

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目

防波堤工程

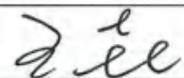
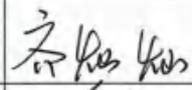
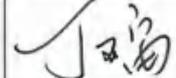
环境影响报告书

建设单位：中城乡（烟台）液化天然气有限公司

环评单位：山东元让环境科技有限公司

2023年10月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	rw 35uq		
建设项目名称	烟台港西港区液化天然气 (LNG) 项目防波堤工程		
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)	中城乡(烟台)液化天然气有限公司		
统一社会信用代码	91370600MA3EK1XP8H		
法定代表人 (签章)	董春宁		
主要负责人 (签字)	王昌兵		
直接负责的主管人员 (签字)	项琨		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	山东元让环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91370613MA3P28C76C		
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
王垚	11353743511370562	BH 015065	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
齐灿灿	总则、工程分析、环境影响预测与评价、环境管理与监测计划、产业政策、规划符合性及选址分析	BH 011538	
丁玉宙	工程分析、环境影响预测与评价、环境风险评价、环境管理与监测计划、项目选址合理性分析、结论与建议	BH 023083	



统一社会信用代码
91370613MA3P28CW6C

营业执照



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

名称 山东元让环境科技有限公司
 类型 有限责任公司(自然人投资或控股)
 法定代表人 姜凯
 经营范围 环保技术开发、技术转让、技术咨询、工程管理服务、环境影响评价、安全评价咨询、工程监理、环境污染防治、环境治理、企业管理咨询、市场调查、经济信息咨询(不含劳务派遣及类似业务)、节能环保设备研发、生产、销售(仅限分支机构)、房屋租赁。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)

注册资本 叁佰万元整
 成立日期 2019 年 01 月 17 日
 营业期限 2019 年 01 月 17 日至 年 月 日
 住所 山东省烟台市莱山区盛泉东路2号北大院



登记机关
2020 年 05 月 10 日

<http://www.gsxt.gov.cn>

国家市场监督管理总局监制

目 录

1 概述	1
1.1 项目背景及任务由来	1
1.1.1 建设单位概况	1
1.1.2 项目背景	1
1.2 项目简介	3
1.3 环境影响评价过程	4
1.4 关注的主要环境问题	5
1.5 环境影响评价报告结论	6
2 总则	7
2.1 编制依据	7
2.2 评价目的、指导思想与评价重点	12
2.3 环境影响因素识别及评价因子筛选	13
2.4 项目附近环境功能区划及海洋功能区划	15
2.5 评价等级	23
2.6 评价标准	31
2.7 环境敏感区与环境保护目标	34
3 工程分析	38
3.1 项目基本情况	38
3.2 工程污染及生态影响因素分析	70
3.3 总量控制	76
4 环境现状调查与评价	78
4.1 自然环境现状调查与评价	78
4.2 环境质量概况	120
4.3 自然资源概况	194
5 环境影响预测与评价	197
5.1 水动力环境影响预测评价	197
5.2 项目建设对水质环境影响分析	219

5.3 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价	222
5.4 海洋沉积物环境影响分析	234
5.5 海洋生态环境影响评价	234
5.6 项目用海对环境敏感目标影响分析	238
5.7 对大季家污水处理厂污水排放的影响	247
5.8 声环境影响评价	251
5.9 大气环境影响分析	253
5.10 固体废物影响分析	256
6 环境风险评价	257
6.1 风险分析	257
6.2 评价等级和评价范围	258
6.3 事故后果分析	259
6.4 海上溢油事故统计	263
6.4 溢油事故风险预测	266
6.5 风险防范措施及应急预案	290
6.6 环境应急监测	298
7 污染防治及生态保护措施分析	299
7.1 污染环境保护措施	299
7.2 海洋生态保护对策措施	303
7.3 生态保护修复方案	304
7.4 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表	310
8 环境影响经济损益分析	311
8.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	311
8.2 环境保护的经济损益分析	312
8.3 环境保护的技术经济合理性	314
9 环境管理与环境监测计划	315
9.1 环境管理	315
9.2 环境保护管理建议	316

9.3 环境监测计划	317
10 产业政策、规划符合性及选址分析	321
10.1 产业政策符合性分析	321
10.2 规划符合性分析	321
10.3 项目与国土空间规划符合性分析	332
10.4 “三线一单”符合性分析	334
10.5 工程可行性分析	340
10.6 小结	341
11 环境影响评价结论	342
11.1 评价结论	342
11.2 总结论	347
11.3 建议与要求	347
附件	- 1 -
附件 1 委托书	- 1 -
附件 2 相邻海域证及不动产权证	- 2 -
附件 3 用海预审意见	- 6 -
附件 4 烟台市政府用海纳入国土空间规划承诺函	- 14 -
附件 5 LNG 项目环评批复	- 16 -
附件 6 利益相关者证明	- 22 -
附件 7 烟台港西港区规划调整批复	- 25 -
附件 8 烟台港总体规划修订环评批复	- 27 -
附件 9 项目与大季家深海排污管线位置关系说明	- 35 -
附件 10 项目立项核准批复	- 46 -
附件 11 环境现状调查监测报告	- 50 -
附件 12 土石方协议	- 102 -
附件 13 环评报告书技术评估专家意见及签字	- 103 -
建设项目环境影响报告书审批基础信息表	

1 概述

1.1 项目背景及任务由来

1.1.1 建设单位概况

中城乡(烟台)液化天然气有限公司成立于2017年9月21日,原名山东保利协鑫环亚国际能源有限公司。由保利协鑫石油天然气(烟台)控股有限公司(以下称“保利协鑫”)、山东环亚国际能源集散中心有限公司(以下称“山东环亚”)和山东港口烟台港集团有限公司(以下称“烟台港”)共同组建,股份比例分别为45%、40%、15%。为加快烟台港西港区液化天然气接收站项目建设,2022年9月29日在山东省能源局推动下,引入中城乡(烟台)能源投资有限公司作为第一大股东控股项目公司,股份比例为60%,其中中交城乡能源有限责任公司占股34.8%、烟台港占股15%以及山东省鲁信投资控股集团有限公司控股的山东石油天然气股份有限公司占股10.2%,剩余股份40%,分别为保利协鑫占股21%、山东环亚占股19%。项目公司更名为中城乡(烟台)液化天然气有限公司。

1.1.2 项目背景

我国是世界上的能源生产大国,也是能源消费大国。在能源结构中,天然气等优质能源所占比重较低,远低于世界平均水平。加快天然气产业发展,提高天然气在一次能源消费中的比重,对我国调整能源结构、提高人民生活水平、促进节能减排、应对气候变化具有重要的战略意义。

烟台作为国家“一带一路”战略十七个沿海支点城市之一,位于东北亚国际经济圈的核心。烟台港扼渤海湾湾口,现辖芝罘湾港区、西港区、龙口港区和蓬莱港区四大港区,拥有优良的码头资源和岸线资源。西港区是烟台港集团未来发展的核心港区。规划码头岸线总长27.9km,占地面积约33.3km²,可形成各类码头泊位70个,年综合通过能力2.5亿吨。

随着《能源生产和消费革命战略(2016-2030)》、《北方地区冬季清洁取暖规划

（2017-2021年）》、《山东省油气输送设施规划建设方案（2016-2020）》和《加快推进天然气利用的意见》等相关文件的实施，山东省各地“煤改气”和“油改气”积极快速推行，LNG需求快速增长。

2017年8月，保利协鑫石油天然气（烟台）控股有限公司、山东环亚国际能源集散中心有限公司、山东港口烟台港集团有限公司签署合资合同，成立山东保利协鑫环亚国际能源有限公司，共同投资建设烟台港西港区液化天然气（LNG）项目。该项目已进入山东省重大办2018年06月27日印发的《新旧动能转换重大项目库第一批优选项目》名单，LNG码头位于西港区LNG作业区内。

《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目环境影响报告书》于2019年4月2日取得烟台市生态环境局批复，批复文号：烟环审[2019]15号，于2020年1月9日获得国家发改委核准，同年10月30日第一根工程桩顺利打设，目前烟台西港区LNG项目正在建设中。烟台西港区LNG项目位于山东省烟台港西港区液化天然气（LNG）码头作业区，项目一期占地面积41.22公顷，总投资83.2亿元。一期设计周转能力500万吨/年；二期建成后周转能力将达到1000万吨/年。

根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，烟台港西港区LNG作业区通过围填结合防波堤建设形成独立港池、专用航道和港口陆域，规划LNG作业区作为烟台市LNG发展的重要布局点，鼓励烟台市LNG码头在此布局建设。

目前西港区LNG作业区为开敞水域，未形成独立港池，亟需形成防波堤掩护，为LNG作业区码头建设提供保护屏障，保障烟台港西港区LNG接收站及配套码头正常运营，以适应山东地区快速增长的LNG需求。由于围填海政策限制，LNG作业区西侧围填海项目已基本不具备建设条件，LNG项目防波堤只能依托现有围填海区域向外进行建设，导致防波堤与原规划轴线不一致。同时规划防波堤时未考虑西侧已建的深海排污工程，规划区域占用了大季家污水处理厂污水深海排放工程的管道，已不具备建设条件。

2022年烟台市人民政府对《烟台港西港区规划方案局部调整》进行批复，批复文号：烟政字[2022]63号，同意将防波堤轴线位置向港池侧移动，最大调整距离约150米（见附件7），解决工程规划区域占用大季家污水处理厂污水深海排放工程管线问题。

因此，中城乡（烟台）能源投资有限公司拟投资建设“烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程”。

1.2 项目简介

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程位于烟台港西港区一期防波堤西侧。地理坐标为：37°43'25.461"~37°44'35.352"N，121°02'27.431"~121°03'58.498"E。

防波堤以 LNG 港池南护岸西端头为轴线起点，与在建的 LNG 接收站陆域护岸和已建的防波堤二期工程共同形成规划的 LNG 作业区，满足 26.6 万方 LNG 接卸泊位的水域使用要求。

新建防波堤总长 3183.2m，位于 LNG 作业区的西北侧，呈“√”形布置，按照建设位置的不同，防波堤共分为三段，分别为接陆段、连接段、外海段防波堤。

接陆段防波堤（AB 段）长度 336m，该段防波堤与规划的工作船后方护岸重叠，近期作为防波堤，远期随着港区的开发建设，可作为工作船护岸使用。防波堤起点 A 点接至在建 LNG 作业区陆域护岸西北侧角点，防波堤呈南北向布置，与 LNG 作业区南侧护岸夹角 90°，防波堤轴线方位 00°00'00"-180°00'00"。

外海段防波堤（EF 段）长度 1670.4m，目前，LNG 作业区航道布置方案已进行了通航安全论证，该段防波堤结合论证通过的航道设计进行布置，该段防波堤轴线 62°00'00"-242°00'00"，外海段防波堤堤头位置与规划确定的防波堤堤头位置相同。

外海段和接陆段防波堤通过 CD 段防波堤相接，该段防波堤与已建的大季家污水处理厂排污管线平行布置，防波堤轴线距离排污管线 110m，防波堤长度 527.5m，轴线方位 36°00'00"-216°00'00"。

三段防波堤间通过转弯半径为 600m 的圆弧段防波堤（BC 段与 DE 段）衔接，防波堤对应的作业区航道通航宽度 360m，进港航道轴线方位 242°00'00"-62°00'00"，制动水域位于航道末端曲率半径 1725m（5 倍设计船长）的曲线上，掩护水域形成的回旋圆直径 1035m，为 26.6 万方 LNG 船长的 3 倍。

工程用海总面积 41.1975m²，用海方式为非透水构筑物。用海类型属于交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本工程不占用自然岸线，构筑物范围实际占用人工岸线 146.7m，不形成人工岸线。

项目总投资 176262.07 万元。申请用海期限 50 年，工期 24 个月。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目为新建海上堤坝工程，属于

鼓励类第二项“水利”中第 1 条“江河湖海堤防建设及河道治理工程”，属于国家鼓励建设的项目。本项目已取得山东省发改委立项核准批复（鲁发改项审[2023]303 号，见附件 10），项目代码：2212-370000-04-01-918388。

工程位于烟台港西港区，不属于生态环境敏感海域。

1.3 环境影响评价过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的规定，项目建设需进行环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十四、海洋工程”中“154、围填海工程及海上堤坝工程”，“长度 0.5 公里及以上的海上堤坝工程”，应编制环境影响报告书。为此，中城乡（烟台）能源投资有限公司委托山东元让环境科技有限公司承担“烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程”环境影响评价工作。

我单位接受委托后，立即组织有关专业技术人员开展环境状况调查和收集相关资料，进行环境影响因素识别与评价因子筛选，明确了评价重点与环境保护目标，确定工作等级、评价范围和评价标准，制定了工作方案；根据工作方案，项目组对评价范围进行了现场勘查。通过对项目周围的生态环境进行调查评价以及项目的工程情况进行详细的调查分析，并在此基础上预测和分析项目对周围环境的影响程度、范围，分析和论证项目采取的环境保护措施以及在技术上的可行性的合理性以及处理效果，从环境保护的角度论证项目的合理性。给出工程环境可行性的评价结论，编制完成本项目环境影响报告书。在环评报告编制过程中，建设单位进行了三次网络、报纸及现场公示。

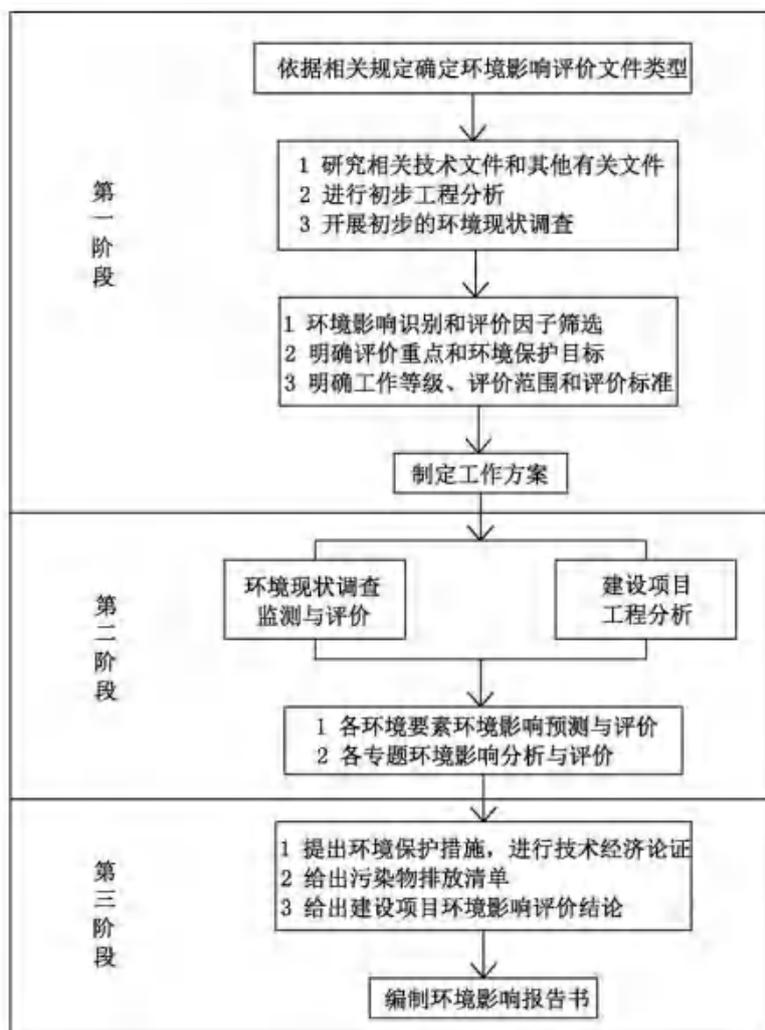


图 1.4-1 环境影响评价工作流程图

1.4 关注的主要环境问题

根据工程的建设特点，项目营运期无营运活动，工程对环境的影响主要集中在施工期，表现在防波堤建设对附近海域水文动力及冲淤环境的影响、防波堤永久占用底栖生物和潮间带生物的生存空间的影响以及抛石过程中引起的悬浮物扩散对海水水质、海洋生态环境和渔业资源的影响。

本次评价将重点关注以下环境问题：

- (1) 工程施工期船舶对周边海水水质环境变化的影响。
- (2) 工程建成后对工程周边水动力环境和海底冲淤环境的影响；
- (3) 施工过程中块石抛填产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响；

（4）工程对海洋生态环境的影响。

1.5 环境影响评价报告结论

本项目符合国家产业政策的要求；符合山东省“十四五”规划、烟台市“十四五”规划、山东省“十四五”海洋生态环境保护规划要求；符合烟台港总体规划及规划环评审查意见，符合国土空间规划，符合“三线一单”、“三区三线”要求。根据环境质量现状调查和影响预测结论，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的情况下，该工程对环境影响较小，能够满足功能区环境质量标准要求。因此，从生态环境保护角度考虑，本项目建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《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) 《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) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017.11.4 第三次修订，2017.11.5 施行；
- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001.10 发布，2002.1 施行；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》，2019.8.26 修改；
- (6) 《中华人民共和国港口法》，2018.12.29 修订，2018.12.29 施行；
- (7) 《中华人民共和国渔业法》，2017.12.28 修正；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2010.12 发布，2011.3 施行；
- (9) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017.6.27 第二次修正，2017.6.27 施行；
- (10) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018.10.26.修订，2018.10.26.施行；
- (11) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021.12.24 发布，2022.6.5 施行；
- (12) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020.4.29 修订，2020.9.1 施行；
- (13) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012.2.29 修订，2012.7.1 施行；
- (14) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021.4.29 修订，2021.9.1 施行；
- (15) 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007.8.30 公布，2007.11.1 施行；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》，2017.7.16 修订，2017.10.1 施行；
- (17) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018.3.19 修订，2018.3.19 施行；
- (18) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，

2018.3.19 修订，2018.3.19 施行；

(19) 《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，
2018.3.19 修订，2018.3.19 施行；

(20) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，2017.3.1 修订。

2.1.2 规章政策文件

(1) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》(国家海洋局令[1990]2号)，
2017.12.29 修正，2017.12.29 施行；

(2) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》(交通
部令[2010]7号)，2017.5.17 修订，2017.5.23 施行；

(3) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》(交通
部令[2011]4号)，2019.11.28 修订施行；

(4) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（发改委令第21号），2020.1.1
施行，2021.12.30 修改；

(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（生态环境部令[2020]16
号），2021.1.1 实施；

(6) 《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》
(国办发[2002]36号)，2002.7.6；

(7) 《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），2010.8.31；

(8) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77
号），2012.7.3；

(9) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号），
2012.8.7；

(10) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价的通知》（环发
[2013]86号），2013.8.5；

(11) 《关于印发机场、港口、水利(河湖整治与防洪除涝工程)三个行业建设项目

环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评[2018]2号）；

（12）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令[2018]4号），2019.1.1施行；

（13）《港口建设项目环境影响评价文件审批原则》（环办环评[2018]2号），2018.1.5实施；

（14）《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；

（15）《海洋灾害应急预案》（自然资办函[2022]1825号），2022.8.30；

（16）《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）。

2.1.3 地方性法规及政策文件

（1）《山东省环境保护条例》，2018.11.30修正；

（2）《山东省海洋环境保护条例》，2018.11.30修正，2019.1.1施行；

（3）《山东省海域使用管理条例》，2015.7.24修正施行；

（4）《山东省水污染防治条例》，2021.11.27修正施行；

（5）《山东省大气污染防治条例》，2018.11.30修正施行；

（6）《山东省环境噪声污染防治条例》，2018.1.23修正施行；

（7）《山东省土壤污染防治条例》，2020.1.1起施行；

（8）《山东省固体废物污染环境防治条例》，2023.1.1起施行；

（9）《山东省扬尘污染防治管理办法》，2018.1.24修正施行；

（10）《山东省扬尘污染综合整治方案》（鲁环发[2019]112号），2019.5.8；

（11）《山东省人民政府关于印发山东省新旧动能转换重大工程实施规划的通知》（鲁政发[2018]7号），2018.2.13；

（12）《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），2019.12.14实施；

（13）《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鲁政字

[2020]269号），2021.1.1；

(14) 《山东省生态环境委员会办公室关于印发山东省深入打好蓝天保卫战行动计划（2021—2025年）、山东省深入打好碧水保卫战行动计划（2021—2025年）、山东省深入打好净土保卫战行动计划（2021—2025年）的通知》（鲁环委办〔2021〕30号），2021.8.22；

(15) 山东省“三区三线”划定成果，2022.11月起实施；

(16) 《关于印发烟台市区环境噪声功能区划分方案的通知》（烟环委[2020]1号）；

(17) 《烟台市人民政府关于印发烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（烟政发[2021]7号），2021.6.24；

(18) 《关于印发烟台市环境管控单元生态环境准入清单的通知》（烟环委办[2021]10号），2021.8.16；

(19) 《烟台市海洋生态环境保护条例》，2022年9月22日起实施；

(20) 《关于发布2022年“三线一单”动态更新成果的通知》（烟环委办发[2023]4号）。

2.1.4 规划依据

(1) 《山东半岛蓝色经济区发展规划》（国函[2011]1号），2011.1.4；

(2) 《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》（国函[2012]165号），2012.10.10施行；

(3) 《山东省沿海港口布局规划》，2009.11发布，2017.2修订；

(4) 《山东省海洋主体功能区规划》（鲁政发[2017]22号），2017.8.25；

(5) 《山东省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》（鲁政发[2021]5号），2021.4.6；

(6) 《山东省“十四五”生态环境保护规划》（鲁政发[2021]12号），2021.8.22；

(7) 《山东省石油天然气中长期发展规划（2016-2030年）》（山东省发改委），2017年1月；

(8) 《烟台市海洋功能区划（2013-2020年）》（鲁政字[2015]250号）；

- (9) 《烟台港总体规划（2016-2030年）》（交规划函[2017]244号），2017.3.24；
- (10) 《烟台市人民政府关于同意烟台港西港区规划方案局部调整的批复》（烟政字[2022]63号）。

2.1.5 技术导则与规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ 2.3-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；
- (9) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (10) 《海洋监测规范（系列）》（GB 17378-2007）；
- (11) 《海洋调查规范（系列）》（GB/T 12763-2007）；
- (12) 《近岸海域环境监测技术规范（系列）》（HJ 442-2020）；
- (13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002年4月30日）；
- (14) 《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）（2019年版）；
- (15) 《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）（2022年版）；
- (16) 《港口工程荷载规范》（JTS144-1-2010）（2018年版）；
- (17) 《水运工程地基设计规范》（JTS 147-2017）；
- (18) 《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）；
- (19) 《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS 151-2011）；
- (20) 《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS 153-2015）；
- (21) 《水运工程结构防腐蚀施工规范》（JTS/T 209-2020）；
- (22) 《水运工程节能设计规范》（JTS 150-2007）；

- (23) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (24) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，1986年；
- (25) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》，1997年；
- (26) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）。

2.1.6 项目基础资料

- (1) 《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程可行性研究报告》，中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2023年2月；
- (2) 《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程地质勘察（施工图设计阶段）勘察报告》中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2022年7月；
- (3) 环境影响评价委托书；
- (4) 建设单位提供的其他资料。

2.2 评价目的、指导思想与评价重点

2.2.1 评价目的

调查工程所在地环境质量现状，通过对本工程进行工程分析，找出工程的排污环节、确定污染物排放量，提出污染治理措施和生态环境保护措施。预测工程建设期及建成后对周围环境的影响程度和范围，论证工程的环境可行性；为工程的生态环境保护设计、环境管理及领导部门的决策提供依据。

2.2.2 指导思想

本评价从保护环境的角度出发，以科学求实的态度，充分利用已有资料，结合现场调查和监测，首要查明本项目用海区域自然环境概况、社会环境概况、环境质量现状。在此基础上，结合本项目内容，对工程施工期和运营期的环境影响要素进行分析，重点评估工程的施工期对周边海域海洋水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态环境的影响。科学预测工程施工期的环境事故风险，建立完善的环境监测计划，评估拟采取的环保措施及风险防范措施的可行性。最后，在遵照国家相关法律法规，充分考虑公众意见及以上分析结果的前提下给出本项目的合理

性和可行性。

2.2.3 评价内容

评价内容包括海水水质变化、地形地貌与冲淤环境变化、水动力环境变化、生态环境变化、风险事故预测分析及环境保护对策与措施。

2.2.4 评价重点

根据工程的建设特点，项目营运期无营运活动，本工程对环境的影响主要集中在施工期，确定本项目环境评价重点为：

- (1) 工程施工期船舶对周边海水水质环境变化的影响。
- (2) 工程建成后对工程周边水动力环境和海底冲淤环境的影响；
- (3) 施工过程中块石抛填产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响；
- (4) 工程对海洋生态环境的影响；
- (5) 污染防治措施和事故防范措施以及相应的对策建议。

2.3 环境影响因素识别及评价因子筛选

2.3.1 环境影响因素识别

1. 污染因素

本工程对环境的影响主要在施工期。根据本工程特点，施工期污染因素识别见表 2.3-1。

表 2.3-1 环境影响因子一览表

环境要素		主要污染源	主要污染物	影响程度
环境空气	施工期	施工扬尘	颗粒物	□
		施工船舶、机械、车辆废气	NO _x 、SO ₂	□
海水环境	施工期	抛石	SS	▲
		施工陆域生活污水	COD、氨氮	□
		施工含油废水	SS、石油类	□
		船舶生活污水及含油废水	COD、石油类	□
声环境	施工期	施工机械、车辆、船舶作业噪声	噪声	□
固体废物	施工期	施工人员生活垃圾、施工船舶保养固废	/	□

注：□表示影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；▲表示影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；■表示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. 非污染要素

非污染要素主要为项目建设造成的海洋水文动力及海洋地形地貌改变、海洋生态环境变化等。非污染因素识别表 2.3-2。

表 2.3-2 非污染因素识别

时段	环境要素	产生影响内容及其表征	影响程度
施工期	海洋生态	施工期悬浮泥沙对水生生物影响	▲
	海洋水文动力	堤坝工程改变局部流态	▲
	海洋沉积物	块石抛填扰动	□
	海洋地形地貌与冲淤	堤坝工程建设对冲淤影响	▲

注：□表示影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；▲表示影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；■表示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

本项目营运期后无营运活动，环境影响集中在施工期。根据对工程和环境影响的综合分析结果，确定本工程的评价因子见表 2.3-3。

表 2.3-3 环境影响因子一览表

序号	项目	现状评价因子	预测因子
1	环境空气	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃	——
2	环境风险	——	海上溢油
3	海水	pH、DO、COD、悬浮物、石油类、活性磷酸盐、无机氮、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬等	SS
4	海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖动物	生态损失
5	沉积物	砷、汞、铜、铅、镉、铬、石油类、硫化物、有机碳	——
6	海洋水文动力	——	潮流流速、流向
7	海洋地形地貌与冲淤环境	——	冲淤

2.4 项目附近环境功能区划及海洋功能区划

2.4.1 工程附近海域环境功能区划

根据《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020年）》，项目位于SD103DIV，为四类环境功能区，见图2.4-1。根据《烟台市区海域使用规划（2013-2020年）》，工程位于规划的烟台港西港区西部作业区（3-1-1）、烟台港西港区西部作业区港池（3-1-2）、平畅河口污水达标排放用海区（6-1-1）、平畅河口保留区（9-1-1）内。

山东省近岸海域环境功能区划图

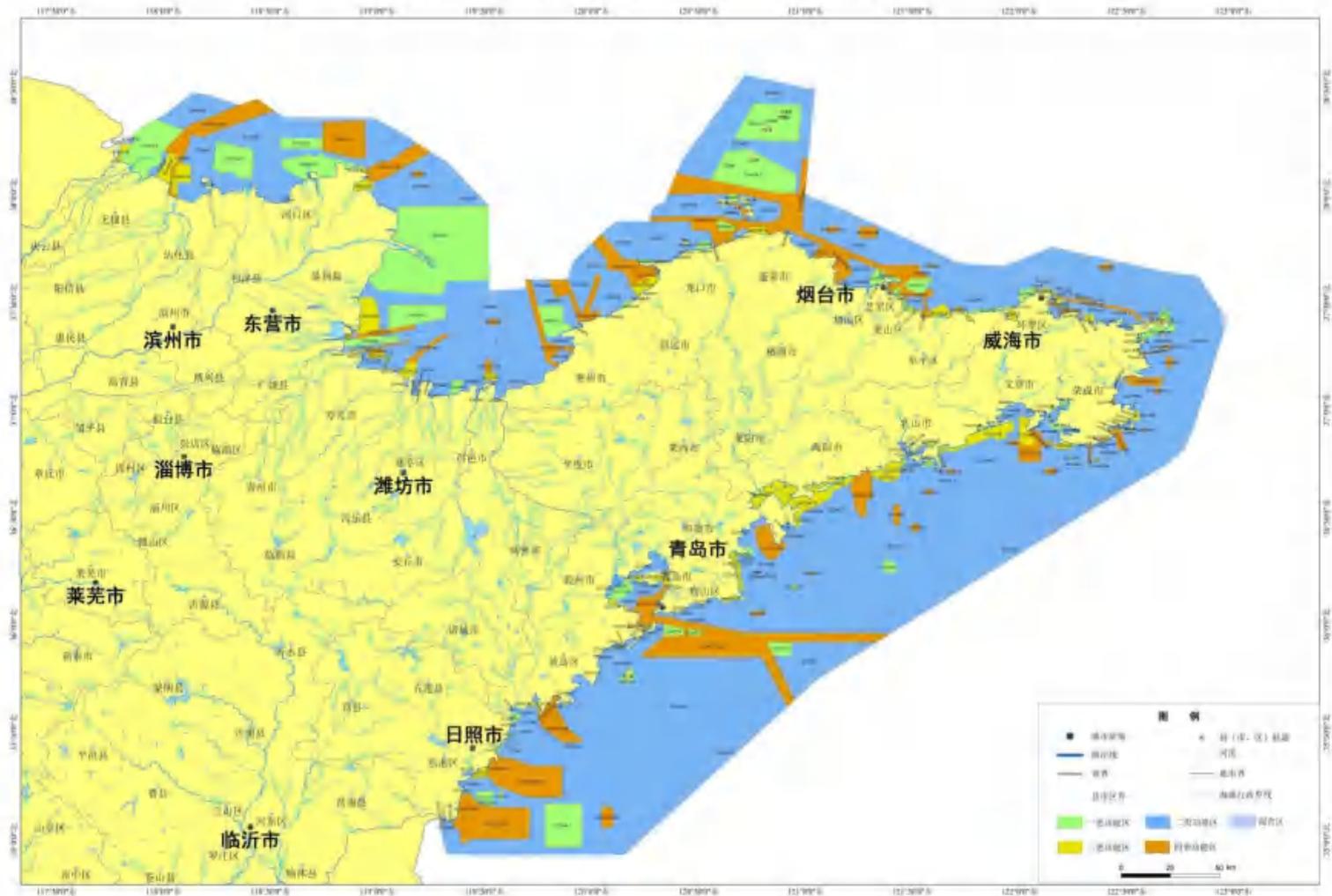


图 2.4-1a 工程所在海域环境功能区划图

重点用海区海域使用规划—烟台西港区

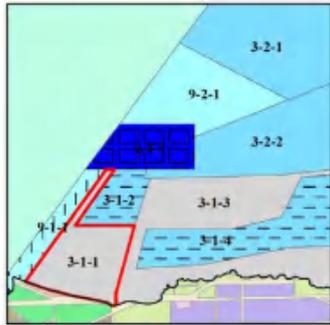
比例尺 1:40,000



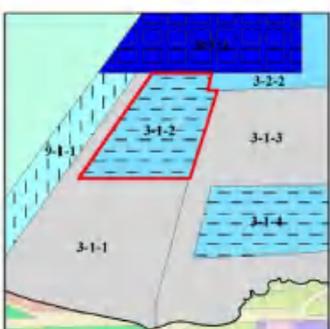
图 2.4-1b 重点用海区海域使用规划—烟台港西港区规划图

表 2.4-1 工程所在海域登记表

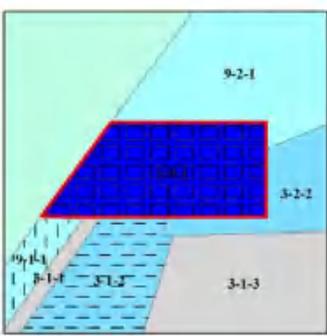
规划区序号[15]

规划区名称	烟台港西港区西部作业区	规划区代码	3-1-1	规划区位置图	
一级规划区类型	交通运输用海	二级规划区类型	港口用海		
省级功能区名称及代码	烟台西港口航运区 (A2-11)	市级功能区名称及代码	烟台西港口区 (A2-11-1)		
位置及四至	位置：平杨河口东部沿岸海域 四至：121°01'44.50"-121°03'42.80"；37°42'16.35"-37°44'15.23"				
面积（公顷）	444.28	岸线长度（米）	2513	规划区范围图	
海域开发利用	现状	近岸有围海养殖，正在逐步拆除。			
	用途与开发利用方向	规划为港口用海区，用于码头、防波堤和工业园区等设施建设。			
资源与环境保护	控制填海造地面积；节约集约利用岸线；加强港区水质和泥沙运移监测，保护港口水深地形，防治污染。				
备注					

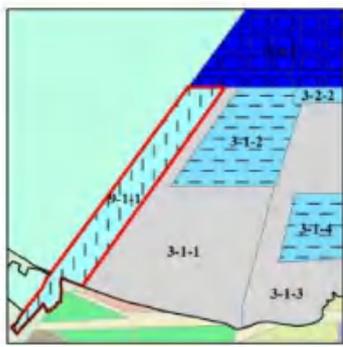
规划区序号[16]

规划区名称	烟台港西港区西部作业区港池	规划区代码	3-1-2	规划区位置图	
一级规划区类型	交通运输用海	二级规划区类型	港口用海		
省级功能区名称及代码	烟台西港口航运区 (A2-11)	市级功能区名称及代码	烟台西港口区 (A2-11-1)		
位置及四至	位置：平杨河口东北部海域 四至：121°02'39.11"-121°04'00.05"；37°43'26.25"-37°44'15.15"				
面积（公顷）	190.60	岸线长度（米）	0	规划区范围图	
海域开发利用	现状	未利用。			
	用途与开发利用方向	规划为港口用海区，用于港池建设。			
资源与环境保护	加强港区水质和泥沙运移监测，保护港口水深地形，防治污染。				
备注					

规划区序号[78]

规划区名称		平畅河口污水达标排放用海区	规划区代码	6-1-1	 <p>规划区位置图</p>
一级规划区类型		排污倾倒用海	二级规划区类型	污水达标排放用海	
省级功能区名称及代码		平畅河口特殊利用区 (A7-9)	市级功能区名称及代码	平畅河口特殊利用区 (A7-9)	
位置及四至		位置：平畅河口东北部 四至：121°02'50.75"-121°04'49.62"；37°44'14.37"-37°44'54.90"			
面积（公顷）		300.84	岸线长度（米）	0	
海域开发利用	现状	已划定污水排放区。			 <p>规划区范围图</p>
	用途与开发利用方向	规划为污水达标排放用海区。在不影响排污管道建设情况下兼容港口防波堤建设。			
资源与环境保护		保持海洋高能动力环境，加强污水排放监督与管理，严禁超标排放，避免对西侧养殖区海域生态环境产生不利影响。			
备注					

规划区序号[95]

规划区名称		平畅河口保留区	规划区代码	9-1-1	 <p>规划区位置图</p>
一级规划区类型		其它用海	二级规划区类型	保留区	
省级功能区名称及代码		蓬莱东部农渔业区 (A1-13)	市级功能区名称及代码	蓬莱东部养殖区 (A1-13-1)	
位置及四至		位置：平畅河口海域 四至：121°01'00.76"-121°03'13.15"；37°42'15.14"-37°44'15.69"			
面积（公顷）		193.37	岸线长度（米）	1121	
海域开发利用	现状	河口东侧已填海进行河道整治。			 <p>规划区范围图</p>
	用途与开发利用方向	规划为河口滩涂区，维持用海现状，兼容排污管道建设。			
资源与环境保护		保障河口行洪安全，加强河口海域水质监测，严格控制陆源污染物入海量。			
备注					

2.4.2 工程附近海洋功能区划

(1) 《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目位于工程所在海域功能区划

为蓬莱东部农渔业区(A1-13)、平畅河口特殊利用区(A7-9)、烟台西港口航运区(A2-11)，周边的功能区有蓬莱-烟台近海港口航运区（B2-1）等。

表 2.4-2 项目用海与周边海洋功能区的位置关系

代码	功能区名称	方位	距离	功能区类型
A2-11	烟台西港口航运区	位于功能区内	—	港口航运区
A1-13	蓬莱东部农渔业区	位于功能区内	—	农渔业区
A7-9	平畅河口特殊利用区	位于功能区内	—	特殊利用区
B2-1	蓬莱-烟台近海港口航运区	N	2.9km	港口航运区

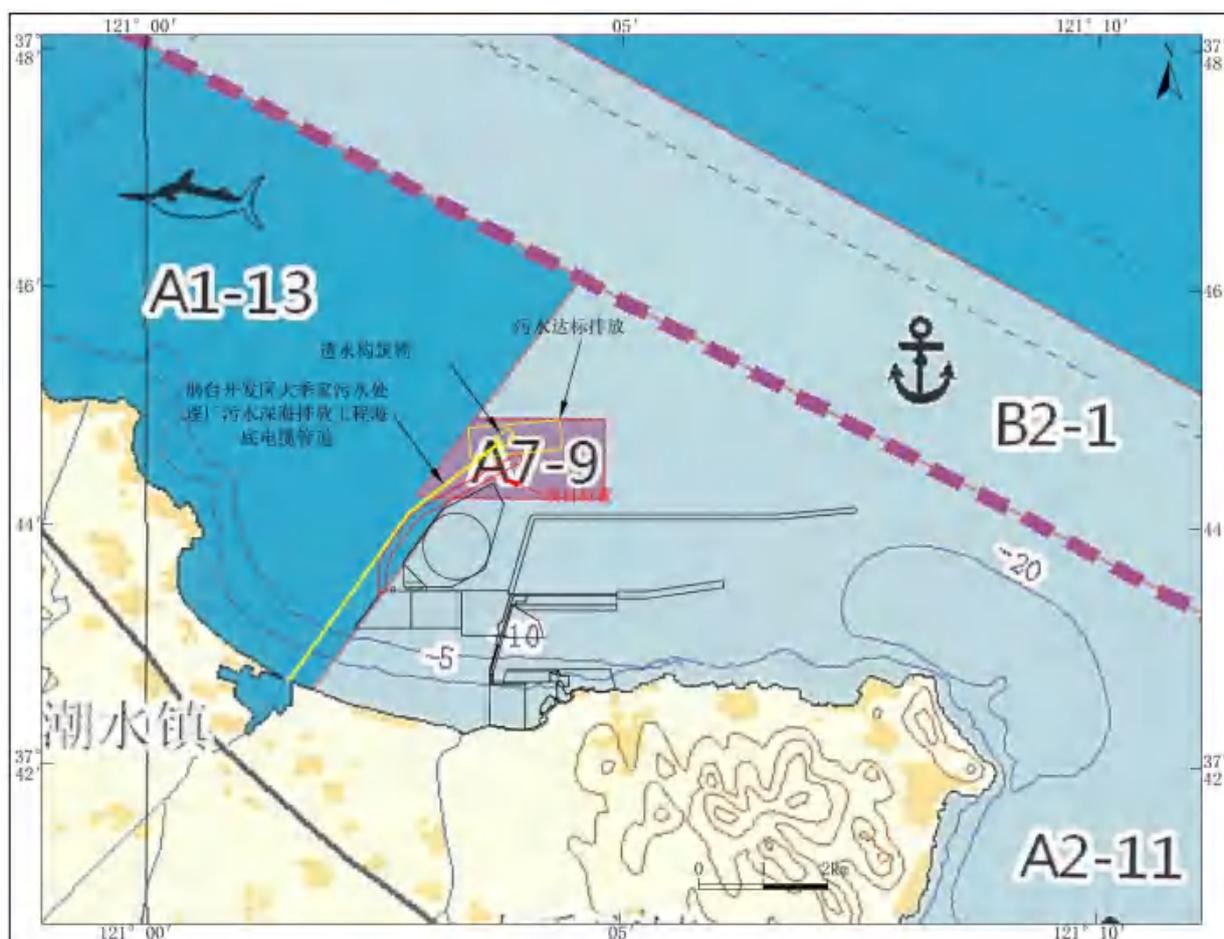


图 2.4-2 工程与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）局部修改方案》叠置图

(2) 《烟台市海洋功能区划（2014-2020 年）》

根据《烟台市海洋功能区划(2013-2020 年)》，本项目位于**蓬莱东部养殖区(A1-13-1)**、**平畅河口特殊利用区(A7-9)**、**烟台西港口区(A2-11-1)**，周边的功能区有**蓬莱-烟台近海航道区(B2-1-1)**等。

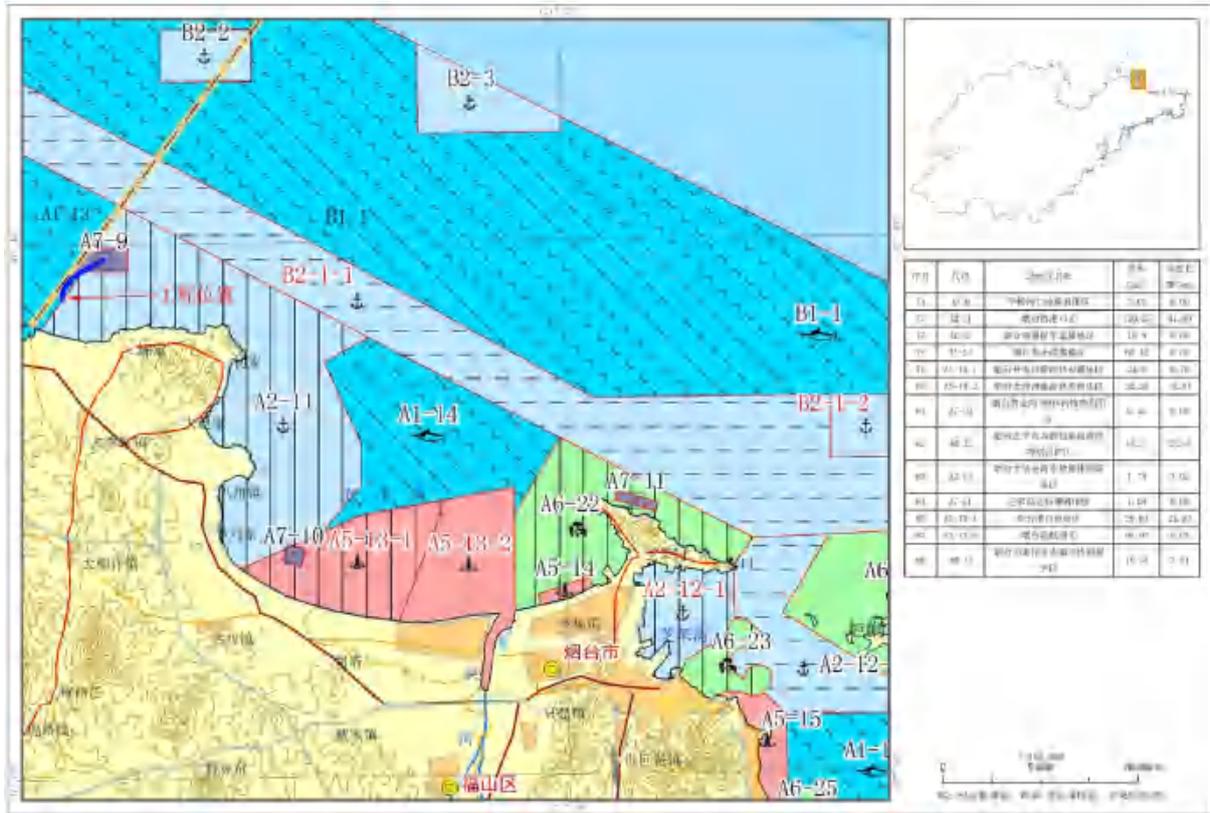


图 2.4-2a 烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）



图 2.4-2b 烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）(局部放大图)

2.4.3 环境空气功能区划

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012），一类区为自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。

本项目位于烟台港西港区内，所在区域属于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二类区。

2.4.4 声环境功能区划

本项目位于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类声环境功能区。

2.5 评价等级

2.5.1 海洋环境影响评价等级

根据《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程工程可行性研究报告》分析，本工程拟新建设防波堤总长 **3183.2m**，用海面积为 **41.1975hm²**。工程位于烟台港西港区，不处于自然保护区、珍稀濒危海洋生物的天然集中分布区，不属于海湾、河口海域，不属于领海基点及其周边海域，不属于海岛及其周围海域，不属于重要的海洋生态系统和特殊生境，不属于重要的渔业水域，不属于海洋自然历史遗迹和自然景观灯，因此工程所在海域不属于生态环境敏感海域。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的判定原则，本工程海洋环境影响评价等级和海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据表见表 2.5-1 和表 2.5-2。

表 2.5-1 本工程海洋环境影响评价等级判据表

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	海上堤坝工程、海中筑坝、护岸、围堤（堰）、防波（浪）堤、导流堤（坝）、潜堤（坝）、引堤（坝）等工程；海中堤防建设及维护工程；促淤冲淤工程，海中建闸等工程	长度大于 2km	其他海域	2	2	2	2

表 2.5-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型
1	面积 50hm ² 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 50hm ² ~30hm ² 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。

3	面积 30hm ² ~20hm ² 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻冲刷、淤积的工程项目。
注： 其它类型海洋工程的工程规模可参照表 2 中工程规模的分档确定。	

本工程拟新建设防波堤总长 3183.2m，用海面积为 41.1975hm²。根据表 2.5-1 确定水动力环境评价等级为 2 级，水质环境评价等级为 2 级，沉积物环境评价等级为 2 级，生态和生物资源环境评价等级为 2 级。

根据表 2.5-2，确定本工程的海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级定为 1 级。

综合以上分析，将本项目环境影响评价中的水文动力环境评价定为 2 级，水质环境评价定为 2 级，沉积物环境评价定为 2 级，生态和生物资源环境评价定为 2 级，海洋地形地貌与冲淤环境定为 1 级（如表 2.5-3 所示）。

表 2.5-3 本项目海洋环境评价等级

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

2.5.2 其他环境评价等级

2.5.2.1 大气环境评价等级判定

本项目运营期不产生大气污染物，施工期间的施工船舶、机械和运输车辆产生燃油废气，为分散间断源，其排放量、排放浓度小，且具有短时性、不稳定性的特点。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中相关规定，本项目大气环境评价等级为三级。

2.5.2.2 地表水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）判定，本工程运营期无废水产生，不属于水污染影响型，本项目属于水文要素影响型。水文要素影响型（近岸

海域) 根据受影响地表水域划分, 见表 2.5-4。

表 2.5-4 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 A1 (km ²) / 工程扰动水底面积 A2 (km ²)
一级	A1 ≥ 0.5; 或 A2 ≥ 3
二级	0.5 > A1 > 0.15; 或 3 > A2 > 0.5
三级	A1 ≤ 0.15; 或 A2 ≤ 0.5

工程垂直投影面积约 41hm², 因此 0.5 > A1 > 0.15, 根据表 2.5-4, 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二级。根据 HJ2.2-2018“接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。

2.5.2.3 地下水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 附录 A 地下水环境影响评价行业分类表, 本项目属于“B 农、林、牧、渔、海洋”中“18、围填海工程及海上堤坝工程”, “长度 0.5 公里及以上的海上堤坝工程”, 项目地下水环境影响评价类别属于 IV 类。根据 HJ610-2016 导则 4.1, “IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价”, 因此本项目不开展地下水环境影响评价。地下水评价行业分类表见表 2.5-5。

表 2.5-5 地下水环境影响评价行业分类表

行业类别 环评类别	报告书	报告表	地下水环境影响 评价项目类别	
			报告书	报告表
B 农、林、牧、渔、海洋				
18、围填海工程及海上堤坝工程	围填海工程; 长度 0.5 公里及以上的海上堤坝工程; 涉及环境敏感区的	其他	IV 类	IV 类

2.5.2.4 声环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ 2.4-2021), 声环境影响评价工作等级分为三级。5.1.4“建设项目所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 3 类、4 类地区,

或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB(A)以下（不含 3dB(A)），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。”

本项目所在区域属《声环境质量标准》（GB12348-2008）3类标准功能区，200米范围内无声环境敏感目标，项目建成后无噪声源。因此，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），本项目声环境影响评价等级为三级。

2.5.2.5 土壤环境评价等级

《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），附录 A 土壤环境影响评价项目类别表中本项目所属类别见表 2.5-6。本项目属于交通运输仓储邮政业“其他”，项目类别属于IV类。根据 HJ964-2018 导则 4.2.2“IV类建设项目可不开展土壤环境影响评价”，故本项目不开展土壤环境影响评价。

表 2.5-6 土壤环境影响评价项目类别表（节选）

行业类别	项目类别			
	I类	II类	III类	IV类
交通运输仓储邮政业		油库（不含加油站的油库）；机场的供油工程及油库；涉及危险品、化学品、石油、成品油储罐区的码头及仓储；石油及成品油的输送管道	公路的加油站；铁路的维修场所	其他

2.5.2.6 生态环境评价等级

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。本项目全部位于海域，因此本次生态影响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，见表 2.5-1。

2.5.2.7 环境风险评价等级

本项目不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存（包括使用管线运输），故不适用于《建设项目环境影响风险评价技术导则》（HJ169-2018）。

本项目防波堤无营运活动，主要的环境风险来源于工程施工阶段的突发事故，海洋灾害如风暴潮、海冰、地震等引发的次生环境危害，以及施工船舶事故溢油等对资源环

境造成的危害。对于施工期船舶作业风险本次评价参考《水上溢油环境风险评估技术导则》、《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》相关要求对海上溢油环境风险评价。

综合以上分析，本项目环境影响评价等级见表 2.5-7。

表 2.5-7 本项目评价等级

环境要素	评价等级	依据
海洋水文动力环境评价	2 级	GB/T19485-2014
海洋水质环境评价	2 级	GB/T19485-2014
海洋沉积物环境评价	2 级	GB/T19485-2014
海洋地形地貌与冲淤环境评价	1 级	GB/T19485-2014
海洋生态和生物资源环境评价	2 级	GB/T19485-2014、HJ19-2022
陆域生态环境评价	不开展	HJ19-2022
地表水环境	三级（水文要素影响）	HJ2.3-2018、GB/T19485-2014
大气环境	三级	HJ 2.2-2018
声环境	三级	HJ2.4-2021
地下水环境	不开展	HJ610-2016
土壤环境	不开展	HJ964-2018
环境风险	溢油风险	HJ169-2018 等

2.5.3 环境影响评价范围与评级重点

2.5.3.1 海洋环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》确定水动力环境、水质环境、沉积物环境和海洋生态环境的调查和评价范围。

(1)水动力环境评价的范围

水文动力环境的 2 级评价，范围垂向距离不小于 3km，纵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。

(2)水质环境评价范围

水质环境评价等级为 2 级评价，评价范围应能覆盖建设项目的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。根据上述原则，确定水质环境评价范围应与水文动力环境影响评价范围保持一致。

(3)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。一般情况下应与海洋水质、海洋生态和生物资源的现状调查与评价范围保持一致。根据上述原则，确定沉积物环境评价范围应与水文动力环境影响评价范围保持一致。

(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。本工程为 2 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 5-8km。

(5)海洋地形地貌与冲淤环境影响评价

调查与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。

项目的总评价范围应覆盖各单项评价范围，本项目评价范围为图 2.5-1 中 A、B、C、D 四点围成网格区域（坐标见表 2.5-8），以工程为中心向海侧延申 15km，评价区域面积约 175.6376km²。表 2.5-8 为论证范围拐点坐标（坐标系为 CGCS2000）。

表 2.5-8 海洋评价范围拐点坐标

序号	纬度	经度
1	37°42'08.981"	121°08'39.829"
2	37°44'49.483"	121°11'44.400"
3	37°50'33.385"	121°03'34.648"
4	37°45'37.179"	120°57'42.597"

海洋环境影响评价范围图见图 2.5-1。

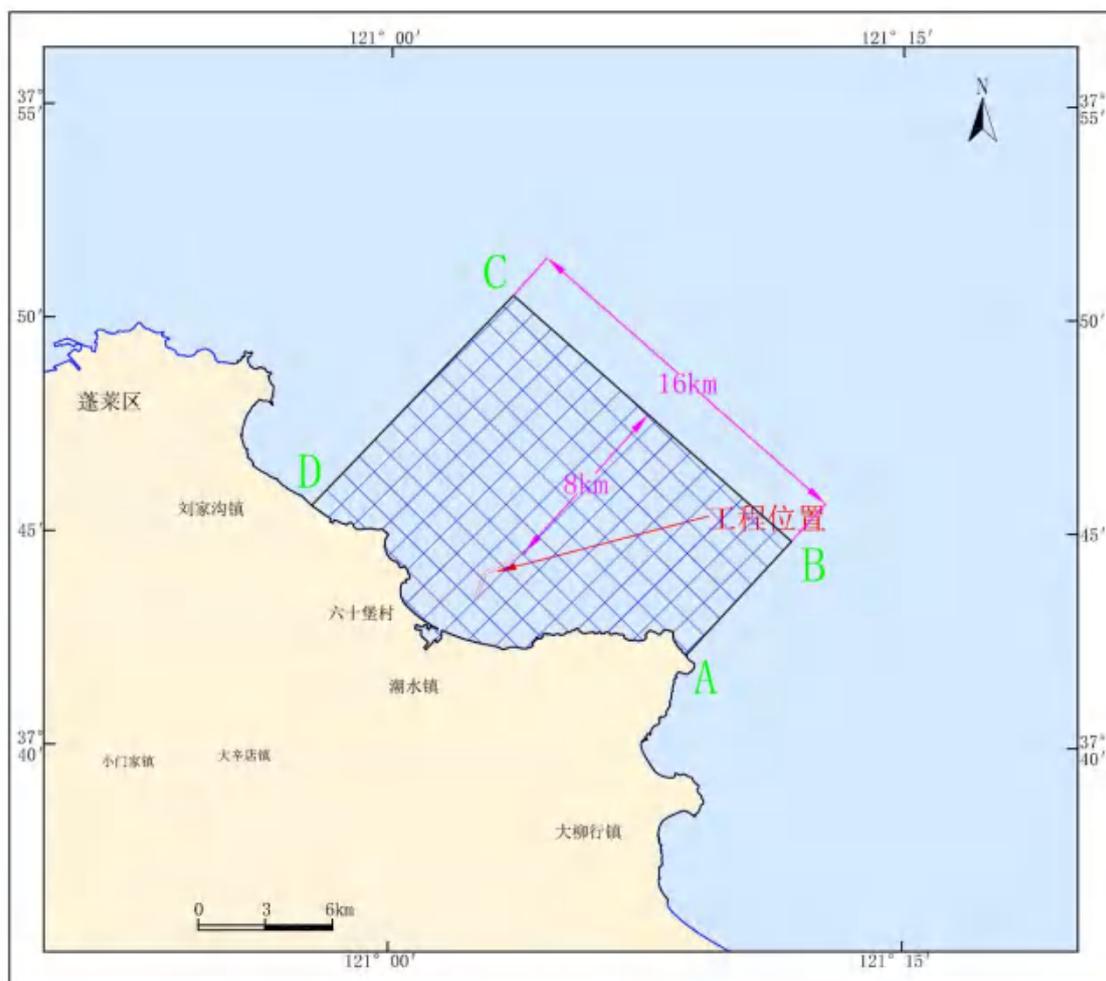


图 2.5-1 海洋环境评价范围图

2.5.3.2 陆域环境影响评价范围

(1) 大气环境影响评价范围

三级评价不设置大气环境影响评价范围。

(2) 地表水环境影响评价范围

地表水环境评价范围采用海洋水质评价范围。

(3) 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），本项目声环境评价等级为三级，确定声环境影响评价范围为项目边界向外 200m。

(4) 生态环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉海工程的生态影响评价范围参照 GB/T 19485，因此本项目生态环境影响评价范围同海洋生态生态和生物资

源环境影响评价范围。

(5)环境风险影响评价范围

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。本项目不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存（包括使用管线输运），环境风险主要为船舶碰撞溢油环境风险。项目地表水环境风险评价范围考虑以溢油事故为源点，模拟 72h 内溢油可能到达的边界，以及最不利水文气象条件下溢油可能影响的其他主要环境敏感保护目标的范围。

表 2.5-9 本项目评价范围确定依据

环境要素	评价范围确定依据	依据	评价范围
海洋水文动力环境评价	垂向距离不小于 3km，纵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	GB/T19485-2014	以图 2.5-1 中 A、B、C、D 四点围成网格区域(坐标见表 2.5-8)，以工程为中心向海侧延伸 15km，评价区域面积约 175.6376km ²
海洋水质环境评价	与水文动力环境影响评价范围保持一致	GB/T19485-2014	
海洋沉积物环境评价	与水文动力环境影响评价范围保持一致	GB/T19485-2014	
海洋地形地貌与冲淤环境评价	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	GB/T19485-2014	
海洋生态和生物资源环境评价	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 5-8km	GB/T19485-2014 HJ19-2022	
陆域生态环境评价	同海洋生态生态和生物资源环境影响评价范围	HJ19-2022	/
地表水环境	采用海洋水质评价范围	HJ2.3-2018 GB/T19485-2014	/
大气环境	三级评价不设置	HJ 2.2-2018	/
声环境	边界向外 200m，三级评价根据所在区域声功能区类别及声环境保护目标实际情况缩小	HJ2.4-2021	项目边界向外 200m
环境风险	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	HJ169-2018	溢油事故为源点，模拟 72h 内溢油可能到达的边界

2.6 评价标准

2.6.1 环境质量标准

2.6.1.1 海水水质

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》的海洋环境保护要求以及《海水水质标准》（GB3097-1997）的水质分类要求保护区水质执行第一类标准，农渔业区和保留区水质执行第二类标准，港口航运区（航道、锚地）和工业与城镇用海区水质执行第三类标准，港口航运区（港口区）水质评价第四类水质标准。

表 2.6-1 海水水质标准 单位：mg/l, pH 无量纲

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	

2.6.1.2 海洋沉积物

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》的海洋环境保护要求和《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)，保护区、农渔业区和保留区沉积物质量执行第一类标准，港口航运区(航道、锚地)沉积物质量执行第二类标准，港口航运区(港口区)沉积物质量执行第三类标准。

表 2.6-2 海洋沉积物质量标准 (GB18668-2002)

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

2.6.1.3 海洋生物质量

贝类生物质量标准执行《海洋生物质量》(GB 18421-2001); 鱼类和甲壳类的生物质量标准采用《全国海岸带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。

2.6.1.4 环境空气质量标准

本项目所在区域内环境空气功能为二类区, 执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的二级标准要求。具体标准值见表 2.6-3。

表 2.6-3 环境空气质量执行标准

污染物名称	时间	二级标准值	标准来源
SO ₂ (μg/m ³)	年平均	60	《环境空气质量标准》 (GB3095—2012)
	24 小时平均	150	
	小时平均	500	
NO ₂ (μg/m ³)	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	小时平均	200	
CO (mg/m ³)	24 小时平均	4	
	小时平均	10	
PM ₁₀ (μg/m ³)	年平均	70	
	24 小时平均	150	
PM _{2.5} (μg/m ³)	年平均	35	
	24 小时平均	75	
TSP (μg/m ³)	年平均	200	
	24 小时平均	300	

2.6.1.5 声环境质量标准

本项目执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）3 类标准。

表 2.6-4 声环境质量标准

评价标准 (dB(A))		标准来源
昼间	夜间	
65	55	《声环境质量标准》（GB 3096-2008）3 类

2.6.2 污染物排放标准

2.6.2.1 废水

施工期生活污水排入烟台新水源水处理有限公司处理，执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级限值要求。标准限值见表 2.6-5。

表 2.6-5 废水排放标准

污染物	单位	排放限值	标准来源
COD	mg/L	500	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级
SS	mg/L	400	
氨氮	mg/L	45	
总氮	mg/L	70	
pH	—	6.5~9.5	

2.6.2.2 噪声

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。噪声标准限值见表 2.6-6。

表 2.6-6 环境噪声排放标准

时期	噪声限值 dB(A)		标准来源
	昼间	夜间	
施工期	70	55	GB12523—2011

2.6.2.3 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。施工期船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的相关控制要求，一般固废贮存、处置执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年第二次修正）相关要求，危险固体废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）。

2.7 环境敏感区与环境保护目标

工程位于烟台市西部套子湾西侧的烟台港西港区。工程附近海域环境敏感区以围海养殖、开放式养殖为主，局部为人工鱼礁养殖。主要环境敏感目标见表 2.7-1 和图 2.71-1。

（1）养殖区

养殖区主要分布在项目西侧和北侧。西侧距离最近的开放式养殖约 0.22km。西侧距离最近的人工鱼礁养殖约 0.9km。项目周边养殖区敏感目标详见表 2.7-1。

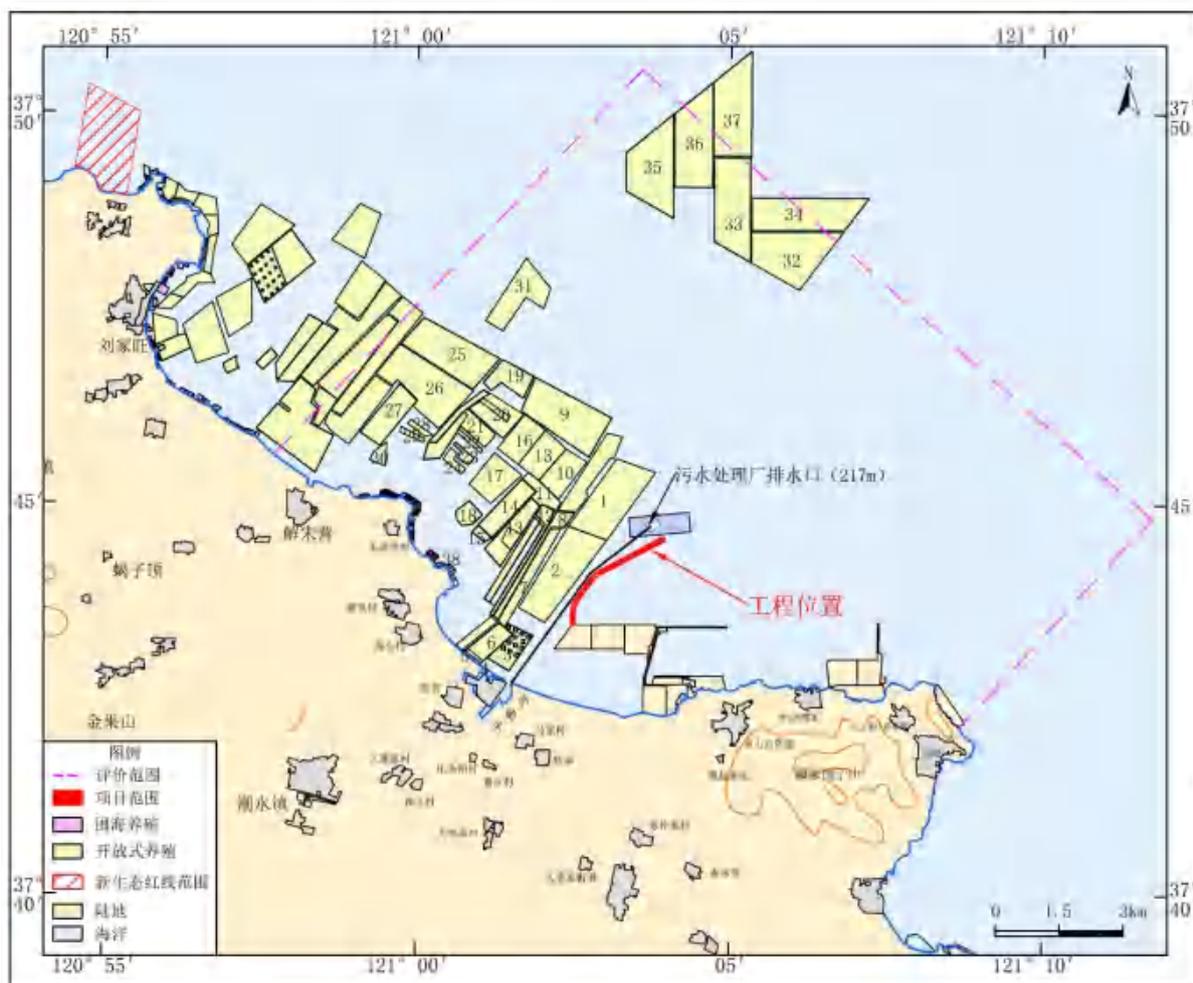


图 2.7-1 环境敏感区分布图

(2) 生态红线区

《山东省黄海海洋生态红线区划定方案（2016-2020 年）》规划至 2020 年止，目前新的生态红线方案正在编制过程中。根据新的生态红线范围，本项目距离新的生态红线范围较远。项目距离西北侧红线范围约 14.1km，距离东南侧红线范围约 16.5km。

(3) 其他工程

距离项目最近的海洋工程为西侧 217m 处的烟台开发区大季家污水处理厂污水深海排放工程。项目用海方式为海底电缆管道和取、排水口。



图 2.7-2 项目与新生态红线范围图

表 2.7-1 项目周边养殖区敏感目标统计表

类型	敏感目标		方位	距离（km）	保护要求
养殖区	1	邹翠云网箱养殖	NW	0.53	海水水质达到 GB 3097-1997 中的第一类标准，沉积物达到 GB18668-2002 中的第一类标准
	2	山东安源网箱养殖三	W	0.22	
	3	山东安源水产股份有限公司人工鱼礁项目	SW	0.90	
	4	宗哲滩涂养殖	SW	2.11	
	5	蓬莱宗哲养殖有限公司围海养殖项目	SW	2.25	
	6	宗哲养殖有限公司底播养殖	SW	1.31	
	7	衙前筏式养殖	W	1.12	
	8	刘志宝筏式养殖	W	1.32	
	9	山东安源筏式养殖一	NW	2.53	
	10	史启航筏式养殖	NW	1.91	
	11	宗哲养殖有限公司筏式、底播养殖	NW	1.68	
	12	张坤筏式养殖	W	1.44	
	13	烟台海益筏式、底播养殖	W	2.54	
	14	张锡良筏式养殖	W	2.35	
	15	赵木泉筏式养殖	W	2.41	
	16	王春生筏式养殖	NW	3.16	
	17	朱家庄水产筏式养殖	NW	2.86	
	18	山东安源筏式养殖二	NW	2.89	
	19	王少玲筏式、底播养殖	NW	4.43	
	20	烟台伊格鲁食品有限公司筏式底播养殖用海项目	NW	3.83	
	21	朱金宏筏式、底播养殖	NW	3.96	
	22	张登琪筏式养殖	NW	3.89	
	23	赵木泉筏式养殖	NW	3.88	
	24	王少玲筏式养殖	NW	3.93	
	25	山东安源网箱养殖一	NW	5.20	
	26	安源网箱养殖海参项目	NW	5.00	
	27	山东安源网箱养殖二	NW	5.86	
	28	王相燕筏式养殖	NW	5.21	
	29	张顺令筏式养殖	NW	5.03	
	30	叶恩东筏式养殖	NW	5.41	
	31	京鲁筏式底播养殖	NW	6.07	
	32	蓬莱市蓝色海洋综合开发有限公司底播养殖用海项目	NE	6.64	
	33	蓝色海洋公司底播养殖八用海项目	NE	6.78	
	34	蓬莱阁文化旅游集团有限公司底播养殖用海项目二	NE	7.56	
	35	蓝色海洋公司底播养殖三用海项目	N	7.59	
	36	蓬莱阁文化旅游集团有限公司底播养殖用海项目一	N	8.28	
	37	蓝色海洋公司底播养殖四用海项目	N	9.21	
	38	姜涛围海养殖	SW	2.79	

3 工程分析

3.1 项目基本情况

3.1.1 项目建设内容

(1)项目名称：烟台港西港区 LNG 作业区防波堤工程

(2)项目性质：新建项目

(3)项目建设内容及规模：

防波堤以 LNG 港池南护岸西端头为轴线起点，与在建的 LNG 接收站陆域护岸和已建的防波堤二期工程共同形成规划的 LNG 作业区，满足 26.6 万方 LNG 接卸泊位的水域使用要求。

新建防波堤总长 3183.2m，位于 LNG 作业区的西北侧，呈“√”形布置，按照建设位置的不同，防波堤共分为三段，分别为接陆段、连接段、外海段防波堤。

接陆段防波堤（AB 段）长度 336m，该段防波堤与规划的工作船后方护岸重叠，近期作为防波堤，远期随着港区的开发建设，可作为工作船护岸使用。防波堤起点 A 点接至在建 LNG 作业区陆域护岸西北侧角点，防波堤呈南北向布置，与 LNG 作业区南侧护岸夹角 90°，防波堤轴线方位 00°00'00"-180°00'00"。

外海段防波堤（EF 段）长度 1670.4m，目前，LNG 作业区航道布置方案已进行了通航安全论证，该段防波堤结合论证通过的航道设计进行布置，该段防波堤轴线 62°00'00"-242°00'00"，外海段防波堤堤头位置与规划确定的防波堤堤头位置相同。

外海段和接陆段防波堤通过 CD 段防波堤相接，该段防波堤与已建的大季家污水处理厂排污管线平行布置，防波堤轴线距离排污管线 110m，防波堤长度 527.5m，轴线方位 36°00'00"-216°00'00"。

三段防波堤间通过转弯半径为 600m 的圆弧段防波堤（BC 段与 DE 段）衔接，防波堤对应的作业区航道通航宽度 360m，进港航道轴线方位 242°00'00"-62°00'00"，制动水域位于航道末端曲率半径 1725m（5 倍设计船长）的曲线上，掩护水域形成的回旋圆直径 1035m，为 26.6 万方 LNG 船长的 3 倍。

工程用海总面积 41.1975 万 m^2 ，用海方式为非透水构筑物。用海类型属于交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本工程不占用自然岸线，构筑物范围实际占用人工岸线 146.7m，不形成人工岸线。本项目用海已取得烟台黄渤海新区海洋经济发展局用海预审意见（烟黄新海渔[2023]23 号，见附件 3）。

项目总投资 176262.07 万元。申请用海期限 50 年，工期 24 个月。

工程位于烟台港西港区，不属于生态环境敏感海域。

(4)地理位置：烟台港西港区位于烟台市西部的套子湾西侧，地处烟台经济技术开发区东北海域，距烟台芝罘港区约 30km。本工程位于烟台港西港区一期防波堤西侧。地理坐标为：37°43'25.461"~37°44'35.352"N，121°02'27.431"~121°03'58.498"E。

项目地理位置见图 3.1-1a~图 3.1-1b。



图 3.1-1a 项目地理位置图



图 3.1-1b 工程周边遥感影像图（2022 年 12 月）



图 3.1-1c 工程周边遥感影像图（2023 年 8 月）

(5)项目建设必要性

①本工程是提升储气能力，完善 LNG 储运体系，提高天然气市场通达保障能力的需要。

国家《“十四五”现代能源体系规划》提出：“提升天然气储备和调节能力。统筹推进地下储气库、液化天然气（LNG）接收站等储气设施建设。构建供气企业、国家管网、城镇燃气企业和地方政府四方协同履约新机制，推动各方落实储气责任。同步提高管存调节能力、地下储气库采气调节能力和 LNG 气化外输调节能力，提升天然气管网保供季调峰水平。全面实行天然气购销合同管理，坚持合同化保供，加强供需市场调节，强化居民用气保障力度，优化天然气使用方向，新增天然气量优先保障居民生活需要和北方地区冬季清洁取暖。到 2025 年，全国集约布局的储气能力达到 550 亿~600 亿立方米，占天然气消费量的比重约 13%。加快天然气长输管道及区域天然气管网建设，推进管网互联互通，完善 LNG 储运体系。到 2025 年，全国油气管网规模达到 21 万公里左右。优先推进重要港址已建、在建和规划的 LNG 接收站项目。”党的二十大报告中提出：“推动能源清洁低碳高效利用，推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型。”

天然气为主要的清洁能源，存在巨大的消费需求，对促进国家双碳目标实现、优化国家能源供给结构发挥着重要的保障作用。烟台港西港区液化天然气（LNG）项目已获得国家发展改革委项目核准，项目已进入实施阶段。本项目建成后，为烟台港西港区 LNG 接收站正常运营提供保障，进而增加天然气市场通达保障能力，对于实现党中央、国务院确定的能源生产和消费革命战略具有重要意义。

②本工程是提高被掩护码头作业天数，减少不可作业天数，保障烟台港西港区 LNG 接收站及配套码头正常运营的需要。

建设防波堤后装船泊位仓容 $V < 10000\text{m}^3$ 的 LNG 船舶作业天数将提升 73 天，仓容 $10000\text{m}^3 \leq V < 40000\text{m}^3$ 的 LNG 船舶作业天数将提升 62 天，仓容 50000m^3 的 LNG 船舶作业天数将提升 54 天；卸船泊位 $V \geq 80000\text{m}^3$ 的 LNG 船舶据其位置不同作业天数将提升 30-46 天。防波堤建成以后，码头作业天数将明显提升。

同时，因作业天数增加，也从频率上拉大了不可作业时间间隔。因受 NW~E 向风、浪影响，码头连续不可作业天数主要出现在冬季，而冬季是天然气需求旺季，用气量约占全年的 50%，建设防波堤可对码头形成有效掩护，从而减少不可作业天数及连续不可作业天数（防波堤建设前各泊位最大连续不可作业天为 10 天，建设后各泊位最大连续不可作业天为 4 天），提高了生产运营效率。

防波堤建成后可减少码头不可作业天数，减少连续不可作业天数，拉大不可作业时间间隔，大大保障烟台港西港区 LNG 接收站及配套码头正常运营，尤其是冬季平稳供气。

③本工程是形成 LNG 独立港池，开发建设烟台港西港区 LNG 作业区，完善港口功能的需要。

由于 LNG 属于危险品，LNG 码头作业要求严格，适宜在独立港池作业，与其他货种作业隔离。为适应快速增长的 LNG 需求，烟台港西港区规划建设 LNG 作业区。根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，规划在西港区防波堤一期工程至平畅河口段 2.5km 岸线布局 LNG 运输功能。LNG 作业区通过围填结合防波堤建设形成独立港池、专用航道和港口陆域，规划 LNG 作业区作为烟台市 LNG 发展的重要布局点，鼓励烟台市 LNG 码头在此布局建设。

目前西港区 LNG 作业区为开敞水域，未形成独立港池，亟需形成防波堤掩护，为 LNG 作业区码头建设提供保护屏障，保障烟台港西港区 LNG 接收站及配套码头正常运营，以适应山东地区快速增长的 LNG 需求。由于围填海政策限制，LNG 作业区西侧围填海项目已基本不具备建设条件，LNG 项目防波堤只能依托现有围填海区域向外进行建设，导致防波堤与原规划轴线不一致。同时规划防波堤时未考虑西侧已建的深海排污工程，规划区域占用了大季家污水处理厂污水深海排放工程的管道，已不具备建设条件。

2022 年烟台市人民政府对《烟台港西港区规划方案局部调整》进行批复，批复文号：烟政字[2022]63 号，同意将防波堤轴线位置向港池侧移动，最大调整距离约 150 米（见附件 7），解决了工程规划区域占用大季家污水处理厂污水深海排放工程管线问题。

3.1.2 平面布置、主要结构和尺度

3.1.2.1 平面布置

(1)总平面布置的原则

①总平面布置应满足港区总体规划的要求，满足港口整体发展的需要，充分与已建工程和将来预留发展工程相协调。

②防波堤的建设需要综合考虑 LNG 作业区码头尺度、回旋水域和航道等设施，需要保证设计尺度满足船舶安全通航的操作要求。

③结合工程区域波浪、潮流等自然条件，同时考虑码头的掩护条件，合理确定防波堤轴线位置。

④符合国家环保、安全、消防、卫生等有关规定，采取措施减少对周围环境的影响。

⑤充分利用已有的设施和依托条件，尽量减少工程量，节省建设投资。

(2)平面布置方案

防波堤布置根据港口的使用要求、规模、船型，从港口的总体布局出发，充分分析当地的风、浪、水流、泥沙、地质、地形等自然条件进行确定。本工程建设主要为对 LNG 作业区形成有效掩护，港池南侧 2 个 LNG 泊位（分别为 5 万方和 26.6 万方）已开展部分前期工作，并获批立项，因此需保证其相对位置和规模不变，其余泊位与港区规划泊位布置一致。

防波堤建设周边控制因素：作业区西侧已建成了大季家污水处理厂排污管线，根据工可阶段的地勘资料，如需要避开大季家排污管线，则新建防波堤轴线与排污管线的安全距离取值不宜小于 100m。防波堤布置需要形成足够区域的掩护水域，满足作业区最大设计船型（26.6 万方 LNG 船）回旋水域需求。作业区东侧为已建的西港区防波堤二期工程。综合考虑上述因素，同时考虑与《烟台港西港区规划方案局部调整》布置方案完全一致，本工程平面布置方案如下：

新建防波堤总长 3183.2m，位于 LNG 作业区的西北侧，呈“√”形布置，按照建设位置的不同，防波堤共分为三段，分别为接陆段、连接段、外海段防波堤。

接陆段防波堤（AB 段）长度 336m，该段防波堤与规划的工作船后方护岸重叠，近期作为防波堤，远期随着港区的开发建设，可作为工作船护岸使用。防波堤起点 A 点接至在建 LNG 作业区陆域护岸西北侧角点，防波堤呈南北向布置，与 LNG 作业区南侧护岸夹角 90°，防波堤轴线方位 00°00'00"-180°00'00"。

外海段防波堤（EF 段）长度 1670.4m，目前，LNG 作业区航道布置方案已进行了通航安全论证，该段防波堤结合论证通过的航道设计进行布置，该段防波堤轴线 62°00'00"-242°00'00"，外海段防波堤堤头位置与规划确定的防波堤堤头位置相同。

外海段和接陆段防波堤通过 CD 段防波堤相接，该段防波堤与已建的大季家污水处理厂排污管线平行布置，防波堤轴线距离排污管线 110m，防波堤长度 527.5m，轴线方位 36°00'00"-216°00'00"。

三段防波堤间通过转弯半径为 600m 的圆弧段防波堤（BC 段与 DE 段）衔接，防波堤对应的作业区航道通航宽度 360m，进港航道轴线方位 242°00'00"-62°00'00"，制动水

域位于航道末端曲率半径 1725m（5 倍设计船长）的曲线上，掩护水域形成的回旋圆直径 1035m，为 26.6 万方 LNG 船长的 3 倍。

堤头布设堤头灯一座。

表 3.1-1 主要技术经济指标

序号	项目	单位	工程内容	备注
1	防波堤	m	1230.9	
2	用海面积	万 m ²	41.1975	非透水构筑物
3	建设工期	日历月	24	
4	工程估算	万元	176262.07	本建设项目资金来源按项目资本金 20%，其余 80%银行贷款
5	经济内部收益率	%	经济内部收益率为 10.49%	
6	效益费用比	-	1.37	

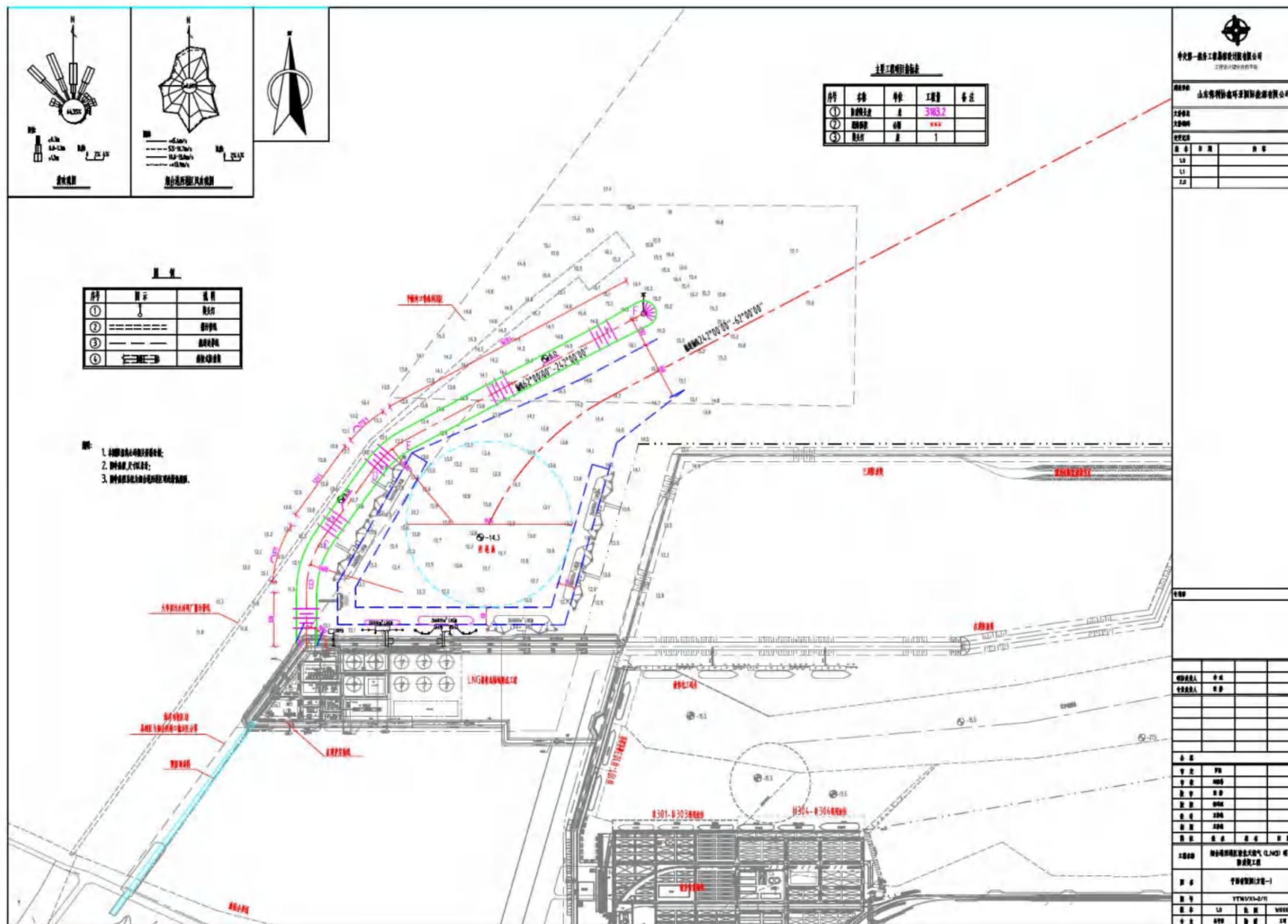


图 3.1-2a 项目总平面布置图

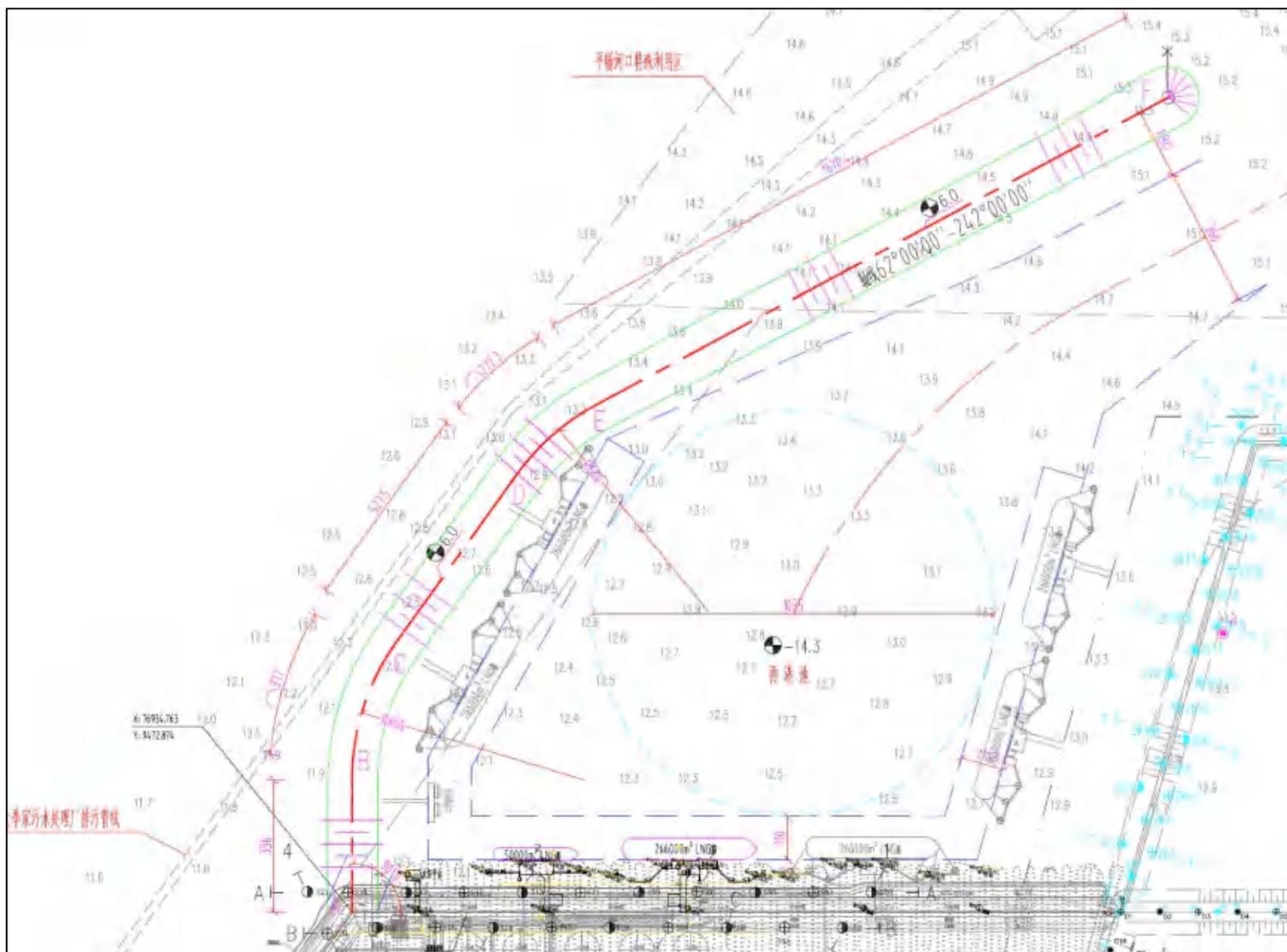


图 3.1-2b 工程总平面布置图（局部放大图）a

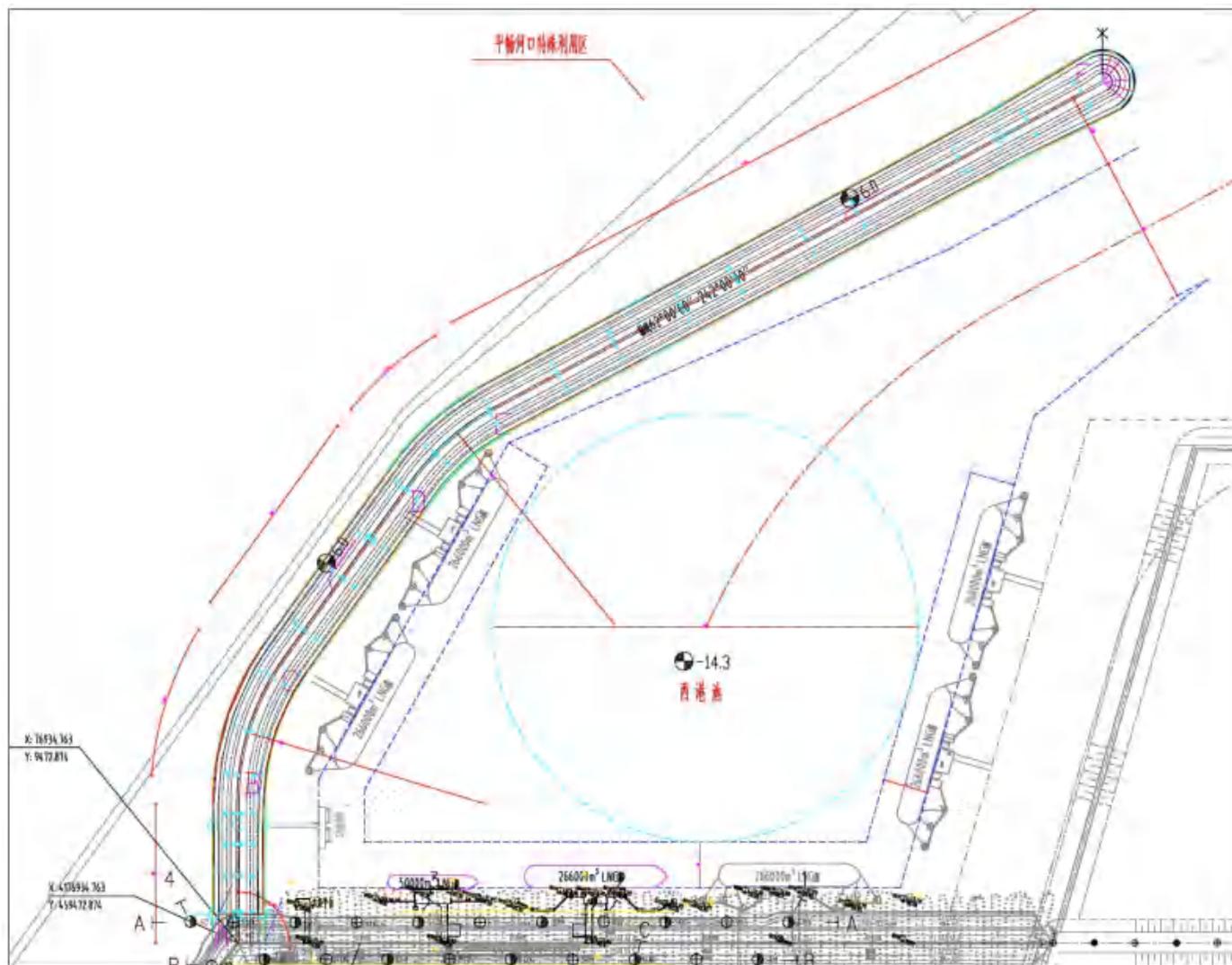


图 3.1-2c 工程总平面布置图（局部放大图）

3.1.2.2 设计主尺度

3.1.2.2.1 设计水位（以当地理论最低潮面为基准面）

百年一遇高水位：3.67m

极端高水位：3.56m

设计高水位：2.46m

设计低水位：0.25m

极端低水位：-0.95m。

3.1.2.2.2 设计波浪要素

参考交通运输部天津水运工程科学研究院《烟台西港区 LNG 工程防波堤项目波浪数学模型试验研究》，并根据外海波要素，经折绕射计算得到防波堤处的不同重现期波浪要素见表 3.1-2 至表 3.1-9。

表 3.1-2 防波堤外海侧 100 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NW-NNW $\bar{T}=9.4$ (s)	-16m	6.8	5.7	4.8	6.6	5.6	4.7	6.3	5.3	4.5
	-15m	6.6	5.6	4.7	6.5	5.4	4.6	6.1	5.2	4.4
	-14m	6.5	5.4	4.6	6.3	5.3	4.5	6.0	5.0	4.3
	-13m	6.3	5.3	4.5	6.1	5.2	4.4	5.8	4.9	4.2
	-12m	6.0	5.0	4.3	5.8	4.9	4.2	5.5	4.6	4.0
N-NNE $\bar{T}=10.1$ (s)	-16m	7.0	5.8	5.0	6.8	5.7	4.8	6.4	5.4	4.6
	-15m	6.7	5.6	4.8	6.6	5.5	4.7	6.4	5.4	4.6
	-14m	6.7	5.6	4.8	6.5	5.5	4.7	6.2	5.2	4.5
	-13m	6.6	5.5	4.7	6.4	5.4	4.6	6.1	5.1	4.4
	-12m	6.4	5.4	4.6	6.2	5.3	4.5	5.9	5.0	4.3

表 3.1-3 防波堤外海侧 50 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NW-NNW	-16m	6.4	5.3	4.5	6.2	5.2	4.4	5.9	4.9	4.2

$\bar{T}=8.9$ (s)	-15m	6.2	5.2	4.4	6.1	5.1	4.3	5.7	4.8	4.1
	-14m	6.1	5.1	4.3	5.9	4.9	4.2	5.6	4.7	4.0
	-13m	5.9	4.9	4.2	5.7	4.8	4.1	5.4	4.6	3.9
	-12m	5.6	4.7	4.0	5.5	4.6	3.9	5.2	4.3	3.7
N-NNE $\bar{T}=9.6$ (s)	-16m	6.5	5.4	4.6	6.3	5.3	4.5	6.0	5.0	4.3
	-15m	6.5	5.4	4.6	6.3	5.3	4.5	6.0	5.0	4.3
	-14m	6.3	5.3	4.5	6.2	5.2	4.4	5.8	4.9	4.2
	-13m	6.2	5.2	4.4	6.0	5.0	4.3	5.7	4.8	4.1
	-12m	6.0	5.0	4.3	5.8	4.9	4.2	5.5	4.6	4.0

表 3.1-4 防波堤外海侧 5 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NW-NNW $\bar{T}=7.4$ (s)	-16m	4.7	3.9	3.3	4.6	3.8	3.2	4.3	3.6	3.0
	-15m	4.6	3.8	3.2	4.4	3.7	3.1	4.1	3.4	2.9
	-14m	4.4	3.7	3.1	4.3	3.6	3.0	4.0	3.3	2.8
	-13m	4.3	3.6	3.0	4.1	3.4	2.9	3.8	3.2	2.7
	-12m	4.1	3.4	2.9	4.0	3.3	2.8	3.7	3.1	2.6
N-NNE $\bar{T}=7.6$ (s)	-16m	4.9	4.0	3.4	4.7	3.9	3.3	4.4	3.7	3.1
	-15m	4.7	3.9	3.3	4.6	3.8	3.2	4.3	3.5	3.0
	-14m	4.6	3.8	3.2	4.4	3.7	3.1	4.1	3.4	2.9
	-13m	4.4	3.7	3.1	4.3	3.5	3.0	4.0	3.3	2.8
	-12m	4.3	3.6	3.0	4.1	3.4	2.9	3.8	3.2	2.7

表 3.1-5 防波堤外海侧 2 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NW-NNW $\bar{T}=6.6$ (s)	-16m	4.1	3.3	2.8	3.9	3.2	2.7	3.7	3.1	2.6
	-15m	3.9	3.2	2.7	3.8	3.1	2.6	3.6	3.0	2.5
	-14m	3.8	3.1	2.6	3.6	3.0	2.5	3.5	2.8	2.4
	-13m	3.6	3.0	2.5	3.5	2.9	2.4	3.3	2.7	2.3
	-12m	3.5	2.9	2.4	3.3	2.7	2.3	3.2	2.6	2.2
N-NNE $\bar{T}=6.7$ (s)	-16m	4.1	3.3	2.8	3.9	3.2	2.7	3.7	3.1	2.6
	-15m	4.0	3.3	2.8	3.9	3.2	2.7	3.7	3.1	2.6
	-14m	3.9	3.2	2.7	3.7	3.1	2.6	3.6	3.0	2.5
	-13m	3.8	3.1	2.6	3.6	3.0	2.5	3.4	2.8	2.4
	-12m	3.6	3.0	2.5	3.5	2.8	2.4	3.3	2.7	2.3

表 3.1-6 防波堤池侧 100 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NNE $\bar{T}=10.1$ (s)	堤头	5.5	4.5	3.8	5.3	4.4	3.7	5.0	4.1	3.5
	-15m	2.4	2.0	1.6	2.4	2.0	1.6	2.2	1.8	1.5
	-14m	1.8	1.4	1.2	1.8	1.4	1.2	1.8	1.4	1.2
	-13m	1.8	1.4	1.2	1.8	1.4	1.2	1.8	1.4	1.2
	-12m	2.1	1.7	1.4	2.1	1.7	1.4	1.9	1.6	1.3
ENE $\bar{T}=8.8$ (s)	堤头	4.9	4.0	3.4	4.7	3.9	3.3	4.5	3.8	3.2
	-15m	4.4	3.6	3.1	4.4	3.6	3.1	4.2	3.5	3.0
	-14m	3.6	3.0	2.5	3.6	3.0	2.5	3.5	2.9	2.4
	-13m	3.6	3.0	2.5	3.6	3.0	2.5	3.5	2.9	2.4
	-12m	3.0	2.5	2.1	3.0	2.5	2.1	2.8	2.3	2.0

表 3.1-7 防波堤港池侧 50 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NNE $\bar{T}=9.6$ (s)	堤头	5.0	4.1	3.5	4.9	4.0	3.4	4.6	3.8	3.2
	-15m	1.9	1.6	1.3	1.8	1.6	1.3	1.8	1.4	1.2
	-14m	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	0.9
	-13m	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	0.9
	-12m	1.6	1.3	1.1	1.6	1.3	1.1	1.5	1.2	1.0
ENE $\bar{T}=8.3$ (s)	堤头	4.5	3.7	3.1	4.3	3.6	3.0	4.2	3.4	2.9
	-15m	3.5	2.9	2.4	3.5	2.9	2.4	3.3	2.7	2.3
	-14m	2.8	2.3	1.9	2.8	2.3	1.9	2.6	2.1	1.8
	-13m	2.8	2.3	1.9	2.8	2.3	1.9	2.6	2.1	1.8
	-12m	2.2	1.8	1.5	2.2	1.8	1.5	2.0	1.7	1.4

表 3.1-8 防波堤港池侧 5 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NNE $\bar{T}=7.6$ (s)	堤头	3.8	3.1	2.6	3.7	3.0	2.5	3.4	2.8	2.4
	-15m	1.4	1.2	1.0	1.4	1.2	1.0	1.3	1.1	0.9
	-14m	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7
	-13m	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7
	-12m	1.2	1.0	0.8	1.2	1.0	0.8	1.1	0.9	0.7

ENE $\bar{T}=6.6$ (s)	堤头	2.9	2.4	2.0	2.8	2.3	1.9	2.7	2.2	1.8
	-15m	1.7	1.4	1.1	1.7	1.4	1.1	1.6	1.3	1.1
	-14m	1.4	1.1	0.9	1.4	1.1	0.9	1.3	1.0	0.9
	-13m	1.4	1.1	0.9	1.4	1.1	0.9	1.3	1.0	0.9
	-12m	1.6	1.3	1.1	1.6	1.3	1.1	1.5	1.2	1.0
ENE $\bar{T}=6.5$ (s)	堤头	3.0	2.5	2.1	2.9	2.4	2.0	2.8	2.3	1.9
	-15m	2.4	1.9	1.6	2.4	1.9	1.6	2.3	1.8	1.5
	-14m	1.9	1.5	1.3	1.9	1.5	1.3	1.8	1.5	1.2
	-13m	1.9	1.5	1.3	1.9	1.5	1.3	1.8	1.5	1.2
	-12m	1.5	1.2	1.0	1.5	1.2	1.0	1.4	1.1	0.9

表 3.1-9 防波堤港池侧 2 年一遇波要素

水位 波要素 波向 水深		百年一遇高水位			设计高水位			设计低水位		
		H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _{1%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)
NNE $\bar{T}=6.6$ (s)	堤头	3.1	2.6	2.1	3.0	2.5	2.1	2.8	2.3	2.0
	-15m	1.2	1.0	0.8	1.2	1.0	0.8	1.1	0.9	0.7
	-14m	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6
	-13m	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6
	-12m	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	0.9	0.7	0.6
NE $\bar{T}=5.7$ (s)	堤头	2.2	1.8	1.5	2.1	1.7	1.4	2.0	1.7	1.4
	-15m	1.3	1.0	0.9	1.3	1.0	0.9	1.2	1.0	0.8
	-14m	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.6
	-13m	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.6
	-12m	1.2	1.0	0.8	1.2	1.0	0.8	1.1	0.9	0.7
ENE $\bar{T}=5.4$ (s)	堤头	2.2	1.8	1.5	2.1	1.7	1.4	2.0	1.7	1.4
	-15m	1.7	1.4	1.2	1.7	1.4	1.2	1.6	1.3	1.1
	-14m	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	0.9	1.3	1.0	0.9
	-13m	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	0.9	1.3	1.0	0.9
	-12m	1.1	0.9	0.7	1.1	0.9	0.7	1.0	0.8	0.7

3.1.2.2.3 设计荷载

施工期及使用期堤顶均布荷载：20kPa。

3.1.2.2.3 抗震设防标准

根据《建筑抗震设计规范（2016年版）》（GB50011-2010）和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），建筑场地所在区域抗震设防烈度为7度，设计基本地震加

速度值为 0.10g，设计地震分组为第二组。

3.1.2.2.4 结构方案

1、结构型式选择

在国家用海政策允许的前提下，根据当地的工程地质、水文、材料来源、施工条件及工程实践经验，本工程选择斜坡式防波堤结构。

抛石斜坡式结构和大型充填袋堤心斜坡式结构，是目前国内外广泛采用的两种斜坡堤结构型式。抛石斜坡式结构施工方法简单，不需要大型施工机具，造价低，施工速度快，抗风浪性能及耐久性较好。考虑到本工程受外海风浪影响，且当地石料来源丰富，价格相对便宜，本阶段拟推荐抛石斜坡堤结构方案。

2、抛石斜坡式防波堤结构方案

防波堤总长 3183.2m，天然泥面高程约-11.5~-15.5m，堤顶高程 6.0m。

堤身标准段的堤顶宽度 5.91m，堤心采用 10~300kg 开山块石（1kg~10kg 块石和 1kg 以下的颗粒含量均应小于 10%）。堤底铺设 1.0m 厚中粗砂垫层，并施打塑料排水板进行软基处理，砂垫层上铺设高强土工格栅一层及 0.3m 厚二片石。防波堤内、外侧均采用 8.0t 扭王字块体护面，其下为 400~600kg 垫层块石以及 10~100kg 块石。堤外坡比为 1:1.5，高程-5.8m 处设置肩台，肩台宽度满足安放 4 块扭王字块体要求，其下外坡坡比调整为 1:2。外侧压脚块石采用 600~800kg 块石，宽 8.0m，边坡为 1:2。堤内坡比为 1:1.5，高程-6.0m 处设置压脚块石，采用 600~800kg 块石，宽 9.0m，边坡 1:2，其下 10~100kg 块石外侧设置 200~300kg 块石。为防止堤脚冲刷，内、外侧均采用 100~150kg 的块石护底，宽 10.0m，护底块石下铺设土工格栅。

堤头段长 50m，堤顶宽度 6.39m，堤心采用 10~300kg 开山块石（1kg~10kg 块石和 1kg 以下的颗粒含量均应小于 10%）。堤底铺设 1.0m 厚中粗砂垫层，并施打塑料排水板，砂垫层上铺设高强土工格栅一层及二片石。防波堤内、外侧均采用 10.0t 扭王字块体护面，其下为 500~800kg 垫层块石以及 10~100kg 块石，堤内、外坡比均为 1:2。高程-5.8m 处设置肩台，肩台宽度满足安放 4 块扭王字块体要求。内、外侧压脚块石均采用 600~800kg 块石，宽 8.0m，边坡为 1:2。为防止堤脚冲刷，内、外侧均采用 100~150kg 的块石护底，宽 15.0m，护底块石下铺设土工格栅。

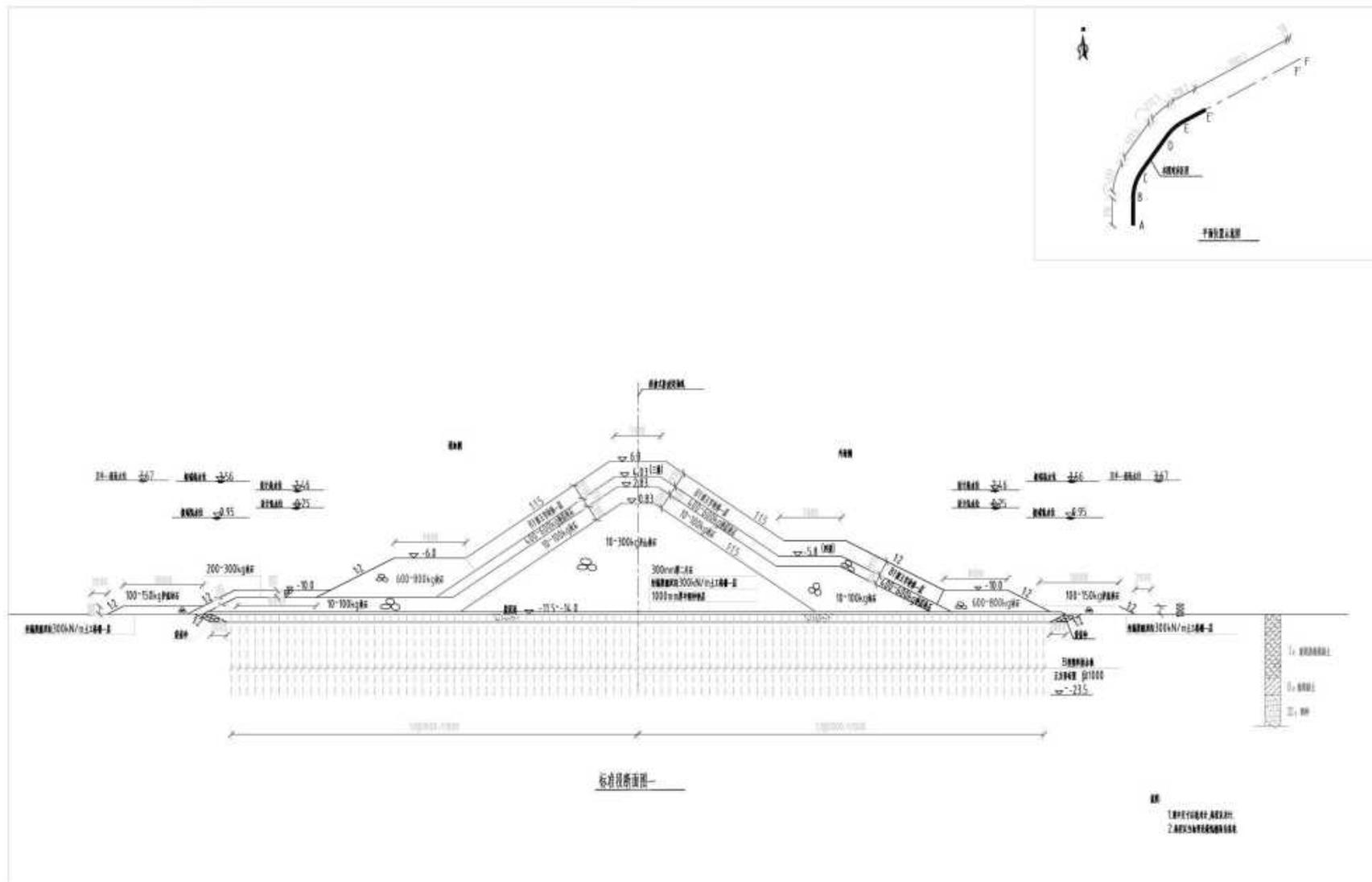


图 3.1-3a 防波堤 A-E' 段结构断面图

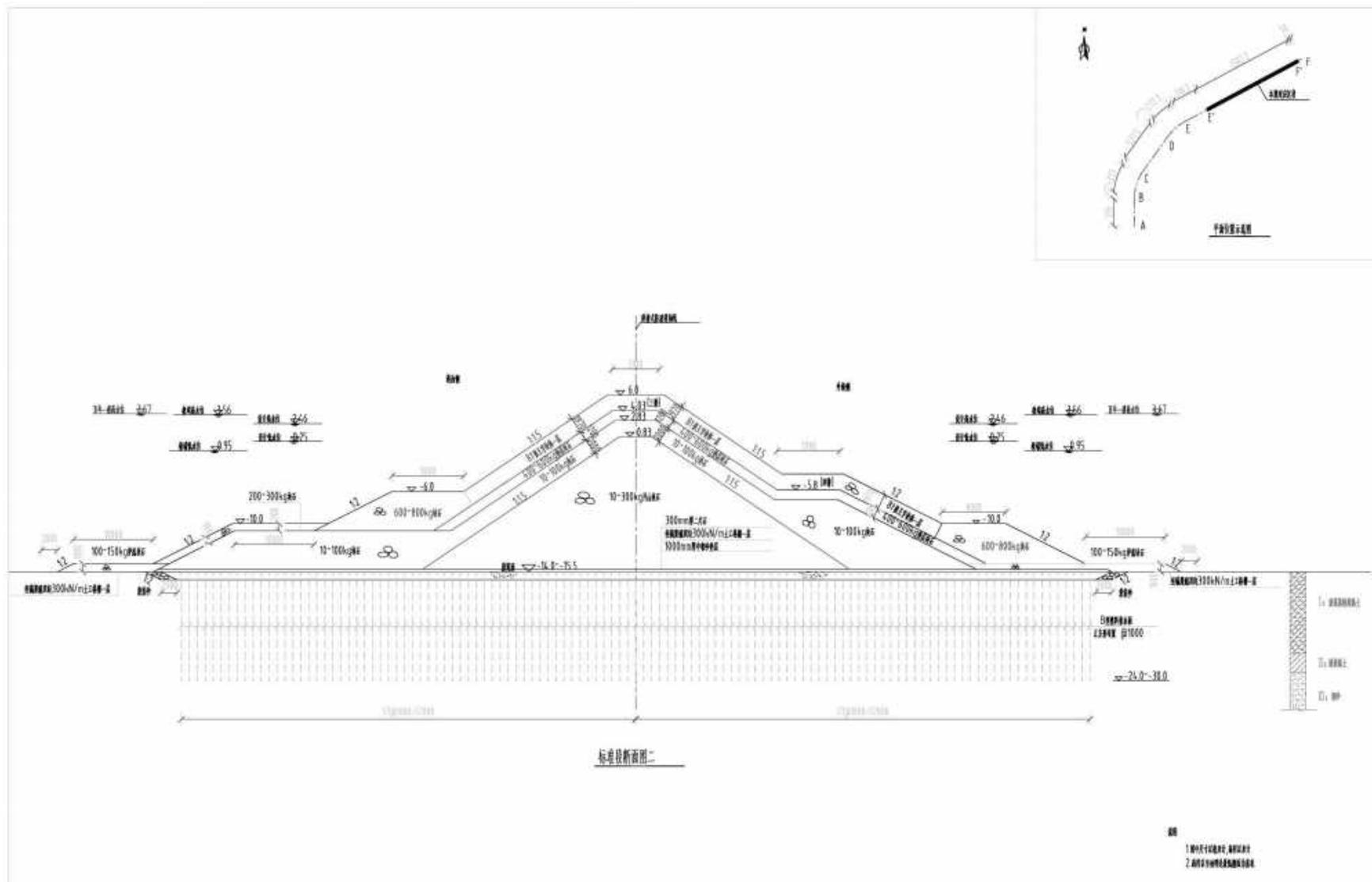


图 3.1-3b 防波堤 E' -F' 段结构断面图

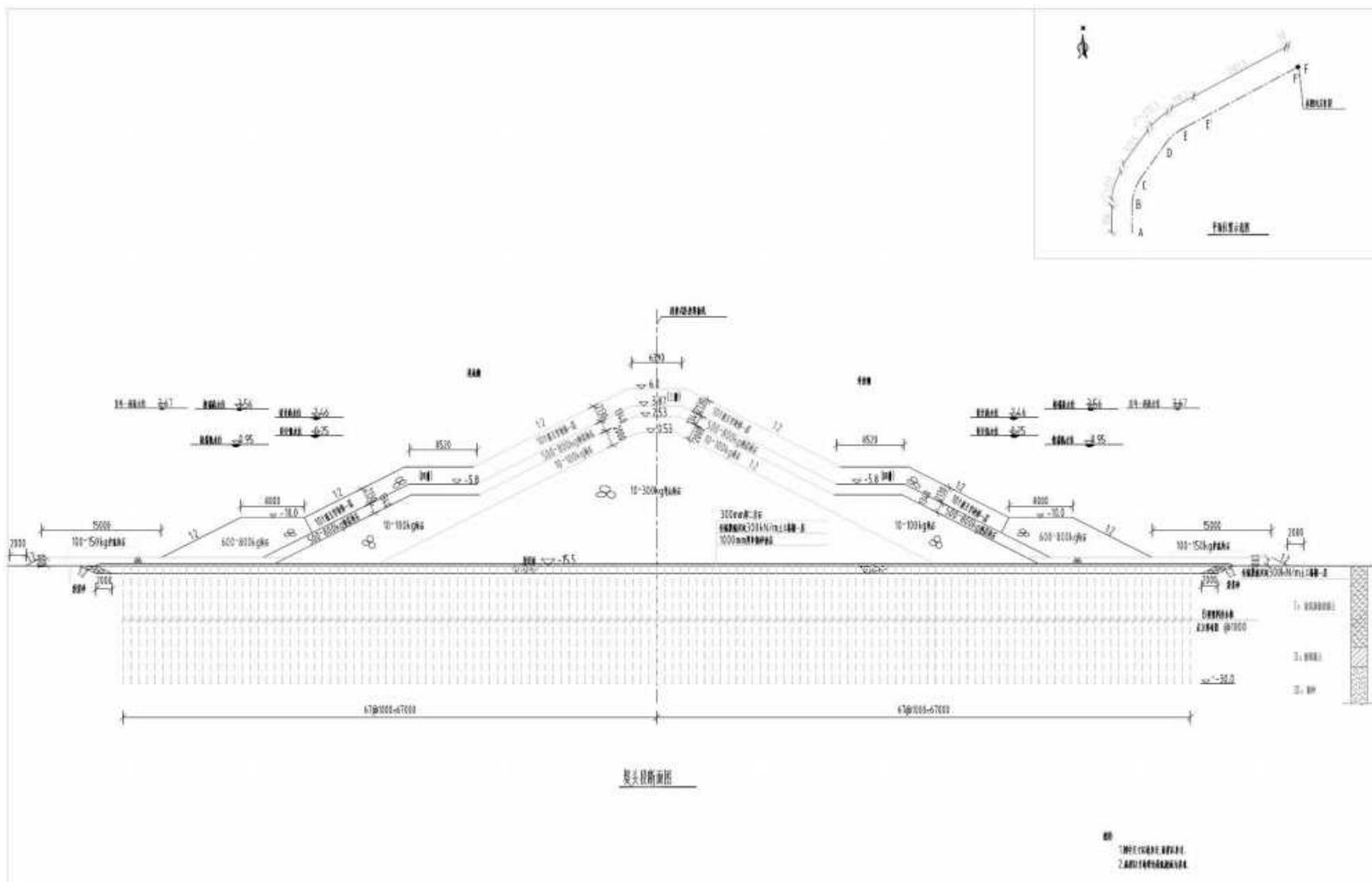


图 3.1-3c 防波堤 F' -F 段结构断面图

3.1.2.2.5 结构计算

(1)堤顶高程计算

根据《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154-2018）中的 4.2.2.1 条规定，对允许越浪、顶部无胸墙的斜坡堤，堤顶高程宜在设计高水位以上不小于 0.6 倍设计波高值处，根据计算：

$$\text{设计高水位} + 0.6H_{13\%} = 2.46 + 0.6 \times 4.5 = 5.16\text{m}$$

考虑防波堤对后方 LNG 作业区起到掩护作用，且 LNG 码头对泊稳要求较高，故将斜坡式防波堤的堤顶高程取为 6.0m（下阶段结合物理模型试验进一步论证）。

(2)护面块体稳定重量计算

护面块体的稳定重量按《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154-2018）中的 4.3.7 条计算：

$$W = 0.1 \frac{\gamma_b H^3}{K_D (S_b - 1)^3 \text{ctg} \alpha}$$

$$S_b = \frac{\gamma_b}{\gamma}$$

式中：W——单个块体的稳定重量（t）；

γ_b ——块体材料的重度（kN/m³）；

H——设计波高（m）；

K_D ——块体稳定系数，

γ ——水的重度（kN/m³）；

α ——斜坡与水平面的夹角（°）。

计算结果见下表。

表 3.1-10 护面块体稳定重量计算表

水深	坡度	设计采用波高 (m)	计算结果	护面块体取值
-12.0m	1:1.5	5.4	6.97t 扭王字块体	8t 扭王字块体
-14.0m	1:1.5	5.6	7.77t 扭王字块体	8t 扭王字块体
-15.0m	1:1.5	5.6	7.77t 扭王字块体	8t 扭王字块体
-15.5m（堤 头段）	1:2	5.8	9.56t 扭王字块体	10t 扭王字块体

(3)护底块石稳定重量计算

护底块石的稳定重量按《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154-2018）中的 4.3.22 式计算：

$$V_{\max} = \frac{\pi H}{\sqrt{\frac{\pi L}{g} \sinh \frac{4\pi d}{L}}}$$

式中：V_{max}——斜坡堤前最大波浪底流速（m/s）；

H——设计波高（m）；

L——设计波长（m）；

g——重力加速度，取 9.81m/s²；

d——堤前水深（m）；

计算结果见下表。

表 3.1-11 护底块石的稳定重量计算表

计算水位	水深（m）	堤前底流速计算结果	护底块石取值
设计低水位	-12.0	1.73 m/s	100~150kg 块石
	-14.0	1.61 m/s	100~150kg 块石
	-16.0	1.49 m/s	100~150kg 块石

(4)整体稳定性计算

地基整体稳定按平面问题考虑，采用圆弧滑动简单条分法，使用港口工程地基计算系统程序（2008 版）进行计算。

地基整体稳定性验算，其危险滑动面应满足《水运工程地基设计规范》（JTS 147-2017）中的 6.3.2 条规定。

$$\gamma_0 M_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_d} M_{Rk}$$

式中：γ₀——重要性系数，安全等级为一级、二级、三级的建筑物，分别取 1.1、1.0、1.0；

M_{sd}——作用于危险滑动面上滑动力矩的设计值（kN·m/m）；

γ_r——抗力分项系数；

M_{Rk}——危险滑动面上抗滑力矩的标准值（kN·m/m）。

表 3.1-12 斜坡式防波堤地基整体稳定计算表

类别 工况	整体稳定抗力分项系数 (抗力效应设计值与作用效应设计值之比)		
	短暂工况 (三轴不固结不排水指标, 考虑强度增长)	持久工况 (固结快剪指标)	地震工况 (固结快剪指标)
外海侧边坡	1.05	1.63	1.43
港池侧边坡	1.09	1.72	1.49

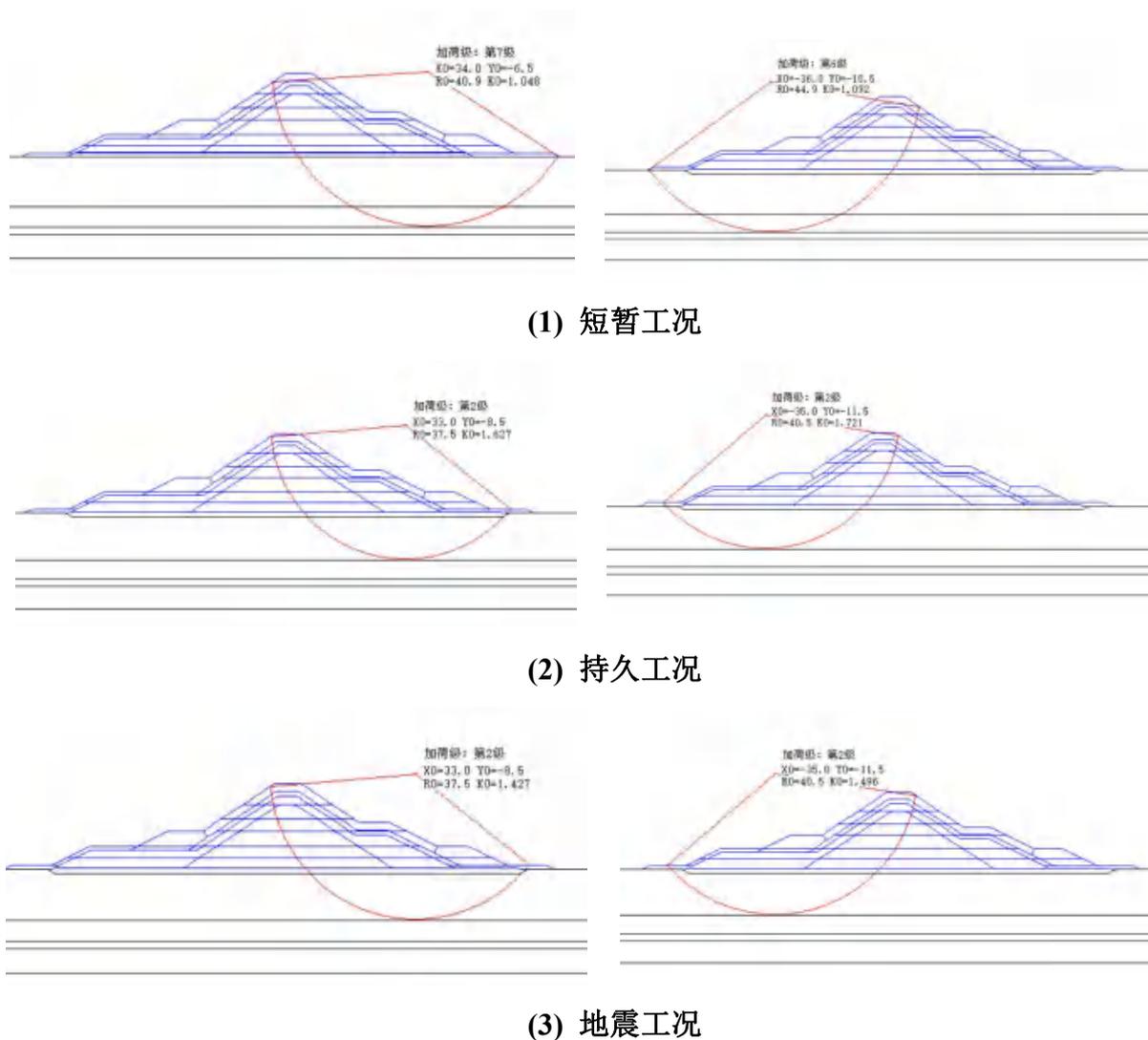


图 3.1-3 斜坡式防波堤地基整体稳定计算图示

3.1.2.2.6 助导航工程及船舶交管系统

本工程为 LNG 作业区新建防波堤工程，拟在防波堤堤头位置设置堤头灯一座，用

以指示防波堤堤头位置，LNG 作业区港池及航道助导航设计不在本工程设计范围内。

3.1.2.3 航道、锚地

3.1.2.3.1 航道

防波堤的建设主要对港池内 LNG 作业区船舶形成掩护，防波堤的建设方案需要保证港池水域满足船舶作业需求，现对港池内通航最大船舶的相关尺度进行核算如下：

(1) 港池、航道设计底标高

按照《海港总体设计规范》（JTS165-2013）规定，港池、航道设计底标高按下式计算：

$$D=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4$$

表 3.1-13 港池、航道设计底标高计算表（单位：m）

	26.6 万 m ³ LNG 船
设计船型满载吃水 T	12.0
船舶航行时船体下沉值 Z ₀ （航速 8 节）	0.38
航行时龙骨下最小富裕深度 Z ₁	0.5
波浪富裕深度 Z ₂	0.8
船舶装载纵倾富裕深度 Z ₃	0.15
航道通航水深 D ₀	13.83
备淤富裕深度 Z ₄	0.4
航道设计水深 D	14.23
乘潮水位	0.0
计算底标高	-14.23
设计取值	-14.3

本阶段港池、航道水深取值-14.3m。

(2) 航道通航宽度

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013）有关规定，航道通航宽度按照下式计算：

$$W=A+2c \quad (\text{单线航道})$$

$$W=2A+b+2c \quad (\text{双线航道})$$

$$A=n(L\sin\alpha+B)$$

式中：A 为航迹带宽度；

n 为船舶漂移倍数；

γ 为风流压偏角；

b 为船舶间富裕宽度；

c 为船舶与航道底边间的富裕宽度；

计算结果见表 3.1-14。

表 3.1-14 航道宽度计算表

	航道宽度	口门位置处宽度
设计船型总长 L (m)	345	345
设计船型型宽 B (m)	53.8	53.8
船舶漂移倍数 n	1.59	1.45
风流压偏角 γ ($^{\circ}$)	10	14
航迹带宽度 A (m)	180.8	199.03
船舶与航道底边间富裕宽度 c (m)	80.70	80.70
航道宽度 (m)	计算值	342.20
	取值	345
		360.43
		360

经计算，口门位置处航道宽度为 360m，本工程船舶出了口门达到天然水深，船舶按照航迹带通航即可。

(3) 船舶回旋水域

如本工程防波堤建成，港池水域属有掩护水域，LNG 船舶回旋水域直径按照 3.0L 选取。经计算，26.6 万方 LNG 船回旋水域直径取为 1035m。

经核算，本工程口门位置处航道通航宽度 360m，大于 1 倍设计船长，口门有效宽度满足规范要求。

外航道共分为 2 段布置，外海段航道平行于西港区主航道进行布置，航道中心线距离主航道中心线约 1345m，距离 6#危险品船舶锚地边界约 1000m，航道轴线方位 $198^{\circ}00'00''$ - $18^{\circ}00'00''$ ；外海段航道在 6#锚地的东南侧完成转向，经过衔接段航道接入 LNG 作业区港池内，衔接段航道长度约 6719m，轴线方位 $242^{\circ}00'00''$ - $62^{\circ}00'00''$ ，衔接段与外海段航道转弯处转弯半径均取值 2000m。

3.1.2.3.2 锚地

（1）锚地水深

根据《海港总体设计规范》（JTS 165-2013），锚地水深一般不应小于设计船型满载吃水的 1.2 倍，当波浪 $H_{4\%}$ 大于 2m 时，尚需考虑一定的波浪富裕。本工程设计船型最大船型 26.6m³LNG 船，满载吃水 12.0m，考虑一定的波浪富裕，相应所需的锚地水深约为 15.7m。

（2）锚地半径

根据《海港总体设计规范》（JTS 165-2013），单锚系泊每个锚位所占圆形水域的半径可按下式计算。

$$\text{风力} \leq 7 \text{ 级时 } R=L+3h+90$$

$$\text{风力} > 7 \text{ 级时 } R=L+4h+145$$

由此计算得到本工程 26.6 万 m³LNG 船型所需的锚地半径在风力 ≤ 7 级时约 495m，在风力 > 7 级时，锚地所需半径约 570m。考虑锚地防台锚泊时，锚地半径适当加大，按 $L+6h+300m$ 计算，所需半径约为 765m。

结合烟台港锚地现状、规划以及工程海域水域、底质条件，拟选择规划的烟台港 LNG 锚地作为本项目待泊、应急锚地，该锚地位于 LNG 专用航道西侧，锚地为直径 2km 的圆形水域，锚地中心点坐标 X=4186093、Y=467156（西安 80 坐标系），水深约 18m，锚地距码头约 14km，沿线水深条件条件好（可全潮通航），可满足现阶段本工程 LNG 船舶待泊、应急要求。建议建设单位与港航部门及时沟通，同步推进 LNG 锚地的建设。

待远期预留 LNG 泊位全部建成后，随着码头的发展，可能会造成 LNG 锚地资源紧张，建议适时对规划的烟台港 LNG 锚地进行扩容。

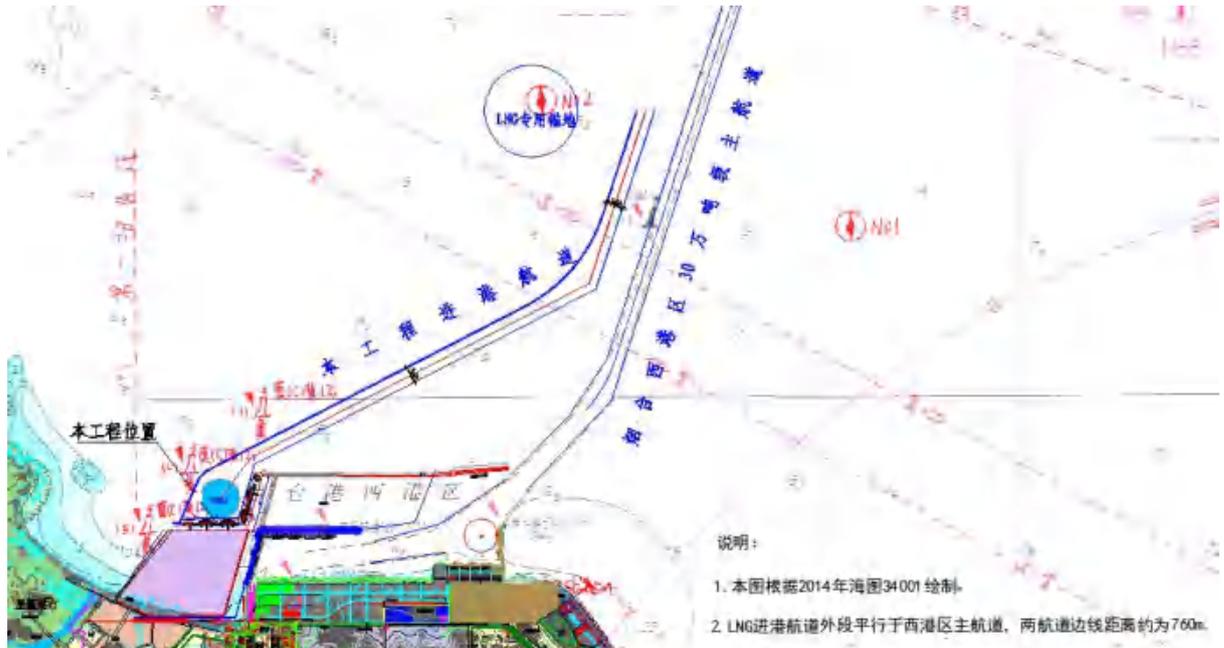


图 3.1-4 进港航道锚地图

3.1.3 项目主要施工工艺和方法

3.1.3.1 施工条件

烟台港经过多年的连续建设，港区内的基础设施较好，现场的施工依托条件良好，港区后方陆域的道路交通、供电、供水、通信等均可依托现有设施解决。施工期间所需材料通过港区后方道路直接运至施工现场。

烟台港现有的大型钢筋混凝土沉箱预制场、施工码头等施工设施齐备，且距离本工程所在位置很近，完全可以满足本工程预制构件的施工需要。

除此之外，港内还驻有经验丰富、技术力量较强的海上工程施工队伍，并且有较完善的施工设备，这些优越的外部条件为本工程的组织实施奠定了良好的基础。

本工程所在位置，外海风浪较大，防波堤施工受外海风浪影响较大，水上施工作业天数较少。

烟台地区砂石料资源丰富，开采运输条件良好，各种规格的砂石料就近采购，建筑材料的供应渠道畅通，能满足本工程建设需要。

进填筑为主，长臂反铲挖掘机理坡，坡角处的垫层块石及两侧的压脚块石、护底块石等由驳船机械配合抛理。

由于本工程抛石量较大，施工时需组织好材料供应及车辆组织，以保证工程按期完成。

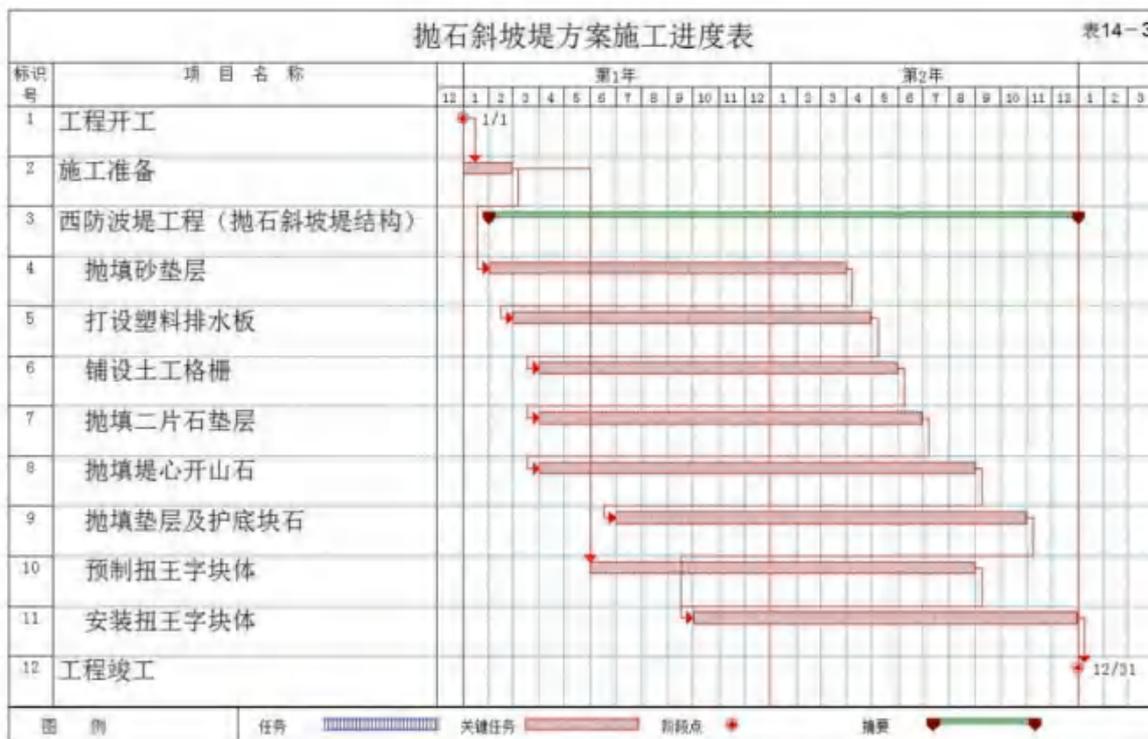
(3)安装扭王字块体

用于护面的扭王字块体在西港区预制场预制，载重汽车倒运至构件出运码头，视垫层块石抛理的进展情况，装方驳运到现场，方驳吊机安放，对于防波堤上部的扭王字块体由汽车运至现场，陆上吊机进行安放。

3.1.3.3 施工进度安排

根据本工程的建设规模、以及现场施工条件等因素分析，本工程的施工期约 24 个月。

表 3.1-2 施工进度一览表



3.1.3.4 土石方平衡

防波堤工程建设共需土石方约 407.80 万方，其中扭王字块体 25.88 万方，块石、片石 341.42 万方，砂方 40.50 万方，全部外购。建设单位已与物产中大（营口）多式联运有限公司签订购土石方意向协议，外购鞍钢集团矿业有限公司东鞍山分公司矿山开采的矿石（采矿证号 C2100002011062140113387），土石方协议见附件 12。土石方应在进场前进行检测，其材质、气味、块体大小、相对密度、汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、有机碳、硫化物、油类、多氯联苯、大肠菌群、666、DDT、 γ 辐射剂量率等指标应符合《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）要求。

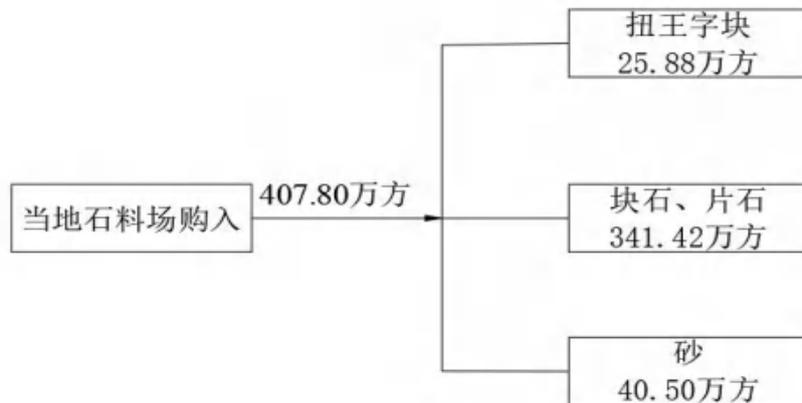


图 3.1-5 土石方平衡图

3.1.3.5 主要工程量

本工程工程量见下表。

表 3.1-3a 斜坡式防波堤主要工程量表

序号	项目	单位	总量	备注
1	8t 扭王字块体	块	71438	C30 F250
		m ³	248777	
2	10t 扭王字块体	块	2303	C30 F250
		m ³	10017	
3	400~600kg 垫层块石	m ³	302270	
4	500~800kg 垫层块石	m ³	13867	
5	10~100kg 垫层块石	m ³	914571	
6	10~300kg 开山块石	m ³	1553415	

7	600~800kg 块石	m ³	364428	
8	200~300kg 块石	m ³	55106	
9	100~150kg 护底块石	m ³	90829	
10	二片石	m ³	119696	
11	土工格栅	m ²	579202	经编聚酯双向 300kN/m
12	中粗砂垫层	m ³	390579	
13	袋装砂	m ³	14491	
14	塑料排水板	根	346940	B 型, L=16m

3.1.4 项目申请用海情况

(1)项目用海情况

项目申请用海总面积 41.1975hm²。本项目用海类型属于交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）。

(2)占用岸线情况

本项目不占用自然岸线，占用人工岸线 146.7m。

目前本工程已取得烟台黄渤海新区海洋经济发展局用海预审意见（烟黄新海渔[2023]23 号，见附件 3）。

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程宗海位置图

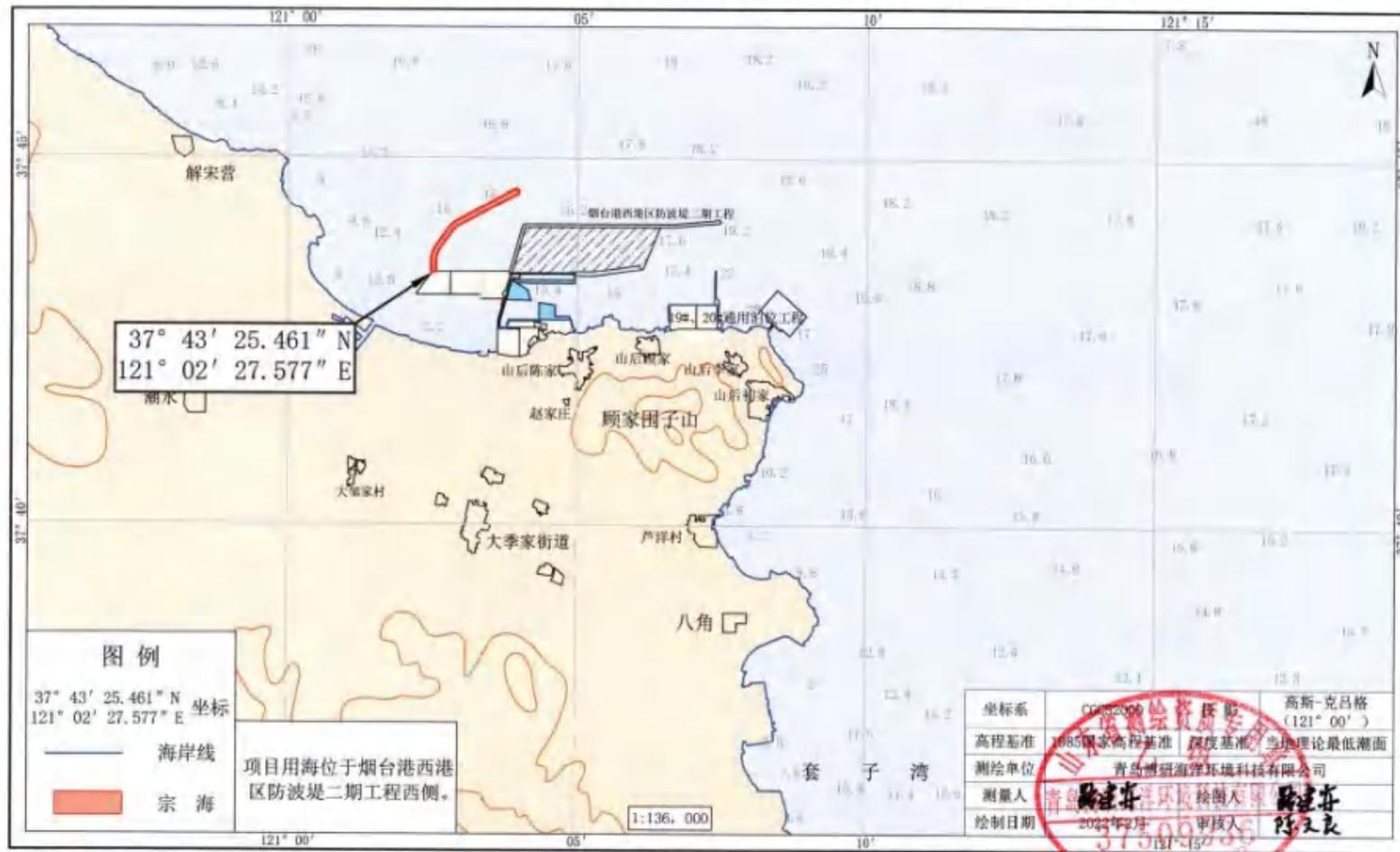


图 3.1-6a 项目申请用海宗海位置图

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程宗海界址图

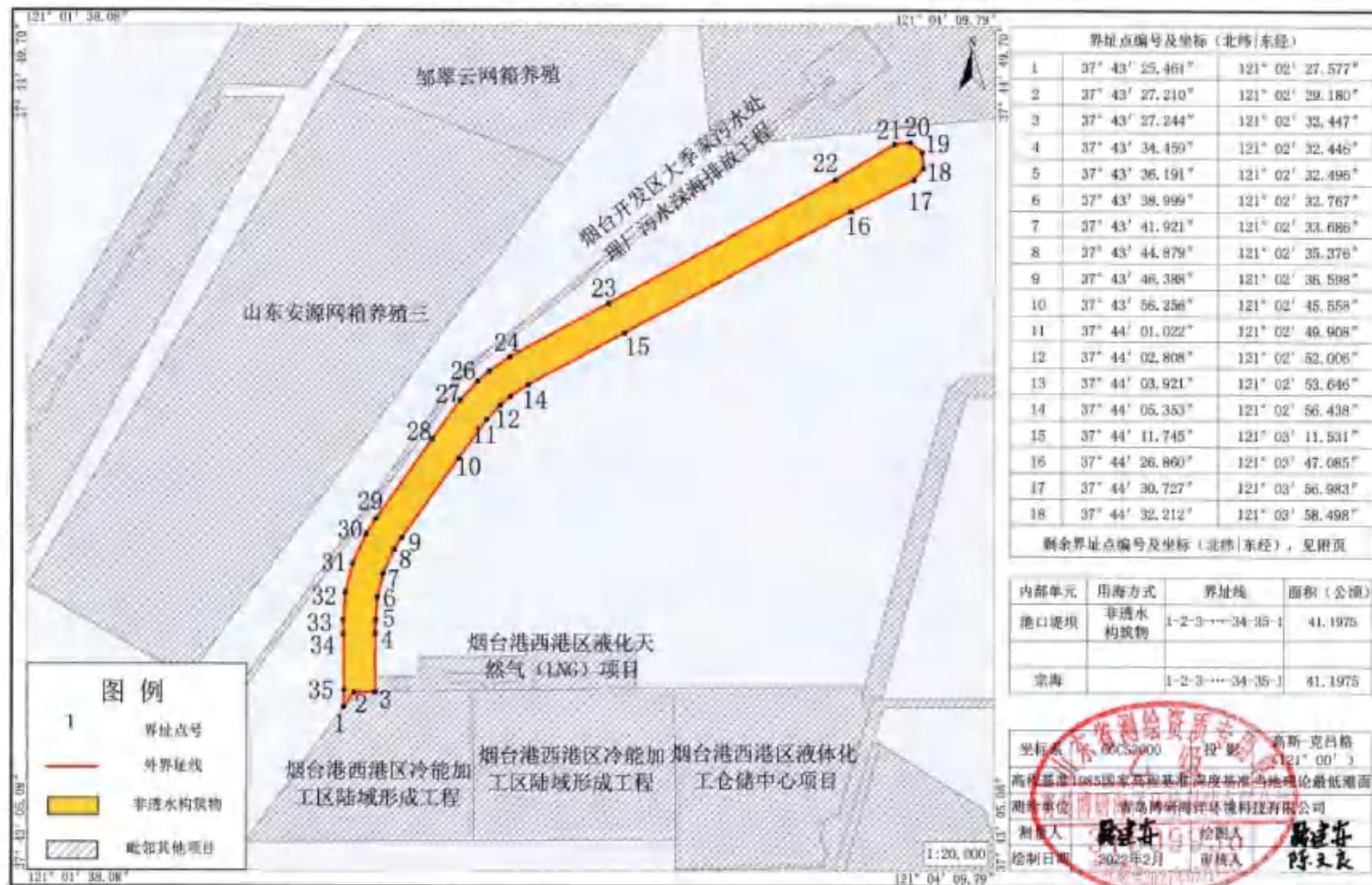


图 3.1-6b 项目申请用海宗海界址

3.2 工程污染及生态影响因素分析

3.2.1 施工期污染源强及环保措施

(1) 施工期水环境污染源强估算

1) 施工作业过程中产生的悬浮泥沙源强估算

本工程施工期间悬浮泥沙的主要产生环节是基块石抛填过程中产生的泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得底栖生物生存环境遭到破坏。主要污染物为 SS。

块石抛填：一方面由于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清除过程也产生颗粒悬浮物。

护底抛石挤淤形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \cdot \rho_1 \cdot \alpha_1 \cdot P$$

式中： S_1 为抛石挤淤的悬浮物源强（kg/s）， θ_1 为沉积物天然含水率（%）， ρ_1 为淤泥中颗粒物湿密度（g/cm³）， α_1 为泥沙中悬浮物颗粒所占百分率（%），平均挤淤强度 P，根据施工方案，P 取为 0.0075m³/s。

$\theta_1=40\%$ ， $\rho_1=1400\text{kg/m}^3$ ， $\alpha_1=40\%$ ， $P=0.0075$ （m³/s），则：

$$S_1 = (1 - 0.4) \times 1400 \times 0.40 \times 0.0075 = 2.5\text{kg/s}$$

泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度按下式计算：

$$S_2 = h \cdot \rho$$

式中： S_2 为抛石挤淤的悬浮物源强（kg/s），h 为抛石速率， ρ 为抛石中细粒物质的含量。 $h=1.8\text{t/h}$ ， $\rho=0.01$

$$S_2 = 1.8 \times 1000 \times 0.1 / 60 = 0.3\text{kg/s}$$

根据计算，本工程块石抛填悬浮泥沙平均源强约为 2.80kg/s。

2) 生活污水

① 船舶生活污水

根据工程施工量及工期安排，本工程施工需工作船 3 艘，按 20 人/艘计，水上施工作业人员约为 60 人，水上施工作业天数按 400 天计。

船舶上工作人员每人每天用水量为 25L，污水产生系数按 80% 计算，船舶生活污水的产生量每人每天 20L，施工期船舶生活污水的产生量为 480t。污水中 COD、BOD、氨氮和

SS 浓度分别按 350mg/L、250mg/L、40mg/L 和 200mg/L 计，估算工程施工期间 COD、BOD、氨氮和 SS 产生量分别约为 0.168t、0.12t、0.019t、0.096t。施工阶段船舶生活污水由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置，不得直接排海。

②陆域生活污水

按照陆上现场施工人员 50 人计，每人每天的生活污水发生量按 30L 估算，生活污水排放系数取 0.8，则陆域工作人员产生的生活污水日产生量 1.2t。本工程年施工作业天数按 300d 计。经计算，施工期生活污水产生量为 360t，污水中 COD、BOD、氨氮和 SS 浓度分别按 350mg/L、250mg/L、40mg/L 和 200mg/L 计，估算施工期间 COD、BOD、氨氮和 SS 年排放量分别约为 0.126t/a、0.090t/a、0.0144t/a、0.072t/a。

施工场地设置可移动式旱厕，施工期所产生的生活污水经槽车统一收集后运输至烟台新水源水处理有限公司处理。

3) 含油污水

①船舶含油污水

施工期间的含油污水主要来自施工船舶产生的机舱油污水，根据《港口工程环境保护设计规范》，油污水的产生量以 3 艘船，按 0.2t/d 艘计，每天共产生油污水 0.6t。施工期船舶含油污水产生总量为 420t，石油类浓度约为 5000mg/L，则施工期石油类污染物总发生量约为 2.1t。施工阶段船舶含油污水由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置，不得直接排海。

②机械冲洗废水

施工期间流动机械的数量约为 10 台（辆），冲洗用水量指标取 600L/台·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 2.4t/d，施工期作业天数按 300 天计算，则施工期流动机械冲洗用水量为 720t，污水产生系数按 80%计算，则含油污水产生量为 576t。废水中石油类按 500mg/L 计，则石油类产生量为 0.288t。施工场地应设置专门的机修区，对此类污水进行收集。经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排。废油按照施工过程中的危险废物进行管理，外委处置。

(2)施工期环境空气污染源强估算

1) 港口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：

$$Q=0.123(V/5)(W/6.8)^{0.65}(P/0.05)^{0.72}$$

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）。

最大车流量按 10 辆/h，载重量 10t/辆。行驶车速 10km/h，道路表面积尘量 0.05kg/m²。可计算得小时最大扬尘增量值约 3.16kg/h，每天工作时间按 10 小时计算，日增值约 63.2kg/d。通过制定严格的洒水降尘制度，定时、定点清扫施工道路并进行洒水抑尘，可显著降低运输线路的粉尘污染。

3) 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 250kw 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：

$$P=250\text{kw}\times 2=500\text{kw}$$

换算成马力（0.735kw=1 马力）：500kw/0.735=680.3 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：

$$B_0=150\times 680.3\times 10^{-3}=102.04\text{kg}$$

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（%）。

根据交通部 2018 年 11 月 30 日发布的《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，自 2019 年 1 月 1 日起，进入排放控制区的海船使用的船用柴油，含硫量不大于 0.5%_{m/m}，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：

$$G_s = 2B_0S_0(1-\eta) = 2 \times 102.04 \times 0.5\% \times (1-0) = 1.0204 \text{kg/h}$$

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 102.04kg，则 NO_x 排放量约为 1.26kg/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：

$$G_c = 2.33 \cdot B_0 \cdot q \cdot C = 2.33 \times 102.04 \times 2\% \times 90\% = 4.28 \text{kg/h}$$

本工程水上作业船舶数约为 3 艘，每天工作按 10h 计，每天则船舶排放的 SO₂、NO_x、CO 废气量分别为 30.612kg/d，37.8kg/d，128.4kg/d，施工期船舶排放的 SO₂、NO_x、CO 废气总量分别为 12.245t，15.12t，51.36t。

4) 车辆排放废气

根据《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006）中气态排放污染物等速工况单车排放因子推荐值，确定车辆单车排放因子见表 3.2-1。根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 700 天计，每天工作时间 10h，车辆在港平均行驶距离按 10km/h·辆计算，每天车辆按 10 辆计（其中小型车 2 辆，中型车 3 辆，大型车 5 辆），则 CO、NO_x 的排放总量分别为 12.563t、5.036t。相关调查所得到的资料表明，如果港内通风条件良好，车辆在怠速工况下排放的废气中污染物对外界环境的影响基本上可以接受。

表 3.2-1 车辆单车排放因子推荐值 单位：g/km·辆

污染物	小型车	中型车	大型车
CO	31.34	30.18	5.25
NO _x	1.77	5.40	10.44

(3) 施工期噪声污染源强估算

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施工船舶、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。通过对其它相关港口建设施工现场的类比监测，主要施工机械噪声源强见表 3.2-3。

表 3.2-3 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)	排放方式
推土机	86	5	自然传播
装载机	90	5	
自卸卡车	88	7.5	
施工船	68	60	

(4) 固体废物

施工期产生的固体废物主要是施工船舶垃圾及陆域施工人员的生活垃圾、以及机械冲洗废水处理产生的废油。

本工程水上施工作业最多人员约为 60 人，人均产生量按 1.0kg/d、水域施工作业天数按 400 天计，则施工船舶垃圾每天产生量为 60kg/d，施工期产生船舶垃圾为 24t。船舶垃圾由施工方委托有资质的单位统一处理。

陆域施工人员产生的生活垃圾每人每天约为 1.0kg/d，陆域施工人员共计 50 人，施工作业天数按 300 天计，则每天产生的生活垃圾约 50kg/d，施工期产生生活垃圾为 15t。陆域生活垃圾统一收集后托环卫部门清运处理。

机械冲洗废水处理产生的废油 0.6t，属于危险废物（HW08 900-214-08），按照危险废物进行管理，委托有资质的单位进行处置。

施工机械设备维护保养不在本项目施工现场进行，施工机械设备维护保养不在本项目施工现场进行，工程机械维修在定点维修点进行，工程区不产生检修废油和机修棉纱。

施工期污染物排放情况见表 3.2-4。

表 3.2-4 施工期主要污染物排放情况

环境要素	污染源	主要污染物	污染物源强/产生量	排放/处理方式	拟采取措施	
水环境	块石抛填	SS	2.80kg/s	排海	-	
	生活污水	船舶生活污水	废水量	480t	不排放	由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置
			COD	0.168t		
			NH ₃ -N	0.019t		
			SS	0.096t		
	生活污水	陆域生活污水	废水量	360t	不排放	移动式旱厕经槽车统一收集后运至烟台新水源水处理有限公司处理
			COD	0.126t		
			NH ₃ -N	0.014t		
			SS	0.072t		
	含油污水	船舶含油污水	废水量	420t	不排放	由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置
石油类			2.1t			
流动机械冲洗水		废水量	576t	回用, 不排放	经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池, 经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗, 不外排	
		石油类	0.288t			
大气环境	施工粉尘	TSP	140g/s	无组织排放	施工场地定期洒水、清扫、覆盖; 运输道路硬化或洒水抑尘; 运输车辆按时进行冲洗	
	扬尘	TSP	63.2kg/d			
	船舶废气	SO ₂	12.245t	无组织排放	选用污染小的车船, 合格的燃料油, 保持施工机械正常运行	
		NO _x	15.12t			
		CO	51.36t			
	车辆废气	CO	12.563t			
NO _x		5.036t				
声环境	施工船舶、车辆机械	噪声	68dB-90dB			自然传播
固体废物	船舶施工	生活垃圾	24t	不排放	由施工方委托有资质的单位统一处理	
	陆域施工	生活垃圾	15t	不排放	收集后托环卫部门清运	
		机械冲洗废水处理产生的废油	0.6t	不排放	委托有资质的单位进行处置	

3.2.2 运营期污染源强及环保措施

防波堤建成后运营期无废水、废气、噪声和固体废物产生，不排放污染物，无需配套环保措施。

3.2.3 生态影响因素分析

工程对环境的非污染环节，主要是工程的建设会改变原有的海域形态，引起波浪和潮流等水动力改变，导致海底产生蚀淤变化；将彻底改变工程区域内海洋生物原有的栖息环境。

3.3 总量控制

3.3.1 总量控制原则

污染物排放总量控制是以环境质量目标为基本依据，对区域内各污染源的污染物的排放总量实施控制，将某一控制区域作为一个完整的系统，采取措施将排入这一区域的污染物总量控制在一定数量之内，以满足该区域的环境质量要求。在实施总量控制时，污染物的排放总量应小于或等于允许排放总量。

总量控制方案的确定，应在考虑区域总量控制目标及当地环境质量、环境功能和环境管理要求的基础上，结合项目的实际条件和污染控制措施的经济技术可行性进行。目前，国家实施污染物总量控制的基本程序是：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状况和污染防治规划情况，给企业分解、下达具体控制指标。

国家提出的“总量控制”实际上是区域性的，也就是说，当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削减，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、空气等的环境质量可达到规定的环境目标。

山东省对大气中的二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、挥发性有机物，废水中的化学需氧量、氨氮实行总量控制。

根据《关于明确 2023 年建设项目主要大气污染物排放总量指标替代倍数的通知》

（烟环气函[2023]2号），黄渤海新区实行二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、挥发性有机物四项污染物排放总量指标等量削减替代。

3.3.2 本项目污染物总量控制

本工程运营期间无污染物排放，因此无需申请污染物总量控制指标。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境现状调查与评价

4.1.1 气象

烟台港西港区属温带季风型大陆性气候，季风气候特点十分突出，冬季受海洋影响较大，夏季受陆地影响较强，一年四季分明，冬无严寒，夏无酷暑。夏季由于受海风调剂，盛行偏南风，气候凉爽，降雨较多；冬季常受来自西北利亚和蒙古高原寒流影响，多出现偏北大风，并伴有雨雪。

4.1.1.1 气温

根据芝罘岛海洋站 1992~2011 年的观测记录，统计得到年平均气温为 12.4℃；月平均气温 8 月份最高，为 24.6℃；月平均气温 1 月份最低，为 -1.0℃；1992~2011 年年均最高气温为 38.2℃；年平均最低气温为 10.8℃；极端最高气温为 38.2℃，极端最低气温为 -11.7℃。气温统计详见表 3.1.1-1~3.1.1-2。

表 4.1-1 烟台站 1992~2011 年气温统计值

年平均气温	12.4℃
年平均最高气温	38.2℃
年平均最低气温	10.8℃
极端最高气温	38.2℃
极端最低气温	-11.7℃
最大冻土深度 (m)	0.5

表 4.1-2 烟台站 1992~2011 年月平均气温 (°C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
气温	-1.0	0.7	4.7	10.9	16.6	20.7	23.9	24.6	21.8	15.8	8.4	2.0	12.4

4.1.1.2 降水量

本区降水有显著的季节变化，雨量多集中于每年的 7、8 月份，该两个月的降水量为全年降水量的 48.6%，而每年的 12 月至翌年的 3 月降水极少，4 个月的总降水量仅为全年降水量的 9.9%。

年平均降水量 494.6mm，年最大降水量，737.1mm(1994 年)，年最小降水量 313.1mm (2006 年)，月最大降水量 340.1mm (1996 年 7 月)，一日最大降水量 115.5mm (1997 年 8 月 20 日)，年均降水日数 66.1 天，降雨最长持续日数 8 天 (2002 年 7 月)，日降水量超过 25mm 的年均日数为 4.9 天，日降雨量大于 50mm 的年平均天数 1.4 天。

4.1.1.3 风况

工程海域为温带季风型大陆气候。冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风。表 4.1-3 和图 4.1-1 分别是烟台站多年各级各向风的出现频率及各向平均、最大风速统计表和各向各级风的频率玫瑰图。从中看出，烟台站 N 向风出现频率最高，达 12%；W、NW、NNW 向次之，所占频率均超过 8%；再次为 SE、SSE 和 S 向，出现频率在 7%左右。烟台海域常风向为 N 向。烟台港附近低于 5.4m/s 风速的出现频率约为 62%，而超过 10.8m/s 风速的出现频率约为 4%。平均风速为 5.1m/s；其中 NW 向最大，达 6.6m/s；NNW 向次之，为 6.5m/s。大风多出现在 NNW、NW、NNE 和 N 向，最大风速为 25.0m/s，发生在 NNW 向；次最大风速为 24.0m/s，发生在 E 向。强风向为 NNW 和 NW 向。

表 4.1-3 烟台海洋站 1992~2011 年各向各级风速统计表

风速 (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	合计
0.0-5.4	6.45	3.27	3.44	1.85	3.59	2.92	5.15	3.92	3.78	2.29	3.77	3.50	6.82	3.98	3.49	3.45	0.40	62.08
5.5-7.9	2.81	0.99	0.96	0.31	0.89	0.67	1.37	2.00	1.82	0.97	1.05	0.85	1.51	1.18	2.26	2.18	0.00	21.82
8.0-10.7	1.65	0.51	0.52	0.11	0.51	0.17	0.56	1.17	1.00	0.45	0.29	0.18	0.27	0.37	1.68	1.57	0.00	10.78
10.8-13.8	0.73	0.14	0.26	0.03	0.08	0.01	0.14	0.28	0.25	0.12	0.07	0.02	0.03	0.07	0.79	0.72	0.00	3.73
13.9-17.1	0.11	0.02	0.09	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.18	0.18	0.00	0.69
≥17.2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.09
合计	11.76	4.93	5.29	2.30	4.89	3.78	7.23	7.42	6.86	3.83	3.20	4.54	8.63	5.61	8.41	8.12	0.40	100.00
平均风速	5.6	4.9	5.0	3.9	4.3	4.1	4.4	5.6	5.3	5.0	4.3	4.1	4.1	4.7	6.6	6.5	-	-
最大风速	20.6	20.0	23.9	21.0	19.9	16.0	23.0	20.7	20.0	18.4	20.0	20.0	16.0	17.0	24.0	25.0	-	-

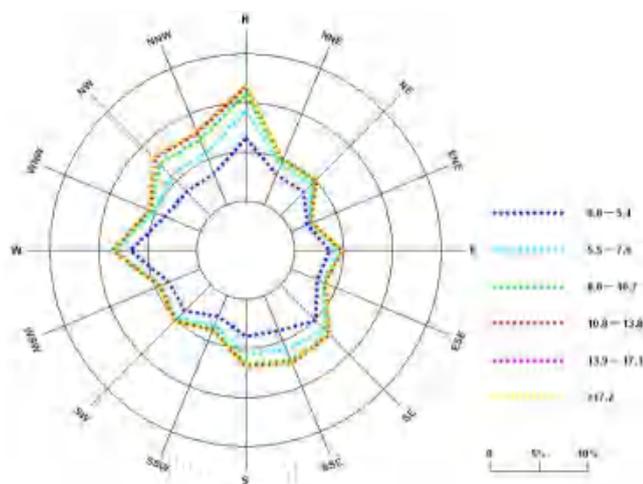


图 4.1-1 烟台站 1992~2011 年风出现频率玫瑰图

4.1.1.4 雾

烟台港海域雾多发生在夏季（6~8月），约为全年雾日的51%；春季（3~5月）次之，约占29.7%；冬季（12~翌年2月）约占13.3%；秋季（9~11月）最少，仅为7.3%。

本区年均雾日为30天，最长达48天（1998年），最少为19天（2000年）。最长降雾持续时间为7天（1995年7月）。雾一般在夜间至早晨形成和发展，日出后减弱或消散。本区能见度度小于1km的雾日数年平均为21.9天；能见度小于0.5km的雾日数年平均为19天。

表 4.1-4 烟台站 1992~2011 年雾日和能见度统计表（天）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
雾日数	1.1	2.0	2.5	2.7	3.7	5.8	6.6	2.8	0.6	0.7	0.9	0.9	30.0
能见度<1km	1.1	1.7	1.7	1.9	2.2	4	4.4	1.8	0.4	0.6	0.8	1.1	21.9
能见度<0.5km	1.0	1.6	1.5	1.6	2.0	3.8	3.9	1.5	0.2	0.4	0.6	0.8	19.0

4.1.1.5 降雪

多年平均降雪日数20.6天，最多年份35天，最少年份8天。烟台地区初雪日在11月10日，终雪日3月24日。

4.1.1.6 雷暴

根据烟台海洋站 1975~1994 年 20 年的雷暴观测记录，烟台年平均雷暴日为 19.3 天左右，见表 3.1.1-5，最多的年份 26 天（1994 年），最少的年份 12 天（1989 年）。雷暴、雷击多出现在阵雨等对流激烈的天气中，因而夏季（6~8 月）最多，约占全年雷暴日数的 67.2%。

表 4.1-5 烟台站 1975~1994 逐月平均雷暴日数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
雷暴日数	0	0	0	1.1	1.7	3.8	5.35	3.8	1.9	1.4	0.2	0.1	19.3

4.1.2 水文

4.1.2.1 潮汐

国家海洋局第一海洋研究所对烟台套子湾西海岸海区建港条件进行了调查和部分水文要素的短期观测，并于 1994 年 12 月完成了《烟台初旺湾—芦洋湾自然环境调查报告》。潮位是利用初旺湾验潮站 1987 年 3 月 4 日~4 月 13 日的潮位资料和烟台同步资料及烟台 1953~1994 年长期资料统计分析，用差比方法求得本工程海域的设计参数。

(1) 基准面及换算关系

本工程高程系统采用当地理论最低潮面，各基准面关系见图 4.1-2。

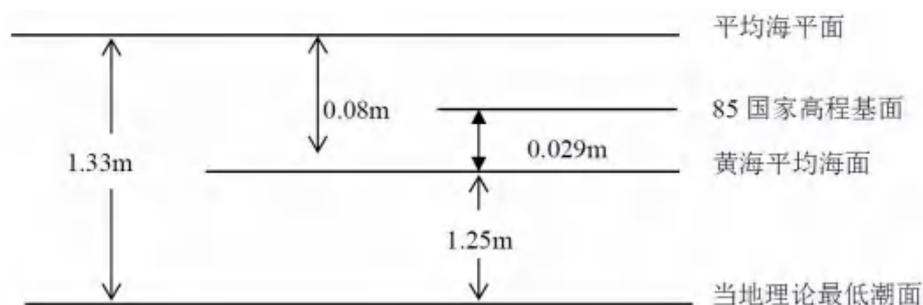


图 4.1-2 各基准面关系图

(2) 潮汐

本工程海域为正规的半日潮，其 $(HK_1+HO_1) / HM_2=0.32$ 。潮汐特征值如下以下数据

（以理论最低潮面起算）：

最高高潮位：	3.67m	最低低潮位：	-0.77m
平均高潮位：	2.10m	平均低潮位：	0.61m
平均潮差：	1.49m	平均潮面：	1.33m

在此尚应说明，2003年10月10日~12日，由于强冷空气南下影响，烟台港出现仅低于1992年的特高水位，调查值为3.77m。

设计潮位

百年一遇高水位：3.67m

极端高水位：3.56m

设计高水位：2.46m

设计低水位：0.25m

极端低水位：-0.95m。

（2）设计水位：

设计高水位：2.46m 设计低水位：0.25m

极端高水位：3.56m 极端低水位：-0.95m

4.1.2.2 海流

4.1.2.2.1 海流调查站位

中国海洋大学于2022年12月8日至9日（大潮期）在烟台港西港区沿海布设了6个海流观测站位、1个潮位观测站位，进行了大潮期单周日海流同步观测，观测时间为12月8日9时至12月9日9时。调查站位见表4.1-6和图4.1-3。

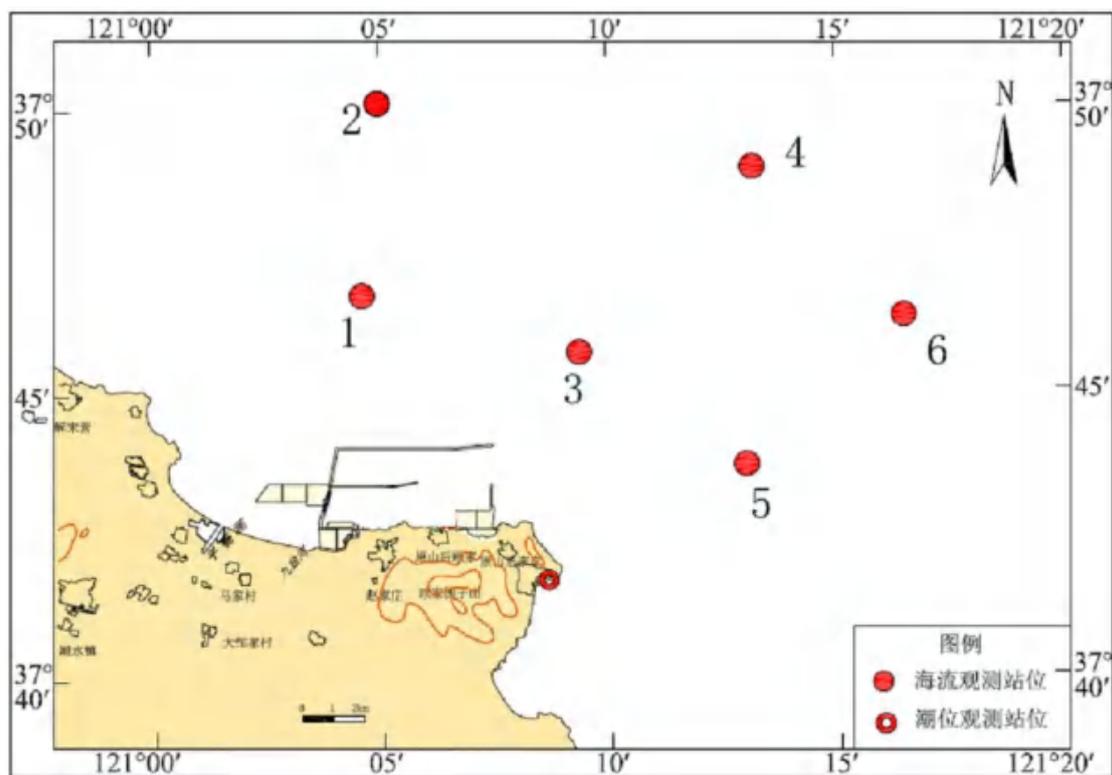


图 4.1-3 2022 年 12 月海流调查站位（大潮期）

表 4.1-6 2017 年 12 月海流观测站位表

站位	北纬	东经
1	37°46'43.63"	121°04'35.59"
2	37°50'05.83"	121°04'58.38"
3	37°45'42.46"	121°09'20.83"
4	37°48'55.80"	121°13'10.64"
5	37°43'43.31"	121°12'59.84"
6	37°46'18.64"	121°16'28.39"

4.1.2.2.2 海流实测资料统计分析

2022 年 12 月实测海流资料表明，调查海域潮流以往复流为主，主流向 NW~SE 向，涨潮流为 SE 向，落潮流为 NW 向。2022 年 12 月大潮实测海流平均流速、涨落潮最大流速、流向统计结果如表 4.1-7 所示，海流矢量图如图 4.1-3 所示。

(1) 该海域潮流运动形式以往复流为主，1~6 站点表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层平均流速分别介于 24.70~37.54cm/s、23.74~36.36cm/s、22.19~34.57cm/s、18.87~30.48cm/s、2.94~8.63cm/s、4.16~13.24cm/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 42.60~59.02cm/s、38.00~60.63cm/s、32.80~53.73cm/s、31.60~56.71cm/s、8.20~24.95cm/s、9.70~26.97cm/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 60.2~74.69 cm/s、57.9~75.63cm/s、54.30~67.16cm/s、46.50~64.74 cm/s、6.30~30.87cm/s、10.00~30.06cm/s 之间，。

(2) 从流速平面分布来看，1~6 站点涨潮时表层最大流速出现在 2 号站位，最大流速为 59.02cm/s，对应流向为 110.7°，落潮时表层最大流速出现在 2 号站位，最大流速为 74.70cm/s，对应流向为 309.3°；涨潮时底层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 30.10cm/s，对应流向为 341.3°，落潮时底层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 27.0cm/s，对应流向 267.4°。

(3) 从涨落潮流速看，该工程海域整体表现为表层涨潮流速小于落潮流速。

表 4.1-7a 2022 年 12 月大潮海流观测特征值（平均流速）单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	平均流速					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1	33.32	32.86	31.35	25.33	7.22	12.59
2	37.54	36.36	34.57	30.48	5.97	13.24
3	32.07	31.82	29.40	26.12	5.31	6.50
4	31.40	31.93	29.73	27.03	8.63	6.22
5	31.83	32.13	29.91	27.07	8.34	6.05
6	24.70	23.74	22.19	18.87	2.94	4.16

表 4.1-7b 2022 年 12 月大潮海流观测特征值（最大流速）单位：流速（cm/s）、流向（°）

站位、层位		表层,		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
		最大流速		最大流速		最大流速		最大流速		最大流速		最大流速	
		流速	流向										
落潮	1	63.23	316.00	71.16	318.00	64.43	316.60	49.20	311.30	15.85	163.50	30.06	320.80
	2	74.7	309.3	75.6	305.9	67.2	305.6	64.7	304.7	10.3	35.1	30.1	341.3
	3	63.12	311.50	63.14	311.20	58.11	303.10	51.21	305.90	10.64	94.90	10.64	334.40
	4	70.96	341.3	69.7	344	62.6	328.7	58.18	337.90	30.87	340.5	11.36	16.4
	5	71.0	314.2	69.7	318.2	62.6	316.4	58.2	321.5	30.9	15.9	11.4	172.1
	6	60.2	322.9	57.9	323.6	54.3	323.9	46.5	322.1	6.3	50.8	10	167.3
涨潮	1	54.05	107.70	48.15	110.20	48.27	105.10	38.35	99.80	13.18	232.10	17.40	144.10
	2	59.0	110.7	60.6	105.6	53.7	111.9	56.7	117.1	25.0	259.1	27.0	267.4
	3	49.12	121.00	47.26	123.50	49.15	116.20	33.69	104.60	9.70	8.30	9.70	211.20
	4	48.02	126.7	53.74	129.1	44.45	121	43.24	124.40	10.59	19.3	13.42	24.7
	5	51.3	127.6	53.7	133.2	44.5	119.9	51.8	115.4	10.6	153.4	13.4	175.8
	6	42.6	144.3	38	142.4	32.8	152.4	31.6	153.5	8.2	206.9	10.1	217

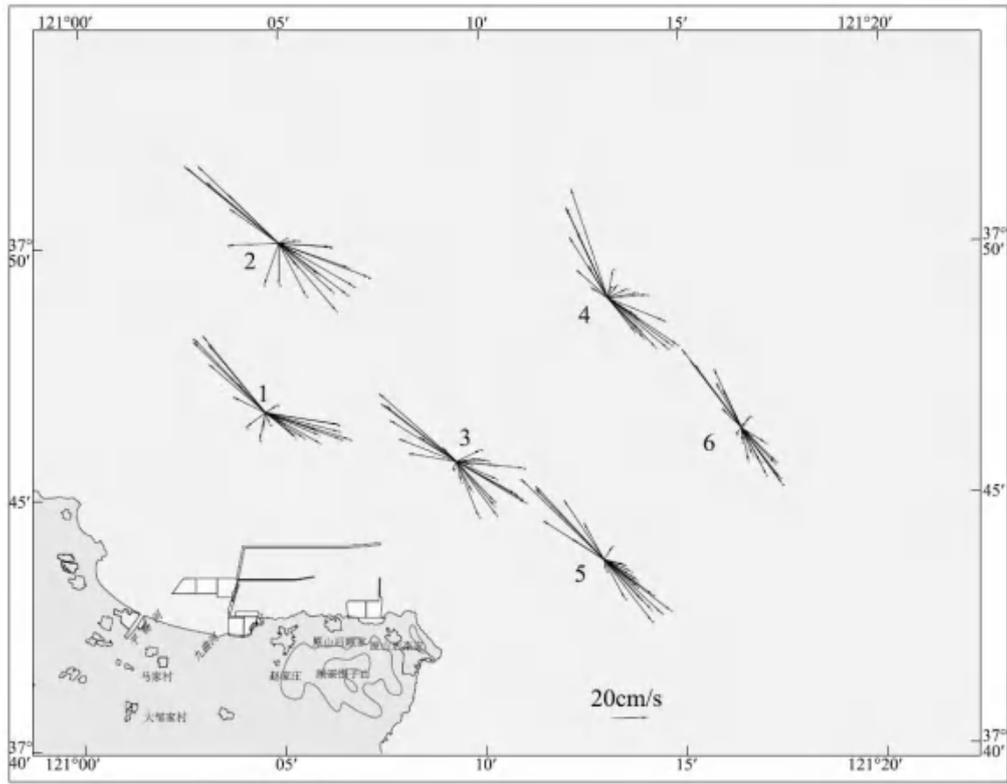


图 4.1-4a 2012 年 12 月海流观测矢量图（表层，大潮期）

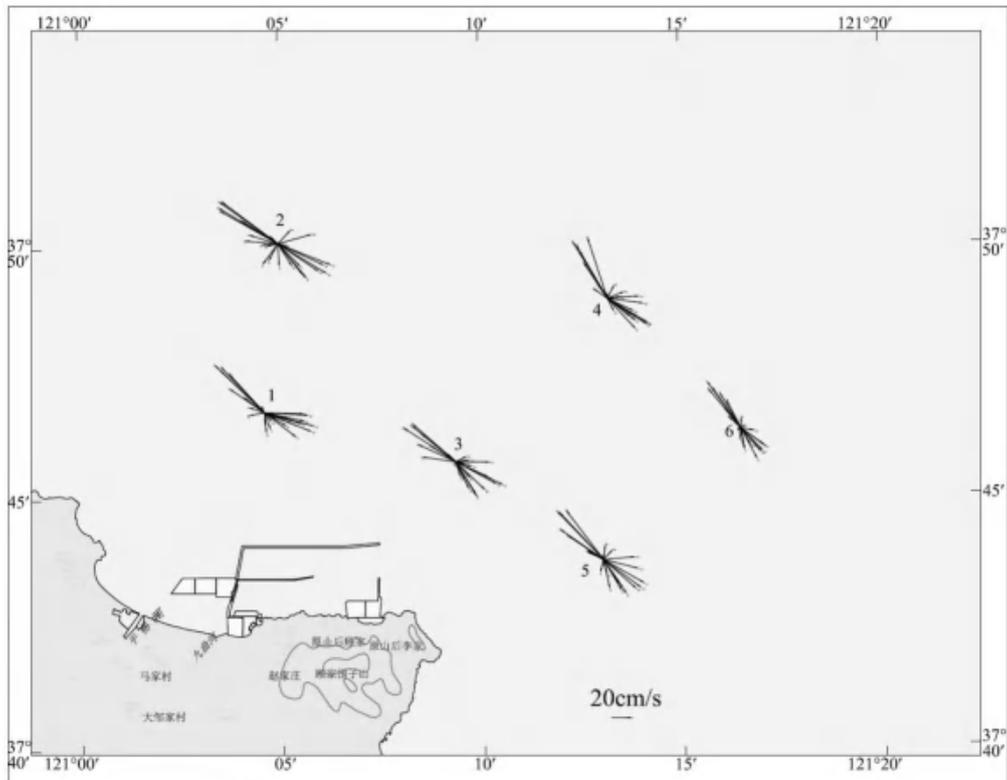


图 4.1-4b 2022 年 12 月海流观测矢量图（中层，大潮期）

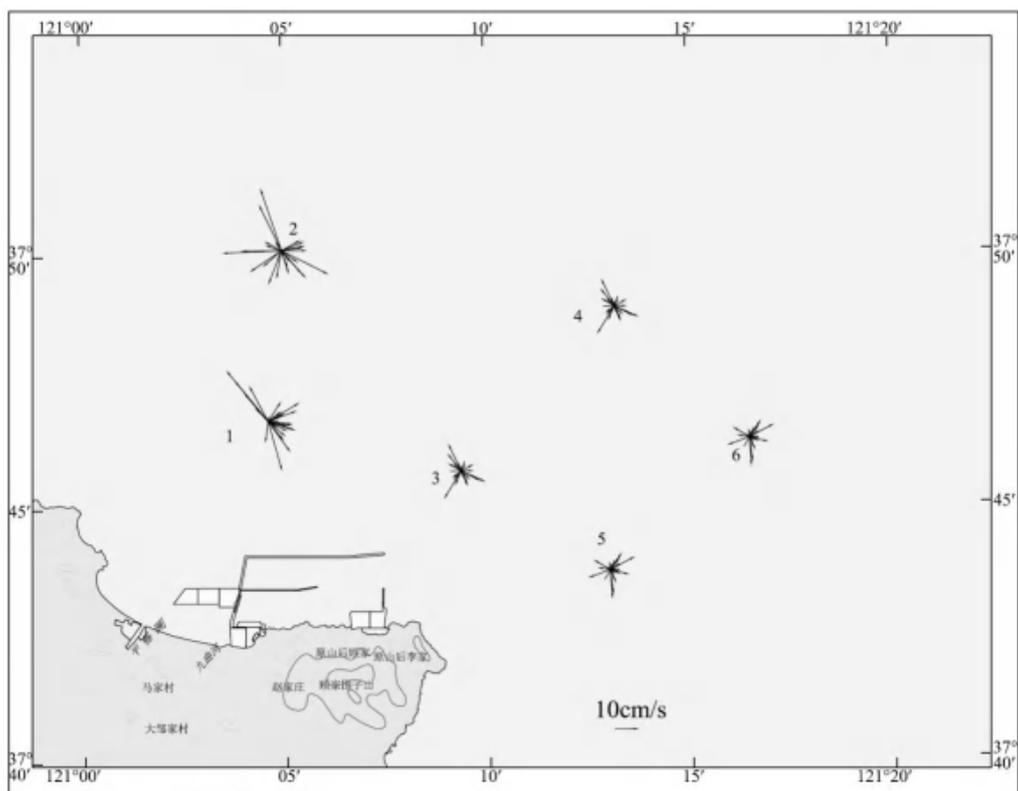


图 4.1-4c 2022 年 12 月海流观测矢量图（底层，大潮期）

4.1.2.2.3 潮流性质

《港口与航道水文规范》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。潮流性质判据为 $K = (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$ ，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_{O_1} 、 W_{K_1} 、 W_{M_2} 分别为 O_1 、 K_1 、 M_2 分潮潮流椭圆长半轴之值。

由于底层潮流受海底地形的影响，本次采用表层潮流进行准调和和分析。

由于底层潮流受海底地形的影响，本次采用表层潮流判定潮流性质。根据海流观测及分析结果，本区域潮流类型判别数在 0.77~1.16 之间。由此可见，该海区潮流类型属不正规半日潮流。

表 4.1-8 2022 年 12 月潮流性质判别系数（大潮）

站号	$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1	0.81	0.81	0.76	0.74	1.25	1.22
2	0.91	0.91	0.73	0.65	0.54	0.45
3	1.16	1.07	1.04	0.72	1.06	1.19
4	0.77	0.78	0.82	0.71	0.80	0.50
5	1.00	0.87	0.72	0.72	0.24	0.92
6	0.87	0.79	0.75	0.66	0.77	0.53

4.1.2.2.4 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。本海区的潮流为不正规半日潮流，主要半日分潮流（ M_2 和 S_2 ）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。

根据调和分析，工程周边海域各站位潮流旋转率 K' 以“-”为主，其值在 0.03~0.49 之间，表明该海域潮流以往复流为主，潮流以顺时针旋转为主。

表 4.1-9 2022 年 12 月各站各层 M_2 分潮流的 K' 值表（大潮期）

站号	K'					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1	0.04	0.03	0.05	-0.06	0.49	-0.04
2	-0.27	-0.24	-0.22	-0.24	0.24	-0.38
3	-0.15	-0.17	-0.22	-0.32	-0.38	0.05
4	-0.13	-0.15	-0.13	-0.07	-0.19	0.01
5	-0.15	-0.16	-0.2	-0.19	0.6	0.04
6	-0.08	-0.1	-0.11	-0.1	-0.44	-0.2

4.1.2.2.5 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》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 \bar{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。

对半日潮流海区，潮流的可能最大流速 \vec{V}_{\max} 按下式计算：

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

式中 \vec{W}_{M_4} 和 \vec{W}_{MS_4} 分别为太阴 1/4 分潮流和太阴太阳 1/4 分潮流的椭圆长轴。

根据《港口与航道水文规范》（JTS145—2015），对规则半日潮流海区可按下式计算：

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

对规则全日潮流海区可按下式计算：

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1}$$

不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，应采用上述两式中的大值。

根据 2022 年 12 月潮流调和结果，计算得各站位潮流的大潮期间平均最大流速在 1.7~47.5m/s 之间；可能最大流速以 2 号站的表层流速最大，可达 98.36cm/s，流向为 312.28°。

表 4.1-10 2022 年 12 月平均最大潮流速度统计（大潮期）

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速	流向										
	(cm/s)	(°)										
1	44.5	301.2	43.1	299.5	41.6	299.3	34.3	296.8	2.2	104.9	10.6	292.1
2	46.5	314.7	45.7	311.6	47.5	309.3	43.3	308.8	2.6	40.7	7.6	14.4
3	34.8	320.6	36.2	321.1	34.5	318.5	34.3	312.8	1.7	326.6	3.9	314.8
4	42.5	324.5	43.2	325.8	38.7	322.7	37.0	325.3	7.6	336.1	4.0	5.9
5	38.7	316.9	43.1	321.9	42.2	321.6	38.0	321.1	2.0	292.6	4.0	270.9
6	34.3	330.0	34.2	329.5	32.3	328.4	28.7	328.9	2.2	30.7	3.7	344.0

表 4.1-11 2022 年 12 月可能最大潮流速度统计 (大潮期)

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速	流向										
	(cm/s)	(°)										
1	84.04	306.59	83.64	303.93	81.34	303.29	62.86	300.85	2.85	8.70	23.48	303.91
2	98.36	312.28	94.09	309.69	89.96	305.05	74.15	304.40	7.09	82.74	10.23	41.30
3	77.60	310.02	75.25	311.17	72.94	310.98	61.17	306.47	4.45	331.35	8.42	275.31
4	80.97	324.05	81.20	320.69	77.62	319.45	69.98	322.24	14.87	338.26	5.71	22.49
5	79.72	316.83	86.35	318.75	81.98	316.00	73.08	317.13	4.50	352.74	4.81	258.97
6	67.13	325.19	65.70	324.74	61.70	324.42	54.65	325.09	1.49	280.24	3.12	306.29

4.1.2.2.6 潮流水质点的运移距离

潮流水质点的运移距离同样有平均最大和可能最大之分。按《港口与航道水文规范》的规定，大、中、小潮期间潮流水质点的平均最大运移距离可用下式计算。

对半日潮流海区，水质点的平均最大运移距离按下式计算：

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

$$\bar{L}_{M_m} = 142.3\bar{W}_{M_2}$$

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

对不正规半日潮流海区，潮流水质点的可能最大运移距离为：

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

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。

由调查海域各分潮流的相应参量代入上式，2022 年 12 月大潮期各站位各层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站 0.4H 最大，最大为 6.71km，流向为 309.3°；各站位各层潮流水质点可能最大运移距离，以 2 站表层最大，最大为 18.17km，流向为 308.3°。

表 4.1-12a 2022 年 12 月各站位平均最大运移距离统计 (大潮期) (距离(m)、流向(°))

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	距离	流向										
1	6275.3	301.2	6089.9	299.5	5873.7	299.3	4845.1	296.8	312.5	104.9	1494.9	292.1
2	6571.8	314.7	6461.5	311.6	6713.1	309.3	6122.4	308.8	370.1	40.7	1071.1	14.4
3	4912.9	320.6	5115.0	321.1	4879.0	318.5	4839.5	312.8	250.6	326.6	546.8	314.8
4	6008.0	324.5	6104.1	325.8	5468.2	322.7	5232.3	325.3	1069.6	336.1	562.4	5.9
5	5468.2	316.9	6089.9	321.9	5962.8	321.6	5367.9	321.1	283.7	292.6	562.4	270.9

6	4843.7	330.0	4838.0	329.5	4566.7	328.4	4055.3	328.9	303.8	30.7	522.8	344.0
---	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	------	-------	-------

表 4.1-12b 2022 年 12 月各站位可能最大运移距离统计（大潮期）（距离(m)、流向(°)）

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	距离	流向	距离	流向	距离	流向	距离	流向	距离	流向	距离	流向
1	15715.4	306.1	15650.1	305.5	14789.6	303.4	11812.2	301.1	836.4	349.1	4660.7	311.0
2	18165.6	308.3	17656.6	305.7	16389.6	302.2	13775.2	300.6	817.9	70.8	1478.0	5.4
3	15130.4	305.9	14876.4	307.7	14116.6	306.7	11441.6	302.6	635.2	330.0	1663.6	290.2
4	15053.3	323.3	15266.0	321.8	14291.4	318.3	12654.0	318.7	2016.2	334.6	978.3	358.5
5	15619.6	315.2	16190.2	315.1	14581.4	312.6	12985.5	311.5	474.8	314.3	1305.6	259.5
6	12804.5	324.8	12270.0	324.1	11342.1	322.9	9572.9	322.4	248.6	281.7	475.7	291.5

4.1.2.2.7 余流

余流是指从实测海流中分离出潮流后所余下部分，包括风海流、沿岸流和潮致余流。根据准调和分析得到的是潮致余流，2022 年 12 月大潮期余流流速在 0.4~9.3cm/s 之间。

表 4.1-13 2022 年 12 月大潮期各站位余流分布特征（流速（cm/s）、流向（°））

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1	6.3	68.1	7	61.8	5.2	64.6	4.4	43.8	1.7	205.6	4	66.4
2	3.6	119.4	3.1	137.3	3.3	238.6	3.9	266.5	0.7	-8.4	1.8	181
3	2.8	119.9	3.2	103.7	1.9	149.6	4.9	-71.9	0.7	-2.5	0.6	187.4
4	8.9	51.6	9.2	44.3	9.3	52.5	8.7	50	4.9	-26	1.2	-7.3
5	4	108.1	2.7	44.8	0.7	0.4	1.5	19	2.4	128.1	1.3	95.4
6	0.4	62.6	1.5	-35.4	2.6	-30.5	3.1	-37.2	0.5	63.2	1.4	138

4.1.2.3 波浪

（1）测波站位资料概况

烟台港西港区无波浪实测资料，而在其东侧相距约 30km 的烟台海洋站位于芝罘岛北侧。烟台海洋站地理坐标为北纬 37°36′、东经 121°26′，测波浮标在站点的北向海域，水深约为 17.3m，波浪观测使用仪器为 HAB-2 型岸用测波仪，仪器的海拔高度为 75.9m，每日进行 4 次（08、11、14、17）观测，大风浪过程中进行加密观测。

（2）工程海域波况特征

1) 波况及季节分布

根据芝罘岛海洋环境监测站 1992~2011 年的观测资料作统计分析, 结果表明: 该区常浪向为 NNW、NW, 出现频率分别为 8.20%、8.19%; 次常浪向为 N、NNE, 出现频率分别为 5.91%、5.77%。强浪向为 NNW 向, 次强浪向为 N 向, 这两个方向 $H_{4\%}>1.5m$ 出现频率分别为 3.07%、2.45%。

芝罘岛外波浪 (包括风浪和涌浪) 具有明显的季节变化。

春季: 常浪向为 NW 向和 NNW 和 N 向, 频率 6%, 强浪向为 N 向, 最大波高 7.0m; 次强浪向 NNE, 最大波高为 5.7m。

夏季: 常浪向为 NE 向、NW 和 NNW 向, 频率 3%; 强浪向为 NNE 向, 最大波高 5.6m; 次强浪向 NNW, 最大波高为 5.0m。

秋季: 常浪向为 NNE 向, 频率 10%; 次常浪向 NW 向, 频率为 9%; 强浪向为 N 向, 最大波高 7.0m; 次强浪向 NW 向, 最大波高为 6.9m。

冬季: 常浪向为 N 向, 频率 13%; 次常浪向 NW 向, 频率为 12%; 强浪向为 NNW 向, 最大波高 5.6m; 次强浪向 NW 向, 最大波高为 4.7m。

本海区静浪较多, 年平均出现频率为 67%, 一年中, 夏季静浪频率是最多占 84%, 冬季最少为 5.1%。

2) 波高和周期

从下表可知, 0.5m 及以下的波浪所占比例为 66.2%, 1m 以下的波浪所占比例为 78.6%, 1.5m 及以下的波浪所占比例为 89.8%, 波高大于 1.5m 的出现几率在 10%左右。

表 4.1-6 烟台站 $H_{4\%}$ 波高频率分级分向统计表

频率% 波向	波高 (m)								合计
	≤0.5	0.6—0.7	0.8—0.9	1.0—1.2	1.3—1.5	1.6—2.0	2.1—2.4	≥2.5	
N	0.21	0.77	0.62	0.80	0.95	1.11	0.55	0.79	5.91
NNE	0.24	0.89	0.83	1.09	1.01	0.89	0.37	0.39	5.77
NE	0.06	0.34	0.34	0.39	0.23	0.20	0.08	0.03	1.67
ENE	0.21	0.57	0.45	0.33	0.19	0.19	0.06	0.02	2.01
E	0.08	0.28	0.16	0.18	0.05	0.08	0.03	0.02	0.88
ESE	0.01	0.05	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01		0.18
SE	0.03	0.16	0.06	0.01	0.01				0.26
SSE	0.01	0.07	0.02	0.01	0.01		0.01		0.12
S		0.01	0.01						0.01
SSW		0.01							0.01
SW		0.01	0.01						0.01
WSW		0.01		0.01					0.01
W	0.04	0.15	0.09	0.05	0.01	0.01	0.02		0.36
WNW	0.13	0.44	0.49	0.39	0.30	0.02	0.05	0.03	2.05

NW	0.44	1.79	1.48	1.45	1.07	1.18	0.46	0.32	8.19
NNW	0.37	1.22	1.01	1.19	1.34	1.46	0.76	0.85	8.20
C	64.35								64.35
合计	66.18	6.75	5.68	6.01	5.18	5.35	2.40	2.45	100

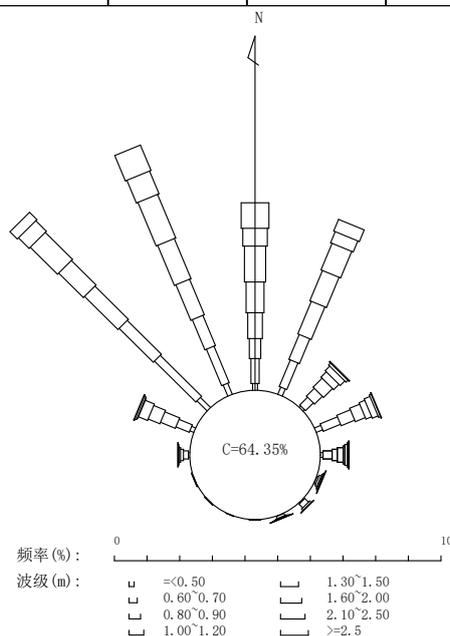


图 4.1-6 烟台站波浪玫瑰图 (1992—2011)

表 4.1-14 烟台站 H4%波高-平均周期联合分布统计表

波高 (m) 周期 频率%	≤ 0.8	0.9—1.2	1.3—1.5	1.6—2.0	2.1—2.5	≥ 2.6	合计
≤ 4.9 (s)	75.86	6.55	2.34	0.48	0.16	0.04	85.42
5.0—5.9 (s)	0.14	1.61	3.72	3.91	1.31	0.43	11.12
6.0—6.9 (s)			0.12	0.68	1.41	1.04	3.25
7.0—7.9 (s)					0.05	0.16	0.20
合计	76.01	8.16	6.18	5.07	2.93	1.66	100

上述统计结果表明，本区波高周期对应关系为大波高对应大周期，小波高对应大周期出现的可能性不大。

4.1.2.4 水温

4.1.2.4.1 历史资料

根据烟台海洋站 1992~2011 年共 20 年的表层海温观测资料统计分析，烟台港附近海域表层海水温度的多年平均值为 13.0℃，8 月份最高为 24.2℃，2 月份最低为 1.6℃。

冬季（1~3月），烟台港附近海域表层海水温度最低，约为2.6℃；春季（4~6月），表层海水温度呈上升趋势，由4.2℃升高至18.4℃；夏季（7~9月），表层海水温度最高，约为21.5℃；秋季（10~12月），表层海水温度呈下降趋势，由18.8℃逐步降低为6.0℃。

近20年，烟台港附近海域表层海温最高值为28.6℃，出现在1999年9月8日；月均极大值为25.9℃，出现在1999年8月。水温度最低值为-1.8℃，出现时间2010年1月13日与14日；月均极小值为0.0℃，出现在2011年1月与2月。

表 4.1-15 烟台站 1992~2011 表层水温月均值（℃）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
海温	2.1	1.6	4.2	8.7	13.9	18.4	21.8	24.2	23.5	18.8	12.3	6.0	13.0

4.1.2.4.2 实测资料分析

为了解工程附近海域的水温分布规律，中国海洋大学于2017年12月19日15:00至20日15:00（大潮期）在工程附近海域布设了2个站位的同步水温剖面观测，中国海洋大学于2017年12月27日10:00至28日（小潮期）10:00在工程附近海域布设了2个站位的同步水温剖面观测，观测站位见图4.1-7。

（1）大潮期

1) 1号站水温分布

1号站所在海域水深约-16m，实测水温介于5.35℃~14.55℃，最大值出现在15:00时水深2m处，最小值出现在21:00水深-16m处。从时间分布来看，高温区出现在15:00，低温区出现在20:00；从垂向分布来看，15:00~22:00温度随水深变化较大，23:00~11:00温度随水深变化较小。1号站实测水温剖面图见图4.1-7a。

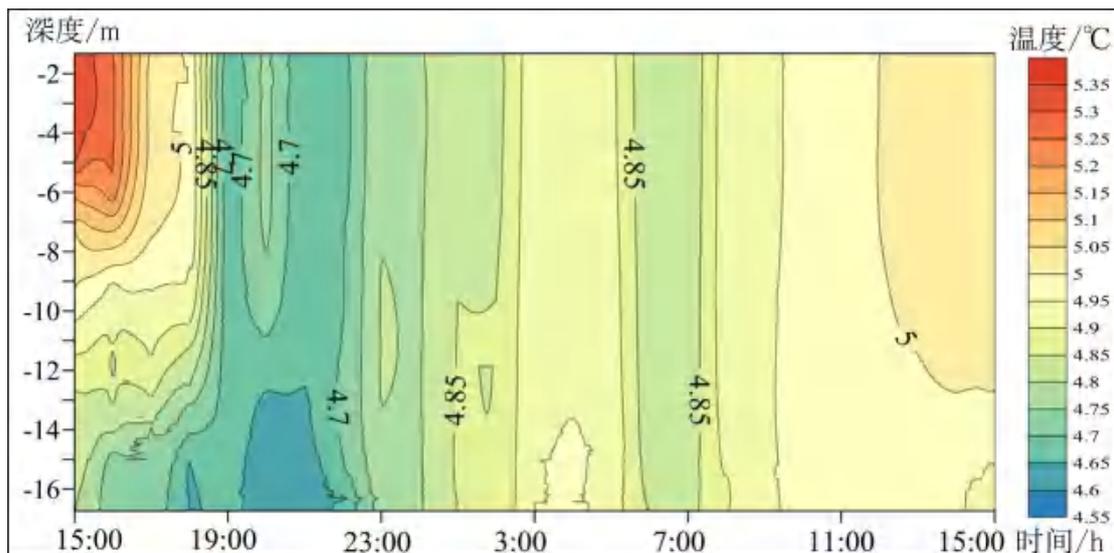


图 4.1-7a 1 站实测水温剖面图

2) 5 号站水温分布

5 号站所在海域水深约-20m，实测水温介于 4.9°C~6.2°C，最大值出现在 15:00 时水深-2m 处，最小值出现在 21:00 水深 19m 处。从时间分布来看，高温区出现在 14:00~17:00，低温区出现在 19:00~23:00；从垂向分布来看，-9m 以浅温度随水深变化较大，-9m 以深温度随水深变化较小。5 号站实测水温剖面图见图 4.1-7b。

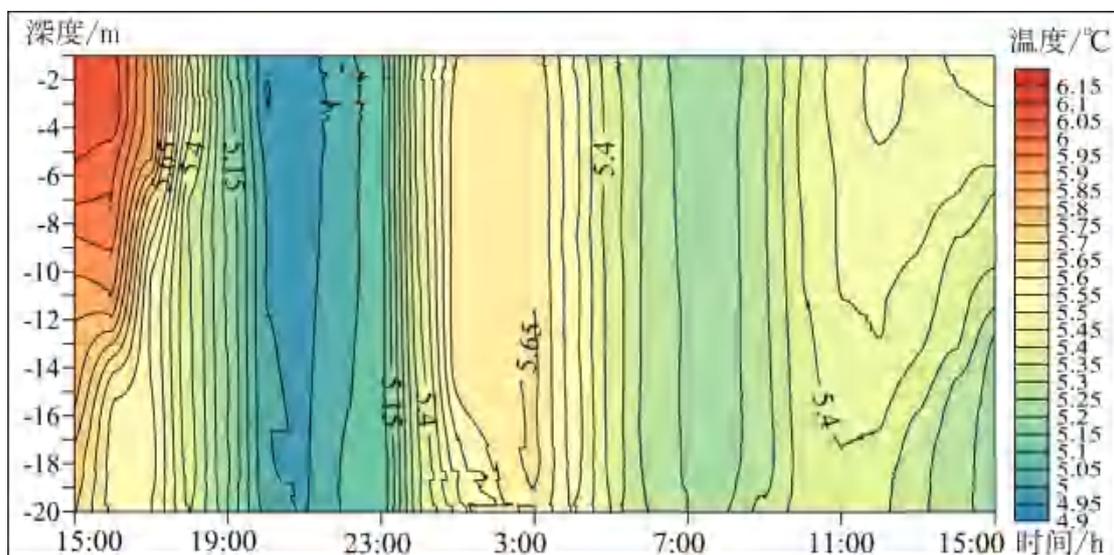


图 4.1-7b 5 号站实测水温剖面图

(2) 小潮期

1) 1 号站水温分布

1 号站所在海域水深约-16m，实测水温介于 4.30°C~4.69°C，最大值出现在 17:00

时水深-1m处,最小值出现在10:00水深10m处。从时间分布来看,高温区出现在14:00~18:00,低温区出现在1:00和11:00;从垂向分布来看,14:00~18:00温度随水深变化较大,10m以深温度随水深变化较小。1号站实测水温剖面图见图4.1-8a。

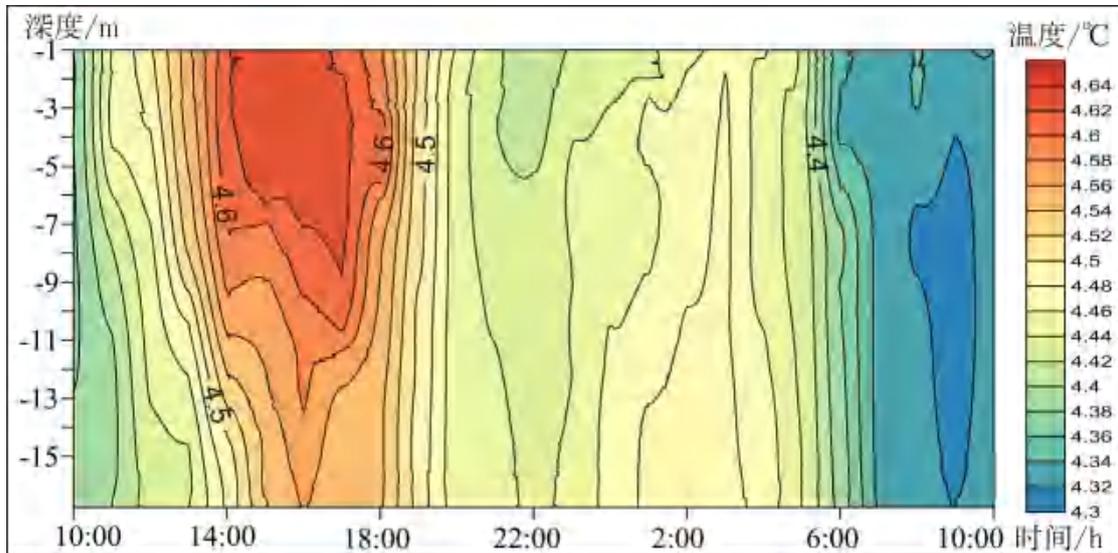


图 4.1-8a 1号站实测水温剖面图

2) 2号站水温分布

2号站所在海域水深约-19m,实测水温介于4.30°C~4.60°C,最大值出现在13:00时水深-1m处,最小值出现在9:00水深-2m处。从时间分布来看,高温区出现在13:00~18:00,低温区出现在1:00~10:00;从垂向分布来看,10:00~20:00温度随水深变化较大,10m以深温度随水深变化较小。2号站实测水温剖面图见图3.1.2-8b。

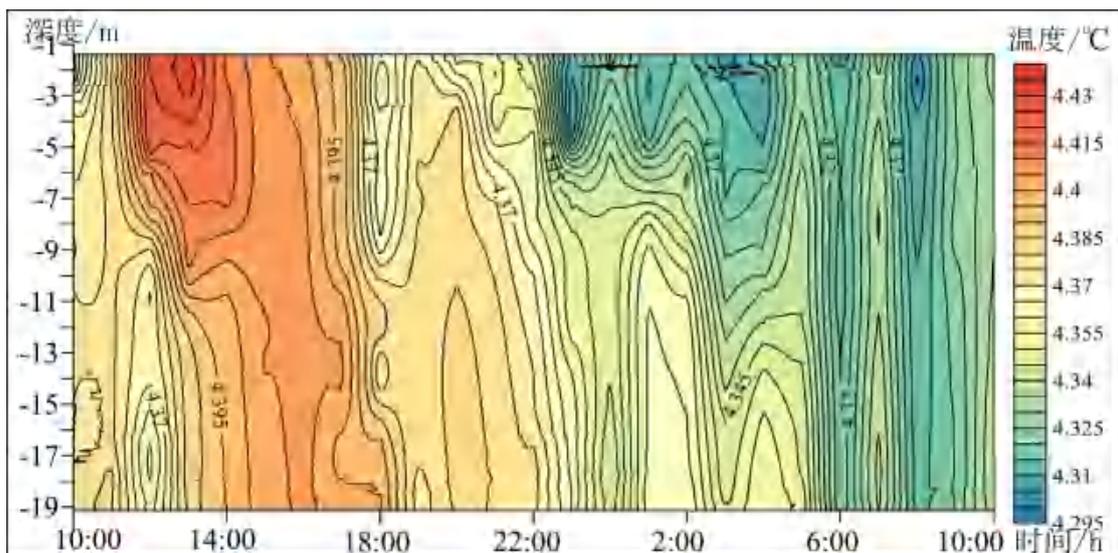


图 4.1-8b 2号站实测水温剖面图

4.1.2.5 含沙量

为了解工程附近海域悬浮泥沙分布特征，中国海洋大学 2017 年 12 月进行海流观测时同步进行了悬浮泥沙取样分析。

(1) 大潮期

各站平均含沙量见表 4.1-16，涨、落潮段最大含沙量见表 4.1-17，涨、落潮段垂向平均含沙量见表 4.1-18，各站位悬沙浓度随时间变化情况见图 4.1-9。

从平面分布上看，L5 站平均悬沙浓度明显高于其他站位，平均含沙量为 68.53 mg/L；L1 站平均悬沙浓度最低，平均含沙量为 16.19mg/L；瞬时悬沙浓度最大值出现在 04:00 时 L5 站中层，含沙量可达 96.0mg/L。

从时间分布上看，各层悬沙浓度峰值一般出现在涨潮阶段；一个潮周期中整体呈现出涨潮段含沙量大于落潮段；垂向平均含沙量的最大值出现在 L5 站位的涨潮段，浓度达 69.76mg/L，最小值出现在 L1 站位的落潮段，含沙量为 14.67 mg/L。

从垂向分布上看，由于调查海域水体含沙量较大，各层平均含沙量相差相对较大，整体表现为底层悬沙浓度高于表层。

表 4.1-16 各站平均含沙量 (mg/L)

站位	L1	L2	L3	L4	L5	L6
悬沙浓度	16.19	26.61	25.56	41.42	68.53	10.91

表 4.1-17 各站涨、落潮段最大含沙量 (mg/L)

站位	第一个落潮段			第一个涨潮段			第二个落潮段			第二个涨潮段		
	表层	中层	底层									
L1	17.0	17.0	31.0	25.0	37.0	33.0	13.0	21.0	15.0	27.0	49.0	31.0
L2	18.0	30.0	34.0	24.0	32.0	40.0	36.0	38.0	38.0	32.0	42.0	34.0
L3	45.2	29.2	41.2	31.2	29.2	41.2	23.2	35.2	39.2	49.0	33.2	31.2
L4	58.8	54.8	60.0	52.8	52.8	54.8	44.8	44.8	46.8	54.8	58.8	48.8
L5	74.0	96.0	80.0	76.0	94.0	94.0	58.0	76.0	86.0	74.0	80.0	76.0
L6	16.0	16.0	12.0	26.0	18.0	12.0	16.0	14.0	26.0	28.0	22.0	24.0

表 4.1-18 各站涨、落潮段垂向平均含沙量 (mg/L)

站位	涨落潮阶段	
	落潮段	涨潮段
L1	14.67	17.22
L2	25.06	27.23
L3	26.27	24.63
L4	41.01	41.57
L5	65.50	69.76
L6	10.56	11.52

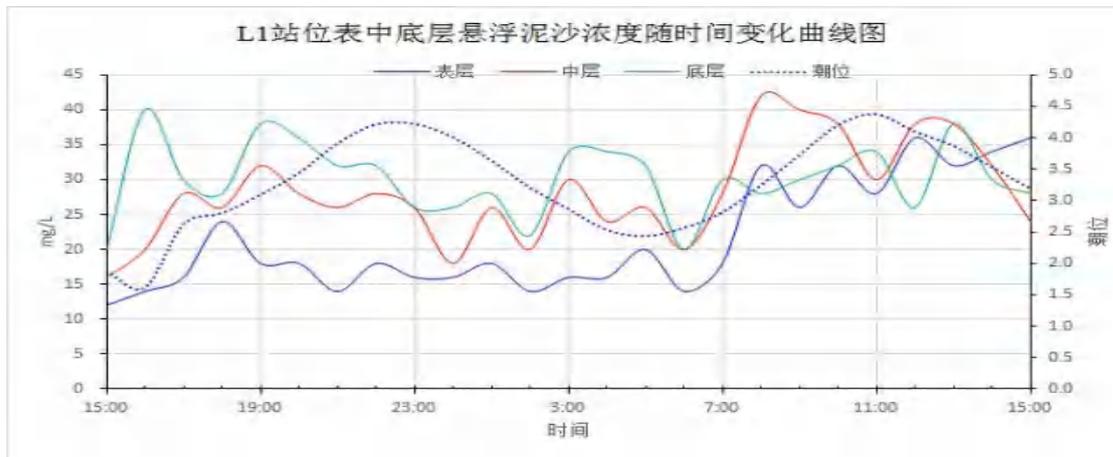


图 4.1-9a L1 站悬沙浓度随时间变化曲线图

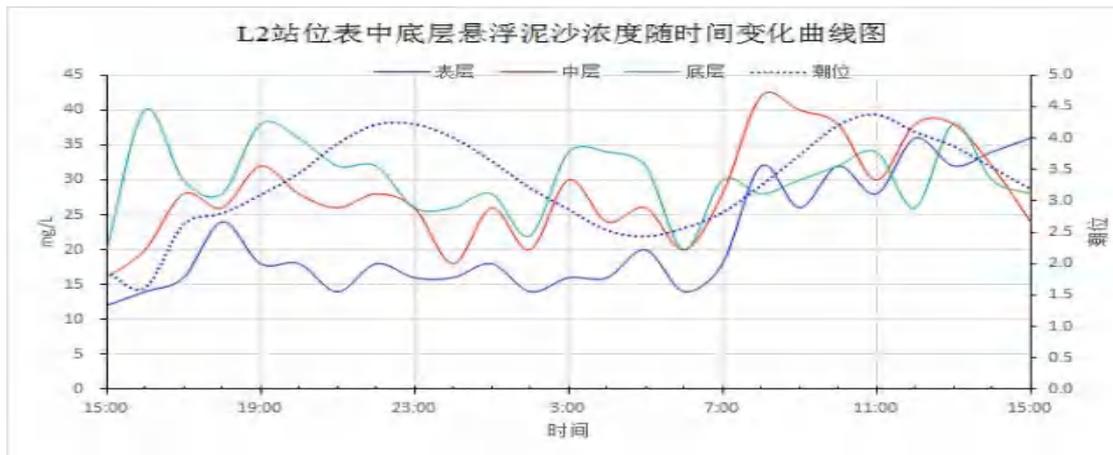


图 4.1-9b L2 站悬沙浓度随时间变化曲线图

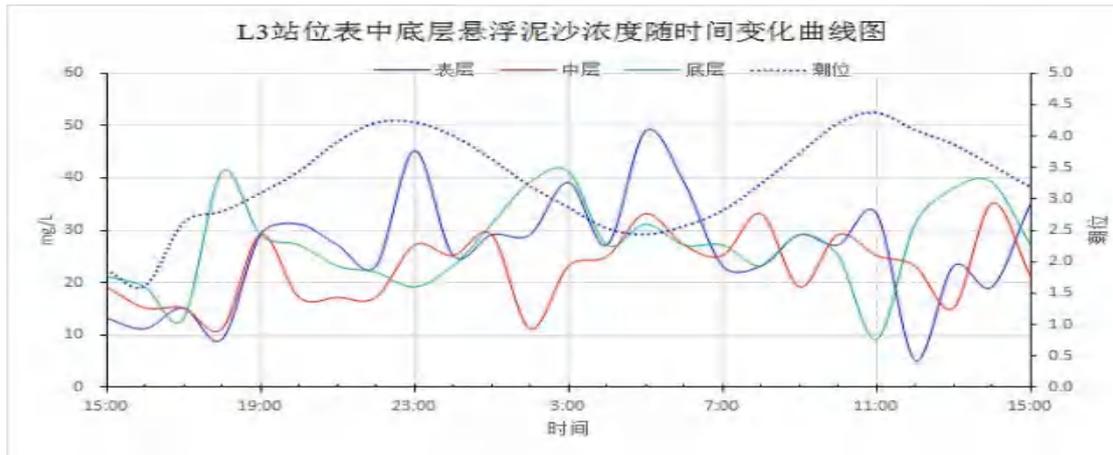


图 4.1-9c L3 站悬沙浓度随时间变化曲线图

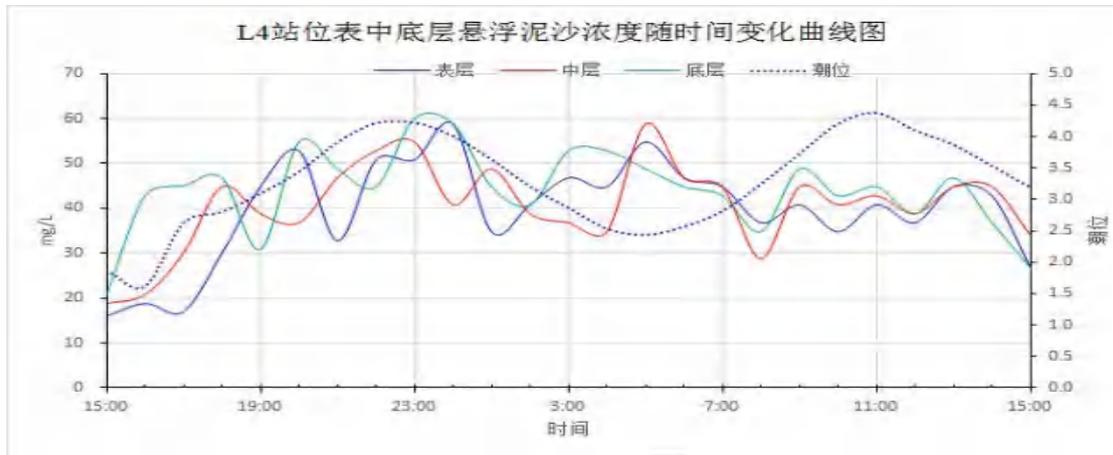


图 4.1-9d L4 站悬沙浓度随时间变化曲线图

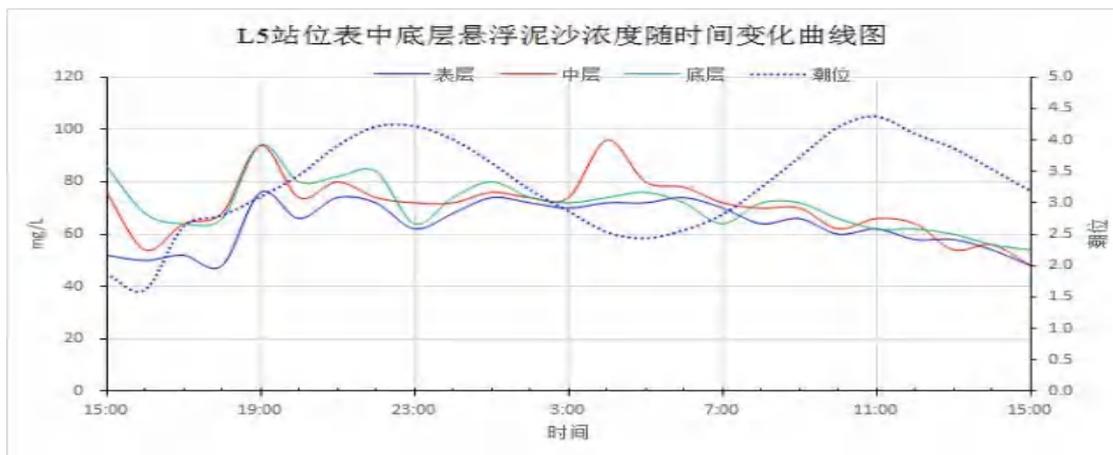


图 4.1-9e L5 站悬沙浓度随时间变化曲线图

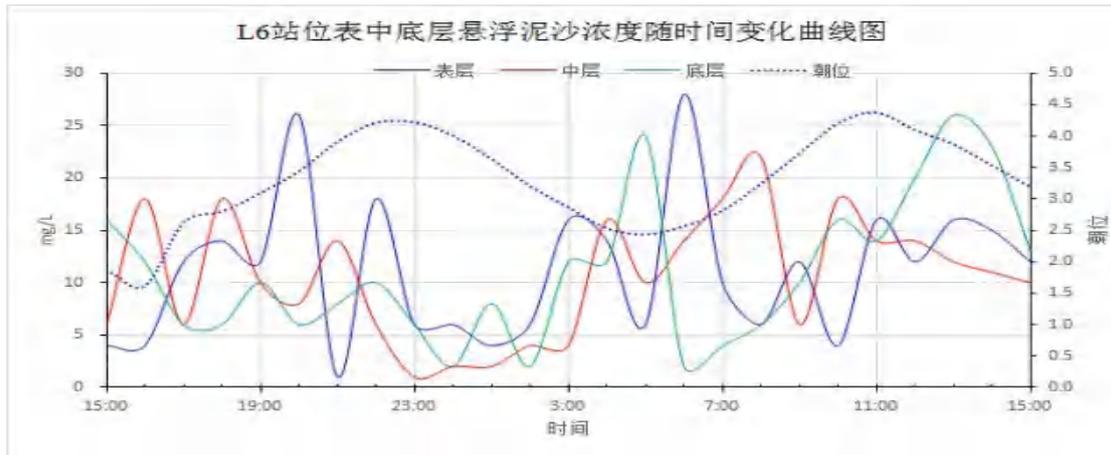


图 4.1-9f L6 站悬沙浓度随时间变化曲线图

(2) 小潮期

各站平均含沙量见表 4.1-19，涨、落潮段最大含沙量见表 4.1-20，涨、落潮段垂向平均含沙量见表 4.1-21，各站位悬沙浓度随时间变化情况见图 4.1-10。

从平面分布上看，L2 站平均悬沙浓度明显高于其他站位，平均含沙量为 27.67 mg/L；L1 站平均悬沙浓度最低，平均含沙量为 15.93mg/L；瞬时悬沙浓度最大值出现在 18:00 时 L2 站中层，含沙量可达 57.1mg/L。

从时间分布上看，各层悬沙浓度峰值在涨、落潮阶段均有分布；一个潮周期中整体呈现出落潮段含沙量略大于涨潮段；垂向平均含沙量的最大值出现在 L2 站位的落潮段，浓度达 28.23 mg/L，最小值出现在 L1 站位的落潮段，含沙量为 13.77mg/L。

从垂向分布上看，由于调查海域水体混合较好，各层平均含沙量相差相对较小，整体表现为底层悬沙浓度高于表层。

表 4.1-19 各站平均含沙量 (mg/L)

站位	L1	L2	L3	L4	L5	L6
悬沙浓度	15.93	27.67	21.21	20.77	21.93	18.94

表 4.1-20 各站涨、落潮段最大含沙量 (mg/L)

站位	第一个落潮段			第一个涨潮段			第二个落潮段			第二个涨潮段		
	表层	中层	底层									
L1	17.2	26.4	16.5	41.0	37.7	39.0	11.6	16.9	14.8	18.2	13.6	14.8
L2	29.6	57.1	37.0	41.1	49.1	47.3	33.3	38.9	32.5	34.0	27.8	30.5
L3	22.4	31.0	35.0	32.8	30.8	33.9	22.2	20.3	23.7	29.1	27.4	24.0
L4	39.0	35.5	25.6	25.0	34.4	24.6	24.6	24.4	25.8	21.1	24.2	24.0
L5	23.1	27.9	29.1	18.8	22.6	23.0	42.3	31.0	30.0	28.3	29.5	44.0
L6	21.8	34.5	36.7	18.2	27.4	22.0	24.6	27.1	27.4	31.7	36.7	32.5

表 4.1-21 各站涨、落潮段垂向平均含沙量 (mg/L)

站位	涨落潮阶段	
	落潮段	涨潮段
L1	13.77	17.62
L2	28.23	27.24
L3	20.43	21.83
L4	21.46	20.22
L5	23.51	20.69
L6	19.78	18.28

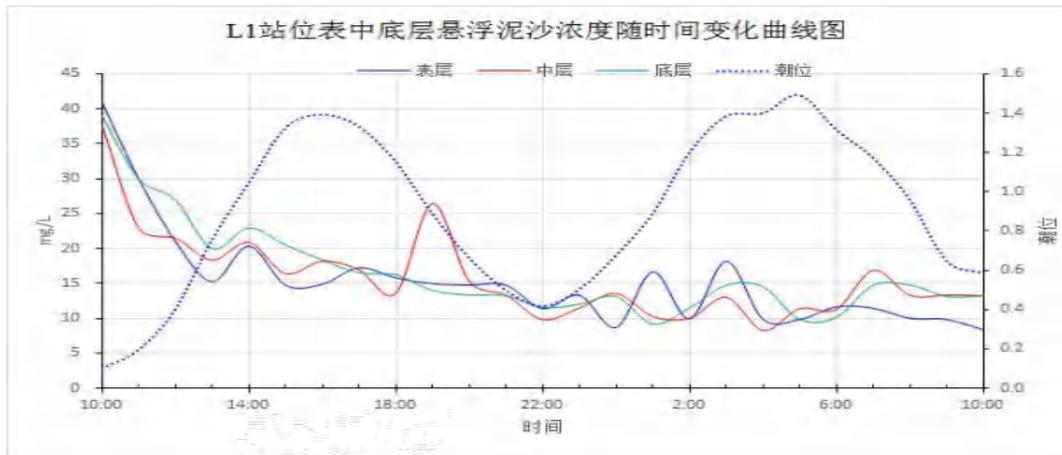


图 4.1-10a L1 站悬沙浓度随时间变化曲线图

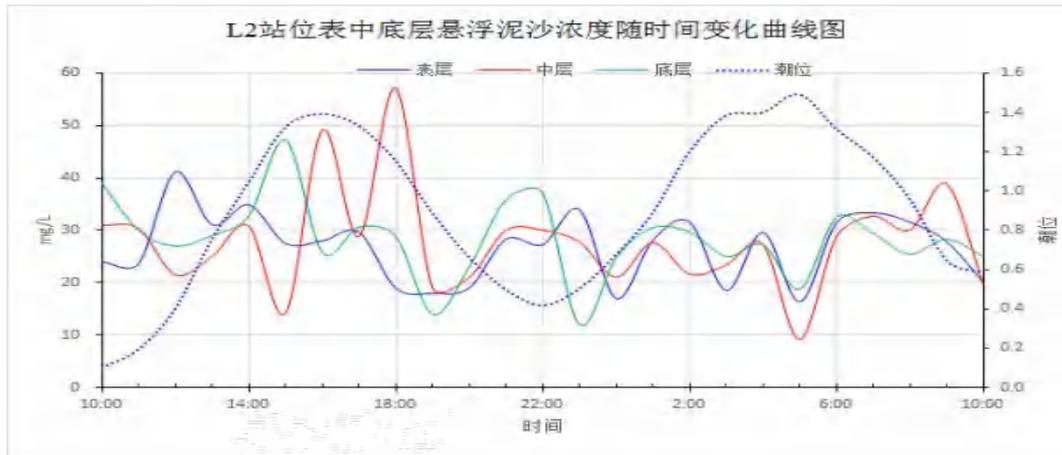


图 4.1-10b L2 站悬沙浓度随时间变化曲线图

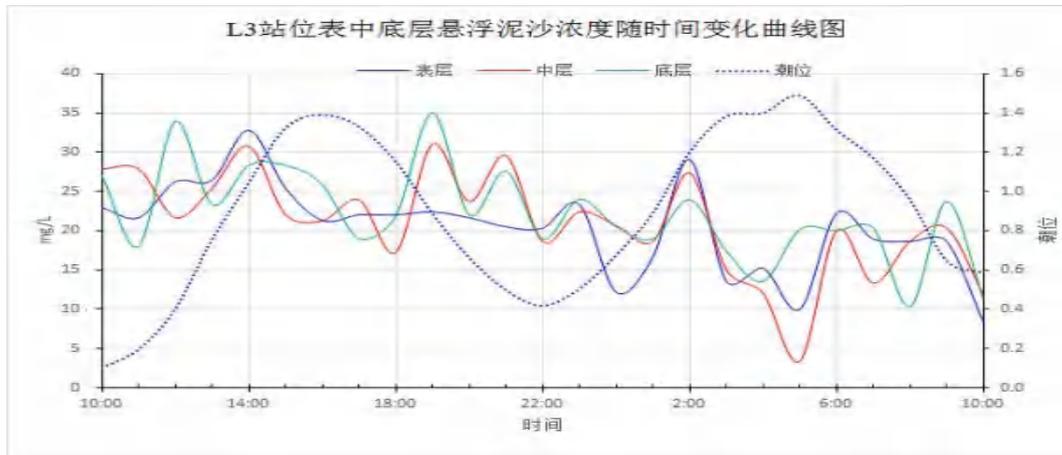


图 4.1-10c L3 站悬沙浓度随时间变化曲线图

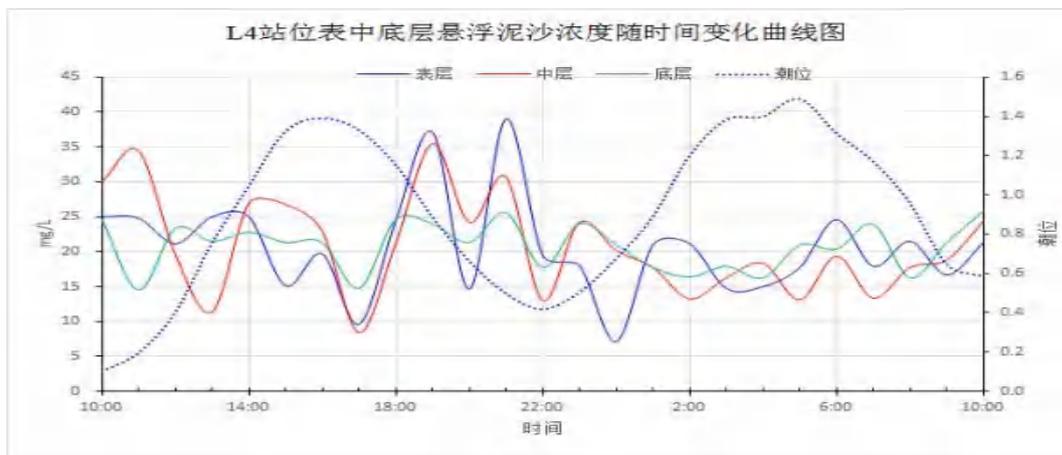


图 4.1-10d L4 站悬沙浓度随时间变化曲线图

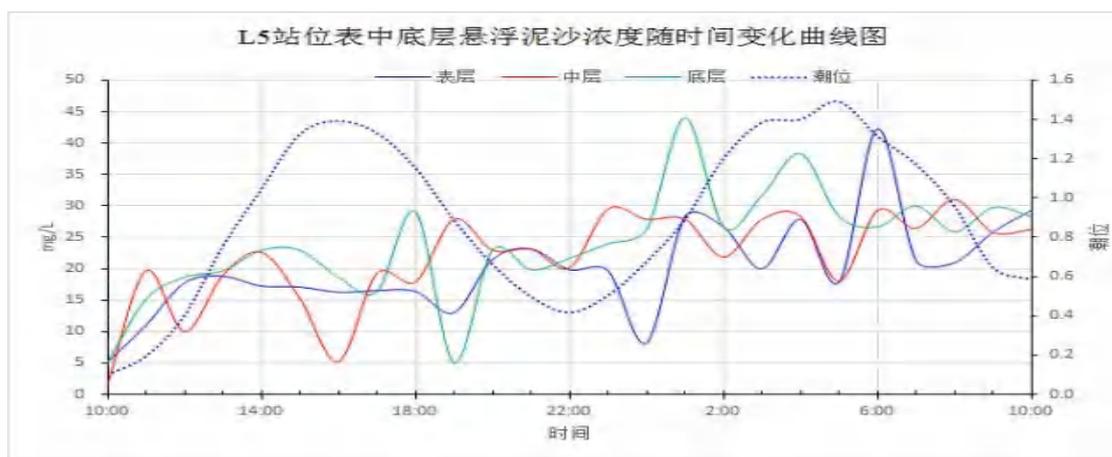


图 4.1-10e L5 站悬沙浓度随时间变化曲线图

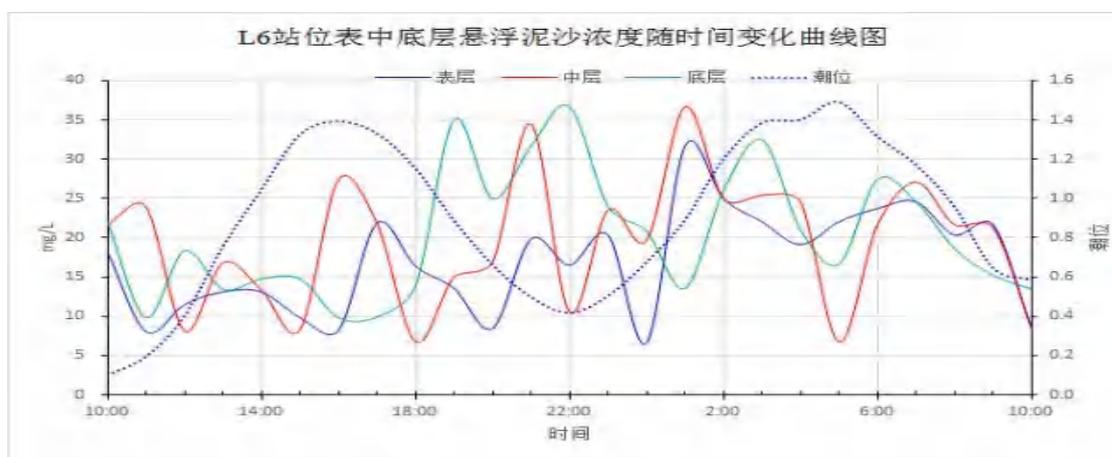


图 4.1-10f L6 站悬沙浓度随时间变化曲线图

4.1.3 地形地貌

4.1.3.1 区域地质构造

根据《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目港口工程场地地震安全性评价报告》（山东省地震工程研究院，二〇一八年五月）：工程场地位于烟台开发区，在大地构造上处于华北断块区的东部。华北断块区边界受深大断裂控制，断块区内部在构造和地貌上总体格局是北北东向的隆起区与沉降区相间。新构造期以来，继续保持着隆起区的上升和沉降区的下沉，断块区内构造和地震活动与这一区域隆起与沉降相间分布格局具有密切关系。

区域主要涉及胶辽断块、鲁西断块、苏北—胶南断块、冀东—渤海断块等几个次级

断块(图 4.1-11)。工程场地位于胶辽断块之中。

胶辽断块的结晶基底岩系由晚元古代之前的粉子山群（辽河群）、胶东群（宽店群）和鞍山群组成，固结时期发生在距今约 17 亿年的中岳运动，构造线方向主要为北东东—东西向，整个结晶基底岩系的上部为浅变质的绿片岩相，中下部为中深变质的角闪岩相，下部属麻粒岩相，有两期以上混合岩化。该断块山东部分（鲁东断块）缺失古生代沉积盖层，中、新生界则主要发育于断块的中南部，中生代以来的构造线主要为北东向。

新构造时期以来，构造活动的水平大大降低，一直以隆起为主，结晶基底大片出露。新生代时，除渤海海峡、北黄海及蓬黄地区下沉外，其余仍继续隆起。隆起具间歇性特征，表现为阶梯状地形、古剥夷面、海蚀平台、海蚀洞穴和河流基座—侵蚀阶地的发育。但断裂新活动、海蚀台地的分布和玄武岩喷发等新构造活动现象的分布范围都非常局限。在胶东地区，除个别断裂的局部段落外，多数断裂在第四纪晚期以来已停止活动；断块内北部为长期缓慢上升的山地，表现为由北向南掀斜抬升的特点。南部为长期上升的五莲山脉及丘陵，均发育有唐县期和临城期夷平面。唐县期平面的抬升幅度仅达 100 余米。中部为较为稳定的胶莱平原，长期受侵蚀，在第四纪晚期沿胶莱河仅有厚 20m 左右的沉积物。

胶辽断块以发育在渤海海峡内的北西向燕山—渤海—威海断裂带为界分为辽东断块和鲁东断块。其中，辽东断块地震活动水平较高，发生过 1975 年海城 7.3 级地和多次 6 级以上地震；鲁东断块陆域地震活动水平较低，有史料记载以来，无 6 级以上地震发生，但北侧邻近海域曾发生过 1548 年渤海海峡 7 级地震和 1948 年威海 6 级地震。

本工程场地在 GB18306-2015《中国地震动参数区划图》中靠近地震动峰值加速度 0.15g 区，反应谱特征周期靠近 0.40s 区（图 4.1-12）。

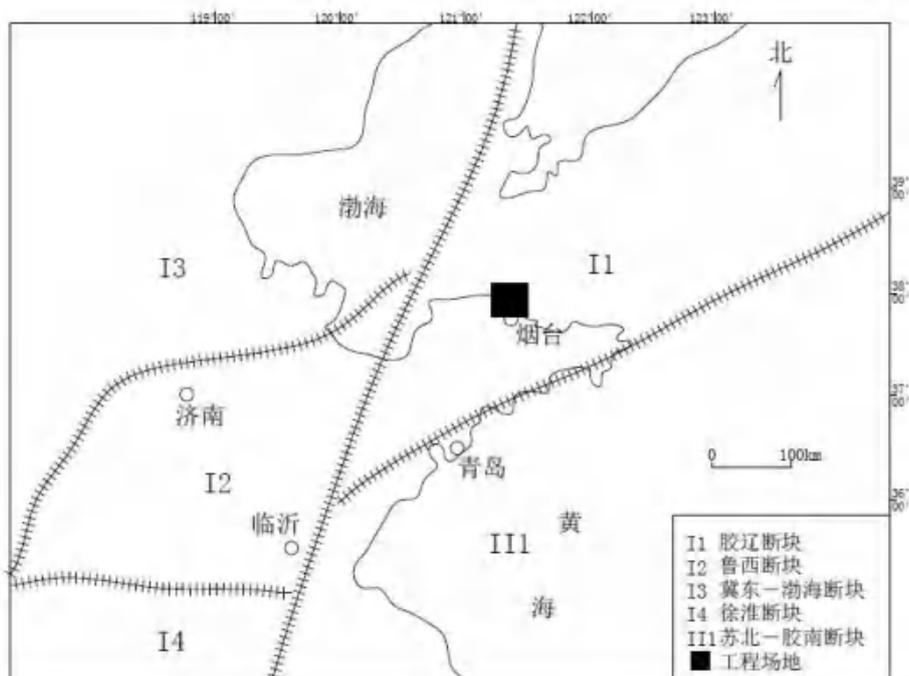
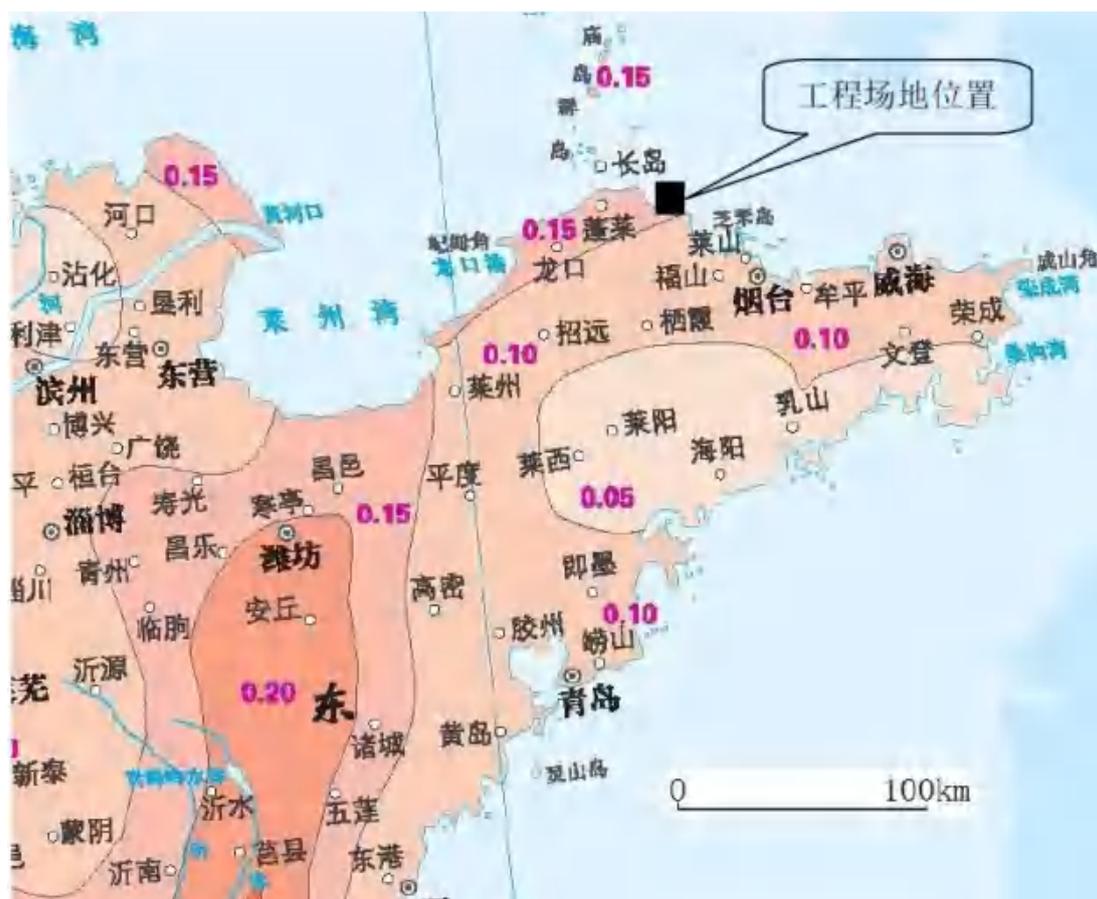
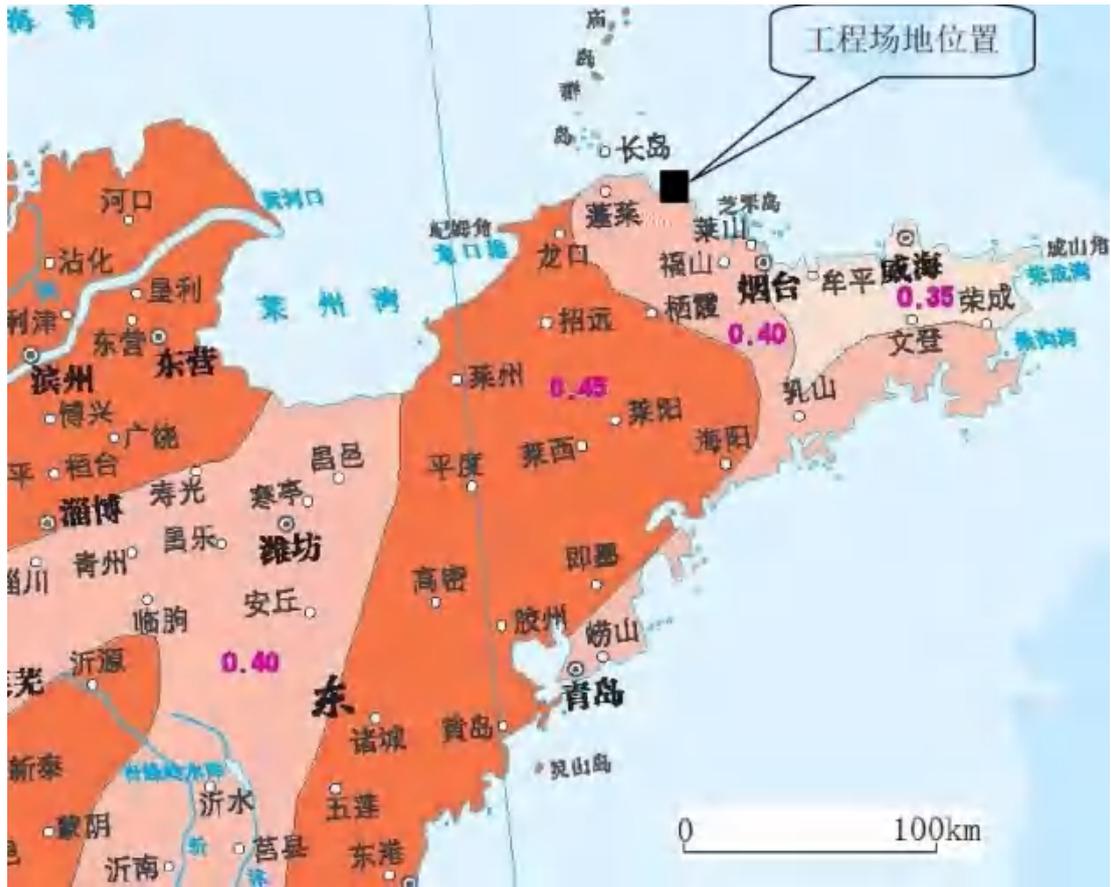


图 4.1-11 大地构造分区图



地震动加速度峰值区划图



地震动加速度反应谱特征周期区划图

图 4.1-12 工程场地在 GB18306-2015《中国地震动参数区划图》中的位置（据 1：400 万原图截取）

4.1.3.2 水深地形特征

工程区域位于顾家围子山东侧海域，整体地形由南向北倾斜，海底泥面高程变化不大。根据中交第一航务工程勘察设计院有限公司提供的地形测图（烟台港西港区理论最低潮面），工程用海位置水深范围在-11.5~-15.5m。水深地形见图 4.1-13。

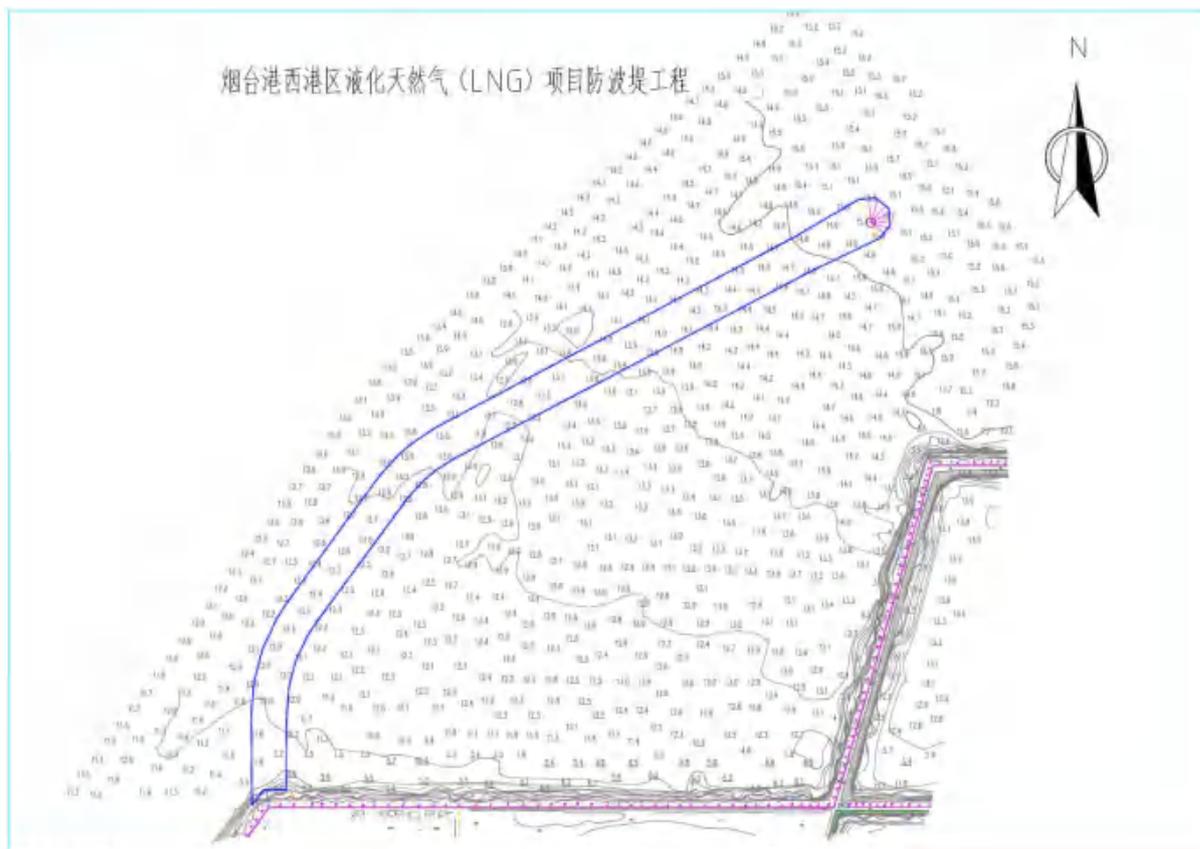


图 4.1-13 工程区地形图

4.1.3.3 地形地貌与冲淤环境现状分析

4.1.3.3.1 地形、地貌

烟台港西港区位于胶东半岛北部沿海一带，地形和地貌类型简单，该区地貌为剥蚀堆积准平原区。根据其成因类型和形态划分为两种微地貌：剥蚀堆积区和海成地貌区。

剥蚀堆积区：分布于南部和东部地区，包括南部的顾家围子山、东部的峰子山等。山体由粉子山群白云石大理岩、硅质大理岩、变粒岩等组成，绝对高程 100~200m，切割深度 50m 左右，坡角 25~30°，山顶、山坡基岩裸露，谷底冲洪积物发育，多为第四系山前组残坡积的粉质粘土。

海成地貌区：主要为海岸悬崖和海岸沙滩。海岸悬崖分布于东部沿海，表现为基岩海岸发育陡崖，一般高出海面 5~30m 不等，悬崖岩体主要由粉子山群白云石大理岩构成；海岸沙滩零星分布于西部，主要由旭口组的中细砂夹粗砂、砾石和少量淤泥层组成，向海微倾。

拟建工程场地为海成地貌，位于烟台港西港区防波堤二期工程西侧。泥面高程一般为-12.03m~-15.45m，整体呈西南向东北降低的趋势，上部地层为流塑~软塑状淤泥质土、软塑~可塑状的黏性土，中部以中密~密实状的砂土和硬塑状黏性土为主，下部为基岩。

拟建工程区域泥沙来源不甚丰富，主要是海岸侵蚀来沙和人为供沙。沿岸岩性多为白云石大理岩，在海浪和海流作用下产生部分泥沙，数量很少；沿海养殖及其加工业产生的废弃贝壳，堆积在海滨，也是局部泥沙的重要来源，但数量有限，对于港口建设不会构成很大影响。

4.1.3.3.2 西港区周边海域冲淤状况分析

烟台港西港区一期防波堤 2008 年开始建设，2013 年竣工，防波堤的建设是周边地形地貌冲淤环境变化的主要因素。为了分析烟台港西港区周边海域的冲淤环境，报告书采用中国海洋大学 2015 年 4 月水深断面测量、中交航务工程有限公司对 2010 年对工程附近海域水深地形测量结果进行对比分析，断面位置见图 4.1-14、1#断面对比见图 4.1-15、2#断面对比见图 4.1-16。对比结果 1#断面表明二期防波堤东侧近岸区域发生微淤积，向北发生侵蚀，由于防波堤堤头挑流作用，流速较大、侵蚀量较大，2800m 附近海域可能由于航道水深迅速增大，3500m 向外基本处于蚀淤平衡；2#断面表明防波堤一期工程建成后近岸 1000m 附近发生淤积，主要是一期防波堤阻挡了东西向的输沙，发生淤积，向外基本处于蚀淤平衡。2#断面近岸侧由于水深较浅，无法进行水深地形测量，根据现场取样可知，近岸以粘土质粉砂和砂质粉砂为主，西侧沙滩没有发生明显的泥化。

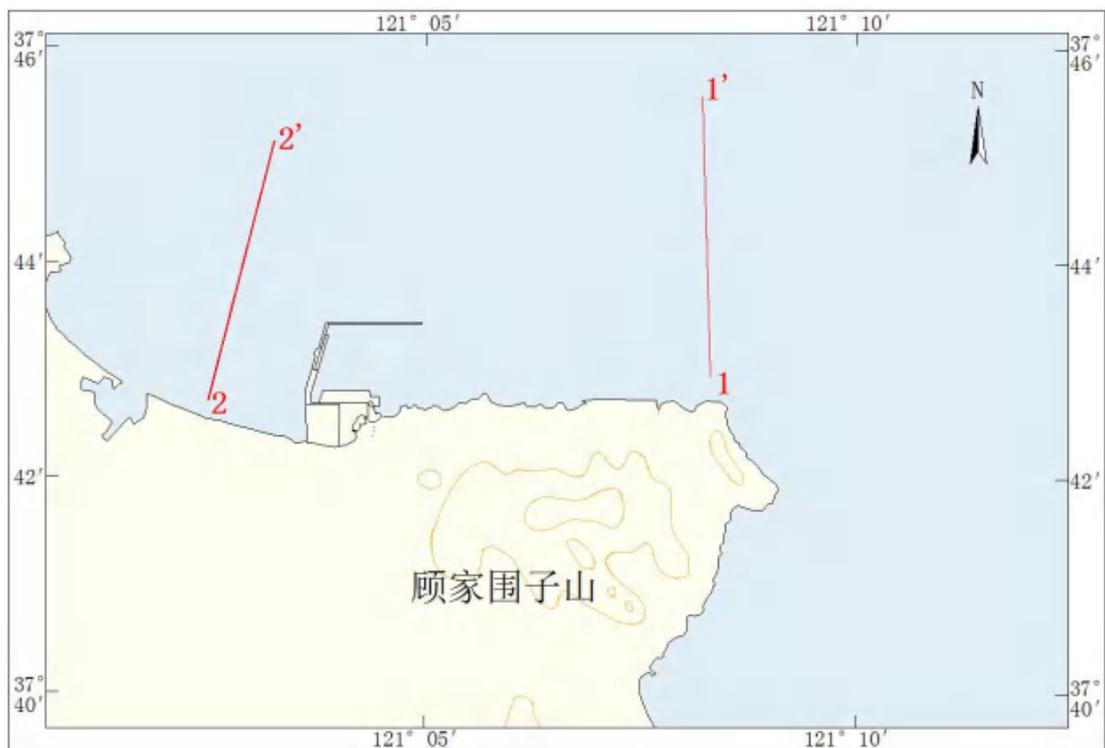


图 4.1-14 对比断面位置图

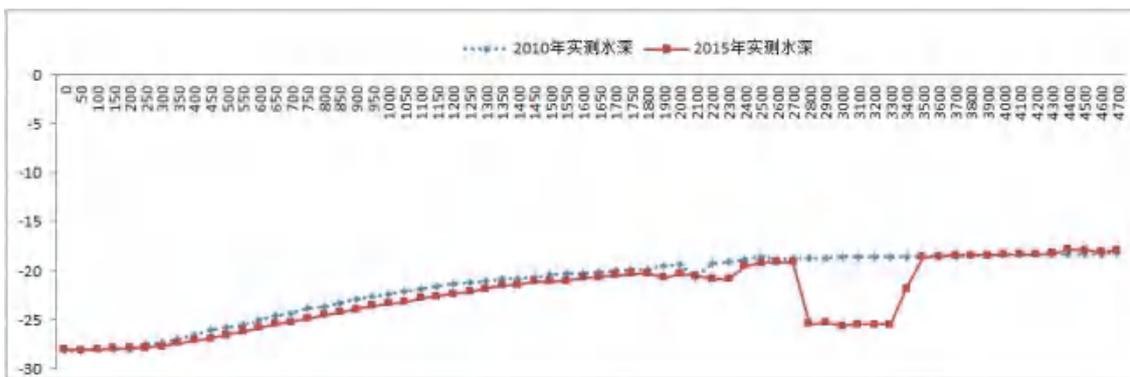


图 4.1-15 1#断面水深地形对比结果

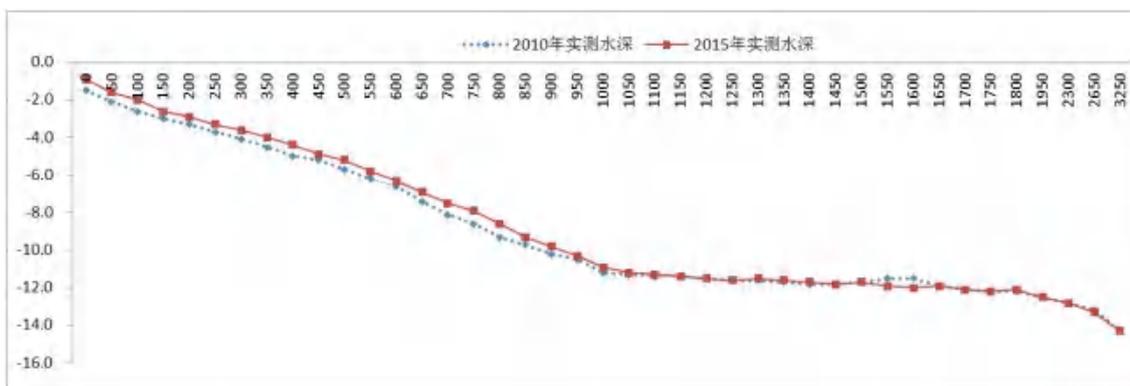


图 4.1-16 2# 断面水深地形对比结果

4.1.4 场地工程地质特征

根据 2022 年 7 月中交第一航务工程勘察设计院有限公司所作《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程地质勘察（施工图设计阶段）勘察报告》，有如下结论：

4.1.4.1 地层岩性与岩土特征

勘察结果表明，钻探揭露深度内岩土层分布较有规律，综合地层的物理、力学性质指标及原位测试成果，各主要岩土层自上而下依次为：

（一）海相沉积层（ Q_4^m ）：①₁ 淤泥质粉质黏土、①₂ 淤泥质粉质黏土、粉土夹层、①₃ 粉质黏土；

（二）海陆交互相沉积层（ Q_4^{mc} ）：②₁ 粉质黏土；②₂ 粗砾砂、②₃ 粉质黏土

（三）陆相冲积层（ Q_3^{al} ）：③₁ 中粗砂、③₂ 粉质黏土、③₃ 粉细砂、④₁ 粗砾砂、黏土夹层；

（四）基岩层：⑤₂ 强风化岩。

各岩土层特征分述如下：

（一）海相沉积层（ Q_4^m ）

①₁ 淤泥质粉质黏土：灰色，流塑～软塑状，中塑性，夹少量粉砂斑、粉土团，偶见贝壳碎屑，土质不均。该层分布连续，层厚 1.5m～5.0m。平均标贯击数 $N < 1$ 击。在剖面 2 以南区域钻孔中该层之上分布有 0.5m～1.9m 厚松散状粉细砂夹层。

①₂ 淤泥质粉质黏土：灰色，软塑状，中塑性，夹少量粉砂斑、粉土团，夹粉土薄层，土质不均。该层分布连续，层厚 0.4m～8.0m。平均标贯击数 $N = 1.5$ 击。

粉土夹层：灰色，稍密状，夹少量粉细砂，土质不均，该层分布较连续，层厚 0.7m～2.5m，该层在剖面 13 以东区域钻孔中缺失。平均标贯击数 $N = 7.6$ 击。

①₃ 粉质黏土：灰色，软塑状为主，局部可塑状，中塑性，夹粉土团、粉砂团，夹少量粉土薄层，土质不均。该层主要分布在剖面 9 以东区域钻孔中，层厚 1.0m～6.4m。平均标贯击数 $N = 4.0$ 击。

第①大层层底高程为 -17.99m～-27.83m。

（二）海陆交互相沉积层（ Q_4^{mc} ）

②₁ 粉质黏土：灰黄色，可塑状，中塑性，夹少量粉细砂，偶见姜结石，土质不均。

该层分布连续，层厚 0.8m~7.3m。平均标贯击数 $N=6.7$ 击。

②₂粗砾砂：灰黄色，中密状为主，局部密实状，夹少量黏性土，土质不均。该层断续分布，层厚 1.0m~5.9m。平均标贯击数 $N=26.6$ 击。在 ZK2 和 ZK3 钻孔该层上部夹有 2.1m~2.5m 厚稍密~中密状中砂夹层。

②₃粉质黏土：灰黄色，可塑~硬塑状，中塑性，夹砂粒，土质不均。该层断续分布，层厚 1.4m~9.0m。平均标贯击数 $N=10.6$ 击。

第②大层层底高程为-24.35m~-39.78m，局部夹有中密状粉细砂和粉土透镜体。

(三) 陆相冲积层(Q₃^{al})

③₁中粗砂：褐黄色，密实状，局部中密状，夹黏性土，土质不均。该层分布较连续，层厚 0.7m~12.5m。平均标贯击数 $N=35.0$ 击。

③₂粉质黏土：灰黄色，硬塑状为主，局部可塑状，中塑性，夹砂粒，土质不均。该层主要在剖面 12 以北区域钻孔中揭露，该层层厚 1.0m~5.0m。平均标贯击数 $N=10.3$ 击。

③₃粉细砂：褐黄色，密实状为主，局部中密状，夹黏性土，土质不均。该分布主要在剖面 11 以东区域钻孔中揭露，该层层厚 0.5m~7.8m。平均标贯击数 $N=37.3$ 击。

第③大层层底高程为-30.62m~-48.73m。

④₁粗砾砂：褐黄色，密实状为主，局部中密状，夹硬塑状黏土薄层，偶见碎石，土质不均。该层分布连续，除 ZK3、ZK8、ZK10、ZK19 钻孔外，其他钻孔均未揭穿该层。平均标贯击数 $N=35.5$ 击。

黏土夹层：灰黄色，硬塑状，高塑性，夹中粗砂斑，土质不均。该层分布不连续，层厚 0.5m~5.9m。平均标贯击数 $N=17.1$ 击。

(四) 基岩层

⑤₂强风化岩：灰黄色，原岩结构可见，岩芯主要呈砂土状，手掰易碎，浸水易软化崩解。标贯击数 $N>50$ 击。本次勘察深度范围内该层仅在 ZK3、ZK8、ZK10、ZK19 钻孔中揭露，揭露层顶高程为-47.89m~-56.02m。

4.1.4.2 水文地质特征

根据本场地的环境水含水介质、赋存条件、水理性质及水力特征，本场地地下水主要为承压水。

承压水主要赋存于②1 粉质黏土以下各砂层中，地下水侧向径流、越流为其主要补给与排泄方式。

4.1.4.3 场地稳定性与适宜性评价

根据区域地质资料，本工程场地内没有晚更新世以来活动断裂发育，可不考虑断裂破裂或错动对场地产生的影响。

本场地地势较为平缓，不具备滑坡、泥石流、危岩和崩塌等其它不良地质体发育的工程地质条件及天然地形地貌条件，亦未发现岩溶、采空区、地面沉降等不良地质作用。本场地在 7 度地震烈度时存在地震液化的可能性，为建筑抗震不利地段。

本场地附近存在排污管线，防波堤施工和使用时可能会对管线造成一定影响，应查明管线位置，必要时应予以避让。

勘察表明，本场地岩土层分布比较有规律，地层表现出上部地层为流塑~软塑状淤泥质土、软塑~可塑状的黏性土，中部以中密~密实状的砂土和硬塑状黏性土为主，下部为基岩。对于本工程的建设而言，通过对软弱土层加固处理以提高承载力和稳定性，降低压缩性，消除或降低土体沉降与液化，或者采用合适的地基基础型式均可达到满足工程建设需要的目的。

综上所述，本场地不存在难于治理的重大不良地质问题，可进行本工程的建设。

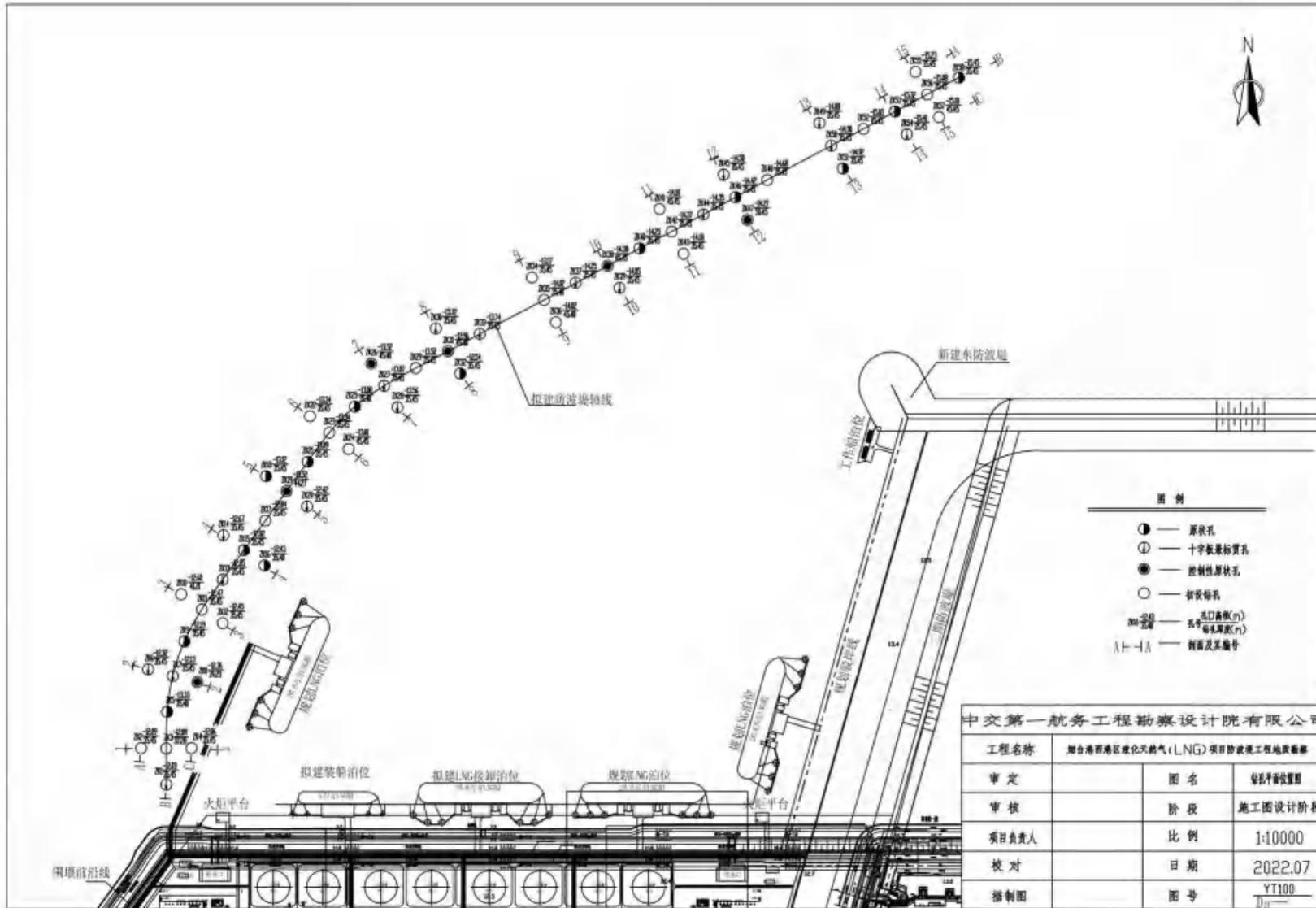


图 4.1-17 勘探点平面布置图

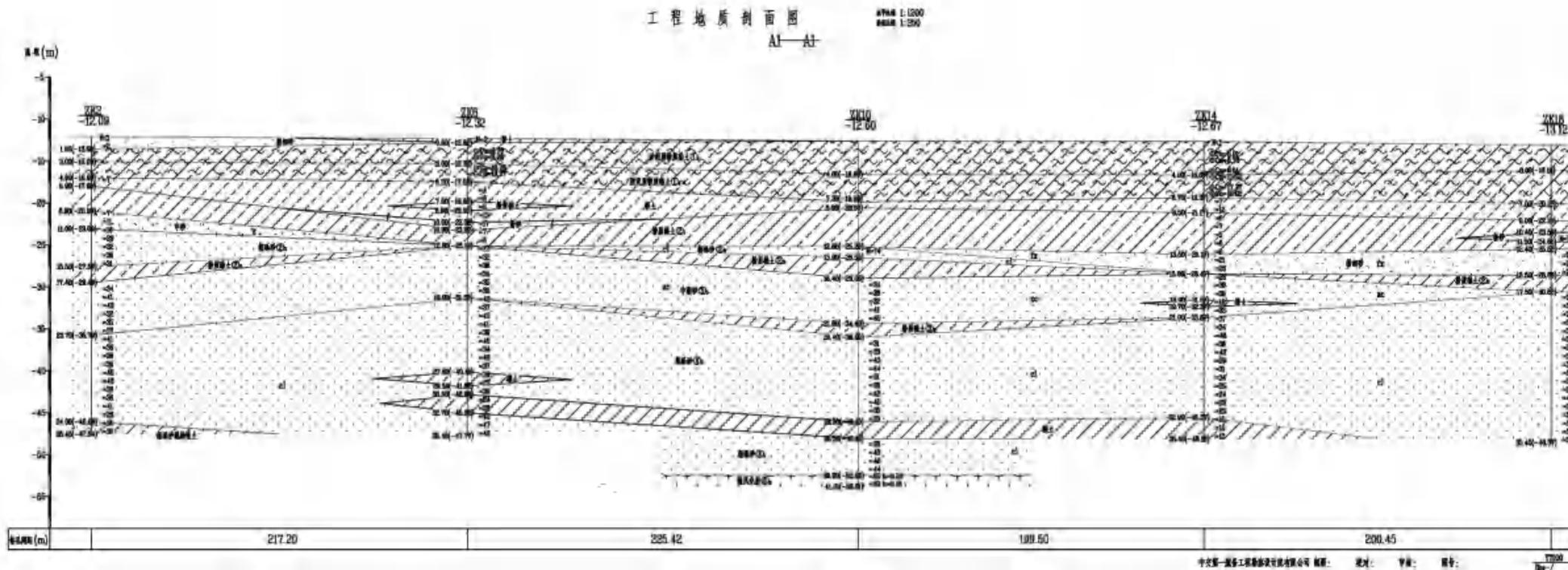


图 4.1-18a 地质剖面图 (A1-A1 剖面)

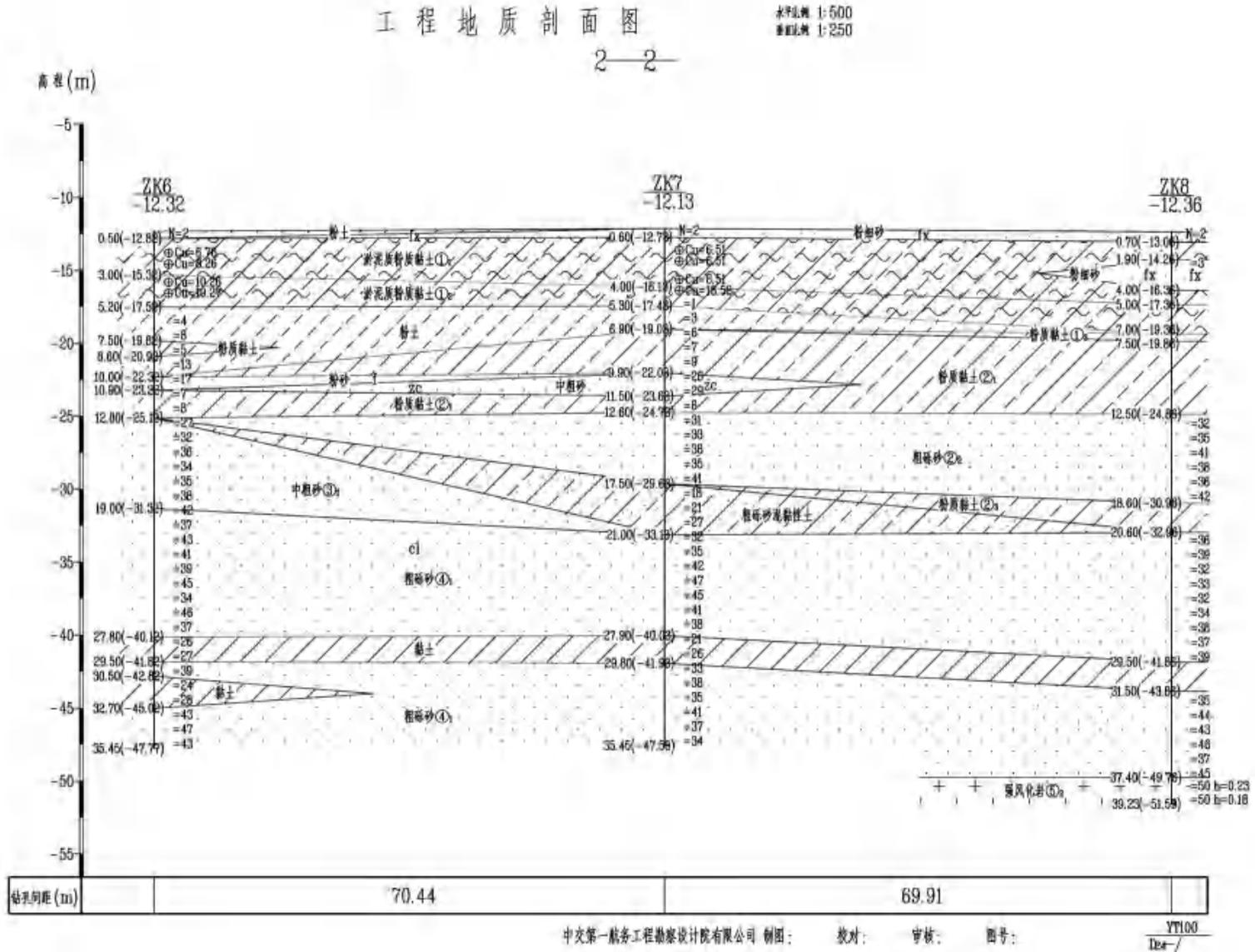


图 4.1-18b 地质剖面图 (2-2 剖面)

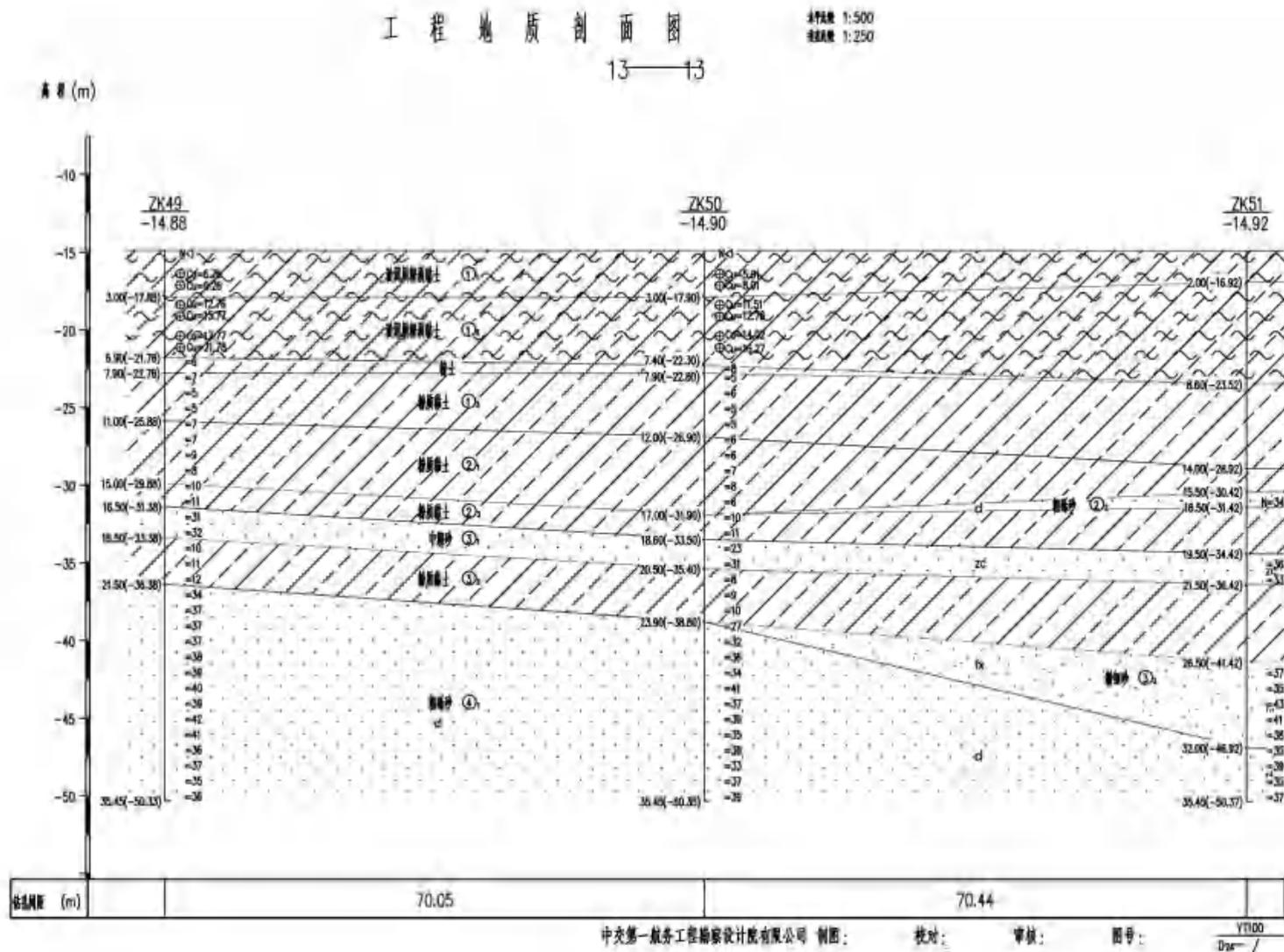


图 4.1-18c 地质剖面图（13-13 剖面）

钻孔柱状图

第 1 页 共 2 页

工程名称		烟台港西港区液化天然气 (LNG) 项目防波堤工程地质勘察							
工程编号		YTFBD		钻孔编号		ZK1			
孔口高程 (m)		-12.03	坐标 (m)	X = 4177118.52	开工日期		2022.05.21	稳定水位深度 (m)	
孔口直径 (mm)		127.00		Y = 459472.92	竣工日期		2022.05.21	测量水位日期	
地层 编号	时代 成因	层底 高程 (m)	层底 深度 (m)	分层 厚度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征	S. P. T.		附注
							击数 (击)	贯入度 h (m)	
①		-12.73	0.70	0.70		淤泥质粉质黏土: 灰色, 流塑~软塑状, 中塑性, 含少量粉砂, 土质不均。	=1	0.15-0.45	h=0.30
		-13.83	1.80	1.10		粉土: 灰色, 稍密状, 土质不均。	=17	1.15-1.45	h=0.30
① ₁		-16.03	4.00	2.20		淤泥质粉质黏土: 灰色, 流塑~软塑状, 高塑性, 夹少量粉砂, 土质不均。	=1	2.15-2.45	h=0.30
		-16.43	4.40	0.40		淤泥质粉质黏土: 灰色, 软塑状, 中塑性, 夹少量粉砂, 土质不均。			
① ₂		-17.63	5.50	1.10		粉土: 灰色, 中密状, 夹少量中粗砂, 土质不均。	=18	5.15-5.45	h=0.30
		-18.83	6.80	1.30		砾砂: 灰色, 中密状, 夹少量黏性土, 土质不均。	=18	6.15-6.45	h=0.30
		-19.83	7.80	1.00		粉土: 灰色, 中密状, 土质不均。	=16	7.15-7.45	h=0.30
						粗砾砂: 灰黄色, 中密~密实状, 夹少量黏性土, 土质不均。	=29	8.15-8.45	h=0.30
② ₁		-25.73	13.70	5.90		粉质黏土: 灰黄色, 硬塑状, 中塑性, 夹少量粉土薄层, 土质不均。	=33	9.15-9.45	h=0.30
							=39	10.15-10.45	h=0.30
							=45	11.15-11.45	h=0.30
							=41	12.15-12.45	h=0.30
							=44	13.15-13.45	h=0.30
							=16	14.15-14.45	h=0.30
② ₂		-28.53	16.50	2.80		粉质黏土: 灰黄色, 硬塑状, 中塑性, 夹少量粉土薄层, 土质不均。	=13	15.15-15.45	h=0.30
		-29.53	17.50	1.00		砾砂: 灰黄色, 密实状, 夹少量黏性土, 土质不均匀。	=14	16.15-16.45	h=0.30
② ₃						粉质黏土: 灰黄色, 硬塑状, 中塑性, 夹少量粉砂薄层, 土质不均。	=32	17.15-17.45	h=0.30
							=16	18.15-18.45	h=0.30

中交第一航务工程勘察设计院有限公司

制图:

校对:

审核:

图号: YT100
01- /

钻孔柱状图

第 2 页 共 2 页

工程名称		烟台港西港区液化天然气 (LNG) 项目防波堤工程地质勘察									
工程编号		YTFBD		钻孔编号		ZK1					
孔口高程 (m)		-12.03	坐标 (m)	X = 4177118.52		开工日期		2022.05.21		稳定水位深度 (m)	
孔口直径 (mm)		127.00		Y = 459472.92		竣工日期		2022.05.21		测量水位日期	
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:100	岩土名称及其特征	S. P. T.		备注		
							击数 (击)	贯入度 h (m)			
②		-32.53	20.50	3.00		粉质黏土: 灰黄色, 硬塑状, 中塑性, 夹少量粉砂薄层, 土质不均。	=15	h=0.30			
							19.15-19.45				
③		-36.03	24.00	3.50		中粗砂: 灰黄色, 密实状, 夹少量黏性土, 偶见粒径 3~4cm 碎石, 土质不均。	=15	h=0.30			
							20.15-20.45				
							=37				
							21.15-21.45				
							=41				
④		-47.48	35.45	11.45		粗砾砂: 灰黄色, 密实状, 夹少量黏性土, 偶见粒径 2~3cm 碎石, 土质不均。	=42	h=0.30			
							22.15-22.45				
							=47				
							23.15-23.45				
							=48				
							24.15-24.45				
							=42				
							25.15-25.45				
							=46				
							26.15-26.45				
							=40				
							27.15-27.45				
=38											
28.15-28.45											
=36											
29.15-29.45											
=41											
30.15-30.45											
=41											
31.15-31.45											
=35											
32.15-32.45											
=34											
33.15-33.45											
=37											
34.15-34.45											
35.15-35.45											

中交第一航务工程勘察设计院有限公司 制图: 校对: 审核: 图号: YT100
D11 - /

图 4.1-18d 柱状图

4.1.5 自然灾害

（1）台风

据多年资料统计，影响烟台附近海域的台风每年有 1~2 次，一般多出现于 7~9 月份。台风途经本区时，伴有大风、大浪、暴潮和暴雨。如 8509 号台风，烟台出现 33.3m/s、SSE 向大风，最高潮位达 3.73m；受 9216 号台风影响，烟台港风速达 18~30m/s，出现解放以来最高历史潮位 4.03m。

（2）风暴潮

烟台沿海是我国受风暴潮威胁较严重的海域，在港口规划与建设中必须考虑风暴潮的影响。

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。

烟台市黄海沿岸的较重风暴潮灾害发生后，低洼地区海水漫溢纵深一般仅为数里，特重者有 30 里的记录。渤海沿岸较重风暴潮灾害发生时，海溢纵深一般可达十数里，特重者可达 50~60 里，造成经济损失数十亿元。虽然烟台发生风成增水的几率相对较少，但由于造成的灾害损失不可低估。2007 年 3 月 3 日至 3 月 5 日，受北方强冷空气和黄海气旋的共同影响，渤海湾、莱州湾发生了一次强温带风暴潮过程，烟台遭受近 40 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，海洋灾害直接经济损失达 40.65 亿元。

（3）寒潮

寒潮一般出现在 11 月上旬至翌年 4 月上旬，其中以 11 月至翌年 1 月较多，寒潮来临，常出现 6 级以上大风，最大可达 9~10 级，风向主要在 NW~NE 之间，以 NNW 和 N 风最多，占 68.8%。近二十年来平均每年出现 3.2 次，受寒潮影响本海区出现偏 N 向大风，风速可达 9~10 级，且有偏 N 向的大浪，持续时间可达 3~4 天。

（4）暴雪

2005 年 12 月份，烟台连续三次遭受强降雪袭击，时间集中在 3~7 日、10~18 日和 20~21 日，累计降水量 80.3mm。而 1951 年以来，烟台市的降水量为历年同期的最大值，即历史极值为 1997 年的 46.7mm。此次雪灾由于降雪持续时间长、强度大，且伴

有剧烈降温和偏北大风，给烟台群众生活和工农业生产带来了严重的影响，造成巨大经济损失。因此，工程在运营期应制定相应的应急预案和采取必要的预防措施来保证生产的安全进行。

（5）海冰

烟台市海冰出现时间多在1月下旬至2月下旬，严重期在2月上旬，冰厚在5-15cm，最厚20cm。历史资料记载：1935年1月至2月初出现一次严重冰冻，冰厚达61cm。近四十年未出现大的冰冻。据统计，1960年至1979年20年间，只有3年海冰较重，该区出现了流冰和固定冰，最严重的是1969年，烟台港池和芝罘湾、套子湾全部被冰层覆盖。自1980年以来除2010年冬季外，烟台附近海域未出现大的冰冻。

（6）地震

烟台市处于威海-烟台-蓬莱-河北唐山北西走向、与陆地平行的地震断裂带。自1948年以来，在烟台附近海域发生的4级以上地震分别为：1948年震级6.0级（这是烟台迄今为止发生的最大的一次地震）；1991年3月14日分别发生的4.5、4.7级地震；1993年12月31日分别发生的4.8和4.0级地震；1997年9月18日发生的4.8级地震；2005年5月9日在牟平东北海域（37°36'N，121°48'E）发生的4.5级地震。

4.2 环境质量概况

海水水质、沉积物质量、海洋生态等调查资料引自《烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程环境影响报告书》，天科院环境科技发展（天津）有限公司，2021.6。

4.2.1 海水水质现状调查

4.2.1.1 调查时间与站位布设

为了解工程附近海洋环境质量现状，中国海洋大学于2020年10月在工程附近设水质调查站位22个、沉积物调查站位13个、生态调查站位13个，潮间带断面4条。中国海洋大学于2020年4月设水质调查站位24个、沉积物调查站位13个、生物调查站位13个。调查站位详见图4.2-1、表4.2-1。

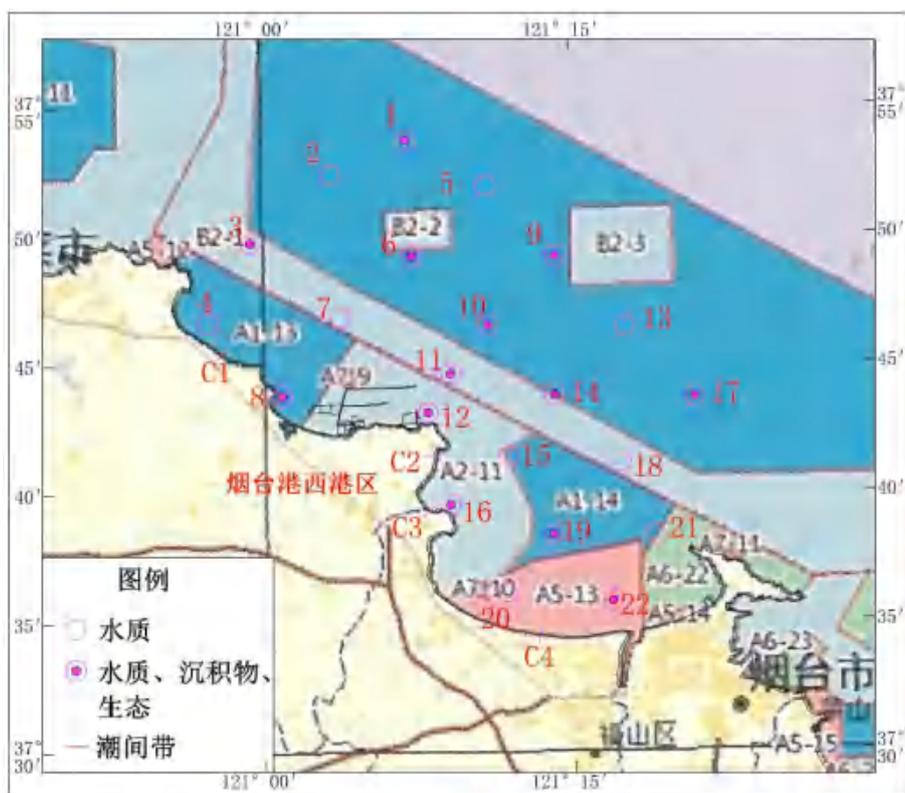


图 4.2-1a 调查站位图（2020 年 10 月）

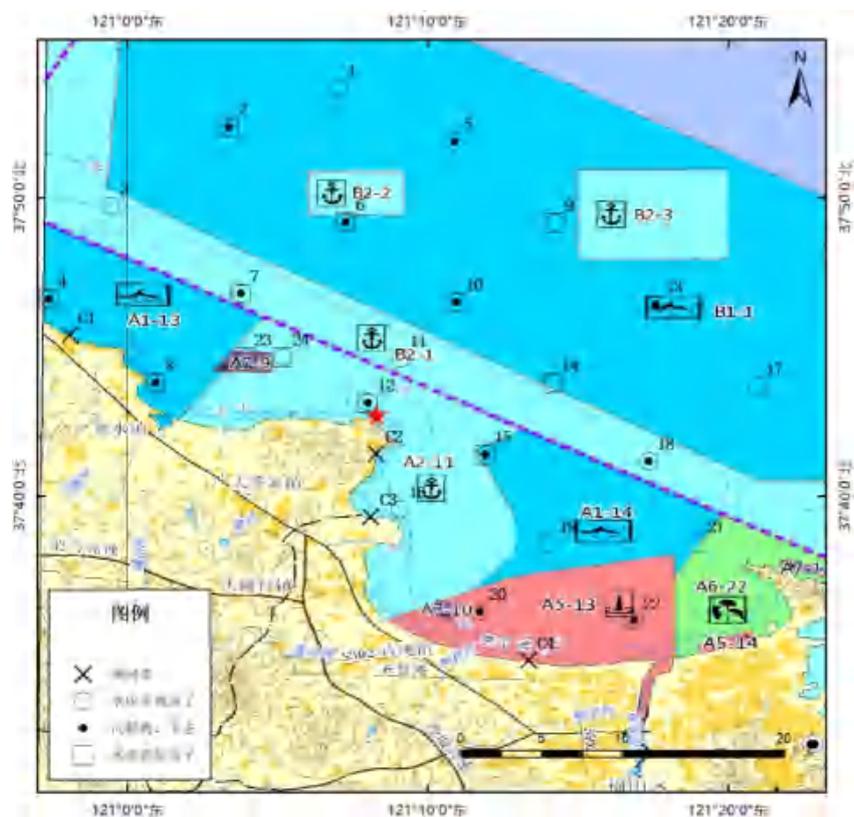


图 4.2-1b 调查站位图（2020 年 4 月）

表 4.2-1a 调查站位表（2020 年 10 月）

站号	经度	纬度	调查项目	
1	121°07'01.890"	37°53'41.970"	水质	沉积物、生态
2	121°03'22.306"	37°52'23.637"	水质	
3	120°59'27.565"	37°49'44.403"	水质	沉积物、生态
4	120°57'23.760"	37°46'37.680"	水质	
5	121°10'52.974"	37°51'54.858"	水质	
6	121°07'17.615"	37°49'11.678"	水质	沉积物、生态
7	121°03'47.099"	37°46'47.800"	水质	
8	121°00'57.720"	37°43'47.100"	水质	沉积物、生态
9	121°14'14.778"	37°49'10.620"	水质	沉积物、生态
10	121°10'57.660"	37°46'30.120"	水质	沉积物、生态
11	121°09'06.670"	37°44'36.970"	水质	沉积物、生态
12	121°08'00.800"	37°43'07.410"	水质	沉积物、生态
13	121°17'36.336"	37°46'26.292"	水质	
14	121°14'10.440"	37°43'46.740"	水质	沉积物、生态
15	121°11'55.490"	37°41'22.800"	水质	
16	121°09'04.150"	37°39'32.930"	水质	沉积物、生态
17	121°20'57.642"	37°43'41.874"	水质	沉积物、生态
18	121°17'20.640"	37°41'09.540"	水质	
19	121°14'03.996"	37°38'22.074"	水质	沉积物、生态
20	121°11'44.160"	37°36'06.820"	水质	
21	121°19'00.370"	37°38'22.690"	水质	
22	121°16'52.640"	37°35'47.270"	水质	沉积物、生态
C1	120°58'05.984"	37°45'23.901"	潮间带	
C2	121°08'17.107"	37°41'25.380"	潮间带	
C3	121°08'06.369"	37°39'17.860"	潮间带	
C4	121°13'20.968"	37°34'28.316"	潮间带	

表 4.2-1b 调查站位表（2020 年 4 月）

站号	经度	纬度	调查项目	
1	121°07'01.890"	37°53'41.970"	水质	
2	121°03'22.306"	37°52'23.637"	水质	沉积物、生态、生物质量
3	120°59'27.565"	37°49'44.403"	水质	
4	120°57'23.760"	37°46'37.680"	水质	沉积物、生态、生物质量
5	121°10'52.974"	37°51'54.858"	水质	沉积物、生态、生物质量
6	121°07'17.615"	37°49'11.678"	水质	沉积物、生态、生物质量
7	121°03'47.099"	37°46'47.800"	水质	沉积物、生态、生物质量
8	121°00'57.720"	37°43'47.100"	水质	沉积物、生态、生物质量
9	121°14'14.778"	37°49'10.620"	水质	
10	121°10'57.660"	37°46'30.120"	水质	沉积物、生态、生物质量
11	121°09'06.670"	37°44'36.970"	水质	
12	121°08'00.800"	37°43'07.410"	水质	沉积物、生态、生物质量
13	121°17'36.336"	37°46'26.292"	水质	沉积物、生态、生物质量
14	121°14'10.440"	37°43'46.740"	水质	
15	121°11'55.490"	37°41'22.800"	水质	沉积物、生态、生物质量
16	121°09'04.150"	37°39'32.930"	水质	

17	121°20'57.642"	37°43'41.874"	水质	
18	121°17'20.640"	37°41'09.540"	水质	沉积物、生态、生物质量
19	121°14'03.996"	37°38'22.074"	水质	
20	121°11'44.160"	37°36'06.820"	水质	沉积物、生态、生物质量
21	121°19'00.370"	37°38'22.690"	水质	
22	121°16'52.640"	37°35'47.270"	水质	沉积物、生态、生物质量
23	121°03'56.580"	37°44'39.766"	水质	
24	121°05'11.305"	37°44'39.903"	水质	
C1	120°58'05.984"	37°45'23.901"		潮间带
C2	121°08'17.107"	37°41'25.380"		潮间带
C3	121°08'06.369"	37°39'17.860"		潮间带
C4	121°13'20.968"	37°34'28.316"		潮间带

4.2.1.2 调查分析项目

2020年10月水质现状评价因子包括：水温、pH、DO、COD、悬浮物、石油类、活性磷酸盐、无机氮、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬等。

2020年4月调查分析项目：pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬等。

4.2.1.3 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)、《海洋调查规范》(GB12763-2007)中的相关规定执行。

各调查项目分析方法如表 4.2-2 所示。

表 4.2-2 调查海区水样的分析方法

项目	分析方法	检出限 (mg/L)
pH	探头式多参数水质仪测定法	—
盐度	探头式多参数水质仪测定法	—
溶解氧	探头式多参数水质仪测定法	0.042mg/L
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	—
硝酸盐-氮	锌-镉还原法	—
氨-氮	次溴酸盐氧化法	—
铵盐	次溴酸盐氧化法	—
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}
石油类	紫外分光光度法	3.5×10^{-3}
温度	探头式多参数水质仪测定法	—
砷	原子荧光法	0.5×10^{-3}
汞	原子荧光法	0.007×10^{-3}

4.2.1.4 评价标准

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《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》的海洋环境保护要求以及《海水水质标准》（GB3097-1997）的水质分类要求，保护区水质评价一般执行第一类标准，农渔业区水质评价执行第二类标准，港口航运区（航道、锚地）和工业与城镇用海区水质评价执行第三类标准，港口航运区（港口区）水质评价执行第四类水质标准，保留区要求海水水质保持现状。各类水质标准值见表 4.2-3。

表 4.2-3 海水水质标准（GB3907-1997）(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：

$$I_i = C_i / S_i$$

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:

$$I_i(\text{DO}) = |\text{DO}_f - \text{DO}| / (\text{DO}_f - \text{DO}_s) \quad \text{DO} \geq \text{DO}_s$$

$$I_i(\text{DO}) = 10 - 9\text{DO} / \text{DO}_s \quad \text{DO} < \text{DO}_s$$

$$\text{DO}_f = 468 / (31.6 + t)$$

式中: $I_i(\text{DO})$ ——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, 根据国家海洋局 2002 年颁布的《海水增养殖区监测技术规程》, 其计算式为:

$$SpH = |\text{pH} - \text{pH}_{sm}| / DS$$

其中: $\text{pH}_{sm} = (\text{pH}_{su} + \text{pH}_{sd}) / 2$

$$DS = (\text{pH}_{su} - \text{pH}_{sd}) / 2$$

式中: SpH ——pH 的污染指数; pH ——pH 调查实测值*;

pH_{su} ——海水 pH 标准的上限值, 根据《海水水质标准》取 8.5;

pH_{sd} ——海水 pH 标准的下限值, 根据《海水水质标准》取 7.8。

4.2.1.5 海水水质监测结果

2020 年 10 月水质监测结果见表 4.2-4; 2020 年 4 月水质监测结果见表 4.2-5。

表 4.2-4 2020 年 10 月水质监测结果统计表

站位编号	pH	温度	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	石油类 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	活性磷 酸盐 (mg/L)	铅 ($\mu\text{g/L}$)	镉 ($\mu\text{g/L}$)	铜 ($\mu\text{g/L}$)	锌 ($\mu\text{g/L}$)	铬 ($\mu\text{g/L}$)	砷 ($\mu\text{g/L}$)	汞 ($\mu\text{g/L}$)
YT-1-1	7.97	16.9	32.06	8.19	1.36	0.032	0.329	0.0046	0.121	0.096	2.515	26.587	0.491	1.611	0.185
YT-1-2	7.97	16.9	31.99	8.43	1.24		0.322	0.0022	0.728	0.128	2.565	27.343	0.392	1.663	0.187
YT-1-3	7.97	17.1	32	8.55	1.32		0.358	0.0042	0.136	0.12	3.767	31.319	0.443	1.756	0.009
YT-2-1	7.98	17.2	32.06	8.04	1.36	0.043	0.219	0.0049	0.281	0.101	1.903	28.184	0.436	1.663	0.037
YT-2-2	7.99	16.8	32.07	8.24	1.2		0.367	0.0059	0.356	0.134	2.873	22.04	0.407	1.676	0
YT-2-3	8.01	16.5	32.07	7.8	1.28		0.321	0.0062	0.444	0.142	2.75	27.792	0.59	1.737	0.013
YT-3-1	8.03	17.2	31.92	8.42	1.44	0.026	0.259	0.0066	0.24	0.129	4.786	33.552	0.583	1.869	0.017
YT-3-2	8.03	16.9	31.94	8.32	1.24		0.234	0.0022	0.264	0.112	4.824	28.581	0.927	1.778	0.016
YT-3-3	8.04	16.2	91.95	8.07	1.52		0.189	0.0012	0.274	0.108	4.468	30.698	0.855	1.893	0.012
YT-4-1	8.04	16.7	32	8.21	1.52	0.026	0.231	0.0083	0.208	0.145	2.663	21.258	0.432	1.844	ND
YT-4-3	8.04	17.3	31.98	7.79	1.52		0.26	0.0008	0.37	0.152	3.355	23.004	0.474	1.879	0.001
YT-5-1	7.87	17.4	32	7.93	2.32	0.036	0.649	0.0016	0.118	0.166	4.931	30.22	0.793	1.632	0.023
YT-5-2	7.91	17.2	32.02	7.79	1.8		0.454	0.0109	0.489	0.22	8.548	31.255	0.616	1.653	0.006
YT-5-3	7.93	17.1	32.05	7.8	1.88		0.399	0.0019	0.081	0.259	5.251	31.807	0.309	1.624	0.002
YT-6-1	7.99	16.8	32.14	8.02	1.36	0.026	0.103	0.0055	0.233	0.113	2.327	29.873	0.547	1.688	0.011
YT-6-2	8.03	16.6	32.06	7.9	1.24		0.12	0.0007	0.09	0.127	3.428	33.636	0.56	1.655	0.006
YT-6-3	8.04	16.4	32.1	7.79	1.24		0.063	0.0052	0.052	0.115	1.379	22.465	0.395	1.906	0.014
YT-7-1	8	16.9	31.8	8.2	1.32	0.011	0.082	0.0068	0.565	0.237	4.104	15.519	0.419	1.73	ND
YT-7-2	8.02	16.7	31.9	8.02	1.36		0.17	0.0062	0.312	0.244	4.601	16.633	0.454	1.731	0
YT-7-3	8.05	17.1	31.98	8.1	1.32		0.017	0.0085	0.41	0.273	4.802	18.031	0.371	1.742	0.007
YT-8-1	8.01	17.2	31.95	7.96	1.32	0.047	0.107	0.0021	0.222	0.246	3.56	24.58	0.31	1.714	0.004
YT-8-3	8	17.6	32.02	8.43	1.24		0.119	0.0024	0.277	0.349	6.322	34.316	0.334	1.75	0.013
YT-9-1	7.99	17.3	32.13	8.02	1.2	0.034	0.13	0.0004	0.539	0.471	4.259	19.461	0.437	1.859	0.012
YT-9-2	8.02	17.1	32	7.93	1.08		0.093	0.0019	1.051	0.494	2.836	18.55	0.417	1.584	ND

站位编号	pH	温度	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	石油类 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	活性磷 酸盐 (mg/L)	铅 ($\mu\text{g/L}$)	镉 ($\mu\text{g/L}$)	铜 ($\mu\text{g/L}$)	锌 ($\mu\text{g/L}$)	铬 ($\mu\text{g/L}$)	砷 ($\mu\text{g/L}$)	汞 ($\mu\text{g/L}$)
YT-9-3	8.05	16.7	32.08	8.13	1.68		0.055	0.0038	0.166	0.121	3.472	16.174	0.236	1.53	0.002
YT-10-1	8.08	16.7	31.94	7.88	0.88	0.016	0.015	0.0049	0.469	0.177	7.87	43.237	0.237	1.489	0.002
YT-10-2	7.97	16.8	31.96	8.07	0.76		0.036	0.0035	0.046	0.11	4.611	17.555	0.261	1.471	0.005
YT-10-3	8.04	16.9	31.89	7.9	0.92		0.008	0.0052	0.386	0.112	5.544	16.126	0.256	1.519	0.014
YT-11-1	7.65	17.1	32	7.93	0.92	0.012	0.1	0.0015	0.448	0.244	5.452	27.794	0.334	1.505	ND
YT-11-2	7.74	16.4	31.86	7.85	0.96		0.101	0.0037	0.257	0.196	5.026	18.822	0.46	1.583	0.076
YT-11-3	7.86	16.3	31.98	8.62	1.24		0.149	0.0012	0.302	0.171	4.293	25.452	0.447	1.518	0.094
YT-12-1	8.06	16.9	32.04	8.77	0.96	0.016	0.03	0.0001	0.115	0.092	4.46	12.011	0.192	1.559	0.099
YT-12-2	8.07	16.5	32.06	8.38	1.36		0.034	0.003	0.341	0.098	7.418	15.814	0.253	1.565	ND
YT-12-3	8.07	16.5	31.85	8.04	0.8		0.037	0.0042	0.191	0.076	1.963	21.345	0.156	1.517	ND
YT-13-1	7.92	17.1	31.85	8.04	1.16	0.033	0.069	0.0019	0.199	0.107	3.142	18.365	0.375	1.385	ND
YT-13-2	7.95	16.8	32.46	7.71	1.32		0.074	0.0008	0.186	0.137	4.395	18.492	0.528	1.576	ND
YT-13-3	8	16.9	32	7.93	1.08		0.053	0.0117	0.207	0.108	2.471	11.919	0.371	1.474	0.079
YT-14-1	8.04	17.1	31.73	7.83	1.08	0.028	0.107	0.0088	1.751	0.243	2.527	25.76	0.207	1.545	ND
YT-14-2	8.06	16.9	31.49	7.73	1.4		0.193	0.0063	0.459	0.286	3.443	26.686	0.209	1.45	ND
YT-14-3	7.89	16.7	31.49	7.85	1.36		0.023	0.0066	0.948	0.292	5.692	29.459	0.268	1.45	0.005
YT-15-1	7.97	16.9	31.68	7.82	1.44	0.012	0.133	0	0.365	0.221	4.973	27.017	0.388	1.628	0.012
YT-15-2	8.03	17.2	31.69	7.93	1		0.134	0.0038	0.622	0.225	5.12	26.823	0.476	1.723	ND
YT-15-3	8.02	17.3	31.75	8.54	1.2		0.141	0.0075	0.5	0.26	6.969	35.994	0.563	1.663	ND
YT-16-1	7.81	16.8	32.02	7.93	1.6	0.033	0.115	0.002	0.19	0.122	4.588	40.452	0.305	1.302	0.005
YT-16-3	7.7	16.9	32.08	7.26	1.12		0.06	0.0007	0.457	0.14	5.095	48.67	0.4	1.371	0.089
YT-17-1	7.89	16.5	32.06	7.77	1.08	0.034	0.158	0.0029	0.37	0.257	4.676	20.753	0.257	1.541	0.003
YT-17-2	7.96	16.8	32.05	7.83	0.88		0.129	0.0057	0.587	0.259	4.85	23.123	0.274	1.31	0.057
YT-17-3	8.01	16.7	32.11	7.63	1.24		0.127	0.0074	0.428	0.196	3.468	17.307	0.17	1.59	ND
YT-18-1	7.95	16.8	32.1	8.25	1.56	0.03	0.272	0.0028	0.572	0.063	2.216	4.63	0.59	1.467	ND
YT-18-2	7.91	16.8	31.96	8.25	1.4		0.191	0.0007	0.21	0.075	3.803	10.741	0.597	1.568	ND
YT-18-3	7.88	16.4	31.93	7.99	1.24		0.186	0.0072	0.245	0.068	2.161	4.26	0.618	1.565	0.032

站位编号	pH	温度	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	石油类 (mg/L)	无机氮 (mg/L)	活性磷 酸盐 (mg/L)	铅 ($\mu\text{g/L}$)	镉 ($\mu\text{g/L}$)	铜 ($\mu\text{g/L}$)	锌 ($\mu\text{g/L}$)	铬 ($\mu\text{g/L}$)	砷 ($\mu\text{g/L}$)	汞 ($\mu\text{g/L}$)
YT-19-1	7.89	16.8	31.61	7.93	1.32	0.026	0.293	0.0085	0.179	0.079	2.182	3.192	2.143	1.475	ND
YT-19-2	7.92	17.1	31.63	8.26	1.32		0.1	0.0011	0.555	0.094	2.225	8.782	0.558	1.5	0.043
YT-19-3	7.95	17	31.59	8.91	1.32		0.214	0.0014	0.277	0.07	1.998	2.665	1.219	1.405	ND
YT-20-1	8.02	16.5	32.06	8.4	1.28	0.034	0.084	0.0054	0.264	0.081	2.19	5.586	1.096	1.458	0.009
YT-20-3	7.94	16.8	32.05	7.99	1.32		0.346	0.0119	0.254	0.092	2.112	3.4	0.501	1.398	0.048
YT-21-1	7.94	17.2	31.71	8.78	1.68	0.049	0.281	0.0085	0.48	0.085	2.358	6.509	0.748	1.525	0.025
YT-21-2	7.93	17.1	31.63	8.23	1.6		0.519	0.0006	0.45	0.076	2.513	4.273	0.461	1.576	0.008
YT-21-3	7.97	16.7	31.59	8.21	1.4		0.363	0.0031	0.257	0.064	2.261	3.606	0.657	1.322	ND
YT-22-1	8.01	16.9	32	8.71	1.08	0.036	0.09	0.0024	0.171	0.084	2.127	3.265	0.471	1.54	ND
YT-22-3	8	16.2	32	8.77	1.48		0.137	0.0001	0.303	0.084	2.136	8.939	0.486	1.623	0
最大值	8.08	17.60	91.95	8.91	2.32	0.049	0.649	0.012	1.751	0.494	8.548	48.670	2.143	1.906	0.187
最小值	7.65	16.20	31.49	7.26	0.76	0.011	0.008	0.000	0.046	0.063	1.379	2.665	0.156	1.302	0.000
平均值	7.97	16.87	32.92	8.10	1.30	0.029	0.176	0.004	0.362	0.163	3.846	21.012	0.488	1.595	0.031

表 4.2-5 2020 年 4 月水质监测结果表

站位	水温	pH	盐度	溶氧	化学需氧量	悬浮物	油类站位	油类	磷酸盐	无机氮	砷	汞	铜	铅	镉	总铬	锌
				mg/L							μg/L						
YT-1-1	10.7	8.03	32.39	10.27	0.64	27.50	YT-1	0.018	0.013	0.164	0.591	0.040	1.020	2.250	0.167	1.650	22.300
YT-1-2	10.5	7.98	32.04	9.92	0.60	30.50	YT-2	0.014	0.004	0.202	0.767	0.029	2.860	0.802	0.113	2.710	23.900
YT-1-3	10.6	8.03	32.14	10.17	0.56	30.00	YT-3	0.029	0.004	0.130	0.776	0.038	2.510	0.950	0.208	1.240	14.500
YT-2-1	10.7	7.96	32.06	9.98	0.92	37.50	YT-4	0.012	0.183	0.244	0.990	0.032	0.883	2.100	0.124	1.340	22.400
YT-2-2	10.5	8.00	32.08	9.20	0.64	34.50	YT-5	0.035	0.025	0.144	0.896	0.031	2.890	1.600	0.217	2.450	21.100
YT-2-3	10.6	8.03	32.09	9.10	0.56	23.50	YT-6	0.016	0.007	0.398	0.752	0.034	3.340	2.730	0.159	3.960	24.300
YT-3-1	10.7	8.05	31.93	9.73	0.76	31.50	YT-7	0.022	0.003	0.085	0.643	0.036	1.500	1.010	0.194	2.140	14.900
YT-3-2	11.0	8.03	31.92	9.00	1.53	38.50	YT-8	0.031	0.010	0.135	0.734	0.043	2.630	0.970	0.114	1.260	9.200
YT-3-3	10.7	8.11	31.94	10.19	0.84	34.50	YT-9	0.012	0.005	0.102	0.776	0.031	1.400	1.350	0.185	2.150	7.990
YT-4-1	10.4	8.04	32.00	9.73	0.76	41.00	YT-10	0.021	0.004	0.059	0.790	0.018	2.440	2.720	0.203	2.310	17.900
YT-4-3	10.4	8.03	31.60	10.42	0.76	41.50	YT-11	0.032	0.006	0.096	0.989	0.023	1.520	2.190	0.216	1.530	21.400
YT-5-1	11.2	8.04	32.00	10.00	1.53	35.00	YT-12	0.029	0.007	0.180	0.664	0.018	1.940	0.945	0.195	2.860	21.500
YT-5-2	10.5	8.06	32.09	10.13	0.68	33.00	YT-13	0.021	0.019	0.128	2.198	0.040	2.800	1.320	0.154	1.490	21.400
YT-5-3	10.6	8.07	31.14	10.03	0.52	40.50	YT-14	0.015	0.004	0.069	0.900	0.036	1.160	1.210	0.114	0.932	15.400
YT-6-1	10.6	8.03	32.02	10.17	0.68	43.00	YT-15	0.021	0.045	0.092	0.465	0.052	2.380	1.540	0.104	1.990	13.600
YT-6-2	10.9	8.05	32.29	9.94	0.76	63.50	YT-16	0.043	0.007	0.056	0.957	0.022	4.230	5.970	0.157	2.150	24.000
YT-6-3	10.9	8.10	32.22	9.97	0.68	43.00	YT-17	0.014	0.003	0.096	0.933	0.025	1.830	1.600	0.160	1.680	20.000
YT-7-1	10.6	8.04	31.08	9.51	0.87	48.00	YT-18	0.007	0.050	0.154	0.948	0.029	3.243	2.064	0.145	1.896	19.500
YT-7-2	10.7	8.02	32.10	11.93	1.05	52.10	YT-19	0.013	0.044	0.146	0.877	0.022	3.140	3.142	0.167	1.708	17.300
YT-7-3	10.7	8.04	31.80	10.29	1.08	56.60	YT-20	0.015	0.045	0.145	0.891	0.032	3.122	1.978	0.138	2.013	18.900
YT-8-1	10.6	7.31	31.86	9.37	1.69	67.00	YT-21	0.016	0.004	0.067	0.659	0.043	5.370	2.220	0.136	2.440	18.100
YT-8-3	10.4	7.99	32.73	9.57	1.29	39.00	YT-22	0.029	0.004	0.081	0.632	0.036	4.850	7.230	0.121	2.940	29.100
YT-9-1	10.6	8.09	31.95	10.30	0.52	40.00	YT-23	0.029	0.001	0.063	0.775	0.032	2.380	2.220	0.127	2.720	21.300
YT-9-2	10.4	8.10	32.02	10.81	0.84	54.50	YT-24	0.019	0.001	0.146	0.717	0.056	2.890	1.610	0.138	1.490	10.900

YT-9-3	10.4	8.08	32.01	10.38	0.76	45.50			0.001	0.292	0.782	0.058	1.060	1.960	0.143	1.510	12.600
YT-10-1	10.6	8.03	31.93	10.41	0.84	47.50			0.690	0.184	0.918	0.036	1.720	1.950	0.207	2.670	19.600
YT-10-2	11.0	7.95	31.94	10.56	0.92	50.00			1.288	0.099	1.199	0.025	1.440	0.741	0.100	2.650	16.300
YT-10-3	11.0	8.04	31.90	10.53	0.72	51.00			0.130	0.113	0.870	0.018	2.180	2.220	0.132	1.050	18.200
YT-11-1	10.7	8.09	31.58	9.31	0.68	39.50			0.065	0.069	3.128	0.027	1.930	1.180	0.133	1.930	13.800
YT-11-2	10.6	8.11	31.56	8.73	0.88	36.50			0.002	0.264	0.807	0.041	1.300	2.270	0.244	2.820	16.900
YT-11-3	10.5	8.10	31.74	10.35	0.68	45.50			0.006	0.111	1.030	0.040	1.950	1.680	0.221	1.570	14.000
YT-12-1	10.7	8.05	31.62	10.69	0.76	49.50			0.004	0.099	0.948	0.025	1.090	1.140	0.207	1.880	16.800
YT-12-2	10.9	8.04	31.61	10.43	0.84	64.50			0.195	0.113	0.844	0.040	1.990	6.340	0.217	1.680	21.700
YT-12-3	11.4	7.98	31.58	10.46	0.76	61.50			0.082	0.160	0.709	0.029	1.770	2.030	0.123	0.977	14.000
YT-13-1	11.1	8.06	31.86	10.03	0.84	36.00			0.033	0.188	1.414	0.040	2.840	2.000	0.193	1.780	24.400
YT-13-2	11.6	8.03	32.48	10.67	0.68	41.50			0.004	0.066	0.942	0.027	2.490	1.140	0.119	0.988	22.100
YT-13-3	11.4	8.04	32.01	10.61	0.60	45.00			0.008	0.101	0.899	0.041	2.210	1.110	0.200	2.400	10.000
YT-14-1	11.3	8.04	31.83	10.29	1.00	47.00			0.000	0.113	0.648	0.027	1.770	0.945	0.234	2.910	12.000
YT-14-2	11.1	8.08	31.83	10.92	0.60	57.50			0.008	0.202	0.795	0.018	2.110	2.240	0.231	2.710	15.400
YT-14-3	11.4	8.05	31.78	10.42	0.76	44.00			0.003	0.397	0.746	0.031	0.953	1.400	0.102	1.150	23.200
YT-15-1	11.4	8.03	31.74	10.22	0.60	62.50			0.004	0.146	0.730	0.038	1.470	2.280	0.089	0.980	16.400
YT-15-2	11.5	8.06	31.78	10.36	1.16	63.00			0.057	0.111	1.039	0.052	1.110	0.952	0.231	2.840	19.900
YT-15-3	10.8	8.07	31.70	10.10	0.88	69.50			0.001	0.090	0.685	0.031	2.850	2.060	0.094	1.450	13.600
YT-16-1	11.3	8.06	31.76	10.48	0.32	46.00			0.007	0.091	0.892	0.027	2.660	1.950	0.223	2.490	22.000
YT-16-3	11.0	8.10	31.79	9.66	0.60	54.00			0.010	0.044	0.684	0.029	2.600	0.739	0.088	2.800	14.300
YT-17-1	11.2	7.98	31.82	10.88	0.60	34.00			0.007	0.109	0.967	0.043	1.000	2.100	0.083	2.210	20.600
YT-17-2	11.1	8.03	31.72	11.14	1.24	48.00			0.010	0.107	0.922	0.032	2.820	2.410	0.249	1.870	24.000
YT-17-3	11.8	8.04	31.65	11.02	0.80	38.00			0.011	0.099	1.066	0.041	0.970	1.240	0.090	2.670	10.600
YT-18-1	11.7	8.00	31.71	11.02	1.04	42.50			0.001	0.069	0.678	0.031	2.300	1.050	0.219	2.950	15.200
YT-18-2	11.6	8.07	31.45	10.43	0.52	54.50			0.009	0.102	0.718	0.034	1.210	2.140	0.229	2.900	19.900
YT-18-3	11.7	8.06	31.50	10.55	0.68	81.50			0.006	0.178	0.806	0.029	1.900	1.400	0.148	1.830	11.500
YT-19-1	11.4	8.02	31.69	10.69	0.84	39.25			0.009	0.076	0.893	0.043	1.250	1.230	0.216	2.900	18.300
YT-19-2	11.7	8.04	31.70	10.05	0.88	36.50			0.006	0.122	2.853	0.041	2.230	8.850	0.229	1.830	36.600
YT-19-3	11.6	8.02	31.78	10.47	0.92	55.00			0.006	0.111	0.752	0.032	2.140	0.782	0.244	2.980	21.800

YT-20-1	11.5	7.99	31.67	9.97	0.68	61.00			0.015	0.080	0.925	0.031	2.700	1.660	0.201	1.000	16.900
YT-20-3	11.7	8.02	31.65	10.53	0.92	46.50			0.007	0.554	0.639	0.034	1.900	1.970	0.112	1.570	10.200
YT-21-1	10.9	8.05	31.55	10.00	1.00	30.00			0.007	0.093	1.035	0.045	2.819	0.887	0.113	1.717	12.889
YT-21-2	11.7	8.04	31.64	9.47	0.68	38.50			0.005	0.138	0.740	0.034	1.740	2.030	0.218	2.890	24.500
YT-21-3	11.7	8.06	31.76	10.88	0.84	33.50			0.006	0.180	0.595	0.031	1.230	1.790	0.157	0.952	14.600
YT-22-1	11.5	8.03	31.70	10.73	0.68	42.00			0.006	0.080	0.723	0.032	0.922	1.940	0.232	2.710	22.100
YT-22-3	11.3	8.03	31.68	10.81	0.68	37.50			0.008	0.069	0.764	0.032	1.690	2.160	0.137	1.480	10.000
YT-23-2	11.3	8.03	31.68	10.37	0.76	72.00			0.006	0.127	0.734	0.034	1.440	2.360	0.113	1.910	15.700
YT-24-2	11.2	8.02	31.67	9.01	0.84	43.00			0.007	0.066	0.733	0.030	1.320	1.450	0.097	1.030	15.900

注：N.D表示未检出。

4.2.1.6 海水水质评价结果

（1）2020 年 10 月水质海水水质评价结果

2020 年 10 月水质调查评价结果见表 4.2-6。根据《山东省海洋功能区划》，本次调查站位中 1、2、5、6、9、10、13、14、17 号站位位于烟台-威海北近海农渔业区，4、8 号站位位于蓬莱东部农渔业区，15、19、21 号站位位于烟台套子湾农渔业区，20、22 号站位位于烟台金沙滩旅游休闲娱乐区，海水水质评价均执行第二类水质标准；3、7、11、18 号站位位于蓬莱-烟台近海港口航运区，12、16 号站位位于烟台西港口航运区，海水水质评价均执行第三类水质标准。

评价结果表明，除 3 号站位底层溶解氧超三类海水水质标准，符合四类海水水质标准；1 号站位表、中、底层，2 号站位中、底层，5 号、20 号、21 号站位底层无机氮超二类海水水质标准，符合三类海水水质标准；5 号站位中层无机氮超三类海水水质标准，符合四类海水水质标准；5 号站位表层、21 号站位中层无机氮超四类海水水质标准外，其余各站位各评价因子均符合所在功能区的海水水质标准。

（2）2020 年 4 月水质海水水质评价结果

2020 年 4 月水质调查评价结果见表 4.2-7。根据《山东省海洋功能区划》，本次调查站位中 1、2、5、6、9、10、13、14、17 号站位位于烟台-威海北近海农渔业区，4、8 号站位位于蓬莱东部农渔业区，15、19、21 号站位位于烟台套子湾农渔业区，20、22 号站位位于烟台金沙滩旅游休闲娱乐区，海水水质评价均执行第二类水质标准；3、7、11、18 号站位位于蓬莱-烟台近海港口航运区，12、16、24 号站位位于烟台西港口航运区，海水水质评价均执行第三类水质标准；23 号站位位于平畅河口特殊利用区，海水水质评价执行第四类水质标准。

pH: 执行第二类水质标准的 16 个站位中，除 8 号站位外均符合第二类水质标准，8 号站位符合第三类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

中层执行第二类水质标准的 12 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准；执行第四类水质标准的 1 个站位符合第四类水质标准。

底层执行第二类水质标准的 16 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行

第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

DO、COD、铜、总铬、镉、锌、汞、砷：表层执行第二类水质标准的 16 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

中层执行第二类水质标准的 12 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准；执行第四类水质标准的 1 个站位符合第四类水质标准。

底层执行第二类水质标准的 16 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

石油类：执行第二类水质标准的 16 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 7 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准；执行第四类水质标准的 1 个站位符合第四类水质标准。

无机氮：表层执行第二类水质标准的 16 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

中层执行第二类水质标准的 12 个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准；执行第四类水质标准的 1 个站位符合第四类水质标准。

底层执行第二类水质标准的 16 个站位中，除 2、14、20 号站位外均符合第二类水质标准，2、14 号站位符合第三类水质标准，20 号站位符合第四类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

活性磷酸盐：执行第二类水质标准的 16 个站位中，除 2、6、10、13 号站位外均符合第二类水质标准，6、13 号站位符合第四类水质标准，2、10 号站位超第四类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，除 7、11 号站位外均符合第三类水质标准，7、11 号站位超第四类水质标准。

中层执行第二类水质标准的 12 个站位中，除 10、15 号站位外均符合第二类水质标准，10、15 号站位超第四类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，除 7、12 号站位外均符合第三类水质标准，7 号站位符合第四类水质标准，12 号站位超第四类水质标准；执行第四类水质标准的 1 个站位符合第四类水质标准。

底层执行第二类水质标准的 16 个站位中，除 10 号站位外均符合第二类水质标准，10 号站位超第四类水质标准；执行第三类水质标准的 6 个站位中，除 7、12 号站位外均

符合第三类水质标准，7号站位符合第四类水质标准，12号站位超第四类水质标准。

铅：表层执行第二类水质标准的16个站位中，所有站位均符合第二类水质标准；执行第三类水质标准的6个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

中层执行第二类水质标准的12个站位中，除6、19号站位外均符合第二类水质标准，6、19号站位符合第三类水质标准；执行第三类水质标准的6个站位中，所有站位均符合第三类水质标准；执行第四类水质标准的1个站位符合第四类水质标准。

底层执行第二类水质标准的16个站位中，除8号站位外均符合第二类水质标准，8号站位符合第三类水质标准；执行第三类水质标准的6个站位中，所有站位均符合第三类水质标准。

②小结

2020年4月调查结果表明，主要超标因子为pH、无机氮、活性磷酸盐、铅，其余所有因子调查结果均符合相应的海水水质标准。无机氮、活性磷酸盐超标可能与近岸养殖较多，海水富营养化有关。

表 4.2-6 2020 年 10 月水质评价结果表

站位编号	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
YT-1-1	0.514	0.078	0.454	0.640	1.098	0.153	0.024	0.019	0.251	0.532	0.005	0.054	0.927	2
YT-1-2	0.514	0.155	0.414		1.075	0.073	0.146	0.026	0.256	0.547	0.004	0.055	0.935	2
YT-1-3	0.514	0.210	0.441		1.193	0.140	0.027	0.024	0.377	0.626	0.004	0.059	0.047	2
YT-2-1	0.486	0.044	0.454	0.860	0.728	0.163	0.056	0.020	0.190	0.564	0.004	0.055	0.186	2
YT-2-2	0.457	0.089	0.401		1.224	0.197	0.071	0.027	0.287	0.441	0.004	0.056	0.002	2
YT-2-3	0.400	0.073	0.428		1.069	0.207	0.089	0.028	0.275	0.556	0.006	0.058	0.063	2
YT-3-1	0.230	0.126	0.361	0.087	0.647	0.220	0.024	0.013	0.096	0.336	0.003	0.037	0.083	3
YT-3-2	0.230	0.090	0.311		0.585	0.073	0.026	0.011	0.096	0.286	0.005	0.036	0.081	3
YT-3-3	0.240	1.526	0.381		0.473	0.040	0.027	0.011	0.089	0.307	0.004	0.038	0.060	3
YT-4-1	0.314	0.071	0.508	0.520	0.770	0.277	0.042	0.029	0.266	0.425	0.004	0.061	ND	2
YT-4-3	0.314	0.038	0.508		0.866	0.027	0.074	0.030	0.336	0.460	0.005	0.063	0.004	2
YT-5-1	0.800	0.016	0.775	0.720	2.163	0.053	0.024	0.033	0.493	0.604	0.008	0.054	0.116	2
YT-5-2	0.686	0.044	0.601		1.514	0.363	0.098	0.044	0.855	0.625	0.006	0.055	0.029	2
YT-5-3	0.629	0.046	0.628		1.329	0.063	0.016	0.052	0.525	0.636	0.003	0.054	0.010	2
YT-6-1	0.457	0.014	0.454	0.520	0.342	0.183	0.047	0.023	0.233	0.597	0.005	0.056	0.053	2
YT-6-2	0.343	0.035	0.414		0.401	0.023	0.018	0.025	0.343	0.673	0.006	0.055	0.031	2
YT-6-3	0.314	0.081	0.414		0.210	0.173	0.010	0.023	0.138	0.449	0.004	0.064	0.069	2
YT-7-1	0.200	0.058	0.331	0.037	0.204	0.227	0.056	0.024	0.082	0.155	0.002	0.035	ND	3
YT-7-2	0.220	0.004	0.341		0.424	0.207	0.031	0.024	0.092	0.166	0.002	0.035	0.002	3
YT-7-3	0.250	0.042	0.331		0.042	0.283	0.041	0.027	0.096	0.180	0.002	0.035	0.033	3
YT-8-1	0.400	0.014	0.441	0.940	0.356	0.070	0.044	0.049	0.356	0.492	0.003	0.057	0.021	2
YT-8-3	0.429	0.201	0.414		0.397	0.080	0.055	0.070	0.632	0.686	0.003	0.058	0.067	2
YT-9-1	0.457	0.041	0.401	0.680	0.432	0.013	0.108	0.094	0.426	0.389	0.004	0.062	0.059	2
YT-9-2	0.371	0.000	0.361		0.311	0.063	0.210	0.099	0.284	0.371	0.004	0.053	ND	2
YT-9-3	0.286	0.047	0.561		0.182	0.127	0.033	0.024	0.347	0.323	0.002	0.051	0.008	2
YT-10-1	0.200	0.041	0.294	0.320	0.049	0.163	0.094	0.035	0.787	0.865	0.002	0.050	0.010	2
YT-10-2	0.514	0.030	0.254		0.119	0.117	0.009	0.022	0.461	0.351	0.003	0.049	0.024	2

站位编号	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
YT-10-3	0.314	0.022	0.307		0.026	0.173	0.077	0.022	0.554	0.323	0.003	0.051	0.071	2
YT-11-1	0.150	0.000	0.230	0.040	0.251	0.050	0.045	0.024	0.109	0.278	0.002	0.030	ND	3
YT-11-2	0.060	0.050	0.240		0.253	0.123	0.026	0.020	0.101	0.188	0.002	0.032	0.378	3
YT-11-3	0.060	0.137	0.311		0.373	0.040	0.030	0.017	0.086	0.255	0.002	0.030	0.468	3
YT-12-1	0.260	0.204	0.240	0.053	0.074	0.003	0.011	0.009	0.089	0.120	0.001	0.031	0.493	3
YT-12-2	0.270	0.089	0.341		0.085	0.100	0.034	0.010	0.148	0.158	0.001	0.031	ND	3
YT-12-3	0.270	0.002	0.200		0.093	0.140	0.019	0.008	0.039	0.213	0.001	0.030	ND	3
YT-13-1	0.657	0.035	0.387	0.660	0.230	0.063	0.040	0.021	0.314	0.367	0.004	0.046	ND	2
YT-13-2	0.571	0.085	0.441		0.246	0.027	0.037	0.027	0.440	0.370	0.005	0.053	ND	2
YT-13-3	0.429	0.011	0.361		0.175	0.390	0.041	0.022	0.247	0.238	0.004	0.049	0.394	2
YT-14-1	0.314	0.041	0.361	0.560	0.356	0.293	0.350	0.049	0.253	0.515	0.002	0.052	ND	2
YT-14-2	0.257	0.085	0.468		0.645	0.210	0.092	0.057	0.344	0.534	0.002	0.048	ND	2
YT-14-3	0.743	0.058	0.454		0.078	0.220	0.190	0.058	0.569	0.589	0.003	0.048	0.024	2
YT-15-1	0.514	0.055	0.481	0.240	0.444	0.000	0.073	0.044	0.497	0.540	0.004	0.054	0.059	2
YT-15-2	0.343	0.001	0.334		0.448	0.127	0.124	0.045	0.512	0.536	0.005	0.057	ND	2
YT-15-3	0.371	0.215	0.401		0.470	0.250	0.100	0.052	0.697	0.720	0.006	0.055	ND	2
YT-16-1	0.010	0.012	0.401	0.110	0.287	0.067	0.019	0.012	0.092	0.405	0.002	0.026	0.026	3
YT-16-3	0.100	0.176	0.281		0.150	0.023	0.046	0.014	0.102	0.487	0.002	0.027	0.446	3
YT-17-1	0.743	0.084	0.361	0.680	0.528	0.097	0.074	0.051	0.468	0.415	0.003	0.051	0.015	2
YT-17-2	0.543	0.051	0.294		0.430	0.190	0.117	0.052	0.485	0.462	0.003	0.044	0.283	2
YT-17-3	0.400	0.119	0.414		0.425	0.247	0.086	0.039	0.347	0.346	0.002	0.053	ND	2
YT-18-1	0.150	0.068	0.391	0.100	0.679	0.093	0.057	0.006	0.044	0.046	0.003	0.029	ND	3
YT-18-2	0.110	0.068	0.351		0.478	0.023	0.021	0.007	0.076	0.107	0.003	0.031	ND	3
YT-18-3	0.080	0.014	0.311		0.466	0.240	0.024	0.007	0.043	0.043	0.003	0.031	0.160	3
YT-19-1	0.743	0.023	0.441	0.520	0.977	0.283	0.036	0.016	0.218	0.064	0.021	0.049	ND	2
YT-19-2	0.657	0.106	0.441		0.335	0.037	0.111	0.019	0.222	0.176	0.006	0.050	0.214	2
YT-19-3	0.571	0.318	0.441		0.712	0.047	0.055	0.014	0.200	0.053	0.012	0.047	ND	2
YT-20-1	0.371	0.124	0.428	0.680	0.279	0.180	0.053	0.016	0.219	0.112	0.011	0.049	0.047	2
YT-20-3	0.600	0.004	0.441		1.153	0.397	0.051	0.018	0.211	0.068	0.005	0.047	0.241	2

站位编号	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	水质标准
YT-21-1	0.600	0.289	0.561	0.980	0.936	0.283	0.096	0.017	0.236	0.130	0.007	0.051	0.125	2
YT-21-2	0.629	0.096	0.534		1.728	0.020	0.090	0.015	0.251	0.085	0.005	0.053	0.038	2
YT-21-3	0.514	0.064	0.468		1.210	0.103	0.051	0.013	0.226	0.072	0.007	0.044	ND	2
YT-22-1	0.400	0.251	0.361	0.720	0.300	0.080	0.034	0.017	0.213	0.065	0.005	0.051	ND	2
YT-22-3	0.429	0.227	0.494		0.456	0.003	0.061	0.017	0.214	0.179	0.005	0.054	0.000	2
最小值	0.010	0.000	0.20	0.04	0.026	0.000	0.009	0.006	0.039	0.043	0.001	0.026	0.927	
最大值	0.800	1.526	0.77	0.98	2.163	0.397	0.350	0.099	0.855	0.865	0.021	0.064	0.000	

表 4.2-7a 2020 年 4 月海水水质评价结果（表层）

项目 站位	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅	镉	总铬	锌	汞	砷
YT-1-1	0.34	0.13	0.21	0.55	0.44	0.36	0.10	0.45	0.03	0.02	0.45	0.20	0.02
YT-2-1	0.54	0.18	0.31	0.81	6.10	0.27	0.09	0.42	0.02	0.01	0.45	0.16	0.03
YT-3-1	0.25	0.19	0.19	0.21	0.09	0.10	0.03	0.10	0.02	0.01	0.15	0.18	0.01
YT-4-1	0.31	0.23	0.25	0.20	0.14	0.25	0.24	0.54	0.04	0.02	0.36	0.09	0.03
YT-5-1	0.31	0.16	0.51	0.60	0.23	0.70	0.19	0.19	0.04	0.03	0.43	0.09	0.02
YT-6-1	0.34	0.15	0.23	0.31	1.50	0.31	0.24	0.31	0.02	0.02	0.27	0.26	0.02
YT-7-1	0.24	0.22	0.22	0.39	1.67	0.07	0.06	0.21	0.01	0.01	0.20	0.14	0.02
YT-8-1	2.40	0.28	0.56	0.22	0.13	0.62	0.54	0.44	0.03	0.02	0.36	0.22	0.02
YT-9-1	0.17	0.13	0.17	0.21	0.02	0.24	0.24	0.44	0.03	0.03	0.43	0.16	0.03
YT-10-1	0.34	0.11	0.28	0.61	23.00	0.42	0.17	0.39	0.04	0.03	0.39	0.18	0.03
YT-11-1	0.29	0.25	0.17	0.17	2.17	0.11	0.04	0.12	0.01	0.01	0.14	0.14	0.06
YT-12-1	0.25	0.05	0.19	0.25	0.12	0.10	0.02	0.11	0.02	0.01	0.17	0.13	0.02
YT-13-1	0.26	0.16	0.28	0.63	1.10	0.42	0.28	0.40	0.04	0.02	0.49	0.20	0.05
YT-14-1	0.31	0.11	0.33	0.38	0.00	0.31	0.18	0.19	0.05	0.03	0.24	0.14	0.02
YT-15-1	0.34	0.11	0.20	0.49	0.13	0.42	0.15	0.46	0.02	0.01	0.33	0.19	0.02
YT-16-1	0.26	0.06	0.08	0.23	0.22	0.14	0.05	0.20	0.02	0.01	0.22	0.14	0.02
YT-17-1	0.49	0.01	0.20	0.36	0.25	0.28	0.10	0.42	0.02	0.02	0.41	0.22	0.03
YT-18-1	0.20	0.03	0.26	0.17	0.05	0.02	0.05	0.11	0.02	0.01	0.15	0.15	0.01

YT-19-1	0.37	0.03	0.28	0.25	0.29	0.26	0.13	0.25	0.04	0.03	0.37	0.22	0.03
YT-20-1	0.46	0.15	0.23	0.27	0.49	0.31	0.27	0.33	0.04	0.01	0.34	0.15	0.03
YT-21-1	0.29	0.17	0.33	0.31	0.23	0.33	0.28	0.18	0.02	0.02	0.26	0.23	0.03
YT-22-1	0.34	0.02	0.23	0.27	0.21	0.57	0.09	0.39	0.05	0.03	0.44	0.16	0.02
YT-23						0.06							
YT-24						0.06							
最大值	2.40	0.28	0.56	0.81	23.00	0.70	0.54	0.54	0.05	0.03	0.49	0.26	0.06
最小值	0.17	0.01	0.08	0.17	0.00	0.02	0.02	0.10	0.01	0.01	0.14	0.09	0.01

表 4.2-7b 2020 年 4 月海水水质评价结果（中层）

项目 站位	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	镉	总铬	锌	汞	砷
YT-1-2	0.49	0.20	0.20	0.67	0.13	0.29	0.16	0.02	0.03	0.48	0.14	0.03
YT-2-2	0.43	0.31	0.21	0.48	0.84	0.29	0.32	0.04	0.02	0.42	0.15	0.03
YT-3-2	0.23	0.28	0.38	0.34	0.34	0.05	0.10	0.01	0.01	0.09	0.22	0.01
YT-5-2	0.26	0.16	0.23	0.43	0.64	0.28	0.26	0.03	0.01	0.43	0.20	0.07
YT-6-2	0.29	0.18	0.25	0.19	0.23	0.42	1.19	0.03	0.02	0.48	0.11	0.03
YT-7-2	0.22	0.12	0.26	0.37	1.47	0.06	0.31	0.02	0.01	0.17	0.11	0.02
YT-9-2	0.14	0.05	0.28	0.49	0.04	0.29	0.32	0.03	0.01	0.22	0.28	0.02
YT-10-2	0.57	0.07	0.31	0.33	42.92	0.14	0.15	0.02	0.03	0.33	0.13	0.04
YT-11-2	0.31	0.33	0.22	0.66	0.05	0.03	0.23	0.02	0.01	0.17	0.21	0.02
YT-12-2	0.24	0.08	0.21	0.28	6.49	0.04	0.63	0.02	0.01	0.22	0.20	0.02
YT-13-2	0.34	0.03	0.23	0.22	0.13	0.25	0.23	0.02	0.01	0.44	0.14	0.03
YT-14-2	0.20	0.01	0.20	0.67	0.26	0.21	0.45	0.05	0.03	0.31	0.09	0.03
YT-15-2	0.26	0.09	0.39	0.37	1.90	0.11	0.19	0.05	0.03	0.40	0.26	0.03
YT-17-2	0.34	0.03	0.41	0.36	0.32	0.28	0.48	0.05	0.02	0.48	0.16	0.03
YT-18-2	0.27	0.06	0.13	0.26	0.29	0.02	0.21	0.02	0.01	0.20	0.17	0.01
YT-19-2	0.31	0.13	0.29	0.41	0.19	0.22	1.77	0.05	0.02	0.73	0.21	0.10
YT-21-2	0.31	0.23	0.23	0.46	0.18	0.17	0.41	0.04	0.03	0.49	0.17	0.02
YT-23-2	0.23	0.07	0.15	0.25	0.14	0.03	0.05	0.01	0.00	0.03	0.07	0.01
YT-24-2	0.22	0.28	0.21	0.16	0.22	0.03	0.15	0.01	0.01	0.16	0.15	0.01
最大值	0.57	0.33	0.41	0.67	42.92	0.42	1.77	0.05	0.03	0.73	0.28	0.10
最小值	0.14	0.01	0.13	0.16	0.04	0.02	0.05	0.01	0.00	0.03	0.07	0.01

表 4.2-7c 2020 年 4 月海水水质评价结果（底层）

项目 站位	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	镉	总铬	锌	汞	砷
YT-1-3	0.34	0.15	0.19	0.43	0.12	0.25	0.19	0.04	0.01	0.29	0.19	0.03
YT-2-3	0.34	0.33	0.19	1.33	0.23	0.33	0.55	0.03	0.04	0.49	0.17	0.03
YT-3-3	0.31	0.12	0.21	0.25	0.16	0.03	0.14	0.02	0.01	0.08	0.15	0.02
YT-4-3	0.34	0.12	0.25	0.32	0.20	0.15	0.44	0.04	0.02	0.43	0.12	0.03
YT-5-3	0.23	0.17	0.17	0.23	0.14	0.12	0.24	0.02	0.01	0.31	0.18	0.03
YT-6-3	0.14	0.17	0.23	0.32	0.11	0.18	0.32	0.03	0.02	0.40	0.13	0.03
YT-7-3	0.24	0.11	0.27	0.36	1.50	0.06	0.20	0.01	0.01	0.19	0.16	0.02
YT-8-3	0.46	0.26	0.43	0.27	0.12	0.49	1.45	0.02	0.03	0.58	0.18	0.02
YT-9-3	0.20	0.12	0.25	0.97	0.02	0.11	0.39	0.03	0.02	0.25	0.29	0.03
YT-10-3	0.31	0.08	0.24	0.38	4.33	0.22	0.44	0.03	0.01	0.36	0.09	0.03
YT-11-3	0.30	0.11	0.17	0.28	0.20	0.04	0.17	0.02	0.01	0.14	0.20	0.02
YT-12-3	0.18	0.06	0.19	0.40	2.74	0.04	0.20	0.01	0.00	0.14	0.14	0.01
YT-13-3	0.31	0.05	0.20	0.34	0.26	0.22	0.22	0.04	0.02	0.20	0.21	0.03
YT-14-3	0.29	0.08	0.25	1.32	0.10	0.10	0.28	0.02	0.01	0.46	0.15	0.02
YT-15-3	0.23	0.16	0.29	0.30	0.04	0.29	0.41	0.02	0.01	0.27	0.15	0.02
YT-16-3	0.30	0.19	0.15	0.11	0.32	0.05	0.07	0.01	0.01	0.14	0.14	0.01
YT-17-3	0.31	0.04	0.27	0.33	0.35	0.10	0.25	0.02	0.03	0.21	0.21	0.04
YT-18-3	0.26	0.04	0.17	0.44	0.21	0.04	0.14	0.01	0.01	0.12	0.14	0.02
YT-19-3	0.37	0.06	0.31	0.37	0.21	0.21	0.16	0.05	0.03	0.44	0.16	0.03
YT-20-3	0.37	0.05	0.31	1.85	0.22	0.19	0.39	0.02	0.02	0.20	0.17	0.02
YT-21-3	0.26	0.01	0.28	0.60	0.20	0.12	0.36	0.03	0.01	0.29	0.15	0.02
YT-22-3	0.34	0.02	0.23	0.23	0.25	0.17	0.43	0.03	0.01	0.20	0.16	0.03
最大值	0.46	0.33	0.43	1.85	4.33	0.49	1.45	0.05	0.04	0.58	0.29	0.04
最小值	0.14	0.01	0.15	0.11	0.02	0.03	0.07	0.01	0.00	0.08	0.09	0.01

4.2.2 海洋沉积物环境质量现状调查

4.2.2.1 调查时间和站位布设

为了解工程附近海域的沉积物质量状况，2020年10月中国海洋大学对工程海域进行了13个站位的沉积物调查，调查站位分布及经纬度坐标见表4.2-1a、图4.2-1a所示。

4.2.2.2 调查分析项目

2020年10月沉积物调查分析项目：砷、汞、铜、铅、镉、铬、石油类、硫化物、有机碳等9项。

4.2.2.3 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）、《海洋调查规范》（GB12763-2007）中的相关规定执行。

表 4.2-8 沉积物监测项目和分析方法

项	分析方法	检出限	项	分析方法	检出限
有	重铬酸钾氧		镉	火焰原子吸	6×10^{-6}
硫	碘量法	4×10^{-6}	镉	无火焰原子	0.04×10^{-6}
石	紫外分光光	3×10^{-6}	汞	原子荧光法	0.002×10^{-6}
铜	无火焰原子	0.5×10^{-6}	铬	无火焰原子	2×10^{-6}
铅	无火焰原子	1×10^{-6}	砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}

4.2.2.4 评价标准

(1) 评价方法

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》的海洋环境保护要求和《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），保护区、农渔业区和保留区沉积物质量评价执行第一类标

准，港口航运区（航道、锚地）执行第二类标准，港口航运区（港口）执行第三类标准。各标准值详见表 4.2-9。

表 4.2-9 海洋沉积物评价标准

项目	一类标准	二类标准	三类标准	项目	一类标准	二类标准	三类标准
石油类($\times 10^{-6}$)	≤ 500.0	≤ 1000.0	≤ 1500.0	锌($\times 10^{-6}$)	≤ 150.0	≤ 350.0	≤ 600.0
硫化物($\times 10^{-6}$)	≤ 300.0	≤ 500.0	≤ 600.0	镉($\times 10^{-6}$)	≤ 0.50	≤ 1.50	≤ 5.00
有机碳($\times 10^{-2}$)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4.0	汞($\times 10^{-6}$)	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.00
铜($\times 10^{-6}$)	≤ 35.0	≤ 100.0	≤ 200.0	铬($\times 10^{-6}$)	≤ 80.0	≤ 150.0	≤ 270.0
铅($\times 10^{-6}$)	≤ 60.0	≤ 130.0	≤ 250.0	砷($\times 10^{-6}$)	≤ 20.0	≤ 65.0	≤ 93.0

(2) 评价方法

评价方法采用标准指数法。

其中单因子污染指数法按以下公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i ——第 i 种污染物的污染指数；

C_i ——第 i 种污染物的实测浓度；

S_i ——第 i 种污染物的评价标准。

I_i 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。比值 1.0 是评价因子的基本界限，当评价因子大于 1.0 时，表明该项污染因子已超过评价标准，海域受到该评价因子的污染。

4.2.2.5 海洋沉积物环境质量监测结果

2020 年 10 月海洋沉积物监测结果见表 4.2-10。

4.2.2.6 海洋沉积物环境质量评价结果

根据《山东省海洋功能区划》，本次调查站位中 1、6、9、10、14、17 号站位位于烟台-威海北近海农渔业区，8 号站位位于蓬莱东部农渔业区，19 号站位位于烟台套子湾农渔业区，22 号站位位于烟台金沙滩旅游休闲娱乐区，沉积物质量评价均执行第一类水质标准；3、11 号站位位于蓬莱-烟台近海港口航运区，12、16 号站位位于烟台

西港口航运区，沉积物质量评价均执行第二类水质标准。

沉积物质量评价结果见表 4.2-11。

本次调查工程周边及附近海域沉积物个各调查站位各监测因子均符合所在功能区的海洋沉积物质量标准要求，沉积物质量良好。

表 4.2-10 海洋沉积物监测结果（2020 年 10 月）

站位	有机碳	石油类	硫化物	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
	10 ⁻²	10 ⁻⁶								
YT-1	0.80	232.77	51.0994	0.026	7.636	22.10	15.23	76.91	0.10	69.423
YT-3	0.91	412.36	93.4796	0.029	6.505	21.56	14.82	76.38	0.10	68.646
YT-6	0.94	77.95	29.5493	0.029	8.685	21.02	15.44	74.70	0.09	67.673
YT-8	0.80	31.31	30.5251	0.021	7.781	17.69	14.42	69.25	0.09	62.252
YT-9	0.91	167.55	53.6213	0.024	6.456	19.29	14.26	69.99	0.09	65.066
YT-10	0.86	124.99	62.9174	0.026	6.867	22.37	15.97	81.37	0.10	75.683
YT-11	0.91	141.05	61.2710	0.028	6.526	23.54	16.17	83.78	0.11	74.513
YT-12	0.83	228.00	82.1165	0.028	7.591	22.22	15.45	77.64	0.10	71.784
YT-14	0.93	92.57	64.0992	0.027	7.260	22.05	15.38	76.34	0.10	67.751
YT-16	0.79	27.13	51.3669	0.020	5.413	15.90	14.38	62.44	0.08	67.778
YT-17	0.96	80.56	32.7609	0.030	8.086	22.35	15.91	79.50	0.10	75.625
YT-19	0.77	94.06	53.3173	0.030	7.589	23.07	16.35	83.08	0.10	70.696
YT-22	1.22	36.58	58.4241	0.032	6.565	22.96	15.93	81.98	0.10	59.893

表 4.2-11 2020 年 10 月沉积物评价结果表

项目	有机碳	石油类	硫化物	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	沉积物标准
YT-1	0.402	0.466	0.170	0.254	0.192	0.631	0.513	0.868	0.382	0.132	1
YT-3	0.304	0.412	0.187	0.114	0.064	0.216	0.218	0.458	0.100	0.057	2
YT-6	0.470	0.156	0.098	0.257	0.176	0.601	0.498	0.846	0.434	0.147	1
YT-8	0.400	0.063	0.102	0.240	0.171	0.505	0.462	0.778	0.389	0.103	1
YT-9	0.456	0.335	0.179	0.238	0.175	0.551	0.467	0.813	0.323	0.121	1
YT-10	0.431	0.250	0.210	0.266	0.203	0.639	0.542	0.946	0.343	0.130	1
YT-11	0.303	0.141	0.123	0.124	0.073	0.235	0.239	0.497	0.100	0.056	2
YT-12	0.277	0.228	0.164	0.119	0.068	0.222	0.222	0.479	0.117	0.057	2
YT-14	0.463	0.185	0.214	0.256	0.192	0.630	0.509	0.847	0.363	0.135	1
YT-16	0.262	0.027	0.103	0.111	0.056	0.159	0.178	0.452	0.083	0.041	2
YT-17	0.481	0.161	0.109	0.265	0.203	0.639	0.530	0.945	0.404	0.149	1
YT-19	0.384	0.188	0.178	0.272	0.203	0.659	0.554	0.884	0.379	0.148	1

项目	有机碳	石油类	硫化物	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	沉积物标准
YT-22	0.612	0.073	0.195	0.266	0.204	0.656	0.547	0.749	0.328	0.159	1
最小值	0.262	0.027	0.098	0.111	0.056	0.159	0.178	0.452	0.083	0.041	
最大值	0.612	0.466	0.214	0.272	0.204	0.659	0.554	0.946	0.434	0.159	
平均值	0.403	0.207	0.156	0.214	0.152	0.488	0.421	0.735	0.288	0.110	

4.2.3 海洋生态概况

2020年10月，中国海洋大学在工程附近海域进行了生物调查，布设生物调查站位13个，调查内容包括：叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物，调查站位详见图4.2-1a、表4.2-1a。

2020年4月，中国海洋大学对工程周边海域进行了海洋生态调查，布设调查站位13个，其中，浮游植物、浮游动物和底栖生物调查站位13个，叶绿素a调查站位13个，调查站位详见图4.2-1b、表4.2-1b。

4.2.3.1 生物采集与分析方法

(1) 调查方法

1) 叶绿素a

取叶绿素a样品水样1000mL，经孔径0.45um的滤膜过滤后，干燥冷藏保存，采用分光光度法进行分析，按Jeffrey-Humphrey的方程式计算叶绿素a的含量。

2) 浮游植物

样品用浅水III型浮游生物网自底至表垂直拖曳获得，经碘液固定、保存，显微镜下观察进行种类鉴定，个体记数。

3) 浮游动物

样品用浅水I型浮游生物网自底至表垂直拖取获得，经5%福尔马林海水溶液固定、保存，显微镜下进行种类鉴定，个体记数，挑去杂质，称其湿重并计算湿重生物量。

4) 底栖生物

样品的采集、保存和运输按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的规定进行。采用0.05m²的曙光型采泥器进行采样，每站采

5 斗。所获泥样经孔径为 0.5mm 的筛子冲洗后，放入样品瓶内，再用 75% 的酒精固定。样品运回实验室后，在显微镜下进行种类鉴定并用感量为 0.001g 的天平称重。生物密度和生物量分别换算成个/m² 和 mg/m²。

（2）评价方法

根据各站位的生物密度，分别计算底栖生物的多样性指数、均匀度指数和丰富度指数，计算公式如下：

1) 香农-威纳（Shannon-Wiener）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-

N_T——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

4.2.3.2 叶绿素 a

(1) 春季

2020年4月调查期间叶绿素 a 分布情况见下表。各测站各层叶绿素 a 含量变化范围为 0~2.11mg/L，平均为 0.94mg/L，22 号站位底层最高，14 号站位表层最低，各站位表层叶绿素 a 的分布较为平均。

表 4.2-12a 2020 年 4 月各站点叶绿素-a 浓度

站位号	叶绿素 a (10^{-6})	站位号	叶绿素 a (10^{-6})
1-表	1.23	13-中	0.06
1-中	1.29	13-底	0.95
1-底	0.82	14-表	0
2-表	0.82	14-中	0.95
2-中	1.23	14-底	0.47
2-底	1.29	15-表	0.47
3-表	0.82	15-中	0.82
3-中	1.29	15-底	0.82
3-底	1.23	16-表	1.29
4-表	1.29	16-底	1.64
4-底	1.7	17-表	1.7
5-表	0.47	17-中	1.29
5-中	0.47	17-底	1.23
5-底	0.47	18-表	1.23
6-表	0.47	18-中	1.29
6-中	0.06	18-底	1.64
6-底	0	19-表	1.7
8-表	0.41	19-中	1.23
8-底	0.47	19-底	1.7
9-表	0.47	20-表	1.23
9-中	0.47	20-底	1.23
9-底	0.06	21-表	1.98
10-表	0.54	21-中	1.7
10-中	0.47	21-底	1.23
10-底	0.47	22-表	2.05
11-表	0.47	22-底	2.11
11-中	0.07	23-中	1.23

站位号	叶绿素 a (10^{-6})	站位号	叶绿素 a (10^{-6})
11-底	0.48	24-中	1.7
12-表	0.47	最大值	2.11
12-中	0.48	最小值	0
12-底	0.06	平均值	0.94
13-表	0.95		

(2) 秋季

2020年10月调查海区叶绿素 a 含量在(0.41~2.65) $\mu\text{g/L}$ 之间,平均含量为0.94 $\mu\text{g/L}$,最高值出现在 19 号站位表层,最低值出现在 19 号站位底层。

表 4.2-12b 2020 年 10 月各站位叶绿素 a 浓度

站位	叶绿素 a	站位	叶绿素 a
	$\mu\text{g/L}$		$\mu\text{g/L}$
YT-1 表	1.29	YT-11 中	1.76
YT-1 中	1.23	YT-11 底	1.7
YT-1 底	1.29	YT-12 表	1.35
YT-3 表	0.47	YT-12 中	0.47
YT-3 中	0.47	YT-12 底	0.47
YT-3 底	0.88	YT-14 表	0.82
YT-6 表	0.88	YT-14 中	0.47
YT-6 中	0.47	YT-14 底	0.47
YT-6 底	0.54	YT-16 表	0.47
YT-8 表	0.47	YT-16 底	0.47
YT-8 底	0.88	YT-17 表	0.88
YT-9 表	1.7	YT-17 中	0.88
YT-9 中	1.7	YT-17 底	1.83
YT-9 底	0.88	YT-19 表	2.65
YT-10 表	0.88	YT-19 中	0.41
YT-10 中	0.47	YT-19 底	0.82
YT-10 底	0.95	YT-22 表	0.41
YT-11 表	1.36	YT-22 底	0.82

4.2.3.3 浮游植物

(1) 春季

①种类组成

2020年4月调查海域共出现浮游植物 32 种,隶属于硅藻、甲藻 2 个植物门,其中,硅藻门 30 种,占浮游植物种类组成的 93.75%;甲藻门 2 种,占浮游植物种类组

成的 6.25%。浮游植物名录见下表。

表 4.2-13 浮游植物种名录 (2020 年 4 月)

序号	种名	拉丁名
硅藻门		Bacillariophyta
1	半棘钝根管藻	<i>Rhizosolenia Hhebetata f. semispina</i>
2	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell
3	冰河拟星杆藻	<i>Asterionellopsis glacialis</i>
4	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii (West) Grunow</i>
5	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve
6	端尖曲舟藻	<i>Pleurosigma acutum</i> Norman
7	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh
8	辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg
9	覆瓦根管藻	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell
10	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
11	格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i> Grouh
12	海链藻	<i>Thalassiosira spp.</i>
13	虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>
14	棘冠藻	<i>Corethron criophilum</i> Castracane
15	加氏星杆藻	<i>Asterionella kariana</i> Grunow
16	角毛藻	<i>Chaetoceros sp.</i>
17	具槽直链藻	<i>Melosira sulcata (Ehrenberg) Cleve</i>
18	菱形藻	<i>Nitzschia sp.</i>
19	密联角毛藻	<i>Chaetoceros densus (Cleve) Cleve</i>
20	诺氏海链藻	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> Cleve
21	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
22	曲舟藻	<i>Pleurosigma sp.</i>
23	小环藻	<i>Cyclotella sp.</i>
24	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium (Ehr.) W. Smith</i>
25	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
26	羽纹藻	<i>Pinnularia sp.</i>
27	圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier
28	圆筛藻	<i>Coscinodiscus sp.</i>
29	长菱形藻	<i>Nitzschia longissima (Breb.) Ralfs</i>
30	正盒形藻	<i>Biddulphia biddulphiana J. E. Smith</i>

序号	种名	拉丁名
甲藻门		<i>Dinophyta</i>
31	大角角藻	<i>Ceratium macrocercs (Her.)Cleve</i>
32	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid et Swezy</i>

②数量与分布

2020年4月浮游植物密度在 $4.99 \times 10^4 \text{cellss/m}^3$ ~ $60.54 \times 10^4 \text{cellss/m}^3$ 之间, 平均值为 $34.28 \times 10^4 \text{cellss/m}^3$ 。各站位浮游植物细胞分布见下表。浮游植物密度最高的站位为7号站位, 浮游植物密度达 $60.5 \times 10^4 \text{cellss/m}^3$; 其次是22号站, 浮游植物密度达 $55.5 \times 10^4 \text{cellss/m}^3$; 浮游植物密度最小的站位是5站, 密度仅为 $4.99 \times 10^4 \text{cellss/m}^3$ 。

表 4.2-14a 2020年4月浮游植物密度

站号	密度 $\times 10^4 \text{cells/m}^3$
2	9.60
4	55.00
5	4.99
6	8.12
7	60.54
8	43.60
10	14.08
12	32.88
13	32.43
15	54.06
18	37.26
20	37.56
22	55.50
最大值	60.54
最小值	4.99
平均值	34.28

③优势种及分布

2020年4月调查优势种为诺氏海链藻和布氏双尾藻, 出现频率均为100%, 优势度分别为0.374和0.191。

④浮游植物评价结果

生物的多样性指数、均匀度、丰富度、优势度等参数分析, 是反映调查海域浮游植物群落结构特点的一些重要参考指标, 它们同时也可反映出调查海域生态环境状况的优劣。若样品的多样性指数值高、均匀度大、丰度值高、优势度低, 表明调查海域环境质量好, 否则环境质量不好。

2020年4月调查浮游植物综合指数见下表。多样性指数(H')在1.786~2.864之间, 平均值为2.341; 均匀度指数(J)在0.516~0.722之间, 平均值为0.629; 丰富度指数在0.432~0.928之间, 平均值为0.690; 优势度指数在0.054~0.750之间, 平均值为0.472。

调查海域多样性指数值高、均匀度大、丰度值高、优势度低, 表明调查海域内, 浮游植物数量较为丰富, 种类较多, 种群结构较为合理, 综合评价, 调查海域浮游植物生态环境较为良好。

表 4.2-14b 浮游植物综合指数统计表 (2020年4月)

站位	丰度 d	多样性指数 H'	均匀度 J	优势度
2	0.604	1.815	0.525	0.054
4	0.787	2.141	0.535	0.663
5	0.641	1.786	0.516	0.107
6	0.858	2.148	0.55	0.075
7	0.677	2.551	0.67	0.611
8	0.747	2.365	0.605	0.682
10	0.468	2.288	0.722	0.598
12	0.928	2.819	0.676	0.551
13	0.765	2.644	0.677	0.385
15	0.63	2.459	0.665	0.525
18	0.432	1.995	0.629	0.75
20	0.648	2.555	0.691	0.623
22	0.786	2.864	0.716	0.509
最大值	0.928	2.864	0.722	0.75
最小值	0.432	1.786	0.516	0.054
平均值	0.69	2.341	0.629	0.472

(2) 秋季调查结果:

①种类组成

2020年10月调查海区共发现浮游植物37种(见表4.2-15), 隶属硅藻门和甲藻

门, 其中硅藻门共发现浮游植物 34 种, 占发现总种类的 89%, 甲藻门 4 种, 占发现总种类数的 11.0%。生态类型以温带广布性种为主, 各调查站位之间的发现种类存在一定差异, 优势种为: 卡氏角毛藻 (*Chaetoceros castracanei* Karsten)、柔弱伪菱形藻 (*Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden)、旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus* Cleve)。

表 4.2-15 2020 年 10 月调查浮游动物物种名录

序号	中文名	拉丁文名
	硅藻门	Bacillariophyta
1	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell
2	粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i> Norman ex Ralf
3	脆杆藻	<i>Fragilaria</i> spp.
4	丹麦角毛藻	<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve
5	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve
6	浮动弯角藻	<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg
7	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
8	海链藻	<i>Thalassiosira</i> spp.
9	尖刺伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle
10	卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i> Karsten
11	劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow
12	菱形藻	<i>Nitzschia</i> spp.
13	洛氏菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow
14	膜状舟形藻	<i>Navicula membranacea</i> Cleve
15	曲舟藻	<i>Pleurosigma</i> spp.
16	柔弱伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden
17	深环沟角毛藻	<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran
18	斯氏几内亚藻	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle et al
19	泰晤士旋鞘藻	<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard
20	细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i> Ehrenberg
21	新月柱鞘藻	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin
22	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg
23	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve
24	翼根管藻印度变型	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i> (Peragallo) Ostensfeld
25	优美旭氏藻矮小变型	<i>Schröderella delicatula</i> f. <i>schröderi</i> (Bergon) Sournia

序号	中文名	拉丁文名
26	羽纹藻	<i>Pinnularia</i> spp.
27	圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier
28	圆筛藻	<i>Coscinodiscus</i> spp.
29	圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i> Cleve
30	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder
31	长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs
32	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i> (Greville) Grunow
33	针杆藻	<i>Synedra</i> spp.
34	嘴状角毛藻	<i>Chaetoceros rostratus</i> Lauder
	甲藻门	Dinophyta
1	梭状新角藻	<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia
2	海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i> (VanHöffen) Balech
3	三角新角藻	<i>Neoceratium tripos</i> (O.F.Müller) Gómez, Moreira & López-Garcia
4	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Ehrenberg

②数量分布

2020年10月调查海区浮游植物细胞密度较低，变化范围在（3.38~118.11） $\times 10^4$ cells/m³之间，平均为 34.56×10^4 cells/m³。最高值在17号站位，最低值在6号站位。

表 4.2-16 2020年10月调查海域浮游植物细胞密度和种类数

站号	种类数	细胞总量 ($\times 10^4$ cells/m ³)
YTX-1	15	35.29
YTX-3	7	4.5
YTX-6	8	3.38
YTX-8	5	4.28
YTX-9	18	38.71
YTX-10	6	5.98
YTX-11	9	17.09
YTX-12	14	42.11
YTX-14	12	56.42
YTX-16	5	24.52
YTX-17	17	118.11
YTX-19	5	31.33
YTX-22	9	67.55

站号	种类数	细胞总量 ($\times 10^4$ cells/m ³)
最大值	18	118.11
最小值	5	3.38
平均值	10	34.56

③群落特征

2020年10月调查浮游植物群落的丰富度值在0.22~0.92之间,平均为0.50;多样性指数在0.93~3.47之间,平均为2.28;均匀度的变化范围在0.38~0.95之间,平均为0.71,各项指数处在正常范围之内。

表 4.2-17 2020年10月调查海域浮游植物群落特征

站号	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数
YTX-1	0.76	3.32	0.85
YTX-3	0.39	2.58	0.92
YTX-6	0.47	2.85	0.95
YTX-8	0.26	1.70	0.73
YTX-9	0.92	3.47	0.83
YTX-10	0.32	1.95	0.75
YTX-11	0.46	2.72	0.86
YTX-12	0.70	3.03	0.80
YTX-14	0.58	2.45	0.68
YTX-16	0.22	0.93	0.40
YTX-17	0.79	2.31	0.56
YTX-19	0.22	1.18	0.51
YTX-22	0.41	1.21	0.38
最大值	0.92	3.47	0.95
最小值	0.22	0.93	0.38
平均值	0.50	2.28	0.71

4.2.3.4 浮游动物

(1) 春季调查结果

①浮游动物的种群结构

2020年4月调查海区共鉴定出浮游动物17种,其中节肢动物门9种,占出现浮游动物总种数的52.94%;原生动物门、刺胞动物、轮虫动物门、尾索动物门各1种,

占出现浮游动物总种数的 5.88%；幼体 4 种，占出现浮游动物总种数的 23.53%，见下表。

表 4.2-18 浮游动物种名录

序号	种名	拉丁名
	原生动物	<i>Protozoa</i>
1	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid et Swezy</i>
	刺胞动物	<i>Cnidaria</i>
2	蕨枝螅水母	<i>Obelia spp.</i>
	节肢动物	<i>Arthropoda</i>
3	短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis Giesbrecht</i>
4	腹针胸刺水蚤	<i>Centropages abdominalis Sato</i>
5	尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons (Dana)</i>
6	近缘大眼水蚤	<i>Corycaeus affinis McMurrichi</i>
7	猛水蚤	<i>Harpacticoida</i>
8	强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris Dahl</i>
9	太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica Steuer</i>
10	中华异水蚤	<i>Misophria sinensis Boxshall</i>
11	中华哲水蚤	<i>Clalmus sinicus Brodsky</i>
	轮虫动物	<i>Rotifera</i>
12	萼花臂尾轮虫	<i>Brachionus calyciflorus</i>
	尾索动物	<i>Urochordata</i>
13	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica Fol</i>
	浮游幼虫	<i>Pelagic larvae</i>
14	多毛类幼虫	<i>Polychaeta larva</i>
15	蔓足类无节幼虫	<i>Nauplius larva (Cirripedia)</i>
16	桡足类无节幼虫	<i>Nauplius larva (Copepoda)</i>
17	双壳类幼体	<i>Bivalvia larva</i>

②浮游动物的个体数量与生物量

2020 年 4 月调查海区浮游动物的生物密度平均为 1722 个/m³，调查区域生物密度的波动范围在 381 个/m³~4864 个/m³之间；调查海域生物量在 213.2mg/m³~775.2 mg/m³之间，平均值为 452.5 mg/m³；各站的种类数在 7-11 之间，平均每个站位发现浮游动物种数 9 种。各站位具体结果见下表。

表 4.2-19 各站位浮游动物生物量和密度统计结果（2020.4）

站位	湿重生物量 mg/m ³	种类数	生物密度（个/m ³ ）
2	459.9	7	381
4	775.2	10	1794
5	275.9	7	980
6	350.1	8	4864
7	258.4	9	2752
8	620	7	539
10	672.1	8	729
12	557.1	11	3696
13	213.2	9	772
15	300	11	816
18	494.1	10	472
20	533.4	8	998
22	372.9	9	3592
最大值	775.2	11	4864
最小值	213.2	7	381
平均值	452.5	9	1722

③优势种

2020年4月调查区主要的优势种为桡足类无节幼虫、强额拟哲水蚤，出现频率为100%和92%，优势度分别为0.54和0.20。

④浮游动物的综合性指数

2020年4月调查海域浮游动物综合性指数见下表。浮游动物多样性指数（H'）介于1.140~2.541之间，平均值为1.867；均匀度（J）介于0.38~0.79之间，平均值为0.59；调查海域浮游动物丰度（d）介于0.57~1.03之间，平均值为0.76；优势度指数介于0.46~0.93之间，平均值为0.73。

根据本次调查结果，调查海域浮游动物多样性指数、丰富度指数和均匀度指数高，优势度指数低，表明调查海域内浮游动物数量较多，种类组成丰富，种群结构较为稳定，浮游动物生态环境良好。

表 4.2-20 2020年4月调查海域大型浮游动物综合性指数

站位	丰度 d	多样性指数 H'	均匀度 J	优势度
2	0.7	1.356	0.48	0.9

4	0.83	1.81	0.54	0.73
5	0.6	1.343	0.48	0.91
6	0.57	1.14	0.38	0.92
7	0.7	2.504	0.79	0.6
8	0.66	2.07	0.74	0.73
10	0.74	1.596	0.53	0.81
12	0.84	2.541	0.73	0.52
13	0.83	2.422	0.76	0.64
15	1.03	2.401	0.69	0.63
18	1.01	1.735	0.52	0.46
20	0.7	1.949	0.65	0.72
22	0.68	1.4	0.44	0.93
最大值	1.03	2.541	0.79	0.93
最小值	0.57	1.14	0.38	0.46
平均值	0.76	1.867	0.59	0.73

(2) 秋季调查结果:

1) 2020年10月调查结果

①种类组成

2020年10月调查海区共发现浮游动物40种,其中原生动物2种,腔肠动物6种,栉水母动1种,节肢动物枝角类1种,桡足类13种,等足类1种,端足类3种,浮游被囊类2种,浮游幼虫11种,(见表4.2-21)。优势种为夜光虫(*Noctiluca scintillans*)、桡足幼体(*Copepoda larva*)。

表 4.2-21 2020年10月浮游动物种名录

序号	中文名	拉丁文名
	原生动物(Protozoa)	
1	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
2	有孔虫	<i>Foraminifera</i>
	腔肠动物(Coelenterata)	
3	四手触丝水母	<i>Lovenella assimilis</i>
4	多手帽形水母	<i>Tiaropsis multicirrata</i>
5	蕈枝水母	<i>obelia spp.</i>
6	异双生水母	<i>Diphyes dispar</i>
7	拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
8	五角水母	<i>Muggiaea atlantica</i>

序号	中文名	拉丁文名
	栉水母动物(Ctenophora)	
9	球形侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>
	节肢动物(Arthropoda)	
	枝角类(Cladocera)	
10	肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>
	桡足类(Copepoda)	
11	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
12	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
13	强额拟哲水蚤	<i>P. crassirostris</i>
14	腹针胸刺水蚤	<i>Centropages abdominalis</i>
15	小唇角水蚤	<i>Labidocera minuta</i>
16	叉刺角水蚤	<i>Pontella chierchiae</i>
17	克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clasi</i>
18	双毛纺锤水蚤	<i>A. bifilosa</i>
19	太平洋纺锤水蚤	<i>A. pacifica</i>
20	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
21	羽长腹剑水蚤	<i>O. plumifera</i>
22	近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
23	猛水蚤	<i>Harpacticoida</i>
	等足类 (Isopoda)	
24	小寄虱	<i>Microniscns sp.</i>
	端足类(Amphipoda)	
25	麦秆虫	<i>Coprella sp.</i>
26	毛颚动物(Chaetognatha)	
27	强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
	浮游被囊类(Pelagic Tunicata)	
28	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
29	小齿海樽	<i>Doliolum denticulatum</i>
	浮游幼虫(Pelagic larvae)	
30	担轮幼虫	<i>Trochophore larva</i>
31	多毛类幼体	<i>Polychaeta larva</i>
32	瓣鳃类幼体	<i>Lamellibranchiata larva</i>
33	腹足类幼体	<i>Gastropoda larva</i>
34	蔓足类无节幼虫	<i>Nauplius larva (Cirripecta)</i>
35	桡足类无节幼虫	<i>Nauplius larva (Copepoda)</i>
36	桡足幼体	<i>Copepoda larva</i>
37	长尾类幼体	<i>Macrura larva</i>
38	短尾类大眼幼虫	<i>Megalopa larva (Brachyura)</i>
39	海蛇尾长腕幼虫	<i>Ophiopluteus larva</i>
40	海胆长腕幼虫	<i>Echinopluteus larva</i>

2) 生物量分布

2020年10月调查期间浮游动物湿重生物量的变化范围在（21.5~1127.3） mg/m^3 之间，平均为 $373.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。最高值出现在1号站位，最低值出现在9号站位；浮游动物密度变化范围在（97~10646） ind/m^3 之间，平均为 $1652.2\text{ind}/\text{m}^3$ 。最高值出现在10号站位，最低值出现在22号站位。

表 4.2-22 2020 年 10 月调查海域浮游动物个体密度和生物量

站位	生物量 (mg/m^3)	总种数	密度(ind/m^3)
YTX-1	1127.3	20	1138
YTX-3	387.1	11	249
YTX-6	548.3	12	391
YTX-8	47.3	15	249
YTX-9	21.5	19	1643
YTX-10	417.6	19	10646
YTX-11	673.5	22	2816
YTX-12	646.8	14	1303
YTX-14	516.9	10	956
YTX-16	132.5	15	952
YTX-17	202.7	11	836
YTX-19	84.2	11	203
YTX-22	49.3	9	97
最大值	1127.3	22	10646
最小值	21.5	9	97
平均值	373.5	14.5	1652.2

3) 群落特征

2020年10月各站位浮游动物丰富度值在0.91~1.87之间，平均为1.40；多样性指数在0.68~2.51之间，平均为1.49；均匀度的变化范围在0.16~0.72之间，平均为0.40，各项指数处在正常范围之内。

表 4.2-23 2020 年 10 月调查海域浮游动物群落特征

站位	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
YTX-1	1.71	0.4	1.87
YTX-3	2.51	0.72	1.26

YTX-6	1.37	0.38	1.28
YTX-8	2.38	0.61	1.76
YTX-9	0.77	0.18	1.69
YTX-10	0.68	0.16	1.35
YTX-11	1.98	0.44	1.83
YTX-12	1.44	0.38	1.26
YTX-14	0.8	0.24	0.91
YTX-16	1.7	0.44	1.41
YTX-17	1.22	0.35	1.03
YTX-19	1.48	0.43	1.3
YTX-22	1.31	0.41	1.21
最大值	2.51	0.72	1.87
最小值	0.68	0.16	0.91
平均值	1.49	0.40	1.40

4.2.3.5 底栖生物

(1) 春季

①底栖生物的种群结构

2020年4月调查海域共出现4个动物门共31种底栖生物，详见下表底栖生物种名录表。其中多毛类24种，占底栖生物种类组成的77.42%；甲壳类出现3种，占底栖生物种类组成的9.68%；纽形动物出现1种，占底栖生物种类组成的3.23%；软体动物出现3种，占底栖生物种类组成的9.68%。

表 4.2-24 底栖生物种名录（2020年4月）

序号	类群	种名	拉丁名
1	多毛类	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
2	多毛类	刺樱虫	<i>Potamilla sp.</i>
3	多毛类	独毛虫	<i>Tharyx sp.</i>
4	多毛类	独指虫	<i>Aricidea sp.</i>
5	多毛类	钩毛虫	<i>Sigambra sp.</i>
6	多毛类	寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanovae</i>
7	多毛类	寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
8	多毛类	尖叶长手沙蚕	<i>Magelona cincta</i>
9	多毛类	尖锥虫	<i>Scoloplos sp.</i>
10	多毛类	裂虫科一种	<i>Syllidae</i>
11	多毛类	拟特须虫	<i>Paralacydonia paradoxa</i>

12	多毛类	日本刺梳鳞虫	<i>Leanira japonica</i>
13	多毛类	乳突叶须虫	<i>Anaitides papillosa</i>
14	多毛类	鳃肾扇虫	<i>Brada sp.</i>
15	多毛类	双毛鳃虫	<i>Trichobranchus bibranchiatus</i>
16	多毛类	双栉虫	<i>Ampharete sp.</i>
17	多毛类	索沙蚕	<i>Lumbrinereis sp.</i>
18	多毛类	无眼独指虫	<i>Aricidea fragilis</i>
19	多毛类	狭细蛇潜虫	<i>Ophiodromus anguotifrons</i>
20	多毛类	仙虫科一种	<i>Amphinomidae</i>
21	多毛类	异蚓虫	<i>Heteromastus filiformis</i>
22	多毛类	长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>
23	多毛类	中华内卷沙蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>
24	多毛类	中蚓虫	<i>Mediomastus californiensis</i>
25	甲壳类	钩虾一种	<i>Amphiura</i>
26	甲壳类	拟钩虾	<i>Gammaropsis sp.</i>
27	甲壳类	日本拟背尾水虱	<i>Paranthura japonica</i>
28	纽形动物	纽虫	<i>Nemertinea</i>
29	软体动物	江户明樱蛤	<i>Moerella jedomensis</i>
30	软体动物	小胡桃蛤	<i>Nucula paulula</i>
31	软体动物	银白壳蛞蝓	<i>Philine argentata</i>

②底栖生物的个体数量与生物量

2020年4月调查海域内底栖生物生物量变化范围在 $0.36\text{g}/\text{m}^2\sim 54.2\text{g}/\text{m}^2$ 之间,平均为 $10.05\text{g}/\text{m}^2$,以7号站位最高,5号站位最低;底栖生物栖息密度变化范围在 $40\text{个}/\text{m}^2\sim 840\text{个}/\text{m}^2$ 之间,平均为 $341.54\text{个}/\text{m}^2$ 。

表 4.2-25 调查海域底栖生物个体数与生物量统计表 (2020年4月)

站位	密度(个/m ²)	生物量(g/m ²)
2	560	3.44
4	320	2.36
5	320	0.36
6	400	2.08
7	200	54.2
8	640	5.56
10	360	2.6
12	240	0.96
13	200	30.64
15	40	15.2

18	160	2.48
20	160	2.4
22	840	8.4
最大值	840	54.2
最小值	40	0.36
平均值	341.54	10.05

③优势种

2020年4月调查海域底栖生物主要的优势种为钩毛虫、寡节甘吻沙蚕和日本拟背尾水虱，出现频率均为69.3%、53.8%和53.8%。

④群落特征

2020年4月调查海域内底栖生物多样性指数在1.00~3.13之间，平均值为2.46；均匀度指数在0.87~1.00之间，平均值为0.96；丰富度指数在0.14~1.13之间，平均值为0.65；优势度指数在0.30~1.00之间，平均值为0.50。

表 4.2-26 调查海域底栖生物综合性指数统计表（2020 年 4 月）

站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
2	0.77	2.75	0.92	0.5
4	0.72	2.75	0.98	0.38
5	0.6	2.5	0.97	0.5
6	0.93	3.12	0.99	0.3
7	0.52	2.32	1	0.4
8	0.97	3.13	0.94	0.38
10	0.71	2.73	0.97	0.44
12	0.51	2.25	0.97	0.5
13	0.39	1.92	0.96	0.6
15	/	/	/	/
18	0.41	2	1	0.5
20	0.14	1	1	1
22	1.13	3.1	0.87	0.52
最大值	1.13	3.13	1	1
最小值	0.14	1	0.87	0.3
平均值	0.65	2.46	0.96	0.5

注：15 号站位仅检测出一种底栖生物。

⑤评价小结

2020 年 4 月调查海域共出现 31 种底栖生物，主要优势种有钩毛虫、寡节甘吻沙蚕和日本拟背尾水虱等。调查海域底栖生物丰度指数、均匀度指数、多样性指数指数高，优势度指数低，表明调查海域底栖生物生态环境良好。

（2）秋季

①种类组成

调查海域共采集到底栖生物 65 种（种类名录见表 4.2-27），隶属于多毛类、棘皮动物、甲壳类、纽形动物、软体动物、腕足动物等 6 个动物门。

表 4.2-27 调查海域底栖动物名录

类群	中文名	拉丁名
纽形动物	纽虫	<i>Nemertinea spp.</i>
多毛类	巴氏钩毛虫	<i>Sigambra bassi</i>
多毛类	背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
多毛类	背褶沙蚕	<i>Tambalagamia fauveli</i>
多毛类	扁蛰虫	<i>Loimia medusa</i>

多毛类	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
多毛类	粗毛裂虫	<i>Syllis amica</i>
多毛类	独指虫	<i>Aricidea fragilis</i>
多毛类	短叶索沙蚕	<i>Lumbrinereis latreilli</i>
多毛类	多鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys polybranchia</i>
多毛类	多丝独毛虫	<i>Tharyx multifilis</i>
多毛类	格陵兰半突虫	<i>Phyllodoce (Anaitides) groenlandica</i>
多毛类	寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanovae</i>
多毛类	寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
多毛类	管缨虫	<i>Chone infundibuliformis</i>
多毛类	后指虫	<i>Laonice cirrata</i>
多毛类	尖叶长手沙蚕	<i>Magelona cincta</i>
多毛类	尖锥虫	<i>Scoloplos armiger</i>
多毛类	昆士兰稚齿虫	<i>Prionospio queenslandica</i>
多毛类	孟加拉海扇虫	<i>Pherusa cf. bengalensis</i>
多毛类	膜质伪才女虫	<i>Pseudopolydora kempii</i>
多毛类	囊叶齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
多毛类	千岛模裂虫	<i>Typosyllis adamantens kurilensis</i>
多毛类	日本叉毛豆维虫	<i>Schistomeringos japonica</i>
多毛类	日本细菜毛虫	<i>Levinsenia gracilis japonica</i>
多毛类	乳突半突虫	<i>Anaitides papillosa</i>
多毛类	蛇杂毛虫	<i>Poecilochaetus serpens</i>
多毛类	梳鳃虫	<i>Terebellides stromii</i>
多毛类	双唇索沙蚕	<i>Lumbrinereis cruzensis</i>
多毛类	双栉虫	<i>Ampharete acutifrons</i>
多毛类	丝异须虫	<i>Heteromastus filiformis</i>
多毛类	太平洋长手沙蚕	<i>Magelona pacifica</i>
多毛类	围巧言虫	<i>Eumida sanguinea</i>
多毛类	无疣齿蚕	<i>Inermonephtys cf. inermis</i>
多毛类	西方似蛭虫	<i>Amaeana occidentalis</i>
多毛类	细丝鳃虫	<i>Cirratulus filiformis</i>
多毛类	狭细蛇潜虫	<i>Ophiodromus anguotifrons</i>
多毛类	狭细蛇潜虫	<i>Ophiodromus anguotifrons</i>
多毛类	小健足虫	<i>Micropodark dubia</i>
多毛类	小头虫	<i>Capitella capitata</i>
多毛类	异足索沙蚕	<i>Lumbrinereis heteropoda</i>

多毛类	长突半足沙蚕	<i>Hemipodus yenourensis</i>
多毛类	长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>
多毛类	锥稚虫	<i>Anoides oxycephala</i>
多毛类	足刺拟单指虫	<i>Cossurella aciculata</i>
软体动物	布氏朱砂螺	<i>Barleeia bureri</i>
软体动物	多变异管螺	<i>Paradrillia inconstans</i>
软体动物	圆筒原盒螺	<i>Eocylichna cylindrella</i>
软体动物	灰双齿蛤	<i>Felaniella usta</i>
软体动物	江户明樱蛤	<i>Moerella jedoensis</i>
软体动物	内肋蛤	<i>Endopleura lubrica</i>
软体动物	日本胡桃蛤	<i>Nucula nipponica</i>
软体动物	中国蛤蜊	<i>Macra chinensis</i>
甲壳类	极地蚤钩虾	<i>Pontocrates altamarimus</i>
甲壳类	涟虫	<i>Bodotria</i> sp.
甲壳类	轮双眼钩虾	<i>Ampelisca cyclops</i>
甲壳类	日本拟背尾水虱	<i>Paranthura japonica</i>
甲壳类	日本长尾虫	<i>Apseudes nipponicus</i>
甲壳类	山羊直筒虱	<i>Caenanthura ibex</i>
甲壳类	梭形驼背涟虫	<i>Campylaspis fusiformis</i>
甲壳类	滩拟猛钩虾	<i>Harpiniopsis vadiculus</i>
甲壳类	细长涟虫	<i>Iphinoe tenera</i>
腕足动物	鸭嘴海豆芽	<i>Lingula anatina</i>
棘皮动物	日本倍棘蛇尾	<i>Amphioplus japonicus</i>
棘皮动物	中华倍棘蛇尾	<i>Amphioplus sincus</i>

②数量分布

调查海域 10 月份底栖生物数量平均 444 个/m²，范围 125~1850 个/m²。

③生物量

调查海域 10 月份底栖生物数量平均 1.605g/m²，范围 0.1025~8.865g/m²。

④优势种

从站位出现频率和个体密度上看，优势种为独指虫和沙蚕。

表 4.2-28 各调查站位底栖生物生物量和栖息密度

站位	密度(个/m ²)	生物量(g/m ²)
YTX-1	275	0.465
YTX-3	275	0.1025
YTX-6	300	0.655
YTX-8	125	0.6475
YTX-9	250	0.3475
YTX-10	425	0.485
YTX-11	175	0.44
YTX-12	400	0.34
YTX-14	300	0.6425
YTX-16	425	1.4425
YTX-17	1850	4.63
YTX-19	475	1.8025
YTX-22	500	8.865
最大值	1850	8.865
最小值	125	0.1025
平均值	444	1.605

⑤底栖生物群落特点

底栖生物样品的多样性指数、均匀度指数、丰度、优势度分析，是反映底栖生物群落结构特点的一些重要参考指标，它们同时也能反映出调查海域底质生态环境的状况。

本调查海域的底栖生物多样性指数在2.24~3.73之间；均匀度在0.755~1.00之间；丰富度在1.42-3.18之间。底栖生物群落分布比较稳定，均为黄渤海常见种。

表 4.2-29 2020 年 10 月底栖生物群落结构

站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数
YTX-1	2.6	3.28	0.987
YTX-3	2.31	3.03	0.955
YTX-6	2.23	3.08	0.973
YTX-8	1.72	2.32	1
YTX-9	1.81	2.52	0.898
YTX-10	3.18	3.73	0.981
YTX-11	1.42	2.24	0.963
YTX-12	2	3	0.946
YTX-14	2.51	3.25	0.979
YTX-16	1.96	2.82	0.89
YTX-17	2.9	3.21	0.755
YTX-19	2.59	3.22	0.899
YTX-22	1.62	2.46	0.821
最大值	3.18	3.73	1
最小值	1.42	2.24	0.755
平均值	2.219	2.935	0.927

4.2.3.6 潮间带生物

(1) 春季调查

中国海洋大学于 2020 年 4 月对工程海域进行的潮间带现状调查,调查共设 4 条断面,调查站位见表 4.2-1b,图 4.2-1b。

①种类组成

本次调查共获潮间带生物 9 种(详见潮间带生物种名录表 1-12),隶属于多毛类、甲壳类、软体动物 3 个类别。

表 4.2-30 潮间带底栖动物种类名录

序号	类群	种名	拉丁名
1	多毛类	寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
2	多毛类	红角沙蚕	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>
3	多毛类	弯齿围沙蚕	<i>Perinereis camiguinoides</i>
4	多毛类	须鳃虫	<i>Cirriformia tentaculata</i>
5	多毛类	长突半足沙蚕	<i>Hemipodus yenourensis</i>
6	多毛类	中阿曼吉虫	<i>Armandia intermedia</i>
7	甲壳类	解放眉足蟹	<i>Blepharipharipoda liberata</i>
8	甲壳类	施氏玻璃钩虾	<i>Hyale schmidtii</i>
9	软体动物	菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>

4 条断面生物种类存在差异，种类数最多的是断面 3、断面 4，均出现 5 种，最低的断面为断面 1、断面 2，均出现 3 种。从生物种类垂直分布来看，以潮下带、潮中带出现最多，分别为 7 种，潮上带出现最少，为 1 种。

② 栖息密度与生物量组成

潮间带生物平均生物量为 $44.62\text{g}/\text{m}^2$ ，各断面变化幅度较大，变化范围在 $0.06\sim 3158.09\text{g}/\text{m}^2$ ，最高值出现在断面 4 的潮下位，最低值出现在断面 1、2、3 的潮上带。潮间带生物平均栖息密度为 82.75 个/ m^2 ，各断面变化幅度较大，变化范围在 $11\sim 148$ 个/ m^2 ，以断面 4 的潮上带最高断面 1、2、3 的潮上带最低。

表 4.2-31 潮间带底栖生物量和栖息密度

站位	潮带	密度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)
1-1	潮上	0	0
1-2	潮中	8	0.056
1-3	潮下	3	0.004
2-1	潮上	0	0
2-2	潮中	2	0.006
2-3	潮下	91	8.449
3-1	潮上	0	0
3-2	潮中	36	0.474
3-3	潮下	43	11.415
4-1	潮上	80	31.2
4-2	潮中	6	0.465
4-3	潮下	62	126.425

③优势种

本次潮间带生物调查优势种为菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*) 和须鳃虫 (*Cirriformia tentaculata*)。站位出现频率分别为 33.3%和 25%。

(2) 秋季调查

中国海洋大学于 2020 年 10 月对工程海域进行的潮间带现状调查，调查共设 4 条断面，调查站位见表 4.2-1a，图 4.2-1a。

①种类组成

本次调查共获潮间带生物 10 种，隶属于多毛类、甲壳类、软体动物 3 个类别。

表 4.2-32 潮间带底栖动物种类名录

类群	中文名	拉丁名
多毛类	多齿沙蚕	<i>Nereis multignatha</i>
多毛类	中阿曼吉虫	<i>Armandia intermedia</i>
软体动物	紫贻贝	<i>Mytilus edulis</i>
甲壳类	爱氏麦秆虫	<i>Meretrix lamarckii</i>
甲壳类	朝鲜独眼钩虾	<i>Monoculodes koreanus</i>
甲壳类	极地蚤钩虾	<i>Pontocrates altamarimus</i>
甲壳类	企氏外浪漂水虱	<i>Excireolana chiltoni</i>
甲壳类	强壮藻钩虾	<i>Ampithoe valida</i>
甲壳类	日本拟钩虾	<i>Gammaropsis japonica</i>
甲壳类	长尾亮钩虾	<i>Photis longicaudata</i>

4 条断面生物种类存在差异，种类数最多的是断面 3，均出现 7 种，最低的断面为断面 2、断面 3，均出现 2 种。从生物种类垂直分布来看，以潮下带、潮中带出现最多，潮上带出现最少。

② 栖息密度与生物量组成

潮间带生物平均生物量为 $3.45\text{g}/\text{m}^2$ ，各断面变化幅度较大，变化范围在 $0.04\sim 29.0\text{g}/\text{m}^2$ ，最高值出现在断面 3 的潮下位，最低值出现在断面 3 的潮上带。潮间带生物平均栖息密度为 114.67 个/ m^2 ，各断面变化幅度较大，变化范围在 $16\sim 368$ 个/ m^2 ，以断面 3 的潮下带最高，断面 1、3 的潮上带最低。

表 4.2-33 潮间带底栖生物量和栖息密度

站位	潮带	密度（个/m ² ）	生物量（g/m ² ）
1-1	潮上	16	0.21
1-2	潮中	64	0.9
1-3	潮下	16	0.24
2-1	潮上	80	1.35
2-2	潮中	80	0.87
2-3	潮下	112	1.8
3-1	潮上	16	0.04
3-2	潮中	176	2.33
3-3	潮下	368	29
4-1	潮上	256	2.84
4-2	潮中	96	0.93
4-3	潮下	96	0.93

③优势种

本次潮间带生物调查优势种为长尾亮钩虾和爱氏麦秆虫，各断面出现频率分别为100%和75%。

4.2.4 渔业资源现状

4.2.4.1 调查时间和站位布设

渔业资源调查资料引自《山东港口烟台港集团有限公司烟台港西港区#315-#317泊位工程海域使用论证报告书》，青岛海大工程勘察设计开发院有限公司。

中国海洋大学于2020年4月、10月对项目周边海域进行的渔业资源和鱼卵仔鱼调查。

2020年4月份调查站位分布见图4.2-2，表4.2-34，2020年10月站位调查站位分布见图4.2-3，表4.2-35。

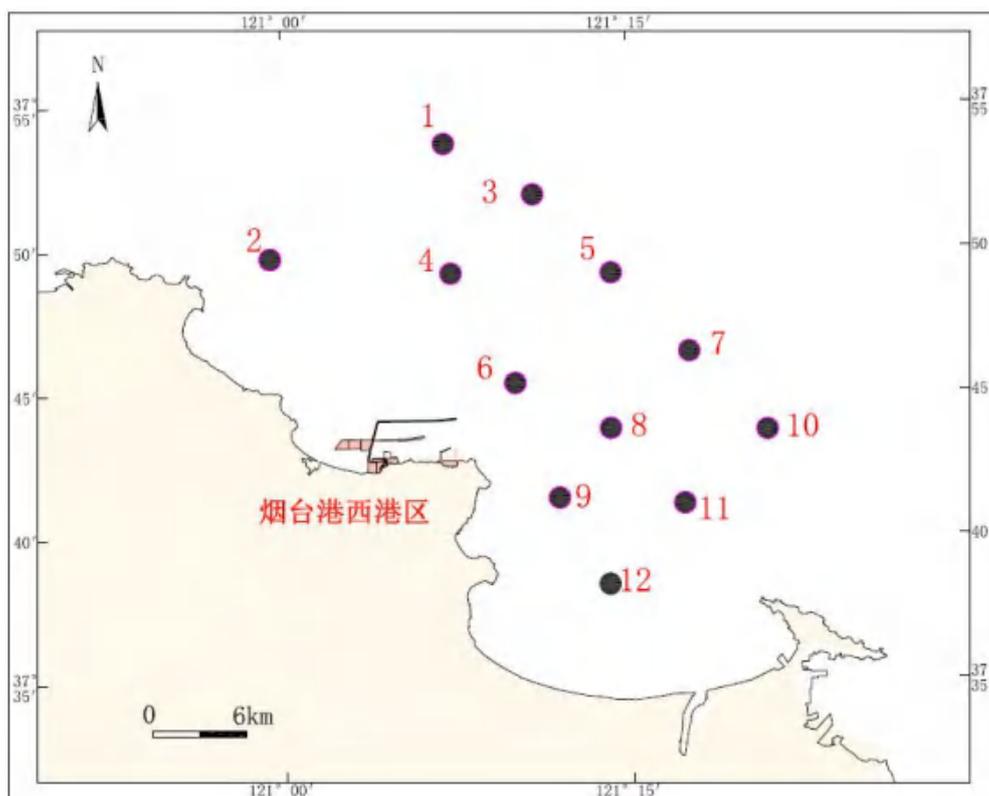


图 4.2-2 2020 年 4 月渔业资源调查站位图

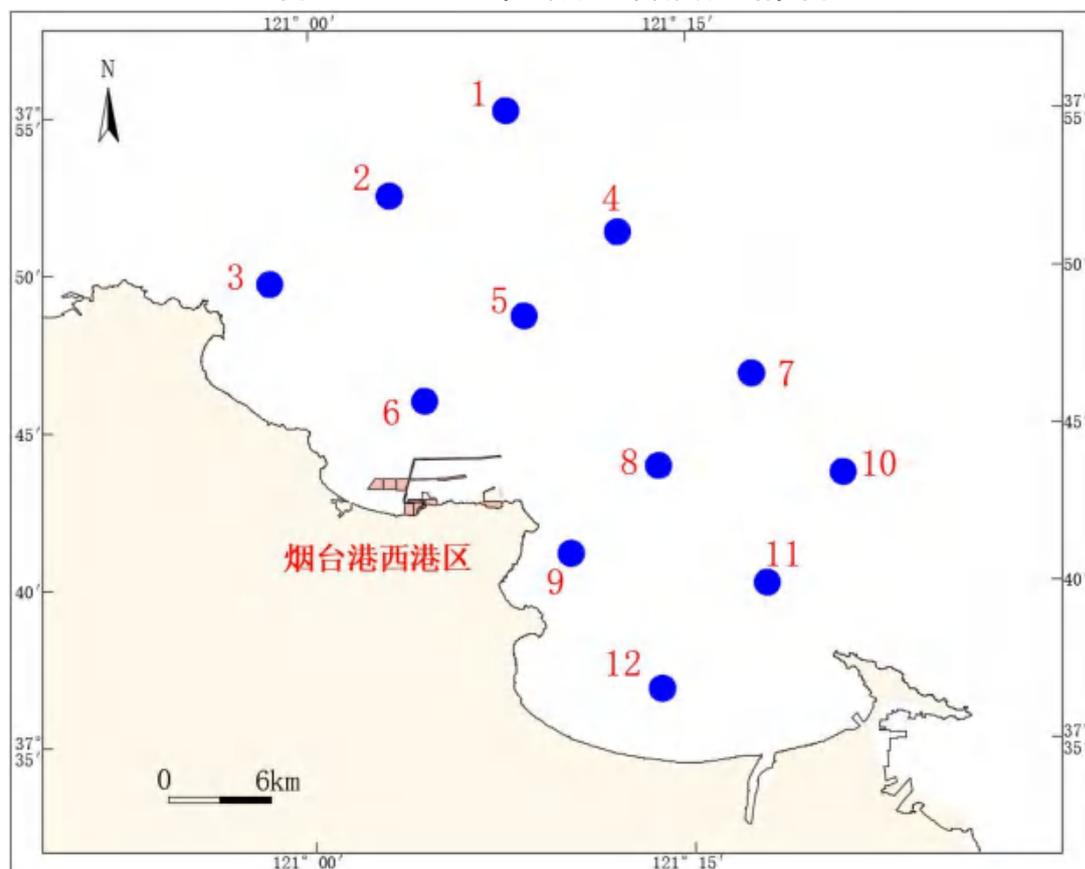


图 4.2-3 2020 年 10 月渔业资源调查站位图

表 4.2-34 2020 年 4 月渔业资源调查站位表

站号	纬度	经度
1	37°53'41.970"	121°07'01.890"
2	37°49'44.403"	120°59'27.565"
3	37°51'54.858"	121°10'52.974"
4	37°49'11.678"	121°07'17.615"
5	37°49'10.620"	121°14'14.778"
6	37°45'22.583"	121°10'02.889"
7	37°46'26.292"	121°17'36.336"
8	37°43'46.740"	121°14'10.440"
9	37°41'22.800"	121°11'55.490"
10	37°43'41.874"	121°20'57.642"
11	37°41'09.540"	121°17'20.640"
12	37°38'22.074"	121°14'03.996"

表 4.2-35 2020 年 10 月渔业资源调查站位表

站号	纬度	经度
1	37° 55' 06.88"	121° 07' 50.15"
2	37° 52' 26.27"	121° 03' 10.38"
3	37° 49' 40.40"	120° 58' 23.96"
4	37° 51' 13.37"	121° 12' 12.09"
5	37° 48' 35.41"	121° 08' 27.76"
6	37° 45' 55.11"	121° 04' 29.11"
7	37° 46' 41.48"	121° 17' 26.79"
8	37° 43' 46.89"	121° 13' 43.38"
9	37° 41' 01.94"	121° 10' 12.65"
10	37° 43' 31.52"	121° 21' 01.51"
11	37° 40' 02.40"	121° 17' 57.90"
12	37° 36' 42.82"	121° 13' 45.37"

4.2.4.2 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、数量分布和优势种。

(2) 游泳动物

调查项目包括：渔获物种类组成、优势种分布、渔获量分布、幼体比例和现存绝对资源密度。

4.2.4.3 调查方法

（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 50cm，长 145cm）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 80cm，长 280cm）表层水平拖网 10min，拖网速度 2kn。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。渔业资源拖网调查所用网具为单拖底拖网，网口 1400 目，网目尺寸 56mm，网口周长 78.4m，囊网网目 20mm。每站拖曳 1h，平均拖速 3.0kn。拖曳时，网口高度 5.3m，网口宽度 8.0m，每站的实际扫海面积为 44448m²。渔获物在船上鉴定种类，并按种类记录重量、尾数等数据，样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。

4.2.4.4 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

游泳动物资源密度计算公式如下：

$$\rho = D/p \cdot a$$

式中： ρ —现存资源量；

D —相对资源密度，即平均渔获量；

a —网次扫海面积；

p —网具捕获率。捕获率表示网具对鱼类等的捕捞效率，在网具规格选定的情况下，它主要取决于不同鱼类对网具的反应，各种鱼类等的生态习性不同，对网具的反应也不一样。根据鱼类等的不同生态习性，把网具的捕获率大体上分为如下3类：中上层鱼类和头足类（枪乌贼）， p 取0.3，近底层鱼类、虾类和头足类（长蛸、短蛸）， p 取0.5，底层鱼类和蟹类， p 取0.8。

4.2.4.5 调查结果分析

（1）2020年4月春季调查结果

1、鱼卵仔稚鱼

由于调查时间非该海域鱼类主要产卵季节，本次调查未出现鱼卵及仔稚鱼。

2、渔业资源

1) 种类组成

春季调查共出现渔业资源种类52种，其中，鱼类27种，占总数的50.94%；甲壳类20种，占37.74%；头足类5种，占9.42%。



图 4.2-4 游泳动物种类数组成

表 4.2-36 游泳动物种类名录

种类	序号	种类	拉丁名
鱼类	1	许氏平鲉	<i>Sebastes schlegeli</i>
	2	鳀	<i>Engraulis japonicus</i>
	3	黄鲫	<i>Setipinna taty</i>
	4	赤鼻棱鳀	<i>Thrissa kammalensis</i>
	5	日本海马	<i>Hippocampus japonicus</i>
	6	尖海龙	<i>Syngnathus acus</i>
	7	松江鲈	<i>Trachidermus fasciatus</i>
	8	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>
	9	大泷六线鱼	<i>Hexagrammos otakii</i>
	10	细纹狮子鱼	<i>Liparis tanakae</i>
	11	皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belengerii</i>
	12	银姑鱼	<i>Pennahia argentata</i>
	13	丝虾虎鱼	<i>Cryptocentrus filifer</i>
	14	方氏锦鲷	<i>Enedrias fangi</i>
	15	绵鲷	<i>Lophius litulon</i>
	16	小带鱼	<i>Eupleurogrammus muticus</i>
	17	黄鲛鰈	<i>Callionymus beniteguri</i>
	18	玉筋鱼	<i>Ammodytes personatus</i>
	19	纹缟虾虎鱼	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>
	20	小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>
	21	六丝钝尾虾虎鱼	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>
	22	中华栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypauchen chinensis</i>
	23	普氏缟虾虎鱼	<i>Amoya pflaumi</i>
	24	石鲈	<i>Kareius bicoloratus</i>
	25	短吻红舌鲷	<i>Cynoglossus joyeri</i>
	26	蓝点马鲛	<i>Scomberomorus niphonius</i>
	27	矛尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>
	28	斑鲈	<i>Konosirus punctatus</i>
甲壳类	29	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
	30	鹰爪虾	<i>Trachysalambria curvirostris</i>
	31	日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
	32	脊腹褐虾	<i>Crangon affinis</i>
	33	日本褐虾	<i>Crangon hakodatei</i>
	34	葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>
	35	中华安乐虾	<i>Eualus sinensis</i>
	36	水母深额虾	<i>Latreutes anoplonyx</i>
	37	大螯蛄虾	<i>Upogebia major</i>
	38	日本拟平家蟹	<i>Heikeopsis japonicus</i>

种类	序号	种类	拉丁名
	39	寄居蟹	<i>Pagurus minutus</i>
	40	颗粒拟关公蟹	<i>Paradorippe granulata</i>
	41	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
	42	泥脚隆背蟹	<i>Carcinoplax vestita</i>
	43	蓝氏三强蟹	<i>Tritodynamia rathbunae</i>
	44	豆形拳蟹	<i>Philyra pisum</i>
	45	枯瘦突眼蟹	<i>Oregonia gracilis</i>
	46	三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>
	47	小型毛刺蟹	<i>Pilumnus spinulus Shen</i>
	48	四齿矶蟹	<i>Pugettia quadridens</i>
头足类	49	短蛸	<i>Octopus minor</i>
	50	长蛸	<i>Octopus fangsiao</i>
	51	枪乌贼	<i>Loliolus spp.</i>
	52	双喙耳乌贼	<i>Sepiola birostrata</i>
	53	四盘耳乌贼	<i>Euprymna morsei</i>

按重量计，本次调查鱼类占 57.56%；甲壳类占 35.01%，头足类占 7.43%，按数量计，本次调查鱼类占 15.08%，甲壳类占 82.80%，头足类占 2.11%。

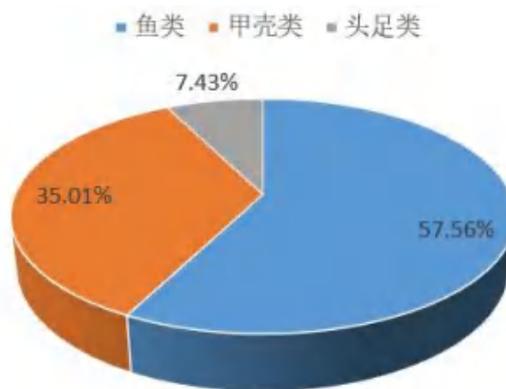


图 4.2-5 游泳动物重量组成

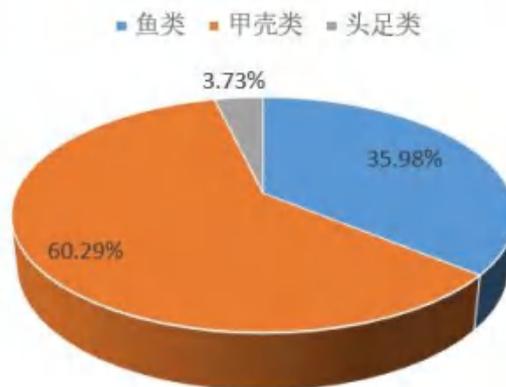


图 4.2-6 游泳动物数量组成

2、数量分布

调查海域平均渔获重量为 8.31 kg/h,各站位渔获重量范围为 1.68 kg/h~30.15 kg/h。渔获重量超过 30 kg/h 的站位 1 个,10 kg/h~30 kg/h 的站位 3 个,其余站位低于 10 kg/h。

调查海域平均渔获数量为 2637ind./h,各站位渔获数量在 68 ind./h~12728ind./h 之间。渔获数量超过 10000 ind./h 的站位 2 个;渔获数量在 1000~10000 ind./h 的站位 7 个;其余站位小于 1000 ind./h。

3、优势种

本次调查优势种有 3 种,为口虾蛄、日本褐虾和日本鼓虾;重要种有 7 种,依次为黄鮟鱇、六丝钝尾虾虎鱼、枪乌贼、鲷、赤鼻棱鳀、小黄鱼、鹰爪虾。

重量比例超过 1%的种类共 12 种,占全部渔获物重量的 93.80%。重量组成比例超过 10%的种类 3 种,为口虾蛄 28.34%、日本褐虾 13.03%、黄鮟鱇 12.27%;重量组成比例在 5~10%之间的种类 4 种,为日本鼓虾 8.36%、六丝钝尾虾虎鱼 6.50%、枪乌贼 6.38%、许氏平鲉 5.32%;重量组成比例在 1~5%的种类 6 种,依次为鲷 3.42%、赤鼻棱鳀 2.91%、小黄鱼 2.37%、短吻红舌鳎 1.95%、鹰爪虾 1.63%、三疣梭子蟹 1.32%;其余种类重量组成比例低于 1%。

数量比例超过 1%的种类共 9 种,占全部渔获物重量的 90.93%。数量组成比例超过 10%的种类 3 种,为口虾蛄 32.49%、日本褐虾 23.40%、日本鼓虾 15.17%;数量组成比例在 5~10%之间的种类 2 种,分别为六丝钝尾虾虎鱼 7.58%、枪乌贼 5.12%;数量组成比例在 1~5%之间的种类 4 种,依次为鹰爪虾 3.77%、小黄鱼 1.22%、鲷 1.16%、赤鼻棱鳀 1.02%;其余种类数量组成比例低于 1%。

表 4.2-37 游泳动物主要种类组成 (IRI > 100)

种类	重量百分比 W%	尾数百分比 N%	出现频率 F%	IRI
口虾蛄	28.34	32.49	100.00	6083.00
日本褐虾	13.03	23.40	100.00	3643.00
黄鮟鱇	12.27	0.15	8.33	103.46
日本鼓虾	8.36	15.17	91.67	2157.00
六丝钝尾虾虎	6.50	7.58	41.67	586.71

鱼				
枪乌贼	6.38	5.12	58.33	670.80
许氏平鲈	5.32	0.21	8.33	46.06
鲷	3.42	1.16	66.67	305.35
赤鼻棱鯧	2.91	1.02	50.00	196.50
小黄鱼	2.37	1.22	58.33	209.40
短吻红舌鲷	1.95	0.10	8.33	17.08
鹰爪虾	1.63	3.77	75.00	405.00
三疣梭子蟹	1.32	0.65	16.67	32.84

$$\rho = D / (p \cdot a)$$

式中： ρ 为现存资源量； D 为相对资源密度，即平均渔获量； a 为网次扫海面积； p 为网具捕获率。

4、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 $90.40 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ 和 284.89 kg/km^2 。其中，鱼类资源尾数密度为 $29.88 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ；甲壳类为 $55.60 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ；头足类为 $4.92 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ 。鱼类资源重量密度为 157.60 kg/km^2 ；甲壳类为 114.84 kg/km^2 ；头足类为 12.50 kg/km^2 。

表 4.2-38 2020 年 4 月游泳动物资源密度分布

站位	类别	资源密度 (kg/km^2)	资源数量密度 (10^3 ind./km^2)
1	甲壳类	205.89	92.34
	头足类	7.40	2.61
	鱼类	75.12	16.89
2	甲壳类	13.04	7.49
	头足类	1.52	0.68
	鱼类	154.41	26.92
3	甲壳类	6.31	4.49
	头足类	2.52	0.97
	鱼类	93.38	10.3
4	甲壳类	320.70	167.28
	头足类	84.20	34.51
	鱼类	762.81	180.46
5	甲壳类	21.85	11.37
	头足类	0.00	0
	鱼类	157.61	23.08
6	甲壳类	131.89	61.34
	头足类	20.55	7.93
	鱼类	128.97	18.47

站位	类别	资源密度 (kg/km ²)	资源数量密度 (10 ³ ind./km ²)
7	甲壳类	94.23	46.26
	头足类	1.83	0.72
	鱼类	52.30	6.41
8	甲壳类	22.73	9.67
	头足类	0.85	0.31
	鱼类	79.46	8.38
9	甲壳类	286.09	127.91
	头足类	14.29	4.41
	鱼类	150.36	25.3
10	甲壳类	125.40	67.3
	头足类	13.89	5.91
	鱼类	107.08	24.13
11	甲壳类	15.68	7.42
	头足类	0.18	0.07
	鱼类	76.25	10.67
12	甲壳类	134.23	64.35
	头足类	2.81	0.96
	鱼类	53.48	7.49

5、游泳动物成幼体比例

2020年4月调查共捕获鱼类27种。鱼类平均重量资源密度为157.60kg/km²（石首科约16.88kg/km²），其中幼体为3.25kg/km²，成体为154.35kg/km²，平均尾数资源密度为29.88×10³ ind./km²，其中幼体为3.10×10³ ind./km²，成体为26.78×10³ ind./km²；捕获甲壳类20种，平均重量资源密度114.84kg/km²，其中幼体为2.34kg/km²，成体为112.5kg/km²，平均尾数资源密度55.60×10³ ind./km²，其中幼体为2.52×10³ ind./km²，成体为53.05×10³ ind./km²；捕获头足类5种，头足类平均重量资源密度为12.50kg/km²，其中幼体为0.51 kg/km²，成体为11.99kg/km²，平均尾数资源密度为12.50×10³ ind./km²，其中幼体为0.37×10³ ind./km²，成体为12.13×10³ ind./km²。

6、生物多样性

调查海域生物种类多样性指数平均为1.901，变化范围为1.273~2.590；物种均匀度指数平均为0.585，变化范围0.368~0.836；物种丰富度指数平均为2.519，变化范围1.654~3.829。

表 4.2-39 游泳动物群落多样性指数

站位	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 D
1	1.946	0.621	1.979

站位	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 D
2	2.590	0.805	2.389
3	2.374	0.685	3.311
4	1.852	0.599	1.712
5	1.471	0.399	3.829
6	2.068	0.602	2.724
7	2.415	0.836	1.654
8	1.770	0.601	1.935
9	1.276	0.368	2.674
10	1.625	0.461	2.960
11	2.153	0.661	2.651
12	1.273	0.386	2.412
最大值	2.59	0.836	3.829
最小值	1.273	0.368	1.654
平均值	1.901	0.585	2.519

(2) 2020 年 10 月秋季调查结果

一、鱼卵仔稚鱼

本次调查未出现鱼卵及仔稚鱼。

二、渔业资源

①种类组成

秋季调查共出现渔业资源种类 41 种，其中，鱼类 17 种，占总数的 41.5%；虾类 7 种，占总数的 17.1%；蟹类 4 种，占总数的 9.8%；头足类 3 种，占总数的 7.3%；贝类 5 种，占总数的 12.2%；棘皮类 4 种，占总数的 9.8%；其他类 1 种，占总数的 2.4%。

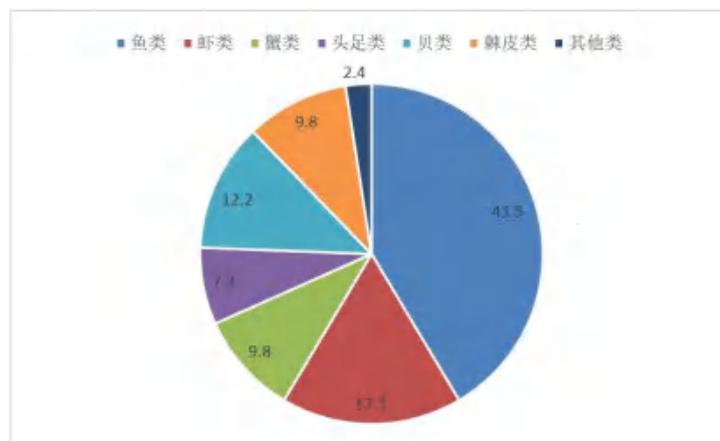


图 4.2.7 渔业资源种类数组成

表 4.2.40 游泳动物种类名录

种类	序号	种类	拉丁名
鱼类	1	斑鯨	<i>Konosirus punctatus</i>
	2	赤鼻棱鯨	<i>Thryssa kammalensis</i>
	3	带鱼	<i>Trichiurus lepturus</i>
	4	短鳍鲷	<i>Callionymus kitaharae</i>
	5	方氏云鲷	<i>Enedrias fangi</i>
	6	尖海龙	<i>Syngnathus acus</i>
	7	睛尾蝌蚪虾虎鱼	<i>Lophiogobius ocellicauda</i>
	8	绿鳍鱼	<i>Chelidonichthys spinosus</i>
	9	矛尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>
	10	皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belengerii</i>
	11	普氏缙虾虎鱼	<i>Amoya pflaumi</i>
	12	少鳞鳊	<i>Sillago japonica</i>
	13	细条天竺鲷	<i>Apogonichthys lineatus</i>
	14	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>
	15	油鲟	<i>Sphyraena pinguis</i>
	16	长蛇鲻	<i>Saurida elongata</i>
	虾类	17	长丝虾虎鱼
18		葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>
19		口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
20		南美白对虾	<i>Penaeus vannamei</i>
21		日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
22		细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
23		鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>
蟹类	24	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>
	25	隆线强蟹	<i>Eucrater crenata</i>
	26	日本蟳	<i>Charybdis japonica</i>
	27	三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>
头足类	28	双斑蟳	<i>Charybdis bimaculata</i>
	29	短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>
	30	枪乌贼	<i>Loligo chinensis</i>
贝类	31	长蛸	<i>Octopus variabilis</i>
	32	白带三角口螺	<i>Trigonostoma scalariformis</i>
	33	红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>
	34	杰氏裁判螺	<i>Inquisitor jeffreysii</i>
	35	金刚钠螺	<i>Sydaphera spengleriana</i>
棘皮类	36	魁蚶	<i>Scapharca broughtoni</i>
	37	多棘海盘车	<i>Asterias amurensis</i>
	38	哈氏刻肋海胆	<i>Temnopleurus hardwickii</i>
	39	罗氏海盘车	<i>Asierias rollestoni</i>

	40	砂海星	<i>Luidia quinaria</i>
其他	41	强壮仙人掌海鳃	<i>Cavernularia obesa</i>

按重量计，本次调查鱼类占总重量的 45.5%；虾类占总重量的 23.3%；蟹类占总重量的 25.9%；头足类占总重量的 4.1%；贝类占总重量的 0.6%；棘皮类占总重量的 0.6%；其他类占总重量的 0.1%。

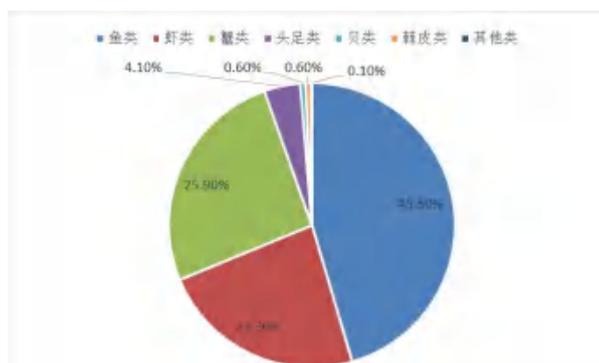


图 4.2-8 不同种类重量组成

按数量计，本次调查鱼类占总数量的 37.2%；虾类占总数量的 13.5%；蟹类占总数量的 42.1%；头足类占总数量的 4.0%；贝类占总数量的 2.2%；棘皮类占总数量的 0.9%；其他类占总数量的 0.1%。

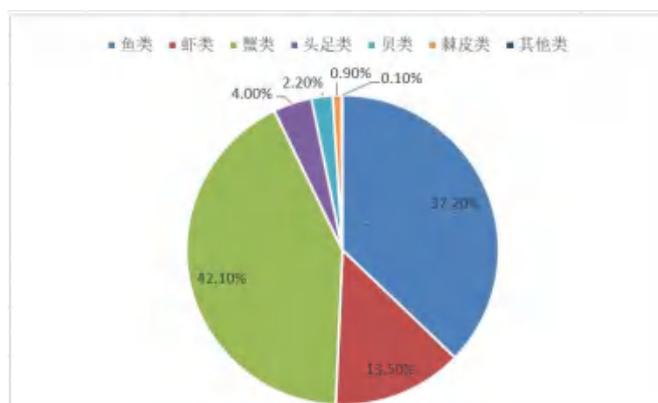


图 4.2-9 不同种类数量组成

②数量分布

调查海域平均渔获重量为 2.04 kg/h，各站位渔获重量范围为 1.53 kg/h~2.93 kg/h。渔获重量在 1 kg/h~2 kg/h 的站位 7 个，渔获重量在 2 kg/h~3 kg/h 的站位 5 个。

调查海域平均渔获数量为 464 ind./h，各站位渔获数量在 343 ind./h~729 ind./h 之间。渔获数量在 300 ind./h~400 ind./h 的站位 3 个；渔获数量在 300 ind./h~400 ind./h 的站位 6 个；大于 500 ind./h 的站位 3 个。

③优势种

本次调查优势种有 4 种，为睛尾蝌蚪虾虎鱼、双斑蟚、口虾蛄、鹰爪虾；重要种有 7 种，依次为枪乌贼、矛尾虾虎鱼、赤鼻棱鲉、红带织纹螺、日本鼓虾、长蛇鲻、普氏缯虾虎鱼。

重量比例超过 1% 的种类共 8 种，占全部渔获物重量的 93.71%。重量组成比例超过 10% 的种类 3 种，为睛尾蝌蚪虾虎鱼 35.53%、双斑蟚 25.23%、口虾蛄 14.58%；重量组成比例在 5~10% 之间的种类 1 种，为鹰爪虾 7.77%；重量组成比例在 1~5% 的种类 4 种，依次为矛尾虾虎鱼 4.57%、枪乌贼 3.08%、赤鼻棱鲉 1.22%、长蛇鲻 1.73%；其余种类重量组成比例低于 1%。

数量比例超过 1% 的种类共 9 种，占全部渔获物重量的 95.99%。数量组成比例超过 10% 的种类 3 种，为双斑蟚 37.98%、睛尾蝌蚪虾虎鱼 28.83%、口虾蛄 11.33%；数量组成比例在 5~10% 之间的种类 1 种，为鹰爪虾 8.39%；数量组成比例在 1~5% 之间的种类 5 种，依次为枪乌贼 3.38%、矛尾虾虎鱼 1.36%、赤鼻棱鲉 1.80%、红带织纹螺 1.85%、日本鼓虾 1.07%；其余种类数量组成比例低于 1%。

表 4.2-41 渔业资源主要种类组成 (IRI > 100)

种类	重量百分比 W%	尾数百分比 N%	出现频率 F%	IRI
睛尾蝌蚪虾虎鱼	35.53	28.83	100.00	6436.10
双斑蟚	25.23	37.98	100.00	6320.59
口虾蛄	14.58	11.33	100.00	2591.24
鹰爪虾	7.77	8.39	100.00	1616.64
枪乌贼	3.08	3.38	100.00	646.03
矛尾虾虎鱼	4.57	1.36	100.00	593.01
赤鼻棱鲉	1.22	1.80	100.00	302.33
红带织纹螺	0.24	1.85	100.00	209.19
日本鼓虾	0.39	1.07	100.00	145.82
长蛇鲻	1.73	0.16	58.33	110.59
普氏缯虾虎鱼	0.20	0.87	100.00	106.93

④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 9.73×10^3 ind./km² 和 42.61 kg/km²。其中，鱼类为 4.21×10^3 ind./km²；虾类为 2.21×10^3 ind./km²；蟹类为 2.85×10^3 ind./km²；头足类为 0.27×10^3 ind./km²；贝类为 0.12×10^3 ind./km²；棘皮类为 0.45×10^3 ind./km²。

表 4.2.42 2020 年 10 月游泳动物资源密度分布

站位	类别	资源密度 (kg/km ²)	资源数量密度 (103 ind./km ²)
1	鱼类	27.92	4.15
	头足类	1.26	0.26
	虾类	6.86	1.41
	蟹类	7.25	2.56
	贝类	0.14	0.15
	棘皮类	0.15	0.06
2	鱼类	15.41	2.73
	头足类	1.10	0.19
	虾类	6.46	1.40
	蟹类	6.59	2.02
	贝类	0.89	0.13
	棘皮类	0.17	0.08
3	鱼类	28.85	2.70
	头足类	2.14	0.32
	虾类	8.68	1.81
	蟹类	8.94	3.17
	贝类	0.14	0.20
	棘皮类	0.17	0.01
4	鱼类	21.12	3.36
	头足类	1.15	0.22
	虾类	6.85	1.39
	蟹类	7.51	2.34
	贝类	0.10	0.11
	棘皮类	0.10	0.04
5	鱼类	31.69	7.47
	头足类	2.05	0.52
	虾类	13.72	2.93
	蟹类	11.92	3.73
	贝类	0.01	0.01
	棘皮类	0.24	0.05
	其他	0.06	0.01
6	鱼类	23.96	4.20
	头足类	1.15	0.22
	虾类	7.04	1.42
	蟹类	7.33	2.64
	贝类	0.07	0.12
	棘皮类	0.10	0.03
7	鱼类	33.27	5.56
	头足类	1.48	0.36

	虾类	1.90	9.15
	蟹类	10.13	3.02
	贝类	0.15	0.24
	棘皮类	0.39	0.16
8	鱼类	19.53	3.61
	头足类	0.61	0.18
	虾类	5.36	1.03
	蟹类	8.06	3.05
	贝类	0.21	0.28
9	鱼类	28.32	4.64
	头足类	1.27	0.30
	虾类	7.55	1.53
	蟹类	8.82	3.21
	贝类	0.03	0.05
	棘皮类	0.39	0.16
	其他	0.14	0.01
10	鱼类	24.87	4.21
	头足类	1.18	0.24
	虾类	6.11	1.37
	蟹类	8.97	2.98
	贝类	0.02	0.04
	棘皮类	0.40	0.05
11	鱼类	27.67	4.67
	头足类	1.59	0.25
	虾类	8.58	1.87
	蟹类	9.26	3.26
	贝类	0.04	0.07
	棘皮类	0.11	0.06
12	鱼类	22.18	3.25
	头足类	0.96	0.20
	虾类	5.38	1.18
	蟹类	6.98	2.24
	贝类	0.02	0.03
	棘皮类	0.06	0.04

⑤游泳动物成幼体比例

2020年10月调查共捕获鱼类17种。鱼类平均重量资源密度为 $25.40\text{kg}/\text{km}^2$ （石首科约 $1.47\text{kg}/\text{km}^2$ ），其中幼体为 $5.29\text{kg}/\text{km}^2$ ，成体为 $20.11\text{kg}/\text{km}^2$ ；鱼类平均数量资源密度 $4.21 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.51 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，成体为 $3.70 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

捕获虾类7种。虾类平均资源密度为 $7.04 \text{kg}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $1.25\text{kg}/\text{km}^2$ ，成体为 $5.79\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均数量资源密度 $2.21 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.53 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，成体为 $1.68 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

捕获蟹类4种。蟹类平均资源密度为 $8.48 \text{kg}/\text{km}^2$ ，其中幼体 $0.92\text{kg}/\text{km}^2$ ，成体 $7.56\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均数量资源密度 $2.85 \times 10^4 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，其中幼体 $1.03 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，成体 $1.82 \times 10^4 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

捕获头足类3种，头足类平均重量资源密度为 $1.33\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.20\text{kg}/\text{km}^2$ ，成体 $1.13\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均数量资源密度 $0.28 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.08 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，成体 $0.20 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

捕获棘皮类4种，获棘皮类平均重量资源密度为 $0.21\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.01 \text{kg}/\text{km}^2$ ，成体 $0.20\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均数量资源密度 $0.07 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.002 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，成体 $0.07 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

捕获贝类5种，获贝类平均重量资源密度为 $0.15\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.02\text{kg}/\text{km}^2$ ，成体 $0.13 \text{kg}/\text{km}^2$ ；平均数量资源密度 $0.12 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，其中幼体为 $0.01 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，成体 $0.11 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

捕获其他种类1种，均为成体，平均重量资源密度为 $0.01\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均数量资源密度 $0.002 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

⑥生物多样性

调查海域生物种类多样性指数平均为1.75，变化范围为1.62~1.89；物种均匀度指数平均为0.56，变化范围0.54~0.60；物种丰富度指数平均为3.59，变化范围2.81~4.11。

表 4.2.43 2020年10月游泳动物群落多样性指数

站位	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 D
1	1.764	0.56	3.79
2	1.894	0.59	4.11
3	1.825	0.56	4.10
4	1.847	0.60	3.53

站位	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 D
5	1.706	0.54	3.34
6	1.744	0.54	4.11
7	1.797	0.58	3.32
8	1.615	0.56	2.81
9	1.699	0.55	3.38
10	1.681	0.54	3.44
11	1.776	0.57	3.52
12	1.694	0.55	3.58
最大值	1.89	0.60	4.11
最小值	1.62	0.54	2.81
平均值	1.75	0.56	3.59

(3) 鱼卵、仔稚鱼历史调查结果

由于 2020 年 4 月和 2020 年 10 月未调查出鱼卵与仔稚鱼，补充了工程附近鱼卵、仔稚鱼历史调查资料。

1) 2006 年 10 月调查

引用山东省海洋与渔业厅《山东近海经济生物资源调查与评价》中 2006 年 10 月山东半岛北部的调查资料，共布设调查站位 20 个。

调查结果：本次调查未捕获鱼卵仔鱼。

2) 2010 年 9 月调查

山东省海洋水产研究所于 2010 年 9 月在工程附近进行了 12 个站位鱼卵、仔稚鱼调查。

调查结果：鱼卵平均密度为 0.0076 粒/m³，仔稚鱼平均密度为 0.0017 粒/m³。

3) 2011 年 5 月调查

山东省海洋水产研究所于 2011 年 5 月在工程附近进行了 12 个站位鱼卵、仔稚鱼调查。

调查结果：未发现鱼卵，仔稚鱼仅捕获斑鲈 1 种。

4) 2013 年 6 月调查

山东省海洋资源与环境研究院与国家海洋局烟台海洋环境监测中心站联合于 2013 年 6 月对项目周边海域进行的 12 个站位渔业资源和鱼卵仔鱼调查资料。

调查结果：鱼卵密度取 0.455 粒/m³，仔稚鱼取 0.00054 尾/m³。

5) 2016 年 10 月

山东省海洋资源与环境研究院于 2016 年 10 月在工程附近进行了 12 个站位鱼卵、仔稚鱼调查。

调查结果：仔稚鱼平均密度为 0.00162ind./m³，未捕获鱼卵。

6) 2017 年 5 月

山东省海洋资源与环境研究院于 2017 年 5 月在工程附近进行了 12 个站位鱼卵、仔稚鱼调查。

调查结果：鱼卵平均密度为 0.26ind./m³，未捕获仔稚鱼。

7) 2018 年 4 月

青岛海科监测有限公司于 2018 年 4 月对工程附近海域进行的 12 个站位的渔业资源调查。

调查结果：未出现鱼卵及仔稚鱼。

8) 2019 年 10 月

山东省海洋资源与环境研究院于 2019 年 10 月对工程附近海域进行的 12 个站位的渔业资源调查。

调查结果：鱼卵平均密度为 0.27×10^{-3} ind./m³，未捕获仔稚鱼。

表 4.2.44 鱼卵、仔稚鱼调查资料统计

调查时间	鱼卵密度 (粒/m ³)	仔稚鱼密度 (粒/m ³)
2006 年 10 月	0	0
2010 年 9 月	0.0076	0.0017
2011 年 5 月	0	0
2013 年 6 月	0.455	0.00054
2016 年 10 月	0	0.00162
2017 年 5 月	0.26	0
2018 年 4 月	0	0
2019 年 10 月	0.00027	0
2020 年 4 月	0	0
2020 年 10 月	0	0
最大值	0.455	0.0017

4.2.5 海洋生物体质量现状

4.2.5.1 调查时间与站位布设

为了解工程附近海域生物体质量状况中国海洋大学 2020 年 4 月进行了 13 个站位的生

物体质量调查；中国海洋大学 2020 年 10 月进行了 12 个站位的生物体质量调查，调查站位及坐标详见图 4.2-1、表 4.2-1。

4.2.5.2 采样及分析方法

(1) 调查项目

2020 年 4 月

调查对象：铠平鲈、口虾蛄、许氏平鲈、栉孔扇贝、长蛸、斑尾刺虾虎鱼。

2020 年 10 月

调查对象：斑鲚、短蛸、口虾蛄、绿鳍鱼、毛蚶、矛尾虾虎鱼、枪乌贼、睛尾蝌蚪虾虎鱼、鹰爪虾、鲷、长蛇鲻等。

(2) 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。

(3) 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 4.2-45。

表 4.2-45 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}

4.2.5.3 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

贝类生物质量评价采用《海洋生物质量》（GB1842-2001）中规定的标准值，结合《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，农渔业区执行第一类生物质量标准，港口航运区（航道、锚地）执行第二类生物质量标准，港口航运区（港口区）执行第三类生物质量标准，保留区要求保持现状，本报告按照第一类生物质量进行评价。评价标准见表 4.2-46。

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 4.2-47。

评价方法采用单因子标准指数法。

表 4.2-46 海洋生物质量（GB1842-2001）评价标准标准（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）
总汞≤	0.05	0.1	0.3
石油烃≤	15	50	80

项目	第一类	第二类	第三类
注：以贝类去壳部分的鲜重计。			

表 4.2-47 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

4.2.5.4 调查结果分析

2020年4月海洋生物质量调查中，除了4和8号站位口虾蛄体内镉、铬以及10号站位栉孔扇贝体内铅、锌、镉、铬超标外，其余各个站位生物体内污染物含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《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值。

2020年10月海洋生物质量调查中，工程附近海域各个站位生物体内污染物含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《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值。

表 4.2-48 2020年4月海洋生物质量实测结果统计表

站位	生物名称	石油烃	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
		10^{-6}							
YT-2	铠平鲉	19.63	0.050	0.060	1.469	0.281	9.672	0.057	0.967
YT-4	口虾蛄	12.59	0.022	0.098	26.880	1.504	23.016	2.335	2.159
YT-5	许氏平鲉	18.50	0.118	0.084	3.776	0.244	10.560	0.130	0.941
YT-6	铠平鲉	16.55	0.043	0.079	1.541	0.294	10.270	0.060	1.008
YT-7	栉孔扇贝	14.47	0.003	0.643	2.223	0.275	24.570	1.846	0.676
YT-8	口虾蛄	19.77	0.024	0.102	25.200	1.408	21.520	2.192	2.088
YT-10	栉孔扇贝	14.69	0.003	0.558	2.202	0.271	24.064	1.875	0.672
YT-12	长蛸	19.31	0.049	0.312	18.549	0.164	23.571	0.164	0.891
YT-13	斑尾刺虾虎鱼	10.53	0.003	0.284	1.979	0.269	13.783	0.081	0.295
YT-15	许氏平鲉	15.87	0.115	0.102	3.827	0.244	10.560	0.132	0.954
YT-18	斑尾刺虾虎鱼	19.72	0.003	0.318	1.959	0.267	13.904	0.082	0.303
YT-20	长蛸	17.78	0.005	0.263	19.598	0.166	23.944	0.166	0.894
YT-22	长蛸	18.07	0.005	0.358	19.740	0.170	24.360	0.172	0.916

表 4.2-49 2020 年 10 月海洋生物质量实测结果统计表

站位	物种	石油烃	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
		10 ⁻⁶							
YT-1	鹰爪虾	4.11	0.006	0.149	4.154	0.045	13.656	0.055	0.140
YT-3	毛蚶	8.03	0.005	0.089	0.391	0.038	16.070	0.452	0.155
YT-3	斑鲆	5.70	0.017	0.260	0.425	0.018	6.820	0.007	0.118
YT-5	鲷	1.14	0.016	0.060	1.089	0.031	7.022	0.018	0.143
YT-5	鹰爪虾	1.94	0.005	0.216	2.344	0.029	11.624	0.026	0.097
YT-6	枪乌贼	3.82	0.003	0.121	1.863	0.130	8.324	0.285	0.184
YT-7	矛尾虾虎鱼	0.31	0.006	0.113	1.386	0.050	7.422	0.140	0.138
YT-9	睛尾蝌蚪虾虎鱼	0.29	0.010	0.047	0.321	0.042	4.985	0.015	0.166
YT-11	枪乌贼	6.50	0.020	0.080	1.138	0.136	6.859	0.264	0.118
YT-11	长蛇鲻	4.82	0.003	0.022	0.187	0.015	4.755	0.017	0.120
YT-13	口虾蛄	1.91	0.004	0.201	12.308	0.034	15.726	1.042	0.223
YT-14	鹰爪虾	1.77	0.009	0.166	2.248	0.050	11.217	0.029	0.099
YT-14	绿鳍鱼	0.32	0.016	0.030	0.302	0.017	5.071	0.012	0.044
YT-15	口虾蛄	1.81	0.006	0.163	15.759	0.029	17.673	1.252	0.058
YT-15	枪乌贼	9.01	0.004	0.150	2.155	0.126	8.467	0.412	0.170
YT-17	长蛇鲻	0.27	0.014	0.027	0.680	0.019	5.377	0.011	0.061
YT-19	鹰爪虾	2.84	0.005	0.140	3.130	0.049	12.675	0.041	0.091
YT-19	短蛸	3.65	0.007	0.086	2.146	0.101	13.210	0.049	0.090

表 4.2-50 2020 年 4 月海洋生物质量评价结果统计表

站位	生物名称	石油烃	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
YT-2	铠平鲷	0.982	0.168	0.012	0.073	0.140	0.242	0.096	0.645
YT-4	口虾蛄	0.629	0.108	0.012	0.269	0.752	0.153	1.168	1.439
YT-5	许氏平鲷	0.925	0.393	0.017	0.189	0.122	0.264	0.217	0.627
YT-6	铠平鲷	0.828	0.142	0.016	0.077	0.147	0.257	0.100	0.672
YT-7	栉孔扇贝	0.289	0.029	0.129	0.089	0.137	0.491	0.923	0.338
YT-8	口虾蛄	0.989	0.118	0.013	0.252	0.704	0.143	1.096	1.392
YT-10	栉孔扇贝	0.979	0.061	0.558	0.220	2.707	1.203	9.376	1.344
YT-12	长蛸	0.966	0.164	0.031	0.185	0.016	0.094	0.030	0.162
YT-13	斑尾刺虾虎鱼	0.526	0.010	0.057	0.099	0.134	0.345	0.135	0.197
YT-15	许氏平鲷	0.793	0.384	0.020	0.191	0.122	0.264	0.220	0.636
YT-18	斑尾刺虾虎鱼	0.986	0.009	0.064	0.098	0.134	0.348	0.137	0.202
YT-20	长蛸	0.889	0.016	0.026	0.196	0.017	0.096	0.030	0.163
YT-22	长蛸	0.903	0.017	0.036	0.197	0.017	0.097	0.031	0.166

表 4.2-51 2020 年 10 月海洋生物质量评价结果统计表

站位	生物名称	门类	石油烃	砷	汞	铜	铅	锌	镉	铬
YT-1	鹰爪虾	甲壳类	0.21	0.02	0.03	0.04	0.02	0.09	0.03	0.09
YT-3	毛蚶	贝类	0.54	0.09	0.10	0.04	0.38	0.80	2.26	0.31
YT-3	斑鲆	鱼类	0.29	0.05	0.06	0.02	0.01	0.17	0.01	0.08
YT-5	鲷	鱼类	0.06	0.01	0.05	0.05	0.02	0.18	0.03	0.10

站位	生物名称	门类	石油烃	砷	汞	铜	铅	锌	镉	铬
YT-5	鹰爪虾	甲壳类	0.10	0.03	0.03	0.02	0.01	0.08	0.01	0.06
YT-6	枪乌贼	软体动物	0.19	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05	0.03
YT-7	矛尾虾虎鱼	鱼类	0.02	0.02	0.02	0.07	0.03	0.19	0.23	0.09
YT-9	睛尾蝌蚪虾虎鱼	鱼类	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.12	0.03	0.11
YT-11	枪乌贼	软体动物	0.33	0.01	0.07	0.01	0.01	0.03	0.05	0.02
YT-11	长蛇鲻	鱼类	0.24	0.00	0.01	0.01	0.01	0.12	0.03	0.08
YT-13	口虾蛄	甲壳类	0.10	0.03	0.02	0.12	0.02	0.10	0.52	0.15
YT-14	鹰爪虾	甲壳类	0.09	0.02	0.05	0.02	0.03	0.07	0.01	0.07
YT-14	绿鳍鱼	鱼类	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01	0.13	0.02	0.03
YT-15	口虾蛄	甲壳类	0.09	0.02	0.03	0.16	0.01	0.12	0.63	0.04
YT-15	枪乌贼	软体动物	0.45	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.07	0.03
YT-17	长蛇鲻	鱼类	0.01	0.01	0.05	0.03	0.01	0.13	0.02	0.04
YT-19	鹰爪虾	甲壳类	0.14	0.02	0.03	0.03	0.02	0.08	0.02	0.06
YT-19	短蛸	软体动物	0.18	0.01	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.02

4.2.6 环境空气质量现状

4.2.6.1 项目所在区域环境质量达标情况

根据《2021年烟台市生态环境质量报告书》，环境空气监测了PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO、O₃ 6项主要污染指标。烟台开发区监测点位为开发区及开发区B区，2021年开发区环境空气质量状况如下：

表 4.2-52 2021 年烟台开发区环境空气质量状况表

污染物	年评价指标	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	监测值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	达标情况
PM _{2.5}	年平均浓度	8	60	达标
PM ₁₀	年平均浓度	29	40	达标
SO ₂	年平均浓度	66	70	达标
NO ₂	年平均浓度	28	35	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	1.0 (mg/m^3)	4 (mg/m^3)	达标
O ₃	日最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数	149	160	达标

由上表可知，2021年烟台开发区环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及2018年修改单二级标准要求，本项目所在区域属于达标区。

4.2.6.2 基本污染物环境质量现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）要求，本次评价收集了开发区环境监测站 2021 年连续一年的监测数据，按照 HJ663 对各基本污染物进行评价，评价结果见下表。

表 4.2-53 基本污染物环境质量现状表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大浓度占 标率/%	超标频 率/%	达标情况
SO ₂	第 98 百分位日平均质量浓度	15	150	10.0	0	达标
	年平均质量浓度	7	60	11.7	0	达标
NO ₂	第 98 百分位日平均质量浓度	65	80	81.3	0	达标
	年平均质量浓度	27	40	67.5	0	达标
PM ₁₀	第 95 百分位日平均质量浓度	125	150	78.6	0	达标
	年平均质量浓度	55	70	81.3	0	达标
PM _{2.5}	第 95 百分位日平均质量浓度	73	75	97.3	0	达标
	年平均质量浓度	25	35	71.4	0	达标
CO	第 95 百分位日平均质量浓度	1000	4000	25.0	0	达标
O ₃	第 90 百分位 8 小时平均质量 浓度	141	160	88.1	0	达标

由上表可知，项目所在区域大气环境 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃ 六项指标的年平均质量浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准限值要求。

4.2.7 声环境现状

根据《2021 年烟台市生态环境质量报告书》，2021 年，烟台市区区域环境噪声和道路交通噪声质量状况均属于城市噪声质量等级中的较好等级。经济技术开发区区域环境噪声市区均值昼间为 51.6dB（A）；经济技术开发区道路交通噪声市区均值昼间为 66.7dB（A）。

4.3 自然资源概况

工程附近海域主要资源包括港口资源、旅游资源、渔业资源等。

4.3.1 港口资源

烟台港为中国 10 大枢纽港口之一，截至 2019 年底，烟台港共有生产性泊位 101 个（不含 3000 吨级以下泊位），泊位长度 22839m，其中万吨级及以上泊位 74 个，最大为 30 万吨级矿石泊位。

烟台港西港区是烟台港规划建设中的核心港区，地处烟台开发区大季家东北海域，西港区规划岸线总长 15.5km，规划港区水域面积约 500 km²，陆域面积约 50 km²，码头岸线总长 19000m，码头前沿最大水深-28m。目前，西港区正在建设或完工的主要项目包括液体化工码头工程、防波堤一期工程、顺岸通用散货码头工程、20 万吨航道工程、构件预制厂、西港区成品油罐区一期工程、集疏运体系等配套项目、西港区 30 万吨级原油码头等等。

4.3.2 旅游资源

烟台旅游资源丰富。山清水秀，气候宜人，有丰富的自然景观和人文景观。尤其是夏季，海风抚面，清爽可人；山花烂漫，沁人心脾；海光山色，交相辉映。既是避暑纳凉之胜地，也是各地游客旅游观光的理想境地。市内旅游景区众多，有国家 5A 级旅游景区 3 处、4A 级 19 处、3A 级 50 处，获“中国优秀旅游城市”称号。

烟台市 500m² 以上的基岩岛屿 72 个；海岛面积 68.57km²，占全省 40.7%，面积超过 1km² 的海岛有 13 个，其中有居民的岛 15 个，居民多从事渔业生产，形成了具有鲜明胶东风味的渔村。这些岛屿成为烟台市旅游开发的宝贵自然资源。

烟台经济技术开发区内有金沙滩旅游度假区、天地广场、卡斯特酒庄。

烟台金沙滩旅游度假区是国家 AAAA 级旅游区，是 1993 年 10 月 26 日经山东省人民政府批准设立的全省第一个省级旅游度假区。东西长约 10km，南北宽约 1600m（含水域、沙滩、林带），总面积 1553 万平方米，其中沙滩面积 73.7 万平方米，水域面积 1000 万平方米，绿地面积约 477.3 万平方米（含防风林面积），建筑面积 2 万多平方米，

是一个全开放式的免费景区。

天地广场：位于烟台经济技术开发区中心，北临长江路，南接珠江路，占地 24 万平方米，1994 年开工建设，1998 年竣工开放。广场以绿为基调，突出自然植物主体，点缀雕塑、小品等人工景物。中轴线将广场分成南北两个观赏群，以表达天地广场的含义。北为与“天”有意的“太阳”广场，中心向外采用放射状道路，以形似阳光，南为与“地”有意的“大地”广场，中心围以规划的环状道路，以形似大地。

卡斯特酒庄：烟台张裕卡斯特酒庄由中国葡萄酒业巨头张裕公司和法国葡萄酒业巨头卡斯特公司合资兴建，位于烟台至蓬莱的黄金旅游线上。酒庄占地两千一百亩，其中酿酒葡萄园五百亩，主体建筑五十亩，葡萄长廊、道路二十亩。烟台张裕卡斯特酒庄是一个集旅游、观光、休闲为一体，成为烟台市又一旅游景点；同时它又是张裕高档葡萄酒的酿造基地；而且还是引进、选育国内外优良葡萄新品种，进行相关栽培技术研究的重要场所。

此外，烟台经济技术开发区周边分布有养马岛省级旅游度假区、南山大佛景区、昆嵛山景区等旅游区，是烟台至蓬莱黄金旅游线和烟台“蓬长龙”游强势板块重要构成。

4.3.3 海洋空间资源

烟台市海岸线蜿蜒曲折，岬湾相间，沿海分布面积万亩以上的海湾 7 个，大陆岸线全长 702.5km，15m 等深线以内浅海面积 6560km²；零米等深线以内滩涂面积 284km²，其中硬质滩 17km²，主要分布在蓬莱、海阳、芝罘；软质滩 267km²，主要分布在莱州、海阳、牟平；可养面积 230km²。全市分布有 500m² 以上的基岩岛屿 64 个，岛岸线长 206.6 km，岛屿面积 68.8km²。

4.3.4 渔业资源

烟台市位于山东半岛的东部，濒临渤、黄海，盛产对虾、海参、鲍鱼、扇贝等经济价值较高的 80 多个种类，是全国渔业基地之一。烟台市浅海生物多达 200 多种，具有较高经济价值的生物高达 100 多种，多分布于邻近的黄、渤海渔场。其次，温带海洋性季风气候、丰富的海水营养物质、广阔的浅海滩涂、复杂的地貌、地质类型，使烟台市海域成为多种鱼虾产卵索饵越冬洄游的必经之路和多种鱼虾贝藻繁衍生长的良好场所。所属海区处黄、渤海的接合部，受太平洋环流影响，海洋动植物资源十分丰富，是两大

海区许多经济鱼虾产卵、越冬、索饵的天然良所和南北洄游的必经之路。沿海海域常见经济价值较高的水生动物有 70 多种，盛产小黄鱼、带鱼、鲅鱼、鲐鱼、鳓鱼、黄姑鱼、青鱼、比目鱼（牙鲆、石鲈、圆斑星鲈等）、对虾、鹰爪虾、三疣梭子蟹、墨鱼、海蜇等。浅海海底和滩涂广泛分布有贻贝、扇贝、魁蚶、牡蛎、鲍鱼（皱纹盘鲍）、竹蛏、缢蛏、文蛤、杂色蛤、泥蚶、毛蚶、海螺和海参（刺参）、海胆（马粪海胆）等，其中刺参驰名中外。沿海一线水生植物资源丰富，其中有经济价值的常见品种有海带、裙带、石莼、石花菜、边紫菜、羊栖菜、江篱等。

4.3.5 养殖资源

烟台市养殖资源丰富，浅海养殖方式主要有浅海筏式养殖、浅海底播增养殖、海水网箱养殖。养殖面积达 $65 \times 10^4 \text{hm}^2$ ，占海水养殖的 40.1%，养殖产量 $676 \times 10^4 \text{t}$ ，占海水养殖的 51.3%。浅海筏式养殖和底播增养殖种类以贝、藻类为主。网箱养殖分深水网箱和普通网箱，养殖品种为大黄鱼、军曹鱼、石斑鱼等高经济价值鱼类。

5 环境影响预测与评价

5.1 水动力环境影响预测评价

工程的建设会对周围海域的水动力环境产生影响。潮流数值计算是研究评价海域现状潮流场及预测潮流场分布的一个重要内容，是海洋环境影响评价工作的基础。在潮流和波浪数值计算的基础上可以预测地形地貌冲淤变化趋势，对工程建设对周边环境的影响做出正确的论证和评价，并为有关部门提供科学的管理依据。

5.1.1 水动力模型简介

采用平面二维数值模型来研究规划海域的潮流场运动及海域污染物扩散影响，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 (m^2/s);

f —科氏参量;

g —重力加速度 (m/s^2);

c —谢才系数, $c=Mh^{1/6}$, M 为曼宁糙率系数

(2) 初始条件

初始条件:

$$\zeta(x, y, t)|_{t=0} = \zeta_0(x, y)$$

$$u(x, y, t)|_{t=0} = u_0(x, y) \quad v(x, y, t)|_{t=0} = v_0(x, y) \quad s(x, y, t)|_{t=0} = s_0(x, y)$$

式中, ζ_0 、 u_0 、 v_0 分别为 ζ 、 u 、 v 初始值。

(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。

法向泥沙通量为零

$$\frac{\partial s}{\partial n} = 0$$

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

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

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

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见图 5.1-1, 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。坐标范围为北纬 $37^{\circ}04'14.22'' \sim 40^{\circ}58'08.25''$, 东经 $117^{\circ}29'33.27'' \sim 122^{\circ}41'36.62''$ 。模拟采用非结构

三角网格，计算域模拟网格分布见图 5.1-2。为了能清楚了解本工程附近海域的潮流状况，将本工程附近海域进行局部加密，加密区计算域见图 5.1-3，加密区网格分布见图 5.1-4，工程周边海域现状、工程建成网格区域见图 5.1-5、图 5.1-6。整个模拟区域内由 13084 个节点和 23471 个三角单元组成，最小空间步长约为 10m。

(2) 水深和岸界

水深和岸界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)，1:15 万 (11370 号、11570 号、11710 号、11770、1840 号、1910 号) 海图及烟台港西港区附近 2014 年实测 (1:1000) 水深地形和岸线测量资料。

(3) 大海域模型水边界输入

开边界：收集辽宁登沙河 (A 点)、山东鸡鸣岛 (B 点) 两点调和常数，采用 M_2 、 S_2 、 K_1 和 O_1 四个主要分潮调和常数预报开边界潮位。

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{H_i \cos[\sigma_i t - G_i]\}$$

这里， σ_i 是第 i 个分潮 (这里共取四分潮： M_2 、 S_2 、 O_1 和 K_1) 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。

闭边界：以大海域和工程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 0.2s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼尼系数 n 取 $50.4 \sim 56 \text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

(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。

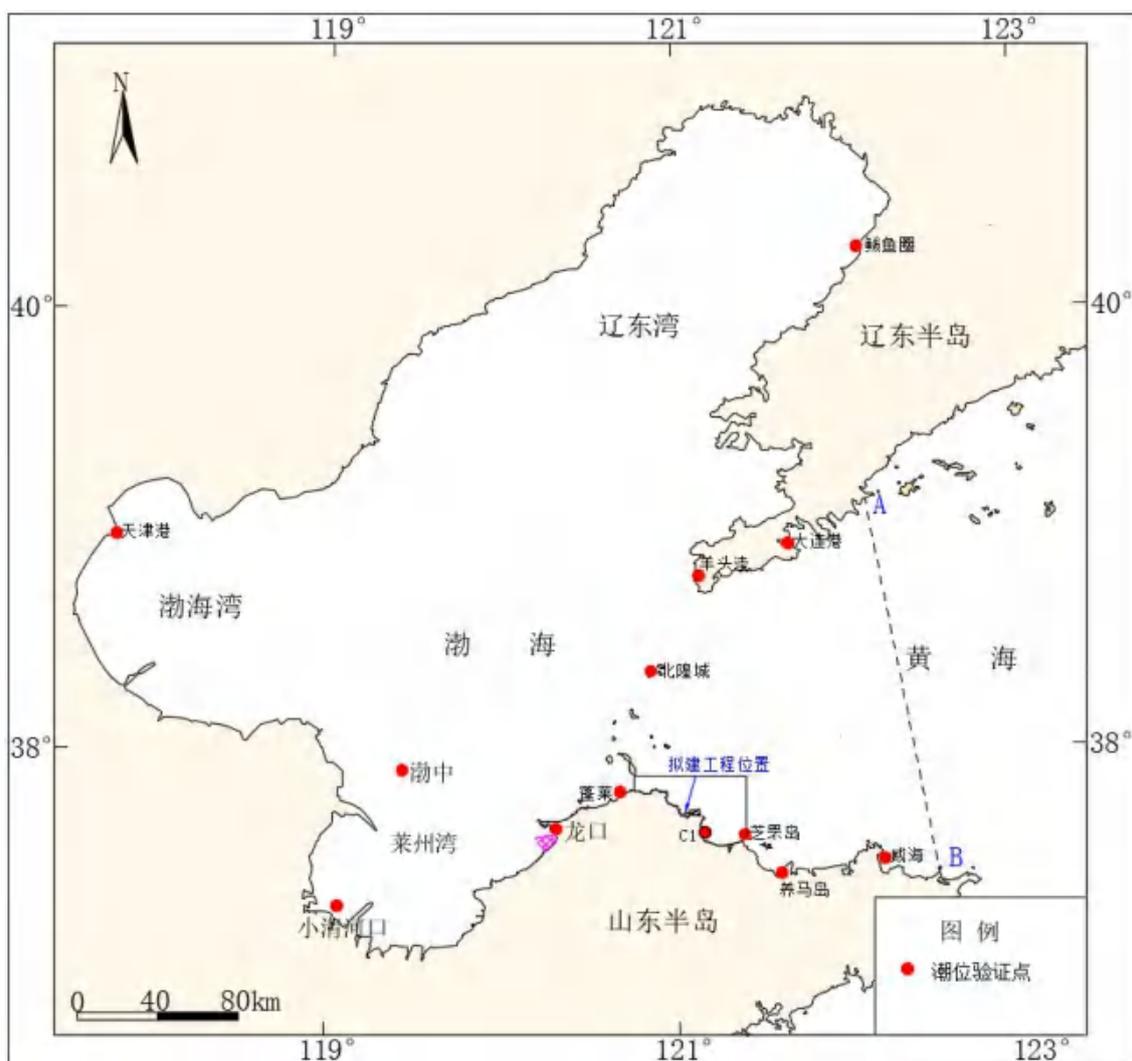


图 5.1-1 数值模拟大海域计算域及潮位验证点位置图

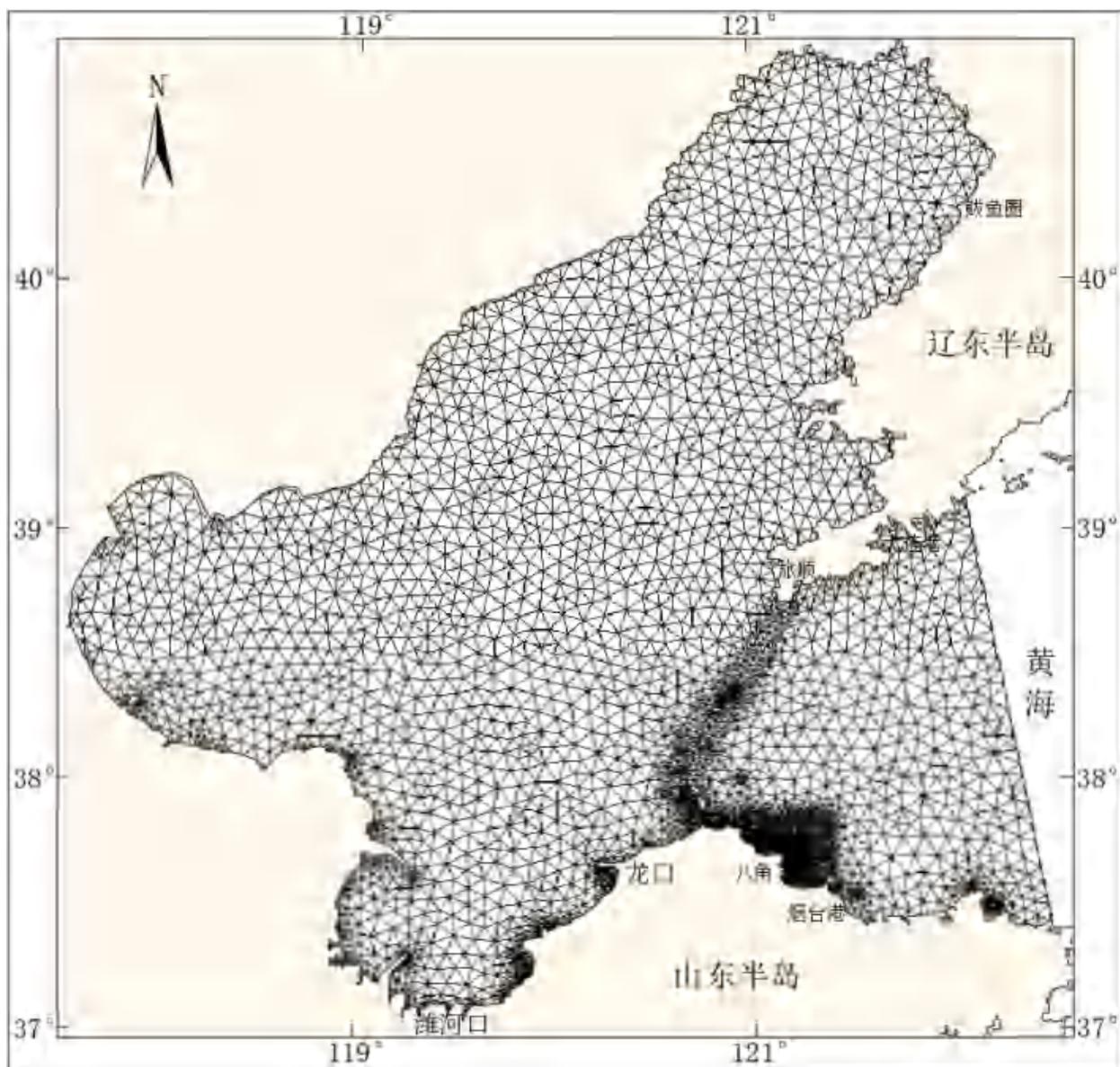


图 5.1-2 数值模拟大海域网格图

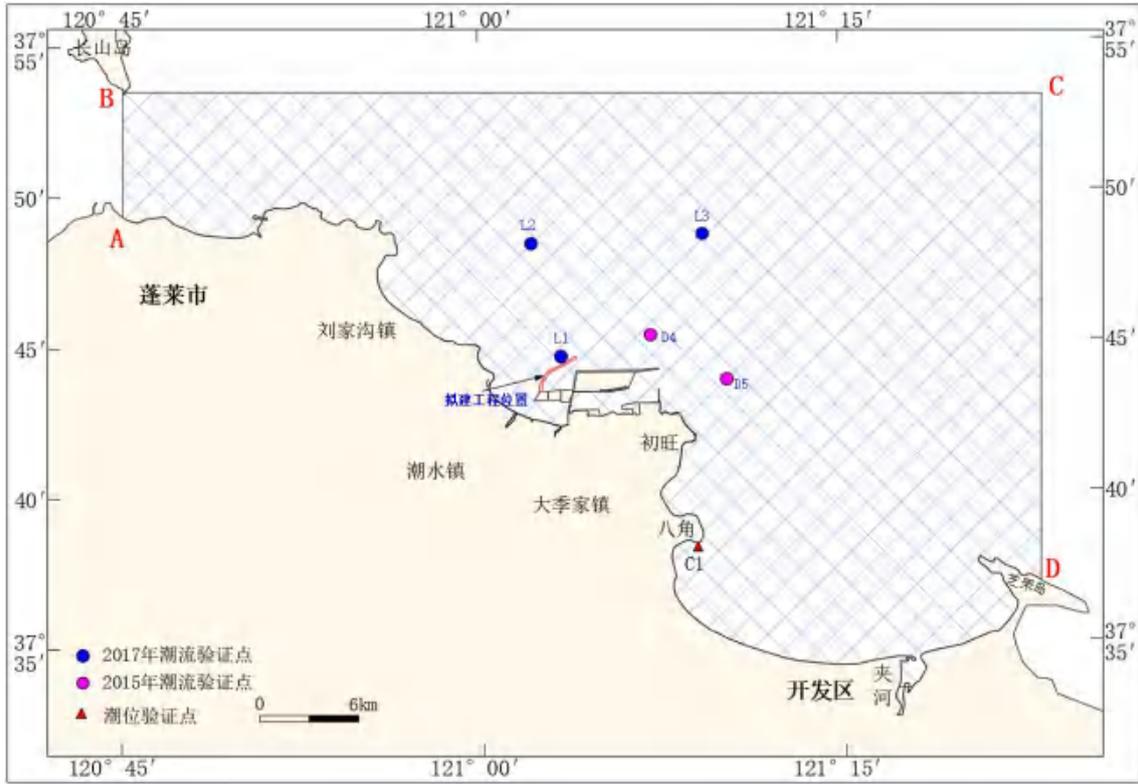


图 5.1-3 数值模拟加密区计算域及验证点位置图

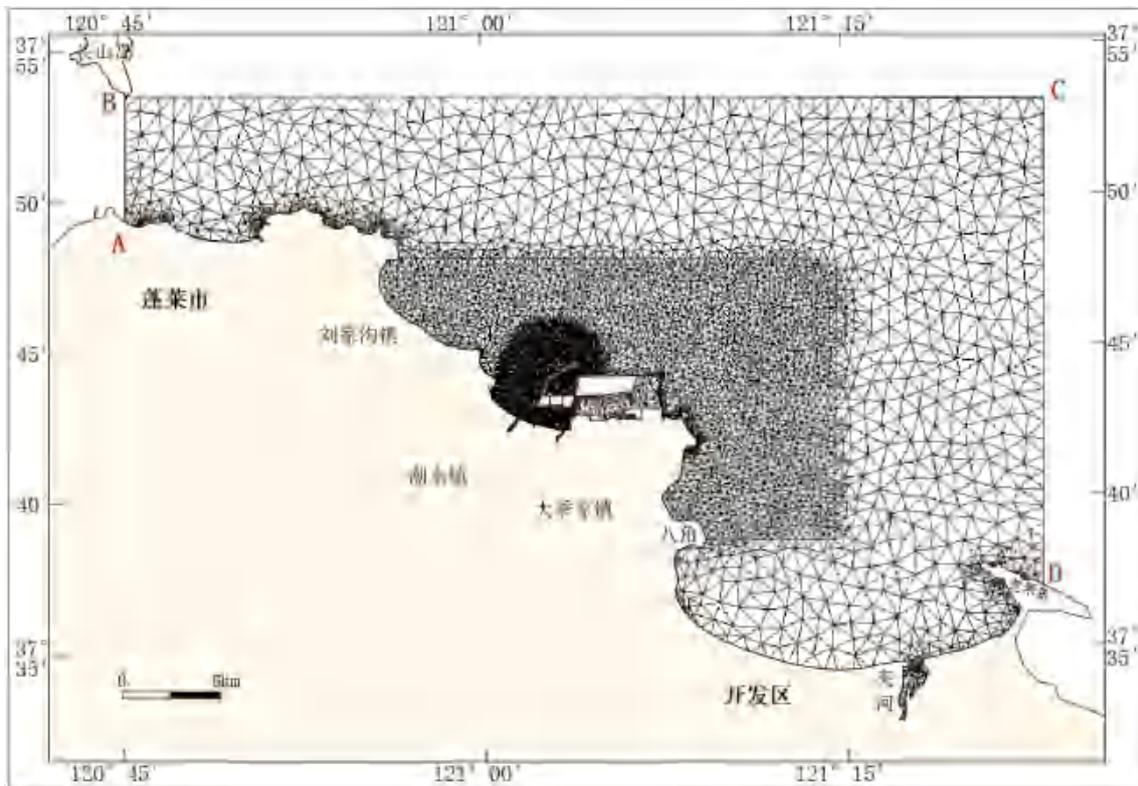


图 5.1-4 数值模拟加密区网格图

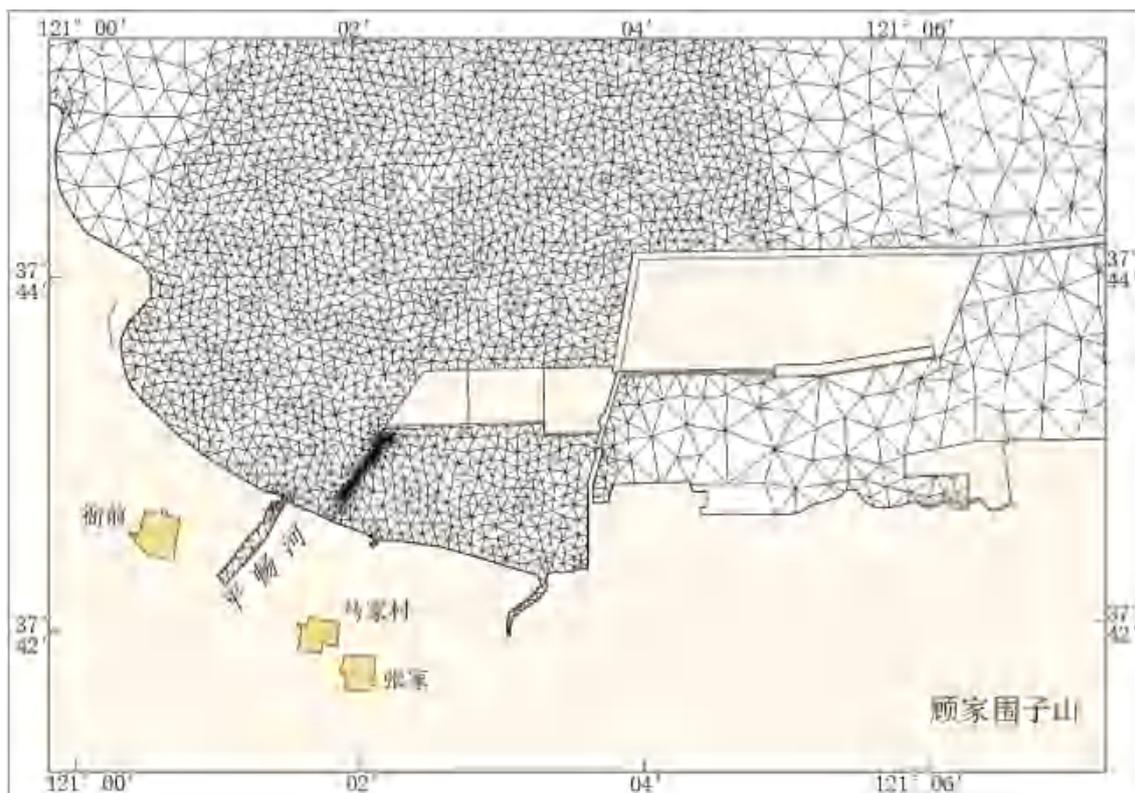


图 5.1-5 工程周边海域网格分布（工程建设前）

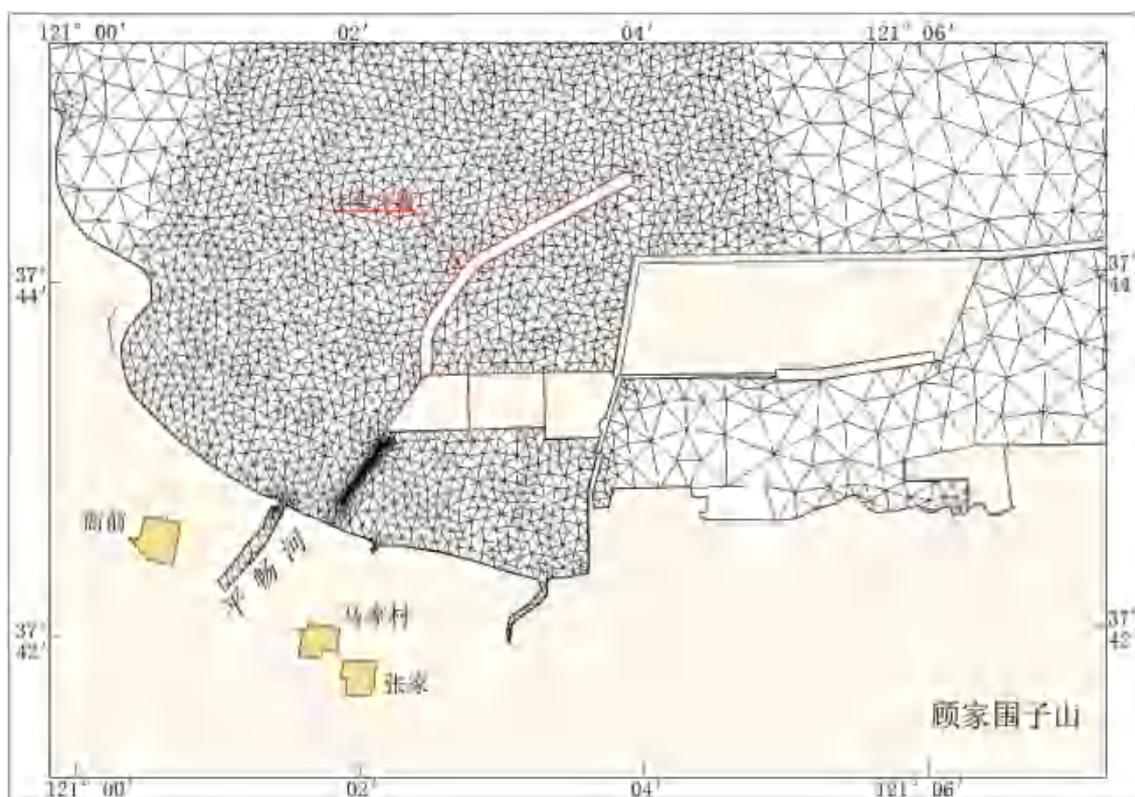


图 5.1-6 工程周边海域网格分布（工程建成后）

5.1.3 潮流数值模型及验证

(1) 潮位验证

渤海潮流模型模拟结果表明，渤海潮波在秦皇岛外和黄河口外分别存在一个 M2 和 S2 半日分潮无潮点，在渤海海峡中央存在一个 K1 和 O1 全日分潮无潮点，M2、S2、O1 和 K1 分潮波的等振幅线和迟角线与其他研究者的结果基本一致，本次模拟得到潮波系统见图 5.1-7。利用大连港、龙口、鲅鱼圈、渤中、北隍城、小清河口、芝罘岛、天津港、蓬莱、羊头洼、芝罘岛、养马岛等 12 个潮位站调和常数，选用 M2、S2、K1、O1 四个分潮的调和常数预报出大潮期的潮位与计算结果进行验证。同时，采用套子湾内 C1 站位的大潮期（2011 年 7 月 16 日~17 日）实测潮位资料与计算结果进行对比验证。经分析，模拟潮位和实测潮位之间的误差基本在 $\pm 10\text{cm}$ 以内，符合《海洋工程环境影响评价技术导则》要求。模拟区内潮位验证点见图 5.1-1 和表 5.1-1，潮位验证曲线见图 5.1-8~图 5.1-20。

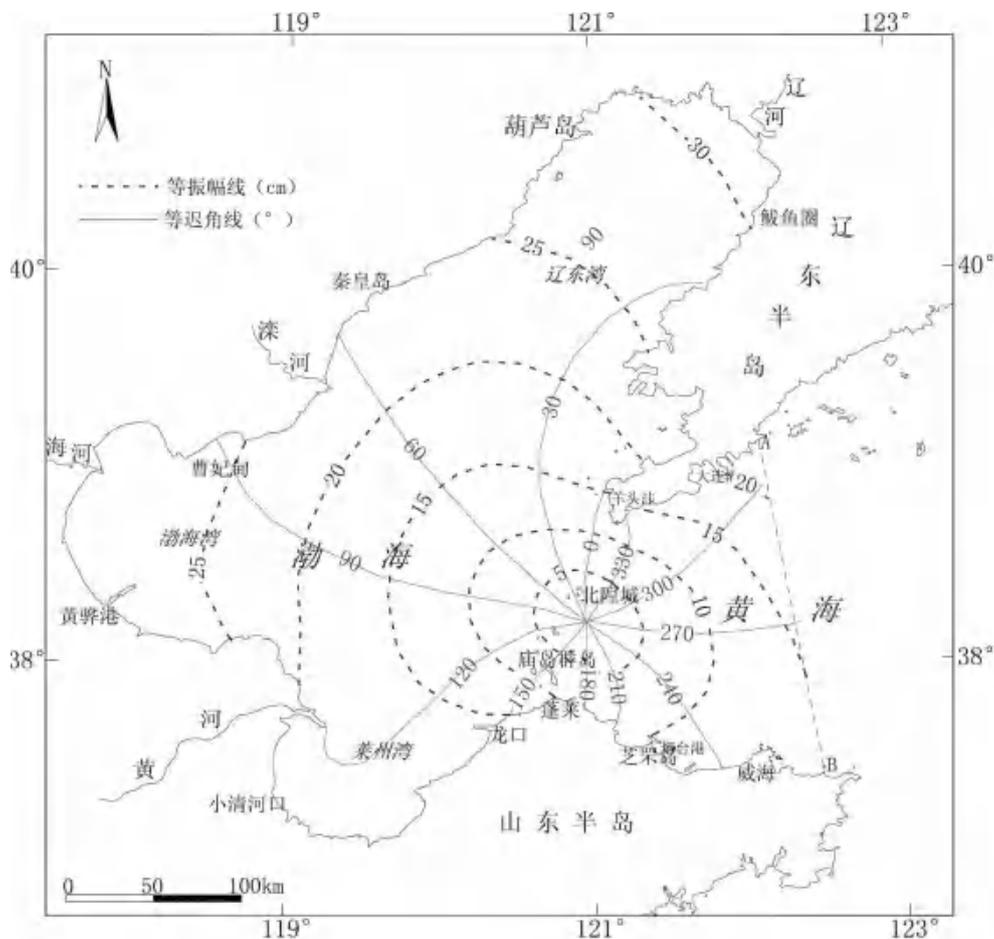


图 5.1-7a O1 分潮等振幅线和等迟角线

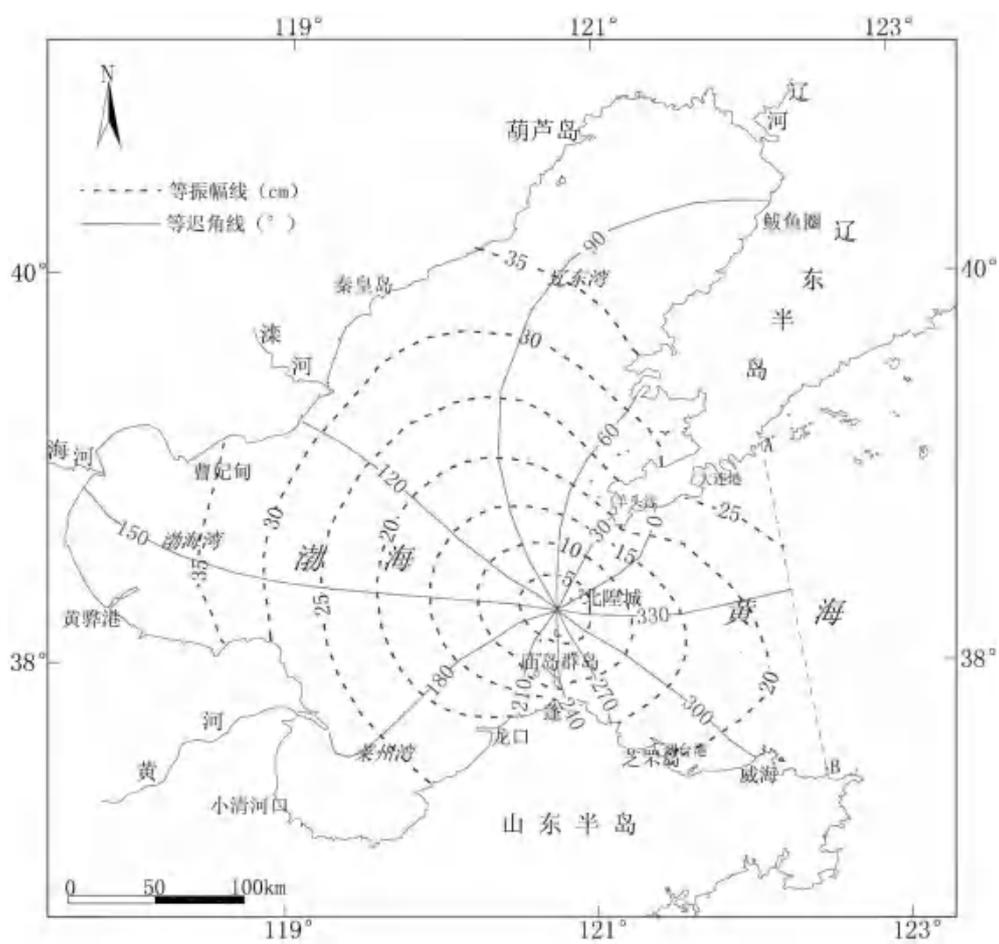


图 5.1-7b K1 分潮等振幅线和等迟角线

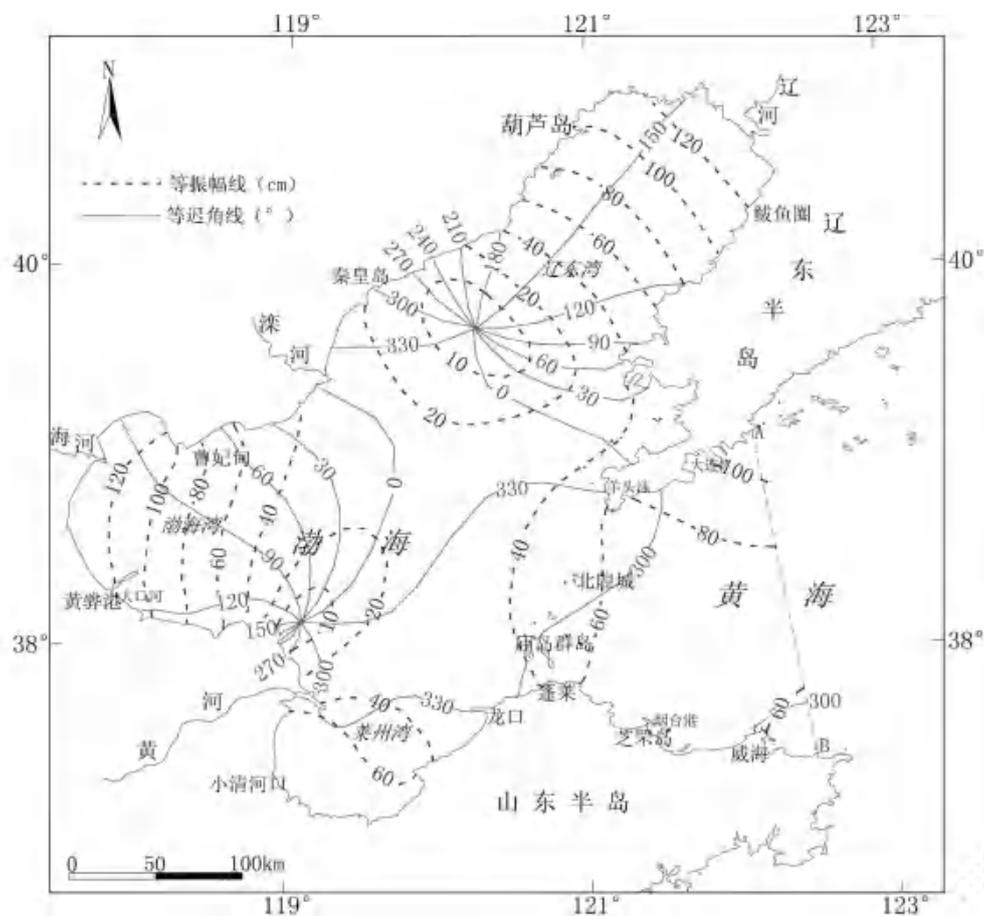


图 5.1-7c M2 分潮等振幅线和等迟角线

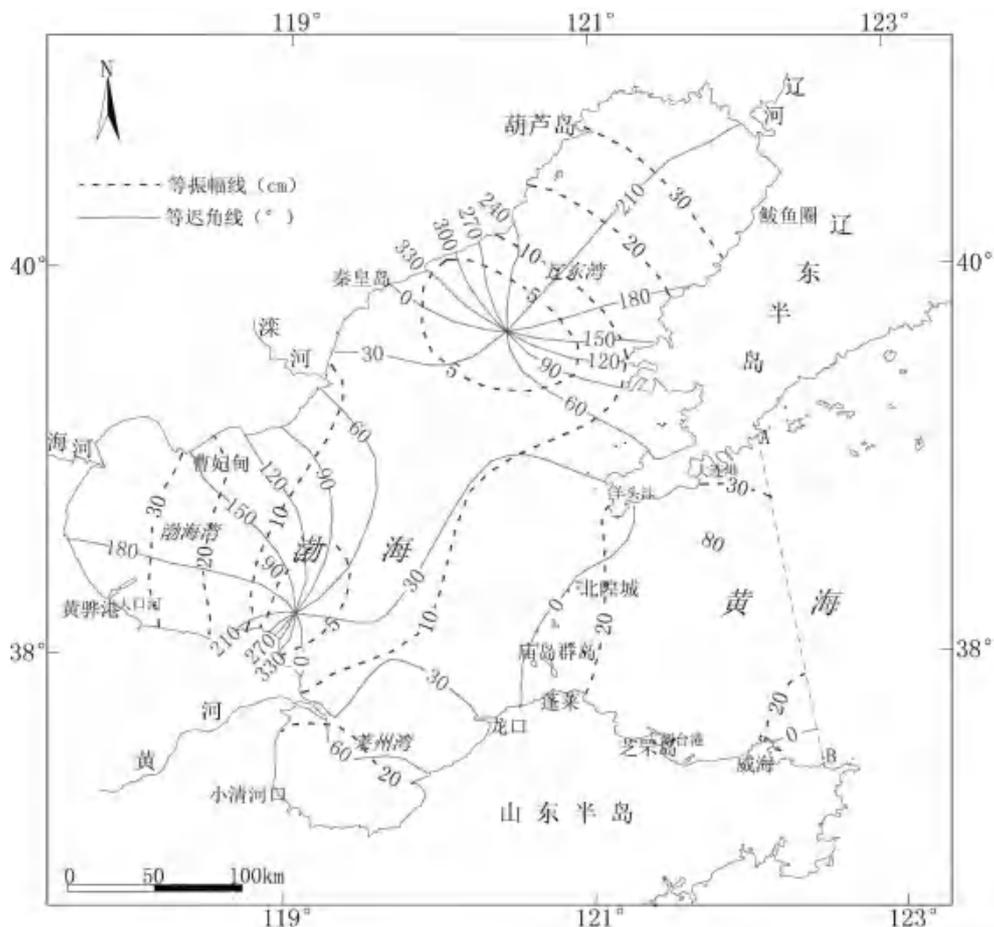


图 5.1-7d S2 分潮等振幅线和等迟角线

表 5.1-1 潮位和潮流验证点坐标

验证点	北纬	东经	验证点类型	验证点	北纬	东经	验证点类型
大连港	38°56'	121°40'	潮位	龙口	37°39'	120°18'	潮位
羊头洼	38°48'	121°08'	潮位	蓬莱	37°50'	120°40'	潮位
鲅鱼圈	40°17'	122°05'	潮位	渤中	38°40'	120°00'	潮位
养马岛	37°26'	121°35'	潮位	北隍城	38°22'	120°52'	潮位
天津港	38°57'	117°48'	潮位	芝罘岛	37°37'	121°23'	潮位
小清河口	37°18'	119°04'	潮位	威海	37°30'	122°10'	潮位
C1	37°37.81'	121°09.25'	潮位				
L1	37°44.59'	121°03.35'	潮流	L2	37°48.35'	121°02.16'	潮流
L3	37°48.63'	121°09.26'	潮流	D4	37°45.28'	121°07.16'	潮流
D5	37°43.78'	121°10.29'	潮流				

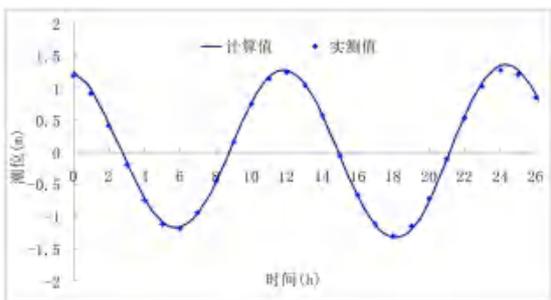


图 5.1-8 潮位验证曲线 (大连港)

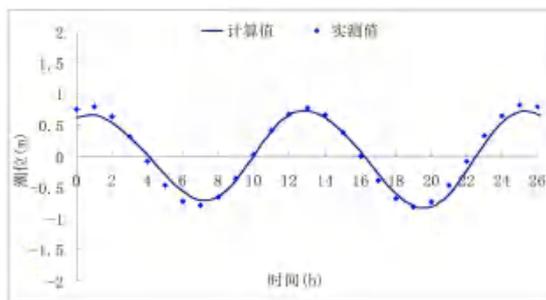


图 5.1-9 潮位验证曲线 (羊头洼)

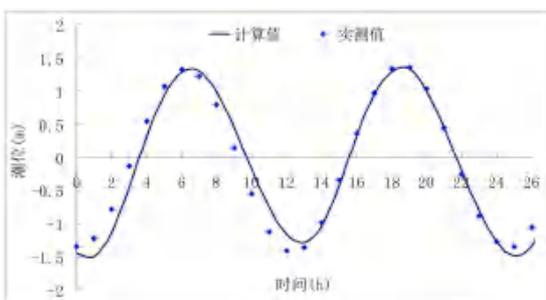


图 5.1-10 潮位验证曲线 (鲅鱼圈)

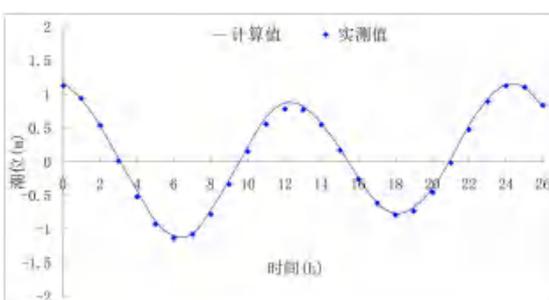


图 5.1-11 潮位验证曲线 (养马岛)

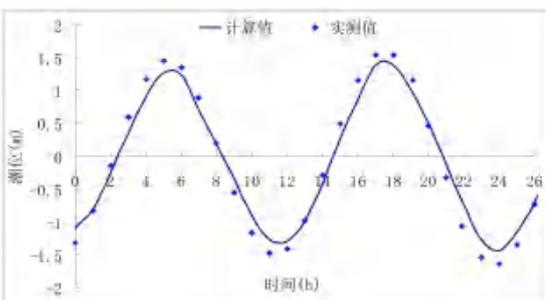


图 5.1-12 潮位验证曲线 (天津港)

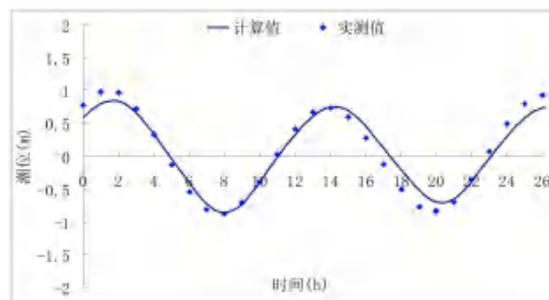


图 5.1-13 潮位验证曲线 (小清河口)

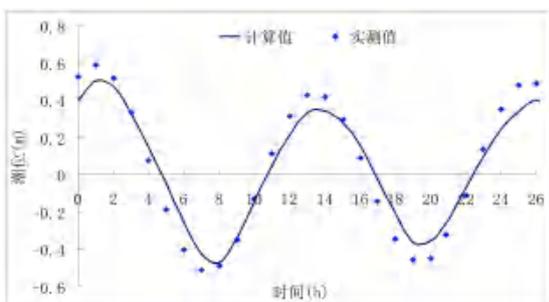


图 5.1-14 潮位验证曲线 (龙口)

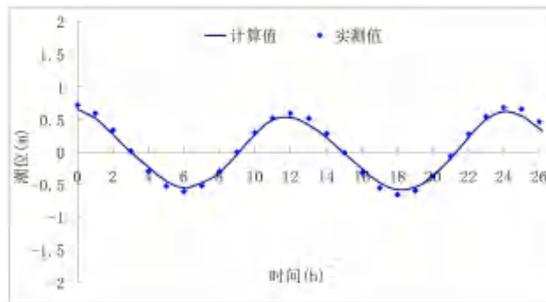


图 5.1-15 潮位验证曲线 (蓬莱)

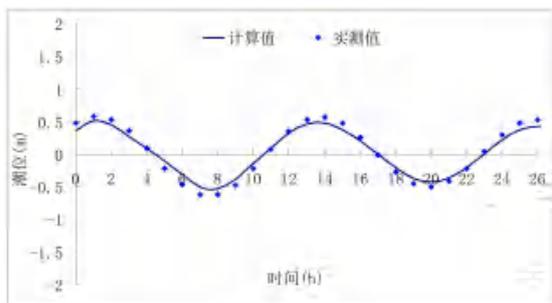


图 5.1-16 潮位验证曲线 (渤中)

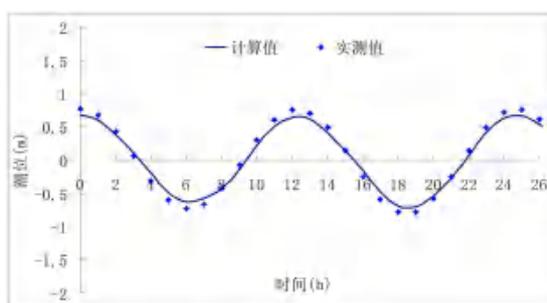


图 5.1-17 潮位验证曲线 (北隍城)

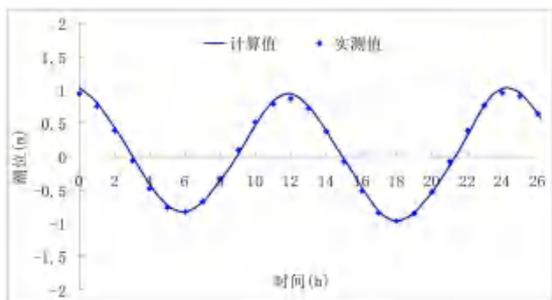


图 5.1-18 潮位验证曲线 (芝罘岛)

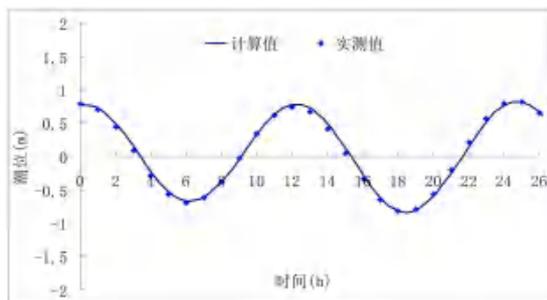


图 5.1-19 潮位验证曲线 (威海)

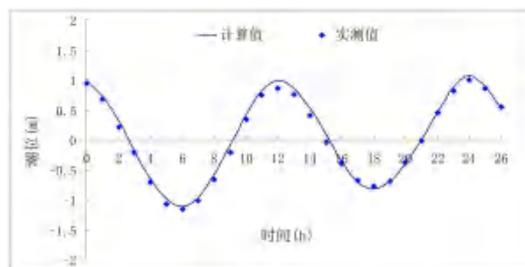


图 5.1-20 潮位验证曲线 (C1)

(2) 潮流验证

潮流验证采用 2017 年 12 月 18~19 日 (大潮) 烟台港西港区周边海域 3 个站位 25 小时单周日海流同步连续观测数据。海流观测资料经调和分析后, 选用 M2、S2、K1、O1 四个分潮的调和常数预报出大潮期的潮流与计算结果进行验证。潮流验证点位置见图 5.1-2 和表 5.1-1, 潮流验证曲线见图 5.1-21~图 5.1-23。同时报告书模拟了 2015 年 4 月工程周边的潮流场, 采用 2015 年 4 月大潮和小潮的实测资料与模拟结果进行了验证, 潮流验证点位置见图 5.1-2 和表 5.1-1, 潮流验证曲线见图 5.1-24~图 5.1-27。

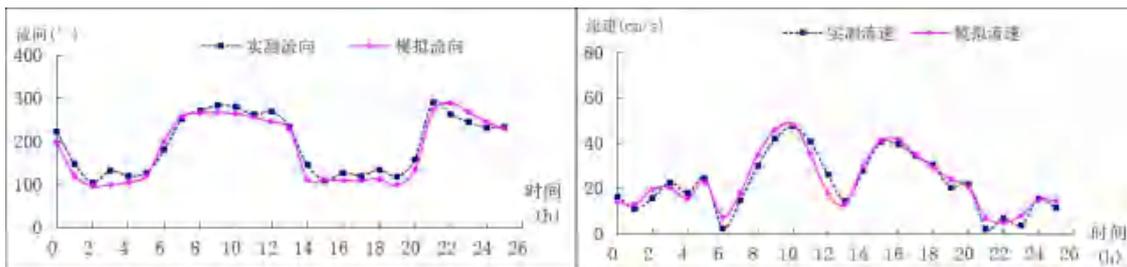


图 5.1-21 L1 站潮流流向、流速验证曲线

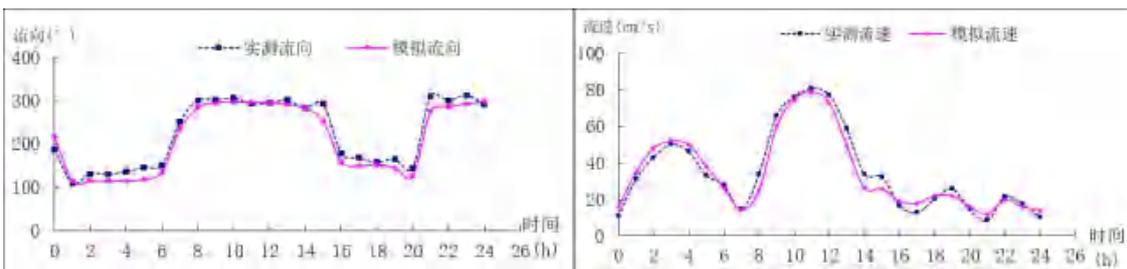


图 5.1-22 L2 站潮流流向、流速验证曲线

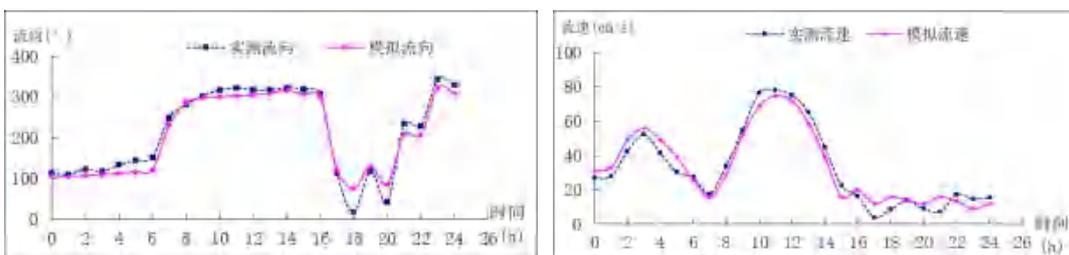


图 5.1-23 L3 站潮流流向、流速验证曲线

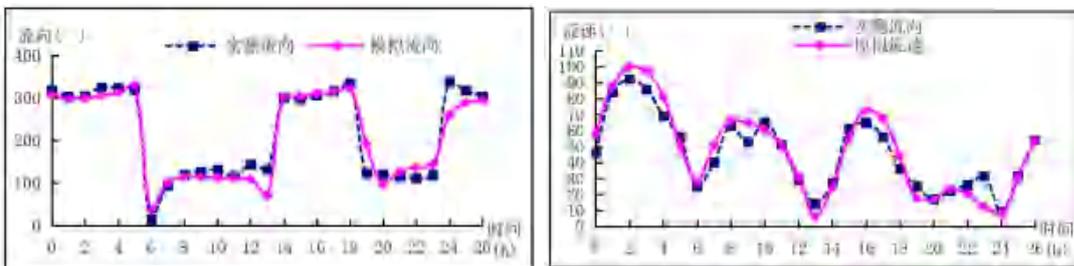


图 5.1-24 D4 站潮流流向、流速验证曲线（大潮期）

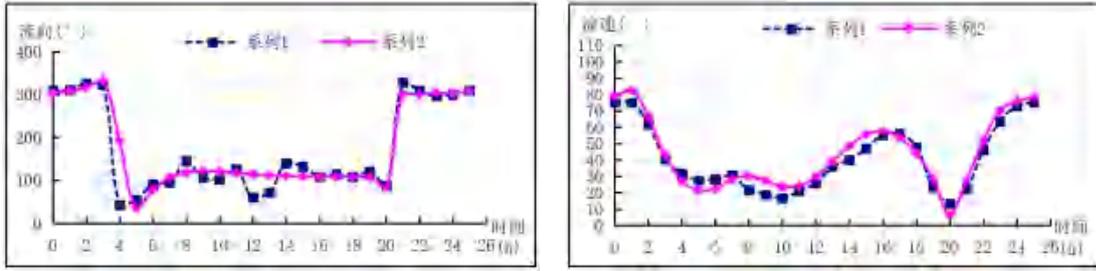


图 5.1-25 D4 站潮流流向、流速验证曲线（小潮期）

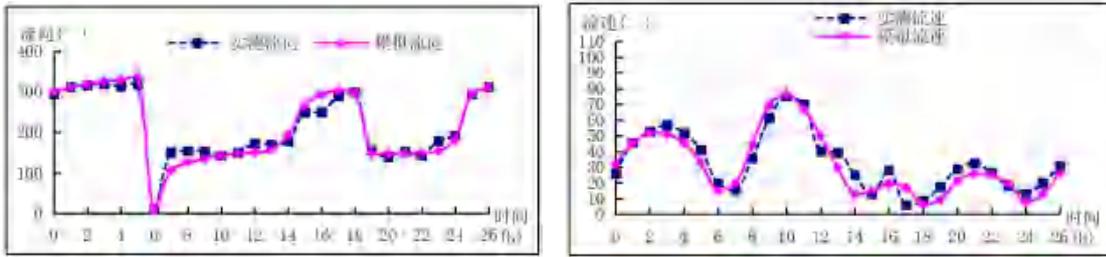


图 5.1-26 D5 站潮流流向、流速验证曲线（大潮期）

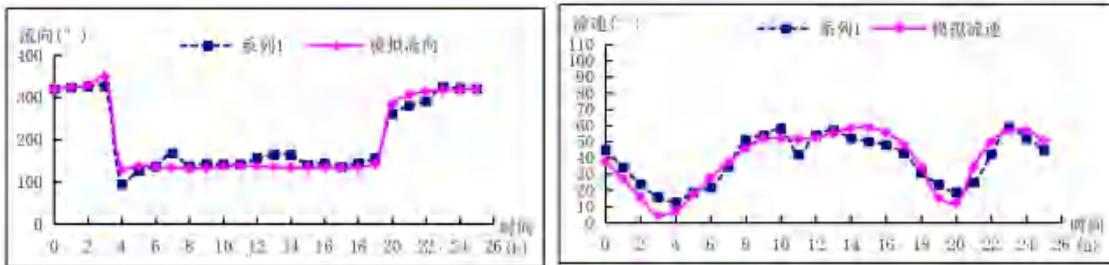


图 5.1-27 D5 站潮流流向、流速验证曲线（小潮期）

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 潮流计算结果分析

报告中涨落潮时均以烟台八角港的涨落潮为参考。烟台周边海域落急时、涨急时潮流场模拟结果见图 5.1-29a、b。

图 5.1-29a 是烟台西港周边海域落急时刻潮流场，计算域内的潮流整体由东南往西北流，受庙岛海峡地形的影响，模拟区东部潮流流速普遍小于西部，套子湾内潮流呈顺时针方向流动，流速一般小于 20cm/s，套子湾北侧区域流速增大，一

般大于 30cm/s；模拟区域西部流向自东向西，流速较大，庙岛海峡附近最大流速约 85cm/s。

图 5.1-29b 是烟台西港周边海域涨急时刻潮流场，计算域内的潮流整体由西北往东南流，受庙岛海峡地形的影响，模拟区东部潮流流速普遍小于西部，套子湾内潮流呈逆时针方向流动，流速一般小于 20cm/s，湾内近岸区域一般小于 10cm/s，套子湾北侧区域流速增大，一般大于 25cm/s；模拟区域西部流向自西向东，流速较大，庙岛海峡附近最大流速约 70cm/s。

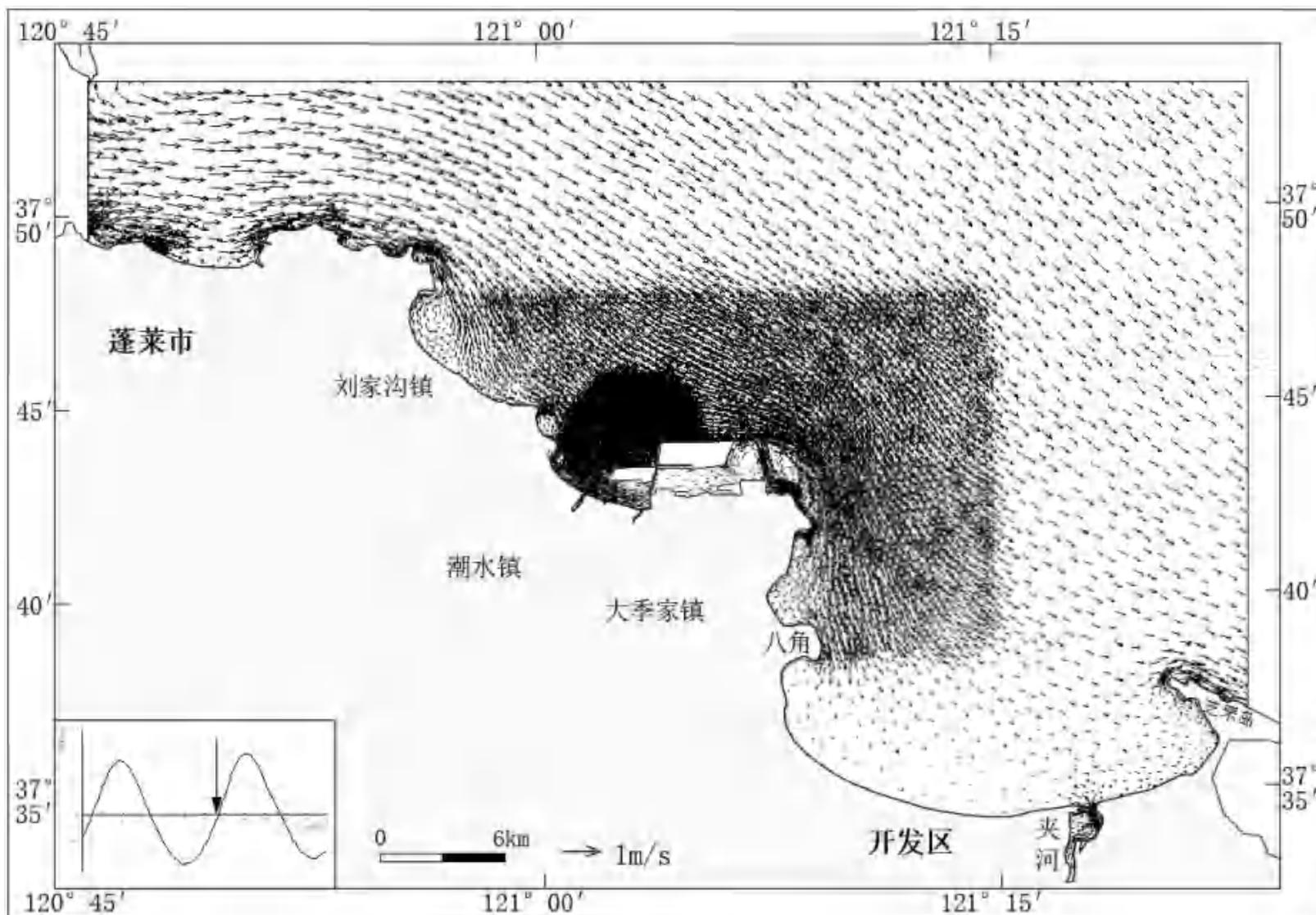


图 5.1-29a 烟台西港周边海域潮流场（落急时）

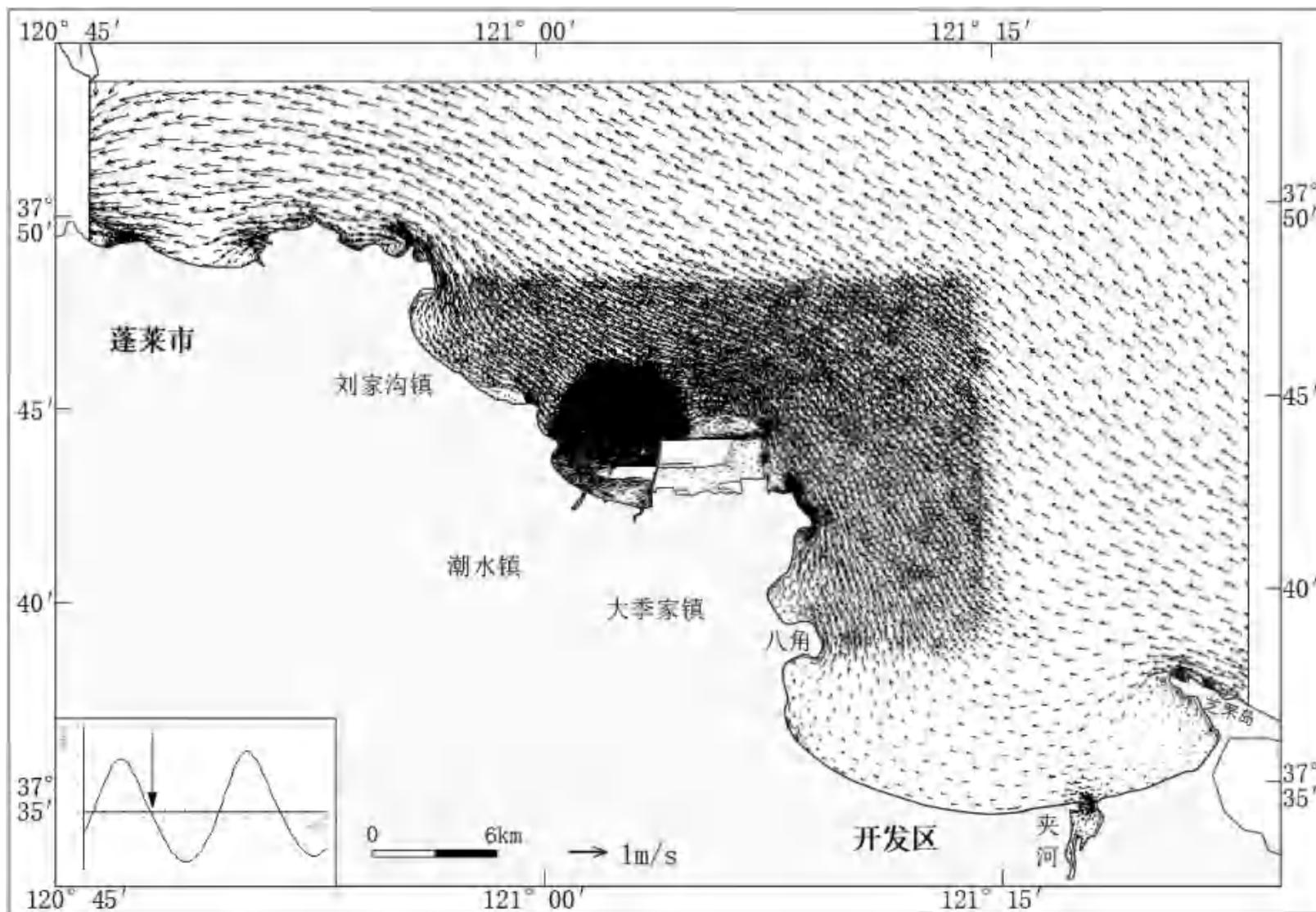


图 5.1-29b 烟台西港周边海域潮流场（涨急时）

（2）工程附近区域潮流场

1）工程建设前潮流场模拟结果分析

加密区域落急时、涨急时潮流场模拟结果见图 5.1-30a、b。

图 5.1-30a 是加密区域落急时刻潮流场，计算域内的潮流整体由东往西流，模拟区北侧流速明显大于南侧，区域内流速整体较小，一般小于 30cm/s；拟建防波堤东侧形成逆时针方向涡流，南侧流速一般小于 15cm/s。

图 5.1-30b 是加密区域涨急时刻潮流场，计算域内的潮流整体由西往东流，模拟区北侧流速明显大于南侧，区域内流速整体较小，一般小于 35cm/s；拟建防波堤北侧最大流速约 33cm/s，南侧流速一般小于 15cm/s。

2）工程建成后潮流场模拟结果分析

工程建成后，落急、涨急潮流场见图 5.1-31a、b。

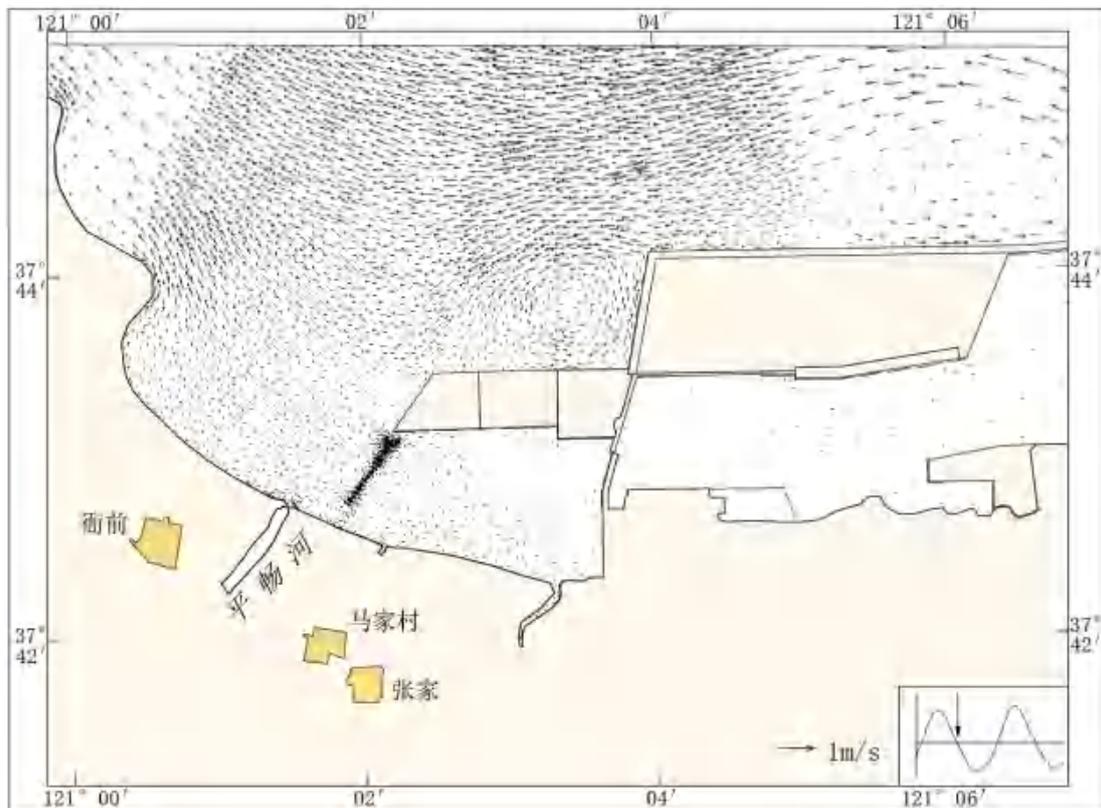


图 5.1-30a 工程建设前周边潮流场（落急时）

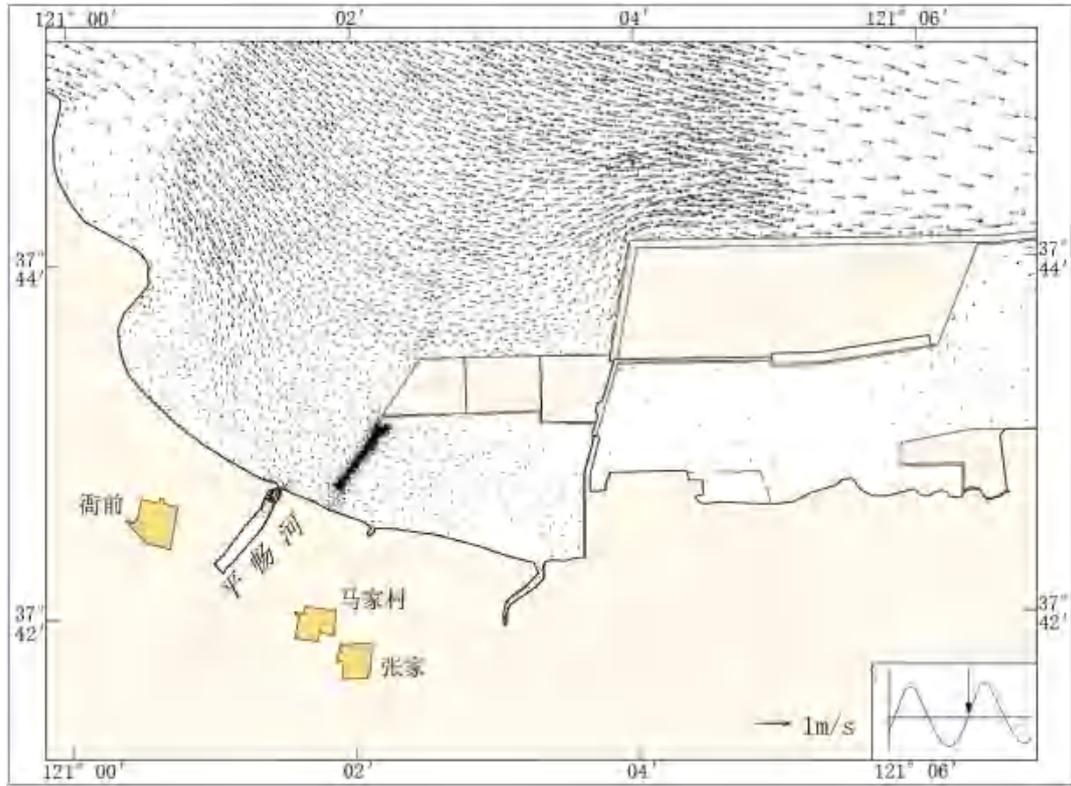


图 5.1-30b 工程建设前周边潮流场（涨急时）

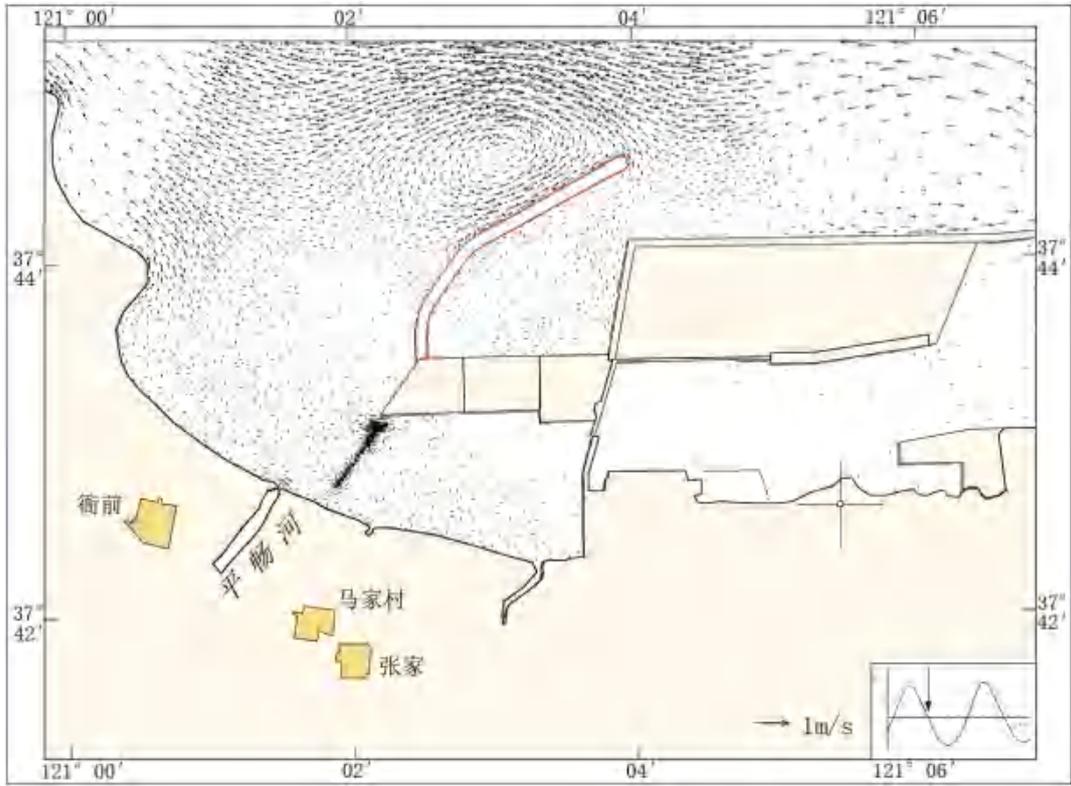


图 5.1-31a 工程建设后周边预测潮流场（落急时）

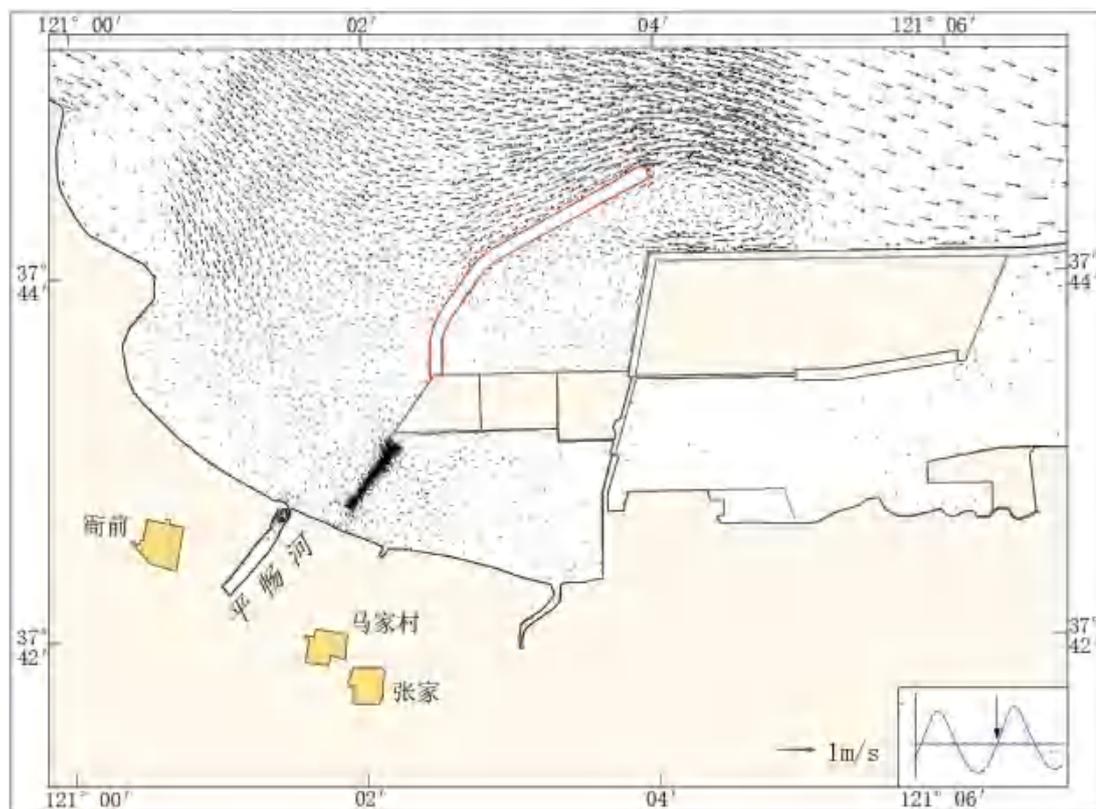


图 5.1-31b 工程建设后周边预测潮流场（涨急时）

(3) 工程建设前后流速变化

为了分析工程建设对周边海域的潮流场影响,选取落急时和涨急时工程周边海域的潮流场进行对比,对比结果见图 5.1-32a、b。

落急时,防波堤建成后东西两侧的潮流场整体减小,防波堤北侧潮流场流速整体增加。流速减小大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 3.3km ;流速增加大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 2.3km 。

涨急时,防波堤建成后流速减小区主要位于防波堤东侧,防波堤北侧潮流场流速整体增加。流速减小大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 3.6km ;流速增加大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 1.7km 。

工程建设后流速变化大于 5cm/s 的区域距离工程最大距离约 3.6km ,工程建设对潮流场影响主要位于工程周边 3.6km 的区域。

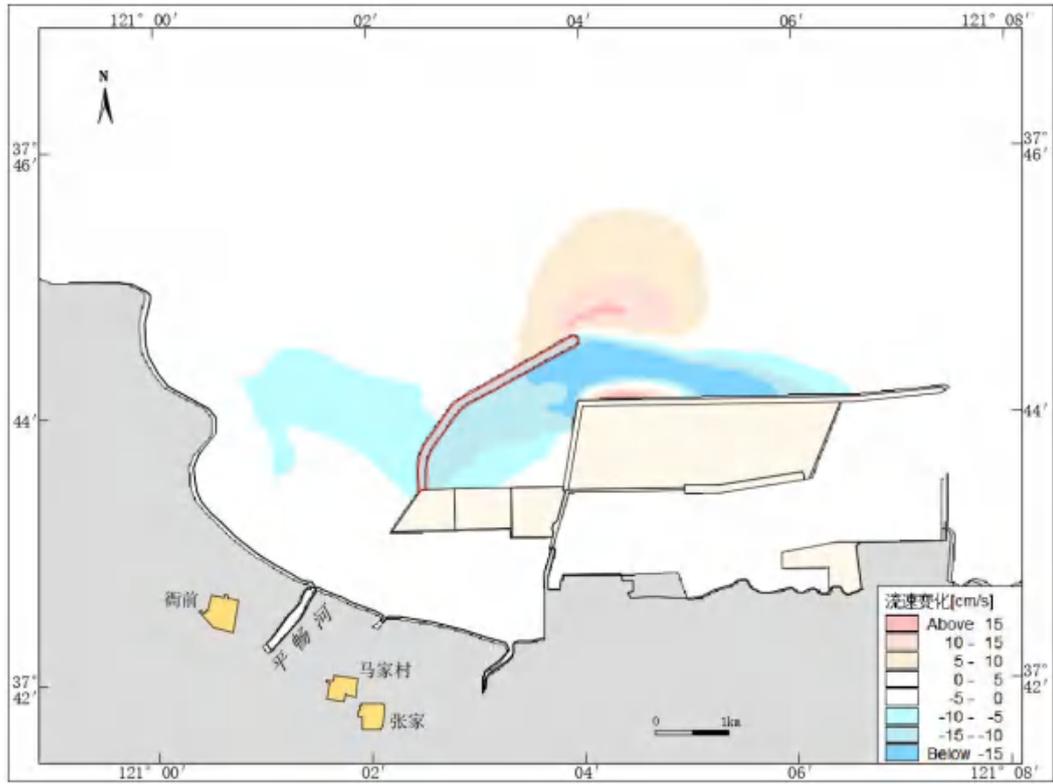


图 5.1-32a 涨急时工程周边海域潮流场变化分布图

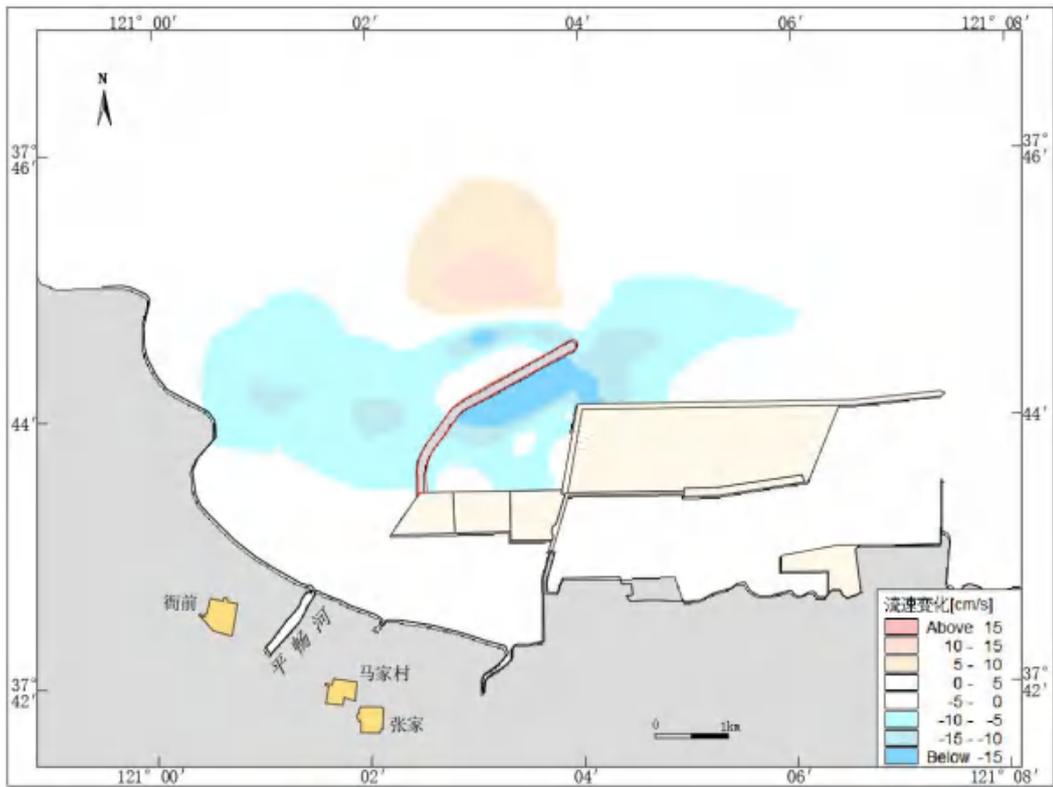


图 5.1-32b 落急时工程周边海域潮流场变化分布图

5.2 项目建设对水质环境影响分析

5.2.1 施工期水质环境影响预测与评价

5.2.1.1 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， $s=QSCs$ ，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 —水边界；

c_0 —边界浓度，模型仅计算增量影响，取 $c_0=0$ 。

出流： $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n^w} = 0$

式中： U_n —边界法向流速， n 为法向。

(3) 初始条件

$C(x, y)|_{t=0} = 0$

5.2.1.2 悬浮泥沙源强及发生点位置

(1) 入海悬浮泥沙源强

本项目悬浮泥沙影响最大的施工环节主要为防波堤外侧抛石作业过程中进入水体泥沙包括块石携带入海泥沙和块石扰动海底表层沉积物，使其进入水体。抛石产生的悬浮泥沙源强：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。抛石形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \rho_1 \alpha_1 P$$

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(%)，40%； ρ_1 —为海底泥沙中颗粒物的天然干密度(kg/m³)，1400kg/m³； α_1 —为泥沙中悬浮物颗粒所占百分率(%)，45%； P —平均挤淤强度(m³/s)，0.0075(m³/s)。

$$S_1 = (1 - 0.4) \times 1400 \times 0.45 \times 0.0075 = 2.8 \text{ kg/s}$$

(2) 入海悬浮泥沙发生点位置

根据施工环节的施工位置和特点，模拟中选取代表点进行模拟预测。施工环节泥沙发生点位置见图 5.2-1。

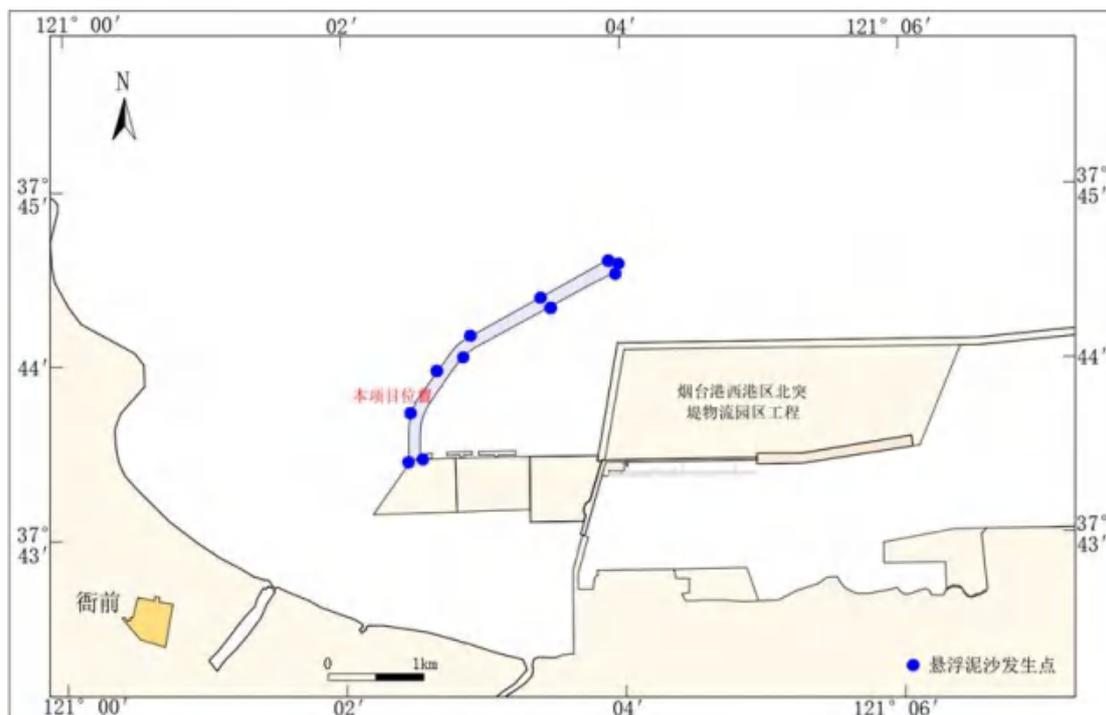


图 5.2-1 施工悬沙发生点位置图

5.2.1.3 预测悬浮泥沙浓度增量分布

本工程施工期间抛石产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 5.2-2 所示。

施工期间搅动产生的悬浮泥沙超二类 ($>10\text{mg/L}$) 水质标准面积最大为 283.80hm^2 , 20mg/L 悬浮泥沙最大包络范围为 126.78hm^2 , 50mg/L 悬浮泥沙最大包络范围为 112.76hm^2 , 超三类 ($>100\text{mg/L}$) 水质标准面积最大为 82.84hm^2 , 超四类 ($>150\text{mg/L}$) 水质标准面积最大为 60.07hm^2 。搅动产生 10mg/L 浓度悬浮泥沙向东最大可能扩散距离 1.2km , 向西最大可能扩散距离 0.6km 。

本工程位于港口区, 执行四类海水水质标准; 西部为农渔业区, 执行二类海水水质标准。施工期产生的悬浮泥沙水质超标区域主要位于农渔业区和港口区。工程施工期间悬浮泥沙影响短暂的, 随着施工的结束, 悬浮泥沙污染会很快消失。施工期间产生的悬浮泥沙各分区浓度面积见表 5.2-1。

表 5.2-1 本工程施工期间产生的悬浮泥沙各分区浓度面积

序号	分区浓度	面积 hm ²
1	10-20mg/L	157.02
2	20-50mg/L	14.02
3	50-100mg/L	29.92
4	100-150mg/L	22.77
5	>150mg/L	60.07

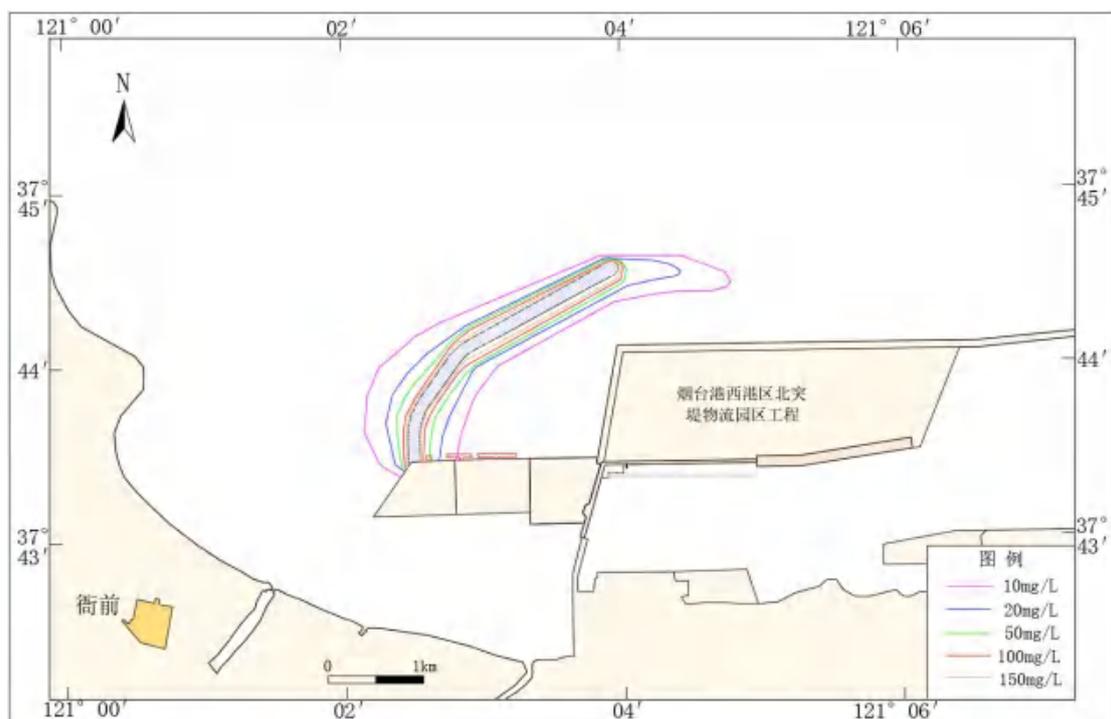


图 5.2-2 抛石施工过程中悬浮泥沙扩散范围图

5.2.2 运营期水质环境影响预测与评价

项目运营期无污染物产生，不会对周围水质环境产生影响。

5.3 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

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，模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下用海区周围海域海底地形的演化。

5.3.1 控制方程

5.3.1.1 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 ）。

5.3.1.2 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

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

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

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

$$R = \frac{\omega}{kU_f}$$

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 ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$)；

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

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

α —参考系数。

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

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

5.3.2 输入参数确定

5.3.2.1 地形地貌

工程位置处于山东半岛中部，属基岩海岸。地形为低山丘陵区，山丘起伏和缓，沟壑纵横交错。山地占总面积的36.62%，丘陵占39.7%，平原占20.78%，洼地占2.90%。低山区位于市域中部，山体多由花岗岩组成，海拔在500米以上，最高峰为昆嵛山，海拔922.8米。丘陵区分布于低山区周围及其延伸部分，海拔100~300米，起伏和缓，连绵逶迤，山坡平缓，沟谷浅宽，沟谷内冲洪积物发育，土层较厚。根据其成因类型和形态将工程海域地貌划分为两种微地貌：剥蚀堆积区和海成地貌区。

(1) 剥蚀堆积区：分布于调查区南部和东部地区，包括南部的顾家围子山、东部的峰子山等。山体由粉子山群白云大理岩、硅质大理岩、变粒岩等组成，绝对高程100~200米，切割深度50米左右，坡脚25~30度，山顶、山坡基岩裸露，谷底冲洪积物发育，多为第四系山前组残坡积的粉质粘土。

(2) 海成地貌区：主要为海岸悬崖和海岸沙滩。海岸悬崖分布于调查区东部沿海，表现为基岩海岸发育陡崖，一般高出海面5~30米不等，悬崖崖体主要由粉子山群白云石大理岩构成；海岸沙滩零星分布于调查区的西部，主要由旭口组的中细砂夹粗砂、砾石和少量淤泥层组成，向海微倾，坡度2~5度。

5.3.2.2 泥沙来源

一般而言，海岸带的泥沙来源有四个方面：

- (1) 河流来沙；
- (2) 由邻近海滩搬运而来；
- (3) 由当地崖岸侵蚀而成；
- (4) 海底来沙。

本海区位于套子湾西部，经过现场踏勘和附近海区的地形图可知，工程附近

没有大的河流入海，可以基本排除河流向工程区供沙这一来源；临近工程区附近多以基岩、人工岸线为主，沙源有限。沿海养殖及其加工业产生的废弃贝壳，堆积在海滨，也是局部泥沙的重要来源，数量有限，总体而言工程附近泥沙来源较少。

5.3.2.3 输入参数确定

1) 沉积物类型、粒度特征参数

根据2015年在本区共采集的50个水下沉积物底质表层样，本区主要沉积物质为砂质粉砂、粗粉砂、中粉砂和粘土质粉砂。除个别砾石点位外，本区沉积物中值粒径在0.007~0.996mm之间，平均中值粒径0.072mm。从本区沉积物粒径分布的特点看，表现出沉积物泥沙粒径较细的特征。该海区泥沙来源很少、泥沙搬运沉积不甚活跃。

2) 风的资料输入

根据烟台海洋站1998-2007年风速、风向资料统计资料，考虑到大风对地形地貌冲淤影响较大，取风速大于5.5m/s(大于4级)年各向风频，将年各向风频除以12作为月各向风发生频率，输入模型计算月冲淤量。

3) 其它输入参数

根据该海域沉积物粒度特征，侵蚀临界剪应力取值介于0.75~1.5N/m²之间；根据海底沉积物组成和粒度特征，曼宁系数取20~45m^{1/3}/s。

5.3.2.4 悬浮泥沙验证

将悬浮泥沙模拟结果与中国海洋大学2015年4月21日6:00~22日7:00的2各站位（2#、6#）悬浮泥沙观测资料进行对比（图5.3-1~5.3-2），结果表明：烟台港西港区近岸海域悬浮泥沙浓度一般在10~80 mg/L，与模拟值均在一个数量级范围内，悬浮泥沙浓度模拟值与实测值基本吻合。

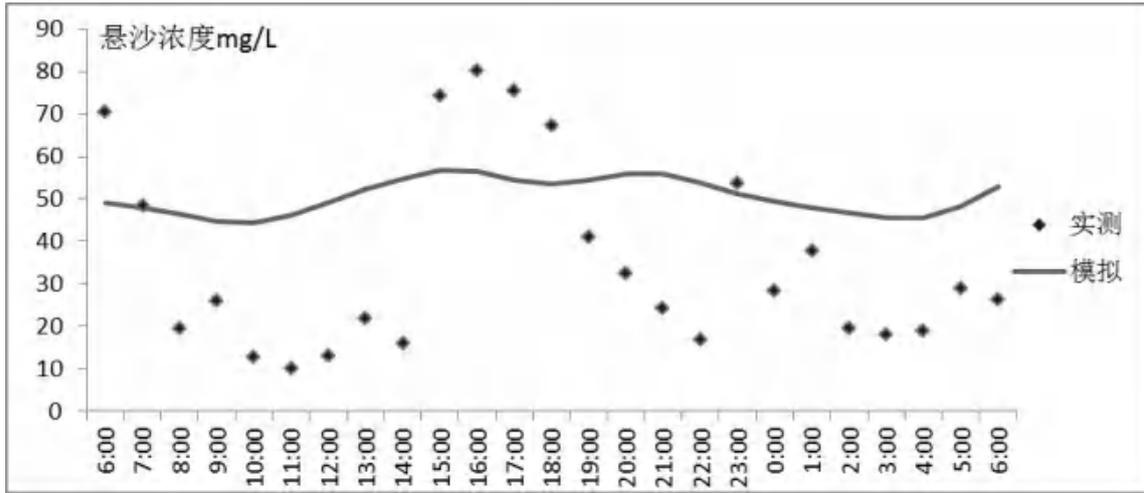


图 5.3-1 2#悬浮泥沙浓度模拟值与实测值比较图

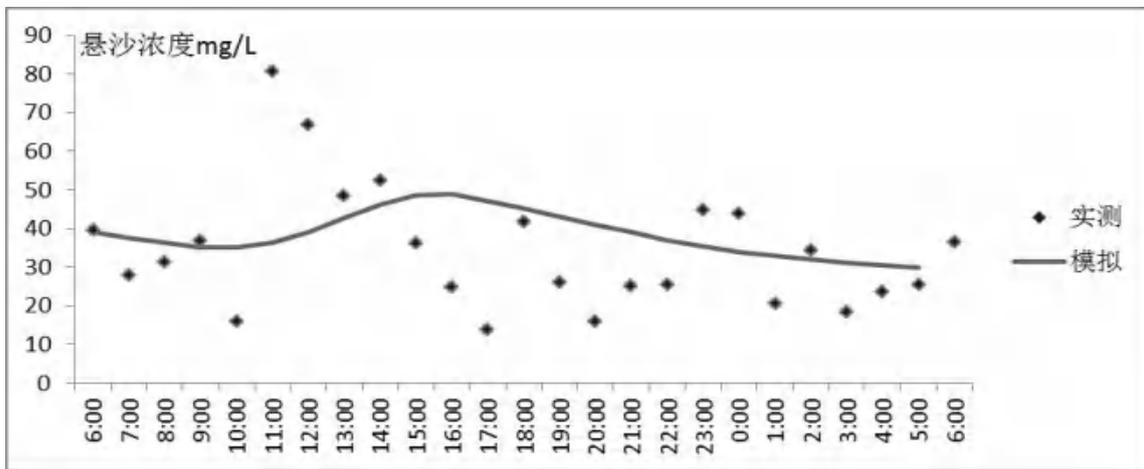


图 5.3-2 6#悬浮泥沙浓度模拟值与实测值比较图

5.3.2.5 冲淤验证

中国海洋大学 2015 年 4 月在西港港区东西侧分别进行了 1:1000 水深断面测量、中交航务工程有限公司对 2010 工程周边进行了 1:1000 水深地形测量。将模拟得到的工程周边的与 2010~2015 年的实测断面（断面 1、断面 2）进行对比，对比断面位置见图 5.3-3。断面对比结果见图 5.3-4 和图 5.3-5。由于 2010~2015 年之间烟台港西港区一期工程、防波堤二期工程一直建设，而冲淤数值模拟按照西港区一期工程、防波堤二期建成后考虑，模拟结果与实测值有一定的差别。总体而言，从回淤厚度和趋势上看，模拟值与实测值基本吻合。

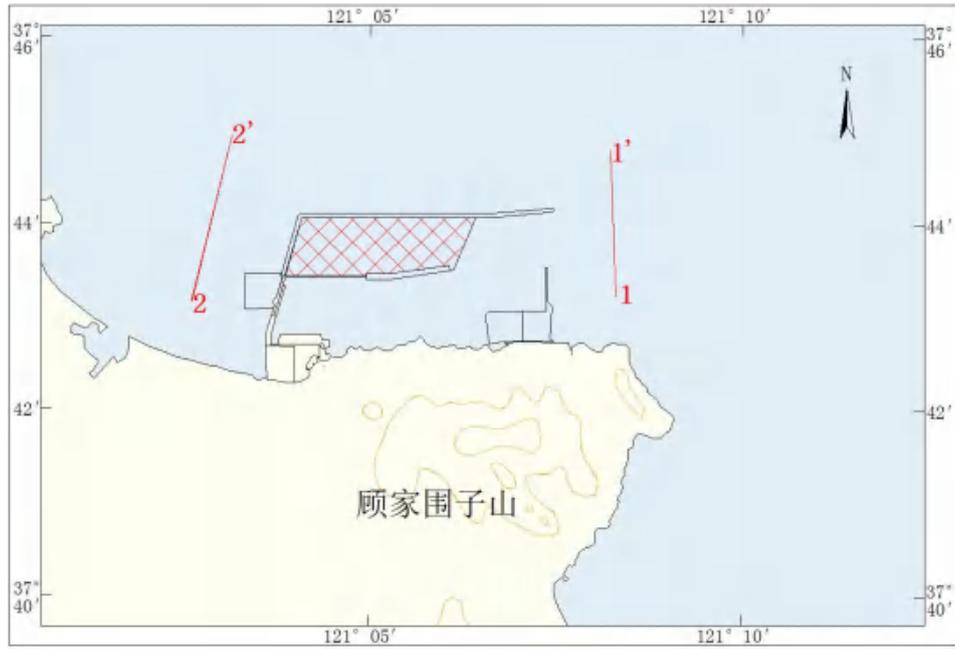


图 5.3-3 对比断面位置图

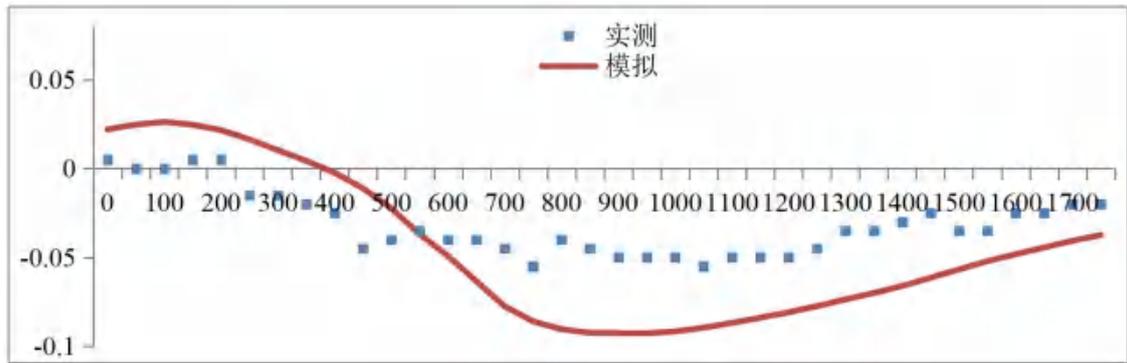


图 5.3-4 1#断面冲淤模拟值与实测值比较

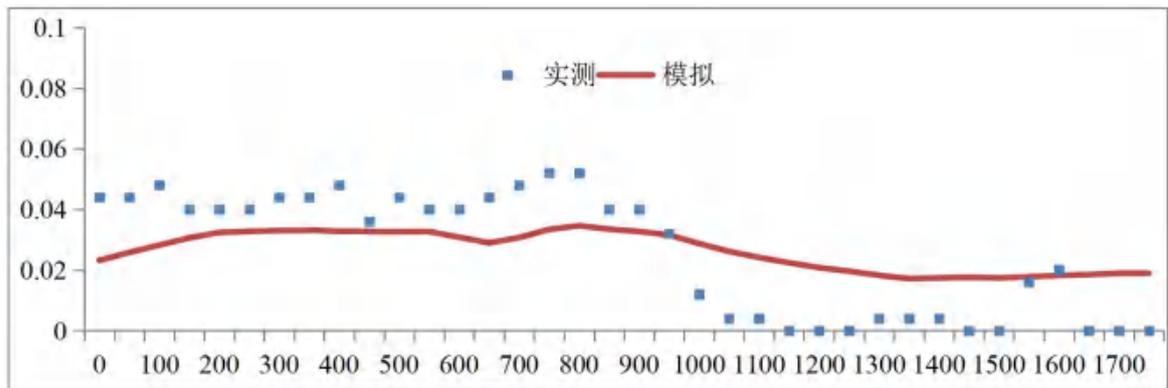


图 5.3-5 2#断面冲淤模拟值与实测值比较

5.3.3 工程周边冲淤模拟结果

(1) 工程建设前周边年冲淤结果

工程建设前烟台港西港区周边区域以侵蚀为主，防波堤二期工程东北侧侵蚀强度较大，堤头东北侧年最大侵蚀量达11cm；港区西侧整体呈淤积趋势，年淤积量一般在1cm-4cm之间，港区西侧岸线附近发生微侵蚀，年侵蚀量一般小于2cm，拟建防波堤附近海域年淤积量一般在2cm-3cm。年冲淤效果见图5.3-6。

(2) 本工程建成后年冲淤结果

本工程建成后其烟台港周边海域冲淤趋势与建设前基本一致，工程影响主要位于防波堤周边。年冲淤效果见图5.3-7。

(3) 工程建成后年冲淤对比分析

工程建设前后冲淤变化如图5.3-8所示。由冲淤对比结果可知，项目建成后防波堤东侧淤积量明显增加，年变化量约1cm-8cm；防波堤北侧冲刷明显增加，年冲刷量最大达10cm。年冲淤量变化大于1cm的区域距离防波堤最大距离约3.8km。

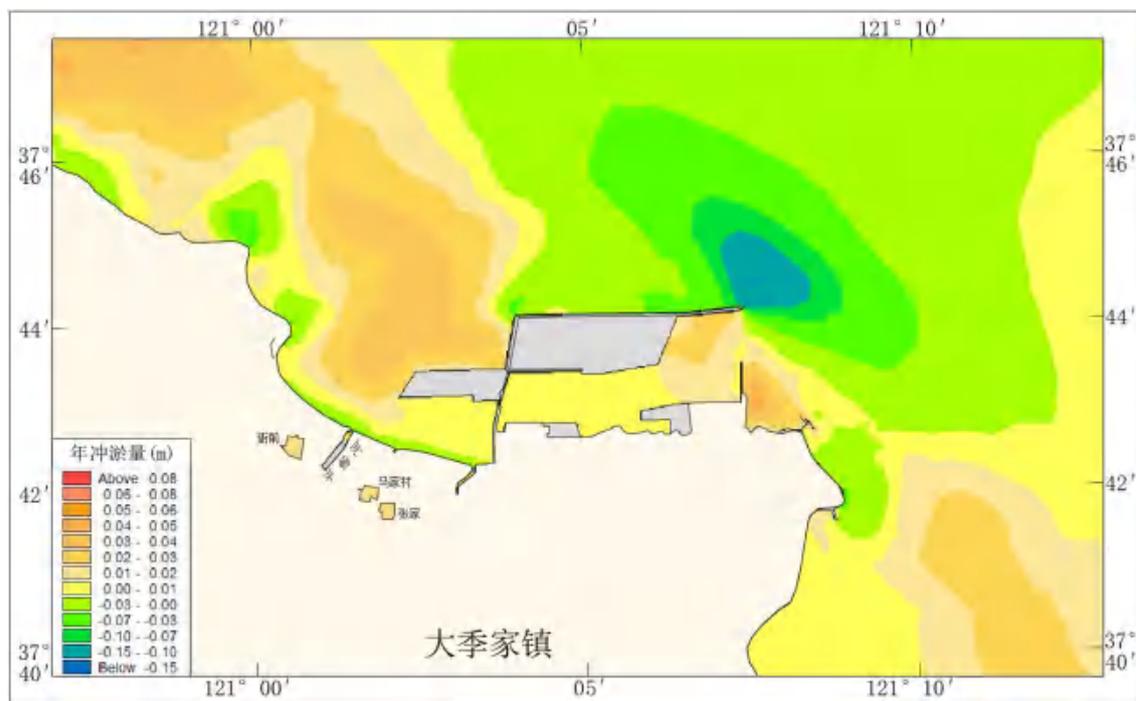


图 5.3-1 工程建设前年冲淤厚度图

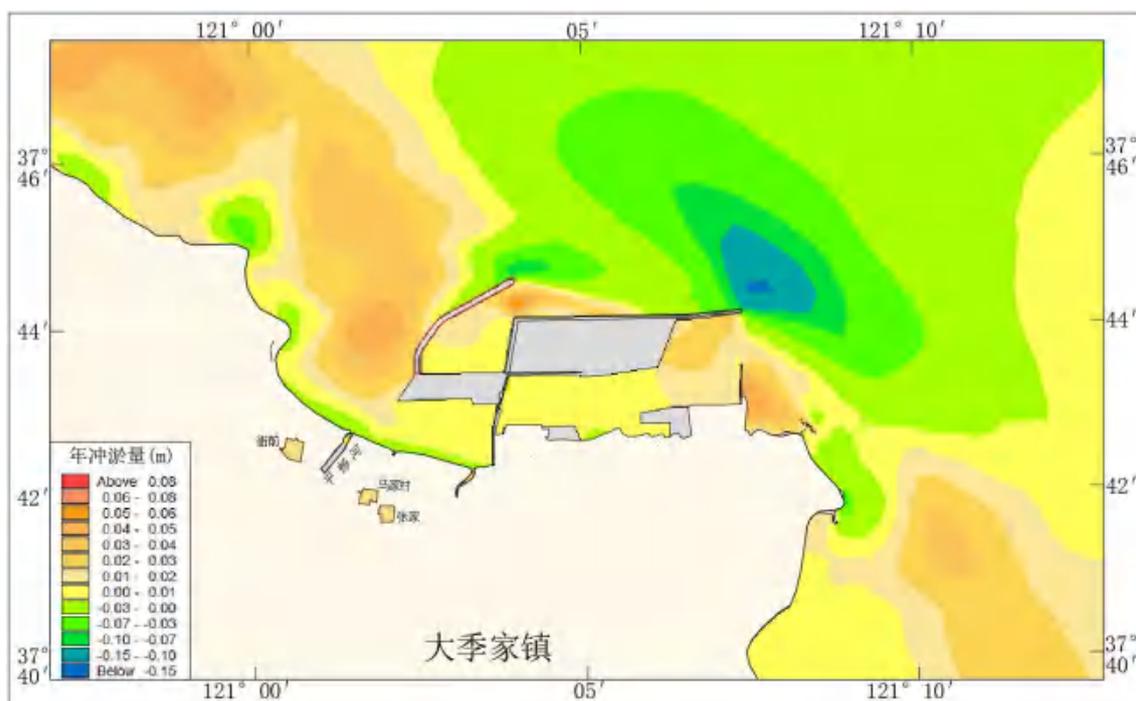


图 5.3-2 工程建成后年冲淤厚度图

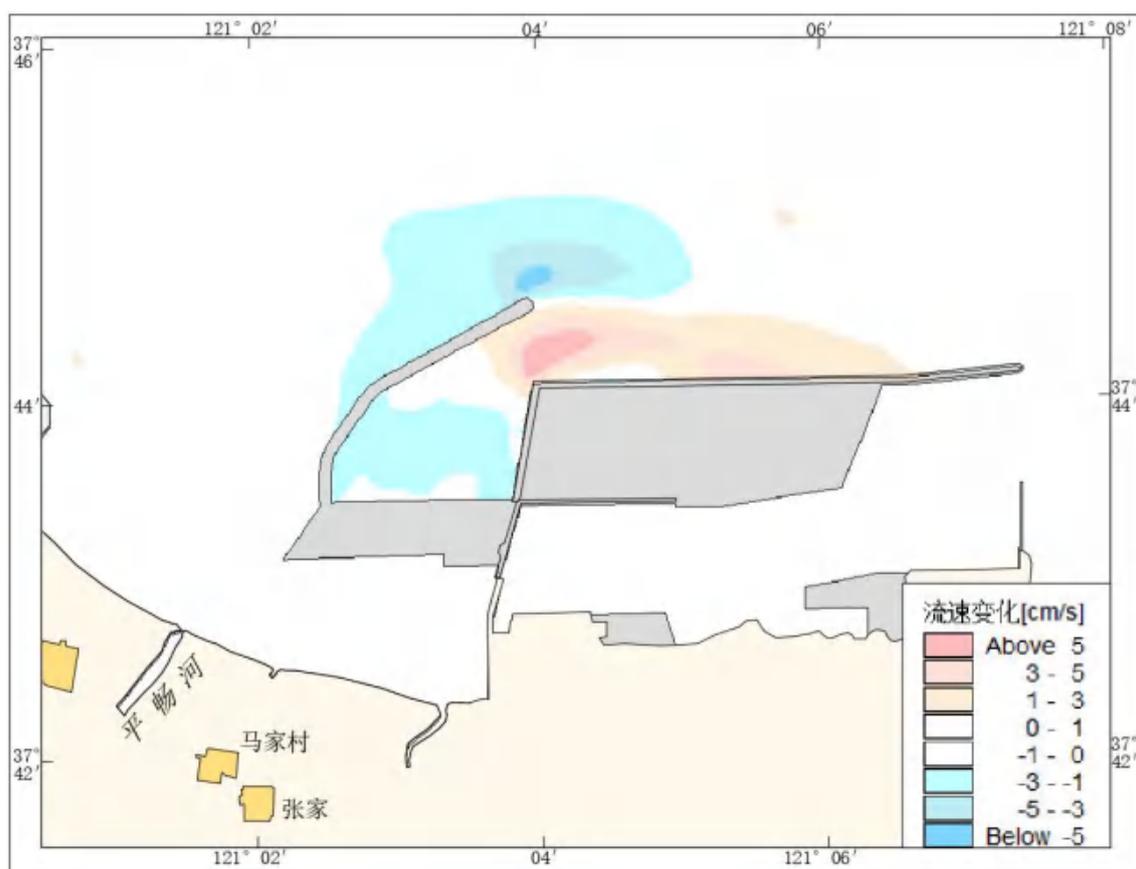


图 5.3-3 工程建设前后年冲淤变化图

5.4 海洋沉积物环境影响分析

工程对沉积物环境的影响主要来自防波堤块石抛填及其所产生的悬浮泥沙。块石抛填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。

本工程施工所用的抛填土石料均从当地石料厂购进，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。

本工程运营期无污染物产生，不会对工程周边海洋沉积物环境造成影响。

综上所述，工程建设不会对周边海底沉积物质量产生明显影响。

5.5 海洋生态环境影响评价

5.5.1 施工期对海洋生态环境的影响分析

施工期对海洋生态环境的影响主要体现在施工过程中导致悬浮泥沙扩散，造成水质下降，对生物生态造成不利影响。

5.5.1.1 对浮游生物的影响分析

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。长江口航道疏浚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，东海水产所曾做过疏浚泥沙对海洋生态系统的影响实验，实验结果表明虽然疏浚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疏浚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 (*CMuellen*) 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。

5.5.1.2 对游泳生物的影响分析

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。随着施工的结束，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。

5.5.1.3 对底栖生物的影响分析

由于工程抛石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。

防波堤建设将彻底改变工程区域内海洋生物原有的栖息环境,尤其对底栖生物的影响是最大的。本工程占用海域内的底质环境完全破坏。除少量活动能力较强的底栖种类能够逃往他处存活外,大部分底栖生物被掩埋、覆盖而死亡。对底栖生物群落的破坏是不可逆转的。

5.5.2 运营期对海洋生态环境的影响分析

防波堤工程主要功能为防波、防沙,不进行生产作业,无生产机械设备和人员等。因此,运营期工程本身不会产生污水、固废等污染物,不会对海洋生态环境产生影响。

工程建成后防波堤东侧港池内水体流速变缓,急流性生物将不适宜在港池生活,被迫向港区外移动,局部海洋生态种群结构发生改变;港池内水体温度也将发生一定的变化,甚至水温出现分层现象,改变了原水体中浮游植物、浮游动物、底栖生物的生活环境;防波堤建成后港区内泥沙含量变化,进而改变了原水生生物的环境。

因此,工程建设会对工程周边海洋水文动力环境、地形地貌与冲淤环境产生影响,从而对工程周边海洋生态环境产生一定影响。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19—2022)填写本项目生态影响评价自查表。

5.6 项目用海对环境敏感目标影响分析

5.6.1 对周边养殖区的影响

目前，工程周边养殖用海主要位于工程西侧、北侧海域，主要以筏式、围海养殖为主，局部为人工鱼礁养殖。

根据《烟台港西港区防波堤一期工程海域使用论证报告》，本工程所在海域2005年以前多为养殖区，为了适应烟台开发区经济社会的发展需要，协调和规范海洋发展，进一步合理开发利用海洋资源，烟台经济技术开发区农业与海洋业局于2005年7月召开了《关于拆除新区近岸海域养殖物工作会议》，由烟台经济技术开发区管委会负责组织，开发区管委会会同有关部门在结合该区的发展规划的前提下，统筹安排，充分协调，妥善安置，将防波堤一期工程附近海域的养殖区和养殖场全部搬迁，并根据当地政府的有关养殖搬迁的政策予以相应的补偿。

如图5.6-1所示，经分析，本项目施工期产生的10mg/L 悬浮泥沙会扩散至西北侧山东安源网箱养殖三。项目已与山东安源种业科技有限公司沟通协调，山东安源种业科技有限公司同意该项目建设，见附件6。

本项目施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一送陆域处理，不向海域排放；本项目为海岸防护工程，运营期不产生污染物，不会对周边养殖区的生态环境造成明显的影响。

综上所述，工程建设对养殖区的影响较小。

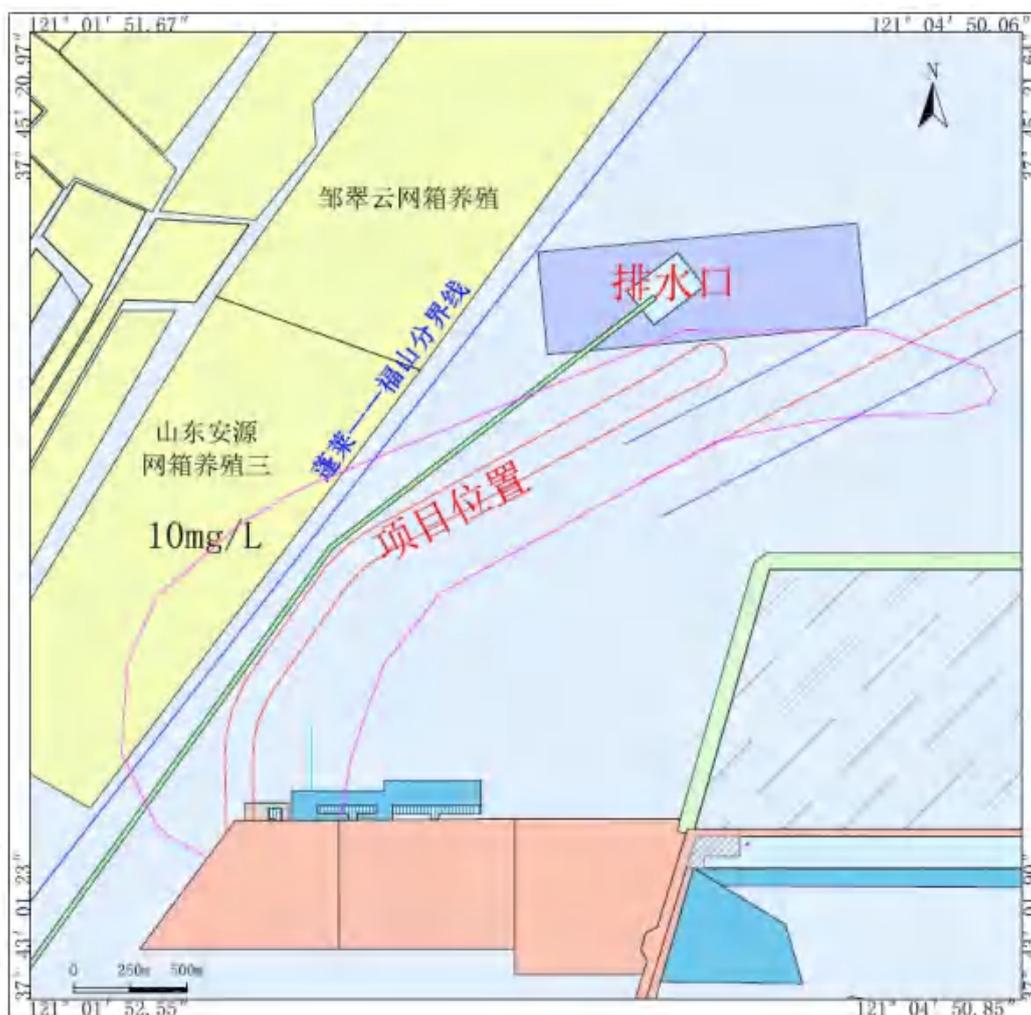


图 5.6-1 施工期 10mg/L 悬浮泥沙影响范围图

5.6.2 对周边生态红线区的影响

《山东省黄海海洋生态红线区划定方案（2016-2020年）》规划至2020年止，目前新的生态红线方案正在编制过程中。根据新的生态红线范围，本项目距离新的生态红线范围较远。项目距离西北侧红线范围约14.1km，距离东南侧红线范围约16.5km。

本项目距离新的生态红线范围较远，施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一送陆域处理，不向海域排放；运营期项目本身不产生污染物，不会对项目周边的生态红线区产生明显的影响。

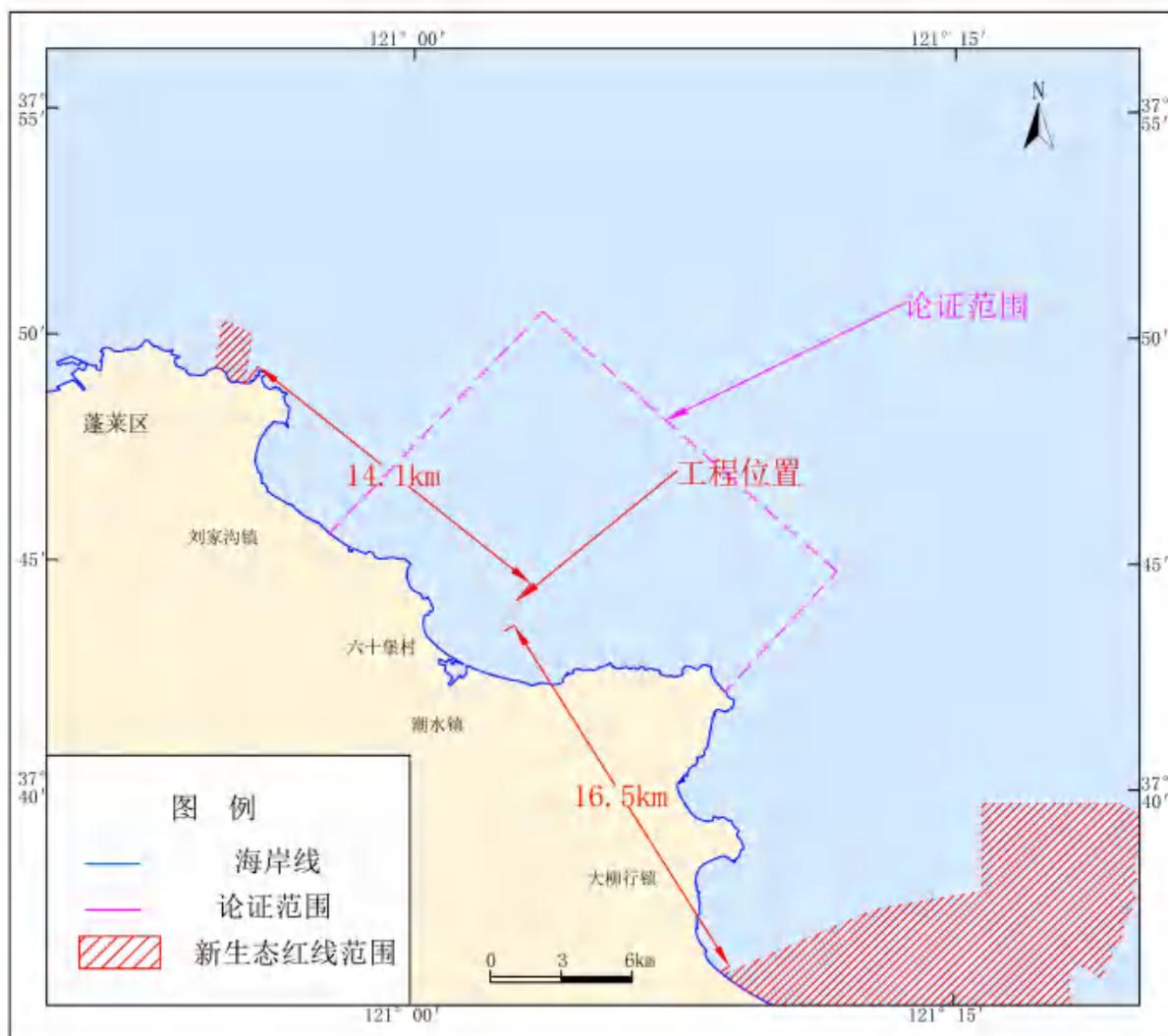


图 5.6-2 项目与新生态红线位置关系图

5.6.3 对渔业资源的影响

施工作业会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避，不至于造成明显影响。随着施工结束，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。同时，在工程附近海域未发现珍稀和濒危物种，项目位于港口区，不在主要经济种类的产卵场索饵场及洄游路线内，工程建设不会对周边海域渔业资源产生明显影响。

5.6.4 生物资源损失计算

本工程造成生物资源损失的主要环节包括占用渔业水域、施工期悬浮泥沙扩散。

(1) 评估方法

采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）进行生态损失量计算。

① 占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估

因工程建设需要，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 5.6-1 计算：

$$W_i = D_i \times S_i \quad (5.6-1)$$

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）。

② 染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估

污染物（悬浮泥沙）扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

本项目块石抛填等施工作业进行间断性施工，避免连续作业造成悬浮泥沙浓度过高和扩散范围过大，一般情况下，施工期悬浮泥沙浓度增量区域存在时间少于 15 天，按照一次性损害进行计算。

悬浮泥沙对海洋生物资源损害，按公式 5.6-2 计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \quad (5.6-2)$$

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 5.6-1。

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

表 5.6-1 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

本工程生物损失主要由占用渔业水域、施工期悬浮泥沙扩散。占用水域主要造成浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵和仔稚鱼的生物量损失; 悬浮泥沙扩散主要造成浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔稚鱼的生物量损失。

浮游植物、浮游动物和底栖生物的生物资源密度根据 2020 年 4 月、2020 年 10 月的调查结果取平均值, 站位布设及调查结果见 4.2.3.3~4.2.3.5 节;

由于 2020 年 4 月和 2020 年 10 月调查中未检出鱼卵、仔稚鱼, 根据 2006 年~2020 年等 10 个期次的鱼卵仔稚鱼调查统计结果 (详见 4.2.4.5 鱼卵、仔稚鱼调查结果统计), 鱼卵、仔稚鱼取历次调查的最大值, 鱼卵密度取 0.455 粒/m³, 仔稚鱼取 0.0017 尾/m³。

生物资源密度统计结果见表 5.6-2。

表 5.6-2 工程附近海域生物资源密度

类别	单位	生物资源密度		
		调查月份	密度	平均值
浮游植物	个/m ³	2020.04	34.28×10 ⁴	34.42×10 ⁴
		2020.10	34.56×10 ⁴	
浮游动物	mg/m ³	2020.04	452.5	413
		2020.10	373.5	
底栖生物	g/m ²	2020.04	10.05	5.83
		2020.10	1.605	
鱼卵	粒/m ³	—	0.455	0.455
仔稚鱼	尾/m ³	—	0.0017	0.0017

(3) 损失评价结果

1) 占用海域造成的海洋生物资源损失

本项目占用总面积 41.1975hm²，工程所在处平均水深按照 14m 进行计算。本项目实际占用海域造成的生物损失量见表 5.6-3。

表 5.6-3 占用海域造成的生物资源损害评估

生物类型	平均生物量	单位	补偿面积 (hm ²)	水深 (m)	损失量	单位
	D		S	H	量值	
浮游植物	344200	个/m ³	41.1975	14	1.99E+12	个
浮游动物	413	mg/m ³	41.1975	14	2382.04	kg
底栖动物	5.83	g/m ²	41.1975	--	2401.81	kg
鱼卵	0.455	粒/m ³	41.1975	14	2.62×10 ⁶	粒
仔稚鱼	0.0017	尾/m ³	41.1975	14	9805	尾

综合以上计算结果，本工程实际占用海域共造成浮游植物损失量为 1.99×10¹² 个，浮游动物损失量为 2382.04 kg，底栖生物损失量为 2401.81 kg，鱼卵损失量为 2.62×10⁶ 粒，仔稚鱼损失量为 9805 尾。

2) 悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损失

施工期间搅动产生的悬浮泥沙超二类 (>10mg/L) 水质标准面积最大为 283.80hm²，20mg/L 悬浮泥沙最大包络范围为 126.78hm²，50mg/L 悬浮泥沙最大包络范围为 112.76hm²，超三类 (>100mg/L) 水质标准面积最大为 82.84hm²，超四类 (>150mg/L) 水质标准面积最大为 60.07hm²。悬浮泥沙扩散影响海域内水深主要在 11~17m（当地地理

论深度基准), 计算中平均水深取 14m。水体中悬浮泥沙扩散造成的生物损失量见表 5.6-5。

表 5.6-4 不同计算区域的计算参数值

悬浮泥沙浓度	悬浮泥沙扩散面积 (hm ²)	损失率		
		浮游植物	浮游动物	鱼卵和仔稚鱼
10-20mg/L	157.02	5	5	5
20-50mg/L	14.02	20	20	17.5
50-100mg/L	29.92	40	40	40
>100mg/L	41.64	50	50	50

注：悬浮物增量 10~20mg/L 浓度范围面积为>10mg/L 浓度范围面积减去>20mg/L 浓度范围面积；20~50mg/L 浓度范围面积为>20mg/L 浓度范围面积减去>50mg/L 浓度范围面积；悬浮物增量 50~100mg/L 浓度范围面积为>50mg/L 浓度范围面积减去>100mg/L 浓度范围面积。

表 5.6-5 悬浮泥沙造成的生物资源损害评估表

种类	资源密度	单位	损失率(%)	受损面积(hm ²)	水深(m)	损失量		
						量值	总计	单位
浮游植物	344200	个/m ³	5	157.025	14	3.78E+11	2.09E+12	个
	344200		20	14.02	14	1.35E+11		
	344200		40	29.92	14	5.77E+11		
	344200		50	41.64	14	1.00E+12		
浮游动物	413	mg/m ³	5	157.025	14	453.96	2511.89	kg
	413		20	14.02	14	162.13		
	413		40	29.92	14	691.99		
	413		50	41.64	14	1203.81		
鱼卵	0.455	粒/m ³	5	157.025	14	500125	2.75×10 ⁶	粒
	0.455		17.5	14.02	14	156288		
	0.455		40	29.92	14	762362		
	0.455		50	41.64	14	1326234		
仔稚鱼	0.0017	尾/m ³	5	157.025	14	1869	10256	尾
	0.0017		17.5	14.02	14	584		
	0.0017		40	29.92	14	2848		
	0.0017		50	41.64	14	4955		

综合以上计算结果，本工程悬沙扩散共造成浮游植物损失量为 2.09×10^{12} 个，浮游动物损失量为 2511.89kg，鱼卵损失量为 2.75×10^6 粒，仔稚鱼损失量为 10256 尾。

(4) 结论

综上，工程占用海域和悬浮泥沙扩散共造成浮游植物损失量为 4.08×10^{12} 个，浮游动物损失量为 4.89t，底栖生物损失量为 2.41t，鱼卵损失量为 5.37×10^6 粒，仔稚鱼为 20061

尾。

5.6.5 生态资源补偿分析

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：“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”，本项目建设防波堤，属永久性占渔业水域，补偿年限按 20 年计算。由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

(1) 鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算：

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

式中：

M — 鱼卵、仔稚鱼经济损失金额（元）；

W — 鱼卵、仔稚鱼损失量（个，尾）；

P —— 鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算，单位为百分比（%）；

E —— 鱼苗的商品价格，根据项目实际建设时间的主要鱼类苗种平均价格计算。

底栖生物经济价值按下式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M —— 经济损失额，单位为元（元）；

W —— 生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E —— 生物资源的价格，底栖生物的价格按当地当年的海洋捕捞产值与产量均值的比值计算。

(2) 损害赔偿和补偿年限（倍数）的确定

本工程建设防波堤工程，占用海域对生态系统造成不可逆影响，补偿年限按 20 年计。

一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍。项目建设产生的悬浮泥沙对海洋生物资源的损害为一次性损害，施工结束后这种影响随之消失，因此，悬浮泥沙扩散对生物资源的损害按一次性损害额的 3 倍计。

(3) 生物资源价格数据说明

底栖生物的平均价格按 0.5 万元/t 计；商品鱼苗价格以 1 元/尾计，则鱼卵的平均价格按 0.01 元/粒计，仔鱼的平均价格按 0.05 元/尾计；浮游动物按渔业资源的 10% 计，为 6 元/kg。

（4）生态补偿金计算

表 5.6.7 工程占用和悬浮泥沙造成的生态损失补偿金额

补偿类型	生物类型	损失量	成活率	单价	补偿年限 (或倍数)	补偿金额 (万元)
工程占用	底栖生物	2.41t	/	0.5 万元/t	20	24.1
	鱼卵	5.37×10^6 尾	1%	0.01 元/粒		1.10
	仔稚鱼	20061 尾	5%	0.05 元/尾		0.1
	浮游动物	4890	/	6 元/kg		58.7
悬浮泥沙	底栖生物	2.41t	/	0.5 万元/t	3	3.62
	鱼卵	5.37×10^6 尾	1%	0.01 元/粒		0.16
	仔稚鱼	20061 尾	5%	0.05 元/尾		0.015
	浮游动物	4890	/	6 元/kg		8.8
合计						96.595 万元

根据计算结果，生物资源损失经济补偿额共为 96.595 万元。

（5）生态损失评价结果

建设单位作为生态补偿的责任主体，应采取生态修复和补偿措施，缓解和减轻工程对所在海域生态环境的不利影响。本项目海洋生物资源补偿可采用海洋生物资源增殖放流的补偿措施，进行海洋生物资源的恢复与补偿。

5.7 对大季家污水处理厂污水排放的影响

5.7.1 污水排放情况

结合污水处理厂现状及近期污水排放情况，污水排放量按照 7.9 万吨/天进行数值模拟。

5.7.1.1 物质输运方程

①二维污染物对流扩散控制方程

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uvc) + \frac{\partial}{\partial y}(vvc) = \frac{\partial}{\partial x}(hD_x \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(hD_y \frac{\partial c}{\partial y}) - Fc + s$$

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， $s=Q_s C_s$ ，式中 Q_s 为单位面积内点源排放量（ $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ），

C_s 为污染物排放浓度（ kg/m^3 ）；

F 为衰减系数。

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

$$c(x, y)|_{t=0} = 0$$

5.7.3 污染物浓度预测

5.7.3.1 与浓度预测有关的几个问题

（1）物质浓度

①浓度换算

根据有关研究成果， COD_{Cr} 浓度约为 COD_{Mn} 浓度的3倍，本报告给出的污染物浓度均以 COD_{Mn} 表示。

②衰减系数

根据祁超征（2002）的研究成果，本次模拟COD衰减系数按0.3/d计；其他污染物均按照不衰减进行模拟。

（2）预测的浓度最大增量和平均浓度增量

最大浓度增量指的是该格点上各时刻数据中最高的瞬时浓度，浓度增量等值线是各点最高瞬时浓度的连线；平均浓度增量指的是该网格上各时刻平均浓度值的连线。

（3）源强取值

污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级标准的A标准， COD_{Cr} 浓度为50mg/L，换算成 COD_{Mn} 浓度约16.7mg/L； $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为8mg/L。

模拟污水排放时间为1个月，使污染物浓度达到稳定状态。

（4）本底浓度

根据中国海洋大学2020年10月（秋季）和2020年4月（春季）在排污区附近海域的水质现状调查结果。

取排污口附近污染物浓度较大的监测数据作为本底值，COD浓度为1.33 mg/L，无机氮浓度为0.17 mg/L。

（5）氨氮源强及无机氮预测结果关系说明

由于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中只有 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和总氮最高允许排放浓度，而《海水水质标准》（GB3097-1997）中，只有无机氮浓度的标准值，考虑到污水处理厂排放污水中无机氮主要以氨氮为主，硝酸氮和亚硝酸氮含量较小。模拟预测时源强按照氨氮浓度输入模型，计算得到氨氮浓度扩散范围，叠加海水水质现状的无机氮监测结果，得到无机氮模拟预测结果，按照《海水水质标准》（GB3097-1997）

评价无机氮的超标面积。以下预测结果均以无机氮表示。

5.7.3.2 数值模拟预测结果分析

考虑到污水处理厂污染物超标范围影响因子主要为无机氮，COD 超标范围明显小于无机氮，本次分析选取工程建设前后的无机氮超标范围进行对比分析。

(1) 现状无机氮最大扩散范围

叠加本底无机氮浓度 0.17mg/L 后，无机氮浓度超第四类海水水质环境质量标准 (0.5mg/L) 面积约 1.37 公顷；超第三类海水水质环境质量标准 (0.4mg/L) 面积约 2.55 公顷；超第二类海水水质环境质量标准 (0.3mg/L) 面积约 6.39 公顷，超二类水质最大扩散距离约 0.21km 。

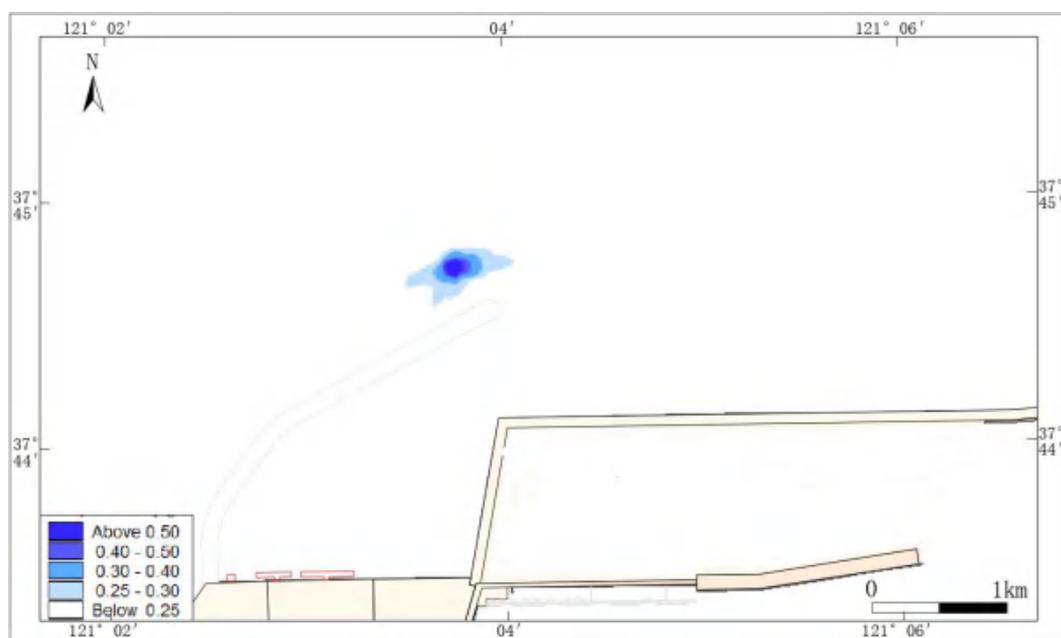


图 5.7-1 现状无机氮扩散范围

(2) 防波堤建成后无机氮最大扩散范围

叠加本底无机氮浓度 0.17mg/L 后，无机氮浓度超第四类海水水质环境质量标准 (0.5mg/L) 面积约 1.02 公顷；超第三类海水水质环境质量标准 (0.4mg/L) 面积约 1.70 公顷；超第二类海水水质环境质量标准 (0.3mg/L) 面积约 3.71 公顷，超二类水质最大扩散距离约 0.24km 。

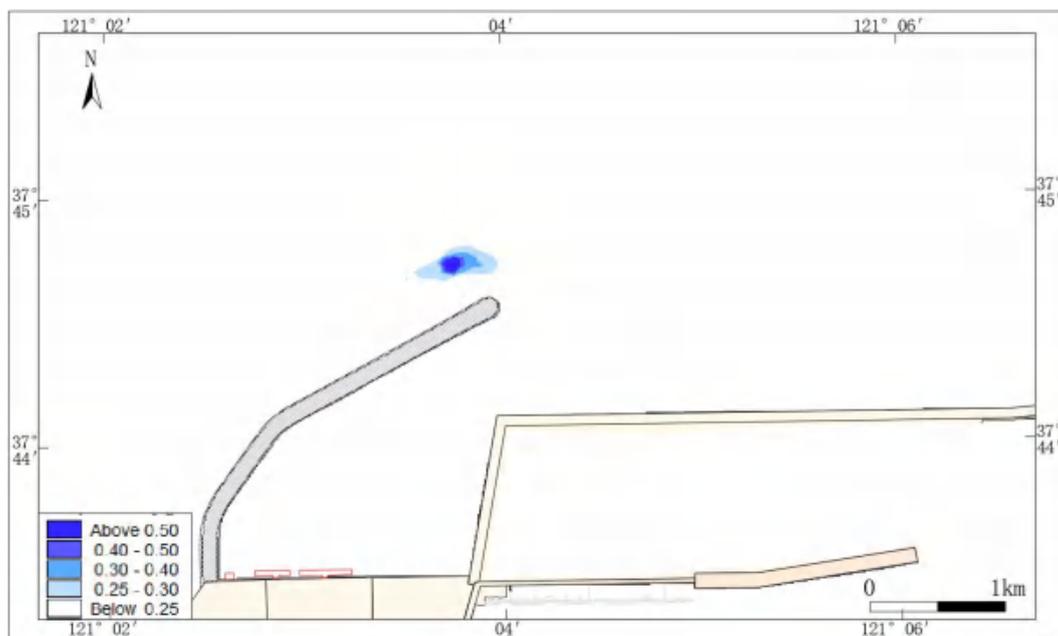


图 5.7-2 防波堤建成后无机氮扩散范围

(3) 防波堤建设对污染物扩散影响分析

防波堤建设前后对比可知：防波堤建设后无机氮超标范围明显减小，超第四类海水水质环境质量标准（ 0.5mg/L ）面积减小约 2.68 公顷；超第三类海水水质环境质量标准（ 0.4mg/L ）面积减小约 0.85 公顷；超第二类海水水质环境质量标准（ 0.3mg/L ）面积减小约 0.35 公顷。超二类水质最大扩散距离有所增加，增加距离约 0.03km。

(4) 污染物超标范围减小原因分析

由于污染物扩散范围主要受水深和水动力条件决定。水深增大、水动力增强有利于污染物扩散，超标范围减小。防波堤建设不会对排放口附近的水深产生明显的影响，水深引起污染物扩散范围变化较小。工程建设前后潮流场对比可知，防波堤建成后，堤头附近潮流场流速明显增加，流速增加有利于污染物扩散，因此，无机氮污染物超标范围相应的减小。

表 5.7-1 工程建设前后污染物扩散范围对比表

工况	超二类水质范围 (公顷)	超三类水质范围 (公顷)	超四类水质范围 (公顷)	超二类水质最大扩散范围 (千米)
现状	6.39	2.55	1.37	0.21
建成后	3.71	1.70	1.02	0.24
变化情况	-2.68	-0.85	-0.35	0.03

注：“-”代表工程后减小。

5.8 声环境影响评价

本项目营运期无噪声排放，主要是施工期对声环境影响。

5.8.1 施工期噪声源分析

工程施工主要包括块石抛填等。施工期的主要噪声源为推土机、装载机、振捣器、自卸卡车等机械设备产生的噪声。通过对同类港口建筑施工现场监测，各种施工机械的噪声值见表 5.8-1。

表 5.8-1 施工机械噪声值

污染源	最大声级（dB）	测点与声源距离（m）	排放方式
推土机	86	5	自然传播
装载机	90	5	
自卸卡车	88	7.5	
施工船	68	60	

5.8.2 施工期噪声值预测

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：

$$L_A = L_0 - 20Lg(r_A / r_0)$$

式中： L_A —距声源为 r_A 处的声级，dB；

L_0 —距声源为 r_0 处的声级，dB。

通过上述噪声衰减公式并根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求，计算出厂界处的噪声值以及达标距离，预测结果见表 5.8-2。

表 5.8-2 施工机械噪声影响范围

设备	声级 (dB)	限值标准 (dB)		达标距离(m)	
		昼	夜	昼	夜
推土机	86	70	55	7	32
装载机	90			10	57
自卸卡车	88			9	45
施工船	68			---	5

5.8.3 施工期噪声影响评价

(1) 根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)可知,主要设备噪声源大部分超标。根据上表可见,施工噪声对施工场地周围 50m 范围内的环境影响较大,对 50-100m 范围也将产生一定的影响,特别是夜间施工时影响更为严重。因此施工单位应合理安排施工时间。

本工程周边最近的居民区为 W 侧 2.9km 的衙前村,工程线位 200m 范围内没有声环境敏感保护目标分布,因此施工期噪声不会对周边村庄产生明显影响。

(2) 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。

本次声环境影响评价完成后,对声环境影响评价主要内容与结论进行自查,自查结果见下表。

表 5.8-3 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 <input type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input checked="" type="checkbox"/>						
	评价范围	200m <input checked="" type="checkbox"/> 大于 200m <input type="checkbox"/> 小于 200m <input type="checkbox"/>						
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>						
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/> 地方标准 <input type="checkbox"/> 国外标准 <input type="checkbox"/>						
现状评价	环境功能区	0 类区 <input type="checkbox"/>	1 类区 <input type="checkbox"/>	2 类区 <input type="checkbox"/>	3 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	4a 类区 <input type="checkbox"/>	4b 类区 <input type="checkbox"/>	
	评价年度	初期 <input type="checkbox"/>		近期 <input type="checkbox"/>	中期 <input type="checkbox"/>	远期 <input type="checkbox"/>		
	现状调查方法	现场实测法 <input type="checkbox"/>		现场实测加模型计算法 <input type="checkbox"/>		收集资料 <input checked="" type="checkbox"/>		
	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 <input type="checkbox"/>		已有资料 <input type="checkbox"/>	研究成果 <input type="checkbox"/>			
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 <input type="checkbox"/>		其他 <input type="checkbox"/> _____				
	预测范围	200m <input type="checkbox"/>		大于 200m <input type="checkbox"/>	小于 200m <input type="checkbox"/>			
	预测因子	等效连续 A 声级 <input type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>						
	厂界噪声贡献值	达标 <input type="checkbox"/>			不达标 <input type="checkbox"/>			
	声环境保护目标处噪声值	达标 <input type="checkbox"/>			不达标 <input type="checkbox"/>			
环境监测计划	排放监测	厂界监测 <input type="checkbox"/>	固定位置监测 <input type="checkbox"/>	自动监测 <input type="checkbox"/>	手动监测 <input type="checkbox"/>	无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（ ）		监测点位数：（ ）		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
评价结论	环境影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/>			不可行 <input type="checkbox"/>			
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。								

5.9 大气环境影响分析

本项目营运期无污染排放，主要是施工期对环境空气的影响。施工期对大气环境的主要污染因子是粉尘。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。

5.9.1 施工扬尘扬尘影响分析

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。

根据其它北方港口施工现场的多次监测资料，在距施工现场 500m 处各不同施工环节 TSP 一次监测结果在 $0.12\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.79\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。由此可见对施工现场 500m 以外影响不大。

本工程位于烟台港西港区内，周边大气敏感目标距离较远，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。

5.9.2 运输车辆扬尘影响分析

施工阶段汽车运输过程中，因泥土路面碾压倦怠或运输物料遗撒会产生扬尘污染。扬尘量、粒径大小等与多种因素有关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量、天气情况、装载情况等。风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快、影响范围主要集中在运输道路两侧，对路边 30m 范围以内的影响较大，而且成线形污染，路边的 TSP 浓度可达 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，随着距离的增加浓度逐渐减小。

本项目施工物料运输路线利用 LNG 接收站施工阶段的运输路线，主要运输线路为市区主干路或港区疏港道路，与敏感保护目标的距离均在 30m 以上，故汽车运输扬尘对周边的环境空气影响程度和范围较小，影响时间也较短。本项目汽车出入施工场地经冲洗，在道路定时洒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施条件下，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

本次大气环境影响评价完成后，对大气环境影响评价主要内容与结论进行自查，自查结果见下。

表 5.9-1 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 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5 km <input type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥ 2000t/a <input type="checkbox"/>		500 ~ 2000t/a <input type="checkbox"/>		<500 t/a <input type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物(PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂) 其他污染物()			包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/>	其他标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2021) 年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>		现状补充监测 <input type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			不达标区 <input type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input type="checkbox"/>	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2 000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AE DT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>
	预测范围	边长≥ 50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长 = 5 km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子()				包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/>		
	正常排放短期浓度贡献值	最大占标率≤100% <input type="checkbox"/>				最大占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大标率>10% <input type="checkbox"/>		
		二类区	最大占标率≤30% <input type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大标率>30% <input type="checkbox"/>		
	非正常排放1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		占标率≤100% <input type="checkbox"/>		占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	达标 <input type="checkbox"/>			不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% <input type="checkbox"/>			k>-20% <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ()			有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
	环境质量监测	监测因子: ()			监测点位数 ()		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>						
	大气环境防护距离	不设大气防护距离						
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a	NO _x : () t/a	颗粒物: () t/a	VOC _s : () t/a			
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，填“√”；“()”为内容填写项								

5.10 固体废物影响分析

施工期产生的固体废物主要包括陆域生活垃圾、机械冲洗废水处理产生的废油等。船舶垃圾由施工方委托有资质的单位统一处理；陆域生活垃圾统一收集后托环卫部门处理。

机械冲洗废水处理产生的废油属于危险废物，委托有资质的危废处置单位处置。

施工机械设备维护保养不在本项目施工现场进行，施工机械设备维护保养不在本项目施工现场进行，工程机械维修在定点维修点进行，工程区不产生检修废油和机修棉纱。

运营期无固体废物产生，不会对环境明显影响。

6 环境风险评价

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。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、地震等）导致用海项目发生意外事故，对海域资源、环境造成的危害。

6.1 风险分析

（1）台风和风暴潮

台风、大风等引起的风暴潮主要表现为：海水异常升高，漫溢于陆地，冲垮建筑物，淹没农田和人畜等。如果风暴潮恰好与影响海区的天文潮的高潮相重叠，就会使水位暴涨，以至海水涌进内陆，造成巨大破坏。

施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，巨浪迫击海岸，对防波堤工程会造成严重的破坏，可能发生部分护岸受毁，影响防波堤工程施工，并引起工程区内沙石流失。

运营期间，台风、大风等非污染事故有能造成工程区域出现较强的海流，威胁防波堤的稳定性，从而对防波堤掩护内的港区造成设备及人员生命损失。

（2）地震

我国领海和邻海是强地震多发区，据不完全统计，发生在我国领海和邻海的地震，5级上的有1079次，6级以上的有322次，7级以上的有45次，8级以上的有3次。地震可能引发海啸，海啸发生时可能会淹没工程所在区域、摧毁生产设施、甚至淹没附近地区，造成大面积洪涝灾害。

烟台市处于威海-烟台-蓬莱-河北唐山北西走向、与陆地平行的地震断裂带。自1948年以来，在烟台附近海域发生的4级以上地震分别为：1948年震级6.0级（这是烟台迄今为止发生的最大的一次地震）；1991年3月14日分别发生的4.5、4.7级地震；1993年12月31日分别发生的4.8和4.0级地震；1997年9月18日发生的4.8级地震；2005

年5月9日在牟平东北海域（37°36'N，121°48'E）发生的4.5级地震。

工场地抗震设防烈度为7度，设计分组为第二组，拟建场地类别为Ⅲ类，场地地震动峰值加速度为0.10g，反应谱特征周期为0.40s。由于地震的危害较大，一旦发生将对直接威胁项目的稳定性。

（3）防波堤坍塌事故

防波堤处于近海，受复杂环境因素影响，如风暴、潮位、波浪、海流、气象、地震和地质地貌等。因此，项目在设计失误或施工过程中防波堤可能发生位移或坍塌，从而造成巨大的损失。

（4）船舶碰撞溢油事故

施工期和运营期均存在船舶碰撞风险，由于施工期时间较短，因而考虑运营期船舶发生碰撞、搁浅等事故，导致燃油舱破损，从而导致船用燃油的溢出、扩散，风险类型主要为泄漏污染事故。最大可信事故为船舶碰撞溢油事故。

（5）污水管道破裂事故

项目施工过程中超范围抛石施工，可能造成污水输送管道破裂，大量的污水流入工程区附近海域，造成附近海域海水污染。

6.2 评价等级和评价范围

本项目不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存（包括使用管线运输），故不适用于《建设项目环境影响风险评价技术导则》（HJ169-2018）。

根据风险产生的成因及周边环境影响分析，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中环境风险评价的定义，本工程主要的风险源为在建设施工过程中施工船舶碰撞引发溢油突发性污染事故风险以及风暴潮造成的施工环境风险。

对于施工期船舶作业风险，本次评价参考《水上溢油环境风险评估技术导则》、《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》相关要求对海上溢油环境风险评价。

6.3 事故后果分析

6.3.1 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。

烟台沿海是我国受风暴潮威胁较严重的海域，在港口规划与建设中必须考虑风暴潮的影响。烟台市黄海沿岸的较重风暴潮灾害发生后，低洼地区海水漫溢纵深一般仅为数里，特重者有 30 里的记录。渤海沿岸较重风暴潮灾害发生时，海溢纵深一般可达数十里，特重者可达 50~60 里，造成经济损失数十亿元。虽然烟台发生风成增水的几率相对较少，但由于造成的灾害损失不可低估。2007 年 3 月 3 日至 3 月 5 日，烟台遭受近 40 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，海洋灾害直接经济损失达 40.65 亿元。

（1）施工期分析

施工期间，遇到风暴潮与大浪时，突遇强风暴潮，未完成的岸堤和基础受风暴潮袭击，可能发生部分岸段受毁，并引起工程区内沙石流失，直接影响到周围海洋环境。还有可能造成施工船舶船、导航设施等损坏，首先对工程的顺利安全实施、工程进度造成极大破坏。因此在施工时，应做好抗风暴潮预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

（2）运营期分析

营运期间，一旦发生风暴潮也可能发生部分岸段受毁，海堤被波浪冲坏，并引起工程区内沙石流失，直接影响周围海洋环境。

①防波堤受损的主要原因是持续的超标准潮浪破坏防浪墙及背坡所致。防波堤一般都有自身的设防标准，当遭遇超标准的风暴潮时，高潮位已接近或超过塘顶高程，加上波浪爬高和越浪水体作用，特别是在持续历时较长的潮浪作用下，标准较低的防波堤几乎全线没顶崩溃。位于强风区的一些标准较高的防波堤，高程相对较高，但由于大量越顶水体越过防浪墙，在持续的强风大浪作用下，大量越浪水体直接冲击堤顶和背坡以及防浪墙，使得护面结构不良或防浪墙结构差的海堤冲毁严重，薄弱地段酿成缺口。

②堤顶高程偏低，异常高潮位漫溢决口。台风遇天文大潮出现异常高潮位，对于堤

顶高程明显低的堤段将会越顶漫溢，冲蚀堤身土方直至决口溃堤或者由于风浪越顶，造成塘顶及坡后土体冲失，使护面块石架空而毁塘。

③强风浪冲毁前护坡，然后土堤剥蚀崩坍。抛石护坡或干砌块石堤段在风浪冲击和抽吸下块石被冲散或吸出，土坡出露，堤身土体崩塌，堤顶宽度逐渐减小，很快全部被潮流削低漫顶过水直至溃堤。

综合以上分析内容，一旦在超标准潮浪、不良地质作用等情况下发生防波堤垮塌事故，会导致建设的防波堤决口，使大量土石方、土体等被冲毁进入海域内，导致规划海堤周边海水水质质量下降，污染物浓度迅速增大，使周边海洋生物遭到掩埋而导致死亡，防波堤地形出现沉降、凹陷，同时会对临近的防波堤带来连锁影响，对防波堤上部建筑物、人员等带来生命威胁；另外运营期间一旦发生防波堤垮塌事故，会直接将后方码头、港池暴露于风暴潮冲击下，危害人民生命财产安全。

6.3.2 地震事故后果分析

地震、爆炸、机械振动等都可以引起砂土液化现象，尤其是地震引起的范围广、危害性更大。砂土液化是指饱水的疏松粉、细砂土在振动作用下突然破坏而呈现液态的现象，由于孔隙水压力上升，有效应力减小所导致的砂土从固态到液态的变化现象。

近年来，世界范围内地震活动的发生，特别是1964年日本新潟（Niigata）发生的7.6级地震，由于靠近河岸大面积砂土堤基发生液化，大量建筑物遭到破坏，坍塌房屋2130栋，严重损坏6200栋，轻度损坏31200栋。我国是一个多地震的国家，在以往的多次强烈地震中，由于砂土液化造成的各种灾害已经成为一种不可忽视的地震破坏现象。1966年我国邢台发生的6.7级地震，沿着滏阳河及支流两岸，在南北长约60km，东西宽约10km~20km的广大范围内，发生砂土液化，引起的喷砂冒水造成了大量的堤防坍塌，河道、建筑物破坏。1975年我国海域发生的7.3级地震和1976年我国唐山发生的7.8级地震都曾造成大面积砂土液化现象。其中唐山地区发生的2次灾难性强地震，震后数分钟地表开始大面积砂土液化，喷水、冒砂达数小时，引起地表开裂与下沉，并最终使建筑物成片裂塌。唐山1976年发生地震时，位于唐山钢铁厂附近的油库在地震时储罐罐壁严重屈曲，焊缝被震裂，1300多吨储油全部泄漏遍地流淌，只要一个火星便会引起非常大的火灾。项目区一旦发生地震极易造成防波堤的变形、垮塌。

综上所述，本工程必须对地震给予足够重视，在施工需严格按照相应的标准进行施

工，运营期定期对堤坝稳定性进行监测，尽量减小地震灾害的影响。

6.3.3 防波堤垮塌事故后果分析

（1）施工过程中引起防波堤垮塌事故影响分析

在防波堤建设过程中，堤顶高程未达到设计高程要求，对海浪、风暴潮等抵抗能力较差，堤脚容易发生冲刷掏蚀，堤内侧、外侧海水都会对堤身存在一定的冲刷作用。因此，在大风浪或者台风、风暴潮等气象条件下，在建防波堤易发生垮塌事故。

防波堤施工过程中遇到台风等恶劣气象条件一旦发生垮塌事故，会导致已建成的堤段冲毁，发生决口，使大量石方、后方闭气土冲塌进入海水中，使施工堤段工程质量受到影响，附近水域受到污染，污染物浓度迅速增大，使周边海洋生物遭到掩埋而导致死亡，而且会对堤上的车辆、机械设备等带来威胁，如果有施工人员存在，则会造成人员伤亡事故发生。

（2）运营期防波堤垮塌事故影响分析

防波堤一般都有自身的设防标准，当遭遇超标准的风暴潮时，高潮位已接近或超过塘顶高程，加上波浪爬高和越浪水体作用，特别是在持续历时较长的潮浪作用下，标准较低的护岸几乎全线没顶崩溃。位于强风区的一些标准较高的护岸，高程相对较高，但由于大量越顶水体越过防浪墙，在持续的强风大浪作用下，大量越浪水体直接冲击堤顶和背坡以及防浪墙，使得护面结构不良或防浪墙结构差的海堤冲毁严重，薄弱地段酿成缺口。

运营期间一旦发生防波堤垮塌事故，会直接将后方陆域、码头暴露于风暴潮冲击下，危害人民生命财产安全。此外，防波堤地形出现沉降、凹陷，同时会对临近的工程带来连锁影响，对后方的运输公路等的上部建筑物、车辆机械、人员等带来生命威胁。

6.3.4 溢油事故后果分析

（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的，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

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。如果岸线设有工厂取水口，那么溢油就会进入工厂设备系统，造成设备的毁坏，甚至造成一个工厂的关闭。盐业和海水淡化业等都会受到溢油污染的直接危害，造成经济损失。

溢油事故发生时，应立即采取应急措施保护这些资源。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。

6.4 海上溢油事故统计

船舶造成海域污染事故的原因很多，主要可分为事故性污染和操作性污染两大类。事故性污染是指船舶碰撞、搁浅和火灾等造成燃料油外泄的污染。操作性污染是指船舶自主排放机舱油污水、废油等造成的污染。船舶事故性溢油风险对环境的威胁和影响较大。

本评价采用近年来实际船舶溢油事故发生率来近似估算本工程水上污染事故发生的可能性。

1. 国外事故统计资料

国际油轮船东防污染委员会(ITOPF)对 1974~2008 年间 9368 起油轮(Tankers)、散货石油多用船(Combined Carriers)和驳船(Barges)溢油事故进行统计并进行了事故分布规律和事故发生原因分析。

根据统计资料：操作性事故 4999 起、占事故总数的 53%，海难性事故 1995 起、占事故总数的 21%，其他/未知类事故 2366 起、占事故总数的 26%。说明操作性和海难性事故是溢油的主要事故原因。按不同溢油量统计，溢油量小于 7t 的事故共 7817 起、占事故总数的 83%，7~700t 的事故 1203 起、占事故总数的 13%，700t 以上的特大溢油事故 348 起、占事故总数的 4%。说明小型事故占溢油事故大多数，多为操作性事故；特大溢油事故所占比例较少，多为海难性事故。

ITOPF 对发生溢油事故原因按照操作性事故和海难性事故进行了详细的划分，其中

操作性事故原因包括装卸货油、加燃油、其他作业，海难性事故原因包括碰撞、搁浅、船体损坏和火灾爆炸。在溢油量小于 7t 的事故中，装/卸货油占到事故量的 50%，是发生小型溢油事故主要原因；溢油量 7~700t 的事故中，碰撞、搁浅和装/卸货油分别占到事故总数 31%、29%和 22%，是中型溢油事故三个主要原因；溢油量大于 700t 的事故中，碰撞、搁浅、船体损坏占到事故总数的 82%，是发生大型溢油事故的主要原因。

2.国内事故统计资料

对我国 1979~2008 年间 64178 起水上运输船舶交通事故原因按照碰撞、搁浅、触礁、触损、浪损、火灾、风灾和其他进行分类分析，结果表明碰撞事故在运输船舶交通事故所占的比例最高，占总事故 49%，是船舶交通事故最主要的原因。

根据 1973 年~2008 年 36 年间我国沿海 2826 起船舶溢油事故的统计资料，按照事故原因进行了分类分析，704 起船舶溢油事故中（1976~1996 年间 2122 起 50t 以下中小型船舶溢油事故由于缺乏分类统计资料，故未纳入本次统计范围内），操作性事故占事故总数的 49%，海难性事故占事故总数的 37%，其他/未知类事故占事故总数的 14%，说明操作性和海难性事故是我国船舶溢油的主要事故原因。按不同溢油量等级统计，溢油量小于 9t 的事故占事故总数的 82.7%，700t 以上特大溢油事故占事故总数的 1.7%，且都为海难性事故，表明我国沿海船舶溢油事故以小于 9t 小型事故为主，多为操作性事故；大型、特大溢油事故所占比例较少，多为海难性事故。我国沿海船舶溢油事故，尤其 10t 以上中型、大型、特大事故，碰撞占据主要原因，其中 10~49t 溢油事故中碰撞事故占到总事故的 55%；50~699t 溢油事故中碰撞事故占到 69%；700t 以上溢油事故中碰撞事故占到 42%。分析表明，我国沿海危害性比较大的溢油事故，主要由船舶碰撞引起。

2002 年~2008 年我国运输船舶水上交通事故统计分析结果表明：水上交通事故总体趋向好转，呈下降趋势；综合分析近年来（2005-2008 年）船舶污染事故溢油量统计，船舶污染事故溢油量呈明显的稳定下降趋势。说明各地海事部门对船舶交通管理越来越重视，控制溢油风险的能力稳步加强。

按照船舶类型统计，油船污染事故数量居多，占总事故数量的 61%；货船发生溢油事故数量居次，占总事故数量的 28%；码头施工船舶、港作船舶等其它船舶发生溢油事故比例为 11%。

3.拟建工程附近水域事故统计资料

对烟台海事局辖区 1991~2012 年 22 年间的船舶溢油事故进行了统计，烟台海事局辖区水上交通事故安全情况具有以下特征：

① 烟台辖区船舶事故次数统计

在 1991~2012 年期间共发生各类溢油事故 90 起，其中 1991~2000 年 10 年间 58 起、2001~2012 年 50 起，90 年代初为事故多发年度，以后事故次数下降，到 2000 年后，个别年份事故有所增多，但总体趋势是呈下降趋势。

② 事故原因统计

按事故原因分类可分为操作性事故和海难性事故。操作性事故按事故发生的环节又可分为装/卸货油、加燃油、其他作业和违章排放。海难性事故一般是伴随着船舶交通事故发生的，同时发生油品泄漏，分为碰撞、搁浅、船体损坏、火灾爆炸。

1991~2012 年间共发生海难性事故为 38 起，占总溢油事故的 35.2%，其中碰撞 18 起、搁浅 6 起、沉没 12 起。操作性事故 70 起，占总溢油事故的 64.8%，其中违章排放 26 起、误排放 12 起、加油过程中燃油泄漏事故 10 起、过驳作业时泄漏 5 起、油舱破损、机舱进水造成的溢油事故 9 起、其它原因造成的溢油事故 8 起，从统计结果可以看出，事故的主要原因为违章排放，其次是误排放。

③ 事故类型的年际变化规律

从时间分布上看，碰撞 1996 年 1 起，2006~2009 年 5 起，次数增多，其主要原因是近年来随着烟台港的快速发展，船舶交通密度增大有直接的关系。

沉船事故 1992~1995 年 10 起，2007~2008 年 2 起，次数明显降低。事故减少的原因是由于烟台海事局辖区通航环境改善，管理技术水平提高。

④ 船舶污染事故统计分析

烟台海事局辖区 1991~2012 年 22 年间溢油量 1t 以下溢油 11 起，占总事故的 35.5%。大于 1t 的污染事故共记录有 20 起，包括 50t 以上的溢油事故 7 起、占总事故的 22.6%，5~50t 溢油事故 9 起、占总事故的 29%，1~5t 溢油事故 4 起、占总事故的 12.9%。

⑤ 船舶污染事故发生频率

根据烟台海事局统计资料，烟台辖区 1991~2012 年 22 年共发生船舶污染事故 108 起，统计期内平均每年发生船舶污染事故 4.9 起。

海难性事故 38 起，平均每年 1.7 起。操作性事故 70 起，平均每年 3.2 起。

6.4 溢油事故风险预测

6.4.1 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. 溢油运动的模拟

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

$$U_f = \frac{V_{\text{mean}} \kappa}{\ln\left(\frac{h}{k_n/30} - 1\right)}$$

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°C 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

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

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

$$k_{ei} = k A_{oil}^{0.45} S_{ci}^{-2/3} U_w^{0.78}$$

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。

①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

$$H_T^{oil-air} = A_{oil} k_H^{oil-air} (T_{air} - T_{oil})$$

$$k_H^{oil-air} = k_m \rho_a C_{pa} \left(\frac{S_c}{P_r} \right)_{air}^{0.67}$$

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；

$$P_r = \frac{C_{pa} \rho_a}{0.0241(0.18055 + 0.003T_{air})}, \text{ 为大气 Prandtl 数。}$$

当蒸发可忽略不计时， $k_H^{oil-air}$ 可简单用下式计算

$$k_H^{oil-air} = 5.7 + 3.8U$$

②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：

$$H(t) = \begin{cases} K_t H_0^{\max} \sin\left(\pi \frac{t - t^{\text{sunrise}}}{t^{\text{sunset}} - t^{\text{sunrise}}}\right) & t^{\text{sunrise}} < t < t^{\text{sunset}} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

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 $t^{\text{sunset}} = t^{\text{sunrise}} + T_d$ ，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），

$$\zeta \cong 23.45 \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) H_0^{\max} \text{ 为正午的星际辐射，}$$

$$H_0^{\max} = \frac{12K}{t^{\text{sunset}} - t^{\text{sunrise}}} I_{sc} \left(1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365}\right) (\cos \phi \cos \zeta \sin \omega_h + \omega_h \sin \phi \sin \zeta) \text{ 其中 } I_{sc} \text{ 为}$$

太阳常数（1.353W/m）； 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：

$$\frac{dT_{oil}}{dt} = \frac{1}{\zeta C_p h} [(1-a)H + l_{air} T_{air}^4 + l_{water} T_{water}^4 - 2l_{oil} T_{oil}^4]$$

$$+ h_{ow}(T_{water} - T_{oil}) + h_{oa}(T_{air} - T_{oil}) - \sum N_i \Delta H_{vi}$$

$$+ \left(\frac{dV_{owater}}{dt} \zeta C_{pw} + \frac{dV_{oil}}{dt} \zeta_{oil} C_{poil} \right) (T_{water} - T_{oil}) A_{oil}$$

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 [$5.7210^8 \text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]； l_{air} 、 l_{water} 、 l_{oil} 分别为大气、水和油的辐射率。

6.4.2 溢油预测参数选取

1. 溢油源强

本工程发生溢油主要为施工期施工船舶与过往船舶发生碰撞，取燃料油为溢油油种，根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，本项目溢油风险类型为海难性船舶污染事故。

最坏情况下的事故的溢油量：船舶在恶劣的天气条件下，所有货油溢出的最大溢油量。

保守考虑，最可能发生的海难性船舶污染事故溢油量取 500t，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

因施工船舶主要来自烟台港西港区，进入施工场地过程中，在防波堤西北侧与过往船舶发生碰撞的概率较大，因此预测时溢油发生点选择在航道拐角处，如图 6.4-1 所示。

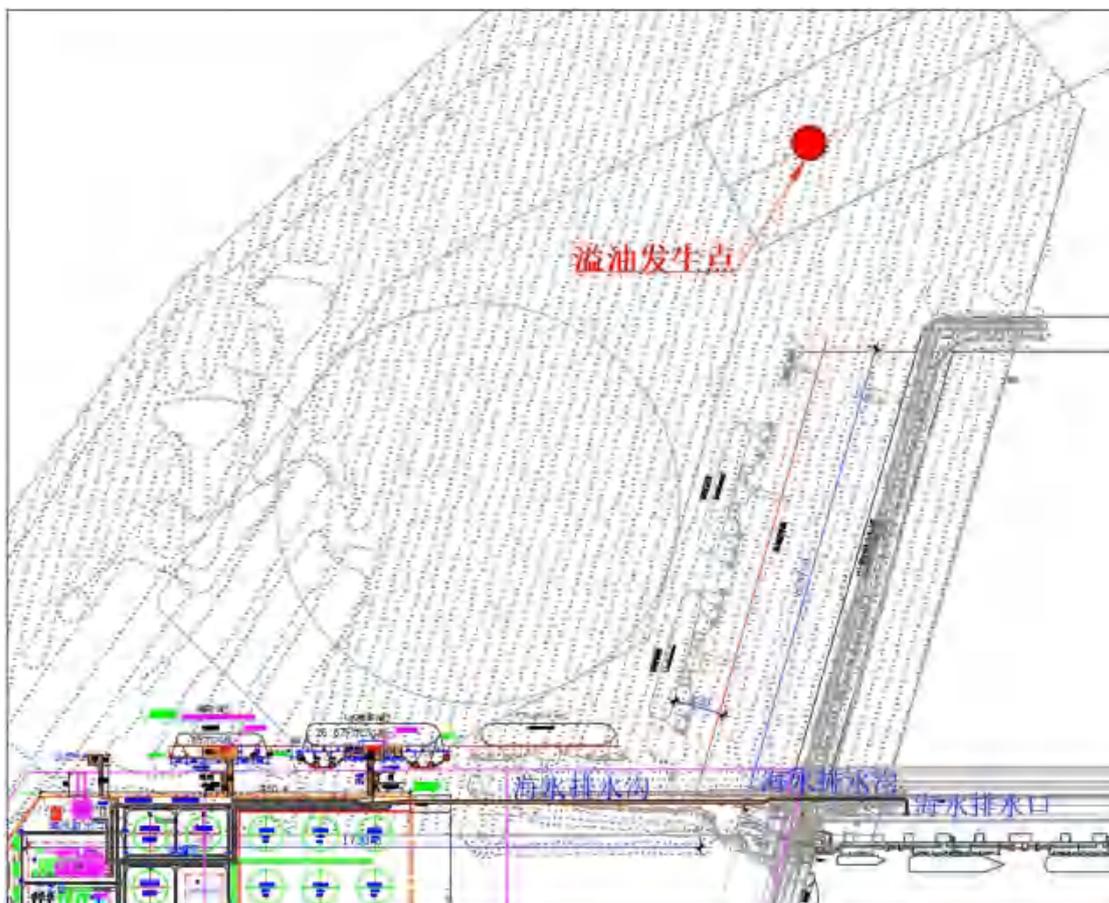


图 6.4-1 溢油发生点位置图

3.模型参数设定

根据相关文献推荐值，模型中相关参数取值见表 6.4-1。

表 6.4-1 部分模型参数设置

系数过程取值	系数过程取值	系数过程取值
风漂移系数 cw	对流 0.035	风漂移系数 cw
油的最大含水率 y_w^{\max}	乳化	0.85
油的最大含水率 (K1)	乳化	5×10^{-7}
释出系数 (K2)	乳化	1.2×10^{-5}
传质系数 KSi	溶解	2.36×10^{-6}
蒸发系数 k	蒸发	0.029
油辐射率 loil	热量迁移	0.82
水辐射率 lwater	热量迁移	0.95
大气辐射率 lair	热量迁移	0.82
漫射系数 (Albedo) α	热量迁移	0.1

模型中水平（横向和纵向）扩散系数 DL 和 DT 的取值非常重要，反映了油粒子在水体中的扩散强度和随机紊动强度，对模拟结果影响较大，而且不同的应用场合下取值范围很大。模型采用的是油粒子模型，其中的扩散系数概念与常规的对流扩散模型有所不同，体现在：1）油粒子只在水体表面运动；2）粒子不按水动力模型中设定的网格运移，而是按实际运移路径准确计算，扩散系数取值与模型网格布置方式和时间步长关系不大。

4.其它参数选择

根据芝罘岛海洋站 1992~2011 年的风速、风频统计资料，结合本项目周边养殖区等敏感目标分布情况，模拟选取 SE（平均风速 4.4m/s）、S（平均风速 5.3m/s）、N（平均风速 5.6m/s）、NW（平均风速 6.6m/s）、W（平均风速 4.1m/s）、E（平均风速 4.3m/s）向风以及极不利风况 SE（平均风速 17.2m/s）进行模拟。

气温采用年平均值 12.4℃，水温采用年平均值 12.4℃。

5.溢油工况组合

根据项目附近海域风资料统计结果及环境敏感区的分布情况，模拟选取七种典型气象条件，在低潮时和高潮时两个典型时刻发生溢油，共 14 种工况组合。

6.4.3 溢油预测结果

(1) S 向风溢油预测结果

低潮时发生溢油：S 向风(风速 5.3m/s)作用下，航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏

时,油膜主要向西北扩散。溢油发生后油膜首先向东偏南方向扩散,第35小时进入北侧筏式养殖区。72小时扫海面积约217.48km²,油膜距溢油发生点最大距离约32.2km。高潮时发生溢油:S向风(风速5.3m/s)作用下,航道拐角处高潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜主要向北扩散。溢油发生后,第2小时进入西侧筏式养殖区。第36小时进入北侧筏式养殖区。72小时扫海面积约193.68km²,油膜距溢油发生点最大距离约31.4km。

(2) W向风溢油预测结果

低潮时发生溢油:W向风(风速4.1m/s)作用下,航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜主要向东扩散。溢油发生后,第15小时进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区,72小时扫海面积约156.97km²,油膜距溢油发生点最大距离约32.7km。

高潮时发生溢油:W向风(风速4.1m/s)作用下,航道拐角处高潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜主要向东扩散。溢油发生后,油膜首先向西扩散,第3小时进入西侧筏式养殖区,6小时后开始向东扩散,25小时进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区。72小时扫海面积约176.90km²,油膜距溢油发生点最大距离约30.2km。

(3) E向风溢油预测结果

低潮时发生溢油:E向风(风速4.3m/s)作用下,航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜首先向东扩散,15小时后进入烟台港西港区港池内,38小时抵达西侧液化品作业区,12小时小量油膜进入西侧筏式养殖区。38小时油膜距溢油发生点最大距离约10.7km,扫海面积约64.98km²。

高潮时发生溢油:E向风(风速4.3m/s)作用下,航道拐角处高潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜主要向西扩散。溢油发生后,第3小时进入西侧筏式养殖区,11小时小量油膜进入岸边池塘养殖区,第13小时抵达西侧蓬莱海域岸线,油膜距溢油发生点最大距离约6.7km,扫海面积约10.68km²。

(4) N向风溢油预测结果

低潮时发生溢油:N向风(风速5.6m/s)作用下,航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜主要向东南扩散。溢油发生后,3小时抵达烟台港西港区防波堤二期工程。3小时扫海面积约2.10km²,油膜距溢油发生点最大距离约4.42km。

高潮时发生溢油:N向风(风速5.6m/s)作用下,航道拐角处高潮时刻发生燃料油泄漏时,油膜主要向南偏西扩散。溢油发生后,第5小时抵达本项目建设的LNG码头,油膜距溢油发生点约2.53km,扫海面积约3.17km²。

(5) NW向风溢油预测结果

低潮时发生溢油：NW 向风(风速 6.6m/s)作用下，航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时，油膜主要向东南扩散。溢油发生后，第 14 小时进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区，第 29 小时进入套子湾东侧筏式养殖区，39 小时抵达芝罘岛西侧岸边，少量油膜进入烟台芝罘岛群海洋特别保护区。39 小时扫海面积约 197.47km²，油膜距溢油发生点最大距离约 41.2km。

高潮时发生溢油：NW 向风(风速 6.6m/s)作用下，航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时，油膜主要向东南扩散。溢油发生后，第 19 小时进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区，第 36 小时进入套子湾东侧筏式养殖区，49 小时抵达芝罘岛西侧岸边，少量油膜进入烟台芝罘岛群海洋特别保护区。49 小时扫海面积约 166.16km²，油膜距溢油发生点最大距离约 31.0km。

(6) SE 向风溢油预测结果

低潮时发生溢油：SE 向风(风速 4.4m/s)作用下，航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时，油膜主要向东南扩散。溢油发生后，主体向东南扩散，少量油膜向西北扩散，24 小时少量油膜进入西侧筏式养殖区。72 小时扫海面积约 97.20km²，油膜距溢油发生点最大距离约 13.7km。

高潮时发生溢油：SE 向风(风速 4.4m/s)作用下，航道拐角处高潮时刻发生燃料油泄漏时，油膜主要向西东扩散。溢油发生后，第 2 小时进入西侧筏式养殖区。40 小时进入登州水道，72 小时进入长岛长山尾地质遗迹海洋特别保护区。72 小时扫海面积约 156.6km²，油膜距溢油发生点最大距离约 36.0km。

(7) SE 向风(极端情况下)溢油预测结果

低潮时发生溢油：SE 向风(风速 17.2m/s)作用下，航道拐角处低潮时刻发生燃料油泄漏时，油膜主要向西北扩散。溢油发生后，主体首先向东南扩散，而后整体向西北扩散，9 小时少量油膜进入西侧筏式养殖区，35 小时油膜抵达南长山岛南岸。35 小时扫海面积约 72.84km²，油膜距溢油发生点最大距离约 32.1km。

高潮时发生溢油：SE 向风(风速 17.2m/s)作用下，航道拐角处高潮时刻发生燃料油泄漏时，油膜主要向西北扩散。溢油发生后，第 2 小时进入西侧筏式养殖区，9 小时抵达西北侧岸边。9 小时扫海面积约 14.92km²，油膜距溢油发生点最大距离约 13.4km。

油膜扫海面积和残油量见表 6.4-2。各向风作用下，低潮时和高潮时燃料油泄露溢油漂移轨迹见图 6.4-2~图 6.4-8。

表 6.4-2 施工船舶溢油面积和残油量统计表

风向	潮时	溢油持续时间(h)	扫海面积(km ²)	残油量(t)	对环境保护目标的影响
S 向	低潮	72	217.48	39.7	35h 进入北侧筏式养殖区, 油膜未对岸线和保护区造成污染。
	高潮	72	193.68	48.5	2h 进入西侧筏式养殖区, 36h 进入北侧筏式养殖区, 油膜未对岸线和保护区造成污染。
W 向	低潮	72	156.97	79.2	15 小时进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区, 油膜未对岸线和保护区造成污染。
	高潮	72	176.90	51.9	3h 进入西侧筏式养殖区, 6h 后开始向东扩散, 25h 进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区, 油膜未对岸线和保护区造成污染。。
E 向	低潮	38	64.98	184.0	12h 少量油膜进入西侧筏式养殖区
	高潮	13	10.68	203.1	3h 进入西侧筏式养殖区, 11h 少量油膜进入岸边池塘养殖区, 13h 抵达西侧蓬莱海域海岸。
N 向	低潮	3	4.42	297.6	3h 抵达烟台港西港区防波堤二期工程。
	高潮	5	2.53	249.4	5h 抵达本项目建设的 LNG 码头。
NW 向	低潮	39	197.47	160.2	14h 进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区, 29h 进入套子湾东侧筏式养殖区, 39h 抵达芝罘岛西侧岸边, 少量油膜进入烟台芝罘岛群海洋特别保护区。
	高潮	49	166.16	157.8	19h 进入套子湾北侧人工鱼礁养殖区, 36h 进入套子湾东侧筏式养殖区, 49h 抵达芝罘岛西侧岸边, 少量油膜进入烟台芝罘岛群海洋特别保护区
SE 向	低潮	72	97.20	108.4	24h 少量油膜进入西侧筏式养殖区。
	高潮	72	156.6	78.0	2h 进入西侧筏式养殖区, 72h 进入长岛长山尾地质遗迹海洋特别保护区。
SE 向 极端	低潮	35	72.84	96.1	9h 少量油膜进入西侧筏式养殖区。
	高潮	9	14.92	205.4	进入西侧筏式养殖区。

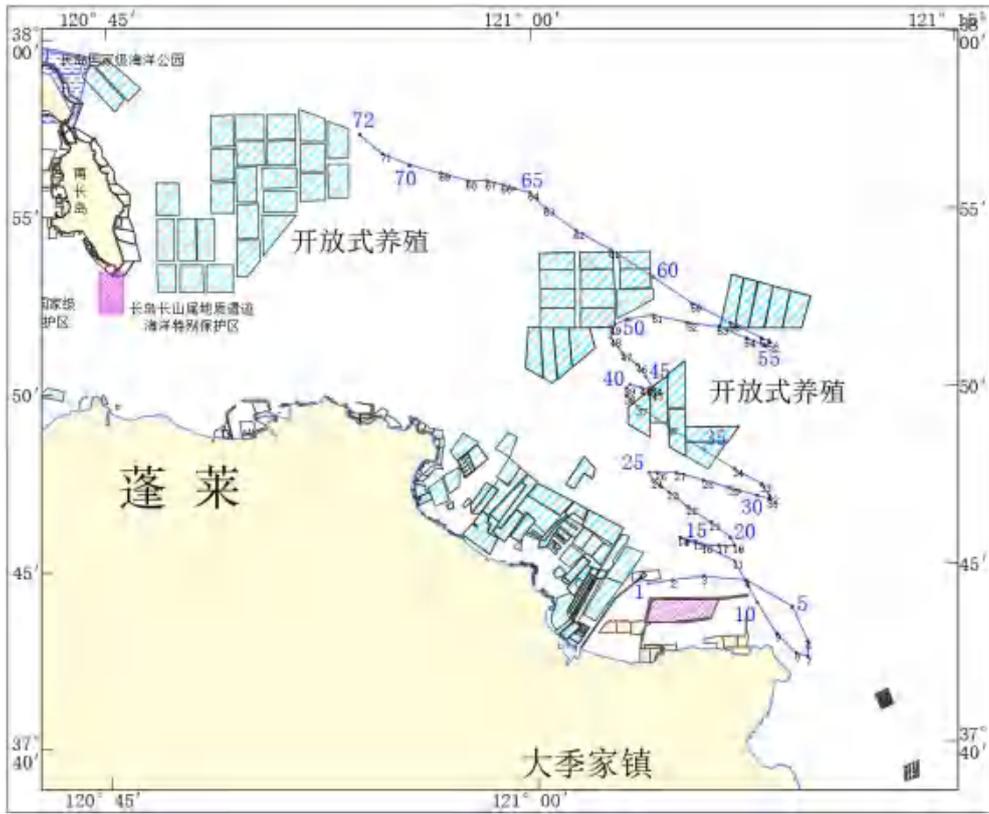


图 6.4-2a S 向风条件下溢油轨迹图（低潮）

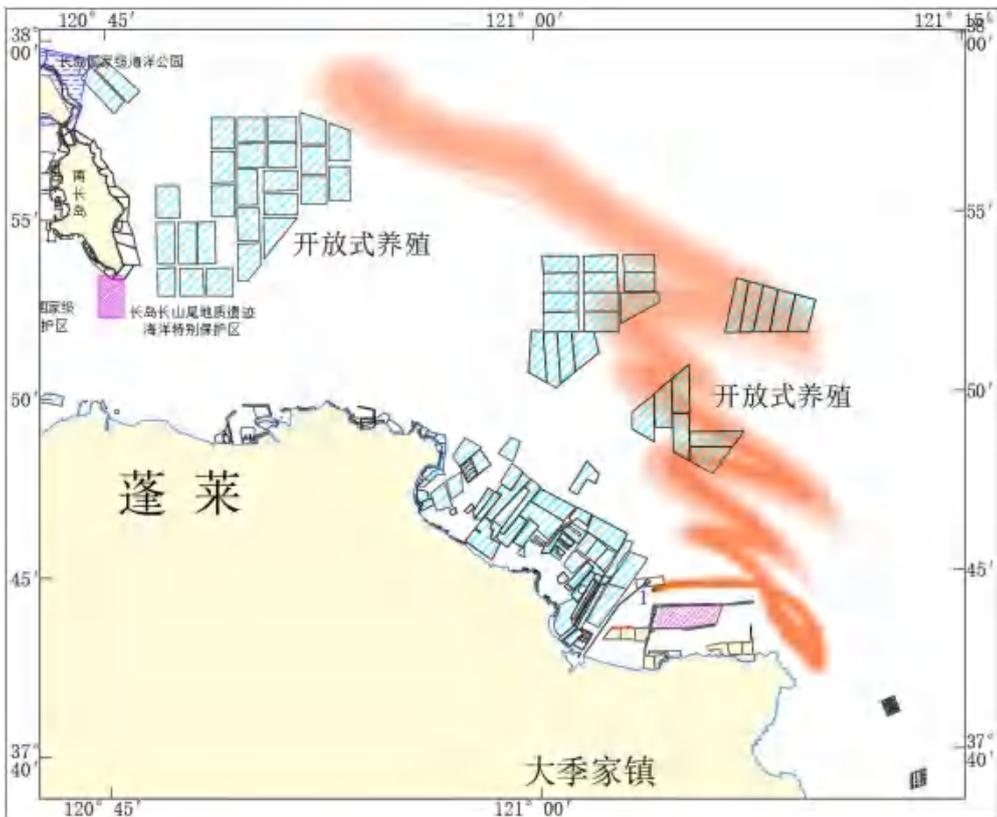


图 6.4-2b S 向风条件下油膜扫海范围图（低潮）

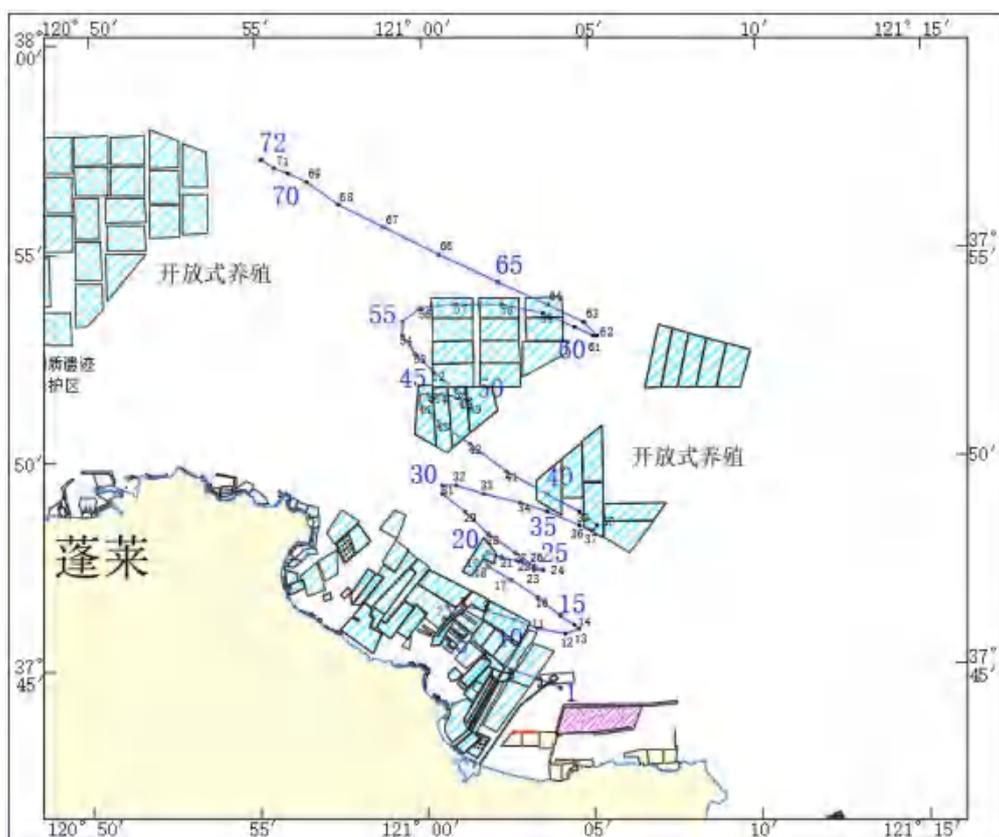


图 6.4-2c S 向风条件下溢油轨迹图（高潮）

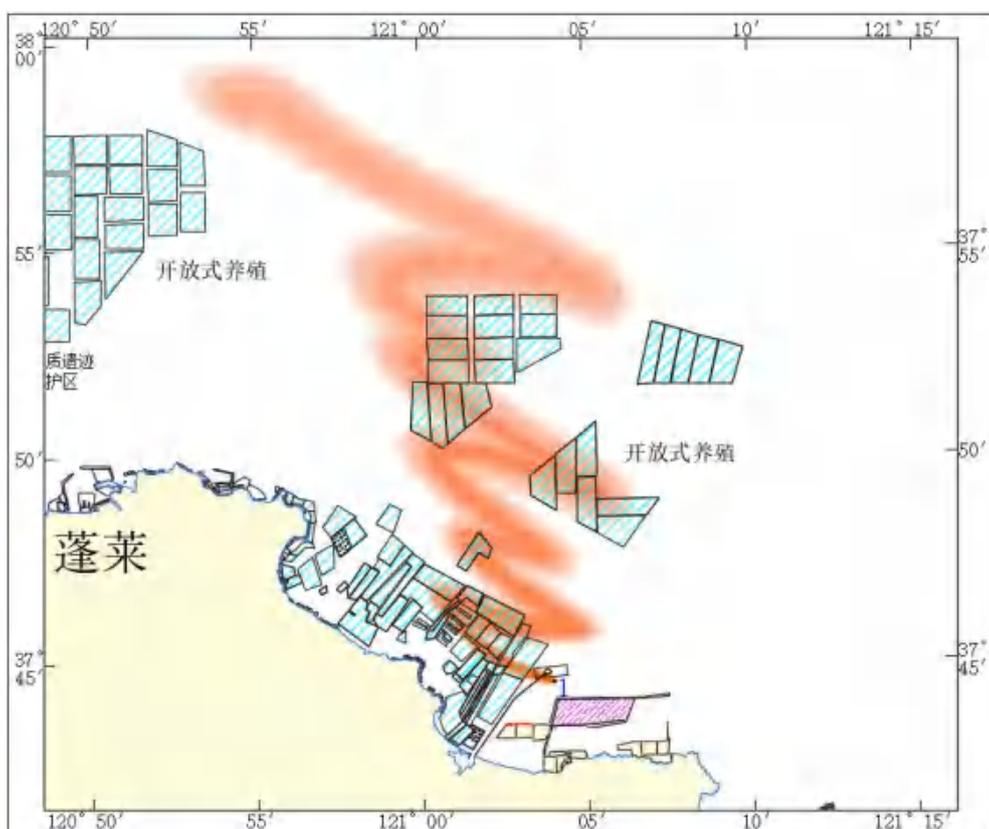


图 6.4-2d S 向风条件下油膜扫海范围图（高潮）

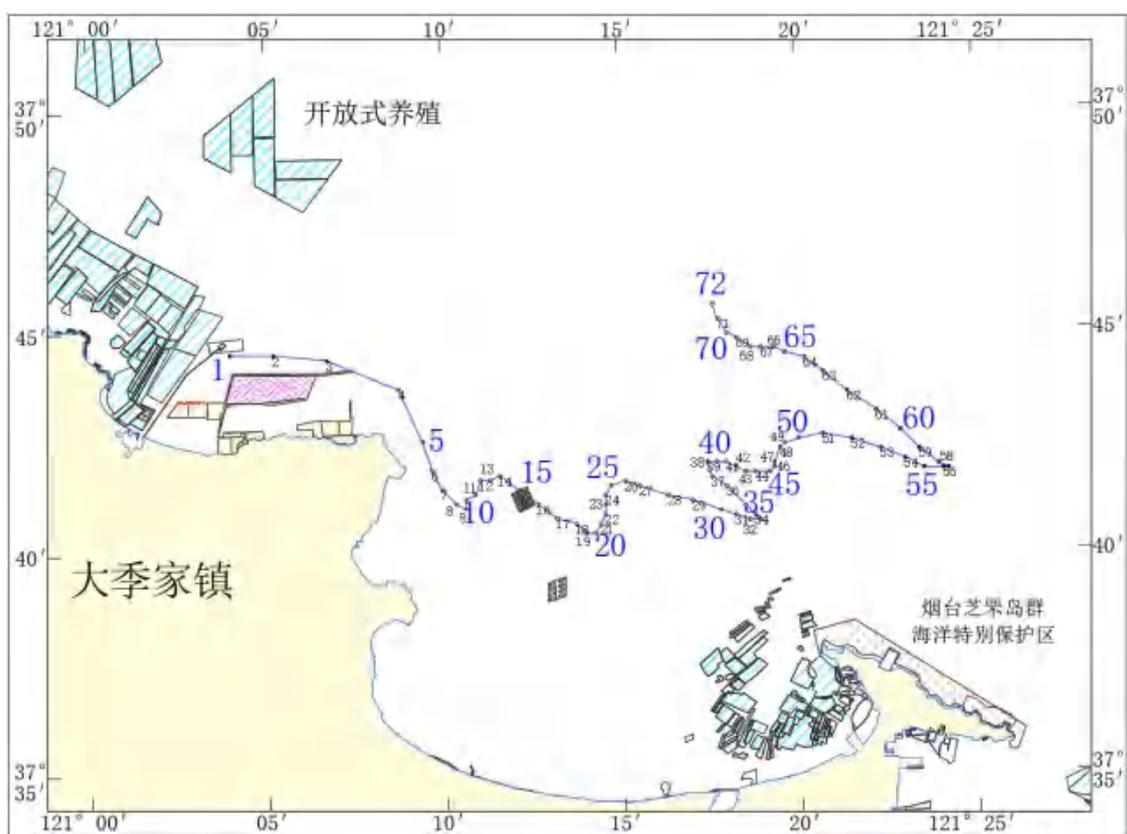


图 6.4-3a W 向风条件下溢油轨迹图（低潮）

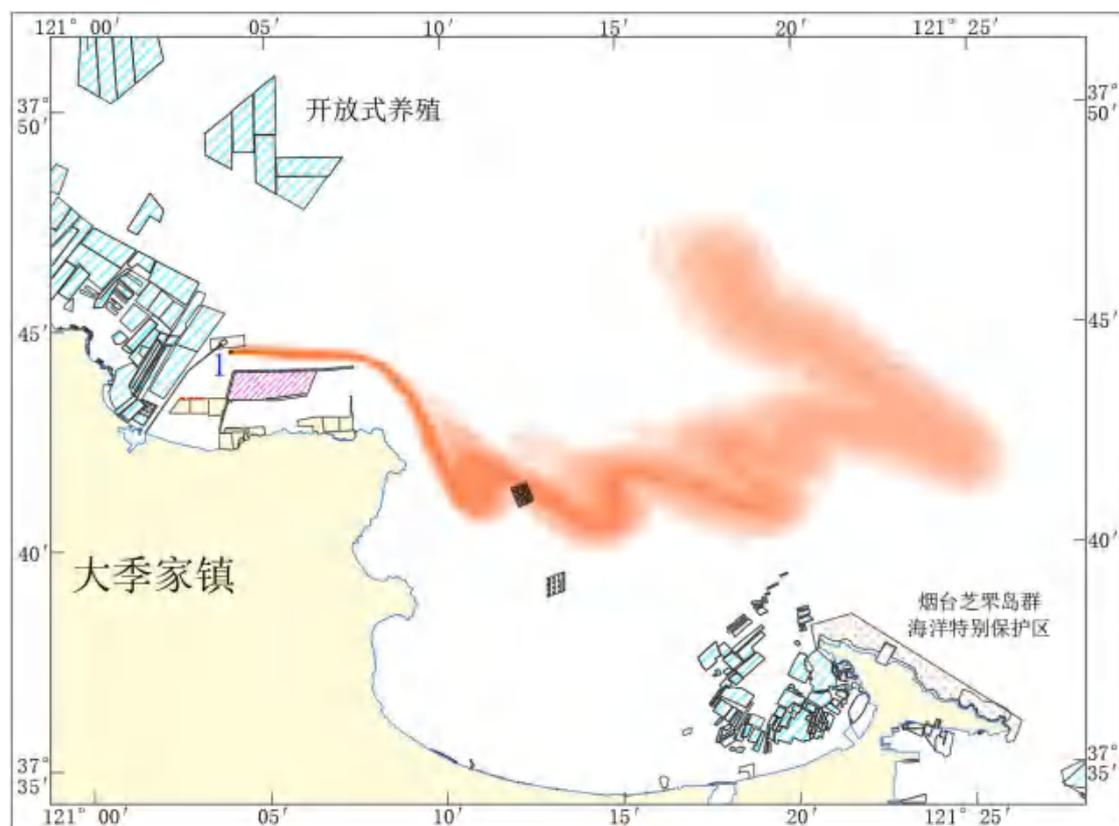


图 6.4-3b W 向风条件下油膜扫海范围图（低潮）

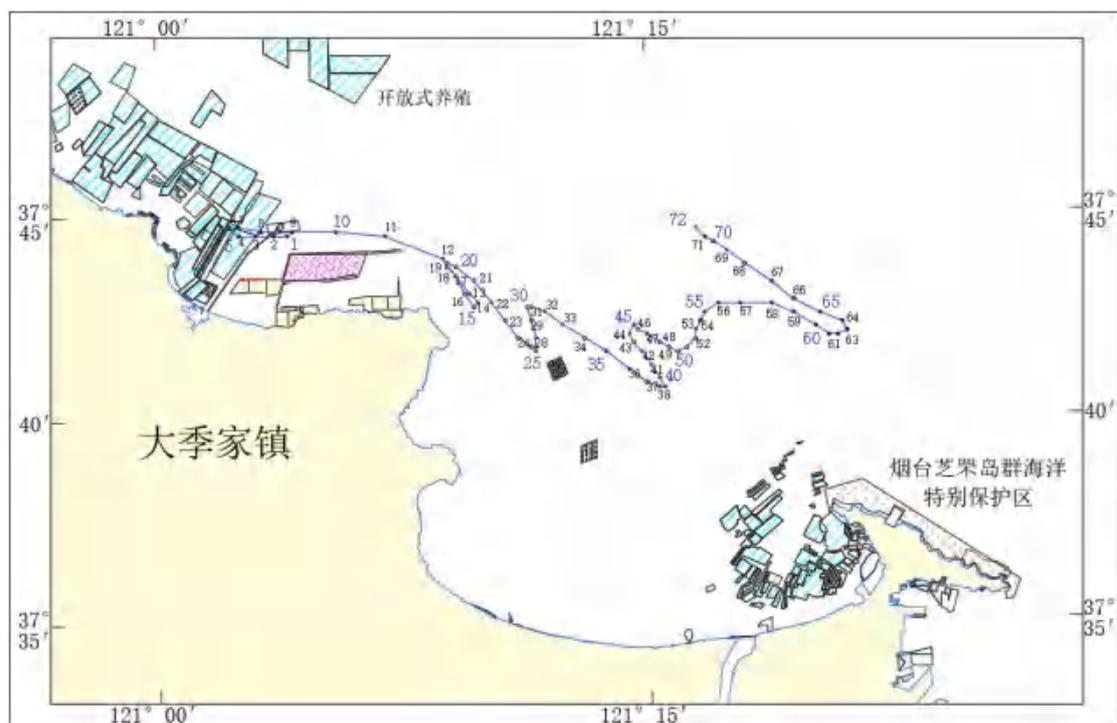


图 6.4-3c W 向风条件下溢油轨迹图（高潮）

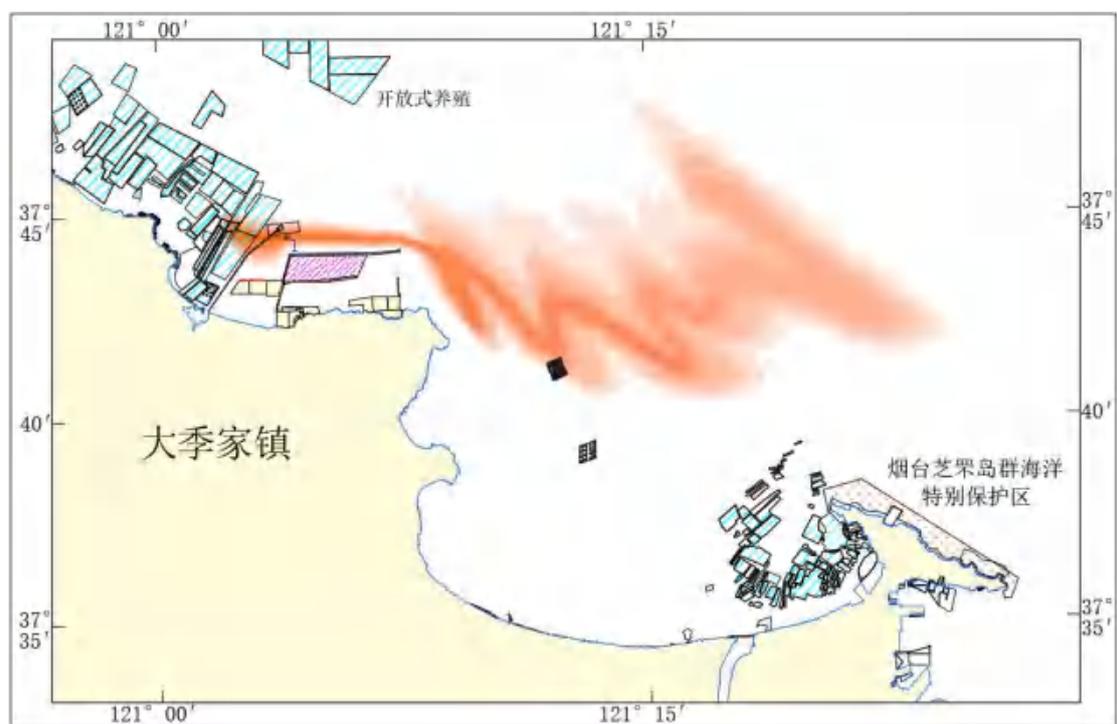


图 6.4-3d W 向风条件下油膜扫海范围图（高潮）

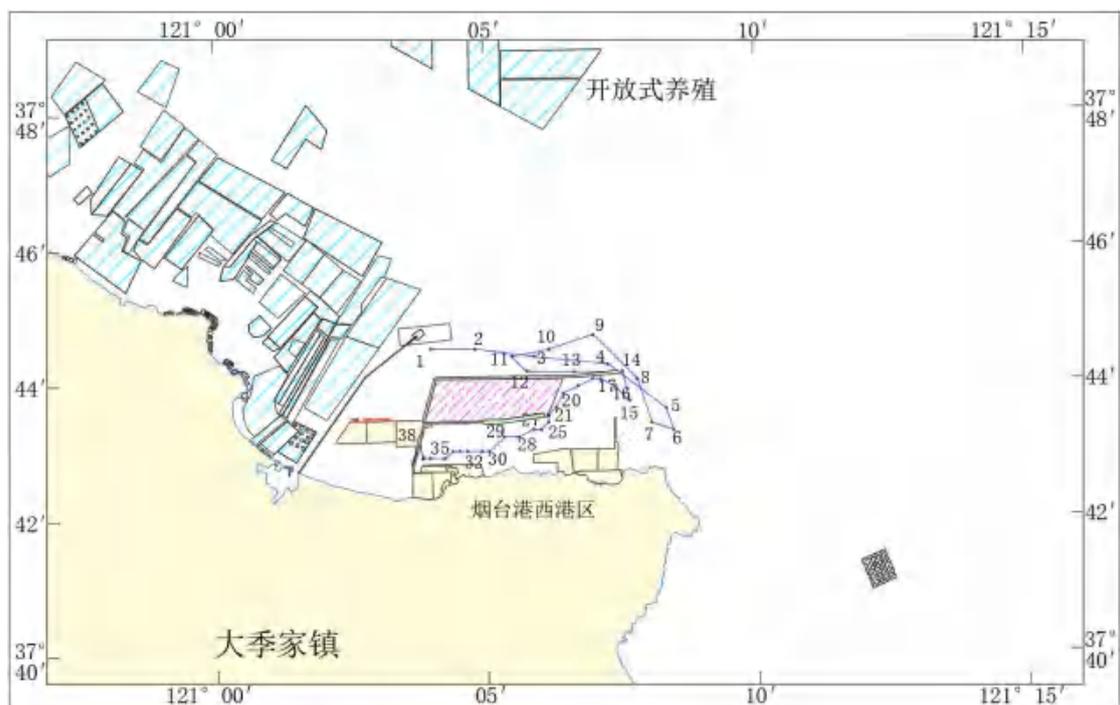


图 6.4-4a E 向风条件下溢油轨迹图（低潮）

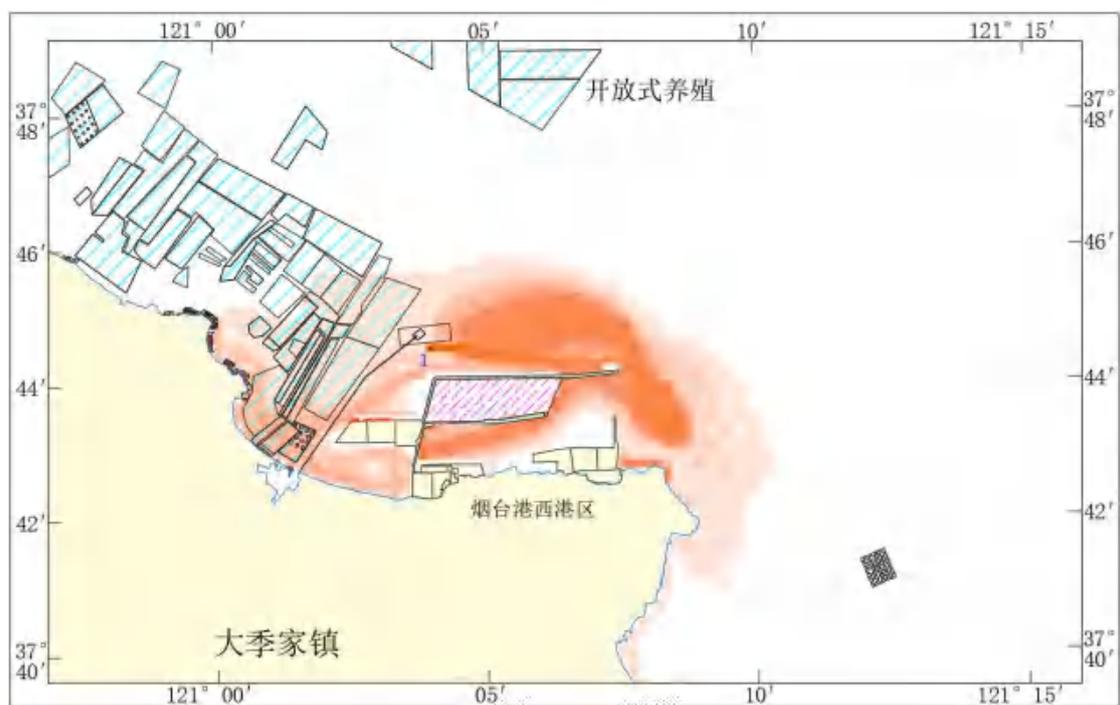


图 6.4-4b E 向风条件下油膜扫海范围图（低潮）

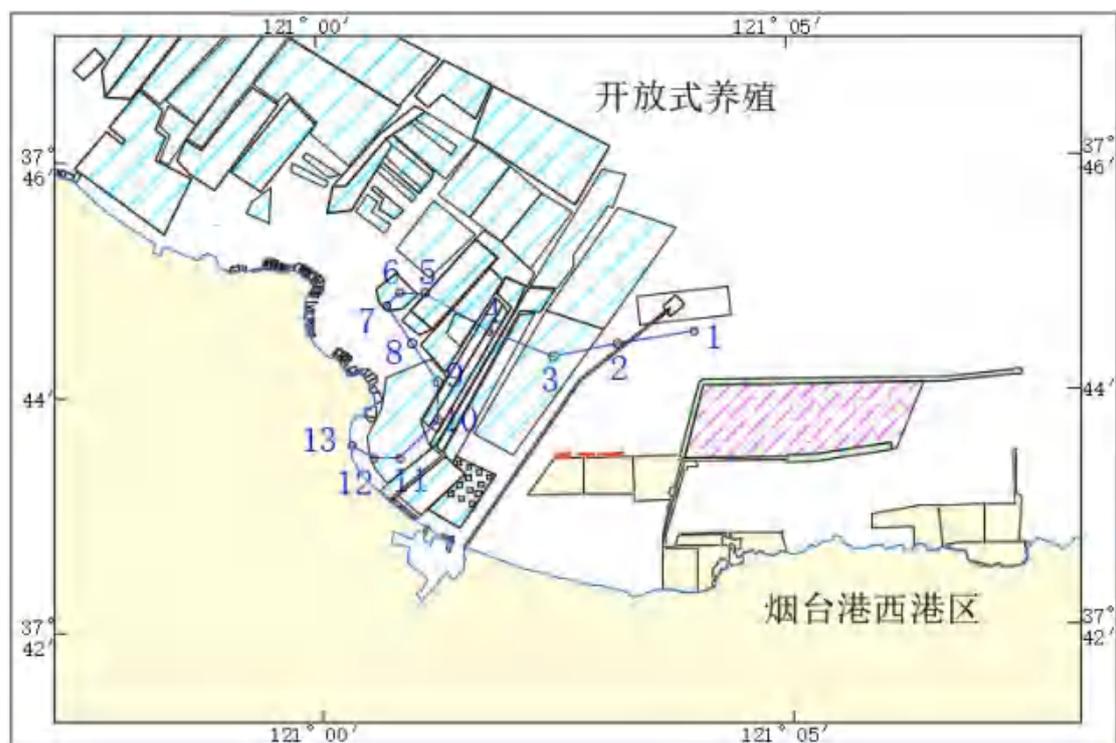


图 6.4-4c E 向风条件下溢油轨迹图（高潮）

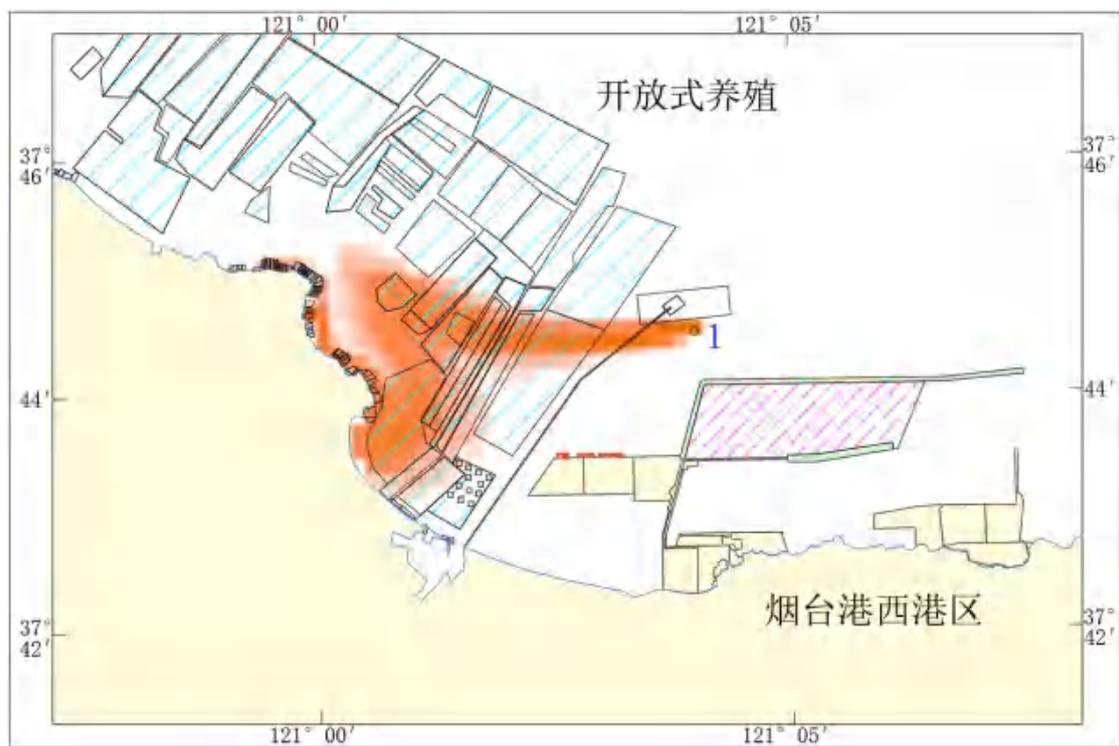


图 6.4-4d E 向风条件下油膜扫海范围图（高潮）

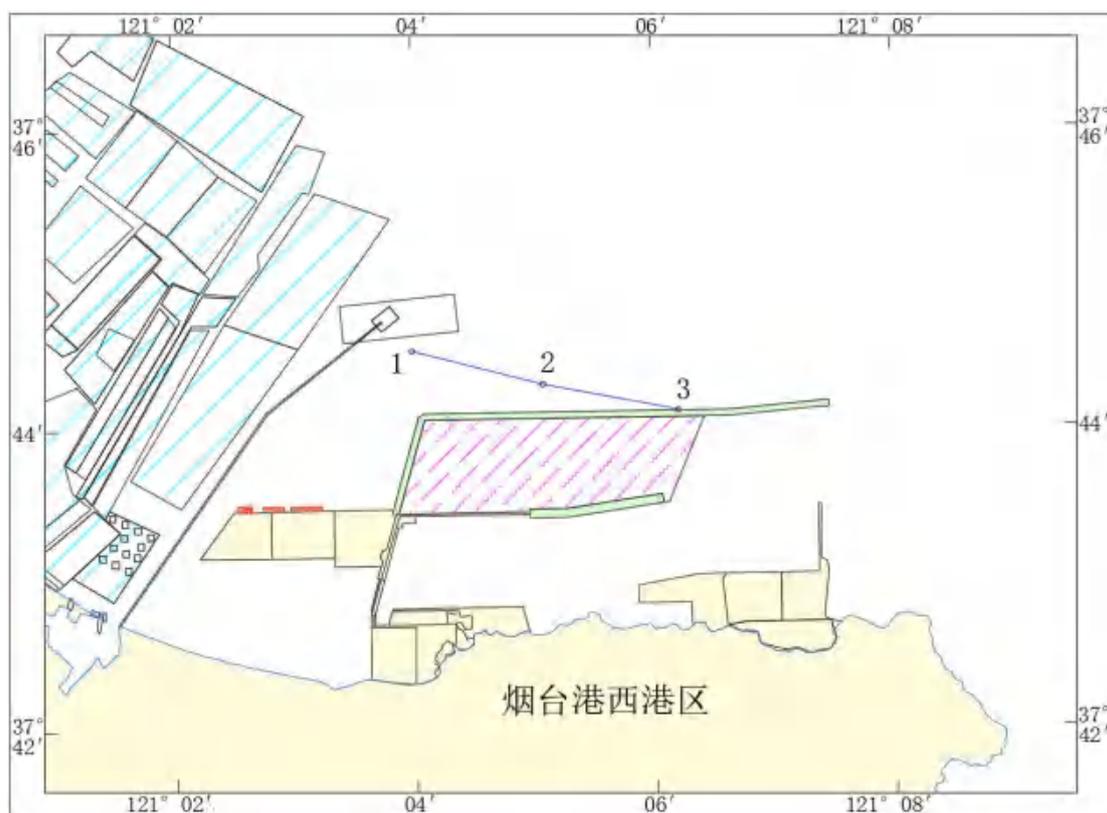


图 6.4-5a N 向风条件下溢油轨迹图（低潮）

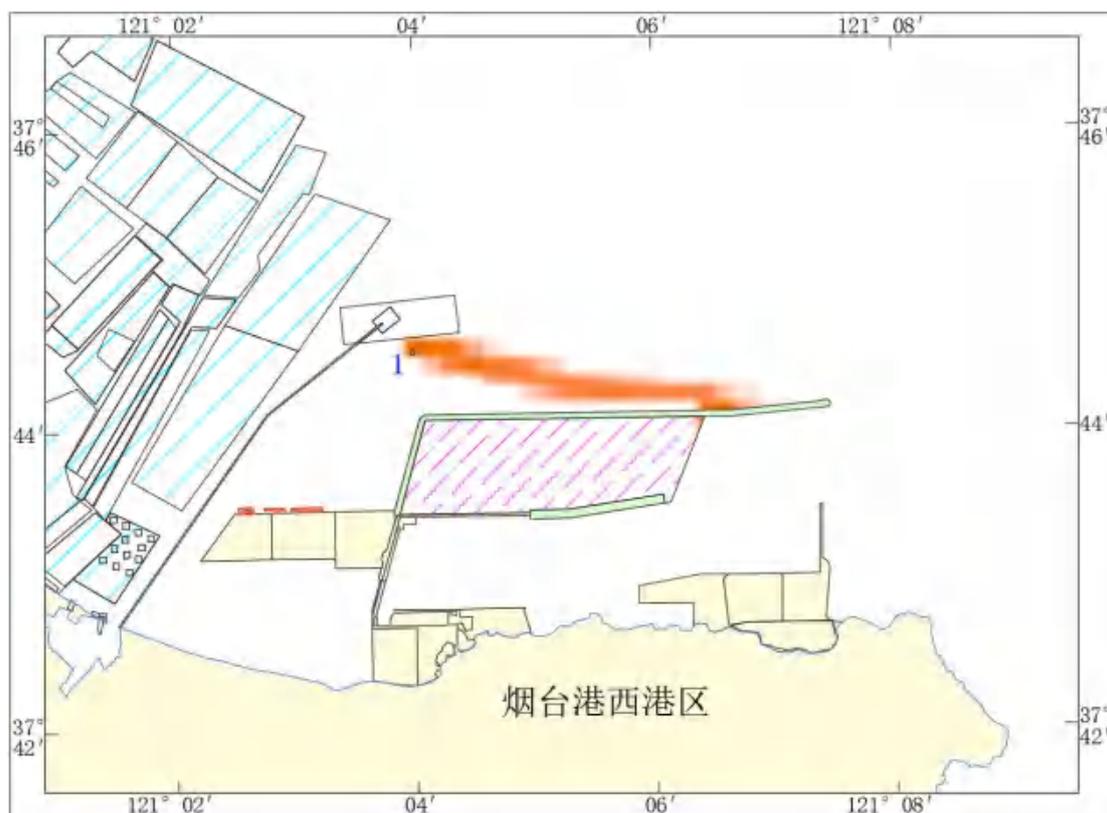


图 6.4-5b N 向风条件下油膜扫海范围图（低潮）

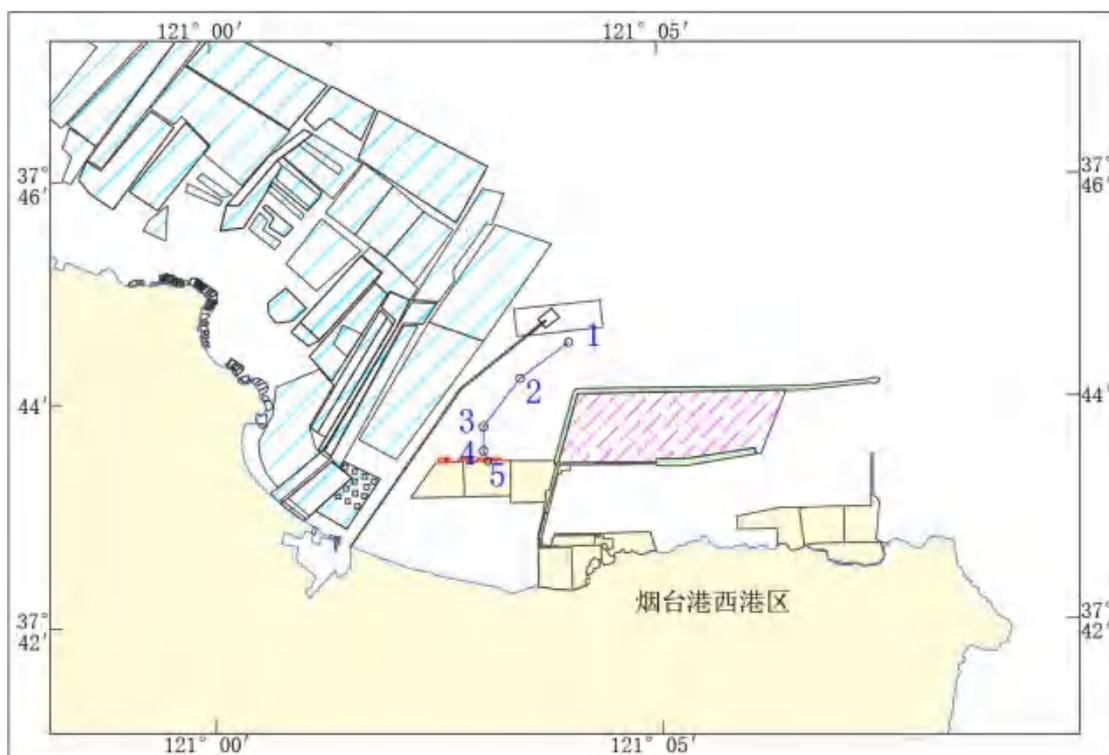


图 6.4-5c N 向风条件下溢油轨迹图（高潮）



图 6.4-5d N 向风条件下油膜扫海范围图（高潮）

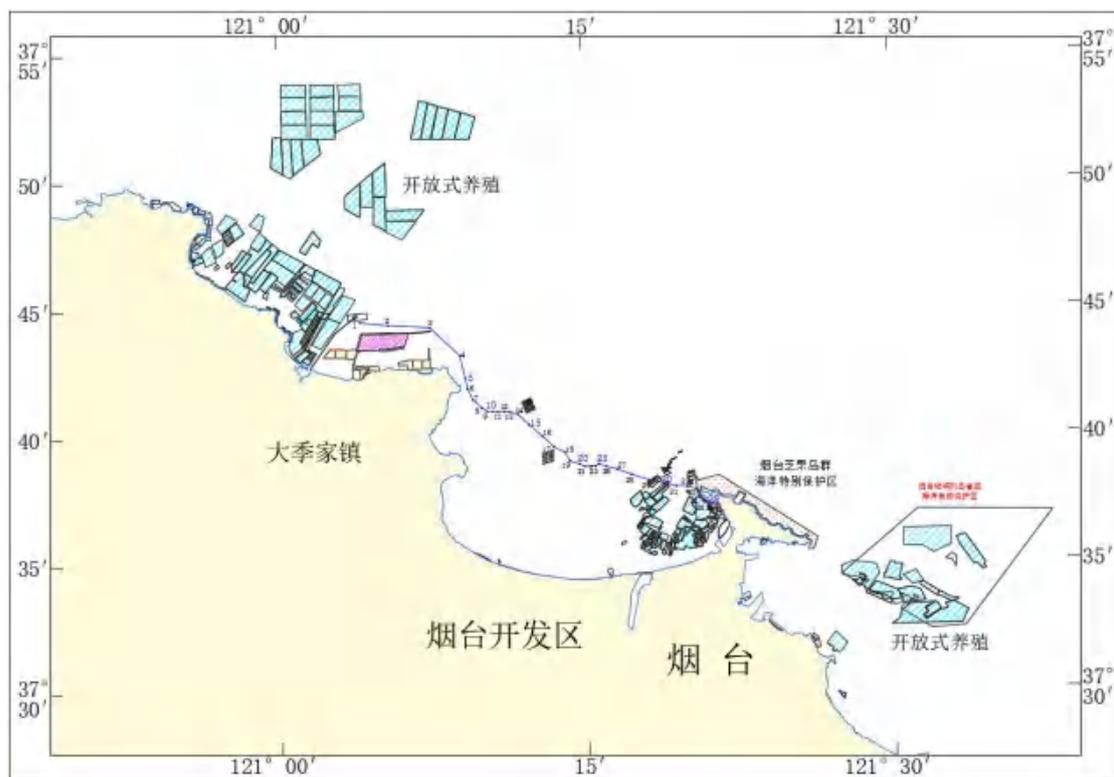


图 6.4-6a NW 向风条件下溢油轨迹图（低潮）

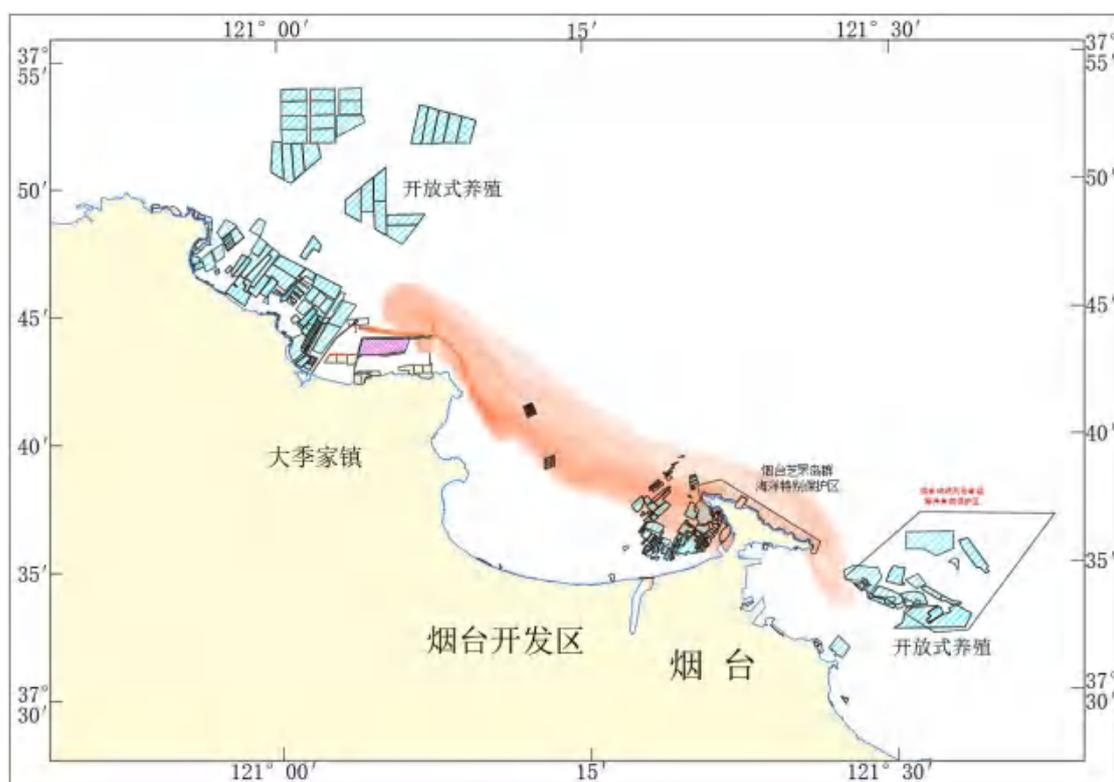


图 6.4-6b NW 向风条件下油膜扫海范围图（低潮）

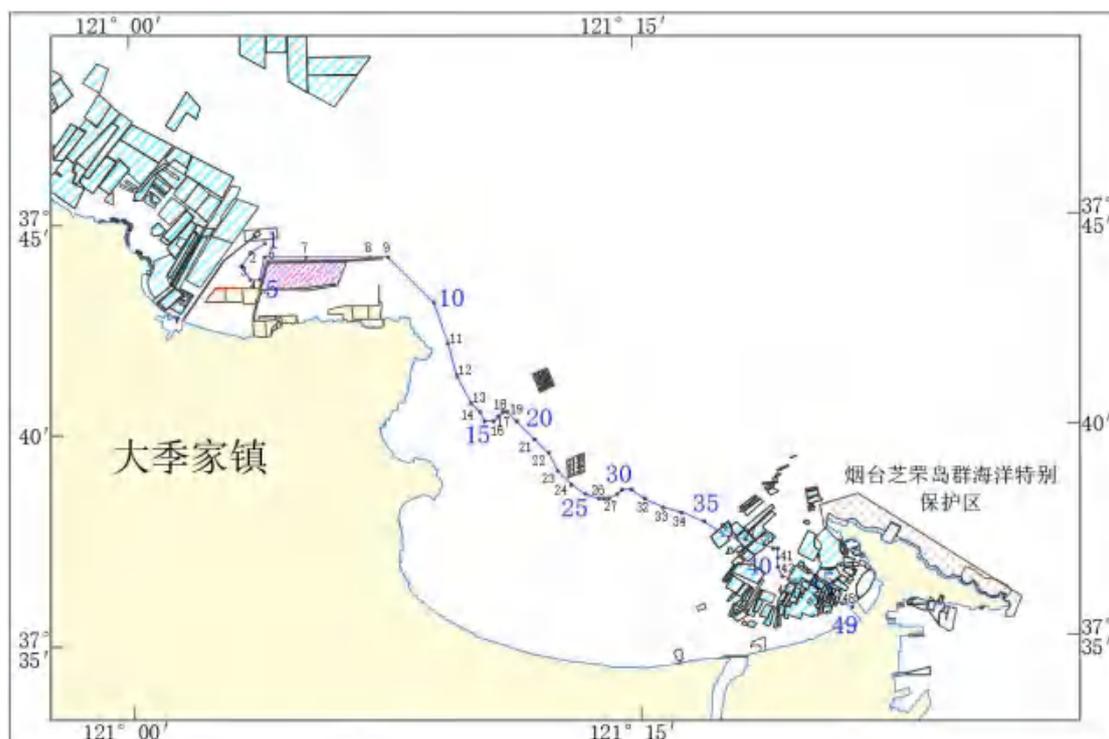


图 6.4-6c NW 向风条件下溢油轨迹图（高潮）

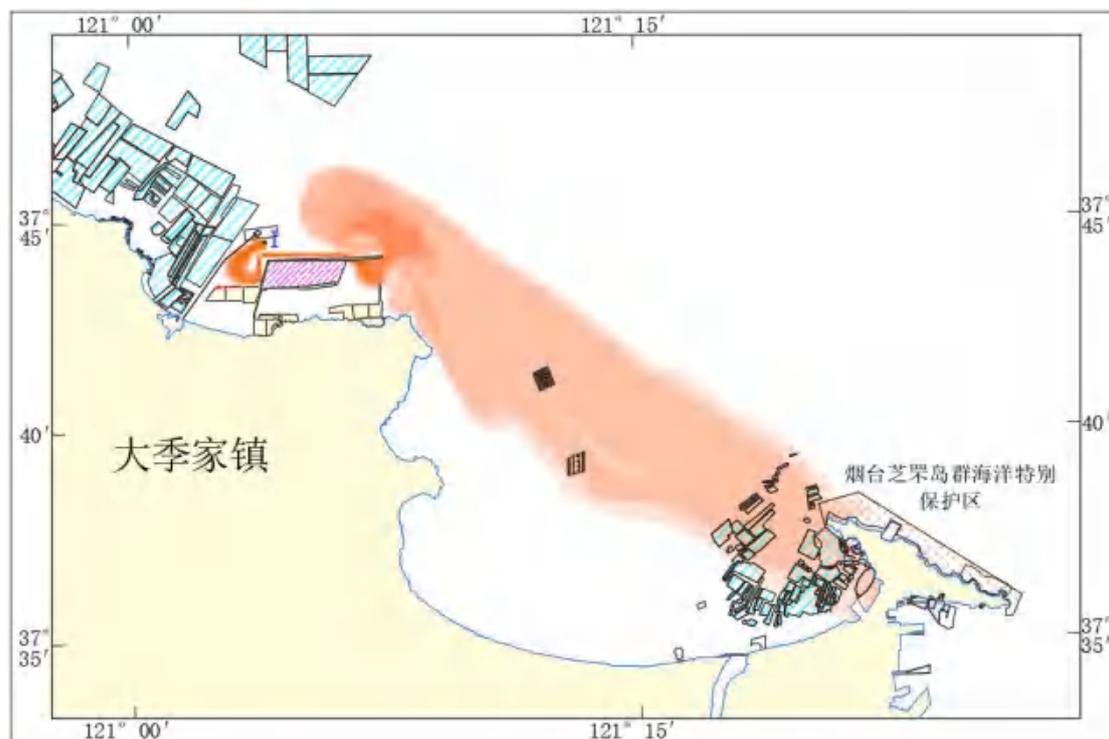


图 6.4-6d NW 向风条件下油膜扫海范围图（高潮）

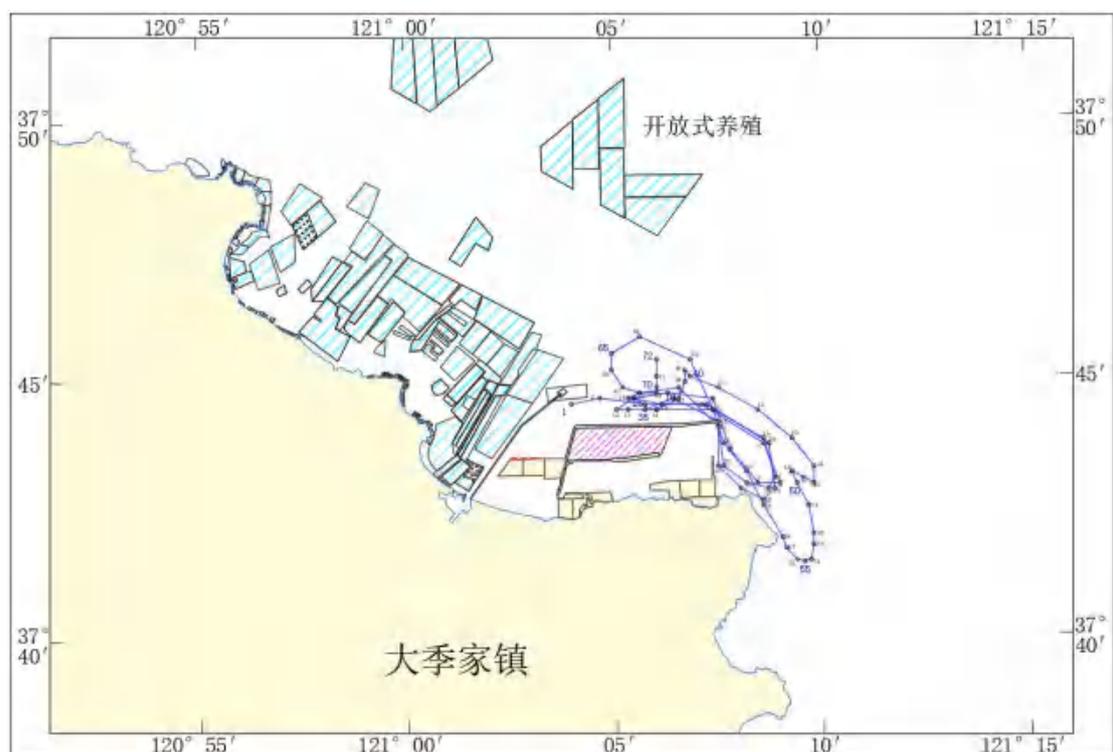


图 6.4-7a SE 向风条件下溢油轨迹图（低潮）

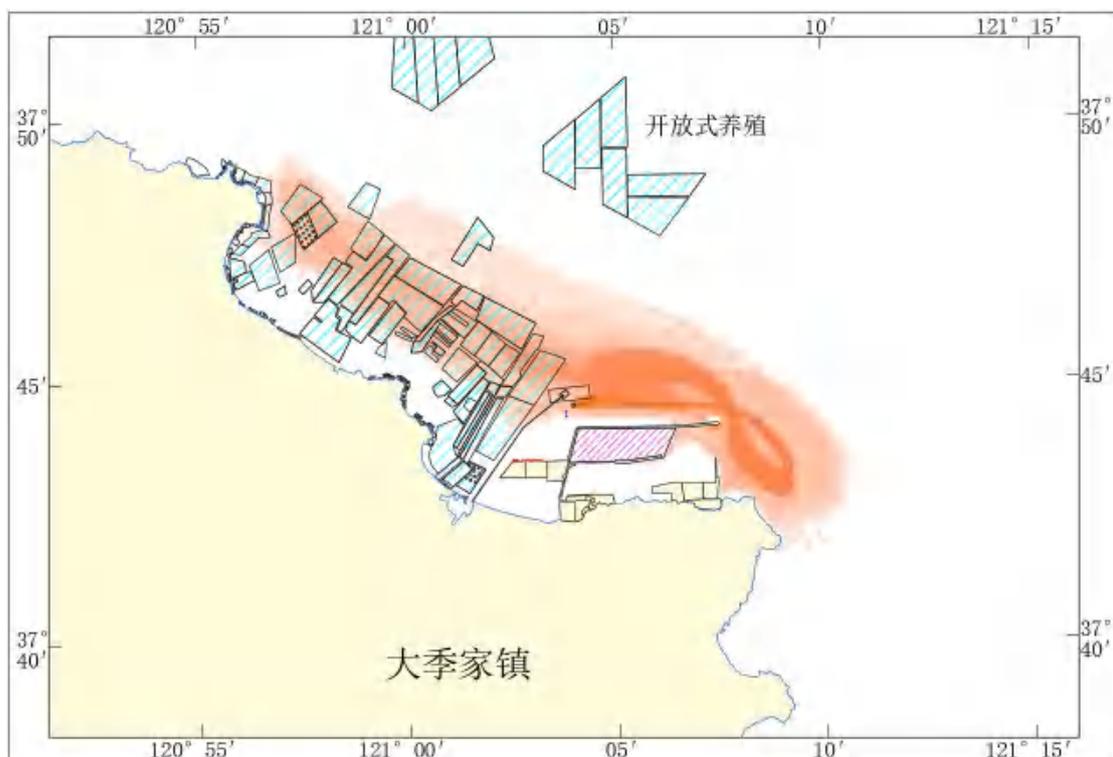


图 6.4-7b SE 向风条件下油膜扫海范围图（低潮）

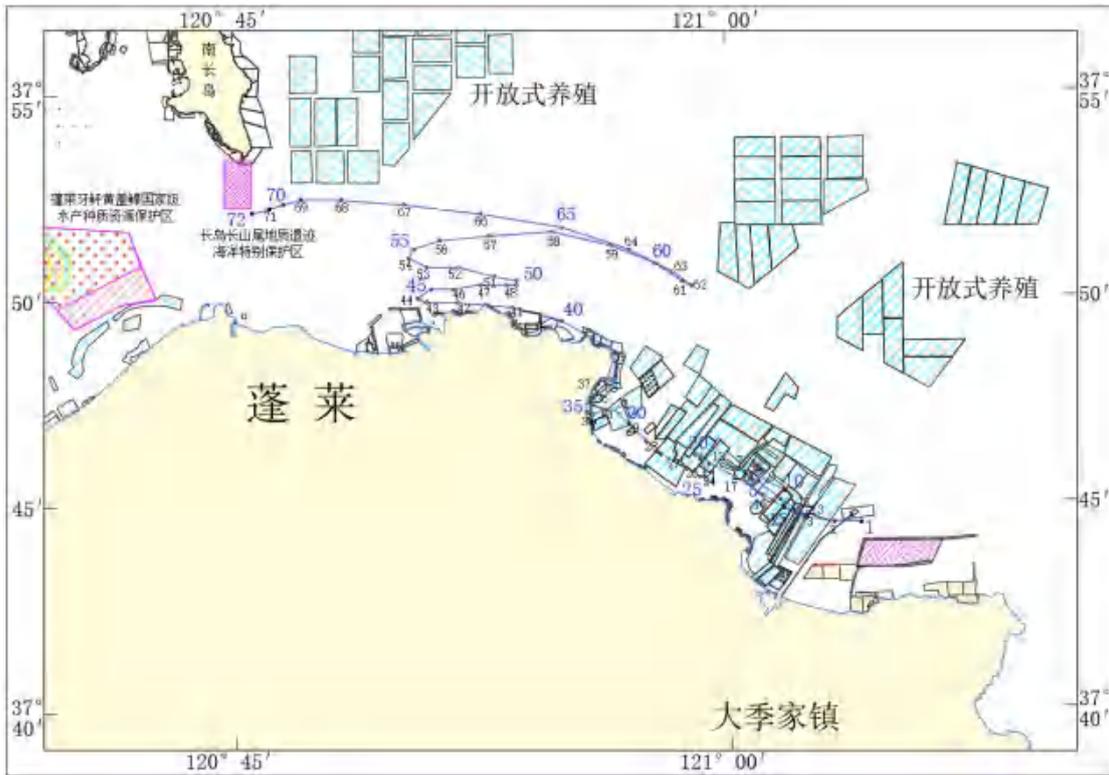


图 6.4-7c SE 向风条件下溢油轨迹图（高潮）

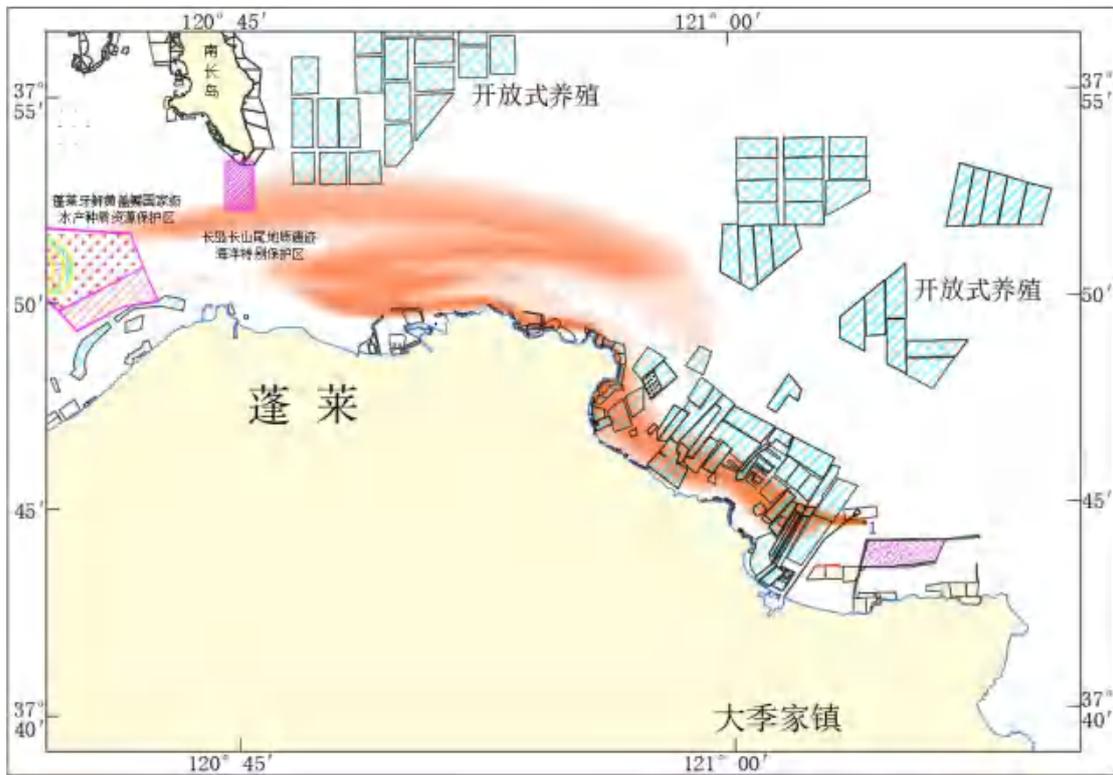


图 6.4-7d SE 向风条件下油膜扫海范围图（高潮）

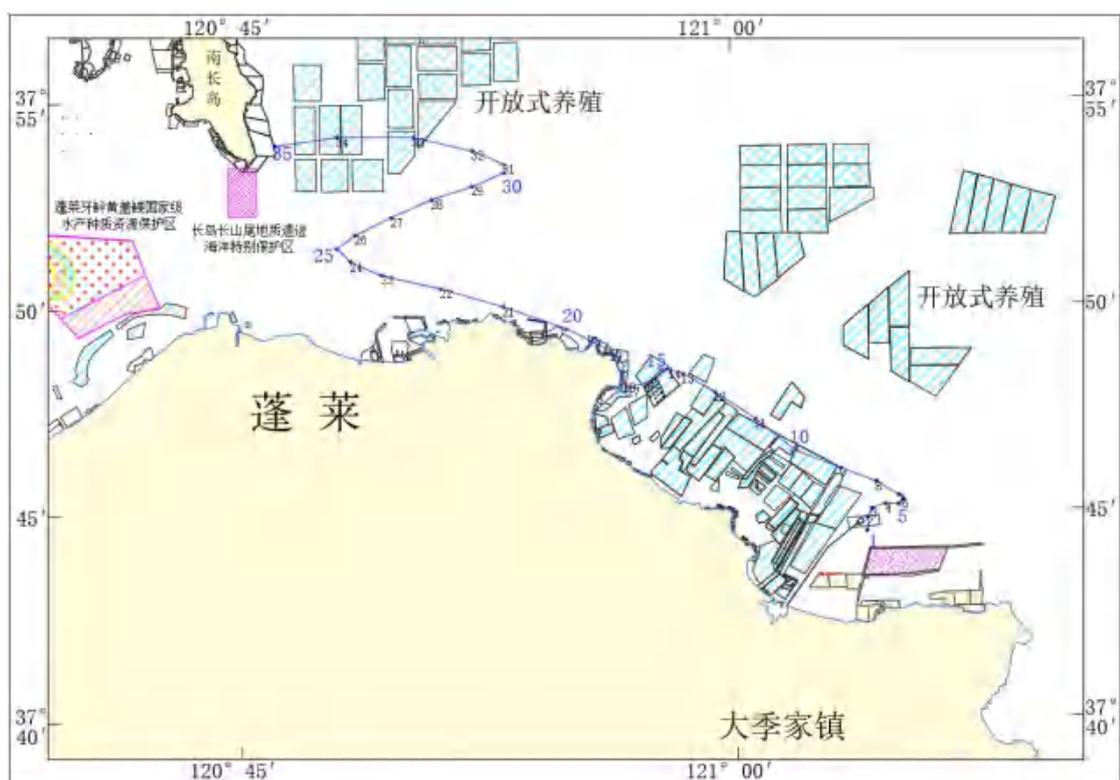


图 6.4-8a SE 向极端风条件下溢油轨迹图（低潮）

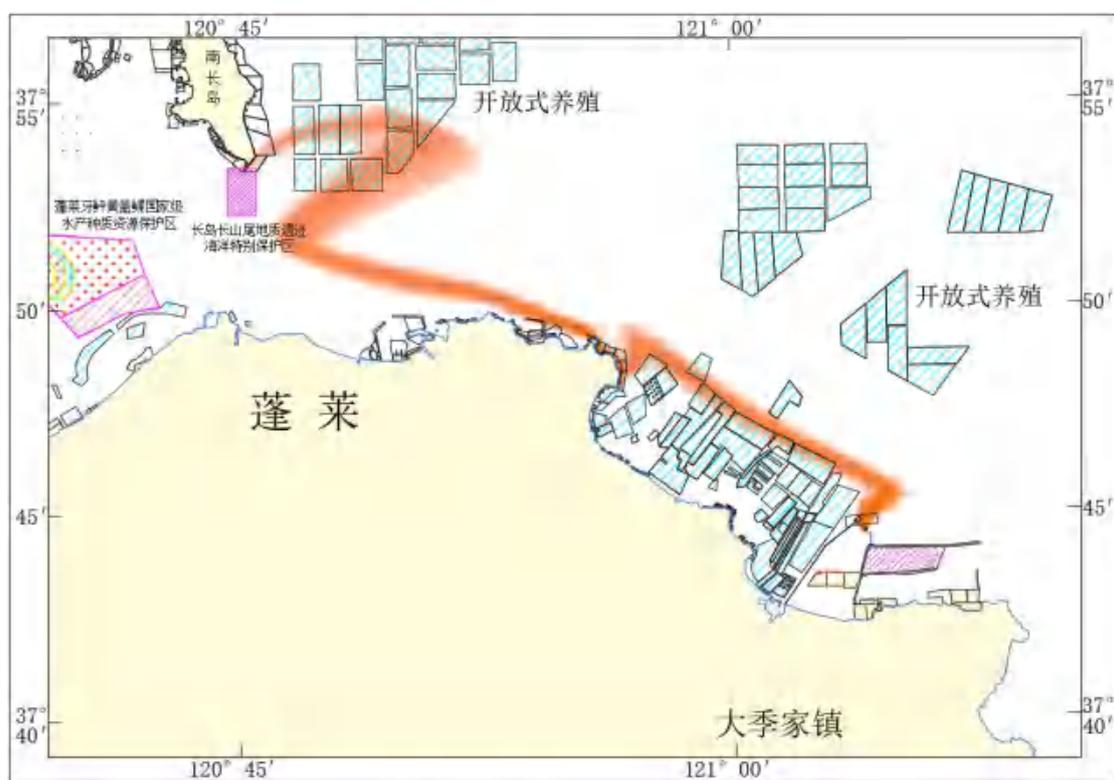


图 6.4-8b SE 向极端风条件下油膜扫海范围图（低潮）

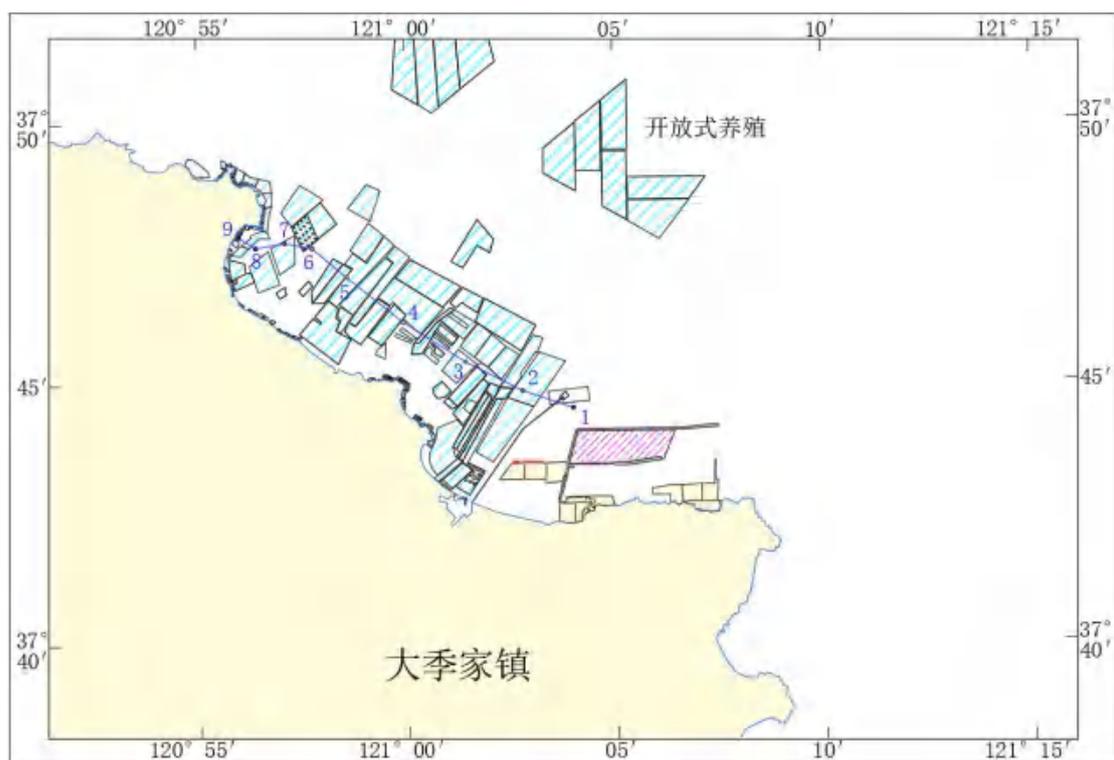


图 6.4-8c SE 向极端风条件下溢油轨迹图（高潮）

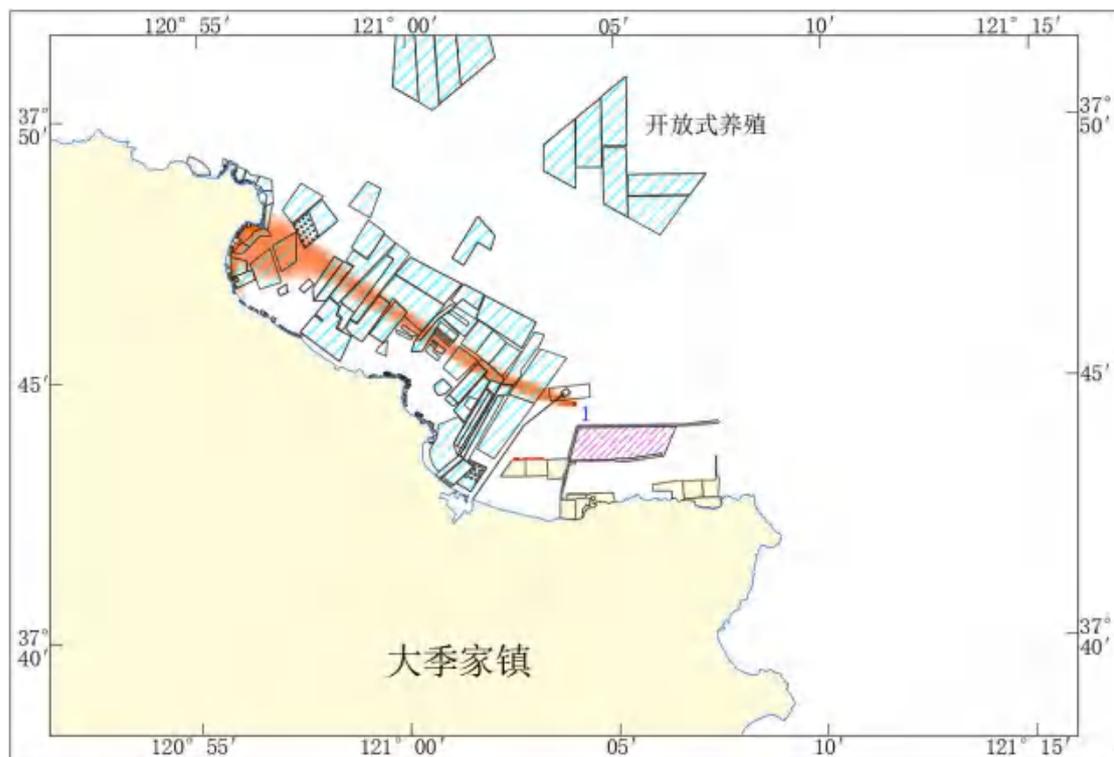


图 6.4-8d SE 向极端风条件下油膜扫海范围图（高潮）

6.4.4 溢油事故影响分析

（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的，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

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。如果岸线设有工厂取水口，那么溢油就会进入工厂设备系统，造成设备的毁坏，甚至造成一个工厂的关闭。盐业和海水淡化业等都会受到溢油污染的直接危害，造成经济损失。

溢油事故发生时，应立即采取应急措施保护这些资源。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。

6.4.5 自然灾害风险分析

台风、潮汛等灾害天气可能引起施工事故对海域环境造成一定影响，主要表现为台风、潮汛天气可能导致施工设备、施工建筑材料等被大风卷入海域或被潮水淹没，从而影响海域环境。对于这种不可抗拒的自然现象，经采取相应的措施后，如在台风季节做好防台抗台工作，避免期间施工，可施工期风暴潮的事故影响降到最小。

6.5 风险防范措施及应急预案

6.5.1 溢油风险防范措施

工程实施过程中可能存在的风险事故主要为施工期海上施工船舶溢油风险。风险事故其中很大部分是由人为因素造成的，这部分事故可通过严格质量控制和加强完善管理予以防范。但由于同时存在着多种不可预见因素，必须考虑到发生风险事故的可能性，

需要制定完善的防治措施来减少其可能带来的环境影响和经济损失。施工期船舶溢油风险防范措施如下：

①施工前应划定大桥水域界限、施工作业区域、通航区域等，并将施工计划和时间向海上安全监督部门通报，通过各种媒体上向社会发布公告，提醒过往船只注意避让；

②应根据水文、气象条件，合理安排工期，尽量避免不利气象条件施工，以保证作业安全；

③配备吸油毡等应急环保物质，一旦出现油品泄漏并进入水体，应立即报告有关部门，并及时使用吸油毡或其它针对油品泄漏的有效应急减缓措施，防止油品进一步泄漏和扩散，并及时打捞泄漏入海的油品；

④施工时应加强对施工船只人员的安全教育和管理，在条件允许的情况下，建立统一的通讯系统，统一指挥。

6.5.2 溢油事故应急预案

按照我国政府加入的《73/78 国际防止船舶造成污染公约》附则 1（防止油污染规则）第 26 条（船上油污染应急计划）的规定，150 总 t 以上的非油轮船舶（如集装箱船）自 1995 年起船上已制定《船上油污应急计划》。一旦该船发生溢油污染事故，首先要启动该《船上油污应急计划》，同时请求港口主管当局给予支援控制和清除油污染（支援者可要求合理的清除费）。

近十年来，近岸海域油污染问题越来越受到人们关注，虽然此类事故突发的风险概率甚小，但万一发生，就可能造成难以估量的惨重损失；另外经调查研究，事故发生后，能否迅速而有效的做出溢油应急反应，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。因此建立快速科学的溢油事故应急反应体系，制定有效的溢油事故应急计划是非常必要的。工程附近水域的船舶溢油事故的应急反应应纳入到烟台海事局溢油应急计划和应急反应体系之中。

本工程溢油应急预案内容应包括以下几个部分，供建设单位参考。一旦施工期发生船舶碰撞，燃料油外泄或火灾等事故，业主单位应立即启动应急方案。

（1）建立溢油事故应急体系

国内外经验说明，及早落实有效的应急防治措施，将会使事故可能造成的危害减少到最小程度，才能减少溢油风险事故对生态环境的影响，以实现经济效益与环境效益相

统一。

溢油事故应急系统可根据事故大小划分不同应急等级，在事故发生后立即作出反应。这个体系应包括以下几个方面：

①建立健全组织指挥机构，应建立应急指挥部，负责应急组织协调和指挥，制订应急防治方案和生态风险控制措施，应急队伍的调遣和器材的调拨，事故发生后的联络、救援和事故报告以及事后事故原因、责任、损害调查和索赔等事项的协作与配合；

②绘制地区的环境资源敏感图，确定重点优先保护区域及范围；

③建立清污设备器材储备，加强清污人员训练，掌握应急防治设备器材的操作使用，从而增强应付突发性海损事故的处理能力；

④建立通畅有效的指挥通讯网络。借助社会一切力量，做好船舶防污工作；

⑤加强溢油跟踪监测，建立科学的溢油分析决策系统。

在此基础上，建设单位应设置专门负责人，组成应急机构，负责处理小型泄漏事故，建设单位的应急机构应配备应急设施和建立应急程序，专门负责突发性事故的应急计划和措施，并根据实际情况适时进行演练，提高工作人员处理事故的应变能力。

（2）应急反应设施、设备的配备

由于本项目为防波堤工程，其建成后不会发生溢油事故，因此建议业主单位建设前向当地海事部门了解可供事故应急调用的防污企业和设备（围油栏、吸油毡、污水处理船等），与附近其它企业建立事故救援联动机制，共享他们的溢油事故应急设施，并确保业主单位和达成协议单位的沟通保持畅通，这样既可以节省成本，也可以让资源充分利用。

（3）事故处置

所有现场处理人员均应在应急行动之前，了解所发生的意外事故的危险特性，急救方法等，在专家的指导下进行现场处理；若发现船体破损进水，应组织排水和堵漏；若碰撞引起火灾或油污染，应按火灾应变部署、油污应急计划处理；若发生人员伤亡，应立即组织抢救；对事故现场水域进行监控、及时疏散附近船舶、维持正常的通航秩序；如碰撞的船舶受损严重可能沉没，应立即通知拖轮、工程船赶往现场施救，将遇难船舶拖离到安全水域或合适地点进行搁滩，以保持航道的畅通；受损船舶如沉没，应准确测定船位，必要时按规定设标，并及时组织力量打捞清障；船舶如发生人员落水，应立即按规定的信号报警，并用有效手段向主管机关报告；船舶应迅速按“应急部署表”积极进行自救，按安全操作方法向落水者投放救生艇（筏）施救；夜间要考虑到照明问题，必

要时对搜救水域实施交通管制，保证搜救工作进行和通航水域的安全；一旦发生燃料油泄漏，应立即组织关闭阀门，堵漏、驳油，防止溢油源继续溢出，根据溢油的类型、数量、地点与海水的流速、流向确定应急方案，比如，立即设置围油栏，用吸油材料吸附或用带式抽吸式收油机对溢油集中区域进行抽吸等；调度应急防治队伍，同时通知有关部门，派遣船舶对溢油源进行警戒和监控，争取外援进行两地处置；与环保和海洋部门合作，对溢油进行跟踪监测，以掌握环境受到污染情况，获取认证资料，供领导决策及事故处理。

（4）事故后处理

事故处理完毕后，在未得到现场指挥人员或公安消防等机构的同意，严禁拆除现场，以便专家取证，分析事故的原因，现场处理人员暂时不要撤离；协助相关部门调查事故原因；事故处理结束后，应对事故进行总结，编写事故报告。

（5）培训和演习

应急队伍要根据预案的要求，进行定期的桌面或实战演练，培训学习及知识更新，以检验预案的可操作性、适应性和严密性，从而改进和完善应急反应预案。并组织人力编写《突发事件应急手册》，人手一册，便于查阅和使用。具体演练内容的要求应根据训练目的来设定，通常包括：事故险情总设定；分阶段、分专业情况设定及各专业应急队伍的任务与行动要求、应达到的行动目标；分阶段的组织指挥和各种保障的情况设定和应达到的具体目标；各阶段演练的起止时间和对告急、险情逼真、所采取的办法等要具有实战感。同时演练应预先拟制好各种文书，规范记录，包括情况设定、各种号令、命令、指示、通告、通报等。

6.5.3 地震及砂土液化事故防范措施

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。在工程建设的规划、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。

①勘察设计单位应严格执行《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)等有关技术标准，做好工程抗震勘察和工程抗震设计。

②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。

③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。

④通过采取抗震加固的装备与防止地基液化的措施，加强基础抗震能力。

⑤在工程设计时，做好地质勘查工作，提供详实数据成果，确定可能发生堤基土液化的区段，进行针对性设计。

⑥施工期间，做好地基处理工作，如对易液化的土层进行挖掘，抛石挤淤等，加强堤基强度和承载力，避免用未经加固处理的可液化土层作天然地基的持力层。

⑦运营期间，定期进行监测，如发现粉土液化趋势，应及时采取加固措施或转移油品和化工品。

⑧建立在软土地基上的轨道可能产生各种沉降变形，应重视对基础沉降的限制。

6.5.4 地震及砂土液化事故应急预案

（1）成立抗震救灾指挥部

成立港区抗震救灾指挥部，在市级和县级抗震救灾指挥部的领导下组织指挥港区地震现场应急和救灾工作。指挥部办公室负责统一指挥港区抗震救灾工作，并负责与上级有关部门的工作协调，配合烟台市应急指挥部的指导工作，并及时汇报港区相关情况。

（2）预警和预防机制

1) 预警和预防行动

保持与地震部门的联系，随时关注震情变化；根据震情发展趋势和建筑物抗震能力以及周围工程设施情况，提出应急要求和防御措施，必要时，建议组织避震疏散并转移港区物资。

2) 地震预警的划分

按照可能发生地震事件的严重性和紧迫程度，地震预警发布级别分为三级，分别用红色、橙色、黄色表示。

地震临震预警为 I 级预警（红色）：就是对未来 10 日内可能发生 $M \geq 5.0$ 级地震的区域做出预报。

地震短期预警为 II 级预警（橙色）：就是对未来 3 个月内可能发生 $M \geq 5.0$ 级地震的区域做出预报。

地震中期预警为 III 级预警（黄色）：就是对未来一年或稍长时间内可能发生 $M \geq 5.0$ 级地震的区域做出预报。

（3）地震应急反应

1）临震应急反应

①当上级政府发布地震临震预报，宣布进入临震应急期时，各有关部门进入地震应急准备状态。

②抗震救灾指挥部负责召开抗震救灾工作会议，通报震情，研究、部署港区的防震工作。

③适时向预报区所辖单位发出进行避震疏散的指令。

④对港区重要部位采取紧急抗震防范或加固措施，确保防灾抢险需要。

2）有感地震的应急反应

有感地震发生后，根据上级抗震救灾指挥部的通知，立即启动地震应急预案，及时了解有关情况，按上级要求做好防灾抢险各项工作。若无更大地震发生时，向港区各单位发布震后震情趋势判断信息和稳定秩序的通知，同时宣传有关地震、防震知识，及时发现和平息地震谣言。经判断若可能发生更大的地震时，根据上级抗震救灾指挥部的指示进入破坏性地震的应急准备。

3）破坏性地震的应急反应

当发生破坏性地震时，根据上级抗震救灾指挥部的指示，立即启动地震应急预案，迅速开展地震应急救援工作。

①迅速组织车辆，优先保证抢险救灾人员、物资的运输畅通和港区工作人员的疏散。

②对易发生次生灾害的设施采取紧急处理措施，排除险情，并加强监视、控制，防止灾害扩展，减轻或消除污染危害。

④加强对轨道的巡查、检修，出现问题，立即组织人员进行解决。

⑤抗震救灾指挥部负责值班和通讯联络，做到 24 小时领导带班和干部值班，保证通讯畅通、指挥调度灵敏。

6.5.5 自然灾害风险防范措施与应急预案

针对不可抗拒的自然灾害天气，工程施工及使用单位应积极做好预防措施，并制定严密的应急措施，将灾害天气造成的损失、影响降到最低程度。根据天气预报合理安排工作，并根据预报天气的恶劣程度，采取相应的预防措施。

（1）建立事故防范管理体系

要建立涵盖整个管理层和施工队伍的事故防范管理体系，做到事事有人管，人人能管好，做到分工明确，责任到人。

（2）做好防范事故的人员、物资材料、机械设备各方面的准备

①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。

②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。

③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，确保材料、设备不受损失。

④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。

⑤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，以方便自身及与外界的救生联络。

⑥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）建立固定的观测点

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、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。

（4）以防风暴潮预案指导平时工作

①施工人员驻地选址时要选择在地势较高、背风暴潮面建设。要特别注意修建房舍的加固措施。

②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。

③大型主要设备要注意加固、防雨。在风暴潮袭来时不便移动的设备特别加固好。

④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。

⑤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。

⑥在风暴潮过后，风暴潮所造成的损失由领导小组及时专人赴现场落实。另外，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。

（5）台风风暴潮处置措施

①当预报有台风消息时，对施工区建筑高度超过 10m 的临时设备、设施等缆风加固；组织专人对施工栈桥、施工平台进行检查加固；平房及棚屋屋面进行压顶加固；对栈桥上易被风吹翻物品进行转移。

②在台风预报 48h 内，吊车和发电机等大型机械设备随时停止作业离开大桥；调整作业工序避免因台风停止作业造成的经济损失。

③台风紧急预报 24h 内，通知所有工序停止作业，所有施工人员撤离到事前制定的避险处避险。

6.5.6 突发环境事件应急预案编制要求及衔接

本项目实施后应根据《中华人民共和国突发事件应对法》、《国家突发环境事件应急预案》、《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》、《山东省突发事件应对条例》、《山东省突发事件应急预案管理办法》、《烟台市突发事件总体应急预案》、《烟台市海上溢油事件应急预案》等文件的要求，编制企业环境应急预案，编制完成后按照山东省或烟台市的突发环境应急预案备案管理要求完成在相关部门的备案工作。

本项目突发环境事件应急预案，应与 LNG 接收站突发环境事件应急预案进行衔接。针对施工期海上船舶溢油，建设单位应组织施工单位编制防治施工船舶及其有关作

业活动污染海洋环境的应急预案，并与《烟台港海洋突发环境污染事件应急预案》进行衔接，加强海上溢油应急联动及区域相应能力建设，有效应对海上溢油风险。

本项目突发环境事件应急预案应体现分级响应、区域联动的原则，考虑和烟台港及烟台市地方政府突发环境事件应急预案的衔接，在应急物资、专家支持、信息支撑方面考虑联动。若环境事件发生后，首先启动本公司应急预案，并及时将事故向有关部门报告。本项目投入运行前突发环境事件应急预案需在相关部门完成备案工作。

6.6 环境应急监测

施工期发生事故以后，公司组织技术人员及时检测分析现场环境，现场由总指挥统一调配，密切配合公安消防部门进行抢救，严禁冒险蛮干。根据事态的严重程度，及时上报烟台经济技术开发区环境监测站或山东省烟台生态环境监测中心，请求增援。

发生突发环境事故时，由应急监测组组织对事件区域海域及周边环境开展污染物浓度的即时监测，不具备自主监测能力的项目由应急指挥部申请市有关部门或委托有资质的监测机构进行；及时将监测结果反馈现场应急指挥部；事件得到控制后，对事件影响区域进行后续的环境监测。

监测时间和频次：按照事故持续时间决定监测时间，根据事故严重性决定监测频次。事故发生后尽快进行监测。事故发生后未得到有效控制时，每 4~6 小时取样进行监测；事故得到控制后，每 12 小时监测一次；随事故控制减弱，适当减少监测频次，直到事故影响完全消除。

应急监测方案具体位置见表 6.6-1。

表6.6-1 环境应急监测方案一览表

项目	事故	监测位置	监测因子	监测频率
海水	漏油事故	事故发生区域的围油栏边界、溢油扩散方向距离最近的环境敏感目标处设置一个或多个监测点位	COD、DO、pH、总磷、悬浮物石油类	事故发生及处理过程中进行实时监测，过后每小时一次直至应急结束

7 污染防治及生态保护措施分析

7.1 污染环境保护措施

7.1.1 施工期防治污染对策

7.1.1.1 水污染防治对策

（1）块石抛填施工水污染防治污染对策

①施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好施工位置和进度，尽量减少块石抛填等对底质的搅动强度和范围。在块石抛填过程中，应实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围。

②避开大风浪季节施工，减少对海域的污染影响。施工期应作好恶劣天气条件下的防护准备，6级以上大风应停止作业。密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业

③施工单位应建立施工废水管理和处理计划，不允许随意排放。

④在施工过程中做好施工设备的日常维修检查工作，发生故障后应及时予以修复。

（2）施工废水污染防治措施

①严格禁止向海域内倾倒污染物，落实安排处理各类施工机械生产污水的回收，定期回收施工机械的各类液态废物，运送至有关部门集中处理。

②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。

③各种施工机械要防止严重漏油，禁止在运转过程中产生的油污向海域排放。

④施工期必须指定机械维修场地，施工机械维修产生的含油污水应予以妥善收集处理，含油污水经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排。

⑤陆域生活污水经槽车统一收集后运至烟台新水源水处理有限公司处理；船舶生活污水委托船舶污染物接收单位处置。

⑥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水、冒水、滴水、漏水等现象。严格管理和节约施工用水、生活用水。

（3）烟台新水源水处理有限公司概况

烟台新水源水处理有限公司即原烟台新城污水处理厂，首期20000m³/d工程已于2008年6月试运行，二期20000m³/d工程也于2015年底投入使用，一期及二期设计处理总规模为40000m³/d。污水处理工艺见下图。

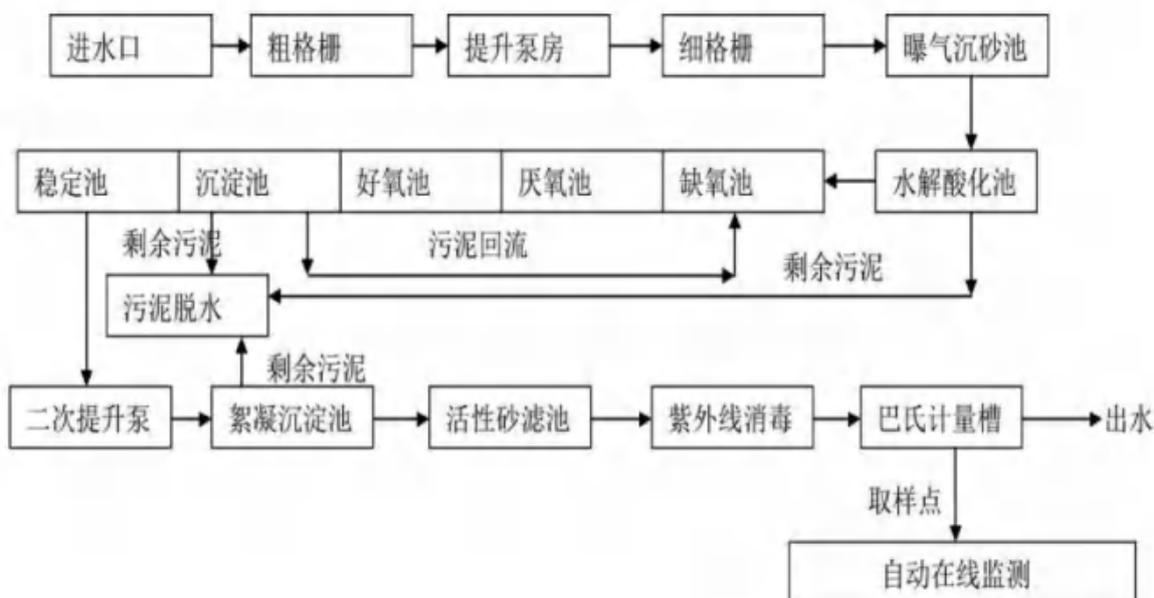


图 7.1-1 新水源水处理有限公司污水处理工艺流程图

烟台新水源水处理有限公司对达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B级要求的污水水都能有效处理，并确保达标排放，因此本项目施工期生活污水送烟台新水源水处理有限公司处理是可行的。

收集烟台新水源水处理有限公司（原烟台新城污水处理厂）在线监测数据统计，2023年4月烟台新水源水处理有限公司出水水质见下图。在线监测结果表明，烟台新水源水处理有限公司出口水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级A标准。因此施工期生活污水排入烟台新水源水处理有限公司处理是可行的。



图 7.1-2 污水处理厂在线监测数据

7.1.1.2 环境空气污染防治措施

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；合理安排砼搅拌场，水泥拆包在有遮挡的地方进行，对易起尘的建材应加盖篷布或安置在室内仓库，施工工地周围尽可能设置连续、密闭的围挡。

②对粉状及混凝土拌等建筑材料及渣土、垃圾应当采用密闭车斗。确无密闭车斗的，装载高度最高点不得超过车辆槽帮上沿 40cm，两侧边缘应当低于槽帮上缘 10cm。车斗应用苫布覆盖，苫布边缘至少要遮住槽帮上沿以下 15cm。同时控制行车速度，减少装卸落差，禁止抛撒式装卸物料和垃圾。在运送建筑材料和垃圾渣土的施工车辆驶离施工现场前必须经由“过水路段”，对车辆的车轮和槽帮进行冲洗或清扫，干净后方能离场上路行驶。

③施工现场场地应当进行硬化处理，场地的厚度和强度应满足施工和行车需要。现场场地和道路平坦通畅，以减少施工现场道路运输车辆颠簸洒漏物料。未能做到硬化的部分施工场地要定期压实地面和洒水、清扫，减少扬尘污染；

④加强对机械设备的维护保养和正确操作，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物的排放。

⑤建设项目监理单位应当将扬尘污染防治纳入工程监理细则，对发现的扬尘污染行为，应当要求施工单位立即改正，并及时报告建设单位及有关行政主管部门。

7.1.1.3 噪声污染防治措施

①优先选取低噪声、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，并报工地所在地区海洋相关部门批准方可施工，高噪声作业内容应尽量不安排在夜间、午休时间进行，避免施工噪声对周围敏感点的影响。

③做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，合理疏导进入施工区域的车辆，禁止车辆鸣笛，降低交通噪声。

④砂石料运输车辆经过村庄时限制车速，车辆速度控制在 20km/h 之内。

⑤工程施工噪声应严格按照《建筑施工厂界噪声限值》(GB12523-2011)进行控制。

以上施工期的环保措施均是简单易行且施工常采取的措施，经济上合理，技术上可行。

7.1.1.4 固体废物处置措施

①施工产生的生活垃圾统一由环卫部门统一清运，送至城市垃圾处理场处理，不得随意抛弃或填埋。

②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。

③施工队伍的生活垃圾和零星建筑垃圾实行袋装化，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，由相关部门指定接收单位收集并运至附近的垃圾处理场填埋。

④施工机械设备维护保养不在本项目施工现场进行，委托维修厂家在机修厂进行，产生的废机油、废含油抹布和废油桶等危险废物由维修厂家委托危废处置单位处置；机械冲洗废水处理产生的废油属于危险废物，委托危废处置单位处置。

7.1.1.5 其它环保措施

①建设单位应加强对施工的管理，提高工程施工效率、缩短施工时间，做到文明施工，有序作业，从而缩短施工的影响。

②施工单位应加强环保教育，重视保护环境的问题，做好施工设备日常维修工作，以保证各种设备正常运行。

③合理安排施工时间，避开雨季施工，避免施工期径流污水影响水域。

7.1.2 运营期防治污染对策

本项目属于非污染型项目，运营期无营运活动，无需设置运营期污染防治措施。

7.2 海洋生态保护对策措施

本项目运营后正常运行时不会对海洋生态产生影响，海洋生态保护措施主要是施工期的生态环境保护措施，具体如下：

(1) 工程建设过程中，会对海洋生物产生一定影响，建议对区域生态环境进行补偿。

(2) 合理安排施工季节与施工进度，尽量缩短水上作业时间，减少工程实施对海

域环境的影响，从而避免施工作业对鱼类鱼卵、仔鱼以及渔业资源种类和数量造成影响和破坏。

（3）合理安排施工船舶，尽量减小海上同时施工船舶数量，降低船舶溢油及噪音等对周边海洋环境及海洋生物的影响。

（4）施工过程中严格控制悬浮泥沙的产生量，水下施工应尽量安排在小潮期间，尽可能的降低悬浮泥沙扩散对周围水质环境的影响。

（5）加强施工船舶和施工人员的管理，严禁向周边海域排放污水，抛弃垃圾。

（6）加强作业人员的业务培训，树立良好的风险安全意识，减少人为因素导致的溢油事故。根据国家相关法律和条例要求，船舶应配备《船上油污应急计划》，在人员和器材配备做到有备无患，与海事、海监部门保持良好的沟通，以便事故发生后将危险控制在最低程度。

（7）施工期对项目水域开展生态环境跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境、渔业资源等的影响，尽量避开海洋生物繁殖高峰期大规模施工，保证施工区边缘大多数海洋生物都能正常生长。

（8）施工单位和建设单位切实做好施工期间船舶的调度和管理的工作，制定碰撞溢油事故的防范和应急措施，一旦发生船舶碰撞溢油事故，立刻启动应急预案，最短时间内控制油膜扩散，避免对周边海域生态环境和渔业资源造成影响和损害；

（9）配备专用垃圾收集装置，接收各种垃圾，集中运到城市指定垃圾场进行处理；建设方应强化环境保护意识，重视环境保护工作，由专人负责环境保护工作，制定严格的环境保护制度，强化管理，保障环保工作的正常运行。

7.3 生态保护修复方案

结合项目建设面临的主要生态问题、生态功能定位及实际情况，对于用海区的生态修复，主要从海洋生物资源恢复、滨海水质恢复和区域生态监测等方面提出具体生态修复措施。生态修复的主要工程措施如下：

开展水生生物增殖放流对促进渔业可持续发展、改善水域生态环境、维持生物多样性和维护国家生态安全具有重要意义。但增殖放流区域的选择直接影响放流实效，不适宜的区域选择会导致投入资金无法充分发挥使用效益，因此根据周边海域规划、区划及利用现状，选择增殖放流适宜区域。

（1）物种选择

增殖放流水域布局应注重放流的生态功能定位和公益属性，同时避免跨水系跨流域放流物种，切实贯彻放流物种“哪里来哪里放”原则。

项目周边近岸海域适宜放流的品种较多，如中国对虾、脊尾白虾、口虾蛄、三疣梭子蟹、梭鱼、海蜇、小黄鱼、牙鲆、舌鳎、银鲳、鲈鱼、刀鲚、黄姑鱼、金乌贼、贝类等。但考虑渔业资源及生态环境改善，兼顾地方渔民利益，特别是优先选择当前技术条件下，技术成熟、能够规模化苗种生产、放流效果较好、经济附加值较高的种类。因此，推荐增殖放流的品种分别为黑鲷、梭子蟹、海蜇、许氏平鲉、黄盖鲽和牙鲆等。

增殖放流区域每年投放褐牙鲆 10 万尾、中国对虾和三疣梭子蟹各 5 万尾，每年投放苗种约 20 万尾，连续投放 3 年，总投放量为 60 万尾。

增殖放流的时间应根据不同放流品种的习性以及海域的环境特征来确定。通过增殖放流，促进放流海域生态净水、种群修复和渔民增收。

表 7.3.1 烟台海域水生生物增殖放流苗种名录

放流种类		放流规格	投放尾数	功能定位
中文名	拉丁名			
褐牙鲆	<i>Pleuronectiformes</i>	体长≥5 厘米	30×10 ⁴	种群修复、渔民增收
中国对虾	<i>Fenneropenaeus chinensi</i>	体长≥1 厘米	150×10 ⁴	种群修复、渔民增收
三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>	仔蟹II期	150×10 ⁴	渔民增收、种群修复

（2）投放苗种主要生活习性介绍

1) 褐牙鲆（*Pleuronectiformes*）

鲽形目，牙鲆科，牙鲆属。俗名比目鱼，油牙鲆，左口，沙地，牙片，偏口。体侧扁，呈长卵圆形。分布于北太平洋西部，我国黄海和渤海产量较多。

体侧扁，呈长卵圆形。一般体长 25~50 厘米。体重 1500—3000 克，大者可达 5000 克。口大、斜裂，两颌等长，上下颌各具一行尖锐牙齿、尾柄短而高、2 只眼睛均在头的左侧，眼球隆起。鳞小，有眼一侧被栉鳞，体呈深褐色并具暗色斑点；无眼一侧被圆鳞，体呈白色。胸鳍稍小；腹鳍基部短、左右对称；尾鳍后缘双截形、侧线明显，在胸鳍上方有一弓状弯曲部。背鳍、臀鳍和尾鳍均有暗色斑纹，胸鳍有暗色点列成横条纹。

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。



褐牙鲆

2) 中国对虾 *Penaeus chinensis* Osbeck

属节肢动物门甲壳纲十足目对虾科。中国对虾属暖水性种，是一种大型一年洄游性虾类。5 月上、中旬（水温 11℃左右）黄河口以北沿岸水域（20m 等深线以内）开始出现性腺成熟的少量雌对虾，其他雄虾陆续到达，虾群聚集在河口附近浅水区产卵。产卵后雌虾相继死亡。9 月上、中旬（水温 23℃、盐度 28 左右）海域都可捕到大量对虾，但以远岸区为多。幼虾在 10 月下旬至 11 月初进行交配，11 月份之后随水温下降而逐步游向黄海深水区越冬。

对虾属广温、广盐性、一年生暖水性大型洄游虾类，雄虾俗称“黄虾”，一般体长 155 毫米，体重 30-40 克；雌虾俗称“青虾”，一般体长 190 毫米，体重 75-85 克。体色青中衬碧，玲珑剔透，长半尺许，故又叫大虾。平时在海底爬行，有时也在水中游泳。渤海湾对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游。4 月下旬开始产卵，怀卵量 30-100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6-7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12 厘米以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。

中国对虾的生活史包括受精卵、胚胎期、无节幼体、蚤状幼体、糠虾幼体、仔虾、幼虾和成虾等阶段。成熟的亲虾在近岸浅水水域产卵；胚胎发育阶段在卵膜内度过；孵化后为无节幼体、蚤状幼体、糠虾幼体在水中营浮游生活；发育到仔虾之后由浮游生活逐渐转营底栖生活并向河口、浅水区移动；幼虾在近岸水域、河口地区生活，随生长而渐移向外海深水区，待成熟后又游至近岸产卵。中国对虾有明显的季节性洄游习性，五、六月间新生的幼虾，到九、十月间体长与亲体大小相似，十月底雄虾发育成熟，开始交

配。此时近岸区水温降低，虾群开始向外海集结，十二月逐渐游离渤海，陆续经山东半岛沿岸到黄海南部深水区越冬，称之为越冬洄游。翌年春季二、三月间又开始向北洄游，主群三、四月间经山东半岛沿岸进入渤海，到四月底五月初开始在莱州湾、渤海湾及辽东湾各大河口附近产卵繁殖，称之为产卵洄游。



成虾



虾苗

3) 三疣梭子蟹

三疣梭子蟹，俗称梭子蟹、白蟹，属于甲壳纲、十足目、梭子蟹科，是中国沿海的重要经济蟹类。其生长迅速，养殖利润丰厚，已经成为中国沿海地区重要的养殖品种。梭子蟹一般在 3-5 米深海底生活及繁殖，冬天移居到 10-30 米的深海，喜在泥沙底部穴居。其适应盐度为 16-35，水温在 4°C-34°C，PH 值在 7-9 之间，最适盐度为 26-32 之间，最适温度在 22°C-28°C。水质要求清新、高溶氧，当环境不适应或脱壳不遂时有自切步足现象，步足切断后能再生。

三疣梭子蟹的体色随周围环境而变异。生活于砂底的个体，头胸甲呈梭形，稍隆起，表面具分散的颗粒，在鳃区的较粗而集中，此外又有横行的颗粒隆线 3 条，胃区、腮区各一条。疣状突起共 3 个，胃区一个，心区两个。额分两锐齿，较眼窝背缘的内齿略小，眼窝背缘的外齿相当大，眼窝腹缘的内齿长大而尖锐，向前突出。口上脊露出在两个额齿之间。前侧缘包括外眼窝齿共具 9 齿，末齿长大，呈刺状。螯足发达，长节呈棱柱形，前缘具 4 锐刺，腕节的内、外缘末端各具一刺，后侧面具 3 条颗粒隆线，掌节在雄性甚长，背面两隆脊的前端各具一刺，外基角具一刺。可动指背面具 2 隆线，不动指外面中部有一沟。两指内缘均具钝齿。第四对步足呈桨状，长、腕节均宽而短，前节与指节扁平，各节边缘具短毛。雄陆蓝绿色，雌性深紫色。头胸甲长 82 毫米，宽 149 毫米(包括侧刺)。



三疣梭子蟹

(3) 放流方案

1) 褐牙鲷

①苗种质量：苗种质量应符合 DB37/T461-2004 的要求。

②苗种规格：放流苗种规格应符合下表的要求。

表 7.3-1 牙鲷放流苗种规格要求

规格	全长 (cm)
大规格苗种	>10
小规格苗种	5~10

③运输方法：苗种抽样计数后，将苗种装车运至码头，再改用船只运至规定海域放流。

④放流时间：春季 5 月~6 月；秋季 9 月~10 月。

⑤放流条件：放流时，选择水深 10m 以上的鱼礁区或筏养区等有障碍物的海域，底层水温达到 10℃以上。放流当日天气晴或阴，放流海区风力 6 级以下。

⑥放流操作：将放流苗种用小船运至规定放流海域，投苗时船速控制在每小时 1 海里之内，将苗种距海面 1m 内缓缓投放水中，动作要轻缓，随开箱随投放。

2) 中国对虾

①苗种质量

表 7.3-2 苗种质量要求

项目	要求
规格	整齐
体色	半透明、鲜艳、浅黄色，色素点明显。
摄食	胃部饱满，肠道粗、直。
活力	虾体活泼，弹跳有力，干露 1 分钟后入水仍正常游动。

指标要求：符合 GB/T15102.2-1994 的要求。

表 7.3-3 放流苗种规格要求

规格	平均体长(mm)
大规格苗种	≥25
小规格苗种	>10

②放流时间：

大规格苗种：自 6 月 5 日至 6 月 20 日。

小规格苗种：自 5 月 10 日至 5 月 25 日。

③资源保护

放流后，由省、市、县渔政管理机构依照省渔政部门规定的各自管理权限进行保护管理。放流后 15 日内，附近的盐场及大型养殖场的进水口须设置防护网。

④资源监测

由增殖项目实施单位组织科技人员定期监测虾苗生长情况；8 月上旬按 GB 12763.6-1991 进行幼对虾相对数量调查，评估资源量、可捕量。

3) 三疣梭子蟹

① 规格要求：稚蟹二期（头胸甲宽 6mm~8mm）

② 种质要求：亲蟹来源符合 SC/T9401 的规定，亲蟹质量符合 SC/T2014 的要求。

③放流时间：投苗区海域底层水温回升至 15℃以上时，择期放流。若放流前后 3d 内有 6 级以上大风或 1.5m 以上海浪，改期放流。若放流前后 3d 内有中到大雨，改期放流。

④运输：符合 SC/T9401 的要求。运输时间宜控制在 2h 以内。

⑤投放：按 SC/T9401 中的“常规投放”法进行。投放时间宜控制在 2h 以内。

7.3.2 生态环境修复监测方案

为及时掌握生态修复措施实施情况与生态修复效果，计划开展生态修复跟踪监测及时评估生态修复成效，总结成果。生态修复跟踪监测主要为渔业资源恢复性增殖放流跟踪监测和滨海水质监测。其中，渔业资源恢复性增殖放流跟踪监测频次为：投放过程中监测每年监测一次，共监测 2 次，修复完成 3 年内监测 1 次。水质监测按照管理部门统一安排实施。

7.4 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

项目施工期和运营期环境保护设施和对策措施见表 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	环保对策措施	处理效果
施工期	水环境	陆域施工生活污水	槽车收集送烟台新水源水处理有限公司处理	集中处理达标后排海
		船舶施工生活污水	由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置	不排放
		船舶含油污水	由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置	不排放
		陆域含油污水	经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排	回用，不排放
	大气环境	施工粉尘	施工场地定期洒水、清扫、覆盖；运输道路硬化或洒水抑尘；运输车辆按时进行冲洗	抑制扬尘排放
		道路扬尘		
		船舶、车辆尾气	选用污染小的车辆，合格的燃料油，保持施工机械正常运行	减少尾气排放
	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	控制噪声影响
	固体废物	船舶生活垃圾	委托有船舶污染物接收资质的单位接收处理	全部妥善处置
		陆域生活垃圾	集中收集后委托环卫部门统一清运	全部妥善处置
		机械冲洗废水处理产生的废油	委托有资质的单位进行处置	全部妥善处置
	生态	施工管理	合理安排施工时间和进度；合理安排施工船舶的数量及作业顺序；加强作业人员的业务培训等	减轻施工过程对海域与生态环境的损害

8 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析主要是评价建设项目实施后,对环境造成的损失费用和采取各种环保治理措施所能够收到的环保效果及其带来的经济和社会效益,衡量建设项目的环保投资在经济上的合理水平。

社会影响、经济影响、环境影响是一个系统的三要素,它们之间既互相促进,又互相制约。因此,必须通过全面规划、综合平衡,对环境保护和经济发展进行协调,实现社会效益、经济效益、环境效益的统一。

本章节评价的内容主要是通过分析拟建工程建设项目对周围社会经济环境产生的各种有利和不利影响及其影响程度,评估项目的社会、经济、环境正效益是否补偿或在多大程度上补偿了由项目造成的社会、经济、环境损失,对工程的整体效益进行综合分析比较

8.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

凡属为预防和减缓建设项目不利环境影响而采取的各项环境保护措施和设施的建设费用、运行维护费用,直接为建设项目服务的环境管理与监测费用以及相关科研费用均列为环境保护投入。

根据工程特点,建议从以下方面入手:

- 1) 控制装卸过程中的起尘量,设置防风抑尘网、喷洒装置;
- 2) 场站需建设污水收集系统,铺设管道等;
- 3) 固体垃圾处置费用;
- 4) 环境监测费用:工程施工期和运营期的环境监测计划见8章内容,根据环境监测收费标准计算;
- 5) 针对施工期产生的固体废物,需配备垃圾箱若干;
- 6) 在工程建设期施工场地粉尘污染及土石方和散料建材运输过程中的货物粉尘飞扬、洒落,需购置篷布,租用洒水车及喷洒等,以减少大气扬尘对大气环境的影响;
- 7) 不可预见费用:工程建设过程中有些环保设施需要进一步完善,有些环保设施需要增补,还应为工程竣工环保验收中发现的新问题预留补救措施的资金,为此应预留20万元资金,用来弥补遗漏和不足。

（3）环保建设投资估算

本工程环保投资约为 413.595 万元，约占项目总投资 176262.07 万元的 0.23%。环保投资估算见表 8.1-1。

表 8.1-1 环保投资估算一览表

阶段	项目	金额(万元)
施工期	施工临时占地及建筑垃圾等的平整清理、垃圾处置费用	15
	含油污水收集处理	15
	生活污水收集	5
	船舶废水、船舶垃圾收集处置	50
	施工期洒水、道路清扫等扬尘防治费用	10
	施工期环境监测	200
	噪声防治	2
	生态补偿金	96.595
	不可预见费	20
	合计	413.595

8.2 环境保护的经济损益分析

8.2.1 环境直接、间接经济损失估算

项目建设对环境产生一定的影响，如水上抛石等施工作业产生的悬浮泥沙对区域水质及海洋生物的影响，施工现场粉尘、噪声的影响等。

在工程设计和施工方案中采取必要的环境保护措施，将工程对环境的不利影响控制在国家允许的限值以内，使其不影响周围环境的使用功能要求，以实现项目建设、国民经济的可持续发展。

施工过程中会对周边海水水质、生态产生一定的影响。经数值模拟预测，搅动产生 10mg/L 浓度悬浮泥沙向东最大可能扩散距离 1.2km，向西最大可能扩散距离 0.6km。悬浮泥沙排放量较小，排放时间较短，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。

8.2.2 环境直接、间接经济收益估算

本项目施工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堤坝推填、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。

项目施工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。

（1）工程对环境的影响

项目建设对环境产生一定的影响，如局部水域水质混浊（短时间），对区域水质及海洋生物的影响，施工现场粉尘、噪声的影响等。

施工过程中会使作业区周围的海水混浊、透明度下降、光线透射率降低。在工程设计和施工方案中采取必要的措施，使其对环境的不利影响控制在国家允许的限值以内，以致不影响周围环境使用功能要求，以实现项目建设、国民经济的可持续发展。

（2）生物资源损失

本工程建设所占用海域内的底质环境完全破坏。除少量活动能力较强的底栖种类能够逃往他处存活外，大部分底栖生物被掩埋、覆盖而死亡。对底栖生物群落的破坏是不可逆转的。

8.2.3 环境经济损益综合分析与评价

工程施工期，水上抛石、堤坝推填等施工作业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。本项目会掩埋底栖生物的栖息环境，造成底栖生物的损失，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系统结构，对海洋生态环境的影响不明显。

项目建成将大大提高西港区 LNG 运输能力，是提升烟台港综合竞争力的客观需要。

本项目的建设，可为山东省未来增加天然气气源的供应，形成多种燃料气源的竞争，防止天然气经营垄断的出现，有利于优化能源市场秩序，提高服务质量和水平。同时该项目的建设将促进天然气接收站的建设、天然气管网输送及安全维护等多方面的技术进步，从而带动天然气产业的快速发展，在带动产业发展的同时，还将对我国天然气管管理水平的提升产生明显的推动作用。促进当地经济的发展本工程将提供大量直接和间接的就业岗位，除了生产直接需求的工作岗位外，同时与之配套的服务、安全检查、环卫等也相应提供一些间接就业岗位，从而引起关联效应，提高当地居民的收入。综合分析项目的建设的经济损益，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。

8.3 环境保护的技术经济合理性

施工期，严格按照施工管理要求规范作业。施工期间产生的污水全部收集后统一处理，不直接向海域内排放；通过选用低噪声、低污染的施工机械设备，减小对周边声环境和大气环境的影响；固体废物统一收集处理。通过选择合适的施工时间、选用先进的施工工艺等措施减小施工对周边海洋环境的影响在技术上是可行的，在经济方面没有较大投入。

9 环境管理与环境监测计划

9.1 环境管理

为防止环境污染，维护生态平衡，保证本项目的发展与环境保护相互协调，建设和施工单位需设置专门的环境管理机构，制定系统的环境管理方案，配备先进的环境管理设施以做好本项目的环境管理工作。

9.1.1 施工单位环境管理机构

施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

（1）负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

（2）及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与本项目施工有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

（3）按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

9.1.2 建设单位环境管理机构

为了有效保护项目拟建址所在区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，除了施工单位应设置环境保护管理机构外，建设单位还应成立专门小组，负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况，并在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将各施工单位落实主要环境保护措施的能力作为项目施

工单位中标考虑因素，将需落实的环保护措施列入与施工中标单位签署的合同中，聘请有资质的施工监理单位对施工单位环境保护措施落实情况进行跟踪监理，并且配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。

加强建设项目的环境管理，根据本报告提出的污染防治措施和对策，制定出切实可行的环境污染防治办法和措施。

项目建设单位环保管理机构的职责如下：

- （1）宣传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）负责本项目的环境保护管理工作，监督各项环保措施的落实与执行情况。
- （3）按环保部门地规定和要求填报各种环境管理报表。
- （4）配合环保部门进行环保设施竣工验收；
- （5）协调、处理因本项目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。
- （6）环境监测工作及监测计划的实施，应由建设单位的环保机构完成，在不具备条件的情况下亦可委托有资质的环境监测站协助进行。

9.2 环境保护管理建议

针对本项目的建设和投入营运，提出如下环境保护管理要求和建议：

- （1）所有与本项目直接相关的污染防治设施的建设必须与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；
- （2）项目非透对海域造成不可逆影响，建设单位应配合相关主管部门，做好渔业资源修复和补偿工作，进行科学合理的渔业资源增殖规划，有层次、有步骤地实施渔业资源增殖放流工作，以期实现对区域渔业资源的修复和补偿；
- （3）项目施工期产生的生活污水排入烟台新水源水处理有限公司，不得排海；含油污水委托有处理能力的处理单位处理，不得随意排放；
- （4）施工期生活垃圾定点堆放并做到日产日清，生活垃圾收集后送市政垃圾处理场处理，避免对环境的污染；
- （5）选购低噪声高效设备，加强机械、车辆和设备的保养维修，降低噪声；
- （6）项目竣工投入试运营后，应按照有关要求申请进行建设项目环保竣工验收；
- （7）建议本项目在落实各项环境保护设施时，采用环保主管部门认证的合格单位的污染治理设备和技术。

9.3 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》，为及时了解和掌握项目在施工期和运营期对海洋水质、沉积物和生态产生的影响，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目的施工期和运营期对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

按照《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）要求，应根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局2002年4月）等相关规范编制《施工期环境影响跟踪监测方案》并组织实施，施工结束后，建设单位应编制《施工期环境影响跟踪监测报告》并报市生态环境部门。

9.3.1 施工期环境监测计划

根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函〔2022〕640号）中项目用海生态保护修复实施方案编制指南以及相关技术规范，结合本项目施工期对环境的影响，确定施工期对水质、沉积物、大气、噪声进行监测，如有问题应及时采取防治措施，监测站位分布见图9.3-1。

（1）水环境质量监测

监测站位：布置4条监测断面，共布置16个监测站位。

监测项目：常规污染物（温度、pH、DO、悬浮物、COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐），特征污染物（石油类）。

监测时间和频次：施工前监测一次，施工期监测一次，施工后监测一次。

监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

（2）沉积物环境质量监测

监测站位：设监测站位10个。

监测项目：石油类、粒度。

监测时间和频次：施工前监测一次，施工期监测一次，施工后监测一次。

监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

（3）海洋生态环境监测

监测站位：设监测站位10个。

监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物体质量。

监测时间和频次：施工前监测一次，施工期监测一次，施工后监测一次。

监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

9.3.2 营运期环境监测计划

（1）水环境质量监测

监测站位：设置监测站位 16 个。

监测项目：常规污染物（温度、pH、DO、悬浮物、COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐），特征污染物（石油类）。

监测时间和频次：每年春、秋两季各监测一次。

监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

（2）沉积物环境质量监测

监测站位：设监测站位 10 个。

监测项目：石油类、粒度。

监测时间和频次：每年监测一次。

监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

（3）海洋生态环境监测

监测站位：设监测站位 10 个。

监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔鱼和生物体质量。

监测时间和频次：每年监测一次。

监测采样和分析方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

（4）地形地貌与冲淤环境监测计划

监测站位：工程两侧附近布设 6 条监测断面。

监测项目：水深地形、沉积物颗粒度。

监测频率：每年代表性一季。

（5）海洋水文监测

监测站位：设监测站位 7 个。

监测项目：海流（流向、流速）、悬浮泥沙。

监测频率：每年代表性一季。

监测方法：按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

监测工作由建设单位委托当地有资质的海洋监测单位开展，监测计划和进度可按照本报告书相关内容进行实施，也可根据工程现场实际情况进行设置。如有可能应与当海洋监测部门的年度监测相结合，以充分利用现有资源并便于和整个港区的环境质量变化情况相对照。

表 9.3-1 环境监测站位一览表

站位	坐标		监测项目			
	北纬	东经	水质	沉积物	海洋生态	海流
1	37°43'31.81"	121°02'28.39"	√	--	--	--
2	37°43'40.42"	121°02'18.37"	√	√	√	√
3	37°43'56.35"	121°01'59.85"	√	√	√	√
4	37°44'20.76"	121°01'31.08"	√	√	√	√
5	37°44'03.79"	121°02'57.73"	√	√	√	--
6	37°44'11.32"	121°02'49.06"	√	--	--	--
7	37°44'25.28"	121°02'30.90"	√	√	√	√
8	37°44'42.43"	121°02'12.16"	√	√	√	√
9	37°44'26.86"	121°03'44.14"	√	--	--	--
10	37°44'35.37"	121°03'45.34"	√	√	√	--
11	37°44'51.18"	121°03'49.47"	√	--	--	--
12	37°45'18.09"	121°03'55.60"	√	√	√	--
13	37°44'09.30"	121°03'58.00"	√	√	√	√
14	37°44'16.49"	121°04'19.11"	√	--	--	--
15	37°44'27.73"	121°05'00.61"	√	√	√	√
16	37°44'41.57"	121°05'44.95"	√	--	--	--

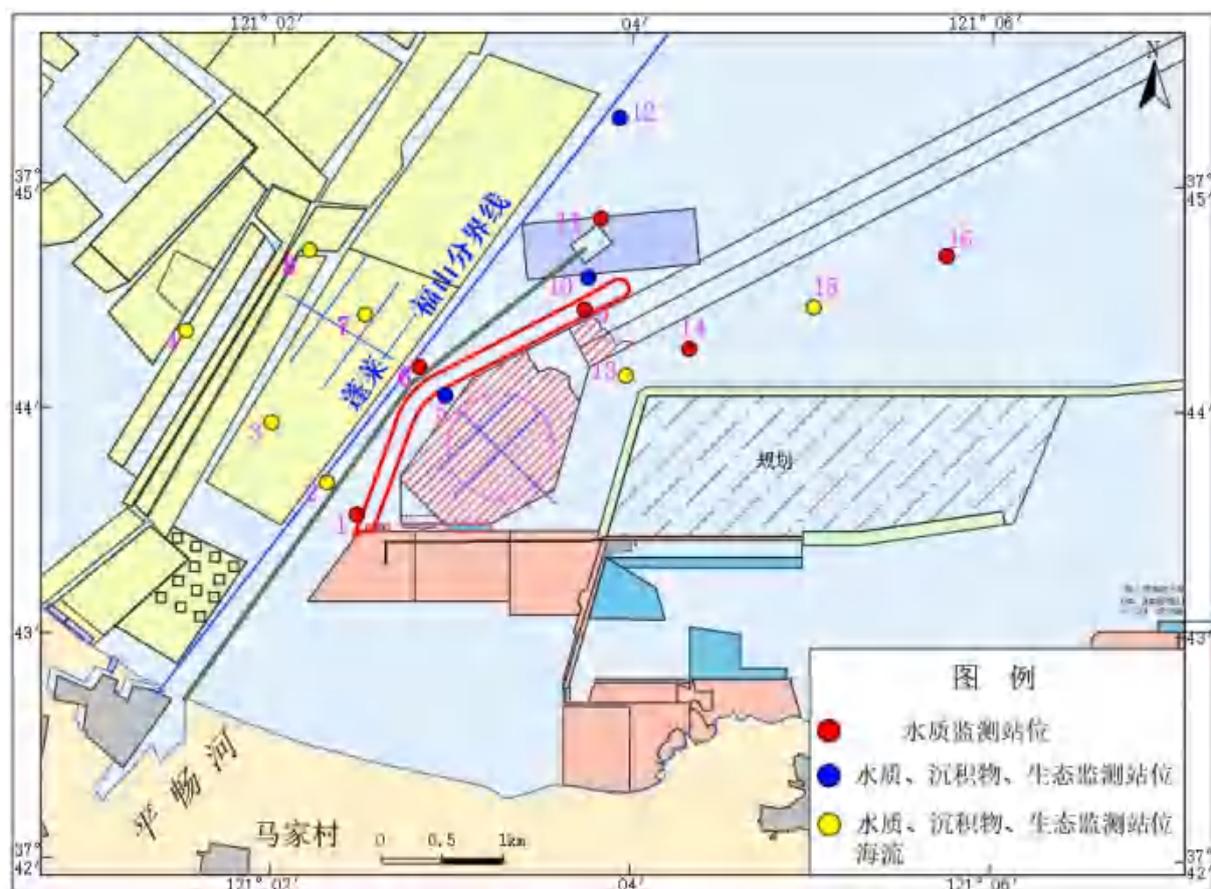


图 9.3-1 环境监测站位示意图

10 产业政策、规划符合性及选址分析

10.1 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目建设防波堤工程，不属于鼓励类、限制类或淘汰类项目，属于国家允许建设的项目。本项目已取得山东省发改委立项核准批复（鲁发改项审[2023]303号，见附件10），项目代码：2212-370000-04-01-918388。

10.2 规划符合性分析

10.2.1 与《山东省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

《山东省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》在“第十四篇 加快基础设施建设 筑牢高质量发展支撑——第五十三章 构建绿色高效能源体系”中提出：“加快优化能源结构。突出可再生能源、核电、外电、天然气四大板块，实现能源消费增量由清洁能源供给。……加快天然气基础设施建设，**统筹规划建设青岛、烟台、威海、日照、东营沿海 LNG 接收站**，中俄东线（山东段）、山东天然气环网等主干管道建设。到 2025 年，全省可再生能源发电装机规模达到 8000 万千瓦以上，在运在建核电装机规模达到 1300 万千瓦左右，接纳省外电量达到 1500 亿千瓦时以上，天然气主干管网里程达到 8500 公里，沿海 LNG 接卸能力达到 2500 万吨/年左右。”

本项目是烟台港西港区液化天然气（LNG）项目的配套工程，**烟台港西港区 LNG 防波堤工程**列入《山东省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》“**专栏 9：重大港口基础设施提升工程**”内。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和 2035 年远景目标纲要》。

10.2.2 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》在“第六章 立足扩大内需 主动融入新发展格局——第四节 强化基础设施战略支撑”提出“构建新型能源供应保障体系。以推动能源资源配置更加合理、利用率大幅提高、数字化加快发展为目标，推进能源供给侧结构性改革，培育能源生产消费新业态新模式。把清洁绿色能源作为主攻方向，大力发展可再生能源、核电，加快天然气产供储销基地建设，开展海阳核能综合利用示范，增强能源自主保障能力。加快发展非化石能源，大力提升风电、光伏发电规模。到 2025 年，清洁能源装机容量突破 1200 万千瓦，发电量突破 350 亿千瓦时，天然气供应量突破 200 亿立方。”**保利协鑫西港区 LNG 列入专栏 4：“十四五”重大基础设施建设项目中。**

本项目是烟台港西港区液化天然气（LNG）项目的配套工程，项目建设符合《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》。

10.2.3 与《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划（修订版）》的符合性分析

2021 年 10 月 9 日，省生态环境委员会办公室印发《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》。2022 年 1 月 7 日，生态环境部等 6 部委联合印发《“十四五”海洋生态环境保护规划》（以下简称“国家规划”）。为确保省规划与国家规划有机衔接，山东省生态环境委员会办公室对照国家规划组织修订了省规划，于 2022 年 4 月 29 日发布了《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划（修订版）》。

《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划（修订版）》提出，锚定 2035 年远景目标，“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，积极申报建设国家“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。

根据本次海水水质现状调查评价结果，除个别站位的 pH、无机氮、活性磷酸盐、铅有超标情况，其余所有因子调查结果均符合相应的海水水质标准。各期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，沉积物质量良好。对于海水水质质量标准不符合规划要求的海域，需要有关部门采取有效措施进行重点保护。施工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。工程施工期产生的 10mg/L 悬浮泥沙主要在工程周边扩散，施工悬沙的影响是暂时的。运营期不产生污染物，施工期和运营期均不向周边海域排放污水、不倾倒固废，项目建设不会对传统渔业资源、海洋生态系统产生明显影响。工程建设符合《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划（修订版）》。

因此，工程建设符合《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划（修订版）》要求。

10.2.4 与《山东省石油天然气中长期发展规划（2016-2030 年）》的符合性分析

《山东省石油天然气中长期发展规划（2016-2030 年）》（山东省发改委，2017 年 1 月）提出，重点扩建山东 LNG 接收站，加快已开展前期研究工作 LNG 接收站项目的审批建设速度，期末总库容达 240 万立方米，储气能力达 15 亿立方米；远期鼓励我省有实力的企业积极获取国外天然气资源，根据沿海港口总体规划，在有条件地区部署 LNG 接收站，总库容达 630 万立方米，储气能力达 40 亿立方米。

烟台西港区 LNG 项目已纳入《山东省石油天然气中长期发展规划（2016-2030 年）》“专栏 12 LNG 接收站”项目列表内。本工程建成后与已建的防波堤二期工程构成双堤掩护，可形成 LNG 独立港池，对于开发建设烟台港西港区 LNG 作业区、完善港口功能具有重要意义。

因此，项目建设符合《山东省石油天然气中长期发展规划（2016-2030 年）》。

10.2.5 与烟台港总体规划及规划环评符合性分析

10.2.5.1 与《烟台港总体规划（2016—2030年）》及烟台港西港区规划方案局部调整符合性分析

烟台港是我国沿海主要港口和国家综合运输体系的重要枢纽，是山东省、烟台市全面建成小康社会、率先基本实现现代化的重要依托，是山东半岛蓝色经济区和黄河三角洲高效生态经济区发展的重要支撑，是山东半岛及其腹地能源和原材料进出的重要口岸，是铁路轮渡和客货滚装运输的重要节点，是烟台市和山东省对外开放和经济社会持续发展的重要依托。

根据《烟台港总体规划（2016-2030）》，规划烟台港维持“一港十区”的总体发展格局不变，但今后应在发展中区分层次、突出重点、错位发展，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，是服务于腹地区域经济发展的综合性港区；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，主要服务于地方经济和临港产业发展；牟平港区和蓬莱西港区今后将逐步退出货运功能。

西港区：

重点发展矿石、煤炭、原油、液体化工、LNG、化肥等大宗散杂货中转运输，远期发展集装箱运输，承接芝罘湾保税港区转移。

LNG作业区：规划西港区码头岸线总长27.9km，陆域面积33.3km²，可形成各类码头泊位70个，年综合通过能力2.5亿吨。规划形成LNG作业区、通用作业区、液体散货作业区、干散货作业区、原油作业区等五个码头功能区，预留集装箱作业区和铁路轮渡服务区，码头作业区后方规划物流区、公用配套设施等功能用地。

规划LNG作业区码头岸线长度2900m，陆域面积约407万m²，可形成26万方LNG接卸泊位6个，5万方LNG加注泊位1个，年综合通过能力3200万吨。

规划在西港区防波堤一期工程至平畅河口段2.5km岸线布局LNG运输功能。LNG作业区通过围填结合防波堤建设形成独立港池、专用航道和港口陆域，规划LNG作业区作为烟台市LNG发展的重要布局点，鼓励烟台市LNG码头在此布局建设。

本项目位于规划的LNG作业区，工程建设LNG项目防波堤，是保障烟台港西港

区 LNG 接收站及配套码头正常运营的需要，有利于完善港区功能，提高烟台港西港区综合竞争力，缓解山东省天然气供应缺口，并可向渤海、东海等沿海的 LNG 接收站提供转运服务；能够推动山东省能源消费结构升级，将清洁能源带进山东，并将大大助益山东省乃至华东地区的环境保护。

由于围填海政策限制，LNG 作业区西侧围填海项目已基本不具备建设条件，LNG 项目防波堤只能依托现有围填海区域向外进行建设，导致防波堤与原规划轴线不一致。同时规划防波堤时未考虑西侧已建的深海排污工程，规划区域占用了大季家污水处理厂污水深海排放工程的管道，已不具备建设条件。

本项目设计时对防波堤起始端轴线进行了调整，同时不影响后续规划泊位的实施，且 LNG 项目航道走向等通过了通航安全论证。2022 年烟台市人民政府对《烟台港西港区规划方案局部调整》进行批复，批复文号：烟政字[2022]63 号，同意将防波堤轴线位置向港池侧移动，最大调整距离约 150 米（见附件 7）。《烟台港西港区规划方案局部调整》中规划调整的问题较为具体，不影响西港区的功能布局。因此维持《烟台港总体规划》提出的西港区功能定位不变。主要调整内容：根据已建大季家污水处理厂深海排放工程管线位置，适当调整 LNG 港池防波堤轴线。

已建大季家污水处理厂深海排放工程管线、原规划防波堤轴线、本次规划调整防波堤轴线的位置关系见图 10.2-1。其中外侧灰色虚线为大季家污水处理厂深海排放工程管线位置，淡黄色填充区域为原规划防波堤位置，污水管线与防波堤拐角位置存在冲突，最大距离约 120m。本次规划调整将防波堤轴线位置向港池侧移动，以避让污水管线，最大调整距离约 150m。调整后，拟建防波堤轴线距排污管线中心线最小距离为 110m，防波堤坡脚距排污管线边坡顶面最小净距为 26m，可满足安全距离要求。航道随防波堤调整。



图 10.2-1 污水管线、原规划防波堤与规划调整防波堤位置关系图



图 10.2-2a 烟台港西港区总体规划图（调整前）



图 10.2-2b 烟台港西港区规划方案局部调整

10.2.5.2 与《烟台港总体规划修订环境影响报告书》及其审查意见的符合性分析

2016年6月8日，原环境保护部出具了《关于烟台港总体规划修订环境影响报告书的审查意见》（环审[2016]79号，见附件8），其中规划环评与本项目相关要求及符合性情况如下：

（二）优化《规划》岸线和各港区的布局，确保符合海洋功能区划和近岸海域环境功能区划要求。

本项目符合国土空间规划，符合海洋功能区划和近岸海域环境功能区划要求。

（四）加强海洋生态和渔业资源保护。优化莱州港区、龙口港区、西港区、长岛港区等港区及规划水域空间布局，尽量避让国家级水产种质资源保护区及重要产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，严格按照海洋生态红线划定方案提出的管控要求，在海洋生态红线区内禁止围填海、截断洄游通道等开发活动，避免对渔业资源产生重大不利影响。栾家口、海阳等港区及航道建设应避让海洋特别保护区。

本项目不涉及国家级水产种质资源保护区及重要产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，不占用生态红线，不涉及海洋特别保护区。

（六）强化海洋生态保护和污染防治措施。建立渔业资源损害补偿机制，开展增殖放流、海洋牧场、人工鱼礁等生态修复工作。落实船舶污染物接收和处置体系建设，严格管理船舶压载水排放，防治外来海洋生物入侵。

本项目建设防波堤，属永久性占渔业水域。建设单位作为生态补偿的责任主体，拟采取生态修复和补偿措施，缓解和减轻工程对所在海域生态环境的不利影响。本项目海洋生物资源补偿可采用海洋生物资源增殖放流的补偿措施，进行海洋生物资源的恢复与补偿。本项目落实了船舶污染物接收和处置体系建设，不涉及船舶压载水排放问题。

（七）加强环境风险防范。严格限定和管理港区运输货种，加大船舶航行安全保障和风险防范力度。强化各港区环境风险防范体系建设，落实与港区油品和液体化学品事故污染风险相匹配的应急能力建设，完善应急响应的海域和区域联动机制，有效防范环境风险。

本项目加强环境风险防范体系建设，制定应急预案，落实与事故污染风险相匹配应急能力建设，完善应急响应的海域和区域联动机制，能够有效防范环境风险。

本项目建设符合《烟台港总体规划修订环境影响报告书》及其审查意见所提出的要求。

综上，本项目平面布置符合调整后的烟台港西港区规划，本项目符合烟台港总体规划及规划环评审查意见。

10.2.6 与《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020 年)》的符合性分析

2016年5月17日，山东省人民政府以鲁政字[2016]109号文批复《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》。

根据《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》，本项目所在区域环境功能区划编码为SD103DIV与SD104DIV（III），名称分别为平畅河口特殊利用区与烟台西港口航运区，水质保护目标分别为IV、IV（港口IV、航道与锚地III）。

（1）平畅河口特殊利用区符合性分析：

水质保护目标为IV；功能区内可依据需要在该区内设置排污口并核定混合区，混合区内不设置水质目标，混合区的边界不得超过该特殊利用区的界限

项目建设LNG项目防波堤工程，对烟台港西港区LNG接收站及后方配套码头进行掩护，产生的污水统一收集后进行处理，不外排，不影响IV类水质保护目标的实现。项目用海符合平畅河口特殊利用区用海管理要求。

（2）烟台西港口航运区符合性分析

水质保护目标分别为IV（港口IV、航道与锚地III）；项目建设LNG项目防波堤工程，施工期产生的污水统一收集后进行处理，不外排，项目运营期本身不产生污染物，不影响IV类水质保护目标的实现。

综上所述，本项目用海符合《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》。

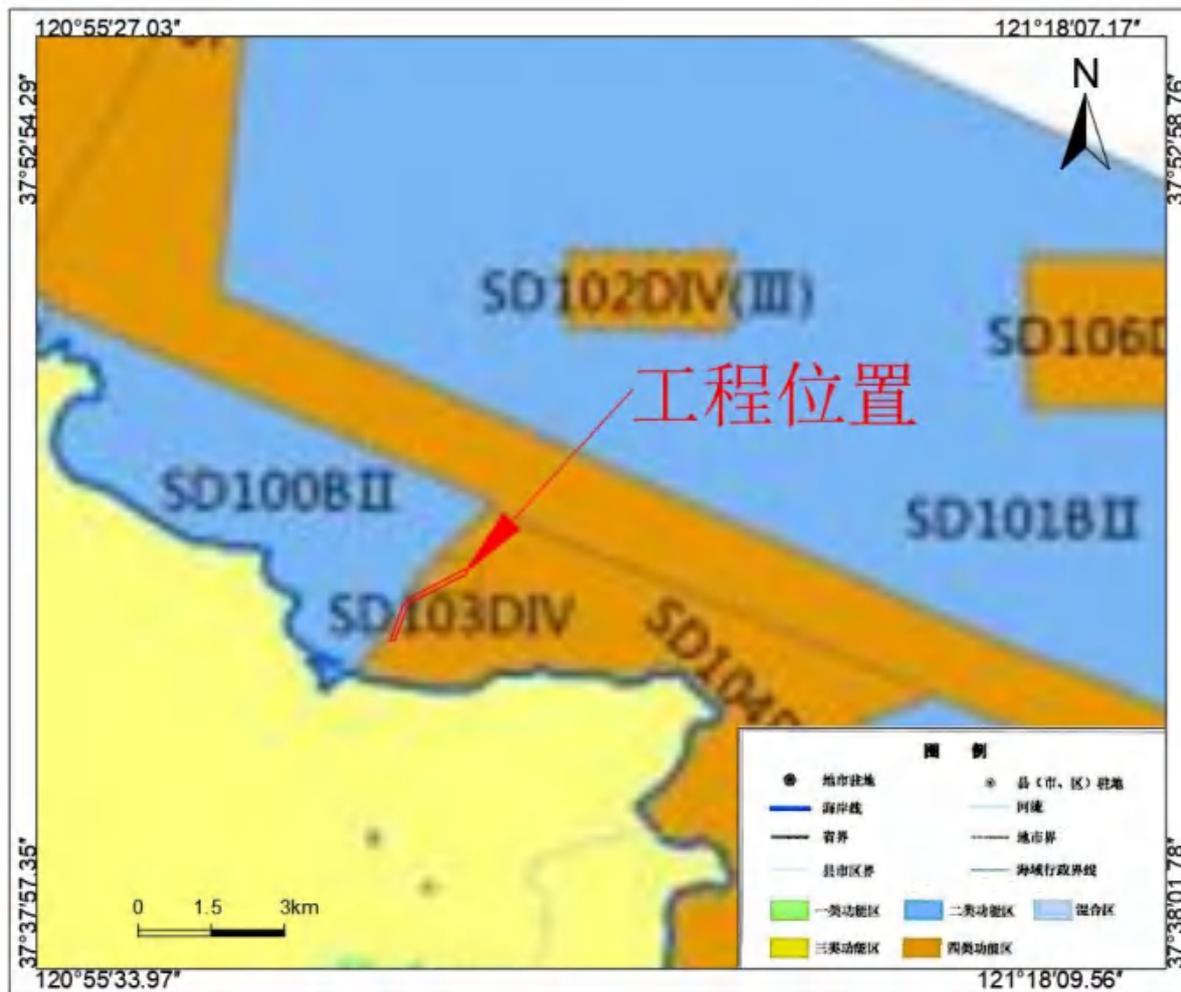


图 10.2-3 项目用海与《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020 年)》叠置图

10.2.7 与相邻工程关系

本工程为 LNG 作业区防波堤工程，工程建设主要为 LNG 作业区形成有效的掩护，工程建设需要保证 LNG 作业区进出港船舶具有较好的水域条件，航道尺度、口门宽度、船舶制动水域、回旋圆水域均满足设计要求。

工程西侧为已经建设的大季家污水处理厂排污管线，拟建防波堤轴线距排污管线中心线最小距离为 110m，本工程防波堤拟采用抛石斜坡堤结构，经计算，其坡脚距排污管线边坡顶面最小净距为 26m，本工程建设过程中对已建排污管线从位置关系角度考虑基本无影响。

工程北侧为平畅河口特殊利用区，经青岛博研海洋环境科技有限公司数模论证，工程建设对特殊利用区水体循环及污染物扩散等方面基本无影响。

10.3 项目与国土空间规划符合性分析

为贯彻党中央、国务院重大部署，坚持习近平生态文明思想和总体国家安全观，有效支撑高质量发展、新格局，进一步落实国家和省、市重大战略落地，科学谋划烟台市国土空间开发保护格局，烟台市人民政府组织编制《烟台市国土空间总体规划（2021 - 2035年）》。

2023年4月16日上午，烟台市人民政府组织召开了《烟台市国土空间总体规划（2021-2035年）》专家评审会，并同意通过规划评审。

根据《烟台市国土空间总体规划（2021 -2035年）》，国土空间规划分区充分考虑了生态环境保护、经济布局、人口分布、国土利用和陆海统筹等因素，综合划定市域规划分区，落实市域国土空间开发保护整体格局，将烟台市域划分为生态保护区、生态控制区、农田保护区、城镇发展区、乡村发展区、海洋发展区、矿产能源发展区等共7类分区。其中海洋规划分区分为海洋生态保护区、海洋生态控制区及海洋发展区等。

如图10.3-1所示，本项目位于海洋发展区中的交通运输用海区。交通运输用海区以港口、海上航线等海上交通运输服务空间为载体，规划20个交通运输用海区，面积为1764.57平方公里，占烟台市海域面积的15.27%，主要用于港口建设、海上航运等用海活动。

本项目主要建设防波堤工程，是形成 LNG 独立港池，开发建设烟台港西港区 LNG 作业区，完善港口功能的需要。项目建成后能够优化烟台港西港区规划建设，完善烟台市港口建设基础设施，保障海上航运等活动。

本项目位于烟台市国土空间总体规划的交通运输用海区内，项目建设符合《烟台市国土空间总体规划（2021 -2035年）》。

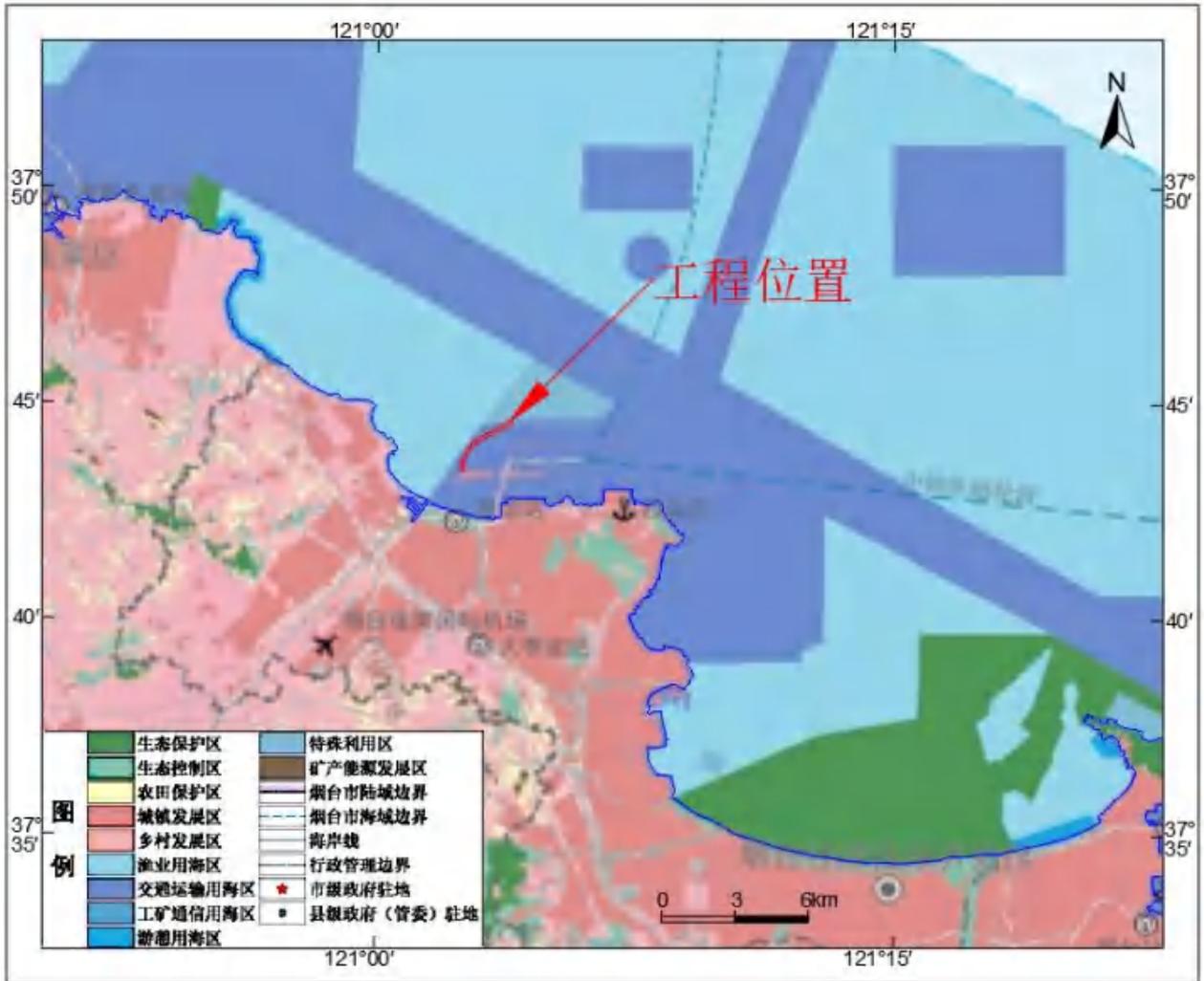


图 10.3-1 本项目与《烟台市国土空间总体规划 (2021-2035 年)》叠置图

10.4“三线一单”符合性分析

10.4.1 项目与环环评[2016]150 号文符合性

本项目建设与《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）符合性分析见下表。

表 10.4-1 项目与环环评[2016]150 号符合性分析一览表

环环评[2016]150 号相关规定	本项目情况	符合性
一、强化“三线一单”约束作用		
（一）生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。相关规划环评应将生态空间管控作为重要内容，规划区域涉及生态保护红线的，在规划环评结论和审查意见中应落实生态保护红线的管理要求，提出相应对策措施。除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。	本项目建设不占用生态保护红线区	符合
（二）环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和土壤环境质量目标，也是改善环境质量的基准线。有关规划环评应落实区域环境质量目标管理要求，提出区域或者行业污染物排放总量管控建议以及优化区域或行业发展布局、结构和规模的对策措施。项目环评应对照区域环境质量目标，深入分析预测项目建设对环境的影响，强化污染防治措施和污染物排放控制要求。	本项目环评对照区域环境质量目标，深入分析预测项目建设对环境的影响，强化了污染防治措施和污染物排放控制要求。	符合
二、建立“三挂钩”机制		
（五）加强规划环评与建设项目环评联动。规划环评要探索清单式管理，在结论和审查意见中明确“三线一单”相关管控要求，并推动将管控要求纳入规划。规划环评要作为规划所包含项目环评的重要依据，对于不符合规划环评结论及审查意见的项目环评，依法不予审批。规划所包含项目的环评内容，应当根据规划环评结论和审查意见予以简化。	本项目符合烟台港总体规划、规划环评结论及审查意见	符合
（六）建立项目环评审批与现有项目环境管理联动机制。对于现有同类型项目环境污染或生态破坏严重、环境违法违规现象多发，致使环境容量接近或超过承载能力的地区，在现有问题整改到位前，依法暂停审批该地区同类型的项目环评文件。改建、扩建和技术改造项目，应对现有工程的环境保护措施及效果进行全面梳理；如现有工程已经造成明显环境问题，应提出有效的整改方案和“以新带老”措施。	根据调查，现有同类型项目生态环境影响较小，不会致使区域环境容量接近或超过承载能力。	符合
（七）建立项目环评审批与区域环境质量联动机制。对	本项目所在地区不存在环境	符合

环境质量现状超标的地区，项目拟采取的措施不能满足区域环境质量改善目标管理要求的，依法不予审批其环评文件。对未达到环境质量目标考核要求的地区，除民生项目与节能减排项目外，依法暂停审批该地区新增排放相应重点污染物的项目环评文件。严格控制在优先保护类耕地集中区域新建有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等项目。	质量现状超标、未达到环境质量目标考核要求等问题。	
---	--------------------------	--

由上表可以看出，本项目建设不占用生态保护红线区，符合规划要求，在严格落实各项污染防治措施后，符合《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）的要求。

10.4.2 项目与“三区三线”符合性分析

（1）生态保护红线

生态保护红线是指依法在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定的严格管控边界，是国家和区域生态安全的底线、对于维护生态安全格局、保障生态系统功能、支撑经济社会可持续发展具有重要作用。

根据《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），新的国土空间规划“三区三线”划定成果已经正式启用。根据自然资办函[2022]2207号，山东省“三区三线”划定成果已完成（2022年11月），山东省建设项目以山东省“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海组卷报批的依据。本项目位于烟台港西港区，经向烟台市自然资源和规划局询问，本项目位于国土空间规划的交通运输用海区内，建设范围内不涉及占用生态保护红线区。本项目与生态保护红线位置关系示意图10.3-1。本项目距离生态红线范围较远，项目距离西北侧红线范围约14.1km，距离东南侧红线范围约16.5km。

本项目距离生态红线范围较远，施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一送陆域处理，不向海域排放；运营期项目本身不产生污染物，不会对项目周边的生态红线区产生影响。

10.4.3 项目与烟台市“三线一单”控制要求符合性分析

根据《烟台市人民政府关于印发烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（烟政发[2021]7号）及《关于发布2022年“三线一单”动态更新成果的通知》（烟环委

办发[2023]4号），烟台市“三线一单”生态环境分区管控总体目标如下：

1、生态保护红线

烟台市陆域生态保护红线面积不低于 1478.59 平方公里，海洋生态保护红线面积不低于 3551.57 平方公里；除生态保护红线外的一般生态空间面积不低于 1983.02 平方公里。以上生态空间管控区域涵盖全市生态功能极重要区和生态环境极敏感区，各类省级及以上自然保护地和饮用水水源保护区，重要海域、海岛、河流、湿地、林地、水库及其他具有重要生态功能的区域。

《山东省生态保护红线规划》（2016-2020）共划定了 533 个陆域生态保护红线区块，总面积为 20847.9km²，约占全省陆域面积的 13.2%，主要分布在胶东半岛、鲁中南山地、黄河三角洲、南四湖等区域。根据规划要求，省级以上自然保护区、风景名胜区、湿地公园、森林公园、地质公园以及世界文化自然遗产的全部区域纳入生态保护红线。

本项目不在生态保护红线区内，选址满足《山东省生态保护红线规划》（2016-2020）和《烟台市人民政府关于印发烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（烟政发[2021]7号）。本项目不处于水源地及其保护区内。

2、环境质量底线

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，市区空气质量优良天数比率达到 88.8%，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 96.2%（以省下达最终目标为准）。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 93%左右，污染地块安全利用率达到 95%以上。

本项目营运期无污染物排放，施工期污染物均达标排放，项目对环境的影响较小，不会改变区域环境质量，满足改善环境质量底线要求。

3、资源利用上线

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 17.03 亿立方米以内，万元国内生产总值用水量较 2020 年下降 5%，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。

本项目建设过程能源、水、土地等资源消耗量较小，不会突破地区环境资源利用的“天花板”。

4、环境准入负面清单

根据烟台市生态环境保护委员会办公室《关于印发烟台市环境管控单元生态环境准入清单的通知》（烟环委办[2021]10号）及《关于发布2022年“三线一单”动态更新成果的通知》（烟环委办发[2023]4号）的要求，本项目位于大季家街道重点管控单元，详见图10.4-1，表10.4-2。

表 10.4-2 与烟环委办[2021]10号文符合性分析一览表

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元分类	清单编制要求	项目情况	符合性	
ZH37061120009	大季家街道重点管控单元	重点管控单元	空间布局约束	1.避免大规模排放大气污染物的项目布局建设。禁止新、改、扩建钢铁、焦化、有色、石化等行业高污染项目。禁止新建除热电联产以外的煤电项目。原则上禁止新建35蒸吨/小时及以下的燃煤、重油、渣油锅炉。逐步淘汰区域内现存的上述禁止项目。 2.涉黄渤海新区管理区域除遵循单元共性要求外，禁止以下项目准入：1）禁止新、改、扩建危险废物利用及处置项目。2）禁止新、改、扩建生活垃圾（含餐厨废弃物）集中处置（含焚烧发电）项目。3）禁止新、改、扩建低水平废塑料回收加工处理项目。4）禁止新、改、扩建单一热镀锌项目。5）禁止新、改、扩建无合法来源的砂石类项目。	本项目不属于上述禁止项目。	符合
			污染物排放管控	1.提升高耗水、高污染行业清洁化发展水平，对于超标的水环境控制单元，新建、改建、扩建涉水项目重点污染物实施减量替代；采取综合性的治理措施，强化污染物排放总量控制，大幅削减污染物排放量，保障河道生态基流，确保水体和重点支流水环境质量明显改善。	项目营运期无污染排放，施工期污染物全部妥善处理。	符合
			环境风险	1.对于环境风险较大的水环境控制单元，按照“预防为主、防治结合”的原则，加大环境监管力度，着力降低资源能源	项目涉及危险源为施工期溢油事故，只要将本评价中制定的相	符合

环境 管控 单元 编码	环境 管控 单元 名称	管控 单元 分类	清单编制要求		项目情况	符合 性
			险 防 控	产业开发的环境风险。 2.土壤污染重点监管单位落实执行烟台市市级生态环境准入清单环境风险防控联防联控要求。	关应急预案及防治措施落实后，可将该项目风险值降到最低，其对周边环境的影响在可接受范围内。	
			资 源 开 发 效 率 要 求	1.以信息化、智能化、网络化技术推动电子信息、机械、化工、汽车、生物医药、纺织等各个行业领域的节能技术改造，全面提高开发区制造业资源能源利用率。 2.地下水超采区根据《山东省地下水超采区综合整治实施方案》《烟台市地下水超采区综合整治实施方案》开展综合整治。	不涉及以上内容	符合

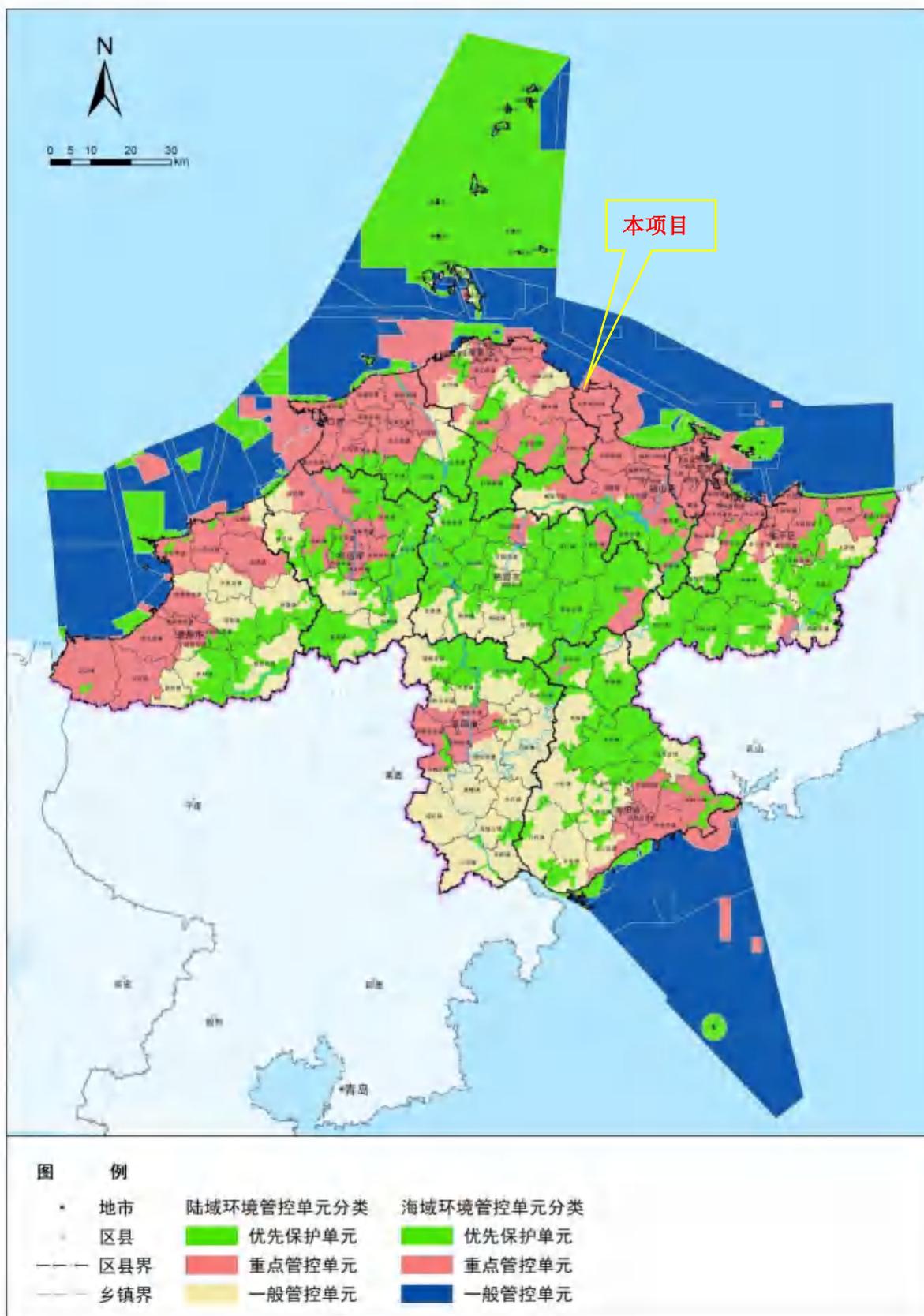


图 10.4-1 烟台市环境管控单元图

10.5 工程可行性分析

10.5.1 大气环境可行性分析

拟建工程施工过程中砂石料堆卸、材料堆存、施工车辆行驶等过程中产生的粉尘，是施工阶段影响大气环境的主要因素。此外还有施工车辆、船舶的尾气排放。

拟建工程运营期无废气排放，不会对大气环境产生影响。

从大气环境角度，拟建工程选址合理。

10.5.2 水环境可行性分析

施工期废水主要来源于施工过程产生的悬浮泥沙以及施工船舶舱底含油污水和施工人员生活污水，施工船舶生活污水和含油污水由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置，不外排；陆域生活污水经槽车收集后排入烟台新水源水处理有限公司处理，施工机械含油污水经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排。水域施工时产生悬浮泥沙影响范围仅限于工程区域附近，对环境保护目标影响较小，而且随着工程的完成其影响也将消失。

拟建工程运营期无废水排放，不会对水环境产生影响。

拟建工程运营期无废水排放，不会对水环境产生影响。

从水环境角度，拟建工程选址合理。

10.5.3 声环境可行性分析

施工期的噪声主要来源于施工机械、车辆运行时产生的噪声；营运期无噪声排放。

从声环境角度，拟建工程选址合理。

10.5.4 固体废物处置可行性分析

工程施工过程中产生的固体废物主要包括船舶和陆域生活垃圾。施工人员的生活垃圾主要产生于各施工营地，陆域生活垃圾经收集后交由环卫部门清运，船舶生活垃圾委托有资质的船舶垃圾接收单位处理；机械冲洗废水处理产生的废油按照危险废物进行管理，委托有资质的单位进行处置。

工程机械维修在定点维修点进行，工程区不产生检修废油和机修棉纱。

从固废处置角度，拟建工程选址合理。

10.5.5 环境风险可行性分析

本工程的环境风险主要为施工船舶碰撞导致的溢油风险。施工建设过程采取措施对船舶海上安全进行防护，并应制定应急预案，能够对溢油事故采取迅速有效的处置。从环境风险角度，拟建工程选址合理。

10.5.6 生态环境可行性分析

拟建工程施工过程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，对周围海洋生物造成一定影响。从预测结果看，施工引起的悬浮泥沙影响较小。

由于施工引起的悬浮泥沙对水质产生的影响时间短暂，停止施工后，影响该海域的悬浮泥沙将很快降低，海水水质会很快恢复到本底浓度。因此，本项目施工期引起的悬浮泥沙对海域水质不会产生明显的有害影响。施工前，建设单位应该采取公告形式，通告从事养殖业的当事人，避免养殖区受到影响和损失。

从生态环境角度，拟建工程选址合理。

10.6 小结

本项目符合国家产业政策的要求；符合山东省“十四五”规划、烟台市“十四五”规划、山东省“十四五”海洋生态环境保护规划要求；符合烟台港总体规划及规划环评审查意见，符合国土空间规划，符合“三线一单”、“三区三线”要求。项目建设地现状环境质量较好，有一定的环境承载力；经过对各环境要素进行预测评价后，可知该工程的建设对周围环境产生影响较小。综上所述，拟建工程从环境保护角度选址较合理。

11 环境影响评价结论

11.1 评价结论

11.1.1 工程概况

工程位于烟台港西港区一期防波堤西侧。地理坐标为：37°43'25.461"~37°44'35.352"N，121°02'27.431"~121°03'58.498"E。

防波堤以 LNG 港池南护岸西端头为轴线起点，与在建的 LNG 接收站陆域护岸和已建的防波堤二期工程共同形成规划的 LNG 作业区，满足 26.6 万方 LNG 接卸泊位的水域使用要求。

新建防波堤总长 3183.2m，位于 LNG 作业区的西北侧，呈“√”形布置，按照建设位置的不同，防波堤共分为三段，分别为接陆段、连接段、外海段防波堤。

工程用海总面积 41.1975.m²，用海方式为非透水构筑物。用海类型属于交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本工程不占用自然岸线，构筑物范围实际占用人工岸线 146.7m，不形成人工岸线。

项目总投资 176262.07 万元。申请用海期限 50 年，工期 24 个月。

工程位于烟台港西港区，不属于生态环境敏感海域。

11.1.2 环境质量现状

（1）海水水质

2020 年 10 月调查结果表明，除 3 号站位底层溶解氧超三类海水水质标准，符合四类海水水质标准；1 号站位表、中、底层，2 号站位中、底层，5 号、20 号、21 号站位底层无机氮超二类海水水质标准，符合三类海水水质标准；5 号站位中层无机氮超三类海水水质标准，符合四类海水水质标准；5 号站位表层、21 号站位中层无机氮超四类海水水质标准外，其余各站位各评价因子均符合所在功能区的海水水质标准。

2020 年 4 月调查结果表明，主要超标因子为 pH、无机氮、活性磷酸盐、铅，其余所有因子调查结果均符合相应的海水水质标准。无机氮、活性磷酸盐超标可能与近岸养殖较多，海水富营养化有关。

（2）海洋沉积物

工程周边海域沉积物质量良好，各监测项目均符合所在功能区的海洋沉积物质量标准要求。

（3）海域生态环境

2020年4月调查期间叶绿素 a 分布情况见下表。各测站各层叶绿素 a 含量变化范围为 0~2.11mg/L，平均为 0.94mg/L，22 号站位底层最高，14 号站位表层最低，各站位表层叶绿素 a 的分布较为平均；浮游植物共检出 32 种，浮游动物共检出 17 种，底栖生物共检出 31 种。

（4）生物体质量

2020年10月海洋生物质量调查中，工程附近海域各个站位生物体内污染物含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《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值。

（5）渔业资源

2020年4月春季调查共出现渔业资源种类 52 种，其中，鱼类 27 种，占总数的 50.94%；甲壳类 20 种，占 37.74%；头足类 5 种，占 9.42%。

（6）环境空气

根据《2021年烟台市生态环境质量报告书》，2021年烟台开发区环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 年修改单二级标准要求，本项目所在区域属于达标区。

（7）声环境

根据《2021年烟台市生态环境质量报告书》，2021年，烟台市区区域环境噪声和道路交通噪声质量状况均属于城市噪声质量等级中的较好等级。经济技术开发区区域环境噪声市区均值昼间为 51.6dB（A）；经济技术开发区道路交通噪声市区均值昼间为 66.7dB（A）。

11.1.3 项目建设的可行性

（1）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类或淘汰类项目，属于国家允许建设的项目。本项目已取得山东省发改委立项核准批复（鲁发

改项审[2023]303号），项目代码：2212-370000-04-01-918388。

（2）规划符合性

本项目符合山东省“十四五”规划、烟台市“十四五”规划、山东省“十四五”海洋生态环境保护规划要求；符合烟台港总体规划及规划环评审查意见，符合国土空间规划，符合“三线一单”、“三区三线”要求。

11.1.4 环境影响因素分析及防治措施

（1）施工期

①废水

施工期废水主要包括施工船舶和陆域生活污水、船舶含油污水和流动机械冲洗废水。

陆域生活污水由移动式旱厕经槽车收集后运至烟台新水源水处理有限公司处理，船舶生活污水和船舶含油污水由作业方委托有船舶污染物接收能力和资质的单位负责处理/处置。流动机械冲洗废水经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排。

②废气

主要来自施工扬尘和施工船舶、施工机械和运输车辆产生的尾气。

施工选用污染小的车船，合格的燃料油，减少汽车尾气的排放；施工场地定期洒水、清扫、覆盖；运输道路硬化或洒水抑尘；运输车辆按时进行冲洗，减少扬尘。

③噪声

主要来自于施工机械产生的噪声。

施工方要合理安排施工时间；做好机械和运输车辆的调度和交通疏导工作。

④固体废物

包括施工船舶生活垃圾、施工陆域生活垃圾，机械冲洗废水处理产生的废油等。

施工期船舶垃圾由施工方委托有资质的单位统一清运处理；陆域生活垃圾统一收集后托环卫部门处理；机械冲洗废水处理产生的废油按照危险废物进行管理，委托有资质的单位进行处置。

（2）运营期

运营期无废水、废气、噪声或固体废物排放。

11.1.5 环境影响评价

（1）对水文动力的影响

工程建设前后流速变化选取落急时和涨急时工程周边海域的潮流场进行对比。落急时，防波堤建成后东西两侧的潮流场整体减小，防波堤北侧潮流场流速整体增加。流速减小大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 3.3km；流速增加大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 2.3km。

涨急时，防波堤建成后流速减小区主要位于防波堤东侧，防波堤北侧潮流场流速整体增加。流速减小大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 3.6km；流速增加大于 5cm/s 的区域距离防波堤最大距离约 1.7km。

工程建设后流速变化大于 5cm/s 的区域距离工程最大距离约 3.6km，工程建设对潮流场影响主要位于工程周边 3.6km 的区域。

（2）对冲淤环境的影响

本工程建成后其烟台港周边海域冲淤趋势与建设前基本一致，工程影响主要位于防波堤周边。项目建成后防波堤东侧淤积量明显增加，年变化量约 1cm-8cm；防波堤北侧冲刷明显增加，年冲刷量最大达 10cm。年冲淤量变化大于 1cm 的区域距离防波堤最大距离约 3.8km。工程建设不会对周边海域冲淤环境产生明显影响。

（3）对水质的影响

施工期间搅动产生的悬浮泥沙超二类（>10mg/L）水质标准面积最大为 283.80hm²，20mg/L 悬浮泥沙最大包络范围为 126.78hm²，50mg/L 悬浮泥沙最大包络范围为 112.76hm²，超三类（>100mg/L）水质标准面积最大为 82.84hm²，超四类（>150mg/L）水质标准面积最大为 60.07hm²。搅动产生 10mg/L 浓度悬浮泥沙向东最大可能扩散距离 1.2km，向西最大可能扩散距离 0.6km。

（4）对生态环境的影响

工程建成后防波堤东侧港池内水体流速变缓，急流性生物将不适宜在港池生活，被迫向港区外移动，局部海洋生态种群结构发生改变；港池内水体温度也将发生一定的变化，甚至水温出现分层现象，改变了原水体中浮游植物、浮游动物、底栖生物的生活环境；防波堤建成后港区内泥沙含量变化，进而改变了原水生生物的环境。

因此，工程建设会对工程周边海洋水文动力环境、地形地貌与冲淤环境产生影响，从而对工程周边海洋生态环境产生一定影响。

（5）环境空气影响评价

施工期对大气的影晌主要是材料运输、施工作业等过程中的扬尘污染，此外还有施工船舶、施工机械和运输车辆的尾气。通过加强管理，采取洒水抑尘及对沙石料加盖篷布等措施可将其影响降低到最小程度。本工程位于烟台港西港区内，周边大气敏感目标距离较远，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。

（6）声环境影响评价

工程线位 200m 范围内没有声环境敏感保护目标分布，因此施工期噪声不会对周边村庄产生明显影响。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。

（7）固体废物环境影响评价

施工期船舶垃圾由施工方委托有资质的单位统一清运处理；陆域生活垃圾统一收集后托环卫部门处理。机械冲洗废水处理产生的废油属于危险废物，委托有资质的危废处置单位处置。

运营期无固体废物产生，不会对环境产生影响。

11.1.6 环境风险

本项目环境风险主要由工程施工阶段的突发事件引起，一方面是来源于海洋灾害如风暴潮、海冰、地震等引发的次生环境危害，另一方面主要是施工船舶事故溢油等对资源环境造成的危害。在落实各项环境风险风险措施及环境风险应急预案的前提下，本项目环境风险可防可控。

11.1.7 总量控制

本项目运营期间无污染物排放，因此无需申请污染物总量控制指标。

11.1.8 公众参与

根据建设单位编制的《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程环境影响评价公众参与说明》内容，公众参与结论如下：

按照《环境影响评价公众参与办法》的有关规定，本次环评公众参与采取公示信息，收集公众意见的方式。项目信息公示期间，未收到反对或质疑该项目建设的公众意见表。

11.2 总结论

本项目符合国家产业政策的要求；符合山东省“十四五”规划、烟台市“十四五”规划、山东省“十四五”海洋生态环境保护规划要求；符合烟台港总体规划及规划环评审查意见；符合国土空间规划，符合“三线一单”、“三区三线”要求。根据环境质量现状调查和影响预测结论，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的情况下，该工程对环境的影响较小，能够满足功能区环境质量标准要求。因此，从生态环境保护角度考虑，本项目建设可行。

11.3 建议与要求

- (1) 严格执行环境保护“三同时”制度。
- (2) 施工期如遇到大风大浪天气，应停止作业，以尽可能减轻施工作业所引起的附近水域悬浮物浓度增量，减少对海洋生物资源和毗邻海洋功能区的影响。
- (3) 严格按照既定的施工工艺进行施工作业，建立切实可行的安全措施，对施工安全加强管理，防止施工船舶含油废水的排放，最大限度地减小施工对海域环境的影响。
- (4) 制定完善的突发环境事件应急预案，定期开展演练和总结，提高突发环境事故应急能力。

附件

附件 1 委托书

委 托 书

山东元让环境科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等法律法规要求，我单位“烟台港西港区液化天然气(LNG)项目防波堤工程”需要执行环境影响评价制度，特委托贵单位承担此次环评工作，编制环境影响报告书，望尽快组织有关人员开展环评工作。

中城乡（烟台）液化天然气有限公司

2023年02月24日



附件 2 相邻海域证及不动产权证

烟台港西港区冷能加工区陆域形成工程海域使用权证书

根据《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规，为保护海域使用权人的合法权益，对用海单位和个人申请登记的本证所列海域权利，经审定，准予登记，颁发此证。

In accordance with the Law of the People's Republic of China on the Management of Sea Area Use and relevant laws and regulations to protect the lawful rights and interests of the owners of the sea area use right, for the sea area rights listed in this certificate as applied for registration by the sea area use entities and individuals, the certificate is issued after they have been examined and permitted for registration.

海域使用权人 Owner of the Sea Area Use Right	烟台港集团有限公司		
地址 Address	山东省烟台市芝罘区北马路 155 号		
项目名称 Project Title	烟台港西港区冷能加工区陆域形成工程		
项目性质 Project Character	经营性		
用海类型 Types of Sea Area Use	I-Class Type	工业用海	
	B-Class Type	其它工业用海	
宗海面积 Area of Sea Plot	38.1758 公顷 (Ha)	海域等级 Grade of Sea Area	三等
用途 方式 Sea Use Pattern	建设填海造地	38.1758 公顷 (ha)	公顷 (ha)
			公顷 (ha)
			公顷 (ha)
用海设施和构筑物 Facilities and Structures at Sea			
终止日期 Deadline	2065-11-01		
登记编号 Registration No.	370000-20150138		

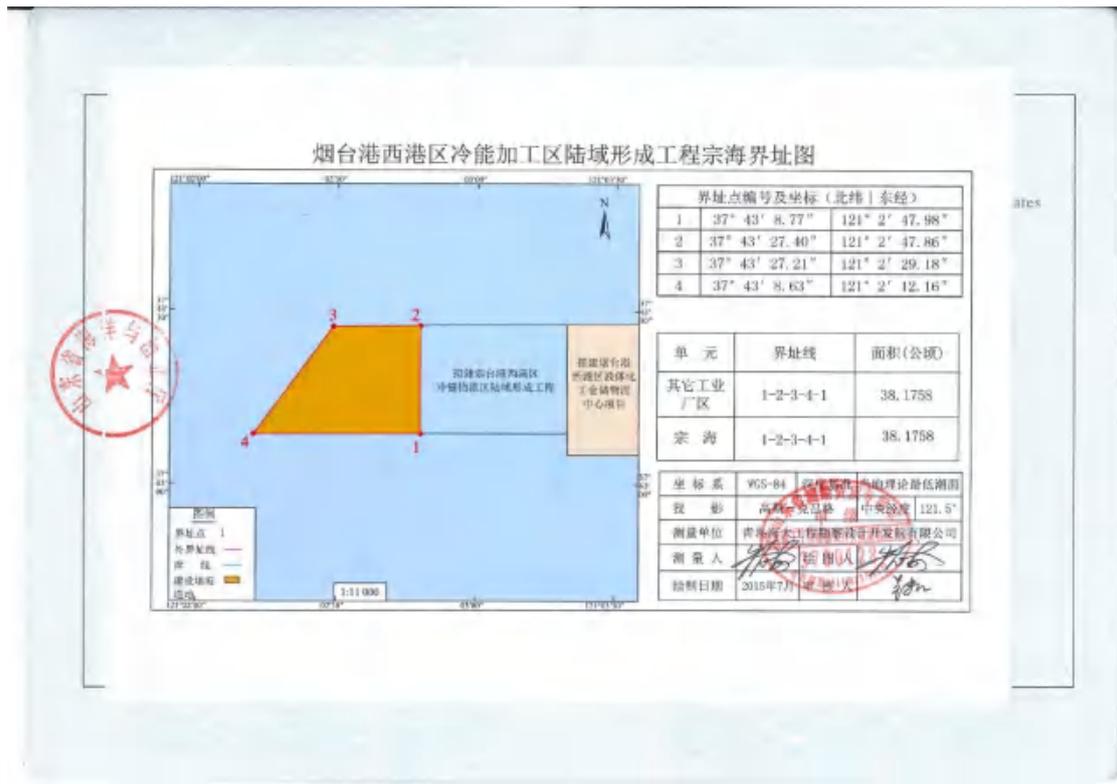
发证机关 (印章) 山东省人民政府 (Seal)
Certificate Issuing Authority

二〇一五年十一月二日
Year Month Date

登记机关 (印章) 山东省海洋与渔业厅 (Seal)
Registration Authority

二〇一五年十一月二日
Year Month Date





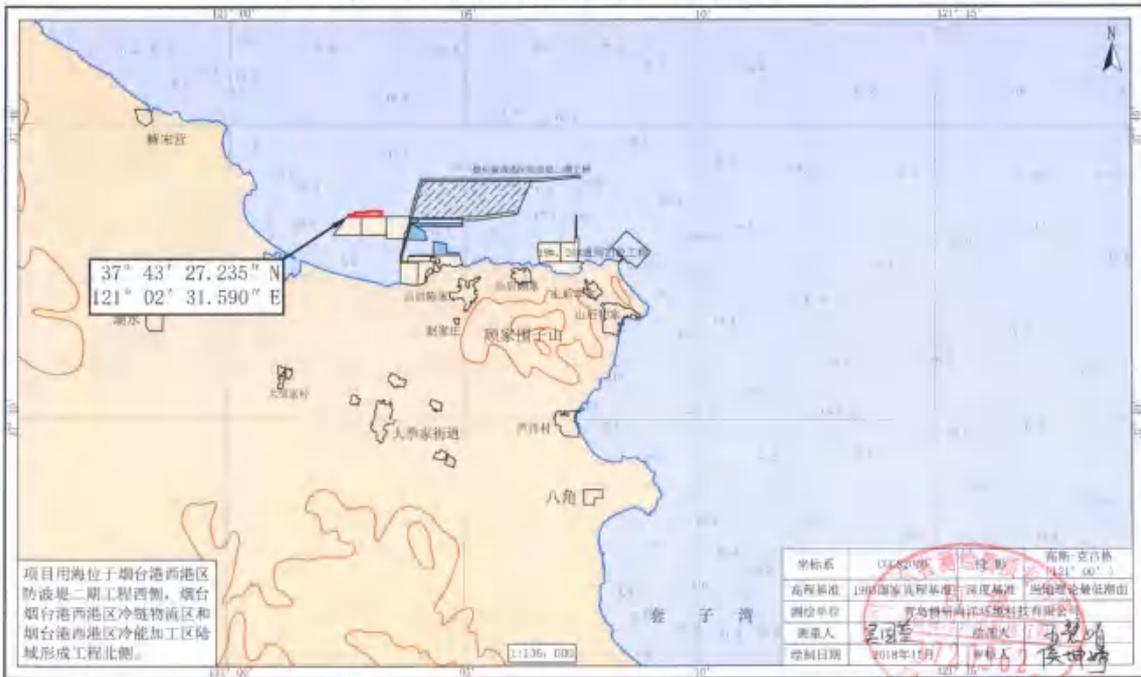
烟台港西港区液化天然气 (LNG) 项目不动产权证书

不动产权第 0000040 号

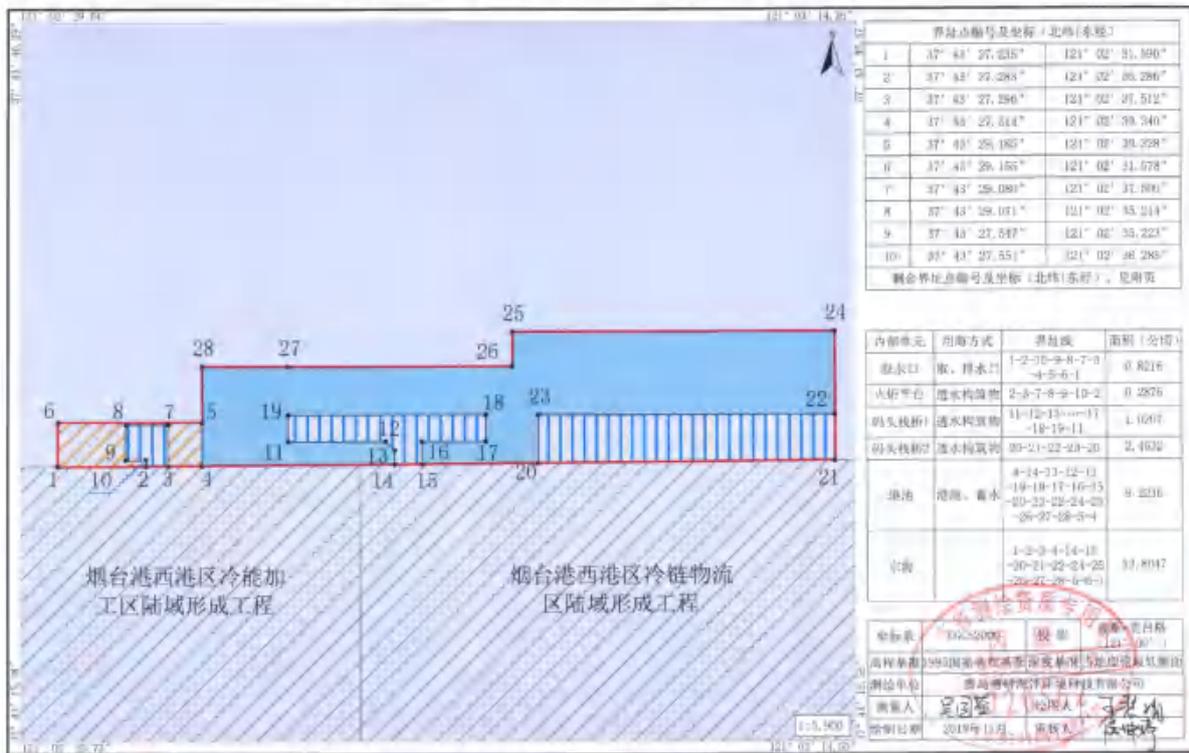
权利人	山东保利协鑫环境能源投资有限公司
共有情况	单独所有
坐落	位于山东省烟台市莱州湾西港区陆域内。
不动产单元号	370811 11111 000010 00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	出让
用途	工业用地/其他工业用途
面积	33.8347公顷
使用期限	2020年06月14日起至2070年06月13日止
权利其他状况	项目名称：烟台港西港区液化天然气 (LNG) 项目 项目性质：新建 开发方式：透水构筑物、排水口、港池、蓄水 开发方式：3.7615公顷+3.2716公顷+2.216公顷

海籍登记号：2020A37061100007

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目宗海位置图



烟台港西港区液化天然气（LNG）项目宗海界址图



烟台黄渤海新区海洋经济发展局文件

烟黄新海发〔2022〕23号

关于烟台港西港区液化天然气(LNG)项目 防波堤工程的用海预审意见

中城乡（烟台）液化天然气有限公司：

你公司提交的烟台港西港区液化天然气(LNG)项目防波堤工程用海预审申请及相关材料收悉。经审查，函复如下：

一、我局原则同意烟台港西港区液化天然气(LNG)项目防波堤工程用海选址、用海面积、方式和用途。烟台港西港区液化天然气(LNG)项目防波堤工程位于山东省烟台市烟台港西港区 LNG 作业区西北侧海域。项目用海不符合《山东省海洋功能区划

(2011-2020年)》蓬莱东部农渔业区(A1-13)、平畅河口特殊利用区(A7-9)的用途管制要求,不相符部分在新的国土空间规划中拟调整为港口功能用海区,办理正式用海审批时项目用海应符合国土空间规划。

二、该项目海域使用论证报告已通过专家评审,按照专家评审意见修改后的论证报告可作为今后该项目用海审核的依据。

三、该项目拟用海域涉及山东安源种业科技有限公司、山东港口烟台港集团有限公司、烟台港西港区发展有限公司、烟台经济技术开发区市政养护与环境卫生管理中心等利益相关者,请你单位妥善处理与利益相关者的关系,避免出现权属争议或用海纠纷。

四、项目用海已通过我局预审,同意按规定申请项目核准。项目核准后,请按投资主管部门核准的规模,按相关规定向审批机关提交海域使用申请材料。

五、根据国家海洋局《海域使用权管理规定》规定,本项目用海预审意见有效期为2年,有效期至2024年11月30日。有效期内,如项目拟用海域选址、用海面积、方式及用途等发生改变,应当重新提出用海预审申请。

黄渤海新区海洋经济发展局

2022年11月30日

烟台黄渤海新区海洋经济发展局办公室

2022年11月30日印发

烟台市人民政府

关于烟台港西港区 LNG 防波堤项目建设用海 纳入国土空间总体规划的承诺函

山东省自然资源厅：

中城乡（烟台）液化天然气有限公司的烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程，规划用海面积 52hm²。

我市承诺将该项目建设用地布局及规模（含空间矢量信息）统筹纳入正在编制的规划期至 2035 年的国土空间规划及“一张图”。

附件：烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程用海示意图



附件

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程用海示意图



烟环审〔2019〕15号

**关于对山东保利协鑫环亚国际能源有限公司
烟台港西港区液化天然气（LNG）项目
环境影响报告书的批复**

山东保利协鑫环亚国际能源有限公司：

你单位《山东保利协鑫环亚国际能源有限公司烟台港西港区液化天然气（LNG）项目环境影响报告书》收悉。经研究，批复如下：

一、拟建项目为新建项目，位于烟台港西港区一期防波堤西侧，设计液化天然气（LNG）周转量为 300 万吨/年。主要建设内容包括港口工程和接收站工程两部分，其中：港口工程设计 LNG 吞吐量 350 万吨/年（含接卸 300 万吨/年、装船 50 万吨/年），建设独立港池、为接收站配套的 26.6 万 m³LNG 卸船泊位 1 个及 5 万 m³LNG 装船泊位 1 个；接收站工程设计接收能力 300 万吨/年，燃气输出量 300 万吨/年（含管道天然气 200 万吨/年、槽车外运 50 万吨/年、转运船外运 50 万吨/年），主要建设 20 万 m³LNG 储罐 3 个，以及火炬平台、气化器、海水取水口、槽车装车区等配套的工艺、公用工程及辅助设施。

接收站工程主要依托烟台港西港区冷链物流区陆域形成工

程和烟台港西港区冷能加工区陆域形成工程填海所成的陆域，两项目已于2015年1月9日取得山东省海洋与渔业厅海洋环境影响报告书的核准意见（鲁海渔函[2015]4号、鲁海渔函[2015]5号）和海域使用权证书（登记编号：370000-20150134、370000-20150138），目前正在进行填海造陆。本项目将在填海造陆工程完成后进行。

项目申请用海总面积13.8047hm²，包括取水口、火炬平台、码头栈桥及港池等，海域使用论证报告书现已通过专家技术评审，并取得自然资源部关于本项目用海预审意见的函，原则同意本项目的用海选址、用海面积、方式和用途。

项目总投资约51.2亿元，其中环保投资5558.717万元。

该项目符合国家产业政策，符合烟台港总体规划、山东省海洋功能区划和山东省近岸海域环境功能区划，在落实报告书中提出的污染防治措施和生态保护措施前提下，对环境的不利影响可得到控制和缓解。我局原则同意报告书所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护对策措施。

二、项目设计、建设和运行管理中应重点做好以下工作：

（一）进一步优化项目设计和施工方案，强化相关环保措施，确保符合生态保护的规定和要求。初步设计阶段应优化、细化环境保护措施，在环保篇章中落实生态保护和环境污染防治各项措施及投资，加强对施工人员的环境保护教育，严格控制施工作业带范围。

加强施工期环境管理。施工车辆封闭运输，运输路线采取硬化、洒水等抑尘措施；场地周边设抑尘围挡；购置商品混凝土，禁止现场搅拌砂浆和混凝土；储罐防腐应尽量减少油漆用量。施工现场设泥沙沉淀池，施工废水沉淀处理后全部回用；生活污水收集后运至烟台新城污水处理厂处理。选用低噪声施工设备，合理进行施工调度，控制施工噪声影响，施工场界噪声须满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。生活垃圾由环卫部门清运，危险废物应集中收集后委托有资质单位处理。

海域施工严格按照设计工序进行，合理安排施工时间，回避鱼类迁徙期、产卵孵化期、雨季及大浪季节施工，加强海水监测；船舶生活污水在陆域接收后运至烟台新城污水处理厂处理，含油污水按照海事部门要求委托处理；船舶垃圾委托有资质的单位处理。

（二）加强大气污染防治工作，落实报告书提出的废气治理措施。浸没燃烧式（SCV）气化器采用低氮燃烧，废气经 30m 高排气筒排放；火炬燃烧废气经 100m 高排气筒排放。SCV 气化器及火炬燃烧废气排放污染物须满足《山东省区域性大气污染物综合排放标准》（DB37/2376-2013）表 2 中“重点控制区”排放浓度要求。食堂油烟须满足《饮食业油烟排放标准》（DB 37/597-2006）“中型”规模浓度限值要求。

加强废气收集设施的运行管理，控制无组织废气排放，非甲

烷总烃厂界浓度须满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)无组织排放监控浓度限值要求。

(三)落实报告书提出的废水处理措施,确保废水有效处理。

生活污水、机修油污水、工作平台冲洗废水、可能受污染场地地面冲洗废水、初期雨水经收集后排入工程新建综合污水处理站处理,满足《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)B等级标准排入新城污水处理厂。应合理设计污水站处理规模和工艺,确保有效运行。

船舶机舱油污水须按照海事部门要求由有资质单位接收处理,不得外排。

工艺冷排水只作热交换,通过余氯在线监测系统控制冷排水中余氯排海量。

(四)选用低噪声设备,对主要噪声源采取隔声、消声、减振等降噪措施,厂界噪声须满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类声环境功能区标准要求。

(五)按固体废物“资源化、减量化、无害化”处置原则,落实各类固体废物特别是危险废物的收集、处置和综合利用措施。

陆域生活垃圾、海水取水泵房过滤物、污水处理站污泥等一般固废,及列入《危险废物豁免管理清单》的机修含油废棉纱均由环卫部门统一处理。

来自疫情地区的船舶固废(船舶生活垃圾、船舶保养废物)

须由具有相应资质的卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理；非疫情地区的船舶固废由山东牧源发展有限公司接收处理。

污水处理站废油泥及废机油等危险废物委托有资质的单位进行处置。

按照相关要求分别设置一般废物和危险废物暂存场所，加强危险废物储存、运输和处置的全过程环境管理，防止二次污染。危险废物转移实施转移联单制度，防止流失、扩散。

（六）落实报告书提出的各项环境风险预防措施，制定完善环境风险应急预案，完善三级防控体系，定期组织开展环境风险应急演练。项目在码头操作区、储罐区、气化装置区及 LNG 装车区均设置集液池，建设 1 座 2500m³ 事故水池，落实污水及雨水排放系统切断措施，事故状态污水不得外排至海域。

（七）项目主要污染物排放总量应控制在 SO₂ 3.611t/a、NO_x 67.3667t/a、颗粒物 8.4178t/a、VOCs 0.8476t/a、COD 2.31t/a、氨氮 0.23t/a 之内。

（八）项目试生产前，应编制完成环境风险应急预案，取得烟台市生态环境局经济技术开发区分局的预案评估备案证明。

（九）强化环境信息公开与公众参与机制。按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》要求，落实建设项目环评信息公开主体责任，在工程开工前、建设过程中、建成和投入生产或使用后，及时公开相关环境信息。加强与周围公众的沟通，及时

解决公众提出的环境问题，满足公众合理的环境诉求。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

四、若建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防治生态破坏的措施等发生重大变动，你单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。若环评文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设，你单位应当将环境影响评价文件报批我局重新审核。

五、由烟台市生态环境局经济技术开发区分局负责项目建设和运营期间的环境保护监督管理。

六、你单位应当在收到本批复文件起10个工作日内，将本批复意见和批准后的环境影响报告书送烟台市生态环境局经济技术开发区分局，接受各级生态环境部门的监督管理。

烟台市生态环境局

2019年4月2日

信息公开属性：主动公开

烟台市生态环境局办公室

2019年4月2日印发

附件 6 利益相关者证明

证 明

中城乡（烟台）液化天然气有限公司拟建设烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程，该项目建设及运营不会影响港区正常生产作业，我单位均已了解，同意该项目建设。

特此证明。

山东港口烟台港集团有限公司

2022年10月25日



证 明

中城乡（烟台）液化天然气有限公司拟建设烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程，该项目建设及运营不会影响港区正常生产作业，我单位均已了解，同意该项目建设。

特此证明。

烟台港西港区发展有限公司

2022年10月25日



证 明

山东保利协鑫环亚国际能源有限公司拟建设烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程，该项目施工产生的悬浮泥沙对我单位养殖用海产生暂时影响，我单位已知悉，同意该项目建设。

特此证明。

山东安源种业科技有限公司

2021年12月2日



烟台市人民政府

烟政字〔2022〕63号

烟台市人民政府 关于同意烟台港西港区规划方案 局部调整的批复

市交通运输局：

你局《关于对烟台港西港区规划方案局部调整进行审批的请示》（烟交呈〔2022〕63号）收悉。经研究，原则同意《烟台港西港区规划方案局部调整》（以下简称《规划调整》）；同意本次规划调整涉及的三处调整内容：将液体散货作业区码头泊位等级从5—10万吨级调整至5—15万吨级；将防波堤轴线位置向港池侧移动，最大调整距离约150米；将西港区铁路走形线以南、第一

大道以北的尚未建设区域由通用码头作业区和干散货码头作业区调整为综合物流区。

你局要依据《中华人民共和国港口法》《港口规划管理规定》要求，严格执行《规划调整》并实施监督管理，确保在烟台港西港区范围内建设港口设施符合调整后的规划。



烟台市人民政府办公室

2022年9月6日印发

中华人民共和国环境保护部

环审〔2016〕79 号

关于《烟台港总体规划修订 环境影响报告书》的审查意见

烟台市人民政府：

2016 年 4 月 13 日，我部会同交通运输部在山东省烟台市召开了《烟台港总体规划修订环境影响报告书》（以下简称《报告书》）审查会。有关部门代表和特邀专家共 18 人组成审查小组（名单附后），对《报告书》进行了审查，形成审查意见如下：

一、烟台港位于山东半岛东北部的烟台市，是我国沿海主要港口之一。2007 年 8 月，交通运输部和山东省人民政府联合批复了《烟台港总体规划》（交规划发〔2007〕437 号），2011 年 12 月，我部出具了《关于烟台港总体规划环境影响报告书的审查意见》（环审

[2011]361号)。随着烟台港近年来发展战略的调整,烟台市港航管理局编制了《烟台港总体规划修订》(以下简称《规划》)。《规划》范围为烟台市所辖的各港区陆域及水域,规划基准年为2012年,规划水平年为2020年和2030年。《规划》预测2020年、2030年货物吞吐量分别为4亿吨和5.4亿吨,规划港口岸线总长110.3公里。

《规划》总体布局为“一港十区”。“一港”为烟台港,“十区”为莱州港区、龙口港区、栾家口港区、蓬莱西港区、长岛港区、蓬莱东港区、西港区、芝罘湾港区、牟平港区、海阳港区。《规划》新增、调整航道16条,新建、扩建、调整锚地28处。与2007版规划相比,本次《规划》2020年货物吞吐量增加了1.57亿吨,规划岸线利用长度增加了13公里。

二、《报告书》在环境质量现状调查和环境影响回顾性评价的基础上,识别了《规划》涉及的生态环境敏感目标,分析了《规划》与相关政策、规划的协调性,预测评价了《规划》实施对海洋生态、海洋水环境、大气环境及生态环境敏感目标等可能带来的不利环境影响,进行了环境风险评价以及岸线、土地和水资源承载力分析,论证了《规划》的环境合理性,开展了公众参与,提出了《规划》优化调整建议以及避免或减缓不利环境影响的对策与措施。《报告书》基础资料较丰富,评价方法基本适当,环境影响分析预测较合理,提出的《规划》优化调整建议和减缓不利环境影响的对策措施可

行,评价结论总体可信,可以作为《规划》优化调整 and 实施的依据。

三、总体上看,《规划》与《全国沿海港口布局规划》基本协调,但与山东省海洋功能区划、近岸海域环境功能区划、海洋生态红线划定方案等不完全协调。《规划》范围内分布或紧邻自然保护区、海洋特别保护区、国家级水产种质资源保护区、沿海湿地公园、渔场及经济鱼类“三场”等众多环境敏感区及斑海豹等珍稀物种,生态环境敏感。《规划》实施将对相关海域生态环境造成不利影响,进一步加大区域环境风险。因此,应依据《报告书》和审查意见,进一步调控开发规模,优化布局及功能定位,严格控制围填海和自然岸线占用,强化环境保护措施,有效预防或减缓《规划》实施可能带来的不利环境影响。

四、《规划》优化调整 and 实施过程中应重点做好的工作

(一)坚持“尊重自然、顺应自然、保护自然”的生态文明理念,进一步优化《规划》方案,处理好保护和发展的关系。立足于生态系统完整性保护,将相关区划、红线区、重要环境敏感区和重要鱼类生境等明确纳入需严格保护的生态空间,作为开发建设的底线,合理确定岸线开发强度和开发空间范围。落实严格的自然岸线保护和围填海控制制度,严控开发规模,提高岸线、土地资源利用效率,规划环评建议取消的港口岸线应作为自然岸线予以保护和修复,相关开发建设不再占用。优化港区布局,整合港区功能。协调优化临港工业区产业定位和规模,严格产业准入,并进一步推进

《规划》与城市可持续发展相协调。

(二)优化《规划》岸线和各港区的布局,确保符合海洋功能区划和近岸海域环境功能区划要求。取消蓬莱东鸳鸯石~刘家旺4.2公里岸线;莱州港区朱旺作业区规划岸线及相应围填海不纳入本轮规划,取消莱州港区海庙作业区的预留发展区和临港工业区,缩减围填海面积;缩减龙口港区招远作业区围填海面积,确保避让莱州湾中国对虾渔业海域限制区;优化牟平港区远景预留区布局方案,缩减围填海面积。优化锚地空间布局,尽量避让海洋生态敏感区,西港区LNG船舶锚地、危险品船舶锚地和第五引航检疫锚地应调整至烟台西港区北港口航运区和烟台西港区东北港口航运区。

(三)避让自然保护区等环境敏感区。取消海阳港区烟墩石岚~姜家石岚2.7公里预留港口岸线及远景预留发展区,缩减海阳港区临港工业区、蓬莱东港区中部作业区和东部作业区规模,并优化布局,避让烟台沿海防护林省级自然保护区;长岛港区不得新增生产性码头,避免对海洋保护区及长岛国家级自然保护区和庙岛群岛海豹省级自然保护区等环境敏感区造成不利影响。

(四)加强海洋生态和渔业资源保护。优化莱州港区、龙口港区、西港区、长岛港区等港区及规划水域空间布局,尽量避让国家级水产种质资源保护区及重要产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道,严格按照海洋生态红线划定方案提出的管控要求,在海洋生态

红线区内禁止围填海、截断洄游通道等开发活动,避免对渔业资源产生重大不利影响。栾家口、海阳等港区及航道建设应避让海洋特别保护区。

(五)在符合城镇规划的基础上,加快新老港区功能整合,妥善解决现有港区存在的环境问题。芝罘湾港区应逐步转出集装箱运输功能,优先转移危险品集装箱,降低对城市的环境风险隐患。西港区集装箱码头建设时序应与芝罘湾港区等集装箱运输转移衔接。牟平港区加快推进货运功能调整,以发展旅游客运为主,进一步保护城市生活空间,降低环境污染。

(六)强化海洋生态保护和污染防治措施。建立渔业资源损害补偿机制,开展增殖放流、海洋牧场、人工鱼礁等生态修复工作。干散货作业区应实现封闭(半封闭)堆存或建设防风抑尘设施,采取有效措施控制油品和化工品码头的无组织排放。港区污水应排入污水管网集中处理或经自建处理设施处理达标后回用。落实船舶污染物接收和处置体系建设,严格管理船舶压载水排放,防治外来海洋生物入侵。

(七)加强环境风险防范。严格限定和管理港区运输货种,加大船舶航行安全保障和风险防范力度。强化各港区环境风险防范体系建设,落实与港区油品和液体化学品事故污染风险相匹配的应急能力建设,完善应急响应的海域和区域联动机制,有效防范环境风险。

(八)在《规划》实施过程中,每隔五年左右进行一次环境影响跟踪评价;《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。

五、《规划》所包含的近期建设项目在开展环境影响评价时,应强化规划环评对项目环评的指导和约束作用,重点分析项目实施对近岸海域生态环境、海洋水环境产生的影响;涉及自然保护区、海洋保护区、水产种质资源保护区、鱼类产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道等环境敏感区域及危险化学品运输功能的,应就其影响方式、范围和程度开展深入分析和预测,强化环保措施和环境风险防范,预防或者减轻项目实施可能产生的不利环境影响。规划协调性分析内容可适当简化。

附件:《烟台港总体规划修订环境影响报告书》审查小组名单

环境保护部
2016年6月8日

附件

《烟台港总体规划修订环境影响报告书》
审查小组名单

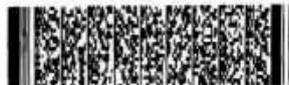
刘鲁君	环境保护部南京环境科学研究所	研究员
窦硕增	中国科学院海洋研究所	研究员
陈碧鹏	中国水产科学研究院黄海水产研究所	研究员
李向阳	中交第二航务工程勘察设计院有限公司	教 高
张怀德	山西省气象科学研究所	研究员
李王峰	清华大学战略环境评价研究中心	副主任
娄安刚	中国海洋大学	教 授
熊德琪	大连海事大学	教 授
张广普	烟台市环境保护科学研究所	研究员
周海丽	环境保护部环境影响评价司	调研员
杨建刚	交通运输部综合规划司	副调研员
郭 睿	农业部渔业渔政管理局	处 长
李盛泉	山东海事局	处 长
梁 伟	山东省环境保护厅	主任科员
马 杰	山东省交通运输厅	主任科员
刘培学	山东省海洋与渔业厅	副处长

王文祥 烟台市环境保护局 科 长
杜 娜 烟台市海洋与渔业局 科 长

抄 送：交通运输部、农业部，山东海事局，山东省环境保护厅、交通运输厅、海洋与渔业厅，烟台市环境保护局、海洋与渔业局、规划局、林业局、港航管理局，长岛国家级自然保护区管理局，交通运输部规划研究院，环境保护部华东环境保护督查中心、环境工程评估中心。

环境保护部办公厅

2016年6月12日印发



中城乡（烟台）液化天然气有限公司文件

烟液工发〔2022〕23 号

签发人：王小锋

关于烟台 LNG 项目防波堤与大季家 深海排污管线位置关系的说明

烟台黄渤海新区综合执法局：

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程位于烟台港西港区 LNG 作业区以北，大季家深海排污管线东侧。全长 3813.2m，采用抛石斜坡堤结构。目前防波堤工程正在开展海域论证工作，根据海洋经济发展局要求，项目用海批复前需取得排污管线主管部门同意防波堤建设的意见。经调研，该排污管线主管部门为贵局下属的市政养护与环境卫生管理中心（以下称“管理中心”），经与管理中心沟通，其向我司出具《关于烟台港西港

区 LNG 项目建设意见的复函》(见附件 1)。针对该文函内容,我司委托青岛博研海洋环境科技有限公司和中交第一航务工程勘察设计院有限公司对相关事项进行论证。具体论证情况如下:

一、关于防波堤建设对排放功能区的影响问题

我司委托青岛博研海洋环境科技有限公司开展《污染物排放数值模拟》(见附件 2),根据试验结果,防波堤建成后,增强了排放功能区洋流的流动能力,有助于排放区污染物的净化效果。同时,防波堤的建设虽然增大污染物的扩散范围,但没有超出排放功能区的范围,排污管线无需重新申请排污范围。相关报告已提交管理中心,管理中心对其结论无异议。

二、关于防波堤在施工作业过程中对现有管线的影响问题

我司委托中交第一航务工程勘察设计院有限公司开展位置分析并出具说明文件(见附件 3),根据说明文件内容,防波堤工程建设过程中对已建排污管线从位置关系考虑基本无影响。我司将在防波堤施工前要求施工单位出具安全保障方案,方案中会针对排污管线工程提供保护措施,并且严格管理,确保相关措施落实到施工过程中。

三、关于防波堤工程对远期排污管线的影响问题

经咨询管理中心,远期排污管线目前尚未完成可行性研究报告。我司防波堤工程已通过省交通厅行业审查,将于 2023 年 2 月完成项目立项审批。就两个项目推进速度来看,防波堤工程会先于远期管线工程建成。因此,防波堤建设过程不存在影响该远

期管线情况。且我司会在远期管线建设过程中全力配合相关单位做好相关工作。

- 附件：1. 《关于烟台港西港区 LNG 项目建设意见的复函》
2. 《污染物排放数值模拟》
3. 一航院关于防波堤工程与污水排污管线位置说明

中城乡（烟台）液化天然气有限公司

2022年11月17日

（联系人：项琨，电话：15063820880）

抄报：烟台黄渤海新区海洋经济发展局

烟台 LNG 综合部

2022年11月17日印发

关于烟台港西港区 LNG 项目建设意见的复函

山东保利协鑫环亚能源有限公司：

你公司拟建设烟台港西港区液化天然气（LNG）项目取排水口工程、专用通道工程、防波堤工程，意见征询函已收悉。根据你公司函件内容，我中心原则上同意该函件所述 LNG 建设工程，但必须满足以下前提：

1. 该工程建设前须出具深海排放功能干扰情况、洋流分析等相应评估报告，建设过程及建成后不得影响深海排放海洋功能区正常使用，不得影响深海排放工程尾水排放；

2. 施工前，你公司须委托专业机构出具深海排放工程保护技术可行性方案，施工过程中严格按照方案及相关规定作业，避免对该管线造成破坏；

3. 因烟台开发区拟于现状深海排放管线东侧新增一条深海排放管线，该 LNG 项目建设过程及建成后不得影响或阻止该深海排放管线敷设，保障开发区污水处理系统正常运转。

烟台经济技术开发区
市政养护与环境卫生管理中心
2021年12月27日



1 污染物排放数值模拟

1.1 污水排放情况

结合污水处理厂现状及近期污水排放情况，本项目污水排放量按照 7.9 万吨/天进行数值模拟。

1.2 物质输运方程

⊙ 二维污染物对流扩散控制方程

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}(hD_x \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(hD_y \frac{\partial c}{\partial y}) - Fc + s$$

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， $s=Q_s C_s$ ，式中 Q_s 为单位面积内点源排放量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)，

C_s 为污染物排放浓度 (kg/m^3)；

F 为衰减系数。

⊙ 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。

⊙ 初始条件

$$c(x, y)|_{t=0} = 0$$

1.3 污染物浓度预测

1.3.1 与浓度预测有关的问题

(1) 物质浓度

⊙ 浓度换算

根据有关研究成果， COD_{Cr} 浓度约为 COD_{Mn} 浓度的 3 倍，本报告给出的污染物浓度均以 COD_{Mn} 表示。

◎ 衰减系数

根据祁超征（2002）的研究成果，本次模拟 COD 衰减系数按 0.3/d 计；其他污染物均按照不衰减进行模拟。

（2）预测的浓度最大增量和平均浓度增量

最大浓度增量指的是该格点上各时刻数据中最高的瞬时浓度，浓度增量等值线是各点最高瞬时浓度的连线；平均浓度增量指的是该网络上各时刻平均浓度值的连线。

（3）源强取值

污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级标准的 A 标准， COD_{Cr} 浓度为 50mg/L，换算成 COD_{Mn} 浓度约 16.7mg/L； NH_3-N 浓度为 8mg/L。

模拟污水排放时间为 1 个月，使污染物浓度达到稳定状态。

（4）本底浓度

根据中国海洋大学 2020 年 10 月（秋季）和 2020 年 4 月（春季）在排污区附近海域的水质现状调查结果。

取排污口附近污染物浓度较大的监测数据作为本底值，COD 浓度为 1.33 mg/L，无机氮浓度为 0.17 mg/L。

（5）氨氮源强及无机氮预测结果关系说明

由于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中只有 NH_3-N 和总氮最高允许排放浓度，而《海水水质标准》（GB3097-1997）中，只有无机氮浓度的标准值，考虑到污水处理厂排放污水中无机氮主要以氨氮为主，硝酸氮和亚硝酸氮含量较小。模拟预测时源强按照氨氮浓度输入模型，计算得到氨氮浓度扩散范围，叠加海水水质现状的无机氮监测结果，得到无机氮模拟预测结果，按照《海水水质标准》（GB3097-1997）评价无机氮的超标面积。以下预测结果均以无机氮表示。

1.3.2 数值模拟预测结果分析

考虑到污水处理厂污染物超标范围影响因子主要为无机氮，cod 超标范围明

显小于无机氮，本次分析选取工程建设前后的无机氮超标范围进行对比分析。

1、现状无机氮最大扩散范围

叠加本底无机氮浓度 0.17mg/L 后，无机氮浓度超第四类海水水质环境质量标准（0.5mg/L）面积约 1.37 公顷；超第三类海水水质环境质量标准（0.4mg/L）面积约 2.55 公顷；超第二类海水水质环境质量标准（0.3mg/L）面积约 6.39 公顷，超二类水质最大扩散距离约 0.21km。

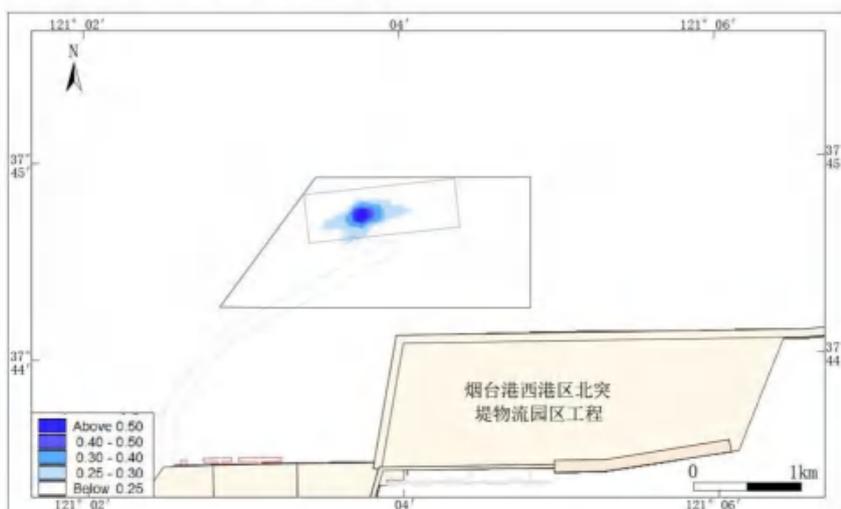


图1 现状无机氮扩散范围

2、防波堤建成后无机氮最大扩散范围

叠加本底无机氮浓度 0.17mg/L 后，无机氮浓度超第四类海水水质环境质量标准（0.5mg/L）面积约 1.02 公顷；超第三类海水水质环境质量标准（0.4mg/L）面积约 1.70 公顷；超第二类海水水质环境质量标准（0.3mg/L）面积约 3.71 公顷，超二类水质最大扩散距离约 0.24km。

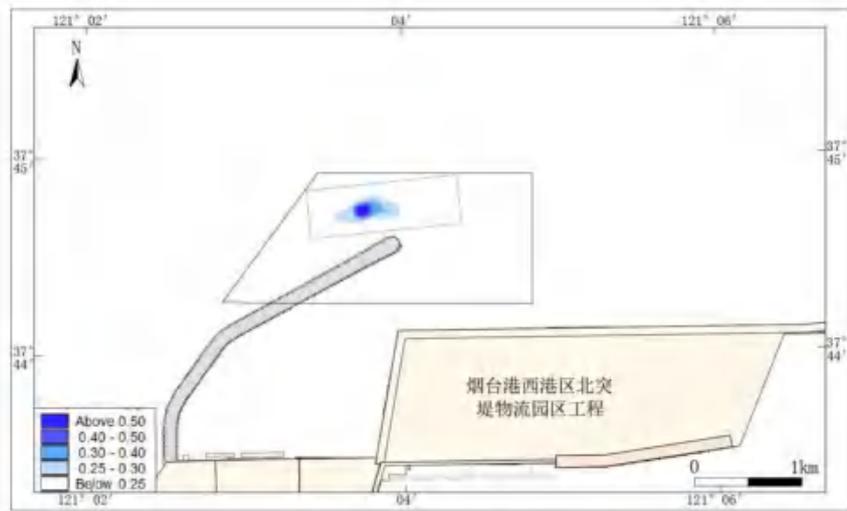


图2 防波堤建成后无机氮扩散范围

3、防波堤建设对污染物扩散影响分析

防波堤建设前后对比可知：防波堤建设后无机氮超标范围明显减小，超第四类海水水质环境质量标准（0.5mg/L）面积减小约 2.68 公顷；超第三类海水水质环境质量标准（0.4mg/L）面积减小约 0.85 公顷；超第二类海水水质环境质量标准（0.3mg/L）面积减小约 0.35 公顷。超二类水质最大扩散距离有所增加，增加距离约 0.03km。

4、污染物超标范围减小原因分析

由于污染物扩散范围主要受水深和水动力条件决定。水深增大、水动力增强有利于污染物扩散，超标范围减小。防波堤建设不会对排放口附近的水深产生明显的影响，水深引起污染物扩散范围变化较小。工程建设前后潮流场对比可知，防波堤建成后，堤头附近潮流场流速明显增加，流速增加有利于污染物扩散，因此，无机氮污染物超标范围相应的减小。

表1 工程建设前后污染物扩散范围对比表

工况	超二类水质范围 (公顷)	超三类水质范围 (公顷)	超四类水质范围 (公顷)	超二类水质最大 扩散范围(千米)
现状	6.39	2.55	1.37	0.21
建成后	3.71	1.70	1.02	0.24
变化情况	-2.68	-0.85	-0.35	0.03

注：“-”代表工程后减小

5、小结

防波堤建设后无机氮超标范围明显减小，无机氮超二类水质范围均位于已确权混合区内，无需新申请海域。

青岛博研海洋环境科技有限公司

2022.2.28



说 明

本工程为“烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程”，拟建防波堤西侧为已建大季家排污管线，根据相关规划文件，LNG 码头位置需按照总体规划布置，为保证防波堤建设不影响现状排污管线，结合其结构设计方案，需将其布置在规划码头与排污管线之间，其轴线距排污管线中心线最小距离为 110m，如图 1 所示：

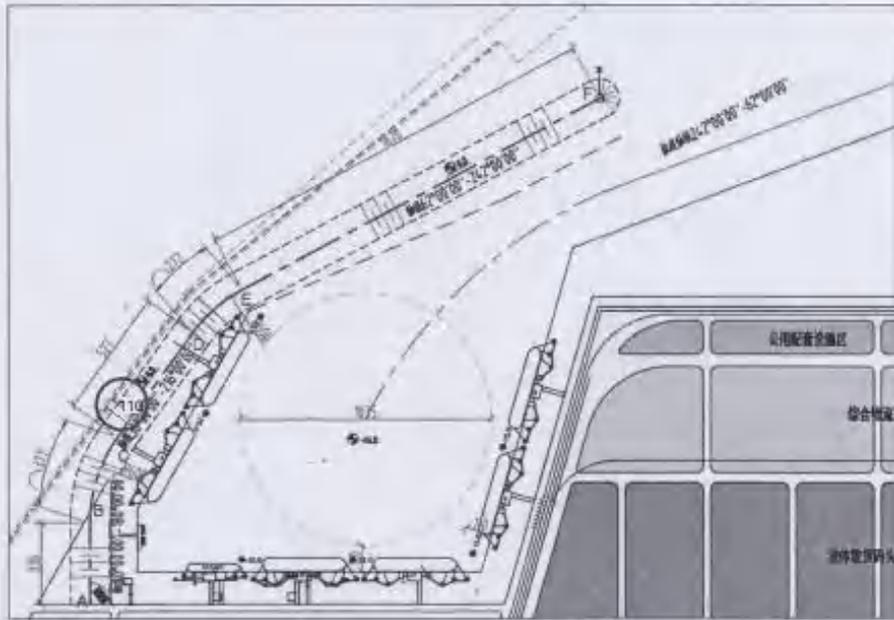
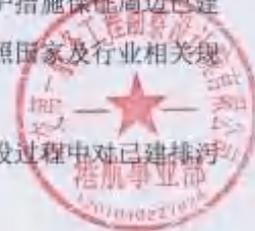


图 1 防波堤平面布置图

本工程防波堤采用抛石斜坡堤结构，如图 2，轴线距坡脚约 65m；大季家排污管线结构如图 3，其中心线距边坡顶面约 19m；故按照平面布置，防波堤坡脚距排污管线边坡顶面最小净距为 $110-65-19=26\text{m}$ ；设计方在施工图设计阶段会明确提出“施工过程中需严格控制施工质量，采取相应施工维护措施保证周边已建结构的安全稳定性”的要求，施工单位在施工过程中严格按照国家及行业相关规范执行，并满足工程最终验收标准。

综上，防波堤与排污管线满足安全距离要求，本工程建设过程中对已建排污管线从位置关系角度考虑基本无影响。



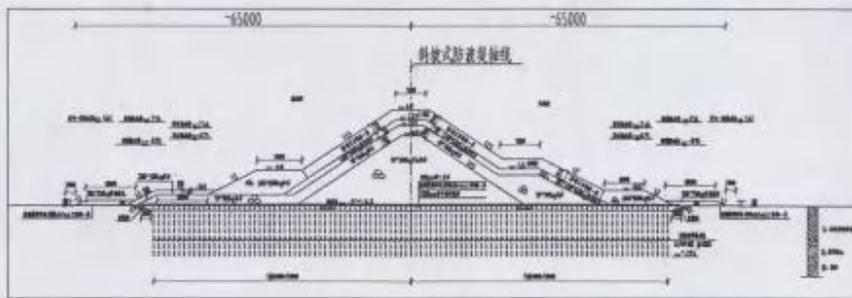


图2 防波堤结构断面图

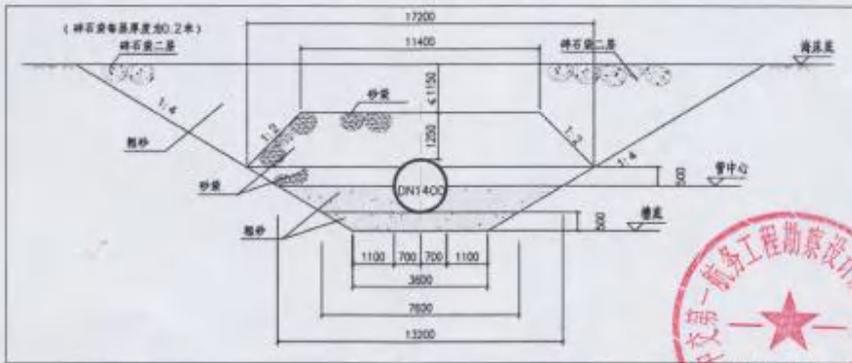


图3 大季家排污管线结构断面图



山东省发展和改革委员会文件

鲁发改项审〔2023〕303号

山东省发展和改革委员会 关于烟台港西港区液化天然气（LNG）项目 防波堤工程可行性研究报告的批复

烟台市发展改革委：

你委《关于报送中城乡（烟台）液化天然气有限公司烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程可行性研究报告的请示》（烟发改基础〔2023〕9号）收悉。经研究，批复如下：

一、为完善烟台港西港区港口功能，改善港池稳泊、作业区船舶靠离泊和作业条件，为烟台港西港区 LNG 接收站稳定运营提供保障，同意建设烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程（项目代码：2212-370000-04-01-918388）。

二、同意项目位于烟台港西港区 LNG 作业区西北侧。项目新建防波堤长 3183.2 米，其中接陆段长 336 米，连接段长 527.5 米，外海段长 1670.4 米，三段防波堤间以转弯半径为 600 米的圆弧段衔接。设计顶高程 6 米，采用抛石斜坡堤结构。

- 1 -

三、工程总投资约 169986 万元，其中资本金占 20%，由中城乡（烟台）液化天然气有限公司自有资金解决；其余资金除申请交通运输部补助外，通过中城乡（烟台）液化天然气有限公司自筹解决。中城乡（烟台）液化天然气有限公司作为项目法人，具体负责项目的建设和管理。

项目建设工期为 24 个月。

四、要严格落实国家和我省环保、节能、文物保护等规定要求。项目建设中的勘察、设计、施工、监理等采购活动要严格执行《招标投标法》等有关法律、法规和规定。

五、在建设运营过程中，要严格落实环评、通航、安全生产等相关规定措施，确保项目顺利建设实施。认真落实各项社会稳定风险对策措施，切实维护人民群众切身利益和社会稳定。

六、如需对本项目文件规定的有关内容进行调整，请及时以书面形式报告我委，并按有关规定办理。

附件：烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程
招标事项核准意见

山东省发展和改革委员会
2023 年 8 月 22 日

附件：

**烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程招标
事项核准意见**

单项名称	招标范围	招标组织形式	招标方式	备注
勘 察	全部招标	委托招标	公开招标	
设 计	全部招标	委托招标	公开招标	
建安工程	全部招标	委托招标	公开招标	
监 理	全部招标	委托招标	公开招标	
设 备	全部招标	委托招标	公开招标	

审批部门核准意见说明：

同意按上述核准意见进行招标，同时提出以下要求：

一、招标范围。勘察、设计、建安工程、监理、设备全部招标。

二、招标组织形式。全部内容采取委托招标形式。

三、招标方式。全部内容采取公开招标方式。

四、本项目应当在公共资源交易平台进行招标，应当在“全国公共资源交易平台（山东省）/山东省公共资源交易网”或者“中国招标投标公共服务平台”上发布招标公告。

五、要严格按照《中华人民共和国招标投标法》、《中华人民共和国招标投标法实施条例》、《山东省实施〈中华人民共和国招标投标法〉办法》及国家和省的有关规定进行招标，招标行为要规范、公正、公平。

山东省发展和改革委员会

政府信息公开选项：不予公开

抄送：省自然资源厅、省生态环境厅、省交通运输厅、省文化和旅游厅，烟台市行政审批局，烟台黄渤海新区海洋经济发展局。

山东省发展和改革委员会办公室

2023年8月24日印发



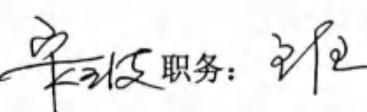
正本

中国海洋大学
海洋监测与检测中心

检(监)测报告

海大(检)No. HDJC2020-021

委托单位: 烟台港集团有限公司
项目名称: 烟台开发区海域海洋环境现状调查
检测样品: 海水水质、海洋沉积物、海洋生物
检测部门: 海洋化学分析与检测实验室、
生物体分析实验室等

批 准: 宋波  职务: 主任

签发日期: 2020 年 10 月 27 日

检测单位: 中国海洋大学海洋监测与检测中心(检验检测专用章)



声 明

- 1、报告无检测单位检验检测专用章无效；
- 2、复制报告未重新加盖检测单位检验检测专用章无效；
- 3、报告无检测人、审核人、授权签字人签字无效；
- 4、报告涂改、增删无效；
- 5、对检测报告有异议时，应于收到报告之日起三十日内向检测单位提出，逾期不予受理；
- 6、委托送样检测，仅对送样检测结果负责，不对样品来源负责；
- 7、检测结果仅对本次样品负责；
- 8、未经中心书面批准，不得复制检测报告。
- 9、本报告一式五份，正本一份和副本二份交客户；副本二份由中心和各专业实验室各存档一份。

竭诚欢迎社会各界对本中心工作提出批评和建议，以不断提高我中心检测水平和服务质量，满足委托方的要求，更好地服务于社会。

单 位：中国海洋大学海洋监测与检测中心

地 址：青岛市松岭路 238 号

电 话：0532—66781800

传 真：0532—66781800

邮 编：266003

E-mail: hdjc@ouc.edu.cn

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

No. HDJC2020-021

样品名称	海水水质、海洋沉积物、海洋生物	样品数量	海水水质 63 份, 沉积物 13 份, 生物 13 份
委托单位	名称: 烟台港集团有限公司 地址: 山东省烟台市芝罘区北马路 155 号 电话: 0535-6742102	采样(送样)的方式	送检
送检日期	2020 年 04 月 11 日	检测日期	2020 年 04 月 11 日-4 月 20 日
检测样品性质、状态、数量及标识描述	<p>海水水质样品:</p> <p>1、样品状态: 无色、无异味、透明海水, 分装于玻璃瓶和塑料瓶中, 密封低温保存。</p> <p>2、样品数量: 其中 24 个油类样品分装于玻璃瓶中; 63 份溶解氧样品分装于溶解氧瓶中, 每份平行双样; 63 个化学需氧量样品装于 1000 ml 塑料瓶中; 63 个悬浮物样品装于 1000 ml 塑料瓶中; 63 个叶绿素 a 样品装于 500 ml 塑料瓶中; 其余样品分装于塑料瓶, 1000 ml/瓶。</p> <p>3、原样品编号: YT-1 (表)~YT-22 (表), YT-1 (中)~YT-3 (中), YT-5 (中)~YT-7 (中), YT-9 (中)~YT-15 (中), YT-17 (中)~YT-19 (中), YT-21 (中), YT-23 (中), YT-24 (中), YT-1 (底)~YT-22 (底); YT1~YT24 (油); YT-1 (表) (COD)~YT-22 (表) (COD), YT-1 (中) (COD)~YT-3 (中) (COD), YT-5 (中) (COD)~YT-7 (中) (COD), YT-9 (中) (COD)~YT-15 (中) (COD), YT-17 (中) (COD)~YT-19 (中) (COD), YT-21 (中) (COD), YT-23 (中) (COD), YT-24 (中) (COD), YT-1 (底) (COD)~YT-22 (底) (COD); YT-1 (表) (DO)~YT-22 (表) (DO), YT-1 (中) (DO)~YT-3 (中) (DO), YT-5 (中) (DO)~YT-7 (中) (DO), YT-9 (中) (DO)~YT-15 (中) (DO), YT-17 (中) (DO)~YT-19 (中) (DO), YT-21 (中) (DO), YT-23 (中) (DO), YT-24 (中) (DO), YT-1 (底) (DO)~YT-22 (底) (DO); YT-1 (表) (Chl-a)~YT-22 (表) (Chl-a), YT-1 (中) (Chl-a)~YT-3 (中) (Chl-a), YT-5 (中) (Chl-a)~YT-7 (中) (Chl-a), YT-9 (中) (Chl-a)~YT-15 (中) (Chl-a), YT-17 (中) (Chl-a)~YT-19 (中) (Chl-a), YT-21 (中) (Chl-a), YT-23 (中) (Chl-a), YT-24 (中) (Chl-a), YT-1 (底) (Chl-a)~YT-22 (底) (Chl-a); YT-1 (表) (SS)~YT-22 (表) (SS), YT-1 (中) (SS)~YT-3 (中) (SS), YT-5 (中) (SS)~YT-7 (中) (SS), YT-9 (中) (SS)~YT-15 (中) (SS), YT-17 (中) (SS)~YT-19 (中) (SS), YT-21 (中) (SS), YT-23 (中) (SS), YT-24 (中) (SS), YT-1 (底) (SS)~YT-22 (底) (SS)。</p> <p>4、实验室样品编号: SZ (S) 200411-001~SZ (S) 200411-063; SZ (S 油)200411-001~SZ (S 油)200411-024; SZ (SCOD)200411-001~SZ (SCOD)200411-063; SZ (SDO)200411-001~SZ (SDO)200411-063; SZ (SS)200411-001~SZ (SS)200411-063; SW (SChl-a)200411-001~SW (SChl-a)200411-063; 见附表 1-6。</p> <p>海洋沉积物样品:</p> <p>1、样品状态: 无异味, 分装于塑料袋和玻璃瓶中, -20℃ 冷冻保存。</p> <p>2、样品数量: 13 份, 每份样品分装于两瓶玻璃瓶和一袋自封袋中, 共计 39 个, 每个约 200g。</p> <p>3、原样品编号: YT-02、YT-04、YT-05、YT-06、YT-07、YT-08、YT-10、YT-12、YT-13、YT-15、YT-18、YT-20、YT-22; YT-02 (油), YT-04 (油), YT-05 (油), YT-06 (油), YT-07 (油), YT-08 (油), YT-10 (油), YT-12 (油), YT-13 (油), YT-15 (油), YT-18 (油), YT-20 (油), YT-22 (油); YT-02 (硫), YT-04 (硫), YT-05 (硫), YT-06 (硫), YT-07 (硫), YT-08 (硫), YT-10 (硫), YT-12 (硫), YT-13 (硫), YT-15 (硫), YT-18 (硫), YT-20 (硫), YT-22 (硫)。</p> <p>4、实验室样品编号: SZ (C)200411-001~SZ (C)200411-013; SZ (C 油)200411-001~SZ (C 油)200411-013; SZ (C 硫)200411-001~SZ (C 硫)200411-013, 见附表 7。</p>		

依据标准与方法	<p>海洋生物体质量： 1、每个样品取样量在 1000g 左右，在塑料袋中活体带回实验室后，取可食部均浆后测定各项指标。 2、样品数量：13 个。 3、原样品编号：YT-02（锉平鲷）、YT-04（口虾蛄）、YT-05（许氏平鲷）、YT-06（锉平鲷）、YT-07（栉孔扇贝）、YT-08（口虾蛄）、YT-10（栉孔扇贝）、YT-12（长蛸）、YT-13（斑尾刺虾虎鱼）、YT-15（许氏平鲷）、YT-18（斑尾刺虾虎鱼）、YT-20（长蛸）、YT-22（长蛸）。 4、实验室样品编号：SW200411-001~SW200411-013。见附表 8。</p> <p>《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007；《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007；；《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007；《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》GB 12763.6-2007。</p> <p>海水水质：pH：pH 计法；盐度：盐度计法；氨盐：次溴酸盐氧化法；亚硝酸盐：萘乙二胺分光光度法；硝酸盐：锌镉还原法；活性磷酸盐：磷钼蓝分光光度法；化学需氧量：碱性高锰酸钾法；溶解氧：碘量法；悬浮物：重量法；油类：紫外分光光度法；锌：火焰原子吸收分光光度法；铅、铜、总铬、镉：无火焰原子吸收分光光度法；砷、汞：原子荧光法；叶绿素 a：分光光度法。 海洋沉积物：锌：火焰原子吸收分光光度法；铅、铜、铬、镉：无火焰原子吸收分光光度法；砷、总汞：原子荧光法；硫化物：离子选择电极法；油类：紫外分光光度法；有机碳：重铬酸钾氧化-还原容量法。 海洋生物体质量：锌：火焰原子吸收分光光度法；铅、铬、镉：无火焰原子吸收分光光度法；铜：火焰原子吸收分光光度法；砷、总汞：原子荧光法。</p>		
检测仪器及型号	<p>主要仪器：盐度计（SYA-2）、pH 计（FE28）、电子天平（CP225D，分度值 0.0001g）、电子天平（AUY-120）、紫外可见分光光度计（UV-1880）、原子荧光光度计（XGY-1011A）、原子吸收分光光度法（M6）、原子吸收分光光度计（TAS-990）等。</p>		
检测项目	<p>海水水质：pH、盐度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、活性磷酸盐、化学需氧量(COD)、溶解氧(DO)、悬浮物、油类、叶绿素 a 和重金属(铅、镉、铜、锌、总铬、砷和汞)。 海洋沉积物：有机碳、硫化物、油类和重金属(铜、镉、铅、锌、铬、砷和总汞)。 海洋生物体质量：重金属(铜、镉、铅、锌、铬、砷和总汞)。</p>		
检测结果	<p>检测结果，见附页第 14~26 页。</p>		
检测的环境条件	温度	19.0 °C~21.0°C	相对湿度 50%~55%
备注			

编写人：王磊
 职务：工程师
 日期：2020.10.11

审核人：王磊
 职务：实验师
 日期：2020.10.13

授权签字人：李国
 职务：教授/主任
 日期：2020.10.19

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区：烟台开发区海域

采样日期：2020年04月09日-04月10日

一、调查海域及调查方法

调查进行于2020年04月09日-04月10日，地点为烟台开发区海域。调查海域内布设了24个站位。本次调查共24个站位，取得海水水质样品63份，共计402个。海洋沉积物样品13份，共计39个。生物体质量样品13份，共计13份。

二、监测方法

海水水质：pH：pH计法(GB 17378.4/26-2007)；盐度：盐度计法(GB 17378.4/29.1-2007)；氨盐：次溴酸盐氧化法(GB 17378.4/36.2-2007)；亚硝酸盐：萘乙二胺分光光度法(GB 17378.4/37-2007)；硝酸盐：锌镉还原法(GB 17378.4/38.2-2007)；活性磷酸盐：磷钼蓝分光光度法(GB 17378.4/39.1-2007)；COD：碱性高锰酸钾法(GB 17378.4/32-2007)；DO：碘量法(GB 17378.4/31-2007)；悬浮物：重量法(GB 17378.4/27-2007)；油类：紫外分光光度法(GB 17378.4/13.2-2007)；砷、汞：原子荧光法(GB 17378.4/11.1-2007、GB 17378.4/5.1-2007)；锌：火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.4/9.1-2007)；铅、铜、总铬、镉：无火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.4/7.1-2007、GB 17378.4/6.1-2007、GB 17378.4/10.1-2007、GB 17378.4/8.1-2007)。叶绿素 a ：分光光度法(GB 12763.6/5-2007)。

海洋沉积物：锌：火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.5/9-2007)；铅、铜、铬、镉：无火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.5/7.1-2007、GB 17378.5/6.1-2007、GB 17378.5/10.1-2007、GB 17378.5/8.1-2007)；砷、总汞：原子荧光法(GB 17378.5/11.1-2007、GB 17378.5/5.1-2007)；硫化物：离子选择电极法(GB 17378.5/17.2-2007)；油类：紫外分光光度法(GB 17378.5/13.2-2007)；有机碳：重铬酸钾氧化-还原容量法(GB 17378.5/18.1-2007)。

海洋生物体质量：锌：火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.6/9.1-2007)；铅、铬、镉：无火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.6/7.1-2007、GB 17378.6/10.1-2007、GB 17378.6/8.1-2007)；铜：火焰原子吸收分光光度法(GB 17378.6/6.3-2007)；砷、总汞：原子荧光法(GB 17378.6/11.1-2007、GB 17378.6/5.1-2007)。

三、样品编号对照表

样品编号对照表详见附表1-8。

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表1 海水样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-01(表)	YT-01(表)	SZ(S)200411-001	YT-01(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-001	YT-01(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-001				
YT-01(中)	YT-01(中)	SZ(S)200411-002	YT-01(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-002	YT-01(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-002				
YT-01(底)	YT-01(底)	SZ(S)200411-003	YT-01(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-003	YT-01(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-003				
YT-02(表)	YT-02(表)	SZ(S)200411-004	YT-02(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-004	YT-02(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-004				
YT-02(中)	YT-02(中)	SZ(S)200411-005	YT-02(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-005	YT-02(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-005				
YT-02(底)	YT-02(底)	SZ(S)200411-006	YT-02(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-006	YT-02(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-006				
YT-03(表)	YT-03(表)	SZ(S)200411-007	YT-03(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-007	YT-03(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-007				
YT-03(中)	YT-03(中)	SZ(S)200411-008	YT-03(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-008	YT-03(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-008				
YT-03(底)	YT-03(底)	SZ(S)200411-009	YT-03(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-009	YT-03(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-009				
YT-04(表)	YT-04(表)	SZ(S)200411-010	YT-04(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-010	YT-04(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-010				
YT-04(底)	YT-04(底)	SZ(S)200411-011	YT-04(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-011	YT-04(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-011				
YT-05(表)	YT-05(表)	SZ(S)200411-012	YT-05(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-012	YT-05(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-012				
YT-05(中)	YT-05(中)	SZ(S)200411-013	YT-05(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-013	YT-05(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-013				
YT-05(底)	YT-05(底)	SZ(S)200411-014	YT-05(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-014	YT-05(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-014				
YT-06(表)	YT-06(表)	SZ(S)200411-015	YT-06(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-015	YT-06(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-015				
YT-06(中)	YT-06(中)	SZ(S)200411-016	YT-06(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-016	YT-06(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-016				
YT-06(底)	YT-06(底)	SZ(S)200411-017	YT-06(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-017	YT-06(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-017				
YT-07(表)	YT-07(表)	SZ(S)200411-018	YT-07(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-018	YT-07(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-018				
YT-07(中)	YT-07(中)	SZ(S)200411-019	YT-07(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-019	YT-07(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-019				
YT-07(底)	YT-07(底)	SZ(S)200411-020	YT-07(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-020	YT-07(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-020				
YT-08(表)	YT-08(表)	SZ(S)200411-021	YT-08(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-021	YT-08(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-021				
YT-08(底)	YT-08(底)	SZ(S)200411-022	YT-08(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-022	YT-08(底)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-022				
YT-09(表)	YT-09(表)	SZ(S)200411-023	YT-09(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-023	YT-09(表)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-023				
YT-09(中)	YT-09(中)	SZ(S)200411-024	YT-09(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-024	YT-09(中)(Chl-a)	SZ(SCChl-a)200411-024				

检(监)测 报 告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表2 海水样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品 编号	实验室样品 编号	原样品 编号	实验室样品 编号
YT-01(表)	YT-01(表)(DO)	SZ(SDO)200411-001-01	SZ(SDO)200411-001-02	YT-01(表)(SS)	SZ(SS)200411-001
YT-01(中)	YT-01(中)(DO)	SZ(SDO)200411-002-01	SZ(SDO)200411-002-02	YT-01(中)(SS)	SZ(SS)200411-002
YT-01(底)	YT-01(底)(DO)	SZ(SDO)200411-003-01	SZ(SDO)200411-003-02	YT-01(底)(SS)	SZ(SS)200411-003
YT-02(表)	YT-02(表)(DO)	SZ(SDO)200411-004-01	SZ(SDO)200411-004-02	YT-02(表)(SS)	SZ(SS)200411-004
YT-02(中)	YT-02(中)(DO)	SZ(SDO)200411-005-01	SZ(SDO)200411-005-02	YT-02(中)(SS)	SZ(SS)200411-005
YT-02(底)	YT-02(底)(DO)	SZ(SDO)200411-006-01	SZ(SDO)200411-006-02	YT-02(底)(SS)	SZ(SS)200411-006
YT-03(表)	YT-03(表)(DO)	SZ(SDO)200411-007-01	SZ(SDO)200411-007-02	YT-03(表)(SS)	SZ(SS)200411-007
YT-03(中)	YT-03(中)(DO)	SZ(SDO)200411-008-01	SZ(SDO)200411-008-02	YT-03(中)(SS)	SZ(SS)200411-008
YT-03(底)	YT-03(底)(DO)	SZ(SDO)200411-009-01	SZ(SDO)200411-009-02	YT-03(底)(SS)	SZ(SS)200411-009
YT-04(表)	YT-04(表)(DO)	SZ(SDO)200411-010-01	SZ(SDO)200411-010-02	YT-04(表)(SS)	SZ(SS)200411-010
YT-04(底)	YT-04(底)(DO)	SZ(SDO)200411-011-01	SZ(SDO)200411-011-02	YT-04(底)(SS)	SZ(SS)200411-011
YT-05(表)	YT-05(表)(DO)	SZ(SDO)200411-012-01	SZ(SDO)200411-012-02	YT-05(表)(SS)	SZ(SS)200411-012
YT-05(中)	YT-05(中)(DO)	SZ(SDO)200411-013-01	SZ(SDO)200411-013-02	YT-05(中)(SS)	SZ(SS)200411-013
YT-05(底)	YT-05(底)(DO)	SZ(SDO)200411-014-01	SZ(SDO)200411-014-02	YT-05(底)(SS)	SZ(SS)200411-014
YT-06(表)	YT-06(表)(DO)	SZ(SDO)200411-015-01	SZ(SDO)200411-015-02	YT-06(表)(SS)	SZ(SS)200411-015
YT-06(中)	YT-06(中)(DO)	SZ(SDO)200411-016-01	SZ(SDO)200411-016-02	YT-06(中)(SS)	SZ(SS)200411-016
YT-06(底)	YT-06(底)(DO)	SZ(SDO)200411-017-01	SZ(SDO)200411-017-02	YT-06(底)(SS)	SZ(SS)200411-017
YT-07(表)	YT-07(表)(DO)	SZ(SDO)200411-018-01	SZ(SDO)200411-018-02	YT-07(表)(SS)	SZ(SS)200411-018
YT-07(中)	YT-07(中)(DO)	SZ(SDO)200411-019-01	SZ(SDO)200411-019-02	YT-07(中)(SS)	SZ(SS)200411-019
YT-07(底)	YT-07(底)(DO)	SZ(SDO)200411-020-01	SZ(SDO)200411-020-02	YT-07(底)(SS)	SZ(SS)200411-020
YT-08(表)	YT-08(表)(DO)	SZ(SDO)200411-021-01	SZ(SDO)200411-021-02	YT-08(表)(SS)	SZ(SS)200411-021
YT-08(底)	YT-08(底)(DO)	SZ(SDO)200411-022-01	SZ(SDO)200411-022-02	YT-08(底)(SS)	SZ(SS)200411-022
YT-09(表)	YT-09(表)(DO)	SZ(SDO)200411-023-01	SZ(SDO)200411-023-02	YT-09(表)(SS)	SZ(SS)200411-023
YT-09(中)	YT-09(中)(DO)	SZ(SDO)200411-024-01	SZ(SDO)200411-024-02	YT-09(中)(SS)	SZ(SS)200411-024

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表3 海水样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-09(底)	YT-09(底)	SZ(S)200411-025	YT-09(底)(COD)	SZ(S 油)200411-010	YT-09(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-025	YT-09(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-025
YT-10(表)	YT-10(表)	SZ(S)200411-026	YT-10(表)(COD)	---	YT-10(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-026	YT-10(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-026
YT-10(中)	YT-10(中)	SZ(S)200411-027	YT-10(中)(COD)	---	YT-10(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-027	YT-10(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-027
YT-10(底)	YT-10(底)	SZ(S)200411-028	YT-10(底)(COD)	---	YT-10(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-028	YT-10(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-028
YT-11(表)	YT-11(表)	SZ(S)200411-029	YT-11(表)(COD)	SZ(S 油)200411-011	YT-11(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-029	YT-11(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-029
YT-11(中)	YT-11(中)	SZ(S)200411-030	YT-11(中)(COD)	---	YT-11(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-030	YT-11(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-030
YT-11(底)	YT-11(底)	SZ(S)200411-031	YT-11(底)(COD)	---	YT-11(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-031	YT-11(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-031
YT-12(表)	YT-12(表)	SZ(S)200411-032	YT-12(表)(COD)	SZ(S 油)200411-012	YT-12(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-032	YT-12(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-032
YT-12(中)	YT-12(中)	SZ(S)200411-033	YT-12(中)(COD)	---	YT-12(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-033	YT-12(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-033
YT-12(底)	YT-12(底)	SZ(S)200411-034	YT-12(底)(COD)	---	YT-12(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-034	YT-12(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-034
YT-13(表)	YT-13(表)	SZ(S)200411-035	YT-13(表)(COD)	SZ(S 油)200411-013	YT-13(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-035	YT-13(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-035
YT-13(中)	YT-13(中)	SZ(S)200411-036	YT-13(中)(COD)	---	YT-13(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-036	YT-13(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-036
YT-13(底)	YT-13(底)	SZ(S)200411-037	YT-13(底)(COD)	---	YT-13(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-037	YT-13(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-037
YT-14(表)	YT-14(表)	SZ(S)200411-038	YT-14(表)(COD)	SZ(S 油)200411-014	YT-14(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-038	YT-14(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-038
YT-14(中)	YT-14(中)	SZ(S)200411-039	YT-14(中)(COD)	---	YT-14(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-039	YT-14(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-039
YT-14(底)	YT-14(底)	SZ(S)200411-040	YT-14(底)(COD)	---	YT-14(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-040	YT-14(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-040
YT-15(表)	YT-15(表)	SZ(S)200411-041	YT-15(表)(COD)	SZ(S 油)200411-015	YT-15(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-041	YT-15(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-041
YT-15(中)	YT-15(中)	SZ(S)200411-042	YT-15(中)(COD)	---	YT-15(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-042	YT-15(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-042
YT-15(底)	YT-15(底)	SZ(S)200411-043	YT-15(底)(COD)	---	YT-15(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-043	YT-15(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-043
YT-16(表)	YT-16(表)	SZ(S)200411-044	YT-16(表)(COD)	SZ(S 油)200411-016	YT-16(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-044	YT-16(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-044
YT-16(底)	YT-16(底)	SZ(S)200411-045	YT-16(底)(COD)	---	YT-16(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-045	YT-16(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-045
YT-17(表)	YT-17(表)	SZ(S)200411-046	YT-17(表)(COD)	SZ(S 油)200411-017	YT-17(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-046	YT-17(表)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-046
YT-17(中)	YT-17(中)	SZ(S)200411-047	YT-17(中)(COD)	---	YT-17(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-047	YT-17(中)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-047
YT-17(底)	YT-17(底)	SZ(S)200411-048	YT-17(底)(COD)	---	YT-17(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-048	YT-17(底)(Cbl-a)	SW(SCbl-a)200411-048

第 8 页 共 26 页

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HD.JC2020-021

附表4 海水样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-09(底)	YT-09(底)(DO)	SZ(SDO)200411-025-01	SZ(SDO)200411-025-02	YT-09(底)(SS)	SZ(SS)200411-025
YT-10(表)	YT-10(表)(DO)	SZ(SDO)200411-026-01	SZ(SDO)200411-026-02	YT-10(表)(SS)	SZ(SS)200411-026
YT-10(中)	YT-10(中)(DO)	SZ(SDO)200411-027-01	SZ(SDO)200411-027-02	YT-10(中)(SS)	SZ(SS)200411-027
YT-10(底)	YT-10(底)(DO)	SZ(SDO)200411-028-01	SZ(SDO)200411-028-02	YT-10(底)(SS)	SZ(SS)200411-028
YT-11(表)	YT-11(表)(DO)	SZ(SDO)200411-029-01	SZ(SDO)200411-029-02	YT-11(表)(SS)	SZ(SS)200411-029
YT-11(中)	YT-11(中)(DO)	SZ(SDO)200411-030-01	SZ(SDO)200411-030-02	YT-11(中)(SS)	SZ(SS)200411-030
YT-11(底)	YT-11(底)(DO)	SZ(SDO)200411-031-01	SZ(SDO)200411-031-02	YT-11(底)(SS)	SZ(SS)200411-031
YT-12(表)	YT-12(表)(DO)	SZ(SDO)200411-032-01	SZ(SDO)200411-032-02	YT-12(表)(SS)	SZ(SS)200411-032
YT-12(中)	YT-12(中)(DO)	SZ(SDO)200411-033-01	SZ(SDO)200411-033-02	YT-12(中)(SS)	SZ(SS)200411-033
YT-12(底)	YT-12(底)(DO)	SZ(SDO)200411-034-01	SZ(SDO)200411-034-02	YT-12(底)(SS)	SZ(SS)200411-034
YT-13(表)	YT-13(表)(DO)	SZ(SDO)200411-035-01	SZ(SDO)200411-035-02	YT-13(表)(SS)	SZ(SS)200411-035
YT-13(中)	YT-13(中)(DO)	SZ(SDO)200411-036-01	SZ(SDO)200411-036-02	YT-13(中)(SS)	SZ(SS)200411-036
YT-13(底)	YT-13(底)(DO)	SZ(SDO)200411-037-01	SZ(SDO)200411-037-02	YT-13(底)(SS)	SZ(SS)200411-037
YT-14(表)	YT-14(表)(DO)	SZ(SDO)200411-038-01	SZ(SDO)200411-038-02	YT-14(表)(SS)	SZ(SS)200411-038
YT-14(中)	YT-14(中)(DO)	SZ(SDO)200411-039-01	SZ(SDO)200411-039-02	YT-14(中)(SS)	SZ(SS)200411-039
YT-14(底)	YT-14(底)(DO)	SZ(SDO)200411-040-01	SZ(SDO)200411-040-02	YT-14(底)(SS)	SZ(SS)200411-040
YT-15(表)	YT-15(表)(DO)	SZ(SDO)200411-041-01	SZ(SDO)200411-041-02	YT-15(表)(SS)	SZ(SS)200411-041
YT-15(中)	YT-15(中)(DO)	SZ(SDO)200411-042-01	SZ(SDO)200411-042-02	YT-15(中)(SS)	SZ(SS)200411-042
YT-15(底)	YT-15(底)(DO)	SZ(SDO)200411-043-01	SZ(SDO)200411-043-02	YT-15(底)(SS)	SZ(SS)200411-043
YT-16(表)	YT-16(表)(DO)	SZ(SDO)200411-044-01	SZ(SDO)200411-044-02	YT-16(表)(SS)	SZ(SS)200411-044
YT-16(中)	YT-16(中)(DO)	SZ(SDO)200411-045-01	SZ(SDO)200411-045-02	YT-16(中)(SS)	SZ(SS)200411-045
YT-16(底)	YT-16(底)(DO)	SZ(SDO)200411-046-01	SZ(SDO)200411-046-02	YT-16(底)(SS)	SZ(SS)200410-046
YT-17(表)	YT-17(表)(DO)	SZ(SDO)200411-047-01	SZ(SDO)200411-047-02	YT-17(表)(SS)	SZ(SS)200411-047
YT-17(中)	YT-17(中)(DO)	SZ(SDO)200411-048-01	SZ(SDO)200411-048-02	YT-17(中)(SS)	SZ(SS)200411-048
YT-17(底)	YT-17(底)(DO)	SZ(SDO)200411-048-01	SZ(SDO)200411-048-02	YT-17(底)(SS)	SZ(SS)200411-048

检(监)测 报 告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表5 海水样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品 编号	原样品编号	实验室样品 编号	原样品 编号	实验室样品 编号	原样品 编号	实验室样品 编号
YT-18(表)	YT-18(表)	SZ(S)200411-049	YT-18(油)	SZ(S 油)200411-018	YT-18(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-049	YT-18(表)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-049
YT-18(中)	YT-18(中)	SZ(S)200411-050	--	--	YT-18(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-050	YT-18(中)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-050
YT-18(底)	YT-18(底)	SZ(S)200411-051	--	--	YT-18(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-051	YT-18(底)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-051
YT-19(表)	YT-19(表)	SZ(S)200411-052	YT-19(油)	SZ(S 油)200411-019	YT-19(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-052	YT-19(表)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-052
YT-19(中)	YT-19(中)	SZ(S)200411-053	--	--	YT-19(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-053	YT-19(中)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-053
YT-19(底)	YT-19(底)	SZ(S)200411-054	--	--	YT-19(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-054	YT-19(底)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-054
YT-20(表)	YT-20(表)	SZ(S)200411-055	YT-20(油)	SZ(S 油)200411-020	YT-20(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-055	YT-20(表)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-055
YT-20(底)	YT-20(底)	SZ(S)200411-056	--	--	YT-20(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-056	YT-20(底)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-056
YT-21(表)	YT-21(表)	SZ(S)200411-057	YT-21(油)	SZ(S 油)200411-021	YT-21(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-057	YT-21(表)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-057
YT-21(中)	YT-21(中)	SZ(S)200411-058	--	--	YT-21(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-058	YT-21(中)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-058
YT-21(底)	YT-21(底)	SZ(S)200411-059	--	--	YT-21(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-059	YT-21(底)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-059
YT-22(表)	YT-22(表)	SZ(S)200411-060	YT-22(油)	SZ(S 油)200411-022	YT-22(表)(COD)	SZ(SCOD)200411-060	YT-22(表)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-060
YT-22(底)	YT-22(底)	SZ(S)200411-061	--	--	YT-22(底)(COD)	SZ(SCOD)200411-061	YT-22(底)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-061
YT-23(中)	YT-23(中)	SZ(S)200411-062	YT-23(油)	SZ(S 油)200411-023	YT-23(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-062	YT-23(中)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-062
YT-24(中)	YT-24(中)	SZ(S)200411-063	YT-24(油)	SZ(S 油)200411-024	YT-24(中)(COD)	SZ(SCOD)200411-063	YT-24(中)(Chl-a)	SW(SChl-a)200411-063

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测 报 告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表6 海水样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品 编号	实验室样品 编号	原样品 编号	实验室样品 编号
YT-18(表)	YT-18(表)(DO)	SZ(SDO)200411-049-01	SZ(SDO)200411-049-02	YT-18(表)(SS)	SZ(SS)200411-049
YT-18(中)	YT-18(中)(DO)	SZ(SDO)200411-050-01	SZ(SDO)200411-050-02	YT-18(中)(SS)	SZ(SS)200411-050
YT-18(底)	YT-18(底)(DO)	SZ(SDO)200411-051-01	SZ(SDO)200411-051-02	YT-18(底)(SS)	SZ(SS)200411-051
YT-19(表)	YT-19(表)(DO)	SZ(SDO)200411-052-01	SZ(SDO)200411-052-02	YT-19(表)(SS)	SZ(SS)200411-052
YT-19(中)	YT-19(中)(DO)	SZ(SDO)200411-053-01	SZ(SDO)200411-053-02	YT-19(中)(SS)	SZ(SS)200411-053
YT-19(底)	YT-19(底)(DO)	SZ(SDO)200411-054-01	SZ(SDO)200411-054-02	YT-19(底)(SS)	SZ(SS)200411-054
YT-20(表)	YT-20(表)(DO)	SZ(SDO)200411-055-01	SZ(SDO)200411-055-02	YT-20(表)(SS)	SZ(SS)200411-055
YT-20(底)	YT-20(底)(DO)	SZ(SDO)200411-056-01	SZ(SDO)200411-056-02	YT-20(底)(SS)	SZ(SS)200411-056
YT-21(表)	YT-21(表)(DO)	SZ(SDO)200411-057-01	SZ(SDO)200411-057-02	YT-21(表)(SS)	SZ(SS)200411-057
YT-21(中)	YT-21(中)(DO)	SZ(SDO)200411-058-01	SZ(SDO)200411-058-02	YT-21(中)(SS)	SZ(SS)200411-058
YT-21(底)	YT-21(底)(DO)	SZ(SDO)200411-059-01	SZ(SDO)200411-059-02	YT-21(底)(SS)	SZ(SS)200411-059
YT-22(表)	YT-22(表)(DO)	SZ(SDO)200411-060-01	SZ(SDO)200411-060-02	YT-22(表)(SS)	SZ(SS)200411-060
YT-22(底)	YT-22(底)(DO)	SZ(SDO)200411-061-01	SZ(SDO)200411-061-02	YT-22(底)(SS)	SZ(SS)200411-061
YT-23(中)	YT-23(中)(DO)	SZ(SDO)200411-062-01	SZ(SDO)200411-062-02	YT-23(中)(SS)	SZ(SS)200411-062
YT-24(中)	YT-24(中)(DO)	SZ(SDO)200411-063-01	SZ(SDO)200411-063-02	YT-24(中)(SS)	SZ(SS)200411-063

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测 报 告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表7 海洋沉积物样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-02	YT-02	SZ(C)200411-001	YT-02(油)	SZ(C 油)200411-001	YT-02(硫)	SZ(C 硫)200411-001
YT-04	YT-04	SZ(C)200411-002	YT-04(油)	SZ(C 油)200411-002	YT-04(硫)	SZ(C 硫)200411-002
YT-05	YT-05	SZ(C)200411-003	YT-05(油)	SZ(C 油)200411-003	YT-05(硫)	SZ(C 硫)200411-003
YT-06	YT-06	SZ(C)200411-004	YT-06(油)	SZ(C 油)200411-004	YT-06(硫)	SZ(C 硫)200411-004
YT-07	YT-07	SZ(C)200411-005	YT-07(油)	SZ(C 油)200411-005	YT-07(硫)	SZ(C 硫)200411-005
YT-08	YT-08	SZ(C)200411-006	YT-08(油)	SZ(C 油)200411-006	YT-08(硫)	SZ(C 硫)200411-006
YT-10	YT-10	SZ(C)200411-007	YT-10(油)	SZ(C 油)200411-007	YT-10(硫)	SZ(C 硫)200411-007
YT-12	YT-12	SZ(C)200411-008	YT-12(油)	SZ(C 油)200411-008	YT-12(硫)	SZ(C 硫)200411-008
YT-13	YT-13	SZ(C)200411-009	YT-13(油)	SZ(C 油)200411-009	YT-13(硫)	SZ(C 硫)200411-009
YT-15	YT-15	SZ(C)200411-010	YT-15(油)	SZ(C 油)200411-010	YT-15(硫)	SZ(C 硫)200411-010
YT-18	YT-18	SZ(C)200411-011	YT-18(油)	SZ(C 油)200411-011	YT-18(硫)	SZ(C 硫)200411-011
YT-20	YT-20	SZ(C)200411-012	YT-20(油)	SZ(C 油)200411-012	YT-20(硫)	SZ(C 硫)200411-012
YT-22	YT-22	SZ(C)200411-013	YT-22(油)	SZ(C 油)200411-013	YT-22(硫)	SZ(C 硫)200411-013

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

附表8 海洋生物体质量样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品编号	站位	原样品编号	实验室样品编号
YT-02	YT-02 (铠平轴)	SW200411-001	YT-12 (长蛸)	YT-12	SW200411-008
YT-04	YT-04 (口虾站)	SW200411-002	YT-13 (斑尾刺虾虎鱼)	YT-13	SW200411-009
YT-05	YT-05 (许氏平轴)	SW200411-003	YT-15 (许氏平轴)	YT-15	SW200411-010
YT-06	YT-06 (铠平轴)	SW200411-004	YT-18 (斑尾刺虾虎鱼)	YT-18	SW200411-011
YT-07	YT-07 (栉孔扇贝)	SW200411-005	YT-20 (长蛸)	YT-20	SW200411-012
YT-08	YT-08 (口虾站)	SW200411-006	YT-22 (长蛸)	YT-22	SW200411-013
YT-10	YT-10 (栉孔扇贝)	SW200411-007	以下空白		

第 13 页 共 26 页

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

四、检测结果:

海水水质、沉积物、生物体质量检测结果见附页第14~26页。

附表9 海水中盐度、pH检测结果

样品编号	盐度	pH	样品编号	盐度	pH	样品编号	盐度	pH
SZ(S)200411-001	32.39	8.03	SZ(S)200411-026	31.93	8.03	SZ(S)200411-051	31.50	8.06
SZ(S)200411-002	32.04	7.98	SZ(S)200411-027	31.94	7.95	SZ(S)200411-052	31.69	8.02
SZ(S)200411-003	32.14	8.03	SZ(S)200411-028	31.90	8.04	SZ(S)200411-053	31.70	8.04
SZ(S)200411-004	32.06	7.96	SZ(S)200411-029	31.58	8.09	SZ(S)200411-054	31.78	8.02
SZ(S)200411-005	32.08	8.00	SZ(S)200411-030	31.56	8.11	SZ(S)200411-055	31.67	7.99
SZ(S)200411-006	32.09	8.03	SZ(S)200411-031	31.74	8.10	SZ(S)200411-056	31.65	8.02
SZ(S)200411-007	31.93	8.05	SZ(S)200411-032	31.62	8.05	SZ(S)200411-057	31.55	8.05
SZ(S)200411-008	31.92	8.03	SZ(S)200411-033	31.61	8.04	SZ(S)200411-058	31.64	8.04
SZ(S)200411-009	31.94	8.11	SZ(S)200411-034	31.58	7.98	SZ(S)200411-059	31.76	8.06
SZ(S)200411-010	32.00	8.04	SZ(S)200411-035	31.86	8.06	SZ(S)200411-060	31.70	8.03
SZ(S)200411-011	31.60	8.03	SZ(S)200411-036	32.48	8.03	SZ(S)200411-061	31.68	8.03
SZ(S)200411-012	32.00	8.04	SZ(S)200411-037	32.01	8.04	SZ(S)200411-062	31.68	8.03
SZ(S)200411-013	32.09	8.06	SZ(S)200411-038	31.83	8.04	SZ(S)200411-063	31.67	8.02
SZ(S)200411-014	31.14	8.07	SZ(S)200411-039	31.83	8.08	以下空白		
SZ(S)200411-015	32.02	8.03	SZ(S)200411-040	31.78	8.05			
SZ(S)200411-016	32.29	8.05	SZ(S)200411-041	31.74	8.03			
SZ(S)200411-017	32.22	8.10	SZ(S)200411-042	31.78	8.06			
SZ(S)200411-018	31.08	8.04	SZ(S)200411-043	31.70	8.07			
SZ(S)200411-019	32.10	8.02	SZ(S)200411-044	31.76	8.06			
SZ(S)200411-020	31.80	8.04	SZ(S)200411-045	31.79	8.10			
SZ(S)200411-021	31.86	7.31	SZ(S)200411-046	31.82	7.98			
SZ(S)200411-022	32.73	7.99	SZ(S)200411-047	31.72	8.03			
SZ(S)200411-023	31.95	8.09	SZ(S)200411-048	31.65	8.04			
SZ(S)200411-024	32.02	8.10	SZ(S)200411-049	31.71	8.00			
SZ(S)200411-025	32.01	8.08	SZ(S)200411-050	31.45	8.07			

检测人: 王石
日期: 2020.10.11

审核人: 李海
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

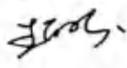
No. HDJC2020-021

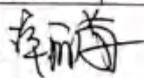
海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 10 海水中硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、活性磷酸盐检测结果 (mg/L)

样品编号	亚硝酸氮	硝酸盐	氨盐	活性磷酸盐
SZ(S)200411-001	0.003	0.152	0.009	0.013
SZ(S)200411-002	0.005	0.193	0.004	0.004
SZ(S)200411-003	0.002	0.124	0.004	0.004
SZ(S)200411-004	0.003	0.168	0.074	0.183
SZ(S)200411-005	0.002	0.140	0.002	0.025
SZ(S)200411-006	0.007	0.375	0.017	0.007
SZ(S)200411-007	0.005	0.079	0.001	0.003
SZ(S)200411-008	0.001	0.126	0.009	0.010
SZ(S)200411-009	0.023	0.086	未检出	0.005
SZ(S)200411-010	0.003	0.045	0.012	0.004
SZ(S)200411-011	0.004	0.080	0.012	0.006
SZ(S)200411-012	0.003	0.171	0.006	0.007
SZ(S)200411-013	0.003	0.126	未检出	0.019
SZ(S)200411-014	0.002	0.054	0.012	0.004
SZ(S)200411-015	0.007	0.061	0.024	0.045
SZ(S)200411-016	0.003	0.053	0.0002	0.007
SZ(S)200411-017	0.003	0.080	0.013	0.003
SZ(S)200411-018	0.002	0.145	0.003	0.050
SZ(S)200411-019	0.005	0.131	0.0003	0.044
SZ(S)200411-020	0.003	0.133	0.001	0.045
SZ(S)200411-021	0.007	0.064	未检出	0.004
SZ(S)200411-022	0.003	0.066	0.012	0.004
SZ(S)200411-023	0.002	0.058	0.003	0.001
SZ(S)200411-024	0.003	0.143	未检出	0.001
SZ(S)200411-025	0.002	0.285	0.006	0.001
SZ(S)200411-026	0.007	0.170	0.007	0.690
SZ(S)200411-027	0.003	0.090	0.006	1.288
SZ(S)200411-028	0.002	0.091	0.020	0.130
SZ(S)200411-029	0.006	0.057	0.006	0.065
SZ(S)200411-030	0.003	0.258	0.003	0.002
SZ(S)200411-031	0.003	0.068	0.040	0.006
SZ(S)200411-032	0.004	0.054	0.041	0.004

检测人: 
日期: 2020.10.11

审核人: 
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

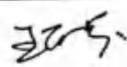
No. HDJC2020-021

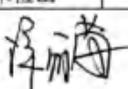
海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 II 海水中硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、活性磷酸盐检测结果 (mg/L)

样品编号	亚硝酸氮	硝酸盐	氨盐	活性磷酸盐
SZ(S)200411-033	0.004	0.099	0.010	0.195
SZ(S)200411-034	0.003	0.093	0.064	0.082
SZ(S)200411-035	0.005	0.098	0.085	0.033
SZ(S)200411-036	0.003	0.037	0.026	0.004
SZ(S)200411-037	0.001	0.084	0.015	0.008
SZ(S)200411-038	0.003	0.104	0.006	0.0001
SZ(S)200411-039	0.006	0.194	0.002	0.008
SZ(S)200411-040	0.002	0.387	0.008	0.003
SZ(S)200411-041	未检出	0.139	0.007	0.004
SZ(S)200411-042	0.001	0.106	0.004	0.057
SZ(S)200411-043	未检出	0.083	0.007	0.001
SZ(S)200411-044	0.002	0.084	0.006	0.007
SZ(S)200411-045	0.002	0.043	未检出	0.010
SZ(S)200411-046	0.002	0.097	0.010	0.007
SZ(S)200411-047	0.004	0.066	0.037	0.010
SZ(S)200411-048	0.005	0.090	0.004	0.011
SZ(S)200411-049	0.004	0.065	未检出	0.001
SZ(S)200411-050	0.005	0.097	未检出	0.009
SZ(S)200411-051	未检出	0.156	0.022	0.006
SZ(S)200411-052	0.007	0.055	0.014	0.009
SZ(S)200411-053	0.004	0.099	0.019	0.006
SZ(S)200411-054	0.007	0.101	0.003	0.006
SZ(S)200411-055	0.001	0.073	0.006	0.015
SZ(S)200411-056	0.004	0.534	0.016	0.007
SZ(S)200411-057	0.002	0.087	0.005	0.007
SZ(S)200411-058	0.003	0.134	0.001	0.005
SZ(S)200411-059	未检出	0.143	0.037	0.006
SZ(S)200411-060	0.003	0.078	未检出	0.006
SZ(S)200411-061	0.004	0.065	0.001	0.008
SZ(S)200411-062	0.003	0.119	0.005	0.006
SZ(S)200411-063	0.007	0.061	未检出	0.007

检测人: 
日期: 2020.10.11

审核人: 
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 12 海水中重金属检测结果($\mu\text{g/L}$)

样品编号	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
SZ(S)200411-001	1.02	2.25	22.3	0.167	1.65	0.040	0.59
SZ(S)200411-002	2.86	0.80	23.9	0.113	2.71	0.029	0.77
SZ(S)200411-003	2.51	0.95	14.5	0.208	1.24	0.038	0.78
SZ(S)200411-004	0.88	2.10	22.4	0.124	1.34	0.032	0.99
SZ(S)200411-005	2.89	1.60	21.1	0.217	2.45	0.031	0.90
SZ(S)200411-006	3.34	2.73	24.3	0.159	3.96	0.034	0.75
SZ(S)200411-007	1.50	1.01	14.9	0.194	2.14	0.036	0.64
SZ(S)200411-008	2.63	0.97	9.2	0.114	1.26	0.043	0.73
SZ(S)200411-009	1.40	1.35	8.0	0.185	2.15	0.031	0.78
SZ(S)200411-010	2.44	2.72	17.9	0.203	2.31	0.018	0.79
SZ(S)200411-011	1.52	2.19	21.4	0.216	1.53	0.023	0.99
SZ(S)200411-012	1.94	0.95	21.5	0.195	2.86	0.018	0.66
SZ(S)200411-013	2.80	1.32	21.4	0.154	1.49	0.040	2.20
SZ(S)200411-014	1.16	1.21	15.4	0.114	0.93	0.036	0.90
SZ(S)200411-015	2.38	1.54	13.6	0.104	1.99	0.052	0.47
SZ(S)200411-016	4.23	5.97	24.0	0.157	2.15	0.022	0.96
SZ(S)200411-017	1.83	1.60	20.0	0.160	1.68	0.025	0.93
SZ(S)200411-018	3.24	2.06	19.5	0.145	1.90	0.029	0.95
SZ(S)200411-019	3.14	3.14	17.3	0.167	1.71	0.022	0.88
SZ(S)200411-020	3.12	1.98	18.9	0.138	2.01	0.032	0.89
SZ(S)200411-021	5.37	2.22	18.1	0.136	2.44	0.043	0.66
SZ(S)200411-022	4.85	7.23	29.1	0.121	2.94	0.036	0.63
SZ(S)200411-023	2.38	2.22	21.3	0.127	2.72	0.032	0.78
SZ(S)200411-024	2.89	1.61	10.9	0.138	1.49	0.056	0.72
SZ(S)200411-025	1.06	1.96	12.6	0.143	1.51	0.058	0.78
SZ(S)200411-026	1.72	1.95	19.6	0.207	2.67	0.036	0.92
SZ(S)200411-027	1.44	0.74	16.3	0.100	2.65	0.025	1.20
SZ(S)200411-028	2.18	2.22	18.2	0.132	1.05	0.018	0.87
SZ(S)200411-029	1.93	1.18	13.8	0.133	1.93	0.027	3.13
SZ(S)200411-030	1.30	2.27	16.9	0.244	2.82	0.041	0.81
SZ(S)200411-031	1.95	1.68	14.0	0.221	1.57	0.040	1.03
SZ(S)200411-032	1.09	1.14	16.8	0.207	1.88	0.025	0.95

检测人: 王石
日期: 2020.10.11

审核人: 陈明
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 13 海水中重金属检测结果($\mu\text{g/L}$)

样品编号	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
SZ(S)200411-033	1.99	6.34	21.7	0.217	1.68	0.040	0.84
SZ(S)200411-034	1.77	2.03	14.0	0.123	0.98	0.029	0.71
SZ(S)200411-035	2.84	2.00	24.4	0.193	1.78	0.040	1.41
SZ(S)200411-036	2.49	1.14	22.1	0.119	0.99	0.027	0.94
SZ(S)200411-037	2.21	1.11	10.0	0.200	2.40	0.041	0.90
SZ(S)200411-038	1.77	0.95	12.0	0.234	2.91	0.027	0.65
SZ(S)200411-039	2.11	2.24	15.4	0.231	2.71	0.018	0.80
SZ(S)200411-040	0.95	1.40	23.2	0.102	1.15	0.031	0.75
SZ(S)200411-041	1.47	2.28	16.4	0.089	0.98	0.038	0.73
SZ(S)200411-042	1.11	0.95	19.9	0.231	2.84	0.052	1.04
SZ(S)200411-043	2.85	2.06	13.6	0.094	1.45	0.031	0.69
SZ(S)200411-044	2.66	1.95	22.0	0.223	2.49	0.027	0.89
SZ(S)200411-045	2.60	0.74	14.3	0.088	2.80	0.029	0.68
SZ(S)200411-046	1.00	2.10	20.6	0.083	2.21	0.043	0.97
SZ(S)200411-047	2.82	2.41	24.0	0.249	1.87	0.032	0.92
SZ(S)200411-048	0.97	1.24	10.6	0.090	2.67	0.041	1.07
SZ(S)200411-049	2.30	1.05	15.2	0.219	2.95	0.031	0.68
SZ(S)200411-050	1.21	2.14	19.9	0.229	2.90	0.034	0.72
SZ(S)200411-051	1.90	1.40	11.5	0.148	1.83	0.029	0.81
SZ(S)200411-052	1.25	1.23	18.3	0.216	2.90	0.043	0.89
SZ(S)200411-053	2.23	8.85	36.6	0.229	1.83	0.041	2.85
SZ(S)200411-054	2.14	0.78	21.8	0.244	2.98	0.032	0.75
SZ(S)200411-055	2.70	1.66	16.9	0.201	1.00	0.031	0.93
SZ(S)200411-056	1.90	1.97	10.2	0.112	1.57	0.034	0.64
SZ(S)200411-057	2.82	0.89	12.9	0.113	1.72	0.045	1.04
SZ(S)200411-058	1.74	2.03	24.5	0.218	2.89	0.034	0.74
SZ(S)200411-059	1.23	1.79	14.6	0.157	0.95	0.031	0.60
SZ(S)200411-060	0.92	1.94	22.1	0.232	2.71	0.032	0.72
SZ(S)200411-061	1.69	2.16	10.0	0.137	1.48	0.032	0.76
SZ(S)200411-062	1.44	2.36	15.7	0.113	1.91	0.034	0.73
SZ(S)200411-063	1.32	1.45	15.9	0.097	1.03	0.030	0.73

检测人:

王成

日期:

2020.10.11

审核人:

王成

日期:

2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 14 海水中油类检测结果(mg/L)

样品编号	油类	样品编号	油类
SZ(S油)200411-001	0.018	SZ(S油)200411-013	0.021
SZ(S油)200411-002	0.014	SZ(S油)200411-014	0.015
SZ(S油)200411-003	0.029	SZ(S油)200411-015	0.021
SZ(S油)200411-004	0.012	SZ(S油)200411-016	0.043
SZ(S油)200411-005	0.035	SZ(S油)200411-017	0.014
SZ(S油)200411-006	0.016	SZ(S油)200411-018	0.007
SZ(S油)200411-007	0.022	SZ(S油)200411-019	0.013
SZ(S油)200411-008	0.031	SZ(S油)200411-020	0.015
SZ(S油)200411-009	0.012	SZ(S油)200411-021	0.016
SZ(S油)200411-010	0.021	SZ(S油)200411-022	0.029
SZ(S油)200411-011	0.032	SZ(S油)200411-023	0.029
SZ(S油)200411-012	0.029	SZ(S油)200411-024	0.019

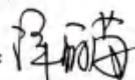
检测人:



日期:

2020.10.11

审核人:



日期:

2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

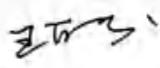
No. HDJC2020-021

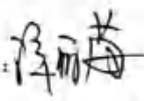
海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 15 海水中化学需氧量检测结果(mg/L)

样品编号	化学需氧量	样品编号	化学需氧量
SZ(SCOD)200411-001	0.64	SZ(SCOD)200411-033	0.84
SZ(SCOD)200411-002	0.60	SZ(SCOD)200411-034	0.76
SZ(SCOD)200411-003	0.56	SZ(SCOD)200411-035	0.84
SZ(SCOD)200411-004	0.92	SZ(SCOD)200411-036	0.68
SZ(SCOD)200411-005	0.64	SZ(SCOD)200411-037	0.60
SZ(SCOD)200411-006	0.56	SZ(SCOD)200411-038	1.00
SZ(SCOD)200411-007	0.76	SZ(SCOD)200411-039	0.60
SZ(SCOD)200411-008	1.53	SZ(SCOD)200411-040	0.76
SZ(SCOD)200411-009	0.84	SZ(SCOD)200411-041	0.60
SZ(SCOD)200411-010	0.76	SZ(SCOD)200411-042	1.16
SZ(SCOD)200411-011	0.76	SZ(SCOD)200411-043	0.88
SZ(SCOD)200411-012	1.53	SZ(SCOD)200411-044	0.32
SZ(SCOD)200411-013	0.68	SZ(SCOD)200411-045	0.60
SZ(SCOD)200411-014	0.52	SZ(SCOD)200411-046	0.60
SZ(SCOD)200411-015	0.68	SZ(SCOD)200411-047	1.24
SZ(SCOD)200411-016	0.76	SZ(SCOD)200411-048	0.80
SZ(SCOD)200411-017	0.68	SZ(SCOD)200411-049	1.04
SZ(SCOD)200411-018	0.87	SZ(SCOD)200411-050	0.52
SZ(SCOD)200411-019	1.05	SZ(SCOD)200411-051	0.68
SZ(SCOD)200411-020	1.08	SZ(SCOD)200411-052	0.84
SZ(SCOD)200411-021	1.69	SZ(SCOD)200411-053	0.88
SZ(SCOD)200411-022	1.29	SZ(SCOD)200411-054	0.92
SZ(SCOD)200411-023	0.52	SZ(SCOD)200411-055	0.68
SZ(SCOD)200411-024	0.84	SZ(SCOD)200411-056	0.92
SZ(SCOD)200411-025	0.76	SZ(SCOD)200411-057	1.00
SZ(SCOD)200411-026	0.84	SZ(SCOD)200411-058	0.68
SZ(SCOD)200411-027	0.92	SZ(SCOD)200411-059	0.84
SZ(SCOD)200411-028	0.72	SZ(SCOD)200411-060	0.68
SZ(SCOD)200411-029	0.68	SZ(SCOD)200411-061	0.68
SZ(SCOD)200411-030	0.88	SZ(SCOD)200411-062	0.76
SZ(SCOD)200411-031	0.68	SZ(SCOD)200411-063	0.84
SZ(SCOD)200411-032	0.76	以下空白	

检测人: 
日期: 2020.10.11

审核人: 
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 16 海水中溶解氧检测结果(mg/L)

样品编号	溶解氧	样品编号	溶解氧
SZ(SDO)200411-001	10.3	SZ(SDO)200411-033	10.4
SZ(SDO)200411-002	9.92	SZ(SDO)200411-034	10.5
SZ(SDO)200411-003	10.2	SZ(SDO)200411-035	10.0
SZ(SDO)200411-004	9.98	SZ(SDO)200411-036	10.7
SZ(SDO)200411-005	9.20	SZ(SDO)200411-037	10.6
SZ(SDO)200411-006	9.10	SZ(SDO)200411-038	10.3
SZ(SDO)200411-007	9.73	SZ(SDO)200411-039	10.9
SZ(SDO)200411-008	9.00	SZ(SDO)200411-040	10.4
SZ(SDO)200411-009	10.2	SZ(SDO)200411-041	10.2
SZ(SDO)200411-010	9.73	SZ(SDO)200411-042	10.4
SZ(SDO)200411-011	10.4	SZ(SDO)200411-043	10.1
SZ(SDO)200411-012	10.0	SZ(SDO)200411-044	10.5
SZ(SDO)200411-013	10.1	SZ(SDO)200411-045	9.66
SZ(SDO)200411-014	10.0	SZ(SDO)200411-046	10.9
SZ(SDO)200411-015	10.2	SZ(SDO)200411-047	11.1
SZ(SDO)200411-016	9.94	SZ(SDO)200411-048	11.0
SZ(SDO)200411-017	9.97	SZ(SDO)200411-049	11.0
SZ(SDO)200411-018	9.51	SZ(SDO)200411-050	10.4
SZ(SDO)200411-019	11.9	SZ(SDO)200411-051	10.5
SZ(SDO)200411-020	10.3	SZ(SDO)200411-052	10.7
SZ(SDO)200411-021	9.37	SZ(SDO)200411-053	10.1
SZ(SDO)200411-022	9.57	SZ(SDO)200411-054	10.5
SZ(SDO)200411-023	10.3	SZ(SDO)200411-055	9.97
SZ(SDO)200411-024	10.8	SZ(SDO)200411-056	10.5
SZ(SDO)200411-025	10.4	SZ(SDO)200411-057	10.0
SZ(SDO)200411-026	10.4	SZ(SDO)200411-058	9.47
SZ(SDO)200411-027	10.6	SZ(SDO)200411-059	10.9
SZ(SDO)200411-028	10.5	SZ(SDO)200411-060	10.7
SZ(SDO)200411-029	9.31	SZ(SDO)200411-061	10.8
SZ(SDO)200411-030	8.73	SZ(SDO)200411-062	10.4
SZ(SDO)200411-031	10.4	SZ(SDO)200411-063	9.01
SZ(SDO)200411-032	10.7	以下空白	

检测人:

日期:

王立军
2020.10.11

审核人:

日期:

陈丽芳
2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 17 海水中悬浮物检测结果(mg/L)

样品编号	悬浮物	样品编号	悬浮物
SZ(SS)200411-001	27.5	SZ(SS)200411-033	64.5
SZ(SS)200411-002	30.5	SZ(SS)200411-034	61.5
SZ(SS)200411-003	30.0	SZ(SS)200411-035	36.0
SZ(SS)200411-004	37.5	SZ(SS)200411-036	41.5
SZ(SS)200411-005	34.5	SZ(SS)200411-037	45.0
SZ(SS)200411-006	23.5	SZ(SS)200411-038	47.0
SZ(SS)200411-007	31.5	SZ(SS)200411-039	57.5
SZ(SS)200411-008	38.5	SZ(SS)200411-040	44.0
SZ(SS)200411-009	34.5	SZ(SS)200411-041	62.5
SZ(SS)200411-010	41.0	SZ(SS)200411-042	63.0
SZ(SS)200411-011	41.5	SZ(SS)200411-043	69.5
SZ(SS)200411-012	35.0	SZ(SS)200411-044	46.0
SZ(SS)200411-013	33.0	SZ(SS)200411-045	54.0
SZ(SS)200411-014	40.5	SZ(SS)200411-046	34.0
SZ(SS)200411-015	43.0	SZ(SS)200411-047	48.0
SZ(SS)200411-016	63.5	SZ(SS)200411-048	38.0
SZ(SS)200411-017	43.0	SZ(SS)200411-049	42.5
SZ(SS)200411-018	48.0	SZ(SS)200411-050	54.5
SZ(SS)200411-019	52.1	SZ(SS)200411-051	81.5
SZ(SS)200411-020	56.6	SZ(SS)200411-052	39.3
SZ(SS)200411-021	67.0	SZ(SS)200411-053	36.5
SZ(SS)200411-022	39.0	SZ(SS)200411-054	55.0
SZ(SS)200411-023	40.0	SZ(SS)200411-055	61.0
SZ(SS)200411-024	54.5	SZ(SS)200411-056	46.5
SZ(SS)200411-025	45.5	SZ(SS)200411-057	30.0
SZ(SS)200411-026	47.5	SZ(SS)200411-058	38.5
SZ(SS)200411-027	50.0	SZ(SS)200411-059	33.5
SZ(SS)200411-028	51.0	SZ(SS)200411-060	42.0
SZ(SS)200411-029	39.5	SZ(SS)200411-061	37.5
SZ(SS)200411-030	36.5	SZ(SS)200411-062	72.0
SZ(SS)200411-031	45.5	SZ(SS)200411-063	43.0
SZ(SS)200411-032	49.5	以下空白	

检测人: [Signature]
日期: 2020.10.12

审核人: [Signature]
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表 18 海水中叶绿素 a 检测结果(mg/L)

样品编号	叶绿素 a	样品编号	叶绿素 a
SW(SChl-a)200411-001	1.23	SW(SChl-a)200411-033	0.48
SW(SChl-a)200411-002	1.29	SW(SChl-a)200411-034	0.06
SW(SChl-a)200411-003	0.82	SW(SChl-a)200411-035	0.95
SW(SChl-a)200411-004	0.82	SW(SChl-a)200411-036	0.06
SW(SChl-a)200411-005	1.23	SW(SChl-a)200411-037	0.95
SW(SChl-a)200411-006	1.29	SW(SChl-a)200411-038	0.00
SW(SChl-a)200411-007	0.82	SW(SChl-a)200411-039	0.95
SW(SChl-a)200411-008	1.29	SW(SChl-a)200411-040	0.47
SW(SChl-a)200411-009	1.23	SW(SChl-a)200411-041	0.47
SW(SChl-a)200411-010	1.29	SW(SChl-a)200411-042	0.82
SW(SChl-a)200411-011	1.70	SW(SChl-a)200411-043	0.82
SW(SChl-a)200411-012	0.47	SW(SChl-a)200411-044	1.29
SW(SChl-a)200411-013	0.47	SW(SChl-a)200411-045	1.64
SW(SChl-a)200411-014	0.47	SW(SChl-a)200411-046	1.70
SW(SChl-a)200411-015	0.47	SW(SChl-a)200411-047	1.29
SW(SChl-a)200411-016	0.06	SW(SChl-a)200411-048	1.23
SW(SChl-a)200411-017	0.00	SW(SChl-a)200411-049	1.23
SW(SChl-a)200411-018	0.47	SW(SChl-a)200411-050	1.29
SW(SChl-a)200411-019	0.38	SW(SChl-a)200411-051	1.64
SW(SChl-a)200411-020	0.38	SW(SChl-a)200411-052	1.70
SW(SChl-a)200411-021	0.41	SW(SChl-a)200411-053	1.23
SW(SChl-a)200411-022	0.47	SW(SChl-a)200411-054	1.70
SW(SChl-a)200411-023	0.47	SW(SChl-a)200411-055	1.23
SZ(SChl-a)200410-024	0.47	SW(SChl-a)200411-056	1.23
SW(SChl-a)200411-025	0.06	SW(SChl-a)200411-057	1.98
SW(SChl-a)200411-026	0.54	SW(SChl-a)200411-058	1.70
SW(SChl-a)200411-027	0.47	SW(SChl-a)200411-059	1.23
SW(SChl-a)200411-028	0.47	SW(SChl-a)200411-060	2.05
SW(SChl-a)200411-029	0.47	SW(SChl-a)200411-061	2.11
SW(SChl-a)200411-030	0.07	SW(SChl-a)200411-062	1.23
SW(SChl-a)200411-031	0.48	SW(SChl-a)200411-063	1.70
SW(SChl-a)200411-032	0.47	以下空白	

检测人: 刘 丹
日期: 2020.10.14

审核人: [Signature]
日期: 2020.10.14

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表19 海洋沉积物中有机碳、油类、硫化物检测结果

样品编号	有机碳 (10 ⁻²)	样品编号	油类 (10 ⁻⁶)	样品编号	硫化物(10 ⁻⁶)
SZ(C)200411-001	0.81	SZ(C 油)200411-001	131.9	SZ(C 硫)200411-001	36.36
SZ(C)200411-002	0.94	SZ(C 油)200411-002	456.4	SZ(C 硫)200411-002	56.84
SZ(C)200411-003	0.88	SZ(C 油)200411-003	42.94	SZ(C 硫)200411-003	5.058
SZ(C)200411-004	0.94	SZ(C 油)200411-004	400.5	SZ(C 硫)200411-004	25.58
SZ(C)200411-005	0.96	SZ(C 油)200411-005	223.0	SZ(C 硫)200411-005	11.42
SZ(C)200411-006	0.82	SZ(C 油)200411-006	88.92	SZ(C 硫)200411-006	32.23
SZ(C)200411-007	0.88	SZ(C 油)200411-007	190.5	SZ(C 硫)200411-007	20.31
SZ(C)200411-008	1.06	SZ(C 油)200411-008	372.3	SZ(C 硫)200411-008	11.37
SZ(C)200411-009	0.88	SZ(C 油)200411-009	29.22	SZ(C 硫)200411-009	10.33
SZ(C)200411-010	0.93	SZ(C 油)200411-010	404.4	SZ(C 硫)200411-010	80.98
SZ(C)200411-011	1.04	SZ(C 油)200411-011	407.9	SZ(C 硫)200411-011	5.285
SZ(C)200411-012	0.97	SZ(C 油)200411-012	341.9	SZ(C 硫)200411-012	9.997
SZ(C)200411-013	0.77	SZ(C 油)200411-013	219.7	SZ(C 硫)200411-013	14.22

检测人:

日期:

王明

2020.10.11

审核人:

日期:

张满

2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

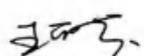
No. HDJC2020-021

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年04月09日-04月10日

附表20 海洋沉积物中重金属检测结果(10^{-6})

样品编号	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
SZ(C)200411-001	14.3	9.71	68.7	0.11	23.4	未检出	6.56
SZ(C)200411-002	16.8	12.6	46.4	0.12	21.5	未检出	5.95
SZ(C)200411-003	13.4	53.4	31.9	0.34	17.6	0.038	3.56
SZ(C)200411-004	18.1	16.6	40.1	0.17	24.5	0.005	6.04
SZ(C)200411-005	19.9	40.5	39.6	0.18	25.3	0.297	5.67
SZ(C)200411-006	15.8	22.6	33.6	0.16	20.8	0.016	6.24
SZ(C)200411-007	16.7	13.4	32.8	0.11	22.1	0.402	3.76
SZ(C)200411-008	15.7	15.9	35.9	0.12	18.4	0.040	6.54
SZ(C)200411-009	12.6	12.2	26.4	0.09	17.1	0.224	5.31
SZ(C)200411-010	11.4	19.1	24.0	0.09	14.5	0.079	4.76
SZ(C)200411-011	13.6	11.1	26.6	0.10	22.1	0.161	6.85
SZ(C)200411-012	10.8	8.01	21.4	0.07	16.9	0.038	7.46
SZ(C)200411-013	8.57	6.68	16.7	0.07	11.3	0.170	4.60

检测人: 
日期: 2020.10.11

审核人: 
日期: 2020.10.12

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2020-021

海区： 烟台开发区海域

采样日期： 2020年04月09日-04月10日

附表21 海洋生物体质量中重金属检测结果(10^{-6})

样品编号	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
SW200411-001	1.47	0.28	9.67	0.06	0.97	0.050	0.06
SW200411-002	26.9	1.50	23.0	2.34	2.16	0.022	0.10
SW200411-003	3.78	0.24	10.6	0.13	0.94	0.118	0.08
SW200411-004	1.54	0.29	10.3	0.06	1.01	0.043	0.08
SW200411-005	2.22	0.27	24.6	1.85	0.68	0.003	0.64
SW200411-006	25.2	1.41	21.5	2.19	2.09	0.024	0.10
SW200411-007	2.20	0.27	24.1	1.88	0.67	0.003	0.56
SW200411-008	18.6	0.16	23.6	0.16	0.89	0.049	0.31
SW200411-009	1.98	0.27	13.8	0.08	0.29	0.003	0.28
SW200411-010	3.83	0.24	10.6	0.13	0.95	0.115	0.10
SW200411-011	1.96	0.27	13.9	0.08	0.30	0.003	0.32
SW200411-012	19.6	0.17	23.9	0.17	0.89	0.005	0.26
SW200411-013	19.7	0.17	24.4	0.17	0.92	0.005	0.36

检测人： 刘佩
日期： 2020/0.14

审核人： 李树刚
日期： 2020.10.14

报告结束



副本

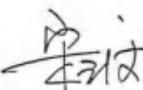
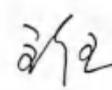


中国海洋大学
海洋监测与检测中心

检(监)测报告

海大(检)No. HDJC2021-004

委托单位: 烟台港集团有限公司
项目名称: 烟台开发区海域海洋环境现状调查
检测样品: 海水水质、海洋生物生态
检测部门: 海洋地球化学与环境监测实验室

批准: 宋波  职务: 

签发日期: 2021 年 6 月 25 日

检测单位: 中国海洋大学海洋监测与检测中心(检验检测专用章)



声 明

- 1、检测报告（以下简称报告）无检测单位检验检测专用章无效；
- 2、复制报告未重新加盖检测单位检验检测专用章无效；
- 3、报告无检测人、审核人、授权签字人签字无效；
- 4、报告涂改、增删无效；
- 5、对报告有异议时，应于收到报告之日起三十日内向检测单位提出，逾期不予受理；
- 6、委托送样检测，仅对送样检测结果负责，不对样品来源负责；
- 7、检测结果仅对本次样品负责；
- 8、未经中心书面批准，不得复制检测报告；
- 9、本报告一式五份，正本一份和副本二份交客户；副本二份由中心和各专业实验室各存档一份。

竭诚欢迎社会各界对本中心工作提出批评和建议，以不断提高我中心检测水平和服务质量，满足委托方的要求，更好地服务于社会。

单 位：中国海洋大学海洋监测与检测中心

地 址：青岛市松岭路 238 号

电 话：0532—66781800

传 真：0532—66781800

邮 编：266003

E-mail: hdjc@ouc.edu.cn

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

No. HDJC2021-004

样品名称	海水水质	样品数量	510 瓶
委托单位	名称: 烟台港集团有限公司 地址: 山东省烟台市芝罘区北马路 155 号 电话: 0535-6742102	采样(送样)的方式	采样
送检日期	2020 年 11 月 01 日	检测日期	2020 年 11 月 01 日-11 月 10 日
检测样品性质、状态、数量及标识描述	<p>海水水质样品:</p> <p>1、样品状态: 无色、无异味、透明海水, 分装于玻璃瓶和塑料瓶中, 密封低温保存。</p> <p>2、样品数量: 共计 510 瓶, 其中 22 瓶石油类样品分装于玻璃瓶中; 122 瓶溶解氧样品分装于溶解氧瓶中, 每份平行双样; 61 瓶化学需氧量样品装于 250 mL 塑料瓶中; 61 瓶悬浮物样品装于 1000 mL 塑料瓶中; 其余样品分装于塑料瓶, 500 mL/瓶。</p> <p>3、原样品编号: YT-001(表)-YT-022(表), YT-001(中)-YT-003(中), YT-005(中)-YT-007(中), YT-009(中)-YT-015(中), YT-017(中)-YT-019(中), YT-021(中), YT-001(底)-YT-022(底); Y T001(油)-YT022(油); YT-001(表)(COD)-YT-022(表)(COD), YT-001(中)(COD)-YT-003(中)(COD), YT-005(中)(COD)-YT-007(中)(COD), YT-009(中)(COD)-YT-015(中)(COD), YT-017(中)(COD)-YT-019(中)(COD), YT-021(中)(COD), YT-001(底)(COD)-YT-022(底)(COD); YT-001(表)(DO)-YT-022(表)(DO)-01, YT-001(中)(DO)-01-YT-003(中)(DO)-01, YT-005(中)(DO)-01-YT-007(中)(DO)-01, YT-009(中)(DO)-01-YT-015(中)(DO)-01, YT-017(中)(DO)-01-YT-019(中)(DO)-01, YT-021(中)(DO)-01, YT-001(底)(DO)-01-YT-022(底)(DO)-01; YT-001(表)(DO)-02-YT-022(表)(DO)-02, YT-001(中)(DO)-02-YT-003(中)(DO)-02, YT-005(中)(DO)-02-YT-007(中)(DO)-02, YT-009(中)(DO)-02-YT-015(中)(DO)-02, YT-017(中)(DO)-02-YT-019(中)(DO)-02, YT-021(中)(DO)-02, YT-001(底)(DO)-02-YT-022(底)(DO)-02; YT-001(表)(SS)-YT-022(表)(SS), YT-001(中)(SS)-YT-003(中)(SS), YT-005(中)(SS)-YT-007(中)(SS), YT-009(中)(SS)-YT-015(中)(SS), YT-017(中)(SS)-YT-019(中)(SS), YT-021(中)(SS), YT-001(底)(SS)-YT-022(底)(SS); YT-001(表)(Y)-YT-022(表)(Y), YT-001(中)(Y)-YT-003(中)(Y), YT-005(中)(Y)-YT-007(中)(Y), YT-009(中)(Y)-YT-015(中)(Y), YT-017(中)(Y)-YT-019(中)(Y), YT-021(中)(Y), YT-001(底)(Y)-YT-022(底)(Y); YT-001(表)(磷)-YT-022(表)(磷), YT-001(中)(磷)-YT-003(中)(磷), YT-005(中)(磷)-YT-007(中)(磷), YT-009(中)(磷)-YT-015(中)(磷), YT-017(中)(磷)-YT-019(中)(磷), YT-021(中)(磷), YT-001(底)(磷)-YT-022(底)(磷); YT-001(表)(Z)-YT-022(表)(Z), YT-001(中)(Z)-YT-003(中)(Z), YT-005(中)(Z)-YT-007(中)(Z), YT-009(中)(Z)-YT-015(中)(Z), YT-017(中)(Z)-YT-019(中)(Z), YT-021(中)(Z), YT-001(底)(Z)-YT-022(底)(Z)。</p> <p>4、实验室样品编号: DH (pH) 201101-001-DH (pH) 201101-061; DH(Oil)201101-001-DH(Oil)201101-022; DH(COD)201101-001-DH(COD)201101-061; DH (DO) 201101-001-01-DH (DO) 201101-061-01; DH (DO) 201101-001-02-DH (DO) 201101-061-02; DH (SS) 201101-001-DH (SS) 201101-061; DH (Y) 201101-001-DH (Y) 201101-061; DH (As) 201101-001-DH (As) 201101-061; DH (Z) 201101-001-DH (Z) 201101-061。</p>		
依据标准与方法	<p>1. 依据标准《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》GB 17378.4-2007; 《海洋监测技术规范 第 1 部分: 海水》HY/T 147.1-2013。</p> <p>2. 具体分析方法: 见第 7 页。</p>		

检测仪器及型号	主要仪器：CTD (CTD-NV)、pH 计 (PB10)、电子天平(224-1CN, 分度值 0.0001g)、紫外可见分光光度计(TU-1901)、原子荧光光度计(PF5)、全自动间断化学分析仪(Clever Chem Anna)、电感耦合等离子体质谱仪 (1000G) 等。			
检测项目	海水水质：pH、盐度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、活性磷酸盐、化学需氧量(COD)、溶解氧(DO)、悬浮物、石油类和重金属(铅、镉、铜、锌、总铬、砷)。			
检测结果	检测结果，见附页第 14~26 页。			
检测的环境条件	温度	19.0 °C~20.0°C	相对湿度	49%~54%
备注				

编写人：朱喜喜
 职务：科研助理
 日期：2021.6.21

审核人：王明
 职务：科研助理
 日期：2021.6.22

授权签字人：李斌
 职务：主任
 日期：2021.6.25

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

一、调查海域及调查站位

调查进行于 2020 年 10 月 29 日-10 月 30 日, 地点为烟台开发区海域。调查海域内布设了 22 个站位。本次调查共取得海水水质样品共计 510 瓶, 叶绿素 a 样品 36 瓶。水质、叶绿素 a 调查站位分布见图 1, 站位坐标和调查内容见表 1。

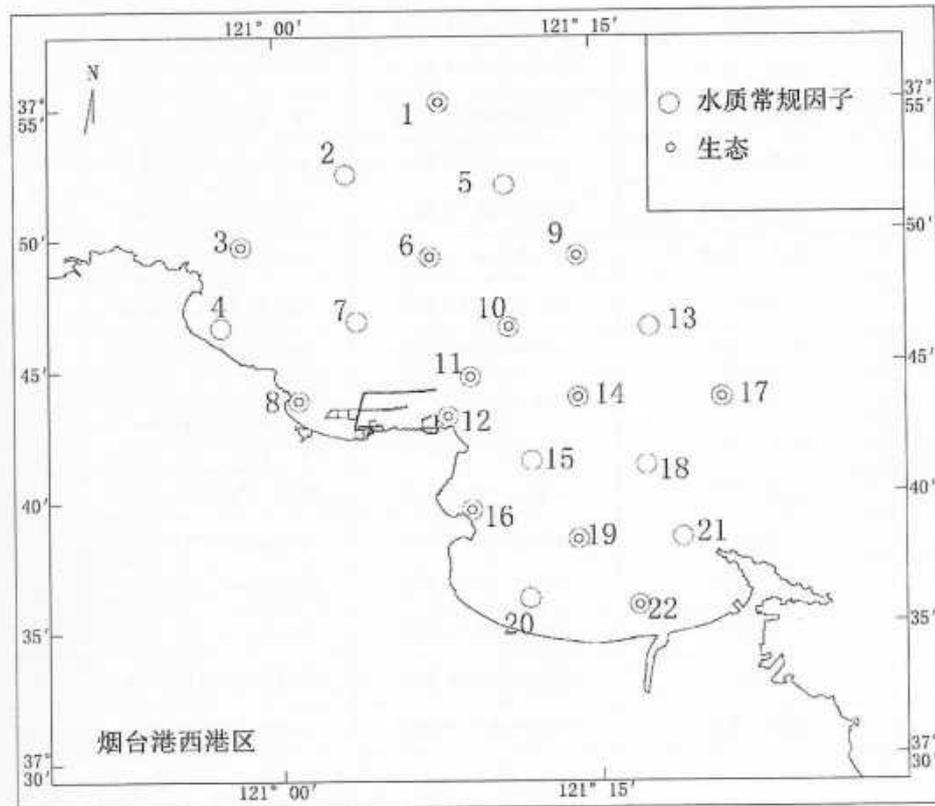


图 1 水质、叶绿素 a 调查站位分布图

表 1 站位坐标和调查内容

站号	经度	纬度	调查内容
1	东经 121°07'01.890"	北纬 37°53'41.970"	水质、生态
2	东经 121°03'22.306"	北纬 37°52'23.637"	水质
3	东经 120°59'27.565"	北纬 37°49'44.403"	水质、生态
4	东经 120°57'23.760"	北纬 37°46'37.680"	水质
5	东经 121°10'52.974"	北纬 37°51'54.858"	水质
6	东经 121°07'17.615"	北纬 37°49'11.678"	水质、生态
7	东经 121°03'47.099"	北纬 37°46'47.800"	水质
8	东经 121°00'57.720"	北纬 37°43'47.100"	水质、生态
9	东经 121°14'14.778"	北纬 37°49'10.620"	水质、生态
10	东经 121°10'57.660"	北纬 37°46'30.120"	水质、生态
11	东经 121°09'06.670"	北纬 37°44'36.970"	水质、生态
12	东经 121°08'00.800"	北纬 37°43'07.410"	水质、生态
13	东经 121°17'36.336"	北纬 37°46'26.292"	水质
14	东经 121°14'10.440"	北纬 37°43'46.740"	水质、生态
15	东经 121°11'55.490"	北纬 37°41'22.800"	水质
16	东经 121°09'04.150"	北纬 37°39'32.930"	水质、生态
17	东经 121°20'57.642"	北纬 37°43'41.874"	水质、生态
18	东经 121°17'20.640"	北纬 37°41'09.540"	水质
19	东经 121°14'03.996"	北纬 37°38'22.074"	水质、生态
20	东经 121°11'44.160"	北纬 37°36'06.820"	水质
21	东经 121°19'00.370"	北纬 37°38'22.690"	水质
22	东经 121°16'52.640"	北纬 37°35'47.270"	水质、生态

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

二、监测方法

海水水质: pH: pH 计法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/26-2007; 盐度: CTD 法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/29.2-2007; 氨盐: 次溴酸盐氧化法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/36.2-2007; 亚硝酸盐: 萘乙二胺分光光度法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/37-2007; 硝酸盐: 镉柱还原法, 《海洋监测规范》, GB 17378.4-2007/38.1; 活性磷酸盐: 磷钼蓝分光光度法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/39.1-2007; COD: 碱性高锰酸钾法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/32-2007; DO: 碘量法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/31-2007; 悬浮物: 重量法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/27-2007; 石油类: 紫外分光光度法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/13.2-2007; 砷: 原子荧光法, 《海洋监测规范》GB 17378.4/11.1-2007; 锌、铅、铜、总铬、镉: 电感耦合等离子体质谱法, 《海洋监测技术规程》HY/T 147.1/5-2013。

海洋生物生态: 叶绿素 a: 分光光度法, 《海洋调查规范》GB 12763.6/5.2.2-2007。

三、样品编号对照表

样品编号对照表详见附表 1~6。

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

附表1 样品编号对照表

将水样品编号对照表 (行-溯及调整表, 亚硫酸盐, 亚硫酸盐, 亚硫酸盐)											
站名	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	实验室样品编号
YT-001	YT-001(表)	DH(pH)201101-001	YT-001(表)(COD)	DH(COD)201101-001	YT-001(表)(CH-a)	DH(CH-a)201101-001	YT-001(表)(Y)	DH(Y)201101-001	YT-001(表)(Y)	DH(Y)201101-001	DH(Y)201101-001
YT-001	YT-001(中)	DH(pH)201101-002	YT-001(中)(COD)	DH(COD)201101-002	YT-001(中)(CH-a)	DH(CH-a)201101-002	YT-001(中)(Y)	DH(Y)201101-002	YT-001(中)(Y)	DH(Y)201101-002	DH(Y)201101-002
YT-001	YT-001(底)	DH(pH)201101-003	YT-001(底)(COD)	DH(COD)201101-003	YT-001(底)(CH-a)	DH(CH-a)201101-003	YT-001(底)(Y)	DH(Y)201101-003	YT-001(底)(Y)	DH(Y)201101-003	DH(Y)201101-003
YT-002	YT-002(表)	DH(pH)201101-004	YT-002(表)(COD)	DH(COD)201101-004	YT-002(表)(Y)	---	YT-002(表)(Y)	DH(Y)201101-004	YT-002(表)(Y)	DH(Y)201101-004	DH(Y)201101-004
YT-002	YT-002(中)	DH(pH)201101-005	YT-002(中)(COD)	DH(COD)201101-005	YT-002(中)(Y)	---	YT-002(中)(Y)	DH(Y)201101-005	YT-002(中)(Y)	DH(Y)201101-005	DH(Y)201101-005
YT-002	YT-002(底)	DH(pH)201101-006	YT-002(底)(COD)	DH(COD)201101-006	YT-002(底)(Y)	---	YT-002(底)(Y)	DH(Y)201101-006	YT-002(底)(Y)	DH(Y)201101-006	DH(Y)201101-006
YT-003	YT-003(表)	DH(pH)201101-007	YT-003(表)(COD)	DH(COD)201101-007	YT-003(表)(CH-a)	DH(CH-a)201101-004	YT-003(表)(Y)	DH(Y)201101-007	YT-003(表)(Y)	DH(Y)201101-007	DH(Y)201101-007
YT-003	YT-003(中)	DH(pH)201101-008	YT-003(中)(COD)	DH(COD)201101-008	YT-003(中)(CH-a)	DH(CH-a)201101-005	YT-003(中)(Y)	DH(Y)201101-008	YT-003(中)(Y)	DH(Y)201101-008	DH(Y)201101-008
YT-003	YT-003(底)	DH(pH)201101-009	YT-003(底)(COD)	DH(COD)201101-009	YT-003(底)(CH-a)	DH(CH-a)201101-006	YT-003(底)(Y)	DH(Y)201101-009	YT-003(底)(Y)	DH(Y)201101-009	DH(Y)201101-009
YT-004	YT-004(表)	DH(pH)201101-010	YT-004(表)(COD)	DH(COD)201101-010	---	---	YT-004(表)(Y)	DH(Y)201101-010	YT-004(表)(Y)	DH(Y)201101-010	DH(Y)201101-010
YT-004	YT-004(中)	DH(pH)201101-011	YT-004(中)(COD)	DH(COD)201101-011	---	---	YT-004(中)(Y)	DH(Y)201101-011	YT-004(中)(Y)	DH(Y)201101-011	DH(Y)201101-011
YT-004	YT-004(底)	DH(pH)201101-012	YT-004(底)(COD)	DH(COD)201101-012	---	---	YT-004(底)(Y)	DH(Y)201101-012	YT-004(底)(Y)	DH(Y)201101-012	DH(Y)201101-012
YT-005	YT-005(表)	DH(pH)201101-013	YT-005(表)(COD)	DH(COD)201101-013	---	---	YT-005(表)(Y)	DH(Y)201101-013	YT-005(表)(Y)	DH(Y)201101-013	DH(Y)201101-013
YT-005	YT-005(中)	DH(pH)201101-014	YT-005(中)(COD)	DH(COD)201101-014	---	---	YT-005(中)(Y)	DH(Y)201101-014	YT-005(中)(Y)	DH(Y)201101-014	DH(Y)201101-014
YT-005	YT-005(底)	DH(pH)201101-015	YT-005(底)(COD)	DH(COD)201101-015	---	---	YT-005(底)(Y)	DH(Y)201101-015	YT-005(底)(Y)	DH(Y)201101-015	DH(Y)201101-015
YT-006	YT-006(表)	DH(pH)201101-016	YT-006(表)(COD)	DH(COD)201101-016	YT-006(表)(CH-a)	DH(CH-a)201101-007	YT-006(表)(Y)	DH(Y)201101-016	YT-006(表)(Y)	DH(Y)201101-016	DH(Y)201101-016
YT-006	YT-006(中)	DH(pH)201101-017	YT-006(中)(COD)	DH(COD)201101-017	YT-006(中)(CH-a)	DH(CH-a)201101-008	YT-006(中)(Y)	DH(Y)201101-017	YT-006(中)(Y)	DH(Y)201101-017	DH(Y)201101-017
YT-006	YT-006(底)	DH(pH)201101-018	YT-006(底)(COD)	DH(COD)201101-018	---	---	YT-006(底)(Y)	DH(Y)201101-018	YT-006(底)(Y)	DH(Y)201101-018	DH(Y)201101-018
YT-007	YT-007(表)	DH(pH)201101-019	YT-007(表)(COD)	DH(COD)201101-019	---	---	YT-007(表)(Y)	DH(Y)201101-019	YT-007(表)(Y)	DH(Y)201101-019	DH(Y)201101-019
YT-007	YT-007(中)	DH(pH)201101-020	YT-007(中)(COD)	DH(COD)201101-020	---	---	YT-007(中)(Y)	DH(Y)201101-020	YT-007(中)(Y)	DH(Y)201101-020	DH(Y)201101-020
YT-007	YT-007(底)	DH(pH)201101-020	YT-007(底)(COD)	DH(COD)201101-020	---	---	YT-007(底)(Y)	DH(Y)201101-020	YT-007(底)(Y)	DH(Y)201101-020	DH(Y)201101-020

检(监)测 报 告

(附页)

No. HD/JC2021-004

附表2 样品编号对照表

展位	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-001	YT-001(表)(DO)-01	DH(DO)201101-001-01	YT-001(表)(DO)-02	DH(DO)201101-001-02	YT-001(表)(SS)	DH(SS)201101-001	YT-001(表)(Z)	DH(Z)201101-001	YT-001(表)(Z)	DH(Z)201101-001
YT-001	YT-001(中)(DO)-01	DH(DO)201101-002-01	YT-001(中)(DO)-02	DH(DO)201101-002-02	YT-001(中)(SS)	DH(SS)201101-002	YT-001(中)(Z)	DH(Z)201101-002	YT-001(中)(Z)	DH(Z)201101-002
YT-001	YT-001(底)(DO)-01	DH(DO)201101-003-01	YT-001(底)(DO)-02	DH(DO)201101-003-02	YT-001(底)(SS)	DH(SS)201101-003	YT-001(底)(Z)	DH(Z)201101-003	YT-001(底)(Z)	DH(Z)201101-003
YT-002	YT-002(表)(DO)-01	DH(DO)201101-004-01	YT-002(表)(DO)-02	DH(DO)201101-004-02	YT-002(表)(SS)	DH(SS)200410-004	YT-002(表)(Z)	DH(Z)201101-004	YT-002(表)(Z)	DH(Z)201101-004
YT-002	YT-002(中)(DO)-01	DH(DO)201101-005-01	YT-002(中)(DO)-02	DH(DO)201101-005-02	YT-002(中)(SS)	DH(SS)201101-005	YT-002(中)(Z)	DH(Z)201101-005	YT-002(中)(Z)	DH(Z)201101-005
YT-002	YT-002(底)(DO)-01	DH(DO)201101-006-01	YT-002(底)(DO)-02	DH(DO)201101-006-02	YT-002(底)(SS)	DH(SS)201101-006	YT-002(底)(Z)	DH(Z)201101-006	YT-002(底)(Z)	DH(Z)201101-006
YT-003	YT-003(表)(DO)-01	DH(DO)201101-007-01	YT-003(表)(DO)-02	DH(DO)201101-007-02	YT-003(表)(SS)	DH(SS)201101-007	YT-003(表)(Z)	DH(Z)201101-007	YT-003(表)(Z)	DH(Z)201101-007
YT-003	YT-003(中)(DO)-01	DH(DO)201101-008-01	YT-003(中)(DO)-02	DH(DO)201101-008-02	YT-003(中)(SS)	DH(SS)201101-008	YT-003(中)(Z)	DH(Z)201101-008	YT-003(中)(Z)	DH(Z)201101-008
YT-003	YT-003(底)(DO)-01	DH(DO)201101-009-01	YT-003(底)(DO)-02	DH(DO)201101-009-02	YT-003(底)(SS)	DH(SS)201101-009	YT-003(底)(Z)	DH(Z)201101-009	YT-003(底)(Z)	DH(Z)201101-009
YT-004	YT-004(表)(DO)-01	DH(DO)201101-010-01	YT-004(表)(DO)-02	DH(DO)201101-010-02	YT-004(表)(SS)	DH(SS)201101-010	YT-004(表)(Z)	DH(Z)201101-010	YT-004(表)(Z)	DH(Z)201101-010
YT-004	YT-004(中)(DO)-01	DH(DO)201101-011-01	YT-004(中)(DO)-02	DH(DO)201101-011-02	YT-004(中)(SS)	DH(SS)201101-011	YT-004(中)(Z)	DH(Z)201101-011	YT-004(中)(Z)	DH(Z)201101-011
YT-004	YT-004(底)(DO)-01	DH(DO)201101-012-01	YT-004(底)(DO)-02	DH(DO)201101-012-02	YT-004(底)(SS)	DH(SS)201101-012	YT-004(底)(Z)	DH(Z)201101-012	YT-004(底)(Z)	DH(Z)201101-012
YT-005	YT-005(表)(DO)-01	DH(DO)201101-013-01	YT-005(表)(DO)-02	DH(DO)201101-013-02	YT-005(表)(SS)	DH(SS)201101-013	YT-005(表)(Z)	DH(Z)201101-013	YT-005(表)(Z)	DH(Z)201101-013
YT-005	YT-005(中)(DO)-01	DH(DO)201101-014-01	YT-005(中)(DO)-02	DH(DO)201101-014-02	YT-005(中)(SS)	DH(SS)201101-014	YT-005(中)(Z)	DH(Z)201101-014	YT-005(中)(Z)	DH(Z)201101-014
YT-005	YT-005(底)(DO)-01	DH(DO)201101-015-01	YT-005(底)(DO)-02	DH(DO)201101-015-02	YT-005(底)(SS)	DH(SS)201101-015	YT-005(底)(Z)	DH(Z)201101-015	YT-005(底)(Z)	DH(Z)201101-015
YT-006	YT-006(表)(DO)-01	DH(DO)201101-016-01	YT-006(表)(DO)-02	DH(DO)201101-016-02	YT-006(表)(SS)	DH(SS)201101-016	YT-006(表)(Z)	DH(Z)201101-016	YT-006(表)(Z)	DH(Z)201101-016
YT-006	YT-006(中)(DO)-01	DH(DO)201101-017-01	YT-006(中)(DO)-02	DH(DO)201101-017-02	YT-006(中)(SS)	DH(SS)201101-017	YT-006(中)(Z)	DH(Z)201101-017	YT-006(中)(Z)	DH(Z)201101-017
YT-006	YT-006(底)(DO)-01	DH(DO)201101-018-01	YT-006(底)(DO)-02	DH(DO)201101-018-02	YT-006(底)(SS)	DH(SS)201101-018	YT-006(底)(Z)	DH(Z)201101-018	YT-006(底)(Z)	DH(Z)201101-018
YT-007	YT-007(表)(DO)-01	DH(DO)201101-019-01	YT-007(表)(DO)-02	DH(DO)201101-019-02	YT-007(表)(SS)	DH(SS)201101-019	YT-007(表)(Z)	DH(Z)201101-019	YT-007(表)(Z)	DH(Z)201101-019
YT-007	YT-007(中)(DO)-01	DH(DO)201101-020-01	YT-007(中)(DO)-02	DH(DO)201101-020-02	YT-007(中)(SS)	DH(SS)201101-020	YT-007(中)(Z)	DH(Z)201101-020	YT-007(中)(Z)	DH(Z)201101-020
YT-007	YT-007(底)(DO)-01	DH(DO)201101-021-01	YT-007(底)(DO)-02	DH(DO)201101-021-02	YT-007(底)(SS)	DH(SS)201101-021	YT-007(底)(Z)	DH(Z)201101-021	YT-007(底)(Z)	DH(Z)201101-021

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测 报 告

(附页)

No. HD.JC2021-004

附表3 样品编号对照表

海水样品编号对照表 (Y-测试数据, 重碳酸盐, 氨态氮, 活性磷酸盐)											
站号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号
YT-008	YT-008(表)	DH(OH)201101-008	YT-008(表)(COD)	DH(COD)201101-021	YT-008(表)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-010	YT-008(表)(Y)	DH(Y)201101-021	YT-008(表)(Y)	DH(Y)201101-021	YT-008(表)(Y)
YT-008	YT-008(瓶)	—	YT-008(瓶)(COD)	DH(COD)201101-022	YT-008(瓶)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-011	YT-008(瓶)(Y)	DH(Y)201101-022	YT-008(瓶)(Y)	DH(Y)201101-022	YT-008(瓶)(Y)
YT-009	YT-009(表)	DH(OH)201101-009	YT-009(表)(COD)	DH(COD)201101-023	YT-009(表)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-012	YT-009(表)(Y)	DH(Y)201101-023	YT-009(表)(Y)	DH(Y)201101-023	YT-009(表)(Y)
YT-009	YT-009(中)	—	YT-009(中)(COD)	DH(COD)201101-024	YT-009(中)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-013	YT-009(中)(Y)	DH(Y)201101-024	YT-009(中)(Y)	DH(Y)201101-024	YT-009(中)(Y)
YT-009	YT-009(瓶)	—	YT-009(瓶)(COD)	DH(COD)201101-025	YT-009(瓶)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-014	YT-009(瓶)(Y)	DH(Y)201101-025	YT-009(瓶)(Y)	DH(Y)201101-025	YT-009(瓶)(Y)
YT-010	YT-010(表)	DH(OH)201101-010	YT-010(表)(COD)	DH(COD)201101-026	YT-010(表)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-015	YT-010(表)(Y)	DH(Y)201101-026	YT-010(表)(Y)	DH(Y)201101-026	YT-010(表)(Y)
YT-010	YT-010(中)	—	YT-010(中)(COD)	DH(COD)201101-027	YT-010(中)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-016	YT-010(中)(Y)	DH(Y)201101-027	YT-010(中)(Y)	DH(Y)201101-027	YT-010(中)(Y)
YT-010	YT-010(瓶)	—	YT-010(瓶)(COD)	DH(COD)201101-028	YT-010(瓶)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-017	YT-010(瓶)(Y)	DH(Y)201101-028	YT-010(瓶)(Y)	DH(Y)201101-028	YT-010(瓶)(Y)
YT-011	YT-011(表)	DH(OH)201101-011	YT-011(表)(COD)	DH(COD)201101-029	YT-011(表)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-018	YT-011(表)(Y)	DH(Y)201101-029	YT-011(表)(Y)	DH(Y)201101-029	YT-011(表)(Y)
YT-011	YT-011(中)	—	YT-011(中)(COD)	DH(COD)201101-030	YT-011(中)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-019	YT-011(中)(Y)	DH(Y)201101-030	YT-011(中)(Y)	DH(Y)201101-030	YT-011(中)(Y)
YT-011	YT-011(瓶)	—	YT-011(瓶)(COD)	DH(COD)201101-031	YT-011(瓶)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-020	YT-011(瓶)(Y)	DH(Y)201101-031	YT-011(瓶)(Y)	DH(Y)201101-031	YT-011(瓶)(Y)
YT-012	YT-012(表)	DH(OH)201101-012	YT-012(表)(COD)	DH(COD)201101-032	YT-012(表)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-021	YT-012(表)(Y)	DH(Y)201101-032	YT-012(表)(Y)	DH(Y)201101-032	YT-012(表)(Y)
YT-012	YT-012(中)	—	YT-012(中)(COD)	DH(COD)201101-033	YT-012(中)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-022	YT-012(中)(Y)	DH(Y)201101-033	YT-012(中)(Y)	DH(Y)201101-033	YT-012(中)(Y)
YT-012	YT-012(瓶)	—	YT-012(瓶)(COD)	DH(COD)201101-034	YT-012(瓶)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-023	YT-012(瓶)(Y)	DH(Y)201101-034	YT-012(瓶)(Y)	DH(Y)201101-034	YT-012(瓶)(Y)
YT-013	YT-013(表)	DH(OH)201101-013	YT-013(表)(COD)	DH(COD)201101-035	—	—	YT-013(表)(Y)	DH(Y)201101-035	YT-013(表)(Y)	DH(Y)201101-035	YT-013(表)(Y)
YT-013	YT-013(中)	—	YT-013(中)(COD)	DH(COD)201101-036	—	—	YT-013(中)(Y)	DH(Y)201101-036	YT-013(中)(Y)	DH(Y)201101-036	YT-013(中)(Y)
YT-013	YT-013(瓶)	—	YT-013(瓶)(COD)	DH(COD)201101-037	—	—	YT-013(瓶)(Y)	DH(Y)201101-037	YT-013(瓶)(Y)	DH(Y)201101-037	YT-013(瓶)(Y)
YT-014	YT-014(表)	DH(OH)201101-014	YT-014(表)(COD)	DH(COD)201101-038	YT-014(表)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-024	YT-014(表)(Y)	DH(Y)201101-038	YT-014(表)(Y)	DH(Y)201101-038	YT-014(表)(Y)
YT-014	YT-014(中)	—	YT-014(中)(COD)	DH(COD)201101-039	YT-014(中)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-025	YT-014(中)(Y)	DH(Y)201101-039	YT-014(中)(Y)	DH(Y)201101-039	YT-014(中)(Y)
YT-014	YT-014(瓶)	—	YT-014(瓶)(COD)	DH(COD)201101-040	YT-014(瓶)(Chl-a)	DH(Chl-a)201101-026	YT-014(瓶)(Y)	DH(Y)201101-040	YT-014(瓶)(Y)	DH(Y)201101-040	YT-014(瓶)(Y)

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测 报 告

(附页)

No. HDJC2021-004

附表4 样品编号对照表

海水样品编号对照表 (Z) - 硝、磷、镉、铬										
编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-008	YT-008(表)(DO)-01	DH(DO)201101-021-01	YT-008(表)(DO)-02	DH(DO)201101-021-02	YT-008(表)(磷)	DH(SS)201101-021	YT-008(表)(磷)	DH(A)201101-021	YT-008(表)(Z)	DH(Z)201101-021
YT-008	YT-008(表)(DO)-01	DH(DO)201101-022-01	YT-008(表)(DO)-02	DH(DO)201101-022-02	YT-008(表)(磷)	DH(SS)201101-022	YT-008(表)(磷)	DH(A)201101-022	YT-008(表)(Z)	DH(Z)201101-022
YT-009	YT-009(表)(DO)-01	DH(DO)201101-023-01	YT-009(表)(DO)-02	DH(DO)201101-023-02	YT-009(表)(磷)	DH(SS)201101-023	YT-009(表)(磷)	DH(A)201101-023	YT-009(表)(Z)	DH(Z)201101-023
YT-009	YT-009(表)(DO)-01	DH(DO)201101-024-01	YT-009(表)(DO)-02	DH(DO)201101-024-02	YT-009(表)(磷)	DH(SS)201101-024	YT-009(表)(磷)	DH(A)201101-024	YT-009(表)(Z)	DH(Z)201101-024
YT-009	YT-009(表)(DO)-01	DH(DO)201101-025-01	YT-009(表)(DO)-02	DH(DO)201101-025-02	YT-009(表)(磷)	DH(SS)201101-025	YT-009(表)(磷)	DH(A)201101-025	YT-009(表)(Z)	DH(Z)201101-025
YT-009	YT-009(表)(DO)-01	DH(DO)201101-026-01	YT-009(表)(DO)-02	DH(DO)201101-026-02	YT-009(表)(磷)	DH(SS)201101-026	YT-009(表)(磷)	DH(A)201101-026	YT-009(表)(Z)	DH(Z)201101-026
YT-010	YT-010(表)(DO)-01	DH(DO)201101-027-01	YT-010(表)(DO)-02	DH(DO)201101-027-02	YT-010(表)(磷)	DH(SS)201101-027	YT-010(表)(磷)	DH(A)201101-027	YT-010(表)(Z)	DH(Z)201101-027
YT-010	YT-010(表)(DO)-01	DH(DO)201101-028-01	YT-010(表)(DO)-02	DH(DO)201101-028-02	YT-010(表)(磷)	DH(SS)201101-028	YT-010(表)(磷)	DH(A)201101-028	YT-010(表)(Z)	DH(Z)201101-028
YT-010	YT-010(表)(DO)-01	DH(DO)201101-029-01	YT-010(表)(DO)-02	DH(DO)201101-029-02	YT-010(表)(磷)	DH(SS)201101-029	YT-010(表)(磷)	DH(A)201101-029	YT-010(表)(Z)	DH(Z)201101-029
YT-010	YT-010(表)(DO)-01	DH(DO)201101-030-01	YT-010(表)(DO)-02	DH(DO)201101-030-02	YT-010(表)(磷)	DH(SS)201101-030	YT-010(表)(磷)	DH(A)201101-030	YT-010(表)(Z)	DH(Z)201101-030
YT-011	YT-011(表)(DO)-01	DH(DO)201101-031-01	YT-011(表)(DO)-02	DH(DO)201101-031-02	YT-011(表)(磷)	DH(SS)201101-031	YT-011(表)(磷)	DH(A)201101-031	YT-011(表)(Z)	DH(Z)201101-031
YT-011	YT-011(表)(DO)-01	DH(DO)201101-032-01	YT-011(表)(DO)-02	DH(DO)201101-032-02	YT-011(表)(磷)	DH(SS)201101-032	YT-011(表)(磷)	DH(A)201101-032	YT-011(表)(Z)	DH(Z)201101-032
YT-012	YT-012(表)(DO)-01	DH(DO)201101-033-01	YT-012(表)(DO)-02	DH(DO)201101-033-02	YT-012(表)(磷)	DH(SS)201101-033	YT-012(表)(磷)	DH(A)201101-033	YT-012(表)(Z)	DH(Z)201101-033
YT-012	YT-012(表)(DO)-01	DH(DO)201101-034-01	YT-012(表)(DO)-02	DH(DO)201101-034-02	YT-012(表)(磷)	DH(SS)201101-034	YT-012(表)(磷)	DH(A)201101-034	YT-012(表)(Z)	DH(Z)201101-034
YT-012	YT-012(表)(DO)-01	DH(DO)201101-035-01	YT-012(表)(DO)-02	DH(DO)201101-035-02	YT-012(表)(磷)	DH(SS)201101-035	YT-012(表)(磷)	DH(A)201101-035	YT-012(表)(Z)	DH(Z)201101-035
YT-012	YT-012(表)(DO)-01	DH(DO)201101-036-01	YT-012(表)(DO)-02	DH(DO)201101-036-02	YT-012(表)(磷)	DH(SS)201101-036	YT-012(表)(磷)	DH(A)201101-036	YT-012(表)(Z)	DH(Z)201101-036
YT-013	YT-013(表)(DO)-01	DH(DO)201101-037-01	YT-013(表)(DO)-02	DH(DO)201101-037-02	YT-013(表)(磷)	DH(SS)201101-037	YT-013(表)(磷)	DH(A)201101-037	YT-013(表)(Z)	DH(Z)201101-037
YT-013	YT-013(表)(DO)-01	DH(DO)201101-038-01	YT-013(表)(DO)-02	DH(DO)201101-038-02	YT-013(表)(磷)	DH(SS)201101-038	YT-013(表)(磷)	DH(A)201101-038	YT-013(表)(Z)	DH(Z)201101-038
YT-014	YT-014(表)(DO)-01	DH(DO)201101-039-01	YT-014(表)(DO)-02	DH(DO)201101-039-02	YT-014(表)(磷)	DH(SS)201101-039	YT-014(表)(磷)	DH(A)201101-039	YT-014(表)(Z)	DH(Z)201101-039
YT-014	YT-014(表)(DO)-01	DH(DO)201101-040-01	YT-014(表)(DO)-02	DH(DO)201101-040-02	YT-014(表)(磷)	DH(SS)201101-040	YT-014(表)(磷)	DH(A)201101-040	YT-014(表)(Z)	DH(Z)201101-040

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

附表5 样品编号对照表

站位	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号	原样品编号	实验室样品编号
YT-015	YT-015(表)	DH(pH)201101-041	YT-015(表)	DH(COD)201101-041	YT-015(表)	DH(COD)201101-041	YT-015(表)	DH(COD)201101-041	YT-015(表)	DH(COD)201101-041
YT-015	YT-015(中)	DH(pH)201101-042	YT-015(中)	DH(COD)201101-042	YT-015(中)	DH(COD)201101-042	YT-015(中)	DH(COD)201101-042	YT-015(中)	DH(COD)201101-042
YT-015	YT-015(底)	DH(pH)201101-043	YT-015(底)	DH(COD)201101-043	YT-015(底)	DH(COD)201101-043	YT-015(底)	DH(COD)201101-043	YT-015(底)	DH(COD)201101-043
YT-016	YT-016(表)	DH(pH)201101-044	YT-016(表)	DH(COD)201101-044	YT-016(表)	DH(COD)201101-044	YT-016(表)	DH(COD)201101-044	YT-016(表)	DH(COD)201101-044
YT-016	YT-016(底)	DH(pH)201101-045	YT-016(底)	DH(COD)201101-045	YT-016(底)	DH(COD)201101-045	YT-016(底)	DH(COD)201101-045	YT-016(底)	DH(COD)201101-045
YT-017	YT-017(表)	DH(pH)201101-046	YT-017(表)	DH(COD)201101-046	YT-017(表)	DH(COD)201101-046	YT-017(表)	DH(COD)201101-046	YT-017(表)	DH(COD)201101-046
YT-017	YT-017(中)	DH(pH)201101-047	YT-017(中)	DH(COD)201101-047	YT-017(中)	DH(COD)201101-047	YT-017(中)	DH(COD)201101-047	YT-017(中)	DH(COD)201101-047
YT-017	YT-017(底)	DH(pH)201101-048	YT-017(底)	DH(COD)201101-048	YT-017(底)	DH(COD)201101-048	YT-017(底)	DH(COD)201101-048	YT-017(底)	DH(COD)201101-048
YT-018	YT-018(表)	DH(pH)201101-049	YT-018(表)	DH(COD)201101-049	YT-018(表)	DH(COD)201101-049	YT-018(表)	DH(COD)201101-049	YT-018(表)	DH(COD)201101-049
YT-018	YT-018(中)	DH(pH)201101-050	YT-018(中)	DH(COD)201101-050	YT-018(中)	DH(COD)201101-050	YT-018(中)	DH(COD)201101-050	YT-018(中)	DH(COD)201101-050
YT-018	YT-018(底)	DH(pH)201101-051	YT-018(底)	DH(COD)201101-051	YT-018(底)	DH(COD)201101-051	YT-018(底)	DH(COD)201101-051	YT-018(底)	DH(COD)201101-051
YT-019	YT-019(表)	DH(pH)201101-052	YT-019(表)	DH(COD)201101-052	YT-019(表)	DH(COD)201101-052	YT-019(表)	DH(COD)201101-052	YT-019(表)	DH(COD)201101-052
YT-019	YT-019(中)	DH(pH)201101-053	YT-019(中)	DH(COD)201101-053	YT-019(中)	DH(COD)201101-053	YT-019(中)	DH(COD)201101-053	YT-019(中)	DH(COD)201101-053
YT-019	YT-019(底)	DH(pH)201101-054	YT-019(底)	DH(COD)201101-054	YT-019(底)	DH(COD)201101-054	YT-019(底)	DH(COD)201101-054	YT-019(底)	DH(COD)201101-054
YT-020	YT-020(表)	DH(pH)201101-055	YT-020(表)	DH(COD)201101-055	YT-020(表)	DH(COD)201101-055	YT-020(表)	DH(COD)201101-055	YT-020(表)	DH(COD)201101-055
YT-020	YT-020(中)	DH(pH)201101-056	YT-020(中)	DH(COD)201101-056	YT-020(中)	DH(COD)201101-056	YT-020(中)	DH(COD)201101-056	YT-020(中)	DH(COD)201101-056
YT-020	YT-020(底)	DH(pH)201101-057	YT-020(底)	DH(COD)201101-057	YT-020(底)	DH(COD)201101-057	YT-020(底)	DH(COD)201101-057	YT-020(底)	DH(COD)201101-057
YT-021	YT-021(表)	DH(pH)201101-058	YT-021(表)	DH(COD)201101-058	YT-021(表)	DH(COD)201101-058	YT-021(表)	DH(COD)201101-058	YT-021(表)	DH(COD)201101-058
YT-021	YT-021(中)	DH(pH)201101-059	YT-021(中)	DH(COD)201101-059	YT-021(中)	DH(COD)201101-059	YT-021(中)	DH(COD)201101-059	YT-021(中)	DH(COD)201101-059
YT-021	YT-021(底)	DH(pH)201101-060	YT-021(底)	DH(COD)201101-060	YT-021(底)	DH(COD)201101-060	YT-021(底)	DH(COD)201101-060	YT-021(底)	DH(COD)201101-060
YT-022	YT-022(表)	DH(pH)201101-061	YT-022(表)	DH(COD)201101-061	YT-022(表)	DH(COD)201101-061	YT-022(表)	DH(COD)201101-061	YT-022(表)	DH(COD)201101-061

检(监)测 报 告

(附页)

No. HDJC2021-004

附表6 样品编号对照表

站位	原样品编号	实验样品编号	原样品编号	实验样品编号	原样品编号	实验样品编号	原样品编号	实验样品编号	原样品编号	实验样品编号
YT-015	YT-015(表)(DO)-01	DH(DO)201101-041-01	YT-015(表)(DO)-02	DH(DO)201101-041-02	YT-015(表)(SS)	DH(SS)201101-041	YT-015(表)(种)	DH(Aa)201101-041	YT-015(表)(Z)	DH(Z)201101-041
YT-015	YT-015(中)(DO)-01	DH(DO)201101-042-01	YT-015(中)(DO)-02	DH(DO)201101-042-02	YT-015(中)(SS)	DH(SS)201101-042	YT-015(中)(种)	DH(Aa)201101-042	YT-015(中)(Z)	DH(Z)201101-042
YT-015	YT-015(底)(DO)-01	DH(DO)201101-043-01	YT-015(底)(DO)-02	DH(DO)201101-043-02	YT-015(底)(SS)	DH(SS)201101-043	YT-015(底)(种)	DH(Aa)201101-043	YT-015(底)(Z)	DH(Z)201101-043
YT-016	YT-016(表)(DO)-01	DH(DO)201101-044-01	YT-016(表)(DO)-02	DH(DO)201101-044-02	YT-016(表)(SS)	DH(SS)201101-044	YT-016(表)(种)	DH(Aa)201101-044	YT-016(表)(Z)	DH(Z)201101-044
YT-016	YT-016(中)(DO)-01	DH(DO)201101-045-01	YT-016(中)(DO)-02	DH(DO)201101-045-02	YT-016(中)(SS)	DH(SS)201101-045	YT-016(中)(种)	DH(Aa)201101-045	YT-016(中)(Z)	DH(Z)201101-045
YT-017	YT-017(表)(DO)-01	DH(DO)201101-046-01	YT-017(表)(DO)-02	DH(DO)201101-046-02	YT-017(表)(SS)	DH(SS)200410-046	YT-017(表)(种)	DH(Aa)200410-046	YT-017(表)(Z)	DH(Z)200410-046
YT-017	YT-017(中)(DO)-01	DH(DO)201101-047-01	YT-017(中)(DO)-02	DH(DO)201101-047-02	YT-017(中)(SS)	DH(SS)201101-047	YT-017(中)(种)	DH(Aa)201101-047	YT-017(中)(Z)	DH(Z)201101-047
YT-017	YT-017(底)(DO)-01	DH(DO)201101-048-01	YT-017(底)(DO)-02	DH(DO)201101-048-02	YT-017(底)(SS)	DH(SS)201101-048	YT-017(底)(种)	DH(Aa)201101-048	YT-017(底)(Z)	DH(Z)201101-048
YT-018	YT-018(表)(DO)-01	DH(DO)201101-049-01	YT-018(表)(DO)-02	DH(DO)201101-049-02	YT-018(表)(SS)	DH(SS)201101-049	YT-018(表)(种)	DH(Aa)201101-049	YT-018(表)(Z)	DH(Z)201101-049
YT-018	YT-018(中)(DO)-01	DH(DO)201101-050-01	YT-018(中)(DO)-02	DH(DO)201101-050-02	YT-018(中)(SS)	DH(SS)201101-050	YT-018(中)(种)	DH(Aa)201101-050	YT-018(中)(Z)	DH(Z)201101-050
YT-018	YT-018(底)(DO)-01	DH(DO)201101-051-01	YT-018(底)(DO)-02	DH(DO)201101-051-02	YT-018(底)(SS)	DH(SS)201101-051	YT-018(底)(种)	DH(Aa)201101-051	YT-018(底)(Z)	DH(Z)201101-051
YT-019	YT-019(表)(DO)-01	DH(DO)201101-052-01	YT-019(表)(DO)-02	DH(DO)201101-052-02	YT-019(表)(SS)	DH(SS)201101-052	YT-019(表)(种)	DH(Aa)201101-052	YT-019(表)(Z)	DH(Z)201101-052
YT-019	YT-019(中)(DO)-01	DH(DO)201101-053-01	YT-019(中)(DO)-02	DH(DO)201101-053-02	YT-019(中)(SS)	DH(SS)201101-053	YT-019(中)(种)	DH(Aa)201101-053	YT-019(中)(Z)	DH(Z)201101-053
YT-019	YT-019(底)(DO)-01	DH(DO)201101-054-01	YT-019(底)(DO)-02	DH(DO)201101-054-02	YT-019(底)(SS)	DH(SS)201101-054	YT-019(底)(种)	DH(Aa)201101-054	YT-019(底)(Z)	DH(Z)201101-054
YT-020	YT-020(表)(DO)-01	DH(DO)201101-055-01	YT-020(表)(DO)-02	DH(DO)201101-055-02	YT-020(表)(SS)	DH(SS)201101-055	YT-020(表)(种)	DH(Aa)201101-055	YT-020(表)(Z)	DH(Z)201101-055
YT-020	YT-020(中)(DO)-01	DH(DO)201101-056-01	YT-020(中)(DO)-02	DH(DO)201101-056-02	YT-020(中)(SS)	DH(SS)201101-056	YT-020(中)(种)	DH(Aa)201101-056	YT-020(中)(Z)	DH(Z)201101-056
YT-021	YT-021(表)(DO)-01	DH(DO)201101-057-01	YT-021(表)(DO)-02	DH(DO)201101-057-02	YT-021(表)(SS)	DH(SS)201101-057	YT-021(表)(种)	DH(Aa)201101-057	YT-021(表)(Z)	DH(Z)201101-057
YT-021	YT-021(中)(DO)-01	DH(DO)201101-058-01	YT-021(中)(DO)-02	DH(DO)201101-058-02	YT-021(中)(SS)	DH(SS)201101-058	YT-021(中)(种)	DH(Aa)201101-058	YT-021(中)(Z)	DH(Z)201101-058
YT-021	YT-021(底)(DO)-01	DH(DO)201101-059-01	YT-021(底)(DO)-02	DH(DO)201101-059-02	YT-021(底)(SS)	DH(SS)201101-059	YT-021(底)(种)	DH(Aa)201101-059	YT-021(底)(Z)	DH(Z)201101-059
YT-022	YT-022(表)(DO)-01	DH(DO)201101-060-01	YT-022(表)(DO)-02	DH(DO)201101-060-02	YT-022(表)(SS)	DH(SS)201101-060	YT-022(表)(种)	DH(Aa)201101-060	YT-022(表)(Z)	DH(Z)201101-060
YT-022	YT-022(中)(DO)-01	DH(DO)201101-061-01	YT-022(中)(DO)-02	DH(DO)201101-061-02	YT-022(中)(SS)	DH(SS)201101-061	YT-022(中)(种)	DH(Aa)201101-061	YT-022(中)(Z)	DH(Z)201101-061

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

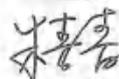
No. HDJC2021-004

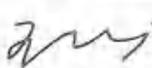
四、检测结果:

海水水质样品检测结果见附页第 14~24 页。

附表 7 海水中 pH 检测结果

样品编号	pH	样品编号	pH	样品编号	pH
DH(pH)201101-001	7.97	DH(pH)201101-022	8.00	DH(pH)201101-043	8.02
DH(pH)201101-002	7.97	DH(pH)201101-023	7.99	DH(pH)201101-044	7.81
DH(pH)201101-003	7.97	DH(pH)201101-024	8.02	DH(pH)201101-045	7.70
DH(pH)201101-004	7.98	DH(pH)201101-025	8.05	DH(pH)201101-046	7.89
DH(pH)201101-005	7.99	DH(pH)201101-026	8.08	DH(pH)201101-047	7.96
DH(pH)201101-006	8.01	DH(pH)201101-027	7.97	DH(pH)201101-048	8.01
DH(pH)201101-007	8.03	DH(pH)201101-028	8.04	DH(pH)201101-049	7.95
DH(pH)201101-008	8.03	DH(pH)201101-029	7.65	DH(pH)201101-050	7.91
DH(pH)201101-009	8.04	DH(pH)201101-030	7.74	DH(pH)201101-051	7.88
DH(pH)201101-010	8.04	DH(pH)201101-031	7.86	DH(pH)201101-052	7.89
DH(pH)201101-011	8.04	DH(pH)201101-032	8.06	DH(pH)201101-053	7.92
DH(pH)201101-012	7.87	DH(pH)201101-033	8.07	DH(pH)201101-054	7.95
DH(pH)201101-013	7.91	DH(pH)201101-034	8.07	DH(pH)201101-055	8.02
DH(pH)201101-014	7.93	DH(pH)201101-035	7.92	DH(pH)201101-056	7.94
DH(pH)201101-015	7.99	DH(pH)201101-036	7.95	DH(pH)201101-057	7.94
DH(pH)201101-016	8.03	DH(pH)201101-037	8.00	DH(pH)201101-058	7.93
DH(pH)201101-017	8.04	DH(pH)201101-038	8.04	DH(pH)201101-059	7.97
DH(pH)201101-018	8.00	DH(pH)201101-039	8.06	DH(pH)201101-060	8.01
DH(pH)201101-019	8.02	DH(pH)201101-040	7.89	DH(pH)201101-061	8.00
DH(pH)201101-020	8.05	DH(pH)201101-041	7.97	以下空白	
DH(pH)201101-021	8.01	DH(pH)201101-042	8.03		

检测人: 

审核人: 

日期: 2021.6.21

日期: 2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区：烟台开发区海域

采样日期：2020年10月29日-10月30日

附表8 海水中盐度监测结果

站号(现场测)	盐度	站号(现场测)	盐度	站号(现场测)	盐度
YT-001	32.06	YT-008	32.02	YT-015	31.75
YT-001	31.99	YT-009	32.13	YT-016	32.02
YT-001	32.00	YT-009	32.00	YT-016	32.08
YT-002	32.06	YT-009	32.08	YT-017	32.06
YT-002	32.07	YT-010	31.94	YT-017	32.05
YT-002	32.07	YT-010	31.96	YT-017	32.11
YT-003	31.92	YT-010	31.89	YT-018	32.10
YT-003	31.94	YT-011	32.00	YT-018	31.96
YT-003	31.95	YT-011	31.86	YT-018	31.93
YT-004	32.00	YT-011	31.98	YT-019	31.61
YT-004	31.98	YT-012	32.04	YT-019	31.63
YT-005	32.00	YT-012	32.06	YT-019	31.59
YT-005	32.02	YT-012	31.85	YT-020	32.06
YT-005	32.05	YT-013	31.85	YT-020	32.05
YT-006	32.14	YT-013	32.46	YT-021	31.71
YT-006	32.06	YT-013	32.00	YT-021	31.63
YT-006	32.10	YT-014	31.73	YT-021	31.59
YT-007	31.80	YT-014	31.49	YT-022	32.00
YT-007	31.90	YT-014	31.49	YT-022	32.00
YT-007	31.98	YT-015	31.68	以下空白	
YT-008	31.95	YT-015	31.69		

检测人：朱喜喜

审核人：JMS

日期：2021.6.21

日期：2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表9 海水中亚硝酸盐、硝酸盐、氨盐、磷酸盐检测结果 (mg/dm³)

样品编号	亚硝酸盐	硝酸盐	氨盐	磷酸盐
DH(Y)201101-001	0.045	0.284	0.001	0.005
DH(Y)201101-002	0.037	0.253	0.033	0.002
DH(Y)201101-003	0.040	0.306	0.012	0.004
DH(Y)201101-004	0.023	0.181	0.015	0.005
DH(Y)201101-005	0.033	0.318	0.017	0.006
DH(Y)201101-006	0.034	0.259	0.027	0.006
DH(Y)201101-007	0.032	0.131	0.096	0.007
DH(Y)201101-008	0.028	0.201	未检出	0.002
DH(Y)201101-009	0.027	0.150	0.012	0.001
DH(Y)201101-010	0.025	0.197	0.009	0.008
DH(Y)201101-011	0.024	0.222	0.013	0.001
DH(Y)201101-012	0.028	0.614	0.007	0.002
DH(Y)201101-013	0.030	0.421	0.004	0.011
DH(Y)201101-014	0.027	0.351	0.021	0.002
DH(Y)201101-015	0.031	0.069	0.003	0.006
DH(Y)201101-016	0.029	0.086	未检出	0.001
DH(Y)201101-017	0.007	0.051	未检出	0.005
DH(Y)201101-018	0.032	0.039	0.011	0.007
DH(Y)201101-019	0.034	0.127	0.009	0.006
DH(Y)201101-020	0.003	0.012	0.002	0.009
DH(Y)201101-021	0.026	0.033	0.048	0.002
DH(Y)201101-022	0.024	0.077	0.018	0.002
DH(Y)201101-023	0.031	0.096	0.003	0.0004
DH(Y)201101-024	0.032	0.056	未检出	0.002
DH(Y)201101-025	0.008	0.043	0.004	0.004
DH(Y)201101-026	0.004	0.008	0.003	0.005
DH(Y)201101-027	0.004	0.001	0.032	0.004
DH(Y)201101-028	0.002	未检出	0.004	0.005
DH(Y)201101-029	0.025	0.032	0.044	0.002
DH(Y)201101-030	0.025	0.062	0.014	0.004

检测人:

朱喜峰

审核人:

姜

日期:

2021.6.21

日期:

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 10 海水中亚硝酸盐、硝酸盐、氨盐、磷酸盐检测结果 (mg/dm³)

样品编号	亚硝酸盐	硝酸盐	氨盐	磷酸盐
DH(Y)201101-031	0.029	0.081	0.039	0.001
DH(Y)201101-032	0.002	0.018	0.010	0.0001
DH(Y)201101-033	0.002	0.001	0.031	0.003
DH(Y)201101-034	0.003	未检出	0.032	0.004
DH(Y)201101-035	0.017	0.046	0.006	0.002
DH(Y)201101-036	0.018	0.050	0.006	0.001
DH(Y)201101-037	0.017	0.034	0.001	0.012
DH(Y)201101-038	0.021	0.081	未检出	0.009
DH(Y)201101-039	0.021	0.150	0.023	0.006
DH(Y)201101-040	0.003	未检出	0.018	0.007
DH(Y)201101-041	0.021	0.083	0.030	0.000
DH(Y)201101-042	0.021	0.080	0.034	0.004
DH(Y)201101-043	0.020	0.092	0.029	0.008
DH(Y)201101-044	0.003	0.035	0.077	0.002
DH(Y)201101-045	0.003	0.029	0.028	0.001
DH(Y)201101-046	0.014	0.064	0.080	0.003
DH(Y)201101-047	0.016	0.048	0.065	0.006
DH(Y)201101-048	0.018	0.051	0.058	0.007
DH(Y)201101-049	0.003	0.155	0.114	0.003
DH(Y)201101-050	0.022	0.080	0.089	0.001
DH(Y)201101-051	0.027	0.093	0.066	0.007
DH(Y)201101-052	0.001	0.123	0.169	0.009
DH(Y)201101-053	0.003	0.060	0.038	0.001
DH(Y)201101-054	0.002	0.104	0.108	0.001
DH(Y)201101-055	0.010	0.049	0.024	0.005
DH(Y)201101-056	0.005	0.105	0.236	0.012
DH(Y)201101-057	0.021	0.102	0.158	0.009
DH(Y)201101-058	0.021	0.279	0.218	0.001
DH(Y)201101-059	0.019	0.274	0.071	0.003
DH(Y)201101-060	0.019	0.066	未检出	0.002
DH(Y)201101-061	0.016	0.118	0.003	0.0001

检测人: 朱喜喜

审核人: 王

日期: 2021.6.21

日期: 2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 11 海水中砷检测结果 ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)

样品编号	砷	样品编号	砷	样品编号	砷
DH(As)201101-001	1.61	DH(As)201101-022	1.75	DH(As)201101-043	1.66
DH(As)201101-002	1.66	DH(As)201101-023	1.86	DH(As)201101-044	1.30
DH(As)201101-003	1.76	DH(As)201101-024	1.58	DH(As)201101-045	1.37
DH(As)201101-004	1.66	DH(As)201101-025	1.53	DH(As)201101-046	1.54
DH(As)201101-005	1.68	DH(As)201101-026	1.49	DH(As)201101-047	1.31
DH(As)201101-006	1.74	DH(As)201101-027	1.47	DH(As)201101-048	1.59
DH(As)201101-007	1.87	DH(As)201101-028	1.52	DH(As)201101-049	1.47
DH(As)201101-008	1.78	DH(As)201101-029	1.50	DH(As)201101-050	1.57
DH(As)201101-009	1.89	DH(As)201101-030	1.58	DH(As)201101-051	1.56
DH(As)201101-010	1.84	DH(As)201101-031	1.52	DH(As)201101-052	1.48
DH(As)201101-011	1.88	DH(As)201101-032	1.56	DH(As)201101-053	1.50
DH(As)201101-012	1.63	DH(As)201101-033	1.57	DH(As)201101-054	1.41
DH(As)201101-013	1.65	DH(As)201101-034	1.52	DH(As)201101-055	1.46
DH(As)201101-014	1.62	DH(As)201101-035	1.38	DH(As)201101-056	1.40
DH(As)201101-015	1.69	DH(As)201101-036	1.58	DH(As)201101-057	1.52
DH(As)201101-016	1.65	DH(As)201101-037	1.47	DH(As)201101-058	1.58
DH(As)201101-017	1.91	DH(As)201101-038	1.55	DH(As)201101-059	1.32
DH(As)201101-018	1.73	DH(As)201101-039	1.45	DH(As)201101-060	1.54
DH(As)201101-019	1.73	DH(As)201101-040	1.45	DH(As)201101-061	1.62
DH(As)201101-020	1.74	DH(As)201101-041	1.63	以下空白	
DH(As)201101-021	1.71	DH(As)201101-042	1.72		

检测人:

朱喜喜

审核人:

王

日期:

2021.6.21

日期:

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 12 海水中铜、铅、锌、镉、总铬检测结果($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)

样品编号	铜	铅	锌	镉	总铬
DH(Z)201101-001	2.52	0.12	26.6	0.096	0.49
DH(Z)201101-002	2.57	0.73	27.3	0.128	0.39
DH(Z)201101-003	3.77	0.14	31.3	0.120	0.44
DH(Z)201101-004	1.90	0.28	28.2	0.101	0.44
DH(Z)201101-005	2.87	0.36	22.0	0.134	0.41
DH(Z)201101-006	2.75	0.44	27.8	0.142	0.59
DH(Z)201101-007	4.79	0.24	33.6	0.129	0.58
DH(Z)201101-008	4.82	0.26	28.6	0.112	0.93
DH(Z)201101-009	4.47	0.27	30.7	0.108	0.86
DH(Z)201101-010	2.66	0.21	21.3	0.145	0.43
DH(Z)201101-011	3.36	0.37	23.0	0.152	0.47
DH(Z)201101-012	4.93	0.12	30.2	0.166	0.79
DH(Z)201101-013	8.55	0.49	31.3	0.220	0.62
DH(Z)201101-014	5.25	0.08	31.8	0.259	0.31
DH(Z)201101-015	2.33	0.23	29.9	0.113	0.55
DH(Z)201101-016	3.43	0.09	33.6	0.127	0.56
DH(Z)201101-017	1.38	0.05	22.5	0.115	0.40
DH(Z)201101-018	4.10	0.57	15.5	0.237	0.42
DH(Z)201101-019	4.60	0.31	16.6	0.244	0.45
DH(Z)201101-020	4.80	0.41	18.0	0.273	0.37
DH(Z)201101-021	3.56	0.22	24.6	0.246	0.31
DH(Z)201101-022	6.32	0.28	34.3	0.349	0.33
DH(Z)201101-023	4.26	0.54	19.5	0.471	0.44
DH(Z)201101-024	2.84	1.05	18.6	0.494	0.42
DH(Z)201101-025	3.47	0.17	16.2	0.121	0.24
DH(Z)201101-026	7.87	0.47	43.2	0.177	0.24
DH(Z)201101-027	4.61	0.05	17.6	0.110	0.26
DH(Z)201101-028	5.54	0.39	16.1	0.112	0.26
DH(Z)201101-029	5.45	0.45	27.8	0.244	0.33
DH(Z)201101-030	5.03	0.26	18.8	0.196	0.46
DH(Z)201101-031	4.29	0.30	25.5	0.171	0.45

检测人:

朱喜喜

审核人:

王

日期:

2021.6.21

日期:

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 13 海水中铜、铅、锌、镉、总铬检测结果 ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)

样品编号	铜	铅	锌	镉	总铬
DH(Z)201101-032	4.46	0.12	12.0	0.092	0.19
DH(Z)201101-033	7.42	0.34	15.8	0.098	0.25
DH(Z)201101-034	1.96	0.19	21.3	0.076	0.16
DH(Z)201101-035	3.14	0.20	18.4	0.107	0.38
DH(Z)201101-036	4.40	0.19	18.5	0.137	0.53
DH(Z)201101-037	2.47	0.21	11.9	0.108	0.37
DH(Z)201101-038	2.53	1.75	25.8	0.243	0.21
DH(Z)201101-039	3.44	0.46	26.7	0.286	0.21
DH(Z)201101-040	5.69	0.95	29.5	0.292	0.27
DH(Z)201101-041	4.97	0.37	27.0	0.221	0.39
DH(Z)201101-042	5.12	0.62	26.8	0.225	0.48
DH(Z)201101-043	6.97	0.50	36.0	0.260	0.56
DH(Z)201101-044	4.59	0.19	40.5	0.122	0.31
DH(Z)201101-045	5.10	0.46	48.7	0.140	0.40
DH(Z)201101-046	4.68	0.37	20.8	0.257	0.26
DH(Z)201101-047	4.85	0.59	23.1	0.259	0.27
DH(Z)201101-048	3.47	0.43	17.3	0.196	0.17
DH(Z)201101-049	2.22	0.57	4.6	0.063	0.59
DH(Z)201101-050	3.80	0.21	10.7	0.075	0.60
DH(Z)201101-051	2.16	0.25	4.3	0.068	0.62
DH(Z)201101-052	2.18	0.18	3.2	0.079	2.14
DH(Z)201101-053	2.23	0.56	8.8	0.094	0.56
DH(Z)201101-054	2.00	0.28	2.7	0.070	1.22
DH(Z)201101-055	2.19	0.26	5.6	0.081	1.10
DH(Z)201101-056	2.11	0.25	3.4	0.092	0.50
DH(Z)201101-057	2.36	0.48	6.5	0.085	0.75
DH(Z)201101-058	2.51	0.45	4.3	0.076	0.46
DH(Z)201101-059	2.26	0.26	3.6	0.064	0.66
DH(Z)201101-060	2.13	0.17	3.3	0.084	0.47
DH(Z)201101-061	2.14	0.30	8.9	0.084	0.49

检测人:

朱喜喜

审核人:

2021.6.22

日期:

2021.6.21

日期:

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 14 海水中油类检测结果(mg/dm³)

样品编号	油类	样品编号	油类
DH(Oil)201101-001	0.032	DH(Oil)201101-012	0.016
DH(Oil)201101-002	0.043	DH(Oil)201101-013	0.033
DH(Oil)201101-003	0.026	DH(Oil)201101-014	0.028
DH(Oil)201101-004	0.026	DH(Oil)201101-015	0.012
DH(Oil)201101-005	0.036	DH(Oil)201101-016	0.033
DH(Oil)201101-006	0.026	DH(Oil)201101-017	0.034
DH(Oil)201101-007	0.011	DH(Oil)201101-018	0.030
DH(Oil)201101-008	0.047	DH(Oil)201101-019	0.026
DH(Oil)201101-009	0.034	DH(Oil)201101-020	0.034
DH(Oil)201101-010	0.016	DH(Oil)201101-021	0.049
DH(Oil)201101-011	0.012	DH(Oil)201101-022	0.036

检测人:

朱喜喜

审核人:

朱喜喜

日期:

2021.6.21

日期:

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区：烟台开发区海域

采样日期：2020年10月29日-10月30日

附表 15 海水中化学需氧量检测结果(mg/dm³)

样品编号	化学需氧量	样品编号	化学需氧量
DH(COD)201101-001	1.36	DH(COD)201101-032	0.96
DH(COD)201101-002	1.24	DH(COD)201101-033	1.36
DH(COD)201101-003	1.32	DH(COD)201101-034	0.80
DH(COD)201101-004	1.36	DH(COD)201101-035	1.16
DH(COD)201101-005	1.20	DH(COD)201101-036	1.32
DH(COD)201101-006	1.28	DH(COD)201101-037	1.08
DH(COD)201101-007	1.44	DH(COD)201101-038	1.08
DH(COD)201101-008	1.24	DH(COD)201101-039	1.40
DH(COD)201101-009	1.52	DH(COD)201101-040	1.36
DH(COD)201101-010	1.52	DH(COD)201101-041	1.44
DH(COD)201101-011	1.52	DH(COD)201101-042	1.00
DH(COD)201101-012	2.32	DH(COD)201101-043	1.20
DH(COD)201101-013	1.80	DH(COD)201101-044	1.60
DH(COD)201101-014	1.88	DH(COD)201101-045	1.12
DH(COD)201101-015	1.36	DH(COD)201101-046	1.08
DH(COD)201101-016	1.24	DH(COD)201101-047	0.88
DH(COD)201101-017	1.24	DH(COD)201101-048	1.24
DH(COD)201101-018	1.32	DH(COD)201101-049	1.56
DH(COD)201101-019	1.36	DH(COD)201101-050	1.40
DH(COD)201101-020	1.32	DH(COD)201101-051	1.24
DH(COD)201101-021	1.32	DH(COD)201101-052	1.32
DH(COD)201101-022	1.24	DH(COD)201101-053	1.32
DH(COD)201101-023	1.20	DH(COD)201101-054	1.32
DH(COD)201101-024	1.08	DH(COD)201101-055	1.28
DH(COD)201101-025	1.68	DH(COD)201101-056	1.32
DH(COD)201101-026	0.88	DH(COD)201101-057	1.68
DH(COD)201101-027	0.76	DH(COD)201101-058	1.60
DH(COD)201101-028	0.92	DH(COD)201101-059	1.40
DH(COD)201101-029	0.92	DH(COD)201101-060	1.08
DH(COD)201101-030	0.96	DH(COD)201101-061	1.48
DH(COD)201101-031	1.24	以下空白	

检测人：

日期：

李喜喜

2021.6.21

审核人：

日期：

王

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 16 海水中溶解氧检测结果(mg/dm³)

样品编号	溶解氧	样品编号	溶解氧
DH(DO)201101-001	8.19	DH(DO)201101-032	8.77
DH(DO)201101-002	8.43	DH(DO)201101-033	8.38
DH(DO)201101-003	8.55	DH(DO)201101-034	8.04
DH(DO)201101-004	8.04	DH(DO)201101-035	8.04
DH(DO)201101-005	8.24	DH(DO)201101-036	7.71
DH(DO)201101-006	7.80	DH(DO)201101-037	7.93
DH(DO)201101-007	8.42	DH(DO)201101-038	7.83
DH(DO)201101-008	8.32	DH(DO)201101-039	7.73
DH(DO)201101-009	8.07	DH(DO)201101-040	7.85
DH(DO)201101-010	8.21	DH(DO)201101-041	7.82
DH(DO)201101-011	7.79	DH(DO)201101-042	7.93
DH(DO)201101-012	7.93	DH(DO)201101-043	8.54
DH(DO)201101-013	7.79	DH(DO)201101-044	7.93
DH(DO)201101-014	7.80	DH(DO)201101-045	7.26
DH(DO)201101-015	8.02	DH(DO)201101-046	7.77
DH(DO)201101-016	7.90	DH(DO)201101-047	7.83
DH(DO)201101-017	7.79	DH(DO)201101-048	7.63
DH(DO)201101-018	8.20	DH(DO)201101-049	8.25
DH(DO)201101-019	8.02	DH(DO)201101-050	8.25
DH(DO)201101-020	8.10	DH(DO)201101-051	7.99
DH(DO)201101-021	7.96	DH(DO)201101-052	7.93
DH(DO)201101-022	8.43	DH(DO)201101-053	8.26
DH(DO)201101-023	8.02	DH(DO)201101-054	8.91
DH(DO)201101-024	7.93	DH(DO)201101-055	8.40
DH(DO)201101-025	8.13	DH(DO)201101-056	7.99
DH(DO)201101-026	7.88	DH(DO)201101-057	8.78
DH(DO)201101-027	8.07	DH(DO)201101-058	8.23
DH(DO)201101-028	7.90	DH(DO)201101-059	8.21
DH(DO)201101-029	7.93	DH(DO)201101-060	8.71
DH(DO)201101-030	7.85	DH(DO)201101-061	8.77
DH(DO)201101-031	8.62	以下空白	

检测人:

日期:

朱喜喜

2021.6.21

审核人:

日期:

姜

2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

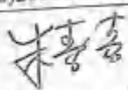
No. HDJC2021-004

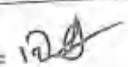
海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 17 海水中悬浮物检测结果(mg/dm³)

样品编号	悬浮物	样品编号	悬浮物
DH(SS)201101-001	9.6	DH(SS)201101-032	18.8
DH(SS)201101-002	33.2	DH(SS)201101-033	9.6
DH(SS)201101-003	21.6	DH(SS)201101-034	27.6
DH(SS)201101-004	8.8	DH(SS)201101-035	6.0
DH(SS)201101-005	7.2	DH(SS)201101-036	5.2
DH(SS)201101-006	16.4	DH(SS)201101-037	14.0
DH(SS)201101-007	26.8	DH(SS)201101-038	12.8
DH(SS)201101-008	10.0	DH(SS)201101-039	14.8
DH(SS)201101-009	20.8	DH(SS)201101-040	9.2
DH(SS)201101-010	11.6	DH(SS)201101-041	10.8
DH(SS)201101-011	8.4	DH(SS)201101-042	35.2
DH(SS)201101-012	46.4	DH(SS)201101-043	38.8
DH(SS)201101-013	20.4	DH(SS)201101-044	未检出
DH(SS)201101-014	23.2	DH(SS)201101-045	未检出
DH(SS)201101-015	29.2	DH(SS)201101-046	22.4
DH(SS)201101-016	12.4	DH(SS)201101-047	3.6
DH(SS)201101-017	44.0	DH(SS)201101-048	39.6
DH(SS)201101-018	16.0	DH(SS)201101-049	37.6
DH(SS)201101-019	4.8	DH(SS)201101-050	8.8
DH(SS)201101-020	33.6	DH(SS)201101-051	11.2
DH(SS)201101-021	20.0	DH(SS)201101-052	17.6
DH(SS)201101-022	未检出	DH(SS)201101-053	10.0
DH(SS)201101-023	3.2	DH(SS)201101-054	35.2
DH(SS)201101-024	5.6	DH(SS)201101-055	40.0
DH(SS)201101-025	11.6	DH(SS)201101-056	38.8
DH(SS)201101-026	5.2	DH(SS)201101-057	2.0
DH(SS)201101-027	12.8	DH(SS)201101-058	15.2
DH(SS)201101-028	38.4	DH(SS)201101-059	4.8
DH(SS)201101-029	6.8	DH(SS)201101-060	53.2
DH(SS)201101-030	4.0	DH(SS)201101-061	17.6
DH(SS)201101-031	10.8	以下空白	

检测人: 
日期: 2021.6.21

审核人: 
日期: 2021.6.22

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测 报 告

No. HDJC2021-004

样品名称	叶绿素 a 样品	样品数量	36 瓶
委托单位	名称: 烟台港集团有限公司 地址: 山东省烟台市芝罘区北马路 155 号 电话: 0535-6742102	采样(送样)的方式	采样
送检日期	2020 年 11 月 01 日	检测日期	2020 年 11 月 01 日-11 月 10 日
检测样品性质、状态、数量及标识描述	叶绿素 a 样品: 1、样品状态: 无色、无异味、透明海水, 密封低温避光保存。 2、样品数量: 36 瓶, 叶绿素 a 装于 500 cm ³ 塑料瓶中。 3、原样品编号: YT-001(表)(Chl-a)、YT-003(表)(Chl-a)、YT-006(表)(Chl-a)、YT-008(表)(Chl-a)~YT-012(表)(Chl-a)、YT-014(表)(Chl-a)、YT-016(表)(Chl-a)、YT-017(表)(Chl-a)、YT-019(表)(Chl-a)、YT-022(表)(Chl-a)、YT-001(中)(Chl-a)、YT-003(中)(Chl-a)、YT-006(中)(Chl-a)、YT-009(中)(Chl-a)~YT-012(中)(Chl-a)、YT-014(中)(Chl-a)、YT-017(中)(Chl-a)、YT-019(中)(Chl-a)、YT-001(底)(Chl-a)、YT-003(底)(Chl-a)、YT-006(底)(Chl-a)、YT-008(底)(Chl-a)~YT-012(底)(Chl-a)、YT-014(底)(Chl-a)、YT-016(底)(Chl-a)、YT-017(底)(Chl-a)、YT-019(底)(Chl-a)、YT-022(底)(Chl-a)。 4、实验室样品编号: DH(Chl-a)201101-001~DH(Chl-a)201101-036。		
依据标准与方法	《海洋调查规范 第 6 部分: 海洋生物调查》GB 12763.6-2007; 海洋生物生态: 叶绿素 a; 分光光度法。		
检测仪器及型号	主要仪器: 紫外可见分光光度计(TU-1901)。		
检测项目	海洋生物生态: 叶绿素 a		
检测结果	检测结果, 见附页第 26 页。		
检测的环境条件	温度	19.0 °C	相对湿度 50%
备注			

编写人: 朱喜喜
 职务: 科研助理
 日期: 2021.6.21

审核人: 李亚娟
 职务: 室级
 日期: 2021.6.22

授权签字人: 李亚娟
 职务: 室级
 日期: 2021.6.25

中国海洋大学海洋监测与检测中心

检(监)测报告

(附页)

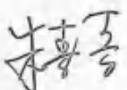
No. HDJC2021-004

海区: 烟台开发区海域

采样日期: 2020年10月29日-10月30日

附表 18 海水中叶绿素 *a* 检测结果(mg/m³)

样品编号	叶绿素 <i>a</i>	样品编号	叶绿素 <i>a</i>
DH(Chl-a)201101-001	1.29	DH(Chl-a)201101-019	1.76
DH(Chl-a)201101-002	1.23	DH(Chl-a)201101-020	1.70
DH(Chl-a)201101-003	1.29	DH(Chl-a)201101-021	1.35
DH(Chl-a)201101-004	0.47	DH(Chl-a)201101-022	0.47
DH(Chl-a)201101-005	0.47	DH(Chl-a)201101-023	0.47
DH(Chl-a)201101-006	0.88	DH(Chl-a)200410-024	0.82
DH(Chl-a)201101-007	0.88	DH(Chl-a)201101-025	0.47
DH(Chl-a)201101-008	0.47	DH(Chl-a)201101-026	0.47
DH(Chl-a)201101-009	0.54	DH(Chl-a)201101-027	0.47
DH(Chl-a)201101-010	0.47	DH(Chl-a)201101-028	0.47
DH(Chl-a)201101-011	0.88	DH(Chl-a)201101-029	0.88
DH(Chl-a)201101-012	1.70	DH(Chl-a)201101-030	0.88
DH(Chl-a)201101-013	1.70	DH(Chl-a)201101-031	1.83
DH(Chl-a)201101-014	0.88	DH(Chl-a)201101-032	2.65
DH(Chl-a)201101-015	0.88	DH(Chl-a)201101-033	0.41
DH(Chl-a)201101-016	0.47	DH(Chl-a)201101-034	0.82
DH(Chl-a)201101-017	0.95	DH(Chl-a)201101-035	0.41
DH(Chl-a)201101-018	1.36	DH(Chl-a)201101-036	0.82

检测人: 

审核人: 

日期: 2021.6.21

日期: 2021.6.22

报告结束

附件 12 土石方协议

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目 防波堤工程购土石方意向性协议

甲方：中城乡（烟台）液化天然气有限公司（以下简称甲方）

乙方：物产中大（营口）多式联运有限公司（以下简称乙方）

为了完善 LNG 储运体系，提高天然气市场通达保障能力和被掩护码头作业天数，形成 LNG 独立港池，开发建设烟台港西港区 LNG 作业区，甲方拟建“烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程”，工程计划于 2024 年 1 月开工，2025 年 4 月完工。工程建设过程中需外购土石方约 342.0 万方（以实际发生为准）。

正在开采的鞍山市千山区，鞍钢集团矿业有限公司东鞍山分公司矿山，采矿证为号 C2100002011062140113387，年开采量 700.00 万吨/年。根据现场调查，其堆场有 600 万方，最多可以为本项目提供 600 万方，满足本项目建设需求。

甲乙双方本着真诚合作，公平公正原则，经双方友好协商，达成如下协议：

1、乙方为甲方项目提供土石方约 342.0 万方，乙方应尽量保证提供土方时间和方量满足甲方工程施工进度要求。购土石方单价以甲乙双方商定价格为准。具体事项另行签订合同。

2、甲方有权对乙方的运土石方车辆进行现场测量，如有达不到规定的土方车尺寸及土方量，甲方有权拒绝或按半车计量。

3、未尽事宜，双方另行协商。

4、本协议一式四份，甲乙双方各执二份。

5、本协议有效期自甲乙双方代表签字加盖公章之日起至项目建设完成。

甲方：盖章

联系人：

日期：



乙方：盖章

联系人：

日期：



附件 13 环评报告书技术评估专家意见及签字

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目 防波堤工程环境影响报告书技术评估会专家意见

2023 年 8 月 31 日，烟台市环境监控中心在烟台市莱山区主持召开了《烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程环境影响报告书》技术评估会。参加会议的有烟台海事局、烟台市海洋发展和渔业局、烟台市生态环境局黄渤海新区分局、建设单位-中城乡（烟台）液化天然气有限公司、评价单位-山东元让环境科技有限公司、设计单位-中交第一航务工程勘察设计院有限公司等单位的代表。会议邀请了 3 名专家（名单附后）负责报告书的技术评估工作。

部分与会代表会前踏勘了现场，会议期间，观看了反映项目现场和周围环境的影像资料，听取了建设单位关于项目基本情况介绍，评价单位对报告书主要内容的汇报，经认真讨论和评议，形成如下评审意见：

一、项目概况及总体评价

该防波堤以 LNG 港池南护岸西端头为轴线起点，与在建的 LNG 接收站陆域护岸和已建的防波堤二期工程共同形成规划的 LNG 作业区，满足 26.6 万方 LNG 接卸泊位的水域使用要求。新建防波堤总长 3183.2m，位于 LNG 作业区的西北侧，呈“∟”形布置，按照建设位置的不同，防波堤共分为三段，分别为接陆段、连接段、外海段防波堤。

工程用海总面积 41.1975 万 m²，用海方式为非透水构筑物。用海类型属于交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本工

程不占用自然岸线，构筑物范围实际占用人工岸线 146.7m，不形成人工岸线。

项目总投资 176262.07 万元。申请用海期限 50 年，工期 24 个月。

工程位于烟台港西港区，不属于生态环境敏感海域。

项目已取得山东省发改委立项核准批复（鲁发改项审[2023]303 号），项目代码：2212-370000-04-01-918388。

该项目符合国家产业政策的要求；符合《全国海洋主体功能区规划》，项目建设与山东省海洋功能区划功能定位不相符，项目已获得烟台市人民政府将本项目纳入国土空间规划的承诺函；符合《烟台港总体规划（2016-2030 年）》要求；符合《烟台市“三线一单”生态环境分区管控方案》要求，不占用山东省“三区三线”生态保护红线。在严格落实各项环保措施，污染物满足达标排放要求，工程风险能够有效控制的前提下，从环境影响角度分析，项目建设可行。

二、“报告书”编制质量

“报告书”环境概况、工程分析基本清楚，污染防治措施总体可行，总体符合相关编制技术导则要求。

三、“报告书”主要补充、修改意见

- 1、核实泥沙冲淤数模参数，核实冲淤预测及分析内容；
- 2、补充土石方来源，补充相关检测方案，核实运输路线及相关环保措施，完善土石方平衡分析；
- 3、核实溢油数模参数选择，完善溢油预测分析；
- 4、核实企业风险应急预案及上级应急体系的衔接方式，完善风

险应急预案；

- 5、补充国土空间规划符合性分析相关内容；
- 6、完善近岸海域功能区划符合性分析相关内容；
- 7、核实调查资料来源，核实数据可靠性；更新渔业资源调查资料，补充所有现场调查资料的 CMA 报告；
- 8、补充海洋生态损失补偿金计算；
- 9、按相关文件要求，完善监测计划；
- 10、落实船舶污染物去向，补充相关协议。

李强
2023.8.31

烟台港西港区液化天然气（LNG）项目防波堤工程

环境影响报告书技术评估专家签字表

姓名	单 位	职称/职务	签 字
朱银奎	自然资源部青岛海洋地质研究所	研究员	
刘 艳	国家海洋局烟台海洋环境监测中心站	高级工程师	
李 峰	烟台市海洋环境监测预报中心	高级工程师	

建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位（盖章）：

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设 项目	项目名称		烟台港西港区液化天然气(LNG)项目防波堤工程				建设内容		新建防波堤总长3183.2m，位于LNG作业区的西北侧，防波堤共分为三段，分别为接陆段、连接段、外海陆防波堤。工程用海总面积41.1975 m ² ，用海方式为非透水构筑物。用海类型属于交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）。本工程不占用自然岸线，构筑物范围实际占用人工岸线146.7m，不形成人工岸线。						
	项目代码						建设规模		新建防波堤总长3183.2m						
	环评信用平台项目编号		rw35uq				计划开工时间		2023年8月						
	建设地点		烟台港西港区				预计投产时间		2025年8月						
	项目建设周期（月）		24.0				国民经济行业类型及代码		[E4823]港口及航道设施工程建筑						
	环境影响评价行业类别		154围填海工程及海上堤坝工程				项目申请类别		新申报项目						
	建设性质		新建（迁建）				规划环评文件名		关于《烟台港总体规划修订环境影响报告书》的审查意见						
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）		现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）				规划环评审查意见文号		环审[2016]79号						
	规划环评开展情况		有				环评文件类别		环境影响报告书						
	规划环评审查机关		环境保护部				占地面积（平方米）								
建设地点中心坐标（非线性工程）		经度		纬度		起点经度	121.040953	起点纬度	37.723739	终点经度	121.066249	终点纬度	37.743153	工程长度（千米）	
建设地点坐标（线性工程）		起点经度	121.040953	起点纬度	37.723739	终点经度	121.066249	终点纬度	37.743153	所占比例（%）	0.23				
总投资（万元）		176262.07				环保投资（万元）		413.60							
建设 单位	单位名称		中城多（烟台）液化天然气有限公司		法定代表人	董善宁		单位名称	山东元让环保科技有限公司		统一社会信用代码	91370613MA3P28CW6G			
	统一社会信用代码（组织机构代码）		91370600MA3EKTXP8H		主要负责人	王昌兵		编制主持人	姓名	王鑫		联系电话	0532-66781882		
	通讯地址		山东省烟台市经济技术开发区长江路161号天马中心36层				联系电话	0535-6816969		信用编号	BH015005		职业资格证书管理号	11353743511370562	
	通讯地址		山东省烟台市莱山区盛泉东路2号北大院						通讯地址						
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				区域削减量来源（国家、省级审批项目）				
			①排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放削减量（吨/年）						
	废水	废水量（万吨/年）													
		COD													
		氨氮													
		总磷													
		总氮													
	废气	其他特征污染物													
		废气量（万标立方米/年）													
		二氧化硫													
氮氧化物															
颗粒物															
挥发性有机物															
甲苯															
项目 涉及 法律 法规 规定 的 保 护 区 情 况	影响及主要措施				级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施					
	生态保护目标									避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>					
	生态保护红线		（可增行）				核心区、缓冲区、实验区			避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>					
	自然保护区		（可增行）				一级保护区、二级保护区、准保护区			避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>					
	饮用水水源保护区（地表）		（可增行）				一级保护区、二级保护区、准保护区			避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>					
	饮用水水源保护区（地下）		（可增行）				一级保护区、二级保护区、准保护区			避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>					
风景名胜保护区		（可增行）				核心区、一般景区			避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>						
其他		（可增行）							避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/>						
		主要原料								主要燃料					

主要原料及燃料信息		序号	名称		年最大使用量	计量单位	有毒有害物质及含量 (%)		序号	名称		灰分 (%)	硫分 (%)	年最大使用量	计量单位
大气污染治理与排放信息		有组织排放 (主要排放口)	序号(编号)	排放口名称	排气筒高度(米)	污染防治设施工艺			生产设备		污染物排放				
						序号(编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号(编号)	名称	污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放速率(千克/小时)	排放量(吨/年)	排放标准名称
		无组织排放	序号	无组织排放源名称						污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放标准名称			
水污染治理与排放信息(主要排放口)		车间或生产设施排放口	序号(编号)	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放					
						序号(编号)	名称	污染治理设施处理水量(吨/小时)		污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称		
		总排放口(间接排放)	序号(编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量(吨/小时)	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放					
							名称	编号		污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称		
总排放口(直接排放)	序号(编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量(吨/小时)	受纳水体		污染物排放								
					名称	功能类别	污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称					
固体废物信息		废物类型	序号	名称	产生环节及装置	危险废物特性	危险废物代码	产生量(吨/年)	贮存设施名称	贮存能力(吨/年)	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外委处置		
		一般工业固体废物													
危险废物															