

海洋王国欢乐海洋项目
环境影响报告书
(公示稿)

建设单位：烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司

编制单位：中国海洋大学

2024 年 10 月

打印编号：1717771525000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	e56907		
建设项目名称	海洋王国欢乐海洋项目		
建设项目类别	54--154围填海工程及海上堤坝工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司		
统一社会信用代码	91370684734692050G		
法定代表人（签章）	张英群		
主要负责人（签字）	王宁		
直接负责的主管人员（签字）	王宁		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中国海洋大学		
统一社会信用代码	12100000427403888T		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
朱龙海	12353743508370228	BH033006	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
胡日军	2总则、3项目概况与工程分析、4环境现状调查与评价、7环境保护措施及可行性论证、10环境管理与环境监测	BH018072	
朱龙海	1概述、5环境影响预测与评价、6环境风险评价、8产业政策、规划符合性及选址分析、9环境影响经济效益分析、11环境影响评价结论	BH033006	

目 录

1 概述	1
1.1 项目背景及任务由来	1
1.2 建设项目概况	2
1.3 建设项目特点	3
1.4 环境影响评价过程	3
1.5 分析判定相关情况	4
1.6 关注的主要环境问题及环境影响	4
1.7 环境影响评价报告结论	4
2 总则	5
2.1 编制依据	5
2.2 项目所在海域环境功能区划及国土空间规划	10
2.3 环境影响识别和评价因子筛选	13
2.4 评价等级和评价时段	20
2.5 评价范围和评价重点	24
2.6 环境敏感区及环境保护目标	27
3 项目概况与工程分析	35
3.1 项目概况	35
3.2 建设方案概述	39
3.3 工程占用（利用）海岸线和海域状况	75
3.4 项目继续填海建设必要性	80
3.5 项目主要施工工艺和方法	82
3.6 工程分析	87
3.7 污染源源强核算及总量控制	102
4 环境现状调查与评价	104
4.1 自然环境概况	104

4.2 海洋环境质量现状与评价	132
4.3 环境空气质量现状与评价	155
4.4 声环境质量现状与评价	156
4.5 地下水环境、土壤环境现状	157
5 环境影响预测与评价	158
5.1 项目建设对海洋水动力环境的影响	158
5.2 项目建设对地形地貌与冲淤环境的影响	169
5.3 项目建设对水质环境的影响	184
5.4 海洋沉积物环境影响分析	189
5.5 海洋生态环境影响分析	190
5.6 大气环境影响分析	200
5.7 声环境影响分析	202
5.8 固体废物环境影响分析	207
5.9 敏感目标环境影响评价	207
6 环境风险评价	217
6.1 环境风险调查	217
6.2 环境风险识别	217
6.3 环境风险评价	220
6.4 环境风险防范措施与应急预案	231
7 环境保护措施及可行性论证	243
7.1 施工期污染防治措施及环保对策	243
7.2 运营期环境保护措施	248
7.3 环境保护的措施经济技术可行性论证	251
7.4 环境保护设施和对策措施一览表	251
8 产业政策、规划符合性及选址分析	254
8.1 产业政策符合性分析	254
8.2“三线一单”符合性分析	254
8.3 功能区划符合性分析	258

8.4 选址与布置合理性分析	268
9 环境影响经济损益分析	276
9.1 环境效益分析	276
9.2 经济效益和社会效益分析	277
9.3 环境经济损益综合评价	278
10 环境管理与环境监测	279
10.1 环境管理	279
10.2 环境监测	280
10.3 环境影响评价制度与排污许可制度的衔接	282
10.4“三同时”验收一览表	283
11 环境影响评价结论	284
11.1 结论	284
11.2 建议	288

1 概述

1.1 项目背景及任务由来

海洋王国欢乐海洋项目位于烟台市蓬莱区东海岸北部海域，项目依托东侧紧邻的烟台港蓬莱东港区防波堤工程。蓬莱区是烟台地区在国内外有较强知名度的旅游地之一，蓬莱地处胶东半岛最北端，濒临渤、黄海，市内有蓬莱阁、八仙过海等“5A”、“4A”、“3A”、“2A”景区，先后被授予中国优秀旅游城市、中国最佳休闲旅游城市、国家环保模范城市、国家卫生城市、中国葡萄酒名城、中国特色魅力城市等。

蓬莱区“十四五”规划指出：推动文旅产业融合，构建全域旅游新格局。坚持“树魂魄、建载体、谋全域、抓运营”思路，将全区作为一个旅游整体，全面整合旅游资源，突出个性化发展，全域、全季、全业态渗透，打造全域旅游的“蓬莱样板”。持续加大对文化体验游、乡村休闲游、海上观光游、研学知识游以及葡萄酒旅游等新业态的培育和引进，推进旅游与三产融合发展，打造一批文化特色鲜明的历史文化街区，建设富有文化底蕴的世界级旅游景区。持续丰富完善景区周边业态，发展休闲街区、城市绿道、慢行系统以及休闲度假项目，加快文旅集群打造，让游客通过看、听、购、娱、触全方位感受蓬莱独特的仙境城市魅力，体验蓬莱神仙文化、精武文化和葡萄酒文化，推动全区旅游向休闲度假方向转变。

顺应蓬莱发展现代服务业，进一步强化旅游业带动作用的发展趋势，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司拟开发建设海洋王国欢乐海洋项目，工程主要建设黄渤海新区海洋经济博览中心、海上运动项目训练基地、摆渡码头及相关配套设施，打造“滨海旅游”为特色的高端休闲度假区域。工程建成后，将进一步丰富、提升蓬莱旅游服务业。

项目于 2021 年 2 月 2 日获得蓬莱区自然资源和规划局颁发的不动产权证书，证书编号为“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005051 号”“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005058 号”。其中“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005051 号”用海类型为旅游基础设施用海，用海方式为建设填海造地，用海面积为 44.9739hm²，用海期限为 2013 年 4 月 18 起至 2038 年 4 月 17 日止；“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005058 号”用海方式为游乐场，用海类型为游乐场用海，用海面积为 3.6927hm²，用海期限为 2013 年 4 月 18 起至 2038 年 4 月 17 日止。

2021 年 11 月 2 日，自然资源部办公厅发布《自然资源部办公厅关于已批准但尚未完成围填海项目处置有关事宜的函》，就已批准但尚未完成围填海项目(以下简称“已

批未完成项目”)分类处置政策和后续工作要求进行分类处置。“对于其他已批未完成项目,由省(区、市)人民政府组织进一步核实项目情况,确不涉及违法违规审批、房地产、低水平重复建设旅游休闲娱乐项目和污染海洋生态环境的,可继续填海。”。2023年2月20日,自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于山东省已批准但尚未完成填海的旅游休闲娱乐项目后续处置有关事宜的复函》(自然资办函〔2023〕294号)的通知,本项目属于“已批准但尚未完成填海项目不属于低水平重复建设旅游休闲娱乐项目”(附件2中序号171)。根据《山东省海洋局关于做好已批准但尚未完成填海旅游休闲娱乐项目后续处置工作的函》《关于尽快完成已批准但尚未完成填海旅游娱乐项目后续处置工作的函》,中国海洋大学于2023年编制了《海洋王国欢乐海洋项目(图斑编号370684-0121)生态评估报告》和《海洋王国欢乐海洋项目(图斑编号370684-0121)生态保护修复方案》,并通过专家评审。

2013年5月,取得了山东省海洋与渔业厅《关于山东德高文化旅游有限公司蓬莱海洋王国项目海洋环境影响报告书的核准意见》(鲁海渔函[2013]207号)。由于项目核准后超过5年尚未开工建设,根据《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国环境保护法》及国务院[1998]253号令《建设项目环境保护管理条例》规定,工程建设项目必须重新进行环境影响评价。为此,烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司委托中国海洋大学承担海洋王国欢乐海洋项目的环境影响评价工作。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》,本项目建设填海造地44.9739hm²,属于154围填海工程及海上堤坝工程中的“围填海工程”,需编制报告书。本项目需编制环境影响评价报告书,中国海洋大学接受委托后,按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)等相关导则、规范和标准要求,编制完成了《海洋王国欢乐海洋项目环境影响报告书》。

1.2 建设项目概况

本项目于2021年获得不动产权证书,目前尚未进行填海建设。项目依托东侧紧邻的烟台港蓬莱东港区防波堤工程建设海洋旅游项目,项目主要规划形成“一中心一基地一码头”的格局,“一中心”即“黄渤海新区海洋经济博览中心”,“一基地”即“海上运动项目训练基地”,“一码头”即“摆渡码头”,内部建设一条水系,开展亲水旅游项目。项目填海总面积为44.9739 hm²,用海类型为旅游基础设施用海,用海方式为建设填海造地;水系面积为3.6927hm²,用海方式为游乐场,用海类型为游乐场用海。工程总投资86087.09万元人民币,工期12个月。

1.3 建设项目特点

本工程对环境产生的影响主要为：施工期回填、抛石产生的悬浮泥沙、施工人员生活污水、机修油污水、生活垃圾、机修棉纱等固体废弃物、扬尘及施工机械产生的废气和噪声；运营期游客、训练人员、工作人员产生的生活污水、生活垃圾，食堂废水、餐饮垃圾、油烟废气，汽车、船舶尾气，车辆、设备产生噪声及进出车辆交通噪声等。

工程通过采取本评价提出的各项污染防治措施、生态保护措施及风险防范措施，能有效减缓因项目造成的环境影响，对环境的影响在可接受范围内。

1.4 环境影响评价过程

2012 年，中国海洋大学编制了《海洋王国欢乐海洋项目海洋环境影响报告书》《海洋王国欢乐海洋项目海域使用论证报告书》，并通过专家评审，于 2012 年 12 月获得《山东省人民政府关于海洋王国欢乐海洋项目用海的批复》，于 2013 年 5 月获得《山东省海洋与渔业厅关于山东德高文化旅游有限公司蓬莱海洋王国项目海洋环境影响报告书的核准意见》，申请用海单位为山东德高文化旅游有限公司。

2019 年 12 月，蓬莱市城市建设投资集团有限公司通过拍卖的形式获得“山东德高文化旅游有限公司所有的海域使用权”，成交确认书见附件 12。

2021 年 2 月 2 日，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司获得蓬莱区自然资源和规划局颁发的不动产权证书，证书编号为“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005051 号”“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005058 号”。2022 年 2 月，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司编制了《关于蓬莱区海洋王国欢乐海洋项目不属于“低水平重复建设旅游休闲娱乐项目”论证报告》，并通过评审。2023 年 4 月，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司委托山东港通工程管理咨询有限公司编制了《蓬莱区海洋王国欢乐海洋项目工程可行性研究报告》。同年，委托中国海洋大学编制了《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态评估报告》和《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态保护修复方案》，并通过专家评审。

2024 年 4 月，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司委托我单位承担了海洋王国欢乐海洋项目环境影响评价工作。在接受环境影响评价工作委托后，我单位按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）及相关导则所规定的原则、方法、内容及要求，在研究有关文件和资料、现场踏勘和调查的基础上，进行工程分析和环境影响筛选的基础上，依据环境保护法律法规及环境影响评价标准等进行了现状和预测评

价，提出污染防治措施，编制完成了《海洋王国欢乐海洋项目环境影响报告书》。

1.5分析判定相关情况

本项目符合国家产业政策和《蓬莱市旅游发展总体规划（2009-2025 年）》，符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，项目建设符合《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》及烟台市 2023 年生态环境分区管控动态更新成果的要求。

1.6关注的主要环境问题及环境影响

本次评价依据“环境影响评价技术导则”的要求，对项目所在区及附近区域的环境现状进行了调查、监测，在项目环境影响分析的基础上，重点分析：

- （1）填海等施工产生的悬浮泥沙对工程海域水质、生态环境的影响；
- （2）项目建设对水动力及冲淤环境的影响；
- （3）项目建设对环境敏感目标的影响；
- （4）项目产生的废水、噪声等污染物在采取污染防治措施后能否满足环保要求；
- （5）项目建设与国土空间规划等相关规划的符合性分析。

1.7环境影响评价报告结论

本项目符合产业政策，符合《烟台市国土空间总体规划(2021-2035 年)》《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》《蓬莱市旅游发展总体规划（2009-2025 年）》，不占用生态保护红线区，符合“三线一单”等相关规划及要求。工程区域环境质量现状较好，施工和营运期采取的污染物治理措施符合项目实际情况，污染物去向及处理、处置方案可得到落实。在认真落实本报告提出的各项环保对策和建议，并加强环保管理的前提下，从环境保护的角度，项目建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

(1) 全国人大常委会,《中华人民共和国环境保护法》,主席令第九号,2014.4.24 修订通过,2015.1.1 施行;

(2) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国环境影响评价法》,2018.12.29 修订通过,2018.12.29 施行;

(3) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国水污染防治法》,2017.6.27 第二次修正,2018.1.1 施行;

(4) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国大气污染防治法》,2018.10.26 修订,2018.10.26 施行;

(5) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国海洋环境保护法》,2023.10.24 修订,2024.1.1 施行;

(6) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国噪声污染防治法》,2021.12.24 修订,2022.6.5 施行;

(7) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020.4.29 第二次修订,2020.9.1 起施行;

(8) 全国人大常委会,《中华人民共和国土壤污染防治法》,2018.8.31 通过,2019.1.1 起施行;

(9) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国清洁生产促进法》,2012.2.29 修订通过,2012 年 7 月 1 日实施;

(10) 全国人民代表大会常务委员会,《中华人民共和国海上交通安全法》,2016.11 发布,2016.11 实施;

(11) 《建设项目环境保护管理条例》,中华人民共和国国务院令〈第 682 号,2017 年 10 月 1 日起施行〉;

(12) 《建设项目环境保护管理条例》(修改单),中华人民共和国生态环境部令〈第 1 号〉,2018.4.28 起施行;

(13) 《大气污染防治行动计划》(国务院国发[2013]37 号),2013.9.10 起实施;

(14) 《水污染防治行动计划》(国务院国发[2015]17 号),2015.4.16 起实施;

(15) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，2017年2月7日）；

(16) 《环境影响评价公众参与办法》（中华人民共和国生态环境部令第4号，2019年1月1日起施行）；

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

(18) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环保部公告2017年43号，2017年10月1日起执行）；

(19) 《国家危险废物名录》（2021版），2021年1月1日起施行；

(20) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办〔2014〕30号）；

(21) 《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（环环评〔2018〕11号）；

(22) 中华人民共和国国家海洋局，《关于印发〈海洋特别保护区管理办法〉、〈国家级海洋特别保护区评审委员会工作规则〉和〈国家级海洋公园评审标准〉的通知》（国海发〔2010〕21号），2010年8月31日；

(23) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）；

(24) 中华人民共和国国家发展和改革委员会，《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2024年2月1日实施；

(25) 生态环境部，《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版），2021年1月1日起实施；

(26) 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24号），2018.7.14；

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

(28) 自然资源部，《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2207号；

(29) 《国务院关于印发空气质量持续改善行动计划的通知》（国发〔2023〕24号），2023年12月07日；

(30) 生态环境部,《生态环境分区管控管理暂行规定》,环环评〔2024〕41号,2024年7月6日。

2.1.2 地方性相关文件及政策

(1)《山东省环境保护条例》(2018年11月30日山东省第十三届人大常委会第七次会议修订);

(2)山东省人民代表大会常务委员会,《山东省海洋环境保护条例》,2016.3.30修订,2016.3.30施行;

(3)《山东省水污染防治条例》(2018年9月21日山东省十三届人大常委会第五次会议修订);

(4)《山东省环境噪声污染防治条例》(2018年1月23日山东省第十二届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修订);

(5)《山东省大气污染防治条例》(2018年11月30日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订);

(6)《山东省实施<中华人民共和国环境影响评价法>办法》(2018年11月30日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订);

(7)《山东省环境保护厅转发<关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知>的通知》(鲁环评函[2012]509号文);

(8)《关于进一步加强建设项目固体废物环境管理的通知》(鲁环办函[2016]141号);

(9)《山东省国土空间规划(2021~2035年)》,国函〔2023〕102号,2023年9月26日;

(10)山东省人民政府,《烟台市国土空间总体规划(2021-2035年)》,鲁政字〔2023〕192号,2023年10月31日施行;

(11)原山东省环境保护厅,《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》(鲁政[2016]109号),2016.5.24;

(12)《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划(修订版)》,鲁环发〔2019〕50号,山东省生态环境厅,2022年4月29日;

(13)《山东省生态环境厅关于做好海洋工程建设项目施工期环境影响跟踪监测监管工作的通知》(鲁环函〔2019〕408号);

(14)《山东省生态环境厅关于印发山东省建设项目主要大气污染物排放总量替代

指标核算及管理方法的通知》（鲁环发〔2019〕132号）；

（15）山东省生态环境厅关于印发《山东省工业企业无组织排放分行业管控指导意见的通知》（鲁环发〔2020〕30号）；

（16）《山东省空气质量持续改善暨第三轮“四减四增”行动实施方案》（鲁政字〔2024〕102号）；

（17）《山东省自然资源厅关于建设项目使用自然保护地审查审核有关事项的通知》（鲁自然资字〔2020〕77号）；

（18）《山东省扬尘污染防治管理办法》（山东省人民政府令第248号）；

（19）《山东省环境保护厅关于贯彻实施<山东省扬尘污染防治管理办法>有关问题的通知》（鲁环函〔2012〕179号）；

（20）《关于印发山东省扬尘污染综合整治方案的通知》（鲁环发〔2019〕112号）；

（21）烟台市人民政府，《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》（2023年版）；

（22）烟台市生态环境委员会办公室，《烟台市近岸海域环境管控单元生态环境准入清单》（2023年版），2024.4.7；

（23）《烟台市扬尘污染防治管理办法》，2021年12月29日烟台市政府令第152号公布，自2022年2月1日起施行；

（23）《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（国海环字〔2017〕596号）；

（24）《蓬莱市旅游发展总体规划（2009-2025年）》。

2.1.3 技术规范

（1）原环境保护部，《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），2016.12发布，2017.1实施；

（2）生态环境部，《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），2018.07发布，2018.12实施；

（3）生态环境部，《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ/T 2.3-2018），2018.9发布，2019.3实施；

（4）原环境保护部，《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），2016.1发布，2016.1实施；

（5）生态环境部，《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），2021.12发布，2022.7实施；

(6) 生态环境部,《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018), 2018.9 发布, 2019.7 实施;

(7) 生态环境部,《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022), 2022.1 发布, 2022.7 实施;

(8) 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014), 2014.4 发布, 2014.10 实施;

(9) 生态环境部,《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018), 2018.10 发布, 2019.3 实施;

(10)《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017);

(11)《建设项目危险废物环境影响评价指南》, 2017 年 10 月 1 日实施;

(12)《污染源源强核算技术指南 准则》(HJ 884—2018), 2018 年 3 月 27 日起实施;

(13)《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020), 2020 年 12 月 17 日;

(14)《危险废物贮存污染控制标准(GB18597-2001)》, 2013 年修订;

(15) 中华人民共和国农业部,《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 2007.12.18 发布, 2008.3.1 实施;

(16) 国家海洋局,《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》, 2002 年 4 月 30 日实施;

(17) 中华人民共和国农业部,《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 2007.12.18 发布, 2008.3.1 实施;

(18) 国家环境保护总局,《海水水质标准》(GB 3097-1997), 1997.12 发布, 1998.7 实施;

(19) 国家质量监督检验检疫总局,《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002), 2002.3 发布, 2002.10 实施;

(20) 国家质量监督检验检疫总局,《海洋生物质量》(GB 18421-2001), 2001.8 发布, 2002.3 实施;

(21)《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》;

(22)《第二次全国海洋污染基线调查技术规程(第二分册)》;

(23) 山东省质量技术监督局,《建设项目海域使用动态及海洋环境影响跟踪监测

技术规程（DB37/T 2335-2013）》，2013.6.13 发布，2013.7.10 实施；

（24）国务院办公厅，《第二次全国污染源普查生活污染源产排污系数手册》（国办发〔2017〕82 号），2017 年 9 月 10 日；

（25）交通运输部，《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），2019 年 10 月 28 日；

（26）山东省海洋与渔业厅，《山东省海洋生态损害赔偿和损失补偿评估方法》（DB37/T1448-2009），2009 年 12 月 25 日；

（27）生态环境部，《非道路移动机械污染防治技术政策》（公告 2018 年第 34 号），2018 年 8 月 19 日。

2.1.4 项目基础资料

- （1）委托书，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司，2024 年 5 月；
- （2）《海洋王国欢乐海洋项目海域使用论证报告书》，中国海洋大学，2012 年 1 月；
- （3）《海洋王国欢乐海洋项目工程可行性研究报告》，山东港通工程管理咨询有限公司，2023 年 4 月；
- （4）《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态评估报告》，中国海洋大学，2023 年 4 月；
- （5）建设单位提供的其他资料。

2.2项目所在海域环境功能区划及国土空间规划

2.2.1 项目所在海域环境功能区划

根据《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，本项目位于蓬莱东海岸风景旅游娱乐区（SD098CIII），位置关系见图 2.2-1，登记表见表 2.2-1。

表 2.2-1 项目与所在海域环境功能区表

功能区代码	地市	名称	地理位置	面积（km ² ）	功能类别	水质保护目标
SD098CIII	烟台	蓬莱东海岸风景旅游娱乐区	蓬莱东北部沿海四至：120°44'18.96"--120°49'20.22";37°48'38.88"--37°51'1.76"	23.21	C	III

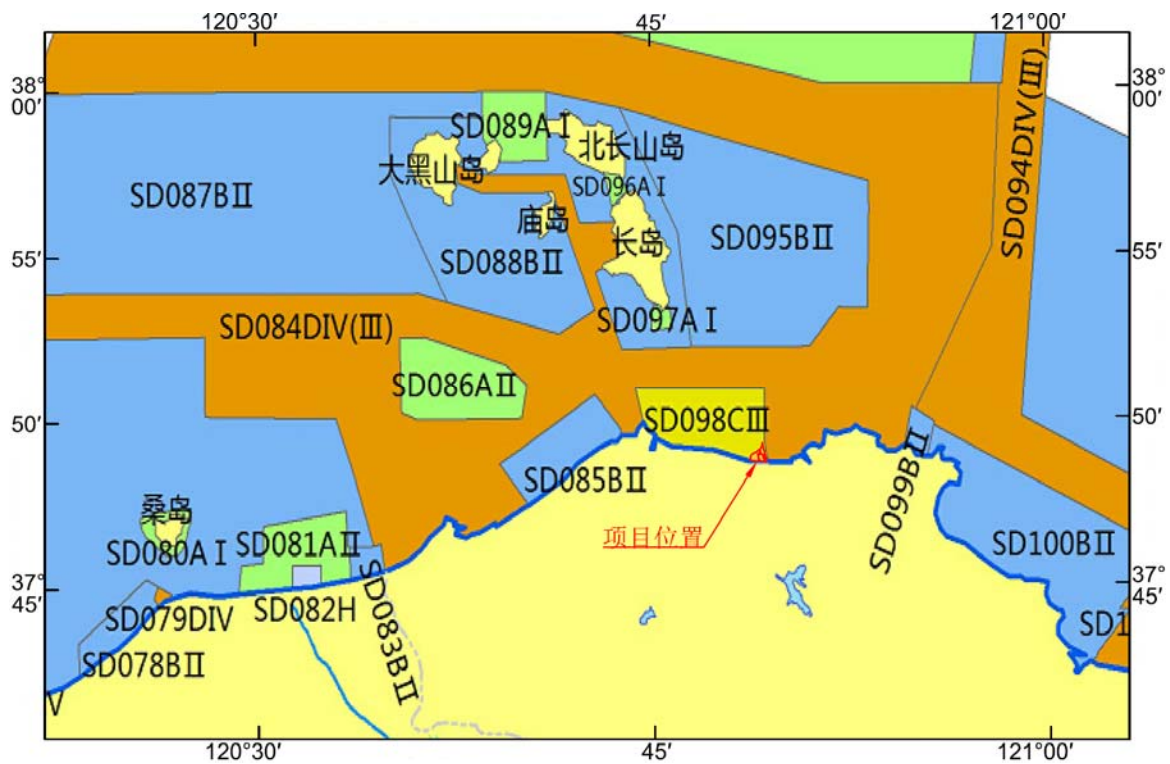


图 2.2-1 项目所在海域环境功能区划图

2.2.2 项目所在国土空间总体规划

(1) 山东省国土空间规划

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目位于海洋开发利用空间，距离蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护红线 0.3km。项目所在海域及周边海域的规划分区分布见图 2.2-2。

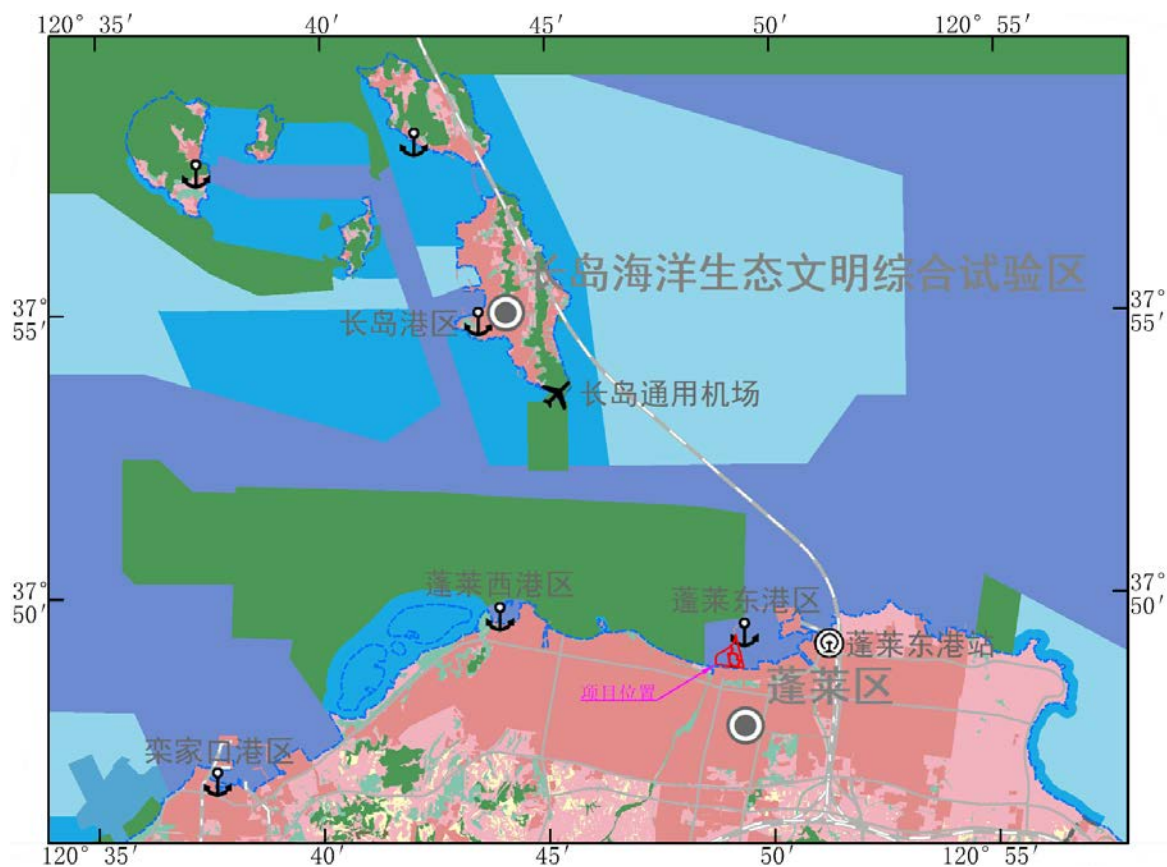


图 2.2-3 项目与《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》叠置图

2.3 环境影响识别和评价因子筛选

2.3.1 环境影响因素识别

2.3.1.1 环境污染要素识别

（1）施工期的主要污染源和污染物分析

1）水污染源及污染物

块石抛填、陆域回填等施工环节产生的悬浮泥沙；机修油污水、车辆机械冲洗水；海上、陆上施工作业人员产生的生活污水。

2）大气污染源及污染物

土石方运输、装卸、堆存、使用产生的粉尘，道路二次扬尘，主要污染物为 TSP；施工机械及车辆产生的废气，主要污染物为 CO、NO_x 等。

3）噪声污染源

施工车辆、机械作业过程中产生的噪声对声环境的影响。

4）固体废弃物

施工期间产生的生活垃圾对环境的影响。

（2）营运期的主要污染源和污染物分析

1) 水污染源及污染物

游客、训练人员、工作人员产生的生活污水，食堂废水等。

2) 固体废弃物

游客、训练人员、工作人员产生的生活垃圾、餐饮垃圾、废油脂、污泥。

3) 大气污染源及污染物

运输车辆、船舶排放的废气；食堂产生的油烟废气。

4) 噪声污染源

车辆、设备产生噪声及进出车辆交通噪声。

2.3.1.2 生态影响要素识别

工程对环境的生态影响因素，主要是工程建设造成水动力环境变化、冲淤环境变化、生态环境变化等。

工程各阶段环境影响因素识别见表 2.3-1。

表 2.3-1 项目环境影响因素识别一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	影响产生环节	影响程度与分析评价深度
施工期	生态环境	底栖生物	块石抛填、陆域回填等	++
		鱼卵、仔鱼	施工过程产生的悬浮泥沙扩散	++
		浮游生物	施工过程产生的悬浮泥沙扩散	++
		游泳动物	施工过程产生的悬浮泥沙扩散	+
	海水水质	SS	施工产生的悬浮泥沙扩散、车辆冲洗产生的悬沙	++
		石油类	船舶作业产生的含油污水、机修油污水、车辆冲洗水	++
		COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	施工人员产生的生活污水	++
	海洋水文动力	潮流	填海造地建设	++
	海洋沉积物	底质	填海造地建设	++
	海洋地形地貌	海洋地形地貌	填海造地建设	++
	声环境	噪声	船舶、车辆和机械作业	+
	大气环境	TSP	沙石料堆放、车辆运输等	+
		SO ₂ 、CO、NO _x 、THC	船舶作业、车辆运输	+
	固体废物	生活垃圾	船舶作业人员、施工人员产生	+
运营期	水环境	石油类	舱底油污水	++
		COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	生活污水、食堂废水	+
	声环境	噪声	车辆、机械噪声	+
	大气环境	SO ₂ 、CO、NO _x 、THC	车辆、船艇废气	+
		餐饮油烟	油烟废气	+
	固体废物	生活垃圾、餐饮垃圾、废油脂、污泥	工作人员、游客、训练人员	+

十 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，需要进行简要的分析与影响预测；

++ 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；

+++ 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，需要进行重点的影响分析与影响预测。

2.3.2 评价因子筛选

根据建设项目环境影响因素识别结果, 结合本区环境状况以及本项目实际情况, 筛选评价因子, 见表 2.3-2。

表 2.3-2 评价因子一览表

类别	环境要素	评价因子
环境质量现状评价因子	大气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、臭氧、CO、颗粒物
	海域	水质: 盐度、pH、DO、悬浮物、COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐、铅、镉、铜、锌、砷、铬、汞 沉积物: 石油类、硫化物、有机碳、铬、铅、铜、镉、砷、锌、汞等 生物体质量: 铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油烃
	海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物
	区域噪声	昼、夜等效 A 声级 Leq /L _n
环境影响评价因子	地表水污染源	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS
	海洋环境影响分析	流速、流向、水深地形、SS、沉积物、海洋生物
	大气环境	TSP、SO ₂ 、CO、NO _x 、THC、餐饮油烟
	海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物
	噪声污染源	等效连续 A 声级 L _{Aeq}
	固废污染源	生活垃圾、餐饮垃圾、废油脂、污泥等固体废物

2.3.3 环境质量标准

2.3.3.1 海洋环境质量标准

(1) 海水水质

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于蓬长客港交通运输用海区，本项目建设黄渤海新区海洋经济博览中心、海上运动项目训练基地、摆渡码头及相关配套设施，人体不直接接触海水，结合《海水水质标准》（GB3097-1997），项目所在海域属于交通运输用海区、游憩用海区（滨海风景旅游区），水质评价执行第三类水质标准；根据《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020 年)》，本项目位于蓬莱东海岸风景旅游娱乐区（SD098CIII），海水水质评价执行第三类标准，见表 2.3-3a。

表 2.3-3a 海水水质执行标准

单位: mg/L, pH 除外

序号	水质参数	第三类
1	悬浮物质	人为增加量≤100
2	pH	6.8~8.8
3	DO	>4
4	COD	≤4
5	无机氮(以 N 计)	≤0.40
6	活性磷酸盐(以 P 计)	≤0.030
7	石油类	≤0.30
8	镉	≤0.010
9	铜	≤0.050
10	锌	≤0.10
11	铅	≤0.010
12	总铬	≤0.20

序号	水质参数	第三类
13	汞	≤ 0.0002
14	砷	≤ 0.050

(2) 海洋沉积物质量

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于蓬长客港交通运输用海区，兼容游憩用海。本项目建设黄渤海新区海洋经济博览中心、海上运动项目训练基地、摆渡码头及相关配套设施，人体不直接接触海水，结合《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)，项目所在海域属于交通运输用海区、游憩用海区（滨海风景旅游区），海洋沉积物质量评价执行第二类沉积物质量标准，见表 2.3-3b。

表 2.3-3b 海洋沉积物执行标准

序号	项目	标准值		
		一类	二类	三类
1	汞 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300.0	500.0	600.0
10	石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
11	六六六 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.00	1.50
12	滴滴涕 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.02	0.05	0.10
13	多氯联苯 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.02	0.20	0.60

(3) 海洋生物质量

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于蓬长客港交通运输用海区，兼容游憩用海。本项目建设黄渤海新区海洋经济博览中心、海上运动项目训练基地、摆渡码头及相关配套设施，人体不直接接触海水，结合《海洋生物质量》(GB 18421-2001)，项目所在海域属于交通运输用海区、游憩用海区（滨海风景旅游区），海洋生物质量评价执行第二类生物质量标准，见表 2.3-3c。

表 2.3-3c 海洋生物体质量执行标准（鲜重）（单位：mg/kg）

项目	贝类** 二类标准	软体动物*	甲壳类*	鱼类*
铬 $\leq$	2.0	5.5	2.0	2.0
铜 $\leq$	25	100	100	200
锌 $\leq$	50	250	150	40
砷 $\leq$	5.0	10	8	5
镉 $\leq$	2.0	5.5	2.0	0.6
汞 $\leq$	0.10	0.3	0.2	0.3
铅 $\leq$	2.0	10	2.0	2.0

项目	贝类** 二类标准	软体动物*	甲壳类*	鱼类*
石油烃	50	20***	20***	20***

*引用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准；

**引用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中的标准；

***引用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的标准值。

2.3.3.2 大气环境质量标准

环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中的二级标准。具体标准值见表 2.3-4。

表 2.3-4 环境空气质量评价标准

污染物名称	标准限值（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）				标准来源
	1 小时平均	8 小时平均	日平均	年平均	
SO ₂	500	/	150	60	《环境空气质量标准》 GB3095-2012 二级标准
NO ₂	240	/	120	80	
PM ₁₀	/	/	150	70	
PM _{2.5}	/	/	75	35	
CO	10mg/m ³	/	4mg/m ³	/	
O ₃	200	160	/	/	
TSP	/	/	300	200	

2.2.3.3 声环境质量标准

《烟台市区声环境功能区划分方案（2023 年）》未对项目区域声环境功能进行划分。本项目东侧紧邻烟台港蓬莱东港区防波堤工程，西侧、北侧为海域，南侧为城市主干路。项目南侧为 4a 类声环境功能区，东侧、西侧、北侧未划分声环境功能区。项目东侧紧邻烟台港蓬莱东港区，项目区以旅游娱乐为主要功能，因此，参照《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）、《声环境质量标准》（GB3096-2008），项目所在区域从严执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类环境噪声限值，标准值见表 2.3-5。

表 2.3-5 声环境质量标准值（等效声级 L_{Aeq} : dB）

标准名称	类别	昼间	夜间
《声环境质量标准》	2	60	50

2.3.4 污染物排放标准

2.3.4.1 大气污染物排放标准

工程施工期由于砂石料装卸、运输等过程会产生扬尘，因此，大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中的无组织排放监控浓度限值，见表 2.3-6。施工扬尘控制同时执行《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T393-2007）及《山东省扬尘污染防治管理办法》（山东省人民政府令第 248 号）等规定。

表 2.3-6 大气污染物排放标准 (单位: mg/L)

污染物	无组织排放监控浓度限值标准	备注
颗粒物	1.0	监控点为周界外浓度最高点
SO ₂	0.4	
NO _x	0.12	

运营期, 食堂油烟排放执行《饮食业油烟排放标准》(DB37/597-2006) 中的大型规模要求(油烟最高允许排放浓度 1.0mg/m³、油烟净化设施的最低去除效率 90%)。

2.3.4.2 废水排放标准

施工期施工人员生活污水统一收集, 由槽车送至碧海污水处理厂。

运营期游客、训练人员、工作人员产生的生活污水经沉淀池沉淀、食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。项目废水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 第二类污染物最高允许排放浓度三级排放标准。

表 2.3-7 总排放口废水污染物排放标准限值 单位: mg/L, pH 除外

污水	控制项目	浓度限值	标准来源
生活污水	pH	6~9	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 三级标准
	COD	500mg/L	
	氨氮	-	
	悬浮物	400mg/L	
	BOD ₅	300mg/L	
	动植物油	100mg/L	

2.3.4.3 船舶污染物排放标准

施工期船舶施工人员产生的生活污水统一收集, 由槽车送至碧海污水处理厂处理。本项目施工船舶油污水主要为舱底油污水, 统一收集由密封式自动污水收集车收集后送至有资质的单位统一处理。

施工期船舶施工人员及运营期摩托艇、快艇等摆渡船舶工作人员、游客产生的生活垃圾统一收集, 由环卫部门统一清运。

2.3.4.4 噪声排放标准

工程施工场界噪声限值执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011) 的噪声排放限值, 见表 2.2-8; 南边界外侧为 4a 声环境功能区, 运营期项目南边界噪声限值执行《社会生活环境噪声排放标准》(GB22337-2008) 中的 4 类标准; 东边界、西边界、北边界为海域, 未划定声环境功能区, 其中东侧紧邻烟台港蓬莱东港区, 执行《社会生活环境噪声排放标准》(GB22337-2008) 中的 3 类标准; 鉴于本项目的旅游娱乐等商业性质的功能, 西边界、北边界噪声执行《社会生活环境噪声排放标准》(GB22337-2008) 中的 2 类标准, 见表 2.3-9。

表 2.3-8 建筑施工现场界环境噪声排放标准 单位：dB（A）

噪声限值 dB(A)		标准来源
昼间	夜间	
70	55	《建筑施工现场界环境噪声排放标准》 (GB12523—2011)

表 2.3-9 社会生活环境噪声排放标准 单位：dB（A）

适用范围	本项目功能	《社会生活环境噪声排放标准》 (GB12348—2008)		备注
		昼间	夜间	
南边界外 声环境功能 区类别 4 类	旅游娱乐等商业性 质的功能	70	55	
东边界声环 境功能区类 别 3 类		65	55	东边界紧邻烟 台港蓬莱东港 区，未划定声环 境功能区
北、西边界外 声环境功能 区类别 2 类		60	50	西边界、北边界 为海域，未划定 声环境功能区

2.3.4.5 固体废物

按照《中华人民共和国固体废物防治法》的要求，妥善处理，不得形成二次污染。一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

厨余垃圾、废油脂根据《山东省餐厨废弃物管理办法》，交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置。

2.3.5 填充物质成分限值

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于蓬长客港交通运输用海区，该区基本功能为交通运输用海，兼容游憩用海；生态保护目标为重点保护港口水深地形条件。

结合《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)，项目所在海域属于交通运输用海区、游憩用海区（滨海风景旅游区），海洋沉积物质量评价执行第二类标准。因此，本工程填充物质均应满足《围填海工程填充物质成分限制》（GB 30736- 2014）中第二类围填海工程填充物质成分限值，详见表 2.3-10。

表 2.3-10 围填海工程填充物质成分限值（摘录）

序号	指标	第一类	第二类	第三类
1	材质	不应含有冶金废料、采矿废料、燃料废料、化工废料、城市生活垃圾（惰性拆建物料除外）、危险废物、农业垃圾、		

序号	指标	第一类	第二类	第三类
		木质废料、明显的大型植物碎屑和动物尸体等损害海洋环境质量的物质		
2	气味	无异味、异臭		
3	块体大小	单块体重量符合围海工程中堤坝或围堰的设计要求		
4	相对密度	大于施工海域的海水相对密度		
5	ω_d (Hg) ($\times 10^{-6}$)	0.20	0.50	1.20
6	ω_d (Cd) ($\times 10^{-6}$)	0.50	1.50	6.00
7	ω_d (Pb) ($\times 10^{-6}$)	60.0	130.0	300.0
8	ω_d (Zn) ($\times 10^{-6}$)	150.0	350.0	720.0
9	ω_d (Cu) ($\times 10^{-6}$)	35.0	100.0	240.0
10	ω_d (Cr) ($\times 10^{-6}$)	80.0	150.0	324.0
11	ω_d (As) ($\times 10^{-6}$)	20.0	65.0	112.0
12	ω_d (OC) ($\times 10^{-6}$)	2.0	3.0	5.0
13	ω_d (S ²⁻) ($\times 10^{-6}$)	300.0	500.0	720.0
14	ω_d (oil) ($\times 10^{-6}$)	500.0	1000.0	1800.0
15	ω_d (666) ($\times 10^{-6}$)	0.50	1.00	1.80
16	ω_d (DDT) ($\times 10^{-6}$)	0.02	0.05	0.12
17	ω_d (PCBs) ($\times 10^{-6}$)	0.02	0.20	0.72
18	大肠菌群湿重比个数/(个/g)	200		
19	γ 辐射剂量率/(nGy/h)	不大于围填海工程实施前一定区域范围 γ 辐射剂量率的环境背景值		

2.4 评价等级和评价时段

2.4.1 评价等级

2.4.1.1 海洋环境评价等级

项目位于蓬莱市东海岸，项目依托东侧紧邻的烟台港蓬莱东港区防波堤工程建设海洋旅游项目。项目填海总面积为 44.9739 hm²，用海类型为旅游基础设施用海，用海方式为建设填海造地；水系面积为 3.6927hm²，用海方式为游乐场，用海类型为游乐场用海。

由于项目位于蓬莱国家级海洋公园内，西侧为平山河河口，因此界定项目区位于生态环境敏感区。

项目不位于生态保护红线区，项目建设黄渤海新区海洋经济博览中心、海上运动项目训练基地和摆渡码头，符合《国家级自然公园管理办法（试行）》第十九条（“符合自然公园保护管理要求的文化、体育活动和必要的配套设施建设”，“符合生态保护红线管控要求的其他活动和设施建设”）、第二十条关于在国家级自然公园内开展人为活动的有关规定；且本项目用海批复时间（2012 年 12 月）早于蓬莱国家级海洋公园批复时间（2014 年 3 月）。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），本工程海洋环境

影响评价等级判定结果见下表。

表 2.4-1 项目单项海洋环境影响评价等级判定结果

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
围海、填海、海上堤坝类工程	城镇建设填海，工业与基础设施建设填海，区域（规划）开发填海，填海造地，填海围垦，海湾改造填海，滩涂改造填海，人工岛填海等填海工程	$50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	1	2	2	1
		$50 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 30 \times 10^4 \text{m}^2$	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	2	2
		$30 \times 10^4 \text{m}^2$ 及其以下	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	3	3	2
海上娱乐及运动、景观开发类工程	滨海浴场、滑泥(泥浴)场、海洋地质景观、海洋动植物景观、游艇基地、水上运动基地海洋（水下）世界、海洋主题公园、航母世界、红树林公园、珊瑚礁公园等工程	污水每天排放 5000m^3 以上	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	2	2
		污水每天排放 $5000 \text{m}^3 \sim 1000 \text{m}^3$	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其他海域	3	3	3	2
		污水每天排放 $1000 \text{m}^3 \sim 200 \text{m}^3$	生态环境敏感区	3	2	2	2
			其他海域	3	3	3	3

项目填海总面积为 44.9739hm^2 ，属于“面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 30 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤(长度 $2 \text{km} \sim 1 \text{km}$)等工程；其他类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目”。因此，地形地貌与冲淤环境影响评价等级为 2 级。

因此，本项目环境影响评价中的水文动力评价等级定为 1 级，水质评价等级定为 1 级，沉积物环境评价等级定为 2 级，生态和生物资源环境评价等级定为 1 级，海洋地形地貌与冲淤环境评价等级定为 2 级，工程评价等级结果见表 2.4-2。

表 2.4-2 本项目评价等级

环境要素	评价等级	依据
水文动力环境评价	1 级	GB/T19485-2014
水质环境评价	1 级	GB/T19485-2014
沉积物环境评价	2 级	GB/T19485-2014
生态和生物资源环境评价	1 级	GB/T19485-2014
地形地貌与冲淤环境	2 级	GB/T19485-2014

2.4.1.2 环境空气评价等级

本项目紧邻烟台港蓬莱东港区防波堤工程，距离北侧最近的确权开放式养殖区最近距离 0.39km，南侧为废弃养殖池，距离最近的居民区约 0.66km，距离较远，周边无环境空气敏感目标。工程施工和运行期间废气主要为扬尘、油烟和机械、船舶、车辆产生的废气，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中评价等级判定标准，对周边大气环境影响较小，大气环境评价等级为三级。

2.4.1.3 声环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中评价等级判定标准，本项目工程位于海上，项目以旅游娱乐功能为主，属于《声环境质量标准（GB 3096-2008）》的 2 类地区，项目距离最近的居民区约 0.66km，距离较远，无声环境敏感目标，工程建设前后，不会导致周边受影响人口数增加，确定声环境影响评价等级为二级。

2.4.1.4 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3—2018）判定，按照水污染影响型建设项目判定，本工程不设置排污口，无直接排放污水量，本工程地表水评价等级为三级 B；水文要素影响型（近岸海域）根据受影响地表水域划分，见表 2.4-3。

表 2.4-3 水文要素影响型评价等级判定表

评价等级	受影响地表水域（近岸海域）
	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1 (km ²)/工程扰动水底面积 A_2 (km ²)
一级	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$
二级	$0.5 > A_1 > 0.15$ ；或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$A_1 \leq 0.15$ ；或 $A_2 \leq 0.5$

工程垂直投影面积 48.6666hm²，因此 $0.5 > A_1 > 0.15$ ；工程扰动水底面积为填海成陆区面积 44.9739hm²，因此水底扰动面积 $A_2 \leq 0.5$ ；综上，根据表 2.4-3，确定运营阶段水文要素影响型评价等级为二级。

综合考虑《海洋工程环境影响评价技术导则》判定结果，水环境评价等级确定为一级。根据 HJ2.2-2018“受纳或受影响水体为入海河口及近岸海域时，调查范围依据 GB/T19485—2014（海洋工程环境影响评价技术导则）要求执行”，本工程水质调查资料满足《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）要求。

2.4.1.5 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，本项目属于“18、围填海工程及海上堤坝工程”、“170、旅游开发”，

项目编制报告书，地下水环境影响评价项目类别属于IV类。根据（HJ610-2016）中 4.1 节，“IV类建设项目不开展地下水环境影响评价”，故本项目不开展地下水环境影响评价。

2.4.1.6 土壤环境

项目建设海洋王国欢乐海项目，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）的附录 A 表 A.1，项目属于“社会事业与服务业”的“其他”，属IV类项目，不开展土壤环境影响评价。

2.4.1.7 生态环境

本次生态环境评价等级的确定依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022) 进行。本项目位于海上，因此本次评价主要针对水生生态。根据 HJ19-2022 中，涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），本项目海洋生态和生物资源环境评价等级为 1 级，综上本项目水生生态评价等级为一级。

2.4.1.8 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）有关要求，判定环境风险评价等级前首先进行风险潜势判断。

根据导则要求分析建设项目生产、使用、储存过程中涉及的有毒有害、易燃易爆物质，确定危险物质的临界量。定量分析危险物质数量与临界星的比值(Q)和所属行业及生产工艺特点(M)，然后对危险物质及工艺系统危险性（P）等级进行判断。

根据导则，定量确定危险物质数量与临界量的比值公式为：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots \frac{q_n}{Q_n}$$

其中：q1、q2…qn——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q1、Q2…Qn——每种危险物质的临界量，t。

施工船舶可能会与周边过往船舶发生碰撞，项目运营后摩托艇、快艇等位于项目水系内航行，水系内泊稳条件良好，发生碰撞可能性极小。结合导则附录 B，确定本项目涉及的危险物质为燃料油，其临界量为 2500t；施工采用目前国内常用施工船舶，其燃油舱最大载量约为 306t，因此计算可得比值 $Q=306/2500<1$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C 中 C.1.1，当 $Q<1$ 时，该项目环境风险潜势为I，根据下表确定本项目的环境风险评价等级为简单分析。

表 2.4-4 环境风险评价等级结果表

环境风险潜势	VI、VI+	III	II	I
--------	--------	-----	----	---

评价工作等级	一级	二级	三级	简单分析
--------	----	----	----	------

2.4.1.9 评价工作等级小结

综合以上分析，本工程最终确定的评价等级见表 2.4-5。

表 2.4-5 工程评价等级界定表

序号	环境要素		评价等级	依据
1	大气环境		三级	《环境影响评价技术导则 大气环境》
2	地表水环境		二级	《环境影响评价技术导则 地表水环境》
3	地下水环境		/	《环境影响评价技术导则 地下水环境》
4	声环境		二级	《环境影响评价技术导则 声环境》
5	土壤环境		/	《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》
6	海洋环境	水动力环境	1 级	《海洋工程环境影响评价技术导则》
		水质环境	1 级	
		沉积物环境	2 级	
		生态和生物资源环境	1 级	
		地形地貌与冲淤环境	2 级	
7	环境风险		简单分析	《建设项目环境风险评价技术导则》

2.4.2 评价时段

根据本工程污染特征，其评价时段分为项目施工期和运营期两个时段。

2.5 评价范围和评价重点

2.5.1 评价范围

2.5.1.1 海洋评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），确定水动力环境、水质环境、沉积物环境、海洋生态环境和地形地貌冲淤环境的调查和评价范围。

（1）水动力环境评价的范围

水动力环境的 1 级评价范围，垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离不小于 5km，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的两倍。

（2）水质环境评价范围

水质环境评价等级为 1 级评价，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，并能充分满足环境影响评价与预测的要求。

（3）海洋沉积物环境评价范围

沉积物环境评价等级为 2 级评价，评价范围应能覆盖受影响区域，并能充分满足环境影响评价和预测的需求。

（4）海洋生态环境评价范围

海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。1 级生态环境评价，以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定，扩展距离一般不能小于 8~30km。

（5）地形地貌与冲淤环境评价范围

地形地貌与冲淤环境评价等级为 2 级评价，评价范围应包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，同时应满足建设项目地貌与冲淤环境特征的要求。根据上述原则，确定地形地貌与冲淤环境评价范围与水文动力环境影响评价范围保持一致。

综合以上分析，确定工程海洋环境评价范围为以工程为中心，向北、西、东延伸 15km，即 A、B、C、D 四点与岸线围起的海域作为评价范围，评价面积约 514.4km²，评价范围见图 2.5-1，控制点见表 2.5-1。

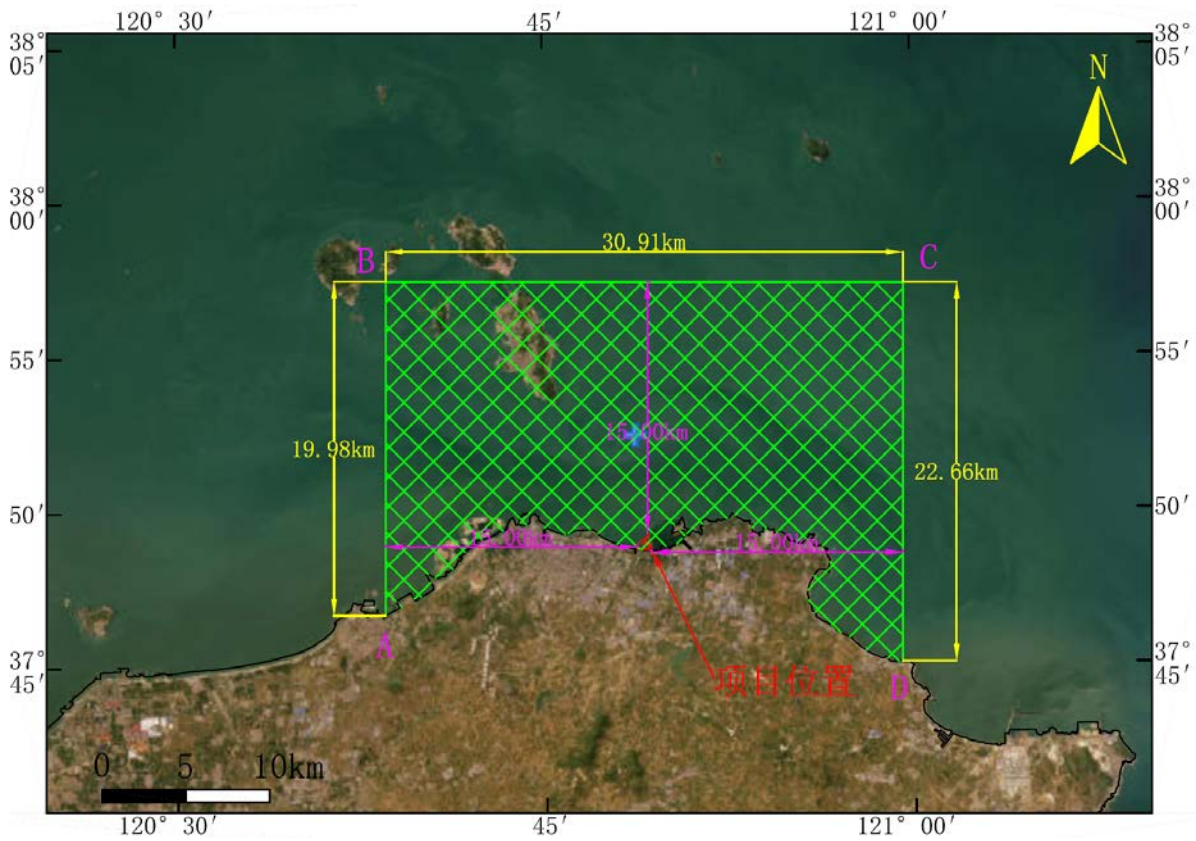


图 2.5-1 海洋环境评价范围

表 2.5-1 海洋环境评价范围控制点（坐标系为 CGCS2000）

评价范围控制点	北纬	东经
A	37° 46′ 40.323″	120° 38′ 28.469″
B	37° 57′ 28.263″	120° 38′ 34.091″
C	37° 57′ 19.454″	120° 59′ 40.068″
D	37° 45′ 04.720″	120° 59′ 30.211″

2.5.1.2 其他因子评价范围

(1) 大气环境：本工程大气环境影响评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），工程无需设置大气环境影响评价范围。

(2) 地表水环境评价范围

地表水环境评价范围采用海洋水质评价范围。

(3) 声环境：本工程声环境影响评价等级为二级，参照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）要求，确定声环境影响评价范围为项目边界向外 200m。

(4) 环境风险：环境风险评价范围应根据环境敏感目标分布情况、事故后果预测可能对环境产生危害的范围等综合确定。项目环境风险评价等级为简单分析，根据 HJ169-2018，根据项目的风险物质和影响途径，确定本项目风险类型为地表水环境风险，地表水环境风险评价范围参照《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）执行：“受纳水体为入海河口和近岸海域时，评价范围按照 GB/T19485 执行”。因此项目地表水环境风险评价范围与海洋水质环境影响评价范围保持一致。由于工程不开展地下水环境评价，工程大气环境评价等级为 3 级不设大气环境评价范围，因此本工程地下水环境风险评价范围和大气环境风险评价范围可参照地表水环境风险评价范围执行。

表 2.5-2 其他因子评价范围表

评价内容	评价范围
大气环境	三级评价不需设置大气环境影响评价范围
声环境	项目所在厂界外 200m 范围
地表水/海洋环境	项目周边 15km
环境风险	根据海水水质和大气环评评价范围确定



图 2.5-2 声环境评价范围

2.5.2 评价重点

根据本工程特点，根据项目特点，确定项目评价重点为：

- (1) 填海等施工产生的悬浮泥沙对工程海域水质、生态环境的影响；
- (2) 项目建设对水动力及冲淤环境的影响；
- (3) 项目建设对环境敏感目标的影响；
- (4) 环境保护对策措施可行性分析；
- (5) 项目建设与国土空间规划等相关规划的符合性分析。

2.6 环境敏感区及环境保护目标

(1) 海域环境敏感区及环境保护目标

项目位于蓬莱市东海岸，依托东侧紧邻的烟台港蓬莱东港区防波堤工程建设海洋旅游项目，工程周边的海洋环境敏感区主要有养殖区、保护区、国家海洋公园、国家地质公园、河口等。项目周边环境敏感区分布见图 2.6-1，各环境敏感区各要素的环境保护目标见表 2.6-1。

1) 养殖区

项目周边的养殖区主要为项目东侧最近 2.8km 的围海养殖区、东侧最近 8.2km 的底

播养殖区、东南侧最近 10.5km 的筏式养殖区、东南侧最近 11.7km 的宗哲养殖公司海洋牧场项目和北侧最近 6.6km 的长岛附近海域人工鱼礁、开放式养殖区。

2) 保护区

项目位于蓬莱国家级海洋公园，蓬莱国家级海洋公园优化整合为胶东半岛海滨风景名胜區（蓬莱阁景区），目前蓬莱国家级海洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复，国家林业和草原局 自然资源部《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》见附件 19，项目距离胶东半岛海滨风景名胜區最近距离约 0.3km。

项目周边的保护区主要为西北侧 7.8km 的长岛县长山尾海洋地质遗迹保护区、西北侧 9.9km 的山东长岛国家级自然保护区、西北侧 9.3km 的蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、西北侧 13.3km 的登州浅滩海洋生态特别保护区、西北侧 7.9km 的山东长山列岛国家地质公园。

①登州浅滩海洋生态特别保护区

随着人类活动的发展，登州浅滩潜在的价值逐渐被认识，但在开发利用过程中，也不免会对其自然资源和自然生态环境造成破坏。1985 年以前登州浅滩 5m 等深线范围内最小水深 1.1m，平均水深 3.2m，面积 3.96km²；1985 年，长岛海运公司开始水下挖沙，浅滩水深逐渐加大，水深小于 5m 的浅滩面积逐渐变小；至 1990 年登州浅滩水深小于 5m 的浅滩面积已缩小为 0.5km²，其平均水深增至 4.3m，最浅水深 3.9m。据估算，1986~1991 年登州浅滩采砂约 97×10⁴t。浅滩水深增大后波浪水动力增强，引起了剧烈的海岸蚀退，1985~1990 年海岸后退 30m，平均蚀退速率 5.0m/a。1990~1993 年国家海洋局第一研究所对登州浅滩侵蚀情况进行了全面调查，研究结果表明，挖沙前登州浅滩水深较浅，能够使一部分波浪在滩前破碎，消耗能量，减少了到达海岸的波能，对附近的西庄-栾家口海岸有天然防护作用，而登州浅滩的采砂活动减弱了它的防浪效能作用，使之基本上失去了对海岸的保护能力。

登州浅滩的形态和体积在 1974~1990 年急剧减小，共损失泥沙 5.72×10⁶m³，1990~2003 年，根据海图对比结果，增加的体积总量约为 0.53×10⁶m³，说明同样是在自然状态下，浅滩有所恢复，尤其是 5m 等深线以浅恢复较为明显，但同 1959 年相比，恢复速度缓慢，不足挖砂所损失体积的 1/12，自然过程同人为作用相比，进展缓慢。目前，蓬莱市海洋与渔业局在登州浅滩及其附近海域拟建海洋生态特别保护区，旨在保护登州浅滩重要海洋经济生物栖息、繁衍地及砂矿资源。登州浅滩海洋生态特别保护区位

于浅滩水深在 3m~10m 之间的海域，总面积 1636.94hm²。保护区坐标范围 120°35' 27.9706" ~120°40' 03.0279" E, 37°50' 14.8136" ~37°52' 36.1285" N。特别保护区区划为重点保护区、生态与资源恢复区以及适度利用区三个功能区。登州浅滩海洋生态特别保护区核心区为登州浅滩新井洲和潮待洲附近 3m~6m 等深线以内的主体水域，该区是多种海洋性经济生物资源包括鱼类、底栖生物（菲律宾蛤仔、褶牡蛎、黄盖鲷、刺参、贻贝等）生存与繁殖区，也是洄游性经济生物主要集结场所；水深 6m~8m 等深线之间水域划定为生态与资源恢复区；适度利用区位于保护区最外侧，其功能是有计划开展科研、渔业捕捞、海珍品增殖等。

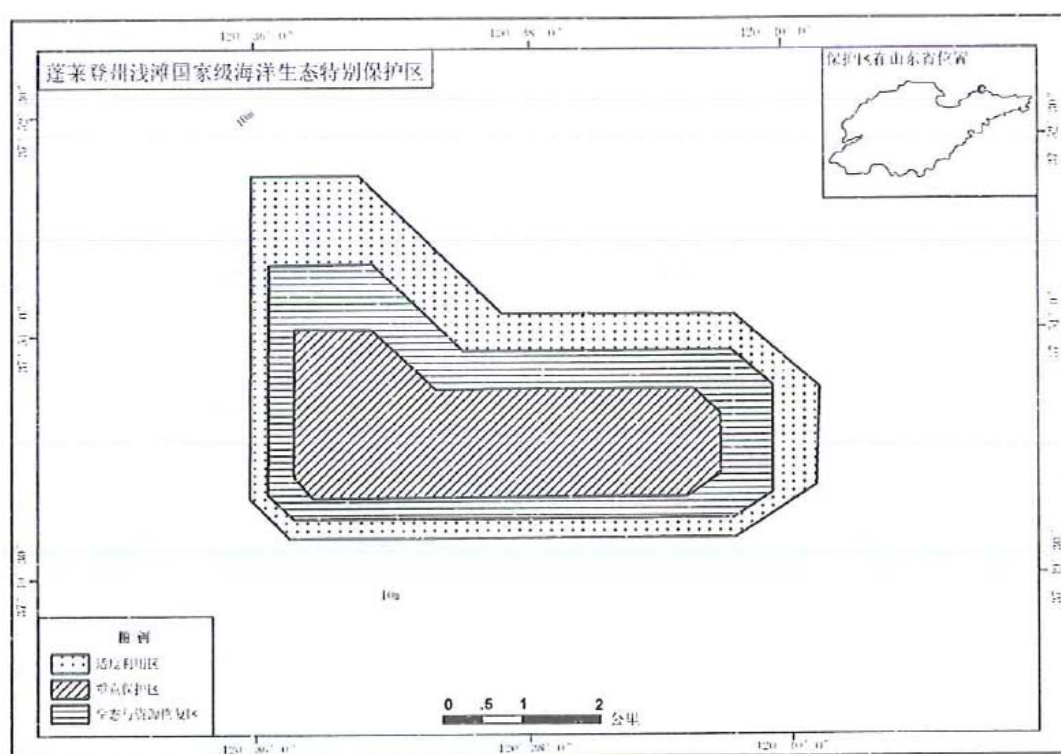


图 2.6-2 蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区

表 2.6-2 登州浅滩海洋生态特别保护区功能区面积表

功能分区	面积 (hm ²)	占保护区面积的比例
核心区	619.41	37.84%
生态与资源恢复区	556.04	33.97%
适度利用区	461.49	28.19%
总 计	1636.94	100.00%

②蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区

蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区总面积 1984hm²，其中核心区面积 1609hm²，实验区面积 375hm²。核心区特别保护期为褐牙鲆保护期 4-6 月，钝吻黄盖鲽保护期 3-5 月。保护区范围在东经 120° 38′ 45.72″ -120° 42′ 47.40″，北纬 37° 48′ 32.76″ -37° 51′ 30.42″ 之间。核心区是由 5 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为 (120° 40′ 34.86″ E, 37° 48′ 56.82″ N; 120° 38′ 51.72″ E, 37° 50′ 30.30″ N; 120° 38′ 45.72″ E, 37° 51′ 30.42″ N; 120° 41′ 57.90″ E, 37° 51′ 16.20″ N; 120° 42′ 28.68″ E, 37° 50′ 18.72″ N)。主要保护对象为褐牙鲆、钝吻黄盖鲽等主要经济鱼类，其他保护物种包括中国对虾、皇姑鱼、花鲈、鮫鰵、虎鲸、小江豚、太平洋丽龟、文蛤等。该保护区 2008 年 12 月公布于中华人民共和国农业部公告中的国家级水产种质资源保护区（第二）名单中，是蓬莱市获批的首个国家级水产种质资源保护区。

牙鲆为冷温性底栖鱼类，幼鱼和成鱼具潜砂习性。春季洄游至近岸浅海及河口内湾，秋季水温下降进入深海处，成鱼繁殖期发生在岩礁水域的下层大约水深 30~200m 范围，卵和仔鱼浮游在水深 3~33m 范围内，自然界成熟的个体通常喜欢潜伏在硬砂质底层，其栖息地十分广阔，港湾的中部及浅水处，包括盐碱地内湾，海藻床，通常在多泥或淤泥沉积底层特别是平坦的砂质地栖息。

钝吻黄盖鲽属于暖温性底层深水洄游性鱼类，随季节变化在近岸浅水或离岸深水之间移动。通常多栖息于水深 30 米以上的海域，每年的早春（3 月-4 月）季节开始，洄游至沿海的浅水区域产卵，冬季游回深水区越冬，主食甲壳类，贝类及多毛类底栖动物。2 龄性成熟，雌性个体多大于雄性。大连沿海钓获最大个体长度可达 40 厘米，正常情况下钓获个体长度多在 25-30 厘米之间。



图 2.6-3 蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区

③山东长岛国家级自然保护区

保护区位于山东半岛、辽东半岛之间的渤海海峡、山东省长岛县境内，地理坐标为东经 $120^{\circ}35'28'' \sim 120^{\circ}56'36''$ ，北纬 $37^{\circ}53'30'' \sim 38^{\circ}23'58''$ 。主要由南北长山岛、南北隍城岛、大小黑山岛、大小钦岛和庙岛、高山岛、猴矶岛、轴岛等 32 个岛屿组成。保护区总面积 5015.2 km^2 ，其中陆地面积 3910.0 km^2 ，湿地海域 1105.2 km^2 。保护区分为核心区和实验区，核心区主要包括北隍城岛、大钦岛、砣矶岛、大竹岛、车由岛和大黑山岛的部分岛屿面积。属野生动物自然保护区类型，1982 年经山东省人民政府批准建立，1988 年晋升为国家级，主要保护对象为鹰、隼等猛禽及候鸟栖息地。保护区管理要求为：保护鸟类栖息和繁衍的自然环境，切实落实治理和保护海域环境的措施；严格控制人类活动影响，尽量较少对自然资源的人为破坏；海水水质达到一类标准。

长岛自然保护区是我国鸟类迁徙三大通道之一的东部鸟类迁徙通道的必经之地，是东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙的重要中转站，素以“候鸟旅站”著称，具有极为重要的保护价值和科学研究价值。

④长岛长山尾地质遗迹海洋特别保护区

长岛长山尾地质遗迹海洋特别保护区位于长岛县长山尾附近海域，为省级海洋特别保护区，成立于 2010 年，总面积 297 公顷，保护对象为长山尾海洋地质遗迹和自然资源，包括 3 个功能区，即重点保护区、生态与资源恢复区、适度利用区。主要保护长山

尾及周边海域所形成的的海岸带和浅海生态系统（岩岸、沙滩、砾石滩生态系统）、渔业资源和珍贵地质地貌自然景观。

⑤蓬莱国家级海洋公园

蓬莱国家级海洋公园,园区内有登州浅滩与登州水道等,是海洋生态系统敏感脆弱、具有重要生态服务功能的区域;由于蓬莱水城及蓬莱阁突出的文物价值,以及文物古迹的不可再生性,是具有特定历史、文化保护价值、艺术和科学价值的国家遗迹分布区域;西部的西海岸海洋文化旅游产业聚集区是海洋资源和生态环境亟待恢复,修复和整治后仍可发挥服务功能的区域;另外园区内有河口湿地、沙滩、岩礁等重要资源,是具有潜在开发价值、可持续开发利用重要意义的区域。

蓬莱国家海洋公园东西海岸线长 17.9km,总面积 6829.9 公顷。其中,重点保护区 2130.5 公顷,生态与资源恢复区 1389.9 公顷,适度利用区 3309.5 公顷。陆地面积 467.4 公顷(不包括西海岸修复、人工岛等建成面积),占海洋公园总面积的 6.8%;海域面积 6362.4 公顷,占海洋公园总面积的 93.2%。

⑥山东长山列岛国家地质公园

2005 年 9 月,山东长山列岛地质公园被国土资源部批准列入第四批国家地质公园名单,并于 2008 年 5 月 2 日正式揭牌开。公园是以海蚀、海积地貌、岛屿黄土地貌、第四纪玄武岩地貌景观为主,以山、海、崖、洞、柱、滩奇观为主要观赏内容,融自然、人文景观于一体,集科学研究与地质考察、科普教育、旅游观光、休闲度假、文化娱乐于一体的海岛型地质公园。

根据景区景点分布状况,结合地形地貌、地域分布等综合规划了 12 个景区:南长山林海-烽山景区、南长山望福礁景区、南长山仙境源景区、北长山九丈崖-月牙湾景区、小黑山岛景区、大黑山岛景区、庙岛景区、砣矶岛景区、大钦岛景区、小钦岛景区、南隍城岛景区、北隍城岛景区。

3) 河口

项目周边的河口为工程西南侧 0.06km 的平山河河口、东侧 1.9km 的皂河河口。

(2) 陆域环境敏感区及环境保护目标

根据环境影响评价等级及评价范围,结合本工程的环境影响特点,本项目大气评价为三级,不设评价范围;声环境影响评价等级为三级,评价范围为项目边界向外扩展 200m,故陆域范围内环境敏感区应确定为 200m 范围之内各敏感点。经现场勘查,工程周边 200m 范围内均为烟台港蓬莱东港区防波堤工程和废弃养殖池等,项目距离最近的

居民区约 0.66km，距离较远，因此本项目声环境评价范围内无陆域环境敏感区。

表 2.6-1 项目附近环境敏感区及环境保护目标

序号		名称		方位	距离 (km)	环境保护目标	备注
1	1.1	养殖区	围海养殖区	E	2.8	水质达到《海水水质标准》GB 3097-1997 二类标准，沉积物达到 GB18668-2002 中的第一类标准	——
	1.2		底播养殖区	E	9.2		
	1.3		筏式养殖区	SE	10.5		
	1.4		长岛附近海域开放式养殖区	N	6.6		
	1.5		长岛附近海域人工鱼礁	N	6.9		
	1.6		宗哲养殖公司海洋牧场项目	SE	11.7		
2	2.1	保护区	蓬莱国家级海洋公园	-	位于	水质达到《海水水质标准》GB 3097-1997 一类标准，沉积物达到 GB18668-2002 中的第一类标准	园区内有登州浅滩与登州水道、蓬莱水城及蓬莱阁、河口湿地、沙滩、岩礁等
			胶东半岛海滨风景名胜（蓬莱阁景区） （蓬莱国家级海洋公园整合后）	N	0.3		以蓬莱阁古建筑群、蓬莱水城、滨海沙滩浴场、海市蜃楼奇观和神话传说为主要景观特色，以游赏、文化探源为主要活动内容
	2.2		长岛县长山尾海洋地质遗迹保护区	NW	7.8		保护对象为长山尾海洋地质遗迹和自然资源
	2.3		山东长岛国家级自然保护区	NW	9.9		主要保护对象为鹰、隼等猛禽
	2.4		蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区	NW	9.3		主要保护对象为褐牙鲆、钝吻黄盖鲽等主要经济鱼类
	2.5		登州浅滩海洋生态特别保护区	NW	13.3		主要保护对象为鱼类、菲律宾蛤仔、褶牡蛎、黄盖鲽、刺参、贻贝等
	2.6		山东长山列岛国家地质公园	NW	7.9		地质遗迹资源和自然景观
3	3.1	旅游区	八仙渡	NW	3.5	水质达到《海水水质标准》GB 3097-1997 三类标准，沉积物达到 GB18668-2002 中的第二类标准	-
	3.2		蓬莱西海岸振蓬文娱中心	W	9.2		
	3.3		蓬莱西海岸海洋文化旅游产业聚集区	NW	8.1		
4	4.1	河流	平山河	SW	0.06	-	满足《中华人民共和国河道管理条例》等相应要求
	4.2		皂河	E	1.9		

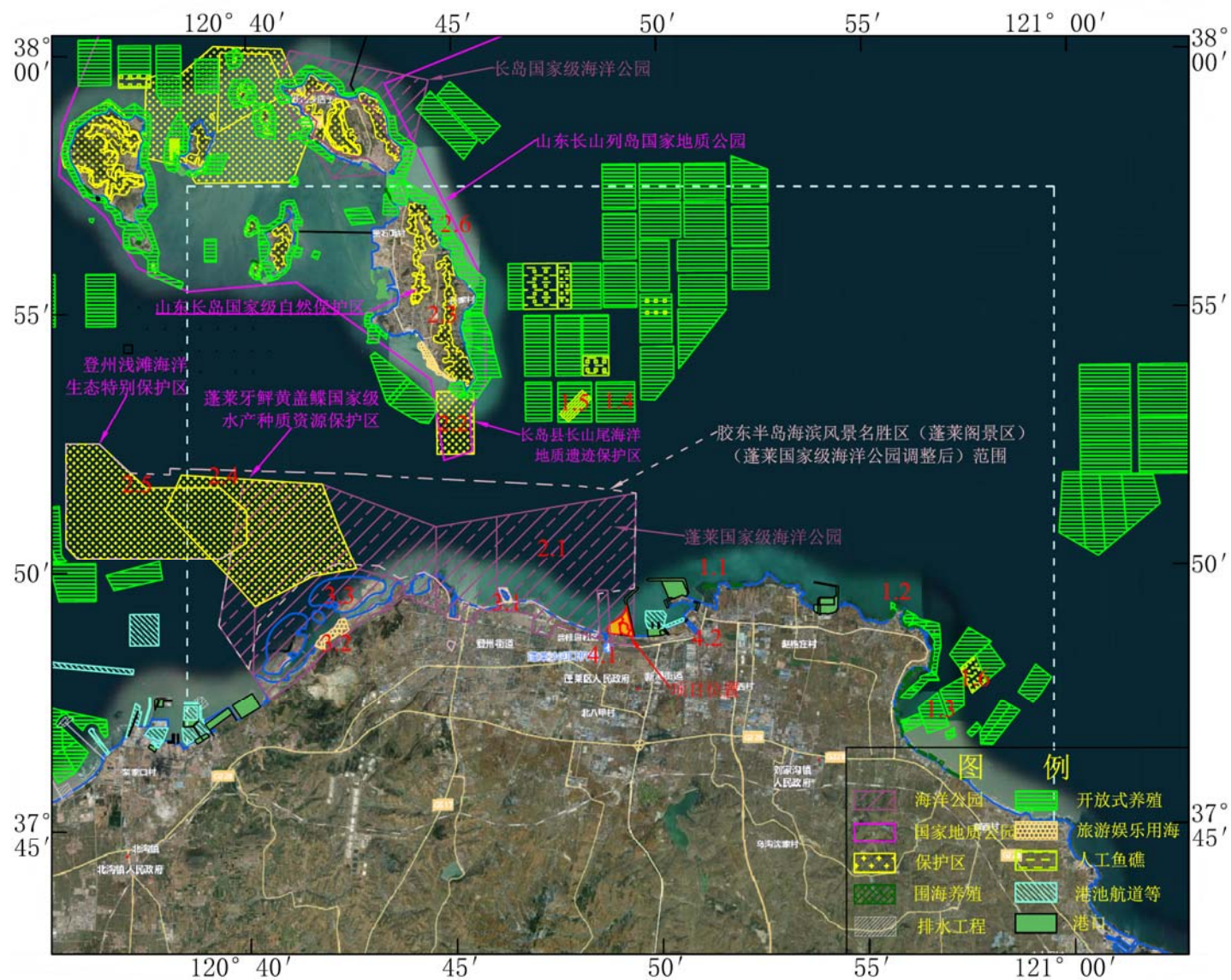


图 2.6-1 项目周边环境敏感区分布图

3 项目概况与工程分析

3.1 项目概况

(1) 项目名称

海洋王国欢乐海洋项目。

(2) 项目性质

新建项目。

(3) 项目建设与投资规模

本项目于 2021 年获得不动产权证书（详见 1.4 节），目前尚未进行填海建设。

项目依托东侧紧邻的烟台港蓬莱东港区防波堤工程填海建设海洋旅游项目，项目主要规划形成“一中心一基地一码头”的格局，“一中心”即“黄渤海新区海洋经济博览中心”，建筑主要包括海洋生态科技馆、城市会展馆和海洋科技创新成果孵化中心三大板块，主要进行海洋知识科普教育，承担大型会议、展览及活动需要，搭建海洋经济高科技成果转化、技术交易及其他科技成果对接平台；“一基地”即“海上运动项目训练基地”，主要建筑包括培训综合楼、技能培训中心和训练场馆，主要运营帆船帆板训练，常规开展专业性帆船帆板教学、训练、比赛活动；“一码头”即“摆渡码头”，项目内部建设一条水系，在水系岸边停靠摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶，建筑主要有游客中心、游艇展销大厅以及一些服务配套性建筑，打造海上旅游休闲度假空间。项目主要工程内容组成详见表 3.1-1。

项目填海总面积为 44.9739 hm²，用海类型为旅游基础设施用海，用海方式为建设填海造地；水系面积为 3.6927hm²，用海方式为游乐场，用海类型为游乐场用海，水系建设主要利用自然水深地形，不会涉及开挖、疏浚作业。项目外侧护岸采用斜坡式护岸结构，内护岸采用重力式方块结构。项目填海建设共需土石方 405.96×10⁴m³，其中 27.10×10⁴m³ 采用内护岸基槽开挖的粉砂回填，其余 378.86×10⁴m³ 全部外购。填海完成后再进行上方建筑、景观绿化等施工。

工程总投资 86087.09 万元人民币，其中环保投资 1173.5 万元，约占总投资的 1.4%；工期 12 个月。

表 3.1-1 项目组成一览表

序号	项目类型		建设内容
1	主体工程	填海、护岸建设	项目依托东侧蓬莱东港防波堤进行填海建设，填海总面积 44.9739hm ² 。外护岸总长约 1159.3m，采用斜坡式护岸结构；内护岸总长约 3199.1m，采用重

序号	项目类型		建设内容
	海上运动项目训练基地（海上运动训练区）		力式方块结构。项目共需土石方 $405.96\times 10^4\text{m}^3$ ，其中 $27.10\times 10^4\text{m}^3$ 采用内护岸基槽开挖的粉砂回填，其余 $378.86\times 10^4\text{m}^3$ 全部外购。
		培训综合楼	占地面积约 0.94hm^2 ，为二层建筑，设有厨房、餐厅、培训大厅和办公室，主要为办公场所，开展群众性运动培训等。
		技能培训楼 1	各占地 0.51hm^2 ，均为三层建筑，设有培训教室等，主要进行专业性帆船帆板等运动教学、培训。
		技能培训楼 2	
		室内训练场馆	占地 0.84hm^2 ，为四层建筑，设有培训教室、展厅、研学教室、多媒体展示中心、会议室、实操区和技能、体能、综合训练等训练馆等，主要进行社会性、专业性帆船帆板等培训、训练，海上运动宣传及相关会议，群众性业余比赛活动。
	黄渤海新区海洋经济博览中心（科普展览区）		布置有 2 层的海洋生态科技馆和主广场。海洋生态科技馆占地面积 2.40 公顷，一层设有海洋生态科技馆、城市会展馆、休息区、纪念商品部，主要进行海洋知识科普教育、举办大型会议、展览及活动等；二层设有办公室、会议厅、培训室、宣传厅等，为海洋科技创新成果孵化中心的办公场所。主广场占地面积约 1.75 公顷。
	摆渡码头（休闲旅游区）	房车营地	在项目东北侧，占地 2.79hm^2 ，为房车提供停靠场所，为市民游客提供露营场所，提升海洋公园的旅游体验。
		摆渡码头	依托项目水系，在岸边设置两处摆渡码头，停靠摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶。
		展销中心	占地 0.41hm^2 ，为两层建筑，设有办公室、财务室、贵宾室等，主要进行旅游产品等展销园区工作人员办公、业务洽谈等。
		游客中心及维保仓库	均为两层建筑，游客中心设有导游服务、接待室、售票厅、超市、影厅室、寄存点、办公室等，为游客提供服务；维保仓库主要堆存需要维修保养的仪器设备等。
	内部水系		内部水系依托内护岸直立式岸壁建设形成，水系总长度约 1567m ，宽度约在 $10\sim 70\text{m}$ 之间，用海总面积为 3.6927hm^2 。
2	辅助工程	停车场	项目入口设置停车场，布设 160 个停车位，满足游客停车和集散需求。
		道路	项目内道路宽 7m ，总面积约 11.1hm^2 。
		绿化	项目内绿化采用“大/中乔木（行道树）+小乔木/灌木/低矮灌木+地被/草坪”的植物群落结构，总面积约 18.8 公顷。
3	公用工程	供水	从仙境路市政给水管接出 1 根 $\text{DN}150$ 的给水管，入口处设总表计量，水源来自蓬莱区盛润供水有限公司。
		供电	项目内供电线路主要采用树干式布线方式，敷设方式主要以电缆穿管埋地敷设为主，局部为电缆沟敷设；项目电源接口城区供电网，电源供应有保证。
4	环保工程	废水治理	排水采用雨、污分流制。生活污水经沉淀池（4 座）沉淀、食堂废水经隔油沉淀池（1 座）分离油污后

序号	项目类型		建设内容
			排入项目内污水管网（建设单位建设），最终接入市政管网（市政建设）至碧海污水处理厂处理。 在培训综合楼、室内训练场、技能培训楼设置 4 座化粪池，每座化粪池容积为 100m ³ ； 在培训综合楼设置一座隔油沉淀池，容积为 80m ³ 。
		废气治理	食堂油烟废气经油烟净化器处理后，从专用烟道引至高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放。
		噪声治理	合理布局，选用低噪音设备，采取减振隔声措施，加强设备维护等措施。
		固废治理	污泥暂存于化粪池内，委托相关单位定期清掏外运处置；生活垃圾由市政环卫部门负责清运；餐厨垃圾和浮油脂、废油脂渣委托有特许经营权的单位收集处置
5	依托工程	烟台港蓬莱东港区防波堤工程	项目依托东侧紧邻防波堤进行填海建设。

表 3.1-2 本项目各区域具体面积一览表

序号	名称		单位	面积
1	项目总面积		m ²	486666
2	总填海面积		m ²	449739
3	水系面积		m ²	36927
4	总建筑面积		m ²	130762.6
5	建筑占地面积		m ²	59163.1
6	总绿化面积		m ²	188285.8
7	总道路面积		m ²	110761.1
8	海上运动项目训练基地 (海上运动训练区)	总用地面积		m ² 205820.8
		总建筑面积		m ² 80686.4
		建筑占地面积		m ² 27929.2
		培训综合楼	占地面积	m ² 9377.6
			建筑面积	m ² 16639.4
		技能培训楼 1	占地面积	m ² 5079.8
			建筑面积	m ² 15239.2
		技能培训楼 2	占地面积	m ² 5079.8
			建筑面积	m ² 15239.2
		室内训练场馆	占地面积	m ² 8392.1
			建筑面积	m ² 33568.5
		绿化面积		m ² 70617.6
		道路面积		m ² 63397.9
		广场硬化面积		m ² 12971.3
9	黄渤海新区海洋经济博览中心 (科普展览区)	总用地面积		m ² 96527.3
		海洋生态科技馆	占地面积	m ² 23976.2
			建筑面积	m ² 35774.8
		主广场面积		m ² 17538.2
		绿化面积		m ² 37588.9
		道路面积		m ² 17424.0
10	摆渡码头 (休闲旅游区)	总用地面积		m ² 144436.9
		总建筑面积		m ² 14301.4
		建筑占地面积		m ² 7257.6
		游客中心及维保仓库	占地面积	m ² 3188.6

			建筑面积	m ²	6163.5
		展销中心	占地面积	m ²	4069.0
			建筑面积	m ²	8138.0
		房车营地		m ²	27856.8
		摆渡码头		-	
		停车场		m ²	7812.3
		绿化面积		m ²	80079.3
		道路面积		m ²	29939.2

(4) 地理位置

本项目位于烟台市蓬莱区北部海域、烟台市蓬莱旅游度假区，黄海、渤海之滨的狭长地段，是蓬莱区城区的重要组成部分。地理坐标为 120° 48' 42.798" ~120° 49' 19.901" E, 37° 48' 42.723" ~37° 49' 17.817" N。该地区东连威海、西接潍坊、西南与青岛毗邻，北濒渤海、黄海，与辽东半岛对峙，并与大连隔海相望，项目地理位置图见图 3.1-1。

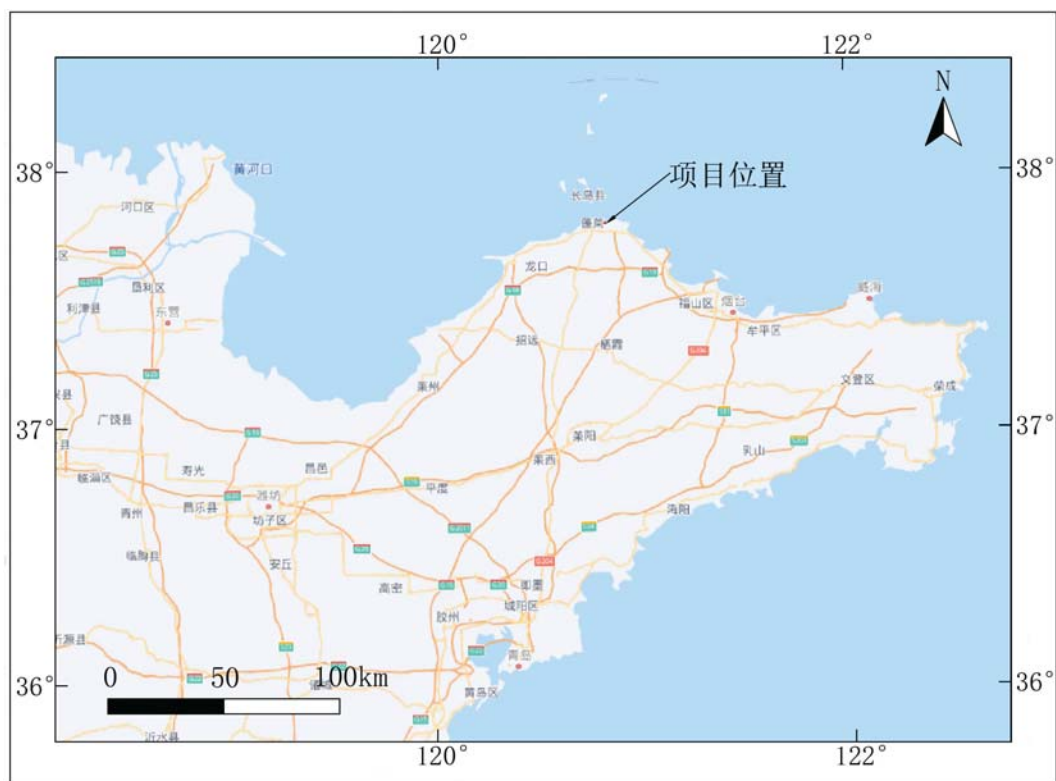


图 3.1-1a 地理位置图



图 3.1-1b 地理位置图



图 3.1-1c 地理位置图（卫片图）

3.2 建设方案概述

3.2.1 平面布置概况

（1）总平面布置

工程区东侧依托拟建蓬莱东港防波堤作为围堰，南侧接现有养殖池堤坝，建设北护岸、西护岸、内护岸等水工建筑物，其中北护岸近似弧形，长 758.4m；西护岸连接陆域与北护岸西侧端点，长 400.9m；内水系两侧及内部人工岛周围建设内护岸，长 3199.1m，形成陆域面积 44.9739hm²，内水系面积 3.6927hm²。

填海形成陆域主要建设海洋王国欢乐海洋项目，以内部水系为界，陆域分为西、中、东三部分，分别为海上运动项目训练基地、黄渤海新区海洋经济博览中心和摆渡码头，形成“一中心一基地一码头”的格局。

项目西部区域为海上运动项目训练基地，主要建筑包括培训综合楼、技能培训中心和训练场馆。区域规划外侧为主要车行环路，满足快速通行的需求，内部采用花园式布局，注入休闲娱乐、健康运动的设计理念，强化场地的功能属性。

项目中部为黄渤海新区海洋经济博览中心，中心为主体建筑，建筑主要包括海洋生态科技馆、会展馆和海洋科技创新成果孵化中心三大板块，中心建筑以“鲸”为主要造型，与场馆功能的海洋属性、科普属性相契合。中心建筑前侧为区域中心区，采用地球广场与涟漪结合的形式，与中心建筑相辅相成，强化该区域的主体地位。

项目东部区域为摆渡码头，在水系岸边停靠摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶，建筑主要有游客中心、游艇展销大厅以及一些服务配套性建筑。入口设置停车场，满足停车和集散需求，靠海部分设计房车营地，提升海洋公园的旅游体验。

项目总平面布置见图 3.2.1-1。



图 3.2.1-1 项目总平面布置图

(2) 各功能分区具体平面布置

将各功能部分的特性和其他部分的关系进行深入细致、有效合理的分析最终决定他们在地中的位置、大致范围和相互关系，本次将场地共分为三个大功能区(图 3.2.1-2)：海上运动训练区、科普展览区、休闲旅游区，通过不同分区来提升人与环境的契合度。

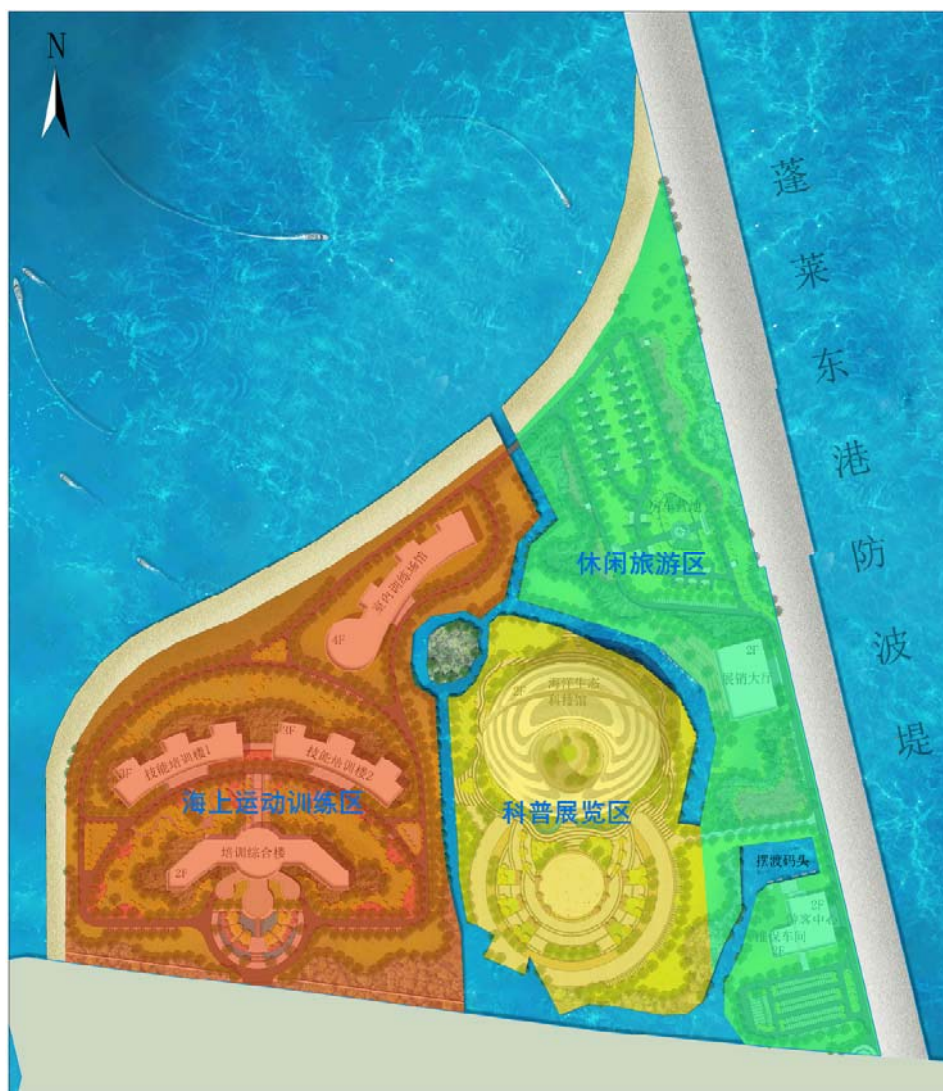


图 3.2.1-2 项目功能分区图

1) 海上运动训练区

西部区域为“一基地”即“海上运动项目训练基地”区，总面积约 20.58 公顷，包涵培训综合楼、技能培训楼 1、技能培训楼 2、室内训练场馆和入口广场、小花园及周边绿地配套设施。海上运动项目训练基地主要运营帆船帆板训练，常规开展专业性帆船帆板教学、训练、比赛活动，并以此为基础，成立帆船帆板协会，推进发展海洋体育旅游项目，面向社会开展帆船帆板运动培训业务，举办群众性业余比赛活动，形成体育旅游发展热点。

①培训综合楼为二层建筑，占地面积为 0.94 公顷，为二层建筑，设有厨房、餐厅、培训大厅和办公室，主要为办公场所、开展群众性运动培训等。厨房餐厅位于一层西侧，厨房面积约 0.09hm^2 ，餐厅面积约 0.13hm^2 ，餐厅可容纳 1000 人同时就餐。具体每层平面布置见图 3.2.1-5。

②技能培训楼 1 和技能培训楼 2 占地面积均为 0.51 公顷，均为三层建筑，设有培训教室等，主要进行专业性帆船帆板等运动教学、培训，具体每层平面布置见图 3.2.1-6 和 3.2.1-7。

③室内训练场馆为四层建筑，占地面积约 0.84 公顷，设有培训教室、展厅、研学教室、多媒体展示中心、会议室、实操区和技能、体能、综合训练等训练馆等，主要进行社会性、专业性帆船帆板等海上运动培训、训练，进行海上运动宣传、举办相关会议和群众性业余比赛活动，推进发展海洋体育旅游项目，具体每层平面布置见图 3.2.1-8。

2) 科普展览区

项目中心区域为“一中心”即“黄渤海新区海洋经济博览中心”区，总面积约 9.65 公顷，包涵一栋中心建筑（两层、占地面积约 2.40 公顷）、主广场（占地面积约 1.75 公顷）及周边绿地配套。

海洋生态科技馆为海洋王国项目的主体建筑，功能涵盖会议展览、产品博览、教育研学、产业论坛、文化娱乐、旅游度假、产业科研等。场馆建筑占地面积约 2.40 公顷，其内部环抱一 0.29 公顷的圆形室外景观。一层设有海洋生态科技馆、城市会展馆、休息区、纪念商品部，主要进行海洋知识科普教育、举办大型会议、展览及活动等；二层设有办公室、会议厅、培训室、宣传厅等，为海洋科技创新成果孵化中心提供办公场所，具体每层平面布置见图 3.2.1-9。

①海洋生态科技馆围绕教育研学功能定位，突出海洋知识科普教育。通过实物和虚拟现实技术，重点展示黄渤海海域特有的海洋生态环境和种质资源，同时利用科技手段展示黄渤海海洋生态环境的历史变迁，通过海岸形态演变、海洋生物多样性趋势变化来演示和传达海洋生态环境保护的重要性和紧迫性，帮助参观者树立“尊重海洋、保护海洋、与海洋和谐发展”的价值观。



图 3.2.1-3 海洋生态科技馆内部概念图

②城市会展馆

城市会展馆主要承担城市会展功能需求，弥补蓬莱会展场馆空白，承担黄渤海新区及蓬长区域大型会议、展览及活动需要，搭建城市品牌形象展示平台和海洋科技成果交流、展销平台；同时设置海洋经济发展论坛，定期开展海洋经济及产业发展论坛，营造海洋经济发展氛围，提升科教兴海水平，推进海洋生态文明建设和海洋经济高质量发展。

③海洋科技创新成果孵化中心

海洋科技创新成果孵化中心立足服务于黄渤海新区产业经济发展和蓬长一体化发展需要，重点在海洋食品开发、海工装备制造、海洋生物医药等领域，搭建海洋经济高科技成果转化、技术交易及其他科技成果对接平台，吸引海洋经济相关高科技人才集聚，推动培育黄渤海新区海洋经济新动能。

3) 休闲旅游区

东部区域为一码头”即“摆渡码头”区，总面积约 14.44 公顷，主要包涵游客中心、展销大厅和摆渡码头、停车场、房车营地及周边绿地配套设施。

依托项目水系，在岸边设置两处摆渡码头，停靠摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶，供游客在项目内水系乘船游览。此外，配套建设房车露营基地（占地面积约 2.79 公顷）、游客服务中心（占地面积约 0.25 公顷）和展销中心（占地面积约 0.41 公顷），与摆渡码头形成业态互补，打造海上旅游休闲度假空间。展销中心、游客服务中心具体平面布置分别见图 3.2.1-10、3.2.1-11。

4) 内部水系

海洋王国水系依托内护岸直立式岸壁建设形成，水系总长度约 1567m，宽度约在 10~70m 之间，用海总面积为 3.6927hm²，内部水系依托自然地形建设，利用北侧通海口自然纳潮，水深 0~8.8m，平均水深约 3.8m，在水系岸边停靠摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶，供游客游玩。

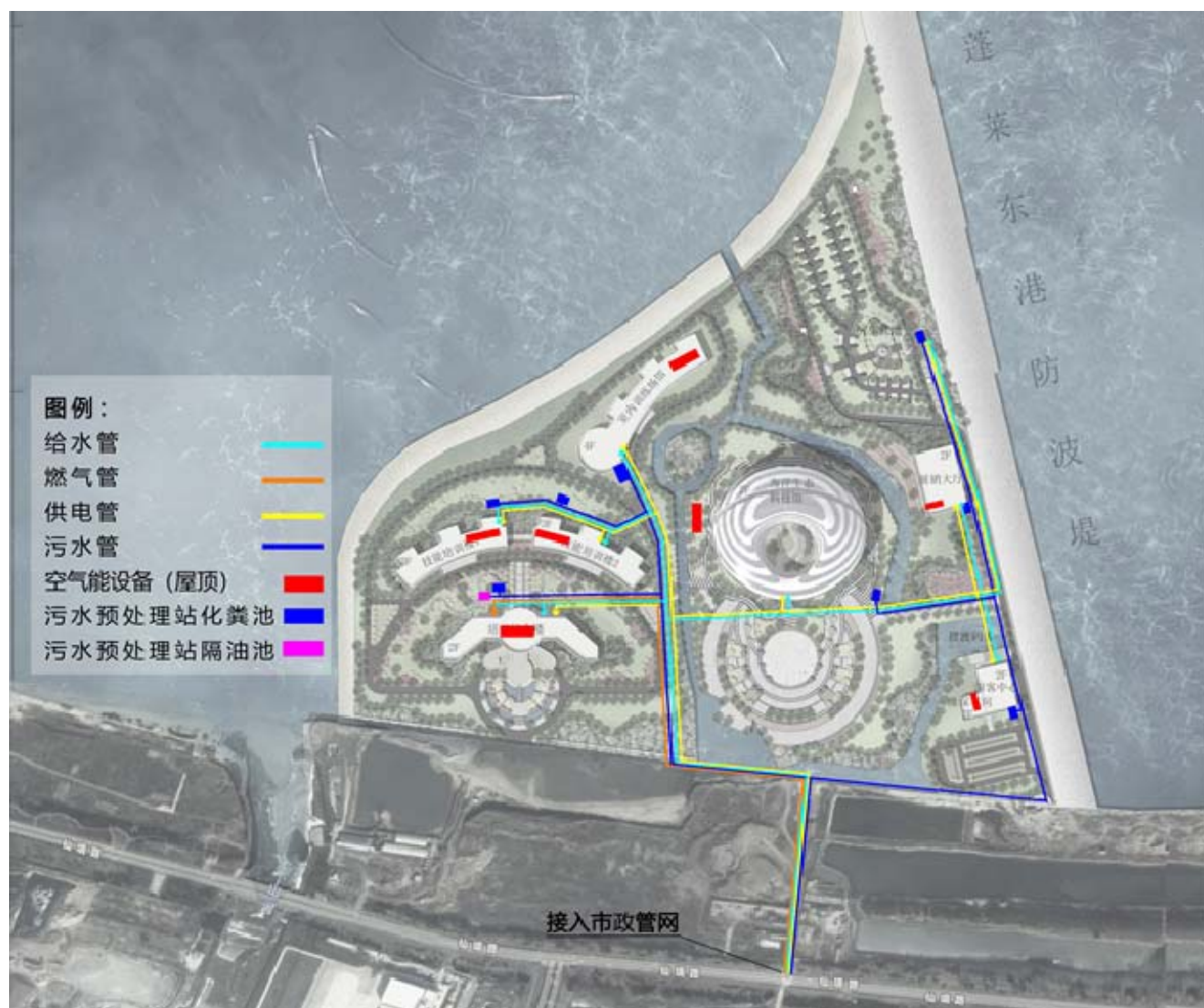


图 3.2.1-4 项目管道及环保工程分布图

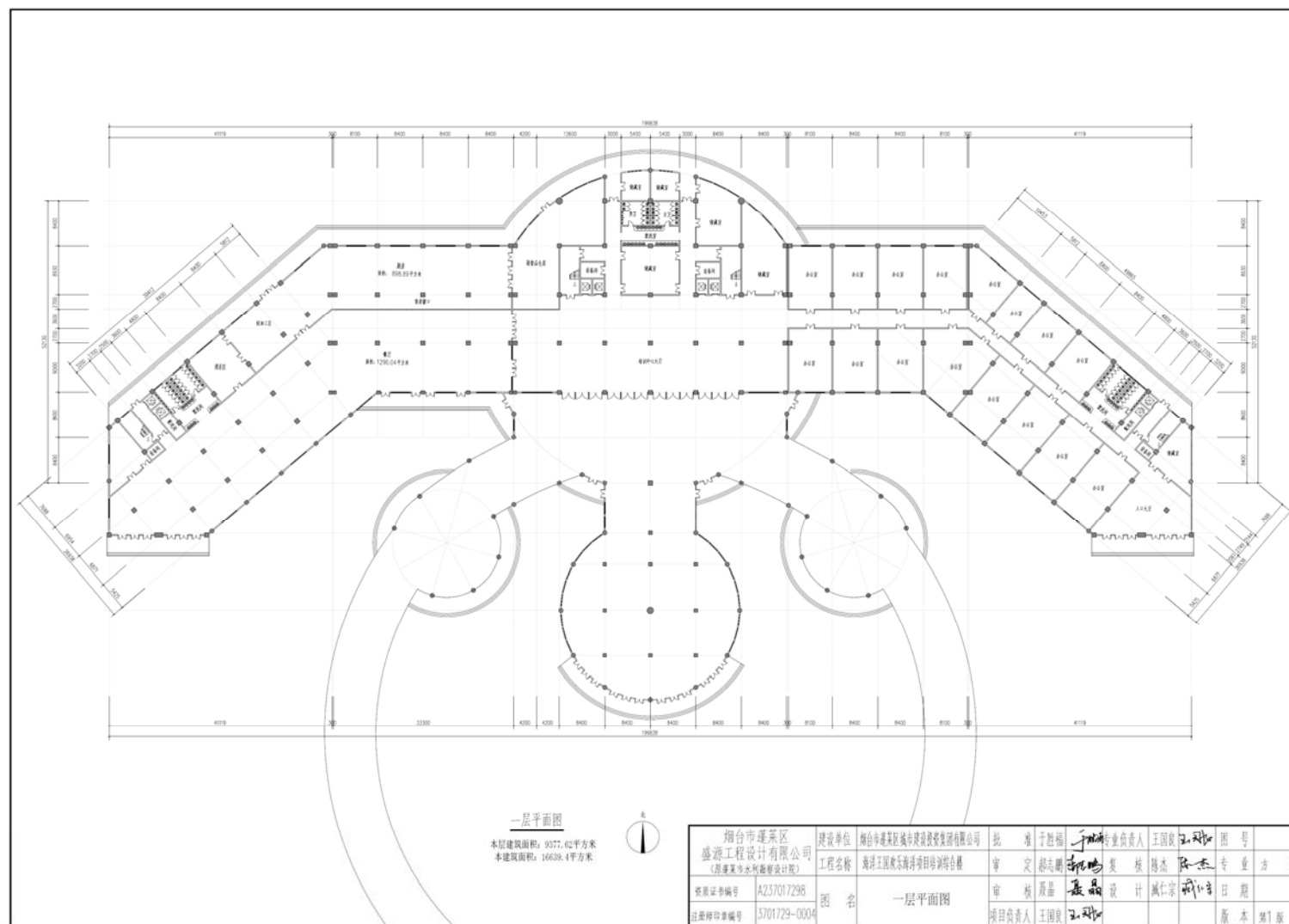


图 3.2.1-5a 培训综合楼平面布置图（一层）

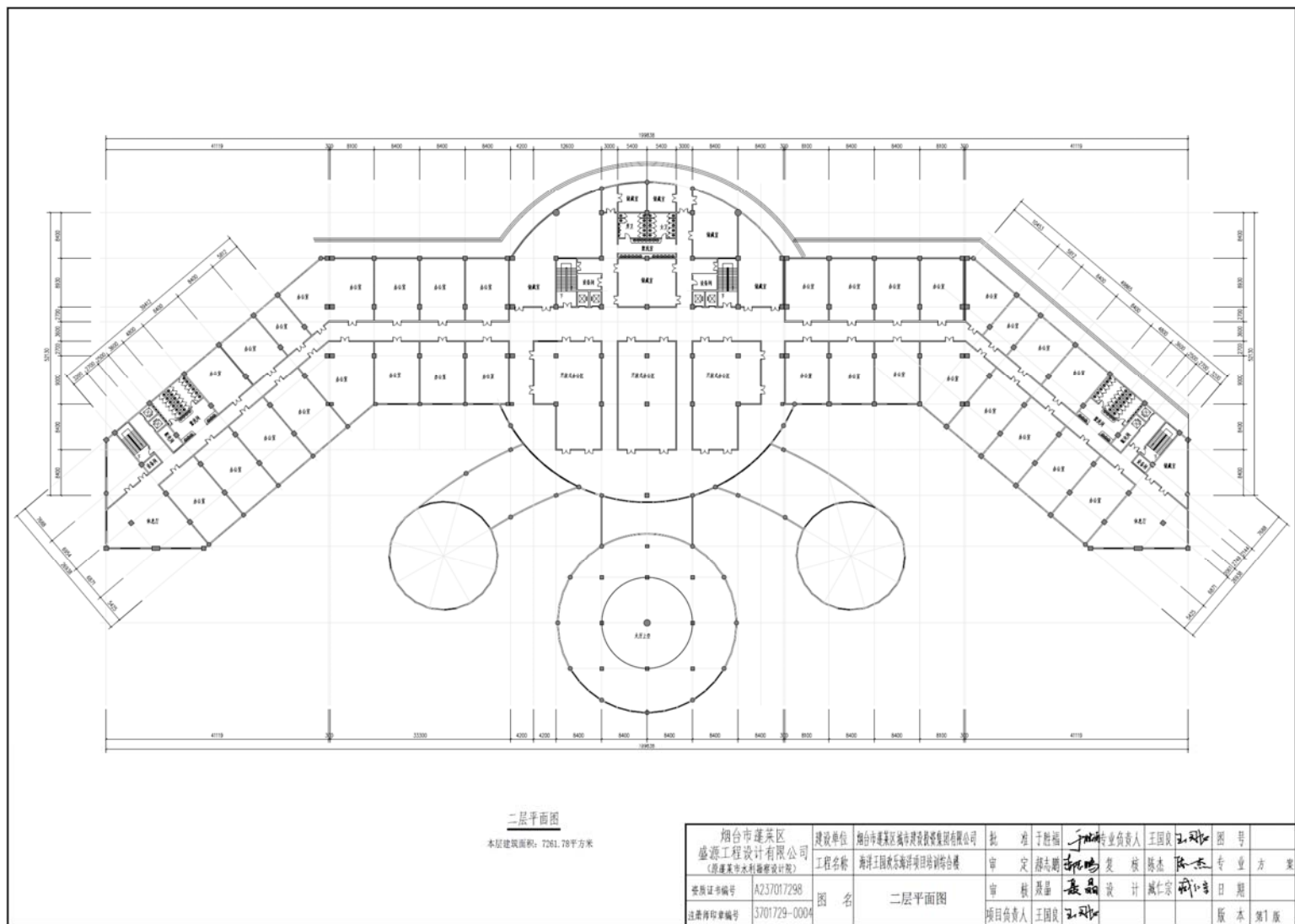


图 3.2.1-5b 培训综合楼平面布置图（二层）



图 3.2.1-6a 技能培训楼 1 平面布置图（一层）



图 3.2.1-6b 技能培训楼 1 平面布置图（二层）



图 3.2.1-6c 技能培训楼 1 平面布置图（三层）



图 3.2.1-7c 技能培训楼 2 平面布置图（三层）

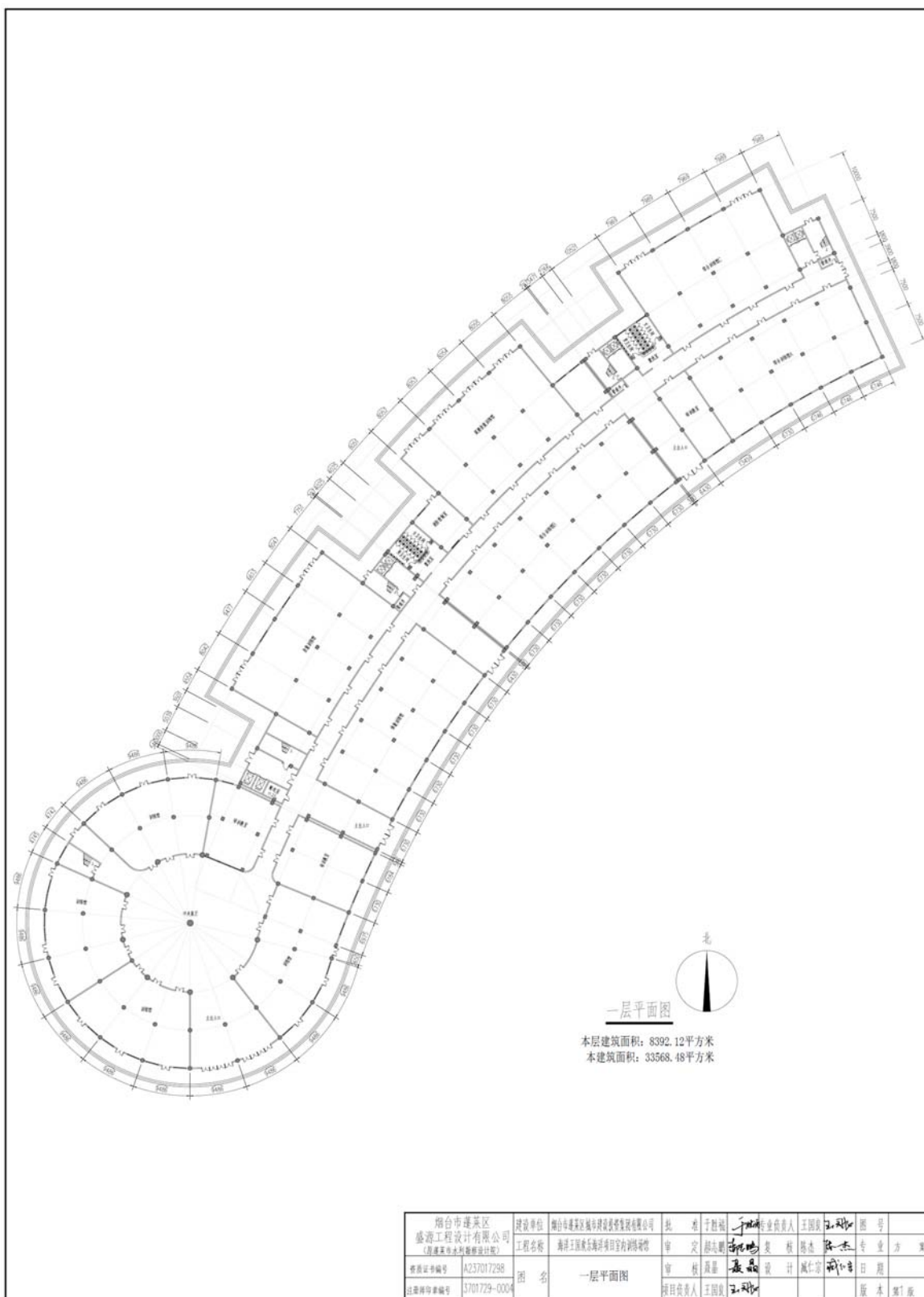


图 3.2.1-8a 室内训练场馆平面布置图（一层）

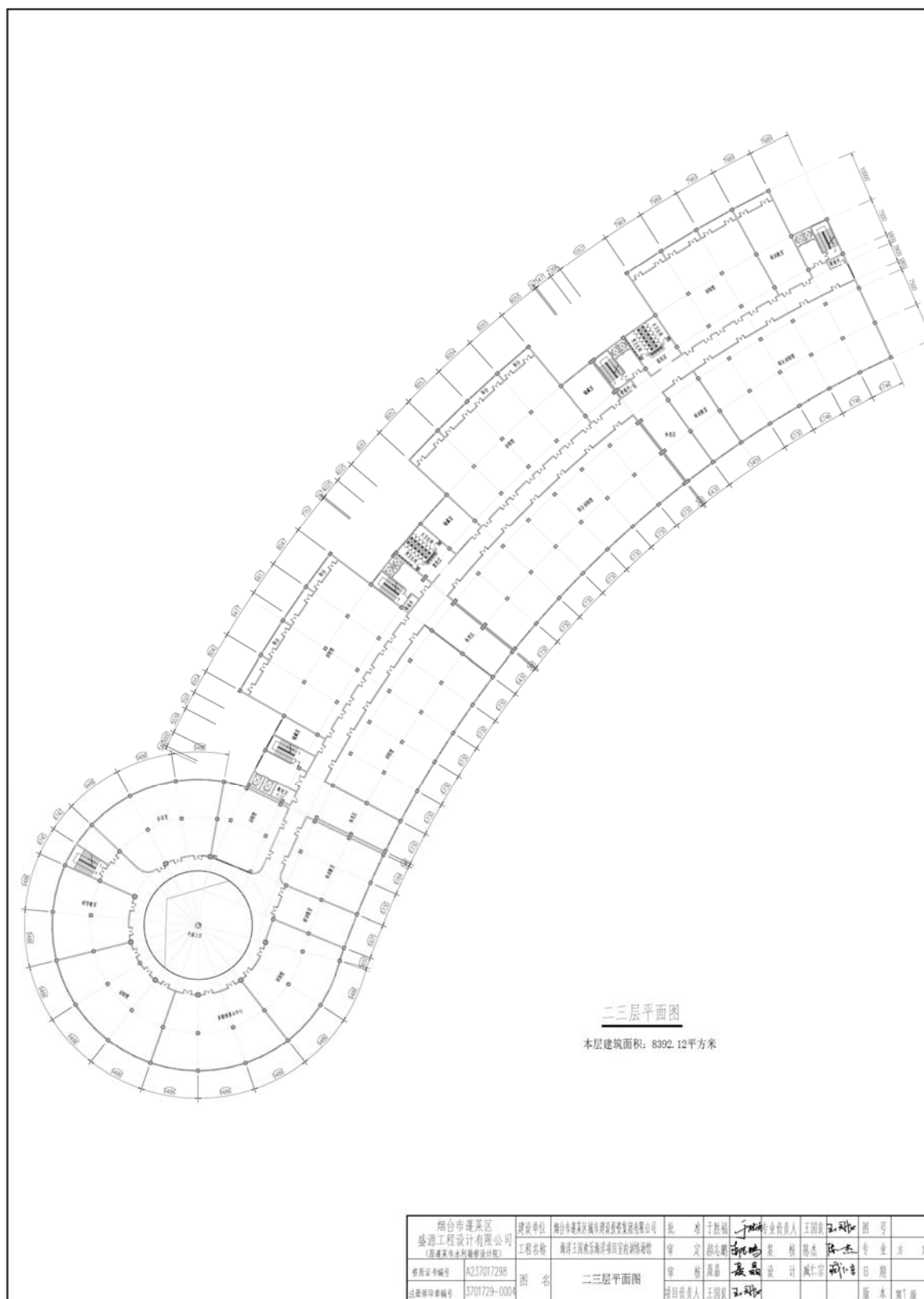


图 3.2.1-8b 室内训练场馆平面布置图（二、三层）

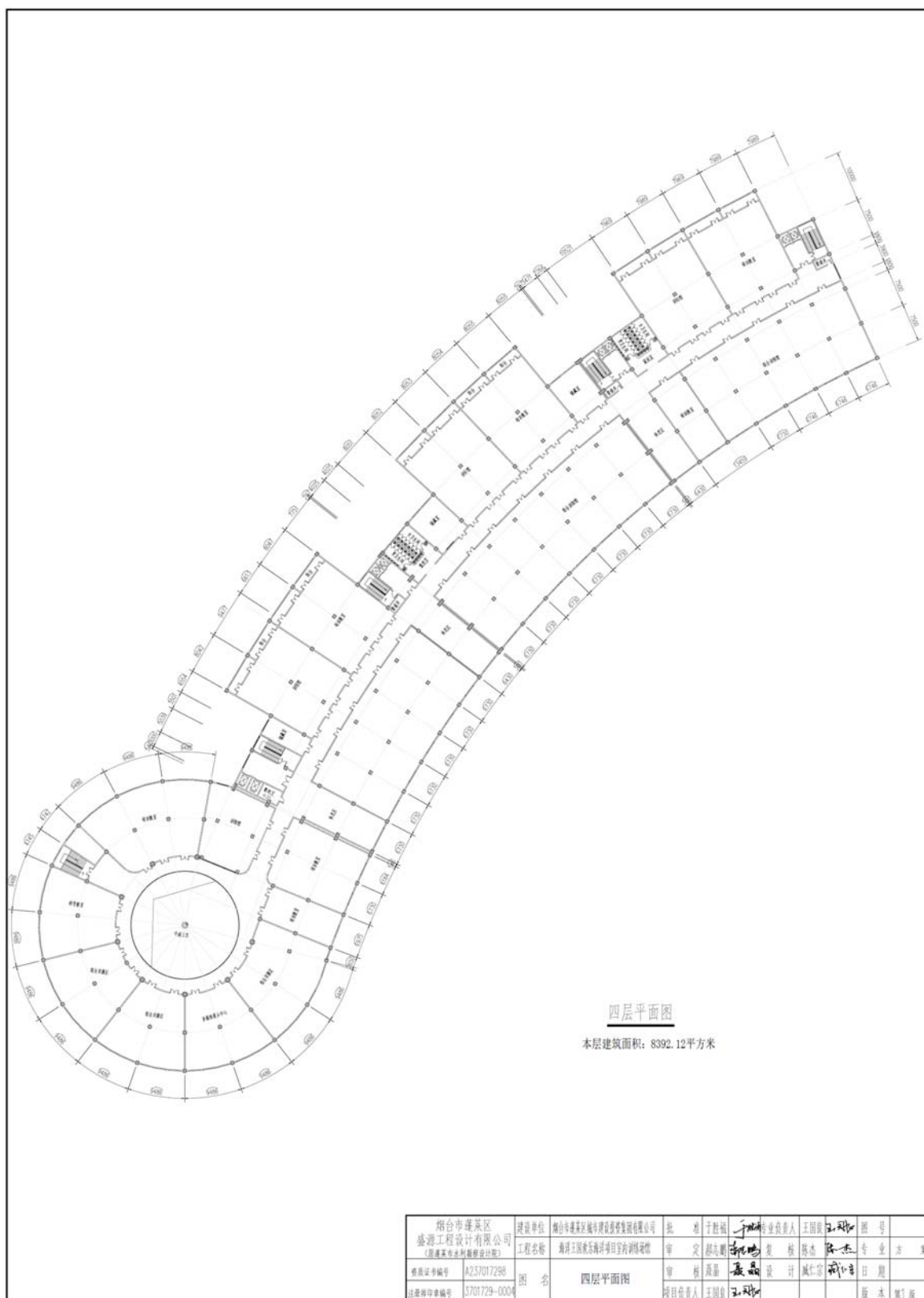


图 3.2.1-8c 室内训练场馆平面布置图（四层）

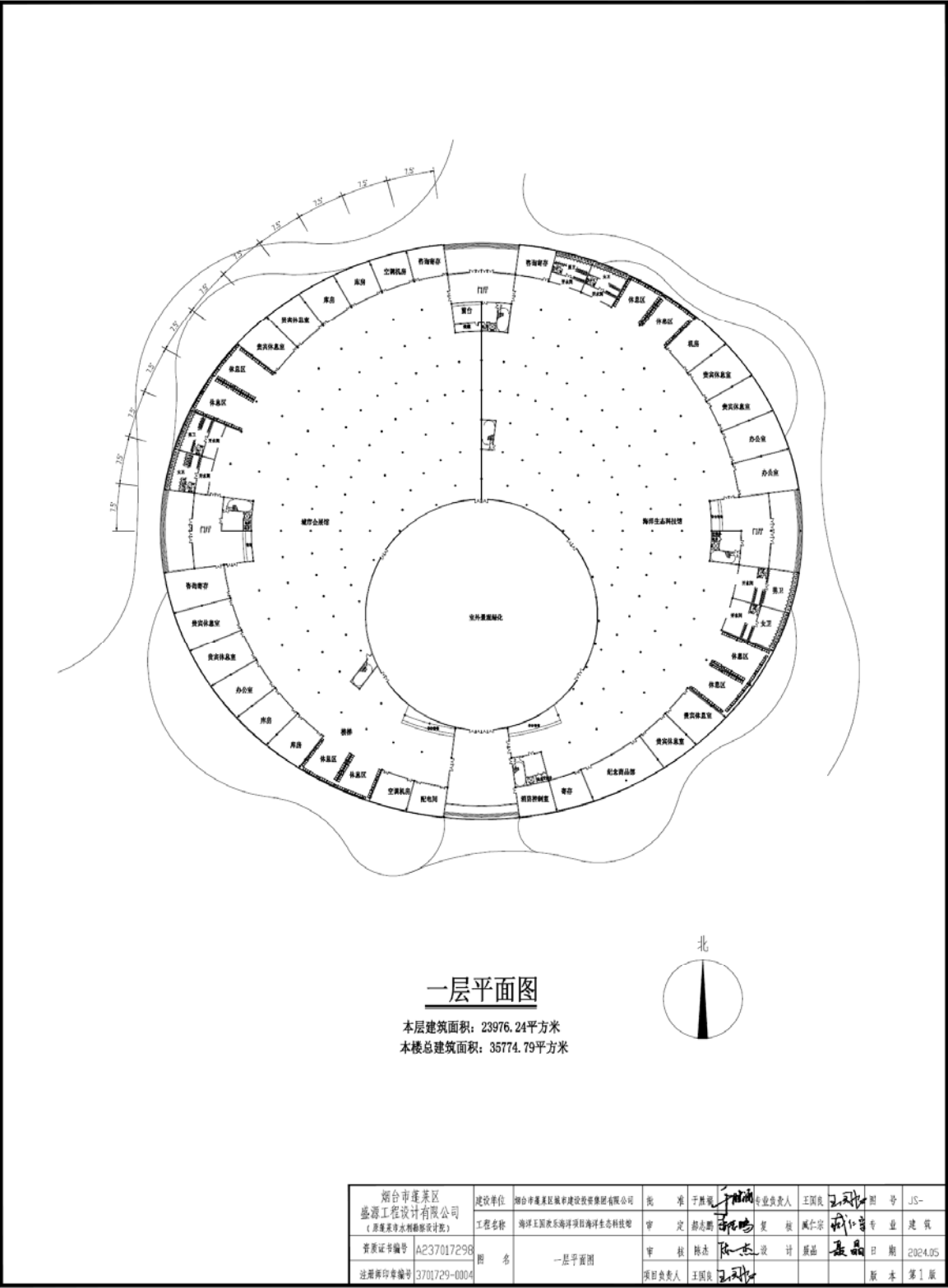
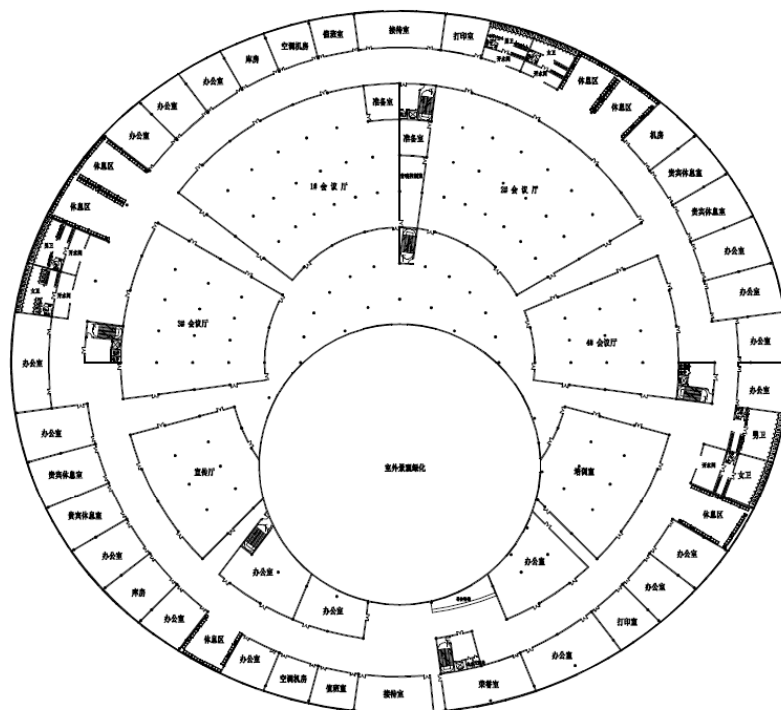


图 3.2.1-9a 海洋生态科技馆平面布置图（一层）



二层平面图

本层建筑面积：11798.56平方米

烟台中港莱区盛源工程设计有限公司 (原莱州市水利勘测设计队)	建设单位 烟台中港莱区城市建设集团有限公司	批准 于燕妮	专业负责人 王国立	图号 JS-
工程名称 海洋王国欢乐海洋项目海洋生态科技馆	审定 鞠志鹏	复核 戚仁宗	设计 戚仁宗	专业 建筑
资质证书编号 A237017298	图名 二层平面图	审核 陈杰	设计 戚仁宗	日期 2024.05
注册师印章编号 3701729-0004		项目负责人 王国立		版本 第1版

图 3.2.1-9b 海洋生态科技馆平面布置图（二层）

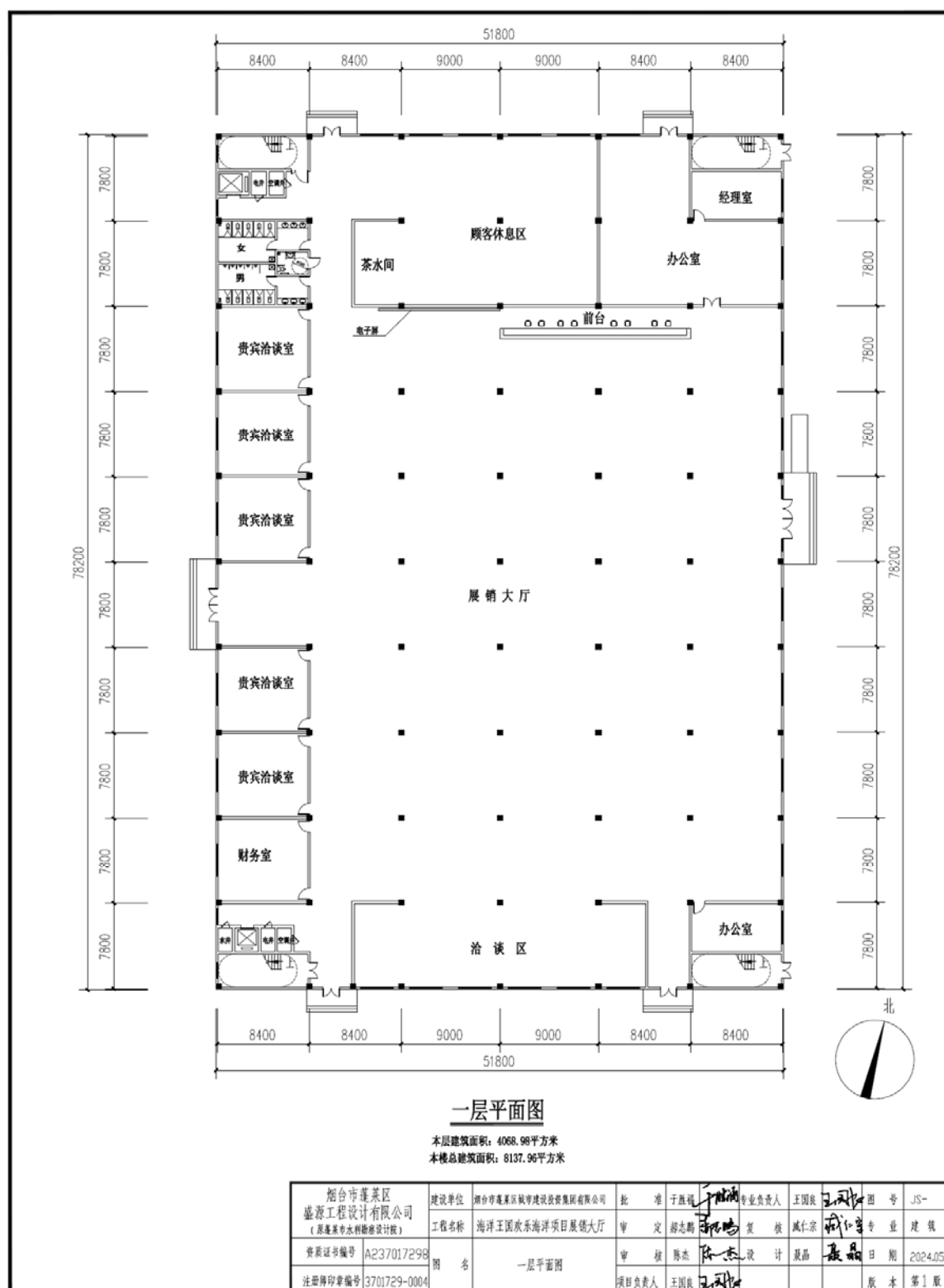


图 3.2.1-10a 展销中心平面布置图（一层）

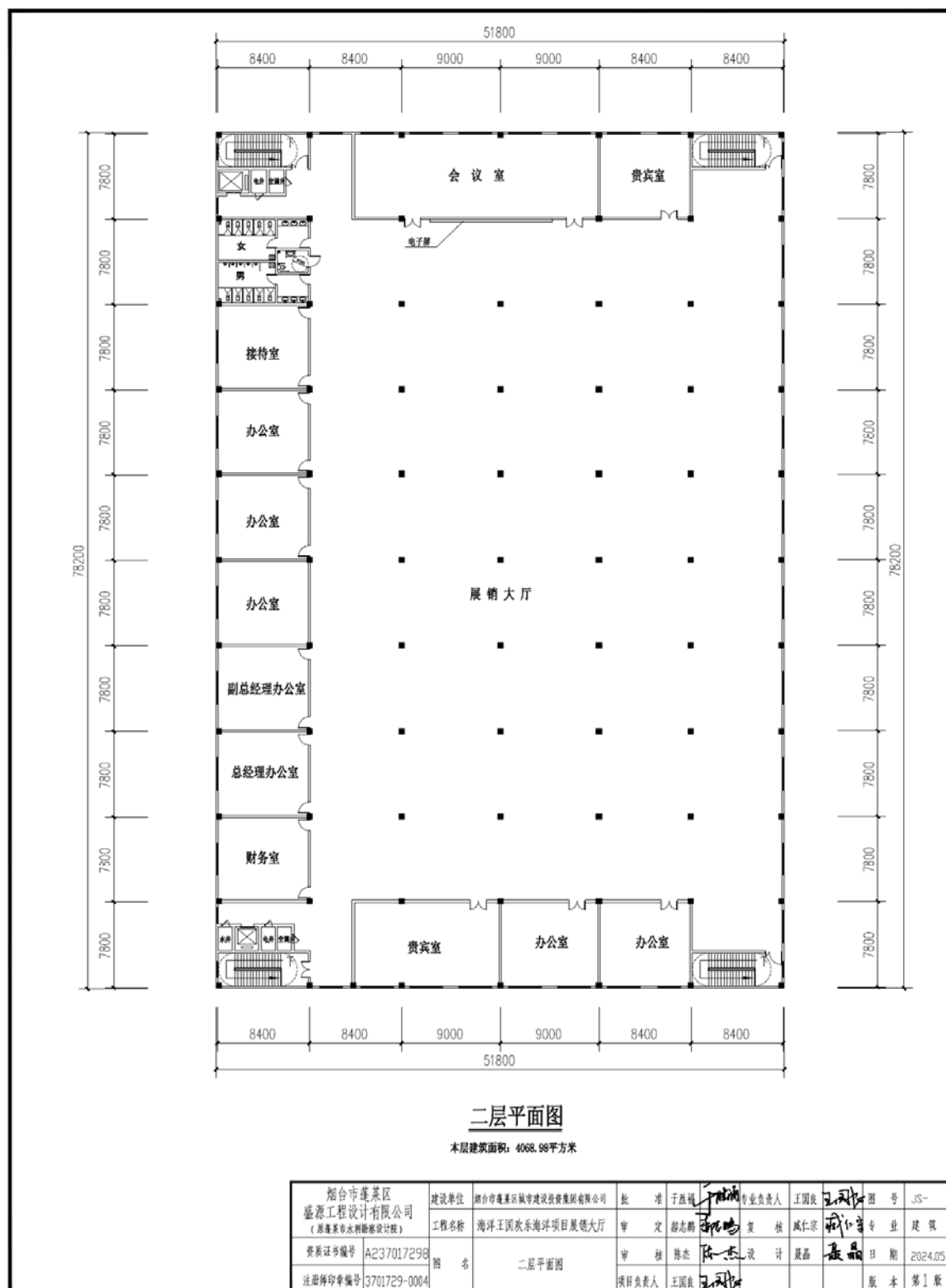


图 3.2.1-10b 展销中心平面布置图（二层）

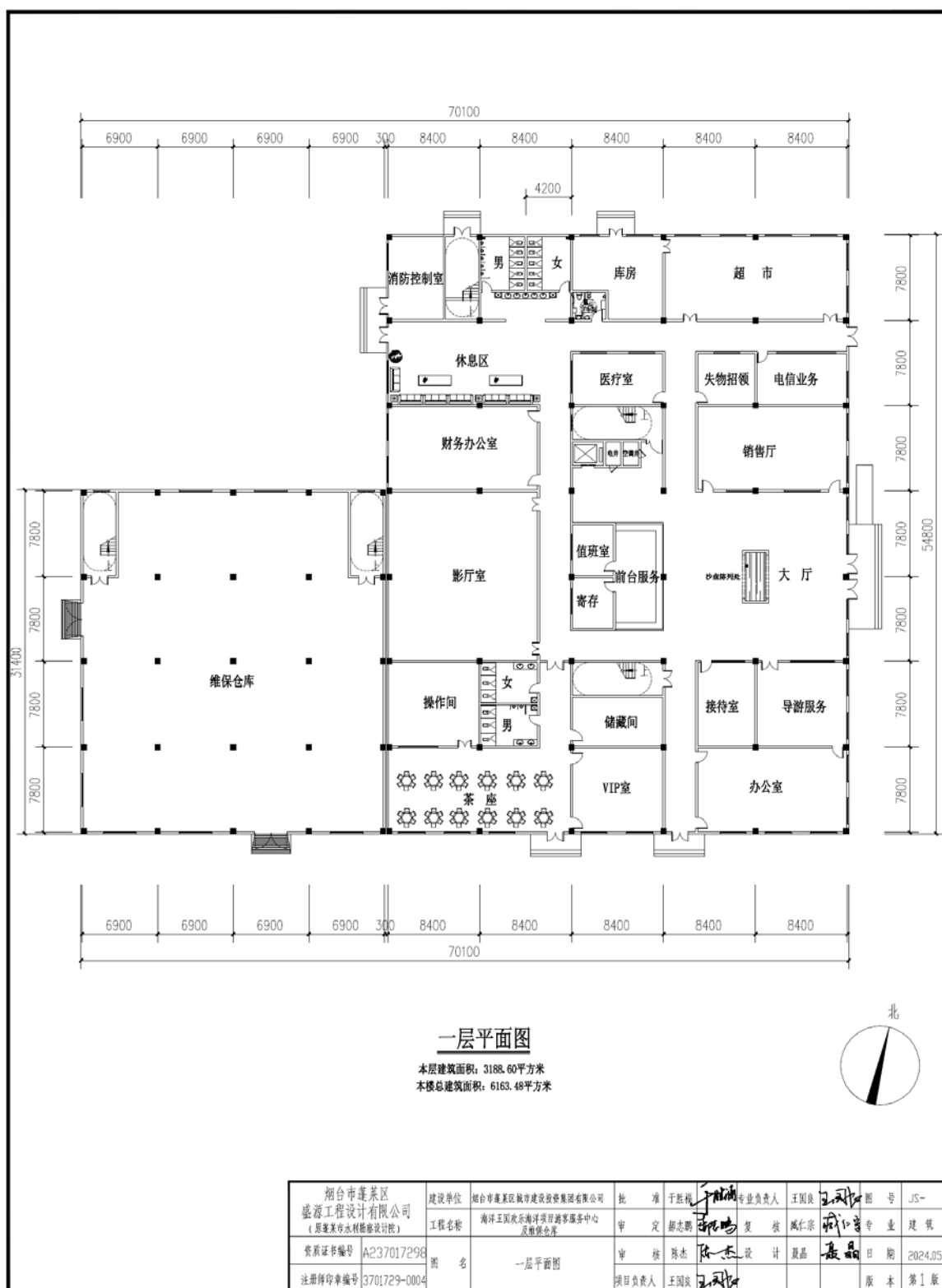


图 3.2.1-11a 游客服务中心平面布置图（一层）

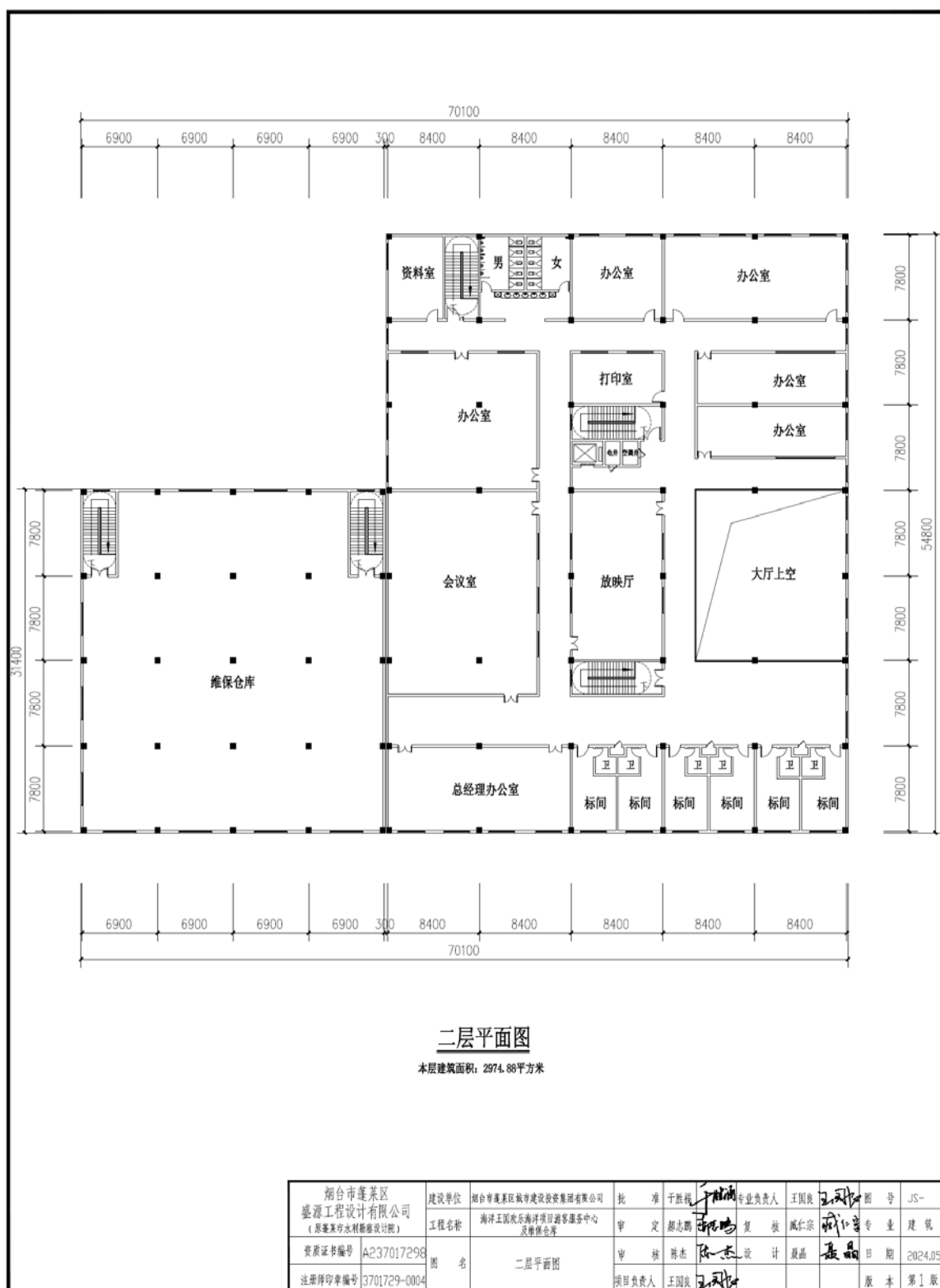


图 3.2.1-11b 游客服务中心平面布置图（二层）

3.2.2 高程设计

(1) 按照基本不越浪标准确定护岸顶标高

根据《防波堤设计与施工规范》（JTJ298-98）第 4.1.2 条，按基本不越浪考虑，斜

坡堤胸墙顶高程定在设计高水位以上 1.0~1.25 倍设计波高处。

$$\begin{aligned} Z &= \text{HWL} + (1.0 \sim 1.25) \times H_{13\%} \\ &= 1.91 + (1.0 \sim 1.25) \times 3.88 \\ &= 5.79 \sim 6.76 \text{m} \end{aligned}$$

式中：HWL——设计高水位。

(2) 考虑波浪爬高确定护岸顶标高

根据《海港水文规范》(JTJ213-98) 第 8.2.3 条计算波浪爬高：

按下列公式计算：

$$\begin{aligned} R &= K_{\Delta} R_1 H \\ R_1 &= K_1 \text{th}(0.432M) + [(R_1)_m - K_2] R(M) \\ M &= \frac{1}{m} \left(\frac{L}{H} \right)^{1/2} \left(\text{th} \frac{2\pi d}{L} \right)^{-1/2} \\ (R_1)_m &= \frac{K_3}{2} \text{th} \frac{2\pi d}{L} \left(1 + \frac{4\pi d / L}{\text{sh} \frac{4\pi d}{L}} \right) \\ R(M) &= 1.09 M^{3.32} \exp(-1.25M) \end{aligned}$$

式中：R——波浪爬高 (m)，从静水位起算，向上为正；

K_{Δ} ——与斜坡护面结构型式有关的糙渗系数，扭王字块体取 0.47；

R_1 —— $K_{\Delta}=1$ 、 $H=1\text{m}$ 时的波浪爬高 (m)；

$(R_1)_m$ ——相应于某一 d/L 时的爬高最大值 (m)；

M ——与斜坡的 m 值有关的函数；

$R(M)$ ——爬高函数；

K_1 、 K_2 、 K_3 ——系数，查表分别为 1.24，1.029，4.98。

设计高水位时，按 5m 水深处波浪计算波浪爬高为 4.14m。

根据《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ300-2000) 第 4.2.2 条按不允许上浪考虑，计算护岸顶高程：

$$Z_c = H + R + \Delta = 1.91 + 4.14 + 0.5 = 6.55 \text{m}$$

式中： Z_c ——护岸顶高程 (m)；

H ——设计高水位，1.88m (m)；

R—波浪爬高，根据计算取 4.14m（m）；

△—富裕值，取 0.5m。

（3）越浪量计算

根据《海港水文规范》第 8.2.4.3 条，取顶高程 6.5m，计算堤顶越浪量：

$$Q = 0.07^{H'_c/H_{1/3}} \exp(0.5 - \frac{b_1}{2H_{1/3}}) BK_A \frac{H_{1/3}^2}{T_p} \left[\frac{0.3}{\sqrt{m}} + th(\frac{d}{H_{1/3}} - 2.8)^2 \right] \ln \sqrt{\frac{gT_p^2 m}{2\pi H_{1/3}}}$$

式中：Q——单位时间单位堤宽的越浪量（ $m^3/m \cdot s$ ）；

H'_c ——堤顶在静水面以上的高度（m）；

B——经验系数，查表取 0.6；

K_A ——护面结构影响系数，查表取 0.4；

b_1 ——胸墙前的水平距离（m）， $b_1 = 3.2 + 3 = 6.2m$ ；

T_p ——谱峰周期， $T_p = (1.17 \sim 1.32)\bar{T} \approx 1.25 \times 11.2 = 14s$ ；

$$H_{1/3} \approx H_{13\%} = 4.40m$$

设计高水位时，计算得 $Q = 0.038m^3/m \cdot s$ 。

根据《海堤工程设计规范》（SL435-2008）第 6.6.1 条，允许越浪量取为 $0.05m^3/m \cdot s$ 。本工程在设计高水位时，越浪量小于允许越浪量控制标准，符合陆域建筑物使用功能要求。同时，护岸后方应结合总体规划，布置排水系统。

（4）挡浪墙顶高程

影响本海区波浪主要方向为 NE、NNE、N、NW、NNW 等。强浪向为 NNE 向。工程部分位于 5m 等深线以内，东北角区域水深较大，最深处位于 8m 等深线，该部分受波浪作用较大。另外，工程区的东侧是蓬莱东港防波堤，对工程东侧及东北角有很好的掩护作用。

因此，综合考虑该工程区风浪、水深以及掩护条件，确定护岸挡浪墙顶高程为 6.5m。

（5）后方陆域高程

陆域形成采用回填方案，陆域回填至标高 5.0m。回填料优先采用内护岸基槽开挖的粉砂，其余外购砂石料。

3.2.3 水工建筑物结构

（1）建设内容和规模

本工程建设内容为斜坡式护岸，包括：

西护岸：400.9m；

北护岸：758.4m；

内护岸：3199.1m。

(2) 建筑物安全等级

水运工程结构安全等级：二级。

(3) 设计条件

1) 自然条件

详见第4章第4.1节。

2) 护岸设计荷载

波浪力：详见第4章；

地震荷载：设计基本地震动峰值加速度 0.15g，设计特征周期为 0.30s。

均布荷载：20kPa；

护岸后方流动机械荷载：55t 载重汽车（施工用）。

(4) 结构方案

1) 外侧护岸结构型式

外侧护岸采用斜坡式护岸结构。陆上推进 10~300kg 开山块石形成堤身，堤身顶标高 4.5m，内侧抛填二片石垫层、5~100mm 混合碎石倒滤层，坡度为 1:1.5，上部设反 L 型浆砌石挡墙，底宽 2.3m，顶高程 6.5m，底高程 3.85m，挡墙下设 300mm 厚二片石垫层。西护岸及北护岸堤身外侧安放一层 4t 扭王字块体护面，坡度为 1:1.5，护底采用 350~500kg 块石，护底下抛填碎石垫层。

西护岸、北护岸断面见图 3.2.3-1、图 3.2.3-2（图中尺寸以 mm 计，高程以 m 计；高程采用当地理论最低潮面为基准）。

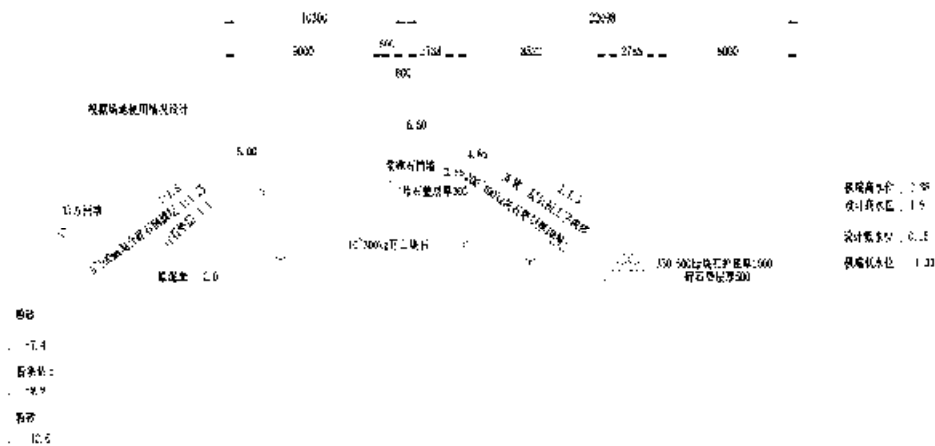


图 3.2.3-1 西护岸断面图

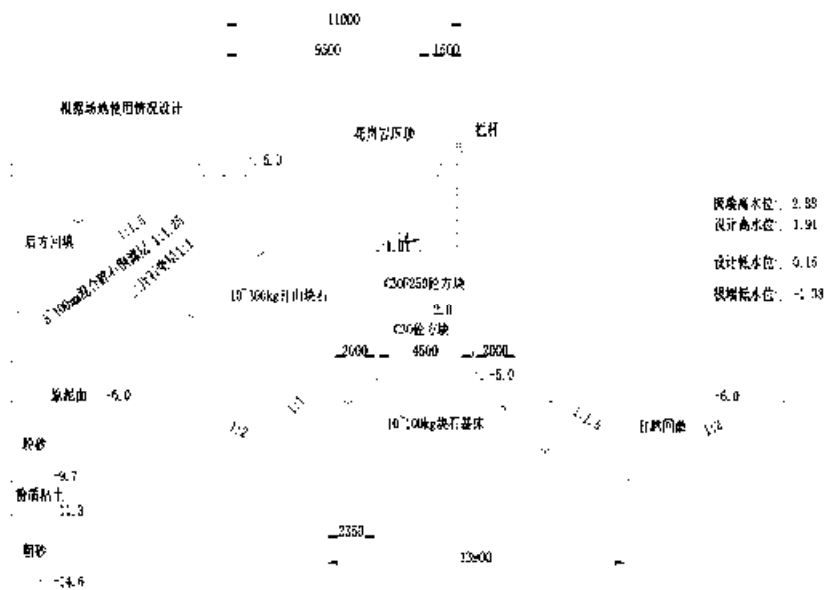


图 3.2.3-4 内护岸断面图 (原泥面高程低于-3.0m)

3.2.4 项目的辅助工程和配套设施、依托的公用设施

(1) 停车场

项目入口设置停车场，停车场占地面积约 0.78 公顷，布设 160 个停车位，满足游客停车和集散需求。

(2) 道路

项目内部形成环园步道和链接道路两个层级，环园主路绕区域成环形布置，将主要人流输送到区域的各个主要位置，避免人流的聚集和堵塞，连接道路完善环形路网，增加交通的便利性和可达性。道路宽度约 7m，道路系统具体设计详见图 3.2.4-1。



图 3.2.4-1 项目道路系统布置图

(3) 绿化

1) 植物配置总体设计

整体设计以“自然、人文、生态、绿色”为主旨，大量运用乡土树种，坚持乔、灌、草比例协调，注重植物季相与色相配置。

①三季有花，四季常绿。以常绿植物做基础种植，营造出丰富的植物景观。

②季相丰富。大量采用色叶树及花灌木，塑造风格统一的植物景观，注意各类植物的花期在时间上的连续性，注意秋色树在造景上的搭配，打造四季景色各异的游园绿化景观。

③空间设计丰富。在平面布置上选用不同体量、质感的乔木、灌木、草花搭配种植，层次分明，错落有致；竖向布置上，进行分层设计，形成乔木—灌木—地被的空间模式。

2) 层次及结构设计

植物设计的结构采用“大/中乔木（行道树）+小乔木/灌木/低矮灌木+地被/草坪”的植物群落结构，采用“一种大乔木+两至三种中乔木”的树冠线设计，体现景观的自然过渡，与周围环境充分融合的景观。

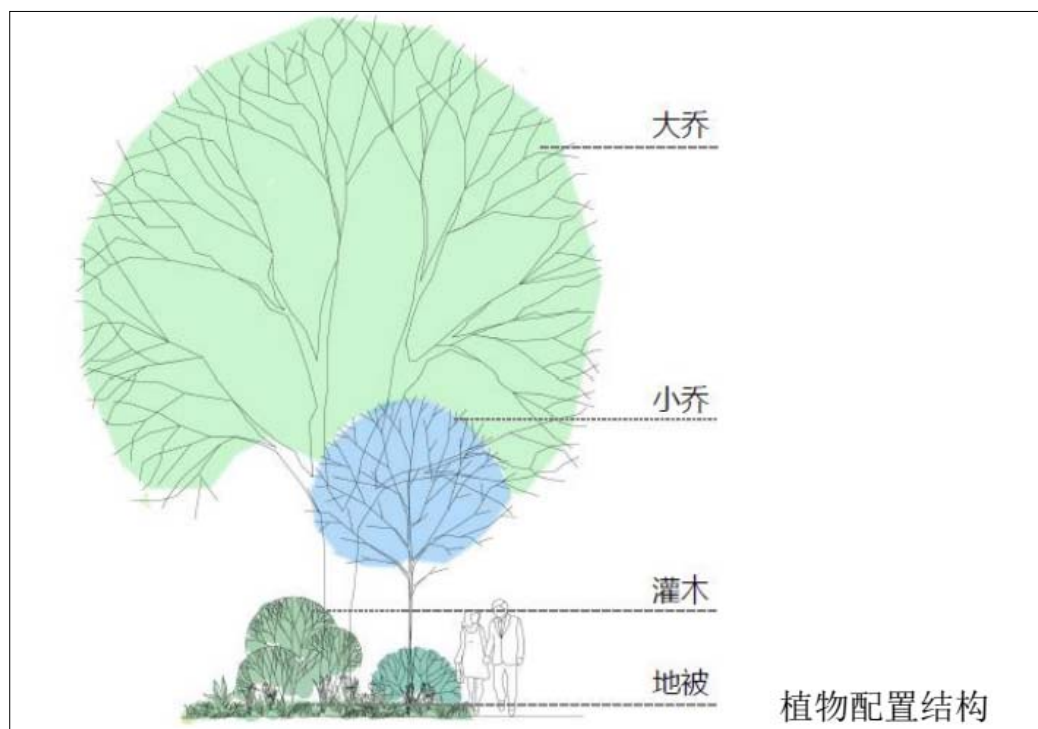


图 3.2.4-2 植物配置结构示意图

蓬莱地区苗圃植物种类充足，绿化品种主要包含乔木、灌木、地被草花及爬藤植物四大类，选取常见的本土物种进行种植，项目绿化总面积约 18.8 公顷。

(4) 给水工程

本工程建成后用水主要是生活用水、环保用水和消防用水，水源来自蓬莱区盛润供水有限公司，给水水质符合国家《生活饮用水卫生标准》，水量和水压均可满足用水需求,供水水源来自市政自来水管网。

1) 本工程从仙境路市政给水管接出 1 根 DN150 的给水管，供给综合培训楼、技能培训楼、室内训练场馆、海洋科技生态馆、游客中心、展销大厅及房车营地配套区域等的生活用水。入口处设总表计量，水量可以满足本工程的供水要求。

2) 生活给水系统为自来水直供。

3) 室外给水管采用钢丝网塑料复合管，热熔连接。建筑单体内生活冷水支管管采用 PP-R(1.25MPa)管及配件，热熔连接，立管采用钢塑复合管，快接件连接，DN≥100mm

时采用沟槽连接，DN<100mm 时采用丝接。

4) 综合培训楼、技能培训楼、室内训练场馆热水系统采用太阳能热水系统，自带电辅助加热装置，屋顶放置太阳能集热器及热水水箱。热水循环管道采用上供下回式同程式布置。生活热水管采用 PP-R(2.0MPa)管，热熔连接。

5) 阀门采用与管道相配套的球阀或闸阀，管径≤DN50 采用铜质球阀，管径>DN50 采用闸阀，工作压力为 1.6Mpa。

6) 给水系统中使用的管材、管件，必须符合现行国家标准的要求。管道和管件的工作压力不得大于产品标注标称的允许工作压力，管件与管道应配套提供。

(5) 排水工程

本项目排水体制采用雨、污分流制。

1) 雨水排水系统

项目所在地蓬莱区暴雨强度公式如下：

$$q = \frac{1619.486 (1 + 0.958 \lg P)}{(t + 11.142)^{0.698}}$$

式中：q—设计暴雨强度，L/（s·hm²）；

t—降雨历时，取值 15min；

P—设计重现期，年，取值 1 年。

通过上述公式计算可得，项目所在地蓬莱设计暴雨强度约 213.86 L/（s·hm²），

前期雨水量计算公式如下：

$$Q = \psi qF$$

式中：Q — 雨水设计流量（L/s）

q — 设计降雨强度 L/（s·公顷）

ψ— 径流系数，取 0.45

F — 汇水面积（ha、10⁴m²），本项目为 44.9739 ha。

经计算项目初期雨水产生量约为 4.33m³/s，本工程主要收集道路及园区路面雨水，道路采用双侧排水，雨水就近排海。

室外雨水由均布的雨水口汇集，通过地下雨水管道重力自流排至园区水系，自园区水系流入海域。雨水管一般敷设在路边，设计重现期为 5 年，雨水管为暗管排水形式。

雨水管道采用 HDPE 双壁波纹管，橡胶圈连接。检查井及雨水口均采用砖砌材质，井盖及雨水口篦子均为铸铁材质。

2) 污水排水系统

污水干管沿交通主干管布置，污水管道布设在道路下方，污水管采用高密度聚乙烯（HDPE）缠绕增强管，承插式橡胶圈接口；管道过路、管道埋深大于 3.0m，采用钢筋混凝土 III 级管，橡胶圈承插口连接，管径为 DN200~DN300。

在培训综合楼、室内训练场、技能培训楼设置 4 座化粪池，每座化粪池容积为 100m³；在培训综合楼设置一座隔油沉淀池，容积为 80m³。生活污水经沉淀池沉淀、食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。项目废水排放标准执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 三级标准，碧海污水处理厂处理后污水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 标准排放。

（6）用电

工程电源接口城区供电网，电源供应有保证。供电线路主要采用树干式布线方式，敷设方式主要以电缆穿管埋地敷设为主，局部为电缆沟敷设。选用交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚乙烯护套铜芯电缆。

本项目设计范围包括：变配电系统、照明系统、防雷及接地系统。

（8）通信

工程通信依托现有周边有线及无线通讯网络进行交流调度，能够满足工程对通信设施的需求。

（9）消防

消防水源主要以市政供水环状管网为主，天然水源为辅。采用低压制供水，确保供水安全。市政消火栓沿道路布置，工程建筑耐火等级应以一级、二级为主。重点建筑物按照《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）的要求设计。

（10）取暖

本工程供热方式采用空气能供热方式。

（11）天然气

项目食堂用燃料均为天然气，由市政天然气管道供给。

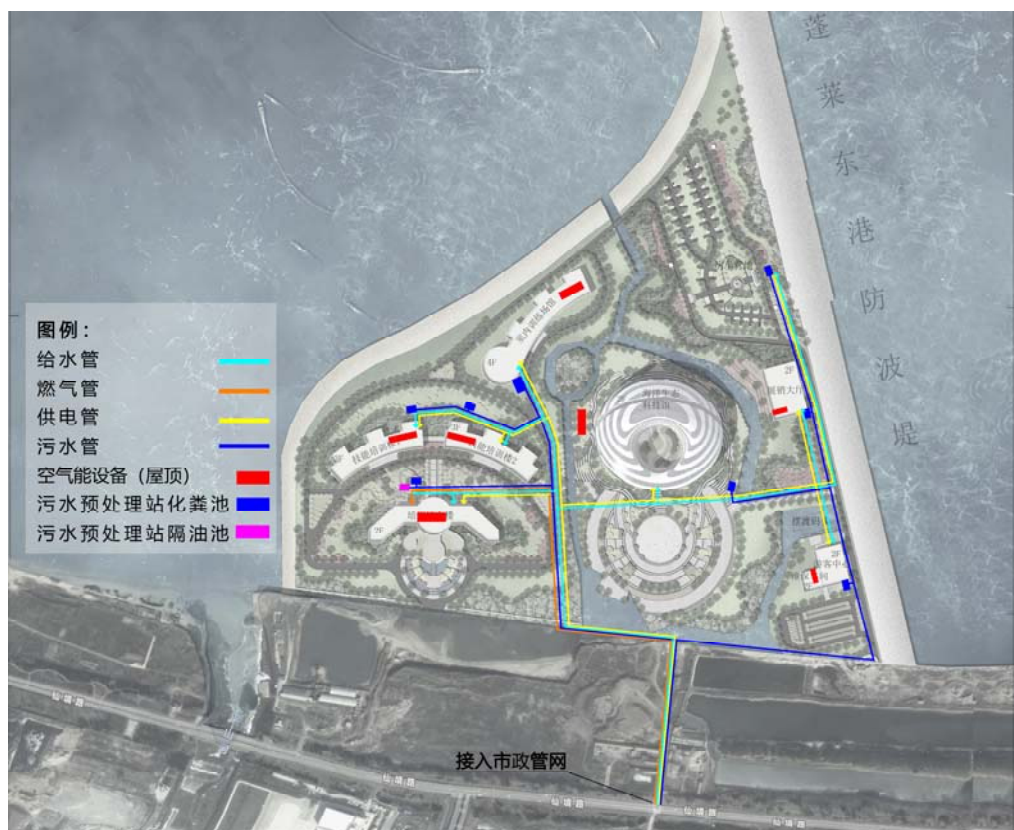


图 3.2.4-2 管道设置布局图

(12) 依托工程

蓬莱东港区防波堤工程总长 3802.7m，其中东防波堤 1812.1m、西防波堤 1990.6m，总投资 28693 万元，2014 年建设完成。项目依托东侧紧邻烟台港蓬莱东港区防波堤工程的西防波堤进行填海建设。西防波堤除堤头 60m 采用直立式沉箱结构外，其余均采用斜坡式结构。项目紧邻的防波堤采用 10~100kg 块石作为堤心石，其上砌筑 M20 浆砌挡浪墙，外坡采用 2~3t 扭王字块体护面，浆砌挡浪墙高程为+6m，内侧堤顶高程为 3~4m 左右。用汽车吊将外侧扭王字块拆除，运往预制厂回收利用，海洋王国项目回填至标高 5m，保留原有浆砌挡浪墙，将蓬莱东港区防波堤工程与海洋王国工程隔离，可保证两工程独立运营互不干扰，同时能在工程上顺畅衔接，海洋王国项目与西防波堤衔接断面见图 3.2.4-4。



图 3.2.4-3 项目与烟台港蓬莱东港区防波堤工程位置关系图

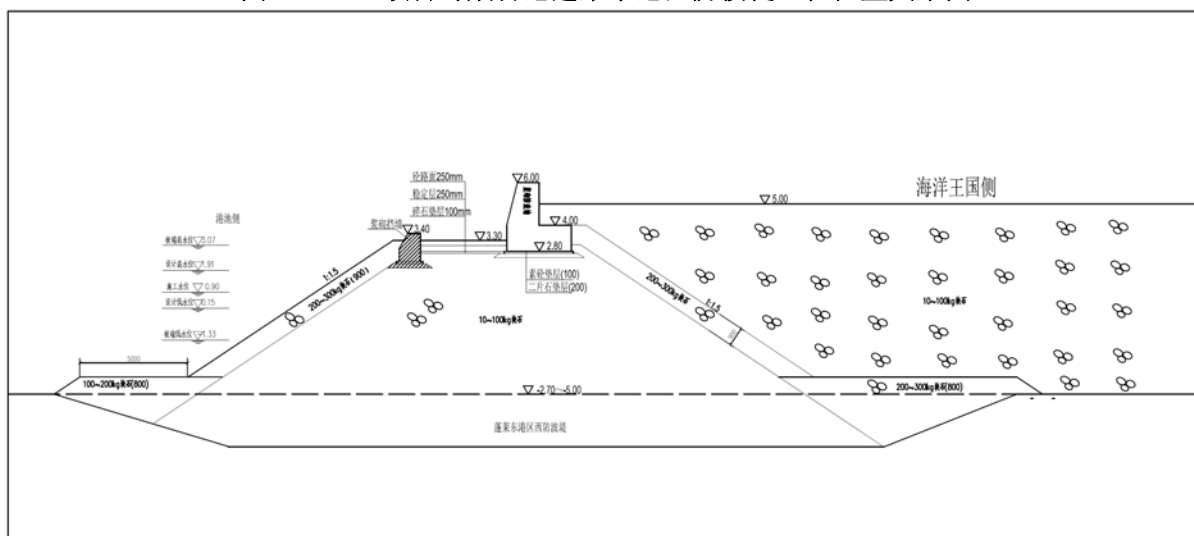


图 3.2.4-4 项目与烟台港蓬莱东港区防波堤工程衔接关系图

3.2.5 临时工程

项目填海期间机械维修、预制件厂、沥青拌合站等临时设施原则上由各供应商在各自企业内解决，不再另设临时场地。项目 10 公里范围内，有足够的预制件加工厂、商混站、沥青搅拌站等建材供应商（聚力建材、东风商混、蓬建预制件、东风预制件、蓬建沥青搅拌站等供应商）。施工企业招标确定后，若施工企业要求设置，可安排在项目

南侧蓬莱区政府已征收陆域宗地上或集体闲置土地,由施工企业与管辖街道办事处签订临时用地协议,按照相关主管部门要求办理相应许可手续。

填海完成后,土建工程施工期间,临建设施及物料场地设置在项目范围内。

施工单位应按照《施工现场管理规定》、《建筑工人施工现场生活环境基本配置指南》、《建筑工人施工现场劳动保护基本配置指南》、《建筑工人施工现场作业环境基本配置指南》等要求,在《施工组织设计》中明确施工期围挡、污水排放、固体垃圾等内容。项目计划在项目南侧搭建临时施工营地,施工营地内搭建临时厕所,在项目南侧、施工营地北侧搭建围挡,出入口处设置洗车槽和集水池,具体设计、布设由施工单位负责。

(1) 围挡

施工现场必须实行封闭式管理,沿南侧延续设置 1075m 围挡,围挡高度 $\geq 3.0\text{m}$ 。

使用的材料应保证围挡稳固、整齐、美观。围挡应考虑可重复利用,可使用角钢与镀锌铁皮制成或轻质材料制作而成,不得使用石棉瓦或其它危害健康的材料。

(2) 洗车槽

施工现场出入口设置车辆冲洗设施。

车辆出入口设置冲洗装置和排水沟保证所有车辆在离开工地前,必须清理干净车身及车胎,以免把泥砂等带到市政道路上。洗车槽,配备高压水枪人工冲洗,有专人冲洗出外的车辆,确保出场车辆不污染市政路面,集水池收集冲洗水,车辆冲洗污染物为 SS,沉淀后可重复利用。

(3) 临时厕所

在临时营地西侧,设置 2 座临时厕所,临时厕所占地总尺寸约 10 平米左右。厕所通常采用绿色节能材料制成,如不锈钢、玻璃钢、节能塑料、彩钢板、铝材及钢材等,确保了其环保和耐用性。颜色多样,设计美观,保持了整洁干净的环境,为施工人员提供了舒适的使用体验。



图 3.2.5-1 项目临时设施分布图

3.3 工程占用（利用）海岸线和海域状况

3.3.1 项目用海确权及相关审批情况

2012 年 12 月项目获得《山东省人民政府关于海洋王国欢乐海洋项目用海的批复》，于 2013 年 5 月获得《山东省海洋与渔业厅关于山东德高文化旅游有限公司蓬莱海洋王国项目海洋环境影响报告书的核准意见》，申请用海单位为山东德高文化旅游有限公司。

2019 年 12 月，蓬莱市城市建设投资集团有限公司通过拍卖的形式获得“山东德高文化旅游有限公司所有的海域使用权”，成交确认书见附件。

2021 年 2 月 2 日，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司获得蓬莱区自然资源和规划局颁发的不动产权证书，证书编号为“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005051 号”“鲁（2021）蓬莱市不动产权第 0005058 号”。

2022 年 2 月，烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司编制了《关于蓬莱区海洋王国欢乐海洋项目不属于“低水平重复建设旅游休闲娱乐项目”论证报告》，并通过评审。2023 年 4 月，中国海洋大学编制了《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态评估报告》和《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态保护修复方案》，并通过专家评审。

中国海洋大学于 2023 年编制了《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态评估报告》和《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态保护修复方案》，已通过专家评审，并将评审修改稿报送山东省海洋局。山东省海洋局征求了山东省生态环境厅关于本项目的意见。根据《山东省生态环境厅关于反馈第四批“已批未填类”围填海历史遗留问题项目意见的函》（鲁环便函【2023】1455 号）（附件 3），山东德高海洋文化旅游公司蓬莱海洋王国欢乐海洋项目环境影响评价文件批准时间为 2013 年 5 月 20 日，按照《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条“建设项目的环境影响评价文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报原审批部门重新审核，该项目应进一步完善环评手续。待该项目环境影响评价文件核准后，报山东省政府批准同意继续填海。

3.3.2 项目实施情况

项目尚未开始进行填海，由于烟台港蓬莱东港区防波堤工程的西防波堤的建设，项目东南角自然淤积形成沙滩。



图 3.3.2-1a 项目所在海域卫星图（2010 年 8 月）



图 3.3.2-1b 项目所在海域卫星图（2013 年 8 月）



图 3.3.2-1c 项目所在海域卫星图（2015 年 7 月）

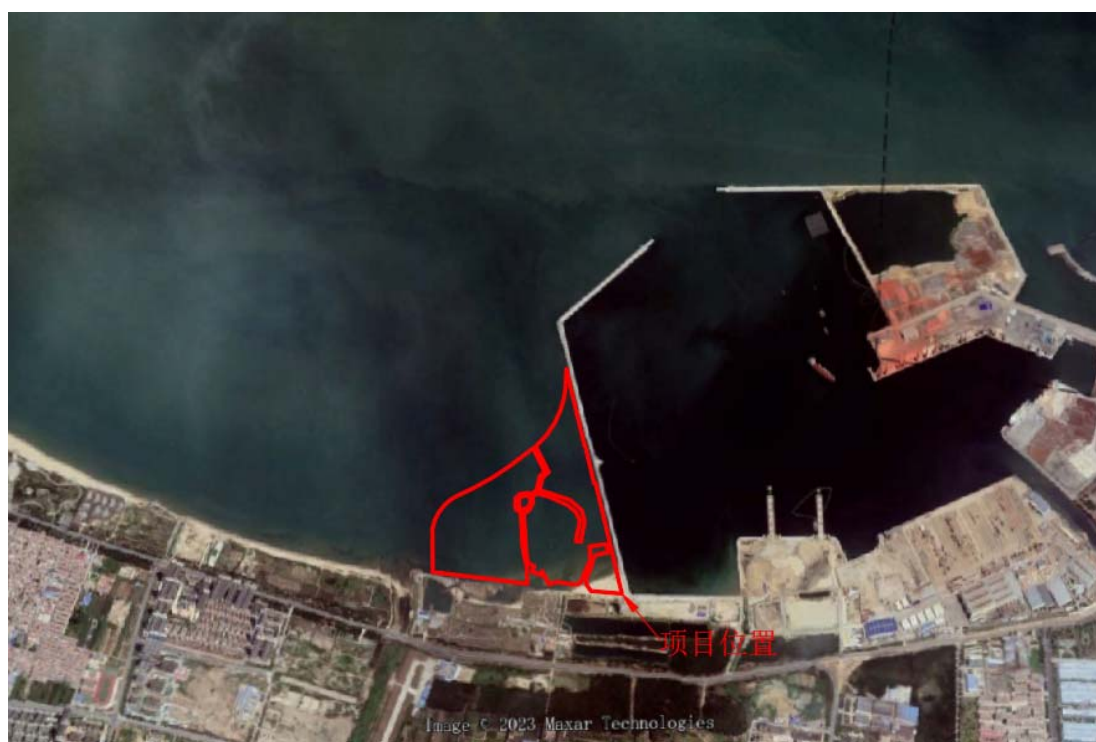


图 3.3.2-1d 项目所在海域卫星图（2018 年 8 月）



图 3.3.2-1e 项目所在海域卫星图（2020 年 9 月）



图 3.3.2-1f 项目所在海域卫星图（2023 年 12 月）

3.3.3 项目占用岸线情况

本项目占用原山东省管理岸线 914.65m，项目建设完成后形成岸线 1274m；占用现山东省管理岸线（2021 年 12 月批复）911.29m，其中项目填海区占用岸线 615.6m，水系占用岸线 295.69m。项目与岸线位置关系见图 3.3.3-1。

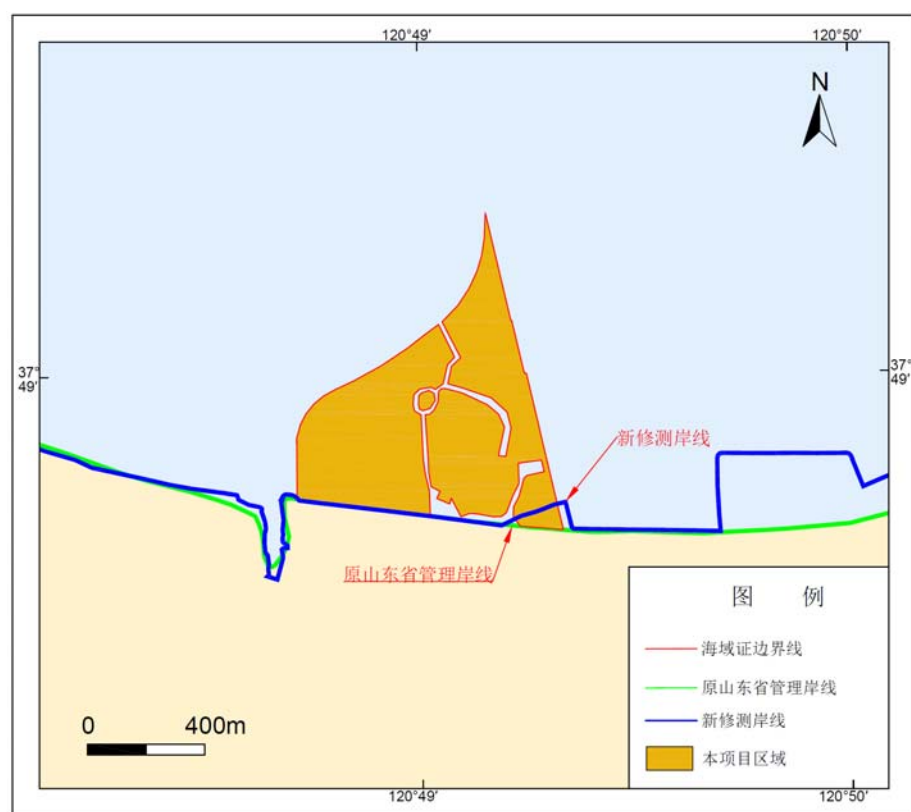


图 3.3.3-1 项目与岸线位置关系图

3.4 项目继续填海建设必要性

(1) 项目建设是打造“滨海旅游”、推动海洋旅游经济发展的需要

旅游业是蓬莱的传统产业和主导产业，是蓬莱区国民经济的重要支柱和经济增长点。蓬莱区海洋旅游经济收入已经达到了全市旅游直接收入的一半以上，海洋旅游在蓬莱区的旅游业中已经逐渐占据了主导地位。2017 年蓬莱游客总人数 1045 万人次，2018 年蓬莱游客总人数 1125.47 万人次，旅游总收入 140.15 亿元;2019 年蓬莱游客总人数 1202.96 万人次，旅游总收入 109.36 亿元;2020 年蓬莱游客总人数 546.64 万人次，旅游总收入 48.36 亿元;2021 年蓬莱游客总人数 815 万人次；2023 年接待游客 1306 万人次，综合收入 108 亿元。

目前，蓬莱的海洋旅游项目主要有蓬莱水城、海洋极地世界、八仙渡等景区，以及部分海上观光和沙滩休闲娱乐等一些小项目。海洋旅游经济想要继续发展，在海洋旅游资源开发方面必须进一步加大力度，全方位、立体化地利用好各种海洋资源，创造海洋旅游经济的规模效益。

本项目通过填海建设“一中心一基地一码头”的结构，“一中心”即“黄渤海新区海洋经济博览中心”，“一基地”即“海上运动项目训练基地”，“一码头”即“摆渡码头”。项目区原为蓬莱东港防波堤西侧海域，通过曲折岸线的设计，增加了项目本身

的海洋亲水性，打造“滨海旅游”为特色的高端休闲度假区域，优化了近海环境，从而完善蓬莱区旅游产业布局，推动蓬莱旅游经济的发展。

（2）项目的建设是扩大就业、保障民生的需要

项目建设高端休闲度假区域，主要进行海洋知识科普教育，承担大型会议、展览及活动，开展专业性、社会性帆船帆板教学、训练、比赛活动，建设摆渡码头、房车露营地等供市民休息娱乐。项目建成后园区工作人员约 600 人，预估日平均训练人员 1000 人、游客 5000 人次，因此项目建设增加了就业岗位，为市民游客提供新的亲海游憩空间，民众幸福感、获得感显著增强。

（3）项目继续填海建设是统筹兼顾周边海域开发活动和旅游资源的需要

根据规划，2025 年之前蓬莱区将建设成为国际知名、国内著名的以“人间仙境”和“葡萄海岸”为特色的海滨度假旅游目的地。这一目标将通过“三级跳跃”来实现，即：2008—2015 为近期目标，实施“新项目带动”战略，将蓬莱建设成为胶东半岛著名的山岳温泉旅游胜地、国家级旅游度假区和世界“葡萄酒文化”典型体验旅游地。2016—2020 为中期目标，实施“传统再造”战略，将蓬莱建设成为著名的国家级历史文化名城。2021—2025 为远期目标，实施“区域合作”战略，将蓬莱发展成胶东半岛、辽东半岛跨海旅游的重要枢纽城市。

三大布局托起“大蓬莱”旅游体系。布局的起点更高，眼界更宽，跳出蓬莱区域范围，将蓬莱旅游业放置到环黄渤海旅游区域板块统筹。通过实施区域、市域和市区三大布局战略，在环渤海区域，形成“青岛-蓬莱-大连”南北纵轴与“龙口-蓬莱-烟台-威海”东西横轴两条旅游长廊。在市域范围内，打造“三重仙境，蓝紫双馨”旅游格局。在市区范围内，布局“一带三核五区”，构建起“大蓬莱”旅游体系，共同形成“岛、海、城、乡、山”的旅游发展格局。

项目建成后将与西部蓬莱阁、八仙过海景区形成一条旅游产业链，打造“滨海旅游”为特色的高端休闲度假区域，实现蓬莱旅游规划。项目东侧为蓬莱东港防波堤工程，防波堤工程的建设使其西侧形成波影区，使得该区域向东输沙能力降低，造成一定的淤积（图 3.3.2-1），本项目紧邻防波堤工程西侧建设，项目用海区域北侧岸线与该海域的潮流流向平行，改善了因防波堤工程建设造成的对地形地貌冲淤环境的局部不利影响。且蓬莱东港防波堤已建设完成，项目东侧可以以该防波堤作为围堰进行回填施工，节约了建设成本，防波堤工程可以有效阻挡来自 NE 向的波浪，为本工程的建设提供了良好的掩护条件。项目建成后由于项目及蓬莱东港防波堤的阻挡，项目内部水系平稳，有利于

开展摩托艇、快艇等摆渡游玩项目。因此项目建设是统筹兼顾周边海域开发活动和旅游资源的需要。

综上，项目继续填海建设是必要的。

3.5 项目主要施工工艺和方法

3.5.1 施工条件、施工方案和施工方法

3.5.1.1 施工条件

本项目位于蓬莱旅游度假区，东侧紧邻蓬莱东港，交通便利，水、电、通信依托条件较好。同时，附近砂、石料资源丰富，劳动力充足，均成为本项目建设的有利条件。

本项目东侧为已建的蓬莱东港防波堤，防波堤工程可有效阻挡 NE 向波浪，具有良好的掩护作用，且项目施工时可依托该防波堤工程进行建设。

本项目为填海工程，工程区背靠滨海路，来料方便，水工结构为常见的斜坡式和重力式结构，施工难度较小。

3.5.1.2 施工方案

本工程主要工程项目包括护岸工程、回填陆域工程及相关配套工程。施工顺序本着先水工后配套，先水下后陆上的原则进行。

工程施工内容主要包括外护岸建设、内护岸建设、陆域回填，形成陆域后处理地基、整平，再进行上方建筑物、配套设施建设、外墙内饰装修、设备搬迁、设备安装，最终进行工程验收。

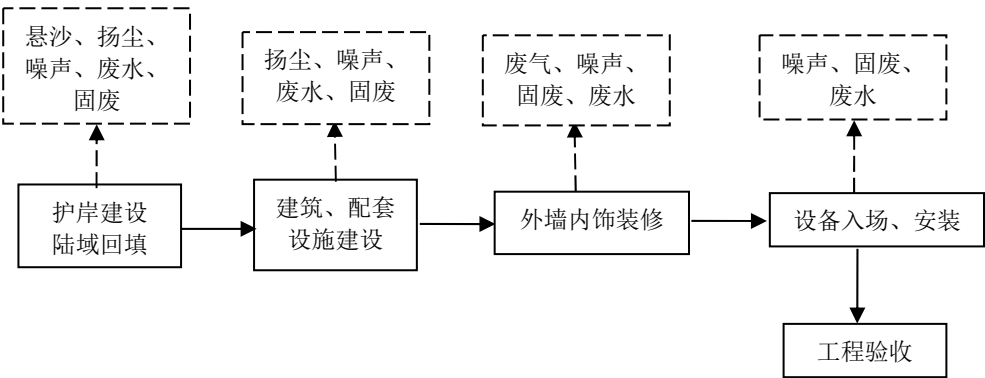


图 3.5.1-1 施工流程

(1) 护岸工程

1) 基槽开挖（内护岸）：基槽开挖采用 8m³ 抓斗挖泥船 GPS 定位后挖除表层粉砂，

基槽底宽、边坡及底标高满足设计要求，并利用泥驳抛至护岸内侧。

本工程拟采用 8m³ 抓斗式挖泥船采用扇形前移横挖法，施工工艺流程如下：

施工准备→挖泥船就位→挖泥船挖泥→泥驳抛泥→测量验收。

施工准备：进行详细的施工组织准备，挖泥位置采用 GPS 定位，设立水尺。以供挖泥船控制挖泥标高。

2) 块石基床：水抛 10~100kg 块石基床，分层夯实后由潜水员下水进行整平。

3) 堤心：堤心石抛填由陆上推进施工，自卸汽车抛填堤心石，并辅以推土机推平。

4) 护底块石：护底块石棱体及垫层采用平板驳和反铲进行抛填。水上船舶进行抛填施工时可采用多点同时施工，加快施工进度。

5) 方块安装：方块单重均小于 100t，可由 100t 起重船吊运安装。

6) 护面结构：预制块可在后方场地预制完成，采用水上和陆上吊装相结合的方法完成。

7) 挡浪墙：在堤心开山石上铺设 30cm 二片石找平层后，砌筑浆砌石挡浪墙。

8) 开山石回填：本工程回填开山石方量为 278.80×10⁴m³。回填料由陆路用自卸汽车运至现场，将开山石直接向海里倾倒，推土机配合。回填时应先沿着护岸内侧进行填筑，以确保淤泥不挤向护岸。

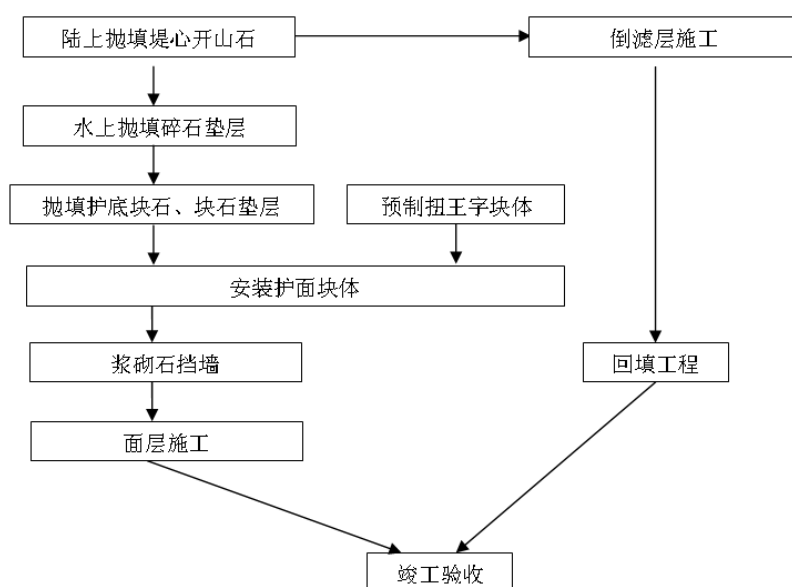


图 3.5.1-2a 外护岸施工工艺流程图

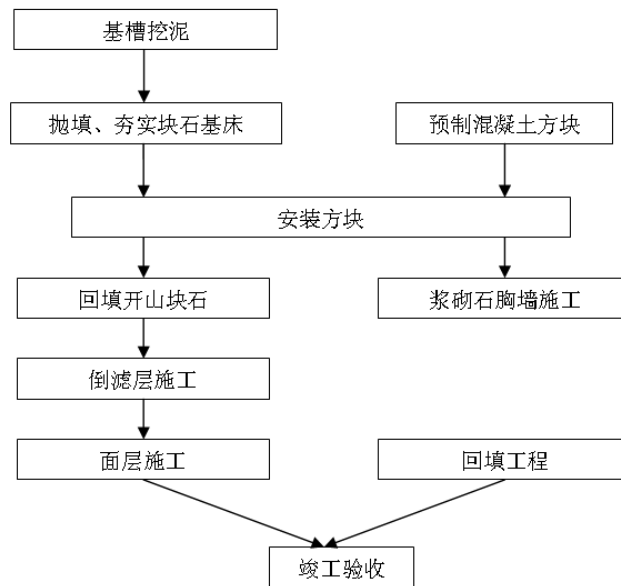


图 3.5.1-2b 内护岸施工工艺流程图

(2) 陆域回填

项目东南侧现淤积成陆区主要为细砂质砂，一般地基处理后，可迅速稳定、固结，且承载力较高，可满足地基稳定性的要求，不需要大面积开挖。水系建设主要利用自然水深地形，不会涉及疏浚作业。项目建设首先利用挖掘机配合铲车、自卸车等对现淤积成陆区的表层淤泥、垃圾进行清理。项目大部分区域由岸侧向海侧分级分层采用 8-20t 自卸汽车运输土石方推填成陆，辅以铲车整平；项目中部小岛采用吹填成陆的方式，泥沙主要来源于西侧待推填区域，先进行中部小岛区施工，后进行。

场地的地基处理按一般场地的标准处理，处理对象主要为回填层的密实。地基处理方案为两遍点夯+一遍普夯强夯加固，强夯能量 3000kJ，普夯能量 1500kJ。工程施工先由机械打设塑料排水板，而后进行强夯，其夯点和夯击能、夯击遍数等应满足设计要求。强夯完成后即可进行夯坑回填及场地的整平碾压。强夯需配备各种机械运输车辆、强夯机，以及场地清理所需的振动碾压机、推土机等设备。大面积强夯施工前应先进进行典型区域的试夯，根据典型施工结果调整设计参数。强夯施工过程中应注意加强对围堤的观测，预留一定的安全距离，必要时开挖防震沟或在一定范围内适当降低夯能等措施，确保保护岸的安全。

(3) 其它配套工程

本项目路面层均采用水泥混凝土路面。道路路面结构自上而下为：25cm 厚水泥混凝土面层+20cm 厚水泥稳定碎石基层+20cm 厚级配碎石底基层。其他配套工程包括房建、供电照明、绿化、给排水及消防等项目，其施工采用常规方式，可根据相关工程的

进度安排施工。

3.5.2 主要工程量及土石方平衡

项目区水深 0.5~8.8m，平均水深约-3.8m，外护岸顶高程 6.5m，园区和内护岸顶标高为 5.0m。本项目建设共需土石方 $405.96 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中，北护岸建设共需土石方 $29.71 \times 10^4 \text{m}^3$ ；西护岸建设共需土石方 $7.95 \times 10^4 \text{m}^3$ ；内护岸建设共需土石方 $62.40 \times 10^4 \text{m}^3$ ；陆域回填共需土石方 $305.90 \times 10^4 \text{m}^3$ ，回填料优先采用内护岸基槽开挖的粉砂，其余采用开山石，陆域回填粉砂 $27.10 \times 10^4 \text{m}^3$ ，开山石 $278.80 \times 10^4 \text{m}^3$ 。土石方平衡见图 3.5.2-1。

工程所需土石方由蓬莱市建筑材料工业总公司供应，其土石方主要采集于烟台市蓬莱区小门家镇泊李村东南侧的双山一号矿。土石料应经监测其有毒有害和放射性等污染物符合相关标准要求，确保无毒无害、不含放射性等污染物，同时应满足《围填海工程填充物质成分限制》（GB 30736- 2014）中第二类围填海工程填充物质成分限值。建设单位已与蓬莱市建筑材料工业总公司签订了的土石方采购意向协议，详见附件 24。

根据工程附近沉积物调查资料表明，工程附近调查站位沉积物质量符合相应沉积物质量标准，沉积物质量良好，内护岸基槽开挖的粉砂用于陆域回填是可行的。

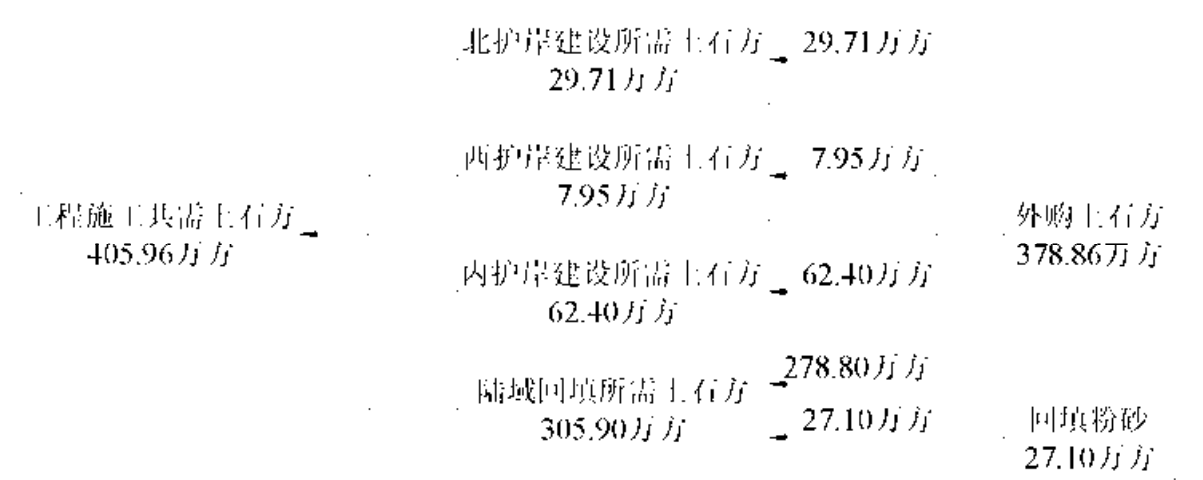


图 3.5.2-1 土石方平衡图

3.5.3 计划进度

本工程位于开敞式海域，受风、浪、流等自然因素影响较大，根据工程建设规模及现场条件及工程量测算，施工期约为 12 个月。施工进度安排见表 3.5.3-1。

表 3.5.3-1 施工进度安排表

项目	序号	工序内容	时 间 （月）											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

	1	施工准备	—											
外护岸工程	2	抛填堤心石		—	—	—								
	3	预制扭王字块		—	—	—	—							
	4	抛填护底块石			—	—	—	—						
	5	安装扭王字块				—	—	—	—					
	6	倒滤层				—	—	—	—					
	7	浆砌石挡墙					—	—	—					
	8	面层施工						—	—	—				
内护岸工程	9	基槽挖泥		—	—									
	10	水抛块石基床			—	—	—							
	11	预制混凝土方块		—	—	—	—							
	12	安装方块				—	—	—						
	13	抛填开山块石					—	—	—					
	14	倒滤层						—	—					
	15	浆砌石胸墙					—	—	—					
	16	面层施工							—	—				
回填工程	17	陆域回填							—	—	—	—		
上方建筑及配套设施建设	18	上方建筑及配套设施建设								—	—	—	—	
竣工验收	19	竣工验收												—

3.6工程分析

3.6.1 工程各阶段工艺流程及生产环节

3.6.1.1 施工工艺

工程施工内容主要包括护岸建设、基槽开挖、陆域回填，形成陆域后处理地基、整平，再进行上方建筑物、配套设施建设、外墙内饰装修、设备搬迁、设备安装，最终进行工程验收。具体施工工艺见 3.5.1 节。

根据施工工艺特点，本项目施工期主要产污环节包括：基槽开挖、抛石、回填埋流产生的污染物，施工生活污水、机舱油污水及生活垃圾，扬尘及施工机械产生的废气和噪声等。项目填海建设造成周边海域水动力条件、生态环境、地形地貌与冲淤环境发生变化。

表 3.6.1-1 施工期施工船舶和主要机械设备表

序号	型号	数量
1	8m ³ 抓斗式挖泥船	2 艘
2	2000m ³ 驳船	2 艘
3	起重船	2 艘
4	推土机	6 台
5	装载机	4 台
6	自卸汽车	10 台
7	打桩机	2 台
8	汽车式起重机	2 台
9	内燃叉车	2 台
10	拉水汽车	4 台
11	内燃压路机	3 台
12	钢筋调直机	2 台
13	钢筋切断机	2 台
14	柴油发电机	2 台
15	反铲挖掘机	2 台
16	钎入式振捣器	3 台
17	交流电焊机	4 台
18	混凝土搅拌运输车	4 台
19	混凝土搅拌机	4 台
20	灰浆搅拌机	4 台

3.6.1.2 运营期工艺

本项目建设黄渤海新区海洋经济博览中心、海上运动项目训练基地、摆渡码头及相关配套设施，运营期主要是游客乘坐摩托艇（5艘）、快艇（5艘）等游玩，在房车营地露营、海洋生态科技馆游览等；在训练基地进行专业性、社会性帆船帆板教学、训练、比赛活动；举办大型会议、展览、活动及办公等。

根据运营期工艺特点，本项目运营期主要产污环节包括：运营期游客、训练人员、

工作人员产生的生活污水、生活垃圾，食堂废水、餐饮垃圾、油烟废气，汽车、船舶尾气，车辆、设备产生噪声及进出车辆交通噪声等。

3.6.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

3.6.2.1 施工期污染因素及源强核算

3.6.2.1.1 基槽开挖、抛石、回填施工产生的污染物

(1) 基槽开挖

内护岸基槽采用抓斗船进行开挖。基槽开挖操作过程中主要分为下斗、关斗、提升和卸斗 4 个步骤，抓斗式挖泥船的产污环节主要体现在下斗对土层的扰动。参考《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021），采用经验公式法时，悬浮物发生量可按下式计算：

$$Q = R/R_0 \times T \times W_0$$

式中：Q——悬浮物发生量（t/h）；

R——现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

T——挖泥船效率（m³/h）；

W₀——悬浮物发生系数（t/m³），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 38.0×10⁻³t/m³；

R₀——发生系数 W₀ 时的悬浮物粒径百分比（%），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%。

基槽开挖采用 8m³ 抓斗式挖泥船，按 8m³ 抓斗式挖泥船计算，每小时抓取 12 斗；工作速率约 96m³/h，抓斗式挖泥船悬浮物发生量参数 R、R₀、W₀ 均参考《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021）公式中的推荐参数。经计算可知，8m³ 抓斗船的悬浮物发生源强为 1.13kg/s。

(2) 抛石

护岸抛石一方面由于将细颗粒泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度；另一方面抛石挤出的泥沙过程也产生颗粒悬浮物。

1) 石料中颗粒物入水形成的悬浮沙源强

本项目每天抛石量约为 4000m³，碎石规格主要为 10~300kg，碎石中泥土含量很低，以 10~300kg 石块 3%计（体积），该部分泥土进入海水后形成悬浮泥沙的比率按 6%计。按照开山石密度 2.5~2.7t/m³（取 2.6t/m³），则可计算抛投石料中颗粒物入水后可形成

悬浮沙的发生量约为 0.37kg/s。

2) 抛石挤出悬浮泥沙源强

抛石挤出形成的颗粒悬浮物源强按以下公式计算：

$$S_1=(1-\theta_1)\rho_1\alpha_1P$$

式中：

S_1 ——为抛石挤淤的悬浮物源强（kg/s）；

θ_1 ——为海底沉积物天然含水率（%），取 30.0%。

ρ_1 ——为沉积物中颗粒湿密度（kg/m³），取 1950kg/m³；

α_1 ——为沉积物中悬浮颗粒所占百分率（%），取 3%；

P ——为平均挤淤强度（m³/s），根据施工方案，每天施工强度为 4000m³/d，每天施工 14h，则项目的抛石挤淤强度约为 0.079m³/s。

则根据前述计算公式及确定的参数，计算得本工程抛石挤淤产生的悬浮泥沙源强约为 3.24kg/s。

3) 抛石悬浮泥沙总源强

由前述计算结果可知，本项目抛填块石过程中，由于石块将细颗粒泥沙带入的悬浮泥沙产生源强约为 0.37kg/s，抛石挤出的悬浮泥沙的产生源强约为 3.24kg/s，则项目块石抛填过程产生的悬浮泥沙的最大总源强约为 3.61kg/s。

（3）回填

回填区的泥浆水流经分隔围堰、多道防污屏沉隔、布设双层土工布，最后经排水口排出。根据《山东半岛流域水污染综合排放标准》中一级标准，SS 浓度应小于 70mg/L，根据施工现场经验，溢流口悬浮泥沙浓度很难控制在标准要求范围内，实际最大浓度可达 2500mg/L。项目回填主要采用陆域推填的方式，最大推填量约 4000m³/d，，每天施工 14h，则溢流口泥沙溢流速度为 285.7m³/h，由此计算，推填悬浮泥沙源强可达 0.20kg/s。项目建设采用先建外侧护岸，后由陆域推填，项目建设土方量较大，因此在项目南侧设置两个溢流口，溢流口位置见图 5.3.2-1。

施工过程中应采取清洁的施工工艺，尽量延长泥浆水中悬浮泥沙的沉淀时间，从而降低溢流口的悬浮泥沙浓度，同时需做好施工期间溢流口处的悬浮泥沙监测。

3.6.2.1.2 含油污水

1) 船舶机舱油污水

本工程水上作业船舶共 6 艘，主要为抓斗式挖泥船、驳船、起重船等。施工船油污

水产生量按 $0.6\text{m}^3/\text{d}$ 艘计,则每天共产生油污水 3.6m^3 ,海上施工作业天数按 180d 计算,则产生的含油污水为 648m^3 。污水中石油类浓度约为 5000mg/L ,则石油类污染物发生量为 3.24t 。施工船舶产生的机舱油污水由密封式自动污水收集车收集后送至有资质的单位统一处理。

2) 机修油污水

施工期间机械设备、车辆约 60 台(辆),若每天设备检修率按 1%计,机械、车辆机修用水量标准以 $0.3\text{t}/\text{台}\cdot\text{次}$ 计,则日用水量约 0.18t ,施工作业天数按 320d 计,计算得到用水量约为 57.6t ,污水产生系数按 80%计算,则施工产生污水量为 46.08t 。污水中石油浓度分别约为 500mg/L ,则石油类污染物发生量约为 0.023t 。施工机械在专门维修厂进行维修保养,产生的油污水由维修单位统一集中收集处理,施工现场不产生油污水。

3) 机械车辆冲洗水

施工期间机械设备、车辆约 60 台(辆),冲洗用水量指标取 $600\text{L}/\text{台}\cdot\text{次}$,每天冲洗流动机械台数按全部流动机械的 40%计算,每天冲洗次数为一次,则本工程流动机械冲洗日用水量为 $14.40\text{t}/\text{d}$,年作业天数按 320 天计算,则流动机械冲洗用水量为 $4608\text{t}/\text{a}$,污水产生系数按 80%计算,则含油污水产生量为 $3686.4\text{t}/\text{a}$ 。废水中石油类按 500mg/L 计,则石油类产生量为 $1.84\text{t}/\text{a}$ 。通过集水池收集后送至有资质单位处理。

3.6.2.1.3 生活污水

1) 船舶生活污水

根据本工程施工作业量及工期安排,本工程水上施工船舶按 6 艘计。一般 1 艘船工作人员为 10~15 人,按 12 人/艘计,参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中附 3 生活源中表 2-1 农村生活污水排放系数及污染物产污强度,项目所在的山东烟台市的农村生活污水排放系数及污染物产污强度,生活污水排放系数按 $39.46\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$,COD、氨氮、总氮、总磷的产污强度分别按 $34.10\text{g}/\text{人}\cdot\text{d}$ 、 $1.47\text{g}/\text{人}\cdot\text{d}$ 、 $2.28\text{g}/\text{人}\cdot\text{d}$ 、 $0.16\text{g}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计,本工程海上施工作业天数按 180d 计,生活污水的产生量为 511.20t ($2.84\text{t}/\text{d}$),工程海上施工 COD、氨氮、总氮和总磷的产生量分别为 441.94kg 、 19.05kg 、 29.55kg 、 2.07kg 。船舶生活污水利用船舶自带厕所或污水收集罐收集,生活污水收集后由槽车送至碧海污水处理厂处理,施工现场不外排生活污水。

2) 陆域施工生活污水

陆域施工现场工作人员预计为 120 人,参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中附 3 生活源中表 2-1 农村生活污水排放系数及污染物产污强度,项目所在的

山东烟台市的农村生活污水排放系数及污染物产污强度，生活污水排放系数按 39.46L/人*d，COD、氨氮、总氮、总磷的产污强度分别按 34.10g/人*d、1.47g/人*d、2.28g/人*d、0.16g/人*d 计，本工程施工作业天数按 320d 计，生活污水的产生量为 1516.80t (4.74t/d)，工程陆上施工 COD、氨氮、总氮和总磷的产生量分别为 1309.44kg、56.45kg、87.55kg、6.14kg。施工期陆上施工人员生活污水经临时厕所统一收集，由槽车送至碧海污水处理厂。

3.6.2.1.4 环境空气

1) 施工现场污染源强估算

类比同类项目的建设，在沙石料堆存过程中的风蚀起尘、卡车卸料时产生的粉尘污染、道路二次扬尘、水泥拆包的粉尘污染、场地扬尘等共同作用下，未采取环保措施时，施工现场面源污染源强为 539g/s。采取环保措施时，施工现场面源污染源强为 140g/s。

2) 汽车运输沙石对运输线路的粉尘污染源强估算

参照国内港口道路扬尘的实验研究成果，汽车道路扬尘量可按下式计算：

$$Q=0.123(V/5)(W/6.8)^{0.65}(P/0.5)^{0.72}$$

式中：Q——汽车扬尘量，（kg/km，辆）；V——汽车速率，（km/h）；W——汽车载重量，（t/辆）；P——道路表面积尘量，（kg/m²）。

施工期间各种车辆类型最大车流量和载重量见表 3.6.2-1。行驶车速 10km/h，道路表面积尘量 0.05kg/m²，车辆在项目内平均行驶距离按 3km 计算。可计算得小时最大扬尘增量值约 7.87kg/h，每天工作时间按 12 小时计算，日增值约 94.4kg/d，本工程年施工作业天数按 320 天计，年增值约 30.21t/a。

本工程施工期道路采用洒水抑尘的方式进行除尘，除尘效率取 85%，施工道路扬尘排放量为 30.21t/a。

表 3.6.2-1 施工期间最大车流量表

车辆类型	小型车	中型车	大型车
车流量(辆/h)	10	10	20
载重量(t/辆)	2	8	20

3) 车辆排放废气

根据《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》推荐方法中，大气污染物排放量计算公式如下：

$$E = \sum_{i=1}^n P_i \times EF_i \times VKT_i \times 10^{-6}$$

式中，E 为不同排放阶段集疏运货车对应的 CO、HC、NO_x、PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的年排放量，单位为吨；EF_i 为不同排放阶段集疏运货车排放因子，单位为克/公里；P 为所在地区不同排放阶段集疏运货车的保有量，单位为辆；VKT_i 为年均行驶里程，单位为公里/辆。

中型柴油车不同排放阶段综合基准排放因子如表 3.6.2-2a 所示：

表 3.6.2-2b 中型柴油车不同排放阶段综合基准排放因子（g/km）

排放标准	CO	HC	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀
国一前	12.05	3.560	10.782	1.322	1.450
国一	4.24	1.612	7.479	0.905	1.006
国二	4.63	0.421	6.221	0.273	0.303
国三	2.09	0.203	6.221	0.171	0.190
国四	1.65	0.103	4.354	0.099	0.110
国五	1.65	0.103	3.701	0.020	0.022

重型柴油车不同排放阶段综合基准排放因子如表 3.6.2-2b 所示：

表 3.6.2-2b 重型柴油车不同排放阶段综合基准排放因子（g/km）

排放标准	CO	HC	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀
国一前	13.6	4.083	13.823	1.322	1.45
国一	5.79	0.897	9.589	0.623	0.692
国二	3.08	0.52	7.934	0.502	0.558
国三	2.79	0.255	7.934	0.243	0.27
国四	2.2	0.129	5.554	0.138	0.153
国五	2.2	0.129	4.721	0.027	0.03

据单车污染物平均排放量、最大车流量，本工程施工作业天数按 320 天计，每天工作时间 12h，车辆在港平均行驶距离按 2km/h·辆计算，年均行驶里程为 7680km/辆，每天车辆按 30 辆计（其中中型车 10 辆，大型车 20 辆），则 CO、NO_x、PM₁₀、PM_{2.5} 的年排放量分别 0.46t、1.01t、0.006t、0.006t

4) 船舶排放废气

施工船舶工作时两台发电机运行，发电机功率按 500kw 计，一艘船舶大气污染源强计算如下：

停靠船舶发电机总功率：P=500kw×2=1000kw

换算成马力（0.735kw=1 马力）：1000kw/0.735=1360.5 马力

按 1 马力的功需要耗油 150g，则船舶停靠每小时的耗油量为：

$B_0=150 \times 1360.5 \times 10^{-3}=204.08\text{kg}$

燃烧的油料以轻柴油计算，SO₂、NO_x和CO的源强如下：

I、SO₂源强

$$G_s = 2B_0S_0(1-\eta)$$

式中：G_s—SO₂排放量（kg）；B₀—燃油量（kg）；S₀—油中硫的含量（%）；η—SO₂的脱除效率（%）。

柴油中S的含量一般不超过0.5%，船舶没有脱硫装置，所以η取0，计算船舶每小时SO₂的排放量为：

$$G_s = 2B_0S_0(1-\eta) = 2 \times 204.08 \times 0.5\% \times (1-0) = 2.04\text{kg/h}$$

II、NO_x源强

燃烧1t柴油约产生12.3kg NO_x，船舶每小时耗油量为204.08kg，则NO_x排放量约为2.51kg/h。

III、CO源强

$$G_c = 2.33 \cdot B_0 \cdot q \cdot C$$

式中：G_c——CO排放量（kg）；B₀——燃油量（kg）；q——燃料的燃烧不完全值（%），取2%；C——燃料含碳量，85%~90%。

计算得到，船舶每小时CO的排放量为：

$$G_c = 2.33 \cdot B_0 \cdot q \cdot C = 2.33 \times 204.08 \times 2\% \times 90\% = 8.56\text{kg/h}$$

本工程水上作业船舶数约为6艘，每天工作按12h计，本工程施工作业天数按90天计，每年则船舶排放的SO₂、NO_x、CO废气量分别为13.22t、16.26t，55.47t。

5) 装修废气

建筑物地面、墙体装修过程中，使用的漆、胶、石材、地砖、木材等材料挥发出的甲醛、苯等有害物质。装修期间涂刷涂料时通过选用环保型水溶性涂料、并加强室内通风换气等措施控制装修废气。建设单位只要采用符合标准的建筑材料，保证建材等无毒无害，做到健康设计原则，基本不会对环境产生不利影响。

3.6.2.1.5 环境噪声

本工程按常规施工方法，施工期对声环境的影响因素主要是机械、车辆噪声。这些噪声具有无规则、不连续、高强度等特点，其影响会随着施工的结束而消失。主要机械设备的噪声源强见表3.6.2-3。

施工期对声环境的影响因素主要是机械、车辆噪声。这些噪声具有无规则、不连续、高强度等特点，经估算，施工机械产生的噪声在200m外即可降到60dB以下。建设周边200m内无其他企业、学校、医院等环境敏感点，施工期建设对周边声环境质量影响较小，在施工期结束后噪声影响随即消失。

表 3.6.2-3 主要施工机械设备的噪声源强

污染源	最大声级 (dB)	测点与声源距离 (m)
施工船舶	68	60
推土机	86	5
装载机	90	5
自卸卡车	88	7.5
船载起重机	90	5
打桩机	90~96	5
汽车式起重机	90~100	0
内燃叉车	90~100	0
拉水汽车	90~100	0
内燃压路机	80~90	5
钢筋调直机	90~80	0
钢筋切断机	90~80	0
柴油发电机	95~102	5
反铲挖掘机	90~100	0
钎入式振捣器	80~88	5
交流电焊机	90~100	0
混凝土搅拌运输车	85~90	5
混凝土搅拌机	80~88	5
灰浆搅拌机	80~88	5

3.6.2.1.6 固体废物

1) 陆域施工人员产生的生活垃圾一般每人每天约为 1.5kg/d, 陆域施工人员共计 120 人, 则每天产生的生活垃圾约 180kg/d, 施工作业天数按 320 天计, 计算得陆上施工产生生活垃圾为 57.6t。陆域生活垃圾由当地环卫部门统一收集处理。

2) 本工程水上施工作业最多人员约为 72 人, 按人均产生量为 1kg/d, 则施工船舶工作人员每天产生的生活垃圾量为 72kg/d, 施工船舶作业天数按 180 天计, 计算得到施工期生活垃圾产生量为 12.96t。施工船舶产生的生活垃圾, 利用船舶自带的垃圾箱收集, 最终由当地环卫部门统一收集处理。

3.6.2.1.7 危险废物

机械设备修理过程中产生含油废棉纱, 机修油棉纱产生量约为 0.5t/a, 属于危险废物 (豁免类), 机械维修在定点维修点进行, 施工现场不产生机修油棉纱。

施工期污染物排放状况见表 3.6.2-4。

表 3.6.2-4 施工期污染物产生情况

污染物种类	发生量	主要污染物	污染物源强	排放方式	拟采取措施
悬浮泥沙	/	SS	基槽开挖 1.13kg/s	连续排放	合理安排工期; 加强管理, 文明施工
			抛石 3.61kg/s		
			回填 0.20kg/s		
船舶机舱油污水	648m ³	石油类 (5000mg/L)	3.24t	间断	送至有资质的单位统一处理

污染物种类	发生量	主要污染物	污染物源强	排放方式	拟采取措施
机械车辆冲洗水	3686.4t/a	石油类（500mg/L）	1.84t	间断	送至有资质的单位统一处理
机修油污水	46.08t	石油类（500mg/L）	0.023t	间断	机械维修在定点维修点进行，施工现场不产生油污水。
船舶生活污水	511.20t	COD	441.94kg	间断	利用船舶自带厕所收集，由槽车送至碧海污水处理厂处理。
		氨氮	19.05kg		
		总氮	29.55kg		
		总磷	2.07kg		
陆域生活污水	1516.80t	COD	1309.44kg	间断	统一收集由槽车送至碧海污水处理厂处理。
		氨氮	56.45kg		
		总氮	87.55kg		
		总磷	6.14kg		
施工粉尘	/	TSP	140g/s	无组织间断排放	洒水抑尘
道路扬尘	/	TSP	7.87kg/h	无组织间断排放	洒水抑尘
车辆废气	/	CO	0.46t	无组织间断排放	/
	/	NO _x	1.01t	无组织间断排放	/
	/	PM ₁₀	0.006t	无组织间断排放	
	/	PM _{2.5}	0.006t	无组织间断排放	
船舶废气	/	SO ₂	2.04 kg/h	无组织间断排放	/
	/	NO _x	2.51 kg/h	无组织间断排放	/
	/	CO	8.56 kg/h	无组织间断排放	/
各类施工机械	/	等效声级	68dB~102dB	间断排放	合理安排施工时间；做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作
固体废物	/	生活垃圾	陆域 57.6t	间断	由当地环卫部门统一收集处理
	/		船舶 12.96t	间断	利用船舶自带的垃圾箱收集，最终由当地环卫部门统一收集处理
危废	/	机修油棉纱（豁免类）	0.5t/a	间断	机械维修在定点维修点进行，施工现场不产生机修油棉纱

3.6.2.2 运营期污染因素及源强核算

3.6.2.2.1 废水

1) 生活污水

项目区摩托艇（5 艘）、快艇（5 艘）工作人员及游客在附近游客中心和展览中心产生生活污水，船艇上不设厕所，不产生生活污水。运营期项目生活污水主要为工作人员、训练人员、游客产生的生活污水。

本项目建成后预估日均接待游客 5000 人次，训练人员 1000 人，工作人员 600 人。类比同类项目，游客每人每次用水量约 20L/d，训练、工作人员生活用水量按 100L/d·人计，年运营天数按照 364 天计算，则年用水量为 94640t；生活污水排放系数取 0.8，年排放量为 75712t（208t/d）。综合考虑《第二次全国污染源普查生活污染源产排污系数手册》《城市居民生活用水量标准》（GB/T50331-2002）《城市给水工程规划规范》

(GB50282-2016),并类比同类项目,项目主要污染物产生浓度分别为:COD_{Cr} 450mg/L、BOD₅ 250mg/L、SS 200mg/L、NH₃-N 30mg/L,各类污染物产生量分别为 COD_{Cr} 34.07t/a、BOD₅ 18.93t/a、SS 15.14t/a、NH₃-N 2.27t/a。

在培训综合楼、室内训练场、技能培训楼设置4座化粪池,每座化粪池容积为100m³,处理能力为60m³/d,则4座化粪池的总处理能力为240 m³/d,项目生活污水的产生量为208t/d,化粪池的总处理能力能够满足运营期间污水的预处理。运营期生活污水由污水管网送至项目化粪池沉淀处理后,水质可以满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4三级标准,最终排入市政管网至碧海污水处理厂处理。

碧海污水处理厂排放指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准,主要污染物产生浓度分别为:COD_{Cr} 50mg/L、BOD₅ 10mg/L、SS 10mg/L、NH₃-N 5mg/L,各类污染物最终排放量分别为 COD_{Cr} 3.79t/a、BOD₅ 0.76t/a、SS 0.76t/a、NH₃-N 0.38t/a。

2) 餐饮废水

根据《全国民用建筑工程设计技术措施 给水排水》,餐厅用水量按每人每次20L计算,预计日均用餐约3500人次,餐厅每天用水量约70t,折污系数0.8,项目餐饮废水量约56t/d,年运营天数364天,年产生餐饮废水约20384t/a。类比同类项目,项目餐饮废水主要污染物浓度为COD_{Cr} 450mg/L、BOD₅ 250mg/L、SS 350mg/L、NH₃-N 40mg/L、动植物油 50mg/L,估算项目运营期间餐饮废水中各类污染物产生量分别为 COD_{Cr} 9.17t/a、BOD₅ 5.10t/a、SS 7.13t/a、NH₃-N 0.82t/a、动植物油 1.02t/a。

在培训综合楼设置一座隔油沉淀池,容积为80m³,餐饮废水量约56t/d,隔油沉淀池能够满足项目使用需要。食堂废水经隔油沉淀池分离油污后,水质可以满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4三级标准,最终排入市政管网至碧海污水处理厂处理。碧海污水处理厂排放指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准,主要污染物产生浓度分别为:COD_{Cr} 50mg/L、BOD₅ 10mg/L、SS 10mg/L、NH₃-N 5mg/L、动植物油 1mg/L,各类污染物最终排放量分别为 COD_{Cr} 1.02t/a、BOD₅ 0.20t/a、SS 0.20t/a、NH₃-N 0.10t/a、动植物油 0.02t/a。

3) 摩托艇、快艇清洗废水

本项目摩托艇、快艇定期委托第三方社会服务机构清洗,清洗所产生的的废水由第三方服务机构处理,不属本次评价范围。

4) 含油污水

本项目设备的检修维护委托专业维修机构进行,定期对机械、设备地开展巡视检查、添加油脂、预防性检修等维护工作。项目区不设置机修车间,除必须在现场进行的油脂添加、临时性抢修外,其余工作在专业维修机构开展完成,产生的油污水由维修单位统一集中收集处理,项目区不产生油污水。

5) 初期雨水

项目所在地蓬莱区暴雨强度公式如下:

$$q = \frac{1619.486 (1 + 0.958 \lg P)}{(t + 11.142)^{0.698}}$$

式中: q —设计暴雨强度, $L/(s \cdot hm^2)$;

t —降雨历时, 取值 15min;

P —设计重现期, 年, 取值 1 年。

通过上述公式计算可得, 项目所在地蓬莱设计暴雨强度约 $213.86 L/(s \cdot hm^2)$,

前期雨水量计算公式如下:

$$Q = \psi qF$$

式中: Q — 雨水设计流量 (L/s)

q — 设计降雨强度 $L/(s \cdot 公顷)$

ψ — 径流系数, 取 0.45

F — 汇水面积 (ha 、 $10^4 m^2$), 本项目为 $44.9739 hm^2$ 。

经计算项目初期雨水产生量约为 $4.33 m^3/s$, 本工程主要收集道路及园区路面雨水, 道路采用双侧排水, 雨水就近排海。

6) 道路广场浇洒和绿化用水

项目不进行道路冲洗, 仅进行必要的道路喷洒水, 喷洒水以自然蒸发为主。根据《全国民用建筑工程设计技术措施 给水排水》, 道路广场浇洒用水量指标为 $0.20 \sim 0.25 L/(m^2 \cdot 次)$, 绿化用水量指标为 $1.50 \sim 2.00 L/(m^2 \cdot 次)$, 本项目取 0.2 、 $1.5 L/(m^2 \cdot 次)$, 年运营按 364 天计算, 每周喷洒两次, 年用水量约 2200t、10169t, 全部消耗不外排。

7) 未预见用水

本工程用水项目主要包括生活用水、餐饮用水、道路广场浇洒和绿化用水以及未预见用水量等, 未预见用水量取其他用水量之和的 10%, 为 13249t/a, 全部消耗不外排。

本工程运营期间用水总量为 145738t/a, 全部为新鲜水。本项目年供水平衡分析见图 3.7-1。

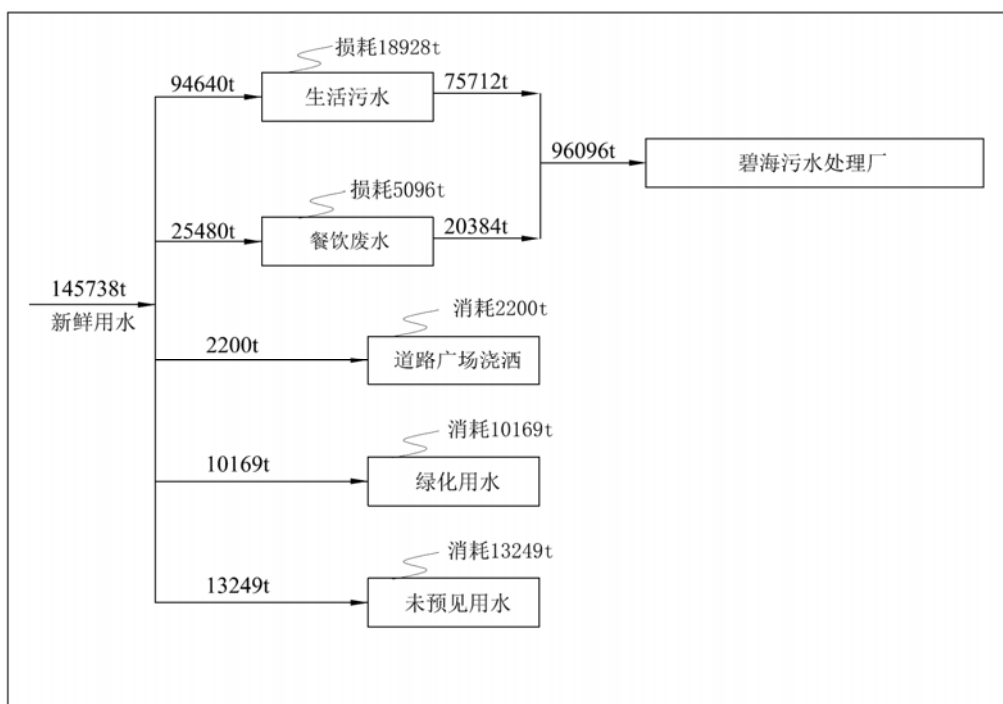


图 3.6.2-1 项目水平衡图 (t/a)

3.6.2.2.2 环境空气

(1) 油烟废气

项目餐厅年运行天数 364 天，提供两餐，本项目每日用餐人数约 3500 人次，设 8 个灶头，规模为大型。以每位就餐人消耗 15g 食用油计，则食用油的用量为 19.11t/a，烹饪时食用油的挥发量为 4%，则油烟的产生量为 0.76t/a，产生速率为 0.13kg/h（每餐烹饪时间以 2h 计）。油烟废气经油烟净化器处理后由高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油烟净化设施的处理效率为 95%，风机风量为 9000m³/h，则油烟的排放量为 0.095t/a，排放速率为 0.0065kg/h，排放浓度为 0.72mg/m³。

食堂以管道天然气作为燃料，属于清洁能源，燃烧后废气中污染物较少，对环境的影响较小；项目油烟排放浓度为 0.72mg/m³，可达到《饮食业油烟排放标准》（DB37/597-2006）中的大型规模要求（油烟最高允许排放浓度 1.0mg/m³、油烟净化设施的最低去除效率 90%）。

(2) 快艇废气

项目共有 5 艘摩托艇、5 艘快艇，其中摩托艇为电力驱动，不产生废气，快艇为柴油驱动。

快艇废气主要是发电机耗油产生，尾气中的主要污染因子是 NO_x、THC、SO₂ 和 CO 等，均为无组织排放。旅游区快艇主机功率为 50 马力，船舶尾气产生量较小，且位于海域周边较为开阔，能够迅速被环境空气稀释、扩散，对周围环境空气的影响较小，本

报告不进行定量计算。

(3) 汽车尾气

汽车在进出停车位的行驶过程中会排放尾气，主要污染物为 CO、SO₂、THC、NO_x 等，本项目停车位均为地上停车位，停车排放的汽车尾气产生量较小，且能够迅速被环境空气稀释、扩散，对周围环境空气的影响较小。

3.6.2.2.3 声环境

项目空调机、油烟净化器风机、排风扇等部分设备位于室内，其噪声值为 55~85dB (A)，由于建筑物阻挡且设备噪声值较低，该部分噪音对环境的影响较小。

本项目其他噪声主要来源于进出车辆、摩托艇快艇及游客游玩产生的噪声，车辆、摩托艇快艇噪声值约为 70~85dB(A)。

3.6.2.2.4 固体废弃物

(1) 生活垃圾

本项目建成后预估日接待游客 5000 人次，部分游客并不在项目区停留一整天，人均垃圾产生量 0.2kg/d 计；训练人员 1000 人，工作人员 600 人，按照人均垃圾产生量 0.4kg/d 计，则生活垃圾产生量为 1.64t/d，年运行 364 天，则生活垃圾产生量为 596.96t/a，由环卫部门统一清运。

(2) 餐厨垃圾：项目餐厅日就餐人数为 3500 人·次，年运行 364 天，按每人每天产生厨余垃圾 0.1kg 计，则厨余垃圾的产生量为 127.4t/a，根据《山东省餐厨废弃物管理办法》，交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置。

(3) 废油脂：根据同类项目类比估算，废油脂的产生量约为 10t/a，根据《山东省餐厨废弃物管理办法》，交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置。

(4) 污泥：化粪池是一种利用沉淀和厌氧发酵的原理，去除生活污水中悬浮性有机物的处理设施，属于初级的过渡性生活处理构筑物，其悬浮物固体浓度约 200mg/L，污水进入化粪池经过 12~24h 的沉淀，可去除 50%~60% 的悬浮物。每年进入化粪池的污水总量共计 75712t，由此计算化粪池污泥产生量为 7.57t。沉淀下来的污泥经过 3 个月以上的厌氧消化，使污泥中的有机物分解成稳定的无机物，易腐败的生污泥转化为稳定的熟污泥，改变了污泥的结构，降低了污泥的含水率。定期将污泥清掏外运，填埋或用作肥料。

3.6.2.2.5 危险废物

项目机械、摩托艇、快艇等维修在定点维修点进行，厂区不产生废机油、维修固废等危险废物。

本项目运营期污染物排放情况见表 3.6.2-5。

表 3.6.2-5 本项目运营期污染物产生情况

环境要素	污染源	产生量	主要污染物	污染物产生量	污染物排放量	排放方式	采取措施及环评建议
水环境	生活污水	75712t/a	COD _{Cr}	34.07t/a	3.79 t/a	间断	运营期生活污水由污水管网送至项目沉淀池沉淀，最终排入市政管网至碧海污水处理厂处理。
			BOD ₅	18.93t/a	0.76 t/a		
			SS	15.14t/a	0.76 t/a		
			NH ₃ -N	2.27t/a	0.38 t/a		
	餐饮废水	20384t/a	COD _{Cr}	9.17t/a	1.02 t/a	间断	餐饮废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。
			BOD ₅	5.10t/a	0.20t/a		
			SS	7.13t/a	0.20t/a		
			NH ₃ -N	0.82t/a	0.10t/a		
			动植物油	1.02t/a	0.02t/a		
	初期雨水	4.33m ³ /s	SS	—	—	间断	—
空气环境	油烟废气	/	油烟	0.76t/a	0.095t/a	长期	经油烟净化器处理后由高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油烟净化设施的处理效率为 95%，排放浓度为 0.72mg/m ³ ，可达到《饮食业油烟排放标准》（DB37/597-2006）中的大型规模要求。
	游船、汽车废气	/	SO ₂	少量	少量	间断	无组织排放
		/	NO _x	少量	少量		
		/	THC	少量	少量		
		/	CO	少量	少量		
声环境	车辆、船艇、机械、游客噪音	/	等效声级	55~85dB（A）	55~85dB（A）	间断	自然排放
固体废物	生活垃圾	596.96t/a	一般固废	596.96t/a	—	间断	由环卫部门统一收集处理
	餐厨垃圾	127.4t/a	餐厨废弃物	127.4t/a	—	间断	交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置。
	废油脂	10t/a	餐厨废弃物	10t/a	—	间断	
	沉淀池污泥	7.57t/a	污泥	7.57t/a	—	间断	定期将污泥清掏外运，填埋或用作肥料

3.6.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

(1) 施工期

工程施工期非污染环节的影响主要是施工产生的悬浮泥沙扩散使得区域海水中悬浮物含量增加、透明度减小，以及可能造成的沉积物环境的影响，从而对浮游动植物等造成损失。填海建设占用和破坏海洋生物资源的栖息环境，将会对海洋生态资源造成损害，导致海洋生物量的损失。

(2) 运营期

工程运营期生态影响环节的影响主要是工程用海使得周边海域潮流场发生变化，改变了周边海域的水文水动力环境和地形地貌冲淤环境。

3.7 污染源源强核算及总量控制

3.7.1 污染源源强核算

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）要求，对项目运营期产生的污染物进行源强核算。污染源源强核算方法采用《污染源源强核算技术指南 准则》（HJ884-2018）具体规定。

表 3.7.1-1 本项目污染物产生及排放量汇总表

类别	污染源	污染因子	污染物排放清单		排污口信息	拟采取的环保措施 及主要运行参数	执行标准
			产生量 (t/a)	排放量 (t/a)			
水污 染物	生活污水 75712t/a	COD _{Cr}	34.07	3.79	无	运营期生活污水由污水 管网送至项目沉淀池沉 淀，最终排入市政管网至 碧海污水处理厂处理。	《污水综合排放标 准》（GB8978-1996） 表 4 三级标准
		BOD ₅	18.93	0.76			
		SS	15.14	0.76			
		NH ₃ -N	2.27	0.38			
	餐饮废水 20384t/a	COD _{Cr}	9.17	1.02	无	餐饮废水经隔油沉淀池 分离油污后排入市政管 网至碧海污水处理厂处 理。	
		BOD ₅	5.10	0.20			
		SS	7.13	0.20			
		NH ₃ -N	0.82	0.10			
	动植物油	1.02	0.02				
大气 污 染物	油烟废气	油烟	0.76	0.095	无	经油烟净化器处理后由 高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油 烟净化设施的处理效率 为 95%。	《饮食业油烟排放 标准》 （DB37/597-2006）
	游船、汽车废 气	SO ₂	少量	少量	无	使用达标油料，强化维护 保养保持良好工况，避免 超负荷运行	《大气污染物综合 排放标准》（GB 16297-1996）
		NO _x	少量	少量			
		THC	少量	少量			
		CO	少量	少量			
固 体 废 物	生活垃圾	一般固废	596.96	0	无	环卫部门统一收集处理	/
	餐厨垃圾	餐厨废弃物	127.4	0	无	交由有收运特许经营权 的单位统一收运、集中处 置。	/
	废油脂	餐厨废弃物	10	0	无		/

类别	污染源	污染因子	污染物排放清单		排污口信息	拟采取的环保措施及主要运行参数	执行标准
			产生量(t/a)	排放量(t/a)			
	沉淀池污泥	污泥	7.57	0	无	定期将污泥清掏外运,填埋或用作肥料	/
噪声	车辆、船艇、机械、游客噪声	噪声设备	/	/	厂界	选择低噪声设备、采取隔声、吸声、减振、加强设备维护等措施	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3类标准

3.7.2 总量控制

(1) 基本原则

国家提出的“总量控制”是区域性的，当局部不可避免地增加污染物排放时，应对同行业或区域内进行污染物排放量消减，使区域内污染源的污染物排放负荷控制在一定的数量内，使污染物的受纳水体、空气等环境质量可达到规定的环境目标。

实施污染物排放总量控制是考核各级政府和企业环境保护目标责任制的重要指标，也是改善环境质量的具体措施之一。目前，国家实施污染物排放总量控制的基本原则是：由各级政府层层分解、下达区域控制指标，各级政府再根据辖区内企业发展和污染防治规划情况，给企业分解、下达具体控制指标。对扩建和技改项目，必须首先落实现有工程的“三废”达标排放，并以新带老，尽量做到增产不增污。对确实需要增加排污总量的新建或扩建项目，可经企业申请，由当地政府根据环境容量条件，从区域控制指标调剂解决。

(2) 控制对象

根据国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》文件和《山东省生态环境保护“十四五”规划》，应实行总量控制的项目为化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物等国家实施排放总量控制的主要污染物以及二氧化硫、颗粒物等山东省实施排放总量控制的主要污染。

根据工程分析，生活污水经沉淀池沉淀、食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理，总量指标纳入碧海污水处理厂总量指标中，本项目不再单独申请废水污染物总量指标；运营期，油烟废气经油烟净化器处理后由高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油烟净化设施的处理效率为 95%，油烟的排放量为 0.095t/a，本项目需申请颗粒物排放总量 0.095t/a。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 气象

根据蓬莱气象站实测资料统计分析本区气象状况,蓬莱气象站位于蓬莱区城南诸谷大李家村西南,风速感应器距地面高度 11.8m,观测场海拔高度 60.7m,气压感应器海拔高度 61.8m。

4.1.1.1 气温

年平均气温 13.0℃;

年平均最高气温 17.2℃;

年平均最低气温 9.3℃;

历年极端最高气温 37.7℃ (出现于 2005 年 6 月 24 日);

历年极端最低气温-13.5℃ (出现于 2006 年 2 月 4 日)。

4.1.1.2 风

本区多年平均风速为 4.2m/s。常风向为 SSW 向,频率为 15%,次常风向为 N、NNE 向,频率为 6%和 8%。强风向为 N、NW 向,最大风速为 28m/s,瞬时极大风速为 40.0m/s (1963 年 6 月 5 日),次强风向 NNE 向,最大风速为 20m/s。各向风特征值见表 4.1.1-1,风玫瑰图见图 4.1.1-1。

春季盛行 SW 风,盛夏有时出现南北交替的雷雨大风和龙卷风。8 级大风日数平均为 39.4 天。平均每年有 2-3 次台风通过 (见表 4.1.1-2)。

表 4.1.1-1 蓬莱各向风特征值统计表

风向	频率 (%)	平均风速 (m/s)	最大风速 (m/s)
N	6	4.4	28
NNE	8	4.6	20
NE	4	3.6	22
ENE	4	3.5	16
E	3	3.6	16
ESE	4	3.2	13
SE	4	2.8	12
SSE	5	3.4	14
S	7	4.2	24
SSW	15	6.0	20
SW	4	3.5	15
WSW	7	3.9	20
W	5	4.6	18
WNW	7	5.0	22
NW	4	4.5	28
NNW	6	4.4	18

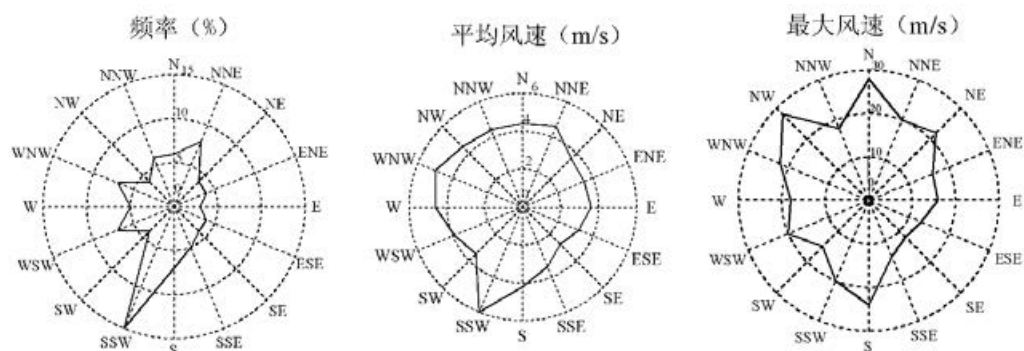


图 4.1.1-1 风玫瑰图

表 4.1.1-2 蓬莱累年各向大风日数

风向	≥6 级	≥8 级
N	0.9	
NNE	3.8	
NE	0.3	
ENE	0.3	
E	0.6	
ESE	0.7	
SE	0.1	
SSE	0.9	
S	6.1	0.1
SSW	22.9	0.5
SW	0.6	
WSW	2.3	0.1
W	2.1	
WNW	5.9	0.1
NW	1.5	
NNW	2.4	

4.1.1.3 降水

根据最近 10 年资料统计分析，本区年平均降水量为 586.7mm。主要降水月为 6~8 月，其中 6、7 月的降水量约占全年降水量的 45.7%。≥10mm 降水日数年平均 16.5d，≥25mm 降水日数年平均 6.6d。

4.1.1.4 雾

本区年平均雾日数 21.7d，一般 6~8 月份雾日较多，约占全年的 47.7%。

4.1.1.5 相对湿度

本区年平均相对湿度为 65%。

4.1.2 水文

4.1.2.1 潮位

根据 2007 年 10 月在蓬莱东港区和栾家口港区附近设立的龙洞嘴、蓬莱东港区、栾家口、长岛、龙口 5 个临时验潮站及 2016 年 8 月中国海洋大学在蓬莱港、港栾设置的

2 个潮位站，统计分析结果如下：

1) 基面关系

高程基准面为当地理论最低潮面，在 1985 年国家高程基准面下 0.859m，如图 4.1.2-1。



图 4.1.2-1 基面关系

2) 潮汐性质

工程所在海域为不规则半日潮。

3) 潮位特征值（基准面为当地理论最低潮面）

各测站的长期潮位特征值见表 4.1.2-1（以各地理论最低潮面起算）。

表 4.1.2-1 各测站潮位特征值表				单位：m
测站 项目	烟台海洋站 （芝罘岛）	蓬莱	龙口	
历年最高潮位	4.03	2.91	3.19	
历年最低潮位	-0.87	-1.17	-1.46	
平均高潮位	2.29	1.44	1.15	
平均低潮位	0.65	0.38	0.24	
平均潮位	1.47	0.92	0.69	
年最大潮差	2.88	2.99	2.87	
年平均潮差	1.64	1.03	0.91	
平均涨潮历时	6:11(h:min)	6:05(h:min)	6:23(h:min)	
平均落潮历时	6:12(h:min)	6:19(h:min)	5:59(h:min)	
代表港区	烟台港区	蓬莱东港区、栾家口港区		龙口港区

4.1.2.2 波浪

1) 波浪概况

根据蓬莱海洋站波浪观测资料分析本区波浪状况，该站布设在蓬莱老北山上，测波浮标布设在老北山东北方向水深 19.3m 处。

2) 波高年变化

累年平均波高为 0.8m，最大波高（H1%）4.1m，各月的平均波高依季节而变化，

最大值出现在 1~3 月和 10~12 月（冬半年），均为 0.9~1.0m。4~9 月份（夏半年）平均波高较小，一般为 0.5~0.6m 左右。

累年各向平均波高随方向的不同差别较大，最大值出现在 NNE 方向，次之为 N 向和 NE 向，分别为 1.0m 和 0.9m。

3) 波浪统计特征

对蓬莱海洋站累年各向波要素进行统计可以看出，本海区属于以风浪为主、涌浪为辅的混合浪海区，风、涌浪的出现频率分别为 86.1%和 13.9%；常浪向为 NNE 向，频率为 9.3%，次常浪向为 NE 和 ENE 向，频率分别为 5.5%和 4.0%；强浪向为 NE 向，最大波高 4.1m，次强浪向为 NNE 和 N 向，最大波高分别为 3.9m 和 3.8m（表 4.1.2-2、图 4.1.2-2）。

表 4.1.2-2 各级波浪频率表(%)

周期 (s)	波高 (m)	NNE		N		NNW		NW		WNW		W	
		次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率
2.5	0.1-0.3	2	0.14					1	0.07				
	0.4-0.6	1	0.07			2	0.14	1	0.07			1	0.07
	0.7-1.0			1	0.07								
3.5	0.1-0.3	5	0.34			3	0.21	1	0.07			6	0.41
	0.4-0.6	15	1.27	4	0.27	7	0.48	3	0.21	4	0.27	13	0.89
	0.7-1.0	10	0.69					3	0.21	10	0.69	5	0.34
	1.1-1.4											1	0.07
	1.5-1.8	1	0.07										
4.5	0.1-0.3	1	0.07	1	0.07							1	0.07
	0.4-0.6	7	0.48	3	0.21	2	0.14	1	0.07	1	0.07	4	0.27
	0.7-1.0	21	1.44	3	0.21	4	0.27	3	0.21	6	0.41	13	0.89
	1.1-1.4	5	0.34	2	0.14	8	0.55	3	0.21	3	0.21	2	0.14
	1.5-1.8	1	0.07	1	0.07			3	0.21			1	0.07
	1.9-2.2	1	0.07										
	2.3-3.0												
5.5	0.4-0.6	1	0.07									1	0.07
	0.7-1.0	7	0.48	4	0.27			1	0.07	1	0.07	1	0.07
	1.1-1.4	7	0.48	6	0.41	7	0.48	3	0.21			3	0.21
	1.5-1.8	5	0.34	3	0.21	4	0.27	6	0.41				
	1.9-2.2	5	0.34			1	0.07						
	2.3-3.0	1	0.07										
6.5	0.7-1.0	1	0.07										
	1.1-1.4	1	0.07			1	0.07						
	1.5-1.8	4	0.27	1	0.07								
	1.9-2.2	12	0.82	1	0.07								
	2.3-3.0	8	0.55	1	0.07								
7.5	3.1-4.0	1	0.07										

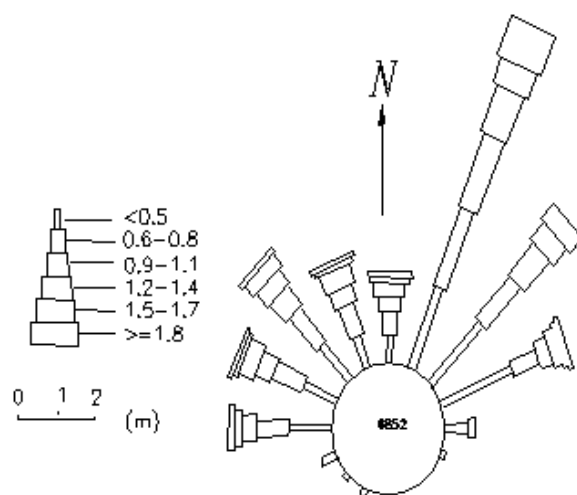


图 4.1.2-2 波浪玫瑰图

4) 设计波要素

根据《海洋王国欢乐海洋项目设计波浪要素及海流分析计算》，工程区 5m（A 点）和 10m（B 点）处设计波要素计算结果见表 4.1.2-3 和表 4.1.2-4。

表 4.1.2-3 A 点 5m 水深波浪要素计算值（m，s）

重现期	波要素	设计高水位					设计低水位				
		NE	NNE	N	NW	NNW	NE	NNE	N	NW	NNW
50a	H _{4%}	3.93	4.02	3.95	4.00	4.05	2.22	2.51	2.35	2.45	2.61
	H _{1%}	4.55	4.70	4.66	4.62	4.75	2.90	3.09	3.06	3.08	3.18
	H _{5%}	3.80	3.88	3.82	3.75	4.00	2.12	2.41	2.40	2.41	2.56
	H _{13%}	3.18	3.00	3.21	3.00	3.65	1.55	1.85	1.66	1.84	1.96
	$\bar{T}$	6.4	6.5	7.0	7.0	7.0	5.6	5.8	6.0	6.0	6.0
25a	H _{4%}	3.51	3.62	3.53	3.58	3.72	1.91	2.15	2.03	2.20	2.36
	H _{1%}	4.25	4.28	4.27	4.29	4.35	2.35	2.72	2.55	2.63	2.91
	H _{5%}	3.41	3.50	3.46	3.60	3.66	1.70	2.05	1.89	2.04	2.23
	H _{13%}	2.8	2.9	2.82	2.91	3.15	1.26	1.52	1.36	1.50	1.72
	$\bar{T}$	6.4	6.5	6.5	6.5	7.0	5.2	5.3	5.5	5.3	5.5
2a	H _{4%}	2.12	2.21	2.15	2.18	2.29	1.69	1.88	1.89	1.85	2.08
	H _{1%}	2.65	2.74	2.68	2.69	2.78	2.05	2.39	2.22	2.35	2.59
	H _{5%}	2.03	2.21	2.06	2.20	2.31	1.52	1.89	1.77	1.87	2.08
	H _{13%}	1.56	2.13	1.68	2.49	2.36	1.11	1.37	1.22	1.35	1.59
	$\bar{T}$	6.0	6.3	6.5	6.5	7.0	5.0	5.2	5.3	5.3	5.5

表 4.1.2-4 B 点 10m 水深波浪要素计算值（m，s）

重现期	波要素	设计高水位					设计低水位				
		NE	NNE	N	NW	NNW	NE	NNE	N	NW	NNW
50a	H _{4%}	5.17	5.28	5.15	5.18	5.10	4.82	4.93	4.85	4.86	4.92
	H _{1%}	5.80	6.07	5.90	5.88	5.65	5.56	5.65	5.61	5.65	5.54
	H _{5%}	5.03	5.12	5.08	5.03	4.90	4.72	4.81	4.73	4.75	4.71
	H _{13%}	4.31	4.40	4.35	4.33	4.20	4.07	4.15	4.10	4.15	4.05
	$\bar{T}$	8.1	8.2	8.1	8.2	8.2	8.0	8.0	8.1	8.2	8.2

25a	H _{4%}	4.72	4.82	4.80	4.85	4.75	4.46	4.52	4.50	4.55	4.36
	H _{1%}	5.49	5.58	5.50	5.35	5.38	5.14	5.21	5.20	5.15	5.15
	H _{5%}	4.60	4.70	4.65	4.56	4.52	4.33	4.35	4.37	4.35	4.23
	H _{13%}	3.92	4.01	3.90	3.82	3.70	3.72	3.77	3.75	3.76	3.61
	$\bar{T}$	7.7	7.8	7.7	8.0	8.0	7.5	7.6	7.7	8.0	8.0
2a	H _{4%}	3.21	3.30	3.25	3.25	3.25	3.02	3.10	3.05	3.06	3.01
	H _{1%}	3.78	3.80	3.77	3.79	3.57	3.55	3.64	3.66	3.55	3.44
	H _{5%}	3.11	3.19	3.10	3.15	3.23	2.92	3.00	3.00	2.95	2.82
	H _{13%}	2.60	2.65	2.65	2.67	2.56	2.47	2.55	2.35	2.48	2.36
	$\bar{T}$	6.4	6.5	6.5	7.5	7.5	6.4	6.5	6.5	7.5	7.5

4.1.2.3 海流

4.1.2.3.1 2019 年夏季海流调查

1) 调查时间及站位布设

中国海洋大学于 2019 年 6 月 19 日 7:00（农历五月十七）至 6 月 20 日 15:00（农历五月十八）在工程区附近海域进行了 7 个站位大潮期海流观测。站位布设如表 4.1.2-5、图 4.1.2-3 所示。

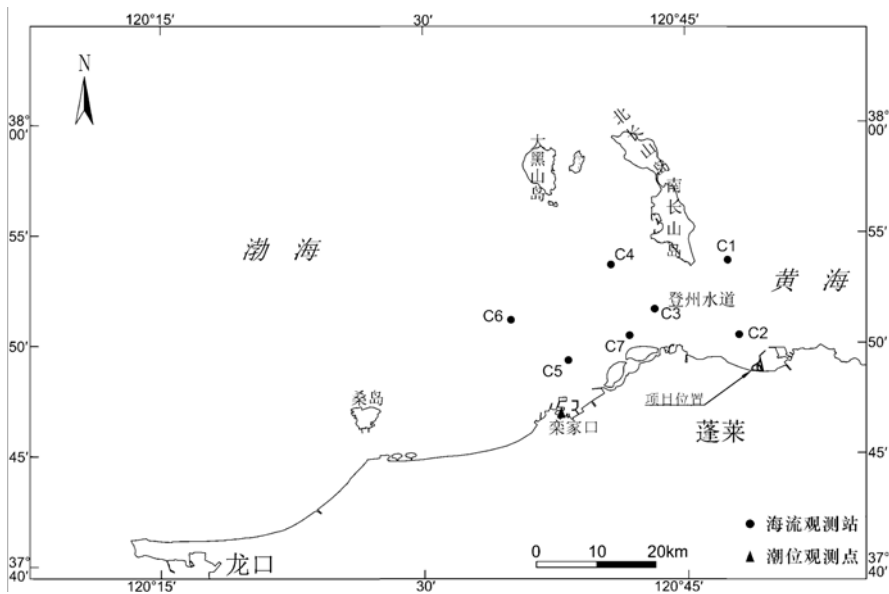


图 4.1.2-3 海流和潮位观测站位图

表 4.1.2-5 海流观测站位一览表

站位	北纬	东经
C1	37°53.777'	120°47.361'
C2	37°50.396'	120°47.986'
C3	37°51.583'	120°43.177'
C4	37°53.600'	120°40.700'
C5	37°49.281'	120°38.235'
C6	37°51.128'	120°34.975'
C7	37°50.392'	120°41.733'

2) 海流调查结果

2019年6月实测海流平均流速、流向、涨落潮最大流速、流向,统计结果如表4.1.2-6、4.1.2-7所示,海流矢量图如图4.1.2-4、4.1.2-5所示。

1) 涨、落潮流平均流速及流向: C2、C3、C4、C5、C6、C7站实测海流均表现为较强的往复性流动,大潮期,C7站涨潮平均流速最大,C1站位涨潮平均流速最小,C3站位落潮平均流速最大,C5站位落潮平均流速最小;

各站中,大潮期,除C4、C5落潮平均流速小于涨潮平均流速,其余各站涨潮流平均流速均小于落潮平均流速。

大潮期涨潮流平均流速最大为66.0cm/s,流向为57.6°,出现在C7站,落潮流平均流速最大为99.2cm/s,流向为286.7°,出现在C3站。

2) 最大涨、落潮流流速及流向: 大潮期涨潮流垂线平均最大流速的变化范围在31.0cm/s~98.9cm/s之间,最大值出现在C7站,流向为60.6°,垂线平均的落潮流最大流速的变化范围在60.4cm/s~143.2cm/s,最大值为出现在C3站,流向为279.6°。

3) 海流垂向分布特征: 各站各层涨、落潮流最大流速分布及变化趋势,大潮期,涨潮流最大流速为110.2cm/s,流向为91.8°,出现在C2站表层,落潮流最大流速为159.6cm/s,流向为281.3°,出现在C3站表层。

大潮期观测中,海流流速大部分站的最大值出现在表层层,流速基本上均自表至底逐渐减小,流向在垂直线上的分布比较一致。

表 4.1.2-6 2019年6月各站实测涨、落潮流平均流速 V (cm/s) 及流向 (°)

站 位	潮期 层次	大潮期			
		涨潮流		落潮流	
		流向	流速	流向	流速
C1	表层	39.8	39.8	250.6	48.3
	中层	47.3	23.2	233.4	50.2
	底层	101.1	14.7	236.1	39.1
	平均	62.7	25.9	240.0	45.9
C2	表层	82.7	67.3	284.2	71.9
	中层	82.1	54.8	280.4	69.4
	底层	100.4	24.6	173.8	6.5
	平均	88.4	48.9	246.1	49.3
C3	表层	95.2	74.0	289.9	112.7
	中层	107.4	67.6	282.8	105.5
	底层	111.4	41.9	287.5	79.4
	平均	104.7	61.2	286.7	99.2
C4	表层	125.3	55.1	287.3	50.3
	中层	113.4	48.6	308.3	45.3
	底层	111.5	39.2	315.2	35.1
	平均	116.7	47.6	303.6	43.6

C5	表层	75.2	58.7	245.6	40.4
	中层	83.0	48.6	244.8	45.9
	底层	77.8	33.2	253.8	35.3
	平均	78.7	46.8	248.1	40.5
C6	表层	74.5	39.5	265.2	57.0
	中层	70.0	39.6	268.1	51.6
	底层	65.8	29.8	265.0	45.9
	平均	70.1	36.3	266.1	51.5
C7	表层	57.3	68.4	243.6	88.3
	中层	57.8	63.6	243.6	88.9
	底层	/	/	/	/
	平均	57.6	66.0	243.6	88.6

表 4.1.2-7 2019 年 6 月各站实测涨、落潮流最大流速 V (cm/s) 及流向 (°)

站 位	潮期 层次	大潮期			
		涨潮流		落潮流	
		流向	流速	流向	流速
C1	表层	47.6	43.5	257.6	79.8
	中层	36.0	29.1	244.0	82.2
	底层	127.2	20.3	242.5	63.6
	平均	70.3	31.0	248.0	75.2
C2	表层	91.8	110.2	273.4	93.1
	中层	87.3	79.7	283.2	87.9
	底层	90.9	37.8	237.6	20.1
	平均	90.0	75.9	264.7	67.0
C3	表层	105.7	107.6	281.3	159.6
	中层	111.1	103.3	276.5	151.1
	底层	114.2	61.0	281.1	118.8
	平均	110.3	90.6	279.6	143.2
C4	表层	108.7	84.0	301.0	90.1
	中层	109.6	76.14	312.0	69.0
	底层	113.3	64.2	289.4	54.0
	平均	110.5	74.8	300.8	71.0
C5	表层	68.4	90.3	247.0	63.2
	中层	76.7	79.6	246.9	67.1
	底层	72.8	68.8	251.0	51.0
	平均	72.6	79.6	248.3	60.4
C6	表层	74.6	56.5	277.2	79.5
	中层	70.5	55.8	274.9	74.3
	底层	77.4	41.6	275.8	72.9
	平均	74.2	51.3	276.0	75.6
C7	表层	54.2	100.9	247.0	117.4
	中层	/	/	/	/
	底层	67.0	96.8	244.8	121.2
	平均	60.6	98.9	245.9	119.3

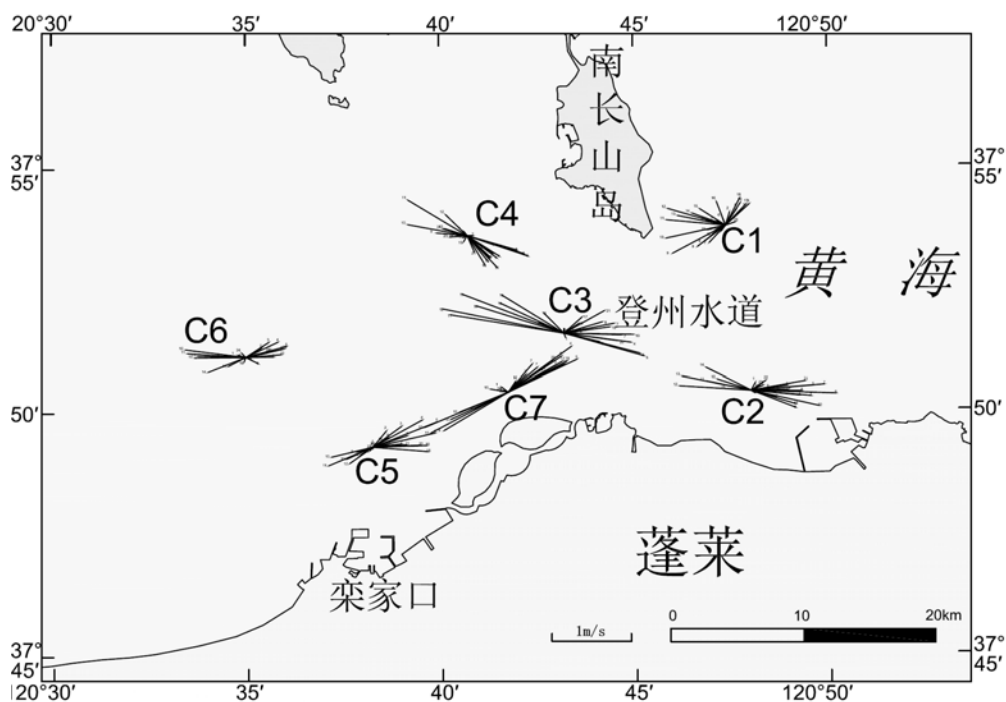


图 4.1.2-4 2019 年 6 月海流观测矢量图（表层，大潮）

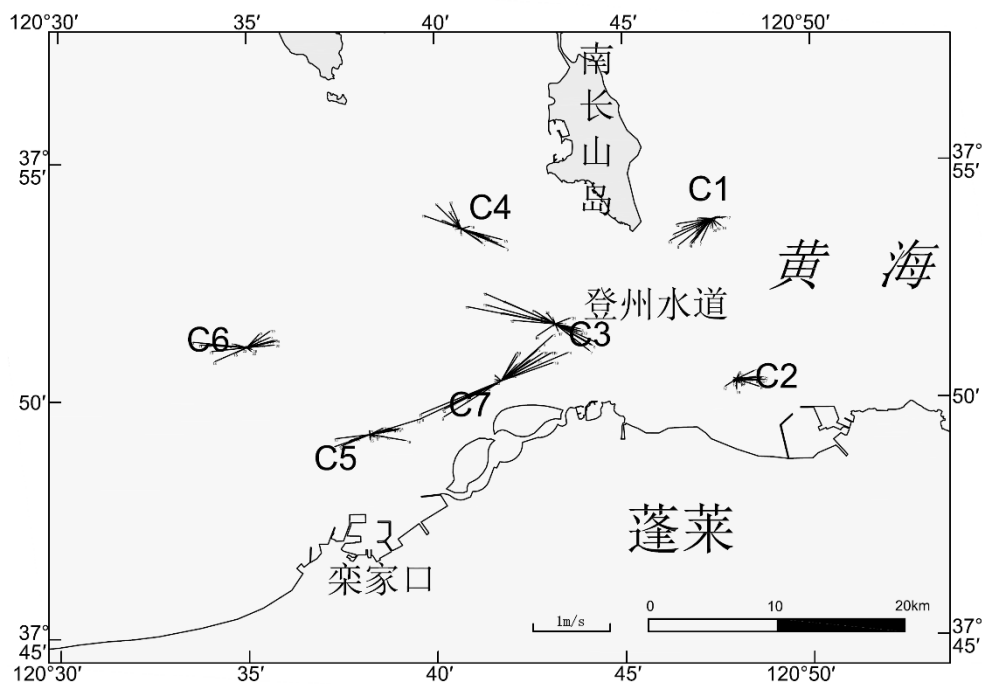


图 4.1.2-5 2019 年 6 月海流观测矢量图（底层，大潮期）

4.1.2.3.2 2024 年春季海流调查

(1) 调查时间及站位布设

中国海洋大学 2024 年 4 月 11 日 13:00（农历三月初三）至 4 月 12 日 14:00（农历三月初四）在工程区附近海域进行的 6 个海流观测站位，具体站位位置见表 4.1.2-8、图 4.1.2-6 所示。

表 4.1.2-8 海流、潮位观测站位表

观测站	序号	站点位置	
		北纬	东经
海流	S1	37° 52.0990'	120° 39.1310'
	S2	37° 53.1972'	120° 39.0547'
	S3	37° 50.7869'	120° 47.1681'
	S4	37° 53.5250'	120° 48.6227'
	S5	37° 49.2320'	120° 58.5079'
	S6	37° 56.8534'	120° 59.0841'

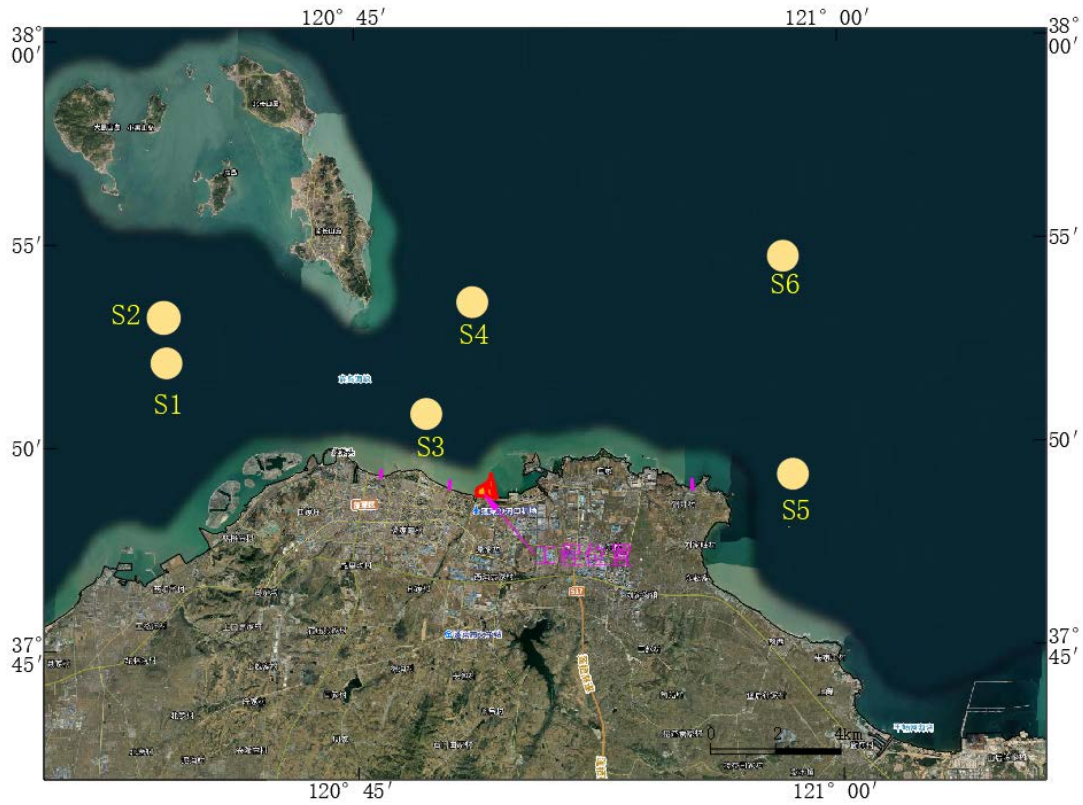


图 4.1.2-6 海流调查站位

(2) 海流实测资料统计分析

根据 2024 年 4 月的实测海流资料观测特征值，分别统计 S1、S2、S3、S4、S5、S6 站位大潮期的表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层平均流速、流向和张落潮最大流速、流向，统计结果见表 4.1.2-9，大潮期间各测站各层实测流速、流向矢量图见图 4.1.2-7。

各站位表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层平均流速分别介于 31.85~67.91cm/s、41.71~65.10cm/s、40.21~64.52cm/s、38.03~57.49cm/s、34.91~55.78cm/s、29.37~48.70cm/s 之间；涨潮时表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层最大流速分别介于 38.50~135.40cm/s、66.50~131.80cm/s 、 61.30~132.90cm/s 、 54.20~124.70cm/s 、 53.20~124.10cm/s 、 36.90~133.00cm/s 之间；落潮时表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层最大流速分别介于 67.90~133.00cm/s 、 69.10~129.60cm/s 、 73.30~124.20cm/s 、 68.70~114.10cm/s 、

69.80~116.30cm/s、59.90~107.40cm/s 之间。

S1 站的涨潮流垂线平均最大流速为 86.62cm/s，流向为 306.67°，落潮流垂线平均最大流速为 115.85cm/s，流向为 328.65°；S2 站的涨潮流垂线平均最大流速为 73.30cm/s，流向为 219.68°，落潮流垂线平均最大流速为 96.45cm/s，流向为 298.75°；S3 站的涨潮流垂线平均最大流速为 130.32cm/s，流向为 148.84°，落潮流垂线平均最大流速为 113.35cm/s，流向为 318.32°；S4 站的涨潮流垂线平均最大流速为 63.72cm/s，流向为 341.09°，落潮流垂线平均最大流速为 78.55cm/s，流向为 351.51°；S5 站的涨潮流垂线平均最大流速为 58.15cm/s，流向为 159.38°，落潮流垂线平均最大流速为 71.05cm/s，流向为 348.14°；S6 站的涨潮流垂线平均最大流速为 59.18cm/s，流向为 247.09°，落潮流垂线平均最大流速为 70.82cm/s，流向为 336.34°。

从涨落潮最大流速看，大部分站点表层最大流速大于底层最大流速。

表 4.1.2-9 海流观测特征值 单位：流速（cm/s）；流向（°）

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
S1	表层	62.27	205.98	103.50	316.90	133.00	356.70
	0.2H	61.47	205.10	101.50	309.10	129.60	357.90
	0.4H	57.51	205.17	96.80	306.80	122.10	354.40
	0.6H	52.65	202.65	86.20	302.60	112.10	328.60
	0.8H	46.77	196.98	67.10	302.60	100.00	288.50
	底层	43.01	196.46	64.60	302.00	98.30	285.80
	平均	53.95	202.06	86.62	306.67	115.85	328.65
S2	表层	50.21	160.40	84.60	246.50	114.30	287.10
	0.2H	49.42	160.03	86.20	244.80	109.20	258.00
	0.4H	47.27	160.26	85.00	239.30	95.70	289.30
	0.6H	45.36	171.36	72.60	227.30	89.20	348.30
	0.8H	42.42	158.46	59.10	190.20	90.00	263.80
	底层	38.66	161.07	52.30	170.00	80.30	346.00
	平均	45.56	161.93	73.30	219.68	96.45	298.75
S3	表层	67.91	166.88	135.40	119.11	104.50	323.80
	0.2H	65.10	169.72	131.80	127.52	113.60	316.22
	0.4H	64.52	169.14	132.90	92.46	124.20	334.27
	0.6H	57.49	168.85	124.70	100.30	114.10	305.29
	0.8H	55.78	179.86	124.10	353.93	116.30	309.98
	底层	48.70	169.10	133.00	99.70	107.40	320.33
	平均	59.92	170.59	130.32	148.84	113.35	318.32
S4	表层	31.85	249.92	38.50	355.21	68.60	349.25
	0.2H	44.07	224.75	73.10	353.64	84.00	344.24
	0.4H	44.02	209.47	73.30	353.27	84.50	349.55

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
	0.6H	43.38	198.06	66.00	288.00	87.50	353.08
	0.8H	40.43	207.64	64.30	352.73	79.80	358.24
	底层	35.13	219.20	67.10	343.71	66.90	354.69
	平均	39.81	218.17	63.72	341.09	78.55	351.51
S5	表层	36.20	185.50	68.10	135.33	67.90	351.87
	0.2H	42.30	203.34	68.60	145.58	77.90	352.79
	0.4H	40.21	212.56	63.40	131.28	75.60	350.39
	0.6H	38.03	204.45	57.90	149.89	75.20	347.69
	0.8H	34.91	217.48	54.00	131.76	69.80	341.08
	底层	29.37	216.23	36.90	262.46	59.90	345.00
	平均	36.84	206.59	58.15	159.38	71.05	348.14
S6	表层	34.34	191.79	62.80	260.34	76.70	340.38
	0.2H	41.71	208.13	66.50	249.69	69.10	339.49
	0.4H	41.73	211.71	61.30	245.81	73.30	344.78
	0.6H	38.42	200.82	54.20	224.77	68.70	338.11
	0.8H	36.46	205.47	53.20	247.36	72.70	336.96
	底层	31.31	201.53	57.10	254.57	64.40	318.31
	平均	37.33	203.24	59.18	247.09	70.82	336.34

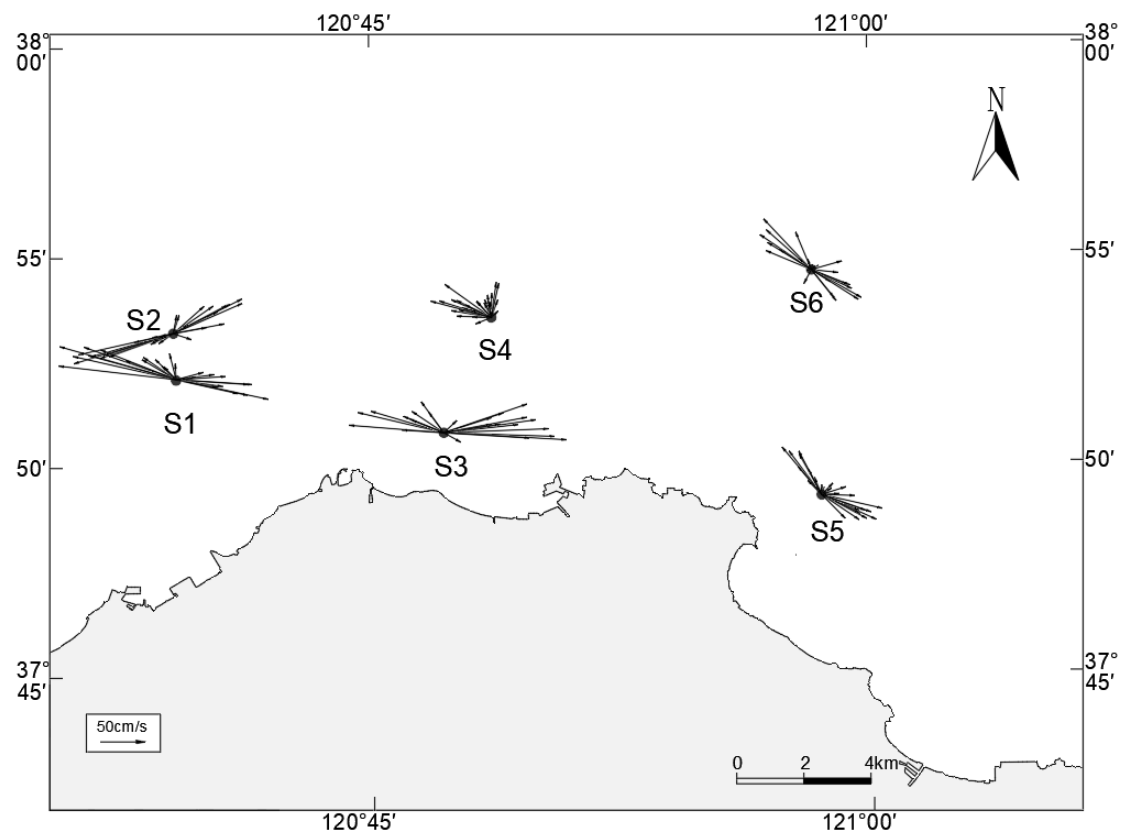


图 4.1.2-7a 表层海流矢量图

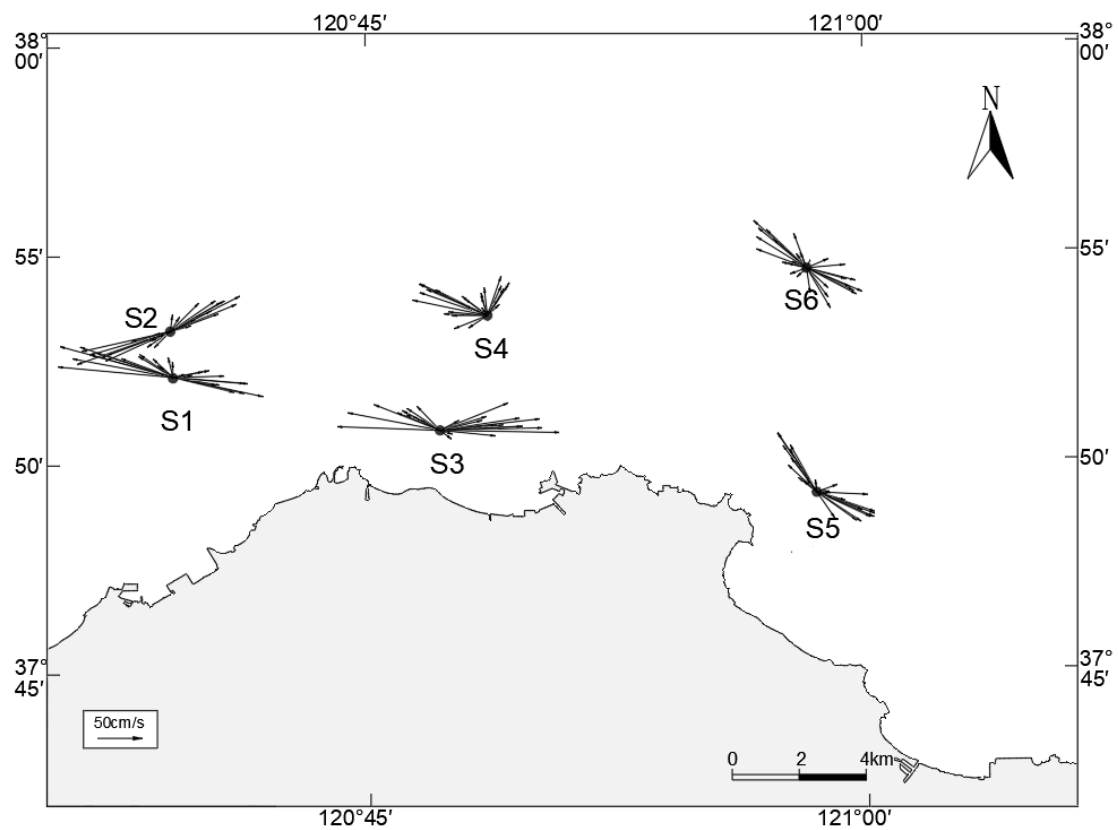


图 4.1.2-7b 0.2H 海流矢量图

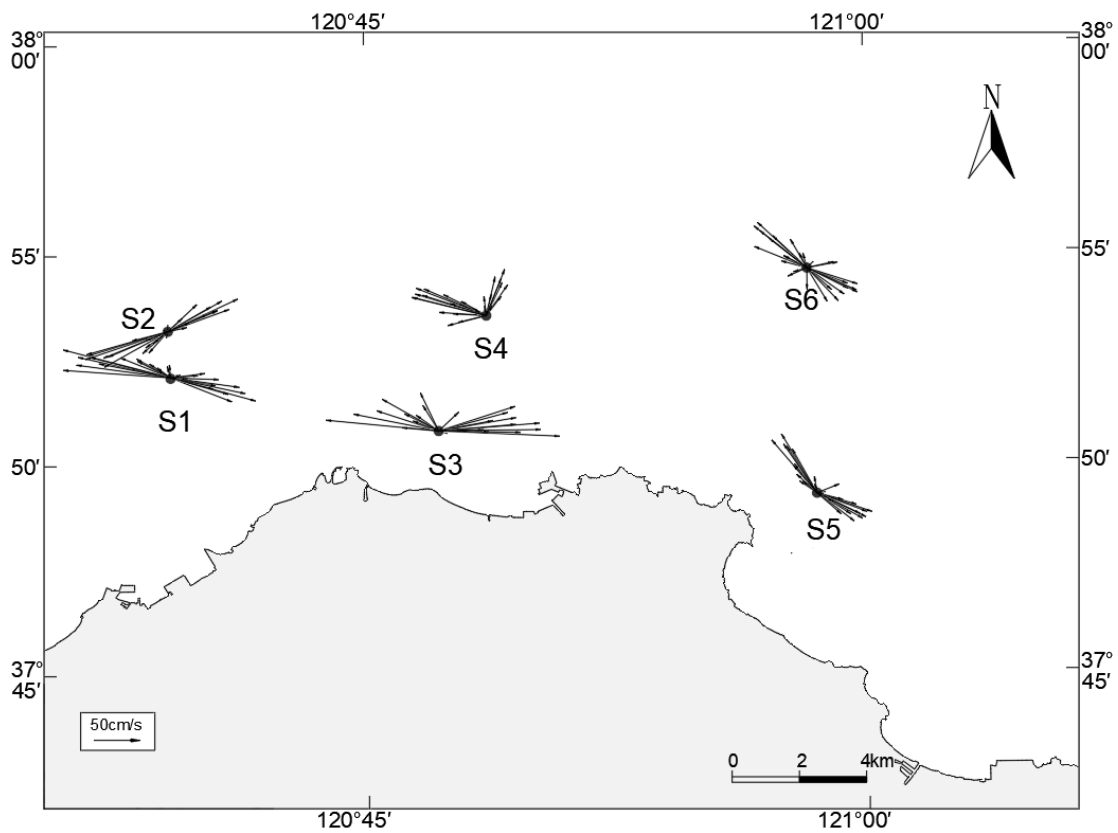


图 4.1.2-7c 0.4H 海流矢量图

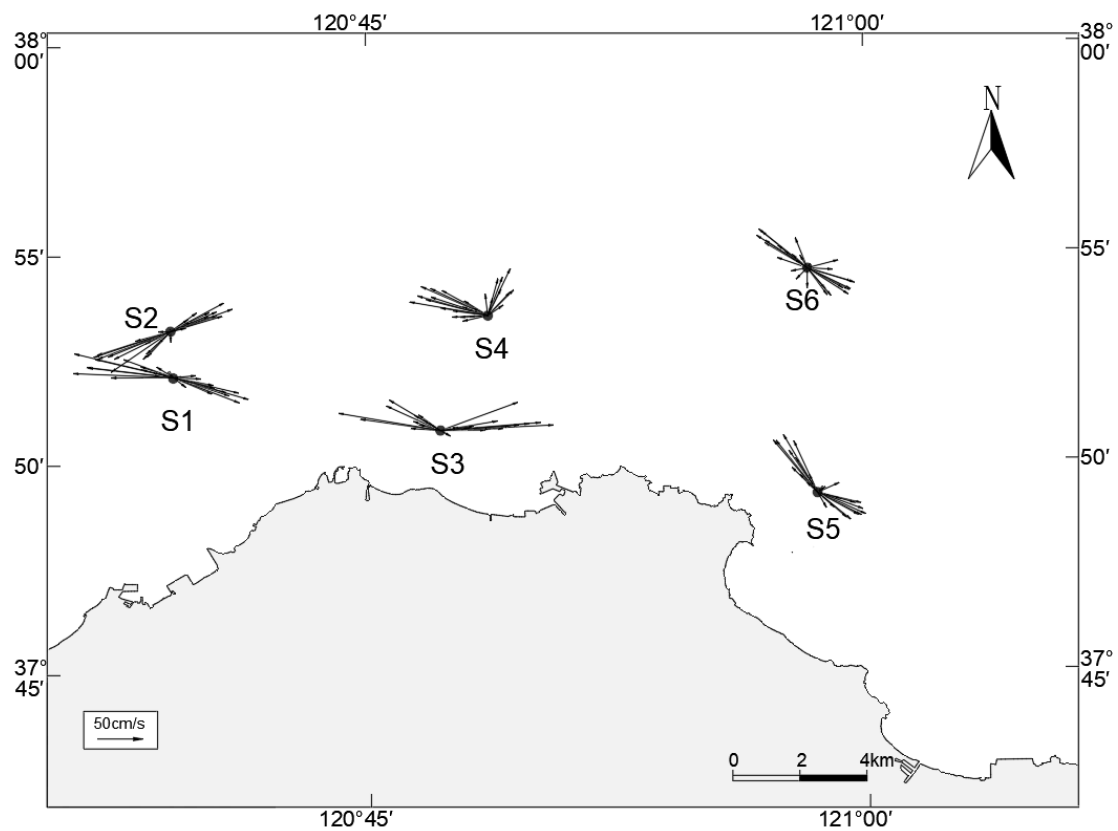


图 4.1.2-7d 0.6H 海流矢量图

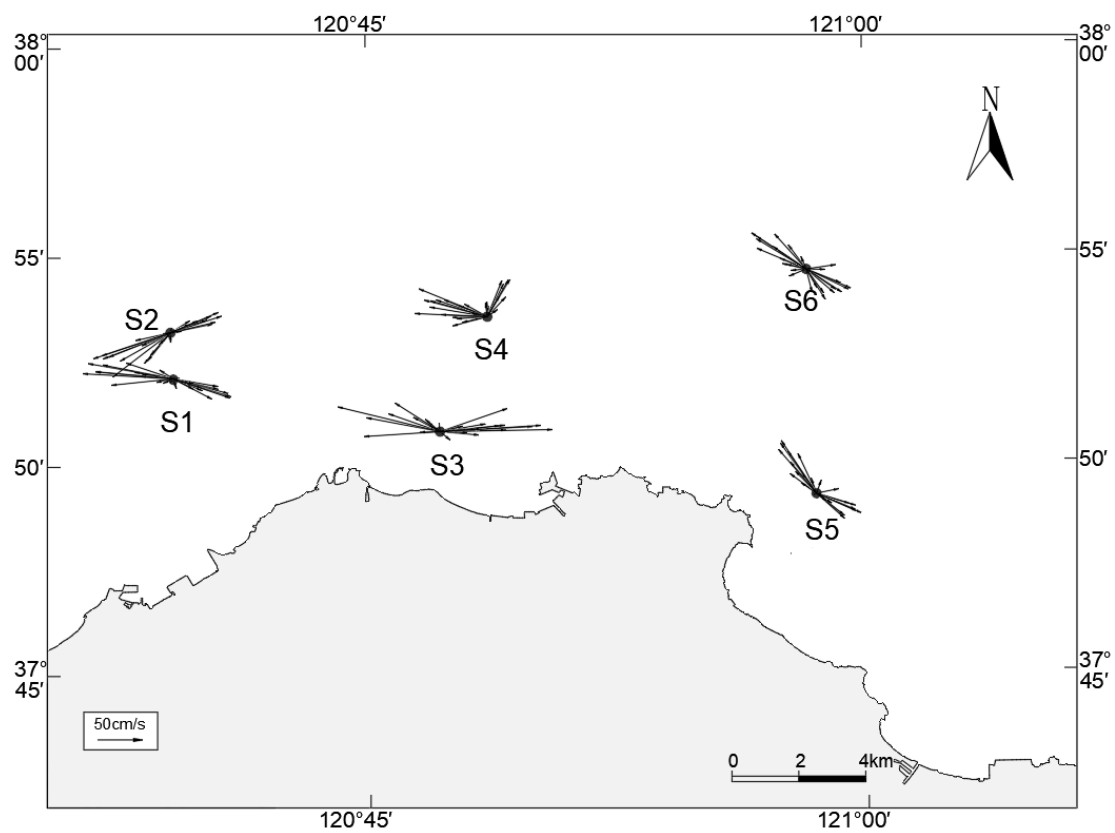


图 4.1.2-7e 0.8H 海流矢量图

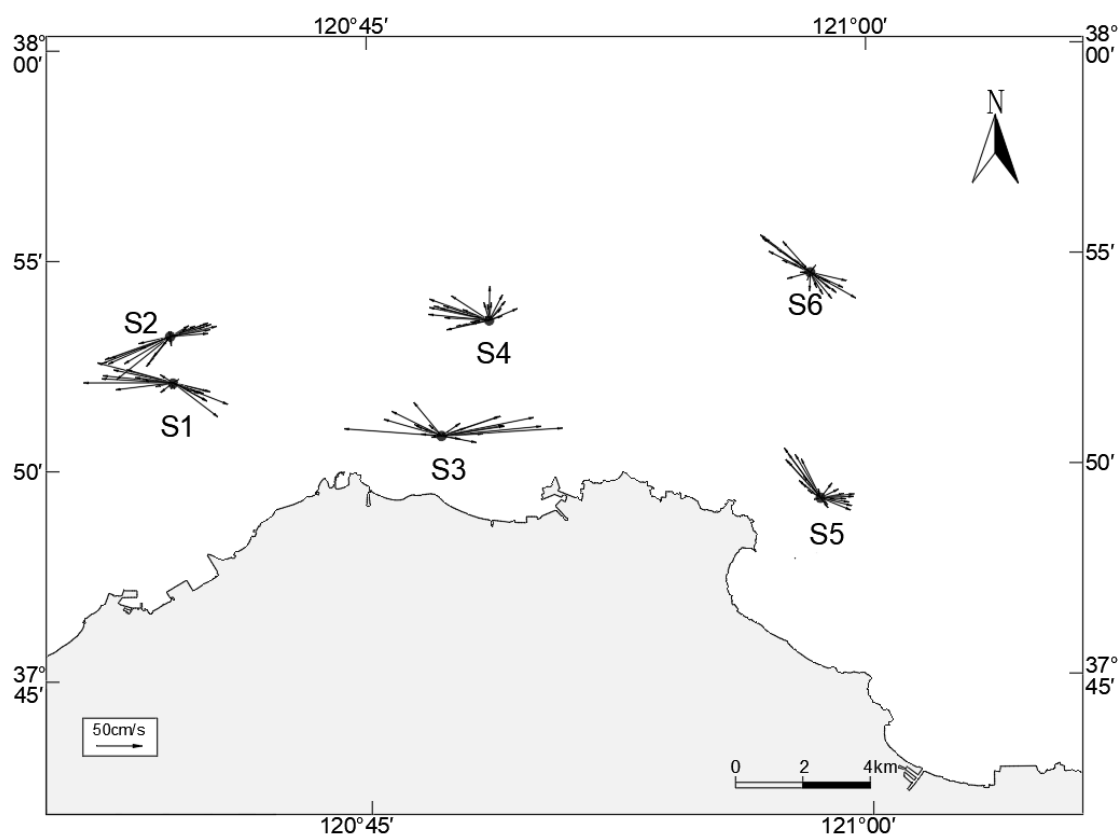


图 4.1.2-7f 底层海流矢量图

(3) 潮流特征分析

1) 潮流性质

《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）中规定，潮流通常分为正规半日潮流、不正规半日潮流、不正规日潮流及正规日潮流。潮流性质判别依据为 $K=(W_{O1}+W_{K1}) / W_{M2}$ ，其判别标准分别为：

$K \leq 0.5$	正规半日潮流	$0.5 < K \leq 2.0$	不正规半日潮流
$2.0 < K \leq 4.0$	不正规日潮流	$K > 4.0$	正规日潮流

其中 W_{O1} 、 W_{K1} 、 W_{M2} 分别为 O_1 、 K_1 、 M_2 分潮潮流椭圆长半轴之值。

根据 2024 年 4 月调查资料，各站位的潮型系数 K 均大于 0.5，小于 2.0，调查海域为不正规半日潮流。

表 4.1.2-10 潮流性质判别系数 $(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$

时间	测站	$(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$						
		平均	表层	0.2H	0.4H	0.6H/中层	0.8H	底层
2024 年 4 月	S1	0.85	0.87	0.86	0.85	0.85	0.85	0.81
	S2	0.69	0.77	0.78	0.68	0.64	0.65	0.65
	S3	0.65	0.60	0.62	0.58	0.61	0.71	0.77
	S4	0.85	0.94	0.87	0.76	0.86	0.84	0.84
	S5	0.77	0.74	0.76	0.74	0.80	0.77	0.82
	S6	0.88	1.13	0.90	0.79	0.72	0.81	0.91

2) 潮流运动形式

潮流的运动形式取决于本海区主要分潮流的椭圆要素。本海区的潮流为半日潮流，主要半日分潮流（M2 和 S2）的运动形式即代表海区潮流的运动形式。反映潮流运动形式的参量为旋转率（亦称椭圆率）K'，其值为该分潮流椭圆短轴与椭圆长轴的比值，其符号有“+”、“-”之分，“+”表示分潮流为逆时针旋转，“-”则为顺时针旋转。

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K' 的绝对值大小来判断，当 $|K'|=1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K'|=0$ 时，潮流椭圆为一直线，海水在某一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K'|$ 值通常在 0-1 之间， $|K'|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K'|$ 值越小，往复流的形式越显著。

根据 2024 年 4 月调查资料，经计算各站位各层的 M2 分潮流椭圆率 $|K'|$ 值均小于 0.5，潮流运动形式为往复流。

表 4.1.2-11 大潮期 M₂ 椭圆率 K' 值表

时间	测站	K'						
		平均	表层	0.2H	0.4H	0.6H/中层	0.8H	底层
2024 年 4 月	S1	-0.05	0.01	-0.01	-0.04	-0.07	-0.08	-0.08
	S2	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06
	S3	0.03	-0.01	-0.02	0.01	0.05	0.07	0.06
	S4	-0.18	-0.09	-0.24	-0.18	-0.20	-0.17	-0.20
	S5	0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.06
	S6	-0.23	-0.22	-0.29	-0.27	-0.23	-0.22	-0.13

3) 潮流的平均最大流速和可能最大流速

《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）中规定，按准调和分析方法分析的结果，确定潮流椭圆要素，并用下列公式计算大、中、小潮期间潮流的平均最大流速矢量。

对半日潮流区，平均最大流速 $\vec{V}_M$ 按下式计算：

$$\vec{V}_{M_S} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2}$$

$$\vec{V}_{M_M} = \vec{W}_{M_2}$$

$$\vec{V}_{M_N} = \vec{W}_{M_2} - \vec{W}_{S_2}$$

式中， $\vec{V}_{M_S}$ 、 $\vec{V}_{M_M}$ 和 $\vec{V}_{M_N}$ 分别为大、中、小潮平均最大流速矢量； $\vec{W}_{M_2}$ 、 $\vec{W}_{S_2}$ 分别为主太阴半日分潮流、主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量。

根据 2024 年 4 月调查资料，经计算可得各站位各层的平均最大流速的量值与方向（见表 4.1.2-12）。由表可以看出，大潮期各站位表层、0.2H、0.4H、0.8H 平均最大流速最大值均出现在 S3 站位的表层，其中表层平均最大流速最大值为 45.71cm/s，流向为 93.77°；0.2H 平均最大流速最大值为 43.95cm/s，流向为 94.21°；0.4H 平均最大流速最

大值为 43.37cm/s, 流向为 95.72°; 0.6H 平均最大流速最大值为 39.61cm/s, 流向为 93.41°。0.8H 平均最大流速最大值为 39.14cm/s, 流向为 93.27°; 底层平均最大流速最大值为 33.83cm/s, 流向为 91.36°。

表 4.1.2-12 平均最大流速计算值 单位: 流速 (cm/s); 流向 (°)

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速	方向	流速	方向	流速	方向	流速	方向	流速	方向	流速	方向
S1	43.67	103.33	43.25	103.05	41.12	103.47	37.84	102.66	32.81	100.58	29.7	102.81
S2	32.71	247.96	33.34	246.19	32.24	245.54	30.68	245.03	28.05	245.37	25.1	246.47
S3	45.71	93.77	43.95	94.21	43.37	95.72	39.61	93.41	39.14	93.27	33.83	91.36
S4	40.36	98.77	20.83	258.62	22.03	256.25	21.41	257.28	20.31	254.2	17.28	258.42
S5	25.3	127.68	29.66	128.84	28.42	130.08	26.69	131.61	24.26	131.3	18.5	120.91
S6	23.4	126.77	27.43	123.31	27.94	123.63	26.52	123.09	24.58	121.85	20.83	125.88

本海域主要为不正规半日潮流, 根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2015), 潮流的可能最大流速采用下式中计算的大值。

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4}$$

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.60\vec{W}_{K_1} + 1.45\vec{W}_{O_1}$$

根据 2024 年 4 月调查资料, 经计算可得各站位各层的可能最大流速的量值与方向 (见表 4.1.2-12)。由表可以看出, 大潮期各站位表层、0.2H、0.4H、0.8H 可能最大流速最大值分别出现在 S4、S1、S3、S1、S3、S3 站位, 其中表层可能最大流速最大值为 96.44cm/s, 流向为 104.10°; 0.2H 可能最大流速最大值为 59.99cm/s, 流向为 100.45°; 0.4H 可能最大流速最大值为 56.52cm/s, 流向为 96.58°; 0.6H 可能最大流速最大值为 51.37cm/s, 流向为 99.51°。0.8H 可能最大流速最大值为 51.02cm/s, 流向为 93.62°。底层可能最大流速最大值为 42.93cm/s, 流向为 92.91°。

表 4.1.2-13 可能最大流速计算值 单位: 流速 (cm/s); 流向 (°)

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速	方向	流速	方向	流速	方向	流速	方向	流速	方向	流速	方向
S1	60.14	100.64	59.99	100.45	56.46	100.46	51.37	99.51	47.03	99.94	42.16	100.79
S2	40.29	247.50	41.52	246.14	40.25	245.22	38.44	244.67	35.02	245.07	31.23	246.02
S3	56.89	92.38	58.22	95.25	56.52	96.58	50.86	94.43	51.02	93.62	42.93	92.91
S4	96.44	104.10	25.27	269.32	27.33	267.36	25.09	266.57	22.83	264.93	19.85	266.67
S5	35.61	128.01	38.43	131.44	37.46	132.28	35.15	132.14	32.54	134.44	29.31	130.49
S6	30.30	128.20	36.75	126.91	38.09	127.80	35.27	127.45	35.07	123.74	31.48	131.46

4) 潮流水质点运移位移

潮流水质点的运移距离有平均最大和最大可能之分。按照《海港水文规范》, 大、小潮期间潮流水质点平均最大运移距离可由以下公式进行计算。

按《港口与航道水文规范》的规定，对半日潮流海区，水质点的平均最大运移距离按下式计算：

$$\bar{L}_{M_s} = 142.3\bar{W}_{M_2} + 137.5\bar{W}_{S_2} \quad \bar{L}_{M_m} = 142.3\bar{W}_{M_2}$$

$$\bar{L}_{M_n} = 142.3\bar{W}_{M_2} - 137.5\bar{W}_{S_2}$$

规则半日潮流海区，水质点的可能最大运移距离采用下列公式：

$$\bar{L}_{\max} = 184.3\bar{W}_{M_2} + 171.2\bar{W}_{S_2} + 274.3\bar{W}_{K_1} + 295.9\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

对于规则全日潮流海区，水质点的可能最大运移距离采用下列公式：

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 460.8\vec{W}_{K_2} + 432.0\vec{W}_{O_2}$$

式中 $\bar{L}$ 代表潮流水质点的运移距离矢量，其它符号的含义同前。对于不规则半日潮流和不规则全日潮流海区，采用上两式中的较大值。

根据 2024 年 4 月调查资料，经计算可得各站位各层的水质点平均最大运移距离的量值与方向（表 4.1.2-13）。大潮期各站位表层、0.2H、0.4H、0.8H 平均最大运移距离最大值均出现在 S3 站位，其中表层平均最大运移距离为 65.83m，方向为 93.77°；0.2H 平均最大运移距离为 63.29cm，方向为 94.21°；0.4H 平均最大运移距离为 62.46cm，方向为 95.72°；0.6H 平均最大运移距离为 57.04cm，方向为 93.41°。0.8H 平均最大运移距离为 56.37cm，方向为 93.27°；底层平均最大运移距离为 48.72cm，方向为 91.36°。

表 4.1.2-13 平均最大运移距离 单位：距离（cm）；流向（°）

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向
S1	6288.88	103.33	6228.44	103.05	5921.65	103.47	5449.34	102.66	4724.93	100.58	4277.09	102.81
S2	4710.55	247.96	4801.26	246.19	4642.86	245.54	4418.18	245.03	4039.47	245.37	3614.64	246.47
S3	6582.68	93.77	6329.21	94.21	6245.66	95.72	5704.23	93.41	5636.53	93.27	4871.85	91.36
S4	5812.20	98.77	2999.73	258.62	3172.50	256.25	3083.22	257.28	2924.82	254.20	2488.46	258.42
S5	3643.44	127.68	4271.31	128.84	4092.74	130.08	3843.64	131.61	3493.67	131.30	2664.18	120.91
S6	3369.85	126.77	3950.19	123.31	4023.62	123.63	3819.16	123.09	3539.73	121.85	2999.73	125.88

根据 2024 年 4 月调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的水质点可能最大运移距离的量值与方向（表 4.1.2-14）。由表可以看出，大潮期各站位表层、0.2H 可能最大运移距离最大值分别出现在 S4、S1 站位，0.4H、0.8H 可能最大运移距离最大值均出现在 S3 站位。其中表层最大运移距离最大值为 111.26cm，流向为 102.32°；0.2H 最大运移距离最大值为 88.23cm，流向为 101.47°；0.4H 最大运移距离最大值为 84.52cm，流向为 96.14°；0.6H 最大运移距离最大值为 76.84cm，流向为 101.08°。0.8H 最大运移距离最大值为 76.92cm，流向为 93.39°；底层最大运移距离最大值为 65.83cm，流向为

92.23°。

表 4.1.2-14 可能最大运移距离计算值 单位: 距离 (cm) ; 流向 (°)

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向
S1	8882.05	101.76	8822.55	101.47	8341.74	101.72	7636.69	101.08	6800.29	100.43	6113.29	102.02
S2	6279.15	247.75	6434.44	246.37	6192.31	245.71	5886.08	245.35	5373.27	245.82	4799.75	246.87
S3	8726.02	92.92	8656.21	94.60	8451.55	96.14	7684.30	93.86	7692.19	93.39	6582.88	92.23
S4	11125.60	102.32	3952.31	265.29	4203.05	262.76	4015.53	262.71	3736.70	260.13	3208.38	263.40
S5	5165.77	127.83	5828.40	130.08	5622.45	131.17	5295.04	131.93	4847.61	132.87	4009.20	126.51
S6	4693.83	127.34	5516.93	125.22	5630.82	125.78	5259.88	125.19	5071.04	122.94	4439.95	128.40

(4) 小结

基于实测海流资料的调和和分析结果表明, 调查海域潮流在大潮期属不正规半日潮流。各站位潮流运动形式以往复流为主。

大潮期平均最大流速出现在 S3 站位表层, 为 45.71cm/s, 对应流向 93.77°; 大潮期潮流的可能最大流速出现在 S4 站位表层, 为 96.44cm/s, 对应流向 104.10°。测区大潮潮流水质点的平均最大运移距离为 65.83cm, 出现在 S3 站位表层, 方向为 93.77°; 大潮期间测区潮流水质点的可能最大运移距离为 111.26cm, 出现在 S4 站位表层, 方向为 102.32°

4.1.3 地形地貌

(1) 地质构造

本工程所在的区域在大地构造位于华北断块区东部, 次级构造单元为鲁东地块的胶辽断块。区域范围主要涉及胶辽断块、鲁西断块、冀东—渤海断裂、徐淮断块和苏北—胶南断块等, 详见图 4.1.3-1。

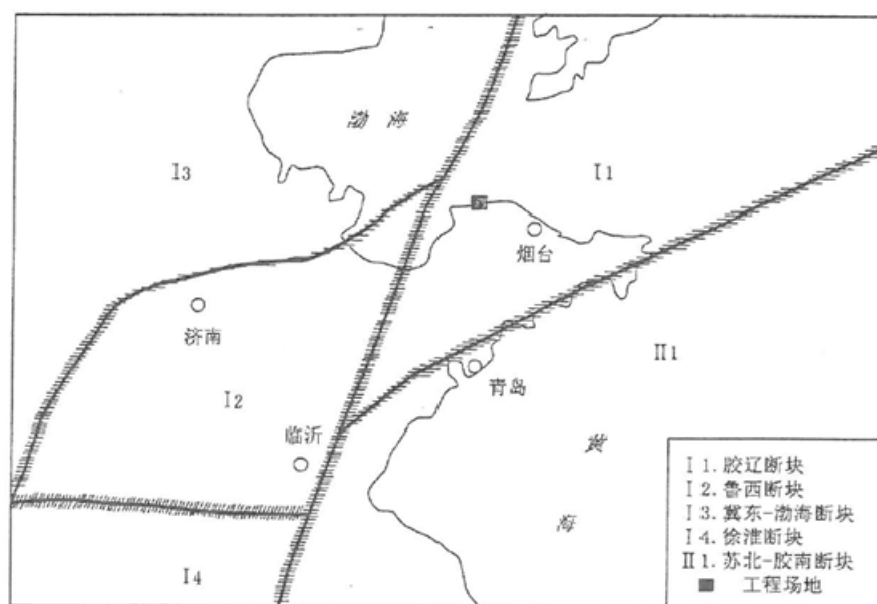


图 4.1.3-1 大地构造分区图

在蓬莱市沿海一带地层，结晶基底为太古界片麻岩、下元古界的片岩、砂岩、碳酸盐岩、上元古界板岩、石英岩、大理岩等。区域古生界到中生界三叠系全部缺失，白垩系有河湖相碎屑岩和燕山期侵入岩与火山岩，新生界地层零星分布，第三纪上新世到第四纪早更新世有火山活动，有玄武岩分布。

蓬莱市区域构造断裂主要由北北东向断裂和北西向断裂组成。距离厂址较近的断裂有 4 条

1) 芦头断裂 该断裂呈北北东向沿延，断裂自乡城，经新嘉、芦头至迟家沟附近，全长 25km。

断裂走向 20° ，倾向南东，倾角 86° 。断裂有明显的挤压特征，显示逆断裂性质。断裂上覆厚 30-50cm 的第四纪残坡积层，未见构造变动形迹。相关研究认为芦头断裂是一条前第四纪活动断裂。

该断裂属于非全新活动断裂，与栾家口港厂址最近距离约 9km，与蓬莱港厂址的最近距离约为 28km。

2) 玲珑—北沟断裂

玲珑—北沟断裂大致以 $N20^{\circ}E$ 方向延伸，北段在王格庄转为 $N40^{\circ}E$ ，北延进入渤海。断裂有些地段出露，有些地段被第四系覆盖，断续分布，长达 44km。断裂倾向北西，倾角 $65^{\circ} \sim 77^{\circ}$ 。相关研究认为玲珑—北沟断裂第四纪活动具有分段性，北段最新活动时代为晚更新世早期，南段最新活动时代为早中更新世。

该断裂属于非全新活动断裂，与栾家口港厂址最近距离约 5km，与蓬莱港厂址的最近距离约为 20km。

3) 凤仪店断裂

该断裂呈北北东向沿延，走向 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，倾向南西，倾角较陡，一般 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 之间，延伸长度 50km 左右。沿断裂带发育有构造角砾岩、挤压透镜体、硅化糜棱岩等，反映断裂活动经历了由张性向压扭性的演化过程，其性质应属平移走滑断层，水平扭动断距一般为 13km。相关研究认为凤仪店断裂最新活动为早中更新世，晚更新世以来不活动。

该断裂属于非全新活动断裂，与栾家口港厂址最近距离约 18km，与蓬莱港厂址的最近距离约为 10km。

4) 长岛—芝罘岛断裂

该断裂属于蓬莱-威海断裂带的次级断裂，总体走向 290° ，倾向南西，向西可能

在南长岛南侧海域通过，向东可能与威海市的城南河断裂相对应。断裂以正断兼有走滑运动为主，局部具有逆冲运动性质；断裂在第四纪活动明显，对于渤海海峡的形成具有重要的构造意义。相关研究显示该断裂是一条晚更新世活动断裂。

该断裂属于非全新活动断裂，主断裂与蓬莱港厂址最近距离约 4km，与栾家口港厂址的最近距离约为 26km。该断裂还存在一条支断裂，从蓬莱港厂址北侧通过，距离蓬莱港厂址约 100m 左右。

(2) 地貌特征

蓬莱市境内属低山丘陵地貌型。地势南高北低，由南向北逐渐倾斜。海滩向陆侧多为人工围捻和沙丘。海滩一般呈单坡型，向海坡度 $6-8^{\circ}$ 。长礁上部砾石滩发育规模最大。海蚀崖侵蚀后退，在长礁与岸间形成沟蚀平台状砾石滩。其内侧为发育完整的近似对数螺旋形海湾形式。

本区地形起伏不大，地貌单元为海岸地貌，出露岩性为第四系海积细沙，地形总体南高北低，岸坡较稳定。

(3) 水深地形

1) 项目附近水深

拟建项目附近海域该海域水质清洁，水环境较稳定，水深 0.5~8.8m 左右，项目附近海域水深地形图见图 4.1.3-2。

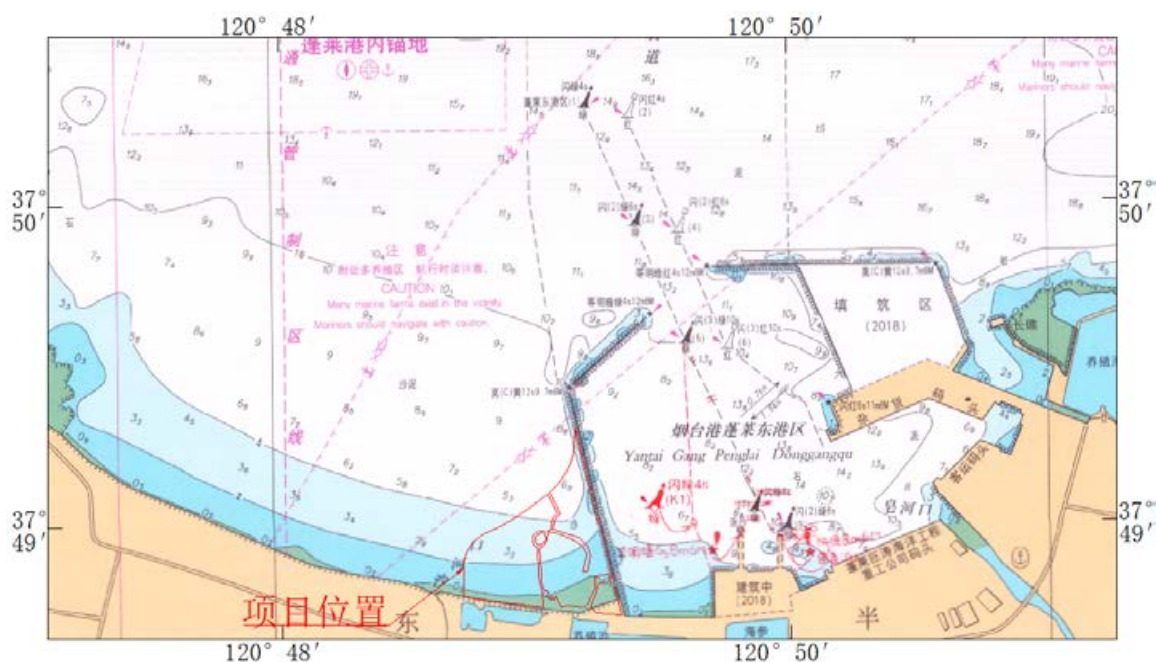


图 4.1.3-2a 项目所在海域水深图

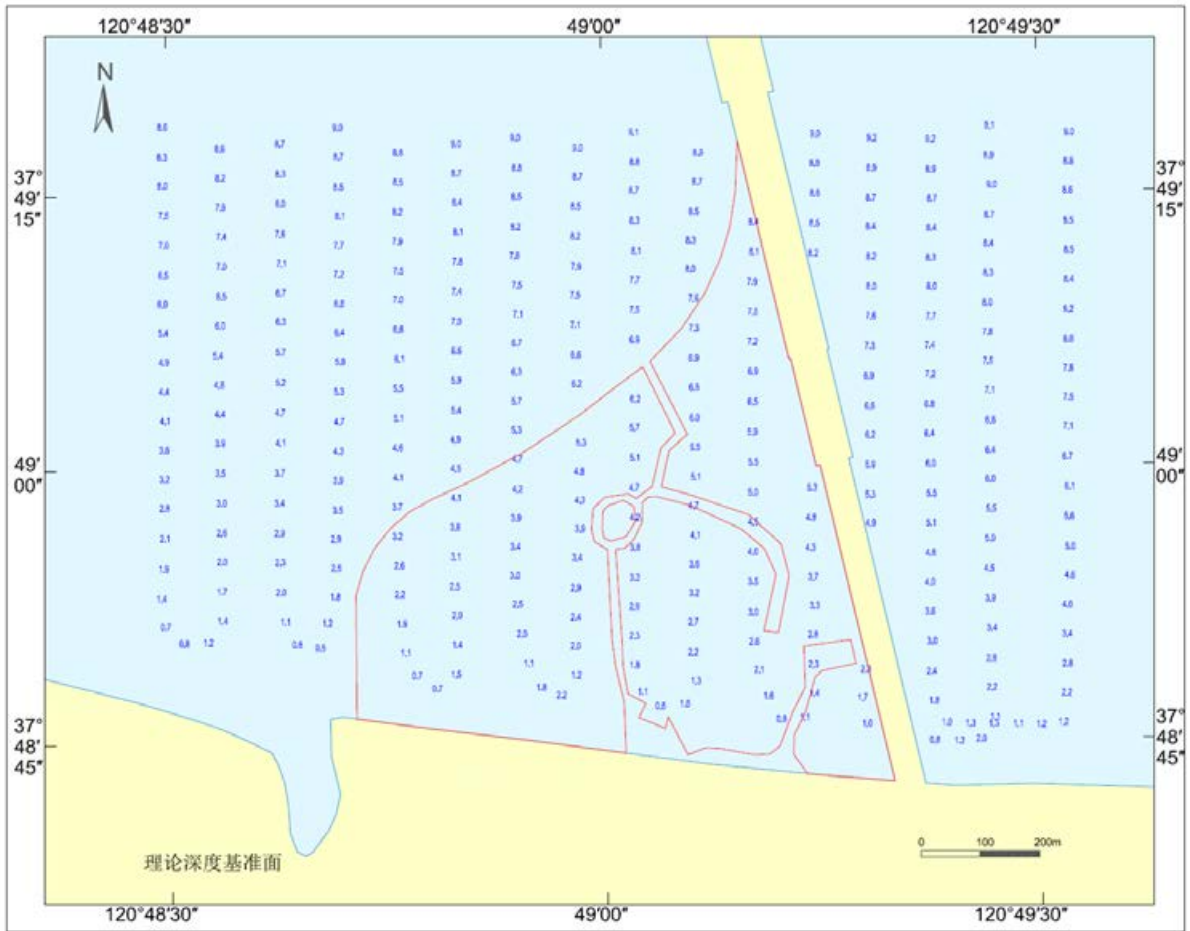


图 4.1.3-2b 项目区小范围水深图

2) 水深地形对比

收集了历史海图资料，水深测量时间为 2018 年；2024 年中国海洋大学在项目附近海域进行了水深地形测量。2018 年和 2024 年 5 条断面的水深对比结果见图 4.1.3-3，水深对比结果表明，除断面 I 距岸 3.6km 处水深变深，可能受渤海海峡的影响，明显处于侵蚀状态；其余各断面显示项目附近海域总体处于冲淤平衡状态，水深变化较小。

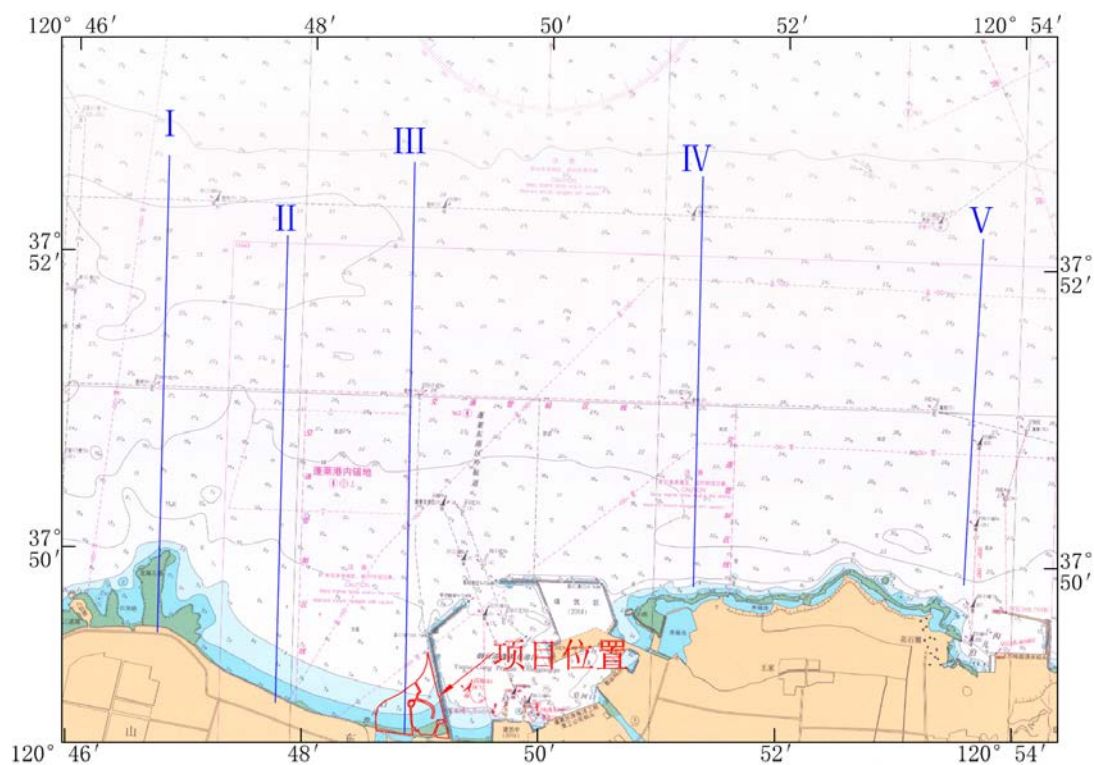


图 4.1.3-3 项目附近海域水深地形对比剖面位置

断面 I

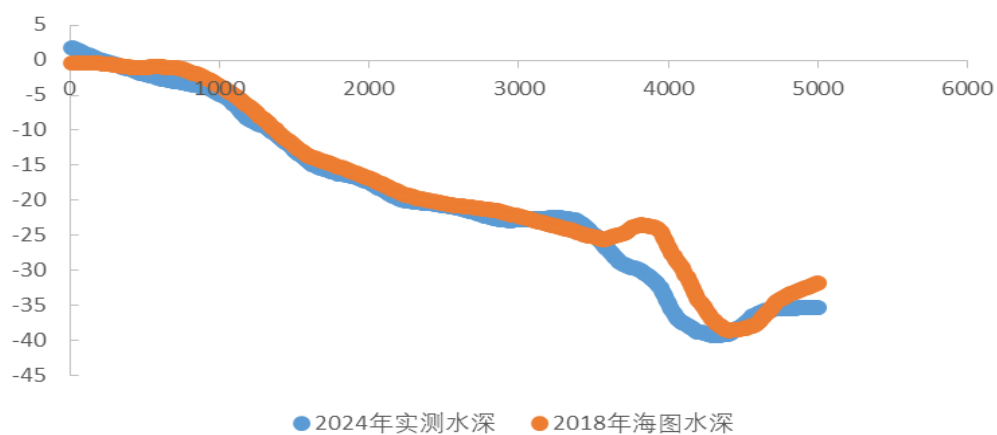


图 4.1.3-4a 断面 I 水深地形对比结果

断面 II

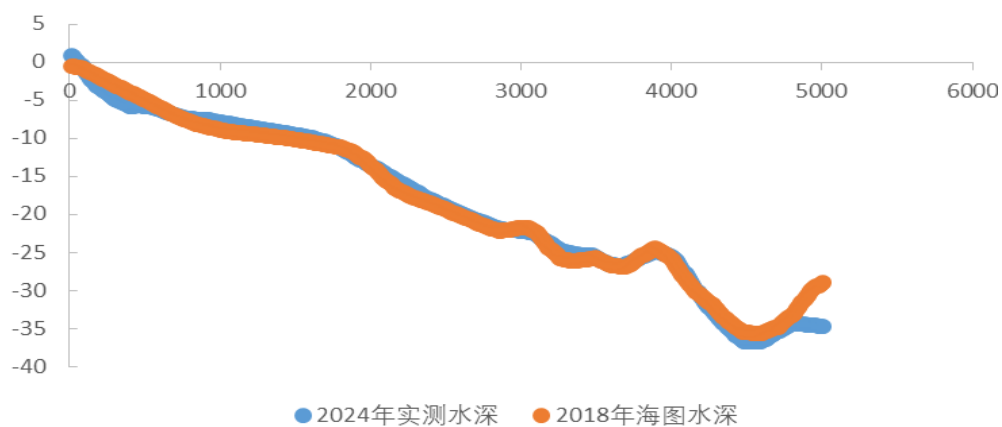


图 4.1.3-4b 断面 II 水深地形对比结果

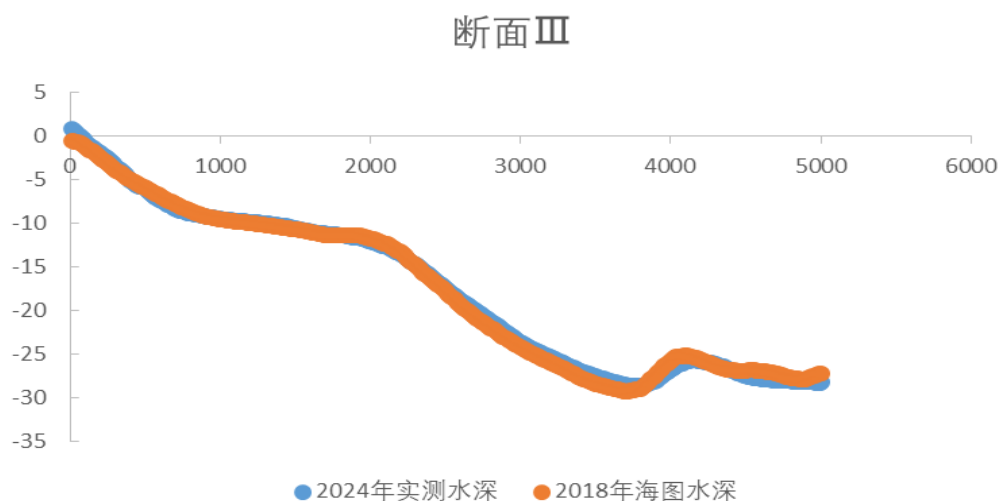


图 4.1.3-4c 断面 III 水深地形对比结果

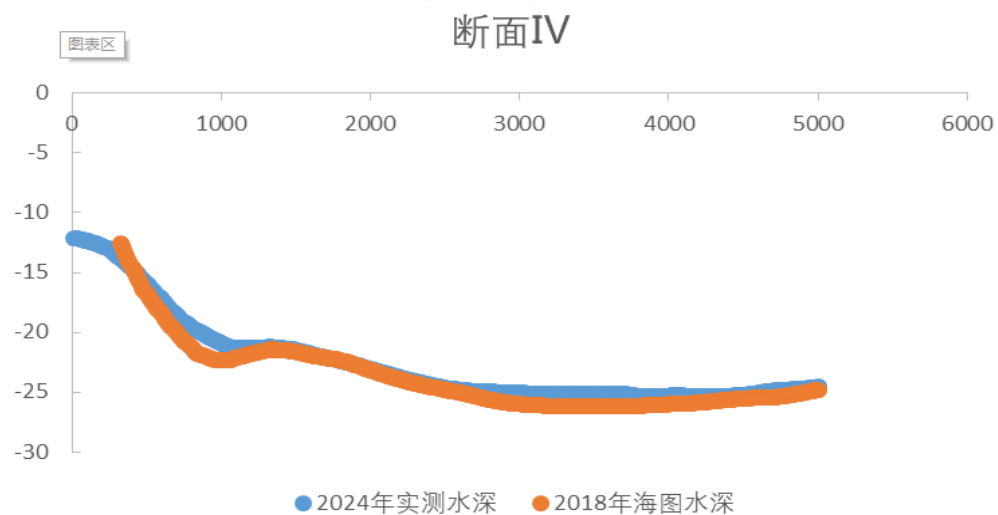


图 4.1.3-4d 断面 IV 水深地形对比结果

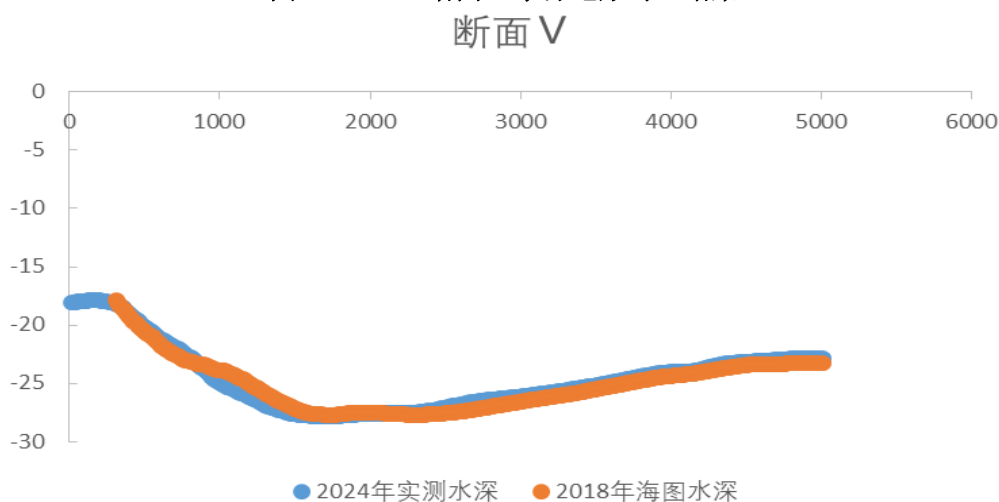
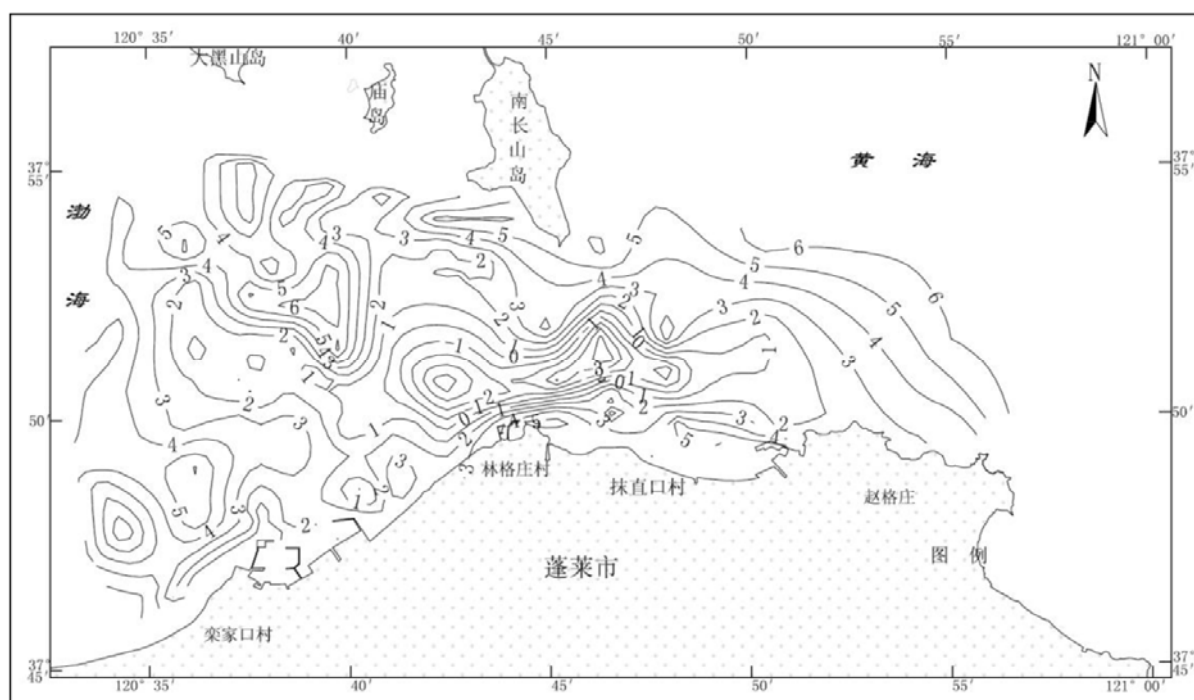


图 4.1.3-4e 断面 V 水深地形对比结果

(4) 底质沉积物特征

中国海洋大学于 2010 年 5 月 27 日~28 日、2010 年 9 月 27 日~10 月 3 日在工程附近海域分别进行了 31 个站位和 86 个站位的表层沉积物取样，中值粒径分布图见图

4.1.3-5。根据 Shepard 分类法进行沉积物类型命名, 项目附近海域表层沉积物类型主要包括砾砂、砾石、粗砂、中粗砂、中砂、细砂、粉砂质砂、砂质粉砂、粉砂、粘土质粉砂、粉砂质粘土等。中值粒径在 $-5.1\Phi \sim 7.2\Phi$ 之间, 砾石含量最大为 90.7%、砂含量最大为 99.3%、粉砂含量最大为 83.7%、粘土含量最大为 37.8%。其中, 登州水道东部海底表层沉积物粒径较粗, 以砾砂和砾石为主; 水道西部海底表层沉积物粒径较细, 以粘土质粉砂、粉砂质砂为主; 登州浅滩表层沉积物以砾砂、粗砂、中粗砂、细砂为主, 自东向细逐渐由粗变细。登州浅滩南侧与栾家口港之间海底沉积物以粉砂质砂、粘土质粉砂和砂质粉砂为主; 栾家口港西侧近岸以砾砂为主。



(5) 工程地质

灰黑色，流塑，含有机质，具腥臭味，含大量的贝壳碎片，局部含有较多量长英质砂粒。该层分布普遍，层厚0.90~3.20m，层底高程-15.00~-6.90m。

第①₋₁层：淤泥质粉质黏土

灰黑色，流塑，局部软塑，含少量有机杂质，具腥臭味，土质较均匀。该层分布较普遍，层厚1.00~4.50m，层底高程-16.50~-8.10m。

第①₋₂层：碎石土

灰黑色，稍密，饱和，碎石成份主要以玄武岩碎块为主，粒径3~9cm，碎石含量70%左右。该层仅在钻孔G12中被揭露，层厚4.10m，层底高程-14.50m。

第②层：粉质黏土

青灰色，可塑，局部软塑，干强度中等，韧性中等，无摇震反应，稍有光泽反应，含少量有机质，具少许腥臭味，土质均匀。该层主要分布于码头前沿处，层厚1.00~4.30m，层底高程-19.30~-12.20m，局部孔未穿透。

第③层：粉质黏土

黄灰色，可塑，干强度中等，韧性中等，稍有光泽反应，无摇震反应，含少量砂粒，局部粘粒含量较低，灰色条纹发育，土质较均匀。该层分布较普遍，层厚1.10~5.50m，层底高程-19.50~-9.90m。

第③₋₁层：圆砾

浅黄色，中密，饱和，卵砾石成份主要为玄武岩风化碎块，粒径一般10~15mm，最大30mm，充填粗砂及黏性土。

该层仅在G14、G15孔被揭露，层厚2.00~3.50m，层底高程-18.00~-17.60m。

第④层：黏土

黄褐色，可塑，干强度高，韧性高，无摇震反应，切面光滑，土质均匀，含少量铁锰氧化物及其结核，局部含有少量砂粒。其主要物理力学指标统计见下表。

该层仅在航道钻孔G5、G10、G11、G12、G13、G14中被揭露，层厚0.70~4.50m，层底高程-18.70~-12.50m。

第⑤层：粉质黏土

灰黄色~褐黄色，可塑，干强度中等，韧性中等，无摇震反应，稍有光泽反应，见较多铁质氧化物，土质较不均匀，局部夹粉土薄层，含较多砂粒，可见灰色条纹发育。该层分布普遍，层厚1.20~4.80m，层底高程-18.90~-15.00m。

第⑤₋₁层：细砂

灰色，松散，饱和，矿物成份主要为石英、长石，颗粒级配差，局部夹黏性土薄层。该层仅在钻孔29、26、23、H13、G8被揭露，层厚0.90～4.70m，层底高程-17.65～-16.30m。

第⑥层：粗砂

褐黄色，中密，饱和，主要矿物成份为石英、长石，颗粒级配一般，含粘粒团块，局部夹黏性土薄层。该层分布较普遍，层厚1.00～2.60m，层底高程-19.55～-17.00m。

第⑦层：粉质黏土

黄褐色～灰褐色，可塑，干强度中等，韧性中等，无摇震反应，有光泽反应，粘粒含量较低，土质较均匀，含少量砂粒。其主要物理力学指标统计见表3-25及表3-26。

该层分布较普遍，最大揭露层厚1.00～4.60m，层底高程-22.20～-17.20m。

第⑦-1层：粗砾砂

黄褐色，中密，饱和，矿物成份主要为石英、长石，颗粒级配一般，粘粒含量较高，含卵砾石，含量15%左右。

该层在钻孔内取扰动样3个进行颗分试验，试验结果见《土工试验成果报告表》；进行标贯试验3次，试验结果实测值为17.0～19.0击，平均值18.3击。

该层仅在钻孔H2中被揭露，层厚2.40m，层底高程-23.40m。

第⑧层：粗粒混和土

灰黄色，中密，饱和，含卵、碎石，呈圆形，亚圆形，以玄武岩岩块，石英岩块为主，粒径20～70mm，含量50%左右，局部含少量砂粒，粘粒含量30%左右。该层分布较普遍，层厚0.50～4.00m，层底高程-25.20～-11.85m。

第⑨层：细砂

灰褐色，中密，饱和，长英质，颗粒级配差，粘粒含量较高。该层分布普遍，层厚0.70～2.00m，层底高程-25.90～-23.60m。

第⑩层：细砂

褐黄色，中密，饱和，主要矿物成份为石英、长石，颗粒级配较差，夹卵砾石，呈棱角状，含量约20%，粒径20～80mm，以玄武岩岩块为主。该层分布普遍，层厚2.00～5.00m，层底高程-29.90～-26.20m。

第⑪层：强风化玄武岩（γ）

灰黑色，隐晶质结构，气孔状构造，风化强烈，原岩结构、构造大部分已风化破坏，主要矿物成份为基性斜长石、橄榄石、辉石等，岩芯呈碎块状夹土状，采取率70%左右，RQD为0。该层大部分未被穿透，最大揭露层厚2.10m，层顶高程-29.9~-19.9m。

第⑫层：中风化玄武岩（ γ ）

灰黑色，隐晶质结构，气孔状构造，主要矿物成份为基性斜长石、橄榄石、辉石等，岩石属硬质岩，岩体完整，岩芯呈短柱状，采取率85%左右，RQD=60%。该层均未被穿透，最大揭露厚度0.60m。

4.1.4 自然灾害

本项目所在海域主要的海洋自然灾害有台风、寒潮、风暴潮、海冰等。

（1）大风

大风是蓬莱海区一年四季常见的一种危害性天气，尤以热带气旋为重。据蓬莱气象台资料统计，34年间影响本区的热带气旋36次，多发生在7月中旬至9月中旬，年均大风日数为39.4d，36次热带气旋中，台风26次，占72.2%，强热带风暴5次，占13.9%；热带风暴5次，占13.9%。

（2）寒潮

寒潮是秋、冬季主要天气系统，由势力较强的西伯利亚冷空气在高空适当环流形势的配合下，暴发南下而形成的激烈偏N大风，一般7~8级，海上可达9~10级；持续时间较长，一般2~3d或以上，影响范围大，寒潮入侵时，造成大风、降雪和气温急降天气。

根据蓬莱气象台统计结果，蓬莱地区30年间受强寒潮影响（24小时降温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ，最低气温达 5°C 以下）6次。主要发生在11月至翌年3月。

（3）风暴潮

依据《中国海洋灾害四十年资料汇编》（1949~1990）所载资料统计，烟台沿海地区40年内发生轻度以上风暴潮灾害64次，除11次为台风风暴潮灾害外，其余绝大多数为发生在渤海沿岸的温带系统风暴潮灾害。2006年3月4日，烟台遭受38年来最大风暴潮袭击，虽然各地紧急启动了“防风暴潮预案”，但由于风大浪急、潮位太高，全市沿海渔业损失严重，部分渔船损坏、许多海坝和虾池被冲毁。

统计最近10年资料，蓬莱海域80cm以上的增水有32次，最大增水163cm，1月份发生增减水的次数最多。蓬莱辖区沿海防潮警戒水位为310cm。

（4）海冰

蓬莱地区一般情况下没有冰封，仅在岸滩附近有少量海冰，冰期多在 1 月上旬至三月中旬，约二个半月左右，最长冰期三个月，最短 0 天，盛冰期为 2 月上旬前后。冰厚多在 5cm 以内，最厚不超过 20cm，冰层覆盖在靠近沿岸的狭带上。

（5）地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）附录 A 规定，场地的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度 0.15g，设计地震分组为第一组，设计特征周期为 0.35s。

4.2 海洋环境质量现状与评价

4.2.1 海水水质状况调查与评价

4.2.1.1 调查范围与站位布设

2021 年秋季水质、沉积物、生态现状调查资料引用《山东港口烟台港蓬莱东港区客滚#3 突堤工程环境影响报告书》（山东元让环境科技有限公司，2023 年 2 月）、《烟台市蓬莱区西部污水处理厂建设项目海洋环境影响专题报告（报批稿）》（中国海洋大学，2022 年 11 月）。中国海洋大学于 2021 年 9 月在工程附近海域进行了 13 个站位的水质调查，2021 年 11 月在工程附近海域进行了 10 个站位的水质调查，调查站位见表 4.2.1-1a 和图 4.2.1-1a。

中国海洋大学于 2024 年 4 月在工程附近海域进行了 21 个站位的水质调查，调查站位见表 4.2.1-1b 和图 4.2.1-1b。

4.2.1.2 调查分析项目

春季调查分析项目：水温、盐度、pH 值、COD、DO、石油类、营养盐、悬浮物（浊度）、叶绿素 a 和重金属（铜、铅、锌、镉、汞、砷、铬）。

秋季调查分析项目：水温、盐度、SS、pH 值、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷。

4.2.1.3 调查分析方法

调查项目的采样、分析方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行。各项目分析方法和检出限见表 4.2.1-2。

表 4.2.1-2 水质监测分析及检出限

监测项目	分析方法	检出限(mg/L)
温度	温度计法	—
pH 值	pH 计	—
SS	重量法	—

DO	碘量法滴定法	—
COD	碱性高锰酸钾法	—
活性磷酸盐	抗坏血酸还原的磷钼蓝法	0.62×10^{-3}
硝酸盐	镉柱还原法	—
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	—
铵盐	靛酚蓝分光光度法	—
铜	无火焰原子吸收分光光度计法	0.2×10^{-3}
铅	无火焰原子吸收分光光度计法	0.03×10^{-3}
锌	火焰原子吸收分光光度计法	3.1×10^{-3}
镉	无火焰原子吸收分光光度计法	0.01×10^{-3}
总铬	无火焰原子吸收分光光度计法	0.4×10^{-3}
砷	原子荧光法	0.5×10^{-3}
汞	原子荧光法	0.007×10^{-3}
石油类	紫外分光光度法	3.5×10^{-3}

4.2.1.4 评价标准与方法

以海水水质监测中各监测项目作为评价因子（除温度、盐度、SS 外），采用单站单因子质量指数法进行评价。

1) 评价标准

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划分区和《海水水质标准》（GB3097-1997），生态保护区水质评价执行第一类标准，游憩用海区（海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区）和渔业用海区水质评价执行第二类标准，游憩用海区（滨海风景旅游区）、交通运输用海区（除港池外）和工矿通信用海区水质评价执行第三类水质标准，交通运输用海区（港池）水质评价执行第四类水质标准。各类水质标准值见表 4.2.1-3。

表 4.2.1-3 海水水质标准（GB3097-1997）（单位：mg/L，除 pH 值外）

项目	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅
一类	7.8~8.5	>6	≤2	≤0.20	≤0.015	≤0.05	≤0.005	≤0.001
二类	7.8~8.5	>5	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05	≤0.010	≤0.005
三类	6.8~8.8	>4	≤4	≤0.40	≤0.030	≤0.30	≤0.050	≤0.010
四类	6.8~8.8	>3	≤5	≤0.50	≤0.045	≤0.50	≤0.050	≤0.050
项目	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物	
一类	≤0.020	≤0.001	≤0.05	≤0.00005	≤0.020	≤0.005	≤0.020	
二类	≤0.050	≤0.005	≤0.10	≤0.0002	≤0.030	≤0.005	≤0.050	
三类	≤0.10	≤0.010	≤0.20	≤0.0002	≤0.050	≤0.010	≤0.100	
四类	≤0.50	≤0.010	≤0.50	≤0.0005	≤0.050	≤0.050	≤0.250	

2) 评价方法

①一般水质因子采用标准指数法进行评价，按下列公式计算：

$$I_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中：

I_i —— i 项评价因子的标准指数；

C_i —— i 项评价因子的实测浓度；

S_i —— i 项评价因子的评价标准值。

②溶解氧（DO）采用下式计算：

$$I_i(DO) = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s} \quad DO \geq DO_s$$

$$I_i(DO) = 10 - 9 \frac{DO}{DO_s} \quad DO < DO_s$$

$$DO_f = 468 / (31.6 + t)$$

式中：

$I_i(DO)$ ——溶解氧标准指数；

DO_f ——现场水温及氯度条件下，水样中氧饱和浓度，mg/L；

DO_s ——溶解氧标准值，mg/L；

t ——现场温度。

③pH

pH 有其特殊性，它的评价标准值为 7.8~8.5，计算式为：

$$I_{pH.i} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7.0$$

$$I_{pH.i} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7.0$$

式中：

$I_{pH.i}$ ——pH 的标准指数；

pH_{sd} ——pH 评价标准下限值；

pH_{su} ——pH 评价标准上限值；

pH——pH 的实测值。

4.2.1.5 海水水质状况与评价

（1）监测结果

秋季（2021 年 9 月、11 月）水质监测结果见附表 1a、附表 1b；春季（2024 年 4 月）水质监测结果见附表 1c。

（2）评价结果

秋季（2021 年 9 月、11 月）调查水质评价结果见附表 2a，调查区域各站位的各评价因子均符合所在规划分区水质标准的要求。

春季（2024 年 4 月）调查水质评价结果见附表 2b，调查区域各站位的各评价因子均符合所在规划分区水质标准的要求。

4.2.2 海洋沉积物质量现状调查与评价

（1）调查范围与站位布设

中国海洋大学于 2021 年 9 月在工程附近海域进行了 8 个站位的海洋沉积物调查，2021 年 11 月在工程附近海域进行了 5 个站位的海洋沉积物调查，调查站位见图 4.2.1-1a 和表 4.2.1-1a。

中国海洋大学于 2024 年 4 月在工程附近海域进行了 12 个站位的海洋沉积物调查，调查站位见图 4.2.1-1b 和表 4.2.1-1b。

（2）调查分析项目：有机碳、硫化物、石油类、锌、铅、铜、砷、镉、铬、汞。

（3）调查分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378 - 2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）中的有关技术要求进行。分析方法及检出限见表 4.2.1-4。

表 4.2.1-4 沉积物项目分析及检出限

项目	分析方法	检出限/ ω
铜	无火焰原子吸收分光光度计法	0.5×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度计法	1×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度计法	6×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度计法	0.04×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	0.03×10^{-2}
石油类	紫外分光光度法	3×10^{-6}
硫化物	碘量法	4×10^{-6}

（4）评价标准与方法

1) 评价标准

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划分区和《海洋沉积物标准》（GB18668-2002），生态保护区、游憩用海区(海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区)和渔业用海区海洋沉积物质量评价执行第一类标准，游憩用海区（滨海风景旅游区)和工矿通信用海区沉积物质量评价执行第二类沉积物质量标准，交通运输用海区沉积物质量评价执行第三类沉积物质量标准。各类标准的标准值见表 4.2.1-5。

表 4.2.1-5 海洋沉积物质量标准(GB18668-2002)

指标	第一类标准	第二类标准	第三类标准
有机碳 ($\times 10^{-2}$) $\leq$	2.00	3.00	4.00
硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300.00	500.00	600.00
石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500.00	1000.00	1500.00
铅 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.00	130.00	250.00
镉 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00
砷 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20.00	65.00	93.00
铜 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.00	100.00	200.00
铬 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	80.00	150.00	270.00
锌 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.00	350.00	600.00
汞 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.00

2) 评价方法

沉积物环境质量评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测浓度；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

(3) 海洋沉积物质量状况与评价

秋季（2021 年 9 月、11 月）沉积物监测结果见附表 3a；春季（2024 年 4 月）沉积物监测结果见附表 3b。

2) 沉积物质量评价

秋季（2021 年 9 月、11 月）调查沉积物评价结果见附表 4a，除个别站位铬超标外，调查区域其余各站位的各评价因子均符合所在规划分区沉积物标准的要求。

春季（2024 年 4 月）调查沉积物评价结果见附表 4b，调查区各站位各评价因子均符合所在规划分区沉积物标准的要求。

4.2.3 海洋生态环境质量现状调查与评价

4.2.3.1 调查时间及站位布设

2021 年 9 月中国海洋大学对工程周边海域进行了 8 个站位海洋生态调查，2021 年 11 月中国海洋大学对工程周边海域进行了 6 个站位海洋生态调查，具体调查站位见图 4.2.1-1 和表 4.2.1-1；2024 年春季中国海洋大学对工程周边海域进行了 19 个站位海洋生态调查。具体调查站位见图 4.2.3-1 和表 4.2.3-1。

4.2.3.2 生物采集与分析方法

现场采集所有生物样品带回实验室分析，采集与分析方法如下：

(1) 调查方法

①叶绿素 a

取叶绿素 a 样品水样 1000mL，经孔径 0.45μm 的滤膜过滤后，干燥冷藏保存，采用萃取荧光法进行分析，按 Jeffrey-Humphrey 的方程式计算叶绿素 a 的含量。

②浮游生物

浮游生物样品用浅水 I、III 型浮游生物网，自底至表垂直拖网取得，经 5%福尔马林海水溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行，最后浮游植物出现的个体数换算成个/m³，浮游动物个体数换算成个/m³ 和生物量换算成 mg/m³ 作为调查水域的现存量指标。

③底栖生物

底栖生物样品用 0.05m² 曙光型采泥器采集，每站采集 3 次，所获泥样经孔径为 0.5mm 的套筛冲洗后，挑拣全部生物个体作为一个样品，生物标本浸于 75%酒精溶液中固定保存。生物量根据酒精标本重量计算，称重在感量为 0.001g 的电子天平上进行。

(2) 评价方法

根据各站浮游植物、动物和底栖生物的种类组成、生物量及生物密度平面分布，计算生物样品的多样性指数、均匀度、丰度等，其方法按《海洋监测规范》的要求进行。

①香农-韦弗 (Shannon-Weaver) 多样性指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \times \log_2 P_i$$

式中：H'---生物多样性指数；

S---样品中的种类数量；

P_i---第 i 种的个体数与总个体数的比值。

②均匀度指数

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

式中：J---均匀度指数；H'---多样性指数；H_{max}=log₂S，表示多样性指数的最大值；S---样品中的种类数量。

③优势度指数

$$D = \frac{N_1 + N_2}{N_T}$$

式中：D---优势度指数；

N1---样品中第一优势种的个体数；

N2---样品中第二优势种的个体数

；NT---样品的总个体数。

④丰度指数

$$d = \frac{S-1}{\log_2 N}$$

式中：d---丰度指数；

S---样品中的种类数量；

N---样品中的生物个体总数。

4.2.3.3 叶绿素 a

(1) 秋季

1) 2021 年 9 月

2021 年 9 月份的调查中，各测站叶绿素 a 含量为 0.54-4.18μg/L，平均为 2.19μg/L。

表 4.2.3-1a 2021 年 9 月各监测站位水体中叶绿素 a 的含量

2) 2021 年 11 月

2021 年 11 月份的调查中，各测站叶绿素 a 含量为 0.44-0.88μg/L，平均为 0.66μg/L。

表 4.2.3-1b 2021 年 9 月各监测站位水体中叶绿素 a 的含量

(2) 春季

2024 年 4 月份的调查中，各测站叶绿素 a 含量为 1.44-8.93 μg/L，平均为 3.77 μg/L。

表 4.2.3-2 2024 年 4 月各监测站位水体中叶绿素 a 的含量

4.2.3.4 浮游植物

4.2.3.4.1 秋季调查结果

(1) 2021 年 9 月调查

1) 种类组成

2021 年 9 月份调查共鉴定浮游植物 62 种，隶属于硅藻、甲藻、金藻门。其中硅藻较多 53 种，占 85.5%，甲藻 8 种占据了 12.9%，金藻 1 种占据了 1.6%。调查海域浮游植物群落中占优势的种类主要有浮动弯角藻（*Eucampia zodiacus*）、薄壁几内亚藻（*Guinardia flaccida*）、圆筛藻（*Coscinodiscus spp.*）、劳氏角毛藻（*Chaetoceros lorenzianus*）、柔弱伪菱形藻（*Pseudo-nitzschia delicatissima*）。浮游植物名录见附表

5a。

2) 数量分布

2021 年 9 月份浮游植物调查结果显示（附表 5b），调查海域内浮游植物平均细胞数为 7.6×10^6 个/ m^3 ，其变化范围在 2.89×10^6 个/ $m^3 \sim 1.36 \times 10^7$ 个/ m^3 之间，出现细胞数最多的是 37 号站，最少的是 27 号站。

3) 群落特征

2021 年 9 月份浮游植物调查结果显示，多样性指数 1.64~3.92 之间，平均值为 3.05；均匀度指数在 0.35~0.8 之间，平均值为 0.66；丰度指数在 0.77~1.26 之间，平均值为 0.97，具体群落结构指数见附表 5c。该调查海域浮游植物整体群落结构稳定性良好。

(2) 2021 年 11 月调查

1) 种类组成

2021 年 11 月份调查共鉴定浮游植物 48 种，隶属于硅藻、甲藻。其中硅藻较多 41 种，占 85.4%，甲藻 7 种占据了 14.6%。调查海域浮游植物群落中占优势的种类主要有旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus* Cleve）和密连角毛藻（*Chaetoceros densus* (Cleve) Cleve）。浮游植物名录见附表 6a。

2) 数量分布

2021 年 11 月份浮游植物调查结果显示（附表 6b），调查海域内浮游植物平均细胞数为 0.38×10^6 个/ m^3 ，其变化范围在 0.05×10^6 个/ $m^3 \sim 0.57 \times 10^6$ 个/ m^3 之间，出现细胞数最多的是 PL14 号站，最少的是 PL16 号站。

3) 群落特征

2021 年 11 月份浮游植物调查结果显示，多样性指数 2.40~3.65 之间，平均值为 3.16；均匀度指数在 0.52~0.84 之间，平均值为 0.69；丰度指数在 1.08~1.44 之间，平均值为 1.28，具体群落结构指数见附表 6c。该调查海域浮游植物整体群落结构稳定性良好。

4.2.3.4.2 春季调查结果

1) 种类组成

2024 年 4 月调查海域共出现浮游植物 27 种，隶属于硅藻、甲藻、金藻门 3 个植物门，其中，硅藻门 21 种，占浮游植物种类组成的 77.78%；甲藻门 5 种，占浮游植物种类组成的 18.52%，金藻门 1 种，占浮游植物种类组成的 3.7%。浮游植物名录见附表 7a。

2) 数量与分布

2024 年春季浮游植物密度在 $22.95 \times 10^4 \text{ cellss/m}^3 \sim 778.18 \times 10^4 \text{ cellss/m}^3$ 之间, 平均值为 $313.66 \times 10^4 \text{ cellss/m}^3$, 各站位浮游植物细胞分布见附表 8。浮游植物密度最高的站位为 PL28 号站位, 浮游植物密度达 $778.18 \times 10^4 \text{ cellss/m}^3$; 浮游植物密度最小的站位是 PL23 站, 密度为 $22.95 \times 10^4 \text{ cellss/m}^3$ 。结果见附表 7b

3) 优势种

2024 年春季调查优势种为柔弱几内亚藻 (*Guinardia delicatula* (Cleve) Hasle et al) 具槽帕拉藻 (*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve) 根管藻 (*Rhizosolenia* sp.)

4) 浮游植物评价结果

2024 年春季调查浮游植物综合指数见附表 7c。多样性指数 (H') 在 $1.65 \sim 3.18$ 之间, 平均值为 2.34; 均匀度指数 (J) 在 $0.52 \sim 0.81$ 之间, 平均值为 0.69; 丰富度指数在 $0.27 \sim 0.63$ 之间, 平均值为 0.47。

4.2.3.5 浮游动物

4.2.3.5.1 秋季调查结果

(1) 2021 年 9 月调查

1) 种类组成

2021 年 9 月调查共鉴定浮游动物 41 种, 其中原生动物 1 种, 占 2.44%; 腔肠动物 8 种, 占 19.51%; 栉水母动物 1 种, 占 2.44%; 桡足类 15 种, 各占浮游动物总种数的 36.59%; 端足类 2 种, 各占浮游动物总种数的 4.88%; 十足类 1 种, 各占浮游动物总种数的 2.44%; 毛颚动物 1 种, 各占浮游动物总种数的 2.44%; 浮游被囊类 2 种, 各占浮游动物总种数的 4.88%; 浮游幼虫 10 种, 各占浮游动物总种数的 24.39%。2021 年 9 月调查浮游动物名录见附表 8a。

2) 生物量

①生物量 (湿重) 平面分布

2021 年 9 月份浮游动物调查结果表明 (附表 8b), 调查海区中浮游动物 (湿重) 平均为 4093.23 mg/m^3 , 各站位生物量的波动范围在 $2149.3 \text{ mg/m}^3 \sim 10947.8 \text{ mg/m}^3$ 之间, 最高生物量站点出现在 27 号站, 而最低生物量站点出现在 36 号站。

②个体数量 (生物密度) 的平面分布

2021 年 9 月份浮游动物调查结果表明, 浮游动物的个体数量平均分布为 1.11×10^4 个/ m^3 , 其个体数量的波动范围在 $0.59 \times 10^4 \sim 2.62 \times 10^4$ 个/ m^3 之间, 最高个体数量的分布

站点在 27 号站，最低的站点为 38 号站。调查海区各站浮游动物个体数量分布见附表 8b。

3) 优势种

2021 年 9 月浮游动物调查结果表明，调查海区浮游动物群落优势种类为夜光虫、小拟哲水蚤、强壮箭虫、中华哲水蚤、小齿海樽。

4) 群落特征

2021 年 9 月份浮游动物调查结果表明，调查海域内浮游动物种类多样性指数值在 0.1656-0.585 之间变动，平均值为 0.3358；均匀度在 0.04~0.135 之间，平均值为 0.0776；丰度在 1.742~2.64 之间，平均值为 2.0601，具体见附表 8c。浮游动物整体群落结构稳定性较好。

(2) 2021 年 11 月调查

1) 种类组成

2021 年 11 月浮游动物调查结果表明，调查海域共鉴定出浮游动物 11 种（不含鱼卵、仔鱼），其中，浮游被囊类 1 种，浮游幼虫 4 种，节肢动物 4 种，毛颚动物 1 种，原生动物 1 种，浮游动物种名录见附表 9a。

2) 生物量

①生物量（湿重）平面分布

2021 年 11 月浮游动物调查结果表明，调查海区中浮游动物（湿重）平均为 $3.75\text{mg}/\text{m}^3$ ，各站位生物量的波动范围在 $0\text{mg}/\text{m}^3 \sim 7.65\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，最高生物量站点出现在 PL17 号站，而最低生物量站点出现在 PL14 和 PL18 号站。结果见附表 9b。

②个体数量（生物密度）的平面分布

2021 年 11 月浮游动物调查结果表明，浮游动物的个体数量平均分布为 $7.18 \text{ 个}/\text{m}^3$ ，其个体数量的波动范围在 $0 \sim 30.30 \text{ 个}/\text{m}^3$ 之间，最高个体数量的分布站点在 PL16 号站，最低的站点为 PL14 和 PL18 号站。调查海区各站浮游动物个体数量分布见附表 9b。

3) 优势种

2021 年 11 月浮游动物调查结果表明，调查海区内浮游动物优势种为夜光虫、小拟哲水蚤，优势度分别为 0.67、0.18。

4) 群落特征

2021 年 11 月浮游动物调查结果表明，调查海域内浮游动物种类多样性指数值在 0~2.27 之间变动，平均值为 0.96；均匀度在 0.88~1.00 之间，平均值为 0.95；丰度在 0.91~

1.82 之间, 平均值为 1.47; 优势度在 0.33~0.67 之间, 平均值为 0.51。浮游动物综合指数见附表 9c。

4.2.3.5.2 春季调查结果

1) 浮游动物的种群结构

2024 年春季调查海区共鉴定出浮游动物 23 种, 其中原生动物、毛颚动物门各 1 种, 占出现浮游动物总种数的 4.35%; 节肢动物门桡足类 14 种, 出现浮游动物总种数的 60.87%; 浮游幼体 7 种, 占出现浮游动物总种数的 30.43%。结果见附表 10a。

2) 个体密度与生物量

2024 年春季调查海区浮游动物的生物密度平均为 1978.6 ind/m^3 , 调查区域生物密度的波动范围在 $12.3 \text{ ind/m}^3 \sim 6979.2 \text{ ind/m}^3$ 之间; 调查海域生物量在 $25.4 \text{ mg/m}^3 \sim 1468.8 \text{ mg/m}^3$ 之间, 平均值为 459.2 mg/m^3 。结果见附表 10b。

3) 优势种

2024 年春季调查区主要的优势种为夜光虫 (*Noctiluca scintillans*)、腹针胸刺水蚤 (*Centropages abdominalis*)。

4) 浮游动物的综合性指数

2024 年春季调查海域浮游动物综合性指数见附表 10c。浮游动物多样性指数 (H') 介于 0.353~2.399 之间, 平均值为 1.212; 均匀度 (J) 介于 0.138~0.889 之间, 平均值为 0.500; 调查海域浮游动物丰度 (d) 介于 1.187~2.703 之间, 平均值为 1.680。

4.2.3.6 底栖生物

4.2.3.6.1 秋季调查结果

(1) 2021 年 9 月调查

1) 种类组成

2021 年调查海域近海进行了底栖生物的调查。近海调查中获底栖动物 87 种, 隶属于纽形动物、多毛类、软体动物、甲壳类、腕足动物、棘皮动物六大类。其中环节动物门多毛类有 45 种, 占 51.72%; 节肢动物门甲壳类 21 种, 占 24.13%; 软体动物门 18 种, 占 20.69%; 纽形动物、腕足动物、棘皮动物各 1 种, 分别占 1.15%。底栖生物名录见附表 11a。

2) 生物量平面分布

2021 年 9 月底栖生物调查结果表明,底栖生物湿重变化范围为 $0.2025\sim 4.42\text{g/m}^2$,平均 1.26g/m^2 。最高值出现在 27 号站,最低值出现在 35 号站。底栖生物生物密度变化范围为 $150\sim 950$ 个/ m^2 ,平均生物密度为 637.5 个/ m^2 。各站位生物量分布见附表 11b。

3) 优势种

2021 年 9 月份调查海域底栖动物优势种为寡鳃齿吻沙蚕、寡节甘吻沙蚕、巴氏钩毛虫、独指虫。

4) 群落特征

2021 年 9 月调查海域内底栖生物多样性指数在 $1.79\sim 3.41$ 之间,平均 2.903 ;均匀度指数在 $0.699\sim 0.964$ 之间,平均 0.858 ;丰度指数在 $0.415\sim 1.38$ 之间,平均 1.084 。整体群落结构稳定性较好。底栖生物综合指数见附表 11c。

(2) 2021 年 11 月调查

1) 种类组成

2021 年 11 月底栖生物调查结果表明,调查海域共检出底栖生物 6 类 59 种,其中,多毛类 30 种,寡毛类 1 种,棘皮动物 1 种,甲壳动物 18 种,纽形动物 1 种,软体动物 8 种。底栖生物名录见附表 12a。

2) 生物量平面分布

2021 年 11 月底栖生物调查结果表明,调查海区底栖生物的生物量平均为 6.63g/m^2 ,各站位生物量的波动范围介于 $0.66\text{ g/m}^2\sim 20.35\text{ g/m}^2$ 之间,以 PL18 号站位最高,PL17 号站位最低,以环节动物、软体动物和甲壳动物占优势。各站位生物量分布见附表 12b。

3) 优势种

2021 年 11 月调查海域底栖动物优势种为独指虫和二齿半尖额涟虫,优势度分别为 0.12 和 0.07 。

4) 群落特征

2021 年 11 月调查海域内底栖生物多样性指数在 $2.52\sim 3.60$ 之间,平均值为 3.03 ;均匀度指数在 $0.76\sim 0.98$ 之间,平均值为 0.86 ;丰度指数在 $0.67\sim 1.63$ 之间,平均值为 1.19 ,优势度在 $0.00\sim 0.50$ 之间,平均值为 0.31 。底栖生物综合指数见附表 12c。

4.2.3.6.2 春季调查结果

1) 底栖生物的种群结构

2024 年春季调查海域共出现 7 个动物门共 48 种底栖生物,详见附表 19。其中多毛

类 24 种，占底栖生物种类组成的 50.00%；软体动物出现 6 种，占底栖生物种类组成的 12.51%；甲壳类出现 14 种，占底栖生物种类组成的 29.17%；腔肠动物、纽形动物、腕足动物、棘皮动物各 1 种，占底栖生物种类组成的 2.08%。底栖生物名录见附表 13a。

2) 个体密度与生物量

2024 年春季调查海域内底栖生物生物量变化范围在 $0.2375\text{g}/\text{m}^2 \sim 351.5375\text{g}/\text{m}^2$ 之间，平均为 $34.4\text{g}/\text{m}^2$ ，以 PL04 站位最高，PL20 站位最低。底栖生物栖息密度变化范围在 $100\text{个}/\text{m}^2 \sim 1925\text{个}/\text{m}^2$ 之间，平均为 $552.8\text{个}/\text{m}^2$ ，以 PL04 站位最高，PL20 站位最低。各站位生物量分布见附表 13b。

3) 优势种

2024 年春季调查海域底栖生物的优势种为日本倍棘蛇尾 (*Amphioplus japonicus*)、红明樱蛤 (*Moerella rutila*)。

4) 群落特征

2024 年春季调查海域内底栖生物多样性指数在 1.264~3.563 之间，平均值为 2.483；均匀度指数在 0.597~1.00 之间，平均值为 0.861；丰富度指数在 0.525~3.032 之间，平均值为 1.694。底栖生物综合指数见附表 13c。

4.2.3.7 渔业资源现状调查与评价

4.2.3.7.1 调查范围和时间

鲁东大学滨海生态高等研究院于 2022 年 5 月对项目所在海域及周边海域进行了 12 站位的渔业资源调查，站位图见图 4.2.3-1、表 4.2.3-3。

中国海洋大学于 2023 年 10 月在工程附近海域进行了 13 个站位的渔业资源调查，春季调查站位位置见图 4.2.3-2、表 4.2.3-4。

4.2.3.7.2 调查评价项目

(1) 鱼卵仔稚鱼

调查项目包括：鱼卵、仔稚鱼的种类组成、渔获量分布和资源量密度。

(2) 游泳动物

调查项目包括：渔获物种类组成、渔获量分布和鱼类资源密度。

4.2.3.7.3 调查分析方法

(1) 鱼卵仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼是鱼类资源进行补充和可持续利用的基础，在鱼类生命周期中数量最大、对环境的抵御能力最脆弱，是死亡最多的敏感发育阶段，这期间在形态学、生理学和生态学等特性方面均发生很大的变化，其孵化和成活率的高低、残存量的多寡将决定鱼类世代的发生量，即补充群体资源量的密度。

鱼卵、仔鱼调查根据 GB12763.6《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》的有关要求执行。定量样品采集使用浅水 I 型浮游生物网（口径 50 cm，长 145 cm）自底至表垂直取样，定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80 cm，长 280 cm）表层水平拖网 10 min，拖网速度 2 kn。采集的样品经 5% 甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。

(2) 游泳动物

游泳动物拖网调查按《GB12763.6 海洋调查规范第 6 部分海洋生物调查》、《海洋水产资源调查手册》和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的相关规定执行。渔业资源调查网具为底拖网，网口直径 55 m，网目尺寸 5 cm，每网拖曳 1 h，平均拖速 3 节，拖曳时，网口高度 1.8 m，网口宽度 3.5 m，每站的实际扫海面积为 0.02 km²。现场对渔获物进行分类并记录各种类重量和尾数，并对每个种类进行生物学测定。每站拖捕的渔获物全部留样，并按种类记录重量、尾数等数据，样品冰冻保存带回实验室进行生物学测定，样品经分类和鉴定后，用感量为 0.1 g 电子天平称重。

4.2.3.7.4 调查评价方法

(1) 鱼卵仔稚鱼

鱼卵仔稚鱼密度计算公式：

$$G=N/V$$

式中：

G——单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒每立方米或尾每立方米（ind./m³）；

N——全网鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒或尾（ind.），V 为滤水量，单位为立方米（m³）。

(2) 游泳动物

1) 相对重要性指数

从各种类在数量、重量中所占比例和出现频率 3 个方面进行优势度的综合评价, 判断其在群落中的重要程度, 即:

$$IRI = (N+W) F$$

式中:

IRI——相对重要性指数;

N——在数量中所占的比例;

W——在重量中所占的比例;

F——出现频率。

IRI 值大于 1000 的定为优势种; IRI 值在 100~1000 的为重要种; IRI 值在 10~100 的为常见种; IRI 值小于 10 的为少见种。

2) 物种丰富度指数 (Margalef, 1958)

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

式中:

D——物种丰富度指数;

S——种类数;

N——总尾数。

3) 物种多样性指数 (Shannon-Wiener)

根据各个种类所占比例进行分析, 即:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

式中:

H'——物种多样性指数;

P_i——i 种鱼的群落中所占的比例。

4) 物种均匀度指数 (Pielou)

$$J' = H'/\ln S$$

式中:

J'——物种均匀度指数;

H'——物种多样性指数;

S——种类数。

4.2.3.7.5 调查结果分析

(1) 2022 年 5 月渔业资源调查结果

1) 鱼卵、仔稚鱼

①种类组成

2022 年 5 月调查鱼卵仔稚鱼共出现 10 个品种, 全部为鱼卵, 未采集到仔稚鱼。

②数量分布

2022 年 5 月调查期间共采获鱼卵 5598 个, 其中蓝点马鲛 1701 个, 占鱼卵总数的 30.39%, 鲢 1796 个, 占鱼卵总数的 32.08%, 小黄鱼 1597 个, 占鱼卵总数的 28.53%, 鳃 332 个, 占鱼卵总数的 5.93%, 小带鱼 88 个, 占鱼卵总数的 1.57%, 带鱼 45 个, 占鱼卵总数的 0.80%, 斑鰾 29 个, 占鱼卵总数的 0.52%, 短吻红舌鲷 4 个, 占鱼卵总数的 0.07%, 白姑鱼 4 个, 占鱼卵总数的 0.07%。

鱼卵每网平均数量为 466.5 个/站, 平均密度为 1.5 ind./m³。

鱼卵调查中, 所有的站位均采集到鱼卵, 鱼卵绝对资源密度最高的为 D10 站位 11.74 ind./m³, 最低为 D4 站位 0.05 ind./m³。

2) 游泳动物

①种类组成

本次调查共渔获游泳动物种类 49 种, 其中, 鱼类 30 种, 占总种类数的 61.22%; 虾类 9 种, 占 18.37%; 蟹类 6 种, 占 12.24%; 头足类 4 种, 占 8.16% (图 4.2.3-3、附表 14b)。

按渔获重量计, 本次调查鱼类占 54.44%, 虾类占 39.59%, 蟹类占 1.48%, 头足类占 4.49% (图 4.2.3-4)。

按渔获数量计, 本次调查鱼类占 51.01%, 虾类占 43.70%, 蟹类占 2.55%, 头足类占 2.74% (图 4.2.3-5)。

②数量分布

调查海域平均渔获重量为 12.86 kg/h, 渔获重量最高站位为 D8 号站 (28.43 kg/h), 渔获重量最低站位为 D9 号站 (3.83 kg/h)。渔获重量超过 10 kg/h 的站位 6 个, 渔获重量在 5~10 kg/h 的站位 3 个, 其余 3 个站位渔获重量小于 5kg/h (见图 4.2.3-6, 附表 14c)。

调查海域平均渔获尾数为 1460 ind./h, 渔获尾数最高站位为 D6 号站 (3642 ind./h), 最低渔获尾数站位为 D10 号站 (224 ind./h)。渔获尾数超过 1000 ind./h 的站位 6 个,

渔获尾数在 500~1000 ind./h 的站位 3 个，其余 3 个站位渔获尾数低于 500 ind./h。（见图 4.2.3-7，附表 14c）。

③优势种

本次调查优势种有 6 种，依次为口虾蛄、六丝钝尾鰕虎鱼、赤鼻棱鳀、葛氏长臂虾、日本鼓虾和白姑鱼，占总渔获重量的 67.19%，占总渔获尾数的 68.06%；重要种有 12 种，依次为方氏锦鲷、普氏缙鰕虎鱼、短蛸、戴氏赤虾、大泷六线鱼、短吻红舌鲷、鲜明鼓虾、多鳞鱮、黄鲫、细纹狮子鱼、鹰爪虾和中华栉孔鰕虎鱼，占总渔获重量的 21.28%，占总渔获尾数的 22.47%；常见种有 18 种，占总渔获重量的 8.89%，占总渔获尾数的 8.30%；其余 13 种为少见种，占总渔获重量的 2.64%，占总渔获尾数的 1.16%（附表 14d）。

重量比例超过 1%的种类共 15 种，占全部渔获物重量的 86.84%。重量组成比例超过 10%的种类 2 种，分别为日本鼓虾 29.57 %、六丝钝尾鰕虎鱼 12.83 %；重量组成比例在 1%~10%之间的种类有 13 种，分别为赤鼻棱鳀 8.88%，葛氏长臂虾 3.7%，日本鼓虾 2.5%，白姑鱼 9.72%，方氏锦鲷 4.11%，普氏缙鰕虎鱼 1.89%，短蛸 3.14%，大泷六线鱼 1.94%，短吻红舌鲷 2.49%，鲜明鼓虾 1.84%，多鳞鱮 1.53%，黄鲫 1.22%，细纹狮子鱼 1.1%；其余 3 种种类的重量比例均小于 1%。

数量比例超过 1%的种类共 11 种，占全部渔获物重量的 85.27%。数量组成比例超过 10%的种类 3 种，为口虾蛄 16.36%、六丝钝尾鰕虎鱼 17.48%和赤鼻棱鳀 14.82；数量组成比例在 1~10%之间的种类 8 种，为葛氏长臂虾 8.85%，日本鼓虾 9.01%，白姑鱼 1.54%，方氏锦鲷 3.5%，普氏缙鰕虎鱼 6.15%，戴氏赤虾 4.53%，大泷六线鱼 1.29%和鲜明鼓虾 1.74%；其余 7 种种类的数量比例均小于 1%。

④现存资源密度

根据扫海面积法计算，调查海域渔业资源尾数密度和重量密度均值分别为 60.69×10^3 ind./km² 和 478.52 kg/km²。其中，鱼类资源重量密度最高为赤鼻棱鳀最高，为 85.59×10^3 kg/km²；虾类最高为口虾蛄，为 106.94×10^3 kg/km²；蟹类最高为泥脚隆背蟹，为 1.87×10^3 kg/km²；头足类最高为短蛸，为 11.35×10^3 kg/km²。鱼类资源尾数密度最高值为赤鼻棱鳀，为 16.22 ind./km²；虾类最高为口虾蛄，为 6.72 ind./km²；蟹类最高为泥脚隆背蟹，1.87 ind./km²；头足类最高为日本枪乌贼，为 1.09 ind./km²。

渔获物总重量密度总尾数密度均分布不均匀，重量密度以 D6 号站最高为 1067.73 kg/km²，D9 号站最低为 125.62 kg/km²。资源尾数密度最大值出现在 D6 号站位为 172.90（ 10^3 ind./km²），最小值出现在 D10 号站位，为 7.91（ 10^3 ind./km²）（见图 4.2.3-8、图

4.2.3-9, 附表 14e)。

⑤渔业资源幼体比例

5 月调查共捕获鱼类 30 种, 根据渔获物分析, 本次调查中幼鱼总生物量占鱼类总生物量的 3.67%, 幼鱼总尾数占鱼类总尾数的 5.26%, 因此幼鱼平均渔获量为 0.02 kg/h、2.50 ind./h。同时, 调查海域鱼类平均渔获量为 7.00 kg/h、745 ind./h, 经换算幼鱼绝对资源密度均值为 10.83 kg/km²、1.56 (10³ind./km²)。

捕获虾类 9 种, 根据渔获物分析, 本次调查中幼虾总生物量占虾类总生物量的 11.28 %, 幼虾总尾数占虾类总尾数的 17.66%, 因此幼虾平均渔获量为 0.09 kg/h、17.12 ind./h。同时, 调查海域虾类平均渔获量为 5.09 kg/h、638 ind./h, 经换算幼虾绝对资源密度均值为 17.25 kg/km²、3.55 (10³ind./km²)。

捕获蟹类 6 种, 根据渔获物分析, 本次调查中幼蟹总生物量占蟹类总生物量的 17.69 %, 幼蟹总尾数占蟹类总尾数的 23.44 %, 因此幼蟹平均渔获量为 0.02kg/h、4.19 ind./h。同时, 调查海域蟹类平均渔获量为 0.19 kg/h、37 ind./h, 经换算幼蟹绝对资源密度均值为 0.95 kg/km²、0.25 (10³ind./km²)。

捕获头足类 4 种, 根据渔获物分析, 本次调查中幼体总生物量占头足类总生物量的 15.69 %, 幼体总尾数占头足类总尾数的 13.14 %, 因此幼体平均渔获量为 0.04 kg/h、2.04 ind./h。同时, 调查海域头足类平均渔获量为 0.58 kg/h、40 ind./h, 经换算头足类幼体绝对资源密度均值为 2.86 kg/km²、0.24 (10³ind./km²)。

⑥生物多样性

调查海域游泳动物种类多样性指数平均为 2.28, 变化范围为 1.84~3.12; 物种均匀度指数平均为 0.70, 变化范围 0.59~0.88; 物种丰富度指数平均为 3.76, 变化范围 2.46~4.87 (图 4.2.3-10、图 4.2.3-11、图 4.2.3-12、附表 14f)。

(2) 2023 年 10 月渔业资源调查结果

1) 鱼卵、仔鱼调查结果

①种类组成

水平拖网采集仔稚鱼 6 尾、鱼卵 5 粒; 垂直拖网采集仔稚鱼 2 尾, 垂直拖网未采集到鱼卵。结果见附表 15a。

鱼卵、仔稚鱼密度较低主要与调查时间有关, 大部分鱼类的产卵期在春夏季。此次调查具体时间为 10 月, 采集到的鱼类浮游生物样品较少, 在一定程度上反映出海域渔业资源的季节变动趋势。

②数量分布

调查的 13 个站位中, 2 个站位捕获鱼卵, 出现频率为 15.38%; 5 个站位有仔稚鱼出现, 出现频率为 38.46%。结果见附表 15b。

2) 游泳动物调查结果

①种类组成

调查共捕获游泳动物 50 种, 其中鱼类 35 种, 占总种类数的 70%; 甲壳类 12 种, 占总种类数的 24%; 头足类 3 种, 占总种类数的 6%。游泳动物调查物种名录见附表 15c。

②优势种

本次调查优势种有 7 种, 为枪乌贼、黄鲛鰵、口虾蛄、绿鳍鱼、鹰爪虾、矛尾虾虎鱼和长蛇鲻, 重要种有 16 种, 依次为三疣梭子蟹、短吻红舌鲷、皮氏叫姑鱼、高眼鲷、斑鲷、许氏平鲉、短蛸、细螯虾、赤鼻棱鳀、绿鳍马面鲀、银姑鱼、小黄鱼、鲷、日本鼓虾、长蛸和鳀。

重量比例超过 1% 的种类共 19 种, 占全部渔获物重量的 89.38%。重量组成比例超过 10% 的种类 2 种, 为黄鲛鰵 22.99% 和枪乌贼 12.25%; 重量组成比例在 5~10% 之间的种类 2 种, 为绿鳍鱼 8.42% 和长蛇鲻 5.42%; 重量组成比例在 1~5% 的种类 15 种, 为口虾蛄 4.64%、矛尾虾虎鱼 4.38%、许氏平鲉 3.89%、皮氏叫姑鱼 3.54%、斑鲷 3.47%、高眼鲷 3.46%、短吻红舌鲷 3.30%、三疣梭子蟹 2.98%、短蛸 2.48%、鹰爪虾 2.41%、银姑鱼 1.71%、绿鳍马面鲀 1.63%、黄鲫 1.35%、赤鼻棱鳀 1.16% 和钝吻黄盖鲷 1.05%; 其余的小于 1%。

数量比例超过 1% 的种类共 12 种, 占全部渔获物重量的 88.30%。数量组成比例超过 10% 的种类 3 种, 为枪乌贼 48.20%、口虾蛄 12.53%、鹰爪虾 11.46%; 数量组成比例在 1~10% 之间的种类 9 种, 为矛尾虾虎鱼 4.99%、细螯虾 1.97%、长蛇鲻 1.84%、短吻红舌鲷 1.45%、皮氏叫姑鱼 1.34%、三疣梭子蟹 1.34%、绿鳍鱼 1.09%、日本鼓虾 1.09% 和细条天竺鲷 1.01%; 其余的小于 1%。结果见附表 15d。

③资源密度

调查海域平均资源密度为 $637.36\text{kg}/\text{km}^2$, 最小值出现在 7 号站 ($420.10\text{kg}/\text{km}^2$), 最大值出现在 12 号站 ($1052.90\text{kg}/\text{km}^2$); 尾数密度平均为 $13.79 \times 10^3 \text{ ind}/\text{km}^2$, 最小值出现在 18 号站 ($7.68 \times 10^3 \text{ ind}/\text{km}^2$), 最大值出现在 20 号站 ($28.23 \times 10^3 \text{ ind}/\text{km}^2$)。调查结果见附表 15e。

④多样性

调查海域丰富度指数平均值为 3.220，分布在 2.058~4.147 之间；多样性指数平均值为 1.941，分布在 0.880~2.570 之间；均匀度指数平均值为 0.628，分布在 0.289~0.873 之间。结果见附表 15f。

4.2.3.8 海洋生物体质量现状调查与评价

4.2.3.8.1 调查范围和时间

为了解工程附近海域海洋生物质量现状，中国海洋大学于 2023 年 10 月在附近海域进行了 13 个站位的海洋生物体质量调查，调查站位与渔业资源调查站位一致，见图 4.2.3-2、表 4.2.3-4。

中国海洋大学于 2024 年 4 月在附近海域进行了 13 个站位的海洋生物体质量调查，调查站位布设见图 4.2.3-14 和表 4.2.3-5。

4.2.3.8.2 采样及分析方法

（1）样品制备

鱼、虾类用现场海水冲洗干净，冰冻保存；贝类选择大小相近的个体约 2.5kg，现场海水冲洗干净后放入聚乙烯袋中，冷冻保存；生物体样品采集后，确保样品在冷藏条件下运输，样品由专人负责送回实验室保存。用于生物质量检测的生物体样品保存在-20℃以下的冰柜中。

（2）分析方法

监测项目包括铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油烃等，样品的分析依据《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）的相关规定执行。具体分析方法、仪器及检出限见表 4.2.3-6。

表 4.2.3-6 生物体质量分析方法和检出限

项目	分析方法与技术依据	仪器设备	检出限
铜	无火焰原子吸收分光光度法	AA-7000 原子吸收分光光度计	0.4×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法		0.04×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法		0.4×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法		0.005×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法		0.04×10^{-6}
汞	原子荧光法	Mercur 测汞仪	0.005×10^{-6}
砷	原子荧光法	PF6-2 原子荧光光度计	1×10^{-6}
石油烃	分子荧光分光光度法	RF5301 荧光分光光度计	1×10^{-6}
666, DDT	气相色谱法	GC7900 气相色谱	-

4.2.3.8.3 调查结果

2023 年 10 月生物体质量监测结果见附表 16a，2024 年 4 月生物体质量监测结果见附表 16b。

4.2.3.8.4 评价标准与方法

(1) 评价方法

评价方法与水质评价方法相同，均采用标准指数法和超标统计法。其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项污染物的质量指数；

C_i —— i 项污染物的实测浓度；

S_i —— i 项污染物评价标准。

I_i 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。当评价因子大于 1.0 时，表明海域已超过评价标准，受到该评价因子的污染。

(2) 评价标准

贝类生物质量评价根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划分区和《海洋生物质量》（GB1842-2001）中规定的标准值进行评价，生态保护区、游憩用海区(海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区)、渔业用海区和工矿通信用海区（与人类食用直接有关的工业用水区）执行第一类生物质量标准，游憩用海区（滨海风景旅游区)和工矿通信用海区（一般工业用水区）执行第二类标准，交通运输用海区执行第三类标准，见表 4.2.3-7。

鱼类和甲壳类的生物质量评价采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的海洋生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，见表 4.2.3-8。

评价方法采用单因子标准指数法。

表 4.2.3-7 海洋生物质量（GB1842-2001）（单位：mg/kg）

项目	第一类	第二类	第三类
镉≤	0.2	2.0	5.0
铅≤	0.1	2.0	6.0
铬≤	0.5	2.0	6.0
砷≤	1.0	5.0	8.0
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.1	0.3
石油烃≤	15	50	80

注：以贝类去壳部分的鲜重计。

表 4.2.3-8 生物质量评价项目及其评价标准（单位：mg/kg）

生物种类	铜≤	锌≤	铅≤	镉≤	铬≤	砷≤	汞≤	石油烃
鱼类	20	40	2.0	0.6	1.5	5.0	0.3	20
甲壳类	100	150	2.0	2.0	1.5	8.0	0.2	20
软体类	100	250	10.0	5.5	5.5	10	0.3	20

4.2.3.8.5 评价结果

2023 年 10 月（中国海洋大学）海洋生物体质量评价结果见附表 17a。调查结果表明，各站位各生物体的重金属铜、铅、锌、镉、砷、铬、总汞和石油烃含量均符合相应标准要求。

2024 年 4 月（中国海洋大学）海洋生物体质量评价结果见附表 17b。调查结果表明，各站位各生物体的重金属铜、铅、锌、镉、砷、铬、总汞和石油烃含量均符合相应标准要求。

4.2.3.9 潮间带生物

2023 年 9 月和 2024 年 4 月分别在工程附近海域进行 3 个断面潮间带调查，调查断面见图 4.2.1-1a 和图 4.2.1-1b。

（1）2023 年 9 月

1) 种类组成

2023 年 9 月在工程附近海域本次共采集到潮间带生物 18 种（表 4.2.3-9），所获生物隶属于软体动物、甲壳类、多毛类 3 个动物门，其中软体动物 3 种，占总种类数的 16.7%；甲壳类动物 3 种，占总种类数的 16.7%；多毛类 12 种，占总种类数的 66.7%。

2) 生物量

①D1 断面

该断面高潮带共发现潮间带生物 3 种，其生物量为 0.94g/m²，栖息密度为 150 个/m²；中潮带共出现潮间带生物 5 种，其生物量为 0.11g/m²，栖息密度为 250 个/m²；低潮带共出现潮间带生物 3 种，其生物量为 0.08g/m²，栖息密度为 125 个/m²。

②D2 断面

该断面高潮带共出现潮间带生物 3 种，其生物量为 1.83g/m²，栖息密度为 800 个/m²；中潮带共出现潮间带生物 3 种，其生物量为 0.76g/m²，栖息密度为 690 个/m²；低潮带

共出现潮间带生物 3 种，其生物量为 0.72g/m^2 ，栖息密度为 1100个/m^2 。

③D3 断面

该断面高潮带未发现潮间带生物；中潮带共出现潮间带生物 4 种，其生物量为 1.36g/m^2 ，栖息密度为 1175个/m^2 ；低潮带共出现潮间带生物 4 种，其生物量为 0.75g/m^2 ，栖息密度为 250个/m^2 。

3) 群落特征

2023 年 9 月潮间带生物多样性指数在 $0.80-1.93$ 之间，平均值为 1.40 ；均匀度指数在 $0.54-0.85$ 之间，平均值为 0.72 ；丰度指数在 $0.35-0.94$ 之间，平均值为 0.61 。

(2) 2024 年 4 月

1) 种类组成

2024 年 4 月在工程附近海域本次共采集到潮间带生物 4 种（表 4.2.3-11），所获生物隶属于软体动物、甲壳类、多毛类 3 个动物门，其中软体动物 1 种，占总种类数的 25%；甲壳类动物 1 种，占总种类数的 25%；多毛类 2 种，占总种类数的 50%。

2) 生物量

①C1 断面

该断面高潮带未发现潮间带生物；中潮带共出现潮间带生物 1 种，其生物量为 0.55g/m^2 ，栖息密度为 32个/m^2 ；低潮带共出现潮间带生物 1 种，其生物量为 0.01g/m^2 ，栖息密度为 16个/m^2 。

②C2 断面

该断面高潮带、中潮带未出现潮间带生物；低潮带共出现潮间带生物 1 种，其生物量为 0.24g/m^2 ，栖息密度为 32个/m^2 。

③C3 断面

该断面高潮带共出现潮间带生物 1 种，其生物量为 0.01g/m^2 ，栖息密度为 16个/m^2 ；中潮带共出现潮间带生物 1 种，其生物量为 0.002g/m^2 ，栖息密度为 16个/m^2 ；低潮带未出现潮间带生物。

4.2.3.10 主要渔业种类的产卵场、洄游路线

本项目附近主要渔业种类的产卵场、洄游路线见图 4.2.3-15。可以看出，主要渔业种类的产卵场、索饵场及越冬场都距离海岸较远，本项目附近也没有洄游路线。本项目建设不会影响主要渔业种类的繁殖及生存。

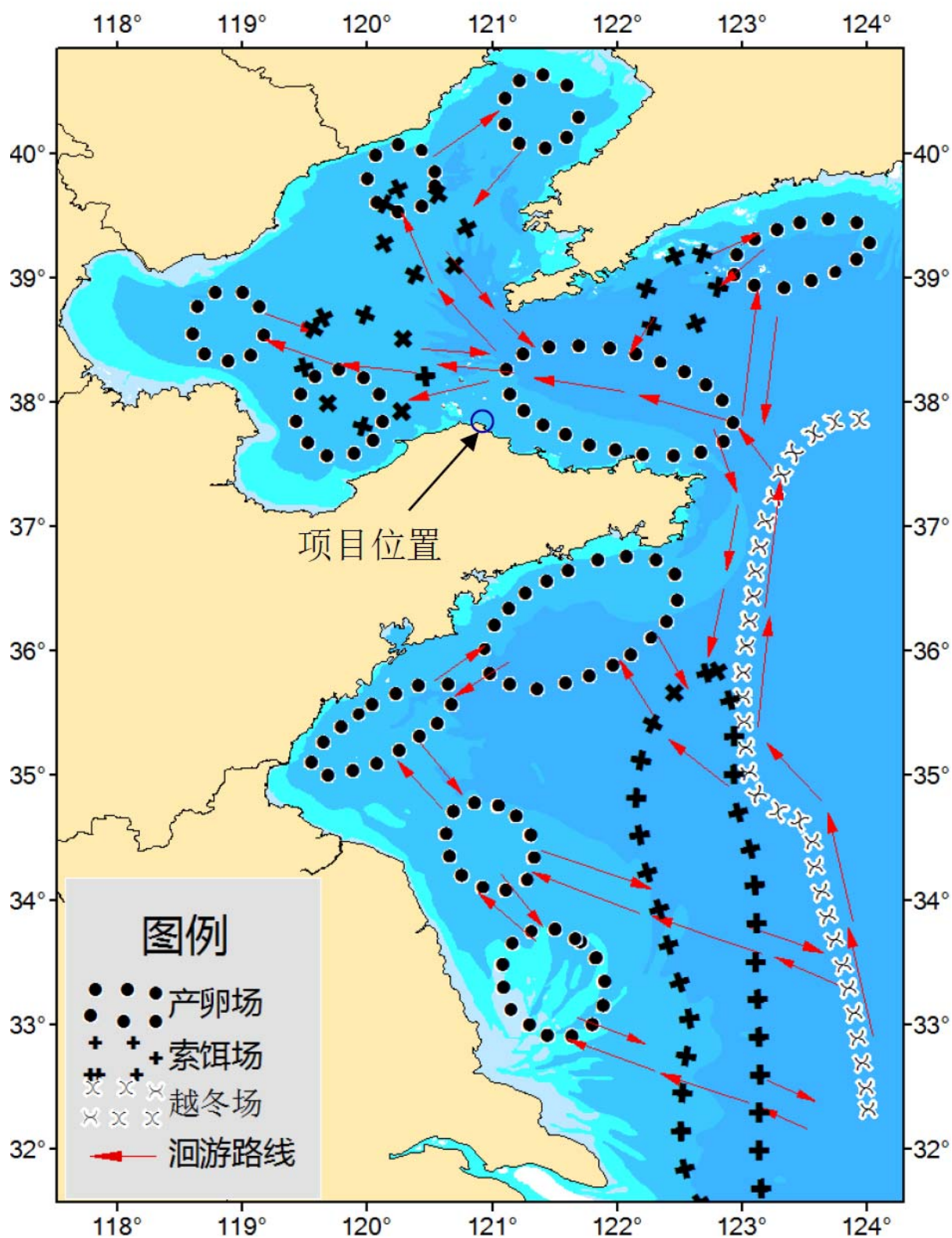


图 4.2.3-15 主要经济物种“三场一通道”分布图

4.3环境空气质量现状与评价

根据《2023 年烟台市生态环境质量报告书》数据对区域环境空气质量是否达标进行判定，拟建项目所在区域属于不达标区，见下表。

表 4.3-1 区域空气质量现状评价表

监测 点位	项目指标	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO (mg/m ³)	O ₃
蓬莱 沙河 桥	年均值*	8	19	58	32	1.2	167
	超标倍数	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04
	日均值范围	3-21	4-59	11-262	5-213	0.3-2.1	32-234
	最大超标倍数	0.0	0.0	0.7	1.8	0.0	0.5
	达标率(%)	100.0	100.0	97.3	91.5	100.0	86.7

2023 年蓬莱沙河桥例行监测点环境空气中 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 年均浓度达标，均能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，但是 O₃ 年均浓度超标，项目所在区域属于不达标区。

4.4声环境质量现状与评价

2022 年，2022 年烟台县级城市区域环境噪声昼间测值 48.9-61.8dB（A），其中蓬莱区为 53.7dB（A），城市区域环境噪声总体水平为“二级”，评价为“较好”。2022 年，烟台县级城市道路交通噪声昼间监测值为 63.0-67.0dB（A），其中蓬莱区为 65.4dB（A），道路交通噪声昼间噪声强度等级为“一级”，评价为“好”。

2024 年 10 月 12 日~13 日，中国海洋大学委托山东公明检测技术有限公司在项目附近进行了 3 个点位的声环境质量现状监测。

表 4.4-1 噪声监测结果

时段	监测点位	经度(E)	纬度(N)	主要声源	等效连续声级 L _{eq} (dB(A))
2024.10.12(昼间)	1#	120° 48′ 43.27″	37° 48′ 45.92″	环境噪声	47
	2#	120° 49′ 05.35″	37° 48′ 37.30″		43
	3#	120° 49′ 20.01″	37° 48′ 44.03″		42
2024.10.12(夜间)	1#	120° 48′ 43.27″	37° 48′ 45.92″	环境噪声	41
	2#	120° 49′ 05.35″	37° 48′ 37.30″		38
	3#	120° 49′ 20.01″	37° 48′ 44.03″		39
2024.10.13(昼间)	1#	120° 48′ 43.27″	37° 48′ 45.92″	环境噪声	42
	2#	120° 49′ 05.35″	37° 48′ 37.30″		46
	3#	120° 49′ 20.01″	37° 48′ 44.03″		42
2024.10.13(夜间)	1#	120° 48′ 43.27″	37° 48′ 45.92″	环境噪声	41
	2#	120° 49′ 05.35″	37° 48′ 37.30″		37
	3#	120° 49′ 20.01″	37° 48′ 44.03″		39



图 4.4-1 噪声监测站位

该项目区环境噪声等效声级能够达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类功能区标准(昼间 $\leq 60\text{dB(A)}$ ，夜间 $\leq 50\text{dB(A)}$)的要求。

4.5地下水环境、土壤环境现状

参考《环境影响评价技术导则 地下水环境》《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（详见 2.4.1 节），本项目不开展地下水和土壤环境评价，项目无需进行地下水环境现状监测、土壤现状监测。

5 环境影响预测与评价

5.1 项目建设对海洋水动力环境的影响

5.1.1 潮流数学模型

采用平面二维数值模型模拟工程海域的潮流场,该模型采用非结构三角网格剖分计算域,三角网格能较好的拟合陆边界,网格设计灵活且可随意控制网格疏密。采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散,在时间上,采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

(1) 模型控制方程

连续方程:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0$$

x 向动量方程:

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

y 向动量方程:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{c^2h} + \frac{\partial}{\partial x}(N_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(N_y \frac{\partial v}{\partial y})$$

式中, t —时间 (s);

x, y —原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标;

u, v —流速矢量 $\vec{V}$ 沿 x, y 方向的分量 (m/s);

ζ —相对于 xoy 坐标平面的水位 (m);

$h = d + \zeta$ —总水深 (m);

d —相对于 xoy 坐标平面的水深;

N_x, N_y — x, y 向水流紊动粘性系数 (m²/s);

f —科氏参量;

g —重力加速度 (m/s²);

c —谢才系数, $c = \frac{1}{n} h^{\frac{1}{6}}$, n 为曼宁糙率系数。

(2) 初始条件

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0 \end{cases}$$

(3) 边界条件

1) 固边界可按下列方法确定

法向流速为零

$$\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$$

式中, $\vec{n}$ — 固边界法向单位矢量。

2) 开边界可采用已知水位 $\zeta^*(x, y, t)$ 或流速 $\vec{V}^*(x, y, t)$ 控制

$$\zeta(x, y, t)|_r = \zeta^*(x, y, t) \quad (\text{潮位})$$

$$\vec{V}(x, y, t)|_r = \vec{V}^*(x, y, t) \quad (\text{流速})。$$

5.1.2 计算域和网格设置

(1) 计算域设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围如图 5.1-1 所示, 即为图中 A (辽宁登沙河)、B (山东鸡鸣岛) 两点以及岸线围成的北黄海及渤海海域, 计算域坐标范围为北纬 $37^{\circ}04'14.22'' \sim 40^{\circ}58'08.25''$, 东经 $117^{\circ}29'33.27'' \sim 122^{\circ}41'36.62''$ 。

(2) 网格设置

模拟采用三角网格, 用动边界的方法对干、湿网格进行处理。整个模拟区域内由 30916 个节点和 54106 个三角单元组成, 最小空间步长约为 5.5m。为了清楚地反映本工程对其附近海域水动力环境的影响, 模拟中将工程周边海域进一步加密。数值模拟计算域及用海区附近海域网格分布分别见图 5.1.2-1 和 5.1.2-2。模拟区内潮位、潮流验证点见图 5.1.2-1 和表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 潮位和潮流验证点坐标

验证点	北纬	东经	验证点类型	时间
C1	37°53.777'	120°47.361'	潮流	大潮: 2019/6/19 7:00 ~2019/6/20 15:00
C2	37°50.396'	120°47.986'	潮流	
C3	37°51.583'	120°43.177'	潮流	
C4	37°53.600'	120°40.700'	潮流	
C5	37°49.281'	120°38.235'	潮流	
C6	37°51.128'	120°34.975'	潮流	
C7	37°50.392'	120°41.733'	潮流、潮位	
T1	37°46.867'	120°38.511'	潮位	

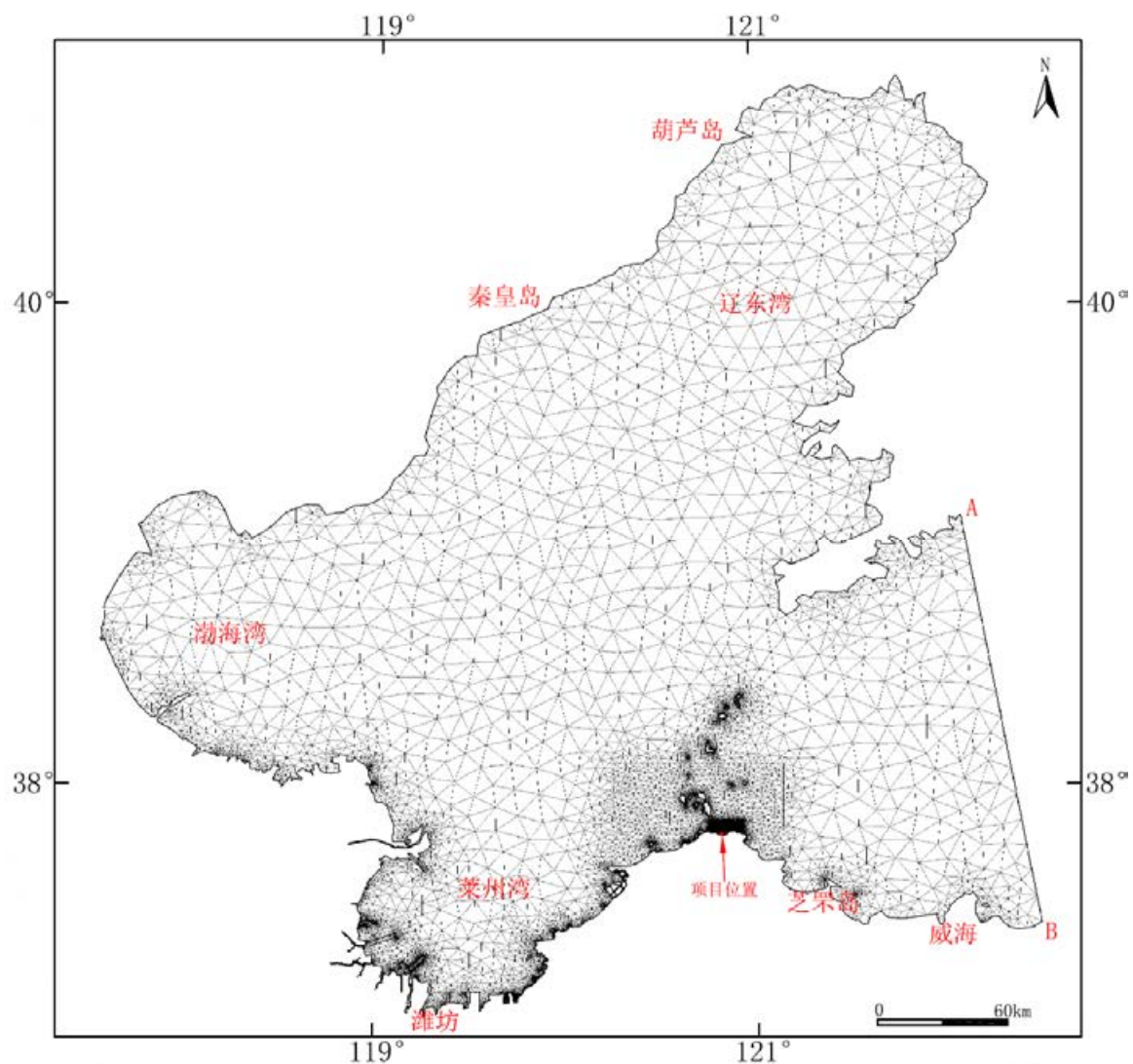


图 5.1.2-1 数值模拟计算域网格分布及潮位、潮流验证点位置图

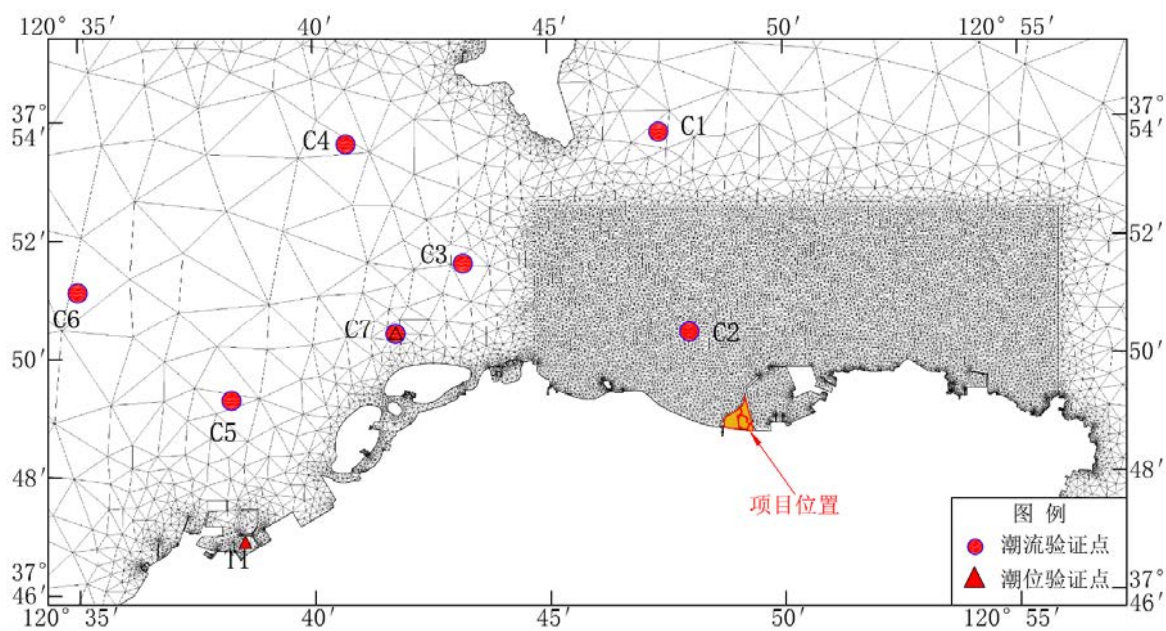


图 5.1.2-2 工程周边海域计算域网格分布图

（3）水深和岸界

水深：选取中国人民解放军海军航海保证部制作的 1：100 万海图（10011 号），15 万（11370 号、11570 号、11710 号、11770、11840 号、11910 号、11932 号）海图及用海区附近海域水深地形测量资料。

岸界：采用以上海图中岸界、山东省海岸线勘测资料以及用海区附近海岸线勘测资料。

（3）大海域模型水边界输入

开边界：引用辽宁登沙河（A 点）、山东鸡鸣岛（B 点）多年潮位观测资料调和求得的 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 四个主要分潮调和常数值输入计算。

$$\zeta(t) = \sum_{i=1}^4 f_i H_i \cos[\sigma_i t - g_i + (v_0 + u)_i]$$

这里， σ_i 是第 i 个分潮（这里共取四分潮： M_2 、 S_2 、 O_1 、 K_1 、 M_4 和 MS_4 ）的角速度； H_i 和 g_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角； f_i 、 v_i 、 u_i 为天文变量。

闭边界：以大海域和用海区周边岸线作为闭边界。

（4）计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时间步长 0.3s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼宁系数 n 取 $32 \sim 45 m^{1/3}/s$ 。

（5）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中： c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ， $(i, j=1, 2)$ 计算得到。

5.1.3 潮流数值模型及验证

（1）潮位验证

潮位验证采用中国海洋大学于 2019 年 6 月 19 日栾家口港（T1）和 C7 潮位同步连续观测数据，利用 T1 和 C7 站位实测资料与预测结果进行验证，验证结果见图 5.1.3-1。

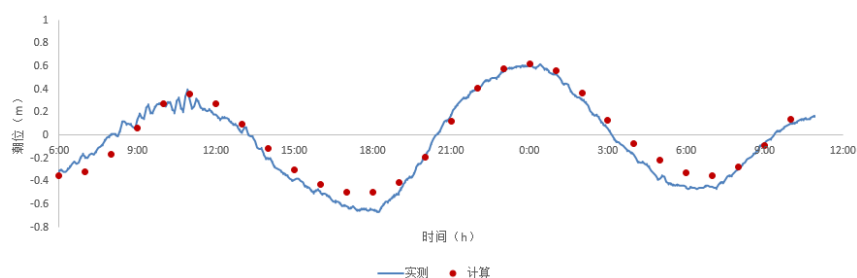


图 5.1.3-1a T1 站位潮位验证曲线

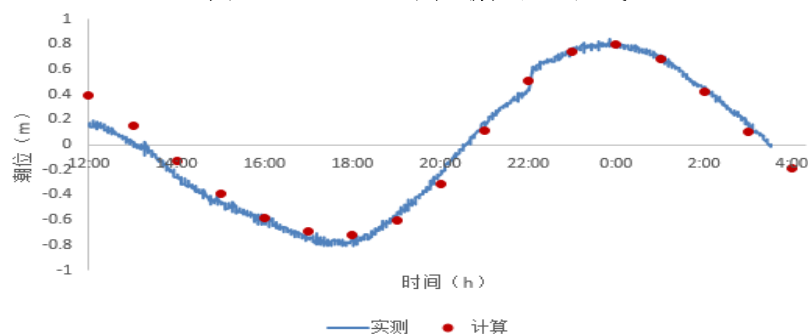


图 5.1.3-1b C7 站位潮位验证曲线

(2) 潮流验证

潮流验证采用 2019 年 6 月 19 日（大潮）工程周边海域 7 个站位 25 小时单周日海流同步连续观测数据，验证起始时间为 2019 年 6 月 19 日 7:00，潮流验证点位置见图 5.1.2-2，潮流验证曲线见图 5.1.3-2～图 5.1.3-8。

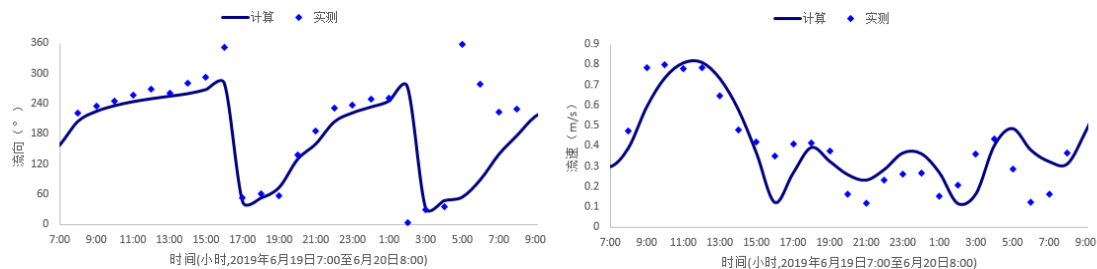


图 5.1.3-2 C1 站位潮流流向、流速验证曲线

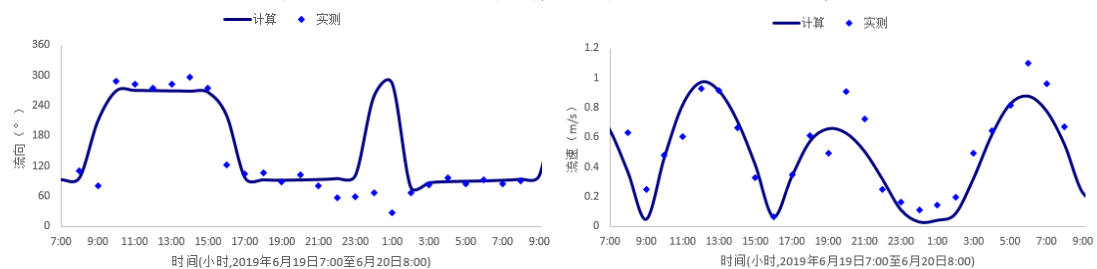


图 5.1.3-3 C2 站位潮流流向、流速验证曲线

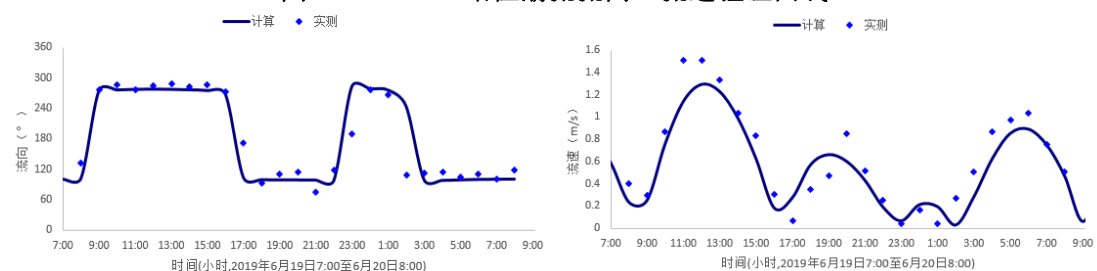


图 5.1.3-4 C3 站位潮流流向、流速验证曲线

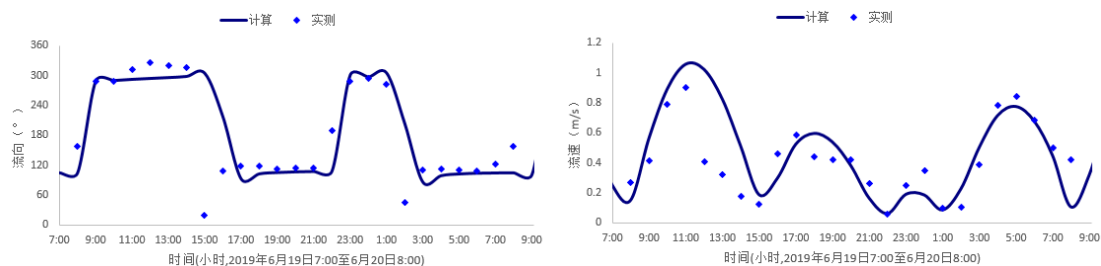


图 5.1.3-5 C4 站位潮流流向、流速验证曲线

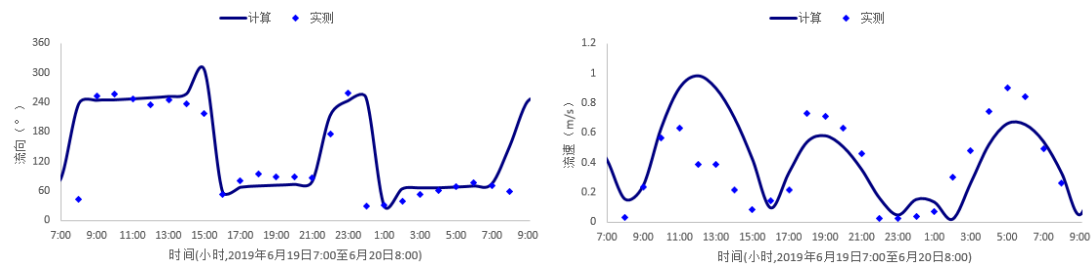


图 5.1.3-6 C5 站位潮流流向、流速验证曲线

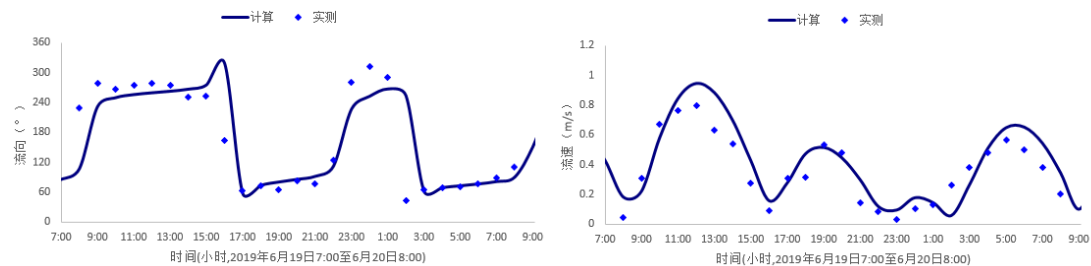


图 5.1.3-7 C6 站位潮流流向、流速验证曲线

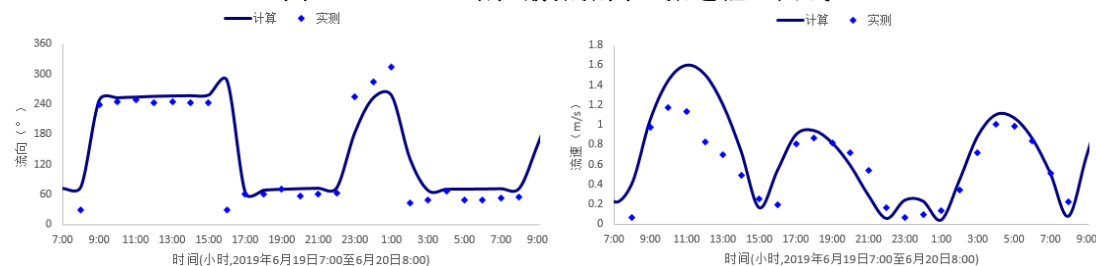


图 5.1.3-8 C7 站位潮流流向、流速验证曲线

以上潮位和潮流验证结果表明，相应验证点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，能够较好地反映工程周边海域潮流状况。

5.1.4 大潮期潮流计算结果分析

(1) 大海域潮流场模拟结果分析

图 5.1.4-1a 是海域大潮期间涨潮中间时刻潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 15~36cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 W 向 E 流，其中部海域流速介于 46~68cm/s；莱州湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 25~40m/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 W 向 E 流，流速介于 50~70cm/s 之间。

图 5.1.4-1b 是海域大潮期间落潮中间时刻潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 30~50cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 E 向 W 流，其

中部海域流速介于 50~65cm/s；莱州湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 15~35cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 E 向 W 流，流速介于 60~83cm/s 之间。

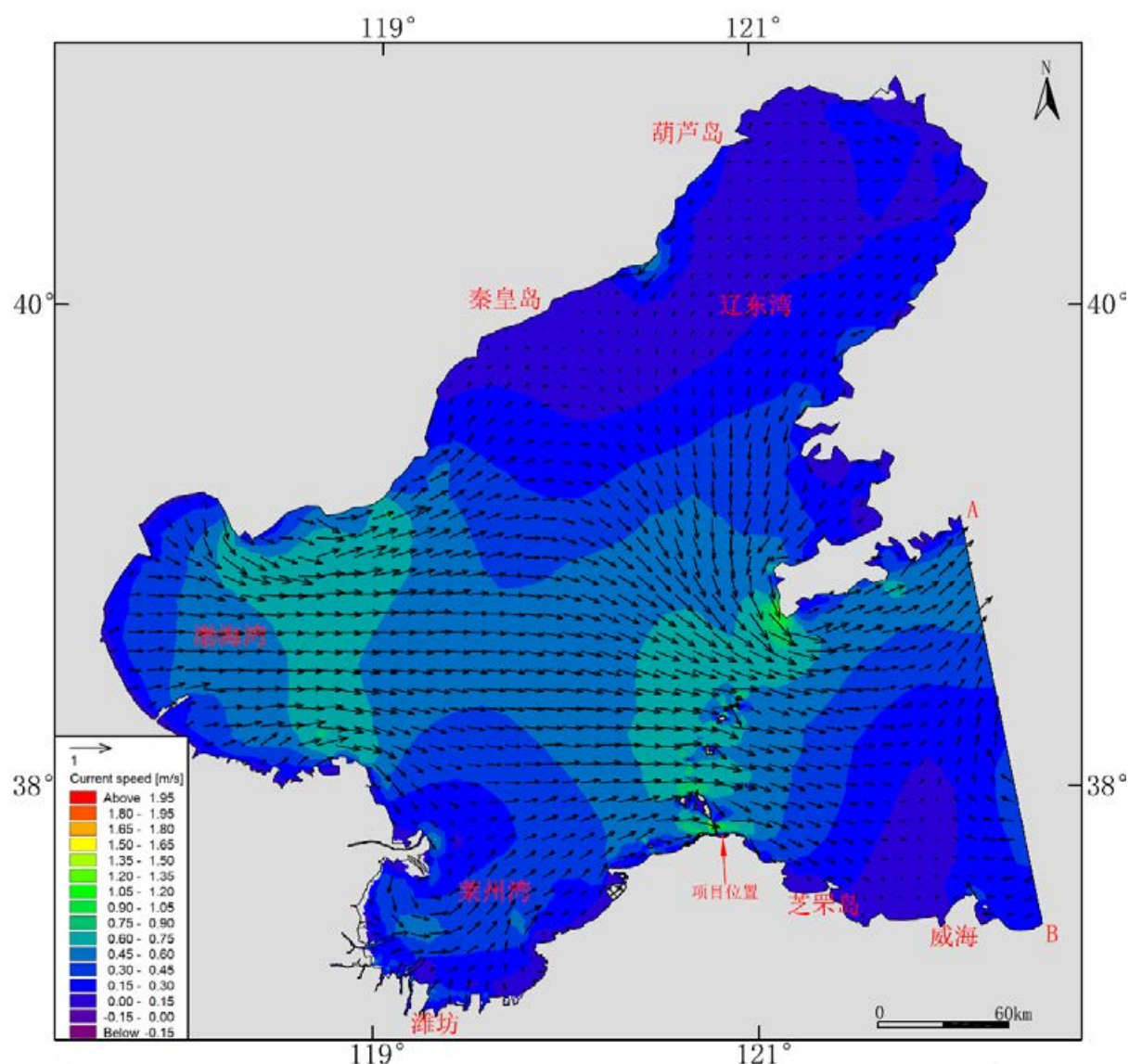


图 5.1.4-1a 大海域计算潮流场（涨潮中间时，大潮期）

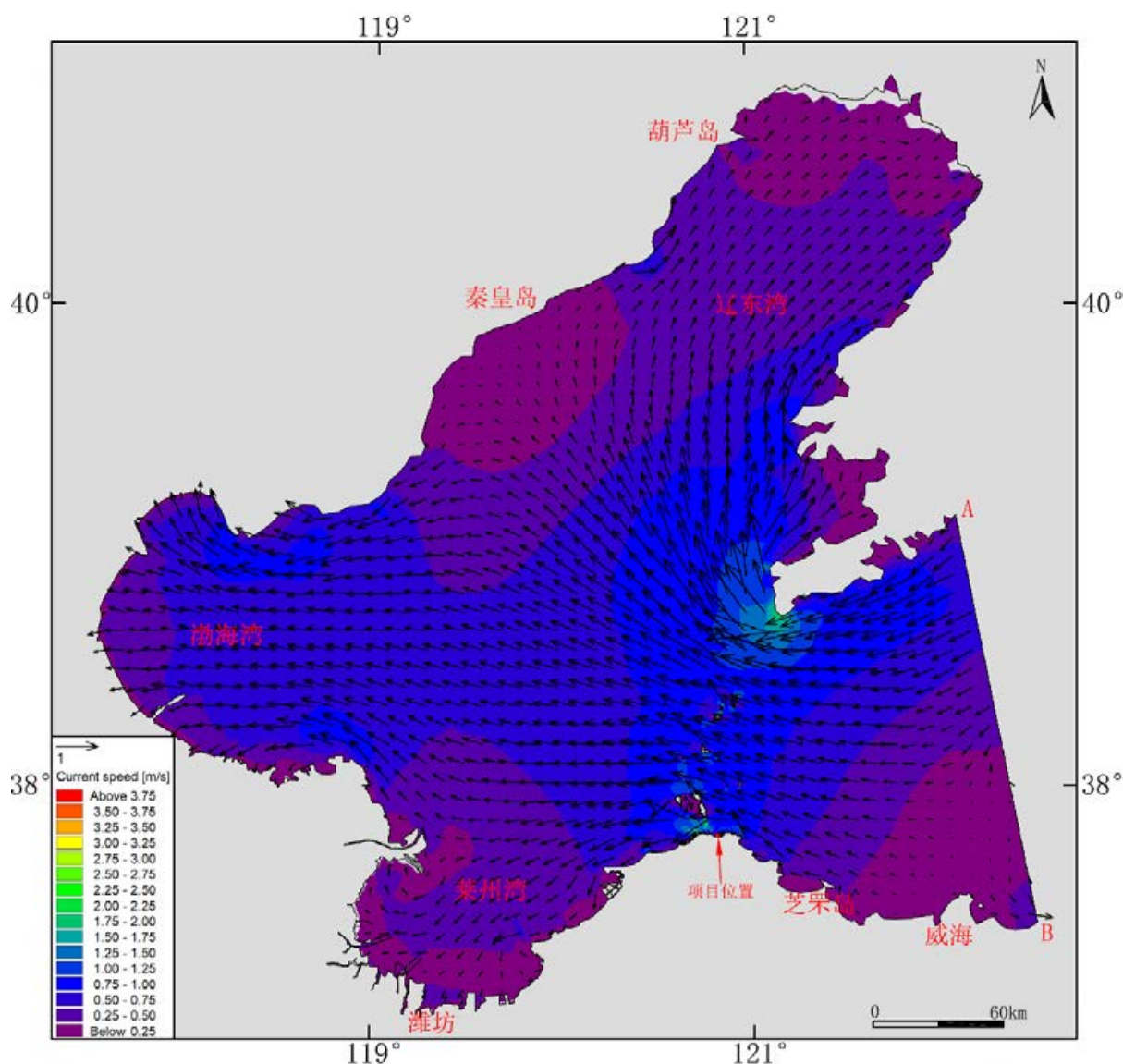


图 5.1.4-1b 大海域计算潮流场（落潮中间时，大潮期）

(2) 工程海域现状潮流场计算结果

图 5.1.4-2a~b 分别为工程附近海域涨急时、落急时现状潮流场。

涨急时工程区潮流流向总体上由东北往西南，流速较小，介于 0.2cm/s- 13cm/s 之间。工程区外侧海域流速逐渐增大，工程北侧、防波堤西侧海域由于受防波堤的阻隔，形成顺时针旋转的漩涡，漩涡内流速普遍介于 6~28cm/s 之间；防波堤北侧海域潮流整体由西往东流，流速普遍介于 31~78cm/s 之间。

落急时潮流流向总体上与涨急时相反，工程区潮流流向总体上由西南往东北，流速较小，介于 0.1cm/s- 20cm/s 之间。工程区外侧海域流速逐渐增大，工程北侧、防波堤西侧海域由于受防波堤的阻隔，形成逆时针旋转的漩涡，漩涡内流速普遍介于 3.6~20cm/s 之间；防波堤北侧海域潮流整体由东往西流，流速普遍介于 36~98cm/s 之间。

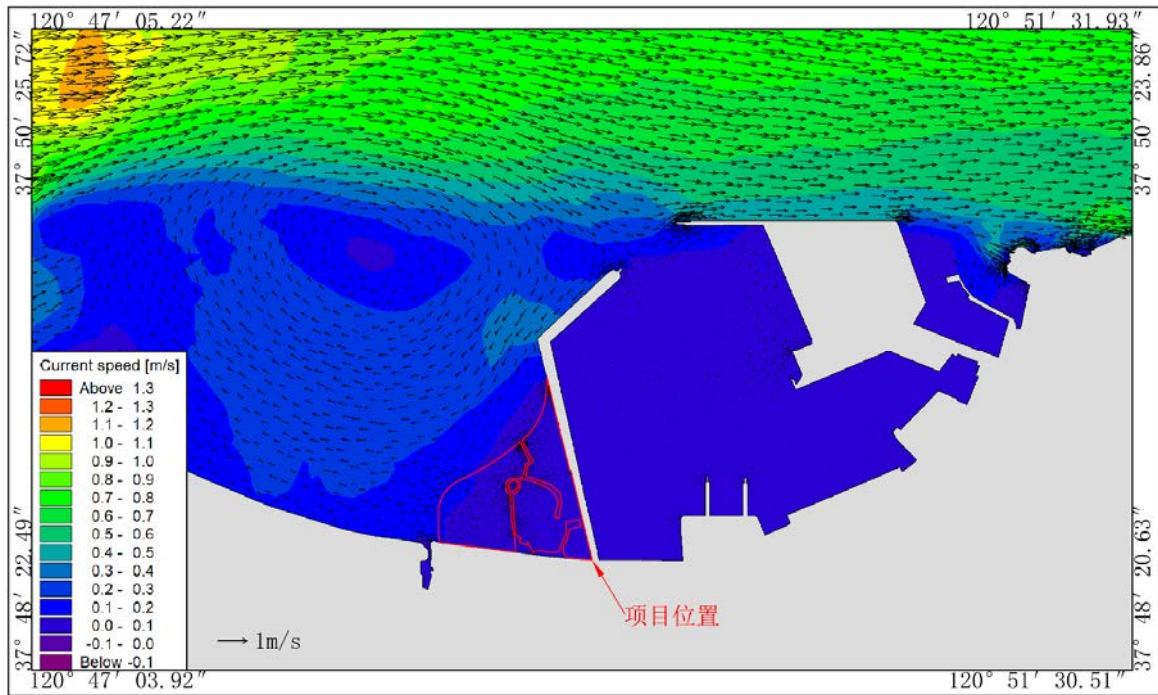


图 5.1.4-2a 项目周边潮流场（涨急时）

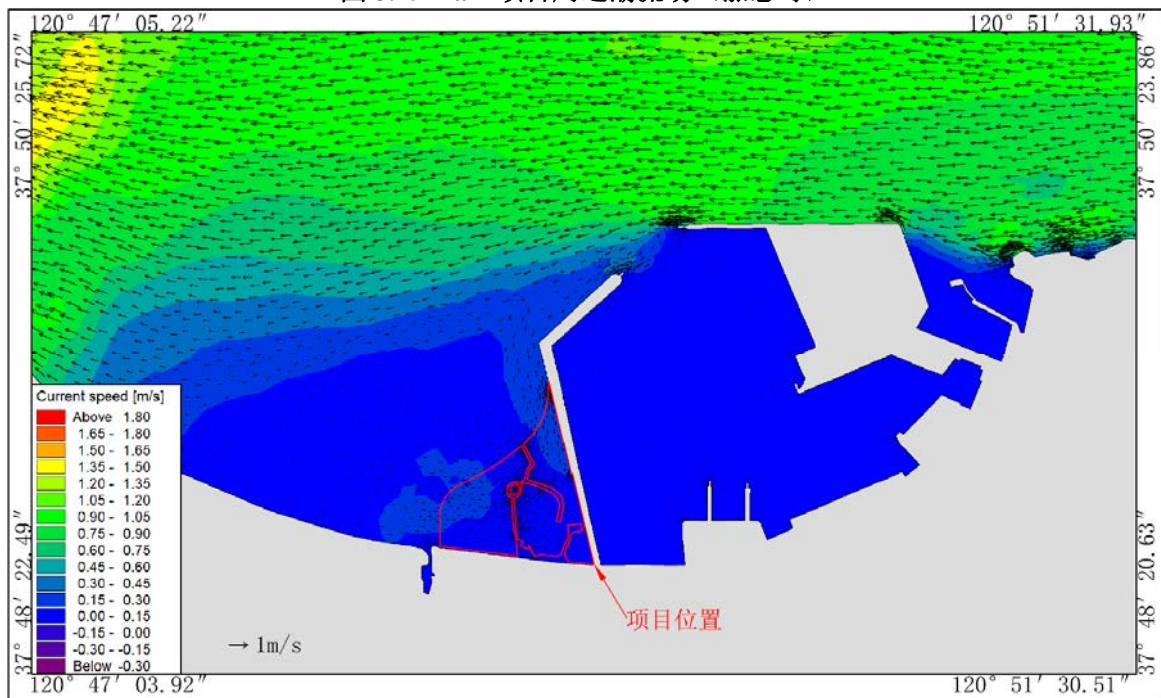


图 5.1.4-2b 项目周边潮流场（落急时）

(3) 工程建设对潮流场影响分析

图 5.1.4-3 为工程建成后海域涨急时、落急时预测潮流场。

涨急时工程北侧、防波堤西侧海域由于受防波堤的阻隔，形成顺时针旋转的漩涡，漩涡内流速普遍介于 6~36cm/s 之间；防波堤北侧海域潮流整体由西往东流，流速普遍介于 31~79cm/s 之间。

落急时潮流流向总体上与涨急时相反，工程北侧、防波堤西侧海域由于受防波

堤的阻隔，形成逆时针旋转的漩涡，漩涡内流速普遍介于 4.6~26cm/s 之间；防波堤北侧海域潮流整体由东往西流，流速普遍介于 36~98cm/s 之间。

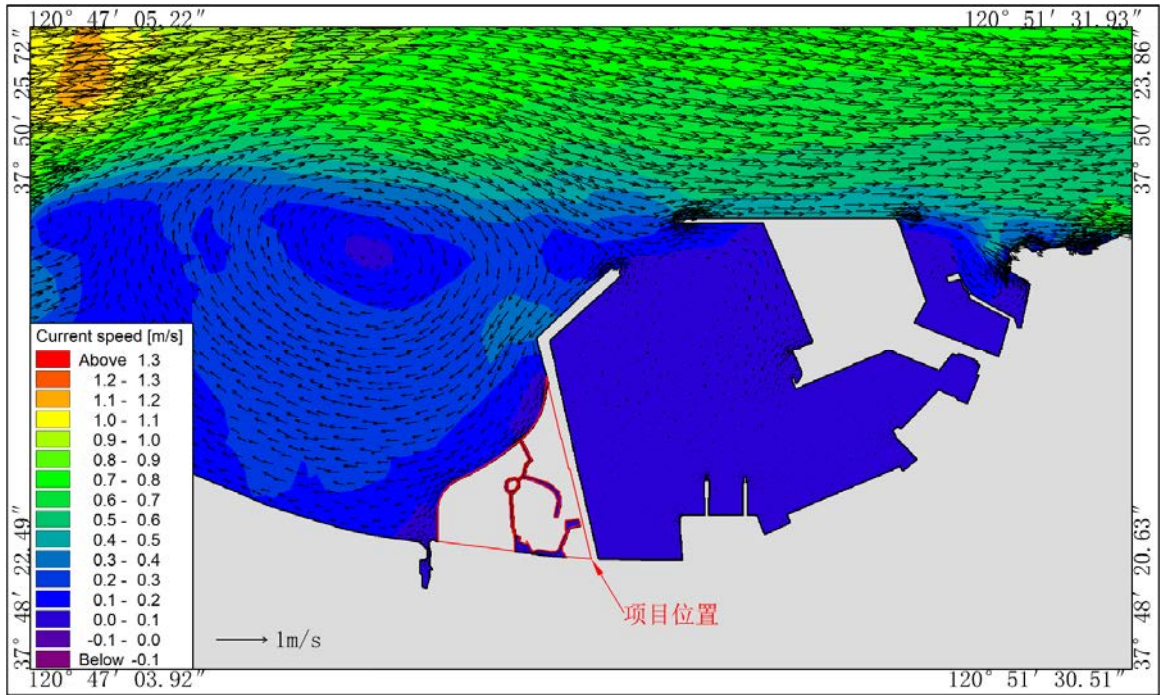


图 5.1.4-3a 工程建设后潮流场（涨急时）

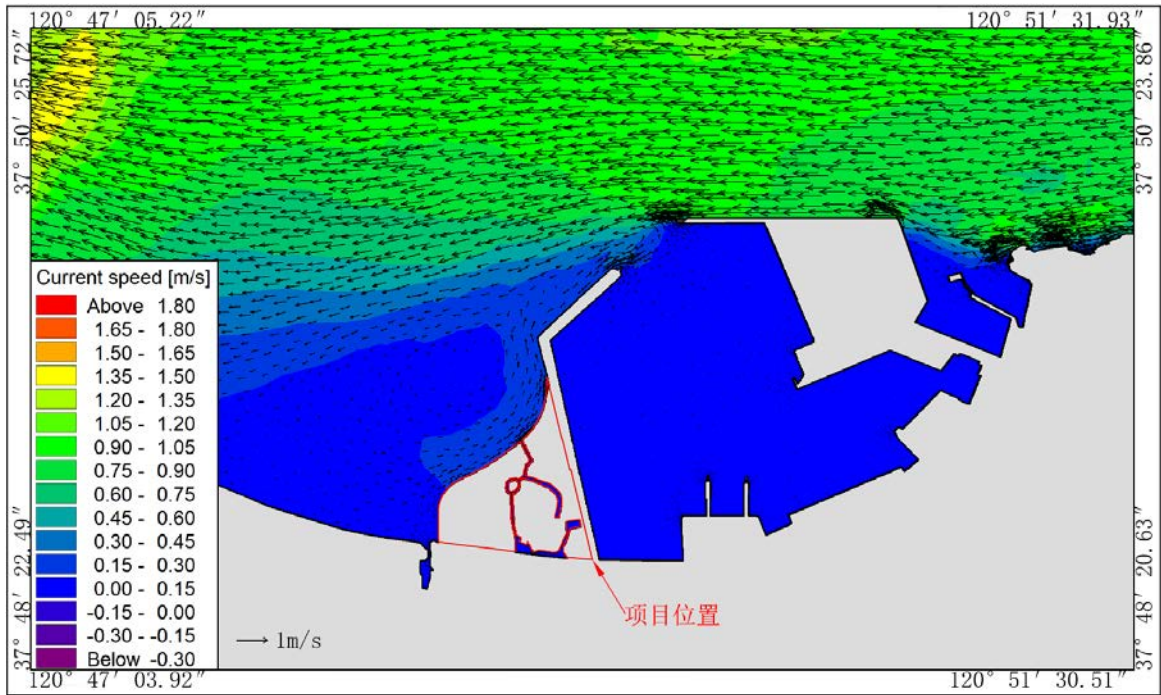


图 5.1.4-3b 工程建设后潮流场（落急时）

5.1.5 项目建设对周边潮流场影响分析

为了解项目建设后对附近海域潮流场的影响，对项目前后涨落急流速变化进行对比。涨急时对比等值线见图 5.1.5-1a、落急时对比等值线见图 5.1.5-1b。

图 5.1.5-1a 为项目建设前后涨急时流速对比图，从图中可以看出，项目西北侧流速增加，最大增加量为 5.5cm/s；项目西南角流速减小，最大减小量为 9.6cm/s，流速变化大于 1cm/s 的区域距离工程最远约 508m。

图 5.1.5-1b 为项目建设前后落急时流速对比图，从图中可以看出，项目北侧流速增加，最大增加量为 6.6cm/s；项目西南角流速减小，最大减小量为 12.4cm/s，流速变化大于 1cm/s 的区域距离工程最远约 833m。

综上，项目建设对潮流场产生一定影响，影响范围主要位于项目北侧、西侧 0.83km 范围内，对外侧海域潮流场影响很小。

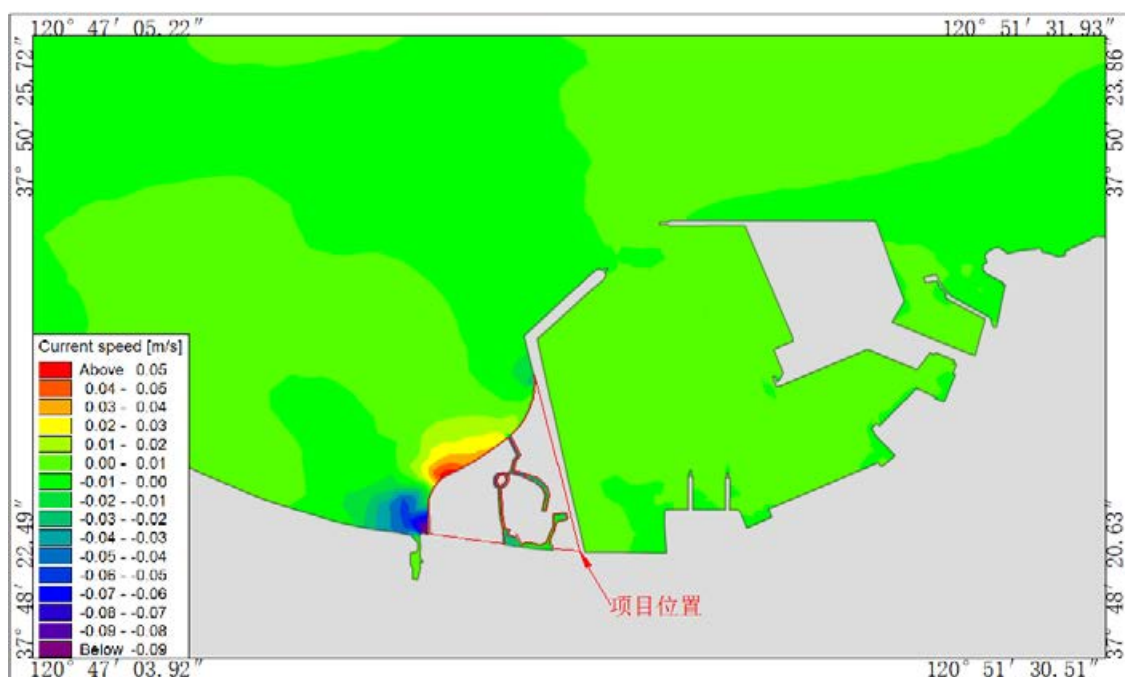


图 5.1.5-1a 涨急时项目建设前后流速对比图

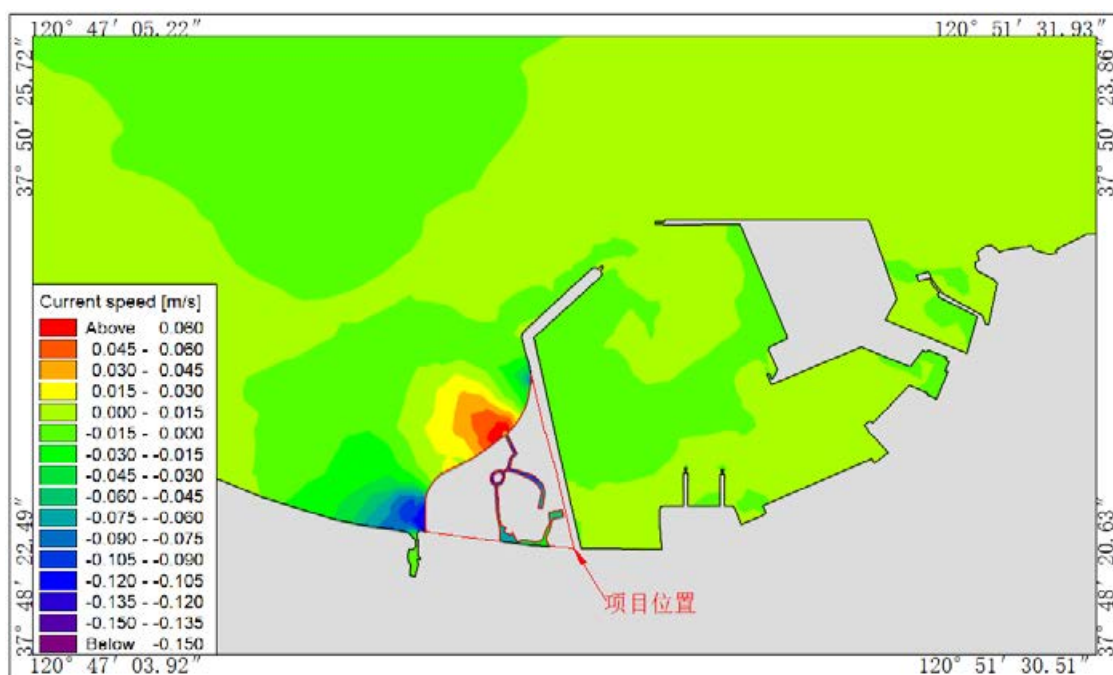


图 5.1.5-1b 落急时项目建设前后流速对比图

5.2 项目建设对地形地貌与冲淤环境的影响

利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、风速资料，运用冲淤数学模型模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

5.2.1 泥沙运动控制方程

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

式中：

c —水深平均悬浮泥沙浓度（ kg/m^3 ）； S —沉积/侵蚀源汇项（ $\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$ ）；

Q_L —单位水平区域内点源排放量（ $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ）； C_L —点源排放浓度（ kg/m^3 ）。

5.2.2 沉积物沉积和侵蚀计算公式

① 粘性土沉积和侵蚀

沉积速率根据 Krone (1962) 等提出的方法计算粘性土沉积，公式如下：

$$S_D = \omega c_b p_d$$

式中， S_D —沉积速率； ω —沉降速度（ m/s ）；

c_b —底层悬浮泥沙浓度（ kg/m^3 ）； p_d —沉降概率。

沉降速度计算公式

$$\omega = \begin{cases} kc^\gamma & c \leq 10 \text{kg/m}^3 \\ \omega_r \left(1 - \frac{c}{c_{gel}}\right)^{\omega_n} & c > 10 \text{kg/m}^3 \end{cases}$$

式中， c —体积浓度； k ， γ —系数， γ 取值介于 1~2 之间；

ω_r —沉降速度； ω_n —组分能量常数；

c_{gel} —泥沙絮凝点。

$$\text{沉降概率公式 } p_d = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

τ_b —海底剪切应力（N/m²）； τ_{cd} —沉积临界剪切应力（N/m²）。

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法

A. Teeter 公式

$$c_b = \bar{c}\beta$$

式中，

$$\beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75p_b^{2.5}}$$

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6w_s}{\kappa U_f}$$

κ —Von Karman 常数（0.4）；

U_f —摩擦速度， $U_f = \sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

B. Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dc}{dz} = \alpha c \quad \varepsilon = \kappa U_f z \left(1 - \frac{z}{h}\right) \quad c = c_a \left[\frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{\omega}{\kappa U_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式：

$$c_a = \frac{\bar{c}}{Rc}$$

式中, ε —扩散系数; z —垂向笛卡尔坐标; c_a —深度基准面处的悬浮泥沙浓度; a —深度基准面;

$\bar{c}$ —水深平均浓度; R —Rouse 参数。

底床侵蚀根据底床密实程度, 侵蚀计算可以分为 2 种方式

A. 密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中,

E —底床侵蚀度 ($\text{kg/m}^2/\text{s}$); τ_b —底床剪切力 (N/m^2);

τ_{ce} —侵蚀临界剪切力 (N/m^2); n —侵蚀能力。

B. 软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2}], \tau_b > \tau_{ce}$$

α —参考系数。

②非粘性土沉积和侵蚀

根据 Van Rijn (1984)等提出的方法计算非粘性土再悬浮, 确定无量纲颗粒参数公式如下

$$d^* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

式中:

S —颗粒比重; g —重力加速度; ν —粘滞系数; d_{50} —中值粒径。

底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速 U_f 和临界摩擦流速 $U_{f, cr}$ 的比较得以实现。其主要通过两种方式, 一种是利用泥沙运移阶段参数 T ; 另一种是利用临界摩擦流速 $U_{f, cr}$ 和沉降速度的比值。

A. 泥沙运移阶段参数 T

$$T = \begin{cases} \left(\frac{U_f}{U_{f, cr}} \right) - 1, & U_f > U_{f, cr} \\ 0, & U_f \leq U_{f, cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |\vec{V}|$$

式中， I —能量梯度； C_z —谢才系数（ $\text{m}^{1/2}/\text{s}$ ）（ $=18\ln(4h/d_{90})$ ）。

B. 临界摩擦流速 $U_{f, cr}$ 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f, cr}}{\omega} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, d^* > 10 \end{cases}$$

沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$\omega = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, d \leq 100\mu\text{m} \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d \leq 1000\mu\text{m} \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d_b > 1000\mu\text{m} \end{cases}$$

式中，

d —非粘性土颗粒粒径；

$s = \rho_s / \rho$ 。

悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c dy \quad a = k_s = 2d_{50}$$

式中，

$\bar{u}$ —水深平均流速（ m/s ）； q_s —悬移质运移量（ kg/m/s ）； c —距离底床 y （ m ）处的悬浮泥沙浓度（ kg/m^3 ）； u —距离底床 y （ m ）处的流速（ m/s ）；

a —底床分层厚度（ m ）； k_s —等效粗糙高度（ m ）。

非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数 ϵ_s 和沉降速度 ω 。

A. 湍流扩散系数计算公式为：

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$

$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中, β —扩散因子; Φ —阻尼系数。

B. 非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 P_e 确定 $P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$

式中,

C_{rc} —Courant 对流系数 ($= w_s \Delta t / h$);

C_{rd} —Courant 扩散系数 ($= \varepsilon_f \Delta t / h^2$);

ε_f —水深平均流体扩散系数。

非粘性土沉积

$$S_d = - \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s} \right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 F C_a s$$

$$F = c / c_a$$

式中, $\bar{c}_e$ —平衡浓度; s —取 2.65。

非粘性土侵蚀

$$S_e = - \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s} \right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

5.2.3 输入参数确定

(1) 风的资料输入

根据本海区附近海域风资料的统计结果输入, 平均风速为 4.2m/s, 常风向为 SSW 向, 模拟工程周边海域的蚀淤变化。

(2) 底摩阻

在底部应力计算时，Manning 系数 M 取值为 $63.8\sim 70.0\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

(3) 本文考虑科氏力的影响。

(4) 根据《港口与航道水文规范》悬沙干容重 γ_0 可近似表达为 $\gamma_0 = 1750d_{50}^{0.183}$ ，其中 d_{50} 为悬浮泥沙中值粒径，根据计算，本海区取 γ_0 为 706 kg/m^3 。

(5) 泥沙沉速 ω ：海水中细颗粒泥沙的沉降速度决定于其絮凝当量的大小。试验表明，这样的当量粒径一般约为 $0.015\sim 0.03\text{ mm}$ ，其相应沉降速度为 $0.04\sim 0.06\text{ cm/s}$ 。根据工程海域悬沙粒径在 $0.006\sim 0.008\text{ mm}$ ，而工程区实测盐度基本在 26‰ 以上，满足絮凝条件，泥沙静水沉速约 0.045 cm/s 。

(6) 临界冲刷切应力

参考工程区底质类型，以及相关文献查阅，临界冲刷切应力 τ_c 经验证取为 0.2 N/m^2 。

(7) 临界淤积切应力

参考悬沙中值粒径，以及相关文献查阅，悬移絮凝体临界淤积切应力经验证取为 0.05 N/m^2 。

(8) 冲刷系数

参考工程区底质类型及相关文献查阅，冲刷系数 M 经验争取为 5.0×10^{-6} 。

5.2.4 冲淤模拟结果分析

(1) 工程建设前冲淤现状

工程建设前，工程区处于弱淤积状态，淤积量普遍介于 $2.0\sim 5.0\text{ cm/a}$ 之间；蓬莱东港防波堤北侧海域总体处于侵蚀状态，侵蚀量普遍介于 $0.3\sim 1.5\text{ cm/a}$ 之间。工程建设前年冲淤效果如图 5.2.4-1 所示。

(2) 工程建成后冲淤状况

工程建设后，项目北侧、防波堤处于弱淤积状态，淤积量普遍介于 $2.5\sim 6.0\text{ cm/a}$ 之间；蓬莱东港防波堤北侧海域总体处于侵蚀状态，侵蚀量普遍介于 $0.3\sim 1.5\text{ cm/a}$ 之间。工程建设后年冲淤效果如图 5.2.4-2 所示。

5.2.5 项目建设前后冲淤变化分析

图 5.2.4-3 为工程建设前后年冲淤变化图，从图中可以看出，工程建成前后冲淤变化不大，冲淤变化量大于 0.1 cm 的区域距离工程最远约 868 m 。工程西北侧淤积量减小，减小量小于 1.3 cm/a ；工程北侧、西南角淤积量增大，增加量最大为 1.5 cm/a ；平山河口

处冲淤变化量小于 0.2cm/a。工程建设对冲淤环境的影响主要集中在工程周边小范围内，对外围其他区域的影响较小。

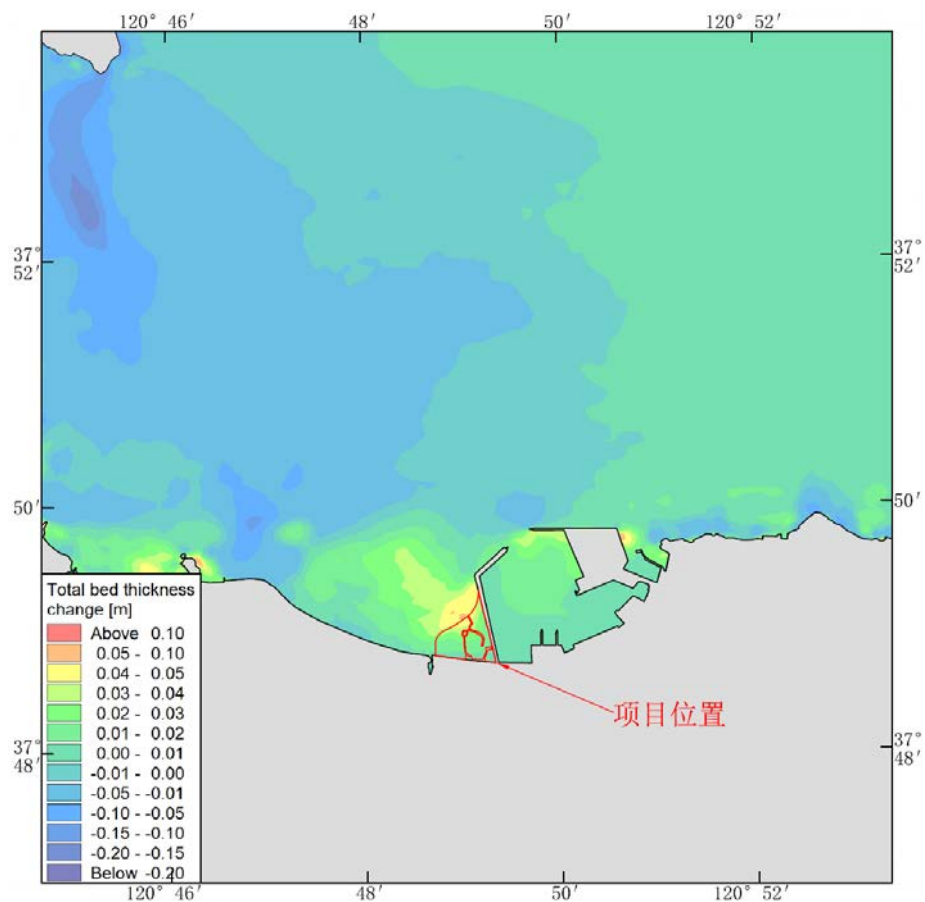


图 5.2.4-1 项目建设前年冲淤效果图

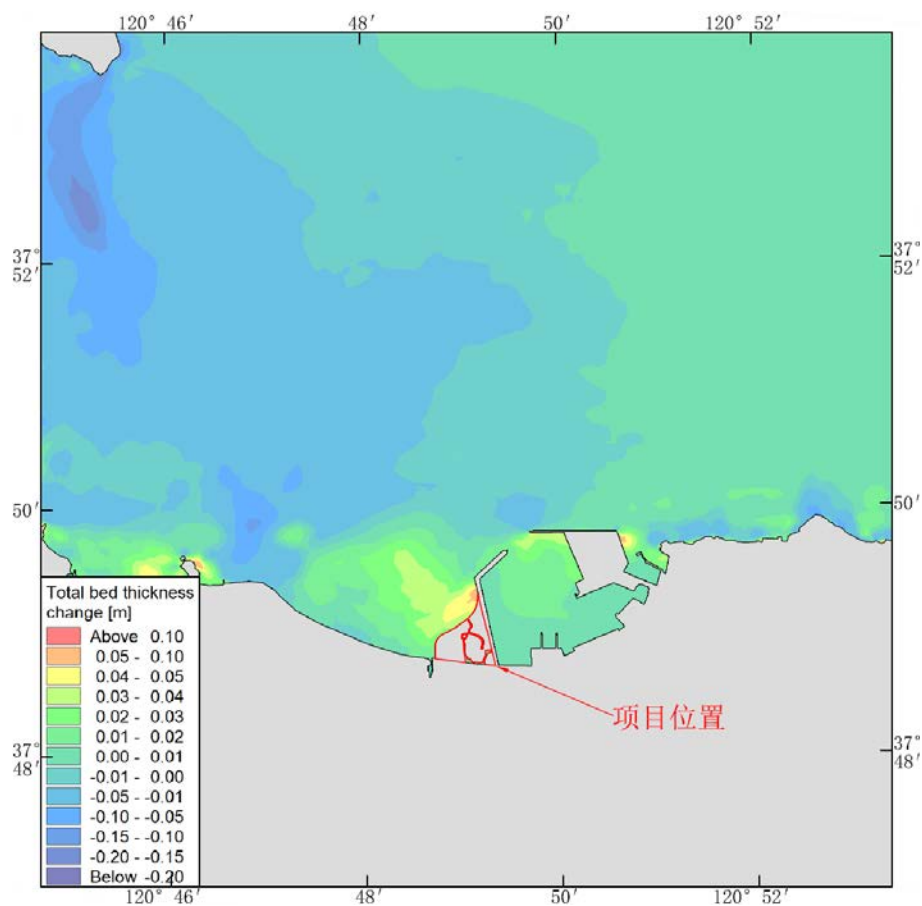


图 5.2.4-2 项目建设后年冲淤效果图

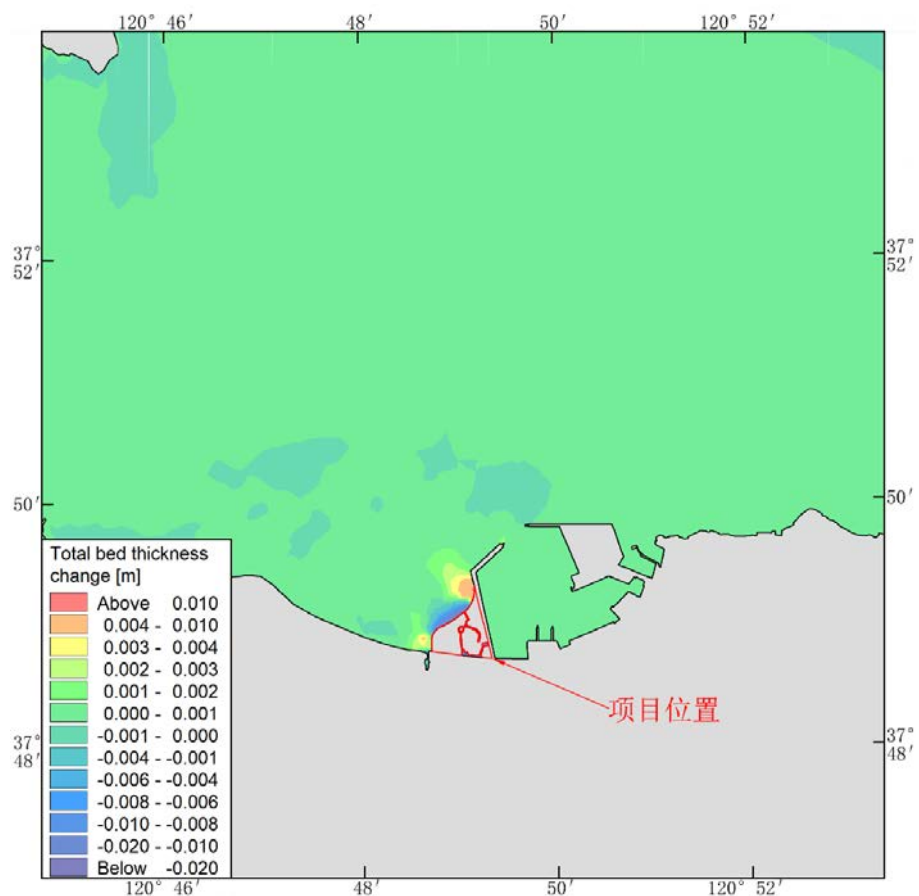


图 5.2.4-3 项目建设前后年冲淤变化图

5.2.6 对西侧金沙滩地形地貌冲淤环境的影响分析

本工程依托东侧的蓬莱港防波堤工程进行建设，整体呈顺岸弧形布局，为了清楚反映蓬莱港防波堤工程和本工程建设对西侧金沙滩的影响，报告中采用数值模拟的方法进行了预测分析。

(1) 岸滩演化数值模型简介

海滩长时间在波浪、潮流等作用下会逐渐趋于稳定，形成适应于来波和潮流条件的某一稳定剖面，称为平衡剖面。报告中对海滩剖面稳定性主要采用 LITPACK 模型（海岸过程和动力学模型）对海滩剖面的变化进行预测与分析。

1) 模型介绍

LITPACK 模型是有丹麦 DHI 水力研究所开发的一款用于模拟在波浪、潮流、沿岸流等因素作用下非粘性沉积物的运移，海岸线变化以及海滩剖面变化的模型。其主要包括：LITSTP（波、流共同作用下非粘性物质运移模块）、LITPROF（海滩剖面变化模块）、LITDRIFT（沿岸流和沿岸输沙模块）、LITTREN（海沟沉积作用模块）和 LITLINE（海岸线变化模块）5 个主要模块。该模型在改善海岸带环境、修复沿岸沙滩、指导海岸工程设计等众多领域得到了良好应用与实践。例如：丹麦阿迈厄岛海滩公园沙滩养护工程、丹麦西海岸侵蚀防护工程、费马恩海滩养护工程等均采用该模型对海岸侵蚀防护工程及沙滩养护工程指导设计，并实现了良好的海岸侵蚀防护和沙滩养护的效果。用海规划主要用于防治蓬莱西海岸侵蚀状况，并在其岸边通过人工修复的方式形成三处人工海滩，LITPACK 模型的应用符合用海规划的工程性质要求，能够有效模拟和预测项目实施后人工海滩在波浪、潮流和沿岸流等综合因素作用下随时间的变化。本次模拟主要应用了 LITPROF 和 LITLINE 模块进行预测分析。

①LITPROF -海滩剖面变化模块

LITPROF 模块可以模拟和预测波浪事件下垂直海岸的海滩剖面随时间的变化，模块中包括离岸堤、潜堤、防波堤等水工构筑物以及沙滩养护的相关设置。该模块主要应用于模拟海滩剖面对各种外界环境的响应，海滩养护物质随时间的变化和运移趋势等。该模块的相关控制方程如下：

I 波浪的传播和破碎

该模块中波浪包括规则波和不规则波两种，其沿海滩剖面的波高变化由以下公式求得：

$$\frac{d}{dx}(E_f \cos \alpha) = D_{br} + D_{bf}$$

式中：\$E_f\$ 为波能流；\$\alpha\$ 为波浪入射角度；\$x\$ 为海滩剖面的位置坐标；\$D_{br}\$ 为波浪破碎导致的能量消耗；\$D_{bf}\$ 为底床摩擦导致的波浪能量消耗。

波能流 \$E_f\$ 通过下式进行计算：

$$E_f = \frac{1}{16} \rho g H_{rms}^2 c \left(1 + \frac{2kh}{\sinh(2kh)} \right)$$

式中：\$\rho\$ 为水体密度；\$g\$ 为重力加速度；\$H_{rms}\$ 为均方根波高；\$c\$ 为速度；\$k\$ 为波数；\$h\$ 为水深。

II 沿岸流

波浪与海岸斜交时会产生沿岸流，沿岸流主要由波浪和表面浪滚共同作用，其流量可由下式求得：

$$\frac{dS_{xy}}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{c} E_f \sin \alpha \right) + \frac{1}{T} \frac{d}{dx} (\rho_r A c \sin \alpha \cos \alpha)$$

$$E = h \sqrt{gh} \frac{(H_{rms}/h)^3}{4\alpha_0^2 \sqrt{gT^2/h}}$$

式中：\$S_{xy}\$ 为沿岸流量；\$E\$ 为海滩剖面动量交换因子；\$\alpha_0\$ 为波浪运动和表面浪滚之间产生的水体表面坡度。

III 剪切力分布

剪切力随时间在垂向上的变化由下式求得：

$$\bar{\tau}_{c,z} = - \left[\frac{1}{c} \frac{\partial E_f}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho_r A c \cos \alpha}{T} \right) \right] \cos \alpha - \rho g S_x (h - z)$$

$$\bar{\tau}_{l,z} = - \left[\frac{1}{c} \frac{\partial E_f}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho_r A c \cos \alpha}{T} \right) \right] \sin \alpha - \rho g S_y (h - z)$$

式中：\$S_x\$ 和 \$S_y\$ 分别为海滩剖面方向和沿岸方向梯度；\$z\$ 为计算点与底床之间的垂向距离。

IV 地形模式

海底底床地形的连续方程由下式求得：

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = - \frac{1}{1-n} \cdot \frac{\partial q_{s,x}}{\partial x}$$

式中：\$z_b\$ 为底床高程；\$n\$ 为孔隙度；\$q_{s,x}\$ 为海滩剖面泥沙输移比率。

②LITLINE -海岸线演变模块

LITLINE 是优化多种海岸工程设计的强大和可靠的工具,该模块可进行海岸线演变分析。该模块可以模拟由于自然地形坡降和大量海岸建筑物造成的不同的沿岸输沙力,和由于水工建筑物影响下的海岸线的演变方式。

模块中对海岸线的坐标通过位于其后方的一条基线进行界定,垂直基线方向为 y,平行基线方向为 x,见图 5.2.6-1。

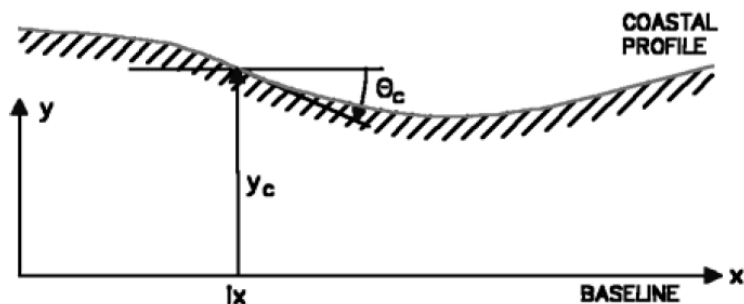


图 5.2.6-1 海岸线坐标系统分布图

I 泥沙总量控制方程

泥沙总量通过以下连续方程进行控制:

$$\frac{\partial y_c(x)}{\partial t} = -\frac{1}{h_{act}(x)} \frac{\partial Q(x)}{\partial x} + \frac{Q_{sou}(x)}{h_{act}(x) \Delta x}$$

式中: $y_c(x)$ 为海岸线至基线的距离; t 为时间; $h_{act}(x)$ 为有效海滩剖面高程; $Q(x)$ 沿岸泥沙运移量; x 为沿岸位置; Δx 为沿岸离散步长; $Q_{sou}(x)$ 为源/汇项。

II 波浪状况

模型中对波浪环境的界定包括:波高、波向、周期、水位、流速等,并充分考虑了浅水破波作用对海岸线及海滩剖面的影响。

III 地形时间步长

对于随时间步长变化的地形数据通过一个库朗数进行定义:

$$Cou_{max} = \frac{\left| \frac{\partial y}{\partial t} \right|_{max} \cdot \Delta t}{\Delta y} = \frac{\left(\frac{\Delta Q_{max}}{\Delta x \cdot h_{act}} \right) \cdot \Delta t}{\Delta y}$$

库朗数为模型输入参数,取为 1.0,地形随时间变化的计算可通过以下公式求得:

$$\Delta t = \frac{Cou_{max} \cdot \Delta y \cdot \Delta x \cdot h_{act}}{\Delta Q_{max}}$$

式中: $\Delta Q_{max} = |Q(i) - Q(i-1)|_{max}$

2) 海滩岸线和剖面的选取

海滩岸线：根据工程周边海岸线调查情况，沙滩边界线采用平均高潮位时的沙滩外边线，人工护岸采用实际测量资料和卫星图片资料确定。

海滩剖面：根据工程周边水深地形情况结合岸边沙滩和人工护岸分布情况，选取 2 条剖面进行海滩剖面演化数值模拟，以反映不同工程方案建成后不同位置处海滩剖面的变化情况，各剖面南端至海岸线处，北端至-12.5m 等深线处。

3) 参数设置

①沉积物计算参数

模型选用 Stokes 模型：

参数设置允许偏差：0.001

最大周期数：100

平均每个周期步数：140

包含对流项设置、底床浓度设为模型默认值。

②沉积物输运条件

沉积类型：分级；

表征参量——成分数量：5，水温：9.5℃

不包含波纹

泥沙运移参数——相对沉积物密度：2.65，沉积物孔隙率：0.4。

③波浪参数

波角参数

最小波角：-89°

最大波角：89°

波角数：6

波角参考深度：10m

波浪周期参数

最小波浪周期：4s

最大波浪周期：10s

波浪周期数：5

④波高参数

最小波高：0m

最大波高：5m

波高数：5

波高参考深度：10m

波的频谱分布

采用 Battijes & Janssen a 模型

耗散因子：1

破碎参数 1：1

破碎参数 2：0.8

（2）岸滩演化数值模拟结果与分析

1）现状岸滩演化数值模拟结果与分析

现状海岸线演化趋势模拟结果表明（图 5.2.6-2），防波堤东侧的港池内泥沙受防波堤阻隔不断向海淤进，5 年后最大向海淤进距离约 28m，年最大向海淤进速率约 5.6m/a；防波堤西侧根部岸段呈淤积状态，5 年后最大向海淤进距离约 18m，年最大向海淤进速率约 3.6m/a；平山河西侧沙滩处呈微淤积状态，5 年后最大向海淤积距离约 14m，年最大淤进速率约 2.8m/a；靠近 A 点的金沙滩西侧岸段整体呈侵蚀后退趋势，5 年后部分沙滩岸线已蚀退至后方的人工岸段，最大蚀退距离可达 32m，年最大蚀退速率约 6.4m/a，人工岸段前沿不断掏蚀，自 A 点向东 800m 岸线范围内 5 年后人工岸段前沿最大掏蚀深度可达 0.10m，800m 至 1200m 之间岸线范围内 5 年后人工岸段前沿最大掏蚀深度可达 0.31m。

整体而言，防波堤东侧、西侧根部岸边均发生淤积，平山河口处呈微淤积状态，平山河西侧的金沙滩遭受侵蚀，部分沙滩岸线将逐渐蚀退至后方人工岸段处。

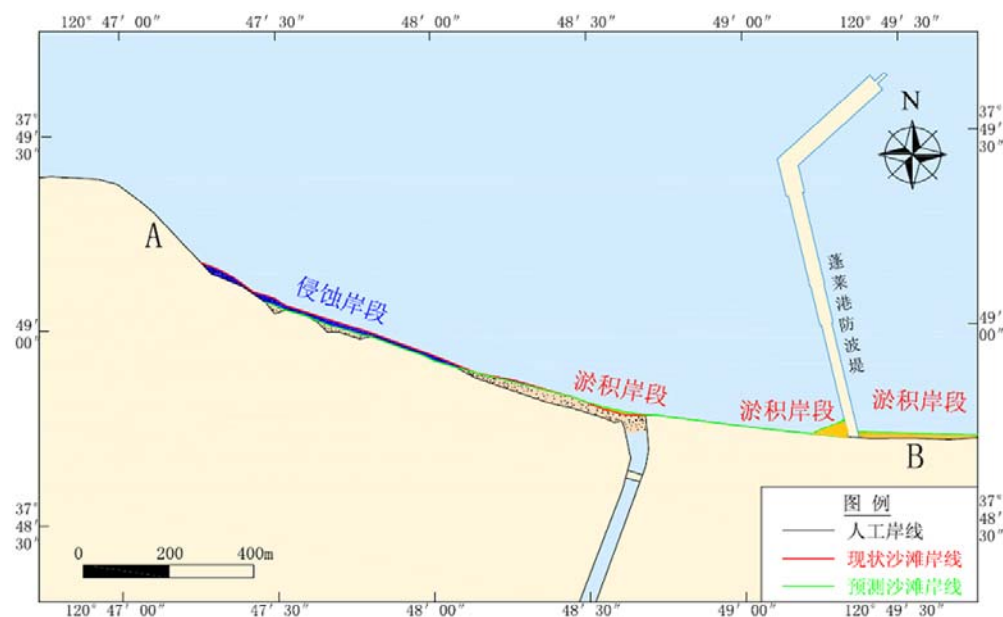


图 5.2.6-2 现状海岸线演化趋势模拟效果图（5 年后）

2) 本工程建成后岸滩演化数值模拟结果与分析

本工程依托东侧的蓬莱港防波堤进行建设，在东侧防波堤和本工程均建成后，岸滩演化数值模拟结果表明（图 5.2.6-3），受防波堤阻隔，其东侧根部岸边呈淤积状态，5 年后最大向海淤进距离约 28m，年最大向海淤进速率约 5.6m/a，与仅建设防波堤工程引起的岸滩冲淤变化趋势和变化量基本一致；平山河西侧沙滩处呈微淤积状态，5 年后最大向海淤积距离约 15m，年最大淤进速率约 3.0m/a，淤进速度略大于仅建设防波堤时的淤进速度；靠近 A 点的金沙滩西侧岸段整体呈侵蚀后退趋势，5 年后部分沙滩岸线已蚀退至后方的人工岸段，最大蚀退距离可达 31m，年最大蚀退速率约 6.2m/a，人工岸段前沿不断掏蚀，自 A 点向东 800m 岸线范围内 5 年后人工岸段前沿最大掏蚀深度可达 0.03m，800m 至 1200m 之间岸线范围内 5 年后人工岸段前沿最大掏蚀深度可达 0.32m。与仅建设防波堤工程引起的岸滩冲淤变化趋势和变化量基本一致。

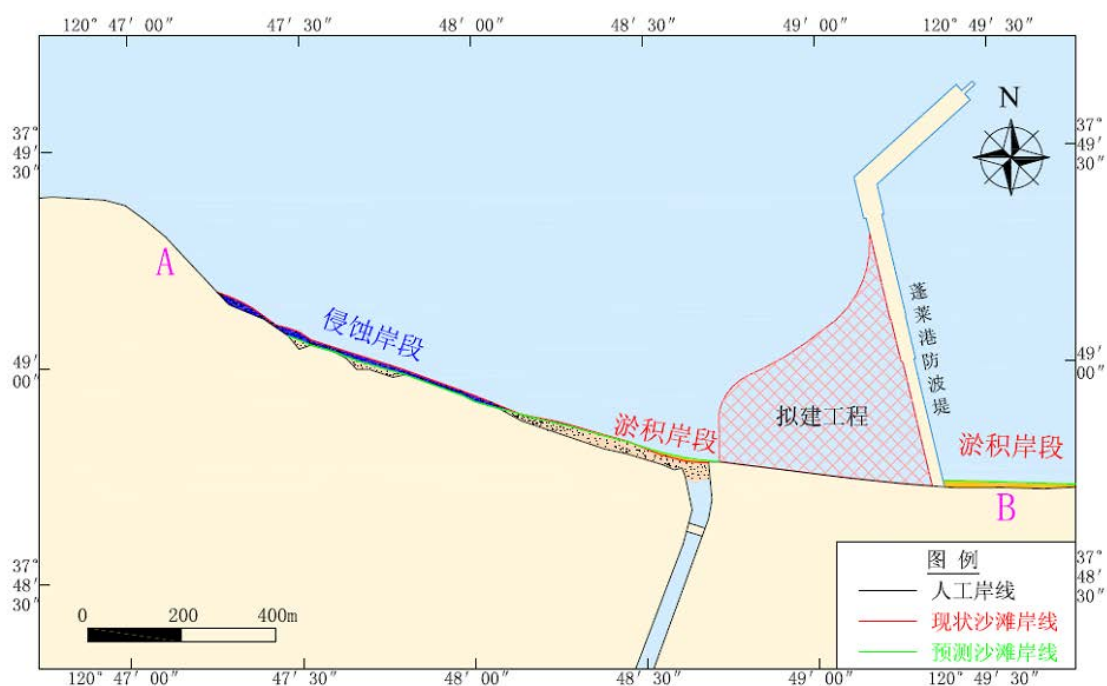


图 5.2.6-3 本工程建成后海岸线演化趋势模拟效果图（5 年后）

4) 工程建设前后岸滩演化数值模拟结果与分析

为了清楚地反映本工程建设对周边岸滩环境的影响，将本工程建成后引起的岸滩环境变化和现状岸滩环境变化进行对比分析（图 5.2.6-4）。

由图 4.2.2-5 可以看出，本工程依托东侧的蓬莱港防波堤工程建成后 5 年后的岸线与现状 5 年后的岸线基本重叠（图 5.2.6-4 中洋红色岸线与绿色岸线基本重叠），表明本工程在依托东侧防波堤工程进行建设的前提，其对周边岸线演化的趋势影响较小，但局部岸段略有差异。主要表现在以下几个方面：

①蓬莱港防波堤东侧岸线基本无变化，工程对防波堤东侧岸滩演化趋势基本无影响；

②平山河口处岸线呈淤进状态，相对于仅建设防波堤工程，从平面角度而言，本工程建设使岸线在 5 年间向海侧淤进速度增加了 1m，即海岸线向海淤进速度每年增加了约 0.2m/a。

③平山河口西侧 A 点的沙滩岸线整体呈侵蚀后退状态，从 4.2.2-5 可以看出，此处的沙滩侵蚀主要是受防波堤工程建设所致，本工程的建设无法从根本上改变这种蚀退趋势（图 5.2.6-4），从平面角度而言，本工程建成后与仅建设防波堤时此处局部岸段均蚀退至后方人工岸段处，沙滩蚀退距离基本一致；但从工程建成后与仅建设防波堤时的对比效果图（图 5.2.6-4）可以看出，在垂向上，自 A 点向东 800m 岸线范围内岸线前沿的淘蚀趋势略有减缓，5 年间淘蚀量减小了约 7cm，即每年的淘蚀深度减小了 1.4cm/a；

800m 至 1200m 之间岸线前沿的淘蚀趋势略有增加，5 年间淘蚀量增加了 1cm，即每年的淘蚀深度增加了 0.2cm/a。

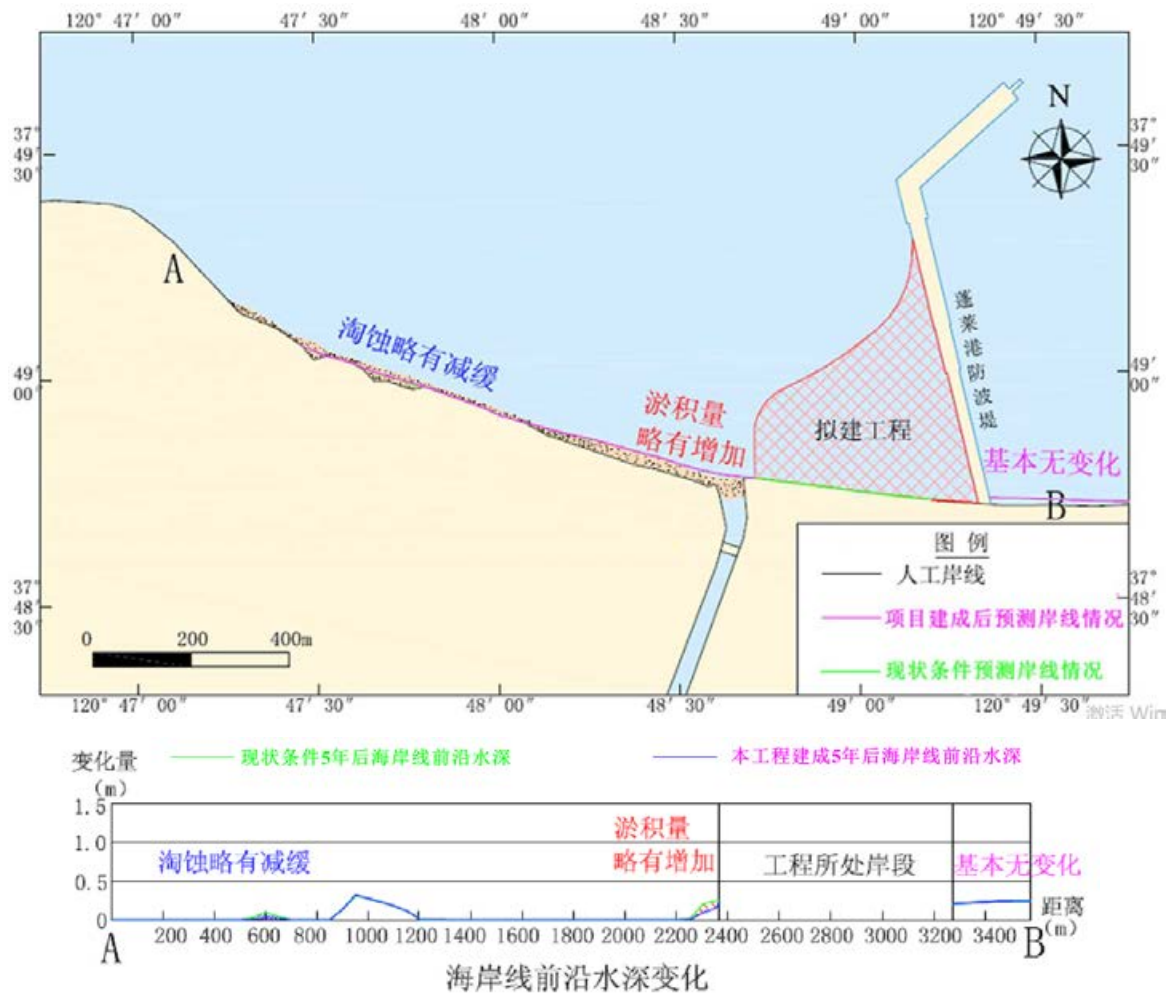


图 5.2.6-4 本工程建成后与现状条件岸滩演化对比效果图（5 年后）

(3) 小结

综上所述，本工程依托东侧防波堤进行建设，对防波堤东侧岸滩环境基本无影响，工程西侧 800m 范围内的平山河口处岸滩淤积量略有增加，5 年间沙滩岸线向海侧淤进速度增加了 1m（0.2m/a）；平山河西侧 A 点处沙滩蚀退速度与仅建设东侧防波堤时基本一致，但 A 点向东 800m 范围内岸线前沿的淘蚀趋势略有减缓，5 年间淘蚀量减小了约 7cm（1.4cm/a）；800m 至 1200m 之间岸线前沿的淘蚀趋势略有增强，5 年间淘蚀量增加了 1cm（0.2cm/a）；对工程西侧 2400m 以外岸滩影响较小。从保护西侧沙滩的角度而言，工程建设使平山河口处沙滩淤积量略有增加，平山河西侧沙滩淘蚀深度略有减缓。

5.3 项目建设对水质环境的影响

5.3.1 水质预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

（1）二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}(hD_x \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(hD_y \frac{\partial c}{\partial y}) - Fc + s$$

式中， c 为污染物浓度（ kg/m^3 ）； u 、 v 分别为 x 、 y 向流速分量； D_x 、 D_y 为 x 、 y 向分散系数； s 为污染物排放源强， $s=Q_sCs$ ，式中 c 为悬浮泥沙浓度（ kg/m^3 ）； F 为衰减系数， $F = p\omega$ ， p 为沉降概率（无量纲）， ω 为沉降速度（ m/s ）。

（2）边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：入流： $c|_{\Gamma} = c_0$ ，式中 Γ 为水边界， c_0 为边界浓度，模型仅计算增量影响，取 $c_0=0$ 。

出流： $\frac{\partial c}{\partial t} + V_n \frac{\partial c}{\partial n} = 0$ ，式中 V_n 边界法向流速， n 为法向。

（3）初始条件

$$c(x, y)|_{t=0} = 0。$$

$$C(x, y)|_{t=0} = 0$$

5.3.2 悬浮泥沙源强及发生点位置

（1）入海悬浮泥沙发生点位置

本工程施工期间产生悬浮泥沙的施工环节主要是护岸块石抛填和陆域推填溢流。根据各施工环节的施工位置和特点，模拟中选取部分代表点进行模拟、预测和评价，各施工环节泥沙发生点位置见图 5.3.2-1。

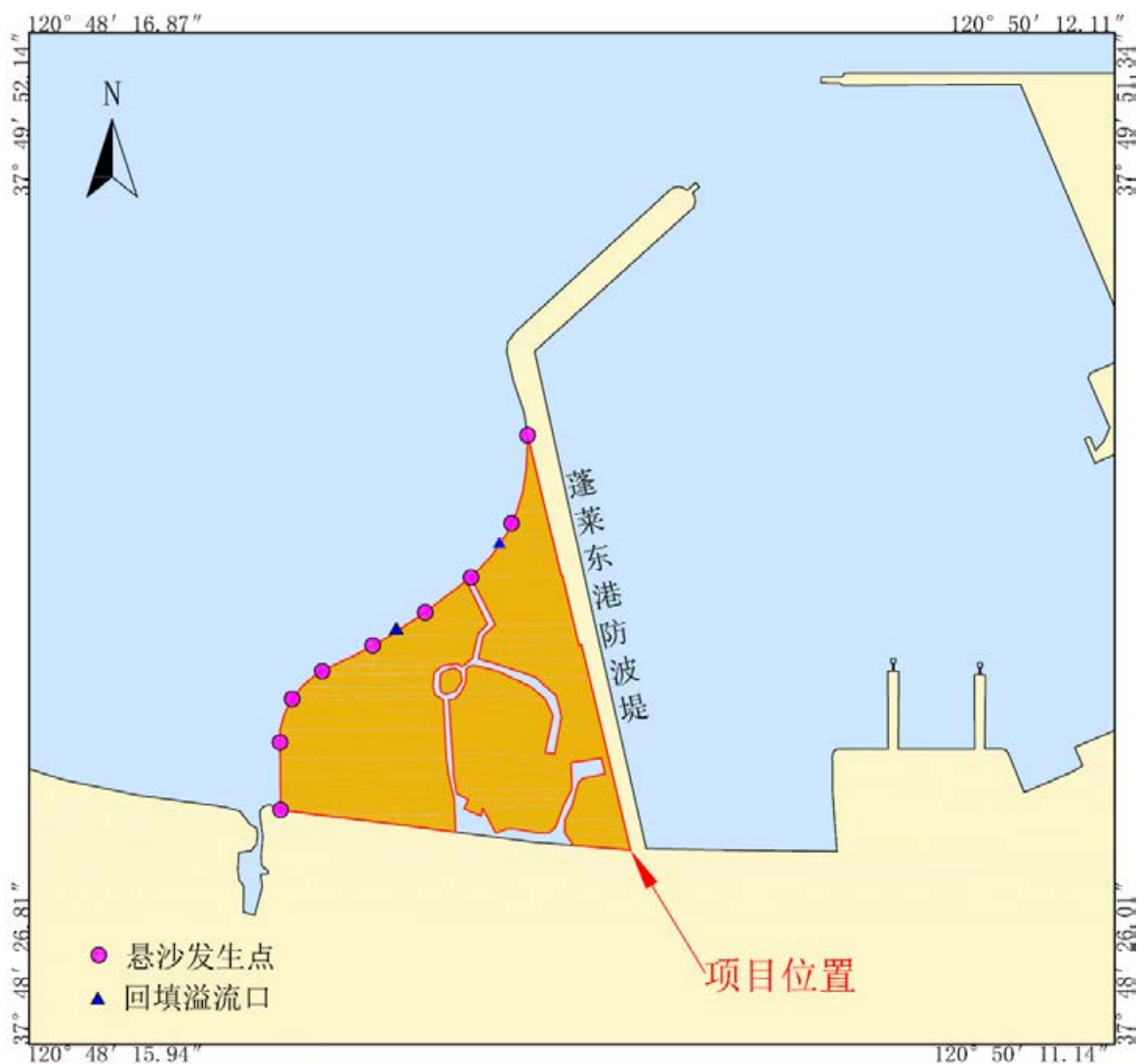


图 5.3.2-1 泥沙发生点和溢油发生点位置图

(2) 入海悬浮泥沙源强

1) 基槽开挖

内护岸基槽采用抓斗船进行开挖。基槽开挖操作过程中主要分为下斗、关斗、提升和卸斗 4 个步骤，抓斗式挖泥船的产污环节主要体现在下斗对土层的扰动。参考《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021），采用经验公式法时，悬浮物发生量可按下式计算：

$$Q = R/R_0 \times T \times W_0$$

式中：Q——悬浮物发生量（t/h）；

R——现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

T——挖泥船效率（m³/h）；

W_0 ——悬浮物发生系数 (t/m^3)，宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 $38.0 \times 10^{-3} t/m^3$ ；

R_0 ——发生系数 W_0 时的悬浮物粒径百分比 (%)，宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%。

基槽开挖采用 $8m^3$ 抓斗式挖泥船，按 $8m^3$ 抓斗式挖泥船计算，每小时抓取 12 斗；工作速率约 $96m^3/h$ ，抓斗式挖泥船悬浮物发生量参数 R 、 R_0 、 W_0 均参考《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T 105-2021) 公式中的推荐参数。经计算可知， $8m^3$ 抓斗船的悬浮物发生源强为 $1.13kg/s$ 。

2) 抛石

护岸抛石一方面由于将细颗粒泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度；另一方面抛石挤出的泥沙过程也产生颗粒悬浮物。

① 石料中颗粒物入水形成的悬浮沙源强

本项目每天抛石量约为 $4000m^3$ ，碎石规格主要为 $10 \sim 300kg$ ，碎石中泥土含量很低，按 3% 计 (体积)，该部分泥土进入海水后形成悬浮泥沙的比率按 6% 计。按照开山石密度 $2.5 \sim 2.7t/m^3$ (取 $2.6t/m^3$)，则可计算抛投石料中颗粒物入水后可形成悬浮沙的发生量约为 $0.37kg/s$ 。

② 抛石挤出悬浮泥沙源强

抛石挤出形成的颗粒悬浮物源强按以下公式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \rho_1 \alpha_1 P$$

式中：

S_1 ——为抛石挤淤的悬浮物源强 (kg/s)；

θ_1 ——为海底沉积物天然含水率 (%)，取 30.0%。

ρ_1 ——为沉积物中颗粒湿密度 (kg/m^3)，取 $1950kg/m^3$ ；

α_1 ——为沉积物中悬浮颗粒所占百分率 (%)，取 3%；

P ——为平均挤淤强度 (m^3/s)，根据施工方案，每天施工强度为 $4000m^3/d$ ，每天施工 14h，则项目的抛石挤淤强度约为 $0.079m^3/s$ 。

则根据前述计算公式及确定的参数，计算得本工程抛石挤淤产生的悬浮泥沙源强约为 $3.24kg/s$ 。

③ 抛石悬浮泥沙总源强

由前述计算结果可知，本项目抛填块石过程中，由于石块将细颗粒泥沙带入的悬浮

泥沙产生源强约为 0.37kg/s，抛石挤出的悬浮泥沙的产生源强约为 3.24kg/s，则项目块石抛填过程产生的悬浮泥沙的最大总源强约为 3.61kg/s。

3) 回填

回填区的泥浆水流经分隔围堰、多道防污屏沉隔、布设双层土工布，最后经排水口排出。根据《山东半岛流域水污染综合排放标准》中一级标准，SS 浓度应小于 70mg/L，根据施工现场经验，溢流口悬浮泥沙浓度很难控制在标准要求范围内，实际最大浓度可达 2500mg/L。项目回填主要采用陆域推填的方式，最大推填量约 4000m³/d，，每天施工 14h，则溢流口泥沙溢流速度为 285.7m³/h，由此计算，推填悬浮泥沙源强可达 0.20kg/s。项目建设采用先建外侧护岸，后由陆域推填，项目建设土方量较大，因此在项目南侧设置两个溢流口，溢流口位置见图 5.3.2-1。

因块石抛填源强大于基槽开挖，且仅在内护岸进行基槽开挖，为了解施工对海洋环境的最大影响范围，护岸施工按抛石源强进行模拟。抛石施工产生的悬浮泥沙源强约为 3.61kg/s，回填溢流产生的悬浮泥沙源强约为 0.84kg/s，溢流口设置在外护岸处（图 5.3.2-1），由于回填溢流口位置与基槽开挖泥沙发生点位置重合，且其源强小于基槽开挖泥沙源强，因此，其泥沙扩散范围包络在基槽开挖泥沙扩散范围内，报告中不再对其进行模拟，主要进行抛石施工产生的悬浮泥沙扩散数值模拟（源强约为 3.61kg/s）。

5.3.3 预测悬浮泥沙浓度增量分布

施工环节中产生的悬浮泥沙扩散范围见图 5.3.3-1。

施工期间 10mg/L 悬浮泥沙主要呈 NE~SW 向扩散，向 N、W 最远扩散距离约 0.4km，向 NE 最远扩散距离约 1.4km，最远扩散至蓬莱东港防波堤堤头附近海域，未进入蓬莱东港港池内。悬浮泥沙超二类水质标准范围（10mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 47.0640hm²，超三类水质标准范围（100mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 13.4239hm²，超四类水质标准范围（150mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 9.0860hm²。

表 5.3.3-1 施工期间悬浮泥沙各分区浓度面积一览表

序号	分区浓度	面积(hm ²)	面积(hm ²)
1	10-20mg/L	12.7554	33.6401
2	20-50mg/L	12.4595	
3	50-100mg/L	8.4252	
4	100-150mg/L	4.3379	4.3379
5	>150 mg/L	9.0860	9.0860

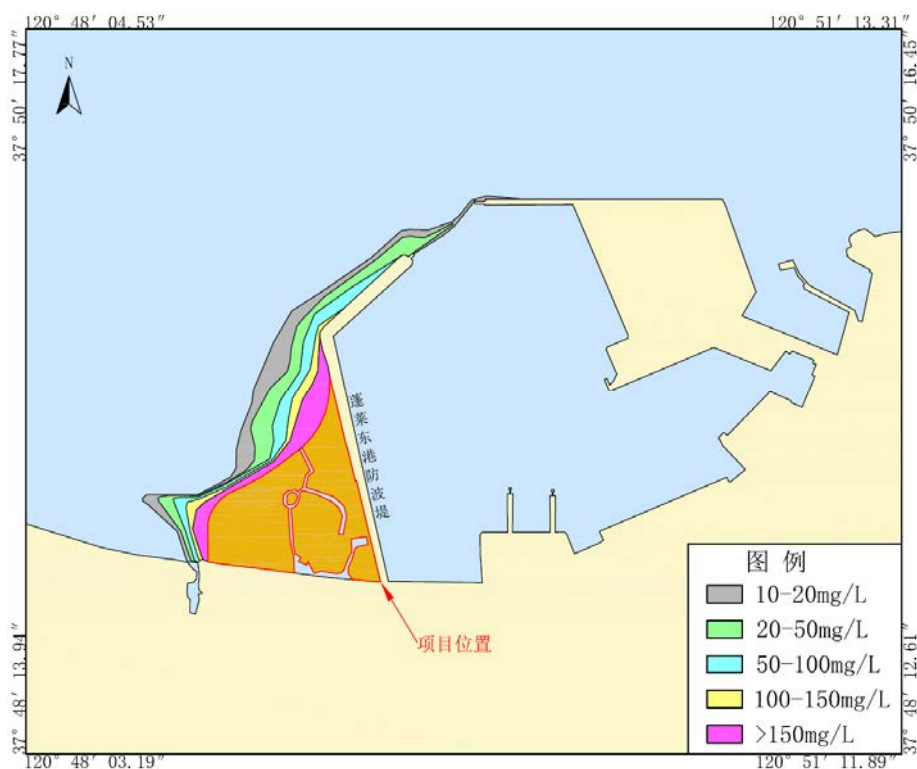


图 5.3.3-1 项目产生悬浮泥沙扩散范围图

施工期生活污水收集后由槽车送至碧海污水处理厂处理，运营期生活污水经沉淀池沉淀、食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理，不向海域排放，不会对海域水质环境产生影响。

5.4 海洋沉积物环境影响分析

工程周边海域现状调查结果表明，调查海域个别站位铬存在超标现象，其余各站位各评价因子均符合相应的沉积物标准；工程附近海洋沉积物调查站位符合相应的沉积物标准，沉积物质量较好，不含有毒有害物质及放射性物质，内护岸基槽开挖的粉砂可作为本项目填海工程填充物质。其余建设所需土石料来源于蓬莱市建筑材料工业总公司，土石料应经监测其有毒有害和放射性等污染物符合相关标准要求，无毒无害、不含放射性等污染物，对海洋沉积物资源不会产生明显影响。

块石抛填、推填溢流、基槽开挖等施工过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，悬浮泥沙粒径小、粘度大，沉降到海底后使海底表层沉积物粒径变小，粘性变大。工程搅动海底沉积物在 2 天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

工程施工过程和运营期间，生活垃圾和污水收集后统一处理，不外排入海，没有污染物沉入海底，不会对沉积物环境产生影响。

综上，项目建设不会对项目周边海洋沉积物环境造成明显影响。

5.5 海洋生态环境影响分析

5.5.1 施工期对海洋生态环境的影响分析

(1) 对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要为：施工过程中产生的悬浮泥沙将导致水体的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外，还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等方面。参考国内其他工程施工悬浮泥沙影响实验研究进行分析。如长江口航道施工悬浮泥沙对水生生物毒性效应的试验结果表明：当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物光合作用。嵊泗洋山深水港环评工作中，东海水产所曾做过施工悬浮泥沙对海洋生态系统的影响实验，实验结果表明虽然施工悬浮泥沙对海洋生态系统没有显著影响，但却会引起浮游动植物生物量有所下降。东海水产所对长江口施工悬浮泥沙所做的不同暴露时间动态悬沙对微绿球藻(*N. oculata*)和牟氏角毛藻(*CMueller*)的生长影响试验结果进行统计回归分析，结果表明海水中的悬沙浓度的增加对浮游植物的生长有明显的抑制作用。施工期间对浮游动物的相对损失率 1~3 月约 5%，在 4 月份浮游动物旺发期可达 20%以上，其它月份大约在 8~13%之间，各月平均损失率为 12%。同时会降低水体的透明度，影响浮游植物的光合作用，导致初级生产力下降，大量的悬浮物出现在局部水域可能会堵塞仔幼鱼的鳃部造成窒息死亡，在自然环境中，悬沙量的增加会影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度，间接影响蚤状幼体和大眼幼体的摄食率，最终影响其正常发育。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，引起浮游植物的光合作用的减少，同样会对浮游植物产生一定的影响和破坏作用。但由于悬浮沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，停止悬浮沙的排放，其影响将会逐渐减轻。

(2) 对游泳生物的影响

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。游泳生物是海洋生物中的一大类群，海洋鱼类是其典型代表，它们往往具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应。室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3~4 周，悬浮物含量在 200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死。工程不会产生的悬浮物含量高浓度区，不会造成成体鱼类死亡，且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的

生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。随着施工的开始，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。因此，施工期间产生的悬浮物不会对游泳生物造成较大的影响。

（3）对底栖生物的影响

工程基槽开挖、抛石、回填溢流等过程导致悬浮物含量增高，从而影响到底栖生物的生存环境。当悬浮物覆盖厚度超过 2cm 时，还会对底栖生物造成致命性损害。悬浮物的沉积，可能引起贝类动物的外套腔和水管受到堵塞而致死。悬浮物的沉积主要影响工程区附近海域的底栖群落，施工结束后一段时间内，受影响的底栖生物群落会逐渐被新的群落所替代。

工程区域内海洋生物原有的栖息环境在短时间内遭到破坏，部分底栖生物会直接死亡。但是随着施工的开始，工程海域的生态环境会逐渐恢复，新的群落会代替之前的群落在这片海域生存。

（4）对主要经济动物产卵场、索饵场、越冬场的影响

渔业生物的三场一通道是指产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，是根据多年的调查资料、生产资料以及标记放流确定的一个范围，其大小和位置随生态环境因素的变化而有所不同。一般情况下，黄渤海鱼类的越冬场都是在水深大于 50 m 的水域；索饵场是较产卵场相近或偏深水的区域，并随着生长季节变化而变化；产卵场主要在水深较浅的近岸水域；洄游通道一般是指越冬场和产卵场及索饵场之间的水域。

项目不在“三场一通”的范围内，不会占用鱼类的主要产卵场和重要产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，项目建设不会对“三场一通”造成影响。

5.5.2 运营期对海洋生态环境的影响分析

工程建成后，项目填海将永久性占用该区域海洋生物的生存空间，工程附近海域的水动力环境和地形地貌冲淤环境将发生一定变化。根据 5.2 章节分析，周边海域地形地貌冲淤环境与工程建设前变化不大，工程建设不会对周边海域地形地貌冲淤环境造成明显影响。因此，工程建成后，周边海域的生态环境不会受到明显影响。

项目运营期间，禁止生活污水及垃圾入海，避免对水质造成影响，因此项目运营期间，只要严格管理，一般不会发生污染，不会对海域生态环境产生不良影响。

5.5.3 生态损失补偿估算

5.5.3.1 损失量计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），本工程主要建设项目类型主要为围、填海工程，按表 5.5.3-1，根据本工程的建设特点、现场调查未发现珍稀濒危生物，本工程填海占用选择浮游生物、鱼卵仔鱼、底栖生物、渔业资源进行生物资源损害评估；悬浮泥沙扩散选择鱼卵仔鱼、浮游生物进行生物资源损害评估。

表 5.5.3-1 建设项目对海洋生物资源损害评估内容

建设项目类型	海洋生物资源损害评估内容						
	游泳生物	鱼卵仔鱼	底栖生物	潮间带生物	珍稀濒危水生生物	浮游生物	渔业生产
围、填海工程	☆	★	★	★	★	☆	★
注：★为重点评估内容；☆为依据建设项目具体情况需选择的必选评估内容。							

（1）评估方法

①悬沙造成的生物资源损失

悬浮泥沙对海洋生物资源损害，按公式 5.5-1 计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \dots\dots\dots (5.5-1)$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个（个）、千克(kg)；

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，单位为尾平方千米(尾 / km²)、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（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，单位为百分之(%)；生物资源损失率取值参见表 5.5.3-2。

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

②占用水域造成的生物资源损失

工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按公式 5.5-2 计算：

$$W_i = D_i \times S_i \dots\dots\dots (5.5-2)$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

D_i ——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每平方千米（kg/km²）；

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

表 5.5.3-2 污染物对各类生物损失率

污染物 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 标准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。				

(2) 项目用海区域生物资源密度

浮游生物、底栖生物采用 2021 年 9 月、2021 年 11 月和 2024 年 4 月海洋生态现状调查资料中的底栖生物调查结果，对工程建设造成的底栖生物损失进行计算。鱼卵仔稚鱼及渔业资源成体的生物量采用 2022 年 5 月和 2023 年 10 月调查结果；对工程占用海域造成的渔业资源损失进行计算，所有的密度或生物量均取平均值进行计算，站位布设及调查结果见 4.2.3 节。

表 5.5.3-3 工程附近海域生物资源密度

种类	时间	密度或生物量	平均密度或生物量	单位
浮游植物	2021 年 9 月	7.6×10^6	3.71×10^6	个/m ³
	2021 年 11 月	0.38×10^6		
	2024 年 4 月	313.66×10^4		
浮游动物	2021 年 9 月	4093.23	1518.73	mg/m ³
	2021 年 11 月	3.75		
	2024 年 4 月	459.2		
底栖生物	2021 年 9 月	1.26	14.10	g/m ²
	2021 年 11 月	6.63		
	2024 年 4 月	34.4		

鱼卵	2022 年 5 月	1.50	1.07	粒/m ³
	2023 年 10 月	0.64		
仔稚鱼	2022 年 5 月	0	0.52	(尾/m ³)
	2023 年 10 月	1.03		
游泳生物	2022 年 5 月	478.52	557.94	(kg/km ²)
	2023 年 10 月	637.36		

(3) 损失评价结果

1) 占用造成的海洋生物损失

本项目围填海面积 44.9739 公顷，工程区所在区域平均水深按照 3.8m 计算，项目填海造成的各类生物资源的损失量预算见表 5.5.3-4。

表 5.5.3-4 本项目占用渔业水域渔业资源损失量测算

种类	密度		水深 (m)	占用面积 (hm ²)	损失量	
浮游植物	3.71×10 ⁶	个/m ³	3.8	44.9739	6.34×10 ¹²	个
浮游动物	1518.73	mg/m ³	3.8	44.9739	2595.52	kg
底栖生物	14.10	g/m ²	-	44.9739	6341.32	kg
鱼卵	1.07	粒/m ³	3.8	44.9739	1.83×10 ⁶	粒
仔鱼	0.52	尾/m ³	3.8	44.9739	888684	尾
游泳生物	557.94	kg/km ²	-	44.9739	250.93	kg

2) 悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损失

据“施工期海域环境影响预测与评价”分析结果，施工引起悬浮物含量超过《海水水质标准》一、二类标准值≤1 倍（增加量为 10~20mg/L）的面积为 12.7554hm²，超过《海水水质标准》一、二类标准值 1~4 倍（增加量为 20~50mg/L）的面积为 12.4595hm²，超过《海水水质标准》一、二类标准值 4~9 倍（增加量为 50~100mg/L）的面积为 8.4252hm²，超过《海水水质标准》一、二类标准值 9 倍以上（增加量为 100mg/L 以上）的面积为 13.4239hm²。

根据表 5.5.3-2 生物损失按各超标倍数对应的平均生物损失率计算，大于 9 倍时按 50%计。悬浮泥沙扩散影响海域平均水深约为 5.5m，计算中水深取 5.5m。水体中悬浮泥沙扩散造成的生物损失量见表 5.5.3-5。

表 5.5.3-5 悬浮泥沙造成的生物资源损害评估表

种类	资源密度	损失率	受损面积	水深	损失量	总计
		(%)	(hm ²)	(m)		
浮游植物	3.71×10 ⁶ 个/m ³	5	12.7554	5.5	1.30×10 ¹¹	2.70×10 ¹² 个
		20	12.4595	5.5	5.08×10 ¹¹	
		40	8.4252	5.5	6.88×10 ¹¹	
		50	13.4239	5.5	1.37×10 ¹²	
浮游动物	1518.73mg/m ³	5	12.7554	5.5	53.27	1103.58kg

		20	12.4595	5.5	208.15	
		40	8.4252	5.5	281.50	
		50	13.4239	5.5	560.65	
鱼卵	1.07 粒/m ³	5	12.7554	5.5	3.75×10 ⁴	7.59×10 ⁵ 粒
		17.5	12.4595	5.5	1.28×10 ⁵	
		40	8.4252	5.5	1.98×10 ⁵	
		50	13.4239	5.5	3.95×10 ⁵	
仔稚鱼	0.52 尾/m ³	5	12.7554	5.5	1.82×10 ⁴	3.69×10 ⁵ 尾
		17.5	12.4595	5.5	6.24×10 ⁴	
		40	8.4252	5.5	9.64×10 ⁴	
		50	13.4239	5.5	1.92×10 ⁵	

工程占用渔业水域造成浮游植物损失量为 6.34×10^{12} 个，浮游动物损失量为 2595.52kg，底栖生物损失量为 6341.32 kg，鱼卵损失量为 1.83×10^6 粒，仔稚鱼损失量为 888684 尾，游泳动物损失量 250.93 kg；悬浮泥沙扩散造成游植物损失量为 2.70×10^{12} 个，浮游动物损失量为 1103.58kg，鱼卵损失量为 7.59×10^5 粒，仔稚鱼损失量为 3.69×10^5 尾。

项目建设共造成浮游植物损失量为 9.04×10^{12} 个，浮游动物损失量为 3.70t，底栖生物损失量为 6.34t，鱼卵损失量为 2.59×10^6 粒，仔稚鱼损失量为 1.26×10^6 尾，游泳动物损失量 250.93kg。

5.5.3.2 补偿金计算

(1) 计算方法

1) 鱼卵、仔稚鱼和幼体经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式 (5.5-3) 计算：

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (5.5-3)$$

式中：M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额；

W——鱼卵和仔稚鱼损失量；

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；头足类和甲壳类幼体按折算为最小成体规格重后计算。其中头足类平均成体的最小规格按 0.015kg/尾，虾类按 0.01 kg/尾，蟹类按 0.1 kg/尾折算。

E——鱼苗的商品价格，根据山东地区近多年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 0.7 元/尾计。

2) 成体和底栖生物的经济价值计算：

$$M = W \times E \dots\dots\dots (5.5-4)$$

式中：M——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；W——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；E——生物资源的商品价格。根据山东地区海水产品小黄鱼、蓝点马鲛、口虾蛄、日本蟳等最小成体市场平均价格行情和山东地区渔业统计年报汇编中海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，以及经咨询物价部门、市场调研，确定游泳动物和底栖生物按 1.0 万元/t 计。

(2) 海洋生物资源补偿年限

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》的规定：（1）“占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”；（2）“一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍”；（3）“持续性生物资源损害，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际年限 3~20 年的，按实际影响年限补偿”；影响持续时间 20 年以上的，补偿时间不应低于 20 年。

(3) 渔业资源损害经济价值

工程建设造成的生物资源损害赔偿金额约为 227.8831 万元，补偿计算见表 5.5.3-6，项目已经缴纳生态补偿金 800.06 万元（收据见附件）。

表 5.5.3-6 工程海洋生物资源损害价值量估算

占用海域造成的生物损失补偿计算						
生物类型	单位	损失量值 (W)	成活率或转化率	价格(元/尾,元/kg)	补偿倍数	补偿金(万元)
		量值 (W)	C	J	a	
浮游植物	个	6.34×10^{12}	-	-	-	-
浮游动物	kg	2595.52	10%	5	20	2.5955
底栖动物	kg	6341.32	100%	10	20	126.8264
鱼卵	粒	1828639	1%	0.7	20	25.6009
仔稚鱼	尾	888684	5%	0.7	20	62.2079
游泳动物	kg	250.93	100%	10	20	5.0185
小计						222.2493
悬浮泥沙扩散造成的生物损失补偿计算						
生物类型	单位	损失量值 (W)	成活率或转化率	价格(元/尾,元/kg)	补偿倍数	补偿金(万元)
		量值 (W)	C	J	a	
浮游植物	个	2.70×10^{12} 个	-	-	-	-
浮游动物	kg	1103.58	10%	5	3	0.1655
鱼卵	粒	7.59×10^5	1%	0.7	3	1.5943
仔稚鱼	尾	368946	5%	0.7	3	3.8739
小计						5.6337
合计						227.8831

5.5.4 对蓬莱国家级海洋公园主要保护管理目标影响分析

(1) 对主要保护管理目标影响分析

项目 42.6327hm² 填海区和 3.6927hm² 水系区域位于适度利用区(蓬莱国家级海洋公园八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区)，其余 2.3412hm² 填海区位于生态与资源恢复区(平山河口生态保护与景观区)内，距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km (见图 5.5.4-1)。

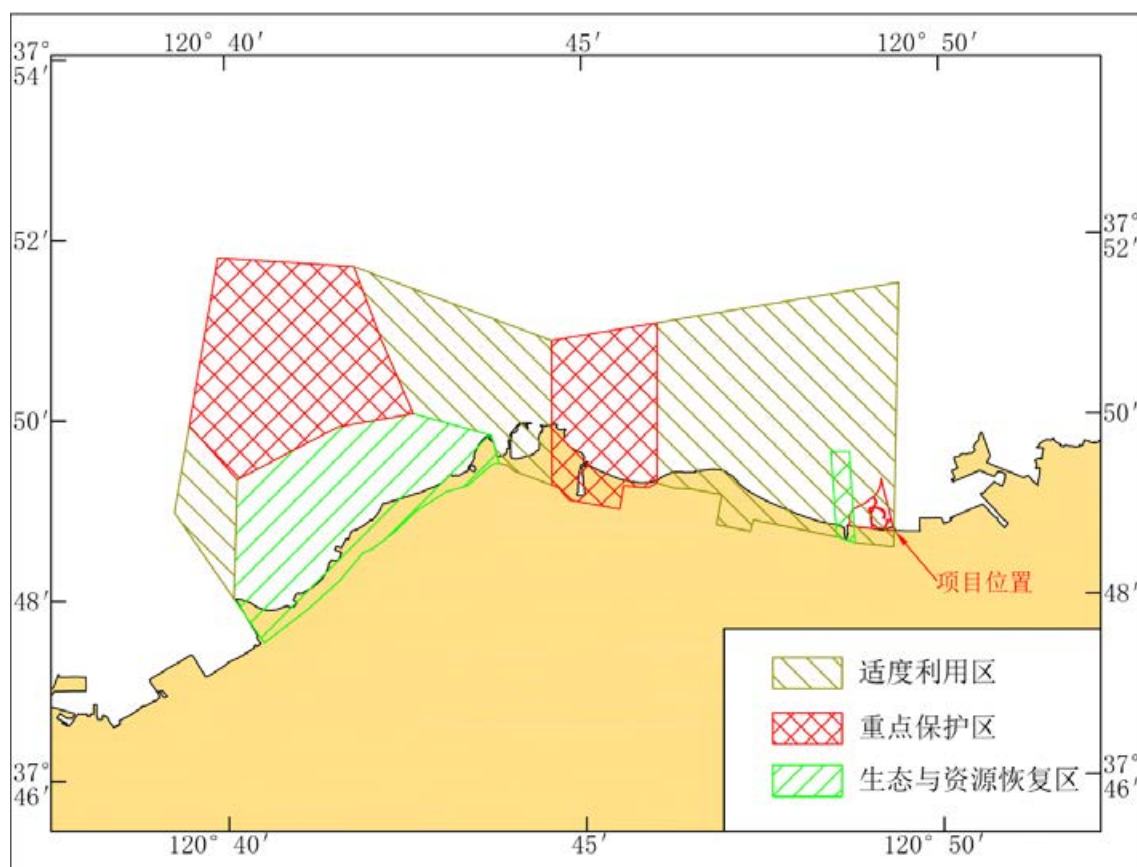


图 5.5.4-1 项目与《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿）叠置图

根据《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿），“八仙渡至海洋王国旅游利用区位于海洋公园东部，抹直口东北，从八仙渡至海洋王国东侧。该区域是当地群众传统的赶海亲水区，主要功能为开展生态旅游，区内有八仙过海、三仙山风景区、欧乐堡梦幻世界、海市公园旅游等景区。该区将在确保生态系统安全的前提下，通过严格论证完善区内基础设施建设（如修缮区内码头，建设救助机场等），科学利用海洋资源。”“生态与资源恢复区作为适度利用区和重点保护区的中间，该区作为过渡带，在海岸带生态保护与景观区内，主要在进行自然岸线及海岸带综合整治修复、平山河等河流及湿地综合治理、交通部救助机场建设、蓬莱客港搬迁等项目，建设的项目均

需通过海洋公园管理部门及其它相关部门的严格论证。通过一系列生态修复工程，维护园区内的海洋生态系统服务功能，保护海洋经济生物资源栖息、繁衍地。在保护和修复海洋公园内自然资源的基础上，可适当开发亲水平台等滨海旅游度假项目。”

适度利用区和生态与资源恢复区未明确具体保护对象，项目距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km，项目建设不会对重点保护区产生影响。本项目通过填海的方式建设海洋旅游项目，主要规划形成“一中心一基地一码头”的结构，打造“滨海旅游”为特色的高端休闲度假区域，符合八仙渡至海洋王国旅游利用区“主要功能为开展生态旅游”的要求。

本项目西侧 2.3412hm²填海区域位于蓬莱国家级海洋公园平山河口生态保护与景观区内，不占平山河河口，距离河口约 52m，由地形地貌冲淤环境模拟结果来看，工程建成平山河河道内呈微冲刷状态，河口外冲淤环境变化不大，项目建设后对平山河河口纳潮量和泄洪能力不会产生明显影响。本项目主要进行旅游娱乐项目建设，建成后有利于提升该岸段的景观，并通过岸线修复等形式进行生态修复，符合生态与资源恢复区“在保护和修复海洋公园内自然资源的基础上，可适当开发亲水平台等滨海旅游度假项目”的要求。

（2）对主要保护对象的影响分析

适度利用区和生态与资源恢复区未明确具体保护对象，项目距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km，因此项目建设不会对蓬莱国家级海洋公园主要保护对象产生影响。

2014 年 3 月蓬莱国家级海洋公园获得批复，海洋王国欢乐海洋项目于 2012 年 12 月获得山东省人民政府用海批复（附件 8），项目批复的时间早于蓬莱国家级海洋公园批复时间。

综上所述，海洋王国欢乐海洋项目建设有利于蓬莱国家级海洋公园整体功能的发挥，符合蓬莱国家级海洋公园主要保护管理目标要求，项目建设与《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿）相协调。

目前，蓬莱国家级海洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复。烟台市蓬莱区自然资源和规划局出具《关于对海洋王国欢乐海洋项目的意见》（见附件 13），本项目不在优化整合后的自然保护地内（原蓬莱国家级海洋公园优化为胶东半岛海滨风景名胜区），最近距离约 326m。项目施工期间产生的 10mg/L 悬浮泥沙会局部进入胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区），但随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响会很快消失，对胶东半岛海滨风景名胜区的影响较小。运营期间，生活

5.5.5 生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 ☐ ；国家公园 ☒ ；自然保护区 ☐ ；自然公园 ☐ ；世界自然遗产 ☐ ；生态保护红线 ☐ ；重要生境 ☐ ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 ☐ ；其他 ☐
	影响方式	工程占用 ☒ ；施工活动干扰 ☒ ；改变环境条件 ☐ ；其他 ☐
	评价因子	物种 ☒ （浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物种群数量）
		生境 ☐ （
生物群落 ☐ （		
生态系统 ☐ （		
生物多样性 ☒ （浮游植物、浮游动物、底栖生物物种丰富度、均匀度、优势度）		
生态敏感区 ☐ （		
自然景观 ☐ （		
自然遗迹 ☐ （		
其他 ☐ （		
评价等级		一级 ☒ （海洋） 二级 ☐ 三级 ☐ 生态影响简单分析 ☐
评价范围		514.4km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 ☐ ；遥感调查 ☐ ；调查样方、样线 ☐ ；调查点位、断面 ☒ ；专家和公众咨询法 ☐ ；其他 ☐
	调查时间	春季 ☒ ；夏季 ☐ ；秋季 ☒ ；冬季 ☐ 丰水期 ☐ ；枯水期 ☐ ；平水期 ☐
	所在区域的生态问题	水土流失 ☐ ；沙漠化 ☐ ；石漠化 ☐ ；盐渍化 ☐ ；生物入侵 ☐ ；污染危害 ☐ ；其他 ☐
	评价内容	植被/植物群落 ☐ ；土地利用 ☐ ；生态系统 ☐ ；生物多样性 ☒ ；重要物种 ☐ ；生态敏感区 ☐ ；其他 ☐
生态影响预测与评价	评价方法	定性 ☐ ；定性和定量 ☒
	评价内容	植被/植物群落 ☐ ；土地利用 ☐ ；生态系统 ☐ ；生物多样性 ☒ ；重要物种 ☐ ；生态敏感区 ☐ ；生物入侵风险 ☐ ；其他 ☐
生态保护对策措施	对策措施	避让 ☐ ；减缓 ☒ ；生态修复 ☐ ；生态补偿 ☒ ；科研 ☐ ；其他 ☐
	生态监测计划	全生命周期 ☐ ；长期跟踪 ☐ ；常规 ☒ ；无 ☐
	环境管理	环境监理 ☒ ；环境影响后评价 ☐ ；其他 ☐
评价结论	生态影响	可行 ☒ ；不可行 ☐
注：“ ☐ ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。		

5.6 大气环境影响分析

5.6.1 施工期环境空气影响预测与评价

施工期对大气环境的主要污染因子是粉尘和车辆、船舶废气。主要污染环节是：沙石料堆存过程中的风蚀起尘、卡车卸料时产生的粉尘污染、道路二次扬尘、水泥拆包的粉尘污染、汽车运输沙石对运输线路的粉尘污染；施工船舶、车辆产生的废气和装修废气。

根据同类建筑工地类比调查资料，在施工现场无防尘设施情况下，施工时下风向的影响较大，污染范围在 150m 范围内，在下风向 20m 处 TSP 浓度最高为 $1.30\text{mg}/\text{m}^3$ 。在有防尘措施情况下（施工现场围挡风板），施工现场粉尘污染范围在 50m 内，在下风向 20m 处 TSP 浓度为 $0.82\text{mg}/\text{m}^3$ ，可以达到《大气污染物综合排放标准》中无组织排放界外监控浓度限值要求。

施工过程中通过文明施工、洒水控尘、设置防尘网、冲洗车轮、清扫道路等措施控制扬尘的产生；装修时采用无尘切割器，清扫时辅以洒水增湿、喷雾等措施控制装修粉尘；施工材料运输过程产生的汽车尾气通过控制车辆行驶速度降低影响；对施工期所使用的车辆、船舶和机械定期进行保养和维护，加注的燃油为符合国家标准要求的燃油；装修期间涂刷涂料时通过选用环保型水溶性涂料、并加强室内通风换气等措施控制装修废气。通过一系列防治措施后，可有效降低对环境空气的影响。

本项目紧邻烟台港蓬莱东港区防波堤工程，南侧为废弃养殖池，距离最近的居民区约 0.66km，距离较远，项目周边无大气敏感目标，因此施工期对大气敏感目标不会产生明显影响，且随着施工结束而消失。

5.6.2 营运期环境空气影响预测与评价

（1）预测与影响分析

本项目大气评价等级为三级，无需进行进一步预测和评价。本项目对污染物排放量进行核算，污染物排放量核算结果见本报告 3.6.2 节。

本项目运营期大气污染物主要为车辆、快艇排放的废气和食堂产生的油烟废气。汽车在进出停车位的行驶过程和快艇行驶过程中会排放尾气，本项目停车位均为地上停车位，停车排放的汽车尾气和快艇尾气产生量较小，且能够迅速被环境空气稀释、扩散，对周围环境空气的影响较小。食堂以管道天然气作为燃料，属于清洁能源，燃烧后废气

中污染物较少，对环境影响较小；食堂油烟经油烟净化器处理后由高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油烟净化设施的处理效率为 95%，排放浓度为 0.72mg/m³，可达到《饮食业油烟排放标准》（DB37/597-2006）中的大型规模要求（油烟最高允许排放浓度 1.0mg/m³、油烟净化设施的最低去除效率 90%），项目有组织废气对环境影响较小。

（2）大气环境保护距离

最近居民区距离本项目最近约 0.66km，车辆、船舶等运行过程中产生的尾气为线性非连续污染源，无组织排放废气无超标，对环境空气质量的影响较小；排气筒排放的油烟满足《饮食业油烟排放标准》（DB37/597-2006）表 2 中的大型标准要求，有组织废气对环境影响较小。在落实好工程各污染防治措施的前提下，从环境空气影响角度而言，项目建设可行，本项目大气评价等级为三级，无需进行进一步预测和评价，无需设置大气环境保护距离。

5.6.3 大气环境影响评价自查表

表 5.6.3-1 项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级 与范围	评价等级	一级□		二级□			三级 ☒		
	评价范围	边长=50km□		边长 5~50km□			边长=5km□		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a□		500~2000t/a□			<500t/a ☒		
	评价因子	基本污染物（ SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ ） 其他污染物（ ）					包括二次 PM _{2.5} □ 不包括二次 PM _{2.5} ☒		
评价标准	评价标准	国家标准 ☒		地方标准□		附录 D□		其他标准□	
现状评价	环境功能区	一类区□		二类区 ☒			一类区和二类区 □		
	评价基准年	（2022）年							
	环境空气质量 现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据 ☒			现状补充监测□		
	现状评价	达标区 ☒					不达标区□		
污染源 调查	调查内容	本项目正常排放源 ☒ 本项目非正常排放源 □ 现有污染源□		拟替代的污染源□			其他在建、拟建区域污染源 项目污染源□ □		
大气环境 影响预测	预测模型	AERMOD □	ADM S	AUSTAL2000 □	EDMS/AEDT □		CALPUFF □	网络模型 □	其他 □

与评价			☐					
	预测范围	边长 $\geq 50\text{km}$ ☐		边长 5~50km ☐		边长=5km ☐		
	预测因子	预测因子 ()				包括二次 PM _{2.5} ☐ 不包括二次 PM _{2.5} ☐		
	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率 $\leq 100\%$ ☐				C _{本项目} 最大占标率 $> 100\%$ ☐		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C _{本项目} 最大占标率 $\leq 10\%$ ☐			C _{本项目} 最大占标率 $> 10\%$ ☐		
		二类区	C _{本项目} 最大占标率 $\leq 30\%$ ☐			C _{本项目} 最大占标率 $> 30\%$ ☐		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		C _{非正常} 占标率 $\leq 100\%$ ☐		C _{非正常} 占标率 $> 100\%$ ☐		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 ☐			C _{叠加} 不达标 ☐			
区域环境质量的整体变化情况	k $\leq -20\%$ ☐			K $> -20\%$ ☐				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ()		有组织废气监测: ☐ 无组织废气监测: ☐		无监测 ☒		
	环境质量监测	监测因子: ()		监测点位数 ()		无监测 ☒		
评价结论	环境影响	可以接受 ☒ 不可以接受 ☐						
	大气环境防护距离	无需设置大气环境防护距离						
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a	NO _x : () t/a	颗粒物: () t/a	VOCs: () t/a			

注: “☐”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项

5.7 声环境影响分析

5.7.1 施工期对声环境的影响

(1) 噪声源污染特征分析

本工程施工过程中涉及多种施工机械设备, 主要包括施工船舶、自卸车、装载机、起重机、振捣器等, 根据施工安排会交替使用施工机械, 噪声源随施工位置变化移动; 施工机械种类较多, 施工阶段不同使用机械种类不同, 同时根据实际施工进度, 施工机械数量也会有所变化, 施工噪声影响较为复杂; 另施工机械设备的噪声源强不同, 声级具有一定差别, 各种施工机械的噪声值见表 3.6.2-3; 施工噪声具有暂时性, 施工结束后, 噪声污染随之消失。

(2) 施工期噪声预测方法

工程施工期间的主要噪声为各种施工机械设备，为点声源，其噪声影响随距离增加而逐渐衰减，噪声衰减公式如下：

$$L_A = L_O - 20Lg(r_A / r_O)$$

式中：L_A—距声源为 r_A 处的声级，dB；

L_O—距声源为 r_O 处的声级，dB。

(3) 施工期噪声影响预测评价

施工期边界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。建筑施工场界环境噪声排放限值为昼间 70dB（A），夜间 50dB（A）。

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）及《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014），项目所在区域声环境划分为 2 类功能区，项目执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类环境噪声限值，昼间 60dB（A），夜间 50 dB（A）。

本项目施工机械主要集中在项目区域范围内，本项目夜间不施工，夜间无噪声影响，项目施工期间场界噪声影响情况见表 5.7.1-1。

表 5.7.1-1 施工机械噪声随距离衰减情况 单位：dB(A)

噪声源	距离（m）	5	10	20	30	50	80	100	200
施工船舶	噪声预测 值 dB（A）	89.6	83.6	74.5	74	69.6	65.5	63.6	57.5
推土机		86	80	74	70	66	62	60	54
装载机		90	86	79	75	71	67	65	59
自卸卡车		91.5	85.5	79.5	76	71.5	67.4	65.5	59.5
船载起重机		90	86	79	75	71	67	65	59
打桩机		90	86	79	75	71	67	65	59
汽车式起重机		86	80	74	70	66	62	60	54
内燃叉车		86	80	74	70	66	62	60	54
拉水汽车		86	80	74	70	66	62	60	54
内燃压路机		90	86	79	75	71	67	65	59
钢筋调直机		76	70	64	60	56	52	50	44
钢筋切断机		76	70	64	60	56	52	50	44
柴油发电机		95	91	83	79	75	71	69	63
反铲挖掘机		86	80	74	70	66	62	60	54
钎入式振捣器		88	85	77	73	69	65	63	57
交流电焊机		86	80	74	70	66	62	60	54
混凝土搅拌运输车		90	86	79	75	71	67	65	59
混凝土搅拌机		88	85	77	73	69	65	63	57
灰浆搅拌机		88	85	77	73	69	65	63	57

施工机械、船舶本身的作业噪声较高，但随着距离的增加，噪声逐渐衰减。由上表可以看出，在不考虑施工作业区设置围挡、未采取任何降噪措施的情况下，除柴油发电机外，本项目昼间施工噪声在距施工噪声源 200m 处可满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类环境噪声限值要求；采用施工围挡等措施后，衰减至场界处噪声值约为 56~68dB(A)，施工厂界满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准（昼间 70dB（A）），夜间禁止施工。柴油发电机仅作为备用电源使用，使用时间较短，项目周边 200m 范围内没有典型的声环境保护目标，且项目位于海上，柴油发电机设置于项目中部，距离厂界最近距离约 300m，距离厂界较远，厂界处能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），不会对声环境敏感目标造成影响。随着工程的竣工，施工噪声的影响将不再存在。施工噪声对环境的不利影响是暂时的、短期的行为。

施工期可采取以下措施降低噪声排放：

①提倡安全生产和文明施工，未经相关部门许可，禁止安排午间（12 时至 14 时）夜间（22 时至 6 时）施工；

②施工过程应当尽量根据施工场地的特点，合理布置施工机械，并采取相应的减振、消音、隔音处理措施，降低对场区临近的居民点影响；

③施工中应当选用低噪声型施工设备，降低对周边环境的影响；

④车辆进出施工工地时严禁鸣笛，施工运输车辆途经居民区时应严禁车辆鸣高音喇叭，把人为造成的噪声控制在最低水平；

⑤严格遵守施工噪声相关管理规定，加强管理，尽可能避免或减轻施工噪声对环境的影响。

5.7.2 运营期声环境影响预测与评价

项目空调机、油烟净化器风机、排风扇等部分设备位于室内，其噪声值为 55~85dB（A），由于建筑物阻挡且设备噪声值较低，该部分噪音对环境的影响较小。本项目其他噪声主要来源于进出车辆、摩托艇快艇产生的噪声，摩托艇快艇噪声值约为 70~85dB(A)。为非连续性噪声，可视为点声源。发生点主要位于摆渡码头。

采用《环境影响评价技术-声环境》（HJ2.4-2021）推荐的工业噪声预测模式，预测本项目对场界的噪声贡献和对周围声环境的影响。

$$L_p(r) = L_p(r_0) - (A_{div} + A_{atm} + A_{bar} + A_{gr} + A_{misc})$$

式中：LP(r)为预测点的声压级；LP(r0)为参考位置 r0 的声压级；A_{div} 为声波几何发散引起的衰减；A_{atm} 为大气吸收引起的衰减；A_{gr} 为地面效应引起的衰减；A_{bar} 为障碍物屏蔽引起的衰减；A_{misc} 为其他多方面效应引起的衰减。

本评价根据各噪声源的噪声水平及其采取的降噪及隔声效果，不考虑大气吸收、地面效应、声屏障以及其他多方面效应的衰减量，只考虑几何发散引起的衰减量，来预测本工程主要噪声源对周围声环境的影响。几何发散引起的 A 声级衰减量的计算公式如下：

$$A_{div} = 20 \lg(r/r_0)$$

对多个声源同时存在时，其总 A 声级用下式计算：

$$L_n = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

现状监测值与预测贡献值叠加的预测总 A 声级计算公式如下：

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

式中，Leq 为预测点的噪声预测值；Leqg 为建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值；Leqb 为预测点的背景噪声值。

采用上述预测模式计算厂界外 1m 处的噪声影响预测结果，见下表所示。

表 5.7-2 本项目场界噪声影响预测结果 dB(A)

预测点	贡献值 dB(A)	评价标准		达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间
西场界	27.0	60	50	达标	达标
南场界	36.6	70	55	达标	达标
东场界	50.0	65	55	达标	达标
北场界	29.8	60	50	达标	达标

从预测结果可以看出，本项目场界四周的噪声贡献值为 23.6~50.0dB(A)，场界处均达标，南边界、东边界噪声满足《社会生活环境噪声排放标准》（GB22337-2008）中的 4 类标准，西边界、北边界噪声满足《社会生活环境噪声排放标准》（GB22337-2008）中的 2 类标准。项目仅白天进行营业，周边 200m 范围内没有典型的声环境保护目标，距离最近的居民区约 0.66km，距离较远，项目建设不会对其产生影响，因此项目运营期不会对周边声环境产生明显影响。

从声环境角度出发，本工程的建设是可行的。

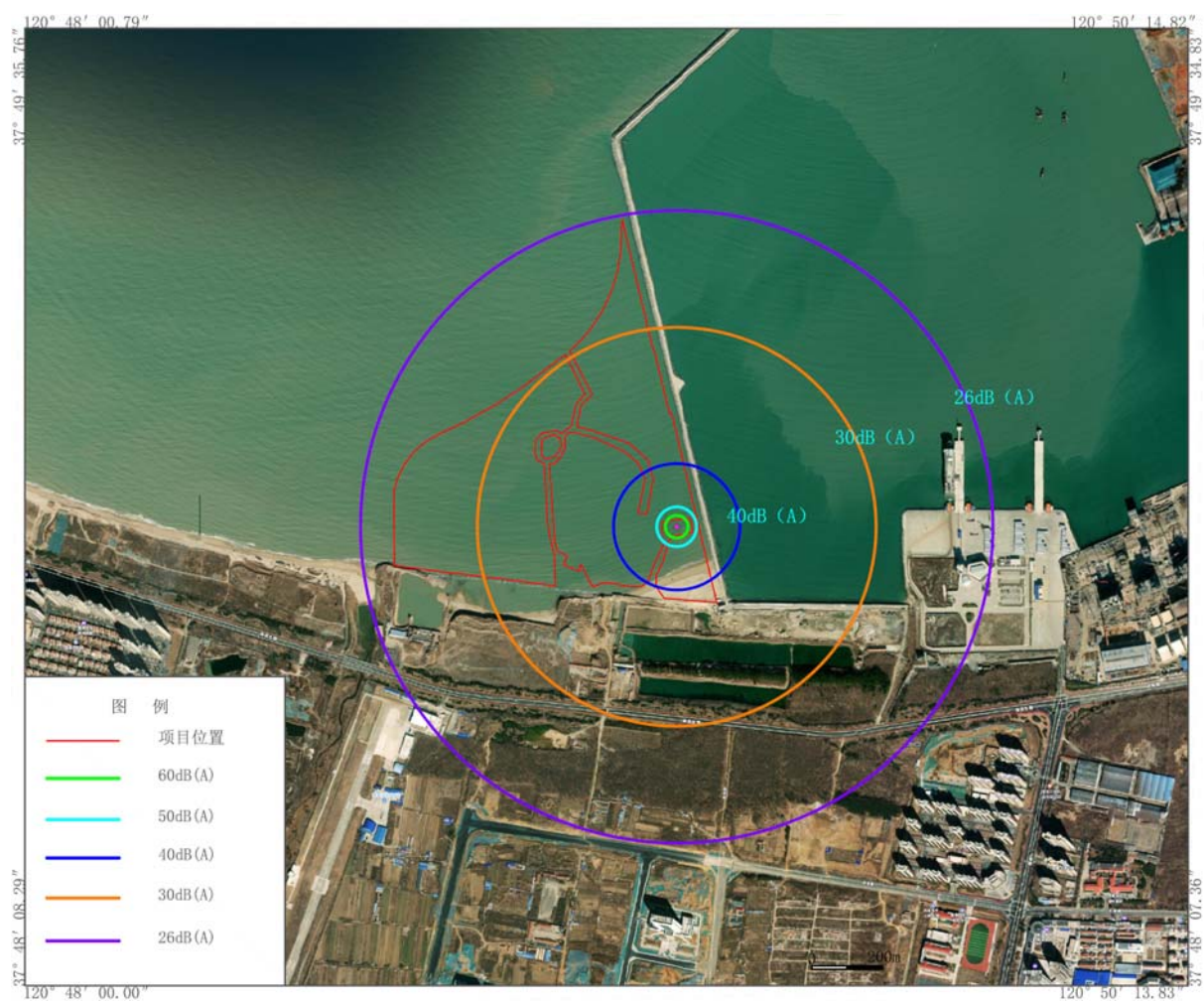


图 5.7-1 本项目噪声等值线图

5.7.3 声环境影响评价自查表

表 5.7.3-2 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级 与范围	评价等级	一级 ☐ 二级 ☒ 三级 ☐					
	评价范围	200m ☒ 大于 200m ☐ 小于 200m ☐					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
评价标准	评价标准	国家标准 ☒ 地方标准 ☐ 国外标准 ☐					
现状评价	环境功能区	0 类区 ☐	1 类区 ☐	2 类区 ☒	3 类区 ☐	4a 类区 ☐	4b 类区 ☐
	评价年度	初期 ☐		近期 ☒		中期 ☐ 远期 ☐	
	现状调查方法	现场实测法 ☒ 现场实测加模型计算法 ☐ 收集资料 ☐					
	现状评价	达标百分比		100%			
噪声源 调查	噪声源调查方法	现场实测 ☐ ☒ 已有资料 ☐ 研究成果 ☐					
声环境影 响预测与 评价	预测模型	导则推荐模型 ☒				其他 ☐ ____	
	预测范围	200 m ☒		大于 200 m ☐		小于 200 m ☐	
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
	厂界噪声贡献值	达标 ☒				不达标 ☐	
	声环境保护目标处噪声值	达标 ☒				不达标 ☐	
环境监测 计划	排放监测	厂界监测 ☒ 固定位置监测 ☐ 自动监测 ☐ 手动监测 ☐ 无监测 ☐					
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子:()			监测点位数 ()		无监测 ☐
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐					
注“ ☐ ”为勾选项 , 可v; “ () ”为内容填写项。							

5.8 固体废物环境影响分析

施工期、运营期生活垃圾统一收集由环卫部门统一清运,餐厨垃圾、废油脂交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置,定期将化粪池污泥清掏外运,填埋或用作肥料;项目机械、摩托艇、快艇等维修在定点维修点进行,厂区不产生废机油、维修固废等危险废物。项目产生的固体废物不直接向环境排放,不会对环境造成明显影响。

5.9 敏感目标环境影响评价

项目周边环境敏感区主要为养殖区、保护区、国家级海洋公园、国家地质公园、河口等。

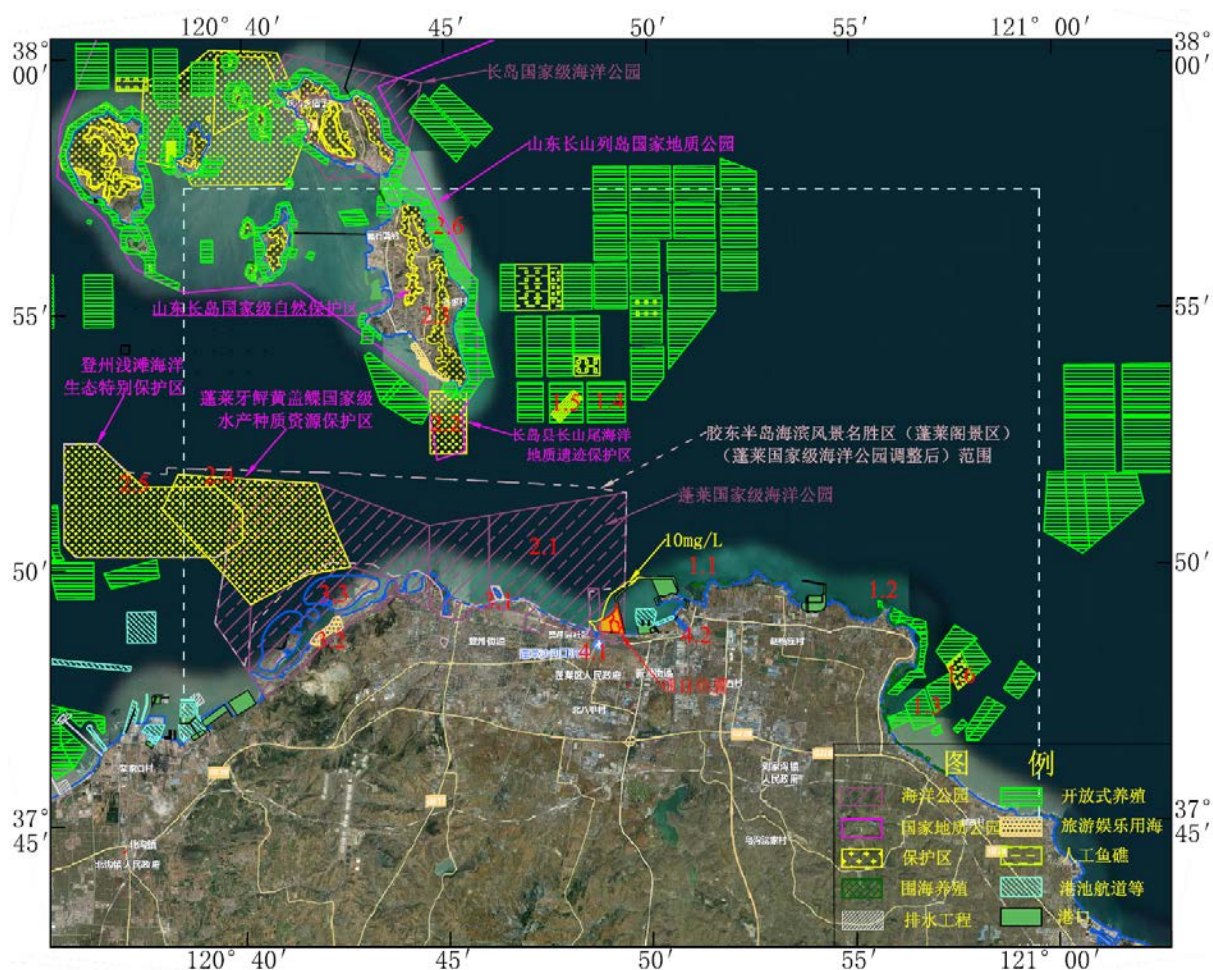


图 5.9-1 项目敏感目标与 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围叠置图

5.9.1 对养殖区的影响

项目周边的养殖区主要为项目东侧最近 2.8km 的围海养殖区、东侧最近 8.2km 的底播养殖区、东南侧最近 10.5km 的筏式养殖区、东南侧最近 11.7km 的宗哲养殖公司海洋牧场项目和北侧最近 6.6km 的长岛附近海域人工鱼礁、开放式养殖区。

根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果，施工期间产生的 10mg/L 浓度悬浮泥沙向 NE 最大扩散距离约 1.4km，向 N 最大扩散距离约 0.7km，向 W 最大扩散距离约 0.5km。从悬浮泥沙扩散影响的角度来看，施工期产生的悬浮泥沙会对周边养殖区均不会产生明显影响；同时，随着施工结束，悬浮泥沙含量将迅速恢复到本底值，且施工产生的污水和固废均不向海域内排放，项目施工对周边养殖区的水质环境和生态环境不会产生明显影响。

施工船舶作业范围主要集中在工程附近，不会进入养殖范围内，但是，施工单位必须切实做好施工船舶的管理工作，严禁施工船舶向海域内违规倾倒污水，乱扔垃圾，杜

绝此类人为因素对海洋环境的影响，从而避免对养殖区带来的潜在危害。另外，须在船舶作业范围边缘处设置水上警示标志物，提醒养殖渔船绕行施工作业区，避免相互干扰。

工程施工及运营期间产生的污水和固废均得到妥善处置，不向海域内排放，不会对周边养殖区的水质环境和生态环境造成不利影响。

5.9.2 对保护区的影响分析

《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态评估报告》（报批稿）中对保护区的影响评估结论为“项目施工产生的 10mg/L 悬浮泥沙会扩散至蓬莱国家级海洋公园的生态与资源恢复区、适度利用区内，造成海洋生物资源造成一定的损失，但随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响将不复存在。项目建设对蓬莱国家级海洋公园的影响较小。项目距离其他保护区较远，不会对其他保护区产生不利影响”；《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态保护修复方案》中修复措施主要为增殖放流和岸线“占补平衡”，具体措施见报告 7.1.5 节。

项目位于蓬莱国家级海洋公园，蓬莱国家级海洋公园优化整合为胶东半岛海滨风景名胜區（蓬莱阁景区），目前蓬莱国家级海洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复，国家林业和草原局 自然资源部《关于全国自然保护地整合优化调整情况的公示》见附件 19，项目距离胶东半岛海滨风景名胜區最近距离约 0.3km。

（1）蓬莱国家级海洋公园

蓬莱国家级海洋公园分为重点保护区、生态与资源恢复区和适度利用区 3 个功能区，总面积 6829.9 公顷。其中，重点保护区 2130.5 公顷，生态与资源恢复区 1389.9 公顷，适度利用区 3309.5 公顷。陆地面积 467.4 公顷，占海洋公园总面积的 6.8%；海域面积 6362.4 公顷，占海洋公园总面积的 93.2%。各功能区的面积与分布位置见表 3.1.2-2 和图 3.1.2-1。

重点保护区：面积约 2130.5 公顷；包括：蓬莱阁、水城及浴场沙滩重点保护区，蓬莱西海岸浅滩生物资源重点保护区。

生态与资源恢复区：面积约 1389.9 公顷；包括：平山河口生态保护与景观区，蓬莱西海岸生态与资源恢复区。

适度利用区：面积约 3309.5 公顷。包括：蓬莱西海岸科研综合利用区，蓬莱唐风港旅游综合利用区，八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区。

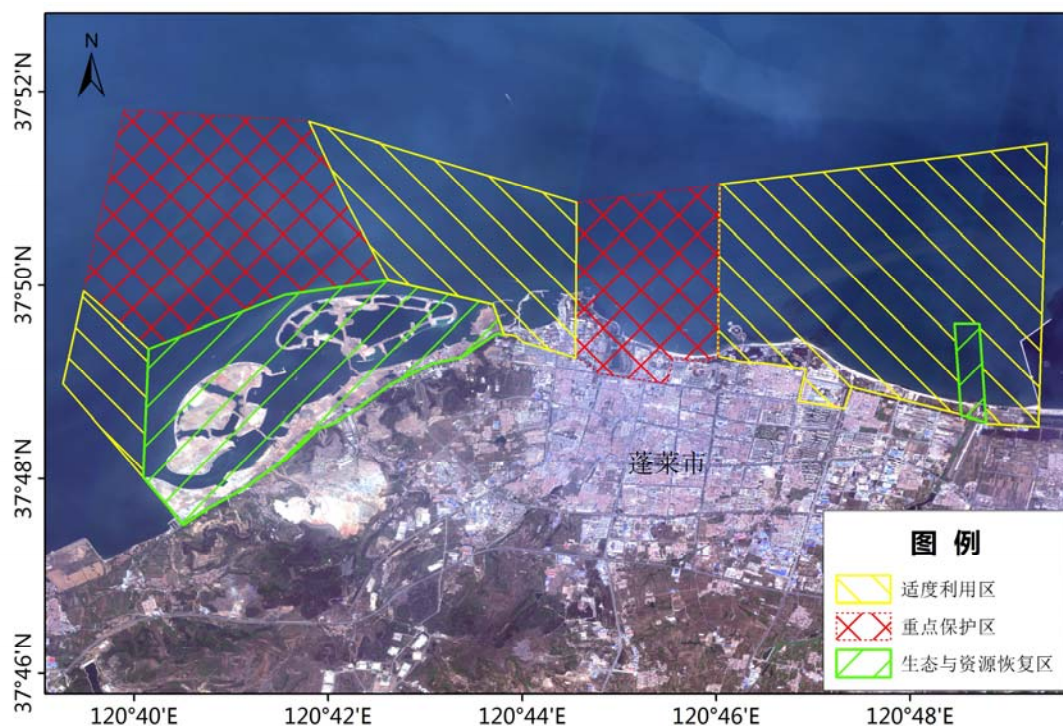


图 5.9.2-1 蓬莱国家级海洋公园功能分区图

表 5.9.2-1 蓬莱国家级海洋公园各功能分区面积及占比

名 称	面积（公顷）	占比
重点保护区	2130.5	31.19%
生态与资源恢复区	1389.9	20.35%
适度利用区	3309.5	48.46%
合 计	6829.9	100%

1) 重点保护区

本区重点保护目标为蓬莱阁等历史文化遗迹、海洋公园浅滩沙质资源及牙鲆和黄盖鲷等海洋生物资源。维持与改善海岸带及周边环境，使区域内自然资源得到妥善的保护和修复。此区域严格限制任何不利于重点保护目标保护的建设活动，减少周边开发活动的干扰，同时通过保护管理和积极的资源与环境修复，维持与改善海洋公园内海洋生态环境及海洋生物资源，使区域内的生态环境得到有效保护。鼓励进行文物保护修复及其它生态环境修复工作，并在保护园区内自然环境及历史遗迹、文物的前提下，可以开展对于重点保护区的观光活动。

①蓬莱阁、水城及浴场沙滩重点保护区

蓬莱阁、水城及浴场沙滩重点保护区位于蓬莱国家海洋公园的中部最北端，从蓬莱田横山的黄渤海分界点到沙滩浴场东部的八仙渡为界。主要保护蓬莱阁、水城历史文化遗迹、丹崖山与田横山风景区、海底礁盘、熔岩台地海岸与优质的沙滩景观资源。

②蓬莱西海岸浅滩海洋资源重点保护区

该海域主要是修复海洋生物栖息地，加强对生物资源的保护，保护登州浅滩沙质资源与海洋生态系统，主要保护对象为浅滩沙质资源，褐牙鲈、钝吻黄盖鲽等主要经济鱼类。是蓬莱牙鲈黄盖鲽国家级水产种质资源保护区的主要海域。

2) 适度利用区

在确保生态系统安全的前提下，通过科学论证利用海洋资源。在确保对生态环境修复和保护的前提下，可以以适度改变自然属性的方式进行海洋公园基础设施建设，但需经过严格论证。例如：修缮海洋公园内已有码头，建设救助机场等。通过科学规划、合理布局，在满足保护需求的前提下，开发海上游乐、渔业文化等生态旅游产品，实现资源价值最大化。鼓励实施与保护目标相一致的生态型资源利用项目，建立协调的海洋生态经济模式，允许从事生态旅游业、休闲渔业、无害化科学试验场以及其他经依法批准的行业活动。

①蓬莱西海岸科研综合利用区

蓬莱西海岸科研综合利用区位于海洋公园的西部，人工岛西，栾家口港区东侧，主要用于各类海洋科学研究及生态性开发项目。

②蓬莱避风港旅游综合利用区

唐风港旅游综合利用区位于海洋公园中部，西至西庄村（与蓬莱渔港相接），东至田横山黄渤海分界线，为蓬莱的老港区。内有蓬莱渔港，客运旅游码头，蓬莱海洋极地世界等。

③八仙渡至海洋王国旅游利用区

八仙渡至海洋王国旅游利用区位于海洋公园东部，抹直口东北，从八仙渡至海洋王国东侧。该区域是当地群众传统的赶海亲水区，主要功能为开展生态旅游，区内有八仙过海、三仙山风景区、欧乐堡梦幻世界、海市公园旅游等景区。该区将在确保生态系统安全的前提下，通过严格论证完善区内基础设施建设（如修缮区内码头，建设救助机场等），科学利用海洋资源。

3) 生态与资源恢复区保护目标

生态与资源恢复区作为适度利用区和重点保护区的中间，该区作为过渡带，在海岸带生态保护与景观区内，主要在进行自然岸线及海岸带综合整治修复、平山河等河流及湿地综合治理、交通部救助机场建设、蓬莱客港搬迁等项目，建设的项目均需通过海洋公园管理部门及其它相关部门的严格论证。通过一系列生态修复工程，维护园区内的海

洋生态系统服务功能，保护海洋经济生物资源栖息、繁衍地。在保护和修复海洋公园内自然资源的基础上，可适当开发亲水平台等滨海旅游度假项目。

2014 年 3 月蓬莱国家级海洋公园获得批复，海洋王国欢乐海洋项目于 2012 年 12 月获得山东省人民政府用海批复，项目批复的时间早于蓬莱国家级海洋公园批复时间。

项目 42.6327hm² 填海区和 3.6927hm² 水系区域位于适度利用区（蓬莱国家级海洋公园八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区），其余 2.3412hm² 填海区位于生态与资源恢复区（平山河口生态保护与景观区）内，距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km。

根据《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿），“八仙渡至海洋王国旅游利用区位于海洋公园东部，抹直口东北，从八仙渡至海洋王国东侧。该区域是当地群众传统的赶海亲水区，主要功能为开展生态旅游，区内有八仙过海、三仙山风景区、欧乐堡梦幻世界、海市公园旅游等景区。该区将在确保生态系统安全的前提下，通过严格论证完善区内基础设施建设（如修缮区内码头，建设救助机场等），科学利用海洋资源。”“生态与资源恢复区作为适度利用区和重点保护区的中间，该区作为过渡带，在海岸带生态保护与景观区内，主要在进行自然岸线及海岸带综合整治修复、平山河等河流及湿地综合治理、交通部救助机场建设、蓬莱客港搬迁等项目，建设的项目均需通过海洋公园管理部门及其它相关部门的严格论证。通过一系列生态修复工程，维护园区内的海洋生态系统服务功能，保护海洋经济生物资源栖息、繁衍地。在保护和修复海洋公园内自然资源的基础上，可适当开发亲水平台等滨海旅游度假项目。”

适度利用区和生态与资源恢复区未明确具体保护对象，项目距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km，项目建设不会对重点保护区产生影响。本项目通过填海的方式建设海洋旅游项目，主要规划形成“一中心一基地一码头”的结构，打造“滨海旅游”为特色的高端休闲度假区域，符合八仙渡至海洋王国旅游利用区“主要功能为开展生态旅游”的要求。

本项目西侧 2.3412hm² 填海区域位于蓬莱国家级海洋公园平山河口生态保护与景观区内，不占平山河河口，距离河口约 52m，由地形地貌冲淤环境模拟结果来看，工程建成平山河河道内呈微冲刷状态，河口外冲淤环境变化不大，项目建设后对平山河河口纳潮量和泄洪能力不会产生明显影响。本项目主要进行旅游娱乐项目建设，建成后有利于提升该岸段的景观，并通过岸线修复等形式进行生态修复，符合生态与资源恢复区“在保护和修复海洋公园内自然资源的基础上，可适当开发亲水平台等滨海旅游度假项目”的要求。

因此，海洋王国欢乐海洋项目建设有利于蓬莱国家级海洋公园整体功能的发挥，符合蓬莱国家级海洋公园主要保护管理目标要求。

（2）胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区）

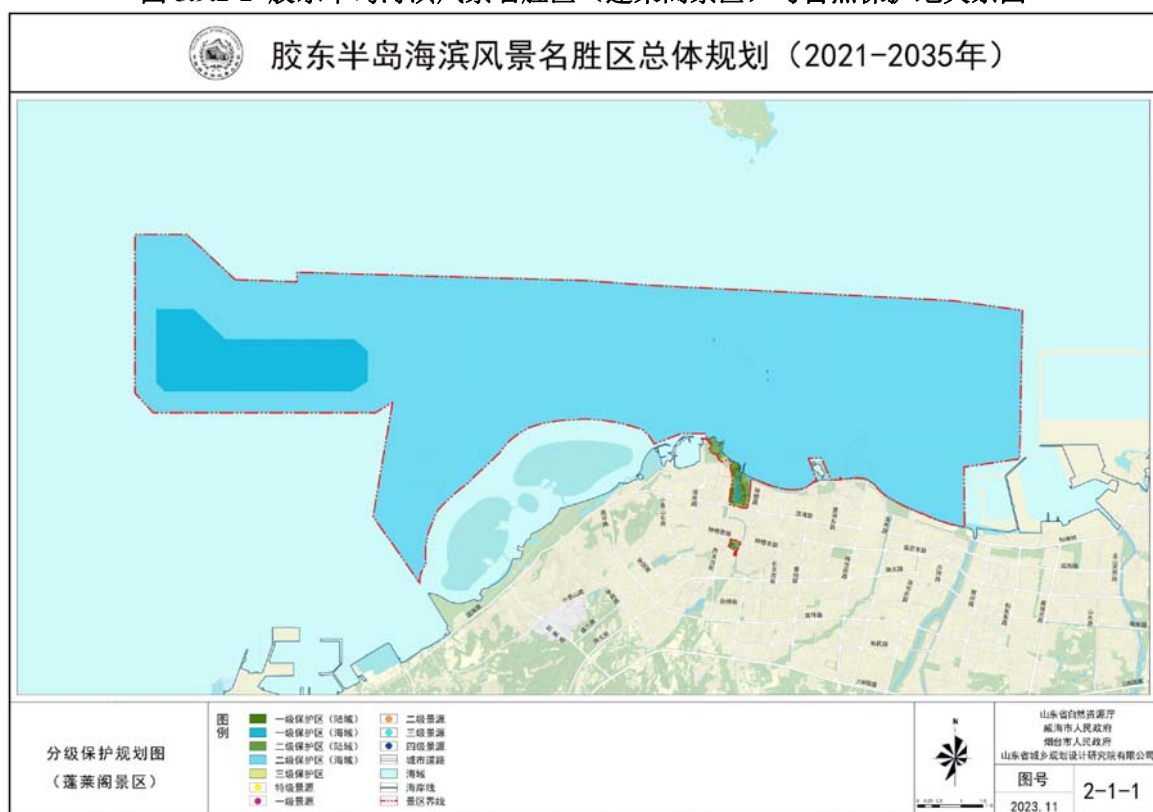
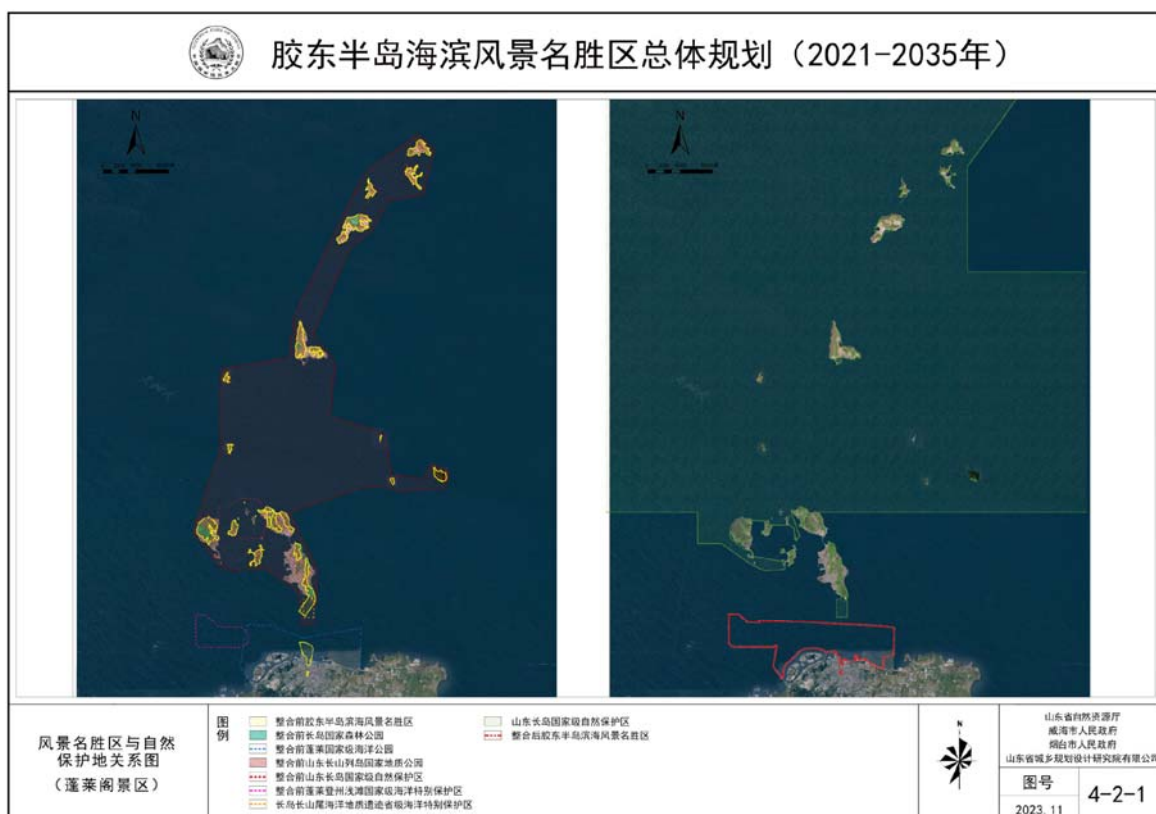
目前，蓬莱国家级海洋公园优化整合为胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区），优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复。本节引用《胶东半岛海滨风景名胜区总体规划（2021-2035 年）》中相关内容。

风景名胜区由烟台市蓬莱阁景区、威海市刘公岛和成山头景区 3 个景区组成，总面积 109.91 平方公里，其中陆域面积 4.48 平方公里，海域面积 105.43 平方公里。地理坐标为东经 120° 35'34"~122° 42'20"，北纬 37° 23'18"~38° 52'30"。项目位于胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区）（图 5.9.2-3）。

根据《胶东半岛海滨风景名胜区总体规划（2021-2035 年）》，“整合优化前蓬莱阁景区与蓬莱国家级海洋公园进行交叉重叠整合优化后将蓬莱登州浅滩国家级海洋特别保护区和蓬莱国家级海洋公园并入胶东半岛海滨风景名胜区蓬莱阁景区，不再存在交叉重叠问题”（图 5.9.2-2）。

将风景名胜区划分为一级、二级和三级保护区，实施分级控制保护，并对一、二级保护区实施重点保护控制。蓬莱阁景区一级保护区面积 6.87km²，二级保护区面积 74.26 km²（包括陆域 1.15 km²，海域 73.1 km²），三级保护区 0.02 km²，具体见图 5.9.2-3。

本项目不在优化整合后的自然保护地内（原蓬莱国家级海洋公园优化为胶东半岛海滨风景名胜区），最近距离约 326m（见图 5.9.2-4）。项目护岸抛石施工期间产生的 10mg/L 悬浮泥沙会局部进入胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区），但随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响会很快消失，对胶东半岛海滨风景名胜区的影响较小。运营期间，生活污水和垃圾等回收处理，不向海域排放，不会对胶东半岛海滨风景名胜区产生影响。项目建成有利于提升附近海域的景观。因此，本项目建设与胶东半岛海滨风景名胜区相协调。



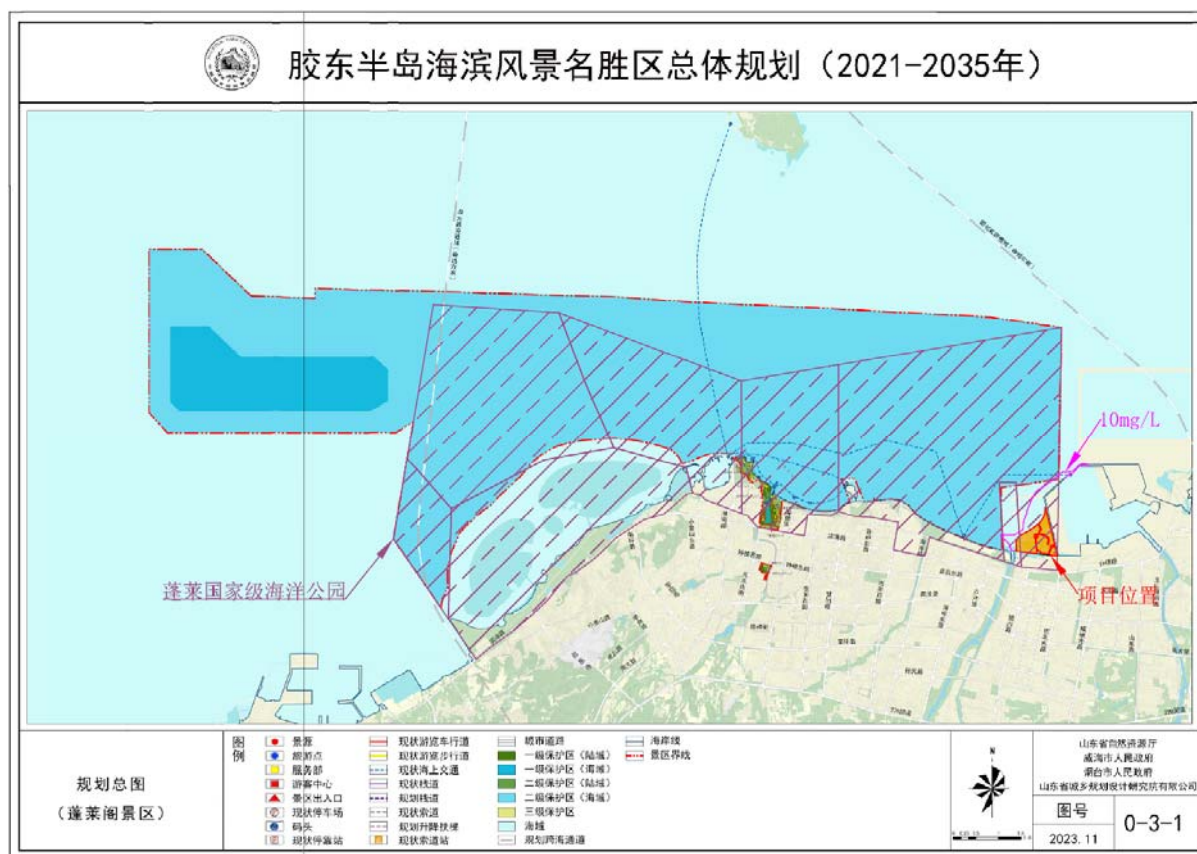


图 5.9.2-4 项目与胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区）、蓬莱国家级海洋公园叠置图

项目周边的保护区主要为西北侧 7.8km 的长岛县长山尾海洋地质遗迹保护区、西北侧 9.9km 的山东长岛国家级自然保护区、西北侧 9.3km 的蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、西北侧 13.3km 的登州浅滩海洋生态特别保护区、西北侧 7.9km 的山东长山列岛国家地质公园。项目距离这些保护区较远，项目建设不会对这些保护区产生影响。

5.9.3 对河口的影响分析

项目距离平山河河口最近 0.06km，项目填海总面积为 44.9739hm²，标高为+5.0m（85 高程）。项目不占用河道范围。由于受蓬莱东港西防波堤掩护，工程区及河口附近海域潮流流速较小，且在蓬莱东港西防波堤西侧形成涡流，潮流在平山河河口附近主要沿岸线呈东西方向流动。项目建设后河口附近潮流流速呈减小趋势，河道内潮流流速变化很小，项目建设对河道内的流速影响很小。由于西向浪的沿岸输砂作用，项目建成后河口处呈淤积趋势，岸线可能向海推进，但区域淤积量较小，小于 0.2cm/a。

平山河为短源季节性河流，雨季洪水量小，项目西侧靠近河口的填海区域总体与平山河河道走向平行，目前河口西侧无构筑物，平山河在河口处有充足的泄洪空间，项目建设基本不会改变洪水期河道的流逝、流态。烟台市蓬莱区水务局项目于 2011 年、2024

年两次出具了《关于“海洋王国”综合旅游开发项目建设的审核复函》，均认为项目建设不影响河道行洪安全，同意项目的建设，详见附件 18。

综上所述，项目建设对平山河入海口行洪、河口水文、水动力的影响较小。

5.9.4 对港口的影响分析

根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，本项目位于现行的《烟台港总体规划（2016-2030）》的港界范围之外，与烟台港蓬莱东港区相互独立。项目紧邻蓬莱东港，依托蓬莱东港西防波堤进行填海建设。

（1）施工期间对港口航运业的影响分析

本工程施工船舶包括 8m^3 抓斗式挖泥船、 2000m^3 驳船、起重船等，施工船舶依托蓬莱东港输运、停靠；施工作业范围在工程周边，工程施工不占用蓬莱东港港池、航道等。项目施工会增加附近船舶的通航密度，影响船舶进出，间接影响蓬莱东港的正常运行。施工期间应严格控制船舶作业范围和行驶路线，设立警示牌，尽量相互避让，双方做好沟通和调度管理，避免相互干扰。蓬莱东港已出具相关证明，证明项目建设不会对蓬莱东港正常运营产生影响（见附件）。

（2）运营期间对港口航运业的影响分析

项目运营期摩托艇、快艇等在项目水系内航行，不进入外侧海域，因此运营期不会对蓬莱东港船舶通行产生影响。根据数值模拟结果，项目建设对港区水动力、地形地貌冲淤环境影响较小，工程建设不会对港口航运业产生明显影响。

本项目为滨海旅游项目，主要功能为旅游、训练，项目开展将吸引更多的游客到蓬莱地区观光旅游，对于兼顾客滚运输的港口来说，将增加其客运量，有利于港口的发展。

6 环境风险评价

环境风险评价就是以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标,对项目的环境风险进行分析、预测和评估,提出环境风险预防、控制、减缓措施,明确环境风险监控及应急建议要求,为项目环境风险防控提供科学依据。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018),本工程环境风险评价等级为简单分析,环境风险潜势为 I,按照导则有关要求对环境风险评价。

6.1 环境风险调查

6.1.1 风险调查

工程施工期间,存在船舶发生碰撞、倾覆等事故,造成燃油泄漏入海,对附近海域生态环境造成严重影响,因此工程涉及到的风险物质主要为柴油。工程运行期间,主要摩托艇、快艇等位于项目水系内航行,水系内泊稳条件良好,发生碰撞可能性较小。摩托艇为电力驱动,碰撞后不会产生溢油;快艇为柴油驱动,载油量很小,发生碰撞后主要在水系内扩散,基本不会影响到外侧海域。

除此之外,可能由于海洋灾害(如风暴潮、海冰等)和火灾导致用海项目发生意外事故。

6.1.2 环境敏感目标情况

根据前述环境敏感目标调查,结合本项目环境事故类型及环境风险危害途径,确定的风险环境敏感目标为周边养殖区和保护区等,防止风险危害经由水体破坏风险环境敏感目标的水质环境,进而对浮游生物、鱼虾贝类、底栖生物等带来危害。

6.2 环境风险识别

6.2.1 海洋环境风险类型

海洋环境风险一般来自两个方面。一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件对海域资源、环境造成的危害;另一方面是由于海洋灾害(如风暴潮、海冰等)导致用海项目发生意外事故,对海域资源、环境造成的危害。所谓环境风险是指突发性灾难事故造成重大环境污染的事件,它具有危害性大、影响范围广等特点,同时风险发生又有很大的不确定性,一旦发生,对环境会产生较大影响,本工程的灾害性风险如下:

- (1) 船舶碰撞溢油事故风险
- (2) 风暴潮、台风灾害风险

(3) 地震风险

(4) 火灾风险

6.2.2 环境风险类型及危害

6.2.2.1 项目确定的主要环境风险类型

本工程溢油事故风险主要来源于施工期船舶发生碰撞引起的溢油事故，报告主要对船舶碰撞溢油情况进行分析。

6.2.2.2 油类污染的危害

1) 溢油对鸟类的危害

海面上的溢油对鸟类的危害最大，尤其是潜水摄食的鸟类。这些鸟类以海洋浮游生物及鱼类为食，当接触到油膜后，它们的羽毛能浸吸油类，从而失去防水、保温能力。另一方面它们因不能觅食而用嘴整理自己的羽毛，摄取溢油，造成内脏的损伤，最终它们会因饥饿、寒冷、中毒而死亡。在溢油事故发生时，从保护自然生态的角度急救鸟类的工作是非常重要的。

2) 溢油对海洋浮游生物的影响

浮游生物是最容易受污染的海洋初级生物，一方面它们对油类的毒性特别敏感，即使在溢油浓度很低的情况下它们也会被污染；另一方面浮游生物与水体是连成一体，海面浮油会被浮游生物大量吸收，并且，它们又不可能像海洋动物那样避开污染区。另外，海面油膜对阳光的遮蔽作用影响着浮游植物的光合作用，会使其腐败变质。变质的浮游植物以及细胞中进入碳氢化合物的藻类都会危及以浮游生物为食的海洋生物的生存。一旦浮游生物受到污染，其它较高级的海洋生物也会由于可捕食物的污染而受到威胁。如果在溢油海域喷洒溢油分散剂，并且该水域的交换能力差，那么，被分散的油对海洋生物的危害将更为严重。

3) 溢油对渔业的危害

成鱼有着非常敏感的器官，因此，它们一旦嗅到油味，会很快地游离溢油水域。而生活在近岸浅水域的幼鱼更容易受到溢油的污染。当毒性较大的油进入浅水湾时，不论是自然原因还是使用分散剂，都会对该水域的幼鱼造成多方面的危害。油对成鱼的长期影响主要是鱼的饵料。

4) 溢油对水产业的危害

养鱼场网箱里的鱼因不会逃离，受溢油污染后将不能食用。近岸养殖的扇贝、海带

等也是如此。另外，用于养殖的网箱受油污染后很难清洁，只有更换才能彻底消除污染，这样的费用是十分昂贵的。

5) 溢油对浅水域及岸线的影响

浅水域通常是海洋生物活动最集中的场所，如贝类、幼鱼等活动在该区域，也包括海草层。溢油对该类水域的污染异常敏感，造成的危害在社会上反应强烈。如果在这类水域使用溢油分散剂，造成的危害会更大。因此，当溢油污染会波及到该类水域时，决策者的首选对策应是如何避免污染，而不是等待污染后再采取清除措施，更不适合使用分散剂。

溢油对岸线沙滩的污染威胁，直接影响到旅游业。靠海滨浴场、沙滩发展的旅游业是有季节性的，在溢油发生的初始阶段首先要考虑这一问题，以便及时地采取措施，把溢油对旅游业的影响控制到最低程度。

6) 溢油对码头、工业的危害

项目施工船舶依托蓬莱东港进出，码头对溢油也是非常敏感的，通常情况下需要对港区水域进行清理，这势必会影响到船舶的进出港。要对被污染的游艇和船舶采取清洁措施，这种操作的费用也是较高的。由于溢油对不同岸线的影响是不同的，因此它们对溢油的敏感性也不同。溢油事故发生时，要根据各类岸线对溢油的敏感程度排列优先保护次序，以供决策者确定应急对策。溢油对环境的危害程度还与环境自身的特征有关。溢油发生地点是否是敏感区，溢油发生的季节是否是鱼类产卵期、收获期，不同的海况等，都影响溢油的危害程度。相同规模的溢油事故，发生在开阔水域要比发生在封闭水域的危害程度低；发生在海洋生物生长期要比发生在其产卵繁殖期的危害低。

6.2.3 船舶碰撞溢油事故分析

(1) 主要风险事故源强确定

本工程溢油事故风险主要来源于施工期作业船舶与蓬莱东港过往船舶发生碰撞引起的溢油事故。根据交通部海事局统计，1997~2002 年沿海船舶溢油事故总平均溢油量为 47 吨/起；操作性事故平均溢油量为 4.47 吨/起。施工采用目前国内常用施工船舶（8m³ 抓斗式挖泥船、2000m³ 驳船、起重船），根据《水上溢油环境风险评估技术导则 JT/T 1143-2017》附录 C 表 C.9，燃油载油量约为 306t，按燃油舱的油全部泄漏预测，因此，本工程施工期船舶碰撞燃油泄露量约为 306t，考虑在 1 小时内泄漏入海。

因为项目紧邻蓬莱东港防波堤进行建设，项目邻近海域船舶较少，项目施工船舶多从蓬莱东港出发，可能会与进出蓬莱东港的船舶碰撞，溢油地点取蓬莱东港进港口门位

置，溢油油种为燃料油。

(2) 最大可信事故类型

根据统计资料分析，拟建工程最大可信事故为船舶因碰撞等事故而发生溢油。

6.3 环境风险评价

6.3.1 溢油事故评价

(1) 海上油膜动态预测模式简介

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。油粒子模型是基于拉格朗日体系，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。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化，再通过热量平衡计算模拟出油膜温度的变化，最后根据油膜的组分变化和温度变化计算出油膜物理化学性质的变化。

①扩展运动：采用修正的 Fay 重力—粘力公式计算油膜扩展

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

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

油膜体积为： $V_{oil} = \pi R_{oil}^2 h_s$

初始油膜厚度 $h_s=10\text{cm}$ 。

②漂移运动：油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算

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

其中 U_w 为水面以上 10m 处的风速； U_s 为表面流速； c_w 为风漂移系数，一般在 0.03 和 0.04 之间。

风场数据从气象部门获得，而流场从二维水动力模型计算结果获得。但是一般二维水动力模型计算出的是垂向平均值，必须据此估算流速的垂向分布。假定其符合对数关系

$$V(z) = \frac{U_f}{\kappa} \ln\left(\frac{h-z}{k_n/30}\right)$$

其中 z 为水面以下深度； $V(z)$ 为对数流速关系； κ 为冯卡门常数（0.42）； k_n 为 Nikuradse 阻力系数； U_f 为摩阻速度，定义为

$$U_f = \frac{V_{mean} \kappa}{\ln\left(\frac{h}{k_n/30} - 1\right)}$$

其中 V_{mean} 为平均流速。 $z = h - \frac{k_n}{30}$

当水深大于此位置时模型假定对流速度为 0。当 $z=0$ 时，即可求出表面流速 U_s ：

$$U_s = V(0)$$

③紊动扩散：假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 α 方向上的可能扩散距离 S_α 可表示为

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \sqrt{6D_\alpha \Delta t}$$

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

④风化过程：油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组成发生改变，但油粒子水平位置没有变化。对轻质油主要考虑蒸发的影响。

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定：

在油膜内部扩散不受限制（气温高于 0℃ 以及油膜厚度低于 5—10cm 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

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

其中 N 为蒸发率； k_e 为物质输移系数； P^{SAT} 为蒸气压； R 为气体常数； T 为温度； M 为分子量； ρ 为油组分的密度； i 为各种油组分。 k_{ei} 由下式估算

$$k_{ei} = kA_{oil}^{0.45} S_{ci}^{-2/3} U_w^{0.78}$$

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

⑤热量迁移：蒸气压与粘度受温度影响，而且观察发现通常油膜的温度要高于周围的大气和水体。

a 油膜与大气之间的热量迁移：油膜与大气之间的热量迁移可表达为

$$H_T^{oil-air} = A_{oil} k_H^{oil-air} (T_{air} - T_{oil})$$

$$k_H^{oil-air} = k_m \rho_a C_{pa} \left(\frac{S_c}{P_r} \right)^{0.67}$$

其中 T_{oil} 为油膜温度； T_{air} 为大气温度； ρ_a 为大气密度； C_{pa} 为大气的热容量；

$P_r = \frac{C_{pa} \rho_a}{0.0241(0.18055 + 0.003T_{air})}$ ，为大气 Prandtl 数。当蒸发可忽略不计时， $k_H^{oil-air}$ 可简

单用下式计算

$$k_H^{oil-air} = 5.7 + 3.8U$$

b 太阳辐射：油膜接受的太阳辐射取决于许多因素，其中最重要的为溢油位置、日期、时刻、云层厚度以及大气中的水、尘埃、臭氧含量。一天中的太阳辐射变化可假定为正弦曲线：

$$H(t) = \begin{cases} K_t H_0^{\max} \sin\left(\pi \frac{t - t_{sunrise}}{t_{sunset} - t_{sunrise}}\right) & t_{sunrise} < t < t_{sunset} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

其中 $t_{sunrise}$ 为日出时刻（午夜后秒数）； t_{sunset} 为日落时刻（午夜后秒数）； T_d 为日长，即 $t^{sunset} = t^{sunrise} + T_d$ ，由下式计算：

$$T_d = a \cos(\tan \phi \tan \zeta)$$

其中 ϕ 为纬度； ζ 为太阳倾斜角度（太阳在正午时与赤道平面的角度），

$$\zeta \cong 23.45 \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) H_0^{\max} \text{ 为正午的星际辐射，}$$

$H_0^{\max} = \frac{12K}{t_{\text{sunset}} - t_{\text{sunrise}}} I_{sc} (1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365}) (\cos \phi \cos \zeta \sin \omega_h + \omega_h \sin \phi \sin \zeta)$ 其中 I_{sc} 为太阳常数 (1.353 W/m^2) ; n 为一年中日数。 ω_h 为日出的小时角度, 正午时为 0, 每小时等于 15 (上午为正) ; K_t 为系数, 晴天时取 0.75, 随着云层厚度增加而减少, 很大一部分的太阳辐射到达地面时已被反射, 因此净热量输入为

$$(1-a)H(t)$$

其中 a 为漫射系数 (albedo) 。

③蒸发热损失: 蒸发将引起油膜热量损失

$$H^{\text{vapor}} = \sum_i N_i \Delta H_{vi} [\text{W/m}^2] \text{ 其中 } \Delta H_{vi} \text{ 为组分 } i \text{ 的汽化热。油膜总的动态热平衡综合考虑了上述各种因素:}$$

考虑了上述各种因素:

$$\frac{dT_{oil}}{dt} = \frac{1}{\zeta C_p h} [(1-a)H + l_{air} T_{air}^4 + l_{water} T_{water}^4 - 2l_{oil} T_{oil}^4]$$

$$+ h_{ow}(T_{water} - T_{oil}) + h_{oa}(T_{air} - T_{oil}) - \sum N_i \Delta H_{vi}$$

$$+ (\frac{dV_{owater}}{dt} \zeta C_{pw} + \frac{dV_{oil}}{dt} \zeta_{oil} C_{poil})(T_{water} - T_{oil}) A_{oil}$$

④油膜与大气之间的热量迁移: 油膜与大气之间的热量迁移可表达为

$$H_{H}^{oil-air} = A_{oil} k_H^{oil-air} (T_{water} - T_{oil}) \quad k_H^{oil-air} = 0.332 + r_w \cdot C_{pw} \cdot Re^{-0.5} \cdot Pr_w^{-2/3}$$

其中 C_{pw} 为水的热容量。 Pr_w 为水的 Prandtl 数

$$Pr_w = C_{pw} v_w \rho_w \frac{1}{0.330 + 0.000848(T_w - 273.15)} \quad Re \text{ 为特征雷诺数: } Re = \frac{v_{rel} \sqrt{4A_{oil}/\pi}}{\eta_w}$$

其中 v_{rel} 为油膜的运动粘滞系数。

⑤反射和接受辐射: 油膜将损失和接受长波辐射。净接受量由 Stefan-Boltzman 公

$$\text{式计算: } H_{total}^{rad} = \sigma(l_{air} T_{air}^4 + l_{water} T_{water}^4 - 2l_{oil} T_{oil}^4)$$

其中, σ 为 Stefan-Boltzman 常数 [$5.7210^8 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}^4$]; l_{air} 、 l_{water} 、 l_{oil} 分别为大气、水和油的辐射率。

(2) 模拟计算输入条件

1) 油种和油量

本项目溢油事故风险主要来源于施工期作业船舶与蓬莱东港过往船舶发生碰撞

引起的溢油事故。

施工采用目前国内常用施工船舶（8m³ 抓斗式挖泥船、2000m³ 驳船、起重船），根据《水上溢油环境风险评估技术导则 JT/T 1143-2017》附录 C 表 C.9，燃油载油量约为 306t，按燃油舱的油全部泄漏预测，因此，本工程运营期船舶碰撞燃油泄露量约为 306t，考虑在 1 小时内泄漏入海。将按照上述溢油量对船舶碰撞溢油进行 72 小时的数值模拟。

2) 溢油发生点

因为项目紧邻蓬莱东港防波堤进行建设，项目邻近海域船舶较少，项目施工船舶多从蓬莱东港出发，可能会与进出蓬莱东港的船舶碰撞，溢油地点取蓬莱东港进港口门位置，溢油油种为燃料油。

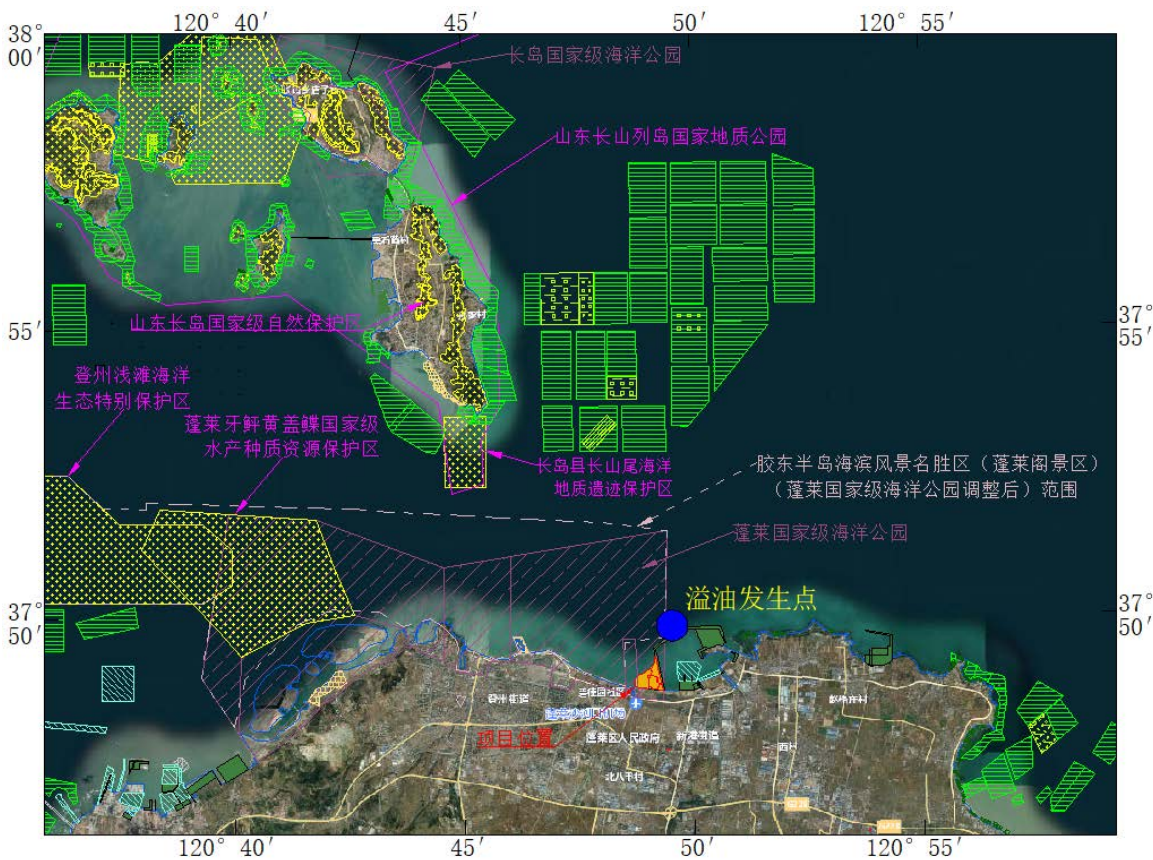


图 6.3.1-1 溢油发生点位置图

3) 模型参数设定

模拟采用轻质燃料油，各组分含量分别为环烷（C6-C12）含量 51%、环烷（C13-C23）含量 31%、芳烃（C6-C11）含量 8%、芳烃（C12-C18）含量 8%、其他 2%。根据相关文献推荐值，模型中相关参数取值见表 6.3.1-1。蒸发系数 k 取值 0.029。

光辐射所能测出的水面油膜厚度为 1μm（T.IO.塞维列娃等，1980），模拟结果提取时将油膜厚度 1μm 作为油膜扩散范围的边界。

4) 风况选择

根据周边多年的风速、风频统计资料，本区夏季常风向为 S（4.2m/s）、冬季常风向为 NNE（4.6 m/s），根据本项目周边养殖区等敏感目标分布情况、不利风向为 SE（10.8m/s），本次模拟选择了夏季常风向、冬季常风向、不利风向不利风速条件下高潮、低潮溢油进行模拟，共 6 个工况。

表 6.3.1-1 部分模型参数设置

参数	取值
风漂移系数 cw	0.035
油的最大含水率 $y_w^{\max}$	0.85
油的最大含水率 (K1)	5×10^{-7}
释出系数 (K2)	1.2×10^{-5}
传质系数 KSi	2.36×10^{-6}
蒸发系数 k	0.029
油辐射率 loil	0.82
水辐射率 lwater	0.95
大气辐射率 lair	0.82
漫射系数 (Albedo) α	0.1
温度 (°C)	11.5

(3) 溢油预测结果

1) S（4.9m/s）情况下

低潮发生溢油时，油膜主要在向西北扩散，4 小时后进入蓬莱国家级海洋公园、10 小时后进入蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、11 小时后扩散出保护区，13 小时-14 小时和 29-30 小时影响到长岛长山尾地质遗迹海洋特别保护区，15 小时后进入南长山岛东南侧开放式养殖区、29 小时后扩散出养殖区，31 小时后进入庙岛群岛之间海域并影响到周边养殖区。72 小时扫海面积约 306.1km²，最大影响距离约 112.2km。

高潮发生溢油时，油膜主要在向北扩散，1 小时后进入蓬莱国家级海洋公园、3 小时后进入蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、5 小时后进入蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区、9 小时后扩散出上述保护区，21 小时影响到长岛长山尾地质遗迹海洋特别保护区，22 小时后进入南长山岛东南侧开放式养殖区，然后由于南长山岛的阻挡油膜主要在南长山岛东西两侧扩散。72 小时扫海面积约 183.0km²，最大影响距离约 112.4km。

2) NNE（4.5 m/s）风情况下

低潮发生溢油时，油膜主要向西扩散，受东防波堤的阻挡，油膜分为两部分，一部分向南进入港池后抵岸，另一部分向东绕过防波堤后于 2 小时抵岸。2 小时扫海面积约

0.6km²，最大影响距离约 2.9km。

高潮发生溢油时，油膜向西南扩散，油膜发生后即蓬莱国家级海洋公园，2 小时后抵岸。2 小时扫海面积约 0.8km²，最大影响距离约 3.5km。

3) SE (10.8m/s) 情况下

低潮发生溢油时，油膜先向东扩散、3 小时后整体向西北扩散，6 小时后进入蓬莱国家级海洋公园、8 小时后进入蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、9 小时后进入蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区、11 小时后扩散出保护区，21 小时后进入大黑山到南侧开放式养殖区、31 小时后扩散出养殖区。72 小时扫海面积约 242.7km²，最大影响距离约 114.3km。

高潮发生溢油时，油膜整体向西北扩散，1 小时后进入蓬莱国家级海洋公园、3 小时后进入蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、4 小时后进入蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区、8 小时后扩散出保护区，19 小时后进入大黑山到南侧开放式养殖区、28 小时后扩散出养殖区。72 小时扫海面积约 296.5km²，最大影响距离约 111.9km。

夏季常风向 S (4.9m/s)、冬季常风向 NNE (4.5 m/s)，不利风向 SE (10.8m/s) 作用下，低潮时和高潮时燃料油泄露溢油漂移轨迹见图 6.3.1-2~图 6.3.1-4，油膜扫海面积和残油量见表 6.3.1-2。

表 6.3.1-2 溢油范围影响统计表

风况	潮时	溢油持续时间(h)	扫海面积(km ²)	残油量(t)	备注
S (4.9m/s)	低潮	72	306.1	106.5	
	高潮	72	183.0	112.2	
NNE (4.5 m/s)	低潮	2	0.6	263.3	抵达海岸
	高潮	2	0.8	260.3	抵达海岸
SE (10.8m/s)	低潮	72	242.7	112.1	
	高潮	72	296.5	112.4	

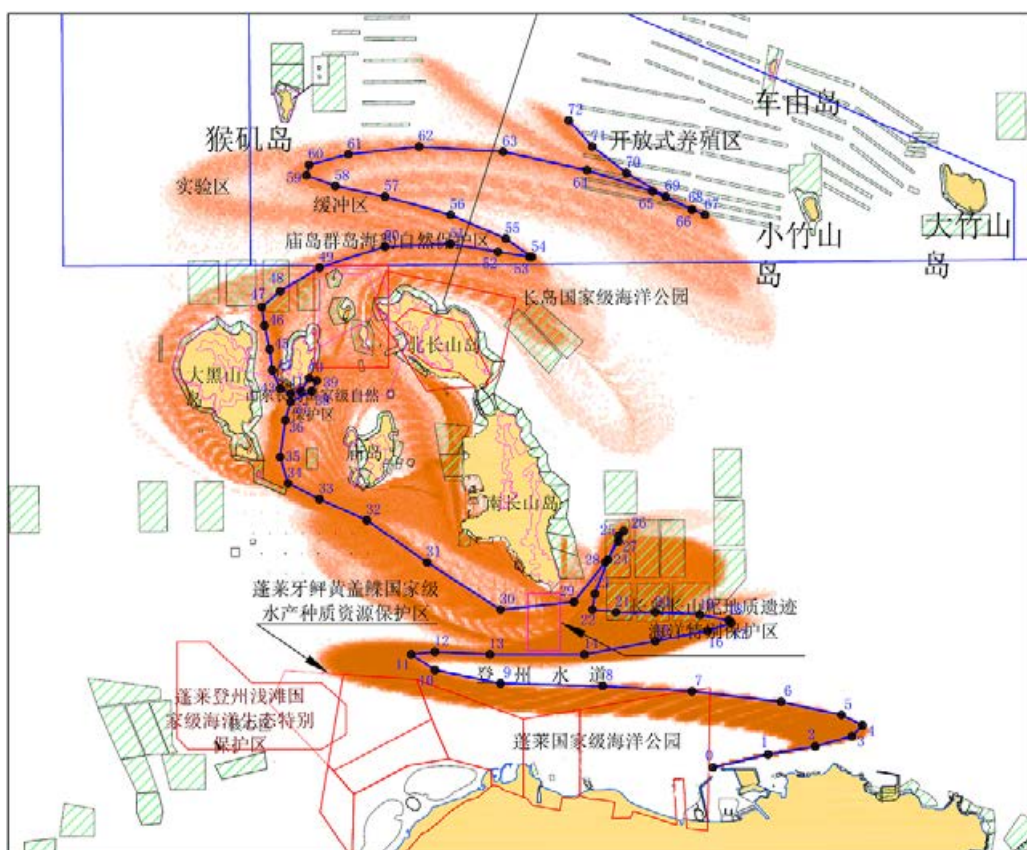


图 6.3.1-2a 溢油轨迹和最大影响范围图 (S, 低潮时溢油)

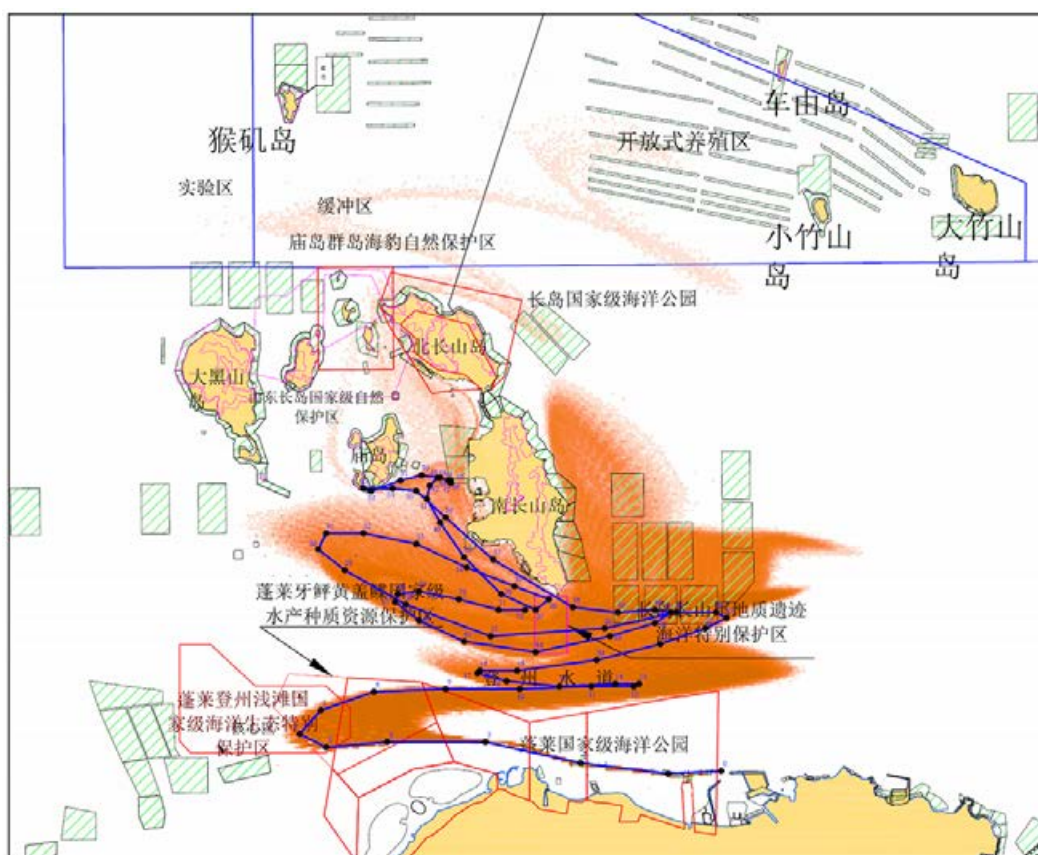


图 6.3.1-2b 溢油轨迹和最大影响范围图 (S, 高潮时溢油)

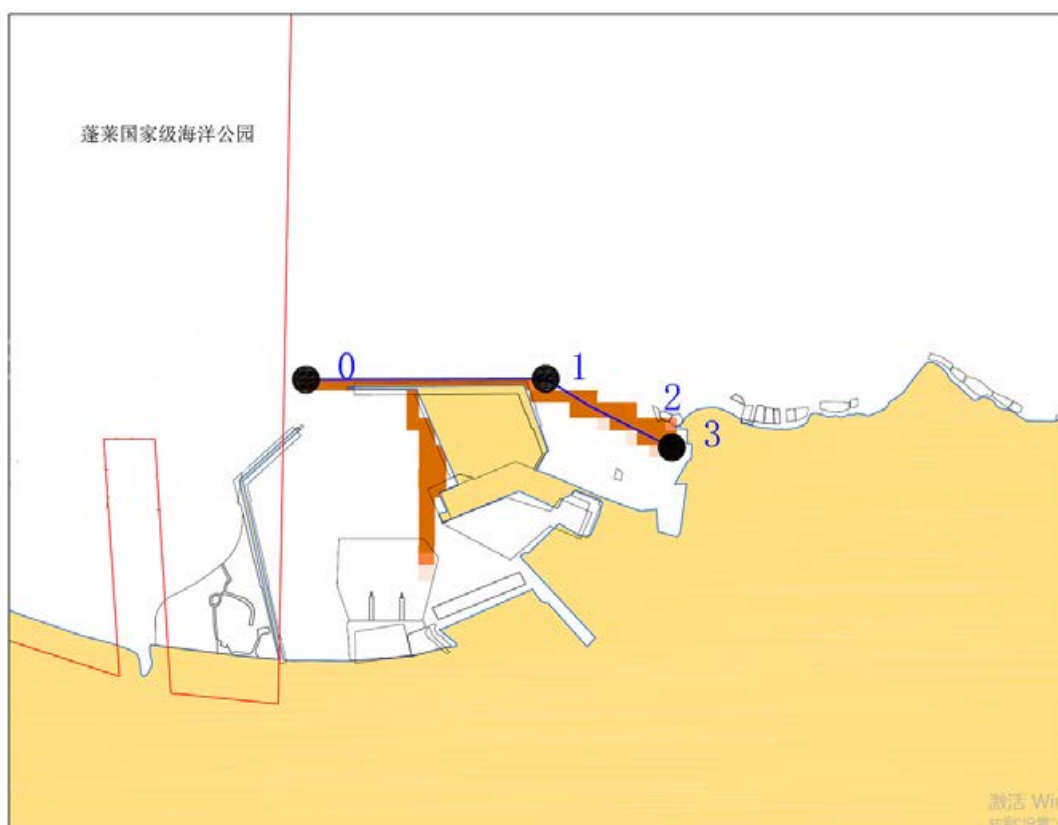


图 6.3.1-3a 溢油轨迹和最大影响范围图（NNE 风，低潮时溢油）

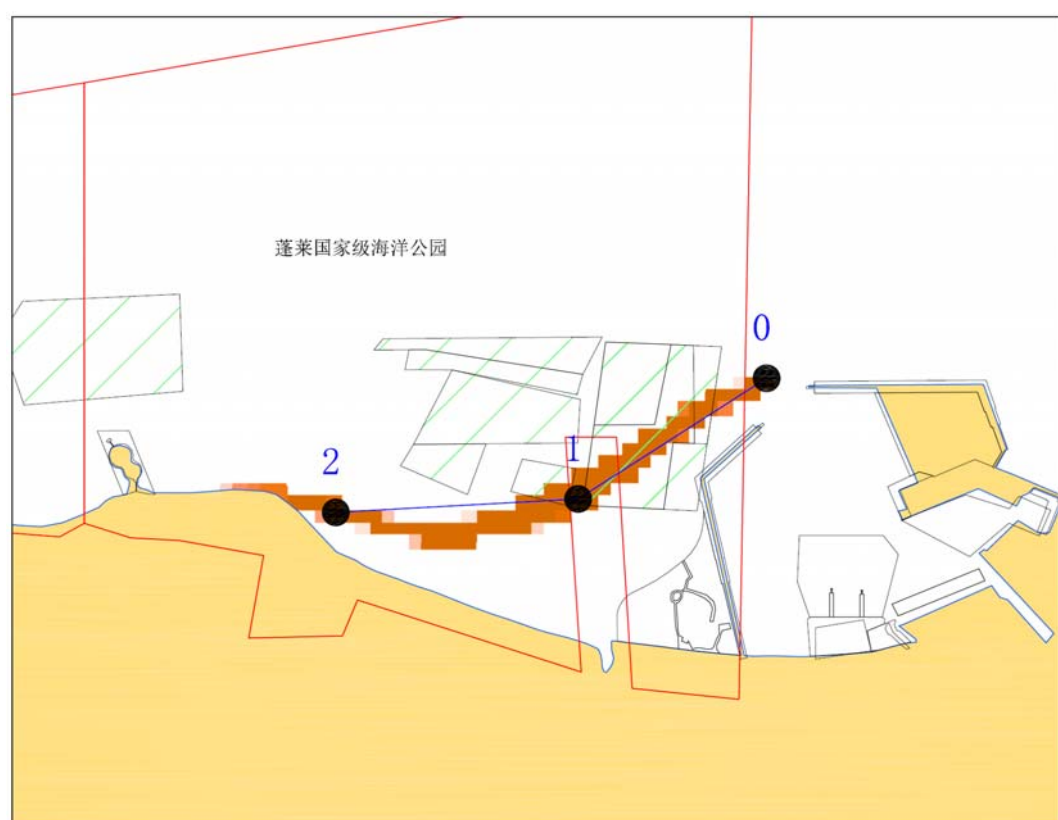


图 6.3.1-3b 溢油轨迹和最大影响范围图（NNE 风，高潮时溢油）

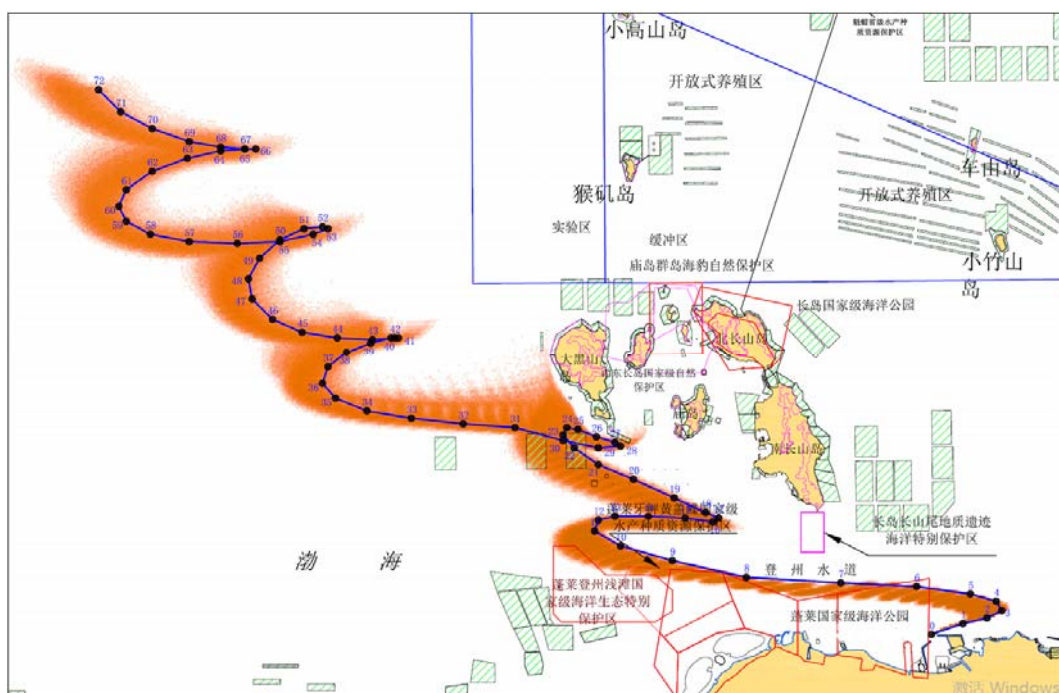


图 6.3.1-4a 溢油轨迹和最大影响范围图 (SE 风, 低潮时溢油)



图 6.3.1-4c 溢油轨迹和最大影响范围图 (SE 风, 高潮时溢油)

6.3.2 风暴潮事故后果分析

风暴潮是热带风暴、温带气旋与寒潮过境时引起的海平面异常升高与降低现象。当强风暴与天文大潮同时出现时, 伴随狂风暴雨海平面迅速上升, 造成严重的风暴潮灾害损失。

施工期间, 当风暴潮发生时, 狂风夹着巨浪引起风暴潮增水, 巨浪拍击海岸, 对沿

海海堤、海岸工程、公路都会造成严重的破坏，可能发生部分岸段受毁，并引起工程区内沙石流失。

运营期，一方面风暴潮伴随较大海浪冲击海岸，若最大风暴潮位与天文潮高潮相叠，将发生特大潮灾，易导致护岸被冲毁、坍塌，使项目工程质量受到影响，附近水域受到污染，使周边海洋生物遭到掩埋、碰撞而导致死亡，风暴潮冲入项目内部，对车辆、机械设备等带来威胁，如果有人员存在，则会造成人员伤亡事故发生。项目依托东侧防波堤进行建设，蓬莱东港西防波堤为项目区提供良好的避风掩护条件。综合考虑该工程区风浪、水深以及掩护条件，确定本项目护岸挡浪墙顶高程为 6.5m，工程设计严格执行各项规范，一般风暴潮和海浪不会影响本项目的正常运营，如遇更大潮灾，本项目运营可能受到影响。

6.3.3 地震事故后果分析

施工期地震的发生可能造成施工材料进入海域，引起海水环境的污染，同时会破坏在建工程的稳定性，影响工程进度，严重的可能造成工程构筑物的彻底损毁，给施工人员的生命带来威胁，并会造成资金的损失。项目建成后若发生地震，容易造成工程坍塌，可能造成人员伤亡和财产损失。

本区新构造运动较弱，地壳较为稳定。自更新世初期以来，主要表现在地壳间歇性抬升和弱地震发生。从历史统计资料以及本区地震烈度来看，本区发生强震的可能性较小。

6.3.4 火灾事故后果分析

（1）船舶引发的火灾

①船舶本身的缺陷所致，有的电气线路老化、破裂或受损裸露，没有进行绝缘处理；有的机械设备丧失了防爆功能；这些裸露的电缆一旦短路或机械设备一旦产生火花，再遇到一定浓度的油气，就会发生火灾事故。

②船舶防火结构不合理，自动探测报警系统，自动灭火系统等消防设施老化失修，达不到规范要求；还有船员本身消防安全意识不强，消防安全制度不完善，落实措施不到位等，都会使船舶火灾防范工作成为空白，一旦发生火灾，船员惊慌失措，灭火设施不能正常发挥作用，以致失去扑救火灾的有利时机。

③本工程中涉及的易燃、易爆物质主要为柴油，如果在生产过程中操作不当，或设备故障或船舶碰撞引起柴油泄漏，可能引起火灾、爆炸事故，带来重大危害，导致环境严重污染，造成巨大经济损失和人员伤亡。发生火灾，不但影响系统的正常运行，而且

还会使整个生产系统发生连锁反应，事故迅速蔓延和扩大，给人民生命财产安全造成重大威胁。

本项目船舶若发生火灾，不仅会造成能源浪费和经济损失，还会释放出 CO、H₂S、SO₂、NO_x 等大量的有害气体，严重污染周围环境，危害人体健康，甚至波及到周围的建筑物。同时可引发的二次污染。

（2）明火引发的火灾

- ①车辆司机或搭乘人员违章吸烟，乱扔烟头，以致引燃易燃物品导致火灾发生。
- ②在码头或停靠船舶上动火时，因保护措施不到位而引发火灾。

（3）其他因素引发的火灾

自然灾害如雷击、地震等引发的火灾。该项目濒临海边，地域空旷、潮湿，易受雷击，雷击能造成建筑物、通讯和电气设备的损坏，引起火灾，人员伤亡等。

6.4 环境风险防范措施与应急预案

6.4.1 溢油事故风险防范对策措施与应急预案

6.4.1.1 溢油事故风险防范措施

本项目施工作业船舶数量有限，船舶溢油污染事故的发生几率非常小。只要加强生产指挥与调度管理，操作人员严格遵守操作规程，避免恶劣天气条件下作业，就能将溢油风险的可能性降到很低。

本项目施工过程中，为防止施工船舶相互碰撞发生溢油污染风险事故工程施工中对船舶管理应采取以下措施：

1) 项目取得海事机构安全性许可后，在具体组织实施施工 15 日前，建设业主、施工作业单位还应向所在辖区的海事机构申请办理水上水下施工作业许可。经海事机构审批同意，划定施工作业水域，核发《水上水下施工作业许可证》后，并发布航行通（警）告后方可施工。在施工过程中，施工作业者应严格按海事机构确定的安全要求和防污染措施进行作业，并接受海事机构的现场监督检查，做到既要保证施工顺利进行，又要保证施工水域通航安全。

2) 船舶驾驶员的业务技术应符合要求。

3) 应实施值班、瞭望制度。

4) 做到有序施工，施工船在预先规定的区域内作业，严禁乱穿乱越。

5) 施工单位根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事

机构核准、公告；设置有关标志，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。

6) 实施施工作业的船舶、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型；在现场作业船舶上应配备有效的通信设备。

7) 避开在雾季、台风季节和东北季风期间施工，在遇到不利天气时及时安排施工船舶避风，禁止在能见度不良和风力大于 6 级的天气进行作业。

8) 施工船舶以船为单位、以船长为组长组成各船的安全小组，负责本单位的安全宣传、教育，制定安全生产措施以及日常的安全监督、检查等，执行安全领导小组的决定，落实安全措施，分解安全责任落实到人。

9) 成立安全生产组织，设立安全员，负责日常安全生产的工作，监督水上作业人员全部穿好救生衣，佩戴安全帽。

10) 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。如严格遵守相关环保措施和设计方案，船舶溢油风险损失会较小。

此外，如果遇到极端性天气或人为原因，会导致海上柴油发电机泄露柴油入海。应及时收听天气预报，如遇极端恶劣的天气，应该关闭柴油发电，并将柴油带回陆地。同时，对柴油发电机定期检修，避免其漏油。

建设积极采取预防措施，避免形成碰撞危险防止发生碰撞事故，施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向交管中心报告。严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告。此外，一旦发生船舶碰撞事故，立刻组织营救，尽力避免生命财产的损失。

运营期加强管理，优化调度，保证快艇在水系内有序航行，一旦发生快艇碰撞，立即对水系外侧通海口进行封堵，可防止溢油扩散至外侧海域。

6.4.1.2 溢油事故应急预案

项目紧邻蓬莱东港，为避免船舶相遇、相撞应加强对作业船舶的管理和调度，加强瞭望，积极、及时采取有效的避让措施，避免与其他船舶相遇行驶。若发生碰撞溢油事故，可以依托蓬莱东港应急设备和应急队伍等处理溢油事故。

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，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。

1) 应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成，下面设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责：

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

- ①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；
- ②组织指挥救援队伍实施救援行动；
- ③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关单位发出救援请求；
- ④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

- ①全体职工都负有事故应急救援的责任；
- ②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

2) 建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，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。为了将事故造成的损害降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

- ①明确组织指挥机构；
- ②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够

进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；

④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；

⑤加强清污人员训练；

⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

(2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

①建立健全的应急反应的组织指挥系统。

②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与主管部门应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 6.4.1-1。

表 6.4.1-1 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH、COD、DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次，直到达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 6.4.1-1。

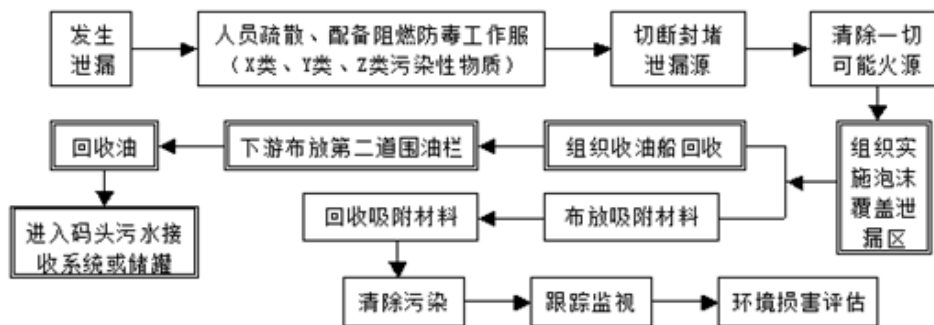


图 6.4.1-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

①污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

②应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置 and 原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的

环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

（5）制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

6.4.2 风暴潮、台风风险管理

（1）施工期风暴潮事故防范措施

施工期应进行定期检查和验收，确保工程质量达标。施工期间还应尽量选择避开台风季节，在台风季节施工应做好各项防台抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

为确保工程和施工安全，降低灾害损失，本项目还应制定风暴潮应急预案。

①风暴潮安全防护体系:

a 成立应急抢险防护领导小组, 组长: 建设单位相关负责人; 成员: 各施工队负责人。

b 主要职责: 领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

②具体措施

a 建立对施工区域范围内的观测点, 由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作, 随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络, 及时了解相关动态, 遇紧急情况时, 在接到通知后两小时内, 迅速组织现场施工队伍撤离。

b 强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作, 做到平日施工有序, 临风暴潮时服从命令, 听从指挥, 平稳撤离。

③分工明确, 责任到人。

a 各施工队伍, 各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络, 都要有专人负责, 在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动, 做到撤离时不漏一人。

b 材料、设备有专人管理, 责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数, 对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走, 需重点设防加固, 都必须了如指掌, 以便应急处理。

c 物资准备必须充足: 准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对水泥堆放点、设备集聚地进行加固、掩盖, 以便确保材料、设备不受损失。

d 确保通讯畅通: 为预防手机受水侵后的不良作用, 应配备足额的对讲机, 以保证突发风暴潮时的通讯联络。

e 建立特殊联系信号: 在夜间突发风暴潮时, 建立防水照明联络信号系统, 以方便自家本身及与外界的救生联络。

f 以人为本, 确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

③以防风暴潮预案指导平时工作

a 施工人员驻地选址时要选择在地势较高、背风暴潮面建设。要特别注意修建房屋的加固措施。

b 主要材料如水泥等, 应放在高地上, 且应高出高地地面 30cm, 并平时就要做好

防雨。

c 大型主要设备要注意加固、防雨。在风暴潮袭来时带不走和不能进屋的设备特别加固好。

d 道路要通畅：对预防风暴潮撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

④风暴潮后的处理

a 风暴潮造成的损失由领导小组及时专人赴现场落实。

b 风暴潮过后现场领导小组要及时组织施工人员返回工地并及时恢复施工。

(2) 运营期风暴潮事故防范措施

为切实做好运营期防风暴潮工作，确保在风暴潮来临及其它紧急情况下能采取及时有效的措施，最大限度地减少海上突发性事件所造成的人员财产损失，特制定本应急预案。

①风暴潮安全防护体系

a 成立应急抢险防护领导小组：成立海上防风暴潮和抢险救助工作领导小组，组织协调指挥防风暴潮和抢险救助工作。各部门要按照“谁主管，谁负责”的原则，把责任措施落到实处。发生重大事故和险情，主要领导必须亲临现场指挥，组织协调抢险救助工作。要坚决克服麻痹松懈思想，杜绝不负责任现象。

b 主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。按照“安全第一，预防为主”的方针，在预防上多下功夫，要利用会议、广播、电视、标语、培训等多种形式，广泛开展防风暴潮等安全知识的宣传教育活动。

②具体方案

a 风暴潮来临前，应急抢险防护领导将组织有关部门对项目区的防风暴潮和抢险救助工作情况进行督查。重点抓好以下方面的工作：①做好各项防护措施，堆场内的物资如需转移应立即实施；②成立应急抢险救助队伍，备足工具和抢险物料。

b 风暴潮来临前，各部门的防风暴潮工作应立即进入戒备状态，主要领导要迅速进入防风暴潮工作岗位，相关设备必须处在备战状态。要严格 24 小时值班制度和大风天气领导带班制度，认真收听天气预报，掌握台风变化动态，及时传递风情信息，确保通讯联络畅通。

c 各部门要加强值班，及时汇报有关情况，不得出现断岗和脱岗现象。重点部位要

重点巡视，发现问题要立即上报。

d 风暴潮过后，应立即组织力量修复受损设施和设备，及时恢复生产。同时，立即组织有关人员进行事故调查和善后处理工作，并尽快将损失情况和事故调查处理情况及时上报。

（3）其他措施

①制定突发事件的应急措施和应急预案，并加强日常演练，包括防汛、船舶离岸等，确保紧急情况能得到有效处理。

②做好气象信息的预报。及时掌握天气变化情况，使灾害损失降低到最低限度。

③风暴潮大浪、高水位等可能造成积水，从而浸泡、冲刷货物，影响游客游玩和运动训练，应对场区排水系统进行精细设计、严格按设计要求进行施工，以确保抵御自然灾害的能力。

6.4.3 地震风险防范对策措施

90%以上的地震灾害的直接或间接损失是由于地震对建筑物、构筑物破坏性造成的，做好建设工程抗震防灾工作是减轻地震灾害损失的主要措施。在工程的规划、勘察、设计、施工、验收的全过程抓好工程抗震防灾的科学化、制度化、规范化管理，保证工程抗震能力达到国家规定的抗震标准。当地政府部门应根据《中华人民共和国防震减灾法》、《破坏性地震应急条例》、《山东省地震系统地震应急预案》的有关规定，制定地震灾害应急预案，建立统一、快速的应急防范机制，实施有效的防灾减灾。

（1）勘察设计审查机构应严格执行工程抗震设计施工图专项审查制度，对不符合工程抗震强制性标准规定的，勘察设计文件不予审查通过，未经审查合格的施工图不予通过施工报建和验收备案许可，把好新建工程抗震设防质量关。

（2）施工单位应严格按抗震设计要求进行施工，工程质量监督部门要加强对施工阶段落实抗震设防技术标准的管理，强化工程质量监督监理，把执行抗震设防技术标准作为工程质量监督的一项重要内容，保证工程抗震措施的施工质量，确保建设工程抗震防灾能力。

（3）应加强抗震防灾知识的普及和演练教育。平时，要树立“宁可千日不震，不可一日不防”的震情观念。

（4）及时掌握相关部门公布的地震信息，做好项目园区应急和调度工作，避免造成重大人员、财产损失。地震发生后，首先应积极采取个人自救，然后等待公安消防部门救助。

(5) 地震发生时，要镇静，应该迅速离开电线杆和围墙，跑向比较开阔的地区躲避。面对地震引起的火灾，应尽快脱离火灾现场，脱下燃烧的衣帽，或用湿衣服覆盖身上，或卧地打滚，也可用水直接浇泼灭火。

(6) 成立地震领导小组，制定地震应急预案，一旦发生地震，立即启动预案，迅速与当地政府部门取得联系，配合其做好抢险救灾，以及灾后重建工作。

6.4.4 火灾风险防范对策措施

6.4.4.1 风险防范

(1) 火灾发生的概率很小，可一旦发生将会产生较大的安全事故，因此，要按规范要求设计消防系统，并采取必要的安全措施，加强对工作人员的防火教育，以杜绝火灾的发生。

(2) 严禁载有危险品的车辆进入停车场和上船。

(3) 车辆上船后采取固定措施防止车辆在舱内发生位移互相碰撞。

(4) 定期对施工船舶、机械和运营期机械设备进行检查维修，保证其状况良好，各种消防设施能正常使用。

(5) 严禁明火作业，确需作业时，要采取必要的安全措施方可进行。

(6) 加强交通组织与管理。场区内设计道路通畅，运输线路的交叉、往返较少，运输距离短，尽可能地减少噪声和碰撞的可能性。道路用车道线划分行车区域，在必要处设置完善的车辆运行信号系统和转弯、限速等行车警告标志。

(7) 加强车辆的检查管理，防止汽车车箱漏油。

(8) 设置避雷器、避雷带等防雷设施，每年进行一次避雷电阻测试，保证其完好性，以防雷击事故发生，同时雷雨天气应控制作业，注意人身防雷。照明高杆灯塔单独设置防雷和接地装置，低压配电接地形式为 TT。

(9) 梯子、栏杆、平台等应有防滑措施，扶手牢固可靠，地面平坦，照明良好，并组织好旅客上下船的秩序，避免拥挤。

(10) 安全防护装置齐全有效，警示标志完善。

(11) 雷电和暴风雨天气以及附近有火情时停止加油。采取措施控制静电积聚，防止静电火花引发的燃爆事故。

(12) 维修动火作业必须彻底吹扫、置换、泄压，并经测爆合格，办理火票方可动火，并有专人看守；局部维修时，应和非检修设备、管线断开或加盲板，盲板应挂牌登

记，防止串油、串气引发事故；在易燃、易爆区域使用的维护工具应为铜制，手电应具备防爆功能。

(13)设置完善的火灾报警系统,在重点防护区域四周设置电子眼及手动报警按钮,一旦发现火情可及时处理,防止火灾蔓延。

6.4.4.2 火灾、爆炸事故应急预案

当不同级别火灾发生时，分别采取以下应急方式：

小规模火灾：立即组织邻近人员采用灭火器灭火，灭火后，确认不再复燃。

大规模火灾或爆炸：立即启动报警装置，并开展应急预案处理流程。

(1) 应急组织

项目应成立火灾、爆炸事故应急领导小组，对各部门的人员、物资、设备进行调配和协调。

领导小组下设工作小组，设有：联络专员，负责对外、对内联络，引导消防、救护等外部机构的进入，并负责联络内部人员；消防专员，开展消防、隔离，在专业消防队进入前的消防处置；医疗专员，负责组织医疗队员，对受伤员工进行处理，尽可能降低员工伤害；疏散专员，负责指挥相关区域员工的疏散，指挥安全保卫人员维持秩序；义务消防队，负责组织消防队员，遵从组长的指挥，正确使用消防设备，进行初期火灾扑救；救护员，遵从医疗负责人的指挥，正确处理受伤人员。

(2) 应急程序

①火灾报警

部门的报警电话由安环保卫组现场负责人提供，电话应保持畅通，确保 24 小时有人接听。

I、员工发现火情，必须第一时间内拨打报警号码，告知火情发生的部位、状况。港口安全员将火情逐级上报。

II、应急领导小组组长接报后立即通报火灾事故应急领导小组，直接启动火灾、爆炸事故应急预案。

②应急通道

根据项目园区的《紧急疏散平面图》，安全员应在现场整理应急通道，明确通道的走向，以及通道承担的疏散区域，并日常检查，保持应急通道的畅通。

③应急设施

应急设施包括消防器材、周边可利用应急资源等用于应急状况下的物资。

（3）应急预案演习

根据消防演习预案计划，组织人员进行消防演练培训。

7 环境保护措施及可行性论证

在发挥项目所处海域海洋功能的同时,为了保证海水水质环境和生态环境达到相应海洋功能区的管理要求,施工期间和运营期间制定了相应的生态与环境保护措施,具体措施如下:

7.1 施工期污染防治措施及环保对策

7.1.1 水污染防治对策措施

(1) 陆域推填施工水污染防治污染措施

①严格按先形成围堰后回填的施工工艺进行施工。在护岸形成抛填石块时应尽量减少石方中的泥土含量。通过优化施工方案,最大程度减少泥沙入海量。

②施工单位在制定施工计划、安排进度时,应充分考虑到附近海域的环境保护问题,护岸形成尽可能在低潮施工,减少入海泥沙影响范围。

③加强与当地气象预报部门的联系,在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作,避免造成船舶及围堰坍塌等事故。

④施工作业尽量安排在非养殖季节进行。

(2) 陆域施工废水污染防治措施

①施工现场道路保持通畅,排水系统处于良好的使用状态,使施工现场不积水。

②施工现场建议设置泥沙沉淀池,用来处理进施工泥浆废水。运输车清洗处设沉淀池(集水池),废水经沉淀后回收或用于洒水除尘。

③合理规划施工场地的临时供、排水设施,采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象。

④施工队伍的生活污水利用临时厕所收集,由槽车送至碧海污水处理厂处理。

⑤严格管理和节约施工用水、生活用水。

⑥施工机械定点维修,施工现场不产生机修油污水;车辆冲洗产生的含油污水利用集水池收集后送有资质单位处理。

(3) 防止施工船舶污染物污染水域的措施

施工船舶产生的生活污水交由陆上接收处理;含油污水不得在渤海海域内排放,必须交由陆上接收处理。

7.1.2 环境空气污染防治对策

工程施工用水泥、沙、石料等建筑材料在使用与堆放时,建材的运输及场地的平整等过程将会产生一定数量的粉尘,从而使施工区附近大气环境质量有所下降。因此,施

工期环境空气污染防治措施应重点针对施工粉尘，具体如下：

（1）严格执行对粉状易起尘的水泥、沙、石料等建筑材料必须加盖封闭运输，否则严禁上路的规定。同时控制行车速度，减少装卸落差；

（2）加强施工现场的科学管理，合理安排施工作业，合理堆放施工材料，尽量减少搬运过程，对易起尘的材料实行库内存放；

（3）合理安排施工车辆、施工机械的运输路径和运输方式，选择最短且对环境影响最小的运输路线，尽量减少对村庄、居民区的穿越，合理控制车速，减少扬尘；

（4）避免超载，确保建筑材料在运输过程中稳定不晃动，减少因颠簸而产生的扬尘。

（5）及时清扫洒落物，道路给以适当洒水，冲洗车轮，控制车辆行驶速度；

（6）装修时采用无尘切割器，清扫时辅以洒水增湿、喷雾等措施控制装修粉尘；

（7）优先选用符合国家排放标准的运输车辆、机械，以减少废气排放对环境的污染。施工期所使用的车辆、船舶和机械定期进行保养和维护，加注的燃油为符合国家标准要求的燃油；

（8）装修期间涂刷涂料时通过选用环保型水溶性涂料、并加强室内通风换气等措施控制装修废气；

（9）加强非道路移动机械的维修、保养，使其保持良好的技术状态；

（10）深化扬尘污染治理，建筑工地安装视频监控并接入当地监管平台；

（11）在项目南侧设置施工围挡，在出入口处设洗车槽、集水池，配备高压水枪人工冲洗，减少车身泥砂。

7.1.3 噪声污染防治对策

（1）选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆的维修、保养工作，使其始终保持正常运行。

（2）施工现场应严格控制施工时间，一般不得超过 22：00 时。特殊情况需连续作业的，应尽量采取降噪措施，并报工地所在地区环保部门批准方可施工。

（3）做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，减少车辆鸣笛，降低交通噪声。

（4）合理安排施工车辆、施工机械的运输路径，选择最短且对环境的影响最小的运输路线，尽量减少对村庄、居民区的穿越，减少非必要鸣笛。

（5）加强非道路移动机械的噪声控制。禁止任何单位或个人擅自拆除弃用非道路

移动机械的消声、隔声和吸声装置，加强对噪声控制装置的维护保养。

7.1.4 固体废物处置措施

(1) 施工队伍的生活垃圾收集后统一处理。施工过程中产生的生产垃圾集中收集后，应尽量综合利用，不能综合利用再进行处理。

(2) 施工区内设置垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人和定期清扫的周期。

(3) 施工船舶的船员生活垃圾应收集上岸，与施工人员生活垃圾一起收集处理。

(4) 施工垃圾定点集中堆放，尽量回收利用，不能回收利用的与生活垃圾一起处理。

7.1.5 海洋生态环境保护措施

(1) 避免大风浪条件下施工，减小悬浮泥沙的扩散范围；

(2) 强化施工管理与施工组织，加强施工人员环境保护教育，防止超出施工范围，以及防止不可恢复的破坏和影响。严格执行环保要求，禁止向海域内倾倒污染物，减少对海域生态环境的影响。

(3) 因施工会对海洋生物产生一定影响，因此需要进行生态保护修复。生态保护修复措施和岸线“占补平衡”引用《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态保护修复方案》中相关内容。

1) 生态保护修复

因项目已缴纳生态补偿金 800.06 万元大于海洋生物资源损害价值和生态系统服务功能价值损失金额。原山东省海洋与渔业厅已组织各地市进行了增殖放流工作，对海洋生物资源进行补偿恢复。

2) 岸线“占补平衡”

由于本项目占用自然岸线，按照自然岸线“占补平衡”原则，进行岸线修复。

项目所在区域岸线侵蚀严重。项目填海占用了自然岸线，形成新的人工岸线，根据自然岸线“占补平衡”原则，本项目将进行岸线修复。

根据《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》涉及海岸线修复的，应重点关注岸线类型和功能，采取沙滩养护、植被种植、堤坝拆除、生态海堤建设等措施，形成具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线，提升生态涵养功能和灾害防御能力。

本项目岸线修复采取异地修复，拟通过拆除围海养殖堤坝的方式，退养还海，修复自然岸线。

①岸线修复位置及长度

本项目填海占用自然岸线 615.6m，水系占用岸线 295.69m，水系不建设主要利用自然水深地形，不会涉及开挖、疏浚作业，不改变岸线形态，因此根据自然岸线“占补平衡”原则，需对填海区占用的 615.6m 岸线进行修复。修复岸线中 137.2m 位于蓬莱西海岸海洋文化旅游产业聚集区，剩余需在蓬莱区孙家村东北进行 478.4m 的岸线修复达到“占补平衡”，修复责任主体为烟台市蓬莱区城市建设投资集团有限公司。

本项目初步选定的岸线修复位置位于烟台市蓬莱区孙家村东北，岸线修复位置见图 7.1.5-1a、b。

根据山东省最新修测岸线的成果，该区域岸线一级类型为人工岸线，二级类型为围海。

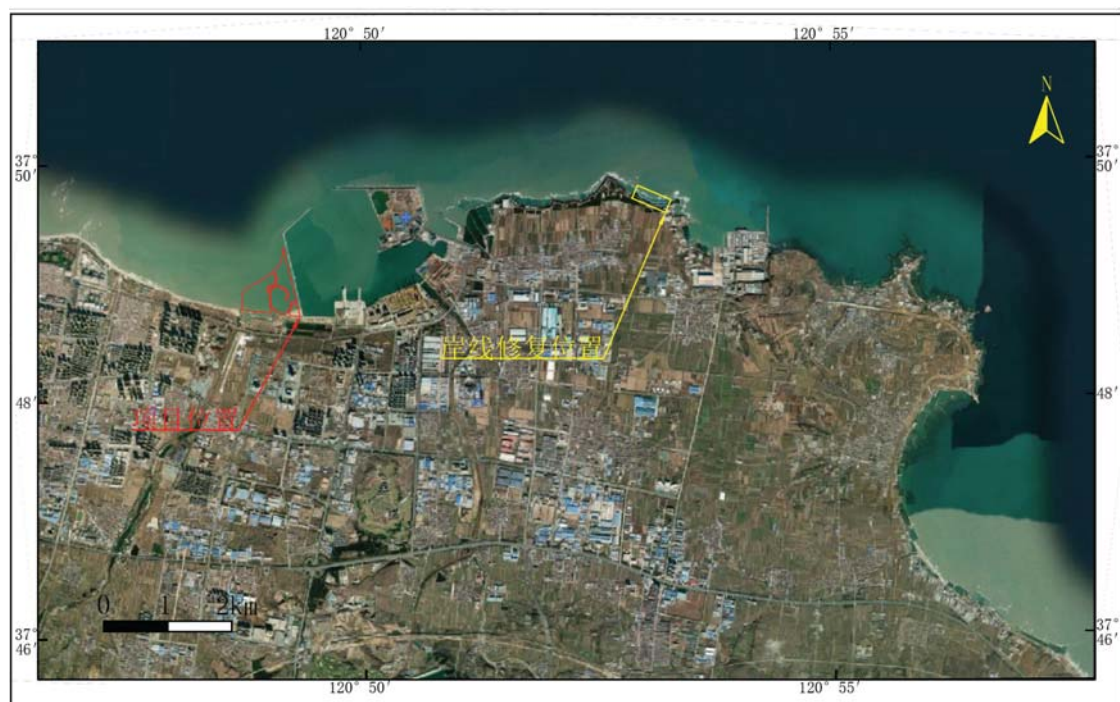


图 7.1.5-1a 岸线修复的位置



图 7.1.5-1b 岸线修复的位置（孙家村东北）

②具体修复内容

该区域大量发展围海养殖导致海岸原生地貌景观被破坏，在该区域实行“退围还海”、“破堤通海”，恢复自然岸线。

首先，对现有岸线附近人工养殖池的围堤进行拆除，需确保露出原有基岩；垂直岸线的养殖围堤全部拆除至原有水深，同时清理岸线附近的建筑垃圾。

其次，拆除外侧围海养殖池的堤坝，打通围海养殖池外海堤坝，实现“破堤通海”，确保围堤全部打通。具体打通位置详见图 4.5.2-1。

采取以上措施将恢复海岸及近岸海域自然特征，促进近岸水体交换，既修复海岸线，形成岸线景观，又治理海岸脏、乱、差的现状，改善海岸带和近海生态环境。

③具体拆除方案

方案一：采用机械松动、人工配合方式拆除。根据土方施工的规模（开挖断面、范围大小和土方量）、不同工程对象、地质情况、土方机械的特点以及施工现场条件确定土方机械，通常有推土机、正铲挖掘机、反铲挖掘机和装载机。机械松动土方后，人工用撬杠和铁镐把已松动的土方撬开、搬下。

方案二：采用定向爆破方式拆除。拆除爆破是指采取控制有害效应的措施，以拆除地面和地下建筑物、构筑物为目的的爆破作业，如爆破拆除混凝土基础、厂房等建筑物。拆除爆破特点是爆区环境复杂，爆破对象复杂，起爆技术复杂，对控制有害效应要求极高。适用于机械开挖较难完成的拆除工作。

对比方案一和方案二，机械松动、人工配合方式拆除对环境的总体影响较小，其安全要求较低，并且投资造价低；定向爆破方式拆除产生的噪声、扬尘较大，对陆域环境、周边居民区和渔业资源影响均有显著影响，其安全要求较高，并且投资造价高。

拆除难度较小，拆除方量少。综合以上考虑，建议采用方案一的施工工艺进行拆除。

表 7.1.5-1 施工工艺对比

方案编号	方案名称	环境影响	安全控制	投资造价
方案一	机械松动+人工挖除	总体影响较小	要求较低	高
方案二	定向爆破	噪声、扬尘较大，对陆域环境、周边居民区和渔业资源均有显著影响	要求较高	低

④拆除物处理处置

初步估算上述拆除土石方总计约 6000m³。土石方可用于道路建设、地基回填等，不得在岸线附近或陆域随意堆放。

7.2运营期环境保护措施

7.2.1 水污染防治对策措施

本项目运营期主要产污环节包括：运营期游客、训练人员、工作人员产生的生活污水，食堂废水等。运营期生活污水由污水管网送至项目沉淀池沉淀，最终排入市政管网至碧海污水处理厂处理；食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。

项目废水水质可以满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 三级标准，可接管至周边市政污水管网。项目所在区域位于碧海污水处理厂服务范围内，市政污水管网配套完善，项目废水可经市政管网进入碧海污水处理厂处理。

碧海污水处理厂位于山东省烟台市蓬莱区新港街道天津路北侧，与本项目直线距离约 2.6km，占地面积 75 亩。碧海污水处理厂的水处理流程主要采用运行稳定、抗冲击能力强的 A²/O（厌氧—缺氧—好氧）+絮凝沉淀+砂滤+消毒处理工艺，排放指标满足并优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。碧海污水处理厂规划总处理规模为 4 万 m³/d，目前实际接收、处理污水约 3.8 万 m³/d，本项目废水

产生量约 264t/d, 碧海污水处理厂有足够的接纳能力。项目排放的废水水质可以满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 三级标准及碧海污水处理厂的进水水质要求。项目废水水量和水质均不会影响污水处理厂的正常运行, 项目污水排至碧海污水处理厂是可行的。



图 7.2-1 碧海污水处理厂与本项目位置关系图

本项目摩托艇、快艇定期委托第三方社会服务机构清洗, 清洗所产生的的废水由第三方服务机构处理; 设备的检修维护委托专业维修机构进行, 产生的油污水由维修单位统一集中收集处理, 项目区不产生油污水。

7.2.2 环境空气污染防治对策

(1) 餐饮废气

餐饮废气处理流程: 厨房油烟→集气罩→静电油烟净化装置→引风机→引至楼顶排放。

油烟需经油烟净化器净化后(油烟净化设施的处理效率为 95%), 浓度小于 $0.72\text{mg}/\text{m}^3$, 可达到《饮食业油烟排放标准》(DB37/597-2006) 中的大型规模要求(油烟最高允许排放浓度 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 、油烟净化设施的最低去除效率 90%)。

(2) 游船废气

快艇燃油产生的废气，污染物主要为 SO₂、NO_x、CO，可以选用耗油低，污染排放少的发动机等方面加强控制。

7.2.3 噪声污染防治对策

本工程营运后对附近声环境产生影响的污染源主要是机动车和人群活动、空调机、通风机产生的噪声。降低噪声声源是控制噪声污染的最根本的办法，因此，规划设计时设备选型上应注意噪声的防治，选择噪声低、能耗低的设备，以减小噪声源的声级。其次则在声的传播途径上采取吸声、隔声、消声和隔振的措施降低各机械设备运行时对周围环境的影响。对于娱乐设施产生的噪声，可以通过加强管理和监督，有效的控制噪声的产生。

同时本工程宜在不影响安全生产和消防的前提下，多植树绿化，以起到阻隔噪声的作用，从而减小机械噪声对周围环境的影响。措施如下：

(1) 高噪声设备安装消声器，泵房加设隔声罩，操作人员应做好个人防护噪声措施。

(2) 加强机械、车辆和设备的保养维修，保持正常运行、正常运转，降低噪声。

(3) 合理布置道路，各交通路口设置标志信号，使交通行驶有序，减少鸣笛。

(4) 加强绿化工作，既可降低噪声，又起到美化工作环境的作用。本工程顶面高程 5m，不会受到海水盐浸影响，通过在绿化带填埋土壤，即可具备植被生长和存活的基础条件。

7.2.4 固体废物处理措施

考虑到工程区域多为景点和休闲游乐场所，生活垃圾有量多、可回收比例高的特点，因此区域内应高密度地投放分类垃圾箱；在明显位置张贴宣传教育海报，教育游客不乱扔垃圾并正确使用分类垃圾箱；所有生活垃圾统一收集并送至环卫垃圾场填埋处理，应做到日产日清；在外运过程中，必须选用全密闭式的垃圾收集运送小车和运输车，沿固定的垃圾收集运送通道外运。

7.2.5 生态环境保护措施

(1) 运营期间做好污水、固废等污染物的分类收集工作，严禁向海域内随意排放和丢弃污染物，避免对生态环境造成影响。

(2) 运营期间加强污染物排海控制，严禁污染物排海，实现污水零排放。

(3) 做好工程周边海域内海水水质环境、沉积物环境、海洋生态环境的监测工作，及时掌握海洋环境变化，以采取有效的保护措施。

(4) 合理安排施工时序，先进行外侧护岸施工，再进行陆域推填，减轻本项目施工对海洋生态环境的影响。

7.3 环境保护的措施经济技术可行性论证

本项目拟采取的各类污染防治措施技术可行。具体如下：

施工期，生活污水、含油废水、生活垃圾等全部收集上岸处理，严禁向海域内排放。工程施工过程中加强船舶的管理和施工工艺的控制，尽量降低悬浮泥沙产生浓度和扩散范围。必要时委托有资质的海洋监测单位，加强周边海域的生态环境监测。环保措施在技术上是可行的，在经济方面没有较大投入。

运营期，通过优选采用清洁、环保的机械设备和生产工艺，并使用清洁燃料，有效控制各类污染物的产生；对生活污水、食堂废水分别经化粪池、隔油沉淀池处理后排入市政管网至碧海污水处理厂处理；购置清洁车、垃圾桶、警示牌等，统一收集生活垃圾送至环卫部门处理；在场区内进行绿化，合理布局。以上环保措施在经济和技术方面都是经济技术可行的。

7.4 环境保护设施和对策措施一览表

本项目环境保护措施和对策情况见表 7.4-1。

表 7.4-1 环境保护设施和对策措施一览表

时段	要素	具体内容	规模及数量	环保对策措施及预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体
施工期污染物处理	水环境	陆域生活污水	——	船舶生活污水利用船舶自带厕所收集,生活污水统一收集,由槽车送至碧海污水处理厂。	施工场地	施工单位、建设单位
		船舶生活污水				
		船舶含油污水	——	由密封式自动污水收集车收集后送至有资质单位统一处理。		
	大气环境	施工粉尘	洒水车 1 辆	洒水抑尘		
		道路扬尘				
		装修废气	选用	采用符合标准的建筑材料,加强室内通风换气		
		车辆、船舶废气	——	选用污染小的车辆、船舶,合格的燃料油		
	固体废物	陆域生活垃圾	垃圾箱 20 个	由环卫部门统一收集处理,垃圾无排放。		
		船舶生活垃圾	——			
	声环境	机械噪声	——	合理安排施工时间;做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作。		
运营期污染物处理	水环境	生活污水	——	经化粪池沉淀后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。	项目场地,运营期同步进行	建设单位
		餐饮废水	——	经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。		
	大气环境	油烟废气	油烟净化器	经油烟净化器处理后由高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1 排放		
		机械、车辆、船舶废气	——	选用污染小的车辆,合格的燃料油,满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级浓度限值		
		道路扬尘	——	洒水抑尘		
	固体废物	生活垃圾	垃圾箱 15 个	由环卫部门统一收集处理,垃圾无排放。		
		餐厨垃圾、废油脂	垃圾箱 5 个	交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置。		
		污泥	——	定期将污泥清掏外运,填埋或用作肥料		
	声环境	车辆、船艇、机械、游客噪音	——	选用低噪声的机械车辆,加强机械车辆的维护,加强园区绿化,满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 2348-2008)中的 3 类标准		

时段	要素	具体内容	规模及数量	环保对策措施及预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体
环境风险防控	事故应急	预案	——	合理安排施工时间，提前做好预防风险事故准备	——	建设单位
生态和生物资源保护	生态修复	缴纳生态补偿金、岸线修复	——	已缴纳生态补偿金 800.06 万元，原山东省海洋与渔业厅已组织各地市进行了增殖放流工作，对海洋生物资源进行补偿恢复，进行 615.6m 的岸线修复	岸线修复中 137.2m 位于蓬莱西海岸海洋文化旅游产业聚集区，其余 478.4m 位于蓬莱区孙家村东北，施工完成后的三年内完成。	建设单位，可委托专业单位完成

8 产业政策、规划符合性及选址分析

8.1 产业政策符合性分析

本项目行业类别为 R8930 健身休闲活动、R9030 休闲观光活动、R9090 其他娱乐业，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类鼓励类，第三十四旅游业中“2. 旅游新业态：文化旅游、康养旅游、乡村旅游、生态旅游、海洋旅游、森林旅游、草原旅游、湿地旅游、湖泊旅游、冰雪旅游、红色旅游、城市旅游、工业旅游、体育旅游、游乐及其他旅游资源综合开发、旅游基础设施建设和运营、旅游信息等服务，智慧旅游，科技旅游、休闲度假旅游、自驾游、低空旅游、邮轮游艇旅游及其他新兴旅游方式服务体系”建设”，本项目属于鼓励类项目，本项目建设符合国家产业政策。

8.2 “三线一单”符合性分析

8.2.1 生态保护红线符合性

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号）：“按照《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》确定的耕地和永久基本农田保护红线任务和《全国“三区三线”划定规则》，你省（区、市）完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据，‘三区三线’划定成果具体以自然资源部反馈的矢量数据成果为准”。

烟台市蓬莱区自然资源和规划局出具《关于对海洋王国欢乐海洋项目的意见》（见附件），项目不在“三区三线”中的生态保护红线区内。

本项目西侧距离生态保护红线区（蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区）最近距离约 0.3km。该区生态保护重点目标为“保护浅滩地貌与生态系统，海洋历史人文遗迹与自然景观、沙滩”，空间用途准入要求为“依据生态保护红线的管理要求进行管理，保障区域内生态功能的系统性和完整性。涉及自然保护区、自然公园、风景名胜区等区域的，需依照相关法律法规要求进行管理”。

根据数值模拟结果，由于受东侧紧邻防波堤的影响，项目建设不会对周边水动力、地形地貌冲淤环境产生明显影响，项目距离登州浅滩约 13.5km，距离较远，不会对浅滩地貌、生态系统产生明显影响。护岸抛石施工期间产生的 10mg/L 悬浮泥沙会局部进入生态保护红线区，但随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响会很快消失，对生态保护红线区的影响较小。项目建设海洋王国欢乐海洋项目，为旅游休闲设施，建成后有利于提

升附近海域的景观，运营期间生活污水和垃圾等回收处理，不向海域排放，不会对蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区产生明显影响。

因此，本项目不占用“三区三线”划定的生态红线，不会对蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区产生明显影响，项目建设符合山东省“三区三线”划定成果。

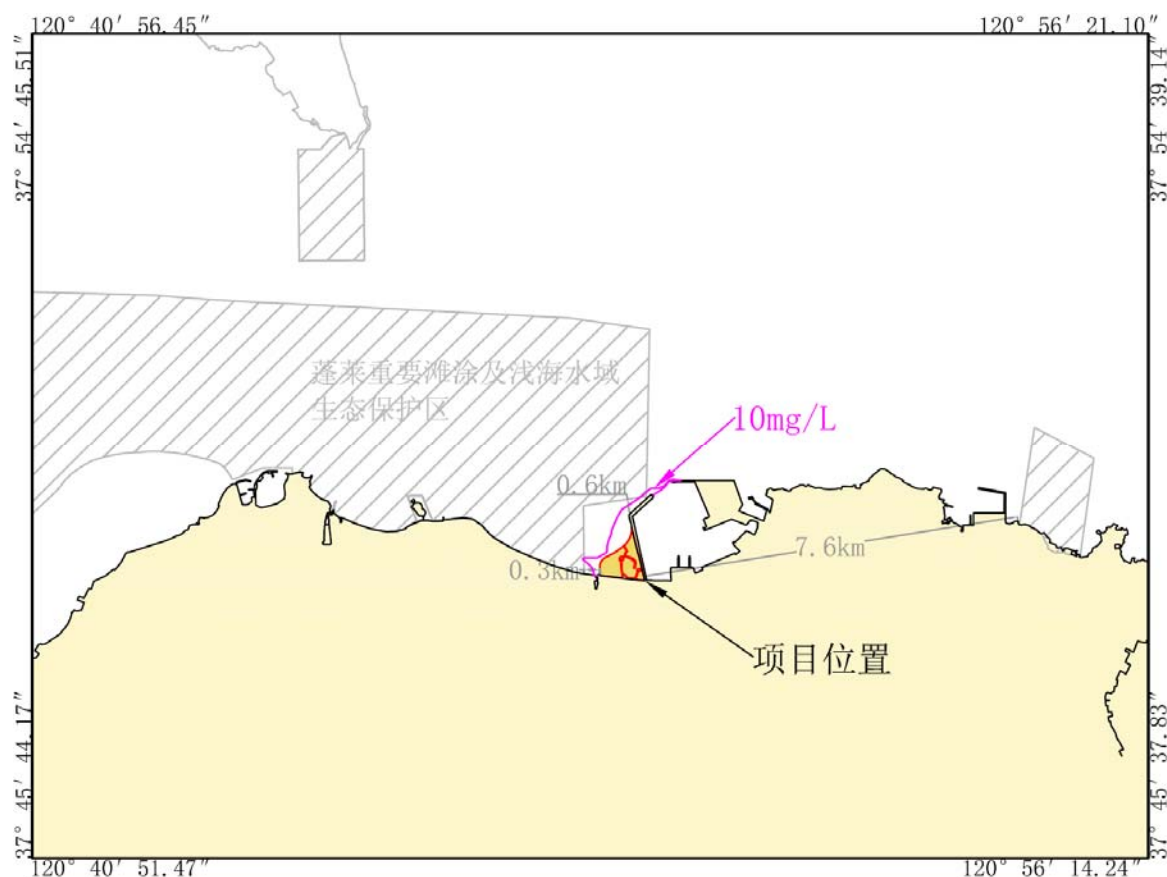


图8.2-1 项目与生态保护红线叠置图

8.2.2 环境质量底线符合性

根据《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》，稳固空气质量改善成效，市区环境空气质量稳定达到国家二级标准，空气质量优良率达到80%以上，基本消除重污染天气。水环境质量持续改善，各区市地表水考核断面水质达到国家、省、市考核要求，国控地表水考核断面优良水体比例达到63.6%；入海河流消除劣Ⅴ类；近岸海域水质优良面积比例达到97.6%。土壤环境质量持续改善，土壤环境风险得到管控，全市受污染耕地安全利用率达到96%以上，污染地块安全利用率达到95%以上。

项目所在区域总体环境状况良好。本工程施工期船舶排放的废气主要为无组织废气，对周边大气环境影响极小；船舶产生的噪声对周边影响较小；项目施工期和运营期产生的生活污水、含油污水、生活垃圾等均妥善处置，不排海，不会影响周边海水水质。项目严格执行环保监测计划，落实环境保护措施，不会对周边海域的环境质量产生明显

影响。因此，在落实本报告提出的相关防治措施的前提下，项目实施不会对区域环境质量底线造成冲击，满足环境质量底线的要求。

8.2.3 资源利用上线符合性

根据《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》，资源利用上线主要目标为：能源结构调整优化，煤炭消费总量进一步压减，能耗总量及强度指标完成省下达任务。实行最严格的水资源管理制度，实现总量及强度“双控”，全市用水总量目标控制在17.01亿立方米以内，万元国内生产总值用水量、万元工业增加值用水量控制目标完成省下达任务；浅层地下水超采区基本消除，平水年份基本实现地下水采补平衡。优化国土空间开发保护格局，控制国土空间开发强度，土地资源开发利用总量及强度指标达到省下达目标，确保耕地保有量，守住永久基本农田控制线；盘活存量建设用地，控制建设用地总规模和城市开发强度，落实城镇开发边界控制线。

项目通过获得不动产权的海域进行围填海建设，不占用土地资源，不属于高耗能产业，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“鼓励类”产业，符合《烟台市国土空间总体规划（2021—2035年）》；根据自然资办函(2023)294号（见附件），项目不属于低水平重复建设旅游休闲娱乐项目。本项目不会突破地区能源、水、土地等资源消耗上线，符合资源利用上限要求。

8.2.4 烟台市生态环境准入清单符合性

根据《烟台市近岸海域环境管控单元生态环境准入清单》（2023年版），项目位于蓬长客港交通运输用海区（HY37060020025），属于重点管控单元，空间布局约束要求为“合理控制港口建设规模和节奏。港口建设应减少对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌的影响，防止海岸侵蚀。”污染物排放管控要求为“港口区执行不劣于四类海水水质标准。航道、锚地和邻近水生野生动植物保护区、水产种质资源保护区等海洋生态敏感区的港口区执行不劣于现状海水水质标准。”

项目位于蓬莱东港防波堤外侧，根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，项目建设不占用现有港口及港口规划发展区，不会对港口建设产生影响。根据数值模拟结果，由于受蓬莱东港西防波堤掩护，项目建设对水动力环境、地形地貌冲淤环境影响较小，因此项目建设符合该区的空间布局约束要求。项目施工、运营产生的生活污水、含油污水、生活垃圾和固废等均妥善处置，不排海；项目施工产生的悬浮泥沙在施工结束后将沉降，悬沙的影响是暂时的，项目建设和运营不会导致周边海域水质变差，因此项目建设符合该区污染物排放管控要求。

综上，本项目不占用土地资源，不属于高耗能、高耗水产业，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“鼓励类”产业。项目建设不占用生态保护红线区，对周边海域水动力环境、地形地貌冲淤环境影响较小，对周边水质、生态环境及大气、噪声环境影响较小。项目位于《烟台市近岸海域环境管控单元生态环境准入清单》中蓬长客港交通运输用海区（HY37060020025），属于重点管控单元，项目建设符合该区空间布局约束和污染物排放管控要求。项目建设符合《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

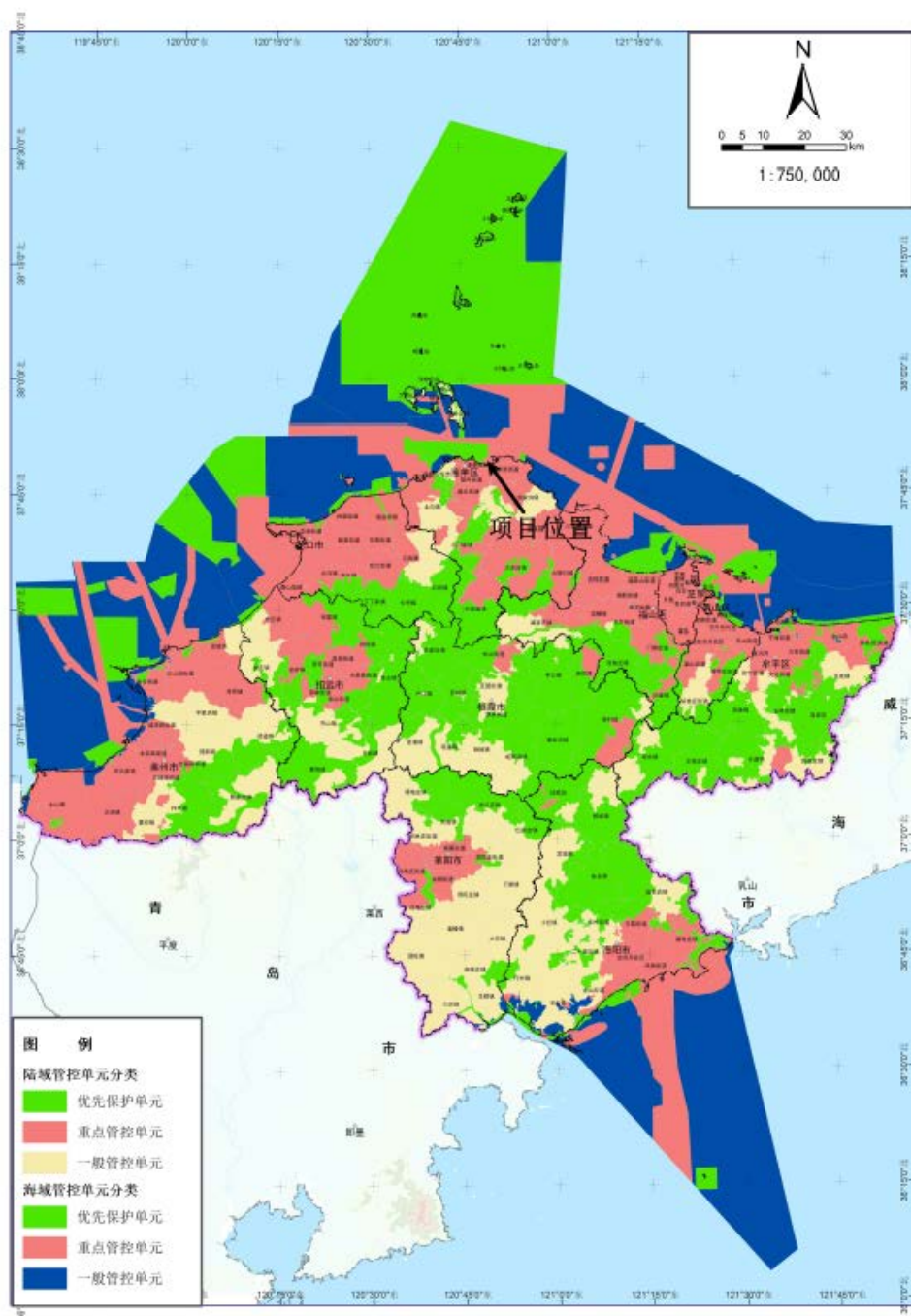


图 8.2.4-1 烟台市环境管控单元图

表 8.2-1 “三线一单”符合性分析汇总表

原则	符合性分析	符合性
生态保护红线	不占用“三区三线”划定的生态红线	符合
资源利用上线	本项目不属于高耗能产业，项目通过获得不动产权的海域进行围填海建设、不占用土地资源，不属于低水平重复建设旅游休闲娱乐项目，符合资源利用上线要求。	符合
环境质量底线	项目施工期、运营期的污染物会采取相应措施，不排海。项目严格执行环保监测计划，落实环境保护措施，不会对周边海域的环境质量产生明显影响，项目实施不会对区域环境质量底线造成冲击，满足环境质量底线的要求。	符合
环境准入清单	本项目不属于高耗能、高耗水产业，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“鼓励类”产业。项目建设不占用红线区，项目位于《烟台市近岸海域环境管控单元生态环境准入清单》中蓬长客港交通运输用海区（HY37060020025），属于重点管控单元，项目建设符合该区空间布局约束和污染物排放管控要求。	符合

8.3功能区分符合性分析

8.3.1 与《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》是山东省空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据。山东省是促进南北联动、东西陆海统筹，联通东北亚和“一带一路”的重要枢纽，是我国北方地区经济发展的战略支点和重要的工业基地。《规划》实施要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，坚持以人民为中心，统筹发展和安全，促进人与自然和谐共生，为建设新时代社会主义现代化强省提供有力支撑和保障。优化海洋开发利用空间。实施“海岸－海域－海岛”旅游综合立体开发，打造一批具有国际影响力的海洋文旅项目，依托滨海生态廊道，拓展公众亲水空间，提升游憩用海比重，改善滨海区域人居环境。

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目位于海洋开发利用空间，距离蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护红线 0.3km。海洋旅游在烟台市的旅游业中已经逐渐占据了主导地位，通过建设海洋王国欢乐海洋项目，有利于协调发展烟台市的旅游布局，对于将烟台建设成为世界知名的滨海旅游目的地，做大做强蓝色旅游品牌具有重要意义。因此，项目建设符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

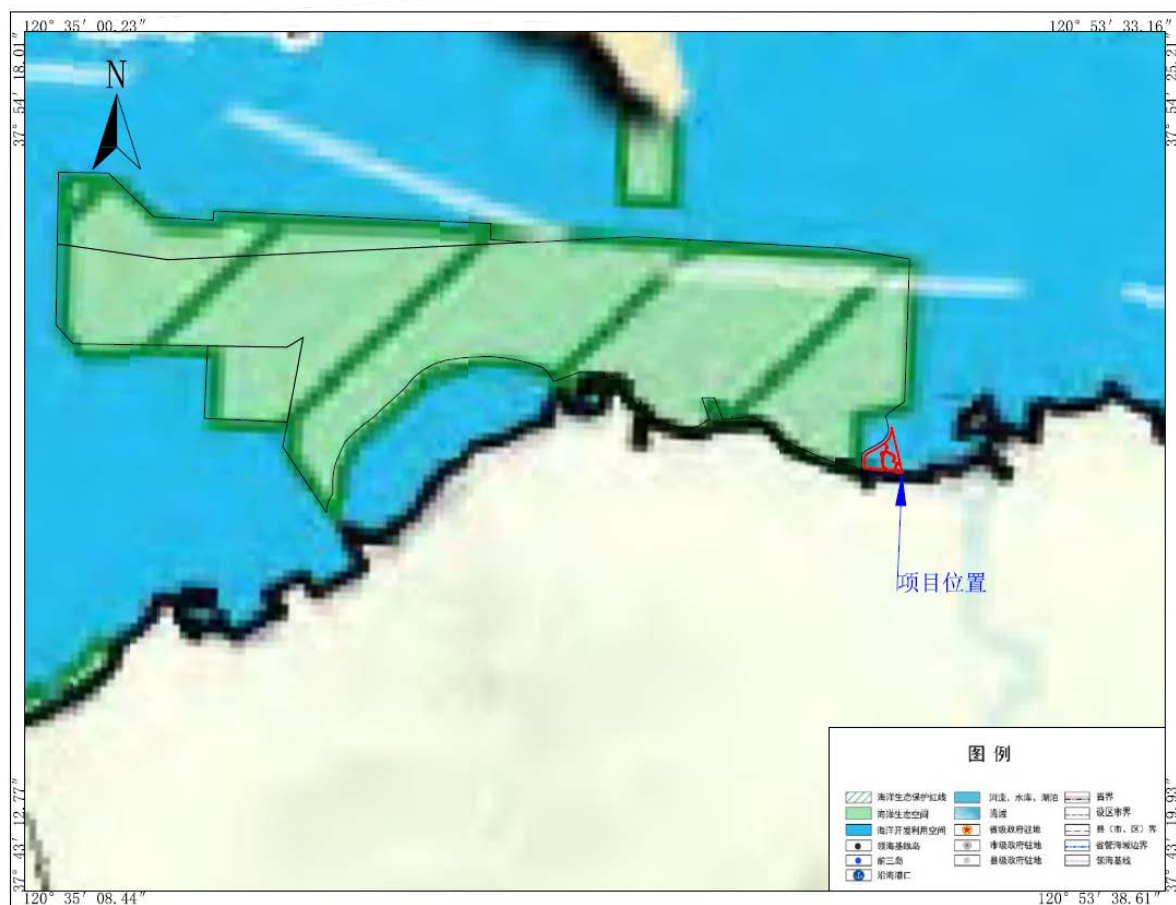


图 8.3.1-1 项目与《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》叠置图

8.3.2 与《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目位于蓬长客港交通运输用海区内，紧邻蓬莱东港交通运输用海区，距离蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区 0.3km。项目所在海域及周边海域的规划分区分布见图 8.3.1-1。

蓬长客港交通运输用海区空间用途准入为“本区域的基本功能为交通运输用海。在不影响交通运输用海基本功能前提下，兼容游憩用海。”开发利用方式为“允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式，集约高效利用岸线和海域空间。”海域保护修复要求为“维持港口水深地形条件和海洋水动力环境条件稳定，保护海洋环境。加强海岸景观整理、疏浚、清淤等整治修复工作，防止淤积。加强环境综合治理，防治港口与船舶污染。禁止投放人工鱼礁。”生态保护重点目标为“重点保护港口水深地形条件。”

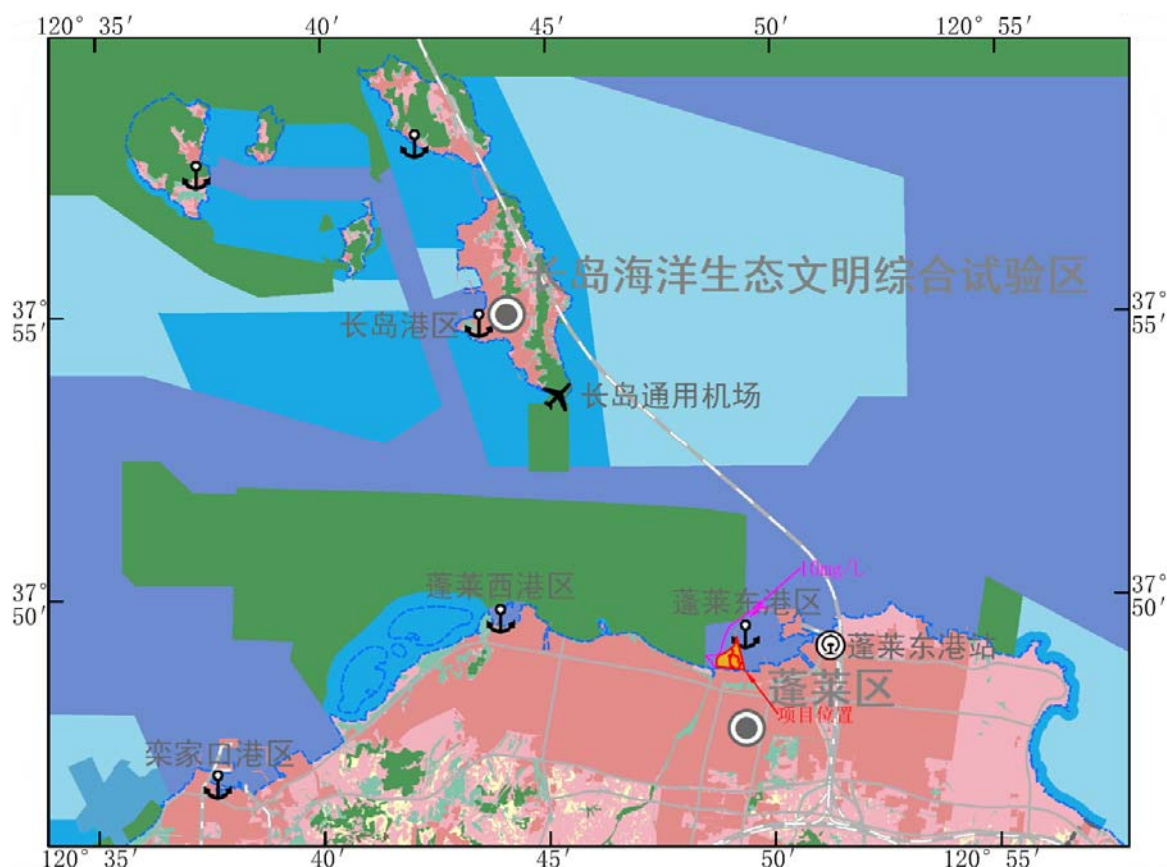


图 8.3.2-1 项目与《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》叠置图

1) 空间用途准入：项目建设海洋王国欢乐海洋项目，为旅游休闲设施；且项目在烟台港蓬莱东港区防波堤工程西防波堤外侧进行建设，根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，项目不占用现有港口及港口规划发展区，因此符合该区的“在不影响交通运输用海基本功能前提下，兼容游憩用海”的空间用途准入要求。

2) 开发利用方式：项目通过填海造地的方式进行建设，填海总面积为 44.9739 hm²，用海类型为旅游基础设施用海，用海方式为建设填海造地；水系面积为 3.6927hm²，用海方式为游乐场，用海类型为游乐场用海，符合该区“允许适度改变海域自然属性”的开发利用方式要求。

3) 海域保护修复要求：项目在烟台港蓬莱东港区防波堤工程西防波堤外侧进行建设，不占用现有港口及港口规划发展区，不会对港口水深地形条件和海洋水动力环境条件产生明显影响。目前项目区为废弃养殖池及其外侧海域，项目建设旅游娱乐景点，项目区内多进行绿化等，在一定程度上改善了项目区景观。施工期、运营期产生的污染物均有合理的处置方式，不外排入海。因此，项目建设符合该区的海域保护修复要求。

4) 生态保护重点目标：项目在烟台港蓬莱东港区防波堤工程西防波堤外侧进行建设，不占用现有港口及港口规划发展区，不会对港口水深地形条件产生明显影响，符合该区

的“重点保护港口水深地形条件”生态保护重点目标。

烟台市蓬莱区自然资源和规划局出具《关于对海洋王国欢乐海洋项目的意见》（见附件），项目不在“三区三线”中的生态保护红线区内。项目距离蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区 0.3km，项目护岸抛石施工期间产生的 10mg/L 悬浮泥沙会局部进入蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区，但随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响会很快消失，对蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区的影响较小。运营期间，生活污水和垃圾等回收处理，不向海域排放，不会对蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区产生影响。根据数值模拟结果，由于受东侧紧邻防波堤的影响，项目建设不会对水动力、地形地貌冲淤环境产生明显影响，项目建成后有利于提升附近海域的景观。因此，本项目建设不会对蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护区产生明显影响。

项目建设符合《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

8.3.3 与《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》符合性分析

根据《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，本项目位于蓬莱东海岸风景旅游娱乐区(SD098CIII)，功能类别为 C，水质保护目标为III，位置关系见图 8.3.2-1，登记表见表 8.3.3-1。

表 8.3.3-1 项目与所在海域环境功能区表

功能区代码	地市	名称	地理位置	面积(km ²)	功能类别	水质保护目标
SD098CIII	烟台	蓬莱东海岸风景旅游娱乐区	蓬莱东北部沿海四至：120°44'18.96"--120°49'20.22";37°48'38.88"--37°51'1.76"	23.21	C	III

根据环境管理要求，环境功能区分类第三类环境功能区，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。三类环境功能区执行《海水水质标准 GB3097 1997》中第三类海水水质标准。

根据 2021 年秋季和 2024 年春季海水水质调查结果，各站位各评价因子均符合相应规划分区水质标准的要求，海水水质较好。本项目施工期间护岸块石抛填和陆域推填溢流产生的悬浮泥沙将会增加海水中泥沙含量，对项目所在海域海洋水环境产生一定的影响；但这种影响是有限的、暂时的，随着施工结束后即可恢复。项目施工期、运营期污水和固废均统一收集处理，不直接排海，海洋环境质量影响较小，不会对周边海域的环境质量产生明显影响，不影响III类水质保护目标的实现，因此，本项目建设符合《山东省近岸海域环境功能区划》（2016-2020 年）。

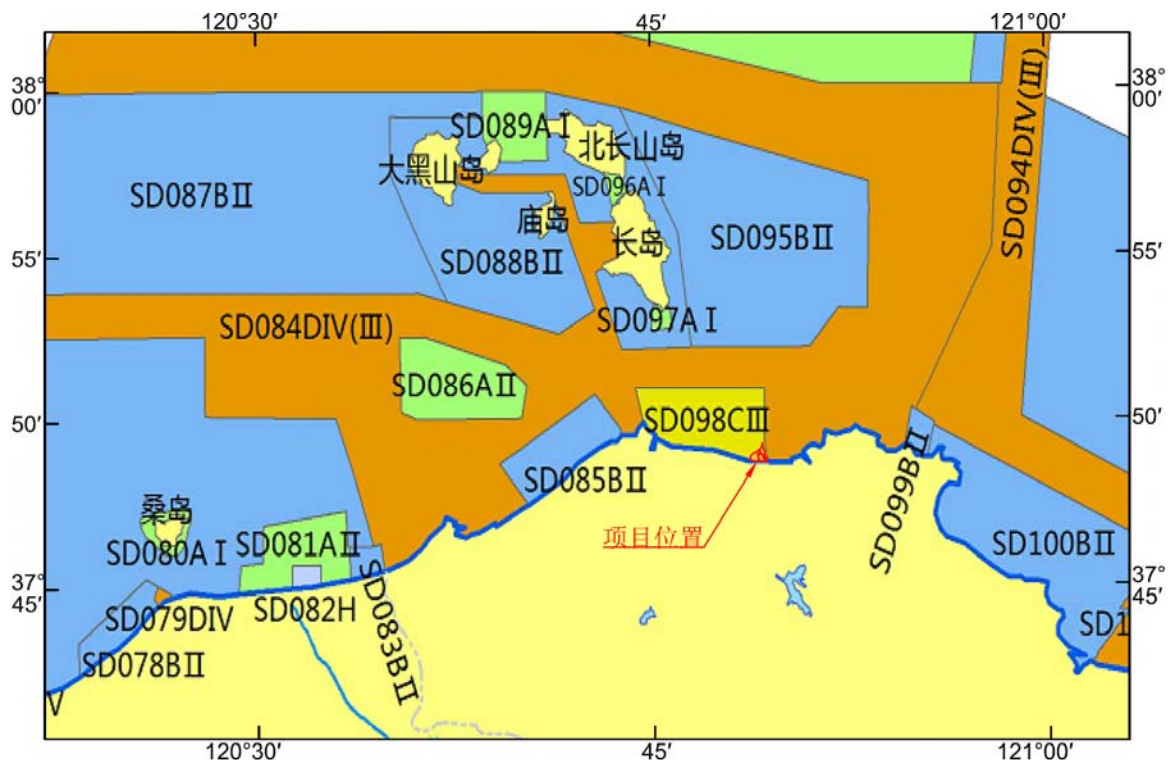


图 8.3.3-2 项目在《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》位置

8.3.4 与《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

根据《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》：

“十四五”时期山东省海洋生态环境保护的主要目标是：

——近岸海域环境质量持续改善，优良（一、二类）水质面积比例不低于 92%，主要入海河流国控断面实现消劣。

——海洋生态破坏趋势得到根本遏制，典型海洋生态系统和生物多样性得到有效保护，生境得到有效恢复，海洋生态系统质量和稳定性稳步提升，大陆自然岸线保有率不低于 35%。

——亲海空间环境质量和公益服务品质明显改善，公众临海亲海的幸福感和获得感显著增强，“美丽海湾”保护与建设取得积极成效，整治修复亲海岸滩长度不断增加，积极申报创建国家“美丽海湾”优秀案例不少于 5 个。

——海洋生态环境监管能力短板加快补齐，海洋环境污染事故应急响应能力显著提升，陆海统筹的生态环境治理制度不断健全，海洋生态环境治理体系更加完善。

根据 2021 年秋季和 2024 年春季海水水质调查结果，各站位各评价因子均符合相应规划分区水质标准的要求，海水水质良好。除个别站位春季铬超标，其余春季、秋季调查各站位各监测因子均符合相应的《海洋沉积物质量》标准要求，沉积物质量较好。施

工期、运营期产生的污染物均不外排，不会对周边海域的环境质量产生明显影响。

工程施工期间，严禁向海洋内排放污水和垃圾，不会对所在海域的水环境和沉积物环境质量造成影响；运营期生活垃圾收集后由环卫部门统一收集处理，生活污水经沉淀池沉淀、食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理，餐厨垃圾、废油脂交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置，不会对海域水体造成明显影响；对区域水文动力、冲淤环境等影响较小，不会对周边海域的环境质量产生明显影响。

项目建设建设海洋王国欢乐海洋项目，建成后有利于提升附近海域的景观，有利于增强公众临海亲海的幸福感和获得感；项目通过岸线修复等形式进行生态修复，一定程度上增加了整治修复亲海岸滩长度。

因此，项目建设符合《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

8.3.5 与《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》的符合性分析

《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》，第二十八章建设完善的现代海洋产业体系中指出：“加快发展现代海洋服务业。拓展海洋旅游功能，规划建设海洋主题公园、国家海洋科技馆，发展邮轮、游艇、海上运动等海洋旅游业态，完善海洋牧场旅游服务设施。支持青岛打造国际邮轮母港，推进烟台、威海、日照开展邮轮无目的地公海游试点。建设海洋经济要素交易市场，加快推动海洋金融体系建设，做优做强山东海洋产权交易中心、青岛蓝海股权交易中心、日照大宗商品交易中心、国际海洋商品交易中心。办好世界海洋发展大会。”

海洋旅游在烟台市的旅游业中已经逐渐占据了主导地位，通过建设海洋王国欢乐海洋项目，有利于协调发展烟台市的旅游布局，对于将烟台建设成为世界知名的滨海旅游目的地，做大做强蓝色旅游品牌具有重要意义。

因此，本项目建设符合《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》。

8.3.6 与《烟台市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析

《烟台市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》第三节“十四五”时期经济社会发展主要目标指出：基本建成充满活力的宜业宜居宜游城市。养马岛至三山岛滨海一带成为美丽风景线，建成更高水平的旅游名城、康养名城、食品名城和安全城市，“仙境海岸·鲜美烟台”享誉海内外；第四章第二节推动现代服务业突破性发展指出：举办文化和旅游发展大会，推动文化与旅游、体育、康养、科技等产业深

度融合，建设有全国影响力的文化产业集聚区。统筹陆海、岛湾旅游开发，重点发展滨海黄金旅游带、芝罘湾都市休闲核、蓬长文化生态旅游核，打造蓬莱、芝罘、昆嵛仙境，形成“一带两核三仙境”滨海旅游发展格局，在全国叫响“仙境海岸·鲜美烟台”城市品牌，建设国内一流、世界知名的滨海休闲度假旅游目的地。

项目为海洋王国欢乐海洋项目，属于旅游业基础设施建设项目，有利于烟台市旅游业发展。项目用海符合《烟台市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。

8.3.7 与《烟台港总体规划（2016-2030）》协调性分析

烟台港地处山东半岛中部沿海，是山东半岛及内陆地区对外交往的重要口岸，是我国综合运输体系的重要枢纽和沿海主要港口之一。未来烟台港应在继续扩大港口规模的同时，更加注重功能布局优化和运输结构调整，大力提升港口专业化、规模化、现代化水平，加快发展临港产业和现代物流功能，提升客货滚装、旅游客运和陆岛交通服务水平，发展成为布局合理、能力充分、功能完备、安全环保、港城协调的现代化综合性港口。规划西港区、芝罘湾港区、龙口港区、莱州港区作为烟台港的主要港区，蓬莱东港区、栾家口港区、海阳港区、长岛港区是烟台港的重要组成部分。



图 8.3.7-1 烟台港蓬莱东港区规划

根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，本项目位于现行的《烟台港总体规划（2016-2030）》的港界范围之外，与烟台港蓬莱东港区相互独立，项目施工船舶需依托蓬莱东港区靠泊。本项目位于蓬莱东港区西部作业区西侧，与东港区西部作业区西防波堤紧邻。本项目不占用现有港口及港口规划发展区（如图 8.3.6-1 所示）。由于防波堤的阻隔，本项目建设及运营期间不会对蓬莱东港区西部作业区港口的建设和发展产生影响。因此，本项目的建设《烟台港总体规划（2016-2030）》相协调。

8.3.8 与《蓬莱市旅游发展总体规划（2009—2025）》的符合性分析

《蓬莱市旅游发展总体规划（2009—2025）》立足于蓬莱区传统“人间仙境”旅游知名度的基础上，挖掘旅游资源，提出蓬莱将来作为以“国际知名、国内著名的以‘人间仙境’和‘葡萄海岸’为特色的海滨度假旅游目的地；世界遗产“海上丝绸之路”的起点；新兴的国家级旅游度假区和著名的国家级历史文化名城”为核心的总体目标。

蓬莱区文化旅游的重点建设片区有：仙境文化旅游区、古城文化旅游区、海洋文化旅游区（包括蓬莱东部滨海旅游区和蓬莱西部滨海旅游区）、葡萄酒文化旅游区。蓬莱西部滨海旅游区作为蓬莱海洋文化旅游的一个重点建设内容，项目建成后将与西部蓬莱阁、八仙过海景区形成一条旅游产业链，对蓬莱区旅游业的发展起到巨大的推动作用。项目建设符合《蓬莱市旅游发展总体规划（2009—2025）》。

8.3.9 与《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿）的符合性分析

根据《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿），海洋公园划分为重点保护区、生态与资源恢复区以及适度利用区三个功能区，各功能区见图 8.3.8-1。

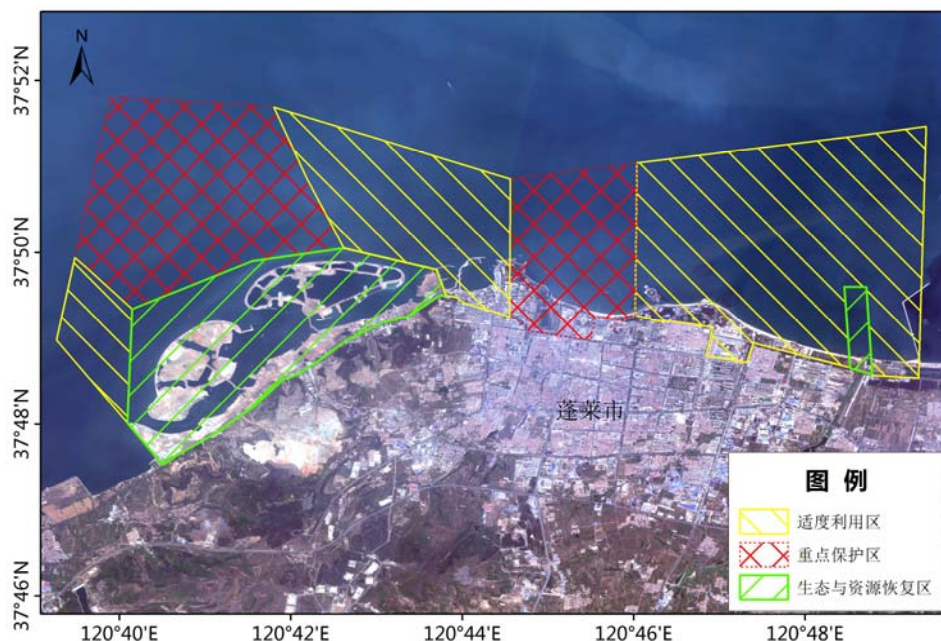


图 8.3.9-1 蓬莱国家级海洋公园功能分区图

项目 42.6327hm^2 填海区和 3.6927hm^2 水系区域位于适度利用区(蓬莱国家级海洋公园八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区)，其余 2.3412hm^2 填海区位于生态与资源恢复区(平山河口生态保护与景观区)内(如图 8.3.8-2 所示)。本项目主要进行旅游娱乐项目建设，符合蓬莱国家级海洋公园八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区的要求。本项目西侧 2.3412hm^2 填海区域位于蓬莱国家级海洋公园平山河口生态保护与景观区内，不占平山河河口，距离河口约 52m，不会对河口行洪产生影响。本项目主要进行旅游娱乐项目建设，建成后有利于提升该岸段的景观，并通过岸线修复等形式进行生态修复，符合蓬莱国家级海洋公园保护管理要求。

项目施工会产生悬浮泥沙，施工过程中应采取清洁的施工工艺，尽量延长泥浆水中悬浮泥沙的沉淀时间，从而降低溢流口的悬浮泥沙浓度；泥浆水流经分隔围堰、多道防污屏沉隔、布设双层土工布，最后经溢流口排出，最大程度减小施工悬浮泥沙的浓度及影响。项目施工期产生的生活污水统一收集由槽车送至碧海污水处理厂处理，生活垃圾统一收集由当地环卫部门处理；运营期产生生活污水经沉淀池沉淀、食堂废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理，生活垃圾统一收集由当地环卫部门处理。施工期和运营期产生的污染物均有合理的处置方式，不外排，最大程度减小项目建设对现有的蓬莱国家级海洋公园的影响。

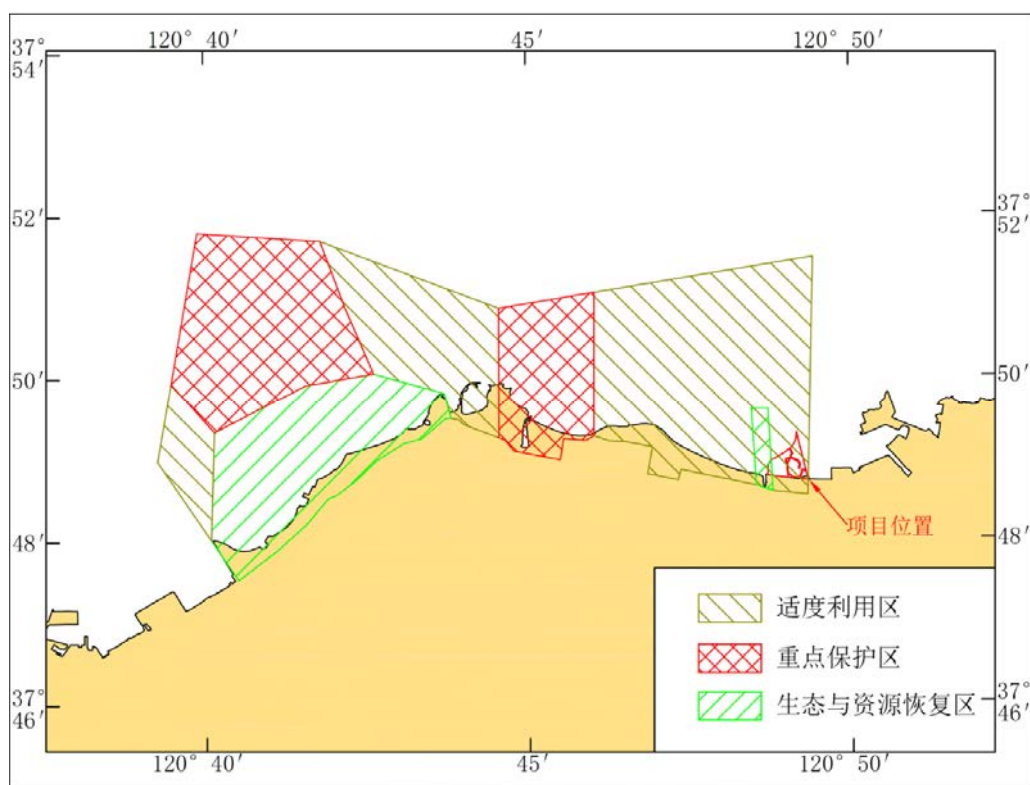


图 8.3.9-2 项目与《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿）叠置图

目前，蓬莱国家级海洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复。烟台市蓬莱区自然资源和规划局出具《关于对海洋王国欢乐海洋项目的意见》（见附件），本项目不在优化整合后的自然保护地内（原蓬莱国家级海洋公园优化为胶东半岛海滨风景名胜区）。同时，本项目不位于生态保护红线区，本项目距胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区）最近距离约 326m。护岸抛石施工期间产生的 10mg/L 悬浮泥沙会局部进入胶东半岛海滨风景名胜区，但随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响会很快消失，对胶东半岛海滨风景名胜区的影响较小。运营期间，生活污水和垃圾等回收处理，不向海域排放，不会对胶东半岛海滨风景名胜区产生影响。项目建成后，有利于提升附近海域的景观。因此，本项目建设与胶东半岛海滨风景名胜区相协调。

根据《山东省自然资源厅关于建设项目使用自然保护地审查审核有关事项的通知》（鲁自然资字[2020]77 号），“四、占用风景名胜区、海洋特别保护区（海洋公园）、森林公园并符合其总体规划的建设项目，须征得有关风景名胜区、海洋特别保护区（海洋公园）、森林公园管理机构同意。不符合其总体规划、但按规定可以修编规划的，根据实际修编总体规划并报有审批权限的机关批准。”

项目编制完成了《海洋王国欢乐海洋项目占用蓬莱国家级海洋公园影响评估报告》。项目符合《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》，不在优化整合后的自然保护地内（原蓬莱国家级海洋公园优化为胶东半岛海滨风景名胜区），鉴于蓬莱国家级海

洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复。经与蓬莱国家级海洋公园主管部门沟通，暂不受理项目占用蓬莱国家级海洋公园影响评估报告。为减小对蓬莱国家级海洋公园的影响，项目需在优化整合后的自然保护地批复后方可开工建设。

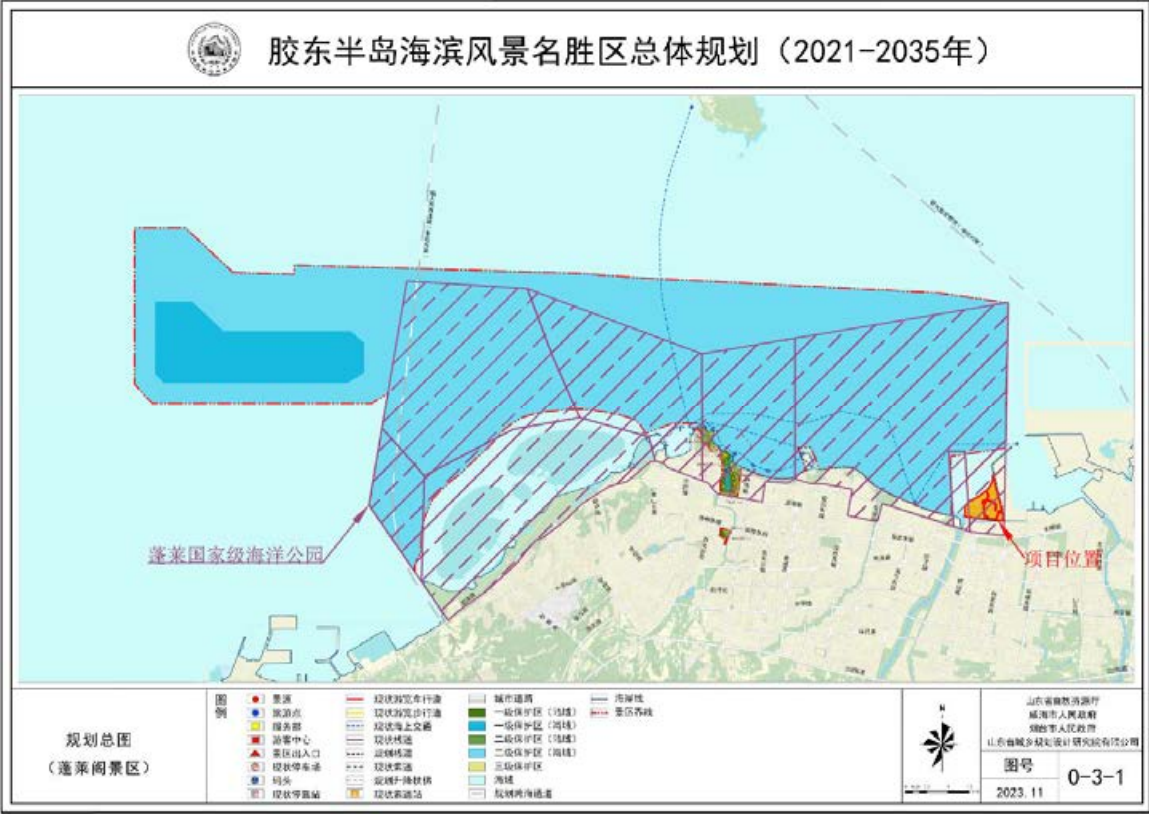


图 8.3.9-3 项目与胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区）、蓬莱国家级海洋公园叠置图

8.4 选址与布置合理性分析

8.4.1 用海选址合理性分析

（1）区位条件适宜性

1）区位条件

本项目位于烟台市蓬莱旅游度假区，市中心区以北，黄海、渤海之滨的狭长地段。蓬莱市位于山东半岛北端，地处东经 120°35′~121°09′，北纬 37°25′~37°50′；东邻福山区，南接栖霞市，西连龙口市，北濒渤、黄二海与长岛县隔海相望。蓬莱城至今已有二千多年的历史，蓬莱是国家级风景名胜区和省级历史文化名城。在山东省“儒、岱、仙、海”四大旅游资源体系中，蓬莱独占仙、海合一的优势。无论其品位、质量，还是知名度，蓬莱市在烟台地区乃至山东半岛都独占鳌头。

本项目东侧有蓬莱阁景区、八仙过海景区，西南侧与长岛隔海相望，项目周边各个

旅游景点侧重点不同,有利于形成多景点、旅游资源相对集中、组合度良好的旅游区分布,有利于蓬莱市旅游产业的发展和进一步提升。同时,蓬莱市良好的旅游产业基础为项目的实施提供了良好的发展空间。

2) 交通条件

蓬莱市区位优越,形成了海陆空全方位的交通网络。蓬莱市东距烟台 60km、莱山机场 70km,南距青岛 200km,正在建设的烟台新国际机场位于蓬莱市潮水镇,建成后将与青岛、济南机场一起构成山东三大干线机场,新机场距蓬莱城区 30km。

蓬莱市水路距长岛港 6n mile,旅顺新港 62n mile,大连港 89n mile,已建成港口 3 处,拥有蓬莱新港、栾家口港两个国家一类对外开放港口,在建和建成万吨级以上泊位 13 个,目前港口年吞吐能力达 $1200 \times 10^4 \text{t}$,并规划建设 $10 \times 10^4 \text{t}$ 级泊位 2 个。蓬莱北有大连港、南有青岛港、东有烟台港,方圆 200km 其余中小型港口不下 20 余处,现已开通连接山东半岛与辽东半岛及通往日本、韩国、香港等国家和地区的货运航线,其中,蓬莱港与国内大部分港口已正式通航,并开通了蓬莱-长岛、蓬莱-旅顺、蓬莱-大连等客货滚装运输航线,成为连接华东地区与东北地区距离最短的“黄金水道”。

蓬莱市境内有 4 条省级公路及 206 国道、威乌高速等高等级公路。264 省道(烟台-龙口)、302 省道(成山卫-龙口)、206 国道(烟台-汕头)三条公路东西贯穿蓬莱全境,南北有 211 省道(蓬莱-寨里)、213 省道(蓬莱-水集)公路,并分别与 204 国道(烟台-上海)、济青、烟青、潍莱高速公路相接,206 国道蓬莱至烟台段为双向八车道旅游专线,威乌高速与同三、京福等高速相连。正在建设的德龙烟铁路为国家一级铁路,设计时速 160km,预留时速 200km,初设单线,预留双线设计,铁路通过能力为 $1500 \times 10^4 \text{t}$,铁路穿越蓬莱境内,在蓬莱段设北沟、王李、蓬莱、刘家沟、潮水五个站。

蓬莱交通结构图见图 8.4.1-1。

蓬莱市拥有优越的地理位置,便捷的交通基础设施,这些有利的区位条件使蓬莱市这一以旅游为主要产业的城市拥有巨大的旅游发展潜力,同时为本项目的开展奠定了基础。



图 8.4.1-1 蓬莱交通结构图

3) 施工条件

- ①供水：工程建设所需水源可就近接自开发区市政自来水管网。
- ②通信：工程区通信便利，可依托有线及无线通讯网络进行交流调度。
- ③供电：该项目电源接口城区供电网，电源供应有保证。
- ④地方材料：蓬莱地区砂石料等地方建筑材料储量丰富，质地良好，可供本工程使用。钢材、木材、水泥等可在烟台当地市场采购。
- ⑤施工条件：烟台地区近年连续进行大型港口建设，当地常驻多家具有相应资质，经验丰富并且配备大型专用施工设备的专业化航务施工企业，具备承建本工程建设的的能力，为本工程的施工创造了良好的条件。

综上分析，项目所在区域拥有良好的旅游产业基础，交通便利，基础设施齐全，风景优美，交通、通讯基础设施完善，供水、供电及供热能力足以保障工程建设和运营的需要。良好的区位条件能够满足项目建设和营运的要求。

(2) 社会条件适宜性

1) 政策环境

根据规划，2025 年之前蓬莱区将建设成为国际知名、国内著名的以“人间仙境”和“葡萄海岸”为特色的海滨度假旅游目的地。这一目标将通过“三级跳跃”来实现，即：2008—2015 为近期目标，实施“新项目带动”战略，将蓬莱建设成为胶东半岛著名的山岳温泉旅游胜地、国家级旅游度假区和世界“葡萄酒文化”典型体验旅游地。2016

—2020 为中期目标，实施“传统再造”战略，将蓬莱建设成为著名的国家级历史文化名城。2021—2025 为远期目标，实施“区域合作”战略，将蓬莱发展成胶东半岛、辽东半岛跨海旅游的重要枢纽城市。

蓬莱区海洋旅游经济收入已经达到了全市旅游直接收入的一半以上，海洋旅游在蓬莱区的旅游业中已经逐渐占据了主导地位。之前受疫情等影响，近几年旅游人数和旅游收入逐年增长，2023 年接待游客 1306 万人次，综合收入 108 亿元。

2) 旅游资源条件

蓬莱位于我国山东半岛北部，黄、渤海交界处，拥有悠久的人文历史和秀美的自然风光，海市蜃楼的大自然奇观让人叹为观止，八仙过海的美丽传说源远流长。其独具地方特色的神仙文化、精武文化、海洋文化、葡萄酒文化，吸引了众多国内外游客前来游览观光。

蓬莱旅游以蓬莱仙境为主体（轴心），戚继光史绩（故居与水城系列）与百里海滨系列复佐，形成三大系统工程摆动式联动合力，并与其他景点紧密配合的系统完整的多功能旅游胜地。蓬莱 3A 以上旅游景区共有 11 处。其中，5A 景区 1 处（蓬莱阁·三仙山·八仙过海旅游景区），4A 景区 3 处（君顶酒庄、海洋极地世界、欧乐堡梦幻世界），3A 景区 7 处（烽台胜境、国宾酒庄、黄金河度假村、泰生小镇、艾山国家森林公园、平山河湿地公园、安诺酒庄）。这些独具特色的旅游资源和良好的社会环境为滨海旅游项目的发展创造了良好的社会条件。

3) 客源基础

由蓬莱阁客源统计资料得知，蓬莱客源比较分散，几乎全国各个省份都有蓬莱的消费者，这一方面说明某个省份的变动不会给蓬莱客源带来大的影响。山东、辽宁、河北、河南等北方市场，因为八仙和其他神仙传说影响大，以及地理位置的原因，成为蓬莱旅游主要的客源市场。京津、上海、浙江、江苏等发达省市，是蓬莱旅游区较为稳定的客源市场，四川、湖南、湖北等新兴内陆市场成为后备市场。南方人尤其广东、福建人很信奉妈祖，而蓬莱妈祖庙的存在以及附有的妈祖显灵的传说，为蓬莱吸引了部分广东、福建、台湾等地的客源。

综合分析，项目所在区域具有优越区位条件、交通条件、施工条件、旅游资源条件、客源基础以及良好的政策环境的支持，项目所在区域的基础设施条件能够满足项目建设的需要，项目选址此处合理。

（3）自然资源适宜性

1) 气候条件

蓬莱位于 37°25'~37°49'56"N、120°34'44"~121°09'E，属北温带东亚季风区大陆性气候，气候温和半湿润，四季变化分明，年均日照量 2826h。海陆风有节奏地交替，形成春秋长、夏季短、冬暖夏凉、近海而干爽的特点。由于受海洋调节，气温日差较小。冬无严寒，夏无酷暑，年均气温 13.0℃。各项气候指标均优于周边旅游城市，海滨空气清新，富含负氧离子。空气中含有一定量的碘，氧和臭氧含量比内陆高，有利于人体内维生素的积累和新陈代谢，是天然的疗养院。

2) 地形地貌条件

本工程位于蓬莱海滨路以北，东港西防波堤以西。地貌单元为海岸地貌，地形起伏不大，地形总体南高北低，岸坡较稳定。

3) 工程地质条件

本工程所在区域出露地层简单，区域地质构造不发育，场区无大的地质构造通过，经钻探该场区场地类别属中软场地土，建筑物场地类型属Ⅱ类土。场地的抗震设防裂度为 7 度，设计地震分组为第一组，场地液化等级为中等。

(4) 生态资源适宜性

项目距离最近的养殖区为东侧最近 2.8km 的围海养殖区，养殖区距离项目较远，项目建设不会对养殖活动产生影响；项目不占用主要渔业种类的产卵场、索饵场及越冬场和洄游路线，项目建设不会影响主要渔业种类的繁殖及生存。

施工期间产生的悬浮泥沙扩散和填海等构筑物建设会对周边海域内底栖生物、浮游生物、游泳生物等自然生态资源产生一定影响。填海等构筑物建设对底栖生物的影响是永久性的，随着工程的完工对浮游生物、游泳生物的影响将随之消失，对海洋生态环境的影响通过采取适当的措施进行修复，海域内的生态系统也将逐步得到恢复，项目已经缴纳生态补偿金 800.06 万元，原山东省海洋与渔业厅已组织各地市进行了增殖放流工作，对海洋生物资源进行补偿恢复。项目选址此处与周边生态环境相适宜。

(4) 周边用海活动协调性

项目位于蓬莱旅游度假区滨海路以北，蓬莱新港西防波堤以西，其周边用海活动主要包括：滨海旅游业、港口航运业、海洋渔业、保护区等。

1) 项目选址与周边滨海旅游业的适应性分析

蓬莱市是山东半岛重要的旅游城市，旅游产业是蓬莱市经济发展的支柱产业之一。本工程位于蓬莱市东海岸，通过整治现有海岸环境，开发海洋旅游项目，丰富蓬莱旅游

项目，利于推动蓬莱产业的发展。因此，项目选址此处与周边滨海旅游业的发展相适应。

2) 项目选址与周边港口航运业的适应性分析

项目依托蓬莱东港西防波堤进行建设，本项目主要开展海洋旅游产业，项目摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶主要在项目水系内游玩，不会对蓬莱东港船舶通行产生影响；根据数值模拟结果，项目建设不会对港区水动力环境、地形地貌冲淤环境产生明显影响，因此项目建设不会对东侧蓬莱东港产生影响。

3) 项目选址与周边海洋渔业的适应性分析

本工程施工期间产生的悬浮泥沙会对水质环境和生态环境产生一定影响，随着施工的结束这种影响将随之消失，项目已经缴纳生态补偿金 800.06 万元（收据见附件），原山东省海洋与渔业厅已组织各地市进行了增殖放流工作，对海洋生物资源进行补偿恢复。项目距离最近的养殖区为东侧最近 2.8km 的围海养殖区，养殖区距离项目较远，项目建设不会对养殖活动产生影响；项目不占用“三场一通”，运营期间不会对周边海洋渔业产生明显影响。

4) 项目选址与周边保护区的适应性分析

项目位于蓬莱国家级海洋公园，项目 42.6327hm² 填海区和 3.6927hm² 水系区域位于适度利用区（蓬莱国家级海洋公园八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区），其余 2.3412hm² 填海区位于生态与资源恢复区（平山河口生态保护与景观区）内。适度利用区和生态与资源恢复区未明确具体保护对象，项目距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km，不会对蓬莱国家级海洋公园重点保护区和主要保护对象产生影响。本项目主要进行旅游娱乐项目建设，建成后有利于提升该岸段的景观，有利于蓬莱国家级海洋公园整体功能的发挥，并通过岸线修复等形式进行生态修复，项目建设与《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿）相协调。

蓬莱国家级海洋公园优化整合为胶东半岛海滨风景名胜区（蓬莱阁景区），目前蓬莱国家级海洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复，项目距离胶东半岛海滨风景名胜区最近距离约 0.3km，项目建设与胶东半岛海滨风景名胜区相协调。

项目周边的保护区主要为西北侧 7.8km 的长岛县长山尾海洋地质遗迹保护区、西北侧 9.9km 的山东长岛国家级自然保护区、西北侧 9.3km 的蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区、西北侧 13.3km 的登州浅滩海洋生态特别保护区、西北侧 7.9km 的山东长山列岛国家地质公园。项目距离这些保护区较远，项目建设不会对这些保护区产生影

响。

项目选址所在海域施工依托条件好，从工程位置、自然条件、依托条件等各方面分析，本工程的建设是十分适宜的；项目建设有利于蓬莱国家级海洋公园整体功能的发挥，与周边用海活动相适宜，项目选址合理。

8.4.2 平面布置合理性分析

本项目以水系为界，西侧填海区主要布置度假酒店区，东部填海区主要布置游乐设施区。

东侧填海区靠近水系一侧边界形成了不规则弯曲的岸线形状，增加了东侧填海区岸线的长度和亲水性，有利于游艇码头休闲区内的旅游观光。

西侧填海区是海上运动训练基地，其西侧有八仙过海景区，西北侧为长岛，形成了丰富的自然景观，有利于营造舒适、优美的运动环境。

中部设置一条蜿蜒曲折的水系，增加了整个填海区的亲水岸线，有利于营造舒适、悠闲的滨海旅游环境以及开展水上旅游项目。

内部水系水质的保持主要通过在水道外侧设置闸门，定期打开闸门，外侧海水随张潮流进入内部水系，水系内的水体随落潮流流出，以实现内部水系的水体交换，从而保持其水质环境。

本项目填海陆域形成后主要形成“一中心一基地一码头”的结构，“一中心”即“黄渤海新区海洋经济博览中心”，“一基地”即“海上运动项目训练基地”，“一码头”即“摆渡码头”。黄渤海新区海洋经济博览中心主要建设海洋生态科技馆，占地面积 2.4hm^2 ；海上运动项目训练基地主要建设培训综合楼、技能培训楼、室内训练场馆，占地面积共 2.8hm^2 ；摆渡码头区主要建设展销中心、游客中心、维保车间，占地面积共 0.32hm^2 ；本项目水系占地面积 3.69hm^2 ，绿地占地面积 18.83hm^2 。

根据《建设项目用海面积控制指标（试行）》，本项目属于旅游娱乐用海，涉及的控制指标为岸线利用率、海洋生态空间面积占比、开发退让距离、围填海成陆比例 4 个指标。

（1）海洋生态空间面积占比

指项目填海范围内的海洋生态空间面积总和占填海面积的比例。

计算公式:海洋生态空间面积占比=海洋生态空间总面积÷填海面积×100 %。

海洋生态空间面积包括项目填海范围内的人工湿地、水系、绿地等面积之和。其中，绿地包括公共绿地、防护绿地、建（构）筑物周边绿地等。

本项目填海范围内的人工湿地、水系、绿地等面积之和为 19.24hm^2 ，项目填海面积为 44.9739hm^2 ，海洋生态空间面积占比为 $29.24 \div 44.9739 = 42.8\%$ ，满足《建设项目用海面积控制指标（试行）》 $>15\%$ 的要求。

（2）开发退让距离

指建设项目用海向海一侧的建筑物相对于新形成的海岸线的后退距离，等于向海一侧建筑物垂直投影外边缘线至填海坡顶线的宽度。

其中填海坡顶线至水下外缘线之间的距离不计入开发退让距离。公共安全及服务必需的建筑物或者必须临海的项目除外。

本项目西侧护岸垂直投影外边缘线至填海坡顶线的宽度为 22.098m ，北侧护岸为 30.948m ，均满足《建设项目用海面积控制指标（试行）》 $>20\text{m}$ 的要求。

（3）围填海成陆比例

指项目填海面积占项目用海面积的比例。

计算公式:围填海成陆比例=项目填海面积 $\div$ 项目用海面积。

本项目填海面积 44.9739hm^2 ，用海面积为 48.6666hm^2 ，围填海成陆比例 $=44.9739 \div 48.6666 = 92.4\%$ ，满足《建设项目用海面积控制指标（试行）》 $\leq 95\%$ 的要求。

综上，本项目建设符合《建设项目用海面积控制指标（试行）》，平面布置合理。

9 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要内容,环境经济损益分析可以衡量建设项目环保投资所收到的环境保护效果以及可能带来的社会效益和环境效益,同时也是衡量环保设施投资在经济上是否合理的一个重要尺度。

该项目的建设可促进当地的社会经济发展,但在营运过程中也必然会对项目所在地和周围环境产生一定的不利影响。通过采取必要的环境保护措施可以部分地减缓项目建设对环境所造成的不利影响和经济损失。本章通过对该项目的社会、经济、环境效益以及环境损失的分析,对该项目的环境经济损益状况作简要分析。

9.1 环境效益分析

9.1.1 环境保护投资费用估算

本项目项目投资约 86087.09 万元,环保投资合计 1173.5 万元,占项目总投资的 1.4%。环保投资估算见表 9.1.1-1。

表 9.1.1-1 环保投资估算一览表

阶段	项目	单价 (万元)	数量和单位	金额(万元)
施工期	施工废水处理装置(含泥砂沉淀池)	10.0	1 套	10.0
	临时厕所	5.0	2 个	10.0
	施工临时占地及建筑垃圾等的平整清理费用	5.0	1 项	5.0
	施工期洒水、道路清扫、垃圾处置等费用	5.0	1 项	5.0
	垃圾箱	0.14	20 个	2.8
	含油污水的接收装置	2.0	1 年	2.0
	污水收集车	20	2 辆	40.0
	取土石料场水土流失工程措施、临时措施	30.0	1 项	30.0
	施工期环境监理	20.0	1 项	20.0
	施工期环境监测费用	20.0	1 项	20.0
	生态补偿(已缴纳)	800.06	1 项	800.06
运营期	污水管沟	15.0	1 套	15.0
	隔油沉淀池	10	1 座	10.0
	化粪池	8	4 座	32.0
	清洁车	8.0	2	16.0
	垃圾箱	0.14	20 个	2.8
	油烟净化器	0.3	8 个	2.4
	声环境保护措施(警示牌)	0.01	20 个	0.20
	警示牌	0.02	12 个	0.24
	绿化费用	100	——	100
	运营期环境监测	20	1 项	20
	不可预见费用			30.0
合计				1173.5

9.1.2 环境经济损益分析

9.1.2.1 环境损失

本项目施工和运行期间，固废和废水妥善收集，实现“零排放”，废气主要为油烟、游船废气，对周边大气环境影响很小。

项目施工过程中会增加海水中悬浮物含量，导致海水透明度和光照强度的下降，对浮游生物、游泳生物会造成一定程度的影响。经计算，项目建设共造成浮游植物损失量为 9.04×10^{12} 个，浮游动物损失量为 3.70t，底栖生物损失量为 6.34t，鱼卵损失量为 2.59×10^6 粒，仔稚鱼损失量为 1.26×10^6 尾，游泳动物损失量 250.93kg，海洋生物资源损害价值约 227.8831 万元，项目已经缴纳生态补偿金 800.06 万元（收据见附件）。

9.1.2.2 环境经济收益

本项目施工期和运营期各项环保工程措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保工程措施的落实，使环境保护的整体战略在施工期和运营期全过程得到有效贯彻，从而确实有效的保护生态环境，并创建区良好的环境，达到社会经济建设和环境资源保护的协调发展。

项目拟投入 1173.5 万元落实各项环保措施，可通过必要的污染治理有效减缓工程建设过程中各环境污染因子对环境造成的影响，施工期和建成初期污染防治措施的设置及运行、环保人员工资等投入，从财务角度看利润是负值，但环保投入的间接经济效益是显著的，可以减少废气、污水、噪声对环境的污染，防范、减小事故对海域的污染，保护环境的同时对区域经济的可持续发展意义重大。

9.2 经济效益和社会效益分析

本项目施工期和建成初期各项环保工程措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保工程措施的落实，使清洁生产整体预防战略在本项目建设施工期和运营初期全过程得到有效贯彻，从而确实有效的保护生态环境，并创建区良好的环境，达到社会经济建设和环境资源保护的协调发展。

通过施工期各项环保措施的落实，可减小工程建设过程护岸形成、陆域推填、附属设施建设等诸施工环节中各环境污染因子产生的强度，并进行必要的污染治理，使施工场地附近海域水环境和生态环境得到有效保护，降低对海洋物种生态环境潜在的环境风险影响，同时避免或减少施工过程对陆域生态、声环境和大气环境的破坏和影响。

项目建设将有利于开发水上旅游活动，增加旅游业收入；各项环保措施的落实有效

保护海域生态环境，维持海洋生态平衡，使海洋物种多样性得以保护，人类就可以处于一个良好的高质量的生活环境空间中，使人与自然协调相处。

项目施工期和建成初期污染防治措施的设置及运行、环保人员工资等投入，从财务角度看利润是负值。但环保投入的间接经济效益是显著的，可以减少废气、粉尘、噪声、固体废弃物对环境的污染，防范、减小事故对海域的污染，既保护了环境，又节约了水资源、能源。环保设施的实施对区域经济的可持续发展意义重大。

目前，全国旅游发展趋势良好，国家旅游大环境的影响、山东省各级政府的重视和蓬莱自身的优越条件将会大大推动蓬莱旅游业的发展。本项目的建设，能促进周边地区乃至整个经济腹地的发展；增加周边地区居民的就业机会，提高人民的生活水平，随之带动当地教育文化程度的提升等。从未来看，蓬莱市也制定了较长远的旅游规划，本项目的建设符合城市规划与旅游规划，项目建成后必将为蓬莱锦上添花，并能与当地社会环境很好的适应。

9.3环境经济损益综合评价

工程施工过程会增加海水中悬浮物含量，导致海水透明度和光照强度的下降，对饵料生物的繁殖、经济鱼类的鱼卵和幼体的正常发育，造成一定程度的影响。本项目会掩埋底栖生物的栖息环境，造成底栖生物的损失。工程施工期间造成水体中悬浮泥沙含量的增加，但工程附近海域无珍稀和濒危海洋生物，因此，本项目对海洋生物资源稍有影响，但不会破坏海洋生态结构，对海洋生态环境的影响不明显。

工程建成后，将促进蓬莱市旅游业的进一步发展，加快蓬莱市海滨城市建设步伐，促进蓬莱市旅游资源协调开发，在改善区域海洋环境与景观及提升周边陆域居民生活质量和品位等方面有积极的作用，产生的社会、经济效益显著。

综合分析项目建设的经济损益，项目建设带来的环境资源的损失及负面影响有限，并在可接受范围内。项目建设带来的社会效应和经济效益是比较明显的。

10 环境管理与环境监测

建设单位应针对自身生产特点制定严格的环境管理与环境监测计划，并以扎实的工作保证企业各项环保措施以及环境管理与环境监测计划在项目施工期和运行期得以认真落实，才能有效地控制和减轻污染，保护环境；只有通过规范和约束企业自身的环境行为，才能使企业真正实现社会、经济和环境效益的协调统一，走可持续发展的道路。本环评对项目提出环境管理与环境监测的计划和建议。

10.1 环境管理

10.1.1 环境管理目的

按照“三同时”制度的指导思想，在项目建设和运营期，须加强环境管理和监测计划，使各种污染物的排放达到相关排放标准要求，从而提高自身的管理水平和环境质量，使项目得以最优化实施。为此，本项目应当配备专门的环境管理及监测机构，并确定相应的职责，制定监测计划。

10.1.2 环境管理机构设置及职能

为了有效保护拟建项目所在区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，建设单位应成立专门机构，加强建设项目的环境管理，做好本项目的环境保护工作；配合生态环境及海洋、渔政等主管部门对项目施工实施监督、管理和指导；负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况。

（1）环保机构设置

建议项目建设单位成立环保安全管理职能部门，直接接受项目经理领导，并配备1~2名专职环保人员，负责进行项目的环境保护管理工作。

（2）环保机构主要职责

- 1) 宣传、贯彻并执行国家有关环保法规、条例、标准，并监督有关部门执行；
- 2) 负责项目施工与营运期的环境保护管理工作，监督各项环保措施的落实与执行；
- 3) 建立并完善企业环保规章制度，负责环保相关设施的运行维护；
- 4) 安排相关工作并做好记录，按环保部门的规定和要求填报各种环境管理报表；
- 5) 做好环境监测工作及监测计划的实施；
- 6) 项目建成后组织开展环保设施竣工验收；
- 7) 协调、处理因本项目的建设和营运所产生的环境问题而引起的各种投诉，并达成相应的谅解措施。

10.2 环境监测

10.2.1 海洋环境监测计划

通过环境监测可以及时掌握工程施工期污染物排放情况及对施工现场周围区域环境质量的影响程度，并反映和掌握营运期防治污染措施的有效程度和治理污染设施的运行治理效果，为环境管理工作提供科学依据。因此，必须做好该工程的环境监测计划。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，监测站位的布设尽可能使用历史资料。本着充分利用现有资源的原则，本项目跟踪监测站位引用《海洋王国欢乐海洋项目（图斑编号 370684-0121）生态评估报告》（报批稿）中相关监测站位。

（1）海洋水质监测计划

监测项目：悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、氨氮、石油类、大肠杆菌等。

站位布设：设 3 个监测断面，每条断面各设 3 个监测站位，共 9 个监测站位。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》和《海水水质标准》的有关规定方法进行。

监测频率：施工前监测一次，施工结束后监测一次；运营期第 1 年春、秋两季各进行一次监测，以后每 3 年春季或秋季监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

（2）海洋沉积物监测计划

监测项目：石油类、粒度、重金属。

站位布设：设 5 个监测站位。

监测方法：采样监测工作委托当地有资质的监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

监测频率：施工前监测一次，施工结束后监测一次；每 3 年监测一次。

（3）海洋生态监测计划

监测项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵仔鱼）、底栖生物。

站位布设：设 5 个监测站位。

监测方法：采样监测工作委托当地有资质的监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

监测频率：施工前监测一次，施工结束后监测一次；每 3 年监测一次。

（4）冲淤监测计划

监测项目：水深地形。

站位布设：布置监测断面 3 条。

监测频率：施工前监测一次，施工结束后监测一次，运营期监测 1 次。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（5）水动力环境监测计划

监测项目：流速、流向、SS。

站位布设：布置监测 2 个。

监测频率：施工前监测一次，施工结束后监测一次，运营期监测 1 次。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。



图 10.2-1 海洋环境监测站位布置图

10.2.3 其他环境监测计划

根据本项目施工期的污染特征，施工期的其他环境因子监测包括噪声监测计划等。

（1）大气监测计划

大气监测主要集中在施工期，监测因子为 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 和 TSP，均执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

监测点位：分别于厂界处及下风向 100m 处布点。

监测频率：每季节监测 1 次。

监测采样及分析方法：参考《环境监测技术规范》和《空气和废气监测分析方法》。

（2）噪声监测计划

噪声监测主要集中在施工期，厂界噪声分别执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的噪声排放限值 and 《社会生活环境噪声排放标准》（GB22337-2008）3 类标准。

监测点位：分别于厂界布点，监测点位于厂界边界线外 1m。

监测频率：每季度监测一次，每次分昼、夜两个时段进行监测。监测气象条件应为无雨、风力小于 4 级（风速小于 5.0m/s），监测记录应妥善保存备案。

10.3 环境影响评价制度与排污许可制度的衔接

环境影响评价制度是建设项目的环境准入门槛，排污许可制是企事业单位生产运营期排污的法律依据，必须做好充分衔接，实现从污染预防到污染治理和排放控制的全过程监管。根据《环境保护部关于印发<“十三五”环境影响评价改革实施方案>的通知》（环环评[2016]95 号）、《关于印发<排污许可证管理暂行规定>的通知》（环水体[2016]186 号，2016 年 12 月 23 日）、《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》（国办发[2016]81 号）及环保部《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84 号）中的相关要求，按行业分步实现对固定污染源的排污许可全覆盖。项目应在获得环评审批文件后，按照国家环境保护相关法律法规以及排污许可证申请与核发技术规范要求申请排污许证。

本项目建设旅游娱乐项目，根据《固定污染源排污许可分类管理名录(2019 年版)》，本项目属于其他行业，属于实施登记管理的行业，不需要申请取得排污许可证，应当在全国排污许可证管理信息平台填报排污登记表，登记基本信息、污染物排放去向、执行的污染物排放标准以及采取的污染防治措施等信息。

10.4“三同时”验收一览表

项目环境保护“三同时”验收一览表详见表 10.4-1。

表 10.4-1 “三同时”验收一览表

内容 类型	污染源	污染物名称	验收内容（环保设施/措施）	执行标准
大气污 染物	油烟废气	油烟	经油烟净化器处理后由高于楼顶1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油烟净化设施的处理效率为95%。	《饮食业油烟排放标准》(DB37597-2006)中的大型规模要求。
	游船废气	CO、NO _x 、SO ₂	使用达标油料，强化维护保养保持良好工况，避免超负荷运行	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）
水污 染物	生活污水	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N	运营期生活污水由污水管网送至项目沉淀池沉淀，最终排入市政管网至碧海污水处理厂处理。	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 三级标准
	餐饮废水	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、动植物油	餐饮废水经隔油沉淀池分离油污后排入市政管网至碧海污水处理厂处理。	
噪声	车辆、船艇、机械、游客噪音	--	选择低噪声设备、采取隔声、吸声、减振、加强设备维护等措施	《社会生活环境噪声排放标准》(GB22337-2008) 3 类标准
固体废 物	生活垃圾	一般固废	由环卫部门统一收集处理	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）
	餐厨垃圾	餐厨废弃物	交由有收运特许经营权的单位统一收运、集中处置。	
	废油脂	餐厨废弃物		
		沉淀池污泥	污泥	

11 环境影响评价结论

11.1 结论

11.1.1 项目建设概况

本项目于 2021 年获得不动产权证书，目前尚未进行填海建设。项目依托东侧紧邻的烟台港蓬莱东港区防波堤工程填海建设海洋旅游项目，项目主要规划形成“一中心一基地一码头”的结构，“一中心”即“黄渤海新区海洋经济博览中心”，建筑主要包括海洋生态科技馆、会展馆和海洋经济发展论坛、海洋科技创新成果孵化中心三大板块，主要进行海洋知识科普教育，承担大型会议、展览及活动需要，搭建海洋经济高科技成果转化、技术交易及其他科技成果对接平台；“一基地”即“海上运动项目训练基地”，主要建筑包括培训综合楼、技能培训中心和训练场馆，主要运营帆船帆板训练，常规开展专业性帆船帆板教学、训练、比赛活动；“一码头”即“摆渡码头”，项目内部建设一条水系，在水系岸边停靠摩托艇、快艇等摆渡游玩船舶，建筑主要有游客中心、游艇展销大厅以及一些服务配套性建筑，打造海上旅游休闲度假空间。

项目填海总面积为 44.9739 hm²，用海类型为旅游基础设施用海，用海方式为建设填海造地；水系面积为 3.6927hm²，用海方式为游乐场，用海类型为游乐场用海。项目外侧护岸采用斜坡式护岸结构，内护岸采用重力式方块结构。项目填海建设共需土石方 405.96×10⁴m³，其中 27.10×10⁴m³ 采用内护岸基槽开挖的粉砂回填，其余 378.86×10⁴m³ 全部外购。填海完成后再进行上方建筑、景观绿化等施工。

工程总投资 86087.09 万元人民币，其中环保投资 1173.5 万元，约占总投资的 1.4%；工期 12 个月。

11.1.2 环境质量现状

（1）海水水质现状

2024年4月（春季）、2021年9月、11月（秋季）调查结果表明：调查区域各站位的各评价因子均符合所在规划分区水质标准的要求，海水水质良好。

（2）沉积物质量现状

2024年4月和2021年9月、11月调查结果表明：除个别站位铬超标，其余春季、秋季调查各站位各监测因子均符合所在规划分区沉积物标准的要求，沉积物质量较好。

（3）海洋生态调查结果

2024 年 4 月调查海域共鉴定出浮游植物 27 种，浮游动物 23 种，底栖生物 48 种。

2021 年 9 月调查海域叶绿素 a 浓度变化范围在为 0.54-4.18 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均为 2.19 $\mu\text{g/L}$, 共鉴定出浮游植物 62 种, 浮游动物 41 种, 底栖生物 87 种。

2021 年 11 月调查海域叶绿素 a 浓度变化范围在 0.44-0.88 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均为 0.66 $\mu\text{g/L}$, 共鉴定出浮游植物 48 种, 浮游动物 11 种, 底栖生物 59 种。

2022 年 5 月渔业资源调查共采到鱼卵 10 种, 未采集到仔稚鱼, 游泳动物 49 种; 2023 年 10 月调查共采到鱼卵 3 种和仔稚鱼 2 种, 游泳动物 35 种。

2023 年 10 月、2024 年 4 月各站位各生物体的调查因子含量均符合相应标准要求。

(4) 环境空气质量现状

根据《2022 年烟台市环境空气质量状况》, 2022 年蓬莱区例行监测点 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 和 O_3 均能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准要求, 拟建项目所在区域属于达标区。

(5) 声环境质量现状

2022 年蓬莱区城市区域环境噪声昼间测值为 53.7dB(A), 城市区域环境噪声总体水平为“二级”, 评价为“较好”。2022 年, 蓬莱区城市道路交通噪声昼间监测值为 65.4dB(A), 道路交通噪声昼间噪声强度等级为“一级”, 评价为“好”。

11.1.3 环境影响预测与评价

(1) 对水文动力环境的影响

项目西北侧、北侧流速增加, 最大增加量为 6.6cm/s; 项目西南角流速减小, 最大减小量为 12.4cm/s, 流速变化大于 1cm/s 的区域距离工程最远约 833m。项目建设对潮流场产生一定影响, 影响范围主要位于项目北侧、西侧 0.83km 范围内, 对外侧海域潮流场影响很小。

(2) 对冲淤环境的影响

工程建成前后冲淤变化不大, 冲淤变化量大于 0.1cm 的区域距离工程最远约 868m。工程西北侧淤积量减小, 减小量小于 1.3cm/a; 工程北侧、西南角淤积量增大, 增加量最大为 1.5cm/a; 平山河口处冲淤变化量小于 0.2cm/a。工程建设对冲淤环境的影响主要集中在工程周边小范围内, 对外围其他区域的影响较小。

(3) 对海域水质环境的影响

施工期间 10mg/L 悬浮泥沙主要呈 NE~SW 向扩散, 向 N、W 最远扩散距离约 0.4km, 向 NE 最远扩散距离约 1.4km, 最远扩散至蓬莱东港防波堤堤头附近海域, 未进入蓬莱东港港池内。悬浮泥沙超二类水质标准范围 (10mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围) 面积为

47.0640hm²，超三类水质标准范围（100mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 13.4239hm²，超四类水质标准范围（150mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 9.0860hm²。

（4）海洋沉积物环境影响评价

块石抛填、推填溢流、基槽开挖等施工过程中搅动悬浮泥沙，导致泥沙在工程周边落淤，不会影响海底沉积物质量。

工程附近海洋沉积物调查站位符合相应的沉积物标准，沉积物质量较好，不含毒有害物质及放射性物质，内护岸基槽开挖的粉砂可作为本项目填海工程填充物质；其余建设所需土石料来源于蓬莱市建筑材料工业总公司，土石料应经监测其有毒有害和放射性等污染物符合相关标准要求，无毒无害、不含放射性等污染物，对海洋沉积物资源不会产生明显影响。工程施工过程和运营期间，生活垃圾和污水收集后统一处理，不外排入海，没有污染物沉入海底，不会对沉积物环境产生影响。本项目建设没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

（5）对海域生态环境的影响

项目建设共造成浮游植物损失量为 9.04×10^{12} 个，浮游动物损失量为 3.70t，底栖生物损失量为 6.34t，鱼卵损失量为 2.59×10^6 粒，仔稚鱼损失量为 1.26×10^6 尾，游泳动物损失量 250.93kg。

（6）对大气环境的影响

本项目施工期对大气的影晌主要是粉尘和车辆、船舶废气。通过加强管理，采取文明施工、洒水控尘、设置防尘网、冲洗车轮、清扫道路等措施可将其影响降低到最小程度，此外施工期影响是短暂的，一旦施工活动结束其环境影响也随之结束。

本工程运营期对环境空气的影响主要为车辆、快艇排放的废气和食堂产生的油烟废气。本项目停车位均为地上停车位，停车排放的汽车尾气和快艇尾气产生量较小，且能够迅速被环境空气稀释、扩散；食堂油烟经油烟净化器处理后由高于楼顶 1.5m 的排气筒 P1（总高 10m）排放，油烟净化设施的处理效率为 95%，排放浓度为 0.72mg/m³，可达到《饮食业油烟排放标准》（DB37/597-2006）中的大型规模要求，项目运营期对周围环境空气的影响较小，可以接受。

（7）对声环境的影响

除柴油发电机外，本项目昼间施工噪声在距施工噪声源 200m 处可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的限值要求。柴油发电机仅作为备用电源使用，使用时间较短，同时本项目主要在白天施工，夜间基本不会进行施工；项目周

边 200m 范围内没有典型的声环境保护目标，且项目位于海上，不会对声环境敏感目标造成影响。随着工程的竣工，施工噪声的影响将不再存在。施工噪声对环境的不利影响是暂时的、短期的行为。

项目空调机、油烟净化器风机、排风扇等部分设备位于室内，其噪声值为 55~85dB(A)，由于建筑物阻挡且设备噪声值较低，该部分噪音对环境的影响较小。本项目其他噪声主要来源于进出车辆、摩托艇快艇及游客游玩产生的噪声，车辆、摩托艇快艇噪声值约为 70~85dB(A)。项目仅白天进行营业，周边 200m 范围内没有典型的声环境保护目标，距离最近的居民区约 0.66km，距离较远，项目建设不会对其产生影响，因此项目运营期不会对周边声环境产生明显影响。

(8) 固体废物环境影响评价

本项目施工期、运营期产生的固体废物均统一收集后由相关单位进行集中处置，不向环境排放，本工程产生的固体废物不会对环境造成明显影响。

(9) 对环境敏感保护目标的影响

项目距离最近的养殖区为东侧最近 2.8km 的围海养殖区，养殖区距离项目较远，项目建设不会对周边养殖区产生影响。

项目位于蓬莱国家级海洋公园，项目 42.6327hm² 填海区和 3.6927hm² 水系区域位于适度利用区（蓬莱国家级海洋公园八仙渡至海洋王国旅游娱乐利用区），其余 2.3412hm² 填海区位于生态与资源恢复区（平山河口生态保护与景观区）内。适度利用区和生态与资源恢复区未明确具体保护对象，项目距离重点保护区较远，最近距离约 4.0km，不会对蓬莱国家级海洋公园重点保护区和主要保护对象产生影响。本项目主要进行旅游娱乐项目建设，建成后有利于提升该岸段的景观，有利于蓬莱国家级海洋公园整体功能的发挥，并通过岸线修复等形式进行生态修复，项目建设与《蓬莱国家级海洋公园总体规划（2016-2025）》（报批稿）相协调。蓬莱国家级海洋公园优化整合为胶东半岛海滨风景名胜景区（蓬莱阁景区），目前蓬莱国家级海洋公园优化整合方案已经省自然资源厅上报至国家林业和草原局，待批复，项目距离胶东半岛海滨风景名胜景区最近距离约 0.3km，项目建设与胶东半岛海滨风景名胜景区相协调。项目距离其他保护区最近距离约 7.8km，距离较远，项目建设不会对这些保护区产生影响。

11.1.4 环境保护措施

针对项目施工期和运营期污染物产生情况，本项目采取了相应的废气、废水、噪声、固废和海洋生态污染防治措施，所采取的措施技术可行，经济合理，能够确保污染物的

达标排放，并减少对周边环境的影响。

11.1.5 环境影响经济损益分析

本项目总投资 86087.09 万元，其中环保投资 1173.5 万元，占总投资的 1.4%；本项目已缴纳生态补偿金 800.06 万元。项目建设可在区域内带来较大的经济效益和社会效益。

11.1.6 环境风险评价

本项目环境风险类型为施工船舶碰撞引起油品泄漏和风暴潮、地震、火灾事故，风险事故会破坏水质环境，对海洋生态环境带来危害。做好项目用海风险预防工作及应急措施，可降低事故产生的影响。

11.1.7 公众意见情况

本报告编制过程中按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第 4 号），建设单位于 2024 年 4 月 29 日在烟台市蓬莱区人民政府网站进行了第一次公众参与信息公示（https://www.penglai.gov.cn/art/2024/4/30/art_13634_2967493.html），第一次公众参与与信息公示期间未收到反馈意见；于 2024 年 5 月 21 日在烟台市蓬莱区人民政府网站进行了第二次公众参与信息公示（https://www.penglai.gov.cn/art/2024/5/21/art_13634_2968128.html），于 2024 年 5 月 21 日在项目选址附近进行了第二次现场公示张贴，第二次公众参与与信息公示期间未收到反馈意见；建设单位分别于 2024 年 5 月 24 日、5 月 31 日在报纸《今日蓬莱》进行了公示，报纸公示期间未收到反馈意见。保障了公众关于项目环境保护的知情权、参与权、表达权和监督权，项目公示期间建设单位均未收到公众反馈意见。

11.1.8 环境影响可行性结论

本项目符合产业政策，符合《烟台市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》《烟台市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《蓬莱市旅游发展总体规划（2009—2025）》，不占用“三区三线”划定的生态红线，符合“三区三线”管控要求、符合“三线一单”等相关规划及要求。项目社会效益显著。在全面加强环境管理、执行环保“三同时”制度和认真落实各项环保对策和措施的前提下，从环境保护的角度分析，项目建设可行。

11.2 建议

（1）合理安排工期，在施工过程中如遇到大风大浪天气，应停止作业，以尽可能

减轻对海洋生物资源和毗邻海洋功能区的影响。

(2) 建设单位应与蓬莱国家级海洋公园管理部门充分沟通，协商好每个措施的建设细节，共同维护和提升公园内的生态环境质量。

(3) 项目用海期间应加强环保管理和海域使用监察工作，严禁向水体排污，加强船舶管理，做好船舶的检查工作，避免船舶污水泄漏等事件发生。

(4) 建设施工期间严格执行各项操作规程，确保安全生产与规范管理。充分重视事故应急管理工作，加强对管线的巡线管理，制定应急预案，加强应急演练和应急物资配备。

(5) 开展项目建设和运营期跟踪监测，依据项目对周边海域的实际环境影响情况，及时做出切实可行的调整，最大程度减小项目建设对周边海洋环境的影响。

(6) 贯彻执行《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国海域使用管理法》、国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知、相关法规和政策规章，建设单位应确实按照批准的用海范围界址、面积实施工程用海，严禁超范围用海和随意改变用海活动范围的现象，避免对蓬莱国家级海洋公园其他区域产生影响。