程，项目建设符合国家产业政策，符合《福建省海洋功能区划（2011~2020）》《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020）》《福建省“三区三线”划定成果》《厦门市国土空间总体规划（2021~2035年）》（过程稿）等相关规划成果，符合“三线一单”生态环境分区管控要求。

工程所在区域环境质量较好。拟建工程施工期对海域环境、生态环境和生物资源将造成一定的影响，但属于暂时的和可恢复的影响，可通过生态补偿与生态修复措施予以减轻；对项目周边的声环境、大气环境的影响较小，固体废物能够得到妥善处置。工程实施有利于改善工程区及周边海域水动力条件，增加纳潮量，改善海洋景观和生态环境，有利于提高区域的生物多样性，促进湿地生态系统的恢复和改善，项目建设具有良好的生态效益。在切实落实报告书提出的各项污染防治、生态保护及风险防范措施的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设是可行的。