

三丘田码头改建工程

环境影响报告书

(征求意见稿)



厦门蓝海绿洲科技有限公司

Xiamen Ocean Oasis Sci-Tech Co., Ltd

福建 厦门

2022年3月

目 录

目 录	2
概 述	1
一、 项目背景	1
二、 建设项目特点	2
三、 环境影响评价工作过程	2
四、 分析判定相关情况	4
五、 项目主要环境问题及主要环境影响	4
六、 环境影响评价结论	5
第一章 总则	6
1.1 编制依据	6
1.1.1 法律、法规、规章及规范性文件	6
1.1.2 技术规范	8
1.1.3 相关规划、区划	9
1.1.4 项目有关文件	10
1.1.5 项目有关技术资料	10
1.2 环境影响识别与评价因子筛选	11
1.2.1 环境影响因素识别	11
1.2.2 评价因子筛选	12
1.3 环境质量评价标准	13
1.3.1 环境功能区划	13
1.3.2 环境质量标准	20
1.3.3 污染物排放标准	22
1.4 评价工作等级和评价范围	25
1.4.1 评价工作等级	25
1.4.2 评价范围	26
1.5 环境保护目标	28
1.5.1 陆域环境保护目标	28
1.5.2 海域环境保护目标及风险保护目标	29
1.6 相关规划、条例、功能区划、规划环评符合性分析	33
1.6.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性	33
1.6.2 相关规划、条例的符合性分析	36
1.7 三线一单符合性分析	45
1.7.1 生态保护红线符合性分析	45
1.7.2 环境质量底线符合性分析	49
1.7.3 资源利用上线符合性分析	49
1.7.4 环境准入清单符合性分析	49
第二章 现有工程回顾评价	54
2.1 现有工程概况及鼓浪屿航线运营现状	54
2.1.1 现有工程规模	54

2.1.2	鼓浪屿各航线运营现状.....	57
2.1.3	上岛游客量.....	59
2.1.4	鼓浪屿三丘田码头游客承载力现状.....	60
2.2	环评审批情况.....	63
2.3	竣工环保验收情况.....	63
2.4	现有工程产排污情况环保设施运行情况.....	63
2.5	环保问题及以新带老整改要求.....	64
第三章	改扩建工程分析.....	65
3.1	改扩建工程概况.....	65
3.1.1	建设项目基本情况.....	65
3.1.2	建设项目组成及主要技术指标.....	65
3.1.2	工程占地情况和用海情况.....	70
3.2	工程建设方案.....	73
3.2.1	总平面布置方案.....	73
3.2.2	设计标准及尺度.....	76
3.2.3	水工建筑物结构方案.....	78
3.2.4	趸船结构.....	78
3.2.5	配套工程.....	79
3.2.6	依托工程及依托可行性.....	80
3.3	施工方案.....	84
3.3.1	施工条件.....	84
3.3.2	施工方案及施工工艺.....	84
3.3.3	施工进度计划.....	85
3.3.4	营运期游客上下岸工艺.....	85
3.4	工程主要污染源分析.....	86
3.4.1	施工期主要污染源.....	86
3.4.2	营运期主要污染源分析.....	89
3.4.3	工程建设生态环境影响因素分析.....	90
3.4.4	船舶溢油事故风险源.....	90
3.4.5	改扩建工程“三本账”汇总.....	90
3.5	清洁生产与总量控制.....	91
3.5.1	清洁生产.....	91
3.5.2	总量控制.....	92
第四章	环境质量现状评价.....	93
4.1	区域自然环境现状.....	93
4.1.1	地理位置.....	93
4.1.2	地形地貌及泥沙运移趋势.....	93
4.1.3	海床稳定性分析.....	94
4.1.4	工程地质.....	96
4.1.5	气候特征.....	99
4.1.6	海洋灾害.....	100
4.1.7	自然资源概况.....	101
4.2	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区.....	103
4.2.1	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区简介.....	103

4.2.2	中华白海豚.....	104
4.2.3	白鹭.....	104
第五章	环境影响预测与评价.....	106
5.1	海域水动力环境影响分析.....	106
5.1.1	模型控制方程及求解.....	106
5.1.2	数学模型的建立.....	110
5.1.3	数学模型的验证.....	112
5.1.4	潮流场数值模拟结果及分析.....	115
5.2	地形地貌与冲淤环境影响分析.....	120
5.3	水环境影响分析.....	123
5.3.1	施工期对水环境影响分析.....	123
5.3.2	营运期对水环境影响分析.....	125
5.4	对海域沉积物环境的影响分析.....	125
5.5	海洋生态环境影响.....	126
5.5.1	施工期生态环境影响预测与评价.....	126
5.5.2	营运期生态环境影响分析与评价.....	127
5.5.3	对生态敏感目标的影响.....	127
5.5.4	施工期海洋生物资源损害评估.....	129
5.6	固体废物对环境的影响分析.....	130
5.6.1	施工期固体废物对环境的影响预测与评价.....	130
5.6.2	营运期固体废物影响分析.....	131
5.7	大气环境影响分析.....	131
5.7.1	施工期大气环境影响分析.....	131
5.7.2	营运期大气环境影响分析.....	132
5.8	声环境影响分析.....	132
5.8.1	施工期声环境影响分析.....	132
5.8.2	营运期声环境影响分析与评价.....	133
第六章	对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响.....	134
6.1	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况.....	134
6.1.1	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区建设背景.....	134
6.1.2	与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的关系.....	134
6.2	工程建设对中华白海豚影响分析.....	135
6.2.1	厦门湾中华白海豚的分布、数量及趋势.....	135
6.2.2	施工期对中华白海豚的影响评价.....	136
6.2.3	营运期对中华白海豚影响评价.....	142
6.2.4	中华白海豚保护措施.....	143
6.3	工程建设对厦门鹭科鸟类的影响分析.....	148
6.3.1	厦门鹭科鸟类资源概况.....	148
6.3.2	工程建设对白鹭及其生境影响评价.....	149
6.3.3	白鹭保护措施.....	149
第七章	环境事故风险分析与评价.....	150
7.1	风险调查.....	150
7.1.1	建设项目风险源调查.....	150
7.1.2	环境敏感目标调查.....	150

7.2	环境风险识别.....	150
7.2.1	风险物质识别.....	150
7.2.2	生产设备风险识别.....	151
7.3	风险事故情形分析.....	152
7.3.1	风险事故情形设定.....	152
7.3.2	船舶事故统计与概率估算.....	152
7.3.3	事故源强.....	156
7.4	溢油事故海洋环境影响分析.....	156
7.4.1	溢油模型.....	156
7.4.2	溢油事故模拟.....	158
7.5.3	溢油模拟结果.....	160
7.5	其他环境风险分析.....	166
7.5.1	台风、暴雨风险分析.....	166
7.5.2	通航安全风险分析.....	166
7.5.3	其他风险分析.....	167
第八章	环境保护措施.....	168
8.1	大气污染防治措施.....	168
8.1.1	施工期大气污染防治措施.....	168
8.1.2	营运期大气污染防治措施.....	168
8.2	水污染防治措施及其可行性论证.....	168
8.2.1	施工期水污染防治措施.....	168
8.2.2	营运期废水处理措施及可行性论证.....	169
8.3	噪声防治措施.....	171
8.3.1	施工期噪声防治措施.....	171
8.3.2	营运期噪声防治措施.....	171
8.4	固体废物防治措施.....	171
8.5	生态环境保护措施.....	172
8.5.1	项目用海生态损害补偿和恢复的对策和措施.....	172
8.5.4	对白鹭、中华白海豚及其生境的保护措施.....	174
8.6	风险防范及应急措施.....	174
8.6.1	厦门海域船舶污染应急预案.....	174
8.6.2	厦门海域船舶污染应急能力.....	175
8.6.3	船舶事故防范措施.....	178
8.6.4	极端天气防范措施.....	179
8.6.5	本项目船舶污染应急预案.....	179
第九章	环境经济损益分析.....	182
9.1	经济效益分析.....	182
9.2	社会效益分析.....	182
9.3	环境经济损益分析.....	182
9.3.1	环境经济损失评估.....	182
9.3.2	环保投资估算.....	183
第十章	环境管理和监测计划.....	184
10.1	污染物排放清单.....	184
10.2	环境管理.....	184

10.2.2	施工期环境管理.....	184
10.2.3	运营期的环境管理.....	186
10.3	环境监测计划.....	186
10.3.1	环境监测目的.....	186
10.3.2	环境监测计划.....	186
10.3.3	建设项目竣工环保自主验收内容.....	187
第十一章	环境影响评价结论.....	189
11.1	建设项目概况.....	189
11.2	环境质量现状.....	189
11.2.1	环境空气质量现状评价.....	189
11.2.2	声环境现状评价.....	189
11.2.3	海域水环境现状调查与评价.....	189
11.2.4	海域沉积物质量现状调查与评价.....	189
11.2.5	海洋生物质量现状调查与评价.....	190
11.2.6	海域生态环境现状调查与评价.....	190
11.2.7	水文动力和冲淤环境现状调查与评价.....	191
11.3	污染物排放情况及生态影响因素.....	192
11.3.1	施工期污染物排放情况.....	192
11.3.2	运营期污染物排放情况.....	193
11.3.3	生态影响因素.....	193
11.4	主要环境影响评价结论.....	193
11.4.1	施工期主要环境影响评价结论.....	193
11.4.2	运营期主要环境影响结论.....	196
11.4.3	环境风险影响结论.....	197
11.4.4	工程建设对中华白海豚和白鹭的影响结论.....	197
11.5	环境保护措施.....	199
11.5.1	大气防治措施.....	199
11.5.2	水污染防治措施.....	199
11.5.3	噪声防治措施.....	199
11.5.4	固体废物处置措施.....	200
11.5.5	生态环境保护措施.....	200
11.5.6	风险防控措施.....	201
11.6	环境经济损益分析.....	202
11.7	环境管理与监测计划.....	202
11.8	结论.....	202

概述

一、项目背景

目前轮渡接驳是鼓浪屿对外的唯一交通方式，其中三丘田码头是连接鼓浪屿与厦门本岛最重要的码头之一。三丘田码头为浮式码头，主体结构由1座60m×15m的主趸船，通过4座25m×5m钢引桥与后方码头平台连接，主趸船现最多可停靠两艘轮渡客运船舶，主趸船西北侧另有1座26m老旧趸船，通过1座11m的浮桥与主趸船相连，无引桥配套与码头平台连接，仅作为非运营船舶停靠使用。

根据调研数据，目前码头运力和客运需求间存在矛盾。据《鼓浪屿世界文化遗产地2018年7月—2019年6月游客分析报告》，约86%的游客选择从三丘田码头离岛，尤其是夜间内厝澳码头停运后，三丘田码头成为游客离岛的唯一方式。从上离岛时间段来看，从邮轮中心码头至三丘田码头的上岛人数最多，在13点-16点达到峰值；离岛高峰期则在14点-18点达到峰值，两者叠加起来导致三丘田码头候船拥挤、排队时间过长，容易出现踩踏事故，存在安全隐患，成为近年来轮渡公司投诉的重点问题。此外，根据近期中山路片区改造提升计划，未来还将延长轮渡码头与鼓浪屿的航线服务时间，返程高峰时段出岛航线的增加更易导致三丘田码头趸船的超负荷运行。

三丘田码头除了运力与客运需求间的矛盾外，另一方面，厦门轮渡公司近年来加快市场化转型发展步伐，更加注重发展的质量与内涵，不断提升服务品质和旅游体验，致力于提供更多高品质的差异化旅游服务产品，但受限于现有趸船可停靠的船型，仅能服务于日常进出岛客运需求，难以满足旅游客运差异化产品的需求。

因此，为解决三丘田码头目前遇到的供需矛盾，以及为未来提供差异化旅游产品及服务，实现产品和服务满足多层次、多样化市场需求提供硬件设施保障，厦门轮渡公司启动了三丘田码头改建工程（工程位置见图1.1-1），拟将现有两艘趸船更换为1艘90米趸船，同时沿现有后方码头平台西北侧新建墩台、钢撑杆及钢引桥用以保证趸船的稳定性和安全性。

三丘田码头改建工程于2021年5月完成《三丘田码头改建工程工程可行性研究报告》的编制工作并获得专家咨询意见并于2021年7月立项备案；2021年6月完成《三丘田码头改建工程》遗产影响评估报告，并取得厦门市鼓浪屿-万石山风景名胜区管委会关于同意工程建设的复函，于2022年3月取得国家文物局批文；项目于2022年2月编制完成《厦门鼓浪屿三丘田码头改建工程海域使用论证报告表》并通过专家评审。项

目于 2021 年 11 月编制《鼓浪屿三丘田码头改建工程对中华白海豚及其栖息地影响专题评价报告》。2021 年 9 月建设单位委托我单位开展工程环境影响评价工作。



图 1.1-1 三丘田码头改建工程地理位置图

二、 建设项目特点

工程建设内容较简单，主要为拆除现有60m×15m的主趸船及1座26m老旧趸船，更换为一艘90m×15m趸船，现有平台北端新增一座钢引桥、钢撑杆及墩台，墩台长25m、宽8m。但工程所处区位环境较敏感，工程位于鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区、厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带、鼓浪屿-万石山风景名胜区二级保护区等，应重点关注项目建设相关规划及法律条例要求符合性、工程建设对自然保护区中华白海豚及白鹭、鼓浪屿世界遗产区等生态环境敏感目标的影响及相应的环境保护措施、溢油风险防范措施。

三、 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《厦门市环境保护条例》等法律法规的有关规定，建设单位厦门轮渡公司委托厦门市蓝海绿洲科技有限公司开展本项目环境影响评价工作。

本工程属于客运码头，根据《建设项目环境影响分类管理名录（2021年版）》，“滚

装、客运、工作船、游艇码头”中“涉及环境敏感区的”应当编制“环境影响报告书”。

表 1.3-1 项目类别表

项目类别		环评类别		
		报告书	报告表	登记表
五十二 交通运输业、管道运输业				
141	滚装、客运、工作船、游艇码头	涉及环境敏感区的	其他	/

我单位接受委托后，随即组成项目组前往工程所在地进行现场踏勘，搜集资料与调研，按有关技术规范要求，针对项目情况和区域环境特征开展了环境现状调查、环境影响预测、环境保护措施技术经济可行性论证等工作，在此基础上编制完成了《三丘田码头改建工程环境影响报告书（送审稿）》，供建设单位上报审查。

本评价技术路线见图1.3-1。

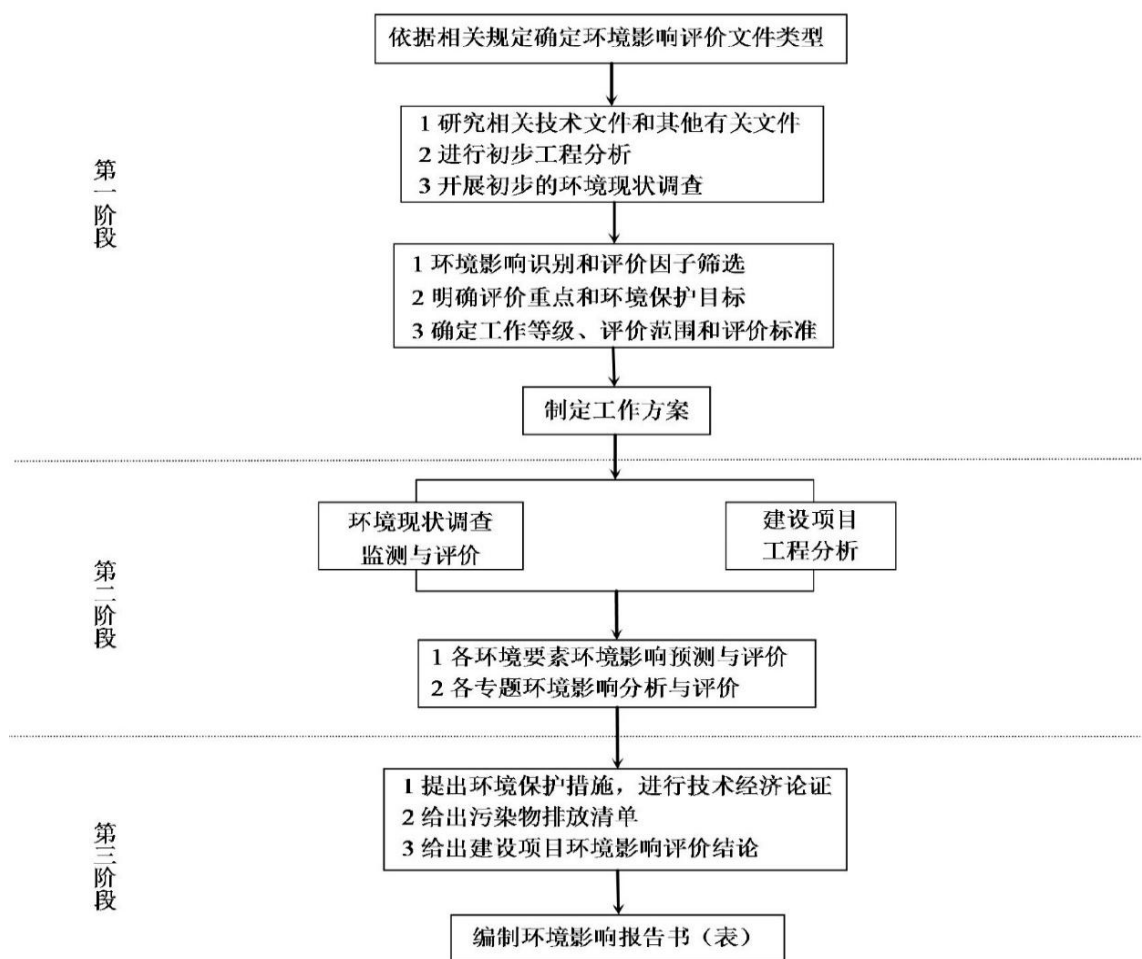


图 1.3-1 评价技术路线框图

四、 分析判定相关情况

(1) 产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目属于“第一类 鼓励类，三十四、旅游业”中的旅游基础设施建设，项目建设属鼓励类产业，与国家产业政策相符合。

(2) “三线一单”符合性

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》（闽政文〔2017〕457号），项目位于鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区（350200-LVR-II-1）内，项目建设符合生态保护红线的管控要求，且已完成遗产影响评估报告，并取得厦门市鼓浪屿-万石山风景名胜区管委会关于同意工程建设的复函及国家文物局审批，项目建设符合该生态保护红线要求。

根据现状调查，区域环境空气质量、声环境质量符合对应标准，海水水质无机氮和活性磷酸盐含量超过第四类海水水质标准的要求，其余各调查因子基本符合或优于海域使用功能的要求。经预测，本项目施工期及营运期对环境的影响较小，不会突破现状的环境质量底线。

本项目施工期及营运期用水、用电等依靠陆域且用量较少，项目不占用现有陆域土地；营运期船用燃料应使用低硫柴油，衔接厦门市交通运输体系发展方向。因此，项目建设不会突破资源利用上线。

本工程为码头改扩建工程，项目建设符合《厦门市生态环境准入清单（2021年）》规定要求。

因此，本项目符合“三线一单”相关要求。

(3) 相关规定及规划符合性

本工程建设符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《厦门市中华白海豚保护规定》等相关规定，符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》、《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030年）》、《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》、《厦门市旅游发展规划（2004-2020年）》等相关规划。

五、 项目主要环境问题及主要环境影响

(1) 施工期

本工程施工期主要环境问题及主要环境影响为：客运码头施工对海域水质、海洋生

态环境尤其是对珍稀海洋物种白海豚的影响；施工过程中产生的扬尘、噪声、固体废物对环境的影响；施工人员生活污水、施工船舶含油污水和施工机械设备污水对环境的影响；船舶溢油事故风险对海水水质、海洋生态，尤其是珍稀海洋物种白海豚的影响。

（2）营运期

本工程运营期主要环境问题及主要环境影响为：项目建设对水文动力及泥沙冲淤状况的影响；营运期船舶航行对珍稀海洋物种的影响；码头营运过程中产生的船舱底油污水、生活污水、固体废弃物、船舶噪声和尾气等对环境的影响；船舶溢油事故风险对海水水质、海洋生态，尤其是珍稀海洋物种白海豚的影响。

六、 环境影响评价结论

本工程建设符合国家产业政策、“三线一单”及相关规划要求，对促进鼓浪屿旅游业发展及保障游客出行安全具有积极作用。工程建设在严格落实本报告书提出的环境保护对策措施和环境风险防范与应急措施的前提下，可将其对环境尤其是对中华白海豚不利影响降低到可接受程度。从环境保护角度考虑，本工程建设可行。

。

第一章 总则

1.1 编制依据

1.1.1 法律、法规、规章及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；
- (3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017年11月4日修订，2017年11月5日施行；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日第二次修正；
- (5) 《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，2020年9月1日施行；
- (6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日修订，2022年6月5日实施；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2015年8月29日修订，2016年1月1日施行；
- (8) 《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日修订；
- (9) 《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；
- (10) 《中华人民共和国海域使用管理法》，中华人民共和国主席令（2001）第61号修订，2002年1月1日起施行；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018年10月26日第三次修正；
- (12) 《中华人民共和国文物保护法》，2017年11月4日第五次修正；
- (13) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》，2017年3月1日第三次修订；
- (14) 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年10月1日修订；
- (15) 《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；
- (16) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2021年1月1日施行；

(17) 《产业结构调整指导目录(2019年本)》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令〔2019〕第29号，2020年1月1日施行；

(18) 《福建省环境保护条例》，根据2012年3月29日《福建省人民代表大会常务委员会关于修改部分地方性法规的决定》修订，2012年3月31日起施行；

(19) 《福建省海洋环境保护条例》，2016年第三次修正，福建省第十二届人大常委会第二十二次会议审议通过，2016年4月1日起施行；

(20) 《厦门市环境保护条例》，2021年5月27日福建省第十三届人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，2021年7月1日施行；

(21) 《福建省湿地保护条例》，福建省第十二届人大常委会第二十五次会议审议通过，2017年1月1日施行；

(22) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日第二次修订；

(23) 《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日第三次修订；

(24) 《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；

(25) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，中华人民共和国国务院令〔2010〕第588号修订，2013年12月7日第二次修订；

(26) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》，交通运输部令2021第24号，2021年9月1日起施行；

(27) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发〔2012〕77号，2012年7月3日；

(28) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，交海发〔2007〕165号，2007年5月1日施行；

(29) 《国家突发环境事件应急预案》，国办函〔2014〕119号，2014年12月29日施行；

(30) 《中国海上船舶溢油应急计划》，交海发〔2000〕149号，2000年4月1日施行；

(31) 《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2013〕86号，2013年8月5日。

(32) 《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》，环发

[2015]57号，2015年5月8日。

(33) 《建设项目竣工环保验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日施行。

(34) 《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，1997年12月1日施行；

(35) 《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》2017年10月31日经厦门市第十五届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，2017年11月3日施行；。

(36) 《厦门市海洋环境保护若干规定》2018年9月30日经福建省第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议批准，2018年11月1日施行；

(37) 《厦门市突发环境事件应急预案（2018年修订版）》，厦府办〔2018〕236号，2018年12月28日施行；

(38) 《福建省人民政府关于福建省海洋生态保护红线划定成果的批复》，闽政文〔2017〕457号，2017年12月28日；

(39) 《厦门市鼓浪屿建设活动管理办法》，厦门市政府第93次常委会议通过，2015年11月21日。

1.1.2 技术规范

- (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 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；
- (8) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (9) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》（海船舶[2011]588号）；
- (10) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）；
- (11) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；
- (12) 《海洋调查规范》（GB/T12763.1~.9-2007）；
- (13) 《海洋监测规范》（GB/T17378.1~.7-2007）；
- (14) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；

- (15) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年；
- (16) 《船舶水污染防治技术政策》（环境保护部公告，2018 第8号）；
- (17) 《建设项目对水生生物国家级自然保护区影响专题评价管理规范》（农渔发[2009]4号）；
- (18) 《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，环境保护部，2014年8月。

1.1.3 相关规划、区划

- (1) 《福建省海洋功能区划（2011~2020年）》，福建省人民政府，2012年10月；
- (2) 《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020年）》，福建省人民政府，2020年1月；
- (3) 《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》，福建省人民政府，2020年1月；
- (4) 《福建省主体功能区规划》，福建省人民政府，2012年12月；
- (5) 《福建省生态功能区划》，福建省人民政府，2010年1月；
- (6) 《福建省海洋生态保护红线划定成果》，福建省人民政府，2017年12月；
- (7) 《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030年）》，中华人民共和国住房和城乡建设部，2017年4月；
- (8) 《厦门市环境功能区划》（第四次修订文本），厦门市人民政府，2018年10月。
- (9) 《厦门市生态功能区划》，厦门市人民政府，2005年3月；
- (10) 《厦门市海洋环境保护规划（2016-2020年）》，厦门市海洋与渔业局，2017年7月；
- (11) 《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管理委员会、厦门市海洋与渔业局，2015年6月
- (12) 《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》，北京清华城市规划设计研究院文化遗产保护研究院，2015年6月；
- (13) 《厦门港总体规划（2035年）》，厦门港口管理局，2019年6月；
- (14) 《厦门市旅游发展规划（2004-2020年）》，德国欧洲旅游研究所，2004年9月。

1.1.4 项目有关文件

- (1) 《厦门市企业投资项目备案证明》（厦高管计备2021112号，2021年7月26日）；
- (2) 环评委托书，厦门轮渡有限公司，2021年9月26日；
- (3) 《关于轮渡码头改扩建及配套工程-鼓浪屿三丘田码头扩建工程环境影响报告表的批复》（厦环监[2012]表006号，2012年1月；
- (4) 鼓浪屿候船平台及三丘田码头改扩建工程竣工验收申请报告市环境保护行政主管部门意见，2014年4月；
- (5) 厦门市中山路片区改造提升工程指挥部会议纪要《关于中山路片区改造提升工程指挥部第三十一次会议的纪要》，[2021]14号；
- (6) 厦门市人民政府办公厅关于印发海上旅游客运优化提升实施方案的通知；
- (7) 关于厦门市海上旅游客运优化提升项目推进会的纪要；
- (8) 关于鼓浪屿三丘田码头趸船提升工程的复函；
- (9) 污油水回收协议；
- (10) 噪声监测报告；
- (11) 三丘田码头国家文物局及省文物局批文；
- (12) 《三丘田码头改建工程工程可行性研究报告》专家咨询意见。

1.1.5 项目有关技术资料

- (1) 《三丘田码头改建工程工程可行性研究报告》（报批稿），中交第三航务工程勘察设计院有限公司，2021年7月；
- (2) 《鼓浪屿三丘田码头改建工程海域使用论证报告表》，福建海洋研究所，2022年2月；
- (3) 《鼓浪屿三丘田码头改建工程对中华白海豚及其栖息地影响专题评价报告》，福建海洋研究所，2021年11月；
- (4) 《三丘田码头改建工程数值模拟报告》，厦门蓝海绿洲科技有限公司，2021年10月；
- (5) 《鼓浪屿三丘田码头扩建工程环境影响报告表》，国家海洋局第三海洋研究所，2012年1月；
- (6) 《三丘田码头改建工程遗产影响评估报告》，清源视野(北京)文化咨询有限公司，2021年6月；

- (7) 《厦门轮渡有限公司船舶污染事故应急预案》，2017年3月；
- (8) 《厦门海域船舶污染应急预案》，2018年4月，中华人民共和国厦门海事局；
- (9) 《厦门轮渡有限公司客运码头生产安全事故专项应急预案》，厦门轮渡有限公司；
- (10) 《客船航行值班须知》，厦门轮渡有限公司，2016年12月；
- (11) 《厦门轮渡有限公司安全生产管理制度汇编》，厦门轮渡有限公司，2017年3月；
- (12) 设计单位提供的其他资料。

1.2 环境影响识别与评价因子筛选

1.2.1 环境影响因素识别

本项目主要环境影响因素如下：

施工期：客运码头桩基施工等施工过程中悬浮物入海对海域水质和生态环境产生的影响；施工期污水、扬尘、噪声、固体废物对环境的影响。

营运期：项目建设对水文动力及泥沙冲淤状况的影响；营运期船舶航行对珍稀海洋物种的影响，码头营运过程中产生的废水、固体废物对环境的影响。

环境风险：施工期及营运期船舶溢油事故风险对海水水质和海洋生态以及中华白海豚的影响详见表2.2-1。

表 2.2-1 主要环境影响影响因素识别

时段	环境影响因素	影响因子	影响环节	影响程度及分析深度
施工期	海水水质环境	含油污水	施工船舶和施工机械	+
		生活污水	陆域及船舶施工人员	+
		悬浮物	桩基施工	++
	海洋沉积物	悬浮物	桩基施工	+
	生态环境	悬浮物	桩基施工	+++
	大气环境	NO _x 、SO ₂ 、CO	施工船舶	+
		扬尘	混凝土搅拌、材料装卸、堆放	+
	声环境	Leq (A)	施工机械	+
	固体废物	生活垃圾	施工人员	+
		建筑垃圾	施工全过程	+
船舶垃圾		施工船舶	+	
环境风险	石油类	船舶溢油	+	
营运期	海洋水文动力环境	流速、流向	桩基施工	+

时段	环境影响因素	影响因子	影响环节	影响程度及分析深度
	泥沙冲淤环境	冲淤	桩基施工	+
	水环境	含油污水	运行船舶	+
		生活污水	码头工作人员	+
	生态环境	-	船舶通航	+++
	大气环境	NO _x 、SO ₂ 、CO	运行船舶	+
	声环境	Leq (A)	船舶运行及往来人员	+
	固体废物	生活垃圾	船舶运行及往来人员	+
		船舶垃圾	船舶运行及往来人员	+
	环境风险	石油类	船舶溢油	++

注：+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要分析与影响预测；

++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

+++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点影响分析与影响预测。

1.2.2 评价因子筛选

根据本项目环境影响因素识别结果，结合现场调查情况及工程周边环境特征，筛选出了本项目的评价因子，详见表2.2-2。

表 2.2-2 环境影响评价内容与评价因子筛选

环境要素	评价因子	预测因子
海洋水文动力环境	流速、流向	流速、流向
泥沙冲淤环境	冲淤	冲淤
海域水质环境	水深、透明度、水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、COD、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、类大肠杆菌、铜、铅、镉、锌、汞、砷、总铬等 22 项。	悬浮泥沙
海洋沉积环境	有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷和铬共 10 项	—
海洋生态环境	海洋生物质量、叶绿素 a 和初级生产力、浮游动植物、底栖生物、鱼卵仔鱼和游泳动物、中华白海豚和白鹭	—
声环境	等效连续 A 声级 L _{eq}	等效连续 A 声级 L _{eq}
环境空气	二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、细颗粒物、可吸入颗粒物、臭氧	—
固体废物	固废	—
环境风险	石油类	石油类

1.3 环境质量评价标准

1.3.1 环境功能区划

(1) 环境空气功能区划

根据厦门市人民政府2018年10月批准的《厦门市环境功能区划（第四次修订）》（图1.3-1），项目所在地属环境空气质量功能二类区。

(2) 声环境功能区划

根据厦门市人民政府2018年10月批准的《厦门市环境功能区划（第四次修订）》（图1.3-2），项目所在地属于声环境功能区2类。

(3) 生态环境功能区划

根据厦门市人民政府2005年3月10日批准的《厦门生态功能区划》（图1.3-3），项目所在地位于位于西海域港口环境与珍稀海洋生物保护生态功能小区（530420019）。

(4) 近岸海域环境功能区划

施工期及营运期船舶生活污水依托城市污水处理厂处理；工程施工期陆域生活污水及营运期趸船生活污水经鼓浪屿黄家渡污水处理站处理后最终纳污海域为厦门南部海域。根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020年）》，工程所在海域及鼓浪屿黄家渡污水处理站纳污海域环境规划为“厦门南部海域二类区（FJ110-B-II）”（图1.3-4），主导功能为“新鲜海水供应、旅游、航运”，辅助功能为“浴场、纳污”，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类海水水质标准。

(5) 海洋功能区划

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目位于“鼓浪屿旅游休闲娱乐区”，见图1.3-5。该功能区的用途管制为保障旅游基础设施、浴场、游乐场用海；海岸整治要求保护和改善海岸景观；用海方式严格限制改变海域自然属性；海洋环境保护目标是保护海岛景观和地形地貌；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。

(6) 海洋环境保护规划

根据《福建省海洋环境保护规划》（2011~2020），项目所在海域位于“厦门岛东南部旅游环境保护利用区”，见图1.3-6，该功能区环保管理要求为保护海岸景观和沙滩资源，控制周边陆源污染物排放。控制旅游活动规模，防止旅游活动对海域环境的污染。海水水质执行二类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量执行一类标准。



图 1.3-1 厦门市环境空气质量功能区划图

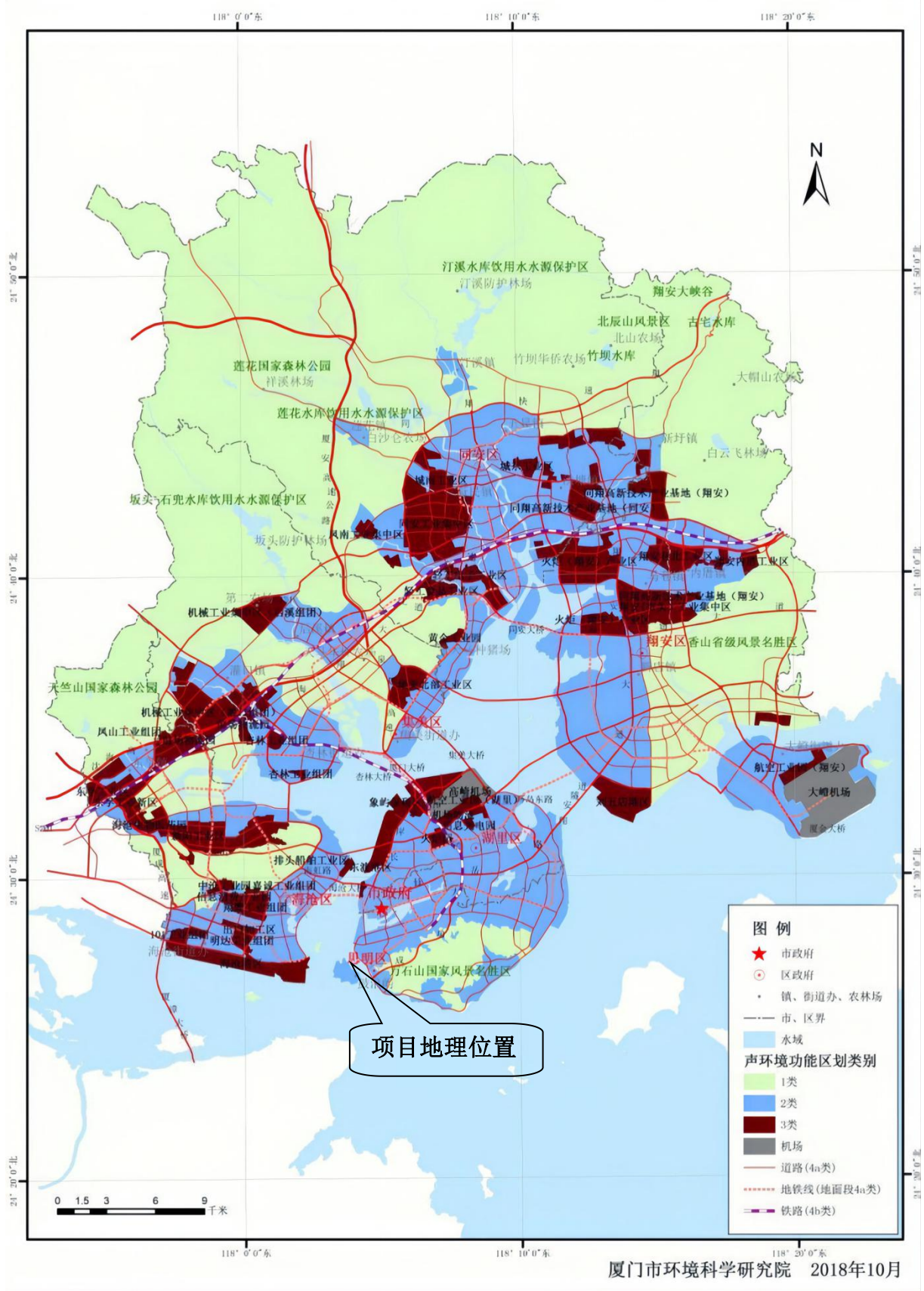


图 1.3-2 厦门市声环境质量功能区划图

厦门市生态功能区划图

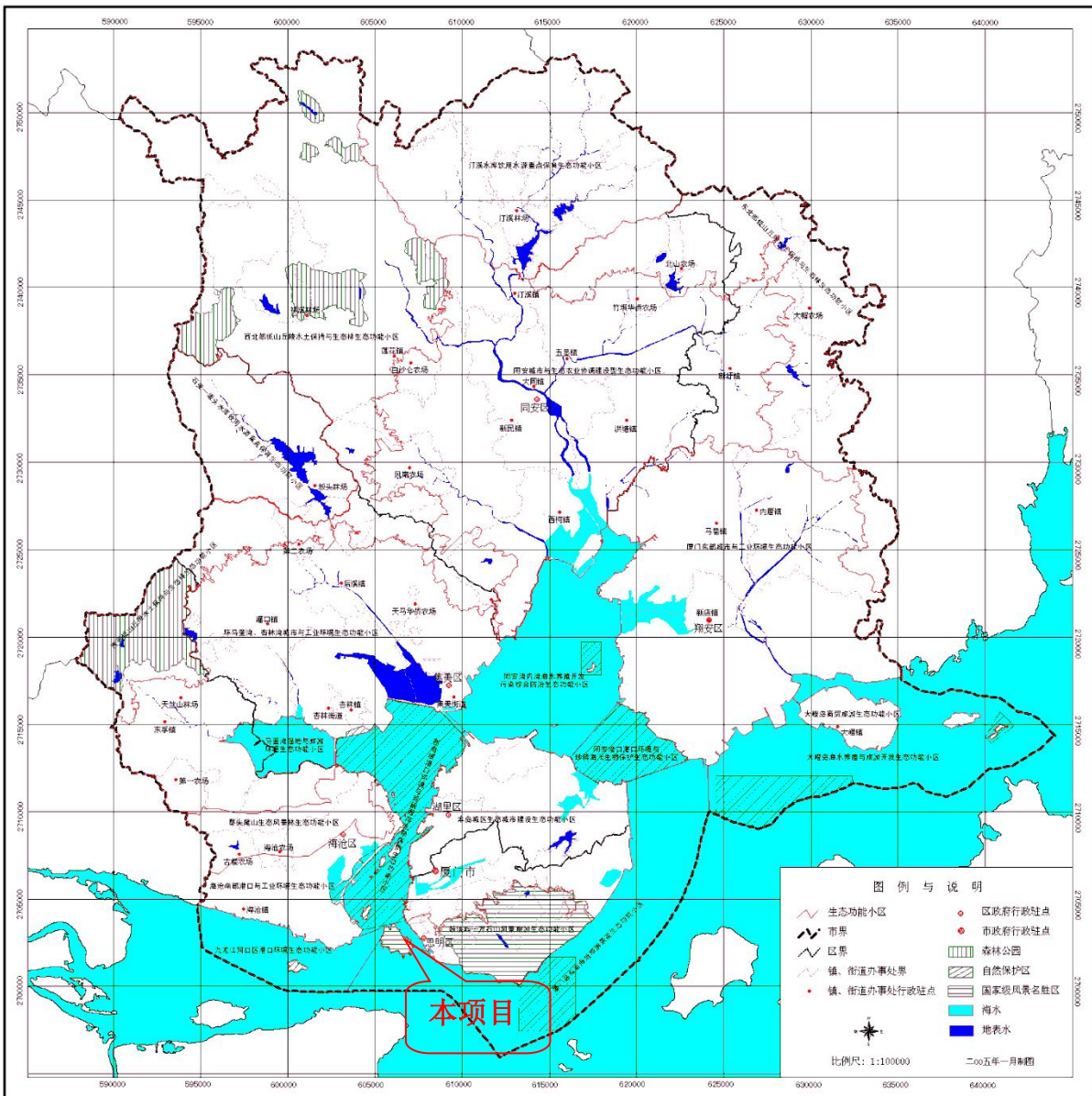


图 1.3-3 厦门市生态功能区划

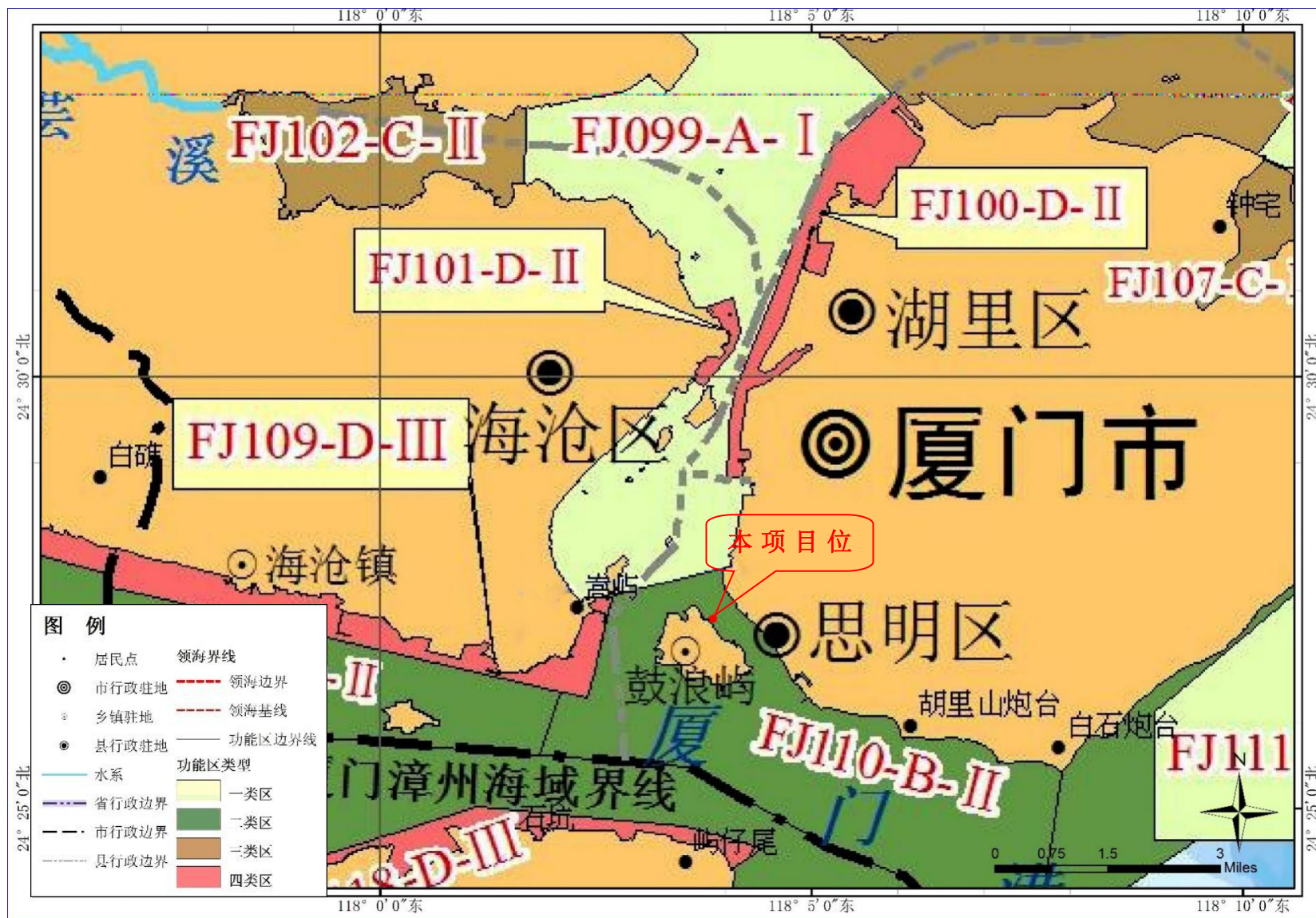


图 1.3-4 《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020 年）》

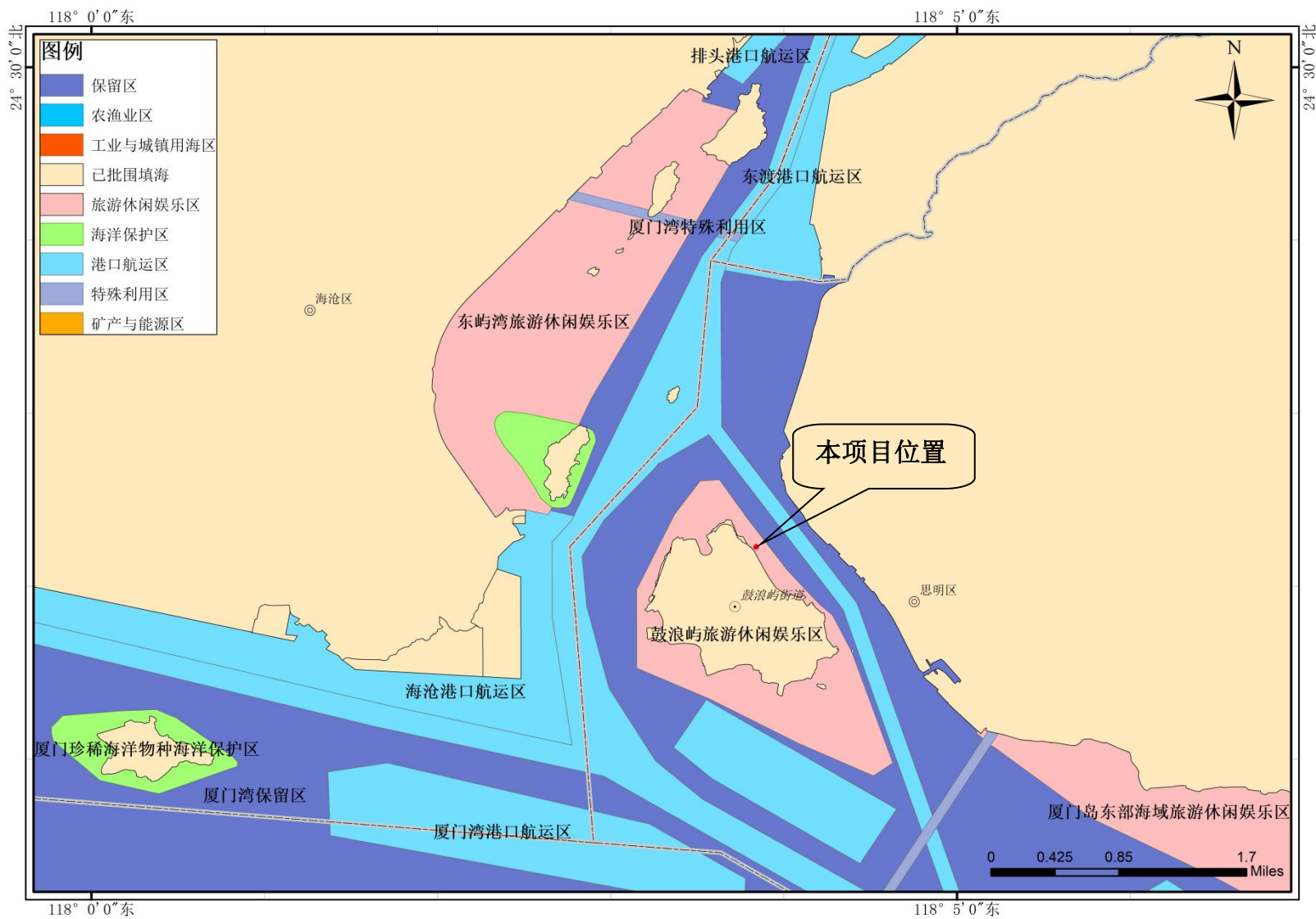


图 1.3-5 《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》

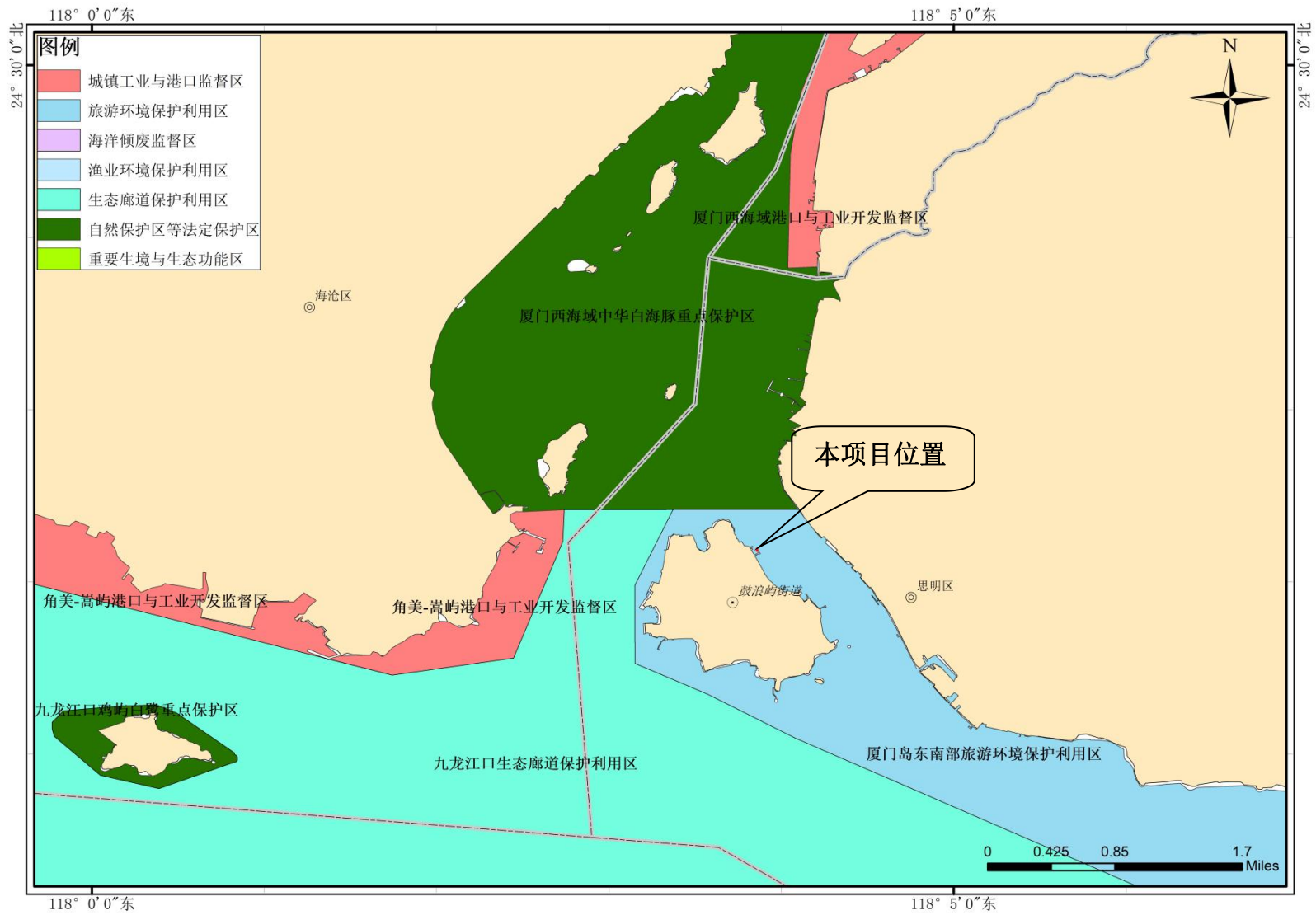


图 1.3-6 《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》

1.3.2 环境质量标准

1.3.2.1 环境空气质量标准

本项目所在区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。具体标准值列于下表。

表 1.3-1 环境空气质量标准 GB3095-2012（摘录）

污染物名称	取值时间	浓度限值		单位
		一级	二级	
SO ₂	年平均	20	60	ug/m ³
	24 小时平均	50	150	
	1 小时平均	150	500	
NO ₂	年平均	40	40	
	24 小时平均	80	80	
	1 小时平均	200	200	
CO	24 小时平均	4	4	mg/m ³
	1 小时平均	10	10	
O ₃	日最大 8 小时平均	100	160	ug/m ³
	1 小时平均	160	200	
PM ₁₀	年平均	40	70	
	24 小时平均	50	150	
PM _{2.5}	年平均	15	35	
	24 小时平均	35	75	

1.3.2.2 声环境质量标准

本项目所在区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类区标准，具体标准值列于下表。

表 1.3-2 声环境质量标准(GB 3096-2008) 单位：dB(A)

时段		昼间	夜间
声环境功能区类别			
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

1.3.2.3 海水水质标准

本项目周边海域海水水质评价执行第二类标准，具体标准值列于下表。

表 1.3-3 海水水质标准（GB3097-1997）（摘录）

单位：mg/L（水温、pH 除外）

项目	第一类	第二类	三类	第四类
水温	人为造成水温上升夏季不超过当时当地 1℃,其他季节不超过 2℃		人为造成水温上升不超过当时当地 4℃	
pH	7.8~8.5, 同时不超过海域正常变动范围 0.2pH 单位		6.8~8.8, 同时不超过海域正常变动范围 0.5pH 单位	
悬浮物质	人为造成增加量≤10		人为造成增加量≤100	人为造成增加量≤150
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量≤	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
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050
石油类≤	0.05		0.30	0.50
铜≤	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
镉≤	0.001	0.005	0.010	
砷≤	0.020	0.030	0.050	
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
总铬≤	0.05	0.1	0.2	0.5

1.3.2.4 海洋沉积物质量标准

本项目周边海域沉积物评价执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第一类标准。具体标准值列于下表。

表 1.3-4 海洋沉积物质量（GB 18668-2002）（摘录）

项目	指标		
	第一类	第二类	第三类
石油类($\times 10^{-6}$)≤	500.0	1000.0	1500.0
硫化物($\times 10^{-6}$)≤	300.0	500.0	600.0
有机碳($\times 10^{-2}$)≤	2.0	3.0	4.0
铜($\times 10^{-6}$)≤	35.0	100.0	200.0
铅($\times 10^{-6}$)≤	60.0	130.0	250.0
锌($\times 10^{-6}$)≤	150.0	350.0	600.0

项目	指标		
	第一类	第二类	第三类
镉($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00
汞($\times 10^{-6}$) \leq	0.20	0.50	1.00
砷($\times 10^{-6}$) \leq	20.0	65.0	93.0
铬($\times 10^{-6}$) \leq	80.0	150.0	270.0

1.3.2.5 海洋生物质量标准

本项目海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准。具体标准值见下表。

表 1.3-5 海洋生物质量

单位：mg/kg

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

1.3.3 污染物排放标准

1.3.3.1 废水排放标准

（1）船舶水污染物

船舶含油污水执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，具体如下：

本项目施工及运营期间，船舶仅在港口水域范围内航行、作业，应对船舶的排污设备实施铅封管理。对船舶实施铅封中，船舶和海事执法人员应：

- a) 核查图纸与机舱管系是否一致；
- b) 核实拟铅封阀门的作用；
- c) 确认相关管系中无油污水存在；
- d) 确认拟铅封阀门已经关闭紧；
- e) 停止一切与油污水有关的油类活动。

在实施铅封过程中，船舶轮机长应全程在场陪同，并确认铅封位置。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。

(2) 陆域生活污水

本项目码头生活污水纳入鼓浪屿黄家渡污水处理站处理，项目生活污水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4中三级标准及《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表1中B等级标准，具体标准限值见表1.3-10。

表 1.3-10 污水排放执行标准限值

序号	污染物	限值 (mg/L)	来源
1	pH (无纲量)	6~9	《污水综合排放标准》（GB8978-1996） 表 4 中三级标准
2	悬浮物(SS)	400	
3	五日生化需氧量(BOD ₅)	300	
4	化学需氧量(COD)	500	
5	氨氮	45	《污水排入城镇下水道水质标准》 (GB/T31962-2015) 表 1 中 B 等级

1.3.3.2 固废排放标准

生活垃圾排放控制要求按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）执行，本工程船舶生活垃圾收集后上岸委托环卫部门处理，船舶含油垃圾根据《国家危险废物名录》中的“危险废物豁免管理清单”，“含油抹布、劳保用品”全过程不按危险废物管理。

1.3.3.3 噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），见表1.3-11。运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准，见表1.3-12。

表 1.3-11 建筑施工场界环境噪声排放标准 (GB12523-2011) 单位：dB

昼间	夜间
70	55

表 1.3-12 工业企业厂界环境噪声排放标准(GB12348-2008) 单位：dB

厂界外声环境功能区类别	昼间	夜间
0	50	40
1	55	45

厂界外声环境功能区类别	昼间	夜间
2	60	50
3	65	55
4	70	55

1.3.3.4 大气污染物排放标准

项目施工期产生的颗粒物、NO_x、SO₂等大气污染物排放标准执行《厦门市大气污染物排放标准》（DB35/323-2018）表1中单位周界无组织排放监控浓度限值要求规定的限值，具体详见表1.3-13。

表 1.3-13 《厦门市大气污染排放标准》（摘录）

污染物名称	无组织排放监控浓度限值 (mg/m ³)	来源
颗粒物	0.5	DB35/323-2018
NO _x	0.12	
SO ₂	0.4	

运营期进出港船舶执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、第二阶段）（GB15097-2016）》中第二阶段标准（2021年7月1日后），详见表1.3-14。

表 1.3-14 船舶废气污染物排放限值及测量方法（GB15097-2016）第二阶段

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定静功率 (P) (kW)	CO (g/kWh)	HC+NO _x (g/kWh)	CH ₄ ⁽¹⁾ (g/kWh)	PM (g/kWh)
第1类	SV<0.9	P≥37	5.0	5.8	1.0	0.3
	0.9≤SV<1.2		5.0	5.8	1.0	0.14
	1.2≤SV<5		5.0	5.8	1.0	0.12
第2类	5≤SV<15	P<2000	5.0	6.2	1.2	0.14
		2000≤P<3700	5.0	7.8	1.5	0.14
		P≥3700	5.0	7.8	1.5	0.27
	15≤SV<20	P<2000	5.0	8.7	1.6	0.34
		2000≤P<3300	5.0	7.0	1.5	0.50
		P≥3300	5.0	9.8	1.8	0.50
	20≤SV<25	P<2000	5.0	9.8	1.8	0.27
		P≥2000	5.0	9.8	1.8	0.50
	25≤SV<30	P<2000	5.0	11.0	2.0	0.27
P≥2000		5.0	11.0	2.0	0.50	

(1) 仅适用于 NG（含双燃料）船机

1.4 评价工作等级和评价范围

1.4.1 评价工作等级

1.4.1.1 海洋环境影响评价等级

本项目申请总用海面积为 1.7596hm²，其中透水构筑物用海面积 0.8761hm²，港池用海面积 0.8835hm²，项目海域施工内容主要为桩基施工，对海洋地形地貌和冲淤环境影响较小，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的相关规定，海水水质环境、海洋水文动力环境、海洋生态和生物资源环境、海洋沉积物环境评价等级低于三级。本项目属于“其他类型海洋工程”中“产生较轻微冲刷、淤积的工程项目”，海洋地形地貌与冲淤环境为三级。

因此，本项目海洋环境影响评价等级为三级。

1.4.1.2 大气环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018），“对等级公路、铁路项目，分别按项目沿线主要集中式排放源（如服务区、车站大气污染源）排放的污染物计算其评价等级”，本工程作为客运码头改扩建工程，主要废气污染源为船舶停靠时排放的船舶尾气，不存在集中大气污染源。参照公路、铁路进行评价等级判定，并结合本项目的实际情况、周边敏感点的位置分布等，大气环境评价等级定为三级，对项目大气环境影响进行简要分析。

1.4.1.3 声环境影响评价等级

本项目营运期主要噪声污染源是靠泊船舶航行和游客交谈噪声，根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009），“建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的1类、2类地区，或建设项目前后评价范围敏感目标噪声级增高量达3-5dB（A）[含5dB（A）]，或受噪声影响人口数量较多时，按二级评价”。本工程所处区域为2类区，声环境评价定为二级。

1.4.1.4 风险评价等级

本项目环境风险物质为船舶使用的柴油，《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录B中“381 油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）”对应的油类物质临界量为2500t，本项目运营船舶最大载油量11.21t，计算该物质的总量与其临界量比值，即 $Q=11.21/2500=0.0045<1$ ，本项目环境风险潜势为 I，可开展简单分析。考虑到本项目所在海域位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区白海

豚外围保护地带，仍选择适用的数值方法预测船舶溢油环境风险，给出风险事故情形下可能造成的影响范围与程度。

1.4.2 评价范围

1.4.2.1 海洋环境影响评价范围

(1) 海洋水文动力环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），3级评价垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离不小于2km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离。

根据本项目水文动力实测数据以及平均涨潮、落潮历时，计算出本项目纵向距离不小于10km。

(2) 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价范围

同海洋水文动力环境影响评价范围。

(3) 海洋水质环境影响评价范围

海域水质环境现状的调查与评价范围应能覆盖建设项目的评价区域及周边环境影响所及区域。

(4) 海洋沉积物环境影响评价范围

同水质评价范围。

(5) 海洋生态环境影响评价范围

海洋生态环境影响三级评价要求以主要评价因子受影响方向的扩展距离3~5km。

(6) 海域评价范围确定

根据上述各要素评价范围要求，并结合工程所处海域特征，确定本项目评价范围面积约145km²，评价范围各控制点坐标见表1.4-2。

表 1.4-2 海域评价范围控制点坐标表

控制点编号	东经	北纬
F1	118°1'45.54"	24°33'6.27"
F2	118°1'44.14"	24°32'18.85"
F3	117°57'48.43"	24°27'22.07"
F4	117°58'6.25"	24°24'54.79"
F5	117°58'10.00"	24°24'25.16"
F6	117°58'13.05"	24°23'59.80"
F7	118°6'24.17"	24°20'44.93"

控制点编号	东经	北纬
F8	118°8'8.62"	24°22'53.07"
F9	118°8'0.18"	24°25'32.81"
F10	118°6'1.47"	24°33'13.83"
F11	118°5'21.85"	24°33'51.61"



图 1.4-1 海域评价范围图

1.4.2.2 大气环境影响评价范围

大气评价等级为三级，不设置大气评价范围。

1.4.2.3 声环境影响评价范围

根据导则要求，施工期、营运期声环境影响评价范围确定为距工程边界外 200m 的范围，评价范围见图 1.5-1。

1.4.2.4 风险评价范围

根据《水上溢油环境风险评估技术导则标准》(JT/T1443-2017),以泄漏源数模预测72小时后污染物可能到达的扩散范围做为海域风险评价范围,风险评价范围面积约299km²。



图 1.4-2 风险评价范围图

1.5 环境保护目标

1.5.1 陆域环境保护目标

本项目陆域环境保护目标主要为周边居住区、遗址区及旅游生活区,具体位置见图 1.5-1。

表 1.5-1 陆域环境保护目标

环境要素	敏感目标名称		主要功能	与本项目的关系		保护目标
				方位	最近距离	
大气环境、声环境	①	龙渊别墅	居住区	W	96m	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准、《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类区标准
	④	餐厅旅馆	旅游生活区	SSW	121m	
	②	美国领事馆	遗址区	SW	123m	不受影响
	③	私立鼓浪屿医院遗址	遗址区	SW	185m	
	⑤	三丘田码	遗址区	S	80m	

		头遗址				
--	--	-----	--	--	--	--

1.5.2 海域环境保护目标及风险保护目标

本项目海域及风险评价范围内环境保护目标包括厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）大屿岛、厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）西海域、鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区、厦门东部海洋保护区生态保护红线区、厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）鸡屿岛、吴冠重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区、九龙江口国家级重要滨海湿地生态保护红线区、龙海市自然保护区。

表 1.5-2 海域保护目标及风险保护目标

序号	环境保护目标名称	地理位置	与项目相对位置	生态保护目标
①	大屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）大屿岛）	大屿及其周边海域。四至： 118°2.'19.3"-118°2.'55.09"E， 24°27'26.56"-24°28'1.4"N	西北侧 1.9km	白鹭等鹭鸟物种及其生境
②	西海域海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚））	四至：118°1.'50.52"-118°6.'1.48"E， 24°27'16.09"-24°34'13.81"N	北侧 458m	国家一级重点保护濒危野生动物中华白海豚物种及其生境
③	鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区（鼓浪屿—万石山风景名胜区、鼓浪屿世界遗产区）	鼓浪屿及其周边海域。四至： 118°3.'0.85"-118°4.'8.13"E， 24°26'12.21"-24°27'27.5"N	-	自然岸线、沙滩、海滨浴场、海岸景观等国家级风景名胜区旅游资源
④	厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门国家级海洋公园海洋特别保护区）	厦门岛白城至椰风寨沿岸海域。四至： 118°5.'39.49"-118°10'19.84"E， 24°25'24.28"-24°27'22.38"N	东南侧 3.8km	自然沙质岸线、礁石及滨海旅游景观
⑤	厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门国家级海洋公园海洋特别保护区）	厦大白城至浦口沿岸海域范围（不含厦门东部海洋保护区生态保护红线禁止区）。四至： 118°5.'22.2"-118°12'24.7"E， 24°24'24.5"-24°31'0.91"N	东南侧 3.7km	自然沙质岸线、礁石及滨海旅游景观
⑥	吴冠重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区	海沧湾吴冠沿岸海域。四至： 118°2.'39.8"-118°3.'9.18"E， 24°31'45.6"-24°32'11.34"N	西北侧 8.3km	重要自然岸线
⑦	大屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）鸡屿岛）	鸡屿及其周边海域。四至： 117°59'46.11"-118°1.'8.94"E， 24°25'48.03"-24°26'17.23"N	西南侧 5.5km	白鹭等鹭鸟物种及其生境
⑧	九龙江口国家级重要滨海湿地生态保护红线区	九龙江河口。四至： 117°53'47.51"-118°1.'19.95"E， 24°23'38.28"-24°28'0.78"N	西南侧 5.9km	湿地生态系统
⑨	龙海九龙江河口湿地自然保护区	九龙江河口。四至： 117°53'12.9"-118°2.'52.1"E， 24°24'11.1"-24°28'46.9"N	西南侧 3.8km	河口湿地、红树林、水禽、鸟类等



图 1.5-1 声环境影响评价范围及陆域环境保护目标

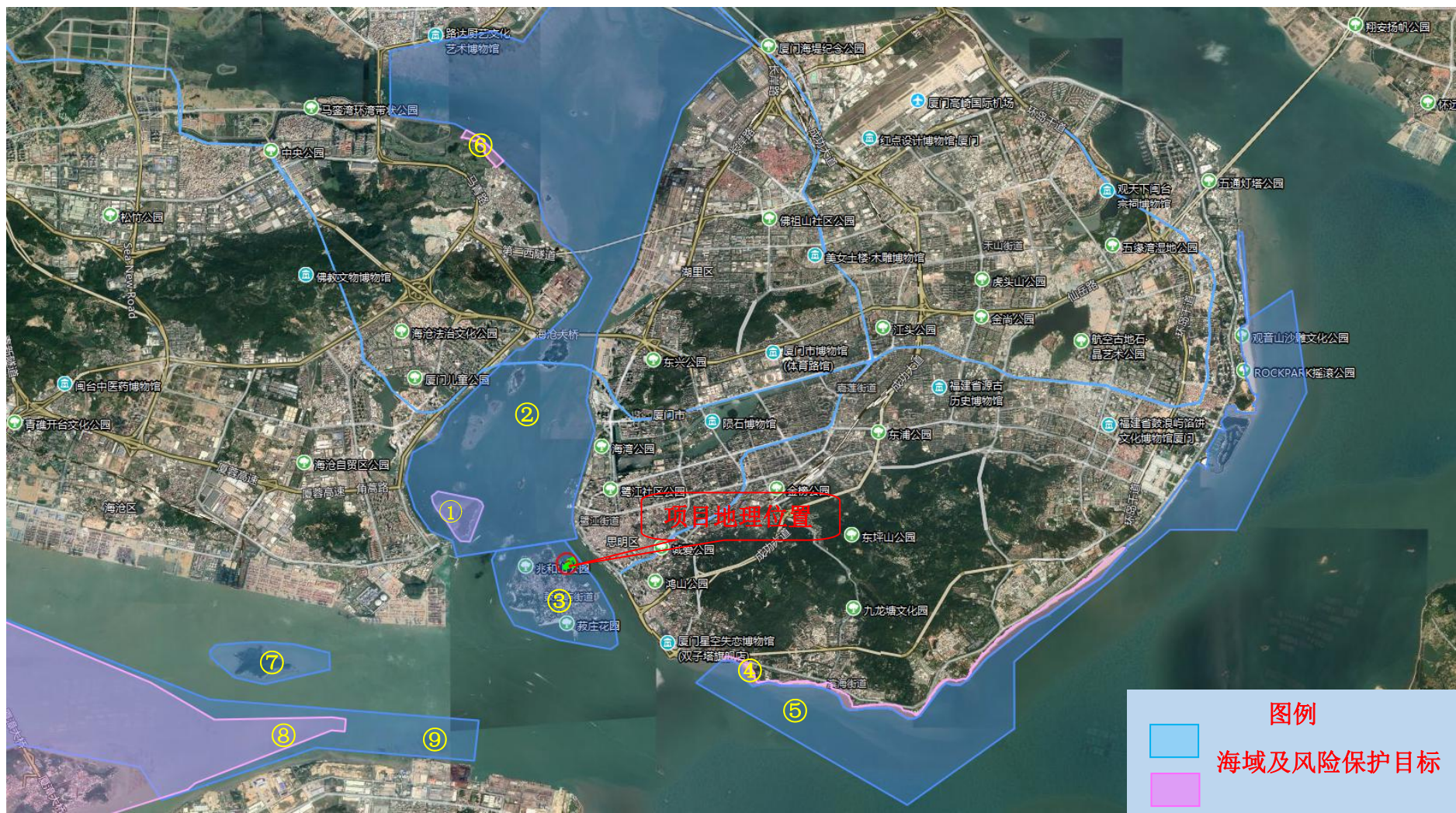


图 1.5-2 海洋环境保护目标

1.6 相关规划、条例、功能区划、规划环评符合性分析

1.6.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性

1.6.1.1 福建省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(2011-2020年)》，工程所在地海域环境规划为“厦门南部海域二类区(FJ110-B-II)”(图1.3-4)，主导功能为“新鲜海水供应、旅游、航运”，辅助功能为“浴场、纳污”，近期、远期执行第二类海水水质标准。

本工程为旅游客运码头改扩建项目，符合厦门南部海域二类区(FJ110-B-II)的主导功能。另外本工程建设对附近海域水质及生态环境影响较小，因此，项目建设符合《福建省近岸海域环境功能区划(2011~2020年)》。

1.6.1.2 福建省海洋功能区划

根据《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》，本项目位于“鼓浪屿旅游休闲娱乐区”(A5-21)，见图1.3-5。

表 1.6-1 项目与《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》符合性分析表

	区划相关要求	本项目符合性
用途管制	保障旅游基础设施、浴场、游乐场用海	本项目为旅游客运码头改扩建项目，为旅游基础设施，符合项目所在海域用途管制要求
用海方式	严格限制改变海域自然属性	本项目用海方式为透水构筑物及港池，项目用海基本未改变海域自然属性
海岸整治	保护和改善海岸景观	工程总体外观设计与原有码头一致，与海岸景观较为协调
海洋环境保护要求	保护海岛景观和地形地貌；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。	项目建设不影响海岛景观及地形地貌；项目用海能够落实相关海洋功能区的环境保护要求，不会降低现状的海水水质标准。

综上，本项目建设符合《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》的要求。

1.6.1.3 福建省海洋环境保护规划

根据《福建省海洋环境保护规划(2011~2020年)》(图1.3-6)，项目所在海域位于“厦门岛东南部旅游环境保护利用区”(2.2-15)。该区域环保管理要求为“保护海岸景观和沙滩资源，控制周边陆源污染物排放。控制旅游活动规模，防止旅游活动对海域环境的污染。”所在海域执行第二类海水水质标准，第一类海洋沉积物质量和海洋生物质量标准。

表1.6-2 项目与《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》符合性分析表

区划相关要求	本项目符合性
保护海岸景观和沙滩资源	项目平台与岸线保持一定距离，不占用岸线，不会对鼓浪屿沙滩资源造成破坏，工程总体外观设计与原有码头一致，与海岸景观较为协调
控制周边陆源污染物排放	本项目施工期及营运期产生的废水及固体废物均采取相应的环保措施，有效的控制陆源污染物排放。
控制旅游活动规模，防止旅游活动对海域环境的污染	建设单位通过控制船票数量控制上岛游客人数，项目建设后有效提升了旅游品质，但不会大幅增加旅客人数，不扩大旅游规模。项目营运期废水、废气、噪声和固体废物等各项污染物均采取积极有效的环保措施，对海域环境的影响较小。

综上，本项目符合《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》的要求。

1.6.1.4 厦门市海洋环境保护规划

根据《厦门市海洋环境保护规划（2016-2020年）》，项目所在及其附近海域属于“2.2-4鼓浪屿周边海域旅游环境保护利用区”，见图1.6-1。鼓浪屿周边海域旅游环境保护利用区的环境质量目标执行第二类海水水质标准（无机氮、活性磷酸盐四类），第二类海洋沉积物质量标准，第一类海洋生物质量标准，管理要求为：保护海岸自然景观和沙滩资源，控制周边陆源污染物排放。控制旅游活动规模，防止旅游活动对海域环境造成污染。严格保护鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹，禁止一切损害沙滩、海滨浴场与海岸景观的开发活动，禁止围填海、挖沙、采石、倾倒、养殖用海活动，禁止破坏沙滩、诱发岸滩蚀退的开发活动。

表 1.6-3 项目与《厦门市海洋环境保护规划（2016-2020 年）》符合性分析表

区划相关要求	本项目符合性
保护海岸自然景观和沙滩资源	项目平台与岸线保持一定距离，不占用岸线，不会对鼓浪屿沙滩资源造成破坏，工程总体外观设计与原有码头一致，与海岸景观较为协调
控制周边陆源污染物排放	本项目施工期及营运期产生的废水及固体废弃物均采取相应的环保措施，有效的控制陆源污染物排放。
控制旅游活动规模，防止旅游活动对海域环境的污染	建设单位通过控制船票数量控制上岛游客数量，项目建设后有效提升了旅游品质，但不会大幅增加旅客人数，不扩大旅游规模。项目营运期废水、废气、噪声和固体废弃物等各项污染物均采取积极有效的环保措施，对海域环境的影响较小。
严格保护鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹，禁止一切损害沙滩、海滨浴场与海岸景观的开发活动，禁止围填海、挖沙、采石、倾倒、养殖用海活动，禁止破坏沙滩、诱发岸滩蚀退的开发活动	项目平台与岸线保持一定距离，不新增占用岸线，不会对鼓浪屿沙滩、海滨浴场等造成破坏，工程总体外观设计与原有码头一致，高度及形态与海岸景观较为协调，项目建设不涉及围填海、挖沙、采石、倾倒、养殖用海活动，不对沙滩、岸滩造成破坏。

综上，项目建设符合《厦门市海洋环境保护规划（2016-2020年）》的要求。

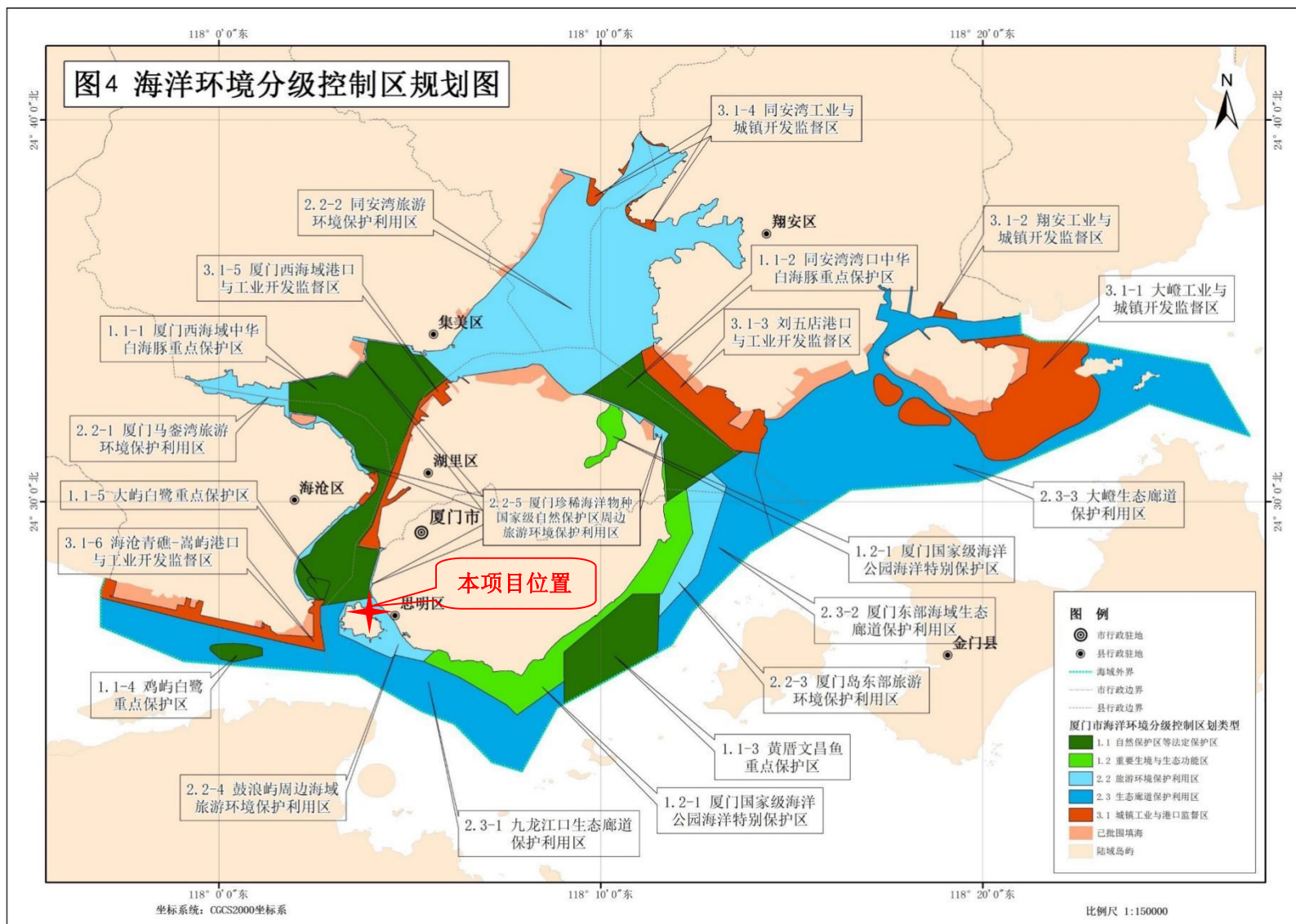


图 1.6-1 《厦门市海洋环境保护规划（2016~2020 年）》

1.6.2 相关规划、条例的符合性分析

1.6.2.1 《中华人民共和国自然保护区条例》

本工程位于中华白海豚外围保护地带（见图1.6-2）。根据《中华人民共和国自然保护区条例》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。限期治理决定由法律、法规规定的机关作出，被限期治理的企业事业单位必须按期完成治理任务”。

本项目施工期及运营期产生的废水及固体废弃物均采取相应的环保措施，有效的控制陆源污染物排放。项目运营期废水、废气、噪声和固体废物等各项污染物均采取积极有效的环保措施，经《鼓浪屿三丘田码头改建工程对中华白海豚及其栖息地影响专题评价报告》论证，本工程建设不会损害自然保护区内的环境质量。本项目符合《中华人民共和国自然保护区条例》的要求。

1.6.2.2 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处于厦门海域（地理坐标为117°53'~118°26'E、24°23'~24°44'N）。按照中华白海豚、文昌鱼和鹭科鸟类等保护对象的分布区域划定了保护区及外围保护地带。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）位于第一码头和嵩屿连线以北、高集海堤以南的西港海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点连线的同安湾口海域；厦门市其他海域为保护区外围保护地带，呈连续分布。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）包括大屿岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂。

《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》的功能区适应性管理措施要求，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。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）实行封闭式管理。严格执行《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》，禁止任何单位和个人擅自进入大屿岛和鸡屿岛。

本工程位于白海豚保护区外围保护地带（见图1.6-2）。根据《鼓浪屿三丘田码头改建工程对中华白海豚及其栖息地影响专题评价报告》，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙、噪声和其他环境污染物对中华白海豚和白鹭的影响较小，在可接受的范围内；施工船舶的航速较小；项目运营期没有污染源入海，船舶通航对中华白海豚的正常活动影响较小，不会影响中华白海豚的区域分布选择。在采取严格的保护措施和有效的应急预案的情况下，对保护区的影响程度较小。因此，本项目符合《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》。

1.6.2.3 厦门市中华白海豚保护规定

厦门市中华白海豚保护规定具体内容包括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。任何单位和个人都有义务保护中华白海豚资源及其生存环境，并有权监督、检举和控告一切破坏中华白海豚资源及其生存环境的行为。市渔业行政管理部门应当组织对中华白海豚资源的调查，建立资源档案，制定保护发展规划，实施自然保护区的建设和各项管理制度，组织科学研究和学术交流等活动，采取有效措施，维护和改善中华白海豚的生存环境，保护和增殖中华白海豚资源。任何单位和个人发现受伤、搁浅和因误入港湾而被困的中华白海豚时，应当及时采取紧急救护措施并报告市渔政管理机构处理；误捕入网的，应当及时放生；发现已经死亡的中华白海豚应当及时报告或送交市渔政管理机构处理等内容。

其中关于建设工程的内容如下：

“第十四条在厦门中华白海豚自然保护区内进行活动，应遵守下列规定：

(1) 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；

(2) 禁止底拖网和高2m，连续长度150m以上的流刺网作业；

(3) 禁止以娱乐或盈利为目的的高速摩托艇和滑水活动；

(4) 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；

(5) 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。”

本工程为码头改扩建工程，位于白海豚保护区外围保护地带，未进行中华白海豚自然保护区内禁止的活动，未设置排污口，未进行水下爆破、填海工程等，施工船舶及运营船舶规定航速不超过8节；工程施工期悬浮泥沙降低了鱼类生产力，减少了作业区内中华白海豚的食物来源，但悬沙影响范围较小，仅限于码头桩基施工2.77hm²范围内，施工结束后即可恢复海水水质，并进行相应的生态损失补偿。因此本项目符合《厦门市中华白海豚保护规定》的要求。

1.6.2.4 厦门市大屿岛白鹭自然保护区管理办法

《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》确定厦门大屿岛白鹭自然保护区（以下简称自然保护区）的范围为大屿岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂。第七条规定，禁止任何单位和个人擅自进入自然保护区。禁止在自然保护区内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动。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。

本项目为客运码头改扩建工程，距离大屿岛白鹭保护区最近距离为1.9km，施工期悬浮泥沙、噪声等对保护区的影响较小；根据中山片区改造提升计划，拟在下午时段（13:00~18:00）增开鼓浪屿三丘田码头至轮渡码头的单向航线，工程营运期船舶密度增加，船舶鸣号可能对白鹭造成一定影响，在加强宏观管理的前提下，可有效减小对白鹭的影响。项目施工及营运期使用船舶应禁止进入自然保护区，禁止在大屿岛界标内停泊。综上，本项目符合《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的要求。

1.6.2.5 鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划

《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030年）》将保护区划分为一级、二级、三级保护区三个层次，并对一、二级保护区实施重点保护控制，本项目位于规划中二级保护区，见图 1.6-3。二级保护区的分级保护要求为：进一步提高万石山的森林覆盖率，加强乡土物种的抚育，保护生物多样性，对已被破坏的风景资源实施景观和生态恢复；严格控制区内设施规模和建设风貌，区内除本规划确定的必要的游赏设施建设外，严禁其它类型的开发和建设。规划中关于游船码头规划为完善现有鼓浪屿轮渡、三丘田和内厝澳等码头；根据需要增设部分旅游码头。

本工程属于规划完善的现有三丘田码头，因此项目建设符合《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030年）》。

1.6.2.6 厦门市旅游发展规划

《厦门市旅游发展规划（2004-2020年）》中提出：在规划期内厦门建成中国南方最重要的旅游中心口岸城市之一，中国生态质量最好的滨海旅游城市之一和东亚地区著名的旅游目的地；远景目标是最终建成一定知名度的全球性旅游目的地。

鼓浪屿风景名胜集合区（历史、艺术、文化、岛海景物）是厦门市 11 个旅游资源集合区之一，是厦门本岛的一处重要旅游资源开发区，是国家级 5A 景区之一。本工程建设将提高三丘田码头的运营能力，缓解出岛客流压力，提高乘船舒适度，满足夜间内厝澳码头停运后，三丘田码头作为重要离岛通道的需要，更好的为鼓浪屿旅游业服务。

因此，本工程的建设符合《厦门市旅游发展规划》（2004-2020年）。

1.6.2.7 《厦门港总体规划（2035年）》

本项目位于《厦门港总体规划（2035年）》规划港口岸线及作业区外，不影响港口岸线及作业区，与《厦门港总体规划（2035年）》不冲突。

1.6.2.8 鼓浪屿文化遗产地保护管理规划

根据《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》，遗产区为鼓浪屿全岛及岛屿周边礁石所界定的近岛海域范围，本工程位于遗产区内（图 1.6-4），但不属于核心要素保护范围、全国、省内重点文物保护单位、历史建筑保护范围、划定的岛内可发展用地及可调整用地、《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划》中划定的核心区（图 1.6-5、1.6-6）。根据该规划中遗产区内保护管理规定，本项目所在区域管理要求为“应在空间格局上保持历史原貌，不得增加新的开发建设，不得建设污染历史遗存及其环境的设施，不得进行可能影响各类遗产要素安全及其环境的活动。区域内的改造更新项目，须经相应的文物行政部门同意后，报厦门市建设规划部门批准”。

本项目为客运码头改扩建项目，不占用陆域，高度不会对岛上景观造成遮挡，不会对岛上历史原貌造成影响，且施工期及营运期各项污染物均得到妥善处理，不会对各类遗产要素的安全和环境造成影响；该改扩建项目已编制《三丘田码头改建工程遗产影响评估报告》，并于 2021 年 6 月获厦门市鼓浪屿-万石山风景名胜区管委会关于同意工程建设的复函。

因此，本项目建设符合《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》。

1.6.2.9 《中华人民共和国文物保护法》及《中华人民共和国文物保护法实施条例》

根据闽文物[2016]62号文件“福建省文化厅 福建省住房和城乡建设厅 关于公布省级以上文物保护单位建设控制地带的通知”，全国重点文物保护单位——鼓浪屿近代建筑群的建设控制地带为鼓浪屿全岛。《中华人民共和国文物保护法》中第十八条规定，“在文物保护单位的建设控制地带内进行建设工程，不得破坏文物保护单位的历史风貌；工程设计方案应当根据文物保护单位的级别，经相应的文物行政部门同意后，报城乡建设规划部门批准”，第十九条规定，“在文物保护单位的保护范围和建设控制地带内，不得建设污染文物保护单位及其环境的设施，不得进行可能影响文物保护单位安全及其环境的活动。对已有的污染文物保护单位及其环境的设施，应当限期治理”。《中华人民共和国文物保护法实施条例》根据《中华人民共和国文物保护法》制定。条例中第十三条规定，“文物保护单位的建设控制地带，是指在文物保护单位的保护范围外，

为保护文物保护单位的安全、环境、历史风貌对建设项目加以限制的区域。文物保护单位的建设控制地带，应当根据文物保护单位的类别、规模、内容以及周围环境的历史和现实情况合理划定”。

表 1.6-5 项目与文物保护要求符合性分析

规划相关要求	本项目符合性
不得破坏文物保护单位的历史风貌	本工程高度及外型设计合理，不会对岛上景观造成遮挡，不会对岛上历史原貌造成影响
工程设计方案应当根据文物保护单位的级别，经相应的文物行政部门同意后，报城乡建设规划部门批准	项目建设已于 2022 年 3 月获国家文物局的批准同意，项目海域使用论证已经厦门市自然资源和规划局审批。
在文物保护单位的保护范围和建设控制地带内，不得建设污染文物保护单位及其环境的设施，不得进行可能影响文物保护单位安全及其环境的活动	施工期及营运期各项污染物均得到妥善处理，不会对各类遗产要素的安全和环境造成影响

综上，本工程建设符合《中华人民共和国文物保护法》及《中华人民共和国文物保护法实施条例》相关规定。

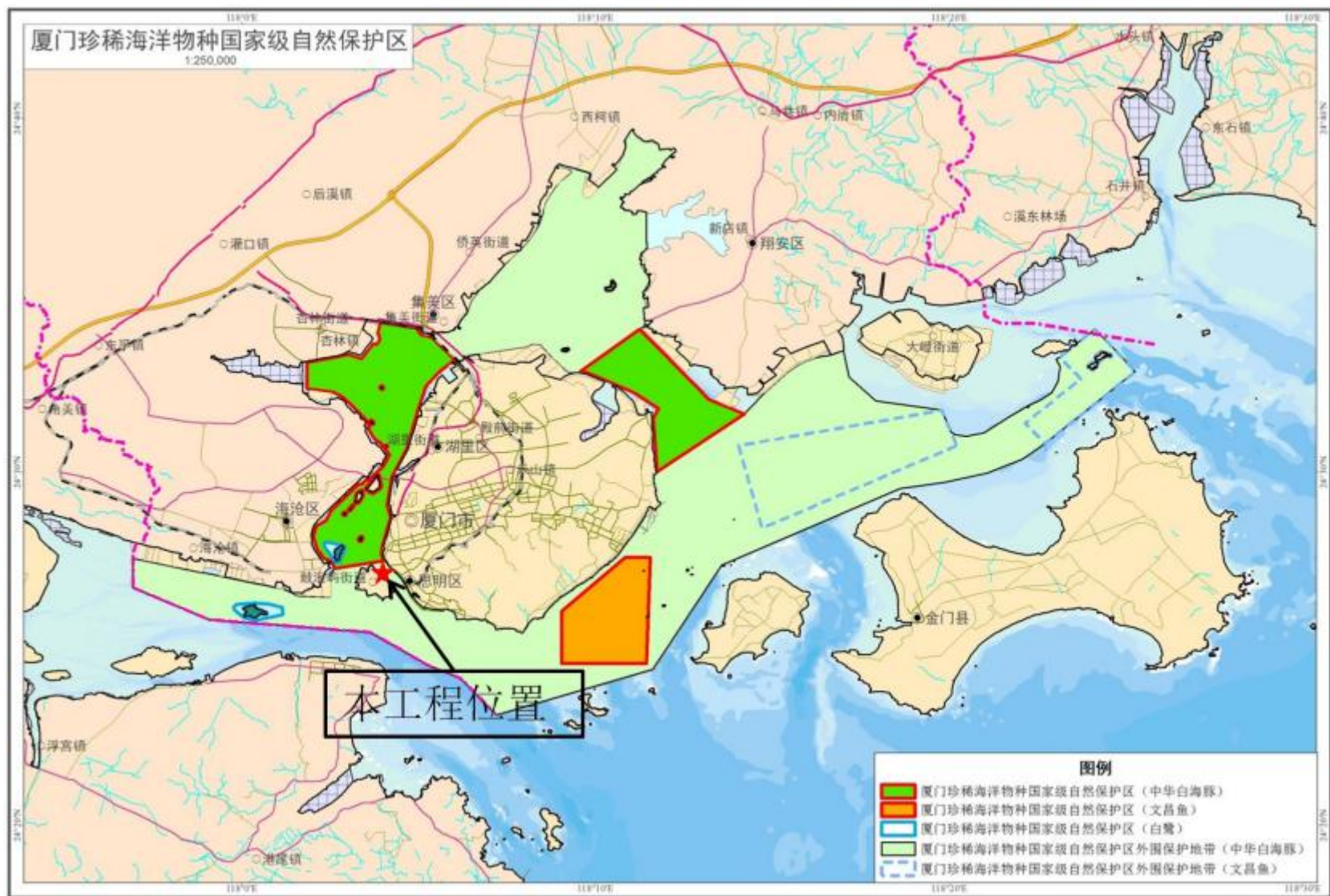


图 1.6-2 厦门市珍稀海洋物种国家级自然保护区

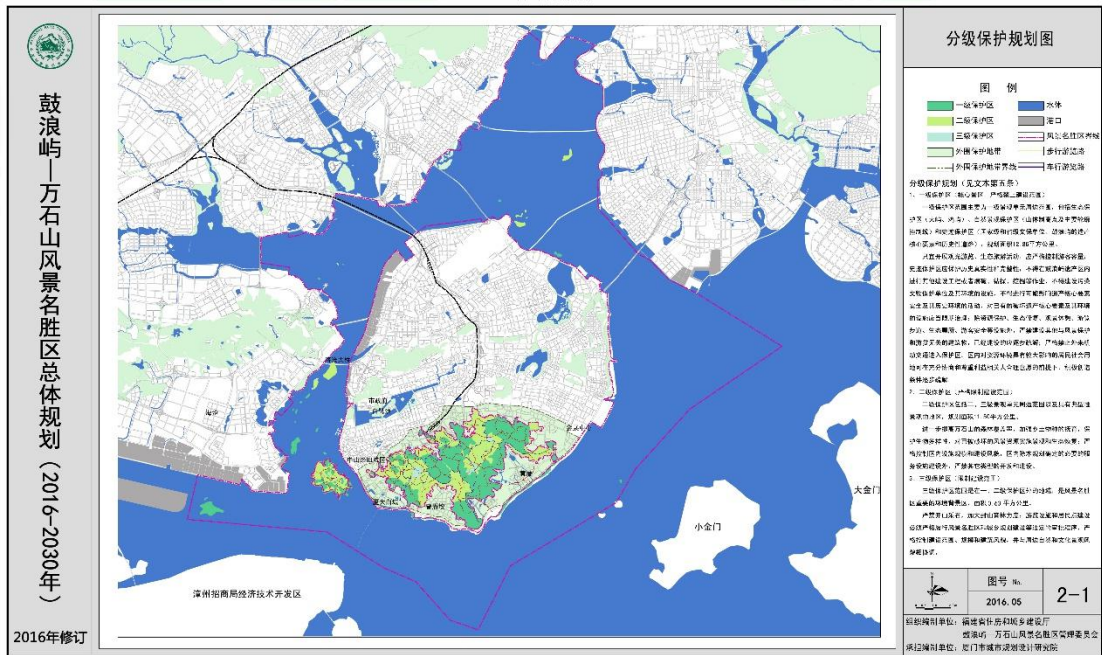


图 1.6-3 《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划》分级保护规划



遗产区与缓冲区规划图

图例

- 遗产核心要素
- 遗产区
- 缓冲区
- 环境控制区



遗产地环境控制区规划图

图 1.6-4 鼓浪屿遗产区与缓冲区规划图

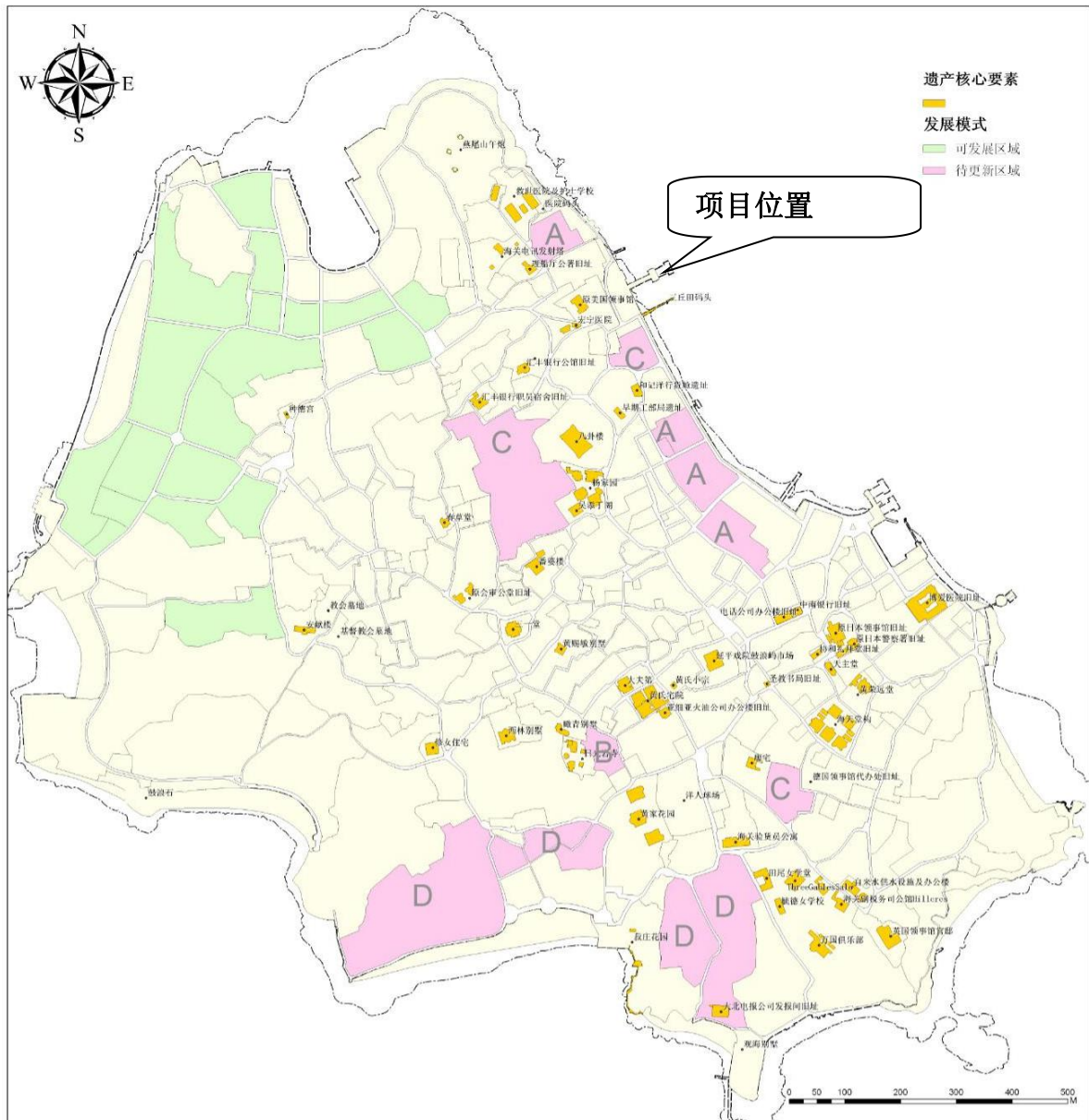


图 1.6-5 鼓浪屿可发展、可更新区域规划图



图 1.6-6 项目周边核心要素及各级保护区划图

1.7 三线一单符合性分析

1.7.1 生态保护红线符合性分析

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》（图 1.7-1），项目位于鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区（350200-LVR-II-1）内。

该红线已于 2017 年 12 月 28 日经福建省人民政府批复，闽政文[2017]457 号。

表 1.7-1 福建省海洋生态保护红线划定成果（摘录）

名称	代码	管控类别	生态保护目标	管控措施
鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区	350200-LVR-II-1	限制类	自然岸线、沙滩、海滨浴场、海岸景观等国家级风景名胜旅游区旅游资源	执行《中华人民共和国风景名胜区条例》等相关规定。禁止破坏沙滩、诱发岸滩蚀退的开发活动；原则上禁止高潮线向陆一侧 200 米或第一个永久性构筑物或防护林以内新建不利于沙滩稳定和滨海景观的设施；沙质海岸向海一侧 3.5 海里内禁止挖沙等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。确需在红线区内进行渔业及其执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线等公益或公共基

			<p>基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。</p>
--	--	--	---

表 1.7-2 项目与《福建省海洋生态保护红线划定成果》符合性分析表

生态保护红线相关要求	本项目符合性
保护自然岸线、沙滩、海滨浴场、海岸景观等国家级风景名胜区旅游资源	项目平台与岸线保持一定距离，不占用岸线、沙滩及滨海浴场，不会对自然岸线、沙滩、海滨浴场造成破坏，本工程高度及外型设计合理，不会海岸景观造成影响
根据《中华人民共和国风景名胜区条例》第三十条，“风景名胜区内内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。在风景名胜区内进行建设活动的，建设单位、施工单位应当制定污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌”。	本项目符合《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划》相关要求，改扩建码头高度及外型设计合理，不会对海岛景观造成破坏，项目建成后可有效提升旅游品质，不会妨碍游览；建设单位、施工单位应制定污染防治方案，严格落实各项环保措施，减少对海水水质、海洋生态环境的影响，尤其是要落实对中华白海豚的保护措施。因此，项目建设符合要求。项目建设已于 2021 年 6 月获厦门市鼓浪屿-万石山风景名胜区管委会关于同意工程建设的复函。
禁止破坏沙滩、诱发岸滩蚀退的开发活动；原则上禁止高潮线向陆一侧 200 米或第一个永久性构筑物或防护林以内新建不利于沙滩稳定和滨海景观的设施；沙质海岸向海一侧 3.5 海里内禁止挖沙等可能诱发沙滩蚀退的开发活动	本项目不属于上述禁止开发活动
在红线区内进行渔业及其执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。	业主已委托编制《三丘田码头改建工程海域使用论证报告表》，并通过专家评审；项目建设已于 2021 年 6 月获厦门市鼓浪屿-万石山风景名胜区管委会关于同意工程建设的复函；《三丘田码头改建工程建设项目遗产影响评估报告》于 2022 年 3 月获国家文物局的批准同意。
禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。	项目施工期及运营期污水、固体废物均采取相应的处理措施，不外排，不增设污染物集中排放口，对海洋环境质量的影响较小。

根据上述分析，本工程水工建筑结构为高桩墩式结构，不是红线区内禁止类开发活动，后方为环鼓路，属于人工岸线，码头外形经过合理设计，对岛上景观相协调，因此工程建设不会破坏红线区的海洋自然景观和历史遗迹的原始风貌；项目建设不涉及新建不利于沙滩稳定和滨海景观的设施，施工不会诱发岸滩蚀退，不会破坏岸线和海岸景观等旅游资源；建设单位、施工单位应制定污染防治方案，严格落实各项环保措施，减少对海水水质、海洋生态环境的影响，尤其是要落实对中华白海豚的保护措施。项目已完

成遗产影响评估报告，并取得厦门市鼓浪屿-万石山风景名胜区管委会关于同意工程建设的复函及国家文物局与省文物局审批，项目建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》相关要求。

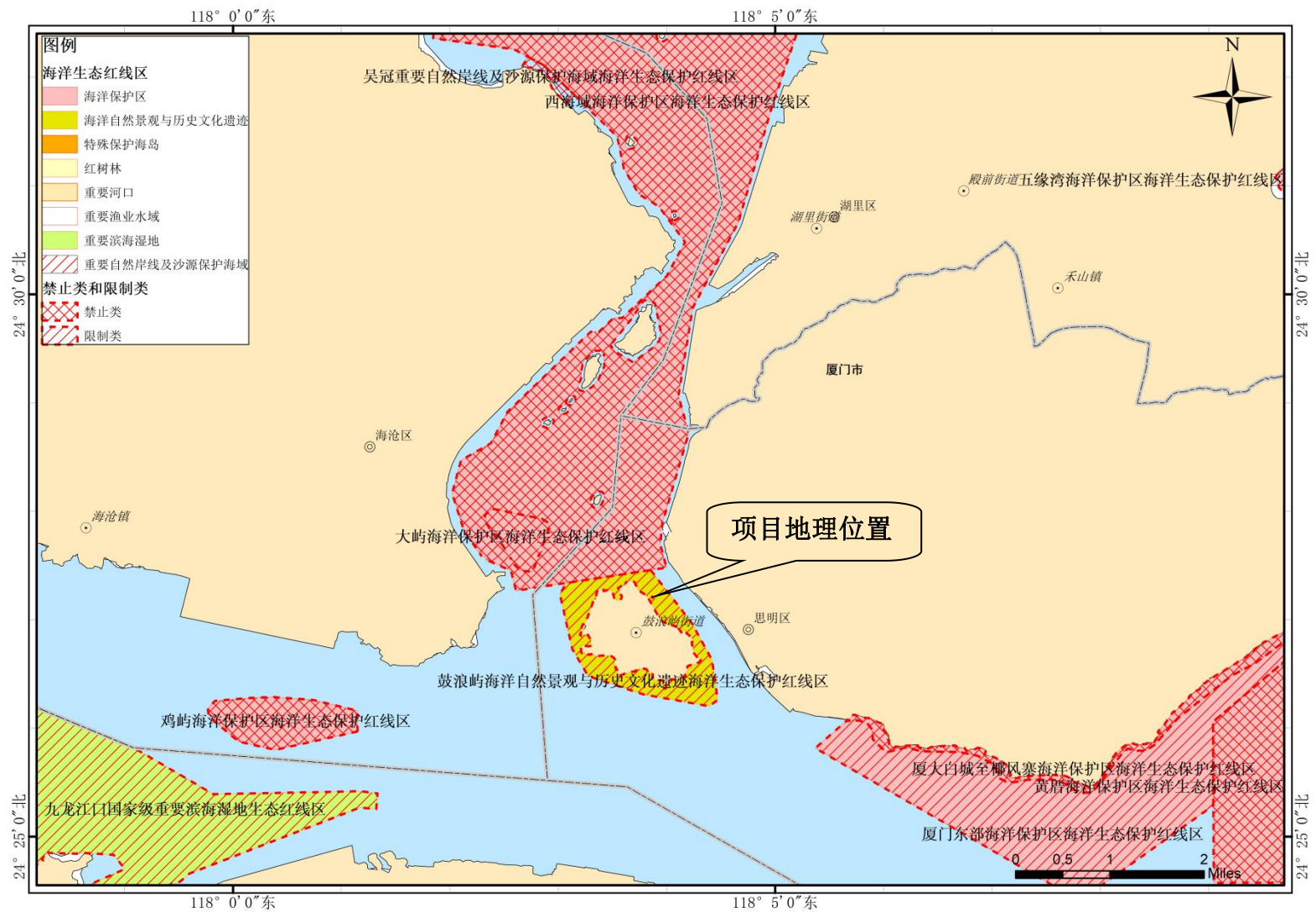


图 1.7-1 福建省海洋生态保护红线区分布图

1.7.2 环境质量底线符合性分析

项目所在区域的环境质量底线为：环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；声环境质量目标为《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；海域水环境质量目标为《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类。

根据现状调查，区域环境空气质量、声环境质量符合对应标准，海水水质无机氮和活性磷酸盐含量超过第四类海水水质标准的要求，其余各调查因子基本符合或优于海域使用功能的要求。经预测，本项目施工期及营运期的环境影响均符合相应污染物排放标准，对环境的影响较小，不会突破环境质量底线。

1.7.3 资源利用上线符合性分析

本项目施工期及营运期用水、用电等依靠陆域且用量较少，项目不占用现有陆域土地，本次项目用海申请是在三丘田码头原有海域使用权证注销的前提下，整合新增用海与原有已确权用海，总申请用海面积1.7596公顷，较原确权宗海面积1.7891公顷相比，减少了0.0295公顷的用海面积，没有新增占用岸线，对海域空间资源占用很小；营运期船用燃料应使用低硫柴油，衔接厦门市交通运输体系发展方向。因此，本项目建设不会突破资源利用上限。

1.7.4 环境准入清单符合性分析

1.7.4.1 与《厦门市生态环境准入清单（2021年）》符合性分析

（1）与厦门市生态环境总体准入要求的符合性分析

厦门市生态环境局于2021年6月28日印发《厦门市生态环境总体准入要求》，经比照，《厦门市生态环境总体准入要求》相关内容已纳入《厦门市生态环境准入清单（2021年）》。

根据《厦门市生态环境准入清单（2021年）》中的厦门市生态环境总体准入要求，厦门市的近岸海域空间布局约束及污染物排放管控要求见表1.7-3：

表 1.7-3 与厦门市生态环境总体准入要求符合性分析

		准入要求	符合性
厦门市近岸	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。	本项目为透水构筑物，不涉及该条款内容
		2.除经专题论证确实无法避让海洋保护区的海底管线、通道项目、航道港池维护及符合规划的港口航道建设项目以外，禁止在海洋保护区中进行其它任何项目建设。	本项目不占用海洋保护区，符合

海域	3.厦门湾港口航道区的建设及维护要注意保护临近或穿越白海豚保护区的生态环境。	本项目不涉及该条款内容
	4.限制在工业与城镇用海区内准入工业直排海排污口建设,城镇污水处理厂排污口严格论证并确保污水达标排放,合理设置排放口,不得影响海洋自然保护区等海洋有限保护单元。	本项目不涉及该条款内容
	5.逐步引导厦门湾沿海工业向岛外、工业园区转移,推进制造业产业空间的置换和优化。	本项目不涉及该条款内容
	6.新增用海项目(含岸线)在确保不影响毗邻海域功能区的环境质量、避免用海冲突的前提下方可准入。	本项目不涉及该条款内容
	7.厦门境内海域范围内禁止海域养殖项目。	本项目不涉及该条款内容
生态保护修复	1.实施海洋生物多样性保护,加强中华白海豚、白鹭、厦门文昌鱼、中国鲎等珍稀濒危生物资源保护与生境修复。	本项目不涉及该条款内容
	2.禁止猎捕、杀害中华白海豚、白鹭、厦门文昌鱼、中国鲎等国家重点保护野生动物。海洋工程和海上活动应当采取措施,预防、控制可能对野生动物造成的危害。	建设单位已委托编制《鼓浪屿三丘田码头改建工程对中华白海豚及其栖息地影响专题评价报告》,采取适当措施预防、控制可能对白海豚造成的危害。
	3.持续推进维护已实施生态修复的火烧屿、土屿等岛屿。鸡屿、大屿、土屿等海洋保护区内海岛,以保护生境、维护海岛生态多样性、稳定性为主要目标。宝珠屿、鳄鱼屿、大离浦屿等,实施生态修复时可兼顾景观视线、旅游休闲的需求。	本项目不涉及该条款内容
	4.通过侵蚀海岸防护、海堤生态化建设改造等措施,提升海岸生态功能和防灾减灾功能,构建海岸生态安全屏障。	本项目不涉及该条款内容
污染物排放管控	1.各类保护区内禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物,禁止新设污染物集中排放口,禁止倾废。 2.规范入海排污口设置,清理非法或设置不合理排污口。 3.实施九龙江-厦门湾污染物排海总量控制,控制九龙江入海断面水质,削减氮磷入海总量,全面整治水质劣于V类的入海小河流。 4.为减轻市政污水处理厂处理处置压力,应强化排放氮磷污染物的重点工业园区和企业、规模化畜禽养殖场(养殖小区)等的总氮、总磷控制,从源头削减污染物排放量。 5.厦门市城镇污水处理设施执行《厦门市水污染物排放标准》(DB135/322-2018)中表2相应标准。 6.强化陆海污染联防联控,推动“蓝色海湾”整治项目、海岸带生态保护修复工程等重大工程建设,推进沿海岸线自然化和生态保护修复。	本项目不涉及该条款内容

由表1.7- 3可知，项目建设符合《厦门市生态环境准入清单（2021年）》中厦门市生态环境总体准入要求。

（2）与厦门市环境管控单元准入要求的符合性分析

根据《厦门市生态环境准入清单（2021年）》中的厦门市环境管控单元准入要求，项目位于鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋一般生态空间与鼓浪屿旅游休闲娱乐区，该区域生态环境准入条件见表1.7-4。

表 1.7-4 与厦门市环境管控单元准入要求的符合性分析

类别	空间单位名称、范围、面积	生态保护目标	准入条件		符合性分析	
优先保护单元	鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋一般生态空间。（鼓浪屿及其周边海域。四至：118°3'0.85"-118°4'28.13"E，24°26'12.21"-24°27'27.5"N，1.77km ² ）	自然岸线、沙滩、海滨浴场、海岸景观等国家级风景名胜区旅游资源	空间布局约束	1. 禁止准入破坏沙滩、诱发岸滩蚀退的开发项目、围填海项目及水产养殖项目。 2. 确需在生态保护红线区内进行渔业及其执法码头、陆岛交通码头、旅游客运码头、道路交通、航道锚地、海底管线等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后方可准入。 3. 禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废。	本项目为旅游客运码头改扩建工程，属于鼓浪屿旅游配套服务设施的建设，不属于破坏沙滩、诱发岸滩蚀退的开发项目、围填海项目及水产养殖项目；项目已开展《三丘田码头改扩建工程海域使用论证》、《三丘田码头改扩建工程文物影响评估报告》、《厦门鼓浪屿三丘田码头改扩建工程对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区及中华白海豚影响专题评价报告》等专题论证，符合鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋一般生态空间的准入条件；项目不设污染物集中排放口，无倾废行为。符合准入条件。	
			生态保护修复	准入沙滩整治养护、岸线生态恢复类项目，采取自然生态修复措施，整治修复受损的近岸海域生态。		本项目不涉及该条款内容
			污染物排放管控	禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物。		工程建设及运营过程将按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，不排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，符合生态环境准入条件。

综上分析，建设项目符合《厦门市生态环境准入清单（2021年）》中厦门市环境管控单元准入要求。

（3）与分行业生态环境准入要求的符合性分析《厦门市生态环境准入清单（2021年）》中分行业生态环境准入要求对客运码头的准入要求见表1.7-5。

表 1.7-5 与分行业生态环境准入要求的符合性分析

类别名称	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
滚装、客运、工作船、游艇码头	准入东渡港区、五通码头	根据港区规划进入相关功能码头作业区	(1) 报告表：告知承诺制 (2) 报告书：许可制

本项目所在区域不在管控单元准入指引中的准入区域，但本项目是在现有工程的基础上进行改扩建，项目属于《厦门市人民政府办公厅关于印发海上旅游客运优化提升实施方案的通知》（厦府办〔2021〕43号）中的5个改造码头之一。项目建设与分行业生态环境准入要求不冲突。

1.7.4.2 与《产业结构调整指导目录（2019年本）》符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，项目属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

综上，本项目的建设可满足“三线一单”的要求。

第二章 现有工程回顾评价

2.1 现有工程概况及鼓浪屿航线运营现状

2.1.1 现有工程规模

三丘田码头现有 60m 趸船一艘、26m 趸船一艘，两船通过一座 11m 的浮桥相连，共占水域长度 97 米（图 2.1-1）。

现有码头曾在 2012 年实施了改扩建工程，在原三丘田码头（图 2.1-2）平台前沿线东侧新建了现在的 65m×28m 码头平台 1 座，通过 1 座 56.5m×16m 人行引桥及已建驳岸相连，码头平台和人行引桥顶标高为 7.50m，码头平台通过 4 座 25m×5m 钢引桥与前方的浮码头（1 座 60m×15m 趸船）相连（图 2.1-3）。图 2.1-4 为三丘田码头为码头现状的影像图叠加现有码头平面布置图。

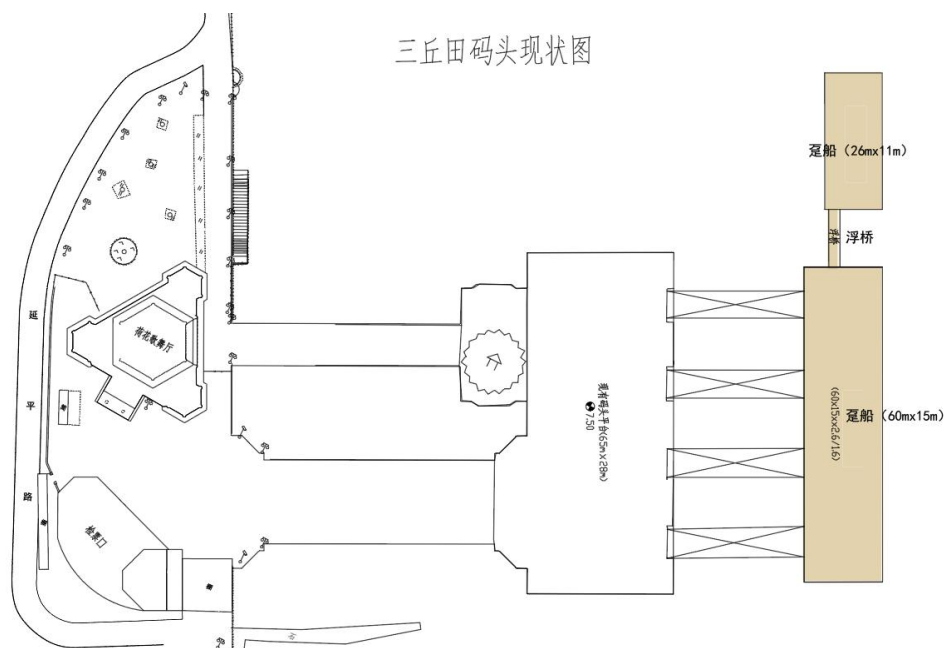


图 2.1-1 三丘田码头现状平面示意图

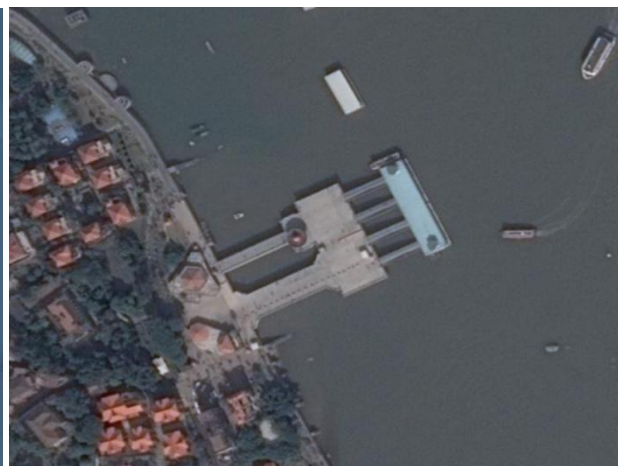


图 2.1-2 2012 年 1 月三丘田码头扩建前 图 2.1-3 2013 年 12 月三丘田码头扩建后

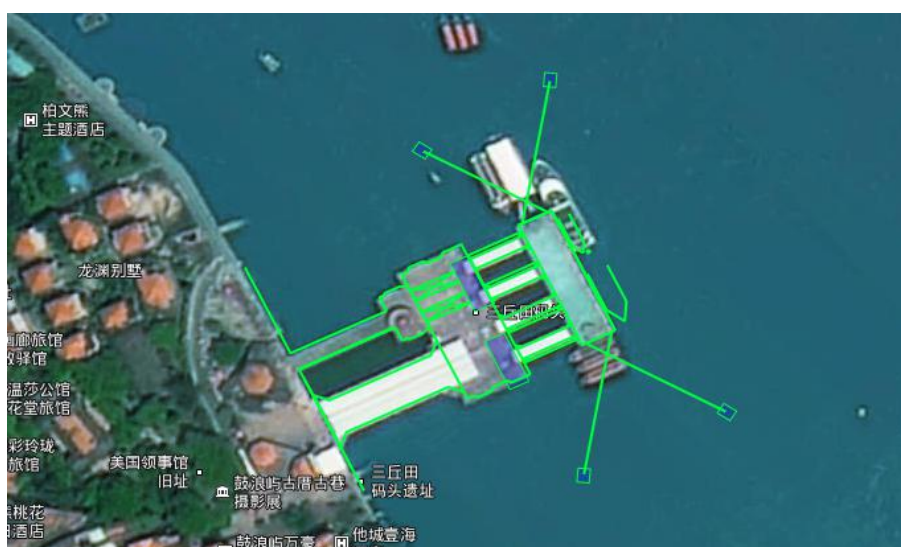


图 2.1-4 2021 年 7 月三丘田码头现状



图2.1-5 项目现状（一）



图 2.1-5 项目现状（二）

(1) 码头平台

整个码头平台结构分为前、后两个各自独立的结构：前方墩台和后方平台。

前方墩台采用现浇钢筋混凝土墩台结构，长 16.23m，宽 8m，高 2.0m。每个墩台设置 8 根 ϕ 1200mm 冲孔灌注桩。共设 4 个墩台。

后方平台分为 1 个分段，长 65m，宽 20m。码头排架间距 7.5m，基桩采用 ϕ 1000mm 冲孔灌注桩，部分基桩根据工程场地地质情况采用全断面嵌岩以提高桩基承载力，每榀排架布设 4 根桩。上部结构采用现浇横梁、叠合纵向梁系、叠合面板等结构。

(2) 人行引桥

人行引桥结构采用高桩梁板结构。引桥排架间距 7.5m，基桩采用 ϕ 1000mm 冲孔灌注桩，每榀排架布设 4 根桩。上部结构采用现浇横梁、叠合纵向梁系、叠合面板等结构

(3) 趸船

表 2.1-1 鼓浪屿三丘田码头现有运营趸船主尺度

总长 (m)	型宽 (m)	型深 (m)	设计吃水 (m)	备注
60	15	2.6	1.6	闽厦门趸 0066
26	11	1.7	1.0	闽厦门趸 0007

三丘田码头现有 60m 趸船为运营中的趸船，此趸船最多支持两艘船舶停靠，停靠船型为轮渡 20（船长 30.26m）及闽厦门客 006（船长 20.7m）。北侧的 26m 趸船外观老旧，无引桥配套与码头平台连接，仅作为非运营船舶停靠使用。

2.1.2 鼓浪屿各航线运营现状

2014 年起，鼓浪屿开始实行游客和居民使用不同的码头和航线，有效分流的同时缓解旅游和社区生活矛盾，并完善遗产监测监督指标控制的执行效果。居民走路程短、换乘便捷的轮渡-钢琴码头和厦鼓航线，航程约 7 分钟，游客则走东渡邮轮中心码头-三丘田码头和内厝澳码头，以及海沧嵩屿码头-内厝澳码头，航程约 20-30 分钟，既使游客有更多在游船上观赏鼓浪屿全景的视角和机会，又大幅缓解了厦门岛鹭江道轮渡码头的交通组织压力，同时通过将游客分流到不同登岛码头，进一步均衡鼓浪屿内部的游客分布，避免在狭窄密集在社区道路中形成过度集中的人潮。



图 2.1-6 鼓浪屿轮渡码头航线

现状厦门岛内外往返鼓浪屿共涉及 6 个码头、5 条航线，其中承载量最大是三丘田码头和钢琴码头。其中，三丘田码头为游客码头，2 条航线，分别去往轮渡码头（夜间）和邮轮中心（日间），每日有 64/70 班次（冬/夏令时）；钢琴码头为市民码头，1 条航线，去往轮渡码头，每日有 83 班次。

表 2.1-2 鼓浪屿现状航线情况统计表

序号	航线	航班早晚时间 (夏令时)	班次	乘坐对象	班次 (冬/夏令时)
1	邮轮中心码头——鼓浪屿三丘田码头	07:10—18:30	20min/班	市民、游客	32/35
2	邮轮中心码头——鼓浪屿内厝澳码头	07:10—18:30	20min/班	市民、游客	32/35

序号	航线	航班早晚时间 (夏令时)	班次	乘坐对象	班次 (冬/夏令时)
3	第一码头——鼓浪屿内厝澳码头	07:00—18:00	1h/班	市民	12/13
4	轮渡码头——鼓浪屿钢琴码头	05:45—00:30	10-20min/ 班	市民	83
5	轮渡码头——鼓浪屿三丘田码头	17:50—23:45	20-30min/ 班	市民、游 客	21/24

表 2.1-3 鼓浪屿轮渡码头航标一览表

游客及市民往返鼓浪屿航线信息							
轮渡航线		航线类型	班次		每班最大 载客量	轮渡日容量	
鼓浪屿岛外码头	鼓浪屿岛内码头		冬令	夏令		冬令	夏令
邮轮中心厦鼓码头	三丘田码头	游客航线 (日间)	32	35	499	15968	17465
邮轮中心厦鼓码头	内厝澳码头		32	35	499	15968	17465
嵩鼓(屿)码头	内厝澳码头		22	24	499	10978	11976
厦门轮渡码头	三丘田码头	游客航线 (夜间)	24	21	499	11976	10497
总计			110	115		54890	57385
厦门轮渡码头	钢琴码头	市民专线	83		499	41417	
厦门第一码头	内厝澳码头		14	14	499	6986	6986
总计			97	97		48403	48403

注：夏令时间从6月1日至9月30日，冬令时间从10月1日至次年5月31日

2.1.3 上岛游客量

根据近 10 年年上岛人数统计数据来看，鼓浪屿在列入世界遗产名录之前，到访人数年总量曾一直攀升，在 2014 年达到顶峰。2015 年管理部门开始实时流量控制，年上岛人数总量有所降低。自 2017 年成功列入《世界遗产名录》，鼓浪屿作为旅游目的地对游客的吸引力进一步提升。厦门市政府自 2017 年 6 月 30 日起将鼓浪屿的日最大承载力调整为 50000 人次，其中包括大约 10000 至 15000 名本市居民通勤流量，实际游客人数限制在 35000 人次。轮渡运营部门监测数据表明，自下调日上岛人数总量指标以来，日上岛人数始终控制在 5 万人次以内，年上岛人数变化也趋于稳定。政策落实的流量控制取得了直接的管控效果，鼓浪屿上交通拥挤、旅游安全和各种配套的压力得到明显的缓解。

但鼓浪屿仍存在必须面临较大旅游压力的时段，从公共假期和非公共假期上岛人数的数据来看，公共假期日均总人数达到 46118 人，总体迫近限流上限；周末日均总人数也达到 41115 人。

现状航线客流分布较为稳定。其中三丘田码头乘客数量最多，同时存在明显高峰（13:00 开始乘客量上升明显，下午 18~19 时乘客数量达到顶峰），最高峰时期客流可达 4555 人次/h。

鼓浪屿进岛游客选择内厝澳码头（1.3 万人/日）和三丘田码头（1.5 万人/日）的数量接近。但出岛方向，选择三丘田码头出岛的游客要远远多于内厝澳码头。

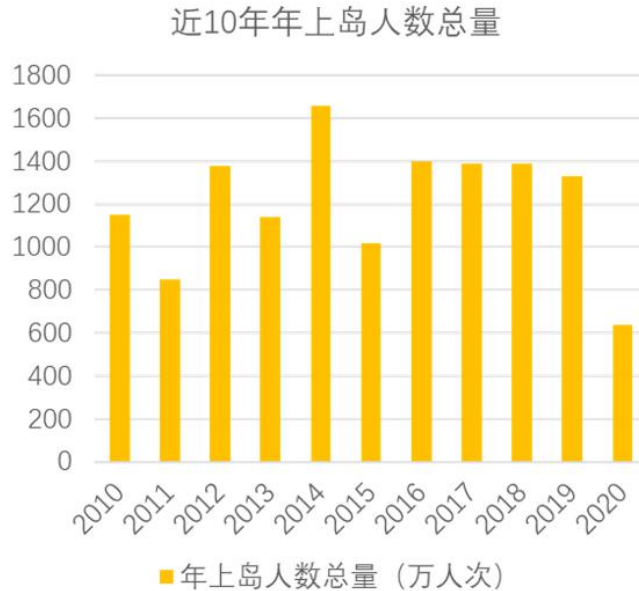


图 2.1-7 近 10 年年上岛人数总量

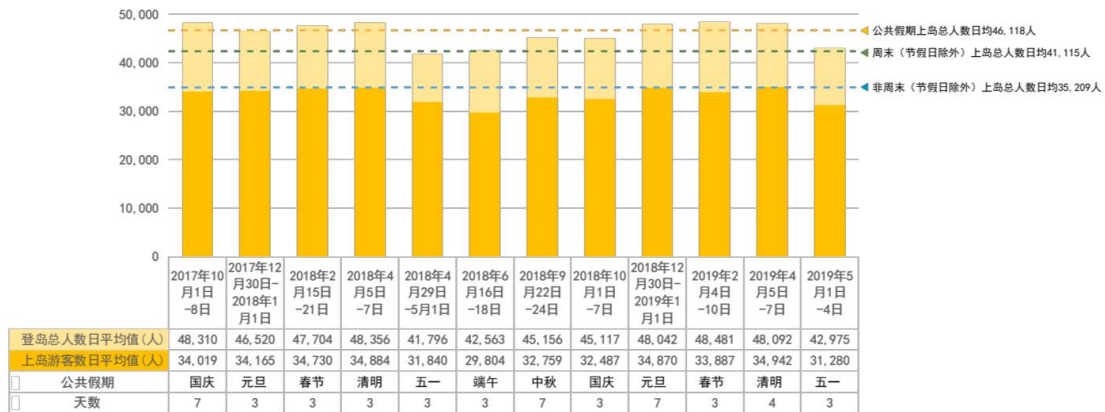


图 2.1-8 公共假期和非公共假期上岛人数平均值统计

2.1.4 鼓浪屿三丘田码头游客承载力现状

三丘田码头因地理上靠近厦门本岛和鼓浪屿上多数核心要素及开放景点，且相连航道较短、航线平稳，因此成为游客上下岛的首选码头。从各码头航线承运客流量统计数据来看，邮轮中心码头-三丘田码头目前是游客承运量最大的航线，约 86% 的游客选择从三丘田码头离岛；下午 17:30 内厝澳码头停运后（夜间航行安全需要），三丘田码头

便成为游客唯一的离岛通道。船舶每隔 20 分钟双向驶离两端码头，行驶时间约 7 分钟。

表 2.1-4 现有三丘田通过量统计

2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
1477.77	1273.52	1246.18	1310.34	1281.7	558.7

由于三丘田码头目前的两个泊位仅能同时停靠两艘船舶，导致需求量大于运载量。根据对现状三丘田码头通过能力的测算，现状码头年通过能力为 1114 万人次，稍小于现有通过量。造成这一情况的主要原因是轮渡公司为保证行驶安全，对每趟航班进行了限流，只装载最大承载量（499 人）的 85%（约 424 人），造成高峰期码头通过能力无法及时消化客流，导致游客大量拥挤、排队。

在旅游淡季，游客往往需要等候 20 分钟左右，而到了旅游旺季，最长等候时长会达到 3 个小时以上，严重影响了游客到访体验，码头还经常出现大量游客滞留的情况。三丘田码头近年来一直存在游客候船拥挤、排队时间过长的问题，这也是轮渡公司收到投诉的重点问题。

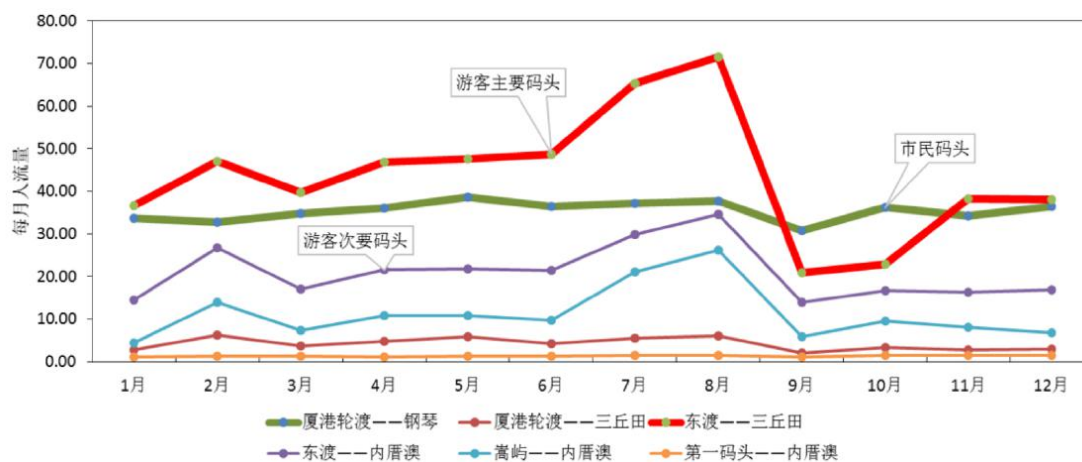


图 2.1-9 鼓浪屿各码头航线承运客流量统计

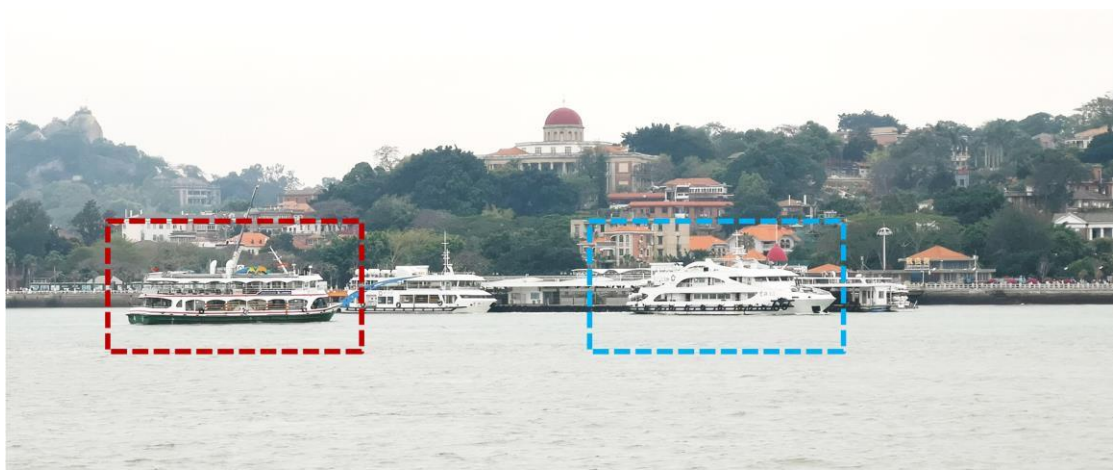


图 2.1-10 停泊泊位受限导致船舶排队情况频发

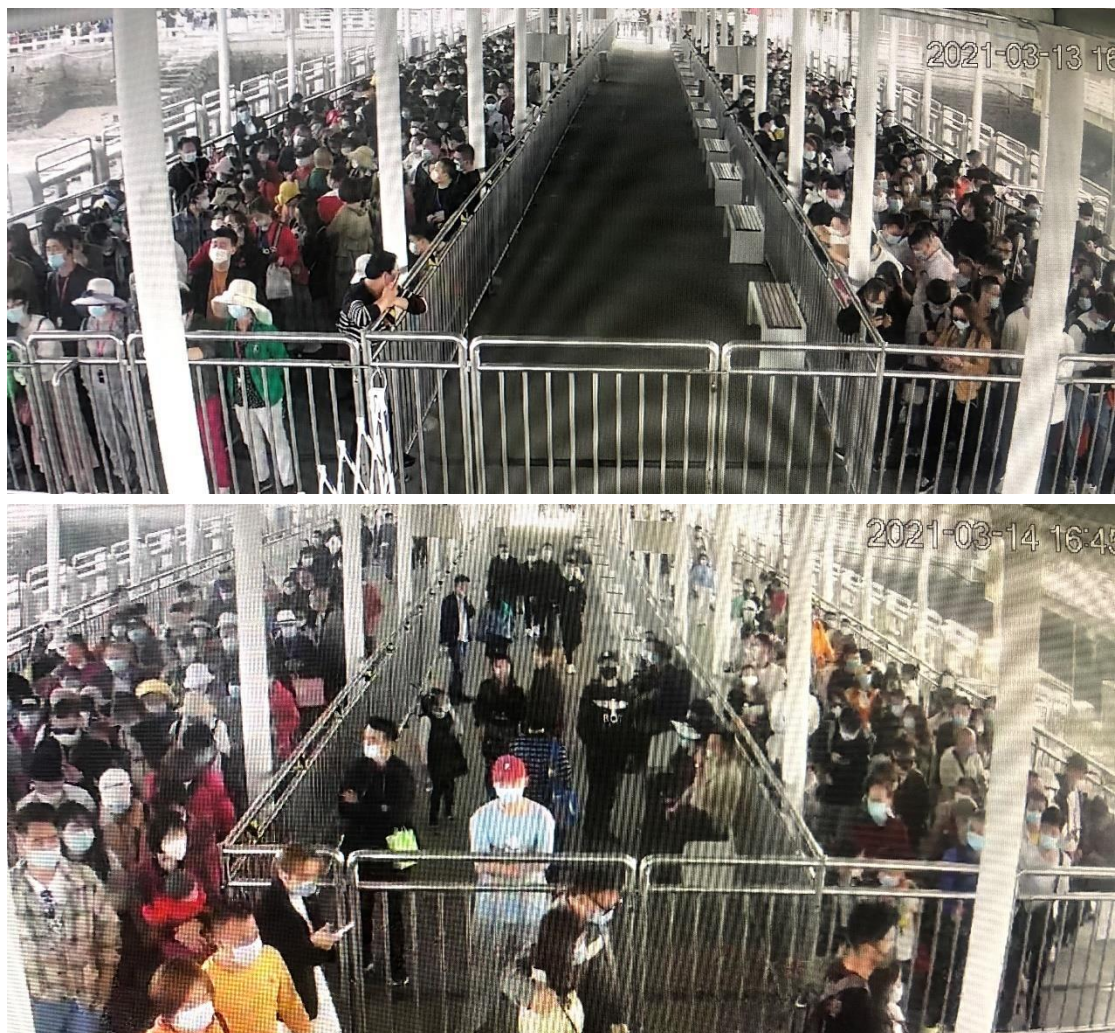


图 2.1-11 非节假日期间三丘田码头侯船区域拥挤情况

2.2 环评审批情况

《轮渡码头扩建及配套工程——鼓浪屿三丘田码头扩建工程环境影响报告表》于2012年1月获得厦门市生态环境局批复。

2.3 竣工环保验收情况

现有工程于2014年4月25日通过竣工环保验收，负责验收的环境保护行政主管部门意见为：经现场勘查，该项目主要功能为轮渡客运服务设施。项目建设内容包括一座码头平台，一座人行天桥，一座浮游码头，共计两个泊位；项目无明显噪声源。根据《建设项目环境保护管理条例》第二十三条、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》第十七条规定，项目需要配套建设的环境保护设施和措施经验收合格。

2.4 现有工程产排污情况环保设施运行情况

(1) 污水

根据建设单位提供资料，三丘田码头现运营船舶约10艘，含油污水产生量约为400t/a，运营船舶运行中产生的舱底油污水统一收集在闽厦门趸0070后，交由厦门七七七顺时捷船务有限公司；码头工作人员生活污水产生量约为526.5t/a，生活污水纳入5#截流井，进入黄家渡污水处理站处理，生活污水水质主要污染物浓度大体为：COD_{Cr}：400mg/L、BOD₅：250mg/L、SS：400mg/L、NH₃-N：35mg/L，运营期生活污水产生量见下表2.4-2。

(2) 固体废物

船舶含油垃圾主要是船舶定期维护保养产生的含油抹布、劳保用品，根据码头营运经验产生量约0.05t/a，根据《国家危险废物名录（2021年版）》中的“危险废物豁免管理清单”，其全过程不按危险废物管理，全部混入生活垃圾委托环卫部门清运。

船舶生活垃圾由于码头仅供游客排队候船及下船，游客停留时间较短，产生生活垃圾可忽略不计。

工作人员的生活垃圾产生量约为每人1.0kg/d，趸船及码头设置垃圾桶，生活垃圾分类回收处理，生活垃圾产生量约为13t/a。

固体废物总产生量约为13.05t/a，固体废物由鼓浪屿环卫部门统一清运。

(3) 废气

根据建设单位提供资料，三丘田现有码头船舶年总耗油量为650t，根据《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，船舶大气污染物排放系数见表2.4-1，

根据系数计算得到船舶大气污染物年排放量为：SO₂ 0.008t/a，NO_x 30.94t/a，CO 15.47t/a，PM_{2.5} 2.37t/a，HC 4.02t/a。

表 2.4-1 船舶大气污染物排放系数

污染物	SO ₂	NO _x	CO	PM _{2.5}	HC
排放系数(g/kg 燃料)	0.0128	47.60	23.80	3.65	6.19

(4) 噪声

根据2021年10月对工程三丘田码头的声环境现状调查，码头厂界测点噪声符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。

(5) 环境风险应急物资配备

厦门轮渡有限公司已编制《厦门轮渡有限公司船舶污染事故应急预案》，目前码头配有200kg吸油棉。

(6) 现有工程污染物排放情况及处置情况

表 2.4-2 现有码头污染物排放及处置情况

污染物	项目	产生量 (t/a)	处理情况	
污水	船舶含油污水	400	由厦门七七七顺时捷船务有限公司回收处理	
	生活污水	526.5	纳入 5#截流井，进入黄家渡污水处理站处理	
	污染物	COD		0.211
		BOD ₅		0.132
		SS		0.211
氨氮		0.018		
大气	SO ₂	0.008	-	
	NO _x	30.94	-	
	CO	15.47	-	
	PM _{2.5}	2.37	-	
	HC	4.02	-	
固体废物	生活垃圾	13	由鼓浪屿环卫部门统一清运	
	含油垃圾	0.05	全过程不按危险废物管理，混入生活垃圾	

2.5 环保问题及以新带老整改要求

现有码头运营过程未出现环保投诉情况，不存在明显环境问题；码头位于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），属于敏感地区，建议结合本次码头改扩建同步完善码头溢油应急物资配备，同时加强溢油应急管理及应急演练等工作。

第三章 改扩建工程分析

3.1 改扩建工程概况

3.1.1 建设项目基本情况

(1) 项目名称：三丘田码头改建工程

(2) 建设单位：厦门轮渡有限公司

(3) 建设性质：改扩建

(4) 建设地点：三丘田码头改建工程紧邻现有三丘田码头，位于厦门市鼓浪屿东北侧，地理坐标24°27'10.96" N、118°03'54.47" E。

(5) 主要建设内容及规模：

拆除三丘田码头现有60m趸船1艘、26m趸船1艘以及连接两艘趸船的11m长的浮桥一座，更换为1艘90m×15m趸船，沿现有码头平台西北端新增1座25m×8m的墩台，在新增墩台北侧新增1座钢引桥及1个钢撑杆，用以支撑固定更换后的趸船，新增钢引桥同时起到连接码头平台及趸船的作用。

改扩建码头设计通过能力1600万人次/年，最大承载量85%计算，预计改扩建后码头游客通过量为1360万人次/年，航次71次/d（冬季）/77次/d（夏季）。

(6) 建设期：建设总工期拟定为8个月。

(7) 项目总投资：工程总投资估算为3367万元。

3.1.2 建设项目组成及主要技术指标

(1) 项目组成

改扩建项目组成见表3.1-1及图3.1-1~3.1-4。

(2) 主要技术指标

本项目主要技术指标见表3.1-2。

表 3.1-2 主要技术指标一览表（推荐方案）

序号	名称	单位	数量	备注
1	改扩建客运泊位总长度	m	118	
2	改扩建钢趸船系统	艘	1	趸船平面尺度为 90m×15m
3	改扩建平台	m ²	200	平面尺度为 25m×8m
4	用海面积	万 m ²	1.7596	含透水构筑物用海和港池用海
6	总投资估算	万元	3367	

表 3.1-1 改扩建工程组成一览表

项目名称	现有工程组成	改扩建工程内容	是否为本次评价范围
一、主体工程			
码头工程	65m×28m码头平台1座，通过2座人行引桥和三丘田码头平台及已建驳岸相连，码头平台通过4座25m×5m钢引桥与前方的浮码头（1座60m×15m趸船与1座26m×11m趸船通过11m的浮桥相连）相连，共计2个泊位，通过能力1114万人次/年，近年年平均通过量1317.9人次/年，航次53次/d（冬季）/59次/d（夏季）	拆除现有60m趸船、26m趸船以及连接两座趸船相连的11m浮桥，更换为90m×15m趸船，现有平台北端新增一座墩台，长25m、宽8m，另增加一座25m×5m钢引桥及1个25m钢撑杆，趸船采用锚链系统系留。改扩建后可形成3个泊位，每天增加18班次三丘田往返轮渡码头方向的航线，通过能力1600万人次/年，按最大承载力85%计算，预计改扩建后码头游客通过量为1360万人次/年，航次71次/d（冬季）/77次/d（夏季）。	纳入本次评价范围
二、配套工程			
港池、停泊水域	宽18m，长80m，采用自然水深	停泊水域宽度拓宽为20.5m，采用自然水深，无需疏浚	纳入本次评价范围
回旋水域	直径70m，采用自然水深	拓宽后回旋水域调头圆呈椭圆形，其中长轴长159m，短轴长100m，采用自然水深，无需疏浚	
供电及照明	由市政供电	由现有码头平台上照明配电箱引接1路220V低压电源至本工程新建墩台上10m照明灯杆，为新建墩台及钢引桥的照明设施供电	
给排水工程	排水体制采用分流制，即雨水、污水分别采用独立的排水系统。码头平台、钢引桥面雨水通过泄水孔直接排入海域。船舶污水收集上岸处理。	改扩建墩台、改扩建钢引桥面雨水通过泄水孔直接排入海域。船舶污水收集上岸处理。	
消防	配备有相应的消防设施	新建墩台配置3kg磷酸铵盐干粉灭火器4具	
通信	配备有相应的通信系统	为码头新建墩台的电视监控系统，由后方引接1路GYTA-4B1光缆以及1路UPS电源电缆分别引至新建墩台上新建10m照明灯杆上的CCTV摄像机，光缆及电缆长度暂定每根200m	
辅助建筑物	客运大楼，共两层，包括候船室、票房、储藏间、值班室等	本工程利用现有客运大楼	
三、环保工程			

项目名称	现有工程组成	改扩建工程内容	是否为本次评价范围
污水收集设施	污水截流井	利用现有污水截流井	纳入本次评价范围
四、依托工程			
航道	利用现有航道	利用现有航道	仅分析依托可行性，不纳入本次评价范围
锚地	利用现有锚地	利用现有锚地	
导助航设施	利用现有导助航设施	利用现有导助航设施	
游客中心	游客日常需求依托游客中心	游客日常需求依托游客中心	
污水处理站	黄家渡污水处理站	利用现有黄家渡污水处理站	

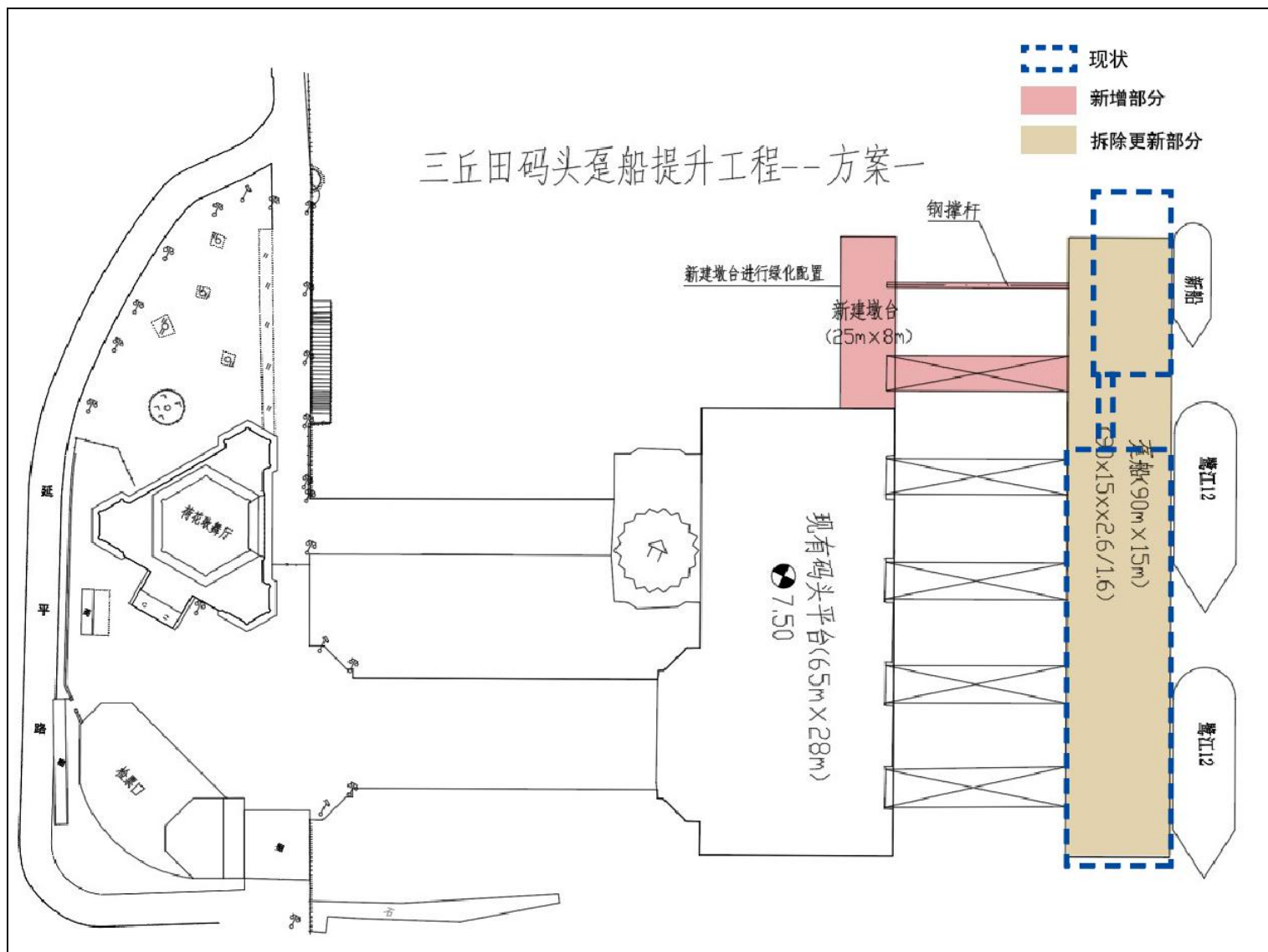


图 3.1-1 改扩建总平面图（工可推荐方案）



图 3.2-3 工可推荐方案总平面布置效果图（一）



图 3.2-4 工可推荐方案总平面布置效果图（二）



图 3.2-5 工可推荐方案总平面布置效果图（三）

3.1.2 工程占地情况和用海情况

3.1.2.1 工程占地情况

本工程不占用陆域，施工场地设置于现有码头平台上。

3.1.2.2 工程用海特征

本项目为三丘田码头改建工程，改扩建过程中拟新增码头平台，更换尺寸更大的趸船，营运船型相应有所增大，对应的停泊水域范围也随之扩大，三丘田码头现持有的海域使用权证范围已不能满足改建后码头的用海需求，且码头原用海申请时间较早，与当前《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的有关要求不符，因此本次用海申请先将现持有的海域使用权证注销，再根据码头构筑物及港池实际布置情况，将新建部分和已建部分整合为一个整体，按照水域实际使用功能和《海籍调查规范》的要求，重新界定用海范围，申请海域使用权证。本项目总申请面积 1.7596 公顷，其中"透水构筑物"用海面积 0.8761 公顷，"港池"用海面积 0.8835 公顷，宗海位置图及宗海界址图分别见图 1.8.2-1~图 1.8.2-2，宗海界址点坐标见表 1.8.2-1。本次改扩建内容离岸最近距离约 70m，不占用岸线。项目宗海位置图和宗海界址图见图 3.1-2、图 3.1-3。

鼓浪屿三丘田码头改建工程宗海位置图

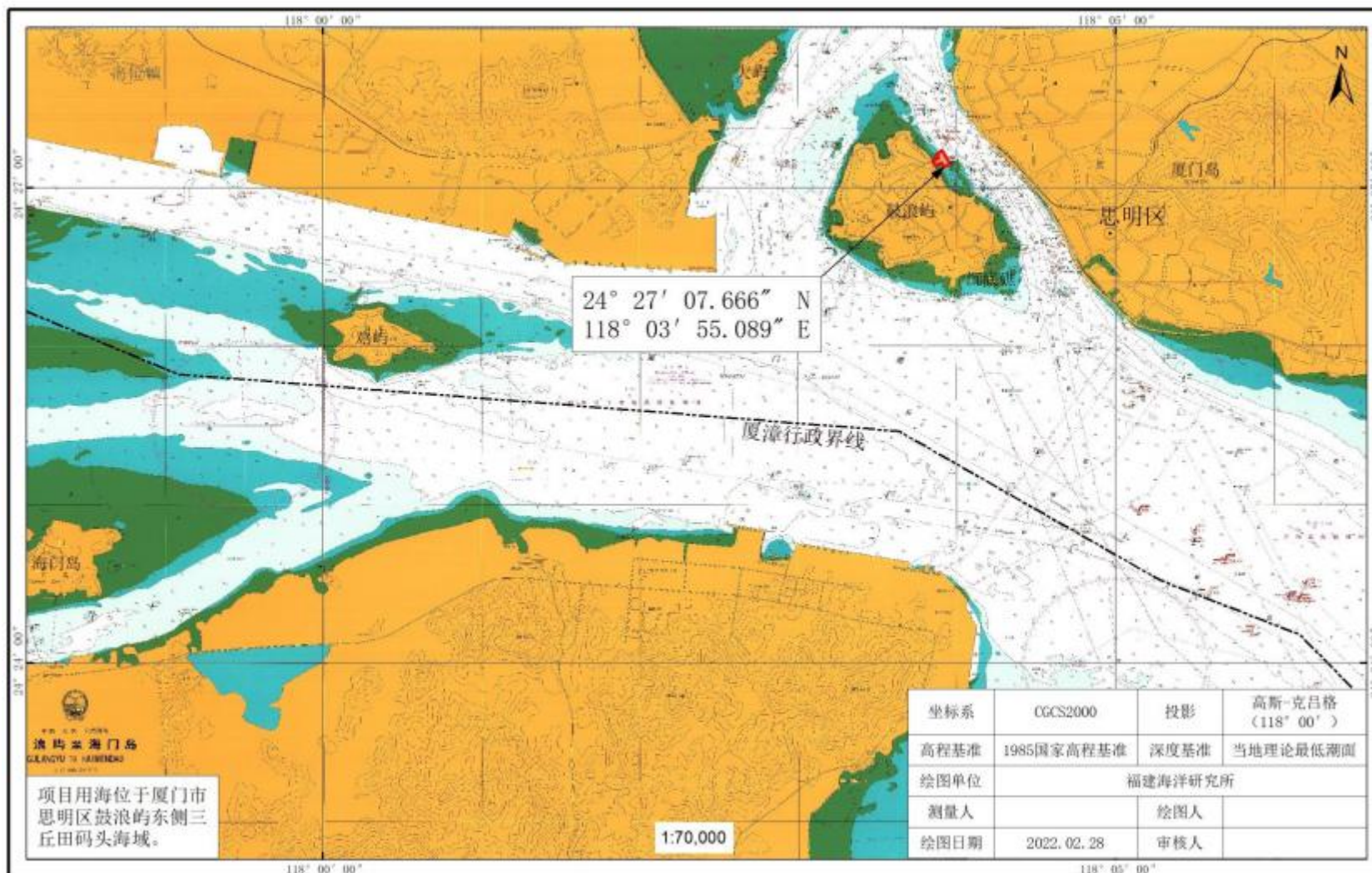
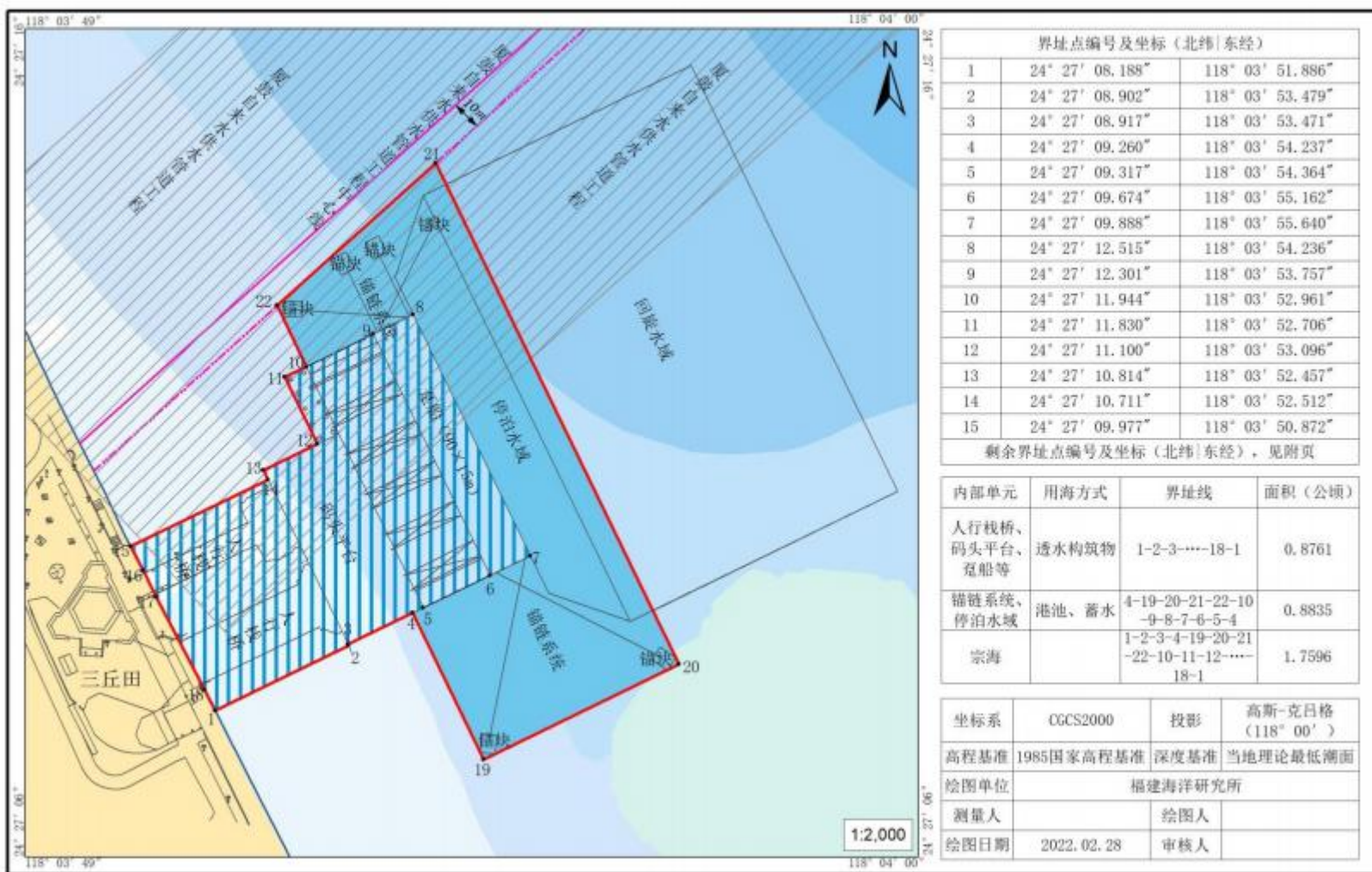


图 3.1-2 项目宗海位置图

鼓浪屿三丘田码头改建工程宗海界址图



说明：本项目与厦门自来水供水管道工程立体用海区域面积为0.7509公顷。

图 3.1-3 项目宗海界址图

3.2 工程建设方案

3.2.1 总平面布置方案

3.2.1.1 平面布置方案比选

本阶段进行两个总平面布置方案的设计，两个方案最多均可形成3个泊位，区别在于趸船布置和靠泊组合不同。

(1) 总平面布置方案一

拆除现有趸船，更换为一艘90m×15m趸船，现有平台北端新增一座墩台、一座钢引桥及一根钢支撑，墩台长25m、宽8m，原有4座钢引桥拟继续利用。更换后的趸船采用锚链系统系留。

靠泊组合：

3个泊位——鹭江12+18m客船+轮渡20（2艘30m级客船+1艘18m级客船）；

2个泊位——鹭江之星+鹭江80（2艘40m级客船）

(2) 总平面布置方案二

保留现有60m趸船，新增一艘21.5m×15m趸船，现有平台北端新增一座钢引桥及钢引桥、钢撑杆墩台，墩台长25m、宽8m，原有4座钢引桥拟利用。趸船采用锚链系统系留。

靠泊组合：

3个泊位——鹭江12+18m客船+轮渡20（2艘30m级客船+1艘18m级客船）；

2个泊位——鹭江之星+鹭江12（1艘40m级客船+1艘30m级客船）

表 3.2-1 主要技术指标和工程量一览表

序号	项目名称	单位	数量		备注
			方案一	方案二	
1	最大客运泊位数量	个	3	3	
2	泊位总长度	m	118		
3	新建钢趸船	座	1 (新建90m趸船)	1 (新建21.5m趸船)	
4	拆除钢趸船	座	1 (原60m趸船)	0 (原60m趸船保留)	
5	新建墩台	m ²	200 (共1座)		
6	用海面积	万 m ³	用海面积相当		透水构筑物用海

两个总平面布置方案在技术上都是可行的，平面布置形态相似，均可满足项目功能及业主的使用要求。主要区别主要在于趸船布置和靠泊组合不同：

表 3.2-2 总平面布置方案比选表

比较项目	方案一	方案二
最大泊位数	3 (2 艘 20~39m 级客船+1 艘 18m 级客船)	3 (2 艘 20~39m 级客船+1 艘 18m 级客船)
最大靠泊船型	40~50m 级客船 (鹭江之星/鹭江 80)	40~50m 级客船 (鹭江之星/鹭江 80)
靠泊最大船型时的泊位数	2 2 艘 40~50m 级客船	2 1 艘 40~50m 级客船+1 艘 20~39m 级客船
景观影响	新建的平台与趸船北边线与鼓浪屿岸线平面变化相齐平, 与鼓浪屿沿岸景观较为协调	新建趸船与旧趸船通过浮桥相连, 对景观影响相对较大
对海洋环境的影响	透水构筑物, 用海面积基本相当, 对海洋环境影响均较小	
安全性	趸船整体更换, 且连为一体, 安全性较高	仅新增一座新趸船, 旧趸船未更换, 且需通过浮桥相连, 两趸船间距偏小, 锚链布置交叉, 水位变动时有发生碰撞的风险, 安全性较差
优点	泊位利用率高, 可以同时靠泊 2 艘 40~50m 级客船, 使用寿命更高, 安全性较高, 减少以后的出现年久失修的可能	投资较小 趸船维护期间仍可保持通航
缺点	投资较大 趸船维护期间需要短期停航 (约 1 月左右)	泊位利用率低, 仅能同时靠泊 1 艘 40~50m 级客船+1 艘 20~39m 级客船; 旧趸船未更换, 且需通过浮桥相连, 两趸船间距偏小, 锚链布置交叉, 水位变动时有发生碰撞的风险, 安全性较差; 安全性较低, 沿用旧趸船可能需要进行再改扩建
推荐方案	方案一	

根据对业主轮渡运营实际情况的调研, 虽然规范中对趸船长度的要求是 0.7~0.9L, 但在实际靠泊操作中艏艉缆的系缆要求往往难以满足。总平面布置方案二采用的 21.5m 趸船虽然能够满足规范对趸船尺度的要求, 但在考虑 20~39m 客船时存在靠泊难度、系缆不便的实际困难。

综合上述分析, 两个方案各有优劣, 对海洋环境的影响均较小, 从安全性角度、充分利用泊位、使用便利以及为船舶大型化发展预留余地的角度考虑, 本评价推荐总平面布置方案一。码头总平面布置方案一见图 3.1-1, 方案二见图 3.2-1。



图 3.2-1 改扩建总平面图（方案二）

3.2.1.2 推荐方案平面布置合理性

工程区域北侧有一条海底供水管线，趸船锚块不宜侵入海底供水管线用海范围内，并应与供水管线保持一定的距离。工程区域南侧现有大批礁盘，最大高程约+4.0m，为方便市民及游客乘船，三丘田码头施工期间不得停航，无法采用爆破等常规工艺进行清礁，采用凿岩开挖方案施工工期较长、成本较高。

基于上述因素，本工程总平面布置南北均受限，能够布置趸船及其锚泊系统的空间有限。为充分利用现有水深条件，减少疏浚清礁工程量，故本阶段总平面布置方案基本维持现有趸船位置不变，向南侧拓展约 2.5m，向北拓展约 27.5m，以充分利用现状水深条件。

趸船为单甲板、单底、箱型、船底首尾端雪撬形、全电焊钢质趸船。通过引桥与码头平台相连。采用引桥加抛锚定位，以确保在非航行状态下，能抵抗台风及大浪冲击的能力。抗风等级要求达到 14 级。

本项目区附近海域开发活动主要有黄家渡生活码头、和平码头、厦鼓航道及其连接水域、轮渡码头-鼓浪屿码头客运航路、厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白

海豚外围保护地带)等。项目建设与上述开发活动可协调,项目平面布置与周边用海活动相适宜。

综上所述,本项目平面布置合理。

3.2.2 设计标准及尺度

3.2.2.1 设计船型主尺度

根据公司船舶运营情况及发展需要,本次设计控制船型尺度见表 3.2-3。

表 3.2-3 设计代表船型尺度表

船名	船型尺度 (m)				总吨及载客数		备注
	总长	型宽	型深	吃水	载客量 (人)	总吨	
轮渡 20	30.26	9.0	2.5	1.6	499	274.6	现有运营船型
鹭江之星	49.97	9.6	3.4	1.8	195	386.8	现有靠泊船型
鹭江 80	43.32	10.2	3.3	2.1	450	496.1	现有靠泊船型
鹭江 12	30.59	8.5	2.4	1.35	76	130.3	本次新增船型
客船	18	5.4		1.4			本次新增船型

3.2.2.2 水域主尺度

(1) 泊位长度

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013),泊位长度取 118m。

表 3.2-4 泊位长度

序号	靠泊组合	泊位数	泊位长度
1	鹭江 12+18m 客船+轮渡 20	3	98.88
2	鹭江之星+鹭江 80	2	117.29

(2) 趸船平面尺度

根据《码头结构设计规范》(JTS167-2018),趸船长度取为 90m,宽度取 15m。。

表 3.2-5 趸船长度

序号	靠泊组合	泊位数	趸船长度
1	鹭江 12+18m 客船+轮渡 20	3	79.75~85.84
2	鹭江之星+鹭江 80	2	87.30~96.63

(3) 停泊水域宽度

根据规范要求,码头前沿停泊水域宽度取设计代表船型的两倍船宽,因此停泊水域

宽度应为 $10.2 \times 2 = 20.4\text{m}$ ，取 20.5m 。

现有停泊水域宽度为 18m ，需要进行加长和拓宽方能满足设计船型的靠泊要求。

(4) 回旋水域平面尺度

为满足设计船型调头回旋要求，考虑将回旋水域调头圆尺寸拓宽。为安全起见，按照2艘 30m 级船舶或1艘 40m 级船舶和1艘 18m 客船同时调头设计，并考虑船舶大型化发展趋势，港池内调头圆水域取 2.0 倍设计船长。

拓宽后回旋水域调头圆呈椭圆形，其中长轴长 159m ，短轴长 100m 。

(5) 钢引桥长度、宽度

考虑厦门港潮差较大，低水位出现的时间较短，综合各方面因素，钢引桥净跨长度确定为 25.0m ，钢引桥宽度考虑人员通行需要，结合泊位数量，取为 5m 。

(6) 改扩建平台尺度

更换新趸船后需要增设1座钢引桥及1座钢撑杆以保证趸船稳定性。需要在现有平台北侧增设1座墩台（ $25\text{m} \times 8\text{m}$ ），用于安装钢引桥及钢撑杆。

3.2.2.3 高程设计

(1) 趸船位置设计水深和泥面标高

参照《海港总体设计规范》关于码头前沿设计水深计算规定，本工程趸船下设计泥面标高取 -2.9m 。

(2) 码头前沿设计水深和泥面标高

根据《海港总体设计规范》的规定，

计算设计水深： $D=2.85\text{m}$

考虑本工程为轮渡码头，设计水位取当地理论最低潮面，故码头前沿设计泥面底标高 $=0 - \text{设计水深} = -2.85\text{m}$ ，取为 -2.90m 。

根据计算鼓浪屿三丘田码头前沿设计泥面底标高取 -2.90m ，即可满足规范和设计船型的停泊要求，同时为了给将来的船舶大型化发展预留余地，停泊水域设计底高程取 -4.0m ，水域现有高程可满足要求。

(3) 回旋水域设计水深

鼓浪屿三丘田码头回旋水域设计泥面底标高确定为 -4.00m ，水域现有高程可满足要求。

(4) 新建墩台顶高程

新建墩台前沿有趸船作掩护，根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），按有

掩护港口码头计算，结合现状平台面高程，本工程新建墩台高程取为7.50m。

3.2.3 水工建筑物结构方案

根据工程区域的水文、地质等设计条件以及原码头结构的设计经验，现有墩台结构经复核，能够满足改扩建后的基桩承载力要求，故改扩建沿用原码头的结构方案，通过钢趸船、人行引桥与码头平台连接，新建墩台亦采用灌注桩+现浇墩台的结构形式，即高桩墩式结构。墩台长25m、宽8m，墩台顶标高7.5m，基础采用10根 $\phi 1200\text{mm}$ 灌注桩，上部为现浇墩台结构。通过新增1座钢引桥和1根钢撑杆作为前方趸船的支撑结构，并起与其连接的作用。

表 3.2-6 改扩建平台主要工程量表（推荐方案）

序号	项目	单位	工程量
1	新建墩台	m^3	412
2	$\phi 1200$ 灌注桩	根	10
3	90×15 钢趸船	座	1
4	25m 钢引桥	座	1
5	25m 钢撑杆	座	1

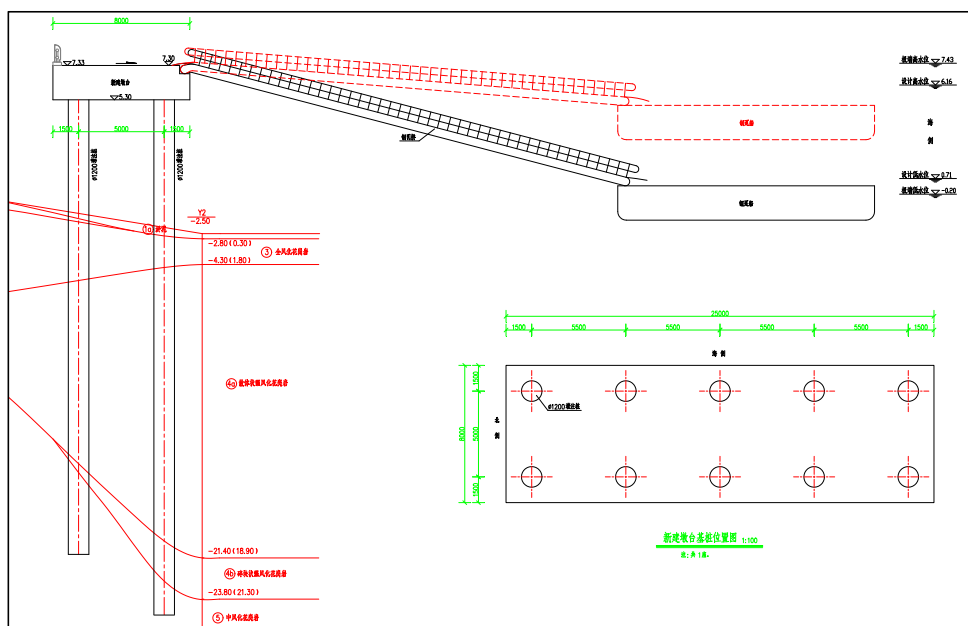


图 3.2-5 新建墩台断面图

3.2.4 趸船结构

改扩建后的趸船泊位，最多同时靠泊 2 艘 20~39m 客船和 1 艘 <20m 客船，由钢趸船、钢引桥（钢撑杆）、锚链系留设施等部分组成。

3.2.4.1 总体性能

改扩建后的趸船为单甲板、单底、箱型、船底首尾端雪撬形、全电焊钢质趸船。通过引桥撑杆与后方码头平台相连。主甲板下设有艏艉尖舱、五个空舱兼压载舱，主甲板上设一层遮阳甲板，艏艉及中部设有甲板室。在各种合理配载状态下，稳性满足我国现行"海船法定检验技术规则"对趸船的稳性要求。作业时为平浮，干舷 1.012m。共设计有 13 只系缆桩，满足设计船型的系缆使用要求，两舷及艏艉设二道钢质护舷，并挂有轮胎碰垫，满足设计船型的靠泊要求。泊位无装卸设施，仅考虑人员上下，趸船甲板面设计均布荷载取 5kN/m²。

定位采用引桥加抛锚的方式，以确保在非航行状态下，能抵抗台风及大浪冲击的能力。在 9 级风以下，整个趸船系统允许最多同时靠泊 2 艘 20~39m 客船和 1 艘 <20m 客船，严禁轮渡带缆启动。整个趸船锚泊系统可抗 14 级台风。此外，还需加固定平衡压载，其数量待趸船定位后确定。

3.2.4.2 趸船锚泊系统

浮码头由钢趸船、钢引桥、钢撑杆、定位环与锚链系统组成。趸船通过钢引桥、钢撑杆和锚链固定，并通过趸船、5 座钢引桥（4 座已建）等设施实现旅客上岸和登船的功能，在设计低水位时引桥的坡度为 1：5。

趸船锚固采用将锚块直接安置在海床表面的方式固定，两端锚链从趸船本体下方经过，不会影响两侧码头靠船等作业。

趸船固定通过引桥、撑杆、锚链与锚来实现。趸船的艏部由 4 个重为 35t 的水泥锚块、4 根直径为 $\phi 120+\phi 70\text{mm}$ 锚链，艉部由 2 个重为 35t 的水泥锚块、2 根直径为 $\phi 120+$ 中 70mm 锚链与趸船上带缆桩系固。4 根直径为中 66mm 交叉锚链、6 根直径为 $\phi 66\text{mm}$ 直拉锚链与后方码头平台拉力环系固。引桥与撑杆的安全链锚链的直径为 $\phi 50\text{mm}$ 。其中，现阶段锚块按素混凝土 2.3t/m 的密度折算，约 15.2m³，尺寸可按 6m×5m×0.8m 暂估。

本次改建过程中不涉及疏浚炸礁，且充分顾及趸船西侧锚块的抛置位置对相邻海底水管线的可能影响，距离水管中心线最近的锚块也抛置在管线 10m 保护范围之外，可满足保护要求。新增码头墩台的最西侧桩基与水管中心线最近距离约 32m，正常规范施工情况下不会对管线造成不利影响，同样满足保护要求。

3.2.5 配套工程

3.2.5.1 辅助建筑物

三丘田码头的辅助建筑物共两层，包括候船室、票房、储藏间、值班室等，在鼓浪

屿日最大承载量调整为50000人次后，目前的辅助建筑物能够满足改扩建后游客的流通需求，无需改扩建。

3.2.5.2 供电及照明

拟由现有码头平台上照明配电箱引接1路220V低压电源至本工程新建墩台上10m照明灯杆；另从后方已建变电所引接1路380V低压电源至趸船上新建岸电总配电箱。

3.2.5.3 给排水

(1) 给水

A. 已建给水设施

本工程已建消防用水和船舶加水二个给水系统。水源为城市自来水，消防用水管径为DN100，主要供给码头消防用水；船舶加水管径为DN100，主要供给码头船舶加水。交接点处水压均 $\geq 0.30\text{MPa}$ ，水质应符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。

本工程最高日用水量 $Q_d = 10\text{m}^3/\text{d}$ ，最大时用水量 $Q_h = 1\text{m}^3/\text{h}$ 。

消防设计流量 $q = 15\text{L/s}$ ，一次消防用水量 $Q = 108\text{m}^3$ 。

B. 已建设施校核

本改扩建工程与原设计相比，船舶用水量、消防用水量维持不变，已建设施满足供水要求。

(2) 排水

本工程排水体制采用分流制，即雨水、污水分别采用独立的排水系统。

由于本工程为客运码头，因此，改扩建墩台、改扩建钢引桥面雨水通过泄水孔直接排入海域。污水均收集上岸处理。

3.2.5.4 消防

消防水源采用市政自来水，由市政给水管网直接供给。码头消防设计流量 15L/s ，火灾延续时间为2小时，一次火灾用水量 108m^3 。现有码头平台已设置室外消火栓，距离本工程新建墩台最远端距离约90m，满足消火栓保护半径小于150m的要求。

此外，根据《建筑灭火器配置设计规范》要求，新建墩台配置3kg磷酸铵盐干粉灭火器4具。

3.2.6 依托工程及依托可行性

3.2.6.1 航道

(1) 航道现状

轮渡-三丘田客运航道：轮渡码头与三丘田码头通过鹭江水道通航，三丘田码头至轮渡码头航道长度约为600m，水深7-25m，最深处有27m，能够满足客渡船舶的通行条件。

目前厦门邮轮中心至鼓浪屿航道二期工程已建成通航，鼓浪屿与邮轮中心小轮泊位之间有客轮专用航道相连接，船舶从鼓浪屿内厝澳码头和三丘田码头出发，进入猴屿东航道，再进入国际旅游客运航道抵达邮轮中心。三丘田码头至邮轮中心航道长度约3.74km，内厝澳码头至邮轮中心航道长度约4.55km，全程双线航道，航道计算通航宽度为120m，实际可通航宽度为120m~445m。XG1~XG3及XG1'~XG5航段设计底高程为-5.0m；XG3~XG6航段利用猴屿东航道，航道设计底高程维持-12.0m不变；XG6~XG7航段利用国际旅游码头进港航道，航道设计底高程维持-11.0m不变。

东渡航道的货船全部走猴屿西航道，猴屿西航道宽300m，航道设计底高程为-12.0m，可满足7万吨级散货船、5万吨级集装箱船通航。

(2) 航道选线及通航条件

本工程各设计船舶可利用厦门邮轮中心至鼓浪屿航道二期工程到达各旅游码头。

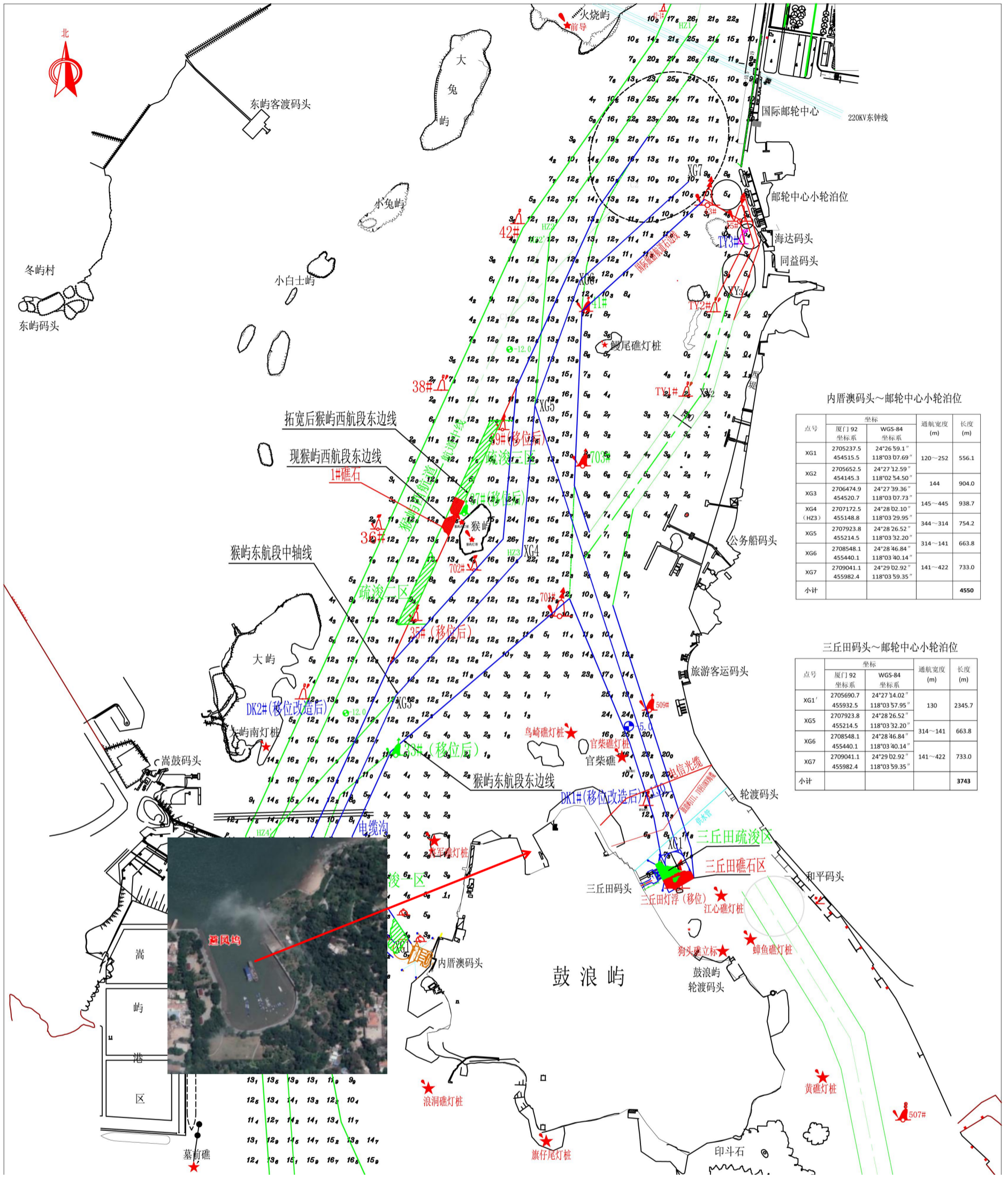
本项目泊位设计船型最大吃水为2.1m（“鹭江80”），计算所需的航道通航水深为3.3m。本工程进港航道现状水深均在4.0m以上，航道水深可满足设计船型全潮通航要求。

航道通航宽度由设计船型总长、型宽、航速及航道的横风、横流及“风、流压偏角”等因素所决定，按照本项目设计船型“鹭江之星”客船尺度，计算得到双向通航航道通航宽度为83m。厦门邮轮中心至鼓浪屿航道二期工程航道宽度120m~445m，航道宽度可满足设计船型双向通航的要求。

综上，现有航道条件可以满足设计船型双向全潮通航的要求。

3.2.6.2 锚地

本工程改扩建码头为轮渡码头，在正常天气停航时可直接靠泊码头，在恶劣天气时可使用厦门市轮渡有限公司在鼓浪屿北部的避风坞锚地及到高崎闽台中心渔港避风。图3.2-6为三丘田码头与鼓浪屿北部避风坞位置。



内厝澳码头~邮轮中心小轮泊位

点号	坐标		通航宽度 (m)	长度 (m)
	厦门 92 坐标系	WGS-84 坐标系		
XG1	2705237.5	24°27'59.1"	120~252	556.1
	454515.5	118°03'07.69"		
XG2	2705652.5	24°27'39.36"	144	904.0
	454145.3	118°03'07.73"		
XG3	2706474.9	24°27'39.36"	145~445	938.7
	454520.7	118°03'07.73"		
XG4	2707172.5	24°28'02.10"	344~314	754.2
	455148.8	118°03'29.95"		
XG5	2707923.8	24°28'26.52"	314~141	663.8
	455214.5	118°03'32.20"		
XG6	2708548.1	24°28'46.84"	141~422	733.0
	455440.1	118°03'40.14"		
XG7	2709041.1	24°29'02.92"		
	455982.4	118°03'59.35"		
小计				4550

三丘田码头~邮轮中心小轮泊位

点号	坐标		通航宽度 (m)	长度 (m)
	厦门 92 坐标系	WGS-84 坐标系		
XG1'	2705690.7	24°27'14.02"	130	2345.7
	455932.5	118°03'57.95"		
XG5	2707923.8	24°28'26.52"	314~141	663.8
	455214.5	118°03'32.20"		
XG6	2708548.1	24°28'46.84"	141~422	733.0
	455440.1	118°03'40.14"		
XG7	2709041.1	24°29'02.92"		
	455982.4	118°03'59.35"		
小计				3743

图 3.2-6 航道及锚地示意图

3.2.6.3 导助航设施

工程使用已建成的客轮专用航道，工程区及航道区助航设施齐备，能够满足本工程设计船型通航需求。

3.2.6.4 污水处理站

本项目施工、运营期间生活污水纳入鼓浪屿黄家渡污水处理站。

根据2019年11月《鼓浪屿污水处理系统改扩建工程环境影响报告表》，改扩建完工后黄家渡处理站污水处理量为5500m³/d，处理后尾水执行《厦门水污染排放物排放标准》（DB35322-2018）中A级标准。根据现场实际情况，目前黄家渡处理站实际水量可达3000m³/d，本项目虽然作为客运码头改扩建工程，但随着厦门市政府于2017年6月30日起将鼓浪屿的日最大承载量调整为50000人次，因而本项目运营期并不会大幅增加流通人数，改扩建完工的黄家渡处理站仍有2500m³/d的污水处理余量，因此，改扩建完成的黄家渡处理站能够满足三丘田码头的污水处理。



图3.2-7 污水处理站所在位置

3.3 施工方案

3.3.1 施工条件

(1) 水陆交通条件

本工程位于厦门本岛西海域，水域较开阔，掩护条件较好，依托厦门本岛及周边各区，工程所在地水陆交通发达。

(2) 水、电、通信

本工程水、电、通信设施均可依托厦门本岛及周边各区现有设施，外部协作条件均较成熟，具备项目建设的外部配套条件。

(3) 地方材料和施工条件

本项目所需建筑材料均可从厦门市采购，市场供应充足。

(5) 施工队伍

厦门及周边地区拥有众多经验丰富的海上工程施工队伍和较完善的施工设备，可通过招投标选择实力雄厚、设备齐全、技术水平高、经验丰富的施工队伍承担本工程的施工。

3.3.2 施工方案及施工工艺

(1) 施工工艺流程

本工程施工内容较少，主要为桩基施工、平台浇筑、钢趸船预制、运输、现场安装等。

主要结构的施工工序为：

施工准备→搭设钢平台→钢套筒施打→灌注桩施工（嵌岩）→现浇墩台→现有趸船拆除→趸船、钢引桥及系留设施安装→验收。

由于三丘田码头肩负着保障市民及游客乘船的重要作用，考虑施工期间三丘田码头不停航，仅在现有趸船拆除和趸船、钢引桥及系留设施安装期间短暂停航。停航期利用内厝澳、钢琴码头等进行分流。

现有趸船拆除后拟暂存于厦门轮渡有限公司船厂，作为备用趸船使用。

(2) 主要施工方法

本工程主要施工工序是嵌岩桩施工。

由于基岩其上覆盖层较薄，钢套管沉桩过程中造成桩尖变形或卷边的概率较大。根据地质情况，采用冲击成孔工艺。施工中，采用反循环冲击钻机或正循环冲击钻机 2 种

不同的冲孔工艺。

(3) 主要施工设备

本工程码头施工过程中需要使用主要船机设备有：水上混凝土搅拌船、钻机、运输船、履带式起重机、起重船等。

表 3.3-1 本工程施工所需船机设备配置表

序号	机具名称	型号规格	单位	数量	用途备注
1	钻机		台	4	
2	起重船	200t	艘	1	配合现浇结构施工
3	运输船		艘	2	
4	水上混凝土搅拌船		艘	1	
5	履带式起重机	100t	台	1	用于灌注桩平台搭设及拆除、灌注桩施工、现浇结构施工

3.3.3 施工进度计划

本工程在全面落实各项保障措施的前提下，施工工期预计8个月。

图 3.3-1 施工进度计划表

事项	1	2	3	4	5	6	7	8
施工准备	■							
钢趸船、钢引桥、钢撑杆制作	■	■	■	■	■	■	■	
灌注桩施工（嵌岩）	■	■	■	■	■			
上部墩台浇筑						■	■	
附属设施安装							■	
现有趸船拆除							■	
趸船、钢引桥及系留设施安装							■	
运营调试								■
竣工验收								■

3.3.4 营运期游客上下岸工艺

- (1) 客运量：1600万人次/年；
- (2) 设计代表船型：鹭江80；
- (3) 码头作业天数：325天。
- (4) 游客上下岸工艺方案

普通过渡人员及游客经步行通过人行引桥、码头平台、人行钢引桥、趸船至渡船，返程流程相反。

残疾人员及行动不便者经轮椅通过人行引桥、码头平台、人行钢引桥、趸船至渡船，返程流程相反。

人行引桥 ←→ 码头平台 ←→ 趸船 ←→ 客轮

3.4 工程主要污染源分析

3.4.1 施工期主要污染源

3.4.1.1 水污染源

本项目主要施工内容包括桩基施工、钢趸船及引桥建造等分项工程，其中钢制趸船在造船厂建造完成后，由专业施工单位水上拖运至现场定位并安放、锚固；本项目施工期对周边水环境产生影响的主要污染源为桩基施工过程中产生的悬浮泥沙，施工期生活污水及施工船舶含油污水、机械冲洗污水。

(1) 悬浮物产生量

① 桩基施工悬浮泥沙源强

成孔作业限制在钢护筒内进行，不与钢护筒外水体发生关系，泥浆池也设置在施工平台上，钻孔泥浆和钻渣经筛虑沉淀后再由人工配制而成的钻孔泥浆返回护筒内循环使用，筛滤沉淀出来的钻渣、钢护筒内清孔和抽水排出的钻渣、泥浆以及孔内水下混凝土灌注溢出的泥浆采用管道输送至泥浆沉淀池沉淀，沉淀后清水回用。因此，正常情况下桩基基础施工过程悬浮物产生量较少。但是钻渣、土渣和泥浆在排出、收集和输送过程中以及水下混凝土灌注过程中可能在一定程度上出现泥沙散落和和混凝土浆掉落入海现象，且水域桩基施工时间较长，每个桩基施工区域都可能成为一个点状泥沙悬浮物排放源，其悬浮泥沙排放量与其钻孔泥浆、钻渣产生量正相关。据了解，桩基施工过程的排渣泥浆中悬浮泥沙含量极高，浓度可达 $400\sim 500\text{kg/m}^3$ 。若排渣和钻孔泥浆直接倾倒入海，将对海洋环境和淤积情况造成重大影响。钻渣及泥浆应直接排到泥驳船后外运处理，本次评价仅预测在采取环保措施之后，由于施工过程跑冒散落的源强。

本工程引桥墩墩台基础采用直径为1200mm的灌注桩，共10根。根据本工程岩土工程勘察报告，项目桩基施工中钻孔最易发生泥沙悬浮物的地层为淤泥及粉质粘土。根据类比资料分析，预计本工程灌注桩施工过程中，钻机在钢护筒内软质淤泥表层钻孔时控制钻进速度约为4.00m/h，在粉质粘土层时控制钻进速度约为2.00m/h。本工程布置4台钻机进行施工，采用正循环或反循环回转法成孔，钻机钻孔与排渣同时进行，实际成孔直径按设计孔径的1.07倍计。根据《厦漳跨海大桥海洋工程环境影响报告书（报批稿）》

(厦门大学), 报告编制单位经向桥梁施工单位和有关专家咨询, 在正常情况下, 清孔过程中泥沙散落率按保守估计可取3%, 本工程海域软质淤泥干容重为0.8g/cm³, 粉质粘土干容重1.5g/cm³。本工程单根桩基施工产生的悬浮泥沙源强如下表:

表 3.4-1 桩基施工悬浮物产生源强表

桩基	最大设计孔径 (m)	成孔面积 (m ²)	钻进速度 (m/h)	干容重 (g/cm ³)	泥沙散落量 (kg/h)	悬浮泥沙源强 (g/s)
码头平台	1.2	1.29	4.0 (淤泥层)	0.8	116.1	32.3
	1.2	1.29	2.0 (粘土层)	1.5	108.9	30.2

桩基悬浮泥沙影响预测时按照每根桩基悬沙源强32g/s来计算桩基悬沙影响面积。

(2) 施工期生活污水

项目不设置施工营地, 施工人员均不在工地食宿, 可跟随施工船舶上下岛, 码头后方广场设有游客中心及卫生间, 施工人员可使用现有卫生设施, 施工期生活污水主要为施工人员洗涤、粪便污水等, 主要含COD_{Cr}、BOD₅等。本项目施工高峰期的施工人员约20人/d, 用水量按0.1t/(d·人)计, 排污系数按0.9, 则污水量约1.8t/d。施工期间生活污水浓度以及污染物产生量详见下表。施工期生活污水纳入鼓浪屿黄家渡污水处理站处理。

表 3.4-2 施工期间生活污水浓度以及污染物产生量

污染物类型	浓度 (mg/L)	产生量 (kg/d)
SS	400	0.72
BOD ₅	250	0.45
COD	400	0.72
氨氮	35	0.063

(3) 施工船舶含油污水

本项目施工期预计投入施工船只6艘, 用于不同的施工阶段, 预计同一阶段最多运行4艘施工船舶。根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)中规定, 船舶载重≤500t, 舱底油污水产生量为0.14t/d·艘, 则施工船舶含油污水产生量约0.56t/d, 船上配备集污柜暂存含油污水, 定期由经海事局备案或经海事局认可单位收集后处理。

3.4.1.2 大气污染源

(1) 扬尘: 扬尘排放方式主要为无组织间歇性排放, 其产生量受风向、风速和空气湿度等气象条件的影响, 主要来源于: 建材的运输、堆放、装卸过程产生的扬尘; 主要特征污染物为TSP、PM₁₀。

(2) 施工机械废气：主要是施工机械设备和施工船舶产生的废气，施工机械和施工船舶的动力源为柴油，主要特征污染物为CO、NO_x、SO₂等。

3.4.1.3 噪声

(1) 机械噪声：施工机械在运作过程产生的机械噪声。

(2) 交通噪声：施工船舶产生的交通噪声。

表 3.4-3 施工设备噪声值

序号	设备名称	测点与声源距离(m)	最大声级 (dB)
1	履带式起重机	5	90
2	混凝土搅拌船	5	95
3	钻机	5	90
4	起重船	5	85
5	运输船	5	90

3.4.1.4 固体废物

项目施工产生的固体废弃物主要包括施工过程中产生的建筑垃圾、施工人员的生活垃圾以及施工船舶垃圾等。

①建筑垃圾

建筑垃圾主要为拆除的备用趸船、施工产生包装袋、施工平台拆除的木材和拆除的钢护筒等。预计建筑垃圾产生量为750t，应及时清运出岛，拆除的趸船置于船厂作为备用趸船，木材、钢护筒等运出后可回收进行综合利用。

②陆域施工人员生活垃圾

本项目施工高峰期陆域施工总人数约为20人/d，施工人员产生的生活垃圾按每人每天1.0kg计算，则施工期生活垃圾产生量为20kg/d，经收集后交鼓浪屿环卫部门统一清运处置。

③施工船舶垃圾

施工船舶垃圾主要为船舶机械施工所产生的含油垃圾、船舶施工人员生活垃圾。本项目施工高峰期船舶施工人员约为20人/d，施工人员产生的生活垃圾依托码头处理，按每人每天1.0kg计算，则施工期船舶生活垃圾产生量为20kg/d；船舶含油垃圾主要为含油抹布、含油手套等为危险废物，平均约为1kg/d，根据《国家危险废物名录（2021年版）》中的“危险废物豁免管理清单”，“含油抹布、劳保用品”全过程不按危险废物管理，混入生活垃圾，船舶含油垃圾产生量平均约为1kg/d。

表 3.4-5 危险废物汇总表

序号	废物类别/代码	危险废物	豁免环节	豁免条件	豁免内容
24	900-041-49	废弃的含油抹布、劳保用品	全部环节	未分类收集。	全过程不按危险废物管理。

3.4.2 营运期主要污染源分析

3.4.2.1 水污染源

项目营运期产生的水污染源主要有船舶含油污水和生活污水。

(1) 船舶含油污水

改扩建工程新增：改扩建码头拟每天增加18航次航班，船舶含油污水增量约0.4t/d。

改扩建后全部工程：三丘田码头改扩建后，船舶含油污水总产生量约为1.63t/d。船舶设置有残油舱、溢油舱及舱底水舱，船舶运行中的舱底油污水收集后统一收集在闽厦门趸0070，交由厦门七七七顺时捷船务有限公司收集处理。

(2) 生活污水

改扩建工程新增：改扩建码头不增加工作人员，因此码头生活污水产生量未增加。

改扩建后全部工程：三丘田码头改扩建后，无新增生活污水，生活污水产生量与改扩建前一致，为 526.5t/a，污水纳入 5#截流井，进入黄家渡污水处理站处理。

3.4.2.2 大气污染源

改扩建工程新增：根据《三丘田改建工程工程可行性研究报告》测算，拟在下午时段增开 18 班次三丘田码头往返轮渡码头方向的航线。船舶柴油使用增量约为 217t/a。因此大气污染物 SO₂ 排放增量约为 0.003t/a，NO_x 排放增量约为 10.33t/a，CO 排放增量约为 5.16t/a，PM_{2.5} 排放增量约为 0.79t/a，HC 排放增量约为 1.34t/a。

改扩建后全部工程：三丘田码头改扩建完成后，码头运营船舶总柴油使用量约为 867t/a，排放系数见表 2.4-1，因此改扩建码头大气污染物 SO₂ 排放量约为 0.011t/a，NO_x 排放量约为 41.27t/a，CO 排放量约为 20.63t/a，PM_{2.5} 排放量约为 3.16t/a，HC 排放量约为 5.36t/a。

3.4.2.3 噪声

营运期主要噪声污染源是靠泊船舶航行和游客上下船产生的噪声，经现场实测，游客上、下船产生的等效连续 A 声级为 65-75dB，船舶靠岸与启航产生的噪声在 65-70dB 之间。

3.4.2.4 固体废物

营运期固体废物主要为码头工作生活垃圾、少量含油垃圾等。

改扩建工程新增：此次改扩建工程建设仅为提升服务品质及旅游体验，优化调整客运码头功能，未增加工作人员，因此并未增加固体废物产生量。由于码头仅供游客排队候船及下船，游客停留时间较短，产生生活垃圾较少，其产生量可忽略。预计新增含油抹布0.02 t/a。改扩建后全部工程：三丘田码头改扩建后固体废物产生量为13.07t/a。其中含油抹布、劳保用品产生量约为0.07t/a，依据《国家危险废物名录（2021年版）》中的“危险废物豁免管理清单”，船舶含油垃圾全过程不按危险废物管理，计入固体废物中。

3.4.3 工程建设生态环境影响因素分析

本项目施工期和运营期的生态环境影响因素主要包括以下几个方面：

(1) 施工期间悬浮泥沙、水下施工噪声等将对水生生物尤其是中华白海豚生存环境产生影响。

(2) 本项目用海方式为透水构筑物，项目用海可能会对项目区附近海域的水动力及冲淤环境产生影响。

(3) 本项目建成运营后，由于船舶航次增加对鼓浪屿周边生物尤其是中华白海豚、白鹭生存环境的影响。

3.4.4 船舶溢油事故风险源

本项目施工期及营运期一旦出现船舶碰撞或误操作等风险事故，将可能造成燃料油泄漏入海，因周边施工船舶吨位较小，故溢油量选取现有运行船舶的最大载油量 11.21t。

3.4.5 改扩建工程“三本账”汇总

由于营运期原码头客运量基本不变，污染物产生量也基本不变。改扩建前后，三丘田码头营运期污染物排放情况汇总见表 3.4-7。

表 3.4-7 本项目营运期污染物排放“三本账”汇总表 单位：t/a

污染物类别	污染物名称		改扩建前排放量	改扩建前后增减量	最终排放量
污水	污 水 量	船舶含油污水	400	+130	530
		生活污水	526.5	0	526.5
		COD	0.211	0	0.211
		BOD ₅	0.132	0	0.132
		SS	0.211	0	0.211
		氨氮	0.018	0	0.018
大气		SO ₂	0.008	+0.003	0.011

污染物类别	污染物名称	改扩建前排放量	改扩建前后增减量	最终排放量
	NOx	30.94	+10.33	41.27
	CO	15.47	+5.16	20.63
	PM _{2.5}	2.37	+0.79	3.16
	HC	4.02	+1.34	5.36
固体废物	生活垃圾	13	0	13
	含油垃圾	0.05	0.02	0.07

3.5 清洁生产与总量控制

3.5.1 清洁生产

3.5.1.1 施工期清洁生产分析

(1) 施工准备

本项目拟采用招标的方式进行建设施工，预期施工单位将全部为专业的施工队伍，具有丰富的海上施工经验，施工设备先进，施工组织与环境管理水平较高，为实施清洁生产奠定良好基础。

(2) 施工方案与工艺

工地周边应设置符合标准要求的围挡，定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施；施工期间应合理安排施工流程，加强施工管理避免无序施工产生嘈杂噪声。

(3) 施工设备

施工过程中优先使用的污染物排放较小的施工船舶和施工机械，使用符合国家标准要求的清洁燃油，减少废气的排放，符合清洁生产要求。本工程混凝土搅拌采用的是水上搅拌船，减少了混凝土搅拌机和物料对场地的占用，且考虑到鼓浪屿的特殊性，物料只能通过水运，采用水上搅拌船直接对物料进行调配搅拌后使用，提高了工作效率，并有效降低了噪声、扬尘等对陆域环境的影响。

(4) 环境管理

①业主单位将与所有施工单位签署协议，并由监理单位负责监督，要求所有施工单位确保使用品质优良的施工车辆及各种机械设备，实现噪声和尾气排放达标。

②合理作业时间，履带吊、振动锤、钻机等主要施工设备，声源强度必须达到相关机械产品的噪声标准；施工阶段执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的各项要求，控制施工作业时间，严禁在22：00至凌晨6：00从事等高噪声作业。

③为有效杜绝向施工海域的乱倾乱倒行为，工程建设单位、监理单位、施工单位都将与海洋行政主管部门签订“文明施工协议”，避免施工废水向海域直接排放，各类施工垃圾和生活向海域抛弃。

3.5.1.2 营运期清洁生产分析

①供电照明节能措施

合理调度船舶到港时间，充分利用自然光源，降低照明电耗；采用整体照明和局部照明相结合的方法，使照明灯具布置既满足照明需求，又达到节能效果；采用气体放电灯具均自带电容补偿器；变压器采用节能型变压器，各变电所设静电电容补偿装置，补偿后的功率因数不低于0.9；各用电量单位应设置电表，以便进行监控、考核节能情况。

②供水节能措施

采用合理的供水系统，合理选择供水管管径，降低管路水头损失；选用优质阀门，经常对阀门、管道进行检查，防止管道漏水造成资源浪费。

③能源管理

制定相应的节能规章制度；加强职工的节能意识教育；加强各能耗品种的计量和管理，避免能源浪费。

3.5.2 总量控制

本项目非工业污染型项目，无需总量控制。

第四章 环境质量现状评价

4.1 区域自然环境现状

4.1.1 地理位置

厦门港位于我国东南沿海台湾海峡西岸，福建省南部厦门湾内、九龙江入海口，地处闽南沿海的中心，直接依托的厦门市是我国最早设立的四大经济特区之一，具有发展海运的优良条件。陆路北距福州 302km，南距汕头 295km。水路距上海 564nmile，距高雄 165nmile，距香港 292nmile，距广州 389nmile。

三丘田码头改建工程紧邻厦门鼓浪屿现有三丘田码头，位于厦门市鼓浪屿东北岸线处，项目中心地理坐标：24°27'10.96"N、118°03'54.47"E。

4.1.2 地形地貌及泥沙运移趋势

4.1.2.1 区域地形地貌

厦门岛西海域是一个平面上呈哑铃型近似南北走向的狭长海湾，南北长 14km，位于中部的火烧屿处海湾较窄，火烧屿往南、往北海湾逐渐开阔。湾内岛屿众多（如猴屿、火烧屿、大屿、大士屿等）、礁石密布（如鳗尾礁、鸟站礁等）。鼓浪屿是厦门岛西海域的天然屏障，鼓浪屿东西两侧的厦鼓水道和嵩鼓水道是厦门岛西海域的两条主要水上通道。厦鼓水道较深，水深一般在 15~20m；而嵩鼓水道则相对较浅，水深在 5~15m 范围。由于潮流作用，湾内猴屿东、西两侧均为深槽，特别是猴屿东侧深槽，紧贴猴屿向湾内延伸。猴屿东侧深槽的东北侧即为筲筴海堤岸滩，由深槽往岸滩，水深急剧变化，岸坡较陡。

鼓浪屿形状不规则，周长2.85英里，长1.1英里，宽0.72英里；值得注意的是一大堆花岗岩石散布其上，其中岛之中部偏南的那块岩石最高，海拔有302英尺。以形态丰富的岸线、水域为边界，以日光岩、笔架山、升旗山等由自然地貌变化而形成的冈峦起伏的山地景观为主体的自然形态，融汇了不同类型的建筑、园林等人工形态的景观综合体。建筑或兀立于台地、或依山而筑，或凭水而建。

4.1.2.2 泥沙运移趋势

从地形地貌形态、水文特征和沿岸人类活动来看，本海域泥沙的可能来源包括：河流输沙和少量陆地来沙、海岸蚀退来沙、海域来沙和人类活动来沙。

根据厦门岛西海域周边地形地貌、沉积和水文泥沙测验结果可以判断泥沙（主要为悬移质，推移质所占比例较小）的运移趋势。来自九龙江的悬移质泥沙主要随涨潮流经厦鼓、嵩鼓水道往厦门岛西海域输移，落潮时则有部分悬沙随落潮流带出厦门岛西海域，由于涨潮平均含沙量大于落潮，因此，在一个潮周期内为净向湾内输沙，其中，部分悬沙沿深水道随流向筲笪湖近岸海域运移，并沉积在其近岸浅水区。此外，猴屿东北向近岸海域，其泥沙(以悬移质为主，包括少部分推移质)具有由东侧近岸和礁石(鸟站礁等)浅水区、西侧礁石(鳗尾礁等)浅水区向中部-5m 等深线的较深水区运移的趋势。

4.1.3 海床稳定性分析

本次收集 2002 年 1 月中国人民解放军海军司令部航海保证部发行的 1:7500 海图(图号 14292, 1999 年测量)、2011 年 10 月核工业华南工程勘察院编制的《鼓浪屿三丘田码头扩建工程海、陆域地形测量技术报告》及地形图、2016 年 3 月中国人民解放军海军司令部航海保证部发行的 1:1.5 万海图(图号 14292, 2009 年测量)以及 2020 年 7 月厦门地质工程勘察院的实测水深数据,共四期。利用多期数据反映工程区域周边海床演变。

不同时期测量坐标系统不同,通过相关转换参数将不同期水深数据统一转换在 CGCS2000 坐标系下。利用 1999 年、2009 年、2011 年、2020 年四期水深地形资料,选取 0m、2m、5m、10m 等深线进行比较,得到工程区域海床演变的总体趋势。

(1) 1999 年-2009 年工程区域的等深线变化

从图 4.1-1 中可以看出,1999 年到 2009 年,工程附近海域海床整体基本处于稳定状态,局部海域存在弱侵蚀和弱淤积状态。

0m 等深线附近码头南侧海域海床处于弱侵蚀状态,浅滩区域有缩小的趋势;北侧海域海床处于弱淤积状态。码头东南侧有一浅滩,浅滩位置处于弱侵蚀状态。

2m 等深线附近海域处码头位置大部分处于弱淤积状态,北侧处于弱侵蚀状态。5m 等深线附近海域进本处于弱侵蚀状态。10m 等深线在码头东侧海域处于弱侵蚀状态。

(2) 2009 年-2011 年工程区域的等深线变化

从图 4.1-2 中可以看出,2009 年到 2011 年,0m 等深线附近海域海床整体处于基本稳定状态,浅滩位置处于弱侵蚀状态,浅滩区域继续缩小。2m 等深线附近海域处码头南侧部分处于弱淤积状态,北侧部分处于弱侵蚀状态。5m 等深线附近海域基本处于弱淤积状态,码头东北侧等深线变化较大。10m 等深线基本处于弱侵蚀状态。

(3) 2011 年-2020 年工程区域的等深线变化

从图 4.1-3 中可以看出,2011 年到 2020 年,0m 等深线附近海域海床整体处于基本

稳定状态，浅滩位置处于弱侵蚀状态，浅滩区域继续缩小。5m 等深线附近海域基本处于弱侵蚀状或弱淤积态。10m 等深线在码头东侧附近海域处于弱侵蚀状态。

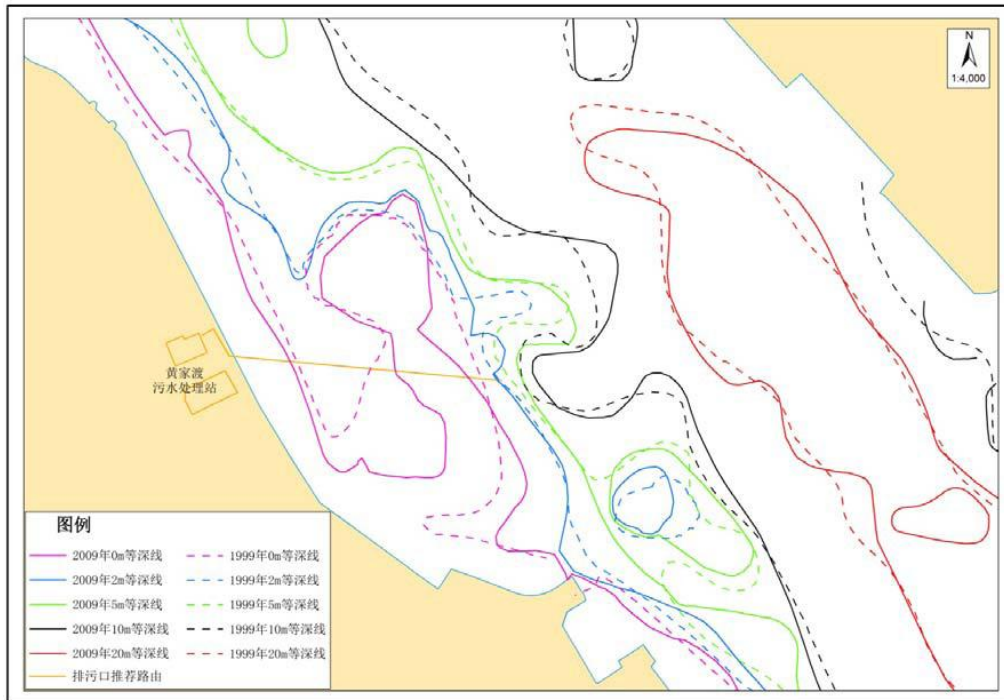


图 4.1-1 黄家渡海域 1999 年-2009 年等深线变化分布图

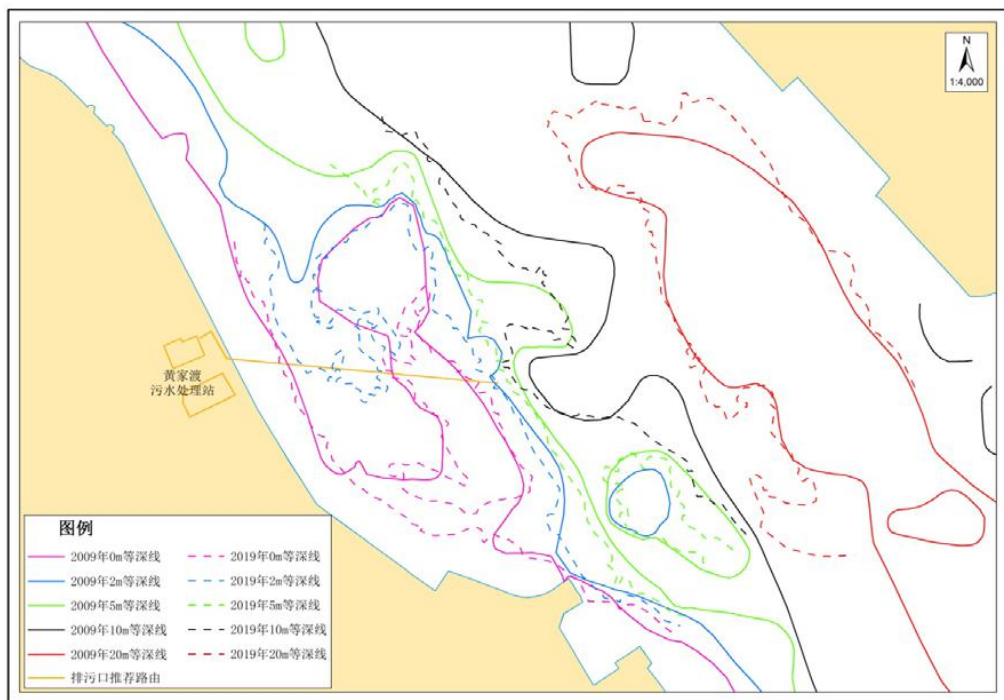


图 4.1-2 黄家渡海域 2009 年-2011 年等深线变化分布图

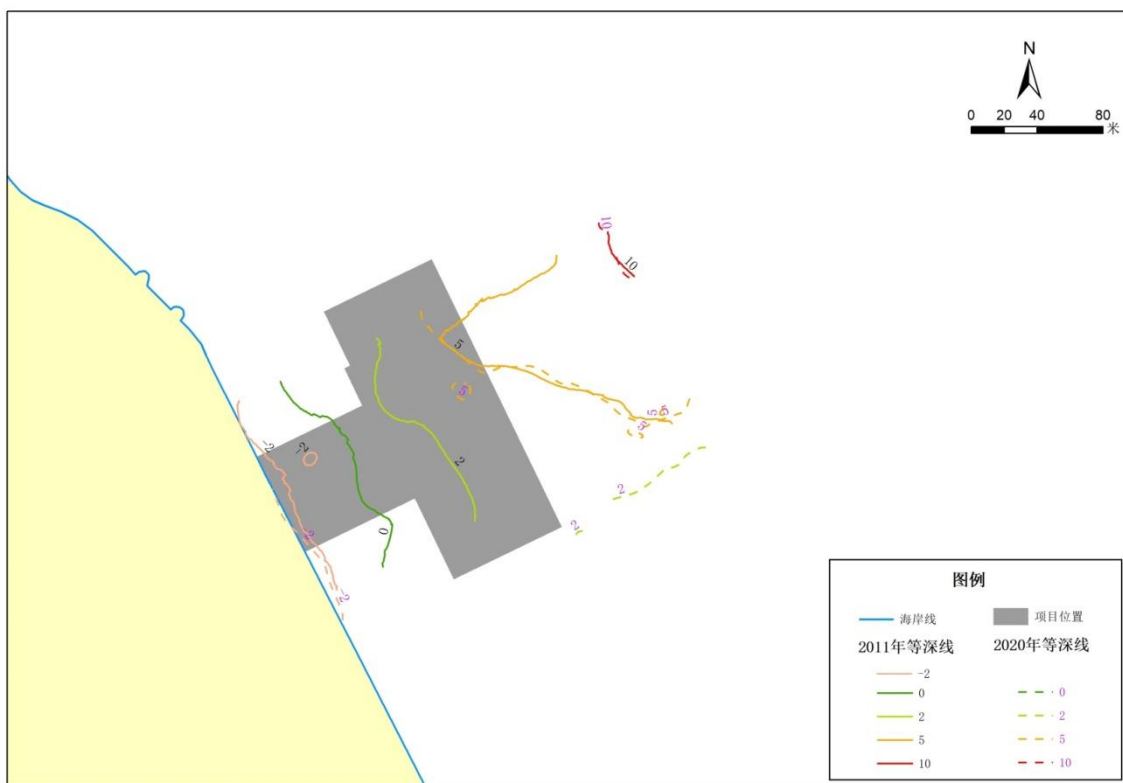


图 4.1-3 黄家渡海域 2011 年-2020 年等深线变化分布图

综合四期水深数据的对比结果得到，从 1999 年至 2020 年，工程附近海域水深地形变化不大，海床处于基本稳定或弱侵蚀状态。

4.1.4 工程地质

根据核工业华南工程勘察院2011年11月编制的《轮渡码头改扩建及配套工程一三丘田码头改扩建工程岩土工程勘察报告书》，工程区域原始地貌属近岸滨海区（海水淹没区及潮间带），自西向东（由陆域向海域）缓倾。

根据地质报告，工程区域岩土体较简单。邻近钻孔各岩、土体的分布及其特征分述如下：

(1) 淤泥（ Q_4^m ） t_a ：厚度0.3~0.4m，顶板标高-0.80~-2.50m。呈浅灰色，流塑，饱和，主要由粘、粉粒组成，含少量机质及贝壳，略具腥臭味，岩芯易粘手，切面光滑，干强度高，韧性高。

(2) 沙混淤泥（ Q_4^m ） t_b ：厚度0.2~2.20m，顶板标高2.10~0.10m。呈灰色，松散，饱和，主要由中粗粒石英沙及淤泥混合组成，淤泥含量约占10-25%，含少量腐植质和贝壳，具腥臭味。

(3) 残积砾质粘性土（ Q^{el} ） ② ：厚度2.7~7.1m，顶板埋深0.00~2.20m，顶板标高

0.10~ -2.50m。呈灰白、灰黄色，硬塑~坚硬，湿，母岩为花岗岩，>2mm的石英质颗粒约占25%，长石已风化成粘土矿物，微具原岩残余结构，无摇振反应，切面稍有光滑，干强度中等，韧性低，浸水易崩解、软化。部分钻孔揭露到全风化花岗岩残留体。

(4) 全风化花岗岩③ ($\gamma_5^{2(3)c}$)：厚度0.80~7.10m，顶板埋深0.30~7.10m，顶板标高-0.10~-9.60m，顶面起伏较大，厚度1.7~4.3m，分布不均匀。灰白、灰黄、黄色，坚硬，湿，主要矿物成分为长石、石英及少量暗色矿物，原岩结构已基本破坏，尚可辩其结构特征，长石等易风化的矿物成分已风化成次生粘土矿物，实测标贯击数 $30 \leq N < 50$ 击，岩体极破碎，散体状结构，岩芯呈坚硬土状， $RQD=0$ ，属极软岩，岩体基本质量等级为V级，泡水易崩解，软化。部分钻孔揭露到碎块状强风化花岗岩残留体。

(5) 散体状强风化花岗岩④a ($\gamma_5^{2(3)c}$)：厚度1.50~17.10m，顶板埋深0.90~10.50m，顶板标高1.20~-12.50m，顶面起伏较大。灰白、灰黄、褐黄色，坚硬，湿，主要矿物成分为石英、长石，长石已大部分风化成粘土矿物，实测标贯击数 $N \geq 50$ 击，属低压缩性土，岩石风化剧烈，岩体极破碎， $RQD=0$ ，散体状结构，残留有少量硬质小岩块，钻进中偶有响声，风化裂隙极发育，岩芯呈沙砾状，手捏易散，属极软岩，岩体基本质量等级为V级，浸水易崩解、软化。部分钻孔揭露到中风化花岗岩孤石。

(6) 碎块状强风化花岗岩④b ($\gamma_5^{2(3)c}$)：厚度0.50~14.50m，顶板埋深3.70~20.50m，顶板标高-2.40~-23.00m，顶面起伏大。灰黄、褐黄色，主要矿物成份为长石、石英，合金钻不易钻进，钻进时有较剧烈响声，岩体风化剧烈，极破碎，碎裂状结构，岩芯呈碎块状， $RQD=0$ ，属较软岩，岩体基本质量等级为V级。

(7) 中风化花岗岩⑤ ($\gamma_5^{2(3)c}$)：各钻孔均有揭露，钻探时进入该层5~5.40m，顶板埋深4.20~31.60m，顶板标高-2.90~-32.4m，顶面起伏大。灰白、灰黄色，岩石成份主要为长石、石英及少量暗色矿物，岩体较破碎~较完整，钻探岩芯多呈短柱状、柱状，少数为块状，节理裂隙较发育，裂隙面大多呈闭合状，并见有铁锰质渲染现象。岩芯采取率一般在70%以上， RQD 大多为50~80%左右，局部为30~40%，嵌镶碎裂或裂隙块状结构，属较硬岩，岩体基本质量等级为III~IV级。

本工程属于水工构筑物，根据其受力特点、场地工程地质与水文地质条件，应采用桩基础，较合适的桩型有冲、钻孔灌注桩和钢管桩。采用冲、钻孔灌注桩宜以中风化花岗岩⑤为桩端持力层，部分地段⑤层埋深太大，则可选择以碎块状强风化花岗岩④b为桩端持力层，桩径选择 $\phi 1000 \sim \phi 1200$ ；采用钢管桩宜以散体状强风化花岗岩④a或其以下岩

土层为桩端持力层，桩径不宜小于 $\phi 800$ 。

工程场地位于抗震设防烈度7度区，设计基本地震加速度值为0.15g。

钻孔平面图、地质剖面图见图4.1-4~6。

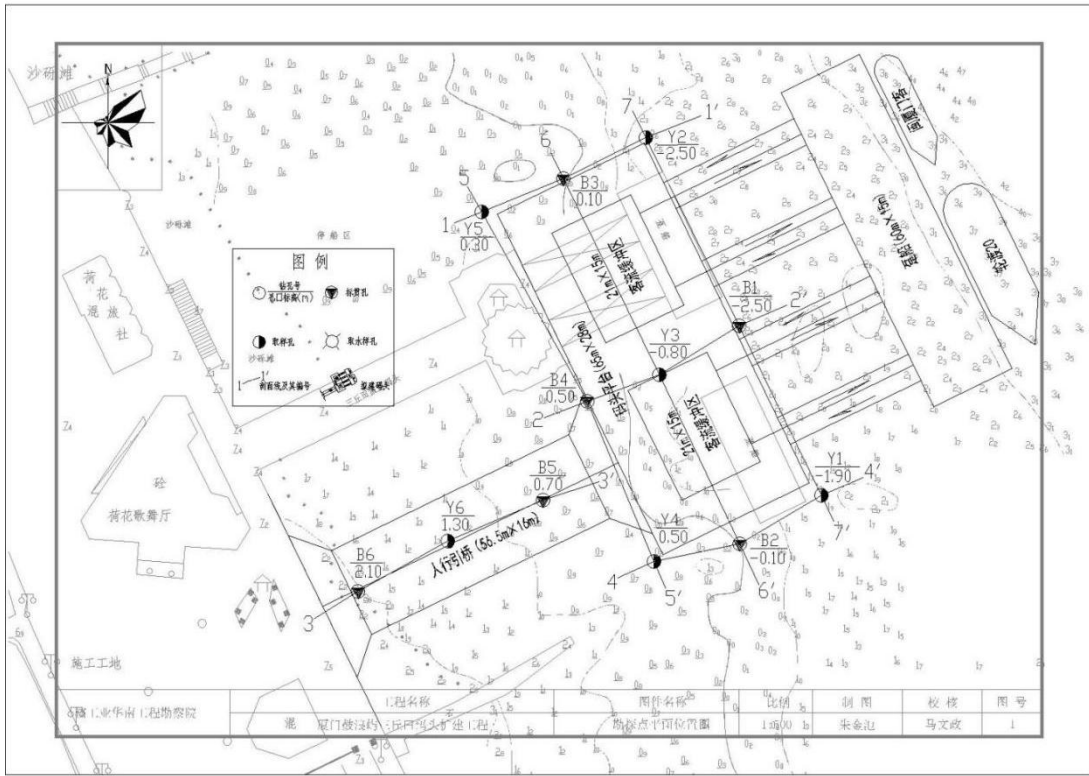


图 4.1-4 钻孔平面布置图

厦门鼓浪屿三丘田码头扩建工程
1-----1' 工程地质剖面图

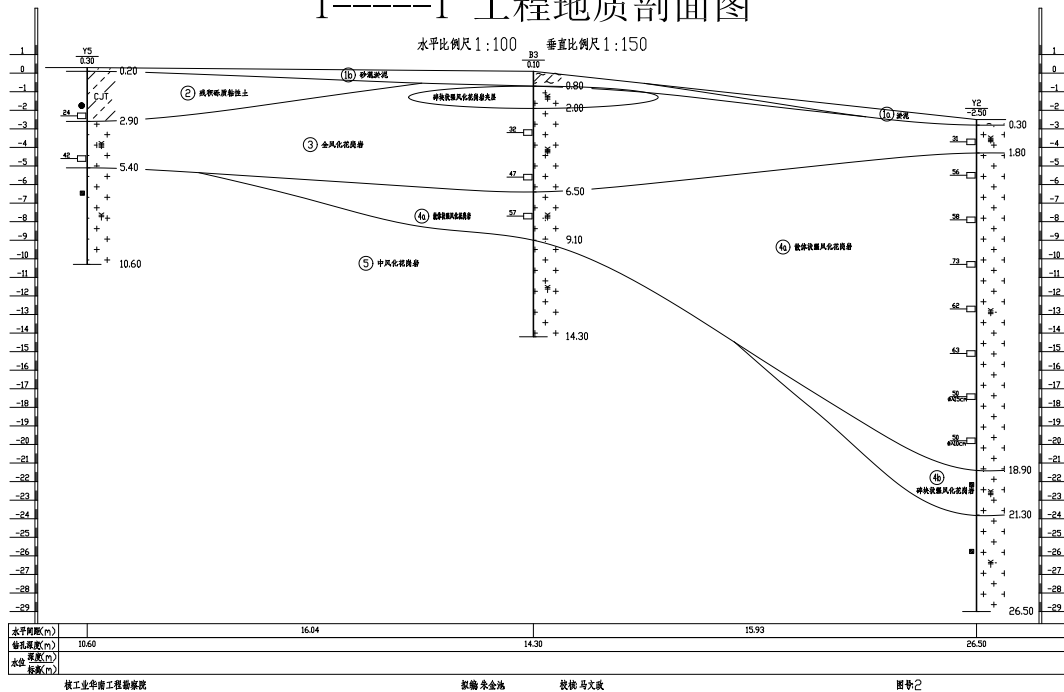


图 4.1-5 工程地质剖面图 (一)

厦门鼓浪屿三丘田码头扩建工程
7-----7' 工程地质剖面图

水平比例尺 1:300 垂直比例尺 1:200

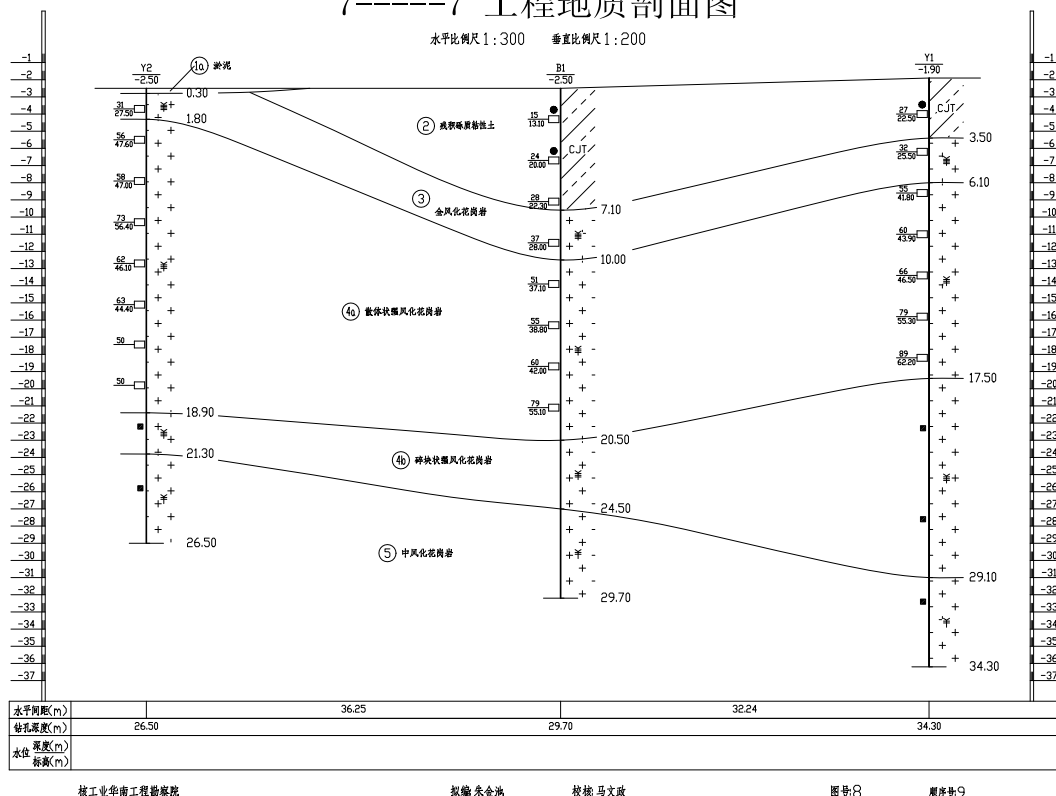


图 4.1-6 工程地质剖面图 (二)

4.1.5 气候特征

厦门气象站位于东渡狐尾山，其地理坐标为北纬24°29′，东经118°04′，海拔高度139.4m。根据2001~2010年的观测资料统计分析，各气象要素如下：

气温：厦门港属亚热带海洋性气候，月平均气温1月份最低，平均气温13.2℃；7月份最高，平均气温28.4℃。多年平均气温21.2℃，最高气温39.2℃（2007年7月20日），最低气温2.4℃（2010年12月17日）。

降水：本地区降水主要集中于4~8月，占全年总降水量的67%，其中6月份降水量最大。多年平均降水量1299.5mm；年最大降水量1970.5mm（2006年）；月最大降水量512.2mm（2006年5月）；日最多降水量212.2mm（2006年5月18日），全年大于等于25mm的降水量平均日数为15.4天。

风：本地区春夏两季以SE向风为主，秋冬两季以NE向风为主，每年5-6月下旬常有较强的NE或SW向风，平均风力3-4级，最大5-6级，瞬时极大风力可达7-8级。常风向为E向，频率14%，强风向为NNW向，频率3%，多年平均风速为2.5m/s、最大风速为20.9m/s（NNW），全年大于等于8级风日数平均为6.3天、全年大于等于6级风日数平均为88.3天。风玫瑰见图4.1-7。

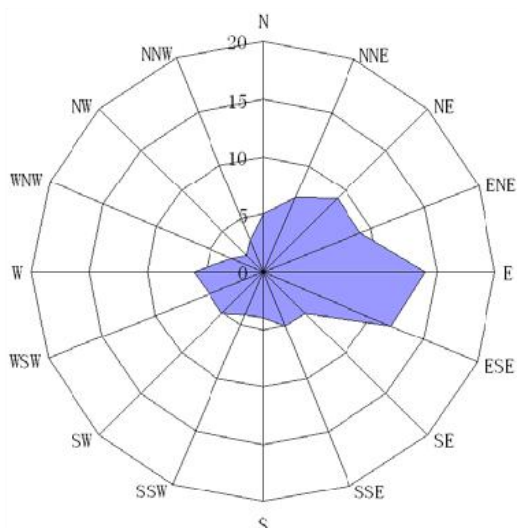


图 4.1-7 厦门气象站（狐尾山站 2001-2010）风玫瑰图

雾：年平均雾日数29.3d（能见度 $\leq 1\text{km}$ ）；年最多雾日数46d（2010年）；年最少雾日数18d（2004年），年雾日多集中在2~4月份，夏秋两季很少出现。

相对湿度：每年3-8月最潮湿，10至翌年2月较干燥。年平均相对湿度78%。最大相对湿度80%。最小相对湿度10%。

雷暴：多年平均雷暴出现天数为47天，每年6-10月是雷暴多发期。

自然资源部第三海洋研究所2011年5月对工程区域波浪观测期间，同步进行了风况观测，风速传感器经纬度 $N24^{\circ}16.24'$ ， $E118^{\circ}5.34'$ 风况观测结果显示，工程海域风速总体较小，观测期间平均风速为 2.8m/s ，最大风速为 9.2m/s 。常风向为SE，强风向为SW。风向以ESE-SE为主，集中在ESE-SE的风频率为32.84%。NNE-NE-ENE向风出现频率也较高，分别为10.15%、9.85%和8.66%。其次为S、E和SSE向，其出现频率分别为6.27%、5.97%和5.37%。其他方向出现频率均小于5%。

4.1.6 海洋灾害

台风（热带风暴）：厦门湾灾害性天气主要为台风天气，每年7~10月经常受台风影响。2001~2009年间影响厦门海区的热带气旋共出现57次，出现最多年份是2008年，共出现9次。其中影响厦门海区的强热带风暴（最大风速 $\geq 24.5\text{m/s}$ ）共出现39次，最多年份是2001、2008年，各年出现6次；其中影响厦门海区的强度达到台风标准（最大风速 $\geq 32.7\text{m/s}$ ）共出现26次，最多年份是2001、2005、2006、2008年，各年出现4次；其中瞬时风速最大的台风是0418台风“艾利”，最大瞬时风速 33m/s ，风向NNW，出现时间2004年8月26日0点45分，其中台风中心极限海平面气压最低的是0709超强台风“圣帕”，中心极限海平面气压为910百帕。台风期间，航道封航，船舶均须到避风锚地避风。

风暴潮：厦门港是风暴潮灾害严重的灾区之一，由台风引起的风暴潮成为厦门海域主要的海洋灾害。近年来厦门受风暴潮影响有明显增强的趋势。

4.1.7 自然资源概况

厦门的主体--厦门岛南北长13.7公里，东西宽12.5公里，面积约128.14平方公里，是福建省第四大岛屿。厦门海岸线蜿蜒曲折，全长234公里。盘踞在厦门西海域的厦门港是一个条件优越的海峡性天然良港，其港区外岛屿星罗棋布，港区内群山四周环抱，港阔水深，终年不冻，是条件优越的海峡性天然良港，历史上就是我国东南沿海对外贸易的重要口岸。

(1) 港口资源

厦门湾是一个由同安湾、东渡湾和九龙江口湾三个小海湾组成的复式港湾，港湾外有金门岛、小金门岛、大担岛、浯屿等大小岛屿屏障，港内水深湾阔、风浪掩护良好，使厦门港成为一个天然深水避风良港，是建设深水港口发展海运的理想港湾。

厦门港区包括东渡港区、海沧港区、嵩屿港区、刘五店港区、客运港区等。截至2013年底，厦门湾共有生产性泊位121个，其中万吨级以上泊位62个，10万吨级以上泊位26个，货物年通过能力14174万吨、集装箱年通过能力964万TEU，旅客年通过能力1823万人，汽车年通过能力122万辆。

(2) 港口航道状况

① 航道现状

目前厦门邮轮中心至鼓浪屿航道二期工程已建成通航，鼓浪屿与邮轮中心小轮泊位之间有客轮专用航道相连接，船舶从鼓浪屿内厝澳码头和三丘田码头出发，进入猴屿东航道，再进入国际旅游客运航道抵达邮轮中心。三丘田码头至邮轮中心航道长度约3.74km，内厝澳码头至邮轮中心航道长度约4.55km，全程双线航道，航道计算通航宽度为120m，实际可通航宽度为120m~445m。XG1~XG3及XG1'~XG5航段设计底高程为-5.0m；XG3~XG6航段利用猴屿东航道，航道设计底高程维持-12.0m不变；XG6~XG7航段利用国际旅游码头进港航道，航道设计底高程维持-11.0m不变。

东渡航道的货船全部走猴屿西航道，猴屿西航道宽300m，航道设计底高程为-12.0m，可满足7万吨级散货船、5万吨级集装箱船通航。

② 航道选线及通航条件

本工程各设计船舶可利用厦门邮轮中心至鼓浪屿航道二期工程到达各旅游码头。

本项目泊位设计船型最大吃水为2.1m（“鹭江80”），计算所需的航道通航水深

为 3.3m。本工程进港航道现状水深均在 4.0m 以上，航道水深可满足设计船型全潮通航要求。

航道通航宽度由设计船型总长、型宽、航速及航道的横风、横流及“风、流压偏角”等因素所决定，按照本项目设计船型“鹭江之星”客船尺度，计算得到双向通航航道通航宽度为 83m。厦门邮轮中心至鼓浪屿航道二期工程航道宽度 120m~445m，航道宽度可满足设计船型双向通航的要求。

综上，现有航道条件可以满足设计船型双向全潮通航的要求。

③锚地现状

厦门港现有1#、3#、4#、5#、7#共计5块锚地，总面积约17.41km²。

(3) 渔业资源

厦门湾地处亚热带，岸线曲折，浅海滩涂广阔，常年有九龙江水注入，水质肥沃，海洋生物资源丰富，是多种经济鱼虾、蟹贝、藻类的生长繁殖、索饵、栖息的场所。根据水产部门的有关历史资料，本海区及邻近海域，常见的渔业品种，约有200种。其中鱼类100多种，贝类30多种，头足类和经济藻类约近10种。

主要的鱼类有：七丝鲚、中华青鳞、斑鲚、鳓鱼、弹涂鱼、日本鱼是、小公鱼、黄鲫、梭鲈、二长棘鲷、鲈鱼以及经济价值较高的真鲷、黑鲷、黄鳍鲷和石斑鱼等30多种。主要的贝类有：牡蛎、花蛤、缢蛏、泥蚶、文蛤、青蛤、翡翠贻贝、花螺、泥螺和江瑶等20多种，其中前三种为厦门湾主要养殖品种。主要的甲壳动物：长毛对虾、日本对虾、哈氏仿对虾、刀额仿对虾、梭子蟹、锯缘青蟹。主要经济藻类有：紫菜、海带、浒苔、石花菜、江蓠和鹧鸪菜等近10种。其中紫菜和海带为人工养殖品种。随着厦门及其周边区域社会经济建设的发展，海洋环境资源受到一定的影响，渔业资源量呈现下降态势，有的品种如真鲷（厦门同安湾口海域原是其产卵场）已基本消失，长毛对虾资源则有较大幅度的减少。

(4) 旅游资源

厦门旅游资源以城建海上，海在城中，山海环抱，城景交融，岩奇石怪，宜居宜游为特色。经过多年来的开发建设，现已初步形成鼓浪屿、万石山、集美、南普陀、同安 5 个游览区和一条海上观光线。1988 年经国务院批准，鼓浪屿—万石山确定为国家级风景名胜區。其中心位置约在北纬 24°28'，东经 118°08'，范围包括厦门岛的万石山山体及滨海、鼓浪屿、厦门湾的大部分海域、岛礁。北对天马山，与厦门市區、郊区相连；西控九龙江入海口，以厦门西港与海沧毗邻；南对南太武，以厦门港与龙海市相望；东

南以厦门港东侧水道与厦门列岛为界。总面积 245.74km²，其中海域 211km²。

(5) 岛礁资源

西海域内岛屿众多，形态各异，本项目所在海岛即为著名的鼓浪屿，项目区周边主要岛屿有猴屿、大屿、宝珠屿、白兔屿、小兔屿、大兔屿、火烧屿等。其中鼓浪屿岛屿面积 1.78km²，鼓浪屿气候宜人，有丰富的自然、人文、历史旅游资源。其海岛景观秀丽多姿，岛上岗峦起伏，错落有致，最高峰日光岩海拔 92.7m。

(6) 滩涂湿地资源

厦门西海域现有滩涂面积约 20.4km²，退潮时大片滩涂出露，滩涂宽阔平坦，底质主要为粘土质粉沙。其中宝珠屿附近海域滩涂面积约 16.0km²，海沧湾滩涂面积约 4.4km²。本工程附近海域湿地资源主要分布深沃山至烟墩山一带海域及其北部的大磬浅滩海域。该片湿地约 20km²（仅指水深 6m 以浅的海域），地势开阔，其中北侧滩地底质为细沙，南侧为粉沙质沙，在近岸浅水区和南侧潮滩上均有较多的岩礁出露。

4.2 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区

4.2.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区简介

1997年厦门市建立省级中华白海豚保护区，并发布了《厦门市中华白海豚保护规定》对中华白海豚自然保护区实行非封闭性管理。保护区范围为第一码头和嵩屿连线以北，高集海堤以南的西海域，以及钟宅、刘五店、澳头、五通四点连线的同安湾口海域，总面积约55km²。2000年4月经国务院审定，由原中华白海豚省级自然保护区（1997年建）、白鹭省级自然保护区（1995年建）、文昌鱼市级自然保护区（1991年建）联合组建成“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区”。

2015年6月，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理委员会和厦门市海洋与渔业局组织编制的《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》通过了专家评审，2016年2月14日，福建省人民政府于批复了《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）。

根据《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划（2016-2025年）》，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，保护区及外围保护地带面积33088hm²，其中保护区面积7588hm²，外围保护地带25500hm²。该规划期为2016年~2025年，总体规划进一步明确了厦门中华白海豚自然保护区功能区划分，即厦门中华白海豚自然保护区位于第一码头与嵩屿连线以

北、高集海堤以南的3500hm²西海域和钟宅、五通、澳头、刘五店四点连线的同安湾口约2000hm²海域；厦门市其他海域为保护区外围保护地带，面积25500hm²，呈连续分布。鉴于厦门海域海上经济活动频繁，厦门中华白海豚保护区功能区适应性管理措施为实行非封闭式管理；外围保护地带仅对保护物种加以保护。

本项目与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的关系见图2.6-3。

4.2.2 中华白海豚

中华白海豚（*Sousa chinensis*）是一种暖水性的小型鲸类，属国家一级保护动物、世界珍稀、濒危物种（CITES），除了可供人类观赏外，还具有较高的科研价值。自然条件优越的厦门港一带是中华白海豚重要的栖息地，出现在厦门湾的中华白海豚，体长一般为2~2.5m，全身乳白色，腹部及背部有粉红色彩，以成对行动居多。近几十年来，随着沿海经济建设和海洋开发的发展，人为因素对中华白海豚生活环境的干扰加剧，厦门港的中华白海豚数量逐年减少。60年代前中华白海豚经常成群结队地在厦门海域出现的景象已比较少见。

中华白海豚核心范围为第一码头与嵩屿连线以北、高集海堤以南35km²的西海域和五缘湾、五通、澳头、刘五店四点连线20km²的同安湾口海域，总面积约55km²；厦门市管辖的其余海域为中华白海豚外围保护地带。本项目位于“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区”的“中华白海豚外围保护地带”。

根据《2017年厦门市海洋生态环境状况公报》，2017年开展中华白海豚样线调查1711公里，共发现海豚46群257头次，群体遇见率为1.98群/100公里，个体遇见率为11.07头/100公里，略高于2016年数据。中华白海豚主要分布于厦门西港、漳州港区附近、同安湾口和围头湾。

4.2.3 白鹭

厦门通常所称的白鹭实际上是一些鹭类的鸟禽。它们隶属鸟纲鹳形目鹭科。中国有鹭科鸟禽20种，其中以白鹭属的最为珍贵。中国的白鹭属有5个种，即大白鹭、中白鹭、（小）白鹭、黄嘴白鹭和岩鹭。这5个种都曾在厦门有过记录，此外还有夜鹭、池鹭、牛背鹭、苍鹭4种。厦门素以“鹭岛”自称。厦门鹭鸟在种类及数量上都具有一定规模。从保护沿海迁徙候鸟看，从我国太平洋沿海地带岛东南亚、澳大利亚一线是亚洲候鸟迁徙的主要路线之一。厦门正位于该迁徙路线上，每年有成千上万的候鸟经过或留下越冬。这为美化厦门环境及开展科研、教学和生态考察提供了极好的条件。但随着经济开发程

度的提高，鹭鸟的生活也受到较大的干扰。

据估算，目前保护区内白鹭亲鸟数量保持在四千只左右。大屿岛繁殖的鹭科鸟类的数量基本稳定，鸡屿岛由于其繁殖区正对繁忙的海沧港区，受港区码头灯光、噪声等影响，繁殖数量较少。

第五章 环境影响预测与评价

5.1 海域水动力环境影响分析

潮流数值计算是研究工程海域现状潮流场及预测工程建设引起潮流场变化的一个重要内容，是项目用海对资源环境影响评价工作的基础。在潮流数值计算的基础上可以预测、评价海域因设置构筑物、地形、岸线变化等引起的水动力条件的变化，进而对海域冲淤等变化进行预测分析，以便对工程的用海可行性作出正确的论证和评价，为管理部门提供科学的管理依据。

5.1.1 模型控制方程及求解

(一) 数值模拟软件介绍

本次数值模拟采用《CJK3D 水环境数值模拟系统》(CJK3D-WEM)。该软件系统的编制符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTS/T231-2-2010)及相关现行行业标准的规定，于2012年取得国家软件著作权登记(软著登字第0433442号)，2013年通过中国工程建设标准化协会水运专业委员会组织的软件鉴定，并纳入“水运工程计算机软件登记”(目录号:KY-2013-01)。适用于江河湖泊、河口海岸等涉水工程中的水动力、泥沙、水质、温排、溢油模拟预测研究。

(二) 模型控制方程及求解

(1) 二维浅水控制方程

水流、泥沙运动方程向量形式可写为：

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla E = M + \nabla E^d \quad (5-1)$$

式中： $U = (H, Hu, Hv, Hs)^T$

$$F = \begin{pmatrix} Hu \\ Hu^2 + gH^2/2 \\ Huv \\ Hus \end{pmatrix}, \quad G = \begin{pmatrix} Hv \\ Huv \\ Hv^2 + gH^2/2 \\ Hvs \end{pmatrix}$$

$E = (F, G)$ ，式中：

水流泥沙运动方程的紊动扩散项和泥沙扩散项表示为：

$$E^d = (F^d, G^d), \quad \text{其中：} \quad F^d = \begin{pmatrix} 0 \\ N_x H \partial u / \partial x \\ N_x H \partial v / \partial x \\ D_x H \partial s / \partial x \end{pmatrix}, \quad G^d = \begin{pmatrix} 0 \\ N_y H \partial u / \partial y \\ N_y H \partial v / \partial y \\ D_y H \partial s / \partial y \end{pmatrix}$$

$$M = M_0 + M_f = \begin{pmatrix} 0 \\ gH(M_{0x} + M_{fx}) + fv \\ gH(M_{0y} + M_{fy}) - fu \\ Fs \end{pmatrix}$$

源项 M 表示为:

其中:

H —总水深, $H=h+z$;

U 、 V —流速矢量 V 沿 X 、 Y 方向的速度分量;

f —科氏力 ($f=2w\sin\varphi$, w 是地球自转的角速度, φ 是所在地区的纬度);

g —重力加速度;

C —谢才系数;

N_x 、 N_y — X 、 Y 向水流紊动粘性系数;

S —含沙量(kg/m^3);

D_x 、 D_y — X 、 Y 向悬移质泥沙扩散系数(m^2/s);

F_s —泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$);

F_s —含沙量源、汇项;

M_{0x} 、 M_{0y} — X 、 Y 方向的河床底部高程变化;

M_{fx} 、 M_{fy} — X 、 Y 方向的底摩擦项;

(2) 有限体积法

1) 方程离散

将第 i 号控制元记为 Ω_i , 在 Ω_i 上对向量式的基本方程组进行积分, 并利用 Green 公式将面积分化为线积分, 得

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega_i} U d\Omega_i + \oint_{\partial\Omega_i} (E \cdot \bar{n}_i - E^d \cdot \bar{n}_i) dl = \int_{\Omega_i} S d\Omega_i$$

即

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega_i} U d\Omega_i + \oint_{\partial\Omega_i} E \cdot \bar{n}_i dl = \int_{\Omega_i} S d\Omega_i - \oint_{\partial\Omega_i} E^d \cdot \bar{n}_i dl \quad (5-2)$$

其中 $d\Omega_i$ 是面积分微元, dl 是线积分微元, $\bar{n}_i = (n_{ix}, n_{iy}) = (\cos\theta, \sin\theta)$, n_{ix} , n_{iy} 分别代表第 i 号控制元边界单位外法向向量 X 、 Y 方向的分量。方程 (5-2) 分为四项: 第一项为时变项, 第二项为水平对流项, 第三项为底坡项, 第四项为水平扩散项。

①水平对流项处理

水平对流项界面通量求解是非结构网格有限体积法的核心，也是非结构网格算法的优势所在，它引入了控制体界面两侧变量间断的思想。目前高性能的计算格式有 FVS、Godunov、Roe、Osher、HLL、FCT、MUSCL 等格式，用的最多的是 Roe 格式，也是本文所用的格式，界面处变量数值采用 MUSCL 格式提高到二阶精度。

②水平扩散项处理

水平扩散项含有二次项，是离散浅水方程的难点之一。本文采用单元交界的平均值计算通过该界面扩散项的数值通量，这样处理算法简单、效率高。

③源项处理

源项可分解为底坡项和阻力项， $S = S_0 + S_f$ 。

阻力项： $S_f = (0, -gdS_{fx}, -gdS_{fy})^T$ ，该项可以直接求解。

底坡项： $S_0 = (0, -gdS_{0x}, -gdS_{0y})^T$ 。

底坡项的处理一般有“平底模型”和“斜底模型”两种方法，本次使用斜底模型来处理底坡项。斜底模型由于水深布置在三角形网格的节点，能更有效的逼近实际地形，并且算法简单易实现，被广泛应用。

2) 定解条件

边界分为开边界和闭边界。由于本文采用的是 CC 式有限体积法，水位、流速布置在网格中心点，网格边界上没有布置变量，因此不能够通过网格边界处理边界条件，需用到特殊的边界处理方法。

①开边界

对于边界处的网格， U_L 可求，关键是求解 U_R ，开边界又分为急流开边界和缓流开边界，因本文所建模型为缓流模型，故只给出缓流开边界的处理方法。

根据相容关系：

$$U_R + 2c_R = U_L + 2c_L \quad (5-3)$$

其中：

c_L 和 c_R 表示单元左右静水波传播速度。

a. 水位边界

$$U_R = U_L + 2\sqrt{gh_L} - 2\sqrt{g(Z_R - Z_d)}$$

式中： Z_d —边界上通量积分点处的底高程。

b. 流速边界

$$h_R = \frac{1}{g} \left(\frac{U_L + 2\sqrt{gh_L} - U_R}{2} \right)^2$$

c. 流量边界

由相容关系得

$$Q_R / h_R + 2\sqrt{gh_R} = U_L + 2\sqrt{gh_L}$$

上式是关于 h_R 的非线性方程，可用牛顿迭代法求解

$$h_R' = h_R - \frac{f(h_R)}{f'(h_R)}$$

$$\text{式中： } f(h_R) = 4gh_R + 2Q_R\phi_L / h_R - Q_R^2 / h_R^2 - \phi_L^2$$

② 闭边界

采用镜像法处理。在闭边界外侧虚拟一个单元，边界上的两侧的法向流速相反，切向流速相同，即 $D_R = D_L$ ， $u_{n,R} = -u_{n,L}$ ， $u_{\tau,R} = u_{\tau,L}$ ， u_n 、 u_τ 表示单元法向和切向流速。

(3) 数学模型关键技术问题的处理

1) 动边界的处理

考虑到模拟海域浅滩较多，滩地随着潮位变化出露和淹没，计算中要求正确反映浅滩的干湿特征，需采用适当的动边界处理技术。本项研究中采用了冻结法，根据计算单元水深判断是否露滩，当水深小于某一控制水深时，单元潮位“冻结”不变，要进行下一时刻计算前，被冻结的单元水深由周边有效水深进行修正，如果水深大于控制水深则重新参与计算，为避免水量不平衡，动边界控制水深采用 0.05m。

2) 糙率处理

糙率是潮流计算的主要计算参数之一，反映了潮流运动过程中的阻力特性。糙率是一个综合参数，与床面泥沙特性、水深及地形形态都有一定关系，本项研究中根据经验选用了附加糙率公式，考虑水深变化后的糙率响应。

5.1.2 数学模型的建立

数学模型范围图 5.1-1 所示，模型计算范围包括厦门湾、围头湾、安海湾、九龙江河口等海域。设置 3 条外海开边界，分别为南开边界、东开边界和北开边界，外海开边界潮位由全球潮汐预报模型 Tide-Process 提供。为反映上游流量，模型九龙江上游流量边界选取九龙江干线流量 446m³/s 为边界流量；模型水深主要以海图为底图，其中九龙江的水深由海军航海保证部 2011 年版九龙江口海域 1: 25000 的海图（图号：14295）数字化得到；厦门湾和围头湾的水深由海军航海保证部 2010 年版围头角至厦门港海域 1: 60000 的海图（图号：14249）数字化得到；厦门湾以外水深由海军航海保证部 2009 年版深沪湾至东碇岛海域 1:100000 的海图（图号：14240）数字化得到；同时收集计算范围内 2016 年之后工程实测水深局部插值得到（图 5.1-2），高程统一至当地多年平均海平面，表 5.1-1 为数学模型的主要计算参数。

表 5.1-1 模型计算参数

名称	参数值
高程系统	当地平均海平面
最小网格边长	1.12m
最大网格边长	2095.09 m
单元总数	48301 个
时间步长	2 秒
柯氏力系数	$f = 2 \cdot \omega \cdot \sin \varphi$ $\omega = 2\pi / (24 \times 3600)$ $\varphi = 23.8^\circ$
谢才系数	$c = \frac{1}{n} (h + \zeta)^{\frac{1}{6}}$ $n = \begin{cases} 0.015 & h + \zeta \leq 1.0m \\ 0.013 + \frac{0.012}{h + \zeta} & h + \zeta > 1.0m \end{cases}$
水流紊动粘性系数	$\varepsilon_x = \varepsilon_y = khU *$
动边界控制水深	$H_a = 0.05m$

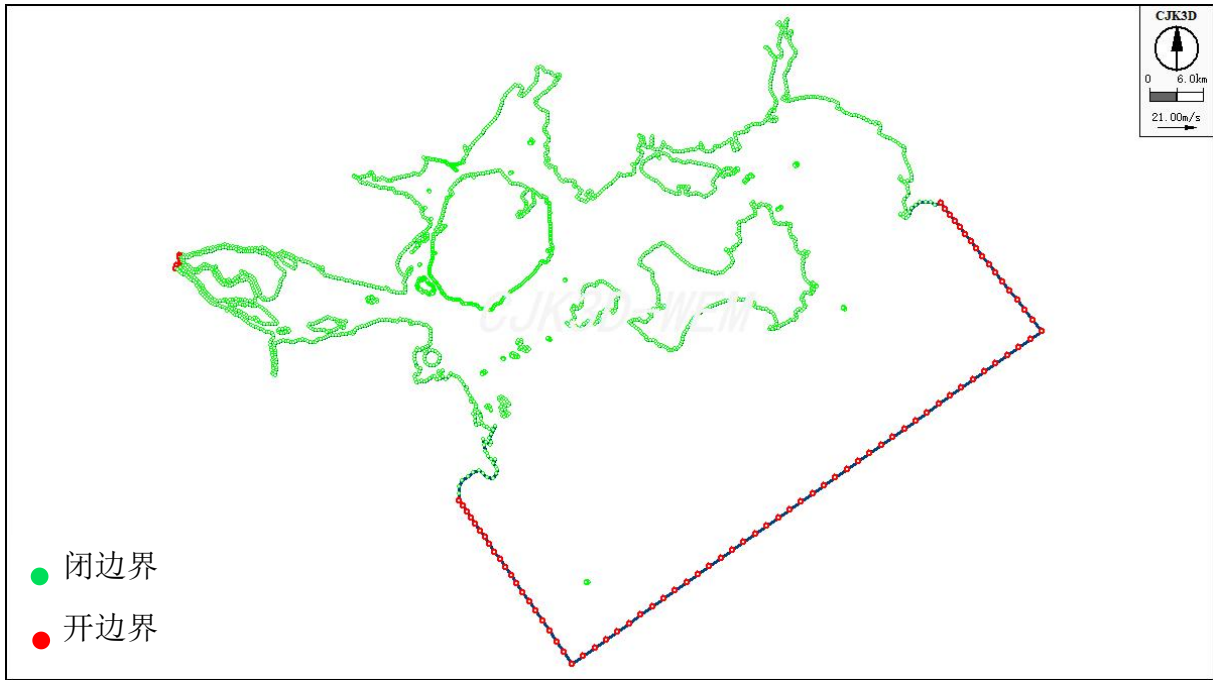


图 5.1-1 模型计算范围与网格

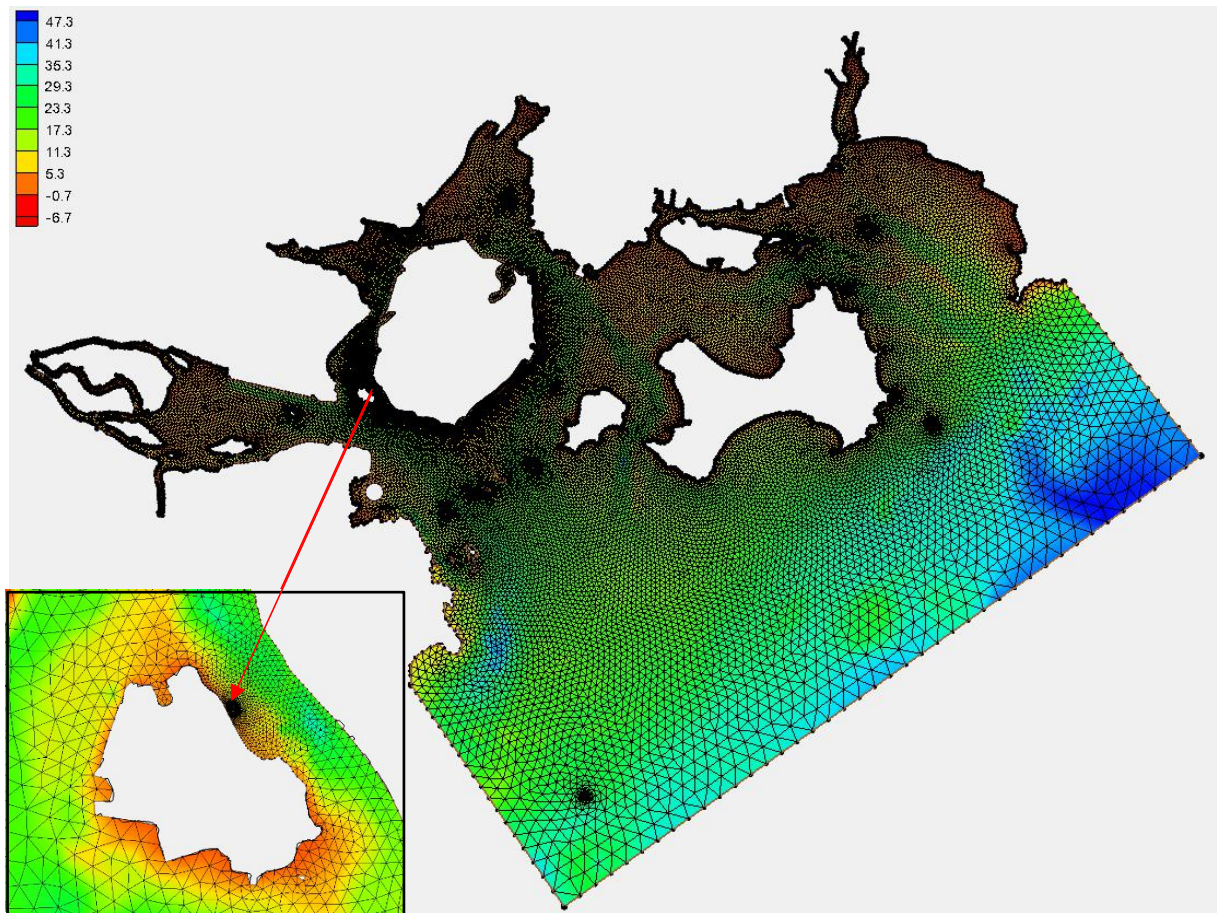


图 5.1-2 计算区域整体与工程区局部水深

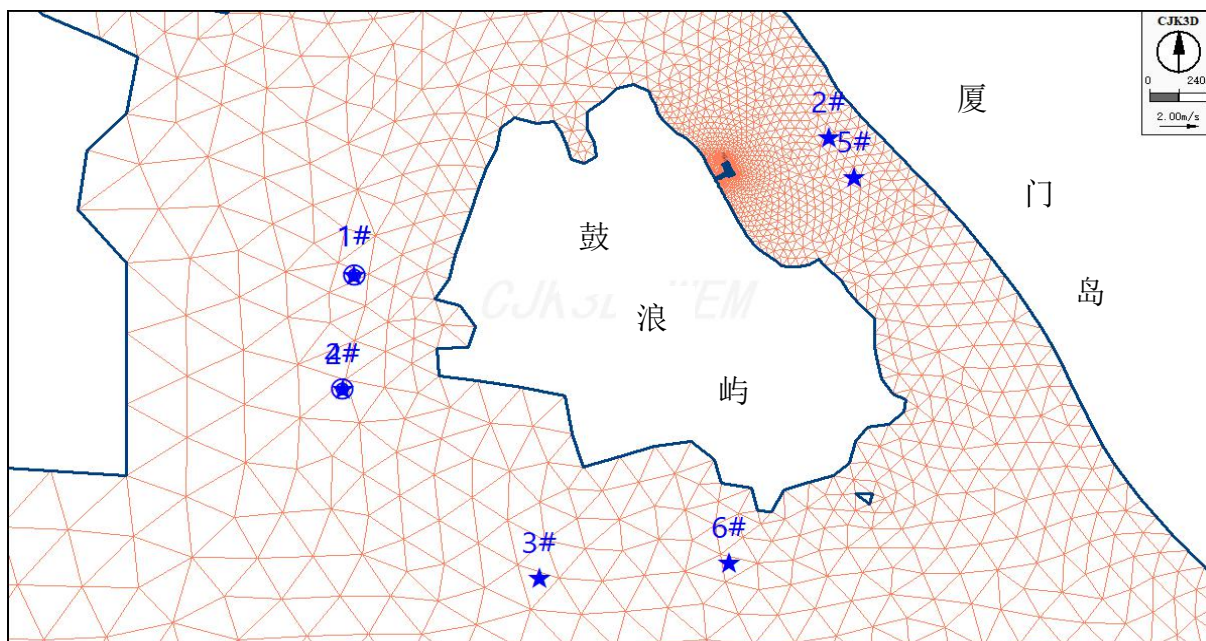


图 5.1-3 工程区加密网格及观测水文站位

模型网格总数 48301 个，工程水域网格局部加密，网格最大边长 2095.09 m，最小边长 1.12 m（图 5.1-2，图 5.1-3）。计算方案设计将三丘田码头现有工程设置为工况 1，将本次改建工程施工建设后设置为工况 2。由于现有引桥和平台及改建工程平台均为透空式高桩码头结构，大量桩墩打入水中，可对水体运动造成影响，数学模型中需要考虑桩群对水动力影响。桩群是由一系列单桩组成，受到水流冲击后，流场特征既有单桩时的共性，又由于桩群相互影响，多重阻水，桩群内水流流态错综复杂。这些水流运动机理对码头桩群周围水流流态和底床冲淤变化产生一定影响。因此，在桩基码头的潮流泥沙数值模拟中以桩基组的对拖曳力的影响概化处理。

5.1.3 数学模型的验证

数学模型验证内容为潮位验证和潮流验证。实测位点包括 2 个潮位点和 6 个潮流点，分布于工程区附近海域（图 5.1-3），其中 1#（1#潮位同步观测）、2#、3#点位大潮潮位、潮流观测连续、同步开展，观测时段为 2019 年 8 月 2 日 14 时（农历七月初二）～8 月 3 日 15 时（农历七月初三）；4#（2#潮位同步观测）、5#、6#潮流点观测时段为 2019 年 8 月 3 日 16 时（农历七月初三）～8 月 4 日 15 时（农历七月初四）。由于 1# 和 4#潮位站距离较近，且连续监测，因此验证图合并处理。

潮位、潮流验证结果显示（图 5.1-4、图 5.1-5），大潮潮位验证情况较好，高低潮时间的相位偏差在 0.5h 以内，最高、最低潮位平均偏差小于 0.1m；潮流各点位流速过程线形态基本一致，涨、落急时段平均流速偏差基本在 10%以内；潮流各点位主流流向

偏差基本在 10°以内；潮位、流速、流向验证情况良好，总体满足《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T 231-2-2021）的验证误差要求，工程区周边 2#、5#点潮流验证情况良好，模拟的流路与观测资料趋向一致。

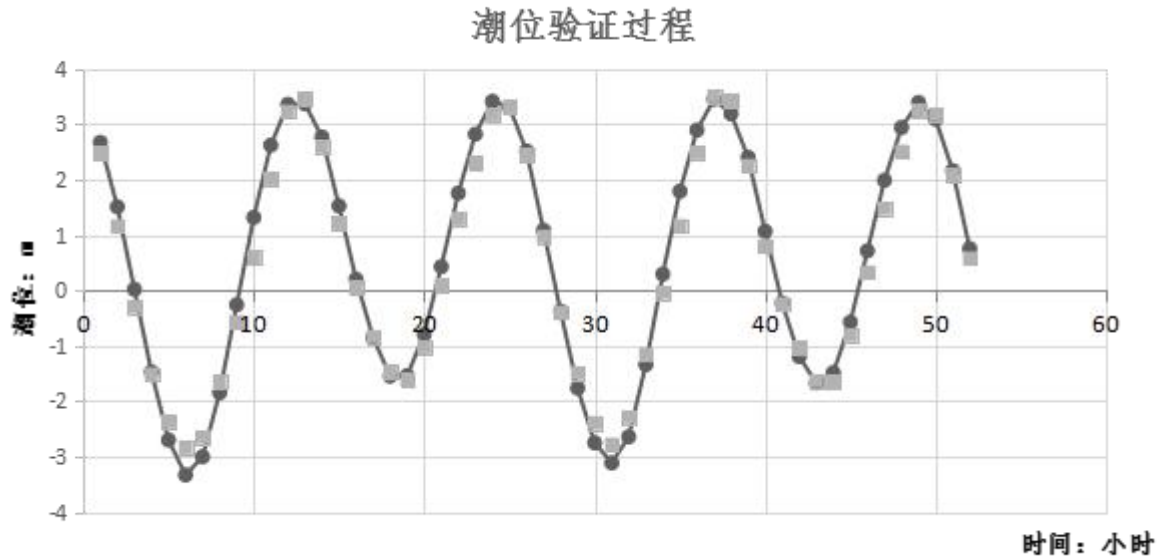


图 5.1-4 潮位验证

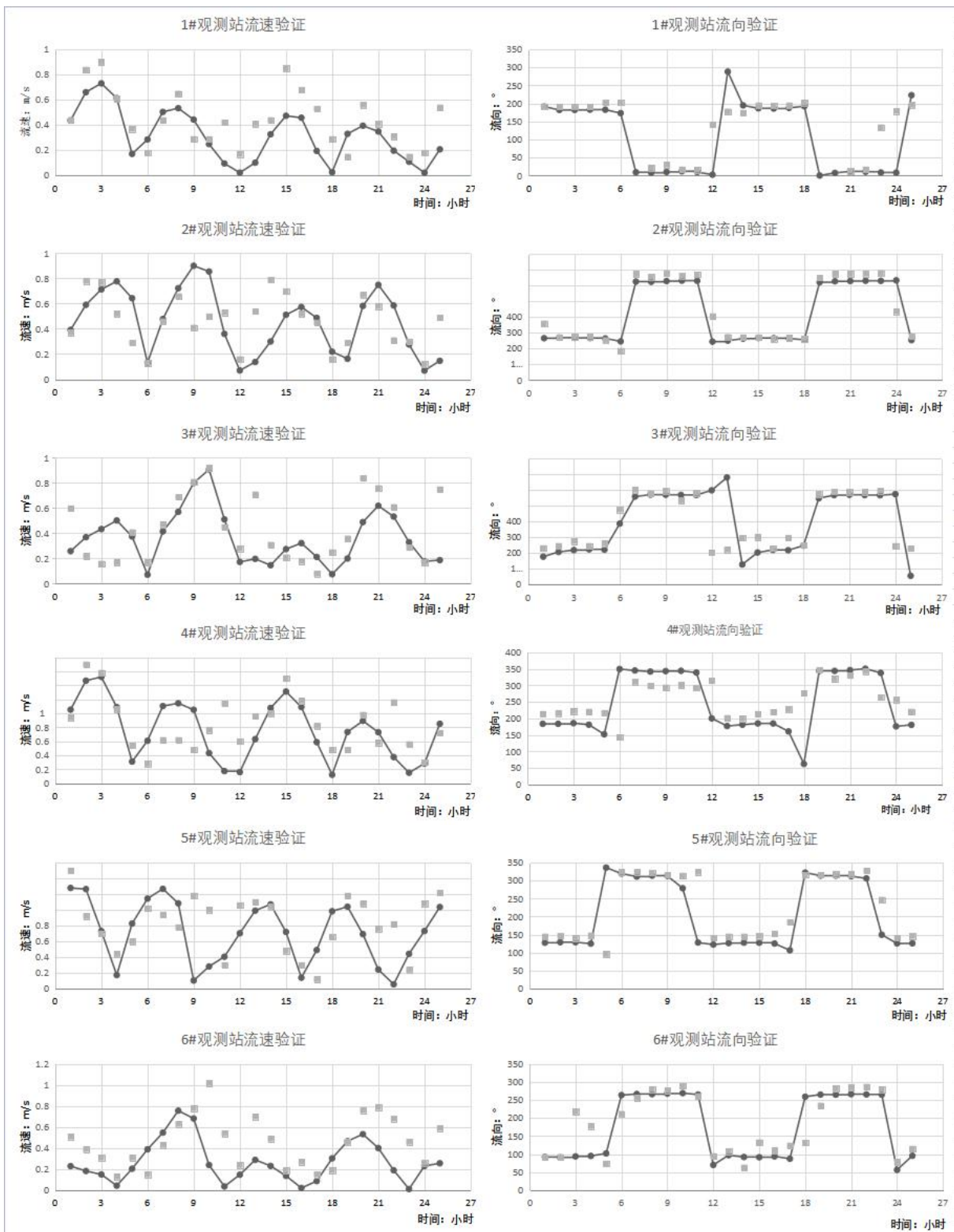


图 5.1-5 潮流验证 (流速单位: m/s; 流向单位: °)

5.1.4 潮流场数值模拟结果及分析

(1) 现状海域流场流态

图 5.1-6~图 5.1-7 为工程附近海域现大潮期两个特征时刻：落急和涨急时刻潮流场流矢分布图。由图 5.1-6 和 5.1-7 可见，在涨潮过程中，外海潮波在金门岛被分为两股，分别进入围头湾海域和厦门岛东侧海域。在厦门岛的阻挡下，来自厦门岛东侧海域的潮流，一股进入厦门西海域和九龙江河口，一股汇同来自围头湾的潮流进入同安湾海域；在落潮过程中，落潮流沿着涨潮流的反方向流出湾外。湾内滩涂面积较大，特别是同安湾、厦门岛西海域、九龙江河口、大嶝岛和围头湾等浅滩区域至低潮时有大面积的滩涂露出，这基本上反映了模型区域的地形特征。

计算海域潮流总体表现为：受海岸线和地形的影响，潮流主轴流向基本与水道主轴的走向一致，总体上涨落潮流呈往复式流动，涨潮流整体表现为由南向北，落潮流则为由北向南的运动特征。潮流流速的大小因地而异，湾口或狭窄水道潮流强劲，开阔或平直海岸地段流速较小。受鼓浪屿周边地形影响，鼓浪屿两侧厦鼓水道和嵩鼓水道主要潮道和深槽处的流速较大，大潮期潮流流速要明显大于小潮期。工程所处的厦鼓水道靠厦门岛一侧深槽水深较大，流速明显大于鼓浪屿沿岸。本次拟建项目位于鼓浪屿现有三丘田客运码头北侧，工程所在位置水深较小，受现有工程桩基群对水流流态和冲淤环境的影响，拟建项目泊位前沿海域的涨落潮流速相对较小。

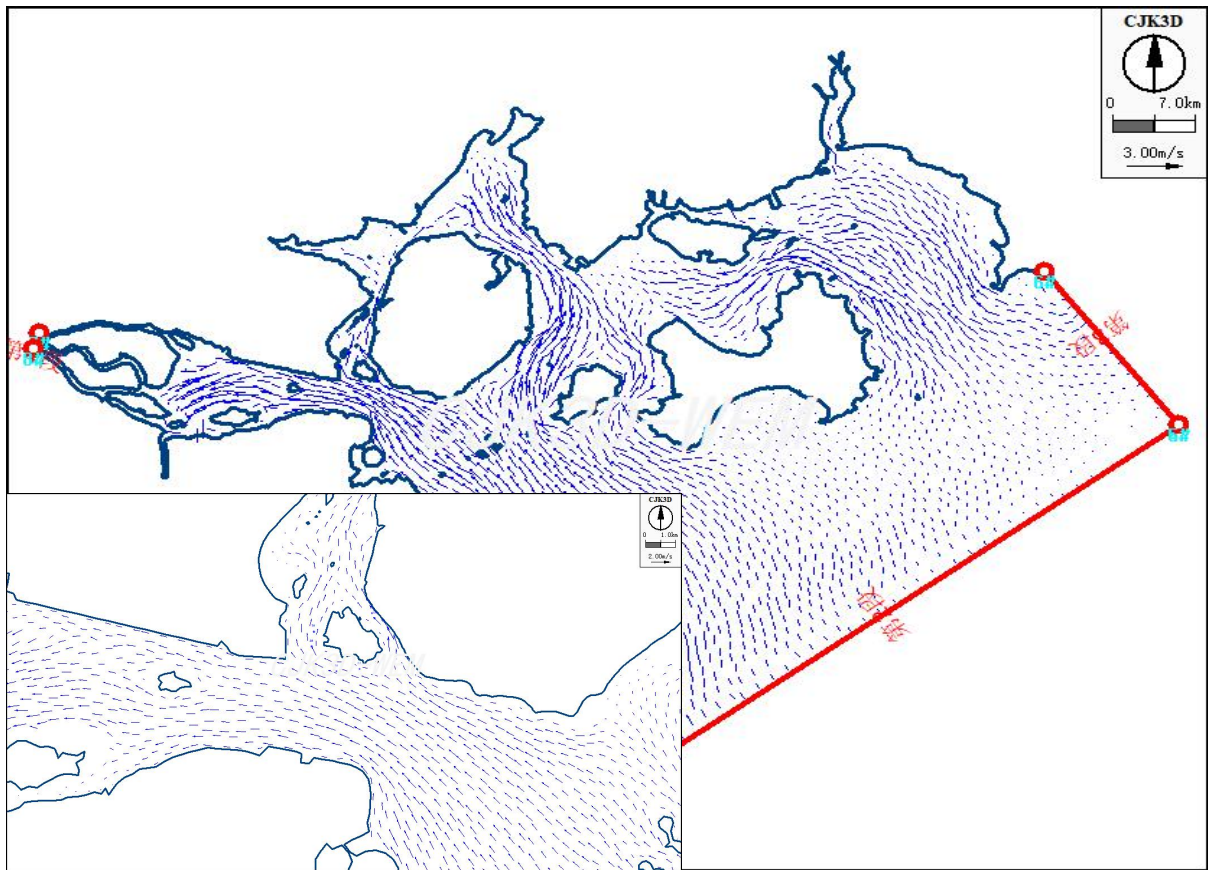


图 5.1-6 工程前大潮涨急流场

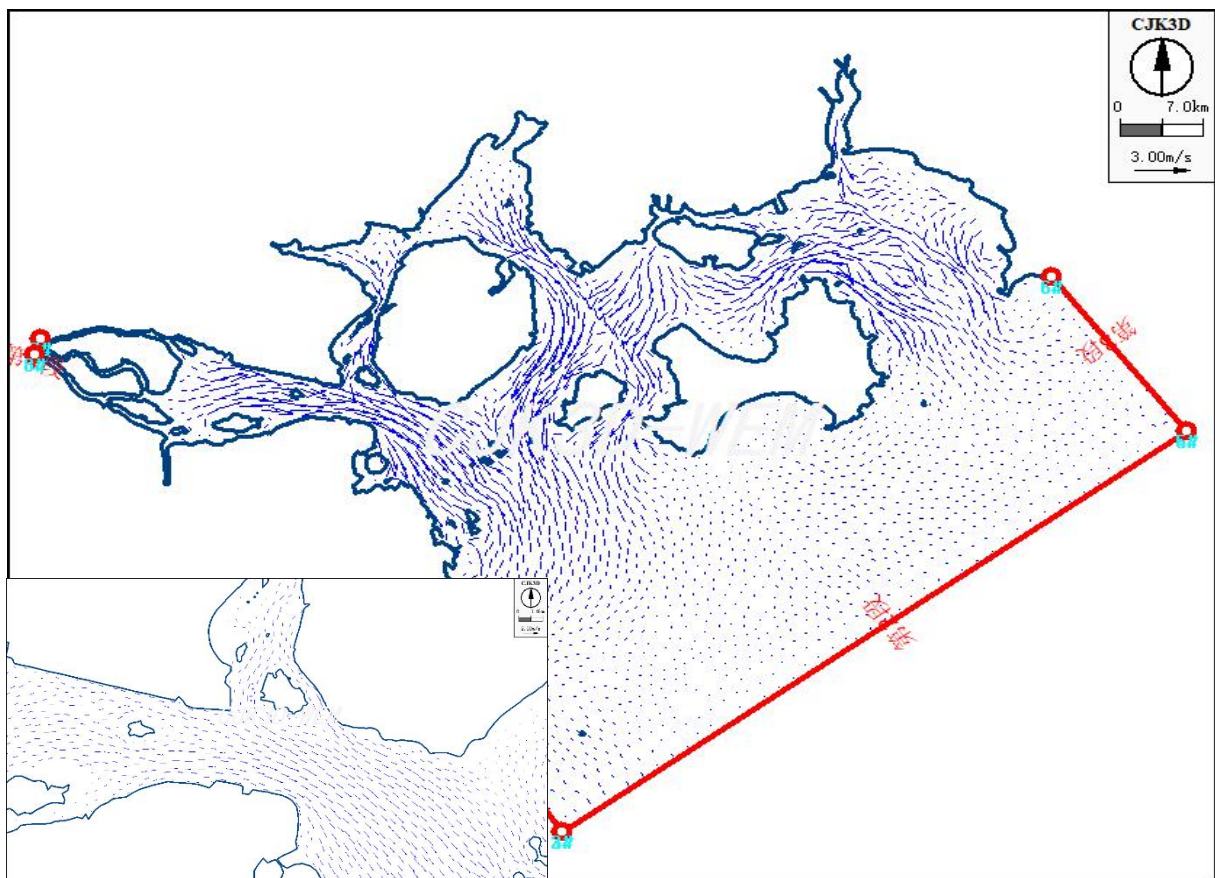


图 5.1-7 工程前大潮落急流场

(2) 工程施工前后海域流场流态

由工程实施前后工程附近海域大潮期涨急和落急时刻流态变化对比可看出（图 5.1-8~图 5.1-11），由于项目所在海域水深较浅，流速相对较弱，尤其是贴近海岸区域流速则更弱，故本项目施工建设后，工程前后水域的流态变化主要集中在工程前沿，距离工程区 150m 外的流场变化不明显，厦鼓水道沿厦门岛一侧流态则基本没有变化。

从图 5.1-8、图 5.1-9 和表 5.1-2 可以看出，工程前后大潮涨落潮流向影响范围主要集中在新增平台周边区域，受平台桩群影响，涨急流向影响范围局限于新建平台后方、北侧 100m 和，东侧 50m 范围内，平台后方 10m 特征点 P1 流向变化达 132°，北侧 100m 特征点 P4 流向变化为 2.7°，平台东侧 50m 停泊水域特征点 P7 流向变化为 2.2°，停泊水域南侧、回旋水域及周边特征点（P8~P14）流向变化均小于 1°（0.1~0.5°）。落急时刻新建平台后方 10m 特征点 P1 流向变化为 20.9°，北侧 100m 特征点 P4 流向变化 4.2°，平台东侧 50m 停泊水域特征点 P7 流向变化为 2.1°，回旋水域北侧特征点 P9 流向变化为 3°，停泊水域南侧 P8 及停泊周边特征点（P10~P14）流向变化不大（0.1~1.3°）。

总体上看，除平台后方向岸一侧特征点 P1 外，落急流向影响范围及影响程度均大于涨急流向。

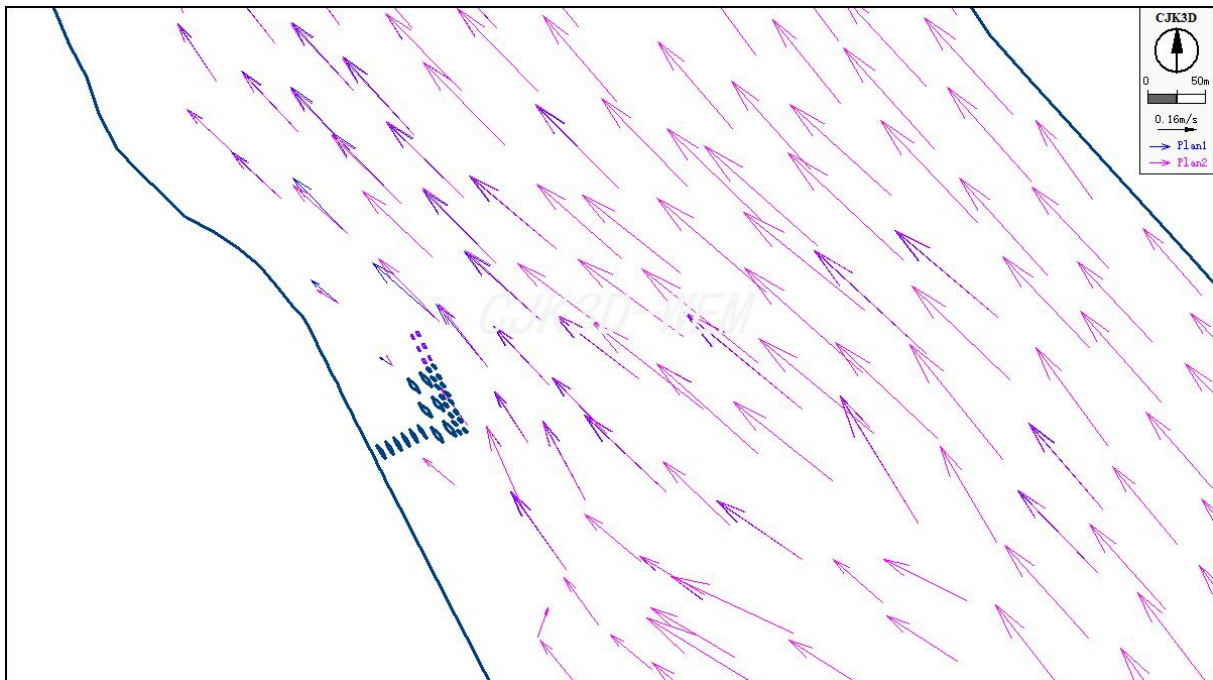


图 5.1-8 工程前后大潮期工程附近涨急时刻流矢对比图

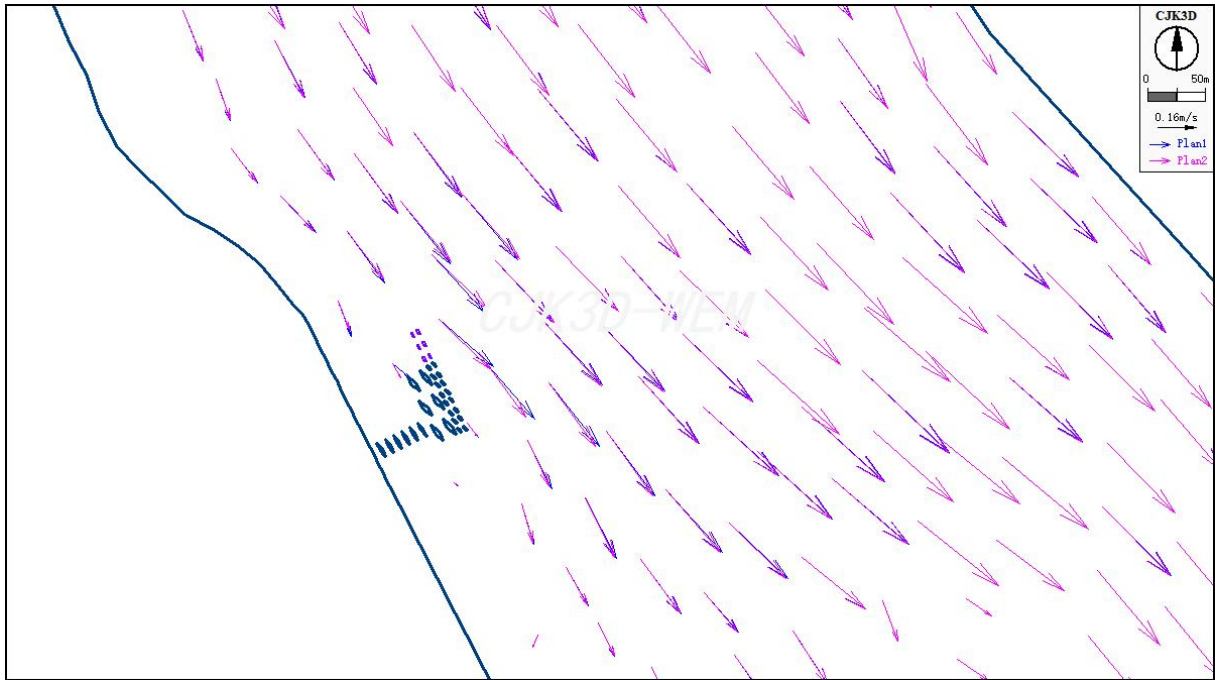


图 5.1-9 工程前后大潮期工程附近落急时刻流矢对比图

从图 5.1-10、图 5.1-11 和表 5.1-2 可以看出，由于新增桩基的阻水作用，工程前后大潮涨急流速影响范围主要集中在新增高桩平台周边 50m 范围内，新建平台向岸侧 P1 点、西北侧 20m 的 P2、50m 的 P3 和码头前沿 10m 的 P5 点，流速较小，在 0.06~0.2m/s 范围，而工程停泊水域、回旋水域周边流速变化在 0.003m/s 之内。工程前后落急流速影响范围主要集中在新增高桩平台周边 100m 范围内，新建平台向岸侧 P1 点、西北侧 20m 的 P2、和码头前沿 10m 的 P5 和 P6 点，流速较小，在 0.036~0.9m/s 范围，工程回旋水域周边流速变化在 0.008m/s 之内。

总体来说，工程前后落急流速影响范围及影响程度均大于涨急。

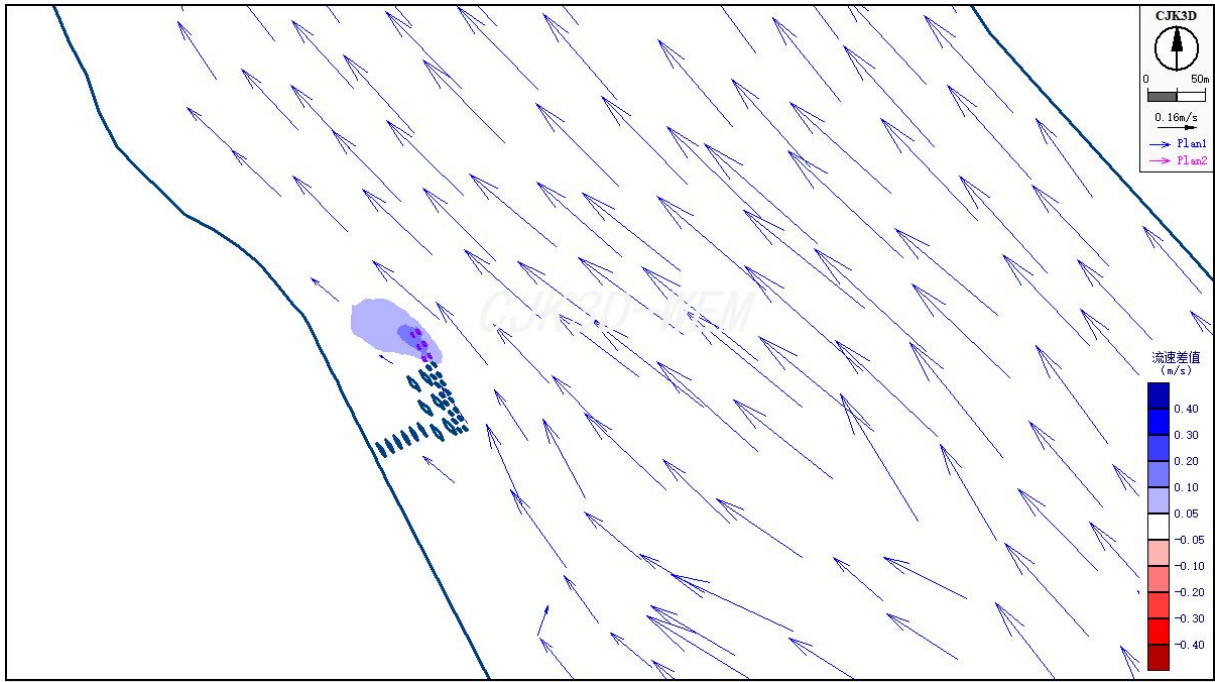


图 5.1-10 工程前后大潮期工程附近涨急时刻流速变化分布图

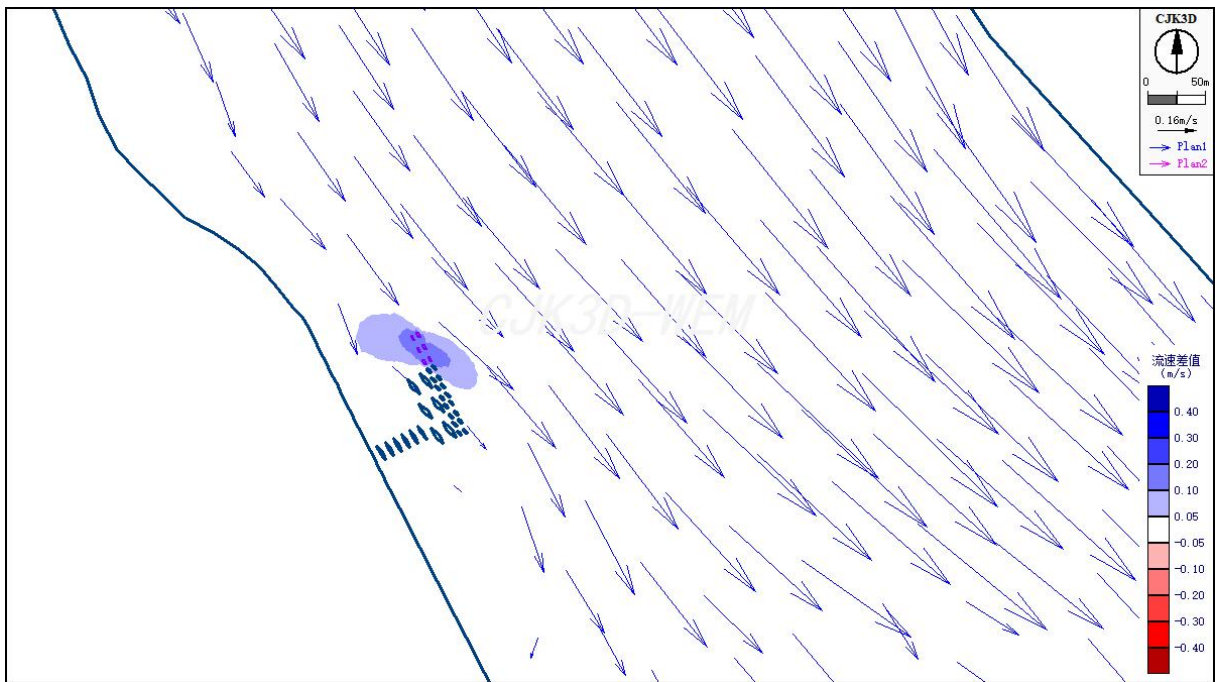


图 5.1-11 工程前后大潮期工程附近落急时刻流速变化分布图

在工程平台 10~200m 范围内的西侧、北侧、东侧、项目停泊水域、回旋水域、回旋水域外围等区域布置了 14 个数据采集特征点，分别统计涨急、落潮各特征点工程前后的流速和流向动力变化情况，数据采集特征点位置如图 5.1-12 所示，涨急、落急流速和流向变化情况见表 5.1-2。

表 5.1-2 工程实施前后特征点位涨、落急流速流向（流速：m/s）（流向：度）

编号	点位	涨急流速			涨急流向		落急流速			落急流向	
		工程前	工程后	差值	工程前	工程后	工程前	工程后	差值	工程前	工程后
平台后方	P1	0.028	0.002	0.020	285.4	153.4	0.201	0.121	0.080	124.2	145.1
平台北侧	P2	0.074	0.058	0.016	302.8	292.2	0.318	0.276	0.042	134.0	122.7
	P3	0.099	0.093	0.006	307.2	301.8	0.370	0.359	0.011	138.0	133.8
	P4	0.118	0.112	0.006	312.2	309.5	0.382	0.379	0.003	141.1	139.3
平台前沿	P5	0.077	0.061	0.016	302.9	313.7	0.369	0.279	0.090	126.7	138.2
	P6	0.035	0.033	0.002	306.9	307.6	0.225	0.189	0.036	142.6	144.7
停泊水域	P7	0.122	0.119	0.003	306.7	308.9	0.447	0.451	-0.004	138.8	140.0
	P8	0.078	0.075	0.003	300.2	300.3	0.439	0.413	0.026	142.0	145.0
回旋水域及 周边	P9	0.241	0.242	-0.001	309.1	309.3	0.470	0.476	-0.006	139.1	138.4
	P10	0.207	0.206	0.001	305.8	306.3	0.473	0.480	-0.007	137.9	138.3
	P11	0.180	0.178	0.002	297.8	298.1	0.500	0.498	0.002	139.0	139.9
	P12	0.096	0.095	0.001	307.3	307.7	0.461	0.453	0.008	142.4	143.7
	P13	0.406	0.406	0	308.5	308.6	0.537	0.539	-0.002	138.0	138.1
	P14	0.394	0.393	0.001	309.4	309.6	0.553	0.555	-0.002	136.3	136.5

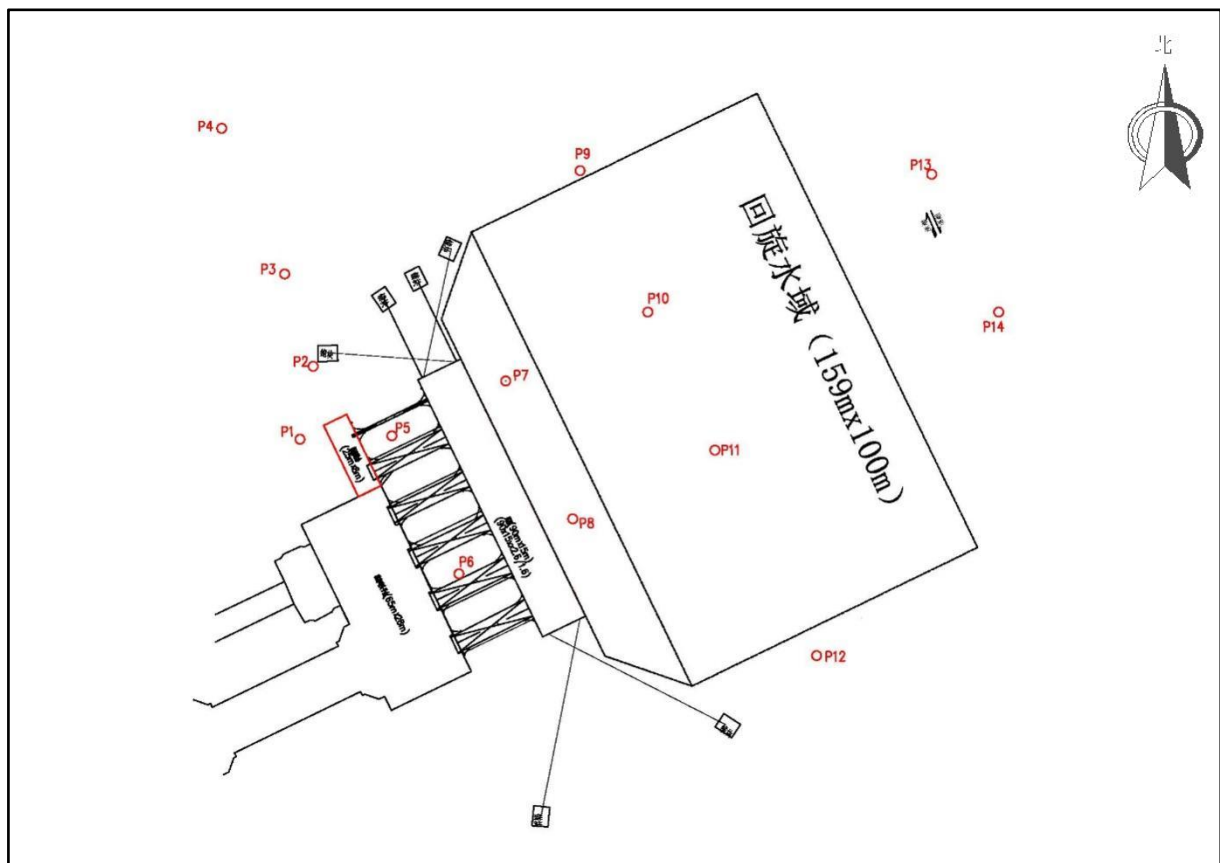


图 5.1-12 工程周边流速、流向对比特征点位置示意图

5.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

根据建设单位提供现有工程的清淤情况，工程 2017 年至今未开展维护性清淤，2017

年维护性清淤工程与厦门市航道维护性疏浚同步实施，主要清淤区域位于现有工程停泊及回旋水域南侧。将 2019 年 1 月和 2021 年 7 月三丘田码头前沿水域实测水深进行分析，对比不同年间水深资料。

由图 5.2-1 可以看出，2021 年 7 月测量的 5m、6m、7m、8m、9m 和 10m 等深线均位于 2019 年 1 月测量结果的西侧，等深线向岸移动，表现为侵蚀。而工程南侧 4m 等深线位于 2019 年 1 月测量结果的北侧，等深线向海移动，体现为淤积。说明工程码头前沿水域周边北侧现状以冲为主，冲刷强度约为 8cm/a，而停泊和回旋水域南侧现状以淤为主，淤积强度约为 10cm/a。

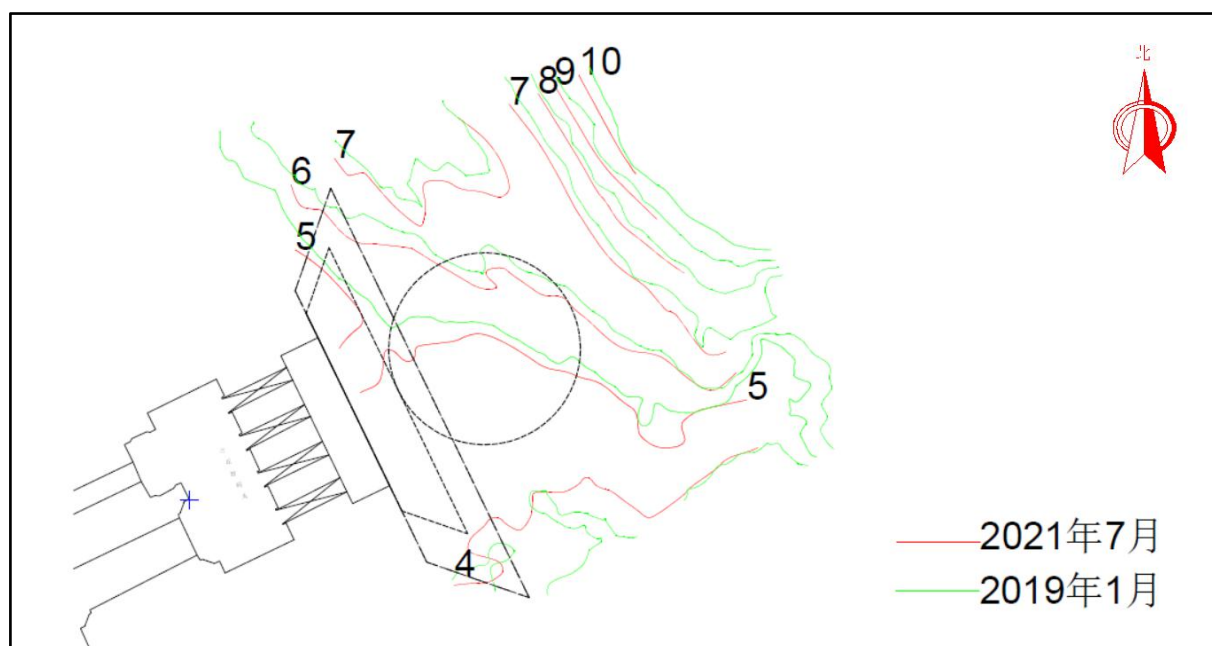


图 5.2-1 工程近年来实测水深等深线对比图

海洋工程的建设，影响到局部海域的潮流形态，改变了水动力环境，也势必改变工程区域原有的冲淤平衡状态，工程后，现有码头北侧局部水域将产生潮流及泥沙冲淤状况的变化，利用所建的数学模型，根据床面冲淤预测模型，预测工程后冲淤变化情况。

本工程对岸滩冲淤的影响主要为平均流速变化引起的淤积。这种因流速减小而发生的淤积类似于开敞式港池的淤积过程，可采用刘家驹开敞式港池淤积公式进行计算。淤积公式为：

$$P = \frac{k_2 w s t}{g_0} \left[1 - \frac{v_2}{2v_1} \left(1 + \frac{d_1}{d_2} \right) \right]$$

式中： ω —泥沙沉速（m/s）；

s —水体含沙量（kg/m³）；

t —淤积时间 (s) ;

γ_0 —淤积体干容重 (kg/m^3) ;

k_2 —经验系数, 取值 0.13;

v_1 、 v_2 分别为工程建设前后平均流速 (m/s) ;

d_1 、 d_2 —分别代表工程建设前后水深 (m) ;

P —淤积强度 (m/a) 。

计算时由于水深没有产生变化, $\frac{d_1}{d_2}=1$ 。

由图 5.2-2 可见, 工程建成后桩基附近水域相比于工程前年淤积增加量为 $1\sim 9\text{cm}/\text{a}$, 本工程建设, 使得桩基附近的淤积趋势产生一定的改变, 淤积大于 $7\text{cm}/\text{a}$ 的范围距平台前沿约为 80m , 大于 $1\text{cm}/\text{a}$ 的范围距平台前沿约为 300m 。

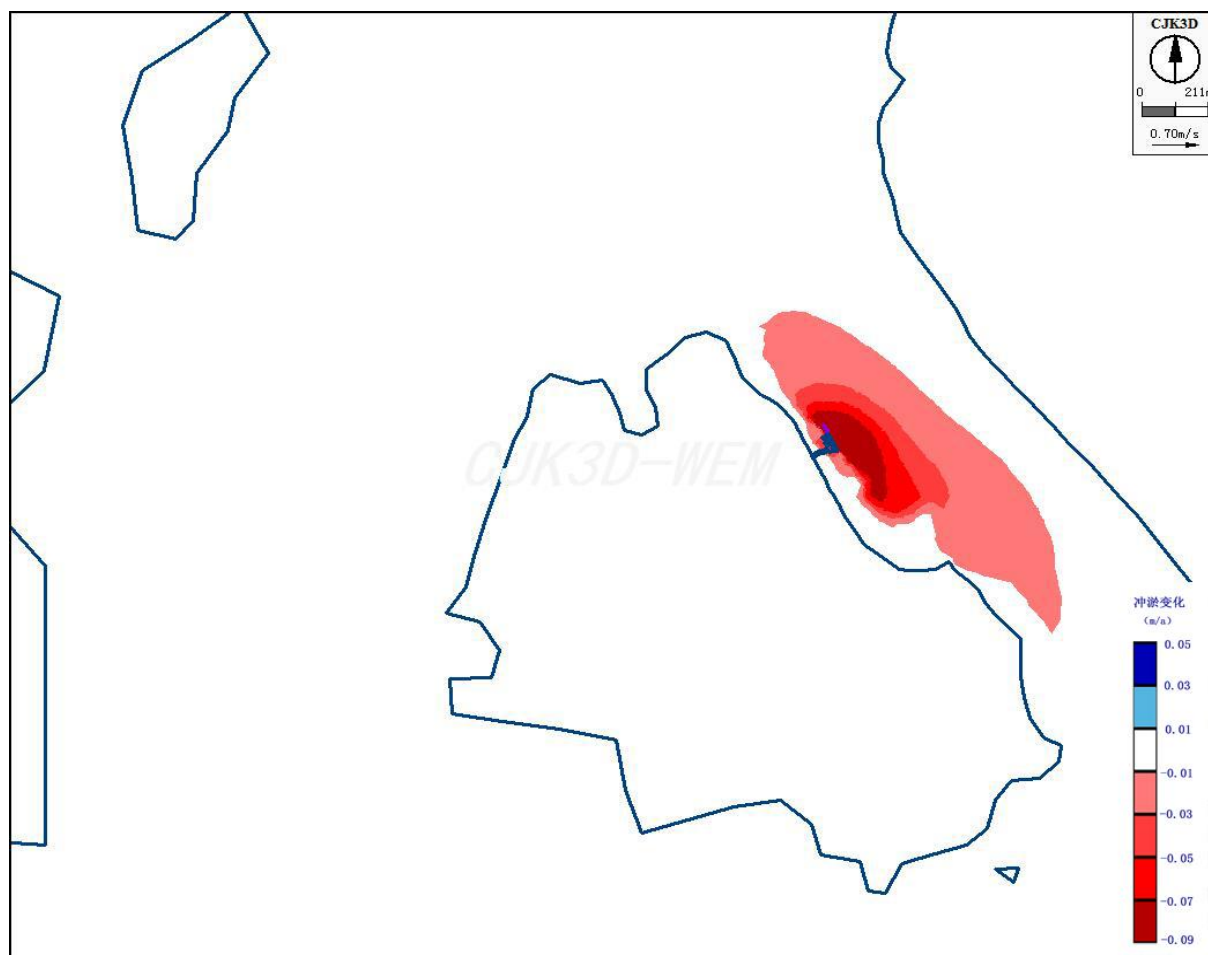


图 5.2-2 工程后水域冲淤变化分布

需要指出的是, 这里计算的冲淤强度针对的是工程施工后导致工程水域冲淤趋势与工程前的变化, 工程建成后的初始时段内, 由于潮流流态的结构性调整及流速的变化,

泥沙的淤积强度变化会较明显，随着时间的推移，在经过一段时间的重新调整适应后，泥沙淤积强度将逐渐趋于减弱，并最终达到新的平衡状态。

结合工程现状冲淤情况及冲淤变化计算结果，工程建设后，新增平台桩基西侧（向岸一侧）以淤积为主，而码头前沿停泊和回旋水域冲淤环境不会发生明显变化，预计仍以弱冲刷为主，但是停泊和回旋水域南侧淤积强度会进一步加强，4m 等深线将持续向北侧移动，工程后期维护性疏浚频次将有所增加。

5.3 水环境影响分析

5.3.1 施工期对水环境影响分析

(1) 悬浮泥沙入海对水环境影响分析

水质计算模型为平面二维非恒定对流、扩散模型，污染因子均先用保守物质计算。污染物扩散的方程表达式如下：

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{H} \left[\frac{\partial}{\partial x} (HK_x \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (HK_y \frac{\partial c}{\partial y}) \right] + f_c$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = 0$$

式中：c——悬浮物质的浓度；

K_x, K_y ——分别为 x, y 方向的湍流扩散系数；

f_c ——污染源的污染强度；

上述方程的初始条件： $c(x, y)|_{t=0} = c_0(x, y)$ ；

边界条件：闭边界上，由于没有物质通量，取其浓度值为零；

开边界上，当流向向外时，要求满足 $\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = 0$ ；

当外海向内流时，取边界值为零。

根据工程分析，每个桩基施工点位源强估算约为 32g/s，本工程总共 10 个桩基，因此在此模型中添加 10 个源。选取桥墩桩基中心为施工的悬浮物释放位置，利用数学模型预测每个在桩基施工过程中产生悬浮物的扩散范围和浓度，再根据每个桩基施工悬浮泥沙影响范围包络悬浮物的最大影响面积。桥墩施工过程中悬浮物扩散最大影响范围如图 5.3-1 所示。

根据预测分析结果，10 个桩基施工点导致的施工悬浮物浓度增量大于 20mg/L 的影响范围 0.41hm²，悬浮泥沙浓度增量介于 10~20mg/L 的影响范围为 2.36hm²，主要分布

在现有工程及工程南侧海域。工程桩基施工产生的悬沙扩散范围较小，且施工期悬沙影响仅是暂时性影响，在施工结束后可恢复施工期水质。

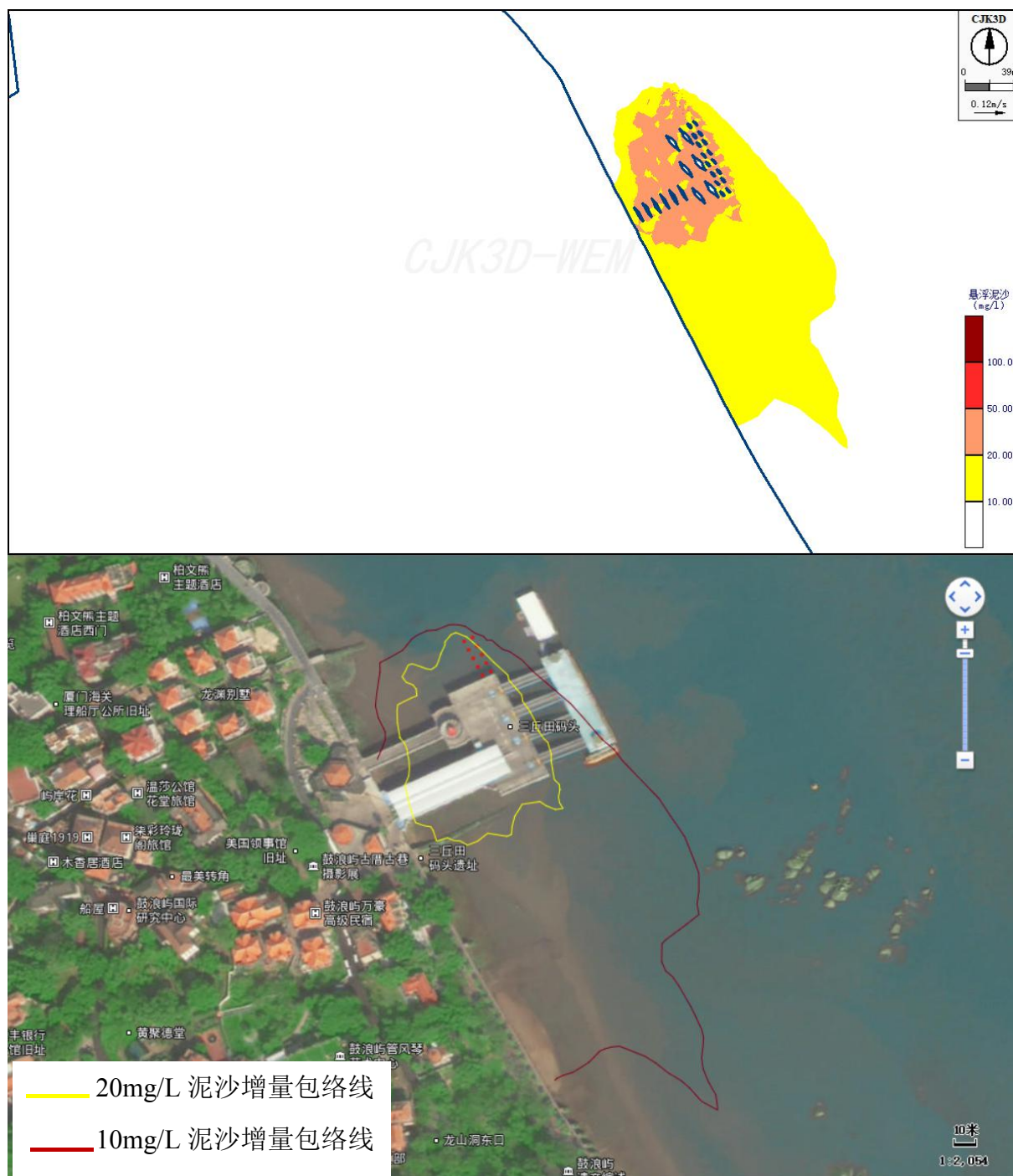


图 5.3-1 桩基施工过程中悬浮物扩散全潮最大影响范围

(2) 施工期生活污水对水环境影响分析

项目不设置施工营地，施工人员均不在工地食宿，可跟随施工船舶上下岛，陆域生活污水主要为施工人员洗涤、粪便污水等，主要含 COD_{Cr} 、 BOD_5 等，污水量约 1.8t/d，施工期间依托陆域上已有卫生设施处理。

船舶施工人员生活污水产生量约 1.8t/d，经船舶自备集污装置收集，返航时上岸处理，依托城市污水处理厂处理，禁止外排。

因此，项目施工期生活污水可得到相应的处理，对周边环境的影响较小。

(3) 施工期船舶污水对水环境影响分析

施工船舶含油污水产生量约为 0.56t/d，经船舶自备集污装置收集，按规定由经海事部门认可的单位回收处理，不在本项目码头接收处理，禁止直接排入海域，因此不会对工程区海域水质造成影响。

5.3.2 营运期对水环境影响分析

(1) 营运期生活污水对水环境影响分析

运营期码头生活污水产生量为1.62t/d，污水纳入5#截污井，通过管网进入黄家渡污水处理站处理。鼓浪屿污水站出水执行《厦门市水污染排放标准》（DB35/322-2018）A级排放标准，因此，运营期码头生活污水可得到合理的处理。

(2) 营运期船舶含油污水对水环境影响分析

运营船舶含油污水产生量约为1.63t/d，船舶应设置集污柜，船舶含油污水收集后定期交由经海事部门备案的单位处理，禁止直接外排，则营运期船舶含油污水对海域的影响较小。

5.4 对海域沉积物环境的影响分析

本工程施工期对海洋沉积物环境的影响主要表现为施工期桩基施工过程中产生的悬浮物扩散和沉降。

施工期桩基施工会扰动区域内的表层沉积物环境，形成悬浮泥沙，进入水体中，其中颗粒较大的悬浮泥沙会直接沉降在桩基周边海底，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，并最终沉积在桩基区域周围的海底，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变化。施工期间，悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 范围为 2.77hm²。由于桩基施工引起的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物本身，工程区及其周边海域沉积物的环境背景值相近。一般情况下，桩基施工产生的悬浮泥沙扩散与沉降对沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质的改变不大，对工程区及周边海域既有的沉积物环境产生的影响甚微，在落实环保措施的情况下，悬浮泥沙扩散和沉降不会引起海域总体沉积物环境质量的变化。

运营期没有排放污水及固废，对海洋沉积物环境没有影响。

5.5 海洋生态环境影响

5.5.1 施工期生态环境影响预测与评价

(1) 对浮游生物的影响

桩基施工导致水中悬浮物含量增多，增加海水的浑浊度，减弱水体的真光层厚度，从而降低海洋初级生产力，随之浮游植物生物量下降，进而影响以浮游植物为饵料的浮游动物，单位水体中的生物量也必然相应地减少。过量悬浮物质使浮游动物食物过滤系统和消化器官受到阻塞，悬浮物质含量达到 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影响。

根据数模预测结果，施工期间悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的范围为 2.77hm²，沿施工处向四周扩散，对此范围内浮游生物的生长繁殖可能产生一定的干扰，将会导致生物量下降，由于悬浮泥沙最多在持续一个潮周期后基本落淤完毕，持续影响时间不长。每天停止作业后，由于潮汐作用，会将其他区域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，本项目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

底栖生物是水生生物生态系统中的一种重要生态类型，桩基施工过程对底栖生物的直接影晌首先表现在施工范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏，此外，开挖所激起悬浮泥沙的二次沉淀也将掩埋挖泥区两侧的底栖生物，从而对桩基施工区附近的底栖生物也产生一定的影响。

本工程桩基施工产生的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的范围约 2.77hm²，超过 10mg/L 的范围的悬浮泥沙沉降可能对部分底栖生物的繁殖和生长造成影响，按悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 包络范围内的 10%的底栖生物受到致命伤害估算。施工结束后，底栖生物群落将逐渐恢复、重建。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙对底栖生物的影响较小。

(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。

一般而言，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。悬浮颗粒将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物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。

有关实验表明，悬浮物质在 8000mg/L 的含量水平，鱼类最多只能忍耐一天；在 6000mg/L 含量水平，最多只能忍耐一周；若每天做短时间搅拌，使沉淀淤泥起悬，悬浮物质含量达到 2300mg/L，则鱼类仅能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质含量在 200mg/L 以下及影响较短时，不会导致鱼类直接死亡，但过高的悬浮物质浓度即使未能引起鱼类死亡，其鳃部也会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。此外，悬浮物扩散场等会导致鱼类的回避反应，产生“驱散效应”。

根据数模预测结果，本项目施工造成的入海悬浮泥沙增量超 10mg/L 的面积约 2.77hm²，在此水域范围内，成鱼虽可以回避，但部分幼体仍受影响。而这种影响是暂时的，持续时间不长，随着每天停止作业而消失。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多数对悬浮泥沙有较强的抗性。因此，悬浮泥沙入海对虾蟹类的影响不大。

5.5.2 营运期生态环境影响分析与评价

本工程运营期不在海域直接排放污水及固体废物，运营期对海洋生态环境的影响主要是由于船舶航次增加对鼓浪屿周边生物尤其是中华白海豚、白鹭生存环境的影响，详见“第六章 对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响”。

5.5.3 对生态敏感目标的影响

本工程周边生态敏感目标主要有海洋生态保护红线区、自然保护区、遗址区等。

5.5.3.1 对海洋生态保护红线区的影响

本工程位于“鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”，其生态保护目标为：自然岸线、沙滩、海滨浴场、海岸景观等国家级风景名胜区旅游资源。本工程施工内容较少，主要为桩基施工、钢趸船预制、运输、现场安装等，根据地质情况，采用冲击成孔工艺。施工中，采用反循环冲击钻机或正循环冲击钻机 2 种不同的冲孔工艺，桩基施工期间产生的悬沙扩散较小，这种影响是临时的，随着施工期的结束而消失，且未占用岸线，不会影响岸线的自然属性，并且本工程不破坏沙滩资源、海滨浴场及海岸

景观。因此，本工程建设对“鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗产生态红线区”的生态保护目标影响较小。

项目对大屿海洋保护区海洋生态红线区及厦门西海域海洋保护区海洋生态红线区的影响见“第六章 对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响”。项目距离其他海洋生态红线区均在 3.7km 以上，由于距离较远，本项目正常施工及运营均不会对其他海洋生态红线区产生影响。

5.5.3.2 对自然保护区的影响

评价范围内的自然保护区主要有：厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区及龙海九龙江河口湿地自然保护区，对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的影响见“第六章 对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响”。龙海九龙江河口湿地自然保护区位于本项目西南侧约 3.8km，保护目标为河口湿地、红树林、水禽、鸟类等。由于距离较远，本项目正常施工及运营均不会对该自然保护区产生影响。

5.5.3.3 对鼓浪屿世界遗产区及三丘田码头遗址的影响

根据《三丘田码头改建工程遗产影响评估报告》评估结论：涉建项目基本符合鼓浪屿保护管理要求和发展需要，对公共基础设施条件提升和改善的合理性和必要性高，项目涉及范围内对遗产地突出普遍价值没有直接影响，项目设计手法基本符合保护规划要求。具体分析如下：

(1) 涉建项目所涉及的区域是世界文化遗产“鼓浪屿：历史国际社区”空间范畴的一部分，其建成环境是和遗产核心要素相协调的建成环境的一部分。根据鼓浪屿世界文化遗产界定的时空范畴、价值主题和遗产要素分布，项目建设范围内无直接支撑遗产地突出普遍价值的遗产要素。

(2) 三丘田码头位于遗产区内，周边有三丘田码头遗址、美国领事馆旧址等多处遗产核心要素及文物保护单位，涉建部分位于三丘田码头北侧距海岸线近 80 米处，不触及核心要素及文物保护单位的保护范围，工程内容对保护对象基本没有影响。

(3) 涉建项目属于市政公共基础工程改造提升工程，拟解决问题为提升码头综合运力，缓解游客通行压力，项目预可研阶段已就工程改造总体方案进行了比选，并提出最优方案，建设规模符合上位规划，有助于完善鼓浪屿社区和景区的功能。改造提升方式基本符合相关管理规定和规划要求，契合《鼓浪屿世界遗产保护管理规划》对道路交通系统的相关要求，对总体空间环境基本不会造成负面影响。

5.5.4 施工期海洋生物资源损害评估

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的规定，生物资源损失率通过生物资源密度，浓度增量区的面积等进行估算，计算公式如下：

①一次性平均受损量计算

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

W_i ——第*i*种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾，个，千克；

D_{ij} ——某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源密度，单位为个/km²、尾/km²、kg/km²；

S_j ——某一污染物第*j*类浓度增量区面积，单位为km²；

K_{ij} ——某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源损失率（%），生物资源损失率取值参见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）附录 B，见表 5.5-1；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

表 5.5-1 污染物对各类生物损失率

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注：1、本表列出污染物 *i* 的超标倍数 (B_i)，指超《渔业水质标准》或超 II 类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。4、本表对 pH、溶解氧参数不适用。

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。

$$M_i = W_i \times T$$

M_i ——第*i*种类生物资源累计损害量，单位为个、尾、kg；

W_i ——第*i*种类生物资源一次平均损害量，单位为个、尾、kg；

T ——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）。

根据章节 4.4.6, 浮游植物密度: 1.5×10^5 个/ dm^3 ; 浮游动物平均生物量为 $347.3\text{mg}/\text{m}^3$; 鱼卵平均密度: $5.825\text{ind.}/\text{m}^3$, 仔稚鱼平均密度: $1.052\text{ind.}/\text{m}^3$; 游泳动物平均生物量: $55.342\text{kg}/\text{km}^2$; 底栖生物取潮间带补充监测的结果, 为 $84.323\text{g}/\text{m}^2$ 。

本工程桩基施工用时约 135 天 (9 个持续周期), 桩基施工产生的悬浮泥沙会对项目周边海域造成持续性的影响, 悬浮泥沙影响面积及超标倍数见表 5.5-2, 则施工过程中悬浮泥沙污染导致浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼的持续性受损量见表 5.5-3。

表 5.5-2 桩基施工悬浮泥沙影响面积及超标倍数

桩基施工悬沙扩散	面积 (hm^2)	超标倍数 (B_i)
>20	0.41	$1 < B_i \leq 4$
10~20	2.36	$B_i \leq 1$
合计	2.77	

表 5.5-3 桩基施工海洋生物资源受损量一览表

	各类生物平均损失率 (%) 及生物资源密度					
	浮游植物	浮游动物	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物	底栖生物
生物资源密度	$1.5 \times 10^5 \text{cells}/\text{L}$	$347.3\text{mg}/\text{m}^3$	$5.825\text{ind.}/\text{m}^3$	$1.052\text{ind.}/\text{m}^3$	$55.342\text{kg}/\text{km}^2$	$84.323\text{g}/\text{m}^2$
各类生物损失率 ($1 < B_i \leq 4$ 倍)	20%	20%	20%	20%	5%	10%
一次性平均受损量	$4.77 \times 10^{11} \text{cells}$	1104.97g	18533ind	3347ind	11.35g	34572.43g
各类生物损失率 ($B_i \leq 1$ 倍)	5%	5%	5%	5%	1%	2%
一次性平均受损量	$6.87 \times 10^{11} \text{cells}$	1590.08g	26669ind	4816ind	13.06g	39800.46g
一次性受损总量	$1.16 \times 10^{12} \text{cells}$	2695.05g	45202ind	8163ind	24.41g	74372.89g
持续性受损量	$1.05 \times 10^{13} \text{cells}$	24255.43g	406818ind	73472ind	219.65g	—

5.6 固体废物对环境的影响分析

5.6.1 施工期固体废物对环境的影响预测与评价

(1) 陆域生活垃圾及船舶垃圾

①陆域生活垃圾

施工期陆域施工人员将产生生活垃圾 $20\text{kg}/\text{d}$, 垃圾应分类收集, 由鼓浪屿环卫部门统一清运处理, 禁止随意丢弃, 则对周边环境的影响较小。

②船舶垃圾

施工期船舶垃圾产生量约为 $21\text{kg}/\text{d}$, 其中施工人员生活垃圾约为 $20\text{kg}/\text{d}$, 含油垃圾 (含油抹布、劳保用品) 约为 $1\text{kg}/\text{d}$, 根据《国家危险废物名录》中的“危险废物豁免管

理清单”，全过程不按危险废物管理，同生活垃圾一并处理。施工船舶应按照《船舶垃圾管理计划》规定，配备规定垃圾收集装置，统一袋化收集后投放到指定地点，由环卫部门收集后统一，禁止随意丢弃，则对海域环境的影响较小。

(2) 建筑垃圾

施工期建筑垃圾产生量约为750t，产生的建筑垃圾应及时清运出岛，避免对后方陆域的占用，拆除的备用趸船、木材、钢护筒等材料回收后可进行综合利用，因此施工期建筑垃圾对周边环境的影响较小。

5.6.2 营运期固体废物影响分析

营运期码头的固体废物产生量为13.07t/a。

营运期固体废物主要为码头生活垃圾，产生量约为13t/a。

船舶含油垃圾产生量约为0.07t/a，列入了《国家危险废物管理名录》中的“危险废物豁免管理清单”，全过程不按危险废物管理，全部混入生活垃圾委托环卫部门清运，处置方式符合《国家危险废物管理名录》的要求。

船舶生活垃圾由于码头仅供游客排队候船及下船，游客停留时间较短，产生生活垃圾较少，其产生量可忽略。

综上所述，只要改扩建后三丘田码头严格按固废处置措施进行分类处理，并强化监督和管理，严禁随意倾倒、防止二次污染，营运期产生的固废对周围环境的影响很小。

5.7 大气环境影响分析

5.7.1 施工期大气环境影响分析

施工期对大气环境产生影响的主要是混凝土搅拌，建材装卸、堆放，施工设备及船舶运行等过程产生的废气，污染物包括 TSP、PM₁₀、CO、NO_x、SO₂ 等。由于项目混凝土搅拌采用水上搅拌船，与陆域保护目标最近距离超过 100m，且海上区域开阔，空气交换条件较好，搅拌过程产生的粉尘对保护目标的影响较小；建材装卸、堆放集中在施工平台，根据类比分析，由于粉尘颗粒的重力沉降作用，施工工地扬尘的污染影响范围和程度随着距离的不同而有所差异，在施工场地及其下风向 0~50m 为较重污染带，50~100m 为污染带，100~200m 为轻污染带，200m 以外对空气影响甚微。在采取围挡和洒水抑尘措施后，扬尘的影响范围和程度可有效减小，且项目后方有较大面积的景观绿化，扬尘对周边敏感目标的影响较小。

施工设备和船舶产生的废气主要是柴油燃烧排放的 CO、SO₂、NO_x 和烃类等有害气

体。但是由于施工船舶位于海上，区域开阔，空气交换条件较好，施工机械数量较少，所以施工机械对大气的的影响虽然不可避免，但其影响却是短期的、局部的和轻微的，不会对周边敏感目标造成明显的影响。因此，项目施工期对鼓浪屿文化遗产地遗产区的整体大气环境影响较小。

5.7.2 营运期大气环境影响分析

码头改扩建完成后，随着船舶航行数量的增加，船舶航行所排放的主要污染物NO_x、SO₂、CO等气体对周边大气环境将产生一定的影响。但总体而言，由于航道上船舶及靠泊船舶是非连续性的，运营船舶使用柴油为低硫柴油，且本区域的年平均风速较大，有利于污染物的扩散。因此，项目大气污染物排放对当地的环境空气质量和大气环境保护目标的影响较小。

5.8 声环境影响分析

5.8.1 施工期声环境影响分析

本项目施工期涉及桩基施工等内容，施工过程中，施工船舶、施工机械及桩基施工等产生的噪声将对工程区附近声环境噪声一定的影响。

施工机械为非稳态机械设备，采用室外噪声源的影响预测公式进行噪声预测：

$$L_{\text{施}} = L_{p0} - 20 \lg \frac{r}{r_0}$$

式中：L_{p0}——距离声源r₀（m）处测点的施工机械噪声级，dB；

r——预测点与施工机械之间的距离（m）。

预测结果：假定施工机械式连续工作，发出稳态噪声，噪声衰减情况见表5.8-1。

表 5.8-1 距声源不同距离处的噪声值 dB (A)

设备名称	与噪声源的距离(m)								
	10	30	50	80	100	150	200	300	400
履带吊	84.0	74.4	70.0	65.9	64.0	60.5	58.0	54.4	51.9
混凝土搅拌船	89.0	79.4	75.0	70.9	69.0	65.5	63.0	59.4	56.9
钻机	84.0	74.4	70.0	65.9	64.0	60.5	58.0	54.4	51.9
起重船	79.0	69.4	65.0	60.9	59.0	55.5	53.0	49.4	46.9

根据噪声源衰减结果，施工期厂界噪声未存在超标情况。施工期施工强度总体不大，影响范围集中在施工场地附近，对鼓浪屿历史文化遗产区整体影响较小，港区附近主要为商住混合区，居民较少，最近居住区距离施工厂界约96m，昼间施工对居民的生活环

境造成影响较小。

本工程施工过程的水下噪声主要是钢护筒埋设和灌注桩成孔产生的噪声。水下噪声对白海豚的影响见“第六章 对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响”。

5.8.2 营运期声环境影响分析与评价

本项目营运期不存在装卸作业等噪声，主要的噪声源为船舶航行、靠泊噪声和游客交谈噪声。

(1) 噪声预测模式

三丘田码头无环岛游班次，船舶行驶过程中距离陆域敏感目标较远，主要考虑码头靠泊时船舶鸣笛和游客交谈的社会噪声对声环境的影响。噪声预测模式采用《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ2.4-2009)中的预测模式。

①声源处于半自由声场，采用公式

$$L_A(r)=L_{AW}-20\lg(r)-8$$

②预测点的预测等效声级 (L_{eq}) 计算公式

$$L_{eq}=10\lg(10^{0.1L_{eqg}}+10^{0.1L_{eqb}})$$

式中：

L_{eqg} —建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{eqb} —预测点的背景值，dB(A)。

(2) 噪声预测结果

表 5.8-2 噪声预测结果

时段	敏感点位	声源噪声级 dB(A)	距离 (m)	贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)	叠加结果 dB(A)
昼间	龙渊别墅	75	96	27.4	55.3	55.3
	餐厅旅馆	75	121	25.3	56.4	56.4
夜间	龙渊别墅	75	96	27.4	46.4	46.5
	餐厅旅馆	75	121	25.3	46.8	46.8

根据预测结果，昼夜间项目场界点位噪声均不超过《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类区标准（昼间 60dB、夜间 50dB）的限值要求；项目营运期噪声对敏感目标的影响较小，敏感目标环境质量均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区标准。因此，项目营运期噪声对声环境敏感目标的影响较小。

第六章 对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响

本评价从环境保护的角度，对本项目对自然保护区内的中华白海豚和大屿岛的鸟类所造成的影响进行环境影响评价，本章节内容主要结合《鼓浪屿三丘田码头改建工程对中华白海豚及其栖息地影响专题评价报告（送审稿）》（福建海洋研究所，2021年11月）的相关内容评价。

三丘田改建工程位于原农业部（现农业农村部）2017年公告的国家重点保护水生野生动物重要栖息地名录（第一批）——福建省厦门中华白海豚重要栖息地，位于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），与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）最近距离约458m。

6.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况

6.1.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区建设背景

1991年9月24日，厦门市人民政府正式批复，同意建立厦门文昌鱼自然保护区（厦府【1991】综190号）。1995年10月30日，福建省人民政府批准建立厦门大屿岛白鹭自然保护区（闽政【1995】综256号）。1997年8月25号，福建省人民政府批准建立厦门中华白海豚自然保护区（闽政【1997】文217号）。

2000年4月4日，经国务院审定（国办发【2000】30号），厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区由原厦门中华白海豚省级自然保护区、厦门大屿岛白鹭省级自然保护区和厦门文昌鱼市级自然保护区联合组建而成（图1.6-2）。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区分布见图2.6-3。

《厦门市中华白海豚保护规定》详见1.6.2.3章节；《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》1.6.2.4章节。

6.1.2 与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的关系

本项目位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区西港区中华白海豚保护区南侧、大屿岛白鹭区东南侧，项目未在保护区核心区内，处于保护区外围区，具体如图 6.1-1。



图 6.1-1 工程与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位置关系图

6.2 工程建设对中华白海豚影响分析

6.2.1 厦门湾中华白海豚的分布、数量及趋势

根据自然资源部第三海洋研究所和南京师范大学不同时期的研究发现，厦门湾基本都有中华白海豚的分布。2004年的调查资料显示，中华白海豚春季主要聚集于厦门西港、鸡屿，夏秋季主要集中于鼓浪屿、鸡屿至青屿、浯屿一带海域，同安湾海域的分布有所下降，大小嶝岛海域附近中华白海豚分布数量略有上升。2010~2015年的调查资料显示，上述主要分布区包括最北至同安湾的鳄鱼屿以北，最南至厦门湾口浯屿岛海域，最西至九龙江口的鸡屿以西靠近厦漳大桥水域，最东在小嶝岛以东的围头湾都有中华白海豚的分布，但厦门岛南部海域和同安湾海域发现中华白海豚的次数较少；在大小嶝海域的中华白海豚的出现频次逐渐增加。根据2018~2019年的厦门中华白海豚调查数据，鼓浪屿周边海域、东渡港和厦门西海域、九龙江口海域以及大小嶝海域仍然是其主要分布区，尤其在厦门西港、鸡屿及大嶝海域一带分布较多，同安湾的分布较少，具有明显的区域性分布特点，但同安湾口的出现频次减少，且在大小嶝海域出现向南并靠近金门水域活动的趋势。

从中华白海豚在厦门湾的区域分布来看，厦门西海域和九龙江口一直是其主要分布

区域，进入21世纪之后同安湾内数量减小，而在翔安东部海域、大小嶝附近海域和围头湾发现数量有所增加。

2004~2006年间，南京师范大学通过特征重捕法计算厦门中华白海豚的种群数量约为76头（Chen et al., 2009）。2007~2010年，南京师范大学应用特征重捕法估算厦门中华白海豚的种群数量约70头（95%CI: 63-88头）（Chen et al. 2018）。2010~2015年，原国家海洋局第三海洋研究所估算厦门湾中华白海豚的种群数量在65头左右（95%CI = 55-75头）。2018~2019年，自然资源部第三海洋研究所共识别厦门湾中华白海豚个体52头。综上所述，2004至今，厦门中华白海豚种群变动不大，约在60-80头左右，基本趋于稳定。

6.2.2 施工期对中华白海豚的影响评价

本工程位于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）（见图 2.6-3）。本工程对海洋生态特别是中华白海豚活动的影响主要为码头改扩建过程桩基施工引起的泥沙扰动使海水中悬浮泥沙浓度增加，以及施工噪声等行为对中华白海豚的活动产生的直接和间接影响。

6.2.2.1 施工干扰对中华白海豚的活动区域的影响

工程所在海域周边中华白海豚活动较为频繁。因此，在施工区域附近海域，工程可能会给中华白海豚的摄食和活动造成一定的影响，具体表现为施工船舶机械噪音会对中华白海豚在附近的活动造成一定干扰。

6.2.2.2 施工期悬浮泥沙对中华白海豚的影响

从生理结构上来说，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。中华白海豚主要生活在河口海域，视觉不发达，主要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，因此推测水中泥沙悬浮物的增加对中华白海豚的摄食影响较小。

从生态习性上来说，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只中华白海豚时，正值退潮，鸡屿附近形成了面积比较大的浑浊区域，但仍见中华白海豚在其中自由活动、摄食。2007年11月13、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只中华白海豚，经测量海水中悬浮物分别为27mg/L和22mg/L。从行为学上来说，中华白海豚长期的进化也使其对外界环境变化具有一定的趋避能力。

假设海水中的悬浮泥沙明显影响了中华白海豚的正常活动，中华白海豚将会选择逃避来减少受到的伤害。

因此，本项目施工造成的水体悬浮物的增加不会对中华白海豚的正常活动造成直接影响。但是施工水域局部水体悬浮物浓度增加会使水体透光率有所下降，影响浮游植物的光合作用，从而使鱼类资源的生产力有所下降，中华白海豚的食物来源将间接受到影响。

由于中华白海豚长期生活在水体浑浊的河口水域，其视觉不发达，主要靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境和识别物体，因此，水中悬浮物的增加不会对中华白海豚的正常活动造成直接影响。中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，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，浑浊的水体对其影响不大。本项目施工引起的海水中 SPM 的人为增量的影响范围有限，且中华白海豚对浑浊水体不敏感，具有用肺呼吸的生理特点以及用回声定位系统来探测物体的能力，因此施工引起的悬浮泥沙对中华白海豚的影响较小。

6.2.2.3 施工噪声对白海豚的影响

本工程施工中不需要进行填海、爆破等水下作业，主要涉及的水下作业为桩基施工。桩基施工在护筒中进行，对中华白海豚造成直接伤害的可能性较小。桩基施工期间会产生噪声，可能对中华白海豚的正常活动产生一定的影响。

桩基施工在水中所产生的噪声具有高噪声强度和宽频带分布等特点，因此在一定距离范围内将对中华白海豚产生某些的影响和伤害，这些影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。

(1) 水下噪声对中华白海豚行为影响

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。

水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化，中华白海豚可以通过增加发声次数、增大声信号的幅值或持续时长等方法，克服水下噪声对声信号的干扰和屏蔽效应。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）。

由于高频噪声传播衰减大，因此噪声能量在传播一定距离后，主要分布于较低的频段。对中华白海豚不同发声行为的影响分析如下：

①对中华白海豚的click信号的影响：中华白海豚的click信号的频率高（峰值频率为

100kHz左右), click声信号的峰值频率远高于桩基施工脉冲的主要声能频段,且中华白海豚发出click探测信号的重复周期远高于桩基施工的重复周期,因而桩基施工噪声对click的干扰相对较小。

②对中华白海豚的burst pulse信号的影响:由于中华白海豚所发出的应急信号(burst pulse)主要集中在中、低频段(如15kHz左右),因此对中华白海豚所发出的burst pulse声信号的相当一部分能量将造成掩蔽。

③对中华白海豚的whistle信号的影响:由于中华白海豚的whistle信号较低(3~8kHz左右),桩基施工噪声的掩蔽性较强,几乎可以将whistle的主要声频完全覆盖,对中华白海豚的群体活动的交流声信号造成严重干扰。David (David J. A., 2006)对瓶鼻海豚(宽吻海豚)对桩基施工噪声的敏感度和发声掩蔽性进行了分析。其分析结果表明:对于20inch(约0.5m)直径钢管桩,其桩基施工声源级为150dB re 1 μ Pa,但该桩基施工噪声在40km以外就能够对宽吻海豚的声信号产生屏蔽;而桩基施工噪声在9kHz频段上对海豚的较强的声信号的掩蔽范围也可达10~15km,但随着频率增大,50kHz则缩减到6km,115kHz则缩减到1.2km;如下图,左图为宽吻海豚的听阈曲线与桩基施工噪声功率谱的比较图(图6.2-11),画出了在不同距离时噪声功率谱级与听阈的对比;而右图则是噪声传播与海豚声信号传播的比较图,其中9kHz对应whistle声信号,50kHz对应click声信号,作者假定海豚发出信号与桩基施工噪声声源的距离为20km,按照相同的扩散衰减曲线衰减,两曲线的交汇处即为声信号屏蔽的可能范围。

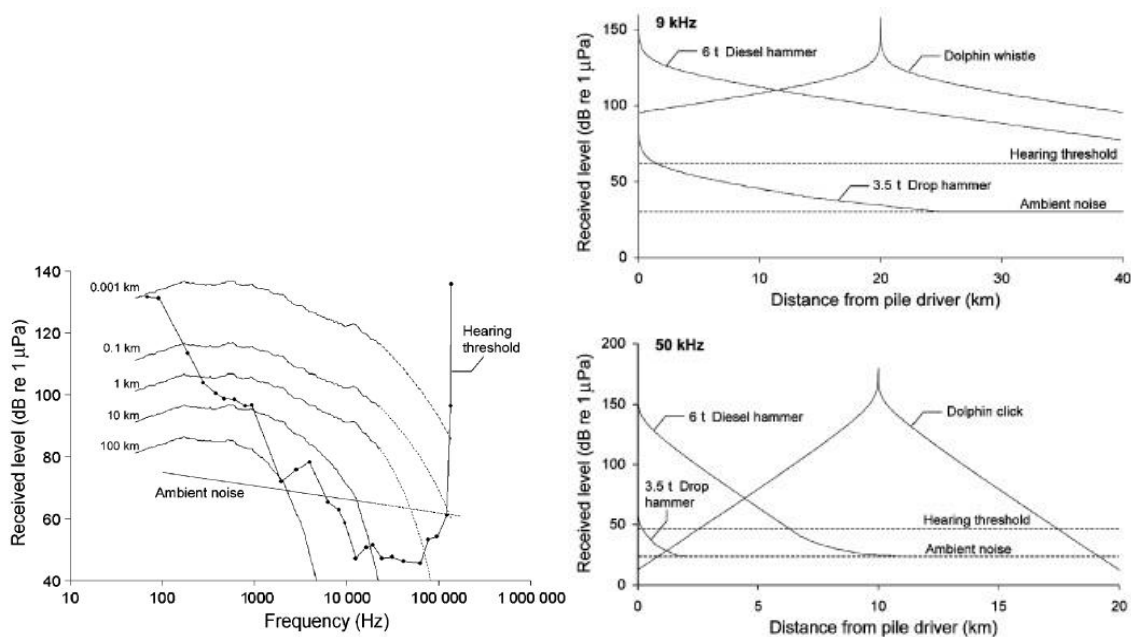


图 6.2-11 桩基施工噪声与瓶鼻海豚听阈比较及海豚声信号掩蔽范围比较

(2) 水下噪声对中华白海豚听觉影响

遮蔽效应指的是由于噪声的存在导致的听力阈值增加。(Johnson et al,1989)指出,当噪声的频谱范围和受影响声音出现重叠时,遮蔽效应特别明显。对于鲸豚类动物,遮蔽效应的一个主要的危害在于使其目标探测能力和个体间相互通信的效果大大降低。

听力损失可分为暂时性(TTS)和永久性(PTS),造成听力损失的程度与水下噪声的频谱特性、强度持续时间、占空比(恢复时间)等特性有关。Ridgway等人(1997)通过对四只瓶鼻海豚和两只白鲸的研究表明:视信号频谱特性的不同,在192~201dB/re 1 μ Pa的声压级下海豚出现可被测得的暂时性听力损失,两只白鲸则分别在201dB/re 1 μ Pa和198dB/re 1 μ Pa的声压下出现TTS。另外,Au等人(2000)的研究表明:鲸豚动物自身也可通过调节探测和通信所用声音的频段和强度来抑制水下噪声导致的遮蔽效果。

行为模式改变、躲避:Malme等人(1993)的研究表明,在164dB/re 1 μ Pa的声压下,10%的灰鲸表现出躲避行为,在170dB/re 1 μ Pa和180dB/re 1 μ Pa声压下躲避率则分别为50%和90%。此结果与NMFS确定的鲸类180dB/re 1 μ Pa安全门限相吻合。

紧张:长期暴露在水下噪声下还将导致鲸豚动物长期处于高度紧张状态,造成心率加快(Andrews et al.1997)和大量的荷尔蒙分泌(Miksis et at. 2001)。Richardson 等人(1995)及Gordon等人(1992)的研究表明:鲸类通常通过适当的下潜和上浮节奏进行规律呼吸和肌肉松弛保持良好的生理能量平衡,而水下噪声将造成海豚或鲸正常的行为模式被破坏,引起下潜行为的提前和水面呼吸时间的缩短、游速加快,这将导致更多的能量耗费,影响各器官机能和健康水平,长期的行为节奏被破坏还将造成内分泌失调和免疫力下降。这种影响对潜水深度大的鲸、豚动物更为明显。B.Wursig等人(2000)在研究中观测到了桩基施工噪声造成附近海域中华白海豚的游速明显加快。

(3) 桩基施工噪声对中华白海豚的影响分析

由于水下桩基施工噪声的强声源特点及对海洋中各类生物所产生的危害,自上世纪90年代,美国和欧洲等海洋国家就开始了针对水下桩基施工噪声的监测和研究。

1997年,美国高能源地质勘探组织专家小组,针对海洋哺乳动物可能遭到海上地质勘探中水下空气枪所发出的脉冲噪声伤害而进行了噪声暴露的估测分析,最后认定180dB RMS re 1 μ Pa为“超过该声级则可能具有行为、生理及听力影响的潜在危害”;小组声明视不同的动物,该阈值可能有上下10dB的浮动。而后,美国国家海洋渔业局(NMFS)继续采用该门限值作为“不可逾越”的最高声级;目前我国尚未颁布中华白

海豚的最大可承受声压标准。早期的NOAA标准尚不完善，强调其为过渡性文件。直到2016年，NOAA对已有标准进行了统一整理，颁布其首版水下噪声对海洋哺乳动物影响的参考门限值标准。2018年，基于水下噪声与海洋哺乳动物声学研究的最新研究成果，NOAA颁布其第二版水下噪声影响评估标准，见表6.2-7。

表6.2-7 水下噪声对海洋哺乳动物影响评估参考门限（NOAA,2016、2018）

种群或物种	连续性噪声（非脉冲型）			脉冲型噪声		
	行为响应	TTS	PTS	行为响应	TTS	PTS
低频鲸目	SPL _{rms} : 120dB	SEL:179dB	SEL:199dB	SPL _{rms} : 160dB	SPLpk: 213dB SEL:168dB	SPLpk: 219dB SEL:183dB
中频鲸目	SPL _{rms} : 120dB	SEL:178dB	SEL:198dB	SPL _{rms} : 160dB	SPLpk: 224dB SEL:170dB	SPLpk: 230dB SEL:185dB
高频鲸目	SPL _{rms} : 120dB	SEL:153dB	SEL:173dB	SPL _{rms} : 160dB	SPLpk: 196dB SEL:140dB	SPLpk: 202dB SEL:155dB
海豹科	SPL _{rms} : 120dB	SEL:181dB	SEL:201dB	SPL _{rms} : 160dB	SPLpk: 212dB SEL:170dB	SPLpk: 218dB SEL:185dB
海狮、海象科	SPL _{rms} : 120dB	SEL:199dB	SEL:219dB	SPL _{rms} : 160dB	SPLpk: 226dB SEL:188dB	SPLpk: 232dB SEL:203dB

注：脉冲噪声TTS和PTS，应控制在SPLpk或SEL任何一个值以下。

TTS 和PTS 对应的 SEL 值均为 M 加权后的值。

本工程施工过程的水下噪声主要是钢护筒埋设和灌注桩成孔产生的噪声。钢护筒埋设采用振动锤振动埋设的施工工艺，相比传统的桩锤埋设方法，振动桩锤的特点是振动频率高，但振幅较小，由于高频振动衰减较快，能有效减少振动波及范围，噪声小，并且钢护筒埋设不用进入中风化花岗岩，埋设时间较短，单根钢护筒埋设仅需1~2小时，埋设强度小，因此钢护筒埋设产生的水下噪声对中华白海豚听觉的影响较小。

本工程冲击钻成孔施工过程产生噪声的峰值声压级约为213.5dB，低于中频鲸目脉冲型噪声TTS的224dB；噪声以中低频噪声为主，小型齿鲸类对于频率在1kHz以下声波的反应不是特别敏感，但是还是会听到该波段中的许多声音。中华白海豚听力在中高频的20kHz至120kHz频段范围内十分敏感。尽管施工作业产生的水下噪音主要能量不在该频段，但是在一定的距离范围内其能量仍然可能高于中华白海豚的听力阈值。此外，虽然齿鲸类哺乳动物一般利用较高频率的声音（大于10kHz）进行觅食及沟通（Goold and Jefferson 2004），而重型机器操作及海床挖掘所产生的噪音大都是1kHz以下的低频率，当桩基作业噪音长时间出现，或产生的部分低频噪音具有较高的能量，工程活动仍有可能影响到中华白海豚的正常生活，很有可能引起它们行为改变、沟通受到干扰以及生理和器官的损伤等。工程期间应监测水中噪音的数据，并且严格控制持续作业时间。

此外，无论是高频噪音或高能量的低频噪音，如果发生在4-8月份繁殖高峰期，影响会比较复杂。以中华白海豚为例，由于交配的中华白海豚属成年个体，回避能力较强，影响相对较小；产仔过程中的母豚回避能力较弱，影响较大；刚出生幼豚高度依赖母豚，噪声干扰可能会造成母幼失散，影响较大。因此桩基施工应避开中华白海豚的繁殖季节。

总的来说，施工噪声对中华白海豚的活动会造成一定影响，但造成中华白海豚受到噪声直接伤害的可能性较小。中华白海豚通常可在喧闹的海洋环境噪声下嬉戏、生存，具有一定的抗水下环境噪声干扰的能力，也会采用避开噪声源等方法远离施工区。选取合适的施工时间段，严格控制持续施工时间，做好中华白海豚的跟踪观测，一旦发现附近有中华白海豚出现应立刻停止施工，能有效减少噪声对中华白海豚的影响。

6.2.2.4 施工船舶航行对中华白海豚的影响

施工船舶航行对中华白海豚的影响主要有以下两方面：

- ①船舶的撞击和螺旋桨致死致伤；
- ②船舶通行时产生的水下噪声可能会干扰到海豚的回声定位系统和声通讯信号。

本节主要讨论分析船舶撞击和螺旋桨对中华白海豚的影响。根据《厦门市中华白海豚保护规定》，所有进出港的船舶速度均不能超过8海里/小时，而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。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。船舶由远及近靠近中华白海豚时，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（如小于8海里/小时），让中华白海豚有足够的反应时间，可以采取适当的逃避行为以避开船舶。

本项目施工期预计投入施工船只6艘，用于不同的施工阶段，预计同一阶段最多运行4艘施工船舶，在控制好船舶速度的情况下，工程施工船舶对中华白海豚造成直接伤害的可能性较小。

6.2.2.5 施工期对中华白海豚生境的影响

施工期对中华白海豚的生境影响主要从生态环境整体的角度出发，考虑工程对水动力、冲淤环境、浮游生物、底栖生物、渔业资源等生境要素的影响给中华白海豚活动及觅食带来的间接影响。

根据水动力模型计算结果，工程实施后对周边海域的水动力影响范围和影响能力有限。根据数模计算结果，施工区域内以弱淤积主，影响区域集中于工程前沿，影响范围

十分有限。

桩基施工将占用一部分原有的底质区域，这些改变不会对中华白海豚产生较大的直接影响，主要是导致生态系统中其他生物的结构和分布发生变化，包括浮游动植物、鱼卵、仔稚鱼等，引起中华白海豚饵料的分布变化，从而间接影响中华白海豚的活动。

6.2.3 营运期对中华白海豚影响评价

6.2.3.1 营运期船舶航行对中华白海豚的影响分析

因本工程设计船型为渡轮，航线来往于三丘田码头与厦门本岛之间，需频繁穿越厦门鼓航道，本工程建设后虽然航次增加18班次/d，但因为泊位增加，渡轮候泊时间缩短，渡轮航行占用海域的时间不会明显增加。。

此外，船舶航行较快时，中华白海豚可能因躲避不及而受螺旋桨伤害，现行的《厦门市中华白海豚保护规定》第十四条规定，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。本项目通航的船舶均是吨位较小的客船，行驶速度不超过8节，并且行驶时若发现有中华白海豚出现均会采取减小航速、避让、鸣号驱赶等措施。因此，只要船舶航速小于8节，一般不会对中华白海豚造成直接伤害。

6.2.3.2 营运期船舶噪声对中华白海豚及其生境的影响

本项目营运期不存在装卸作业等噪声，航道为专用客运航道，几乎不鸣号，主要的噪声源为船舶航行噪声。

项目建成投入营运后进出码头的船舶通行产生的噪声会对以回声定位方式活动的中华白海豚产生一定的妨碍。同样类比厦门东渡航道，根据2010年以来的中华白海豚分布调查数据来看，厦门西海域仍然是中华白海豚活动的主要区域，因此可以说明船舶通航噪声对中华白海豚的影响不大。

另外，目前在三丘田码头的营运、靠泊及新增船只类型主要为鹭江系列。鹭江系列船舶采用柴电混合推进模式，选用2台船用柴油发电机组，柴电混合推进动力是电力推进动力的一种，符合国家环保船舶发展的要求，能有效实现节能减排，大幅度降低船舶噪声，减少振动。在加强管理的情况下，本工程营运期船舶航行噪声对中华白海豚及周边环境影响较小。

6.2.3.3 船舶意外事故风险对中华白海豚的影响分析

营运期间，尽管航班密度不会增加，但是船舶意外事故产生的燃料油入海仍将直接威胁到中华白海豚的生存环境。受影响的中华白海豚可能由于其呼吸、代谢、体表渗透和生物链富集等导致对其产生中毒效应，此外，油块还能堵塞中华白海豚的呼吸器官，

或者被吞食，导致疾病而死亡。

本项目通行船舶吨位较小，溢油量较少，影响范围有限，一旦发生溢油事故，应在第一时间启动溢油风险事故应急预案，迅速做好隔油和消油工作，将溢油事故对中华白海豚的影响降到最低程度。

6.2.4 中华白海豚保护措施

6.2.4.1 施工期、营运期组织管理措施

(1) 建设单位应成立中华白海豚保护领导小组，统一负责工程实施期间的保护工作。建立健全中华白海豚保护管理制度，检查、监督和责任追究制度，确保措施落实到位。

(2) 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，将环境保护要求（含对中华白海豚的保护要求）列入招标文件。

(3) 制定中华白海豚保护和应急救护预案，连同施工方案在施工前报送相关主管部门备案。

(4) 在施工期间，必须做好中华白海豚活动观测。在关键作业点配备中华白海豚观察员，并经主管部门培训、考核，持证上岗。施工中一旦发现危及中华白海豚的异常情况，应立即停止施工，并向主管部门报告，同时积极配合主管部门采取应急救助措施。

(5) 优化施工部署、工艺方案和施工流程，采取新技术、新工艺，在保证安全、质量的前提下，抓紧施工进度，尽量缩短水下作业时间。

(6) 施工期和营运期避免发生油品泄漏等事故；制定漏油专项应急措施。

(7) 加强环境保护、中华白海豚及其他海洋生物保护宣传教育工作，加大对《中华人民共和国野生动物保护法》、《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》等法律法规的宣传力度。应大力宣传保护中华白海豚的相关规定，着重对海上作业人员加强中华白海豚保护及救助方面的宣传和培训，提高工作人员对中华白海豚的关注度和责任感。

6.2.4.2 避让措施

(1) 施工单位需进一步细化工程进度安排，4~8月份是中华白海豚繁殖期，应避免大型桩基施工作业活动。

(2) 施工期和营运期船舶航行过程中，做好中华白海豚活动观测。一旦发现中华白海豚靠近，船舶应立即减速慢行或避让，直至中华白海豚游离到安全距离外（或采取温和的驱赶措施）。

6.2.4.3 悬浮物防治措施

(1) 建议桩基施工过程中采用 GPS 与常规定位技术相结合的方式，准确定位每根桩基，确保海上打桩快而准确。

(2) 桩基钻孔在钢护筒内进行，钻孔泥浆和钻渣经筛滤、沉淀后再由人工配制而成的钻孔泥浆返回护筒内循环使用。

针对钻孔、清孔、灌注混凝土过程中排出的泥浆，采用自然沉淀法去除泥浆中的钻渣。自然沉淀法是在现场设置沉淀池，即泥浆池设置在钻孔平台上，利用泥浆和钻渣的密度差自然沉淀钻渣，沉淀后的泥浆循环使用。施工中，防止钻孔泥浆流失和清孔钻渣过程对施工海域水环境产生影响，所有泥沙和废渣运至建筑废土消纳场处置，禁止直接抛入施工海域。

(3) 尽量缩短工期，减少施工过程对海水水质和底质影响的时间。

(4) 施工过程中需加强管理，文明施工，定期对设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复。

(5) 建设单位应会同主管部门做好施工过程的环境监控和水环境的监测工作。

6.2.4.4 噪声防治措施

(1) 建设单位应根据施工工程量和工期对工程建设做出科学安排，统筹好工程建设的施工时间和施工工序，减少噪声产生的强度和频度，降低噪声对周边海域的噪声影响。

(2) 施工期间，严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中的规定，采取有效减振降噪措施。

(3) 合理选择施工机械、施工方法，优先选用新的低噪施工设备和环保技术，性能良好的低噪施工设备。

(4) 在施工过程中注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

(5) 施工过程采用更精准的定位技术，确保每根桩基的精确定位，避免重复操作带来的额外影响。

(6) 在桩基施工期间，做好水中噪声数据的监测工作，并且严格控制持续作业时间。

(7) 在施工区域加装消音器、挡音板、隔音罩等措施，进一步降低施工机械设备噪声污染。

(8) 打桩作业开始时，应采用“软启动”或“弱启动”，使水下施工噪声声级从一个较低值逐渐再增大到通常的大小，在水下施工强噪声提升至危害性过高之前，给附近可能出现的中华白海豚及其他海洋动物逃逸预留出尽可能多的时间。

(9) 如果施工过程中发现有中华白海豚出现在安全距离之内，相关的打桩操作应即刻停止。

6.2.4.5 水污染防治措施

(1) 桩基钻孔是在钻孔平台采用冲击钻在钢护筒内进行，为防止钻孔泥浆流失和清孔过程对施工海域水环境产生影响，钻孔泥浆应循环使用。钻孔灌注桩施工时应在钻孔平台上设置钢制沉淀池做为泥浆水的临时储池，泥浆水在钢制沉淀池内得到足够时间的沉淀，上清液再回用于施工过程，比重较轻的泥浆由孔口自流入孔内，钻孔泥浆应循环使用，杜绝直接抛入施工海域。

(2) 施工机械的油料泄漏将会对水体造成污染。因此，应实施严格的清洁生产措施，防止油料和含油污水进入水体。建筑材料的装卸和存放应避免出现泄漏和流失而造成环境污染。

(3) 施工人员的生活污水纳入市政污水系统，不得直接排入周边海域。

6.2.4.6 固体废物防治措施

(1) 灌注桩施工时应严格按照施工工艺要求的实施，确保使用钢护筒钻孔灌注桩，确保钻孔泥浆循环使用，确保产生的所有泥沙和废渣运至建筑废土消纳场处置。

(2) 施工现场应配备生活垃圾和机械保养固体垃圾分类收集设施，对垃圾实施分类收集，由当地环卫部门统一清运处理。

6.2.4.7 船舶限速管理措施

(1) 无论施工期还是运营期船舶进入厦门海域时，应减速行驶，严格遵守《厦门市中华白海豚保护规定》“内港航速不得超过8海里/小时，同安湾海域航速不得超过10海里/小时”的管控措施。

(2) 无论施工期还是运营期船舶航行过程中，做好中华白海豚活动观测。一旦发现中华白海豚靠近，应立即减速慢行或避让，直至中华白海豚游离到安全距离外（或采取温和的驱赶措施）。

6.2.4.8 监测与观测措施

监测与观测措施包括西海域中华白海豚活动观测、项目建设对中华白海豚栖息地海域海洋环境影响跟踪监测和声环境监测等，参见下表6.2-8。

实施监测或观测前，应委托第三方编制详细的监测方案，并报渔业行政主管部门和保护区主管部门备案。

表6.2-8 监测与观测计划表

序号	监测内容	监测项目	测点布设与监测频次	实施机构
1	工程周边海域中华白海豚活动情况观测与记录	中华白海豚活动情况观测	布设观测台，在施工期间定时观测。	按保护区管理部门要求，施工单位或监理单位设专人负责，或委托有经验的单位进行观测。
2	工程邻近海域海洋环境影响跟踪监测	水质、沉积物、生态	在施工期开展。	委托有监测资质的单位进行。
3	声环境监测	施工期水下打桩噪声检测	每月进行一次打桩强度噪声监测。	委托有监测资质的单位进行。

6.2.4.9 生态补偿措施

现今的生态经济学和生态价值论的研究表明，海洋生态环境是一种资源，不仅具有现实的使用价值，同时具有潜在的价值。一些古老的海洋开发项目，如海运业、渔业等很容易体现出一条航道、一个渔场能产生多大的经济效益。但是海洋生态环境潜在的价值是随着社会、经济和科学技术的不断发展，才会被陆续体现出来，而且永远不会完结。比如海洋的环境容量，过去只知道有潜在的价值，但是其价值量体现不出来。在国家排污总量控制政策情况下，一些地区把国家下达的排污控制指标有偿转让给其它地区，这就体现出了环境容量的价值量。但是海洋生态环境还有一种不能通过市场交换来体现的价值，比如海洋具有调节气候的功能等等。经济开发行为对生态环境造成的减损应作出合理补偿。这不仅仅是环境经济学的观点，而且得到大多数国家政府的认同，并制订了法规和相应的执行政策。

资源经济学家认为自然资源的价值量与体现在该资源中的劳动量成正比。海洋生态价值的补偿应遵循价值流动规律：为使海洋生态经济系统得以正常运转，人类必须向海洋生态系统支付必要的劳动成本，即必要的补偿基金数量。既要包括用于海洋生态环境保护与建设中的生产资料的价值也要包括劳动者在必要劳动时间内和剩余时间内所创造的价值。许多国家都建立了相应的—海洋环境资源使用收费制度，纳入包括税收政策在内的各种宏观管理与调控体系之中，并认为是解决这一问题的理想方法。

涉海工程建设项目污染损害海洋环境应作出生态补偿，这在国际间或国内都属于惯例，只是不同国家或地区的具体政策有一定差异。生态补偿是中央和地方各级人民政府为保护珍稀野生动物栖息地的生态环境，综合运用行政手段和市场手段对栖息地的生态

保护成本与受影响主体的经济损失予以合理补偿。

目前,我国生态保护补偿制度正在探索,已有的生态补偿机制正进一步规范和完善,尚没有颁布相应的实施办法及技术规范。2014年修订的《中华人民共和国环境保护法》,首次将“国家建立健全生态保护补偿制度”的规定写入法律条文;2016年修订的《中华人民共和国海洋环境保护法》增加了一国家建立健全生态保护补偿制度的有关条款;国家海洋局亦正在制定《海洋保护区生态保护补偿办法》和《海洋保护区生态补偿评估技术导则》;2016年,《国务院办公厅关于健全生态保护补偿机制的意见》把健全生态保护补偿机制作为推进生态文明建设的重要内容;2017年中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《生态环境损害赔偿制度改革方案》;2018年,农业农村部办公厅下发了《关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》,明确“建设单位是涉渔工程水生生物资源保护和补偿的主体,应根据环境影响评价报告(涉及水生生物保护区的还包括工程建设对保护区影响专题报告)中所列的水生生物资源保护和补偿内容,制定具体的实施方案”。

水生野生动物保护,是一项公益性事业,社会效益、生态效益远大于经济效益。这种补偿办法是在贯彻《中华人民共和国野生动物保护法》而国家财力有限的情况下,把行政手段与经济杠杆相结合,宏观调控资源配置、拓宽保护资金来源的措施。虽然本工程施工建设不会对中华白海豚造成直接伤害,但工程施工期间会对中华白海豚的活动空间及摄食和社交等行为产生一定影响。本项目施工过程中,悬浮泥沙入海会对周边海域的生物资源及生态系统造成一定的损害,水下施工噪声会对中华白海豚造成一定的影响。因此,为妥善处理保护与发展的关系,尽可能减轻工程对中华白海豚的不利影响,本项目有必要对中华白海豚及其栖息地进行生态补偿。

项目建设单位须给国家农业农村部渔业渔政管理局出具生态补偿承诺函,并与相关单位签订委托落实生态补偿的协议,制订生态补偿实施方案,落实生态补偿资金,由市渔业行政主管部门和保护物种管理部门监督和指导生态补偿方案的落实。

目前,对中华白海豚及其栖息地的生态补偿尚没有成熟的实施方案和管理办法,实践中不少是估算工程对生态环境的破坏程度及参考投资额来确定。鉴于本工程所处的位置比较敏感,所在海域为中华白海豚进出厦门西海域的通道之一,施工和营运期会对中华白海豚会造成一些难以量化的影响,经与建设单位协商后,建议增加生态补偿经费总额为20万元,则本项目对中华白海豚及其栖息地生态补偿措施如下:

表 6.2-9 生态补偿措施

序号	项目	内容	补偿金额（万元）
1	厦门西海域中华白海豚观测	在施工期和营运期分别开展厦门西海域中华白海豚活动观测	12
2	桩基施工水下噪声监测	在钢护筒埋设和桩基施工时分别开展水下噪声监测	8
合计			20

6.3 工程建设对厦门鹭科鸟类的影响分析

6.3.1 厦门鹭科鸟类资源概况

厦门通常所称的白鹭实际上是一些鹭类的鸟禽，它们隶属鸟纲鹳形目鹭科。厦门素以“鹭岛”自称，厦门鹭鸟在种类及数量上都具有一定规模。从保护沿海迁徙候鸟看，从我国太平洋沿海地带到东南亚、澳大利亚一线是亚洲候鸟迁徙的主要路线之一。厦门正位于该迁徙路线上，每年有成千上万的候鸟经过或留下越冬。

我国鹭科鸟类共有 9 属 26 种，厦门记录有 17 种，分别是白鹭、黄嘴白鹭、岩鹭、苍鹭、草鹭、大白鹭、中白鹭、牛背鹭、池鹭、绿鹭、夜鹭、黑冠鵞、黄苇鵞、紫背苇鵞、栗苇鵞、黑鵞、大麻鵞等。厦门地区常见的鹭科留鸟有白鹭、牛背鹭、池鹭、夜鹭等。

大屿白鹭自然保护区是厦门市目前鹭鸟最大的繁殖地。在厦门白鹭自然保护区聚群营巢繁殖的鹭类主要是白鹭、夜鹭、池鹭和牛背鹭，其中近80%为白鹭。在每年的3月初聚集到保护区进行繁殖，一直持续到8月中下旬才结束。整个过程包括聚集、求偶交配、筑巢、产卵、孵化和育雏。繁殖期结束后鹭鸟进入越冬期。

白鹭自然保护区大屿岛位于厦门西港南部，东南陡峭，西面有山坳。该岛植被得到较好保护，树木茂盛，环境噪音小，滩涂广阔，为鹭类提供了较好的生态环境。鹭类营巢区都集中于岛西面避风处。鹭类在大屿岛繁殖时，具有明显的水平分布特征：夜鹭主要分布于岛中部偏南的中央大片区域；白鹭各处都能分布；池鹭多分布于岛的南北；牛背鹭和黄嘴白鹭只分布在岛中部偏北的局部区域，和白鹭、夜鹭共栖一处。鹭类在大屿岛上的繁殖也具明显的垂直分布现象：夜鹭巢位最高；白鹭、牛背鹭和黄嘴白鹭的巢位居中，而且三者巢位相近；在白鹭和池鹭营巢在同一树上的情况下，池鹭的巢位处于上层。

根据调查，目前大屿白鹭保护区鹭科鸟类数量呈急剧下降的趋势，2016年度调查记录到的鹭鸟亲鸟约2000只。

6.3.2 工程建设对白鹭及其生境影响评价

本项目距大屿白鹭自然保护区约 1.9km，根据测算，在距离施工区 400m 处的最大噪声值约为 57dB（见表 5.8-1），可以推测距离工程区约 1.9km 处的大屿受噪声的影响很小。此外，鹭鸟的生活规律为早出晚归，大部分鹭鸟白天离巢觅食，傍晚归巢，主要觅食地为九龙江口的海门岛、甘文尾红树林湿地等，少部分也有在龙海白礁段红树林滩地觅食。夜间施工噪声的影响范围和强度都将增大，因此施工期应禁止夜间进行桩基施工等高噪声作业。

工程运营期船舶密度增加，本次工程新增航次主要在下午时段，新增航次的航线为三丘田码头至轮渡码头，对大屿白鹭自然保护区的影响很小。

6.3.3 白鹭保护措施

施工期应尽可能让运输船只远离大屿白鹭保护区，禁止船舶鸣笛。同时，应加强保护区鸟类繁殖期的施工管理，增加巡逻频次，加强对施工船舶的管理和教育，要求按照航线行驶，确保施工船舶不会靠近保护区。

第七章 环境事故风险分析与评价

7.1 风险调查

7.1.1 建设项目风险源调查

随着厦门鼓浪屿三丘田码头改建工程的建成，进出码头的船舶增加，存在发生事故溢油的风险，一旦发生燃料油泄漏入海，将对海域生态环境等造成重大的影响，特别是对中华白海豚等国家级珍稀海洋物种的生境造成重大的影响。因此，本项目风险评价的目的是通过项目可能发生的燃油泄漏事故可能性以及造成危害的因果分析，判断事故的风险度并提出风险防范措施。

7.1.2 环境敏感目标调查

根据危险物质可能的影响途径及范围，环境风险敏感目标主要为西海域海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-中华白海豚）、大屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、九龙江口国家级重要滨海湿地生态红线区、甘文红树林海洋保护区生态红线区、大涂洲红树林海洋保护区生态红线区、九龙江口重要河口生态红线区、厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区和厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门国家级海洋公园海洋特别保护区）、龙海九龙江河口湿地自然保护区等。

7.2 环境风险识别

7.2.1 风险物质识别

本项目进出港的渡轮发生碰撞事故后，会导致船舶燃料油的外泄，因此，本项目以燃料油为风险因子。船舶燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为 97~98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。燃料油的典型特性见表 7.2-1。

表 7.2-1 燃料油的典型特性

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（℃）	<26

项目	特性	项目	特性
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

7.2.2 生产设备风险识别

本项目为码头工程，风险事故主要为进出港船舶发生泄漏事故，主要考虑运营期码头前沿回旋水域和航道交界处发生碰撞造成船舶装载的燃料油泄漏。另外还有施工船舶燃油泄漏，由于施工船舶燃油泄漏的源强小于运营期事故源强，故本次评价溢油泄漏风险源强按运营期源强进行评价。

本项目风险识别结果见表 7.2-2。

表 7.2-2 风险识别结果

工艺环节	主要危险物质	环境风险类型	对环境的影响方式	可能受影响的环境敏感目标
船舶施工/通航	燃料油	泄漏	污染海域，破坏海洋生态环境	西海域海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-中华白海豚）、大屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、九龙江口国家级重要滨海湿地生态红线区、甘文红树林海洋保护区生态红线区、大涂洲红树林海洋保护区生态红线区、九龙江口重要河口生态红线区、厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区和厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门国家级海洋公园海洋特别保护区）、龙海九龙江河口湿地自然保护区

7.3 风险事故情形分析

7.3.1 风险事故情形设定

本次溢油点预设 为厦门邮轮中心至鼓浪屿航道交汇点 GX3 处，坐标为 24°27'56.60"N，118°03'40.66"E（图 7.4-1），该区域位于航道交汇处，公务船码头前沿，地形束窄、航道转向处、北侧衔接邮轮中心、海达、同益、西堤等码头，船只来往频繁，碰撞事故发生风险概率较大。

7.3.2 船舶事故统计与概率估算

7.3.2.1 厦门辖区事故

2003年，厦门辖区共发生水上交通事故20起，其中重大事故5起，大事故2起，一般事故4起，小事故9起。8艘船舶沉没；死亡15人，经济损失约2149万元。厦门港内发生的事故5起，占25%，其中碰撞2起，触损2起，搁浅1起；漳州海域事故3起，占15%，其中碰撞2起，自沉1起；东山海域事故6起，占30%，碰撞3起，触礁2起，机损1起；台湾海峡事故5起，占25%，其中碰撞2起，火灾1起，自沉2起；境外事故1起，占5%，为自沉事故。所有事故中碰撞事故9起，占事故比率的45%；触损、触礁事故各2起，各占10%；自沉事故4起，占20%；搁浅、机损、火灾各1起，各占5%。

近几年，厦门辖区水域水上交通事故数呈减少趋势，见图7.3-1，并主要以小事故为主，见图7.3-2，辖区水上交通安全形势持续稳定并趋于好转。

事故原因分析：导致事故的原因可归纳为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。

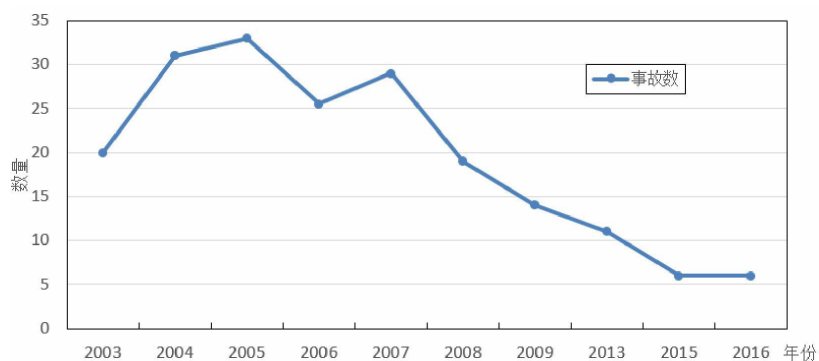


图 7.3-1 2003~2016 年厦门港辖区水域事故年份统计图

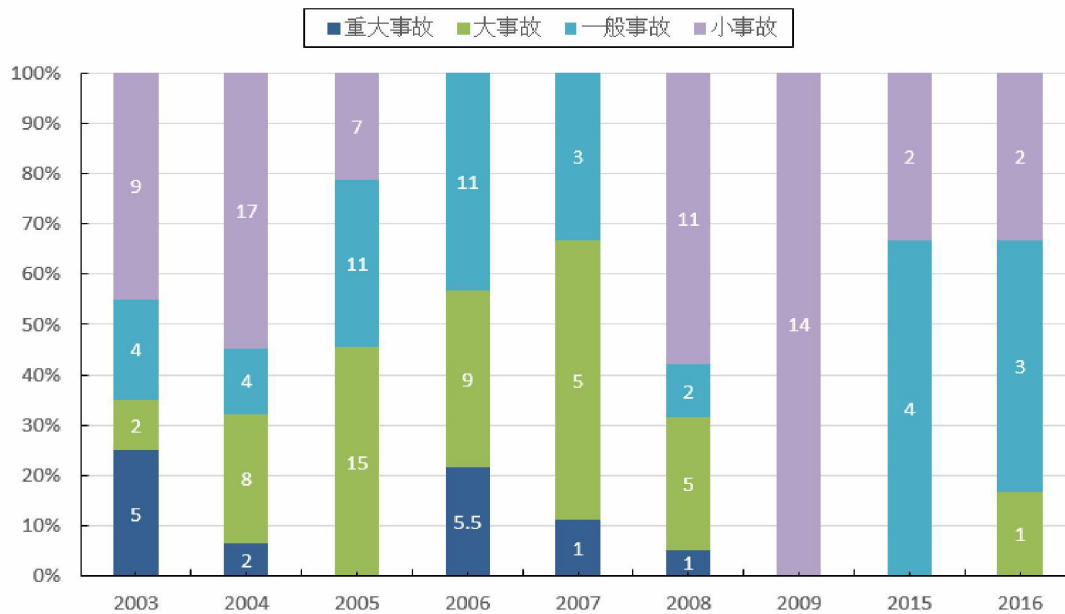


图 7.3-2 2003~2016 年厦门港辖区水上交通事故等级统计

7.3.2.2 船舶污染事故统计与分析

(1) 操作性污染事故

2001~2010 年厦门海事局辖区海域发生过 11 起操作性船舶污染事故, 详见表 7.3-1, 其中西海域发生 5 起操作性船舶污染事故, 总溢油量较少, 为 0.129 吨。

表 7.3-1 2001~2010 年厦门海事局辖区操作性船舶污染事故统计表

序号	事故时间	事故地点	肇事船舶	溢油量	事故原因
1	2003.3.29	翔鹭码头	克岚海洋 (CRANE OCEAN)	2 千克燃料油	操作性溢油
2	2004.12.24	漳州华阳电厂码头	鸿亚	2 吨 0#柴油	装货期间翻沉
3	2005.6.9	海沧 10# 泊位 (翔鹭化工码头)	宝航 1208	4 千克燃料油入海	卸货作业完毕时, 拆卸油管操作不当
4	2006.3.1	东渡码头 2# 泊位	牵牛星	0.015 吨	操作性溢油
5	2006.7.31	东渡码头 3# 泊位	河北好运/闽厦门油 0009	0.1 吨	操作性溢油
6	2006.8.16	海沧 9# 泊位	吉达 58	0.1 吨	船体漏洞
7	2006.8.20	东渡码头 3# 泊位	丰康山	0.01 吨	操作性溢油
8	2008.10.8	东渡码头	华航 1	含油污水 20 千克	操作性溢油
9	2009.10.4	3 号锚地	新海旺	0.1 吨燃料油	操作性溢油
10	2009.11.15	东渡国贸码头	闽厦门水 0005	排污量约 20 升	操作性溢油
11	2009.12.17	后石电煤码头	卡华提	燃油 (重油 380cst) 泄漏量约 0.15 立方 (0.14 吨)	操作性溢油 (漳州局辖区)

(2) 海难性污染事故

2001~2010年厦门海事局辖区海域发生过6起海难性船舶污染事故，详见表7.3-2，其中西海域发生海难性船舶污染事故1起。

表 7.3-2 2001~2010年厦门海事局辖区海难性船舶污染事故统计表

序号	事故时间	事故地点	肇事船舶	溢油量	事故原因
1	2001.9.20	厦门港主航道	运鸿	90吨0#柴油	海难性溢油
2	2002.7.26	刘五店码头	天祥	100千克油污	海难性溢油
3	2003.5.25	东渡1#泊位	华顶山	5吨燃油及机舱油污	海难性溢油
4	2004.10.2	台湾海峡 24°09.003'N 117°58.812'E	卫昌	1.3吨燃料油	搁浅后 NO.3燃油 舱破损
5	2007.1.15.	马銮湾	渚扬2	3吨燃料油	海难性溢油
6	2010.11.27.	厦门港海天10 号码头附近	“千和12”油 轮、“厦港拖3” 拖轮	约5立方含油污水流入海域， 并在海浪作用下污染至厦门 港部分海面。	海损溢油事 故

总体来说，厦门海域海难性船舶污染事故较少，2001~2010年间海难性污染量约100吨，主要原因是发生在厦门港主航道的“运鸿”轮（油船）与“爱丁堡”轮（集装箱船）碰撞事故，造成了约90吨0#柴油外漏。随着进出厦门海域水域危险品船舶的专业化、大型化的趋势日益显现，事故性溢油的危害性将越来越大。

7.3.2.3 厦门轮渡有限公司船舶事故发生概率及管理情况

厦门轮渡有限公司运营过程中，工作人员需严格执行《客船航行值班须知》，将各项安全工作落实到位，规范操作，两船交会时，注意主动避让，船长/驾驶员不得随意改变航线，保证航行安全。根据《厦门轮渡有限公司安全生产管理制度汇编》，厦门轮渡有限公司设立有安全生产委员会，管理公司安全生产工作，各职能部门需严格遵守安全生产规章制度。厦门轮渡有限公司安全管理制度包括安全例会制度、安全生产检查制度、隐患排查管理制度、文件和档案管理制度、设施安全管理制度、安全生产教育培训制度、安全生产值班制度、消防安全管理规定等18项管理规定。

针对生产安全事故，厦门轮渡有限公司编制有《厦门轮渡有限公司客运码头生产安全事故专项应急预案》，当发生船舶油品泄露事故后，采取以下应急处置措施：

(1) 船长或值班驾驶员接到报告后，应立即发出溢油报警信号（一短二长一短声，连放一分钟）。

(2) 当发生少量船舶油品泄漏时，船长立即组织人员检查船舱破损情况，检查油品泄漏点，防止事态扩大；

- (3) 通知码头作业人员协助应急救援，必要时转移船舶油箱内油料；
- (4) 当船舶泄漏点位于吃水线以下时，再确保安全的情况下，可向油箱内注水形成垫水层，防止泄漏持续；
- (5) 在事故船舶设置围油栏，防止油品扩散至周边海域；
- (6) 全船人员按《船舶溢油应变部署表》实施应急反应，防止事故扩大。

表 7.3-3 船舶溢油应变部署表

编号	职务	负责部位	主要职责
1	船长	驾驶台/溢油现场	现场总指挥、对外联系
2	驾驶员	溢油现场	协助轮机长做好溢油现场指挥工作
3	轮机长	溢油现场、机舱	做好现场救援工作，采取应急措施关闭有关阀门，管理机舱设备，收集废油，防止油污扩散。
4	水手	溢油现场	携带防污器材，棉布等回收、清除油污。
5	机工	溢油现场	提供并携带消防器材，做好灭火准备，协助轮机长做好机舱应急工作。
6	客服人员	溢油现场	做好船上乘客的疏导、解释、安抚工作，做好人员撤离准备工作。

(7) 码头接到船舶泄漏事故报警后，及时调配人员赶往趸船平台，协助船舶开展应急处置，并疏散旅客，避免旅客人身伤害事故的发生。

由于管理情况良好，厦门轮渡有限公司运营30年以来未发生过安全事故，未发生过船舶油品泄露等环境风险事故。

7.3.2.4 最大可信事故

利用挪威船级社推荐的公式（DET NORSKE VERITAS. Report for Australian Maritime Safety Authority: Model of Offshore Oil Spill Risks [R]. Dec. 2011.）预测鼓浪屿航道未来船舶溢油风险事故的发生概率和泄漏规模，公式如下：

$$F=F_0 \times Q^{-b} \quad F_0=n/N$$

式中，F 为单船发生某一等级溢油量事故概率，Q 为某一等级的溢油量，F₀ 为单船发生溢油事故的概率，b 为常数，取值为 0~1，n 为一年的船舶事故数量，N 为一年的船舶艘次。船舶的溢油事故基础数据使用 1973~2013 年共 41 年我国东海海区的历史事故数据，船舶艘次信息使用东海海区 2002~2012 年共 11 年的统计数据进行分析。

依据上述公式，使用最小二乘法拟合常数 b，得到东海海区单船风险概率公式为：

$$F=5.0103 \times 10^{-7} \times Q^{-0.3736}$$

本项目最大可信事故溢油量为 11.21t，因此得到项目溢油风险概率为 2.03×10^{-7} 。

7.3.3 事故源强

根据建设单位提供改扩建后码头运行船舶情况，本项目选取最大载油量船舶为代表船型，因此本次船舶溢油量选取 11.21t。

7.4 溢油事故海洋环境影响分析

7.4.1 溢油模型

溢油进入水体后将发生扩展、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。本模型采用的是目前国际上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。此外，油粒子模型基于拉格朗日体系，具有高稳定性和高效率的特点。模型本身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。

(1) 动力学过程

动力学过程分为两个主要部分，平流过程和扩散过程，溢油在每一个瞬时的三维空间位置和分布状态是各种运动过程综合作用的结果。油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程，这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

Fay (1969) 首次研究了油膜在平静海面上的扩展过程，认为扩展过程主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制，采用修正的 Fay 理论基础上的重力—粘力公式计算油膜扩展：

$$\left[\frac{dA_{oil}}{dt} \right] = K_a \cdot A_{oil}^{\frac{1}{3}} \cdot \left[\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right]^{\frac{4}{3}} \quad \text{式 7.4.1}$$

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（率定为 0.6）； t 为时间； V_{oil} 为油膜体积， $V_{oil} = R_{oil}^2 \cdot \pi \cdot h_s$ ； h_s 为油膜初始厚度。

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：

$$U_{tot} = c_w(z) \cdot U_w + U_s \quad \text{式 7.4.2}$$

式中： U_w 为海面上 10m 处的风速； U_s 为表面流速； c_w 为风应力系数。流场数据由二维水动力模型计算获得。

(2) 非动力学过程

油粒子的非动力学过程包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中，油粒子组分发生改变，但其水平位置没有发生变化。

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。假定油膜内部扩散不受限制（气温高于 0℃ 以及油膜厚度小于 10 cm 时基本如此），油膜完全混合，油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。

蒸发率可由下式表示：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot \frac{P_i^{SAT}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \quad \text{式 7.4.3}$$

式中： N_i^e 为蒸发率； k_{ei} 为物质输移系数； P^{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； X 为摩尔分数； i 代表各种油组分。 k_{ei} 由下式估算：

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc_i^{-\frac{2}{3}} \cdot U_w^{0.78} \quad \text{式 7.4.4}$$

式中： k 为蒸发系数(通过率定设为 0.029)； Sc_i 为组分 i 的蒸气 Schmidt 数。

油在水中的溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = K_{si} \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{moli} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil} \quad \text{式 7.4.5}$$

式中： V_{oil} 为油膜体积； C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度； X_{moli} 为组分 i 的摩尔分数； M_i 为组分 i 的摩尔质量； K_{si} 为溶解传质系数（ $K_{si} = 2.36 \cdot 10^{-6} ei$ ）。

乳化是一种液体以微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的过程。油向水体中的运动包括扩散、溶解和沉淀等。

从油膜扩散到水体中的油分损失量 D 为：

$$D = D_a \cdot D_b \quad \text{式 7.4.6}$$

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600} \quad \text{式 7.4.7}$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}} \quad \text{式 7.4.8}$$

式中： 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； U_w 为风速； μ_{oil} 为油粘度， h_s 为油膜厚度， γ_{ow} 为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

式 7.4.9

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$$

式 7.4.10

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

式 7.4.11

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

式 7.4.12

式中： y_w 为实际含水率； R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释出速率； As 为油中沥青含量； Wax 为油中石蜡含量； K_1 ， K_2 分别为吸收系数和释放系数。

7.4.2 溢油事故模拟

(1) 溢油情景

本次溢油点预设 为厦门邮轮中心至鼓浪屿航道交汇点 GX3 处，坐标为 24°27'56.60"N，118°03'40.66"E（图 7.4-1），该区域位于航道交汇处，公务船码头前沿，地形束窄、航道转向处、北侧衔接邮轮中心、海达、同益、西堤等码头，船只来往频繁，碰撞事故发生风险较大。

根据建设单位提供现有运行船舶的最大载油量情况，事故溢油量取 11.21t。预测不利泄漏方式的影响即一次性泄漏。预测时间范围为溢油开始后 72 小时。本次溢油评价目标包括溢油扫海面积（油粒子轨迹外围包络线范围）、油料漂移至各敏感区的最短时间。

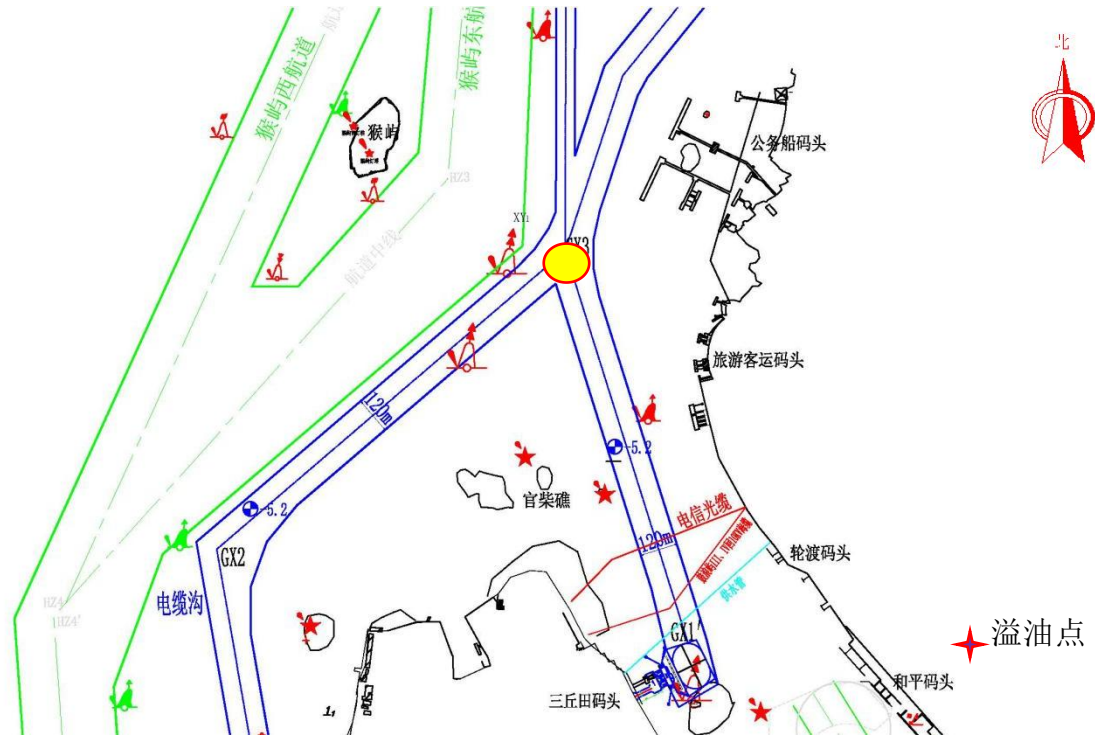


图 7.4-1 溢油点位置

表 7.4-1 溢油事故情景

事项	情景说明
开始时间	低平潮/高平潮
地点	24°27'56.60"N, 118°03'40.66"E (邮轮中心至鼓浪屿航道交汇点)
油种	船用柴油, 密度取 0.855 g/ml
溢油量	11.21t
不利泄漏方式	一次性泄漏
预测时长	72h
预测目标	扫海面积、首次进入各敏感区用时

(2) 溢油方案

海上油料漂移与风况和海水运动息息相关, 根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017), 典型水上溢油事故情形模拟工况共 6 个, 为风况和潮流过程组合方案。厦门夏季主导风向为 SSW, 平均风速 3.3 m/s, 冬季主导风向同为 ENE, 平均风速 3.5 m/s, 拟设溢油点位于敏感点内, 且周边分布有较多重要敏感区和自然保护区, 因此不利风向定为静风。潮流过程主要考虑涨、落潮两阶段的差异, 溢油起始时刻分为低/高平潮两种情况。具体工况见表 7.4-2。

表 7.4-2 溢油事故工况一览表

工况	风况	溢油初始潮时
工况 1	夏季主导风向 (SSE, 3.3m/s)	低平潮
工况 2	夏季主导风向 (SSE, 3.3m/s)	高平潮
工况 3	冬季主导风向 (ENE, 3.5m/s)	低平潮
工况 4	冬季主导风向 (ENE, 3.5m/s)	高平潮
工况 5	不利风向 (静风)	低平潮
工况 6	不利风向 (静风)	高平潮

7.5.3 溢油模拟结果

各工况对敏感区的溢油风险影响有所不同。总体来看，油膜在高平潮泄漏的比低平潮泄漏扫海面积更大，在夏季和冬季主导风向影响下油膜在湾内海岛、岸线滩涂上附着，扫海面积相对静风更小。在偏南风或低平潮期泄漏使油膜漂移轨迹整体更局限于厦门西海域内，各种工况下油膜扫海轨迹多在厦门西海域向湾外和九龙江口海域漂移，具体情况如下：

工况 1（夏季主导风向，溢油初始时刻为低平潮）：油膜在夏季主导风向（SSE，3.3m/s）作用下，低平潮泄漏时，油膜沿涨潮方向从溢油点扩散至猴屿附近，自南向北沿航道朝湾顶漂移，部分附着于火烧屿南侧高滩，部分油膜随涨潮流漂移至海沧大桥以北，向西北向漂移后大部分附着于海沧鳌冠周边高滩。主要影响范围在西海域海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-中华白海豚），油膜 72h 的扫海面积约 8.1km²（图 7.4-2）。

工况 2（夏季主导风向，溢油初始时刻为高平潮）：油膜在夏季主导风向（SSE，3.3m/s）作用下，高平潮泄漏时，油膜沿落潮方向从溢油点沿厦鼓水道自北向南朝湾外漂移，先后经过鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、厦门国家级海洋公园海洋特别保护区（厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区和厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区），分别历时约 1.5 小时和 3.5 小时，之后受风向和涨潮影响在厦门西海域扩散，达到大屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）历时 16.5 小时，油膜 72h 的扫海面积约 32km²（图 7.4-3）。

工况 3（冬季主导风向，溢油初始时刻为低平潮）：油膜在冬季主导风向（ENE，3.5m/s）作用下，低平潮泄漏时，油膜沿涨潮方向从溢油点扩散至猴屿附近，自南向北沿航道朝湾顶漂移，部分附着于火烧屿南侧高滩，部分油膜随涨潮流漂移至镜台屿附近，

随后沿落潮方向沿嵩鼓水道向南经过鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区漂移出西海域，分别历时约 8.5 小时和 9 小时。随后在风和潮流作用下，扩散至龙龙江口海域，先后到达鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、九龙江口国家级重要滨海湿地生态红线区和大涂洲红树林海洋保护区生态红线区，分别历时约 15 小时，27.5 小时和 43 小时，油膜 72h 的扫海面积约 53km²（图 7.4-4）。

工况 4（冬季主导风向，溢油初始时刻为高平潮）：油膜在冬季主导风向（ENE，3.5m/s）作用下，高平潮泄漏时，油膜沿落潮方向从溢油点向南扩散至鼓浪屿附近，部分附着于鼓浪屿及三丘田码头北侧高滩，部分经嵩鼓水道漂移出西海域，随后在冬季主导风和潮流作用下，扩散至龙龙江口海域，先后到达鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）和九龙江口国家级重要滨海湿地生态红线区，分别历时约 1.5 小时，10 小时和 22 小时，油膜 72h 的扫海面积约 30.5km²（图 7.4-5）。

工况 5（静风，溢油初始时刻为低平潮）：低油膜在低平潮泄漏时，沿涨潮方向从溢油点自南向北沿航道朝湾顶漂移，随后沿落潮方向沿厦鼓水道向南经过鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区漂移出西海域，到达厦门国家级海洋公园海洋特别保护区（厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区和厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区），分别历时约 21 小时和 34 小时。之后再潮流作用下进入厦门西海域和九龙江口，达到大屿海洋保护区海洋生态保护红线区和鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭），分别历时约 30 小时和 66 小时，油膜 72h 的扫海面积约 46km²（图 7.4-6）。

工况 6（静风，溢油初始时刻为高平潮）：油膜在高平潮泄漏时，沿退潮方向从溢油点沿厦鼓水道自北向南朝湾外漂移，先后经过鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、厦门国家级海洋公园海洋特别保护区（厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区和厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区），分别历时约 1.5 小时和 3.5 小时，之后随涨潮大部分由嵩鼓水道漂移进入厦门西海域，达到大屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）历时 10 小时，随后往九龙江口扩散，到达鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区（厦门珍稀海洋物种国家自然保护区-白鹭）、九龙江口国家级重要滨海湿地生态红线区、大涂洲红树林海洋保

护区生态红线区和甘文红树林海洋保护区生态红线区，分别历时约 23 小时、34.5 小时、61 小时和 72 小时，油膜 72h 的扫海面积约 127.4km²（图 7.4-7）。

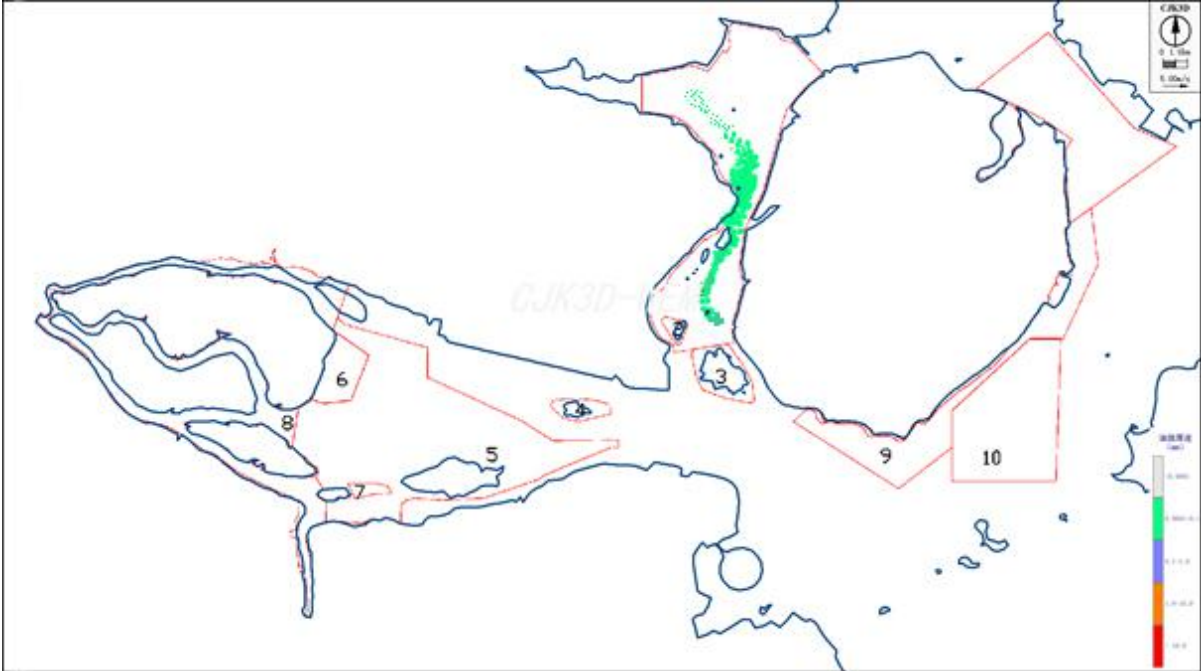


图 7.4-2 夏季主导 SSE 风向下低平潮泄漏溢油影响范围包络图

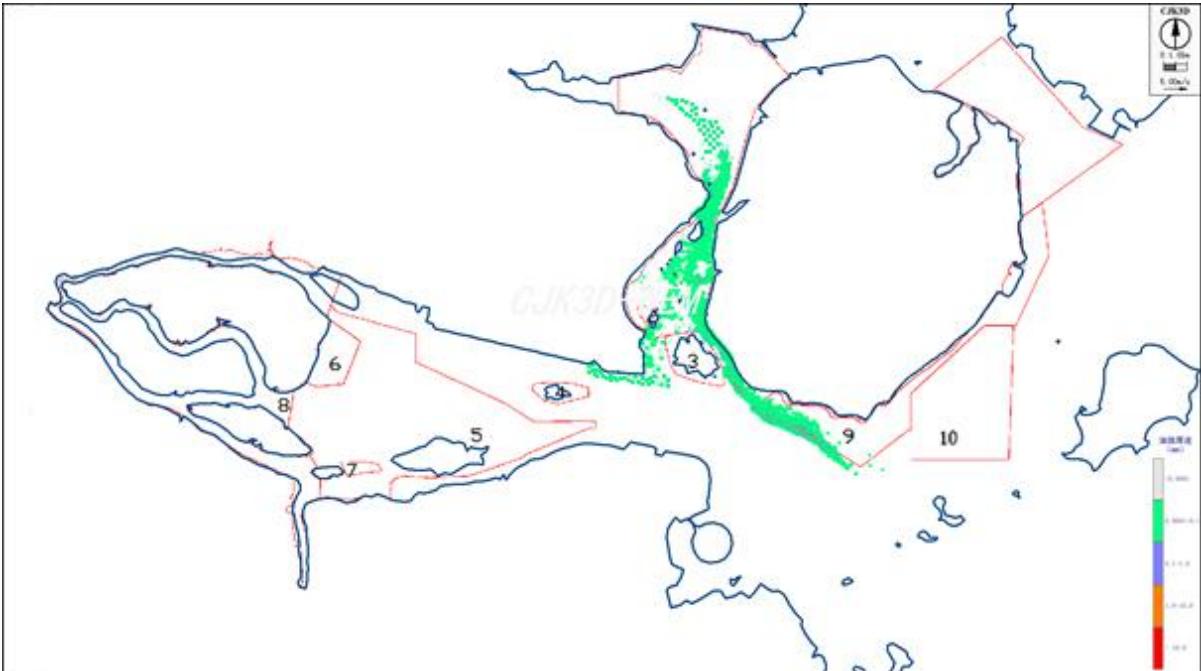


图 7.4-3 夏季主导 SSE 风向下高平潮泄漏溢油影响范围包络图

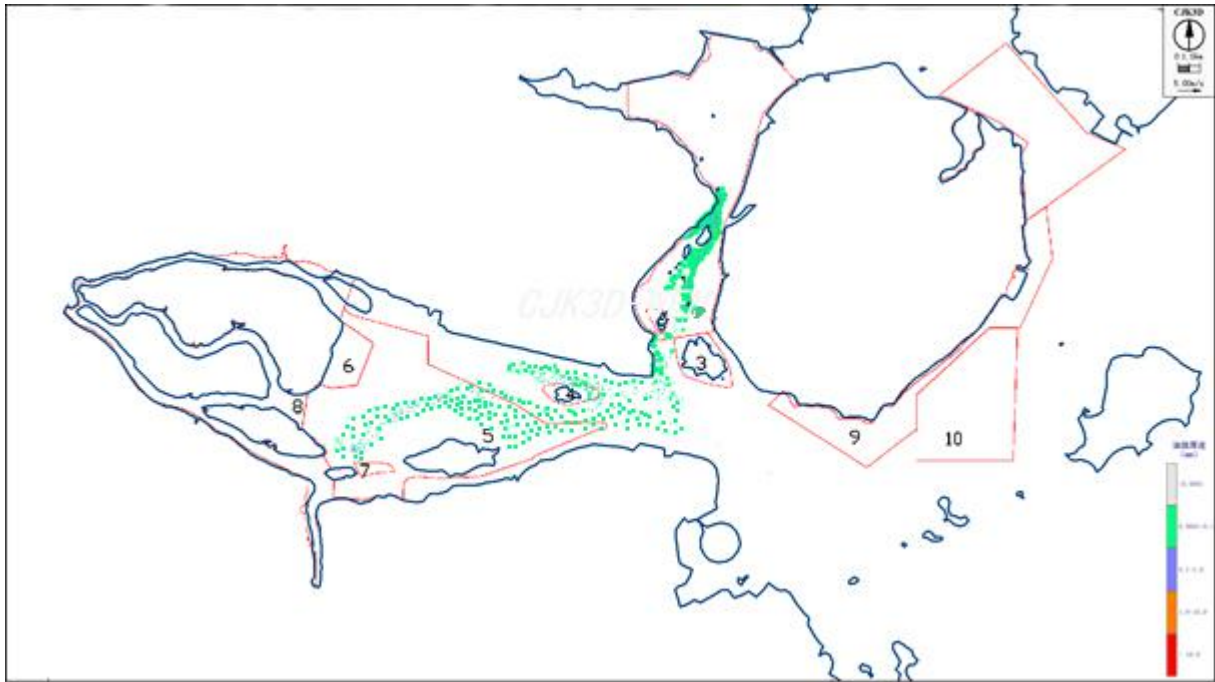


图 7.4-4 冬季主导 ENE 风向下低平潮泄漏溢油影响范围包络图

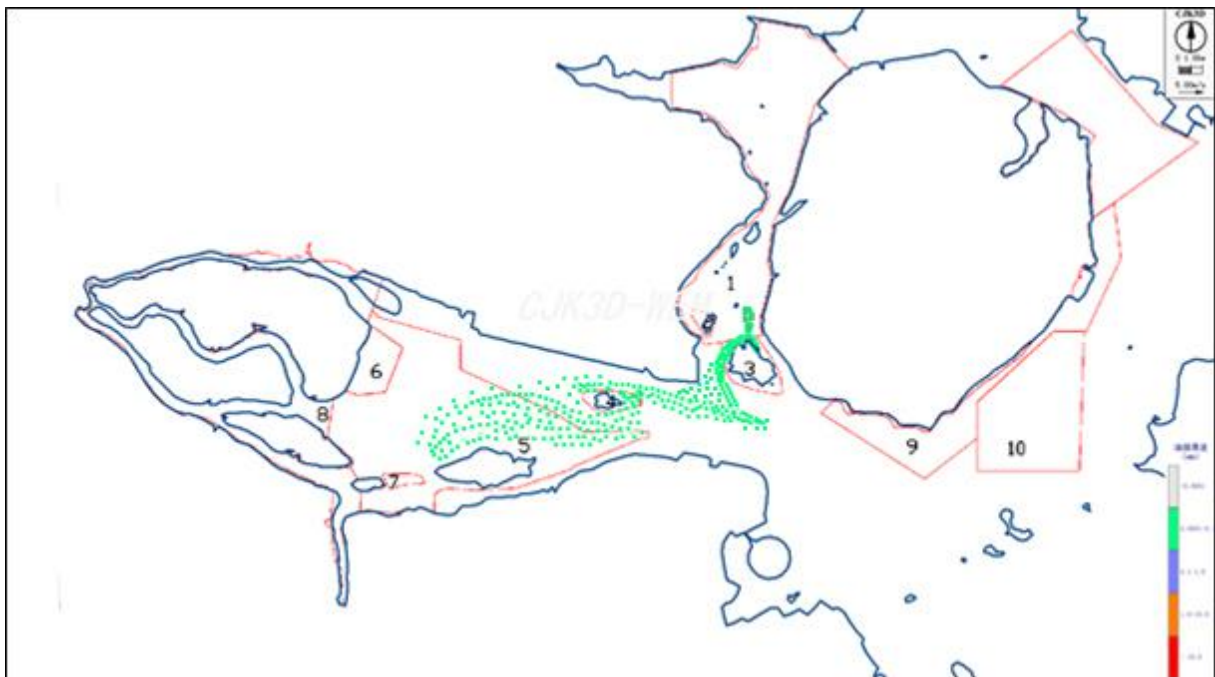


图 7.4-5 冬季主导 ENE 风向下高平潮泄漏溢油影响范围包络图

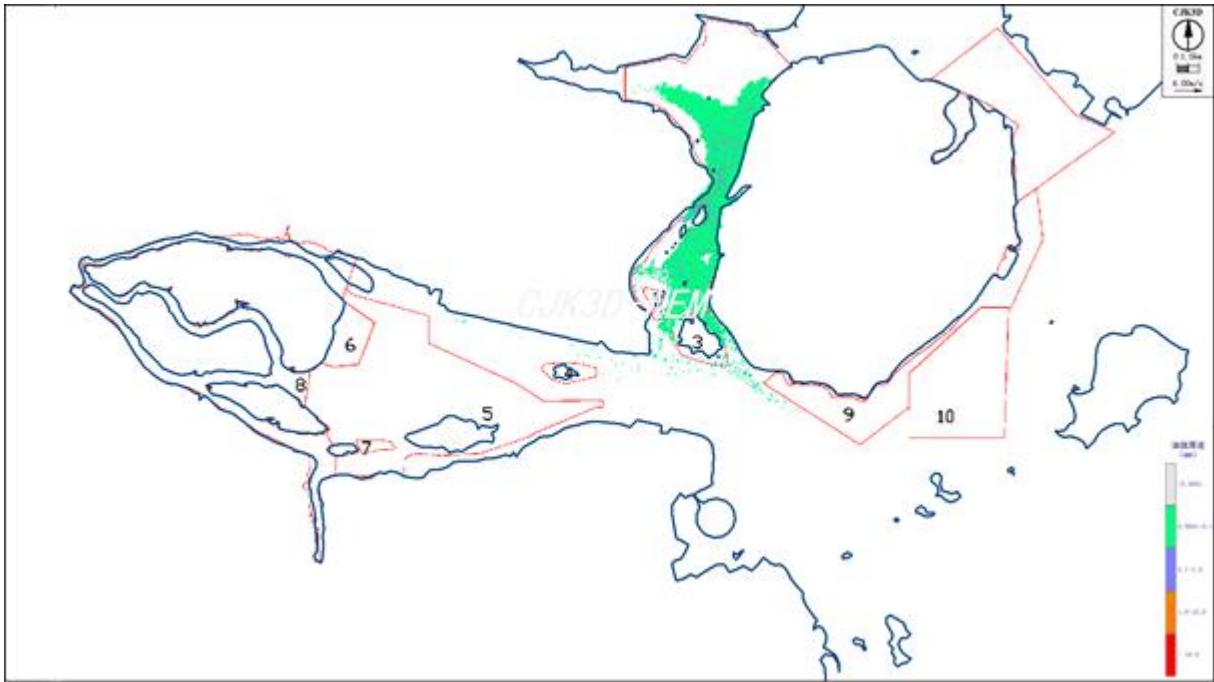


图 7.4-6 静风条件下低平潮泄漏溢油影响范围包络图

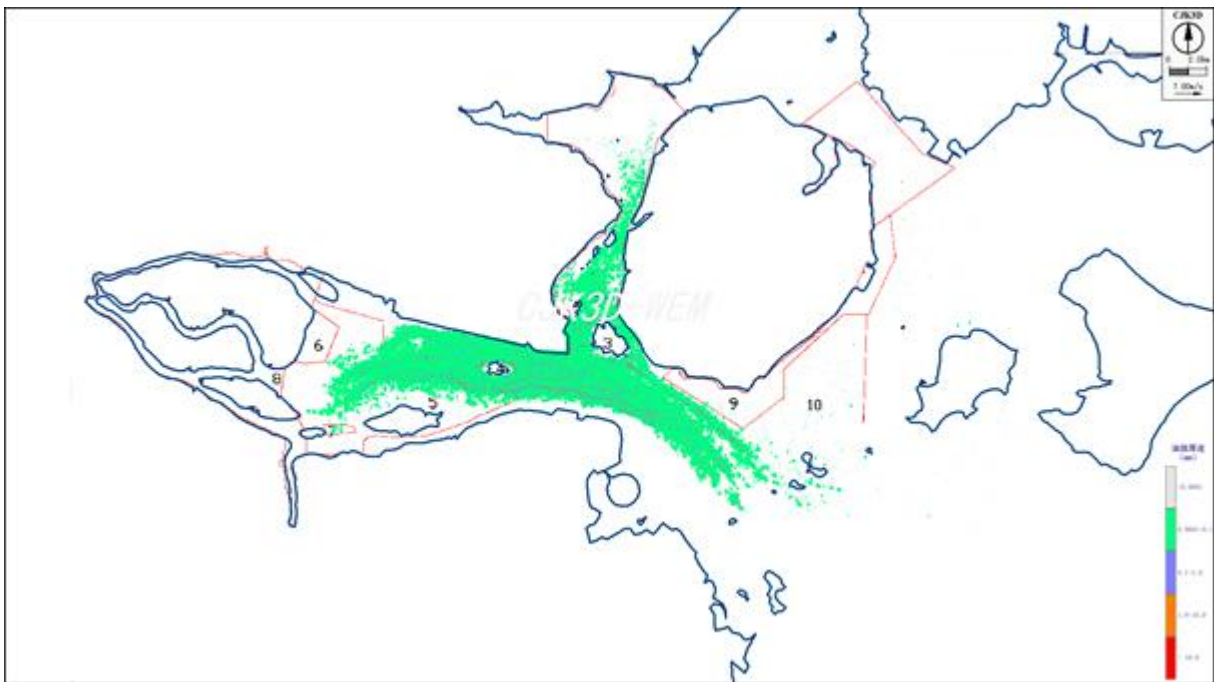


图 7.4-7 静风条件下高平潮泄漏溢油影响范围包络图

总体而言，溢油事故的影响范围较大，应从避免船只事故发生、泄漏源控制、溢油收集和溢油处置等方面采取相应控制措施，准备好相关处理设备以对溢油进行有效的处理，清理以及回收，使油品泄漏对环境和生态的危害及经济损失降至最低。风险事故溢油到达敏感点历时详见表 7.4-3。

表 7.4-3 溢油到达各环境保护目标的时间

敏感点	溢油工况	夏季低平潮	夏季高平潮	冬季低平潮	冬季高平潮	不利风低平潮	不利风高平潮
1.西海域海洋保护区海洋生态保护红线区(厦门珍稀海洋物种自然保护区-中华白海豚)		0h	0h	0h	0h	0h	0h
2.大屿海洋保护区海洋生态保护红线区(厦门珍稀海洋物种自然保护区-白鹭)		—	16.5h	8.5h	—	30h	10h
3.鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗产海洋生态保护红线区		—	1.5h	9h	1.5h	21h	1.5h
4.鸡屿海洋保护区海洋生态保护红线区(厦门珍稀海洋物种自然保护区-白鹭)		—	—	15h	10h	66h	23h
5.九龙江口国家级重要滨海湿地生态红线区(含龙海九龙江河口湿地自然保护区)		—	—	27.5h	22h		34.5h
6.甘文红树林海洋保护区生态红线区		—	—	—	—		72h
7.大涂洲红树林海洋保护区生态红线区		—	—	43h	—		61h
8.九龙江口重要河口生态红线区		—	—	—	—		—
9. 厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区和厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区(厦门国家级海洋公园海洋特别保护区)		—	3.5h	—	—	34h	3.5h
10.黄厝海洋保护区海洋生态保护红线区(厦门珍稀海洋物种自然保护区-文昌鱼)		—	—	—	—		—

7.5 其他环境风险分析

7.5.1 台风、暴雨风险分析

本区受台风影响较为频繁，工程区海域 5~9 月常受台风袭击或影响，往往出现狂风暴雨，巨浪以及风暴潮灾害。台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水，具有较大的破坏性，可能造成施工船舶碰撞风险增大，并可能对施工人员的人身安全构成威胁，对施工期比较不利。风浪会导致船舶走锚、进水、翻沉、搁浅、触礁，船舶停靠在一起时会造成相互撞击，或因起伏频率不同而触损。

若在施工期间，突遇台风正面袭击，可能产生台风巨浪冲刷岸滩、损毁施工设备和船舶，因此施工期间应尽量避开台风、风暴潮期，以避免相关用海风险和对环境的影响，本工程施工如若跨越台风期，应做好防台抗台各项措施，尽可能减少台风对工程带来的损失，以保证施工安全。

因此，当预知工程所在海域将有热带气旋袭击时，建议工程施工期采取如下措施：

(1) 根据工程特点，编制相关抵御热带气旋和台风风暴潮入侵的详细计划，并严格贯彻执行。

(2) 按规定及时收听气象报告，警惕热带气旋预兆及热带气旋的突然袭击。

(3) 工程指挥部统一安排布置避风措施和制定抢险方案等。

(4) 在台风和热带气旋来临前，施工人员须全部撤离到安全区域，做好防护工作，台风和热带气旋经过期间禁止施工。施工船舶航行应在适航的天气条件下进行，一旦有恶劣天气来袭，应停止作业。

(5) 应加强对船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

(6) 根据工程本身的性质，采取相应的防火、防爆、防毒等安全措施。

7.5.2 通航安全风险分析

7.5.2.1 工程施工期通航安全风险分析

本工程施工期间，趸船入港更换、锚块抛置等均需要采用船舶作业，将增加三丘田、黄家渡海域的通航密度，对航道上其他过往船只的正常通行产生一定影响，且三丘田码头附近水域常有部分小型交通船和货船穿梭往来未严格沿航道航行。考虑到本项目用到施工船只的天数短，在海事管理部门的安排下做好航行通告，可尽量减小施工期对航道通行和其他小型船只的影响。

7.5.2.2 工程营运期通航安全风险分析

营运期间，航班密度较大，存在着以下通航安全风险：

(1) 码头方位角 $155^{\circ}\sim 335^{\circ}$ ，与工程水域的常风向和强风向有一定的交角，船舶在大风天气下进行靠离泊操纵存在一定的通航安全，并可能产生船舶撞击码头、系泊缆绳断缆和船舶漂流等不安全因素；

(2) 本工程回旋水域占用部分航道及习惯航路水域，船舶航行及靠离码头时将与航道及习惯航路上通航船舶产生相互影响；

(3) 码头船舶夜航，存在夜间背景复杂交错、物标的识别特征明显减弱、辨别灯浮较困难等不利因素工程运营期通航安全方面存在着一定风险。

7.5.3 其他风险分析

从多年来码头的运行情况看，固定趸船的锚块和客船通航等正常营运活动均未对管线安全造成影响。而此次本工程西侧的锚块距离厦鼓自来水供水管道工程中心线约 10m，新增码头平台最西侧桩基打桩位置距离供水管道中心线约 32m，不论是锚块位置还是桩基打桩位置均与供水管道中心线保持了一定的安全距离，在准确定位规范施工前提下，锚块放置和打桩施工都不会破坏管线安全。但若施工中，出现定位不准确，未能与管线保持安全距离，则施工极有可能会损伤供水管线，造成严重后果。为避免发生上述风险事故，建设单位在施工前，应与厦门水务集团就供水管道的精确埋设位置进行沟通确认，施工时采用高精度 GPS 定位手段结合现场探测确定其准确位置，切忌越线施工，确保不影响供水管道安全。同时，应加强码头靠离泊管理，严禁施工期和营运期，本码头船舶在非停泊水域范围抛锚，尤其是靠近供水管道一侧严格禁止抛锚等危险操作。

营运期内，建议建设单位针对水管周边的锚块做好位移监测，及时掌握锚块平面位置和高程变化，如若发现锚块位置移动，对水管安全构成危险，应及时分析位移原因，并采取必要技术措施，消除锚块对水管的危险，并确保趸船的锚固安全。

第八章 环境保护措施

8.1 大气污染防治措施

8.1.1 施工期大气污染防治措施

(1) 工地周边应设置符合《建设工程施工现场环境与卫生标准》(JGJ146-2013)中要求的围挡,定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施,减少扬尘对周边环境的影响。

(2)使用污染物排放较小的先进施工机械和船舶设备,且使用符合《车用柴油(VI)》(GB19147-2016)要求的清洁燃油,减少尾气排放对周边环境的影响。

8.1.2 营运期大气污染防治措施

目前码头运营船舶已使用低硫柴油,建议船舶安装、船载蓄电装置,靠泊时关闭辅机,使用清洁能源,减少大气污染物排放。

8.2 水污染防治措施及其可行性论证

8.2.1 施工期水污染防治措施

8.2.1.1 船舶污水处理措施

(1) 施工应按照交通部海事局《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2007〕165号)的要求,实施船舶污水的铅封管理。严格遵守《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”。

(2) 施工机械和船舶的油料泄漏将会对水体造成污染。因此,应实施严格的清洁生产措施,防止油料和含油污水进入水体;施工船舶的含油机舱水均应回收处理,杜绝现场排放;确保施工船舶不发生溢油事故,防止对保护区产生一些可能的不利影响。建筑材料的装卸和存放应避免出现泄漏和流失而造成环境污染。

(3) 严禁施工船舶向施工海域排放废油、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) 海上施工船只的生活污水应收集在船上的卫生设施中,返航时上岸处理,可通过陆域各码头接入筓筓污水处理厂处理,禁止外排。

8.2.1.2 陆域生活污水处理措施及可行性论证

项目不设置施工营地,施工期施工人员使用周边现有卫生设施,生活污水纳入鼓浪

屿黄家渡污水处理站。本项目施工期陆域生活污水产生量少且成分简单，不会对污水处理站造成较大冲击，因此施工期生活污水处理措施具有可行性。

8.2.1.3 悬浮泥沙入海防治措施

桩基施工过程应规范操作，避免发生漏浆，一旦发生漏浆应及时将锤提出孔外；桩基施工期应尽量避免台风季节，以减少大风浪引起的浑浊和悬浮颗粒物浓度的增大；桩基施工应尽量安排在退潮时段作业，减少悬浮泥沙的产生量，避免对周边海水水质带来较大的污染。

8.2.2 营运期废水处理措施及可行性论证

8.2.2.1 生活污水处理措施及可行性论证

运营期码头生活污水产生量为 1.62t/d。码头生活污水纳入 5#截污井，进入黄家渡污水处理站处理。

鼓浪屿黄家渡污水处理站出水标准执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 标准（其中黄家渡污水处理站氮、磷指标可相对放宽，但不低于一级 B 标准），码头生活污水处理量仅占黄家渡污水处理站改造后处理规模的 0.03%，且成分简单，不会对污水处理厂（站）造成较大冲击，因此营运期生活污水处理措施具有可行性。

8.2.2.2 船舶含油污水处理措施

三丘田码头运营船舶含油污水产生量约为1.63t/d，由代表船舶舱容图可见设置有溢油舱容积为1.041m³，舱底水舱容积为5.901m³，所在位置见图8.2-1，船舶含油污水收集后定期交由有厦门七七七顺时捷船务有限公司处理，禁止直接外排。

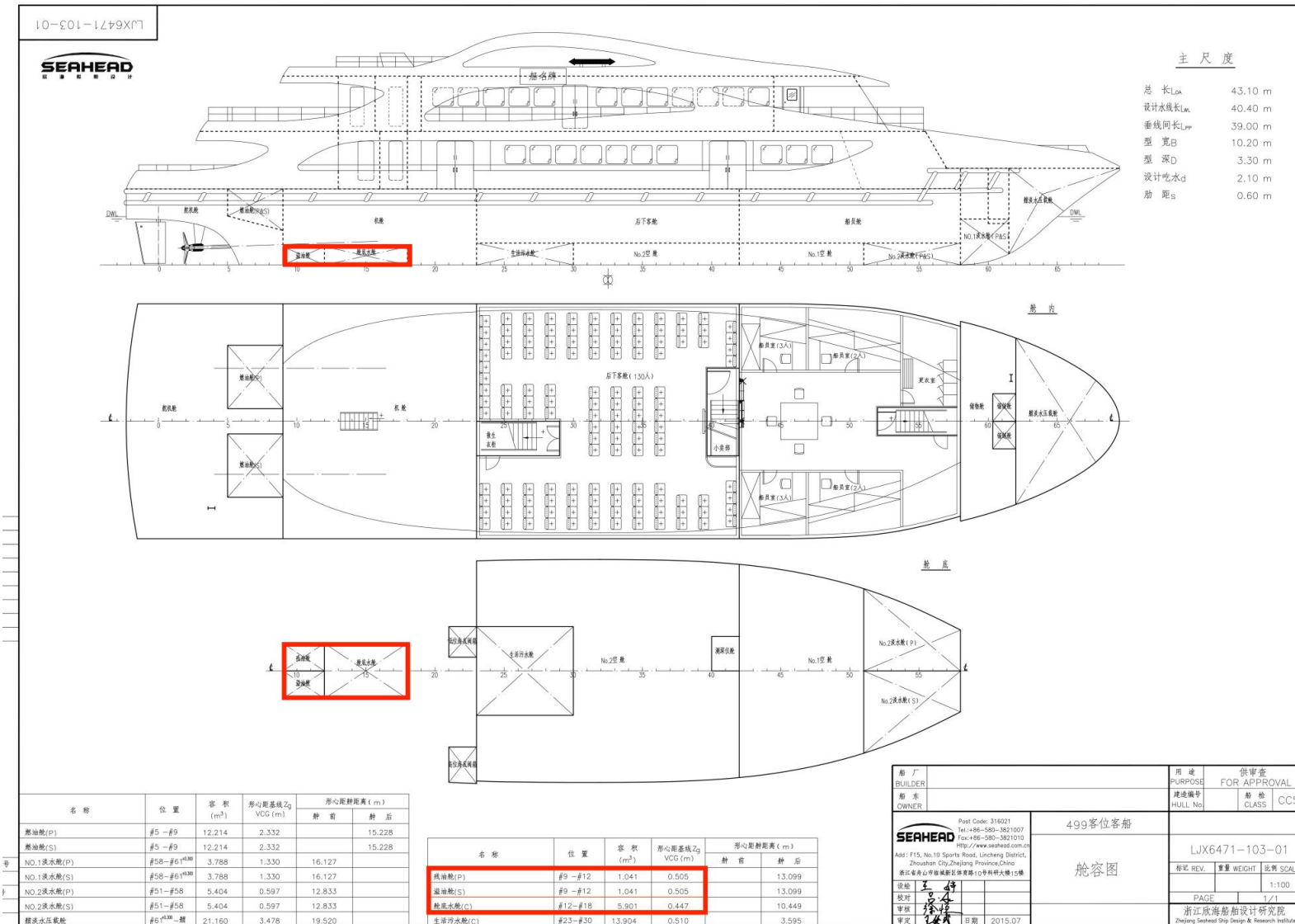


图 8.2-1 设计船型船舶舱容图

8.3 噪声防治措施

8.3.1 施工期噪声防治措施

(1) 建设单位应根据施工工程量和工期对工程建设做出科学安排，统筹好工程建设的施工时间和施工工序，减少噪声产生的强度和频度，降低噪声对周边海域的噪声影响，禁止在夜间及4~8月白海豚繁殖期实施桩基施工等高噪声作业。

(2) 施工期间，严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中的规定，采取有效减振降噪措施。

(3) 合理选择施工机械、施工方法，优先选用新的低噪施工设备和环保技术，性能良好的低噪施工设备。

(4) 在施工过程中注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

(5) 施工过程采用更精准的定位技术，确保每根桩基的精确定位，避免重复操作带来的额外影响。

(6) 在桩基施工期间，做好水中噪声数据的监测工作，并且严格控制持续作业时间。

(7) 在施工区域加装消音器、挡音板、隔音罩等措施，进一步降低施工机械设备噪声污染。

(8) 打桩作业开始时，应采用“软启动”或“弱启动”，使水下施工噪声声级从一个较低值逐渐再增大到通常的大小，在水下施工强噪声提升至危害性过高之前，给附近可能出现的中华白海豚及其他海洋动物逃逸预留出尽可能多的时间。

8.3.2 营运期噪声防治措施

营运期加强对上下船人员的引导，合理控制人流量，避免由于人员拥挤产生的高噪声。

8.4 固体废物防治措施

(1) 灌注桩施工时应严格按照施工工艺要求的实施，确保使用钢护筒钻孔灌注桩，确保钻孔泥浆循环使用，产生的所有泥沙和废渣运至建筑废土消纳场处置。

(2) 施工现场应配备生活垃圾和机械保养固体垃圾分类收集设施，对垃圾实施分类收集，由当地环卫部门统一清运处理。

8.5 生态环境保护措施

8.5.1 项目用海生态损害补偿和恢复的对策和措施

(1) 海洋生物资源补偿计算

①海洋生物资源补偿计算方法

根据中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中“生物资源损害赔偿和补偿计算方法”中鱼卵、仔稚鱼、底栖生物经济价值计算，其补偿年限（倍数）确定按以下原则：

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赔偿，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赔偿为一次性损害额的 3 倍；

持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，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。

②施工期悬浮泥沙入海导致海洋生物资源经济损失量计算

i) 鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下列公式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中：

M ——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元（元）；

W ——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个（个）、尾（尾）；

P ——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，单位为百分比（%）；

E ——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾（元/尾）。鱼苗商品价格按 1 元/尾计，则：

根据表 5.8-4 计算，本项目施工期间悬浮泥沙造成的鱼卵、仔稚鱼与游泳动物的持续性受损量分别为 406818ind.、73472ind.和 219.65g，经计算鱼卵损失的经济价值为 4068.18 元，仔稚鱼损失的经济价值为 3673.6 元，游泳动物损失的经济价值为 2.2 元，

因此施工期悬浮泥沙造成的损失总额为 7743.98 元。

ii) 底栖生物的经济价值的换算

底栖生物经济损失按下列公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M ——经济损失额，单位为元（元）；

W ——生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E ——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。按照目前贝类的平均价格为 10 元/kg。

根据计算，施工期悬浮泥沙将造成潮间带大型底栖生物总损失量为 74.37kg，通过计算，悬浮泥沙造成潮下带大型底栖生物损失的经济价值约为 743.7 元。

由于施工引起的悬浮泥沙对生物和水质的影响是暂时的，本项目施工期悬浮泥沙产生环节施工时间为 4.5 个月，随着工程施工的结束，泥沙的沉降作用，水质将逐渐恢复，其对海洋生物的影响也将得以消除，因此，本项目施工期间引起的悬浮泥沙对海域的实际影响年限低于 3 年，按 3 年补偿，补偿金额=3×（鱼卵仔稚鱼及游泳动物经济价值+底栖生物经济价值）=3×（7743.98 元+743.7 元）=25463.04 元。

③桩基占海造成的生物资源经济损失量计算

本工程新增透水构筑物占用海域 0.0011hm²，所造成的底栖生物损失量约为 1kg。按照目前底栖生物资源按平均 10 元/kg 计，根据上述公式计算，本项目桩基占海引起底栖生物的经济损失量分别为 10 元，造成的损失量按照 20 年计算，即：

永久性占地引起的生物损失补偿额=底栖生物经济价值×20 年=10 元×20=200 元。

④小结

根据上述计算，本项目施工期悬浮泥沙入海、桩基占海将引起海洋生物资源的损失，补偿金额分别为 25463.04 元及 200 元。因此，海洋生物资源补偿总金额为 25663.04 元。

(2) 生态补偿对策和措施

根据上节分析、计算，项目建设共计造成生物损失约 25663.04 元。为减少工程施工过程中对海域生物和渔业资源造成的损失，建设单位应参照有关规定，按照等量生态补偿原则进行海洋生态资源补偿，损失多少补偿多少。海洋生态资源补偿措施包括：清理海洋（海岸）垃圾；清理海域污染物、改善海域水质；海底清淤与底质改造；海岸带生

境（沙滩、红树林、盐沼）修复；改善海岛地形地貌、恢复岛陆植被；渔业资源增殖放流；海洋生态保护区、海洋特别保护区保护等。因此，建议业主根据实际情况，采取可行的生态补偿措施进行补偿。

8.5.4 对白鹭、中华白海豚及其生境的保护措施

（1）对中华白海豚的保护措施

①在进行水下施工之前，建设单位应向保护区主管部门以及海洋行政主管部门申报施工方案和中华白海豚保护方案，获批准后方可进行水下作业。

②在船舶开始施工时，注意观察施工船舶周围区域是否有中华白海豚出入，若发现有中华白海豚，应进行驱赶后再施工，避免施工机械突然开动对中华白海豚造成的惊吓，以及螺旋桨和机器对海豚的直接击伤。在施工中落实岗位责任制，制定中华白海豚应急救护预案。加强对施工场地附近中华白海豚活动的监视，施工前和施工过程中均要有专人负责瞭望，一旦发现工程附近有中华白海豚活动，必须立即停止施工作业，观察避让中华白海豚，该措施应确实得到落实。观察人员应须经过必要培训，并配备望远镜等仪器。

③水下施工应避开中华白海豚在西海域频繁出现的冬春季和繁殖季节（4月~8月）。

④制定中华白海豚应急救护预案，连同施工组织方案在施工前报送厦门中华白海豚文昌鱼自然保护区管理处备案。施工中一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配合保护区主管部门和厦门濒危物种保护中心采取应急救助措施。

⑤施工期及运营期船舶在厦门西海域行驶时，应严格遵守《厦门市中华白海豚保护规定》，船速应控制在8节以下，以免中华白海豚躲避不及而受伤害。

（2）对大屿岛白鹭的保护措施

尽可能让运输船只远离大屿白鹭保护区，禁止船舶鸣笛。同时，应加强保护区鸟类繁殖期的施工管理，增加巡逻频次，加强对施工船舶的管理和教育，要求按照航线行驶，确保施工船舶不会靠近保护区。

8.6 风险防范及应急措施

8.6.1 厦门海域船舶污染应急预案

厦门海事局2018年4月编制的《厦门海域船舶污染应急预案》适用于厦门管辖海域内发生或可能发生的船舶污染事故，包括溢油污染事故和污染危害性货物（含危险化学品）泄漏入海污染事故的防备和反应，主要包括总则、船舶污染分级、组织指

挥体系及相关机构的职责、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、培训和演习以及附则 10 部分内容。

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，副总指挥与成员由政府、环保、港口、海洋、公安、旅游、气象等有关单位分管领导组成，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、市环保局、市海洋与渔业局、救助单位、船东及清污公司负责人，现场指挥由指挥部指定。建议将本项目船舶溢油应急处理纳入厦门港溢油应急计划体系。建设单位应与厦门海事局等有关单位保持密切联系，一旦发生溢油事故，应及时上报厦门海域溢油应急指挥部办公室，以利于尽快启动应急预案，减小船舶事故对海域环境的污染。

8.6.2 厦门海域船舶污染应急能力

(1) 溢油设备库

目前厦门溢油应急设备库（厦门海事局海巡码头基地）正式投入使用，该溢油应急设备库是国内首批 12 个溢油设备库之一。工程建设溢油应急设备库房、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，溢油综合清除控制能力达到 200 吨，具备处置厦门港 110 公里范围内船舶溢油事故的能力，应急反应资源见表 7.6-1。该库位于嵩屿海事码头后方，距离本项目约 2.7km，船舶最快到达事故地点的时间小于 30min，可以满足最不利状况下的应急响应。

表 8.6-1 厦门港溢油应急设备库资源（国家设备库）一览表

序号	设备名称	单位	数量	主要技术参数
1	应急卸载设备			
(1)	中型螺杆式卸载泵	套	1	≥120m ³ /h
(2)	中型凸轮转子泵	套	1	≥150m ³ /h
2	应急围控设备			
(1)	重型海洋充气式围油栏	米	600	≥2000m

序号	设备名称	单位	数量	主要技术参数
(2)	防火围油栏	米	200	≥750m
(3)	快布围油栏	米	400	≥800m
3	机械回收设备			
(1)	小型自航式收油机	套	1	≥30m ³ /h
(2)	大型收油机	套	1	≥120m ³ /h
(3)	中型收油机	套	1	≥50m ³ /h
(4)	小型收油机	套	1	≥20m ³ /h
4	油污储运设备			
(1)	轻便储油罐	套	2	≥15m ³
5	溢油分散物资			
(1)	环保型溢油分散剂	吨	5	
(2)	船用溢油分散剂喷洒装置	套	1	
6	溢油吸附物资			
(1)	吸油毡	吨	4	吸油能力: ≥6 倍自重
7	配套设备			
(1)	高压热水清洗机	台	1	
(2)	清油防护服	套	50	
(3)	防化服	套	20	
(4)	后勤保障用品	套	1	
(5)	集装箱	个	1	
(6)	天吊	套	1	≥10t
(7)	叉车	辆	1	≥3t
(8)	拖车板	辆	1	
(9)	拖车头	辆	1	
(10)	汽车吊	辆	1	≥25t
(11)	应急运输车(集装箱卡车)	辆	1	
(12)	轻型皮卡	辆	1	
(13)	托盘货架	套	1	
(14)	维修工具及其他	套	1	
(15)	空调及通风设备	套	1	
8	应急人员	个	16	溢油应急专家 3 名

资料来源：厦门海事局

(2) 社会力量现状

建设单位可与海上应急服务单位签订溢油应急处置协议，并委托其在施工和运行期间由其对航道区域内的船舶溢油事故进行应急清除作业。根据厦门海事局公布资料，厦门港区内部分应急救援单位情况见表8.6-2。目前厦门市已经拥有应急船舶、围油栏、收油机、吸油材料、化油剂等设备和器材，具体情况见表8.6-3。

表 8.6-2 厦门港区内本工程可依托应急救援力量汇总表

序号	名称	单位地址	应急能力	达到时间
1	厦门通海船务有限公司	厦门市海沧区钟林路 12 号商务大厦 2205 单元	一级	1h 左右
2	厦门宝裕洲海船务有限公司	厦门市海沧区海沧街道古楼村 230 号	一级	1h 左右
3	厦门市达峰船舶管理有限公司	厦门市湖里区金昌里 24 号	一级	1h 左右
4	厦门千和船务有限公司	厦门市思明区湖滨西路 9 号	一级	1h 左右
5	厦门新四海泛奥环保科技有限公司	厦门市思明区曾厝垵 8 号一楼 A87	一级	1h 左右
6	厦门七七七顺时捷船务有限公司	厦门市湖里区东港北路 3 号 2701 室	一级	1h 左右
7	厦门聚丰鸿亿船舶有限公司	厦门市湖里区海天路银都广场 17-18 楼 E 号	一级	1h 左右
8	厦门海明华船舶物资供应有限公司	厦门市海沧区嵩屿北三里 78 号 902 室	三级	1h 左右

表 8.6-3 厦门港现有溢油应急力量汇总一览表

应急船舶						
船名	单位	船舶尺度/种类	航速 (KN)	回收方式、能力处理能力		
厦环拖 1 号	厦门港船务公司	38.5×9.8×4.3/拖轮	11	配备转盘式 MI-30 收油机, 30m ³ /h, 适用中高粘度; 舱容 90m ³ ; 备有 ZYF10 油水分离器		
围油栏						
名称	单位	型号	数量 (m)	存放地点	备注	合计 (m)
浮子式	通海	800 型	700	东渡 (海上)	其中 150m 固定于码头	4290
	通海	800 型	950	博坦 (海上)	其中 300m 固定于码头	
	通海	1000 型	300	翔鹭 (海上)		
浮子式	四通	1200 型	600	工作船码头	海上 20m	
	新四海	900 型	200	石湖山仓库		
	泛奥	900 型	200	海天		
浮子式	申鹭	900 型	200	漳州开发区		
	晟霓	900 型	200	漳州开发区		
阻燃式	通海	1000 型	540	翔鹭 (海上)		540
充气式	港务集团	1100B 型	400	工作码头、海沧 9#码头各半	充气设备存放在海沧 9#码头	400
吸油材料、化油剂						
名称	单位	数量 (kg)		备注		
吸油毡/化油剂	通海	2300/2600		分布于公司 (海沧) 仓库、嵩屿码头、翔鹭码头和工作码头		

吸油毡/化油剂	四通	500/250	工作船码头	
吸油栏	四通	450M	工作船码头	
吸油毡/化油剂	新四海	500/250	石湖山仓库	
吸油毡/化油剂	泛奥	500/250	海天	
吸油毡/化油剂	申鹭	500/250	漳州开发区仓库	
吸油毡/化油剂	晟霓	500/250	漳州开发区仓库	
收油机				
名称、型号	单位	数量/能力	地点	备注
收油机, SS-10	通海	1/10m ³ /h	翔鹭码头	适用低粘度
收油机, CSJ10	通海	1/10m ³ /h	翔鹭码头	适用中、高粘度

资料来源：厦门海事局

8.6.3 船舶事故防范措施

本工程附近水域有部分船舶并没有严格沿航道航行，为了保障通航安全，建议应在本项目海域设防撞警戒标志及安全警示牌，提醒过往船只。

工程施工期和营运期将增加航运区的通行密度，对附近海上交通流造成一定影响，建议业主向相关管理部门报告，制订通航安全风险防范措施。

为了保障施工期间的通航安全，应采取以下措施：

①建议施工单位应与周边码头的管理单位协调航行时间，及时将建设方案与海事和航道主管部门进行沟通，海事部门负责划定施工作业区域、通航区域，发布项目区水域交通管制通知，以保障项目区施工期间船舶航行安全，同时，业主和施工单位应配合海事、航标管理部门根据施工需要及时设置或调整项目区的助航标志；

②在趸船更换及锚块抛置施工期间，必要时设置警戒船，并做好与过往船舶的通信联系和协调工作，施工船往返施工区航行过程中加强瞭望，谨慎驾驶，尽量减少与过往船舶的相互影响，有效降低事故的风险；

③按照《沿海港口信号规定》及《1972 年国际海上避碰规则》的要求显示号灯、号型，即作业船舶白天垂直悬挂“球-菱-球”号型，夜间锚泊时在最易见处显示一盏环照白灯。保持 VHF08 频道守听，保持 AIS 正常开启，加强值班了望，随时采取安全措施。

营运期间，航班密度较大，应做好以下措施：

①制定和实施码头作业安全预案及操作规程，应做好船舶进出港、靠离泊作业的周密计划，尤其是针对增开的航班要做常态化安排，形成相对固定的班次和时刻，便于管理及游客安排行程，并与港口管理及海事等保持密切联系，取得协调与保障；

②对码头前沿停泊水域、回旋水域及港池进行定期测量与维护，设计船型船舶满载靠泊本工程泊位时更需准确掌握码头前沿停泊水域、回旋水域、港池及航道的实际水深，确保船舶留有足够的富裕水深；

③码头方位角与工程水域的常风向和强风向有一定的交角，船舶在大风天气下进行靠离泊操纵有撞击码头、系泊缆绳断缆和船舶漂流等风险，应制定相应操作规范，大风天必要时码头应停止运营；

④本工程回旋水域占用部分航道及习惯航路水域，船舶靠离码头时应加强瞭望，注意避让，谨慎驾驶，尽量减少与过往船舶的相互影响；

⑤本码头有夜间航班，船舶夜航时存在背景复杂交错、物标的识别特征明显减弱、辨别灯浮较困难等不利因素，应加强管理，增强船员责任心、提高驾驶技术，确保夜航安全。

8.6.4 极端天气防范措施

施工期间应尽量选择避开台风季节，遇极端天气应停止施工并做好防台抗台各项措施，尽可能减少因为台风对工程带来的损失。与气象、水利等部门联系，加强预报预警工作。

本项目运营期由于船型小、抗风等级差、瞭望视野小、船舶速度不快，受冬季大风、台风、能见度不良、强对流天气等恶劣天气因素的影响较大。相应的安全保障措施包括：业主单位应与气象服务机构签订提供天气预报的服务协议，以便能及时获得相关信息，密切关注灾害性天气对拟建工程运营船舶的影响；业主单位应严格遵守港口安全规定和通航的限制条件，注意收集异常天气情况的信息，遇到能见度不良、大风和强对流恶劣天气时果断停航，船舶进入避风锚地避风；加强与海事主管机关的联系，服从其调度和指挥。

8.6.5 本项目船舶污染应急预案

接到船舶污染事故报告（信息）后，厦门海域船舶污染应急指挥部办公室将按照《厦门海域船舶污染应急预案》初步评估事故等级及响应等级，启动应急预案，根据污染情况，通知有关单位和应急力量进行应急反应。各成员单位在指挥部的统一领导下，组织开展职责范围内的相关工作。根据《厦门海域污染应急预案》中船舶污染事故分级，海上船舶污染事故分为四级：特别重大海上船舶污染事故（I级）、重大海上船舶污染事故（II级）、较大海上船舶污染事故（III级）和一般海上船舶污染事故（IV级）。突发

环境事件应急响应应坚持属地为主的原则，地方各级人民政府按照有关规定全面负责突发环境事件的应急处置工作。具体分级标准及应急响应见下表：

表 8.6-4 环境风险事故分级标准及应急响应

级别	分类标准	应急响应
特别重大溢油事故（Ⅰ级）	（1）实际或估算溢油量在 200 吨以上； （2）有剧毒化学品泄漏或估算有 10 吨以上危险化学品泄漏； （3）污染源不可控制或存在特大污染威胁； （4）超出厦门市应急能力的污染事故。	报请省级指挥部组织实施，省级总指挥负责指挥。
大溢油事故（Ⅱ级）	（1）实际或估算溢油量在 100-200 吨； （2）实际或估算危险化学品泄漏量在 5-10 吨； （3）污染源可以控制，但尚未得到控制。	由指挥部组织实施，由常务副总指挥负责指挥，包括：确定参与应急处置的指挥部成员单位，成立现场指挥部并指定现场指挥；根据需要，组成专家咨询组
较大溢油事故（Ⅲ级）	（1）实际或估算溢油量在 10-100 吨； （2）实际或估算危险化学品泄漏量在 0.5-5 吨； （3）污染源已得到控制。	由指挥部办公室组织实施，包括：确定参与应急处置的指挥部成员单位；成立现场指挥部并指定现场指挥
一般溢油事故（Ⅳ级）	（1）实际或估算溢油量在 10 吨以下； （2）实际或估算危险化学品泄漏量在 0.5 吨以下； （3）污染面积较小，不存在继续溢漏的可能。	由码头企业和清污协议单位组织实施。指挥部办公室对应急响应处置情况进行跟踪和指导。

事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。由于本项目运营船舶载油量较小，基本只会发生一般溢油事故（Ⅳ级）。

厦门轮渡有限公司已编制有《厦门轮渡有限公司船舶污染事故应急预案》，发生一般溢油事故时，应立即启动该应急预案，任何船员发现本船发生溢油事故，应立即采取应急措施，同时向船长或值班驾驶员报告，船长或值班驾驶员接到报告后，应立即发出溢油报警信号（一短二长一短声，连放一分钟），全船人员接到信号后应按《船舶溢油应变部署表》（表8.6-4）实施应急反应。发生溢油的船舶在实施应急反应的同时应立刻通过有效的手段向应急领导小组和海事主管机关、VTS报告相关情况，如公司无法实行自救时，应向海事指挥中心值班室求助外部力量支援。

《中华人民共和国海洋环境保护法》第六十九条规定：港口、码头、装卸站和船舶修造厂必须按照有关规定备有足够的用于处理船舶污染物、废弃物的接收设施，并使该设施处于良好状态。《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》第十五条规定：建设港口、码头，应当设置与其吞吐能力和货物种类相适应的防污

设施，应当配备海上重大船舶事故及污染损害事故应急设备和器材。本项目若在港池内发生溢油事故，可在短时间内加以控制，溢油量不会很大。

参照《港口码头水上污染事故应急防备要求》（JT/T451-2017）中5.4节条款，“码头、装卸站可通过自行配置、联防等方式按照表7.7-5的要求配置水上污染事故基本应急防备设备和物资；基本应急防备设备和物资应能在接到应急反应通知后1h内到达码头前沿水域事故现场。基本应急防备能力计入码头、装卸站一级防备能力要求”。三丘田码头（包括本次改建及原码头）所在区域位于厦门海洋珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带，属生态环境敏感区，建议配备一定的溢油应急设备，码头在配备应急设备前，应将设备数量清单、应急人员情况或有关的委托文件等，报主管机关核准。码头交工运行前，其应急设备配备情况应通过主管机关的专项验收。码头在运行过程中，应急设备变化和委托变化时，应及时报主管机关核准。

厦门港已有较为完备的船舶污染应急体系，本项目可依托已有的应急处理设施，与备有事故溢油处理能力的单位签定事故溢油处理合作协议，保证一旦发生油溢漏入海事事故时，协议的事故处理合作单位将以最快速度赶至现场，配合建设单位进行应急处理，利用收油机，吸油毡，人工打捞等物理方式回收浮油。

表 8.6-5 本项目水上污染事故基本应急防备要求

码头、装卸站分类	围油栏	收油机	吸收或吸附材料 (t)	溢油分散剂 (t)	临时储存容器 (m ³)	配套工属具
从事非散装液体污染危害性货物作业	-	-	0.2~0.5 (吸油毡)	0.2	0.4~1	钩杆、轻便喷洒装置、人员防护装备等

第九章 环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容，其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。因而，环境影响经济具体定量化分析，目前难度还是较大的，多数是采用定性与半定量相结合的方法进行讨论。

现就本项目工程的环境保护投资，挽回的环境影响损失，社会和经济以及环境效益进行分析。

9.1 经济效益分析

本项目是鼓浪屿客运码头改扩建工程，项目建成后可以优化进出岛交通情况，改善旅游环境，提高乘船舒适度，促进厦门市旅游业的发展。本工程建设增加三丘田码头到轮渡码头的下午航次，有利于加强中山路-鼓浪屿的交通联系，激发片区活力，有利于周边地区服务业的开发，带动区域经济的发展。因此，本项目建设的经济效益明显。

9.2 社会效益分析

目前，旅客对于鼓浪屿景区交通的意见或投诉主要源于乘船过程中的拥堵状况，三丘田码头改扩建工程运营后能有效均衡南北客流，保证乘客出行安全及旅游品质。因此，本项目建设的社会效益明显。

9.3 环境经济损益分析

9.3.1 环境经济损失评估

9.3.1.1 环境空气经济损失分析

营运期船舶航行所排放的尾气对大气环境的影响较小，本项目对周边环境空气的影响主要在于施工期船舶及机械燃料废气、扬尘等。项目混凝土搅拌属于海上施工，对陆域环境的影响较小；陆域采取围挡和洒水抑尘措施后，扬尘的影响范围和程度可有效减小，施工机械和船舶对大气的的影响虽然不可避免，但其影响却是短期的、局部的和轻微的；因此项目对环境空气变化造成的经济损失较小。

9.3.1.2 声环境经济损失分析

工程对周边声环境的影响主要在于施工期。本工程施工期施工强度总体不大，港区

附近主要为商住混合区，居民较少，施工对居民的生活环境造成影响不大。因此，因此本项目的实施对区域声环境变化造成的经济损益不大。

9.3.1.3 海域环境经济损失分析

本工程桩基施工等会对海域生态环境造成一定的影响，项目用海生态损失价值为25663.04元，工程建设对海域水环境变化造成的经济损失影响较小。业主应参照所计算出的生态损失价值，按一定比例进行生态补偿。

9.3.2 环保投资估算

本项目总投资 3367 万元，环保投资 120.57 万元，占总投资的 3.6%。具体环保投资见表 9.3-1。

表 9.3-1 主要环保投资估算表

时期	种类	环保工程措施	投资（万元）
施工期	废水	船舶含油污水处置	5
		生活污水处置	1
	废气	围挡、洒水降尘	10
	噪声	设备减振、降噪	2
	固体废物	陆域生活垃圾、船舶垃圾、建筑垃圾处置	5
	生态	生态资源损失、中华白海豚及其栖息地生态补偿	22.57
营运期	废水	船舶含油污水处置	5
	固体废物	船舶垃圾处置	5
	风险	风险应急设施	10
环境管理预留费			5
环境监测（包括跟踪监测）			50
合计			120.57

第十章 环境管理和监测计划

厦门鼓浪屿三丘田码头改建工程在施工期和营运期都会对周边的环境造成一定的影响，因此应及时采取保护措施以减轻或消除不利影响。制定环境管理和环境监测计划，实施有效的监督和管理，以确保各项环保措施的落实和改进，更好的保护环境，充分发挥工程的社会经济效益。

10.1 污染物排放清单

改扩建工程污染物排放清单见表 10.1-1。建设单位应严格按照污染物排放清单及其管理要求，进行项目的污染物排放的管理，确保各项污染物达标排放。

表 10.1-1 污染物排放清单一览表

污染物	名称	排放浓度	新增排放量 (t/a)	执行标准	环保措施
废水	废水量	/	0	执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 中三级标准及《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表 1 中 B 等级标准	生活污水由 5#截流井，进入鼓浪屿黄家渡污水处理站处理
	SS	400mg/L	/		
	BOD ₅	250mg/L	/		
	COD _{Cr}	400mg/L	/		
	NH ₃ -N	35mg/L	/		
	含油污水	/	130	/	经船舶集污柜收集后定期委托有资质的单位处理
废气	SO ₂	/	0.003	SO ₂ 、NO ₂ 、CO、PM、HC 执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、第二阶段)》(GB15097-2016)中第二阶段标准	/
	NO _x		10.33		
	CO		5.16		
	PM _{2.5}		0.79		
	HC		1.34		
噪声	L _{Aeq}	65~75dB	/	执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准	/
固体废物	生活垃圾	/	0	分类收集	交由环卫部门集中处理
	船舶垃圾		0.02	全过程不按危险废物管理，全部混入生活垃圾委托环卫部门清运	

10.2 环境管理

10.2.2 施工期环境管理

10.2.2.1 项目前期工作阶段

(1) 可行性研究阶段

在此阶段建设单位应做的环境管理工作是负责提供本项目环境影响报告书，并报请有关行政主管部门审批。

(2) 设计阶段

设计部门应将环境影响报告书提出的环保措施列入设计和投资概算中，建设单位应对环保措施的设计方案进行审查，并及时提出修改意见。

(3) 招标阶段

建设单位应在招标阶段对承包商提出施工期的环境保护实施计划，并签定环境管理的承包合同。对监理承包单位提出进行环境监理的工作内容。

10.2.2.2 施工中的环境管理

(1) 现场管理机构以及施工单位要与有关部门保持密切联系，及时、准确掌握施工船舶动态和航行船舶动态，做好施工船舶之间的避让以及施工船舶与进出港船舶之间的避让等，确保其他船舶航行安全和本工程安全进行。根据周边航道进出船舶交通流特征，测算施工作业对船舶交通流影响最小施工时段，集中力量进行在此时段进行对船舶通航影响最大的施工作业。

(2) 施工中环境管理监督检查的另一个重点，是确保施工过程中中华白海豚保护措施得到落实。

(3) 施工中，应加强对施工船舶油品和油污水的管理。严格防止油品泄漏。施工船舶油污水委托有资质的船舶污染物处理单位负责接收处理，严禁排入海域。

(4) 施工中应加强对船舶生活污水的管理，收集后定期上岸处理，禁止直接排入海域。

(5) 施工期间应合理安排施工流程，加强施工管理避免无序施工产生嘈杂噪声，禁止夜间施工，禁止白海豚繁殖期进行高噪声作业。提高工作效率，加快施工进度，尤其是桩基施工进度，尽可能缩短工程施工对周围声环境的影响。

(6) 要求使用先进的施工机械和船舶设备，且使用符合《车用柴油（VI）》（GB19147-2016）要求的清洁燃油。

(7) 台风暴雨48小时内会影响工程施工，现场管理机构应按制定的防台方案组织力量在台风暴雨到达前完成台风、暴雨安全和环保的预防措施。

(8) 施工过程全过程管理，应开展施工期环境监理。

10.2.2.3 验收阶段的环境管理

(1) 施工后，应对施工船舶，施工人员的清场情况进行检查。

(2) 现场管理机构应将施工期的环境管理工作计划、工作情况、现场监督检查记录和监测记录进行汇总或统计,编写施工期的环境管理工作报告,上报给公司领导及省、市、区相关主管部门,并归档。

(3) 落实环保投资,确保治理措施执行“三同时”和各项环保质量措施达到设计要求。

10.2.3 运营期的环境管理

运营期的环境管理的重点是日常的监测,对大屿岛和中华白海豚的保护及污染事故的防范和应急处理。

10.3 环境监测计划

10.3.1 环境监测目的

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求,为了及时了解和掌握建设项目在其施工期间对海洋水质、沉积物和生态环境的影响,以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先进行制度性的监测,使可能造成环境影响的因素得以及时发现,需要对建设项目施工期间和运行期间对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。跟踪监测的目的在于通过对由于建设项目的施工和运营而对海洋环境产生的影响的跟踪监测,了解和掌握建设项目在其施工期和运行期对海洋水文动力、水质、沉积物和生物的影响,评价其影响范围和影响程度。

10.3.2 环境监测计划

施工期和运行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机构按照制订的计划进行。为保证监测计划的执行,建设单位应与监测单位签订有关环境监测合同;施工期海洋环境跟踪监测的成果应向当地的环保主管部门报备。

本评价根据项目初设和相关监测规范,提出跟踪监测建议方案,供建设单位参考执行,或者建设单位委托环境监理单位依据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局,2002年4月)和实际现场施工情况另行编制详细的跟踪监测方案。具体见表10.3-1(各个指标的监测方法均按国家有关标准进行)。

表 10.3-1 环境监测计划

	监测内容	监测项目	监测点位	监测频率	实施主体
施工期	海水水质	pH 值、透明度、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、石油类、	工程中心垂直潮流方向设置主监测断面 1 条,沿涨落潮方向距主监测断面 100m 处各设置 1	桩基施工期进行 1 次监测;施工结束后进行一次后评估监测	建设单位

	监测内容	监测项目	监测点位	监测频率	实施主体
			条监测断面，每个断面设置3个测站		
	海洋沉积物	有机碳、硫化物、石油类、汞、砷、铅、铜、锌、镉和铬	选取水质50%点位	施工结束后监测1次	
	海洋生态环境	叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	选取水质60%点位	施工期进行1次监测；施工结束后监测1次	
	工程附近海域白海豚活动	白海豚活动情况观测	施工作业前及施工作业期间安排专人进行白海豚观测	施工期	建设单位
	噪声	施工场界噪声	施工场地后方厂界	施工期进行1次监测	建设单位
		水下噪声	水下施工位置前沿	每月进行一次打桩强度噪声监测	
	大气	TSP、PM ₁₀	施工场地后方	施工期进行1次监测	
运营期	噪声	运营厂界噪声	码头后方	每年监测1次	建设单位
	工程附近海域白海豚活动	白海豚活动情况观测	运营期的白海豚观测，纳入已有的白海豚网络	运营期	建设单位

10.3.3 建设项目竣工环保自主验收内容

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，环境保护部办公厅2017年11月22日印发）的要求，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督。

建设单位在施工期结束后，进行竣工环保自主验收。为给工程竣工环保验收提供方便，将三同时验收要求汇于下表。

表 10.3-2 竣工验收内容及要求

项目	环保措施内容	竣工验收内容与要求	验收标准
水环境	①采用措施控制施工过程中泥沙入海； ②运营期码头生活污水纳入鼓浪屿黄家渡污水处理站处理，船舶生活污水收集上岸处理；③船舶含油污水由集污装置收集，定期交由有资质的单位处理。	验收是否落实措施	落实施工期控制悬浮泥沙入海相关措施；设计船型设置有船舶含油污水收集装置，含油污水需有油污水接收证明。
大气环境	①工地周边应设置符合标准要求的围挡，定期清扫施工场地，并采取洒水降尘的措施；②施工机械及船舶使	检查是否落实措施	大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度限值要求

项目	环保措施内容	竣工验收内容与要求	验收标准
	用符合国家标准要求的清洁燃油。		
声环境	合理安排施工工序，对于较高噪声的设备安装减振器设施加以控制。	检查是否落实措施	高噪声设备安装减振器，施工厂界噪声执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)(昼间≤70dB)
固体废物	①施工期和营运期生活垃圾及时清运，纳入市政环卫统一处理；②建筑垃圾分类收集，其中可利用部分回收，其余运送至指定地点；③船舶垃圾分类收集后上岸处理。	检查是否落实措施	固体废物及时清运，施工场地恢复整洁；船舶垃圾处理需有接收处理协议
海洋生态、中华白海豚保护	①用先进的桩基施工工艺控制泥沙入海，施工船舶航行速度不得超过8节；②水下施工应尽量避免4~8月白海豚繁殖期。③营运期加强了望，一旦发现船舶航行是周边有白海豚活动应立刻停止航行，待白海豚离开后方可继续航行；④及时缴纳保护区生态补偿金或开展增殖放流等生态补偿活动。	检查是否落实措施	落实各项保护措施，保护区生态补偿金缴纳或生态补偿活动完成
风险防范	落实施工及运营船舶的管理制度，建立事故应急响应指挥系统和事故应急预案，配备相应应急物资	验收应急预案和有关措施落实情况	应急预案完备、可行，并落实管理要求，配备相应应急物资
环境管理	按报告书要求，建设单位与施工单位配备专职人员成立环境管理部门。	验收是否落实	已配备相应环境管理人员
环境监测	施工期环境监测计划工作的落实情况	检查记录，验收是否落实环境监测计划	按照规定落实环境监测计划

第十一章 环境影响评价结论

11.1 建设项目概况

三丘田码头改建工程位于厦门市鼓浪屿东北侧岸线处，厦门港厦鼓水道西侧，在现有鼓浪屿三丘田码头北侧。项目中心地理坐标：118°03'54.47"E、24°27'10.96"N。本工程拆除现有 60m 趸船，更换为 90m×15m 趸船（含钢引桥、钢撑杆），现有平台北端新增一座墩台，长 25m、宽 8m，原有 4 座钢引桥拟利用，另增加一座钢引桥及 1 个撑杆。改扩建码头设计通过能力 1600 万人次/年，预计游客通过量为 1360 万人次/年，航次 71 次/d（冬季）/77 次/d（夏季）。工程总投资 3367 万元，其中环保投资 120.57 万元，占总投资的 3.6%。

11.2 环境质量现状

11.2.1 环境空气质量现状评价

根据厦门市环境保护局《2020年厦门市环境质量公报》的监测结果，按《厦门市环境功能区划（第四次修订）》，该地区执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，监测结果表明该区域环境空气质量均符合二级标准，2020年厦门市全市环境空气质量优良。

11.2.2 声环境现状评价

根据噪声检测结果，码头及周边敏感目标现状噪声均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准（昼间≤60dB(A)、夜间≤50dB(A)），本项目所在区域声环境质量现状总体较好。

11.2.3 海域水环境现状调查与评价

根据 2019 年 5 月现状监测结果，调查海域各测站海水中溶解氧、铜、锌、镉、汞、砷、铬、石油类、硫化物、粪大肠菌群、85%测站 pH、90%测站化学需氧量含量、25%测站活性磷酸盐含量、95%测站铅含量均符合对应的海水水质标准；调查海域无机氮和活性磷酸盐含量超标，无机氮超标率为 100%，活性磷酸盐超标率为 75%。

11.2.4 海域沉积物质量现状调查与评价

评价海域沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第一类标准，根据 2019 年 5 月现状监测结果，调查海域各测站沉积物中有机碳、硫化物、铅、镉、汞、砷、

90%测站铜含量、70%测站锌含量、40%测站铬含量、80%测站石油含量均符合第一类海洋沉积物质量标准；10%测站铜含量、30%测站锌含量、60%测站铬含量、20%测站石油含量均符合第二类海洋沉积物质量标准。

11.2.5 海洋生物质量现状调查与评价

调查海域春季潮间带生物体内仅汞、砷符合第一类海洋生物质量标准，秋季仅石油烃、汞、砷符合第一类海洋生物质量标准，其余各项指标均存在不同程度的超标，春季石油烃、铅、铬超标率为100%；铜、锌、镉超标率为75%。秋季铜、铅、锌超标率为75%，铬、镉超标率为25%。

11.2.6 海域生态环境现状调查与评价

(1) 叶绿素和初级生产力

2019年春季各调查站位叶绿素-a含量范围在0.83 mg/m³~2.15 mg/m³之间，平均值为1.51 mg/m³；初级生产力变化范围在25 mgC/m²·d~80 mgC/m²·d之间，平均值为47mgC/m²·d。

(2) 浮游植物

2019年春季调查鉴定记录浮游植物5门36属64种，细胞总数变化范围为14400 cell/L~875000 cell/L，均值为149625cell/L。浮游植物数量优势种类为长菱形藻、中肋骨条藻、海洋原甲藻和具槽直链藻。各测站浮游植物多样性指数(H')范围为1.602~1.911，均值1.739；均匀度(J)范围为0.482~0.552，均值0.515。

(3) 浮游动物

2019年春季调查共鉴定浮游动物共41种，浮游动物甲壳类占优势。各测站浮游动物总生物量变化范围为12.7 mg/m³~1472.6 mg/m³，均值为347.3mg/m³；总个体密度变化范围为357个/m³~10979个/m³，均值为4581个/m³。浮游动物多样性指数(H')范围为2.34~3.68，均值为2.87，均匀度(J)范围为0.492~0.758，均值0.634。

(4) 潮下带底栖生物

2019年春季调查共记录潮下带底栖动物72种，平均每个站位采获底栖动物14.3种；各测站潮下带大型底栖动物生物量均值为19.365 g/m²，变化范围为1.860 g/m²~131.245 g/m²；各测站大型底栖动物栖息密度均值为170.0ind/m²，变化范围为90 ind/m²~340 ind/m²。底栖动物多样性指数(H')范围为2.331~4.003，均值为3.157；均匀度(J)范围为0.598~0.958，均值为0.842；丰度(d)范围为1.366~4.215，均值为2.663；优势度

(D_2) 范围为0.261~0.688, 均值为0.466。

(5) 潮间带底栖生物

2019年春季鉴定记录潮间带底栖生物63种, 主要优势种有3种, 为中间似滨螺 (*Littoraria intermedia*)、纹藤壶 (*Balanus amphitrite* Amphitrite) 和大角玻璃钩虾 (*Hyale grandicornis*)。3条断面各潮区定量样品底栖生物生物量变化范围为0.000 g/m²~305.128 g/m², 均值84.323 g/m²; 3条断面各潮区定量样品底栖生物栖息密度变化范围0个/m²~840个/m², 均值216.2个/m²。潮间带底栖生物物种多样性指数 (H') 范围为0.216~3.657, 均值为2.130; 均匀度 (J) 范围为0.216~0.961, 均值为0.711; 丰度 (d) 范围为0.206~2.835, 均值1.345; 优势度 (D_2) 范围为0.250~1.000, 均值0.658。

(6) 鱼卵、仔稚鱼

2019年春季共捕获到鱼卵991粒, 捕获仔稚鱼170尾。捕获的鱼卵优势种为多鳞鱮, 捕获的仔稚鱼优势种为虾虎鱼科。垂直拖网中捕获的鱼卵平均密度为5.825 ind/m³, 变化范围为0.200 ind/m³~53.333 ind/m³, 仔稚鱼平均密度为1.052 ind/m³, 变化范围为0 ind/m³~3.333 ind/m³。

(7) 游泳动物

2020年3月春季拖网调查渔获物的种类共鉴定有39种, 其中, 鱼类21种, 虾类13种, 蟹类3种, 口足类2种。调查海域平均资源生物量为55.342kg/km², 其中: 鱼类36.321kg/km², 虾类12.558kg/km², 蟹类5.529kg/km², 口足类0.934kg/km²。平均资源密度为7381ind./km², 其中: 虾类3935ind./km², 鱼类3081ind./km², 蟹类213ind./km², 口足类152ind./km²。调查海域游泳动物 Margalef 丰富度指数 (d) 范围为1.125~3.509, 平均值2.180; Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围为0.414~2.118, 平均值1.212; Sielou 均匀度指数 (J') 范围为0.299~0.920, 平均值0.588。

11.2.7 水文动力和冲淤环境现状调查与评价

由厦门海洋站多年潮位资料统计分析, 潮汐判别系数 $F=0.34$, 属正规半日潮。工程所在的厦门岛西海域是一个半封闭的型狭长海湾, 涨、落潮流基本呈往复流运动, 进出西海湾的潮流通渠道主要为厦鼓水道和嵩鼓水道。宏观上, 厦门岛西海域涨落潮流基本呈反S型沿深泓流动, 湾内涨潮主流向偏NE向, 落潮主流向偏SW向。

观测期间, 大潮最高潮位3.624m, 最低潮位-2.879m; 小潮最高潮位2.1m; 最低潮位-1.849m。大潮最大流速为118 cm/s, 出现在GZH2站涨潮期的0.2层; 小潮最大流速为

93cm/s，出现在 HJY1 站涨潮期的表层和 GZH1 站落潮期的表层。大潮 GZH2 站实测涨潮最大垂线平均流速为 102cm/s，HJY1 站落潮最大垂线平均流速为 90cm/s；小潮 HJY1 站实测涨潮最大垂线平均流速为 76cm/s，GZH2 站落潮最大垂线平均流速为 55cm/s。

波浪观测期间以 WSW 向最多，所占频率为 20.6%，为常浪向。次浪向为 SW，所占频率 20.0%。SSW、W 向所占频率分别为 15.52%、12.54%。观测期间海况较好，未出现大浪， $H_{1/10}$ 波高最大值出现在 SSW 向，为 0.40m。观测期间 T_m 的平均值为 2.2s，最大值为 6.1s。

西海域泥砂主要为悬移质，推移质所占比例较小。来自九龙江的悬移质泥砂主要随涨潮流经厦鼓、嵩鼓水道往厦门岛西海域输移，落潮时则有部分悬砂随落潮流带出厦门岛西海域，由于涨潮平均含砂量大于落潮，因此，在一个潮周期内为净向湾内输砂，其中，部分悬砂沿深水道随流向赏等湖近岸海域运移，并沉积在其近岸浅水区。此外，猴屿东北向近岸海域，其泥砂（以悬移质为主，包括少部分推移质）具有由东侧近岸和礁石（鸟站礁等）浅水区、西侧礁石（鳗尾礁等）浅水区向中部-5m 等深线的较深水区运移的趋势。

11.3 污染物排放情况及生态影响因素

11.3.1 施工期污染物排放情况

（1）水污染源

根据工程分析，每个桩基施工点位源强估算约为 32g/s，本工程总共 10 个桩基，因此在模型中添加 10 个源。选取桥墩桩基中心为施工的悬浮物释放位置，利用数学模型预测每个在桩基施工过程中产生悬浮物的扩散范围和浓度，再根据每个桩基施工悬浮泥沙影响范围包络悬浮物的最大影响面积。施工期生活污水量约 1.8t/d，施工船舶含油污水产生量约 0.56t/d。

（2）大气污染源

施工期大气污染源主要包括扬尘及施工机械（设备及船舶）废气，主要特征污染物包括 TSP、PM₁₀、CO、NO_x、SO₂。

（3）噪声污染源

施工期的噪声污染源主要包括施工机械设备运行过程和运输船舶产生的机械噪声。距设备 5m 处最大噪声级约为 95dB。

（4）固体废物

施工期建筑垃圾产生量约 750t；陆域生活垃圾产生量约 20kg/d；船舶垃圾约 21kg/d，其中船舶含油垃圾约 1kg/d、船舶生活垃圾约 20kg/d。

11.3.2 营运期污染物排放情况

(1) 水污染源

工程改扩建完成后，营运期船舶含油污水产生量约 1.63t/d，码头生活污水产生量约 1.62t/d。

(2) 大气污染源

营运期改扩建码头船舶大气污染物 SO₂ 排放量约为 0.011t/a，NO₂ 排放量约为 41.27t/a，CO 排放量约为 20.63t/a，PM_{2.5} 排放量约为 3.16t/a，HC 排放量约为 5.37t/a。

(3) 噪声污染源

游客上、下船产生的等效连续 A 声级为 65-75dB，船舶靠岸与启航产生的噪声在 65-70dB 之间。

(4) 固体废物

工程改扩建完成后，营运期固体废物产生量约为 13.07t/a，其中生活垃圾 13t/a，含油垃圾 0.07t/a。

11.3.3 生态影响因素

本项目施工期和运营期的生态环境影响因素主要包括以下几个方面：

(1) 施工期间悬浮泥沙、水下施工噪声等将对水生生物尤其是中华白海豚生存环境产生影响。

(2) 本项目用海方式为透水构筑物，项目用海可能会对项目区附近海域的水动力及冲淤环境产生影响。

(3) 本项目建成运营后，由于船舶航次增加对鼓浪屿周边生物尤其是中华白海豚、白鹭生存环境的影响。

11.4 主要环境影响评价结论

11.4.1 施工期主要环境影响评价结论

11.4.1.1 海域水动力与冲淤环境环境影响评价结论

(1) 海域水动力

由于项目所在海域水深较浅，流速相对较弱，尤其是贴近海岸区域流速则更弱，故本项目施工建设后，工程前后水域的流态变化主要集中在工程前沿，距离工程区 150m

外的流场变化不明显，厦鼓水道沿厦门岛一侧流态则基本没有变化。

工程前后大潮涨落潮流向影响范围主要集中在新增平台周边区域，受平台桩群影响，涨急流向影响范围局限于新建平台后方、北侧 100m 和，东侧 50m 范围内，平台后方 10m 特征点 P1 流向变化达 132°，北侧 100m 特征点 P4 流向变化为 2.7°，平台东侧 50m 停泊水域特征点 P7 流向变化为 2.2°，停泊水域南侧、回旋水域及周边特征点（P8~P14）流向变化均小于 1°（0.1~0.5°）。落急时刻新建平台后方 10m 特征点 P1 流向变化为 20.9°，北侧 100m 特征点 P4 流向变化 4.2°，平台东侧 50m 停泊水域特征点 P7 流向变化为 2.1°，回旋水域北侧特征点 P9 流向变化为 3°，停泊水域南侧 P8 及停泊周边特征点（P10~P14）流向变化不大（0.1~1.3°）。

总体上看，除平台后方向岸一侧特征点 P1 外，落潮流向影响范围及影响程度均大于涨急流向。

由于新增桩基的阻水作用，工程前后大潮涨急流速影响范围主要集中在新增高桩平台周边 50m 范围内，新建平台向岸侧 P1 点、西北侧 20m 的 P2、50m 的 P3 和码头前沿 10m 的 P5 点，流速较小，在 0.06~0.2m/s 范围，而工程停泊水域、回旋水域周边流速变化在 0.003m/s 之内。工程前后落急流速影响范围主要集中在新增高桩平台周边 100m 范围内，新建平台向岸侧 P1 点、西北侧 20m 的 P2、和码头前沿 10m 的 P5 和 P6 点，流速较小，在 0.036~0.9m/s 范围，工程回旋水域周边流速变化在 0.008m/s 之内。

总体来说，工程前后落急流速影响范围及影响程度均大于涨急。

（2）冲淤环境

海洋工程的建设，影响到局部海域的潮流形态，改变了水动力环境，也势必改变工程区域原有的冲淤平衡状态，工程后，现有码头北侧局部水域将产生潮流及泥沙冲淤状况的变化，利用所建的数学模型，根据床面冲淤预测模型，预测工程后冲淤变化情况。

工程建成后桩基附近水域相比于工程前年淤积增加量为 1~9cm/a，本工程的建设，使得桩基附近的淤积趋势产生一定的改变，淤积大于 7cm/a 的范围距平台前沿约为 80m，大于 1cm/a 的范围距平台前沿约为 300m。

需要指出的是，这里计算的冲淤强度针对的是工程施工后导致工程水域冲淤趋势与工程前的变化，工程建成后的初始时段内，由于潮流流态的结构性调整及流速的变化，泥沙的淤积强度变化会较明显，随着时间的推移，在经过一段时间的重新调整适应后，泥沙淤积强度将逐渐趋于减弱，并最终达到新的平衡状态。

结合工程现状冲淤情况及冲淤变化计算结果，工程建设后，新增平台桩基西侧（向

岸一侧)以淤积为主,而码头前沿停泊和回旋水域冲淤环境不会发生明显变化,预计仍以弱冲刷为主,但是停泊和回旋水域南侧淤积强度会进一步加强,4m等深线将持续向北侧移动,工程后期维护性疏浚频次将有所增加。

11.4.1.2 水环境影响结论

(1) 悬浮泥沙入海影响结论

根据预测分析结果,10个桩基施工点导致的施工悬浮物浓度增量大于20mg/L的影响范围0.41hm²,悬浮泥沙浓度增量介于10~20mg/L的影响范围为2.36hm²,主要分布在现有工程及工程南侧海域。工程桩基施工产生的悬沙扩散范围较小,且施工期悬沙影响仅是暂时性影响,在施工结束后可恢复施工期水质。

(2) 生活污水影响结论

施工期生活污水产生量约1.8t/d,纳入岛上黄家渡污水处理站处理。因此,项目施工期生活污水对受纳海域的影响较小。

(3) 船舶含油污水影响结论

施工船舶含油污水产生量约为0.56t/d,经船舶自备集污装置收集,按规定由有资质的单位回收处理,禁止直接排入海域,因此不会对工程区海域水质造成影响。

11.4.1.3 沉积物环境影响结论

施工期间,悬浮泥沙浓度增量超过10mg/L范围仅为2.77hm²。由于桩基施工引起的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物本身,工程区及其周边海域沉积物的环境背景值相近。对工程区及周边海域既有的沉积物环境产生的影响甚微,悬浮泥沙扩散和沉降不会引起海域总体沉积物环境质量的变化。

11.4.1.3 大气环境影响结论

施工期大气污染源主要是混凝土搅拌,建材装卸、堆放,施工设备及船舶运行等过程产生的废气,污染物包括TSP、PM₁₀、CO、NO_x、SO₂等。项目混凝土搅拌属于海上施工,对陆域环境的影响较小;陆域采取围挡和洒水抑尘措施后,扬尘的影响范围和程度可有效减小;施工机械和船舶对大气的影响虽然不可避免,但其影响却是短期的、局部的和轻微的,不会对周边敏感目标造成明显的影响。因此,项目施工期对整体大气环境影响较小。

11.4.1.4 声环境影响结论

本项目施工期涉及桩基施工等内容,施工过程中,施工船舶、施工机械及水下桩基施工等产生的噪声将对工程区附近声环境噪声一定的影响。但工程施工强度总体不大,

影响范围集中在施工场地附近，港区附近主要为商住混合区，居民较少，最近居住区距离施工厂界约96m，在落实相关环保措施后对周边环境的影响较小。

11.4.1.5 固体废物影响结论

施工期陆域生活垃圾产生量20t/d，由鼓浪屿环卫部门统一清运处理；施工期船舶垃圾产生量约为21t/d，按照《船舶垃圾管理计划》规定进行处理；建筑垃圾产生量约为750t，需及时清运出岛，可回收的材料进行综合利用。综上，落实相关措施后施工期固体废物对环境影响较小。

11.4.1.6 生态环境影响结论

本工程施工期造成的生态损失为：鱼卵、仔稚鱼与游泳动物的持续性受损量分别为406818ind.、73472ind.和219.65g，施工期悬浮泥沙将造成潮间带大型底栖生物总损失量为74.37kg，本工程新增透水构筑物占用海域所造成的底栖生物损失量约为1kg。根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行评估，本项目生态补偿金额确定为2.57万元。

11.4.2 营运期主要环境影响结论

11.4.2.1 水环境影响结论

（1）生活污水

运营期船舶生活污水最大产生量约为1.62t/d，污水纳入5#截污井，进入鼓浪屿黄家渡污水处理站处理。因此，项目营运期生活污水对周边海域的影响较小。

（2）船舶含油污水

运营船舶含油污水产生量约为1.63t/d，船舶拟设置集污柜，船舶含油污水收集后定期交由有资质的单位处理，禁止直接外排，则营运期船舶含油污水对海域的影响较小。

11.4.2.2 声环境影响结论

根据噪声预测结果，昼夜间项目对周边声环境敏感目标的噪声影响符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类区标准（昼间60dB、夜间50dB）要求，项目营运期噪声对声环境的影响较小。

11.4.2.3 大气环境影响结论

码头改扩建完成后，随着船舶航行数量的增加，船舶靠泊所排放的主要污染物NO_x、SO_x、CO_x等气体将有所增加，对周边大气环境产生一定的影响。由于到港船舶是非连

续的，且码头三面临海，区域平均风速较大，有利于污染物的扩散，且船舶使用柴油为低硫柴油，未来新增船型将采用柴电混合动力，对当地的环境空气质量和大气环境保护目标的影响较小。

11.4.2.4 固体废物影响结论

营运期固体废物产生量约为13.07t/a，码头产生的生活垃圾由鼓浪屿环卫部门统一清运，对周边环境的影响较小。营运期船舶含油垃圾根据《国家危险废物名录》中的“危险废物豁免管理清单”，全过程不按危险废物处理，还如船舶生活垃圾；船舶生活垃圾根据《船舶垃圾管理计划》进行袋化分类收集，由环卫部门统一清运处理。因此，项目营运期固体废物对环境的影响较小。

11.4.2.5 生态环境影响结论

改扩建码头建成后，区域船舶航行密度增大，运营船型增大，营运期的生态环境影响主要表现在为船舶通行对白鹭和中华白海豚的影响。根据白海豚影响专题评价报告，船舶通航对白海豚正常活动有一定的影响，但影响中华白海豚区域分布的可能性不大，只要航速小于8节，并且行驶时若发现有中华白海豚出现时采取减小航速、避让、鸣号驱赶等措施，一般不会对白海豚造成伤害；船舶夜晚鸣号可能对白鹭造成一定影响，应加强宏观管理，减少夜晚经过白鹭保护区附近时船舶的鸣号次数。

11.4.3 环境风险影响结论

本工程环境风险识别为进出港船舶发生碰撞事故，导致的船舶燃料油外泄，最大事故概率为 10^{-6} 次/年。选择溢油点为航道交叉中心点，11.21吨作为溢油源强，假定3小时内漏完。数模分析结果表明，各工况下，油膜的分布面积和趋势相差不大，高潮时刻油膜主要向东南方向湾外扩散，高浓度区以条带状沿呈西北-东南走向分布，低潮时刻油膜主要向北侧扩散，高浓度区在离开溢油点一定距离后于西侧近岸扩散，基本在湾内呈南北走向分布。溢油点北侧大屿岛、白海豚保护区、鼓浪屿、东部海洋保护区都会受影响，覆盖整个厦门岛西侧海域，冬季常风高潮条件下溢油将到达鸡屿保护区，但影响较小。在落实相应的风险防控措施及应急预案后，项目环境风险可接受。

11.4.4 工程建设对中华白海豚和白鹭的影响结论

11.4.4.1 工程建设对中华白海豚的影响

(1) 施工期噪声影响程度

工程施工噪声会对中华白海豚的活动会造成一定影响，但中华白海豚通常可在喧闹

的海洋环境噪声下嬉戏、生存，具有一定的抗水下环境噪声干扰的能力，也会采用避开噪声源等方法远离施工区。因此，在施工期间，做好中华白海豚活动观测以及采取相应保护措施的前提下，能避免工程施工产生的噪声对中华白海豚造成直接伤害，减小对中华白海豚正常活动的影响。

(2) 施工期悬浮物和海洋生态环境污染影响程度

从生理结构上来说，中华白海豚等海洋哺乳动物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。中华白海豚主要生活在近岸浅水海域，视觉不发达，主要靠位于头部的回声定位（声呐）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，由此推测桩基施工导致水中泥沙悬浮物的增加对中华白海豚的摄食行为影响较小。但考虑悬浮泥沙对工程海域的浮游生物、底栖生物、游泳动物会造成一定程度的影响，进而对中华白海豚赖以生存的饵料环境存在一定的影响。因此在进行施工作业时，应采取严格的环保措施减少悬浮泥沙的产生量，并对各类生物量的损失作出相应的补偿。

本工程产生的悬浮物扩散范围集中在工程区周边海域，施工过程可能引起悬浮物浓度增量为 10mg/L 的影响范围面积约为 2.76hm²。中华白海豚具有用肺呼吸的生理特点以及用回声定位系统来探测物体的能力，因此施工引起的悬浮泥沙对中华白海豚的直接影响较小。

(3) 营运期船舶通航的影响程度

因本工程设计船型为渡轮，航线来往于三丘田码头与厦门本岛之间，需频繁穿越厦门鼓浪屿航道，本工程建设后虽然航次增加18班次/d，但因为泊位增加，渡轮候泊时间缩短，渡轮航行占用海域的时间不会明显增加。。

营运期船舶通行产生的噪声也会对以回声定位方式活动的中华白海豚产生一定的妨碍。但新的柴电混合动力船舶投入营运后，在加强管理，严格控制船速，减少船舶鸣号次数的情况下，本工程营运期船舶噪声对中华白海豚及周边环境影响较小。

11.4.4.2 对大屿岛白鹭的影响

工程建设噪声对距离工程区约 1.9km 处的大屿岛白鹭的影响很小。夜间施工噪声的影响范围和强度都将增大，因此施工期应禁止夜间进行桩基施工等高噪声作业。

工程运营期船舶密度增加，本次工程新增航次主要在下午时段，新增航次的航线为三丘田码头至轮渡码头，对大屿岛白鹭自然保护区的影响很小。

11.5 环境保护措施

11.5.1 大气污染防治措施

(1) 施工期

工地周边应设置符合《建设工程施工现场环境与卫生标准》(JGJ146-2013)中要求的围挡,定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施;使用污染物排放较小的先进施工机械和船舶设备和符合国家标准要求的清洁燃油。

(2) 营运期

目前码头运营船舶已使用低硫柴油,建议船舶安装、船载蓄电装置,靠泊时关闭辅机,使用清洁能源,减少大气污染物排放。

11.5.2 水污染防治措施

(1) 施工期水污染防治措施

①船舶含油污水实施铅封管理,由有资质的单位收集后上岸处理,严禁排放入海;实施严格的清洁生产措施,防止油料和含油污水进入水体,建筑材料的装卸和存放应避免出现泄漏和流失而造成环境污染;严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物。

②项目不设置施工营地,施工期施工人员使用周边现有卫生设施,生活污水纳入鼓浪屿黄家渡污水处理站处理,项目生活污水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中三级标准及《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表1中B等级标准。

③桩基施工过程应规范操作,避免发生漏浆,一旦发生漏浆应及时将锤提出孔外;桩基施工期应尽量避免避开台风季节,以减少大风浪引起的浑浊和悬浮颗粒物浓度的增大;桩基施工应尽量安排在退潮时段作业,减少悬浮泥沙的产生量,避免对项目区附近的海水水质带来较大的污染。

(2) 营运期水污染防治措施

①营运期船舶应配备污水收集装置,含油污水定期交由有资质的单位收集处理,禁止外排。

②码头生活污水纳入5#截污井,进入黄家渡污水处理站处理。

11.5.3 噪声防治措施

(1) 施工期间应合理安排施工流程,加强施工管理避免无序施工产生嘈杂噪声,施工车辆禁鸣喇叭。

(2) 禁止夜间及白海豚繁殖期进行桩基施工高噪声施工作业。

(3) 合理选择施工机械、施工方法，优先选用性能良好的低噪施工设备，注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

(4) 提高工作效率，加快施工进度，尤其是桩基施工进度，尽可能缩短工程施工对周围声环境的影响。

(5) 在桩基施工开始时，采用“软启动”或者“弱启动”，可有效减少强噪声对中华白海豚危害，即桩基施工开始时人为地将桩机功率从一个较低值逐渐提升到正常运行功率，使桩基施工噪声声级从一个较低值逐渐再增大到通常的大小。

(6) 运营期加强对上下船人员的引导，合理控制人流量，避免由于人员拥挤产生的高噪声。

11.5.4 固体废物处置措施

施工期和运营期码头所产生的固体废物由鼓浪屿环卫部门统一清运，禁止随意丢弃。

11.5.5 生态环境保护措施

(1) 生态补偿措施

项目建设共计造成生物损失约 25663.04 元。为减少工程施工过程中对海域生物和渔业资源造成的损失，建设单位应参照有关规定，按照等量生态补偿原则进行海洋生态资源补偿，损失多少补偿多少。海洋生态资源补偿措施包括：清理海洋（海岸）垃圾；清理海域污染物、改善海域水质；海底清淤与底质改造；海岸带生境（沙滩、红树林、盐沼）修复；改善海岛地形地貌、恢复岛陆植被；渔业资源增殖放流；海洋生态保护区、海洋特别保护区保护等。因此，建议业主根据实际情况，采取可行的生态补偿措施进行补偿。

(2) 对中华白海豚的保护措施

①在进行水下施工之前，建设单位应向保护区主管部门以及海洋行政主管部门申报施工方案和中华白海豚保护方案，获批准后方可进行水下作业。

②在船舶开始施工时，注意观察施工船舶周围区域是否有中华白海豚出入，若发现有中华白海豚，应进行驱赶后再施工，避免施工机械突然开动对中华白海豚造成的惊吓，以及螺旋桨和机器对海豚的直接击伤。在施工中落实岗位责任制，制定中华白海豚应急救援预案。加强对施工场地附近中华白海豚活动的监视，施工前和施工过程中均要有专

人负责瞭望，一旦发现工程附近有中华白海豚活动，必须立即停止施工作业，观察避让中华白海豚，该措施应确实得到落实。观察人员应须经过必要培训，并配备望远镜等仪器。

③水下施工应避开中华白海豚在西海域频繁出现的冬春季和繁殖季节（4月~8月）。

④制定中华白海豚应急救护预案，连同施工组织方案在施工前报送厦门中华白海豚文昌鱼自然保护区管理处备案。施工中一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配合保护区主管部门和厦门濒危物种保护中心采取应急救助措施。

⑤施工期及运营期船舶在厦门西海域行驶时，应严格遵守《厦门市中华白海豚保护规定》，船速应控制在8节以下，以免中华白海豚躲避不及而受伤害。

（3）对大屿岛白鹭的保护措施

尽可能让运输船只远离大屿白鹭保护区，禁止船舶鸣笛。同时，应加强保护区鸟类繁殖期的施工管理，增加巡逻频次，加强对施工船舶的管理和教育，要求按照航线行驶，确保施工船舶不会靠近保护区。

11.5.6 风险防控措施

（1）工程施工期和运营期将增加航运区的通行密度，对附近海上交通流造成一定影响，建议业主向相关管理部门报告，制订通航安全风险防范措施。

（2）本工程附近水域有部分船舶并没有严格沿航道航行，为了保障通航安全，建议应在本项目海域设防撞警戒标志及安全警示牌，提醒过往船只。

（3）施工期及运营期应尽量选择避开台风季节，遇极端天气应停止施工及通航并做好防台抗台各项措施，尽可能减少因为台风对工程带来的损失。保持与气象、水利等部门联系，加强预报预警工作。

（4）厦门轮渡有限公司已编制有《厦门轮渡有限公司船舶污染事故应急预案》，发生一般溢油事故时，应立即启动该应急预案，任何船员发现本船发生溢油事故，应立即采取应急措施，同时向船长或值班驾驶员报告，船长或值班驾驶员接到报告后，应立即发出溢油报警信号（一短二长一短声，连放一分钟），全船人员接到信号后应按《船舶溢油应变部署表》（表8.6-4）实施应急反应。发生溢油的船舶在实施应急反应的同时应立刻通过有效的手段向应急领导小组和海事主管机关、VTS报告相关情况，如公司无法实行自救时，应向海事指挥中心值班室求助外部力量支援。

（5）厦门港已有较为完备的船舶污染应急体系，本项目可依托已有的应急处理设

施，与备有事故溢油处理能力的单位签定事故溢油处理合作协议，保证一旦发生油溢漏入海事故时，协议的事故处理合作单位将以最快速度赶赴现场，配合建设单位进行应急处理，利用收油机，吸油毡，人工打捞等物理方式回收浮油。

11.6 环境经济损益分析

本工程建成后可以优化进出岛交通情况，有效均衡南北客流，保证乘客出行安全及旅游品质改善旅游环境，提高乘船舒适度，促进厦门市旅游业的发展。工程建设的经济效益及社会效益明显。

本项目施工期施工强度总体不大，对周边环境的影响主要在于施工期船舶及机械的燃料废气、噪声及桩基施工对海域生态环境造成的影响。在采取相应的保护措施下，本项目施工期所产生的噪声、废气、废水、固废对环境造成的经济损失影响较小。

11.7 环境管理与监测计划

本工程区附近水域进出港船舶通航密度较大，为减少施工对其他通航船舶的干扰和影响，确保施工的安全、有序，应严格按照航行安全制度和规范操作，成立施工现场管理机构，必须同时重视本项目的环境管理工作，控制环境污染，保护好项目周围的生态环境，以保证环境管理工作的顺利开展。

建设单位应在施工期和运行期委托有资质的环境监测部门制定详细的环境监测方案开展环境监测。

11.8 结论

本工程建设符合国家产业政策、“三线一单”及相关规划要求，对促进鼓浪屿旅游业发展及保障游客出行安全具有积极作用。工程建设在严格落实本报告书提出的环境保护对策措施和环境风险防范与应急措施的前提下，可将其对环境尤其是对中华白海豚不利影响降低到可接受程度。从环境保护角度考虑，本工程建设可行。