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

建设单位：山东港口烟台港集团有限公司

评价单位：天科院环境科技发展（天津）有限公司

二〇二一年六月

打印编号：1618370453000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	iqp17i
建设项目名称	烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程
建设项目类别	52—138油气、液体化工码头
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	烟台港集团有限公司
统一社会信用代码	91370600165003250G
法定代表人（签章）	刘国田
主要负责人（签字）	曲忠义
直接负责的主管人员（签字）	王松林
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	天科院环境科技发展（天津）有限公司
统一社会信用代码	91120118MA05LCHT44
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
周斌	05351223505120009	BH014662	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
周斌	概述、总则、工程概况、环境风险分析与评价、环境保护对策措施、环境影响评价结论与建议	BH014662	
徐鑫	区域自然环境现状、环境质量现状调查与评价、总量控制	BH028481	
姬洪亮	环境影响预测与评价、环境经济损益分析、工程环境可行性、环境管理与环境监测	BH009185	

目录

1. 概述 1
1.1. 项目由来 1
1.2. 项目特点 2
1.3. 评价过程 2
1.4. 相关情况判定 3
1.5. 关注的主要环境问题 3
1.6. 评价主要结论 4
2. 总则 6
2.1. 编制依据 6
2.2. 环境影响要素识别与评价因子筛选 11
2.3. 评价标准 13
2.4. 评价工作等级及范围 18
2.5. 环境保护目标与环境敏感目标 33
2.6. 区域规划及环境功能区划 36
3. 工程分析 42
3.1. 建设项目名称、性质、工程与投资规模及地理位置 42
3.2. 建设内容 44
3.3. 总平面布置 46
3.4. 装卸工艺 59
3.5. 码头水工建筑物 68
3.6. 管线工程水工建筑物 73
3.7. 储罐设计 74
3.8. 配套工程 79
3.9. 依托工程 87
3.10. 施工 94
3.11. 工程各阶段污染环境影响分析 97
3.12. 工程各阶段污染源强估算 99
3.13. 工程各阶段非污染物环境影响分析 112
4. 环境现状调查 114
4.1. 自然环境概况 114
4.2. 水文动力环境现状调查与评价 128
4.3. 地形地貌与冲淤环境现状 148
4.4. 海水水质现状调查与评价 154
4.5. 海洋沉积物环境质量现状调查与评价 170
4.6. 海洋生态环境现状调查与评价 174
4.7. 海洋生物质量现状调查与评价 196
4.8. 海洋渔业资源现状调查 199
4.9. 环境空气质量现状调查与评价 215
4.10. 声环境质量现状调查与评价 219
4.11. 地下水环境质量现状调查与评价 220
4.12. 场地土壤监测及现状评价 243
4.13. 生态环境现状调查与评价 253

5. 施工期环境影响分析 262
5.1. 潮流环境影响预测评价 262
5.2. 水质环境的影响预测与评价 281
5.3. 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价 288
5.4. 海洋沉积物环境影响预测与评价 289
5.5. 海洋生态环境影响预测与评价 290
5.6. 主要环境敏感区环境预测与评价 305
5.7. 施工期大气环境影响分析 305
5.8. 施工期声环境影响分析 307
5.9. 施工期固体废物影响分析 308
5.10. 施工期生态环境影响评价 308
6. 营运期环境影响预测与评价 312
6.1. 营运期大气环境影响预测与评价 312
6.2. 营运期水环境影响预测与评价 327
6.3. 地下水环境影响预测与评价 327
6.4. 土壤环境影响预测分析 337
6.5. 运营期生态环境影响评价 338
7. 管线工程穿越生态保护红线区环境保护专章 341
7.1. 管线穿越生态保护红线区概况 341
7.2. 无法避让生态保护红线区的理由、穿越方案的合理性 346
7.3. 对生态保护红线区的影响分析 346
8. 环境风险事故影响评价 348
8.1. 总则 348
8.2. 风险识别 350
8.3. 源项分析 377
8.4. 海域溢油事故影响分析 386
8.5. 陆域泄漏环境风险事故的预测 401
8.6. 事故后果分析 412
8.7. 海域风险管理 415
8.8. 陆域风险管理 437
9. 环境保护措施及其可行性论证 449
9.1. 施工期防治污染对策 449
9.2. 运营期防治污染对策 453
9.3. 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施 470
9.4. 建设项目各阶段的陆域生态保护与恢复措施 472
9.5. 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表 474
10. 总量控制 476
10.1. 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量 476
10.2. 污染物排放情况 476
11. 环境经济损益分析 477
11.1. 环境保护投资估算 477
11.2. 环境保护的经济损益分析 477
11.3. 环境保护的技术经济合理性 479
12. 环境保护管理与监测计划 480

12.1. 环境管理 480
12.2. 环境保护管理建议 481
12.3. 环境监测计划 482
12.4. 应向社会公开的信息内容 490
13. 项目建设可行性分析 492
13.1. 产业政策、生态保护规划符合性分析 492
13.2. 海洋功能区划和环境保护规划的符合性 503
13.3. 区域和行业规划的符合性 510
13.4. 本项目对烟台港总体规划环评审查意见落实情况 516
13.5. 本项目对烟台经济技术开发区总体规划环评审查意见落实情况 521
14. 综合结论 ..... - 523 -
14.1. 规划及规划环评情况 ..... - 523 -
14.2. 项目概况 ..... - 524 -
14.3. 环境准入评估 ..... - 525 -
14.4. 环境现状质量与影响评价 ..... - 527 -
14.5. 建设项目环境可行性 ..... - 533 -

附件

1、委托书

2、烟台港总体规划（2016-2030）批复

3、烟台港总体规划环评审查意见

4、西港污水厂监测数据

5、烟台港西港区原油码头二期工程使用港口岸线的批复

6、关于规范和下放烟台市建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理事项的通知

7、关于明确 2021 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

8、烟台市生态环境局关于本项目挥发性有机物削减替代方案的审核意见

9、烟台港西港区原油码头二期工程不动产证

10、烟台港集团使用国有用地的批复

11、烟台港第四、第七锚地公告

12、关于调整烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区的批复

13、本项目占用生态保护红线不可避让性论证审查意见

1. 概述

1.1. 项目由来

烟台港位于山东半岛东北部，是我国沿海主要港口，属于多功能综合型港口。包括莱州港区、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、牟平港区和海阳港区。其中芝罘湾港区、西港区、龙口港区和莱州港区是烟台港的重要港区。《烟台港总体规划修订环境影响报告书审查意见》于 2016 年获得环境保护部审查意见（环审[2016]79 号），《烟台港总体规划（2016-2030 年）》于 2017 年得到交通运输部和山东省人民政府的批复（交规划函[2017]244 号）。根据《烟台港总体规划（2016-2030 年）》，港区主要划分为 LNG 作业区、综合作业区（港区北部）、原油作业区（港区东北角）和集装箱作业区（港区东部）。各作业区内分为码头作业区、港口物流区、综合服务区、预留发展区（含预留铁路轮渡区）。

随着我国经济的快速增长，工业化、城镇化进程的加快，我国石油市场规模不断壮大。自烟台港西港区 30 万吨级原油码头工程投产以来，烟台-淄博长输管线也建成投产，设计年输送量 1500 万吨，目前运行良好。近年，根据山东省新旧动能转换发展规划，拟加快地炼行业转型升级，并按照“优化重组、减量整合、上大压小、炼化一体”的原则，推进全省 500 万吨及以下地炼企业炼油产能减量整合，正在建设龙口南山裕龙岛建设年炼化能力 4000 万吨的炼化一体化石化园区，其中项目一期建设 2000 万吨/年炼油、300 万吨/年混合芳烃、300 万吨/年乙烯炼化一体化项目。

为了保障裕龙石化一期项目原油供应要求，降低其物流成本，提高东部沿海原油码头接卸能力，保障我国石油供应安全的需要，促进山东省石化产业发展，烟台港集团有限公司拟于西港区建设烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程，提升烟台港原料油进口和中转能力，打造能源进口港。

烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区项目包括原油码头工程、配套罐区以及码头至罐区管线工程。其中原油码头工程拟建于烟台港西港区规划原油作业区内，新建 1 个 30 万吨级原油泊位，设计吞吐量为 1600 万吨/年，设计通过能力 1690 万吨/年。

配套罐区位于烟台港西港区规划综合物流区内，规划西港大道以南。新建储罐总罐容 $102\times10^4m^3$，为一级石油库。库内建设 2 个罐组（1#原油罐组由 4 座 $12\times10^4m^3$ 外浮顶罐组成，2#原油罐组由 2 座 $15\times10^4m^3$ 和 2 座 $12\times10^4m^3$ 组成），卸船系统、外输系统以及配套系统设计。

管线工程实现前方码头区和后方库区的连通，总长约 3405m。主要包括码头区架设管廊桥、现有原油连接道路东侧至疏港大道南侧地埋式原油管路、疏港大道南侧至罐区段原油管廊（含管廊基础和上部钢结构），以及两根 DN1000 管线。

1.2. 项目特点

烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程位于烟台港西港区，新建新建 1 个 30 万吨级原油泊位，码头用海总面积 $26.1965hm^2$（主要为码头透水构筑物，及港池用海），码头工程顺岸进行建设。

罐区占地总面积约 28.586 万 m^2，未进入“山东省生态保护红线规划”划定的生态红线范围。管线工程用地面积为 2.38 万 m^2，其中现有原油连接道路东侧至疏港大道南侧段地埋式管路穿越“山东省生态保护红线规划”范围 944.61m，但工程建设不会改变生态红线区的生态系统结构、功能和稳定性，从对于生态红线区生态影响角度，管线工程建设不存在明显制约。

本项目对环境产生的主要影响为营运期罐区大小呼吸产生的挥发性有机物对周边大气环境的影响，项目建设、运行过程中对海洋环境产生的影响，经分析，本项目废气产生的大气环境影响可接受；项目建设、运行期间各类污水经西处理后回用，产生的固体废物均得到无害化处置；噪声源均经过有效的降噪措施，可以实现达标排放。

1.3. 评价过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，2020 年 6 月烟台港集团有限公司委托天科院环境科技发展（天津）有限公司进行烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程环境影响评价工作。

接受委托后，我公司立即成立了本项目环评小组。项目组仔细研究了国家和地方有关环境保护的法律法规、政策、标准、相关规划、相关技术文件等，进行了初步工程分析，组织项目成员赴本项目拟建厂址及周边进行了实地踏勘，同时

收集了区域自然概况、区域污染源、环境现状监测等资料。在环评报告编制的过程中，建设单位进行了二次网络、报纸以及现场公示。在项目可行性研究报告工程资料的基础上，编制完成了本工程环境影响报告书。并在编制过程中，与设计单位紧密配合，切实体现环评对工程设计的指导作用。

1.4. 相关情况判定

经分析，项目建设内容以及采用工艺、设备中为《产业结构调整指导目录(2019年本)》中的鼓励类，无限制类和淘汰类的工艺设备，符合国家产业政策要求。

同时，项目的选址和建设符合国家及地方发布的各项规划、功能区划、生态环境保护规划、法律法规及行动计划；项目的最终平面布局充分考虑了所在地自然条件，吸收了国内同类项目的成功经验，符合环境保护、安全等多方面要求。

相关情况的判定结果见下表。

表1.4-1项目相关情况判定结果一览表

序号	类别	判定依据	判定结果
1	产业政策	《产业结构调整指导目录(2019 年本)》	符合
2	环境保护规划	《山东省海洋环境保护规划（2008~2020）》	符合
3	环境保护法律法规及行动计划	国务院《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》	符合
4		《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）	符合
5	功能区划	《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020)》	符合
6		《山东省海洋功能区划（2011~2020 年）》	符合
7		《烟台市海洋功能区划（2013~2020 年）》	符合
9	相关规划	《烟台市城市总体规划（2011-2020）》	符合
10		《烟台经济技术开发区总体规划》	符合
11		《烟台港总体规划（2016-2030）》	符合
12	生态红线	《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020 年）》	符合
13		《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》	符合

1.5. 关注的主要环境问题

项目评价工作关注的主要环境问题为项目建设阶段、运行阶段产生的废气、废水、噪声以及固废对周围环境的影响，以及运行阶段环境风险影响等。

在项目施工期本次评价关注的重点为施工作业及施工过程中产生的污染物

对海水水质、海洋沉积物以及海洋生态环境产生的影响，经分析和预测，本项目施工对水动力条件的影响主要表现为工程建设后周边海域潮流流速整体减小，仅在局部流速增大。流速区最大增大量小于 2cm/s，位于码头北侧；流速减小区主要位于工程西北和东南两侧，最大减小量 19cm/s，流速减小大于 1cm/s 的区域距离工程的最大距离约 2.2km。工程位于西港防波堤和 30 万吨级原油码头之间的区域，由于潮流动力的减弱，在工程实施后出现淤积，由于流速降低引起的淤积大约为 0.20m/a，直至达到新的平衡。

项目施工期对海洋生态环境产生不良影响主要是水工构筑物、疏浚产生的影响，影响主要表现为挖泥施工对底栖生物、浮游动物、浮游植物产生的不良影响以及施工悬浮物对渔业资源产生的影响，施工悬浮物扩散不会对保护目标产生不良影响，针对产生的各方面影响，本次评价提出了生态修复计划以对海洋生态环境进行补偿和修复；此外，施工期废水接收处理，不直接排放，不会对周围海水水质环境造成直接不良影响；施工中将一般工业固废和生活垃圾统一收集、清运至垃圾处理厂处理，避免直接排入海域，工程海域沉积物的质量基本不受影响。

在项目营运期，本次评价关注的重点为项目罐区大小呼吸产生的挥发性有机物对大气环境产生的影响、原油卸载及储运过程中的环境风险水平及风险防范措施等。根据预测和分析，项目营运期排放的废气对大气环境影响可接受，随着区域削减方案的实施，项目建成后区域环境空气质量得到整体改善。

根据对项目环境风险进行的分析和计算，项目发生罐区发生泄露事故后，在最不利气象条件下，轴线最大浓度可以满足石油气毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 的要求，没有出现超标面积；罐区泄漏发生闪火事故后，伴生/次生的 SO_2 在下风向 6760 米外即可满足毒性终点浓度-2 的要求，罐区火灾次生污染物对关心点的影响是可接受的。项目发生船舶溢油事故后，对海洋环境会产生一定的影响，项目制定了相应的风险防范对策，配备了相应的风险应急物资和设备，防范此类事故的发生。

1.6. 评价主要结论

本工程的建设符合国家产业政策要求，项目选址符合烟台港总体规划，符合山东省海洋功能区划和环境功能区划；工程在施工期和营运期将采取有效的污染防治措施，努力减少因本工程造成的环境污染和生态破坏，污染物排放应

达到相应污染物排放标准；工程建设单位认真落实本报告书提出的各项环保措施、环境风险防范措施和应急措施，严格落实“三同时”管理，杜绝船舶污染事故、火灾爆炸伴生污染事故等环境污染风险事故。在此基础上，该项目对周边环境的影响可以接受，该项目的建设从环保角度考虑是可行的。

2. 总则

2.1. 编制依据

2.1.1. 国家环境保护有关法律、法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；
2. 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，2018 年 12 月 29 日；
3. 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日；
4. 《中华人民共和国大气污染防治法（2018 年修订）》，2018 年 10 月 26 日；
5. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法（2018 年修订）》，2018 年 12 月 29 日；
6. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日；
7. 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 7 月 1 日；
8. 《中华人民共和国港口法（2017 年修订）》，2017 年 11 月 4 日。
9. 《中华人民共和国海洋环境保护法（2017 年修订）》，2017 年 11 月 4 日；
10. 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日；
11. 《中华人民共和国渔业法（2013 年修订）》，2013 年 12 月 28 日；
12. 《中华人民共和国海上交通安全法（2016 年修订）》，2016 年 11 月 7 日；
13. 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007 年 11 月 1 日。
14. 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 7 月 16 日）；
15. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，中华人民共和国生态环境部部令第 16 号，2020 年 11 月 30 日；
16. 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》，主席令第 61 号，1990 年 6 月；
17. 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2017 年修订），国务院，2017 年 3 月 1 日；
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》

（2017 年修订），国务院，2017 年 3 月 1 日起施行；

19.《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院第 698 号令修改后，2018 年 3 月 19 日；

20.《国务院办公厅关于印发危险化学品安全综合治理方案的通知》（国办发[2016]88 号）；

21.《交通运输部办公厅关于加强港口危险货物储罐安全管理的意见》（交办水[2017]34 号）；

22.《关于开展交通工程环境监理工作的通知》（交环发[2004]314 号，2004.9）；

23.《关于加强水上污染应急工作的指导意见》（交通运输部 2010 年 7 月 30 日颁布）；

24.《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通运输部，2018 年 9 月 27 日修订）；

25.《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》（交通运输部令[2017]年 15 号，2017 年 5 月 23 日）；

26.《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，2012 年 7 月 3 日；

27.《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 年 8 月 7 日；

28.《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第 4 号，2018 年 7 月 16 日；

29.《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）；

30. 关于发布《船舶水污染防治技术政策》的公告（环境保护部公告，2018 年第 8 号，2018 年 1 月 11 日）；

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

32.《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，2017 年 9 月 20 日；

33. 《关于深化环境监测改革提高环境监测数据质量的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，2017 年 9 月 21 日）；

34. 《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）；

35. 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（环发[2013]37 号文；

36. 《挥发性有机物(VOCs)污染防治技术政策》（环境保护部公告，2013 年第 31 号）；

37. 《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，2011 年 12 月 1 日修改）；

38. 《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发[2010]113 号）；

39. 《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（2018 年 6 月 16 日）；

40. 《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发[2018]22 号）；

41. 《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》（公告 2013 年第 31 号）；

42. 《国家先进污染防治技术目录（VOCs 防治领域）》（公告 2016 年第 75 号）；

43. 《关于印发<石化行业 VOCs 污染源排查工作指南>及<石化企业泄漏检测与修复工作指南>的通知》（环办[2015]104 号）；

44. 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）；

45. 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2019.11）。

2.1.2. 地方有关环境保护法律、法规及行政性文件

1.《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020年）》（鲁政字[2016]109号）；

2.《山东省环境保护条例》（2018年11月30日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订）；

3.《山东省海洋环境保护条例》（2016年修订），山东省人大常委会，2016年3月30日施行

4.《山东省水污染防治条例》（2018.12）；

5.《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》（国函[2012]165号文）；

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

7.《山东省扬尘污染防治管理办法（2018修订）》（山东省人民政府第311号令）；

8.《关于印发省控重点企业和城镇污水处理厂名单的通知》（鲁环发[2009]95号）；

9.《山东省人民政府印发〈国家海洋局山东省人民政府关于共同推进山东半岛蓝色经济区建设战略合作框架协议〉的通知》（鲁政字[2009]242号）；

10.《山东省环保厅关于进一步加强环境安全应急管理工作的通知》（鲁环发[2013]4号）；

11.《山东省环保厅关于加强建设项目特征污染物监管和绿色生态屏障建设的通知》（鲁环评函[2013]138号）；

12.《山东省打赢蓝天保卫战作战方案暨2013-2020年大气污染防治规划三期行动计划（2018-2020年）》，（鲁政发[2018]17号）；

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

14.《山东省环境保护厅等5部门关于印发<山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案>等5个行动方案的通知》（鲁环发[2016]162号）；

15.《烟台市环境保护局关于印发烟台市大气污染防治三区划分方案的通知》（烟环发[2016]122号）；

16.《山东省人民政府办公厅关于建立实施渤海海洋生态红线制度的意见》（鲁政办发[2013]39号）；

17.《山东省人民政府关于山东省生态保护红线规划（2016-2020年）的批复》（鲁政字[2016]173号）；

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

19.《山东省危险化学品安全管理办法》（山东省人民政府令第309号，2017年6月2日）；

20.《山东省人民政府关于印发山东省海洋主体功能区规划的通知》（鲁政发[2017]22号，2017年8月25日）；

21.《关于进一步严把环评关口严控新增大气污染物排放的通知》（鲁环函[2017]561号）；

22.《山东省环境保护厅关于进一步做好海岸工程建设项目环评审批工作的通知》（鲁环函[2018]464号）；

23.《山东省环境保护厅关于印发<山东省建设项目环境影响评价文件质量考核办法>》（鲁环发[2018]191号）。

2.1.3. 技术依据

1.《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）；

2.《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；

3.《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

4.《环境影响评价技术导则-地表水环境环境》（HJ2.3-2018）；

5.《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；

6.《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ/T2.4-2009）；

7.《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2011）；

8.《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）；

9.《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；

10.《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；

11.《海洋监测规范》（GB17378.1～7-2007）；

12.《海洋调查规范》（GB/T 12763.1～11-2007）；

13.《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）；

14.《海水水质标准》（GB3097-1997）；

15.《海洋沉积物质量》（GBl8668-2002）；

16.《海洋生物质量》（GBl8421-2001）；

17.《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）；

18.《储罐区防火堤设计规范》（GB50351-2014）；

19.《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

20.《经1978年议定书修订的1973年国际防止船舶造成污染公约（MARPOL73/78）》，国际海事组织，1978；

21.《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37/T1448-2015）；

22. 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JTT1143-2017）；

23. 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JTT 451-2017）。

2.1.4. 基础资料

1.委托书；

2.《烟台港西港区原油码头二期工程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，2020年6月）；

3.《烟台港西港区原油码头二期配套罐区工程可行性研究》（中国石油天然气管道工程有限公司沈阳分公司，2020年9月）；

4.《烟台港西港区原油码头二期外接管线及配套综合管廊工程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，2020年6月）

5.《烟台港西港区原油码头二期工程海洋环境影响报告书（报批稿）》（中国海洋大学，2018年5月）。

2.2. 环境影响要素识别与评价因子筛选

2.2.1. 环境影响要素识别

根据工程主要污染源污染因子及区域环境特征，按照环评技术导则的主要环境影响要素进行识别，结果见表 2.2-1。

表 2.2-1 环境影响要素识别一览表

类别		环境要素				
		环境空气	海水环境	地下水环境	声环境	海洋生态
施工期	水上施工		-2D		-1D	-2D
	土方施工	-1D			-1D	
	建筑施工	-1D			-1D	
	设备安装				-1D	
营运期	运行过程	-1C	-1C	-1C	-1C	-1C

注：1、表中“+”表示正效益，“-”表示负效益；
2、表中数字表示影响的相对程度，“1”表示影响较小，“2”表示影响中等，“3”表示影响较大；
3、表中“D”表示短期影响，“C”表示长期影响。

由表 2.2-1 分析可知，本项目的建设对环境的影响是多方面的，既存在短期、局部及可恢复的影响，也存在长期的影响。施工期主要表现在对自然环境要素产生一定程度的负面影响，主要环境影响因素为海洋环境、环境空气、声环境，但施工影响是局部的、短期的，且随着施工期的结束而结束；营运期对环境的不利

影响是长期存在的，在生产过程中，可能对环境空气、水环境等产生不同程度负面影响；本项目对环境的正影响则主要表现在社会环境等方面，对当地的工业发展和劳动就业均会起到一定的积极作用。

2.2.2. 评价因子筛选

根据本项目的特点以及建设区域的环境特征，判别项目在不同阶段（施工期和营运期）对环境的影响因素和影响程度，确定项目施工期和运行期可能产生的主要环境问题，并筛选出主要评价因子见表 2.2-2。

表 2.2-2 项目环境影响评价因子一览表

序号	环境要素		评价因子	预测分析因子
施工期	陆域环境	大气环境	SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、挥发性有机物	扬尘
		声环境	LAeq	LAeq
		固体废物	一般废物、船舶废物、危险废物	建筑垃圾、生活垃圾
		水环境	——	COD、氨氮
	海域环境	海水水质	pH 值、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、总铬	施工期 SS
		海洋沉积物	有机碳、硫化物、石油类、Cu、Zn、Pb、Cd、Hg、As、Cr	重金属
		海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	生态损失
		海洋生物质量	锌、铬、铜、铅、镉、砷、汞	重金属
		固体废物	一般废物、船舶废物、危险废物	船舶垃圾
		环境风险	施工船舶溢油	燃料油
营运期	陆域环境	大气环境	SO_2、NO_2、NMHC（VOCs）、PM_{10}、$PM_{2.5}$、	NMHC（VOCs）
		声环境	LAeq	LAeq
		地下水环境	Cl^-、SO_4^{2-}、挥发酚、总氰化物、pH、溶解性总固体、氨氮、亚硝酸盐氮、氟化物、硫化物、硝酸盐氮、总硬度、六价铬、高锰酸盐指数、砷、汞、铁、锰、铜、锌、铅、镉、苯、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间、对二甲苯、奈、苊、芴、二氢苊、菲、蒽、荧蒽、芘、䓛、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、苯并（a）芘、二苯并（a,h）蒽、苯并（g,h,i）苝、茚并（1,2,3-cd）芘	COD、氨氮、石油类
		土壤环境	pH 值、硫化物、铬、汞、砷、铅、镉、镍、铜、锌、苯、甲苯、乙苯、邻-二甲苯、间对二甲苯、石油烃（C_{10}~C_{40}）	/
		固体废物	一般废物、危险废物	生活垃圾、危险固废
		环境风险	储罐泄漏事故及引发的次生污染	NMHC、SO_2（次生污染）

	海域环境	海水水质	pH 值、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、总铬	COD、氨氮、石油类
		海洋沉积物	有机碳、硫化物、石油类、Cu、Zn、Pb、Cd、Hg、As、Cr	COD、氨氮、石油类
		海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	生态损失
		海洋生物质量	锌、铬、铜、铅、镉、砷、汞	——
		固体废物	船舶废物	船舶垃圾
		环境风险	船舶溢油	石油类

2.3. 评价标准

根据标准确认函，结合项目周边海域的环境功能区划，本次评价采用的评价标准见表 2.3-1～表 2.3-12。

表 2.3-1 评价标准一览表

类别	环境要素	项目	标准编号	标准名称及级别
环境质量标准	环境空气	常规因子	GB3095-2012	《环境空气质量标准》，二级
		非甲烷总烃	--	大气污染物综合排放标准详解
	海域环境	海水水质	GB3097-1997	《海水水质标准》，一~四类
		海洋沉积物质量	GB18668-2002	《海洋沉积物质量》，一~三类
		海洋生物质量	GB18421-2001	《海洋生物质量》，一~三类
	地下水	地下水环境质量	GB/T14848-2017	《地下水环境质量标准》,III 类
		特征污染物石油类	GB5749-2006	《生活饮用水卫生标准》
	声环境	声环境质量	GB3096-2008	《声环境质量标准》，3 类标准
	土壤环境	土壤环境质量	GB36600-2018	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行)》第二类用地标准
污染物排放标准	大气污染物排放标准	VOCs	DB37/2801.6-2018	山东省地方标准有机化工行业
		NMHC	GB37822-2019	《挥发性有机物无组织排放控制标准》
	废水排放标准	污水	GB/T18920-2020	《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》
			GB/T 31962-2015	《污水排入城镇下水道水质标准》B 级限值
	厂界噪声标准	施工期噪声	GB12523-2011	《建筑施工场界环境噪声排放标准》
		营运期厂界噪声	GB12348-2008	《工业企业厂界环境噪声排放标准》3 类标准
	固体废弃物	危险废物分类		《国家危险废物名录》
		危险废物鉴别	GB5058.1～7-2007	《危险废物鉴别标准》
		危险废物处置	GB18597-2001	《危险废物贮存污染控制标准》

		一般固体废物处置	GB18599-2001	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》
	船舶污染物排放标准	船舶污染物排放	GB3552-2018	《船舶水污染物排放控制标准》

2.3.1. 环境质量标准

表 2.3-2 海水水质标准限值标准值单位：mg/L

项目		第一类	第二类	第三类	第四类
pH		*7.8～8.5*		6.8～8.8	
悬浮物		人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
水温℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃	
DO	＞	6	5	4	3
COD	≤	2	3	4	5
无机氮	≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐	≤	0.015	0.03		0.045
石油类	≤	0.05		0.30	0.50
汞	≤	0.00005	0.0002		0.0005
锌	≤	0.020	0.050	0.10	0.50
镉	≤	0.001	0.005	0.010	
铅	≤	0.001	0.005	0.010	0.050
铜	≤	0.005	0.010	0.050	

表 2.3-3 海洋沉积物质量单位：$\times 10^{-6}$

项目		第一类	第二类	第三类
汞	≤	0.20	0.50	1.00
镉	≤	0.50	1.50	5.00
铅	≤	60.0	130.0	250.0
铬	≤	80.0	150.0	270.0
砷	≤	20.0	65.0	93.0
铜	≤	35.0	100.0	200.0
锌	≤	150.0	350.0	600.0
石油类	≤	500.0	1000.0	1500.0

表 2.3-4 海洋生物质量标准值（鲜重）单位：mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	铜≤	10	25	50（牡蛎 500）
2	锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
3	铅≤	0.1	2.0	6.0
4	镉≤	0.2	2.0	5.0
5	汞≤	0.05	0.10	0.30
6	砷≤	1.0	5.0	8.0

7	石油烃≤	15	50	80

表 2.3-5 海洋鱼类生物体内污染物评价标准单位：**mg/kg**

项目	铜	锌	镉	汞	铅
鱼类	20	40	0.6	0.3	2

表 2.3-6 环境空气、声环境质量评价标准

类别	污染物名称	取值时间	浓度限值	备注
环境空气	二氧化硫（SO_2）	1 小时平均	500μg/m^3	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级
		24 小时平均	150μg/m^3	
		年平均	60μg/m^3	
	二氧化氮（NO_2）	1 小时平均	200μg/m^3	
		24 小时平均	80μg/m^3	
		年平均	40μg/m^3	
	PM_{10}	24 小时平均	150μg/m^3	
		年平均	70μg/m^3	
	$PM_{2.5}$	24 小时平均	75μg/m^3	
		年平均	35μg/m^3	
	臭氧	日最大 8 小时平均	160μg/m^3	
		1 小时平均	200μg/m^3	
	CO	24 小时平均	4.0 mg/m^3	
		1 小时平均	10.0 mg/m^3	
	非甲烷总烃	一次浓度最大值	2.0 mg/m^3	大气污染物综合排放标准详解
声环境	等效连续声级	昼间	65dB(A)	《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区标准
		夜间	55dB(A)	

表 2.3-7 地下水环境评价标准限值表

序号	项目	Ⅰ类标准值	Ⅱ类标准值	Ⅲ类标准值	Ⅳ类标准值	Ⅴ类标准值	标准来源
1	pH	6.5-8.5			5.5-6.5,8.5-9	＜5.5，＞9	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）
2	氨氮(NH_4)(mg/L)	≤0.02	≤0.10	≤0.5	≤1.5	＞1.5	
3	硝酸盐(以 N 计)(mg/L)	≤2.0	≤5.0	≤20	≤30	＞30	
4	亚硝酸盐(以 N 计)(mg/L)	≤0.01	≤0.1	≤1.00	≤4.80	＞4.80	
5	挥发性酚类(以苯酚计)(mg/L)	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	＞0.01	
6	氰化物(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	＞0.1	
7	砷(As)(mg/L)	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	＞0.05	
8	汞(Hg)(mg/L)	≤0.0001	≤0.0001	≤0.001	≤0.002	＞0.002	
9	铬(六价)(Cr^{6+})(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	＞0.1	
10	总硬度(以 $CaCO_3$ 计)(mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤650	＞650	
11	铅(Pb)(mg/L)	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.1	＞0.1	
12	氟化物(mg/L)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	＞2.0	
13	镉(Cd)(mg/L)	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	＞0.01	
14	铁(Fe)(mg/L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤2.0	＞2.0	

序号	项目	Ⅰ类标准值	Ⅱ类标准值	Ⅲ类标准值	Ⅳ类标准值	Ⅴ类标准值	标准来源
15	锰(Mn)(mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.50	＞1.50	
16	溶解性总固体(mg/L)	≤300	≤500	≤1000	≤2000	＞2000	
17	高锰酸盐指数(mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10	＞10	
18	硫酸盐(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	＞350	
19	氯化物(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	＞350	
20	硫化物(mg/L)	≤0.05	≤0.1	≤0.2	≤0.5	＞1.0	
21	Na+	≤100	≤150	≤200	≤400	＞400	
22	铜(mg/L)	≤0.01	≤0.05	≤1	≤1.5	＞0.1	
23	锌(mg/L)	≤0.05	≤0.5	≤1	≤5	＞1.5	

表 2.3-8《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行)》单位：**mg/kg**

序号	污染物项目	筛选值	管控值
重金属和无机物			
1	砷	60	140
2	镉	65	172
3	铬（六价）	5.7	78
4	铜	18000	36000
5	铅	800	2500
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
挥发性有机物			
8	四氯化碳	2.8	36
9	三氯甲烷	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1,1-二氯乙烷	9	100
12	1,2-二氯乙烷	5	21
13	1,1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1,2-二氯丙烷	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	500
20	四氯乙烯	53	183
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40

序号	污染物项目	筛选值	管控值
27	氯苯	270	1000
28	1,2-二氯苯	560	560
29	1,4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间对-二甲苯	570	570
34	邻-二甲苯	640	640
半挥发性有机物			
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并（a）蒽	15	151
39	苯并（a）芘	1.5	15
40	苯并（b）荧蒽	15	151
41	苯并（k）荧蒽	151	1500
42	䓛	1293	12900
43	二苯并（ah）蒽	1.5	15
44	茚并（123-cd）芘	15	151
45	萘	70	700
其他项目			
46	钒	752	1500
47	石油烃类	4500	9000

注：其中 pH、总铬、锌、硫化物、二氢苊、苊、芴、菲、蒽、荧蒽、芘没有标准值，留作背景值参考。

2.3.2. 污染物排放标准

表 2.3-9 大气污染物排放标准

	污染物项目	监控点浓度限值（mg/m^3）
山东省地方标准有机化工行业（DB37/2801.6-2018）	VOCs	2.0（厂界）
《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）	非甲烷总烃	6.0（厂内）

表 2.3-10 废水排放标准

污染物种类	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）B 级限值）
COD	500mg/L
SS	400mg/L

BOD_5	350mg/L
NH_3-N	45mg/L
总氮	70mg/L
石油类	15mg/L

表 2.3-11 厂界噪声标准

时段	昼间	夜间	标准来源
施工期	70dB(A)	55dB(A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
运营期	65dB(A)	55dB(A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准

表 2.3-12《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）

<table>
<tr><td>污染物种类</td><td colspan="2">排放控制要求</td><td colspan="4">排放限值</td></tr>
<tr><td>机器处所油污水</td><td colspan="2">排入接收设施或达标排放</td><td colspan="4">≤15mg/L（适用于 2021 年 1 月 1 日前建造船舶，2021 年 1 月 1 日后建造船舶需收集或进入接收设施）</td></tr>
<tr><td rowspan="13">船舶生活污水</td><td rowspan="10">3 海里以内海域</td><td rowspan="10">收集或船舶航行中达标排放[2]</td><td rowspan="4">2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶</td><td>污染物项目</td><td>限值</td><td>污染物排放监控位置</td></tr>
<tr><td>BOD_5（mg/L）</td><td>50</td><td rowspan="10">生活污水处理装置出水口</td></tr>
<tr><td>SS（mg/L）</td><td>150</td></tr>
<tr><td>耐热大肠菌群数（个/L）</td><td>2500</td></tr>
<tr><td rowspan="7">2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶</td><td>污染物项目</td><td>限值</td></tr>
<tr><td>BOD_5（mg/L）</td><td>25</td></tr>
<tr><td>SS（mg/L）</td><td>35</td></tr>
<tr><td>耐热大肠菌群数（个/L）</td><td>1000</td></tr>
<tr><td>COD_{cr}（mg/L）</td><td>125</td></tr>
<tr><td>pH 值（无量纲）</td><td>6～8.5</td></tr>
<tr><td>总氮（总余氯）（mg/L）</td><td>＜0.5</td></tr>
<tr><td>3 海里＜与最近陆地间距离≤12 海里海域</td><td colspan="5">同时满足下列条件：
（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放
（2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率</td></tr>
<tr><td>与最近陆地间距离＞12 海里海域</td><td colspan="5">船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率</td></tr>
<tr><td>船舶垃圾</td><td colspan="6">在任何海域，塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾均收集接收；
食品废弃物：3 海里以内接收；3 海里-12 海里粉碎≤25mm 后排放；12 海里外排放；
货物残留物：12 海里内接收；12 海里外不含危害海洋环境物质可排；
动物尸体：12 海里内接收；12 海里外可排；
货舱、甲板和外表清洗水不含危害海洋环境物质可排，其他废弃物收集；</td></tr>
</table>

2.4. 评价工作等级及范围

2.4.1. 评价工作等级

根据本项目工程特点，依据《环境影响评价技术导则》，参考《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）以及《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）等相关行业规范评价等级的划分原则，确定评价等级

如下：

2.4.1.1. 大气环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018），选择本项目污染源正常排放的主要污染物及排放参数，采用附录 A 推荐模型中 AERSCREEN 估算模型分别计算项目污染源的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级。估算模式计算参数见下表，本项目 3km 内区域非城市建成区或规划区，因此保守起见，本项目选择农村地形。

表 2.4-1 估算模式计算参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	—
最高环境温度/℃		40.6
最低环境温度/℃		-12.9
区域湿度条件		平均
是否考虑地形	考虑地形	√是地否
	地形数据分辨率/m	90
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	√是岸否
	岸线距离/km	0.08
	岸线方向/°	50

表 2.4-2　地表参数

序号	扇区	时段	正午反照率	BOWEN	粗糙度
1	0-360	冬季(12,1,2 月)	0.35	0.5	1
2	0-360	春季(3,4,5 月)	0.14	0.5	1
3	0-360	夏季(6,7,8 月)	0.16	1	1
4	0-360	秋季(9,10,11 月)	0.18	1	1

表 2.4-3　本项目源强参数

污染源	面源各顶点坐标		面源海拔高度/m	面源长度/m	面源宽度/m	排放有效高度/m	年排放小时数/h	污染物排放速率（kg/h）
	X/m	Y/m						NMHC
罐区 M01	-6276 2 -299 -299 -630	365368 13 26 112 116	57	625	350	23	8400	6.39
码头装卸 M02	2155 2165 2244 2204 2138 2112 2181	1293 1336 1263 1253 968 1010 1267	0	/	/	5	8400	0.0715

表 2.4-4 拟建项目面源估算结果表

离源距离(m)	M01		M02	
	NMHC		NMHC	
	浓度（μg/m3）	占标率（%）	浓度（μg/m3）	占标率（%）
10	104.63	5.23	51.56	2.58
25	108.10	5.41	53.80	2.69
50	113.75	5.69	57.16	2.86
75	119.21	5.96	60.24	3.01
100	124.79	6.24	63.07	3.15
125	133.11	6.66	65.63	3.28
150	141.49	7.07	67.97	3.40
175	149.70	7.49	**70.06**	**3.50**
200	157.82	7.89	64.49	3.22
400	207.64	10.38	26.62	1.33
469	**210.79**	**10.54**	/	/
600	201.16	10.06	15.52	0.78
800	173.16	8.66	10.58	0.53
1000	146.45	7.32	7.86	0.39
1500	113.76	5.69	4.57	0.23
2000	104.19	5.21	3.11	0.16
3000	87.72	4.39	1.81	0.09
4000	74.94	3.75	1.23	0.06

6000	57.82	2.89	0.71	0.04
8000	46.75	2.34	0.48	0.02
10000	40.65	2.03	0.36	0.02
15000	30.76	1.54	0.27	0.01
20000	24.77	1.24	0.22	0.01
25000	20.63	1.03	0.19	0.01

AERSCREEN 的估算结果列于下表中，

表 2.4-5　　AERSCREEN 估算结果

点源序号	污染源名称	排放因子	排放浓度 (μg/m³)	占标率（%）	$D_{10\%}$(m)	评价等级判定
1	M001 罐区无组织废气	VOCs（NMHC）	210.79	10.54	600	一级
2	M002 码头装卸区动静密封点	VOCs（NMHC）	70.06	3.50	0	二级

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）中评价工作分级方法，大气环境影响评价等级为一级。

2.4.1.2. 海域环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ/T2.3-2018），本工程污水排入烟台新城污水处理有限公司，属于间接排放。

工程主要为码头及栈桥部分，垂直投影面积及外扩范围约为 0.03km²，小于 0.15km²，工程扰动水底部分主要为水工构筑物施工面积以及港池疏浚面积约为 0.37km²，小于等于 0.5km²，据此判断评价等级为三级。

根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021），本项目海洋水环境评价等级为 2 级，海洋生态影响评价等级为 2 级。

表 2.4-6 海港工程评价等级划分

港口性质	工程特性	环境敏感性	生态影响评价等级	水环境影响评价等级		
				水文动力环境	冲淤环境	水质和沉积物环境
油气化工码头工程	现有港区	一般区域	三	三	三	二

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的判定原则，工程类型为“原油、成品油、天然气（含 LNG、LPG）、化学及其他危险品的储

运、输送工程”、“疏浚量$50\times10^4m^3$~$300\times10^4m^3$的疏浚工程”，工程所在海域不属于生态环境敏感区，为其他海域。根据本项目所涉及不同工程类型判定各单项海洋环境影响评价等级结果见下表。

表 2.4-7 本工程各单项海洋环境影响评价等级判定结果

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
原油、成品油、天然气（含LNG、LPG）、化学及其他危险品和其他物质的仓储工程，储运、输送工程等；	所有规模	其他海域	2	1	2	1
水下基础开挖等工程；疏浚、冲（吹）填等工程；海中取土（沙）等工程；挖入式港池、船坞和码头等工程；海上水产品加工工程等	开挖、疏浚、冲（吹）填、倾倒量$50\times10^4m^3$~$300\times10^4m^3$	其他海域	3	2	3	2
水下炸礁（岩）、基础爆破挤淤、海水中和海床爆破（勘探）等工程	爆破挤淤、炸礁（岩）量（1-0.2）$\times10^4m^3$	其他海域	3	3	3	2

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中，海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据，本项目为开放式港池，港池主要依据扫海情况局部范围疏浚，总体上回淤强度不大，属于其他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微冲刷、淤积的工程项目，故将其海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级定为 3 级。

综合以上分析，根据就高不就低原则，将本项目环境影响评价中的海洋水文动力环境影响评价等级为 2 级，海洋水质环境影响评价等级为 1 级，海洋沉积物环境影响评价等级为 2 级，海洋生态环境影响评价等级为 1 级。海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级定为 3 级。

2.4.1.3. 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）（以下简称“导则”），建设项目地下水环境影响评价工作等级，由建设项目行业分类和地下水环境敏感程度分级综合判定，可划分为一、二、三级。

1、建设项目行业分类

根据工程分析，拟建工程主要建设内容为码头工程及配套管线、罐区工程。根据导则附录 A 划分，本项目属行业大类“F 石油、天然气”及“S 水运”类，行业小类属于“39、**油库（不含加油站的油库），41、石油、天然气、成品油管线**”以及“**129、油气、液体化工码头**”，按行业类别划分，拟建项目地下水环境影响评价项目类别属于I类。

2、地下水环境敏感程度

建设项目的地下水环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见下表。

表 2.4-8 地下水环境敏感程度分级表

分级	项目场地的地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）准保护区以外的补给径流区；为划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其它未列入上述敏感分级的环境敏感区。
不敏感	**上述地区之外的其它地区。**
注：“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

根据调查及收集资料，拟建项目位于烟台港西港区，周边不存在集中式饮用水水源，不在集中式饮用水水源补给径流区，所在区域及周边不存在分散式饮用水水源地，也不存在特殊地下水资源，故拟建项目地下水环境敏感程度为**不敏感**。

3、评级等级确定

根据建设项目地下水环境影响评价工作等级划分表。拟建项目为I类项目，地下水环境敏感程度为不敏感。综合分析，本次评价工作等级确定为**二级**。

表 2.4-9 评价工作等级划分表

项目类别 / 敏感程度	I 类项目	II 类项目	III类项目

敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

2.4.1.4. 土壤环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）（以下简称“导则”），建设项目土壤环境影响评价工作等级，由建设项目行业类别、土壤环境影响类型以及土壤环境敏感程度分级等因素综合判定，可划分为一、二、三级。

1、建设项目行业分类

根据工程分析，拟建工程主要建设内容为码头工程及配套管线、罐区工程。根据导则附录 A 划分，本项目行业类别为“交通运输仓储邮政业”，项目类别属于“**油库（不含加油站的油库）；石油及成品油的输送管线**”，按项目类别划分（导则附表 A.1 土壤环境影响评价项目类别），拟建项目土壤环境影响评价项目类别属于Ⅱ类。

2、土壤环境影响类型

根据工程分析，拟建工程主要产污环节为营运期罐区大小呼吸产生的挥发性有机物，在大气沉降的作用下可能会引发周边土壤物理、化学、生物方面的变化，进而引发土壤质量恶化，因此确定，拟建项目土壤环境影响类型为污染影响型。

3、土壤环境敏感程度

建设项目的土壤环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见下表。

表 2.4-10 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	**其他情况**

根据调查及收集资料，拟建项目位于烟台港西港区，建设场地为规划仓储用地，周边不存在耕地、园地、牧草地，无饮用水水源地、居民区、学校、医

院等土壤环境敏感目标，也不存在其他土壤环境敏感目标，因此，拟建项目土壤环境敏感程度为**不敏感**。

4、评级等级确定

根据建设项目可研报告，拟建项目占地面积约为 28.586hm^2，属于中型（5-50hm^2）占地规模。根据土壤环境污染影响型评价工作等级划分表，拟建项目占地规模为中型，项目类别为Ⅱ类，土壤环境敏感程度为不敏感，因此，本次评价工作等级确定为**三级**。

表 2.4-11 污染影响型评价工作等级划分表

敏感程度 评价工作等级 占地规模	Ⅰ类			Ⅱ类			Ⅲ类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	**三级**	三级	三级	-	-
注：“-”表示可不开展土壤环境影响评级工作									

2.4.1.5. 陆域生态环境影响评价等级

（1）工程占地情况

本工程罐区占用陆域范围 0.29km^2，管线长 3405m，占地约 0.0238km^2，工程陆域占地面积小于 2km^2。

（2）影响区域生态敏感性

本项目罐区位于港界以内，部分涉及顾家围子山现有林地区域，属于重要生态敏感区。本项目管线起点至疏港大道区域穿越“山东省生态保护红线规划”范围内峰子山现有林地区域，属于重要生态敏感区；疏港大道至罐区区域的位于港界以内，生态敏感性为一般。

（3）评价等级划分

综合以上分析，根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011)中评价级别划分依据，见下表，本工程生态环境影响评价等级为三级。

表 2.4-12 生态影响评价工作等级划分表

影响区域	工程占地范围

生态敏感性	面积≥20km^{2}或长度≥100km	面积2km^2～20km^{2}或长度50km～100km	面积≤2km^{2}或长度≤50km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

2.4.1.6. 声环境影响评价等级

本项目位于烟台港西港区内，项目周围无学校、疗养院及风景游览区等敏感目标。按照声环境质量功能区划，项目所在区域声环境功能属《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类区。

在对噪声采取完善的隔声降噪措施后，预测计算可知，项目建成投产后敏感目标噪声级增高量小于3dB(A)。项目建设前后，周围受影响人口变化很小。

综合以上分析，按照《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009）中评价等级划分方法，确定本项目噪声环境影响评价工作等级为三级。

2.4.1.7. 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）的环境风险评价等级确定方法，考虑原油临界量为2500t，本项目码头前沿及罐区的最大存在量为102万吨，Q=408，即Q≥100。

按照管道、港口/码头以及油库确定行业及生产工艺M=15，即为M2，本项目危险物质及工艺系统危险性分级为 P1。环境敏感程度方面，大气环境敏感程度为E3，水环境方面综合考虑功能敏感性以及敏感目标，其敏感程度为E1。

综合危险物质及工艺系统危险性与环境敏感程度，确定水环境风险潜势为IV级，大气环境风险潜势为III级，根据环境风险评价等级划分表，最终确定水环境风险评价等级为一级，大气环境风险评价等级为二级。

表2.4-13 环境风险评价工作级别

环境风险潜势	IV、IV$^+$	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析

此外，本项目原油接卸涉及船舶作业，船舶作业风险主要涉及船舶航行、靠泊、接卸等环节，考虑行业的特殊性，对于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》以及《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》相关要求，本项目海洋环境风险为一级评价。

2.4.2. 评价范围

2.4.2.1. 大气环境影响评价范围

据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），评价范围以项目厂址为中心区域，自厂界外延 $D_{10\%}$的矩形区域作为大气环境评价范围，本工程罐区 M001 面源 NMHC 的 $D_{10\%}$=587m， $D_{10\%}$<2.5km，码头前沿的装卸区 M002 面源 NMHC 的 $D_{10\%}$=587m，$D_{10\%}$<2.5km，故分别取码头前沿中心点和罐区中心点边界各自外扩 2.5km 的矩形区域进行叠加。本项目的评价范围为长 7.5km×宽 6.5km 的矩形。

2.4.2.2. 水环境影响评价范围

（1）海洋水文动力环境

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），本工程海洋水文动力环境影响评价等级为 2 级，本工程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的两倍。

（2）海洋水质环境

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），本工程海洋水质环境影响评价等级为 1 级，评价范围应能覆盖建设项目的评价区域及周边环境影响所及区域，并能充分满足环境影响评价与预测的要求。

2.4.2.3. 地下水环境影响评价范围

拟建项目位于鲁东低山丘陵水文地质区胶东半岛中脊北翼水文地质亚区。区内地下水类型主要为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水以及岩浆岩裂隙水。

根据导则的要求，并结合项目周边地形地貌、水文地质条件等，同时为满足本次地下水环境影响评价二级评价的要求，确定本次评价区范围为：北以陆海交界处为界，西以曲河为界，东以陆海交界处为界，南以 G206 国道为界，评

价区极值地理坐标为，东经 121°03′1.21″-121°08′58.43″；北纬 37°39′07.32″-37°42′58.61″，面积约为 44.16km^2。调查评价面积满足导则要求。

2.4.2.4. 土壤评价范围

根据土壤环境调查评价范围表，拟建项目评价工作等级为三级，土壤环境影响类型为污染影响型，因此，土壤环境影响评价调查范围为拟建工程占地范围以及占地范围外 500m 范围内。另外，由于拟建工程包括部分原油输送管线工程，根据导则要求，石油传输管线工程应以工程边界两侧向外延伸 0.2km 作为调查评价范围，因此，本次调查评价范围分为两部分，一部分为拟建工程永久占地范围外扩 0.05km，另一部分为输油管线工程范围外扩 0.2km。

表 2.4-14 土壤环境调查评价范围表

<table>
<tr><td rowspan="2">评价工程等级</td><td rowspan="2">影响类型</td><td colspan="2">调查范围 [a]</td></tr>
<tr><td>占地 [b] 范围内</td><td>占地范围外</td></tr>
<tr><td rowspan="2">一级</td><td>生态影响型</td><td rowspan="6">全部</td><td>5km 范围内</td></tr>
<tr><td>污染影响型</td><td>1km 范围内</td></tr>
<tr><td rowspan="2">二级</td><td>生态影响型</td><td>2km 范围内</td></tr>
<tr><td>污染影响型</td><td>0.2km 范围内</td></tr>
<tr><td rowspan="2">三级</td><td>生态影响型</td><td>1km 范围内</td></tr>
<tr><td>污染影响型</td><td>0.05km 范围内</td></tr>
<tr><td colspan="4">a 涉及大气沉降途径影响的，可根据主导风向下风向的最大落地浓度点适当调整。
b 矿山类项目指开采区与各场地的占地；改、扩建类的指现有工程与拟建工程的占地。</td></tr>
</table>

2.4.2.5. 生态环境影响评价范围

（1）海域生态环境影响评价范围

海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。1 级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般不能小于（8～30）km。本次评价确定海洋生态环境评价范围同海洋水文动力环境的评价范围，可满足要求。

（2）陆域生态环境影响评价范围

为使生态影响评价能够充分体现生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。本次评价工作范围依据评价项目对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系确定。在对本工程进行生态影响专题评价时，根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011），确定本次生态评价影响范围为为管线中心线向两侧各外扩 200m，以及

罐区占地范围。

2.4.2.6. 环境风险评价范围

（1）海域环境风险评价范围

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JTT1143-2017），水运工程建设项目的风险评估空间范围为项目发生水上溢油事故可能影响的空间范围，本项目到港船舶是水上溢油事故的主要因素，可能影响的空间范围将涉及航道、锚地等水域。因此，海域环境风险评价范围在水环境评价范围基础上适当扩展至周围环境敏感区。

（2）陆域环境风险评价范围

根据导则要求，确定陆域环境风险评价范围为不小于风险源 5km 范围。

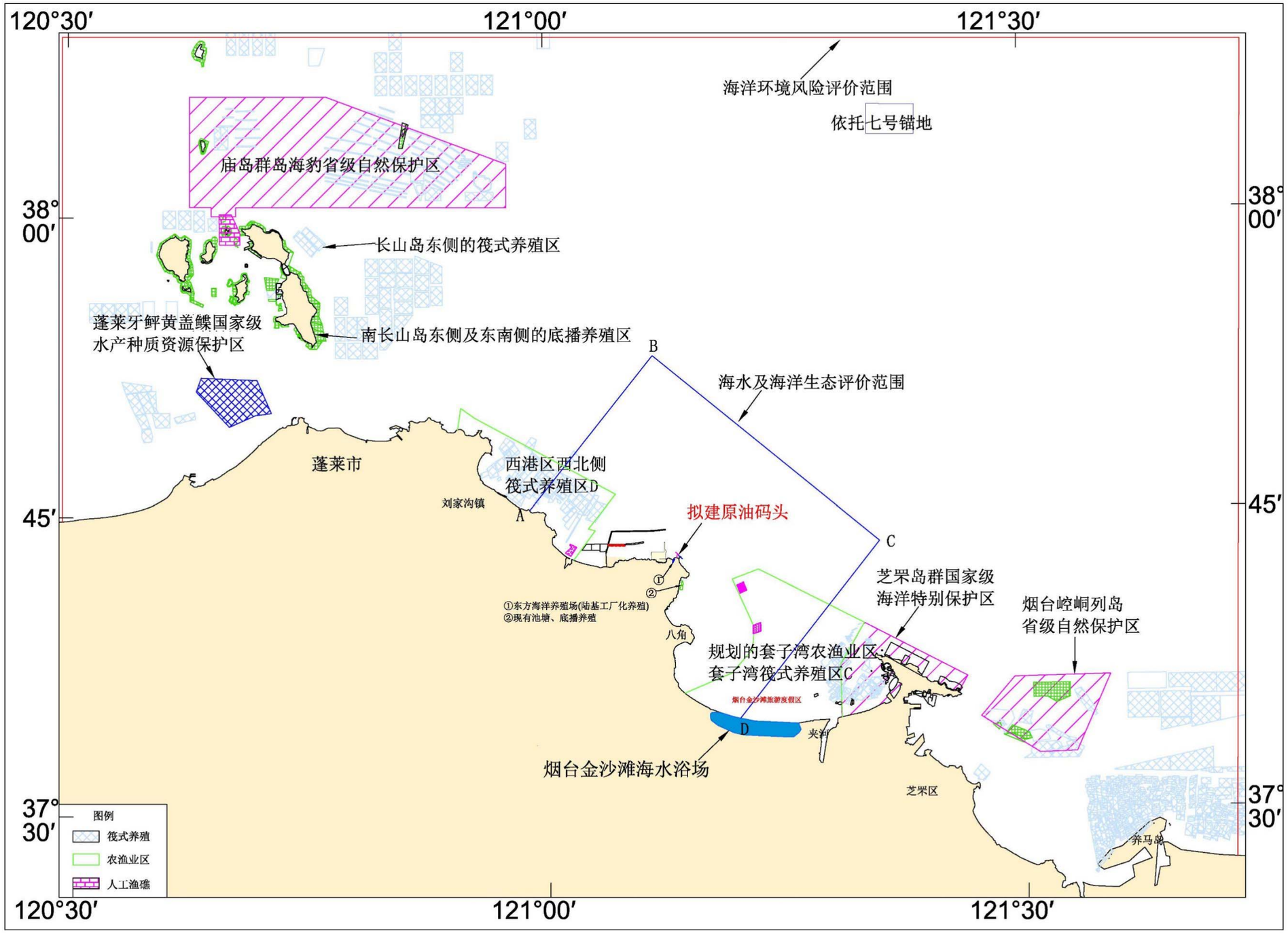


图 2.4-1 海域评价范围图

图 2.4-2 大气评价范围图

图 2.4-3 陆域风险评价范围图

图 2.4-4 地下水评价区范围图

2.5. 环境保护目标与环境敏感目标

1、海洋环境敏感区

主要包括初家村现有养殖（S 侧 2.39km）、套子湾养殖区（SE 侧 5.41km）、西港区西北侧养殖区（W 侧 7.1km）、烟台金沙滩旅游度假区（含海水浴场）（SE14.9km）、长山岛养殖区（NW 侧 31.5km）、庙岛群岛海豹省级自然保护区（NW 侧 35.6km）、芝罘岛岛群国家级海洋特别保护区（SE 侧 17.4km）、崆峒列岛省级自然保护区（SE 侧 30.7km）、蓬莱褐牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区（NW 侧 39.5km）。

庙岛群岛海豹省级自然保护区：成立于 2001 年 6 月 12 日，经山东省人民政府批准成立。保护区总面积 173100 公顷，其中核心区 640 公顷，缓冲区 18.1 平方公里 26650 公顷，实验区 145810 公顷。北长山的珍珠门、挡浪岛、马枪石、犁犋把岛、小黑山宝塔礁、香炉礁等岛礁及周边海域化为核心区，核心区外围划出高山岛、猴矶岛、车由岛、大竹山岛、小竹山岛及周围海域为缓冲区。除核心区、缓冲区外，庙岛群岛其他海域为实验区。

芝罘岛岛群国家级海洋特别保护区：于 2010 年 4 月 13 日经原国家海洋局批准建立。由大摩罗石岛、小摩罗石岛、硝碌岛、大石婆婆岛、小石婆婆岛、小山子岛等 6 个岛屿及其周围海域组成，保护区总面积 769.7 公顷，按功能划分为生

态保护、资源恢复、开发利用和环境整治区，其中生态保护区面积 116.5 公顷，资源恢复区面积 112.9 公顷，开发利用区面积 456.1 公顷，环境整治区面积 84.2 公顷。

崆峒列岛省级自然保护区：主要有崆峒岛、夹岛、马岛、担子岛等岛屿，2003 年由省政府批准建立省级自然保护区，2007 年原农业部公布为国家级水产种质资源保护区（第一批）。保护区总面积 7690 公顷,其中核心区面积 240 公顷、缓冲区面积 5640 公顷、实验区面积 1810 公顷。崆峒列岛是我国北方具有特色的岛屿，具有典型的海洋自然景观，岛屿生态系统与海洋生态系统复杂，生物多样性丰富。

蓬莱褐牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区：2011 年由原农业部就面积范围和功能分区进行调整，调整后的保护区总面积仍为 1984 公顷，其中核心区面积 1344 公顷，实验区面积 640 公顷。核心区特别保护期维持不变，仍为褐牙鲆保护期 4-6 月，钝吻黄盖鲽保护期 3-5 月。

2、陆域环境敏感区

（1）大气及噪声敏感目标

主要包括山后初家（SW 侧 1.33km）、东方海洋养殖场（W 侧 0.21km）、峰子山林区（SE 侧紧邻）、围子山林区（S 侧紧邻）、赵家（S 侧 2.8km）、芦洋（S 侧 3.2km）。

表 2.5-1 工程附近海域环境敏感区一览表

序号	环境敏感区	方位	距离（边界）	保护对象	备注
1	庙岛群岛海豹省级自然保护区	NW	35.6km	斑海豹及其生境	海水水质达到一类标准
2	崆峒列岛省级自然保护区	SE	30.7km	蝮蛇、刺参、紫石房蛤、皱纹盘鲍等海洋水产资源、岛礁地貌	海水水质达到一类标准
3	芝罘岛岛群国家级海洋特别保护区	SE	17.4km	岛屿生态系统和海洋生态系统、渔业资源	海水水质达到一类标准
4	蓬莱褐牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区	NW	39.5km	褐牙鲆、钝吻黄盖鲽等	海水水质达到一类标准
5	初家村现有养殖	S	2.39km	现有池塘、底播养殖种类	该区域目前已调整为西港港口水域，海水水质执行三类标准
6	套子湾养殖区	SE	5.41km	浮阀养殖、人工鱼礁等	海水水质达到二类标准
7	西港区西北侧养殖区	W	7.7km	浮阀养殖、人工鱼礁等	海水水质达到二类标准
8	长山岛养殖区	NW	31.5km	浮阀养殖、底播养殖等	海水水质达到二类标准
9	烟台金沙滩旅游度假区（海水浴场）	SE	14.9km	海水水质、沙滩	海水水质达到二类标准，蚀淤环境不发生明显变化

陆域环境主要保护目标见下表，大气环境质量达到 GB3095-2012 中的二级标准，声环境达到 GB3096-2008 中 2 类标准的要求。

表 2.5-2 工程附近环境敏感区环境保护目标一览表

序号	环境敏感区	方位	距离（边界）	环境保护目标
1	峰子山	SE	紧邻	大气环境质量达到 GB3095-2012 中的二级标准；声环境达到 GB3096-2008 中 2 类标准
2	围子山	S	紧邻	
3	东方海洋养殖场	SW	0.21km	
4	初旺村	S	1.33km	
5	赵家	S	2.8km	
6	芦洋	S	3.2km	

2、地下水敏感目标

根据野外调查，拟建项目周边地下水类型主要为碳酸盐岩类孔隙裂隙水。地下水开采主要以农业灌溉为主，周边村民生活饮用水及工矿企业用水主要由市政管网供给。因此，本次评价重点保护目标为，拟建项目周边及下游村庄分散式生活用水井及农业灌溉用水井。

3、陆域生态敏感目标

陆域生态敏感目标主要为，本项目罐区邻近位于规划港区外的顾家围子山现有林地区域，以及管线工程涉及峰子山现有林地区域。

2.6. 区域规划及环境功能区划

2.6.1. 区域规划

2.6.1.1. 烟台港总体规划

烟台港总体规划（2016-2030 年）于 2017 年得到交通运输部和山东省人民政府的批复（交规划函[2017]244 号），规划烟台港在空间上仍然以“一港十区”为基本格局。

其中，西港区主要划分为 LNG 作业区、综合作业区（港区北部）、**原油作业区（港区东北角）**和集装箱作业区（港区东部）。各作业区内分为码头作业区、**港口物流区**、综合服务区、预留发展区（含预留铁路轮渡区）。

2.6.1.2. 城市总体规划

根据《烟台市城市总体规划（2011-2020）》，烟台市以天然河流、山体和永久性绿带分隔，形成芝罘、莱山、开发区、福山、牟平、八角等六大组团，构成多组团、多核心的滨海带状组团城市结构。其中八角组团面积 22km^2，为以港口和临港工业为主的新港城。

对于港口，规划指出烟台港定位为我国沿海主枢纽港之一、是辽东半岛和胶东半岛运输通道的重要枢纽、北方地区重要的集装箱枢纽港和渤海海峡客货滚装运输中心，今后以烟台港芝罘湾港区和烟台港八角港区为组成部分，形成分工合理、互为补充的发展格局。其中烟台港八角港区将成为主枢纽港的主要组成部分，近期开发以大宗散杂货运输为主，发展大宗散杂货运输，逐步扩大能力以满足烟台港芝罘湾港区散杂货功能调整的需要，着重建设油品、矿石、化工品和集装箱专业化大型码头。并积极依托港口条件发展临港工业、现代制造业、现代物流业。远期在烟台港八角港区建设新的烟大铁路轮渡码头。烟台港八角港区的开发建设应坚持高起点、高标准的原则，注意加强各项配套设施和条件的完善，最终形成一个环境优美、交通便捷、设施先进的大型现代化综合性港区。

2.6.2. 环境功能区划

2.6.2.1. 近岸海域环境功能区划

《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020)》是山东省政府于 2016 年以（鲁政字[2016]109 号）进行了批复。

本工程位于《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020)》中 SD104DIV（第四类环境功能区），海水水质执行三类标准，本项目符合《山东省近岸海域环境功能区划》。

2.6.2.2. 海洋功能区划

《山东省海洋功能区划（2011-2020）》于 2012 年得到国务院的批复（国函〔2012〕165 号）。

《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》划分了农渔业区、港口航运区、工

业与城镇用海区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区、保留区共 8 个类别 329 个海洋基本功能区。其中，海岸基本功能区 291 个，主要包括农渔业区 34 个、港口航运区 38 个、工业与城镇用海区 39 个、矿产与能源区 9 个、旅游休闲娱乐区 55 个、海洋保护区 49 个、特殊利用区 47 个、保留区 20 个；近海基本功能区 38 个，主要包括农渔业区 4 个、港口航运区 9 个、矿产与能源区 1 个、旅游休闲娱乐区 1 个、海洋保护区 10 个、特殊利用区 9 个、保留区 4 个。

根据《山东省海洋功能区划》（2011—2020 年）（烟台五），工程周边海域主导功能包括：烟台西港口航运区（A2-11）、烟台套子湾农渔业区（A1-14）、蓬莱-烟台近海港口航运区（B2-1）等。其定位与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》相符。山东省海洋功能区划图见图 2.6-2

根据《山东省海洋功能区划》（2011—2020 年），本工程位于烟台西港口航运区，项目为原油码头工程，建成后主要用于油轮的停靠。符合本区域的功能定位，与功能区划相符合。

2.6.2.3. 陆域环境功能区划

本项目拟建区域位于烟台港西港区。拟建工程陆域为工业和港口功能区，环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

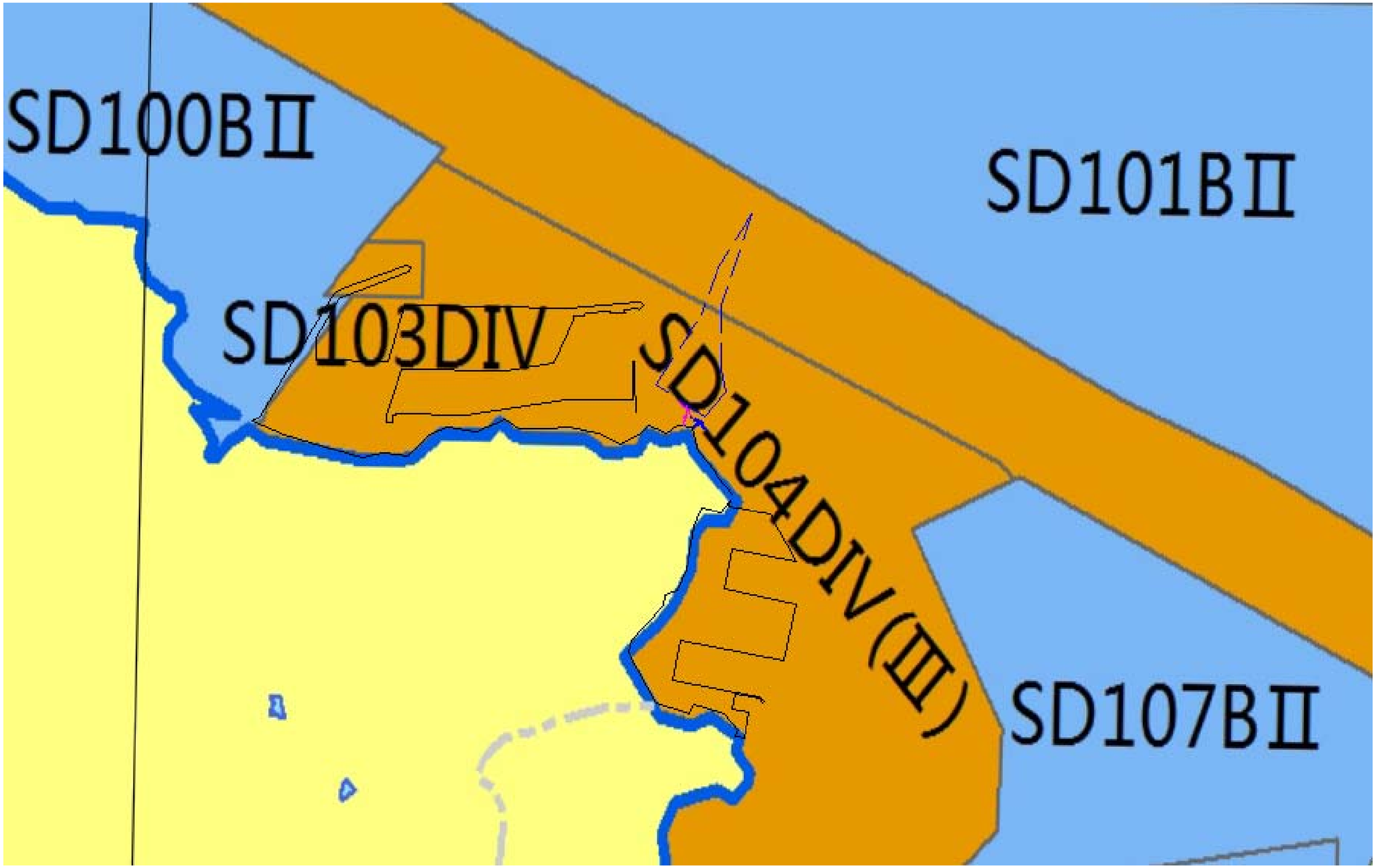
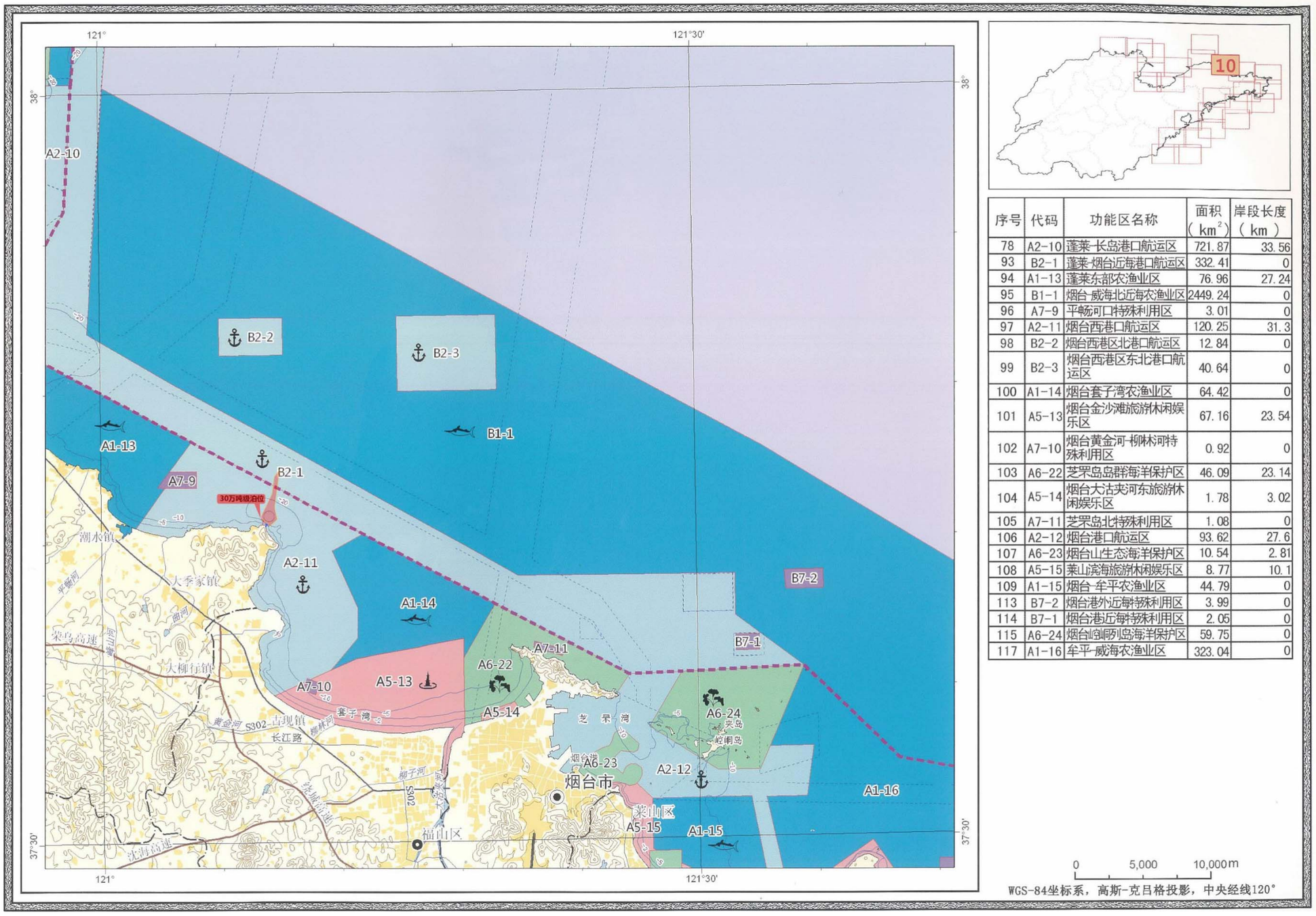


图 2.6-1 山东省近岸海域功能区划图



序号	代码	功能区名称	面积（km^2）	岸段长度（km）
78	A2-10	蓬莱-长岛港口航运区	721.87	33.56
93	B2-1	蓬莱-烟台近海港口航运区	332.41	0
94	A1-13	蓬莱东部农渔业区	76.96	27.24
95	B1-1	烟台-威海北近海农渔业区	2449.24	0
96	A7-9	平畅可口特殊利用区	3.01	0
97	A2-11	烟台西港口航运区	120.25	31.3
98	B2-2	烟台西港区北港口航运区	12.84	0
99	B2-3	烟台西港区东北港口航运区	40.64	0
100	A1-14	烟台套子湾农渔业区	64.42	0
101	A5-13	烟台金沙滩旅游休闲娱乐区	67.16	23.54
102	A7-10	烟台黄金河-柳林河特殊利用区	0.92	0
103	A6-22	芝罘岛岛群海洋保护区	46.09	23.14
104	A5-14	烟台大沽夹河东旅游休闲娱乐区	1.78	3.02
105	A7-11	芝罘岛北特殊利用区	1.08	0
106	A2-12	烟台港口航运区	93.62	27.6
107	A6-23	烟台山生态海洋保护区	10.54	2.81
108	A5-15	莱山滨海旅游休闲娱乐区	8.77	10.1
109	A1-15	烟台-牟平农渔业区	44.79	0
113	B7-2	烟台港外近海特殊利用区	3.99	0
114	B7-1	烟台港近海特殊利用区	2.05	0
115	A6-24	烟台崆峒列岛海洋保护区	59.75	0
117	A1-16	牟平-威海农渔业区	323.04	0

图 2.6-2 山东省海洋功能区划图

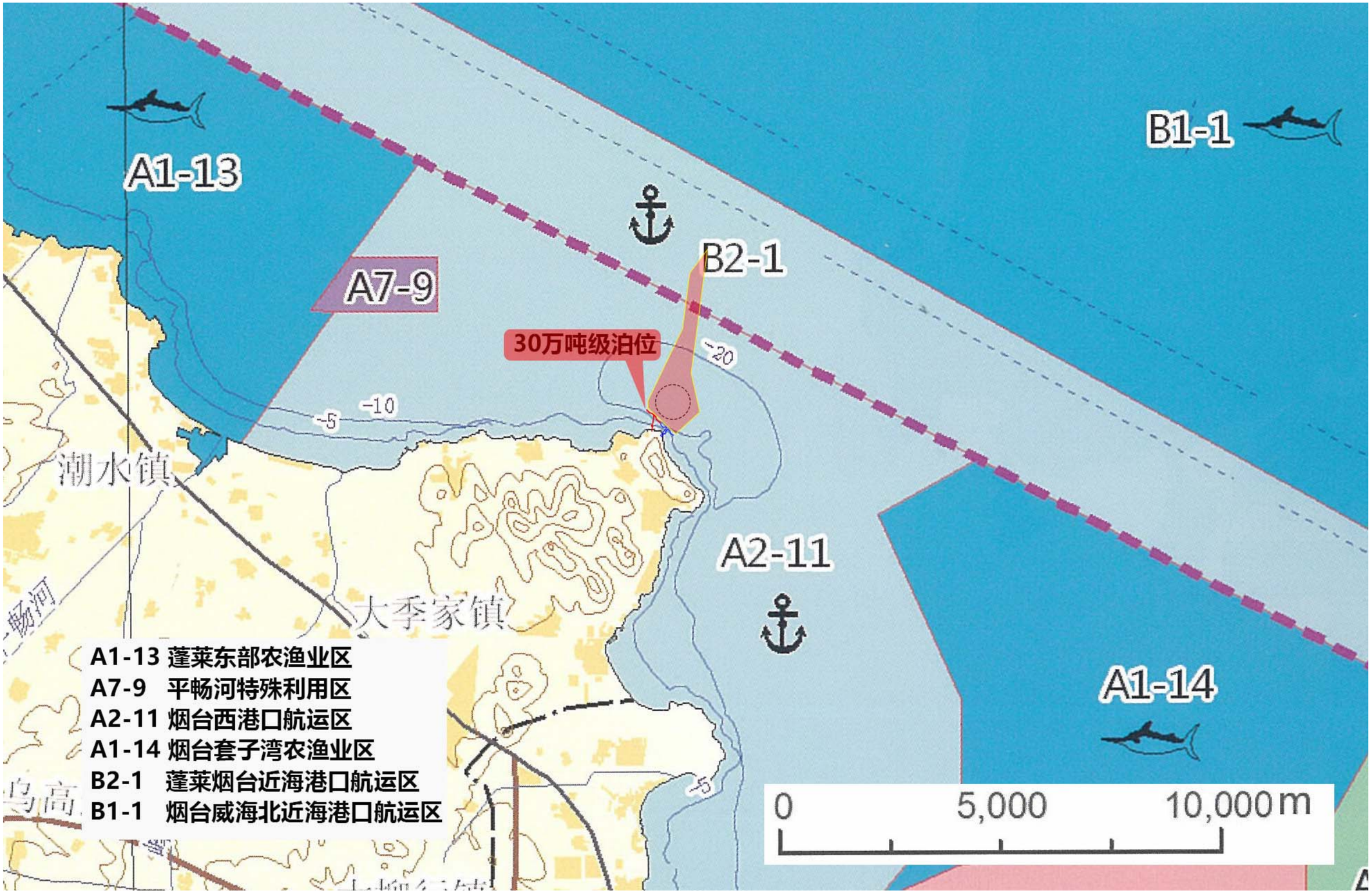


图 2.6-3 山东省海洋功能区划图（局部放大）

3. 工程分析

3.1. 建设项目名称、性质、工程与投资规模及地理位置

项目名称：烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程；

项目性质：新建；

地理位置：本工程地处烟台经济技术开发区大季家镇东北侧、规划烟台港西港区。其中码头工程位于烟台套子湾西侧，烟台港西港区规划原油作业区内，位于已建的原油码头一期工程西北侧。配套罐区位于烟台港西港区规划西港大道以南，已建开封路以东。管线工程实现前方码头区和后方库区的连通。

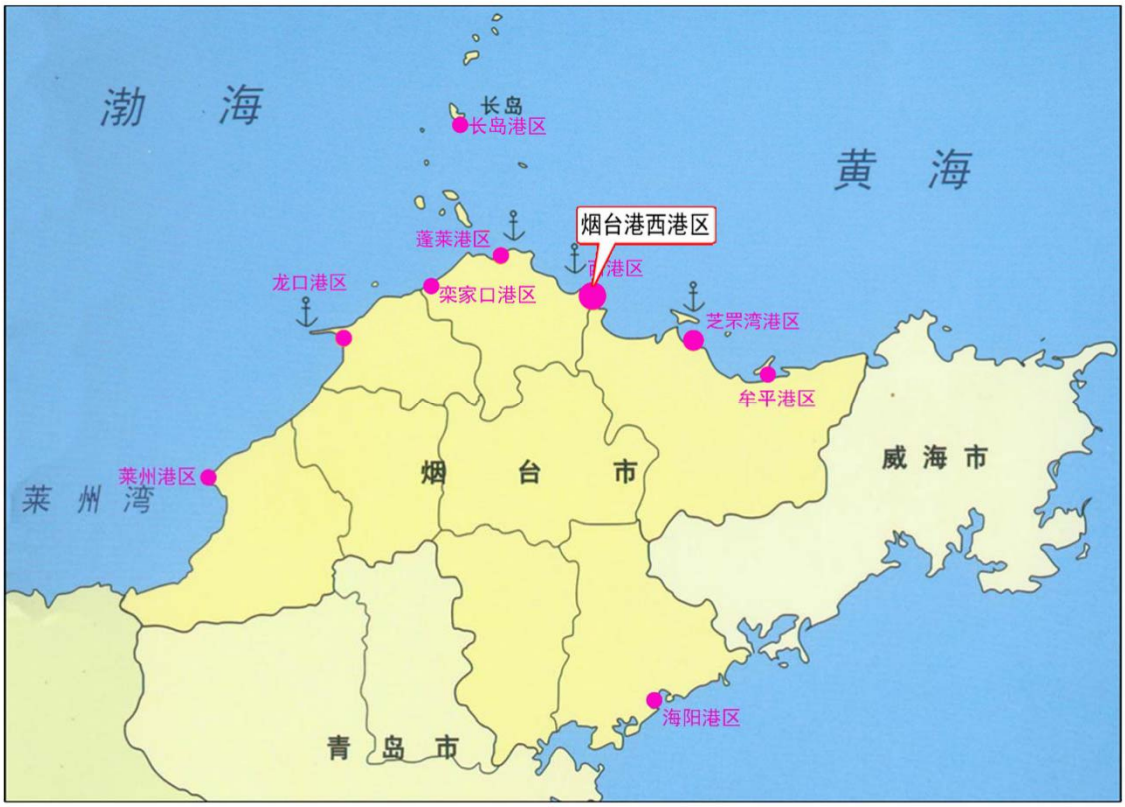


图 3.1-1 烟台西港区位置示意图

图 3.1-2 本项目在西港区位置示意图

建设规模：本工程拟建设 1 个 30 万吨级原油泊位，设计通过能力 1690 万吨/年，设计吞吐量 1600 万吨/年。

配套罐区新建储罐总库容 $102\times10^4m^3$，原油罐年周转次数为 17 次。油库建设 2 座 $15\times10^4m^3$ 原油储罐以及 6 座 $12\times10^4m^3$ 原油储罐、外输系统以及配套系统。

管线工程实现前方码头区和后方库区的连通，总长约 3405m。主要包括码头区架设管廊桥、现有原油连接道路东侧至疏港大道南侧地埋式原油管路、疏港大道南侧至罐区段原油管廊（含管廊基础和上部钢结构），以及两根 DN1000 管线。

工程总投资为 210070.89 万元，其中码头部分建设投资为 44865.18 万元，罐区部分建设投资为 125336.81 万元，管线工程建设投资为：39868.90 万元。

工作制度：码头工程劳动定员 24 人，罐区内新增定员 40 人，实行四班三运转工作制，每班工作 8 小时。

3.2. 建设内容

项目组成表见表 3.2-1，主要技术指标表见表 3.2-2。

表 3.2-1 项目组成表

	项目	项目概况
主体工程	码头及引桥	码头：30 万吨级原油泊位长度 401m，中间布置工作平台 1 座（43.4m×30m），平台两侧各布置 1 座靠船墩和 3 座系缆墩。 引桥：30 万吨级泊位通过一座引桥与后方陆域衔接，引桥长度 339m，宽度约 13.1m，共布置 4 跨。在引桥中部均设置一座消控楼平台，布置变电所、控制室和泡沫泵房等生产辅助建筑。
	管线工程	主要包括码头区架设管廊桥、现有原油连接道路东侧至疏港大道南侧地埋式原油管路、疏港大道南侧至罐区段原油管廊（含管廊基础和上部钢结构），以及两根 DN1000 管线
	后方库区	储罐区：建设 8 座外浮顶储罐（2 座 $15\times10^4m^3$ 原油罐、6 座 $12\times10^4m^3$ 原油罐），油泵棚、机泵管线、一座 $1600m^3$ 初期雨水收集池，一座 15 万 m^3 事故应急池。 辅助作业区：消防泵房、消防水罐、变电所 行政管理区：控制室、办公用房等
	港池疏浚	港池疏浚量 132.45 万 m^3，该部分土方回填至造陆区。
	基槽挖泥及炸岩	基槽炸岩 8528 m^3，基槽挖泥（含边坡）$11447m^3$，该部分土方回填至造陆区。
	陆域挖土	罐区部分总挖方量 285 万 m^3，管线工程陆域挖方量为 40 万 m^3，该部分土方回填至造陆区。
公用工程	供电	码头工程电源引自矿石码头中心变电所 10kV 不同母线段。 罐区电源由西港区现有 110kV 变电站提供。
	给排水	给水：码头、罐区生活及生产水源由后方市政供水管网供给。 排水：码头生活污水经码头一体化处理设施处理后港区回用，罐区生活污水直接排入市政管网；码头装卸区初期雨水排入集水池后进入港区含油污水管网，

		罐区初期雨水等含油污水由初期雨水池收集后提升排至西港区污水管网，两者经西港污水厂处置后港区回用
	消防	新建 2 座 8000m^3 消防水罐以及消防泵房和泡沫站。码头顺岸泊位后方陆域建有消防站一座，距离码头工程最远点约 7 公里，可为码头工程服务。
	通信	港区现有通信设施完善，本工程依托港区现有通信系统设置通信设施
	控制系统	码头：物料装卸控制系统、火灾及可燃气体检测报警系统、消防报警及自动控制以及装卸臂紧急脱离装置，用于事故时紧急切断一些关键阀门及设备。 罐区：储运监控系统、储罐检测系统、安全仪表系统、消防控制系统、室内火灾自动报警系统等。 管线：管廊与油码头阀组区以及与后方库区阀组区电动阀门控制、阀组区工艺管线压力及温度检测、阀组区可燃气体检测报警系统、管廊工业电视监控系统、管廊火灾自动报警系统、管廊巡检系统等项内容。
	供热	储罐、工艺管线（泵棚内管线采用电伴热除外）及消防水罐维温伴热采用蒸汽，蒸汽热源依托库区附近的华能烟台八角电厂，供汽压力 1.0MPa，温度 180℃，可常年供热。 管线工程采用电伴热。
	助导航	拟在码头工程航道及港池沿程设置灯浮标 4 座，在码头两侧端部设置灯桩 2 座
依托工程	烟台港西港区污水处理站	该污水站是烟台港西港区液体化工码头配套建设的环保设施，设计处理规模为 30m^3/h，本项目码头及罐区含油污水进入该污水厂处理后港区回用
	烟台新城污水处理有限公司	该污水厂设计处理规模为 4 万 m^3/d，本项目罐区生活污水由市政管网直接进入该污水厂
	航道、锚地	主航道已满足本工程船舶通航要求，考虑到 30 万吨级原油船通航需求，将连接段航道设计底标高调整为-24.0m。连接段航道疏浚方量约 132.45 万 m^3。规划 7#检疫锚地的面积和水深可以满足本工程使用要求。
	烟台港西港区原油码头二期外接管线工程	由本项目库区引出 4 根管线，包括 2 根 DN700mm 到#106、#107 泊位装船、1 根 DN700mm 到首站库区、1 根 DN500mm 到铁路装卸站场。同时沿疏港大道南侧建设架空管廊土建工程（既满足本项目 2 根 DN1000 管线架设，又能为港区后续管线提供管位）。
环保工程	污水处理	码头消控楼内设置一套生活污水处理设施（10m^3/d），负责处理楼内产生的生活污水，处理后港区内回用。 码头工作平台作业区设置 200mm 高挡液坎，其围合面积约为 200 平方米。码头前沿设置集污池，容积 36m^3。由排污泵将初期含油雨污水收集提升后，用油污水管线接至西港污水处理站统一处理。 罐区设置 1600m^3 初期雨水收集池，由油污水管线接至西港污水处理站统一处理。
	固体废物	设置垃圾桶收集生活垃圾；设置危废暂存间，位于 30 万吨级泊位栈桥根部

表 3.2-2 码头工程主要技术指标表及工程量

序号	项目	单位	工程量	备注
1	泊位数	个	1	30 万吨级
2	泊位岸线长度	m	401	
3	引桥长度	m	339	
4	年吞吐量	万吨	1600	
5	年设计通过能力	万吨	1690	
6	港池水域疏浚工程量	万 m^3	132.45	

7	基槽挖泥及炸岩	万 m^3	1.998	炸岩 8528 m^3，基槽挖泥（含边坡）11447m^3

表 3.2-3 罐区工程主要技术指标表及工程量

序号	名称及规格	单位	数量	备注
1	$15\times10^4m^3$ 双盘式浮顶油罐	座	2	
2	$12\times10^4m^3$ 双盘式浮顶油罐	座	6	
3	8000m^3 消防水罐	座	2	
4	外输泵棚	座	1	
5	综合楼	座	1	
6	消防综合楼	座	1	
7	消防泵房	座	1	
8	综合设备间	座	1	
9	配电所	座	1	
10	综合维修间	座	1	
11	$15\times10^4m^3$ 漏油及事故污水收集池	座	1	
12	1600m^3 初期雨水收集池	座	1	
13	离心泵机组 Q=2800m^3/h H=100m P=1300kW	套	3	
14	螺杆泵机组 Q=500m^3/h ΔP=0.6MPa P=180kW	套	1	
15	罐区控制系统	套	1	
16	消防控制系统	套	1	
18	安全仪表系统	套	1	

表 3.2-4 管线工程主要技术指标表及工程量

序号	项目	单位	工程量	备注
1	管廊长度	m	3405	
2	管廊桥长度	m	232	
3	新增用地面积	万 m^2	2.38	
4	海域使用面积	m^2	2800	
5	变电所面积	m^2	1245	
6	陆域开挖土方	万 m^3	40	

3.3. 总平面布置

3.3.1. 码头平面布置方案

3.3.1.1. 水域平面布置

30 万吨级原油码头位于原油一期码头西北侧，码头前沿线位于-26.0m 等深

线位置处，泊位长度 401m（最外侧系缆墩中心距），轴线方位 135°--315°；中间布置工作平台 1 座（43.4m×30m），工作平台两侧各布置 1 座靠船墩和 3 座系缆墩；靠船墩中心距 116m，可满足 15 万吨级～30 万吨级船舶的靠泊要求；系缆墩中心距码头前沿线 45m；码头前沿停泊水域宽度 120m，长度 407.5m，设计底标高为-26.0m；回旋水域布置在泊位前方，回旋圆直径 835m，回旋水域设计底标高-24.0m；港池主要借助已建的西港区原油码头一期工程港池，在其基础上适当的拓宽和浚深，使其满足本工程船舶通航需要；船舶制动距离 1700m，约 5 倍设计船长。

30 万吨级原油泊位通过一座引桥与后方陆域衔接，引桥长度 339m，宽度约 13.1m，共布置 4 跨，每一跨长度约 74m。在引桥中部均设置一座消控楼平台，布置变电所、控制室和泡沫泵房等生产辅助设施，消控楼平台长 50m，宽 34.6m。

进港航道由西港区主航道和连接段航道组成，现状条件下，西港区主航道通航宽度为 370m，设计底标高-24.5m；连接段航道通航宽度 354.8m，设计底标高-23.5m。主航道已满足本工程船舶通航要求，考虑到 30 万吨级原油船通航需求，将连接段航道设计底标高调整为-24.0m。本方案港池航道疏浚方量约 132.45 万 m^3。

3.3.1.2. 陆域平面布置

工程总建筑面积 2840.8m^2，主要建筑单体有码头消控楼、应急设备库、危险废物暂存库，其中码头消控楼布置在消控平台上，危险废物暂存库布置在已建原油码头一期工程门卫的北侧，应急设备库结合原油码头一期应急设备库统筹考虑，布置在矿石码头一期工程辅建区。

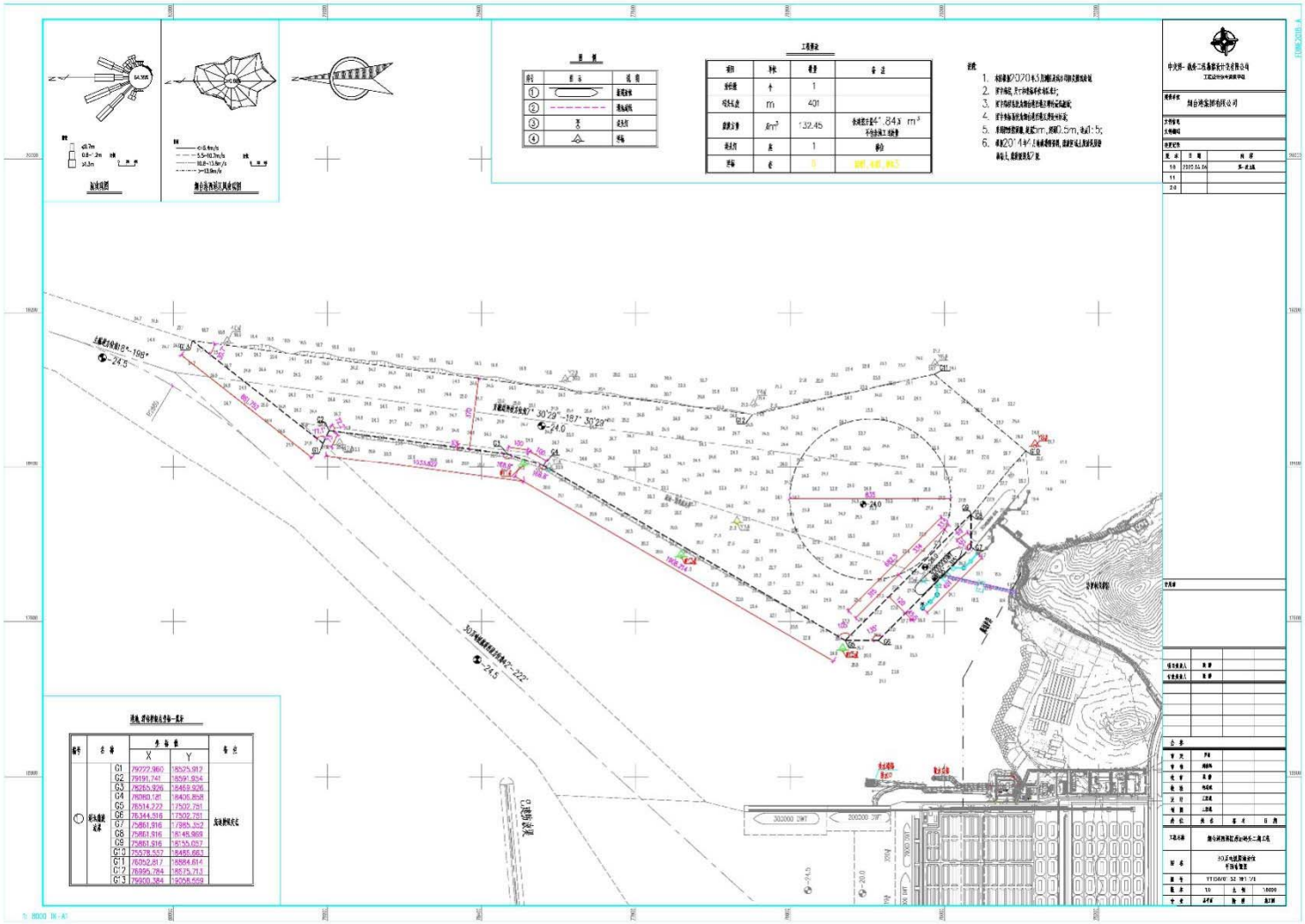


图 3.3-1 码头总平面布置图

3.3.2. 库区平面布置方案

3.3.2.1. 平面布置

本工程总平面布置分为生产区、辅助作业区和行政管理区，三个部分。

1）生产区

15×10^4m^3 原油储罐罐内直径为 100m，12×10^4m^3 原油储罐罐内直径为 88m。

生产区内包括 2 个油罐组和 1 座外输泵棚。生产区内西侧为 1#油罐组，包括 4 座 12×10^4m^3 原油储罐；1#罐组东侧 2#油罐组，包括 2 座 12×10^4m^3 原油储罐及 2 座 15×10^4m^3 原油储罐。新建外输泵棚布置在生产区北侧，位于 1#油罐组东侧。

1#油罐组布置 4 座 12×10^4m^3 原油双盘式浮顶储罐，按 2 列布置。2#油罐组布置 2 座 15×10^4m^3 原油双盘式浮顶储罐和 2 座 12×10^4m^3 原油双盘式浮顶储罐，按 2 列布置。

1#油罐组内 12×10^4m^3 原油储罐间距为 35.7m。1#油罐组和 2#油罐组内最近原油储罐间距为 99.3m。1#油罐组内原油储罐中心距四周消防道路的最近侧距离为 71.0m，最远侧距离为 78.0m。1#油罐组周围设 11m 宽消防环道。

1#油罐组四周设置 C25 抗渗钢筋混凝土防火堤（抗渗等级为 P6），防火堤高度不高于 3.2m，罐组内各储罐间设隔堤，隔堤高度 0.8m，防火堤耐火极限不低于 5.5h。1#油罐组防火堤内的设计有效容积为 231249m^3。

2#油罐组内两个 15×10^4m^3 原油储罐间距为 41.7m，15×10^4m^3 原油储罐和 12×10^4m^3 原油储罐间距为 45.0m，两个 12×10^4m^3 原油储罐间距为 53.7m。2#油罐组内原油储罐中心距消防道路的最近侧距离为 71.0m，最远侧距离为 77.0m。2#油罐组周围均设 11m 宽消防环道。

2#油罐组四周设置 C25 抗渗钢筋混凝土防火堤（抗渗等级为 P6），防火堤高度以罐组防火堤外地面为起算点，高度为 3.2m，罐组内各罐间设隔堤，隔堤高度 0.8m，防火堤耐火极限不低于 5.5h。2#油罐组防火堤内的设计有效容积为 118206m^3。

2）辅助生产区

辅助生产区分为三个部分，分别位于场区东侧、1#油罐组南侧和 2#油罐组北侧，分别布置综合设备间、10KV 配电所、综合维修间、消防泵房、消防水罐。

新建漏油及事故污水收集池、初期雨水收集池与雨水提升泵棚集中布置在场区西侧；新建综合设备间布置在 1#油罐组南侧；新建 10KV 配电所、综合维修间、消防泵房和消防水罐集中布置在 2#油罐组北侧，其中新建消防泵房与消防水罐位于场区较高处。

3）行政管理区

行政管理区位于场区东北侧，包括综合楼、消防综合楼、消防训练场地及其附属设施等，位于消防泵房东侧。

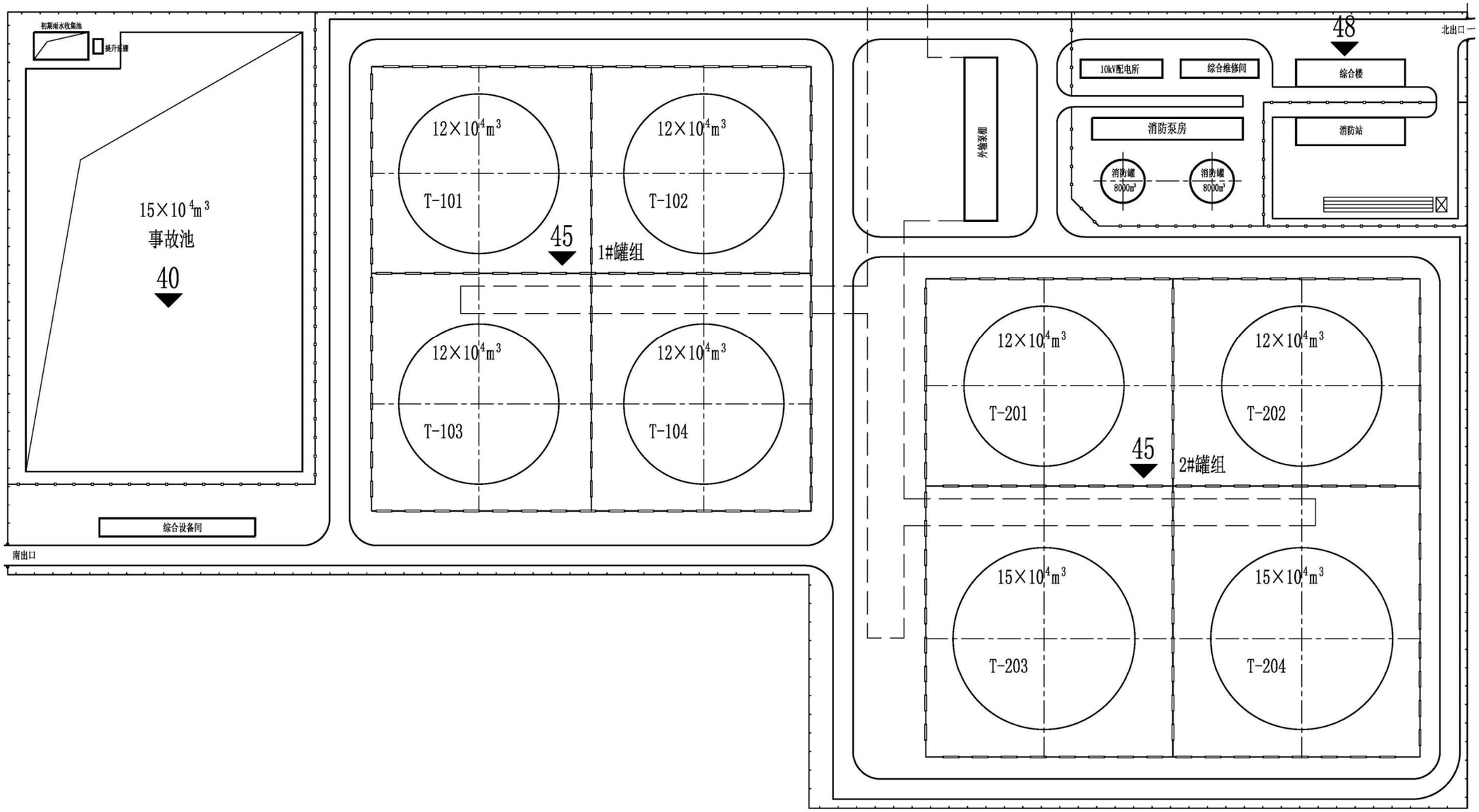


图 3.3-2 罐区总平面布置图

3.3.2.2. 竖向布置

本工程拟建场地属于山地丘陵地貌，场地地势高差较大。场地地面标高介于35.53m～125m 之间，场地竖向标高以阶梯式布局为原则，经土方计算后确定其标高。本工程土石方工程量为：总挖方约为 285 万 m^3，总填方约为 15.4 万 m^3。由于土石方工程量巨大，为了能够更加经济合理的开发建设，因此需要场区内进行土石方倒运，用于回填建设。倒运的土石方来源为本工程开挖的回填土和强风化岩，场区开挖的土石方量可以满足本工程建设所需倒运的土石方量。

1）生产区

生产区采用阶梯式布置，区内坡度不大于 0.5%。1#油罐组防火堤内竖向标高为 45.00m～45.20m；2#油罐组防火堤内竖向标高均为 45.00m～45.20m。油罐组外消防道路按照不大于 3.0%坡度进行布置，油罐组防火堤外及防火堤与消防路间场地标高根据消防道路标高进行设计，满足相关规范的要求。罐组内场区、罐组防火堤与周围消防环路间场区内的雨水结合排水设施排入相应管网中；罐组周围消防环路内的雨水直接排至路网中。

根据总平面的道路网的布置，竖向采用分区域多坡向布置，尽量把场区内的雨水排至雨水管网中。在标高设计时，保证建构筑物的散水、设备区地面等标高高于周边场地地坪标高，场地地坪标高高于路面标高。排雨水走向为：油罐组消防环路内：场地→排水沟；罐组消防环路外：建、构筑物屋面(或场地顶面)→场地→道路→港区道路。

2）辅助生产区

辅助生产区分为三个部分，场区西侧布置 $15\times10^4m^3$ 漏油及事故污水收集池、$1600m^3$ 初期雨水收集池和雨水提升泵棚，场区标高为 45.00m～45.20m；1#油罐组南侧布置综合设备间，场区标高为 48.00m～48.20m；装船装车外输泵棚东侧布置 10KV 配电所、综合维修间、消防泵房和消防水罐，场区标高为 48.00m～48.20m。

3）行政管理区

行政管理区设计标高为 48.00m～48.20m，位于整体场地地坪较高处。场区依托烟台港西港区，站场竖向布置利用北侧规划西港大道和东侧已建道路竖向，并加以完善。

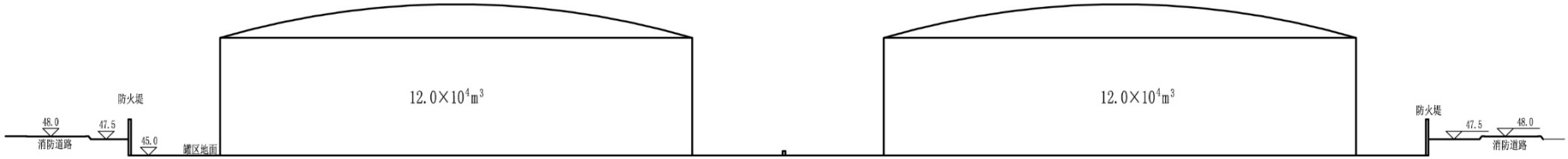


图 3.3-3 罐区竖向布置图（以 1#罐组为例）

3.3.3. 管线布置方案

3.3.3.1. 管线路由

本工程管廊由原油码头一期引桥根部到陆域后方罐区，管廊总长约 3405m。具体分为如下几段：

（1）码头区

管廊起始于原油一期引桥根部西侧，沿原油连接道路邻海侧段外侧抵达原油码头二期 30 万吨级原油码头栈桥根部东侧，管廊桥长度 232m，管廊桥宽度 10m；继续跨越栈桥根部后，沿原油连接道路海侧岬角外侧布置，到达原油连接道路里程 K0+885 处，管廊长度 168m，宽度 10m。

（2）原油连接道路东侧至疏港大道南侧区域

管线向东跨越原油连接道路后（1#跨路管廊），沿原油连接道路东侧，依山势和地势进行地埋敷设布置抵达疏港大道北侧，管线长度 880m，管道的埋设深度根据《输油管道工程设计规范》（GB50253-2014），并结合《山东省石油天然气管道保护办法》（省政府令第 214 号），并考虑沿途地形、工程地质等自然条件以及农业耕作深度，管顶埋深不小于 1.5m。

防腐保温结构推荐采用：环氧粉末防腐层（400μm）+聚氨酯泡沫塑料保温层（60mm）+高密度聚乙烯防护层（11mm），聚氨酯泡沫塑料采用“管中管”发泡，管端安装防水帽。在防护层外增加玻璃钢外护层（厚度 1.2mm）。

（2）疏港大道沿线区域

管线沿疏港大道南侧向西布置，距离路边 10m，抵达管带机东侧道路处进行上跨（3#跨路管廊），跨路后在管带机下方通过，继续沿疏港大道南侧向西布置到高速连接线与疏港大道交口处，管廊长度 1075m，管廊带宽度 7m；跨过高速连接线后（4#跨路管廊），沿疏港大道南侧向西布置，到达后方罐区管廊接口处，该位置作为本次管廊工程设计截止点，管廊长度约 1050m。

图 3.3-4 管线工程布置图

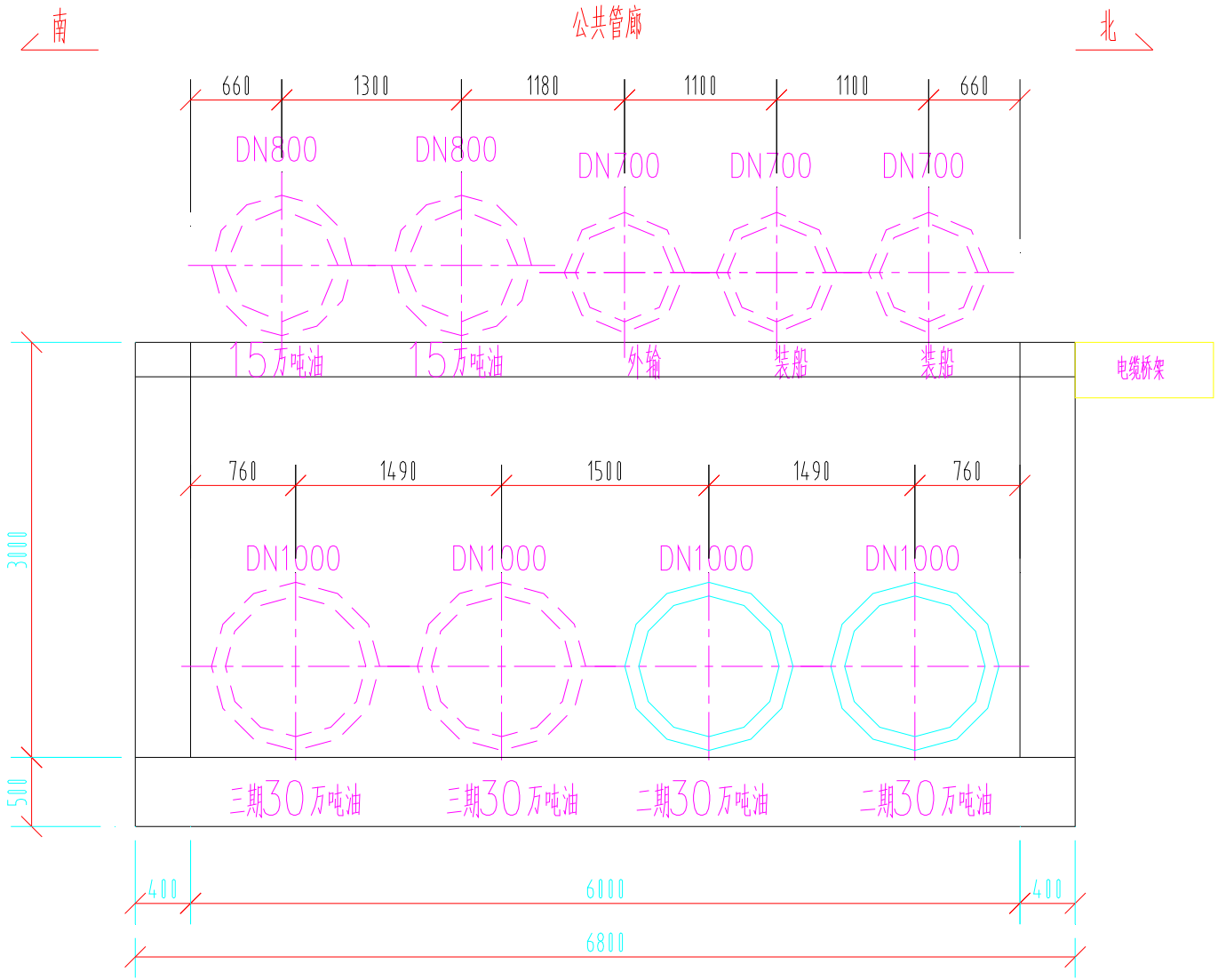


图 3.3-5 管线工程断面图（疏港大道南侧至库区段）

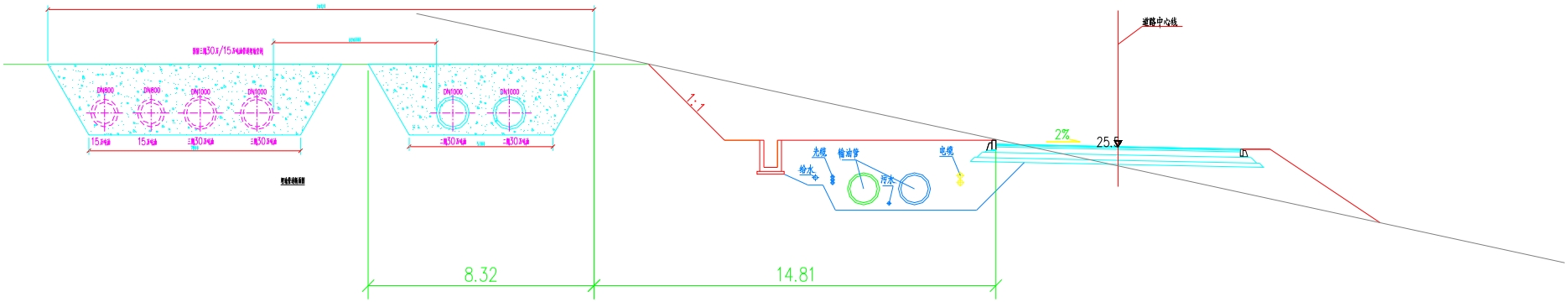


图 3.3-6 管线工程断面图（地埋段）

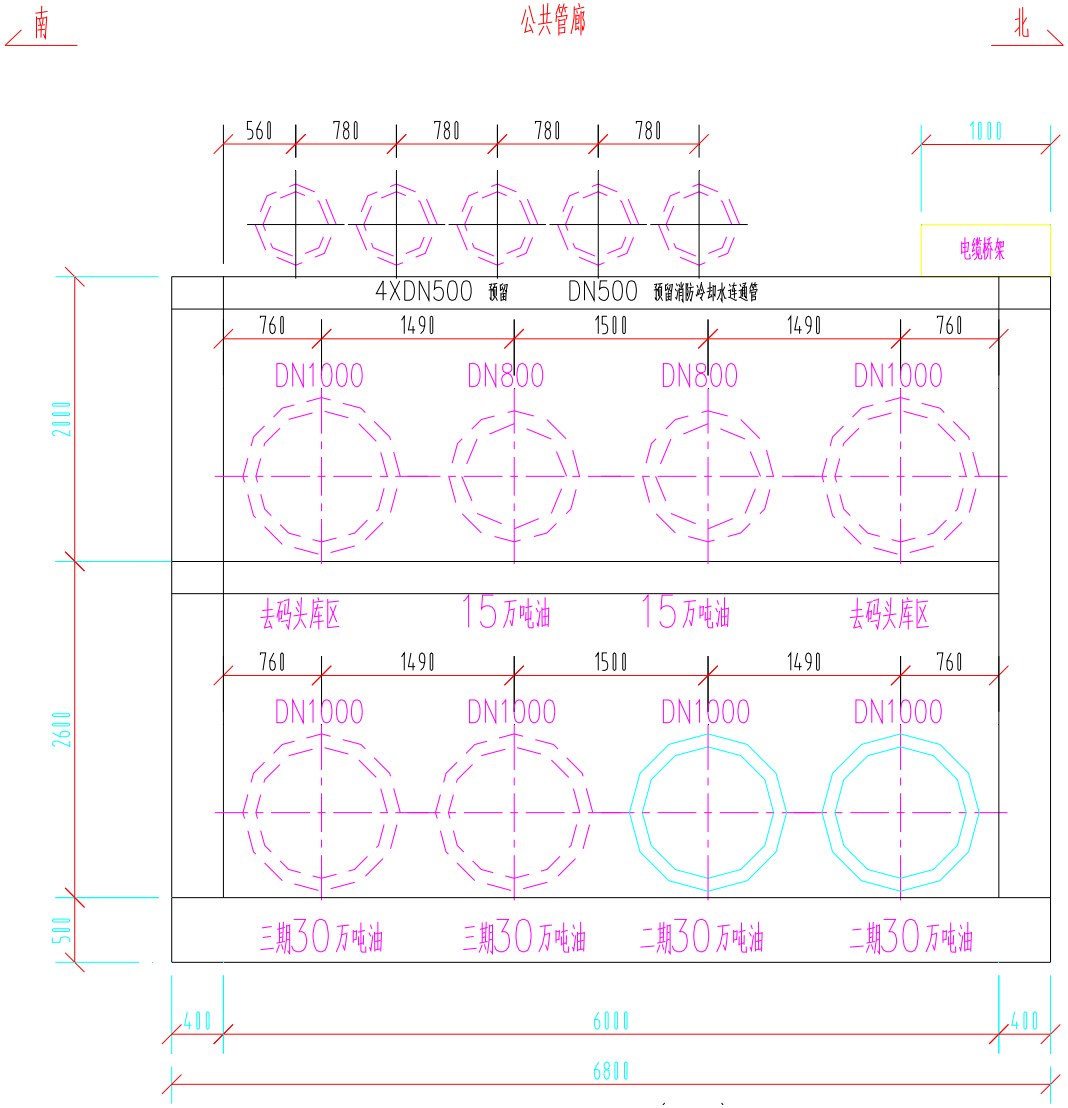


图 3.3-7 管线工程断面图（码头区段）

3.3.3.2. 重点区域和节点管廊

1、码头区管廊布置

海侧架设管廊桥。在现有原油连接道路外侧架设管廊桥，管廊桥宽度 10m，管廊在原油一期、二期 30 万吨级码头栈桥根部进行上跨。

2、陆域管廊布置重要节点处的布置说明

（a）管廊与高速延长线相交处

该节点处，采用管廊上跨疏港大道方案。根据《油气输送管道跨越工程设计标准》，上跨管廊与路面净高不小于 5.5m，考虑港内大件车辆等通行要求，管廊净高取 6.5m；根据《油气输送管道穿越工程设计规范》，套管顶部最小覆盖层为 1.2m。

（b）管廊与既有管带机交叉处

管带机与管廊相交处的净高约 16m，考虑管廊上跨道路后的净高 6.5m，管廊本身高度约 4.5m，所以管廊顶与管带机底之间的净高尚有 5m，满足安全距离要求。

3.4. 装卸工艺

3.4.1. 装卸货种及设计参数

3.4.1.1. 设计船型

本工程 30 万吨级泊位靠泊船型为 15 万吨级～30 万吨级。

表 3.4-1 本工程 30 万吨级泊位到港船舶主尺度表

船舶吨级 DWT（t）	设计船型尺度（m）				备注
	总长 L	型宽 B	型深 H	满载吃水 T	
150000	274	50.0	24.2	17.1	兼顾船型
250000	333	60.0	29.7	19.9	兼顾船型
300000	334	60.0	31.2	22.5	设计代表船型

3.4.1.2. 运量

烟台港西港区已建设 1 座 30 万吨级油品码头，本工程拟在已建 30 万吨级泊位附近再建 1 个 30 万吨级原油泊位。本工程原油卸船量为 1600 万吨/年。

原油种类及性质参数是确定工艺设施规模和流程的基本依据，本项目暂按照下述地区部分产地的原油/燃料油物性参数，详见下表。

表 3.4-2 装卸货种物性参数表

序号	原油品种	比重 γ_4^{20}	粘度 cst			凝固点 ℃	含硫 %	含蜡 %
			0℃	21℃	37.8℃			
1	沙特轻质原油	0.857		10.20	6.25	-34.4	1.79	1
2	沙特重质原油	0.890		42.00	21.10	-20.6		2
3	伊朗轻质原油	0.855		10.50	6.41	-28.9	1.35	3
4	伊拉克原油	0.848		7.45	4.61	-22.2	1.97	4
5	利比亚原油	0.818			3.65	-1.1	0.21	5
6	苏丹原油	0.850			47.00	35～38	0.08	6
7	印尼米纳斯原油	0.840				33	0.38	8
8	埃斯坡原油	0.849	23.23	13.86		＜-20		
9	帕斯弗原油	0.905	241	69	26	-52		
10	萨度恩原油	0.882	135	38	19	＜-50		
11	奥冠杰原油	0.865	153	27	11	-26		
12	塞比原油	0.872	536	62	12	-6		
13	福蒂斯原油	0.836	13.66	6.91	4.36	-12	0.876	
14	M100	9.35			180	≤25（倾点）	≤2.0	

码头作业天数：30 万吨级泊位 305 天，码头作业为 24 小时四班三倒制，工艺作业人员约为 24 人，24 小时四班三倒制。

3.4.2. 装卸工艺方案

3.4.2.1. 码头及管线部分

管线工程主要任务是完成原油码头二期与配套库区之间的液体物料输送，并且兼顾已建原油码头一期与拟建二期码头之间的连接。本工程设置两根 DN1000 原油管，连接配套库区及原油码头二期工程。为了衔接各部分，在拟建原油码头二期工程和已建原油码头一期工程各泊位栈桥根部设置阀组区，并且在管廊途径各库区设置预留分支。

1、工艺流程

（1）卸船流程

油轮→码头平台装卸臂→引桥管线→阀组→陆域管线→阀组→罐区管线→配套罐区

（2）装卸臂泄空流程

油轮卸油终止后装卸臂存油经平台泄空泵输入平台工艺汇管，直至配套罐区；或氮气吹扫装卸臂内存油至船舶油舱。

（3）引桥工艺干管泄空流程

在每根管线的低点设置排空阀，需要排空时利用移动泵，将一根管线中的存液排入另一根管线内。

（5）油品循环流程

本项目在码头平台工艺管线为环形，在库区条件具备的情况下，卸船作业后，工艺干线具备热油循环或低凝油置换高凝油的条件。

2、工艺方案

1）码头平台设施

码头平台上设 DN400 装卸臂 4 台，液压驱动，并配紧急脱离装置、超限报警和绝缘法兰，装卸臂为国外进口设备；装卸臂下设置双阀，为电动阀；码头平台上设 1 台 Q=50m^3/h，H=60m 装卸臂泄空泵，及氮气吹扫设施，用于装卸臂的排空。同时设置登船梯，装卸臂液压站和操作台露天布置。码头平台上 2 根 DN1000 管汇为 1 根 DN1200 汇管，装卸臂均与汇管连通。

2）卸船管线

利用船泵直接输至罐区，卸船管线配置结合油船载货量、卸载时间、管输距离、系统高差、船泵卸油压力及油品粘度等因素综合分析计算确定。

30 万吨级泊位配置 2 根 DN1000 管均满足规范的正常卸船时间，2 根 DN1000 管适应的最大卸船量（50cst 原油至最远储罐）为 13200m^3/h。

2 根 DN1000 工艺管线在码头平台连通，为日后进行热油循环或轻油置换预留条件。管线可以间断运行，正常情况下不空管。

由于码头平台高程为 11.0m，根部站桥墩顶面高程为 15.0m，故管线自引桥根部向码头平台有坡敷设，通过支架高度调整使管线坡度在合理范围内。码头平台形成管线低点，设置排空阀，需维修时，通过排空阀和移动泵将一根管线内的存液排至另一根管线。

卸船管线均做保温伴热，伴热方式拟采用电伴热，保温层为厚度 100mm 的超细玻璃棉，保护层为 0.5mm 彩钢板。目前港区内管线的电伴热均为恒功率串联式电伴热带，具有操作管理的丰富经验，便于查找故障点，并且一根带子出现问题不至于影响大局，故现阶段暂按照恒功率串联电伴热带考虑。卸船管线的补偿方式为自然补偿和水平方形补偿器相结合的方式。

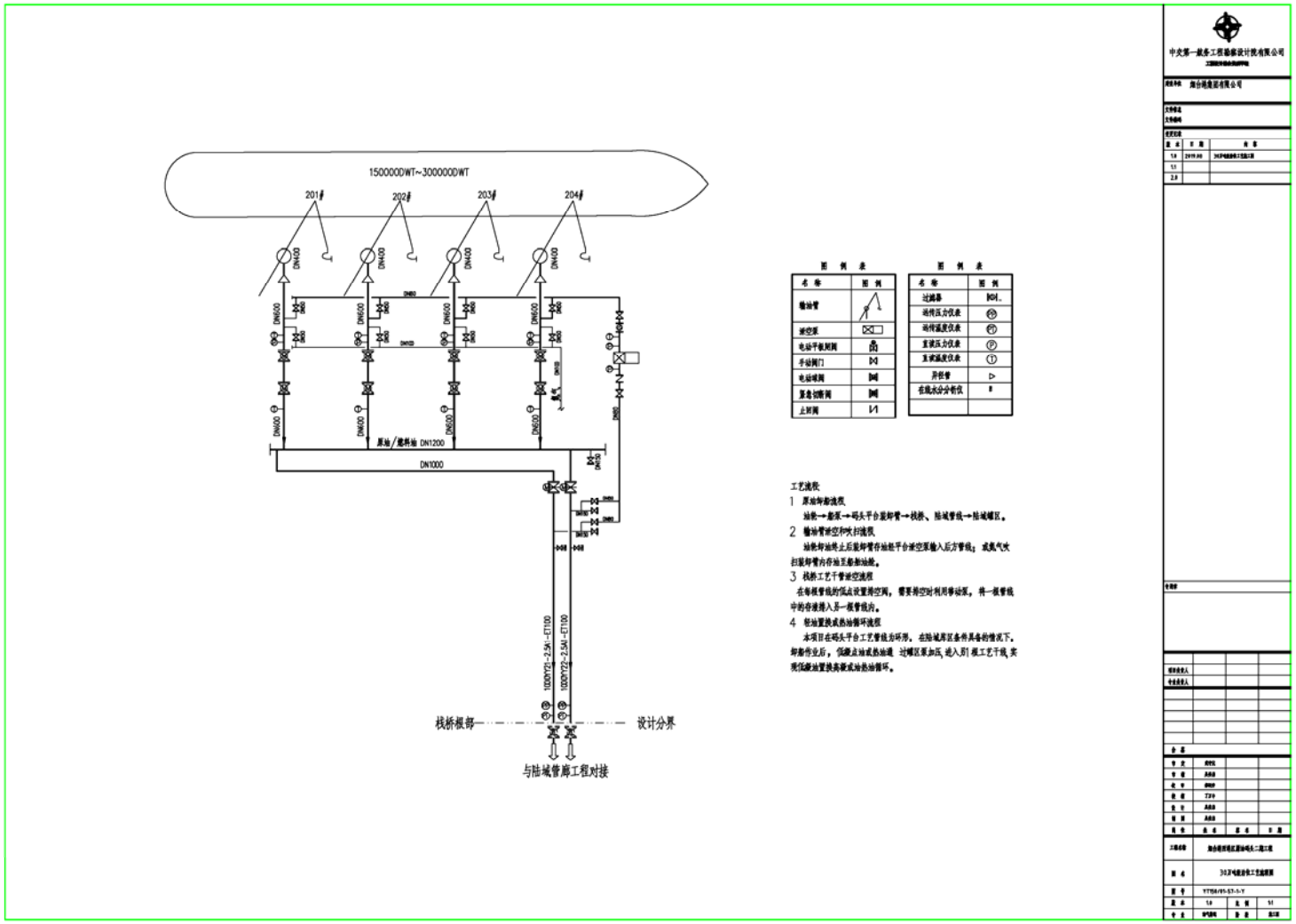


图 3.4-1 码头装卸工艺流程图

3.4.2.1. 库区部分

1. 库区工艺流程

1）卸船流程：油轮→集油管线→储罐。

2）外输流程：

储罐→出罐管线→外输泵→库外管道→下游管道

3）倒罐流程：储罐 A→出罐管线→油泵→集油管线→储罐 B。

4）抽罐底油流程：储罐 A→出罐管线→油泵→储罐 B（或外输、装船）。

5）搅拌及加热流程：油品在升温时采用侧入式壁挂搅拌器，配合罐内蒸汽加热盘管为原油加热升温。

装卸同时性方面考虑卸船、管道外输同时作业。

卸船时管内油品的流速最大不超过 4.5m/s。

2. 工艺系统收发油能力

本工程原油卸船按 30×10^4t 及以下级油轮考虑，各吨级装船、卸船参数见下表。

表 3.4-3 各吨级船舶装船、卸船参数

船舶吨级 DWT（10^4t）	2	3	5	8	10	12	15	20	25	30
平均卸船流量（m^3/h）	2157	2942	4249	4000	4576	5883	7255	7564	8089	11030
卸船时间（h）	15	18	18	25	27	27	30	35	40	40

接卸 30×10^4t 级油轮时，可控制实际卸船流量不超过 13500m^3/h，同时进 3 座 $12\times10^4m^3$ 储罐或 2 座 $15\times10^4m^3$。

接卸 15×10^4t 级油轮时，可控制实际卸船流量不超过 7200m^3/h，同时进 2 座 $12\times10^4m^3$ 储罐或 1 座 $15\times10^4m^3$ 储罐。

3. 罐内维温和升温

因本工程原油储运油品的种类较多，因此储罐维持温度设计能力上限取 50℃，保证其储油和发油能力。每座储罐均设置加热盘管，以蒸汽为热介质进行维温和发油前的升温。在运行时根据具体油品的凝点灵活控制维持温度节省能源。

储罐油品采用蒸汽内盘管加热，本工程按每次最多同时为 2 座 $12\times10^4m^3$ 原

油储罐油品升温，其余原油罐油品维温进行计算。

原油发油前根据不同油品作升温处理，每座罐升温能力按 2℃/d 考虑，根据蒸汽供给量可同时使用或单独使用，升温上限不高于 60℃，发油温度上限应低于原油初馏点 5℃。

4. 工艺管线

原油储运工艺系统管道的设计压力为 1.6MPa；罐蒸汽加热管线及冷凝水回水管线的设计压力与热工管线相同，为 1.2Mpa，设计温度为-19℃～65℃。

管径大于 DN300 的管线采用螺旋缝双面埋弧焊钢管，材质为 L245，执行标准《石油天然气工业管线输送系统用钢管》（GB/T9711-2017 PSL1）；管径小于或等于 DN300 的管线采用无缝钢管，材质为 20 号钢，执行标准《输送流体用无缝钢管》（GB/T8163-2018）。

5. 油品计量及工艺控制水平

原油海运装船计量采用大罐人工检尺的计量方式，海运卸船计量采用码头油轮船舱检尺的计量方式。储罐设液位计监控储罐液位。

人工检尺计量的测取规则、计算方法及技术要求，按现行国家标准《原油立式金属罐计量油量计算方法》（GB9110）执行。

本工程泵机组及电动阀操作可在控制室实现，也可就地操作；新建油罐的液位、温度参数，电动阀状态检测和远程控制信号均进入控制室内的控制系统；油罐具有高、低温度报警功能；油罐连续液位计具备高液位报警、低液位报警和高高液位联锁关闭油罐进口阀门的功能；油罐低低液位开关联锁停装船泵并关闭泵出口阀门功能，高高液位开关联锁关罐进口阀门功能。

6. 设施布置

原油系统工艺单体包括罐组、外输泵棚、管网等。

1）罐组

本工程共有两个原油罐组，分别为 1#原油罐组和 2#原油罐组。1#原油罐组由 4 座 $12\times10^4m^3$ 外浮顶罐组成，2#原油罐组由 2 座 $15\times10^4m^3$ 和 2 座 $12\times10^4m^3$ 外浮顶罐组成。罐组内工艺管网均采用地上低墩敷设。罐组工艺管线设置方案如下：

1）每座 $15\times10^4m^3$、$12\times10^4m^3$ 外浮顶储罐底部设置 2 条进出油管线，

$15\times10^4m^3$ 和 $12\times10^4m^3$ 储罐进出罐管线均为 DN700。每条管线根部设置 1 台电动板阀，阀后设波纹补偿器以防地震或基础沉降对管线、油罐造成破坏，波纹补偿器后设置 1 台电动阀门作为流程操作用。$15\times10^4m^3$ 和 $12\times10^4m^3$ 储罐底部均设置 1 条 DN400 抽罐底油管线，抽罐底油管线根部均设置 1 台电动板阀，阀后与出油管线汇合，共用出油汇管进行抽罐底油作业。

2）为满足罐内油品维温和升温的需要，每座储罐均设罐内加热盘管。

3）每座储罐均设置侧入式搅拌器，$15\times10^4m^3$ 和 $12\times10^4m^3$ 外浮顶罐每座储罐设置 3 台，满足油品搅拌及均质化的需求。

2）外输泵棚

外输泵棚设置在 2#罐组的南侧，泵棚内共设置 6 台泵机组，其中 5 台为外输用的离心泵（其中 1 台为外输备用泵）；1 台为抽底油的螺杆泵。为满足不同储罐倒罐的需要，外输泵以外所有泵机组均兼具倒罐功能。泵机组均为并联安装。

泵棚内设置 1 座 $6m^3$ 污油罐，收集过滤器的排油排气、泵运转过程中的轴封泄漏以及检修过程中的排油排气等。

3）工艺管网

在输油泵棚的西侧设置进出站的主管廊带，其中：4 根 DN800 卸船进库管线，1 根 DN700 外输管线。

在 1#罐组的东侧设置 1#罐组的主管廊带，抽出分支作为 1#罐组的分支汇管。

在 2#罐组的西侧设置 2#罐组的主管廊带，抽出分支作为 2#罐组的分支汇管。

工艺管网均采用地上低墩敷设，优先采用自然补偿。

4）管线的防腐保温

依据石油库区本质性安全的要求，汇管上均设置温度超高报警，在超高报警时关闭蒸汽伴热管线阀门，防止输送低闪点原油时蒸汽伴热温度过高，甚至超过油品初馏点，增加管线运行的风险。原油伴热管线均采用耐热涂料漆防腐并保温，保温材料为复合硅酸盐软毡，外包铝板保护。

5）管线的伴热

库区内工艺管线均采用电伴热。

7. 设备选型

1）输油泵机组

泵机组电机均为防爆，防护等级不低于 IP55，防爆等级不低于 dIIBT4。

2）阀门

需遥控操作的阀门和公称直径≥DN300 的阀门采用电动，其余阀门拟选用手动。储罐及管线重要部位的阀门采用防火本质安全型阀门，满足 API6FA 和 API607 的要求。

罐壁阀重要性程度最高，选用防火安全型阀门并具有紧急切断功能的电动蝶阀。

泵进口阀门、螺杆泵出口阀门和流程操作阀选用电动平板闸阀，离心泵出口阀门和罐前阀组有调节需求的阀门选用调节型电动平板闸阀，带阀位输出功能。所有的调节型电动平板闸阀均采用硬密封形式利于调节。

截断用阀门主要选用电动球阀。

本工程所有的电动阀门均能实现在失电状态下切换到移动式应急动力电源装置上，保证库区的安全。

止回阀采用旋启式止回阀。

安全阀推荐采用弹簧式安全阀。

全部工艺管线上的阀门设计压力均为 150Lb，按照国家标准或 API6D 标准制造及检验。全部阀门均采用法兰连接，便于检修。

本工程选用的电动阀门均具有手动操作功能；公称直径小于或等于 DN600 的阀门，手动关闭阀门的时间不宜超过 15min；工程直径大于 DN600 的阀门，手动关闭阀门的时间不宜超过 20min。

3）阀门电动执行机构

阀门电动执行机构要求性能稳定，质量可靠，为智能型，设 Local-off-Remote（LOR）开关；阀门远控及开关状态上机显示；设超扭矩及限位开关，故障上机报警；电机具有过载保护功能及良好的启动性能。所有受控电动阀门的执行机构均需防爆。

4）波纹补偿器

横向大拉杆式波纹补偿器可吸收各方位横向位移，且补偿能力较大。本工程拟在进出罐管线罐壁阀后安装横向大拉杆式波纹补偿器，以吸收储罐地基下沉、管系温度变形、地震等因素引起的过高应力，减少储罐或管系的破坏程度。

5）过滤器

为减少油品内杂质通过输油泵时对泵的损害，在泵入口设置过滤器，对油品进行过滤处理。

6）搅拌器

每座 $15\times10^4m^3$、$12\times10^4m^3$ 储罐均设置侧入式搅拌器 3 台。搅拌器采用变角度壁挂扇叶形式，工作液面不低于 4m。露天罐壁安装，可手动水平控制转角，齿轮传动或皮带传动，1m 范围内运转噪音低于 85dB。采用防爆电机，防护等级不低于 IP55，防爆等级不低于 dIIBT4。

7）污油罐

外输泵棚均设 1 座 $6m^3$ 卧式罐，接收原油泵的轴封泄漏以及泵检修时泵腔内及相关管线的污油。

3.5. 码头水工建筑物

3.5.1. 建设内容

码头主要水工建筑物包括工作平台、靠船墩、系缆墩、引桥墩、消控平台、人行桥、引桥、接岸及护岸结构。码头及引桥结构安全等级为一级，结构重要性系数 $\gamma 0=1.1$。水工建筑物设计使用年限 50 年。

3.5.2. 水工结构方案

3.5.2.1. 码头结构

30 万吨级码头前沿底高程为-26.0m，工作平台、靠船墩顶高程为 11.0m，系缆墩顶高程为 8.0m。

（1）工作平台结构

工作平台 1 座，平面尺度为 43.4m×30m，顶面高程 11.0m。平台基础由 2 座方沉箱构成，每座沉箱宽为 22.15m（包括双侧外趾各 1.5m），长为 31.45m（包括双侧外趾各 1.5m），高度为 29m，内分为 24 个隔仓，单座沉箱预制重量约为 7250t。基础需开挖上部土层并炸岩至设计高程，持力层为中风化岩，形成基槽后抛填 10～100kg 抛石基床，上部安放预制沉箱，沉箱顶高程 2.0m，其内抛填石碴。平台海侧采用栅栏板护底，其余采用 200～300kg 块石护底。沉箱顶安放预制盖板，现浇叠合板至设计高程后，四周分别安放双柱消浪块体，并在平台四角现浇胸墙，中间封闭区域根据上部设备管线分布需求设现浇基础。双注消

浪块体背侧及顶部在预制过程中需预留钢筋，与其后方现浇基础以及顶部现浇墩台连接，每层双柱块体之间通过 H 型钢（间距 1.5m 一根）连接。工作平台两侧设双钩 1500KN 快速脱缆钩。

（2）靠船墩结构

靠船墩共 2 座，顶面高程 11.0m。基础采用 21.7m×21.7m（包括四侧外趾各 1.2m）的方沉箱，高度为 29m，内分为 16 个隔仓，单座沉箱预制重量约为 5875t。基础需开挖上部土层并炸岩至设计高程，持力层为中风化岩，形成基槽后抛填 10～100kg 抛石基床，上部安放预制沉箱，沉箱顶高程 2.0m，其内抛填石碴。靠船墩海侧采用栅栏板护底，其余采用 200～300kg 块石护底。沉箱顶安放预制盖板，上部根据结构及设备空间需要现浇钢筋混凝土墩台，并在适当部位设置开孔和挑浪嘴。每个靠船墩分别安装一套两鼓一板 SC3000H Ro 型护舷，系泊设施设置一套双钩 1500KN 快速脱缆钩。

（3）系缆墩结构

平面方案一新建系缆墩 5 座，顶面高程 8.0m。系缆墩圆沉箱直径 16.0m，外趾宽 1.5m，顶高程 4.0m，底高程-24.0m，隔墙呈“井”字布置，单座沉箱预制重量约为 3100t。基础需开挖上部土层至设计高程，持力层为强风化岩或中风化岩，形成基槽后抛填 10～100kg 抛石基床，上部安放预制沉箱，其内抛填石碴。沉箱上安放预制接高结构，其上现浇钢筋混凝土平台至设计高程。基床顶面设 200~300kg 块石护底。系缆墩上分别设置一套 4×1500kN 快速脱缆钩（由于拟建码头利用已建 30 万吨级原油泊位的艉缆墩，故需在其上增设一套 4×1500kN 快速脱缆钩）。

系缆墩、靠船墩及工作平台之间用人行钢桥连接。

3.5.2.2. 引桥及其基础、护岸结构

（1）引桥墩结构

引桥墩共 2 座，顶面高程分别为 14.0m 和 12.0m。基础采用 16.9m×16.9m（包括四侧外趾各 1.2m）的方沉箱，高度分别为 12.5m 和 22.5m，内分为 9 个隔仓，单座沉箱预制重量最大约为 2900t。基础需开挖上部土层至设计高程，持力层为强风化岩或中风化岩，形成基槽后抛填 10～100kg 抛石基床，上部安放预制沉箱，沉箱顶标高 2.0m，其内抛填石碴，护底采用 200～300kg 块石。沉箱

顶安放预制盖板，其上现浇钢筋混凝土墩台至设计高程，并在适当部位进行开孔设计。

（2）消控平台结构

消控平台 1 座，平面尺度为 50m×34.6m，顶面高程 13.0m。平台基础由 2 座方沉箱构成，每座沉箱宽 25.0m（包括单侧外趾 1.2m），长为 30.85m（包括双侧外趾各 1.2m），高度为 19m，内分为 30 个隔仓，单座沉箱预制重量约为 6250t。基础需开挖上部土层至设计高程，持力层为强风化岩或中风化岩，形成基槽后抛填 10～100kg 抛石基床，上部安放预制沉箱，沉箱顶标高 2.0m，其内抛填石碴，平台采用 200～300kg 块石护底。沉箱顶安放预制盖板，现浇叠合板至设计高程后，四周分别安放双柱消浪块体，其连接处理方式同工作平台，并在平台四角现浇胸墙，中间封闭区域现浇Φ1500mm 立柱结构以及上方承台至设计高程。

（3）接岸结构

码头引桥除利用消控平台、引桥墩及系缆墩作为基础外，还需在陆域接岸位置设置基础，由于接岸位置地貌为裸露岩盘，故结构拟在岩盘上现浇混凝土块体至设计高程，其上现浇Φ1500mm 立柱结构及上部墩台，墩台与陆域已建护岸结构通过预制混凝土梁衔接。

（4）引桥结构

引桥 1 座，长 339m，宽 13.1m，单幅，分 4 跨，顶面高程 15.0m 至 11.0m，桥梁计算跨长 74.0m，主桁中心距为 12.3m，桁高 12.5m，节间长度 6.0m，主桁中心内布置各种管线、行车道、检修通道等。

引桥采用抛物线型桁架桥。

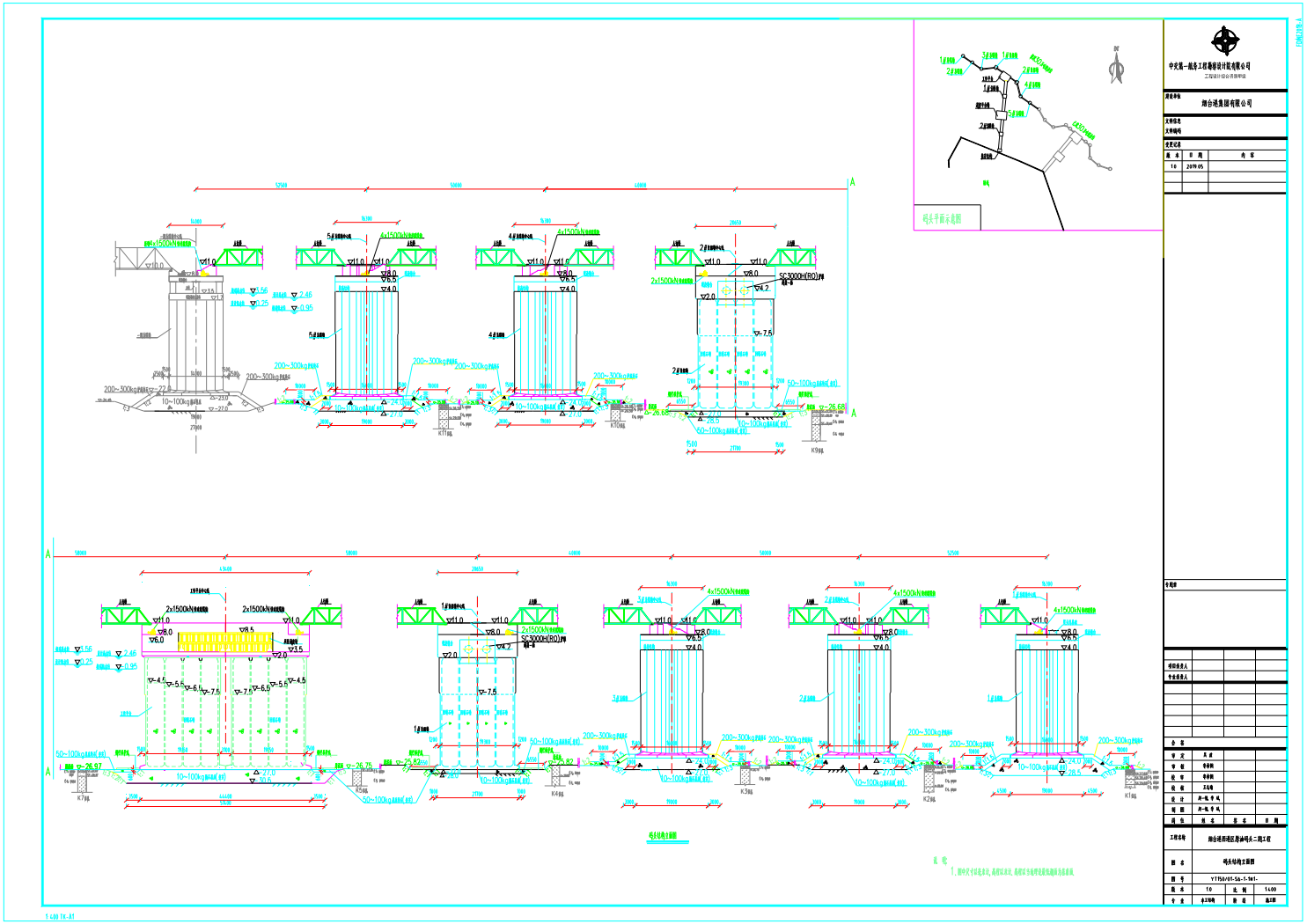
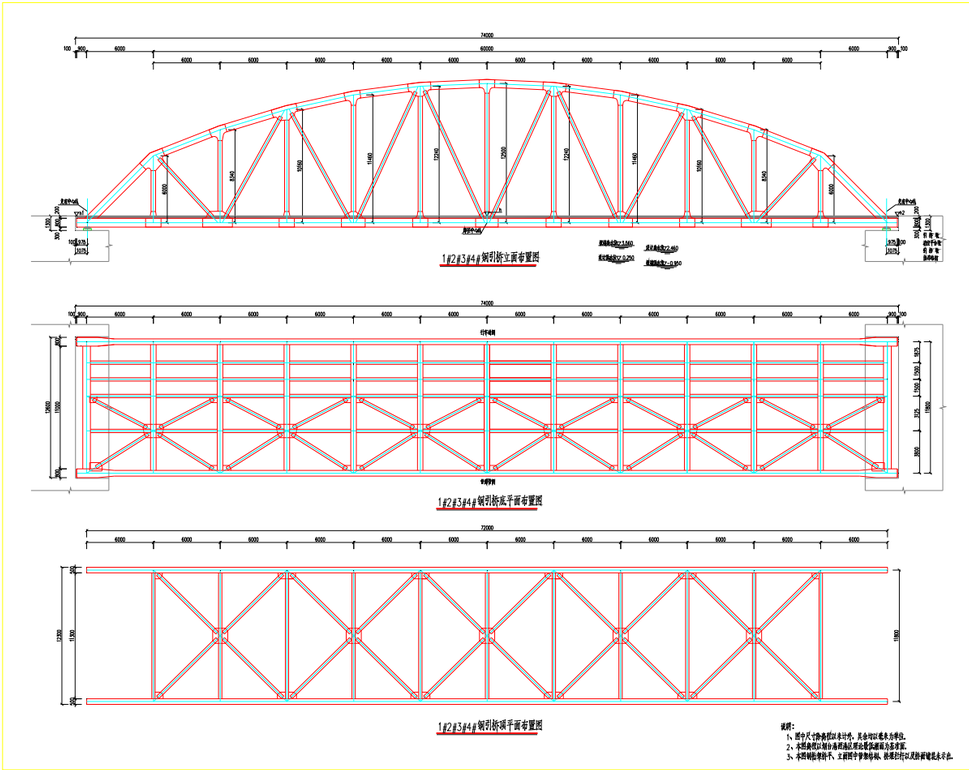


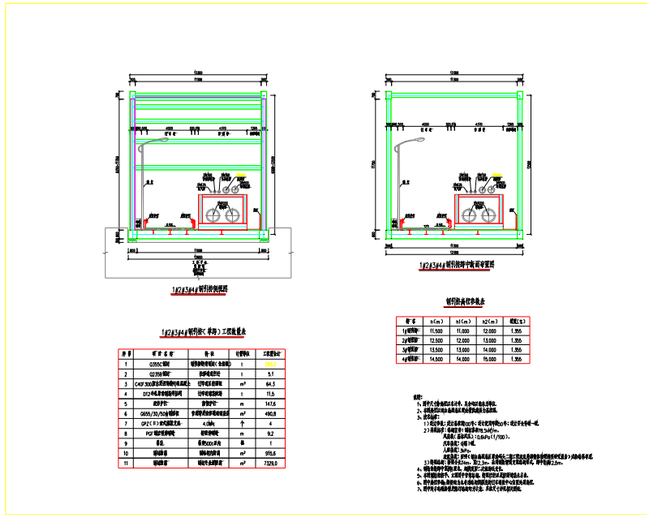
图 3.5-1 码头结构立面图

1:120



30万吨级码头

1:80



15万吨级码头

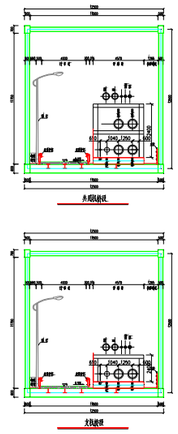


图 3.5-2 引桥断面布置图

3.6. 管线工程水工建筑物

3.6.1. 建设内容

本工程为烟台港西港区原油码头二期外接管线及配套综合管廊工程，水工建筑物为管廊桥结构，新建一座阀组承台结构。

拟建管廊桥从二期 30 万吨级原油码头引桥东北侧根部起至一期 30 万吨油码头引桥根部西北侧的原油管廊桥，管廊桥紧邻已有路堤，桥宽 10 米，桥面顶高程为 15.0～10.0m，管廊桥全长约为 232m；在二期引桥根部东北侧拟建一阀组承台结构，承台尺寸 20x12m,顶标高 15.0m，与管廊桥相邻。

3.6.2. 水工结构方案

1、管廊桥结构

平面方案一从二期 30 万吨级原油码头西南侧起至一期 30 万吨油码头西北侧引桥根部的原油管廊桥，管廊桥紧邻已有海侧路堤，桥宽 10 米，桥面顶高程为 18.0～10.0m，管廊桥全长约为 232m。

结构型式对应 a#墩，b#墩结构断面图，原底高程为 9.0～3.0m，采用重力墩式结构，开挖岩面至中风化岩层，整平后在岩面现浇 C30F300 钢筋混凝土墩，并回填碎石。墩上安放 C50F300 预应力预制混凝土箱型梁，梁高 1.6m，上现浇 100mm 厚混凝土面层，墩与箱梁之间采用板式橡胶支座连接。桥跨为 30m，桥面顶高程为 15.0～13.0m。

2、阀组承台结构

拟在二期引桥根部东北侧建一阀组承台，承台尺寸 20mx12m,顶标高 15.0m，与管廊桥相邻。整平岩面后在岩盘上现浇 C30F300 钢筋混凝土基础，基础上现浇 18 根 φ1.2m 的 C30F300 钢筋混凝土立柱，立柱上方现浇 C30F300 钢筋混凝土墩台。

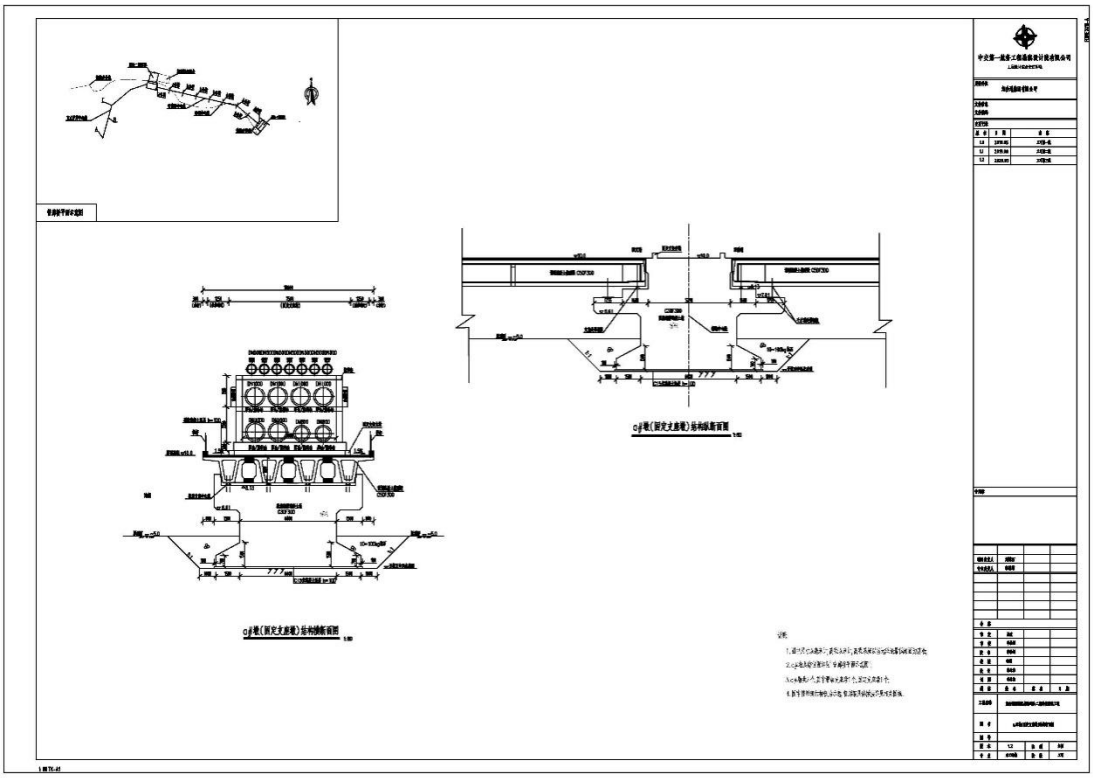


图 3.6-1 管廊桥墩台结构

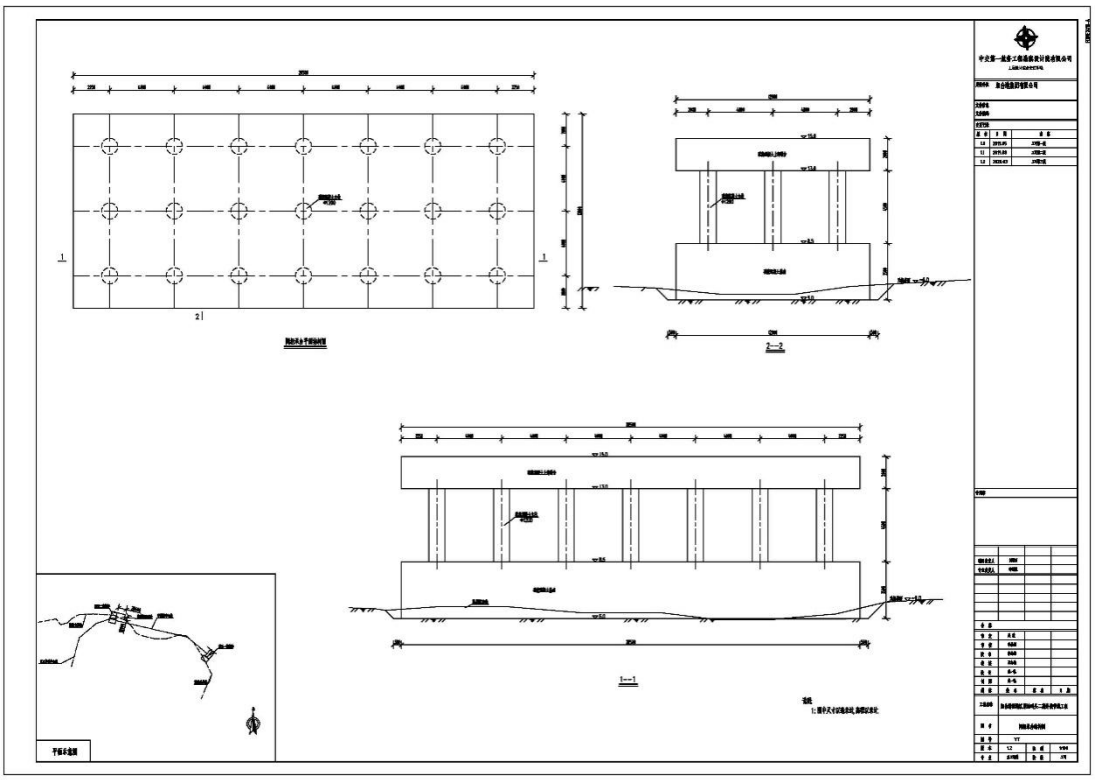


图 3.6-2 阀组墩台结构

3.7. 储罐设计

本工程新建储罐总罐容 102×10^{4}m^3，包括 2 座 15×10^{4}m^3 储罐 6 座 12×10^{4}m^3 储罐，罐型均采用双盘式外浮顶储罐，库区储罐根据当地地貌及自然条件进行

设计、建造与安装。根据工程需要新建 2 座 8000m³钢制拱顶消防水罐，以满足库区消防安全要求，保证新建库区及周边配套设施的安全运行。

3.7.1. 设计参数及技术数据

设计温度：65℃；

设计风压：660Pa；

抗震设防烈度：7 度；

基本雪载：400Pa；

腐蚀裕量：1～2mm。

表 3.7-1 新建储罐技术数据表

序号	设备名称	规格：罐内径×罐壁高度（mm）	数量（座）	储罐形式	最高液位（mm）	浮盘形式
1	$15\times10^4m^3$ 储罐	Φ96000×23020	2	外浮顶	21220	双盘
2	$12\times10^4m^3$ 储罐	Φ88000×21800	6	外浮顶	20200	双盘
3	$8000m^3$ 消防水罐	φ25000×18250	2	拱顶	17900	无

3.7.2. 储罐结构设计

3.7.2.1. 双盘式外浮顶储罐

1、罐壁

储罐罐壁用材料规格应考虑预制施工能力、运输条件及经济合理性，选用大规格钢板。

$15\times10^4m^3$ 及 $12\times10^4m^3$ 储罐罐壁均采用 GB50341《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》标准“变设计点方法”进行设计计算，使罐壁应力分布比较均匀，罐壁材料得到充分利用，提高了储罐运行的可靠性和安全性。

罐壁规格：$15\times10^4m^3$ 及 $12\times10^4m^3$ 外浮顶油罐罐壁均为 9 圈，1～6 圈采用调质高强度钢 12MnNiVR，7～9 圈采用低合金钢 Q345R 和碳钢钢板 Q235B；罐壁纵、环向接头均采用内壁对齐的对接结构，以保证浮顶罐的一次密封、二次密封及刮蜡装置能够正常工作。

2、罐底

储罐罐底板采用带弓形边缘板的排板形式。

罐底边缘板与罐壁底圈连接，边缘板采用和底圈罐壁板相同的材料。罐底边缘板和中幅板之间、中幅板之间及罐底边缘板之间均采用带加强垫板的V型坡口的对接结构。对于罐壁与罐底边缘板的连接，在储罐内侧采用圆滑过渡的不等边角焊。

3、浮顶

本工程外浮顶储罐均采用双盘式，外浮顶由边缘板、环板、隔板、浮顶底板、浮顶顶板等组成，浮顶最外圈船舱应满足严密性要求。船舱底板和顶板上表面的搭接焊缝采用连续满角焊，下面可采用间断焊。支柱和其他刚性较大的构件周围300mm范围内，船舱底板下表面采用连续角焊。浮顶上应设有浮顶排水装置、紧急排水装置、转动扶梯、自动通气阀、导向管、量油管、浮顶人孔、船舱人孔、一次密封、二次密封、刮蜡装置、静电导出装置及油罐伴热等附件。

4、储罐主要附件

为确保储罐安全运行、减少油品蒸发损耗以及方便维修，储罐应安装相应的附件。主要包括浮顶排水、紧急排水、一次密封、二次密封、刮蜡机构等装置。

1)浮顶排水系统

储罐浮顶排水系统主要是将浮顶上的雨水引出罐外，是保证浮顶在设计降雨量下不沉没的必要措施。对浮顶排水系统的要求是：随浮顶的升降，排水系统保持密封、升降自如，且耐储液及雨水腐蚀。目前，国内外浮顶排水系统主要有柔性软管排水系统和分规式排水系统两种型式。本工程考虑其综合特点及经济性，推荐采用国产分规式排水系统。

2) 紧急排水装置

储罐紧急排水装置是储罐外浮顶上的一个安全设施，其作用是为了消除由于浮顶排水系统失效或者其它原因造成浮顶过度积水，将过量的积水直接排入罐内，从而避免浮顶遭受沉没或破坏。为防止油品倒流到浮顶上，紧急排水装置采用浮子式结构。

3) 密封装置

储罐绝大部分液面是被浮顶覆盖的，而浮顶与罐壁之间的环形空间要依靠密封装置来减少油品的蒸发损失、油品对环境污染所造成的影响以及降低油气与外界发生火灾的危险性。密封装置包括一次密封（包括无油气密封）和二次密封。

本工程新建储罐设计采用一次浸液式弹性泡沫密封+中间无油气密封+二次带有高中频雷电流分路器的不锈钢密封结构的组合型式。

4)刮蜡装置

储罐储存的介质主要为原油，会在罐壁上形成固态或半固态的凝结物，因此，为了防止这种现象的发生，需要设置刮蜡装置，本工程采用重锤式刮蜡器。重锤式刮蜡器是使用最广泛的一种装置,其实用性及安全性得到了市场的广泛认可，原理主要是采用机械方法除去罐壁上的凝油及结蜡。

5)静电导出装置

为了降低浮盘瞬间压降，将产生火花放电的可能性降至最低，保证储罐的安全运行，储罐设置了静电导出装置，它的主要作用是使浮顶和罐体达到电气连通，以消除二者之间的电位差，防止由于静电引发的安全问题。

6) 罐内加热装置

为了达到罐内油品升温和维温的目的，本工程储罐内设置加热装置，加热介质为蒸汽。

7) 抗风圈及加强圈

根据当地气候条件，按照规范进行设计计算，设置一定数量的抗风圈及加强圈，保证储罐的强度、刚度及稳定性。

8) 其他

本设计按照满足操作和维修需要，所有储罐都需设置双盘梯、操作平台、栏杆等劳动保护设施。

3.7.2.2. 钢制拱顶消防水罐

配合工程消防安全新建 2 座 8000m³消防水罐（钢制拱顶罐），罐顶采用钢板和加强筋组成的球形薄壳拱顶结构；罐壁纵、环向接头均采用内壁对齐的对接结构。罐底中幅板之间及中幅板与罐底边缘板之间采用搭接焊结构，边缘板之间采用带加强垫板的 V 型坡口的对接焊结构。对于罐壁与罐底边缘板的连接，在储罐内侧采用圆滑过渡的不等边角焊。

3.7.2.3. 储罐保温

保温所采用的材料、规格和技术性能指标必须符合国家、行业或企业有关标准及设计要求，并具有出厂合格证。

1）储罐保温材料选用复合硅酸盐板（憎水型），厚度为 80mm。

2）框架角钢、连接扁钢等型钢材料选用 Q235A。

3）保温层外包覆材料建议选用彩钢板，厚度为 0.7mm。

3.7.3. 防腐及阴极保护

3.7.3.1. 储罐防腐

1）原油储罐外防腐

本工程原油储罐外防腐结构见下表。

表 3.7-2 原油储罐外防腐结构表

外表面防腐	罐底板外表面	无溶剂环氧，总干膜厚度≥400μm
	浮顶外表面 罐外附件 不保温罐壁部分	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+交联氟碳面漆，总干膜厚度≥320μm
	保温罐壁部分	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆，总干膜厚度≥200μm
防水	罐底板与罐基础连接处	CTPU 防水胶带

2）消防水罐外防腐

本工程消防水罐外防腐结构见下表。

表 3.7-3 消防水罐外防腐结构表

外表面防腐	罐底板外表面	无溶剂环氧，总干膜厚度≥400μm
	罐外壁保温部分	无溶剂环氧，总干膜厚度≥300μm
	拱顶外表面及罐外附件	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氟碳面漆，总干膜厚度≥320μm
防水	罐底板与罐基础连接处	CTPU 防水胶带

3）原油储罐内防腐

本工程原油储罐内防腐结构见下表。

表 3.7-4 原油储罐内防腐结构表

内表面防腐	罐内壁 0～2m 罐底板 罐内附件	无溶剂环氧+环氧玻璃鳞片，总干膜厚度≥300μm
	距罐壁最高处 2m 以内的罐内壁	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+交联氟碳面漆，总干膜厚度≥320μm
	浮盘船舱	水性无机富锌，总干膜厚度≥75μm
	浮顶底板下表面 浮顶边缘板	环氧导静电涂料，总干膜厚度≥250μm
	加热盘管	有机硅耐热漆，总干膜厚度≥250μm

4）消防水罐内防腐

根据《钢质储罐液体涂料内防腐层技术标准》（SY/T 0319-2012）规定，消防水罐内防腐采用无溶剂环氧，干膜厚度≥300μm。

3.7.3.2. 阴极保护

1）储罐底板内表面阴极保护

本工程原油储罐采用 Al-Zn-In 系合金阳极，消防水罐采用镁阳极。

原油储罐牺牲阳极直接固定在罐底板内表面上，通过支架尽量均匀的分布于罐底板内表面，保证牺牲阳极和罐底板钢板的电缆连接良好，消防水罐牺牲阳极尽量均匀的分布于罐底板内表面及浸水内壁。

2）储罐底板外表面阴极保护

本工程原油储罐和消防水罐罐底板阴极保护推荐采用强制电流法进行阴极保护，推荐采用网状钛基金属氧化物阳极保护。

3.8. 配套工程

3.8.1. 生产及辅助建筑物

1、码头部分

工程总建筑面积 2840.8m^2，主要建筑单体有码头消控楼、应急设备库、危险废物暂存库、门卫等。

2、库区部分

综合楼、10KV 配电所、消防泵房、综合设备间（包括泡沫站、空压机间、

配电所、机柜间、阴保间、UPS 间、氮气间、凝结水泵房、发电机室）、雨水提升泵棚等。

1）综合楼

本单体为三层钢筋混凝土框架结构。主要功能包括：控制室、机柜间、UPS 间、阴保间、库房（戊类）、办公室、会议室、活动室、卫生间等。

2）10kV 配电所

为单层钢筋混凝土框架结构，主要功能房间包括：开关室、二次设备室、低压室、变压器室、UPS 等房间等。

3）消防泵房

为单层钢筋混凝土框架结构，主要功能房间包括：泵房、泡沫站等。

4）外输泵棚

为单层钢结构，火灾危险性甲类，屋面及檐板为彩钢板，地面为不发火水泥地面。

5）综合设备间

为单层钢筋混凝土框架结构，主要功能房间包括：包括泡沫站、空压机间、配电所、机柜间、阴保间、UPS 间、氮气间、凝结水泵房、发电机室。

3.8.2. 供电、照明

3.8.2.1. 电源概况

1、码头供电

（1）本工程配套管廊工程新建一座 10/0.4kV 中心变电所。该中心变电所采用两路 10kV 电源引自矿石码头中心变电所 10kV 不同母线段。

（2）在 30 万吨级原油泊位区域和泡沫间、柴油发电机房、消防控制室等合建一座消防控制楼 10/0.4kV 变电所。

2、罐区供电

依托港区 110kV 变电站。该变电站 110kV 主接线为单母线分段，可为库区配电所提供不同母线段的 10kV 专用电源回路，并且每条回路均满足库区所需用电负荷。

3.8.2.2. 照明部分

1、码头部分

本工程码头工作平台安装隔爆型投光灯等照明装置, 码头系缆墩上及引桥、道路设置灯杆照明,同时在码头区域装卸设备附近或消防炮上还根据需要设置局部照明以满足码头装卸的需要。码头区应按规范要求设置红色信号灯。

2、罐区部分

按《建筑照明设计标准》GB50034-2013 的有关规定设计，新建库区部分采用 LED 高杆投光灯。新增建（构）筑物照明采用放射式和树干式供电系统。

3.8.3. 给排水

3.8.3.1. 给水

1、码头部分

本工程生活及生产水源由后方市政供水管网供给。供水管道接自后方陆域生活给水管,接管管径 DN150，压力不低于 0.2MPa，水质符合国家现行的《生活饮用水卫生标准》。

2、罐区部分

1）水源

油库的生活、消防补水水源依托港区生活给水管网，港区生活给水水质满足《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006。

2）给水系统

油库新建给水功能间，设置生活给水管网和消防水罐补水管道。

3.8.3.2. 排水

1、码头部分

采用雨、污分流制。

为防止水体污染，本工程码头装卸区内冲洗水和初期雨水经收集后集中处理。在码头装卸区外围设置 20cm 高挡水坎及含油污水集水池，码头装卸区地面设置一定的排水坡度，坡向集水池，内设防爆提升泵。码头装卸区内冲洗水或初期雨水统一排入集水池后由防爆提升泵提升，排入西港的含油污水处理设施

处理。装卸区以外雨水漫流入海。

生活污水主要来源于新建建筑物。建筑物产生的生活污水经管道收集后排入消控楼内新建的一体化小型生活污水处理设施处理，处理合格后港内回用。

2、罐区部分

罐区的污水类别为生活污水、初期雨水、雨水。油库的排水均采用分流制，分别设置生活污水系统、清洁雨水系统和初期雨水系统。

1）生活污水

库区生活污水主要来源于工作人员。生活污水依托市政污水管网。

2）清洁雨水

库区的清洁雨水排放依托港区雨水排水沟。罐区内清洁雨水通过雨水沟收集，提升排至防火堤外雨水沟，排出管道上设置阀门。清洁雨水排至库区外港区雨水排水沟，雨水出库区前设置水封闸门井（兼做监测井）。

事故状态下，关闭雨水出库区阀门，打开事故切换阀门，将事故溢液排入 $15\times10^4m^3$ 事故池。

3）初期雨水

库区初期雨水按 2 座 $15\times10^4m^3$ 油罐计算，一次初期雨水量为 434 m^3，设置 1 座 1600 m^3 初期雨水池。罐组初期雨水排出防火堤管道上设置阀门，接入罐组外初期雨水管道时设置水封井，初期雨水经管网收集排入初期雨水池中，再经提升排至港区含油污水管网。

3.8.4. 消防

1、码头

码头装卸作业时，应有拖消两用船进行监护，港区现有消拖船可以满足需要。本港区顺岸泊位后方陆域建有消防站一座，为一级普通消防中队，配备消防员 60 余人，配备消防车 7 辆。消防站距离本工程最远点约 7 公里，接警后可为本工程服务。由于该消防站距离本工程车程>5 分钟，建议建设方会同当地消防主管部门共同在附近规划建设新的消防站，以方便救援。

2、罐区

1）消防站

（1）机动消防依托

油库消防车依托烟台港西港区消防支队三中队。烟台港西港区消防支队三中队距离两座油库 4km，其消防力量及到达时间均满足依托要求。

（2）专用消防站

库区配备 1 辆泡沫消防车、1 辆举高喷射消防车和 1 辆泡沫运输车。

2）消防方案

（1）罐区规模

库区总罐容为 $102\times10^4m^3$，油罐全部为外浮顶油罐，储存介质为原油，火灾危险性类别为甲 B，库区同一时间内的火灾次数按 1 次设计。

（2）消防计算

库区的油罐均采用固定式冷却水喷淋系统及固定式泡沫灭火系统，由于罐间距大于 0.4D，相邻罐不需要冷却，油罐区消防按最大 1 座 $15\times10^4m^3$ 外浮顶储罐消防进行计算。经计算，$15\times10^4m^3$ 油罐一次消防设计用水量 $5732m^3$。

（3）消防系统设计

库区新建 2 座 $8000m^3$ 消防水罐、消防泵房和泡沫站。消防泵房内设置 2 台冷却水泵、2 台泡沫水泵和 1 套消防稳压装置。泡沫站内设置平衡压力式比例混合装置和泡沫液储罐。

油罐采用固定式冷却水系统和固定式泡沫灭火系统，在罐上设置成套喷淋冷却装置及空气泡沫产生器。罐区防火堤外设环状消防冷却水管道和泡沫混合液管道。在油罐区、露天工艺区及单体建筑物内按规范要求配置一定数量的移动灭火器材，主要场所设置消防沙池及灭火毯。

3.8.5. 航道、锚地与导助航设施

1、航道

进港航道由西港区主航道和连接段航道组成，现状条件下，西港区主航道轴线方位 18°0′0″～198°0′0″，通航宽度为 370m，设计底标高-24.5m；连接段航道轴线方位 7°30′29″～187°30′29″，通航宽度 354.8m，设计底标高-23.5m。30 万吨级泊位航道水深取值-24.0m。

目前，现状条件下，西港区主航道通航宽度为 370m（按照航速大于 6 节考虑），连接段航道底宽 350m。航道尺寸满足本工程通航需要。

西港区既有主航道和连接段航道条件满足以满足本工程需要，无需开挖航

道，由于连接段航道设计水深为-23.5m（实测水深均已超过-24m），根据本工程计算结果，建议连接段航道设计底标高取值-24m，工程建成后，要求连接段航道按照-24m 水深进行维护。

2、锚地

规划 7#检疫锚地的平均水深为-30.0m，其面积和水深可以满足本工程使用要求。本工程靠泊船型范围较大，建议港区对锚地的使用统筹考虑。

3、导助航设施

本工程进港航道由西港区主航道和连接段航道组成。主航道和连接段航道助航设施较为完善。本次设计只考虑本工程港池水域的助航设施配置。拟在本工程航道及港池沿程设置灯浮标 4 座，在码头两侧端部设置灯桩 2 座，以保障进港船舶安全通航及靠离泊的要求。

3.8.6. 自动控制

1、码头

码头工程控制系统设计范围包括 30 万吨级原油泊位工艺管线电动阀门、消防管线电动阀门的控制、管线压力及温度检测、管线油水比例分析、工业电视监控系统、火灾自动报警及消防控制系统、码头平台及引堤根部等区域可燃气体浓度检测系统、船舶安全靠泊系统、码头溢油监控系统等项内容。码头控制系统与后方库区控制系统之间通过工业以太网相连传输数据,以太网传输介质为光缆；此外，两系统间的联锁控制信号通过硬线连接,以保证装卸工艺系统设备的安全操作。码头控制室工艺控制系统主机预留与氮气站控制系统的通讯接口。本工程所有控制系统现场设备应按照爆炸与火灾危险环境区域的要求选型设备，保证安全可靠地作业。

2、罐区

采用的控制方式为控制室集中控制和现场就地控制。

仪表自控系统主要包括以下内容：储罐区及配套系统的现场检测控制仪表、控制系统设计，储罐区及配套系统现场检测仪表、电缆及电缆敷设，控制系统所涉及的硬件、软件设计，系统控制功能的设计，系统协调管理功能的设计。根据项目特点及各功能分区的总体布置，自控系统设置为如下功能相对独立的系统：储运监控系统、储罐检测系统、安全仪表系统、消防控制系统、室内火灾

自动报警系统等。控制系统具备标准数据接口，暂不与企业信息系统联网，需要时增加相关工程量。

3.8.7. 暖通、空调

1、热工

原油储罐、工艺管线及消防水罐维温伴热采用蒸汽，新建单体根据房间功能和单体位置采用热水、电暖器或者凝结水供暖；蒸汽热源依托库区附近的华能烟台八角电厂，供汽压力 1.0MPa，温度 180℃，可常年供热，电厂供热能力满足本工程建成后各热用户的用热需求。库区蒸汽用热单元产生的凝结水返回热源依托单位，蒸汽、凝结水交接点为库区围墙外一米。

库区引入外购蒸汽，管线进入库区后，在供汽干管上安装蒸汽计量仪表，用于计量库区的用汽量。

库区的综合设备间内分别设凝结水回收装置，用于收集各自库区蒸汽用热单元产生的凝结水。凝结水经凝结水泵加压后，经凝结水管线返回八角电厂。

库区设蒸汽/热水换热机组，为建筑单体提供 85/60℃供暖热水。

蒸汽、凝结水主要采用架空敷设方式，局部采用地沟敷设方式；室外热水管网采用直埋敷设方式。蒸汽、凝结水管道规格 DN＞300mm 采用螺旋缝埋弧焊钢管，执行标准《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T9711-2017)；DN≤300 的管道采用无缝钢管，管道材质为 20#钢，执行标准《输送流体用无缝钢管》（GB/T8163-2018）。热水直埋管道采用聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管，工作钢管为 20#无缝钢管（GB/T8163-2018）。蒸汽、凝结水管道选用复合硅酸盐管壳保温，地上管道保护层采用铝板，地沟内管道保护层采用环氧玻璃钢。

2、供暖

热水供暖热媒供、回水温度 85/60℃，供水压力 0.5MPa。室内供暖管道采用低压流体输送用焊接钢管（GB/T3091-2015），管径≤DN32 时管道连接采用螺纹连接，管径≥DN40 时管道连接采用焊接。散热器选用内腔无粘砂铸铁柱翼型散热器。

控制室有人员办公，同时考虑室内仪表电气设备的安全，采用热水供暖，但室内散热器采用钢制翅片管散热器（配带防护罩），管道采用低压流体输送用无缝钢管，管线全部焊接，且不设阀门。

为了保证仪表、电气设备的运行安全，电气房间采用电供暖，供暖设备选用电暖器或空调。

3、通风

本工程的各类建筑以采用自然通风为主，在达不到工艺生产要求时，设置机械通风系统。设有室内火灾自动报警系统的房间内的风机与该房间内火灾自动报警系统联锁，当该房间内火灾报警信号动作时，自动切断该房间内风机的电源。

低压配电室、环网柜室设事故通风机，室内外设开关,事故风机也可兼做平时设备降温使用。

泡沫站、消防泵房采用轴流风机进行通风换气。

凝结水泵房为了消除余热，在屋顶设置筒形风帽进行自然通风。

无外窗的卫生间为了排出异味、湿气，设置天花板型换气扇对房间通风换气。

4、空调方案

为满足人体舒适度要求和设备对环境温度要求，办公室、控制室、机柜间、UPS 电源室内设置壁挂或柜式分体空调器。设有室内火灾自动报警系统的房间内的空调与该房间内火灾自动报警系统联锁，当该房间内火灾报警信号动作时，自动切断该房间内空调的电源。

3.8.8. 通信

1、码头

为加强控制室对生产现场的调度和监控，在本工程中设置无主机广播对讲系统一套，同时遇有险情时进行自动紧急广播，指导人员疏散。在各码头消控楼控制室设置室内台式广播对讲话站；在各码头平台、引桥等场所设置室外防爆型广播对讲话站，专用电缆采用耐火阻燃型。

无线调度通信利用港区无线数字集群系统，为各码头流动作业人员配防爆无线对讲终端共 15 部，服务于生产、安全防卫、巡视等。

利用港区既有公共海岸电台系统，仅为每个码头流动作业人员配防爆 VHF 对讲机 2 部，共 6 部。

2、库区

为满足烟台港油库的生产、经营，保证安全生产，同时满足数据传输需求，本工程在库区设置安全防范系统，语音交换系统、电子巡更系统、巡检应急通信系统等。其中安全防范系统包括工业电视系统和周界入侵报警系统。工业电视系统和办公网络系统预留上传至上级管理单位的接口。在烟台港油库、管道公司油库综合楼内设置网络及综合布线系统、有线电视系统。

3.9. 依托工程

3.9.1. 烟台港西港区工程建设现状

烟台港西港区现有、在建工程及已批待建项目按照环保要求进行了环境影响评价并取得环保主管部门的批复，已投产项目均通过或正在进行竣工环保验收。西港区各工程位置见图 3.9-1，主要工程内容及环保执行情况见表 3.9-1。

表 3.9-1 烟台港西港区建设项目一览表

序号	项目名称	工程规模	建设单位	环评/验收情况
1.	烟台港西港区液体化工码头配套罐区设施建设项目	库容 100 万 m^3；周转量 565×10^4t/a	烟台港集团有限公司	2007 年 8 月通过烟台市环保局批复(烟环字[2007]91 号)。 分期建设；2011 年 12 月，一期建成的 36 万 m^3 燃料油储罐通过烟台市环保局竣工环保验收(烟环验[2011]54 号)。 2013 年 9 月烟台市环境保护局以烟环评函[2013]119 号文对《烟台港西港区液体化工码头配套罐区设施建设项目的环境影响变更报告》重新审批。 2017 年 12 月，对一期 36 万方汽油、柴油和石脑油、原油、燃料油储罐进行了自主验收； 2018 年 4 月，对二期计 42 万方原油、燃料油储罐进行了自主验收。
2.	烟台港西港区液体化工码头工程	2 个 5000 吨级泊位		2005 年 11 月通过省环保局批复(鲁环审[2005]200 号)。 2012 年 2 月通过省环保厅竣工环保验收(鲁环验[2012]34 号)。
3.	烟台港西港区通用顺岸码头工程	3 个 50000 吨级泊位		2006 年 12 月通过省环保局批复(鲁环审[2006]203)。 2012 年 12 月通过省环保厅竣工环保验收(鲁环验[2012]238 号)。
4.	烟台港西港区#4-#7 液体化工品泊位工程	建设 4 个 10 万吨级液体化工品泊位。设计年吞吐量 850 万吨，液体化工品 660 万吨、油品 190 万吨。		2016 年 1 月 11 日，通过烟台市环境保护局批复（烟环审[2016]1 号）。 2017 年 6 月 8 日，原烟台市环境保护局以“烟环评函[2017]56 号”文复函同意烟台港西港区#4-#7 液体化工品泊位工程建设内容变更。 2019 年 10 月、2020 年 2 月，分两期，分别进行了自主验收。
5.	烟台港西港区油品码头工程	一个 5 万吨级成品油泊位	烟台港西港区发展有限公司	2009 年 2 月通过环保部批复(环审[2009]73 号)。 2014 年 2 月通过环保部竣工环保验收(环验[2014]17 号)。
6.	烟台港西港区构件预制厂工程	年混凝土生产能力 100 万方		2005 年 9 月烟台开发区城管环保局批复(烟开环表批字[2005] 6 号)； 2014 年 6 月通过开发区环保局竣工环保验收(烟开环审验[2014126 号)。
7.	烟台港西港区防波堤一期工程	防波堤长 2684m	烟台港集团有限公司	2009 年 8 月通过省环保厅批复(鲁环审[2009]64 号)。 2014 年 11 月通过山东省环保厅竣工环保验收(鲁环验[2014]196 号)。
8.	烟台港西港区一期工程(调整)	一个 30 万吨级矿石码头和一个 15 万吨级矿石和煤炭泊位		2012 年 12 月通过环保部批复(环审[2012]344 号)。 2017 年 9 月通过环保部竣工环保验收(环验[2017]68 号)。

序号	项目名称	工程规模	建设单位	环评/验收情况
9.	烟台港西港区至淄博重质液体化工原料输送管道工程	线路全线长 424.9km，设一条干线和五条支线，设计输送量 1500 万 t/a		2009 年 5 月通过省环保厅批复(鲁环审[2009]168 号)。因增加原油输送，环评报告 2016 年 6 月通过山东省环保厅批复(鲁环审[2016]48 号)。 2018 年 2 月，已完成自主验收。
10.	烟台港西港区石化仓储项目一期工程（变更）	总罐容 150×10^4m3，原油及燃料油周转量 2190×10^4t/a	烟台港集团有限公司	2011 年 12 月通过烟台市环保局批复(烟环审[2011]154 号)，现已基本建成。因变更库容和吞吐量，环评报告已于 2014 年 4 月通过烟台市环保局批复(烟环评函[2014]69 号)。 2017 年 3 月通过烟台市开发区环保局竣工验收批复(烟开环验[2017]13 号
11.	烟台港西港区顺岸 19#、20#通用散货泊位工程	7 万吨级和 15 万吨级散货码头各一个	烟台港集团有限公司	2012 年 4 月通过省环保厅批复(鲁环审[2012]55 号)。 2018 年 4 月，已完成自主验收。
12.	中海油山东销售有限公司烟台港西港油库	总罐容 5.1×10^4m^3，成品油周转量 43×10^4t/a	中海油山东销售有限公司	2011 年 12 月通过烟台市环保局批复(烟环报告表[2011]208 号)。 2016 年 1 月通过烟台市环保局竣工环保验收(烟环验[2016]4 号
13.	西港区 30 万吨级原油码头至一期库区连接管线工程	起点为拟建西港区 30 万吨级原油码头所在地，终点为在建石化仓储项目一期工程库区，管线长 7.58km	烟台港集团有限公司	2014 年 4 月通过烟台市环保局批复(烟环审[2014]13 号)。2015 年 8 月因线路变更，环评报告表经烟台市环保局批复(烟环报告表[2015]54 号)。 2017 年 11 月，已完成自主验收。
14.	烟台港西港区 30 万吨级航道工程	对现有 20 万吨级航道进行拓宽、浚深，形成 30 万吨级主航道，全长 35.752km	烟台港集团有限公司	2015 年 11 月环评报告被烟台市环保局批复(烟环审[2015]74 号)
15.	烟台港西港区防波堤二期工程	防波堤长 6218.36m	烟台港集团有限公司	2012 年 2 月通过省环保厅批复(鲁环审[2012]22 号)。
16.	烟台港西港区专用铁路工程	建设一条国铁II级铁路，正线全长 6.299 公里		2013 年 7 月通过省环保厅批复(鲁环审[2013]131 号)。
17.	烟台港西港区 30 万	1 个 30 万吨级原油泊位，泊位长	烟台港集团有	2014 年 11 月通过环保部批复(环审[2014]284 号)。

序号	项目名称	工程规模	建设单位	环评/验收情况
	吨级原油码头工程	度 430m，设计年吞吐量 1600 万吨	限公司	2017 年 11 月，已完成自主验收。
18.	烟台港西港区液化天然气（LNG）项目	液化天然气（LNG）周转量为 300 万吨/年	山东保利协鑫环亚国际能源有限公司	2019 年 4 月通过烟台市生态环境局批复(烟环审[2019]15 号)。
19.	烟台港西港区冷链物流区陆域形成工程	用海域面积 44.7415hm^2，用于西港 LNG 项目建设	烟台港西港区发展有限公司	在 2015 年取得了海域使用权后开工建设，2019 年 5 月完成生态建设方案并报备自然资源部，截止目前项目围填海施工尚未完成
20.	烟台港西港区液体化工仓储物流中心项目	用海面积为 45.6651hm^2，用于西港区液体化工品的中转库区建设	烟台港集团有限公司	2014 年取得了海域使用权后开工建设，2019 年 5 月完成生态建设方案并并报备自然资源部，截止目前项目围填海施工尚未完成
21.	烟台港西港区冷能加工区陆域形成工程	用海域面积 38.1758hm^2，用于依托西港 LNG 项目的冷能加工区建设		在 2015 年取得了海域使用权后开工建设，2019 年 5 月完成生态建设方案并并报备自然资源部，截止目前项目围填海施工尚未完成
22.	烟台港西港区原油码头二期外接管线工程	由本项目库区引出 4 根管线，包括 2 根 DN700、1 根 DN700、1 根 DN500。同时建设架空管廊土建工程。	烟台港集团有限公司	正在开展前期工作。
23.	烟台港西港区至龙口裕龙岛输油管道工程	起点为烟台港西港区的烟台港首站，终点为裕龙岛炼化基地岛外罐区的龙口末站，设计输量为 2000 × 104t/a，管道直径为 D711mm，线路长度约 101km。	烟台港集团有限公司	正在开展前期工作。

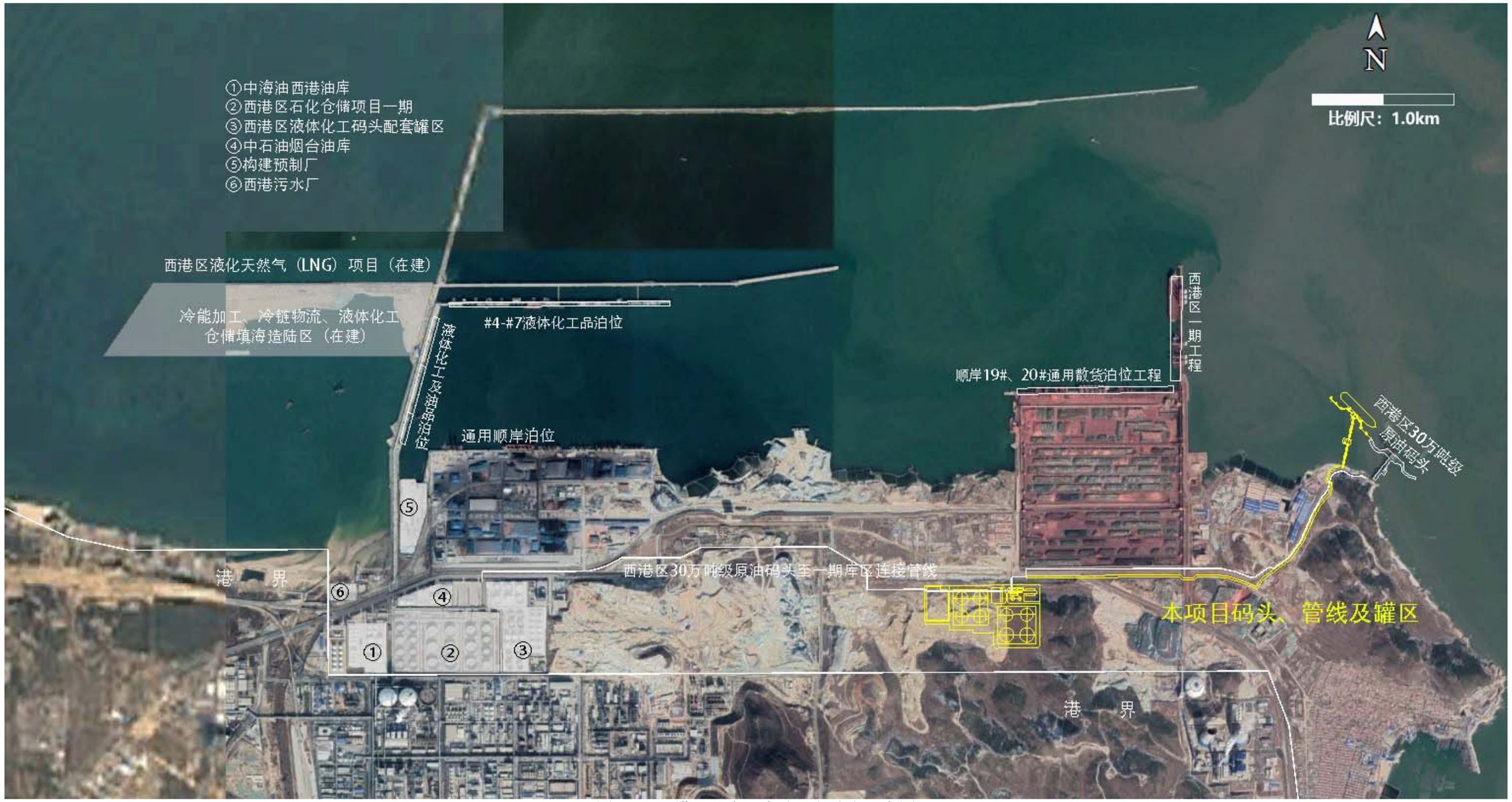


图 3.9-1 西港区现有、在建工程分布示意图

3.9.2. 本项目依托工程

1、烟台港西港区原油码头二期外接管线工程

由本项目库区引出 4 根管线，包括 2 根 DN700mm 到#106、#107 泊位装船、1 根 DN700mm 到“烟台港西港区至淄博重质液体化工原料输送管道工程”首站库区、1 根 DN500mm 到铁路装卸站场。同时沿疏港大道南侧建设架空管廊土建工程（既满足本项目 2 根 DN1000 管线架设，又能为港区后续管线提供管位）。。目前该项目前期手续办理中。

2、烟台港西港区至龙口裕龙岛输油管道工程

由山东省港口集团烟台港集团有限公司建设，新建 1 条原油管道，起点为烟台港西港区的烟台港首站，终点为裕龙岛炼化基地岛外罐区的龙口末站，设计输量为 2000×10^4t/a，管道直径为 D711mm，设计压力为 8.0MPa，采用 L450M 螺旋缝（直缝）埋弧焊钢管，采用保温管线，埋地敷设。线路长度约 101km，全线不另设置站场，沿线设置线路截断阀室（监控）6 座。

本项目接卸原油进入罐区后，依托烟台港西港区原油码头二期外接管线工程输送至“烟台港西港区至淄博重质液体化工原料输送管道工程”首站库区，再依托烟台港西港区至龙口裕龙岛输油管道工程输送至裕龙岛炼化基地岛外罐区。

3、烟台港西港区污水处理站

烟台港西港区污水处理站位于西港区液体化工码头南侧的辅建区，服务范围为西港区液体化工码头及其南侧的储罐区，属于烟台港西港区液体化工码头配套建设的环保设施，工程已于 2012 年 2 月通过省环保厅的竣工环保验收（鲁环验[2012]34 号）。

污水处理站设计处理规模 30m^3/h，污水处理工艺为“隔油+气浮+生化处理”。 污水经西港区污水处理站处理后，出水水质满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）B 级标准。

污水站实际进水水质较好，水量较少，原有设计处理工艺不能满足间歇运行需要，为满足实际运行要求，2016 年对污水站进行优化处理改造，保留原有处理设施，增加催化氧化反应器和核桃壳过滤器等部分处理设施，可以满足现有实际运行要求。烟台港集团于 2021 年 2 月对该污水处理站开展了建设项目环境影响后评价工作，据此成果：目前港区道路降尘用水量约 1100 吨/天，液化污

水站处理水量约 80 吨/天，污水处理后全部回用于港区道路降尘，采用洒水车定期取水洒水。

4、烟台新城污水处理工程

烟台新城污水处理有限公司位于烟台港西港区以西、平畅河东岸，设计污水处理能力 4 万 m^3/d。本工程经西港区污水处理站预处理后的废水排入该污水处理厂，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准排入平畅河。

5、航道

烟台港西港区 30 万吨级主航道，轴线方位为 198°~18°，全长 35.752km，满足 30 万吨级设计船型进港需求。该项目环评报告于 2015 年 11 月获得烟台市环保局批复(烟环审[2015]74 号)。本项目进出港油轮依托该项目。

6、锚地

本项目到港船依托规划第七引航检疫锚地，锚地面积 11.7km^2，水深-29～-32m，锚地水域底质主要为淤泥质土，做原油船舶引航候泊使用。该锚地于 2013 年获得烟台海事局许可（烟海事航通[2013]0006 号）。

7、西港区规划 LNG 作业区内陆域形成

（1）烟台港西港区冷链物流区陆域形成工程

用海域面积 44.7415hm^2，用于西港 LNG 项目建设。陆域形成共需土石方约 594 万方。根据该项目生态建设方案，工程所需土石方全部由陆域土方回填。

（2）烟台港西港区液体化工仓储物流中心项目

用海面积为 45.6651hm^2，用于西港区液体化工品的中转库区建设。陆域形成共需土石方约 733.9 万方。根据该项目生态建设方案，工程所需土石方中，432 万 m^3 来自烟台港西港区 20 万吨航道工程疏浚土，其余全部由陆域土方回填。

（3）烟台港西港区冷能加工区陆域形成工程

用海域面积 38.1758hm^2，用于依托西港 LNG 项目的冷能加工区建设。陆域形成共需土石方约 628 万方。根据该项目生态建设方案，工程所需土石方全部由陆域土方回填。

三个项目于 2014 年同时开工建设，其中北围堰于 2014 年 8 月开始施工，主要进行水下基础以及水上堤身抛填的施工。西、南围堰于 2018 年 8 月招标，陆续进行水下水上以及陆上的施工。目前上述三项目已完成回填 680 万方，-7.5 米

以下抛填基本完成。已出水陆域 16 万平米，其中冷能加工区已出水 3.8 万平米、冷链物流区已出水 4.2 万平米、液化仓储中心已出水 8 万平米。

本项目港池疏浚、陆域开山挖方等土方全部用于上述三项目陆域回填土方。

3.10. 施工

本项目施工内容包括港池挖泥、输油工艺系统设备安装、供电照明、控制、给排水及消防、通信工程等项目。库区部分主要施工内容包括地下工程施工、土建施工和安装施工。

3.10.1. 施工方案

1、港池挖泥工程

本工程港池挖泥为 132.45 万 m^3，挖泥施工拟采用耙吸式挖泥船开挖，所挖土方吹填至西港造陆区域抛填。

2、码头主体工程

根据设计，码头主体及栈桥基础均采用钢筋混凝土沉箱墩式结构。工程施工首先进行基槽开挖及炸岩，基槽开挖可由抓斗式挖泥船进行，所挖泥方装泥驳运至西港造陆区内。基槽炸岩需在挖泥工程完成部分后进行，炸岩施工采用专用爆破船钻孔、布药进行爆破，然后由抓斗式挖泥船清渣，装泥驳运至西港造陆区，基槽开挖后可由方驳定位，驳船靠定位驳抛填基床块石，基床夯实可采用专用的夯实船施工，基床整平由整平作业船配合潜水员进行。

码头主体及栈桥基础钢筋混凝土沉箱拟在烟台西港区内现有沉箱预制场预制，半潜驳出运下水，当沉箱上半潜驳后，即可调节压舱水乘潮起浮，而后拖运至下潜坑注水下潜，沉箱起浮以后由拖轮拖到施工现场，靠泊现场定位驳水上定位，乘低潮灌水坐底安装。沉箱内填石及沉箱两侧护底块石可由驳船机械水上抛填。基床上部护底块石需在沉箱安装及箱内填石完成后进行，抛石施工拟由驳船机械进行抛理。沉箱上部的混凝土盖板以及沉箱两侧的栅栏板护底均可在西港区现有预制场内预制，装方驳运至现场，大型起重船吊安。

码头上部的现浇墩台、柱、双柱消浪块等结构混凝土可由人工配合船舶现场直立模板，绑扎钢筋，混凝土搅拌船现场浇筑混凝土。

3、栈桥及人行钢桥制造及安装

本工程栈桥及人行钢桥构件拟在专业加工厂内制作，并分节段运至拼装场

地，而后进行桥主体拼装及防腐施工，当桥体全部完成后平移至出运码头，装驳船运至施工现场，大型起重船安装。桥梁安装就位后即可灌注拱肋混凝土，灌注顺序需先下弦管后上弦管，所需混凝土由混凝土搅拌船泵送浇筑。桥面压型钢板安装可随后跟进进行，当桥面板安装后即可进行桥面混凝土施工。

4、管线铺设

管沟开挖一般采用机械开挖方式施工，本项目管道一般施工作业带宽度为16m，此范围内影响施工机具通行及施工作业的石块、杂草、树木、农作物等将予以清理。根据管道稳定性要求，结合沿线土被、地形地质条件、地下水位状况确定管道埋深，回填应先在管道周围回填细土。

管线架空敷设方式施工时，可由起重机械吊安管线支架，上部输油管线可随后进行安装，管线安装拟由起重机械吊安，人工进行焊接，并进行防腐和保温处理。

5、设备安装

码头上部设备主要包括输油臂、登船梯、消防塔架以及快速脱缆钩等。以上设备基础应与码头主体同时进行，待码头主体基本完成后，马上进行设备的安装，码头工艺管线敷设以及其他辅助系统的设备可视相关工程进度穿插进行，最后进行管道试压检测。

6、其它配套工程

其他配套工程包括给排水、消防、供电、通信、控制工程等，其施工方法多为常规方式，可视码头主体的进展情况安排施工。

7、陆域开山

因罐区后方紧靠围子山，海拔较高，需开山降标高。管线工程建设阀组承台，需挖方场平施工。上述开山区域及场平区域均位于本工程征地范围内；开山采取开挖方式，不使用爆破。罐区部分总挖方量 285 万 m^3，管线工程陆域挖方量为 40 万 m^3，该部分土方回填造陆。

（1）开山边坡方案

开山分台阶放坡，各级边坡坡度根据不同地形地质和加固情况分别采用不同的坡率型式，坡度为 1:0.75～1:1.2，其中最下面两级边坡坡度 1：0.75，第三、第四级坡度为 1：1.0，以上边坡坡度取 1：1.2，边坡分级高度原则上不超过

10m，分级平台 4m 宽。场地开山标高考虑预留面层厚度，场区范围内山体开平至+9.5m。

（2）坡面防护

本工程开山边坡因岩体节理较发育，开山裸露后岩体会进一步风化，且场地南部有采空区分布，因此边坡应采取护面或支护措施，确保边坡稳定。

本工程坡面开挖后主要为中风化及微风化大理岩，局部为强风化，少量区域有耕植土。工程的坡面防护主要采用锚喷，并在锚喷中根据岩层风化及节理发育情况设置锚杆；同时为了美观，在第一级 3m 高范围内采用浆砌块石护面。

（3）地基处理

根据罐区地质钻孔，罐区地基均为强风化层和礁石直接出露，载力较高，可满足承载力及变形要求，故无需地基处理，只需整平碾压至设计标高。

3.10.2. 施工进度计划

根据本工程的建设规模、以及现场施工条件等因素分析，本工程的施工期约为 24 个月。工程的控制工期主要是码头主体、栈桥主体及钢桥制作安装以及设备安装工程等。

3.10.3. 土石方平衡

1、港池疏浚及基槽炸岩

本工程港池疏浚挖方共计 132.45 万 m^3，基槽炸岩 8528 m^3，基槽挖泥（含边坡）11447m^3。

2、陆域开山及挖方

本项目罐区拟建场地属于山地丘陵地貌，场地地势高差较大。场地地面标高介于 33m～125m 之间，场地竖向标高以阶梯式布局为原则，经土方计算后确定其标高。本工程土石方工程量为：总挖方约为 285 万 m^3，总填方约为 15.4 万 m^3。由于土石方工程量巨大，为了能够更加经济合理的开发建设，因此需要场区内进行土方倒运，用于回填建设。

管线工程陆域挖方量为 40 万 m^3。

陆域挖方全部用于西港区 LNG 作业区（烟台港西港区冷链物流区陆域形成工程、烟台港西港区液体化工仓储物流中心项目、烟台港西港区冷能加工区陆域

形成工程）造陆工程回填土方。

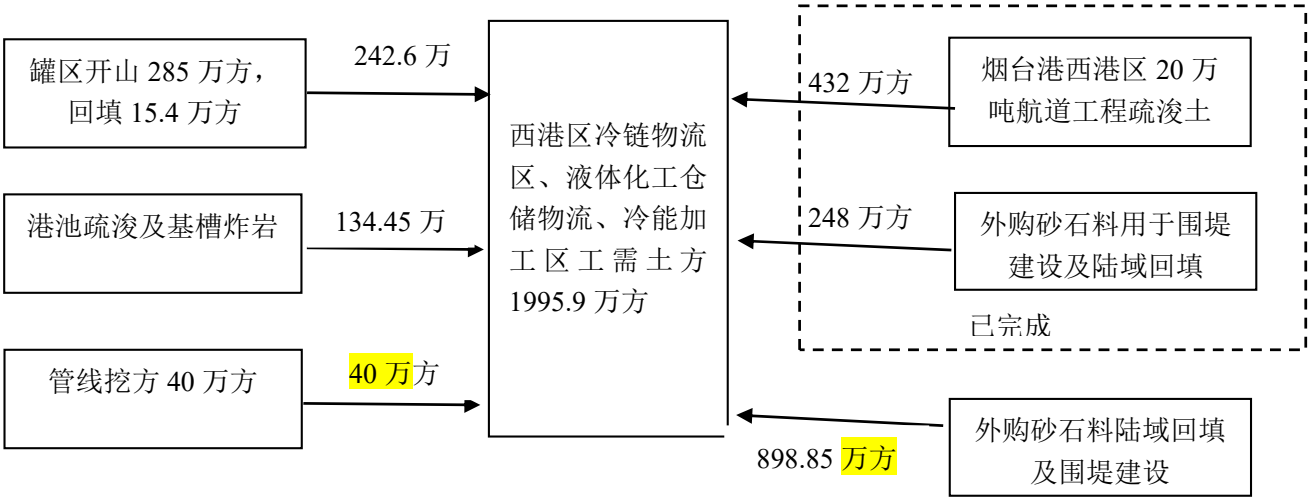


图 3.10-1 本项目土石方平衡

3.11. 工程各阶段污染环境影响分析

3.11.1. 施工期污染环境影响因素分析

施工期水环境的主要影响产生在码头等水工工程、疏浚工程作业中，由于搅动作用使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，对海水水质及海洋生物产生影响。水工工程建设将直接影响是破坏底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地。施工期海洋环境主要污染因子为 SS。

工程建设期间向环境排放的主要污染物有施工人员产生的生活污水及生活垃圾、施工废水、作业粉尘、机械烟尘及施工噪声等。

综上，施工期污染物产生的主要环节是：水工工程、疏浚工程施工；码头上部结构施工；作业粉尘、机械尾气、喷漆废气、施工噪声及固体废物等。但这类污染影响仅是暂时的，将随着工程建设的结束而消失，一般不会产生永久性污染效应。

（1）施工期大气环境污染因素分析

施工期大气环境主要影响环节是机械开挖、填筑、材料运输装卸、建筑材料的搅拌等。施工期间产生的大气环境影响因素主要是：土建施工、物料运输产生的粉尘；焊接过程中产生的烟尘；喷漆作业过程中产生的喷漆废气；施工船舶、车辆产生的尾气等。

（2）施工期水质环境污染因素分析

①水工工程和疏浚工程施工等产生的悬浮泥沙，主要污染物为 SS。

②施工船舶废水包括船员生活废水和施工船舶含油污水，主要污染物为 COD、NH_3-N 和石油类。

③施工废水包括砂石料冲洗废水、施工机械机修油污水等，主要污染物为 SS、COD、NH_3-N 和石油类。

④生活污水为陆域施工人员生活污水，主要污染物为 COD 和 NH_3-N。

（3）施工期声环境污染因素分析

施工期对声环境的影响环节主要是施工船舶、施工机械工作以及材料运输等产生的噪声。

（4）施工期固体废物污染因素分析

施工期产生的固体废物主要为陆上施工人员生活垃圾、建筑废物等。

（5）施工期环境风险事故污染因素分析

由于操作失误等人为因素或自然因素以及船舶碰撞等，致使施工船舶燃料油发生泄漏，从而造成突发性污染事故。其主要污染物是石油类。

3.11.2. 营运期污染环境影响因素分析

1、营运期大气环境污染因素分析

拟建工程废气污染源主要为船舶辅机废气、储罐“大小呼吸”产生的废气。

2、营运期水质环境污染因素分析

①码头在运营过程中会产生职工生活污水、船舶生活污水、船舶机舱油污水、码头工作平台初期雨水。

②库区废水主要为生产废水和生活污水。生产废水主要为初期雨水和洗罐水。

3、营运期声环境污染因素分析

噪声源主要有装卸机泵等设备，噪声值约 80～95dB(A)。

4、营运期固体废物污染因素分析

①到港船舶产生的船舶垃圾。

②工作人员生活垃圾。

③污水处理设施产生的污泥等。

④清洗储罐前需先排出罐底固体废物，其主要成分为油泥和沉渣，属于危

险废物。

⑤工程设施设备检修产生的废机油等危险废物。

5、营运期环境风险事故污染因素分析

①船舶事故导致溢油事故。

②管线或罐区火灾爆炸导致二次污染事故。

3.12. 工程各阶段污染源强估算

3.12.1. 施工期污染源强估算

3.12.1.1. 大气污染源强估算

拟建工程施工期间对大气环境产生影响的主要因素是土建施工、物料运输、混凝土搅拌站产生的粉尘；焊接过程中产生的烟尘；喷漆过程中产生的喷漆废气以及施工机械、设备、车辆、船舶产生的无组织尾气。

（1）粉尘

①施工场地面源粉尘源强

施工期间的粉尘污染主要决定于施工作业方式、材料的堆放及风力等因素，其中受风力因素的影响最大。

各项施工活动粉尘排放量的类比调查结果详见表 3.12-1。

表 3.12-1 各项施工活动粉尘排放量的类比调查结果一览表

序号	施工区域	施工活动类型	粉尘排放量（kg/d）
1	地表开挖	挖掘机开挖和推土机推土	36
		运输卡车装料	0.48
		工地风侵蚀	36.5
2	场地堆填土区	运料车卸料	0.75
		工地风侵蚀	46.1
		运输卡车装料	0.48
3	场内临时堆土场工地	运输卡车卸料	0.75
		推土机推土	36
		工地风侵蚀	36.5
4	场内外运输线路	运输车在临时路面行驶	432
		运输车在水泥路面行驶	213

类比同类项目建设时的实际监测情况，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.km。在采

取施工现场场地硬化，定期压实地面、洒水、清扫，运输车辆按时进行冲洗；建设临时仓库施工垃圾及时清运等环保措施后施工场地污染源强能够降至140g/s.km

②运输车辆粉尘污染源强

类比同类港口的监测情况对沙石料汽车运输线路两侧 20～25m、车流量约 400 辆/d 的 TSP 监测结果，运输线路两侧 20～25m 的 TSP 增加量为 0.072～0.158mg/m^{3}之间，平均增加量为 0.115mg/m^3。

（2）焊接烟尘

拟建工程焊接过程有焊接烟尘产生，属于无组织排放，其产生量根据《焊接工作的劳动保护》中的焊接烟尘理论产生量计算。本项目焊接过程中焊丝及焊剂用量约 4.5t，1kg 焊丝及焊剂产生 0.3g 烟尘，则本工程焊接产生的焊接烟尘量为 0.001t。

（3）喷漆废气

拟建工程喷漆过程中会产生含有机气体的废气对局部作业环境产生影响。

拟建工程所用油漆的参考成分见表 3.12-2。

表 3.12-2 拟建项目所用油漆参考成分一览表

序号	油漆名称	固形物量含量(%)	挥发性有机物含量(%)
1	聚氨酯面漆	63	37
2	环氧树脂底漆	62	38
3	环氧富锌底漆	72	28
4	无机富锌底漆	97	3
5	厚浆型环氧涂层	83	17

根据建设单位提供的油漆名称、涂装面积、厚度、油漆消耗量等，喷漆时，油漆底漆与稀释剂的比例按 1：0.8 进行计算，面漆与稀释剂的比便按 1：1 进行计算，结合油漆中的固形物量含量和挥发生有机物含量，根据漆料组分及用量对挥发性有机物的量进行计算详见表 3.12-3。

表 3.12-3 拟建项目漆料组分及挥发性有机物排放情况一览表

油漆名称	涂装面积（m^2）	涂装厚度（μm）	油漆消耗量（t）	固形物量（t）	油漆中挥发性有机物量（t）	稀释剂用量（t）
红铁氧双组分环氧树脂底漆	1867	50	0.1957	0.1214	0.0461	0.1566
铁氧双组分环氧树脂底漆	35	50	0.0037	0.0023	0.0009	0.0030

厚浆型环氧涂层	35	100	0.0055	0.0046	0.0009	0.0055
聚氨酯	35	50	0.0036	0.0023	0.0013	0.0036
无机富锌底漆	406	75	0.0408	0.0396	0.0012	0.0326
厚浆型环氧涂层	406	125	0.0795	0.0660	0.0135	0.0795
聚氨酯	406	50	0.0419	0.0264	0.0155	0.0419
环氧富锌底漆	4609	75	0.6241	0.4494	0.1748	0.4993
厚浆型环氧涂层	4609	100	0.7219	0.5992	0.1227	0.7219
聚氨酯	4609	50	0.4755	0.2996	0.1759	0.4755
环氧树脂底漆	1670	60	0.2101	0.1303	0.0495	0.1681
聚氨酯	1670	30	0.1034	0.0651	0.0383	0.1034
聚氨酯	1670	25	0.0862	0.0543	0.0319	0.0862
聚氨酯	420	35	0.0303	0.0191	0.0112	0.0303
聚氨酯	420	35	0.0303	0.0191	0.0112	0.0303
环氧富锌底漆	142	1400	0.3589	0.2584	0.1005	0.2871
环氧富锌底漆	1276	75	0.1728	0.1244	0.0484	0.1382
厚浆型环氧涂层	1276	100	0.1999	0.1659	0.0340	0.1999
聚氨酯	1276	50	0.1317	0.0829	0.0487	0.1317
总消耗量			3.5158	2.5301	0.9266	3.1946

由此可知，拟建项目共消耗油漆和稀释剂共计 6.7104t/a，喷漆废气中挥发性有机物的排放量为 4.1212t，为无组织排放。

（4）施工机械、设备、车辆、船舶尾气

各施工机械、设备、车辆、船舶作业时会排放尾气，主要污染物为 NOx、CO、非甲烷总烃等，均为无组织排放，扩散面积大、排放污染物总量小，对周围环境影响较小，本次评价不再定量分析。

3.12.1.2.水污染源强估算

（1）水上施工悬浮物源强核算

基槽开挖：根据抓斗容量（m^3）、每小时按挖泥抓斗数算出工作速率 V（m^3/h），泥水比按 2:3 计，算出挖泥速率（m^3/h），泥沙比重按 2650kg/m^3；悬浮泥沙发生量 k 一般为抓泥量的 3~5%，求出悬浮物发生量 S（kg/s）。

V=96 m^3/h，k=0.03，则：S=96×2/3×0.03×2650/3600=1.41kg/s

基床及基床护底抛石：抛石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。对于抛填护底抛石，细颗粒泥沙含量极小，故这里不计抛石直接带入水中的泥沙。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/cm^3），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，前期施工首先进行了基槽炸岩、边坡挖泥，抛石区域基本为基岩海底，故 P 取为 0.00375m^3/s。根据计算，本工程抛石点源的悬浮泥沙平均源强约为 1.40kg/s。

港池疏浚：采用疏浚速率为 4500m^3/h 的耙吸式挖泥船，施工作业点附近悬浮物浓度为 500～1000mg/L，从安全保守角度出发，推算耙吸式挖泥作业悬浮物源强约为 7.50kg/s。

炸岩悬浮泥沙源强：水下炸岩采用小药量和延迟爆破技术，爆破起悬的粗粒岩块和岩渣很快沉降到起爆点附近海底，细颗粒起悬量小于 1%。平均每次布置炸药量取 100 公斤，单孔药量约 5kg~10kg，微差间隔为 125 毫秒，一次性起爆量为 100 方，岩石干密度取 2000kg/m^3，则每次炸岩时悬浮物发生量为 1200kg/s，虽然部分颗粒可以起悬，但粒径相对较粗，扩散能力差，持续时间短。

（2）陆域施工人员生活污水

按照陆域现场施工人员 100 人计，每人每天的生活污水产生量按 25L 估算，则施工队伍每天产生的生活污水约 2.5m^3。污水中 COD 和氨氮浓度分别按 350mg/L 和 40mg/L 计，估算工程施工期间陆域生活污水中 COD 和氨氮排放量分别约为 0.88kg/d 和 0.10kg/d。

在施工场地修建移动厕所，用于陆域施工生活污水的收集、储存和初步处理，定期用槽车将收集送至烟台新城污水处理有限公司处理。

（3）船舶施工人员生活污水

根据可研施工设计方案，本项目水上作业船舶共 10 艘。按 1 艘船工作人员 10 人/艘计，每人每天污水量按 25L 估算，则船舶上工作人员每日生活污水量约为 2.5m^3。污水中 COD 和氨氮浓度分别按 350mg/L 和 40mg/L 计，估算工程施工期间船舶生活污水中 COD 和氨氮排放量分别约为 0.88kg/d 和 0.10kg/d。

船舶生活污水由陆域接收后送至烟台新城污水处理有限公司处理。

（4）船舶机舱油污水

类比同类施工项目，一艘施工船平均每天产生含油污水约 0.5m^3，根据工程施工情况，施工船舶数量按 10 艘计算，则每天共产生油污水 5.0m^3。污水中石油类浓度按 5000mg/L 计，估算工程施工期间船舶机舱油污水中石油类排放量约为 25.0kg/d。

船舶机舱油污水委托有资质单位接收处理。

（5）砂石料冲洗废水

类比同类施工项目，施工现场砂石料冲洗废水产生量约为 100m^3/d，主要污染物是悬浮物，浓度按照 1000mg/L 计，估算工程施工期间 SS 产生量约为 100kg/d。经施工现场设置的沉淀池沉淀处理后回用于砂石料冲洗，不外排。

（6）机修油污水

主要为施工机械、设备等维修产生的机修油污水，拟建项目施工高峰期各类施工机械、设备约 100 台，每天设备返修率按照 5%计，类比同类车辆、机件维修，机修油污水产生量 0.2m^3/台，则机修油污水量为 1.0m^3/d。主要污染物是石油类，浓度按 500mg/L 计，估算项目施工期间石油类产生量约为 0.5kg/d。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；油水分离过程中产生的废油委托有资质单位接收处理。

（7）清管试压废水

项目试投产前，码头至罐区输油管线需试压清管，清管试压水从码头处打入，沿其中一根管线至后方库区后，再由另一管线回流至码头，废水由专业清管试压单位收集处理。设置 2 根 DN1000 原油管线，管线长度为 3405m，单管长度考虑为 4km，核算清管试压水量约为 5200 m^3，主要污染物为 SS。

3.12.1.3.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机械、设备、车辆、船舶噪声。

施工期主要噪声设备噪声源强详见表 3.12-4。

表 3.12-4 施工期主要噪声源及源强一览表

序号	污染源	最大声级 dB(A)	测点与声源距离(m)	降噪方式
1	施工船舶	68～75	10～20	选用低噪声的施工
2	吊管机	88	2	

3	自卸卡车	88	7.5	设备，科学布置、合理安排施工时间
4	混凝土搅拌机	95	10	
5	混凝土翻斗车	90	12	
6	混凝土震捣棒	106	12	
7	打桩机	82	30	
8	电焊机	85	60	
9	挖掘机	92	10	
10	推土机	90	5	
11	装载机	90	5	
12	切割机	95	8	
13	装卸机械	89	3	

3.12.1.4. 固体废物污染源强估算

（1）建筑废物

建筑废物是工程建设产生的建筑材料废物、弃土、弃渣，类比同类施工项目，产生量平均约为 5.0t/d，堆放到指定的临时堆放点，经统一规划后综合利用。

（2）陆域生活垃圾

施工人员约 100 人，生活垃圾产生量按照 1.0kg/d 计算，则施工人员生活垃圾量为 100kg/d，由市政环卫部门统一处理。

（3）废焊条、焊渣

焊接过程中使用无铅焊条，产生的废焊条、焊渣约为 100kg/d，不含铅，属于一般固废，由厂家回收利用。

（4）船舶固废

①船舶生活垃圾

施工船舶 100 人，生活垃圾产生量按照 1.0kg/d 计，船舶垃圾产生量为 100kg/d。

②船舶维修垃圾

船舶维修产生的国体废物量按照 10kg/d 计，则船舶维修产生的固体废物量为 100kg/d。

施工船舶生活垃圾、维修垃圾委托有资质单位接收处理。

3.12.1.5. 小结

施工期主要污染物产生及排放情况见表 3.12-5。

表 3.12-5 施工期主要污染物产生及排放情况一览表

种类	污染源	产生情况	主要污染物	处置措施	排放情况
废气	施工场地	539g/s·km	粉尘	定期洒水、清扫；运输车辆按时进行冲洗；建设临时仓库；施工垃圾及时清运等	140g/s·km
	交通	0.115mg/m^3			0.115mg/m^3
	焊接作业	0.001t	焊接烟尘	-	0.001t
	喷漆作业	4.1212t	挥发性有机物	-	4.1212t
	施工机械、设备、车辆、船舶尾气		NOx、CO、非甲烷总烃	采用油耗低的车辆工机械正常运行；保持施工机械正常运行	-
废水	水上施工	1.41kg/s 7.50kg/s 1200kg/s	SS	-	1.41kg/s 7.50kg/s 1200kg/s
	陆域施工人员生活污水	2.5m^3/d	CODcr(350mg/L)，0.88kg/d 氨氮(40mg/L)，0.10kg/d	在施工场地修建移动厕所，用于陆域施工生活污水的收集、储存和初步处理，定期用槽车将收集送至烟台新城污水处理有限公司处理	0
	船舶施工人员生活污水	2.5m^3/d	CODcr(350mg/L)，0.88kg/d 氨氮(40mg/L)，0.10kg/d	由陆域接收后送至烟台新城污水处理有限公司处理	0
	船舶机舱油污水	5.0m^3/d	石油类(5000mg/L)，25kg/d	由有资质单位接收处理	0
	砂石料冲洗废水	100m^3/d	SS(1000mg/L)，100kg/d	经施工现场设置的沉淀池沉淀处理后回用于砂石料冲洗，不外排	0
	机修油污水	1.0m^3/d	石油类(500mg/L)，0.5kg/d	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	0
	清管试压废水	--	SS	由清管试压单位收集处理	0
噪声	施工船舶	68～75	等效声级	选用低噪声的施工设备，噪声大的设备夜间禁止施工	68～75
	吊管机	88			88
	自卸卡车	88			88
	混凝土搅拌机	95			95
	混凝土翻斗车	90			90
	混凝土震捣棒	106			106
	打桩机	82			82
	电焊机	85			85
	挖掘机	92			92
	推土机	90			90
	装载机	90			90
	切割机	95			95
	装卸机械	89			89
固体	建筑废物	5.0t/d	弃土与弃渣	堆放到指定的临时堆放点，经统一规划后综合利用	0

废物	陆域生活垃圾	100kg/d	生活垃圾	由市政环卫部门统一处理	0
	废焊条、焊渣	100kg/d	无铅废焊条、焊渣	厂家回收利用	0
	船舶生活垃圾	100kg/d	船舶生活垃圾	由有资质单位接收处理	0
	船舶维修垃圾	100kg/d	船舶维修垃圾		0

3.12.2. 营运期污染源强估算

3.12.2.1. 大气污染源强估算

1、罐区损耗

根据设计资料，项目共新建罐区 102 万方，原油罐年周转量次数为 17 次，管道公司油库建设 6 座 12×10^4m^3 原油储罐以及 2 座 15×10^4m^3 原油储罐。采用《石化行业 VOC 污染源排查工作指南》附表中的公式计算外浮顶罐的边缘密封损耗、挂壁损耗、浮盘附件损耗。根据设计单位提供的储罐参数，各储罐挥发性有机物排放量列于下表中。

表 3.12-6 各原油储罐挥发性有机物排放量

储罐类型	货种	罐容（万 m^3）	储罐个数（个）	单罐周转量（万吨）	储罐直径（m）	单罐产生量（t/a）	总排放量（t/a）
双盘外浮顶罐	原油	12	6	27.54	88	**6.5**	53.68
	原油	15	2	103.28	100	**7.35**	

2、静动密封点处无组织排放源强

根据《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》中的计算方法，参数来源于附表一-3，石油炼制和石油化工设备组件的设备泄漏率，计算结果如下：

表 3.12-7 无组织排放源强

设备类型（所有物质类型）	根据泄漏检测值计算的排放速率（kg/h/排放源）	码头		管线		罐区	
		设备数量	排放量（kg/h）	设备数量	排放量（kg/h）	设备数量	排放量（kg/h）
泵	0.00519	1	0.00519			5	0.02595
阀门	0.00066	22	0.01452	4	0.00264	264	0.17424
法兰或连接件	0.00096	54	0.05184	10	0.0096	535	0.5136
其它	0.00120	0		8	0.0096	72	0.0864
总排放量（kg/h）		0.07155		0.02184		0.80019	
年排放量（t/a）		7.8278					

表 3.12-8 拟建项目正常工况下面源排放参数一览表

污染源	面源各顶点坐标		面源海拔高度/m	面源长度/m	面源宽度/m	排放有效高度/m	年排放小时数/h	污染物排放速率（kg/h）
	X/m	Y/m						NMHC
罐区 M01	-6276 2 -299 -299 -630	365 368 13 26 112 116	57	625	350	23	8400	6.39
码头装卸 M02	2155 2165 2244 2204 2138 2112 2181	1293 1336 1263 1253 968 1010 1267	0	/	/	5	8400	0.0715

3.12.2.2.水污染源强估算

（1）生活污水

①陆域生活污水

本工程运营后生产作业采用四班三运转制，劳动定员 64 人，每班工作人员为 16 人，用水量按 50L/人·班计，本工程生活用水量约为 0.8m^3/d（266.7 m^3/a）。生活污水量按用水量的 80%计算，本工程生活污水量为 0.64m^3/d（213.3m^3/a）。生活污水中 COD、氨氮浓度分别按 400mg/L、30mg/L 计，主要污染物 COD、氨氮产生量分别约为 0.085t/a、0.0064t/a。

罐区产生的生活污水经收集后排入生活污水管网后排入排入烟台新城污水处理公司统一处理。码头生活污水经处理后排入烟台港西港区污水处理站，满足市政管网接管标准后，排入烟台新城污水处理公司统一处理。

码头生活污水经一体化污水处理设施处理后港区回用，罐区生活污水直接排入市政管网。

②船舶生活污水

根据 73/78 国际海事组织制定的防止船舶污染海洋公约附则IV第 8 条的规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水

处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放，因此，本项目营运期间船舶生活污水主要为船舶在港期间所排放的生活污水。

根据本工程的吞吐量和设计船型，泊位全年到港船舶平均约为 95 艘，每艘船舶工作人员平均约为 20 人，在港停留时间约 2 天。生活用水量按 100L/d•人，全年到港船舶生活用水量为 380t，生活产生系数取 0.8，则生活污水年产生量为 304t。污水中 COD 和氨氮浓度分别按 300mg/L 和 40mg/L 计，估算工程运营期间 COD 和氨氮产生量分别约为 0.091t 和 0.012t。船舶生活污水船舶生活污水处理系统处置后达标排放。

（3）船舶含油污水

船舶的含油污水主要是船舶舱底油污水，舱底油污水主要是由于泄放主辅机舱等舱底积存的含油污水。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），30 万吨设计船型船舱底油污水产生量按 20t/d•艘计，15 万吨级设计船型船舱底油污水产生量按 12t/d•艘计，舱底水含油量按 2000mg/L 计。本工程全年到港船舶 30 万吨级油轮约为 70 艘，15 万吨级油轮约为 25 艘，在港停留时间约 2 天，经计算，到港船舶年产生舱底油污水 3400t，舱底油污水含油量为 6.8t。船舶含油污水委托有资质单位接收处理。

（4）到港船舶压载水

压载水一般来自船舶的始发港或途经的沿岸水域，装载的压载水量依船型、载货情况、航线、港口条件和海况有较大的变化范围。由于国际贸易条件决定船舶实际运载情况，正常航行条件下，压载水并非满舱压载，仅在空载、较差海况时有可能满舱压载。

满载到港大型油轮在我国往往不涉及船舶压载水的排放。但为保证船舶航行安全、充分考虑船舶平衡稳定条件下，即使满载航行，大型油轮适当装载少量压载水。在特殊航行条件、过驳作业、到港装卸时，通过调节各压载舱内水量，实现船舶配载平衡，但由于各压载舱之间相互连通，仍然不会涉及压载水排放。

本项目仅涉及到港卸船作业，本次评价不考虑船舶压载水。

（5）机修油污水

本次评价营期主要机械设备按照 100 台计，每天设备返修率按 1%，机件修理用水量以 0.6m^3/台计，则用水量为 0.6m^3/d、219m^3/a（按照接收站年操作天数 365 天计算）。以用水量的 80%计，则机修油污水产生量为 175.2m^3/a、0.5m^3/d。机修油污水统一收集后送至烟台港西港区污水处理站处理。

（5）洗罐废水

储罐清洗就是除去堆积在储罐中的淤渣，一般每 5 年清洗一次，清洗采用 COW 技术，单罐清洗，不同时清罐，12 万立方米储罐清罐废水约 600t，15 万立方米储罐清罐废水约 750t。

本项目建设 12×10^4m^3 储罐 8 座，15×10^4m^3 储罐 2 座，则清洗储罐排放的废水量为 1260m^3/a。以石油类浓度均值 300mg/L，COD1000mg/L 计，石油类发生量约为 0.378t/a，COD 发生量约为 1.26t/a。本工程储罐清洗委托有资质的专业清洗队伍进行清洗，洗罐废水由专业清洗队伍接收处置。

（6）初期雨水

①罐区初期雨水

两座油库的初期雨水分别收集。根据《石油储备库设计规范》（GB 50737-2011）的第 9.3.5 条规定，油罐含油初期雨水设计量按照油罐浮顶全面积上 30mm 厚的雨水量计算，罐区一次计算水量可按照全部罐数量的 20%计算。

根据本项目设计资料，外浮顶油罐的浮顶初期雨水量按最多同时工作的油罐数量进行计算，两座油库各自最多同时工作的油罐为 6 座 12×10^4m^3 外浮顶油罐，按收集罐顶浮盘 30mm 初期雨水计算，每座油库一次初期雨水量为 434m^3。

据统计，烟台全年平均降雨天数为 55.5 天，计算全年码头含油初期雨水量为 24091m^3。初期雨水中所含的污染物为石油类，其石油类浓度为 50mg/L，则石油类发生量为 1.2t。

②码头工作平台初期雨水

30 万吨级码头工作平台作业区设置 200mm 高挡液坎，其围合面积约为 200m^2（围合阀门组及装卸臂）。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），本项目码头初期雨水降水深度取 0.015-0.03m，初期雨水量按 25mm 考虑（规范为 15~30mm），则一次雨水量为 5m^3/次。烟台全年平均降雨天数为 55.5 天，计算全年码头含油初期

雨水量为 277.5m^3。初期雨水中所含的污染物为石油类，其石油类浓度为 50mg/L，则石油类发生量为 0.014t。

初期雨水收集后送至烟台港西港区污水处理站处理。

拟建项目所产生的废水水质、水量、排放方式及去向情况见表 3.12-9。

表 3.12-9 拟建项目所产生的废水水质、水量、排放方式及去向情况一览表

<table>
<tr><th>序号</th><th>废水种类</th><th>废水名称</th><th>主要污染因子</th><th>产生浓度（mg/L）</th><th>废水量（m^3/a）</th><th>污染物产生量（t/a）</th><th>排放方式及去向</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="3">生活污水</td><td rowspan="3">陆域生活污水</td><td>COD</td><td>400</td><td rowspan="3">213.3</td><td>0.085</td><td rowspan="3">罐区产生的生活污水经收集后排入市政污水管网后排入排入烟台新城污水处理公司统一处理。码头生活污水经一体化设备处理后港区回用</td></tr>
<tr><td>2</td><td rowspan="2">NH_3-N</td><td rowspan="2">35</td><td rowspan="2">0.0064</td></tr>
<tr><td>3</td></tr>
<tr><td>4</td><td rowspan="2">船舶生活污水</td><td>COD</td><td>300</td><td rowspan="2">608</td><td>0.182</td><td rowspan="2">船舶生活污水经船舶生活污水处理系统处置后达标排放</td></tr>
<tr><td>5</td><td>NH_3-N</td><td>40</td><td>0.024</td></tr>
<tr><td>6</td><td rowspan="6">含油污水</td><td colspan="2">船舶含油污水</td><td>2000</td><td>3400</td><td>6.8</td><td>间断，委托有资质单位接收处理</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">机修油污水</td><td>500</td><td>175.2</td><td>0.088</td><td rowspan="6">收集后送至烟台港西港区污水处理站处理后回用；洗罐水委托有资质的专业清洗队伍进行清洗，洗罐废水由专业清洗队伍接收处置。</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">码头工作平台初期雨水</td><td>50</td><td>277.5</td><td>0.014</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">罐区初期雨水</td><td>50</td><td>24091</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>10</td><td rowspan="2">洗罐废水</td><td>COD</td><td>1000</td><td rowspan="2">1260</td><td>1.26</td></tr>
<tr><td>11</td><td>石油类</td><td>300</td><td>0.378</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="3">合计</td><td>COD</td><td>-</td><td rowspan="3">24757</td><td>0.085</td><td rowspan="3">-</td></tr>
<tr><td>NH_3-N</td><td>-</td><td>0.0064</td></tr>
<tr><td>石油类</td><td>-</td><td>1.302</td></tr>
</table>

3.12.2.3.噪声源强估算

拟建工程在运营期正常工况下噪声源主要有各类输送泵等，噪声值约 80～95dB(A)。

3.12.2.4.固体废物估算

（1）陆域生活垃圾

生活垃圾产生量按 1kg/人·d 计算，本工程运营后生产作业采用四班三运转制，劳动定员 64 人，每班工作人员为 16 人，生活垃圾产生量为 5.33t/a。建设单位在厂区设置垃圾桶，集中收集产生的生活垃圾，送当地环卫部门指定地点，

统一处理。

（2）清罐固废

清罐残渣主要为清洗储罐时产生的底泥。储罐清洗采用 COW 清洗工艺，每 5 年清洗一次。根据建设单位相关管理规定，为减少清罐原油的损失，开罐清油前，应尽量降低液位，浮顶罐底油不高于 0.2m，按照 0.2m 清罐高度，罐底油泥密度取 873kg/m^3，12 万 m^3 储罐罐底油泥的体积为 1215.8m^3，则罐底油泥总重量为 1061t；15 万 m^3 储罐罐底油泥的体积为 1446.9m^3，则罐底油泥总重量为 1263t。

油泥中约有 99%的原油可以回收，所剩残渣约为 1%，残渣主要成分为蜡、沥青、油、铁锈和泥沙等杂物，12 万 m^3 储罐残渣为 10.61t，15 万 m^3 储罐残渣为 12.63t。

建设单位平均每 5 年将全部储罐清洗一次，则全部储罐清洗一次，清罐残渣产生量为 88.94t，平均每年清罐残渣产生量为 17.79t/a。

清罐残渣属于危险废物，不能直接排放到外环境中。本项目委托有资质的专业清罐队伍负责本项目的储罐清罐，产生的危险废物由清罐队伍负责清运处置。

（3）船舶固废

①船舶生活垃圾

根据本工程的吞吐量和设计船型，本项目码头全年到港船舶平均约为 95 艘，每艘船舶工作人员平均约为 20 人，在港停留时间约 2 天，每人垃圾产生量按 1kg/d 计算，则船舶生活垃圾产生量约为 3.8t/a。来自疫情地区的船舶生活垃圾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；非疫情地区的船舶生活垃圾由有资质单位接收处理。

②船舶保养废弃物

船舶保养废弃物可按每艘船 20kg/d 计算，本工程运营期全年到港船舶平均约为 95 艘，在港停留时间约 2 天，船舶保养产生的废弃物为 3.8t/a。来自疫情地区的船舶保养废弃物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；非疫情地区的船舶保养废弃物由有资质单位接收处理。

（4）机修油棉纱

机械设备修理过程中产生含油废棉纱，属于危险废物，危废编号 HW49，类比同类工程，产生量约为 1t/a。被列入《危险废物豁免管理清单》，按照豁免条件要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。

（5）废机油

设备、机械运行过程中产生废机油，属于危险废物，危废编号 HW08，类比同类工程，产生量约为 3t/a。先暂存于拟建工程新建的危险废物储存间，定期由有资质单位安全处置。

拟建项目所产生的固体废物及处置方式见表 3.12-10。

表 3.12-10 拟建项目所产生的固体废物及处置方式一览表

序号	固体废物	固废性质	产生量（t/a）	处置方式
1	陆域生活垃圾	一般固废	5.33	由市政环卫部门统一处理
2	船舶生活垃圾	船舶固废	3.8	来自疫情地区的船舶固废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有资质单位接收处理
3	船舶保养废弃物		3.8	
4	机修油棉纱	危险废物(HW49)	1	被列入《危险废物豁免管理清单》，按照豁免条件要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理
5	清罐固废	危险废物(HW08)	17.79	直接由清罐单位运走
6	废机油		3	废机油暂存危废间，定期由有资质单位接收处置
合计			34.72	全部分类妥善处置

3.13. 工程各阶段非污染物环境影响分析

（1）海域施工对海域底栖生物的影响分析方式

码头占海范围内的底栖生物将永久丧失。

（2）疏浚施工对渔业资源和生态环境的影响

港池疏浚过程中，悬浮物将在一定范围内形成高浓度扩散场，对水产资源的影响主要表现在对开挖区附近高浓度悬浮物水域中的海洋生物的仔幼体可能造成的伤害，同时对渔业生产和浮游生物也会产生不同程度的影响。

（3）码头建成后对水文动力环境的影响

码头建成后，水工构筑物占用海域，由此会对工程附近的水文动力环境产生一定的影响。

4. 环境现状调查

4.1. 自然环境概况

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。

（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 13.7℃；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℃。

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	17.7℃
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（℃）

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

（2）降水

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

（3）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，最多达 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 4.1-3 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）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。

（5）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。从风速统计表和风频率玫瑰图中看出，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 4.1-4 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	0.31	0.17	0.56	1.17	1.00	0.43	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	5.20	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	—	—

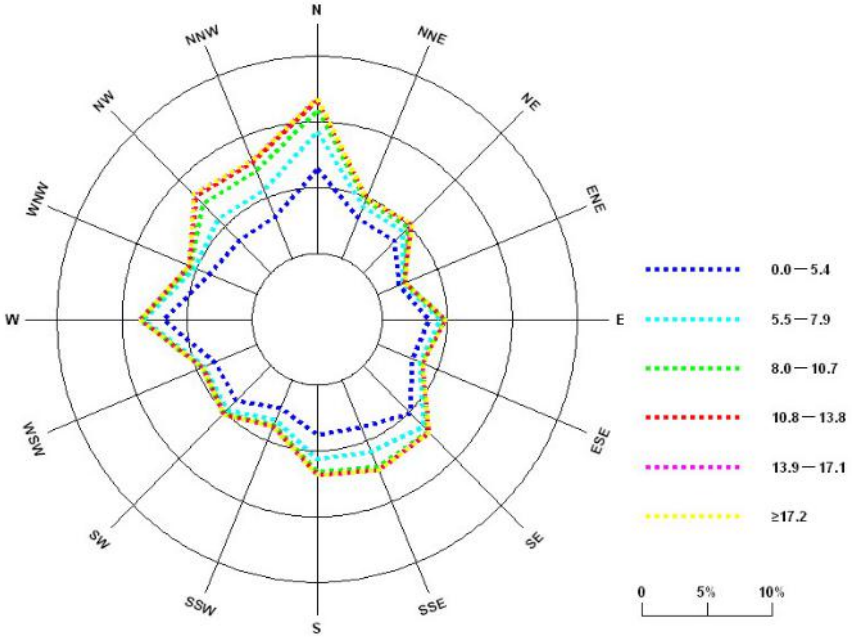


图 4.1-1 烟台站 1992～2011 年风出现频率玫瑰图

（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，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

潮位是利用初旺湾验潮站 1987 年 3 月 4 日-4 月 13 日一个月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。用差比方法求得工程海域的设计参数。本次设计采用上述计算值。

（1）高程关系：

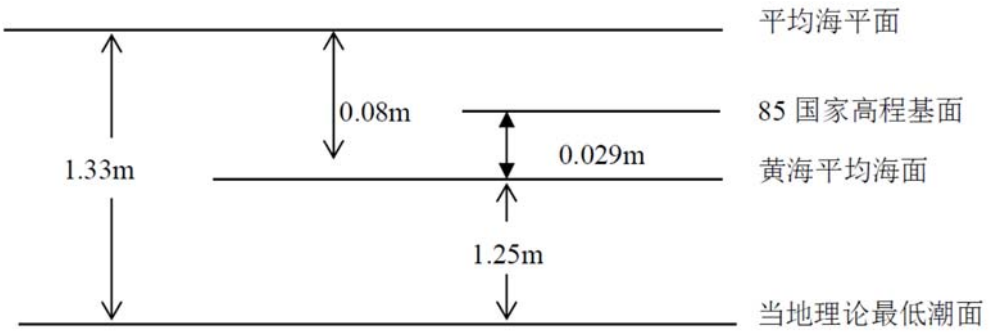


图 4.1-2 高程关系示意图

潮位特征值：（以下水位值均从当地理论最低潮面起算）

工程海域为正规半日潮，其（$H_{K1}+H_{O1}$）/H_{M2}=0.32

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。

（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. 波浪

（1）资料概况

项目周围区域无波浪实测资料，采用临近（相距约 32km）的烟台海洋站在芝罘岛北侧长期的波浪观测资料。本工程位于套子湾北侧海域，而芝罘岛位于套子湾东侧，水深岸线走向相似。工程区与芝罘岛相比，在 W、SW 向受岸线影响较大，而芝罘岛水域常浪向为 NNW、NW，强浪向为 NNW 向，工程区在常浪向和强浪向开阔无岛屿影响。芝罘岛测波资料有着极好的代表性，基本代表了本海区深水处的波况。本次取用芝罘岛多年（1981 年至 2002 年）观测资料作统计分析。

（2）波浪概况

烟台海洋站位于芝罘岛，地理坐标为北纬 37°36′、东经 121°26′，测波浮标在测点的 N 向，水深约为 17.3m，使用仪器为 HAB-2 型岸用测波仪，仪器的拔海高度为 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。

1990-2002 年观测资料分析结果表明：该区常波向为 NNW、NW，出现频率分别为 8.20%、8.19%；次常波向为 N、NNE，出现频率分别为 5.91%、5.77%；强波向为 NNW 向，次强波向为 N 向，这两个方向 $H_{4\%}$>1.5m 出现频率分别为 3.07%、2.45%。

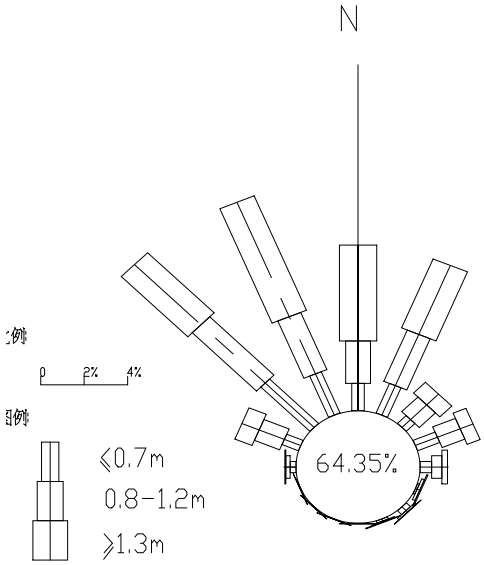


图 4.1-3 烟台港波高玫瑰图

表 4.1-6 烟台港波高频率统计表

频率（%） 波高（m） 波向	≤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	合计
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

（3）设计波要素

用芝罘岛测波站多年观测资料作年频率计算依据，外海不同重限期波要素见下表。

表 4.1-7 不同重限期波要素

重现期 波要素 波向	50 年一遇		25 年一遇		2 年一遇	
	$H_{4\%}$（m）	$\overline{T}$（S）	$H_{4\%}$（m）	$\overline{T}$（S）	$H_{4\%}$（m）	$\overline{T}$（S）
N	5.2	9.4	4.8	8.9	3.3	6.7
NNE	5.4	9.6	5.0	9.1	3.3	6.6
NE	3.8	8.2	3.5	7.8	2.0	5.7
ENE	4.2	8.4	3.8	7.9	2.0	5.4
E	4.0	7.6	3.6	7.2	1.5	4.8
WNW	3.2	7.9	3.0	7.5	2.0	5.4
NW	5.4	8.4	5.0	8.1	2.7	6.3
NNW	5.3	8.9	4.9	8.5	3.3	6.6

4.1.2.3. 海流

2015 年 4 月 21 日-4 月 22 日（大潮期）和 2015 年 4 月 25 日-4 月 26 日（小潮期）中国海洋大学在工程附近海域分别进行了 6 个站位的海流观测，调查站位见下表及下图。

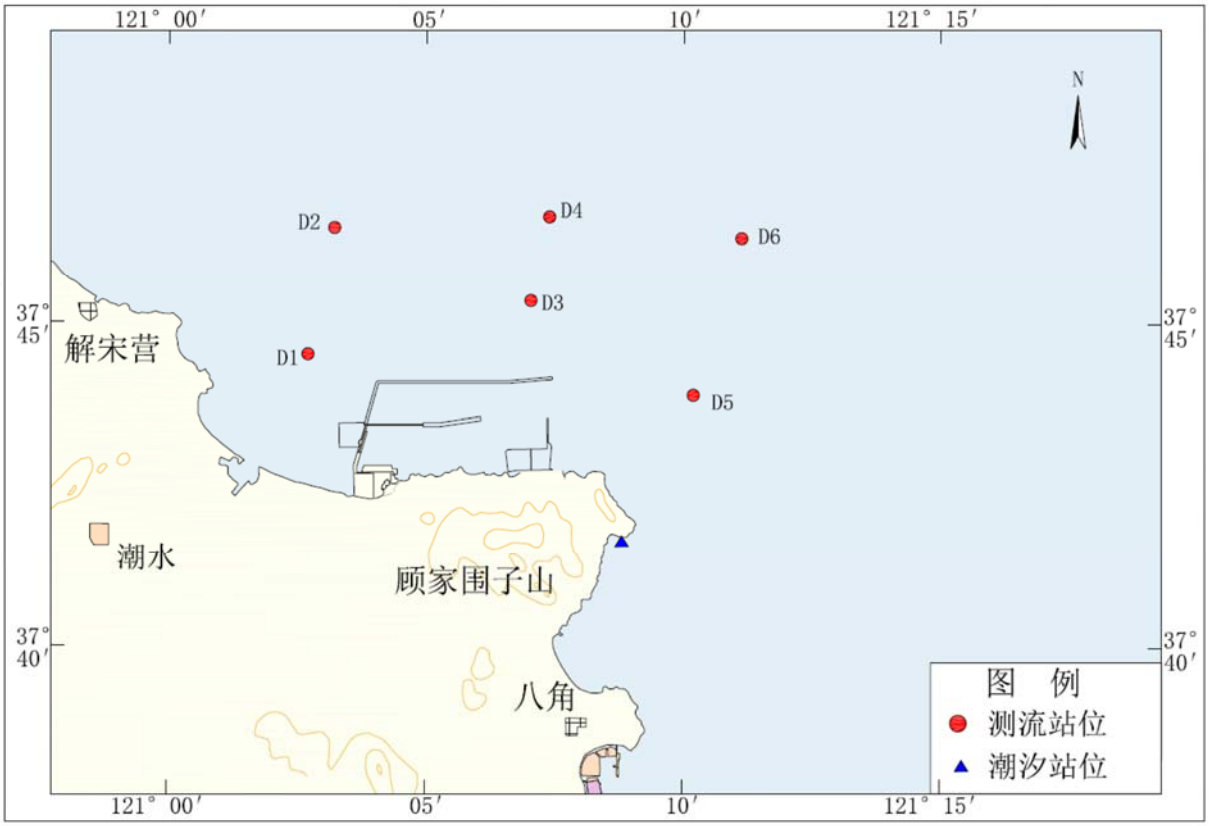


图 4.1-4 海流调查站位

表 4.1-8 海流观测站位表

站位	北纬	东经	潮时	观测层次
D1	37°44′29.90″	121°02′48.74″	大潮、小潮	表、中、底层
D2	37°46′27.59″	121°03′21.70″	大潮、小潮	表、中、底层
D3	37°45′16.94″	121°07′09.53″	大潮、小潮	表、中、底层
D4	37°46′35.07″	121°07′32.56″	大潮、小潮	表、中、底层
D5	37°43′47.08″	121°10′17.32″	大潮、小潮	表、中、底层
D6	37°46′12.59″	121°11′16.30″	大潮、小潮	表、中、底层

2）海流实测资料统计分析

2015 年 4 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。大潮期实测表层最大涨潮流流速 74.0cm/s、最大落潮流流速 116cm/s；中层最大涨潮流流速 72.7cm/s、最大落潮流流速 85.9cm/s；底层最大涨潮流流速 64.3cm/s、最大落潮流流速 81.4cm/s。

小潮期实测表层最大涨潮流流速 51.5cm/s、最大落潮流流速 76.7cm/s；中层最大涨潮流流速 47.6cm/s、最大落潮流流速 75.3cm/s；底层最大涨潮流流速 39.4cm/s、最大落潮流流速 58.8cm/s。

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 $K=（W_{O1}+W_{K1}）/W_{M2}$，其判别标准分别为：

$K\leq0.5$ 正规半日潮流

$0.5<K\leq2.0$ 不正规半日潮流

$2.0<K\leq4.0$ 不正规日潮流

$K>4.0$ 正规日潮流

其中 WO1、WK1、WM2 分别为 O1、K1、M2 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分析。

根据海流观测及分析结果，本区域潮流类型判别数在 0.51～1.98 之间。由此可见，该海区潮流类型属不正规半日潮流。

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（M2 和 S2）的运动形式即代表海区潮流的运动形式。反映潮流运动形式的参量为旋转率（亦称椭圆率）K′，其值为该分潮流椭圆短轴与椭圆长轴的比值，其符号有“+”、“－”之分，“+”表示分潮流为逆时针旋转，“－”则为顺时针旋转。

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 0.04~0.49 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。各站位 M2、S2 分潮流的椭圆长轴方向介于 103~353 之间，即潮流往复运动的主流向为 NW~SE 向。

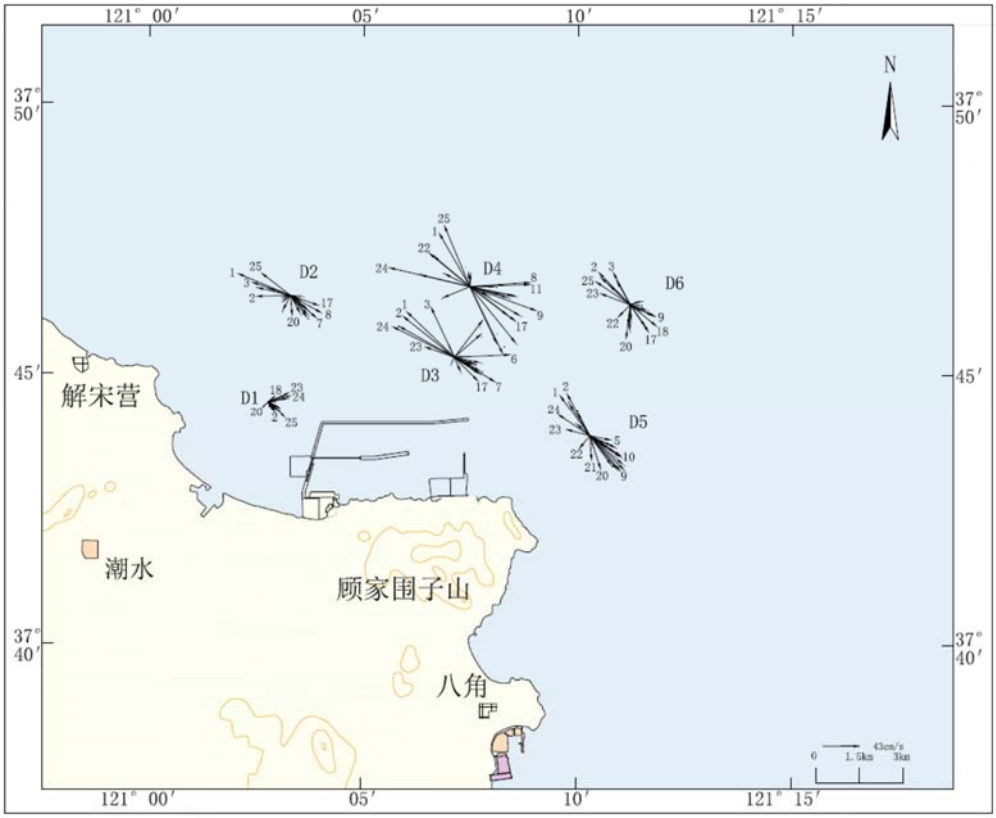


图 4.1-5 调查海域表层实测海流矢量图（小潮期）

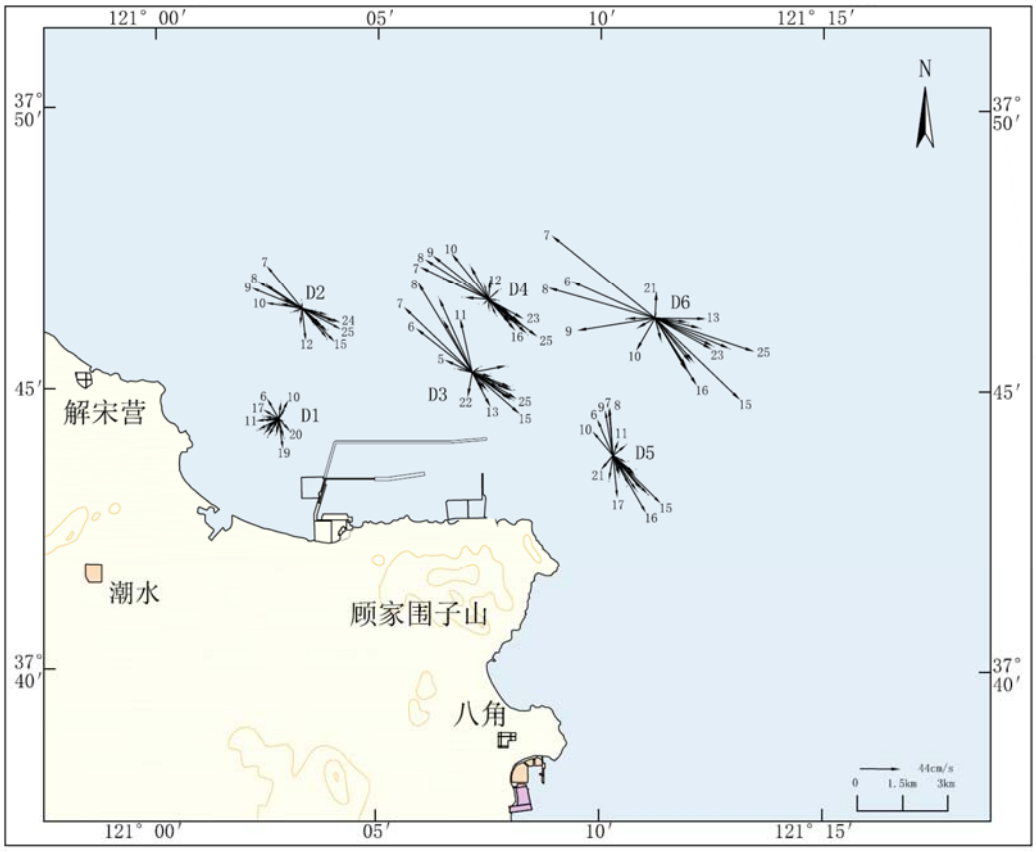


图 4.1-6 调查海域表层实测海流矢量图（大潮期）

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：

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

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

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

式中$\bar{V}_{M_S}$、$\bar{V}_{M_m}$和$\bar{V}_{M_n}$分别为大、中、小潮平均最大流速矢量；$\bar{W}_{M_2}$、$\bar{W}_{S_2}$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$\bar{V}_{\max}$按下式计算：

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

式中$\bar{W}_{M_4}$和$\bar{W}_{MS_4}$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。

根据潮流调和分析结果，计算得各站位潮流的大潮期间平均最大流速在 15.23~37.20 之间，中潮期间平均最大流速在 12.05~34.26 之间，小潮期间平均最大流速在 4.08~23.93 之间，各站可能最大流速为 34.31~125.42cm/s。

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，计算得工程附近海区潮流水质大潮期间的平均最大运移距离在 2.13~5.43km 之间，中潮期间的平均最大运移距离在 1.75~4.34km

之间，小潮期间的平均最大运移距离在 1.28~2.99km 之间。潮流水质点的可能最大运移距离介于 5.47~19.51km 之间。

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，2015 年调查海域余流流速在 0.2cm/s~14.6cm/之间。

4.1.3. 地形、地貌与工程泥沙

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。

拟建工程港区沿岸主要为基岩海岸，沿岸以低山丘陵台地为主，泥沙来源不甚丰富，主要是海岸侵蚀来沙和人为供沙。港区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。

根据国家海洋局第一海洋研究所观测资料分析，该海区近岸及岸滩泥沙较粗，海域平均含沙量为 46.6mg/L，如果所搬运的泥沙全部沉淀，每平方米也只有 46.9kg，即沉积厚度 2cm，实际情况可能仅有此值的三分之一左右。

总之，该海区泥沙来源很少、泥沙搬运沉积不甚活跃，近岸泥沙不会对建港构成危害。

4.1.4. 工程地质

4.1.4.1. 地基岩土构成及分布特征

根据中交一航院有限公司提供的《烟台港西港区原油码头二期工程地质勘察报告》（2019.05），勘察结果表明，勘察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等特征，对勘察深度内的土层进行了单元土体的划分，自上而下依次为：

人工填土层（Q_4^{ml}）：素填土（碎石）；

海相沉积层（Q_4^{m}）：①$_1$淤泥混砂；

海陆交互相沉积层（Q_4^{mc}）：②$_1$粉细砂、②$_2$粉细砂及②$_3$粗砾砂混卵石；

下伏基岩（粉子山群$Pt_{1-2}fz^{b}$）：④$_2$强风化白云岩、④$_3$强风化白云岩及

④$_4$中风化白云岩。现对各岩土层分布特征分别叙述如下：

各岩土层分布特征如下：

素填土（碎石）：灰白色、灰黄色，松散～稍密状，母岩以白云岩为主，以砂土状山皮土等填充，土质不均匀。碎石含量约为60%，碎石一般粒径2～7cm。该层仅在K18孔上部可见，层厚1.2m。平均圆锥动力触探试验击数修正值$N_{63.5}$=5.9击。

①$_1$淤泥混砂：灰色，灰褐色，流塑状，中塑性，混多量砂粒，含碎贝壳、角砾及圆砾，土质不均。该层主要分布在勘察区表层，断续分布，层厚0.1～2.5m不等。平均标贯击数N<1击。

上述第一大层层底高程在-27.68～-16.34m之间。

②$_1$粉细砂：灰色，灰褐色，松散～稍密状，土质不均，含少量粘粒、碎贝壳及圆砾。该层断续分布，厚薄不均，层厚0.3～6.2m不等。平均标贯击数N=5.0击。

②$_2$粉细砂：灰色，中密状，局部稍密状，土质不均，含少量粘粒、碎贝壳及圆砾。该层断续分布，仅在K9、K19～K22、K24、K25、K27、K31、K33、K34及K39钻孔中揭示，层厚0.4～3.6m不等。平均标贯击数N=20.8击。

②$_3$粗砾砂混卵石：灰色，灰褐色，中密状，土质不均，混多量圆砾、卵石，含量约40%，局部表现为粉细砂混卵石或粗砾砂混圆砾。该层断续分布，仅在K2、K16、K23、K24、K26、K28、K38及K44钻孔中可见，层厚0.2～2.6m不等。平均标贯击数N=19.8击，平均圆锥动力触探试验击数修正值$N_{63.5}$=16.0击。

上述第二大层层底高程在-28.38～-8.11m之间。

④$_2$强风化白云岩：灰白色，局部灰黄色，原岩结构可见，主要矿物成份为白云石，

风化强烈，岩芯多呈砂粒或角砾状，手掰易碎，遇水易软化崩解。该层断续分布，本次勘察深度范围内部分钻孔未能穿透该层，揭示厚度在0.4～4.3m不等，层顶高程在-28.37～-2.68m之间。平均标贯击数N>50击。

④$_3$强风化白云岩：灰白色，原岩结构大部分破坏，主要矿物成分为白云石，岩芯主要呈碎块状或短柱状，锤击易碎。该层分布较连续，本次勘察深度范围内大部分钻孔未能穿透该层，揭示厚度在0.2～4.2m不等，层顶高程在-28.48～+4.95m之间。平均标贯击数N>50击。

④$_4$中风化白云岩：灰白色，青灰色，变晶结构，块状构造，主要矿物成分为白云石，节理裂隙发育，岩芯主要呈短柱状，局部呈碎块状，锤击不易碎，岩芯采取率约60～90%，RQD约40%～70%。本次勘察深度范围内仅在部分钻孔揭示该层，且均未穿透该层，揭示层顶高程在-30.48～+4.15m之间。

4.1.4.2. 岩土工程评价

（1）场地稳定性与适宜性评价

根据区域地质资料，本场地位于蓬莱-威海断裂附近，距离场区东北方向约两公里处存在断裂，区域地壳稳定性一般；场地岸边为海蚀悬崖，存在岩溶、危岩和崩塌等不良地质体发育的工程地质条件及地形地貌条件；场地内存在软弱土层，且在 7 度地震作用下存在可液化土层；属抗震不利地段。

本次勘察所揭露的地层，土层层位和厚度比较稳定，表层土质多为流塑状淤泥混砂或松散状砂土，其下勘察深度范围内主要为中密～密实砂土和基岩。勘察深度范围内土层的性质依次表现出上部较松软，中部和下部中密～密实的宏观趋势，场地土性质随深度逐渐变好。

对于本工程的建设而言，通过对岸边海蚀悬崖进行填缝、上部削方减载、锚索、防护网和截排水等措施加固处理及对软弱土层与可液化土层的加固处理，以提高承载力和稳定性，消除或降低砂土液化，或者采用深基础型式均可达到满足工程建设需要的目的。

综上所述，本场地不存在难以治理的重大不良地质问题，故适宜于本工程建设。

（2）地基土性质分析与评价

1）①$_1$ 淤泥混砂，流塑状；②$_1$ 粉细砂主要呈松散～稍密状，上述土层承载力低，且②$_1$ 粉细砂为可液化土层，工程地质性质差。

2）②$_2$ 粉细砂与②$_3$ 粗砾砂混卵石主要呈中密状，断续分布，厚度较小，承载力一般，工程地质性质一般。

3）④$_2$ 强风化白云岩主要呈砂粒状，④$_3$ 强风化白云岩呈碎块状或短柱状，平均标贯击数 N>50 击，④$_4$ 中风化岩主要呈短柱状，锤击不易碎。以上各岩层为良好的基础持力层，但风化不均匀，使用时应加以注意。

（3）地基基础评价

本次勘察成果显示,该场地覆盖层总体较薄，一般在 0.0～7.6m 之间，下伏基岩工程地质条件较好，且岩面整体分布较平缓，呈由陆域往海域方向逐渐变低的趋势，因此建议原油码头与水域栈桥采用重力式基础型式，但应注意风化不均匀的特点。栈桥接岸区域存在大面积的裸露礁石，地形起伏较大，建议选择桩基础型式，桩型选择灌注桩。④$_2$ 强风化白云岩及其以下各岩层可根据设计要求选作本工程的础持力层。

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。台风路经本区时，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。

根据烟台港 1972～1979 年的统计资料分析：七年中大风增水 43 次，大风减水 127 次。本海域显著增水主要受冷空气大风（主导风向 NE）和台风引起。如受 7203 号台风影响，龙口港出现历史最高水位 3.19 m。本海域显著减水主要在偏西北向大风（主导风向 NW）作用下产生的，如 1969 年和 1971 年减水极值都超过 1.50 m。

（3）寒潮

多年资料统计，每年 11 月～翌年 3 月为寒潮出现季节，平均每年 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。

烟台市东部沿海地区地处开敞海域，一般无海冰灾害出现；西部莱州湾等海域受水深较浅、湾口狭窄、寒潮频发等因素影响，在冬季常出现冰情。常年莱州湾海冰初冰期为 12 月中旬，终冰期为 2 月末，结冰范围为 15~35 海里，冰厚为 15~25 厘米，最大冰厚 45 厘米。近 5 年来，2007-2008 年冬季、2008-2009 年冬季莱州湾冰情偏轻（2.5 级）；2006-2007 年冬季为轻冰年（1 级），是自有历史记录以来最轻的年份，莱州湾除河口浅滩外基本无海冰。而 2005-2006 年冬季和 2009-2010 年冬季莱州湾则出现了严重冰情。2005 年 12 月 4 日莱州市近海便进入了初冰期，于 2005 年底进入盛冰期，2006

年 1 月 7 日开始封冻，冰期较往年提前约半个月。莱州湾东部更是形成了自 1969 年以来面积最大的一次固定冰，其分布区域西起胶莱河口，东至莱州刁龙嘴港，长约 80km，宽 km。冰层最宽处延伸至芙蓉岛以外，宽度达 14km。冰层厚 10cm 以上，最厚处达到 50cm。在莱州市海庙后海域，固定冰宽度达 2000m，之外仍有大量流冰。

而 2009-2010 年冬季受冷空气长时间持续影响，渤海及黄海北部等水域将出现大面积结冰现象，形成了 30 年来同期最重冰情。截至 2010 年 1 月 12 日，渤海海冰分布面积已经发展到 30000km^2，占整个海区面积的近 40%。往年无冰情的芝罘岛附近海域也出现了厚度约 10cm 的浮冰。2010 年 1 月-2 月中旬莱州湾浮冰范围 15~25 海里，一般冰厚 5~10cm，最大冰厚 20cm，以尼罗冰、灰冰为主。据中国海事局烟台溢油应急中心公布的卫星遥感分析结果显示，2010 年 1 月 21 日莱州湾浮冰最大外缘线约为 35 海里，冰厚大约为 10~20cm，航道内有浮冰存在。2 月下旬天气开始回暖，莱州湾冰情得到了明显缓解。对港口营运未造成影响。2012 年 2 月，莱州湾出现海冰，海冰分布面积约为 3636km^2，烟台各港区除莱州海庙港、朱旺渔港岸边水深不足 3m 处有厚度 7cm 左右的浮冰外，其他港区及通航水域未发现海冰，烟台辖区船舶往来一切正常。

（7）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。

本工程区域地震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.1g。

4.2. 水文动力环境现状调查与评价

4.2.1. 潮汐

2017 年 12 月 19 日至 20 日（大潮期）、2017 年 12 月 27 日至 28 日（小潮期）中国海洋大学在工程附近海域布设了 1 个潮位观测站。潮位特征以平均海平面作为潮位特征值的基准面。大潮潮差 2.12m，小潮潮差 1.87m。

4.2.2. 海流

4.2.2.1. 站位布设

2017 年 12 月 19 日至 20 日（大潮期）、2017 年 12 月 27 日至 28 日（小潮期）中国海洋大学在工程附近海域布设了 6 个海流观测站位；2020 年 3 月 24 日-3 月 25 日（大潮期）中国海洋大学在工程附近海域布设了 6 个海流观测站位，进行大潮期单日海流同步观测，观测时间为 3 月 24 日 18 时至 3 月 25 日 20 时。

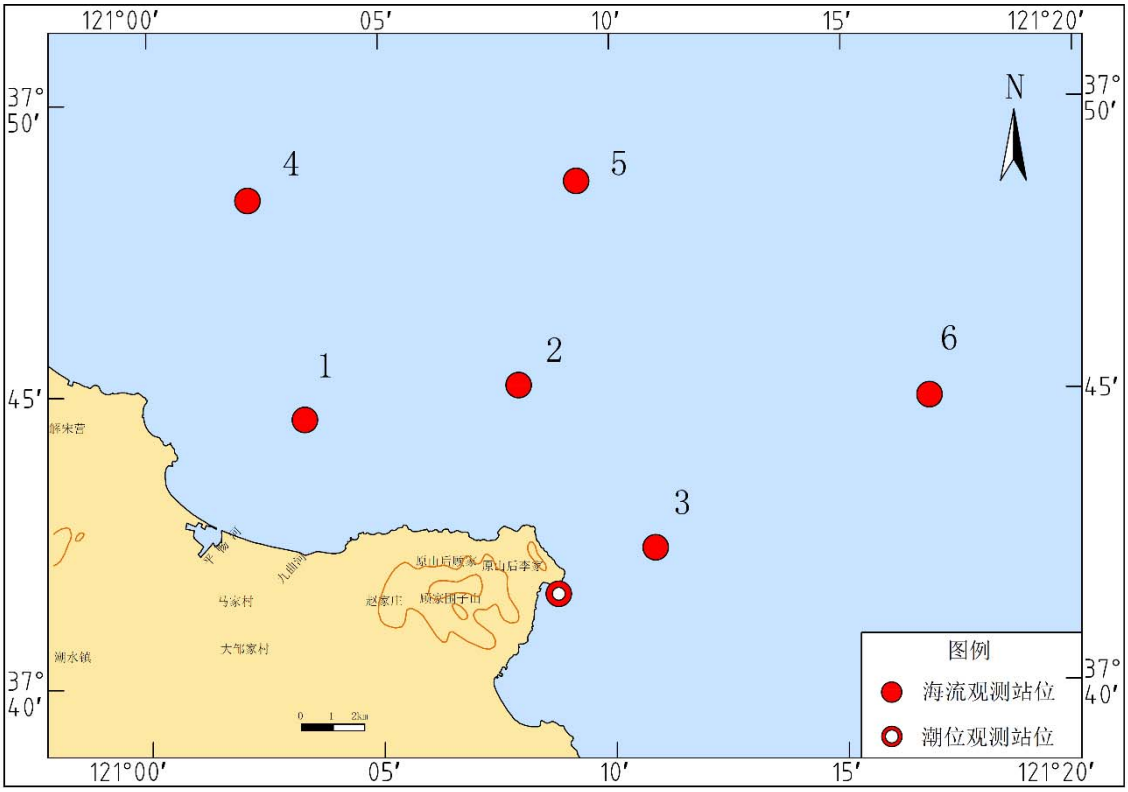


图 4.2-1 海流观测站位图（2017.12、2020.3）

表 4.2-1 海流观测站位表（2017.12、2020.3）

站位	北纬	东经
1	37° 44′ 35.445″	121° 03′ 20.793″
2	37° 45′ 08.715″	121° 07′ 57.961″
3	37° 42′ 20.160″	121° 10′ 52.906″
4	37° 48′ 20.999″	121° 02′ 09.410″
5	37° 48′ 37.645″	121° 09′ 15.748″
6	37° 44′ 53.880″	121° 16′ 49.694″

4.2.2.2. 海流实测资料统计分析

（1）2017.12 月海流实测资料统计分析

1）大潮期结果

①该海域潮流运动形式以往复流为主，1~6 站点表层、中层、底层平均流速分别介于 21.24 ~45.44 cm/s、12.90~36.57 cm/s、9.91~20.56 cm/s 之间；涨潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 33.40~52.61 cm/s、23.69 ~41.20cm/s、14.46~31.90cm/s 之间，落潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 51.06~126.1cm/s、19.53 ~117.76 cm/s、14.29~86.67cm/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 51.34cm/s，对应流向为 104.10°，落潮时表层最大流速出现在 2 号站位，最大流速为 126.08cm/s，对应流向为 289.70°；涨潮时中层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 42.37cm/s，对应流向为 316.4°，落潮时中层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 117.76cm/s，对应流向 324.20°；涨潮时底层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 31.90cm/s，对应流向为 99.50°，落潮时底层最大流速出现在 6 号站，最大流速为 86.7cm/s，对应流向 142.2°。

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。

2）小潮期结果

①该海域潮流运动形式以往复流为主，1~6 站点表层、中层、底层平均流速分别介于 12.06~21.05 cm/s、5.38~22.84 cm/s、7.49~18.93 cm/s 之间；涨潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 24.0~43.2 cm/s、9.19~36.61 cm/s、15.0~41.0cm/s 之间，落潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 21.8~56.0cm/s、9.53~48.96cm/s、12.4~27.5cm/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 6 站，最大流速为 43.2cm/s，对应流向为 305.4°，落潮时表层最大流速出现在 2 站，最大流速为 56.02cm/s，对应流向为 299.40°；涨潮时中层最大流速出现在 4 站，最大流速为 36.61cm/s，对应流向为 131.80°，落潮时中层最大流速出现在 2 站，最大流速为 48.96cm/s，对应流向 304.60°；涨潮时底层最大流速出现在 6 站，最大流速为 41.0 cm/s，对应流向为 299.5°，落潮时底层最大流速出现在 6 站，最大流速为 28.9cm/s，对应流向 301.2°。

③从涨落潮流速看，该工程海域小潮期为涨潮流速小于落潮流速。

④从流速矢量图来看，整体表现为流速随着深度的增加而降低。涨潮流流向主要集中出现在偏东南向，落潮流流向主要集中出现在西北向。

表 4.2-2　2017 年 12 月大潮海流观测特征值单位：流速（cm/s）、流向（°）

时间	测站	平均流速			涨潮						落潮					
		表层	中层	底层	表层		中层		底层		表层		中层		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	流速	流速	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
2017 年 12 月 19~20 日	1	22.54	12.90	12.62	41.45	130.10	23.69	287.4	18.10	307.80	51.06	285.9	51.06	285.9	17.20	317.6
	2	45.44	36.57	15.61	51.34	104.10	42.37	316.4	14.46	114.10	126.1	289.7	117.76	324.20	86.67	142.2
	3	21.24	18.79	15.44	33.40	313.90	32.10	297.40	17.90	340.80	54.50	338.5	19.53	303.90	34.70	332.4
	4	34.89	29.73	10.11	52.61	134.20	40.17	291.80	16.05	112.70	78.17	306.0	78.54	291.00	14.29	325.0
	5	33.03	26.37	9.91	49.97	126.00	37.52	119.40	17.54	75.80	89.08	322.8	53.43	308.70	19.17	123.9
	6	28.25	27.56	20.56	41.00	326.70	41.20	125.30	31.90	99.50	75.60	321.5	66.20	321.80	51.70	301.6

表 4.2-3　2017 年 12 月小潮海流观测特征值单位：流速（cm/s）、流向（°）

时间	测站	平均流速			涨潮						落潮					
		表层	中层	底层	表层		中层		底层		表层		中层		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	流速	流速	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
2017 年 12 月 27~28 日	1	12.85	5.38	7.73	24.0	116.2	9.19	188.10	18.8	164.0	26.4	259.3	9.53	206.80	12.4	232.2
	2	21.05	22.84	7.77	33.0	123.3	25.27	128.40	15.0	251.7	56.0	299.4	48.96	304.60	15.6	36.6
	3	12.06	16.20	12.30	25.9	197.8	24.40	185.20	20.0	115.4	21.8	44.7	26.60	339.40	19.2	342.4
	4	18.15	18.86	8.69	24.8	137.3	36.61	131.80	14.9	325.1	45.2	281.5	44.20	44.20	14.3	287.9
	5	19.44	18.98	7.49	25.6	146.0	24.67	287.00	20.9	184.7	48.3	308.4	24.67	287.00	12.9	249.2
	6	20.60	-	18.93	43.2	305.4	-	-	41.0	299.5	31.6	298.6	-	-	28.9	301.2

（2）春季海流实测资料统计分析

2020 年 3 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。2020 年 3 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 5.1.2-2 所示，海流矢量图如图 5.1.2-2 所示。

①该海域潮流运动形式以往复流为主，1~6 站点表层、中层、底层平均流速分别介于 16.87 ~33.42 cm/s、17.36~30.73cm/s 、12.37~25.75 cm/s 之间；涨潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 29.00~67.5 cm/s、25.14~57.20cm/s、24.01~46.70cm/s 之间，落潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 30.32~54.0cm/s、32.71~59.50 cm/s、21.14~52.3cm/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 5 号站位，最大流速为 67.5cm/s，对应流向为 111.5°，落潮时表层最大流速出现在 2 号站位，最大流速为 54.0cm/s，对应流向为 303.5°；涨潮时中层最大流速出现在 5 号站，最大流速为 57.2cm/s，对应流向为 126.6°，落潮时中层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 59.5cm/s，对应流向 303.5°；涨潮时底层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 46.7cm/s，对应流向为 144.8°，落潮时底层最大流速出现在 2 号站，最大流速为 52.3cm/s，对应流向 315.8°。

③该工程海域整体表现为涨潮流速略大于落潮流速；从涨、落潮最大流速看，各站位表层最大流速大于底层最大流速。

表 4.2-4 各站各层实测涨、落潮流最大海流流速及流向表（2020 年 3 月）

项目 站位	层位	落潮流		涨潮流		平均	
		流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）
1	表层	281.6	30.83	116.4	31.04	191.1	16.87
	中层	275.9	34.79	117.5	25.14	188.1	17.36
	底层	229	21.14	91.2	24.01	198.2	12.37
2	表层	303.5	54	127.7	58.4	209.6	33.42
	中层	315.9	59.5	128.3	47.8	215.6	30.73
	底层	315.8	52.3	144.8	46.7	206.4	25.75
3	表层	353.7	36.52	175.5	34.41	168.3	21.19
	中层	358.6	32.71	186.5	31.25	155.0	19.80
	底层	344.5	30.62	205.1	31.89	199.5	19.98
4	表层	323.6	42.12	118.6	53.88	213.4	31.07
	中层	316.7	46.33	123.2	56.28	218.7	30.39
	底层	306.3	36.98	101.2	33.95	218.1	19.93
5	表层	317.2	46.6	111.5	67.5	200.4	27.62
	中层	298.6	43.3	126.6	57.2	205.0	27.14
	底层	142.4	34.2	144.8	32.5	225.9	19.24
6	表层	345.1	30.32	127.9	29	200.0	18.69

	中层	322.4	35.08	146.2	32.14	198.1	19.53
	底层	317.5	31.35	165.8	26.51	227.1	15.27

4.2.2.3. 潮流特征分析

1、春季水文动力调查结果分析

（1）潮流性质

《港口与航道水文规范》中规定，潮流通常分为规则半日潮流、不规则半日潮流、不规则日潮流及规则日潮流。潮流性质判别依据为 $K=(W_{O1}+W_{K1}) / W_{M2}$，其判别标准分别为：

$K\leq0.5$ 规则半日潮流 $0.5<K\leq2.0$ 不规则半日潮流

$2.0<K\leq4.0$ 不规则日潮流 $K>4.0$ 规则日潮流

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

根据 2020 年 3 月大潮期调查资料，1~6 站位中，只有 1、4、6 号站底层和 5 号站中层、底层 K 值大于 0.5，小于 2.0（见下表）；大部分站位层位 K 值小于 0.5，所以工程所处海域主要为规则半日潮流。

表 4.2-5 2020 年 3 月潮流性质判别系数（大潮）

项目＼站位号	1	2	3	4	5	6
表层	0.21	0.34	0.42	0.29	0.45	0.31
中层	0.30	0.37	0.34	0.44	0.78	0.42
底层	0.52	0.29	0.37	0.51	0.61	0.51

（2）潮流运动形式

潮流的运动形式取决于本海区主要分潮流的椭圆要素。本海区的潮流为半日潮流，主要半日分潮流（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。

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

根据 2020 年 3 月大潮期调查资料，经计算，1~6 号站位的 M_2 分潮流的椭圆率 $|K'|$ 值均小于 0.5，潮流运动形式为典型的往复流（见下表）。所有站位椭圆率为基本为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。

表 4.2-6　2020 年 3 月各站各层 M_2 分潮流的 K'值表（大潮期）

项目＼站位号		1	2	3	4	5	6
K'值	表层	-0.05	-0.01	-0.02	-0.16	-0.24	-0.37
	中层	-0.14	-0.07	0.07	-0.03	-0.3	-0.28
	底层	-0.14	-0.02	-0.08	0.16	-0.1	-0.26

（3）潮流的平均最大流速和可能最大流速

《港口与航道水文规范》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，平均最大流速按下式计算：

$$\vec{V}_{M_N} = \vec{W}_{M_2} - \vec{W}_{S_2} \qquad \vec{V}_{M_S} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} \qquad \vec{V}_{M_M} = \vec{W}_{M_2}$$

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

根据 2020 年 3 月大潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的平均最大流速的量值与方向（见下表）。由表可以看出，平均最大流速以 2 号站的表层流速最大，可达 50.00cm/s，流向为 134.13°。

表 4.2-7　2020 年 3 月平均最大潮流速度统计（大潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）
2020 年 3 月大潮期	1	15.58	100.56	15.45	101.52	10.32	112.40
	2	50.00	134.13	49.25	135.64	23.49	132.61
	3	18.40	167.86	17.31	169.26	17.37	168.87
	4	48.07	128.88	27.83	130.57	17.21	132.96
	5	22.61	129.58	34.92	135.79	16.88	133.93
	6	27.40	142.85	29.04	143.83	22.29	152.32

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 2020 年 3 月大潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的可能最大流速的量值与方向（见下表）。由表可以看出，可能最大流速以 4 号站的表层流速最大，可达 74.87cm/s，流向为 137.31°。

表 4.2-8　2020 年 3 月可能最大潮流速度统计（大潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）
2020 年 3 月大潮期	1	25.78	117.22	21.46	116.24	17.43	92.68
	2	65.65	120.53	69.52	133.57	30.18	128.70
	3	18.19	173.21	16.21	161.85	14.89	167.16
	4	74.87	137.31	22.02	109.05	10.92	124.86
	5	17.11	164.80	68.41	131.09	5.64	151.65
	6	40.18	146.45	49.75	150.30	36.18	158.86

（4）潮流水质点的运移距离

潮流水质点的运移距离有平均最大距离和可能最大距离之分。

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

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

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

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

规则半日潮流海区，水质点的可能最大运移距离采用下列公式：

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

对于规则全日潮流海区，水质点的可能最大运移距离采用下列公式：

$$\bar{L}_{\max} = 142.3\bar{W}_{M_2} + 137.5\bar{W}_{S_2} + 460.8\bar{W}_{K_1} + 432.0\bar{W}_{O_1}$$

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

根据 2020 年 3 月大潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的水质点平均最大运移距离的量值与方向见下表。各站位表层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站最大，最大为 7.06km，方向为 134.13°；各站位中层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站最大，最大为 6.96km，方向为 135.64°；各站位底层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站最大，最大为 3.38km，方向为 132.61°。

表 4.2-9　2020 年 3 月各站位平均最大运移距离统计（大潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		距离(km)	方向(°)	距离(km)	方向(°)	距离(km)	方向(°)
2020年3月大潮期	1	2.24	100.56	2.23	101.52	1.49	112.40
	2	7.06	134.13	6.96	135.64	3.38	132.61
	3	2.65	167.86	2.49	169.26	2.50	168.87
	4	6.79	128.88	4.01	130.57	2.48	132.96
	5	3.26	309.58	4.93	135.79	2.43	133.93
	6	3.87	142.85	4.10	143.83	3.15	152.32

（4）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。由下表可以看出 2020 年 3 月大潮期余流值在 0.4～6.9cm/s 之间，4 号站表层余流流速最大，为 6.9cm/s，流向分别为 92.4°；1 号站底层余流流速最小，为 0.4cm/s，流向为 127.3°。

表 4.2-10　2020 年 3 月大潮期各站位余流分布特征

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速(cm/s)	方向(°)	流速(cm/s)	方向(°)	流速(cm/s)	方向(°)
2020年3月大潮期	1	2.2	176.0	2.9	198.3	0.4	127.3
	2	4.6	332.2	4.1	34.0	2.5	15.5
	3	3.8	121.4	4.2	116.8	2.0	93.5
	4	6.9	92.4	3.8	105.3	2.1	279.2
	5	3.1	35.8	5.6	154.3	3.9	223.7
	6	2.5	75.8	2.8	197.5	4.1	245.1

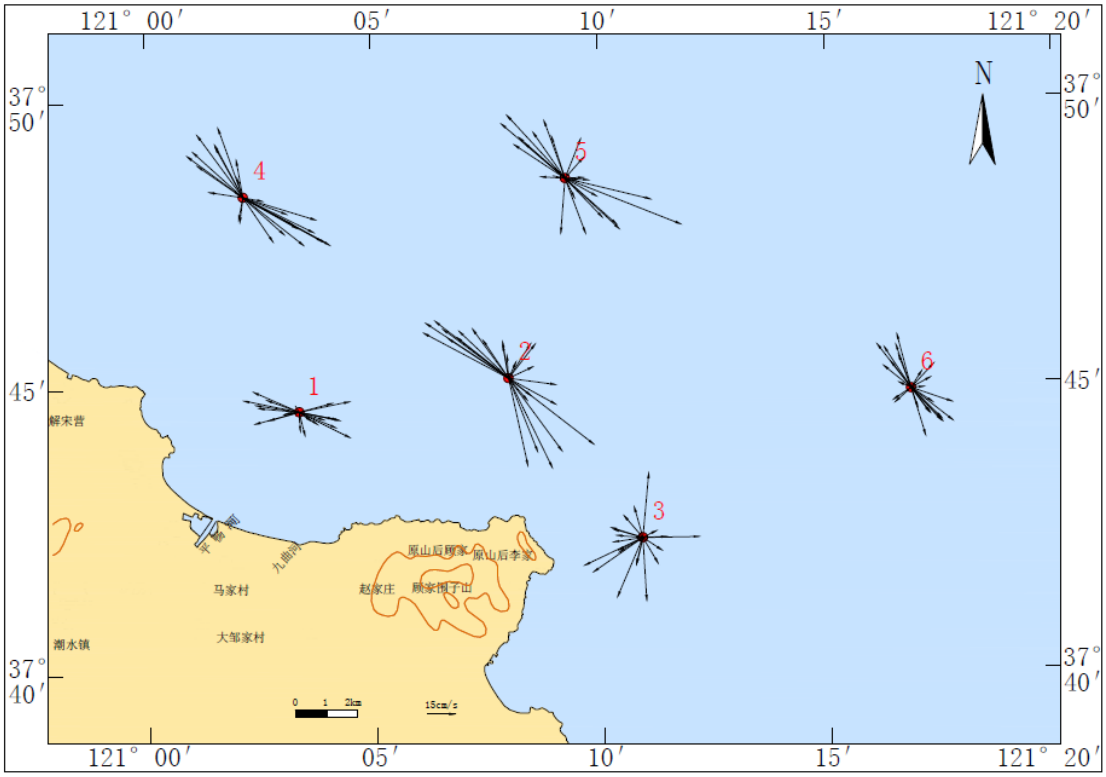


图 4.2-2　　2020 年 3 月海流观测矢量图（表层）

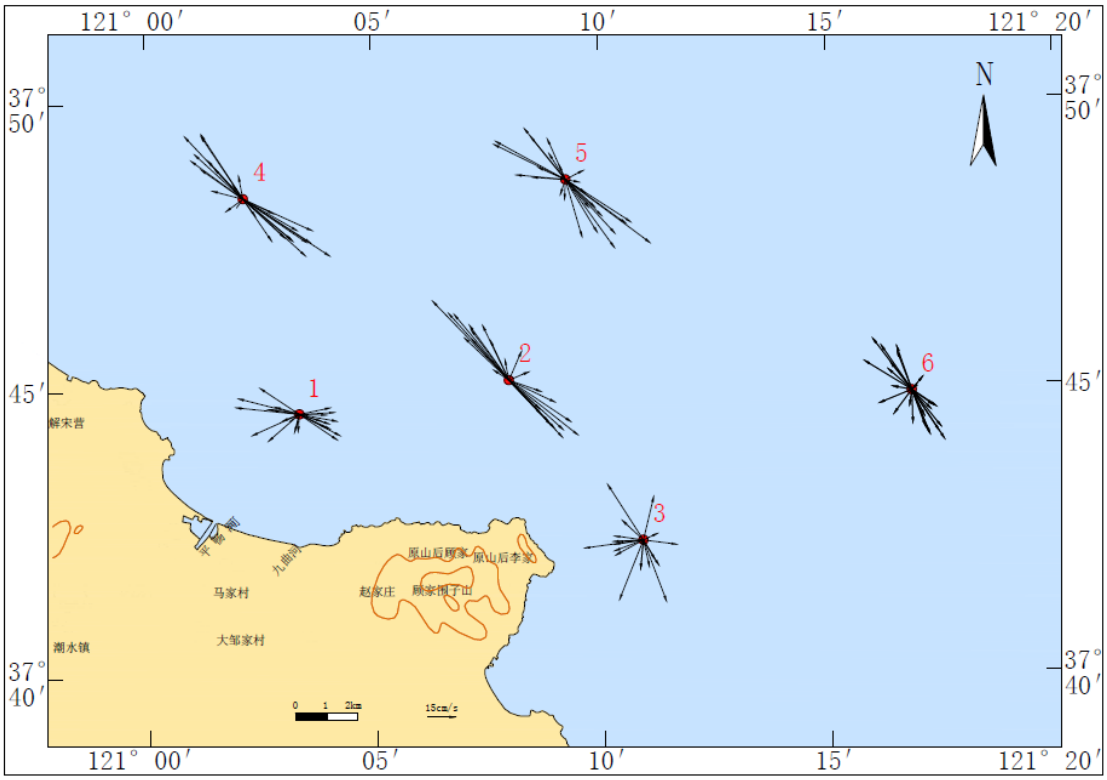


图 4.2-3　　2020 年 3 月海流观测矢量图（中层）

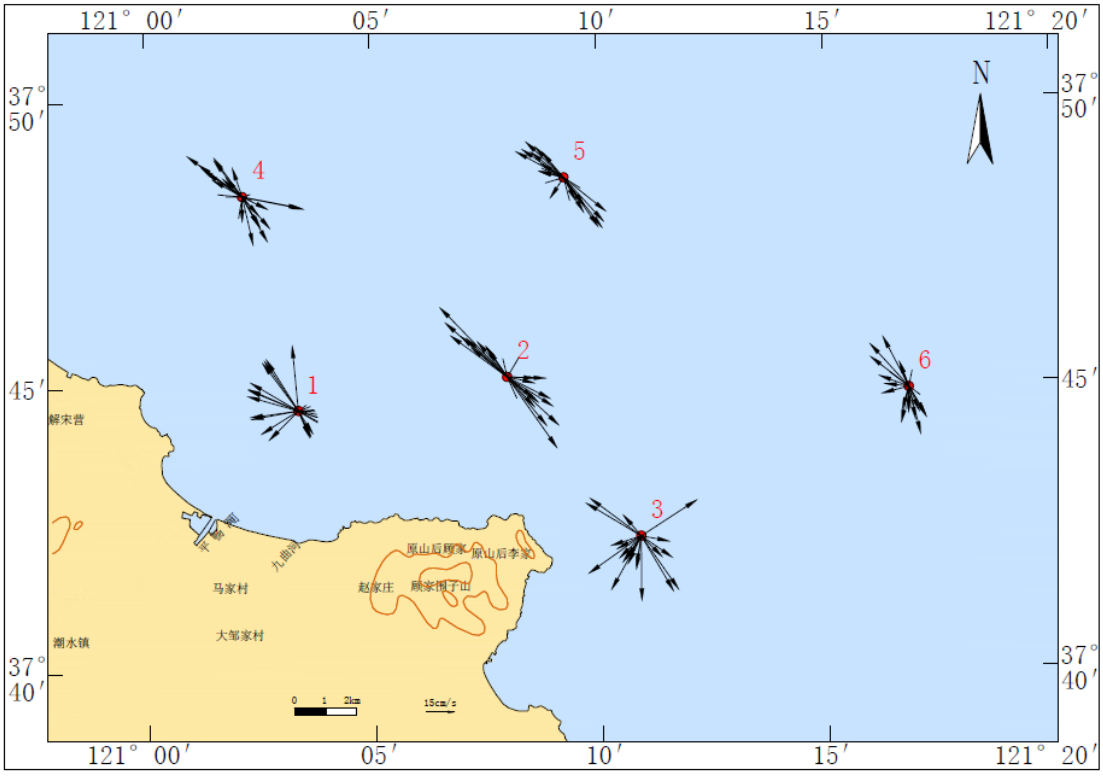


图 4.2-4　　2020 年 3 月海流观测矢量图（底层）

（4）小结

调查资料显示：涨潮流流向主要集中出现在偏东南向，落潮流流向主要集中出现在西北向，整体表现为流速随着深度的增加而降低。

2020 年 3 月大潮期调查大部分站位层位 K 值小于 0.5，所以工程所处海域主要为规则半日潮流。绝大多数站位的 M_2 分潮流的椭圆率 $|K'|$ 值都小于 0.5，潮流运动形式为典型的往复流，所有站位椭圆率为基本为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。

2.冬季水文动力调查结果分析

（1）2017 年 12 月调查结果分析

《港口与航道水文规范》中规定，潮流通常分为规则半日潮流、不规则半日潮流、不规则日潮流及规则日潮流。潮流性质判别依据为 $K=(W_{O1}+W_{K1}) / W_{M2}$，其判别标准分别为：

$K\leq0.5$ 规则半日潮流　$0.5<K\leq2.0$ 不规则半日潮流

$2.0<K\leq4.0$ 不规则日潮流　$K>4.0$ 规则日潮流

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

根据 2017 年 12 月大潮期调查资料，1~6 站位中，只有 5 个层位 K 值大于 2，显示为不规则全日潮，大部分站位 $0.5<K\leq2.0$，所以工程所处海域主要为不规则半日潮流。

根据 2017 年 12 月小潮期调查资料，1~6 站位中，14 个层位的 K 值小于等于 0.5，3 个站位 $0.5<K\leq2.0$，所以工程所处海域主要为规则半日潮流。

表 4.2-11　2017 年 12 月潮流性质判别系数 $(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}$（大潮）

站位号 项目	1	2	3	4	5	6
表层	0.96	1.52	2.48	1.43	1.90	1.91
中层	2.80	1.63	1.79	1.46	1.80	1.95
底层	3.63	2.81	1.82	1.58	1.72	2.05

表 4.2-12　2017 年 12 月潮流性质判别系数 $(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}$（小潮）

站位号 项目	1	2	3	4	5	6
表层	0.50	0.39	0.47	0.42	0.45	0.41
中层	0.29	0.39	0.41	0.45	0.46	-
底层	1.01	0.47	0.48	0.90	0.85	0.28

（2）潮流运动形式

潮流的运动形式取决于本海区主要分潮流的椭圆要素。本海区的潮流为半日潮流，主要半日分潮流（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。

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

根据 2017 年 12 月大潮期调查资料，经计算，除 1 号站中底层大于 0.5 外，站位的 M_2 分潮流的椭圆率$|K'|$值均小于 0.5，潮流运动形式为典型的往复流。所有站位椭圆率为基本为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。

根据 2017 年 12 月小潮期调查资料，经计算，所有站位 M_2 分潮流的椭圆率$|K'|$值都小于 0.5，整体海域潮流运动形式为典型的往复流。大部分站位椭圆率为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转为主。

表 4.2-13　2017 年 12 月各站各层 M2 分潮流的 K’值表（大潮期）

项目＼站位号		1	2	3	4	5	6
K’值	表层	0.07	-0.09	-0.12	0.02	-0.27	-0.27
	中层	0.53	-0.11	-0.19	-0.05	-0.29	-0.29
	底层	0.76	-0.13	-0.2	0.1	-0.31	-0.31

表 4.2-14　2017 年 12 月各站各层 M2 分潮流的 K’值表（小潮期）

项目＼站位号		1	2	3	4	5	6
K’值	表层	-0.01	-0.17	-0.47	0.02	-0.19	-0.12
	中层	0.02	-0.12	-0.03	0	-0.19	-
	底层	0.31	0.25	0.19	0.04	-0.24	-0.11

（3）潮流的平均最大流速和可能最大流速

《港口与航道水文规范》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，平均最大流速按下式计算：

$$\vec{V}_{M_N} = \vec{W}_{M_2} - \vec{W}_{S_2} \qquad \vec{V}_{M_S} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} \; \vec{V}_{M_M} = \vec{W}_{M_2}$$

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

根据 2017 年 12 月大潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的平均最大流速的量值与方向。由表可以看出，平均最大流速以 2 号站的表层流速最大，可达 61.43cm/s，流向为 247.65°。

表 4.2-15　2017 年 12 月平均最大潮流速度统计（大潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）
2017 年 12 月大潮期	1	31.94	248.34	7.51	255.76	3.12	314.07
	2	61.43	247.65	42.07	243.68	5.60	252.96
	3	19.13	203.15	21.86	191.34	15.75	192.01
	4	44.44	228.19	36.20	232.31	8.95	245.96
	5	31.94	248.34	7.51	255.76	3.12	314.07
	6	29.66	219.23	27.93	219.17	17.56	221.79

根据 2017 年 12 月小潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的平均最大流速的量值与方向。由表可以看出，平均最大流速以 2 号站的表层流速最大，可达 56.18 cm/s，流向为 294.32°。

表 4.2-16　2017 年 12 月平均最大潮流速度统计（小潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）
2017 年 12 月小潮期	1	24.66	288.40	3.50	251.20	7.54	297.18
	2	56.18	294.32	47.28	293.43	9.71	285.61
	3	17.73	349.41	30.22	320.74	22.70	332.91
	4	38.63	306.25	39.12	309.94	4.44	195.01
	5	31.94	248.34	7.51	255.76	3.12	314.07
	6	36.74	312.84			38.66	314.95

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：

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

对规则全日潮流海区可按下式计算：

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

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 2017 年 12 月大潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的可能最大流速的量值与方向。由表可以看出，可能最大流速以 2 号站的表层流速最大，可达 150.50cm/s，流向为 241.22°。

根据 2017 年 12 月小潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的可能最大流速的量值与方向。由表可以看出，可能最大流速以 2 号站的表层流速最大，可达 88.87 cm/s，流向为 292.08°。

表 4.2-17　2017 年 12 月可能最大潮流速度统计（大潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）
2017 年 12 月大潮期	1	68.61	252.03	15.34	267.24	5.09	262.81
	2	150.50	241.22	106.40	238.60	16.61	223.18
	3	61.23	201.36	56.80	201.83	43.07	201.65
	4	40.76	228.94	30.61	228.14	21.70	228.31
	5	36.47	215.54	21.84	220.33	5.77	239.39
	6	23.35	208.70	23.68	217.77	12.69	193.55

表 4.2-18　2017 年 12 月可能最大潮流速度统计（小潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）	流速（cm/s）	流向（°）
2017 年 12 月小潮期	1	40.85	289.21	6.57	334.44	9.24	270.01
	2	88.87	292.08	83.70	292.69	10.00	350.00
	3	19.22	325.46	42.08	315.57	37.21	329.57
	4	68.50	296.48	72.60	303.45	9.58	195.37
	5	64.94	313.78	63.18	316.57	8.41	280.77
	6	52.33	307.44	-	-	62.49	311.43

（4）潮流水质点的运移距离

潮流水质点的运移距离有平均最大距离和可能最大距离之分。

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

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

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

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

规则半日潮流海区，水质点的可能最大运移距离采用下列公式：

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

对于规则全日潮流海区，水质点的可能最大运移距离采用下列公式：

$$\bar{L}_{\max} = 142.3\bar{W}_{M_2} + 137.5\bar{W}_{S_2} + 460.8\bar{W}_{K_1} + 432.0\bar{W}_{O_1}$$

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

根据 2017 年 12 月大潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的水质点平均最大运移距离的量值与方向见下表。各站位表层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站最大，最大为 8.68km，流向为 247.65°；各站位中层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站最大，最大为 5.94km，流向为 243.68°；各站位底层潮流水质点平均最大运移距离，以 6 站最大，最大为 2.48 km，流向为 221.79°。

表 4.2-19　2017 年 12 月各站位平均最大运移距离统计（大潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		距离(km)	流向	距离(km)	流向	距离(km)	流向
2017 年 12 月大潮期	1	4.51	248.34	1.06	255.76	0.45	314.07
	2	8.68	247.65	5.94	243.68	0.79	252.96
	3	2.70	203.15	3.09	191.34	2.22	192.01
	4	6.28	228.19	5.11	232.31	1.26	245.96
	5	5.36	221.90	3.69	230.77	0.89	269.51
	6	4.19	219.23	3.94	219.17	2.48	221.79

根据 2017 年 12 月小潮期调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的水质点平均最大运移距离的量值与方向见下表。各站位表层潮流水质点平均最大运移距离，以 2 站最大，最大为 7.93km，流向为 294.32°；各站位底层潮流水质点平均最大运移距离，以 6 站最大，最大为 5.46km，流向为 314.59°。

表 4.2-20　2017 年 12 月各站位平均最大运移距离统计（小潮期）

时间	测站	表层		中层		底层	
		距离(km)	流向	距离(km)	流向	距离(km)	流向
2017 年 12 月小潮期	1	3.48	288.40	0.49	251.20	1.06	297.18
	2	7.93	294.32	6.68	293.43	1.37	285.61
	3	2.50	349.41	4.27	320.74	3.21	332.91
	4	5.46	306.25	5.53	309.94	0.64	195.02
	5	5.14	318.09	4.97	318.50	0.77	304.84
	6	5.19	312.84	-	-	5.46	314.95

（5）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。由下表可以看出 2017 年 12 月大潮期余流值在 1.2～11cm/s 之间，2/4 站表层余流流速最大，为 11cm/s，流向分别为 309.7°、263.1°，5 站底层余流流速最小，为 1.2cm/s。流向为 93.6°。

表 4.2-21　2017 年 12 月大潮期各站位余流分布特征

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速(cm/s)	方向(°)	流速(cm/s)	方向(°)	流速(cm/s)	方向(°)
2017 年 12	1	8.7	167.9	2.9	197.1	3.7	144.5
	2	11	309.7	7.4	338.7	6.3	78.9
	3	9.4	312.3	6.3	317.5	5.5	321.5

月大潮期	4	11	263.1	11.9	271.5	1.4	128.3
	5	9.4	315.2	8.1	319.4	1.2	93.6
	6	10	312.8	8.7	310.7	7	282.1

由下表可以看出 2017 年 12 月小潮期余流值在 0.5～13.1cm/s 之间，2 号站表层余流流速最大，为 13.1cm/s，流向为 319.8°。

表 4.2-22　　2017 年 12 月小潮期各站位余流分布特征

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速(cm/s)	方向(°)	流速(cm/s)	方向(°)	流速(cm/s)	方向(°)
2017 年 12 月小潮期	1	3.7	199.5	0.8	208.8	0.5	340.9
	2	13.1	319.8	11.5	300.4	3.6	315.1
	3	3.6	62.7	3.2	12.4	3.7	14.8
	4	7.8	278.7	7.3	264.6	3.2	301.8
	5	12.2	295.5	11.9	295.3	2.5	242.6
	6	9.5	284	-	-	10.2	298.4

（6）小结

调查资料显示：涨潮流流向主要集中出现在偏东南向，落潮流流向主要集中出现在西北向。整体表现为流速随着深度的增加而降低。

大潮期，只有 5 个站位 K 值大于 2，显示为不规则全日潮，大部分站位 0.5<K≤2.0，所以工程所处海域主要为不规则半日潮流。小潮期，14 个站位的 K 值小于等于 0.5，3 个站位 0.5<K≤2.0，所以工程所处海域主要为规则半日潮流。

绝大多数站位的 M_2 分潮流的椭圆率 $|K'|$ 值都小于 0.5，潮流运动形式为典型的往复流。

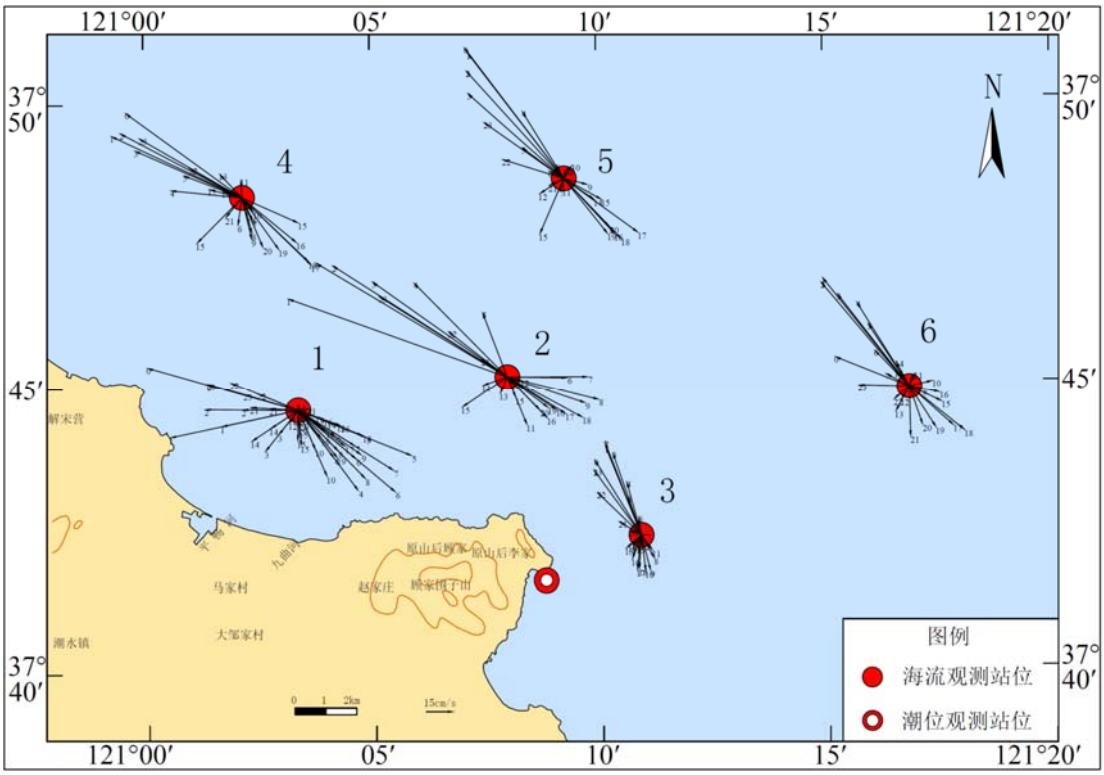


图 4.2-5　　2017 年 12 月海流观测矢量图（表层，大潮期）

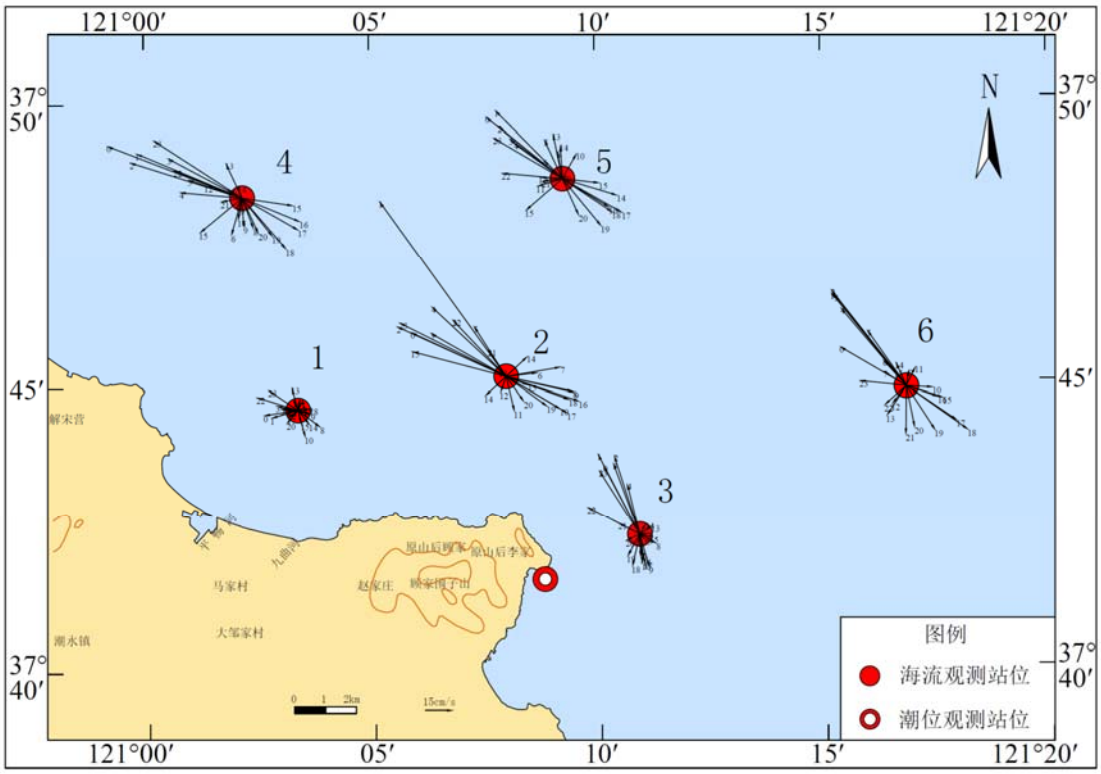


图 4.2-62017 年 12 月海流观测矢量图（中层，大潮期）

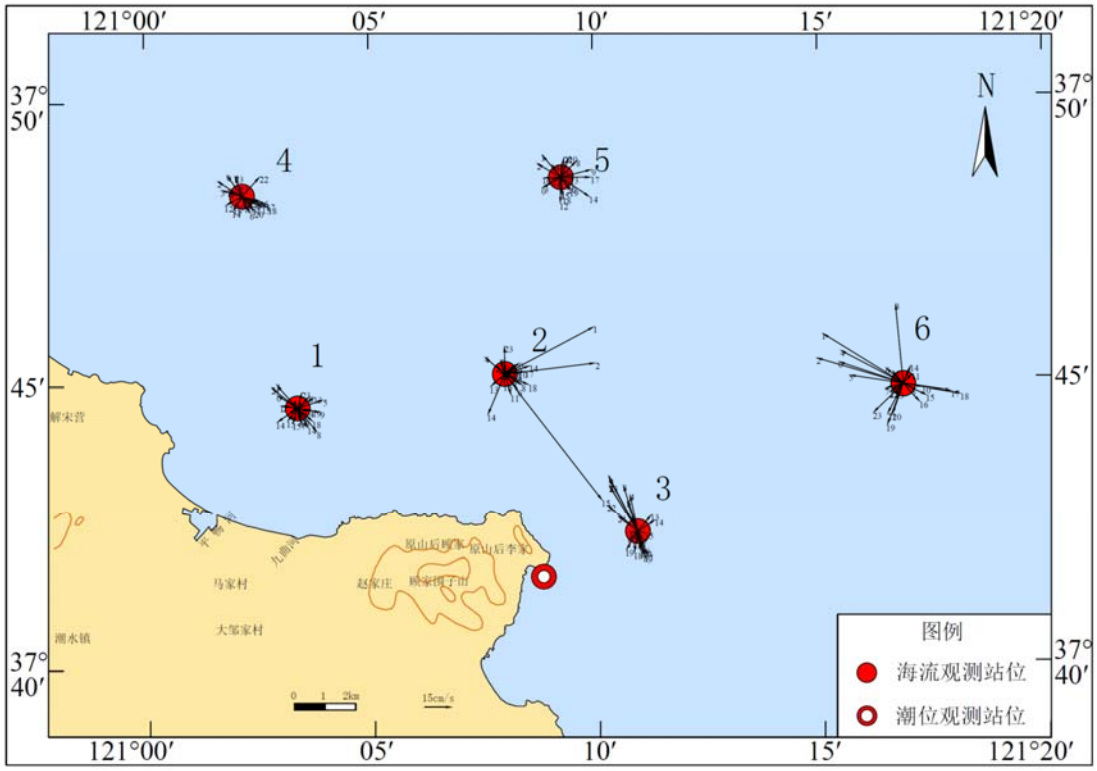


图 4.2-72017 年 12 月海流观测矢量图（底层，大潮期）

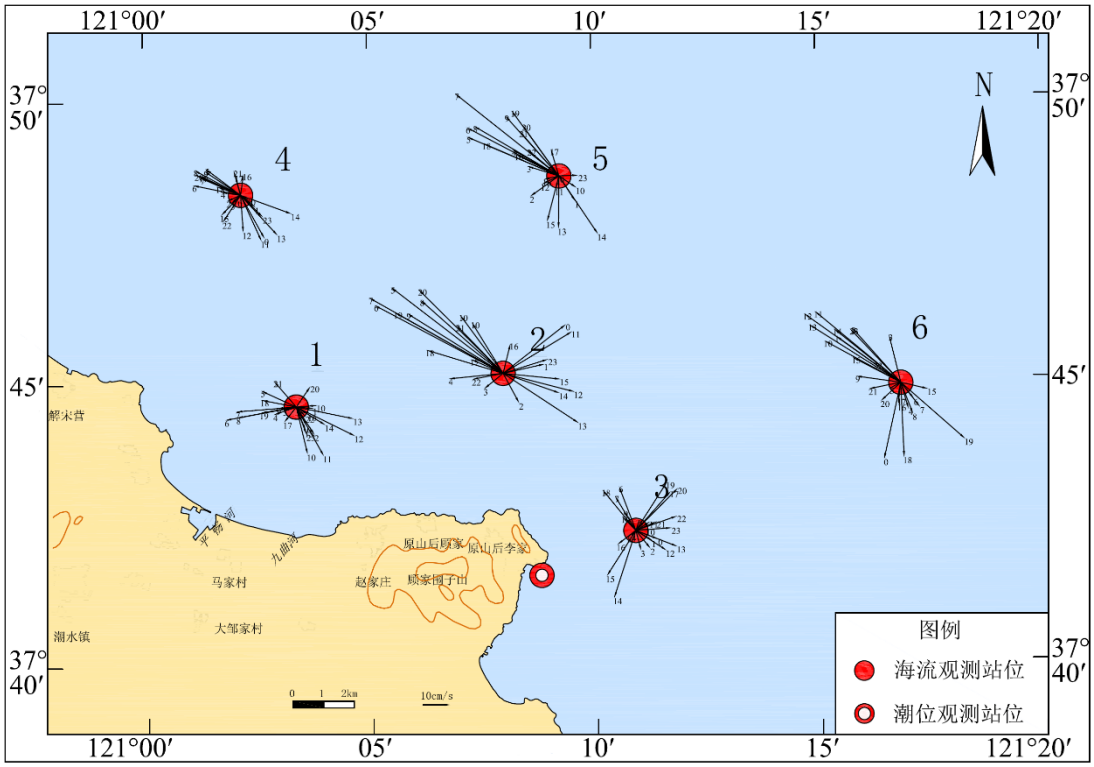


图 4.2-8　2017 年 12 月海流观测矢量图（表层，小潮期）

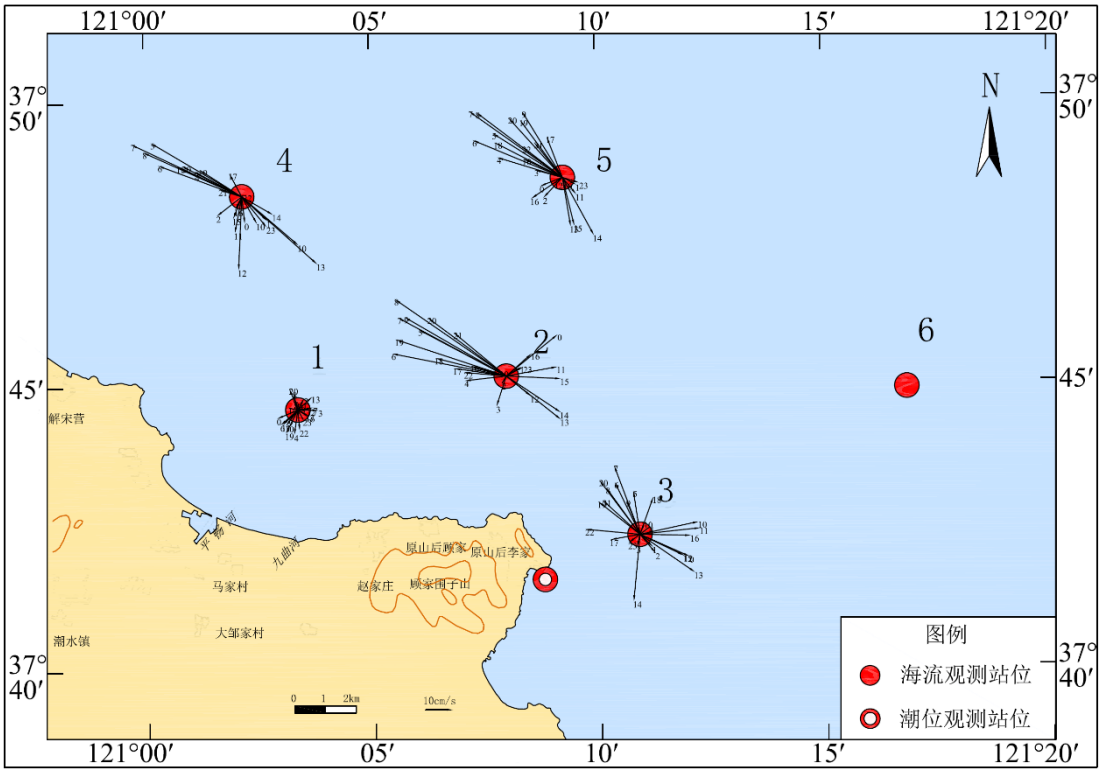


图 4.2-9　　2017 年 12 月海流观测矢量图（中层，小潮期）

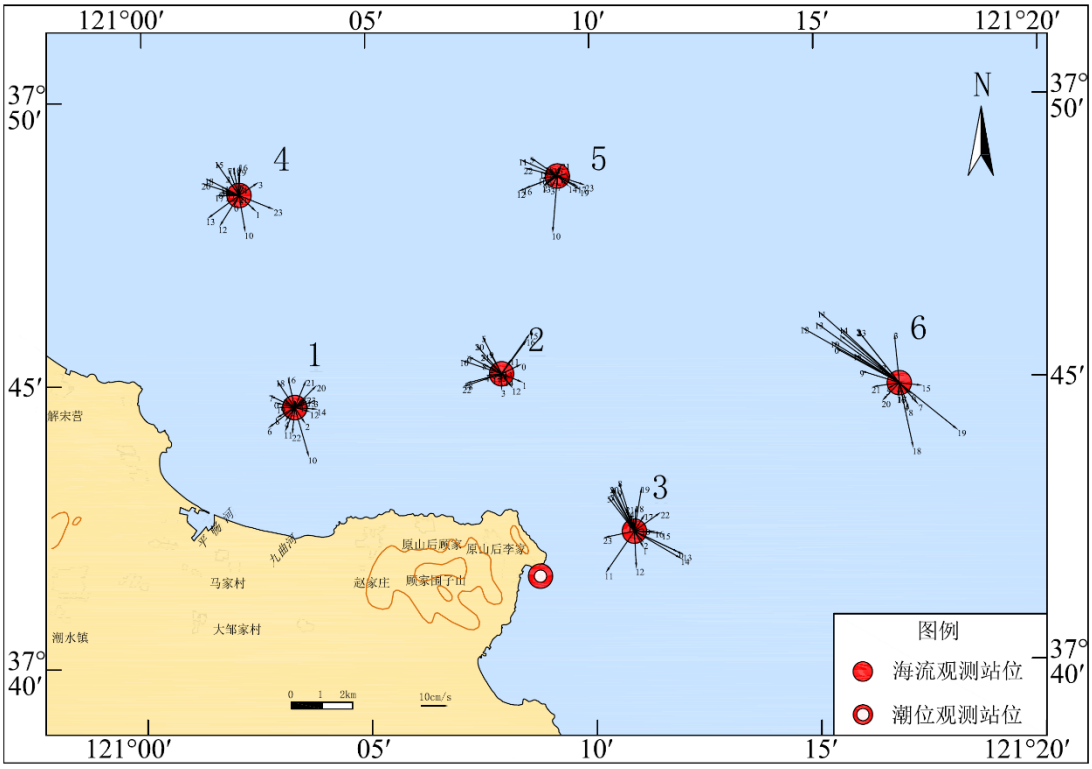


图 4.2-10　　2017 年 12 月海流观测矢量图（底层，小潮期）

4.3. 地形地貌与冲淤环境现状

4.3.1. 地形、地貌与工程泥沙

1、地形地貌

烟台港西港区位于胶东半岛北部沿海一带，为剥蚀堆积准平原区，地形和地貌类型简单。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。

2、工程泥沙

（1）泥沙来源

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；此外，由工程区附近的涨落潮流向基本与岸线平行，即大致呈东西向（实测数据表明涨落潮方向约为 108º 和 288º），可知，临近海滩可能向本区供沙，但临近工程区附近多以基岩为主，沙源有限。再加之工程两侧均有防波堤掩护，因此港内受泥沙影响小。

（2）含沙量

2015 年实测结果表明，测验时段含沙浓度随潮变化有一定变化，一般在 0.01~0.08 kg/m^3，平均含沙浓度约 0.04kg/m^3；底层含沙量明显高于表层，表层含沙量一般不超过 0.02kg/m^3。对两观测点大、小潮期间的涨、落潮段平均含沙量进行统计可知：各站涨潮含沙量与落潮含沙量基本一致，均近似为 0.04 kg/m^3。

采用激光粒度仪分析测试悬沙的粒度，悬浮泥沙的中值粒径在 0.008~0.045mm 之间，样品以黏土质粉砂和砂质粉砂为主。

此外，在水文观测期间内，曾遇有 6~7 级阵风，风期测取含沙量，经过滤、烘干、称重，其量值可达 0.08kg/m^3。整体本海区泥沙来源少、泥沙搬运、沉积活动微弱。

（3）海底表层沉积物

2015 年在本区共采集水下沉积物底质表层样 50 个，调查站位分布见图 4.3-1。表层沉积物类型分布见图4.3-2。分析结果表明，根据Shepard分类法进行沉积物类型命名，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，局部可能由于人工抛填发现砾石，其中以砂质粉砂为主，砂质粉砂类样品的平均中值粒径为 0.042mm，粗粉砂样品的平均中值粒径为 0.030mm。

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。工程区附近很少有粗砂、细砂运移此处，多以海床沉积物起悬落淤为主。

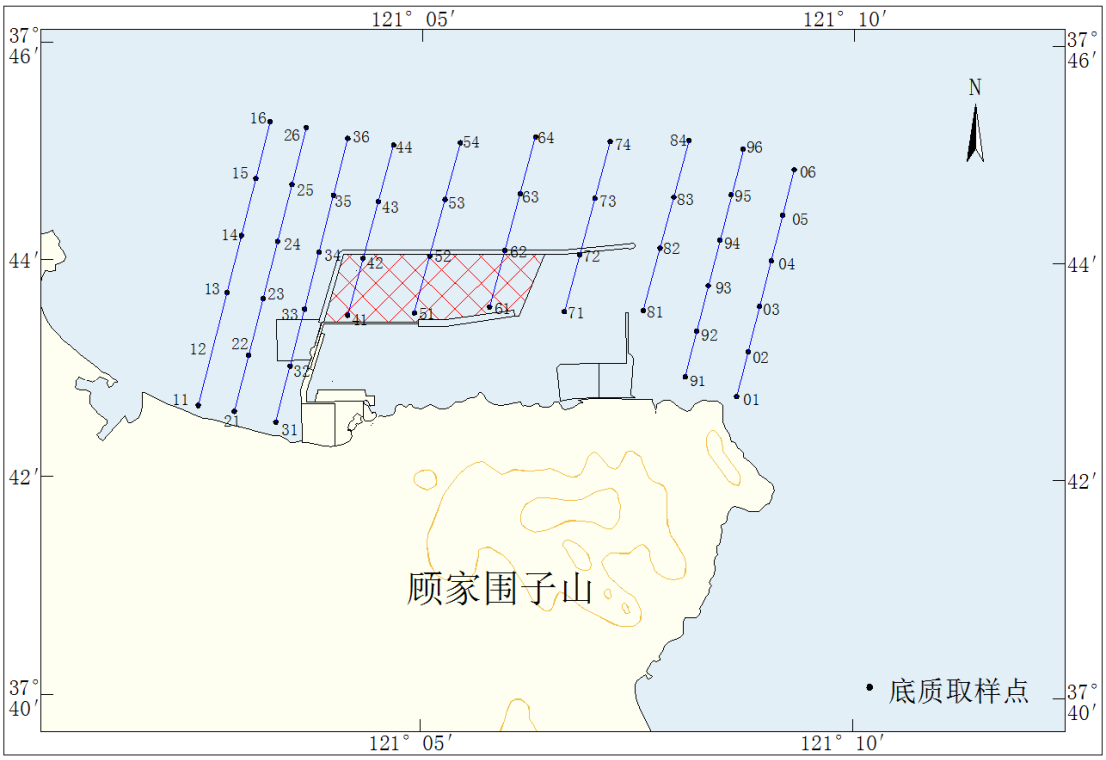


图 4.3-1 调查站位分布图

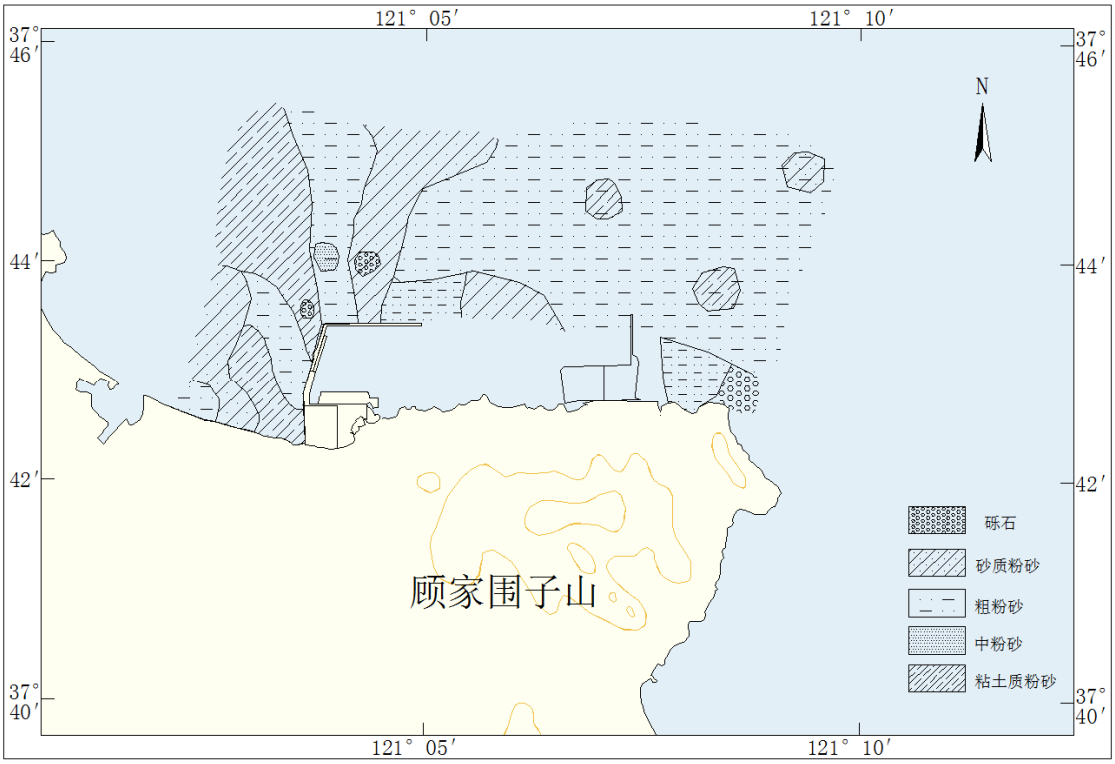


图 4.3-2 表层沉积物类型分布图

4.3.2. 西港区周边海域冲淤状况分析

1、工程周边的现状冲淤分析

报告书收集了 2005 年、2010 年、2015 年中交航务工程有限公司三期水深地形测量资料，对烟台西港附近海域的水深地形特征进行了对比分析，水深基准面采用平均海平面。

2005 年-2010 年水深地形对比结果表明（图 4.3-3），工程周边海域东部以侵蚀为主，19#、20#泊位以北以淤积为主，西部基本处于冲淤平衡。

初旺村东北侧年侵蚀量一般在 0.1m~0.4m 之间，受夹角挑流作用，靠近岸边年侵蚀量较大；19#、20#泊位北侧年淤积量一般小于 0.2m；西港区一期工程码头兼防波堤东侧发生淤积。

工程周边海域东部以侵蚀为主，19#、20#泊位以北以淤积为主，西部基本处于冲淤平衡。

2010 年-2015 年水深地形对比结果表明（图 4.3-4），物流园区以淤积为主，防波堤一期延长工程东北侧及防波堤二期工程由于填海施工，水深明显减小，最大变化超过 5m，防波堤二期工程东偏南侧发生侵蚀，年侵蚀量一般小于 10cm。

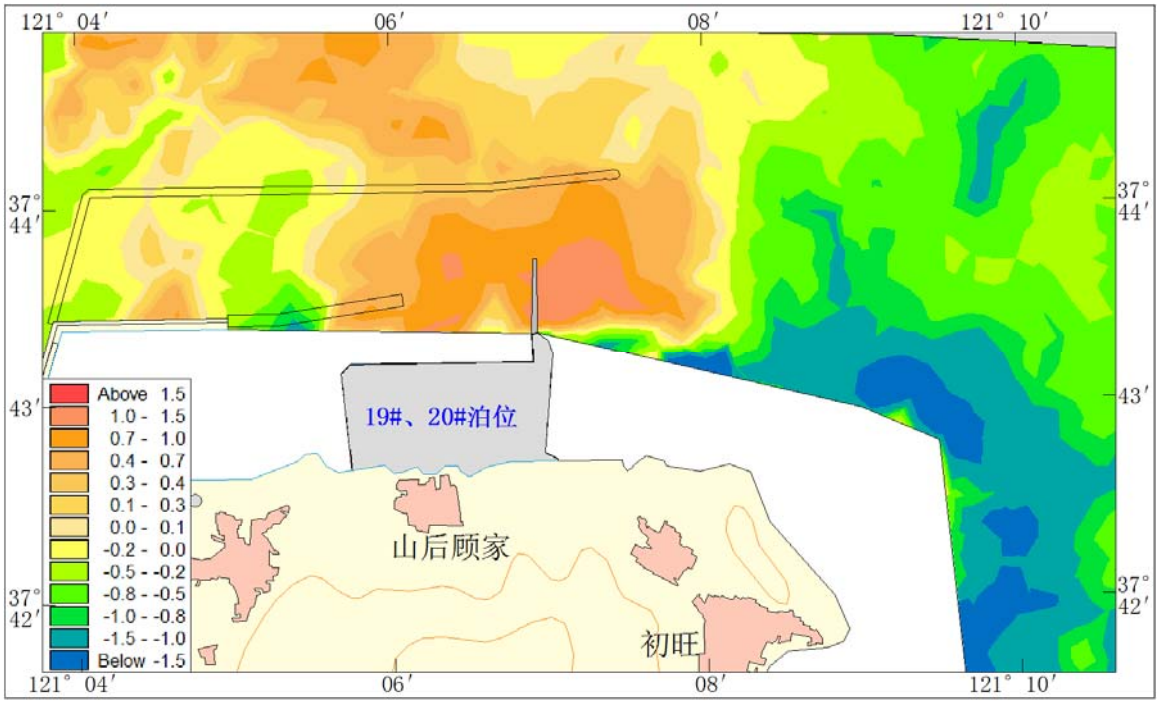


图 4.3-3 工程附近海域 2005 年－2010 年水深地形变化图（水深基准面采用平均海平面）

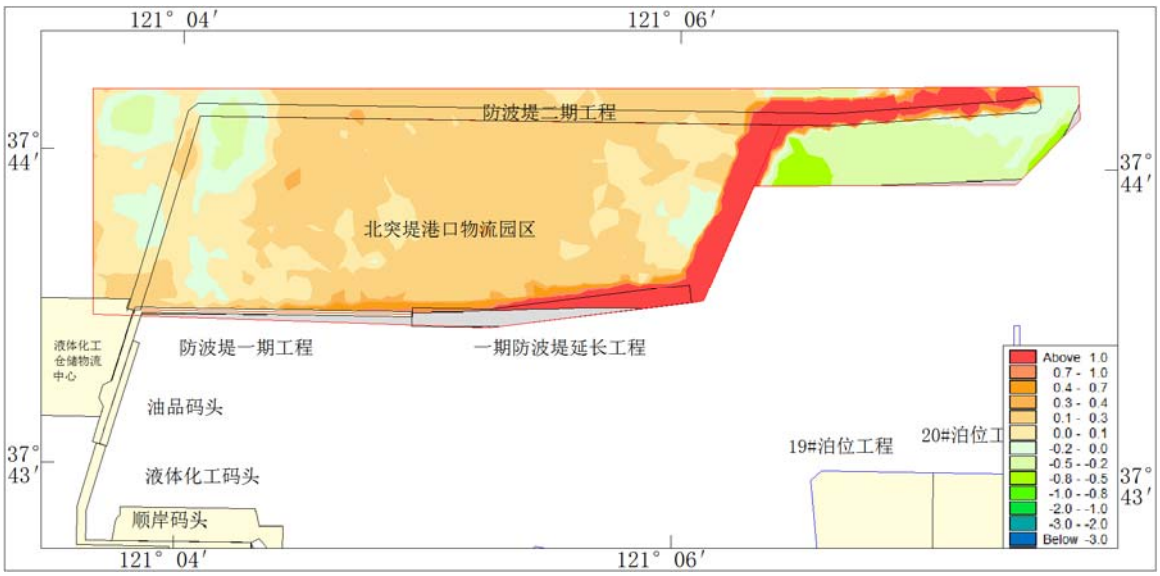


图 4.3-4 工程附近海域 2010 年－2015 年水深地形变化图（水深基准面采用平均海平面）

2、防波堤一期工程对沉积动力的影响分析

一期防波堤 2008 年开始建设，2013 年竣工。防波堤一期工程建成后使其东西两侧水动力减弱，东西两侧海域的流速均小于 15cm/s。为了分析防波堤一期工程建设后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 4.3-5、1#断面对比见图 4.3-6、2#断面对比见图 4.3-7。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。

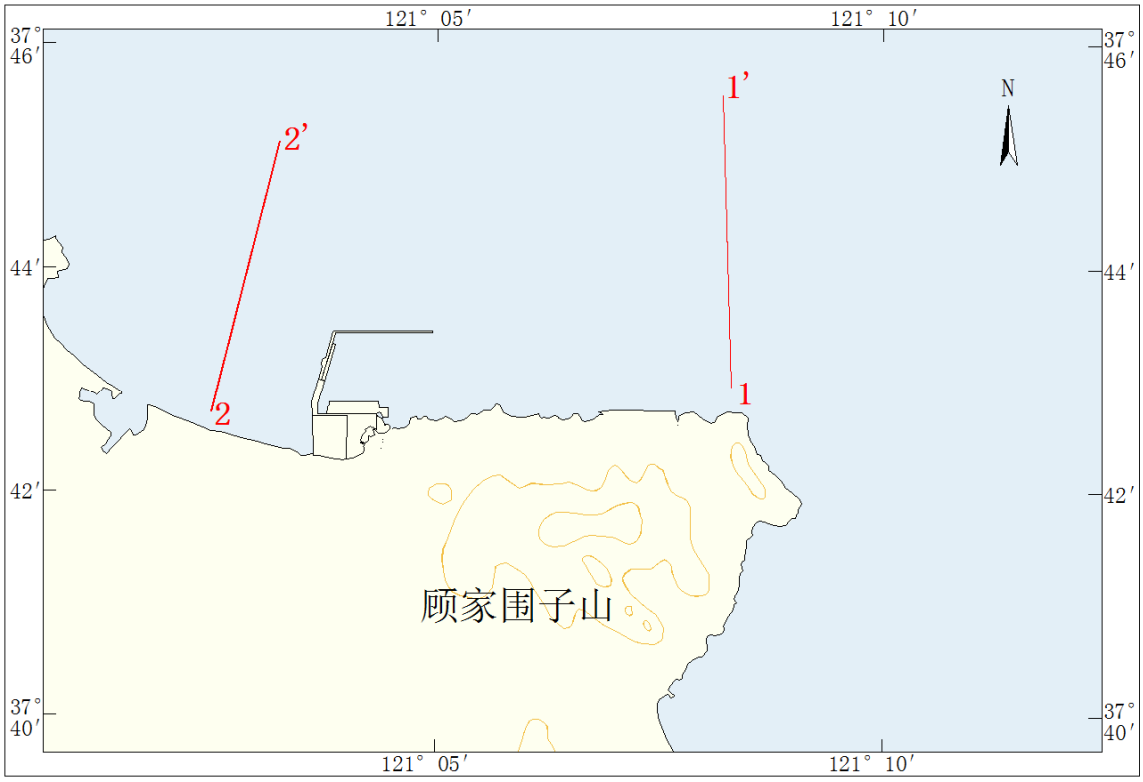


图 4.3-5 对比断面位置图

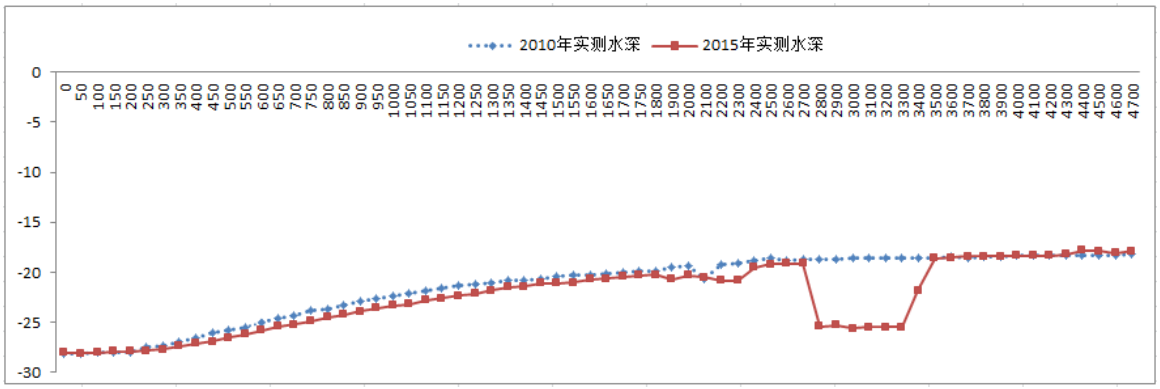


图 4.3-6　　1#断面水深地形对比结果

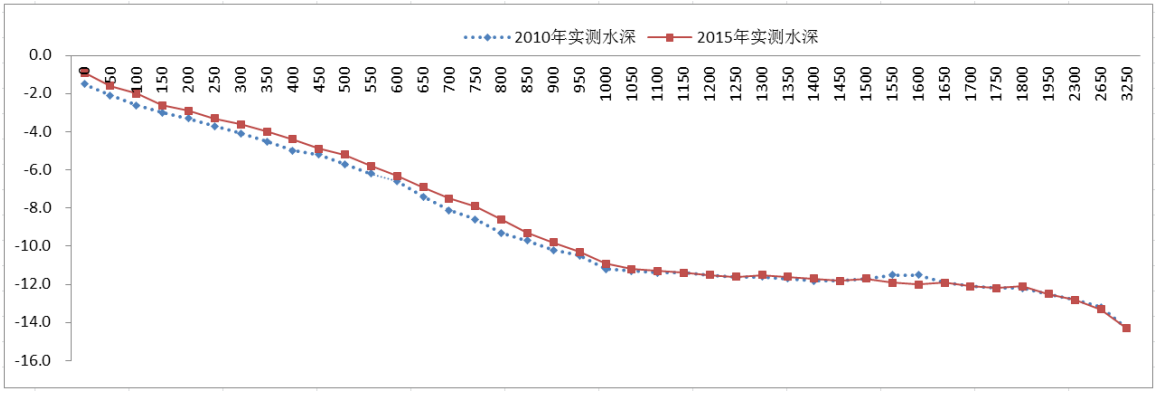


图 4.3-7　　2# 断面水深地形对比结果

3、工程西侧冲淤现状

通过对工程西侧的现状调查和遥感影像解译可知，西侧海岸线没有发生明显变化，沙滩宽度没有发生明显变化，见图 4.3-8；由水深地形对比可知，工程西侧区域发生淤积，淤积主要位于水下；根据现场沙滩取样分析可知，西侧沙滩没有发生明显的泥化现象；码头前沿水域、取排水口海域和河口的海床没有发生明显变化。

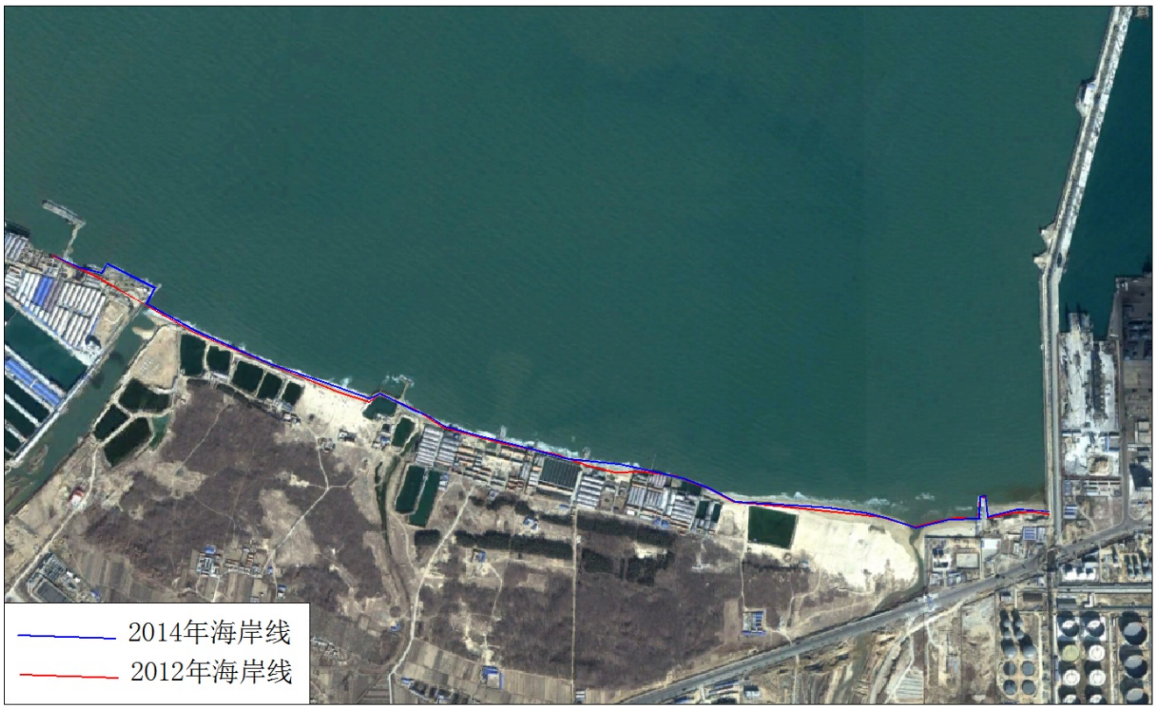


图 4.3-8 海岸线对比图

4.4. 海水水质现状调查与评价

4.4.1. 调查时间和站位布设

为了解工程附近海域海水水质质量现状，中国海洋大学于2020年4月、2020年10月布设水质调查站位。调查站位分布见图4.4-1，调查内容及经纬度坐标见表4.4-1。

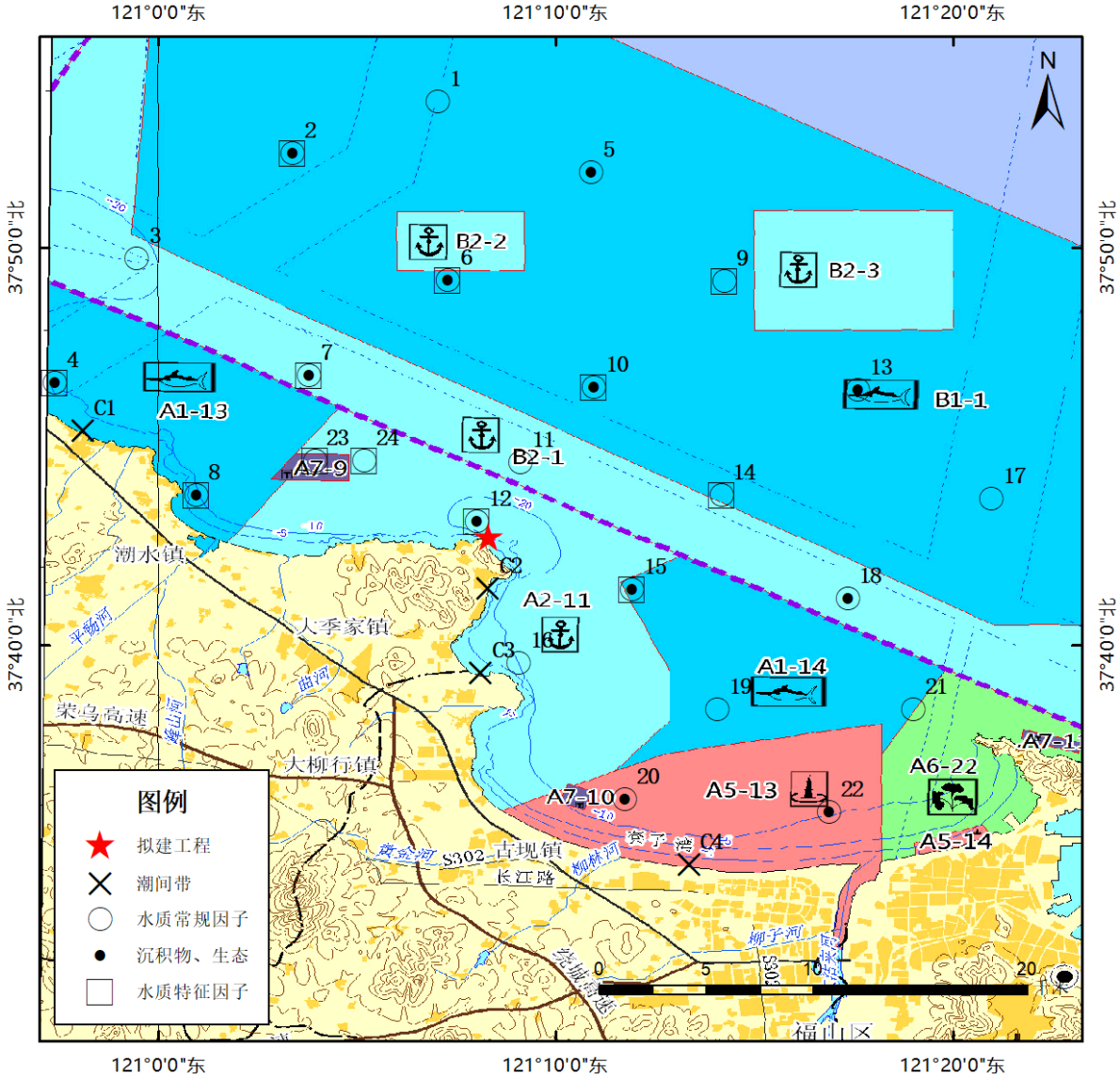


图 4.4-1 调查站位图（2020 年 4 月、10 月）

表 4.4-1 调查站位一览表（2020 年 4 月、10 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	

4.4.2. 调查分析项目

调查分析项目：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。

4.4.3. 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下表所示。

表 4.4-2 海水水质监测分析方法及检出限

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}
挥发酚	4-氨基安替比林分光光度法	—
氰化物	分光光度法	—
苯系物	气相色谱质谱法	—
氯乙烯	顶空气相色谱法	—
1,2-二氯乙烷	顶空气相色谱法	—

4.4.4. 评价标准与方法

以海水水质监测中各监测项目作为评价因子（除温度、盐度外），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）》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，海洋保护区水质评价执行第二类标准，农渔业区和休闲娱乐区水质评价执行第二类标准，港口航运区（航道、锚地）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。各类水质标准值如下表所示。

表 4.4-3 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单站单参数评价采用标准指数法，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：

Ii（DO）=|DOf-DO|/（DOf-DOs）　DO≧DOs

Ii（DO）=10-9DO/DOs　　DO<DOs

DO_f=468/(31.6+t)

式中：I_i（DO）——溶解氧标准指数；DO_f——现场水温及氯度条件下，水样中氧饱和浓度（mg/L）；DO_s——溶解氧标准值（mg/L）；t——现场温度。

③pH

pH 有其特殊性，其计算式为：$I_{pH.i}$=|pH-pH_{sm}|/DS

其中：pH_{sm}=（pH_{su} +pH_{sd}）/2　　DS=（pH_{su} -pH_{sd}）/2

式中：$I_{pH.i}$——pH 的标准指数；pH——调查实测 pH 值；pH_{su}——pH 评价标准上限值；pH_{sd}——pH 评价标准下限值。

4.4.5. 海水水质质量状况与评价

4.4.5.1. 海水水质监测结果

2020 年 10 月水质监测结果见表 4.4-4；2020 年 4 月水质监测结果见表 4.4-5。

4.4.5.2. 海水水质评价结果

（1）春季水质海水水质评价结果

①2020 年 4 月水质评价结果

2020 年 4 月水质调查评价结果见表 4.4-7~表 4.4-9。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。

（2）秋季水质海水水质评价结果

①2020 年 10 月水质评价结果

2020 年 10 月水质调查评价结果见表 4.4-75。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。

表 4.4-4 2020 年 10 月水质监测结果表

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(μg/L)	镉(μg/L)	铜(μg/L)	锌(μg/L)	铬(μg/L)	砷(μg/L)	汞 (μg/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	0.043	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		0.219	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
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

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(μg/L)	镉(μg/L)	铜(μg/L)	锌(μg/L)	铬(μg/L)	砷(μg/L)	汞 (μg/L)
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
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

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(μg/L)	镉(μg/L)	铜(μg/L)	锌(μg/L)	铬(μg/L)	砷(μg/L)	汞 (μg/L)
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

（注：ND 表示未检出；YT-1-1 表示 1 号站位表层，YT-1-2 表示 1 号站位中层，YT-1-3 表示 1 号站位底层）

表 4.4-5 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

表 4.4-6　2020 年 10 月海水水质评价结果

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	0.414	0.633	**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	0.441	0.854	**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	0.454	0.526	**1.193**	0.140	0.027	0.024	0.377	0.626	0.004	0.059	0.047	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-2-1	0.486	0.044	0.401	0.518	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	0.428	0.726	**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	0.481	0.521	**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	0.311	0.037	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	0.381	0.158	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	0.114	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	0.324	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	0.775	0.248	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	0.601	0.319	**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	0.628	0.657	**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	0.454	0.565	**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	0.414	0.244	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	0.669	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	0.441	0.674	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	0.341	0.102	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	0.331	0.087	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	0.114	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	0.414	0.973	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	0.401	0.724	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	0.361	0.000	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	0.561	0.000	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	0.294	0.000	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	0.254	0.000	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	0.307	0.000	0.119	0.117	0.009	0.022	0.461	0.351	0.003	0.049	0.024	2
YT-10-3	0.314	0.022	0.307	0.000	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	0.240	0.000	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	0.311	0.000	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	0.240	0.000	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	0.341	0.000	0.074	0.003	0.011	0.009	0.089	0.120	0.001	0.031	0.493	3

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-12-2	0.270	0.089	0.200	0.000	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	0.291	0.000	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	0.441	0.000	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	0.361	0.000	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	0.000	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	0.468	0.000	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	0.454	0.000	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	0.481	0.000	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	0.334	0.000	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	0.401	0.000	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	0.534	0.000	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	0.281	0.000	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	0.271	0.000	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	0.294	0.000	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	0.414	0.000	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	0.521	0.000	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	0.351	0.000	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	0.311	0.000	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	0.331	0.000	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	0.000	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	0.000	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	0.428	0.000	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	0.441	0.000	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	0.561	0.000	**1.153**	0.397	0.051	0.018	0.211	0.068	0.005	0.047	0.241	2
YT-21-1	0.600	0.289	0.534	0.000	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	0.468	0.000	**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	0.361	0.000	**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	0.494	0.000	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	0.000	0.000	0.456	0.003	0.061	0.017	0.214	0.179	0.005	0.054	0.000	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
最小值	0.010	0.000	0.000	0.000	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**	0.775	0.973	**2.163**	0.397	0.350	0.099	0.855	0.865	0.021	0.064	0.000	

表 4.4-7　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 4.4-8　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 4.4-9　　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

4.5. 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

4.5.1. 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，中国海洋大学于2020年4月、2020年10月对工程海域进行了沉积物调查。

2020年4月、2020年10月调查站位分布及经纬度坐标见表4.4-1、图4.4-1所示。

4.5.2. 调查分析项目

2020 年 4 月、10 月沉积物调查分析项目：有机碳、石油类、硫化物、铅、镉、铜、锌、铬、砷、汞等 10 项。

4.5.3. 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下表所示。

表 4.5-1 沉积物项目分析方法及检出限

项目	分析方法	检出限/ω
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	0.03×10^{-2}
硫化物	碘量法	4×10^{-6}
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	1×10^{-6}
汞	原子荧光法	0.005×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
石油类	紫外分光光度法	3×10^{-6}
砷	原子荧光法	1×10^{-6}

4.5.4. 评价标准与方法

（1）评价标准

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)，海洋保护区、农渔业区和休闲娱乐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(港口区)执行第三类标准。

各类标准的标准值见下表。

表 4.5-2 海洋沉积物质量标准(GB18668-2002)

指标	第一类标准	第二类标准	第三类标准
有机碳（$\times10^{-2}$）≤	2.0	3.0	4.0
硫化物（$\times10^{-6}$）≤	300.0	500.0	600.0
石油类（$\times10^{-6}$）≤	500.0	1000.0	1500.0
铅（$\times10^{-6}$）≤	60.0	130.0	250.0
镉（$\times10^{-6}$）≤	0.50	1.50	5.00
砷（$\times10^{-6}$）≤	20.0	65.0	93.0
铜（$\times10^{-6}$）≤	35.0	100.0	200.0
铬（$\times10^{-6}$）≤	80.0	150.0	270.0
汞（$\times10^{-6}$）≤	0.20	0.50	1.00
锌（$\times10^{-6}$）≤	150.0	350.0	600.0

（2）评价方法

沉积物环境质量评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$I_i=C_i/S_i$

式中：I_i—i 项评价因子的标准指数；C_i—i 项评价因子的实测浓度；S_i—i 项评价因子的评价标准值。

4.5.5. 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

4.5.5.1. 海洋沉积物质量监测结果

2020 年 10 月海洋沉积物监测结果见表 4.5-5；2020 年 4 月海洋沉积物监测结果见表 4.5-4。

4.5.5.2. 海洋沉积物质量评价结果

（1）春季调查结果

①2020 年 4 月调查结果

根据《山东省海洋功能区划》，本次调查站位中 2、5、6、10、13 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 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，沉积物质量评价均执行第一类水质标准；7、18 号站位位于蓬莱-烟台近海港口航运区，12 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 4.5-4。

按第一类沉积物质量标准评价的 10 个站位中，除 10、13 号站位的汞超过第一类沉积物质量标准，其他所有沉积物因子均符合国家第一类沉积物质量标准，10、13 号站位的汞符合第二类沉积物质量标准。

按第二类沉积物质量标准评价的 3 个站位中，所有沉积物因子均符合国家第二类沉积物质量标准。

综上，本次调查工程周边及附近海域沉积物质量汞存在超标现象，其他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。

表 4.5-3 海洋沉积物监测结果（2020 年 4 月）（有机碳：%，其它：10^{-6}）

站位	有机碳(%)	硫化物(10^{-6})	石油类(10^{-6})	铜(10^{-6})	锌(10^{-6})	砷(10^{-6})	镉(10^{-6})	铅(10^{-6})	铬(10^{-6})	汞(10^{-6})
YT-2	0.81	36.36	131.88	14.30	68.70	6.56	0.11	9.71	23.40	0.000
YT-4	0.94	56.84	456.37	16.80	46.40	5.95	0.12	12.60	21.50	0.000
YT-5	0.88	5.06	42.94	13.40	31.90	3.56	0.34	53.40	17.60	0.038
YT-6	0.94	25.58	400.53	18.10	40.10	6.04	0.17	16.60	24.50	0.005
YT-7	0.96	11.42	223.01	19.90	39.60	5.67	0.18	40.50	25.30	0.297
YT-8	0.82	32.23	88.92	15.80	33.60	6.24	0.16	22.60	20.80	0.016
YT-10	0.88	20.31	190.48	16.70	32.80	3.76	0.11	13.40	22.10	0.402
YT-12	1.06	11.37	372.25	15.70	35.90	6.54	0.12	15.90	18.40	0.040
YT-13	0.88	10.33	29.22	12.60	26.40	5.31	0.09	12.20	17.10	0.224
YT-15	0.93	80.98	404.40	11.40	24.00	4.75	0.09	19.10	14.50	0.079
YT-18	1.04	5.29	407.93	13.60	26.60	6.85	0.10	11.10	22.10	0.161
YT-20	0.97	10.00	341.89	10.80	21.40	7.46	0.07	8.01	16.90	0.038
YT-22	0.77	14.22	219.74	8.57	16.70	4.60	0.07	6.68	11.30	0.170
最大值	1.06	80.98	456.37	19.90	68.70	7.46	0.34	53.40	25.30	0.402
最小值	0.77	5.06	29.22	8.57	16.70	3.56	0.07	6.68	11.30	0.000

表 4.5-4 2020 年 4 月沉积物评价结果表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	锌	砷	镉	铅	铬	汞
YT-2	0.41	0.12	0.26	0.41	0.46	0.33	0.23	0.16	0.29	0.00
YT-4	0.47	0.19	0.91	0.48	0.31	0.30	0.24	0.21	0.27	0.00
YT-5	0.44	0.02	0.09	0.38	0.21	0.18	0.69	0.89	0.22	0.19
YT-6	0.47	0.09	0.80	0.52	0.27	0.30	0.34	0.28	0.31	0.03
YT-7	0.32	0.02	0.22	0.20	0.11	0.09	0.12	0.31	0.17	0.59
YT-8	0.41	0.11	0.18	0.45	0.22	0.31	0.31	0.38	0.26	0.08
YT-10	0.44	0.07	0.38	0.48	0.22	0.19	0.23	0.22	0.28	**2.01**
YT-12	0.35	0.02	0.37	0.16	0.10	0.10	0.08	0.12	0.12	0.08
YT-13	0.44	0.03	0.06	0.36	0.18	0.27	0.18	0.20	0.21	**1.12**
YT-15	0.46	0.27	0.81	0.33	0.16	0.24	0.18	0.32	0.18	0.39
YT-18	0.35	0.01	0.41	0.14	0.08	0.11	0.07	0.09	0.15	0.32
YT-20	0.49	0.03	0.68	0.31	0.14	0.37	0.15	0.13	0.21	0.19
YT-22	0.39	0.05	0.44	0.24	0.11	0.23	0.13	0.11	0.14	0.85

最大值	0.49	0.27	0.91	0.52	0.46	0.37	0.69	0.89	0.31	2.01
最小值	0.32	0.01	0.06	0.14	0.08	0.09	0.07	0.09	0.12	0.00

（2）秋季调查结果

2020 年 10 月调查结果

根据《山东省海洋功能区划》，本次调查站位中 2、5、6、10、13 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 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，沉积物质量评价均执行第一类水质标准；7、18 号站位位于蓬莱-烟台近海港口航运区，12 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。

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 4.5-5 海洋沉积物监测结果（2020 年 10 月）（有机碳：%，其它：10^{-6}）

站位	有机碳	石油类	硫化物	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
	10^{-2}	10^{-6}								
YT-2	0.80	232.77	51.0994	0.026	7.636	22.10	15.23	76.91	0.10	69.423
YT-4	0.91	412.36	93.4796	0.029	6.505	21.56	14.82	76.38	0.10	68.646
YT-5	0.94	77.95	29.5493	0.029	8.685	21.02	15.44	74.70	0.09	67.673
YT-6	0.80	31.31	30.5251	0.021	7.781	17.69	14.42	69.25	0.09	62.252
YT-7	0.91	167.55	53.6213	0.024	6.456	19.29	14.26	69.99	0.09	65.066
YT-8	0.86	124.99	62.9174	0.026	6.867	22.37	15.97	81.37	0.10	75.683
YT-10	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-13	0.93	92.57	64.0992	0.027	7.260	22.05	15.38	76.34	0.10	67.751
YT-15	0.79	27.13	51.3669	0.020	5.413	15.90	14.38	62.44	0.08	67.778
YT-18	0.96	80.56	32.7609	0.030	8.086	22.35	15.91	79.50	0.10	75.625
YT-20	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 4.5-6　2020 年 10 月沉积物评价结果

项目	有机碳	石油类	硫化物	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞	沉积物标准
YT-2	0.402	0.466	0.170	0.254	0.192	0.631	0.513	0.868	0.382	0.132	1
YT-4	0.456	0.825	0.312	0.247	0.193	0.616	0.509	0.858	0.325	0.143	1

YT-5	0.470	0.156	0.098	0.257	0.176	0.601	0.498	0.846	0.434	0.147	1
YT-6	0.400	0.063	0.102	0.240	0.171	0.505	0.462	0.778	0.389	0.103	1
YT-7	0.304	0.168	0.107	0.110	0.058	0.193	0.200	0.434	0.099	0.049	2
YT-8	0.431	0.250	0.210	0.266	0.203	0.639	0.542	0.946	0.343	0.130	1
YT-10	0.454	0.282	0.204	0.269	0.218	0.673	0.559	0.931	0.326	0.139	1
YT-12	0.277	0.228	0.164	0.119	0.068	0.222	0.222	0.479	0.117	0.057	2
YT-13	0.463	0.185	0.214	0.256	0.192	0.630	0.509	0.847	0.363	0.135	1
YT-15	0.393	0.054	0.171	0.240	0.167	0.454	0.416	0.847	0.271	0.102	1
YT-18	0.321	0.081	0.066	0.122	0.068	0.224	0.227	0.504	0.124	0.060	2
YT-20	0.384	0.188	0.178	0.272	0.203	0.659	0.554	0.884	0.379	0.148	1
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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
最大值	0.612	0.825	0.312	0.272	0.218	0.673	0.559	0.946	0.434	0.159	
平均值	0.199	0.112	0.081	0.108	0.078	0.248	0.213	0.369	0.144	0.056	

4.6. 海洋生态环境现状调查与评价

2020 年 4 月、10 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；同时进行了 4 个断面的潮间带生物调查，调查站位见表 4.4-1 和图 4.4-1。

4.6.1. 生物采集与分析方法

现场采集所有生物样品带回实验室分析，采集与分析方法如下：

（1）调查方法

①叶绿素 a

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

②浮游生物

浮游生物样品用浅水Ⅰ、Ⅲ型浮游生物网，自底至表垂直拖网取得，经 5%福尔马林海水溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行，最后浮游植物出现的个体数换算成个/m^3，浮游动物个体数换算成个/m^3 和生物量换算成 mg/m^3 作为调查水域的现存量指标。

③底栖生物

底栖生物样品用 0.05m^2 曙光型采泥器采集，每站采集 3 次，所获泥样经孔径为 0.5mm 的套筛冲洗后，挑拣全部生物个体作为一个样品，生物标本浸于 75%酒精溶液中固定保存。生物量根据酒精标本重量计算，称重在感量为 0.001g 的电子天平上进行。

（2）评价方法

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

①香农-韦弗（Shannon-Weaver）多样性指数

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

式中：H’---生物多样性指数；S---样品中的种类数量；P_i---第 i 种的个体数与总个体数的比值。

②均匀度指数

式中：J---均匀度指数；H’---多样性指数；H_{max}---$\log_2 S$，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 N_1---样品中第一优势种的个体数；N_2---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。

4.6.2. 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 4.6-12020 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
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）mg/L 之间，平均含量为 0.94mg/L，最高值出现在 19 号站位表层，最低值出现在 19 号站位中层。

表 4.6-2　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
	mg/L		mg/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

4.6.3. 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 4.6-3 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	*Rhizosolenia Hhebetata f. semispina*
2	笔尖形根管藻	*Rhizosolenia styliformis Brightwell*
3	冰河拟星杆藻	*Asterionellopsis glacialis*
4	布氏双尾藻	*Ditylum brightwellii (West) Grunow*
5	丹麦细柱藻	*Leptocylindrus danicus Cleve*
6	端尖曲舟藻	*Pleurosigma acutum Norman*
7	短柄曲壳藻	*Achnanthes brevipes Agardh*
8	辐射圆筛藻	*Coscinodiscus radiatus Ehrenberg*
9	覆瓦根管藻	*Rhizosolenia imbricata Brightwell*
10	刚毛根管藻	*Rhizosolenia setigera Brightwell*
11	格氏圆筛藻	*Coscinodiscus granii Grough*
12	海链藻	*Thalassiosira spp.*
13	虹彩圆筛藻	*Coscinodiscus oculus-iridis*
14	棘冠藻	*Corethron criophilum Castracane*
15	加氏星杆藻	*Asterionella kariana Grunow*
16	角毛藻	*Chaetoceros sp.*
17	具槽直链藻	*Melosira sulcata (Ehrenberg) Cleve*
18	菱形藻	*Nitzschia sp.*
19	密联角毛藻	*Chaetoceros densus (Cleve) Cleve*
20	诺氏海链藻	*Thalassiosira nordenskioldii Cleve*
21	琼氏圆筛藻	*Coscinodiscus jonesianus*
22	曲舟藻	*Pleurosigma sp.*
23	小环藻	*Cyclotella sp.*
24	新月菱形藻	*Nitzschia closterium (Ehr.)W. Smith*
25	星脐圆筛藻	*Coscinodiscus asteromphalus*
26	羽纹藻	*Pinnularia sp.*
27	圆海链藻	*Thalassiosira rotula Meunier*
28	圆筛藻	*Coscinodiscus sp.*
29	长菱形藻	*Nitzschia longissima (Breb.) Ralfs*
30	正盒形藻	*Biddulphia biddulphiana J. E. Smith*
甲藻门		**Dinophyta**
31	大角角藻	*Ceratium macrocercs (Her.)Cleve*
32	夜光藻	*Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid et Swezy*

②数量与分布

2020 年 4 月浮游植物密度在 4.99×10^4cells /m^3~60.54×10^4cells/m^3 之间，平均值为 34.28×10^4 cells /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 60.5×10^4cells/m^3；其次是 22 号站，浮游植物密度达 55.5×10^4cells/m^3；浮游植物密度最小的站位是 5 站，密度仅为 4.99×10^4cells /m^3。

表 4.6-4　2020 年 4 月浮游植物密度

站号	密度×10^4cells/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 4.6-5 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 38 种，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 4.6-6　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	*Rhizosolenia styliformis* Brightwell
2	粗根管藻	*Rhizosolenia robusta* Norman ex Ralf
3	脆杆藻	*Fragilaria* spp.
4	丹麦角毛藻	*Chaetoceros danicus* Cleve

序号	中文名	拉丁文名
5	丹麦细柱藻	*Leptocylindrus danicus* Cleve
6	浮动弯角藻	*Eucampia zodiacus* Ehrenberg
7	刚毛根管藻	*Rhizosolenia setigera* Brightwell
8	海链藻	*Thalassiosira* spp.
9	尖刺伪菱形藻	*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle
10	卡氏角毛藻	*Chaetoceros castracanei* Karsten
11	劳氏角毛藻	*Chaetoceros lorenzianus* Grunow
12	菱形藻	*Nitzschia* spp.
13	洛氏菱形藻	*Nitzschia lorenziana* Grunow
14	膜状舟形藻	*Navicula membranacea* Cleve
15	曲舟藻	*Pleurosigma* spp.
16	柔弱伪菱形藻	*Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden
17	深环沟角毛藻	*Chaetoceros constrictus* Gran
18	斯氏几内亚藻	*Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle et al
19	泰晤士旋鞘藻	*Helicotheca tamesis* (Shrubsole) Ricard
20	细弱圆筛藻	*Coscinodiscus subtilis* Ehrenberg
21	新月柱鞘藻	*Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin
22	星脐圆筛藻	*Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg
23	旋链角毛藻	*Chaetoceros curvisetus* Cleve
24	翼根管藻印度变型	*Rhizosolenia alata* f. *indica* (Peragallo) Ostenfeld
25	优美旭氏藻矮小变型	*Schröderella delicatula* f. *schröderi* (Bergon) Sournia
26	羽纹藻	*Pinnularia* spp.
27	圆海链藻	*Thalassiosira rotula* Meunier
28	圆筛藻	*Coscinodiscus* spp.
29	圆柱角毛藻	*Chaetoceros teres* Cleve
30	窄隙角毛藻	*Chaetoceros affinis* Lauder
31	长菱形藻	*Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs
32	掌状冠盖藻	*Stephanopyxis palmeriana* (Greville) Grunow
33	针杆藻	*Synedra* spp.
34	嘴状角毛藻	*Chaetoceros rostratus* Lauder
	甲藻门	Dinophyta
1	梭状新角藻	*Neoceratium fusus* (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia
2	海洋原多甲藻	*Protoperidinium oceanicum* (VanHöffen) Balech
3	三角新角藻	*Neoceratium tripos* (O.F.Müller) Gómez, Moreira & López-Garcia
4	夜光藻	*Noctiluca scintillans* (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）×10^4cells/m^3 之间，平均为 34.56×10^4 cells/m^3。最高值在 17 号站位，最低值在 6 号站位。

表 4.6-7 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（×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
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 4.6-8　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

4.6.4. 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 4.6-9 浮游动物种名录

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

17	双壳类幼体	*Bivalvia larva*

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/m^3，调查区域生物密度的波动范围在 381 个/m^3～4864 个/m^3 之间；调查海域生物量在 213.2mg/m^3~775.2 mg/m^3 之间，平均值为 452.5 mg/m^3；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 4.6-10 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 4.6-11　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。优势种为夜光虫（*Noctiluca scintillans*）、桡足幼体（*Copepoda larva*）。

表 4.6-12　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	*Noctiluca scintillans*
2	有孔虫	*Foraminifera*
	腔肠动物(Coelenterata)	
3	四手触丝水母	*Lovenella assimilis*
4	多手帽形水母	*Tiaropsis multicirrata*
5	薮枝水母	*obelia spp.*
6	异双生水母	*Diphyes dispar*
7	拟细浅室水母	*Lensia subtiloides*
8	五角水母	*Muggiaea atlantica*
	栉水母动物(Ctenophora)	
9	球形侧腕水母	*Pleurobrachia globosa*
	节肢动物(Arthropoda)	

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

②生物量分布

2020 年 10 月调查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 373.5mg/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 ind/m^3。最高值出现在10号站位，最低值出现在22号站位。

表4.6-13　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4.6-14 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

4.6.5. 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 4.6-15 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	*Sternaspis scutata*
2	多毛类	刺樱虫	*Potamilla sp.*
3	多毛类	独毛虫	*Tharyx sp.*
4	多毛类	独指虫	*Aricidea sp.*
5	多毛类	钩毛虫	*Sigambra sp.*
6	多毛类	寡节甘吻沙蚕	*Glycinde gurjanovae*
7	多毛类	寡鳃齿吻沙蚕	*Nephthys oligobranchia*
8	多毛类	尖叶长手沙蚕	*Magelona cincta*
9	多毛类	尖锥虫	*Scoloplos sp.*
10	多毛类	裂虫科一种	*Syllidae*
11	多毛类	拟特须虫	*Paralacydonia paradoxa*
12	多毛类	日本刺梳鳞虫	*Leanira japonica*
13	多毛类	乳突叶须虫	*Anaitides papillosa*
14	多毛类	鳃肾扇虫	*Brada sp.*
15	多毛类	双毛鳃虫	*Trichobranchus bibranchiatus*
16	多毛类	双栉虫	*Ampharete sp.*
17	多毛类	索沙蚕	*Lumbrinereis sp.*
18	多毛类	无眼独指虫	*Aricidea fragilis*
19	多毛类	狭细蛇潜虫	*Ophiodromus anguotifrons*
20	多毛类	仙虫科一种	*Amphinomidae*
21	多毛类	异蚓虫	*Heteromastus filiformis*
22	多毛类	长吻沙蚕	*Glycera chirori*
23	多毛类	中华内卷沙蚕	*Aglaophamus sinensis*
24	多毛类	中蚓虫	*Mediomastus californiensis*
25	甲壳类	钩虾一种	*Amphiura*

26	甲壳类	拟钩虾	*Gammaropsis sp.*
27	甲壳类	日本拟背尾水虱	*Paranthura japonica*
28	纽形动物	纽虫	*Nemertinea*
29	软体动物	江户明樱蛤	*Moerella jedoensis*
30	软体动物	小胡桃蛤	*Nucula paulula*
31	软体动物	银白壳蛞蝓	*Philine argentata*

（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 0.36g/m^2~54.2g/m^2 之间，平均为 10.05g/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 个/m^2~840 个/m^2 之间，平均为 341.54 个/m^2。

表 4.6-16 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 4.6-17 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

2020 年 10 月调查海域共采集到底栖生物 65 种，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 4.6-18 调查海域底栖动物名录

类群	中文名	拉丁名
纽形动物	纽虫	*Nemertinea* spp.
多毛类	巴氏钩毛虫	*Sigambra bassi*
多毛类	背蚓虫	*Notomastus latericeus*
多毛类	背褶沙蚕	*Tambalagamia fauveli*
多毛类	扁蛰虫	*Loimia medusa*
多毛类	不倒翁虫	*Sternaspis scutata*
多毛类	粗毛裂虫	*Syllis amica*
多毛类	独指虫	*Aricidea fragilis*
多毛类	短叶索沙蚕	*Lumbrinereis latreilli*
多毛类	多鳃齿吻沙蚕	*Nephthys polybranchia*
多毛类	多丝独毛虫	*Tharyx multifilis*
多毛类	格陵兰半突虫	*Phyllodoce (Anaitides) groenlandica*

多毛类	寡节甘吻沙蚕	*Glycinde gurjanovae*
多毛类	寡鳃齿吻沙蚕	*Nephthys oligobranchia*
多毛类	管缨虫	*Chone infundibuliformis*
多毛类	后指虫	*Laonice cirrata*
多毛类	尖叶长手沙蚕	*Magelona cincta*
多毛类	尖锥虫	*Scoloplos armiger*
多毛类	昆士兰稚齿虫	*Prionospio queenslandica*
多毛类	孟加拉海扇虫	*Pherusa* cf. *bengalensis*
多毛类	膜质伪才女虫	*Pseudopolydora kempi*
多毛类	囊叶齿吻沙蚕	*Nephthys oligobranchia*
多毛类	千岛模裂虫	*Typosyllis adamantens kurilensis*
多毛类	日本叉毛豆维虫	*Schistomeringos japonica*
多毛类	日本细莱毛虫	*Levinsenia gracilis japonica*
多毛类	乳突半突虫	*Anaitides papillosa*
多毛类	蛇杂毛虫	*Poecilochaetus serpens*
多毛类	梳鳃虫	*Terebellides stromii*
多毛类	双唇索沙蚕	*Lumbrinereis cruzensis*
多毛类	双栉虫	*Ampharete acutifrons*
多毛类	丝异须虫	*Heteromastus filiforms*
多毛类	太平洋长手沙蚕	*Magelona pacfica*
多毛类	围巧言虫	*Eumida sanguinea*
多毛类	无疣齿蚕	*Inermonephtys* cf. *inermis*
多毛类	西方似蛰虫	*Amaeana occidentalis*
多毛类	细丝鳃虫	*Cirratulus filiformis*
多毛类	狭细蛇潜虫	*Ophiodromus anguotifrons*
多毛类	狭细蛇潜虫	*Ophiodromus anguotifrons*
多毛类	小健足虫	*Micropodark dubia*
多毛类	小头虫	*Capitella capitata*
多毛类	异足索沙蚕	*Lumbrinereis heteropoda*
多毛类	长突半足沙蚕	*Hemipodus yenourensis*
多毛类	长吻沙蚕	*Glycera chirori*
多毛类	锥稚虫	*Anoides oxycephala*
多毛类	足刺拟单指虫	*Cossurella aciculata*
软体动物	布氏朱砂螺	*Barleeia bureri*
软体动物	多变异管螺	*Paradrillia inconstans*
软体动物	圆筒原盒螺	*Eocylichna cylindrella*
软体动物	灰双齿蛤	*Felaniella usta*
软体动物	江户明樱蛤	*Moerella jedoensis*
软体动物	内肋蛤	*Endopleura lubrica*
软体动物	日本胡桃蛤	*Nucula nipponica*
软体动物	中国蛤蜊	*Mactra chinensis*
甲壳类	极地蚤钩虾	*Pontocrates altamarimus*
甲壳类	涟虫	*Bodotria* sp.

甲壳类	轮双眼钩虾	*Ampelisca cyclops*
甲壳类	日本拟背尾水虱	*Paranthura japonica*
甲壳类	日本长尾虫	*Apseudes nipponicus*
甲壳类	山羊直筒虱	*Caenanthura ibex*
甲壳类	梭形驼背涟虫	*Campylaspis fusiformis*
甲壳类	滩拟猛钩虾	*Harpiniopsis vadiculus*
甲壳类	细长涟虫	*Iphinoe tenera*
腕足动物	鸭嘴海豆芽	*Lingula anatina*
棘皮动物	日本倍棘蛇尾	*Amphioplus japonicus*
棘皮动物	中华倍棘蛇尾	*Amphioplus sincus*

②数量分布

调查海域 10 月份底栖生物数量平均 444 个/m^2，范围 125～1850 个/m^2。

③生物量

调查海域 10 月份底栖生物数量平均 1.605g/m^2，范围 0.1025～8.865g/m^2。

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 4.6-19 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 4.6-20　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

4.6.6. 潮间带生物

中国海洋大学于 2020 年 4 月、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 4.4-1，图 4.4-1。

1、春季调查结果

（1）种类组成

本次调查共获潮间带生物 9 种，隶属于多毛类、甲壳类、软体动物 3 个类别。

表 4.6-21 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	*Nephthys oligobranchia*
2	多毛类	红角沙蚕	*Ceratonereis erythraeensis*

3	多毛类	弯齿围沙蚕	*Perinereis camiguinoides*
4	多毛类	须鳃虫	*Cirriformia tentaculata*
5	多毛类	长突半足沙蚕	*Hemipodus yenourensis*
6	多毛类	中阿曼吉虫	*Armandia intermedia*
7	甲壳类	解放眉足蟹	*Blepharipharipoda liberata*
8	甲壳类	施氏玻璃钩虾	*Hyale schmidti*
9	软体动物	菲律宾蛤仔	*Ruditapes philippinarum*

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 44.62g/m^2，各断面变化幅度较大，变化范围在 0~126.425g/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 27.58 个/m^2，各断面变化幅度较大，变化范围在 0~91 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 4.6-22 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、秋季调查结果

（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 4.6-23 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	*Nereis multignatha*
多毛类	中阿曼吉虫	*Armandia intermedia*
软体动物	紫贻贝	*Mytilus edulis*
甲壳类	爱氏麦秆虫	*Meretrix lamarckii*
甲壳类	朝鲜独眼钩虾	*Monoculodes koreanus*
甲壳类	极地蚤钩虾	*Pontocrates altamarimus*
甲壳类	企氏外浪漂水虱	*Excirolana chiltoni*
甲壳类	强壮藻钩虾	*Ampithoe valida*
甲壳类	日本拟钩虾	*Gammaropsis japonica*
甲壳类	长尾亮钩虾	*Photis longicaudata*

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 3.45g/m^2，各断面变化幅度较大，变化范围在 0.04~29.0g/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 16~368 个/m^2，以断面 3 的潮下带最高，断面 1、3 的潮上带最低。

表 4.6-24 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%。

4.7. 海洋生物质量现状调查与评价

4.7.1. 调查范围与站位布设

为了解工程附近海域生态环境质量状况中国海洋大学于 2020 年 4 月、10 月进行了生物体质量调查。调查站位分布见表 4.4-1 和图 4.4-1。

4.7.2. 调查项目与分析方法

2020 年 4 月调查对象：铠平鮋、口虾蛄、许氏平鮋、栉孔扇贝、长蛸、斑尾刺虾虎鱼。调查项目：锌、铬、铜、铅、镉、砷、汞、石油烃。

2020 年 10 月调查对象：斑鰶、短蛸、口虾蛄、绿鳍鱼、毛蚶、矛尾虾虎鱼、枪乌贼、晴尾蝌蚪虾虎鱼、鹰爪虾、鲬、长蛇鲻等。调查项目：石油烃、汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬。

两期各调查项目的观测、采样和分析方法按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）中的有关技术要求进行。

4.7.3. 评价标准及评价方法

双壳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，保护区、养殖区和保留区执行第一类生物质量标准，工业区执行第二类标准，港口区执行第二类标准。

鱼类和甲壳类的生物质量评价采用《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，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。

评价方法采用单因子标准指数法。

表 4.7-1 海洋生物质量（GB1842-2001）（单位：mg/kg）

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

项目	第一类	第二类	第三类
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
总汞≤	0.05	0.1	0.3
石油烃≤	15	50	80
注：以贝类去壳部分的鲜重计。			

表 4.7-2 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≤	汞≤	石油烃
鱼类	20	40	2.0	0.6	0.3	20
甲壳类	100	150	2.0	2.0	0.2	20
软体类	100	250	10.0	5.5	0.3	20

4.7.4. 海洋生物质量状况与评价

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。

表 4.7-3　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	铠平鮋	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	许氏平鮋	18.50	0.118	0.084	3.776	0.244	10.560	0.130	0.941
YT-6	铠平鮋	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	许氏平鮋	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 4.7-4　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	铠平鮋	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	许氏平鮋	0.925	0.393	0.017	0.189	0.122	0.264	0.217	0.627
YT-6	铠平鮋	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	许氏平鲉	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

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 4.7-5　2020 年 10 月 海洋生物质量实测结果统计表（mg/kg）

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	斑鰶	5.70	0.017	0.260	0.425	0.018	6.820	0.007	0.118
YT-5	鲬	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	晴尾蝌蚪虾虎鱼	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	长蛇鳗	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	长蛇鳗	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 4.7-6　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	斑鰶	鱼类	0.29	0.05	0.06	0.02	0.01	0.17	0.01	0.08
YT-5	鲬	鱼类	0.06	0.01	0.05	0.05	0.02	0.18	0.03	0.10
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	晴尾蝌蚪虾虎鱼	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

4.8. 海洋渔业资源现状调查

4.8.1. 调查站位布设

秋季和春季渔业资源调查资料分别采用中国海洋大学 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资料。

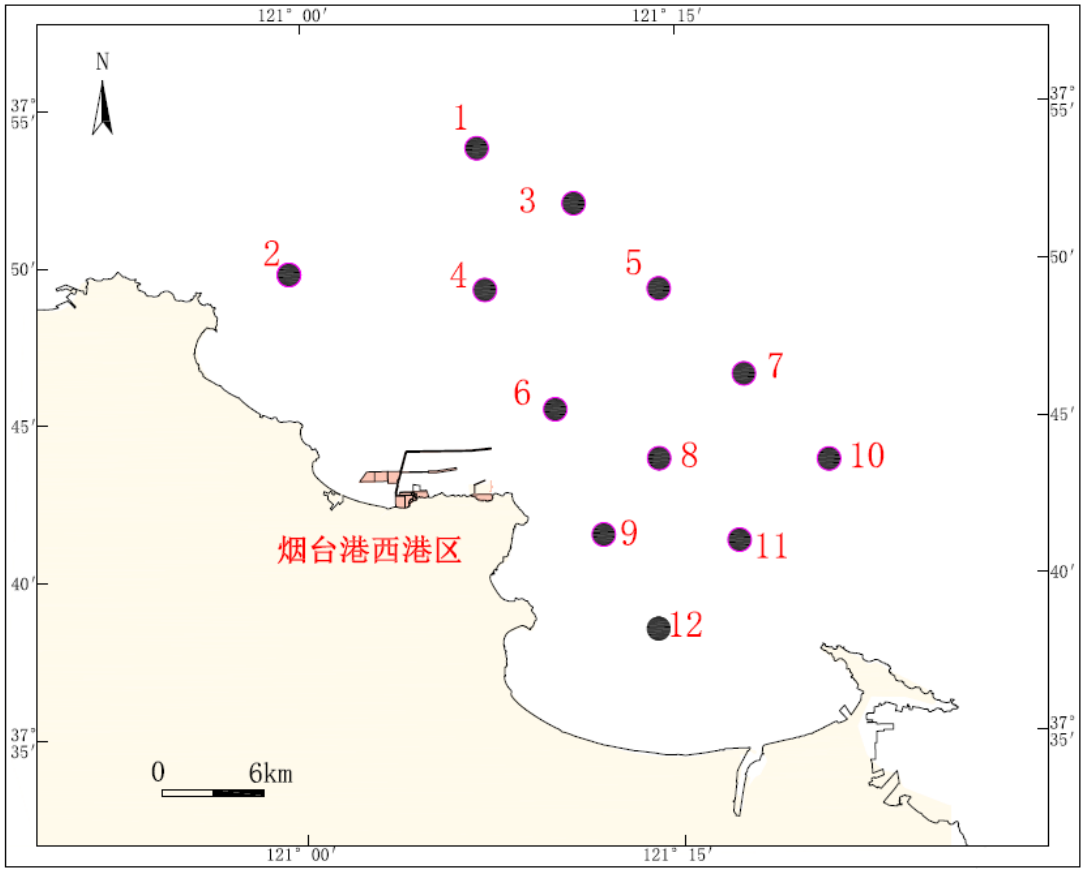


图 4.8-1　　2020 年 4 月渔业资源调查站位图

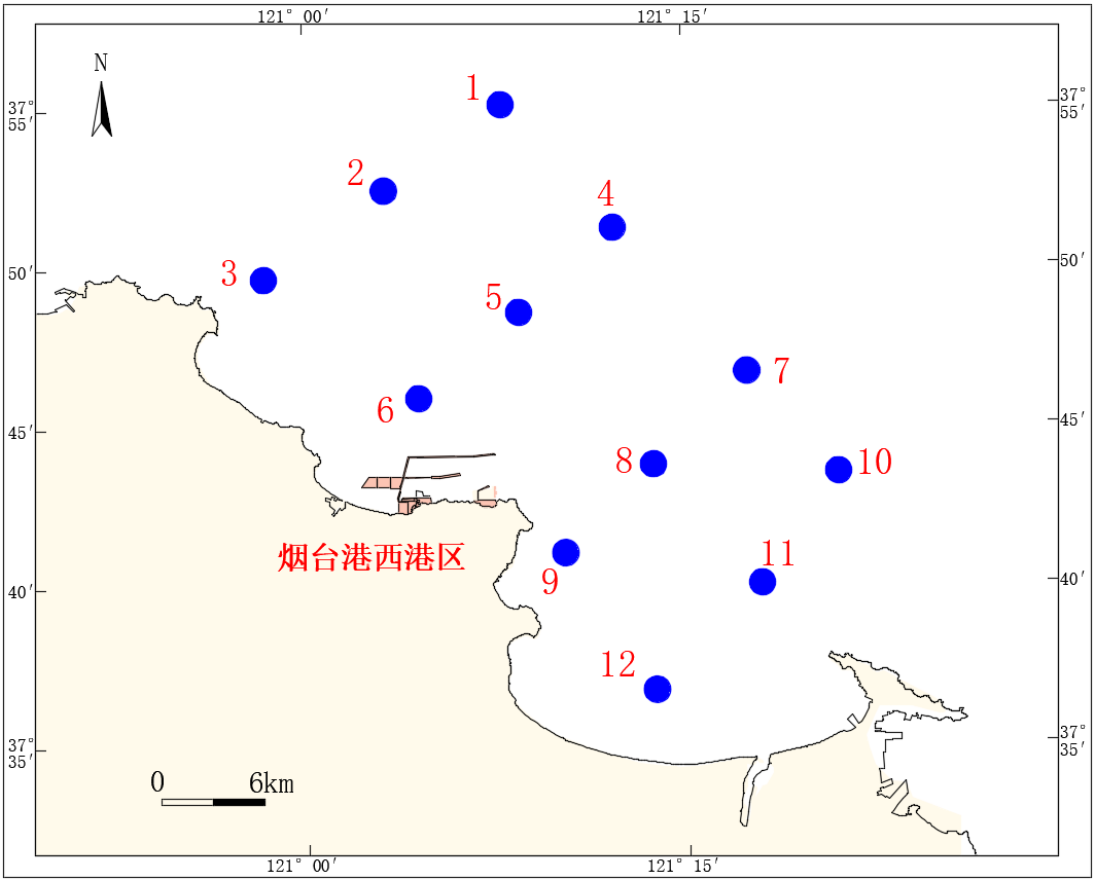


图 4.8-2　2020 年 10 月渔业资源调查站位图

表 4.8-1　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 4.8-2　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″

4.8.2. 调查方法

（1）鱼卵仔稚鱼

鱼卵、仔鱼调查根据 GB/T 12763.6《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》的有关要求执行。定量样品采集使用浅水 I 型浮游生物网（口径 50 cm，长 145 cm）自底至表垂直取样，定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80 cm，长 280 cm）表层水平拖网 10 min，拖网速度 2 kn。采集的样品经 5%甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。

（2）游泳动物

游泳动物拖网调查按 GB/T 12763.6《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。2019 年 10 月拖网调查所用网具为单拖底拖网，网口 1400 目，网目尺寸 33 mm，网口周长 59.4 m，囊网网目 20 mm。每站拖曳 1 h，平均拖速 3kn。拖曳时，网口高度 5.3 m，网口宽度 8.0 m，每站的实际扫海面积为 44448 m^2。2020 年 4 月拖网调查所用网具为单拖底拖网，网口 1400 目，网目尺寸 56 mm，网口周长 78.4 m，囊网网目 20 mm。每站拖曳 1 h，平均拖速 3.5 kn。拖曳时，网口高度 5.3 m，网口宽度 9m，每站的实际扫海面积为 58338 m^2。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。

4.8.3. 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./m^3）；

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（m^3）。

（2）游泳动物

1）相对重要性指数

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

IRI=（N+W）F

式中：

IRI——相对重要性指数；

N——在数量中所占的比例；

W——在重量中所占的比例；

F——出现频率。

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

2）物种丰度指数（Margalef，1958）

D=(S-1)/lnN

式中：

D——物种丰度指数；

S——种类数；

N——总尾数。

3）物种多样性指数（Shannon-Wiener）

根据各个种类所占比例进行分析，即：

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

式中：

H′——物种多样性指数；

P_i——i 种鱼的群落中所占的比例。

4）物种均匀度指数（Pielou）

$J'=H'/\ln S$

式中：

J′——物种均匀度指数；

H′——物种多样度指数；

S——种类数。

5）现存资源量

绝对资源密度的计算采用扫海面积法，基本原理是通过拖网时网具扫过的单位面积内捕获的游泳动物的数量，计算单位面积内的现存绝对资源密度。公式如下：

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

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。

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。

4.8.4. 调查结果分析

4.8.4.1. 2020 年 4 月春季调查结果

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

春季调查共出现渔业资源种类 53 种，其中，鱼类 28 种，占总数的 52.83%；甲壳类 20 种，占 37.74%；头足类 5 种，占 9.43%。

表 4.8-3 游泳动物种类名录

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

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

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%。

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、日本褐虾和黄鲛鳙；重要种有 7 种，依次为日本鼓虾、六丝钝尾虾虎鱼、枪乌贼、许氏平鲉、鲬、小黄鱼、短吻红舌鳎、鹰爪虾、三疣梭子蟹。

重量比例超过 1%的种类共 13 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%、黄鲛鳙 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

次为鲬 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%、鲬 1.16%、赤鼻棱鳀 1.02%；其余种类数量组成比例低于 1%。

表 4.8-4 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
黄鲛鳙	12.27	0.15	8.33	103.46
日本鼓虾	8.36	15.17	91.67	2157.00
六丝钝尾虾虎鱼	6.50	7.58	41.67	586.71
枪乌贼	6.38	5.12	58.33	670.80
许氏平鲉	5.32	0.21	8.33	46.06
鲬	3.42	1.16	66.67	305.35
赤鼻棱鳀	2.91	1.02	50.00	196.50
小黄鱼	2.37	1.22	58.33	209.40
短吻红舌鳎	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

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 90.40×10^3 ind./km^2 和 284.94 kg/km^2。其中，鱼类资源尾数密度为 29.88ind./km^2；甲壳类为 55.60ind./km^2；头足类为 4.92ind./km^2。鱼类资源重量密度为 157.60 kg/km^2；甲壳类为 114.84kg/km^2；头足类为 12.50 kg/km^2。

表 4.8-5　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
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、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 4.8-6 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
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

4.8.4.2. 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%。

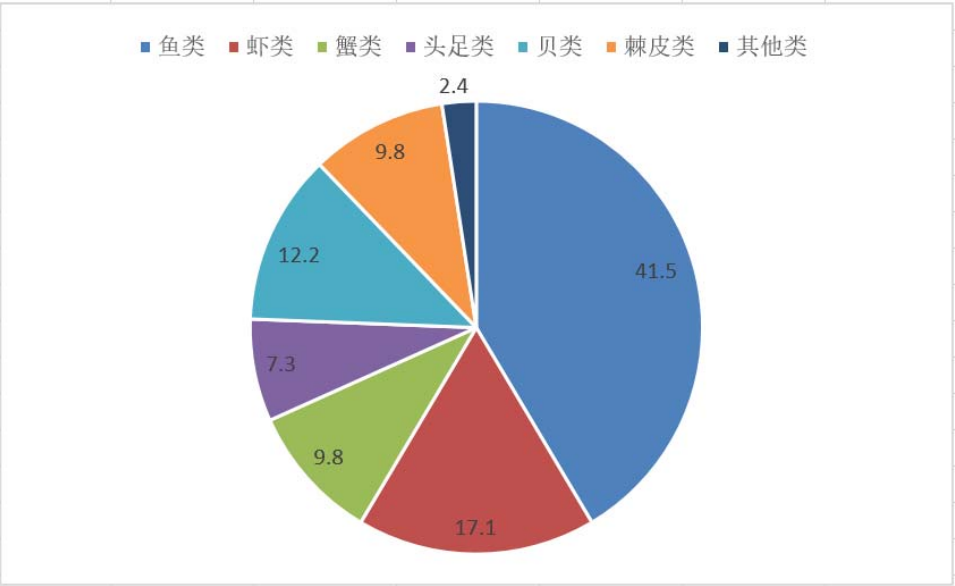


图 4.8-3　渔业资源种类数组成

表 4.8-7　游泳动物种类名录

种类	序号	种类	拉丁名
鱼类	1	斑鰶	*Konosirus punctatus*
	2	赤鼻棱鳀	*Thryssa kammalensis*
	3	带鱼	*Trichiurus lepturus*
	4	短鳍鰤	*Callionymus kitaharae*
	5	方氏云鲻	*Enedrias fangi*
	6	尖海龙	*Syngnathus acus*
	7	睛尾蜊蚪虾虎鱼	*Lophiogobius ocellicauda*
	8	绿鳍鱼	*Chelidonichthys spinosus*
	9	矛尾虾虎鱼	*Chaeturichthys stigmatias*
	10	皮氏叫姑鱼	*Johnius belengerii*
	11	普氏缰虾虎鱼	*Amoya pflaumi*
	12	少鳞鱚	*Sillago japonica*
	13	细条天竺鲷	*Apogonichthys lineatus*
	14	鲆	*Platycephalus indicus*
	15	油鲹	*Sphyraena pinguis*
	16	长蛇鲻	*Saurida elongata*
	17	长丝虾虎鱼	*Cryptocentrus filifer*
虾类	18	葛氏长臂虾	*Palaemon gravieri*
	19	口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*
	20	南美白对虾	*Penaeus vannamei*
	21	日本鼓虾	*Alpheus japonicus*
	22	细螯虾	*Leptochela gracilis*
	23	鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*
	24	鹰爪虾	*Trachypenaeus curvirostris*
蟹类	25	隆线强蟹	*Eucrate crenata*

	26	日本蟳	*Charybdis japonica*
	27	三疣梭子蟹	*Portunus trituberculatus*
	28	双斑蟳	*Charybdis bimaculata*
头足类	29	短蛸	*Octopus ocellatus*
	30	枪乌贼	*Loligo chinensis*
	31	长蛸	*Octopus variabilis*
贝类	32	白带三角口螺	*Trigonostoma scalariformis*
	33	红带织纹螺	*Nassarius succinctus*
	34	杰氏裁判螺	*Inquisitor jeffreysii*
	35	金刚钠螺	*Sydaphera spengleriana*
	36	魁蚶	*Scapharca broughtoni*
棘皮类	37	多棘海盘车	*Asterias amurensis*
	38	哈氏刻肋海胆	*Temnopleurus hardwickii*
	39	罗氏海盘车	*Asierias rollestoni*
	40	砂海星	*Luidia quinaria*
其他	41	强壮仙人掌海鳃	*Cavernularia obesa*

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%。

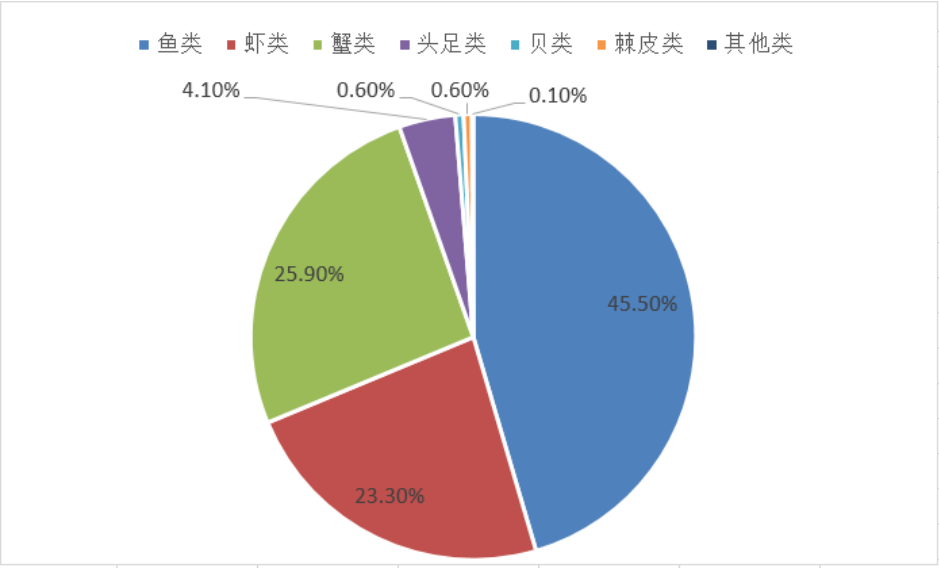


图 4.8-4 不同种类重量组成

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%。

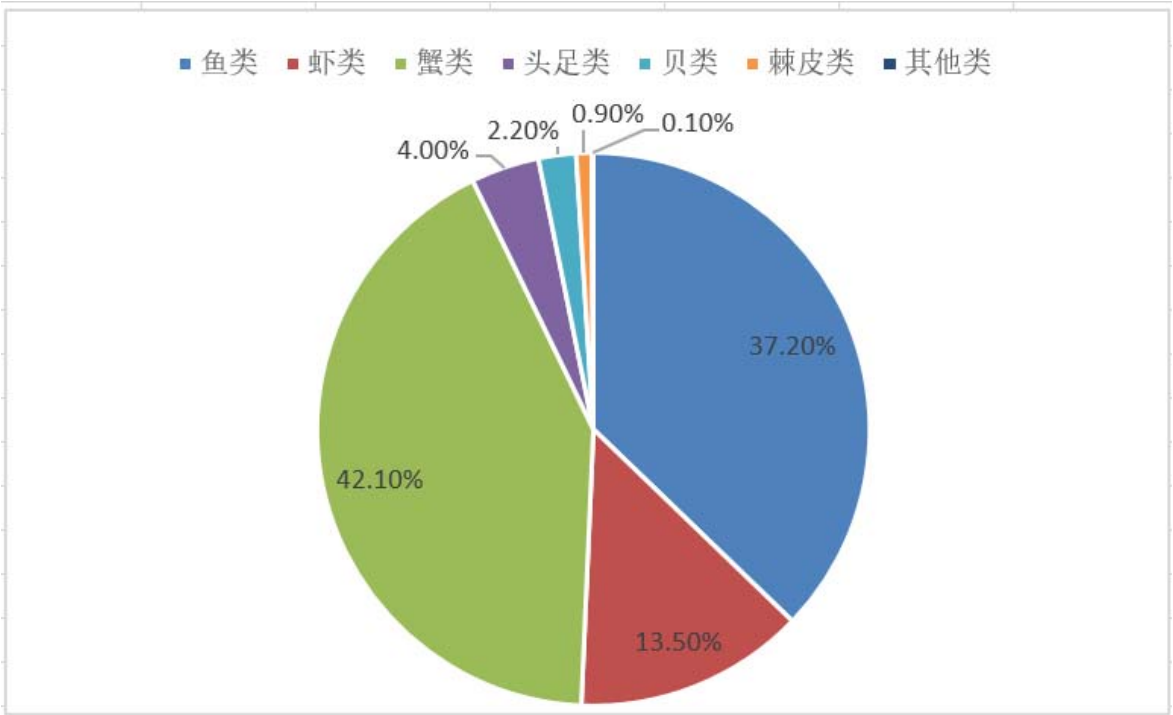


图 4.8-5 不同种类数量组成

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 464ind./h，各站位渔获数量在 343 ind./h~729ind./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 6 种，为睛尾蝌蚪虾虎鱼、双斑蟳、口虾蛄、鹰爪虾、枪乌贼、矛尾虾虎鱼；重要种有 5 种，依次为赤鼻棱鳀、红带织纹螺、日本鼓虾、长蛇鲻、普氏缰虾虎鱼。

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%、双斑蟳 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%、赤鼻棱鳀 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，为双斑蟳 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%、赤鼻棱鳀 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 4.8-8　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
双斑蟳	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
赤鼻棱鳀	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
普氏缰虾虎鱼	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./km^2 和 42.61 kg/km^2。其中，鱼类为 4.21×10^3 ind./km^2；虾类为 2.21×10^3 ind./km^2；蟹类为 2.85×10^3ind./km^2；头足类为 0.27×10^3 ind./km^2；贝类为 0.12×10^3 ind./km^2；棘皮类为 0.45×10^3 ind./km^2。

表 4.8-9　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（10^3 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 4.8-10　　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
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

4.9. 环境空气质量现状调查与评价

4.9.1. 项目所在区域环境质量达标情况

根据烟台市生态环境局发布的《2019 年烟台市环境空气质量状况》公告，9 个县（市、区）监测指标为 SO_2、NO_2、可吸入颗粒物、细颗粒物四项。本项目所在烟台市开发区环境空气质量现状与评价情况见下表。

表 4.9-1 区域空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	标准值/（μg/m³）	监测值/（μg/m³）	达标情况
$PM_{2.5}$	年均标准	35	34	达标
PM_{10}		70	73	超标
SO_2		60	8	达标
NO_2		40	29	达标

由此可见，、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2 均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，PM_{10} 出现了超标现象。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ 2.2-2018）要求，PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、CO、O_3 六项全部达标即为城市环境空气质量达标。因此，判定项目所在评价区域为不达标区。

4.9.2. 基本污染物环境质量现状调查与评价

本项目以 2019 年作为评价基准年。在此基础上，收集了烟台市开发区空气质量长期监测站 2019 年连续 1 年的监测数据，进行项目所在区域达标判定并对区域基本污染物环境质量现状进行了评价。

本项目位于烟台市经济技术开发区，采用烟台市开发区空气质量长期监测站 2019 年连续 1 年的监测数据（见表 4.9-2）作为项目所在区域达标判定的依据。根据烟台市开发区空气质量长期监测站监测数据统计，SO_2 年均浓度值为 9μg/m³，达到国家标准；NO_2 年均浓度值为 29μg/m³，达到国家标准；PM_{10} 年均浓度值为 80μg/m³，超过国家标准 14.6%；$PM_{2.5}$ 年均浓度值为 38μg/m³，超过国家标准 9.8%；CO 年均浓度值为 600μg/m³；O_3 日最大 8 小时年均浓度值为

109μg/m^3。

SO_2 第 98 百分位日平均质量浓度值为 20μg/m^3，达到国家标准；NO_2 第 98 百分位日平均质量浓度值为 66μg/m^3，达到国家标准；PM_{10} 第 95 百分位日平均质量浓度值为 192μg/m^3，超过国家标准 28.0%；$PM_{2.5}$ 第 95 百分位日平均质量浓度值为 117μg/m^3，超过国家标准 56.0%；CO 第 95 百分位日平均质量浓度值为 1500μg/m^3，达到国家标准；O_3 第 90 百分位日最大 8 小时滑动平均质量浓度值为 171μg/m^3，超过国家标准 6.9%。因此判定项目所在区域为不达标区，超标污染物为 PM_{10}、$PM_{2.5}$、O_3 三项。

表 4.9-2 基本污染物环境质量现状表

污染物	年评价指标	现状浓度（μg/m^3）	评价标准（μg/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	20	150	13.3	/	达标
	年平均质量浓度	9	60	14.6	/	达标
NO_2	第 98 百分位日平均质量浓度	66	80	82.5	/	达标
	年平均质量浓度	29	40	73.0	/	达标
PM_{10}	第 95 百分位日平均质量浓度	192	150	128.0	5.6	超标
	年平均质量浓度	80	70	114.6	/	超标
$PM_{2.5}$	第 95 百分位日平均质量浓度	117	75	156.0	7.3	超标
	年平均质量浓度	38	35	109.8	/	超标
CO	第 95 百分位日平均质量浓度	1500	4000	37.5	/	达标
O_3	第 90 百分位 8 小时平均质量浓度	171	160	106.9	4.1	超标

基本污染物环境质量现状监测结果分析：

开发区监测数据（见表 4.9-2）SO_2 和 NO_2 24 小时平均第 98 百分位数分别为 20μg/m^3 和 66μg/m^3，占标率分别为 13.3%和 14.6%；PM_{10}、$PM_{2.5}$ 和 CO 24 小时平均第 95 百分位数分别为 192μg/m^3、117μg/m^3 和 1500μg/m^3，占标率分别为 128.0%、156.0%和 37.5%；$O_3$8 小时平均第 90 百分位数为 171μg/m^3，占标率为 106.9%。SO_2、NO_2、PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 年平均浓度分别为 9μg/m^3、29μg/m^3、80μg/m^3 和 38μg/m^3，占标率分别为 14.6%、73.0%、114.6%和 109.8%。PM_{10} 和

$PM_{2.5}$ 24 小时平均第 95 百分位数和年平均浓度超过环境空气质量二级标准，$O_3$8 小时平均第 90 百分位数超过环境空气质量二级标准。

4.9.3. 环境质量监测结果

本次评价采用烟台净朗测试有限公司于2020年10月28日~11月05日连续监测7天对工程所在区域进行的大气环境特征因子的现状监测数据。

（1）监测因子

非甲烷总烃

（2）监测方法

表 4.9-3 大气环境质量监测方法

序号	检测项目	检测类别及采样技术规范	检出限	检测仪器
1	非甲烷总烃	HJ 604-2017 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	0.07mg/m³	奇阳 GC-9860-5v 气相色谱仪 编号：JL-68-2

（3）监测站位

大气监测站位见下表。

图 4.9-1 环境空气现状监测站位

表 4.9-4 环境空气现状监测站位

序号	站位
1	罐区厂址
2	初旺村

（4）监测结果

监测期间的气象资料列于下表中。

表 4.9-5 环境空气监测期间气象参数

采样日期		温度（℃）	大气压（hPa）	湿度（%）	风向	风速（m/s）	总云	低云
2020.10.28	8:00	10.2	1016.8	56	N	2.3	7	5
	14:00	15.9	1013.3	45	N	2.4	7	6
	20:00	11.1	1016.4	54	N	1.9	——	——
2020.10.29	2:00	7.7	1019.1	74	S	2.1	——	——
	8:00	11.8	1016.3	65	S	1.8	7	6
	14:00	16.9	1012.7	57	N	1.9	3	2
	20:00	11.8	1015.8	66	N	2.1	——	——
2020.10.30	2:00	8.1	1019.8	76	N	1.8	——	——
	8:00	12.4	1015.5	55	N	1.7	3	1
	14:00	16.7	1012.9	63	NW	1.6	3	2
	20:00	11.2	1014.6	82	NW	1.7	——	——
2020.10.31	2:00	8.3	1019.5	72	SW	2.1	——	——
	8:00	12.6	1014.8	57	SW	2.2	7	6
	14:00	16.9	1012.7	56	SW	2.1	6	5
	20:00	12.8	1014.6	69	SW	2.4	——	——
2020.11.01	2:00	9.4	1020.4	78	NW	1.8	——	——
	8:00	12.9	1015.1	55	W	1.7	7	6
	14:00	18.3	1014.2	46	W	2.1	3	2
	20:00	13.1	1015.6	53	W	2.2	——	——

2020.11.02	2:00	5.6	1019.3	68	NW	2.4	——	——
	8:00	10.1	1016.6	59	NW	2.1	3	2
	14:00	17.5	1014.5	44	NW	2.1	2	1
	20:00	11.2	1016.7	56	NW	1.9	——	——
2020.11.03	2:00	3.4	1021.4	76	NW	2.5	——	——
	8:00	8.1	1017.3	57	NW	2.3	3	1
	14:00	11.6	1014.7	45	NW	2.2	2	1
	20:00	7.6	1016.5	58	NW	2.3	——	——
2020.11.04	2:00	8.3	1020.4	72	SW	2.5	——	——

表 4.9-6 环境空气现状监测结果统计表

序号	监测点位	非甲烷总烃小时平均浓度（mg/m^3）	最大占标率%	是否达标
1	罐区厂址	0~0.78	39%	是
2	初旺村	0~0.76	38%	是

（5）计算保护目标和网格点环境质量现状浓度

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中 6.4.3.2，对采取补充监测数据进行现状评价的，取各污染物不同评价时段监测浓度的最大值，作为评价范围内环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度，计算方法见如下公式，现状浓度计算结果详见下表。

$$C_{现状（x,y）} = MAX\left[\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} C_{现状（j,t）}\right]$$

式中：C 现状（x,y）—环境空气保护目标及网格点(x,y)环境质量现状浓度，μg/m3；

C 现状（j,t）—第 j 个监测点位在 t 时刻环境质量现状浓度（包括 1h 平均、8h 平均或日平均质量浓度），μg/m^3；

n—现状补充监测点位数。

计算得出非甲烷总烃的网格点浓度为740μg/m^3。

4.10. 声环境质量现状调查与评价

采用山东蓝城分析测试有限公司2019年4月15日对工程所在区域进行的声环

境现状监测。

表 4.10-1 项目区噪声评价结果统计表

监测点位	昼间（单位：dB(A)）			夜间（单位：dB(A)）		
	监测值	标准值	超标值	监测值	标准值	超标值
南厂界	47.5	65	-17.5	46.0	55	-9
西厂界	67.9		2.9	65.5		10.5
北厂界	46.2		-18.8	44.9		-10.1
东厂界	43.0		-22	41.7		-13.3
附近敏感点	48.1		-16.9	46.3		-8.7

由表可见，除西场界监测点位外，其它监测结果声环境质量均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)3 类声功能区要求。西场界监测点位超标，主要是由于其位置靠近施工交通干道，受道路港区施工车辆影响导致。

4.11. 地下水环境质量现状调查与评价

4.11.1. 地质条件

4.11.1.1. 区域地质条件

按山东省大地构造单元划分，拟建场区位于华北陆块（I）鲁东隆起（II）胶北隆起区（III）胶北凸起（V）北部。拟建项目所在区域地质图见图4.11-1。

（一）地层

调查区地层属华北地层区、鲁东地层分区、胶北地层小区，出露地层有：古元古代粉子山群张格庄组，新生代第四纪山前组、旭口组、临沂组、寒亭组、沂河组。

1、古元古代粉子山群

（1）张格庄组二段（$Pt_1f\hat{Z}g^2$）

岩性为透闪岩、透闪片岩夹硅质大理岩等，分布于陈家围子山以西一带，出露面积较小。

（2）张格庄组三段（$Pt_1f\hat{Z}g^3$）

岩性为白云石大理岩、透辉大理岩、方解大理岩，间夹薄层斜长透闪岩等，分布于阳山～赵家山一带，出露面积较大。

2、新生代第四纪

（1）山前组($Q\hat{S}$)

分布于九曲河上游及山前地带，残坡积成因。岩性为黄棕色、紫红色含碎石质粘土、碎石土层。厚度因地而异，一般1 m～5m。

（2）旭口组（QXk）

岩性为分选性较好的海积灰白色～淡黄褐色细砂、中砂夹粗砂、砾砂及少量淤泥，分布于北部沿海岸一带。

（3）临沂组（QL）

分布于九曲河两岸广大地区，岩性为中细砂、粉砂及粉土、粉质粘土等，厚度5m～10m，局部最大可达20m，分布范围较大。

（4）寒亭组（QHt）

分布于张家庄、仲家、姜家北部一带，岩性为中细砂、粉砂等，厚度2m～5m，最大可达10m，分布范围较大。

（5）沂河组（QY）

岩性为现代河流冲积的褐黄色含砾混砂、砂砾等，厚度5m～10m，最大可达20m，主要分布在九曲河河床及河漫滩。

（二）岩浆岩

调查区岩浆岩较发育，出露的侵入岩有：古元古代吕梁期双顶超单元燕子夼单元和中生代燕山早期玲珑超单元大庄子单元。

1、侵入岩

（1）古元古代双顶超单元燕子夼单元（$\hat{S}\mathbf{Y}\eta\gamma_2^1$）：

分布在房家以南一带，面积出露较小，主要岩性片麻状细粒含黑云二长花岗岩。

（2）中生代燕山早期玲珑超单元大庄子单元（$\mathbf{iD}\hat{Z}\eta\gamma_5^2$）：

分布在调查区西南大部，出露面积较大，主要岩性为含斑粗中粒二长花岗岩。

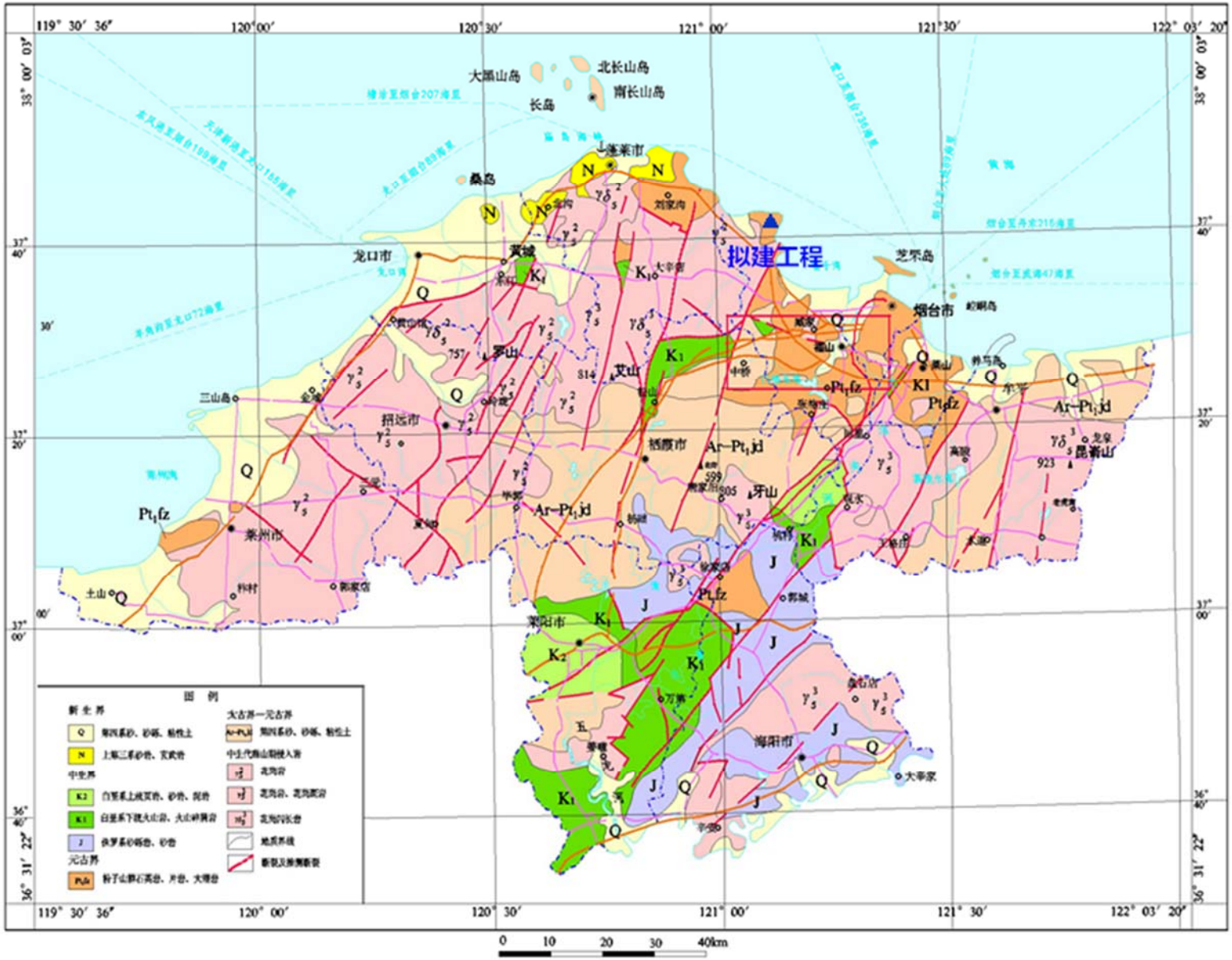


图 4.11-1 区域地质图

2、脉岩

区内脉岩主要为闪长玢岩（$\delta\mu_5^3$）、石英闪长玢岩（$\delta o\mu_5^3$），其次有煌斑岩（X_5^3）辉绿玢岩（$\beta\mu_5^3$）等，脉岩产出受构造控制明显，均呈较规则脉状产出，其延展方向与构造相一致。

4.11.1.2.厂区地质条件及构造

（一）地层

根据厂区工程地质勘察报告资料，厂区内地层上部为第四系，下伏地层为古元古代粉子山群张格庄组（见图 4.11-2），简述如下：

1、第四系（Q）

主要发育全新统，岩性为棕黄色、黄褐色粉质粘土、粘土等，含少量碎石及角砾，厚度 0.2~30.2m，分布极不均匀。

2、古元古代粉子山群张格庄组

厂区内全区发育，岩性主要为强风化、中风化大理岩，矿物成分主要为方解石、白云石等。岩溶及节理裂隙发育，破碎，岩芯采取率 70-80%。

（二）构造

厂区及周边分布断裂构造有虎路线一大季家断裂。该断裂位于蓬莱市虎路线至开发区大季家。出露长度约 15km，宽度 8～40m。总体走向 16°，倾向南东，倾角 65°～70°。属压扭性断裂。局部褐铁矿化、金矿化。

4.11.2. 水文地质条件

4.11.2.1.区域水文地质条件

（一）含水岩组类型及富水性

拟建项目位于鲁东低山丘陵水文地质区胶东半岛中脊北翼水文地质亚区（图 4.11-3）。根据地层岩性的组合关系、地下水的赋存条件及水力特征，区内地下水类型可划分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水以及岩浆岩类风化裂隙水三种。

1、松散岩类孔隙水

主要分布于九曲河两岸及山前平原、山间谷地、滨海平原地带，含水层岩性为

细砂、中细砂、粗砂、砾石、卵砾石。含水层宽度、厚度较大，颗粒均匀，磨圆较好，孔隙大。地下水富水性较弱，山前平原地带单井涌水量小于 500m^3/d, 沿河地带单井涌水量 500～1000 m^3/d。

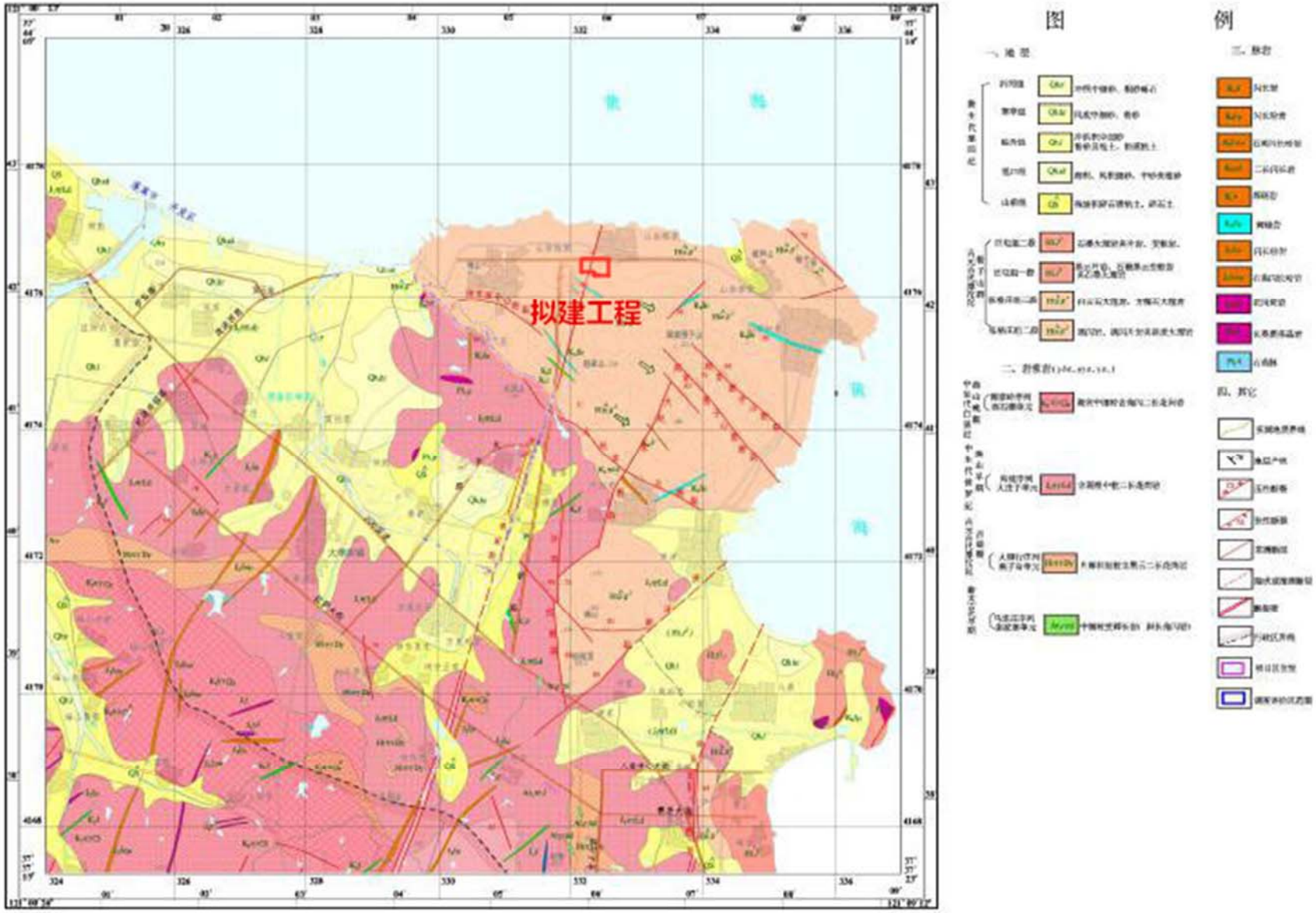
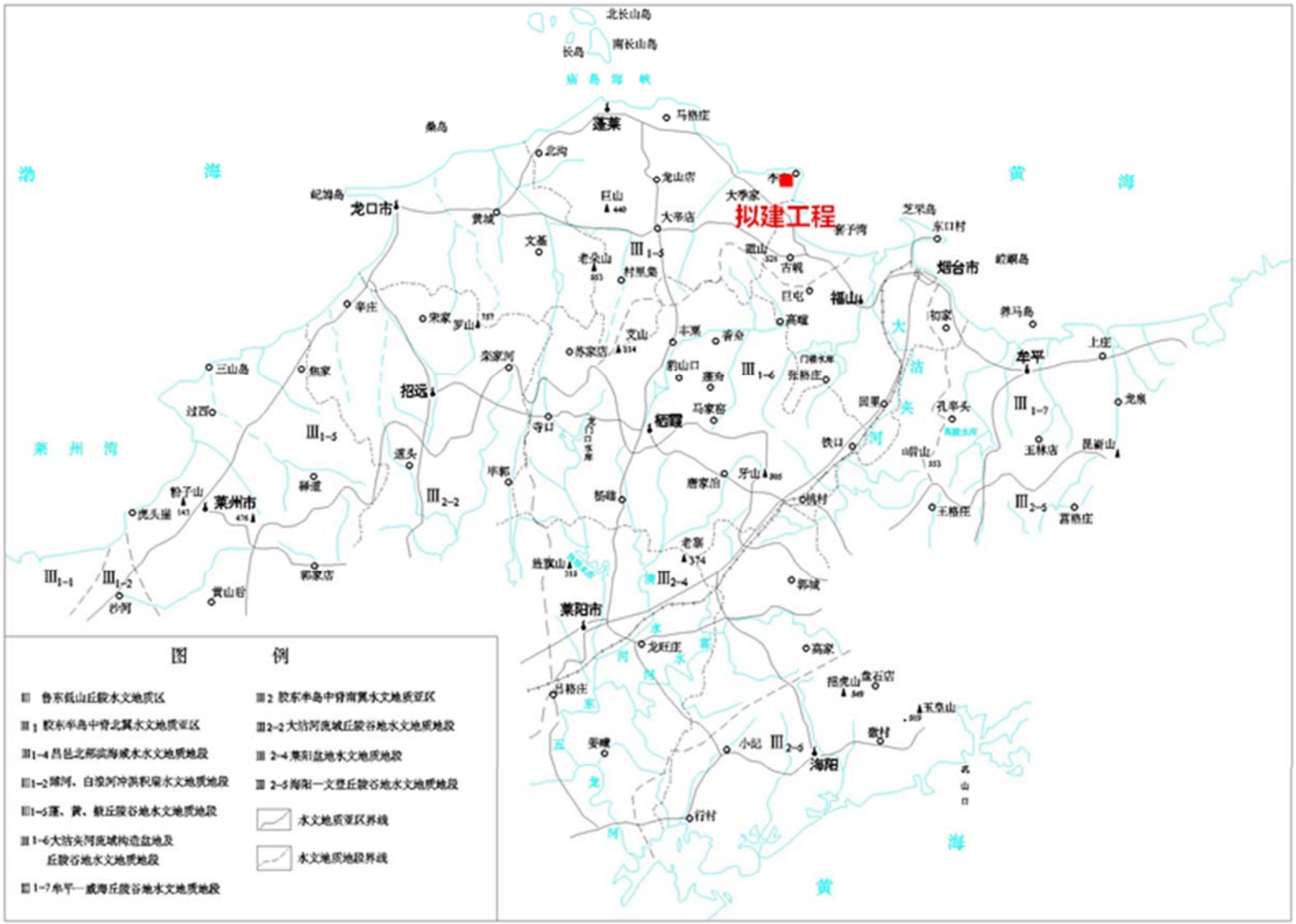


图 4.11-2 厂区及周边区域地质图



1: 1000000

图 4.11-3 区域水文地质分区图

2、碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水

分布于调查区北部一带，含水层岩性以张格庄组（Pt_1fLZg）白云石大理岩、方解石大理岩为主，含水层岩溶发育弱，局部岩溶孔隙裂隙较发育，为地下水赋存的主要空间。在断裂破碎带及与其他断裂交汇处，涌水量较大。地下水富水性较强，透水性不均，单井涌水量 500～1000 m^3/d。

3、岩浆岩风化裂隙构造裂隙水

分布于调查区西南部一带，含水层岩性以花岗岩类为主，近地表风化裂隙较发育，受北东向断裂构造控制，在断裂破碎带及与其他断裂交汇处，涌水量稍大。地下水富水性较弱，透水性不均，单井涌水量小于 500m^3/d。

（二）地下水的补给、径流、排泄条件

1、松散岩类孔隙水

以大气降水垂直渗入补给为主，其次为地表水的补给，还可以接受基岩裂隙水及来自下层微承压水的越流补给，尤其在河道带粘性土层缺失，使上下含水层联通。由于地势平缓，地下水水力坡度小，径流缓慢，只有山间谷地径流速度稍大，地下水排泄方式主要为径流及蒸发，山间谷地局部排泄于地表，形成溪流。

2、碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水

地下水主要补给来源为大气降水，地下水径流方向与地形走向一致，排泄方式为蒸发、径流形式以及人工开采。

3、岩浆岩风化裂隙构造裂隙水

主要接受大气降水补给及局部上覆第四系孔隙水的垂向补给为主，地下水位埋深随地形起伏而变化，排泄方式为蒸发、径流及人工开采。

（三）地下水水位动态特征

（1）地下水位动态

区域内地下水动态变化与全年降水量分配基本一致，即枯水期水位下降，丰水期水位回升。根据开发区大季家办事处房家村东地下水长期观测数据表明（图 4.11-4），2014 年 1 月～2017 年 5 月间，地下水水位标高为 23.84～25.09m，水位变幅 1.25m，地下水动态变化主要受大气降水影响明显，水位呈现下降趋势，动态变化幅度较小。

根据开发区大季家办事处房家村东监测井地下水水位资料综合分析，2016 年~2017 年 5 月份地下水位总体低于 2014 年及 2015 年同期水位，地下水位呈现较明

显的逐年下降趋势。每年的 1~5 月份地下平均水位比较稳定，水位变幅较小，进入 6、7 月份，出现了较明显的水位下降，7-8 月份因为雨季的来临，地下水位呈现较明显的上升。据调查情况和已有资料分析，年水位变幅一般 1～1.5m。

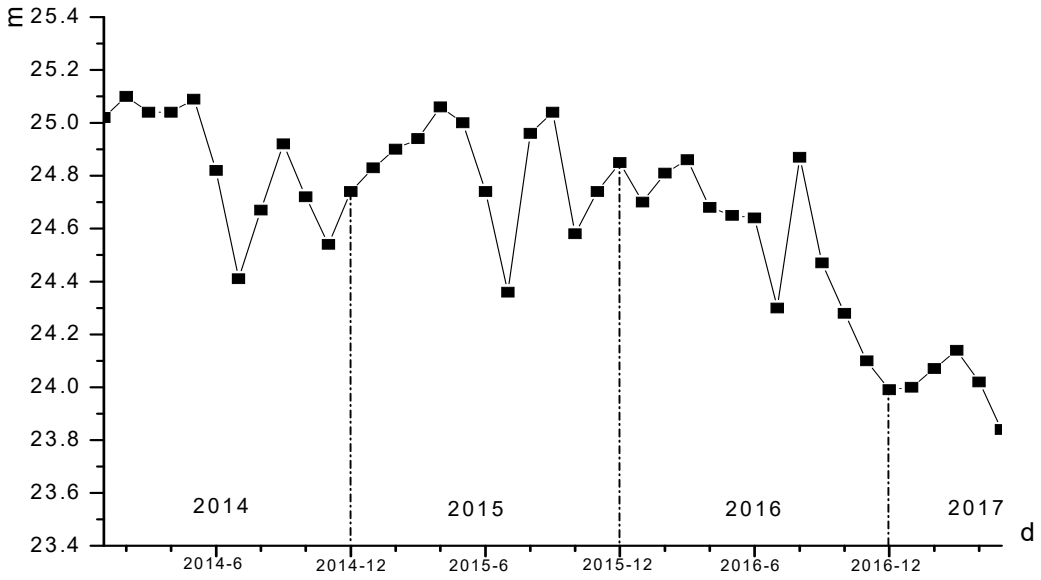


图 4.11-4 房家村东监测井地下水水位动态曲线图

（2）降水量、开采量对地下水位的影响关系

区内地下水动态随降水量和开采量的季节性变化而呈周期性变化。一般每年的 11 月份至翌年的 2 月份，降水量、可开采量都比较少，地下水位相对比较稳定；3～5 月份主要为农业灌溉期，大气降水量偏少，开采量明显增大，潜水蒸发量也相对增大，地下水位一般变幅较大，呈明显下降趋势，6～9 月份降水丰沛，地下水入渗补给量明显增大，地下水位普遍快速回升；汛期过后，地下水位缓慢下降并逐渐趋于平稳。年内地下水位整体呈现平稳～下降～上升～平稳的周期性变化。

4.11.2.2.厂区水文地质条件

根据调查及收集资料，确定厂区内地下水类型为碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水。

该含水岩组隐伏于第四系之下，含水层岩性为强风化、中风化大理岩，该含水岩组岩溶裂隙发育，富水性弱，单井涌水量一般为 500-1000m^3/d。

岩溶孔隙裂隙水的主要补给来源为大气降水补给；排泄方式主要为人工开采以及径流排泄。地下水流向与地形基本一致，以分水岭为界，向分水岭两侧径流。

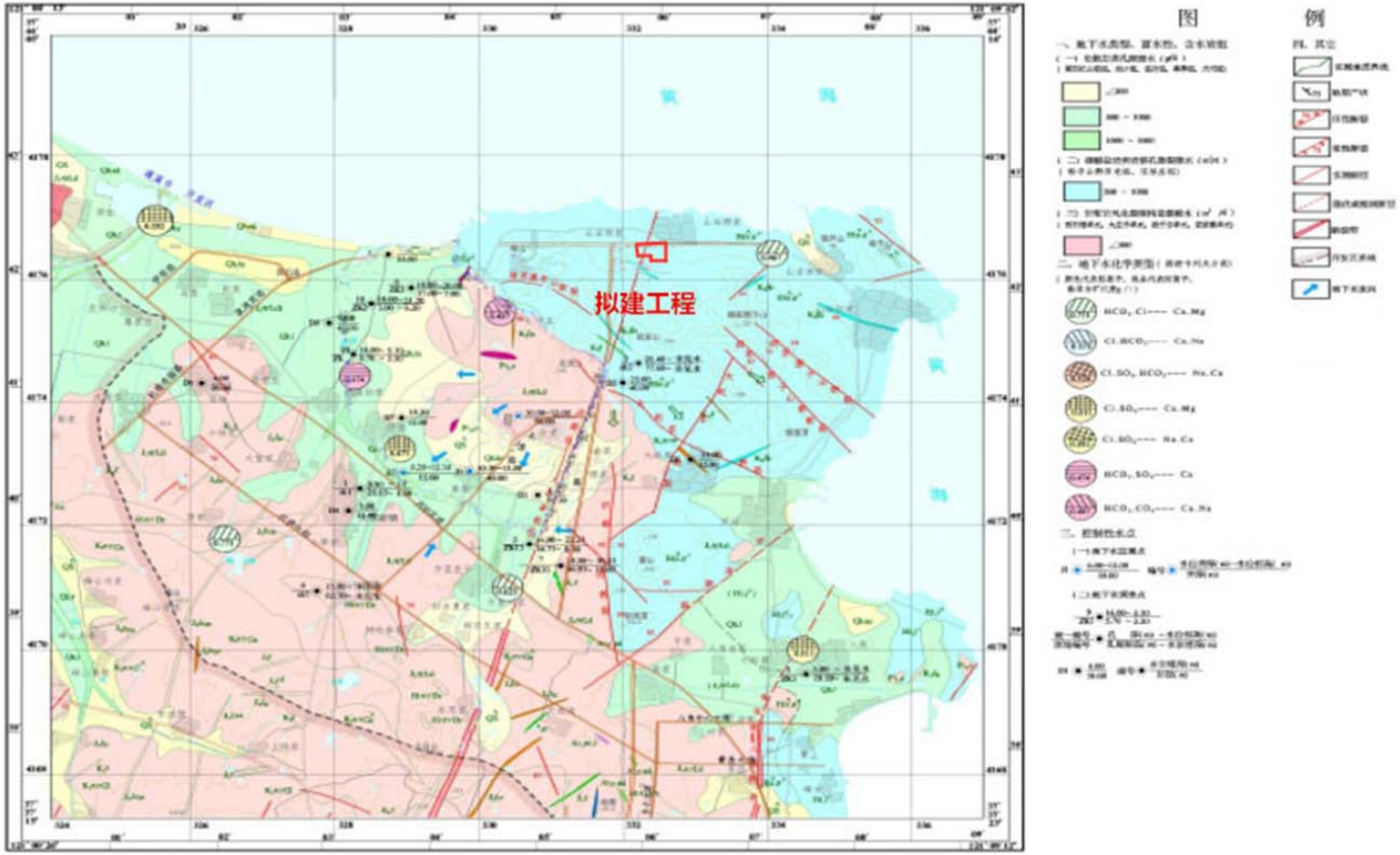


图 4.11-5 厂区及周边区域水文地质图

4.11.3. 建设场地包气带防污性能

4.11.3.1. 建设场地工程地质条件

根据场区工程地质勘察资料，拟建场地地层结构较简单，层序较清晰，上覆第四系主要为全新统素填土层（Q_4^{ml}）、新近人工填土层（Q_4^{ml}）和粉质粘土层（Q_4^{al+pl}），下伏基岩为大理岩（Pt_1fZg）及辉绿玢岩脉。根据地层岩性、成因时代及工程特性不同，自上而下可分为以下 4 层：

（1）素填土（Q_4^{ml}）

该层在拟建场地内分布较广泛。黄褐色，湿～稍湿，稍密～密实，主要成分为粘性土、风化砂土及花岗岩质或者大理岩质碎石。厚度 0.2～1.6 米，平均厚度 0.64m；层底标高 42.58～86.50m。

（1-1）新近人工填土层（Q_4^{ml}）

该层在拟建场地内局部分布。黄褐色，湿～稍湿，稍密～密实，主要成分为粘性土、风化砂土及花岗岩质或者大理岩质碎石。根据卫星照片显示，该层是 2012 年以后人工堆积。主要分布在 5、6、9 和 10 号孔周边揭露。厚度：3.00～30.20m，平均厚度 18.13m；层底埋深 3.00～30.20m，平均厚度 18.13m；层底标高 49.48～69.29m，平均 58.08m。

（2）粉质粘土（Q_4^{al+pl}）

该层在拟建场地内局部分布，厚度较小，仅在 2、3 和 11 号孔揭露。褐色为主，硬塑，含少量砂，粘性土为主，切面稍粗糙，韧性中等，干强度中等。厚度：1.50～2.20m，平均厚度 1.85m；层底埋深 2.30～2.80m，平均厚度 2.55m；层底标高 40.38～77.67m，平均 59.03m。

（3）强风化大理岩

该层分布广泛，除 5、7、8、10 号外其它钻孔均有揭露。灰白色或灰色，粒状变晶结构，层状、块状构造，主要矿物成分为方解石、白云石，滴稀盐酸起泡，显有化学反应，属可溶解的碳酸盐类岩石，经区域变质形成，结构部分破坏。岩溶及节理裂隙发育，破碎，属较软岩，岩芯呈碎块状，易钻进。12 号孔 3.0 至 3.4 米为溶洞，钻至 3.0 米时，突然掉钻，漏浆。岩溶发育较强烈。10 号孔 3.0 至 6.0 米范围内，岩溶发育较强烈，溶蚀现象明显，在其它多个孔也有岩溶发育现象。厚度：0.70～3.0m，平均厚度 1.93m；层底埋深 2.80～22.00m，平均厚度 6.16m；层底标高

38.38～83.50m，平均 56.77m。

（4）中风化大理岩（Pt_1fZg）

该层在场地范围内分布较广泛，厚度较大，勘察期间该层在所有孔均有揭露。灰白色，粒状变晶结构，层状、块状构造，主要矿物成分为方解石、白云石，滴稀盐酸起泡，反应剧烈，属可溶解的碳酸盐类岩石，经区域变质形成，结构部分破坏。岩溶及节理裂隙发育，破碎，较硬岩，岩芯呈长柱状，岩芯采取率 70-80%。该层未穿透，最大揭露深度为 7.3m。揭露厚度 3.00～7.30 米，平均厚度 4.27 米，层底埋深 3.80～35.00 米，层底标高 33.18～78.50 米。

（5）辉绿玢岩

该层在拟建场地内局部分布，仅在 5 号孔揭露，未揭穿。为浅成侵入脉岩，走向北西。暗绿色，原岩结构构造部分破坏，裂隙较发育，主要矿物辉石、斜长石，角闪石等，斑状结构、辉绿结构，块状构造，钻进较困难，敲击声脆。属坚硬岩。

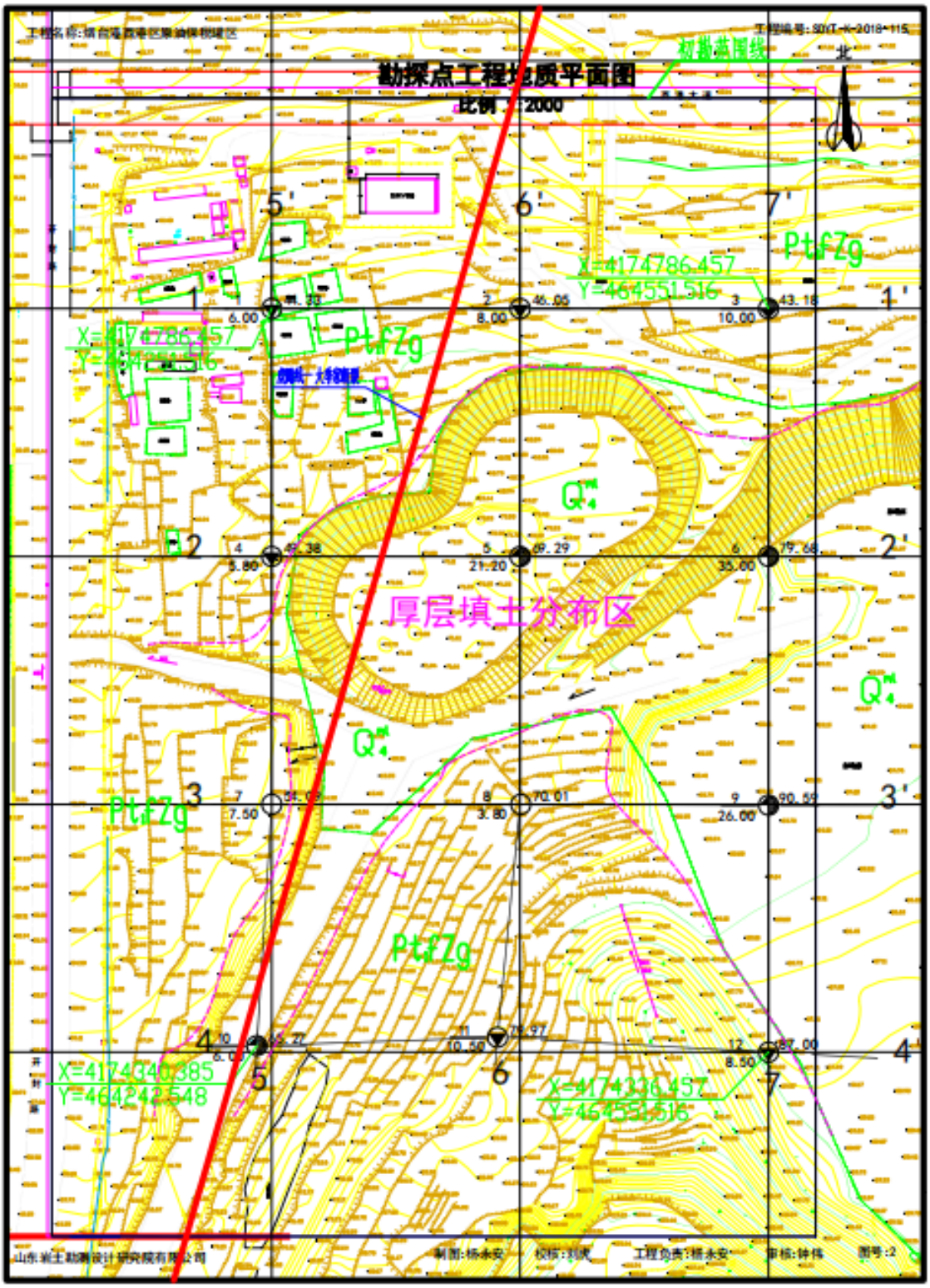


图 4.11-6 勘察点工程地质平面图

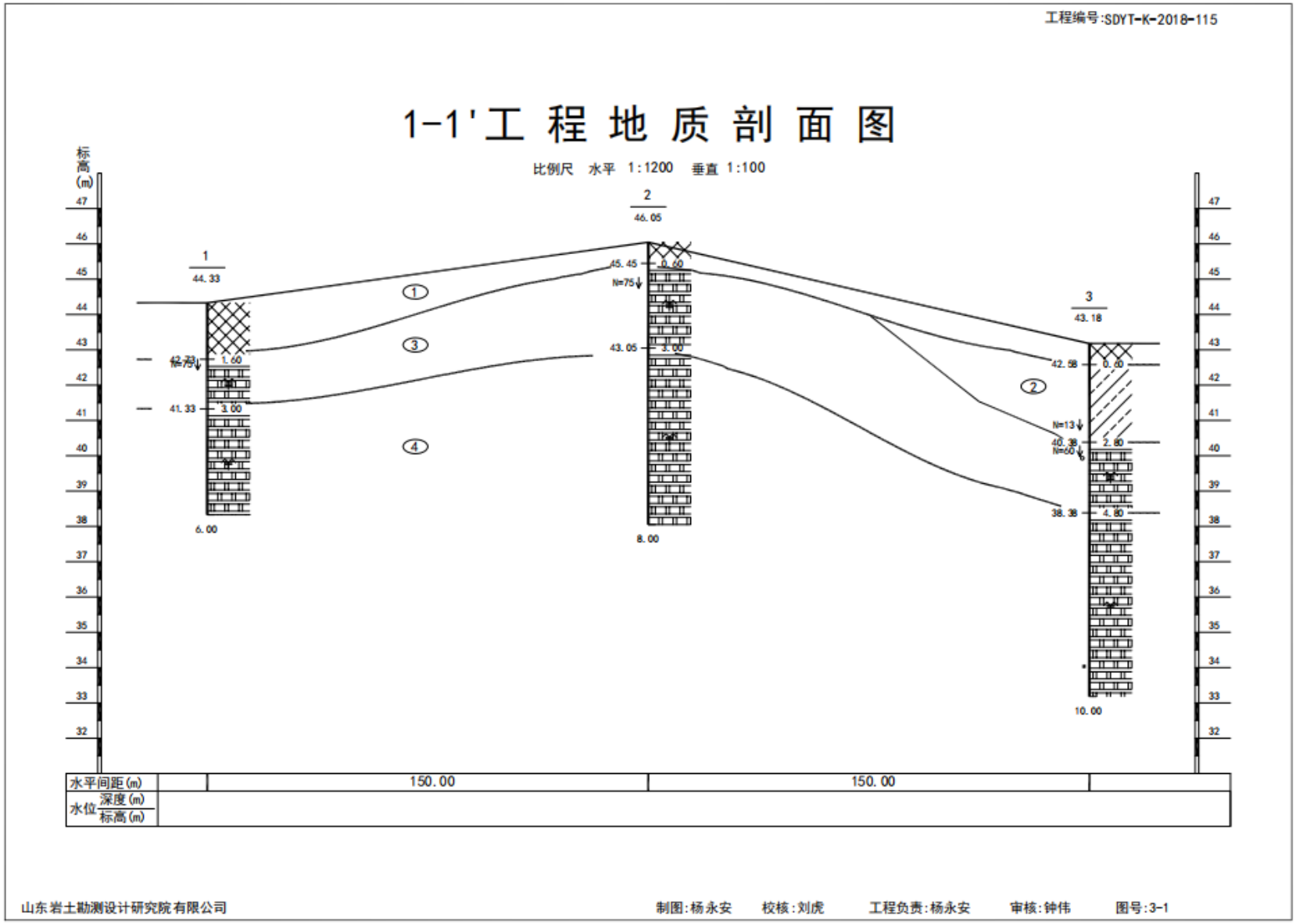


图 4.11-7 东西向 1-1/工程地质剖面图

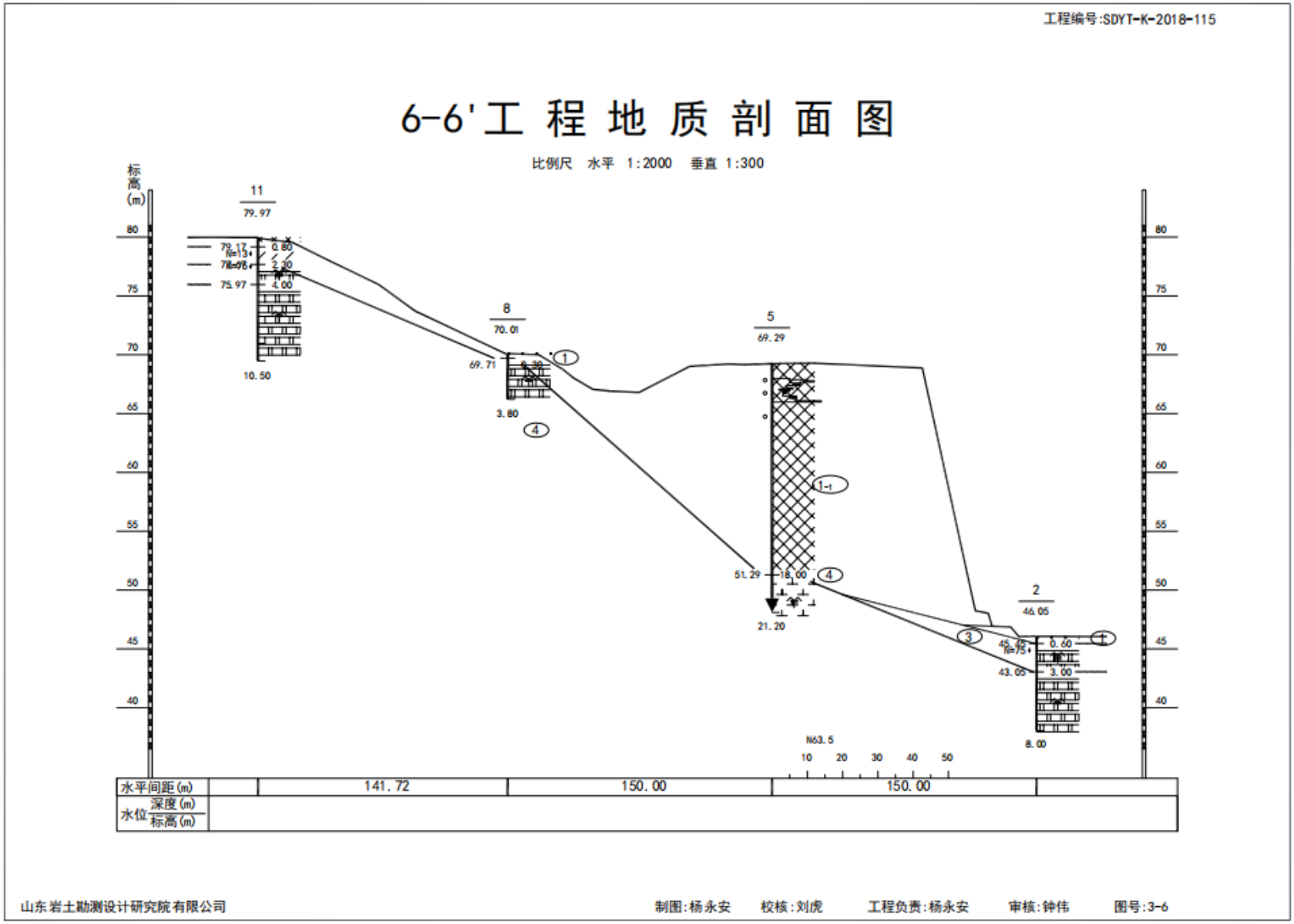


图 4.11-8 南北向 6-6/工程地质剖面图

4.11.3.2.包气带防污性能

岩土工程勘察报告显示，拟建场区钻孔最大揭露深度内未见地下水分布，包气带岩性主要为素填土、粉质粘土、强风化、中风化大理岩及辉绿玢岩脉。根据工程勘察资料，场区内素填土厚度 0.2～1.6 米，平均厚度 0.64m；人工填土厚度：3.00～30.20m，平均厚度 18.13m；粉质粘土厚度：1.50～2.20m，平均厚度 1.85m；强风化大理岩厚度：0.70～3.0m，平均厚度 1.93m；中风化大理岩揭露厚度 3.00～7.30 米，平均厚度 4.27 米。

根据收集资料，场区附近粉质粘土的垂向渗透系数平均值为 2.3×10^{-5}cm/s，风化大理岩的渗透系数平均值约为 3.0×10^{-5} cm/s，均小于 10^{-4}cm/s，根据天然包气带防污性能分级参照表，确定拟建项目的包气带防污性能为**中等**。

表 4.11-1 天然包气带防污性能分级参照表

分级	包气带岩（土）的渗透性能
强	岩（土）层单层厚度 Mb≥1.0m，渗透系数 K≤10^{-6}cm/s，且分布连续、稳定。
中	岩（土）层单层厚度 0.5m≤Mb＜1.0m，渗透系数 K≤10^{-6}cm/s，且分布连续、稳定。 **岩（土）层单层厚度 Mb≥1.0m，渗透系数 10^{-6}cm/s＜K≤10^{-4} cm/s，且分布连续、稳定。**
弱	岩（土）层不满足上述“强”和“中”条件。

4.11.4. 地下水环境综合调查

为了掌握评价区地下水环境状况，本次工作对厂区及周边进行了综合环境状况调查。主要调查周边村庄分布情况、饮用水水源、居民从事的经济活动、项目区用地现状、地表水资源、污染源情况等。

4.11.4.1.区域地下水开发利用现状

根据收集资料，烟台市经济技术开发区内地下水资源总量为 2377 万 m^3，可开采资源量 1760 万 m^3。调查区范围内居民生活用水为自来水供给，无集中大规模开采地下水的现象，根据烟台市有关地下水开发利用规划，开发区范围内为地下水禁止开采区。

4.11.4.2. 区内环境地质问题

1、海水入侵

由于近年来地下水开采量增加，地下水水位下降，导致海水向内陆入侵，判定海水入侵的标准确定以氯离子含量大于或等于 250mg/L 作为衡量海水入侵的标准。

根据区域海水入侵调查结果，开发区范围内海水入侵面积 1992 年为 14.3km^2，2002 年为 21.9km^2，入侵速率为 0.76km^2/年。海水入侵主要发生在沿海及黄金河～柳林河～夹河一带。

2、工矿企业污染

调查区内工矿企业较多，所产生的工业废水排入城市污水处理厂集中处理后排放，对区域地下水环境影响较小。

3、农业及生活污染

随着经济发展，区域内人口数量增加，产生的废水排放量日益增多，而相应的污染物治理工作相对滞后，地下水污染有加重趋势。根据近年来地下水水质监测资料，地下水中氯离子、硫酸盐、硝酸盐氮含量有逐年增加的趋势。

地下水中硝酸盐污染的来源主要有地表污废水渗漏，化粪池、污水管的泄漏以及垃圾堆的雨水淋溶等。另外的污染源主要是农业种植污染，农耕区过多施用氮肥，其中有一部分的氮从土壤中流失并污染了地下水。造成农耕区地下水硝酸盐的含量超标。

4.11.5. 地下水环境现状监测与评价

为了了解厂区及其周围的地下水环境现状，获取厂区及周围地下水环境质量本底值，从而更好的对比分析厂区建成后对地下水环境的影响，本次于 2019 年 4 月 17 日进行了地下水环境现状监测工作。

4.11.5.1. 监测点布设

根据导则要求，并结合厂区周边水文地质条件，采用控制性布点和功能性布点相结合的原则，以厂区为中心，布设地下水监测点 8 个，其中单独水质监测点 4 个。

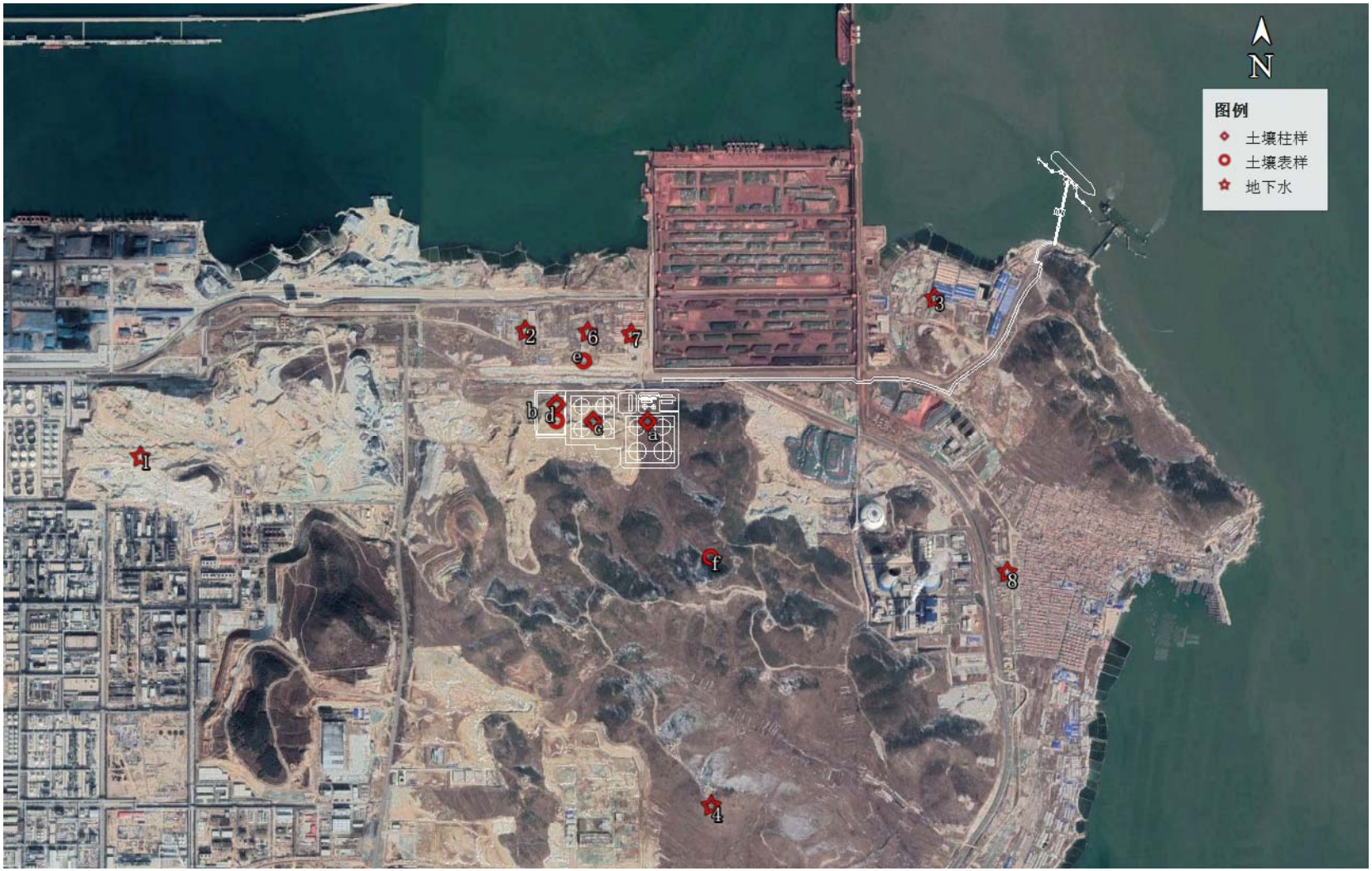


图 4.11-9 地下水及土壤监测点分布图

表 4.11-2 地下水现状监测点情况一览表

编号	测点位置		设置目的	经纬度	
				东经	北纬
1#	罐区厂址占地范围外	E	水质、水位	121.084813	37.704284
2#		N	水质、水位	121.101496	37.707589
3#		NE	水质、水位	121.126996	37.708816
4#		SE	水质、水位	121.114510	37.667427
6#		N	水位	121.104532	37.707888
7#		NE	水位	121.107351	37.707177
8#		SE	水位	121.138387	37.691054

4.11.5.2.地下水水质现状

1、监测项目

主要监测项目包括，pH、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、总大肠菌群、菌落总数、铜、锌、硫化物、氟化物、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}共 30 项。

2、监测单位、时间

由山东蓝城分析测试有限公司于 2019 年 4 月 17 日监测 1 天，取样 1 次。

3、监测分析方法

监测分析方法按照《地下水质量标准》GB/T 14848-2017、《生活饮用水标准检验方法》和《环境水质监测质量保证手册》中推荐的方法执行。

表 4.11-3 地下水质量检测分析方法一览表

项目名称	标准代号	标准名称	检出限
pH	GB/T 5750.4-2006	生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标（5.1）玻璃电极法	--
总硬度	GB/T 5750.4-2006	生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标（7.1）乙二胺四乙酸二钠滴定法	1.0 mg/L
溶解性总固体	GB/T 5750.4-2006	生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标（8.1）称量法	10 mg/L
耗氧量	GB/T 5750.7-2006	生活饮用水标准检验方法有机物综合指标（1.1）酸性高锰酸钾滴定法	0.05mg/L
		生活饮用水标准检验方法有机物综合指标（1.2）碱性高锰酸钾滴定法	0.05mg/L
氨氮	GB/T 5750.5-2006	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标（9.1）纳氏试剂分光光度法	0.02 mg/L
亚硝酸盐氮	GB/T 5750.5-2006	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标（10.1）重氮偶合分光光度法	0.001mg/L
氯化物	HJ 84-2016	水质无机阴离子（F^-、Cl^-、NO_2^-、Br^-、	0.007 mg/L

氟化物		NO_3^-、PO_4^{3-}、SO_3^{2-}、SO_4^{2-}）的测定离子色谱法	0.006 mg/L
硫酸盐			0.018 mg/L
硝酸盐氮			0.004 mg/L
六价铬	GB/T 5750.6-2006	生活饮用水标准检验方法金属指标（10.1）二苯碳酰二肼分光光度法	0.004 mg/L
菌落总数	GB/T 5750.12-2006	生活饮用水标准检验方法微生物指标（1.1）平皿计数	1 CFU/mL
总大肠菌群	GB/T5750.12-2006	生活饮用水标准检验方法微生物指标（2.1）多管发酵法	2 MPN/100 mL
铅	HJ 700-2014	水质 65 种元素的测定电感耦合等离子体质谱法	0.00009 mg/L
镉			0.00005 mg/L
K^+	HJ 776-2015	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	0.05 mg/L
Na^+			0.12 mg/L
Ca^{2+}			0.02 mg/L
Mg^{2+}			0.003 mg/L
锰			0.004mg/L
铁			0.01 mg/L
铜			0.006 mg/L
锌			0.004 mg/L
汞	HJ 694-2014	水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法	0.00004 mg/L
砷			0.0003 mg/L
挥发酚	HJ 503-2009	水质挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法	0.0003 mg/L
氰化物	GB/T 5750.5-2006	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标（4.1）异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.002 mg/L
CO_3^{2-}、HCO_3^-	DZ/T 0064.49-1993	地下水质检验方法滴定法测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根	5 mg/L
硫化物	GB/T 5750.5-2006	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标（6.1）N,N-二乙基对苯二胺分光光度法	0.005 mg/L

4、监测结果

监测结果见表 4.11-4-表 4.11-6。

表 4.11-4 地下水水质监测结果表

采样日期	采样点位	pH	氨氮	亚硝酸盐氮	总硬度	耗氧量	挥发酚	氰化物	硝酸盐氮	溶解性总固体	氟化物	氯化物	硫酸盐
04.17	1#	8.25	0.02	0.012	521	2.28	ND	ND	45.2	852	0.200	131	99.1
04.17	2#	6.68	0.02	0.005	1.09×10^3	1.44	ND	ND	90.1	1.87×10^3	0.205	498	182
04.17	3#	6.94	0.02	ND	1.61×10^3	1.52	ND	ND	14.5	5.66×10^3	0.142	2.98×10^3	458
04.17	4#	6.91	0.02	ND	641	1.16	ND	ND	33.9	1.20×10^3	0.187	321	89.1
备注：“ND”表示未检出（小于检出限），（pH:无量纲，其他 mg/L）。													

表 4.11-5 地下水水质监测结果表

采样日期	采样点位	六价铬	汞	砷	铅	镉	铁	锰	铜	锌	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
04.17	1#	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	7.94	57.6	121	56.8
04.17	2#	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.009	2.76	190	262	116
04.17	3#	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.007	41.0	1.47×10^3	252	252
04.17	4#	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	6.79	160	138	67.5
备注：“ND”表示未检出（小于检出限），单位：mg/L。														

表 4.11-6 地下水水质监测结果表

采样日期	采样点位	硫化物	总大肠菌群	菌落总数	CO_3^{2-}	HCO_3^-
04.17	1#	ND	ND	6700	ND	255
04.17	2#	ND	ND	270	ND	355
04.17	3#	ND	94	8500	ND	286
04.17	4#	ND	ND	560	ND	355
备注：“ND”表示未检出（小于检出限），（总大肠菌群：MPN/100mL,菌落总数:CFU/mL，其他 mg/L）。						

4.11.5.3.地下水环境质量现状评价

1、评价因子

选取 pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、氨氮、氯化物、氟化物、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、总大肠菌群、菌落总数作为评价因子，共计 12 项。挥发酚、氰化物、六价铬、汞、砷、镉、汞等离子在各监测点未检出或远小于地下水III类标准限值，在此不予评价。

2、评价标准

评价标准执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准，具体标准值见下表。

表 4.11-7 地下水评价标准

序号	名称	浓度限值(mg/L)	标准来源
1	pH 值	6.5~8.5	GB/T14848-2017 中III类标准
2	总硬度(mg/L)	≤ 450	
3	溶解性总固体(mg/L)	≤ 1000	
4	耗氧量(mg/L)	≤ 3.0	
5	氨氮(mg/L)	≤ 0.5	
6	氟化物(mg/L)	≤ 1.0	
7	氯化物(mg/L)	≤ 250	
8	硝酸盐（以 N 计）(mg/L)	≤ 20	
9	硫酸盐(mg/L)	≤ 250	
10	亚硝酸盐（以 N 计）(mg/L)	≤ 1.00	
11	总大肠菌群（MPN/100mL）	≤3.0	
12	菌落总数（CFU/mL）	≤100	

3、评价方法

采用单因子指数法评价，对于浓度越高，其危害性越大的评价因子计算公式如下：

$$P_i=C_i/S_i$$

式中：P_i——第 i 项评价因子的单因子污染指数；

C_i——第 i 项评价因子的实测浓度值，mg/L；

S_i——第 I 项评价因子的评价标准值，mg/L。

对于 PH 值，采用下式：

$$P_{PH}=\frac{7.0-PHi}{7.0-PHad}\quad（PHi≤7.0）$$

$$P_{PH}=\frac{PHi-7.0}{PHau-7.0}\quad（PHi≥7.0）$$

式中：P_{PH}——pH 单因子指数；

pH_i——pH 检出值；

pH_{ad}——标准值的 pH 值下限；

pH_{au}——标准值的 pH 值上限。

若计算的评价指数小于等于 1，则表明该项目水质指标能满足水质标准要求，若评价指数大于 1，则表明水体已受到该污染物的污染，指数越高，表明污染越重。

4、评价结果

由地下水现状评估结果可以看出，拟建项目周边地下水各监测因子中，除总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、总大肠菌群和菌落总数在部分点位超标外，其它各监测因子均能满足《地下水质量标准》（GB14848-2017）III 类标准要求。其中，总硬度普遍存在超标现象，最大超标倍数为 3.58 倍；溶解性总固体仅在 1#不超标，其他各点均超标，最大超标倍数为 5.66 倍；硫酸盐仅在 3#存在超标，超标倍数为 1.83 倍；氯化物仅在 1#不超标，其他各点均超标，最大超标倍数为 11.92 倍；硝酸盐氮仅在 3#不超标，其他各点均超标，最大超标倍数为 4.51 倍；总大肠菌群在 3#监测点出现超标，超标倍数均为 31.33 倍；菌落总数普遍存在超标现象，最大超标倍数为 85 倍。

经调查分析，拟建项目周边地下水中总硬度、溶解性总固体、氯化物、硫酸盐的超标主要与当地工矿企业生产有关；硝酸盐氮、总大肠菌群及菌落总数的超标主要与生活污染排放及农业生产活动有关。

表 4.11-8 地下水现状评价结果表

编号	pH	耗氧量	总硬度	溶解性总固体	氨氮	氟化物	硫酸盐	氯化物	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	总大肠菌群	菌落总数
1#	0.83	0.76	**1.16**	0.85	0.04	0.20	0.40	0.52	0.012	**2.26**	/	**67**
2#	0.21	0.48	**2.42**	**1.87**	0.04	0.21	0.73	**1.99**	0.005	**4.51**	/	**2.7**
3#	0.04	0.51	**3.58**	**5.66**	0.04	0.14	**1.83**	**11.92**	/	0.73	**31.33**	**85**
4#	0.06	0.39	**1.42**	**1.20**	0.04	0.19	0.36	**1.28**	/	**1.70**	/	**5.6**

4.12. 场地土壤监测及现状评价

4.12.1. 土地开发利用现状

根据区域土地利用规划图，拟建工程用地为烟台港西港区工业用地，其周边用地规划主要为烟台化工园区用地。根据烟台经济技术开发区总体规划，烟台化工园内主要以机械汽车、电子信息产业、生物医药、精细化工、化纤纺织、食品加工产业等为主。

拟建工程规划用地与烟台化工园紧邻，在环境影响识别方面存在一定的相同影响因素。主要表现为大气环境影响因子，如SO_2、NO_2、NMHC（VOCs）、PM_{10}、$PM_{2.5}$等，在大气沉降作用下，对相互之间土壤环境造成一定影响。

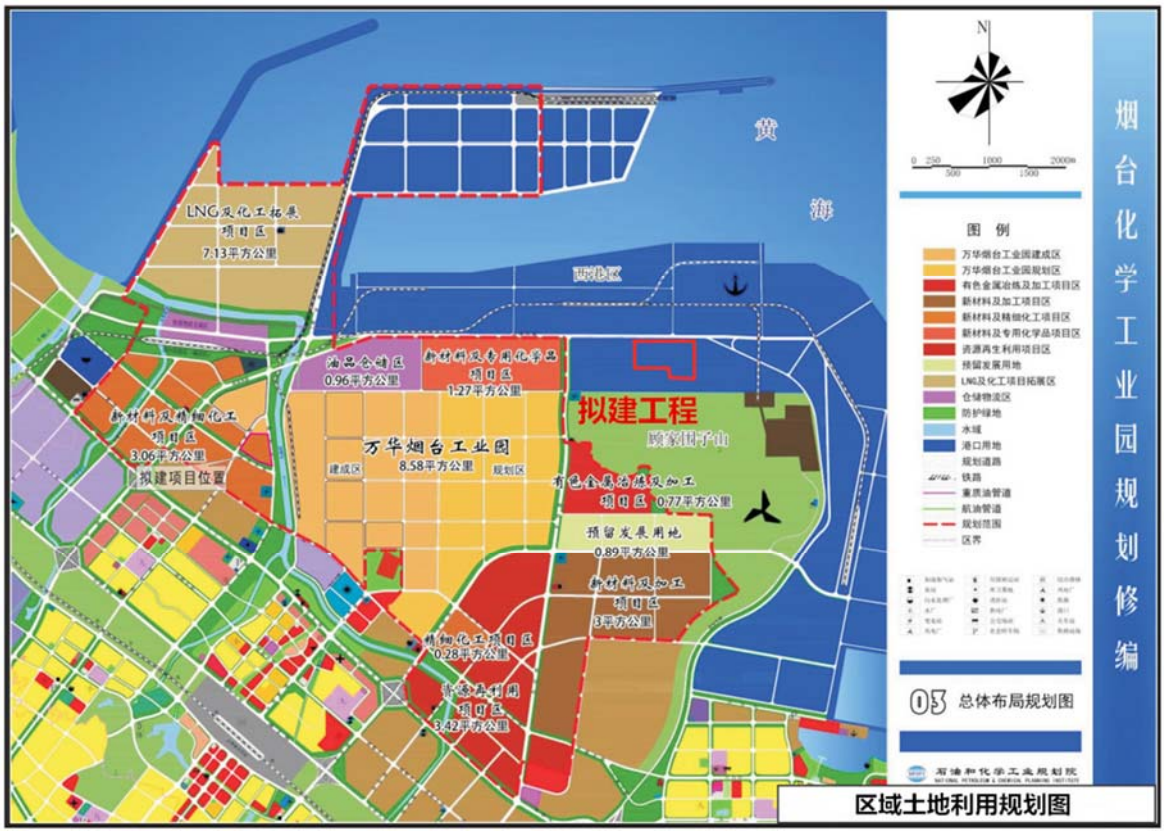


图 4.12-1 区域土地利用规划图

4.12.2. 土壤类型特征

4.12.2.1. 区域土壤类型

烟台市土壤主要包括 7 个土类、24 个亚类。其中 7 个土类分别为棕壤、褐土、潮土、盐土、石质土、粗骨土、山地草甸型风砂土，其中棕壤、潮土和褐土为烟台地区的地带性土壤。

棕壤：分布较广泛，大体以穴房（莱阳市）至解家庄（牟平市）直线为界，以东比较单一，广泛分布在山地、丘陵以及平原高地上，以西褐土与棕壤并存。棕壤是烟台主要地带性土类，面积约占土壤总面积的 80% ，是区内主要的农、林用地。

褐土：集中分布于养马岛（牟平市）至莱州沿海一带和莱阳境内两个区域，分布面积较小，仅在西北侧一隅有少量分布，约占土壤总面积的 5%，多为耕地。

潮土：分布在大小河流两侧的平原上，受成土母岩影响，在棕壤区内均无石灰反应，显微酸性至中酸，在褐土区内往往显石灰性。滨海潮土、编号盐化潮土等集中分布在滨海平原一带，面积很小。

4.12.2.2. 调查区土壤类型

根据场区工程地质勘察资料，拟建场地上部土体结构较简单，大致可分为 3 层：

（1）素填土（Q_4^{ml}）

该层在拟建场地内分布较广泛。黄褐色，湿～稍湿，稍密～密实，主要成分为粘性土、风化砂土及花岗岩质或者大理岩质碎石。厚度 0.2～1.6 米，平均厚度 0.64m；层底标高 42.58～86.50m。

（1-1）新近人工填土层（Q_4^{ml}）

该层在拟建场地内局部分布。黄褐色，湿～稍湿，稍密～密实，主要成分为粘性土、风化砂土及花岗岩质或者大理岩质碎石。根据卫星照片显示，该层是 2012 年以后人工堆积。主要分布在 5、6、9 和 10 号孔周边揭露。厚度：3.00～30.20m，平均厚度 18.13m；层底埋深 3.00～30.20m，平均厚度 18.13m；层底标高 49.48～69.29m，平均 58.08m。

（2）粉质粘土（Q_4^{al+pl}）

该层在拟建场地内局部分布，厚度较小，仅在 2、3 和 11 号孔揭露。褐色为主，硬塑，含少量砂，粘性土为主，切面稍粗糙，韧性中等，干强度中等。厚度：1.50～2.20m，平均厚度 1.85m；层底埋深 2.30～2.80m，平均厚度 2.55m；层底标高 40.38～77.67m，平均 59.03m。

4.12.3. 土壤环境现状监测与评价

为了了解厂区及其周围的土壤环境现状，获取厂区及周围土壤环境质量本底值，从而更好的对比分析厂区建成后对土壤环境的影响，本次于 2019 年 4 月 17 日进行了土壤环境现状监测工作。

4.12.3.1. 监测点布设

根据导则要求，并结合厂区周边土壤结构类型，以厂区为中心，布设土壤监测点 6 个，其中表层样点 3 个，柱状样点 3 个。

表 4.12-1 土壤现状监测点情况一览表

序号	测点位置		样点类型	采样深度	经纬度	
					东经	北纬
1#	罐区厂址占地范围内	NE	柱状样点	0-0.5 m、0.5 m-1.5 m、1.5-3.0m	121.109245	37.703128
2#		N	柱状样点	0-0.5 m、0.5 m-1.5 m、1.5-3.0m	121.104465	37.704933
3#		NW	柱状样点	0-0.5 m、0.5 m-1.5 m、1.5-3.0m	121.097680	37.702714
4#		N	表层样点	0-0.2 m	121.104586	37.704305
5#	罐区厂址占地范围外	N	表层样点	0-0.2 m	121.106205	37.706390
6#		NE	表层样点	0-0.2 m	121.111645	37.697837

4.12.3.2. 土壤质量现状

1、监测项目

其中 1#-4#检测项目为：pH、镉、汞、砷、铜、铅、镍、石油烃（C_{10}-C_{40}）、水溶性盐总量、氯仿、四氯化碳、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1，-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、

乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、萘、茚并[1,2,3-c,d]芘和䓛共 47 项。

5#-6#检测项目为：pH、镉、汞、砷、铜、铅、镍、锌、石油烃（C_{10}-C_{40}）、水溶性盐总量共计 10 项。

2、监测单位、时间

由山东蓝城分析测试有限公司于 2019 年 4 月 16 日监测 1 天，取样 1 次。

3、监测分析方法

监测分析方法按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中推荐的方法执行。

表 4.12-2 土壤质量检测分析方法一览表

项目名称	标准代号	标准名称	检出限
水溶性盐总量	NY/T 1121.16-2006	土壤检测第 16 部分：土壤水溶性盐总量的测定	0.1 g/kg
石油烃(C_{10}-C_{40})	ISO 16703-2011	Soil quality-Determination of content of hydrocarbon in the range C10 to C40 by gas chromatography	6.0 mg/kg
氯甲烷	HJ 736-2015	土壤和沉积物挥发性卤代烃的测定 顶空/气相色谱-质谱法	0.0030 mg/kg
四氯化碳	HJ 642-2013	土壤和沉积物挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法	0.0021 mg/kg
氯仿			0.0015 mg/kg
1,1-二氯乙烷			0.0016 mg/kg
1,2-二氯乙烷			0.0013 mg/kg
1,1-二氯乙烯			0.0008 mg/kg
顺-1,2-二氯乙烯			0.0009 mg/kg
反-1,2-二氯乙烯			0.0009 mg/kg
二氯甲烷			0.0026 mg/kg
1,2-二氯丙烷			0.0019 mg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷			0.0010 mg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷			0.0010 mg/kg
四氯乙烯			0.0008 mg/kg
1,1,1-三氯乙烷			0.0011 mg/kg
1,1,2-三氯乙烷			0.0014 mg/kg
三氯乙烯			0.0009 mg/kg
1,2,3-三氯丙烷			0.0010 mg/kg
氯乙烯			0.0015 mg/kg
苯			0.0016 mg/kg
氯苯			0.0011 mg/kg
1,2-二氯苯			0.0010 mg/kg
1,4-二氯苯			0.0012 mg/kg
乙苯			0.0012 mg/kg
苯乙烯			0.0016 mg/kg

甲苯			0.0020 mg/kg
间，对-二甲苯			0.0036 mg/kg
邻-二甲苯			0.0013 mg/kg
硝基苯	HJ 834-2017	土壤和沉积物半挥发性有机物的测定气相色谱-质谱法	0.09 mg/kg
苯胺			0.01 mg/kg
2-氯酚			0.06 mg/kg
萘			0.09 mg/kg
苯并[a]蒽			0.1 mg/kg
苯并[a]芘			0.1 mg/kg
苯并[b]荧蒽			0.2 mg/kg
苯并[k]荧蒽			0.1 mg/kg
䓛			0.1 mg/kg
二苯并[a,h]蒽			0.1 mg/kg
茚并[1,2,3-c,d]芘			0.1 mg/kg
pH	NY/T 1377-2007	土壤 pH 的测定	--
砷	GB/T 22105.2-2008	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定	0.01 mg/kg
汞	GB/T 22105.1-2008	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定	0.002 mg/kg
镍	GB/T 17139-1997	土壤质量镍的测定火焰原子吸收分光光度法	5 mg/kg
铜	GB/T 17138-1997	土壤质量铜、锌的测定火焰原子吸收分光光度法	1 mg/kg
锌			0.5 mg/kg
镉	GB/T 17141-1997	土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法	0.01 mg/kg
铅			0.1 mg/kg

4、监测结果

监测结果见下表。

表 4.12-3 土壤环境质量检测结果表

采样日期	采样点位		pH	Pb	Cd	Hg	As	Ni	Cu	石油烃（C_{10}-C_{40}）	水溶性盐总量
04.16	1#	0-0.5m	7.86	28.8	0.12	0.046	10.1	25	22	ND	0.9
04.16		0.5-1.5m	7.81	21.5	0.02	0.013	9.14	24	19	ND	0.4
04.16		1.5-3m	7.82	25.5	0.07	0.024	9.89	28	23	ND	0.5
04.16	2#	0-0.5m	8.27	26.6	0.11	0.036	8.55	24	20	ND	0.5
04.16		0.5-1.5m	8.39	24.1	0.12	0.017	8.56	23	18	ND	0.5
04.16		1.5-3m	7.90	21.8	0.08	0.018	8.48	19	16	ND	0.6
04.16	3#	0-0.5m	7.94	29.0	0.13	0.051	9.89	25	25	ND	0.6
04.16		0.5-1.5m	8.04	29.8	0.12	0.056	10.1	27	24	ND	0.4
04.16		1.5-3m	8.21	25.6	0.09	0.022	9.30	27	20	ND	0.4
04.16	4#	0-0.2m	8.13	32.1	0.17	0.045	8.49	22	23	ND	0.5
备注：“ND”表示未检出（小于检出限）											

表 4.12-4 土壤环境质量检测结果表

采样日期	采样点位		四氯化碳	氯仿	氯甲烷	1,1-二氯乙烷	1,2-二氯乙烷	1,1-二氯乙烯	顺-1,2-二氯乙烯	反-1,2-二氯乙烯	二氯甲烷	1，2-二氯丙烷	四氯乙烯
04.16	1#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	2#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	3#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	4#	0-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
备注：“ND”表示未检出（小于检出限）													

表 4.12-5 土壤环境质量检测结果表

采样日期	采样点位		1,1,1,2-四氯乙烷	1,1,2,2-四氯乙烷	1,1,1-三氯乙烷	1,1,2-三氯乙烷	三氯乙烯	1,2,3-三氯丙烷	氯乙烯	苯
04.16	1#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	2#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	3#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	4#	0-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表 4.12-6 土壤环境质量检测结果表

采样日期	采样点位		氯苯	1,2-二氯苯	1,4-二氯苯	乙苯	苯乙烯	甲苯	间二甲苯+对二甲苯	邻二甲苯	硝基苯	苯胺
04.16	1#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	2#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	3#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	4#	0-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
备注：“ND”表示未检出（小于检出限）												

表 4.12-7 土壤环境质量检测结果表

采样日期	采样点位		2-氯酚	萘	苯并[a]蒽	苯并[a]芘	苯并[b]荧蒽	苯并[k]荧蒽	䓛	二苯并[a,h]蒽	茚并[1,2,3-c,d]芘
04.16	1#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	2#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	3#	0-0.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		0.5-1.5m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16		1.5-3m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
04.16	4#	0-0.2m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
备注：“ND”表示未检出（小于检出限）											

表 4.12-8 土壤环境质量检测结果表

采样日期	采样点位		pH	Pb	Cd	Hg	As	Ni	Cu	Zn	石油烃（C10-C40）	水溶性盐总量
04.16	5#	0-0.2m	8.38	36.8	0.03	0.011	11.2	36	25	56.3	6.2	0.5
04.16	6#	0-0.2m	8.08	29.3	0.12	0.031	8.73	26	21	59.4	6.3	0.6

4.12.3.3.土壤环境质量现状评价

1、评价因子

选取铅、镉、汞、砷、镍、铜作为评价因子，共计 5 项。其他石油烃、氯苯、四氯化碳等离子在各监测点均未检出且远小于评价标准限值，在此不予评价。

2、评价标准

评价标准执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中“第二类用地”的筛选值，具体标准值见下表。

表 4.12-9 土壤评价标准单位:mg/kg

序号	污染物项目	CAS 编号	第二类用地筛选值
1	砷	7440-38-2	60
2	镉	7440-43-9	65
3	铜	7440-50-8	18000
4	铅	7439-92-1	800
5	汞	7439-97-6	38
6	镍	7440-02-0	900

3、评价方法

采用单因子指数法评价，对于浓度越高，其危害性越大的评价因子计算公式如下：

$$P_i=C_i/S_i$$

式中：P_i——第 i 项评价因子的单因子污染指数；

C_i——第 i 项评价因子的实测浓度值，mg/L；

S_i——第 I 项评价因子的评价标准值，mg/L。

若计算的评价指数小于等于 1，则表明该土壤指标能满足标准要求，对人体健康的风险可以忽略；若评价指数大于 1，则表明该土壤指标不能满足标准要求，对人体健康可能存在风险，指数越高，表明风险越大。

4、评价结果

由土壤环境现状评估结果可以看出，拟建项目及周边土壤中各评价因子均能满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中“第二类用地”的筛选值标准，土壤环境现状良好。

表 4.12-10 土壤环境现状评价结果表

采样	Pb	Cd	Hg	As	Ni	Cu

点位							
1#	0-0.5m	0.0360	0.0018	0.0012	0.1683	0.0278	0.0012
	0.5-1.5m	0.0269	0.0003	0.0003	0.1523	0.0267	0.0011
	1.5-3m	0.0319	0.0011	0.0006	0.1648	0.0311	0.0013
2#	0-0.5m	0.0333	0.0017	0.0009	0.1425	0.0267	0.0011
	0.5-1.5m	0.0301	0.0018	0.0004	0.1427	0.0256	0.0010
	1.5-3m	0.0273	0.0012	0.0005	0.1413	0.0211	0.0009
3#	0-0.5m	0.0363	0.0020	0.0013	0.1648	0.0278	0.0014
	0.5-1.5m	0.0373	0.0018	0.0015	0.1683	0.0300	0.0013
	1.5-3m	0.0320	0.0014	0.0006	0.1550	0.0300	0.0011
4#	0-0.2m	0.0401	0.0026	0.0012	0.1415	0.0244	0.0013
5#	0-0.2m	0.0460	0.0005	0.0003	0.1867	0.0400	0.0014
6#	0-0.2m	0.0366	0.0018	0.0008	0.1455	0.0289	0.0012

4.12.4. 影响源调查

根据工程分析，拟建项目污染物质可以通过多种途径进入土壤，影响源主要类型有以下四种：

（1）大气污染型：污染物质来源于被污染的大气，项目产生的大气污染物主要包括储罐装卸过程排放的废气以及船舶辅机废气，无组织排放和有组织排放会通过干湿沉降降落至地面，造成土壤表层污染，并通过垂直迁移造成深层土壤和地下水污染。

（2）水污染型：污染物质来源于生活及生产污水。拟建项目码头区域产生的生活污水、船舶机舱油污水、机修油污水、码头工作平台初期雨水以及库区产生的生活污水和生产污水等在污水处理及管道传输过程中发生跑冒滴漏、遗散和渗漏引起的水平、垂直迁移造成土壤表层污染，然后再通过雨水的淋溶下渗以及土壤中直接通道迁移至深层土壤和地下水中。

（3）固体废物污染型：污染物质来源于生活及生产固体废物。主要包括到港船舶产生的船舶垃圾、工作人员生活垃圾、污水处理设施产生的污泥、油罐罐底固体废物以及工程设施设备检修产生的机修油棉纱、废机油等危险废物等在运输、贮存或堆放过程中通过扩散、降水淋洗等直接或间接地影响土壤。

（4）其他污染型：污染物质来源于原有储罐、传输管道等风险目标。风险状况下，原油储罐、传输管道发生泄露，物料通过土壤孔隙进入包气带；突发暴雨状态下，污染物通过围堰形成地面漫流，下渗污染土壤。

4.13. 生态环境现状调查与评价

4.13.1. 生态功能定位

根据《山东生态省建设规划纲要》，本工程所在的烟台经济开发区属于鲁东丘陵生态区，该区域具有温暖湿润的海洋性气候特点，是山东省生态条件较好、森林植被覆盖率较好的区域。区内植被为典型的暖温带落叶阔叶林，是我国温带水果和花生生产基地之一。该区域的主导生态功能是半岛诸河流的水源涵养、径流调节和森林生态系统以及物种多样性维持。主要生态问题一是河流源短流急，淡水资源严重不足，河流干涸、断流或受到污染；二是超采地下水导致海水入侵；三是幼中龄针叶林所占比例大，森林生态功能低。保护和发展的主要方向和任务是加强次生天然林保护，积极推进封山育林，实施退耕还林，加速水土保持林和水源涵养林建设，提高水源涵养能力；科学、适度调水，缓解用水矛盾；全面建设节水型社会，提高用水效率；严格限制地下水开采，从根本上解决地下水严重超采问题，遏制海水入侵；建设沿海防护林带；保护生物多样性，加快自然保护区和河流源头生态功能保护区建设；加快国家环境保护模范城市和生态市建设；建设以山海为特色的生态旅游基地。

根据烟台市政府《烟台生态市建设规划》（2004-2020 年），烟台生态功能划分为“三区一带”，包括中部低山生态结构性控制区、北部沿海产业经济发展区和南部平原缓丘生态农业生产区三个一级区，一带为海岸带。本项目位于北部沿海产业经济发展区，该区是烟台市滨海经济活动较发达地区，汇聚了烟台市海洋、港口、金融工商、旅游、渔业等多种产业。该区作为烟台产业发展的重点地区，在产业发展中加强基础设施建设，合理调整产业布局和产业结构，防止由于产业发展造成的陆地生态破坏和海洋污染。

4.13.2. 调查范围和调查方法

本次生态影响评价的范围为拟建码头后方峰子山 500m、管线工程中心线两侧各 200 米以及罐区后方围子山 500m，重点调查后方峰子山原沿海防护林保护区一侧。主要调查评价区的土地利用、物种数、生物量、水土流失、景观等情况。

采用实地调查、样方法和历史资料调查等方法相结合的方式进行，调查时

配合使用照相法、录像法记录生态现状。

4.13.3. 生态体系现状调查

景观生态学认为区域由多个景观所构成，而整个景观是由基质、廊道、斑块组成的异质空间镶嵌体。经现场调查，评价区基本上呈林地和灌草丛生态特征。这个评价区整体上以林地为基质，在工程建设区域以林地、灌草丛为斑块，以道路为廊道。从结构和功能分析，评价区整体而言景观生态体系主要由森林景观、灌草丛景观组成。

（一）森林生态系统

此类生态系统属于环境资源型拼块类型，均为人工林。

森林生态系统的生产者主要为栽培的乔木，消费者主要为一些鸟类和土壤动物。评价区的林地中树种以黑松纯林为主。森林生态系统的生产力较高，对于改善局部气候、保持水土、绿化美化环境等具有重要意义。

（二）灌草丛生态系统

灌草丛是以旱生或旱中生、多年生草本植物为主要建群种，同时其中散生有灌木的植物群落。在评价区内灌草丛群系的建群种为白羊草，组成群落的灌木主要是荆条和酸枣。

4.13.4. 植被及植物多样性调查

（一）植物区系

保护区从植物区系分区上属泛北极植物区的中国—日本森林植物亚区—华北地区中的辽东、山东丘陵亚地区。

（二）植被类型

绿色植物的生产力是物质循环和能量流动的基础，是生物和环境之间相互联系的标志，因此以植物为主对生物群落和生境进行现状评价。

在中国植被区划中，保护区属于暖温带落叶阔叶林区域—暖温带落叶阔叶林地带—暖温带南部落叶栎林亚地带—山东丘陵栽培植被，赤松林、麻栎林区—胶东丘陵栽培植被。

评价区属于暖温带，植被隶属于暖温带落叶阔叶林区域，但由于历史因素

和人类活动的影响，境内原始天然植被已不复存在，代之出现的是大量的次生林、人工营造的防护林等类型。

采用优势种原则作为划分类型的标准，把植物群落中各个层或层片中数量最多、盖度最大、群落学作用最明显的种称为优势种，主要层片（建群层片）的优势种称为建群种。按上述分类原则将保护区植被类型划分为乔木林、灌丛、灌草丛 3 种类型。

（1）乔木林

黑松亦名日本黑松，20 世纪初引入山东。黑松好光，耐干旱瘠薄，抗风、抗病虫、抗海雾能力强，除涝洼、重盐碱土、钙质土外，主要分布在评价区山地中下部区域。区内黑松林主要为人工纯林，单层林为主。

（2）灌丛

灌丛是指以灌木为建群种或优势种所组成的一种植被类型。群落高度一般在 3.0m 以下，盖度一般大于 30%，建群种多为丛生或簇生的中生落叶灌木，生活型属中、小高位芽植物。灌丛或多或少具有一个较为郁闭的木本层，裸露地面不足 50%。灌丛包括原生性类型和在人为因素及其它因素影响下较长时期存在的相对稳定的次生植被。保护区灌丛主要类型有胡枝子灌丛、黄荆灌丛、绣线菊灌丛等，在评价区内并未发现其分布。

（3）灌草丛

灌草丛是以中生或旱中生、多年生草本植物为主要建群种，同时其中散生有灌木的植物群落。保护区灌草丛的优势植物为多年生野古草、白羊草、黄背草、结缕草、大油芒、荻等禾本科植物。分为两种类型：黄背草灌草丛；白羊草灌草丛。在评价区主要发现白羊草灌草丛分布。

白羊草灌草丛群系的建群种为白羊草，组成群落的灌木主要是荆条和酸枣。分为荆条—白羊草群落、荆条、酸枣—白羊草群落两个基本群丛。

①荆条—白羊草群落

该群丛是评价区分布面积较少的群落类型，常见于山地的阳坡或半阳坡。群落特征是植物种类贫乏，结构简单，群落盖度低，只有 20%。草本层高

50~80cm，以白羊草占有绝对的优势，在土壤稍深厚的地方可见到黄背草，此外还有苾草、宽叶隐子草、翻白草、结缕草、米口袋等。灌木层以荆条为主，还有酸枣、小叶鼠李、兴安胡枝子、地椒等。

②荆条、酸枣—白羊草群落

该群丛是评价区分布面积最大的群落类型。以白羊草占绝对的优势，荆条、酸枣稀疏分布其间。其他种类有苾草、宽叶隐子草、翻白草、卵叶鼠李、锦鸡儿、地椒等。

按照《山东植被》资料，根据现场调查情况，评价区所在区域植被类型主要为针叶林、灌草丛。

（三）林木覆盖率和植被覆盖率

林木覆盖率指林木郁闭度大于 0.2 的面积率；植被覆盖率指有植被覆盖的面积率。评价区的植被覆盖率。评价区的林木覆盖率一般，但由于有大量的酸枣、荆条与白羊草，植被覆盖率较高。

（四）植物样方法调查

1、调查方法

根据《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2011）中相关要求，植被现状调查在收集相关资料的基础上，进行现场勘查。现场调查以不同的植物群落类型为单元，在拟建工程占地周边的生态评价范围内布设样方，调查各植物群落种类组成、结构、盖度、高度等群落特征及评价范围内重点保护和珍稀野生植物的种类数量、分布位置。

2、布点原则

（1）尽量在拟建工程占林地地方设置样点，并考虑布点的均匀性；

（2）所选取的样点植被为评价范围分布比较普遍的类型；

（3）样点的设置避免对同一种植被进行频率较高的重点性设点，特别重要的区域内植被变化较大的情况进行增加设点；

（4）尽量避免非取样误差，尽量避免选择路边易到之处，保证两人以上进行观察记录，消除主观因素。

3、点位布设

在峰子山原沿海保护区实验区内设置植物样方调查点 2 处，均匀布设。

4、调查结果

根据样方法调查统计，根据生态遥感解释和实地样方调查结果，发现的植物共 5 种 4 科，评价范围内未发现珍稀濒危植物，未发现重点保护植物。

评价区主要植物名录见下表，实验区内植被现状见下图。

表 4.13-1 评价区主要植物名录

层次	科	属	种类
乔木层	松科 *Pinaceae*	松属 *Pinus*	黑松 *Pinus thunbergii Parl.*
灌木层	鼠李科 *Rhamnaceae*	枣属 *Ziziphus Mill.*	酸枣 *Z.jujuba L.*
	马鞭草科 *Verbenaceae*	牡荆属 *Vitex L.*	荆条 *V.negundo L.*
	禾本科 *Gramineae*	狗尾草属 *Setaria Beauv*	狗尾草 *S.viridia(L.) Beauv*
		孔颖草属 *Bothriochloa Kuntze*	白羊草 *Bothrichoa ischaeumu*

调查内植被分布不均匀，峰子山山顶植被较稀少、山腰处植被多、山脚处植被稀疏。根据样方实测，峰子山山顶以灌草和岩石为主，黑松林密度为 800 株/hm^2，平均胸径 8.6cm，平均树高 2.3m，基本无灌木混生；山腰黑松林密度 3750 株/hm^2，平均胸径 9.0cm，平均树高 3.7m，林下分布有较多的灌木、灌草及碎石；山脚处无黑松林分布，分布有大量灌草。

图 4.13-1 调查内植被现状

4.13.5. 动物多样性调查

保护区内在世界陆生动物区系中属古北界，动物种群以古北界动物为主，也含有东洋界成分。在我国动物地理区划中，属华北区，黄淮亚区。动物种群属于暖温带森林—森林草原、农田动物群。

保护区地处陆地生态系统与海洋生态系统的交界地带，陆生无脊椎野生动物较为丰富。结合林业方面资料，保护区内陆生野生脊椎动物资源如下：

鸟类：保护区自然植被分为乔木、灌草丛和草丛三种类型，以草本植物种类为主，各种昆虫种类和数量较多，为鸟类提供了丰足的食物，是本地留鸟栖息和部分候鸟取食场所。该区域鸟类中，以雀形目鸟类种类最多。

兽类：保护区内无大型兽类，以啮齿类、翼手类和食虫类等构成暖温带森林动物种群。

爬行类：爬行类动物主要为古北界种类，以一些当地蛇类为主。

两栖类：保护区周边无天然淡水聚集区，所以无两栖类动物。

由于受附近人类活动的影响，工程涉及的保护区实验区内无珍稀濒危动物物种，当地常见种居多。

通过现场调查，在评价区范围内未发现两栖类动物；受季节与人为活动的

影响，亦未发现爬行类动物；发现的鸟类主要为麻雀（*Passer montanus*），评价区内未发现受保护鸟类的栖息地、繁育地。

根据外业调查结果，评价区内未发现重点保护野生动物个体分布，一般野生动物数量也比较稀少；由于工程建设拟占用调查区范围临近人为活动频繁区域，原始野生动物生境已丧失殆尽。

4.13.6. 土地利用及水土流失调查

（一）土地利用现状调查

分析评价区的土地利用状况，对于生态影响评价尤为重要，为此，本次评价对评价区的土地利用及覆盖情况进行调查，在充分搜集和利用现有资料的基础上，采取现场调查、卫星遥感影像解译的方法分析土地利用现状。评价范围内的用地类型主要是林地、草地，土地利用现状见图 4.13-1。可以看出，评价区内林地、草地是评价范围内的主要土地类型，构成了峰子山林地主要的土地单元。

（二）水土流失现状调查

根据《全国水土保持区划》（试行），项目区处在北方土石山区（北方山地丘陵区—泰沂及胶东山地丘陵区—胶东半岛丘陵蓄水保土区，区划代码为III-4-1xt。工程所在区域土壤侵蚀以水力侵蚀为主，根据《北方土石山区水土流失综合治理技术标准》（SL665-2014），结合烟台市土壤侵蚀分级图及对评价区现场调查，确定评价区现状平均土壤侵蚀模数约为 450t/（km^2·a），土壤侵蚀强度为轻度侵蚀。

表 4.13-2 土壤侵蚀分级标准一览表

土壤侵蚀程度	微度	轻度	中度	强度	极强	剧烈
侵蚀模数(t/km^2·a)	＜200	~2600	~6000	~8000	~~16000	＞16000
流失厚度（mm/a）	＜0.16	~1.9	~3.7	~6.9	~11.1	＞11.1

4.13.7. 生物量现状调查

生物量是指在一定时间、一定区域内地表面所有有机物质的总量，包括植物与动物生物量的综合，以 t/hm^2 计算。由于动物生物量的测定困难，且动物生

物量比植物生物量要小得多，因此常用植物生物量来代表生物量。本次调查仅计算植物的生物量，植物的生物量反映了区域被固定的太阳辐射能的大小。

评价区域生物量由乔木层、灌木层、草本层组成。

（一）乔木层生物量

峰子山山顶黑松林密度为 800 株/hm^2，平均胸径 8.6cm，平均树高 2.3m；山腰黑松林较多，密度 3750 株/hm^2，平均胸径 9.0cm，平均树高 3.7m。

黑松生物量计算公式为：$w= 0.1425(D^2H)^{0.9181}$

式中，w—生物量，kg；D—胸径，cm；H—树高，m。

由此计算，山顶黑松林生物量为12.7t/hm^2，山腰黑松林生物量为100.4t/hm^2。

（二）灌木层生物量

评价区域黑松林郁闭度大，林内灌木种类很少，生物量较少，仅为 1.70 t/hm^2。

（三）草本层生物量

黑松林分郁闭度较大，林内光照不足，草本植物种类较少，平均生物量为 1. 34 t/hm^2。

根据生物量调查结果，估算评价区域的生物量现状见下表。

表 4.13-3 评价范围内现状生物量

序号	位置	植被类型	占地面积（km^2）	单位面积生物量（t/hm^2）	生物量（t）
1	山顶	黑松+灌木+草地	0.2	12.7+1.70+1.34=15.74	314.8
2	山腰	黑松+灌木+草地	0.6	100.4+1.70+1.34=103.44	6206.4
3	山脚	草地	0.2	1.34	26.8
合计			1.0	65.48	6548

本次评价区域内的植物生物量主要由林地、草地的生物量组成。按现状生态系统生产能力计算，评价区域生态系统的现状总生物量为 6548t，平均单位面积的生物量为 65.48t/hm^2，其中生物量最多的为林地。

4.13.8. 景观生态现状评价

林地与灌草地是构成评价区景观格局的基质，黑松纯林、荆条、酸枣—白羊草群落单元分布于道路两侧等，各类道路网络分布于整个评价区域内。上述

景观单元共同组成评价区景观的主题框架。概括地讲，林地与灌草地等景观依托于自然景观而呈现出相对的一致性，其他景观对景观主体的异质性影响十分有限。

5. 施工期环境影响分析

5.1. 潮流环境影响预测评价

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. 潮流模型简介

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

质量守恒方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(hu)+\frac{\partial}{\partial y}(hv)=0 \qquad (5.1\text{-}1)$$

动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial x}\left(\varepsilon_x\frac{\partial u}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(\varepsilon_x\frac{\partial u}{\partial y}\right)-fv+\frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{C_Z{}^2H}=-g\frac{\partial \zeta}{\partial x} \qquad (5.1\text{-}2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial x}\left(\varepsilon_x\frac{\partial v}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(\varepsilon_y\frac{\partial v}{\partial y}\right)+fu+\frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{C_Z{}^2H}=-g\frac{\partial \zeta}{\partial y} \qquad (5.1\text{-}3)$$

式中：ζ——水位；

h——静水深；

H——总水深，H=h+ζ；

u、v 分别为 x、y 方向垂向平均流速；

g——重力加速度；

f——科氏力参数（φ 为计算海域所处地理纬度）；

CZ——谢才系数，$C_Z=\frac{1}{n}H^{\frac{1}{6}}$，n 为曼宁系数；

ε_x、ε_y——x、y 方向水平涡动粘滞系数。

（2）定解条件

初始条件：

$$\begin{cases}\zeta(x,y,t)|_{t=t0}=\zeta(x,y,t_0)=0\\ u(x,y,t)|_{t=t0}=v(x,y,t)|_{t=t0}=0\end{cases}$$

边界条件：

固定边界取法向流速为零，即$\vec{V}\cdot\vec{n}=0$；在潮滩区采用动边界处理；水边界采用预报潮位控制。

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°04′14.22″~40°58′08.25″，东经 117°29′33.27″~122°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 11566 个节点和 20437 个三角单元组成，最小空间步长约为 12m。

（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 M2、S2、K1 和 O1 四个主要分潮调和常数预报开边界潮位。

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 0.3s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼尼系数 n 取 20~45 $m^{1/3}/s$。

（5）水平涡动粘滞系数

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

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

式中：cs 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。

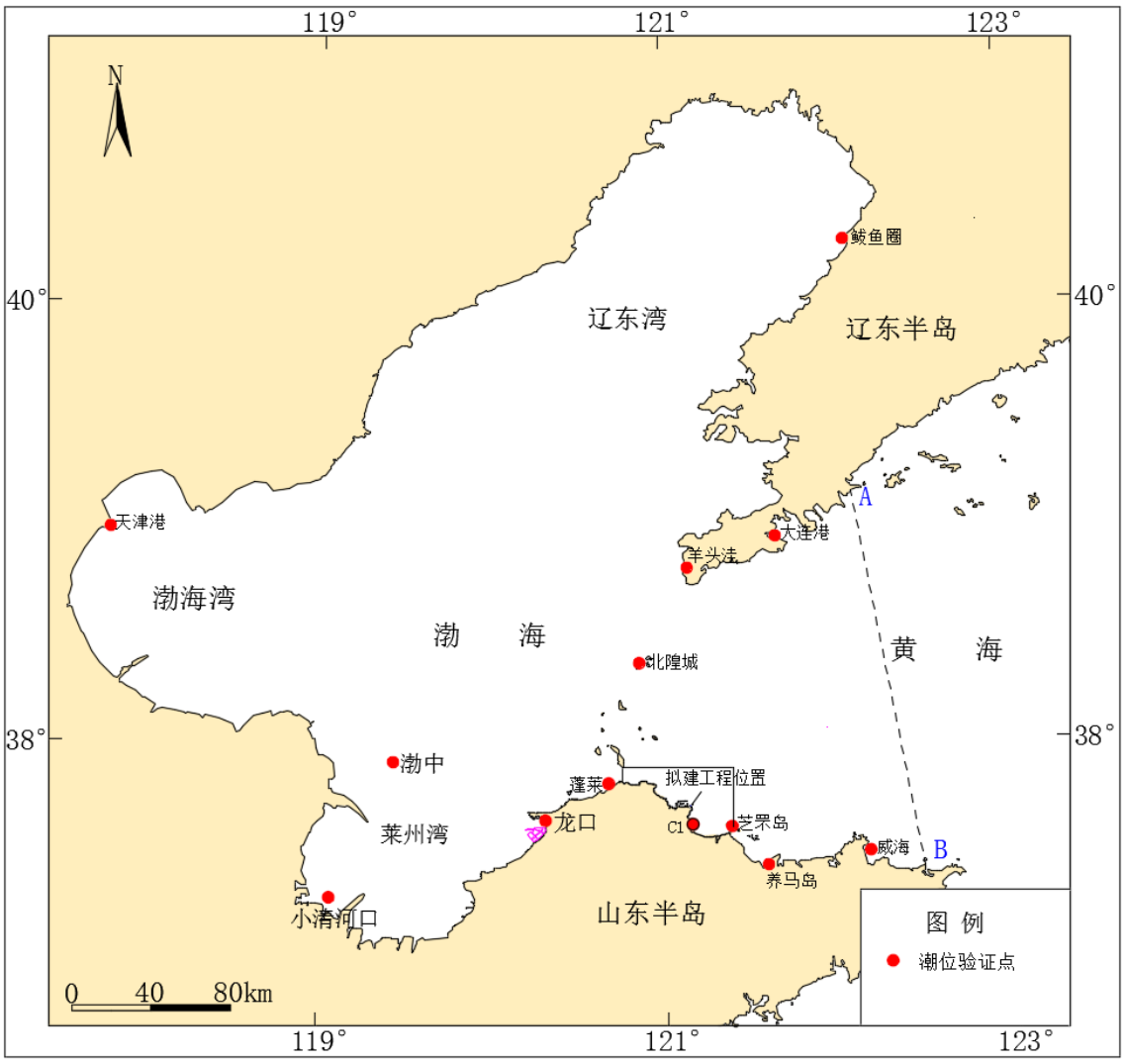


图 5.1-1 数值模拟大海域计算域及潮位验证点位置图

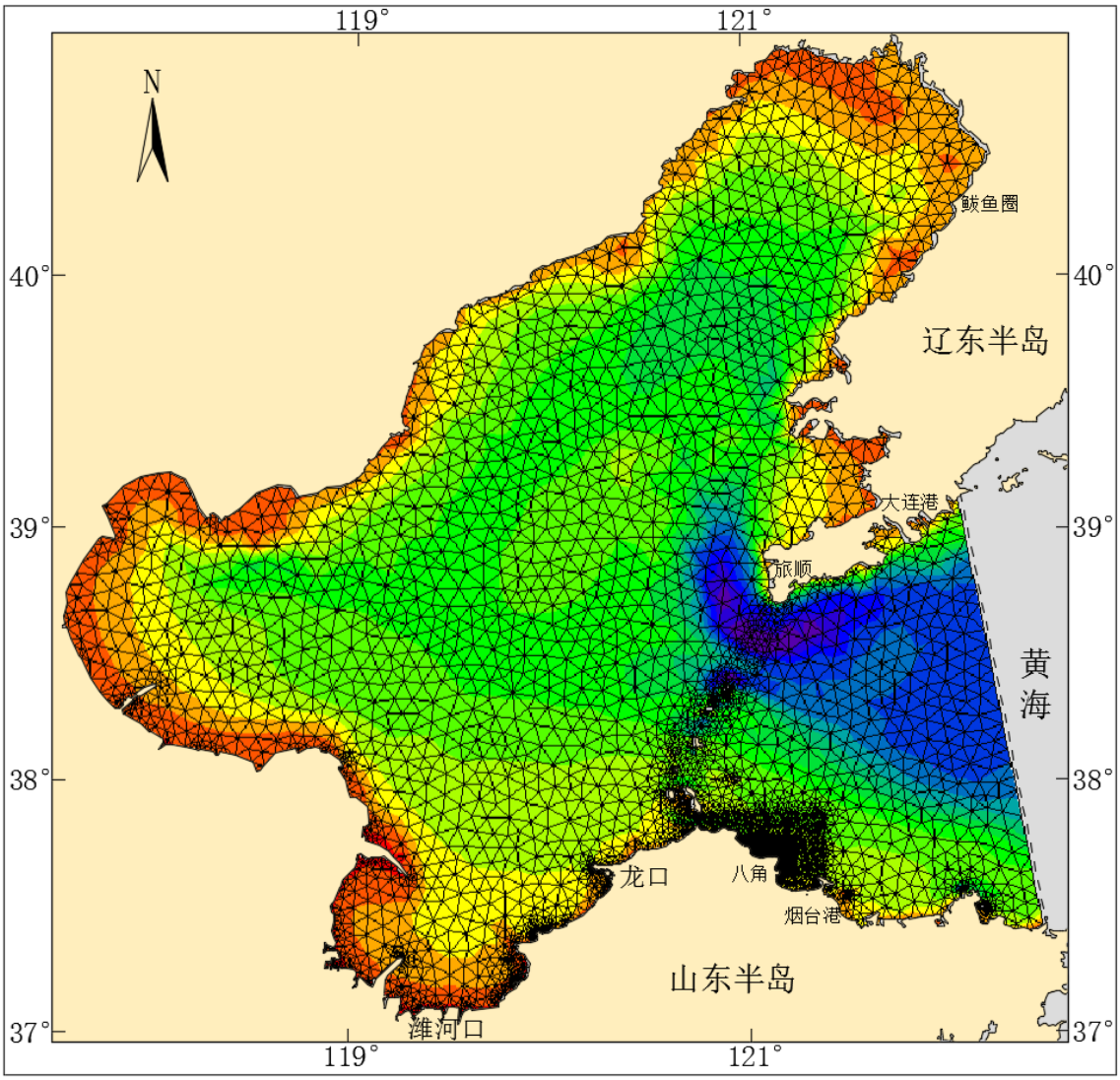


图 5.1-2 数值模拟大海域网格图

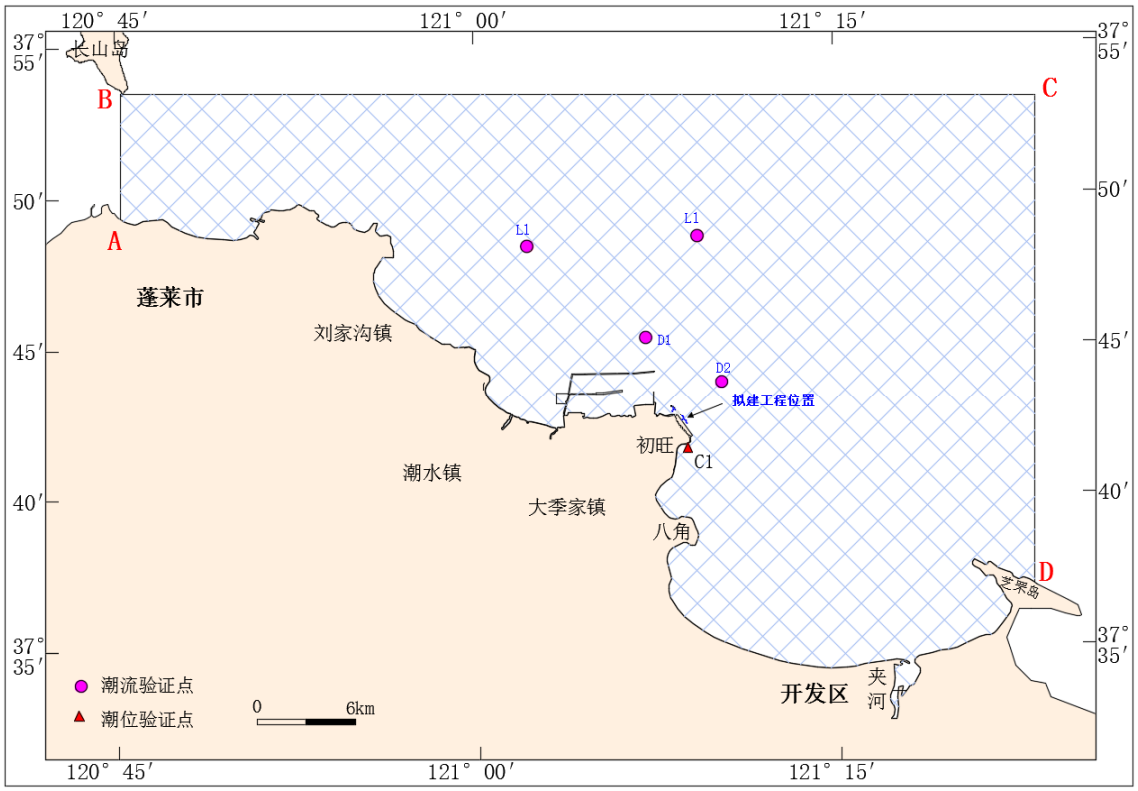


图 5.1-3 数值模拟加密区计算域及验证点位置图

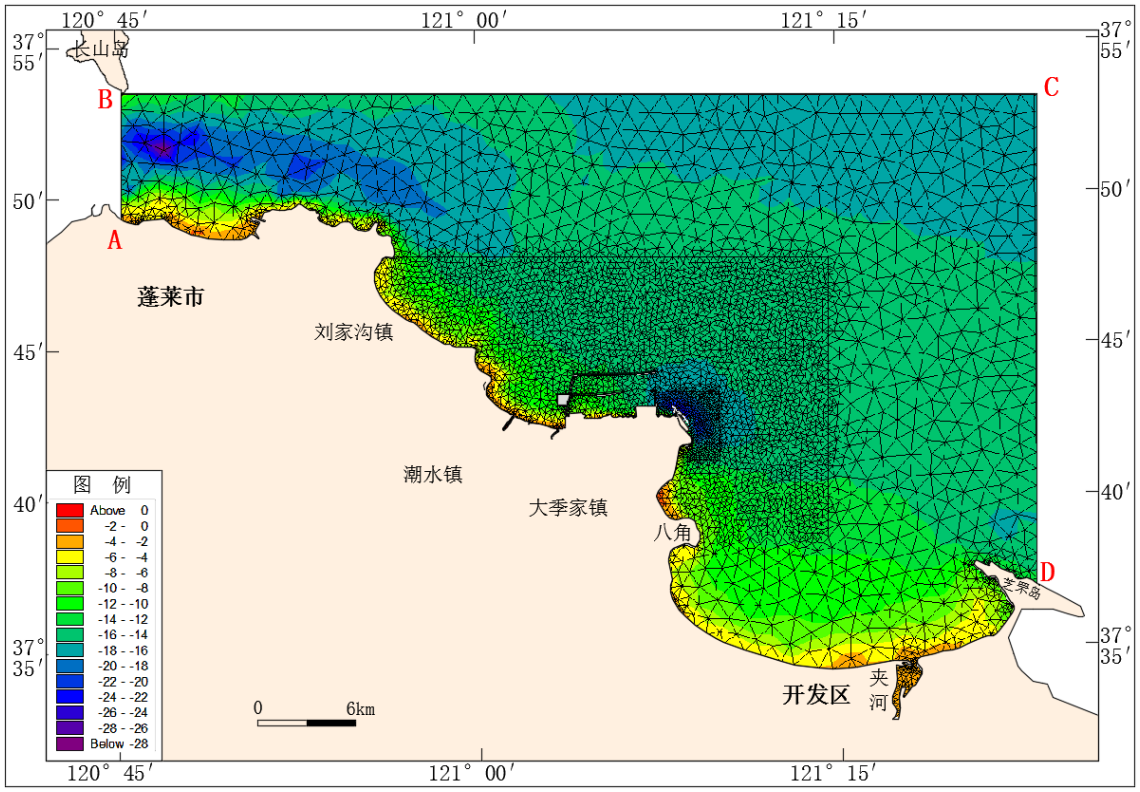


图 5.1-4 数值模拟加密区网格图

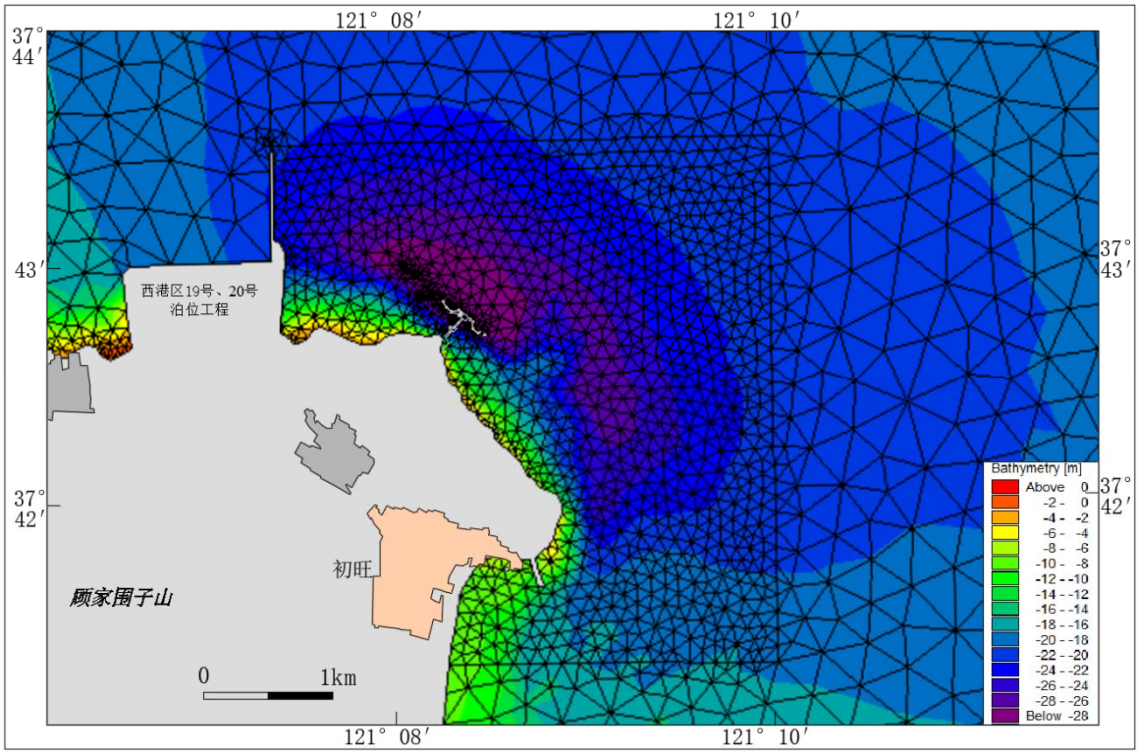


图 5.1-5 工程周边海域网格分布（工程建设前）

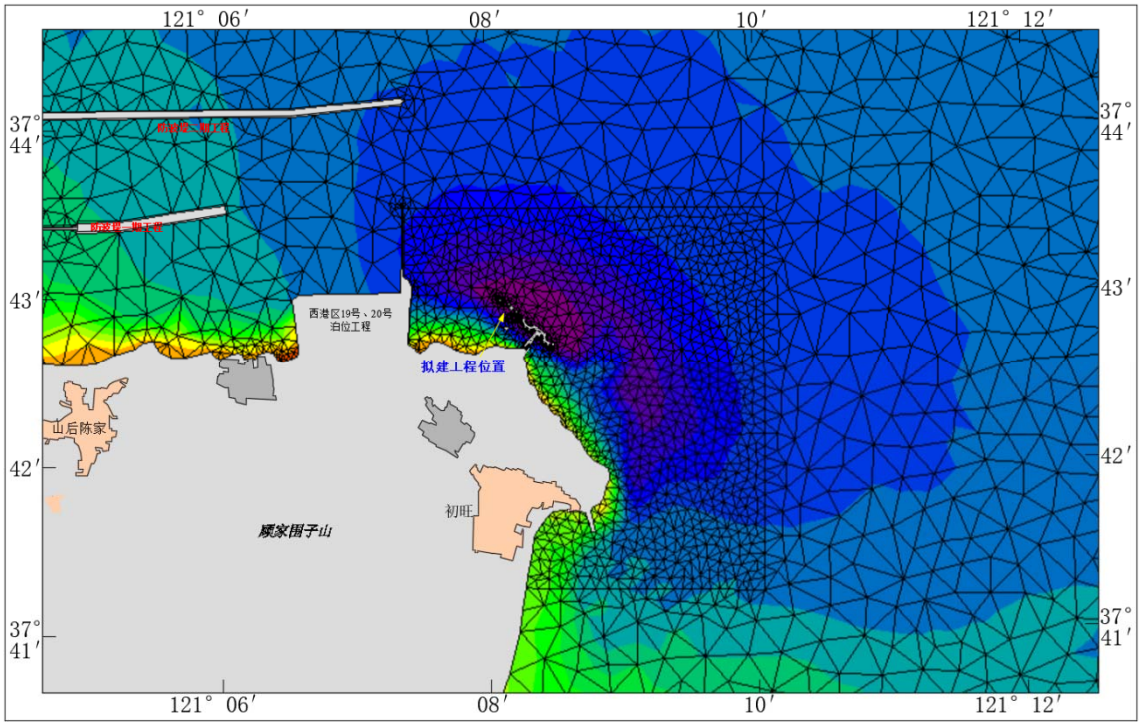


图 5.1-6 工程周边海域网格分布（工程建成后）

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-图 5.1-10。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，采用初旺港 C1 站位的大潮期（2017 年 12 月 19 日~20 日）实测潮位资料与计算结果进行对比验证。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 5.1-11。

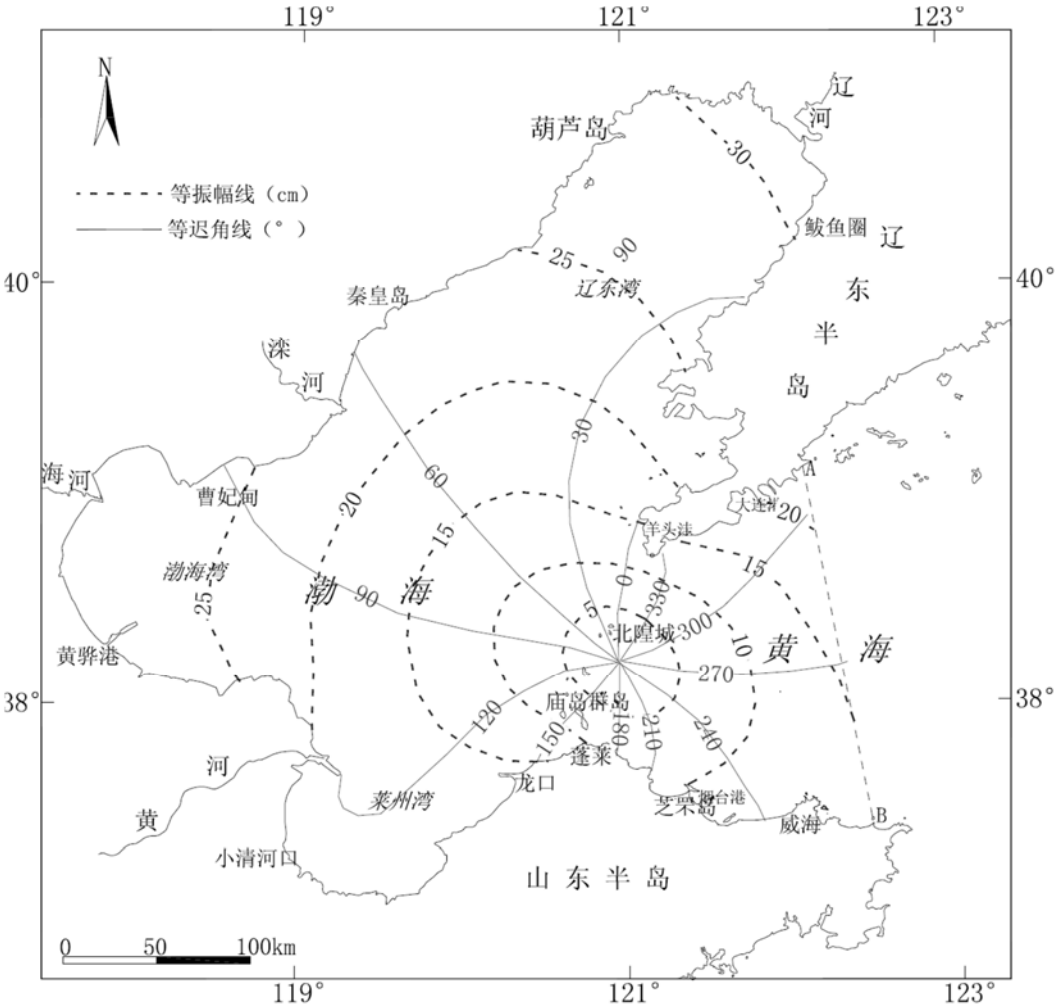


图 5.1-7　O1 分潮等振幅线和等迟角线

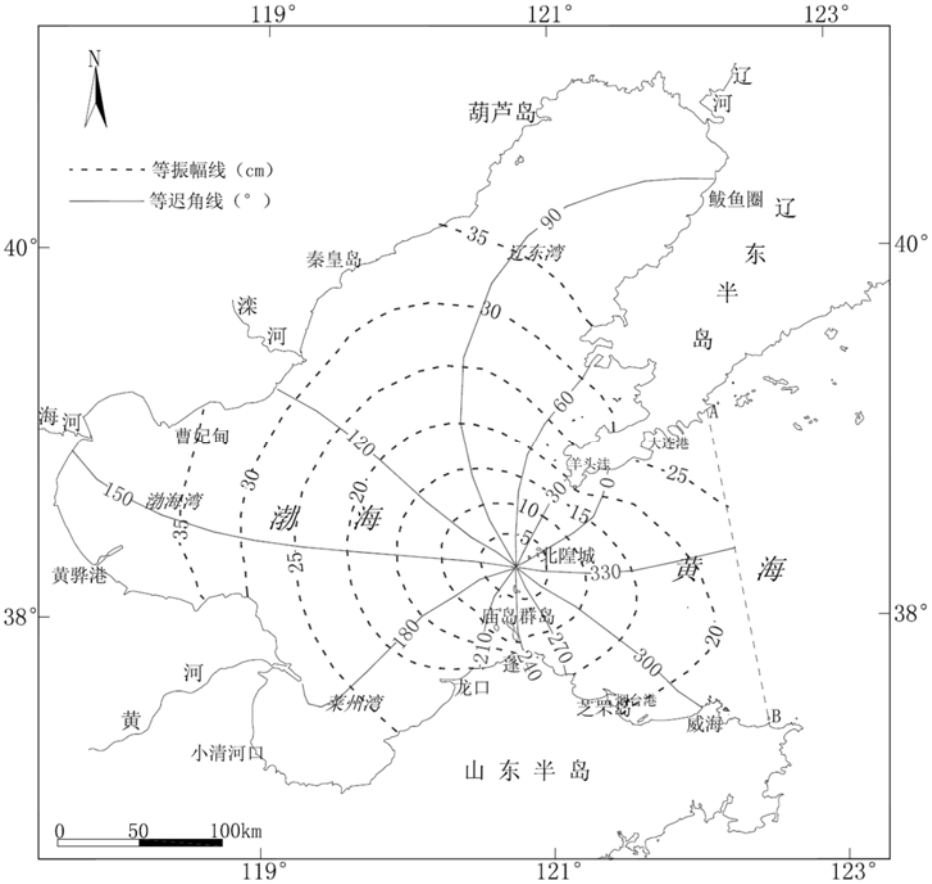


图 5.1-8　K1 分潮等振幅线和等迟角线

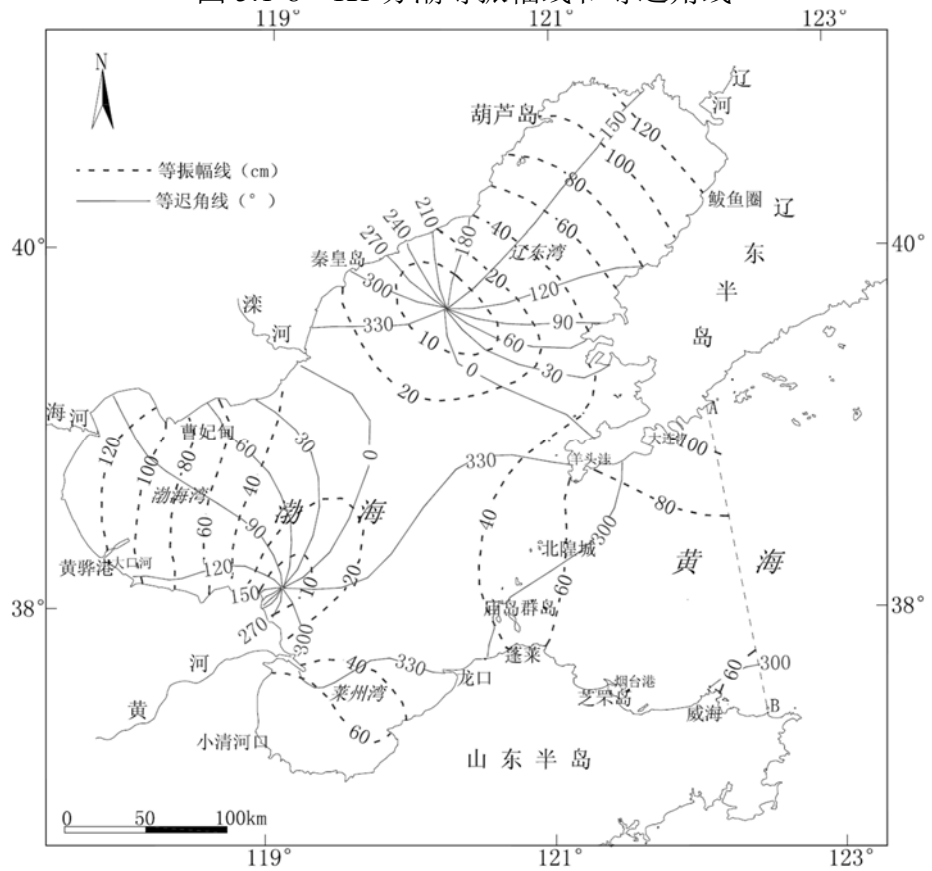


图 5.1-9　M2 分潮等振幅线和等迟角线

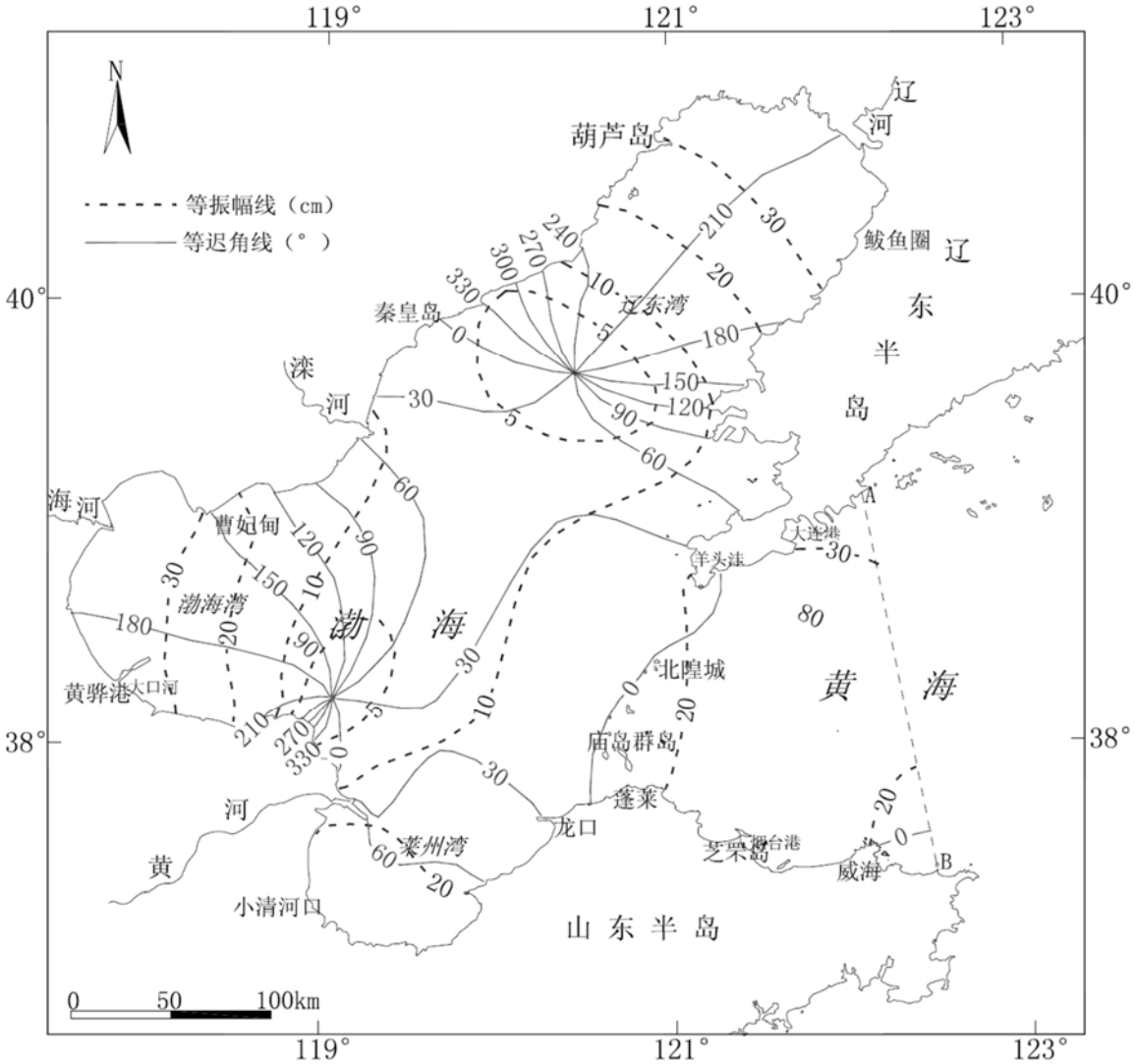
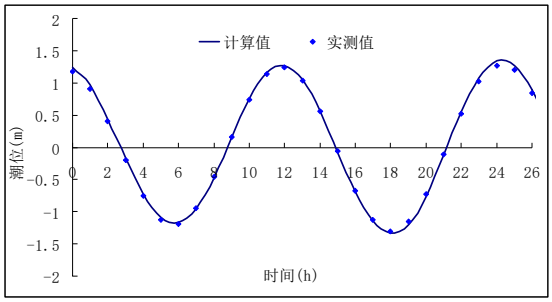


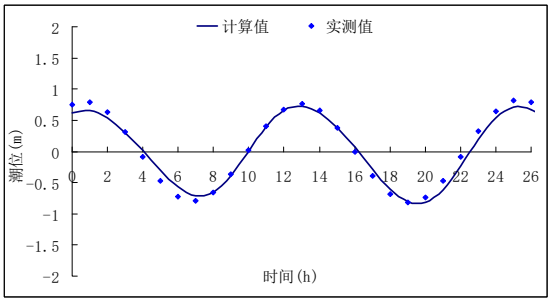
图 5.1-10　S2 分潮等振幅线和等迟角线

表 5.1-1 潮位和潮流验证点坐标

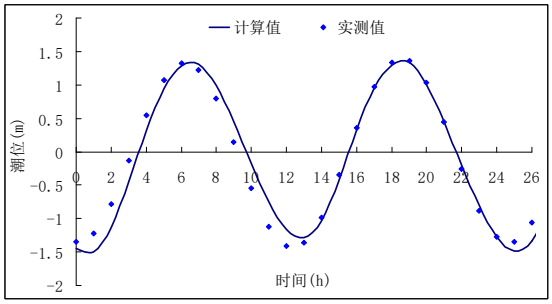
验证点	北纬	东经	验证点类型	验证点	北纬	东经	验证点类型
大连港	38°56′	121°40′	潮位	龙口	37°39′	120°18′	潮位
羊头洼	38°48′	121°08′	潮位	蓬莱	37°50′	120°40′	潮位
鲅鱼圈	40°17′	122°05′	潮位	渤中	38°40′	120°00′	潮位
养马岛	37°26′	121°35′	潮位	北隍城	38°22′	120°52′	潮位
天津港	38°57′	117°48′	潮位	芝罘岛	37°37′	121°23′	潮位
小清河口	37°18′	119°04′	潮位	威海	37°30′	122°10′	潮位
C1	37°41.6′	121°08.8′	潮位				
L1	37°48.4′	121°02.2′	潮流	L2	37°48.6′	121°09.3′	潮流
D1	37°45.3′	121°07.2′	潮流	D2	37°43.8′	121°10.3′	潮流



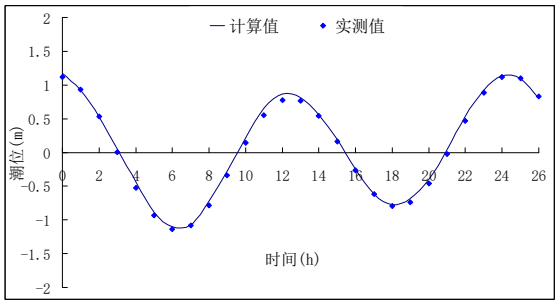
潮位验证曲线（大连港）



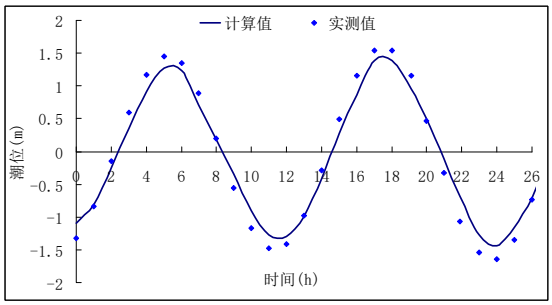
潮位验证曲线（羊头洼）



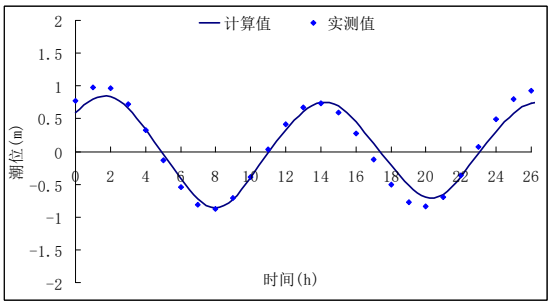
潮位验证曲线（鲅鱼圈）



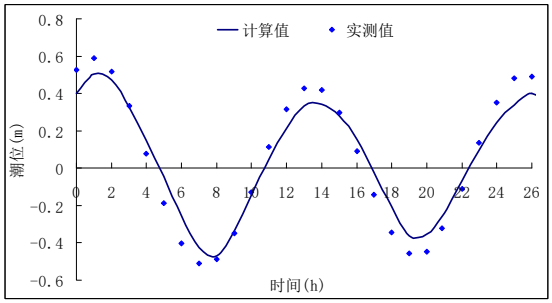
潮位验证曲线（养马岛）



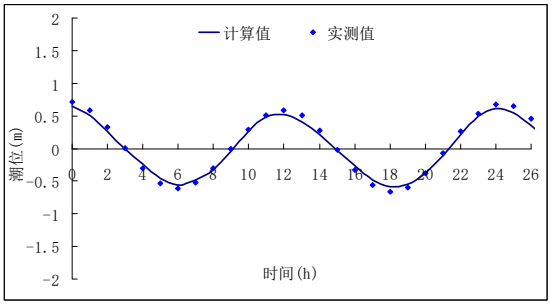
潮位验证曲线（天津港）



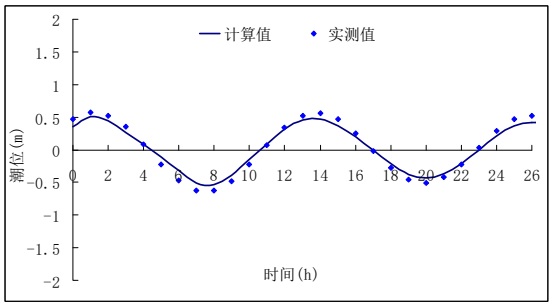
潮位验证曲线（小清河口）



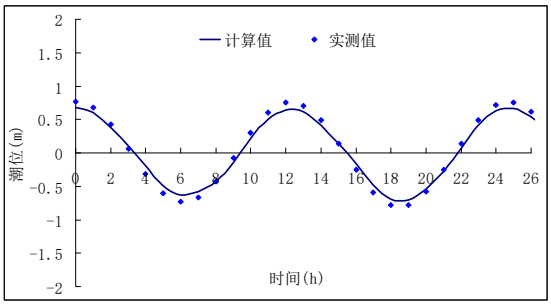
潮位验证曲线（龙口）



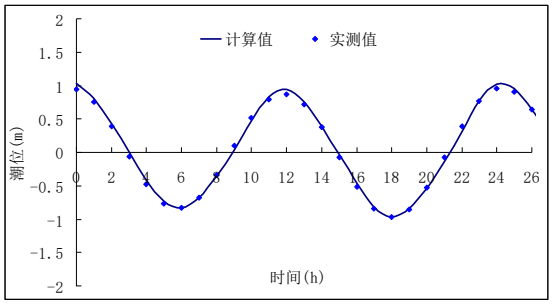
潮位验证曲线（蓬莱）



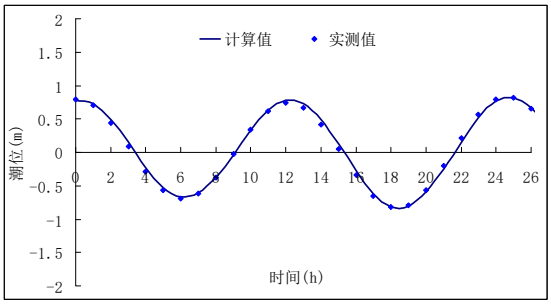
潮位验证曲线（渤中）



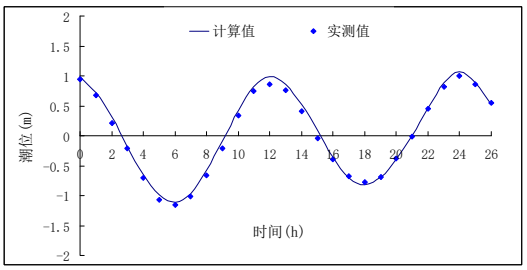
潮位验证曲线（北隍城）



潮位验证曲线（芝罘岛）



潮位验证曲线（威海）

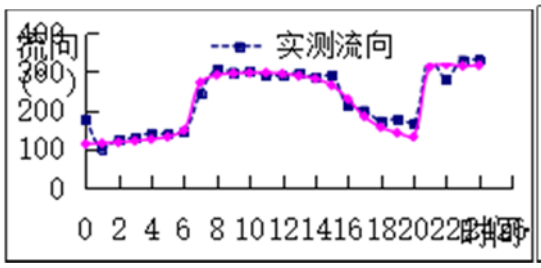


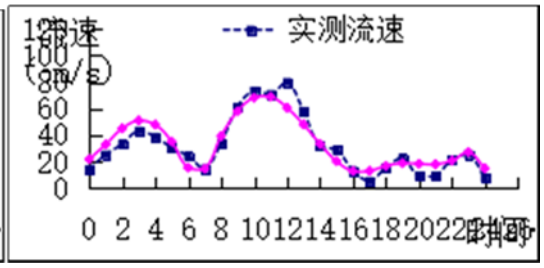
潮位验证曲线（C1）

图 5.1-11 潮位验证曲线

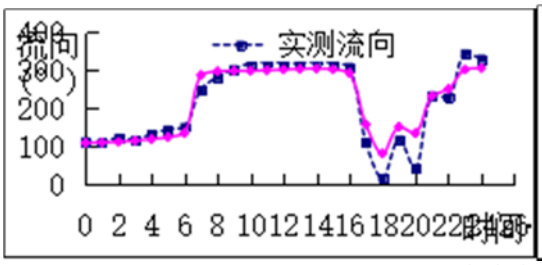
（2）潮流验证

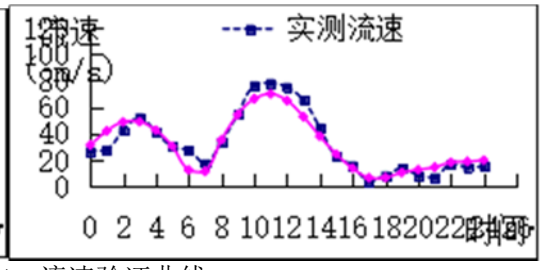
潮流验证采用冬季、春季两次烟台港西港区的实测海流资料。分别模拟潮流场，提取测流点的模拟流速流向与实测结果进行验证。潮流验证点位置见图 5.1-3 和表 5.1-1，潮流验证曲线见图 5.1-12。



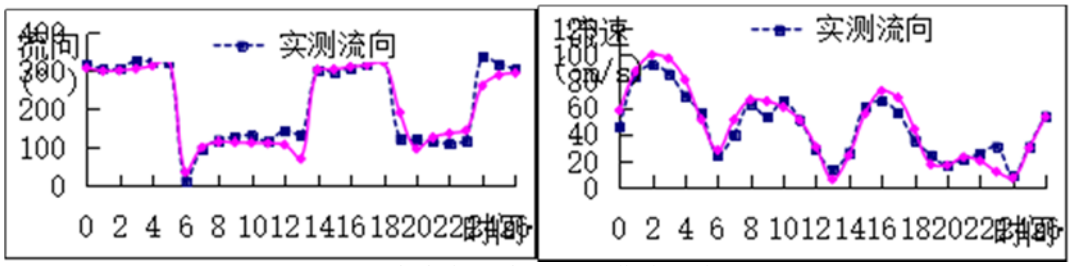


L1 站潮流流向、流速验证曲线

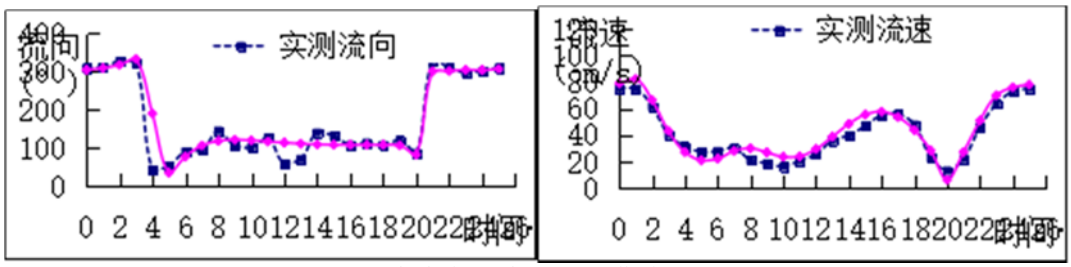




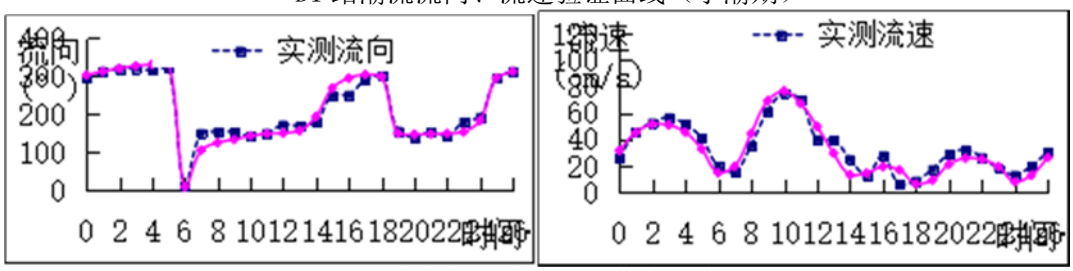
L2 站潮流流向、流速验证曲线



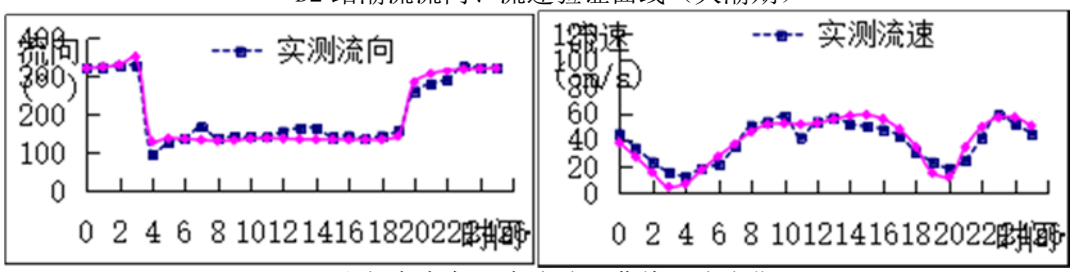
D1 站潮流流向、流速验证曲线（大潮期）



D1 站潮流流向、流速验证曲线（小潮期）



D2 站潮流流向、流速验证曲线（大潮期）



D2 站潮流流向、流速验证曲线（小潮期）

图 5.1-12 潮流流向、流速验证曲线

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

5.1.4. 潮流计算结果分析

报告中涨落潮时均以烟台西港的涨落潮为参考。

5.1.4.1. 大海域潮流场

图 5.1-13 是大海域大潮期间涨急时潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 50~60cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 W 向 E 流，其中部海域流速介于 40~60cm/s；莱州湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速

介于 15~25cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 W 向 E 流，流速介于 30~40cm/s 之间；蓬莱北侧的登州水道处潮流整体由 W 向 E 流，流速最大可达 156cm/s。

图 5.1-14 是大海域大潮期间落急时潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 60~70cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 E 向 W 流，其中部海域流速介于 55~65cm/s；莱州湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 30~40cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 E 向 W 流，流速介于 40~60cm/s 之间；蓬莱北侧的登州水道处潮流整体由 E 向 W 流，流速最大可达 179cm/s。

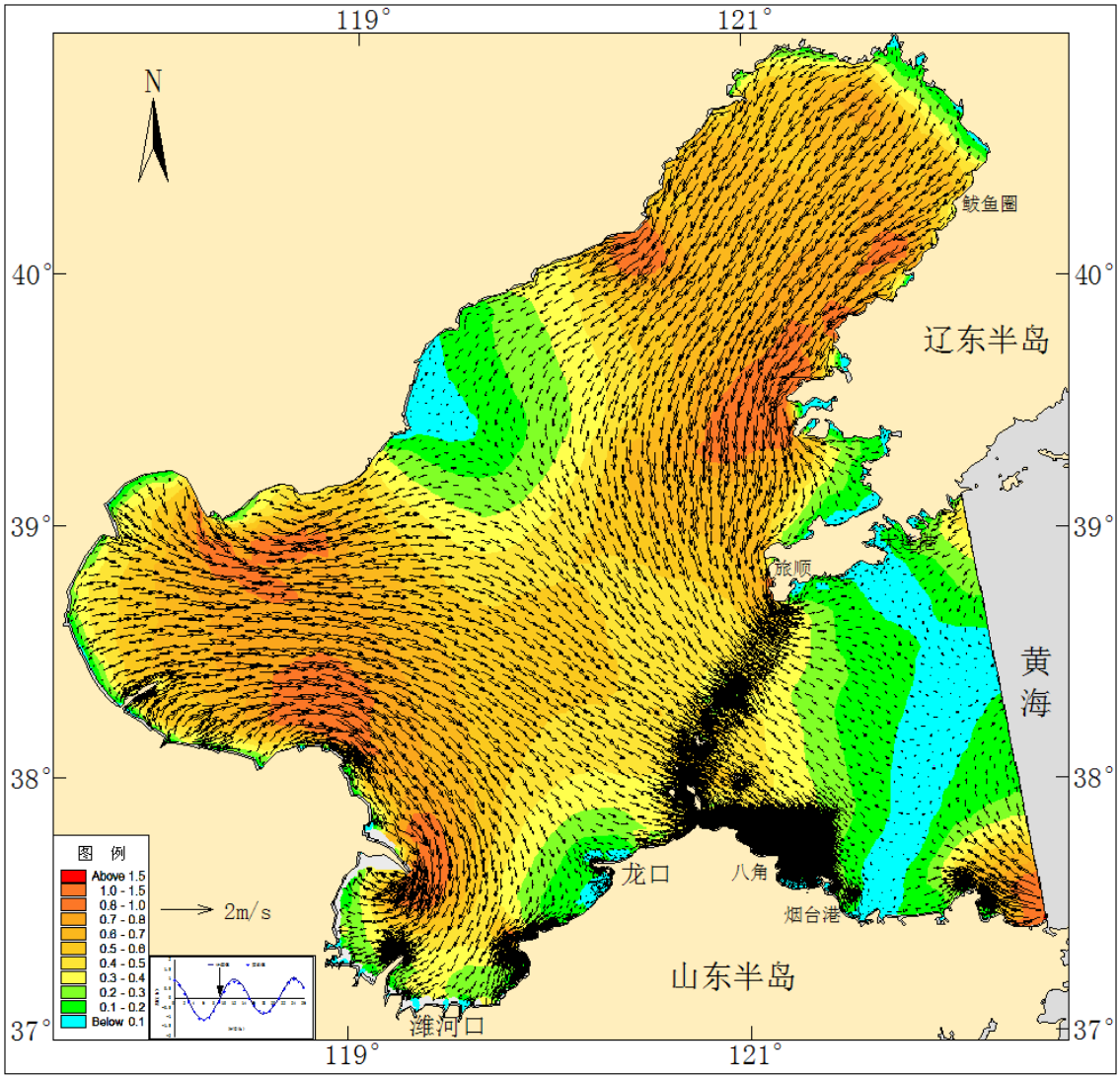


图 5.1-13 大海域计算潮流场（涨急时，大潮期）

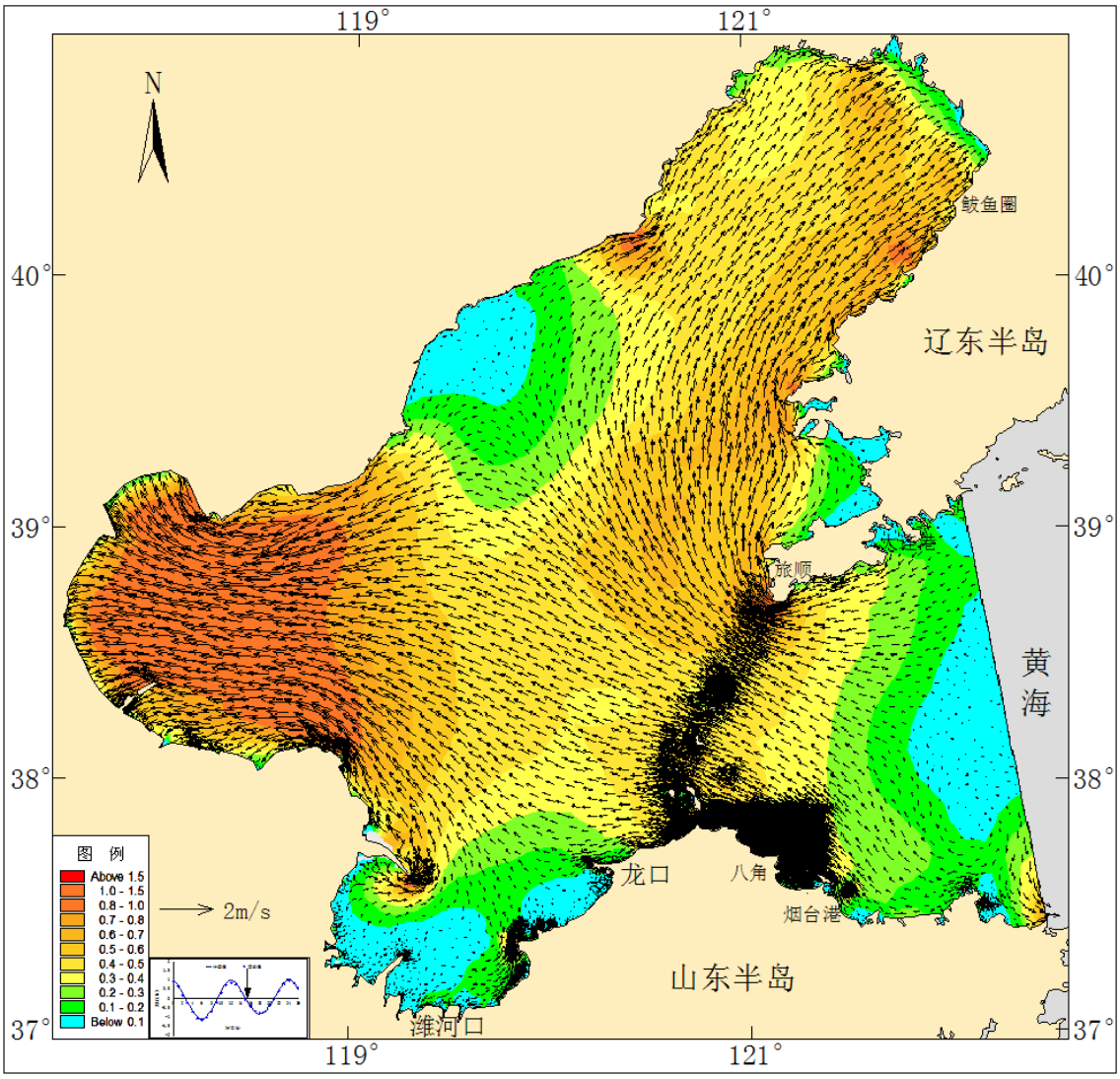


图 5.1-14 大海域计算潮流场（落急时，大潮期）

图 5.1-15 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 5.1-16 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。

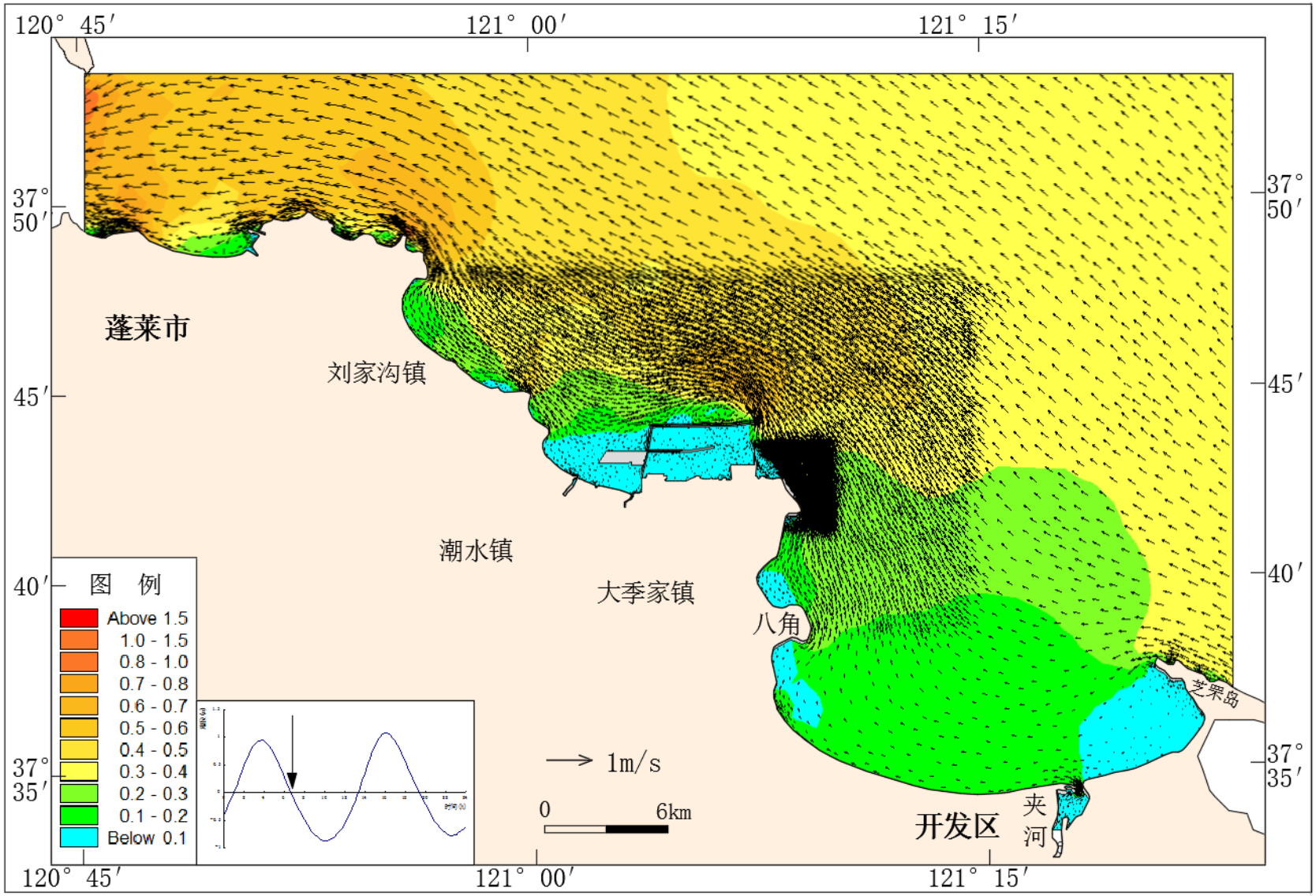


图 5.1-15　烟台西港周边海域潮流场（落急时）

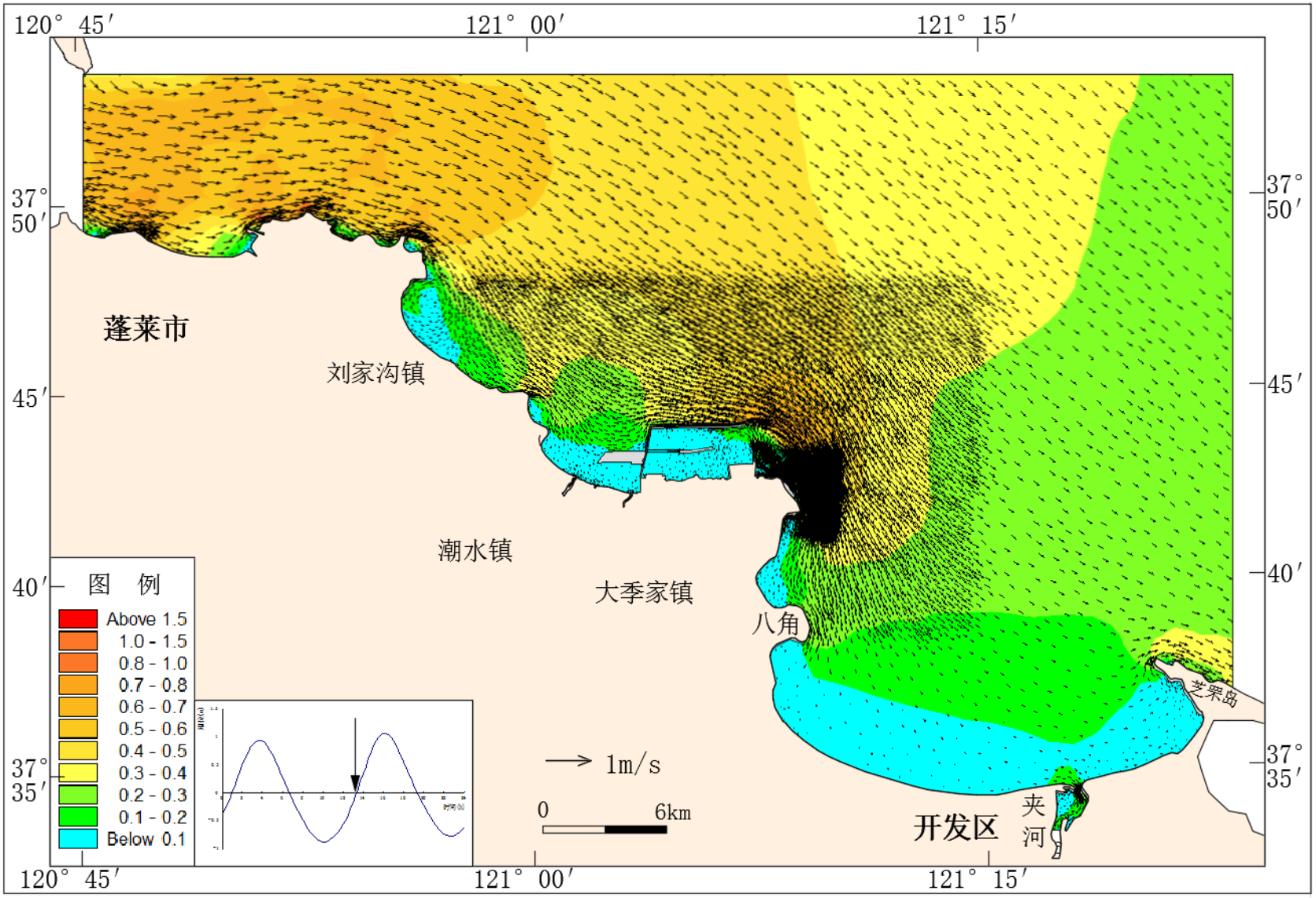


图 5.1-16　烟台西港周边海域潮流场（涨急时）

5.1.4.2. 工程附近区域潮流场

1）工程建设前潮流场模拟结果分析

根据加密区域落急时刻潮流场，计算域内的潮流整体由东南往西北流，流速从东南向西北逐渐增大，初旺村东南侧流速较小，一般小于 30cm/s；烟台港西港区防波堤二期工程北侧受堤头挑流的影响流速较大，一般大于 60cm/s；拟建工程附近海域流速一般小于 30cm/s。

根据加密区域涨急时刻潮流场，计算域内的潮流整体由西北往东南流，受地形影响，烟台港西港区防波堤二期工程东侧流速最大，最大流速大于 75cm/s，19#、20#码头东侧形成顺时针方向的涡流；受二期防波堤及 19#、20#码头码头防波堤阻挡，拟建工程附近海域流速一般在 20cm/s~40 cm/s 之间。

2）工程建成后潮流场模拟结果分析

工程建成后，其周边潮流趋势与一期工程建成后基本一致。

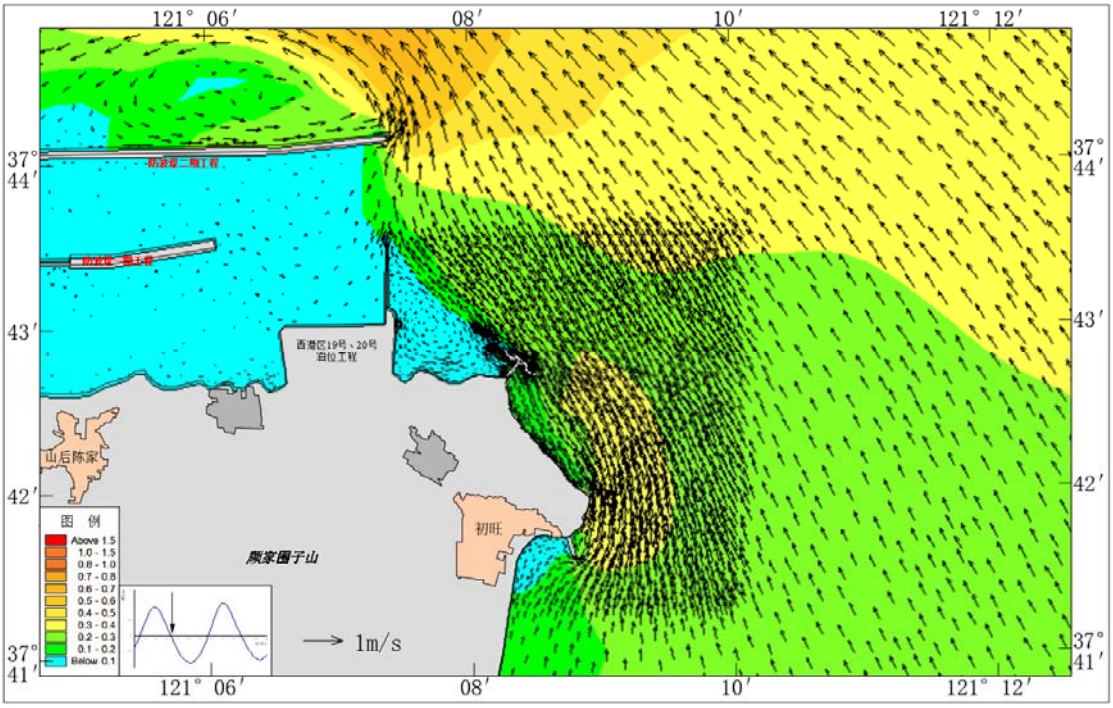


图 5.1-17　工程建设前周边潮流场（落急时）

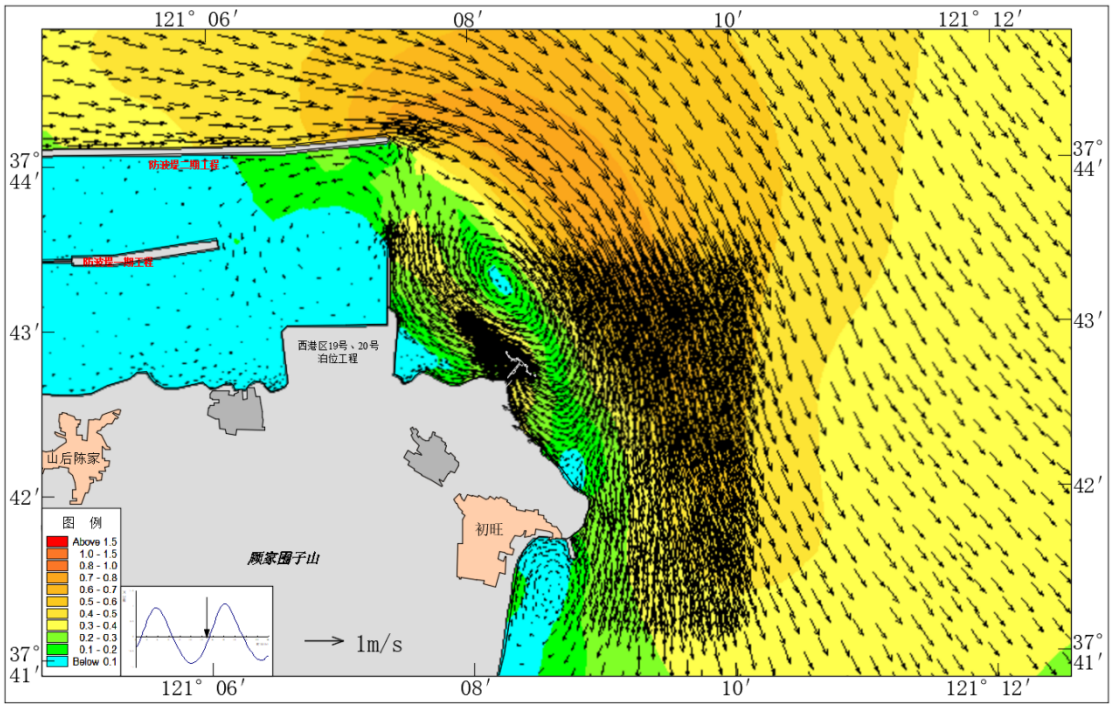


图 5.1-18　工程建设前周边潮流场（涨急时）

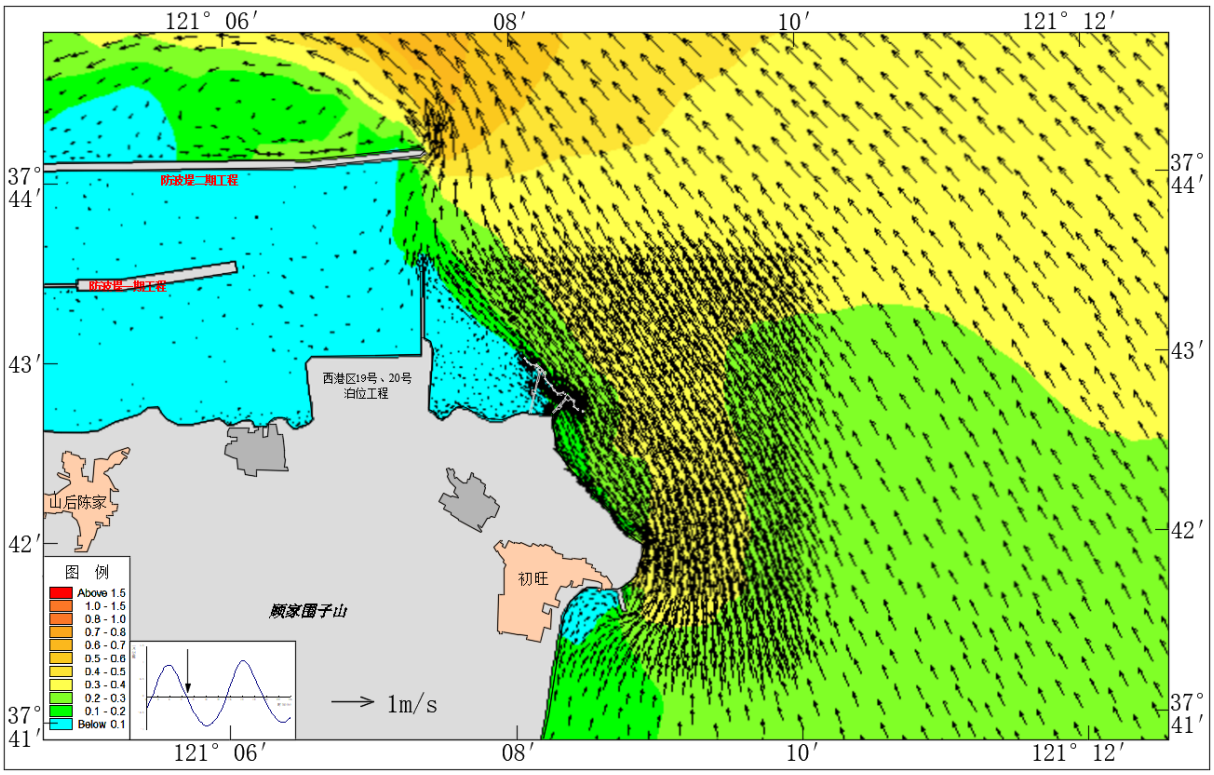


图 5.1-19　工程建设后周边预测潮流场（落急时）

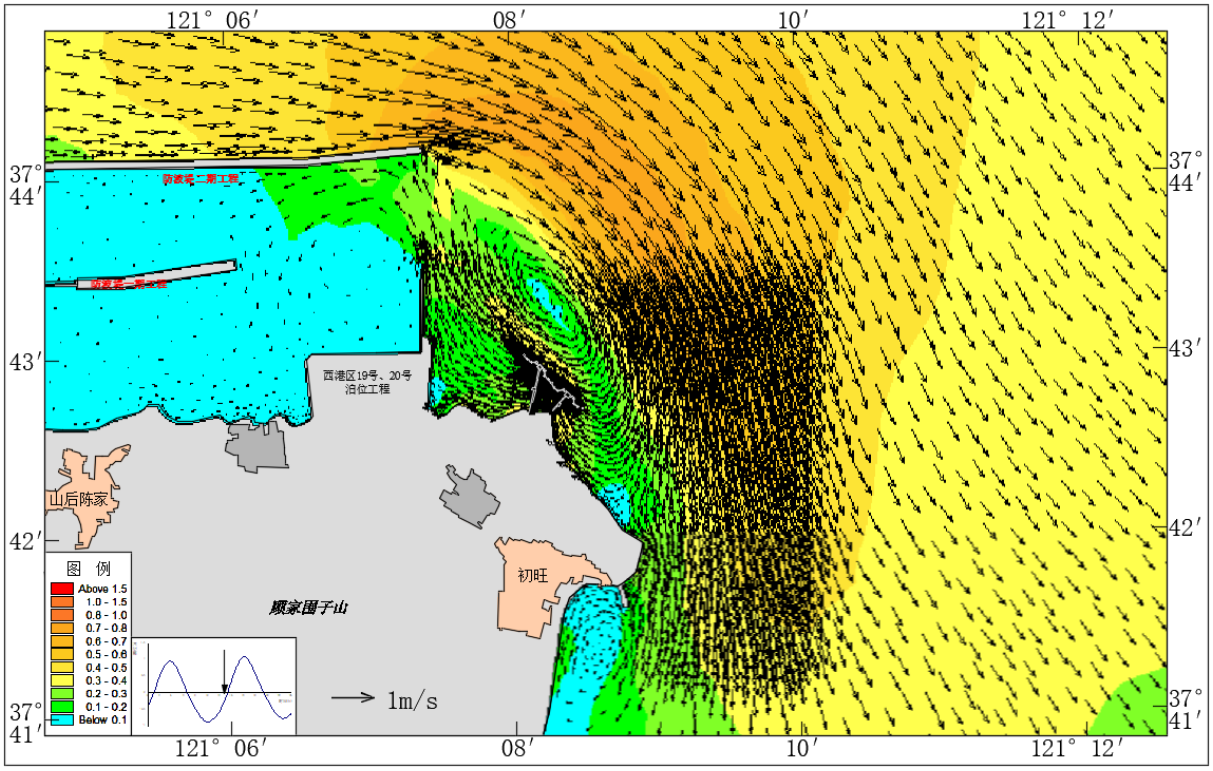


图 5.1-20　工程建设后周边预测潮流场（涨急时）

5.1.4.3. 工程建设前后流速变化

为了分析工程建设对潮流场的影响，选取一个完整潮周期的潮流场进行流速平均，对工程建设前后的流速平均值进行对比，流速变化见图 5.1-21。

工程建设后周边海域潮流流速整体减小，仅在局部流速增大。流速区最大增大量小于 2cm/s，位于码头北侧；流速减小区主要位于工程西北和东南两侧，最大减小量 19cm/s，流速减小大于 1cm/s 的区域距离工程的最大距离约 2.2km。

本工程建设对周边潮流场影响主要位于工程附近，流速变化大于 1cm/s 的区域距离工程的最大距离约 2.2km。

工程建设前后流速变化幅度 10cm/s＜V≤20cm/s 的面积为 5.0734 公顷，20cm/s＜V≤30cm/s 和 V＞30cm/s 的面积均为 0。

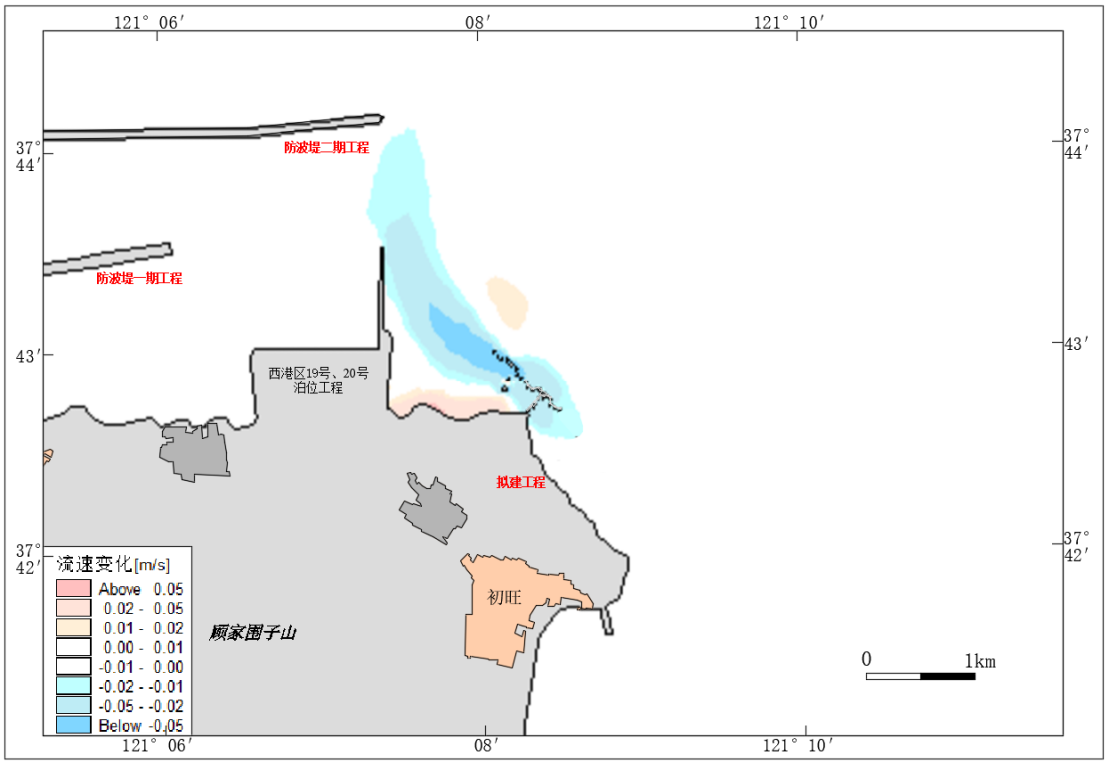


图 5.1-21　工程周边潮流场流速变化率分布图

5.2. 水质环境的影响预测与评价

5.2.1. 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：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc)+\frac{\partial}{\partial x}(uhc)+\frac{\partial}{\partial y}(vhc)=\frac{\partial}{\partial x}(h\cdot D_x\cdot\frac{\partial c}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(h\cdot D_y\cdot\frac{\partial c}{\partial y})-F\cdot h\cdot c+s$$

$$s=Q_sC_s$$

式中

D_x、D_y—x、y方向的扩散系数；

u、v—x、y方向的流速分量；

Δx—空间步长；

Δt—时间步长；

c—污染物浓度；

F—衰减系数，模型中取$F=0$；

s—污染物源强；

Q_s—排放量；

C_s—浓度。

（2）边界条件

1）岸边界条件：浓度通量为零；

2）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

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

5.2.2. 悬浮泥沙源强及发生点位置

（1）入海悬浮泥沙发生点位置

本工程施工期间产生悬浮泥沙的施工环节主要为基槽开挖（工作平台、靠船墩、系缆墩）和港池疏浚。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。

（2）入海悬浮泥沙源强

基槽开挖：采用容量为 8m^3 的抓斗式抓泥船，每小按挖泥 12 斗计，工作能力为 96m^3/h，泥沙比重按 2650kg/ m^3，泥水比为 2:3，悬浮泥沙发生量一般为抓泥量的 3-5%，悬浮物发生量为 1.41kg/s。

港池疏浚：采用疏浚速率为 4500m^3/h 的耙吸式挖泥船，施工作业点附近悬浮物浓度为 500～1000mg/L，从安全保守角度出发，推算耙吸式挖泥作业悬浮物源强约为 7.50kg/s。

炸礁：基础施工共需炸礁 8528 m^3，一次性起爆量为 400 m^3，每次爆破泥沙起悬在

5 秒钟内完成，基岩为花岗岩，结构较密实，不易产生细颗粒，计算每次炸礁时悬浮泥沙扩散源强，则：

$S=V\times P=400\ m^3/5s\times 2500kg/\ m^3\times 1\%=2000$（kg/s），此源强连续发生 5 秒。

5.2.3. 预测悬浮泥沙浓度增量分布

本工程大潮期间基槽开挖施工环节中产生的悬浮泥沙扩散范围见图 5.2-2，港池疏浚产生的悬浮泥沙扩散范围见图 5.2-4，炸礁悬沙扩散范围见图 5.2-3，工程建设产生的悬浮泥沙总扩散范围图 5.2-5。

基槽开挖施工期间，10mg/L 悬浮泥沙主要沿潮流东南-西北方向扩散，最大扩散距离约 0.92km，悬浮泥沙超二类水质标准范围（10mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 123.91ha；悬浮泥沙超三类水质标准范围（100mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 4.01ha；悬浮泥沙超四类水质标准范围（150mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 0.95ha。

港池疏浚施工期间，10mg/L 悬浮泥沙最大扩散距离约 1.60km，悬浮泥沙超二类水质标准范围（10mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 1115.9ha；悬浮泥沙超三类水质标准范围（100mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 60.50ha；悬浮泥沙超四类水质标准范围（150mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 50.43ha。

炸礁施工期间，10mg/L 悬浮泥沙主要在工程周边扩散，最大扩散距离约 260m，悬浮泥沙超二类水质标准范围（10mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 21.73ha；悬浮泥沙超三类水质标准范围（100mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 8.87ha；悬浮泥沙超四类水质标准范围（150mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 4.49ha。

项目施工期间，10mg/L 悬浮泥沙最大扩散距离约 1.60km，悬浮泥沙超二类水质标准范围面积为 1152.05ha；悬浮泥沙超三类水质标准范围面积 70.12ha；悬浮泥沙超四类水质标准范围面积为 55.14ha。

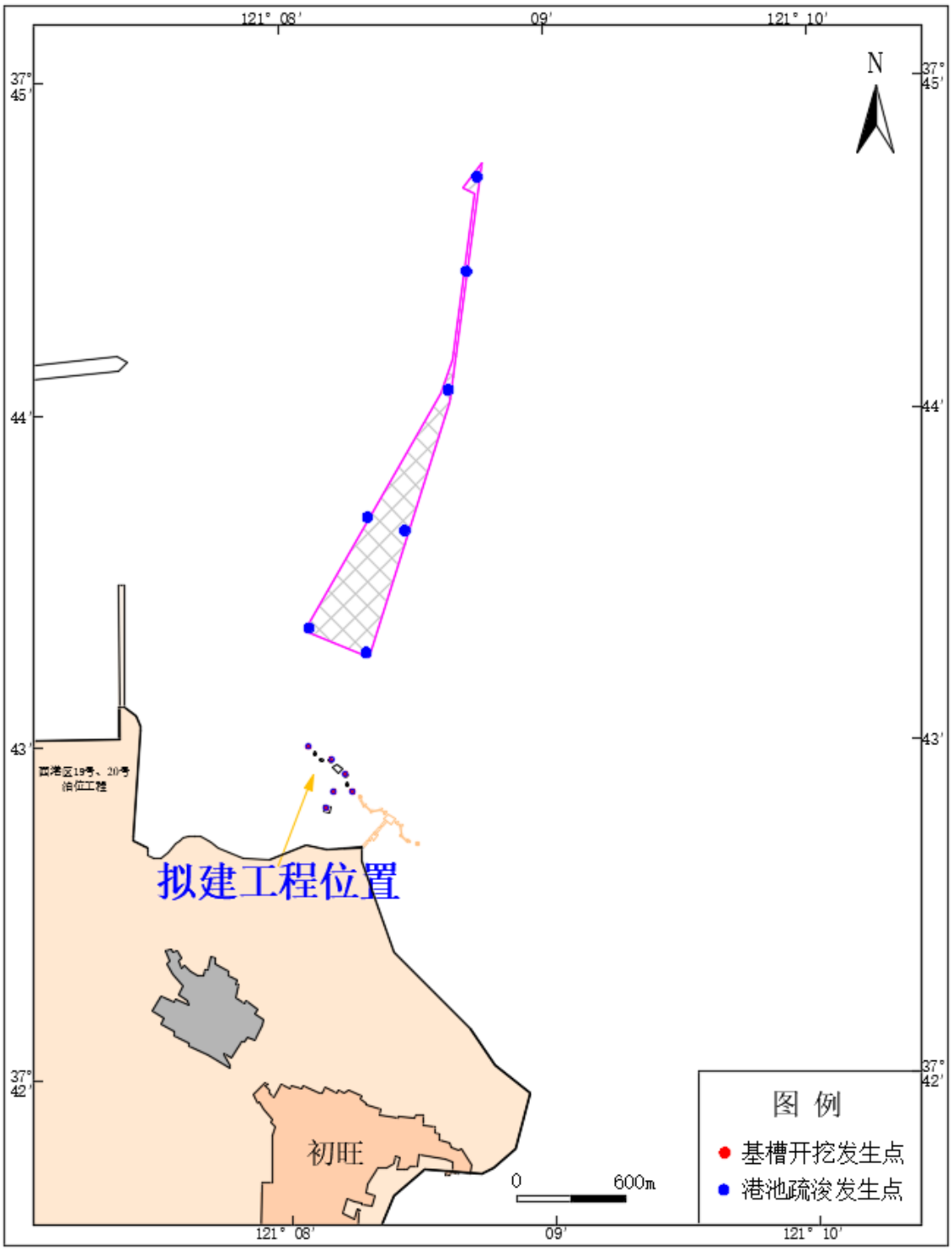


图 5.2-1　施工悬沙发生点位置图

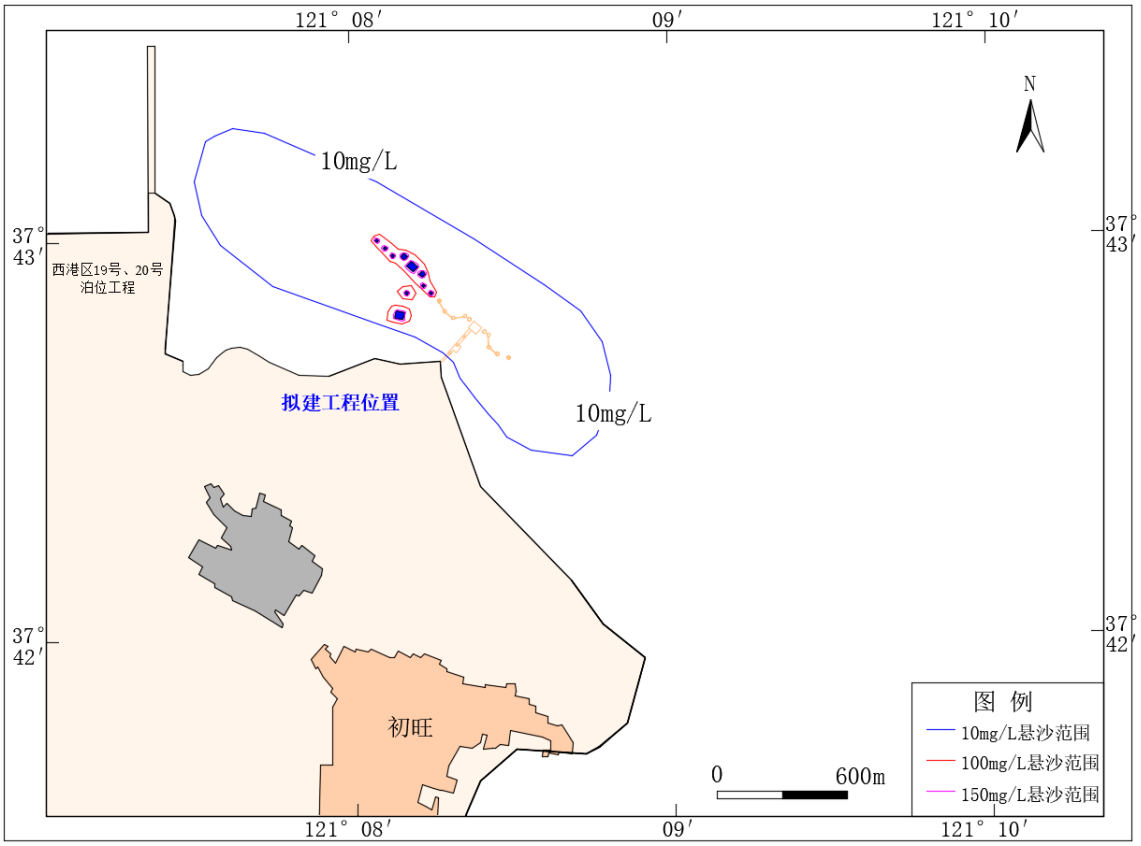


图 5.2-2 基槽开挖产生悬浮泥沙扩散范围图

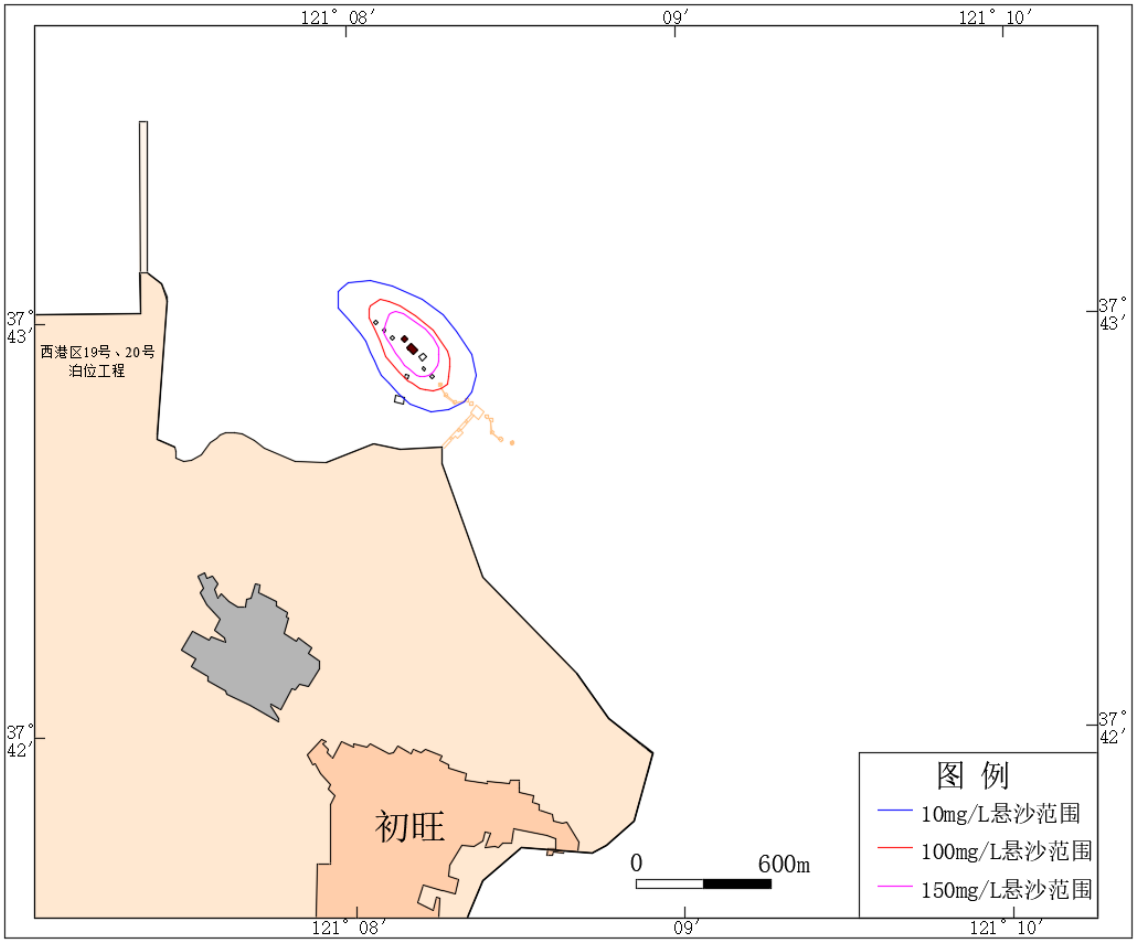


图 5.2-3 炸礁产生悬浮泥沙扩散范围图

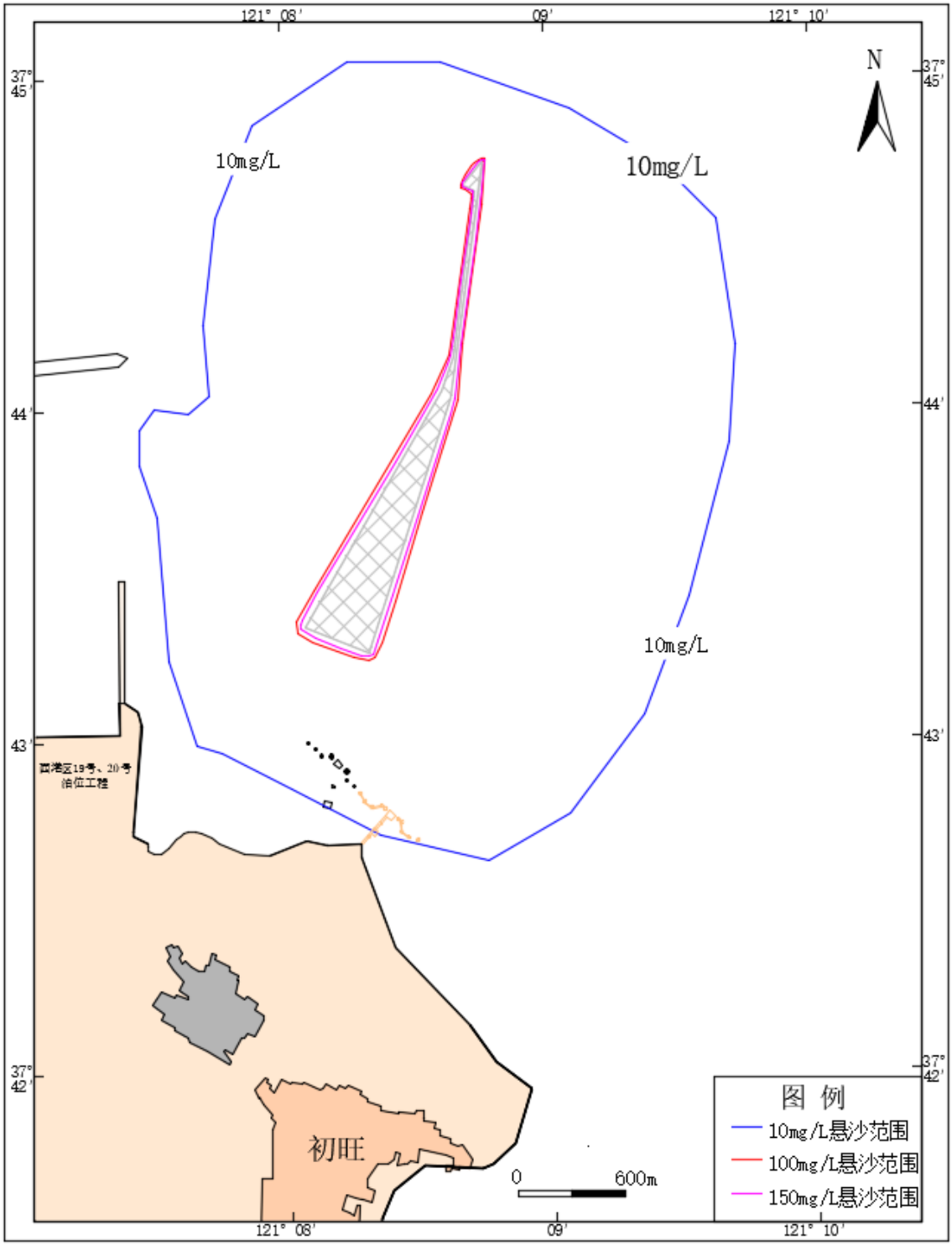


图 5.2-4　港池疏浚产生悬浮泥沙扩散范围图

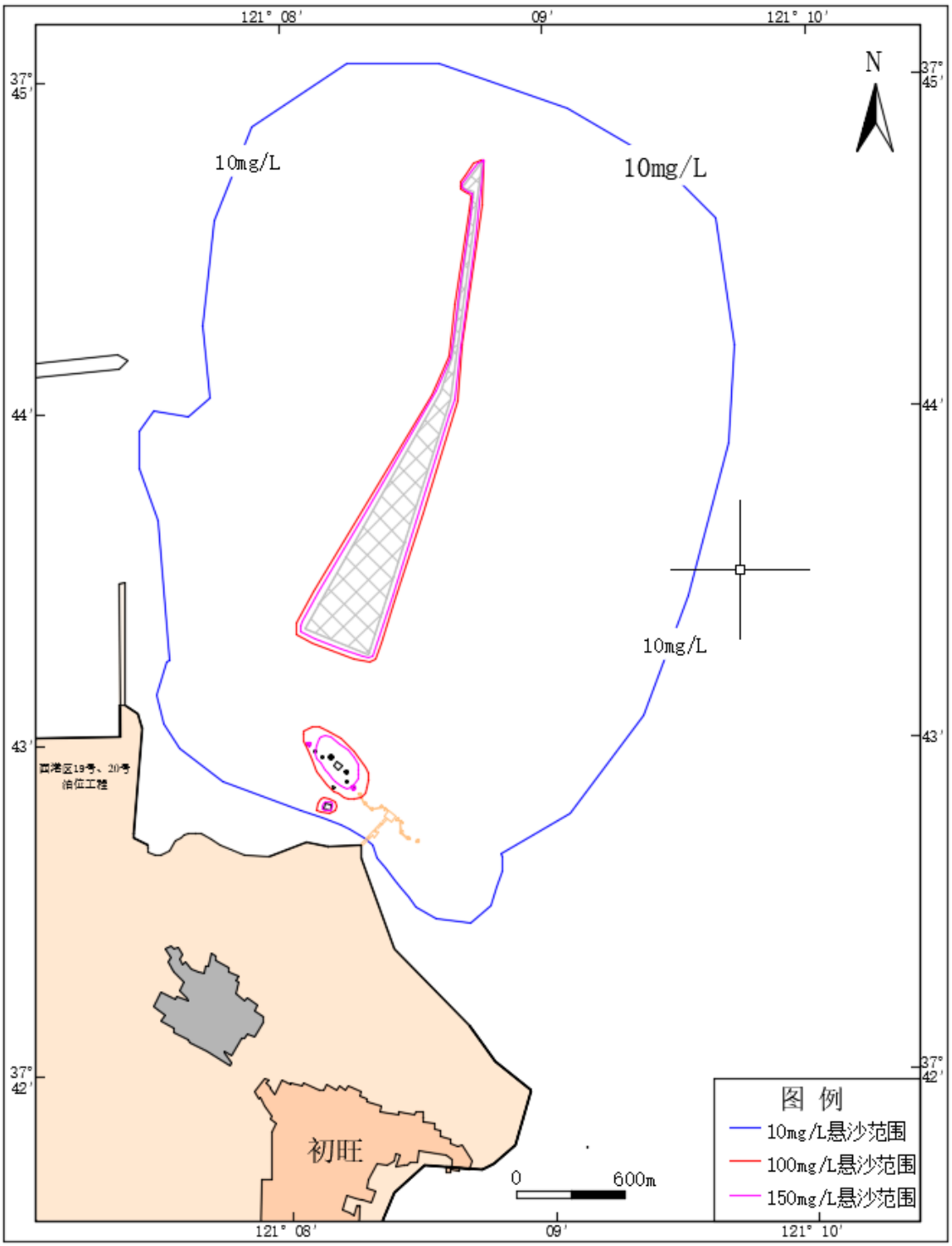


图 5.2-5　施工期产生悬浮泥沙总扩散范围图

表 5.2-1 施工期间产生的悬浮泥沙包络面积一览表

序号	变化幅度	面积(hm^2)
1	10mg/L＜S≤100mg/L	1152.05
2	100mg/L＜S≤150mg/L	70.12
3	S＞150mg/L	55.14

5.3. 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

研究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。

研究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. 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. 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。

5.3.3. 悬沙分布特性

2015 年实测结果表明，测验时段含沙浓度随潮变化有一定变化，一般在 0.01~0.08 kg/m^3，平均含沙浓度约 0.04kg/m^3；底层含沙量明显高于表层，表层含沙量一般不超过 0.02kg/m^3。对两观测点大、小潮期间的涨、落潮段平均含沙量进行统计可知：各站涨潮含沙量与落潮含沙量基本一致，均近似为 0.04 kg/m^3。

采用激光粒度仪分析测试悬沙的粒度，悬浮泥沙的中值粒径在 0.008~0.045mm 之间，样品以黏土质粉砂和砂质粉砂为主。

此外，在水文观测期间内，曾遇有6~7 级阵风，风期测取含沙量，经过滤、烘干、称重，其量值可达0.08kg/m^3。整体本海区泥沙来源少、泥沙搬运、沉积活动微弱。

5.3.4. 港池、航道冲淤变化预测

根据《烟台港西港区30万吨级原油码头工程潮流数学模型及泥沙冲淤分析研究报告》，在西港防波堤和30万吨级原油码头之间的区域，由于潮流动力的减弱，在工程实施后出现淤积。在西港防波堤的堤根处潮流动力减弱最多，泥沙的淤积厚度也最大，在30万吨级原油码头前沿的深槽内也会出现淤积，由于潮流动力相对堤根处减小的少，所以淤积厚度也相对小。由于流速降低引起的淤积大约为0.20m/a，直至达到新的平衡。

外航道不同位置处的原始水深不同，开挖深度各异，靠近深槽的位置航道的淤积强度略小于靠近西港外航道的泥沙淤积强度。外航道的泥沙平均淤积强度约为0.19m/a。

全年大于2.5m 的波高频率为2.45%，最大实测潮流流速为0.90m/s，最大实测含沙量为0.034kg/m^3，即使在8级大风的作用下，含沙量也仅为0.06kg/m^3。另外，工程区海岸呈现基岩海岸特征，靠近岸滩的底质中值粒径在0.16mm 左右，工程附近海区平均中值粒径为0.0136mm，属粘土质粉砂，经计算可知该种泥沙在潮流和波浪作用都难以起动；且沙源有限，主要是海床沉积物的就地输沙。经计算（按上述计算公式），大风浪天作用1天时的淤强不大（小于10cm/天）。由此可见，本区骤淤发生的可能性很小。

5.4. 海洋沉积物环境影响预测与评价

本工程主要建设内容为码头泊位及管线管廊桥，用海方式为透水构筑物，不向海域抛填土石料。施工期港池疏浚、基桩施工等过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，悬浮泥沙粒径小、粘度大，沉降到海底后使海底表层沉积物粒径变小，粘性变大。工程搅动海底沉积物在2天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没

有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

本工程运营期主要进行装卸船作业，产生的污水、固体废物等均统一回收处理，不向海域排放，不会对工程周边海洋沉积物环境造成影响。

5.5. 海洋生态环境影响预测与评价

工程施工期对生态环境的影响主要体现在基桩施工、港池疏浚等环节造成生物直接死亡和生境破坏；施工过程会导致悬浮泥沙扩散，造成水质下降，对生物生态造成不利影响。运营期对生态环境的影响主要体现在基桩永久性占用生物的栖息生境，改变周边海域的水动力环境、水体交换能力和地形地貌冲淤环境，进而影响生物生态环境。

5.5.1. 施工期对海洋生态环境的影响分析

（1）对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要为：施工过程中产生的悬浮泥沙将导致水体的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外，还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等方面。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。

根据本工程悬浮物扩散数值模拟结果，10mg/L 悬浮泥沙主要沿潮流东南-西北方向扩散，最大扩散距离约 1.35km，悬浮泥沙超二类水质标准范围（10mg/L 浓度悬浮泥沙扩散范围）面积为 252.62ha，工程建设产生的悬浮物扰动可能会对所在海域浮游生物造成影响，但施工产生的悬浮物对浮游生物的影响在时间尺度上是暂时的，施工期结束后，水体中悬浮物含量会很快恢复到施工前的水平，浮游生物也会很快的进行恢复。

（2）对游泳生物的影响

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。游泳生物是海洋生物中的一大类群，海洋鱼类是其典型代表，它们往往具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应。室内生态实验表明，悬浮物含量为300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活3~4周，悬浮物含量在200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死。工程不会产生的悬浮物含量高浓度区，不会造成成体鱼类死亡，且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。随着施工的结束，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。

（3）对底栖生物的影响

由于工程港池疏浚、基桩施工等过程导致悬浮物含量增高，从而影响到底栖生物的生存环境。当悬浮物覆盖厚度超过 2cm 时，还会对底栖生物造成致命性损害。悬浮物的沉积，可能引起贝类动物的外套腔和水管受到堵塞而致死。悬浮物的沉积主要影响工程区附近海域的底栖群落，施工结束后一段时间内，受影响的底栖生物群落会逐渐被新的群落所替代。

疏浚将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，随着施工结束，生物的栖息环境也将逐渐恢复。本工程基桩占用范围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。

（4）炸岩施工对海洋生态的影响分析

爆炸物爆炸时，会在瞬间变成高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到的生物产生影响。

1）对鱼类的影响

在水中爆炸时，由于鱼体的密度和水的密度类似，冲击波在到达鱼体与水交界面时一般会直接通过鱼体向前传播。当鱼体内有空气腔时，由于空气的可压缩性，冲击波通过时会导致空腔壁的撕裂或破碎。鱼体内最容易受到损伤的是有膘鱼类的膘，除此之外，还有鱼类的肝、脾、肾等内部器官。当鱼离爆炸源比较近时，除了对鱼类的内部器官造成损害以外，对鱼的身体外部也会造成损伤。一般认为，爆炸时所产生的过高压和超低压交替变换所产生的振动，是爆炸中导致鱼类死亡的主要原因，而鱼体中容易受到伤害

的器官就是充满空气的鱼膘，因此，无膘鱼类和有较小鱼膘的鱼类，有较强的抵抗爆炸冲击的能力。研究人员通过对不同鱼种的大量研究发现，体重较轻的鱼类比体重较重的鱼类更容易在爆炸中受到伤害。

2）对鱼虾蟹和海蜇等幼苗与卵的影响

在禁渔期进行水下爆破，对进入该海域产卵的鱼虾蟹等渔业资源的母体、幼苗、和卵类造成影响，会使卵的孵化量和成活率降低。

在幼鱼游动能力低下时期，缺乏逃避外界打击的本能；海蜇自泳能力低，游泳速度慢，一般每分钟不超过 4～5m，幼蜇更差。因而水中爆炸可直接致死位于作用圈内的各种经济鱼虾蟹的卵类、幼苗和海蜇。这将给渔业资源造成极大的损失，可使鱼虾蟹等减产，影响水产资源的持续繁衍。

3）对底栖生物的影响

水下爆破可使位于爆炸中心附近的底栖生物当场毙命，除受强声压致死的外，那些致昏而处于半致死状态的底栖生物，在遭到由爆炸激起的大量泥沙沉降掩埋之后，也难逃窒息死亡的命运。因此，水下爆破对底栖生物有一定的影响。

5.5.2. 对主要经济动物产卵场、索饵场、越冬场的影响

工程位于套子湾西侧的近岸海域，工程附近海域主要经济鱼类和对虾的“三场一通”分布情况见下图。由图可知，工程建设不占用鱼类和对虾的产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，距离主要经济鱼类的产卵场约10km，与索饵场、越冬场和洄游通道的距离更远。工程施工期悬浮泥沙的影响范围仅局限在工程周边，最大扩散距离约1.35km。工程施工对生态环境的影响主要集中在港区内，不会影响到鱼类和对虾的“三场一通”，因此工程建设对渔场的影响较小。

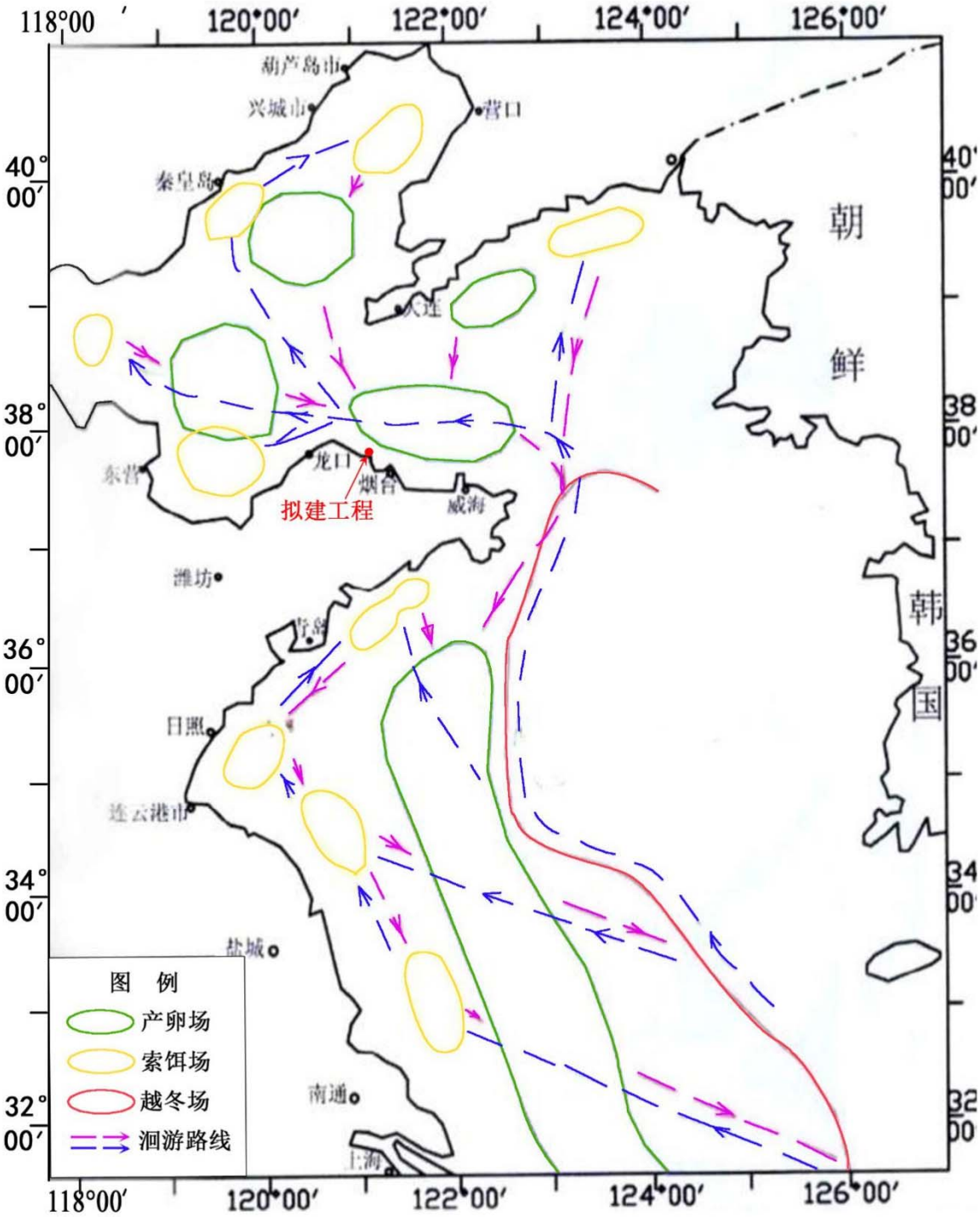


图5.5-1主要经济鱼类“三场一通”分布图

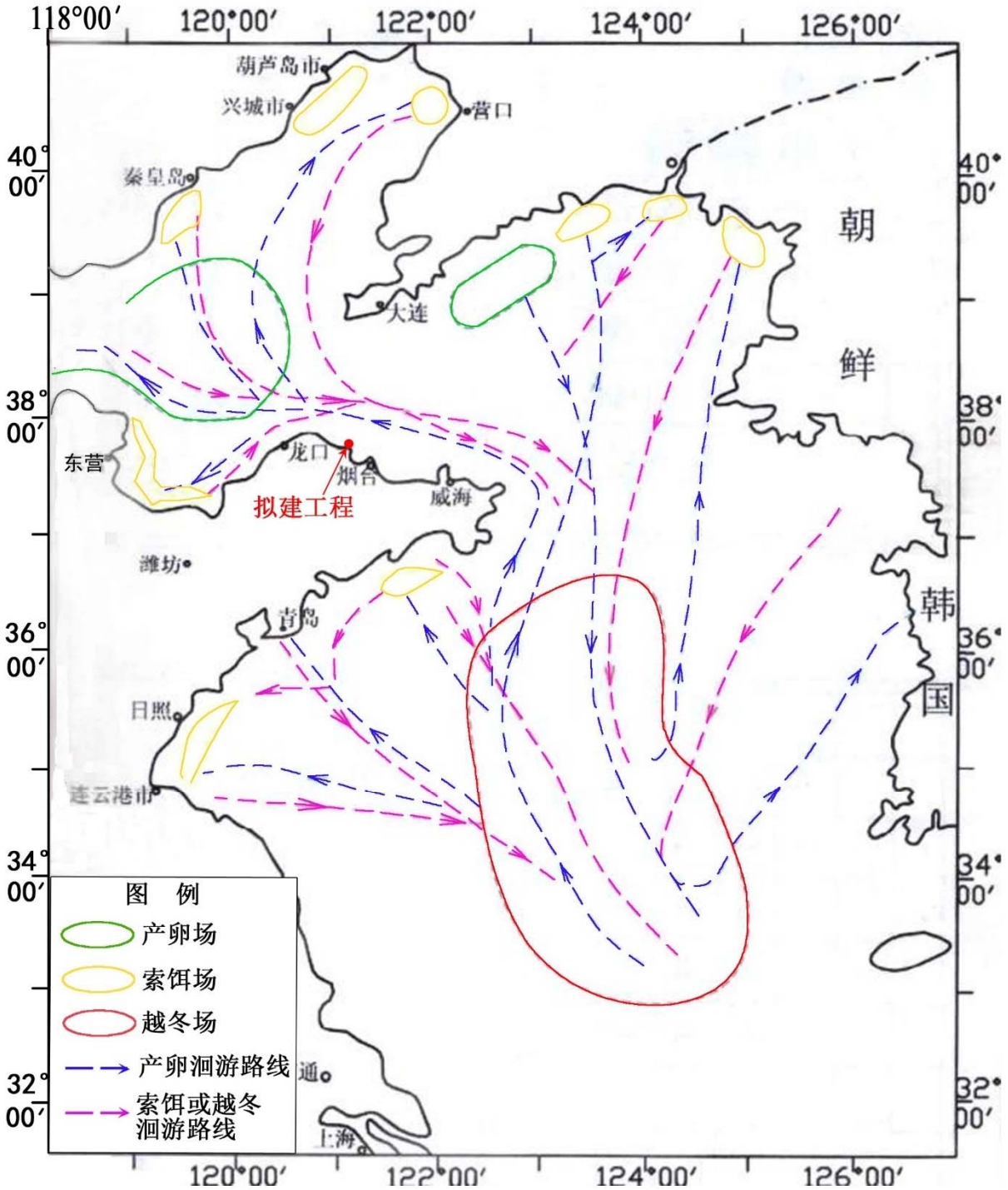


图5.5-2对虾“三场一通”分布图

5.5.3. 生态损失量

占用海域及邻近影响海域采用《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37/T1448-2015）进行生态损失补偿计算。

因《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37/T1448-2015）没有给出水下爆破冲击波导致生物损失的计算方法和标准，因此根据农业部《建设项目对海洋生

物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）进行水下爆破冲击波的生态损失补偿估算。

（1）受损海域

受损海域包括工程海域和邻近影响海域。本项目码头水工构筑物占用海域面积3.1523hm^2，用海方式为透水构筑物；港池疏浚作业占用海域面积37.4141hm^2，用海方式为港池、蓄水等。邻近海域受损主要是由于悬浮泥沙扩散、流速改变和冲淤环境变化造成。

1）工程占用海域面积

本项目码头占用海域面积3.1523hm^2，其中桥墩、基桩等填海面积0.1445hm^2 ,透水部分面积3.0078hm^2；港池占用海域面积54.6258hm^2，其中施工期疏浚面积37.4141hm^2。

2）工程邻近影响海域面积

①悬浮泥沙

施工期间搅动产生的悬浮泥沙超二类水质标准范围面积为1277.31hm^2；悬浮泥沙超三类水质标准范围面积为125.26hm^2；悬浮泥沙超四类水质标准范围面积为55.14hm^2。

②流速变化

工程建设前后流速变化幅度 10cm/s＜V≤20cm/s 的面积为 5.0734 公顷，20cm/s＜V≤30cm/s 和 V＞30cm/s 的面积均为0。

工程占用海域和邻近影响海域受损面积见下表。

表 5.5-1 受损海域面积一览表

占用方式/影响因素			变化幅度	面积（hm^2）
占用海域	码头	基桩部分	——	0.1445
		透水部分	——	3.0078
	港池施工面积		——	37.4141
	港池使用面积		——	54.6258
邻近海域	悬浮泥沙增加量（S）		10mg/L-100mg/L	1152.05
			100mg/L-150mg/L	70.12
			>150mg/L	55.14
	特征点最大潮流速改变量（V）或者特征点最大潮流速改变率（Vx）		10-20cm/s 或 20 %＜Vx≤40 %	5.0734
			20-30cm/s 或 40 %＜Vx≤60 %	0
			>30cm/s 或 Vx＞60 %	0
	年冲刷减少量（E）		5-10cm/a	0
			10-20cm/a	0
			20-30cm/a	0
			>30cm/a	0
	年淤积增加量（D）		10-20cm/a	0
			20-30cm/a	0
			>30cm/a	0

注：如果根据潮流速和冲刷、淤积等影响因素确定的影响范围存在重叠，重叠海域面积均计为特征

点最大潮流速改变量的影响范围，不再计为冲刷或淤积的影响范围。

（2）海洋生态资本基准值

按照沿海地级市的海域划界把山东管辖海域划分为九个评价海区，本项目位于烟台二区，用海建设项目占用海域及其邻近影响海域的生态资本基准值按照下表取值。

表 5.5-2 山东海域海洋生态资本基准值

评价海区	海洋生物资源基准值（万元/公顷）	海洋生态系统服务基准值（万元/公顷·年）
滨州海区	0.005	1.82
东营海区	0.008	1.65
潍坊海区	0.012	1.60
烟台一区	0.013	1.66
烟台二区	0.02	2.11
烟台三区	0.03	1.75
威海海区	0.043	1.98
青岛海区	0.017	2.53
日照海区	0.007	2.10

（3）损害系数

海洋生态损害系数包括海洋生物资源损害系数和海洋生态系统服务损害系数。本项目用海生态损害系数参照 DB37/T1448-2015 中表 2~表 4 取值。

表 5.5-3 海洋生态损害系数一览表

占用方式、影响因素	时期/变化幅度	生物资源损害系数	生态系统服务损害系数
填海（基桩）	施工期	1.00	1.00
	使用期	1.00	1.00
人工构筑物的透水部分（不含基桩）	施工期	0.10	0.12
	使用期	0.07	0.10
港池泊位建设	施工期	0.29	0.40
	运营期	0.18	0.21
悬浮泥沙增加量（ S ）	10mg/L-100mg/L	0.06	0.10
	100mg/L-150mg/L	0.32	0.29
	>150mg/L	0.44	0.40
特征点最大潮流速改变量（V）或者特征点最大潮流速改变率（Vx）	10-20cm/s 或 20 %＜Vx≤40 %	0.10	0.15
	20-30cm/s 或 40 %＜Vx≤60 %	0.15	0.21
	>30cm/s 或 Vx＞60 %	0.22	0.28
年冲刷减少量（E）	5-10cm/a	0.10	0.03
	10-20cm/a	0.12	0.04
	20-30cm/a	0.16	0.05
	>30cm/a	0.21	0.07
年淤积增加量（D）	10-20cm/a	0.10	0.06
	20-30cm/a	0.12	0.08
	>30cm/a	0.15	0.11

（4）损害期限

根据 DB37/T1448-2015，施工期占用海域和邻近影响海域的损害期限按施工年限计算，本工程施工年限为 24 个月，为 2 年。

使用期占用海域的损害期限等于用海建设项目拟申请或者批准用海年限扣除施工年限，本工程占用海域申请用海期限为 50 年，使用期占用海域的损害期限为 48 年。使用期邻近影响海域的损害期限按 5 年计算。

（5）海洋生态损失

用海建设项目的总生态损失包括占用海域生态损失和邻近影响海域生态损失。

1）占用海域生态损失

占用海域生态损失包括建设项目占用海域的生物资源损失和生态系统服务损失。

海洋生物资源损失等于占用海域面积乘以生物资源基准值以及生物资源损害系数。

海洋生态系统服务损失等于占用海域面积乘以生态系统服务基准值、生态系统服务损害系数以及占用海域损害期限。

2）邻近影响海域生态损失

邻近影响海域生态损失包括建设项目邻近影响海域的生物资源损失和生态系统服务损失。邻近影响海域海洋生物资源损失等于邻近影响海域面积乘以海洋生物资源基准值以及邻近影响海域生物资源损害系数。邻近影响海域海洋生态系统服务损失等于邻近影响海域面积乘以海洋生态系统服务基准值、生态系统服务损害系数以及邻近影响海域损害期限。

（6）综合补偿系数

用海建设项目的综合补偿系数等于基准补偿系数、政策调整系数和附加补偿系数之和。

①根据 DB37/T1448-2015，海洋交通运输业用海的基准补偿系数为 0.35；

②本项目属于《山东省海洋产业发展指导目录》（2013 年）中的“鼓励类”（深水泊位建设），政策调整系数取-0.1；

③本项目占用海域或邻近影响海域范围内不存在保护区、保护物种分布区等生态红线区，附加补偿系数取 0。

表 5.5-4 项目综合补偿系数一览表

项目类型	基准补偿系数	政策调整系数	附加补偿系数	综合补偿系数
海洋交通运输业用海项目	0.35	-0.1	0	0.25

（7）水下爆破冲击波的生态损失

因《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37/T1448-2015）没有给出

水下爆破冲击波导致生物损失的计算方法和标准，因此，根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）进行水下爆破冲击波的生态损失补偿估算。

根据码头工程平面布置和工程地质勘察资料，施工为水下爆破，对海洋生物损害较大。

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 月和 2020 年 10 月中国海洋大学进行的调查结果，取平均值；鱼卵、仔鱼和游泳动物的生物资源密度根据山东省海洋资源与环境研究院 2019 年 10 月和中国海洋大学 2020 年 4 月进行的调查结果，取平均值。

表 5.5-5 工程附近海域生物资源密度

类别	调查时间	生物资源密度	
		密度	平均密度
浮游动物（mg/m^3）	2020 年 4 月	452.5	413.00
	2020 年 10 月	373.5	
底栖生物（g/m^2）	2020 年 4 月	10.05	5.83
	2020 年 10 月	1.605	
鱼卵（粒/m^3）	2020 年 4 月	0	0.0
	2020 年 10 月	0	
仔稚鱼（尾/m^3）	2020 年 4 月	0	0.0
	2020 年 10 月	0	
游泳动物（鱼类）（kg/km^2）	2020 年 4 月	157.6	91.50
	2020 年 10 月	25.40	

因此爆破冲击波的生物补偿种类选择浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔稚鱼、成鱼，其中仔稚鱼未检出。工程范围内炸礁水深按照 17m 计，单次爆破平均用药量按 100kg 计。

冲击波峰值压力按下式计算：

$P=287.3（Q^{1/3}/R）^{1.33}$

式中：

P：冲击波峰值压力，单位千克每平方厘米（kg/m^3）；

Q：一次起爆药量，单位千克（kg）；

R：爆破点距测点距离，单位米（m）。

表 5.5-6 最大峰值压力与受试生物的致死率的关系

最大峰压值(kg/cm^2)	7.27	1.69	0.745	0.577
鱼类（石首科除外）致死率（%）	100	20	10	3
石首科鱼类致死率（%）	100	100	50	15
虾类致死率（%）	100	20	6.6	0

项目爆破产生的冲击波最大峰压值大于 7.27kg/cm^2 的面积为 2.9356hm^2，峰压值 7.27kg/cm^2~1.69kg/cm^2 面积为 16.1773hm^2，峰压值 1.69kg/cm^2~0.745kg/cm^2 面积为 37.1746hm^2，峰压值 0.745kg/cm^2~0.577kg/cm^2 面积为 27.3454 hm^2。

水下爆破冲击波的生态补偿金额约为 4.8345 万元。

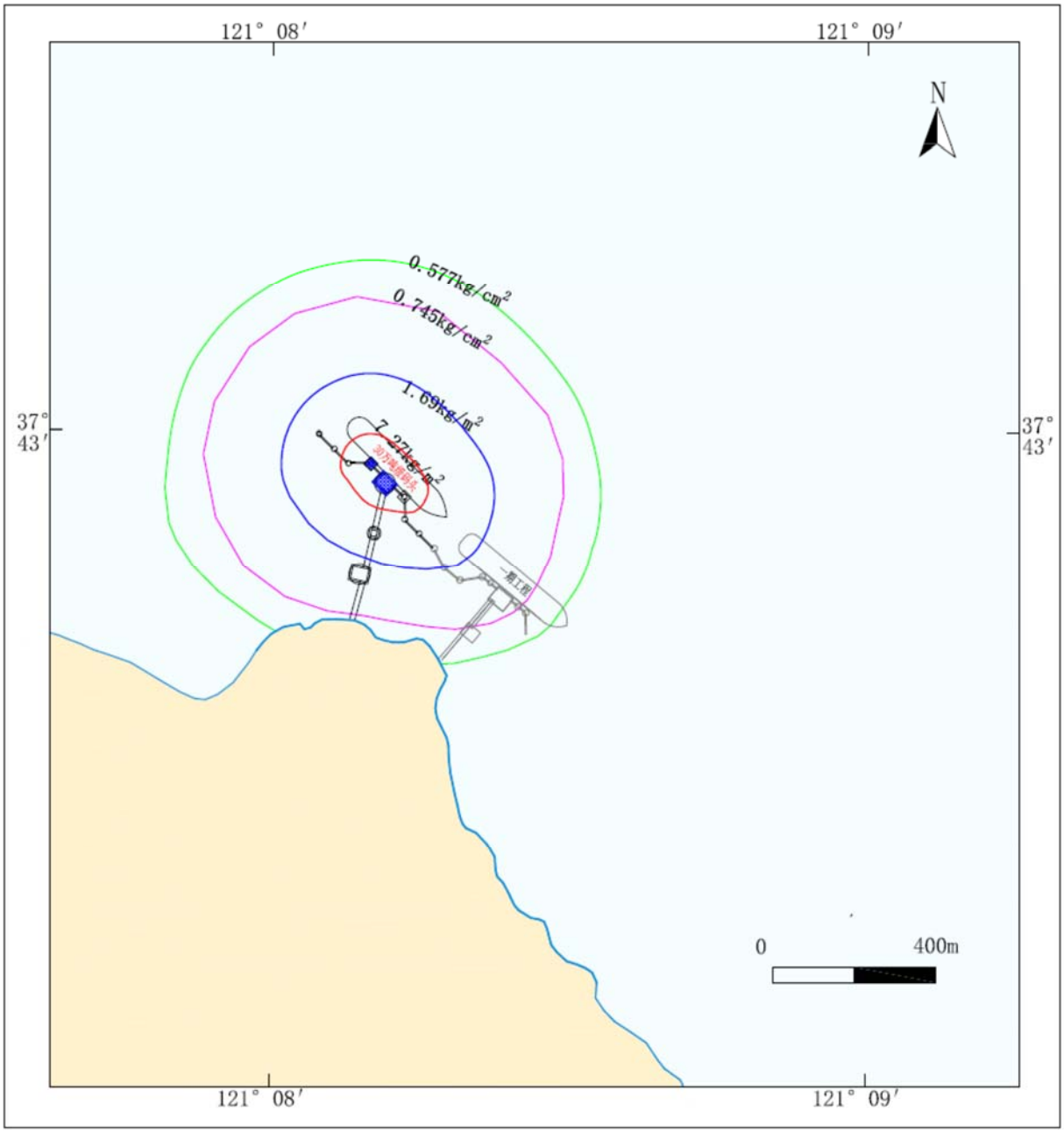


图 5.5-3 炸岩冲击波对浮游动物、仔稚鱼、游泳动物的影响范围

（8）海洋生态损失补偿资金

根据上述方法计算本项目用海造成的生态损失，见下表。

表 5.5-7 海洋生态损失补偿金计算结果一览表

按照《用海建设项目	影响因素	生物资源损失（万元）	生态系统服务损失（万元）	生态损失（万元）

海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37/T1448-2015）计算	占用海域		0.4268	1272.2111	1272.6379
	邻近影响海域	悬浮泥沙增加量（ S ）	2.3165	665.0543	667.3707
		特征点最大潮流速改变量（V）或者特征点最大潮流速改变率（Vx）	0.0101	8.0287	8.0388
		年冲刷减少量（E）	0	0	0
		年淤积增加量（D）	0	0	0
		合计	2.3266	673.0829	675.4095
	总生态损失（万元）		1948.0474		
	综合补偿系数		0.25		
	生态损失补偿资金（万元）		487.0119		
按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）计算	水下爆破冲击波生态损失补偿资金（万元）		4.8345		
总生态损失补偿金（万元）			491.8463		

（9）评估结论

①项目占用海域及邻近影响海域生态损失根据《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37/T1448-2015）进行计算。项目占用海域及邻近影响海域生态损失合计 1948.0474 万元，综合补偿系数为 0.25，占用海域及邻近影响海域生态损失补偿金额为 487.0119 万元。

②水下爆破冲击波的生态损失根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）进行计算。水下爆破冲击波的生态损失金额为 4.8345 万元。

综上所述，本项目用海造成的生态损失补偿金额共计 491.8463 万元。

表 5.5-8 占用海域施工期和恢复期海洋生物资源损失及生态系统服务损害

项目占用海域生物资源损失（一次性补偿）	项目占用海域面积	项目占用海域生物资源基准值	项目占用海域生物资源损害系数	占用海域损害期限	项目占用海域生物资源损失
	S_0（公顷）	VLR_0（万元/公顷）	DLR_0	T_0 （年）	$LLR_0 = S_0 \times VLR_0 \times DLR_0$（万元）
填海(桥墩、基桩)	0.1445	0.020	1.00	/	0.0029
人工构筑物的透水部分（施工期）	3.0078	0.020	0.10	/	0.0060
人工构筑物的透水部分（使用期）	3.0078	0.020	0.07	/	0.0042
港池（施工期）	37.4141	0.020	0.29	/	0.2170
港池（运营期）	54.6258	0.020	0.18	/	0.1967
小计（万元）					0.4268
项目占用海域生态系统服务损失（按年限补偿）	项目占用海域面积	项目占用海域生态系统服务基准值	项目占用海域生态系统服务损害系数	占用海域损害期限	项目占用海域生态系统服务损失
	S_0（公顷）	VES_0（万元/公顷•年）	DES_0	T_0 （年）	$LES_0 = S_0 \times VES_0 \times DES_0 \times T_0$ (万元)
填海(桥墩、基桩)	0.1445	2.11	1.00	50	15.2448
人工构筑物的透水部分（施工期）	3.0078	2.11	0.12	2	1.5231
人工构筑物的透水部分（使用期）	3.0078	2.11	0.10	48	30.4630
港池（施工期）	37.4141	2.11	0.40	2	63.1550
港池（运营期）	54.6258	2.11	0.21	48	1161.8252
小计（万元）					1272.2111
合计（万元）					1272.6379

表 5.5-9 施工期用海建设项目邻近海域生物资源及海洋生态系统服务损失（悬浮泥沙）

<table>
<tr><td rowspan="5">生物资源损失</td><td rowspan="2">影响因素</td><td rowspan="2">变化幅度</td><td>某级悬浮泥沙扩散面积</td><td>生物资源基准值</td><td>生物资源损害系数</td><td>施工期邻近海域损害期限</td><td>建设项目影响海域生物资源损失</td></tr>
<tr><td>S_1（公顷）</td><td>VLR_1（万元/公顷）</td><td>DLR_1</td><td>T_1（年）</td><td>LLR_1=S1×VLR_1×DLR_1（万元）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">悬浮泥沙增加量（ S ）</td><td>10mg/L-100mg/L</td><td>1152.05</td><td>0.020</td><td>0.06</td><td>/</td><td>1.3825</td></tr>
<tr><td>100mg/L-150mg/L</td><td>70.12</td><td>0.020</td><td>0.32</td><td>/</td><td>0.4488</td></tr>
<tr><td>>150mg/L</td><td>55.14</td><td>0.020</td><td>0.44</td><td>/</td><td>0.4852</td></tr>
<tr><td colspan="6">小计（万元）</td><td>2.3165</td></tr>
<tr><td rowspan="6">生态系统服务损失</td><td rowspan="2">影响因素</td><td rowspan="2">变化幅度</td><td>某级悬浮泥沙扩散面积</td><td>生态系统服务基准值</td><td>生态系统服务损害系数</td><td>施工期邻近海域损害期限</td><td>项目影响海域生态系统服务损失</td></tr>
<tr><td>S_1（公顷）</td><td>VES_1（万元/公顷•年）</td><td>DES_1</td><td>T_1（年）</td><td>LES_1=S1×VES1×DES1×T_1 （万元）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">悬浮泥沙增加量（ S ）</td><td>10mg/L-100mg/L</td><td>1152.05</td><td>2.11</td><td>0.10</td><td>2</td><td>486.1651</td></tr>
<tr><td>100mg/L-150mg/L</td><td>70.12</td><td>2.11</td><td>0.29</td><td>2</td><td>85.8129</td></tr>
<tr><td>>150mg/L</td><td>55.14</td><td>2.11</td><td>0.40</td><td>2</td><td>93.0763</td></tr>
<tr><td colspan="6">小计（万元）</td><td>665.0543</td></tr>
<tr><td colspan="7">合计（万元）</td><td>667.3707</td></tr>
</table>

表 5.5-10 使用期用海建设项目邻近影响海域生物资源及海洋生态系统服务损失（最大潮流流速改变）

<table>
<tr><td rowspan="5">生物资源损失</td><td rowspan="2">影响因素</td><td rowspan="2">变化幅度</td><td>某级流速变化面积</td><td>生物资源基准值</td><td>生物资源损害系数</td><td>邻近海域损害期限</td><td>建设项目影响海域生物资源损失</td></tr>
<tr><td>S_1（公顷）</td><td>VLR_1（万元/公顷）</td><td>DLR_1</td><td>T_1（年）</td><td>LLR_1=S1×VLR_1×DLR_1（万元）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">特征点最大潮流速改变量（V）或者特征点最大潮流速改变率（Vx）</td><td>10-20cm/s 或 20 %＜Vx≤40 %</td><td>5.0734</td><td>0.020</td><td>0.10</td><td>/</td><td>0.0101</td></tr>
<tr><td>20-30cm/s 或 40 %＜Vx≤60 %</td><td>0.0000</td><td>0.0200</td><td>0.15</td><td></td><td>0</td></tr>
<tr><td>>30cm/s 或 Vx＞60 %</td><td>0.0000</td><td>0.0200</td><td>0.22</td><td></td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="6">小计（万元）</td><td>0.0101</td></tr>
<tr><td rowspan="5">生态系统服务损失</td><td rowspan="2">影响因素</td><td rowspan="2">变化幅度</td><td>某级流速变化面积</td><td>生态系统服务基准值</td><td>生态系统服务损害系数</td><td>邻近海域损害期限</td><td>项目影响海域生态系统服务损失</td></tr>
<tr><td>S_1（公顷）</td><td>VES_1（万元/公顷•年）</td><td>DES_1</td><td>T_1（年）</td><td>LES_1=S1×VES1×DES1×T_1（万元）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">特征点最大潮流速改变量（V）或者特征点最大潮流速改变率（Vx）</td><td>10-20cm/s 或 20 %＜Vx≤40 %</td><td>5.0734</td><td>2.11</td><td>0.15</td><td>5</td><td>8.0287</td></tr>
<tr><td>20-30cm/s 或 40 %＜Vx≤60 %</td><td>0.0000</td><td>2.1100</td><td>0.21</td><td>5</td><td>0.0000</td></tr>
<tr><td>>30cm/s 或 Vx＞60 %</td><td>0.0000</td><td>2.1100</td><td>0.28</td><td>5</td><td>0.0000</td></tr>
<tr><td colspan="6">小计（万元）</td><td>8.0287</td></tr>
<tr><td colspan="7">合计（万元）</td><td>8.0388</td></tr>
</table>

表 5.5-11 水下爆破冲击波生态补偿估算表（水下爆破冲击波）

补偿类型	生物类型	密度	单位	水深（m）	致死率	影响面积（hm^2）	一次损失量(ind,kg)	成活率/转化率	补偿倍数	爆破取2个周期	一个周期内爆破累计系数	价格(元/尾，元/kg)	补偿金额(万元)	备注
水下爆破冲击波	浮游动物	413.00	mg/m^3	17	100%	2.9356	206.11	10%	3	2	1.2	5	0.0742	浮游动物转化率按10%计算
					20%	16.1773	227.16	10%	3	2	1.2	5	0.0818	
					10%	37.1746	261.00	10%	3	2	1.2	5	0.0940	
					3%	27.3454	57.60	10%	3	2	1.2	5	0.0207	
	底栖生物	5.83	g/m^2	/	100%	2.9356	171.07	/	3	2	1.2	10	1.2317	
					20%	16.1773	188.55	/	3	2	1.2	10	1.3575	
					10%	37.1746	216.63	/	3	2	1.2	10	1.5598	
					3%	27.3454	47.81	/	3	2	1.2	10	0.3442	
	鱼类	91.50	kg/km^2	/	100%	2.9356	0.00	5%	3	2	1.2	1	0.0193	
		91.50	kg/km^2	/	20%	16.1773	0.00	5%	3	2	1.2	1	0.0213	
		91.50	kg/km^2	/	10%	37.1746	0.00	5%	3	2	1.2	1	0.0245	
		91.50	kg/km^2	/	3%	27.3454	0.00	5%	3	2	1.2	1	0.0054	
合计													4.8345	

注：炸岩中心 74m 以内，损失率由 70%调整至 100%；补偿倍数取 3，爆破取 2 个周期；一个周期内爆破两次，爆破系数=1.2。

5.6. 主要环境敏感区环境预测与评价

主要包括初家村现有养殖（S 侧 2.39km）、套子湾养殖区（SE 侧 5.41km）、西港区西北侧养殖区（W 侧 7.7km）、烟台金沙滩旅游度假区（含海水浴场）（SE14.9km）。

根据水质环境数值模拟预测结果，工程施工期大于10mg/L 悬浮泥沙主要沿岸边向南-北方向扩散，最大扩散距离约1.6km。东方海洋养殖场通过打井取地下水进行养殖，10mg/L 的悬浮泥沙不会扩散至南侧2.39km 的池塘养殖取水海域，东南侧的套子湾养殖区（5.41km）距离工程较远。工程施工产生的悬沙不会对工程周边养殖区的水质环境产生明显影响。

炸岩产生的冲击波0.577kg/cm^{2}范围内无开放式养殖，由于围海堤坝的阻隔，冲击波基本不会对附近的池塘养殖产生明显影响。

本工程施工和运营期间污水、垃圾均有合理的处理措施，严禁直接排海，对周边养殖区所处海域海水水质不会带来明显影响。

建议施工单位应在施工前进行公示公告，提前通知养殖业主采取相应防范措施，避免施工对养殖区可能造成的影响，带来不必要的纠纷。

工程距离东南侧金沙滩旅游渡假区及烟台开发区海水浴场较远，工程建设不会对其水质环境和冲淤环境产生明显影响。发生溢油事故可能对其产生影响，详见溢油事故影响分析。

工程施工和运营期间污水、垃圾均有合理的处理措施，严禁直接排海。因此，工程建设不会对养殖和海水浴场等产生明显的影响。

5.7. 施工期大气环境影响分析

施工大气污染源主要为地面开挖、土石堆放等施工和运输车辆行驶产生的扬尘（粉尘）；接收站工程焊接施工过程中产生的焊接烟尘；喷漆过程中产生的挥发性有机物；施工机械、船舶和运输车辆排放的尾气，尾气中的主要污染物为NOx、CO、非甲烷总烃等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，将消失。本次评价主要利用同类项目的建设经验和监测结果，类比分析本工程施工期对周围大气环境的影响。

5.7.1. 施工场地面源粉尘影响分析

施工场地产生的扬尘（粉尘）污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以

及风力等因素，其中受风力的影响因素最大。在一般气象条件下，平均风速为2.5m/s，建筑工地内 TSP 浓度为其上风向对照点的 2～2.5 倍，建筑施工扬尘的影响范围在下风向可达 150m，影响范围内 TSP 浓度平均值可达 0.49mg/m^3。当设置有屏障施工围栏时，同等条件下其影响距离可缩短 40%。当风速大于 5m/s，施工现场及其下风向部分区域的 TSP 浓度将超过空气质量标准中的三级标准，而且随着风速增大，施工扬尘产生的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大，最大影响半径约为 500m。拟建项目与最近大气环境敏感保护目标的距离超出了500m 的最大影响半径，施工场地面源粉尘对周围敏感保护目标产生的影响甚微。

5.7.2. 运输车辆粉尘影响分析

施工阶段汽车运输过程中，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、天气情况等。其中风速、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 10mg/m^3，随着距离的增加浓度逐渐减小。拟建项目主要运输线路为港区疏港道路，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。本项目汽车经过的道路采用硬化处理，在道路定时撒水抑尘、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。

5.7.3. 焊接烟尘大气环境影响分析

拟建项目焊丝及焊剂所用少，焊烟产生量较小，且持续时间短，加之项目所在区域为中港区最南端，场地开阔、扩散条件极好。因此，施工期间焊接烟尘对周围环境影响较小。

5.7.4. 挥发性有机物大气环境影响分析

拟建项目漆料用量小，持续时间短，加之项目所在区域场地开阔、扩散条件极好。因此，施工期间喷漆产生的挥发性有机物对周围环境影响较小。

5.7.5. 施工机械、船舶、运输车辆尾气大气环境影响分析

施工过程中，作为流动污染源的施工机械、船舶、运输车辆将有少量的燃烧

尾气产生，主要污染物为 NOx、CO、非甲烷总烃等。由于废气量较小，且施工现场均在人口分布较少的空旷地段，有利于空气的扩散，同时废气污染源具有间歇性和流动性，因此对局部地区的环境影响较轻。拟建项目与最近大气环境敏感保护目标较远，因此，施工机械、船舶、运输车辆尾气对周围敏感保护目标影响较小。

综上，拟建项目施工期间粉尘，焊接烟尘，喷漆产生的挥发性有机物，施工机械、船舶、运输车辆尾气对周围大气环境影响较小，可以为环境所接受。

5.8. 施工期声环境影响分析

拟建项目施工期噪声源主要来自施工机械、设备、车辆、船舶等，其强度在68～106dB(A)。

拟建项目主要施工机械、设备噪声源强详见下表。

表 5.8-1 主要施工机械噪声源强一览表

序号	污染源	最大声级 dB(A)	测点与声源距离(m)
1	施工船舶	68～75	10～20
2	吊管机	88	2
3	自卸卡车	88	7.5
4	混凝土搅拌机	95	10
5	混凝土翻斗车	90	12
6	混凝土震捣棒	106	12
7	打桩机	82	30
8	电焊机	85	60
9	挖掘机	92	10
10	推土机	90	5
11	装载机	90	5
12	切割机	95	8
13	装卸机械	89	3

对于施工机械可以视为点声源，不考虑遮挡、空气吸收等因素的影响。根据《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ2.4-2009)推荐的点声源衰减模式，可以估算出离声源不同距离敏感区的噪声值。预测公式如下：

$$L_{A(r)}=L_{A(r0)}-20\lg(r/r0)$$

式中：$L_{A(r)}$、$L_{A(r0)}$——距发声源 r、r0 处的 A 声级，dB(A)；

r、*r*0——距点声源的距离，m；

由上式计算出的部分高噪声施工机械噪声对环境的影响范围见下表。由**表** 5.8-2 可知，在施工场地 100m 外，各施工机械、设备、车辆、船舶产生的噪声均可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准要求；400m

外可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准要求。

表 5.8-2 主要施工机械噪声影响范围一览表

机械类型	距声源不同距离(m)处的噪声值 dB(A)								
	10	20	50	100	150	200	300	400	500
挖掘机	72	65.98	58.02	52	48.48	45.98	42.46	39.96	38.02
吊管机	68	61.98	54.02	48	44.48	41.98	38.46	35.96	34.02
电焊机	65	58.98	51.02	45	41.48	38.98	35.46	32.96	31.02
推土机	70	63.98	57.02	50	47.48	43.98	40.46	37.96	37.02
混凝土搅拌机	75	68.98	61.02	55	51.48	48.98	45.46	42.96	41.02
混凝土翻斗车	70	63.98	57.02	50	47.48	43.98	40.46	37.96	37.02
混凝土震捣棒	87	79.98	72.02	67	62.48	59.98	57.46	53.96	52.02
切割机	75	68.98	61.02	55	51.48	48.98	45.46	42.96	41.02

拟建工程与最近声环境敏感保护目标均在 500m 以外，且施工噪声大多为不连续性的，其影响是暂时的，随着施工作业的结束而消除。因此，拟建工程施工期间对周围声环境影响较小，可以为环境所接受。

5.9. 施工期固体废物影响分析

项目施工期产生的固体废物主要有港池疏浚产生的泥沙、施工船舶产生的生活垃圾及保养废物、地基开挖产生的弃土弃渣、施工过程中产生的建筑垃圾和废料、灌注桩施工过程中产生的钻渣以及施工人员产生的生活垃圾等。

施工船舶产生的生活垃圾及保养废物由有资质的单位接收处理；施工过程中产生的弃土、弃渣、建筑废料等堆放到指定的临时堆放点，除部分用于回填地基外，剩余垃圾委托环卫部门外运并妥善处置，防止露天长期堆放可能产生的二次污染；对可资源化利用的废料如废弃焊条、废防腐材料等统一收集后存放至指定地点，采取必要的防尘措施，由厂家最终回收利用；灌注桩施工过程中产生的钻渣用于回填；生活垃圾由环卫部门定期清运至垃圾填埋场。

采取以上措施后，施工期产生固体废物对周围环境影响较小。

5.10. 施工期生态环境影响评价

本工程施工期对生态环境的影响主要表现在土地利用方式、生物、水土流失、景观生态等方面。

（一）土地利用影响评价

施工期，评价区拟建工程占保护区范围内原有的各种土地利用类型将发生变化，原有土地类型将逐步消失。但在保护区内施工时间较短，占用面积相对较小，对保护区的影响有限。

拟建工程施工期对沿线生态环境的影响主要有：

1、工程建设破坏地表原有植被；

2、施工过程中车辆碾压使占地范围内的土壤紧实度增加，对土地复耕后作物根系发育和生长不利；

3、在干燥天气下，车辆行驶扬尘，使便道两侧作物叶面覆盖降尘，光合作用减弱，影响作物生长；降雨天气，施工车辆进出施工场地，施工便道上的泥土影响到水泥路面的清洁，干燥后会产生扬尘污染；

总之，工程建设占地短期内影响沿线土地的利用状况，施工结束后，随着生态补偿或异地生态恢复措施的实施，这种影响将逐渐减小。

（二）生物多样性影响评价

1、对陆生植被的影响

施工期，将破坏占地区域内原有植被的生长。施工过程，会有大量的人流和车流进入，如果施工管理不善，将对施工场地周围的植被破坏较大，将对森林群落产生以下不利影响：使森林群落的垂直结构发生较大改变；乔木层由于缺乏灌木的保护和促进作用，对环境的抵抗能力下降，易感染病害和遭受风折，使整个森林生态系统对环境的适应能力和调节能力降低，群落的稳定性下降；另外，由于对乔木层、灌木层和草本层的破坏，并引起群落结构的变化和群落层次的缺失，将直接影响群落的演替。

项目施工过程中，运输车辆产生的扬尘会对周围植物的生长带来直接的影响。这些尘土降落到植物的叶面上，会堵塞毛孔，影响植物的光合作用，从而使之生长减缓甚至死去。另外，原材料的堆放、车辆漏油，会污染土壤，从而间接影响植物的生长。虽然随着施工的结束不再产生扬尘，情况会有所好转，但是这些影响并不会随施工的结束而得到解决，它们的影响将持续较长一段时间。因此施工过程中在峰子山原烟台沿海防护林省级自然保护区段禁止堆放原材料以及废弃料，对于运输车辆，必须规定固定的路线，将影响减小到最少范围。

经过实地调查，评价区域内植物种类主要为黑松、酸枣、荆条等。工程施工区域内的植被与植物种类在评价区域内具有较广泛的分布，因此，不会导致某一种植物的消失。另外，随着施工结束，项目周边相关植被恢复措施的实施，影响将逐渐减小。

2、对陆生动物的影响

工程占地范围内无大型陆生野生动物存在，因此不存在对沿线大型陆生野生动物生存产生影响的问题；工程周边可能分布有蛇、鼠、喜鹊、麻雀等，均属于本地区广布物种，对环境的适应性相对较强，施工期将对其原有的生存环境产生破坏，直接反映在其生境空间遭受压缩，进而影响到其种群的健康发展；施工区内机械设备、人员增加，施工活动产生一系列噪声，噪声将会对鸟类产生影响，使本区域鸟类活动减小。待施工结束后将予以恢复，所以这种破坏和压缩是短暂的、可逆的。

3、水土流失影响评价

本工程建设造成的水土流失主要发生在施工期，因此必须采取相应的水土流失防治措施，防止水土流失的发生。由于工程建设新增土壤流失具有强度大、影响时段集中的特点，如不采取相应的有效措施，将在一定程度上加剧项目区水土流失，由此可能造成的危害主要表现如下：

（1）对水土资源的影响

工程建设会破坏原地貌，损坏水土保持设施，土地地表耕作层和植被生长层被挖损、剥离或压埋，造成土地保水保土能力下降，土地生产力的衰减或丧失，其诱发的加速侵蚀又使周边土地的可利用性下降。

（2）影响项目施工

工程施工，若没做好防护措施，降雨时极易产生水土流失，破坏堆土坡面稳定，流失水土进入下方，侵占施工场地，造成道路及场地泥泞，淤积排水沟，影响排洪，将直接影响施工的正常进行和营运安全。

（3）可能对工程的安全造成影响

施工损坏了周边原有土体结构，破坏了原有的稳定性，如不采用水土保持措施而造成的水土流失，可能给工程的安全造成一定影响。

（4）影响陆域生态

工程建设过程中扰动原地形地貌，地表裸露面积增加，土壤保水能力也受到一定影响，进而可能对生态造成一定的负面影响。

4、景观生态影响评价

由于工程施工活动频繁，对作业区景观环境影响较大。由于作业区多集中于

项目用地范围内，工程直接影响范围相对较小，但由于作业活动改变原有地貌景观，可能产生视觉污染。主要表现为：

（1）对地貌形态的影响

项目改变境内地貌的基本态势，构成新的地理分界线，改变现有的地貌单元构成，对地貌单元格局产生影响。

（2）工程作业对景观环境的影响

拟建工程建设对景观环境的影响主要为对地表植被的破坏。此外，工程建设使局部地形、地貌景观破碎化程度加剧，进而影响土著动物的活动范围，使区域景观多样性下降。

施工建设过程中将产生一定数量的裸露边坡，对视觉景观产生一定的影响，并造成水土流失。裸露的地表与沿线秀丽的自然景观产生明显的视觉反差。如果在施工中随意扩大施工作业面、滥砍滥伐树木或不规范取土，使地表裸露段的视觉反差将会更大。

5、土壤环境影响评价

该工程建设对土壤的影响主要是施工期建设对土壤的占压和扰动破坏。

在勘探阶段前期，勘探人员的踩踏和勘探设备的占压，其土壤影响面积和程度均较小；工程建设阶段，如场地就地平整，对土壤植被的破坏均集中于施工场地内部，对场地外部影响较小。

由土地占用情况可知，因重型施工机械的碾压、施工人员的践踏、土体的扰动等原因，施工沿线的耕作土壤或自然土壤的理化性质、肥力水平受到一定的影响，并进一步影响地表植被恢复。这种影响预计持续 1~2 年，随着时间的推移逐渐消失，最终使土壤质量恢复到原来的水平。

6. 营运期环境影响预测与评价

6.1. 营运期大气环境影响预测与评价

6.1.1. 多年气象资料统计

福山气象站位于东经 121°15′E，37°30′N，福山气象站类别属基本站。据调查，该气象站周围地理环境与气候条件与本工程周围基本一致，且气象站距离本工程较近，该气象站气象资料具有较好的适用性。福山近 20 年（1993～2012 年）年最大风速为 15.5m/s（1995 年），极端最高气温和极端最低气温分别为 40.6℃（2005 年）和-12.9℃（2001 年），年最大降水量为 957.4mm（2008 年）；近 20 年其它主要气候统计资料见表 6.1-1，福山近 20 年各风向频率见表 6.1-2，图 6.1-1 为福山近 20 年风向频率玫瑰图。

表 6.1-1 福山气象站近 20 年（1993～2012 年）主要气候要素统计

项目＼月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
平均风速（m/s）	3.3	3.2	3.4	3.6	3.3	3.0	2.7	2.5	2.6	2.9	3.2	3.4	3.1
平均气温（℃）	-1.4	0.8	5.7	12.7	18.9	23.3	25.7	25.4	21.6	15.5	7.9	1.1	13.1
平均相对湿度（%）	61	58	53	51	72	64	75	77	69	62	61	62	64
平均降水量（mm）	10.7	11.7	23.6	34.1	61.7	60.3	148.2	170.8	54.9	24.2	18.9	16.8	635.9
平均日照时数（h）	172.8	180.8	233.5	249.9	270.1	249.6	213.4	218.5	220.2	217.7	182.3	167.2	2576.1

表 6.1-2 福山气象站近 20 年（1993～2012 年）各风向频率

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
平均	8.5	6.2	6.0	2.8	1.4	2.5	4.3	6.8	13.8	10.5	10.8	4.2	4.5	4.1	6.4	5.2	1.9

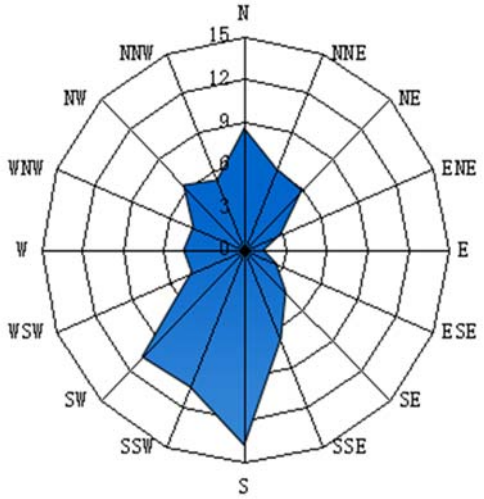


图 6.1-1 福山近 20 年（1993～2012 年）风向频率玫瑰图

6.1.2. 2019 年气象资料统计

本次评价气象数据采用福山气象站 2019 年的实测逐次气象数据。

1、温度

地面气象资料中的温度统计结果表明：项目所在区域 8 月份平均温度最高，平均温度为 25.2℃，1 月份平均温度最低，平均温度为 0.92℃，全年平均温度为 13.31℃。

年平均温度的月变化情况见表 6.1-3 和图 6.1-2。

表 6.1-3 年平均温度月变化

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度(℃)	0.92	0.39	5.82	9.77	18.38	21.07	24.25	25.20	22.85	16.46	9.86	3.79

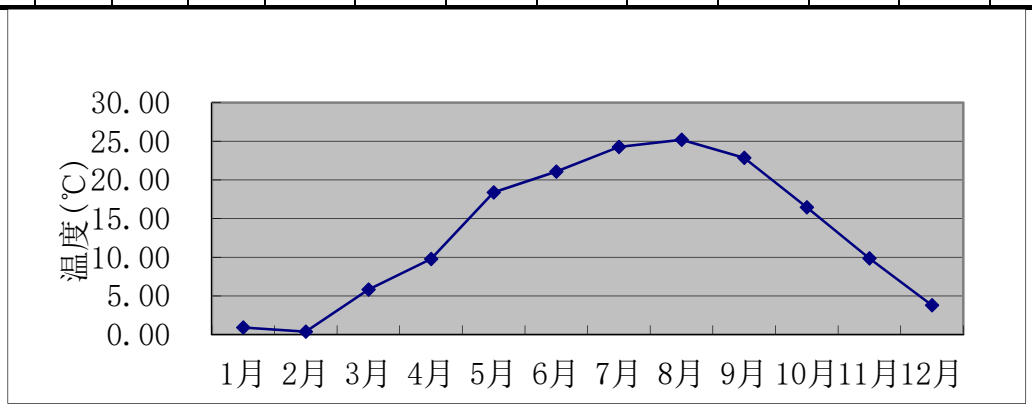


图 6.1-2 年平均温度月变化曲线

2、风速

(1)年平均风速月变化

地面气象资料中的风速统计结果表明：项目所在区域年平均风速为4.95m/s。年平均风速的月变化情况见表6.1-4和

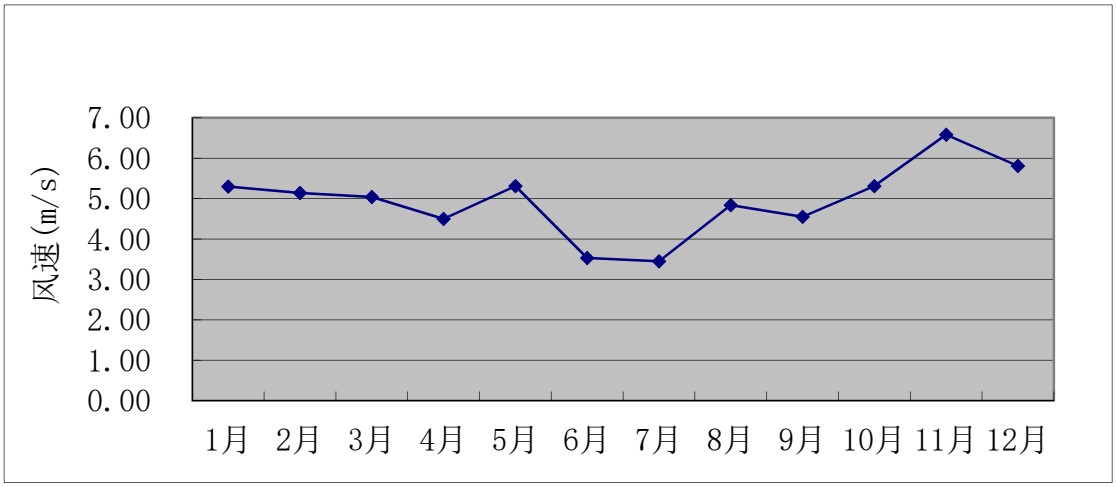


图 6.1-3。

表 6.1-4 年平均风速月变化

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速(m/s)	5.30	5.14	5.04	4.50	5.31	3.53	3.45	4.84	4.55	5.31	6.58	5.81

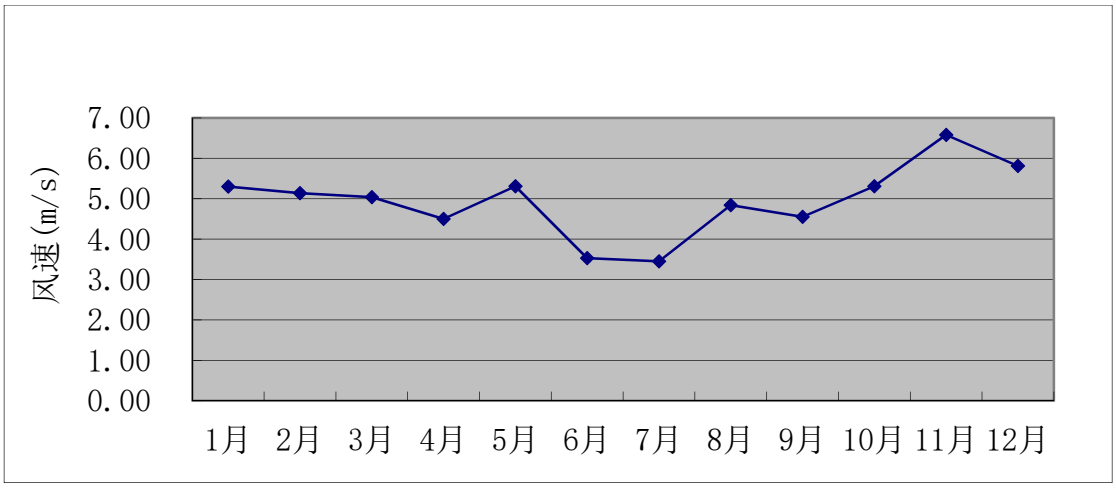


图 6.1-3 年平均风速月变化曲线

(2)季小时平均风速的日变化

季小时平均风速的日变化情况见表6.1-5和图6.1-4。

表 6.1-5 季小时平均风速的日变化

风速(m/s) 小时(h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
春季	4.05	4.01	4.26	4.31	4.40	4.51	4.78	5.02	5.66	5.88	5.97	6.10
夏季	2.88	2.99	2.87	3.01	3.35	3.35	3.48	3.91	4.23	4.55	4.78	5.14

秋季	4.95	5.29	5.19	5.24	5.36	5.46	5.59	5.53	5.68	5.56	5.78	5.82
冬季	5.04	5.12	5.26	5.19	5.19	4.94	5.01	5.22	5.18	5.49	5.80	6.04
风速(m/s) 小时(h)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
春季	6.14	5.94	6.08	5.73	5.53	5.13	4.73	4.38	4.18	4.02	3.98	4.15
夏季	5.42	5.30	5.25	4.94	4.56	4.47	4.22	3.81	3.43	3.06	2.85	2.81
秋季	6.05	6.19	6.02	5.86	5.90	5.84	5.51	5.27	4.92	4.75	4.78	4.91
冬季	6.45	6.57	6.58	6.25	5.62	5.46	5.10	5.05	5.10	4.93	4.76	4.87

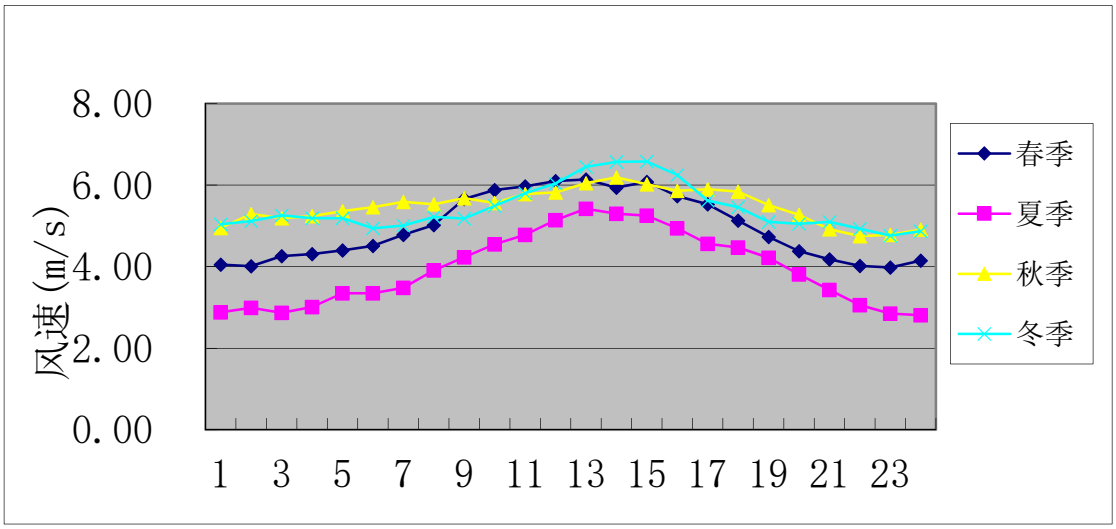


图6.1-4季小时平均风速的日变化

3、风向、风频

(1)风向玫瑰图

根据 2019 年的地面气象资料，区域年平均及各季风向玫瑰图见图 6.1-5。

(2)风频统计

根据 2019 年的长期地面气象资料，每月、各季及年平均风向风频变化统计结果见表 6.1-6 和表 6.1-7。

(3)主导风向

由以上分析可知，该区域全年无主导风向，春季的主导风向为 WSW-W-WNW，夏季的主导风向为 ESE-SE-SSE，秋季的主导风向 NNW-N-NNE，冬季的主导风向为 WSW-W-WNW。

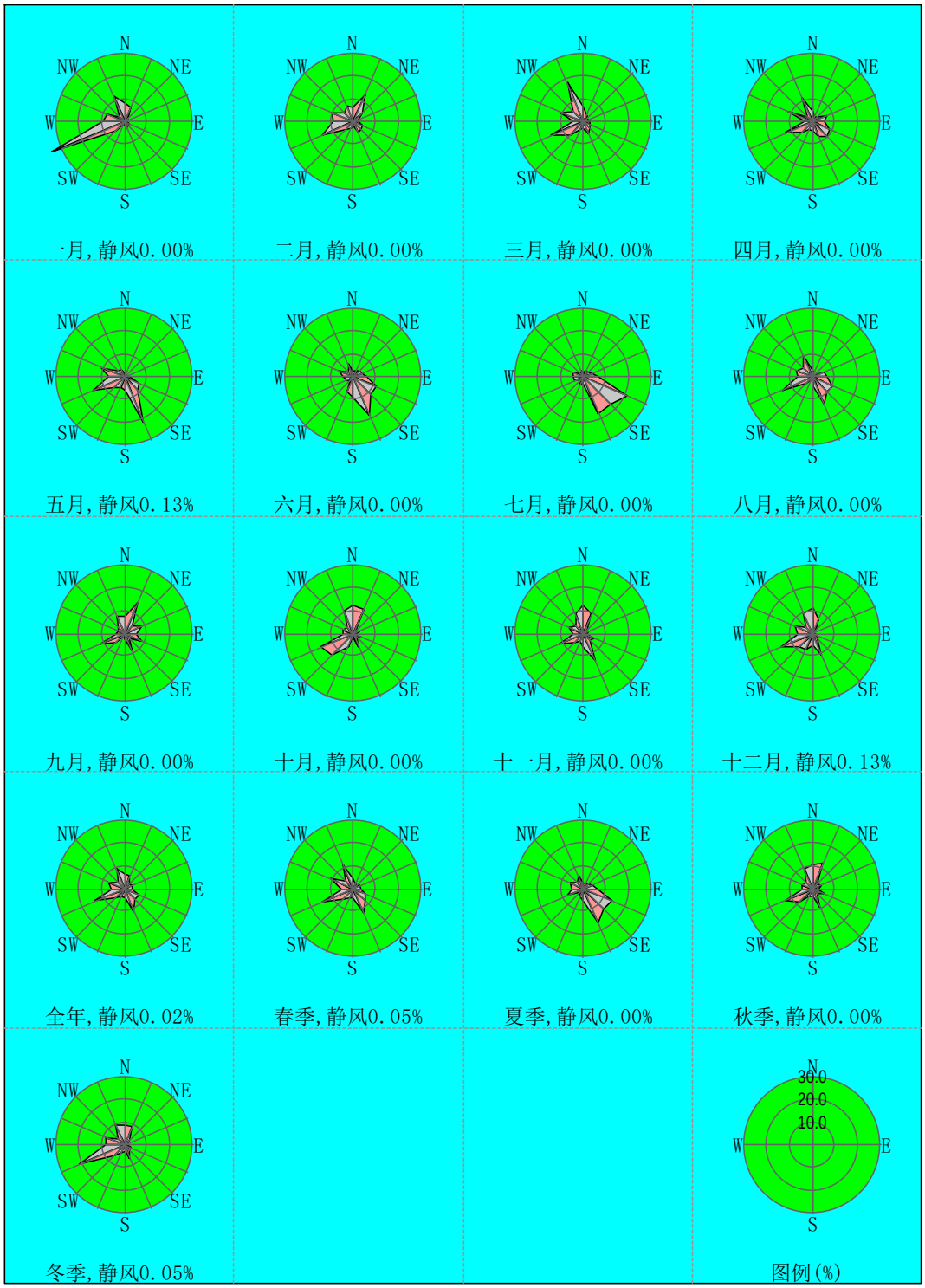


图 6.1-5 各月风向分布玫瑰图

表 6.1-6 年均风频的月变化情况

风频(%) 风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
一月	8.33	6.59	2.15	1.21	0.67	2.28	2.02	2.69	1.21	1.08	5.38	34.01	9.54	7.93	2.96	11.96	0.00
二月	6.40	12.80	5.95	2.23	1.93	4.46	4.91	4.91	1.79	3.13	4.76	14.88	8.78	9.97	5.80	7.29	0.00
三月	7.12	3.23	2.15	2.02	2.55	2.69	4.03	5.78	2.42	3.76	8.20	15.59	4.70	10.75	6.32	18.68	0.00
四月	4.58	2.50	2.64	6.81	5.28	7.92	8.75	6.67	3.75	3.75	6.11	12.50	3.19	11.39	2.64	11.53	0.00
五月	1.34	0.81	1.08	1.08	2.15	6.72	8.47	21.10	5.65	4.70	6.05	14.92	6.99	11.02	4.03	3.76	0.13
六月	2.50	3.19	3.47	4.03	5.56	10.56	10.56	18.19	8.89	6.53	2.36	3.19	4.58	7.08	3.33	5.97	0.00
七月	2.02	3.09	2.96	4.17	6.45	20.56	16.94	17.20	2.55	3.76	1.34	4.03	4.44	5.11	2.42	2.96	0.00
八月	2.82	1.08	1.34	5.24	6.18	9.54	9.01	12.90	3.90	1.08	3.63	14.25	6.05	7.39	5.78	9.81	0.00
九月	7.64	14.44	4.72	8.33	5.42	8.19	3.06	7.92	2.64	1.11	5.42	11.67	4.17	2.92	4.03	8.33	0.00
十月	12.37	11.42	1.61	2.96	0.94	3.36	1.75	6.05	1.61	5.91	13.31	15.32	4.44	4.57	3.76	10.62	0.00
十一月	12.22	9.44	2.36	2.22	1.53	5.00	4.17	12.64	5.56	3.33	5.56	11.11	4.58	6.53	4.58	9.17	0.00
十二月	11.02	6.99	2.02	1.08	0.54	1.34	3.23	9.95	5.11	7.26	7.93	14.92	6.59	8.47	3.90	9.54	0.13

表 6.1-7 年均风频的季变化及年均风频情况

风频(%) 风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春季	4.35	2.17	1.95	3.26	3.31	5.75	7.07	11.23	3.94	4.08	6.79	14.36	4.98	11.05	4.35	11.32	0.05
夏季	2.45	2.45	2.58	4.48	6.07	13.59	12.18	16.08	5.07	3.76	2.45	7.20	5.03	6.52	3.85	6.25	0.00
秋季	10.76	11.77	2.88	4.49	2.61	5.49	2.98	8.84	3.25	3.48	8.15	12.73	4.40	4.67	4.12	9.39	0.00
冬季	8.66	8.66	3.29	1.48	1.02	2.64	3.33	5.88	2.73	3.84	6.06	21.48	8.29	8.75	4.17	9.68	0.05
全年	6.53	6.23	2.67	3.44	3.26	6.89	6.42	10.54	3.76	3.79	5.86	13.90	5.66	7.75	4.12	9.16	0.02

6.1.3. 预测范围

本工程的预测范略大于评价范围相同，即以本项目为中心边长为14×9km 的矩形区域。

6.1.4. 预测周期

按照大气导则，依据评价所需环境空气质量现状、气象资料等数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，选择近 3 年中数据相对完整的 1 个日历年作为评价基准年。根据气象资料和例行监测资料收集情况，本项目选择 2019 年为评价基准年，预测周期为连续 1 年。

6.1.5. 预测模式选取及参数设置

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），本次评价采用 AERMOD 模型进行预测。

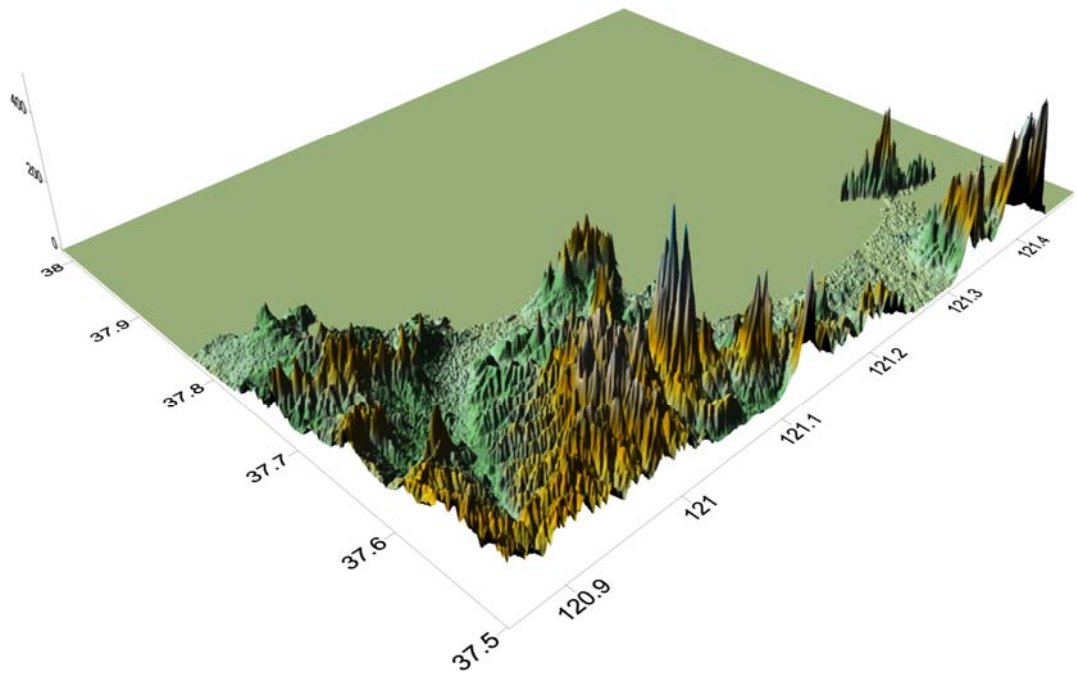


图 6.1-6　项目周边的三维地形图

表 6.1-8　AERMOD 模型的地表参数表

地面类型	扇区	时段	正午反照率	BOWEN	粗糙度
水面	0-180	冬季(12,1,2 月)	0.2	0.3	0.0001

	0-180	春季(3,4,5 月)	0.12	0.1	0.0001
	0-180	夏季(6,7,8 月)	0.1	0.1	0.0001
	0-180	秋季(9,10,11 月)	0.14	0.1	0.0001
城市	180-210	冬季(12,1,2 月)	0.35	1.5	1
	180-210	春季(3,4,5 月)	0.14	1	1
	180-210	夏季(6,7,8 月)	0.14	2	1
	180-210	秋季(9,10,11 月)	0.18	2	1
落叶林	210-270	冬季(12,1,2 月)	0.35	1.5	1.3
	210-270	春季(3,4,5 月)	0.12	0.7	1.3
	210-270	夏季(6,7,8 月)	0.12	0.3	1.3
	210-270	秋季(9,10,11 月)	0.12	0.8	1.3
城市	270-360	冬季(12,1,2 月)	0.35	1.5	1
	270-360	春季(3,4,5 月)	0.14	1	1
	270-360	夏季(6,7,8 月)	0.14	2	1
	270-360	秋季(9,10,11 月)	0.18	2	1

计算点设置：本次预测设置的计算点分别为：环境空气质量关心点、预测范围内网格受体点。

（1）环境空气质量关心点

计算点设置：本次预测设置的计算点分别为：环境空气质量关心点、预测范围内网格受体点。

（1）环境空气质量关心点

根据环境空气保护目标位置分布及监测点布设情况，选取评价范围内有代表性的点位作为本项目环境空气保护目标，评价范围外有代表性的点位为环境空气质量关心点，以下统称敏感点。本次评价大气环境敏感点见表 6.1-9 所列，其分布见下表。

表 6.1-9 大气环境敏感点一览表

序号	名称	X	Y	地面高程
1	初旺村	1943	-591	24.7
2	赵家村	-2660	-652	58.91
3	东方海洋养殖厂	1175	1154	1.57
4	峰子山	2056	715	93.19
5	围子山	242	-555	191.25
6	芦洋	1748	-2109	33.01

（2）网格受点

预测网格设置为近密远疏，5km 范围内间距为 50m，5km-7km 间距为 100m。

6.1.6. 预测情景的设定

本项目的预测情景组合见表 6.1-10。

表 6.1-10 预测情景组合

序号	污染源类别	预测因子	计算点	预测内容	评价内容
1	新增污染源（正常排放）	VOCs（NMHC）	环境空气保护目标网格点	短期浓度	最大浓度占标率
2	新增污染源（正常排放）+区域在建拟建-区域削减源	VOCs（NMHC）	环境空气保护目标网格点	短期浓度	达标污染物叠加环境质量现状浓度后的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度达标情况； 不达标污染物评价年平均质量浓度变化率； 短期浓度的达标情况
3	大气环境防护距离	VOCs（NMHC）	网格点（间距 50m）	短期浓度	大气防护距离

6.1.7. 正常工况下本项目新增污染源预测结果与评价

本项目建设后，挥发性有机物最大小时浓度预测结果见下表及图。从预测结果可以看出：

VOCs（NMHC）区域最大小时浓度为 1496.7μg/m^3，占标率为 74.84%。VOCs（NMHC）最大贡献值均满足环境质量标准。

表 6.1-11　VOCs（NMHC）新增污染源贡献质量浓度预测结果表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量(μg/m^3)	出现时间(YYMMDDHH)	评价标准(μg/m^3)	占标率%	是否超标
1	初家旺村	1 小时	453	19030302	2000	22.66	达标
2	赵家庄	1 小时	62.4	19201809	2000	3.12	达标
3	东方海洋养殖厂	1 小时	69.9	19013006	2000	3.50	达标
4	峰子山	1 小时	24.8	19052406	2000	1.24	达标
5	围子山	1 小时	33.1	19090808	2000	1.66	达标
6	卢洋	1 小时	28.77	19080403	2000	1.44	达标
7	区域最大浓度点	1 小时	1496.7	19061321	2000	74.84	达标

图 6.1-7 挥发性有机物新增污染源最大小时质量浓度分布图（单位：mg/m³）

6.1.8. 叠加环境质量现状、拟建污染源预测结果与分析

本项目大气评价范围内无拟建、在建源，故叠加背景浓度后大气环境影响如下:

本项目叠加现状背景浓度之后，VOCs（NMHC）小时平均浓度预测结果见下表。从预测结果可以看出：

周边区域各敏感点 VOCs（NMHC）区域小时浓度最大值占标率为 59.66%。均可以满足上《环境空气质量标准非甲烷总烃限值》和《大气污染物综合排放标准详解》的要求。叠加背景值后 VOCs（NMHC）区域小时浓度最大值占标率为 111.84%，超标位置位于罐区北侧 650 米处，超标面积为 8370m²，超标范围见下图。将厂址北侧 700m×1200m 的矩形区域划定为大气防护距离，大气防护距离内无常驻居民，故本项目叠加背景浓度后大气防护距离外，VOCs（NMHC）最大占标率均小于 100%，符合《环境空气质量标准非甲烷总烃限值》和《大气污染物综合排放标准详解》的要求。

表 6.1-12 挥发性有机物本项目+现状背景小时贡献质量浓度预测结果表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量(μg/m³)	背景浓度(μg/m³)	叠加背景浓度后	出现时间(YYMMDDHH)	评价标准(μg/m³)	占标率%	是否超标

					(μg/m³)				
1	初家旺村	1 小时	453	740	1190	19030302	2000	59.66	达标
2	赵家庄	1 小时	62.4	740	802	19201809	2000	40.12	达标
3	东方海洋养殖厂	1 小时	69.9	740	810	19013006	2000	40.50	达标
4	峰子山	1 小时	24.8	740	765	19052406	2000	38.24	达标
5	围子山	1 小时	33.1	740	773	19090808	2000	38.66	达标
6	卢洋	1 小时	28.77	740	769	19080403	2000	38.44	达标
7	区域最大浓度点	1 小时	1496.7	740	2236.7	19061321	2000	111.84	超标

图 6.1-8 叠加背景浓度后超标范围图

6.1.9. 大气环境防护距离

（1）厂界达标分析

采用 AERMOD 模式预测罐区厂界排放的非甲烷总烃厂界浓度，厂界间距设置为 10m，预测结果见下表。由预测结果可知，本项目非甲烷总烃厂界浓度

占标率 4.13%，达标排放。

表 6.1-13 厂界浓度统计表

预测因子	坐标		厂界浓度（μg/m3）	厂界标准（μg/m3）	占标率%	是否达标
	X（m）	Y（m）				
非甲烷总烃	-754	106	165	4000	4.13	达标

（2）大气防护距离

由于叠加背景值后 VOCs（NMHC）区域小时浓度最大值占标率为 111.84%，超标位置位于罐区北侧 650 米处，超标面积为 8370m^2，超标范围见下图。将厂址北侧 700m×1200m 的矩形区域划定为大气防护距离，大气防护距离内无常驻居民。大气防护距离如下图所示。

图 6.1-9 大气防护距离范围图

6.1.10. 达标论证

采用 AERMOD 模式预测罐区厂界排放的非甲烷总烃厂界浓度，厂界内网格间距设置为 10m，预测结果见下表。由预测结果可知，本项目非甲烷总烃厂界浓度占标率 2.75%，达标排放。

表 6.1-14 无组织厂内达标论证

污染物	1h 最大浓度贡献值（μg/m^3）	排放标准	排放限值（μg/m^3）	占标率%	是否达标
挥发性有机物	165	《挥发性有机物无组织	6000	2.75	达标

		排放控制标准》（GB37822-2019）			

6.1.11. 排放量核算

根据前述计算，各因子排放总量如下表。

表 6.1-15 大气无组织排放量核算表

序号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量/（t/a）
				标准名称	浓度限值/（μg/m³）	
W01	罐区	挥发性有机物	采用双盘外浮顶罐	山东省地方标准有机化工行业（DB37/2801.6-2018）	2000	53.68
M1	静动密封点处无组织排放	挥发性有机物	LADR			7.8278
M2	废水处理设施无组织排放	挥发性有机物	LADR			0.3047
无组织排放总计						
无组织排放总计			挥发性有机物		61.8125	

6.1.12. 大气环境影响预测小结

（1）新增污染源正常排放下贡献值

VOCs（NMHC）区域最大小时浓度为 1496.7μg/m³，占标率为 74.84%，能够满足《大气污染物综合排放标准详解》，NMHC 2.0mg/m³ 的标准要求。

（2）叠加背景浓度后叠加值

叠加背景值后 VOCs（NMHC）区域小时浓度最大值占标率为 111.84%，超标位置位于罐区北侧 650 米处，超标面积为 8370m²，超标范围见下图。将厂址北侧 700m×1200m 的矩形区域划定为大气防护距离，大气防护距离内无常驻居民，故本项目叠加背景浓度后大气防护距离外，VOCs（NMHC）最大占标率均小于 100%，符合《环境空气质量标准非甲烷总烃限值》和《大气污染物综合排放标准详解》的要求。

（3）大气防护距离

由于叠加背景值后 VOCs（NMHC）区域小时浓度最大值占标率为 111.84%，超标位置位于罐区北侧 650 米处，超标面积为 8370m^2。将厂址北侧 700m×1200m 的矩形区域划定为大气防护距离，大气防护距离内无常驻居民。

根据以上分析可知，本项目建成后大气环境影响可接受。

同时，本工程位于不达标区域，根据统计公报，烟台市的主要超标因子为颗粒物，本工程为原油码头，产生的污染物主要为挥发性有机物，项目需根据《关于规范和下放烟台市建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理事项的通知》（烟环发[2019]122 号）、烟台市生态环境局“关于明确 2020 年主要大气污染物排放总量指标替代管理的通知”，已经落实新增污染物 1 倍量替代削减方案：拟将烟台富士康精密电子（烟台）有限公司通过挥发性有机物处理工艺升级改造的减排量作为新建项目的削减替代来源。

烟台富士康精密电子（烟台）有限公司通过挥发性有机物处理工艺升级改造，采用套沸石转轮+RTO 燃烧设施，实现挥发性有机物削减 77.27 吨，将其中 61.813 吨用于拟建项目，同时满足建设项目污染物排放总量指标及区域现役源削减替代需要。

表 6.1-16 建设项目大气环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="8">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="3">一级 √</td><td colspan="3">二级□</td><td colspan="2">三级□</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="3">边长=50km□</td><td colspan="3">边长 5～50km √</td><td colspan="2">边长=5km□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价因子</td><td>SO_2+NO_x 排放量</td><td colspan="2">≥2000t/a□</td><td colspan="4">500~ 2000t/a□</td><td colspan="2">＜500 t/a √</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">其他污染物(挥发性有机物)</td><td colspan="4">包括二次 $PM_{2.5}$□
不包括二次 $PM_{2.5}$ √</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="2">国家标准 √</td><td colspan="2">地方标准 √</td><td colspan="2">附录 D□</td><td colspan="2">其他标准 √</td></tr>
<tr><td rowspan="4">现状评价</td><td>环境功能区</td><td colspan="3">一类区□</td><td colspan="3">二类区 √</td><td colspan="2">一类区和二类区□</td></tr>
<tr><td>评价基准年</td><td colspan="8">（2019）年</td></tr>
<tr><td>环境空气质量现状调查数据来源</td><td colspan="3">长期例行监测数据□</td><td colspan="3">主管部门发布的数据 √</td><td colspan="2">现状补充监测 √</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="4">达标区□</td><td colspan="4">不达标区 √</td></tr>
<tr><td>污染源调查</td><td>调查内容</td><td colspan="2">本项目正常排放源 √
本项目非正常排放源□
现有污染源□</td><td colspan="2">拟替代的污染源□</td><td colspan="2">其他在建、拟建项目污染源 √</td><td colspan="2">区域污染源 √</td></tr>
<tr><td rowspan="8">大气环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td>AERMOD √</td><td>ADMS □</td><td>AUSTAL2000 □</td><td>EDMS/AEDT □</td><td>CALPUFF □</td><td colspan="2">网格模型 □</td><td>其他 □</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="2">边长≥50km □</td><td colspan="4">边长 5～50km √</td><td colspan="2">边长=5km□</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="4">其他污染物(NMHC)</td><td colspan="4">包括二次 $PM_{2.5}$□
不包括二次 $PM_{2.5}$ √</td></tr>
<tr><td>正常排放短期浓度贡献值</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大占标率≤100% √</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大占标率＞100%□</td></tr>
<tr><td>正常排放年均浓度贡献值</td><td>二类区</td><td colspan="3">$C_{本项目}$最大占标率≤30% √</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大标率＞30%□</td></tr>
<tr><td>非正常排放 1h 浓度贡献值</td><td>非正常持续时长（ 1）h</td><td colspan="3">$C_{非正常}$占标率≤100%□</td><td colspan="4">$C_{非正常}$占标率＞100%□</td></tr>
<tr><td>保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值</td><td colspan="4">$C_{叠加}$达标 √</td><td colspan="4">$C_{叠加}$不达标□</td></tr>
<tr><td>区域环境质量的整体变化情况</td><td colspan="4">k≤-20%□</td><td colspan="4">k ＞-20%□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>污染源监测</td><td colspan="4">监测因子:（NMHC）</td><td colspan="3">有组织废气监测□
无组织废气监测 √</td><td>无监测□</td></tr>
<tr><td>环境质量监测</td><td colspan="4">监测因子:（NMHC）</td><td colspan="3">监测点位数（1）</td><td>无监测□</td></tr>
<tr><td rowspan="3">评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="4">可以接受 √</td><td colspan="4">不可以接受□</td></tr>
<tr><td>大气环境防护距离</td><td colspan="8">距（项目）厂界最远（700）m</td></tr>
<tr><td>污染源年排放量</td><td colspan="8">VOCs:（61.8125）t/a</td></tr>
<tr><td colspan="10">注:“□”为勾选项，填“√”；“（ ）” 为内容填写项</td></tr>
</table>

6.2. 营运期水环境影响预测与评价

根据工程分析结果，拟建罐区生活污水进入市政管网，排入烟台新城污水处理公司统一处理；码头生活污水预处理后进入烟台港西港区污水处理站，机修油污水和初期雨水排入烟台港西港区污水处理站，满足市政管网接管标准后，排入烟台新城污水处理公司统一处理。

船舶生活污水由船舶生活污水处置装置处理达标后排放，船舶含油污水、洗罐废水委托有资质单位接收处理。

6.3. 地下水环境影响预测与评价

拟建项目属于I类项目，地下水环境影响评价工作级别为二级。根据厂区水文地质条件分析，拟建项目及周边地下水类型有松散岩类孔隙水和碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水，二者无明显隔水层，水力联系密切，系同一层地下水，故作为一整个含水层考虑。按照导则要求，拟采用解析法进行预测。

6.3.1. 模型建立

6.3.1.1. 正常工况下对地下水环境影响分析

根据工程分析，拟建项目废水主要包括生产废水和生活废水两部分。废水中主要污染物为 COD、氨氮、石油类等。

正常工况下，生活污水通过自建一体化污水处理设施处置；含油污水依托港区含油污水管网，外浮顶油罐浮顶的初期雨水收集到初期雨水收集池内，提升排至西港大道附近的含油污水管网；罐区清洁雨水通过雨水管道排至库区西侧外的雨水沟；漏油及事故污水排入事故污水收集池。厂区严格按照设计要求落实好环保、防渗措施和管理措施，基本不会出现污水渗漏现象。因此，正常工况下，拟建项目对地下水环境的影响较小。

6.3.1.2. 非正常工况下对地下水环境影响分析

非正常工况下，如果厂区内个别污水设备因长时间不检修，防渗层出现“跑、冒、滴、漏”等情况（即工况 1），渗漏污水穿透隔水层，在地下水流的作用下，向四周扩散，形成污染羽，会对地下水环境的影响。

此外，如果发生重大紧急泄露事件等突发事故（即工况 2），由于工作人员

发现事故到处理事故需要一定时间，而在这段时间污染物会经过破坏的部位进入地层及地下水，并对地下水造成污染。该工况具体为厂区内污水设施如污水收集池、事故水池发生泄漏或污水管道发生爆裂等。

本次评价主要预测“跑、冒、滴、漏”（工况 1）情况和突发事故（工况 2）两种工况下，污染组分随地下水的迁移情况。

6.3.2. 数学模型

当污水储存或传输设施发生“跑、冒、滴、漏”情况或者在突发事故情况下，废水可能会进入含水层，并随地下水流进行迁移。根据调查，厂区及周边地下水整体由南向北流动，呈现一维流动的特点，区内地下水位动态稳定，污染组分在地下水中迁移情况可概化为连续注入示踪剂的一维稳定流动二维水动力弥散问题。

6.3.2.1. 工况 1 数学模型

工况 1 下，当污水储存或传输设施的防渗层出现“跑、冒、滴、漏”等污水渗漏现象，污染组分在含水层中的迁移情况可概化为连续注入示踪剂（平面连续点源）的水动力弥散问题。取平行地下水流动的方向为 x 轴的正方向时，则求取污染组分浓度分布模型如下：

$$C(x,y,t)=\frac{\mathrm{m}_t}{4\pi Mn\sqrt{D_L D_T}}e^{\frac{xu}{2D_L}}\left[2K_0(\beta)-W(\frac{u^2t}{4D_L},\beta)\right] \quad \text{（公式 6-1）}$$

$$\beta=\sqrt{\frac{\mathrm{u}^2x^2}{4D_L{}^2}+\frac{u^2y^2}{4D_L D_T}}$$

式中：

x，y—计算点处的位置坐标；

t—时间，d；

C(x,y,t)—t 时刻点 x,y 处的示踪剂浓度，mg/L；

M—含水层的厚度，m；

m_t—单位时间注入示踪剂的质量，kg/d；

u—水流速度，m/d；

n—有效孔隙度，无量纲；

D_L—纵向弥散系数，m^2/d；

D_T—横向 y 方向的弥散系数，m^2/d；

π—圆周率；

$K_0(\beta)$—第二类零阶修正贝塞尔函数（可查《地下水动力学》获得）；

$W(\frac{u^2t}{4D_L},\beta)$--第一类越流系统井函数（可查《地下水动力学》获得）。

6.3.2.2. 工况 2 数学模型

工况 2 下，发生重大紧急泄露事件等突发事故，污染组分在含水层中的迁移情况可概化为瞬时注入示踪剂（平面瞬时点源）的水动力弥散问题。取平行地下水流动的方向为 x 轴的正方向时，则求取污染组分浓度分布模型如下：

$$C(x,y,t)=\frac{m_M/M}{4\pi n\sqrt{D_L D_T t}}e^{-\left[\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}+\frac{y^2}{4D_T t}\right]}$$ （公式 6-2）

式中：

x，y—计算点处的位置坐标；

t—时间，d；

C(x，y，t)—t 时刻点 x，y 处的示踪剂浓度，mg/L；

M—含水层的厚度，m；

m_M—长度为 M 的线源瞬时注入的示踪剂的质量，g；

u—水流速度，m/d；

n—有效孔隙度，无量纲；

D_L—纵向弥散系数，m^2/d；

D_T—横向 y 方向的弥散系数，m^2/d；

π—圆周率。

6.3.3. 预测因子

本次预测污染物控制因子选取对地下水环境质量影响负荷较大的 COD、NH_3-N 和石油类三种组分作为污染因子。依据《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类水标准的限定值和《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中石油类限定值，将 COD 浓度超过 3.0mg/L，NH_3-N 浓度超过 0.50mg/L，石油类浓

度超过 0.3mg/L 的范围定为超标范围。

6.3.4. 敏感目标和风险位置

6.3.4.1. 敏感目标

综合区内地质水文地质条件、地下水流场、周边村庄分布情况，确定本次评价工作的敏感目标为：

1、厂区周边距离较近的村庄：山后初家村、东方养殖场等；

2、厂区周边及下游灌溉用机井。

6.3.4.2. 风险位置

结合厂区工艺流程及各环节的排污情况，最终选取具有代表性的、污水排放量和污水浓度较大的敏感位置作为本次预测的风险位置，进行预测评价，能较好的代表厂区的实际情况，并尽可能预测最大风险状态。根据厂区工程平面布置图，风险位置设定为风险位置设定为厂区内事故水池、污水管道。

6.3.5. 参数选择

预测模型需要的主要参数有：含水层厚度 M；岩层的有效孔隙度 n；水流速度 u；污染物纵向弥散系数 D_L；污染物横向弥散系数 D_T。

含水层的厚度 M：根据区内水文地质条件及收集钻孔资料，确定含水层厚度为 30m；

水流速度 u：根据收集周边水文地质资料及钻孔抽水试验数据，取含水层渗透系数为 3.7m/d，场区附近地下水水力梯度取 1‰，n 为有效孔隙度，以岩溶裂隙率代替，取 0.01。则地下水的渗透流速：$V=KI=3.7m/d\times0.001=3.7\times10^{-3}m/d$ 实际流速：$u=V/n=0.37m/d$。

弥散系数 D_L、D_T：纵向弥散系数 D_L 取 $1.85m^2/d$，根据孙讷正《地下水污染-数学模型和数值方法》$D_L=\alpha|u|$确定，其中弥散度 α 参考周边资料弥散度取值 5m；

横向弥散系数 D_T 取 $0.185m^2/d$，一般根据经验，$\alpha_T/\alpha_L=0.1$。

6.3.6. 源强设定

6.3.6.1. 工况 1 源强设定

假设因为多年生产运行，加之长时间未检修，污水传输管道出现裂缝，发生“跑、冒、滴、漏”现象，假定裂缝面积占总面积的 2%。根据工程分析，拟建工程生活污水产生量约为 4.32m^3/d，每座外浮顶油罐的一次初期雨水量为 1095m^3，结合已有特征污染物浓度并参照相似工程设计相关污染物浓度，计算得出单位时间注入示踪剂质量分别为：COD：1.02kg/d，NH_3-N：0.23 kg/d，石油类：3.15kg/d。

6.3.6.2. 工况 2 源强设定

假定事故水池发生泄漏，从事故发生至发现并截断污染源历时 7 天，事故发生后，通过及时的人工收集处理，渗漏并进入地下水的废水量按渗漏量的 5% 考虑。结合特征污染物浓度，计算得出，泄露污水中示踪剂质量分别为：COD：5.52kg，NH_3-N：0.96kg，石油类：1.35kg。

综上，结合项目实际情况，最终确定工况 1 和工况 2 源强情况见下表

表 6.3-1 地下水预测工况设计表

特征污染物		COD、氨氮、石油类	
工况设定		工况 1	工况 2
渗漏点		污水管道	事故水池
源强	COD	0.86kg/d	5.52kg
	氨氮	0.15kg/d	0.96kg
	石油类	0.21kg/d	1.35kg
时间		连续	瞬时

6.3.7. 预测结果

6.3.7.1. 工况 1 预测结果

为了模拟污染组分在水中的最大影响范围，受模型限制本次模拟计算不能考虑污染组分的氧化还原等衰减反应，吸附降解作用，也不考虑降雨稀释作用，仅计算污染组分随地下水流的迁移趋势。

将工况 1 下模型参数、污染物源强和污染浓度代入数学模型公式，预测出不同时刻地下水中 COD、氨氮和石油类三种组分浓度分布情况。

1、COD 预测结果

污水收集池发生“跑、冒、滴、漏”等污水渗漏现象时，污水穿过隔水层，进入到含水层中，在地下水流的作用下向四周扩散，污染周围地下水。将 COD 浓度超过 3mg/L 的范围称为污染羽，椭圆线包围的范围是地下水中 COD 含量超标的范围（即污染羽范围），从图中可以看出随着时间的持续，地下水污染羽范围不断增大，具体的影响距离和超标面积详见下表。

表 6.3-2 工况 1 下 COD 预测结果表

时间	超标范围（m^2）	最大浓度 (mg/L)	下游影响距离（m）	上游影响距离（m）
1 年	4611.28	386.12	115.12	38.93
5 年	23449.66	388.15	296.94	50.53
10 年	52355.10	389.54	518.75	51.78
20 年	124929.04	389.55	936.16	51.81

对比相应的数据可以看出，污水处理池发生“跑、冒、滴、漏”等污水渗漏后，随着时间的推移，从 1 年持续到 20 年，地下水中 COD 污染羽面积不断扩大，从 4611.28m^2 扩展到 124929.04m^2，影响距离也不断增大，从最大 115.12m 扩展到 936.16m，地下水中 COD 含量最大值由 386.12mg/L 扩大到 389.55mg/L。

整体看，事故发生 20 年后，COD 污染羽最远影响距离为 936.16m，污染物运移对下游地下水造成了一定影响。

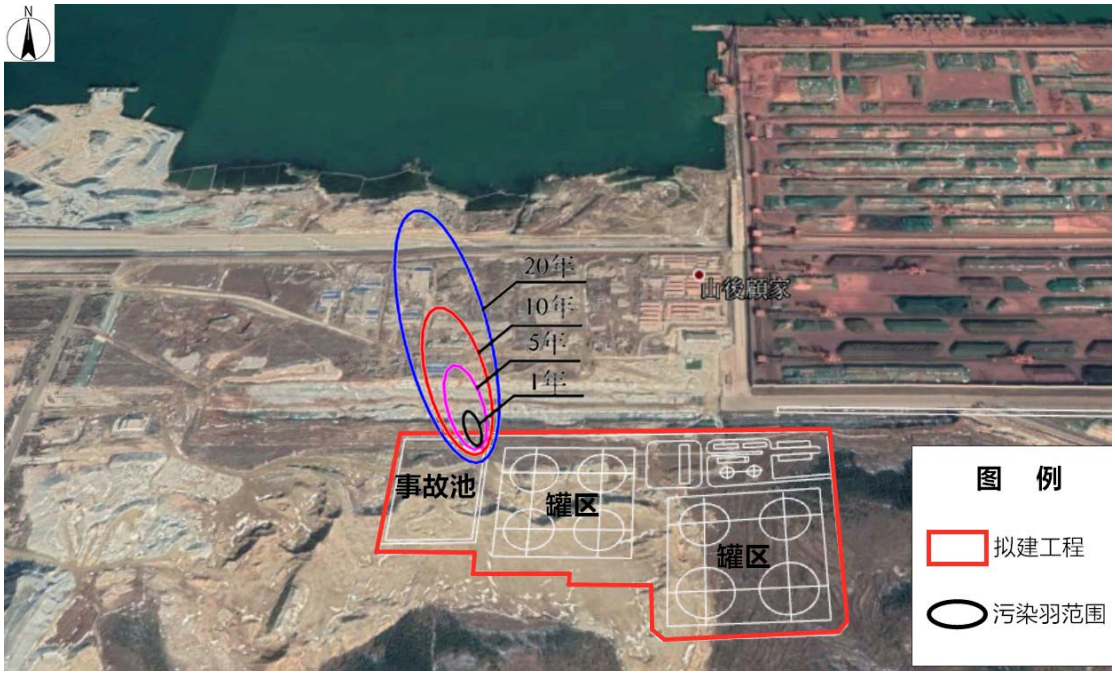


图 6.3-1 工况 1 情况下，COD 超标影响范围示意图

2、氨氮预测结果

将氨氮浓度超过 0.5mg/L 的范围称为污染羽。经模拟计算，在不考虑吸附、降解和降雨淋渗作用下，从 1 年持续到 20 年，地下水中氨氮污染羽面积不断扩大，从 2954.16m^2 扩展到 93649.17m^2，影响距离也不断增大，从最大 82.08m 扩展到 862.63m，地下水中氨氮含量最大值由 23.36mg/L 扩大到 25.83mg/L。

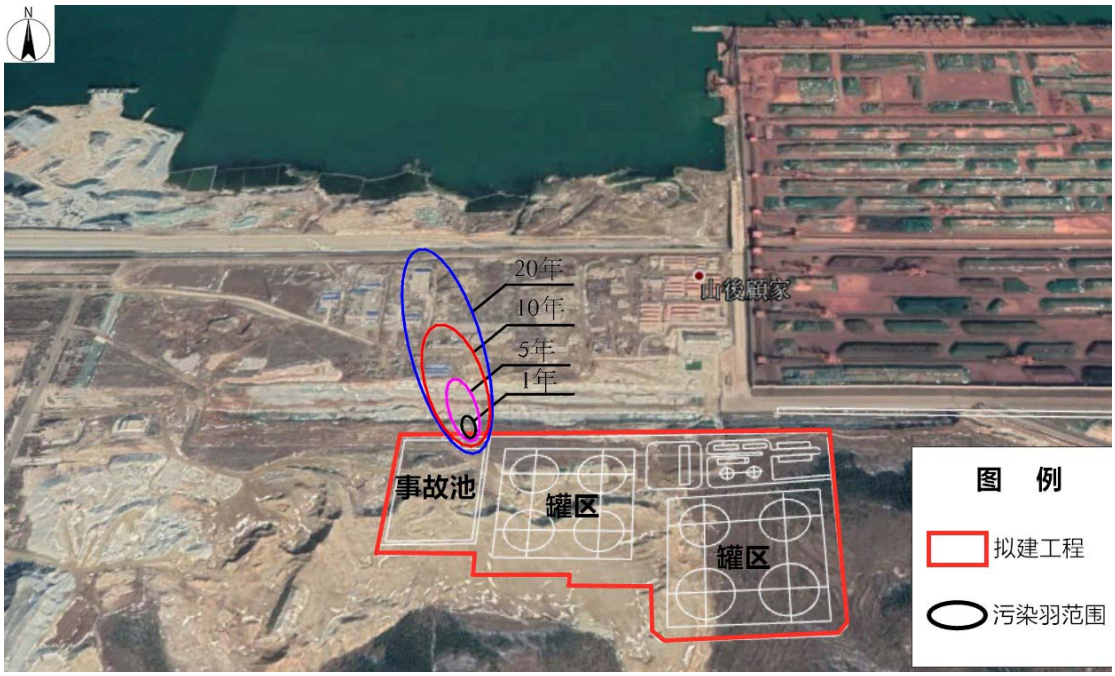


图 6.3-2 工况 1 情况下，氨氮超标影响范围示意图

整体看，事故发生 20 年内，氨氮污染羽最远影响距离为 862.63m，污染物

运移对下游地下水造成了一定影响。

表 6.3-3 工况 1 下氨氮预测结果表

时间	超标范围（m^2）	最大浓度(mg/L)	下游影响距离（m）	上游影响距离（m）
1 年	2954.16	23.36	82.08	34.73
5 年	18330.67	24.15	270.13	43.07
10 年	40696.57	25.71	473.04	43.68
20 年	93649.17	25.83	862.63	43.71

3、石油类预测结果

将石油类浓度超过 0.3mg/L 的范围称为污染羽。经模拟计算，在不考虑吸附、降解和降雨淋渗作用下，从 1 年持续到 20 年，地下水中石油类污染羽面积不断扩大，从 6540.55m^2 扩展到 181413.45m^2，影响距离也不断增大，从最大 131.27m 扩展到 1047.45m，地下水中石油类含量最大值由 52.16mg/L 扩大到 55.91mg/L。

整体看，事故发生 20 年内，石油类污染羽最远影响距离为 1047.45m，污染物运移对下游地下水造成了一定影响。

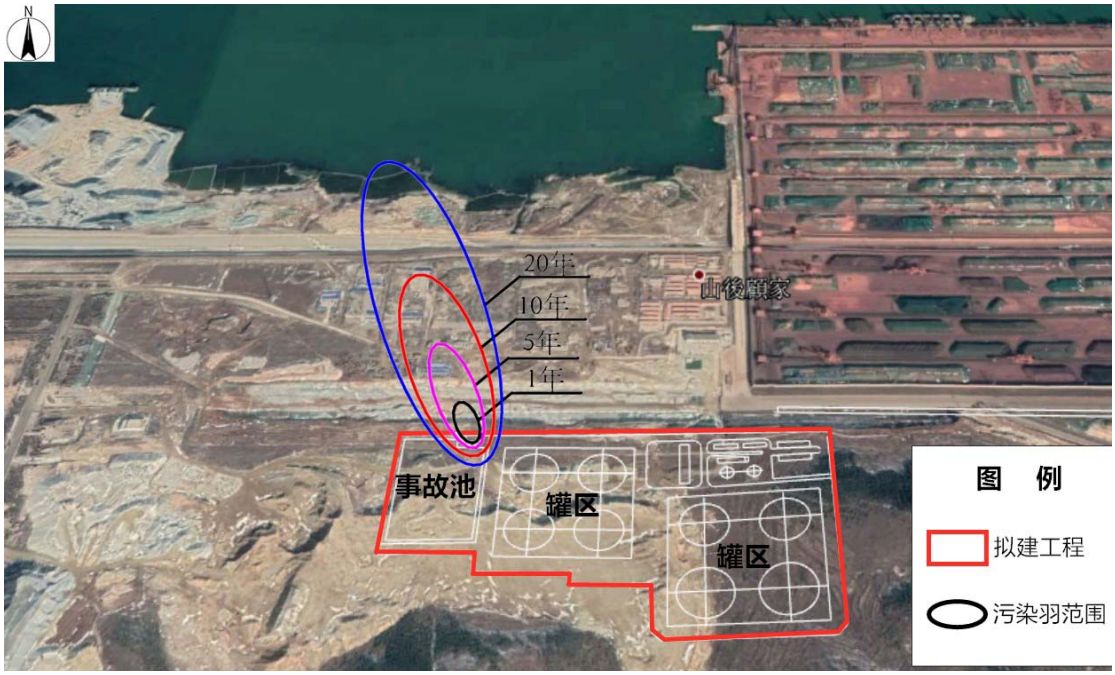


图 6.3-3 工况 1 情况下，石油类超标影响范围示意图

表 6.3-4 工况 1 下石油类预测结果表

时间	超标范围（m^2）	最大浓度(mg/L)	下游影响距离（m）	上游影响距离（m）

1 年	6540.55	52.16	131.27	51.81
5 年	34078.01	53.47	343.54	66.57
10 年	70018.93	55.85	590.57	68.19
20 年	181413.45	55.91	1047.45	68.41

综上，工况 1 下，在不考虑污水中污染组分的氧化还原等衰减反应，吸附降解作用，也不考虑降雨稀释作用下，事故发生 20 年内，COD、氨氮和石油类从泄露点向地下水下游运移最大距离分别为 936.16m、862.63m 和 1047.45m，污染物运移对下游地下水造成了一定影响。

6.3.7.2. 工况 2 预测结果

与工况 1 相似，为了模拟污染组分在水中的最大迁移距离，工况 2 下的模拟计算也不考虑污染组分的氧化还原等衰减反应，吸附降解作用，不考虑降雨淋渗作用，仅计算污染组分随地下水流的迁移趋势。

将工况 2 下的模型参数、污染物源强和污染物浓度代入数学模型公式，预测出不同时刻地下水中石油类组分浓度分布情况。

预测结果显示，风险事故状态下发生污染泄漏后，地下水中石油类浓度预测结果见下表。事故发生 30 天后，地下水中石油类含量超标的范围达到 1058.83m^2，中心点位置地下水中石油类浓度达 34.76mg/L，水流方向的最大影响距离为 36.06m，之后污染羽继续向下游扩散，污染羽范围不断增大，但是中心点浓度不断减小。事故发生 1000 天后，地下水中污染羽面积达到最大，为 8804.58m^2，中心点位置地下水中石油类浓度达 1.04mg/L，水流方向的最远影响距离为 203.03m。此后污染羽继续向下游运移，其面积和中心点浓度均呈不断减小的趋势，整个过程中污染羽最远影响距离约 344m，并在第 2930 天后，地下水中石油类含量小于 0.3mg/L 满足生活饮用水卫生标准。

表 6.3-5 事故水池泄漏工况下石油类影响情况表

t(d)	超标范围（m^2）	最大浓度(mg/L)	最大影响距离（m）
30	1058.83	34.76	36.06
100	2613.59	10.43	61.64
360	6027.82	2.90	117.78
720	8158.29	1.45	170.34
1000	8804.58	1.04	203.03

t(d)	超标范围（m^2）	最大浓度(mg/L)	最大影响距离（m）
1800	7776.74	0.58	286.55
2500	4064.12	0.42	343.33
2930	0	0.29	0

发生突发事故后，地下水中石油类污染羽最远影响距离约为 344m，未到达下游村庄，因此，该种工况下，污染运移对下游村庄地下水影响较小。

突发事故发生后，水流下游 50m 处含水层中石油类浓度变化呈现先急剧增加后缓慢降低的趋势，具体趋势见下图。事故发生 57 天后该点位置地下水中石油类含量超过 0.3mg/L，并迅速增加，到第 207 天，地下水中石油类含量达到最大值为 3.99mg/L，之后石油类浓度开始缓慢降低，在第 972 天后，水中石油类浓度小于 0.3mg/L。

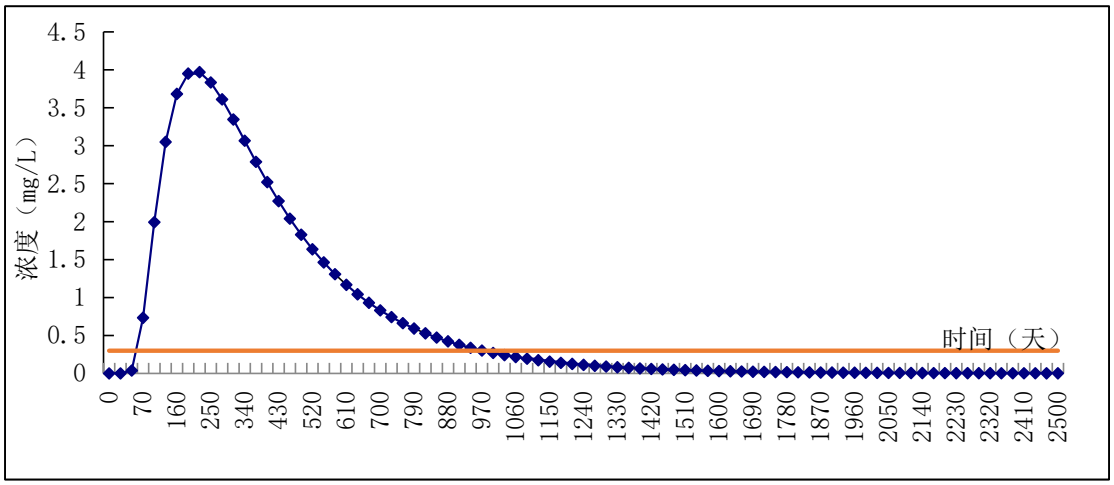


图 6.3-4 水流下游 50m 处含水层中石油类浓度变化趋势图

综上，工况 2 下，在不考虑污水中污染组分的氧化还原等衰减反应，吸附降解作用，也不考虑降雨稀释作用下，事故水池泄漏工况下，石油类在地下水中的最大影响距离为 344m，污染物运移距离较近，基本控制在厂区周边，因此，该工况对下游村庄地下水影响较小。

6.3.8. 地下水环境影响评价

通过对拟建项目所处水文地质条件及建设工程的分析，在明确评价重点及周围敏感目标的基础上，构建了评价区的地下水流动概念模型及数学模型，对项目建设、运行及服务期满后可能对环境造成的影响进行了定量评价，得出以下主要结论：

正常工况下，拟建项目对地下水环境造成的影响小；

根据预测结果，非正常工况下，其中工况 1 下，泄漏发生 20 年内，COD、氨氮和石油类从泄露点向地下水下游运移最大距离分别为 936.16m、862.63m 和 1047.45m，污染物运移到对下游地下水造成了一定影响。工况 2 下，事故水池泄漏工况下，石油类在地下水中的最大影响距离为 344m，污染物运移距离较近，基本控制在厂区周边，因此，该工况对下游村庄地下水影响较小。

另外，根据项目区周边水文地质条件及地下水流情况可以看出，项目区周边地下水以潜水为主，地下水流向整体为由东南向西北径流，与地形走向基本一致。由于有围子山及峰子山的阻挡，敏感目标山后初家虽然距项目区较近，但并不在项目区地下水下游方向，因此，项目区污染泄漏事故对山后初家地下水环境影响较小。

在事故状态下，拟建项目的废水一旦进入地下水环境，就会对地下水水质造成不利影响，泄露时间越长对地下水造成的影响越大。事实上污染物进入含水层，还要进行稀释、还会四周扩散，在每个月都进行水质监测的情况下车间及其他区域不会出现不被发现的数个月内的连续、大量泄露。因此在拟建项目投产后，厂区废水集中区域、排水管道必须采取可靠的防渗防漏措施，并采取严格的监测措施，防止重大事故或者事故处理不及时污水泄漏对地下水环境造成污染。

6.4. 土壤环境影响预测分析

土壤污染是指人类活动所产生的物质（污染物），通过多种途径进入土壤，其数量和速度超过了土壤的容纳能力和净化速度的现象。土壤污染可使土壤的性质、组成及性状等发生变化，使污染物质的积累过程逐渐占据优势，破坏了土壤的自然动态平衡，从而导致土壤自然正常功能失调，土壤质量恶化，影响作物的生长发育，以致造成产量和质量的下降，并可通过食物链引起对生物和人类的直接危害，甚至形成对有机生命的超地方性的危害。

前已述及，拟建工程影响土壤环境的途径主要有大气沉降、污水入渗以及固体废物扩散、淋洗等。根据工程分析，拟建工程施工期间大气污染主要是施工现场和运输道路两侧的扬尘污染，施工机械和车辆尾气以及罐体喷漆废气；施工污水主要为含泥沙、悬浮颗粒物等，生活污水主要为工地临时建筑以及工

地厕所等的排水；固体废弃物包括施工垃圾以及施工人员的生活垃圾。拟建工程施工期间采取的主要措施有：针对大气污染，施工现场采取围挡、施工道路硬化、定期洒水以及采用高效的喷涂工艺、选用环保涂料等措施，最大限度降低大气沉降污染；针对水污染，进行分类收集，定期用槽车清理运送至港区污水处理厂进行处理等措施；针对固体废物，采取生活垃圾袋装密闭收集，及时清运处理，危险废物，统一收集，交由具有相关处理资质的单位进行无害化处理等措施。

拟建工程运营期间，大气污染物主要来自油罐储运过程中挥发的烃类气体；水污染物主要为浮顶油罐罐顶初期含油雨水以及部分生活污水；固体废物主要为员工的生活垃圾以及储罐清理检修时会产生罐底油泥。运营期间采取的主要环保措施有：针对大气污染，采用原油储罐采用外浮顶罐，减少烃类挥发；加强储罐附属设备的维修、保持储罐的严密性、改进操作管理，最大限度的减少烃蒸气及跑、冒、滴、漏损失；针对水污染，在油罐区内设置含油污水管道，浮顶油罐初期雨水通过含油污水管道排放至罐区外的初期雨水收集池内，收集完后剩下的清洁雨水排出罐区外；初期雨水收集池内含油污水通过含油污水提升泵提升到码头已建含油污水管道；建设漏油及事故污水收集池，收集漏油及事故污水；针对固体废物，储罐在清洗过程产生的罐底污泥，委托有资质单位进行回收处理。生活垃圾全部委托当地环卫部门进行定期清运。

综上所述，拟建工程在施工期和运营期均采取了全面的废气处理、污水处理以及固体废物处理措施，可有效减少大气沉降、污水入渗以及固体废物扩散对土壤环境的影响，在充分落实以上环保措施的情况下，拟建项目对土壤环境影响的风险较小。

6.5. 运营期生态环境影响评价

（一）土地利用影响评价

工程建设引起区域土地利用结构等各方面发生一定程度的变化，对土地利用和生态系统的景观、生态及其它功能产生一定影响。但由于本工程建设时间短，占用保护区面积不大，项目建成后，采取相关恢复措施后，项目区周边土地利用方式将逐渐恢复，但工程建设区域已失去原有土地利用类型。因此从用地类型看对林地等用地有一定的影响。

（二）生物多样性影响评价

1、对沿线植被的影响

拟建工程在建设期会造成植被的减少，建设完成后采取相应的复植措施和施工临时道路复植措施，在营运对期植被不会产生影响。

2、物种量的变化

拟建工程建成后，占地区域内损失的物种都是评价区内常见的普通植物，评价区内原有的物种都仍存在，因此项目的建设对区域植物多样性的影响甚微。同时，在施工结束后，通过复植措施和施工临时道路复植措施，在可绿化区域种植部分树木、花卉，故在施工期损失的物种量会有所补偿，甚至会增多。

3、生物量变化情况分析

在工程施工完成后，在施工区域周边及时种植适合评价区自然条件生长的乔、灌木和草皮，增加植被覆盖面，达到绿化、美化的效果，可以进一步补偿损失的生物量。

4、对动物的影响分析

由于项目面积相对较小，所以蛇、鼠、喜鹊、野兔、麻雀等陆生动物的迁移不会由于阻隔作用而受到影响。

拟建工程现场调查时没有发现国家和省级珍稀濒危动物物种存在，因此，不涉及对沿线珍稀濒危动物的影响问题。

（三）水土流失影响评价

拟建工程结束后，采取相关土地整治措施和植物恢复措施后，可有效保持水土。所以，项目施工期可能会导致少量的水土流失，而运营期则会因为工程措施的实施，更好的保护水土，避免水土流失的增加。

（四）景观生态影响评价

1、景观影响分析

本项目为人文景观，不会切割地表原有的景观面貌，不会使地表空间的连续性和自然性被破坏。

2、生态完整性影响分析

项目施工期间，各类生态系统有可能破碎化，但从生态完整性指标的角度分析，它的建设基本不会改变景观密度（Rd）、景观频率（Rf）、景观景观比例（Lp）、景观优势度（Do）指标在拟建工程的构成现状，因此，拟建工程建设不会对生态完整性产生明显的影响。

7. 管线工程穿越生态保护红线区环境保护专章

经省政府批准（鲁政字[2016]173 号），省环保厅、省发展改革委等 8 部门联合印发了《山东省生态保护红线规划》（鲁环发[2016]176 号），成为全国第四个批准生态红线划定方案的省份。

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。《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》按照科学性、统筹性、强制性的原则，共划定陆域生态保护红线区域 533 个，分属生物多样性维护、水源涵养、土壤保持、防风固沙 4 种功能类型，总面积 20847.9km^2，占全省陆域面积的 13.2%。生态保护红线区以较少的面积比重，保护了全省大部分的重要生态用地和自然生态系统，对维护我省生态安全格局、保障生态系统功能、支撑经济社会可持续发展具有极重要的作用。

依据生态系统服务功能保护的重要程度及保护和管理的严格程度，对生态保护红线区实行分类管控。I类红线区是生态保护红线区的核心，实行最严格的管控措施，除必要的科学研究、保护活动外，需按相关法律、法规严格控制其它开发建设活动；II类红线区按照生物多样性维护、水源涵养、土壤保持和防风固沙等主导生态功能，结合现有各类禁止开发区域现行相关法律法规及管理规定，实行负面清单管理制度，严禁有损主导生态系统服务功能的开发建设项目。

7.1. 管线穿越生态保护红线区概况

本项目涉及部分“烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区”，代码为“SD-06-B3-05”，其生态功能属于防风固沙，红线区面积共7.24km^2，全部为 II 类红线区，无 I 类红线区。

介于本项目码头工程与罐区连接管线不可避免占用“烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区”的情况，建设单位组织开展了“占用生态保护红线区不可避让性论证”工作，并获得山东省自然资源厅审查意见。根据《烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线不可避让性论证报告》，本项目管线工程穿越 SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区，穿越类型为 II 类红线区，穿越段主要分布有道路、荒地、灌草丛。

红线区内主要生态现状如下：

（1）植物生态系统

项目占用红线区属于暖温带，植被隶属于暖温带落叶阔叶林区域，但由于历史因素和人类活动的影响，境内原始天然植被已不复存在，代之出现的是大量的次生林、人工营造的防护林等类型。

经现场调查，红线区基本上呈林地和灌草丛生态特征。整体上以林地为基质，在工程建设区域以林地、灌草丛为斑块，以道路为廊道。从结构和功能分析，红线区景观主要由森林景观、灌草丛景观组成。

森林生态系统属于环境资源型拼块类型.均为人工林。森林生态系统的生产者主要为栽培的乔木，消费者主要为一些鸟类和土壤动物，主要树种为黑松。灌草丛生态系统是以旱生或旱中生、多年生草本植物为主要建群种，同时其中散生有灌木的植物群落。主要的草本植物为白羊草，主要的灌木类型为荆条和酸枣。

（2）动物生态系统

项目占用生态红线区内陆生野生脊椎动物较为丰富。结合林业方面资料，红线区内陆生野生脊椎动物资源如下：

鸟类：红线区内自然植被分为乔木、灌草从和草丛三种类型。灌木丛和草丛中各种昆虫种类和数量较多，为鸟类提供了丰足的食物，是本地留鸟栖息和部分候鸟取食场所。该区域鸟类中，以雀形目鸟类种类最多。

兽类：红线区内无大型兽类，以啮齿类、翼手类和食虫类等构成暖温带森林动物种群。

爬行类：爬行类动物主要为古北界种类，以一些当地蛇类为主。

两栖类：红线区周边无天然淡水聚集区，所以无两栖类动物。

由于受附近人类活动的影响，红线区内无珍稀濒危动物物种，当地常见种居多。

通过现场调查，在红线区内未发现两栖类动物：受季节与人为活动的影响，亦未发现爬行类动物：发现的鸟类主要为麻雀(Passer montanus)，红线区内未发现受保护鸟类的栖息地、繁育地。红线区内未发现重点保护野生动物个体分布，一般野生动物数量也比较稀少；由于工程建设拟占用凋查区范围临近人为活动频繁区域，原始野生动物生境已丧失殆尽。

表 7.1-1 烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区相关信息表

生态保护红线区名称	代码	外边界		I 类红线区		生态功能	类型	备注
		拐点坐标	面积（km^2）	拐点坐标	面积（km^2）			
烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区	SD-06-B3-05	1:121°01'28"E, 37°42'36"N; 2:121°02'58"E, 37°42'15"N; 3:121°02'36"E, 37°42'01"N; 4:121°01'14"E, 37°42'18"N。5:121°7'20"E, 37°42'32"N; 6:121°08'10"E, 37°42'41"N; 7:121°7'50"E, 37°42'10"N; 8:121°08'47"E, 37°41'55"N; 9:121°08'32"E, 37°41'50"N。10:121°05'48"E, 37°42'05"N; 11:121°05'36"E, 37°41'25"N; 12:121°06'15"E, 37°41'20"N; 13:121°06'37"E, 37°40'43"N; 14:121°07'20"E, 37°40'39"N; 15:121°06'04"E, 37°40'51"N; 16:121°07'38"E, 37°41'04"N; 17:121°07'36"E, 37°41'59"N; 23:121°04'55"E, 37°41'15"N; 24:121°05'16"E, 37°41'54"N。18:121°07'47"E, 37°39'17"N; 19:121°08'07"E, 37°39'01"N。20:121°07'59"E, 37°36'30"N; 21:121°14'19"E, 37°34'14"N; 22:121°07'44"E, 37°36'19"N。	7.24	/	/	防风固沙	森林	包括部分公益林

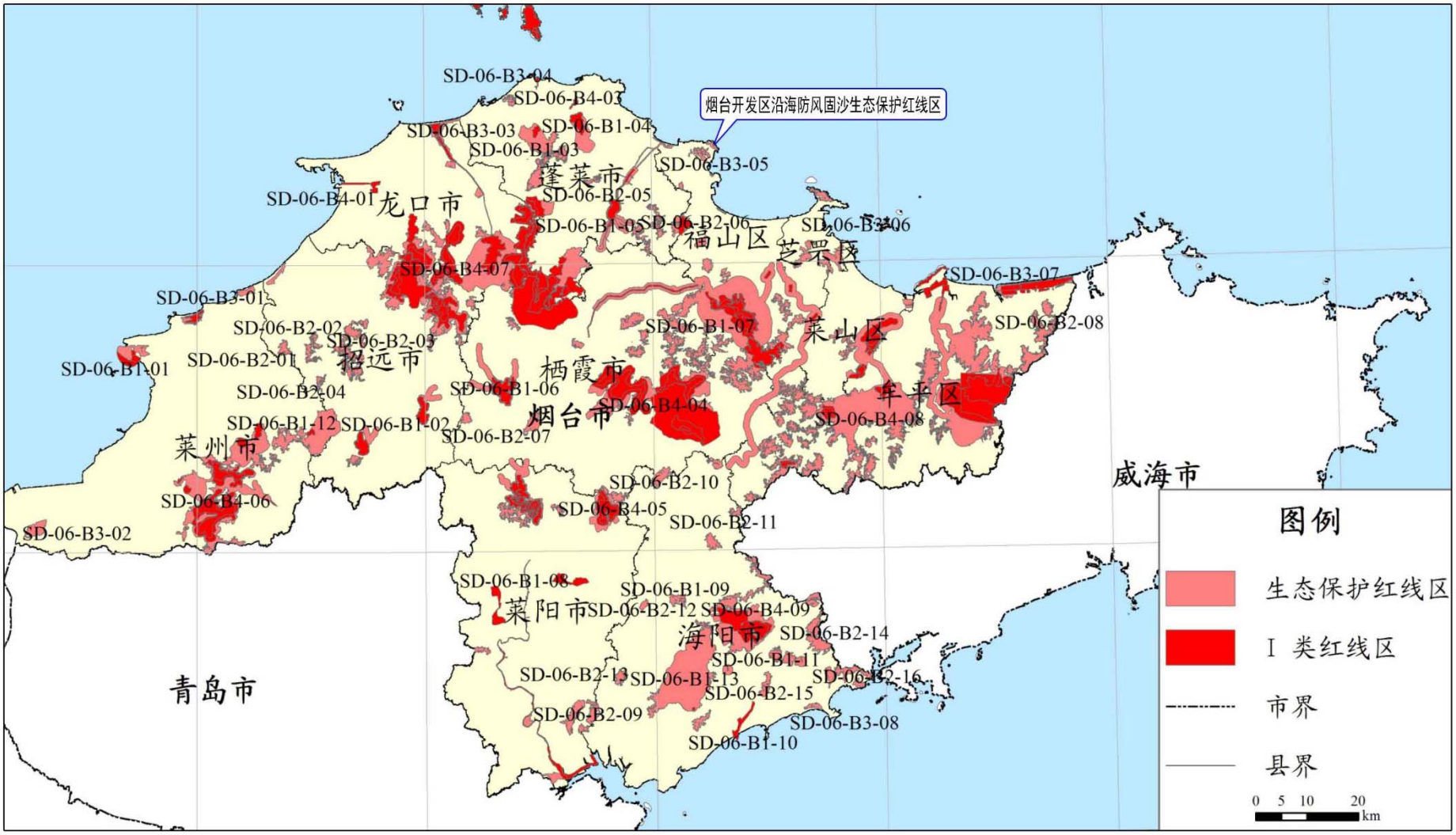


图 7.1-1 烟台市省级生态保护红线图

图7.1-2规划西港港界及本项目与省生态保护红线相对关系示意图

7.2. 无法避让生态保护红线区的理由、穿越方案的合理性

考虑工程施工不良地质影响及安全间距要求，本工程输油管廊无法避让烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区（代码：SD-06-B3-05）II 类区，总穿越距离为944.61m。为避让输油管廊东侧 SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区，本项目输油管廊可从码头区自东向西沿海岸线铺设输油管廊，在大宗散货堆场围墙外向南接至港区内管廊，但沿海区域施工地质条件较差，架空管廊不具备施工条件且会影响海岸线景观。若采取折中方案，码头区按疏港大道以北向西南方向布设，在散货码头围墙外向南接至港区内管廊，由于疏港大道西侧存在较多工况企业房屋，根据《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)，输油管廊无法满足最小安全间距要求。

因此，考虑项目施工条件及保证安全间距，输油管廊无法继续向西避让，不可避免的需穿越 SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区。

尽管无可避免的穿越生态保护红线区，本工程按照相关要求采取了如下措施尽量避让：

（1）采用埋地管廊施工方式：工程尽量在临近生态保护红线区采用埋地下管廊的施工方式，可以避免永久有占用生态红线区，同时在施工结束后，立即补种绿化，恢复原状，减少管道建设对生态保护红线区的影响。

（2）在满足安全间距要求的前提下，管廊线路尽可能的向北远离 SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区的 II 类区，尽量减少穿越生态保护红线区的距离。

7.3. 对生态保护红线区的影响分析

7.3.1. 对生态保护红线影响

项目施工过程中，运输车辆产生的扬尘会对周围植物的生长带来直接的影响。这些尘土降落到植物的叶面上，会堵塞毛孔，影响植物的光合作用，从而使之生长减缓甚至死去。另外，原材料的堆放、车辆漏油会污染土壤，从而间接影响植物的生长。拟建项目穿越及占用生态保护后红线区段沿线无大型陆生野生动物存在，因此不存在对沿线大型陆生野生动物生存产生影响的问题；拟建工程周边可能分布有蛇、鼠、鸟类等，均属于本地区广布物种，对环境的适应性相对较强，因此工程施工期对动物的长期影响较小。

在营运期，项目对植被基本不会产生负面影响。在施工结束后，通过复植措施和施工临时道路复植措施，在可绿化区域种植部分树木、花卉，故在施工期损失的物种量会有所补偿，甚至会增多。拟建工程现场调查时没有发现国家和省级珍稀濒危动物物种存在，因此，不涉及对沿线珍稀濒危动物的影响问题。

7.3.2. 生态保护措施

本项目施工期主要生态保护措施如下：

施工单位要优化工程设计，减少土地占用尽量缩短施工周期，减少疏松地面的裸露讨间，合理安排施工时间，尽量避开雨季和汛期施工，减少水土流失。要严格控制施工时间，尽可能减少对动物的影响。严格控制施工噪声，禁止使用高噪声、高振（震）动设备，减轻施工期对野生动物的影响。

本项目运行期主要生态保护措施如下：

施工结束后利用保存的耕植土或表层土覆土绿化。对工程占地毁坏的林地，根据实际情况做好和落实好异地营林补偿方案，对施工中破坏的林地要进行人工补种和抚育。同时对生态保护红线区生物多样性进行保护、对受损的生态保护红线区进行人工生态设计，建设区域内的生态系统。

7.3.3. 结论

烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程从用地范围、工程布置、安全距离和环境影响等方面分析得出，项目选址合理，无法采取工程措施避让SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区。工程占用的植被类型为区域次生性较强的植被类型，工程建设不会改变SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区的植被组成和生态系统结构；不会改变景观组成、功能和稳定性；不会导致植物物种的消失和灭绝，不会对保护区的保护动植物产生明显影响。工程施工期、运营期通过采取有效的污染防治措施及生态恢复措施，可将项目对生态环境的影响降到最低。从对生态保护红线区生态环境影响的角度，工程建设不存在明显制约。

8. 环境风险事故影响评价

8.1. 总则

8.1.1. 评价目的及重点

1、评价目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

2、评价重点

（1）船舶操作性和海损性溢油事故对海洋环境的影响；

（2）码头、管线或罐区原油或燃料油储运作业引起的火灾、爆炸等风险事故对环境敏感目标的影响；

（3）现有风险应急能力评估及风险防范应急措施。

8.1.2. 评价工作等级

根据“2.4.评价等级”中相关内容，本次评价水环境风险评价等级为1级，大气环境风险评价等级为2级。

此外，参考对于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》以及《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》相关要求，本项目海洋环境风险为一级评价。

8.1.3. 评价工作程序

环境风险评价的工作程序见下图。

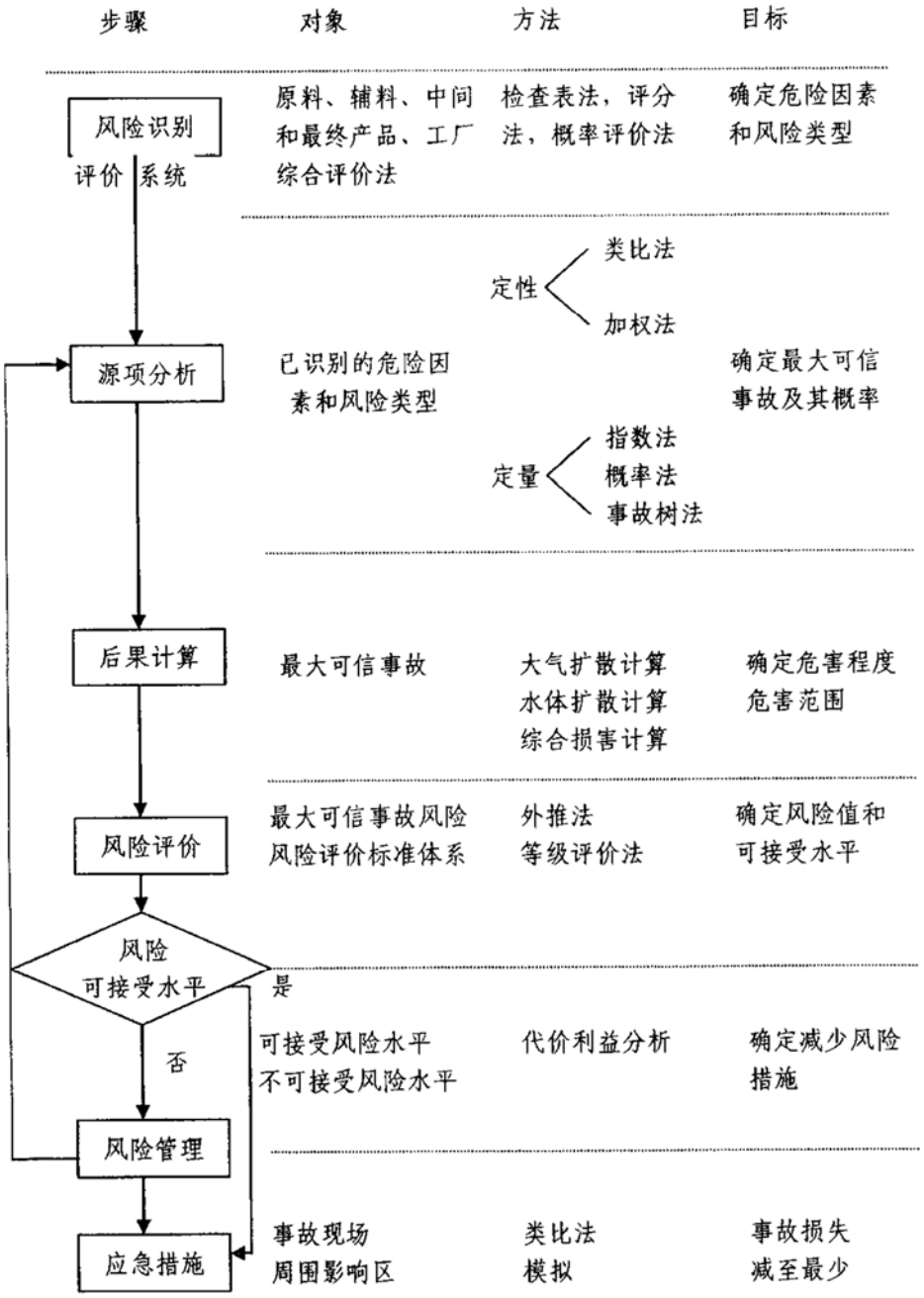


图 8.1-1 环境风险评价流程框图

8.1.4. 评价基本内容

本报告主要评价本项目的环境风险，提出减轻污染危害的后果对策，制定污染应急处置设备配备方案，明确风险防范应急体系的建立模式及维护管理模式。具体内容见下表。

表 8.1-1 本评估内容一览表

序号	程序	主要内容

1	风险识别	污染风险事故类型
2	源项分析	事故发生概率、源强及事故高发区
3	风险影响预测	事故危害程度
4	风险评价	综合评价风险可接受水平
5	降低风险对策	减少事故概率和危害后果对策
6	应急能力评估	综合评估本项目污染风险能力，提出应急能力建设方案
7	评估结论	得到风险评估结论

8.1.5. 评价范围

陆域风险评价范围见章节“2.7.评价范围”中相关内容。

海域风险评价范围根据《水上溢油环境风险评估技术导则》的要求，水运工程建设项目的风险评估空间范围为项目发生水上溢油事故可能影响的空间范围，由此进一步确定评价范围为本项目港池、航道以及锚地水域。

8.1.6. 评价时段

评价时段包括施工期和营运期两个阶段。

8.2. 风险识别

本项目工程内容为码头、管线及配套罐区，主要涉及海域环境风险和陆域环境风险两部分。其中海域环境风险主要为码头船舶作业引起的船舶污染事故，陆域环境风险主要为陆域储运涉及泄漏污染事故以及火灾爆炸引起次生污染事故。

8.2.1. 风险因子

8.2.1.1. 海域风险事故方面

本项目船舶污染事故是指船舶在航行过程、码头靠泊和装卸过程，以及其他作业过程(如油料供受、污染清除等)中发生原油、燃料油泄漏造成的环境污染事故，可分为操作性污染事故和海难性污染事故。操作性船舶污染事故多发生于港口船舶装卸货物及加装船舶燃油环节，发生的原因多为人为因素、机械和设备故障等，尽管每次产生的泄漏量不大，但事故频率较高，污染物总量也较大。海难

性船舶污染事故主要是海上交通事故导致，事故发生率较低，但一旦发生污染损害很大。

本项目码头施工期涉及风险因子主要为施工船舶燃料油，营运期涉及风险因子为大型油轮燃料油以及运输的原油，以上均属于易燃易爆品，在贮存和输送过程中具有发生火灾和爆炸的危险性，同时原油还具有一定的毒性。

根据《建设项目环境风险评价技术导则（HJ169-2018）》中给出的“物质危险性标准”和《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）中各种危险品的最低临界量，确定本项目储运货油（原油、燃料油）以及船舶燃料油作为本项目风险评价的风险因子。本工程储运货油（原油、燃料油）理化性质见表3.4-2。

船舶燃料油可分为重柴油、轻质油、中质油和重质油，其中施工船舶燃料油主要以前两者为主，国际航线大型船舶所携带的燃料油以后两者为主。其理化性质见表8.1-2。毒理性质见表8.1-3。

表 8.1-2 本项目涉及船舶燃油理化性质表

油品	燃料油			
	重柴油	轻质油IFO60	中质油IFO180	重质油IFO380
比重(g/cm3 ，10ºC)	0.86	0.90	0.96	0.992
运动粘度	13.5	60.0	180.0	380.0
(cSt)	(20ºC)	(50ºC)	(50ºC)	(50ºC)
凝点(ºC)	13	20	25	30
闪点(ºC)	65	80	120	130

8.2.1.2. 陆域环境风险方面

当陆域储运作业过程中发生泄漏污染事故发生泄漏导致火灾爆炸事故时，原油/燃料油会挥发出大量有毒有害气体，同时会伴生大量的SO_2和NO_2等污染物，同时由于储罐发生火灾后，油品的急剧燃烧所需的供氧量不足，属于典型的不完全燃烧，因此燃烧过程中还将产生大量CO。此外，由于泄漏事故还将伴生大量事故和消防等废水，这些泄漏原油、燃料油以及半生污染物均会对周围环境产生影响。其毒理性质详见表8.1-4-表8.1-6。

8.2.1.3. 风险因子危害识别

从在海水中的行为角度来讲，原油和燃料油在海面基本以漂浮为主。由于油品自身特性和多种海洋环境因素的影响，会发生复杂的物理、化学和生物变化，包括扩散、漂移、蒸发、分散、乳化、溶解、光氧化、生物降解等。大规模的溢油事故能引起大面积海域严重缺氧，致使海洋生物死亡；浮油被海浪冲到海岸，粘污海滩，造成海滩荒芜，破坏海产养殖和盐田生产，污染、毁坏滨海旅游区。此外，海上溢油的油膜会大大降低海水与大气的氧气交换速度，降低海洋生产力；石油中的芳香烃类化合物极易进入水中并在生物体内长期累积；溢油沉降到海底后，会危及底栖生物的正常发育。

原油属于甲类火灾危险性物质，故本项目的火灾危险类别为甲类，火灾是主要危险。原油具有较强的挥发性，挥发后与空气形成可燃性混合物，当混合物浓度达到一定比例时，遇到火种就可能燃烧，因此通常采用闪点作为易燃液体的标准，凡闪点≤21ºC 的液体均为易燃液体，闪点≤55ºC 的液体均为可燃液体。原油的闪点一般<28ºC，因此属于易燃液体。

除易燃性、易爆性的特征外，原油还具有一些其它方面的特性，即①易蒸发性；②易积聚静电荷性；③易流淌、扩散性；④热膨胀性；⑤忌接触氧化剂、强酸等。这些特性的存在也使得其易燃易爆。

原油和燃料油均属于易燃品，应重视防火管理。由于本工程为开敞式码头，船舶靠离泊受风浪影响较大，船舶靠离泊作业难度相对较大。一旦发生船舶碰撞码头事故，可能造成码头及船舶受损，严重者可引发泄漏或火灾爆炸等事故。此外，由于本工程周边已有一座 30 万吨级大型原油码头，一旦任何一座发生泄漏、火灾爆炸及溢油事故，将对周边设施产生影响，可能造成次生事故、连环事故或使事故等级上升。

一旦发生火灾、爆炸事故，将伴生大量事故废水、SO_2 和 NO_2 以及 CO 等污染物，这些污染物均会对周围环境产生影响。

表 8.1-3 原油/燃料油理化、毒理性质

类别	项目	原油
理化	外观及性状	红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体

性质	分子量	—
	熔点/沸点（℃）	-44～-15/120～200
	密度 g/cm^3	0.8375～0.8677
	饱和蒸汽压（kPa）	—
	溶解性	不溶于水，溶于多数有机溶剂
燃烧爆炸危险性	危险性类别	第 3.2 类中闪点易燃液体
	闪点/引燃温度（℃）	<28/350
	爆炸极限（vol%）	1.1-8.7
	稳定性	稳定
	危险特性	其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
	灭火方法	泡沫、干粉、二氧化碳、砂土
	储运注意事项	远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚。
毒理性质	毒性	LD_{50}：500-5000mg/kg（哺乳动物吸入），原油对人体健康的危害程度属于中度危害
	健康危害	其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状。
急救措施	皮肤接触	脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗。
	眼睛接触	立即提起眼睑，用流动清水冲洗。
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。
	食入	误服者给充分漱口、饮水，就医。
泄漏处置	疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。	
储运注意事项	原油、原油伴生气的主要成分为碳氢化合物及其衍生物，其闪点低，且闪点和燃点接近，只要有很小的点燃能量，便会闪火燃烧。在管线、输油设备和容器上的静电放电对含油气浓度较大的场所，易产生爆炸、着火，其危险性和危害性是很大的。	

表 8.1-4 一氧化碳的理化、毒理性质

标识	中文名：一氧化碳		英文名：Carbon monoxide	
	分子式：CO	分子量：28.01	危险货物编号：21005	UN 编号：1016
理	外观与形状	无色无臭气体。		

化特性	熔点（℃）：-199.1		饱和蒸气压（kPa）：无资料	
	沸点（℃）：-191.4		相对密度：0.79 (水=1)；0.97 (空气=1)	
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、苯等多数有机溶剂。		
毒性及健康危害	接触限值	中国 MAC： 30mg/m^3	前苏联 MAC：20mg/m^3	
		美国 TVL-TWA：OSHA 50ppm，57mg/m^3；ACGIH 50ppm，57mg/m^3		
		美国 TLV-STEL：ACGIH 400ppm，458mg/m^3		
	侵入途径	吸入		
	毒性	LC_{50}：1807 ppm 4 小时(大鼠吸入)		
	健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、头晕、耳鸣、心悸、恶心、呕吐、无力；中度中毒者除上述症状外，还有面色潮红、口唇樱红、脉快、烦躁、步态不稳、意识模糊，可有昏迷；重度患者昏迷不醒、瞳孔缩小、肌张力增加、频繁抽搐、大小便失禁等；深度中毒可致死。慢性影响：长期反复吸入一定量的一氧化碳可致神经和心血管系统损害。		
	急救	迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时给输氧。呼吸及心跳停止者立即进行人工呼吸和心脏按压术。就医。		
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃。[燃烧(分解)产物] ：一氧化碳、二氧化碳。		
	闪点（℃）	＜-50	自燃温度（℃）	610
	爆炸下限（V%）	12.5	爆炸上限（V%）	74.2
	危险特性	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	稳定性	稳定	聚合危害	不能出现
	禁忌物	强氧化剂、碱类。		
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。雾状水、泡沫、二氧化碳。		
储运注意事项	易燃有毒的压缩气体。储存于明凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、氧化剂等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。运输按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。			
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并隔离直至气体散尽，切断火源。建议应急处理人员戴正压自给式呼吸器，穿一般消防防护服。切断气源，喷雾状水稀释、溶解，抽排(室内)或强力通风(室外)。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以用管路导至炉中、凹地焚之。漏气容器不能再用，且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。			

表 8.1-5 二氧化硫的理化、毒理性质

标识	中文名	二氧化硫	英文名	sulfur dioxide
	分子式	SO_2	危规号	23013

	分子量	64.06	危险性类别	第 2.3 类有毒气体
理化特性	熔点（℃）	-75.5	沸点（℃）	-10
	燃烧热（kJ/mol）	无意义	饱和蒸气压（kPa）	338.42（21.1℃）
	临界温度（℃）	157.8	临界压力（MPa）	7.87
	相对密度	（水=1） 1.43 （空气=1） 2.26		
	外观性状	无色气体，特臭		
	溶解性	溶于水，乙醇		
	稳定性	稳定	避免接触的条件	——
	禁配物	强还原剂、强氧化剂、易燃或可燃物	燃烧产物	氧化硫
	主要用途	用于制造硫酸和保险粉等。		
燃爆特性	燃烧性	本品不燃，有毒，具强刺激性。	建规火险分级	乙
	闪点（℃）	无意义	引燃温度（℃）	无意义
	爆炸下限（V%）	无意义	爆炸上限（V%）	无意义
	危险特性	不燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	灭火方法	本品不燃。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳。		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入		
	急性毒性	LD_{50}：无资料 LC_{50}：6600mg/m^3，1 小时（大鼠吸入）		
	健康危害	易被湿润的粘膜表面吸收生成亚硫酸、硫酸。对眼及呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。大量吸入可引起肺水肿、喉水肿、声带痉挛而致窒息。急性中毒：轻度中毒时，发生流泪、畏光、咳嗽，咽、喉灼痛等；严重中毒可在数小时内发生肺水肿；极高浓度吸入可引起反射性声门痉挛而致窒息。皮肤或眼接触发生炎症或灼伤。慢性影响：长期低浓度接触，可有头痛、头昏、乏力等全身症状以及慢性鼻炎、咽喉炎、支气管炎、嗅觉及味觉减退等。少数工人有牙齿酸蚀症。		
急救措施	皮肤接触	立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。就医。		
	眼睛接触	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。		
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即进行隔离，小泄漏时隔离 150m，大泄漏时隔离 450m，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。从上风处进入现场。尽可能切断泄漏源。用工业覆盖层或吸附/ 吸收剂盖住泄			

	漏点附近的下水道等地方，防止气体进入。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，用一捉捕器使气体通过次氯酸钠溶液。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
操作注意事项	严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿聚乙烯防毒服，戴橡胶手套。远离易燃、可燃物。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、还原剂接触。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。
包装方法	包装类别：O52 包装方法：钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。
储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与易（可）燃物、氧化剂、还原剂、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输注意事项	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运，装运前需报有关部门批准。铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物、氧化剂、还原剂、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。
防护措施	工程控制：严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。 呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴正压自给式呼吸器。眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。 身体防护：穿聚乙烯防毒服。 手防护：戴橡胶手套。 其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。

表 8.1-6 二氧化氮的理化、毒理性质

标识	中文名	二氧化氮	英文名	nitrogen dioxide
	分子式	NO_2	危险货物编号	23012
	分子量	46.01	危险性类别	第 2.3 类　有毒气体
理化特性	熔点(℃)	-9.3	沸点(℃)	22.4
	燃烧热(kJ/mol)	无资料	饱和蒸气压(kPa)	101.32(22℃)
	相对密度	1.45(水=1)；3.2(空气=1)		
	外观性状	黄褐色液体或气体，有刺激性气味。		
	溶解性	溶于水		
	稳定性	稳定	避免接触的条件	——

	禁忌物	易燃或可燃物、强还原剂、硫、磷。	燃烧(分解)产物	氮氧化物
	主要用途	用于制硝酸、硝化剂、氧化剂、催化剂、丙烯酸酯聚合抑制剂等。		
燃爆特性	燃烧性	助燃	建规火险分级	乙
	闪点(℃)	无意义	引燃温度(℃)	无意义
	爆炸下限（V%）	无意义	爆炸上限（V%)	无意义
	危险特性	不会燃烧,但可助燃。具有强氧化性。遇衣物、锯末、棉花或其它可燃物能立即燃烧。与一般燃料或火箭燃料以及氯代烃等反应引起爆炸。遇水有腐蚀性，腐蚀作用随水分含量增加而加剧。		
	灭火方法	本品不燃。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具(全面罩)或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：干粉、二氧化碳。禁止用水、卤代烃灭火剂灭火。		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入		
	急性毒性	LD_{50}：无资料 LC_{50}：126mg/m^3，4 小时(大鼠吸入)		
	健康危害	氮氧化物主要损害呼吸道。吸入气体初期仅有轻微的眼及上呼吸道刺激症状，如咽部不适、干咳等。常经数小时至十几小时或更长时间潜伏期后发生迟发性肺水肿、成人呼吸窘迫综合征，出现胸闷、呼吸窘迫、咳嗽、咯泡沫痰、紫绀等。可并发气胸及纵隔气肿。肺水肿消退后两周左右可出现迟发性阻塞性细支气管炎。慢性作用：主要表现为神经衷弱综合征及慢性呼吸道炎症。个别病例出现肺纤维化。可引起牙齿酸蚀症。		
急救措施	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。若是气体，合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。若是液体，用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。若大量泄漏，构筑围堤或挖坑收容。喷雾状水冷却和稀释蒸汽。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。			
操作注意事项	严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿胶布防毒衣，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。防止气体或蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与还原剂接触。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。			
包装	包装类别：O52；包装方法：钢质气瓶。			

储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 15℃。应与易（可）燃物、还原剂、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输注意事项	用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃可燃物、还原剂、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时禁止溜放
防护措施	工程控制：严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。 呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。 眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。 身体防护：穿胶布防毒衣 手防护：戴橡胶手套。 其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。保持良好的卫生习惯。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

8.2.2. 风险类型识别

本项目主要从事原油/燃料油的储运作业，因此生产过程即原油/燃料油的储运过程。潜在的危险性单元主要有：储罐、油泵及输油管道、码头原油接卸、船舶输送等环节。

8.2.2.1. 罐区储运风险环节

1、储运风险类别

储罐内储存的介质是原油，属于易燃、易爆物质，构成本工程的危险源。如果在装卸、储存和管道输送过程中由于操作不当，设备故障引起易燃可燃物质泄漏，或防火防爆装置缺陷，均可能引起火灾、爆炸事故，带来重大危害，导致环境严重污染，造成巨大经济损失和人员伤亡。

（1）泄漏跑油事故因素分析

①储存过程罐体开裂导致大量油品瞬时外泄

基础沉降不均匀造成罐体开裂。如果储罐基础处理不当造成基础不均匀沉陷，罐体拉裂会导致油品瞬时大量泄漏。

罐体发生脆性破裂会造成油品泄漏。

罐体腐蚀穿孔、开裂也是引起油罐泄漏的重要原因，国内外曾发生多起因油罐底部腐蚀造成的油品泄漏事故。油罐底外部腐蚀主要发生在边缘板与环梁基础接触的一面；罐体内部腐蚀主要发生在焊接热影响区、凹陷及变形处。

②收油、倒罐作业时油罐冒顶外溢

在收油、倒罐作业时，如果油罐液位控制不好、仪表失灵或发生误操作都可能发生冒顶跑油事故。

③浮盘“沉船”造成跑油

浮顶油罐最常见的事故是“沉船”，即浮盘沉没事故，如果处理不及时，油品会沿着浮顶排雨水管线向外跑油。

④管线、管件、阀门泄漏导致跑油

综上所述，在油品储存、倒罐的任何一个过程如果处理不当都存在发生泄漏、跑油的可能性，而管线、阀门时跑油事故的高发区。

（2）火灾爆炸事故因素分析

由于罐区储存可燃介质量较大，因此罐区发生火灾时一般火势猛烈，火焰温度高，辐射热强，油料易沸溢，燃烧和爆炸往往交替进行，储罐遭到破坏和变形，油品可能外溢漫流扩散燃烧。

①在油罐清洗、通风和动火补焊过程中，未排净可燃气体的空罐在遇明火或高热时，油罐内的油气发生爆炸，把罐顶或整个油罐破坏。

②一旦一个油罐着火后，由于油品热值高，辐射热大，油罐内的油品加速蒸发，油气漂流至着火罐便被引燃或引爆。若着火罐严重变形或罐体开裂，油料四处漫流燃烧，也会扩大火灾范围。

③本工程油罐全部采用外浮顶结构，正常条件下浮顶与油品接触，罐内几乎没有气相空间。其火灾通常表现为环形密封处的局部火灾。外浮顶油罐发生全面积敞口火灾的几率很小，但国外有浮顶下沉并伴随火灾发生形成储罐全面积敞口火灾的案例。大型储罐全面积敞口火灾难于扑救，损失也非常大。油罐燃烧烟气扩散范围也比较广。

引起罐区火灾、爆炸事故的火源分布比较广，包括明火、电气火花、雷电、静电、摩擦、撞击产生的火花、机动车尾气火花引发的火灾、爆炸。

2、事故处理过程伴生/次生污染

根据本项目的特点，可能发生的风险事故主要是原油储罐区原油泄露，伴发的挥发油气体对环境的影响以及火灾爆炸过程中次生的燃烧烟气（油气、SO_2、NO_2、CO）对环境的影响，事故处理过程中消防水以及事故漏出原油伴生/次生的环境影响。

（1）消防冷却水及消防泡沫液

考虑到一旦在原油储罐上发生火灾，对原油储罐灭火产生的消防泡沫液和辅助对着火储罐的消防冷却水会携带部分油品（相邻储罐的消防冷却水不易被污染），若不能及时得到有效地收集和处置将会最终入海，对相邻海域的水环境造成不同程度的污染。为此，本评价将事故发生后产生的消防水作为事故处理过程中的次生污染予以考虑，并对其提出了相应的削减和防范措施。

（2）事故所泄漏原油及被污染物

原油泄漏事故发生后，泄漏原油以及被原油污染的物体等如不能及时有效处理，将会对周边环境、地下水环境造成二次污染。为此，必须对泄漏的油品及被污染物进行及时有效的收集处置。

3、事故连锁效应分析

本项目可能发生的事故连锁效应为：如果在一个原油储罐上发生火灾，产生连锁反应波及到邻近储罐也发生火灾事故。为避免事故连锁效应发生，本项目罐区的总平面布置已严格按照石油库设计规范和消防安全的要求进行设计，罐组内储罐间的防火间距按照 0.4D 布置，并在储罐间设置隔堤、罐组外设置防火堤。在各原油储罐均配置了相应的喷淋冷却及泡沫灭火装置，各功能分区布置，各功能区、罐组之间设环形通道，并与外界道路相连，有利于安全疏散和消防。因此原油储罐发生火灾后，原油储罐间发生连锁效应的可能性较小。

为防止和减少连锁效应的发生，根据还需要企业制定较为可靠的应急预案，一旦发生事故要及时反应、迅速出警、及时完成事故的安全处置。

8.2.2.2. 管线工程运输潜在危险性识别

管线工程涉及的生产设施主要是输油管道。其中，输油管道涉及的危险性物料输送量大，对管道的承压、密封和耐腐蚀要求较高，存在因管道破裂发生物料泄漏的可能。

本工程管道输送介质具有易燃的特点，在设计、施工、运行管理过程中，可能存在设计不合理，施工质量问题、腐蚀等因素，可能造成阀门、仪器仪表、管线等设备设施及连接部位油品泄漏而引起火灾、爆炸事故。

1、设计不合理

（1）材料选材、设备选型不合理

在确定管件、阀门、机械设备、仪器仪表材料时，未充分考虑材料的强度，若管线的选材不能满足强度要求，管道存在应力开裂风险。

（2）管线布置、柔性考虑不周

管线布置不合理，造成管道因热胀冷缩产生变形破坏或振动；管道弯头的设置、弹性敷设、温差变化等，对运行管道产生管道位移具有重要影响，柔性分析中如果未充分考虑或考虑不全面，将会引起管道弯曲、拱起甚至破裂。管内介质不稳定流动产生的管道振动也可能导致管道位移。

（3）结构设计不合理

在管道结构设计中未充分考虑使用后定期检验或清管要求，造成管道投入使用后不能保证管道内检系统或清管球的通过，而不能定期检验或清污；或者管道、压力设备结构设计不合理，难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

（4）防雷、防静电设计缺陷

如果防雷、防静电设计不合理、设计结构、安装位置等不符合法规、标准要求，会给本工程造成重大安全隐患。

2、腐蚀、磨蚀

管道内壁腐蚀是由于输送介质中含有水分和酸性气体（如 H_2S、CO_2 等）等造成的。油品中含有的痕量水分冷却后能在管壁中形成一层水膜，遇酸性气体形成酸性水溶液，对管内壁严重腐蚀，造成管道破坏。管道外壁腐蚀与所处环境有

关。腐蚀有可能大面积减薄管的壁厚，导致过度变形或爆破，也有可能导致管道穿孔，引发漏油事故。

3、疲劳失效

管道、设备等设施在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。所谓交变应力即为因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。交变应力引起的破坏与静应力引起的破坏现象截然不同，经过长时间反复作用，也会发生突然破坏。管道经常开停车或变负荷，系统流动不稳定，产生管道振动等均会产生交变应力。而管道等设施在制造过程中，不可避免的存在开孔和支管连接、焊缝缺陷，这些不连续造成应力集中。交变应力的作用将在这些部位产生疲劳裂纹，裂纹逐渐扩展贯穿壁厚后，会导致油品泄漏或火灾、爆炸事故。

8.2.2.3. 码头接卸及船舶运输风险环节

根据本项目涉及的原油/燃料油接卸、船舶输送等环节，在类比同类项目事故风险的基础上，确定本项目风险类型为：原油泄漏、燃料油泄漏和火灾导致的伴生/次生污染。

8.2.2.4. 风险类型

本项目可能涉及的主要风险类型见下表。

表 8.1-7 本项目涉及的主要风险类型及特征

风险类型	工艺环节	事故危害	可能造成事故的原因简析
船舶燃料油	施工期船舶事故	污染海域	施工期燃油加载泄漏、施工船舶与周边码头船舶碰撞事故
原油泄漏	油船航行、靠泊码头	污染海域	①油船航行中，发生与其它船舶碰撞等事故，导致漏油。 ②码头前沿附近海域，由于操作失误码，油船与其它船舶发生碰撞，导致原油泄漏； ③油船在靠、离码头过程中，因操作不当，或因水文、气象条件不良等原因，原油与码头碰撞，导致原油泄漏；
	原油接卸	污染海域	①输油臂选型不当、质量低劣、接头变型，导致原油泄

		油气蒸发 人员中毒	漏； ②法兰密封不良而出现漏油； ③作业人员违章作业，造成管道超压破损或直接跑油； ④船、码头、库区三方之间通信联络有误或衔接不当，导致跑油； ⑤码头装卸工艺控制系统发生故障，导致误运作或控制失灵，引发漏油事故。
	输送管道	油气蒸发 污染土壤和地下水 污染海域	①管道选型不当、质量低劣、焊接质量差、柔性考虑不足，导致漏油； ②管道系统因腐蚀、磨损而造成管壁减薄穿孔，伸缩节渗油、导致漏油； ③疲劳时效，造成管道超压破损导致漏油。
	储罐		①储罐破损、浮顶沉船 ②泵、阀门失灵 ③操作失误
船舶燃料油泄漏	加油作业、航修、航行、码头靠泊	污染海域	①供油作业，操作失误 ②供油软管等设备故障，造成燃油泄漏 ③船舶碰撞，造成燃油泄漏 ④锚地航修，操作失误，造成燃料油泄漏
火灾伴生/次生污染事故	码头装卸 储罐作业	油气蒸发 燃烧烟气 污染土壤和地下水 次生污染	①设备检修过程中，违章进行焊接、切割等动火作业，易引发火灾爆炸事故； ②静电放电点燃油气，导致火灾爆炸事故； ③电气设备设施存在质量缺陷或操作不当，产生电火花或电弧，可能点燃原油或蒸气，导致火灾爆炸事故； ④油船、码头附近出现明火，可能点燃蒸气，导致火灾爆炸事故。 ⑤雷击事故

8.2.3. 历史事故统计分析

8.2.3.1. 船舶事故统计

1、船舶交通事故

根据现有资料，对烟台海事局辖区2009～2018年船舶交通事故进行了统计，事故统计表见下表。从时间分布上看，烟台港附近海域2009～2018年事故数基本呈现逐年下降趋势，2015年后基本无船舶交通事故。这与烟台海事局辖区通航环境改善、管理技术水平提高等因素密切相关。

表 8.1-8 烟台海事局辖区船舶交通事故统计（2009～2018）单位：起

年度	碰撞	触礁	触损	搁浅	沉没	风灾	火灾爆炸	浪损	其他	合计
2009	12	0	9	6	3	0	3	1	2	36
2010	13	0	6	5	0	0	0	0	1	25
2011	5	0	0	0	1	0	1	0	0	7
2012	4	1	1	1	0	0	2	0	1	10
2013	5	0	0	0	1	0	3	0	0	9
2014	3	0	0	2	2	0	0	0	0	7
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	39	1	16	12	5	0	9	1	4	87

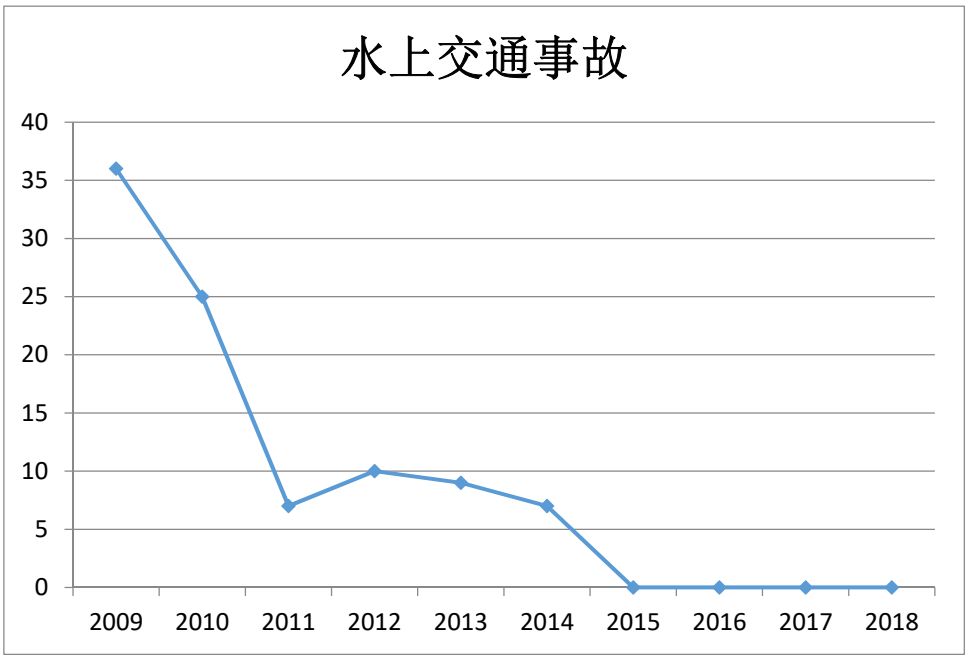


图 8.1-2 船舶交通事故逐年趋势图

烟台港附近海域2009～2018年船舶交通事故分类统计见下图。结果显示，碰撞、触损和搁浅在船舶交通事故中占比较大。

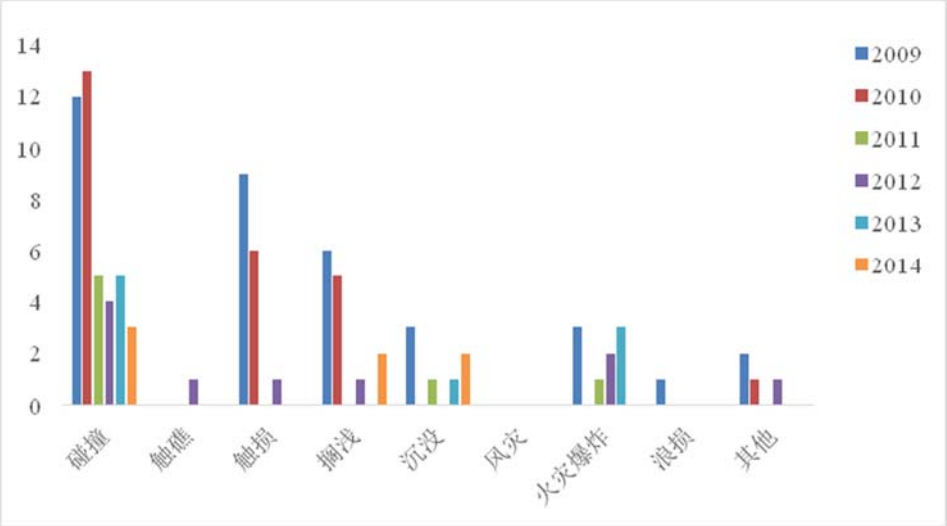


图 8.1-3 2009～2018 年烟台海事局辖区船舶交通事故分类统计图

船舶交通事故地点分布见下图，可见，港区内水域发生的船舶交通事故主要分布于芝罘湾港区和龙口港区，占比分别为37.7%和28.3%；港外水域发生的船舶交通事故主要分布于长山水道及附近水域、渤海海峡以东辖区水域，占比分别为39.1%和37.7%。西港区船舶污染事故发生较少，仅占辖区内事故总数的4.7%。

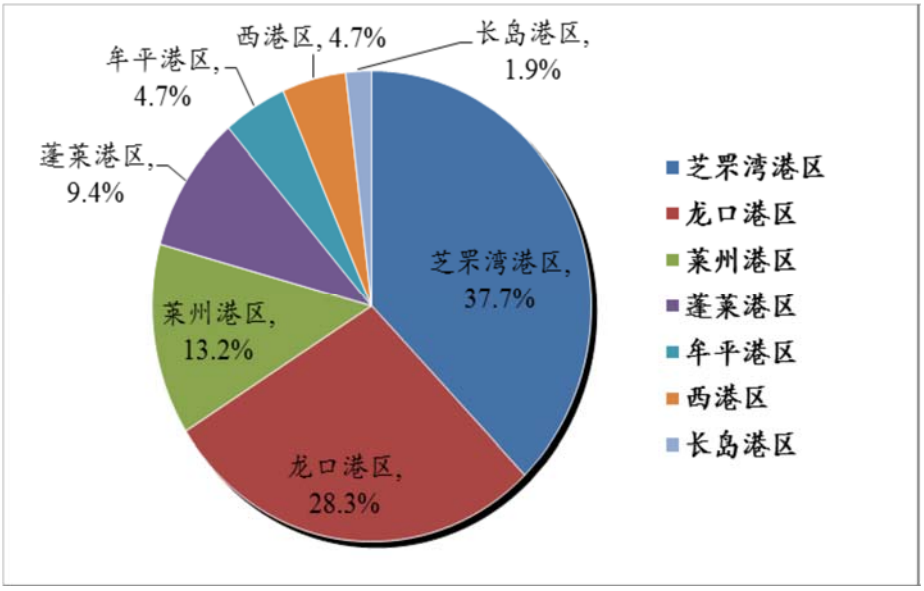


图 8.1-4 各港区港口水域事故

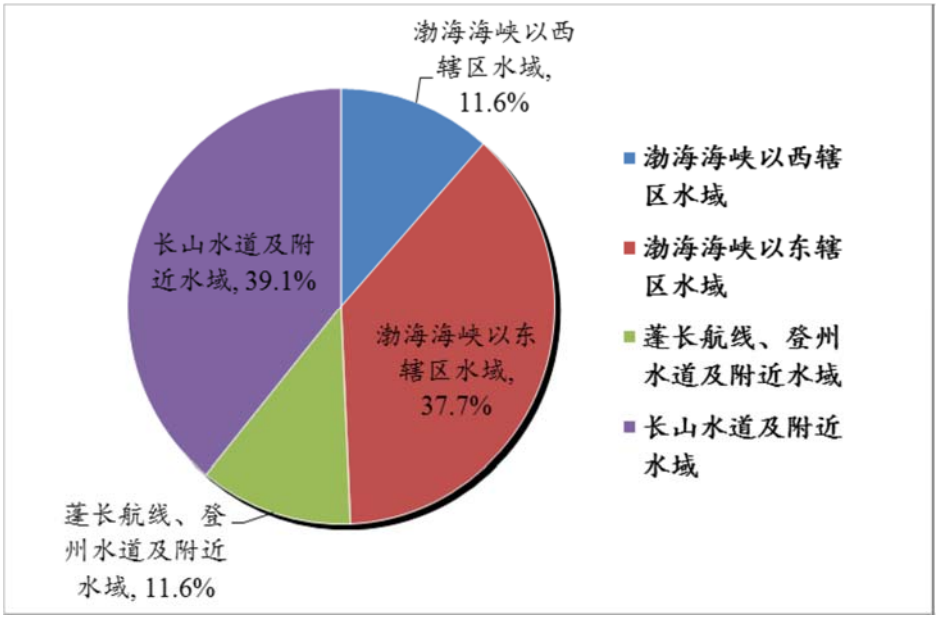


图 8.1-5 港外水域事故分布

2、船舶污染事故

从事故类型来分析，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原因又可分为违章排放、误操作、设备故障等。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。烟台海事局辖区在1991～2017年期间发生的溢油事故统计见下表。共发生海难性事故13起，占总溢油事故的35.1%，其中沉没10起、搁浅2起、碰撞1起；操作性事故为24起，占总溢油事故的64.9%。其中违章排放10起，占操作性事故的41.7%；误操作11起（含加注燃油误操作事故3起），占操作性事故的45.8%；设备故障导致泄漏事故3起，占总事故的12.5%。从统计结果可以看出，操作性污染事故的主要原因为误操作、其次是违章排放和设备故障。从时间上看，2012年后，烟台辖区内未发生10t以上的溢油事故。

从污染事故规模来分析，烟台海事局辖区 1991～2017 年 27 年间溢油事故共记录有 37 起。其中 50t 以上的溢油事故共 7 起，全部为海难性事故，占总事故的 18.9%，其中，沉船事故 5 起，搁浅 2 起；5～50t 溢油事故 9 起，占总事故的 24.3%，其中，沉没 3 起，违章排放 2 起，机舱进水、破损泄漏事故 3 起，误操作事故 1 起；1～5t 溢油事故 4 起，占总事故的 10.8%，其中违章排放 3 起，污油泄漏 1 起。1t 以下溢油 17 起，占总事故的 46.0%。

表 8.1-9 烟台辖区船舶污染事故统计（1991～2017 年）

50t以上溢油事故						
序号	发生时间	船名	国籍	事故地点	主要原因	溢油量
1	1992.09.01	林海 1 号	中国	荣成湾	沉没	300t
2	1992.10.03	曼得利	巴拿马	38°25′44″N, 119°54′35″E	沉没	130t
3	1994.08.16	烟救油 2	中国	荣成湾	搁浅	100t
4	1995.04.13	安哥拉	巴拿马	36°51′48″N, 122°40′58″E	沉没	460t
5	1995.05.01	浙普油 31	中国	N 38°30′, E 121°02′	沉没	400t
6	1995.04.12	亚洲希望	巴拿马	成山头水域	沉没	410t
7	2007.03.04	山姆 MMM GALVESTON GALVESTON	马来西亚	烟台夹岛(N 37º 34.393′, E 121º30.767′)	搁浅	130t
5～50t 溢油						
8	1994.04.01	凤凰 35	中国	成山头水域	沉没	35t
9	1994.04.15	鲁蓬渔 1121	中国	威海港外	沉没	30t
10	1993.01.10	鲁荣海 17	中国	38°31′, 122°01′	沉没	16t
11	2009.03.16	JIN LE98	巴拿马	龙口港	误操作导致棕榈油泄漏	10t
12	1996.01.18	海龙	泰国	烟台港海运公司船厂坞道	拉坞时油舱破损泄漏	10t
13	2000.06.18	冷藏 1	利比里亚	烟台港 26#泊位	违章排放机舱污油约	10t
14	1994.01.28	南稀		烟台港	机舱进水	7.5t
15	1991.08.15	烟光 3 号	中国	烟台渔轮厂	违章排污	6t
16	1995.06.27	引水员	巴拿马	烟台港 24#泊位	机舱污油水泄漏	6t
1～5t 溢油						
17	1996.07.26	NORDSCOUT	塞浦路斯	烟台港 15b 泊位	违章排放残油	3t
18	1991.07.31	联期	英国	烟台港 17#泊位	违章排放机舱污油水	3t
19	1995.08.06	汤母斯希望	马耳他	烟台港 16#泊位	污油泄漏	1.2t

20	1997.10.2	卡富司商人	塞浦路斯	烟台港 23#泊位	违章排放舱底水	1t
1t 以下溢油						
21	2008.09.21	金华夏 158	中国	长山水道	沉船溢油	0.5t
22	1995.08.13	紫云山	中国	烟台港 17#泊位	误排放机舱污油	0.5t
23	2001.04.07	A.耐克	塞普路斯	烟台港 15#泊位	违法排放机舱污油水	0.5t
24	2006.03.05	港龙运 3	中国	38°23′7″N，121°11′8″E	碰撞致使货油泄漏	0.2t
25	2006.06.10	华佗	中国	烟台港 34#泊位	违法排放机舱污油水	0.2t
26	2001.09.13	奥库	中国	栾家口港客滚泊位	违法排放污油水	120kg
27	2001.07.20	京鲁 3 号	中国	蓬莱新港 1#泊位	违法排放机舱污油水	85kg
28	2001.08.17	通利	巴拿马	烟台港 15#泊位	机舱污油水驳往污水柜时，舷外阀关闭不严，污油水泄漏	15kg
29	1995.05.04	森海 3 号	中国	烟台港 26#泊位	加油时燃油泄漏	20kg
30	2001.06.27	丽鹰	越南	烟台港	卸货时货油管线破裂	10kg
31	1995.06.15	鲁冷 3 号	中国	烟台港 K4 泊位	加油时燃油泄漏	5kg
32	2001.04.12	辽旅渡 1	中国	莱州港 4#泊位	违法排放机舱污油水	5kg
33	2003．04．27	尤利斯	柬埔寨	烟台港 63 泊位	操作失误	小事故/轻微污染
34	2003．06．30	BROTHER 2	玻利维亚	烟台港 2#泊位	操作失误，致使柴油经日用油柜透气口溢出，流入海中，造成港区水域污染。	小事故/轻微污染
35	2003.09．26	京冷 2	中国	烟台港渔业公司码头	加装燃油过程中发生溢油事故	小事故/轻微污染
36	2003．11．25	云油 2	中国	烟台航道局码头	0#柴油调驳作业时，因舱满溢油发	小事故/轻微污

					生污染事故，造成海面轻微污染	染
37	2007．5．12	金玫瑰 GOLDEN ROSE	韩国	烟台北部海域 38°14′N, 121°41′E	碰撞沉没	轻微污染

统计1991～2017年烟台辖区溢油事故资料，码头泊位溢油24起，占64.9%，港外水域溢油13起，占总数的35.1%。

8.2.3.2. 罐区事故统计及分析

罐区一般都具有储存量大，储存物料易燃、易爆，收发操作复杂等特点，其事故风险相对较大，参考《油库 1050 例安全事故数据的统计分析》（范继义，《石油库与加油站》，2003.12，Vol.12（6））对国内外 1050 例事故进行的统计分析，找出目前罐区发生的主要事故类型、事故多发部位、事故原因和事故后果，为项目最大可信事故的辨识提供依据。

典型事故案例：

1989年8月12日，石油天然气总公司管道局胜利输油公司黄岛油库老罐区，2.3万立方米原油储量的5号混凝土油罐爆炸起火，大火前后共燃烧104小时，烧掉原油4万多立方米，占地250亩的老罐区和生产区的设施全部烧毁，这起事故造成直接经济损失3540万元。在灭火抢险中，10辆消防车被烧毁，19人牺牲，100多人受伤。

2013年6月2日，中石油大连石化分公司发生油渣罐爆炸事故，先后有两个装有残留柴油的油罐爆炸，造成至少2人失踪、2人受伤。

2015年7月16日上午7时38分，日照岚山虎山潘家村石大科技石化有限公司1000立方米液态烃球罐起火并发生爆炸，消防调集9个消防中队，23辆消防车、138名消防官兵到场全力扑救，当场确认没有伤亡。该爆炸事故被认定为生产安全责任事故。事故直接原因是石大科技公司油品储运车间违规进行倒罐作业，在切水作业过程中无人现场监守，致使液化石油气在水排完后从排水口泄出，遇点火源引起着火爆炸。

事故统计分析

1、按事故类型进行统计

将罐区事故分为着火爆炸、油品流失、油品变质、设备损坏（只统计造成设备损坏而未引发其他事故的案例）和其他五类。其中着火爆炸和油品流失两类事故占 70.4%，着火爆炸事故占 42.4%，油品流失占 28.0%；其他类事故中，铁路油罐车推动时发生滑移的情况较多。

表 8.1-10 罐区事故类型统计表

类型	着火爆炸	油品流失	油品变质	设备损坏	其他	合计
案例数	445	294	195	62	54	1050
比例%	42.4	28.0	18.6	5.9	5.1	100

2、按事故发生的部位进行统计

罐区事故发生部位主要分为油罐、油车（含铁路油罐车、汽车油罐车、油船等）、油泵、管线、油桶、其他六个部位，其中前五个部位占 86.2%。

表 8.1-11 罐区事故发生部位统计表

类型	油罐		油车		油泵		管线		油桶		其他		合计
	案例	%	案例	%	案例	%	案例	%	案例	%	案例	%	
着火爆炸	114	23.8	88	6.1	54	62.8	41	25.8	26	74.3	122	84.1	445
油品流失	165	34.4	8	5.5	15	17.4	104	65.4	2	5.7	0	0	294
油品变质	129	26.9	38	26.2	12	14.0	7	4.4	6	17.1	3	2.1	195
设备损坏	50	10.4	9	6.2	0	0	1	0.6	0	0	2	1.4	62
其他	22	4.6	2	1.4	5	5.8	6	3.8	1	2.9	18	12.4	54
合计	480	45.7	145	13.8	86	8.1	159	15.2	35	3.4	145	13.8	1050

由上表的统计结果可见，罐区主要事故多发部位为油罐区、管线以及油车（包括铁路油罐车、汽车油罐车、油船等）和其他。其中，油罐发生事故时，又以油品流失、油品变质和着火爆炸为主要事故类型；管线发生事故时，以油品流失和着火爆炸为主要事故类型；油车发生事故时，则以油品变质、设备损坏和着火爆炸为主要事故类型；其他发生事故时，以着火爆炸为主要事故类型。

3、按事故原因进行统计

罐区中油品和油气失控时罐区着火爆炸事故的主要原因。停机的事故中由这两类事故原因引起的事故比例占 93.7%。

表 8.1-12 罐区着火爆炸事故原因统计表

部位	油气	油品	其他	合计
案例数	337	80	28	445
比例%	75.7	18.0	6.3	100

油品流失的原因主要有阀门使用管理不善、脱岗失职、设备腐蚀穿孔、施工和检修遗留的隐患（工程隐患）、发动机机油泵胶管脱落（胶管脱落）、其他六类，其中，阀门管理不善、工程隐患和脱岗失职是油品流失事故的主要原因，占事故总数的 75.2%。

表 8.1-13 罐区油品流失事故原因统计表

部位	阀门	脱岗失职	腐蚀穿孔	工程隐患	胶管脱落	其他	合计
案例数	119	44	19	58	9	45	294
比例%	40.5	15.0	6.5	19.7	3.0	15.3	100

罐区其他事故主要包括中毒、伤亡、自然灾害和其他四类。

表 8.1-14 罐区其他事故原因统计表

部位	中毒	伤亡	自然灾害	其他	合计
案例数	19	18	11	6	54
比例%	35.2	33.3	20.4	11.1	100

4、按事故后果统计

罐区事故后果中只统计了人员伤亡和中毒的情况，其中，以着火爆炸和其他类事故的伤亡人数较多；油品变质事故的伤亡主要是指煤油中混入汽油销售后发生着火爆炸造成的。

表 8.1-15 罐区其他事故原因统计表

项目	死亡	重伤	轻伤	合计
着火爆炸	390/2	175/0	775/25	1340/27
油品流失	0/0	0/0	0/28	0/28
油品变质	5/0	14/0	77/0	96/0
其他	37/21	20/15	57/49	114/85
合计	432/23	209/15	909/102	1550/140

注：*/*代表伤亡人数/中毒伤亡人数

根据上表分析可知，罐区事故预防重点主要是着火爆炸和油品流失事故；事故预防重点区域应是油品储罐区、管线储运系统以及收发油作业区；事故预防重点设备是储罐、管线（含阀门）、设备防腐。

8.2.3.3. 管道泄漏事故统计

根据欧美国家对输油管道事故严重程度的划分标准，事故一般被划分为三类模式，即泄漏、穿孔和破裂。美国和欧洲 70 年代～80 年代的统计数据显示，在所有的输油干线管道事故中，泄漏占 40%～80%，穿孔占 10%，破裂占 1%～5%。

1、美国管线事故统计

美国不同地点发生泄漏事故的出现频率统计表明，在农业区和未开发区事故率高，而水域管道事故在总事故率中所占比例最低。

从事故成因看，外力作用（如人为破坏）、腐蚀、误操作及设计、施工缺陷、材料缺陷等 15 种原因占总事故累积频率的 91.8%，其中腐蚀、第三方活动(包括破坏)和机械失效排在前面；由自然灾害引发的管线事故，包括暴雨、洪水、冷天气破坏、闪电及地震、滑坡引起的塌陷等只占 3.39%。由此可见，可控的事故概率较高，不可控的自然灾害事故概率低。

1996-2005 年期间长输管线不同泄漏类型的综合事故率统计结果列于下表，结果表明，第三方活动(外力损伤)和腐蚀的发生概率很高。

表 8.1-16 美国输油管道运营事故统计(1996 年～2005 年)

序号	事故原因	10 年内事故统计	占总事故的比例（%）
1	外力损伤	581	30.56
2	腐蚀	523	27.51
3	其他原因	496	26.09
4	误操作	107	5.63
5	管子缺陷	98	5.16
6	焊道缺陷	54	2.84
7	泄压设备	42	2.21
总计		1901	100

表 8.1-17 美国输油管道运营事故统计(1996 年～2005 年)

序号	事故原因	10 年内事故统计	占总事故的比例（%）
1	其他事故	265	1.29×10^{-4}
2	操作人员事故	43	1.1×10^{-5}
3	自然损坏	20	1.0×10^{-5}

4	其他外力	18	9.0×10^{-6}
5	船锚	4	2.0×10^{-6}
6	冲刷	3	1.0×10^{-6}
7	滑坡	3	1.0×10^{-6}
8	下沉	3	1.0×10^{-6}
9	冰冻隆胀	3	1.0×10^{-6}
10	捕鱼作业	3	1.0×10^{-6}
11	地震	0	0

由上表可以看出，首位事故原因—外部干扰事故导致穿孔泄漏，第二位事故原因—施工和材料缺陷的泄漏类型以断裂居多，第三位事故原因—腐蚀导致穿孔和针孔/裂纹，很少引起断裂；由于地层位移而造成的故障通常是由于受到非常大的力而形成穿孔或断裂；由其它原因造成的事故主要是针孔、裂纹类事故。

通过对不同国家、地区输油管道的事故原因，发现尽管不同国家事故原因所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷三大原因，并且外部影响是造成世界输油管道事故的主要原因。

2、我国典型管线事故

本工程输油管道的设计范围仅是罐区与码头之间输油管道及罐区内部管线连接的管道，不属于长距离管道运输。输油管线发生事故的案例较少，其中典型案例是：大连港原油管线爆炸泄漏事故、青岛市中石化东黄输油管道泄漏爆炸事故。

（1）大连港原油管线爆炸泄漏事故

2010 年 7 月 16 日，位于辽宁省大连市大连保税区的大连中石油国际储运有限公司原油罐区输油管道发生爆炸，造成原油大量泄漏并引起火灾。7 月 26 日国家安全监管总局和公安部共同发布《关于大连中石油国际储运有限公司“7·16”输油管道爆炸火灾事故情况的通报》，“7·16”输油管道爆炸火灾事故初步原因是：在“宇宙生石”油轮已暂停卸油作业的情况下，辉盛达公司和祥诚公司继续向输油管道中注入含有强氧化剂的原油脱硫剂，造成输油管道内发生化学爆炸。通报称，事故暴露出以下主要问题：

①是事故单位对所加入原油脱硫剂的安全可靠性没有进行科学论证。

②是原油脱硫剂的加入方法没有正规设计，没有对加注作业进行风险辨识，没有制定安全作业规程。

③是原油接卸过程中安全管理存在漏洞。指协调不力，管理混乱，信息不畅，有关部门接到暂停卸油作业的信息后，没有及时通知停止加剂作业，事故单位对承包商现场作业疏于管理，现场监护不力。

④是事故造成电力系统损坏，应急和消防设施失效，罐区阀门无法关闭。

另外，新港港区内原油储罐危险化学品大型储罐集中布置，也是造成事故险象环生的重要因素。

（2）青岛市中石化东黄输油管道泄漏爆炸事故

2013 年 11 月 22 日，位于山东省青岛经济技术开发区的中国石油化工股份有限公司管道储运分公司东黄输油管道泄漏原油进入市政排水暗渠，在形成密闭空间的暗渠内油气积聚遇火花发生爆炸。根据《山东省青岛市“11•22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故调查报告》，事故原因包括：

①直接原因

输油管道与排水暗渠交汇处管道腐蚀减薄、管道破裂、原油泄漏，流入排水暗渠及反冲到路面。原油泄漏后，现场处置人员采用液压破碎锤在暗渠盖板上打孔破碎，产生撞击火花，引发暗渠内油气爆炸。

②间接原因

中石化集团公司及下属企业安全生产主体责任不落实，隐患排查治理不彻底，现场应急处置措施不当；青岛市人民政府及开发区管委会贯彻落实国家安全生产法律法规不力；管道保护工作主管部门履行职责不力，安全隐患排查治理不深入；开发区规划、市政部门履行职责不到位，事故发生地段规划建设混乱；青岛市及开发区管委会相关部门对事故风险研判失误，导致应急响应不力。

综上最主要的原因是由于设备故障、操作失误，可能产生火灾爆炸事故的主要原因如下：

（1）泄漏引起火灾爆炸

管道质量因素泄漏，如设计不合理，管道的结构、管件与阀门的连接形式不

合理或螺纹制式不一致，未考虑管道受热膨胀问题；材料本身缺陷，管壁太薄、有砂眼，代材不符合要求；加工不良，冷加工时，内外壁有划伤；焊接质量低劣，焊接裂纹、错位、烧穿、未焊透、焊瘤和咬边等；阀门、法兰等处密封失效。

管道工艺因素泄漏，如管道中高速流动的介质冲击与磨损；反复应力的作用；腐蚀性介质的腐蚀；长期在高温下工作发生蠕变；低温下操作材料冷脆断裂；老化变质；高压物料窜入低压管道发生破裂等。

外来因素破坏，如外来飞行物、狂风等外力冲击；设备与机器的振动、气流脉动引起振动、摇摆；施工造成破坏；地震，地基下沉等。

操作失误引起泄漏，如错误操作阀门使可燃物料漏出；超温、超压、超速、超负荷运转；维护不周，不及时维修，超期和带病运转等。

（2）油品在装卸作业时，若流速过快容易产生静电，在雷暴等条件下可能引发火灾燃烧。

（3）码头位于海边，空气湿度较大，金属设备在外壁易受到不同程度的腐蚀。另外，装卸介质的化学特性和腐蚀性，对于装卸臂内壁及配套的连接管线和阀门也会产生一定的腐蚀作用。一旦腐蚀穿孔造成油品、易燃化学品泄漏，遇到火源易引发火灾燃烧事故。

（4）管道内形成爆炸性混合物

在检修和开车时，未对管道进行置换，或采用非惰性气体置换，或置换不彻底，空气混入管道内，形成爆炸性混合物；检修时在管道（特别是高压管道）上未堵盲板，致使空气与可燃气体混合；负压管道吸入空气；操作阀门有误使管道中漏入空气，或使可燃气体与助燃气体混合，遇引火源即发生爆炸。

（5）管道内超压爆炸

管道的超压爆炸与反应容器的操作失误或反应异常有关，冷却介质输送管道出现故障，导致冷却介质供应不足或中断，使生产系统发生超温、超压的恶性循环，最终导致设备、管线发生超压爆炸事故。

在管道中由于产生聚合或分解反应，会造成异常压力。连续排放流体的管道，尤其是排放气态物料的工艺管线，因输送速度降低等因素会导致设备内的物料不能及时排出，从而使设备发生超压爆炸事故。

高压系统的物料倒流入低压管道，造成压力增加。

（6）管道内堵塞爆炸

输送低温液体或含水介质的管道，在低温环境条件下极易发生结冰“冻堵”，尤其是间歇使用的管道，流速减慢的变径处、可产生滞留部位和低位处是易发生“冻堵”之处。

输送具有粘性或湿度较高的粉状、颗粒状物料的管道，易在供料处、转弯处粘附管壁最终导致堵塞。管道设计或安装不合理，如采用大管径长距离输送或管道管径突然增大，管道连接不同心，有障碍物处易堵塞；物料夹杂过大碎块时易造成堵塞；物料具有粘附物性，若不及时清理，发生滞留沉积等情况，可造成管道堵塞。操作不当使管道前方的阀门未开启或阀门损坏卡死，或接受物料的容器已经满负荷，或流速过慢，突然停车等都会使物料沉积，发生堵塞。

8.2.4. 环境风险事故识别结果

由烟台港风险事故的历史状况及其他港口统计资料可知，本项目易发生风险事故的区域主要位于码头区、航道区、锚地区、陆域储罐区等，事故类型主要有溢油、火灾和爆炸等。各类型事故发生的原因、概率和危害等简要分析如下表所示。

表 8.1-18 风险识别及风险度量表

风险类型	风险因素	风险原因或时段	发生概率	危害
溢油	海上泄漏事故	由船舶相撞、误操作、人为排放、船舶故障等造成	小	大
	管线泄漏	主要由管道接口泄漏、误操作等造成	小	小
	罐区泄漏	主要由罐体结构泄漏、接口泄漏、误操作等造成	小	小
火灾/爆炸二次污染	码头/船舶	主要是人为因素导致	小	中
	罐区	主要由雷击、人为因素	小	特大
	管线	焊接缺陷、管材、施工缺陷和腐蚀；外力	很小	特大

随着本项目的投产，船舶交通运输量的增加和水上原油/燃料油运输量的增加，原油/燃料油泄露的风险也在增加，而且水上泄漏事故具有涉及面广、救援处置难度大等特点，在船舶运输及码头装卸过程中一旦发生泄漏、扩散或火灾爆炸等事故，不仅会造成重大财产损失和人员伤亡，还将造成严重的环境污染和生态破坏，直接影响到沿岸居民生活、工农业用水的安全，社会影响巨大，

并可能造成航道阻塞，阻碍通航。

原油/燃料油输送管线和储罐等陆上风险源一旦发生事故，也会造成严重的环境污染。2010 年大连“7•16”重大溢油事故就是由于输油管道发生爆炸起火，引起储罐燃烧而造成的。2013 年 11 月青岛“11•22”事故则是由于输油管线破裂造成的。从历史溢油事故的发生情况来看，烟台也曾发生过因管线和储罐破裂或渗漏而造成溢油事故的案例。因此，对原油/燃料油输送管线和储罐等陆上风险源同样应给予充分的重视。

8.3. 源项分析

8.3.1. 海域船舶污染事故源项分析

8.3.1.1. 船舶污染事故概率

（1）溢油事故概率事故概率基础值

通过国内外船舶溢油事故历史资料的统计分析，船舶在海上航行时，发生事故的概率非常小，是稀有事件。因此，认为海上航行船舶事故概率服从离散二项概率分布。如果研究海域通过 n 艘次船舶，发生 k 次事故（k=0,1,2,3，….，n），则船舶发生事故的风险概率为：p（k）=$C_n^k p^k q^{n-k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k q^{n-k}$

式中：

p：为每艘船舶发生事故的概率；

q：为每艘船舶不发生事故的概率；

n：为船舶发生事故的次数；

C_n^k-为从 n 艘船舶数中发生事故 k 次数的组合；

将海域不发生船舶事故的置信度取为 95%，则事故概率为：

$$P(k \geq 1) = \sum_{k=1}^{n} C_n^k p^k q^{n-k} \leq 0.95$$

即：P(k=0)=$C_n^0 (1-p)^n = (1-p)^n$

P(k=0)=1-P(k$\geq$1)$\geq$0.05

得：$p \le 1-\sqrt[n]{0.05}$。

当进出港的船舶艘次为 n 时该海域发生船舶事故概率的基础值。

根据统计：烟台港年平均船舶流量为 4557 艘，得到概率基础值 $p=6.5718\times10^{-4}$

（2）操作性污染事故概率预测

依据船舶溢油事故统计结果，发生操作性溢油事故次数在所有船舶溢油事故次数中所占的比例最大，根据烟台港区的统计资料，1991-2017 年的统计资料，操作性事故占总事故的 64.9%。

操作性溢油事故的类型主要是装卸货油、加燃油、设备损坏、违章排放或其他作业。根据国内外船舶污染事故统计结果，操作性事故发生后溢油的可能性为 82.86%。

本码头发生操作性溢油事故的概率为：

P(溢油/操作性事故)= P×0.648×0.8268×船舶艘次

$=6.5718\times10^{-4}\times0.648\times0.8268\times95=0.066898$ 次/a

操作性事故发生频率为 0.033449 次/a，约 30 年发生一次。

（3）海难性污染事故发生概率

随着西港区泊位的陆续投产，特别是吨级较大船舶进出港船次的增大，发生海难性事污染事故的概率大大增加，海难性事故主要原因为碰撞、搁浅等，因此事故的概率和船舶的数量正相关。因此，采用本码头年进出港船次所占烟台港船舶进出港总船次的比例估算本码头的船舶事故概率。

在海难性溢油事故中，事故类型分为碰撞、搁浅、船身破损、沉没、触礁、火灾风灾等。根据统计海损性溢油事故占船舶溢油事故总数的 35.1%，属于较严重的海上溢油事故。根据统计数据，海难事故发生时，有 39.47%可能发生溢油。

本码头发生海难性溢油事故的概率为：

P(溢油/海难性事故)= P×0.351×0.3947×船舶艘次

$=6.5718\times10^{-4}\times0.351\times0.3947\times95=0.0173$ 次/a

海难事故发生频率为 0.0086 次/a，即 116 年发生一次。

8.3.1.2. 船舶污染事故泄漏量分析

1、操作性事故污染量预测

码头在正常操作情况下一般不会发生溢油事故。输油臂是码头的主要设备之一，操作时如失去控制，或船舶漂移超限，将拉坏输油软管造成油品大量泄漏。

本工程的操作性溢油事故风险为码头装卸作业产生的溢油，本次环评以码头装卸作业发生事故作为操作性风险事故源项，一般性船舶泄漏事故作为海损事故源项。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）推荐公式，取保守估计阀门切断反应时间为 1min，最大卸船效率为 13200m^3/h，原油比重为 0.87t/m^3，本次评价保守考虑对于码头管线、输油臂等设施暂不考虑围护设施，据此计算操作性溢油事故源强为 191t。

2、海损性事故污染量预测

①可能最大水上溢油事故溢油量

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），船舶溢油事故中可能最大水上溢油事故溢油量为最大设计代表船型（30 万吨级油船）的 1 个货油边舱的油量。根据表 C.2，30 万吨级油船单个货舱油量（85%载油率）为 14900m^3，约合 12963t（原油比重为 0.87t/m^3）。

②最大可信水上溢油事故溢油量

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），船舶溢油事故中最大可信水上溢油事故溢油量为设计代表船型（30 万吨级油船）所载货油全部泄漏，即 25.5 万 t。

8.3.2. 陆域污染事故源项分析

8.3.2.1. 污染事故概率

1、罐区污染事故概率

最大可信事故指在所有预测的概率不为 0 的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故。通过上述风险识别分析，本项目罐区风险源主要为库区内罐

与罐之间的地上附属管道，故最大可信事故重点考虑储罐发生的火灾以及原油泄漏事故。

原油储罐的最大可信事故概率可以通过故障树（FTA）分析法，确定顶上事件后用概率计算法求得。

从环境安全的角度来看，原油储罐发生火灾，对周边环境所造成的损害是非常严重的。故选择原油储罐发生火灾作为故障树的顶事件。通过对原油储罐的调查分析，了解到原油储罐发生火灾要有两个最直接的原因，其一是原油储罐出现泄漏，油气达到可燃浓度，其二是同时又存在火源，二者并存是发生火灾的必要条件。

对原油储罐出现泄漏油气达到可燃浓度和产生火源进一步分析，直至底事件。并以此作火灾事故的故障树，故障树结构如图8.3-1所示。

对故障树的可靠性参数，使用“故障树分析管理”软件，可以计算出故障树的最小割集。对故障树底事件发生概率数据采用同行业类似设备的一些参考值和专家的估计值，然后计算故障树割集和顶事件的概率。计算得到顶事件的概率是8.7×10^{-5}。因此，本项目设定原油储罐火灾最大可信事故概率为8.7×10^{-5}。

2、管线污染的事故概率

根据国内外管道事故统计结果，输油管道事故率总体水平见下表。

表8.3-1最大可信事故率

国家	事故率（次/km·a）
美国九十年代后	1.7×10^{-4}
前苏联	4.6×10^{-4}
欧洲	6×10^{-4}

本工程管道全长3.4km，以欧洲管道事故率为基础，本工程管道事故总体水平为0.0024次/a，表明本工程在营运期存在发生事故的可能较小，但也必须引起重视，最大限度地降低外部干扰和施工缺陷及材料失效等方面导致事故出现的可能，使管道能够安全平稳地营运。

原油管道发生泄漏后出现火灾的事故率为3.8×10^{-6}，因此本工程发生管道泄漏并引起火灾爆炸概率为9×10^{-9}次/a，这表明此类事故发生概率极低，但仍有可能发生，建设单位应有充分应对此类事故的措施。

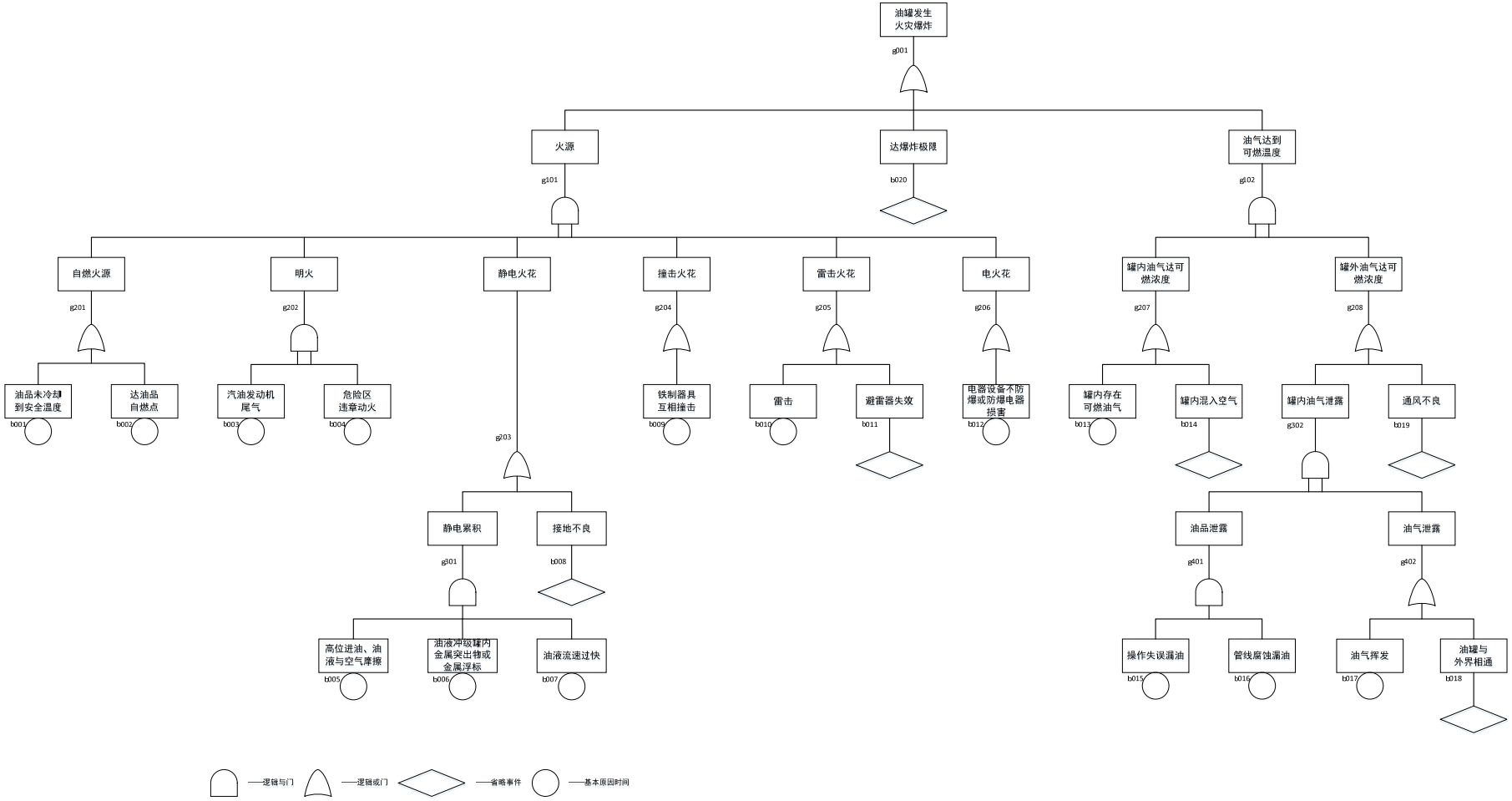


图8.3-1原油储罐火灾事故树

8.3.2.2. 污染事故泄漏

1、储罐泄漏量

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），港区储罐溢油事故溢油量，可能最大泄漏事故溢油量为1个最大储油罐储油量的10%，即13050t；最大可信泄漏事故溢油量为1个最大储油罐储油量的50%，即65250t。

2、管线泄漏

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）推荐公式：

$$Q_2 = \sum_{i=1}^{n} C_i + \sum_{j=1}^{b} (v_j \times t) - \sum_{k=1}^{m} R_k$$

式中：

Q_2——输油管道最大可信溢油量，单位为立方米（m^3）；

n——输油管道的数量；

C_i——第 i 条输油管道的存油量，单位为立方米（m^3）；输油管道在不作业时进行排空处理的，存油量取值为零；对于长输管线，只考虑可紧急关闭的一段管道的存油量；

b ——同时作业的输油管道的数量；

v_j——第 j 条输油管道的输油速率，单位为立方米每小时（m^3/h）；采取自流方式装船的，管道的输油速率按实际取值；无设计输油速率的，按表 3 取值；

t——最快发现时间（可取巡视间隔时间）和最长关闭阀门时间之和，单位为小时（h）；

R_k——第 k 个围护设施、事故池或沟渠管网在事故时仍可围控、储存溢油的容量，单位为立方米（m^3）。

根据设计资料，最大卸船效率为 13200m^3/h，2 根 DN1000 作业管线；管线长度约 3.4km，每 100m 设置一个补偿，管线取保守估计阀门切断反应时间为 3min，原油比重为 0.87t/m^3，本次评价保守考虑对于管线、输油臂等设施暂不考虑围护设施。

①可能最大溢油事故溢油量为 574t

②最大可信溢油事故溢油量为 2896.23t

2、陆域泄漏、二次污染

本项目主体为储罐及库区内罐与罐之间的地上附属管道以及码头与库区之间的运输管道，考虑到管线泄漏概率较低，发生火灾概率更低，因此本次评价最大可信事故重点考虑储罐及码头作业区发生原油泄漏及火灾二次事故。

根据《建设项目环境风险评价技术导则（HJ169-2018）》，以大气毒性弱点浓度作为评价标准，原油的挥发性气体为石油气，对于次生污染物二氧化硫和一氧化碳，结合排放源强及其毒性终点浓度，本次评价以二氧化硫作为代表性因子进行预测。

表8.3-1各风险因子评价标准

风险因子	毒性终点浓度-1（mg/m^3）	毒性终点浓度-2（mg/m^3）
石油气	720000	410000
SO_2	79	2
NO_2		
CO	380	95

（1）原油泄露事故后的非甲烷总烃

当原油发生泄漏时，其泄漏速率为：

$$Q_L = C_{\mathrm{d}} A \rho \sqrt{\frac{2（P - P_0）}{\rho} + 2gh}$$

式中：Q_L-------液体泄漏速度，kg/s；

C_d-------液体泄漏系数，此值常用 0.6-0.64，本项目选为 0.64；

A-------裂口面积，m^2，储罐的最大管线为 DN800，码头装卸区的最大管径为 DN1000，因为，储罐裂口面积取 0.5024m^2，码头面的裂口面积取 0.785 m^2；

ρ-------液体密度，kg/m^3，865kg/m^3；

P-------容器内介质压力，Pa；

P_0-------环境压力，Pa；

g-------重力加速度。

h-------裂口之上液位高度，m，最大液位高度为 21m，码头区取 10 m。

由于本项目为常压储存，计算得出原油的泄漏速率为 5642.65kg/s，码头的泄漏速率为 6084.06 kg/s。

泄漏事故发生后，由于油库周围有隔堤、防火堤，底部有防渗措施，码头装卸区有围坎，因此，对环境影响最大的主要是挥发的非甲烷总烃对大气的影

响。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中推荐，非甲烷总烃的质量蒸发速度按下式计算：

$$Q_3 = a \times p \times M/（R \times T_0）\times u^{(2-n)/(2+n)} \times r^{(4+n)/（2+n）}$$

式中：Q_3-------质量蒸发速度，kg/s；

a，n-------大气稳定系数，见下表；

P-------液体表面蒸气压，15.8KPa；

M-------摩尔质量，本项目取 0.050kg/mol；

R-------气体常数，8.314J/mol·K；

T_0-------环境温度（取年平均气温），286.25K；

u-------风速，m/s；

r-------液池半径，15 万方罐组等效液池半径 54.66m（隔堤面积扣除储罐面积后的等效半径）；15 万方罐组液池面积为 9384m^2，储罐直径为 100 米，隔堤长度为 125m；码头工作平台的液池半径为 20.73m。

表 8.3-2 液池蒸发模式参数

稳定度条件	n	α
不稳定（A，B）	0.2	3.846×10^{-3}
中性（D）	0.25	4.685×10^{-3}
稳定（E，F）	0.3	5.285×10^{-3}

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），二级评价的最不利气象条件为 F 稳定度、1.5m/s 风速、温度 25℃、相对湿度 50%。该气象条件下的原油的蒸发速度见下表。根据计算结果，储罐泄漏后的挥发性有机物的质量蒸发速度明显高于码头装卸区的质量蒸发速度，因此，本次以储罐的风险事故作为典型事故进行预测评价。

表 8.3-3 **原油不同风速及稳定度下质量蒸发速率**

序号	风速	稳定度	蒸发速率 kg/s	
			15 万方储罐	码头装卸区
1	1.5	F	4.03	0.69

2、火灾伴生的燃烧烟气

原油储罐火灾时在原油燃烧过程中会伴生大量的 SO_2 和 NO_2 等污染物，同时由于原油储罐发生火灾后，油品的急剧燃烧所需的供氧量不足，属于典型的

不完全燃烧，因此燃烧过程中还将产生大量 CO，这些污染物均会对周围环境产生影响。

（1）原油燃烧计算公式

原油的沸点高于环境温度，因此，其燃烧速度可根据下式进行计算：

$$m_f = \frac{0.001H_c}{C_p\left(T_b - T_a\right) + H_V}$$

式中：*mf*-------液体单位表面积燃烧速度，kg/(m^2·s)；

Hc-------液体燃烧热；本项目原油取 49.5×10^{6}J/kg；

Cp-------液体的比定压热容；本项目原油取 2072J/（kg·K）；

Tb-------液体的沸点，本项目计算取 473K；

Ta-------环境温度，本项目计算取 298.15K；

H_V-------液体在常压沸点下的蒸发热（气化热），本项目原油取 474×10^{3}J/kg。

（2）SO_2

$$G_{SO2}=2BS$$

式中：G_{SO2}-------SO_2 的产生量，kg/s；

B-------燃油量，kg/s；

S-------原油中 S 元素的含量，1.0%。

（3）NO_2

$$G_{NO2}=1.63\times B\times（N\times\eta_2+0.000938）$$

式中：G_{NO2}-------NO_2 排放量，kg/s；

B-------燃油量，kg/s；

N-------燃油中氮含量，0.14 %；

η_2-------燃油中氮的转化率，40%。

（4）CO

$$G_{CO}=2330q\times C$$

式中：G_{CO}-------CO 的产生量，g/kg,

q-------不完全燃烧百分率，1%；

C-------原油中 C 元素的含量，85%。

计算可得原油的燃烧速度为 0.05725kg/(m^2·s)。假定火灾燃烧持续 4h；隔堤内流散火灾燃烧面积以本项目隔堤面积的 10%计。由此可以估算燃烧过程中储罐由于罐顶火灾和隔堤内流散火灾产生的 SO_2 和 NO_2，以及不完全燃烧所产生的 CO 产生速率。

根据上述公式计算，得出本项目燃烧烟气源强汇总如下：

表 8.3-4 燃烧烟气源强汇总

预测因子	SO_2（kg/s）	NO_2（kg/s）	CO（kg/s）
15 万方储罐	0.95	0.12	0.94

8.4. 海域溢油事故影响分析

8.4.1. 典型情景预测

1、预测模式

在潮流场计算的基础上，把油膜视为一系列质点群，采用拉格郎日质点追踪法计算溢油漂移扩散影响范围，对于某一质点公式如下：

X=X0+（U+ a W10cosA+rcosB）△t

Y=Y0+（V+ a W10sinA+ rsinB）△t

式中：X0、Y0：为某质点初始座标；

U、V：为流速；

W10：为风速；

A：为风向；

a：为修正系数；

r：为随机扩散项，r=RE，R 为 0～1 之间的随机数；

E 为扩散系数；

B：为随机扩散方向，B=2πr。

2、预测情景

由于溢油时间、地点、数量及相应的风、流等众多不确定的随机因素，因此计算不可能将所有情况一一描述清楚。

根据船舶交通事故及船舶污染事故等统计情况，确定码头前沿回旋水域、支航道为港内高风险水域，锚地水域为港外高风险水域，对码头前沿、航道交汇处

及锚地海域中心发生溢油事故进行预测分析；溢油预测考虑为码头前沿为操作性溢油（溢油量取为 574t）、航道交汇及锚地区域为海损性溢油（溢油量取为 12963t）、风况考虑选择正常风况（夏季常风向 SSE 风速 6.5m/s、冬季常风向 N 风速 6.8m/s），预测时长为 72h 或以抵达岸线为准。另外，针对码头周边环境保护目标设置极不利工况，由于码头所在海域西北侧、东南侧均有较为密集的各类水环境保护目标，航道发生溢油事故即是对码头两侧附近海域产生直接极不利影响，为此，仅对较大范围的重要保护目标（芝罘岛群国家级特别海洋保护区、庙岛群岛海豹省级自然保护区）设置极不利工况；极不利工况风速取为最大作业风速 13.8m/s，对芝罘岛群国家级特别海洋保护区假定为低潮时航道交汇处发生溢油事故（风向 NW），对庙岛群岛海豹省级自然保护区假定为高潮时航道交汇处发生溢油事故（风向 SSE），预测情景参见下**表** 8.4-1。

表 8.4-1 预测情景参数表

序号	情景	溢油参数
1	码头前沿涨、落潮冬、夏季常风向风况	574t
2	锚地和支航道交口交汇处涨、落潮冬、夏季常风向风况	12963t
3	支航道交口交汇涨、落潮不利风况	12963t

3、预测结果

按上述预测情景，对夏季常风、冬季常风涨落潮工况及极不利工况进行预测，预测计算结果列于图 8.4-1 至图 8.4-14 及**表** 8.4-2、**表** 8.4-3。

从预测结果图表可以看出，由于烟台海域近岸环境敏感保护目标较为密集，在近岸航道发生溢油事故，油膜都会对下风向的环境敏感保护目标水体或岸滩产生直接不利影响，如果发生大规模溢油事故将会有灾难性的后果。为此，需要加强风险防范，预防溢油事故发生。

表 8.4-2 溢油风险影响范围

溢油位置	风况	潮期	油膜最大漂移距离（km）	油膜扫海面积（km^2）
码头前沿	夏季 SSE 6.5m/s	低潮起（72h）	63.8	358.6
		高潮起（72h）	56.3	516.3
	冬季 N 6.8m/s	低潮起（2h）	3.7	5.4
		高潮起（3h）	2.4	7.0
航道交汇处	夏季 SSE 6.5m/s	低潮起（72h）	63.6	251.3
		高潮起（68h）	60.9	255.7
	冬季 N 6.8m/s	低潮起（22h）	19.0	26.2
		高潮起（5h）	8.4	12.9
锚地中心	夏季 SSE 6.5m/s	低潮起（72h）	65.0	307.1
		高潮起（72h）	64.1	291.5
	冬季 N 6.8m/s	低潮起（72h）	57.5	310.3
		高潮起（72h）	55.8	330.8
航道交汇处	NW 13.8m/s	低潮起（16h）	26.3	64.1
	SSE 13.8m/s	高潮起（35h）	58.5	102.9

表 8.4-3 溢油风险分析表

溢油位置	风况	潮期	对水环境的影响区域
码头前沿	夏季 SSE 6.5m/s	低潮起（72h）	油膜向 NW 漂移，约 8h 经过西港区西北侧筏式养殖区 D 边缘水域，约 48h 进入庙岛群岛海豹省级自然保护区水域，穿越保护区水域继续向 N 漂移
		高潮起（72h）	油膜向 NW 漂移，约 6h 偏向 N，“振荡”向 NW 漂移，约 49h 进入庙岛群岛海豹省级自然保护区水域，穿越大半个保护区水域继续向 N 漂移

	冬季 N 6.8m/s	低潮起（2h）	油膜向岸漂移，油膜将在岸边形成滑动边界，继续沿岸线向 S 滑行
		高潮起（3h）	油膜向岸漂移，油膜将在岸边形成滑动边界，继续沿岸线向 S 滑行
航道交汇处	夏季 SSE 6.5m/s	低潮起（72h）	油膜向 E 偏 S 漂移，约 3h 后折返向 NW，约 39h 进入庙岛群岛海豹省级自然保护区水域，穿越保护区北侧水域继续向 N 漂移
		高潮起（68h）	油膜向 NW“振荡”漂移，约 40h 进入庙岛群岛海豹省级自然保护区水域，穿越保护区水域继续向 N 漂移，约 68h 抵达砣矶岛南侧岸线
	冬季 N 6.8m/s	低潮起（22h）	油膜向 S 偏 E 漂移，约 3h 后折向岸，约 8h 抵达工程南侧附近岸线，然后继续向 S 漂移，约 22h 抵达套子湾筏式养殖区 C 水域内的自然岸线
		高潮起（5h）	油膜向 W 偏 S 漂移，约 5h 抵达西港区防波堤二期工程外侧，油膜将在岸边形成滑动边界，继续沿岸线向 W 滑行进入西港区西北侧筏式养殖区 D 所在水域
锚地中心	夏季 SSE 6.5m/s	低潮起（72h）	油膜向 E 漂移，约 4h 折向 NW，约 60h 进入渤海水域
		高潮起（72h）	油膜向 NW 漂移，约 48h 进入渤海水域
	冬季 N 6.8m/s	低潮起（72h）	油膜“振荡”向 S 偏 W 漂移，约 56h 进入套子湾筏式养殖区 C 水域内，约 72h 抵达养殖区内旅游岸线（金沙滩海滨浴场）
		高潮起（72h）	油膜“振荡”向 S 偏 W 漂移，约 56h 抵达工程南侧附近自然岸线，然后继续向 S 漂移，最终进入套子湾水域
航道交汇处	NW 13.8m/s	低潮起（16h）	油膜向 SE 漂移，约 3h 进入套子湾筏式养殖区 C 水域，穿越养殖区，约 14h 进入芝罘岛群国家级海洋特别保护区水域，约 16h 抵达保护区内自然岸线
	SSE 13.8m/s	高潮起（35h）	油膜向 NW 漂移，约 24h 进入庙岛群岛海豹省级自然保护区水域，穿越保护区水域继续向 N 漂移，约 35h 抵达砣矶岛南侧岸线

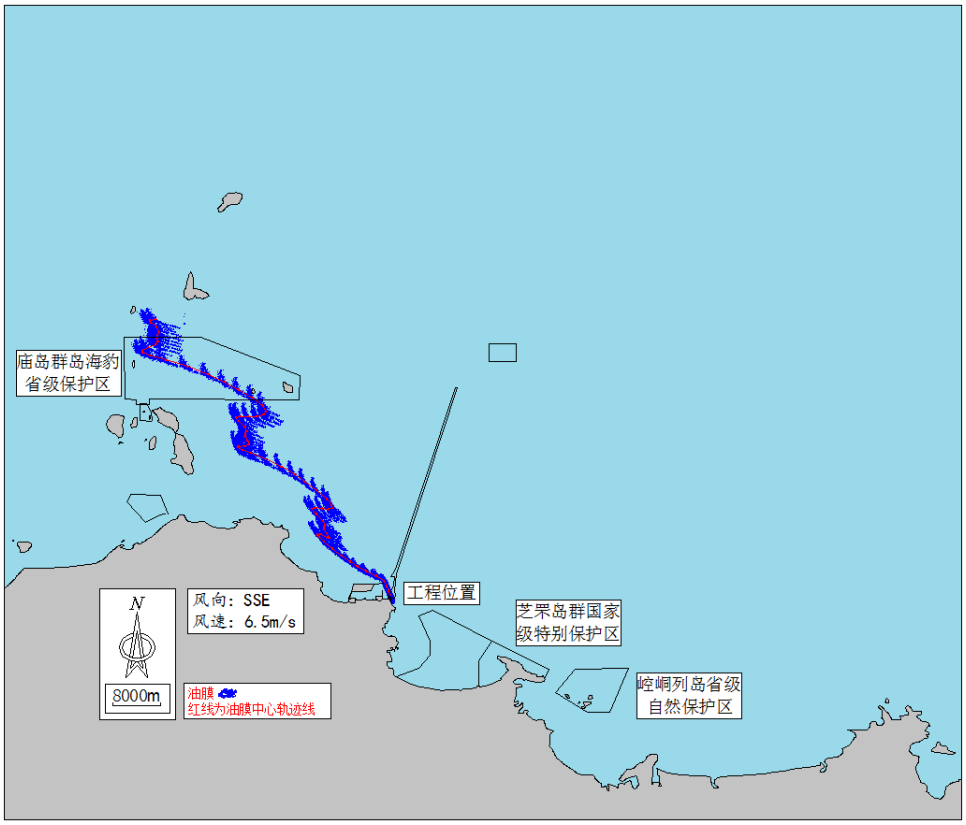


图 8.4-1 溢油油膜影响过程（码头前沿、低潮、夏季常风）

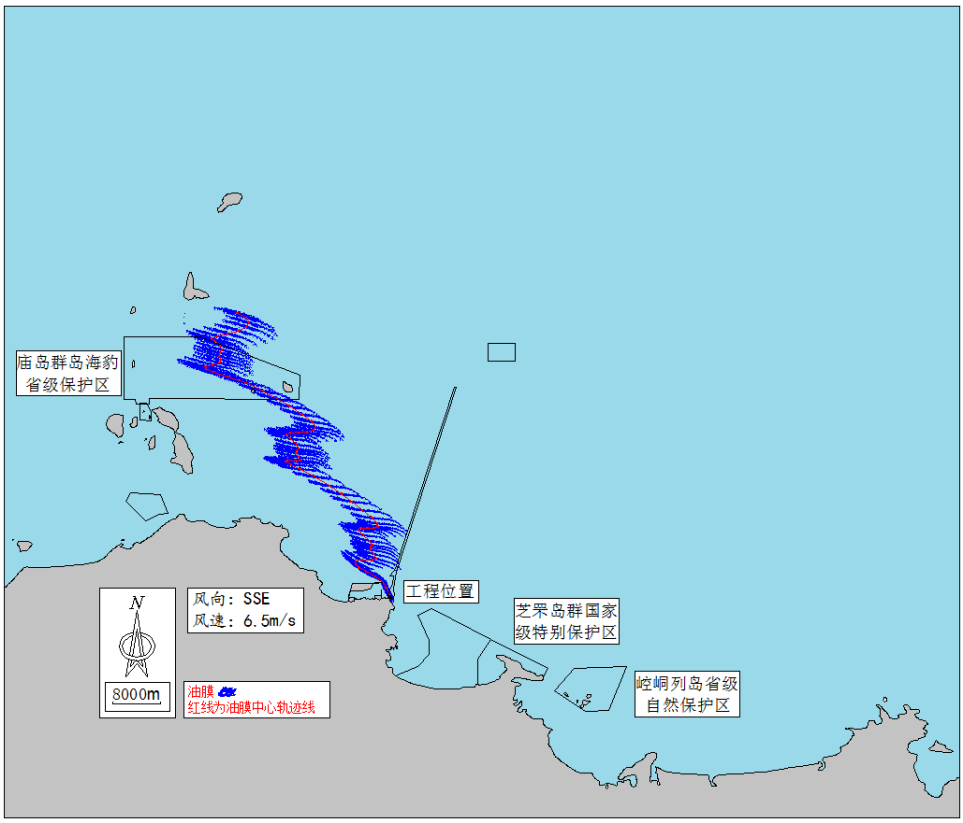


图 8.4-2 溢油油膜影响过程（码头前沿、高潮、夏季常风）

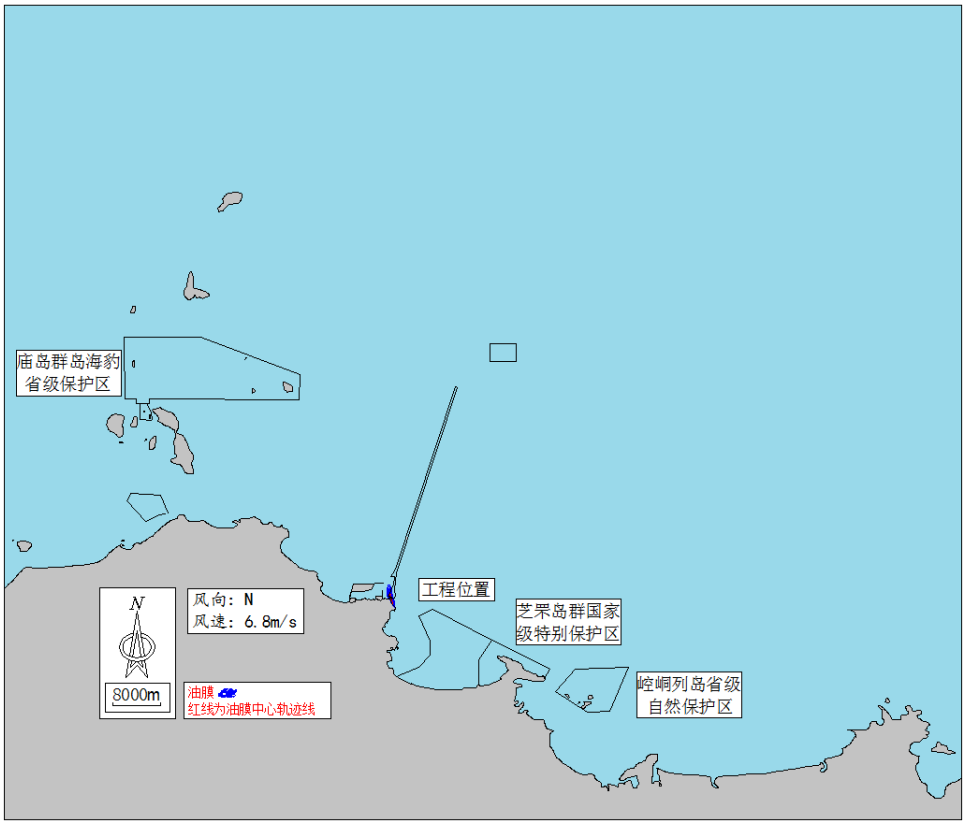


图 8.4-3 溢油油膜影响过程（码头前沿、低潮、冬季常风）

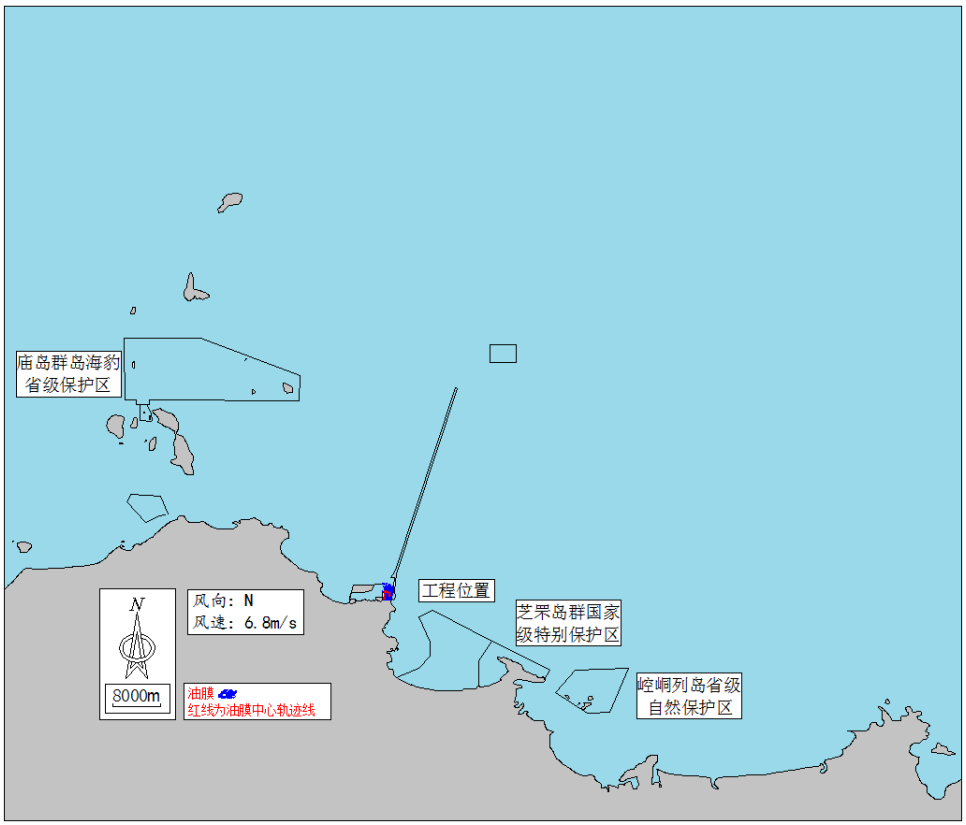


图 8.4-4 溢油油膜影响过程（码头前沿、高潮、冬季常风）

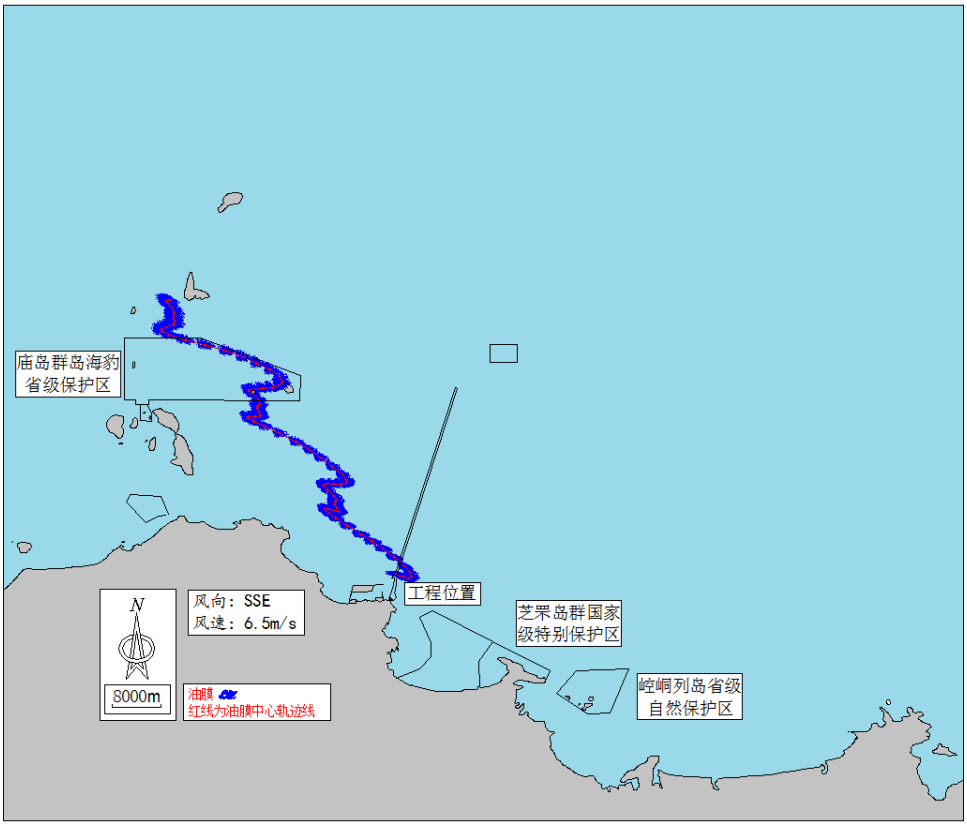


图 8.4-5 溢油油膜影响过程（航道交汇处、低潮、夏季常风）

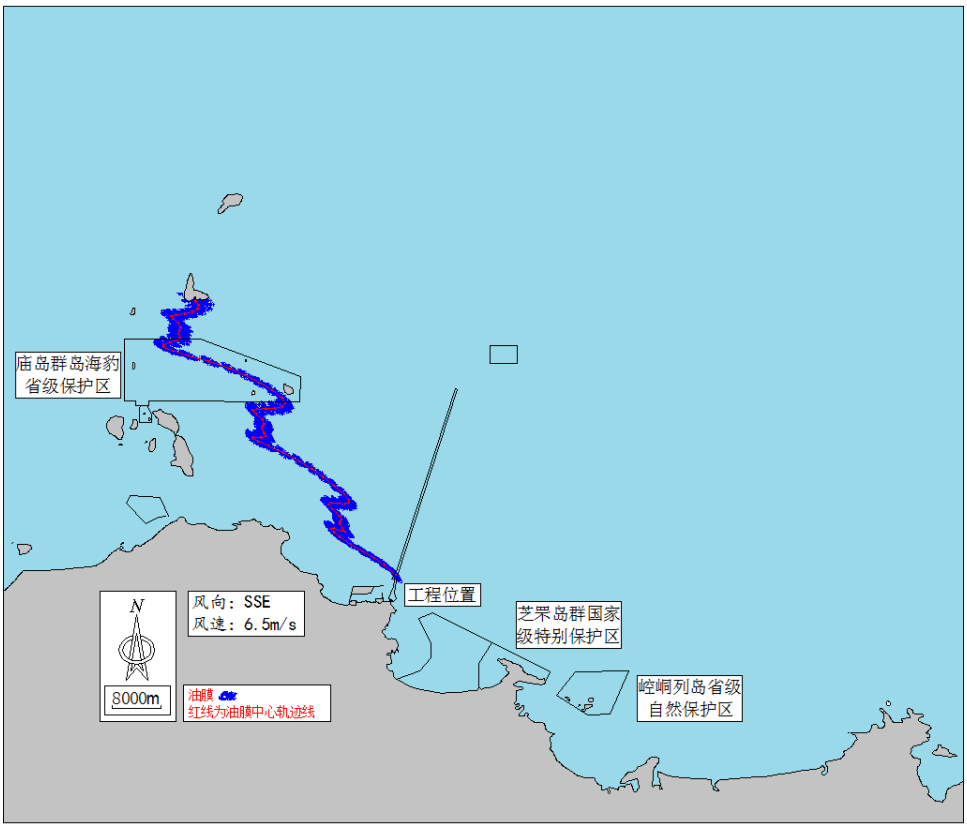


图 8.4-6 溢油油膜影响过程（航道交汇处、高潮、夏季常风）

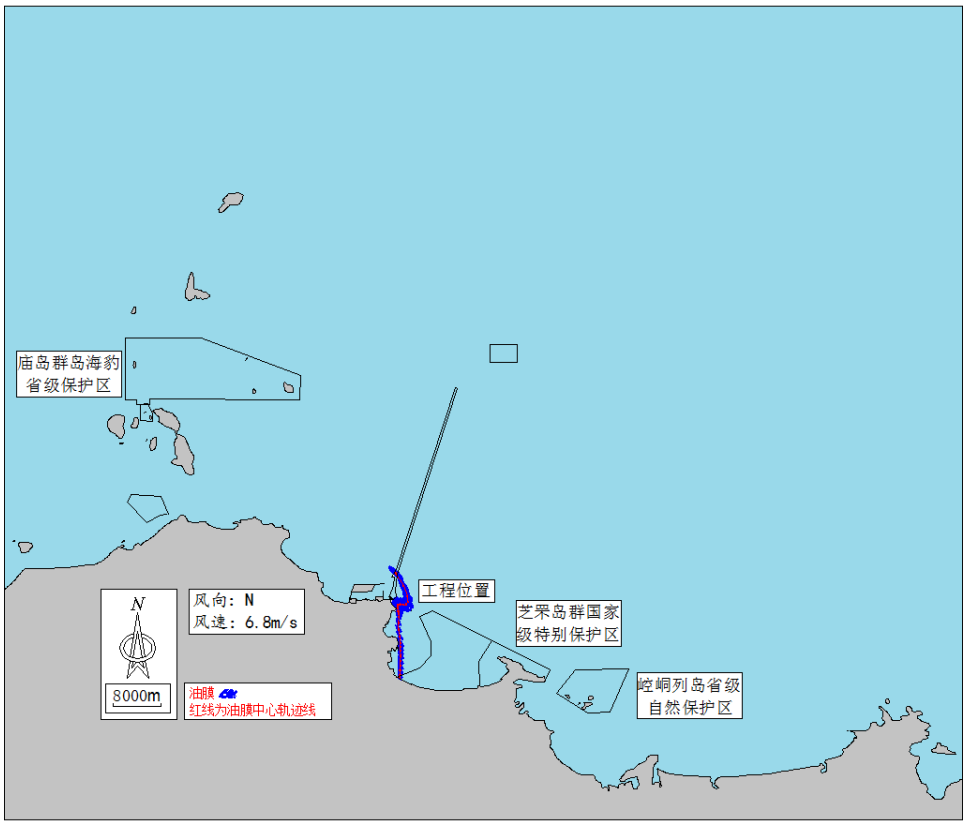


图 8.4-7 溢油油膜影响过程（航道交汇处、低潮、冬季常风）

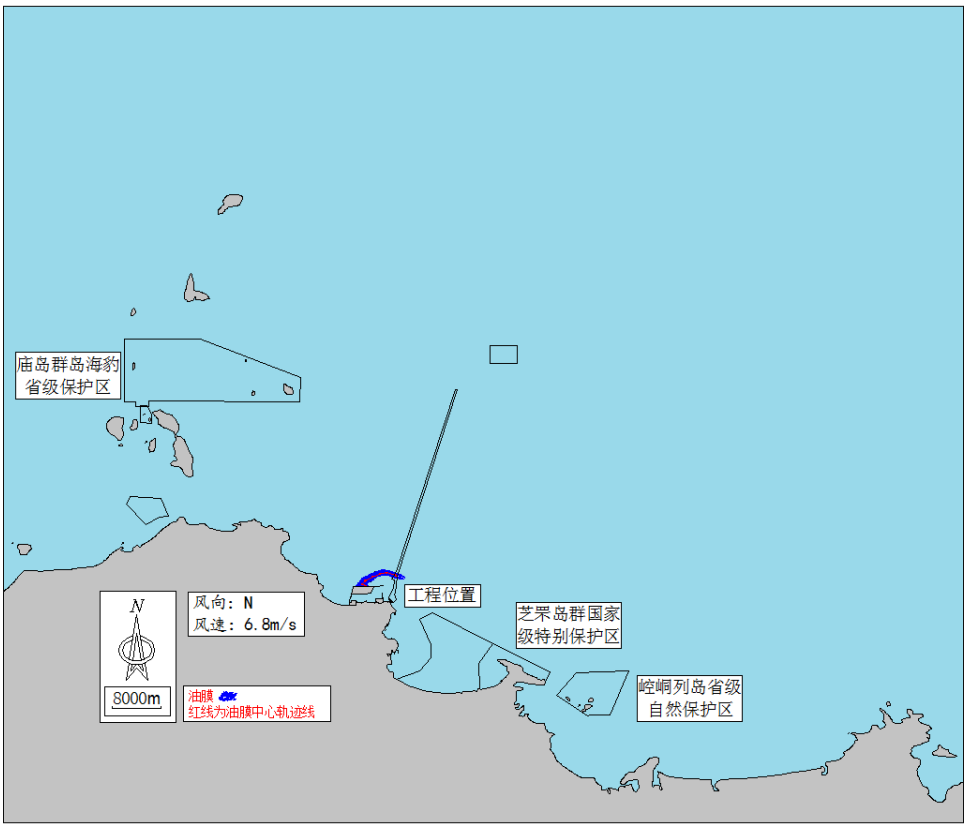


图 8.4-8 溢油油膜影响过程（航道交汇处、高潮、冬季常风）

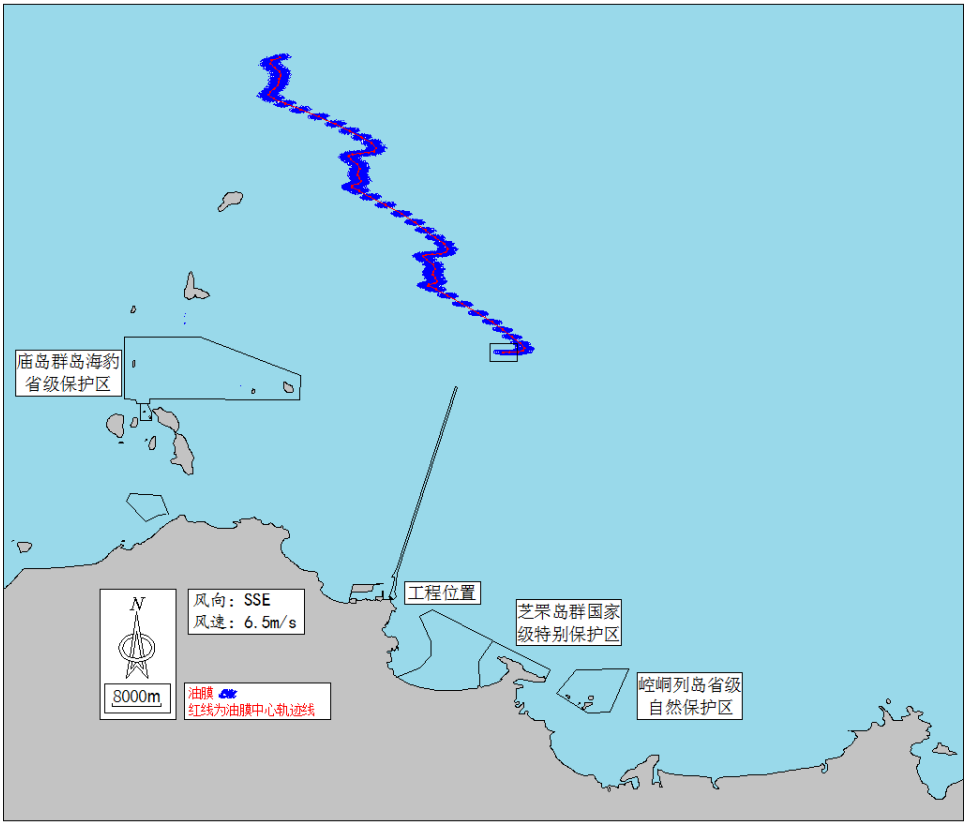


图 8.4-9 溢油油膜影响过程（锚地中心、低潮、夏季常风）

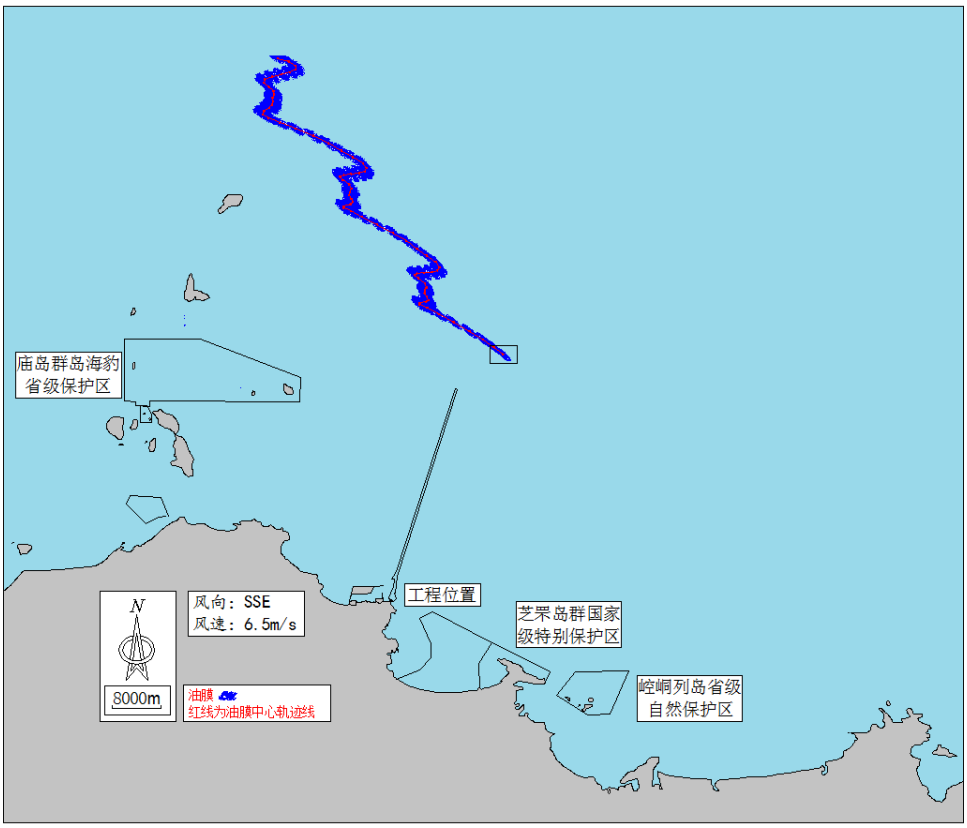


图 8.4-10 溢油油膜影响过程（锚地中心、高潮、夏季常风）

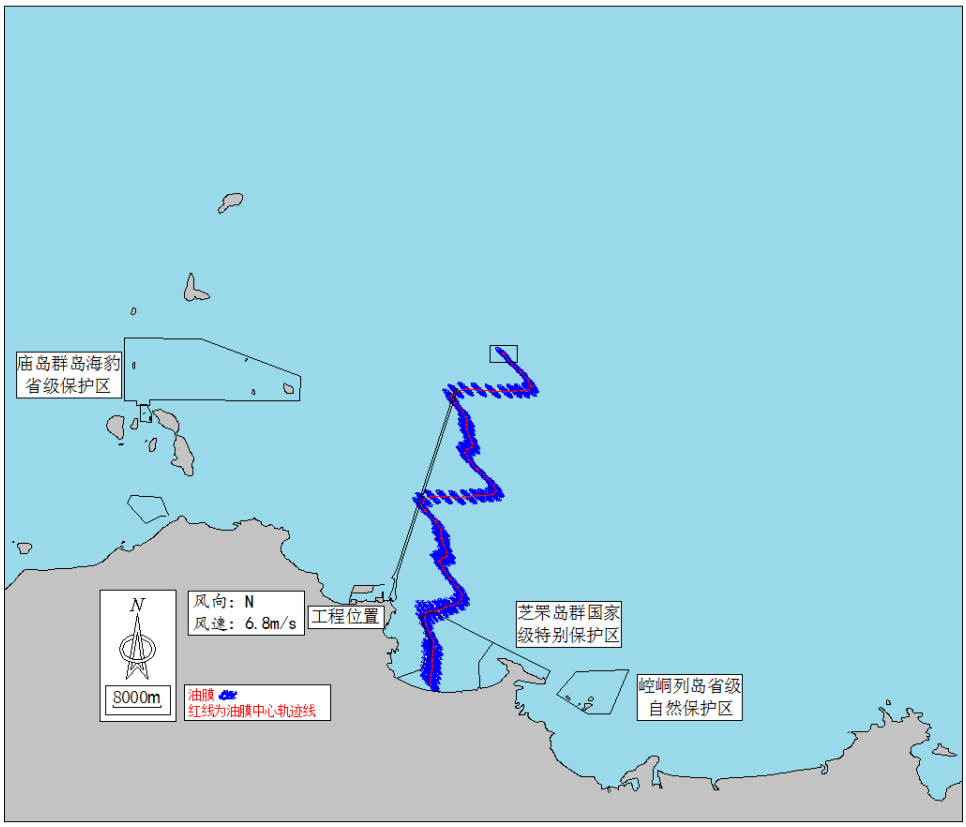


图 8.4-11 溢油油膜影响过程（锚地中心、低潮、冬季常风）

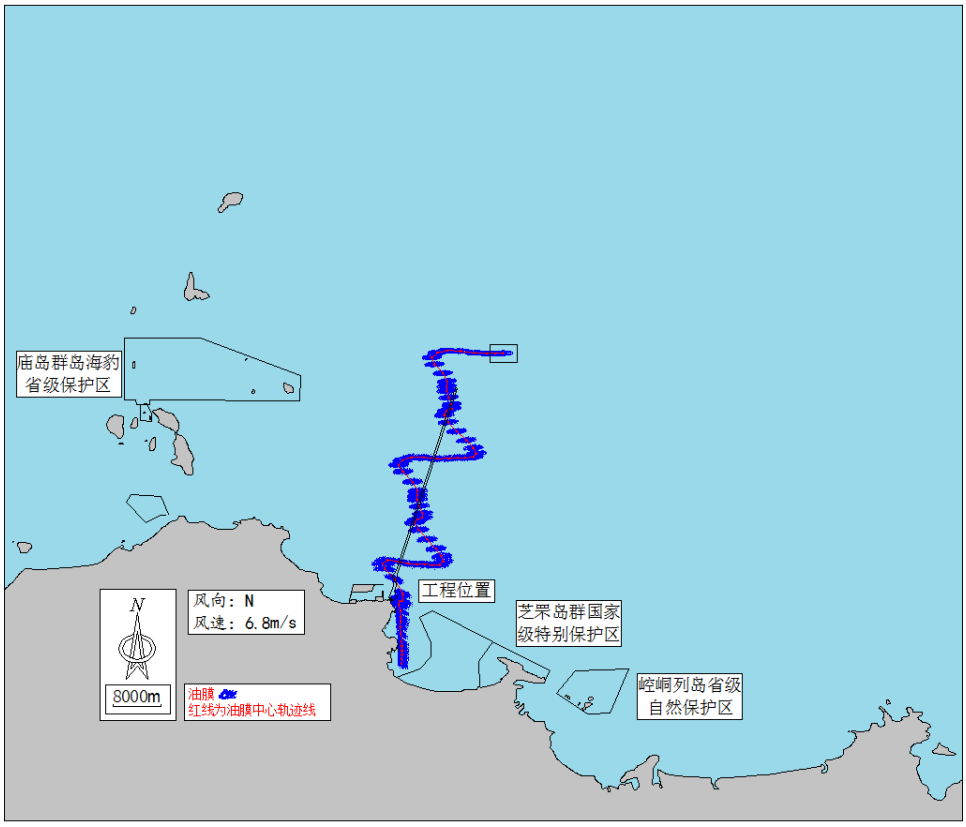


图 8.4-12 溢油油膜影响过程（锚地中心、高潮、冬季常风）

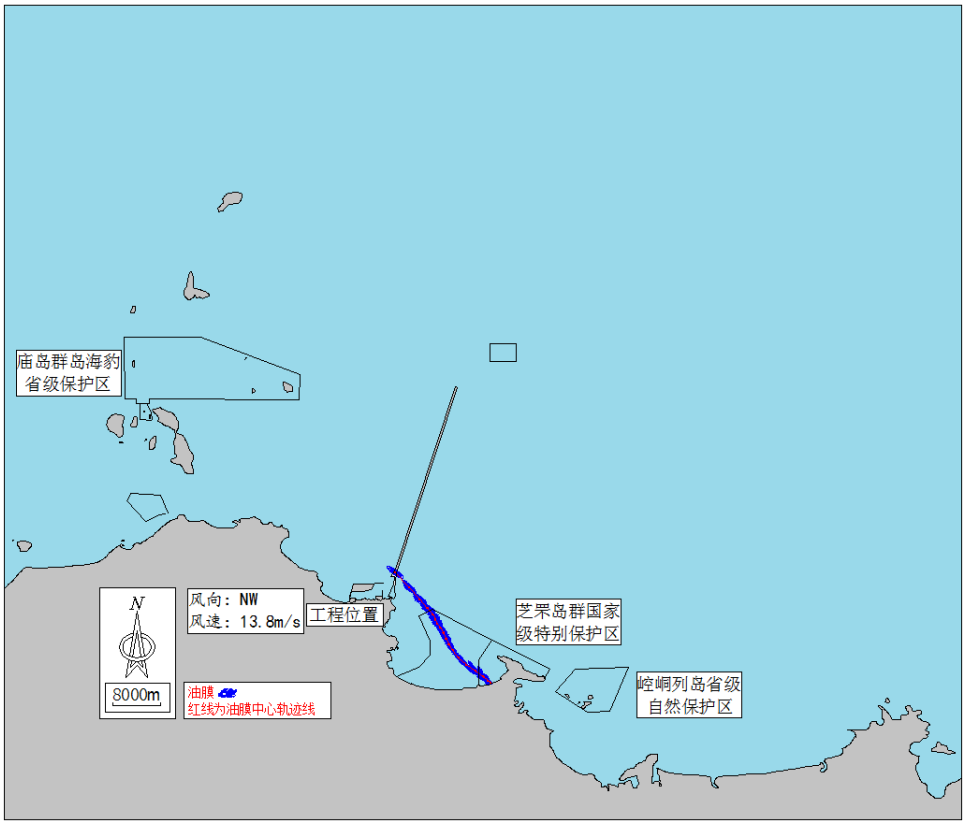


图 8.4-13 溢油油膜影响过程（航道交汇处、低潮、极不利 NW 风）

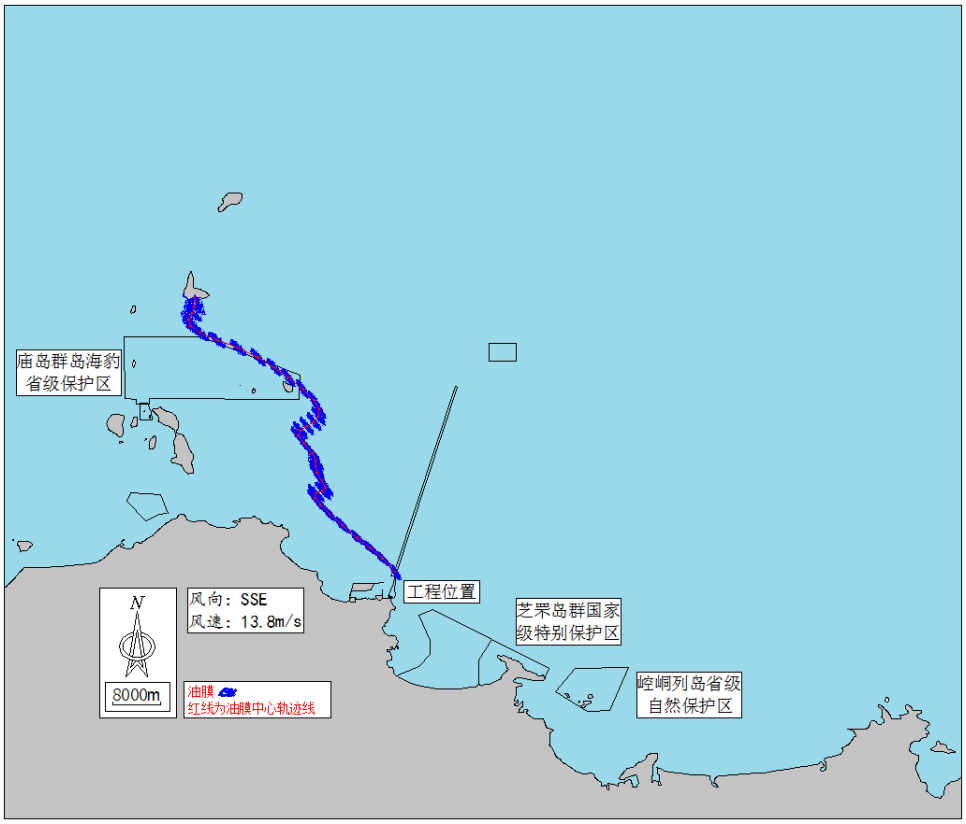


图 8.4-14 溢油油膜影响过程（航道交汇处、高潮、极不利 SSE 风）

8.4.2. 随机情景溢油影响模拟统计与分析

本节采用随机模拟统计法，预测分析溢油油膜的可能影响范围，及其对评价海域中环境保护目标的影响情况。

与典型情景模拟法相比，该方法将水文气象条件随机组合成多种情景（300个）进行模拟，能够客观体现溢油事故发生的不确定性，将发生时刻的随机性和事故预测结果统计相结合，预测结果更加合理直观。情景模拟风况数据取自福山气象站近3年逐时数据，潮流场采用含大、中、小潮的半个月循环数据，随机选取任意时刻作为事故发生时间，用相对应的模拟流场和实测风场为驱动，进行溢油事故模拟，模拟时间取100小时。每一次事故模拟均计算并记录各个网格的油膜经过时间数据，最后对数据进行统计分析，得到溢油油膜对海面（包括环境敏感目标）的影响可能性、最快可能抵达时间等信息。

1、航道交汇处溢油事故

采用随机情景模拟统计法预测在航道交汇处发生重大溢油事故后的溢油漂移轨迹以及对附近敏感区的影响风险。溢油量取重大事故的最大可能泄漏量12963t（瞬时泄漏）。

航道交汇处发生溢油事故对海域影响范围的概率分布见图8.4-15，油膜可能到达海域的时间分布见图8.4-16，对海洋环境敏感目标的影响分析见表8.4-4；从图表可以看出，由于假定溢油位置位于近岸水域，溢油油膜将对近岸环境保护目标产生直接不利影响的机率较大，油膜最快可能5h抵达套子湾筏式养殖区C和西港区西北侧筏式养殖区D。

表 8.4-4　航道交汇处溢油污染影响预测结果

敏感区	距航道交汇处		受溢油污染概率	溢油最快到达时间
	方位	最近距离（km）		
庙岛群岛海豹省级自然保护区	NW	33	5%	40h
蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区	WNW	40	<1%	85h
长山岛东侧的筏式养殖区	NW	41	<1%	80h
南长山岛东侧及东南侧底播养殖区	NW	37	<1%	80h
西港区西北侧筏式养殖区 D	W	7	22%	5h
烟台金沙滩海水浴场	S	20	8%	40h
套子湾筏式养殖区 C	SE	7	30%	5h

芝罘岛群国家级海洋特别保护区	SE	19	12%	38h
烟台崆峒列岛省级自然保护区	SE	34	<1%	>100h

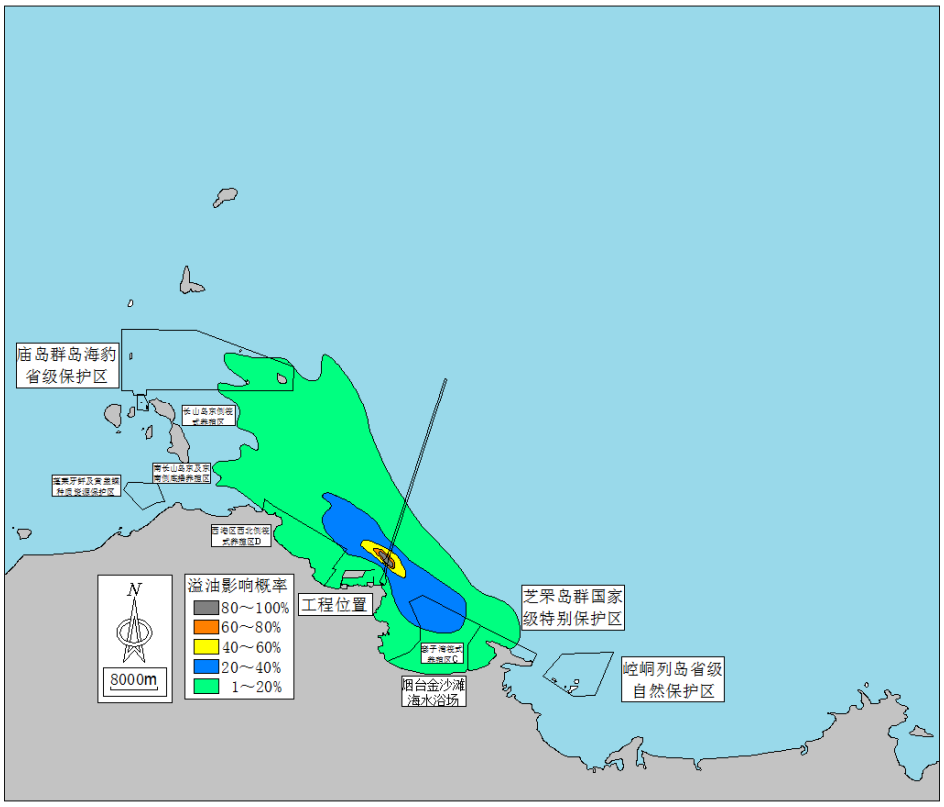


图8.4-15溢油油膜对海域影响的概率平面分布（航道交汇处）

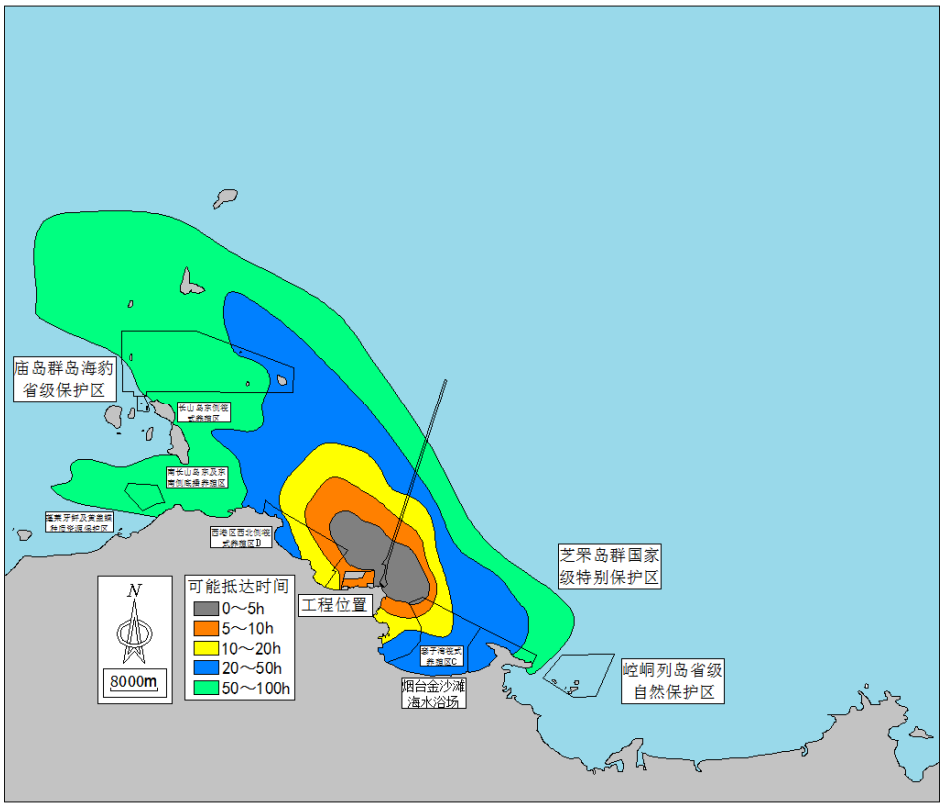


图8.4-16油膜可能影响海域的最快抵达时间分布（航道交汇处）

2、锚地溢油事故

采用随机情景模拟统计法预测在锚地发生重大溢油事故后的溢油漂移轨迹以及对附近敏感区的影响风险。溢油量取重大事故的最大可能泄漏量 12963t（瞬时泄漏）。

锚地发生溢油事故对海域影响范围的概率分布见图8.4-17，油膜可能到达海域的时间分布见图8.4-18，对海洋环境敏感目标的影响分析见表8.4-5；从图表可以看出，由于假定溢油位置位于离岸较远水域，溢油油膜将对近岸环境保护目标产生直接不利影响的机率不大，最可能影响的保护目标为庙岛群岛海豹省级自然保护区，油膜最快可能100h以内抵达保护目标为庙岛群岛海豹省级自然保护区和长山岛东侧的筏式养殖区。

表 8.4-5　锚地溢油污染影响预测结果

敏感区	距锚地		受溢油污染概率	溢油最快到达时间
	方位	最近距离（km）		
庙岛群岛海豹省级自然保护区	W	36	10%	52h
蓬莱牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区	WSW	63	<1%	>100h
长山岛东侧的筏式养殖区	WSW	54	<1%	95h
南长山岛东侧及东南侧底播养殖区	WSW	56	<1%	>100h
西港区西北侧筏式养殖区 D	SW	43	<1%	>100h
烟台金沙滩海水浴场	S	57	<1%	>100h
套子湾筏式养殖区 C	S	43	<1%	>100h
芝罘岛群国家级海洋特别保护区	S	46	<1%	>100h
烟台崆峒列岛省级自然保护区	ESE	53	<1%	>100h

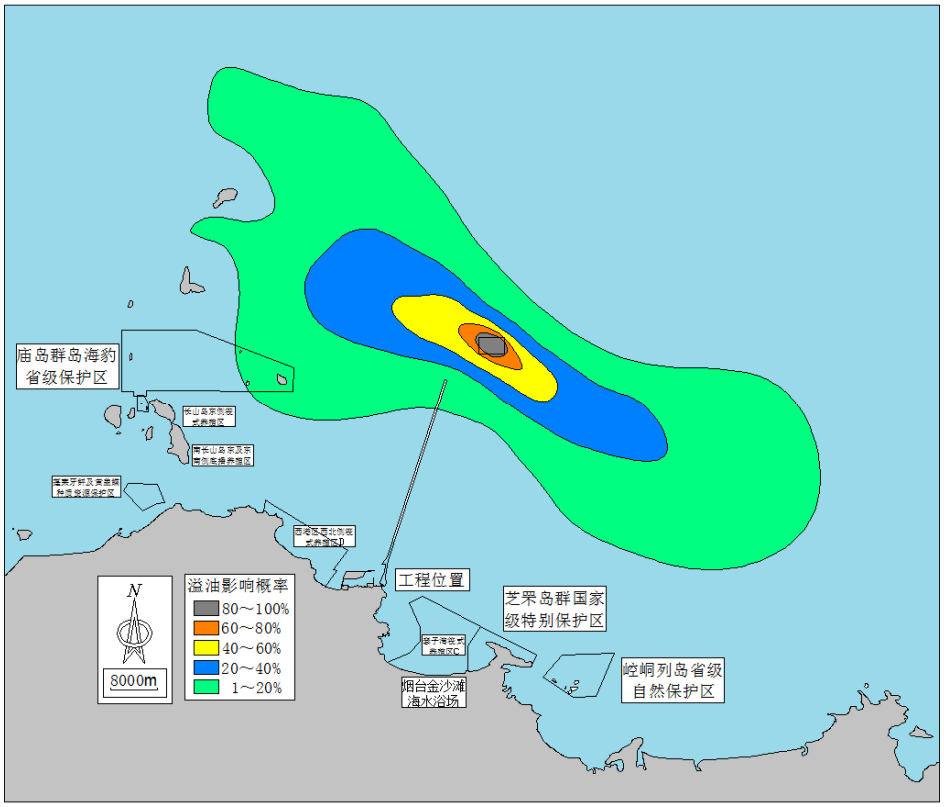


图8.4-17溢油油膜对海域影响的概率平面分布（锚地）

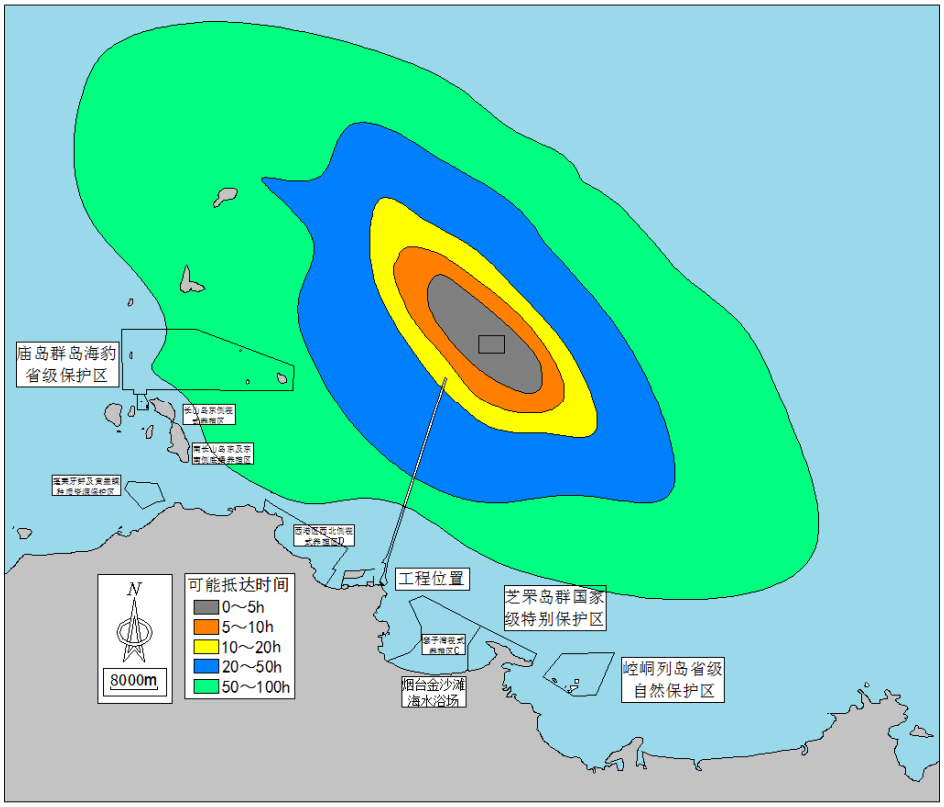


图8.4-18油膜可能影响海域的最快抵达时间分布（锚地）

8.5. 陆域泄漏环境风险事故的预测

8.5.1. 原油管线发生破裂泄漏事故

1、预测模型及参数

同 6.3.2 小节工况 2 预测模型及参数。

2、预测情景设置

结合管线路由走向，选取具有代表性的、距敏感目标东方养殖场风险影响较大的敏感位置作为本次预测的风险位置，进行预测评价，可预测最大风险状态。

3、预测源强

假定原油管线发生爆炸事故，最大卸船效率为 13200m^3/h，2 根 DN1000 作业管线；管线长度约 3.4km，每 100m 设置一个补偿，管线取保守估计阀门切断反应时间为 3min，原油比重为 0.87t/m^3，最大可信溢油事故溢油量为 2896.23t。考虑原油的粘滞性及包气带的吸附性，假定泄漏并进入地下水的原油量按泄漏量的 0.5‰左右，计算得出，泄露原油量为：12.75×10^2kg。

4、预测结果

发生原油管线泄漏事故后地下水中石油类浓度预测结果见下表。事故发生 30 天后，地下水中石油类含量超标的范围达到 2871.56m^2，中心点位置地下水中石油类浓度达 8245.36mg/L，水流方向的最大影响距离为 117.14m，之后污染羽继续向下游扩散，污染羽范围不断增大，但是中心点浓度不断减小。事故发生 1000 天后，地下水中石油类含量超标的范围达到 19306.87m^2，中心点位置地下水中石油类浓度达 920.51mg/L，水流方向的最大影响距离为 499.66m。2500 天时，地下水中石油类含量超标的范围最大达到 33897.87m^2，中心点位置地下水中石油类浓度达 368.47mg/L，水流方向的最远影响距离为 1072.07m。此后污染羽继续向下游运移，其面积和中心点浓度均呈不断减小的趋势，整个过程中污染羽最远影响距离约 2182.33m，并在第 7125 天后，地下水中石油类含量小于 0.3mg/L 满足生活饮用水卫生标准。

表 8.5-1 原油管线泄漏工况下石油类影响情况表

t(d)	超标范围（m^2）	最大浓度(mg/L)	最大影响距离（m）
30	2871.56	8245.36	117.14
100	6360.54	6521.55	163.58
360	16755.60	3618.42	204.06
720	18441.76	1974.63	322.58

t(d)	超标范围（m^2）	最大浓度(mg/L)	最大影响距离（m）
1000	19306.87	920.51	499.66
1800	22551.68	632.51	671.73
2500	33897.87	368.47	1028.73
3600	25107.83	142.38	1072.07
4320	18246.77	58.62	1303.15
5400	12146.93	20.65	1627.04
6120	5158.36	9.57	1945.45
6800	2035.58	3.85	2182.33
7125	0	0.299	0

发生原油管线泄漏事故后，地下水中石油类污染羽最远影响距离约为2182.33m，污染羽到达并覆盖了下游东风养殖场范围，因此，该种工况下，石油类污染运移对下游东方养殖场地下水影响较大。

图 8.5-1 原油管线泄漏工况下石油类超标影响范围示意图

发生原油管线泄漏事故后，水流下游 50m 处含水层中石油类浓度变化呈现先急剧增加后缓慢降低的趋势，具体趋势见下图。事故发生 26 天后该点位置地下水中石油类含量超过 0.3mg/L，并迅速增加，到第 220 天，地下水中石油类含量达到最大值为 2200.34mg/L，之后石油类浓度开始缓慢降低，在第 2771 天后，水中石油类浓度小于 0.3mg/L。

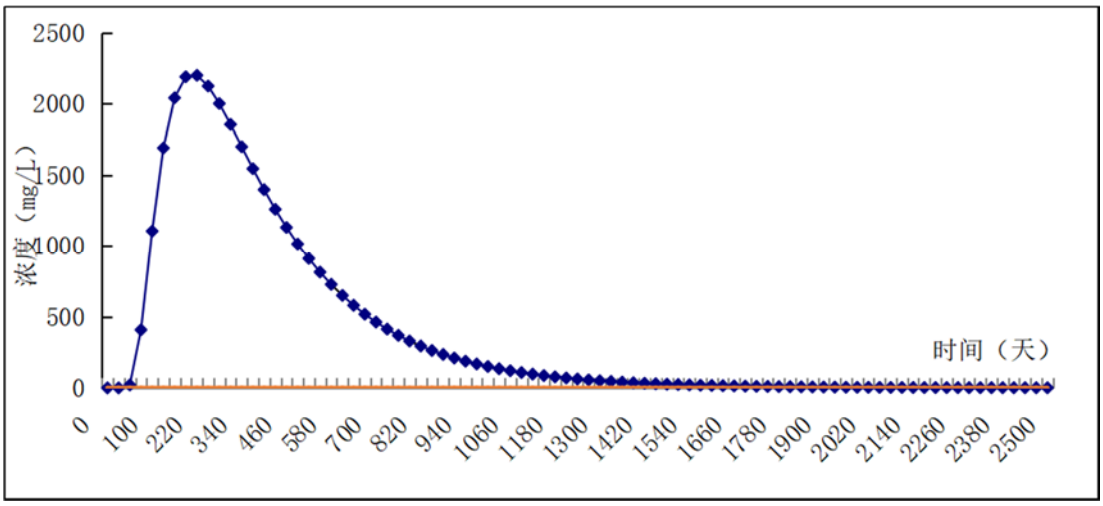


图 8.5-2 水流下游 50m 处含水层中石油类浓度变化趋势图

5、小结

原油管线泄漏工况下，石油类在地下水中的最大影响距离为 2182.33m，污染羽到达并覆盖了下游东方养殖场范围，因此，该种工况下，石油类污染运移对下游东方养殖场地下水影响较大。

8.5.2. 原油罐泄露后石油气对环境的影响

1、预测模型

根据《环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），根据附录 G 中的公式进行计算，本工程液化石油气的流体动力学参数为 1.09，液化石油气为重质气体，采用 SLAB 模型进行预测。

2、预测参数确定

设计容积为 $15\times10^4m^3$ 的储罐，操作为常压，操作温度为常温。储罐有效隔堤挥发面积为 $9384m^2$。拟定事故泄漏时间为 240min。

3、气象条件

本次预测的气象条件见下表。

表 8.5-2 原油储罐泄露、火灾伴生燃烧烟气影响预测气象条件

序号	风向	风速	稳定度	蒸发速率 kg/s	备注
1	S	1.5	F	4.03	

4、预测结果及评价

根据前述的非正常排放预测模式及各项计算参数，对泄漏石油气污染范围及危害程度进行模拟计算，预测结果见下表和下图。

表 8.5-3 不利气象条件下，15 万立方米储罐挥发石油气预测结果统计表

	阈值	X 起点	X 终点	最大半宽
终点浓度-1	410000	/	/	/
终点浓度-2	720000	/	/	/

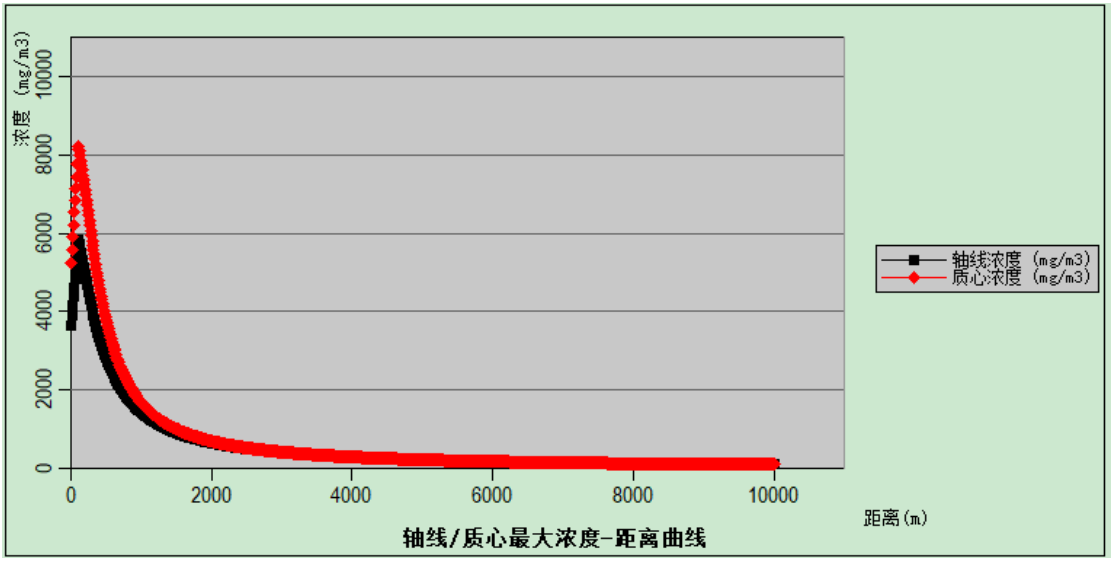


图 8.5-3 原油储罐泄漏石油气的轴线/质心最大浓度图

表 8.5-4 不利风向下关心点预测结果表

风向	敏感点	坐标 X	坐标 Y	最大浓度(mg/m^3)/出现时间（min）	5min	35n	65n	95n	125	155	185	215	240
W	初旺村	2007	-506	76.4/35	0	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
W	峰子山	2056	715	109/35	0	109	109	109	109	109	109	109	109
S	东方海洋养殖场	1175	1154	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	围子山	242	-555	60.3/35	0	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3
E	赵家庄	-2660	-650	21.9/35	0	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9

从预测结果分析可以看出：当原油储罐发生泄漏时，进入隔堤内的油品不断地挥发，将污染原油储罐周围的空气。在最不利气象条件下，轴线最大浓度为5830 mg/m^3，未出现石油气毒性终点浓度-1（720000mg/m^3）和毒性终点浓度-2（410000mg/m^3）。对于关心点而点，对峰子山的影响最大，最大预测值为109mg/m^3；其次为围子山，最大值为60.3mg/m^3；均未出现石油气毒性终点浓度-1（720000mg/m^3）和毒性终点浓度-2（410000mg/m^3），故在落实本报告书的相应防控措施的情况下，原油储罐泄漏对大气环境的影响是可接受的。

8.5.3. 原油储罐火灾事故伴生的燃烧烟气对环境的影响

1、预测模型

根据《环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），根据附录G中的公式进行计算，本工程次生污染物SO_2的流体动力学参数为3.6，次生污染物SO_2为重质气体，采用SLAB模型进行预测。根据前述泄漏量及燃烧速度计算，火灾持续时间仅142秒。

2、气象条件

同上。

3、预测结果及评价

根据前述的非正常排放预测模式及各项计算参数，对池火次生污染物SO_2污染范围及危害程度进行模拟计算，预测结果见下表和下图。

从预测结果分析可以看出：当原油储罐泄漏发生池火时，超过毒性终点浓度-1的范围为120000m^2，在下风向760米外即可满足毒性终点浓度-1(79mg/m^3)的要求，超过毒性终点浓度-2的范围为698000m^2，在下风向6760米外即可满足毒性终点浓度-2(2mg/m^3)的要求。

对于关心点而言，最大预测值为9.72mg/m^3，不能满足毒性终点浓度-2(2mg/m^3)的要求。

根据附录1中有毒有害气体伤害概率估算，具体如下：

二氧化硫的 $Y=A_t+B_t\ln[C^n\cdot te]$

A_t、B_t和n——与毒性物质有关的参数，二氧化硫分别为-19.2、1、2.4；

C——接触的质量浓度，mg/m^3；

te——接触的质量浓度的时间，min。

根据上式计算，对于关心点而言，最大浓度是 9.72mg/m^3，接触时间按 30 分钟计算时的 Y=-0.9，因此，对于关心点而言，因接触次生污染物二氧化硫而导致死亡的概率为 0。

对于轴线最大浓度 1231.2mg/m^3，接触时间为 5min 时，根据附录Ⅰ中的公式 P_E 计算人员吸入毒性物质而导致急性死亡的概率为 1%。

根据评价结果，当储罐油品发生泄漏后的池火火灾时，次生污染物对火灾源中心位置会最大有 1%的导致急性死亡的概率。本次评价要求发生火灾事故时，对工作人员要尽量回避到上风向，对参加救护的工作人员做好防护。对于关心点而言，根据最大浓度及持续时间，本次评价认为火灾次生污染物对关心点的影响是可接受的。

表 8.5-5 不同气象条件下，次生污染物二氧化硫预测结果统计表

	距离(m)	浓度出现时间	浓度(mg/m^3)	距离(m)	浓度出现时间	浓度(mg/m^3)	距离(m)	浓度出现时间	浓度(mg/m^3)	距离(m)	浓度出现时间	浓度(mg/m^3)
1	10	1.64	66.27	1710	32.48	23.74	3410	54.22	7.46	5110	73.76	3.57
2	60	3.76	1231.20	1760	33.17	22.72	3460	54.82	7.27	5160	74.31	3.48
3	110	5.32	742.05	1810	33.86	21.78	3510	55.42	7.08	5210	74.86	3.39
4	160	6.64	464.54	1860	34.54	20.90	3560	56.01	6.91	5260	75.41	3.30
5	210	7.84	336.39	1910	35.22	20.08	3610	56.61	6.74	5310	75.96	3.22
6	260	8.96	262.28	1960	35.89	19.26	3660	57.20	6.58	5360	76.51	3.14
7	310	10.02	214.04	2010	36.57	18.49	3710	57.79	6.43	5410	77.06	3.06
8	360	11.04	180.37	2060	37.23	17.76	3760	58.38	6.29	5460	77.61	3.00
9	410	12.02	154.59	2110	37.90	17.08	3810	58.96	6.15	5510	78.15	2.95
10	460	12.97	135.31	2160	38.56	16.44	3860	59.55	6.02	5560	78.70	2.94
11	510	13.89	119.42	2210	39.22	15.83	3910	60.13	5.88	5610	79.24	2.87
12	560	14.80	106.82	2260	39.87	15.27	3960	60.72	5.74	5660	79.79	2.82
13	610	15.68	96.24	2310	40.52	14.73	4010	61.30	5.61	5710	80.33	2.78
14	660	16.55	87.23	2360	41.17	14.23	4060	61.88	5.48	5760	80.87	2.73
15	710	17.40	79.71	2410	41.82	13.76	4110	62.46	5.35	5810	81.41	2.69
16	760	18.24	73.17	2460	42.46	13.28	4160	63.03	5.23	5860	81.95	2.65
17	810	19.06	67.34	2510	43.10	12.82	4210	63.61	5.12	5910	82.49	2.61
18	860	19.88	62.31	2560	43.74	12.39	4260	64.18	5.00	5960	83.02	2.57
19	910	20.68	57.95	2610	44.37	11.97	4310	64.76	4.90	6010	83.56	2.53
20	960	21.47	54.00	2660	45.00	11.58	4360	65.33	4.79	6060	84.10	2.49
21	1010	22.25	50.39	2710	45.63	11.21	4410	65.90	4.69	6110	84.63	2.45
22	1060	23.03	47.17	2760	46.26	10.85	4460	66.47	4.59	6160	85.17	2.41

23	1110	23.79	44.31	2810	46.89	10.52	4510	67.03	4.50	6210	85.70	2.37
24	1160	24.55	41.76	2860	47.51	10.20	4560	67.60	4.41	6260	86.23	2.33
25	1210	25.30	39.39	2910	48.13	9.89	4610	68.17	4.32	6310	86.76	2.29
26	1260	26.05	37.17	2960	48.75	9.61	4660	68.73	4.24	6360	87.30	2.25
27	1310	26.78	35.15	3010	49.36	9.33	4710	69.29	4.16	6410	87.83	2.21
28	1360	27.52	33.31	3060	49.98	9.07	4760	69.85	4.08	6460	88.36	2.17
29	1410	28.24	31.63	3110	50.59	8.81	4810	70.42	4.00	6510	88.89	2.14
30	1460	28.96	30.10	3160	51.20	8.56	4860	70.97	3.93	6560	89.41	2.11
31	1510	29.67	28.69	3210	51.81	8.32	4910	71.53	3.86	6610	89.94	2.08
32	1560	30.38	27.31	3260	52.41	8.09	4960	72.09	3.78	6660	90.47	2.05
33	1610	31.09	26.03	3310	53.02	7.87	5010	72.65	3.71	6710	90.99	2.02
34	1660	31.79	24.84	3360	53.62	7.66	5060	73.20	3.64	6760	91.52	1.99

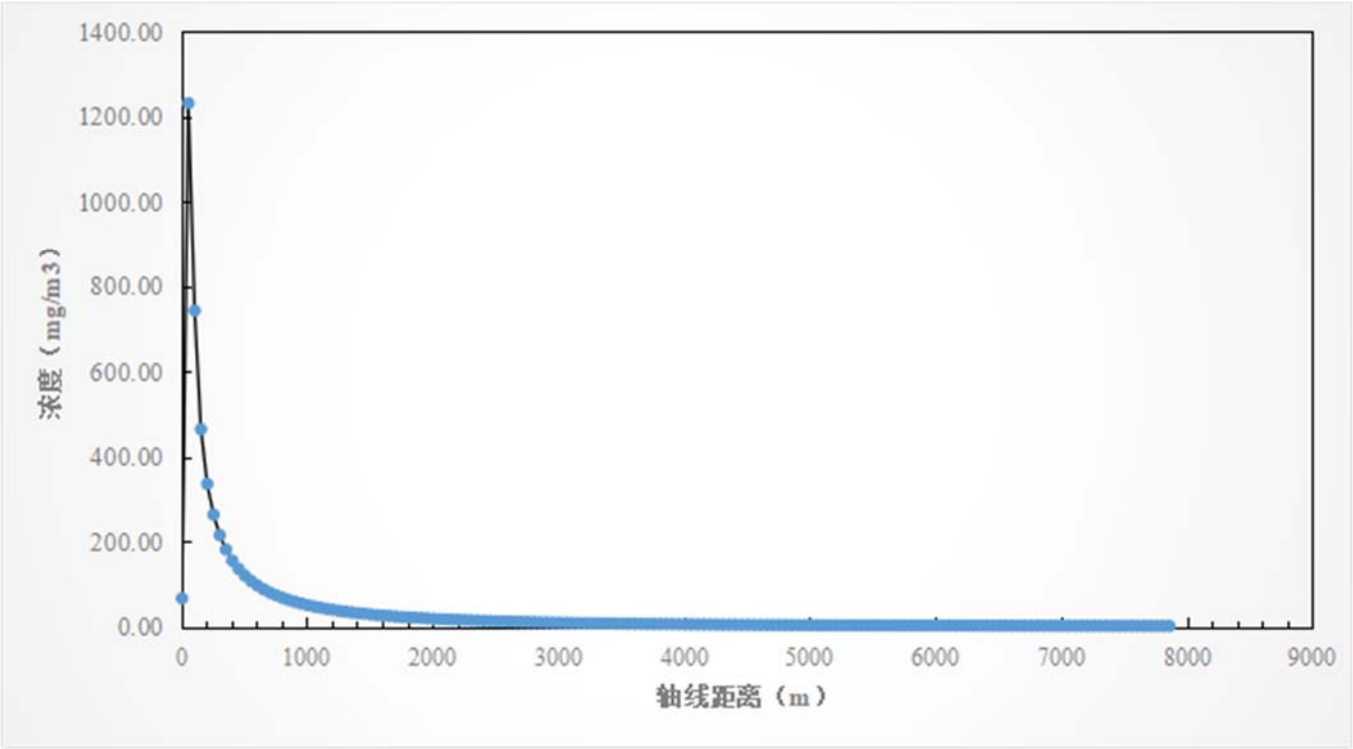


图 8.5-4 轴线浓度分布图

表 8.5-6 不利风向下关心点预测浓度点

					5min	15min	25min	35min	45min	55min	65min	75min	85min
WSW	敏感点 1	养殖场	2342	946	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	**7.43E+00**	7.43E+00	7.18E+00	0.00E+00	0.00E+00
WSW	敏感点 2	峰子山	2730	574	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.02E-02	**5.57E-02**	3.55E-02	1.44E-02	0.00E+00
W	敏感点 3	山后初家	2695	-309	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	**6.90E+00**	6.90E+00	6.90E+00	3.83E+00	0.00E+00
N	敏感点 4	赵家	194	-2979	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	**9.72E+00**	9.72E+00	5.50E+00	0.00E+00	0.00E+00
NNW	敏感点 5	卢洋	1150	-3450	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-02	**5.95E-02**	4.26E-02	1.83E-02	0.00E+00

8.5.4. 小结

原油管线泄漏工况下，石油类在地下水中的最大影响距离为 2182.33m，污染羽到达并覆盖了下游东方养殖场范围，因此，该种工况下，石油类污染运移对下游东方养殖场地下水影响较大。

从预测结果分析可以看出：当原油储罐发生泄漏时，进入隔堤内的油品不断地挥发，将污染原油储罐周围的空气。在最不利气象条件下，轴线最大浓度为 5830 mg/m^3，未出现石油气毒性终点浓度-1（720000mg/m^3）和毒性终点浓度-2（410000mg/m^3）。对于关心点而点，对峰子山的影响最大，最大预测值为 109mg/m^3；其次为围子山，最大值为 60.3mg/m^3；均未出现石油气毒性终点浓度-1（720000mg/m^3）和毒性终点浓度-2（410000mg/m^3），故在落实本报告书的相应防控措施的情况下，原油储罐泄漏对大气环境的影响是接受的。

次生污染下二氧化硫在下风向 760 米外即可满足毒性终点浓度-1(79mg/m^3)的要求，超过毒性终点浓度-2 的范围为 698000m^2，在下风向 6760 米外即可满足毒性终点浓度-2(2mg/m^3)的要求。对于关心点而言，最大浓度是 9.72mg/m^3，接触时间按 30 分钟计算时的 Y=-0.9，因此，对于关心点而言，因接触次生污染物二氧化硫而导致死亡的概率为 0，罐区火灾次生污染物对关心点的影响是可接受的。本次评价要求发生火灾时，需对工作人员加强防护，在加强防护的情况下，不会对生命造成威胁。由于火灾持续时间较短，在对工作人员加强防护的情况下，本次预测认为，罐区火灾对周边的大气环境风险是可接受的。

8.6. 事故后果分析

8.6.1. 溢油事故分析

（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、珊瑚等活动在该区域，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

码头和游艇停泊区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。

8.6.2. 二次污染物入海后果分析

当发生火灾等风险事故时，将用到大量消防水来灭火；或发生原油/燃料油泄漏时用不燃性分散剂制成的乳液刷洗产生冲洗液，或用泡沫覆盖，抑制蒸发。消防时，泄漏出来的物料混入消防水，消防水即被污染。消防污水具有以下几个特点：

1）消防污水量变化大

消防污水量与消防实际用水量有关，而消防实际用水量与火灾严重程度密切相关。当火灾处于初期程度或程度比较轻时，消防实际用水量就小，产生的消防污水也就少；当火灾程度比较严重时，消防实际用水量就大，产生的消防污水也就多；当火灾特别严重时，消防设施不能满足消防要求，需动用外部消防设施，此时产生的消防污水就更多。

2）污水中污染物组分复杂

不同的货种泄漏，消防污水中污染物的组分都会不同，污染物的浓度也会有很大差异。本项目消防水中可能含有油品成分。

一旦消防污水进入海域，会对海水水质、海洋生态环境造成较大的影响。因此，消防污水的收集与处理是十分必要的。

（2）消防污水对海洋生态环境的影响

1）对海水水质的影响

消防污水中可能含有油品，进入海域后将使得局部海域的石油类、pH、COD 浓度

明显增大，将对附近海域的海水水质造成一定的影响。

2）对浮游生物的影响

浮游生物对石油类污染极为敏感，许多浮游生物皆会因受溢油危害而惨遭厄运，食物链会被打破，饵料基础因此遭到破坏，特别是由于浮游生物缺乏运动能力，加以身体柔弱，身体多生毛、刺更易被石油所附着而污染。

3）对底栖生物的影响

消防污水进入海域中，油品沉降可能导致该海域底栖生物窒息死亡或中毒死亡，其中一些营固着性生物的贝类如牡蛎、贻贝等及甲壳类的虾、蟹，及对污染敏感的棘皮动物将深受其害，一些滩涂鱼类也会因此受害，幸存的也将因有臭味而降低其经济价值。此外，滩涂及沉积物中未经降解的液化品可能还原于水中造成二次污染。

4）对渔业生产的影响

消防污水进入海域后，可能将对渔业资源、鱼类产卵场带来影响的同时，也可能将对现有养殖区的生产造成较大的损失。

8.7. 海域风险管理

8.7.1. 降低风险概率的对策措施

8.7.1.1. 降低海难事故风险概率的对策措施

海难性事故主要发生在航道、锚地或靠离泊过程中碰撞、搁浅等事故，也包括船况本身的原因造成的溢油泄漏。因此降低海难事故的概率从码头管理方的角度主要是督促进出港船舶加强港内航行与靠离泊风险控制：

1.加强航行组织与进出港口准备。到港船舶进出港口前，船长应督促相关人员严格按照检查表中的检查项目清单逐项认真地检查、试验、测试和落实，做好相关记录并签字确认，以确保每一项检查、试验或测试都得到认真落实；

2.督促到港船舶在进出港口、靠离泊前制订周密的航行与操纵计划和程序；

3.到港船舶应及时掌握最新海图、港口航道、潮汐潮流、水文气象、助航标志、水深底质、通航密度等相关资料，了解并严格遵守西港区有关规章、航行法规和通讯、报告制度，充分考虑环境和自然因素对船舶操纵的影响；

4.船舶应对动力设备工况进行充分的分析与评估，根据应急预案做好应急准备措施，

做到早检查、早发现、早解决，防止船舶因设备问题造成紧迫局面。必要时请求岸基提供帮助；

5.充分利用和管理驾驶台资源，合理组织值班船员，明确驾驶台团队各自的位置、角度、常规职责、应急职责、信息沟通交流方式、记录、应急处置、驾驶台工作规程等，做到严守职责，坚守岗位；

6.切实做好通信与沟通工作。VHF 应在指定频道收听并保持与港口的控制台、导航雷达站、海上交通指挥中心等有关方面的联系，并听从其指导。装有 AIS 的船舶应正确使用和识别 AIS；

7.禁止船舶在关键动力、助导航设备存在隐患的情况下进出港，禁止疲劳驾驶。

8.7.1.2. 降低操作性事故风险概率的对策措施

1.加强从业人员培训教育，提高操作技能和业务素质

(1)载运危险货物船舶的船员，应当持有海事管理机构颁布的适任证书和相应的培训合格证，熟悉所在船舶载运危险货物安全知识和安全操作，船员应当事先了解所运危险货物的危险性和危害性及安全预防措施，掌握安全载运的相关知识；

(2)码头管理人员和作业人员应持证上岗，并通过培训和应急预案演练不断提高码头人员安全作业和防污应急处置技能，发生事故时应遵循应急预案，采取相应的行动；

(3)加强码头和船舶作业人员安全教育，增强防污意识，规范操作行为，杜绝人为因素造成的污染事故。

2.规范码头管理

(1)建立健全码头安全运营和防污染管理体系

将码头的管理制度、操作规程、设备管理、人员培训及应急预案等都纳入体系管理，进一步促进管理的程序化、规范化。

(2)建立设备设施的保养更新制度，加强设备日常检查维护

严格按照相关标准配备相关安全设备、应急反应器材和防污染设施，定期督促码头责任人加强对安全与防污染设备的维护保养，对电器设备、防雷、防静电接地设施、液货管线、靠泊设施、消防器材等进行定期检查，确保处于良好状态。

(3)规范船舶装卸作业行为

船岸双方应严格落实船岸安全检查制度，认真执行操作规程，遵守安全注意事项，合理控制装卸货物的压力、流速等参数，加强值班和巡视，注意作业现场及周边环境，维护船舶靠泊秩序，合理为船舶积载，确保船岸双方的安全。

(4)船舶停靠码头后，在进行装卸作业前，必须布放围油栏，并检查管路、阀门等有关设备，使其处于良好状态，检查双方系泊是否安全；

(5)对于小型跑、冒、滴、漏事故，应有相应的预防及堵漏措施，防治泄漏事故的扩大，并在易发生滴漏处布置吸油毡、吸附棉等。

3.加强码头消防力量建设，配备与码头吞吐能力相适应的消拖轮。消拖轮的功率和消防供水量应满足码头、船舶的应急需要；

4.利用现代监控设备，对船舶舶靠离泊、装卸作业过程进行实时远程监控，一旦出现险情，及时反应，防止事态扩大；

5.加强对船舶加油作业的监督管理，督促供、受油船舶认真落实下列安全措施，预防和控制溢油事故。

(1)供油船停靠受油船后，双方负责人应按照“供受油作业安全检查表”的内容逐项检查，确认符合供油安全要求后，分别在“供受油作业安全检查表”上签字；

(2)供油前，供油船操作人员应登船核实受油船受油舱数量、有效容积、存油量、申请油数量；确认在受油过程中受油船是否需要中途倒舱，若需倒舱，双方应共同制订倒舱的联系方法，防止在倒舱时发生溢油事故；

(3)供油前，应关闭受油船另一舷受油口阀门或盲板，堵塞供油船和受油船甲板流水孔，备好防污器材；

(4)接油管线的操作人员应确保受油口法兰螺栓上全，接口连接严密；

(5)经供、受油双方负责人再次确认安全检查结果符合供油作业条件，并得到受油船开泵的声明后，供油船方可开泵供油；

(6)开泵前，供油船负责盯油的操作人员应认真检查各油舱阀门及管线上的开关状态确保准确无误，并打开回流阀；开泵后，供油船操作人员缓慢调节回流阀建立初始泵压，检查供油管线各法兰接口是否漏油和畅通，经双方确认安全后再逐渐增大泵压至受油船规定的压力，并控制好供油压力，防止泵压过高；

(7)供油船计量员应时刻掌握供油数量，在供油数量达到80%或小数量供油时，应及时提醒受油船加强对受油舱的检尺，同时通知盯泵的操作人员降低供油压力，防止受油

舱溢油；

(8)时刻注意天气的变化，遇有恶劣天气应停止供油作业。

6.通过日常训练和演练，进一步完善码头防污染应急预案，提高应急预案的合理性和实用性。

8.7.1.3. 火灾爆炸防范对策

1.控制与消除火源

装卸作业过程中可能遇到的火源主要是吸烟、维修用火、电器火灾、静电打火、雷击、撞击火星和自燃发热。为此应采取如下措施：

(1)有火灾爆炸危险的区域严禁吸烟，禁止携带火种、穿带钉子皮鞋进入；

(2)进入有火灾爆炸危险的区域的车辆必须配戴防火罩；

(3)管线及设备等如需维修动火，必须彻底吹扫、置换泄压和强制通风换气，并经氧气浓度检测合格，办理火票后方获准动火，还应有专人看守；

(4)储运系统局部设备检修时，应与非检修设备、管线断开或加盲板，盲板应挂牌登记；

(5)在有火灾爆炸危险的区域使用的工具、手电等应为防爆型；

(6)管线应接地良好、可靠，定期检查，管线的防静电接地电阻应<10Ω。收、付货时应控制流速，防止静电引起事故；

(7)油抹布、油棉纱等都是易于自燃起火的物质，不能堆积过多，且应远离热源，及时清除，放置于安全地点；

(8)在有火灾爆炸危险的区域设置固定式可燃气体检测报警仪，也可配置一定数量的便携式可燃气体检测报警仪代替固定式检测报警仪。

2.防止泄漏

一旦发生物料因跑、冒、滴、漏，油品会到处蔓延和扩散，低处积聚是安全生产一大隐患。必须坚持巡回检查，加强设备维修保养，提高设备完好率，努力消除一切隐患。

3.安全作业措施

(1)在整个装卸作业期间，船岸双方应派出足够的作业人员、值班人员，这些人员应了解装卸作业过程中存在的危险因素，并具备应急处理能力；

(2)装卸作业过程中，应密切注意码头面管线和装卸臂的工作状况，防止油品跑、冒、滴、漏的情况发生；

(3)在作业现场应设置冲洗设施和急救药箱，以便在油品溅到作业人员身体、手、眼时，能及时冲洗并进行药物处理；

(4)油船停靠码头及作业期间，油船周围应设置阻燃型围油栏，以防止溢油扩散事故发生。一旦水上出现漂浮的可燃性油品，应设法将其控制在围油栏内，并防止火源扩散；

(5)码头及船上的值班人员，应密切监视码头周围与装卸作业无关的其他船舶，如渔船、普通货轮及游艇等的到来。无关船舶应与油船保持规定的安全距离。

4.出现下列情况时，应立即停止装卸作业：

(1)遇有雷电；

(2)检测到存在可燃气体或发生油品泄漏事故；

(3)接到主管部门下达的终止作业通知；

(4)船岸双方任何一方认为作业有危险。

8.7.2. 减轻事故后果的对策措施

8.7.2.1. 应急力量现状

一、污染事故应急体系

1.应急预案

事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。依据国家《突发事件对应法》和《国家突发公共事件总体应急预案》的规定，突发船舶污染事故，分别由各级政府负责，各有关部门配合执行，共同做好事故应急反应工作。

烟台市政府编制了《烟台市防治船舶及其有关作业活动污染海洋环境应急能力建设规划》，明确指出到2020年，初步建成与烟台海域船舶污染风险水平相适应的污染应急能力。监视监测系统覆盖港区主要大型危险品码头，应急力量能够在2小时内到达事故现场，3小时内有效开展清污，4级海况下进行清污作业，全市船舶溢油等相关污染综合控制清除能力达到2500吨，初步实现管理决策智能化，监视监测全面化，应急设备精良化，应急队伍专业化，污染应急能力总体上与港口发展水平相适应，初步满足当前烟台

市船舶污染应急能力建设中最迫切的需求。

烟台港集团有限公司建立有较完善的整体预案，主要包括《烟台港突发事件应急预案》,（烟港〔2018〕146号）;《烟台港海洋突发环境污染事件应急预案》,（烟港〔2018〕147号）等。

二、烟台港西港区内现有溢油应急能力

烟台港（集团）有限公司配有“洁海 1 号”轮防污染船 1 艘，可用于浮油回收使用，该轮配套西港区 30 万吨级原油码头，承担该海域海上溢油应急回收任务。“洁海 1 号”轮船长 70 米、型宽 11 米、型深 5.5 米，总吨位 1255 吨，配有 500m³油污水舱容（其中 400m³兼货油舱），污油回收能力 150m³/h，能够满足 30 万吨及以上油品码头溢油应急设备配备要求，具备执行海面油/化学品应急事故反应和守护任务、回收储存和驳送水面漂浮的各种粘度溢油以及块状浮油和海面垃圾、喷洒浮油分散剂、回收其他船舶舱底污油水等功能。

图 8.7-1 烟台港“洁海 1 号”轮防污染船

1、烟台泰山石化港口发展有限公司

烟台港(集团)有限公司控股投资的烟台泰山石化港口发展有限公司运营管理的西港区5万吨油品码头配备有较完善的应急器材，根据目前应急资源配置情况核算其可应对60t 的溢油量。

表 8.7-1 烟台泰山石化港口发展有限公司应急设备配备方案

序号	设备名称		单位	已配备
1	围油栏	固体浮子式	m	900
		防火型	m	500
2	收油机	总能力	m^3/h	30
3	油拖网	总容量	m3	6
		数量	套	2
4	吸油拖栏	数量	m	200
5	吸油材料	数量	t	2.5
6	溢油分散剂	浓缩型	t	2
7	喷洒装置	喷洒速度	t/h	2.4
8	临时储存装置	有效容积	m^3	30
9	浮油回收船	回收舱容	m^3	1 艘
10		收油能力	m^3/h	
11	应急人员防护设备	防化服，呼吸器	套	呼吸器 6 套，防化服 6 套

2、山东联合能源管道输送有限公司

山东联合能源管道输送有限公司应急资源主要服务于烟台港西港区30万吨级原油码头，已配备有较完善的应急器材，根据目前应急资源配置情况核算其可应对750t 的溢油量（含“洁海1号”轮防污染船应急能力）。

表 8.7-2 西港区 30 万吨级原油码头应急设备配备方案

序号	物资名称	规格与型号	数量
1	围油栏（固定浮子式橡胶围油栏）	H=1100	7000 米
2	防火围油栏	H=1100	2400 米
3	岸滩围油栏	H=1100	800 米
4	快速布防围油栏	H=1100	600 米
5	转盘式收油机	$40m^3/h$	4 台
6	吸油毡	——	16 吨
7	吸油拖栏	——	3000 米
8	油拖网	V=5m3	2 套
9	简便储油囊	V=20m3	15 套
10	溢油分散剂	浓缩型	5 套
11	溢油喷洒装置	Q=2.0t/h	4 台

12	应急卸载泵	Q=150m3/h	3 台
13	溢油监视报警装置	4 个检测点（防爆型），2 个中心	1 套
14	堰式收油机	Q=37.5m3/h	1 套
15	高压清洗装置	热水	1 套
16	应急人员防护设备	——	35 套
17	救生衣	——	30
18	热防护服	19N 级	5
19	绝缘服	——	2
20	化学品防护服	N71254210	2
21	耐酸碱防护靴	——	15
22	防化手套	204831	2
23	防静电手套	——	3
24	绝缘手套	——	5
25	耳塞	1100 型	100
26	耳罩	1426 头戴式	16
27	防机械伤害手套	2232527cn	10
28	防水护目镜	9913263	5
29	安全带	——	2
30	安全网	——	2
31	急救箱	——	2
32	防毒口罩	6200 型	120
33	多用急救包	——	2
34	复合洗眼器	4220 型	1
35	便携式洗眼器	32-00200-0000	2
36	自正压式呼吸器	6.8 升-PA94	2
37	备用呼吸气瓶	——	4

三、相关港航企业现有溢油应急能力

1、专业清污单位

目前，烟台现有一级船舶污染清除单位3家。均按照《船舶污染清除单位应急清污能力评价导则》配备了应急船舶、设施、设备和器材，是烟台地区最为主要的溢油清除力量，其中烟台华海海洋环保有限公司、烟台洪坤环保工程有限公司将西港区纳入其服务范围。

表 8.7-3 服务于西港区船舶污染清除一级资质单位信息一览表

序号	单位名称	服务区域
1	烟台华海海洋环保有限公司	烟台港芝罘湾港区及其近海水域，临时兼顾烟台港西港区、牟平港区、海阳港区、蓬莱港区、长岛港区及其近海水域。
2	烟台洪坤环保工程有限公司	烟台港芝罘湾港区及其近海水域，临时兼顾烟台港西港区、牟平港区、海阳港区、蓬莱港区、长岛港区及其近海水域。

2、相关港航企业

除专业船舶污染清除单位外，部分石油公司（如中海石油环保服务有限公司龙口基地、中石化胜利油田海洋石油船舶公司）、港航企业也建有企业自用的应急设备库，可进行岸边及港池内的溢油围控。根据统计，烟台地区共有企业级应急设备库8个，主要分布于芝罘湾、龙口港区。主要包括：溢油回收船3艘、喷洒装置26台、收油机32台（总的收油机的标定机械回收能力为500m^3/h 左右，）、围油栏18060m、吸油毡41.7t、油拖网7套、吸油拖栏2800m，消油剂42.1t、转驳卸载泵22台，现有专业溢油应急船舶7艘，辅助船舶34艘，其中自有船舶12艘、协议船舶16艘、在建船舶6艘，溢油应急队伍19支450余人。

四、可依托国家溢油清除力量

烟台市现有的政府溢油应急物资储备主要包括国家投资建设的烟台溢油应急设备库和烟台打捞局设备库。烟台溢油应急设备库始建于2000年，配备有应急储运、卸载和清污设备共计58台（套），主要应对规模为50吨以下的中小型溢油事故。根据《国家水上交通安全监管和救助系统布局规划》，设备库于2011年开始筹备改扩建工程，计划扩建为沿海中型设备库，具有一次性应对500吨海上溢油的能力。烟台打捞局溢油应急设备

库目前可达到50吨海上溢油的能力。

交通运输部与国家发改委于2016年1月11日共同印发了《国家重大海上溢油应急能力建设规划（2015-2020年）》（交溢油发[2016]6号），根据该规划，并考虑目前实施情况，烟台周边溢油应急资源主要见下表

表 8.7-4 烟台周边国家溢油应急资源

分布情况	状态	应急能力小计（吨）
大连	现有	2900
青岛	现有	1800
日照	现有	1100
威海	现有	500
东营	现有	1500
天津	现有	5900
唐山	现有	3300
秦皇岛	现有	1600

五、区域及周边现有可依托应急能力的综合评价

随着《烟台市防治船舶及其作业活动污染海洋环境应急能力建设规划》逐步实施，目前烟台已经逐步建有国家—地方—企业(社会力量)三级溢油应急体系，分步骤、分区域的提高烟台市船舶污染海洋环境应急能力。

当发生重大溢油事故或在外海发生海难性溢油事故时，可协调调用周边的溢油清除力量，初步具有应对重大溢油事故的能力。本码头溢油时，周边的溢油应急力量需要一定的响应时间（按照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T877-2013）中推荐算法核算应急物资运输时间），因此，本码头必须自备一定的溢油应急器材，应具备应对港口码头溢油事故的能力，并在后期建设中，充分考虑海难性事故情况下应对之需，加强应急资源与队伍建设，进一步增强处置能力。

表 8.7-5 烟台周边及区域应急资源

分布情况	状态	应急能力小计（吨）	到达西港区应急时间
西港区内			
烟台泰山石化港口发展有限公司	现有	60	--
山东联合能源管道输送有限公司	现有	750	--
烟台区域内现有应急资源			

烟台华海海洋环保有限公司	现有	200	1 小时以内
烟台洪坤环保工程有限公司	现有	200	1 小时以内
中海石油环保服务有限公司龙口基地	现有	500	1.5 小时以内
中石化胜利油田海洋石油船舶公司	现有		1.5 小时以内
其他相关港航企业	现有		1 小时以内
烟台救捞局设备库	现有	50	1 小时以内
烟台国家应急设备库	现有	500	1 小时以内
周边溢油应急资源			
大连	现有	2900	8 小时以内
青岛	现有	1800	4 小时以内
日照	现有+规划	1100	5 小时以内
威海	现有	500	2 小时以内
东营	现有	1500	10 小时以内
天津	现有+规划	6800	18 小时以内
唐山	现有+规划	3300	18 小时以内
秦皇岛	现有+规划	1600	16 小时以内

8.7.2.2. 应急能力目标

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017）中对新、改、扩建码头建设项目水上污染事故应急防备能力建设目标的要求见下表。

表 8.7-6 码头溢油应急防备等级要求

防备等级	应急资源拥有方式	防备能力配备要求		自接到应急响应通知后应急反应时间最低要求（h）
		溢油应急防备目标的比例	其中，满足浅水和岸线清污作业的占比**	
一级防备	自有、联防或者购买应急防备服务	5%-10%（含基本防备）*	20%	4
二级防备	与上级应急预案衔接或区域联防安排	50%-60%*		24
三级防备	在应急预案中识别周边可用资源	40%-50%*		48
注：*根据邻近码头、区域已有的水上污染应急防备能力在此区间取值，三个等级之和≥100%； **系指在配备的应急设施、设备和物资中，可用于浅水和岸线清污作业的数量或回收清除能力占比。				

根据国务院颁布的《防治船舶污染海洋环境管理条例》，溢油量在500~1000吨的为重大船舶污染事故；溢油量大于1000吨的为特别重大船舶污染事故。根据《关于重大海

上溢油应急处置牵头部门和职责分工的通知》（中央编办发[2010]203号）的要求，重大海上溢油事故的处置应启动《国家重大海上溢油应急处置预案》和重大海上溢油应急处置部际联席会议制度，统筹各方资源、调集事故周边区域应急力量共同应对。

本次评价按照《船舶溢油应急能力评估导则 JT/T 877-2013》，推荐算法陆域速度取30km/h~60km/h，海上速度取8kn-10kn，并按照上述要求中的反应时间，最终确定三个级防备中可依托的周边可协调的应急资源。

除运输时间外，充分考虑动员、装备、现场应急准备等耗时，本次评价将大连、青岛、日照、威海应急资源可作为二级防备中周边可协调的应急资源考虑，其应急能力为6300t；东营、天津、唐山、秦皇岛应急资源可作为三级防备中周边可协调的应急资源考虑，其应急能力为13200t。烟台国家应急资源以及社会力量、各港区内现有所有应急资源可于4小时调至西港并开展应急行动，上述应急资源可作为一级防备的应急资源考虑。根据前面章节的分析，本码头最可能发生的海难性溢油量为12963t，上述应急资源可满足溢油应急防备目标的对应比例。

考虑到上述核算结果为理论计算值，在事故应急实际操作中，由于天气海况等因素各应急设备往往达不到上述估算效果，甚至出现部分设备无法使用的状况，总体上港区内开阔海域应急作业能力相对不强。同时本项目码头属于危险品码头，本次评价建议，本项目按照溢油应急防备比例为10%的目标完成应急资源配备，本码头最可能发生的海难性溢油量为12963t，由此确定本项目应急能力建设目标为1300吨。鉴于专业溢油回收船舶投资费用较大，且运行维护较麻烦，属于公共工程，建议专业溢油回收船舶由港区牵头，由各码头企业共建完成。应急能力建设过程中还应充分考虑与西港区其他码头应急资源的共享：应急设备在数量上加强、选型上互补并兼顾可溶化学品的回收。

本项目施工期间相关应急资源可直接依托烟台港自身现有应急资源，相关船舶油污水等可依托社会船舶服务公司，能够确保施工船舶溢油风险事故的应急资源的可操作性及有效性。

8.7.2.3. 应急反应设备配备

1、应急设备配备标准

（1）《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）

（2）《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)

（3）《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）

2、配备原则

（1）在配备应急设备时秉持适应性、合理性、可操作性相结合的原则；配备的数量和选型要与采用的船舶污染物回收处理方法相适应，并充分考虑到对周围环境敏感资源采取的不同的保护方法。

（2）设备能力要与应急能力目标相适应主要考虑船舶重质燃油、原油。

（3）设备选型要与作业区污染事故的货物种类相适应；并充分考虑与西港区其他码头的衔接和联防，设备选型能相互补充，提高整体能力。

3、应急设备配备方案

1）溢油监视设备

溢油监视设备包括码头溢油监视报警硬件设备以及核心业务软件两部分，监视报警硬件设备基于原油和各种成品油的自身的荧光特性，它可以根据探测物表面所反射的光学特性来分析不同油品的独特的“油指纹”。监视报警硬件设备一旦发现污油自动报警时，监控终端都会收到报警信号和溢油图片，而且核心业务软件能按事先设定的程序，自动将报警信号和溢油图片发到监控室和相关负责人的手机上，便于及时发现和及时采取措施。

根据“451标准”，30万吨级原油码头应当配备一套溢油监视设备。由于本项目泊位长度较大，建议30万吨级泊位前沿安装3~4 个监视探头实现对码头实时、全天候不间断的监视报警。一旦码头前沿水域出现溢油，溢油报警器能够自动报警，设置在码头公司的码头监控终端和设在海事局的区域监控终端，都会收到报警信号和溢油图片，而且能按事先设定的程序，自动将报警信号和溢油图片发到监控室和相关负责人的手机上，便于及时发现和及时采取措施。

2）残油过驳设备

船舶发生海损事故后，在溢出部分所载货油、燃料油后，留在货舱内的货油或燃料舱内的燃料油还将继续溢出，必须尽快采取措施将液货卸载和回收，防止液货继续溢出。应急卸载和所需设备主要为卸载泵，本次工程配置的卸载泵主要考虑水面难船油舱的卸载。

①计算方法

按照《船舶溢油应急能力评估导则 JT/T 877-2013》提供的技术方法，计算应具备的应急卸载能力。卸载能力需求为：A=C/H

其中：A 为卸载能力，C 为油舱的容积，H 为工作时间。

考虑到船舶发生溢油事故时，需要将货舱内的油完全驳出，故应以舱容装载量计算。对于大型油轮工作时间可取10~15d，每天工作 20 小时进行计算。

②需求估算

重点考虑主力船型为30万吨级油轮，工作时间为10天共200小时。因此溢油卸载能力应为100m^3/h。

3）围控与防护能力

溢油围控与防护能力主要指围油栏和与其配套的布放艇。

①计算方法

依据《船舶溢油应急能力评估导则 JT/T 877-2013》提供的技术方法，围油栏配备总数量 L 总见下式：

L＝L1+L2+L3+L4

式中：

L——围油栏的总数量；

L1——溢油源围控的围油栏长度， L1≥(B+W)×3×N1，N1为围控围油栏层数，本评价取2；

L2——收油用围油栏数量，L2＝D×100，D 为“收油系统”数，本评价取4；

L3——导流配套的围油栏数量，L3＝U×N2，U 为一组围油栏长度，N2为所需围油栏组数，本评价 L3取模拟溢油扩散形状估算数量；按照溢油在三天内的扩散形状，取短边计算导流用围油栏数量。

L4——防护配套围油栏数量，L4＝(L1+ L2+ L3)×Φ，Φ 为加权系数，取值为0.2~0.5，本评价取0.2。

本项目30万吨级泊位主力船型为30万吨级油轮，30万吨级油轮的总长为334m，型宽60m。

经计算，需要配备的围油栏总长度

$L_{30万泊位}$＝2400+400+1500+860=5160。

②评估结果

鉴于西港区现有配置一定数量围油栏，因此本项目关于围油栏的配置建议充分考虑码头常规作业所必须的数量要求，收油、导流等作业所需部分30万泊位与港区现有设备共用，以此避免设备的低水平重复配置。具体如下：

船舶靠泊作业必须对其进行围控，根据前面计算结果，L1（溢油源围控的围油栏长度），永久布放型围油栏所需数量为2400m，应急型围油栏数量为2000m。此外，油轮以及岸上的油品储罐泄露也容易引起火灾，因此建议配备一定长度的防火型围油栏，考虑与导流配套的围油栏配合使用，取1600m。

③技术要求

由于受风、波浪和水流等因素的影响，经常会导致围油栏所拦截的油从围油栏栏下逃逸，或者围油栏的抗拉强度不足而发生断裂，从而发生拦油失效。因此根据烟台港区的风、浪、流等气象条件，所配备的港口型围油栏需满足围油栏总高≥1100mm；防火围油栏需通过 JT/T 465- 2001标准中的耐火实验。应急拖带能力。

4）应急拖带能力

①计算方法

《船舶溢油应急能力评估导则》中对拖带能力的评估方法如下：

BHP = k×Q

BHP——拖轮的总功率，kW；

Q——拖轮可应急拖带的船舶载重吨，t；

k——系数，根据船舶最大载重吨（DWT）取值，当 DWT≤20000t，取0.075；20000t＜DWT≤50000t，取0.060；DWT＞50000t，取0.050。

按照标准要求，本次评价中 k 取0.050。

②需求估算

目前，西港区现有拖轮，可兼顾围油栏布放和消油剂喷洒等需求。本项目也可委托经过海事管理机构认可的围油栏布放公司进行围油栏的应急布放工作。

此外，带有油水分离设备的大马力拖轮一方面可在事故发生后将船舶拖至指定安全水域，另一方面也可在应急时进行简单的溢油回收处理，同时也可兼顾围油栏布放需求，因此本工程不需再配备额外的围油栏布放艇。要求围油栏的布放艇随时在西港区周边海域待命，一旦接到溢油报警信息，第一时间赶至事故地点开展溢油应急围控工作。

5）回收与清除能力

①计算方法

回收能力采用“日有效回收能力”表达，回收能力计算公式下式：

$E=T\times P1\div[\rho\times\alpha\times Y\times 6\times(1-\Phi 1)]$

式中：

E——收油机回收能力，m^3/h；

T——溢油量，溢油应急目标1300t；

P1——机械回收占溢油的比例，本评价取 40~60%；

ρ——回收油水混合密度，考虑回收以水为主，本次评价取水密度；

α——收油机回收效率，考虑本项目设计油种比重小于0.9，本评价取 7%；

Y——收油作业天数，本评价取 3天；

6——每天收油作业时间，单位为小时 h；

Φ1——富裕量，根据经验，本评价取20%；

②需求估算

根据上式的计算方法，计算所需收油机总能力为780m^3/h。建议收油设备应充分考虑开阔水域作业的要求。

6）喷洒溢油分散剂能力

本项目中，溢油清除主要考虑使用吸油材料、凝油剂、溢油分散剂等物质对易蒸发原油和船舶燃料油的清除，同时考虑对较薄油层和较难使用收油机工作区域进行溢油清除。

①溢油分散剂

溢油分散剂配置数量的估算方法如下：

$G=T\times 10^3\times P_2\times R$

其中 T 为总泄漏量，P_2为取分散剂处理的数量占总泄漏量的比例，取30%，R 为分散剂与油的用量比，本次评价取浓缩型取值0.1~0.2。

由此计算得到本项目应配置浓缩型溢油分散剂39吨。由于溢油分散剂具有一定的有效期（3~5年），因此配备时应采用实际配备一定数量，其余部分与生产厂家或其他单位签订协议的方式实现。参照《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》，实际配备

的溢油分散剂量应不低于总需求量的10%。因此本工程应采购浓缩型溢油分散剂4吨。

由于西港区海域周边存在旅游区、部分增养殖区等环境敏感目标较多，分散剂必须配备得到交通运输部海事局认可的产品。依据《关于加强水上污染应急工作的指导意见》(交海发〔2010〕366 号)：“水深不足10m 的海域，以及渤海、长江口、珠江口和内河等环境敏感水域，一般应使用微生物降解的环保型消油剂，并进行评估”。因此，建议采用对环境水域污染较小的环保型消油剂，尽量减少消油剂使用对水域造成的二次污染。

②溢油喷洒装置

溢油分散剂需要与喷洒设备协同使用，按照《船舶溢油应急能力评估导则》中的评价方法，应当配备相应船用及手持式溢油分散剂的喷洒装置。

7）油污吸附能力

常规的吸附材料为吸油毡，是目前处理日常作业小型船舶污染事故的常用材料之一，也是对海上环境敏感目标有效防护的重要设备。

①计算方法

我国行业标准规定，其吸油性应达到本身重量 10倍以上，吸水性为本身重量 10%以下，持油性保持率 80%以上。所需数量见下式：

$I = T \times P / (J \times K \times P_1)$

式中：

I——吸油毡数量，t；

P——吸附回收量占总溢油量的比例，本评价取 20%；

J——实际吸附倍数，≥10倍；

K——持油性保持率，≥80%；

P_1——加权系数，本评价取 0.3。

②需求估算

经计算，该项目需要配100吨吸油毡。

考虑到吸油拖栏在海域清污时作用较好，本工程配备长度为4000米的吸油拖栏，替代部分吸油毡。吸油材料属于耗材，用完后应及时补充。

8）污油储运能力

临时存储能力指可储存转运污油的能力，用储油船舶、储油囊和储油罐的储存能力

来表征。一般情况下“临时储存能力”应满足收油机工作12h 回收的油水混合物储存需求，可根据转运能力进行相应的调整。

按照该方法计算，共需要临时存储能力为9360m^3。该部分设备也可部分依托烟台国家设备库。考虑到实际收油作业过程中，储油囊可能会影响应急船舶操作，且重复利用较复杂，建议征用小型油驳作为与各类收油设备组成污油回收系统。本次评估建议采用《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JTT 451-2017）中“基本应急防备要求”，即3倍回收能力的容积，2000m^3。

9）油拖网

油拖网主要应用于结块后污油的回收，本项目主要运输中高粘度原油，故应配备油拖网以便结合本项目及区域特征开展多种形式污油应急回收行动。建议配备有效容积不小于10m^{3}的油拖网两套。

10）辅助设备

辅助设备包括吊机、叉车、拖车、托盘托架、清洗设备、照明设备和劳动保护用品等，港口可根据实际情况选配。

11）专业溢油回收船舶

本项目是原油码头，按交通运输部规定，船舶进港后需要铺设作业型围油栏，本项目日常作业港口型围油栏布放主要依靠设备库船舶。发生事故时，可进一步调用港口拖轮或其他船舶拖带围油栏。

专业溢油回收船舶是区域溢油应急能力的重要体现，在实际的油品卸载、溢油回收和消除等清污工作中能够起到重要作用。建议30万吨级海港装卸油品码头需配备业溢油回收船舶，回收仓容>150m^3，收油能力>150m^3/h。

表 8.7-7 本项目溢油应急设备配备方案和投资估算

序号	设备名称	主要技术指标	单位	数量	总能力	投资估算（万元）
1	溢油监视设备	包括码头溢油监视报警设备以及核心业务软件系统	套	1	--	120
2	卸载泵	防爆型，卸载能力不小于 150m^3/h	套	1	不低于 100 m^3/h	80
3	永久布放型围油栏	总高度 1100mm 以上	m	2400	2400m	150

4	应急型围油栏	总高度 1100mm 以上	m	2000	2000m	90
5	防火型围油栏	总高度 700mm 以上，材质为抗火材料	套	8	1600m	140
6	港口型收油机	收油能力 30~60m^3/h	套	1	60m^3/h	80
7	海洋型收油机	收油能力 150m^3/h 以上	套	3	450m^3/h	450
8	油拖网	有效容积不小于 10m^3 扫油宽度不小于 8m	套	2	不小于 10m^3	6.4
9	吸附毡	吸附倍数≥10，保持率≥80%	t	100		200
10	吸油拖栏	吸油量≥20kg/m，最大允许拉力≥30kN	m	4000		40
11	分散剂	环保浓缩型	吨	4	--	1
12	船用喷洒装置	流量不小于 135 L/min	套	1		40
13	手持喷洒装置	流量不小于 40 L/min	套	10		17.5
14	储存罐	容积不小于 200m^3	套	10	2000m^3	5
15	综合溢油应急船	船舱容应不小于 150m^3，收油效率不小于 150 m^3/h	艘	1		5000
	合计					6419.9

注：（1）辅助设备包括吊机、叉车、拖车、托盘托架、清洗设备、照明设备和劳动保护用品等。

8.7.2.4. 应急设备库建设与管理

1、应急设备库建设

《配备要求》6.3 规定“应急设备应放置在固定场所，并有运输车、起吊设备等配套设施可供使用。场所应具有良好的通风、散热、去湿、防潮、隔热等功能，设备运输车和起吊设备要与应急设备的重量、外形和体积相匹配”。7.4要求“码头应定期对溢油应急的有关设备及设施进行维护、保养，确保其在应急反应中的正常使用”。

2、设备库房内应配置视频监控系统，做到实时监控。

应急设备下水码头需配有1台相应能力的吊机。落实当地岸上污油储存及处理场所，围油栏清洗设备。确定一定数量的油罐车和油槽车对回收污油水上岸转移，可以签约的方式确定。设备库管理人员应为专职人员，负责应急设备库的日常维护管理。

3. 应急设备库选址

溢油应急设备库选址应靠近码头，交通便利。建议本项目与原油码头一期工程共用的应急器材设备库。

目前该设备库不完全满足相关技术要求，对该库房进一步改造，应满足以下要求：库房面积不小于300m^2，具体以能满足相关器材储存的需要。库房需房门2个，宽度4~6m。库房高度根据是否安装起吊设备及进出的车辆情况进行设计。库房应具有良好的通风、散热、去湿、防潮、隔热等功能，根据库房建设要求，可配置起吊装置，应配置适量的叉车、拖车以及设备托盘、拖架等以方便设备的装卸和运输。但专用设备运输车购置过多，利用率较低，可配置1~2辆专用应急运输车，其余车辆可通过签约拥有。

2.溢油设备库管理

溢油应急设备库的维护管理通常有2种方式：

(1)码头公司可以自己组建船舶防污染应急管理机构，配备专职船舶防污染应急管理人员和污染清除作业人员，负责应急设备设施日常维护管理和污染清除作业。溢油应急反应行动和应急设备维护管理专业性较强，作业人员(包括污染清除操作人员、现场指挥人员、高级应急指挥与决策人员)应当经过应急反应基本知识和技能的培训，现场指挥人员、高级应急指挥与决策人员还应当通过海事管理机构组织的专门培训；

(2) 由于溢油应急设备的专业性较强，码头公司也可以委托海事管理机构或经其认可的单位负责应急设备的日常维护管理，委托已取得海事管理机构颁发相关资质证书的污染清除作业单位承担溢油清污等工作；

本项目的溢油应急设备库的维护管理建议由山东联合能源管道输送有限公司的专职队伍管理，应急设备库日常维护费用应纳入公司年度预算。公司应将设备库的情况及管理方式向海事局备案。公司的溢油应急清污作业人员(包括污染清除操作人员、现场指挥人员、高级应急人员)应当经过应急反应基本知识和技能的培训。

本项目的溢油应急设备库的维护管理建议由本公司的专职队伍管理，应急设备库日常维护费用应纳入公司年度预算。

8.7.2.5. 应急队伍建设

在项目经营单位内成立污染事故应急领导小组，负责应急设备设施日常维护管理和污染清除作业。由公司经理任领导小组组长，公司生产、安全、技术、财务、后勤等部门主管任组员，应急领导小组职责：

1.制定、修订公司内部的应急预案；

2.根据有关应急设备设施和本项目的事故风险制订应急反应设备设施配备方案，并切实落实应急反应设备设施的配备；

3.指导公司各部门组建应急救援队伍，组织训练和演习，做好各项救援准备工作；

4.负责一般污染事故的应急反应，包括应急预案的启动、现场救援的指挥协调、宣布解除应急状态、事故调查总结等；

5.对于超出自身应急反应能力的较大、重大、特大污染事故，迅速向上级应急主管部门报告，启动响应级别的上级预案。在应急反应过程中接受上级主管部门的领导，执行上级应急反应部门下达的应急指令。溢油应急反应行动和应急设备维护管理专业性较强，作业人员(包括污染清除操作人员、现场指挥人员、高级应急指挥与决策人员)应当经过应急反应基本知识和技能的培训，现场指挥人员、高级应急指挥与决策人员还应当通过海事管理机构组织的专门培训。

(1)指挥人员

应急反应人员主要由参加作业船舶所需要的人数确定，其中需要高级指挥人员2名，每艘船舶上配备1名现场指挥人员。

(2)应急操作人员

双船从事手动布放的围油栏，每组从事围油栏布放作业的船舶至少配备10名应急操作人员，单船从事围油栏布放作业船舶至少配备6名应急操作人员。每艘回收与清除作业船配备5名应急操作人员。

应急操作人员如需兼职，由于其具有不确定因素，人数要求应为专职人员的2倍。

初步估算本项目需要专职人员35人或兼职人员70人。相关人员应通过海事局相关培训考核。

(3)应急队伍建设建议

根据码头的特点，为减少人员及日常开支，可充分利用充分利用当地船舶污染清除单位的力量、海事局系统原有应急防治力量，除此之外，可考虑利用港区工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。专职和兼职的应急作业人员都应该通过海事管理机构组织的培训、考试和评估，定期组织演练和演习，能够熟练掌握设备的使用方法，具备溢油应急的知识和指挥管理技能，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

8.7.2.6. 应急管理与预案建设

本项目投产前应当制订本单位的溢油应急预案，并在预案中针对应急组织、敏感资源及高风险区域、保护顺序、应急对策、管理与控制、培训与演练等方面做出规定，并且与烟台港集团或烟台市的溢油应急计划合理衔接。在预案中，对于超出自身应对能力的溢油事故，应当建立与其他应急力量的协作机制。应急预案应报烟台海事局备案。

建议本项目把溢油应急预案与环境管理体系(ISO14000)、质量管理体系(ISO9000)及职业健康安全管理体系(OHSMS18000)充分结合，充分利用成熟的管理体系与资源，将溢油应急管理融入到现有管理体系中。

1.应急预案总体要求

(1)综合性

地域上包括陆域和水域两部分，内容上包括安全和防污两方面，措施上包括：泄漏处理、消防、医疗急救、污染处理及处置等。

(2)科学性

利用科学理论和计算机手段对事故的危害范围和程度作出评估，这是制订和实施应急计划的前提。科学的管理和使用先进设备是实施应急计划达到预定效果的必要条件。

(3)可操作性

污染事故带有突发性和灾难性，因此，计划所提供的评估手段、应急行动和措施必须准确、简明、可操作性，能达预定效果。

2.应急预案的主要内容

(1)明确组织指挥机构；

(2)绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；

(3)加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；

(4)建立清污设备器材储备；

(5)加强清污人员训练；

(6)建立通畅有效的指挥通讯网络。

3.应急预案的演练与更新

(1)定期进行应急演习、演练，提高应对污染事故的能力。并检验应急反应计划中的

各个环节是否能快速、协调、有效的实施，发现问题和不足及时修订和改进；

(2)根据国家法规和政策的调整、敏感区的变化和日常演习的实际经验等，对溢油技术、对策进行修改，使其符合实际情况；

(3)加强第三方协议，明确权责，保证在溢油事故发生后可以及时地采取措施。

8.8. 陆域风险管理

8.8.1. 管道事故应急对策措施

事故发生后应立即启动应急响应程序，并采取相应措施，应首先防止液体扩散，以控制环境影响的范围，同时也为后续的清理工作创造有利条件，以减轻对环境的影响程度。

（1）防止原油泄漏扩散的可选技术

a. 防止地表原油泄漏扩散的可选技术

地表铺砖，因地制宜，因势利导，利用低洼地形、沟渠汇集或堵截，使泄漏液体局限在某一区域内；

用容器、吸油泵等回收泄漏液体。回收液体原料直接使用或分离后使用，如作燃料，或作加工原料；

b.防止地下原油泄漏扩散的可选技术

原油一旦渗入土壤，具有残留时间长，降解速率低的特点，可能对土壤产生长期的污染影响，一般采用换土的减缓措施。

清理技术的选择，由指挥中心会同政府部门、主管部门，并咨询有关专家的意见后最终做出决定，以付诸实施。

（2）发生火灾、爆炸事故导致大气污染事故伴随有毒有害物质逸散时

①迅速查明引发火灾爆炸事故的原油泄漏点或点火源。

②安排伤员救护组采取有效防护措施后进入现场抢救现场中毒人员。

③安排环境监测组监测空气中有毒物质的浓度，并上报现场总指挥。根据现场风向等气象条件，确定警戒和疏散范围，并发出有害气体逸散警报。

④安排警戒、疏散组立即疏散现场无关人员和影响范围内的周边居民。

⑤加强现场人员个体防护，配置相应的个体防护用品。

（3）雷雨季节

①干部和各岗位职工要坚守岗位，发生险情时，及时向上级领导汇报，随时听从调配和处理各种突发事件。

②备齐防汛物资、器材、水泵要确保完好。

③各泵房、变电所在雷雨季节到来之前，要对排水系统进行彻底的清理，维护和保养岗位上的防汛器材，一旦排水不畅导致泵房积水，立即向应急指挥中心和调度汇报险情。

④加强对消防灭火器材配备情况的检查、维护和保养。消防车要加强泵维护，进行吸水试验，确保防汛吸水设备完好。

除此之外，结合大连7.16火灾爆炸事故的启示，本环评提出要求如下：

（1）加强日常风险管理，定期排查风险隐患，落实各项风险防范措施并制定完善的应急预案体系。

（2）结合大连7.16火灾爆炸事故，建议建设单位只能进行原油存储工艺，不得进行油品加工，即不得在输油管道上方进行添加脱硫剂的工序，如确需增加油品加工工序，需另行编制环境影响报告书报环保主管部门审批。

（3）码头管道采用焊接、并探伤，按照1.5倍设计压力试压。对引桥段高风险管道焊口提升质量检测标准，采用100%RT+100%UT，确保焊接口100%合格，无渗漏风险，从本质上提升管道的安全等级，同时将水陆域紧急切断阀移至陆域侧管线安装，杜绝法兰连接泄露的发生；沿线设置可燃气体检测器，对轻微的滴漏及可能发生的初期泄露进行及时检测并报警，以便及时采取止漏措施。管道架空敷设，平时检查方便，维护到位，出现破裂几率相当小。

涉海管道及检修通道两侧设置实体围挡，与管线同高。一旦发生泄漏，受管道外侧保温层及外保护层覆盖作用的影响，可完全避免直接喷射的泄露方式，管道及检修通道两侧实体围挡可将泄露的油品围堵收集，管廊及检修道路两侧围挡所包围的封闭空间完全可以防止泄漏油品的外溢。

围挡底部沿管线走向设置排水口，正常情况，所有排水口均为封闭状态，布置沙袋作为应急封闭措施。一旦出现泄漏，泄漏油品不会流入大海，而是留在封闭空间内。只有人工确认无泄漏的前提下，排水口才允许打开。由于道路和管廊带基本在一个平面，漏泄油品很容易被巡检人员发现。出现泄漏后，码头停止作业，关闭阀门，引堤和库区直接紧急切断阀同时关闭，防止库区油品泄漏。库区应急库已有移动泵、软管和罐车等

设施，可随时将泄漏油品回收、运输至库区污水处理站，处理达标后排放。

由于管道由于车道、补偿等原因形成门架，门架将本工程管廊分割成数段，只有泄漏点所在一段管道可以完全泄漏，其余油品段受重力限制，无法到达泄漏点。具体断面详见管道路由图。管廊和道路封闭在一起后，有足够空间回收泄漏油品。管道门架、紧急切断阀等共同作用，即使在最不利情况下，也能保证管道内油品不会全部泄漏。

（4）一旦发生管线泄漏，污染物外溢入海，第一时间应当过驳管线中残油，同时优先利用围油栏围堵的方式对外溢污油进行围控，防止影响范围进一步扩大，并考虑使用吸油拖栏等吸附材料对污油进行有效清除。考虑周边分布部分养殖用海，未经相关部门许可，严禁使用消油剂。

8.8.2. 罐区应急事故对策措施

8.8.2.1. 罐区防范措施

1、针对储罐冒顶溢油

（1）储罐均设置高精度的液位监测系统（贸易级雷达液位计，精度±1mm）及音叉液位开关（机械硬开关）双重措施报警，连锁关闭储罐进料阀门，从技术上杜绝冒顶的可能性；

（2）罐区采用储罐管理系统，在收料前提前计算储罐空余容量，在作业过程中对非作业储罐液位异常变化进行报警并处理。

2、针对油罐火灾爆炸

（1）储罐均采用双盘式外浮顶罐，浮顶采用二次密封结构，减少油气空间，在日常运行过程中浮盘严禁落地，减少油品挥发，杜绝安全隐患；

（2）罐顶二次密封位置设置光纤光栅火灾探测系统，监控非正常温度升高，对初期火灾进行有效监测；

（3）在库区高塔上设置带红外功能的高清工业电视监控系统，24小时监控库区情况，检测初期火灾；

（4）储罐设置完善的导静电设施，将雷电及静电电荷导出，避免引燃一、二次密封内气体空间；

（5）储罐设置完整的消防泡沫及消防喷淋系统，国内几次由于雷击造成的二次密

封起火均被储罐设置的固定式泡沫系统扑灭。

3、针对管道泄漏/爆炸造成的罐外流淌火

（1）罐区至码头及外输管线上均设置紧急切断阀，杜绝事故扩散的可能；

（2）储罐罐根电动阀门具备手动功能，同时采用耐火电缆埋地设置，在变电室设置应急电源（EPS），确保第一时间能关闭阀门；

（3）库区及码头采用 DCS 控制系统所有的工艺管道上均设置远程压力变送器，监控管道压力异常情况，所有机泵均具备中控室远程停止功能，确保异常工况早发现，早处置；控制系统配备 ESD 功能，确保应急情况下能第一时间对所有阀门进行关闭。

8.8.2.2. 罐区应急事故对策措施

（1）储罐承台底部及防火堤内均考虑防渗设计（HDPE 防渗膜加抗渗混凝土），杜绝油品污染地下水及土壤；

（2）储罐采用下沉式设计，雨污水通过提升泵动力提升出罐组，杜绝事故情况下油污水出防火堤的可能；防火堤采用加高设计，防火堤高度以罐组内地面为起算点，其高度为 5.7m，防火堤高度以罐组防火堤外地面为起算点，高度为 3.2m，两个罐组中最大储罐分别为 12×10^4 m^3和 15×10^4 m^3，两个罐组防火堤内的有效容积约为分别 1#罐组：215350m^3、2#罐组：271272m^3；防火堤内的有效容积均大于储罐组内最大储罐的容积。

（3）罐区行政办公区标高高于周边罐区防火堤内地面 3m，办公区与罐区相邻的两侧均设置了导流沟。围墙采用 2.5m 高实体围墙，经计算围墙可容纳油品容量约为 57×10^4 m^3。

（4）罐区内设置的 $15\times10^4m^3$事故水池，在事故状态下，事故水通过导流沟导流进入罐区内事故水池，满足罐区最大储罐泄漏时事故液收集，确保不污染外环境。

8.8.2.3. 罐区三级防控措施

为减缓事故状态下，含油污水进入附近海域，本工程拟建设 $15\times10^4m^3$事故水池。针对事故风险防范措施，建设单位、设计单位、环评单位多次沟通、商讨，遵循《事故状态下水体污染的预防与控制规范》Q/SY 1190-2019、《石油库设计规范》GB 50074-

2014、《储罐区防火堤设计规范》GB 50351-2014 的规定，最终确定风险“三级防控”方案：

表 8.8-1 三级防控体系构成

防控体系	构成
一级防控	装置围堰、防火堤
二级防控	雨排水切断系统、导流沟
三级防控	事故液收集池、围墙

一、一级预防与控制体系

1、防火堤

罐区共计 2 个罐组，罐组防火堤内的有效容积计算参照《储罐区防火堤设计规范》GB 50351-2014 中 3.2.7 条

油罐组防火堤有效容积应按下式计算：

V=AHj-(V1+V2+V3+V4)

式中：V—防火堤有效容积（m^3）；

A—由防火堤中心线围成的水平投影面积（m^2）；

Hj—设计液面高度（m）；

V1—防火堤内设计液面高度内的一个最大油罐的基础露出地面的体积（m^3）；

V2—防火堤内除一个最大油罐以外的其它油罐在防火堤设计液面高度内的体积和油罐基础露出地面的体积之和（m^3）；

V3—防火堤中心线以内设计液面高度内的防火堤体积和内培土体积之和（m^3）；

V4—防火堤内设计液面高度内的隔堤、配管、设备及其它构筑物体积之和（m^3）；

罐组 1 防火堤有效容积进行计算

参数的选取：

①防火堤中心线围成的水平投影面积 A：

罐组 1 防火堤中心线的投影面积 A=59144 ㎡。

②防火堤设计液面高度 Hj：

根据《储罐区防火堤设计规范》GB 50351-2014 中 3.2.6 条“油罐组防火堤顶面应比计算液面高出 0.2m。”防火堤顶与堤内地坪高差为 5.7m，Hj=5.7-0.2=5.5m。

③防火堤内设计液面高度内的一个最大油罐的基础露出地面的体积 V1：

防火堤内共 4 个 12 万方储罐，储罐承台半径 R=45m，储罐承台高度为 1.0m，因此 $V1=\pi R^2h=\pi\times45^2\times1.00=6359$ ㎡。

④防火堤内除一个最大油罐以外的其他油罐在防火堤设计液面高度内的体积和油罐基础露出地面的体积之和 V2 ：

防火堤内共 4 个 12 万方储罐，储罐半径为 44m，储罐承台为 1.0m 高，承台半径为 45m，

3 个油罐基础露出地面体积为 $3\pi R^2h=3\pi\times45^2\times1.0=19076m^3$，3 个油罐在防火堤设计页面高度为 5.5-1.0=4.5m，3 个油罐在在防火堤设计液面高度内的体积为 $3\pi\times(44)^2\times4.5=82067$ m³，因此 V2=19076+82067=101143 m³。

⑤防火堤中心线以内设计液面高度内的防火堤体积和内培土体积之和 V3：

防火堤中心线内设计液面高度内防火堤截面为矩形，底边为 0.2m，高为 5.5m，该矩形截面积为 0.2×5.5=1.1 ㎡，防火堤周长为 973m，因此 V3=1.1×973=1070m³

⑥防火堤内设计液面高度内的隔堤、配管、设备及其他构筑物体积之和 V4：

防火堤内的隔堤宽度为 0.2m，高度为 0.8m，隔堤总长度为 487m，隔堤体积为 0.2×0.8×487=78m³，防火堤内配管及其它构筑物体积为 1292 m³，因此

V4=78+1292=1370m³。

综上所述防火堤有效容积 V= A Hj - (V1 + V2 + V3 + V4)

=59144×5.5-（6359+101143+1070+1370）

=215350m³

因此罐组 1 防火堤的有效容积为 215350 m³。

罐组 2 防火堤有效容积进行计算

参数的选取：

①防火堤中心线围成的水平投影面积 A：

罐组 2 防火堤中心线的投影面积 A=71457 ㎡。

②防火堤设计液面高度 Hj：

根据《储罐区防火堤设计规范》GB 50351-2014 中 3.2.6 条“油罐组防火堤顶面应比计算液面高出 0.2m。”防火堤顶与堤内地坪高差为 5.7m，Hj=5.7-0.2=5.5m。

③防火堤内设计液面高度内的一个最大油罐的基础露出地面的体积 V1：

防火堤内 15 万方储罐，储罐承台半径 R=51m，储罐承台高度为 1.0m，因此

$V1=\pi R^2h=\pi\times51^2\times1.00=8167$ ㎡。

④防火堤内除一个最大油罐以外的其他油罐在防火堤设计液面高度内的体积和油罐基础露出地面的体积之和 V2 ：

防火堤内 2 个 15 万方储罐，储罐半径为 50m，储罐承台为 1.0m 高，承台半径为 51m，2 个 12 万方储罐，储罐半径为 44m，储罐承台为 1.0m 高，承台半径为 45m，

3 个油罐基础露出地面体积为 $\pi R1^2h+2\pi R2^2h=\pi\times51^2\times1.0+2\pi\times45^2\times1.0=20884m^3$，3 个油罐在防火堤设计页面高度为 5.5-1.0=4.5m，3 个油罐在在防火堤设计液面高度内的体积为 $2\pi\times(44)^2\times4.5+\pi\times(50)^2\times4.5=90036m^3$，因此 $V2=20884+90036=110920m^3$。

⑤防火堤中心线以内设计液面高度内的防火堤体积和内培土体积之和 V3：

防火堤中心线内设计液面高度内防火堤截面为矩形，底边为 0.2m，高为 5.5m，该矩形截面积为 0.2×5.5=1.1 ㎡，防火堤周长为 1070m，因此 $V3=1.1\times1070=1177m^3$

⑥防火堤内设计液面高度内的隔堤、配管、设备及其他构筑物体积之和 V4：

防火堤内的隔堤宽度为 0.2m，高度为 0.8m，隔堤总长度为 487m，隔堤体积为 $0.2\times0.8\times535=86m^3$，防火堤内配管及其它构筑物体积为 1392 m^3，因此

$V4=86+1392=1478m^3$。

综上所述防火堤有效容积 V= A Hj - (V1 + V2 + V3 + V4)

=71457×5.5-（8167+110920+1177+1478）

$=271272m^3$

因此罐组 1 防火堤的有效容积为 271272 m^3。

表 8.8-2 防火堤有效容积与规范要求比较分析：

防火堤	有效容积（m^3）	最大罐容	是否合规
罐组 1	215350	120000	合规
罐组 2	271272	150000	合规

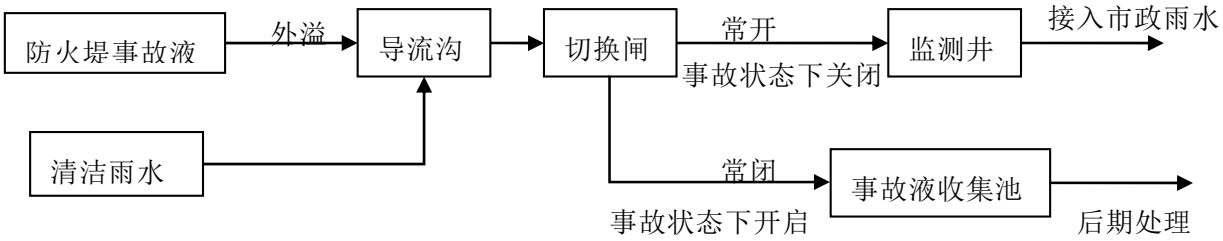
注：《储罐区防火堤设计规范》GB 50351-2014 中 3.2.5 条“油罐组防火堤内有效容积不应小于油罐组内一个最大油罐的公称容量”。

2、装置围堰

本工程个工艺设备区、泵棚区域均设置防渗混凝土地面，边缘设置不低于 150mm 高的装置围堰，有效阻挡事故液的外流。

二、二级预防与控制体系

本工程防火堤内内均设置雨（污）水截断设施，事故状态下能有效截断，防止事故液外流；同时防火堤外侧设置导流沟，当发生重大事故，事故液溢出防火堤时，导流沟能有效阻止事故液漫流，将事故液有组织导入事故液收集池。



三、三级预控与控制体系

1、事故液收集池

根据《事故状态下水体污染的预防与控制规范》Q/SY 1190-2019 中 6.5.2.3 条要求“末端事故缓冲设施容积按附录 B 确定，水环境敏感程度较高及以上地区，其有效容积处满足公式（B.1）计算结果外，还应不小于依次最大设计消防水用量”

本次评价保守考虑，本项目库区事故液收集池容量不小于罐区内一个最大罐的容量。

本项目石油库总库容为 102 万方，属于石油库，同时项目位于烟台西港港区沿海区域，属于敏感区域，因此储库的事故液收集池容积应满足以下三个条件：

表 8.8-3 事故收集池容积计算依据

名称	要求	相对应的依据
条件 1	≥附录 B.1 计算值	《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》Q/SY 1190-2013 中 6.5.2.3 条
条件 2	≥单次最大消防水量	《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》Q/SY 1190-2013 中 6.5.2.3 条
条件 3	≥最大罐容量	按照最大罐容保守考虑

条件 1 的计算：依据《事故状态下水体污染的预防与控制规范》Q/SY 1190-2019 中的附录 B

事故缓冲设施（事故液收集池）的有效容积：

V 总=（V1+V2-V3）max+V4+V5

$V5=10q\times f$

$q=qa\div n$

式中：V1—收集系统范围内发生事故的物料量，（m^3）；

V2—发生事故的储罐、装置或铁路、汽车装卸区的消防水量（m^3）；

V3—发生事故时可以传输到其它储存或处理设施的物料量（m^3）；

V4—发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量（m^3）；

V5—发生事故时可能进入该收集系统的降雨量（m^3）；

q—降雨强度，按平均日降雨量（mm）；

qa—年平均降雨量（mm）；

n—年平均降雨日数；

f—必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积（m^2）；

根据规范条文说明“（V1+V2-V3）max 是指对收集系统范围内不同罐组、装置或槽车、罐车分别计算 V1+V2-V3 的其中最大值。”以下是针对库区内 2 个罐组的计算。

罐组 2 的计算：参数的选取：

①收集系统范围内发生事故的物料量 V1：

依据规范条文说明，油罐组物料量按 1 个最大储罐计，V1=150000m^3。

②发生事故的储罐的消防水量 V2：

目前消防水按消防历时 9h 计，V2=5228m^3。

③发生事故时可以传输到其它储存或处理设施的物料量 V3：

该物料量以防火堤内的有效容积计，V3=271272m^3。

因此对于罐组 2，V1+V2-V3=150000+5228-271272=-116044m^3

对于 2 个罐组的计算均为负值，既 V3＞V1+V2，罐区防火堤的有效容积大于事故液量与消防水量之和，防火堤内能够容纳事故液与消防水，因此 V3 的取值应为 V3= V1+V2　　（V1+V2-V3）max =0

④发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量 V4 ：

暂计 V4=0

⑤发生事故时可能进入该收集系统的降雨量 V5：

项目所在的烟台市年平均降雨量 qa=720mm，平均降雨天数 n=56 天，库区面积为 28.6 万平米，发生事故时可能进入事故液收集池系统的降雨量按 f=10 万计。因此

V5=10q×f=10×qa÷n×f=12858m³。

综上 V 总=（V1+V2-V3）max+V4+V5=0+ V4+V5=12858m³

事故液收集池容积应满足以下四个条件：

条件 1：经规范附录 B 计算　V 总=12858m³

条件 2：单次最大消防水量　5228m³

条件 3：最大罐容量　150000m³

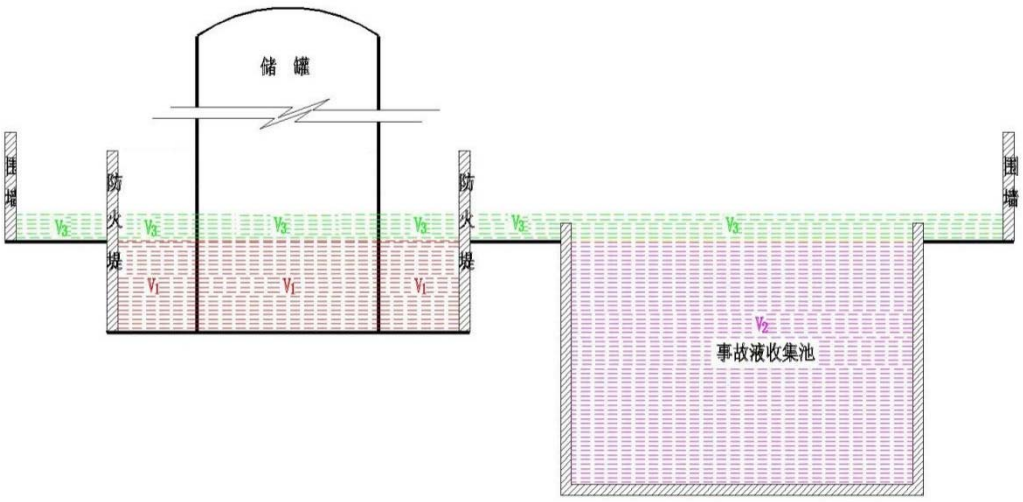
表 8.8-4 事故收集池容积计算结果与计算依据对比

名称	要求	相对应的依据
条件 1	≥附录 B.1 计算值（12858m³）	《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》Q/SY 1190-2013 中 6.5.2.3 条
条件 2	≥单次最大消防水量（5228m³）	《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》Q/SY 1190-2013 中 6.5.2.3 条
条件 3	≥最大罐容量（150000m³ ）	按照最大罐容保守考虑

事故液收集池容积为 150000m³，满足上述三个条件。

2、库区围墙

库区整体平整，围墙采用 2.5m 高实体墙体，大门采用电动闸门，与围墙形成闭合封闭区域。共 2 个罐组，均为下沉式，末端事故液收集池位于库区围墙内，罐组及事故液收集池可近似看作 3 个基坑。



库区围墙有效容积通过下式计算：

V= V1 + V2 + V3

式中：V 为围墙内有效容积（m^3）；

V1 为防火堤在库区围墙底液位高度时的有效容积（m^3）；

V2 为事故液收集池在库区围墙底液位高度的有效容积（m^3）；

V3 为除 V1、V2 除库区围墙内的有效容积（m^3）；

参数的计算：

①$V1 = A_1H_1 \times N_1$

2 个防火堤中心线围成的水平投影面积 A1≈13 万㎡：

防火堤堤底与库区围墙底高差 H1≈3.0m

考虑防火堤内承台、管架、坡道等设施占用一定体积，系数 N1 取 0.8

V1 =13 万×3.0×0.8=31 万 m^3

②V2=15 万 m^3

③$V3 = A_3H_3 \times N_3$

围墙中心线围成的水平投影面积 A3≈28.6 万㎡：

库区围墙底高度 H 墙=2.5m，围墙有效液位高度按 0.5m 计。

考虑围墙内建构筑物等设施占用一定体积，系数 N3 取 0.8

$V3 = A_3H_3 \times N_3$=28.6 万×0.5×0.8=11 万方

综上所述围墙内有效容积 V= V1 + V2 + V3

=31 万+15 万+11 万

=57 万方。

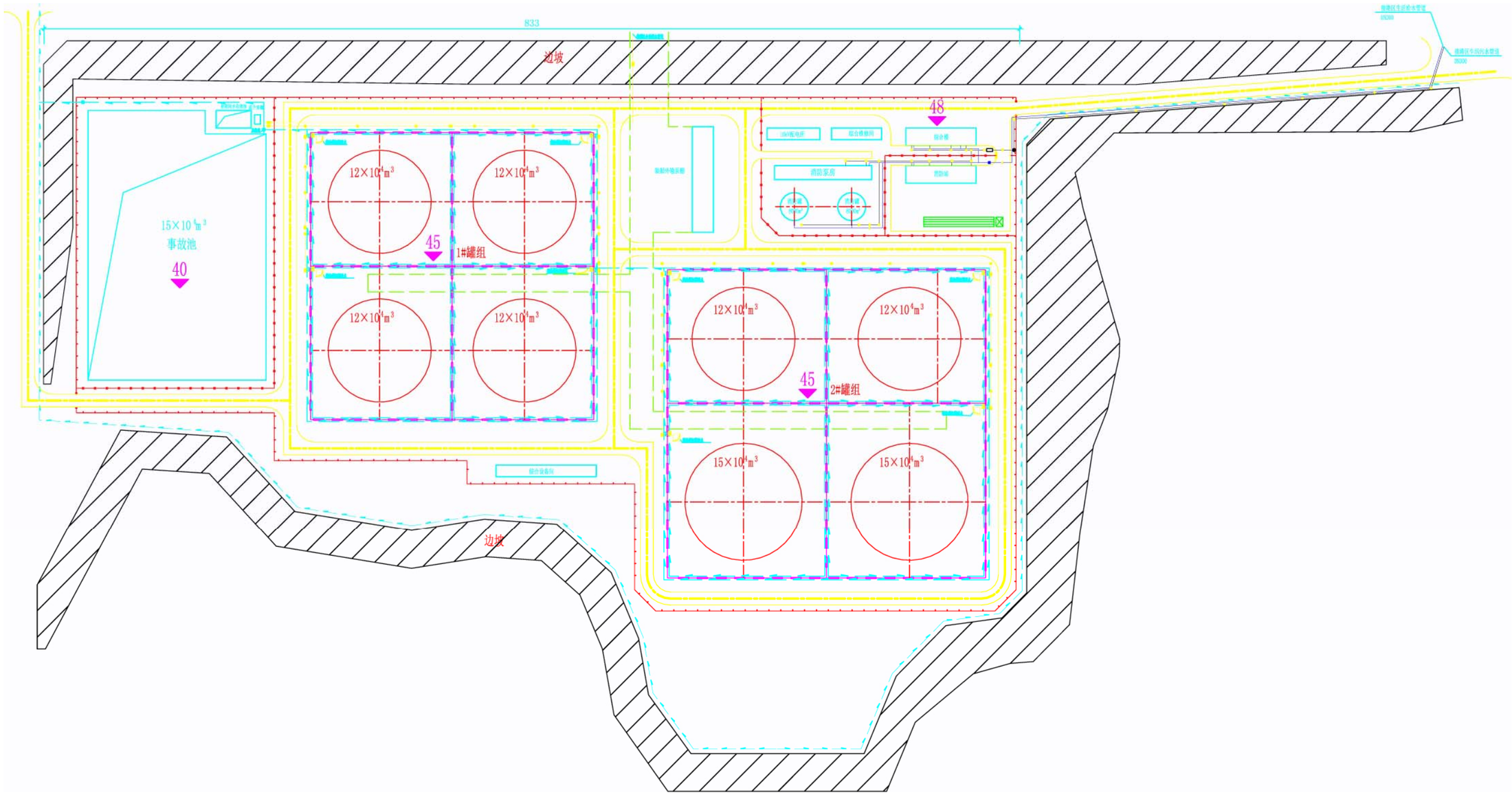


图8.8-1原油码头罐区事故封堵图

9. 环境保护措施及其可行性论证

9.1. 施工期防治污染对策

9.1.1. 水环境污染防治对策

（1）港池疏浚和基桩施工水环境防治污染对策

①港池疏浚工程中，施工单位应合理安排施工船舶数量、位置、挖泥进度，尽量减少疏浚作业对底泥的搅动强度和范围，挖泥作业前检查挖泥船抓斗和运泥船舱门的密闭性，确保挖泥抓斗在提升过程密闭性能好。

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疏浚宜进行间断性施工，避免连续疏浚作业造成周边海域悬浮泥沙浓度过高和扩散影响范围过大。

④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。

⑤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弃物，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施工现场设置泥沙沉淀池，用来处理施工泥浆废水。凡进行现场搅拌作业，必须在搅拌机前台及运输车清洗处设沉淀池，废水经沉淀后回收用于洒水除尘。

④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。

⑤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，含油污水送指定单位处理。

⑥生活污水经统一收集后送烟台新城污水处理有限公司处理；含油污水由槽车送入西港区油污水处理站处理后经市政管网由烟台新城污水处理有限公司处理。

⑦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。

⑧施工船舶污染物排放的监督管理纳入烟台海事局船舶监督管理体系。

⑨对采用钻孔桩基础施工的接岸结构，严禁将桩基钻孔出渣及施工废弃物排入水体，施工区附近设置必要的排水沟用以疏导施工废水。

9.1.2. 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蓬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。

9.1.3. 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拟建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。

9.1.4. 固体废物处置措施

①施工产生的生活垃圾统一由港区现有专用垃圾回收车辆统一清运，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含油棉纱、船舶保养废弃物由有资质单位负责运送和处置。

9.1.5. 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施工单位应加强施环保教育，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。

9.1.6. 控制炸岩施工的悬沙、减缓水下爆破生态影响的对策措施

（1）大雾天和雷雨天立即停止爆破作业，风力大于6级不得进行水下钻孔爆破作业。

（2）爆破采用小药量、多爆点、延时爆破方式，严格控制每炮的用药量和一次总用药量，保持爆破施工达到松动爆破的目的，控制悬沙的发生量；爆破施工应避开5~6月海洋生物产卵盛期，减缓爆破对海洋生态环境的影响。

（3）水下爆破应严格采用微差延时爆破方式，严格控制一次爆破的总药量和最大一段药量；尽可能减少单次最大爆破药量以及爆破次数，并尽量分层、分片实施；若有必要，应考虑采取使用爆速较低的炸药或设置气泡帷幕等办法，以减小水下冲击波对海洋生物的影响。

（4）尽可能增加两次爆破之间的时间间隔。

（5）爆破时间应尽量选择在低平潮时段进行，以减少悬沙的扩散；炸礁作业应避开5~6月的鱼虾类产卵期、主要经济鱼类洄游产卵季节和休渔期，并应尽量选择在秋季进行施工。

（6）严格按《爆破安全规程》（GB136722-2003）和《水运工程爆破技术规范》（JTJ286-90）的有关规定进行爆破作业，确保海面船只、人员的安全。在实施爆破时，必须实行水域警戒，严禁在水下冲击波安全距离范围内有非爆破作业的船只和人员在水面或水下活动，并应事先发布通知。

（7）减缓水下爆破对鱼类影响的对策措施

严禁随意爆破，应先用小当量爆破驱赶鱼群，留出足够的时间让鱼群游离，随后进行大规模的工程爆破，从而减少后续爆破对渔业资源影响，还可采取以下措施：

①小炮驱赶法驱赶鱼类

对鱼类有效保护措施是在起爆前配合驱赶方法，使之在安全距离以外。经验证明爆破产生声波可有效起到对鱼类驱赶作用，并且爆破产生声波具有传播远的特点，0.1kg炸药爆炸产生声波有效驱赶半径可达数千米。爆破前布置1个0.1公斤药包预先起爆，达到驱赶鱼类目的。国外试验资料表明，对于受到警告鱼类，水冲击波临界比能平均提高0.7~0.8倍，而危险半径可减小23%~26%。

②爆破气味驱赶法

以往爆破经验证明，爆破产生微量气味也能达到驱赶鱼类目的。以往爆破只是在前一、二次对鱼类产生杀伤。多次爆破后爆破鱼类嗅到爆破气味，产生“条件反射”不再靠近。

③声纳驱赶法

爆破时采用发声装置传导到水下，达到驱赶鱼类目的。发声装置，在爆破前5分钟开始至爆破后5分钟结束。此方法可大大减少爆破对鱼类损伤。随着爆破次数增加，鱼类对声纳产生“条件反射”，每次发声可看到鱼类远离发声装置现象。

④微差爆破

此次爆破采取微差爆破，单药包起爆，每段起爆药量不超过10kg。确保鱼类杀伤半径在90m 以内。采用延时间隔大于10ms 的微差爆破，可以把各组药包的脉冲在时间上完全错开，因此，相应降低了在一定时间内的冲击波压力。鱼在受到冲击荷载的作用时，要恢复到原先形态，大约要经过200ms，如果鱼体在小于200ms 时间内受到若干次荷载

相近的冲击波作用，那么与单次冲击相比较，其冲击损伤不会增加。因此微差时间不得超过200ms。

⑤及时清理死鱼

爆破不可避免产生少量死鱼，要及时清理。以免腐烂变质，对水质产生影响。施工单位加强巡查力度，确保死鱼全部及时清理。

9.2. 运营期防治污染对策

9.2.1. 水污染防治措施

码头生活污水经一体化处理设施处理后港区回用，罐区生活污水直接排入市政管网；码头装卸区范围内设置了围坎收集初期雨水，初期雨水排入集水池后进入港区含油污水管网，罐区初期雨水等含油污水由初期雨水池收集后提升排至西港区污水管网，两者经西港污水厂处置后港区内回用。

船舶含油舱底水由海事部门认可单位接收处理。

1、西港污水处理厂

（1）位置：位于西港区液化罐区西北侧；

（2）处理能力：设计处理能力30t/h，日常运行平均处理水量不足20t/h；

（3）处理工艺：

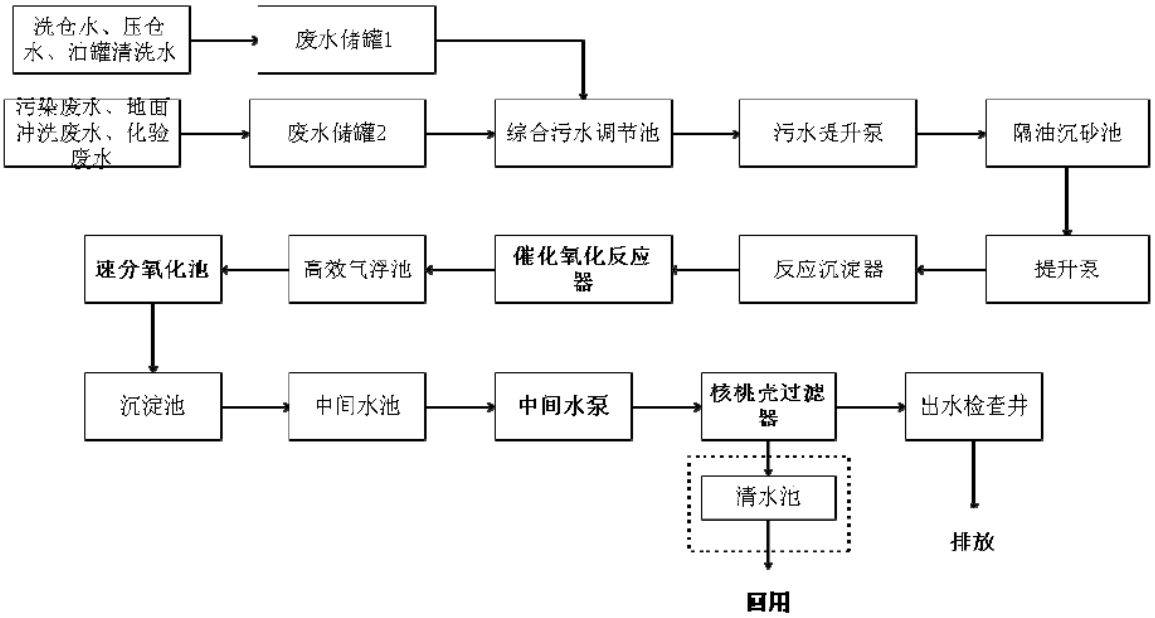


图9.2-1　西港污水处理厂工艺流程图

工艺说明：

①洗仓水、压仓水、油罐清洗水和污染废水、污染地面冲洗水、化验废水分别进入废水储罐1、废水储罐2,并且该罐起到调节水量,均衡水质的作用。罐内分别设置浮筒式收油器,把表面浮油收集干净。罐内两股污水经电动阀门排放至综合污水调节池进一步的混合调节水量，调节后由提升泵提升至隔油沉砂池，利用油脂与水之间相对密度的差异而进行重力分离,刮泥机聚集污泥后再由泥沙泵提升污泥到污泥浓缩池，隔油沉砂池池面上的油脂由带式收油机收集排入污油池。

②隔油沉砂池出水由提升泵提升至反应沉淀器，并投 PAC,PAM 药剂,通过搅拌实现化学法快速反应,污水随后斜管沉淀区进行沉淀。沉淀后上清液进入催化氧化反应器，流进催化氧化反应器的污水,在一定催化条件下,进行氧化处理,使大分子的有机物分解成小分子有机酸,同时高分子的有机物得到分解,小分子的有机物大部分被彻底氧化,COD 的去除率约为60%,使从而部分较难生物降解的有毒有害的高分子污染物(如乳化液、重油等)得到降解,然后送至气浮池进行进一步处理。

③催化氧化反应器出水自留进入气浮装置，气浮装置的工作原理是在一定条件下，将大量空气溶于水中，形成溶气水，作为工作介质，通过释放器骤然减压，快速释放，产生大量微细气泡粘附于经过混凝反应后废水中的“矾花”上，使其粘附于杂质絮粒上，造成杂质絮粒整体比重小于水的状态，并依靠浮力使其上浮至水面，从而获得固液分离的方法，在工艺中主要去除水中的悬浮物及有机物。从而达到净水的目的。

④气浮出水进入速分氧化池去除 CODcr、BOD5 处理后进入沉淀池，进行沉淀处理以去除废水中的 SS，沉淀池采用竖流式沉淀池。沉淀池中的污泥经气提至污泥池进行好氧消化处理，硝化后少量的污泥可定期用外排处理，污泥池中的上清液回流至调节池，进行重新进一步处理。

⑤沉淀池出水进入中间水池，由中间水泵提升至核桃壳过滤器。

⑥核桃壳过滤器适用油田和其它新型滤油设备，是所有含油污水的理想选择，现已在各个行业的含油污水处理工程中发挥了巨大的作用。核桃壳过滤器采用经特殊加工后的核壳为过滤介质具有较强的吸附能力，并且滤料能反洗再生，抗压能力强,化学性能稳定(不易在酸、碱溶液中溶解)，硬度高。耐磨性好、长期使用不需要更换 吸附截污能力强（吸附率25-53%）、亲水性好、抗油浸。因该滤料比重略大于水（1.225g/cm^3）,反洗 再生方便,其最大特点就是直接采用滤前水反洗、且无需借助气源和化学药剂，运行成本低、管理方便、反冲洗强度低、效果好、滤料不易腐烂、经久耐用、并可根据水质要求，采取单级或双级串联使用。

⑦核桃壳过滤器过滤后出水进入出水检测井，经检测后达标排放或回用。

⑧污油排入污油池,经污油泵提升后外运处理。

⑨反应沉淀器、高效气浮池、接触氧化池、沉淀池的污泥通过各种方式排入污泥井，再由污泥提升泵送入污泥池。隔油沉砂池的泥砂由泥砂泵送入污泥池，污泥池配有污泥浓缩机对污泥进行初步浓缩，污泥经浓缩后投加助凝剂充分混合后由螺杆泵送入厢式压滤机，进行深度脱水。

山东邦林检测有限公司于2021年1月26日～1月27日对废水总排口进行了监测。监测期间，码头工作人员、装卸等处于正常工作状态。

监测结果见下表：

表 9.2-1　西港区污水处理站监测结果

采样点位	烟台港集团有限公司污水站进口				
样品状态	无色透明液体				
采样日期	**样品编号**	**检测项目**	**单位**	**检出限**	**检测结果**
2021.01.26	WS2101266901	pH 值	无量纲	/	7.22
		色度	倍	/	8
		臭和味	/	/	无
		（浑）浊度	NTU	0.3	2.5
		溶解性总固体	mg/L	/	482
		五日生化需氧量	mg/L	0.5	13.0
		氨氮	mg/L	0.025	0.506
		阴离子表面活性	mg/L	0.05	0.24
		溶解氧	mg/L	/	2.28
		化学需氧量	mg/L	4	27
		石油类	mg/L	0.06	<0.06

采样点位 2	烟台港集团有限公司污水站出口					
样品状态	无色透明液体					
采样日期	采样频次	样品编号	检测项目	单位	检出限	分析结
2021.01.26	第一次	WS2101266902	pH 值	无量纲	/	7.26
	第二次	WS2101266903				7.24
	第三次	WS2101266904				7.23
	第四次	WS2101266905				7.24
2021.01.27	第一次	WS2101276902	pH 值	无量纲	/	7.25
	第二次	WS2101276903				7.24
	第三次	WS2101276904				7.25
	第四次	WS2101276905				7.26
2021.01.26	第一次	WS2101266902	色度	倍	/	4
	第二次	WS2101266903				4
	第三次	WS2101266904				4
	第四次	WS2101266905				4
2021.01.27	第一次	WS2101276902	色度	倍	/	4
	第二次	WS2101276903				4

	第三次	WS2101276904				4
	第四次	WS2101276905				4
2021.01.26	第一次	WS2101266902	臭和味	/	/	无
	第二次	WS2101266903				无
	第三次	WS2101266904				无
	第四次	WS2101266905				无
2021.01.27	第一次	WS2101276902	臭和味	/	/	无
	第二次	WS2101276903				无
	第三次	WS2101276904				无
	第四次	WS2101276905				无
2021.01.26	第一次	WS2101266902	（浑）浊度	NTU	0.3	1.3
	第二次	WS2101266903				1.6
	第三次	WS2101266904				1.0
	第四次	WS2101266905				1.5
2021.01.27	第一次	WS2101276902	（浑）浊度	NTU	0.3	1.1
	第二次	WS2101276903				1.9
	第三次	WS2101276904				1.7
	第四次	WS2101276905				1.0
2021.01.26	第一次	WS2101266902	溶解性总固体	mg/L	/	316
	第二次	WS2101266903				323
	第三次	WS2101266904				447
	第四次	WS2101266905				628
2021.01.27	第一次	WS2101276902	溶解性总固体	mg/L	/	615
	第二次	WS2101276903				566
	第三次	WS2101276904				591
	第四次	WS2101276905				499
2021.01.26	第一次	WS2101266902	五日生化需氧量	mg/L	0.5	7.6
	第二次	WS2101266903				8.9
	第三次	WS2101266904				7.9
	第四次	WS2101266905				9.4
2021.01.27	第一次	WS2101276902	五日生化需氧量	mg/L	0.5	7.1
	第二次	WS2101276903				9.4
	第三次	WS2101276904				8.9
	第四次	WS2101276905				9.6
2021.01.26	第一次	WS2101266902	氨氮	mg/L	0.025	0.090
	第二次	WS2101266903				0.114
	第三次	WS2101266904				0.111
	第四次	WS2101266905				0.082
2021.01.27	第一次	WS2101276902	氨氮	mg/L	0.025	0.095
	第二次	WS2101276903				0.087
	第三次	WS2101276904				0.080
	第四次	WS2101276905				0.101
2021.01.26	第一次	WS2101266902	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	0.07
	第二次	WS2101266903				0.06
	第三次	WS2101266904				<0.05
	第四次	WS2101266905				<0.05
2021.01.27	第一次	WS2101276902	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	<0.05
	第二次	WS2101276903				<0.05
	第三次	WS2101276904				0.07

	第四次	WS2101276905				0.06
2021.01.26	第一次	WS2101266902	溶解氧	mg/L	/	5.25
	第二次	WS2101266903				4.93
	第三次	WS2101266904				5.00
	第四次	WS2101266905				5.04
2021.01.27	第一次	WS2101276902	溶解氧	mg/L	/	4.98
	第二次	WS2101276903				4.87
	第三次	WS2101276904				5.11
	第四次	WS2101276905				4.93
2021.01.26	第一次	WS2101266902	总氯	mg/L	0.004	0.09
	第二次	WS2101266903				0.08
	第三次	WS2101266904				0.08
	第四次	WS2101266905				0.09
2021.01.27	第一次	WS2101276902	总氯	mg/L	0.004	0.09
	第二次	WS2101276903				0.09
	第三次	WS2101276904				0.09
	第四次	WS2101276905				0.08
2021.01.26	第一次	WS2101266902	总大肠菌群	MPN/100ml	2	<2
	第二次	WS2101266903				2
	第三次	WS2101266904				<2
	第四次	WS2101266905				<2
2021.01.27	第一次	WS2101276902	总大肠菌群	MPN/100ml	2	<2
	第二次	WS2101276903				<2
	第三次	WS2101276904				2
	第四次	WS2101276905				<2
2021.01.26	第一次	WS2101266902	化学需氧量	mg/L	4	18
	第二次	WS2101266903				19
	第三次	WS2101266904				18
	第四次	WS2101266905				19
2021.01.27	第一次	WS2101276902	化学需氧量	mg/L	4	19
	第二次	WS2101276903				19
	第三次	WS2101276904				18
	第四次	WS2101276905				18
2021.01.26	第一次	WS2101266902	石油类	mg/L	0.06	<0.06
	第二次	WS2101266903				<0.06
	第三次	WS2101266904				<0.06
	第四次	WS2101266905				<0.06
2021.01.27	第一次	WS2101276902	石油类	mg/L	0.06	<0.06
	第二次	WS2101276903				<0.06
	第三次	WS2101276904				<0.06
	第四次	WS2101276905				<0.06

经监测， 厂区总排口各项指标满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表1中 B 等级标准和《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）表1中道路清扫要求。

本工程的生产废水主要是装卸区冲洗产生的少量废水，石油类、COD 的浓度能够满足污水处理厂进水水质的要求。目前本项目码头、罐区含油污水依托西港污水厂是可

行的。

2、烟台新城污水处理厂

新城污水处理厂位于平畅河东侧，2007 年 4 月一期工程开工建设，污水处理规模为 20000 m^3/d，于 2013 年改扩建到 40000 m^3/d，采取的污水处理工艺为土坝防渗结构的倒置 A/A/O 工艺。出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)规定的一级 A 排放标准后深海排放。具体工艺流程图下图：

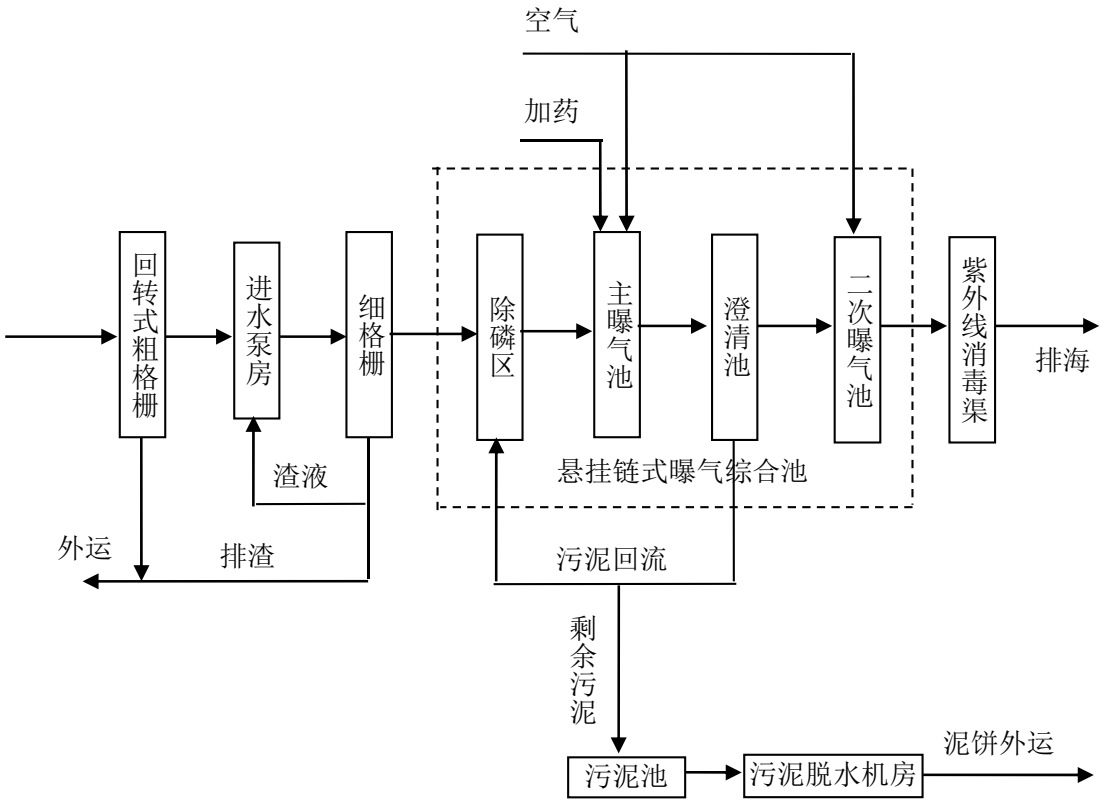


图 9.2-2　烟台新城污水处理有限公司工艺流程图

9.2.2. 大气污染防治措施

对于本项目储罐，采用外浮顶储罐采用高效的二次密封，考虑每两年除锈一次，进而控制储罐大小呼吸无组织排放量。

根据交通运输部《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发[2018]168 号），本项目位于沿海控制区内，应当按照控制要求执行船舶管理要求。具体如下：

（1）硫氧化物和颗粒物排放控制要求

2019 年 1 月 1 日起，海船进入排放控制区，应当使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。2020 年 1 月 1 日起，海船进入内容控制区，应使用硫含量不大于 0.1%m/m 的

船用燃油。

（2）氮氧化物排放控制要求

2015 年3 月1 日及以后建造或进行船用柴油发动机，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

（3）船舶靠港使用岸电要求

2020 年 1 月 1 日及以后建造的中国籍国内沿海航行集装箱船、邮轮、客滚船"3 千总吨及以上的客船和 5 万吨级及以上的干散货船应具备船舶岸电系统船载装置。

据此，本项目应当对到港船舶采用低硫油，保证船舶大气污染物对港区限量排放。

9.2.3. 噪声污染防治措施与对策

在设计中按《工业、企业噪声控制设计规范》选用性能优、噪声低的设备；对各类油泵、水泵均进行基础减振、隔声、消音等措施。

工艺设备合理布局，采取闹静分开布设工艺设备，减轻噪声设备对作业场所的影响。

结合石油库设计规范，适度对整个罐区的绿化，厂界种植吸声绿化树种。

采取了上述降噪措施后，确保厂界噪声值达标。

9.2.4. 固体废物处理措施

（1）拟建项目一般固体废弃物经综合利用、市政环卫部门集中收集处理。

（2）督促在港船舶严格执行《船舶污染物排放控制标准》（GB3552-2018）。

（3）来自疫情地区的船舶垃圾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；非疫情地区的船舶垃圾海事认可单位接收处理。

（4）危险废物委托有资质单位安全处置。危险废物如果保存不当，可能会对周围环境造成影响。对危险废物的收集、贮存、外运，应采取下述措施：

■ 贮存场所污染防治措施

①企业应及时联系处置单位回收，在处理厂家未运走期间，应集中收集，专人管理，集中贮存，各类危废应按性质不同分类进行贮存。

②危废临时贮存在危废间内，危废间的建设应符合2013年修改单发布后的《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求，用符合标准要求且不易破损、变形、老化，并能有效地防止渗漏、扩散的专门容器分类收集储存。同时在装有危险废物的容器上贴上标签，详细标明危险废物的名称、重量、成分、特性以及发生泄漏、扩散污染事

故时的应急措施和补救方法。

③拟建工程新建危险废物储存间必须满足《危险废物贮存污染控制标准》的要求。贮存场所要防风、防雨、防晒，并设计建造径流疏导系统、泄漏液体收集装置、气体导出口和气体净化装置。

④拟建工程新建危险废物储存间避开易燃、易爆危险品仓库、高压输电线路防护区域。

⑤基础必须防渗，防渗层为至少1m厚粘土层（渗透系数≤10^{-7}cm/s），或2mm厚高密度聚乙烯，或至少2mm厚的其它人工材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s。

⑥废油泥和废机油均储存在开孔直径不超过70mm并有放气孔的桶中，符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求。

■ 运输过程污染防治措施

①危险废物的转移和运输应按《危险废物转移联单管理办法》的规定报批危险废物转移计划，填写好转运联单，并必须交由有资质的单位承运。做好每次外运处置废弃物的运输登记，认真填写危险废物转移联单（每种废物填写一份联单），并加盖公司公章，经运输单位核实验收签字后，将联单第一联副联自留存档，将联单第二联交移出地环境保护行政主管部门，第三联及其余各联交付运输单位，随危险废物转移运行。第四联交接受单位，第五联交接受地环保局。

建设单位应及时联系有资质单位回收，在处理厂家未运走期间，应集中收集，专人管理，集中贮存，各类危废应按性质不同分类进行贮存。

②废弃物处置单位的运输人员必须掌握危险化学品运输的安全知识，了解所运载的危险化学品的性质、危害特性、包装容器的使用特性和发生意外时的应急措施。运输车辆必须具有车辆危险货物运输许可证。驾驶人员必须由取得驾驶执照的熟练人员担任。

③处置单位在运输危险废弃物时必须配备押运人员，并随时处于押运人员的监管之下，不得超装、超载，严格按照所在城市规定的行车时间和行车路线行驶，不得进入危险化学品运输车辆禁止通行的区域。

④建设单位可与危废处置中心共同研究危险废物运输的有关事宜，确保危险废物的运输安全可靠，减少或避免运输过程中的二次污染和可能造成的环境风险。

9.2.5. 地下水环境保护措施与对策

基于上述的地下水环境影响预测和评价，拟建项目在正常工况下，对当地地下水环境影响小；在非正常工况下，对当地地下水环境构成潜在威胁，可能会对地下水水质产生不良影响。因此，为确保当地地下水环境安全，需采取一些保护管理措施。

为有效保护拟建项目区的地下水环境，除了按项目可研报告中设计的方案处理各生产工序的废水，还需要建设地下水跟踪监测方案和定期信息公开。下面结合拟建项目特点和当地自然环境特征，提出地下水环境保护管理的原则和措施，并对措施的经济成本和可行性进行分析论证。

一、保护管理原则

在制定该项目工程的地下水环境保护管理措施时，遵循以下原则：

（1）预防为主、标本兼治；

（2）源头控制、分区防治、污染监控、应急响应；

（3）充分合理预见和考虑突发重大事故；

（4）优先考虑项目可研阶段提出的各项环保措施，并针对地下水环境保护目标进行改进和完善；

（5）新补充措施应注重其有效性、可操作性、经济性、适用性。

二、常规保护管理措施

（一）源头控制措施

本项目对产生的废水进行合理的治理，以先进工艺、管道、设备、污水储存，尽可能从源头上减少可能污染物产生；严格按照国家相关规范要求，对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施，以防止和降低可能污染物的“跑、冒、滴、漏”，将废水泄漏的环境风险事故降低到最低程度。

进行质量体系认证，实现“质量、安全、环境”三位一体的全面质量管理目标。设立地下水动态监测小组，负责对地下水环境监测和管理，或者委托专业的机构完成。建立有关规章制度和岗位责任制。制定风险预警方案，设立应急设施减少环境污染影响。

项目建设涉及的污水等管线地下布置时，禁止直埋式，设置的管沟必须便于检查和事故处理，以最大限度防止地下水的污染。

项目建设、生产过程中，除了按照既定方案处理废水外，应严格把关工程质量：

（1）设备采购中要按照国家相关标准严格把关设备质量；

（2）施工过程中要按照国家相关建设标准严格把关建设质量；

（3）施工过程中要对管道采取防腐措施，运行期间要定期进行防腐检测；

（4）投产前应按要求进行试运行，并对管道进行试压，对焊缝质量进行检验；

（5）运行期间要定期检查各设备、管线及其连接部位，确保无跑冒滴漏现象。

（二）严格做好车间防渗

本项目产生废水中含有 COD、氨氮、石油类等污染物，生产车间、废水收集、处理设施等均需进行水平防渗。拟建项目区岩土层渗透系数不能满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599- 2001）的天然防渗标准要求，因此，在事故状态地下水较易受污染，在制订防渗措施时须从严要求。

地面防渗措施，即末端控制措施，主要包括污水收集池、污水管网以及储罐区等污染区地面的防渗措施和泄漏、渗漏污染物收集措施。通过在污染区地面进行防渗处理，防止洒落地面的污染物渗入地下。

1、地面防渗工程设计原则

（1）采用国际国内先进的防渗材料、技术和实施手段，确保工程建设对区域内地下水影响较小，地下水现有水体功能不发生明显改变。

（2）坚持分区管理和控制原则，根据场址所在地的工程地质、水文地质条件和全厂可能发生泄漏的物料性质、排放量，参照相应标准要求有针对性的分区，并分别设计地面防渗层结构。

（3）坚持“可视化”原则，在满足工程和防渗层结构标准要求的前提下，尽量在地表面实施防渗措施，便于泄漏物质的收集和及时发现破损的防渗层。

（4）实施防渗的区域均设置检漏装置，其中可能泄漏危险废物的重点污染防治区防渗设置自动检漏装置。

2、分区防治措施：

根据项目区可能泄漏至地面区域、污染物的性质和建筑物的构筑方式，结合拟建项目总平面布置情况，将拟建项目区分为重点防治区、一般污染防治区和非污染防治区，具体防渗措施可参照现有厂房设计。

（1）重点污染防治区：位于地下或半地下的生产功能单元，污染地下水环境的物料泄漏不容易及时发现和处理的区域。主要包括污水收集设施、事故污水池、原油储罐区等。重点污染防治区可参照（GB/T50934《石油化工工程防渗技术规范》）要求制定防渗措施。

本区天然包气带防污性能不能满足防渗要求，防渗层可选用双人工衬层：天然材料衬层经机械压实后的渗透系数不大于 1.0×10^{-7}cm/s，厚度不小于 0.5m，上人工合成衬层可以采用 HDPE 材料，厚度不小于 2.0mm，下人工合成衬层可以采用 HDPE 材料，厚度不小于 1.0mm。或采用其他措施，等效粘土防渗层 Mb≥6.0m，$K\leq10^{-7}$cm/s。地面应做基础防渗，池类或半地下构筑物池底和池壁均应防渗处理，埋地管道应挖设管沟做防渗处理。管道采用耐腐蚀抗压的夹砂玻璃钢管道；管道与管道的连接采用柔性的橡胶圈接口。

（2）一般污染防治区：指裸露地面的生产功能单元，污染地下水环境的物料泄漏容易及时发现和处理的区域。主要包括泵棚、初期雨水池、设备间、消防泵房等。一般污染防治区可参照《生活垃圾填埋场控制标准》GB 16889-2008）要求制定防渗措施。

本区天然包气带防污性能不能满足防渗要求，可采用双层人工合成材料防渗衬层：下层人工合成材料防衬层下应具有厚度不小于 0.75m，且其被压实后的饱和渗透系数小于 1.0×10^{-7}cm/s 的天然粘土衬层，或具有同等以上隔水效力的其他材料衬层。或采用其他防渗措施，等效粘土防渗层 Mb≥1.5m，$K\leq10^{-7}$cm/s。

（3）简单防治区：没有物料或污染物泄漏，不会对地下水环境造成污染的区域或部位。主要包括厂区内绿化带、人行道路等。

3、分区防治措施

（1）重点污染防治区

a)地面防渗

地面宜采用抗渗钢筋（钢纤维）混凝土，抗渗混凝土的抗渗等级不宜小于P10，其厚度不宜小于200mm。抗渗混凝土地面应设置缩缝和变形缝，接缝处等细部构造应做防渗处理。

b)事故污水池的防渗

对污水处理池的防渗设施进行检查，查看现有防渗措施是否满足渗透系数小于 1.0×10^{-10}cm/s的要求，如不满足，应对污水处理池进行改造后再利用，改造方案主要是在池壁内贴防渗膜，水池内表面涂刷防渗涂料等。如采用水泥基渗透结晶型防水涂料II型产品，其用量不应小于1.5kg/m^2，且厚度不应小于1.0 mm，水池内表面防渗应喷涂聚脲防水涂料II型产品，喷涂聚脲涂层的厚度不宜小于1.5 mm。接缝处等细部构造应采取防渗处理。

c)地下管道的防渗

污水管线是以重力水形式存在的污水存在的区域，应按照设计要求严格施工；施工过程中对管道、阀门严格检查，采用优质产品，有质量问题及时更换。

对工艺要求必须地下走管的管道、阀门设专用防渗管沟，管沟上设活动观察顶盖，以便出现渗漏问题及时观察、解决，管沟与污水集水井相连，并设计合理的排水坡度，便于废水排至集水井，然后统一排入污水收集池。

采用抗渗钢筋混凝土管沟或HDPE膜防渗层。抗渗钢筋混凝土管沟中应掺加水泥基渗透结晶型防水剂，掺加量宜为0.8%~1.5%，渗透系数不应大于1.0×10^{-10}cm/s，HDPE的渗透系数不应大于1.0×10^{-12}cm/s，厚度不应小于1.5mm。

d)罐区防渗

环墙式罐基础的防渗层要求：长丝无纺土工布（规格不宜小于600g/m^2）+2mm厚HDPE 防渗膜（渗透系数不大于1.0×10^{-12}cm/s）+长丝无纺土工布（规格不宜小于600g/m^2）。防渗层应由中心坡向四周，坡度不宜小于1.5%。

承台式罐基础防渗层要求：钢筋混凝土承台及承台以上环墙内表面应刷聚合物水泥防水涂料，混凝土抗渗等级不宜小于P6。防渗层应由中心坡向四周，坡度不宜小于1.5%。

接缝处等细部构造应采取防渗处理。采用严格防渗、防腐和防爆措施，罐区周围须设置具有强防渗性的围堰和集水沟。

（2）一般污染防治区

通过在抗渗混凝土面层（包括钢筋混凝土、钢纤维混凝土）中掺水泥及渗透结晶型防水剂，其下铺砌砂石基层，原土夯实达到防渗的目的。对于混凝土中间的伸缩缝和实体基础的缝隙，通过填充柔性材料达到防渗目的。一般污染防治区抗渗混凝土的抗渗等级不宜小于P8，其厚度不宜小于100mm。

（3）简单防治区

本区不采取专门针对地下水污染的防治措施。

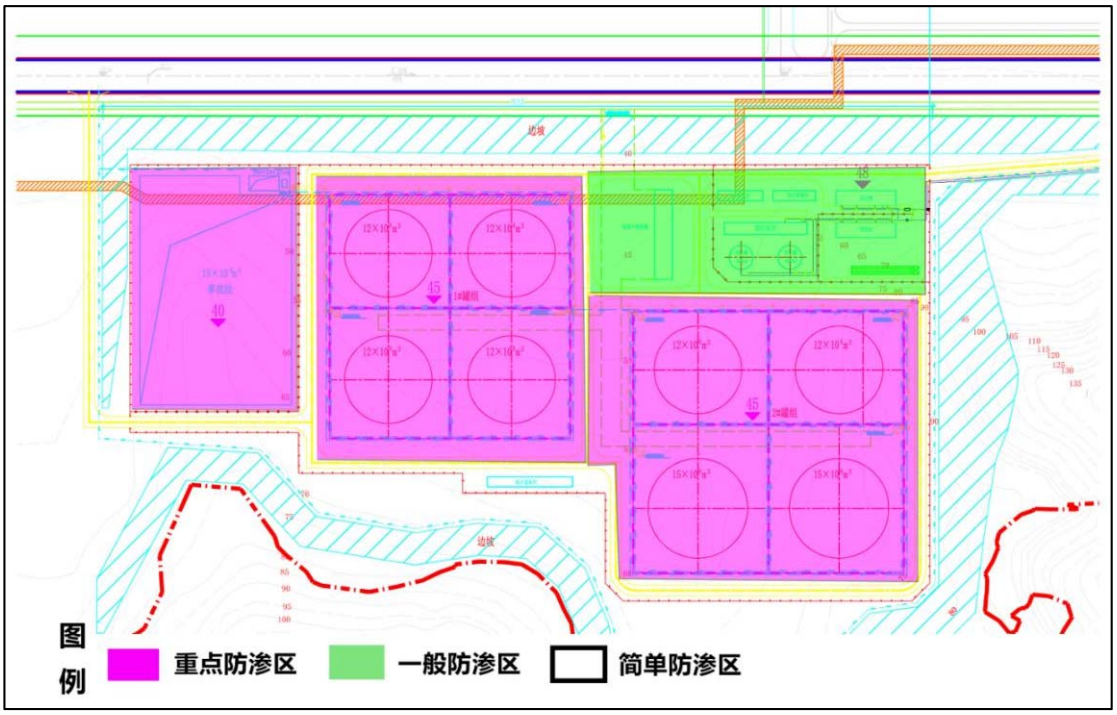


表9.2-2防渗分区图

（三）发生少量泄漏时环保措施

项目在生产过程中，可能会发生少量的跑冒滴漏现象，当发生上述少量跑冒滴漏时，也应采取相应的保护措施：

（1）加强渗漏监测，确保泄漏发生时能及时发现；

（2）当泄漏发生时，应当立即采取停产措施，对渗漏发生区域进行防渗修补，确保污染物不进入到地下水系统中。

三、应急管理措施和建议

（一）应急预案编制

在制定厂安全管理体制的基础上，制定专门的地下水污染风险事故的应急措施，并应与其他应急预案相协调。

地下水应急预案应包括以下内容：

① 应急预案的日常协调和指挥机构；

② 相关部门在应急预案中的职责和分工；

③ 地下水环境保护目标的确定，采取的紧急处置措施和潜在污染源评估；

④ 特大事故应急救援组织状况和人员、装备情况，平常的训练和演习；

⑤ 特大事故的社会支持和援助，应急救援的经费保障。

（二）地下水污染应急措施

一旦发现地下水发生异常情况，企业按照应急预案确定的工程技术方案开展工作，迅速启动包括封堵污染源和污染物降解等防控措施。

1、应急治理程序

制定风险事故应急预案的目的是为了在发生风险事故时，能以最快的速度发挥最大的效能，有序地实施救援，尽快控制事态的发展，降低事故对潜水含水层的污染。针对应急工作需要，参照相关技术导则，结合地下水污染治理的技术特点，制定地下水污染应急治理程序见下图。

2、地下水污染治理措施

（1）在突发地下水污染事故情况下，建议采取以下应急管理措施，以保护地下水环境：

（2）立即启动应急预案；

（3）查明并切断污染源。

（4）查明地下水污染深度、范围和程度；

（5）依据查明的地下水污染情况，合理布置浅井，并进行试抽水工作；

（6）依据抽水设计方案进行施工，抽出被污染的地下水体；

（7）将抽出的地下水进行集中收集处理，并送实验室进行化验分析；

（8）监测孔中的主要污染物浓度满足《地下水质量标准（GB/T14848-2017）》相关级别标准后，逐步停止抽水，并进行土壤修复治理工作。

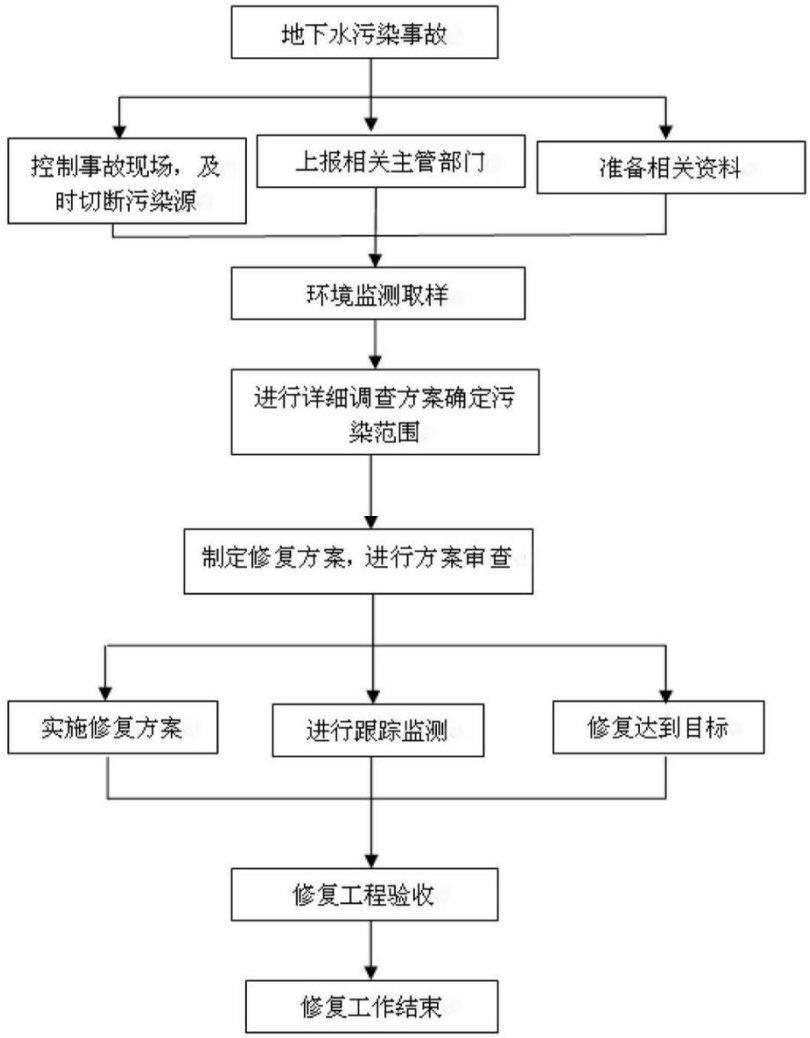


表 9.2-3 地下水污染应急治理程序框图

3、应急管理建议

（1）地下水污染具有不易发现和一旦污染很难治理的特点，因此地下水污染防控应遵循源头控制、防止渗漏、污染监测和事故应急处理的主动和被动防渗相结合的原则进行。

（2）地下水污染状况勘察是一项专业性很强的工作，一旦发生污染事故，应委托具有水文地质勘察资质的单位进行地下水污染勘察工作。

（3）当污染事故发生后，污染物首先渗透到不饱和层，然后依据污染物的特性、土壤结构以及场地状况等因素，污染物可能渗透至含水层，而污染地下水。为了预防项目实施产生意外泄漏，建议在厂区铺设排污管道。

4、需注意的问题

地下水污染的治理相对于地表水来说更加复杂，在进行具体的治理时，还需要考虑以下因素：

① 在具体的地下水污染治理中，往往要多种技术结合使用。一般在治理初期，先使用物理法或水动力控制法将污染区封闭，然后尽量收集污水，最后再使用抽出处理法或原位法进行治理。

② 因为污染区域的水文地质条件和地球化学特性都会影响到地下水污染的治理，因此地下水污染的治理通常要以水文地质工作为前提。

③ 受污染地下水的修复往往还要包括土壤的修复。地下水和土壤是相互作用的，如果只治理了受污染的地下水而不治理土壤，由于雨水的淋滤或地下水位的波动，污染物会再次进入地下水体，形成交叉污染，使地下水的治理前功尽弃。

④ 对事故后果进行评估，并制定防止类似事件发生的措施。

⑤ 必要时应请求社会应急力量协助处理。

四、地下水污染防控环境管理体系

为保证建立良好的环境保护机制，使其达到一致性、有效性、可行性和持久性，可建立由环保部门、环评机构、业主、公众共同参与、相互制约的体系，明确各方职能，确立公众对地下水保护的监管权利，提高公众参与的积极性。

充分认识地下水环境污染的系统性、复杂性、长期性、危害性及修复的艰难性，地下水污染超前预防与控制应是环境污染防控实施中的重要目标，地下水污染后的应急处理也应是体系内各方不可推卸的责任。

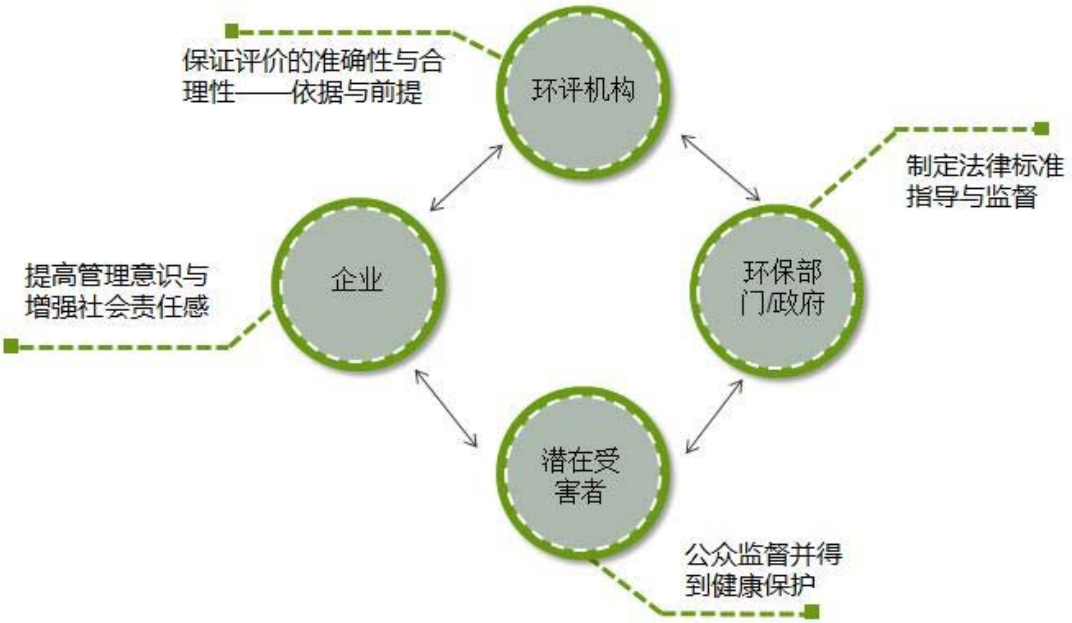


表 9.2-4 环境管理体系

9.2.6. 土壤环境保护措施

9.2.6.1. 源头控制措施

本项目对产生的无组织排放的废气、生活及生产废水以及生活垃圾、生产固体废物等进行合理的治理，尽可能从源头上减少可能污染物产生。严格按照国家相关规范要求，对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施，以降低大气污染物浓度，防止污废水的“跑、冒、滴、漏”以及固体废物的扩散、降水淋洗等，将环境风险事故降低到最低程度。

9.2.6.2. 过程防控措施

根据工程特点及占地范围内土壤特征，本次土壤环境防控措施主要采取地面防渗措施及绿化措施。

1、地面防渗措施

主要包括污水收集池、污水管网、事故池、固体废物储存区、原油传输管道以及原油罐区等污染区地面，通过在污染区地面进行防渗处理，防止洒落地面的污染物渗入地下污染土壤。

防渗技术要求可参照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）、《石油化工工程防渗技术规程》（GB/T 50934）等，采用分区防治措施。

2、绿化措施

为改善生态环境，减少企业对周边的环境危害和景观破坏，形成绿色屏障，本项目需通过场地绿化来进行生态恢复、补偿绿化。

根据厂区平面布局，绿化布置宜采用点、线、面结合的方式，重点在办公区、库区绿化，做到绿化层次分明。主要道路两侧利用乔木、灌木及草本植物组成绿化带，充分发挥对道路两侧的遮荫、美化等方面的作用。绿化植被建议选择抗污染、吸尘防噪、喜凉爽的植被种类，在库区采取乔、灌、草相结合的立体式防护体系，譬如在库区布置绿篱和花卉，并配以有观赏价值的常绿树种进行绿化；在建设场地围墙周围布置绿化带，并以小乔木和灌木互相配合，组成防护林体系，既可以防尘也可以消音，尽可能削除对周边环境的影响。绿化时以有利于生产、不妨碍交通和采光通风为原则，可选择耐瘠薄、耐修剪、抗风、抗污染、吸尘、防噪作用大，并符合绿化美化要求的物种。建设单位应指定绿化措施负责人，负责厂区绿化措施的日常维护管理，并形

成日常管理文件。

9.3. 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施

根据工程的特点，结合《环境影响评价技术导别—非污染生态影响》标准的规定，该工程生态影响的防护原则是：

（1）自然资源损失的补偿原则

由于评价区内海洋自然资源（主要指底栖生物、浮游动物、浮游植物等生物资源）会由于项目施工和运行受到一定程度的耗损。而这些自然资源具备一定的环境效益和社会效益，因而必须执行自然资源损失的补偿原则。

（2）区域自然体系中受损区域恢复原则

项目的实施，使区域用地格局发生改变，影响了原有自然体系的功能，尤其是物种移动的功能，因此应进行生态学设计，尽力减少这种功能的损失。

（3）人类需求与生态完整性维护相协调的原则

项目建设和运行是人类利用自然资源满足需求的行为，这种行为往往与生态完整性的维护相矛盾。生态保护措施就在于尽力减缓这种矛盾，在自然体系可以承受的范围内开发利用资源，为社会经济的不断进步服务。

9.3.1. 施工期生态环境保护措施

施工期间，应严格执行港口施工工序，尽量避免发生施工事故，减轻施工污染影响；加强对海水中悬浮物的监测，最大限度减小海水中悬浮物的增量；在船舶停靠作业中，船舶和码头工作人员应按照操作规程进行操作，防止事故发生，禁止向港池和海域倾倒废弃物和生活垃圾等；配备专用垃圾运输车辆，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；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、渔业资源及鸟类栖息、迁徙等的影响，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。

9.3.2. 运营期生态环境保护措施

运营期间，加强对生态的管理，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高管理人员和外来人员环境意识。提高生态环境资源质量和确保生态环境不退化，通过动态管理，使生态向良性或有利方向发展。

运营期产生的生活污水和含油污水依托西港污水处理站、烟台新城污水处理厂处理；车辆和机械选用耗油低、污染排放少的发动机等方面加强控制；选用高效率、低噪声的设备；生活垃圾统一收集处理。落实风险防范措施，减小风险事故对生态环境的影响。

综上所述，工程采取了各种污染防治措施、生态修复措施，采用国内最佳实用技术及国内大多数同型装置目前采用的可行技术，其流程及设备较简单，操作管理方便。

9.3.3. 生态恢复与补偿措施

本工程对海洋生物资源的损失补偿方式为：由渔业主管部门征收生态补偿金，统筹管理、进行科学合理有序的渔业资源增殖规划。通过有层次、有步骤地实施渔业资源增殖放流工作，实现对区域渔业资源的修复和补偿。

建设单位应与山东省海洋与渔业厅签订渔业资源补偿协议，将渔业损失经济补偿主要用于渔业主管部门增殖放流、渔业资源养护与管理，以及进行渔业资源和渔业生态环境跟踪调查等。

采取人工放流当地生物物种的生态恢复和补偿措施，放流种类包括中国对虾、三疣梭子蟹、日本对虾、牙鲆等，放流时间选择在施工完成后每年的休渔期（每年 6 月至 9 月）进行，共放流 2 年，生态补偿费用合计 492 万元。

表 9.3-1 生态补偿金额计算参数及结果一览表

苗种	规格	数量	投资（万元）
中国对虾	1 厘米以上	7500 万尾	105
三疣梭子蟹	2 厘米以上	350 公斤	98
日本对虾	1 厘米以上	2500 万尾	95
牙鲆	4 厘米以上	1200 万尾	120
运输及放流活动等费用			34.0
跟踪监测费用			40
合计			492

山东省海洋与渔业厅于 2014 年 1 月印发了《山东省人工鱼礁建设规划（2014-2020 年）》。根据规划，烟台近海人工鱼礁带将规划 4 个礁群，分别为烟台套子湾人工鱼礁群、烟台崆峒列岛人工鱼礁群、烟台玉带山—四十里湾人工鱼礁群、烟台养马岛人工鱼礁群。由于受暖流、山东沿岸流及渤海海峡等因素影响，这些区域是各种经济鱼虾类的洄游通道和产卵、索饵场所，生物资源丰富，非常适宜建造人工鱼礁。建议本工程的部分生态补偿金可用于人工鱼礁的建设，按照《山东省人工鱼礁建设规划（2014-

2020 年）》，从生态和资源的角度对人工鱼礁建设进行科学规划、合理布局，通过投放混凝土构件、报废渔船、石料等各类礁体，在规划的烟台近海人工鱼礁带实现生态补偿。

9.4. 建设项目各阶段的陆域生态保护与恢复措施

9.4.1. 施工期生态保护措施

为减轻工程建设对保护区的影响，施工期应采取以下生态保护措施：

（一）开工前设立宣传牌，简要写明以保护林地生态环境为主体的宣传口号和有关法律法规。施工前应请相关人员宣讲国家有关环境保护和自然保护区的法律法规等，介绍保护区建立的目的和重要意义，以及具体的保护常识。在施工时，制定相应制度，禁止人员、设备进入保护区内。在施工车辆进入保护区前位置设置“禁止鸣笛、保护动物”等提示牌，降低对保护区环境的干扰。

（二）严格控制施工范围、禁止越界施工。环评要求建设单位必须严格控制施工边线。项目开工前，施工单位与相关管理部门取得联系，协调有关施工场地、施工营地以及施工便道等问题，应严格限定施工范围，将工程建设对山体林地的影响降低到最低程度。确保施工人员不会越界施工，尽量减少破坏原有土体结构。严格按照施工方案对开山边坡进行防护，减少水土流失。

（三）不在港界以外设置施工营地等临时设施：不设置施工营地等临时设施，施工废水需设置沉淀池进行处理，施工产生的生活污水、固体废物、垃圾等须集中收集进行处理，使港界外的生态环境得到有效保护。施工产生的土石方集中处理，严禁向防护林内随意抛洒，将工程所产生的环境污染问题降低到最小程度。施工运输车辆利用防护林内现有道路，运输时加盖棚布，防止运输材料洒落，产生扬尘。

（四）合理安排工期。工程施工应尽量避开鸟类越冬期和迁徙期(10 月到次年 3 月)，以减少对鸟类的影响。

（五）合理选择施工时间，避开鸟类活动的高峰时段；应合理设计施工方案，尽量缩短施工的时间，以减少对野生动物的扰动。施工期尽量避开候鸟迁徙期。控制施工作业时间，严格限制高噪声、强振动设备和大功率远光灯的使用，噪音特大的机械，要采取加防震垫、隔音罩等有效措施，减轻对动植物的影响。

（六）加强施工人员的环保教育。施工人员进场后，立即进行生态保护教育，向施工人员宣讲国家有关环境保护的法律、法规、条例、政策，如《中华人民共和国环境保护法》等，动植物的保护和救护常识等。

（七）建设单位对施工过程中的各项环保措施落实情况进行监督监理，保证生态保护措施的落实和施工人员的生态保护行为。加强日常巡护，配合主管部门做好生态保护工作。

9.4.2. 运营期生态保护措施

厂区所有污水经处理后通过管道排入西港区污水处理站，固体废物按照国家规定合理处置，禁止非法随意排污。

加强厂区绿化。

9.4.3. 生态恢复与补偿措施

（一）林地采伐及异地恢复

工程建设单位应遵循国家和地方有关林地征占用的法律法规和政策规定，严格执行使用林地许可证制度、使用林地审核审批制度、使用林地占补平衡制度。对因林地使用需要进行采伐的林木，应严格执行有关林木采伐的规章和制度，实行凭证采伐。

相关主管部门应与项目施工单位和建设单位建立森林资源保护责任制，加强管理，严防森林火灾。主管部门要定期对责任制的落实情况进行督查。同时，加强对项目施工单位和建设单位各级人员的相关法律法规的宣传教育工作。

相关部门应及时编制造林计划，切实做好森林植被的异地恢复工作，落实造林地块，搞好造林规划和施工设计，提倡采用工程队造林的方式完成造林任务，保障造林质量，确保森林植被异地恢复地块的造林成活率和保存率达到国家和省营造林技术规程的要求。

（二）厂区绿化方案

工程建成后将根据《山东省环境保护厅关于加强建设项目特征污染物监管和绿色生态屏障建设的通知》（鲁环评函[2013]138 号）要求，逐步进行绿化。

1、绿化原则

绿化是防治污染的较好措施，本项目按油库、输油管线的防火要求在规范允许地段

进行绿化，因地制宜栽种抗污染能力强、有较好净化空气能力、适应性强及不妨碍环境卫生和具有监测性能的植物。

厂区绿化布置形式，应结合当地土壤、气候条件，选择乡土植物和苗木来源可靠、产地近的植物进行绿化，可以选择吸尘能力强、减噪效果好的乔、灌木或草皮。工艺装置区周围应根据装置性质及散发的有害物质，选择适宜的植物进行绿化；建议办公区附近进行重点绿化，栽植观赏性植物。

为防止火灾事故隐患，储罐区不进行绿化。

生态设计应以恢复自然为期望目标；应充分考虑保护区的景观特点、植被与土壤条件，做到适地适树，减少盲目引种带来的不必要损失和灾害发生的几率。要以乡土植物为主，预防生物入侵。在选种时，一定要慎重，尽量选用乡土植物，少用或不用外来植物。

2、绿化方案

选择生长快、适应性强、抗逆性好、成活率高的植物；优先选择具有改良土壤能力的植物；尽量选择当地优良的乡土植物和先锋植物；选择抗旱、耐湿、抗污染、抗风沙、耐瘠薄、水土保持、抗病虫害以及具有较高的经济价值。主要植物种类推荐：黑松、刺槐、紫穗槐、酸枣等植物。

景观设计应与周边环境相协调，具有赏心悦目、统一和谐的视觉效果，防止建设性的人为视觉污染。

9.5. 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

建设项目污染防治及生态恢复“三同时”措施（验收）汇总见下表。

表 9.5-1 建设项目污染防治及生态恢复“三同时”措施（验收）汇总表

时段	要素	具体内容	规模及数量	环保对策措施及预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体
施工期污染物处理	水环境	生活污水	污水槽车 2 辆	生活污水送入烟台新城污水处理有限公司、含油污水送西港区污水处理站处理后送烟台新城污水处理有限公司	施工场地	施工单位、建设单位
		含油污水				
	大气环境	施工粉尘	洒水车 1 辆	洒水抑尘		
		道路扬尘				
		车辆废气	——	选用污染小的车辆，合格的燃料油		
		船舶废气	——	加强船舶维护		
	固体废物	生活垃圾	垃圾清运车 1 辆	送市政垃圾处理厂		
			垃圾箱 30 个			
	声环境	机械噪声	——	合理安排施工时间；做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作		
运营期污染物处理	水环境	含油污水	——	码头生活污水经一体化处理设施处理后港区回用，罐区生活污水直接排入市政管网；码头初期雨水排入港区含油污水管网，罐区初期雨水等排至西港区污水管网，经西港污水厂处置后回用	——	建设单位
		生活污水	——			
		初期雨污水				
	大气环境	机械、船舶废气	——	选用污染小的车辆，合格的燃料油，满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级浓度限值	——	
		装船作业排放废气	——	高装卸速度，选用密封性能良好的阀门管件		
	固体废物	生活垃圾	垃圾箱 50 个，垃圾运输车 1 辆	收集后送市政垃圾处理厂	项目厂区内	
		危险废物	——	送有资质单位处理		
	声环境	船舶、机械噪声	——	选用低噪声的机械车辆，加强机械车辆的维护，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 2348-2008）中的 3 类标准		
环境风险防控	事故应急	应急设施及预案	——	合理安排施工时间，提前做好预防风险事故准备	项目厂区内	建设单位
生态和生物资源保护	生态补偿	交纳生态损失补偿金	本项目用海造成的生态损失补偿金额共计 492.0 万元。	按照相关主管部门的要求，按时完成增殖放流的品种、数量	工程附近海域，施工完成后的两年内完成	建设单位可委托专业单位完成

10. 总量控制

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。

10.1. 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

考虑本工程各类污染物排放情况及其环境功能要求，工程运营期产生的大气污染物主要来源于罐区大小呼吸废气，主要污染物为挥发性有机物，属于无组织排放；工程产生的水污染物为生活污水、初期雨水等，污染物质主要有石油类、COD、氨氮等。因此确定本项目总量控制对象为 COD、氨氮。

10.2. 污染物排放情况

生活污水、机修油污水、初期雨水共计 24757t/a（COD：0.085t/a；NH_3-N：0.0064t/a；石油类 1.302t/a），依托西港污水厂、烟台新城污水处理有限公司处理，不在单独申请总量指标。

11. 环境经济损益分析

11.1. 环境保护投资估算

本工程环保投资约 7702.7 万元，约占工程总投资 210070.89 万元的 3.67%。环保投资估算见下表。

表 11.1-1 环保投资估算一览表

阶段	项目	单价（万元）	数量/规模	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	40	1 项	40
	施工期生活污水、含油污水处理	20	1 项	20
	垃圾箱	0.14	20 个	2.8
	污水槽车	20	2 辆	40
	垃圾清运车	40	1 辆	40
	洒水车	40	1 辆	40
	施工期洒水、道路清扫等扬尘防治费用	10	1 项	10
	施工期环境监测	40	1 项	40
	噪声防治	15	1 项	15
	缴纳交纳生态损失补偿金	--	--	492
运营期	消声降噪设施	50	-	50
	污水管网	240	1 项	315
	危废收集暂存设施	8	1 项	8
	危废处理费用	30	-	30
	溢油应急设备购置、演习等	-	-	6419.9
	运营期环境监测	30	1 项	30
	土壤、地下水等环保监测设备	80	-	80
	不可预见费用	30	1 项	30
合计				7702.7

11.2. 环境保护的经济损益分析

11.2.1. 正效益分析

（1）项目对物流成本的影响

本项目的建设将提高腹地原油码头及罐区的通过能力和作业效率，降低腹地企业货物运输费用、加快货物周转量，保障和促进腹地外向型经济的持续快速发展；同时，通过减少船舶在港停时，降低船舶营运成本，加速货物流转及配送，从而能够减低整个社会的物流成本。

（2）项目对扩大就业提高居民收入的影响

本项目的建设，对所在地区扩大就业提高居民收入将产生积极的影响。修

建港口，将提供大量直接和间接的就业岗位。根据港口定员方案，本工程建成后营运期间可为数百人提供直接就业机会，同时与之配套的物流、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。

（3）项目对关联产业的影响

本项目作为码头及罐区基础设施工程，尤其是施工期间大量施工人员的进场，食品需求和日常生活用品的消耗均将从当地购买，提高当地的消费水平，让所在地区的居民获得实际利益。

（4）项目对当地基础设施、社会服务容量和城市化进程的影响

由于本项目需要增加服务网点，为当地居民增加了社会服务容量。本项目的建设将加快当地城市化进程，由于直接和间接就业人员的增加，将推动房地产业的同步建设。

（5）项目建设对所在地区不同利益群体的影响

本项目的建设，主要获益的是石油化工领域的从业群体，相对来说受损的是被征海域区域内的居民。但这主要考虑征海的机会成本，从目前当地政府对被相关群体的利益考虑和利益安排来说，其机会成本基本已经得到比较妥善的考虑，基本上照顾了各相关利益群体的要求，是个多赢的项目。

11.2.2. 负效益分析

施工期码头建设将必然造成评价水域海洋生物特别是底栖生物的损失；施工期码头工程施工行为将对评价水域的海洋生物造成直接影响，水中悬浮物升高，对水生物的呼吸、摄食产生不良影响，悬浮物增加会对水中浮游藻类的光合作用产生不良影响，影响海洋生物的栖息环境。工程运营期由于到港船舶增加带来的船舶防污底等问题也将对该海域生态环境有负面影响。以上生态环境的损失部分是永久性的（如底栖生物的损失），有些则可以通过适当的环保措施来减缓直至消除，有些是阶段性的（主要是施工期的扰动影响将随施工期的结束而逐渐消失）。

11.3. 环境保护的技术经济合理性

（1）施工期环保措施技术、经济可行性分析

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；固体废弃物统一收集处理。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。

（2）运营期环保措施技术、经济可行性分析

运营期间生活污水、含油污水、罐区初期雨水由后方罐区依托西港污水处理站、新城污水厂处理，在经济、技术上是可行的。通过提高装卸速度，选用密封性能良好的阀门管件减少装卸过程中无组织废气的排放，大气污染防治措施在经济上没有较大投入，在技术上可行。

运营期间通过选择低噪声设备，加设隔音罩等措施降低噪音，降噪措施从技术角度讲是可靠的，经济上是合理的。

运营期生活垃圾收集后送市政垃圾处理场处理，危险固废依托有资质单位处理，全部固体废物均可得到有效处置，固体废物处理措施符合国家和地方的有关规定，固体废物污染防治措施是合理、可行的。

综上所述，以上清洁生产工艺和环保措施在经济和技术方面都是切实可行的。

12. 环境保护管理与监测计划

12.1. 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。

12.1.1. 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。

12.1.2. 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机构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）在施工地点，应由工程环境监理人员在施工现场跟踪监控管理，监察环保设施设置与实施情况。

（4）工程环境监理纳入工程监理，接受环保主管部门的指导和监督，以便更好地履行职责。

（5）按环保部门地规定和要求填报各种环境管理报表。

（6）建设单位自行进行环保设施竣工验收；

（7）负责对营运期污染事故的调查、监测分析工作，并写出调查报告；

（8）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。

（9）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。

12.2. 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）港池疏浚对海域造成影响，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）施工期产生的生活污水进烟台新城污水处理有限公司，油污水送西港区油污水处理站处理后经管网进入烟台新城污水处理有限公司；运营期生活污水和含油污水依托西港污水处理站、烟台新城污水厂处理，不得随意排放。

（4）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，危险固废委托有资质单位处理，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；

（8）本项目应根据交通部交环发[2004]314 号文“关于开展交通工程环境监理工作的通知”以及“开展交通工程环境监理工作实施方案”的要求，落实施工期的工程环境监理制度。

12.3. 环境监测计划

为了解和掌握建设项目施工期和运营期对海洋水文动力、水质和沉积物的影响，评价其影响范围和影响程度，需对建设项目施工和运营而对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

12.3.1. 施工期环境监测计划

1、大气监测计划

监测点位：在东、西、南侧厂界布设 3 个无组织排放监控点。

监测项目：SO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、NO_2。

监测频率：按照施工初期、中期、末期计，每期监测 1 次，每次 3 天；每天 4 次，没有施工时或雨季时可较少监测频率，有投诉时增加监测频率。

监测分析方法按《空气和废气监测分析方法》和《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的有关要求进行。

2、海洋环境监测计划

结合本项目施工期对环境的影响，确定对海洋水质、海洋沉积物、海洋生物进行监测。根据工程周边敏感目标的分布及工程特点，本工程共布设 4 条监测断面，共 15 个监测站位，监测站位成辐射状，监测站位间距由中心向外侧逐渐变疏，其中水质监测站位 15 个，海洋沉积物和海洋生物监测站位 6 个。

（1）海洋水质监测计划

监测项目：SS、石油类、无机氮。

监测频率：施工前选择大潮和小潮期进行一次监测，施工开始后每 1 个月进行一次大、小潮期的监测，施工结束后进行一次后评估监测。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋

监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（2）海洋沉积物监测计划

监测项目：石油类、重金属。

监测频率：施工开始时进行一次，施工期每个月监测一次，施工结束后进行一次后评估监测。

监测方法：监测工作应委托当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（3）海洋生物监测计划

监测项目：叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物。

监测频率：施工前选择春季或秋季进行一次监测，施工期选择春、秋两季分别监测，施工结束后进行一次后评估监测。

监测方法：监测工作应委托当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

3、噪声监测计划

监测点位：在厂界四周布设 4 个监测站点。

监测项目：测定 L_d、L_n 和 L_{max}。

监测频率：施工现场监测点不少于 2 次，按照初期、中期等设置，监测频率为每期 1 次，有投诉时增加监测频率，每次 1 日昼夜监测。

监测方法按《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中有关规定执行。

4、监测数据的管理

施工期由受委托监测站根据工程施工进度按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地生态环境局，以便采取相应的对策措施；同时要将工程施工的环境监测结果编制监测报告。

12.3.2. 运营期环境监测计划

营运期的环境监测项目由本工程的业主委托当地有资质的环保监测单位开展，如有可能应与当地环保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。结合本项目运营期对环境的影响，确定对海洋环境、大气环境、噪声等进行监测。

1、海洋监测计划

根据工程周边敏感目标的分布及工程特点，布设 4 条监测断面，共 15 个监测站位，监测站位成辐射状，监测站位间距由中心向外侧逐渐变疏，其中水质监测站位 15 个，海洋沉积物和海洋生物监测站位 6 个。

（1）海洋水质监测计划

监测项目：SS、石油类、COD、氨氮。

监测频率：每年春、秋两季各监测 1 次，石油类每个季度进行一次监测，若发生原油泄漏等环境事故风险，进行有针对性的事故监测。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（2）海洋沉积物监测计划

监测项目：石油类、重金属。

监测频率：每年春、秋两季各监测 1 次。

监测方法：监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（3）海洋生物监测计划

监测项目：叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物。

监测频率：每年春、秋两季各监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率，如遇突发事故应加强监测频率。

监测方法：监测工作应委托当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

表 12.3-1 环境监测站位一览表

站位	坐标		监测因子		
	北纬	东经	水质	沉积物	海洋生物
1	37°42′09.32″	121°08′46.95″	√		
2	37°42′04.29″	121°08′52.11″	√		
3	37°41′56.84″	121°08′59.98″	√		
4	37°41′41.85″	121°09′15.59″	√	√	√
5	37°41′24.27″	121°09′20.07″	√	√	√
6	37°42′47.97″	121°09′21.90″	√		
7	37°42′52.52″	121°09′32.73″	√	√	√
8	37°42′58.96″	121°09′48.35″	√		
9	37°43′08.09″	121°10′04.18″	√	√	√

10	37°43′27.89″	121°08′14.44″	√		
11	37°43′38.88″	121°08′18.75″	√	√	√
12	37°43′57.83″	121°08′19.42″	√		
13	37°42′59.33″	121°07′56.51″	√		
14	37°43′03.67″	121°07′44.28″	√	√	√
15	37°43′10.48″	121°07′30.10″	√		

2、大气质量监测

在厂界设 2 个无组织监测点，其中上下风向各 1 个点，每半年监测 1 次，监测因子为：SO_2、NO_X、非甲烷总烃（VOC_s）、等指标。同时，对废气处理系统的 VOCS 进行监测。若废气处理系统，如 VOCs 的检测浓度≥100μmol/mol，需对废气处理系统加盖浮动顶盖后重新监测。

3、废水监测

对企业废水接管排口的废水进行监测，每年监测 2 次，监测项目为：COD、氨氮、石油类等指标；在港池设置 1 个监测点，监测项目为：pH、COD、悬浮物、活性磷酸盐、无机氮、石油类。每年监测量次，连续监测三年。

4、噪声监测

对主要噪声源每半年监测 1 次，监测项目为设备声压级；对厂界噪声每半年监测 1 次，每次分昼间、夜间进行。

5、地下水环境监测管理

建立地下水环境监测管理体系，包括制定地下水环境影响跟踪监测计划、建立地下水环境影响跟踪监测制度、配备先进的监测仪器和设备，以便及时发现问题，采取措施。

通过对厂区防渗规范施工、加强管理可使发生废水渗漏的可能性降到最低，为将本项目对地下水环境造成的影响降到最低，应对项目所在地周围的地下水水质进行监测，在厂区下游建监控井，定期监测，以便及时准确地反馈地下水水质状况。当泄漏发生发现水质异常时，应当立即采取停产措施，对渗漏发生区域进行防渗修补，确保污染物不进入到地下水系统中，可有效降低渗漏产生的影响。

（一）地下水监测原则

（1）重点污染防治区加密监测原则；

（2）以浅层地下水监测为主的原则；

（3）上、下游同步对比监测原则；

（4）水质检测项目参照《地下水质量标准》相关要求和潜在污染源特征污染因子确定。

（二）跟踪监测计划

根据拟建项目特点和本区水文地质条件，结合本项目潜在地下水污染点，本项目需在厂区上游、厂区及下游各布设1个水质监测点。监测井的具体位置及相关监测参数见下表。

表 12.3-2 厂区地下水监控点布置一览表

孔号	监测孔位置	监测项目	监测频率	主要功能
JC1	上游现有水井	pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、、氨氮、石油类等，同时监测水位、水温。	每年逢枯水期监测 2 次	本底井：监测厂区上游地下水水质状况
JC2	厂内污水管道附近		每季度监测 1 次，遇枯水期加密监测	监测井：监测厂区污染状况；在地下水受到污染时，排出污水、截流污染物
JC3	厂区北侧围墙附近		每年逢枯水期监测 2 次	监测井：监测下游地下水污染状况

（三）地下水环境跟踪监测与信息公开计划

地下水环境跟踪监测应按照监测频率定期编制跟踪监测报告，编制报告的责任主体为建设单位。

监测数据记录格式参下见表。

表 12.3-3 地下水位监测数据记录表

监测孔编号	监测单位	监测时间	监测人	记录人	地下水位埋深（m）	水样编号	生产设施运行状况	跑冒滴漏记录
JC1								
……								

监测一旦发现水质发生异常，应及时通知有关管理部门和当地居民，做好应急防范工作，同时应委托具有勘查资质的单位进行污染勘查，通过勘查结果提出相应的污染治理措施。

（四）地下水监测管理

为保证地下水监测有效、有序管理，须制定相关规定、明确职责，采取以下管理措施和技术措施：

（1）管理措施

① 防止地下水污染管理的职责属于环保管理部门的职责之一。项目环境保护管理部门指派专人负责防止地下水污染管理工作。

② 应指派专人负责地下水环境跟踪监测工作，按上述监控措施委托具有监测资质的单位负责地下水监控工作，按要求及时分析整理原始资料、监测报告的编写工作。

③ 应按时（宜两月一次）向环境保护管理部门上报生产运行记录，内容应包括：地下水监测报告，排放污染物的种类、数量、浓度，生产设备、管道与管沟、垃圾贮存、运输装置和处理装置、事故应急装置等设施的运行状况、跑冒滴漏记录、维护记录等。由项目环境保护管理部门建立地下水环境跟踪监测数据信息管理系统，编制地下水环境跟踪监测报告并在网站上公示信息，公开内容至少应包括该建设项目的特征因子及其相应的背景监测值和现状监测值。

④ 根据实际情况，按事故的性质、类型、影响范围、严重后果分等级地制订相应的预案。在制定预案时要根据本项目环境污染事故潜在威胁的情况，认真细致地考虑各项影响因素，适当的时候组织有关部门、人员进行演练，不断补充完善。

（2）技术措施：

① 按照《地下水环境监测技术规范》HJ/T164-2004 要求，及时上报监测数据和有关表格。

② 在日常例行监测中，一旦发现地下水水质监测数据异常，应尽快核查数据，确保数据的正确性。并将核查过的监测数据通告安全环保部门，由专人负责对数据进行分析、核实，并密切关注生产设施的运行情况，为防止地下水污染采取措施提供正确的依据。应采取的措施如下：

了解项目生产是否出现异常情况，出现异常情况的装置、原因。加大监测密度，如监测频率由季一次临时加密为每天一次或更多，连续多天，分析变化动向。

③ 周期性地编写地下水动态监测报告。

④ 定期对事故水池、液体罐区、循环水池和污水管道等进行检查。

6、土壤跟踪监测

建立土壤环境监测管理体系，包括制定土壤环境影响跟踪监测计划、建立

土壤环境影响跟踪监测制度、配备先进的监测仪器和设备，以便及时发现问题，采取措施。

为将本项目对土壤环境造成的影响降到最低，应对项目所在地周围的土壤质量进行监测，在厂区及周边建立土壤监测点，定期取样监测，以便及时准确地反馈周边土壤状况。当发现土壤检测数据异常时，应当立即采取措施，查找原因，确保污染物不继续扩散，有效降低污染物对土壤环境的影响。

（1）跟踪监测计划

根据拟建项目特点和周边土壤结构特征，结合本项目土壤环境重点影响区及环境敏感点，拟在原油罐区附近及事故池附近建立2个土壤监测点。监测的具体位置及相关监测参数见下表。

表 12.3-4 土壤监测点布置一览表

编号	监测点	采样要求	监测因子	监测频次
TJC1	原油罐附近	0～0.2m	石油烃、甲苯、乙苯间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硫化物、六价铬	每 5 年 1 次
TJC2	事故池附近	0～0.2m	石油烃、甲苯、乙苯间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硫化物、六价铬	

（2）土壤环境跟踪监测与信息公开计划

土壤环境跟踪监测应按照监测频率定期编制跟踪监测报告，编制报告的责任主体为建设单位，监测计划及监测结果应向社会公开。

监测一旦发现土壤检测数据发生异常，应及时通知有关管理部门，做好防范工作，同时应委托具有勘查资质的单位进行污染勘查，通过勘查结果提出相应的污染治理措施。

12.3.3. 环境风险事故应急监测

在火灾、爆炸、毒物泄漏等环境风险事故发生后，可能会对水体、大气和土壤环境产生次生污染，造成突发性的污染事故。突发性污染事故的应急监测是一种目的性监测，它要求监测人员在第一时间到达事故现场，用小型便携、快速检测仪器或装置，在尽可能短的时间内判断和测定污染物的种类、浓度、污染范围、扩散速度及危害程度，为应急指挥部决策提供科学依据。应急监测是事故应急处置、善后处理的技术支持，为正确决策赢得宝贵时间、有效控制污染范围、缩短事故持续时间、减小事故损失起着重要作用。

12.3.3.1.应急监测机构

环境风险事故应急监测由环境监测站承担，主要负责对大气、水体环境进行及时监测，确定危险物质的成分及浓度，确定污染区域范围，对事故造成的环境影响进行评估。

监测机构接到应急监测任务后，立即召集人员，根据监测内容，携带相关仪器、设备，做好安全防护，在最短时间内赶赴事发现场进行监测。

12.3.3.2.监测点的布设

根据危险物质的释放和泄漏量、毒性、周边环境的敏感程度、预计可能造成的环境影响等因素，对环境风险事故进行分级。根据污染事故的不同级别，相应布设水污染监测和大气污染监测的应急监测点。

对于环境影响尚未扩散的一般性环境污染事故，在事故装置排污口、污水处理场进水口、雨水监控池出口进行水污染的应急监测，在装置区事故源下风向进行大气污染的应急监测。

对于环境污染已经扩散的重特大环境污染事故，将在污水处理场进水口、出水口、雨水监控池出口进行水污染的应急监测，并协同相关部门对外排污水进入受纳水体入口处的水质情况进行监测。在事故源下风向厂界处进行大气污染的应急监测，并协同相关部门对下风向环境敏感目标的大气污染情况进行监测。

对于海域污染事故应急监测站位主要以受溢油影响的海域为主。

海域环境应急监测项目主要有，海水水质：溶解氧、化学需氧量、pH 值、石油类、重金属，并结合泄漏物料确定监测项目；生态环境：生物体内残毒分析、底栖生物、浮游植物、浮游动物等。监测频率应根据污染程度，能反映所污染海域的海水水质和生态污染程度。

应急监测的监测频率根据污染的实际情况由应急指挥中心下达。

12.4. 应向社会公开的信息内容

根据《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发[2015]162 号），建设单位既是建设项目环评公众参与和履行环境责任的主体，也是建设项目环评信息公开的主体，应向社会公开以下信息内容：

（1）公开环境影响报告书编制信息

根据建设项目环评公众参与相关规定，建设单位在建设项目环境影响报告书编制过程中，应当向社会公开建设项目的工程基本情况、拟定选址选线、周边主要保护目标的位置和距离、主要环境影响预测情况、拟采取的主要环境保护措施、公众参与的途经方式等。

（2）公开环境影响报告书（表）全本

建设单位在建设项目环境影响报告书（表）编制完成后，向环境保护主管部门报批前，应当向社会公开环境影响报告书（表）全本，其中对于编制环境影响报告书的建设项目还应一并公开公众参与情况说明。报批过程中，如对环境影响报告书（表）进一步修改，应及时公开最后版本。

（3）公开建设项目开工前的信息

建设项目开工建设前，建设单位应当向社会公开建设项目开工日期、设计单位、施工单位和环境监理单位、工程基本情况、实际选址选线、拟采取的环境保护措施清单和实施计划、由地方政府或相关部门负责配套的环境保护措施清单和实施计划等，并确保上述信息在整个施工期内均处于公开状态。

（4）公开建设项目施工过程中的信息

项目建设过程中，建设单位应当在施工中期向社会公开建设项目环境保护措施进展情况、施工期的环境保护措施落实情况、施工期环境监理情况、施工期环境监测结果等。

（5）公开建设项目建成后的信息

建设项目建成后，建设单位应当向社会公开建设项目环评提出的各项环境保护设施和措施执行情况、竣工环境保护验收监测和调查结果。对主要因排放污染物对环境产生影响的建设项目，投入生产或使用后，应当定期向社会特别是周边社区公开主要污染物排放情况。

表 12.4-1 企业信息公开内容

单位名称	烟台港集团有限公司	建设地点	烟台西港区
联系人	王松林	联系电话	0535-6741803
总投资	210070.89 万元		
项目建设内容	拟建设 1 个 30 万吨级原油泊位，装卸货种为原油，年吞吐量为 1600 万 t。西港陆域配套建设原油库区，建设规模为 $102\times10^4m^3$ 以及码头至罐区连接管线约 3405m。		
污染源定期监测结果	废气、噪声、污水处理站出水、地下水等监测数据		
环保设施运行情况	污水处理装置运行情况		
公开方式	企业网站		

13. 项目建设可行性分析

13.1. 产业政策、生态保护规划符合性分析

13.1.1. 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，石油、天然气中“原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”及水运中“深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级及以上）”为国家鼓励性产业。

工程拟新建 1 个 30 万吨级原油泊位以及配套罐区及管线工程，对于提高我国港口原油接卸能力，保障石油供应安全具有重要意义。因此，其建设符合《产业结构调整指导目录（2019 年本）》对石油、天然气产业，水运产业的定位。

13.1.2. 生态保护规划符合性分析

13.1.2.1. 与《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020 年）》的符合性分析

山东省黄海海洋生态红线划定范围涉及海域总面积 31011 平方公里，海岸线总长 2414 公里。具体范围为:北起山东半岛蓬莱角东沙河口，与渤海生态红线区衔接，南至绣针河口，向陆至山东省人民政府批准的海岸线，向海至领海外部界线，即为除渤海生态红线区划定范围外的山东省管理海域。

根据《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020 年）》，本项目周边海洋生态红线区包括 NW 侧 20.4km 的蓬莱铜井景观遗迹限制区（37-Xg01）、SE 侧 10.7km 的烟台金沙滩砂质岸线限制区（37-Xh01），SE 侧 10.6km 的套子湾-芝罘岛滨海旅游限制区（37-Xj01），SE 侧 11.2km 的烟台市套子湾黄盖鲽渔业海域限制区（37-Xe01）。

工程建设不占用海洋生态红线区。工程施工期间产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙主要沿岸边向西北—东南方向扩散，最大扩散距离约 1.35km，不会扩散至周边红线区内，不会对其产生明显影响；项目施工及运营期间，通过各种环保措施，使项目产生的污染物不向海域内排放，不会对周边红线区的生态环境造成不利影响。

因此，工程用海符合《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020 年）》的要求。

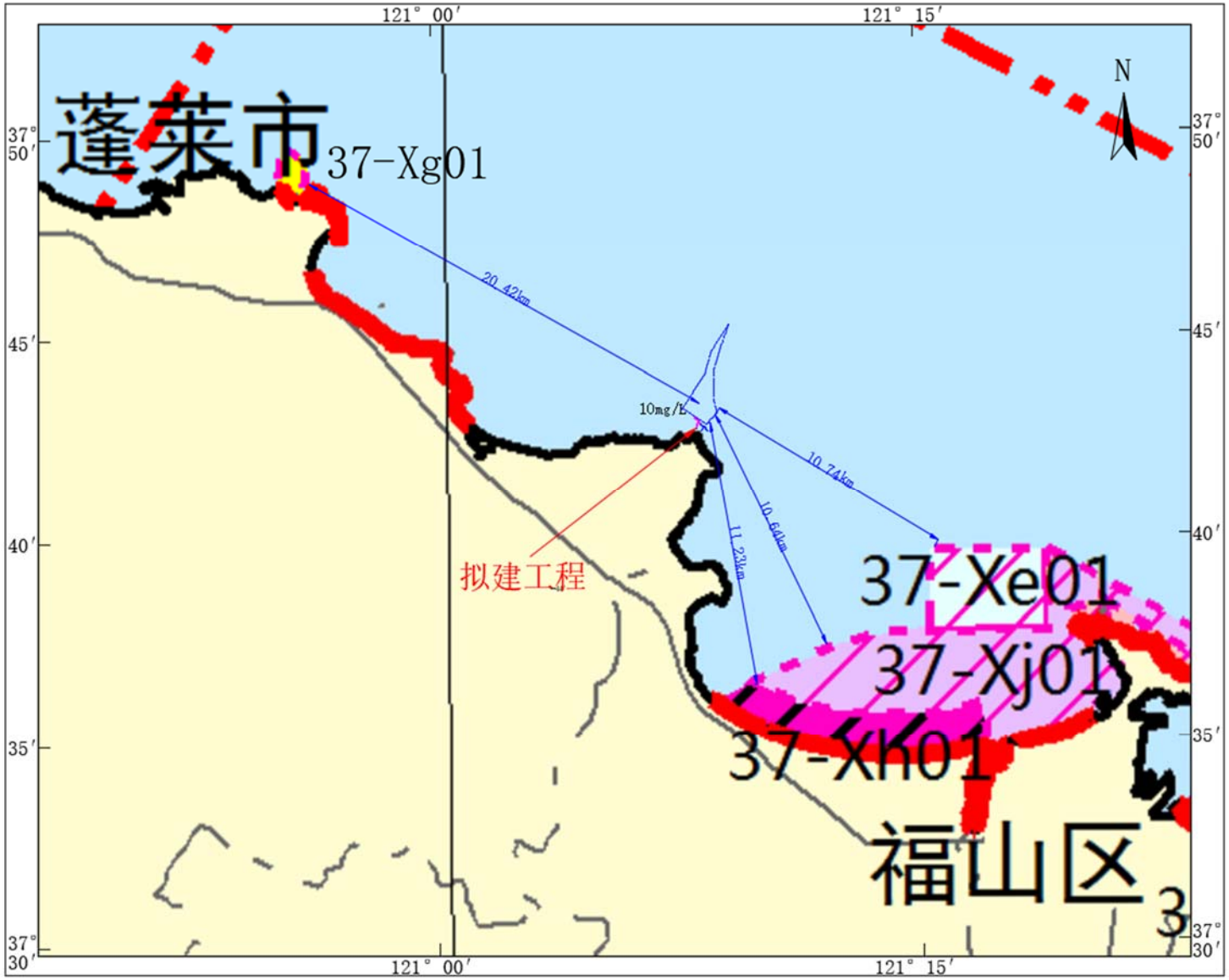


图 13.1-1 山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020 年）

13.1.2.2.与关于山东省生态保护红线规划的符合性分析

1、本项目与《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》相对关系

（1）本工程征地范围及工程建设内容所占区域

烟台市政府以烟政土[2017]5004 号、烟政土[2017]5015 号批复同意烟台港集团使用烟台开发区山后李家东共 299581.65 平方米的国有建设用地，用途为港口码头用地。烟台港集团已与烟台市国土资源局签订了《国有建设用地使用权出让合同》。

本项目管线工程征地范围占用部分生态保护红线区域，罐区及码头工程不占用生态红线区域。

（2）本工程占用“烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区”的情况

根据烟台开发区规划区出具的用地坐标通知单，本项目管线工程用地占用“烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区”的范围见下图。由图可知，本项目管线工程征地范围部分占用生态保护红线区，全部为 II 类红线区，不占用 I 类红线区。

2、山东省生态保护红线规划占用概况

介于本项目码头工程与库区工程连接管线不可避免占用“烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区”的情况，建设单位组织开展了“占用生态保护红线区不可避让性论证”工作，已通过省自然资源厅组织的审查。

认为本项目选址合理，无法采取工程措施避让生态红线。工程占用的植被类型为区域次生性较强的植被类型，工程建设不会改变生态红线区的植被组成和生态系统结构，不会改变景观组成、功能和稳定性，不会导致职务物种的消失和灭绝，不会对保护区的保护动植物产生明显影响。工程施工期、营运期采取有效的污染防治措施及生态恢复措施，可将项目对生态的影响降至最低。对于生态红线区生态影响角度，本项目建设不存在明显制约。

13.1.2.3.与烟台沿海防护林省级自然保护区的符合性

根据《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》，烟台市共八处“沿海防风固沙生态保护红线区”，分别位于莱州市、招远市、龙口市、蓬莱市、开发

区、芝罘区、牟平区及海阳市。这八处沿海防风固沙生态保护红线区与烟台沿海防护林省级自然保护区范围基本重合，因此本次评价重点介绍烟台沿海防护林省级自然保护区的概况。

1、基本概况

烟台沿海防护林省级自然保护区是我国一处以沿海防护林基干林带为主的森林生态类型的省级自然保护区，1998 年开始建设自然保护区，2006 年山东省人民政府以鲁政字[2006]162 号文件批准建立省级自然保护区。保护区主管部门为林业部门。

保护区涉及沿海防护林 381.4 公里，沿海防护林宽度在 50~3500m 之间。按《沿海国家特殊保护林带管理规定》，保护区沿海防护林达到标准的长度为 298.5 公里，占适宜绿化长度的 78.3%；没有达到标准的长度为 82.9 公里（其中需加宽长度 19.7 公里、缺口长度 63.2 公里），占适宜绿化长度的 21.7%。

防护林最宽处位于牟平区、龙口市、莱州市，主要树种为黑松、刺槐，宽度在 3000m 左右的长度 17920m，占适宜造林长度的 4.7%；面积 3990.8 公顷，占保护区总面积的 17.0%；刺槐树龄偏高、长势衰弱，防护效能下降。最窄处位于莱州市、莱阳市、海阳市，主要树种为黑杨，宽度不足 100m 的长度 39465m，占适宜造林长度的 10.3%；面积 562 公顷，占保护区总面积的 2.4%；树种单一、结构简单，防护效能较低。保护区近 1/4 沿海防护林偏窄，防护效能难以充分发挥。

2、功能区划

保护区总面积 22777.2 公顷，划分为核心区、缓冲区和实验区三个功能区。

（一）核心区

将森林生态系统完整黑松、刺槐集中分布的区域作为核心区。核心区的重要作用是保护区内的自然资源和自然环境，保持其生态系统和生物物种不受人为干扰，在自然状态下演替、繁衍。核心区面积为 2291.5 公顷，占保护区总面积的 9.8%。

（二）缓冲区

为更好地保护核心区内生物多样性和森林生态系统，避免外界人为的影响和干扰。在核心区外围划出 500～1000m 的地带作为缓冲区。缓冲区面积 2398.5

公顷，占保护区总面积的 12.9%。缓冲区的作用是，缓解外界压力和防止人为活动对核心区的影响。

（三）实验区

将位于缓冲区外围，保护区边界以内的区域划为实验区。该区在合理保护资源的基础上，以科学试验、改善自然环境和合理利用自然、人文资源为目的。实验区面积 18087.2 公顷，占保护区总面积的 77.3%。

区划面积见下表

表 13.1-1 保护区功能区划面积表单位：公顷

项目	合计	核心区	缓冲区	实验区
面积	22777.2	2291.5	2398.5	18087.2
占保护区面积的百分比（%）	100.0	9.8	12.9	77.3

烟台市沿海防护林自然保护区分区情况见下图。由图可知，保护区的核心区、缓冲区位于烟台市牟平区、龙口市和莱州市。规划西港区港界范围内涉及开发区大季家三处实验区，具体分布情况见下图。

2019 年 11 月 4 日，山东省人民政府发布《山东省人民政府关于调整烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区的批复》（鲁政字[2019]207 号），同意对烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区进行调整。范围调整涉及 77 个地块，功能区调整涉及 7 个地块。调整前保护区总面积 22777.2 公顷，调整后面积 14046.3 公顷，减少 8730.9 公顷。其中，核心区调整前面积 2291.5 公顷，调整后面积 2329.6 公顷，增加 38.1 公顷；缓冲区调整前面积 2398.5 公顷，调整后面积 1160.2 公顷，减少 1238.3 公顷；实验区调整前面积 18087.2 公顷，调整后面积 10556.5 公顷，减少 7530.7 公顷。

其中规划西港区港界范围内三处开发区大季家实验区全部调出保护区范围，据此，本工程用地不占用“烟台沿海防护林省级自然保护区”。

图 13.1-2 烟台市沿海防护林自然保护区分区图及烟台港西港区位置

图 13.1-3　本项目及西港区港界与烟台市沿海防护林自然保护区相对位置示意图

13.1.3. 与各级环境保护法律法规及行动计划的符合性

13.1.3.1. 与《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》的符合性

为实现实现中华民族永续发展，增进民生福祉，同时为了深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想和党的十九大精神，决胜全面建成小康社会，全面加强生态环境保护，打好污染防治攻坚战，提升生态文明，建设美丽中国，国务院提出了全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的若干意见，意见中提出要深刻认识生态环境保护面临的形式，深入贯彻习近平生态文明思想，全面加强党对生态环境保护的领导，同时提出了生态环境保护工作的总体目标和基本原则，本项目的建设与《意见》的符合性分析见下表。

表 13.1-2 与《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》符合性分析

序号	《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》相关内容	本项目情况	符合情况
1	加强工业企业大气污染综合治理： 强化工业企业无组织排放管理，推进挥发性有机物排放综合整治	本项目储罐采用外浮顶罐，设计选用先进外密封工艺，同时两年除锈以减少挥发性有机物的排放	符合
2	深化地下水污染防治	本项目严格按照防渗要求进行防渗处理，根据分析和预测，本项目对周围地下水环境的影响很小	符合
3	打好渤海综合治理攻坚战，渤海禁止审批新增围填海项目，引导符合国家产业政策的项目消化存量围填海资源	本项目不涉及新增围填海，项目符合国家和地方的产业政策	符合
4	加快推进垃圾分类处理，强化固体废物污染防治	本项目产生固体废物进行了分类处理，一般固废和危险废物均得到妥善处置	符合

由上表可以看出，项目的建设符合国务院《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》的相关要求。

13.1.3.2. 与《山东省大气污染防治条例》符合性分析

为了防治大气污染，保护和改善大气环境，保障公众健康，推进生态文明建设，促进经济社会可持续发展，根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》等法律、行政法规，结合本省实际，制定了《山东省大气污染防治条例》。本项目建设与《山东省大气污染防治条例》的符合性分析详见下表。

表 13.1-3 拟建项目建设与《山东省大气污染防治条例》符合性分析

大气污染防治措施	具体要求	拟建工程情况	符合性

1.燃煤污染防治	1.实行煤炭消费总量控制制度。 2.设区的市人民政府应当建立民用散煤管理制度，加强民用散煤质量监督和节能炉具的推广，并制定奖励或者补贴政策，推进清洁煤炭、优质型煤的供应、使用和其他清洁能源的开发、利用。 3.设区的市、县(市、区)人民政府应当制定本行政区域锅炉整治计划，按照国家和省有关规定要求淘汰、拆除燃煤小锅炉、分散燃煤锅炉和不能达标排放的其他燃煤锅炉，并对现有的燃煤锅炉进行超低排放改造。 4.县级以上人民政府供热主管部门应当组织编制供热专项规划，发展分布式能源，统筹热源和管网建设，逐步扩大城乡集中供热范围。 5.燃煤机组应当实现超低排放，使大气污染物排放浓度符合规定限值。 6.使用燃煤炉窑、煤气发生炉等设施的单位应当采用清洁生产工艺，配套建设除尘、脱硫、脱硝等装置，或者采取技术改造等其他控制大气污染物排放的措施。	依托华能八角电厂供热	符合
2.工业以及相关污染防治	1.县级以上人民政府应当合理确定产业布局和发展规模，制定产业投资项目负面清单，严格控制新建、扩建钢铁、石化、化工、有色金属冶炼、水泥、平板玻璃、建筑陶瓷等工业项目，鼓励、支持现有的工业企业进行技术升级改造。 2.对不经过排气筒集中排放的大气污染物，排污单位应当采取密闭、封闭、集中收集、吸附、分解等处理措施，严格控制生产过程以及内部物料堆存、传输、装卸等环节产生的粉尘和气态污染物的排放。 3.石化、重点有机化工等工业企业应当建立泄漏检测与修复体系，对管道、设备等进行日常检修、维护，及时收集处理泄漏物料。 4.生产、销售、使用含挥发性有机物的原材料和产品的，其挥发性有机物含量应当符合质量标准或者要求。 5.下列产生含挥发性有机物废气的活动，应当使用低挥发性有机物含量的原料和工艺，按照规定在密闭空间或者设备中进行并安装、使用污染防治设施；无法密闭的，应当采取措施减少废气排放。 6.产生挥发性有机物的工业企业应当建立台账，如实记录生产原料、辅料的使用量、废弃量、去向以及挥发性有机物含量。台账保存期限不得少于三年。 7.向大气排放恶臭气体的排污单位以及垃圾处置场、污水处理厂，应当按照规定设置合理的防护距离，安装净化装置或者采取其他措施减少恶臭气体排放。 8.向大气排放有毒有害污染物和持久性有机污染物的排污单位，应当按照国家规定采取有利于减少污染物排放的技术方法和工艺，配备有效的净化装置并保持正常运行，实现达标排放。 9.企业事业单位和其他生产经营者应当严格执行国家有关消耗臭氧层物质的生产、销售、使用和进出口管理规定，建立科学有效的回收利用和安全处置制度，不得随意排放、抛洒或者丢弃。	拟建工程为鼓励类项目；加强车、船、设备、管道检修；采用密闭卸料臂装卸；采用高效密封外浮顶罐，每两年进行一次除锈	符合
3.机动车船以及非道路移动机械污染防治	1.城市人民政府应当优化城市功能和路网布局，推广智能交通管理，优先发展公共交通事业，倡导绿色、低碳出行，并可以根据本地实际发展轨道交通、实施错峰上下班等措施。 2.省人民政府应当采取下列措施减少机动车排气污染：① 提升车用燃油质量；② 推广使用车用乙醇汽油；③ 推广使用节能环保型和新能源机动车；④ 逐步淘汰高油耗、高排放机动车；⑤ 其他减少机动车排气污染的措施。 3.机动船舶和非道路移动机械排放的大气污染物，应当符合规定的排放标准。 4.新建港口、码头应当规划、设计和建设岸基供电设施；已建成的港口、码头应当逐步实施岸基供电设施改造。船舶靠港后应当优先使用岸电。 5.机动船舶在港区水域内使用垃圾焚烧炉或者进行清舱、驱气、油漆等作业，应当依法报经海事管理机构批准后方可实施。禁止载运危险货物	拟建工程采用低污染油品；保证船舶、机械尾气达标排放；船舶垃圾由有资质单位接收处置；符合机动车船排气污染控制要求。	符合

	的机动船舶在城市航道、通航密集区、渡区、船闸、大型桥梁等内河水域进行清舱或者驱气作业。禁止机动船舶在内河水域焚烧船舶垃圾。 6.对机动车排气污染防治，本条例未作规定的，依照《山东省机动车排气污染防治条例》执行。		
4.扬尘污染防治	1.建设单位与施工单位签订的施工承包合同，应当明确施工单位的扬尘污染防治责任。扬尘污染防治费用列入工程造价。 2.县级以上人民政府市容环境卫生和交通运输部门应当积极推行机械化清扫保洁和冲刷清洗作业方式，合理安排作业时间，适时增加作业频次，提高作业质量。 3.生产建设活动中产生的砂石、土方、矸石、尾矿、废渣等，应当进行资源化处理或者综合利用；不能进行资源化处理或者综合利用的，应当运至专门存放地，并不得向专门存放地以外的地方倾倒。 4.钢铁、火电、建材、焦化等企业和港口、码头、车站的物料堆放场所，应当按照要求进行地面和道路硬化，采取密闭、围挡、遮盖、喷淋、绿化、设置防风抑尘网等措施，并设置车辆清洗设施。 5.垃圾填埋场和建筑垃圾消纳场应当实施分区作业，采取围挡、覆盖、喷淋、道路硬化或者其他抑尘措施，并设置车辆清洗设施。 6.运输渣土、土方、砂石、垃圾、灰浆、煤炭等散装、流体物料的车辆，应当采取密闭措施，按照规定安装卫星定位装置，并按照规定的路线、时间行驶，在运输过程中不得遗撒、泄漏物料。 7.县级以上人民政府应当根据防治扬尘污染的需要，划定禁止从事砂、石、粘土开采和加工等易产生扬尘污染活动的区域。	拟建工程明确扬尘污染防治责任；混凝土搅拌站水泥筒库顶设置袋式除尘器；施工现场场地应当进行硬化处理；定期洒水、清扫，减少扬尘污染；预制场物料堆放采取仓库等封闭性或半封闭性措施减少扬尘。符合扬尘污染防治要求。	符合
5.农业和其它污染防治	1.县级以上人民政府及农业、林业等部门应当制定农药、化肥减量计划和措施，积极推广缓控释肥等技术，指导农业生产经营者科学合理施用农药、化肥等农业投入品，减少农业生产活动产生的大气污染物，防止农业面源污染。 2.县级以上人民政府及发展改革、农业等部门应当制定鼓励政策，推进秸秆肥料化、饲料化、基料化、燃料化和原料化开发，实现秸秆综合利用。 3.从事畜禽养殖、屠宰生产经营活动的单位和个人，应当对畜禽养殖、屠宰产生的污水、废弃物进行处理、处置和综合利用，防止对周边环境造成恶臭影响。 4.排放油烟的餐饮服务业经营者和单位食堂应当安装油烟净化设施并保持正常运行，使油烟达标排放，防止对附近居民的生活环境造成污染。 5.城市人民政府应当根据大气污染防治的需要划定区域，禁止露天烧烤、骑墙(窗)烧烤或者为露天烧烤、骑墙(窗)烧烤提供场地。在其他区域内烧烤的，应当使用无烟烧烤炉具。 6.禁止焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。 7.设区的市和县(市、区)人民政府可以根据大气污染防治的需要和当地特点，划定禁止或者限制燃放烟花爆竹的区域和时段。	拟建工程不单独设置食堂，不产生油烟。	符合

13.1.3.3.与《山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案》符合性分析

为贯彻落实国家和省关于重点行业挥发性有机物(VOCs)综合整治工作要求，进一步加强重点行业 VOCs 污染防治工作，降低 VOCs 排放总量，改善大气环境质量，制定了山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案。本项目建设与《山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案》的符合性分析详见下表。

拟建项目针对《山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案》中所列的行业治理要

点，采取了相应大气污染防治措施，符合《山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案》的要求。

表 13.1-4 与《山东省重点行业挥发性有机物专项治理方案》符合性分析

石化行业治理要点	具体要求	拟建项目情况	符合性
1.全面推行泄漏检测与修复(LDAR)	石化企业要建立“泄漏检测与修复”制度，按照《石化企业泄漏检测与修复工作指南》，通过自行组织、委托第三方或两者相结合的方式开展工作，从源头控制减少 VOCs 泄漏排放。	拟建工程按照要求建立“泄漏检测与修复”制度，减少 VOCs 排放量。	符合
2.开展 VOCs 污染源排查	石化企业要按照《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》，开展 VOCs 污染源摸底排查工作，摸清 VOCs 排放状况，并按照《环境信息公开办法(试行)》要求将排查结果向社会公开。	按照要求进行 VOCs 污染源摸底排查工作	符合
3.加强有组织工艺废气治理	工艺废气应优先考虑生产系统内回收利用，难以回收利用的废气，应按相关要求处理，且处理效率应满足相关标准和要求。同时，应采取措施尽可能回收排入火炬系统的废气。	拟建工程不涉及有组织排放	符合
4.严格控制储存、装卸损失	挥发性有机液体储存设施应采用压力罐、低温罐、高效密封的浮顶罐或安装顶空联通置换油气回收装置的拱顶罐，苯、甲苯、二甲苯等危险化学品应在内浮顶罐基础上安装油气回收装置等处理设施。挥发性有机液体装卸应采取全密闭、液下装载等方式，严禁喷溅式装载。汽油、石脑油、煤油等高挥发性有机液体和苯、甲苯、二甲苯等危险化学品的装卸过程应优先采用高效油气回收措施。运输相关产品应采用具备油气回收接口的车船。	拟建工程罐区均采用高效密封的外浮顶罐。	符合
5.强化废水废液废渣系统逸散废气治理	应对逸散 VOCs 和产生异味的主要环节采取有效的密闭与收集措施，确保废气经收集处理后达到相关标准要求，禁止稀释排放。	拟建工程采用密闭卸料臂装卸、安全阀减少放空等降低无组织废气排放。	符合
6.加强非正常工况污染控制	制定非正常工况的操作规程和污染控制措施。企业的开停车、检维修等计划性操作应在实施前向所在县(区、市)环保局备案，实施过程中加强环境监管，事后进行评估；非计划性操作应严格控制污染，杜绝事故性排放，事后及时评估并向所在县(区、市)环保局报告。企业应及时向社会公开非正常工况相关环境信息，接受社会监督。	拟建工程按照规定制定非正常工况的操作规程和污染控制措施，并按照规定在开停车、检维修等在实施前向所在县(区、市)环保局备案；及时向社会公开非正常工况相关环境信息，接受社会监督	符合
7.避免形成二次污染	催化燃烧、热力焚烧等产生的废气以及吸附、吸收、冷凝等产生的有机废水应处理后达标排放，更换吸附剂等过程应做好操作信息记录，废吸附剂应按相关要求妥善处置。	拟建工程不涉及	符合

13.2. 海洋功能区划和环境保护规划的符合性

13.2.1. 与《山东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

《山东省海洋主体功能区规划》是我国海洋主体功能区规划体系的重要组成部分，是推进形成山东省海洋主体功能区的基本依据，是科学开发海域空间资源的行动纲领和远景蓝图，是全省海洋空间开发的基础性和约束性规划。

海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域四类。烟台市区海域属于优化开发区域

该海域包括烟台市的福山区、芝罘区、莱山区海域。优化升级烟台市区海岸景观，美化滨海生态人居环境。**优化烟台芝罘湾港区的功能，重点规划建设烟台港西港区，完善港口综合服务和集疏运体系，逐步建成东北亚国际航运物流枢纽。**提升海工重大技术装备自主创新水平，形成海工装备产业聚集区。优化开发海域和海岛旅游，发掘烟台开埠文化等海洋文化品牌，培育发展海洋文化游。加快海上运动设施建设，打造综合性海洋体育中心和海上运动产业基地。实施以增殖放流、人工鱼礁和藻场建设为重点的海洋牧场建设工程，打造国际性海洋水产品集散地。海域内岛屿重点发展现代渔业、海岛旅游等。

保护海洋文化历史风貌，做好崆峒列岛、烟台山、芝罘岛群等保护区、海洋公园及滨海沙滩浴场的保护与管理，维护烟台市区近岸海域的海洋生态环境。

本项目建成后将与已建和规划的液体散货泊位、罐区等形成规模效益，提升烟台港原料油进口和中转能力，有利于打造能源进口港，进一步完善港口综合服务和集疏运体系，符合该区域“重点规划建设烟台港西港区，完善港口综合服务和集疏运体系”，项目建设符合《山东省海洋主体功能区规划》。

13.2.2. 与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》指出要以烟台港、日照港为骨干，发展海上航运和临港产业。工程周边海域主导功能包括：烟台西港口航运区（A2-11）、烟台套子湾农渔业区（A1-14）、蓬莱-烟台近海港口航运区（B2-1）、平畅河口特殊利用区（A7-9）、蓬莱东部农渔业区（A1-13），功能区的分布如图 12.1-1，功能区范围、海域使用管理要求、海洋环境保护要求下表所示。

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目位于烟台西港口航运区（A2-

11）。

（1）海域使用管理要求

用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，兼容临港工业用海，在基本功能未利用时允许兼容农渔业等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。**用海方式：**允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。应合理配置和统筹规划岸线资源，严格限制填海，港口建设确需填海的，须经科学论证。

（2）海洋环境保护要求

生态保护重点目标：港口水深地形条件。**环境保护要求：**加强海域污染防治和环境质量监测。防止渔港环境污染，加强环境综合治理。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。

（3）符合性分析

用途管制符合性：工程建设 1 个 30 万吨级原油泊位，同时对码头前沿港池进行疏浚。项目用海类型为港口用海，本项目建成后将与已建和规划的液体散货泊位、罐区等形成规模效益，提升烟台港原料油进口和中转能力，有利于打造能源进口港。项目建设符合该功能区港口航运功能的要求，项目建设符合该海域用途管制要求。

用海方式符合性：本工程港口码头用海方式为透水构筑物，且码头采用顺岸多突堤式方式进行建设，对自然岸线占用较少，港池用海方式为港池、蓄水。工程用海方式符合“允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。应合理配置和统筹规划岸线资源”的用海方式要求。

生态保护重点目标符合性：工程建设 1 个 30 万吨级原油泊位，同时多码头前沿港池进行疏浚，充分利用了西港区水深较大的有利条件。工程建设对港区周边的冲淤影响较小，不会对港池和航道水深地形条件产生不利影响，满足港口水深地形的生态保护目标要求。

环境保护要求符合性：施工期产生的生活污水进烟台新城污水处理有限公司，油污水送西港区油污水处理站处理，固废送城市垃圾处理站处理；运营期生活污水和含油污水依托西港污水处理站、烟台新城污水处理场处理，生活垃圾收集后送市政垃圾处理场处理，危险固废（含油棉纱）送有资质单位处理；不会对周边水质、沉积物、

生物环境产生明显影响，同时对于各类会对海洋环境造成影响的突发事故也制订了相应的应急预案和防范措施。工程海域的现状海水水质、沉积物和生物体质量均满足功能区划的环保要求。工程建设符合该海域环境保护要求。

工程建设内容与所在海域的基本功能相一致，项目建设在一定程度上更有利于港口功能的发挥，符合该区域用途管制、用海方式和环保要求。因此，工程建设符合与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》在该海域的主导功能定位。

表 13.2-1 工程附近海域海洋功能区一览表（《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》

代码	功能区名称	地理范围	功能区类型	面积（km²）	管理要求		与本工程距离（km）
					海域使用管理	海洋环境保护	
A7-9	平畅河口特殊利用区	平畅河口北四至：121°2'50.76"--121°4'49.62"；37°44'14.37"--37°44'54.9"	特殊利用区	3.01	用途管制：本区域基本功能为特殊利用功能。应充分论证，合理规划，科学确定排放口的位置和范围；达标排放与总量控制相结合，实现污水处理达标后深水排放；严格按照国家相关法规设置排放设施。 用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证。	生态保护重点目标：河口生态系统。 环境保护要求：海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。	西北侧 5.8
A2-11	烟台西港口航运区	马家村至黄庄村四至：121°1'44.5"--121°13'11.29"；37°35'53.74"--37°46'4.98"	港口航运区	120.25	用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，兼容临港工业用海，在基本功能未利用时允许兼容农渔业等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。 用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。应合理配置和统筹规划岸线资源，严格限制填海，港口建设确需填海的，须经科学论证。	生态保护重点目标：港口水深地形条件。 环境保护要求：加强海域污染防治和环境质量监测。防止渔港环境污染，加强环境综合治理。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。	位于该功能区
A1-13	蓬莱东部农渔业区	铜井村至平畅河口以北海域四至：120°55'20.18"--121°4'34.14"；37°42'15.14"--37°50'1"	农渔业区	76.96	用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容旅游休闲娱乐等功能，在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖，加强渔业资源保护，控制捕捞强度，保障河口行洪安全，保护生物多样性。军事区内禁止养殖。 用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，严格限制近岸基岩围堰养殖。	生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、洄游通道等。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测，河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治，渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	西侧 8.1
A1-14	烟台套子湾农渔业区	套子湾以北海域四至：121°11'29.13"--121°19'48.54"；37°36'53.11"--37°42'19.86"	农渔业区	64.42	用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容旅游娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。 用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海。	生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、洄游通道等。 环境保护求：加强海域污染防治和环境质量监测。渔港和渔业设施建设区海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	东侧 4.1

B2-1	蓬莱-烟台近海港口航运区	蓬莱东芝罘岛北部四至：120°54'43.59"--121°35'20.31"；37°36'35.29"--38°9'59.26"	港口航运区	332.41	用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，在基本功能未利用时允许兼容农渔业功能。保障港口航运用海，锚地、航道及两侧缓冲区、军事区内禁止养殖。 用海方式：允许适度改变海域自然属性，禁止建设与港口功能不符的永久性设施。	生态保护重点目标：港口水深地形条件。 环境保护要求：加强海域污染防治和环境质量监测。航道及锚地海域海水水质执行三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行二类标准。	北侧2.8

13.2.3. 与《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》的符合性分析

根据《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》，项目所在及其周边区域的海岸基本功能区包括港口航运区、特殊利用区以及养殖区，近海基本功能区主要为蓬莱-烟台近海航道区（B2-1-1）。工程所在海域功能区划为烟台西港口区（A2-11）。

（1）海域使用管理要求

用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，兼容临港工业用海，在基本功能未利用时允许兼容农渔业和旅游休闲娱乐等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。保护自然岸线形态、长度。军事区内要加强管理，不得影响军事区的使用。

用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。应合理配置和统筹规划岸线资源，严格限制填海，港口建设确需填海的，须经科学论证。

（2）海洋环境保护要求

生态保护重点目标：港口水深地形条件。

环境保护要求：加强海域污染防治和环境质量监测。防止渔港环境污染，加强环境综合治理。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。

（3）符合性分析

工程所在的《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》功能区与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》功能区均为烟台西港口航运区（A2-11），区在海域使用管理要求和海洋环境保护要求上一致，工程建设符合《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，同时也符合《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》在该海域的主导功能定位。

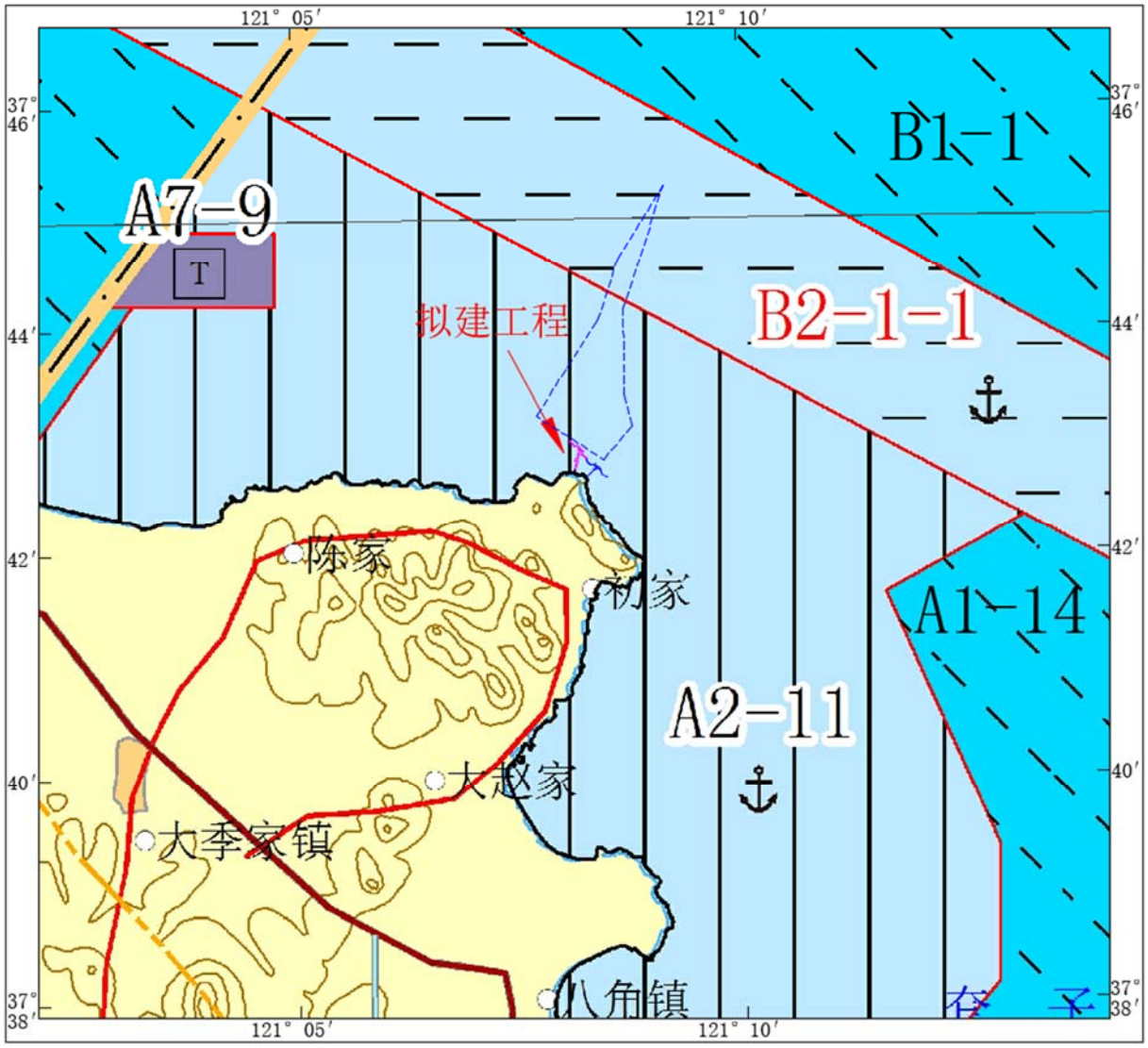


图 13.2-1 《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》（福山—烟台）

13.2.4. 与《山东省海洋环境保护规划》（2008~2020）的符合性

根据《山东省海洋环境保护规划》（2008~2020），项目所在区域属于烟台市区及邻近海域重点海洋功能区，本区域范围包括烟台市区所辖海域的海岸带及毗邻海域，本区 15m 等深线以内海域面积 1130 平方千米，重点是套子河、芝罘湾和四十里湾三个较大海湾。本区有多种海洋功能，重点是港口运输、旅游。该功能区海洋环境保护目标包括：港口区及海上交通核心区域为三类以上海水水质标准，沉积物和海洋生物质量维持现有水平。

本项目施工期和运营期产生的污染物均不外排，不会对周边海域的环境质量产生明显影响。工程施工期产生的 10mg/L 悬浮泥沙最大扩散距离约 1.6km，施工悬沙的影响是暂时的；施工期和运营期均不向周边海域排放污水、不倾倒固废。工程建设符合《山东省海洋环境保护规划》（2008~2020）。

13.3. 区域和行业规划的符合性

13.3.1. 与《烟台市城市总体规划（2011-2020）》的符合性分析

《烟台市城市总体规划（2011-2020）》于 2013 年编制完成，规划的期限为 2011-2020 年，其中近期为 2011-2015 年，远期到 2020 年，远景为 2020 年以后。规划区范围包括烟台市五区（芝罘区、莱山区、牟平区、福山区、开发区）的全部行政区划范围和栖霞市桃村镇，总面积约为 3002 平方公里。其中空间用地布局涉及烟台港的西港区、芝罘湾港区及牟平三个港区。

《烟台市城市总体规划》编制时间较早，规划中的八角港区即为现在的烟台西港区。可以看出，本工程正是位于规划中的八角组团中，属于港口远景发展区。本工程的建设与《烟台市城市总体规划》对工程所在区域的定位符合。

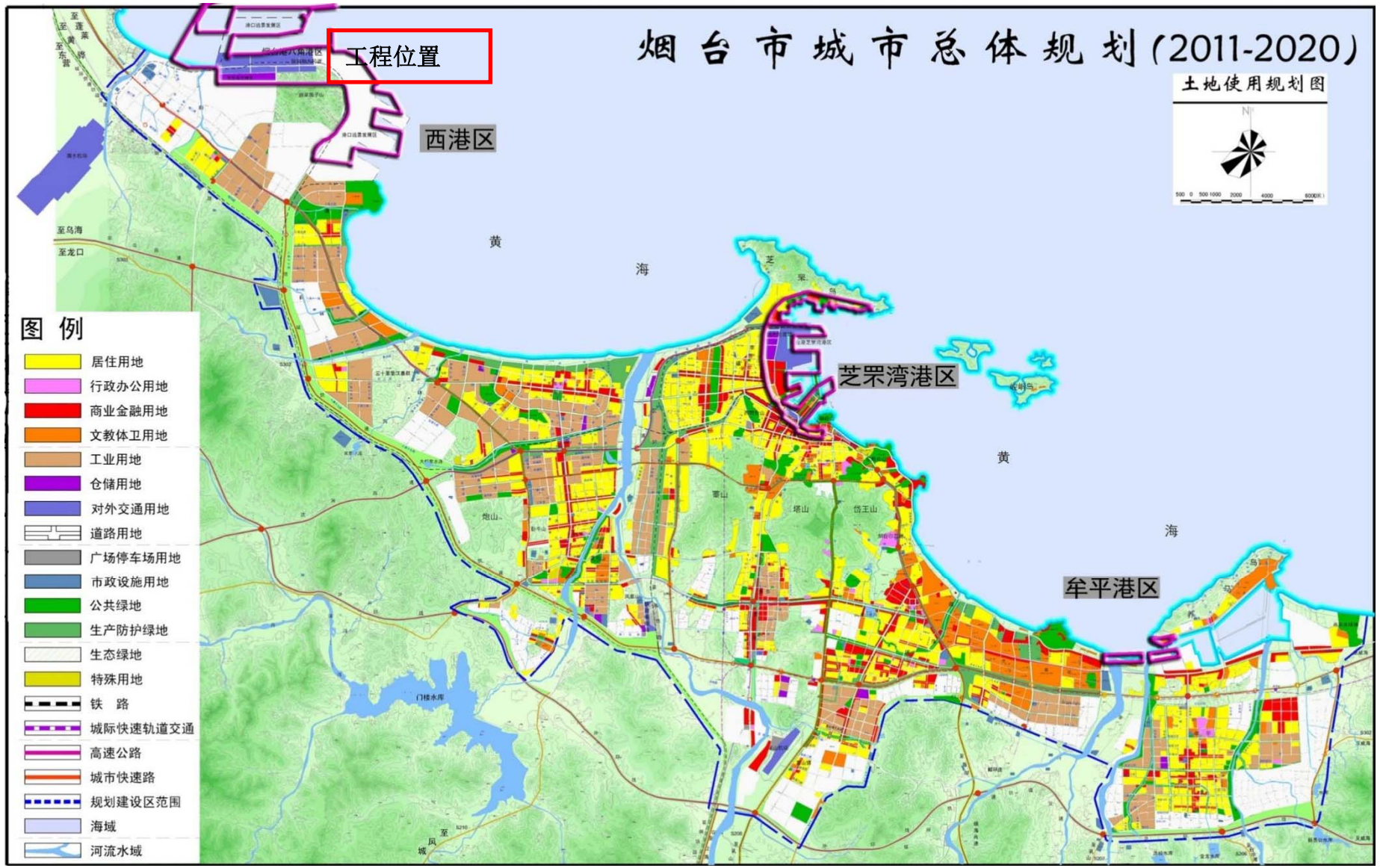


图 13.3-1 烟台市城市总体规划（2011-2020）示意图

13.3.2. 与《烟台经济技术开发区总体规划》的符合性

根据《烟台经济技术开发区总体规划》，烟台经济技术开发区定位为以高新技术产业、先进制造业、现代物流业和生态休闲旅游业为主要功能的生态新城。

烟台经济技术开发区功能分区布局情况包括：西区北部依托烟台港西港区建立港口区和临港工业区，西区中东部八角湾一带建立以大宇造船为中心的修造船基地，西区中部、南部设置电子信息产业区，西区南部及东区西部建立汽车工业区，东区东部设置化纤纺织产业区，东区北部沿海金沙滩、西区南部磁山一带设置生态旅游区，西区北部顾家围子山、西区南部汉墓保护区一带设置生态保护区，此外，以东区北部开发区管委会以及西区大季家、八角、古现街办驻地为中心设置相对集中的居民区。本工程位于港口区，具体位置见下图。

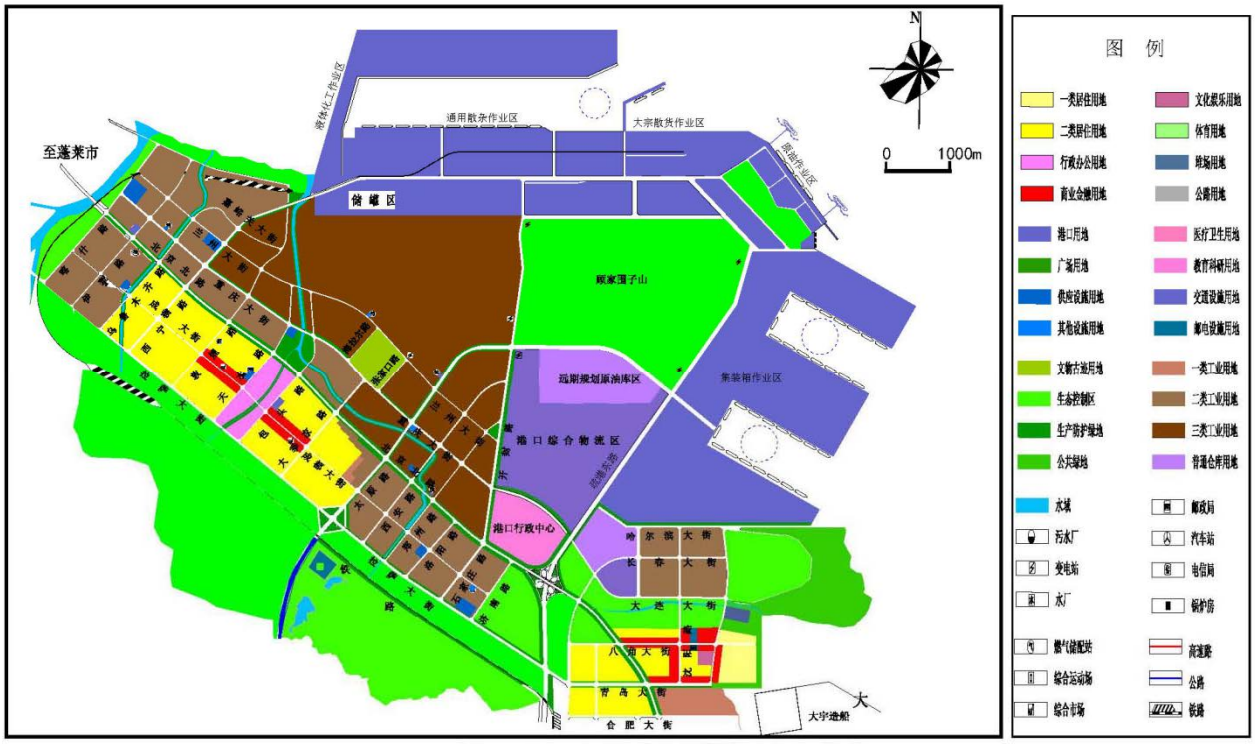


图 13.3-2 烟台经济技术开发区功能分区图

由图可知，烟台港西港区位于烟台经济技术开发区内的东北侧，其后方与临港工业区、港口综合物流区等相邻。港口后方陆域的临港工业区规划为三类工业用地；规划在烟台港西港区范围内不再布置居民区，将居民区布置在 206 国道以南，利用 206 国道以北的二类工业区及绿化带将居民区与三类工业区隔离。本工程位于规划中的原油作业区，工程建设符合《烟台经济技术开发区总体规划》。

13.3.3. 与《烟台港总体规划》（2016-2030）的符合性分析

《烟台港总体规划（2016-2030 年）》于 2017 年得到交通运输部和山东省人民政府的批复（交规划函[2017]244 号），规划指出规划烟台港维持“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，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，牟平港区和蓬莱西港区今后将逐步退出货运功能。

本次评价从性质与功能定位、岸线利用规划、总体布局规划以及港区吞吐量预测四个角度分析本项目与烟台港总体规划符合性，具体见下表。

由表 13.3-1 可以看出，本项目从性质与功能定位、岸线利用规划、总体布局规划三方面分析，均符合烟台港总体规划。西港区规划吞吐量方面，2030 年吞吐量分别为 16520 万吨。其中，石油为 3900 万吨。同时，《烟台港总体规划（2016-2030）》中明确：西港区规划原油码头作业区码头岸线长度 2460m，陆域面积 136 万 m^2，可形成 6 个 10～30 万吨级大型原油泊位，年综合通过能力 7200 万吨。

目前，西港区现有 30 万吨原油泊位年吞吐量为 1600 万吨，现有#102 油品泊位年吞吐量为 200 万吨，西港区#4-#7 液体化工品泊位工程油品年吞吐量 190 万吨，考虑到本项目年吞吐量 1600 万吨，石油年吞吐量累计达到 3590 万吨，未超出 2030 年规划年吞吐量 3900 万吨，从该角度分析符合烟台港总体规划的要求。

此外，本项目已获取交通运输部港口岸线使用的批复（交规划函[2018]657 号），根据该批复，本项目建设符合烟台港总体规划。

表 13.3-1 本项目与《烟台港总体规划》（2016-2030）符性分析

项目	主要内容	本项目情况	结论
性质与功能定位	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。 规划外贸进口原油主要布局在西港区。西港区今后应结合长输管道和水水中转逐步扩大服务范围，增强服务能力。燃料油、成品油、液体化工品根据石化产业和管道分布，分别在西港区、龙口港区、莱州港区和栾家口港区布局。	本项目码头工程位于西港区，拟为满足裕隆炼化原油运输需求，扩大烟台港原油接卸能力	符合
岸线利用规划	从九曲河至八角岸段，全长 22km，其中龙洞嘴至东岛嘴 17.0km 为港口岸线；东岛嘴至南边界 5km 为预留港口岸线，规划远期为集装箱运输服务	本项目拟建设原油泊位位于龙洞嘴港口岸线	符合
总体布局规划	划西港区码头岸线总长 27.9km，陆域面积 33.3km^2。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。 物流园区：规划在北突堤干散货作业区西侧、南岸通用及干散货作业区后方及集装箱作业区后方布置物流园区，开展仓储、配送、信息、中转、流通、保税等综合物流服务，总用地面积 807 万 m^2。 原油作业区：规划利用龙洞嘴外侧的天然深槽布置大型原油泊位，根据水深情况，规划北部布置 3 个 30 万吨级原油泊位，南部布置 3 个 10～15 万吨级原油泊位。码头采用开敞式布局，后方布置罐区及配套设施。规划原油码头作业区码头岸线长度 2460m，陆域面积 136 万 m^2，可形成 6 个 10～30 万吨级大型原油泊位，年综合通过能力 7200 万吨	本项目 30 万吨级原油泊位属于规划龙洞嘴外侧北部 3 个 30 万吨级原油泊位之一， 本项目罐区工程位于西港区综合物流区	符合
港区吞吐量预测	预测西港区 2020 年、2030 年吞吐量分别为 123600 万吨和 16520 万吨。其中，2020 年，石油为 2200 万吨；2030 年，石油为 3900 万吨。	西港区现有 30 万吨原油泊位年吞吐量为 1600 万吨，现有#102 油品泊位年吞吐量为 200 万吨，西港区#4-#7 液体化工品泊位工程油品年吞吐量 190 万吨，考虑到本项目年吞吐量 1600 万吨，石油年吞吐量累计达到 3590 万吨，未超出 2030 年规划年吞吐量 3900 万吨。	符合

图 13.3-3 烟台港总体规划（2016-2020）示意图（西港区局部放大）

13.4. 本项目对烟台港总体规划环评审查意见落实情况

原环境保护部于 2016 年 6 月印发《关于印发<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），其中规划环评与本项目相关要求如下：

1、进一步优化《规划方案》，处理保护和发展的关系。立足于生态系统完整性保护，将相关区划、红线区、重要生态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。

本项目符合《山东省海洋功能区划（2011-2020）》、《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》，符合《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020)》。距离主要经济鱼类和对虾的“三场一通”、芝罘岛岛群国家级海洋特别保护区等重要鱼类生境等较远。本项目选址合理，无法采取工程措施避让生态红线。工程占用的植被类型为区域次生性较强的植被类型，工程建设不会改变生态红线区的植被组成和生态系统结构，不会改变景观组成、功能和稳定性，不会导致职务物种的消失和灭绝，不会对保护区的保护动植物产生明显影响。工程施工期、营运期采取有效的污染防治措施及生态恢复措施，可将项目对生态的影响降至最低。对于生态红线区生态影响角度，本项目建设不存在明显制约。

2、确保符合海洋功能区划和近岸海域环境功能区划要求。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二航运区。

本项目依托规划 7#检疫锚地，该锚地位于《山东省海洋功能区划（2011-2020）》划定范围之外，属于《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》中山东半岛东北部海域，该海域主要包括

蓬莱角至威海成山头毗邻海域，主要功能为渔业、港口航运、旅游休闲娱乐和海洋保护。蓬莱角至平畅河海域重点发展滨海旅游、海洋渔业；套子湾西北部、芝罘湾海域重点发展港口航运；烟台市区至成山头近岸海域主要发展滨海旅游与现代服务业。

规划 7#检疫锚地位于套子湾西北部海域，应重点发展港口航运。按照海洋功能分区，《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》对“港口航运区”描述如下：

港口航运区是指适于开发利用港口航运资源，可供港口、航道和锚地建设的海域，包括港口区、航运区和锚地区。

……

维护沿海主要港口、航运水道和锚地水域功能，保障航运安全。

……

据此，本项目依托规划 7#检疫锚地符合海洋功能区划要求。

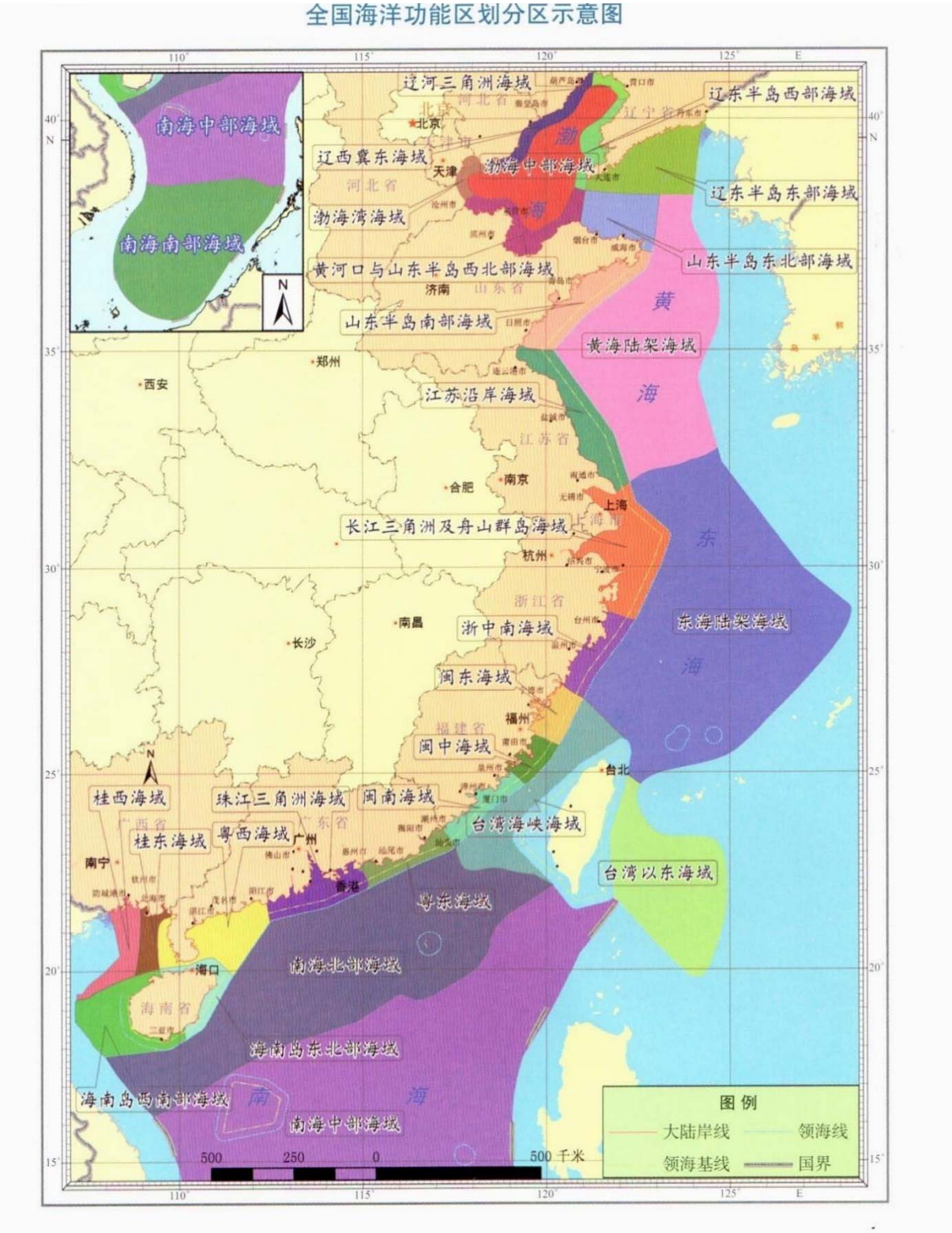


图 13.4-1《全国海洋功能区划》（2011-2020 年）

3、避让烟台沿海防护林省级自然保护区，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。

《山东省人民政府关于调整烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区的批复》（鲁政字[2019]207号），同意对烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区进行调整。其中规划西港区港界范围内三处开发区大季家实验区全部调出保护区范围，因此，本工程用地不占用“烟台沿海防护林省级自然保护区”。

本项目距离主要经济鱼类和对虾的“三场一通”、蓬莱褐牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区较远。

本项目不涉及围填海，占用《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020年）》中红线区域，但对于生态红线区生态影响角度，项目建设不存在明显制约。工程用海符合《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020年）》。

（4）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。采取有效措施控制油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。

本项目拟将采用增殖放流方式实施生态修复工作。采用高效密封外浮顶罐，阀门、法兰等设施均采用符合国内外标注要求的设备，有效控制无组织排放。港区生产生活污水均依托西港污水厂、新城污水厂。本项目主要为原油接卸码头，船舶均为重载到港，本次评价不考虑船舶载水的排放。

（5）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。

本项目严格按照《水上溢油环境风险评估技术导则》（JTT1143-2017）、《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JTT 451-2017）加强应急能力建设。项目投产前制订本单位的溢油应急预案，并在预案中针对应急组织、敏感资源及高风险区域、保护顺序、应急对策、管理与控制、培训与演练等方面做出规定，并且与烟台港集团或烟台市的溢油应急计划合理衔接。

表 13.4-1 本项目对烟台港总体规划（修订）环评审查意见的落实情况

序号	具体内容	本项目落实情况
一	《规划》优化调整和实施过程中的意见	
1	（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、重要生态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。	本项目符合海洋功能区划、符合近岸海域功能区划，不涉及重要鱼类生境等生态空间，取消原油码头作业区后方填海造陆罐区、取消 15 万吨级装船码头，取消将岸线占用缩减至 26m；管线部分不可避免占用的生态红线，但不存在明显制约
2	(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二航运区。	本项目符合海洋功能区划、符合近岸海域功能区划的要求，项目依托航道、锚地也符合海洋功能区划、符合近岸海域功能区划的要求，不涉及生态敏感区
3	(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。	项目位于西港区，与上述环境敏感区无直接关系
4	(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。	本项目水域空间、依托航道、锚地也符合海洋功能区划、符合近岸海域功能区划的要求，不涉及生态敏感区
5	(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。	规划实施中逐步落实。
6	(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	本项目将采取展增殖放流方式开展生态补偿工作。本项目采

序号	具体内容	本项目落实情况
一	《规划》优化调整和实施过程中的意见	
	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。	用高效密封外浮顶罐。生产生活污水依托西港污水站、烟台新城污水厂。
7	(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。	本项目已严格按照相关技术导则、规范、标准落实应急设备的配备以及应急体系的建设
8	(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。	---
二	《规划》所包含近期建设项目环评的指导意见	
1	《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。	本项目重点分析生态环境影响以及风险评价，对于规划协调性分析适当简化

13.5. 本项目对烟台经济技术开发区总体规划环评审查意见落实情况

原环境保护部于 2008 年 6 月印发《关于烟台经济技术开发区总体规划环境影响报告书的审查意见》（环审〔2008〕261 号），其中规划环评与本项目相关要求如下：

表 13.5-1 本项目对烟台经济技术开发区总体规划环评审查意见的落实情况

序号	具体内容	本项目落实情况
一	《规划》优化调整和实施过程中的意见	
1	（一）充分考虑企业污染对居民的影响等因素，采取搬迁、土地置换等方式对区内企业与居民区、学校等的布局进行优化。在居民区与工业用地间需建设隔离带并满足环境安全、卫生防护等相关要求，避免各类工业项目开发对居民区等环节敏感目标的影响。	本项目位于港界范围内，且符合规划布局要求，港区临近已无居民区等环境敏感点。
2	(二)严格入区项目环境准入，对不符合园区发展目标和产业导向要求的传统产业和现有污染严重的企业进行清理整顿。严禁违反国家产业政策和开发区主导产业范围以外的建设项目入区。石化产业英语国家对该开发区主导产业定位相协调。	本项目位于港界范围内，且符合规划布局，符合海洋功能区划、符合近岸海域功能区划的要求。
3	(三)根据区内实际情况优化污水处理规划，加快污水处理厂及配套管网建设。采用中水回用等有效措施减少废水排放、降低水资源消耗，提高区域水资源利用率。适当古雷有条件的企业采用取海水淡化等方式满足其用水需求，严禁开采地下水。	现阶段西港区已建相对完善排水管网，本项目生产生活污水依托西港污水厂，处置达标后回用于干散货堆场喷淋、道路绿化等
4	(四)进一步优化区内能源结构，提高清洁能源使用率	本项目管线伴热采用电伴热，罐区采用区域蒸汽统一供热方式，总体上不涉及单独排放
5	(五)尽快健全开发区环境管理机构和制度，完善开发区环境监测体系。	本次评价已针对本项目提出相应跟踪监测方案及监测计划，将纳入港区整体监测体系范围。

14. 综合结论

14.1. 规划及规划环评情况

1、烟台港总体规划

《烟台港总体规划（2016-2030 年）》于 2017 年得到交通运输部和山东省人民政府的批复（交规划函[2017]244 号），规划烟台港在空间上仍然以“一港十区”为基本格局。其中，西港区主要划分为 LNG 作业区、综合作业区（港区北部）、原油作业区（港区东北角）和集装箱作业区（港区东部）。各作业区内分为码头作业区、港口物流区、综合服务区、预留发展区（含预留铁路轮渡区）。本项目码头工程位于原油作业区，罐区工程位于港口物流区。目前，原油作业区内已建西港 30 万吨级原油泊位一座，港口物流区内尚未建设项目。

2、规划环评及其审查意见

原环境保护部于 2016 年 6 月印发《关于印发<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），其中与本工程相关内容如下：（1）确保符合海洋功能区划和近岸海域环境功能区划要求。避让烟台沿海防护林省级自然保护区，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。（2）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。采取有效措施控制油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。（3）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。（4）在开展项目环境影响评价时，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。

14.2. 项目概况

14.2.1. 本项目工程概况

工程地处烟台经济技术开发区大季家镇东北侧、套子湾北侧海域，紧邻烟台港西港区 30 万吨级原油码头一期工程。本项目建设内容包括码头工程、后方配套罐区及公辅工程、管线工程，主要为保障山东省地炼企业原料油供给，促进山东省石化产业发展提供原油接卸及中转。

本工程拟建设 1 个 30 万吨级，采用高桩墩台结构，包括工作平台、靠船墩、系缆墩及人行桥。30 万吨泊位通过抛物线型桁架桥连接后方陆域。泊位长度 401m，设计通过能力 1690 万吨/年，设计吞吐量 1600 万吨/年。码头平台设置 4 台输油臂（3 用 1 备），最大卸船量（50cst 原油至最远储罐）为 13200m^3/h。引桥中部均设置一座消控楼平台，布置变电所、控制室和泡沫泵房等生产辅助建筑。

本项目配套罐区新建储罐总库容 $102\times10^4m^3$，原油罐年周转次数为 17 次。油库建设 2 座 $15\times10^4m^3$ 原油储罐以及 6 座 $12\times10^4m^3$ 原油储罐、外输系统以及配套系统。

管线工程将原油码头二期工程与配套罐区连接贯通，总长约 3405m。主要包括原油管线及配套设施。

工程总投资为 210070.89 万元，其中码头部分建设投资为 44865.18 万元，罐区部分建设投资为 125336.81 万元，管线工程建设投资为：39868.90 万元。

14.2.2. 依托工程

本工程到港原油接卸上岸后直接进入配套罐区，经西港原油管道连接线进入西港区首站库区，再由烟台港西港区至龙口裕龙岛输油管道工程最终输往裕龙炼厂。本码头工程生活污水利用自建一体化处置处理后回用，配套罐区生活污水直接进入市政管网，含油污水预处理依托西港污水处理厂处理后港区回用。本工程油轮进出港利用西港区主航道，待泊利用 7#检疫锚地。本工程依托工程概况见下表。

表 1 本工程依托工程概况一览表

序号	工程名称	工程概况	相关审批情况	主要依托内容
1	烟台港西港区原油码头二期外接管线工程	由本项目库区引出4根管线，包括2根管线到#106、#107泊位、1根到“烟淄”首站库	单独立项,正在开展相关前期工作	本工程到港原油经该工程进入“烟淄”首站库

		区、1根到铁路装卸站场。同时沿疏港大道南侧建设架空管廊土建工程。		区，再由下游管线进入裕龙炼化
3	烟台港西港区污水处理站	污水处理站设计处理规模30m^3/h，厂区总排口各项指标满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表1中B等级标准和《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）表1中道路清扫要求。	2012年2月通过原省环保厅的竣工环保验收（鲁环验[2012]34号），2016年进行优化，2021年开展建设项目环境影响后评价工作	本工程含油污水处理依托该污水处理站，经处理达港区内回用
4	烟台新城污水处理工程	设计污水处理能力4万m^3/d。处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A 标准排入平畅河。	已投产正常运行中	本项目罐区生活污水由市政管网最终进入该污水厂
5	烟台港西港区30万吨级航道工程	西港区主航道，轴线方位为198°~18°,全长35.752km，满足30万吨级设计船型进港需求。	2015年11月环评报告获得烟台市环保局批复(烟环审[2015]74号)	本工程油轮利用改行到进出港
6	第七引航检疫锚地	锚地面积11.7km^2，水深-29～-32m，锚地水域底质主要为淤泥质土，做原油船舶引航候泊使用。	烟海事航通[2013]0006 号	本工程油轮利用该锚地待泊

14.3. 环境准入评估

14.3.1. 法律法规相符性

本工程不占用自然保护区、风景名胜区和水产种质资源保护区等环境敏感区，项目选址合理，无法采取工程措施避让生态红线，但对于生态红线区生态影响角度，项目建设不存在明显制约。

14.3.2. 相关功能区划相符性

本工程位于《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》划定的烟台西港口航运区，工程建设符合其环保要求。位于《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》，划定的烟台西港口区，工程建设符合其环保要求。本工程位于《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020)》中第四类环境功能区，适用于海洋港口水域等，本工程建设符合其环境功能区要求。

14.3.3. 港口总体规划及规划环评审查意见相符性

本工程选址于西港区规划的原油泊位岸段，泊位选址和等级符合《烟台港总体规划（2016-2030）》。本工程年接卸量 1600 万吨，西港区现有 30 万吨原油泊位年吞吐量为 1600 万吨，现有#102 油品泊位年吞吐量为 200 万吨，西港区#4-#7 液体化工品泊位工程油品年吞吐量 190 万吨，考虑到本项目年吞吐量 1600 万吨，石油年吞吐量累计达到 3590 万吨，未超出 2030 年规划年吞吐量 3900 万吨。

本工程污水依托西港区污水处理厂、烟台新城污水处理厂，不涉及新建、改建和扩建排污口。本工程环境风险防范及应急措施和应急能力建设方案及环境风险应急预案编制要求等。

本工程建设符合《烟台港总体规划（2016-2030）》，总体上落实了烟台港总体规划环评及其审查意见的相关要求。

14.3.4. 公众参与

根据建设单位编制的《烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程环境影响评价公众参与说明》（以下简称公参说明），建设单位通过网络平台、报纸和张贴公告等形式开展了本工程环境影响评价公众参与工作。

建设单位于 2020 年 7 月，在山东港口烟台港集团网站进行本工程第一次环评信息公示。

建设单位于 2020 年 8 月 3 日在山东省港口集团烟台港官方网站，2020 年 8 月 8 日，2020 年 8 月 11 日分别在烟台日报、烟台晚报公开，于 2020 年 8 月 4 日、11 日在项目选址附近企业，项目附近区域对项目征求意见稿的公示情况进行了张贴公告，开展本工程报告书征求意见稿公示，提供报告书全本和公众意见表网络链接，公示期限为 10 个工作日。

于 2020 年 12 月 9 日在山东省港口集团烟台港官方网站进行报告书报批前公示，提供报告书全本和公参说明网络链接。

根据公参说明，本工程环评信息公开公示期间，问卷调查无反对意见，此外未收到公众反馈意见。

14.4. 环境现状质量与影响评价

14.4.1. 生态环境

1、环境现状和保护目标

中国海洋大学在工程周边海域于 2020 年 4 月、10 月布设 13 个站位开展生态调查。2020 年 4 月调查共鉴定浮游植物 32 种，平均密度为 34.28×10^4 个/立方米；鉴定浮游动物 17 种，平均生物量为 452.5 毫克/立方米；鉴定底栖生物 31 种，平均生物量为 10.05 克/平方米。2020 年 10 月调查共鉴定浮游植物 37 种，平均密度为 34.56×10^4 个/立方米；鉴定浮游动物 40 种，平均生物量为 373.5 毫克/立方米；鉴定底栖生物 65 种，平均生物量为 1.605 克/平方米。

中国海洋大学于 2020 年 4 月、10 月在工程周边海域布设 12 个渔业资源调查站位，2020 年 4 月捕获游泳动物 52 种，资源密度为 284.89 千克/平方公里；未采集到鱼卵和仔稚鱼。2020 年 10 月捕获游泳动物 41 种，资源密度为 42.61 千克/平方公里；未采集到鱼卵和仔稚鱼。

陆域生态评价范围内基本上呈林地和灌草丛生态特征。整体上以林地为基质，在工程建设区域以林地、灌草丛为斑块，以道路为廊道。景观生态体系主要由森林景观、灌草丛景观组成。

本工程海域距离初家村现有养殖较近约 1.66 公里，距离套子湾养殖区约 4.3 公里、距离西港区西北侧养殖区月 9.15 公里，距离烟台金沙滩旅游度假区约 12.3 公里。陆域生态保护目标主要为码头后方峰子山林区、罐区南侧围子山林区。

2、主要生态影响及拟采取的保护措施

本工程生态影响主要是占用海域、水动力环境改变、基槽开挖、港池疏浚以及水下爆破等造成的生物资源损害以及生态系统服务损失。本工程水下爆破冲击波的生态补偿金额约为 4.8345 万元，占用海域、悬浮泥沙增加量、水动力变化造成的生态损失补偿金额约为 382.9933 万元。陆域生态环境的影响主要表现在土地利用方式、生物、水土流失、景观生态等方面。

生态保护措施主要为：严格控制基槽开挖、疏浚作业悬浮物影响范围，减轻对海洋生态影响，严格控制基槽开挖、疏浚作业悬浮物影响范围，减轻对海洋生态影响。选择中国对虾、三疣梭子蟹、日本对虾、牙鲆等开展增殖放流，并对放流效果进行跟踪监测。陆域生态保护措施主要为林地采伐及异地恢复、厂区绿化

方案。

14.4.2. 大气环境

1、质量现状和保护目标

本工程评价区执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准，非甲烷总烃执行《大气污染物综合排放标准详解》中一次浓度最大值（2.0 毫克/立方米），VOCs 参照非甲烷总烃即执行执行《大气污染物综合排放标准详解》中一次浓度最大值（2.0 毫克/立方米）。非甲烷总烃无组织排放执行《山东省地方标准有机化工行业》（DB37/2801.6-2018）中厂界监控点浓度限值（2.0 毫克/立方米）、《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）中厂内特别排放限值（6.0 毫克/立方米）。

根据《2019 年烟台市环境空气质量状况》，烟台市可吸入颗粒物年均浓度超标，属于空气质量不达标区。根据 2018 年 1 月 29 日至 2 月 4 日本工程周边 6 个站位监测结果，非甲烷总烃 1 小时平均浓度为 0.68 毫克/立方米至 1.44 毫克/立方米，最大值出现在本工程附近的矿石堆场；挥发性 1 小时平均浓度为 10.2 微克/立方米至 514 微克/立方米，最大值出现在本工程附近的原油码头工程位置；臭氧 1 小时平均浓度为 0.011 毫克/立方米至 0.088 毫克/立方米，最大值出现在本工程附近的矿石码头。

本工程大气环境评价范围内环境保护目标主要包括距离 1.66 公里的山后初家、距离 0.21 公里的东方海洋养殖场。

2、主要环境影响和拟采取的保护措施

本工程对大气环境的影响施工期主要是扬尘、焊接粉尘、涂装废气、机械车船废气等，运行期主要是罐区大小呼吸产生挥发性有机物。本工程挥发性有机物排放总量约 61.8125吨/年（其中储罐无组织排放量 53.68 吨/年，静动密封点处无组织排放量 7.8278 吨/年，废水处理设施无组织排放 0.3047 吨/年）。

根据预测结果，本工程建成后，VOCs（NMHC）区域最大小时浓度为 1496.7μg/m^3，占标率为 74.84%，能够满足《大气污染物综合排放标准详解》，2.0mg/m^3 的标准要求。

叠加背景值后 VOCs（NMHC）区域小时浓度最大值占标率为 111.84%，超标位置位于罐区北侧 650 米处，超标面积为 8370m^2。

本工程厂址北侧 700m×1200m 的矩形区域划定为大气防护距离，大气防护距离内无常驻居民。

施工期大气环境保护措施主要为：对易起尘建材存放于仓库或严密遮盖，施工工地设置连续围挡；渣土运输车采用密闭运输，主要出入口设置车辆冲洗设备；施工场地和道路进行硬化，未硬化场地进行压实；施工场地及时清扫并洒水。加强施工机械设备维修保养，保证污染控制装置处于正常技术状态。

运营期大气环境保护措施主要为：外浮顶储罐采用高效的二次密封，两年除锈一次。

14.4.3. 水环境

1、质量现状和保护目标

中国海洋大学于 2020 年 4 月、10 月在工程周边海域布设了 24 个水质调查站位，各站位从严执行海洋功能区划和近岸海域环境功能区划规定的海水水质标准。2020 年 4 月调查表明，执行第二类海水水质标准的 16 站位中 pH 超标率为 6.25%，无机氮超标率为 18.75%，活性磷酸盐超标率为 43.75%，铅超标率为 18.75%，其他站位各指标均满足相应标准。2020 年 10 月调查表明，执行第二类海水水质标准的 16 站位中无机氮超标率为 31.25%，执行第三类海水水质标准的 6 站位中 DO 超标率为 16.7%，其他站位各指标均满足相应标准。

本工程评价区内地层上部为第四系，下伏地层为古元古代粉子山群张格庄组，地下水类型为碳酸盐岩类岩溶孔隙裂隙水。包气带主要为素填土、粉质粘土、强风化、中风化大理岩及辉绿玢岩脉，平均厚度约 26.82米，场区附近勘察结果表明渗透系数在 2.3×10^{-5} 厘米/秒至 3.0×10^{-5} 厘米/秒。

2、主要环境影响和拟采取的保护措施

本工程对海水水质影响主要是施工期疏浚作业及基槽开挖产生的悬浮物扩散，施工期其他污废水和运营期各种污废水均经收集处理处置，不向海域排放，基本不影响海水水质。

本工程基槽开挖及港池疏浚作业悬浮物源强约 1.41 千克/秒，炸岩悬浮物源强约 1200 千克/秒。根据预测，基槽开挖及港池疏浚作业悬浮物增量大于 10 毫克/升包络面积约 252.62 公顷，最远影响距离约 1.35 公里，大于 100 毫克/升包络面积约 23.97 公顷，大于 150 毫克/升包络面积约 12.19 公顷，在施工停止后可较

快恢复至本底水平。

施工期水环境保护措施主要为：严格控制疏浚作业强度和范围；间断性施工，避免悬浮物浓度浓度过高和扩散影响范围过大；施工人员生活污水经收集送烟台新城污水处理有限公司处理，机修含油污水经油水分离和沉淀处理后回用，船舶含油污水委托资质单位接收处置。

运营期水环境保护措施主要为：码头生活污水经预处理后排入西港区污水管网，码头装卸区初期雨水排入集水池后进入港区含油污水管网，两者经西港污水厂处置后进入市政管网。罐区生活污水直接排入市政管网，罐区初期雨水等含油污水由初期雨水池收集后提升排至西港区污水管网，经西港污水厂处置后进入市政管网。西港污水处理厂采用“隔油沉淀+气浮+接触氧化”工艺处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）中 B 级限值后再排至附近的污水处理厂处理。新城污水处理厂采用土坝防渗结构的倒置 A/A/O 工艺处理到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)规定的一级 A 排放标准后深海排放

船舶生活污水利用船上装置处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中排放限值要求后排放，含油污水由资质单位接收处置。船舶压载水排入西港区内“移动式”压载水处置系统后，达到“压载水公约”D-2 标准后直接外排入海。船舶含油污水委托有资质单位接收处理。

地下水环境保护措施主要为：根据《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013），对污水收集设施、事故污水池、原油储罐区等采取重点防渗。根据地下水流向，在厂区上游、厂区及下游各布设 1 口监测井，上游、下游监测井每年逢枯水期监测 2 次，厂区监测井每季度监测 1 次，遇枯水期加密监测，发现异常或发生事故时应加密监测频次，分析确定泄漏污染源，及时采取应急措施。

14.4.4. 环境风险

1、环境风险识别和风险保护目标

本工程海域环境风险主要为油轮海难性事故、码头操作性事故及施工船舶碰撞溢油等；陆域环境风险主要为储罐和管道原油泄漏及发生火灾事故等引发的次生环境污染。

本工程海域环境风险保护目标主要为距离初家村现有养殖较近约 1.66 公里，

距离套子湾养殖区约 4.3 公里、距离西港区西北侧养殖区月 9.15 公里，距离烟台金沙滩旅游度假区约 12.3 公里，距离芝罘岛岛群国家级海洋特别保护区约 17.4 公里，距离崆峒列岛省级自然保护区和庙岛群岛海豹省级自然保护区分别约 30.7 公里和 35.6 公里，距离蓬莱褐牙鲆黄盖鲽国家级水产种质资源保护区约 39.5 公里；陆域环境风险评价范围内（厂界外扩 5 公里）保护目标为距离 1.66 公里的山后初家、距离 0.21 公里的东方海洋养殖场、码头东南侧紧邻峰子山林区、罐区南侧围子山林区、距离 2.8 公里的赵家、距离的 3.2 公里芦洋。

2、环境风险预测分析

原油管线泄漏工况下，石油类在地下水中的最大影响距离为 2182.33m，污染羽到达并覆盖了下游东方养殖场范围。

当原油储罐发生泄漏时，在最不利气象条件下（风速 1.5 米/秒，稳定度 F）扩散过程中，下风向未出现超石油气毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 的范围。次生污染下二氧化硫在下风向 760 米外即可满足毒性终点浓度-1 的要求，在下风向 6760 米外即可满足毒性终点浓度-2 的要求，不涉及环境敏感目标。

本工程最大船型为 30 万吨级原油船，选择本工程码头前沿作为操作性船舶溢油事故环境风险预测点，支航道交汇处与锚地作为海损性船舶溢油事故环境风险预测点，溢油泄漏源强分别取 574 吨、12963 吨。按照冬季主导风向、夏季主导风向和不利风向等气象条件以及涨、落潮等水文条件设置预测情景对典型船舶溢油事故的后果模拟预测分析，同时采用随机模拟统计法预测分析支航道发生溢油事故对周边环境敏感区的危害情况。

支航道航道交汇处发生船舶溢油事故后，泄漏位置周围 1-7 公里范围内受溢油影响的概率超过 30%；在 20 公里外的海域，在 72 小时内其受溢油影响的概率在小于 8%；距离事故点最近的环境保护目标(套子湾养殖区)约 7 公里，在 72 小时内油膜对周边环境保护目标影响概率较小。

锚地水域发生船舶溢油事故后，距离事故点最近的环境保护目标(庙岛群岛海豹省级自然保护区)约 36 公里，在 72 小时内油膜对周边环境保护目标影响概率较小。

3、环境风险防范和应急措施

（1）船舶溢油环境风险防范及应急措施

强化航道内船舶导助和监管，加强进出港船舶交通秩序与靠离泊管理，禁止

在不利气象和潮流条件下进行船舶靠离泊作业，降低船舶风险事故概率。在码头设置水面溢油监测报警系统，以提高环境风险防备反应时间，降低事故的环境影响。

（2）库区事故环境风险防范措施

罐区生产装置设有自动控制系统和安全仪表系统，储罐承台底部及防火堤内均考虑防渗设计（HDPE 防渗膜加抗渗混凝土）；储罐采用下沉式设计（下沉 2.5 米），周边防火堤高度为 3.2 米，两代表罐组防火堤内的有效容积约为 215350 立方米、271272 立方米；行政办公区标高不低于周边罐区 6m，办公区与罐区相邻的两侧均设置了导流沟；设置的一座 15 万立方米事故水池，事故水通过导流沟导流进入罐区内事故水池。根据《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》（Q/SY1190-2013）计算防火堤内及事故池容积可满足事故状态下物料及事故水的容纳。

（3）水上溢油事故应急能力建设

本工程应急能力建设根据自身风险水平（12963 吨）在考虑周边可依托应急资源前提下，确定本项目应急能力建设目标为 1300 吨，附近港区应急资源满足溢油应急一级防备能力。

（4）环境风险应急预案

建设单位应根据相关规定编制本工程突发环境事件应急预案，明确应急组织机构、应急响应程序、应急保障、应急培训演练和区域应急联动等内容与要求，提出了海洋和大气等污染应急监测计划。本工程应急预案应与烟台港、各级政府及管理部门应急预案有效衔接，发生事故后及时上报，以尽快启动相应级别的应急预案。

14.4.5. 其他

1、水动力及冲淤环境影响

本项目码头为透水式结构，工程建成后，基本不会对附近海域的潮流场产生影响，流速变化大于 1cm/s 的区域距离工程的最大距离约 2.2km。

工程对冲淤的影响主要位于码头前沿的深槽内，淤积大约为 0.20m/a，直至达到新的平衡。

2.声环境

根据 2019 年 4 月监测结果，除西场界监测点位外，其它监测结果声环境质量均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)3 类声功能区要求。西场界监测点位超标，主要是由于其位置靠近施工交通干道，受道路港区施工车辆影响导致。本工程评价区内无声环境保护目标。

本工程施工期优先选用低噪声施工机械车辆，加强机械车辆维修保养；设计选用性能优良的低噪声设备，油泵等采用减振基础，工艺设备采取闹静分开布置，以减轻噪声影响。

3.固废

本工程疏浚物、场平土方运至西港区 LNG 作业区造陆工程作为回填土方消纳。施工期固体废物主要是建筑垃圾、废漆桶、废焊条、陆域生活垃圾和船舶垃圾等，运营期主要有清罐残渣、机修废物和废机油、生活垃圾、船舶垃圾及污水处理站污泥等。其中，生活垃圾及废棉纱委托环卫部门清运处理，船舶垃圾委托专业单位接收处置，废焊条由厂家回收利用，其他交由具有相应危险废物经营资质的单位接收处置。

14.5. 建设项目环境可行性

本工程建设符合《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《烟台港总体规划》（2016-2030）。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，从环保角度考虑，本项目建设可行。

委托书

天科院环境科技发展（天津）有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，烟台港集团有限公司委托贵公司进行烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程环境影响评价工作。谢谢合作！

烟台港集团有限公司

2020 年 6 月 29 日

中华人民共和国交通运输部

交规划函〔2017〕244号

交通运输部　山东省人民政府
关于烟台港总体规划(2016—2030年)的批复

烟台市人民政府：

《烟台市人民政府关于报批烟台港总体规划的函》(烟政字〔2016〕82号)和《烟台市人民政府关于报批烟台港总体规划的函》(烟政字〔2016〕137号)均悉。经研究，原则同意《烟台港总体规划(2016—2030年)》(以下简称《规划》)，现就《规划》主要内容批复如下：

一、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、烟台市进一步扩大开放、全面建成小康社会和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等区域发展战略实施的重要保障，是山东半岛及内陆腹地能源物资运输的重要口岸，是铁路轮渡和客货滚装运输的重要节点枢纽。

烟台港以大宗能源、原材料、集装箱和客货滚装运输为主，积极发展临港产业、现代物流、航运服务、保税贸易、战略储备、陆岛运输、旅游客运等功能，逐步发展成为布局合理、能力充分、功能完

备、安全绿色、港城协调的现代化综合性港口。

二、烟台港应加快提升港口专业化、规模化和现代化水平，着力推进功能布局优化，注重港口结构调整与转型升级，积极拓展临港产业和现代物流功能，并不断提升陆岛交通、客货滚装和旅游客运服务水平。

三、港口岸线是烟台港可持续发展的宝贵资源，其开发利用必须遵循“统筹规划、远近结合、合理开发、有效保护”的原则，集约利用，有序开发。原则同意《规划》提出的港口岸线利用规划方案，共规划港口岸线 78.5 千米，其中已开发利用 47.9 千米，详见附表 1。

四、同意烟台港规划形成“一港十区”的总体格局。其中，西港区、芝罘湾港区、龙口港区、莱州港区是提升全港专业化现代化水平和保障可持续发展的重点港区，主要服务腹地运输，兼顾发展临港工业；栾家口港区、蓬莱东港区、长岛港区、蓬莱西港区、海阳港区、牟平港区主要服务地方经济发展，兼顾临港工业和陆岛运输。

各港区主要功能如下：

（一）西港区：重点发展矿石、煤炭、原油、液化天然气等大宗物资专业化运输和液体化工品、化肥等货物运输。未来结合需要，发展集装箱运输，积极拓展临港产业和现代物流服务功能。

（二）芝罘湾港区：以集装箱、客货滚装、铁路轮渡、旅游客运功能为主，兼顾部分城市生活物资运输。远期逐步推进结构调整，发展航运服务等功能，集装箱运输功能可转移至西港区。

（三）龙口港区：以大宗散货、油品及液体化工品运输为主，着力提升专业化运输水平，发展集装箱运输，兼顾客滚运输，拓展临港产业和现代物流功能。

（四）莱州港区：以油品及液体化工品、干散货和杂货运输为主，提升临港产业服务功能。

（五）栾家口港区：以服务临港产业为主，重点发展液体散货、干散货和杂货运输，兼顾陆岛交通运输。

（六）蓬莱东港区：以客货滚装、干散货和杂货运输为主，兼顾服务临港工业。

（七）海阳港区：以散、杂货运输为主，兼顾集装箱喂给和客滚运输。

（八）牟平港区：逐步取消货运功能，发展旅游客运。

（九）蓬莱西港区：部分陆岛交通运输功能转移至栾家口港区。

（十）长岛港区：以陆岛交通运输为主，积极发展旅游客运。

五、原则同意《规划》提出的各港区水、陆域布置方案及港界划分。

（一）港口水域。

1. 水域港界。

各港区水域港界范围见附表 2 至附表 9。蓬莱西港区、长岛港区和牟平港区以陆岛交通和旅游客运为主，不规划专用水域港界。

2. 航道规划。

烟台港规划航道包括芝罘湾港区航道、西港区航道、龙口港区航道及其余各港区航道。规划航道等级详见附表10，航道尺度在项目可行性研究阶段进一步论证确定。

3.锚地规划。

烟台港规划引航、联检、候潮、待泊、避风、应急等锚地，详见附表11至附表19。

(二)港口陆域。

烟台港各港区的陆域港界范围见附表20至附表29。

六、同意《规划》对到港船型的分析与预测，具体船型在港口建设项目前期工作中进一步论证确定。

七、同意港口后方公路、铁路等集疏运通道规划方案，公路、铁路的具体建设标准通过建设项目可行性研究进一步论证确定。为适应烟台港长远发展需要，在城市规划调整和完善工作中应充分考虑港口集疏运通道的建设和发展要求。

八、原则同意港口供电、给排水、通信等生产辅助设施和港口支持系统的规划方案。可根据未来港口发展的实际需要，在实施过程中作必要优化。

九、《规划》提出的环境保护措施可行。在实施建设项目时，应依法开展建设项目环境影响评价工作，及时办理相关审批手续，落实各项环境保护措施。

十、《规划》是指导烟台市港口建设和保护港口资源的依据，在烟台港范围内建设港口设施必须符合《规划》。

十一、烟台市港口行政管理部门依据《中华人民共和国港口法》负责执行本《规划》，并实施监督管理。

十二、调整或修订本《规划》，必须按规定程序报批。

附件：烟台港总体规划（2016—2030年）相关规划表

交通运输部

山东省人民政府

2017年3月24日

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》优化调整和实施的依据。

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》优化调整和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
陈碧鹃	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

附件 4 废水检测报告

191512340326

邦林检测

检 测 报 告

TEST REPORT

（报告编号：BL21010069）

项目名称：烟台港西港区液化污水处理厂项目

检测类别：委托检测

委托单位：烟台港集团有限公司

报告日期：2021.02.02

山东邦林检测有限公司

SHANDONG BANGLIN TESTING CO.,LTD.

（检验检测专用章）

山东邦林检测有限公司检测报告

一、基本情况

委托单位	烟台港集团有限公司	**委 托 人**	王彦丽
受检单位	烟台港集团有限公司	**联系方式**	13054512365
采样地址	烟台开发区大季家烟台港西港区内	**样品来源**	自采
采样日期	2021.01.26~2021.01.27	**完成日期**	2021.02.02
样品名称	水、声环境		

二、检测依据

检测项目	方法依据
pH 值	GB/T 6920-1986 水质 pH 值的测定 玻璃电极法
色度	GB/T 11903-1989 水质 色度的测定（稀释倍数法）
臭和味	GB/T 5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标(3.1 嗅气和尝味法）
（浑）浊度	HJ 1075-2019 水质 浊度的测定 浊度计法
溶解性总固体	GB/T 5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标（8.1 称重法）
五日生化需氧量	HJ 505-2009 水质 五日生化需氧量（BOD5）的测定 稀释与接种法
氨氮	HJ 535-2009 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法
阴离子表面活性剂	GB/T 7494-1987 水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法
溶解氧	HJ 506-2009 水质 溶解氧的测定 电化学探头法
总氰	HJ 586-2010 水质 游离氯和总氯的测定 N,N-二乙基-1,4-苯二胺分光光度法
总大肠菌群	GB/T 5750.12-2006 生活饮用水标准检验方法 微生物指标 （2.1 多管发酵法）
化学需氧量	HJ 828-2017 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
石油类	HJ 637-2018 水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法
厂界昼、夜噪声	GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准

三、主要仪器设备

仪器编号	仪器名称	仪器规格型号
BL-M-020	多功能声级计	AWA6228＋
BL-A-127	笔式 pH	PH-220
BL-M-015	生化培养箱	LRH-250
BL-A-032	酸式滴定管	50mL 棕
BL-A-014	COD 恒温加热器	JR-9012
BL-M-004	紫外可见分光光度计	T6 新世纪
BL-M-006	万分之一分析天平	FA2004
BL-A-022	电热恒温鼓风干燥箱	DHG-9030A
BL-A-083	数显恒温水浴锅	HH-6
BL-A-007	便携式溶解氧测定仪	JPBJ-608
BL-M-014	生化培养箱	LRH-150
BL-M-006	万分之一分析天平	FA2004
BL-A-007	便携式溶解氧测定仪	JPBJ-608
BL-A-019	数显恒温磁力加热搅拌器	85-2B
BL-M-013	红外分光测油仪	EP-600
BL-A-004	浊度计	WGZ-1

四、检测结果

4.1 污水检测结果：

采样点位 1	烟台港集团有限公司污水站进口

WFB30-005

山东邦林检测有限公司检测报告

报告编号: BL21010069

样品状态	无色透明液体				
采样日期	样品编号	检测项目	单位	检出限	分析结果
2021.01.26	WS2101266901	pH 值	无量纲	/	7.22
		色度	倍	/	8
		臭和味	/	/	无
		（浑）浊度	NTU	0.3	2.5
		溶解性总固体	mg/L	/	482
		五日生化需氧量	mg/L	0.5	13.0
		氨氮	mg/L	0.025	0.506
		阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	0.24
		溶解氧	mg/L	/	2.28
		总氰	mg/L	0.004	0.03
		总大肠菌群	MPN/100ml	2	8
		化学需氧量	mg/L	4	27
		石油类	mg/L	0.06	<0.06
	WS2101266906 (平行)	总氰	mg/L	0.004	0.03
		阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	0.24

采样点位 2	烟台港集团有限公司污水站出口					
样品状态	无色透明液体					
采样日期	采样频次	样品编号	检测项目	单位	检出限	分析结果
2021.01.26	第一次	WS2101266902	pH 值	无量纲	/	7.26
	第二次	WS2101266903				7.24
	第三次	WS2101266904				7.23
	第四次	WS2101266905				7.24
2021.01.26	第一次	WS2101266907（平行）	pH 值	无量纲	/	7.26
	第二次	WS2101266908（平行）				7.24
	第三次	WS2101266909（平行）				7.23
	第四次	WS2101266910（平行）				7.24
2021.01.27	第一次	WS2101276902	pH 值	无量纲	/	7.25
	第二次	WS2101276903				7.24
	第三次	WS2101276904				7.25
	第四次	WS2101276905				7.26
2021.01.27	第一次	WS2101276907（平行）	pH 值	无量纲	/	7.25
	第二次	WS2101276908（平行）				7.24
	第三次	WS2101276909（平行）				7.25
	第四次	WS2101276910（平行）				7.26
2021.01.26	第一次	WS2101266902	色度	倍	/	4
	第二次	WS2101266903				4
	第三次	WS2101266904				4
	第四次	WS2101266905				4
2021.01.27	第一次	WS2101276902	色度	倍	/	4
	第二次	WS2101276903				4
	第三次	WS2101276904				4
	第四次	WS2101276905				4
2021.01.26	第一次	WS2101266902	臭和味	/	/	无
	第二次	WS2101266903				无
	第三次	WS2101266904				无
	第四次	WS2101266905				无

WFB30-005

2021.01.27	第一次	WS2101276902	臭和味	/	/	无
	第二次	WS2101276903				无
	第三次	WS2101276904				无
	第四次	WS2101276905				无
2021.01.26	第一次	WS2101266902	（浑）浊度	NTU	0.3	1.3
	第二次	WS2101266903				1.6
	第三次	WS2101266904				1.0
	第四次	WS2101266905				1.5
2021.01.27	第一次	WS2101276902	（浑）浊度	NTU	0.3	1.1
	第二次	WS2101276903				1.9
	第三次	WS2101276904				1.7
	第四次	WS2101276905				1.0
2021.01.26	第一次	WS2101266902	溶解性总固体	mg/L	/	316
	第二次	WS2101266903				323
	第三次	WS2101266904				447
	第四次	WS2101266905				628
2021.01.27	第一次	WS2101276902	溶解性总固体	mg/L	/	615
	第二次	WS2101276903				566
	第三次	WS2101276904				591
	第四次	WS2101276905				499
2021.01.26	第一次	WS2101266902	五日生化需氧量	mg/L	0.5	7.6
	第二次	WS2101266903				8.9
	第三次	WS2101266904				7.9
	第四次	WS2101266905				9.4
2021.01.27	第一次	WS2101276902	五日生化需氧量	mg/L	0.5	7.1
	第二次	WS2101276903				9.4
	第三次	WS2101276904				8.9
	第四次	WS2101276905				9.6
2021.01.26	第一次	WS2101266902	氨氮	mg/L	0.025	0.090
	第二次	WS2101266903				0.114
	第三次	WS2101266904				0.111
	第四次	WS2101266905				0.082
2021.01.27	第一次	WS2101276902	氨氮	mg/L	0.025	0.095
	第二次	WS2101276903				0.087
	第三次	WS2101276904				0.080
	第四次	WS2101276905				0.101
2021.01.26	第一次	WS2101266902	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	0.07
	第二次	WS2101266903				0.06
	第三次	WS2101266904				<0.05
	第四次	WS2101266905				<0.05
2021.01.26	第一次	WS2101266907（平行）	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	0.06
	第二次	WS2101266908（平行）				<0.05
	第三次	WS2101266909（平行）				<0.05
	第四次	WS2101266910（平行）				0.05
2021.01.27	第一次	WS2101276902	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	<0.05
	第二次	WS2101276903				<0.05
	第三次	WS2101276904				0.07
	第四次	WS2101276905				0.06

WFB30-005

山东邦林检测有限公司检测报告

2021.01.27	第一次	WS2101276907（平行）	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	0.05
	第二次	WS2101276908（平行）				<0.05
	第三次	WS2101276909（平行）				0.06
	第四次	WS2101276910（平行）				<0.05
2021.01.26	第一次	WS2101266902	溶解氧	mg/L	/	5.25
	第二次	WS2101266903				4.93
	第三次	WS2101266904				5.00
	第四次	WS2101266905				5.04
2021.01.27	第一次	WS2101276902	溶解氧	mg/L	/	4.98
	第二次	WS2101276903				4.87
	第三次	WS2101276904				5.11
	第四次	WS2101276905				4.93
2021.01.26	第一次	WS2101266902	总氯	mg/L	0.004	0.09
	第二次	WS2101266903				0.08
	第三次	WS2101266904				0.08
	第四次	WS2101266905				0.09
2021.01.26	第一次	WS2101266907（平行）	总氯	mg/L	0.004	0.08
	第二次	WS2101266908（平行）				0.10
	第三次	WS2101266909（平行）				0.09
	第四次	WS2101266910（平行）				0.09
2021.01.27	第一次	WS2101276902	总氯	mg/L	0.004	0.09
	第二次	WS2101276903				0.09
	第三次	WS2101276904				0.09
	第四次	WS2101276905				0.08
2021.01.27	第一次	WS2101276907（平行）	总氯	mg/L	0.004	0.09
	第二次	WS2101276908（平行）				0.09
	第三次	WS2101276909（平行）				0.08
	第四次	WS2101276910（平行）				0.08
2021.01.26	第一次	WS2101266902	总大肠菌群	MPN/100ml	2	<2
	第二次	WS2101266903				2
	第三次	WS2101266904				<2
	第四次	WS2101266905				<2
2021.01.27	第一次	WS2101276902	总大肠菌群	MPN/100ml	2	<2
	第二次	WS2101276903				<2
	第三次	WS2101276904				2
	第四次	WS2101276905				<2
2021.01.26	第一次	WS2101266902	化学需氧量	mg/L	4	18
	第二次	WS2101266903				19
	第三次	WS2101266904				18
	第四次	WS2101266905				19
2021.01.27	第一次	WS2101276902	化学需氧量	mg/L	4	19
	第二次	WS2101276903				19
	第三次	WS2101276904				18
	第四次	WS2101276905				18
2021.01.26	第一次	WS2101266902	石油类	mg/L	0.06	<0.06
	第二次	WS2101266903				<0.06
	第三次	WS2101266904				<0.06
	第四次	WS2101266905				<0.06

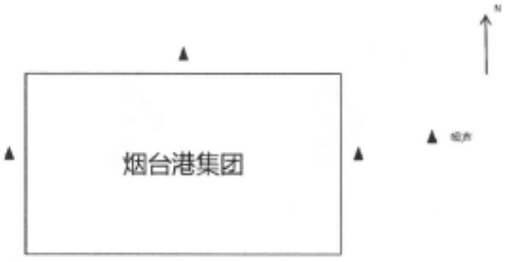
2021.01.27	第一次	WS2101276902	石油类	mg/L	0.06	<0.06
	第二次	WS2101276903				<0.06
	第三次	WS2101276904				<0.06
	第四次	WS2101276905				<0.06

4.2 声环境检测结果：

天气情况	晴	最大风速	2.8m/s
检测日期	2021.01.26		
检测点位	检测结果 L_{eq} dB (A)		
	昼间	夜间	
东厂界	51.4	47.0	
南厂界	48.8	47.5	
西厂界	54.6	46.6	
北厂界	53.8	46.0	
天气情况	晴	最大风速	2.8m/s
检测日期	2021.01.27		
检测点位	检测结果 L_{eq} dB (A)		
	昼间	夜间	
东厂界	51.1	43.6	
南厂界	55.8	44.1	
西厂界	53.5	43.0	
北厂界	56.9	43.5	

五、采样点位示意图

2021.01.26~2021.01.27



报告结论：不予判定。

编　　制：付娟　　**日期：**2021.02.02

审　　核：袁袁青　　**日期：**2021.02.02

签　　发：邱忠伟　　**签发日期：**2021.02.02

****** 报 告 结 束 ******

WFB30-005

中华人民共和国交通运输部

交规划函〔2018〕657号

交通运输部关于烟台港西港区原油码头二期工程使用港口岸线的批复

山东省交通运输厅：

《山东省交通运输厅关于烟台港西港区原油码头二期工程申请使用港口岸线的请示》(鲁交规划〔2018〕53号)收悉。经商国家发展改革委，批复如下：

一、为适应腹地炼厂外贸进口原油运输需求，与拟建烟台—淄博管线复线同步形成能力，同意烟台港西港区原油码头二期工程建设使用港口岸线。

二、拟建工程位于烟台港西港区原油码头区，分别建设1个30万吨级原油泊位，设计年通过能力1690万吨，泊位长度401米；2个15万吨级原油泊位，设计年通过能力1620万吨，泊位长度660米。项目建设符合烟台港总体规划，同意按工程可行性研究报告提出的共按1061米泊位长度使用所对应的港口岸线。

三、项目法人为烟台港集团有限公司，未经批准，不得改变岸线性质和用途，不得自行转让岸线使用权。

四、项目法人要严格按照《装卸油品码头防火设计规范》

(JTJ237—99)及有关安全规定进行设计和建设，并按照国家有关法律法规的规定配套建设必要的安全监督、环境保护、消防和监控等设施。项目建成后，应按规定进行竣工验收，码头运营与作业要符合相关安全管理规定，并服从港政、航政的统一管理。

五、自批复之日起两年内未开工建设，也未向原批准机关申请延期，本批复将自动失效。如在本批复失效后继续建设该项目需要使用港口岸线，必须按规定程序重新办理港口岸线使用审批手续。

中华人民共和国交通运输部

交通运输部

2018年9月30日

（此件依申请公开）

抄送：国家发展改革委，山东省发展改革委，山东省交通运输厅港航局，烟台市交通运输局，烟台市港航管理局，烟台海事局，烟台港集团有限公司，部规划研究院，部水运局、海事局。

烟台市生态环境局

烟环气函〔2021〕5号

关于明确2021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

各分局：

根据《山东省生态环境厅关于印发山东省建设项目主要大气污染物排放总量替代指标核算及管理办法的通知》（鲁环发[2019]132号）和2020年各区市环境空气质量状况，现就各区市2021年度建设项目主要大气污染物排放总量替代倍数明确如下：

一、2020年度环境空气质量年均浓度达标，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的区市为：芝罘区、莱山区、高新区、牟平区、开发区、福山区、海阳市、栖霞市。

二、2020年度细颗粒物($PM_{2.5}$)年均浓度超标，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2倍削减替代的区市为：莱阳市、招远市、龙口市、莱州市、蓬莱区。

三、2020年度臭氧（O_3）年均浓度超标，实行挥发性有机物排放总量指标2倍削减替代的区市为：龙口市、莱州市、长岛综试区。

四、垃圾焚烧厂项目、危险废物和医疗废物处置厂项目实行污染物排放总量指标等量替代；燃煤发电机组大气污染物排放浓度达到超低排放标准的进行等量替代。

附件：2021年各区市建设项目主要大气污染物排放总量替代倍数表

烟台市生态环境局

2021年2月22日

附件：

2021年各区市建设项目

主要大气污染物排放总量替代倍数表

县市区	SO2	NOx	烟粉尘	VOCs
芝罘区	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
莱山区	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
福山区	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
牟平区	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
开发区	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
高新区	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
海阳市	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
莱阳市	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代
栖霞市	等量替代	等量替代	等量替代	等量替代
莱州市	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代
招远市	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代
蓬莱区	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代
龙口市	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代	2倍量替代
长岛综试区	等量替代	等量替代	等量替代	2倍量替代

烟台市生态环境局文件

烟环发〔2019〕122号

关于规范和下放烟台市建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理事项的通知

各分局，高新区住房建设和管理局，昆嵛山自然保护区应急管理局，局有关科室和单位:

为规范全市建设项目主要污染物排放总量指标管理工作，简化总量确认工作流程，提升优化营商环境，根据原环境保护部《关于印发<建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法>的通知》（环发〔2014〕197号）、山东省生态环境厅《关于印发山东省建设项目主要大气污染物排放总量替代指标核算和管理办法的通知》（鲁环发〔2019〕132号），经局办公会研究决定，进一步规范我市建设项目总量指标管理使用工作并下放部分审核确认权限，现结合我市实际提出以下要求，请认真抓好落实。

一、总体管理要求

（一）主要污染物指国家实施总量控制的化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物 4 项约束性指标及挥发性有机物、颗粒物 2 项有排放控制要求的指标。

（二）主要污染物排放指标是建设项目环境影响评价审批的重要内容，排放主要污染物的建设项目（符合豁免条件的除外）应取得排放总量指标。

二、总量审核程序及要求

建设项目主要污染物排放总量指标按照环评审批权限实行分级管理。环评文件做出审批决定前，建设项目主要污染物排放总量指标发生变化的，应按照有关程序重新进行审核。

（一）生态环境部负责审批的建设项目

建设单位向项目落地的县市区生态环境部门提交总量确认书及经专家评审后的报批版项目环评报告书，由各县市区分局受理、审查申请资料并出具审查报告，形成削减替代方案。审查报告、总量确认书、削减替代方案报烟台市生态环境局审核，由市级提出审查意见报省生态环境厅。

（二）市县生态环境部门负责审批的项目

除了需跨区域调剂指标的项目外，其他市级环评审批项目的总量审核确认下放各分局办理。由建设单位向项目落地的县市区生态环境部门提交总量确认书（见附件 1）及经专家评审后的报批版项目环评报告书（表），县市区生态环境部门受理、审查申请资料并在确认书中出具总量确认意见，确认书应统一编号（示例：如芝罘区为 ZFZL[20**]*号），确认

内容包括建设项目基本情况、总量需求、替代来源（大气指标应明确削减替代来源在项目库中的编号）等。

县级环评审批的项目，各分局可参考上述要求自行制定高效便捷的工作流程。

三、指标来源

（一）建设项目主要污染物排放指标来源于 2017 年 1 月 1 日后，企事业单位实施减排工程后正常工况下或者关停形成的“可替代总量指标”，可从拟替代关停的现有企业、设施或者治理项目可形成的污染物削减量中预支。

（二）建立《烟台市建设项目主要大气污染物排放总量替代指标项目库》（以下简称项目库），对大气削减替代指标实行统一审定、建库管理。各县市区对辖区内的减排项目进行梳理，按照鲁环发[2019]132 号文件及减排核查核算细则核算污染物可替代总量，报市局统一审核后形成项目库。项目库实行统一编码管理。未列入项目库的替代指标不得用于各级有新增污染物排放的建设项目审批。首批可替代指标为 2017-2022 年间已实施和计划实施的减排项目形成的年削减量。

（三）火电建设项目主要大气污染物排放量总量指标应来源于本行业，火电机组在现有超低排放基础上继续削减实现的削减量可用于其它行业建设项目。

四、总量指标调剂使用原则

（一）污染物总量指标原则上在建设项目落地的县市区范围内调剂。

（二）省、市政府重点建设项目、垃圾焚烧厂项目、危险废物和医疗废物处置厂项目的总量指标无法在项目所在县市区完成调剂的，由当地政府向烟台市生态环境局出具相关文书，经局长办公会研究同意，可在全市范围内统筹解决。

（三）垃圾焚烧厂项目、危险废物和医疗废物处置厂项目实行污染物排放总量指标等量替代；上一年度环境空气质量年平均浓度达标的县市区，相关污染物进行等量替代。上一年度环境空气质量年平均浓度不达标的县市区，相关污染物应按照建设项目所需替代的污染物排放总量指标的2倍进行削减替代（燃煤发电机组大气污染物排放浓度达到超低排放标准的进行等量替代）。上一年度细颗粒物年平均浓度超标的县市区，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2倍削减替代。原则上不予办理废水未接入市政管网的新建企业水污染物总量确认。

（四）预支拟实施减排项目替代指标的，须有相关的书面承诺或证明，生态环境部门应当在总量审核意见及环评审批意见中提出管理要求，替代削减方案应当在建设项目投产前落实到位。

五、豁免事项

污水处理厂建设项目、废水经市政管网排入污水处理厂集中处理的项目严格按照排污许可证管理要求进行水污染物排放控制，无需调剂总量指标。废水进入市政污水管网的项目须提供企业与污水处理厂或污水处理厂主管部门签订的纳污协议，防止污水处理厂超负荷运营。

六、监督管理

（一）市、县生态环境部门分别建立建设项目主要污染物排放总量替代指标审核管理台账（见附件2），逐一记录建设项目的总量指标来源、项目库替代指标使用情况等。各分局应由承担总量管理职能的科室统一负责建设项目总量指标的管理使用、建档，每年6月底和12月底向市生态环境局报送替代指标审核管理台账。

（二）建设项目主要污染物排放总量指标替代削减方案落实情况纳入省市生态环境综合执法检查。对于重复使用可替代总量指标、隐瞒有关情况或者通过虚假材料套取污染物排放总量指标的，一经查实，撤销审批，并依法处理。

七、其他事项

以上要求自《烟台市建设项目主要大气污染物排放总量替代指标项目库》印发之日起执行。

附件：1. 烟台市建设项目总量确认书

2. 烟台市建设项目主要污染物排放总量替代指标审批管理台账

烟台市生态环境局

2019年12月18日

信息公开属性：依申请公开

烟台市生态环境局办公室　　2019年12月18日印发

烟台市生态环境局

烟台市生态环境局
关于烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程项目挥发性有机物削减替代方案的审核意见

省生态环境厅:

烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程共建设 1 个 30 万吨级原油泊位，配套罐区储罐总库容 $102\times10^4m^3$，包括 8 座原油外浮顶储罐（6 座 $12\times10^4m^3$ 储罐，2 座 $15\times10^4m^3$ 储罐），拟建项目无外排废水，根据环评预测新增 VOCs 排放 61.813t/a。项目建设区域执行 1 倍量削减替代。

根据国家及山东省污染防治及建设项目污染物排放总量指标审核管理、区域污染物现役源削减替代要求，为确保项目落地后所在区域污染物排放总量不增加、环境空气质量不恶化，项目所在的烟台市经济技术开发区全面梳理污染物排放源，挖掘减排潜力，拟将富士康精密电子（烟台）有限公司通过挥发性有机物处理工艺升级改造形成的减排量作为新建项目削减替代来源。

富士康精密电子（烟台）有限公司通过挥发性有机物处理工艺升级改造，采用沸石转轮+RTO 的技术，实现挥发性有机物削减

77.27吨/年，可满足烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程项目挥发性有机物区域削减替代要求。

烟台经济技术开发区管委承诺将确保富士康精密电子(烟台）有限公司挥发性有机物处理工艺升级改造项目于2021年12月通过验收，并按要求及时完成排污许可证变更工作，用于削减替代的污染物指标均不再用于其他建设项目的削减替代。

经审核，我局认为该削减替代方案符合相关政策规定要求，能够满足建设项目区域削减替代需要。我局将监督富士康精密电子（烟台）有限公司企业落实替代要求，确保治理工程完成后的VOCs年排放量不高于4.49吨并督促企业及时完成许可证变更。

附件：1.烟台经济开发区管委关于烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程项目挥发性有机物区域削减量的承诺函

2.烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程项目替代来源核算报告

烟台市生态环境局

2021年6月4日

不动产权证书

BDCQZ

根据《中华人民共和国物权法》等法律法规，为保护不动产权利人合法权益，对不动产权利人申请登记的本证所列不动产权利，经审查核实，准予登记，颁发此证。

登记机构（章）

2019 年 09 月 09 日

中华人民共和国自然资源部监制

编号№ 37007660689

仅供查看，再次复印无效

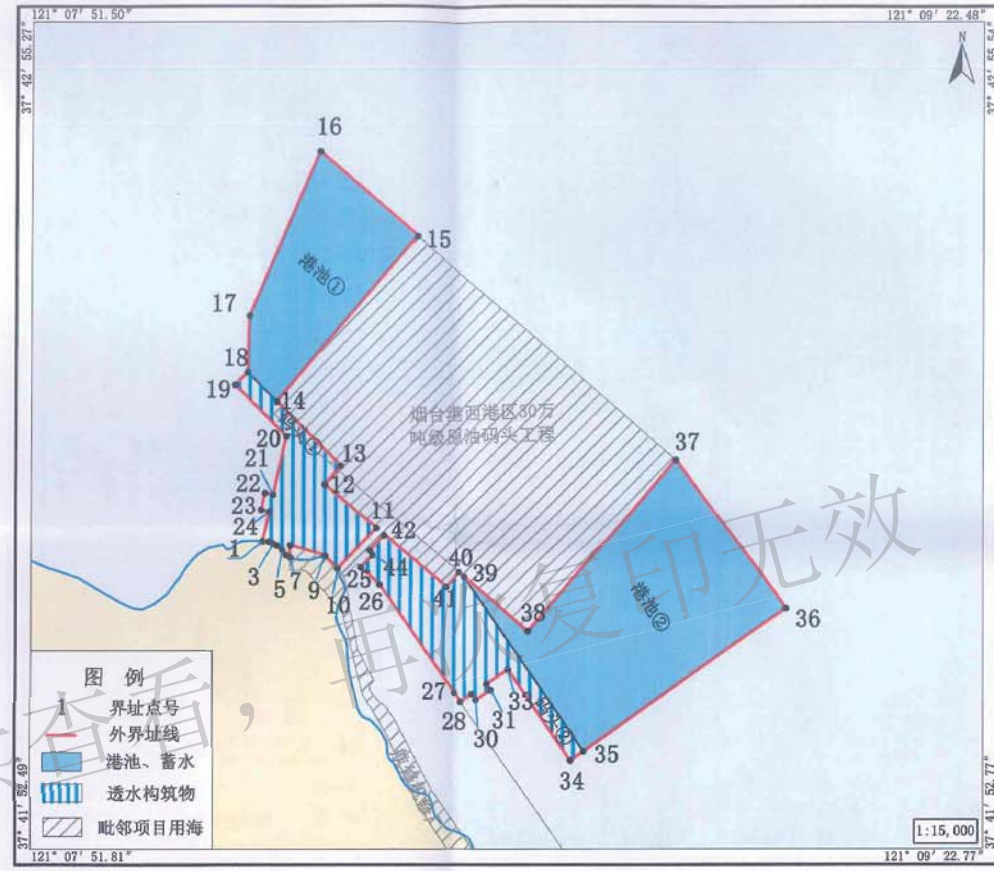
鲁（ 2019 ）烟台市开 不动产权第 0016838 号

权 利 人	烟台港集团有限公司
共有情况	单独所有
坐 落	烟台开发区山后初家村北侧
不动产单元号	370611000000GH00064W00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	审批
用 途	港口用海
面 积	宗海面积：44.5265 公顷
使用期限	2019年09月03日起2069年09月02日止
权利其他状况	项目名称：烟台港西港区原油码头二期工程 项目性质：经营性 用海方式： 透水构筑物， 面积：10.9731 公顷 港池、蓄水， 面积：33.5534 公顷

附 记

仅供查看，再次复印无效

烟台港西港区原油码头二期工程宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	37° 42′ 44.820″	121° 08′ 07.680″
2	37° 42′ 44.787″	121° 08′ 08.434″
3	37° 42′ 44.615″	121° 08′ 08.927″
4	37° 42′ 44.444″	121° 08′ 09.420″
5	37° 42′ 44.017″	121° 08′ 10.064″
6	37° 42′ 43.511″	121° 08′ 10.496″
7	37° 42′ 43.287″	121° 08′ 10.990″
8	37° 42′ 44.493″	121° 08′ 10.983″
9	37° 42′ 43.488″	121° 08′ 15.158″
10	37° 42′ 42.183″	121° 08′ 16.729″
11	37° 42′ 46.100″	121° 08′ 21.420″
12	37° 42′ 50.360″	121° 08′ 15.200″
剩余界址点编号及坐标（北纬|东经），见附页		

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
码头①	透水构筑物	1-2-3-----12-13-14-18-19-----23-24-1	8.6553
码头②	透水构筑物	25-26-----34-35-39-40-----43-44-25	10.9731
港池①	港池、蓄水	14-15-16-17-18-14	17.2605
港池②	港池、蓄水	35-36-37-38-39-35	33.5534
宗海		1-2-3-----22-23-24-1；25-26-27-----42-43-44-25	70.4423

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯-克吕格（121° 00′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	青岛博研海洋环境科技有限公司		
测量人	孙庆丹	绘图人	吴青彩
绘制日期	2019年8月	审核人	李乐文

仅供查看，禁止复印无效

烟台市人民政府

烟政土〔2017〕5004号

关于烟台港集团有限公司使用国有建设用地的批复

烟台港集团有限公司：

你单位《关于办理国有建设用地使用权协议出让手续的请示》（烟港［2014］63号）收悉，经研究批复如下：

根据国家有关的土地管理法律、法规，现同意你单位使用位于烟台开发区山后李家东（地籍号：370611006030GB00011）小区的138012.8平方米的国有建设用地，用途为港口码头用地，出让期限为50年，自2016年10月9日起至2066年10月8日止。

烟台市国土资源局与你单位签订的《国有建设用地使用权出让合同》为烟台－01－2016－0130。

特此批复。

烟台市人民政府 土地管理专用章

2017年1月3日

抄送：烟台市国土资源局，烟台市财政局，存档。

烟台市人民政府办公室　　2017年1月3日印发

（共印7份）

烟台市人民政府

烟政土〔2017〕5015号

关于烟台港集团有限公司使用国有建设用地的批复

烟台港集团有限公司：

你单位《关于办理国有建设用地使用权协议出让手续的请示》（烟港［2014］62号）收悉，经研究批复如下：

根据国家有关的土地管理法律、法规，现同意你单位使用位于烟台开发区山后李家东（地籍号：370611006030GB00010）小区的161568.85平方米的国有建设用地，用途为港口码头用地，出让期限为50年，自2016年11月22日起至2066年11月21日止。

烟台市国土资源局与你单位签订的《国有建设用地使用权出让合同》为烟台－01－2016－0132。

特此批复。

2017年2月16日

抄送：烟台市国土资源局，烟台市财政局，存档。

烟台市人民政府办公室　　2017年2月16日印发

（共印7份）

附件 17

烟海事航通[2013]0006 号

烟台港第四、第七锚地公告

烟台港第四、第七锚地经交通运输部海事局批复核准设置，为保证进出港船舶锚泊安全，现将两个锚地相关信息公告如下：

一、锚地启用时间：自 2013 年 2 月 1 日起。

二、锚地基本条件、功能及范围：

1. 烟台港第四锚地（大型干散货锚地）

锚地面积为 32.3km^2，水深-22～-29m，锚地水域底质主要为淤泥质土，做大型干散货船舶引航候泊使用，区域为以下地理位置四点连线内水域：

A：37° 59′ 00″ N，121° 26′ 00″ E；

B: 37° 56′ 00″ N, 121° 26′ 00″ E;

C: 37° 56′ 00″ N, 121° 30′ 00″ E;

D: 37° 59′ 00″ N, 121° 30′ 00″ E。

2. 烟台港第七锚地（原油锚地）

锚地面积 11.7km^2，水深-29～-32m，锚地水域底质主要为淤泥质土，做原油船舶引航候泊使用，区域为以下地理位置四点连线内水域：

A: 38° 05′ 30″ N, 121° 20′ 00″ E;

B: 38° 04′ 00″ N, 121° 20′ 00″ E;

C: 38° 04′ 00″ N, 121° 23′ 00″ E;

D: 38° 05′ 30″ N, 121° 23′ 00″ E。

三、海事管理要求

该海区属于烟台海事局管辖范围，船舶进入锚地前1小时，应在VHF09频道向烟台VTS中心报告，船舶锚泊后向烟台VTS中心报告锚位，锚泊期间应保持VHF09频道和VHF16频道值守。

四、引航员登轮点

38° 04′ 00″ N, 121° 17′ 00″ E。

五、注意事项

1. 船舶在锚地航行和抛锚时应充分考虑锚地水深限制，确保航行及锚泊期间船舶富余水深满足安全需要。

2. 船舶锚泊后应按规定显示号灯、号型；能见度不良时，应加强值班并鸣放雾号。

3. 未经主管机关批准，任何单位和个人不得在该锚地内设置、构筑设施或进行其它有碍通航安全的活动。

二〇一三年一月二十一日

发文机关： 山东省人民政府　　**成文日期：** 2019-11-04
标　　题： 山东省人民政府关于调整烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区的批复
发文字号： 鲁政字〔2019〕207号　　**发布日期：** 2019-11-06

山东省人民政府
关于调整烟台沿海防护林省级自然保护区
范围和功能区的批复

鲁政字〔2019〕207号

烟台市人民政府：

你市《关于调整烟台沿海防护林省级自然保护区的请示》(烟政呈〔2019〕46号)收悉。现批复如下。

一、同意对烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区进行调整。范围调整涉及77个地块，功能区调整涉及7个地块。调整前保护区总面积22777.2公顷，调整后面积14046.3公顷，减少8730.9公顷。其中，核心区调整前面积2291.5公顷，调整后面积2329.6公顷，增加38.1公顷；缓冲区调整前面积2398.5公顷，调整后面积1160.2公顷，减少1238.3公顷；实验区调整前面积18087.2公顷，调整后面积10556.5公顷，减少7530.7公顷。

二、要加强对调整出自然保护区区域的管理，其开发建设不得损害自然保护区的生态环境。按照批准的调整方案落实自然保护区土地权属，并在本批复印发后三个月内组织完成勘界立标，予以公告。

三、要深入学习贯彻习近平生态文明思想，严格落实《中华人民共和国自然保护区条例》等有关规定，切实加强对自然保护区工作的领导，强化管理机构建设，加大科研力度，提升自然保护区的管控能力；坚持保护优先原则，妥善解决自然保护区内的历史遗留问题，处理好自然保护区管理与当地经济建设及居民生产生活的关系，保证自然保护区生态系统的完整性，确保主要保护对象得到有效保护，为新时代现代化强省建设提供生态支撑。

附件：烟台沿海防护林省级自然保护区范围和功能区调整方案

山东省人民政府

2019年11月4日

(此件公开发布)

山东省自然资源厅

关于《烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线区不可避让性论证报告》的审查意见

烟台市自然资源和规划局：

《关于审查烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线区不可避让性论证报告的请示》收悉。我厅于2020年7月10日，邀请山东师范大学、山东省林业科学研究院、济南市规划设计研究院等单位的专家，召开了《烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线区不可避让性论证报告》（以下简称《报告》）专家评审会，对《报告》进行了论证。依据专家论证意见，烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程位于烟台经济技术开发区内。配套罐区分二期建设，其中一期工程不占用生态红线区。二期工程位于SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区内，目前不得建设，待生态保护红线区调整方案批复后，在二期工程不占用生态红线区的情况下方可建设。连通前方码头区和后方库区的管线工程总长约7000米，不可避免的占用SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区。

《报告》编制依据充分，工程建设内容清楚，对工程跨越生态保护红线区的不可避让性进行了分析，并提出了工程建设和运营期间减缓对生态保护红线区影响的措施，结论总体可信。专家组一致同意《报告》通过评审，下一步，项目选址要纳入正在编制的国土空间规划。项目建设单位要严格落实生态保护措施，将对红线区内生态功能的影响降到最低。

附件：烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线区不可避让性论证报告专家论证意见

山东省自然资源厅

2020 年 9 月 18 日

附件

烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线区不可避让性论证报告专家论证意见

2020年7月10日，山东省自然资源厅邀请山东师范大学、山东省林业科学研究院、济南市规划设计研究院等单位的专家组成了论证委员会（名单附后），在济南召开了《烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程占用生态保护红线区不可避让性论证报告》专家论证会。与会专家听取了报告编制单位的汇报，审阅了有关材料，经质询和讨论，一致认为：

烟台港西港区原油码头二期及配套罐区、管线工程位于烟台经济技术开发区内。配套罐区分二期建设，其中一期建设8座原油外浮顶储罐（包括2座$15\times10^4m^3$储罐、6座$12\times10^4m^3$储罐）、卸船系统、装船系统、外输系统、装火车系统以及配套系统设计等，二期建设4座$12\times10^4m^3$原油外浮顶储罐以及配套系统。配套罐区一期工程不占用生态红线区。二期工程位于SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区内，目前不得建设，待生态保护红线区调整方案批复后，在二期工程不占用生态红线区的情况下方可建设。连通前方码头区和后方库区的管线工程总长约7000米，不可避免的占用SD-06-B3-05烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区。

方案提出的工程建设和运营期间的生态保护措施基本合理，对生态保护红线区的影响在可控范围内，对生态功能影响

较小。项目建设符合中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号）等有关生态保护红线管控要求，原则同意该报告。

为进一步修改完善报告，专家们提出以下意见及建议：

一、完善编制依据，优化报告编制结构。

二、细化项目穿越生态保护红线区的具体情况介绍。

三、进一步完善工程施工方案，完善相关图纸。

主任委员：

2020年7月10日

建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位（盖章）：山东港口烟台港集团有限公司　　填表人（签字）：　　项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	烟台港西港区原油码头二期及配套管线、罐区工程			建设内容	建设内容：新建1个30万吨级原油泊位，新建储罐总罐容102万立，管线工程，总长约3405m。			
	项目代码	2018-370000-55-02-037259							
	环评信用平台项目编号	iqp17i							
	建设地点	烟台港西港区			建设规模	设计吞吐量为1600万吨/年。			
	项目建设周期（月）	18.0			计划开工时间	2021年7月			
	建设性质	新建（迁建）			预计投产时间	2023年1月			
	环境影响评价行业类别	138 油气、液体化工码头			国民经济行业类型及代码	G5532 货运港口			
	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）		项目申请类别	新申报项目			
	规划环评开展情况	有			规划环评文件名	烟台港总体规划修订环境影响报告书			
	规划环评审查机关	环境保护部			规划环评审查意见文号	环审[2016]79号			
	建设地点中心坐标（非线性工程）	经度 121.136800	纬度	37.715500	占地面积（平方米）		环评文件类别	环境影响报告书	
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度	起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）
	总投资（万元）	210070.89			环保投资（万元）	7702.70		所占比例（%）	3.67
建设单位	单位名称	烟台港集团有限公司	法定代表人	刘国田	环评编制单位	单位名称	天科院环境科技发展（天津）有限公司	统一社会信用代码	91120118MA05LCHT44
			主要负责人	王松林		编制主持人	姓名 周斌	联系电话	13820699566
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91370600165003250G	联系电话	0535-6741803			信用编号 BH014662		
							职业资格证书管理号 05351223505120009		
	通讯地址	烟台市芝罘区海港路23号（机械厂3楼）				通讯地址	天津市滨海新区新港二号路2618号		

污染物排放量

污染物		现有工程（已建+在建）①排放量（吨/年）	现有工程（已建+在建）②许可排放量（吨/年）	本工程（拟建或调整变更）③预测排放量（吨/年）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）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排放增减量（吨/年）	区域削减量来源（国家、省级审批项目）
废水	废水量（万吨/年）			2.476			2.476	2.476	
	COD			0.085			0.085	0.085	
	氨氮			0.006			0.006	0.006	
	总磷						0.000	0.000	
	总氮						0.000	0.000	
	铅						0.000	0.000	
	汞						0.000	0.000	
	镉						0.000	0.000	
	铬						0.000	0.000	
	类金属砷						0.000	0.000	
	其他特征污染物						0.000	0.000	
废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	
	二氧化硫						0.000	0.000	
	氮氧化物						0.000	0.000	
	颗粒物						0.000	0.000	
	挥发性有机物						0.000	0.000	
	铅						0.000	0.000	
	汞						0.000	0.000	
	镉						0.000	0.000	
	铬						0.000	0.000	

		类金属砷								0.000	0.000	
		其他特征污染物								0.000	0.000	

项目涉及法律法规规定的保护区情况	影响及主要措施								生态防护措施
	生态保护目标	名称	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）		
	生态保护红线	烟台开发区沿海防风固沙生态保护红线区	II类红线区	植被	不会改变植被组成和生态系统结构；不会改变景观组成、功能和稳定性；不会对红线区的动植物产生明显影响	否		☐ 避让 ☑ 减缓 ☑ 补偿 ☐ 重建（多选）	
	自然保护区	（可增行）			核心区、缓冲区、实验区			☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）	
	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 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）	
	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 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）	
	风景名胜区	（可增行）		/	核心景区、一般景区			☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）	
	其他	（可增行）						☐ 避让 ☐ 减缓 ☐ 补偿 ☐ 重建（多选）	

主要原料及燃料信息	主要原料					主要燃料					
	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			生产设施			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

大气污染治理与排放信息	无组织排放	序号	无组织排放源名称	污染物种类	污染物排放		
					排放浓度（毫克/立方米）	排放标准名称	
		1	静动密封点	VOCs	0.0079	《化学工业挥发性有机物排放标准》（DB32/3151-2016）	

水污染治理与排放信息	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

水污染治理与排放信息（主要	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）	主要纳污水处理厂		主要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

要排放口）	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			排放标准	
						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）	自行利用处置方式工艺	自行处置方式工艺	是否外委处置方式
	一般工业固体废物	1										
	危险废物	1	清罐固废	储罐	T，I	HW08	17.6	危废暂存间	30			是
		2	废机油	检修	T，I	HW08	3.0	危废暂存间	30			是