

广东揭阳520万方

原油商业储备库建设工程配套码头工程

环境影响报告书

(送审稿)

建设单位：中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司

编制单位：中国科学院南海海洋研究所

二〇二二年一月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	943bvb		
建设项目名称	广东揭阳520万方原油商业储备库建设工程配套码头工程		
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)	中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司		
统一社会信用代码	91445224MA5676HR5W		
法定代表人 (签章)	刘舰		
主要负责人 (签字)	刘舰		
直接负责的主管人员 (签字)	李淑清		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国科学院南海海洋研究所		
统一社会信用代码	12100000455858425K		
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
严静	2014035440350000003509440482	BH045065	严静
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
严静	概述、总则、工程概况、工程分析、自然社会环境概况、施工期影响评价与分析、营运期环境影响评价与分析、环境保护措施及其可行性论证、总量控制、环境经济损益分析、环境保护管理与监测计划、项目建设合规性分析、综合结论	BH045065	严静
霍文毅	环境现状调查与评价	BH011565	霍文毅

刘翠梅	海洋环境风险预测与评价	BH007823	21 3月
-----	-------------	----------	-------

中国石油揭阳商储油分公司

关于中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司负责人变更的说明

因工作原因，中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司原负责人刘舰（身份证号：220702196911302210），不再担任本公司负责人，现负责人变更为边兴福（身份证号：222303196304078276）。

特此说明。

中国石油天然气股份有限公司
广东揭阳商业储备油分公司

2022年2月15日



《中华人民共和国计量认证合格证书》

[证书编号：(150012162083)]



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 150012162083

名称: 中国科学院南海海洋研究所海洋环境检测中心

地址: 广东省广州市海珠区新港西路 164 号 (510301)

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由 中国科学院南海海洋研究所 承担。

许可使用标志



发证日期: 2015 年 12 月 18 日

有效期至: 2021 年 12 月 17 日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

目录

1	概述	1
1.1	项目背景及建设内容	1
1.2	项目环境影响评价的过程	1
1.3	项目主要环境问题及采取的主要环保措施	2
1.4	主要结论	2
2	总则	3
2.1	编制依据	3
2.1.1	国家法律、法规及部门规章	3
2.1.2	地方法律、法规及政策	5
2.1.3	技术规范 and 行业标准	7
2.1.4	其他依据	8
2.2	环境功能区划和执行标准	9
2.2.1	大气环境功能区划和执行标准	9
2.2.2	海洋环境功能区划和执行标准	11
2.2.3	声环境功能区划和执行标准	20
2.2.4	地下水环境功能区划和执行标准	20
2.3	评价工作等级和评价范围	22
2.3.1	大气环境影响评价等级和评价范围	22
2.3.2	水环境影响评价等级和评价范围	24
2.3.3	地下水环境影响评价等级	26
2.3.4	声环境影响评价等级	29
2.3.5	环境风险评价等级	29
2.3.6	土壤环境影响评价等级	30
2.4	评价内容和评价重点	30
2.4.1	评价内容	30
2.4.2	评价重点	30
2.5	环境影响要素识别和评价因子筛选	30

2.5.1 环境影响要素识别	30
2.5.2 评价因子筛选	31
2.6 环境保护目标	32
2.6.1 陆域环境保护目标	32
2.6.2 海洋环境保护目标	33
3 工程概况	41
3.1 建设项目名称、性质、规模、地理位置	41
3.2 总平面布置	44
3.2.1 设计船型	44
3.2.2 码头、防波堤布置	44
3.2.3 水域布置	45
3.2.4 陆域工程	45
3.3 装卸工艺	47
3.3.1 主要装卸货种特性	47
3.3.2 流量和运输船型	47
3.3.3 泊位可作业天数和年通过能力	47
3.3.4 装卸工艺方案	48
3.3.5 油气回收工艺方案	50
3.4 水工建筑	54
3.4.1 水工建筑的主要尺度	54
3.4.2 防波堤结构	54
3.4.3 码头结构	55
3.5 配套工程	56
3.5.1 供电及照明	56
3.5.2 防腐设计	56
3.5.3 给水和排水系统	57
3.5.4 消防	58
3.5.5 自动控制和通信	59
3.5.6 导助航	60

3.6 依托工程和依托关系	60
3.6.1 依托工程概况	60
3.6.2 依托关系	69
3.6.3 依托工程建设进展	69
3.7 本项目施工工艺和施工计划	71
3.7.1 施工工艺	71
3.7.2 施工进度	77
3.7.3 土石方平衡	77
4 工程分析	79
4.1 环境影响因素识别	79
4.1.1 施工期环境影响因素分析	80
4.1.2 营运影响因素分析	80
4.2 污染源分析	82
4.2.1 施工期污染源分析	82
4.2.2 营运期污染物源分析	88
4.3 非污染环境影响分析	100
5 自然社会环境概况	101
5.1 自然环境概况	101
5.1.1 气候、气象	101
5.1.2 海洋水文和泥沙	102
5.1.3 地形地貌	105
5.1.4 主要海洋灾害	107
5.2 社会环境概况	109
6 环境现状调查与评价	112
6.1 水文动力环境现状调查与评价	112
6.1.1 2021 年 9 月调查结果与评价	113
6.1.2 2021 年 1 月调查结果与评价	114
6.1.3 小结	115

6.2 海水水质现状调查与评价	115
6.2.1 调查监测概况	115
6.2.2 调查结果	119
6.2.3 现状评价	121
6.2.4 评价结果	123
6.3 海洋沉积物环境质量现状调查与评价	124
6.3.1 调查监测概况	124
6.3.2 调查结果	125
6.3.3 现状评价	125
6.4 海洋生物体质量现状调查与评价	125
6.4.1 调查监测概况	125
6.4.2 调查结果	126
6.4.3 现状评价	126
6.5 海洋生态环境现状与评价	126
6.5.1 海洋生态和渔业资源现状调查	126
6.5.2 主要经济鱼类产卵场和产卵期	147
6.5.3 珍稀濒危水生野生动物	150
6.6 环境空气质量现状调查与评价	156
6.6.1 区域环境质量	156
6.6.2 环境质量现状监测与评价	157
6.6.3 小结	170
6.7 声环境现状调查与评价	170
6.8 地下水环境质量现状调查与评价	171
6.8.1 地形地貌	171
6.8.2 地层岩性	171
6.8.3 地质构造	174
6.8.4 水文地质条件	175
6.8.5 地下水环境质量现状监测与评价	178
7 施工期影响评价与分析	187

7.1 水文动力环境影响预测与分析	187
7.1.1 数学模型基本控制方程和离散方法	187
7.1.2 边界条件和计算网格	189
7.1.3 数值模型验证	189
7.1.4 潮流场模拟结果	195
7.2 泥沙冲淤环境影响分析	203
7.3 海洋水质环境影响分析	204
7.3.1 预测模型	204
7.3.2 预测源强	205
7.3.3 疏浚作业悬浮物影响预测结果和分析	206
7.3.4 炸礁作业悬浮物影响预测结果和分析	210
7.4 海洋沉积物环境影响	214
7.5 海洋生态影响分析	214
7.5.1 施工作业对底栖生物影响分析	214
7.5.2 作业悬浮物对海洋生态的影响分析	214
7.5.3 炸礁作业对海洋生态环境影响分析	217
7.5.4 项目用海资源影响分析	219
7.5.5 对海洋环境保护目标影响分析	225
7.6 大气环境影响分析	230
7.6.1 施工场地扬尘影响分析	230
7.6.2 运输车辆粉尘影响分析	230
7.6.3 焊接烟尘大气环境影响分析	231
7.6.4 挥发性有机物大气环境影响分析	231
7.6.5 施工机械、船舶、运输车辆尾气大气环境影响分析	231
7.7 声环境影响分析	232
7.8 固体废物影响分析	232
7.8.1 一般固废环境影响分析	232
7.8.2 船舶固废环境影响分析	232
7.8.3 危险废物环境影响分析	232

7.8.4 疏浚物和礁渣处置	233
7.8.5 小结	233
8 营运期环境影响评价与分析	234
8.1 水环境影响评价与分析	234
8.1.1 污水收集和输送措施的可依托性分析	234
8.1.2 污水处理和排放措施的可依托性分析	236
8.1.3 小结	247
8.2 沉积物环境影响分析	247
8.3 海洋生态环境影响分析	247
8.4 环境空气影响预测与评价	247
8.4.1 区域气象条件	247
8.4.2 建设项目废气排放源	258
8.4.3 大气环境影响预测模式	259
8.4.4 新增污染源正常工况下预测与评价	264
8.4.5 新增污染源非正常工况下预测与评价	281
8.4.6 大气防护距离	282
8.4.7 小结	282
8.5 声环境影响	283
8.6 固体废弃物影响分析	283
8.7 地下水环境影响分析	283
9 海洋环境风险预测与评价	285
9.1 海洋环境风险识别	285
9.1.1 项目涉及海洋环境风险相关工程内容	285
9.1.2 海洋环境风险识别与分析	288
9.2 源项分析	301
9.2.1 事故概率分析及源项分析	301
9.2.2 海洋环境风险事故溢油量估算	312
9.3 海洋环境风险影响预测与评价	314
9.3.1 海洋环境风险事故影响分析	315

9.3.2 风险等级综合评估	341
9.3.3 影响分析	342
9.4 海洋环境风险防范措施与应急预案	350
9.4.1 海洋环境风险防范对策与措施	350
9.4.2 应急预案要求	364
10 环境保护措施及其可行性论证	410
10.1 施工期污染防治与环境保护对策和措施	410
10.1.1 海洋生态环境保护措施	410
10.1.2 施工期水污染防治措施	411
10.1.3 施工期大气污染防治措施	411
10.1.4 施工期噪声防治措施	412
10.1.5 施工固体废弃物和疏浚物处置措施	413
10.2 营运期污染防治与环境保护对策和措施	413
10.2.1 大气污染防治措施	413
10.2.2 水污染防治措施	416
10.2.3 固体废弃物处理措施	419
10.2.4 海洋环境保护与补偿、修复措施	419
10.3 “三同时”验收一览表	420
11 总量控制	421
11.1 污染物总量控制因子	421
11.2 拟建工程污染物排放情况	421
11.2.1 废气	421
11.2.2 废水	422
11.2.3 工业固体废物	422
12 环境经济损益分析	423
12.1 环保投资估算	423
12.2 环境保护的经济损益分析	423
12.2.1 正效益分析	423

12.2.2 负效益分析	425
13 环境保护管理与监测计划	426
13.1 环境管理计划	426
13.2 环境监测计划	426
13.2.1 监测机构与人员	426
13.2.2 环境监测计划	427
13.2.3 污染物排放管理要求	429
14 项目建设合规性分析	431
14.1 与产业政策的相符性分析	431
14.2 与相关规划的符合性分析	431
14.2.1 与主体功能区规划符合性分析	431
14.2.2 与海洋主体功能区规划的符合性	431
14.2.3 与《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划》的相符性分析	436
14.2.4 与揭阳港总体规划环评文件的相符性分析	438
14.3 与环境功能区划和海洋功能区划相符性分析	441
14.3.1 与《近岸海域环境功能区划》的相符性	441
14.3.2 与《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》的相符性	441
14.3.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的相符性	442
14.3.4 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》相符性分析	443
14.3.5 与《广东省海洋生态红线》的相符性	443
14.3.6 “三线一单”符合性分析	450
15 综合结论	459
15.1 项目概况	459
15.2 工程分析结论	459
15.2.1 施工期工程分析	459
15.2.2 营运期工程分析	459
15.3 环境质量现状调查结论	460

15.3.1 水质环境现状结论	460
15.3.2 生态环境现状结论	460
15.3.3 环境空气现状结论	461
15.3.4 声环境现状结论	462
15.4 环境影响结论	462
15.4.1 水环境影响结论	462
15.4.2 生态环境影响结论	462
15.4.3 环境风险影响结论	463
15.4.4 环境空气影响结论	463
15.4.5 声环境、固体废物影响结论	463
15.5 综合结论	463

1 概述

1.1 项目背景及建设内容

中国石油天然气股份有限公司商业储备油分公司成立于 2007 年，2018 年 5 月至今，商储油公司挂靠炼油与化工分公司运作，代表中国石油天然气股份有限公司（简称“中国石油”）履行原油商储业务管理职能，负责商储运营与管理。**中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司是本项目的业主单位（以下简称“广东商储油分公司”）。**

我国既是世界上的石油生产大国，也是石油消费大国。近十年来，我国石油供求矛盾在逐年增大，原油对外依存度不断增加，已成为全球最大的原油进口国。为确保国家石油安全，我国于 2004 年正式规划建设国家石油战略储备基地，提升我国原油储备能力。

根据国家能源局通知精神，中国石油天然气股份有限公司计划在广东省揭阳市惠来县建设 520 万方原油商业储备库。2021 年 2 月项目库区工程完成了备案，9 月取得了环评批复（揭市环审〔2021〕29 号）。配套码头工程可研报告已上报广东省交通运输厅，9 月 13 日取得了省交通厅可研评审意见（粤交规划字〔2021〕609 号）。

项目位于揭阳惠来县靖海镇，属于揭阳港惠来沿海港区资深作业区。该作业区目前已有中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程项目配套原油码头（以下简称“广东石化原油码头”或“1#泊位”）。本项目拟在广东石化原油码头北侧新建 1 个 30 万吨级原油码头泊位及防波堤，引桥、航道和大部分港池依托广东石化原油码头项目。

1.2 环境影响评价的过程

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，2021 年 2 月，建设单位委托中国科学院南海海洋研究所进行广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程配套码头工程环境影响评价工作。

接受委托后，我所立即成立了环评工作小组。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，进行了工

程分析,组织项目组成员赴本项目拟建厂址及周边进行了实地踏勘和环境现状调查,同时收集了区域自然社会经济、区域污染源、环境现状监测等资料。在环境影响评价工作开展的过程中,建设单位开展了两次公众参与工作,通过网络、报纸和现场公告的方式进行了公示。在项目可行性研究报告等工程资料的基础上,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。

1.3 项目主要环境问题及采取的主要环保措施

根据工程特点和周围环境状况,本项目评价主要关注的问题如下:

①项目建设对海洋环境的影响

施工期防波堤抛填、港池疏浚、炸礁等施工过程对海域水质、沉积物、生态环境的影响。

②项目建设对环境空气的影响

工艺管线密封点泄漏和装船作业产生的挥发性有机物污染物(VOCs)、船舶停靠的辅机废气对周边大气环境的影响。

③项目环境风险影响及防范和应急措施

海上溢油风险事故对海洋环境和敏感目标的影响。

④主要环境保护措施:

设置油气回收装置,装船废气不直接外排;码头各类污水进入库区后进入广东石化炼化厂区污水管网,依托广东石化炼化厂区污水处理场处理后回用;开展海洋生态保护和修复工作等。

1.4 主要结论

本项目位于广东省揭阳市惠来县靖海镇石碑山海域,其选址和建设符合国家产业政策、广东省和揭阳市相关规划,符合“三线一单”的要求。

本项目属于原油商业储备项目的配套码头工程,新建1座30万吨级原油泊位及配套设施,吞吐量1450万吨/年。在施工期和营运期采取有效的污染防治措施,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。在此基础上,该项目周边环境的影响可接受,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 国家法律、法规及部门规章

1. 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
2. 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 5 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 10 月 26 日）；
5. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（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. 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）；
8. 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；
9. 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 7 月 1 日）；
10. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；
11. 《中华人民共和国港口法》（2018 年 12 月 29 日）；
12. 《中华人民共和国节约能源法》（2018 年 10 月 26 日）；
13. 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日）；
14. 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日）；
15. 《中华人民共和国陆源污染物损害海洋环境管理条例》（国务院令第 61 号，1990 年）；
16. 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日国务院令第 698 号发布修订）；
17. 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日国务院令第 698 号发布修订）；
18. 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日）；
19. 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日）；
20. 《环境影响评价公众参与办法》（2019 年 1 月 1 日）；
21. 《1973 年国际防止船舶造成污染公约》（1973 年 11 月 2 日）；
22. 《关于 1973 年国际防止船舶造成污染公约的 1978 年议定书》（1978 年 2

月)；

23.《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年 1 月 1 日)；

24.《市场准入负面清单(2020 年版)》(发改体改规(2020)1880 号)；

25.《生态环境部审批环境影响评价文件的建设项目目录》(2019 年 2 月 26 日)；

26.《危险化学品安全管理条例》(2013 年 12 月 4 日)；

27.《国家危险废物名录》(2021 年 1 月 1 日)；

28.《危险废物转移联单管理办法》(1999 年 6 月 22 日,国家环保总局)；

29.《产业结构调整指导目录(2019 年 10 月 30 日)；

30.《国务院关于广东省海洋功能区划(2011-2020 年)的批复》(国函(2012)182 号)；

31.《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发(2013)86 号)；

32.《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发(2015)17 号)；

33.《国家突发环境事件应急预案》(2014 年 12 月 29 日)；

34.《近岸海域环境功能区管理办法》(总局令 8 号,1999 年 12 月 10 日)；

35.《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发(2013)37 号)；

36.《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》(环大气(2017)121 号)；

37.《关于印发<重点行业挥发性有机物综合治理方案>的通知》(环大气(2019)53 号)；

38.《关于印发<广东省挥发性有机物(VOCs)整治与减排工作方案>(2018-2020)的通知》(粤环发(2018)6 号)；

39.《关于印发<全国生态保护“十三五”规划纲要>的通知》(环生态(2016)151 号)；

40.《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发(2016)31 号)；

41.《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》(环境保护部办公厅 2017 年 9 月 1 日印发)；

42.《中国海洋渔业水域图(第一批)》(农业部 2002 年公告第 189 号)；

43.《中华人民共和国水生动物植物自然保护区管理办法》(农业部令 2013 年第

5 号修订)；

44.《海洋自然保护区管理办法》(国海发〔1995〕251 号)，1995 年 5 月 29 日；

45.《关于印发<船舶大气污染排放控制区实施方案>的通知》,(交海发〔2018〕168 号)，2018 年 11 月 30 日。

2.1.2 地方法律、法规及政策

1.《广东省环境保护条例》(广东省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 29 号，2019 年 11 月 29 日实施)；

2.《广东省大气污染防治条例》(广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于 2018 年 11 月 29 日通过，自 2019 年 3 月 1 日起施行)；

3.《广东省水污染防治条例》(2020 年 11 月 27 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过，2021 年 1 月 1 日起施行)；

4.《广东省固体废物污染环境防治条例》(由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于 2018 年 11 月 29 日修订通过，2019 年 3 月 1 日起施行)；

5.《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》(2018 年 11 月 29 日修正)；

6.《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，2018 年 11 月 29 日第二次修正；

7.《广东省环境保护厅 广东省工业和信息化厅关于加强工业固体废物污染防治工作的指导意见》(粤环发〔2018〕10 号)，广东省环境保护厅 广东省工业和信息化厅，2018 年 10 月 18 日；

8.《广东省实施〈中华人民共和国土壤污染防治法〉办法》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于 2018 年 11 月 29 日通过，自 2019 年 3 月 1 日起施行；

9.《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68 号)；

10.《关于调整揭阳市近岸海域环境功能区划的复函》(粤办函〔2010〕473 号)；

11.《广东省海洋功能区划》(2011-2020)；

12. 《广东省地下水功能区划》（2009 年 8 月）；
13. 《南粤水更清行动计划（修订本）（2017-2020 年）》（粤环〔2017〕28 号）；
14. 《关于印发加强工业污染源监督管理的意见的通知》（粤环〔2005〕43 号）；
15. 《关于加快推进清洁生产工作的意见》（粤府办〔2007〕77 号）；
16. 《关于加强省控重点污染源在线监控系统建设与管理工作的通知》（粤环〔2005〕106 号）；
17. 《广东省地下水保护与利用规划》（粤水资源函〔2011〕377 号）；
18. 《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》（粤府〔2012〕120 号）；
19. 《广东省环境保护厅 广东省发展和改革委员会关于印发广东省主体功能区规划的配套环保政策的通知》（粤环〔2014〕7 号）；
20. 《广东省人民政府关于印发广东省突发环境事件应急预案的通知》（粤府函〔2017〕280 号）；
21. 《广东省人民政府关于印发广东省企业投资项目实行清单管理意见（试行）的通知》（粤府〔2015〕26 号）；
22. 《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2015〕131 号）；
23. 《广东省环境保护厅关于印发广东省环境保护“十三五”规划的通知》（粤环〔2016〕51 号）；
24. 《广东省环境保护厅关于进一步加强危险废物处理处置管理工作的通知》（粤环〔2013〕85 号）；
25. 《广东省挥发性有机物（VOCs）整治与减排工作方案（2018-2020 年）》（粤环发〔2018〕6 号）；
26. 《广东省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目名录》（2019 年本）；
27. 广东省人民政府关于印发《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知；

- 28.《揭阳市打赢蓝天保卫战实施方案（2019-2020 年）》（揭府〔2019〕50 号），揭阳市人民政府，2019 年 12 月 13 日；
- 29.《揭阳市人民政府关于印发揭阳市水污染防治行动计划实施方案的通知》（揭府〔2016〕29 号），揭阳市人民政府，2016 年 5 月 13 日；
- 30.《揭阳市环境保护和生态建设“十三五”规划》（揭府办〔2016〕77 号），揭阳市人民政府，2016 年 12 月 9 日；
- 31.《揭阳市人民政府关于印发揭阳市突发环境事件应急预案的通知》（揭府函〔2020〕2 号），揭阳市人民政府，2020 年 1 月 11 日；
- 32.《揭阳市大气污染防治行动方案(2014—2017 年)》（揭府〔2014〕52 号），揭阳市人民政府，2014 年 8 月 8 日；
- 33.《揭阳市人民政府办公室关于印发揭阳市环境保护和生态建设“十三五”规划的通知》（揭府办〔2016〕77 号），2016 年 12 月 9 日；
- 34.《揭阳市城市总体规划》（2011-2030 年）（2017 年修编）；
- 35.《揭阳市环境保护规划》（2007-2020 年）；
- 36.《惠来县城市总体规划》（2009-2030）修改；
- 37.《惠来县环境保护规划》（2012-2020 年）；
- 38.《揭阳市沿海重化产业带发展规划》，2010 年 4 月；
- 39.《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》；
- 40.《揭阳港总体规划(2010-2030)》，2010 年 10 月；
- 41.《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划》（报批稿），2021 年 7 月；
- 42.《揭阳市惠来县土地利用总体规划（2010-2020 年）调整完善方案》，2017 年 7 月；
- 43.《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》，揭府办〔2021〕25 号。

2.1.3 技术规范和行业标准

- 1.《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 2.《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2018）；
- 3.《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- 4.《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4-2009）；
- 5.《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；

- 6.《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- 7.《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ19-2011）；
- 8.《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- 9.《建设项目危险废物环境影响评价指南》（公告 2017 年 第 43 号）；
- 10.《大气污染防治工程技术导则》（HJ2000-2010）；
- 11.《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）；
- 12.《储油库大气污染物排放标准》（GB20950-2020）；
- 13.《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）；
- 14.《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- 15.《溢油应急处置船应急装备物资配备要求》（JT/T 1144-2017）；
- 16.《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017）；
- 17.《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）；
- 18.《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- 19.《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- 20.《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）；
- 21.《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- 22.《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2018〕2 号）；
- 23.《船舶污染海洋环境风险评价技术规范》（试行）。

2.1.4 其他依据

1. 《广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程配套码头工程可行性研究报告》，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2021 年 9 月；
2. 《广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程库区工程可行性研究报告》，中石油华东设计院有限公司，2021 年 2 月；
3. 《广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程(库区工程)环境影响报告书》（报批稿），山东海纳环境工程有限公司，2021 年 9 月；
4. 《中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更项目变动情况分析报告》，中国寰球工程有限公司，2021 年 7 月；
5. 《中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响报告书》（报

批稿），中国寰球工程有限公司，2019 年 7 月；

6. 建设单位提供与项目建设相关的文件和资料；
7. 建设单位委托中国科学院南海海洋所编制本项目环境影响报告书的委托书。

2.2 环境功能区划和执行标准

2.2.1 大气环境功能区划和执行标准

2.2.1.1 功能区划

本项目位于揭阳惠来县靖海镇坂美村附近海域，油气回收装置布置在引桥根部登陆位置的附近陆域。

根据《惠来县环境保护规划》（2012-2020 年），本项目位于揭阳市惠来县靖海镇东海岸，本项目评价范围区域均为环境空气质量二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级环境质量标准。

惠来县大气环境功能区划见图 2.2-1。

2.2.1.2 执行标准

（1）环境标准

本次大气评价范围内环境质量现状执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级环境质量标准。

对于 GB3095-2012 中无规定的特征污染物，参考执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 中其他污染物空气质量浓度参考限值、《大气污染物综合排放标准详解》中环境质量标准浓度取值、环发〔2008〕82 号文等。选用的主要污染物质量标准限值见表 2.2-1。

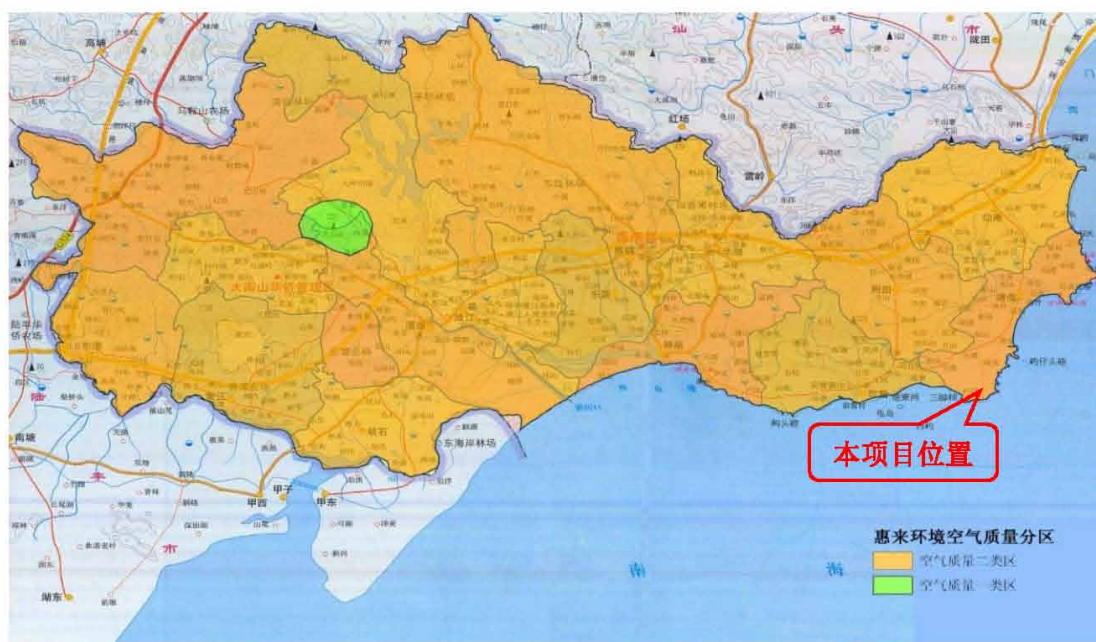


图 2.2-1 惠来县大气环境功能区划

表 2.2-1 环境空气质量标准

序号	污染物名称	取值时间单位	浓度限值 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	标准来源
1	SO_2	年平均	60	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 及其修改单 二级
		24 小时平均	150	
		1 小时平均	500	
2	NO_2	年平均	40	
		24 小时平均	80	
		1 小时平均	200	
3	CO	24 小时平均	$4\text{mg}/\text{m}^3$	
		1 小时平均	$10\text{mg}/\text{m}^3$	
4	O_3	日最大 8 小时平均	160	
		1 小时平均	200	
5	PM_{10}	年平均	70	
		24 小时平均	150	
6	$\text{PM}_{2.5}$	年平均	35	
		24 小时平均	75	
7	TVOC	8 小时均值	$0.6 \text{ mg}/\text{m}^3$	《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 附录 D 中其他污染物空气质量浓度参考限值
8	非甲烷总烃 (NHHC)	一次值	$2.0 \text{ mg}/\text{m}^3$	参照《大气污染物综合排放标准详解》中环境质量标准浓度取值

(2) 排放标准

本项目的废气种类包括：原油装船废气经油气回收装置处理后尾气，船辅

机发电机产生的燃烧尾气、工艺管线产生的无组织排放的有机废气。

原油装船废气经油气回收装置处理后排放，尾气标准参照执行《储油库大气污染物排放标准》（GB20950-2020）和广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准中较严的限值；无组织排放废气执行《储油库大气污染物排放标准》（GB20950-2020）、广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放和《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）中较严的限值。

船舶废气执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）中第二阶段限值。

表 2.2-2 大气污染物排放执行标准一览表

排气筒 高度	污染因子	有组织排放		无组织排放限值 mg/m ³	执行标准
		排放浓度 mg/m ³	速率 kg/h		
15	非甲烷总烃	120	8.4	4.0 厂区内 6	《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001） 《挥发性有机物无组织排放控制标准》 （GB37822-2019）
	颗粒物	120	2.9	1.0	
	SO ₂	500	2.1	0.4	
	NO _x	120	0.64	0.12	

2.2.2 海洋环境功能区划和执行标准

2.2.2.1 功能区划

（1）近岸海域环境功能区划

根据《关于调整揭阳市近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕473号）和《揭阳市近岸海域环境功能区划调整可行性研究报告》（报批稿），本项目位于资深至石碑山综合功能区，主要功能为港口、一般工业用水，执行三类海水水质标准。本项目依托广东石化项目炼化厂区的污水处理场处理生产和生活废水，达到回用标准后回用。项目所在及周边功能区情况见图 2.2-2 和表 2.2-4。

（2）海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划》（2011~2020 年），项目码头、防波堤和港池等均位于“靖海港口航运区”；依托的广东石化项目原油码头的航道位于“珠海-潮州近海农渔业区”；项目依托的排污口位于“神泉特殊利用区”。项目所在及周边海域海洋功能区具体分布见表 2.2-3、表 2.2-5 和表 2.2-6。

表 2.2-3 项目所在区域和周围海洋功能区划

编号	海洋功能区划	与本项目相对位置关系	功能区类型
1	前詹港口航运区	码头西面约 16km	港口航运区
2	靖海港口航运区	码头、防波堤和港池所在	港口航运区
3	珠海-潮州近海农渔业区	依托航道所在	农渔业区
4	神泉特殊利用区	项目依托排污口所在	特殊利用区
5	神泉海洋保护区	依托排污口东面约 5.4km	海洋保护区
6	前詹海洋保护区	依托航道西面约 1km	海洋保护区

表 2.2-4 近岸海域环境功能区划（揭阳）

标识号	所在城市	功能区名称	范围	宽度 km	长度 km	主要功能	水质目标
221D	揭阳	金海湾旅游功能区	金海湾至客鸟尾	1.0	7.0	旅游，生态保护	二
301	揭阳	靖海湾综合功能区	客鸟尾至资深	1.0		港口、旅游、一般工业用水	三
302A	揭阳	资深至石碑山综合功能区	资深至石碑山	1.5	8.2	港口、一般工业用水	三
302B	揭阳	石碑山至前詹二类功能区	石碑山至前詹	1.0	8.4	养殖、旅游	二
302C	揭阳	前詹至卢园综合功能区	前詹至卢园	1.3	7.3	港口、一般工业用水	三
303	揭阳	澳角浴场区	卢园至澳角	1.0	2	海水浴场、旅游	二
304	揭阳	神泉港区	澳角至临时哨所	2.0	35.5	港口、一般工业用水	三
305	揭阳	惠陆综合功能区	临时哨所至惠陆交界	2.0	2.0	港口、一般工业用水	二 (港池内执行第三类水质标准)
306A	揭阳	浅海渔业区	其余-15 米等深线内浅海	3.8		渔业	一
306B	揭阳	深海排污区	距离隆江河出海口西岸约 3km	1.4	1.4	排污	三

表 2.2-5 《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》海岸基本功能登记表

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
130	A1-17	田尾山-石碑山农渔业区	汕尾市、揭阳市	东至: 116°30'23" 西至: 115°49'43" 南至: 22°43'05" 北至: 22°59'33"	农渔业区	44281 128331	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.严格保护石碑山角领海基点; 3.保护神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求,保障防灾减灾体系建设用海需求; 4.适当保障后湖、石碑角等旅游娱乐用海需求; 5.适当保障港口航运用海需求; 5.经严格论证后,适当保障海上风电用海需求; 6.严禁在曲清河、瀛江、隆江河*口海域围填海,维护防洪纳潮功能,维持航道畅通; 7.合理控制养殖规模和密度; 8.保护国防安全用海要求。	1.保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统,保护龙虾、鲍、鲑、海龟、海胆等重要渔业品种; 2.严格控制源自自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 3.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
133	A2-26	前詹港口航运区	揭阳市	东至: 116°24'17" 西至: 116°21'10" 南至: 22°54'45" 北至: 22°56'18"	港口航运区	1196 7813	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 3.工程建设期间采取有效措施降低对揭阳市神泉渔业市级自然保护区、前詹人工鱼礁区的影响; 4.加强用海动态监测和监管; 5.维持潮汐通道畅通,维护海上交通安全。	1.加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 2.加强海洋环境监测,建立完善的应急体系; 3.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
134	A2-27	靖海港口航运区	揭阳市	东至: 116°34'55" 西至: 116°29'51" 南至: 22°55'25"	港口航运区	2894 28035	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.保障资深渔港、靖海渔港、防灾减灾体系建设用海需求,适当保障临海能源的用海需求; 3.保护砂质海岸、基岩海岸,避免破坏海岸防护林;	1.严格保护客鸟尾石笋等海蚀地貌; 2.加强渔港、港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海;

				北至: 23°01'07"			4.维持航道畅通, 维护海上交通安全; 5. 围填须严格论证, 严格控制在靖海港内围填海, 优化围填海平面布局节约集约利用海域资源; 6.工程建设期间采取有效措施, 严禁对石碑山角领海基点造成影响, 降低对前詹人工鱼礁区的影响, 改善水动力条件和泥沙冲淤环境; 7.加强用海动态监测和监管; 8.优先保障军事用海需求。	3.加强海洋环境监测, 建立完善的溢油事故处理等应急体系; 4.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
--	--	--	--	---------------	--	--	---	---

表 2.2-6 《广东省海洋功能区划(2011~2020 年)》近海基本功能登记表

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
220	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至: 117° 31' 36" 西至: 114° 26' 02" 南至: 21° 49' 34" 北至: 23° 35' 10"	农渔业区	1272845	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.禁止炸岛等破坏性活动; 3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度, 维持渔业生产秩序; 4.经过严格论证, 保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求; 5.优先保障军事用海需求。	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
234	B6-36	前詹海洋保护区	揭阳市	东至: 116° 28' 59" 西至: 116° 25' 59" 南至: 22° 53' 27" 北至: 22° 55' 59"	海洋保护区	2394	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理; 3.禁止炸岛等破坏性活动。	1.保护龙虾、海龟、鲎及其生境, 保护人工鱼礁礁体及礁盘生态系统; 2.加强保护区海洋生态环境监测; 3.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

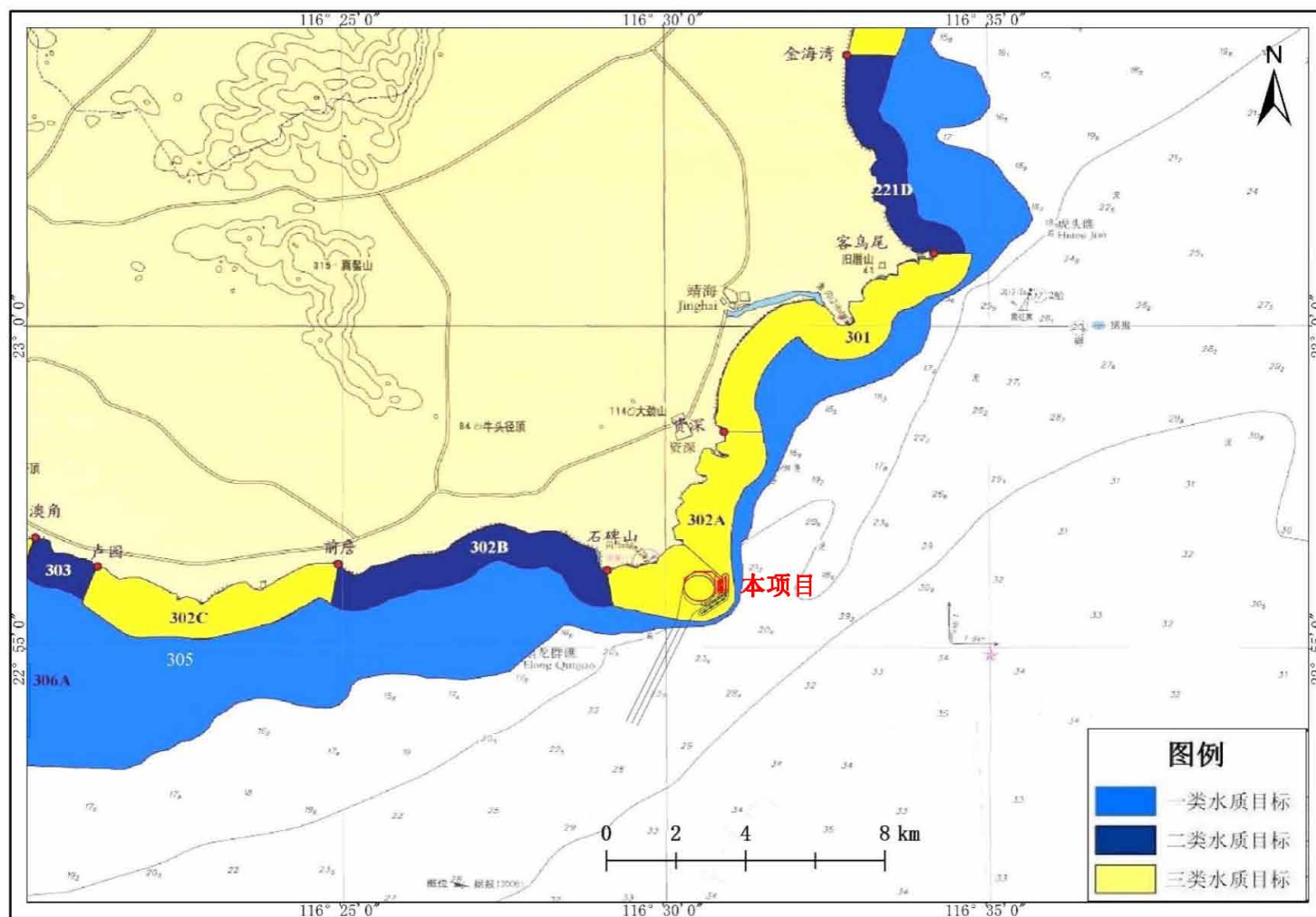


图 2.2-2 项目所在近岸海域环境功能区划示意图



图 2.2-3 项目所在海洋功能区划示意图

2.2.2.2 执行标准

(1) 环境标准

①海水水质

根据《广东省近岸海域环境功能区划》和《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》中不同海域的水质目标中较严的，分别执行相应环境功能区的一、二、三类标准。具体标准值见表 2.2-7。

表 2.2-7 海水水质标准

项目	《海水水质标准》		
	一类标准	二类标准	三类标准
pH 值	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8-8.8
DO	6	5	4
COD _{Mn}	2	3	4
SS	人为增加量 10	人为增加量 10	人为增加量 100
无机氮	0.20	0.30	0.40
活性磷酸盐	0.015	0.030	0.030
石油类	0.05	0.05	0.30
铜	0.005	0.010	0.050
铅	0.001	0.005	0.010
锌	0.020	0.050	0.10
镉	0.001	0.005	0.010
总汞	0.00005	0.0002	0.0002
挥发酚	0.005	0.005	0.010
硫化物	0.02	0.05	0.10

②海洋沉积物质量标准

海洋沉积物质量标准执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的一、二类标准；三类海水控制区的沉积物质量执行二类标准，二类 and 一类海水控制区的沉积物质量执行一类标准。具体标准值见表 2.2-8。

表 2.2-8 海洋沉积物质量标准

标准值	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	石油类	有机碳	硫化物
单位	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	%	$\times 10^{-6}$
一类标准	35	60	150	0.5	0.2	500	2.0	300
二类标准	100	130	350	1.5	0.5	1000	3.0	500

③生物质量标准

双壳贝类生物体质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的一、二类

标准。软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（石油烃除外）含量的评价标准参考《全国海岸和滩涂资源综合监测简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。各评价因子的评价标准具体标准值见表 2.2-9。

表 2.2-9 海洋生物质量标准 (mg/kg)

标准名称	生物类别	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	石油烃
贝类	一类标准	10	0.1	20	0.2	0.5	0.05	1.0	15
	二类标准	25	2.0	50	2.0	2.0	0.1	5.0	50
甲壳类		100	2.0	150	2.0	/	0.2	/	/
鱼类		20	2.0	40	0.6	/	0.3	/	20
软体类		100	10	250	5.5	/	0.3	/	20

(2) 排放标准

本项目污水收集后，依托后方库区污水泵，与库区其他污水一并送至广东石化厂区处理后回用。

根据《中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响报告》及批复（环审〔2019〕76 号），各污染物执行《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）和《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015）直接排放限值，并执行《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）一级标准，各标准从严取值。

表 2.2-10 污水处理场废水排放标准（单位：mg/L，pH 值除外）

序号	污染物	《石油炼制工业污染物排放标准》 (GB31570-2015) 表 1	《石油化学工业污染物排放标准》 (GB31571-2015) 表 1	《合成树脂工业污染物排放标准》 (GB31572-2015) 表 1	《水污染物排放限值》 (DB44/26-2001) 表 4 一级标准	本评价执行标准
1	pH	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	悬浮物	70	70	30	60	30
3	COD	60	60	60	60	60
4	BOD ₅	20	20	20	20	20
5	氨氮	8.0	8.0	8.0	10	8.0
6	总氮	40	40	40	/	40
7	总磷	1.0	1.0	1.0	磷酸盐（以 P 计）0.5	磷酸盐（以 P 计）0.5
8	总有机碳	20	20	20	20	20
9	石油类	5.0	5.0	/	5.0	5.0

2.2.3 声环境功能区划和执行标准

本项目主要位于海域，引桥接陆点周边区域主要为林地和养殖水塘。项目周边执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准，具体见表 2.2-11。

表 2.2-11 声环境质量标准 单位：dB（A）

类别	标准值		标准来源
	昼间	夜间	
2 类	60	50	《声环境质量标准》（GB3096-2008）

营运期噪声排放应对照执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准。具体见表 2.2-12。

表 2.2-12 环境噪声排放标准 单位：dB（A）

阶段	位置	噪声限值		标准来源
		昼间	夜间	
施工期	施工场界噪声	70	55	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
运营期	厂界噪声	60	50	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准

2.2.4 地下水环境功能区划和执行标准

2.2.4.1 揭阳市地下水功能区划分

根据《广东省地下水功能区划》（粤水资源〔2009〕19 号），广东省地下水功能区按两级进行划分。地下水一级功能区划分为开发区、保护区、保留区 3 类，主要协调经济社会发展用水和生态与环境保护的关系，体现国家对地下水资源合理开发利用和保护的总体部署。在地下水一级功能区的框架内，根据地下水资源的主导功能，再划分为 8 类地下水二级功能区。其中，开发区划分为集中式供水水源区和分散式开发利用区；保护区划分为生态脆弱区、地质灾害易发区和地下水水源涵养区；保留区划分为不宜开采区、储备区和应急水源区。地下水二级功能区主要协调地区之间、用水部门之间和不同地下水功能之间的关系。

拟建项目地下水所属区域为韩江及粤东诸河揭阳惠来沿海地质灾害易发区，属于非地下水开发区，对照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中地下水环境敏感程度分级表，项目所在地无地下水资源保护区，且项目周边地

下水质差，无饮用水开发价值，也无村屯分散水井，地下水环境敏感程度为不敏感。揭阳市地下水功能区划分见图 2.2-4。

表 2.2-13 地下水功能区划分体系

地下水一级功能区	地下水二级功能区
开发区	集中式供水水源区
	分散式开发利用区
保护区	生态脆弱区
	地质灾害易发区
	地下水水源涵养区
保留区	不宜开采区
	储备区
	应急水源区

2.2.4.2 执行标准

执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类水质标准，GB/T14848-2017 中未列的标准参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）执行。选用的具体标准值见表 2.2-14。

表 2.2-14 地下水质量标准

污染物名称	标准限值	执行标准
pH（无纲量）	6.5~8.5	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III类标准
总硬度（mg/L）	≤450	
溶解性总固体（mg/L）	≤1000	
耗氧量（mg/L）	≤3.0	
氰化物（mg/L）	≤0.05	
挥发酚（mg/L）	≤0.002	
硫酸盐（mg/L）	≤250	
氯化物（mg/L）	≤250	
氟化物（mg/L）	≤1.0	
硝酸盐（mg/L）	≤20	
亚硝酸盐氮（mg/L）	≤1.00	
氨氮（mg/L）	≤0.50	
铁（mg/L）	≤0.3	
锰（mg/L）	≤0.10	
铅（mg/L）	≤0.01	
镉（mg/L）	≤0.005	
汞（mg/L）	≤0.001	
砷（mg/L）	≤0.01	
镍（mg/L）	≤0.02	
六价铬（mg/L）	≤0.05	

污染物名称	标准限值	执行标准
总大肠菌群 (CFU/100mL)	≤3.0	
石油类 (mg/L)	≤0.3	《生活饮用水卫生标准》 (GB 5749-2006)



图 2.2-4 揭阳市地下水功能区划分

2.3 评价工作等级和评价范围

2.3.1 大气环境影响评价等级和评价范围

本项目采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)推荐的 AERSCREEN 估算模型对污染源进行估算并确定评价等级与范围。

(1) AERSCREEN 估算模式参数选择

根据工程分析结果，对本项目排放污染物的最大地面浓度占标率和第 i 个污染物的地面浓度达标准限值 10% 所对应的最远距离 $D_{10\%}$ 。用 AERSCREEN 模式进行估算。估算参数选择见表 2.3-2，主要大气污染源估算结果表 2.3-3。

估算模式源强考虑装船废气、船舶辅机、动静密封点泄漏。项目周边 3km 范围内主要地表特征为水体，因此按水体进行估算。按季节进行划分，其地表参数列于表 2.3-1。

从估算的结果来看，最远影响距离为船舶辅机排气筒有组织排放对应的 $D_{10\%}$ 525m，根据大气导则本项目评价等级为一级。考虑到评价的完整性，评价范围为以厂区边界外扩 2.5km 的矩形区域（6470m×7100m）。

评价范围见图 2.3-1 大气环境影响评价范围。

表 2.3-1 估算模式中应用的地表参数

序号	扇区	时段	正午反照率	BOWEN	粗糙度
1	0-360	冬季	0.14	0.1	0.0001
2	0-360	春季	0.12	0.1	0.0001
3	0-360	夏季	0.1	0.1	0.0001
4	0-360	秋季	0.14	0.1	0.0001

表 2.3-2 AERSCREEN 估算模型参数选择

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/℃		36.4
最低环境温度/℃		5.7
土地利用类型		水体
区域湿度条件		潮湿
是否考虑地形	考虑地形	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率/m	90
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	0.03
	岸线方向/°	0
	岸线距离/km	0.001
	岸线方向/°	90

表 2.3-3 本项目大气污染源估算结果

装置名称	排放源名称	污染物			备注
		名称	$P_{\max}(\%)$	$D_{10\%}(m)$	
装船废气	油气回收排气筒	NO _x	6.86	0	逆温烟熏
		SO ₂	1.16	0	逆温烟熏
		PM ₁₀	1.34	0	逆温烟熏
		NMHC	2.98	0	逆温烟熏
船舶辅机	船舶辅机排气筒	NO _x	10.31	227	逆温烟熏

		SO ₂	16.50	227	逆温烟熏
		PM ₁₀	1.53	0	逆温烟熏
密封点泄漏	密封点泄漏	NMHC	33.01	525	/

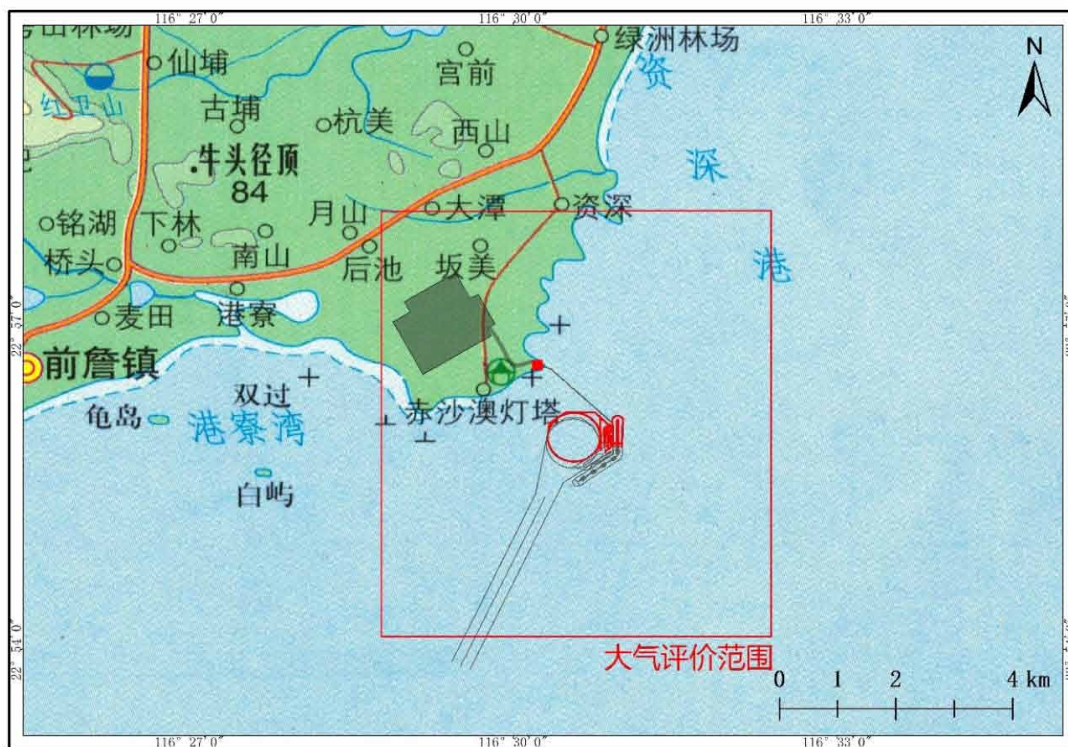


图 2.3-1 大气环境影响评价范围

2.3.2 水环境影响评价等级和评价范围

(1) 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): 本工程废水年产生量约 4361m³/a, 拟通过广东石化炼化厂区的污水厂处理后回用, 评价等级为三级 B; 项目防波堤、港池开挖等, 工程垂直投影面积及外扩范围 $0.15 < A1 < 0.5 \text{ km}^2$, 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, $0.5 < A2 < 3 \text{ km}^2$, 据此判断评价等级为二级。

根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS105-2021)(表 2.3-4), 本项目除水文动力和生态为一级外, 其余水质和沉积物、冲淤环境影响评价等级为二级。

表 2.3-4 海港工程评价等级划分表

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
油气化工码头工程	现有港区	重要生境	—*	一	二	二

*本项目疏浚施工产生悬浮物影响涉及生态红线区，生态等级调为一级。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）（表 2.3-5），码头工程依托现有工程的基础上，延长 450m 防波堤，新增 420m 透水构筑物码头泊位一个，港池疏浚面积约 22.7ha，疏浚量 $120.43 \times 10^4 \text{m}^3$ （含炸礁 $14.01 \times 10^4 \text{m}^3$ ）。码头所在海域属于生态敏感海域。根据建设项目的特点和评价海域环境特征，判定海洋水动力环境评价等级为 1 级、海水水质评价等级为 1 级、海洋沉积物评价等级为 1 级、海洋生态评价等级为 1 级、冲淤环境评价等级为 3 级。

综合以上判据，项目所在海域较为敏感，码头运输物质单一，全部为原油；施工期疏浚作业持续时间较长，海洋环境影响评价工作等级为一级。

（2）评价范围

结合工程特征、评价等级、所在海区的水动力条件、可能影响的范围和敏感目标分布情况，确定本项目海洋环境影响评价范围：以码头为中心，沿潮流涨落方向考虑水文动力环境评价要求（纵向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，垂向不小于 5km），并结合本项目特点适当外扩，作为海洋环境影响评价边界，评价范围为 472km^2 ，评价范围见图 2.3-2。

表 2.3-5 海洋水文动力、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
围海、填海、海上堤坝类工程	海上堤坝	长度 1km~0.5km	生态环境敏感区	2	2	2	2
海上和海底物资储藏设施	原油储运、输送工程	所有规模	生态环境敏感区	1	1	1	1
其他海洋工程	水下基础开挖等工程：疏	开挖、疏浚、冲（吹）填倾倒量	生态环境敏感区	2	1	2	1

	浚、冲（吹）填等工程	$300 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 50 \times 10^4 \text{m}^3$					
	水下炸礁（岩）、基础爆破基淤积、海水中和海床爆破（勘探）等工程	爆破挤淤、炸礁（岩）量大于 $6 \times 10^4 \text{m}^3$	生态环境敏感区	1	1	2	1

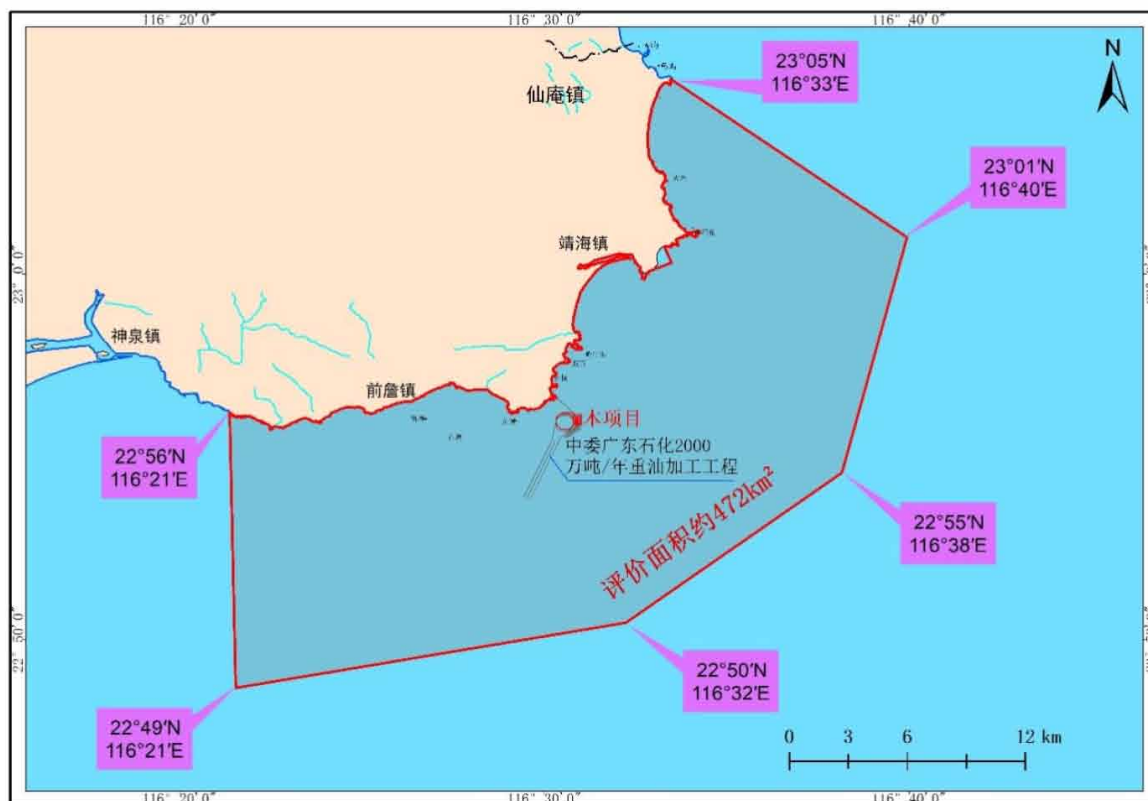


图 2.3-2 水环境影响评价范围

2.3.3 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），评价工作等级的划分应依据建设项目行业分类和地下水环境敏感程度分级进行判定，可划分为一、二、三级。

（1）建设项目行业分类

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，本项目行业类别属于 S 水运 129 油气、液体化工码头，属 II 类建设项目。

（2）建设项目场地的地下水环境敏感程度

建设项目场地地下水环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，本项

目紧邻海岸线，且评价范围内无集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区及其补给径流区；无未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；无分散式饮用水水源地；无特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区及以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区，因此本项目地下水环境敏感程度属不敏感。分级原则及建设场地地下水敏感程度分类见表 2.3-6。

表 2.3-6 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	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，在建和规划的饮用水水源）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它保护区，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，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未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他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。

(3) 地下水环境影响评价工作等级

综上所述，依据建设项目行业分类及项目的地下水环境敏感程度分级，参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中建设项目评价工作等级分级，判断本建设项目地下水环境影响评价工作等级为三级，详见表 2.3-7。

表 2.3-7 评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	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

(4) 调查评价范围

依据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016) 要求, 地下水环境现状调查与评价工作范围应包括与建设项目相关的地下水环境保护目标, 以说明地下水环境的现状, 反映调查评价区地下水基本流场特征, 满足地下水环境影响预测和评价为基本原则。本项目的调查评价范围确定为南至海岸线, 北至坂美村一线, 东西方向均延伸至海岸线。评价范围总计 6.52km², 详见图 2.3-3。



图 2.3-3 地下水环境影响评价范围

2.3.4 声环境影响评价等级

本项目主体位于揭阳市惠来县靖海镇坂美村对开海域，周边无学校、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）2 类区。

项目建成投产后敏感目标噪声级增高量小于 3dB（A）。项目建成后，基本不对周围人口造成影响。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。

噪声评价范围为厂界外 200m。

2.3.5 环境风险评价等级

（1）评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的环境风险评价等级确定方法，考虑原油临界量 2500t，按照管道、港口/码头确定行业及生产工艺，本项目危险物质及工艺系统危险性分级为 P2。环境敏感程度方面，大气环境敏感程度为 E2；地表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 I V 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 1 级，大气环境风险评价等级为 2 级。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》、《水上溢油环境风险评估技术导则》和《船舶污染海洋环境风险评价技术规范》（试行）的相关规定，结合工程性质、工程规模和工程所在地的环境特征，本项目环境风险评价等级确定为一级。

（2）评价范围

海洋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；即以工程所在区域为中心，向东、西 50km 覆盖惠来海域，向南扩展至 30km，向北至陆域岸线。

2.3.6 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》（HJ964-2018），建设项目土壤环境影响评价工作等级的划分应依据建设项目行业分类和土壤环境敏感程度分级进行判定：

建设项目行业分类：对照《环境影响评价技术导则—土壤环境》（HJ964-2018）附录 A，本项目不包含储库，因此属于“交通运输仓储邮政类”中“其他”类，按土壤环境影响评价项目类别划分为 IV 类。

本项目可不开展土壤环境影响评价。

2.4 评价内容和评价重点

2.4.1 评价内容

本项目海上部分包含码头泊位、防波堤和港池疏浚工程（含炸礁），陆上部分包括油气回收装置，海陆通过引桥及管线连接。引桥、部分港池、全部的进出港航道及其他部分的配套设施依托广东石化项目。根据拟建工程特点和周围区域环境特征，评价内容包括自然与社会环境现状调查，环境质量现状调查与评价、工程分析，环境影响预测与评价，环境风险分析，环境保护措施与经济技术论证，污染物排放总量控制分析，环境管理与环境监测制度建议，环境经济损益分析，评价结论与建议。

2.4.2 评价重点

根据拟建项目对环境影响的特点，以工程分析为基础，重点进行大气环境影响评价、海洋环境影响评价、环境风险评价、固体废物影响评价、污染防治措施和经济技术论证等。

2.5 环境影响要素识别和评价因子筛选

2.5.1 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 2.5-1。

本项目对环境的影响是多方面的，包括短期的、可恢复的影响；也存在长期的影响。施工期主要表现在对海洋环境、环境空气和声环境影响；但是影响都是短暂的，随着施工期的结束影响也随之结束；营运期对环境的不利影响是长期存在的：运营过程中主要对大气环境和海洋环境产生一定程度的影响。

项目主要的正面影响是对地方经济发展和国家能源安全起到正面的作用。

表 2.5-1 环境影响要素识别一览表

类别		环境影响要素识别一览表			
		环境空气	海洋环境	地下水环境	声环境
施工期	水下施工	△	△△△		△
	水上建筑施工	△	△		△
	设备安装	△	△		△
运营期	运营	▲▲	▲		▲

△和▲分别代表短期和长期影响，数量越多表示影响越大

2.5.2 评价因子筛选

根据项目特点和区域的环境特征，判别项目在施工期和营运期对环境影响因素和影响程度，确定项目施工期和营运期可能产生的主要环境问题，筛选出主要评价因子见表。

表 2.5-2 环境影响评价因子一览表

阶段	环境要素	现状评价（调查）因子	影响预测（分析）因子
施工期	大气环境	SO ₂ 、NO _x 、NMHC、PM ₁₀ 、PM _{2.5}	
	声环境	LAeq	LAeq
	海水水质	水温、pH 值、盐度、SS、DO、COD _{Mn} 、活性磷酸盐、无机氮、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr	施工期 SS
	海洋沉积物	有机碳、石油类、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Hgr	---
	生物体质量	种类：双壳贝类、鱼类、甲壳类和软体类。 因子：汞、铜、铅、镉、锌、砷、石油烃，共 7 项。	---
	海洋生态	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮间带和底栖生物	生态损失
	渔业资源	鱼卵仔鱼、游泳动物渔获物种类组成、渔获物生物学特征、优势种分布、渔获量分布和资源密度（重量、尾数），以及渔业生产情况	生态损失
	固体废物	一般固废、船舶垃圾、危险废物、疏浚物弃渣	生活垃圾、危险固废

阶段	环境要素	现状评价（调查）因子	影响预测（分析）因子
	环境风险	施工期船舶溢油	燃料油
营运期	大气环境	SO ₂ 、NO _x 、NMHC、PM ₁₀ 、PM _{2.5}	SO ₂ 、NO _x 、NMHC
	声环境	LAeq	LAeq
	地下水	H、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐氮、挥发酚、氰化物、汞、六价铬等	石油类
	海水水质	水温、pH 值、盐度、SS、DO、COD _{Mn} 、活性磷酸盐、无机氮、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr	COD、氨氮、石油类
	海洋沉积物	有机碳、石油类、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Hgr	COD、氨氮、石油类
	海洋生态	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮间带和底栖生物	生态损失
	生物体质量	汞、铜、铅、镉、锌、砷、石油烃	——
	海洋渔业资源	鱼卵仔鱼、游泳动物渔获物种类组成、渔获物生物学特征、优势种分布、渔获量分布和资源密度（重量、尾数），以及渔业生产情况	生态损失
	固体废物	船舶垃圾	船舶垃圾
	环境风险	溢油（原油）	原油、燃料油
		装船尾气	非甲烷总烃

2.6 环境保护目标

在现场踏勘与调查的基础上，识别项目所在海域及周边陆域环境保护目标。

2.6.1 陆域环境保护目标

项目建设内容大部分位于海上，陆上部分为处理装船废气的油气回收装置和变电所一座，均位于引桥连接陆域处。油气回收装置周边约 2km 范围内均为林地、农田、鱼塘或荒地。距离项目 3km 范围内，仅有**坂美村**。

陆域环境保护目标及附近村庄见图 2.6-1。

表 2.6-1 陆域环境保护目标及附近村庄情况表

村庄名称	距离	方位	保护内容	人口	东经	北纬
坂美村	2300	NW	环境空气	4633	116.493	22.959
大潭村	3365	NE	/	2365	116.485	22.965
月山村	3700	NW		1278	116.474	22.965
后池村	3276				116.477	22.965
西山村	3106	NE		717	116.474	22.972
资深村	3020	N		17870	116.507	22.967



图 2.6-1 陆域环境保护目标及附近村庄示意图

2.6.2 海洋环境保护目标

评价海域涉及的海洋环境保护目标包括四大类：（1）自然保护区；（2）渔业资源养护区和水产养殖区；（3）旅游度假区；（4）海洋生态红线区。

海域保护目标见表 2.6-2，项目所在区域周围的海洋生态红线区和自然岸线保有情况见表 2.6-3；敏感保护目标、生态红线区和自然岸线保有情况见图 2.6-3 和图 2.6-2。

表 2.6-2 海洋敏感保护和关心目标

序号	类别	名称	保护对象	方位距离（项目边界）		范围与面积	管控要求	备注
				方位	距离			
1	自然保护区	揭阳龙虾自然保护区	龙虾	西	2.6km	116°26'01"E/22°53'59"N, 116°29'01"E/22°55'18"N, 116°26'01"E/22°53'24"N, 116°29'01"E/22°53'25"N 保护区总面积约 1172 公顷。	保护龙虾、海龟和鲎及其生境，保护人工鱼礁礁体。水质、沉积物和生物体均执行一类标准。	市级，来源于《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》
2		揭阳市海龟、鲎市级自然保护区	海龟、鲎	西	2.2km	116°26'00"E/22°55'59"N, 116°29'00"E/22°56'00"N, 116°26'00"E/22°54'26"N, 116°29'00"E/22°55'35"N 保护区总面积约 934.6 公顷。		
3	渔业资源养护	前詹人工鱼礁区	水质、礁体	西	2.2km	116°26'00"~116°29'00"、 22°54'00"~22°56'00"，已投放礁体 1914 个	保护龙虾、海龟和鲎及其生境，保护人工鱼礁礁体。水质、沉积物和生物体均执行一类标准。	实际存在范围与龙虾、海龟和鲎自然保护区重叠。
4		幼鱼幼虾保护区	水质	项目所在		-20m 以浅海域	每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼幼虾为主的作业船只进入本区生产	农业部第 189 号公告
5		前詹高位养殖区	水质	北、西	120m（相对油气回收装置）		执行《渔业水质标准》	高位养殖
6	旅游度假区	绿洲度假旅游区	水质	北	3.2km	东至：116°32'05" 西至：116°30'46" 南至：22°58'21" 北至：23°00'22" 112.2 公顷	海水水质执行二类标准，沉积物一类标准	现有旅游区
7		惠来金海湾度假旅游区	水质	北	12.8km	东至：116°33'26" 西至：116°32'45" 南至：23°03'08" 北至：23°04'41" 242.3 公顷		

序号	类别	名称	保护对象	方位距离（项目边界）		范围与面积	管控要求	备注
				方位	距离			
8	其他	石碑山领海基点	地质地貌	西北	1.1km	北：22°56'6.00" 东：116°29'42.00"	1、领海基点保护范围外边界距离领海基点所在位置原则上不小于 300 米；2、禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变区域地形、地貌的活动；3、禁止损毁或者擅自移动临海基点标志和领海基点保护范围标志。	领海基点

表 2.6-3 项目所在区域周围的海洋生态红线区和自然岸线保有情况

海洋生态红线区					
功能区编号	生态红线区名称	相对位置关系	类型	生态保护对象	管控措施和环境保护要求
208	惠来县人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区	排污口（依托）E2.9km	重要渔业海域	渔业资源及海域生态环境	管控措施：禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动，禁止破坏性捕捞方式，严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定，禁止排放有毒、有害物质，禁止新设排污口。环境保护要求：严格执行海水水质标准和海洋沉积物质量要求，防治污染，改善现有海水环境质量状况。不改变或基本不改变原有水动力环境，保护海洋生态系统。合理控制养殖规模和密度，改善养殖结构，加强渔业资源的保护与修复。
209	神泉珍惜濒危物种集中分布区限制类红线区	排污口（依托）口 E5.0km	珍惜濒危物种集中分布区	西施舌及海域生态环境	管控措施：禁止围填海，禁止实施对濒危物种有影响的开发建设活动。维持海域自然属性，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源。禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防治船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。环境保护要求：禁止新设污染物集中排放口，禁止排放有毒、有害物质，海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，保持海洋水文动力维持原状。

210	神泉芦园湾重要滨海旅游区限制类红线区	排污口（依托）NE8.1km	重要滨海旅游区	砂质岸线及海域生态环境	管控措施：禁止围填海，依据海域生态环境承载力，控制旅游区开发强度。实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。禁止从事可能改变和影响滨海旅游的开发建设活动，对受损海岸生态环境进行修复。严格保护砂质海岸与基岩海岸。环境保护要求：生产废水、生活污水须达标排放；加强海域生态环境监测；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
211	前詹重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	码头 W6.3km	重要砂质岸线及邻近海域	砂质岸线	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑物和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。环境保护要求：海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保持海洋水文动力维持原状。
212	前詹珍惜濒危物种集中分布区限制类红线区	码头 S1.2km	珍惜濒危物种集中分布区	珍惜濒危物种及其生境	管控措施：禁止围填海，禁止实施对濒危珍稀物种有影响的开发建设活动。维持海域自然属性，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源。禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防治船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。环境保护要求：禁止新设污染物集中排放口，禁止排放有毒、有害物质，海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，保持海洋水文动力维持原状。
213	鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区	港池边界 W585m	特别保护海岛	石碑山领海基点	管控措施：维护主权权益，严格保护海岛自然地形、地貌，禁止炸岛、海岛采石、采挖海砂等可能危害主权权益及破坏海岛生态系统的开发活动，禁止损毁领海基点标志，加强主权权益设施建设。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。
214	鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区	依托航道在红线内；港池 W60m	特别保护海岛	石碑山领海基点	管控措施：维护主权权益，严格保护海岛自然地形、地貌，禁止炸岛、海岛采石、采挖海砂等可能危害主权权益及破坏海岛生态系统的开发活动，禁止损毁领海基点标志，加强主权权益设施建设。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。

215	绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	码头 N3.5km	重要砂质岸线及邻近海域	砂质岸线	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。环境保护要求：海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保湿海洋水文动力维持原状。
216	客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区	码头 NE9.4km	自然景观与历史文化遗迹	石笋海蚀地貌及自然景观	管控措施：禁止围填海、填海连岛、实体坝连岛、建造永久构筑物、采挖海砂及其他可能破坏海岛生态系统或改变海岛自然地形地貌的行为，加强对受损海岛生态系统的整治与修复。禁止设置直排排污口、爆破作业等危及文化遗迹安全的，有损海洋自然景观的开发活动，保护历史文化遗迹、海岛地质地貌景观，控制旅游开发强度。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。环境保护要求：生产废水、生活污水须达标排放；加强海域生态环境监测。
大陆保有自然岸线					
编号	自然岸线保有名称	与本项目的位 置关系	类型	生态保 护目标	管控措施和环境保护要求
194	芦园村	码头 W13.0km	砂质岸线	自然岸线及潮滩	维持自然岸线属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂，围填海、倾废等可能诱发海滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线整治与修复
195	沟疏村	码头 W11.7km	砂质岸线		
196	港寮湾	依托引桥接陆点 W16m	砂质岸线		
197	资深湾	依托引桥接陆点 NW 65m	砂质岸线		
198	靖海内港	码头 N6.5km	修复岸线		
海岛保有自然岸线					
序号	名称	与引桥根部相 对位置	类型和保护对象		管控措施

290	伯公后礁	N 87m	海岛岸线	<p>1、以国家规定的红线指标为标准，维持岸线自然属性导向，限制实施可能改变海岛自然岸线（滩）生态功能的开发建设活动，严禁占用岸线进行围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂；2、对于有居民海岛，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态；3、对于无居民海岛，已划定的保有自然岸线原则不得占用，如确实因国防安全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则；4、根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于因国防安全或重大项目建设需占用海岛自然砂质岸线的，应维持使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。</p>
305	伯公后一岛	N 194m		
378	伯公后二岛	N 259m		
322	伯公后三岛	N 306m		
348	三脚桌礁	N 449m		
383	大石尾南岛	N 581m		
359	大石尾西岛	N 565m		
406	大石尾	N 652m		
299	大石尾北岛	N 686m		
281	外梗	N 848m		
404	外梗北岛	N 913m		
266	中梗	N 908m		
301	中梗西岛	N 926m		
336	中梗北岛	N 1.0km		
276	鸡椒礁	W 1.0km		
313	头根仔	N 1.3km		
269	潭口礁南岛	N 1.5km		
307	东西礁	W 1.5km		
370	潭口礁	N 1.6km		
319	胶雷礁南岛	N 1.8km		
392	棋盘礁	N 1.9km		
271	胶雷礁	N 1.9km		
355	角屿	W 1.9km		
325	胶雷礁东岛	N 2.0km		

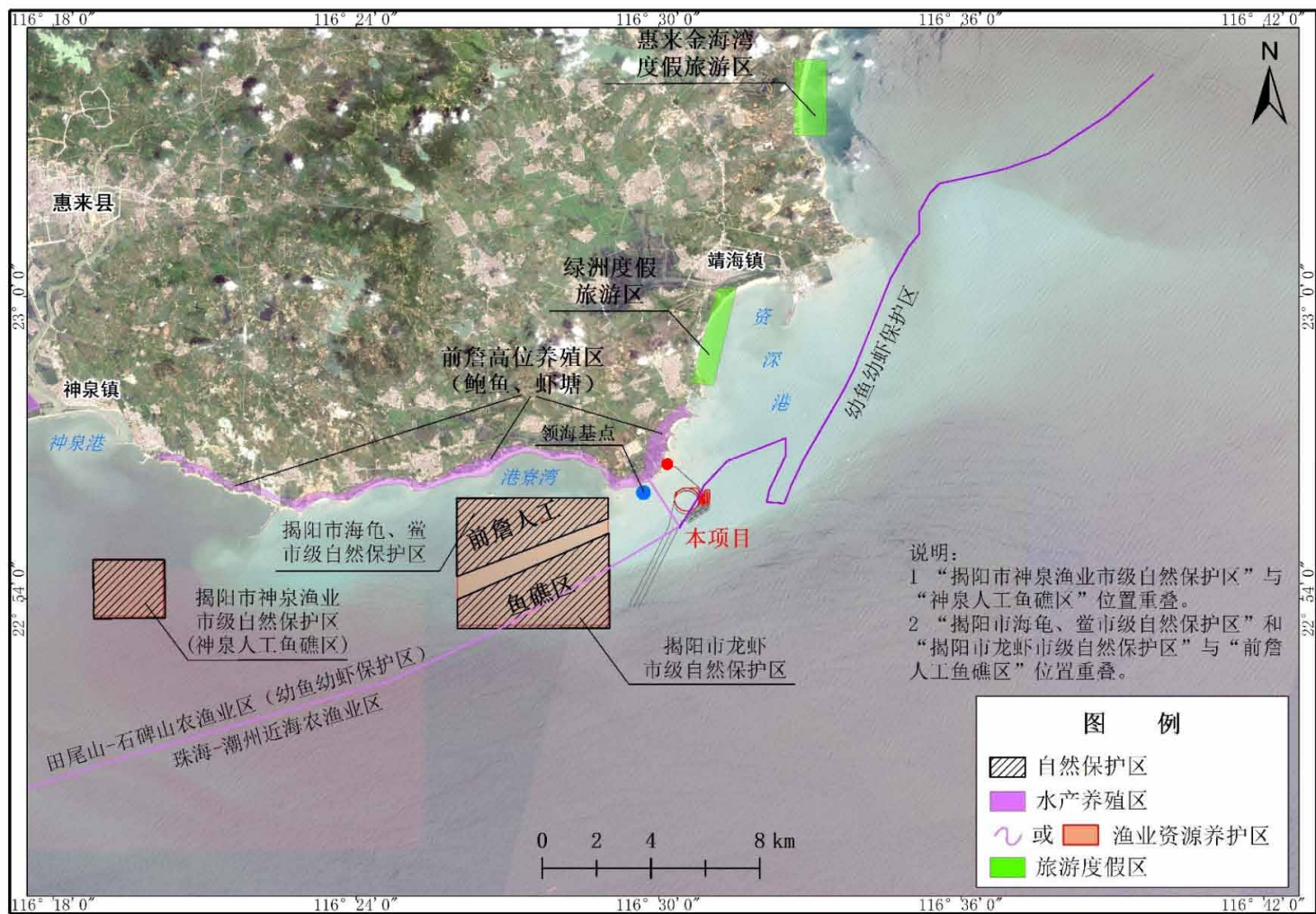


图 2.6-2 项目周边海域环境保护目标分布图（保护区）

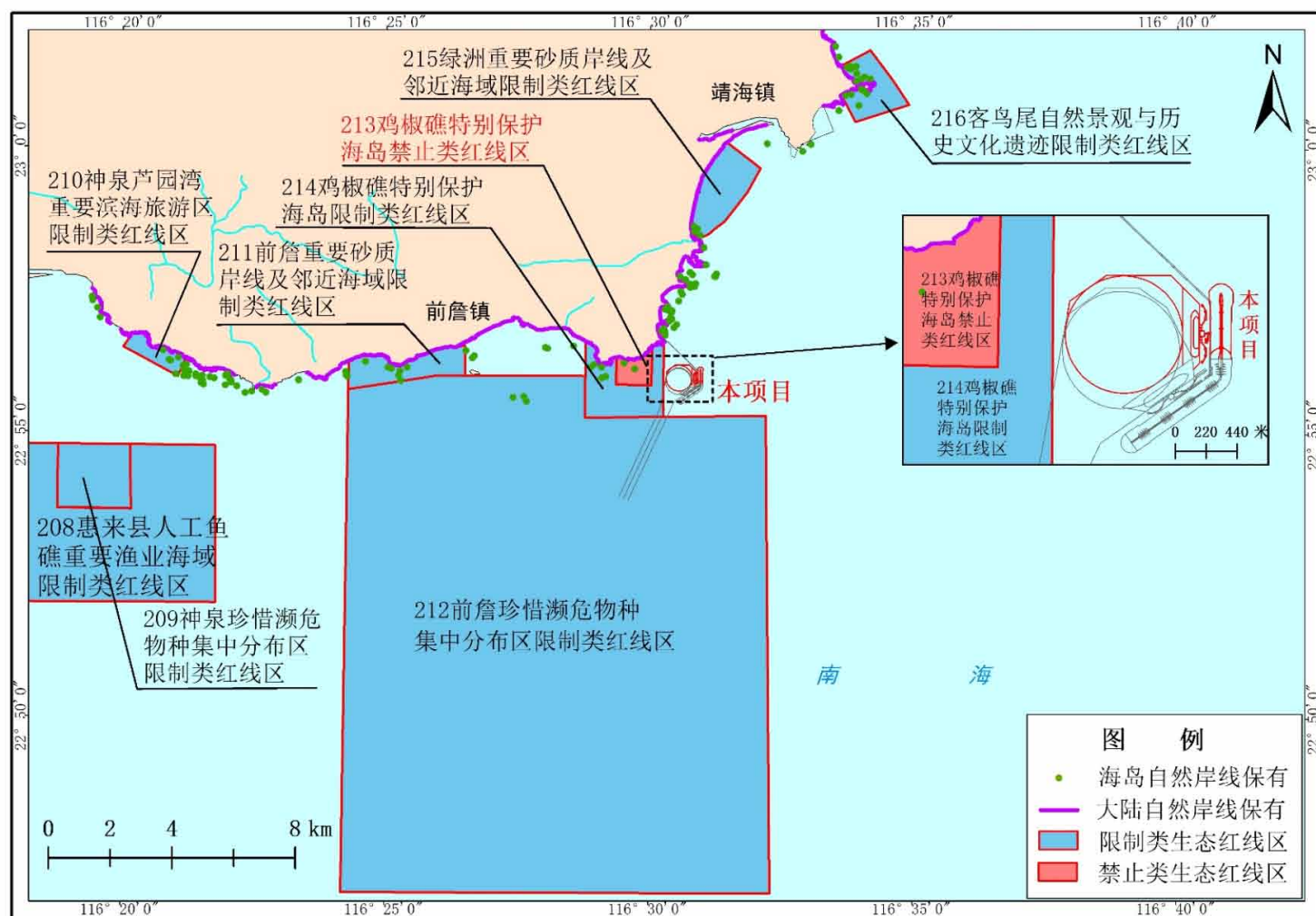


图 2.6-3 本项目与《广东省海洋生态红线》红线区、保有大陆自然岸线的位置关系

3 工程概况

3.1 建设项目名称、性质、规模、地理位置

建设项目名称：广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程配套码头工程

建设项目性质：新建

业主单位：中国石油天然气股份有限公司商业储备油分公司

地理位置：惠来资深石碑山海域，前詹镇坂美村南面海域。位于现有广东石化项目原油码头北侧，地理位置见图 3.1-1。

工程规模和组成：本项目拟建设 1 个 30 万吨级原油泊位（兼顾停靠 5~30 万吨油轮靠泊），岛式防波堤 1 座及相应的配套设施。原油吞吐量预计为 1450 万吨/年。装卸物料、船型见表 3.1-1。主要技术指标及工程量见表 3.1-2。

工程工期和投资：工程总投资 15.7 亿元，施工期 24 个月。

定员：码头区只配备必要的生产人员 17 人，作业按四班三倒考虑。

表 3.1-1 项目主要货种和船型

货种	流向	运量（万吨/年）	船型（DWT）
原油	装船	725	5 万~15 万吨
	卸船	725	15~30 万吨

表 3.1-2 主要技术指标及工程量

序号	工程组成	建设项目	单位	数量	备注
1	主体工程	30 万吨级原油码头	座	1	泊位长度为 420m，码头面顶高程 13m
2		工作平台	座	1	顶高程 13m，平面尺寸 32×40m
3		系缆墩	座	6	顶高程 7.0m，其中 4#系缆墩平面尺寸 15m×15m，其余系缆墩平面尺寸 10m×12m
4		靠船墩	座	2	顶高程 7.0m，平面尺寸 16m×18m
5		支引桥	m	22.5	宽 8.5m；连陆引桥依托 1#码头
6		钢联桥	座	8	宽 3.5m
7		防波堤	m	450	斜坡式结构
8		2#工作楼	座	1	平面尺寸 30×10.5m，2 层，平面尺寸 34m×16.5m；平台与引桥连接桥长 40m，宽 6m
9		防疫消毒楼	座	1	平面尺寸 51m×12m，2 层；平台平面尺寸 55×21m
10		疏浚工程量	万 m ³	120.43	含 14.01 万 m ³ 炸礁
11		定员	人	17	四班三倒
12	配套工程	工艺管道	套	1	2 根 DN1000 的主管，配置 1 根 DN600 油气回收管

13		油气回收	套	1	处理能力 6000m ³ /h，采用“脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧”工艺
14		供电	套	1	包含本码头平台和 2#工作楼内的供电照明系统。2#工作楼内建变电所 1 座，取电自 1#泊位变电所。
15		供水系统	套	1	依托 1#码头供水主管，设 1 根 DN150 引至本码头
16		排水系统	套	1	依托 1#码头排水主管，排至库区污水收集池后送至广东石化厂区处理后回用
17	依托工程	消防系统	套	1	设消防炮塔 2 座，海水泵房、泡沫间和消拖船依托 1#工程，
18	/半	控制系统	套	1	依托 1#泊位并做扩展或扩容
19	依托工程	通信系统	套	1	船岸通信和辅助靠泊独立设置；其余依托后方陆域通信系统
20		导助航	套	1	新设 1 座南方位标
21		污水处理	依托送至后方库区后，与库区废水一并送至广东石化厂区污水处理场处理后回用		
22		锚地	依托 1#码头		
23		航道			
24		抛泥区	待定		



图 3.1-1 项目地理位置图

3.2 总平面布置

3.2.1 设计船型

根据船型分析结果，本项目设计代表船型的尺度见下表。

表 3.2-1 原油船设计船型尺度表

设计船型(DWT)		全长 L(m)	型宽 B(m)	型深 D(m)	满载吃水 T(m)
原油	300,000	334	60.0	31.2	22.5
	250,000	333	60.0	29.7	19.9
	150,000	274	50	24.2	11.7
	120,000	265	45	23	16
	100,000	246	43	21.4	14.8
	80,000	243	42	20.8	14.3
	50,000	229	32.2	19.1	12.8

3.2.2 码头、防波堤布置

广东石化原油码头工程在建 1 座岛式防波堤，防波堤呈“L”型布置，总长度为 920.4m。

本工程防波堤在广东石化原油码头工程防波堤的基础上，沿在建连陆引桥外侧向北向西延伸 450m。

本工程原油码头布置于连陆引桥（在建）的内测，与防波堤平行布置。码头呈蝶形布置，泊位长度为 420m。码头由 1 座工作平台（40m×32m）、4 座靠船墩（16m×18m）、6 座系缆墩（15m×15m）和 8 座钢联桥（宽 3.5m）组成。

码头工作平台两侧分别设置 2 个靠船墩，靠船墩中心距分别为 68m 和 110m，可满足本工程设计船型和兼顾船型船舶的安全靠泊要求。

工作平台通过长 22.5m，宽 8.5m 的支引桥与转换平台（在建）相接。

支引桥南侧布置 1 座工作楼，平面尺寸 30×10.5m，共 2 层。工作楼平台平面尺寸 34×16.5m。通过 40m×6m 的连接桥连接转换平台。

支引桥北侧布置 1 座防疫消毒楼，平面尺寸 55×12m，共 2 层、防疫消毒楼平台平面尺寸 51×21m，通过 20m×3.75m 的连接桥连接转换平台。

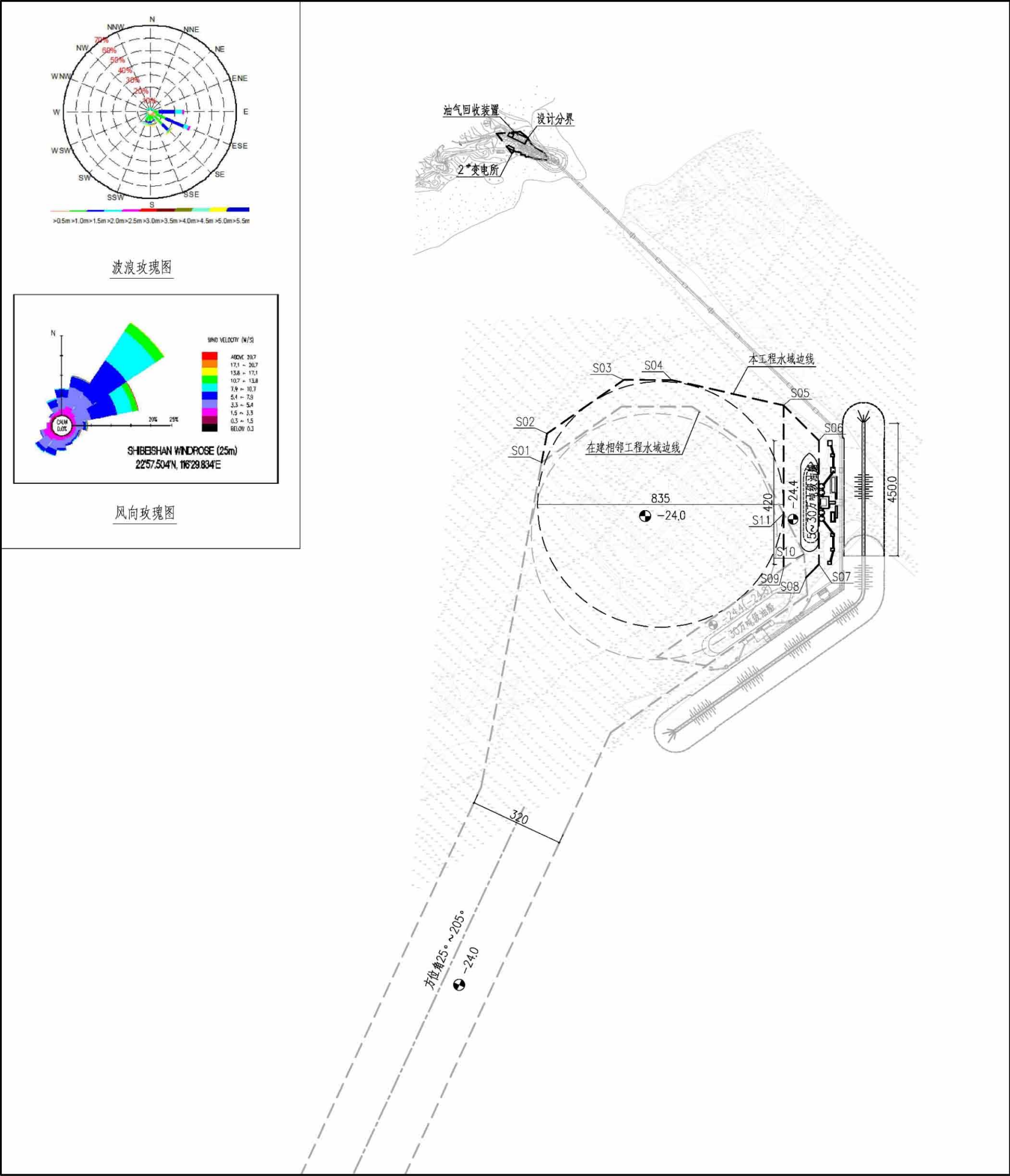
3.2.3 水域布置

码头前沿停泊水域宽 120m，设计底高程为-24.4m；回旋水域与 1#泊位共用，直径 835m（2.5 倍设计船长），设计底高程与航道一致取为-24.0m。工程总平面布置见图 3.2-1。

本项目航道依托 1#泊位现有航道。

3.2.4 陆域工程

本项目陆域工程包括油气回收装置一座，设置在引桥接陆点的根部。



3.3 装卸工艺

3.3.1 主要装卸货种特性

本项目装卸货种全部为原油，包括低凝原油、Merey16 原油、伊朗原油和巴士拉原油。货种特性见下表 3.3-1。

表 3.3-1 货种特性一览表

原油品种	低凝原油	Merey16 原油	伊朗重油	巴士拉重油
属性分类	轻质原油	高硫重质原油	高硫中质原油	高硫重质原油
功能	商业储备 P1561601 中转 广东石化保障	广东石化卸船 中转	广东石化卸船 中转	广东石化卸船 中转
比重 API	30	16	28.48	23.3
密度 20℃ (g/cm ³)	0.87	0.96	0.88	0.91
运动粘度 (mm ² /s)	20℃	21.5	1782.7	19.33
	30℃	/	736	/
	40℃	7.9	372.9	10.01
倾点 (℃)	-57	-12	-24	-24
雷德蒸汽压, kPa	35.85	10.7	29	/
S (%)	2	2.49	1.62	4.19

3.3.2 流量和运输船型

表 3.3-2 运输船型和流量

货种	流向	运量 (万吨/年)	船型 (DWT)	备注
原油	装船	725	50000~150000	
	卸船	725	150000~300000	

3.3.3 泊位可作业天数和年通过能力

不同船型的作业天数和综合设计通过能力见表 3.3-3 和表 3.3-4。

表 3.3-3 不同船型年可作业天数

船型	作业天数
5~12 万吨级原油船	288
15~30 万吨级原油船	298

表 3.3-4 码头综合设计通过能力表

装卸	船舶吨级 (万吨)	tz (h)	tf+tp+th (h)	Ty (d)	Ap (%)	承载量 比例 (%)	单一船型 泊位通过 能力	Pt (t)
卸船	30	40	10	298	55	18	2242	1450
	25	38	10	298	55	15	1946	
	20	35	9	298	55	10	1698	
	15	30	9	298	55	7	1437	
装船	15	27	9	298	55	10	1557	
	12	21.5	9	288	55	10	1420	
	10	18	9	288	55	10	1337	
	8	15	8	288	55	10	1256	
	5	14	8	288	55	10	820	

3.3.4 装卸工艺方案

3.3.4.1 主要经济技术指标和工艺方案

(1) 主要经济技术指标表

表 3.3-5 主要经济技术指标表

序号	项目		单位	数量	备注
1	计划任务量	30 万吨级泊位	万吨/年	1450	
2	设计通过能力	30 万吨级泊位	万吨/年	1450	
3	船舶在港 停靠时间	5 万吨级	小时	22	净装船时间为 14h
		8 万吨级		23	净装船时间为 15h
		10 万吨级		27	净装船时间为 18h
		12 万吨级		30.5	净装船时间为 21.5h
		15 万吨级		36	净装船时间为 27h
		15 万吨级		39	净卸船时间为 30h
		20 万吨级		44	净卸船时间为 35h
		25 万吨级		48	净卸船时间为 38h
		30 万吨级		50	净卸船时间为 40h
4	设计泊位利用率		%	55	
5	装卸工人		个	14	四班三倒

(2) 工艺方案

1) 装卸臂配置

本工程货种装卸船作业均采用国产设备，ERC 进口（含进口 QC/DC）。装

卸臂由制造厂装配绝缘法兰，配带声光报警系统。当船舶即将漂移超过允许范围，声光报警系统报警，提醒操作工人采取相应措施，避免事故发生。

2) 装卸主管配置

原油码头装卸船共设置 2 根 DN1000 的主管。配置 1 根 DN600 的主管用于原油装船油气回收。

- 3) 原油码头工作平台装卸臂后侧设电动切断阀，事故时关断；码头与库区设计分界处即水陆域交界处设电液动紧急切断阀，常开，事故时关断。
- 4) 原油装卸作业完毕后，打开装卸臂顶部的真空阀，外臂内的残液自流到船舱内，内臂、立柱内和阀区的残液用扫线泵抽到相应的主管内。只有装卸臂全部排空卸压后方可和船舶脱开。
- 5) 原油管道热力补偿采用直管压力平衡波纹补偿器，局部采用管道自然弯曲补偿；
- 6) 原油码头配置 1 台扫线泵，用于装卸完毕后阀区和装卸臂内臂扫线。主管扫线采用饮用水从码头向库区顶挤。
- 7) 为便于上下船舶 30 万吨级泊位设置登船梯 1 台。
- 8) 原油卸船计量采用油罐和油舱检尺方式。装船利用陆域计量站计量。
- 9) 管道上远传压力表、温度计具有现场显示功能，可就地检测油品的压力和温度。
- 10) 原油管道采用集肤效应电伴热，并采用高温离心玻璃棉毡保温。集肤效应电伴热的供电系统直接由库区设计单位设计。
- 11) 管道表面采用喷射或抛射除锈，达 Sa2.5。原油及油气回收管道油漆选用环氧酚醛树脂底漆（1 道，每道干膜厚 $\delta \geq 100\mu\text{m}$ ），环氧酚醛树脂中间漆（1 道，每道干膜厚 $\delta \geq 100\mu\text{m}$ ）。
- 12) 原油管道设有在线腐蚀监测功能：在每根主管靠近码头的适当位置各配置 1 套电场指纹法壁厚智能监测系统，共 2 套；在每根主管的主要拐点即弯头的顶部和底部各配置 1 套多矩阵超声波壁厚监测系统，共 12 套。
- 13) 原油管道设有在线取样撬装设备一套（带在线含水分析仪）。
- 14) 设备维修依托后方厂区及库区。

3.3.4.2 装卸工艺流程

(1) 原油装卸船

原油装卸船工艺流程如下（括号内不属于本项目内容）：

原油装船：（储罐→装船泵→陆域管线→计量站→设计分界线）→引堤根部切断阀→引桥/引堤管廊管线→码头平台阀区→装卸臂→（船舶货舱）。

原油卸船：（船舶货舱→船舶货泵）→装卸臂→码头平台阀区→引桥/引堤管廊管线→引堤根部切断阀→（设计分界线→陆域管线→库区储罐）。

(2) 扫线

外臂：先打开臂顶真空阀，让外臂内油品→（船舶货舱）。

内臂和阀区：操作扫线泵，内臂和阀区内油品→泵吸入管→泵→泵出口管→相应阀后的装卸主管。

3.3.4.3 装卸主要管线和设备

表 3.3-6 码头装卸船效率及干管表

输送介质	介质流向	装卸船时效 t/h	干管 公称直径 mm	材质	工作压力 MPa	工作温度 ℃	设计压力 MPa	设计温度 ℃	备注
原油	装/卸船	装船：2400m³/h 卸船：6000m³/h	DN1000	L245	1.2	50	1.5	70	共 2 根
油气	/	6000m³/h	DN600	L245	1.2	常温	1.5	60	1 根

表 3.3-7 主要装卸设备表

序号	名称、型号与规格	单位	数量	备注
1	电液动装卸臂 16"	台	5	配进口 ERC
2	登船梯 15 万~30 万吨级	台	1	
3	凸轮泵 Q=80m³/h P=0.6Mpa(G)	台	1	

3.3.5 油气回收工艺方案

本项目涉及原油装船作业，为防止装船过程中挥发性有机物污染环境，拟设油气回收装置 1 套。

油气回收系统包含船岸连接安全界面、油气回收收集系统（含气相回收臂、管道、阀门、风机等）、油气回收处理装置。油气回收装置设置在码头引桥根部陆域，设计处理能力为 6000m³/h，占地约 50m×40m。见图 3.2-1。

油气回收采用“脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧方案”，尾气通过高 15 m，内径 1372mm 的烟囱排放（延长烟囱内径 1460mm）。工艺流程如下：

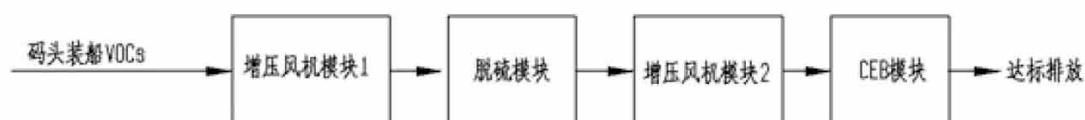


图 3.3-1 油气回收装置工艺流程

(1) 工艺原理

油气经送引气风机提升压力后，送至脱硫模块进行处理，脱硫采用干法脱硫工艺，脱硫剂暂定采用氧化锌，经过氧化锌脱硫剂干法脱硫后， H_2S 浓度可达到 10ppm，脱硫效率可达 80%以上（入口浓度按 50ppm 计算）。经脱硫处理后的废气，分三路经增压风机加压后送至 3 套防回火焚烧头金属表面焚烧模块处理。

防回火焚烧头金属表面焚烧模块的工作原理如下：

废气与变频风扇输送过来的燃烧空气在预混室内混合后通过。如果需要的话，可以提供助燃气体进入燃烧系统。目的是让废气湍流进行充分混合。

废气和空气混合物通过分散器输送传输至顶部的燃烧器。燃烧器表面是由铁铬合金纤维编织的特殊结构，这种结构将产生数百万个供气体通过的曲折路径，废气和空气混合物在通过燃烧器时进一步混合并燃烧，燃烧后的尾气达标排放。

(2) 原辅材消耗

油气回收装置的原辅材消耗情况见表 3.3-8。

表 3.3-8 原辅材料消耗情况表

序号	项目名称	耗量
1	电耗	250kW·h
2	助燃气消耗（装船初期）	0.1MPa，50 Nm ³ /h（单台）
3	仪表气消耗	0.4~0.7 MPaG，150~200 Nm ³ /h（间歇）
4	氮气消耗	0.4~0.7 MPaG，50Nm ³ /h（间歇）
5	脱硫剂	0.9t（按 30h 计）

(3) 排放条件

燃烧后的尾气排放在 4000~21000Nm³/h 之间，排放温度在 500~700℃ 之间。烟囱高度 15m，本体烟囱内径 1372mm，延长烟囱内径 1460mm。

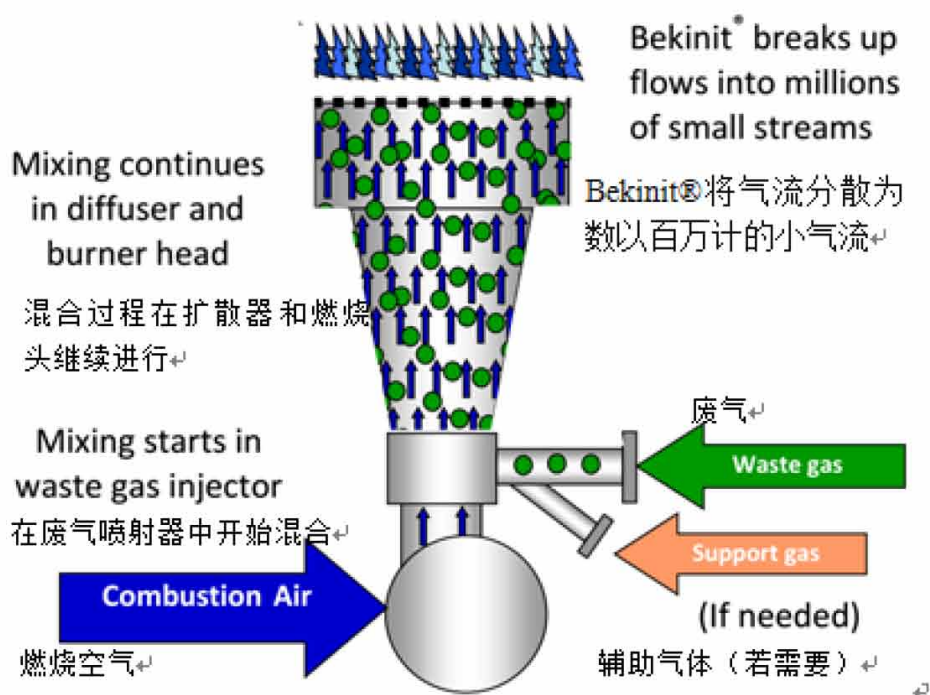


图 3.3-2 防回火燃烧头金属表面焚烧模块原理

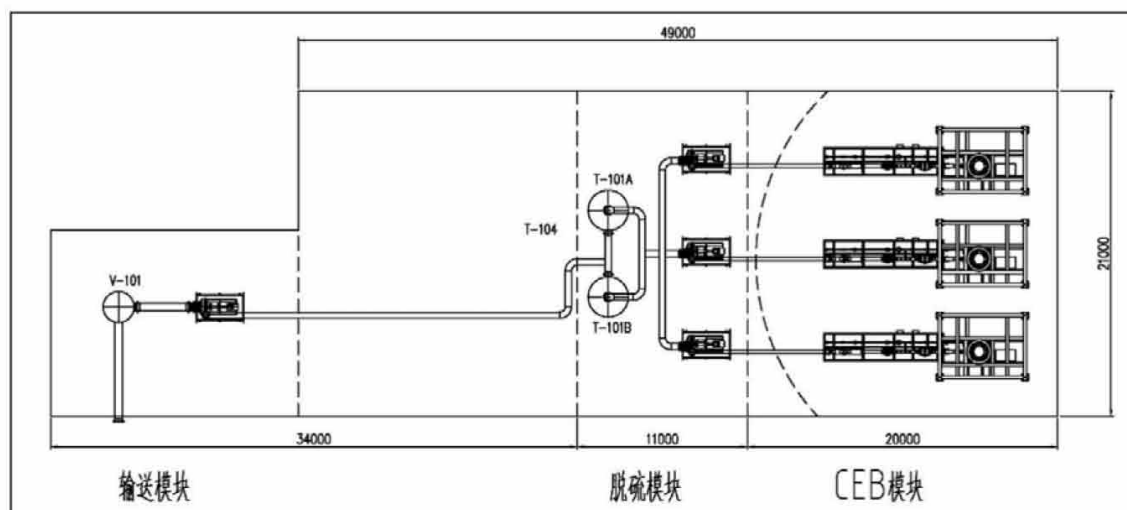


图 3.3-3 油气回收装置平面布置图

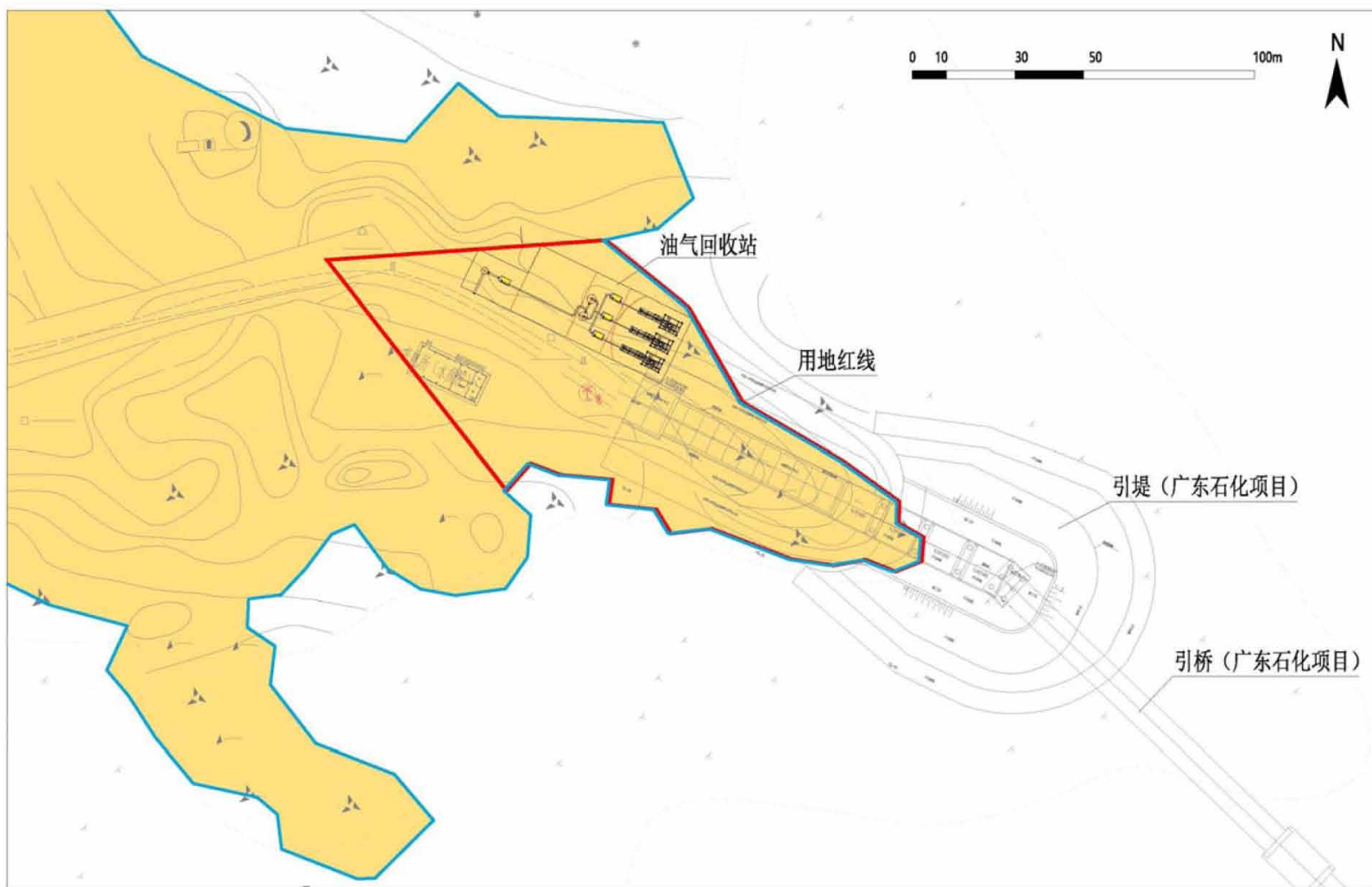


图 3.3-4 油气回收装置所在陆域平面布置图

3.4 水工建筑

本工程建设内容为 1 座 30 万吨级原油码头以及 1 座 450m 长防波堤。原油码头泊位长 420m，主要的水工建筑物有码头、支引桥、工作楼平台、防疫消毒楼、连接桥和防波堤。

码头、支引桥、工作楼平台和防疫消毒楼结构等级均为 I 级,设计使用年限为 50 年，结构重要性系数 1.1；设计波浪和极端高水位重现期采用 50 年一遇。

防波堤结构安全等级为 I 级，设计使用年限为 50 年，结构重要性系数 1.1；设计波浪和极端高水位重现期采用 100 年一遇。

3.4.1 水工建筑的主要尺度

码头结构方案与平面尺度见表 3.4-1。

表 3.4-1 水工建筑的主要尺度

项目 \ 数值	尺度 (m)	数量 (个)	结构方案
泊位个数	420	1	码头面顶高程 13m，结构按 40 万吨预留
工作平台	40×32	1	高桩墩台，桩基为钢管桩，顶高程 13.5m
靠船墩	18×16	4	高桩墩台，桩基为钢管桩，顶高程 7.0m
系缆墩	10×12	6	
工作楼平台	34×16.5	1	顶高程 15.3m，高桩墩台，桩基为钢管桩
防疫消毒楼平台	55×21m	1	顶高程 15.3m，高桩墩台
支引桥	22.5×8.5	1	顶高程 13.5~15.3m
连接桥	20×6	1	顶高程 15.3m
	20×3.75	1	
防波堤	450	1	斜坡式抛石堤结构，顶高程 5.3m

3.4.2 防波堤结构

为节省工程投资，并考虑对原油码头泊稳的掩护效果，岛式防波堤取堤顶高程+5.3m。防波堤考虑采用水上施工，水上抛填堤心石不能达到陆上推填挤淤效果，为了满足堤体稳定，表层淤泥需清除后再抛填 1~1000Kg 堤心石。为提高施工期抗台风浪能力，-4.0m 标高以上堤心采用 10~100kg 笼装石。防波堤堤顶采用 6t+75t 扭王字块体 2 层；内、外两侧均采用 2 层扭王字块体护面，规格为 6t+75t

扭王字块体；堤身内、外侧边坡为 1:1.5，堤头边坡为 1:2。6t 扭王字块体的垫层块石重量 300~500kg。防波堤位置水深浪大，堤身两侧均采用 1500~2500kg 块石护底。经在建原油码头防波堤波浪断面物理模型试验验证，满足稳定要求。

为确保防波堤的平顺衔接，拟建防波堤与新建防波堤之间采用扭王字块体堆累堤心过渡衔接。一期防波堤剩余的扭王字块体可用于本次防波堤过渡衔接的堤心块体及压脚块体的建设。

防波堤水工结构见报告附图。

3.4.3 码头结构

工作平台（1 个）：顶面标高为 13m；其中平面尺寸为 40m×32m，采用高桩墩结构，墩台厚 2.0m，基桩采用 30 根 $\Phi 1200\text{mm}$ ，壁厚 22mm 钢管桩，持力层为强风化花岗岩。

靠船墩（共 4 个）：顶面标高为 7.0m；平面尺寸为 16m×18m，采用高桩墩结构，墩台厚 2.5m。靠船墩基桩采用 16 根 $\Phi 1400\text{mm}$ ，壁厚 25mm 钢管桩，持力层为风化花岗岩；地层岩面上覆盖层较薄的区域及拉桩力较大桩基采用钢管嵌岩桩，需嵌岩施工。墩上浇筑人行钢桥的支墩或平台，其顶面标高为 13.1 或 10.5m。

系缆墩（共 6 个）：顶面标高为 7.0m；平面尺寸为 10m×12m，采用高桩墩结构，墩台厚 2.5m，采用 8 根 $\Phi 1400\text{mm}$ ；钢管桩壁厚 25mm 钢管桩，持力层为强风化花岗岩，地层岩面上覆盖层较薄的区域及拉桩力较大桩基采用钢管嵌岩桩，需嵌岩施工。墩上浇筑人行钢桥的支墩或平台，其顶面标高为 10.0m。

系缆墩（1 个）：顶面标高为 7.0m；平面尺寸为 15m×15m，采用高桩墩结构，墩台厚 2.5m，采用 9 根 $\Phi 1800\text{mm}$ 钢管-混凝土组合桩，钢管桩壁厚 25mm 钢管桩，持力层为中风化花岗岩，嵌岩施工。墩上浇筑人行钢桥的支墩或平台，其顶面标高为 10.0m。

工作楼平台（1 个）：顶面标高为 13.5m；其中平面尺寸为 34m×16m，采用高桩墩结构，墩台厚 2.0m，基桩采用 21 根 $\Phi 1200\text{mm}$ ，壁厚 22mm 钢管桩，持力层为强风化花岗岩。

码头引桥和工作楼平台连接桥采用预应力钢筋混凝土箱梁结构，净跨分别为 22.5m 和 20m。码头工作平台与靠船墩台及靠船墩之间采用钢筋混凝土大板结构连接。靠船墩与系缆墩及系缆墩间采用钢联桥连接。

码头靠泊附属设施：外侧主靠船墩前沿安装一套两鼓一板 SUC2500H 鼓型橡胶护舷，内侧副靠船墩前沿安装一套一鼓一板 SUC2500H 鼓型橡胶护舷，每个靠船墩安装 1 套一柱双钩型快速脱缆钩；每个系缆墩安装 2 套一柱双钩型快速脱缆钩，1500KN/钩。

码头引桥和工作楼平台连接桥采用预应力钢筋混凝土箱梁结构，净跨分别为 21.5m 和 19m。

3.5 配套工程

3.5.1 供电及照明

本工程由 1#泊位 SS9070/1 变电所提供 2 路 10kV 线路至本工程新建变电所。本工程考虑预留岸电容量，远期计算负荷共计 2700kVA。

本工程工作楼内设 1 座变电所，即码头变电所 SS1。变电所 SS1 供电范围包括码头工艺设备、快速脱缆钩、消防设施、工作楼、照明灯具等用电设施。

登船梯及消防炮塔架上 200W LED 防爆泛光灯作为工作平台照明，建筑物按使用功能要求根据《建筑照明设计标准》进行照明设计，主要光源为荧光灯、节能灯和 LED 灯等。

工作楼等辅助建筑物按《建筑物防雷设计规范》确定防雷等级，设置相应防雷措施。在码头入口处及每个泊位的入口处，设置消除人体静电装置。

3.5.2 防腐设计

(1) 钢管桩防腐设计方案

钢管桩防腐采用预留腐蚀厚度、阴极保护和涂层联合保护设计方案，分浪溅区、水位变动区、水下区、泥下区进行防腐设计：浪溅区采用预留腐蚀厚度和喷涂重防腐涂层进行保护；水下区采用预留腐蚀厚度、阴极保护和涂层联合保护；泥下区采用预留腐蚀厚度和阴极保护。水位变动区以上的重防腐涂层采用附着力强、硬度高、耐冲击、耐摩擦、防海水腐蚀性能非常优异、使用寿命长的重防腐涂层，涂装厚度为 1650 μ m；水下区的重防腐涂层厚度为 1000 μ m；每根钢管桩在水下区设阳极块，每根钢管桩布设 4 块 150kg 的阳极块；钢管桩的预留腐蚀厚度取 4mm，此防腐设计方案的保护年限超过 30 年。工程交付使

用 30 年后，应根据铝合金牺牲阳极损耗情况、表面涂层情况、钢管桩保护效果，会同建设单位要求，重新设计安装铝合金牺牲阳极和补涂防腐涂层，最终保证码头防腐保护寿命达到 50 年。

（2）钢筋混凝土防腐设计方案

码头上部结构主要位于浪溅区，预应力混凝土强度等级为 C50，其他混凝土强度等级为 C40。为确保各预制和现浇钢筋混凝土的使用年限，拟在现浇墩台表面 800mm 厚度范围内掺入海港混凝土抗蚀增强剂，并在墩台浇筑完毕后，在墩台的底面、侧面喷涂混凝土防腐涂层；在预制梁板浇筑完毕后，在其受浪的底面、侧面喷涂混凝土防腐涂层。

（3）钢人行桥防腐设计方案

钢人行桥位于风浪恶劣的海面之上，环境较为恶劣，考虑到使用期的维护非常困难，其防腐设计需确保足够的使用年限，以减少维护的次数。本工程采用高质量的底漆、面漆进行涂装，干膜厚度不小于 260 μm ，每一次涂装的有效保护年限不小于 15 年。

3.5.3 给水和排水系统

3.5.3.1 给水

本工程设置生活+生产+环保给水系统、独立的消防给水系统（海水临高压给水系统）等 2 个给水系统。消防给水系统说明详见消防章节。

码头船舶、生活、环保给水由库区给水管网供给，水质应符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的规定。建设中的 30 万吨级原油码头设有一根 DN200 的给水管从库区引至码头，本工程从码头与引桥相接处引一根 DN150 给水管至工作平台。生活+生产+环保给水设计接管点设计参数为：流量 56.4 m^3/h ，压力不小于 0.35MPa，管径 DN150。

3.5.3.2 排水

广东石化炼化厂区设有污水处理场，可以接收码头所产生的含油污水、码头及船舶产生的生活污水。

本工程采用雨污分流制。码头设置 1 个集污池，池内设两台污水泵，流量 25 m^3/h ，扬程 50m。工作平台装卸阀门区冲洗污水和初期雨水经收集后排入集污

池经送至库区，然后统一泵送至厂区污水处理场考虑处理，未被污染的雨水直接排入附近水域。

油气回收平台的冲洗油污水和少量滴漏污水，由油气回收平台的集污池收集，用污水泵抽进码头含油污水管道，排往主厂区污水处理场统一处理，设置 1 个集污池，池内设两台污水泵，流量 $15\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 80m。

码头生活污水产生于工作楼卫生间，经工作楼化粪池预处理后泵送至管廊的公共污水管，船舶生活污水经码头污水接口收集

本工程生活污水、含油污水设计接管点位于引桥与公共管廊交接处，设计参数如下：生活污水：流量 $25\text{m}^3/\text{h}$ ，压力不小于 0.5MPa，管径 DN150；含油污水：流量 $25\text{m}^3/\text{h}$ ，压力不小于 0.5Mpa，管径 DN150。

3.5.4 消防

消防设计采用码头临高压海水供水系统，临高压海水供水系统依托建设中的 30 万吨原油的海水泵房，泡沫混合液依托其泡沫间。其中冷却水设计分界点位于引桥与公共管廊交接处，泡沫混合液设计分界点位于 1#工作楼附近管架与公共管廊交接处。

（1）消防水源及泡沫混合液源

本工程消防系统采用临高压海水供水系统。

消防冷却水由 1#的 30 万吨原油的海水泵房供给（不计入本工程），保证码头消防所需的水量和水压；泡沫混合液由建设中的 30 万吨原油的泡沫系统供给。

海水消防泵房相关设计参数如下：

冷却水：设有 2 台消防水泵，1 用 1 备，流量为 355L/s ，扬程 2.00MPa。

泡沫液：设有 2 台消防泡沫用水泵，1 用 1 备，流量为 250L/s ，扬程 2.20MPa。

设有一套泵入平衡压力式泡沫比例混合器和 1 台常压泡沫液储罐。泡沫混合器设计流量为 210L/s ，混合比 3%，泡沫液泵采用水轮机驱动，双动力。泡沫液储罐容积为 33m^3 。为了满足规范“水泵启动后将泡沫混合液输送到最远灭火点的时间不超过 5min”的要求，应保证泡沫用水泵的启泵时间小于 1min。

本工程需在消防泵房增设高位消防水箱及稳压泵组，稳压泵流量 4.5L/S ，扬程 80m，一用一备。

（2）消防船及消防站

在油品码头作业期间，在旁监护的消防船或拖消两用船的数量，根据《油气化工码头设计防火规范》（JTS 158-2019）的相关规定，并至少应有一艘消防船或拖消两用船进行监护，消防炮水炮和泡沫炮流量均不小于 400L/s。建设中的 1# 泊位配有一艘 6000 马力的消拖两用船，可作为本工程的依托。

3.5.5 自动控制和通信

3.5.5.1 自动控制

控制系统组成包括码头工艺流程控制系统、安全仪表系统、门禁系统、巡检系统、火灾自动报警系统、可燃/有毒气体检测系统及消防控制系统等系统，消防炮控制系统设计详见电气专业。以上涉及的各控制系统均依托1#码头的控制系统并作可扩展或扩容处理。

2#码头控制系统依托原有1#控制系统，最终依托现有系统的光缆与后方库区控制系统通信、控制连锁及数据通信。

3.5.5.2 通信

本工程通信设施包括常规有电话通信、有线调度电话通信、无线调度电话通信、船岸通信、工业电视，本码头工程为原油商业储备库配套码头工程，根据总体设计，码头作业区的通信依托厂区通信系统，码头通信终端纳入后方系统，船岸通信及辅助靠泊系统由码头独立设置。

（1）港区通信

在码头 2#工作楼内设自动电话，经 1#泊位的电话系统接入全厂电话交换系统。

在码头前沿作业区、装卸平台、引桥等位置设置室外壁挂式话站、扬声器，在码头 2#工作楼内设置室内台式话站。本工程的扩音对讲终端经 1#泊位扩音对讲系统接入全厂扩音对讲系统。

设置视频监控摄像机，覆盖范围包括码头前方水域、码头前沿作业区、装卸平台等。码头 2#工作楼设置监控中心，视频信号经 1#泊位的视频监控系统接入全厂视频监控系统。

为码头管理与后方无线通信需要，码头区配置无线调度电话，对讲机依托厂区无线集群通信系统。

本工程电话电缆、扩音对讲系统电缆及摄像机信号用光纤引自 1#泊位相应的通信系统。

(2) 船岸通信

本工程需建设覆盖 A1 航区的船岸通信系统，船岸远距离（A2、A3 航区）通信依靠公众海岸电台和公众电信系统。

在港区设置甚高频电台，设置 2 个信道，包括遇险和安全通信信道、专用工作信道，系统配置应满足《甚高频海岸电台工程设计规范》JTJ/T 345-99 相关要求。

3.5.6 导助航

本工程进港航道、回旋区、码头及防波堤拟设置较为完善的助航设施，只需在回旋水域北侧边界新设 1 座南方位标，另外还需要将原进港航道左边线与回旋水域交界处的左侧标向西移至新的水域交界处，且调整拟建南方位标的位置。新设浮标为新型涂装深水钢浮标，安装 LED+太阳能电源一体化航标灯，浮筒还需配置锚链及沉块。

3.6 依托工程和依托关系

3.6.1 依托工程概况

本项目的部分港池（回旋水域）、全部的航道、连陆引桥和部分工艺管线依托港区 1#泊位项目；污水收集、输送和处理依托库区项目和广东石化炼化厂区、危废暂存依托库区项目。项目涉及的依托工程见表 3.6-1，依托工程与本项目的位关系见图 3.6-1。

表 3.6-1 项目涉及的依托工程一览表

序号	依托工程	工程归属
1	1#泊位（广东石化原油码头）	广东石化炼化一体化项目
2	污水处理场（广东石化炼化厂区）	
3	长输管线	
4	库区污水池、输送泵等	520 商储库项目库区（库区工程）
5	危废暂存	

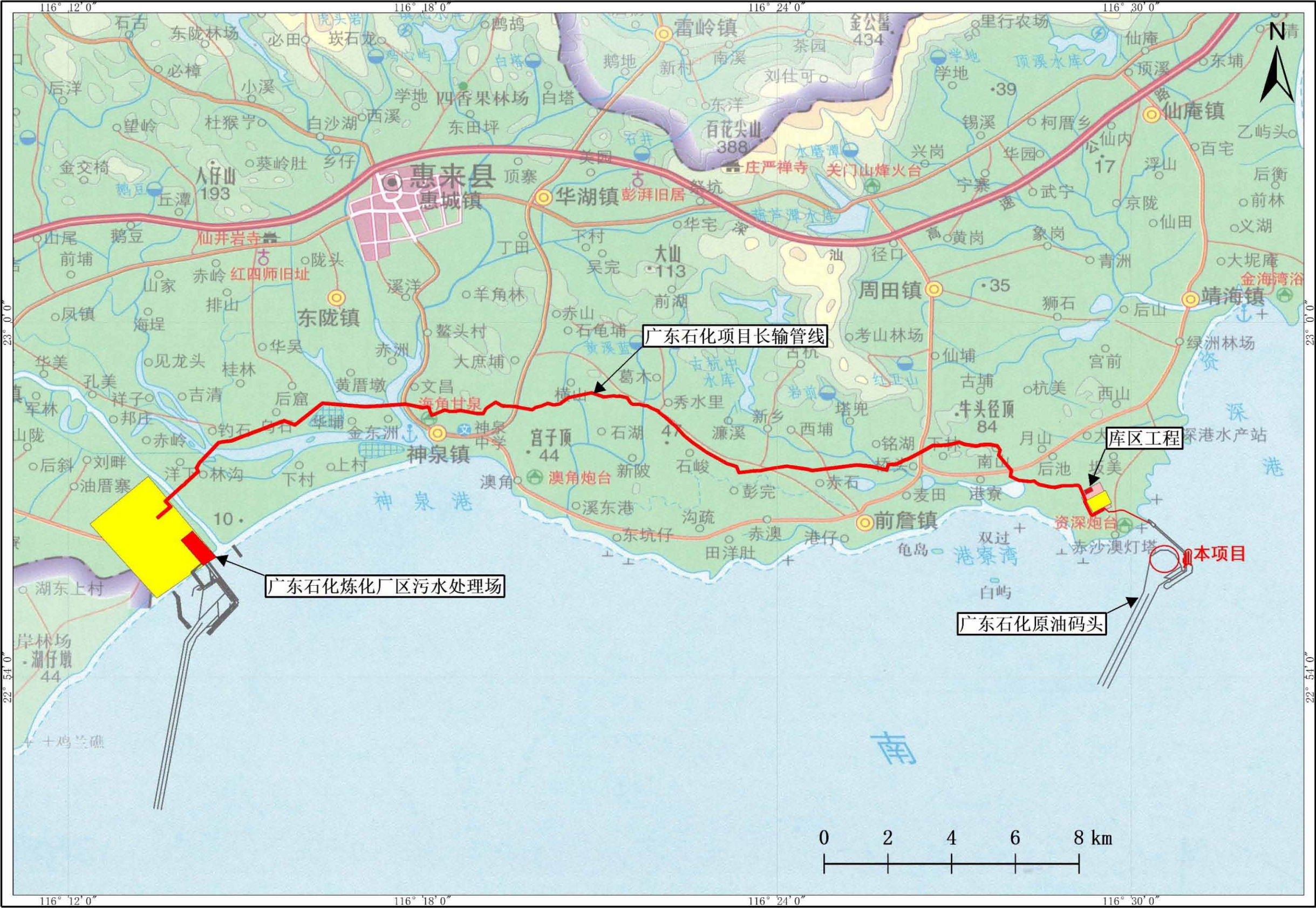


图 3.6-1 依托工程位置图

3.6.1.1 1#泊位工程

(1) 建设规模和建设单位

1#泊位位于石碑山海域，建设 30 万吨级原油泊位 1 个（有掩护式）。属于中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程配套原油码头，建设单位为中国石油天然气有限公司广东石化分公司。

(2) 项目基本组成

建设内容主要包括 30 万吨级原油泊位以及配套的供配电、供排水、控制、导航等辅助工程设施。1#泊位基本组成见表 3.6-2。

表 3.6-2 1#泊位基本组成

项目	项目名称	单位	数值	备注
主体工程	泊位	个	1	30 万吨级
	泊位总长	m	420	
	引桥	m	2173	1 座，宽 8.5m
	引堤	m	120	1 座，宽 8.5m
	防波堤	m	920.4	1 座
	支航道	m	3168	进港航道的方位角为 025°~205°，底宽为 320m，底标高为-24.0m，长度为 3168m。
	停泊水域	m	120	底标高-24.8m
	回旋水域	m	835	底标高-24.0m
	水域疏浚	万 m ³	598.8	其中清礁工程 5.7 万 m ³
	吞吐量	万吨	2000	
	定员	人	14	
配套工程	变电所	座	2	
	供水系统	m ³ /d	553	数值为最大日用水量，由中转油库供给。
	排水系统			清污分流，污水输至库区污水一并处理
	消防系统	m ³ /次	3853	数值为一次消防用水量，采用泡沫灭火+水冷却消防系统。消防水源由码头海水泵房供给。
	控制系统（含报警系统）	套	1	
	通信系统			自动电话、有线调度电话通信、调度通信、海岸电台、消防专用通信、船舶电子导航、闭路电视等
	导助航系统			助航标志、电子导航、辅助靠泊电子系统、安全监督设施等
依托工程	锚地	万 m ²	113	工可建议原油码头锚地选划在原油码头南侧 7.5 海里处，锚地水深为-31.0m。锚地选划尚未开展。

项目	项目名称	单位	数值	备注
	抛泥区			前詹南临时性海洋倾倒区, 116° 24' 45" E, 22° 45' 00" N 为中心, 半径 1 公里的海域

(3) 货种、吞吐量与性质

本项目年进口原油 2000 万吨 (1000 万吨/年委内瑞拉 Merey16 原油、1000 万吨/年中东混合原油), 货源地为南美的委内瑞拉和中东。货种及其运输船见表 3.6-3。

表 3.6-3 货种及其运输船型、流量、流向表

项目 货种	近期运量 (万吨/年)			设计船型 (吨级)	
	接卸	装运	合计	接卸	装运
原油	2000	/	2000	15 万~30 万	/

(4) 平面布置

1#码头布置于石碑山灯塔东侧海域, 采用总长 920m 岛式防波堤有掩护式布置; 防波堤轴线呈折线, 走向为 055°~235°。

1#码头布置在防波堤内, 码头前沿线方向与走向为 55°~235°防波堤段平行; 码头采用蝶形布置, 由 1 个工作平台、2 个靠船墩和 6 个系缆墩组成; 工作平台顶层高程为 9.0m; 靠船墩和系缆墩高程为 7.0m。

码头的北侧布置工作船临时靠泊点, 轴向与码头一致, 平行于主码头引桥, 方位角为 55°~235°。泊位长度为 92m, 宽 6m, 码头面高程为 5.0m。码头与系缆墩间的引桥宽度为 4m, 顶高程为 5.0~7.0m。

1#码头通过一座长 2292.8m, 宽 8.5m 的引桥 (含引堤) 与陆域相连。

停泊水域宽 120m, 底标高-24.8m; 回旋水域直径 835m, 底标高-24.0m。

进港航道的方位角为 025°~205°, 底宽为 320m, 底标高为-24.0m, 长度为 3168m。

1#码头平面布置见图 3.6-2。

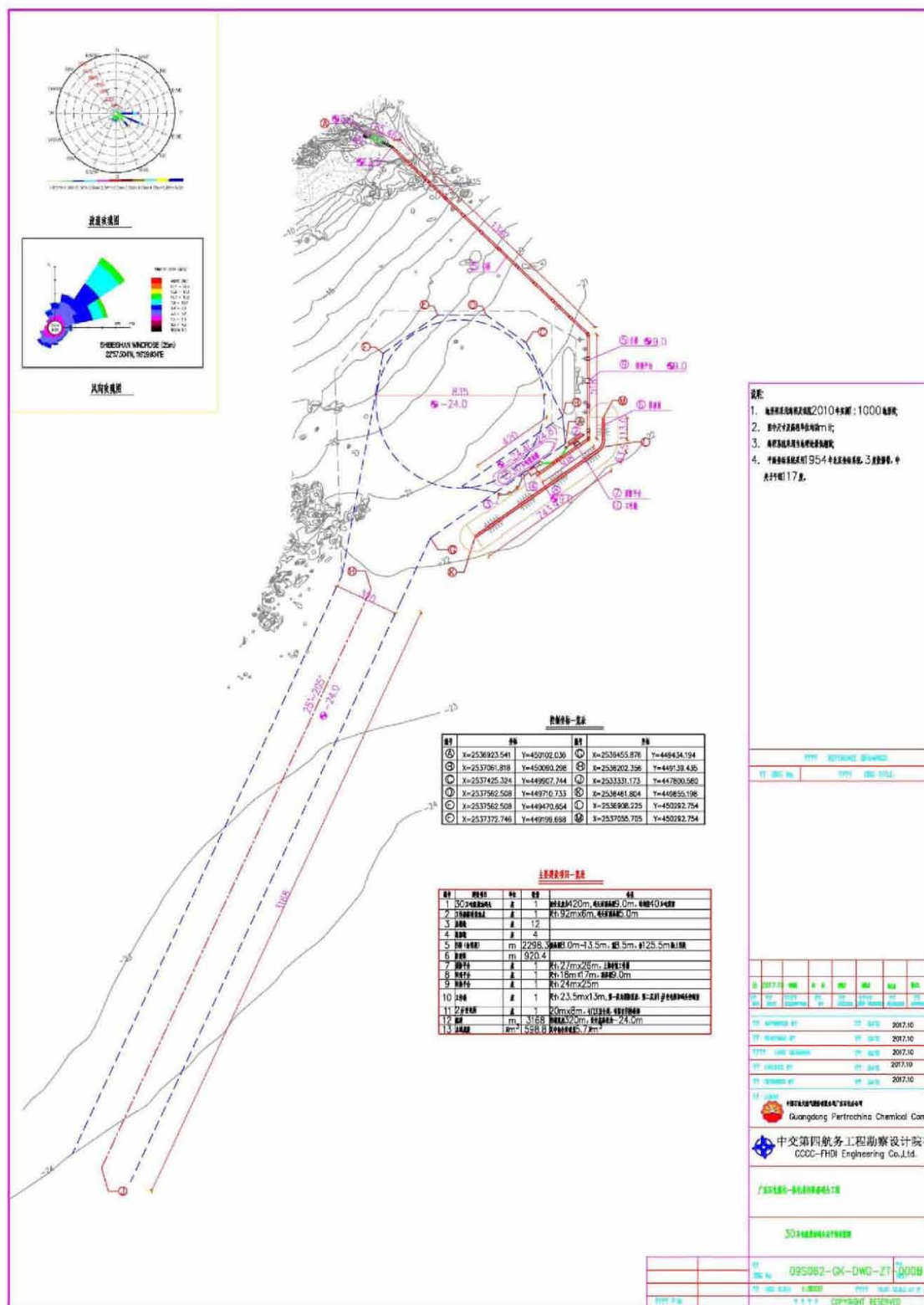


图 3.6-2 1#泊位工程总平面布置图

3.6.1.2 库区工程

本项目属于商业储备库项目的配套码头工程。储备库(以下简称“后方库区”)库址位于广东省揭阳市惠来县靖海镇东海岸、石碑山灯塔北侧,后池村、坂美村南侧,距离海岸约 1.1km,与广东石化炼化一体化厂区直线距离约 26km。库区与本项目相对位置见图 3.6-3。

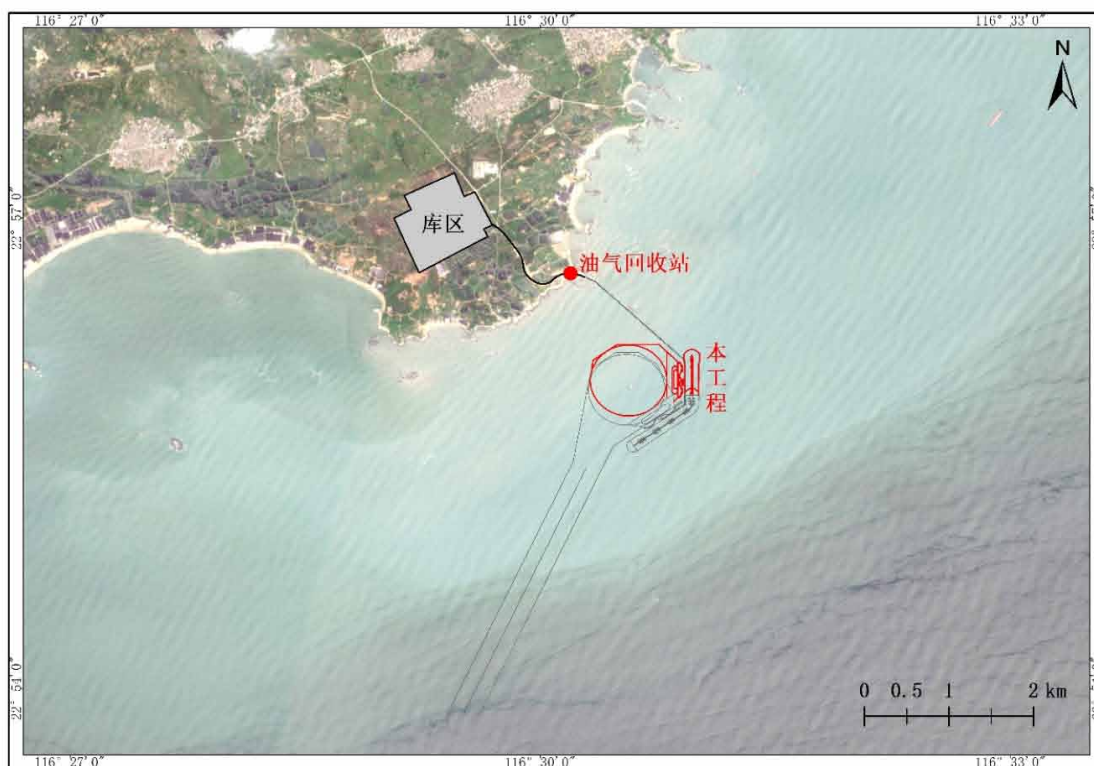


图 3.6-3 库区工程位置图

储备库工程在建有 120 万方原油储库,拟扩建 400 万立方米原油储备库,设置 10 个罐组,40 座储罐,单座储罐 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 。共同组成 520 万方原油商业储备库。项目占地 69.3 公顷,项目总投资 56 亿元。库区平面布置情况见图 3.6-4。

库区排水工程包含生活污水系统、含油污水系统、(清淨)雨水系统和事故水系统等。库区排水工程设施见表 3.6-4。

(1) 生活污水系统

库区厨房、餐厅的排水经隔油池隔油后与厕所等其它生活污水经过化粪池处理后,自流进入生活污水收集池,提升后通过管道排入含油污水收集池,与库区其它污水一同输送至广东石化污水处理场统一处理。

表 3.6-4 库区排水工程设施一览表

序号	排水设施	数量	规模	备注
1	生活污水提升站	1	5m ³ /h	生活污水排入含油污水收集池，与库区其它污水一同输送至广东石化污水处理场处理
2	含油污水池	1	5000m ³	经外输泵升压输至炼化厂区污水处理场处理
3	雨水监测池	1	4000m ³	设置 6 台雨水提升泵，有组织排出库区
4	清淨雨水提升池	1	2000m ³	
5	事故池①	1	14800m ³	外输泵提升送至炼厂污水处理场处理
6	事故池②	1	103500m ³	

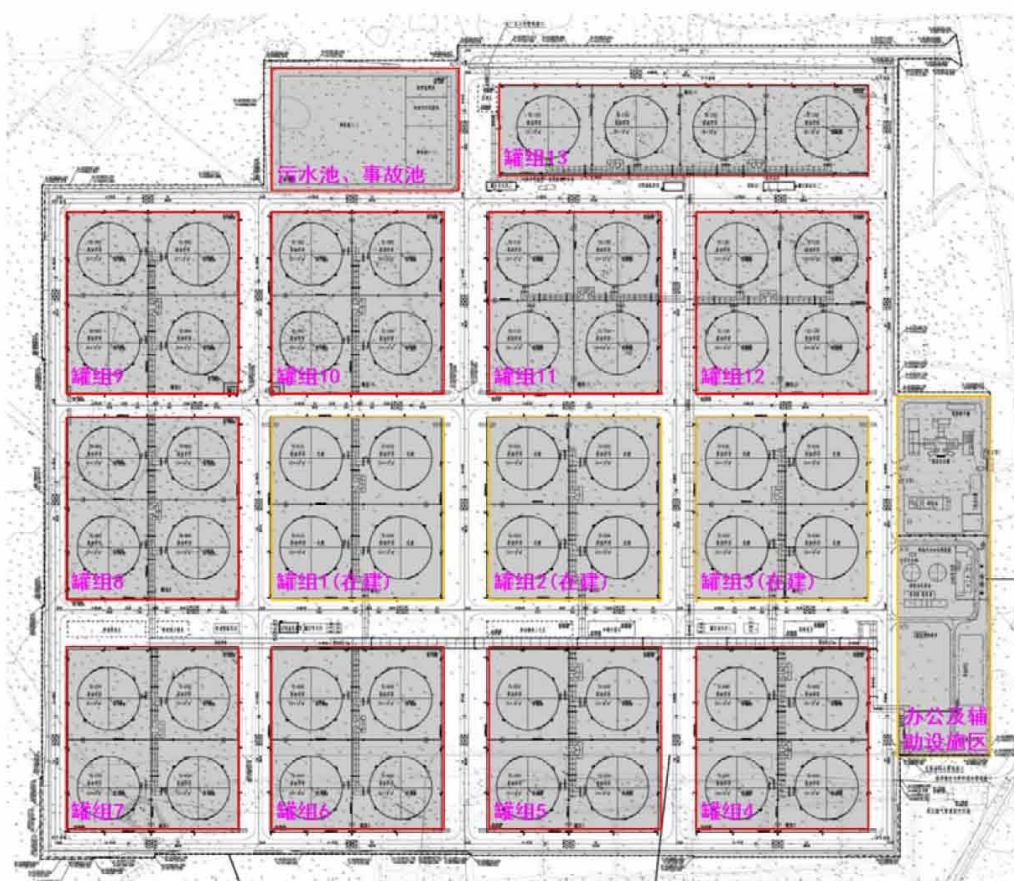


图 3.6-4 库区工程平面布置图

(2) 含油污水系统

库区设 5000m³ 含油污水池 1 座，收集库区地面冲洗水、污染雨水、码头输送来的油污水等，经外输泵升压，输至炼化厂区污水处理场统一处理。

(3) 雨水系统

清淨雨水经罐区内带格栅的集水沟收集后用管道排至防火堤外的雨水明沟，与商储库雨水汇集后自流至雨水监测池，雨水经在线仪器检测合格后排至清淨雨

水提升池，排至库外市政指定位置。

(4) 事故水系统

事故污水收集利用污染雨水管道系统，通过自流先进入到含油污水收集池，含油污水收集池与事故池之间设有联通管道，含油污水收集池装满后，事故水可依次进入事故池①和事故池②。事故过程中或结束后池内储存事故液即能通过污水外输泵提升送至炼厂污水处理场处理，也可通过事故污水回收泵回收至油系统。

3.6.1.3 广东石化炼化厂区污水处理场

广东石化炼化一体化项目设置有一座综合污水处理场，对全厂各类污水进行最终的处置。按照“分类收集、分质处理”的原则，污水处理场进一步分为含油含盐污水处理系统、污水回用系统、高含盐污水处理系统和电脱盐污水预处理系统。其中，含油含盐污水处理系统设计规模 2400m³/h。

各污水处理系统间的关系如下图。

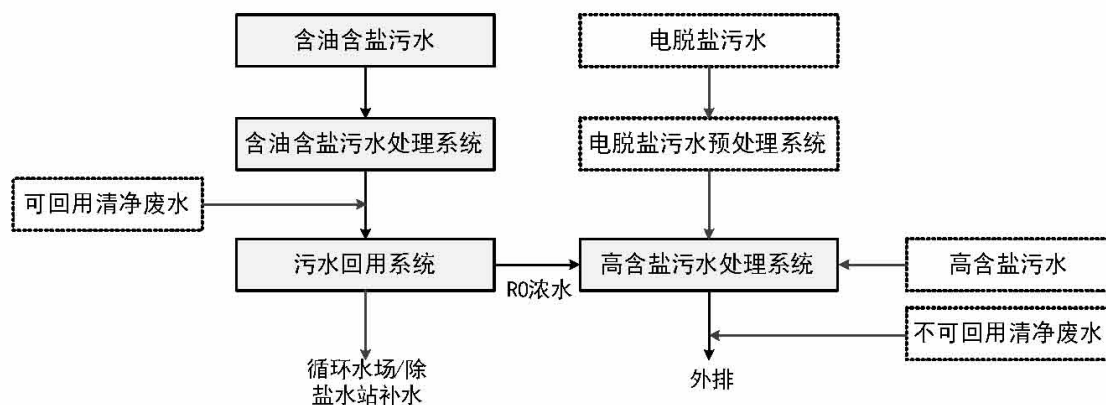


图 3.6-5 污水处理场各系统间关系图

其中本项目污水与原油码头库区工程污水一并送至广东石化炼化厂区后，依托含油含盐污水处理系统、污水回用系统、高含盐污水处理系统，处理达标后排放。

根据“中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响报告”（环审〔2019〕76 号），含油含盐污水处理系统设计规模 2400m³/h，采用“调节除油+隔油+中和均质+气浮+A/O+深度处理（高效沉淀+过滤）”工艺。含油含盐污水处理系统进水量正常/最大 1472.37/2359.97m³/h。

由于商储库区排水为间断排水，污水处理场设有调节水罐，具有接纳商储库含油污水 50m³/h 转输的能力。库区污水外输能力设计为 50m³/h，该提升系统及

34km 输水管线依托 120 万方原油码头库区在建设施。

表 3.6-5 含油含盐污水处理系统设计进、出水水质

序号	项目	单位	进水	出水
1	水温	℃	≤40	≤40
2	pH 值	无量纲	6~9	6~9
3	COD _{Cr}	mg/L	≤1000	≤60
4	挥发酚	mg/L	≤30	≤0.3
5	悬浮物	mg/L	≤200	≤20
6	石油类	mg/L	≤300	≤3
7	总溶解固体	mg/L	≤2500	/
8	氨氮	mg/L	≤60	≤10
9	总氮	mg/L	≤70	≤15
10	硫化物	mg/L	≤20	≤0.5
11	苯	mg/L	≤5	≤0.1
12	甲苯	mg/L	≤10	≤0.1
13	二甲苯	mg/L	≤15	≤0.4
14	总氰化物	mg/L	≤1.0	≤0.3
15	丙烯腈	mg/L	≤5.0	≤2.0

各主要处理单元设计去除率见下表。

表 3.6-6 含油含盐污水处理系统各主要单元污染物设计去除率

污染物项目	效率	进水	除油罐	除油池	均质池	气浮	生化+二沉	高密度沉淀池	V 型滤池
COD mg/L	水质	≤1000	≤930	≤856	≤856	≤770	≤70	≤63	≤60
	去除率	--	7%	8%	--	10%	90%	10%	5%
BOD mg/L	水质	≤300	≤300	≤300	≤285	≤268	≤5	≤5	≤5
	去除率	--	--	--	5%	6%	98%	--	--
石油类 mg/L	水质	≤300	≤200	≤100	≤100	≤20	≤3	≤3	≤3
	去除率	--	33%	50%	--	90%	70%	--	--
氨氮 mg/L	水质	≤60	≤60	≤60	≤60	≤60	≤10	≤10	≤10
	去除率	--	--	--	--	--	83%	--	--
总氮 mg/L	水质	≤70	≤70	≤70	≤70	≤70	≤15	≤15	≤15
	去除率	--	--	--	--	--	78.6%	--	--
悬浮物 mg/L	水质	≤200	≤150	≤100	≤100	≤20	≤50	≤15	≤5
	去除率	--	25%	33%	--	80%	--	70%	67%
硫化物 mg/L	水质	≤40	≤40	≤40	≤10	≤5	≤0.5	≤0.5	≤0.5
	去除率	--	--	--	75%	50%	90%	--	--

3.6.1.4 长输管线（后方库区与炼化厂区间的污水管线）

本项目后方库区到炼化厂区之间的厂外管线，包括 1 条输油管线、1 条输气管线和 1 条污水管线，管线长度 31.4km。经过惠来县的靖海、前詹、神泉、东陇、隆江镇。

其中污水管线始于后方库区，止于炼化厂区，设计压力 2.5MPa，管径 DN150，设计输量为 50m³/h。管道采用钢骨架塑料复合管，输送介质为原油码头和库区产

生的污水。

3.6.1.5 危废暂存间

本项目油气回收装置产生的废氧化锌，更替后暂存于库区危险废物暂存库。

库区设危险废物暂存库，面积 289m²，用于存放商储库运行中产生的清罐油泥、废活性炭等危险废物。危废暂存库布置于罐组十二、罐组十三之间，靠近东侧布置，充分利用罐组区之间的防火安全间距。危废暂存库主要包括危废暂存库房、废气处理装置，废气处理装置紧邻布置于危废暂存库房的西侧。

3.6.2 依托关系

本项目建设内容主要包括码头泊位、防波堤延长段和部分港池。项目必要的部分设施和工程依托 1#泊位、后方库区、广东石化炼化项目。依托关系见表 3.6-7。

表 3.6-7 项目与依托工程关系一览表

序号	建设项目	依托情况
1	连陆引桥和管廊	依托 1#泊位现有连陆引桥
2	防波堤	本项目独立建设 450 米防波堤并与 1#泊位衔接
3	港池	回旋水域与 1#泊位大部分共用
4	供电	仅做本项目码头平台和 2#工作楼内供电照明系统；2#工作楼内建变电所 1 座，取电自 1#泊位变电所
5	供水系统	依托 1#码头供水主管，设 1 根 DN150 引至本码头
6	排水系统	依托 1#码头排水主管，排至库区污水收集池
7	消防系统	海水泵房、泡沫间和消拖船依托 1#工程
8	控制系统	依托 1#泊位并做扩展或扩容
9	通信系统	船岸通信和辅助靠泊独立设置；其余依托后方陆域通信系统
10	导助航	新设 1 座南方位标，其余依托 1#泊位
11	锚地	依托 1#码头
12	航道	
13	危险废物暂存	依托库区工程危险废物暂存间
14	污水收集和处理	接入 1#泊位污水管，经后方库区通过广东石化长输管线，与库区废水一并送至广东石化厂区污水处理场处理后回用

3.6.3 依托工程建设进展

(1) 1#泊位工程

1#泊位防波堤工程基本完成，码头桩基工程已经完成，正在进行上部墩台施工；引桥水下桩基和钢结构桥跨安装已经完成，全线贯通；港池和航道清礁

和疏浚工程完成度超 90%。

原油码头工程施工进展见表 3.6-8 和图 3.6-6。

表 3.6-8 原油码头主要工程内容和工程进展

工程部位	工程内容	施工方法
码头、引桥	桩基	完成
	上部混凝土结构	码头墩台正在施工
	钢引桥	正在安装桥跨
岛式防波堤	基础及堤身	堤身抛填完成
	护面块体	基本完成
港池、航道的疏浚和炸礁工程	疏浚	完成大部分
	炸礁	完成



图 3.6-6 原油码头施工进度情况(拍摄时间 2021 年 9 月 23 日)

(2) 520 方储备油库区工程

库区工程合计 520 万原油储备规模，含原有 120 万方广东石化炼化项目原油库和扩建的 400 万方原油储油库，其环境影响报告书于 2021 年 9 月取得了揭阳市生态环境局的批复，目前正在进行初步设计工作。截至 2021 年 10 月，库区工程进度如下：

- ①征地范围内场地已平整完成，征地线设有施工防护网；
- ②罐组 1、罐组 2、罐组 3 的罐基础底板已施工完成，正在施工罐体；
- ③库区南侧设有临时仓库、预制场地及罐板堆场和除锈场；
- ④征地红线外南侧设有生活营地；
- ⑤办公楼达到使用条件，内装修未全部完成，部分施工管理人员已入驻；
- ⑥其他均未施工。

(3) 广东石化炼化项目

本项目拟依托的污水处理场、库区与炼化厂区间的污水管线均为广东石化炼化项目的配套工程，建设进度同步推进。发改委 2012 年核准该项目，广东省发改委 2019 年核准了项目变更，生态环境部 2019 年对项目变更环境影响报告书进行了批复（环审【2019】76 号）。随着项目的推进，局部发生了一系列优化调整，于 2021 年 7 月完成了《中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更项目变动情况分析报告》。目前项目建设中。按照计划，广东石化炼化厂区预计于 2022 年完成建设运营投产。

3.7 本项目施工工艺和施工计划

3.7.1 施工工艺

3.7.1.1 港池炸礁、疏浚工程

根据疏浚水域的布置和疏浚土处理方式，港池疏浚拟采用抓斗挖泥船配泥驳进行清淤；对于港池范围内的礁体，采用钻爆方案对礁石进行破碎后用抓斗船清除。工程疏浚范围和钻爆范围见图 3.7-1。

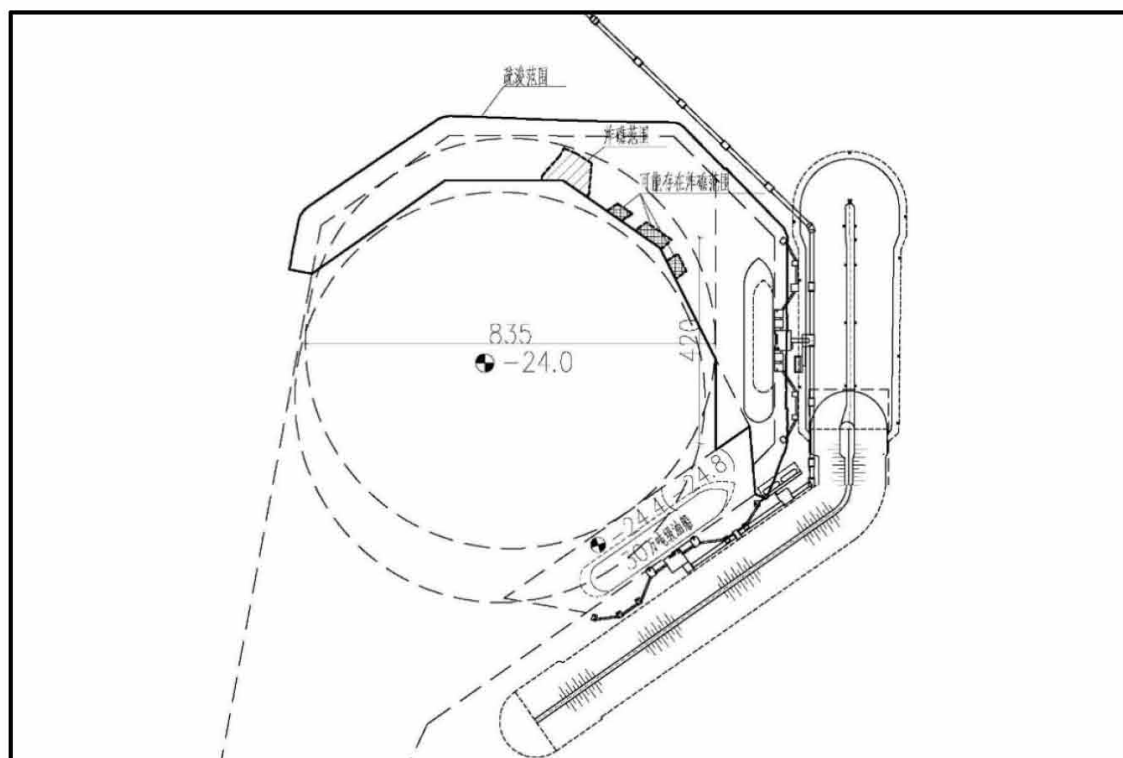


图 3.7-1 疏浚和炸礁范围示意图

(1) 钻爆

根据本工程的特点，选用“中海潮 1 号”炸礁船施工，清礁选用 1 艘 13m³ 抓斗式挖泥船、1000m³ 开体式自航泥驳两艘、交通船 1 艘。清出 14.01 万 m³ 礁石全部回填做防波堤堤芯石。

根据《水运工程爆破技术规程》及工况、施工经验和类似工程实例初步确定爆破参数。

本工程炸礁采用水下钻孔爆破方法，炸礁作业基本流程见图 3.7-2，具体内容如下：

a: 抛锚移船

钻爆施工船舶抛设四具锚，首尾各两具锚，锚缆长 150~200m，另首尾各有两个桩腿，定好位置后将四个桩腿下至基岩面，将炸礁施工船升离水面。放炮时施工船向北面移开 100~120m。

b: 测量定位

炸礁前采用全站仪复测平面控制点，施工时采用 RTK 进行测量定位。

c: 钻孔

炮排按垂直码头前沿线布设，各排孔按 5 个孔和 4 个孔交错呈梅花形布设。采用潜孔冲击钻钻孔，一次钻至设计要求底标高。孔深约 1.5~3.5m。

d: 装药

本工程采用特定的塑料筒装柱状乳化炸药，钻孔钻完并经验收合格后，炮工按要求进行装药。单孔装药量小于 25kg，一般控制在 10~20kg；每响布置 4~8 个孔，即每响起爆装药量 80~160kg，每次 4~5 响，每次起爆装药量控制在 1t 以下；炸礁次数约 50~100 次，总炸药量约 160~180 吨。为了减少爆破震动速度，采用微差爆破，一组爆破作业由多次单响爆破组成，通过延迟控制实现连续单响爆破，微差时间取为 25~30 毫秒；每天 1~2 组。

e: 起爆网路联接

采用电雷管引爆，为延时引爆。每个起爆体内装两发并联的导爆雷管，孔外采用电雷管起爆。一次起爆炮孔数根据一次允许起爆最大药量和起爆能力大小而定，用交流电源起爆电雷管时，应保证流经每发电雷管的电流强度不小于 4.0A；用直流电源或起爆器起爆电雷管时，流经每发电雷管的电流强度应不小于 2.5A。

f. 起爆

起爆网路联接完成后，移船至安全范围，按规定的安全距离警戒，确认危险区内没有船舶和人员后才能发出起爆信号。

g. 爆破参数

总炸药量：160~180t。

单次起爆最大药量：160kg，单孔 15~25kg。

炸药种类：乳化炸药。

炸礁工期：3 个月。

引爆方式：采用电雷管引爆，为延时引爆。药柱长度<3m 时装一个起爆体，装在炸药长度下部约 1/3 处；药柱长度≥3m 时，装两个起爆体，各装在距药柱底部的 1/4 和 3/4 位置。

(2) 疏浚和清礁

根据疏浚水域的布置和疏浚土处理方式，港池拟采用 18m³ 抓斗挖泥船配合自航泥驳进行对港池的淤泥和破碎后的礁石进行清除。

清礁采用抓斗式挖泥船按照分条分层的方法进行施工。清礁施工采用一艘 18m³ 抓斗挖泥船进行，施工时挖泥船抛 4 具锚，船艏抛八字锚，船艉抛交叉锚，锚缆长约 80~150m。按施工范围采用分条分层施工方法，每条挖槽宽 15 m，挖槽与挖槽之间搭接 1m。根据抓斗一次清挖厚度和开挖介质层厚度，应分多层开挖，直至清挖达到设计底标高为止。清挖出来的礁石用做防波堤堤芯石，淤泥通过泥驳运至抛泥区倾倒。

抓斗式挖泥船清淤清礁的施工流程为：开挖施工（装舱至泥驳）→自航泥驳航行→抛卸（抛卸区）→返航→开挖施工（装舱至泥驳）。

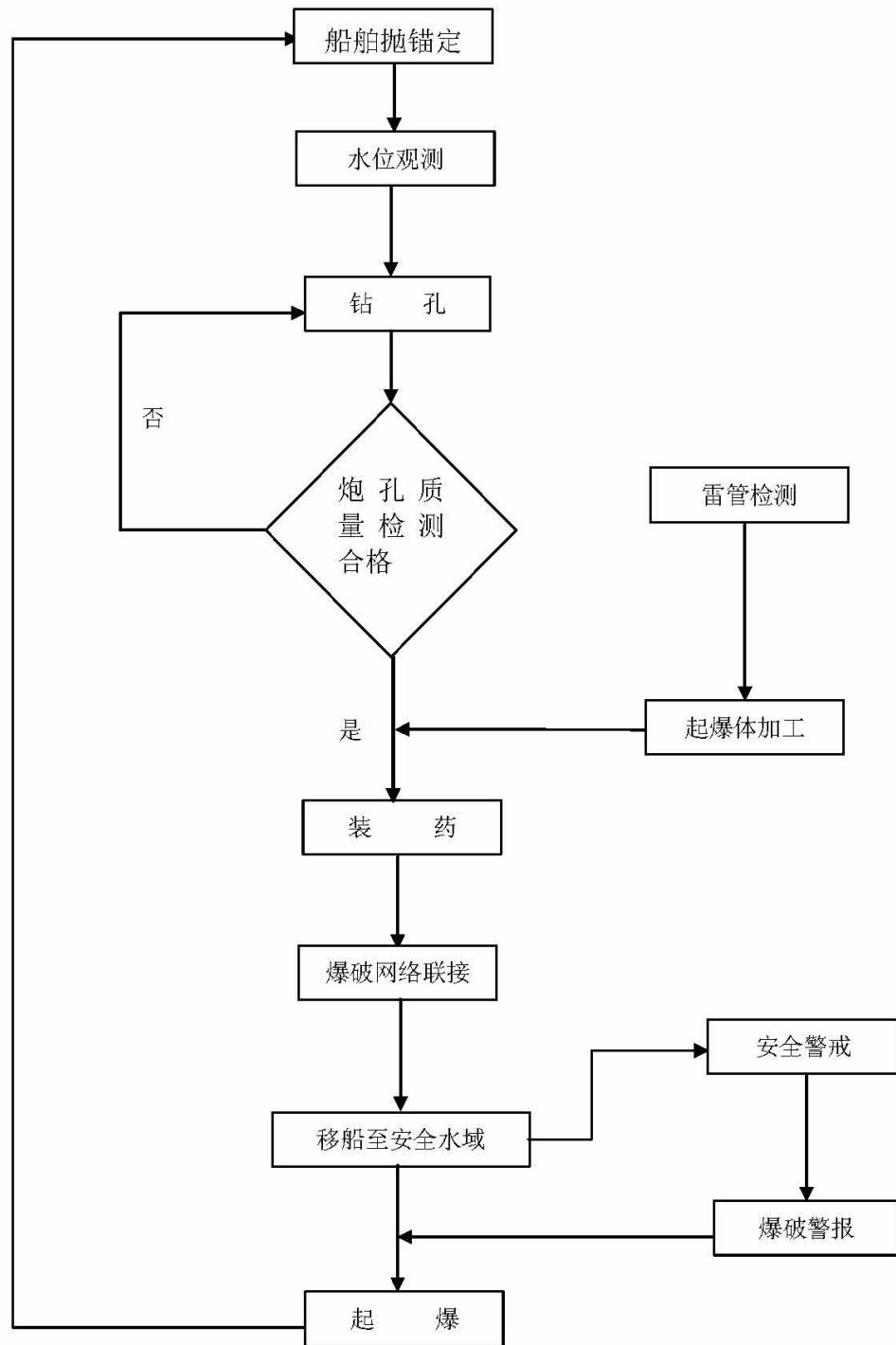


图 3.7-2 水下钻孔爆破施工流程图

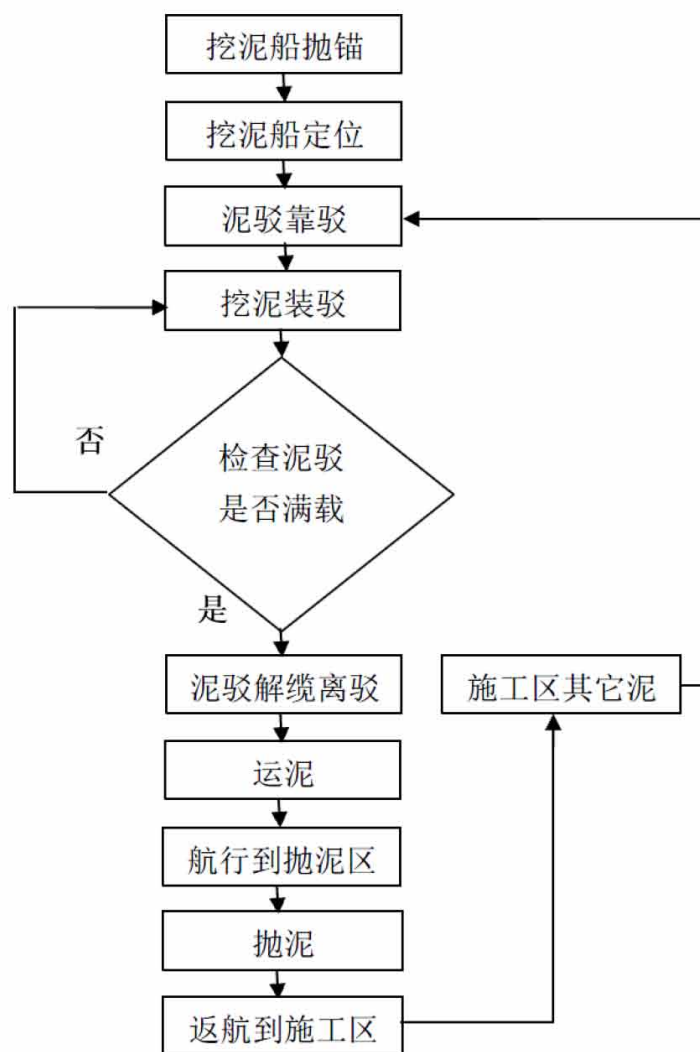


图 3.7-3 疏浚施工工艺流程

3.7.1.2 码头工程

码头为高桩墩台结构，施工面较大，施工前应根据工程特点，分析工程的关键节点，制定可行的施工节点计划，合理安排施工进度。施工过程中，应根据实际的施工情况在保证总工期不变的条件下，及时对施工计划作适当的调整。各工序应采用流水作业或交叉作业，避免工序间的相互干扰。

工程施工工艺流程如下：

施工准备→桩基购置→沉桩并夹围图→现浇墩台→预制构件预制→安装引桥、连接桥预制梁板和安装钢联桥→安装橡胶护舷、系船柱→安装水电、工艺设备等设施→调试、验收。

① 钢管桩制作及运输

码头桩基采用钢管桩（钢管混凝土组合桩）。钢管桩将在专业厂家生产并

采用方驳海运至现场。

② 沉桩

对于有岛式防波堤掩护、有稳桩条件的码头区域的部分桩，采用大型打桩船施打；对于无稳桩条件的码头区域的桩采用砂箱稳桩工艺进行稳桩，采用大型打桩船或移动式打桩平台进行施打。

③ 嵌岩桩施工

码头所有嵌岩桩（钢管桩锚杆嵌岩桩、芯柱嵌岩桩、组合桩嵌岩桩）在沉桩完毕后，搭建施工作业平台，采用钻机施钻，然后进行清孔，放锚杆或钢筋笼，最后灌浆或浇注混凝土。

④ 上部混凝土墩台结构

各墩台采用现浇混凝土结构，模板采用轻型钢模板。

⑤ 码头设施

快速解缆钩、护舷、橡胶舷梯、监控系统等设备在码头结构施工完成后进行安装。

⑥ 码头人行钢桥

码头各墩台之间的钢结构人行桥，在制造厂拼装连接后，海运至现场，采用浮吊安装。

⑦ 上部设备设施：装卸设备可在各专业厂家定制，由水路运至施工现场，采用船吊配合安装，管材等其它设备由陆路运至施工现场进行安装。

⑧ 其他配套工程包括房建、给排水、供电照明、控制、通信工程等，其施工多采用常规方式，可视相关工程的进度情况交叉安排施工。

3.7.1.3 防波堤工程

防波堤为岛式抛石斜坡堤结构，在已建岛式防波堤的基础上向北侧延伸扩建 450m，由于防波堤为孤岛式结构，需完全水上施工。并且工程区域水深浪大，施工安排充分考虑防台要求。

工程施工工艺流程如下：

施工准备→基槽挖泥→石料运输→堤心石抛填→垫层石和垫层块体抛理、安放→护底块石抛理→护面块体安放→交工验收。

① 堤心石的施工

防波堤-4.0m 以下，采用不小于 1000m³开底驳抛填施工，两侧坡面采用小开底驳粗补，再用驳船配钩机（或抓斗）进行细补抛；-4.0m~堤心顶，采用驳船配钩机抛填施工。

② 护面块体的施工

护面块体在现场临时预制场预制，采用驳船运至安放地点，采用水上平台安装配吊机安装；堤顶及内存亦采用陆上平台（钢平台置于堤顶）配吊机安装。

3.7.2 施工进度

根据本工程的建设规模、施工特点和项目总体建设意图：计划总工期 24 个月，施工进度计划见下表。

表 3.7-1 施工进度计划表

序号	工程项目	工期（双月）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	施工准备	■											
二	港池水域疏浚								■	■	■	■	
1	炸礁		■	■									
2	疏浚								■	■	■	■	
三	防波堤施工												
1	基槽挖泥	■	■	■									
2	堤心石抛填		■	■	■	■	■						
3	垫层、护底施工			■	■	■	■	■					
4	护面块体预制安放		■	■	■	■	■	■	■				
四	码头施工												
1	购置钢管桩		■	■	■								
2	桩基施工				■	■	■	■	■				
3	现浇墩台						■	■	■	■			
4	引桥、人行桥施工							■	■	■	■		
5	设备、设施等安装									■	■	■	
6	调试、验收												■

3.7.3 土石方平衡

除部分堤芯石利用礁渣回填外，项目建设其余的土石方全部外购。项目疏浚产生疏浚物约 106.4 万方，拟外抛至前詹临时海洋倾倒区。

表 3.7-2 项目土石方平衡表 (万 m³)

地层名称	产生量	去向
①1 淤泥, ①2 淤泥混砂	30.80	合计 106.4 万方 外抛
③1 粘土~粉质粘土	7.47	
①3 砂混淤泥, ②1 中粗砂 ②2 粉细砂	30.80	
③2 粉细砂, ③4 中粗砂	37.34	
⑨强风化花岗岩	14.01	回填至防波堤
合计	120.43	

4 工程分析

4.1 环境影响因素识别

项目构成及可能产生的环境污染因素见图 4.1-1 和图 4.1-2。

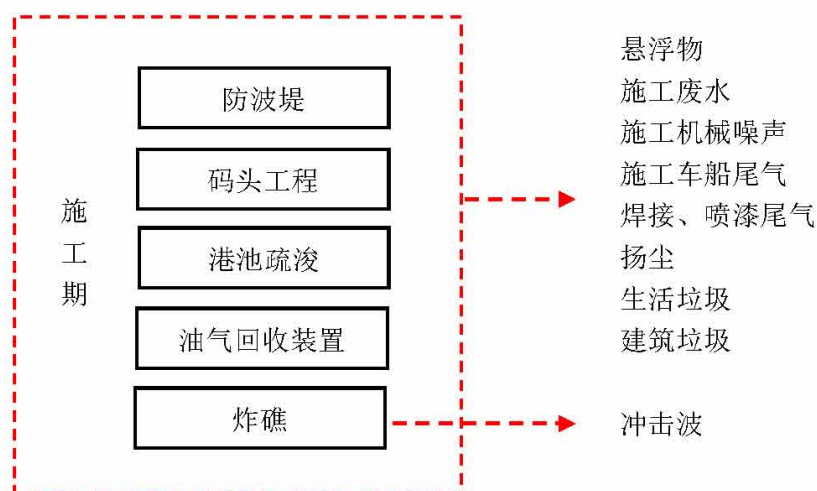


图 4.1-1 施工期影响产污环节示意图

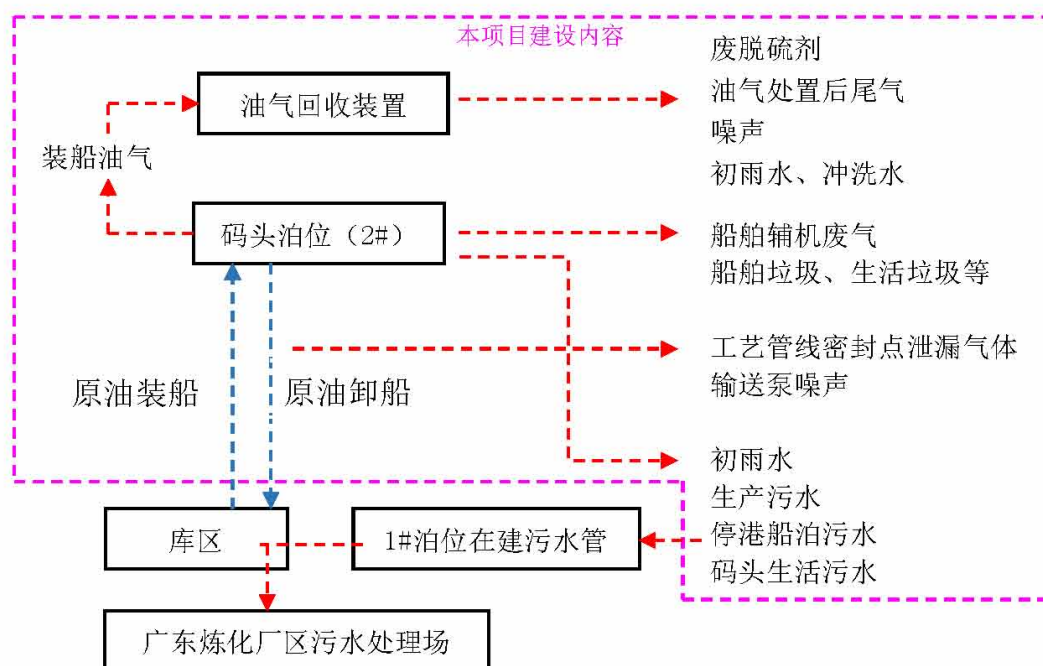


图 4.1-2 营运期影响产污环节示意图

4.1.1 施工期环境影响因素分析

(1) 施工期海洋环境影响

①疏浚、炸礁等作业对水体水质和水生生物的影响

码头疏浚作业抓斗式挖泥船配合泥驳作业。在挖泥作业中，由于机械的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得疏浚区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物和生物幼体也产生影响。主要污染物为 SS。

炸礁作业产生的 SS 和冲击波对渔业资源和水质产生一定影响。

桩基和防波堤建设亦会掀起一定的 SS，对水质和生态环境产生一定影响。

疏浚作业污染节点见图 4.1-1。

②工程建设对水文动力条件的影响

港池开挖、防波堤建设和码头水工建筑物建设，将对项目所在海区水文动力条件产生一定程度的影响。

(2) 施工期大气环境污染因素分析

本项目施工期大多为水上作业，对大气环境产生影响的环节为焊接过程中产生的烟尘；喷漆作业过程中产生的喷漆废气；施工船舶产生的尾气等。

(3) 施工期声环境影响因素分析

施工对声环境的影响环节为施工船舶、机械工作以及材料运输等产生的噪声。

(4) 施工期固体废物影响因素分析

施工期产生的固体废物主要为施工人员的生活垃圾、建筑垃圾、船舶垃圾、废焊条、焊渣、漆桶；机修油棉纱、废油和废机油等。

(5) 施工期环境风险事故影响分析

由于操作失误等人为因素或自然因素以及船舶碰撞等，致使施工船舶燃料发生泄漏，从而导致突发性的污染事故。主要污染是石油类。

4.1.2 营运影响因素分析

(1) 大气影响因素分析

项目大气污染源的种类包括有组织排放和无组织排放两大类，按正常工况和非正常工况。

①有组织排放

正常工况下，项目有组织排放源为码头装船产生的油气经油气回收处置装置处理后排放的尾气和船舶辅机废气。

非正常工况下，主要为油气回收装置失效，装船废气直接排放。

□无组织排放

正常工况下，阀门、法兰等密封点的无组织排放。

非正常工况下，油气收集装置失效导致装船废气未能进入油气回收装置，直接排放的情况。

(2) 水质环境影响因素分析

码头在营运过程中会产生对水环境产生影响的主要污染因素为：

A：船舶产生的含油污水（机舱油污水）和生活污水；

B：码头作业平台冲洗水和初期雨水

C：码头工人生活污水

(3) 固体废弃物污染源因素分析

主要包括：码头工人产生的生活垃圾和船舶所产生的固体废弃物；油气回收装置产生废弃脱硫剂；工程设备检修产生的机修棉纱、废机油等危险废物。

(4) 噪声环境污染因素分析

装卸设备产生的噪声，噪声值 80~95dB（A）。

(5) 环境风险事故影响因素分析

从本项目货物的装卸过程中主要有以下几方面的事故风险：

A：泄漏

运输船只碰撞事故、管线泄漏事故，可能会对海洋环境造成污染。

B：火灾

从火灾危险性分类，本项目储运物质火险分级为甲级，火灾事故中产生的烟尘和其它有毒有害气体将对周围大气质量产生影响。

4.2 污染源分析

4.2.1 施工期污染源分析

4.2.1.1 大气污染源

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

拟建工程施工期间对大气环境产生影响的主要因素是物料运输、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。

类比同类港口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/m³ 之间，平均增加量为 0.115mg/m³。

(2) 焊接烟尘

本项目工艺设备焊接过程有焊接烟尘产生，属于无组织排放。类比其他同类型项目，项目码头工艺设备焊接量小，按照烟尘/焊丝及焊剂重量比约 0.03% 的比例计，本项目焊接产生的焊接烟尘量很小，预计不超过 1kg。

(3) 喷漆废气

项目工艺管线、钢人行桥等在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。根据设计单位工程可行性研究报告给出的油漆种类、涂装面积、厚度，推算油漆消耗量。涂装时，底漆与稀释剂比例按 1:0.8 计算，面漆与稀释剂比例按 1:1 算。结合油漆中固形物和挥发性有机物含量，推算项目建设期间挥发性有机物产生量约 0.93t，均为无组织排放。

表 4.2-1 拟建项目所用油漆参考成分

油漆名称	固形物含量 (%)	挥发性有机物含量 (%)
环氧树脂底漆	62	38
环氧树脂中间漆	62	38
环氧富锌底漆	72	28
环氧厚浆中间漆	83	17
聚氨酯	63	37

表 4.2-2 拟建项目油漆消耗量级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 um	油漆消耗 (t)	固形物 (t)	油漆中的 挥发性物 质(t)	稀释剂 (t)
环氧树脂底漆	2858	100	0.64	0.37	0.18	0.46
环氧树脂中间漆	2858	100	0.64	0.37	0.18	0.46
环氧富锌底漆	4488	75	0.70	0.44	0.15	0.55
环氧厚浆中间漆	4488	125	1.07	0.73	0.15	0.91
聚氨酯	4488	100	1.00	0.58	0.27	0.73

(4) 施工机械、设备、船舶尾气

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

4.2.1.2 水污染源

施工期主要污染源是开挖和炸礁等作业，使水体中的悬浮物含量增加，水体变混，对水质和水生态环境造成影响；此外，施工期间污水还来自施工设备、车辆的冲洗水以及施工期间下雨的泥污水，施工工人的生活污水，施工船舶废水，主要污染物是 COD、泥沙。

(1) 施工悬浮物发生量

①清淤、疏浚作业

本项目采用 18m³ 抓斗式挖泥船+泥驳作为本工程疏浚和防波堤基槽清淤的主要施工船舶。码头疏浚物全部外抛。

根据对三航六公司、广州航道局的调访，当采用 13m³ 抓斗式挖泥船，配

1000m³的自航泥驳时，疏浚效率约 700m³/h。疏浚时，悬浮泥沙入海主要发生在抓斗上下作业过程，悬浮物源强约为 3.3kg/s。王时悦¹通过类比天津港、大连港等同类港口施工监测数据，结合不同施工条件，认为 8m³抓斗船的悬浮物产生源强约为 0.96~1.79kg/s。MacDonald²在对抓斗式挖泥船产生泥沙再悬浮系数的调研资料和试验结果，抓斗式挖泥船施工悬浮物再悬浮率为 11~20kg/m³，则本项目悬浮物发生强度约 1.53~2.8 kg/s。

根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS105-2021），航道疏浚产生的“悬浮物总量”采用以下公式进行计算。

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

式中：

Q：疏浚作业悬浮物发生量(t/h)；

R：发生系数W₀时的悬浮物粒径累计百分比(%)，宜采用现场实测法确定，也可参照取89.2%；

R₀：现场流速悬浮物临界粒子累计百分比(%)，宜采用现场实测法确定，也可参照取80.2%；

T：挖泥船疏浚效率(m³/h)，约为500m³/h；

W₀：悬浮物发生系数(t/m³)，取38×10⁻³t/m³。

计算得到疏浚作业悬浮物源强为：5.87kg/s。综上，本项目疏浚施工源强从保守的角度，按 5.87 kg/s 考虑。

②炸礁作业

炸礁作业引起的悬浮泥沙扩散属于瞬时源强，源强的大小与炸礁量和礁石炸碎后形成的破碎程度有关。源强的大小同时也和一次爆破炸礁量成正比。按照一般根据有关研究，水下炸礁泥沙起悬比例不超过 5%。根据本项目总炸药量（160~180t），清礁量 14.01 万 m³，炸礁次数约 300 次，每次炸礁 4~5 响，按每次 15 分钟完成。因此，本项目每次炸礁清礁量约 450 立方，悬浮泥沙释放约 22.3m³/次，释放源强约 33.2kg/s。

②桩基施工

采用下式计算悬沙产生源强：

¹王时悦，海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述，科技资讯，2016,14（06）

² Mott MacDonald Contaminated spoil management study, final report, Volume 1, for EPD 1991

$$S=(1-\theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：

S 为挤淤的悬浮物源强(kg/s)；

θ 为淤泥天然含水率(%)；

ρ 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cn)；

α 为淤泥中悬浮物颗粒所占百分率(%)；

P 为平均挤淤强度，每小时挤淤量约为 5m³。

按底质湿密度 1580kg/m³、起沙量 30%计，则入海泥沙源强约 0.65kg/s。

③防波堤建设

防波堤首先进行基槽挖泥，后通过驳船装运块石到现场抛填。

基槽挖泥悬浮物产生量参考清淤、疏浚作业的施工源强。

抛石作业施工拟采用 1000m³开底石驳船进行，作业过程中导致 SS 悬浮，由于抛石是在先清除工程位置表层淤泥的基础上进行的，悬浮物产生量较少。

④疏浚物污染物质二次溶出与防腐涂料、牺牲阳极防腐引起的重金属溶出。

疏浚泥中污染物质二次溶出：根据项目所在区域的底质采样结果，石碑山海域主要以粘土质粉砂为主，工程区的沉积物汞、铜、铅、锌、镉、砷、石油类等指标全部可以达到海洋沉积物一类标准。

防腐涂料、牺牲阳极防腐重金属溶出：本项目钢管防腐涂料采用环氧富锌底漆+阴极保护，锌在氧化还原反应后，将有少量溶解状态的锌离子释放排入海水。

综上，项目施工作业泥沙源强见表 4.2-3。

表 4.2-3 悬浮物源强

序号	位置	泥沙源强(kg/s)	持续时间
1	施工期港池和支航道疏浚	5.87	11 个月
	营运期维护疏浚	5.87	约 15 天
2	码头桩基施工	0.65	10 个月

(2) 生活污水

①施工船舶生活污水

根据施工船舶配置和配员情况，项目施工高峰期期间同时施工船舶为 5~10 艘计，其中施工船舶水上施工人员按 80 人计。船员生活用水量按 25L/人·d，污

水产生量按 21.25L/人·d，施工船舶生活污水产生量见表 4.2-4。施工船舶生活污水由具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处理。

②陆域施工人员生活污水

项目主要的施工作业在海上，陆域主要进行构件预制和物料运输和装卸。海上施工人员的陆域生活营地和陆域场地施工人员合计按 110 人考虑，每人每天产生生活污水量按 80L 计；此外海上施工人员的生活营地施工队每天产生的生活污水量见表 4.2-4。陆域施工场地依托库区项目，生活污水也依托库区化粪池和厕所。

表 4.2-4 生活污水产生情况

来源	用水量 (m ³ /d)	污水量 (m ³ /d)	COD 产生量		氨氮产生量	
			浓度 (mg/L)	产生量 (kg/d)	浓度 (mg/L)	产生量 (kg/d)
船舶	2	1.7	250	0.425	30	0.051
陆域	8.8	7.48	250	1.87	30	0.224

(3) 船舶机舱含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，抓斗式挖泥船等船机舱油污水产生量按 0.27m³/ (d·船) 计，泥驳按 0.81 m³/ (d·船) 计，其余按 0.43 m³/ (d·船)，处理前含油量按 2000mg/L 计，施工船舶机舱油污水产生量见表 4.2-5。机舱油污水由具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处理。

表 4.2-5 施工船舶机舱油污水产生情况

船舶类型	施工船舶 (艘)	污水量 (m ³ /d)	石油类产生量	
			浓度 (mg/L)	产生量 (kg/d)
挖泥船	1	0.27	2000	0.54
泥驳	2~3	0.81	2000	1.62
其他	6~7	2.55	2000	5.10
合计	10	3.63		7.26

(4) 机修油污水

主要为施工机械、设备产生的机修油污水。本项目陆域施工场地依托库区工程。机械设备主要为预制件设备和运输车辆。预计为 20 台，机修油污水产生量按 0.2 m³/台计，机修油污水约 0.2m³/天，石油类产生量约 0.1kg/天。该部分废水与库区工程的施工废水一并通过油水分离器后进入沉淀池，回用于施工机械设备冲洗，不外排。

4.2.1.3 噪声污染源

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 4.2-6。

表 4.2-6 施工期主要噪声源及源强

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	吊机	88	2
3	混凝土振捣棒	106	12
4	打桩机	82	30
5	电焊机	85	60
6	装卸机械	89	3
7	切割机	95	8

4.2.1.4 固体废物污染

建设期的固体废物包括疏浚物、建筑垃圾和生活垃圾。

(1) 疏浚物

本项目疏浚量 120.43 万 m³，除礁渣 14.01 万 m³ 全部回填防波堤堤心石利用外，其余全部外抛。土石方平衡情况见 3.7.3 节。

(2) 建筑垃圾

建筑垃圾主要来源于建筑施工中的废弃物，如水泥、砖瓦、石灰、沙石等。建筑垃圾中的余泥、水泥沙等可用于陆域地面平整，废钢筋等可作物资回收。

(3) 船舶垃圾

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，船舶垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，挖泥船垃圾产生量约 120kg/d，见表 4.2-7。

表 4.2-7 施工船舶垃圾产生情况

施工船舶 (艘)	施工人员	船舶垃圾产生量 (kg/d)
10	80	120

(4) 废焊条、焊渣

焊接采用无铅焊条，产生的废焊条、焊渣属于一般固废，由厂家回收利用。

(5) 机修废物

来自施工机械和车辆的维修过程，主要为含油面纱。属于危险废物 HW49，但属于《危险废物豁免管理清单》内容，按要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。

(6) 漆桶

管道喷漆过程中产生的漆桶属于危险废物 HW49 中“900-041-49 含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质”，由有危废处理资质的单位接收处理。

4.2.1.5 小结

施工期主要污染物产生及排放情况见表 4.2-8。

表 4.2-8 施工期污染源汇总表

种类	污染源		源强	主要污染物	排放方式
大气 污染 物	施工场地		140g/s.km	粉尘	无组织排放
	交通		0.115mg/m³	粉尘	
	焊接作业			焊接烟尘	
	喷漆作业			挥发性有机物	
	施工机械、设备、车辆、船舶尾气等			氮氧化物、非甲烷总烃等	
废水	疏浚工程	抓斗式挖泥船	5.87kg/s	SS	间断自然排海
	桩基施工		0.27kg/s	SS	间断自然排海
	船舶施工人员生活污水		1.7m³/d	COD 和氨氮	交具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处理
	船舶含油污水		3.63m³/d	石油类	
	陆地施工人员生活污水		7.48 m³/d	COD 和氨氮	依托库区工程
	陆域机械机修废水		0.2 m³/d	石油类	
噪声	机械噪声		68~106 dB（A）	等效声级	自然排放
固体 废物	疏浚作业		120.43 万 m³	疏浚物	外抛至指定抛泥区
			14.01 万 m³	礁渣	回收利用
	船舶垃圾		120kg/d	船舶垃圾	当地环卫部门收集处理
	建筑垃圾			建筑垃圾	回收或综合利用
	废焊条、焊渣			一般固废	厂家回收
	机修废物			危废 HW49	按要求豁免，由市政环卫部门统一处理
	漆桶			危废 HW49	统一由有危废处置资质的单位收集处理

4.2.2 营运期污染源分析

4.2.2.1 大气污染源

(1) 装船作业废气

本项目疏港货种为轻质原油，装船量为 725 万吨/年，装船效率为 4800m³/h。装船作业 VOCs 产生量参照《石化行业 VOC 污染源排查工作指南》中的推荐公式进行计算：

$$L_w = q_w * L_L$$

$$L_L = L_A + L_G$$

L_A ——已有排放因子，指装载前空舱中已有的蒸汽在装载损耗中的贡献，按附表三-10,取 0.103kg/m³

L_G ——生成排放因子，指在装载过程中气化的部分。

$$L_G = 0.102 \times (0.064 \times p - 0.42) \frac{M \times G}{273.15 + T}$$

式中：

L_G ——生成排放因子，kg/m³

P ——温度 T 时装载原油的饱和蒸气压，取 15.7kPa；

M ——蒸气的分子量，g/mol，取 50；

G ——蒸气增长因子 1.02，无量纲量

T ——装载时蒸气温度，取 303K。

0.102 单位转换系数

q_w ——装船速率，按设计最大装船能力计，4800m³/h；

根据上述公式计算得出原油装船油气生成排放因子为 0.011kg/m³，油气生成排放系数为 0.114kg/m³。

本项目原油装船量为 725 万吨/年，装船全部为轻质原油，密度约 0.87，即装船量约 833.33 万 m³/a，年装船时间约 1736h。根据以上计算，原油装船 NMHC 损失量为 547.2kg/h(950.88t/a)，油气产生浓度约 114 g/m³。

本项目设油气回收装置，处理装船过程中排放的油气。油气回收装置包括收集装置和处理装置。当船靠岸后，收集装置连接船上接口，通过引风机由管道送至油气处理装置。由于装船采用密闭方式，可认为油气全部被收集。

处理装置拟采用“脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧”的方案。

油气收集后首先进行脱硫，减少燃烧后的二氧化硫排放量。根据设计单位提供数据，原油油气中 S 主要以 H₂S 形式存在，浓度约为 50ppm，脱硫效率按 80%考虑，脱硫后 H₂S 浓度可达到 10ppm。

完成脱硫后的油气进入防回火焚烧头金属表面焚烧模块。根据油气浓度情况（如主要在点火阶段和完成装船后）采用风机补充助燃气和空气，在预混室充分混合后燃烧后排入大气环境。点火初期消耗量约 $150\text{Nm}^3/\text{h}$ （天然气消耗量约 $5.3\text{万 Nm}^3/\text{a}$ ）。

根据油气回收装置设计资料，防回火焚烧头金属表面焚烧模块采用含烃气体与空气预混后在金属纤维表面燃烧，挥发性有机物去除率最大可达到 99.9%。目前技术成熟应用广泛，根据独山子石化已经投产的设备，经该装置焚烧处理后的尾气各污染物浓度为非甲烷总烃为 $1.8\sim 5.46\text{ mg/m}^3$ 、氮氧化物为 $6\sim 11\text{ mg/m}^3$ 。本评价从保守角度按处理效率为 99.7% 考虑，尾气中 VOCs 排放量为 1.642kg/h ，排放浓度为 110.92mg/m^3 。此外，从保守的角度考虑油气和补充的燃料气燃烧后的氮氧化物 30 mg/m^3 ，颗粒物 10 mg/m^3 ，二氧化硫 10mg/m^3 。

助燃气燃烧后的 SO_2 、 NO_x 和烟尘按照《排污许可申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953-2018）中燃气工业锅炉产污系数表计算。

原油码头装船尾气产排计算结果见表 4.2-10。

表 4.2-9 燃气工业锅炉的废气产排污系数（天然气）

产品名称	原料名称	工艺规模	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	排污系数
蒸汽/热水/其它	天然气	室燃炉	所有规模	二氧化硫	kg/万立方米原料	0.02S	直排	0.02S
				氮氧化物	kg/万立方米原料	9.36		9.36
				颗粒物	kg/万立方米原料	2.86		2.86

注：①含硫量，单位为 mg/m^3 ，根据强制性国家标准 GB17820-2012《天然气》标准，含硫量取最大值，为 $S=200$ 。

表 4.2-10 原油装船废气产排情况一览表

处理方式	油气量 m^3/h	污染因子	产/排浓度 mg/m^3	产排速率 Kg/h	年产/排量 (t/a)	尾气温度 $^{\circ}\text{C}$	排放标准	
							排放浓度 mg/m^3	排放速率 Kg/h
处理前	4800	NMHC	114106.2	547.2	950.0	30	/	/
脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧	14800	NMHC	110.92	1.642	2.850	600	120	8.4
		SO_2	10.83	0.160	0.278		500	2.1
		NO_x	31.93	0.473	0.820		120	0.64
		颗粒物	11.20	0.166	0.288		120	2.9

(2) 船舶辅机废气

船舶停港期间主机处于停机状态，船舶进港口一般是辅机作业。尽管码头一般设置岸电，但从安全角度考虑，可能存在船舶停靠不使用岸电设施的情况。因此需要考虑辅机燃油产生的废气。

根据《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168号）及《交通运输部海事局关于规范实施船舶大气污染物排放控制区监督管理工作的通知》（海危防〔2018〕555号）的要求，本项目船舶停靠应使用含硫量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。

本项目码头泊位停靠船型为 5 万~30 万吨级油轮，单台辅机功率约 950KM~2100KW³，根据设计资料中各船型承担的货运任务量和单船停靠时间，计算各船型年靠船油耗，从而得出所有停靠船舶辅机的年总油耗约为 622t/a。

参考《社会区域类环境影响评价》中有关燃油发电机的相关参数：备用发电机运行时主要大气污染物排放系数烟尘 0.714g/L、NO_x2.56g/L，含硫量为 0.5%。参考《大气污染工程师手册》，当空气过剩系数为 1 时，1kg 柴油产生烟量为 11Nm³。一般情况下，柴油发电机空气过剩系数为 1.8，即辅机发电机的烟量按 20 Nm³/kg 燃油计。

氮氧化物和颗粒物采用上述产污系数计算尾气排放量，二氧化硫采用物料平衡法计算产排量。得到船舶靠岸辅机废气排放量如下表所示。船舶辅机烟囱按 20m，内径为 0.3m 考虑。

表 4.2-11 船舶辅机废气排放量表

废气量 (m ³ /h)	污染因子	产污系数 g/L 原料	产排浓度 mg/m ³	产排速率 (kg/h)	年排放量 t/a
2888	SO ₂	/	500	1.44	6.22
	NO _x	2.56	154.22	0.45	1.92
	颗粒物	0.714	43.01	0.12	0.54

(3) 无组织排放有机废气

主要来自设备与管线组件密封点泄漏。根据《石化行业 VOC 污染源排查工作指南》（环办〔2015〕104 号）和《广东省石油化工行业 VOCs 排放量计算

³ 邢辉，韩志涛，段树林等，世界商船队船舶动力参数特征分析，大连海事大学学报，第 42 卷第 3 期，2016 年 8 月

方法（试行）》（粤环函〔2019〕243 号）推荐设备密封点泄漏的 VOCs 产生量计算方法。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 4.2-12 挥发性有机物密封垫泄漏废气核算一览表

设备类型	密封点数量 (个)	石油炼制工业泄 漏系数 (kg/h/排 放源)	排放速率 (kg/h)	密封点运行 时间 (h)	密封点排放 量 (t/a)
泵	1	0.114	0.114	8760	0.9986
阀门	50	0.0109	0.545	8760	4.7742
法兰和连接件	34	0.00025	0.0085	8760	0.0745
输油臂	4	0.0023	0.0092	8760	0.0806
合计			0.6767		5.9279

(4) 小结

大气污染源产生和排放源强情况见表。

表 4.2-13 本项目营运期废气污染源强一览表

有组织排放源														
排放源	产生量				污 染 治 理 措施	排放情况			排气参数			排 放 位置	排放规 律	排放去 向
	废 气 量 (m³/h)	污染因子	产生速 率 kg/h	产 生 量 t/a		排放速率 kg/h	排放量 t/a	废气量	H (m)	D (m)	T (□)			
装 船 废 气	4800	NMHC	547.2	950.0	油 气 回 收 后 采 用“脱 硫 +防 回 火 焚 烧 头 金 属 表 面 焚 烧”	1.642	2.850	14800	15	1.46	600	油 气 回 收 烟 囱	间歇， 装卸期 间连续	大气
		SO ₂	/	/		0.160	0.278							
		NO _x	/	/		0.473	0.820							
		颗粒物	/	/		0.166	0.288							
船 舶 辅 机	2888	SO ₂	1.44	6.22	停 泊 期 间	1.44	6.22	2888	20	0.3	180	船 上 烟 囱	间歇， 停泊期 间连续	大气
		NO _x	0.45	1.92		0.45	1.92							
		颗粒物	0.12	0.54		0.12	0.54							
无组织排放源														
排放源	污染因子	排放量 (t/a)	排放速率 (kg/h)		控制措施		源高 (m)	长 (m)	宽 (m)	面积 (m²)	排放 位置	排放规 律	排放去 向	
密封点 泄漏	NMHC	5.9279	0.6767		选高性能设备，经常 检查，及时维修		8	64	40	2560	码头 区	间歇	大气	

4.2.2.2 水污染源

(1) 水污染源分析

码头营运期的污水主要包括船舶机舱油污水、生活污水和生产污水。

①压舱水

本项目涉及到港装船作业，空载到港船舶需装载一定量压载水。本项目到港装船作业的船型为 5 万~15 万吨级油轮，压载舱容约占船舶载重量的 30%，压载水量 1.5 万吨~4.5 万吨。

根据 MARPOL 73/78 中的防污规则，载重量万吨级以上的新油船和化工品船均应设有专用压载舱，在一般气候条件下，不需向舱内压入压载水就可满足安全航行要求，因此压舱水一般不含货油。对于清洁压舱水，万吨以上船舶一般设有压载水过滤和处理系统，自行处理压载水。

因此，本项目不存在需要收集处理的含油压舱水，上述清洁压载水经过船舶自带的处理系统处理后在符合规定的海域排放。

②船舶机舱舱底含油污水

船舶的机舱是船舶动力装置的舱室，内部装备了各种动力机械和管理系统，机舱舱底水的主要来源是机舱内各种泵、阀门和管路漏出的油和水，机器在运转时漏出的润滑油，主辅机燃料油及加油时的溢出油，机械设备及机舱防滑铁板洗刷时产生的油污水等混合在一起形成的含油污水。

机舱舱底含油污水水量与船舶、吨位以及功率有关，还与船舶航行、停泊作业时间的长短、维修及管理状况有关。

按照 73/78 国际海事组织制定的防止船舶污染海洋公约附则Ⅱ的规定，船舶本身均配有处理机舱油污水的船用油水分离器，船舶产生的舱底油污水一般经自行处理后在航行中排放。

根据运量分配和《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）及有关经验推算船舶停港期间舱底含油污水产生量。

根据项目的到港船型和船舶艘次（约 131 次）、船舶舱底污水水量资料（根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），本项目 5 万~30 万吨级船舶停港期间舱底含油污水产生量约 8.33 t/d.艘~20t/d.艘，船舶靠港停泊时间为 22~50h/次，计算得到停港船舶舱底含油污水产生量约为 2300m³/a，未处理

前含油浓度含量约为 2000~20000mg/L，石油类产生量约为 4.60~46.0t/a。

该部分污水可由船泵通过码头设置的含油污水管送往中转站污水处理场与储库区污水预处理后送往厂区污水处理场统一处理。

③生活污水

a: 港区工作人员生活污水

港区定员为 17 人，生活用水量按 150L/d·人计算，生活用水量为 2.55m³/d，污水产生量按用水量的 85% 计，则港区生活污水产生量为 2.17m³/d。

本项目码头工作人员生活污水产生于工作楼厕所，与 1#泊位生活污水一并排往中转站污水处理场与库区污水预处理后送往厂区污水处理场统一处理。

港区工作人员生活污水产生情况见表 4.2-14。

b: 船舶停港作业生活污水

根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》保守估算，到港船舶平均船员人数为 30 人/艘，生活污水量按每人每天 100L 计算，排污系数按 0.85 计，根据项目的设计代表船型和本工程船舶的靠港停泊时间（共约 180d），计算得到停港船舶生活用水量约 540m³/a，生活污水产生量约 459m³/a。

按 1 艘 300000DWT 原油船靠泊计算，每天污水量约为 2.55m³/d。污染物产生量见表 4.2-14。船舶停港期间产生的船舶生活污水岸上接收后排往中转站污水处理场与库区污水预处理后送往厂区污水处理场统一处理。

表 4.2-14 港区工作人员生活污水产生情况

作业区	用水量 (m ³ /d)	污水量 (m ³ /d)	COD _{Cr}		氨氮	
			浓度 (mg/L)	产生量 (kg/d)	浓度 (mg/L)	产生量 (kg/d)
港区工作人员	2.55	2.17	250	0.54	25	0.05
船舶停港期间	3	2.55	250	0.638	25	0.064

④生产废水

码头生产废水主要来源于装卸阀门区和油气回收站的冲洗废水。

码头泊位输油臂和阀门区的冲洗面积按 200m² 估算，冲洗用水量按照每次 5L/m² 估算，则码头装卸阀区冲洗用水约 1m³/次；若按冲洗污水产生系数 0.9 估算，则作业区冲洗污水量均为 0.9m³/次，其污染物主要为油类，浓度约为 300mg/L，石油类产生量为 0.3kg/次。

油气回收站面积 1221 m²，冲洗用水量按照每次 5L/m² 估算，则油气回收站冲洗用水约 6.1m³/次；若按冲洗污水产生系数 0.9 估算，则回收站冲洗污水量均为 5.5m³/次，其污染物主要为油类，浓度约为 300mg/L，石油类产生量为 1.65kg/次。

码头冲洗水由码头的污水池，油气回收站设置集污池。上述污水用污水泵抽进含油污水管道，排往库区后送往厂区污水处理场统一处理。

⑤初期雨水

初期雨水一般是指降雨时前 15min 的雨水，初期雨水按下式进行估算：

$$V = \phi h F$$

式中：

V ——初期雨水量（m³）；

ϕ ——径流系数，取 0.9；

h ——降雨深度（m），0.020m；

F ——汇水面积（m²）。

本项目码头泊位输油臂和阀门区的汇水面积按 200m² 估算，根据初期雨水计算公式得到的初期雨水量约 3.6m³/次；根据惠来年均雨日为 122 天，则初期雨水最大产生量约 439.2m³/a。

油气回收站汇水面积 1221 m²，初期雨水量约 21.98m³/次；根据惠来年均雨日为 122 天，则初期雨水最大产生量约 2681.4m³/a。

初期雨水中污染物主要为油类、COD_{Cr}等，根据有关类比资料，浓度分别取 150mg/L 和 200mg/L。

码头面的初期雨水通过设置码头污水池，收集后用泵抽至管道，排往中转站污水处理场与库区污水预处理后送往厂区污水处理场统一处理。

初期雨水产生情况见表 4.2-15。

表 4.2-15 初期雨水产生量

位置		码头输油臂、阀门区和油气回收站
集雨面积（m ² ）		1421
初期雨水量	m ³ /次	25.58
	m ³ /a	3120.6
主要污染物	污染物	油类、COD
	浓度（mg/L）	油类:150 COD:200
	产生量	油类:3.84 COD:5.12
		油类:468.1 COD:624.1

⑥营运期维护疏浚

码头港区回淤量约 0.1 m/a，营运期港区需维持一定频率的疏浚工程。

营运期维护疏浚拟采用抓斗式挖泥船进行疏浚。类比施工期抓斗式挖泥船疏浚作业时产生的悬浮物源强小于 5.87kg/s。

维护疏浚物全部外抛。营运期码头区废污水产出与排放情况见表 4.2-16。

表 4.2-16 营运期废污水产出与排放情况

类别		产生方式	水量		计算项目	产生情况		
			产生量	排放量		油类	COD _{Cr}	氨氮
停港船舶	机舱废水	间断	2300m³/a (8.33~20m³/d)	2300m³/a (8.33~20m³/d)	浓度（mg/L）	2000~20000	/	/
					产生/排放量（kg/d）	40~400	/	/
					产生/排放量（t/a）	4.6~46.0	/	/
	生活污水	间断	459m³/a (2.55m³/d)	459m³/a (2.55m³/d)	浓度（mg/L）	/	250	25
					产生/排放量（kg/d）	/	0.64	0.06
					产生/排放量（t/a）	/	0.11	0.01
初期雨水 （含油气回收站）		间断	25.58m³/次 (3120.6m³/a)	25.58m³/次 (3120.6m³/a)	浓度（mg/L）	150	200	/
					产生/排放量（kg/次）	3.84	5.12	/
					产生/排放量（t/a）	468.1	624.1	/
生产废水（冲洗水）	码头	间断	0.9m³/次 (162m³/a)	0.9m³/次 (162m³/a)	浓度（mg/L）	300	/	/
					产生/排放量（kg/次）	0.27	/	/
					产生/排放量（t/a）	0.05	/	/
	油气回收站	间断	5.5m³/次 (990m³/a)	5.5m³/次 (990m³/a)	浓度（mg/L）	300	/	/
					产生/排放量（kg/次）	1.65	/	/
					产生/排放量（t/a）	297	/	/
生活污水		间断	2.17m³/d (781.2m³/a)	2.17m³/d (781.2m³/a)	浓度（mg/L）	/	250	25
					产生/排放量（kg/d）	/	0.45	0.05
					产生/排放量（t/a）	/	0.14	0.01
合计		间断	最大日 50.3m³/d 7812.8 m³/a	最大日 50.3 m³/d (7812.8 m³/a)	产生/排放量（t/a）	769.75~811.15	624.35	0.02

注：初期雨水按降雨天数 122 天计算，码头区年生活污水产生量按作业时间 360 天计算，冲洗天数按 180 天计算。

码头污水经后方库区后纳入广东石化炼化厂区污水处理场处理后回用。

4.2.2.3 噪声污染源

拟建工程在营运正常工况下噪声源主要有各类输送泵、油气回收装置的风机等，噪声值约 80~95dB（A）。

4.2.2.4 固体废物污染

营运期的固体废弃物包括码头工人生活垃圾、船舶垃圾和油气回收装置使用过的废脱硫剂等。

（1）码头生活垃圾

生活垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计，港区总定员 17 人，则生活垃圾产生量约为 8.5kg/d，约 3.06t/a。

（2）船舶垃圾

主要有罐头瓶、啤酒瓶、塑料制品、废纸等生活垃圾以及少量货物装卸废弃物、维修废弃物等。按船上工作人员平均为 30 人计算，生活垃圾产生量按 1.5kg/人·d 计，则在港船舶垃圾产生量为约 45kg/d，年船舶垃圾产生量为 8.1t/a。

（3）机修垃圾

码头和船舶机械设备维修过程，将产生少量废机油属于危险废物 HW08，应交由资质的单位收集处理；含废矿物油的抹布和劳保用品，为危险废物 HW49，但属于《危险废物豁免管理清单》内容，按要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。

船舶垃圾由有资质单位接收处理，来自疫区的船舶垃圾需委托有资质的单位进行消毒处理；码头生活垃圾和机修垃圾由市政环卫部门统一处理。

（4）废脱硫剂

油气回收装置采用氧化锌脱硫后进行高温焚烧。油气回收装置每运行 30 小时左右，需要消耗 0.9 吨氧化锌脱硫剂，年产生废弃氧化锌约 83.34t/a。本项目产生的废脱硫剂按“HW08”类危废物进行管理和处置，暂存于危废暂存间集中后拟交由有资质的单位处理。

表 4.2-17 拟建项目所产生的固废量一览表

序号	固体废物	固废性质	产生量 (t/a)	处置方式
1	码头生活垃圾	一般固废	3.06	由市政环卫部门统一处理
2	船舶生活垃圾	船舶固废	8.1	疫区船舶固废由有资质的卫生检验检疫部门消毒后按有关规定处理；非疫区的由有资质单位接收处理。
3	机修垃圾	危险废物 (HW49、 HW08)	少量	含油废抹布和劳保用品列入《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；废机油属于危废（HW08）交由有资质的单位处理
4	危险废物	危险废物 (HW08)	83.34	危险废物 HW08，危险特性 T，交由有资质的单位处理
合计			94.5	分类处理

4.3 非污染环境影响分析

（1）海域施工对海洋生态和生物资源的影响

项目防波堤工程、港池和航道疏浚工程等水下工程，通过占用海域、引起悬浮物浓度增加、或者开挖直接引起海洋生物死亡等方式对海洋生态和生物资源造成影响。

（2）项目建设对水文动力环境的影响

码头水工建筑，特别是防波堤的建设对海域水文动力环境产生一定影响。

5 自然社会环境概况

5.1 自然环境概况

5.1.1 气候、气象

揭阳惠来地处北回归线以南，属亚热带季风气候，高温湿润，雨量充沛，日照充足。根据惠来气象站（东经 116.3014°，北纬 22.9836°）的 1998~2017 年长期气象数据统计资料，分别对气温、气压、相对湿度、降水、风况、日照、灾害天气等气象条件进行统计分析。

（1）气温

多年平均气温为 22.6℃，7 月气温最高（28.73℃），1 月气温最低（15.03℃）。近 20 年极端最高气温出现在 2005-07-18（38.4℃），极端最低气温出现在 2016-01-25（1.5℃）。

（2）气压

多年平均气压为 1011.2hPa，多年平均水汽压为 22.5 hPa。

（3）相对湿度

多年平均相对湿度为 78.3%，6 月平均相对湿度最大（86%），12 月平均相对湿度最小（70%）。

（4）降水

多年平均降雨量为 1807.5 mm，6 月降水量最大（411.97 mm），01 月降水量最小（27.33 mm），近 20 年极端最大日降水出现在 2013-08-18（295.4 mm）。

（5）风况

多年平均风速为 2.3 m/s，多年实测极大风速为 8.8 m/s，近 20 年最大风速出现在 2016-10-21（39.4 m/s、ENE）。10 月平均风速最大（2.56 m/s），8 月平均风速最小（2.13 m/s），详见表 5.1-1。

表 5.1-1 惠来气象站月平均风速统计（m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速	2.4	2.5	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.6	2.5	2.5

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图所示，惠来气象站主要风向为 ENE 和 NE、E、NNE，占 54.9%，其中以 ENE 为主风向，占到全年 18.5% 左右。

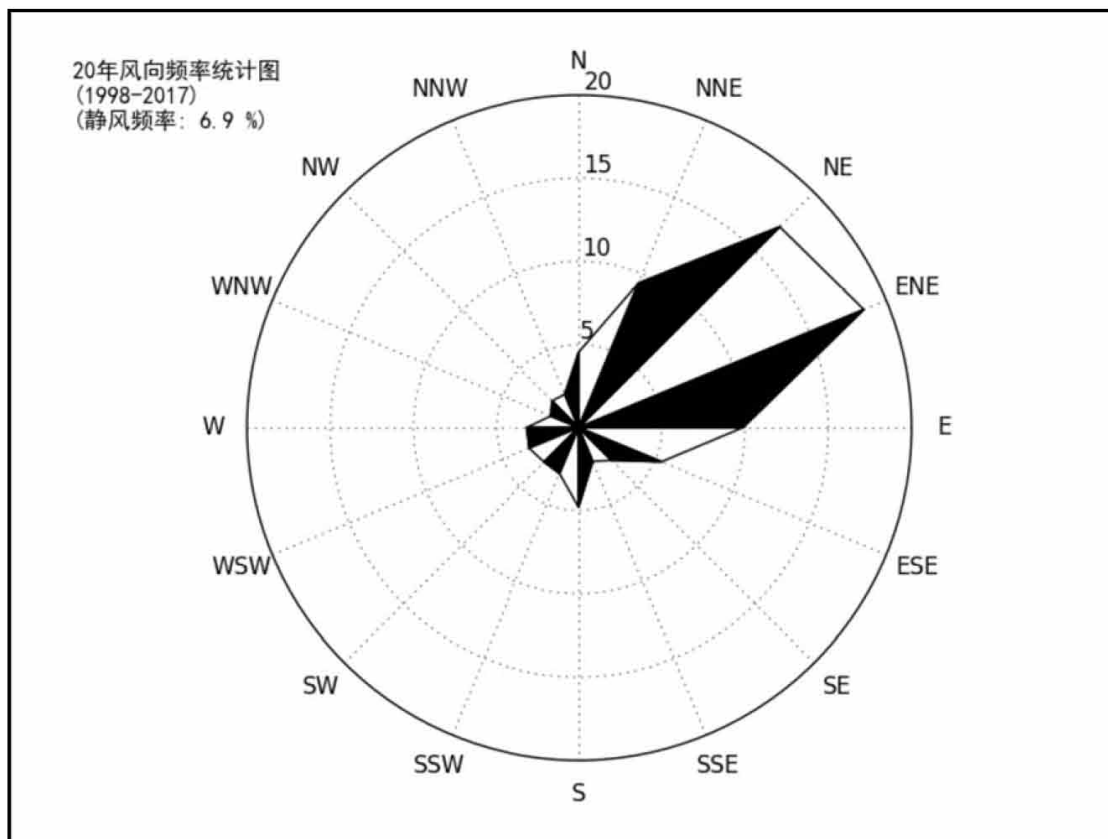


图 5.1-1 惠来气象站风向玫瑰图 (静风频率 6.9%)

(6) 日照

7 月日照最长 (250.90 h)，3 月日照最短 (120.28 h)。

(7) 灾害天气

多年平均沙暴日数为 0.0 d； 多年平均雷暴日数为 46.4 d；

多年平均冰雹日数为 0.0 d； 多年平均大风日数为 3.3 d。

5.1.2 海洋水文和泥沙

5.1.2.1 潮汐

(1) 基面换算关系

根据海门潮位站 2016 年 1 月 1 日至 12 月 31 日逐时潮位资料，经调和分析得出各基面的关系如图 4.1-2 所示。除特殊说明外，本小节一律采用 1985 国家高程系。

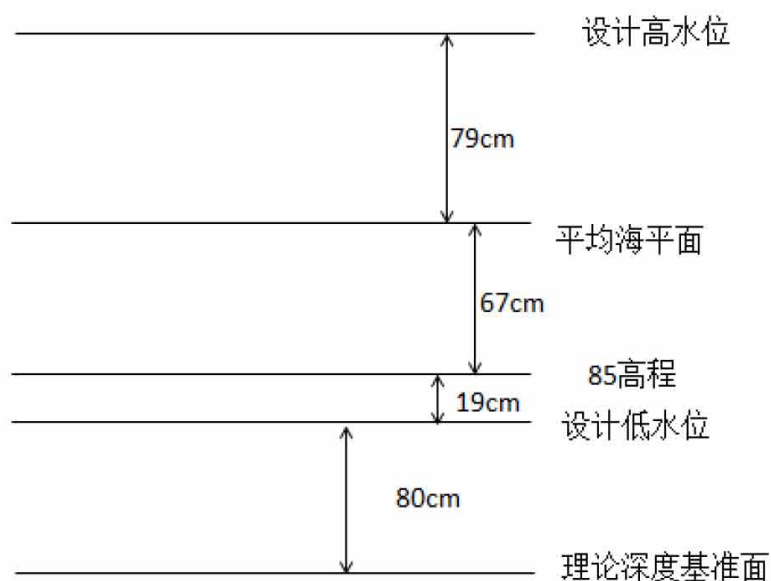


图 5.1-2 基面换算关系

(2) 潮型

以海门潮位站 (116°37'E, 23°11'N) 为参证站进行潮汐分析, 海门站所处位置属于不正规日潮型, 由 1955~2016 年的实测潮位资料统计分析, 得特征值如下:

实测最高潮位:	3.44 m	实测最低潮位:	-0.98 m
多年平均高潮位:	0.93 m	多年平均低潮位:	0.14 m
多年平均潮位:	0.50 m		
实测最大潮差:	2.68 m	实测最小潮差:	0.01 m
多年平均潮差:	0.79 m		
多年平均涨潮历时:	6h 48min	多年平均落潮历时:	5h 55min

3.1.2.3 泥沙

为获取揭阳附近海域悬浮泥沙浓度分布变化情况, 对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每两小时一次, 采样层次为表、中、底三层。

从悬沙的时间变化过程来看, 各站表、中、底三层含沙量较为接近。各站含沙量变化范围为 0.0003~0.0889 kg/m³。

从含沙量特征值统计表来看, 表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 0.0287kg/m³、0.0179kg/m³、0.0889kg/m³, 分别出现在 V7 站、V7 站和 V5 站。

表 5.1-2 各站含沙量特征值统计表 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

站位	测层	最大值	最小值	平均值	平均
V1	表	0.0147	0.0003	0.0104	0.0100
	中	0.0122	0.0016	0.0096	
	底	0.0131	0.0023	0.0101	
V2	表	0.0137	0.0009	0.0101	0.0090
	中	0.0141	0.0007	0.0092	
	底	0.0126	0.0009	0.0078	
V3	表	0.0175	0.0025	0.0099	0.0100
	中	0.0154	0.0024	0.0094	
	底	0.0159	0.0035	0.0106	
V4	表	0.0144	0.0060	0.0116	0.0127
	中	0.0152	0.0015	0.0106	
	底	0.0638	0.0034	0.0160	
V5	表	0.0164	0.0028	0.0097	0.0153
	中	0.0134	0.0024	0.0099	
	底	0.0889	0.0025	0.0264	
V6	表	0.0129	0.0027	0.0101	0.0098
	中	0.0152	0.0010	0.0098	
	底	0.0134	0.0025	0.0094	
V7	表	0.0287	0.0022	0.0100	0.0105
	中	0.0179	0.0025	0.0099	
	底	0.0183	0.0081	0.0117	
V8	表	0.0150	0.0019	0.0093	0.0103
	中	0.0145	0.0025	0.0113	
	底	0.0146	0.0017	0.0102	
V9	表	0.0156	0.0026	0.0101	0.0108
	中	0.0145	0.0021	0.0100	
	底	0.0416	0.0025	0.0122	
V10	表	0.0149	0.0007	0.0106	0.0103
	中	0.0149	0.0037	0.0102	
	底	0.0130	0.0027	0.0101	

5.1.2.2 波浪

调查海区全年常浪向为 E 向，次常浪向为 ESE 向，年分布频率分别为 34.9%、25.9%；SW~NE 向浪分布很少，全年分布比例仅为 3.4%。调查期间各月的最大 H_{max} 均较大，各月最大 H_{max} 介于 228cm~775cm 之间。

调查期间观测到的最大波高为 775cm，对应周期为 8.5s，浪向为 160°，发生在台风“鲇鱼”影响期间。观测期平均 $H_{1/3}$ 波高为 117cm；测得最大有效波高 $H_{1/3}$ 为 410cm， $H_{1/3}$ 的年内变化呈现如下规律：东北季风控制期各月 > 9 月 > 5 月 > 西南季风控制期各月。

全年观测资料中 $H_{1/3}$ 大于 150cm 的出现天数为 182 天，西南季风控制期共出现 13 天，其中有 7 天为热带气旋影响；季风转换期的 5 月和 9 月分别为 7 天和 6 天；东北季风控制期的 212 天时间内出现 156 天，即东北季风控制期内，约有 2/3 以上日数 $H_{1/3}$ 大于 150cm，东北季风控制期内该海区为大浪海区。

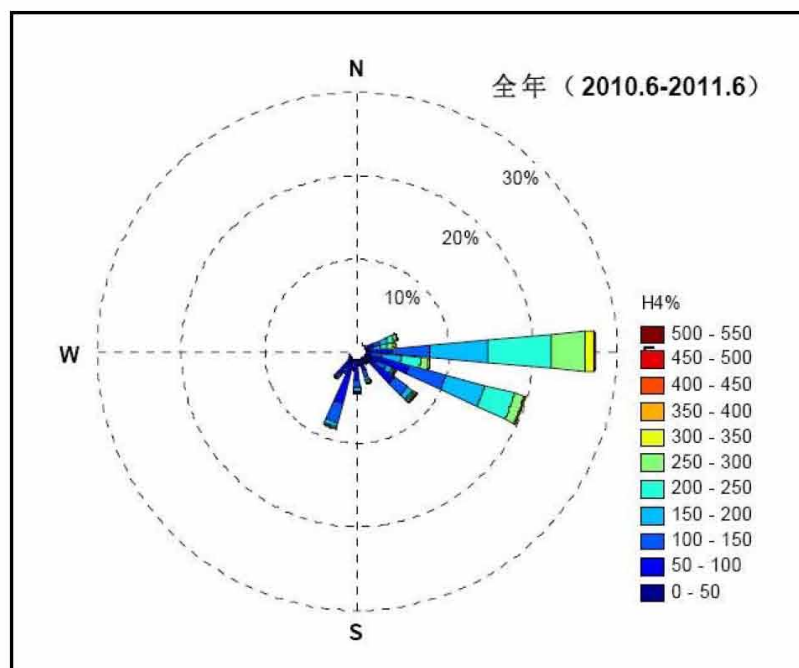


图 5.1-3 揭阳站 2010~2011 年周年波浪观测波玫瑰图

5.1.3 地形地貌

5.1.3.1 地形地貌特征

惠来县地处大南山南麓，枕山面海。县域形态呈长条状东西向展布，地势北高南低，自西北向东南倾斜。位于县城西北侧的犁头冻，海拔 822.7m，是全县的最高峰，最低地带为神泉镇，平均海拔不足 3m，全县基本属滨海丘陵类型，地貌由山地、丘陵、平原和沙滩塍地与海岛构成。海岸线曲折多湾，岬角发育。

本项目选址于石碑山岬角海岸，该区域属基岩海岸，其靠岸区域水深较好，多年来岸滩稳定。海域水深条件优越，-20m 等深线距岸距离不足 2km。

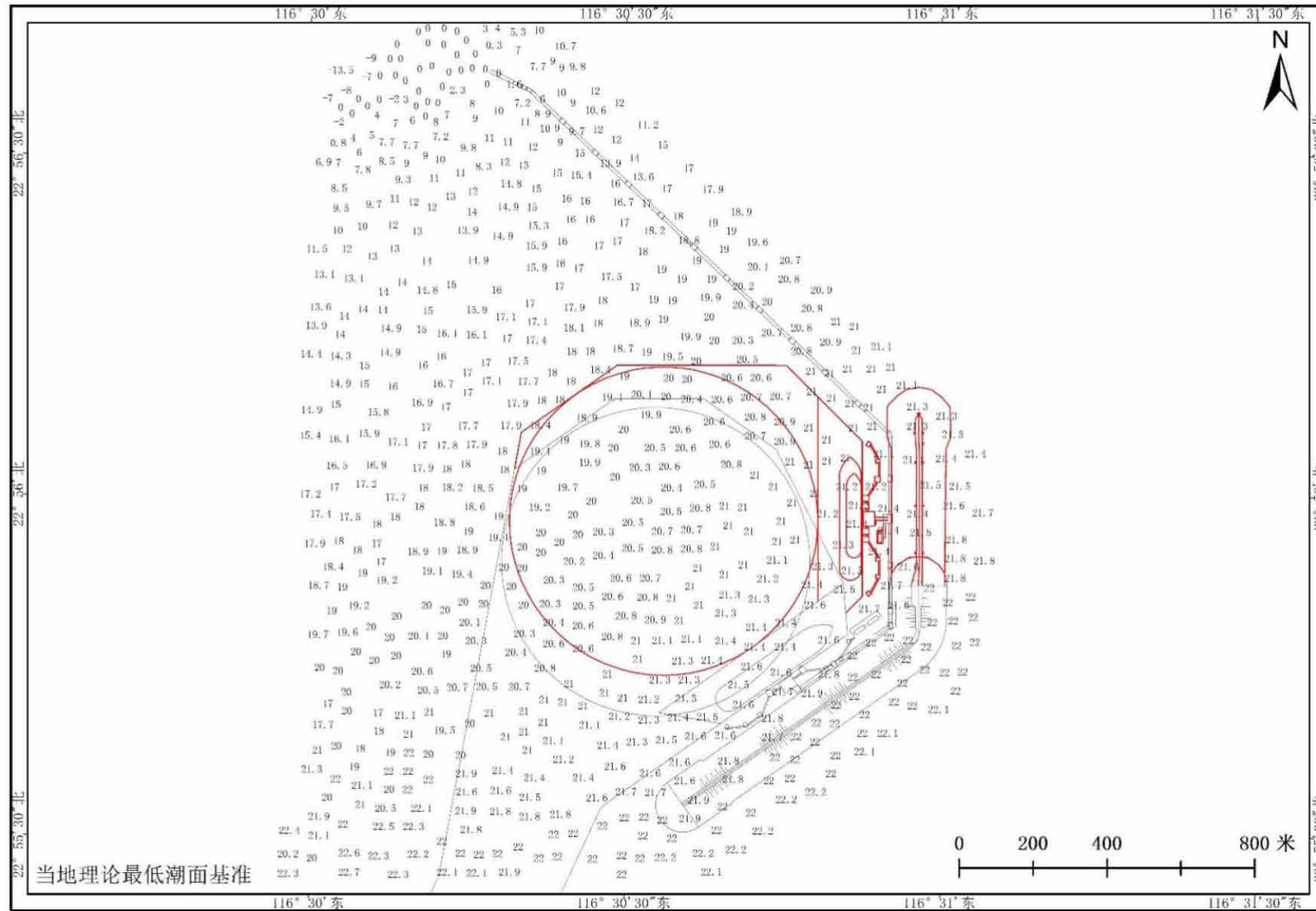


图 5.1-4 工程附近的水深地形情况示意图

5.1.3.2 工程地质

见 P171 页“6.8.2 地层岩性”

5.1.3.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2001)，本工程所在的石碑山港址地震动峰值加速度值为 0.15g，对应的地震基本烈度为Ⅶ度。

5.1.4 主要海洋灾害

影响本海域的主要海洋自然灾害为热带气旋和风暴潮。

热带气旋是惠来沿海的主要天气灾害，每年的 7~9 月为热带气旋的季节。台风除带来强风、龙卷风等灾害外，还带来大暴雨和风暴潮引起的海水倒灌等灾害。

直接影响惠来沿海地区的是在陆丰—饶平海岸登陆的热带气旋。热带气旋的主要来向是 E-SE。从 1955~2013 年统计年限的资料来看，热带气旋影响主要集中在 7~9 月，尤以 7 月出现的机会最多，频率为 60%。该沿海区域每年受热带气旋影响平均 4.8 次。几个影响该区的典型强热带气旋如下：

1969 年 7 月 28 日 11 时，6903 号台风 VIOLA 在广东惠来沿海登陆。台风中心登陆时的中心气压低达 936hPa，风速 53m/s，登陆南澳、澄海、潮阳、汕头、惠来等沿海县市的风力在 12 级以上，登陆海丰、陆丰、饶平、揭阳、普宁、揭西等县的风力在 10~11 级，最大阵风 52.1m/s，台风又恰逢农历六月十五的天文大潮涨潮期，汕头、妈屿、海门、东溪、赤湾等站突破历史最高潮位，妈屿站出现最大增水 3.14m。

1991 年 7 月 19 日，9107 号台风 Amy 在广东汕头登陆，登陆时中心附近最大风速达 40m/s(风力超过 12 级)，阵风达 52.9m/s，粤东地区出现 8~10 级大风，部分地区风力达 11~12 级，同时还普降大雨到暴雨，局部降特大暴雨。

1993 年 9 月 14 日 9315 号台风 Abe(艾碧)登陆揭阳惠来，影响范围不大，但其气压梯度很大，登陆时近中心风力非常强劲，而且由于移动缓慢，使粤东沿海城市处于其烈风圈下接近三天之久，饱受破坏。

2003 年 9 月台风杜鹃登陆惠东，9 月 2 日快速在汕头南面掠过，带来 10 级以上的持续暴风，阵风超过 12 级。台风导致汕头等二十几个城市悬挂红色台风

警报信号，汕尾惠州等七个城市悬挂黑色台风警报信号。

2006 年第一号台风“珍珠”，在 5 月 17 日夜间 2 时 15 分在澄海及饶平交界处登陆，登陆时中心气压 960 百帕，中心附近最大风速 35m/s。受强台风“珍珠”影响，揭阳市各地普遍出现 8~10 级大风，惠来县沿海平均风力达 12 级，阵风 15 级。各地普降大暴雨、局部特大暴雨。

2010 年第 13 号热带风暴“鲇鱼”于 10 月 14 日加强为强热带风暴，15 日加强为台风，17 日“鲇鱼”加强为超强台风。18 日 12 时 25 分在菲律宾吕宋岛东北部沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 17 级以上（68m/s），中心最低气压为 900 百帕。受其影响，粤东地区局部出现大到暴雨，惠来葵潭镇最大雨量 642mm。

2013 年第 19 号强台风“天兔”于 9 月 22 日正面袭击惠来县，强台风中心距惠来县陆地最短距离仅 40 公里（东经 116.2 度，北纬 22.6 度），至台风中心偏离该县经度时间长达 10 小时，22 日下午 16 时县境内 14 个镇风力均达 12 级以上，其中仙庵镇、靖海镇、前詹镇、神泉镇、鳌江镇、隆江镇、华湖镇等 7 个镇风力达 15~17 级。

2014 年第 7 号热带风暴“海贝思”为 2014 年太平洋台风季第七个被命名的暴。2014 年 6 月 11 日，一个低压区在海南岛东南方海面上生成，6 月 15 日，海贝思开始稳定向北移动，时速 10km。下午 4 时 50 分，中央气象台表示海贝思于广东省汕头市濠江区河浦镇登陆。晚上 8 时，中央气象台将其降格为热带低气压。晚上 9 时，联合台风警报中心对其发出最后警报。受“海贝思”影响，粤东汕头市、揭阳市、潮州市、汕尾市 15 日均降大暴雨。截至 2014 年 6 月 18 日统计，此次灾害造成广东省和福建省 2 省 8 市 19 个县市区 35.6 万人受灾，3.7 万人紧急转移安置，近 5500 人需紧急生活救助，200 余间房屋倒塌，600 余间不同程度损坏；农作物受灾面积 23.1 千公顷，其中绝收近 900 公顷，直接经济损失 8.1 亿元。

2015 年第 10 号台风“莲花”为 2015 年登记的第 10 个热带气旋。2015 年 7 月 2 日 20 时，莲花在菲律宾以东的西北太平洋的洋面上生成。2015 年 7 月 4 日早晨，莲花加强为强热带风暴。2015 年 7 月 8 日 20 时，莲花加强为台风。“莲花”于 2015 年 7 月 9 日 12 时 15 分在广东省陆丰市甲东镇沿海地区登陆，登陆后继续向偏西方向移动，登陆时中心附近最大风力有 12 级，中心最低气压为 970 百

帕。2015 年 7 月 10 日 5 时，中央气象台对其停止编号。受“莲花”影响，9 日，粤东沿海市县及海面已出现 9 级~12 级，阵风 14 级~15 级的大风，揭阳市惠来岐石镇录得全省最大阵风 47.5m/s(15 级)，陆丰陂洋镇录得最大平均风 34.3m/s(12 级)。汕头、潮州、揭阳、汕尾和丰顺出现暴雨到大暴雨。据全省气象站网监测，8 日 17 时至 9 日 17 时，全省共有 75 个气象站录得 100mm~250mm 的大暴雨，有 120 个气象站录得 50mm~100mm 暴雨，有 82 个气象站录得 25mm~50mm 大雨。据统计，广东有 165.17 万人受灾，5.6 万人紧急转移安置，288 间房屋倒塌，46.5 千公顷农作物受灾，直接经济损失 12.99 亿元。

2016 年第 4 号台风“妮妲”为 2016 年登记的第 4 个热带气旋，2016 年 7 月 30 日 17 时起编，8 月 3 日 8 时停编，2016 年 8 月 2 日凌晨 3 时 35 分，在广东省深圳市大鹏半岛登陆，影响到海南、广东、广西区域。受“妮妲”的影响，8 月 1 日上午到 2 日中午，福建省厦门至广东省汕头沿海出现 0.3 到 0.6m 的风暴增水，广东省汕尾到惠州沿海将出现 0.50 到 1.20m 的风暴增水。

2017 年第 16 号强热带风暴“玛娃”2017 年登记的第 16 个热带气旋，2017 年 9 月 3 日 21 时 30 分前后，“玛娃”在广东省汕尾市陆丰市登陆，影响到本工程所在海域。神泉港无固定潮位观测站，但可根据 1994 年整治神泉港时参考海门潮位站的台风增水情况来比对工程区的情况。自 1954 年~1977 年增水值等于或大于 0.50m 的有 19 次，大于 1.00m 的有 4 次，最大增水值发生在 1971 年 7114 号台风，最大增水位为 1.91m。

5.2 社会环境概况

本项目位于广东省揭阳市惠来县。惠来县全县陆地面积 1253 平方公里，海域面积 7689 平方公里，海岸线长 109.5 公里。现辖 13 个镇、2 个国营农场、1 个华侨管理区、1 个市直工业区，县人民政府驻地惠城。截至 2017 年末，常住人口 125.62 万人，旅居港澳台和海外侨胞 20 多万人，是广东省著名侨乡。

2018 年地区生产总值为 233.39 亿元。

惠来县位于粤东沿海，毗邻港澳，东连汕头市，西接陆丰，是揭阳市重要的海上交通门户；惠来地处珠三角和汕头、厦门两个经济特区之间，陆路距厦门 270 公里、广州 330 公里、深圳 249 公里、汕头 68 公里，水路距香港 137 海里，紧密融合在“泛珠三角”3 个小时经济圈协作体系和海西经济区之中。全县初

步形成以公路为基础，以港口为依托，铁路、水路、航空相互配套的运输网络。粤东地区交通大动脉——深汕高速公路穿越境内 67.8 公里，途经 10 个镇场，设立 4 个出入口；普惠高速公路过境 14.87 公里，设立 2 个出入口；即将进行建设的揭神高速公路，由揭阳潮汕国际机场直达神泉港；规划建设中的沿海一级公路，贯穿了县境沿海东西两翼；国道 324 线越境而过；厦深铁路穿越县境，并在惠来葵潭设立客货站；靖海港是直通港澳航行运输装卸点，神泉港距南海国际航线约 22 海里，国内航线约 10 海里。

2017 年，完成生产总值 274.08 亿元，比上年增长 5.5%；固定资产投资总额 228.8 亿元，比增 10%；规模以上工业增加值 116.02 亿元，比增 5.6%；社会消费品零售总额 126.59 亿元，比增 10.8%；外贸进出口总额 13.52 亿元，比增 10.2%；农业总产值 81.09 亿元，比增 3.2%；农民人均纯收入 8486.4 元，比增 5%。地方一般公共预算收入 5.13 亿元。全辖各项存款余额 213.68 亿元，其中储蓄存款余额 133.83 亿元，分别比年初增长 12.4%和 7.4%。

2018 年地区生产总值为 233.39 亿元。第一产业增加值为 48.20 亿元，第二产业增加值为 83.14 亿元，第三产业增加值为 102.04 亿元。三次产业比重为 20.7:35.6:43.7。

2019 年全县生产总值（GDP）完成 244.27 亿元，比上年（下同）增长 2.1%。其中，第一产业增加值 54.03 亿元，增长 5.6%，对地区生产总值增长的贡献率为 54.95%；第二产业增加值 80.03 亿元，下降 4.7%；第三产业增加值 110.21 亿元，增长 7.4%，对地区生产总值增长的贡献率为 136.81%；。三次产业结构比重为 22.1：32.8：45.1，第三产业所占比重比上年提高 1.4 个百分点。在第三产业中，批发和零售业增加值增长 4.0%，住宿和餐饮业增加值增长 3.3%，金融业增加值增长 12.2%，房地产业增加值增长 6.7%。其他营利性服务业增长 7.9%，非营利性服务业增长 5.6%。

2020 年全县生产总值（GDP）完成 257.69 亿元，比上年（下同）下降 3.5%。其中，第一产业增加值 57.74 亿元，增长 4.8%；第二产业增加值 77.40 亿元，下降 11.7%；第三产业增加值 122.55 亿元，增长 0.3%。三次产业结构比重为 22.4：30.0：47.6，第三产业所占比重比上年提高 2.5 个百分点。在第三产业中，批发和零售业增加值下降 4.3%，住宿和餐饮业增加值下降 13.5%，金融业

增加值下降 2.9%，房地产业增加值增长 0.8%。其他营利性服务业增长 4.2%，非营利性服务业增长 6.3%。

6 环境现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

2020 年 9 月 15 日~16 日和 2021 年 1 月 14~15 日, 中国科学院南海海洋研究所在项目海域分别开展了进行了一次水文观测, 在海区内共布设水文连续观测站 10 个, 编号为 V1~V10, 潮位站 2 个, 编号为 T1、T2 站。

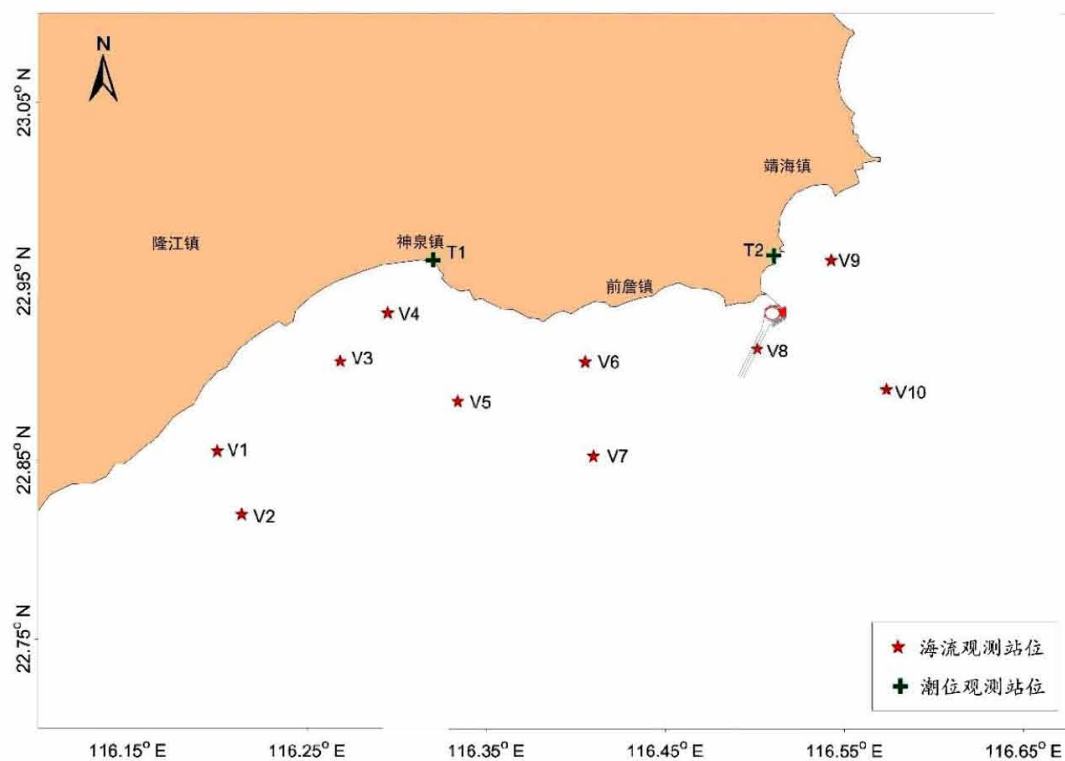


图 6.1-1 项目附近海域水文调查站位图

表 6.1-1 水文调查各测站坐标和观测项目

站位	坐标点		观测项目
	经度	纬度	
V1	116° 11.995' E	22° 51.124' N	海流、泥沙、温盐
V2	116° 12.818' E	22° 49.182' N	海流、泥沙、温盐
V3	116° 16.112' E	22° 54.319' N	海流、泥沙、温盐
V4	116° 17.696' E	22° 55.929' N	海流、泥沙、温盐
V5	116° 20.045' E	22° 52.978' N	海流、泥沙、温盐
V6	116° 24.313' E	22° 54.294' N	海流、泥沙、温盐
V7	116° 24.583' E	22° 51.124' N	海流、泥沙、温盐
V8	116° 30.072' E	22° 54.739' N	海流、泥沙、温盐
V9	116° 32.548' E	22° 57.707' N	海流、泥沙、温盐
V10	116° 34.403' E	22° 53.375' N	海流、泥沙、温盐
T1	116° 19' 13" E	22° 57' 43" N	潮位
T2	116° 30' 38" E	22° 57' 52" N	潮位

6.1.1 2021 年 9 月调查结果与评价

调查期间各测站实测海流以潮流为主，涨潮流流向西南，落潮流流向东北。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果，揭阳附近海域各测站涨、落潮流流速较小，其中涨潮流流速平均值在 7.2~48.5 cm/s 之间，落潮流流速平均值在 7.2~36.6cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 48.5 cm/s，方向为 244.0°，出现在 V8 站的表层；最大落潮流的平均值为 36.6 cm/s，方向为 35.1°，出现在 V9 站中层。

实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 82.9 cm/s、65.8 cm/s、41.4 cm/s，流向分别为 246.7°、243.0°、231.0°，分别出现在 V8 站、V8 站和 V10 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 51.3 cm/s、56.7cm/s、42.2 cm/s，流向分别为 62.4°、73.5°、28.6°，分别出现在 V8 站、V8 站和 V9 站。

总体而言，大部分站层涨潮流速平均值略大于落潮流速平均值，涨、落潮历时互有长短。

揭阳附近各站余流大小量值介于 1.1 cm/s~18.3 cm/s 之间，最大余流出现在 V7 站表层，大小为 18.3 cm/s，方向为 292.5°；最小余流出现在 V1 站底层，大小为 1.1 cm/s，方向为 206.5°。

就整个海域而言，调查期间，余流较小，余流方向紊乱

6.1.2 2021 年 1 月调查结果与评价

冬季观测期间天气条件较好，以晴朗为主。V01 站至 V10 站各测站实测水深分别约为 18m、18m、12m、12m、15m、15m、15m、18m、19m 与 39m。

观测海域整体流速相对不大，最大流速不超过 80cm/s，多数站点流速不超过 50cm/s。各测站的最大流速主要出现于涨、落急时刻，由于观测海域的潮汐为全日潮特征，潮、落潮时长均将近 12 小时，故最大流速的出现时刻比较分散地分布于涨、落潮过程中，如涨潮过程中的 12 时、17 时，落潮过程中的 22 时--0 时之间。

从流速的空间分布来看，位于较为靠近外海的 V08、V09 与 V10 测站流速明显要高于其他各站，各层流速一般都超过 60cm/s。表、中、底三层最大流速分别出现于 V08 站、V10 站和 V08 站，流速分别为 72.6cm/s、76.7cm/s 和 73.6cm/s，流向分别为 72°、54°和 68°。V01 站至 V07 站流速相对较小，各层流速一般不超过 50cm/s，且多数低于 40cm/s。

粤东海域潮汐多数以半日潮特征为主，仅甲子湾一带海域为全日潮潮汐特征，由于受两侧半日潮的影响，使得观测海域某些测站潮流流向呈现的较为复杂，尤其是 V01、V02 与 V10 测站的表层流向，长时间呈单一方向流动，并没有表现出往复变化的潮流特征。从涨、落潮流统计结果来看，V07 至 V10 测站的落潮最大流速与平均流速均大于相应的涨潮流速，V01 站至 V06 站涨、落潮流速大致相当，没有表现出涨潮或落潮相对较强的特征。

由于各测站分布较广，所受影响因素不尽相同，这就使得各站主体流向不尽一致，差异较大。总的看来，各站主体流向一般与地形或岸线走向保持一致。从各层的流速变化曲线以及流速玫瑰图可以看出，各站表层流的旋转流特征较为明显，中层与底层具有较明显的往复流特征。

大部分测站的表、中、底三层余流流向基本一致，V01 测站各层余流指向偏西南方向，V02、V03、V06、V08、V09 与 V10 测站各层余流流向均为东北向，V05 与 V07 测站各层余流指向偏东南方向。表层与中层最大余流流速位于 V10 测站，分别为 20.2cm/s 和 31.0cm/s，流向分别为 48°与 49°；底层最大余流流速位于 V08 测站，为 29.9cm/s，流向为 60°。

6.1.3 小结

6.1.3 根据 2021 年 1 月和 2020 年 9 月水文观测结果，揭阳附近海域的潮汐日不等现象显著，观测海区各测站椭圆要素中，M2 与 S2 分潮流为主要分潮流。揭阳附近海域海流中潮流性质明显，调查期间涨潮流潮流向西南，落潮流流向东北。各测站表、中、底流速比较一致。

6.2 海水水质现状调查与评价

6.2.1 调查监测概况

(1) 调查时间与频次

6.1.3 本项目海洋环境现状调查采用中国科学院南海海洋研究所于 2020 年 9 月和 2021 年 3 月开展的秋季和春季调查资料。

(2) 调查时间和频次

6.1.3 2020 年 9 月（秋季）和 2021 年 3 月（春季）调查站位和调查概况见表 6.2-1 和图 6.2-1、图 6.2-2。。

(3) 调查项目

6.1.3 春秋季调查因子：水温、pH 值、SS、盐度、DO、COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮（NO₃-N、NO₂-N、NH₃-N）、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As、Hg、石油类、硫化物、挥发酚。

(4) 采样分析方法

6.1.3 本项目调查监测项目采样及其预处理方法根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行。分析方法见表 6.2-2。

表 6.2-1 海洋环境和生态现状调查站位一览表

站位	纬度	经度	水质	海洋生态	沉积	备注
6.1.3 1#	22°55.506'北	116°21.591'东	√	√	√	
2#	22°54.256'北	116°21.223'东	√			
6.1.3 3#	22°52.408'北	116°21.065'东	√	√	√	
4#	22°55.567'北	116°23.644'东	√	√	√	
5#	22°54.292'北	116°24.023'东	√			
6.1.3 6#	22°52.344'北	116°23.841'东	√	√	√	
7#	22°56.056'北	116°26.669'东	√			
6.1.3 8#	22°54.220'北	116°27.063'东	√	√	√	
9#	22°52.201'北	116°27.120'东	√			

站位	纬度	经度	水质	海洋生态	沉积	备注
10#	22°55.969'北	116°30.451'东	√	√	√	
11#	22°54.015'北	116°30.549'东	√			
12#	22°52.006'北	116°30.860'东	√	√	√	
13#	22°58.577'北	116°32.046'东	√			
14#	22°57.159'北	116°33.482'东	√	√	√	
15#	22°55.317'北	116°34.577'东	√			
16#秋	23°3.047'北	116°33.973'东	√	√	√	
16#春	22°55.384'北	116°23.125'东	√	√		
17#	23°0.988'北	116°35.576'东	√			
18#	22°59.493'北	116°36.843'东	√	√	√	
19#	22°55.305'北	116°29.512'东	√	√	√	
20#	23° 0.463'北	116° 33.893'东	√	√	√	
H1	22°55.826'北	116°23.316'东		潮间带生		
H2	22°56.516'北	116°30.116'东		潮间带生		
H3	22°58.967'北	116°30.816'东		潮间带生		

注：潮间带断面坐标为起点坐标。

表 6.2-2 海水水质分析及检出限

项目	检测方法	检出限
水温	温盐深仪（CTD）法	—
pH 值	pH 计法	0.01
盐度	盐度计法	—
悬浮物	重量法	2.0mg/L
溶解氧	碘量滴定法	0.04mg/L
化学耗氧量	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
NO ₂ -N	萘乙二胺分光光度法	0.0003mg/L
NO ₃ -N	镉-镉还原法	0.0007mg/L
NH ₃ -N	次溴酸钠氧化法	0.0004mg/L
活性磷酸磷	磷钼蓝萃取分光光度法	0.001mg/L
石油类	紫外分光光度法	0.004mg/L
铜	原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅	原子吸收分光光度法	0.03μg/L
锌	原子吸收分光光度法	3.1μg/L
镉	原子吸收分光光度法	0.01μg/L
铬	原子吸收分光光度法	0.4 μg/L
汞	冷原子吸收分光光度法	0.001μg/L
砷	原子吸收分光光度法	0.5μg/L
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
挥发酚	4-氨基安替吡啉分光光度法	1.1μg/L

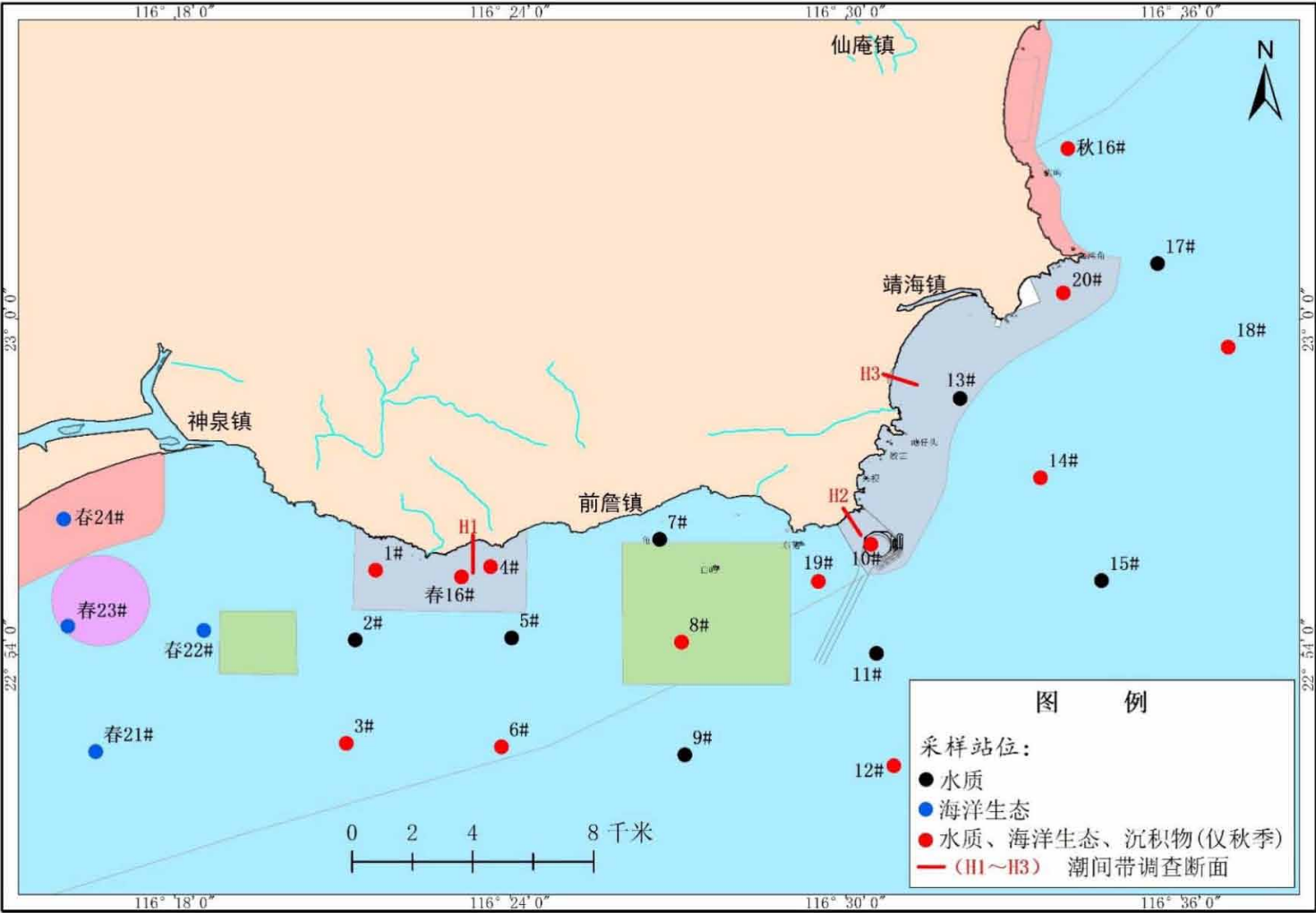


图 6.2-1 调查站位图（底图为海洋功能区划）

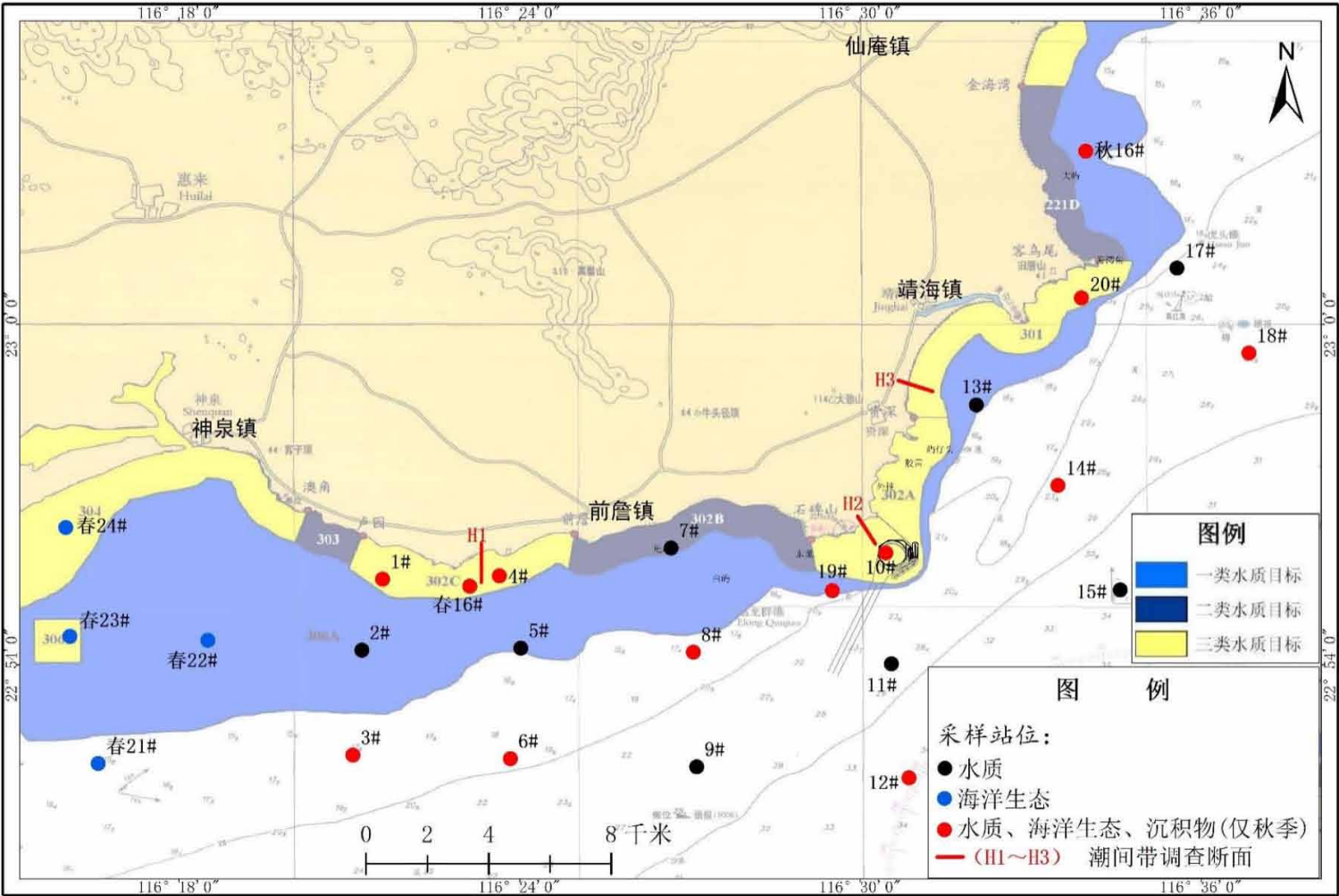


图 6.2-2 调查站位图（底图为近岸海域环境功能区）

6.2.2 调查结果

(1) 秋季调查

①水质理化因子（水温、pH、悬浮物）

水温——调查区域春季水温范围在 23.36~29.51℃，平均为 27.5℃。

pH——调查区域 pH 范围在 8.10~8.31，平均为 8.20。

悬浮物——调查区域悬浮物范围在 9.0~36.33mg/L，平均为 20.1mg/L。

②DO、COD

DO——调查区域 DO 范围在 5.37~8.62mg/L，平均为 7.2mg/L。

COD——调查区域 COD 范围在 0.34~1.66mg/L，平均为 0.70mg/L。

③营养盐（无机氮、活性磷酸盐）

亚硝酸盐——调查区域亚硝酸盐范围在<0.0003~0.0016mg/L，平均为 0.0005mg/L。

氨盐——调查区域氨盐范围在 0.015~0.233mg/L，平均为 0.054mg/L。

硝酸盐——调查区域硝酸盐范围在 0.014~0.107mg/L，平均为 0.034mg/L。

无机氮——调查区域无机氮范围在 0.034~0.299mg/L，平均为 0.088mg/L。

活性磷酸盐——调查区域活性磷酸盐范围在<0.001~0.080mg/L，平均为 0.002mg/L。

④重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr）

Cu——调查区域铜含量从 0.8~4.0μg/L，平均为 1.9μg/L。

Pb——调查区域铅含量从 0.07~2.29μg/L，平均为 0.091μg/L。

Zn——调查区域锌含量从<3.1~7.2μg/L，平均为 3.6μg/L。

Cd——调查区域镉含量从<0.01~0.04μg/L，平均为 0.01μg/L。

Cr——调查区域铬含量从<0.4~1.1μg/L，平均为 0.5μg/L。

Hg——调查区域汞含量从<0.001~0.017μg/L，平均为 0.04μg/L。

As——调查区域砷含量从 0.6~1.5μg/L，平均为 1.2μg/L。

⑤石油类、硫化物和挥发酚

石油类——调查区域石油类范围在 0.005~0.022mg/L，平均为 0.011mg/L。

硫化物——调查区域硫化物范围在 0.0010~0.0016mg/L，平均为 0.0013mg/L。

挥发酚——调查区域挥发酚范围在 $<1.1\sim4.9\mu\text{g/L}$ ，平均为 $2.5\mu\text{g/L}$ 。

(2) 春季调查

① 质理化因子（水温、pH、悬浮物）

水温——调查区域春季水温范围在 $18.74\sim20.71^\circ\text{C}$ ，平均为 19.44°C 。

pH——调查区域 pH 范围在 $8.16\sim8.29$ ，平均为 8.24 。

悬浮物——调查区域悬浮物范围在 $10.7\sim48.0\text{mg/L}$ ，平均为 26.2mg/L 。

② DO、COD

DO——调查区域 DO 范围在 $6.56\sim8.15\text{mg/L}$ ，平均为 7.45mg/L 。

COD——调查区域 COD 范围在 $0.38\sim0.71\text{mg/L}$ ，平均为 0.51mg/L 。

③ 营养盐（无机氮、活性磷酸盐）

亚硝酸盐——调查区域亚硝酸盐范围在 $0.0065\sim0.0210\text{mg/L}$ ，平均为 0.0126mg/L 。

氨盐——调查区域氨盐范围在 $0.009\sim0.053\text{mg/L}$ ，平均为 0.021mg/L 。

硝酸盐——调查区域硝酸盐范围在 $0.067\sim0.159\text{mg/L}$ ，平均为 0.111mg/L 。

无机氮——调查区域无机氮范围在 $0.096\sim0.211\text{mg/L}$ ，平均为 0.145mg/L 。

活性磷酸盐——调查区域活性磷酸盐范围在 $0.001\sim0.009\text{mg/L}$ ，平均为 0.004mg/L 。

④ 重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr）

Cu——调查区域铜含量从 $<0.2\sim3.8\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.1\mu\text{g/L}$ 。

Pb——调查区域铅含量从 $<0.03\sim1.13\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.291\mu\text{g/L}$ 。

Zn——调查区域锌含量从 $<3.1\sim8.6\mu\text{g/L}$ ，平均为 $3.8\mu\text{g/L}$ 。

Cd——调查区域镉含量从 $0.01\sim0.08\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.02\mu\text{g/L}$ 。

Cr——调查区域铬含量从 $<0.4\sim1.7\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.6\mu\text{g/L}$ 。

Hg——调查区域汞含量从 $<0.001\sim0.011\mu\text{g/L}$ ，平均为 $0.002\mu\text{g/L}$ 。

As——调查区域砷含量从 $1.1\sim1.2\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.1\mu\text{g/L}$ 。

⑤ 石油类和挥发酚

石油类——调查区域石油类范围在 $0.005\sim0.027\text{mg/L}$ ，平均为 0.013mg/L 。

挥发酚——调查区域挥发酚范围在 $<1.1\sim4.0\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.7\mu\text{g/L}$ 。

6.2.3 现状评价

6.2.3(1) 评价因子

海域水质评价因子包括：pH、溶解氧、化学需氧量、硫化物（硫）、石油类、活性磷酸盐、无机氮、铜、铅、锌、镉、汞、砷、硫化物和挥发酚。

6.2.3(2) 评价方法

采用单因子指数法对海水水质现状进行评价，污染指数大于 1 表示超过了规定的水质标准。各监测项目的污染指数计算公式如下：

①除 pH、DO 外的其它污染物的标准指数：

$$S_i = C_i / C_{si}$$

式中： S_i 为单因子污染指数； C_i 为实际监测值； C_{si} 为评价标准值。

②pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, pH \leq 7.0; S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH > 7.0$$

式中：pH 为实际测值； pH_{su} 为评价标准值 pH 值上限； pH_{sd} 为评价标准值 pH 值下限。

③DO 的标准指数为：

$$S_{DO} = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s}, DO \geq DO_s, S_{DO} = 10 - 9 \frac{DO}{DO_s}, DO < DO_s,$$

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

式中：DO 为监测值； DO_s 为评价标准值； DO_f 为当时水温条件下的饱和溶解氧值。

6.2.3(3) 评价标准

6.2.3) 秋季

根据《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》，本项目码头所在海域为“靖海港口航运区”，周围海域包括特殊利用区、港口航运区、农渔业区和海洋保护区，调查各站位按照海洋功能区划执行标准详见表 6.2-3。

根据《关于调整揭阳市近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕473 号），本项目码头所在海域为资深至石碑山综合功能区，主导功能为港口一般工业用水，执行三类海水水质标准。调查各站位在近岸海域环境功能

区划中执行标准详见表 6.2-4。

本次评价执行《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》和《关于调整揭阳市近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕473 号）中相应标准的较严者，水质因子按照《海水水质标准》（GB 3097-1997）中相应标准进行评价。

表 6.2-3 调查站位所在海洋功能区及评价标准

功能区名称	调查站位	执行标准		
		海水水质	沉积物质	生物质量
前詹港口航运区	1#、4#、（16#春）	三类	二类	二类
靖海港口航运区	10#、13#、	三类	二类	二类
田尾山-石碑山农渔业区	2#、3#、5#、6# 7#、19#	二类	一类	一类
前詹海洋保护区	8#	一类	一类	一类
珠海-潮州近海农渔业区	9#、11#、12# 14#、15#、16#（秋）、 17#、18#、20#	一类	一类	一类

表 6.2-4 调查站位所在近岸海域环境功能区及评价标准

功能区名称	调查站位	执行标准		
		水质目标	沉积物质*	生物质量*
302A 资深至石碑山综合功能区	10#	三类	二类	二类
302C 前詹至卢园综合功能区	1#、4#、（16#春）	三类	二类	二类
302B 石碑山至前詹二类功能区	7#	二类	一类	一类
306A 浅海渔业区	2#、5#、19#、 13#、16#（秋）、 20#	一类	一类	一类
近岸海域环境功能区划外	3#、6#、8#、9#、 11#、12#、14#、 15#、17#、18#	/	/	/

注*：相对水质执行标准相应提高一个等级，水质目标为一类时，则同样执行一类标准。

表 6.2-5 海洋环境现状调查站位执行标准一览表

站位	海洋功能区划			近岸海域环境功能区划*			本次评价执行标准		
	水质	沉积物	生物体	水质	沉积物	生物体	水质	沉积物	生物体
1#	三类	二类	二类	三类	二类	二类	三类	二类	二类
2#	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
3#	二类	一类	一类	/	/	/	二类	一类	一类
4#	三类	二类	二类	三类	二类	二类	三类	二类	二类
5#	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
6#	二类	一类	一类	/	/	/	二类	一类	一类
7#	二类	一类	一类	二类	一类	一类	二类	一类	一类
8#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
9#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
10#	三类	二类	二类	三类	二类	二类	三类	二类	二类
11#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
12#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
13#	三类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
14#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
15#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
16#秋	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
16#春	三类	二类	二类	三类	二类	二类	三类	二类	二类
17#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
18#	一类	一类	一类	/	/	/	一类	一类	一类
19#	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
20#	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类

注*：相对水质执行标准相应提高一个等级，水质目标为一类时，则同样执行一类标准。

6.2.4 评价结果

(1) 秋季调查

由表可知，评价海域水质因子中 pH、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、铜、锌、汞、镉、砷、铬、挥发酚和硫化物均符合相应环境功能区水质标准，而溶解氧、无机氮和铅出现不同程度的超标现象，出现站位全部位于执行一类海水水质标准的海区，具体如下：

溶解氧超标率为 7.5%，最大超标倍数为 0.95，5#表层、15#表底层均超过海水水质第一类标准，符合第二类标准。

无机氮超标率 2.5%，最大超标倍数为 0.50，9#的表层超过海水水质第一类标准，符合第二类标准。

铅超标率 32.5%，最大超标倍数为 0.68，2#、13#、14#、17#表底层，9#和

16#的底层, 11#、18#、20#的表层, 均超过海水水质第一类标准, 符合第二类标准。

铅超过一类标准的现象在评价海域近年监测中时有发生, 浓度分布不具备近岸高离岸低的规律, 推测不属于陆源污染。考虑该海域是珠三角到粤东和福建的习惯航路, 不排除与船舶排放有关。

(2) 春季调查

由表可知, 评价海域水质因子中溶解氧、pH、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、铜、铅、锌、汞、镉、砷、铬、挥发酚和硫化物均符合相应环境功能区水质标准, 而无机氮出现超标现象, 出现站位全部位于执行一类海水水质标准的海区, 具体如下:

无机氮超标率 2.6%, 最大超标倍数为 0.06, 19#的底层超过海水水质第一类标准, 符合第二类标准。

6.3 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

6.3.1 调查监测概况

(1) 调查时间与频次

本项目海洋沉积物现状调查由中国科学院南海海洋研究所于 2020 年 9 月 (秋季) 开展采样调查, 采样同步于水质采样。

(2) 调查站位布置

共布置 12 个沉积物调查采样站位, 见表 6.2-1 和图 6.2-1。

(3) 调查项目

沉积物调查因子包括: 有机碳、石油类、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg。

(4) 采样分析方法

本项目调查监测项目采样及其预处理方法根据《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 进行。

沉积物各调查项目的分析及检出限见表 6.3-1。

表 6.3-1 海洋沉积物分析及检出限

项目	检测方法	检出限
石油类	紫外分光光度法	3.0×10^{-6}

有机碳	重铬酸钾氧化还原容量法	0.03×10^{-2}
硫化物	碘量法	——
铜	火焰原子吸收分光光度法	2.0×10^{-6}
铅	火焰原子吸收分光光度法	3.0×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}
汞	冷原子吸收光度法	0.005×10^{-6}

6.3.2 调查结果和评价

(1) 方法与标准

本项目海洋沉积物现状评价采用单项指数法，评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中分级标准进行，各站位评价标准按前述其所在海洋功能区划和近岸海域环境功能区划中较严格者执行。

(2) 评价结果

调查海区表层沉积物中总汞、铜、锌、镉、有机碳和油类含量均符合相应功能区质量标准；铅超标率 16.7%，最大超标倍数 0.09 倍；硫化物超标率 8.3%，最大超标倍数 0.2 倍。上述超标因子全部符合二类标准。

6.4 海洋生物体质量现状调查与评价

6.4.1 调查监测概况

(1) 调查时间与频次

海洋生物质量现状采用中国科学院南海海洋研究所 2020 年 9 月（秋季）和 2021 年 3 月（春季）调查数据进行评价。

(2) 调查项目

两次调查因子包括：石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr。

(3) 采样分析方法

调查监测项目采样及其预处理方法根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）进行。

生物体采样从潮间带生物、底栖生物、游泳生物调查中选取样品经冷藏保存后带回实验室进行分析测定。

生物体各调查项目的分析及检出限见表 6.4-1。

表 6.4-1 海洋生物体残毒分析及检出限

项目	检测方法	检出限
铜	火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
铅	火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	0.4×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.005×10^{-6}
砷	原子荧光法	0.2×10^{-6}
汞	冷原子吸收光度法	0.01×10^{-6}
石油烃	荧光分光光度法	0.2×10^{-6}
铬	火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}

6.4.2 调查结果和评价

(1) 方法与标准

海洋生物质量评价采用单因子指数法。双壳贝类生物体质量执行《海洋生物质量》(GB 18421-2001)中相应海洋功能区标准,甲壳类、鱼类和软体类的生物体内污染物质(石油烃除外)含量的评价标准参考《全国海岸和滩涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准,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。

(2) 评价结果

春季和秋季调查结果显示:各类生物体中监测因子 Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Cr 和石油烃的含量水平均低于相应标准限值。

6.5 海洋生态环境现状与评价

6.5.1 海洋生态和渔业资源现状调查

6.5.1.1 秋季

6.5.1.1.1 调查概况

采用中国科学院南海海洋研究所于 2020 年 9 月在该海域的调查资料开展评价。

(1) 叶绿素 *a* 和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集表层 0.5m 的水样，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室分析，采用分光光度法测定叶绿素 *a* 的含量（引用标准：《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007））。

初级生产力采用叶绿素 *a* 法，按照 CaXee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

（2）浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网，网口面积 0.1m²，采用垂直拖网法。样品现场用 5%甲醛溶液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m³）。

（3）浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

以浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08m²，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5%甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每 m³ 水体的浮游动物数量。

（4）底栖生物

底栖生物调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763.1-2007）中有关底栖生物的规定执行。

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05m²，每个站均采样 4 次。样品用 5%甲醛溶液固定后带回室内分析鉴定，生物量和栖息密度分别以 g/m² 和栖息密度 ind./m² 为单位。

（5）潮间带生物

分别在项目区周边设 3 处潮间带代表断面，以 H1、H2 和 H3 表示，其中 3 个调查断面沉积物均为沙相。调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）

和《海洋调查规范》(GB/T 12763.1-2007)进行。生物量和栖息密度分别以 g/m^2 和 $\text{ind.}/\text{m}^2$ 为计算单位。

(6) 鱼卵仔鱼

采用拖网法,每个调查站采用水平拖网方法,网具均采用浅海浮游生物 I 型网,水平拖网于表层水平拖曳 10 分钟取得,拖速保持在 2 节左右,共获得 12 个鱼卵仔鱼样品。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入甲醛溶液固定,带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出,在解剖镜下计数和鉴定。

(7) 海洋渔业资源 (游泳生物)

渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行,采样均于白天进行,平均拖速为 3.0 kn,每次放网 1 张。

对渔获物的渔获重量和尾数进行统计,记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况,将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类等 3 个类群,并分别进行描述。

6.5.1.1.2 叶绿素 a 和初级生产力

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.74 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 8.03 \text{ mg}/\text{m}^3$, 平均值为 $3.61 \text{ mg}/\text{m}^3$, 其中 4# 号站叶绿素 a 含量最高, 8# 号站叶绿素 a 含量最低。本次调查海区底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $1.13 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 8.71 \text{ mg}/\text{m}^3$, 平均值为 $3.95 \text{ mg}/\text{m}^3$, 其中 16# 号站叶绿素 a 含量最高, 8# 号站叶绿素 a 含量最低。

调查海域初级生产力的变化范围为 $269.60 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 828.57 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 平均值为 $506.93 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 其中 14# 号站初级生产力水平最高, 3# 号站最低, 为 $269.60 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

6.5.1.1.3 浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 52 属 142 种 (含 2 个变种和 1 个变型)。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 37 属 96 种, 占总种数的 67.61%; 甲藻门出现 12 属 42 种, 占总种数的 29.58%。硅藻门的角毛藻出现种类数最多 (19 种), 其次是甲藻门的角藻 (17 种)。

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 11 种, 为硅藻门的中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、尖刺拟菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、日本星杆藻 (*Asterionella japonica*)、丹麦细柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、拟旋链角毛藻 (*Chaetoceros pseudocurvisetus*)、海洋角毛藻 (*Chaetoceros pelagicus*)、窄隙角毛藻 (*Chaetoceros affinis*)、小细柱藻 (*Leptocylindrus minimus*)、洛氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*) 和蓝藻门的束毛藻 (*Trichodesmium* spp.)。

中肋骨条藻的优势度为 0.174, 丰度占调查海区总丰度的 17.91%, 该优势种在整个调查区域分布广泛, 在 12 个调查站位中均有出现, 出现率为 100.00%, 为该调查海区的第一优势种。束毛藻的优势度为 0.154, 丰度占调查海区总丰度的 13.28%, 该优势种在 12 个调查站位中均有出现。

(2) 丰度

本次调查结果表明, 调查海区浮游植物丰度变化范围为 323.07×10^4 cells/m³ ~ 5606.75 cells/m³, 平均为 2351.06×10^4 cells/m³。最高丰度出现在 4# 号站, 20# 号站次之, 其丰度为 4698.50×10^4 cells/m³, 最低丰度则出现在 8# 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占绝对优势, 其丰度占各站总丰度的 17.00% ~ 99.23%, 平均为 70.81%, 硅藻在 12 个测站中均有出现; 蓝藻其丰度占各站总丰度的 0.69% ~ 82.79%, 平均为 29.06%, 蓝藻在 12 个测站中均有出现; 甲藻其丰度占各站总丰度的 0.02% ~ 0.24%, 平均为 0.11%, 甲藻在 12 个测站中均有出现; 金藻的丰度在各站丰度中的所占比例为 0.00% ~ 0.13%, 平均值为 0.01%。

(3) 多样性水平

本次调查, 各站位浮游植物种数变化范围 46~ 74 种, 平均 63 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.248~4.046, 平均为 3.138, 多样性指数以 14# 号站位最高, 3# 号站最低, 多样性指数属于较高水平; Pielou 均匀度指数范围为 0.206~0.667, 平均为 0.527, 其中 14# 号站均匀度指数最高, 3# 号站最低。

6.5.1.1.4 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 14 个生物类群 102 种, 其中桡足类 54 种, 浮游幼体类 15 种, 刺胞动物 9 种, 翼足类 5 种, 毛颚类 4 种, 被囊类和枝角类各 3

种，多毛类和十足类各 2 种，端足类、介形类、糠虾类、栉水母动物和其他动物各 1 种。

(2) 生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $109.94\text{mg}/\text{m}^3 \sim 249.21\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $170.58\text{mg}/\text{m}^3$ 。在整个调查区中，生物量最高出现在 16#号采样站，最低出现在 12#号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $4739.81\text{ind.}/\text{m}^3 \sim 14775.67\text{ind.}/\text{m}^3$ ，平均密度 $9105.77\text{ind.}/\text{m}^3$ 。浮游生物最高密度出现在 4#号采样站，最低密度则出现在 18#号采样站。

(3) 浮游动物主要类群分布

桡足类在 12 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 $2061.14\text{ind.}/\text{m}^3 \sim 8571.43\text{ind.}/\text{m}^3$ ，平均密度为 $4663.76\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占浮游动物总密度的 51.22%。其中最高密度出现在 4#号采样站，其次为 1#号采样站，密度为 $8000.00\text{ind.}/\text{m}^3$ ，10#号站位密度最低。

枝角类在全部 12 个调查站位均有出现，平均密度为 $1794.28\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占浮游动物总密度的 19.70%，其密度变化范围为 $240.96\text{ind.}/\text{m}^3 \sim 5012.66\text{ind.}/\text{m}^3$ 。其中最高密度分布于 16#号采样站，其次是 10#号采样站，密度为 $3248.91\text{ind.}/\text{m}^3$ ，12#号站位密度最低。

浮游幼体类在全部 12 个调查站位均有出现，平均密度为 $1473.27\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占浮游动物总密度的 16.18%，其密度变化范围为 $409.96\text{ind.}/\text{m}^3 \sim 3594.87\text{ind.}/\text{m}^3$ 。其中最高密度分布于 4#号采样站，其次是 1#号采样站，密度为 $2910.19\text{ind.}/\text{m}^3$ ，14#号站位密度最低。

浮游动物的其他类群有刺胞动物、翼足类、毛颚类、被囊类、多毛类、十足类、端足类、介形类、糠虾类、栉水母动物等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 44 种 (29~57 种)；种类多样性指数范围为 3.077~4.405 之间，平均为 3.927，多样性指数最高出现在 8#采样站，其次为 20#采样站，最低则出现在 1#采样站，多样性水平属于高水平；种

类均匀度变化范围在 0.633 ~0.825 之间，平均为 0.722，最高出现在 20#采样站，最低出现在 1#采样站，各站位生物量种间分布比较均匀。

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 11 种，为枝角类的肥胖三角溞(*Evadne tergestina*)、鸟喙尖头溞(*Penilia avirostris*)和翼足类的棒笔帽螺(*Creseis clava*)，优势度指数分别为 0.124、0.067 和 0.106；桡足类的小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、拟长腹剑水蚤(*Oithona similis*)、锥形宽水蚤(*Temora turbinata*)、尖额谐猛水蚤(*Euterpina acutifrons*)、菱大眼水蚤(*Corycaeus limbatus*)和克氏纺锤水蚤(*Acartia clausi*)，优势度指数分别为 0.100、0.086、0.075、0.037、0.029、和 0.023；浮游幼体的双壳纲幼体(*Bivalvia larvae*)和桡足类幼体(*Copepoda larvae*)，优势度指数分别为 0.047 和 0.036。肥胖三角溞平均密度为 1165.18 ind./m³，占浮游动物总密度的 12.80%，在 12 个调查站位中 11 个站有出现，其中在 10#号站位密度最高，为 2864.63 ind./m³，为本调查海域的第一优势种。

6.5.1.1.5 底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 68 种，其中环节动物 37 种，软体动物 10 种，节肢动物 17 种，纽形动物、棘皮动物、头索动物和脊椎动物各 1 种。环节动物占总种数的 54.41%，软体动物和节肢动物分别占总种数的 14.71 和 25.00%。环节动物是本次底栖生物出现的主要类群。

(2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从 40.00 ind./m² ~ 355.00 ind./m²，平均栖息密度为 189.17 ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 143.75 ind./m²，占总密度的 75.99%；节肢动物次之，平均栖息密度为 29.58 ind./m²，占总平均密度的 15.64%；软体动物的平均栖息密度为 7.08 ind./m²，占总平均栖息密度的 3.74%；其他动物的平均栖息密度之和为 8.75 ind./m²，占总平均栖息密度的 4.63%。

底栖生物生物量变化范围从 0.33 g/m² ~35.09 g/m²，平均为 5.97 g/m²，以软体动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为 3.02 g/m²，占总平均生物量

的 50.54%；其次为节肢动物，平均生物量为 1.69g/m^2 ，占总平均生物量的 28.28%；环节动物的平均生物量为 0.97g/m^2 ，占平均生物量的 16.20%；其他动物的平均生物量之和较少，平均为 0.30g/m^2 。

(3) 种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 8 个优势种，为环节动物奇异稚齿虫、丝异须虫、双形拟单指虫 (*Cossurella dimorpha*)、双鳃内卷齿蚕 (*Aglaophamus dibranchis*)、纳加索沙蚕 (*Lumbrineris nagae*)、花冈钩毛虫 (*Sigambra hanaokai*)、寡节甘吻沙蚕 (*Glycinde gurjanovae*) 和纽形动物纽虫 (*Nemertinea und.*)，优势度分别为 0.114、0.099、0.032、0.031、0.025、0.023、0.021 和 0.022。奇异稚齿虫在 12 个站位中的 9 个站出现，其平均栖息密度为 28.75ind./m^2 ，占调查海区底栖生物平均密度的 15.20%，为该调查海区的第一优势种；丝异须虫在 12 个站位中 10 个站出现，其平均栖息密度为 22.50ind./m^2 ，占调查海区底栖生物平均密度的 11.89%。

(4) 物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 3~27 种/站，平均 16 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 1.406~4.421 之间，平均值为 3.308。多样性指数最高出现在 6# 号站，20# 号站多样性最低，多样性指数属于较高水平。种类均匀度变化范围在 0.578~0.961 之间，平均为 0.877，最高出现在 19# 号采样站，最低出现在 3# 号站，各站物种间分布均匀。

6.5.1.1.6 潮间带生物

(1) 种类构成

本次调查记录潮间带生物共 17 种，其中环节动物 1 种，软体动物 12 种、节肢动物 3 种和扁形动物 1 种。软体动物和节肢动物分别占总种数的 70.59% 和 17.65%，环节动物和扁形动物各占总种数的 5.88%，软体动物是本次调查的主要类群。

3 个断面按沉积物的类型，H1、H2 和 H3 调查断面沉积物均为沙相。

高潮区：生物群落组成以软体动物短滨螺 (*Littorina revicula*) 和塔结节滨螺 (*Nodilittorina pyramidalis*) 为主，它们在高潮区的平均栖息密度分别为 133.33i

nd./m² 和 309.33ind./m²，它们的平均栖息密度之和占高潮区总平均栖息密度的 84.26%。。

中潮区：生物群落组成以软体动物塔结节滨螺、短滨螺和小结节滨螺（*Nodilittorina exigua*）为主，它们在中潮区的平均栖息密度分别为 130.67ind./m²、24.00ind./m² 和 26.67ind./m²，它们的平均栖息密度之和占中潮区总平均栖息密度的 83.95%。

低潮区：生物群落组成以软体动物塔结节滨螺和咬齿牡蛎（*Ostrea mordax*）为主，它们在低潮区的平均栖息密度分别为 58.67ind./m² 和 53.33ind./m²，它们的平均栖息密度之和占低潮区总平均栖息密度的 42.00%。

（2）平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物生物量为 45.62~406.53 g/m²，平均生物量为 280.52g/m²；栖息密度为 294.67~358.67 ind/m²，平均栖息密度为 336.00ind/m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 235.18g/m²，占总平均生物量的 83.84%；其次节肢动物，其平均生物量为 45.29g/m²，占总平均生物量的 16.15%，环节动物的平均生物量为 0.05g/m²，占总平均生物量的 0.02%，扁形动物平均生物量较少，为 0.001g/m²。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为 336.00ind./m²。其中软体动物占首位，308.00ind./m²，节肢动物次之，为 26.67ind./m²。

（3）平均生物量及平均栖息密度的分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 H1 断面 > H2 断面 > H3 断面；平均生物量表现为 H1 断面 > H2 断面 > H3 断面。

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低，其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成；平均栖息密度的垂直分布表现为高潮区 > 低潮区 > 中潮区。

（4）潮间带生物多样性指数

计算结果显示，3 条调查断面出现的种类数平均 10 种/站，多样性指数为 1.584~2.331，平均 2.019；均匀度为 0.564~0.674，平均值为 0.619，多样性指数属于中等水平，各断面物种间分布较为均匀。

6.5.1.1.7 渔业资源

(1) 鱼卵仔鱼

在采集的 12 个样品中,经鉴定,至少共出现了鱼卵仔鱼 10 种,其中鲱形目、鲽形目和未定种各鉴定出 1 种,鲱形目 2 种和鲈形目 5 种。

本次调查共采到鱼卵 884 个,仔鱼 20 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 892.92 个/1000m³, 捕获鱼卵数量密度最高为 1#号站, 为 2869.34 个/1000m³, 调查期间 12 个测站中均采到鱼卵, 鱼卵出现率为 100.00%, 鱼卵密度变化范围在 378.95 个/1000m³~2869.34 个/1000m³。

仔鱼在 12 个监测站中 8 个站有出现, 出现率为 66.67%, 仔鱼的平均密度为 18.73 尾/1000m³。

调查海区的鱼卵平均密度为 892.92 个/1000m³

鳕属和小公鱼是本次调查的主要种类,在本次调查中该两种鱼卵出现有一定数量。鳕属鱼卵的密度在 136.84 个/1000m³~1076.00 个/1000m³之间。其中鱼卵最高出现在 1#号站, 其次为 4#号站, 密度为 804.69 个/1000m³, 平均密度 333.18 个/1000m³, 占本次调查鱼卵总数的 37.31%; 小公鱼的鱼卵密度在 42.11 个/1000m³~794.19 个/1000m³之间。其中鱼卵最高出现在 1#号站, 其次为 4#号站, 密度为 427.49 个/1000m³, 平均密度 213.46 个/1000m³, 占本次调查鱼卵总数的 23.91%。

鲷科也是本次调查中出现的主要种类,在本次调查中该种仔鱼出现有一定数量, 仔鱼在 12 个调查站中出现了 5 次, 出现频率为 41.67%, 密度范围在 0.00 尾/1000m³~32.14 尾/1000m³之间, 其中仔鱼密度最高出现在 10#号站, 其次为 19#号站, 密度为 28.02 尾/1000m³, 平均密度为 8.98 尾/1000m³, 占本次调查仔鱼总数的 47.95%。

(2) 游泳生物

①种类组成

本次调查, 共捕获游泳生物 76 种, 其中: 鱼类 47 种, 甲壳类 24 种, 头足类 5 种)。

②渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 19.89kg/h 和 1241.67ind./h, 其中: 甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.05kg/h

和 570.33ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 28.30%和 42.34%；头足类类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.84kg/h 和 86.67ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.10%和 7.69%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 14.00kg/h 和 584.67ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 67.60%和 49.97%。

③资源密度

本次调查各站位渔业资源平均重量密度为 2386.36kg/km²，16#号站断面最高，10#号站断面最低，范围为 1460.59kg/km²~5023.94kg/km²；平均个体密度为 148.99×10³ind./km²，个体密度最高的断面为 14#号站断面，其值为 437.72×10³ind./km²，最低为 1#号站断面，其个体密度为 18.24×10³ind./km²。

④鱼类资源状况

本次调查捕获的鱼类 47 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

鱼类的资源平均重量密度和平均个体密度分别为 1679.83kg/km² 和 70.15×10³ind./km²。在 12 个断面中，鱼类重量密度分布中，16#号站断面最高为 4581.35kg/km²，3#号站断面最低为 389.14kg/km²；鱼类个体密度分布中，14#号站断面最高，为 221.74×10³ind./km²，4#号站断面最低为 8.64×10³ind./km²。

鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 2 种，为：细纹鲷 (*Leiognathus berbis*) 和黑鳃光兔鲷 (*Lagocephalus inermis*)，这 2 种鱼类的重量渔获率之和为 77.01kg/h，占鱼类总重量渔获率 (168.00kg/h) 的 45.84%；这 2 种鱼类的个体渔获率之和为 4232.00ind./h，占鱼类总个体渔获率 (7016.00ind./h) 的 60.32%。

⑤甲壳类资源状况

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 24 种，其中：虾类 6 种，蟹类 12 种，虾蛄类 6 种。

甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 5 种，分别为直额螯 (*Charybdis truncata*)、猛虾蛄 (*Harpisquilla harpax*)、断脊小口虾蛄 (*Oratosquilla interrupta*)、口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*) 和红星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*)。这 5 种甲壳类的重量渔获率之和为 54.61kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (60.61kg/h) 的

90.11%；这 5 种甲壳类的个体渔获率之和为 5936.00ind./h，占甲壳类总个体渔获率（6844.00ind./h）的 86.73%。

甲壳类平均重量密度和平均个体密度分别为 606.03kg/km² 和 68.43×10³ind./km²。其中，重量密度范围为 69.91kg/km²~1533.86kg/km²，1#号站断面最低，14#号站断面最高；个体密度分布范围为 1.92×10³ind./km²~183.35×10³ind./km²，14#号站断面最高，1#号站断面最低。

⑥头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类有 5 种，调查中的 12 个断面中均有出现。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 100.49kg/km² 和 10.40 ×10³ind./km²。

6.5.1.2 春季

6.5.1.2.1 叶绿素 *a* 和初级生产力

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 0.34mg/m³~1.87mg/m³，平均值为 0.99mg/m³，其中 3#号站叶绿素 *a* 含量最高，37#和 16#号站叶绿素 *a* 含量最低，均为 0.34mg/m³。

底层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 0.40mg/m³~1.47mg/m³，平均值为 0.76mg/m³，其中 6#号站叶绿素 *a* 含量最高，为 1.47mg/m³，4#、8#、12#、14#和 16#号站叶绿素 *a* 含量最低，均为 0.40 mg/m³。

调查海域初级生产力的变化范围为 23.08mg·C/(m²·d)~228.29mg·C/(m²·d)，平均值为 94.11mg·C/(m²·d)，其中 3#号站初级生产力水平最高，16#号站最低。

6.5.1.2.2 浮游植物

(1)种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 31 属 70 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 22 属 48 种，占总种数的 68.57%；甲藻门出现 6 属 19 种，占总种数的 27.14%。硅藻门的角毛藻和甲藻门的角藻出现种类数最多，均为 13 种，其次是硅藻门的圆筛藻（7 种）。

以优势度 *Y* 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 3 种，为硅藻门的细弱海链藻（*Thalassiosira subtilis*）、具槽直链藻（*Melosira sulcata*）和甲藻门的夜光藻（*Noctiluca scintillans*）。

细弱海链藻的优势度为 0.443，丰度占调查海区总丰度的 43.95%，该优势种

在整个调查区域分布广泛，在 16 个调查站位中均出现，出现率为 100.00%，为该调查海区的第一优势种；夜光藻的优势度为 0.350，丰度占调查海区总丰度的 32.61%，该优势种在整个调查区域分布广泛，在 16 个调查站位中均出现，出现率为 100.00%。

(2) 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 3.98×10^4 cells/m³ ~ 92.17×10^4 cells/m³，平均为 19.00×10^4 cells/m³。最高丰度出现在 20# 号站，37# 号站次之，其丰度为 25.12×10^4 cells/m³，最低丰度则出现在 1# 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占首位，其丰度占各站总丰度的 19.85%~90.85%，平均为 47.78%，硅藻在 16 个测站中均有出现；甲藻次之，其丰度占各站总丰度的 9.15%~80.15%，平均为 46.29%，甲藻在 16 个测站中均有出现；蓝藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~33.24%，平均为 5.88%，金藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~0.31%，平均为 0.05%。

(3) 多样性水平

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 14~29 种，平均 21 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.198~3.506，平均为 1.942，多样性指数以 38# 号站位最高，20# 号站最低，多样性属于较低水平；Pielou 均匀度指数范围为 0.252~0.786，平均为 0.443，其中 38# 号站均匀度指数最高，20# 号站最低。

6.5.1.2.3 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 11 个生物类群 47 种（见附录 II—浮游动物种类名录），其中桡足类 24 种，浮游幼体类 11 种，被囊类 3 种，毛颚类 2 种，刺胞动物、端足类、糠虾类、十足类、翼足类、原生动物和枝角类各 1 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 29.94mg/m³~1668.80mg/m³，平均生物量为 739.73mg/m³。在整个调查区中，生物量最高出现在 37# 号采样站，最低出现在 3# 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 216.81ind./m³~32068.38ind./m³，平均密度 11138.04ind./m³。浮游生物最高密度出现在 37# 号采样站，最低密度则出现在 4# 号采样站，造成调查海域

浮游动物生物量和密度非常高的原因是出现大量的原生动物夜光虫。

(3) 浮游动物主要类群分布

①原生动物

调查海域出现数量很多的原生动物夜光虫，原生动物在全部 16 个调查站位均有出现，平均密度为 10573.93ind./m^3 ，占浮游动物总密度的 94.94%，其密度变化范围为 $35.93\text{ind./m}^3 \sim 30598.29\text{ind./m}^3$ 。其中最高密度分布于 37#号采样站，其次是 16#号采样站，密度为 21196.58ind./m^3 ，3#号站位密度最低。

②桡足类

桡足类在 16 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 $35.40\text{ind./m}^3 \sim 1343.28\text{ind./m}^3$ ，平均密度为 430.43ind./m^3 ，占浮游动物总密度的 3.86%。其中最高密度出现在 1#号采样站；其次为 37#号采样站，密度为 1153.85ind./m^3 ，14#号站位密度最低。

③浮游幼体类

浮游幼体类在全部 16 个调查站位均有出现，平均密度为 110.26ind./m^3 ，占浮游动物总密度的 0.99%，其密度变化范围为 $4.42\text{ind./m}^3 \sim 330.22\text{ind./m}^3$ 。其中最高密度分布于 1#号采样站，其次是 3#号采样站，密度为 265.72ind./m^3 ，14#号站位密度最低。

④其他种类

浮游动物的其他类群有被囊类、毛颚类、刺胞动物、端足类、糠虾类、十足类、翼足类、枝角类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 16 种（6~22 种）；种类多样性指数范围为 0.029~3.393 之间，平均为 0.903，多样性指数最高出现在 38#号采样站，其次为 4#号采样站，最低则出现在 14#号采样站，多样性属于低水平；种类均匀度变化范围在 0.011~0.877 之间，平均为 0.231，最高出现在 4#号采样站，最低出现在 14#号采样站。

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势种仅有

1 种，为原生动物的夜光虫（*Noctiluca scintillans*），优势度指数为 0.958。夜光虫的平均密度为 10573.93ind./m³，占浮游动物总密度的 94.94%，在 16 个调查站位中均有出现，其中在 37# 号站位密度最高，为 30598.29ind./m³，其次为 16# 号站，为 21196.58ind./m³。

6.5.1.2.4 底栖生物

（1）种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 76 种，其中环节动物 42 种、软体动物 13 种、节肢动物 13 种、其他种类动物（脊索动物 3 种、扁形动物、纽形动物、腕足动物、星虫动物和棘皮动物各 1 种）共 8 种（附录 III）。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的 55.26%、17.11%和 17.11%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

（2）大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物栖息密度在 25.00~606ind./m² 之间，平均为 149.06ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 108.75ind./m²，占总密度的 72.96%；节肢动物次之，其平均栖息密度为 18.75ind./m²，占总平均密度的 12.58%；软体动物平均栖息密度为 17.19ind./m²，占总平均密度的 11.53%；其他动物的平均栖息密度之和为 4.38ind./m²，占总平均密度的 2.94%。

底栖生物的生物量 0.02~557.86 g/m²，平均为 37.69g/m²，以软体动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为 34.90g/m²，占总平均生物量的 92.58%；其次为其他动物，其平均生物量之和为 1.45g/m²，占总平均生物量的 3.85%；环节动物的平均生物量为 1.29g/m²，占总平均生物量的 3.44%；节肢动物的平均生物量较少，平均生物量为 0.05g/m²。

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从 25.00 ind./m²~660.00 ind./m²，其中 37# 号站位栖息密度最高，为 660.00 ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量较多的环节动物奇异稚齿虫（*Paraprionospio pinnata*）、太平洋长手沙蚕（*Magelona pacifica*）、不倒翁虫（*Sternaspis scutata*）和节肢动物涟虫（*Iphinoe* sp.），它们在该站位的栖息密度为 60.00ind./m²、75.00ind./m²、50.00ind./m² 和 70.00ind./m²；其次为 38# 号站位，

为 360.00 ind./m²，38#号站位密度较高的原因是记录到数量很多的环节动物奇异稚齿虫，它们在站位的栖息密度为 285.00 ind./m²。最低的站位为 10#号站，栖息密度为 25.00 ind./m²。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从 0.02 g/m²~557.86g/m²，其中 28#号站位生物量最高，为 557.86g/m²。构成 28#号站位相对较高生物量的原因在于出现个体较大数量较多的软体动物毛蚶（*Scapharca subcrenata*），生物量为 539.60g/m²。最低的站位为 10#号站，生物量为 0.02g/m²，该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的类群，个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在调查海区的平均密度为 108.75 ind./m²，在 16 个站位中均有出现，出现频率为 100.00%。密度分布范围为 15.00 ind./m²~445.00 ind./m²；平均生物量为 1.29g/m²，生物量分布范围为 0.02 g/m²~4.89g/m²。

软体动物在调查海区 16 个站位中 5 个站出现，出现频率为 31.25%，平均密度为 17.19 ind./m²，密度分布范围为 0.00 ind./m²~135.00 ind./m²；平均生物量为 34.90g/m²，生物量分布范围为 0.00g/m²~553.36g/m²。

（3）大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 4 个优势种，为环节动物的奇异稚齿虫、丝异须虫（*Heteromastus filiformis*）、不倒翁虫和节肢动物的河螺赢蜚（*Corophium acherusicum*），优势度分别为 0.060、0.049、0.024 和 0.022。奇异稚齿虫在 16 个站位中的 6 个站出现，其平均栖息密度为 23.75 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 15.93%，为该调查海区的第一优势种；丝异须虫在 16 个站位中的 8 个站出现，其平均栖息密度为 14.69 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 9.85%。

（4）大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 5~35 种/站，平均 12 种/站。多样性指数（ H' ）变化范围在 1.469~4.561 之间，平均值为 2.778。多样性指数最高出现在 37#号站，最低则为 38#号站，调查海域底栖生物多样性指数属中等水平。均匀度范围在 0.397~1.000 之间，平均值为 0.851，均匀度指数最高出现在 10#号站，最低则为 38#号站，各站位之间物种分布均匀。

6.5.1.2.5 潮间带生物

(1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物 14 种，其中软体动物 10 种，节肢动物 4 种（附录 IV）。软体动物和节肢动物占总种数的 71.43% 和 28.57%，软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

3 个断面按沉积物的类型，H1~H3 调查断面沉积物均为岩石相。。

高潮区：生物群落组成以软体动物塔结节滨螺（*Nodilittorina pyramidalis*）和粒结节滨螺（*Nodilittorina exigua*）两种物种组成，它们在高潮区的平均栖息密度分别为 496.00ind./m² 和 685.33ind./m²。

中潮区：生物群落组成同样以软体动物塔结节滨螺和粒结节滨螺为主，它们在中潮区的平均栖息密度分别为 80.00ind./m² 和 280.00ind./m²，它们的平均栖息密度之和占中潮区总平均栖息密度的 89.11%。

低潮区：生物群落组成同样以软体动物塔结节滨螺和粒结节滨螺为主，它们在低潮区的平均栖息密度分别为 120.00ind./m² 和 221.33ind./m²，它们的平均栖息密度之和占低潮区总平均栖息密度的 68.45%。

(2) 平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物生物量 50.45~323.62g/m²，平均为 176.82g/m²；栖息密度 417.33~868.00ind./m²，平均为 694.67ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 94.73g/m²，占总平均生物量的 53.57%；节肢动物的平均生物量为 82.09g/m²，占总平均生物量的 46.43%。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为 694.67ind./m²。其中软体动物占首位，为 663.11ind./m²；节肢动物的平均栖息密度为 31.56ind./m²。

(3) 平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 H2 断面 > H3 断面 > H1 断面；平均生物量表现为 H1 断面 > H2 断面 > H3 断面。

(4) 平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，

高潮带最低，其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布表现为高潮区 > 低潮区 > 中潮区。

(5) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示，3 条调查断面出现的种类数在 3~12 种/站（平均 7 种/站），多样性指数 (H') 变化范围在 1.087~2.246 之间，平均值为 1.533。多样性指数最高出现在 H1 断面，最低则为 H3 断面，多样性指数属较低水平。均匀度范围在 0.490~0.686 之间，平均值为 0.601，均匀度指数最高出现在 H3 断面，最低则为 H2 断面，各站位之间物种分布较为均匀。

6.5.1.2.6 鱼类浮游生物

(1) 种类组成

在采集的水平拖网的 16 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 6 种，其中鲈形目、鲱形目、鲷形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种。

(2) 数量分布

本次水平拖网调查共采到鱼卵 493 个，仔鱼 5 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 280.18 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 18#号站，为 535.71 个/1000m³，调查期间 16 个测站中均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，鱼卵密度变化范围在 125.28 个/1000m³~535.71 个/1000m³。

仔鱼在 16 个监测站中 5 个站有出现，出现率为 31.25%，仔鱼的平均密度为 2.60 尾/1000m³。

(3) 主要种类及数量分布

本次水平拖网调查中，小公鱼是本次调查的主要种类，在本次调查水平拖网中该种鱼卵出现有一定数量，小公鱼鱼卵的密度在 26.76 个/1000m³~141.62 个/1000m³之间，鱼卵在 16 个调查站中均出现，出现频率为 100.00 %。其中鱼卵密度最高出现在 26#号站，其次为 18#号站，密度为 128.97 个/1000m³，鱼卵平均密度 71.93 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 25.67%。

鲷科也是本次水平拖网调查的主要种类，该种鱼卵和仔鱼出现有一定数量，鲷科鱼卵的密度在 56.95 个/1000m³~218.25 个/1000m³之间，鱼卵在 16 个调查站中均有出现，出现频率为 100.00%。其中鱼卵密度最高出现在 18#号站，其次为 37#号站，密度为 161.29 个/1000m³，平均密度 114.87 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 41.00%；鲷科仔鱼在 16 个调查站中仅 3#和 19#站出现，出现频率为

12.50%，密度分别为 9.27 尾/1000m³ 和 6.78 尾/1000m³，仔鱼的平均密度为 1.00 尾/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 38.61%。

小沙丁鱼也是本次水平拖网调查中出现的主要种类，在本次调查中该种仔鱼出现有一定数量。小沙丁鱼仔鱼在 16 个调查站中仅 37# 站出现，出现频率为 6.25%，密度为 10.75 尾/1000m³，仔鱼的平均密度为 0.67 尾/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 25.86%。

6.5.1.2.7 游泳生物

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 57 种，其中：鱼类 23 种，甲壳类 31 种，头足类 3 种。

本次调查各断面种类数量，3# 和 12# 号站断面种类数最多，均为 27 种，其次为 19# 号站断面，为 26 种，14# 号站断面的种数最少，为 16 种。

(2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 10.09kg/h 和 1104.56ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 4.91kg/h 和 602.44ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 47.86% 和 54.05%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 4.99kg/h 和 474.56ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 50.04% 和 43.62%；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.19kg/h 和 27.56ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 2.10% 和 2.33%。

(3) 资源密度

本次调查各站位平均重量密度为 908.11kg/km²，12# 号站断面最高，1# 号站断面最低，范围为 534.19kg/km² ~ 1429.91kg/km²；平均个体密度为 99.40×10³ind./km²，个体密度最高的断面为 12# 号站断面，其值为 145.79×10³ind./km²，最低为 20# 号站断面，个体密度为 57.51×10³ind./km²。

(4) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类 23 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种

类占优势。

②鱼类资源密度估算

本次调查,鱼类的资源平均重量密度和平均个体密度分别为 $448.75\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $42.71\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。在 16 个断面中,鱼类重量密度分布中,3#号站断面最高为 $711.39\text{kg}/\text{km}^2$,8#号站断面最低为 $145.43\text{kg}/\text{km}^2$;鱼类个体密度分布中,38#号站断面最高 $74.51\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$,8#号站断面最低,为 $10.80\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。

③鱼类优势种

鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 3 种,为:龙头鱼(*Harpadon nehereus*)、棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)和沙带鱼(*Lepturacanthus savala*),这 3 种鱼类的重量渔获率为 $64.70\text{kg}/\text{h}$,占鱼类总重量渔获率($79.78\text{kg}/\text{h}$)的 81.09%;这 3 种鱼类的个体渔获率为 $5064.00\text{ ind.}/\text{h}$,占鱼类总个体渔获率($7593.00\text{ind.}/\text{h}$)的 66.69%。

(5) 甲壳类资源状况

①种类组成

本次调查,共捕获的甲壳类,经鉴定共 31 种,其中:虾类 12 种,蟹类 11 种,虾蛄类 8 种。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

②优势种

甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 3 种,分别为:隆线强蟹(*Eucrate crenata*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)和直额螳(*Charybdis truncata*)。这 3 种甲壳类的重量渔获率之和为 $56.29\text{kg}/\text{h}$,占甲壳类总重量渔获率($78.59\text{kg}/\text{h}$)的 71.62%;这 3 种甲壳类的个体渔获率之和为 $5046.00\text{ind.}/\text{h}$,占甲壳类总个体渔获率($9639.00\text{ind.}/\text{h}$)的 52.35%。

③甲壳类资源密度评估

本次调查平均重量密度和平均个体密度分别为 $442.06\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $54.22\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。其中,重量密度范围为 $171.15\text{kg}/\text{km}^2\sim 850.27\text{kg}/\text{km}^2$,20#号站断面最低,8#号站断面最高;个体密度分布范围为 $25.92\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2\sim 105.83\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$,12#号站断面最高,20#号站断面最低。

(6) 头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类共有 3 种,本次调查中的 16 个站位断面中有

12 个站位断面出现头足类。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 $17.30\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $2.48 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

(7) 幼鱼比例

本次调查幼体群体占有游泳生物群体的平均比例 42.22%。渔获物中，鱼类幼体比例为 61.21%，甲壳类幼体比例为 28.89，头足类幼体比例为 24.66%。

6.5.1.3 小结

两季调查结果汇总如下。

表 6.5-1 海洋生态生物资源调查结果汇总

调查时间调查项目		2020 年 9 月	2021 年 3 月
叶绿素 a	范围值	$0.74 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 8.03 \text{ mg}/\text{m}^3$	$0.34 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 1.87 \text{ mg}/\text{m}^3$
	平均值	$3.61 \text{ mg}/\text{m}^3$	$0.99 \text{ mg}/\text{m}^3$
初级生产力	范围值	$269.60 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 828.57 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$23.08 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 228.29 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
	平均值	$506.93 \text{ mg} \cdot \text{C}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	$94.11 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
浮游植物	种类	4 门 52 属 142 种	4 门 31 属 70 种
	数量	范围值	$323.07 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3 \sim 5606.75 \text{ cells}/\text{m}^3$
		平均值	$2351.06 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$
	优势种	中肋骨条藻	细弱海链藻、具槽直链藻和甲藻门的夜光藻
	多样性指数	范围值	1.248~4.046
		平均值	3.138
	均匀度	范围值	0.206~0.667
		平均值	0.527
浮游动物	种类组成	14 个生物类群 102 种	11 个生物类群 47 种
	生物量	范围值	$109.94 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 249.21 \text{ mg}/\text{m}^3$
		平均值	$170.58 \text{ mg}/\text{m}^3$
	栖息密度	范围值	$4739.81 \text{ ind.}/\text{m}^3 \sim 14775.67 \text{ ind.}/\text{m}^3$
		平均值	$9105.77 \text{ ind.}/\text{m}^3$
	优势种	肥胖三角溞、鸟喙尖头溞和翼足类的棒笔帽螺	夜光虫
	多样性指数	范围值	3.077~4.405
		平均值	3.927
底栖生物	生物量	范围值	$0.33 \text{ g}/\text{m}^2 \sim 35.09 \text{ g}/\text{m}^{21.21.83}$
		平均值	$5.97 \text{ g}/\text{m}^2$
	栖息密度	范围值	$40.00 \text{ ind.}/\text{m}^2 \sim 355.00 \text{ ind.}/\text{m}^2$
		平均值	$189.17 \text{ ind.}/\text{m}^2$
	多样性指数	范围值	1.406~4.421
		平均值	3.308
	均匀度	范围值	1.406~4.421
		平均值	3.308
	种类	68 种	76 种

调查时间调查项目			2020 年 9 月	2021 年 3 月
	优势种		奇异稚齿虫、丝异须虫、双形拟单指虫	奇异稚齿虫、丝异须虫不倒翁虫和节肢动物的河螺赢蛭
潮间带生物	生物量	范围值	45.62~406.53 g/m ²	50.45~323.62g/m ²
		平均值	280.52g/m ²	176.82g/m ²
	栖息密度	范围值	294.67~358.67 ind/m ²	417.33~868.00ind./m ²
		平均值	336.00ind/m ² 。	694.67ind./m ² 。
	多样性指数	范围值	1.584~2.331	1.087~2.246
		平均值	2.019	1.533
	均匀度	范围值	0.564~0.674	0.490~0.686
		平均值	0.619	0.601
	生物种类		共 17 种	14 种
鱼卵、仔鱼	种类		10 种	6 种
	范围值		378.95 个/1000m ³ ~2869.34 个/1000m ³	125.28 个/1000m ³ ~535.71 个/1000m ³
	平均值		892.92 个/1000m ³	280.18 个/1000m ³
	范围值		0~53.57 尾/1000m ³	0~10.75 尾/1000m ³
	平均值		18.73 尾/1000m ³	2.60 尾/1000m ³
渔业资源				
总渔获种类			76 种	57 种
总平均资源密度			2386.36kg/km ²	908.11kg/km ²
总平均个体资源密度			148.99×10 ³ ind./km ²	99.40×10 ³ ind./km ²
鱼类	种类		47 种	23 种
	优势种		细纹鲷和黑鳃光兔鲷	龙头鱼、棘头梅童鱼和沙带鱼
	平均资源量		1679.83kg/km ²	448.75kg/km ²
	平均个体资源密度		70.15×10 ³ ind./km ²	42.71×10 ³ ind./km ²
头足类	种类		5 种	3 种
	主要种类			小荑蛸
	平均资源量		100.49kg/km ²	17.30kg/km ²
	平均个体资源密度		10.40 ×10 ³ ind./km ²	2.48×10 ³ ind./km ²
甲壳类	种类		24 种	31 种
	主要种类		直额蜉、猛虾蛄、断脊小口虾蛄、口虾蛄和红星梭子蟹	隆线强蟹、口虾蛄和直额蜉
	平均资源量		606.03kg/km ²	442.06kg/km ²
	平均个体资源密度		68.43×10 ³ ind./km ²	54.22×10 ³ ind./km ²

由上表可知，春季叶绿素 a 和初级生产力平均含量高于秋季。以《近岸海域环境监测规范》(HJ442-2008)生物多样性指数的评价指标，多样性指数均值>3.0，表示生境质量等级为“优良”；多样性指数均值处于 2~3，表示生境质量等级为“一般”；多样性指数均值处于 1~2，表示生境质量等级为“差”。可见秋季调查浮游植物、浮游动物、底栖生物生境优良，潮间带生物生境处于一般状态；春季调查大多处于差或者一般的状态。

秋季渔业资源、鱼卵和仔鱼密度均高于春季。

6.5.2 主要经济鱼类产卵场和产卵期

(1) 主要产卵场分布

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》(第一批), 详见图 6.5-1、图 6.5-2。粤东南海中上层鱼类产卵场主要包括: 蓝圆鲹粤东外海区产卵场位于东经 115°~116°30', 北纬 20°30'~22°35', 水深 70~180m, 产卵期 3~7 月; 蓝圆鲹粤东近海区产卵场位于东经 115°20'~117°, 北纬 21°55'~22°15', 水深 40~75m, 产卵期 1~4 月; 鲐鱼粤东外海区产卵场位于东经 115°10'~116°15', 北纬 20°33'~22°10', 水深 90~200m, 产卵期 2~4 月。

以上产卵场距离本工程距离很远, 最近距离约 25km 以上。

(2) 主要经济鱼类产卵期

根据历年调查所掌握的资料, 调查水域主要经济鱼类的产卵期列于表 6.5-2。从表中可知, 各种鱼类的产卵期延续较长, 3~8 个月不等, 主要产卵盛期集中在 3~8 月份。

表 6.5-2 主要经济鱼类的产卵期

种 名	产卵期 (月份)	种 名	产卵期 (月份)
金色小沙丁鱼	12—翌年 4	大黄鱼	2—4, 11—12
康氏小公鱼	3—8	白姑鱼	4—8
杜氏棱鲉	4—8	二长棘鲷	1—3
黄鲫	3—7	真鲷	11—翌年 2, 5—7
海鳗	3—4	黄鳍鲷	1—3
龙头鱼	3—5	日本金线鱼	5—7
多齿蛇鲻	3—8	长棘银鲈	3—5
六指马鲛	2—5	鰺	4—6
多鳞鱖	3—4	黄斑蓝子鱼	4—5
蓝圆鲹	12—翌年 4	中国鲳	4—7
丽叶鲹	5—8	刺鲳	1—7
竹荚鱼	12—翌年 1	带鱼	3—11
皮氏叫姑鱼	3—7	孔鰽虎鱼	5—8

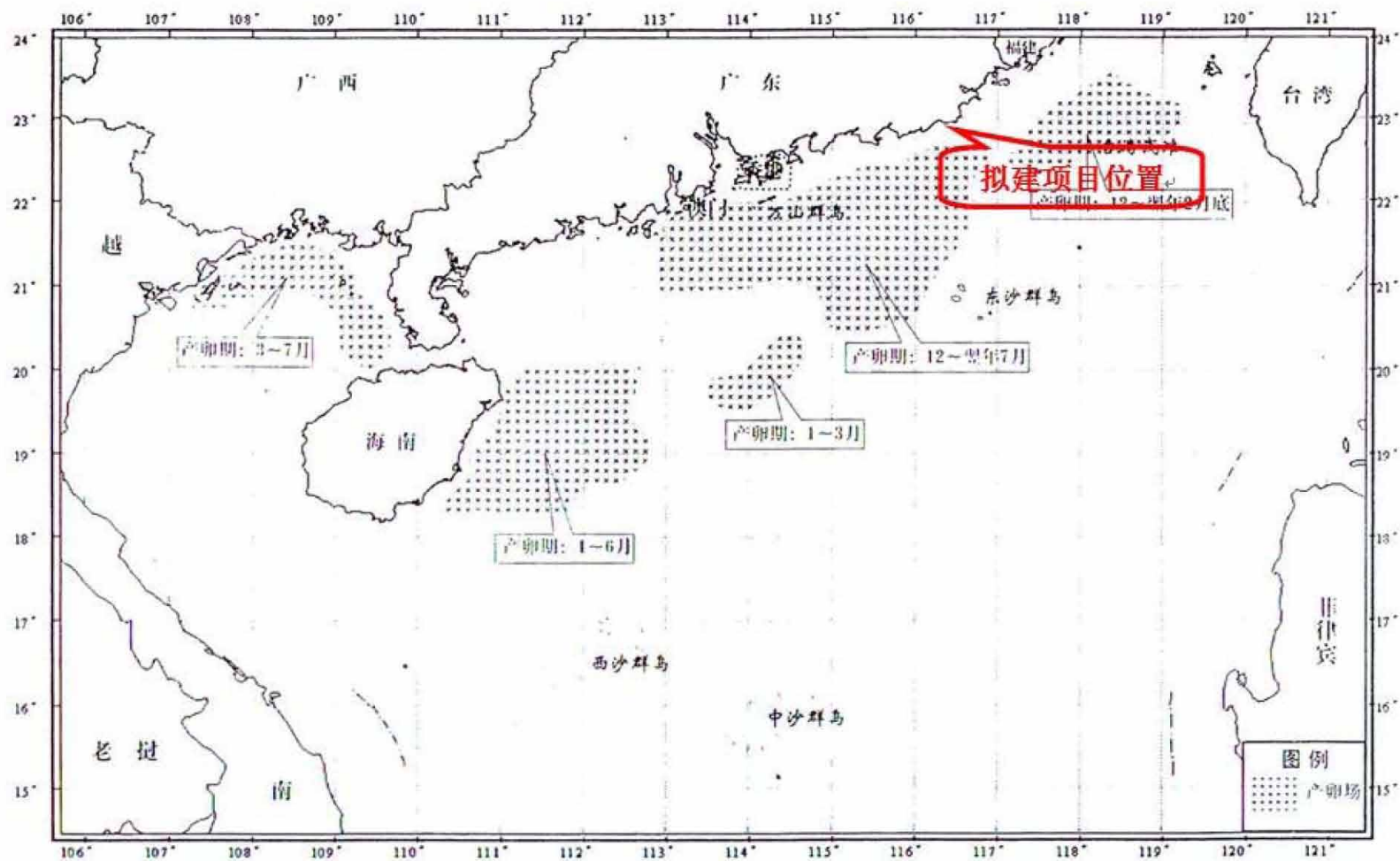


图 6.5-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

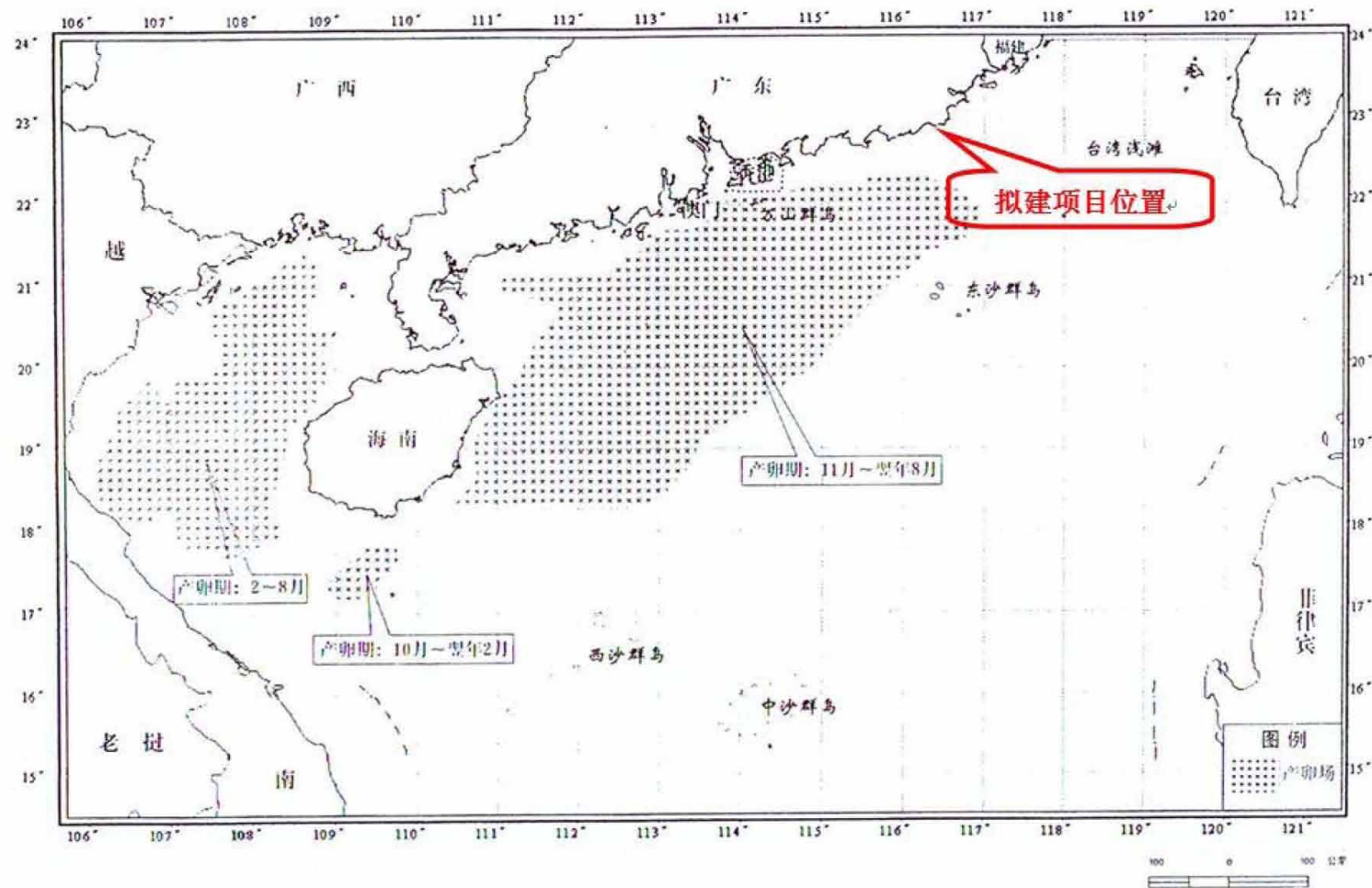


图 6.5-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

6.5.3 珍稀濒危水生野生动物

(1) 海龟

海龟是海洋龟类的总称，属爬行纲（REPTILA）、龟鳖目（TESTUDOFORMES）。现存海龟仅有 2 科 5 属 8 种，我国就有 2 科 5 属 5 种，即绿海龟（*Chelonia agassizii*）、棱皮龟（*Dermochelys coriacea*）、玳瑁（*Eretmochelys imbricata*）、太平洋丽龟（*Lepidochelys olivacea*）和蠐龟（*Caretta caretta*）。因为海龟具有较高的食用和药用价值，猎杀海龟、盗取龟卵的现象非常严重。有限的海龟资源，由于历年来大量捕杀、掠夺龟卵及其产卵繁殖环境的破坏，导致海龟登陆数逐年锐减、数量严重下降，目前已成为珍稀濒危的海洋动物，国际上被列为重点保护对象，我国则将其列为 II 类保护。我国在广东省惠东县港口镇海龟湾建有国家级海龟自然保护区，专门进行海龟及产卵繁殖地的保护。

海龟为海洋洄游性爬行动物，曾经历了从海上登陆，又从陆地返回海洋的数亿年的演变历史。其肺、甲壳、似桨的四肢和体形结构等都适宜作远距离的洄游，既要到食饵丰富的海域觅食，又要回到僻静的沙滩上产卵。雄龟孵出后一经下海，就终生在海洋中生活，而雌龟则千里迢迢洄游到它的出生地登陆筑巢产卵，繁殖后代。海龟生活于近海上层，以鱼类、头足纲动物、甲壳动物以及海藻等为食。每年 4~10 月为繁殖季节，常在礁盘附近水面交尾，需 3~4 小时。雌性在夜间爬到岸边沙滩上，先用前肢挖一深度与体高相当的大坑，伏在坑内，再以后肢交替挖一口径 20cm、深 50cm 左右的“卵坑”，在坑内产卵。产毕以砂覆盖，然后回到海中。每年产卵多次，每产 91~157 枚。卵白色，圆形，径 41~43mm，壳革质，韧软，孵化期 50~100 天。

大多数的海龟生存在比较浅的沿海水域、海湾、泻湖、珊瑚礁和流入大海的河口。不同种类和同一种类内部不同群体的海龟有着各自的迁徙习惯。我国的南海、东海、黄海和渤海均有海龟活动分布，但主要集中在南海，南海拥有我国 90% 以上的海龟资源，特别是以西沙和南沙群岛海域最为丰富，南海北部次之（图 6.5-3）。

20 世纪 50 年代至 80 年代，南海海域平均每年捕获海龟 1000 多头。1986~1989 年进行“南海海龟资源的调查”，根据对东沙群岛、南沙七连屿岛和惠东产卵地，以及广东、海南的渔民调研，估算每年洄游至西沙、南沙群岛的海龟有

14000~40000 头，洄游到南海北部海域的有 2300~5500 头，洄游到北部湾海域的有 500~800 头。南海海龟数量绿海龟占 87%，玳瑁 10%，棱皮龟、蠍龟和太平洋丽龟占 3%。在 20 世纪 40 年代以前，海龟筑巢产卵区主要分布于南海沿岸，如海南岛东南沿海的琼海、万宁、陵水、崖县、东方等县，大陆沿岸的南澳、惠来、海丰、惠东、万山、台山、阳江、电白等县以及北部湾沿岸的海康、遂溪、涠洲岛、北海等市县海滩均有海龟上岸产卵的历史。

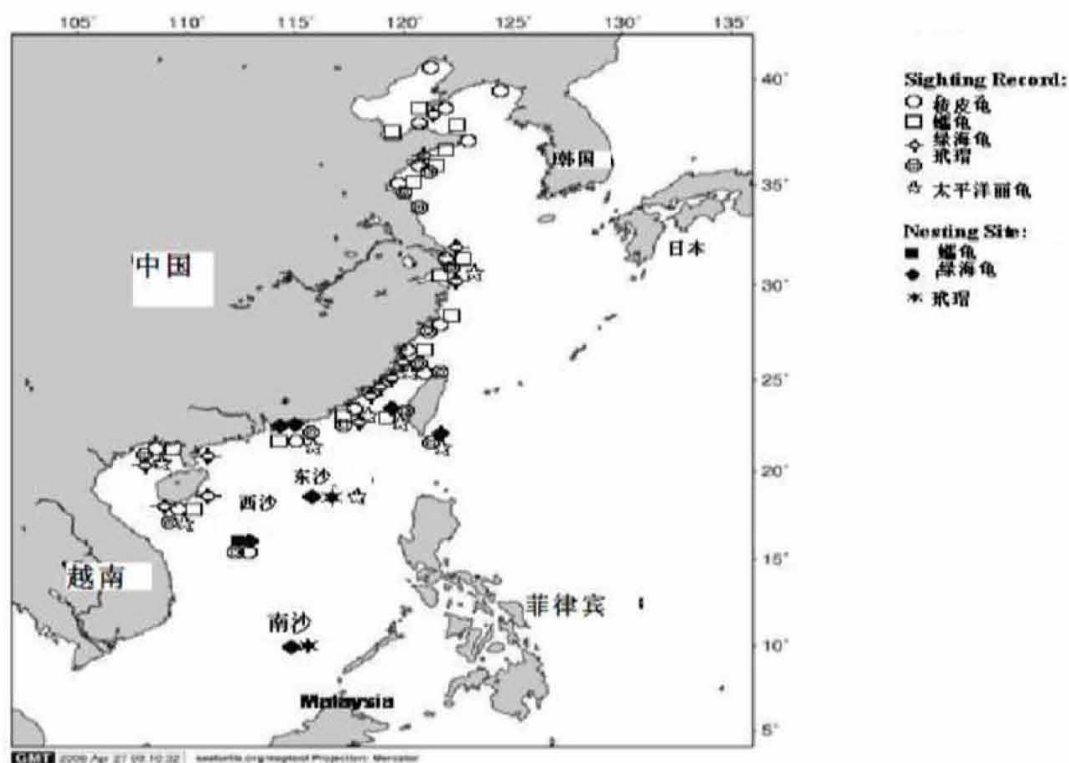


图 6.5-3 中国海龟主要地理分布情况示意图

目前，西沙、南沙群岛一些无人居住的岛屿，以及香港和台湾地区尚存部分海龟产卵繁殖场地，大陆沿岸已知只有广东省惠东县港口镇海龟湾还残存一个产卵场，其它地方除个别荒凉的海滩偶有海龟上岸产卵外，已无完整的海龟产卵繁殖场地。惠来县曾有海龟的分布，但近三十年没有发现本海域有海龟产卵，研究海域 2010~2017 年 6 次海洋生态调查也未监测到海龟的相关活动。

根据《广东省海洋环境保护规划》研究成果，以及南海水产研究所调查资料，海龟在广东省的主要活动地区为大亚湾、红海湾、汕头。广东海域曾经跟踪到海龟活动路线见图 6.5-4，从海龟活动情况历史记录看，本项目工程所在海域不是海龟的主要活动区域。

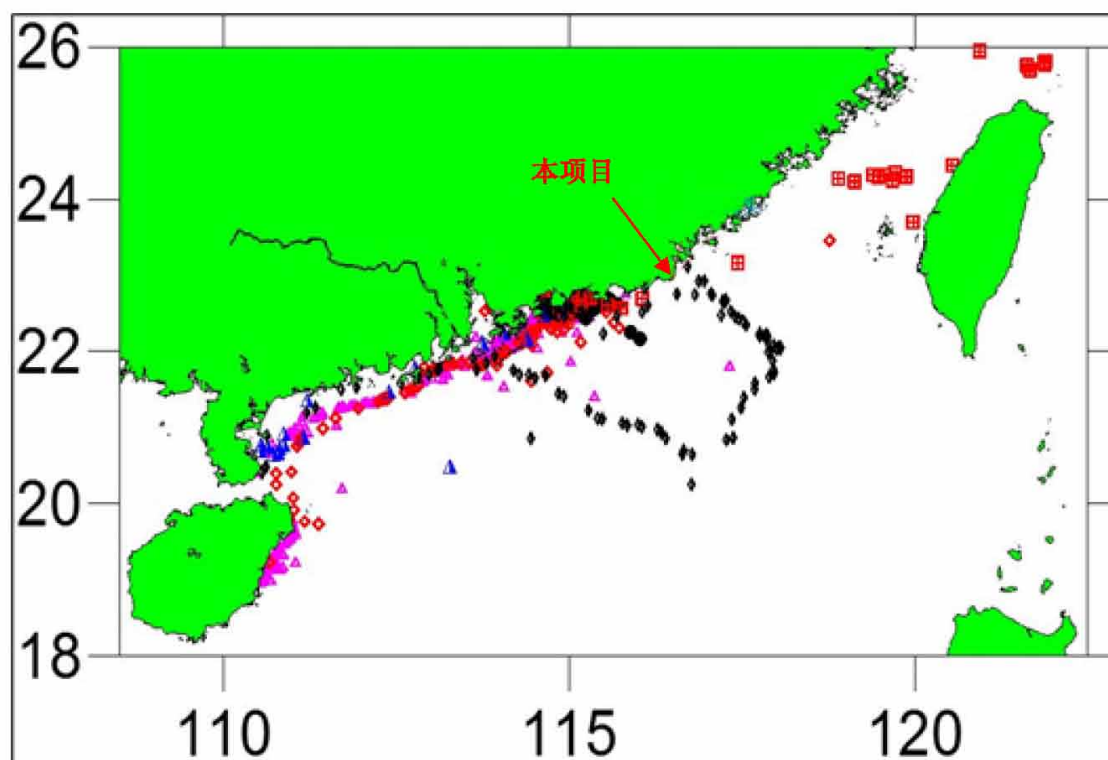


图 6.5-4 中国大陆海龟洄游路线卫星追踪图（2001~2010 年）

（2）鲎

鲎是地球上最古老的动物之一，它从 4 亿多年前问世至今仍保留其原始而古老的相貌，所以有“活化石”之称，具有重要的学术研究价值和较高的药用价值。它是节肢动物们剑尾纲剑尾目鲎科动物，现存 3 属 4 种，分别是美国鲎、中国鲎、南方鲎和圆尾鲎。我国南海主要分布中国鲎，属广东省重点保护水生野生动物。

鲎类是暖水性的底栖节肢动物，在港湾的水域中最为丰富，常栖息于 20~60 米中等深度的砂质底浅海区，喜潜砂穴居，只露出剑尾。食性广，以动物为主，经常以底栖和埋木本的小型甲壳动物、小型软体动物、环节动物、星虫、海豆芽等为食，有时也吃一些有机碎屑。

春夏两季，通常于日落后，在大潮的沙滩上产卵。每个雌鲎由一个或多个雄鲎伴随，在沙上挖一系列浅坑，每个坑中产卵 200~300 粒，然后雄鲎用精液将卵覆盖。一般产卵地点正好在高潮线下。数周后幼体从卵中孵出，约长 5 公厘，以贮存的卵黄为营养来源。第二幼体期的个体已有一条短小的尾节，以小型动物为食，在泥滩中越冬。第三幼体期的个体形似微小的成体。幼体经蜕皮进入下一个幼体期，此时表皮围绕头胸部边缘裂开，然后脱落。每次蜕皮体长即增加约 25%，

到 9~12 龄时约蜕皮 16 次达到性成熟。成体以海生蠕虫为食，身上常覆以各种带壳的生物。

鲎栖息于沙质海底，昼伏夜出，大部分时间营底栖潜居生活，通常小个体生活在岸边沙滩中，随着年龄的增长，个体大的逐渐移向浅海。鲎不作长距离洄游，每年 11 月随着水温下降由浅海游向较深水域越冬，翌年 4~5 月又从深水区游向浅海，繁衍后代，繁殖期 5~8 月。春夏之交繁殖，雄体爬在雌体上游泳，被称为“海底鸳鸯”。鲎为雌雄异体，雌体比雄体大，成年雌体重约 4kg，雄体重约 1.8kg。雌体背负雄体，成对栖息、爬行、游动，称为“海中鸳鸯”。

中国鲎：体呈瓢状，由头胸部、腹部和尾剑三部分组成，头胸甲长 30~40 厘米，甲面凹凸，青褐色。尾刺能自由运动，当背部贴地时常用此尾使身体翻转。头胸甲隆起线的中央突起外侧各有一个复眼。头胸甲与体后部背甲交接处有关节，可使腹部向前屈曲。头胸甲腹面有 6 对胸肢，雌性前 5 对肢端为钳状，雄性的第二、三对为钩爪形。腹部腹面有 6 对腹肢。我国沿岸均有分布。浙江以南的近岸浅海中较多。生活在近海多藻类的砂质海底。尤其在舟山海域繁殖季节（5~8 月）常呈双结对雌雄两个体爬行于沿岸沙滩上，极易捕捉。

南方鲎：是国家二级海洋保护动物，它是一种节肢动物，全身褐色，外形像个瓢，尾部长有一条细长的剑状尾巴，一般雌体身长约 43cm，雄体 33cm，头胸甲隆起较低，呈圆弧形，背面平滑无小刺，缘刺和东方鲎相似，不同的是雌体的第四、五、六缘刺并无明显退化。生活在海底。产卵期是 6 月下旬起到 8 月下旬，大潮前后几天的满潮时。小潮原则上不产卵。卵产在砂中。大多数鲎在最高满潮前一个小时到砂地开始产卵行动。先是雌鲎用足挖穴，在深约 10 至 15cm 的地方产卵，这时背上的雄鲎排精。第一次产卵后，它们前进 10 至 15cm，重复前面的动作，这样产卵几次至十几次。雌鲎前进时挖的沙，刚好埋上身后的洞穴。满潮一小时后，大多数鲎夫妇停止产卵游归大海。砂中的卵 6 至 8 周后孵化，孵出后留在原地过冬，第二年初夏，由砂中走出，经脱皮，变为第二龄。南方鲎在医学上有药用功能，以尾状刺及其腹内鲎珠入药。

根据南海水产研究所调查资料（图 6.5-5），中国鲎分布于长江口以南的东海和南海海域，南方鲎分布于广东湛江东海岛以南的南海海域。中国鲎的活动区域较为分散，实地走访的当地渔民在沿海和海岛沙滩上很少观察到有中国鲎出现。



图 6.5-5 鲨出现海域分布示意图

由于沿海地区的逐渐工业化,及人们对海洋的开发利用,沙滩面积逐渐减少,沙质退化,使鲨的生殖繁衍后代的场所受到严重污染,直接威胁着鲨的生存。相比上世纪,中国鲨在沙滩上发现以及产卵的频率明显下降,目前主要在等深线 3~10m 近海海域才有发现。本项目工程所在海域不是鲨的主要活动区域,评价海域在 2010~2021 年共计 8 次海洋生态调查均未监测到鲨的相关活动。

(3) 龙虾

锦绣龙虾和中国龙虾均属于广东省第一批重点保护水生野生动物,具有较高的经济价值。龙虾是节肢动物门甲壳纲十足目龙虾科 4 个属 19 种龙虾的通称,主要分布于热带海域,是名贵海产品。中国已发现 8 种,以中国龙虾产量较大。

中国龙虾 (*Panulirus orinatus*) 属甲壳纲、十足目、龙虾科。甲壳坚硬,头胸甲和第二触角表面有许多粗短而尖锐的棘刺,5 对步足也比较粗壮,适应于海底爬行。头胸部粗大,略呈圆筒状,腹部比较短小,背部稍扁,尾部常常曲折于腹下,呈赤红色。游泳足十分退化,只有 4 寸,雌性的用来抱卵,个体较大,在该区域捕捞到最大体重达 8 公斤;雄性的更小,且没有内分枝,基本失去游泳功能。

锦绣龙虾 (*Panulirus ornatus*)，甲壳坚硬，5 对步足也比较修长，适应于海底爬行；头胸部略呈圆筒状，腹部比较短长，背部稍圆，足及触须有黑斑相间，尾部常常曲折于腹下，呈绿色。游泳足十分退化，只有 4 寸，雌性的用来抱卵；雄性的更小，且没有内分枝，基本失去游泳功能。龙虾主要生活于热带沿岸浅海的礁岩间，白昼潜伏于岩缝间或石下，夜间觅食活动，行动缓慢，多为杂食性。龙虾有很强的趋水流性，喜新水活水，逆水上溯，且喜集群生活。龙虾生长适宜水温为 24~30℃，当温度低于 20℃或高于 32℃时，生长率下降，水温 15℃以下时幼体成活率极低。龙虾适宜 pH 值范围为 5.8~9.0，但在繁殖孵化期要求 pH 值为 7.0 左右，溶氧量 3mg/L 以上。

繁殖：龙虾 9~12 月龄成熟，繁殖季节 3~9 月，7~8 月抱卵率最高。繁殖季节里由 40m 左右的栖息水域向 7~10m 浅水区移栖，在浅水完成产卵、孵化后再移居深水处蜕壳。交配季节一般在 4 月下旬~7 月，群体交配的高峰期在 5 月。交配时雌虾仰卧水面，雄虾位其上以龙足钳住雌虾前足，步足抱住雌虾将交接器插入雌体，交配时间 10~30 分钟。交配后 3~10 小时，雌虾开始产卵，为一次性产卵，产出的卵粘附在腹足的刚毛上。抱卵量约 500~1500 粒，随个体大小而异。胚胎发育长短与水温高低密切相关，水温较高孵化时间短，水温较低则孵化时间延长。孵化出的稚虾仍附于亲虾的游泳足上，在母体的保护下生长一段时间。在母体的腹部泳足上都附有生长到不同阶段的龙虾幼虾，最大的龙虾幼体体长达 1.0~1.1cm。从第一年初秋龙虾稚虾孵出后，龙虾幼体的生长、发育和越冬过程都是附生于母体腹部，到第二年春季才离开母体生活。龙虾这种繁育后代的方式，保证了后代很高的成活率。

产卵：龙虾属一年多次产卵类型。水温升至 20℃以上时，亲虾便开始产卵，产卵季节在粤东地区可持续 6 个月之久，一年可产卵 3~4 次。产卵量随个体大小和性腺发育程度而异，一般每次产卵 300~1000 粒，个体较大的雌虾怀卵量多些。

生活习性：龙虾类胆小怯懦。喜栖息于紧身圆形洞穴或易于找到依靠的不规则洞穴中，白天常隐匿于岩穴、暗礁、海岸、石缝中，夜间才出来活动。中国龙虾夜间摄食节律明显，在黄昏和凌晨大量摄食。中国龙虾属有杂食性具有偏动物食性的特征、主要捕食海藻、贝类、软甲壳类等。

中国龙虾和锦绣龙虾主要分布于我国东南沿海和南海一带，尤以广东省东部和西部浅海产量较大。但近十年来，捕捞强度过大，影响了其再生量。渔业保护

资源意识不足、法制观念淡薄、采捕过度、保护和管理措施还没有完全到位等诸多原因，使龙虾资源日益减少。评价海域在 2010~2021 年共计 8 次海洋生态调查均未监测到鲞的相关活动。

6.6 环境空气质量现状调查与评价

6.6.1 区域环境质量

6.6.1.1 基本污染物环境质量现状

根据《揭阳市环境质量报告书》（二〇一九年度 公众版），“2019 年揭阳市区城市环境空气质量全面达标。 O_3 达标率最低，为 95.9%， $PM_{2.5}$ 达标率为 99.5%， PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、CO 达标率为 100.0%。空气中首要污染物为 O_3 。有效监测天数为 365 天，达标天数为 348 天，达标率为 95.3%，比 2018 年上升 1.3 个百分点。空气质量指数类别优 147 天，占 40.3%；良 201 天，占 55.1%；轻度污染 17 天，占 4.7%”。揭阳市 2019 年 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 年均浓度分别为 $11\mu g/m^3$ 、 $22\mu g/m^3$ 、 $52\mu g/m^3$ 、 $31\mu g/m^3$ ；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 $1.2mg/m^3$ ， O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 $147\mu g/m^3$ ；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

根据《2020 年度揭阳市环境质量报告书》（公众版），“2020 年揭阳城市环境空气质量全面达标，与上年相比有所上升。综合污染指数比上年下降 12.8%，达标率比上年上升 1.7 个百分点，降尘年月均值比上年下降 14.1%。其中，臭氧达标率最低，为 97.8%，细颗粒物达标率为 99.2%，颗粒物、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳达标率均为 100.0%。空气中首要污染物为臭氧。有效监测天数为 366 天，达标天数为 348 天，达标率为 97.0%，比 2019 年上升 1.7 个百分点。空气质量指数类别优 172 天，占 47.0%；良 183 天，占 50.0%；轻度污染 10 天，占 2.7%；重度污染 1 天，占 0.3%”。揭阳市 2020 年 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 年均浓度分别为 $10\mu g/m^3$ 、 $17\mu g/m^3$ 、 $44\mu g/m^3$ 、 $28\mu g/m^3$ ；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 $1.0mg/m^3$ ， O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 $136\mu g/m^3$ ；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

本次同时收集了揭阳市惠来惠城监测站（编号：445224001）2020 年的环境质量现状监测数据，2020 年揭阳市空气质量各项污染指标， PM_{10} （年均）、 $PM_{2.5}$

(年均)、O₃ (8 小时)、SO₂ (年均)、NO₂ (年均)、CO (日均) 浓度分别为 33.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、16.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、32-183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、5.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、11.41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.2-1.0 mg/m^3 。

表 6.6-1 2020 年揭阳市环境空气检测站监测结果

时间	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (mg/m^3)	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
一月	10.2	16.8	0.6-1.5	44-144	40.9	51.1
二月	8.8	11.4	0.5-1.1	35-134	33.1	41.6
三月	9.7	23.2	0.3-1.7	28-156	45.3	57.3
四月	11.0	21.3	0.4-1.1	49-189	36.4	54.6
五月	7.5	15.5	0.5-1.1	38-167	21.1	38.0
六月	6.1	10.9	0.4-1.1	45-115	10.3	24.4
七月	6.6	10.3	0.3-0.9	37-143	14.2	28.4
八月	7.4	12.7	0.6-1.3	12-158	17.1	32.4
九月	8.9	15.8	0.6-1.2	24-168	23.8	40.1
十月	11.5	16.8	0.5-1	56-173	27.5	50.3
十一月	13.2	24.1	0.6-1.1	55-158	33.8	59.8
十二月	13.3	26.9	0.4-1.3	19-150	34.9	54.2
年均值	9.5	17.1	0.3-1.7	12-189	28.1	44.3
标准值 (年)	60	40	4 (24 小时平均)	160 (8 小时平均)	35	70

6.6.1.2 达标区判定

根据《2020 年度揭阳市环境质量报告书》(公众版)，2020 年揭阳城市环境空气质量全面达标，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1.0 mg/m^3 ，O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 136 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值，属于达标区。

6.6.2 环境质量现状监测与评价

6.6.2.1 现状监测

(1) 监测点位

根据该区域长期气象资料统计数据，当地主导风向为 NE-ENE。根据风向分布情况，在项目码头及敏感目标附近布设了 4 个大气监测点，监测点位名称及相关信息见表 6.6-2，分布图见图 6.6-1。

表 6.6-2 环境空气质量监测点位及方位

编号	点位性质	名 称	坐标		方位，距离最近厂界
			经度	纬度	
A1	上风向	坂美村	116°29'56.22"	22°57'36.24"	NW, 2300m
A2	下风向	库区西南边界	116°29'25.82"	22°56'24.22"	W, 1800m
A3	关注点	月山村	116°28'39.80"	22°57'32.27"	NW, 3700m
A4	关注点	资深村	116°30'32.46"	22°58'6.88"	N, 3020m

(2) 监测因子

综合考虑项目周围环境特征和工程特点，确定本项目环境空气质量现状监测因子。特征污染物有 NMHC（小时浓度）、挥发性有机物（VOCs）（8 小时平均浓度）、NO_x（小时浓度）（3 项）。

(3) 监测时间和频次

①监测时间

监测时间为 2021 年 02 月 01 日~2021 年 02 月 07 日。

②监测频次

监测 NMHC、NO_x 的小时浓度，监测 VOCs 的 8 小时平均浓度

③监测频率

连续监测 7 天，其中 NMHC、NO_x 测小时浓度每天采样 4 次（02:00、08:00、14:00、20:00），每次至少有 45min 采样时间；VOCs 每天连续 8 小时平均浓度。

采样时同步记录气温、气压、风向、风速、总云量、低云量情况。

(4) 采样和分析方法

本项目各监测因子的采样和分析方法见表 6.6-3。

表 6.6-3 环境空气质量监测因子采样方法及检测限

检测项目	检测标准（方法）名称及编号（含年号）	仪器设备型号及名称	方法检出限或测定范围
非甲烷总烃	《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》 (HJ 604-2017)	SDJW-025 GC-2014C 气相色谱仪	0.07 mg/m ³
总挥发性有机化合物 (VOCs)	《环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法》 (HJ 644-2013)	SDJW-206 GCMS-QP2010SE 气相色谱质谱仪 SDJW-127 ATDS-20A 热解吸分析仪	0.3~1.0μg/m ³
氮氧化物	《环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》 (HJ 479-2009)	SDJW-049 722S 型 可见分光光度计	0.005mg/m ³



图 6.6-1 环境空气质量现状监测点位图

(5) 监测期间气象条件

监测时的气象条件见表 6.6-4，监测气象条件符合监测要求。

表 6.6-4 监测气象条件汇总表

监测点	采样日期	采样时间	气温 ($^{\circ}\text{C}$)	大气压 (kPa)	风向、风速 (m/s)	总云	低云
A1 坂美村	2021.02.01	2:00	11.2	102.3	N 1.7	/	/
		8:00	13.4	102.3	N 1.8	1	0
		14:00	21.4	102.2	N 1.6	3	1
		20:00	15.1	102.1	N 1.8	/	/
	2021.02.02	2:00	11.5	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	13.6	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	21.5	102.1	N 1.8	3	0
		20:00	15.8	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.03	2:00	10.9	102.1	N 1.8	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.6	2	0
		14:00	20.5	102.1	N 1.7	1	0
		20:00	14.7	102.1	N 1.7	/	/
	2021.02.04	2:00	11.0	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	13.1	102.1	N 1.5	2	0
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.5	/	/
	2021.02.05	2:00	10.4	102.1	N 1.6	/	/
		8:00	12.5	102.1	N 1.8	1	1
		14:00	20.8	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.2	102.1	N 1.5	/	/
	2021.02.06	2:00	11.1	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.9	/	/
	2021.02.07	2:00	10.5	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	12.4	102.1	N 1.6	2	1
		14:00	20.1	102.1	N 1.8	2	0
		20:00	14.6	102.1	N 1.7	/	/
A2 库区 西南边界	2021.02.01	2:00	11.2	102.3	N 1.7	/	/
		8:00	13.4	102.3	N 1.8	1	0
		14:00	21.4	102.2	N 1.6	3	1
		20:00	15.1	102.1	N 1.8	/	/
	2021.02.02	2:00	11.5	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	13.6	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	21.5	102.1	N 1.8	3	0
		20:00	15.8	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.03	2:00	10.9	102.1	N 1.8	/	/

监测点	采样日期	采样时间	气温 (℃)	大气压 (kPa)	风向、风速 (m/s)	总云	低云
		8:00	12.8	102.1	N 1.6	2	0
		14:00	20.5	102.1	N 1.7	1	0
		20:00	14.7	102.1	N 1.7	/	/
	2021.02.04	2:00	11.0	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	13.1	102.1	N 1.5	2	0
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.5	/	/
	2021.02.05	2:00	10.4	102.1	N 1.6	/	/
		8:00	12.5	102.1	N 1.8	1	1
		14:00	20.8	102.1	N 1.5	2	1
		20:00	14.2	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.06	2:00	11.1	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.9	/	/
	2021.02.07	2:00	10.5	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	12.4	102.1	N 1.6	2	1
		14:00	20.1	102.1	N 1.8	2	0
		20:00	14.6	102.1	N 1.7	/	/
A3 月山村	2021.02.01	2:00	11.2	102.3	N 1.7	/	/
		8:00	13.4	102.3	N 1.8	1	0
		14:00	21.4	102.2	N 1.6	3	1
		20:00	15.1	102.1	N 1.8	/	/
	2021.02.02	2:00	11.5	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	13.6	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	21.5	102.1	N 1.8	3	0
		20:00	15.8	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.03	2:00	10.9	102.1	N 1.8	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.6	2	0
		14:00	20.5	102.1	N 1.7	1	0
		20:00	14.7	102.1	N 1.7	/	/
	2021.02.04	2:00	11.0	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	13.1	102.1	N 1.5	2	0
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.5	/	/
	2021.02.05	2:00	10.4	102.1	N 1.6	/	/
		8:00	12.5	102.1	N 1.8	1	1
		14:00	20.8	102.1	N 1.5	2	1
		20:00	14.2	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.06	2:00	11.1	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.7	2	1

监测点	采样日期	采样时间	气温 (℃)	大气压 (kPa)	风向、风速 (m/s)	总云	低云
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.9	/	/
	2021.02.07	2:00	10.5	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	12.4	102.1	N 1.6	2	1
		14:00	20.1	102.1	N 1.8	2	0
		20:00	14.6	102.1	N 1.7	/	/
A4 资深村	2021.02.01	2:00	11.2	102.3	N 1.7	/	/
		8:00	13.4	102.3	N 1.8	1	0
		14:00	21.4	102.2	N 1.6	3	1
		20:00	15.1	102.1	N 1.8	/	/
	2021.02.02	2:00	11.5	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	13.6	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	21.5	102.1	N 1.8	3	0
		20:00	15.8	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.03	2:00	10.9	102.1	N 1.8	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.6	2	0
		14:00	20.5	102.1	N 1.7	1	0
		20:00	14.7	102.1	N 1.7	/	/
	2021.02.04	2:00	11.0	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	13.1	102.1	N 1.5	2	0
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.5	/	/
	2021.02.05	2:00	10.4	102.1	N 1.6	/	/
		8:00	12.5	102.1	N 1.8	1	1
		14:00	20.8	102.1	N 1.5	2	1
		20:00	14.2	102.1	N 1.6	/	/
	2021.02.06	2:00	11.1	102.1	N 1.9	/	/
		8:00	12.8	102.1	N 1.7	2	1
		14:00	20.9	102.1	N 1.6	2	1
		20:00	14.9	102.1	N 1.9	/	/
	2021.02.07	2:00	10.5	102.1	N 1.7	/	/
		8:00	12.4	102.1	N 1.6	2	1
		14:00	20.1	102.1	N 1.8	2	0
		20:00	14.6	102.1	N 1.7	/	/

6.6.2.2 监测结果分析与评价

VOCs8 小时平均浓度满足参照的《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 附录 D 中浓度参考限值, 最大占标率是 26.8%; NMHC 最大一次浓度约占参考质量标准的 34.0%; NO_x1 小时平均浓度最大一次浓度约占参考质量标准的

11.2%。

表 6.6-5 检测结果汇总表

监测 点位	污染物	平均 时间	单位	评价 标准	最小 值	最大 值	最大 浓度 占标 率%	超标 率%	达标 情况
坂美 村	NO _x	小时值	mg/Nm ³	0.25	0.017	0.028	11.2	0.0	达标
	NMHC	小时值		2	0.10	0.21	10.5	0.0	达标
	VOCs	8 小时值		0.6	0.0507	0.126	21.0	0.0	达标
库区 西南 边界	NO _x	小时值		0.25	0.015	0.027	10.8	0.0	达标
	NMHC	小时值		2	0.13	0.68	34.0	0.0	达标
	VOCs	8 小时值		0.6	0.0395	0.112	18.7	0.0	达标
月山 村	NO _x	小时值		0.25	0.016	0.026	10.4	0.0	达标
	NMHC	小时值		2	0.13	0.38	19.0	0.0	达标
	VOCs	8 小时值		0.6	0.0208	0.139	23.2	0.0	达标
资深 村	NO _x	小时值		0.25	0.016	0.026	10.4	0.0	达标
	NMHC	小时值		2	0.12	0.34	17.0	0.0	达标
	VOCs	8 小时值		0.6	0.0304	0.161	26.8	0.0	达标

表 6.6-6 VOCs 分项现状监测结果统计

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美 村	A2 库区 西南边 界	A3 月山 村	A4 资 深村
2021.02.01	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.5	<0.3	0.5	<0.3
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.0	1.0	0.8	0.9
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.7	0.6	<0.5	<0.5
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.9	1.9	1.4	0.8
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16.2	4.6	1.6	1.3
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.0	1.4	1.2	0.7
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.9	<0.8	<0.8	<0.8
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.9	2.7	0.8	0.9
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.2	1.0	<0.4	<0.4
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8.4	8.2	2.9	3.2
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48.8	48.2	15.6	14.1
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.8	3.3	1.5	1.3
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9.4	10.8	4.9	3.8
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.3	4.9	2.8	1.8
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.8	1.3	0.9	<0.6
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.9	1.2	1.5	<0.8
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.2	1.4	1.7	<0.7
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9.2	5.7	7.6	1.6
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苧基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.1	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	122	98.2	45.7	30.4
2021.02.02	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.3	0.4	0.8	<0.3
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.4	2.9	9.2	1.4
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.6	<0.5	<0.5	0.5
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.4	2.0	1.5	1.8
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15.5	2.3	1.4	4.5
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.0	0.7	1.1	1.2
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.4	1.3	1.4	<0.5
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	<0.4	<0.4	0.5
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7.2	2.9	2.6	6.3
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46.2	21.3	15.8	43.8
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.2	1.2	1.2	2.3
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7.2	4.0	4.0	7.3
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.2	2.0	1.9	3.3
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	0.6	0.6	0.8
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.9	<0.8	<0.8	<0.8
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.3	1.9	1.7	1.9
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苧基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	103	43.5	43.9	75.6
2021.02.03	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.4	0.4	<0.3	0.3
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.0	4.2	0.4	2.7
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.5	0.5	<0.5	0.6
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.6	5.0	0.4	3.9
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.4	14.0	0.8	13.0
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	1.7	0.4	1.5
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.1	2.6	<0.5	2.8
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.4	0.9	<0.4	0.9
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.9	5.7	1.9	6.4
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36.9	37.6	11.2	41.9
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.0	1.8	0.8	2.2

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6.5	5.8	2.4	7.1
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.0	2.6	1.2	3.3
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	0.8	<0.6	1.1
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	<0.8	<0.8	1.2
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.8	0.7	<0.7	1.4
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.4	2.7	1.3	5.6
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苧基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70.8	87.0	20.8	95.9
2021.02.04	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	0.3
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.7	1.8	<1.0	1.2
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	0.8	<0.5	<0.5
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	4.9	0.6	2.0
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.7	14.4	1.2	4.0
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.9	2.0	0.6	1.1
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	0.9	<0.8	<0.8
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	3.7	0.6	2.1
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	1.2	<0.4	0.5
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.3	8.6	2.8	6.2
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26.0	52.6	13.4	43.0
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.8	2.6	1.4	2.3
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.8	8.4	4.4	7.6

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.7	3.6	2.3	3.4
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.6	1.2	0.8	0.8
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	0.8	1.3	<0.8
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	1.0	1.5	<0.7
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	3.7	6.6	1.9
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苧基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	0.8	<0.7
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50.7	112	38.3	76.4
2021.02.05	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.6	<0.3	0.5	0.4
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.2	1.6	4.0	19.0
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	0.6
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.5	1.2	2.1	7.2
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11.3	1.9	2.6	15.8
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	0.6	1.0	1.7
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	<0.8	<0.8	0.8
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.8	1.0	1.8	3.4
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.7	<0.4	<0.4	1.0
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6.0	2.5	4.3	6.0
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32.3	18.0	31.8	43.1
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.9	1.3	1.9	1.8
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6.3	4.2	6.6	5.7
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.9	2.0	3.0	2.4

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	0.7	0.9	0.8
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.4	<0.8	<0.8	<0.8
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.7	0.9	<0.7	<0.7
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7.0	3.6	2.4	1.2
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苧基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	82.2	39.5	63.4	111
2021.02.06	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	0.4	<0.3	<0.3
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	11.8	3.1	9.0
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.0	0.6	1.0	0.0
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.2	5.2	6.1	3.3
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.5	4.1	17.1	2.5
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.8	1.4	2.3	0.8
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.8	<0.8	0.8	<0.8
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.6	2.4	2.9	1.3
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.7	0.4	1.1	<0.4
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11.1	5.4	9.4	3.1
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48.5	42.6	47.6	29.1
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.5	2.2	3.3	1.6
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16.0	7.5	10.9	5.3
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7.4	3.5	5.2	2.5
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.2	1.1	1.6	0.7

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	0.8	2.0	<0.8
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.6	0.8	2.2	<0.7
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6.9	3.9	9.9	2.2
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苧基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	1.3	<0.7
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	119	94.1	128	61.4
2021.02.07	1,1-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	0.5	0.4	0.8
	二氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.3	1.6	2.1	2.0
	1,1-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	顺式-1,2-二氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.9	0.7	<0.5	1.6
	三氯甲烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.8	3.1	5.0	22.3
	1,1,1-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	四氯化碳($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	19.0	3.6	4.2	10.6
	苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.0	1.8	3.3	3.7
	1,2-二氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.8	<0.8	0.8	1.2
	三氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.4	2.1	3.7	4.7
	1,2-二氯丙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.1	0.6	0.8	1.2
	顺式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7.8	7.8	11.4	13.9
	反式-1,3-二氯丙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.5	<0.5	2.4	<0.5
	1,1,2-三氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	0.4
	四氯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	51.6	41.3	46.6	48.7
	1,2-二溴乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
	乙苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.8	3.4	4.9	5.5
	间/对-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9.3	11.5	17.2	18.4
	邻-二甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.5	5.4	8.4	8.5
	苯乙烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.5	1.7	1.9	2.2
	1,1,2,2-四氯乙烷($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4

采样时间	检测项目	检测结果			
		A1 坂美村	A2 库区西南边界	A3 月山村	A4 资深村
	4-乙基甲苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.7	2.2	2.9	1.7
	1,3,5-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.9	2.3	2.9	2.0
	1,2,4-三甲基苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8.6	12.1	17.7	9.9
	1,3-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	1,4-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	苊基氯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.1	1.4	2.2	1.8
	1,2-二氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	1,2,4-三氯苯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
	六氯丁二烯($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
	VOCs($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	126	103	139	161

6.6.3 小结

2019 年和 2020 年揭阳城市环境空气质量全面达标，各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，属于达标区。

项目项目附近陆域布置的环境空气质量监测结果表明：VOCs 8 小时平均浓度满足参照的《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 中浓度参考限值，最大占标率是 26.8%；NMHC 最大一次浓度约占参考质量标准的 34.0%；NO_x1 小时平均浓度最大一次浓度约占参考质量标准的 11.2%。

6.7 声环境现状调查与评价

本项目主要位于海上，唯一位于陆域的设施为油气回收装置，布置在引桥接岸点的海岸线附近。项目边界以外 1km 范围内均为林地、农田、养殖鱼塘或海域，无明显的噪声源。本节引用《广东揭阳 520 万方原油商业储备库（库区工程）环境影响报告书》噪声监测结果进行评价。

（1）监测点位

位于距离本项目最近的村庄坂美村（距离项目北边界约 1.9km）南侧；

（2）监测项目：

连续等效 A 声级；

（3）监测时间：

2021 年 2 月 5 日~6 日；

(4) 监测频次：

连续监测 2 天，监测昼、夜间代表性时段的等效声级 L_{eq} 。

(5) 监测结果

后方陆域库区边界及最近敏感点坂美村的声环境现状监测结果见表 6.7-1。由上表可以看出，坂美村昼、夜监测值均符合《声环境质量标准》（GB 12348-2008）中的 2 类标准。

表 6.7-1 声环境监测结果一览表（单位：dB(A)）

监测点位		监测结果
		坂美村
2021.02.05	昼间	54.8
	夜间	43.5
2021.02.06	昼间	54.4
	夜间	44.2

6.8 地下水环境质量现状调查与评价

6.8.1 地形地貌

本项目地处惠来县东南石碑山区域，地势较平坦，属于海岸地貌，码头工程紧邻海岸线，此处基岩出露。

6.8.2 地层岩性

本工程地质情况参考中委广东石化炼化一体化项目原油码头的地质钻探、物探资料。根据钻探揭示，探区上部为第四系沉积土层，自上而下可划分五大层，由于地质成因的复杂性，使土质在空间分布上变化较大，各大层又可划分为若干亚层；探区基底为燕山三期花岗岩。现将各层分述如下：

②1 流泥~淤泥：灰色，饱和，流动~流塑，滑腻，稍具臭味。该层平均层顶标高-19.89m（-22.81~-14.51m），平均层底标高-22.30m（-26.29~-15.91m），平均层厚 2.41m（1.10~4.90m）。

②2 淤泥质土：灰色，饱和，软塑，滑腻，稍具臭味。该层偶有揭露。层顶标高-26.29m，层底标高-31.79m，层厚 5.50m。

③1 中砂、粗砂：灰色，灰黄色，饱和，松散~中密。该层平均层顶标高-17.53m

(-20.09~-14.97m)，平均层底标高-20.23m (-23.39~-17.07m)，平均层厚 2.70m (2.10~3.30m)。

③2 粉细砂：浅灰色，灰色，灰绿色，饱和，松散，局部含粘性土及贝壳碎。该层平均层顶标高-20.87m (-24.41~-15.91m)，平均层底标高-23.23m (-28.21~-17.31m)，平均层厚 2.36m (1.40~3.80m)。

④1 粘土~粉质粘土：灰色，灰黄色，湿，软塑~可塑，含较多粉细砂，局部含腐木。该层平均层顶标高-27.38m (-31.79~-24.52m)，平均层底标高-31.03m (-33.49~-26.69m)，平均层厚 2.83m (1.70~4.10m)。

④2 粉细砂：灰色，饱和，稍密，颗粒级配差。该有偶有揭露。层顶标高-27.22m，层底标高-28.62m，层厚 1.40m。

④3 中砂.粗砂：灰色，饱和，松散~稍密，局部夹粘性土。该层平均层顶标高-31.06m (-33.49~-28.62m)，平均层底标高-34.21m (-37.89~-30.52m)，平均层厚 3.15m (1.90~4.40m)。

⑤残积土：灰色，灰绿色，灰黄色，湿，硬塑，呈砂质粘性土状，遇水易崩解，软化。该层平均层底标高-27.39m (-40.49~-19.67m)，平均层厚 3.30m (2.60~4.70m)。

⑥全风化花岗岩：灰黄色，灰绿色，灰白色，稍湿，坚硬砂质粘性土状~密实砂混粘性土状，遇水易崩解，软化。该层平均层底标高-28.19m (-35.22~-21.17m)，平均层厚 2.55m (1.50~3.60m)。

⑦强风化花岗岩：灰白色，灰绿色，稍湿，坚硬砂质粘性土状，局部半岩半土状，局部夹中风化碎块，遇水崩解，软化。部分钻孔在该层终孔。平均层顶标高-27.01m (-40.49~-15.79m)，平均揭示层厚 3.81m (1.00~6.70m)。

⑧中风化花岗岩：灰白色，灰黄色，浅肉红色，硬质岩，粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英，云母，长石，岩芯呈碎块状~短柱状，锤击声脆，难断。部分钻孔在该层终孔。平均层顶标高-24.24m (-36.22~-12.91m)，平均揭示层厚 3.03m (1.00~6.10m)。

⑨微风化花岗岩：灰白色，灰绿色，浅肉红色，硬质岩，粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英，云母，长石，风化裂隙不发育，锤击声脆，难断。平均层顶标高-25.24m (-39.01~-13.47m)，平均揭示层厚 3.13m (1.40~6.00m)。



图 6.8-1 项目附近的区域地质图

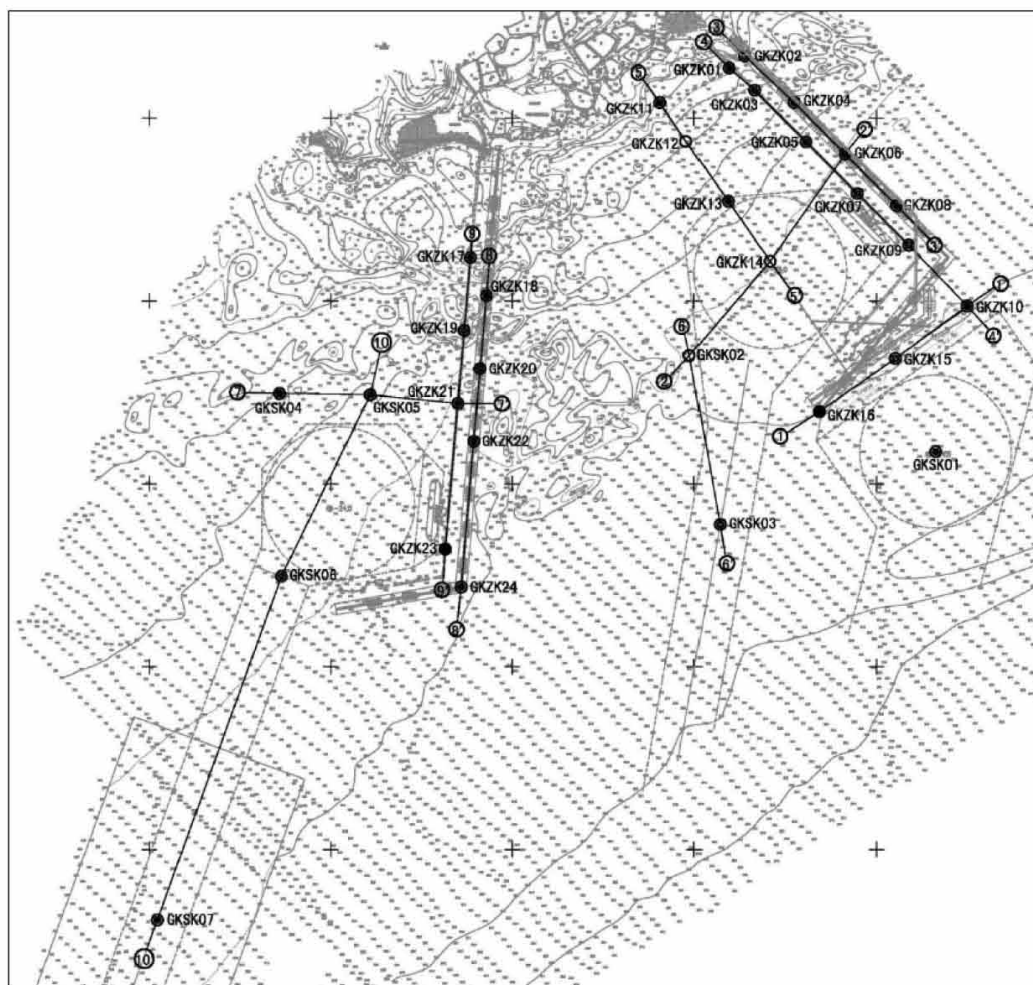


图 6.8-2 港区钻孔布置图

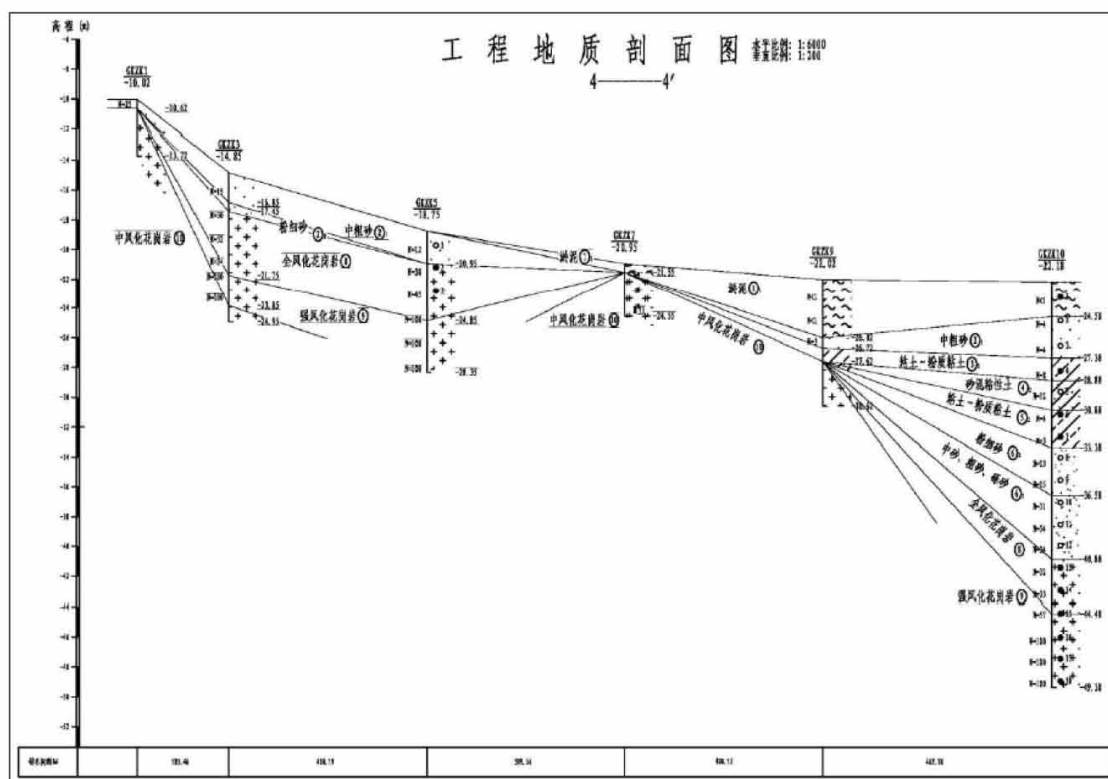


图 6.8-3 港区地质剖面图

6.8.3 地质构造

(1) 构造单元划分

根据《中华人民共和国区域地质调查报告 1:200000 汕头-惠来幅》，本项目位于东南沿海，区内广泛发育新华夏构造，以北东向构造为主体，与区域北西向构造相互配套，构成“多字型”控制全区。东西向构造时隐时现，断续展开，它们延续时间颇长，迭次再现，造成复杂的交接复合关系。

(2) 断裂

码头工程附近主要断裂为 F13 田心-普宁断裂、F11 滨海断裂，其中田心-普宁断裂距本工程直线距离约 20km，为陆域隐伏断裂；滨海断裂距拟建场地直线距离约 29km，为海域断裂，场地区域内无活动断裂穿过。

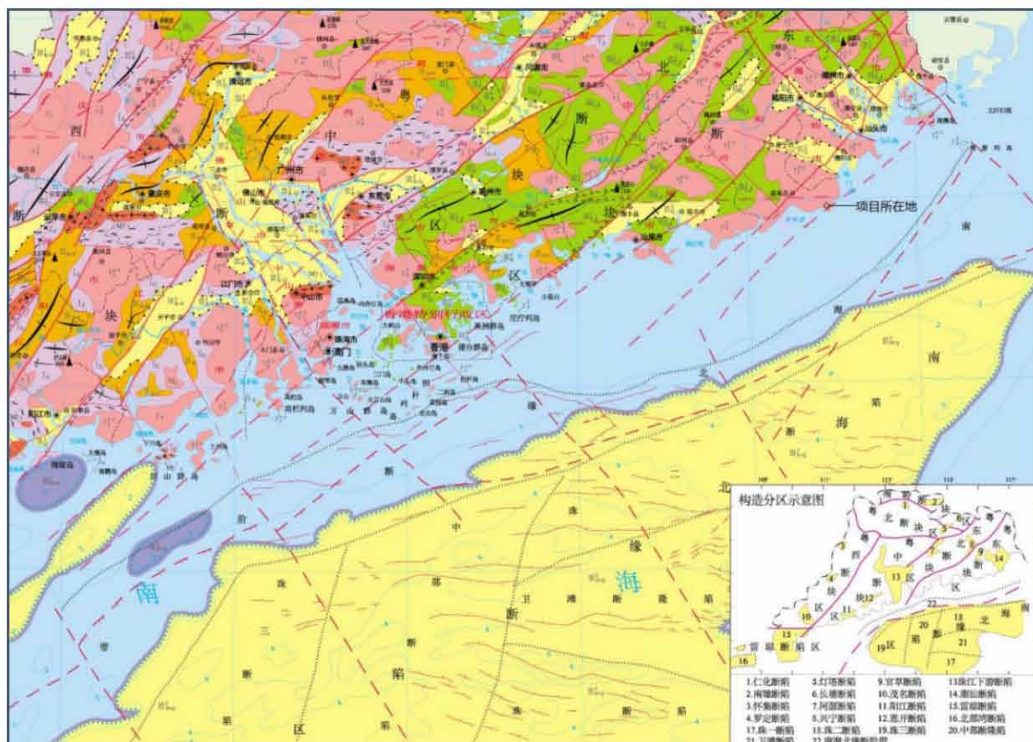


图 6.8-4 地质构造图



图 6.8-5 码头工程附近构造图

6.8.4 水文地质条件

(1) 地下水类型及埋藏条件

码头工程地下水类型主要为赋存于基岩节理、层理、裂隙中的基岩裂隙水，

水量一般都不大。基岩裂隙水存在于风化的细粒二长花岗岩裂隙中，基岩顶面起伏较大，距离海岸越近，基岩埋深越浅。按其风化程度可分为三个带：全风化花岗岩，层厚 0.50~13.20m，平均厚度 3.74m，层底标高-8.79~12.62m；强风化花岗岩，层厚 0.70~12.30m，平均厚度 4.16m，层底标高-10.79~11.33m；中风化花岗岩，节理裂隙稍发育。

（2）地下水补径排特征

根据《广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程岩土工程勘察报告》中，2020 年 10 月份实测各钻孔稳定水位数据分析，附近场地稳定地下水位埋深 1.00~9.00m，平均水位埋深 3.87m；地下水水位高程一般为 9.76~22.72m，平均水位高程 18.67m，地下水径流方向大致自库区中部向北、西、南三侧径流，与地形起伏变化趋势基本一致，北侧山谷及西侧、南侧海域是地下水排泄基准面。库区南侧主要为养殖虾塘，虾塘内养殖用水由水泵抽排注入，其侧向渗流补给对地下水水位变化有一定影响。地下水的补给主要为大气降水补给；排泄主要为地下径流入海和地面蒸发。地下水受基岩裂隙发育特征的影响，连通性差，水位差异大，埋深在 0.08~5.90m。码头附近地下水流向大致由北往南，径流入海。

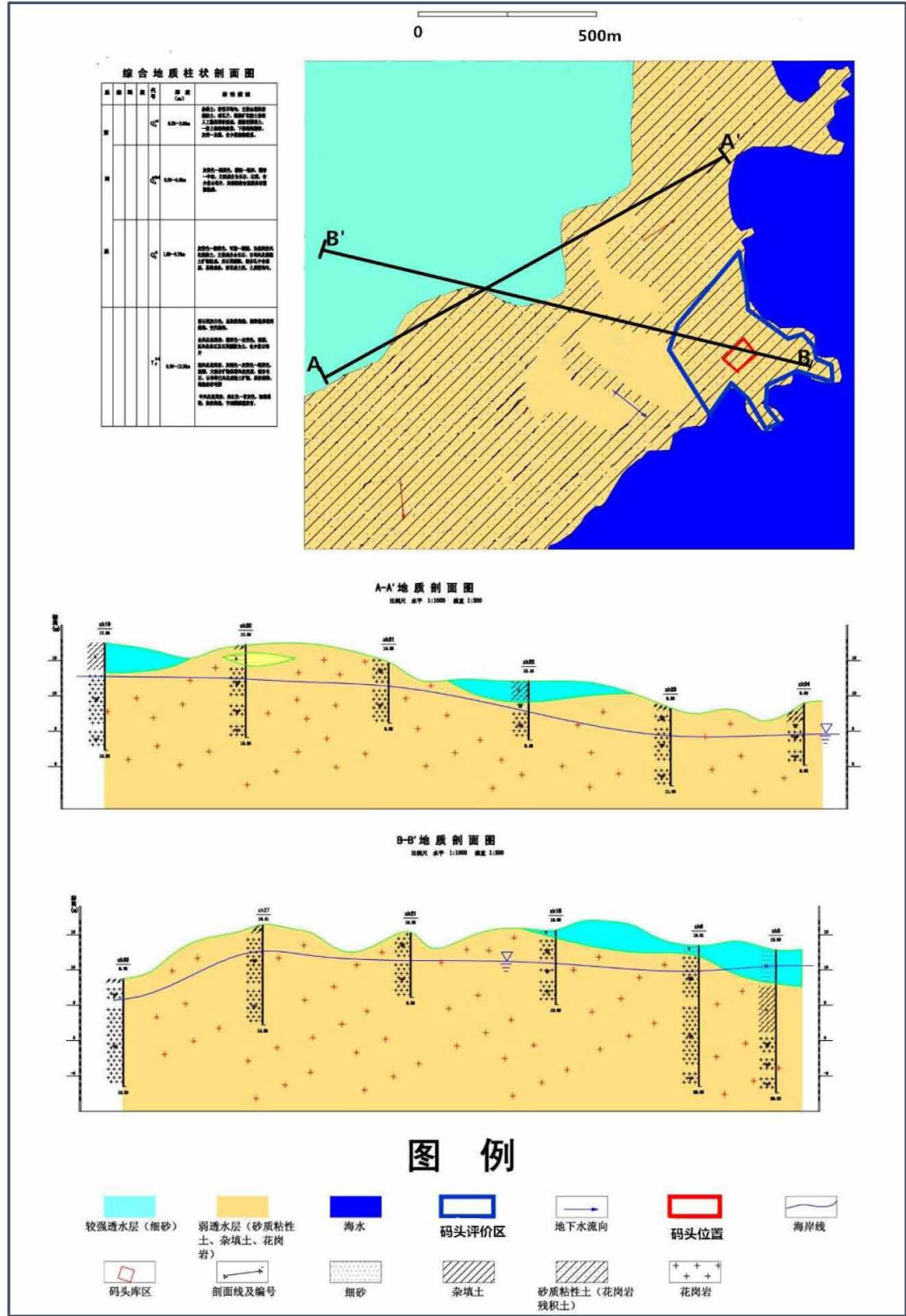


图 6.8-6 水文地质图

6.8.5 地下水环境质量现状监测与评价

6.8.5.1 地下水环境质量现状监测

(1) 监测点位布设

本次共布设地下水水质监测点位 6 个，由于本项目码头工程紧邻海岸线，地下水流向海里，因此码头工程下游无法布置监测点位，监测点位均位于码头工程上游，用于了解项目评价范围内潜水含水层水质情况，见表 6.8-1。

表 6.8-1 水质监测点一览表

编号	位置	监测目的	井深(m)	监测含水层
MT-01	商储油库区东南	码头工程上游，了解项目评价范围内潜水含水层水质情况	23	基岩裂隙水含水层
MT-02	商储油库区东南		23	基岩裂隙水含水层
MT-03	商储油库区西南		22	基岩裂隙水含水层
MT-04	商储油库区北		32	基岩裂隙水含水层
MT-05	商储油库区东		32	基岩裂隙水含水层
MT-06	商储油库区内		23	基岩裂隙水含水层

(2) 监测因子

地下水监测因子选取以下项：

八大离子： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ，8 项。

基本因子：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐氮、挥发酚、氰化物、汞、六价铬、总硬度、铅、氟化物、镉、镍、钒、铁、锰、砷、溶解性总固体、耗氧量、总大肠菌群，21 项。

特征因子：石油类，1 项。

(3) 采样时间与检测单位

采样时间：2021 年 2 月 2 日。

检测单位：山东经纬检测技术有限公司。

(4) 采样方法和分析方法

采样方法：采用泵或者其他方式充分抽汲井水，水样瓶冲洗 3 至 4 次后再取样。

保存、分析方法：按《地下水质量标准》（GB/14848-2017）选配方法、国家环境保护部《水和废水监测分析方法》（第四版）及其它标准中有关规定执行。

(5) 监测结果

水质监测结果见表 6.8-3。



图 6.8-7 地下水水质监测点分布图

表 6.8-2 地下水监测因子采样方法及检测限

检测项目	检测标准（方法）名称及编号（含年号）	仪器设备型号及名称	方法检出限或测定范围
钾	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（22.1）火焰原子吸收分光光度法》（GB/T 5750.6-2006）	SDJW-034 TAS-990F 原子吸收分光光度计（火焰）	0.05mg/L
钠	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（22.1）火焰原子吸收分光光度法》（GB/T 5750.6-2006）	SDJW-034 TAS-990F 原子吸收分光光度计（火焰）	0.01mg/L
镁	《水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法》（GB/T 11905-1989）	SDJW-034 TAS-990F 原子吸收分光光度计（火焰）	0.002mg/L
石油类	《水质 石油类的测定 紫外分光光度法》（HJ 970-2018）	SDJW-042 UV-5500 紫外可见分光光度计	0.01mg/L

检测项目	检测标准（方法）名称及编号（含年号）	仪器设备型号及名称	方法检出限或测定范围
钙	《水质钙和镁的测定原子吸收分光光度法》（GB/T 11905-1989）	SDJW-034 TAS-990F 原子吸收分光光度计（火焰）	0.02mg/L
碳酸盐	《水和废水检测分析方法第三篇第一章十二（一）酸碱指示剂滴定法（B）》国家环境保护总局（2002）（第四版增补版）	——	2mg/L
重碳酸盐	《水和废水检测分析方法第三篇第一章十二（一）酸碱指示剂滴定法（B）》国家环境保护总局（2002）（第四版增补版）	——	2mg/L
硫酸盐	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标（1.2）离子色谱法》（GB/T 5750.5-2006）	SDJW-024 PIC-10 型 离子色谱仪	0.018mg/L
氯离子	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标（2.2）离子色谱法》（GB/T 5750.5-2006）	SDJW-024 PIC-10 型 离子色谱仪	0.007mg/L
pH 值	《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》（GB/T5750.4-2006）	SDJW-190 HQ30D 水质多参数分析仪	0.00-14.00
硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标（5.3）离子色谱法》（GB/T 5750.5-2006）	SDJW-024 PIC-10 型 离子色谱仪	0.016mg/L
亚硝酸盐	《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》（GB/T 5750.5-2006）	紫外可见分光光度计	0.001mg/L
氨氮	《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》（GB/T5750.5-2006）	SDJW-017 V-5800 可见分光光度计	0.02 mg/L
氰化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标（4.1）异烟酸-吡唑酮分光光度法》（GB/T 5750.5-2006）	紫外可见分光光度计	0.002 mg/L
挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》（HJ 503-2009）	紫外可见分光光度计	0.0003 mg/L
汞	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（8.1）原子荧光法》（GB/T 5750.6-2006）	SDJW-035 AFS-8230 原子荧光分光光度计	0.1μg/L
铬（六价）	《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》（GB/T 5750.6-2006）	SDJW-017 V-5800 可见分光光度计	0.004 mg/L
总硬度	《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》（GB/T 5750.4-2006）	JL-010 50mL 滴定管	1.0mg/L
铅	《生活饮用水标准检验方法金属指标（11.1）无火焰原子吸收分光光度法》（GB/T 5750.6-2006）	SDJW-033 AA-6880G 原子吸收分光光度计（石墨	2.5μg/L

检测项目	检测标准（方法）名称及编号（含年号）	仪器设备型号及名称	方法检出限或测定范围
		炉)	
氟化物	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标（3.2）离子色谱法》 (GB/T 5750.5-2006)	SDJW-024 PIC-10 型 离子色谱仪	0.006mg/L
镉	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（9.1）无火焰原子吸收分光光度法》 (GB/T 5750.6-2006)	SDJW-033 AA-6880G 原子吸收分光光度计（石墨炉）	0.5μg/L
镍	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（15.1）无火焰原子吸收分光光度法》 (GB/T 5750.6-2006)	SDJW-033 AA-6880G 原子吸收分光光度计（石墨炉）	5μg/L
钒	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（18.1）无火焰原子吸收分光光度法》 (GB/T 5750.6-2006)	SDJW-033 AA-6880G 原子吸收分光光度计（石墨炉）	10μg/L
铁	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（2.1）原子吸收分光光度法》 (GB/T 5750.6-2006)	SDJW-034 TAS-990F 原子吸收分光光度计（火焰）	0.03mg/L
锰	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（3.1）原子吸收分光光度法》 (GB/T 5750.6-2006)	SDJW-034 TAS-990F 原子吸收分光光度计（火焰）	0.01mg/L
砷	《生活饮用水标准检验方法 金属指标（6.1）氢化物原子荧光法》 (GB/T 5750.6-2006)	SDJW-035 AFS-8230 原子荧光分光光度计	1.0μg/L
溶解性总固体	《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》 (GB/T 5750.4-2006)	——	4mg/L
耗氧量	《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》 (GB/T 5750.7-2006)	JL-061 50ml 滴定管	0.05mg/L
总大肠菌群	《生活饮用水标准检验方法 微生物指标（2.1）多管发酵法》 (GB/T 5750.12-2006)	电热恒温培养箱	2MPN/100 mL

表 6.8-3 地下水监测数据结果

监测项目	MT-01	MT-02	MT-03	MT-04	MT-05	MT-06	标准值
K ⁺ (mg/L)	4.46	97.4	1.27	0.91	1.34	1.3	200
Na ⁺ (mg/L)	208	4550	41	15.7	19.1	17.3	/
Ca ²⁺ (mg/L)	92.8	207	42.4	19.3	14.9	20.3	/
Mg ²⁺ (mg/L)	16.8	648	27.6	2.14	9.1	3	/
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	<2	<2	<2	<2.0	<2.0	<2.0	/
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	236	124	226	82.7	53.4	45.8	/
硫酸盐 (mg/L)	92.7	960	1.32	2.11	10.3	5.06	250
氯化物 (mg/L)	380	7760	104	21.9	43.9	32.7	250
pH 值 (无量纲)	6.49	6.9	6.16	6.28	6.56	6.95	6.5-8.5
总硬度 (mg/L)	305	3530	307	56	75	63	450
溶解性总固体 (mg/L)	13800	17400	382	394	107	150	1000
耗氧量 (mg/L)	6.57	7.05	1.58	4.28	5.39	3.8	3
石油类 (mg/L)	0.02	0.09	0.03	0.06	0.03	0.03	0.3
挥发酚 (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.002
氰化物 (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.05
氟化物 (mg/L)	0.178	9.09	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	1
硝酸盐 (mg/L)	0.524	6.41	<0.016	<0.016	0.373	<0.016	20
亚硝酸盐 (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	1
氨氮 (mg/L)	0.04	0.05	0.07	0.03	0.04	0.04	0.5
六价铬 (mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.05
砷 (μg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	0.01
铅 (μg/L)	<2.5	26	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	0.01
铁 (mg/L)	0.11	1.85	26.9	<0.03	0.14	0.06	0.3
镉 (μg/L)	<0.5	9.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.01
汞 (μg/L)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.001
锰 (mg/L)	0.09	1.54	0.27	0.09	0.01	0.01	0.1
镍 (μg/L)	23	22	10	8	<5	<5	3
钒 (μg/L)	20	52	23	<10	<10	<10	100
总大肠菌群 (MPN/100mL)	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	3

6.8.5.2 地下水环境现状评价

(1) 评价因子

评价因子为氯化物、硫酸盐、pH、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚类、石油类、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量（高锰酸盐指数）、总大肠菌群、菌落总数、镍、钒。

(2) 评价方法

采用标准指数法。模式如下： $P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$

式中： P_i —第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i —第 i 个水质因子的监测浓度值（mg/L）；

C_{si} —第 i 个水质因子的标准浓度值（mg/L）。

pH 的标准指数为：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, \quad pH \leq 7.0$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, \quad pH > 7.0$$

式中： P_{pH} —pH 的标准指数，无量纲；

pH —pH 监测值；

pH_{su} —pH 值标准规定的上限值；

pH_{sd} —pH 标准规定的下限值。

(3) 评价标准

石油类参照《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006），钒参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），其他项目采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准。

(4) 评价结果

地下水环境现状评价结果见表 6.8-4。

表 6.8-4 地下水环境现状评价结果表

监测项目	标准值	MT-01	MT-02	MT-03	MT-04	MT-05	MT-06
钠	200	1.04	22.75	0.21	0.08	0.10	0.09
硫酸盐	250	0.37	3.84	0.01	0.01	0.04	0.02
氯化物	250	1.52	31.04	0.42	0.09	0.18	0.13
pH	6.5-8.5	1.02	0.20	1.68	1.44	0.88	0.10
总硬度	450	0.68	7.84	0.68	0.12	0.17	0.14
溶解性总固体	1000	13.80	17.40	0.38	0.39	0.11	0.15
耗氧量	3	2.19	2.35	0.53	1.43	1.80	1.27
石油类	0.3	0.07	0.30	0.10	0.20	0.10	0.10
挥发酚类	0.002	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氰化物	0.05	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	1	0.18	9.09	未检出	未检出	未检出	未检出
硝酸盐(以 N 计)	20	0.03	0.32	未检出	未检出	0.02	未检出
亚硝酸盐(以 N 计)	1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氨氮	0.5	0.08	0.10	0.14	0.06	0.08	0.08
六价铬	0.05	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	0.01	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铅	0.01	未检出	2.60	未检出	未检出	未检出	未检出
铁	0.3	0.37	6.17	89.67	未检出	0.47	0.20
镉	0.01	未检出	0.93	未检出	未检出	未检出	未检出
汞	0.001	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
锰	0.1	0.90	15.40	2.70	0.90	0.10	0.10
镍	0.02	1.15	1.10	0.50	0.40	未检出	未检出
钒	0.05	0.40	1.04	0.46	未检出	未检出	未检出
总大肠菌群	3	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
菌落总数	100	未检出	未检出	未检出	未检出	0.03	未检出

溶解性总固体：除了 MT-01、MT-02 有超标外，其它监测点均符合要求；耗氧量：除了 MT-03 不超标外，其它监测点均超过标准要求；pH 值：MT-02、MT-05、MT-06 不超标，其它监测点均超过标准要求；氯离子、镍：除了 MT-01、MT-02 有超标外，其它监测点均符合要求；总硬度、硫酸根离子、氟化物、铅、钒：除了 MT-02 有超标外，其它监测点均符合要求；铁、锰：除了 MT-02、MT-03 有超标外，其它监测点均符合要求；除以上列出的监测指标，其他监测指标均低于

监测标准或未检出。

特征污染物石油类能够满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中标准限值的要求。出现 pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸根离子、氟化物、铅、钒、耗氧量、铁、锰超标，可能附近养殖造成地下水一定程度的污染。

6.8.5.3 地下水位

本次评价在场区附近进行了一期地下水水位监测，共布设了 14 个水位监测点，全部为基岩裂隙水含水层，监测结果见表 6.8-5，等水位线图见图 6.8-8。

表 6.8-5 地下水位现状监测统计结果表

编号	位置	井径	地面高程	水位埋深	水位标高
		(cm)	(m)	(m)	(m)
SW-01	大潭村	57	7.51	1.25	6.26
SW-02	大潭村	60	6.34	1.26	5.08
SW-03	坂美村	43	7.63	1.88	5.75
SW-04	西山村	45	11.94	3.82	8.12
SW-05	资深村	45	15.76	2.95	12.81
SW-06	资深村	50	9.75	3.88	5.87
SW-07	资深村	40	12.51	1.81	10.7
SW-08	后池村	75	12.64	2.87	9.77
SW-09	原油库区东南	10	12.35	5.59	6.76
SW-10	原油库区东南	10	14.46	4.05	10.41
SW-11	原油库区西南	10	6.63	2.71	3.92
SW-12	原油库区北	10	20.71	5.19	15.52
SW-13	码原油库区东	10	22.2	3.21	18.99
SW-14	原油库区西	10	27.84	5.52	22.32



图 6.8-8 地下水等水位线图

7 施工期影响评价与分析

7.1 水文动力环境影响预测与分析

7.1.1 数学模型基本控制方程和离散方法

(1) 控制方程

为评估项目建设对周边海域水动力环境的影响,报告中采用二维潮流数学模型来进行预测与分析。该水动力学模型系统基于二维不可压缩的雷诺平均 Navier-Stokes 方程的数值解,模型由连续性和动量方程组成。应用中心有限体积法对初始方程进行空间离散化。空间域被连续的细分离散为非重叠单元。整个计算区域被划分为众多三角形非结构网格要素。

$$\text{质量守恒方程: } \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0$$

$$\text{动量方程: } \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) - fv + \frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y}$$

对水平动量方程和连续性方程在深度 $h = \eta + d$ 上求积分,得到浅水方程如下所示:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

x,y 方向上的水平动量方程分别为:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \\ &\frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \\ &\frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = & -f\bar{u}h - gh\frac{\partial\eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \\ & \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right) + \\ & \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + h\nu_y S \end{aligned}$$

划线标识是深度平均值，例如 \bar{u} ， \bar{v} 是深度平均流速定义如下：

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, \quad h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

横向压力 T_{ij} 包括粘滞摩擦，湍流摩擦和差异平流。这些值通过基于深度流速梯度的涡粘性方程进行估算：

$$T_{xx} = 2A\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = A\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}\right), \quad T_{yy} = 2A\frac{\partial\bar{v}}{\partial y}$$

底摩擦 $\vec{\tau}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ 通过二次方程的摩擦定律确定：

$$\frac{\vec{\tau}_b}{\rho_0} = c_f \vec{u}_b |\vec{u}_b|$$

其中， c_f 是阻力系数； $\vec{u}_b = (u_b, v_b)$ 是底部流速；与底应力相关联的摩擦速度如下： $U_{*b} = \sqrt{c_f |u_b|^2}$

在二维计算的时候， \vec{u}_b 是深度平均流速；阻力系数由谢才系数 C 或曼宁数 M 决定。区域风应力 $\vec{\tau}_s = (\tau_{sx}, \tau_{sy})$ 取决于表面的风速。风应力通过下面的经验公式求得： $\vec{\tau}_s = \rho_a c_d |u_w| \vec{u}_w$

其中 ρ_a 是空气密度； c_d 是空气的阻力系数； $\vec{u}_w = (u_w, v_w)$ 海面十米以上的风速；与表面应力有关的摩擦速度如下：

$$U_{*s} = \sqrt{\frac{\rho_a c_d |u_w|^2}{\rho_0}}$$

阻力系数可以是一个常数，或依赖与风速变换。如下经验公式可以作为阻力系数参数化的依据：

$$c_f = \begin{cases} c_a & w_{10} < w_a \\ c_a + \frac{c_b - c_a}{w_b - w_a} (w_{10} - w_a) & w_a \leq w_{10} < w_b \\ c_b & w_{10} \geq w_b \end{cases}$$

其中, c_a , c_b , w_a , w_b 是经验系数; w_{10} 是海面十米处的风速; 常量的默认值一般是 $c_a=1.255 \cdot 10^{-3}$, $c_b=2.425 \cdot 10^{-3}$, $w_a=7\text{m/s}$, $w_b=25\text{m/s}$ 。这些值在应用中取得了很好的效果。

(2) 离散方法

在求解域内的离散化采用有限体积的方法。空间域的离散化通过连续介质细分成非重叠单元进行。二维情形下, 采用三角网格。

7.1.2 边界条件和计算网格

(1) 边界条件

闭边界: 沿闭合边界(陆地边界)所有变量的一般通量设为零。对于动量方程, 这导致沿陆地边界的完全滑移; 开边界: 开边界指定为单位流量的形式或水动力方程的表面高度。对于传输方程, 可以是一个具体值或一个具体的梯度。

(2) 计算网格

本项目所建立的区域潮汐动力模型计算域范围见图 7.1-1, 模拟采用非结构三角网格。整个计算区域由 2840 个节点和 5091 个三角单元组成; 最小空间步长约为 25m。为了清楚地反映项目建设对其附近海域水动力环境的影响, 模拟中将工程附近海域网格进行局部加密, 加密的小区域计算网格分布见图 7.1-2。模型的计算水深由海图水深插值得到, 项目附近局部区域水深则由现场测量水深插值得到(图 7.1-3)。本项目计算过程中考虑了广东石化项目(1#泊位)建设的防波堤, 并考虑广东石化原油码头工程回旋水域疏浚后的水深。

7.1.3 数值模型验证

2020 年 9 月中国科学院南海海洋研究所在项目附近海域进行了 2 个站位(T1 和 T2)的潮位观测和 6 个站位(V5~V10)的同步水文观测(如图 7.1-4 所示)。将现场观测的潮位和潮流数据与水动力模型的计算结果进行对比, 本项目采用上述数据对建立的潮流数学模型进行校验, 验证。对构建的模型参数进行校验, 对

模型的计算效果进行验证，见图 7.1-5~图 7.1-12。

将潮汐模型模拟的 T1 和 T2 站的潮位序列与观测结果对比可知，模型较好地再现了观测站位潮位的时间变化趋势（图 7.1-5 和图 7.1-6）。与观测相比，模型计算的潮位平均误差 0.06 m。将模型计算的 V5~V10 站的流速和流向与观测结果进行对比可知，项目周边海域潮流基本以往复流为主，模型较好地模拟再现了项目周边海域涨落潮流流速和流向的时空变化趋势（图 7.1-7~图 7.1-12）。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，符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTS/T231-2-2010）的要求，本项目构建的潮汐动力模型能够较好地反映用海区周边海域潮流状况。

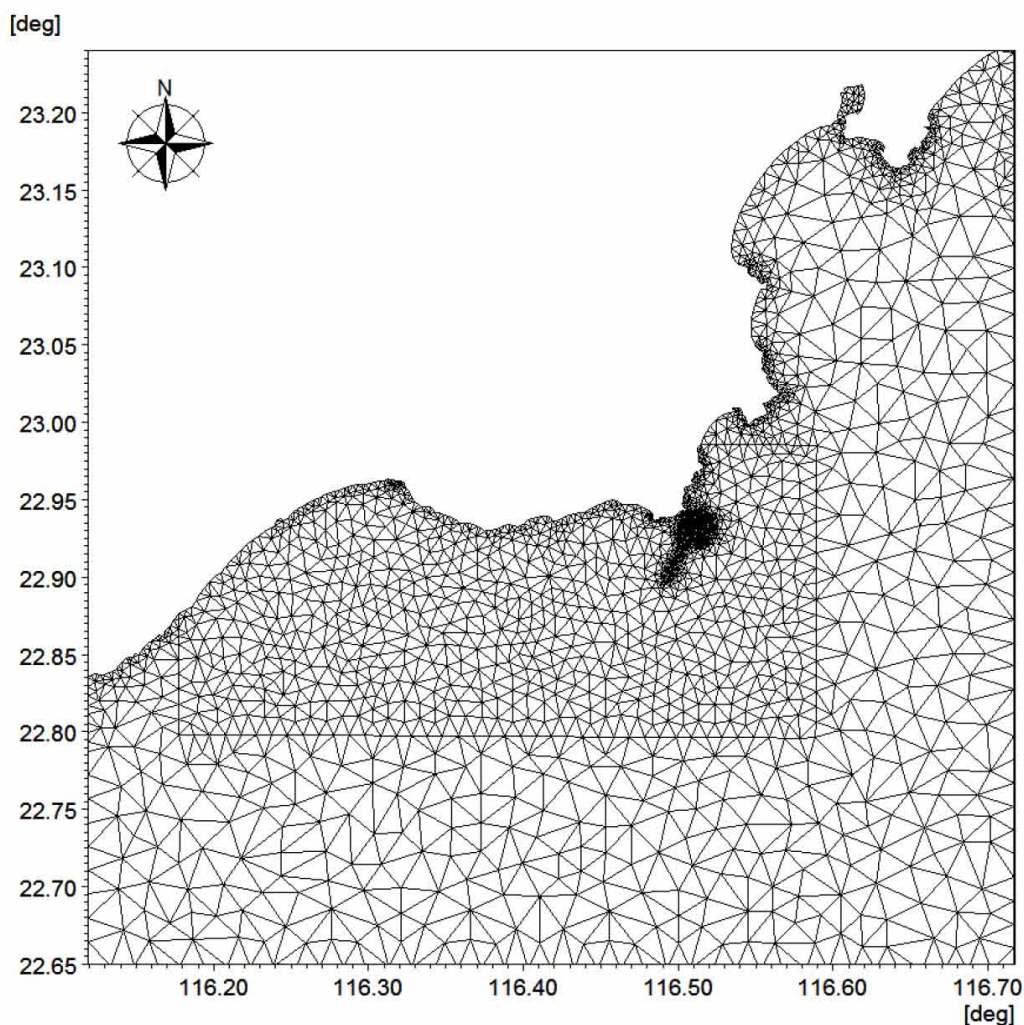


图 7.1-1 大区域计算域及网格分布图

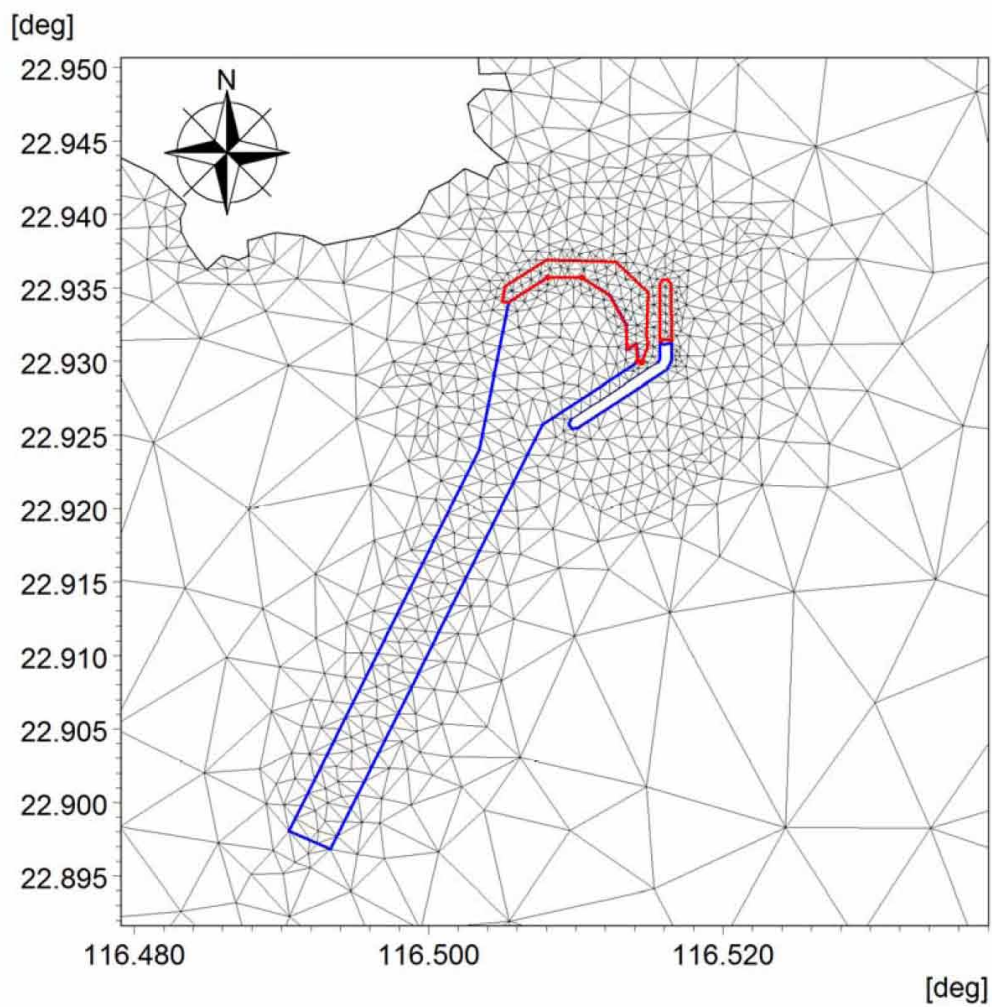


图 7.1-2 工程附近海域局部网格分布图

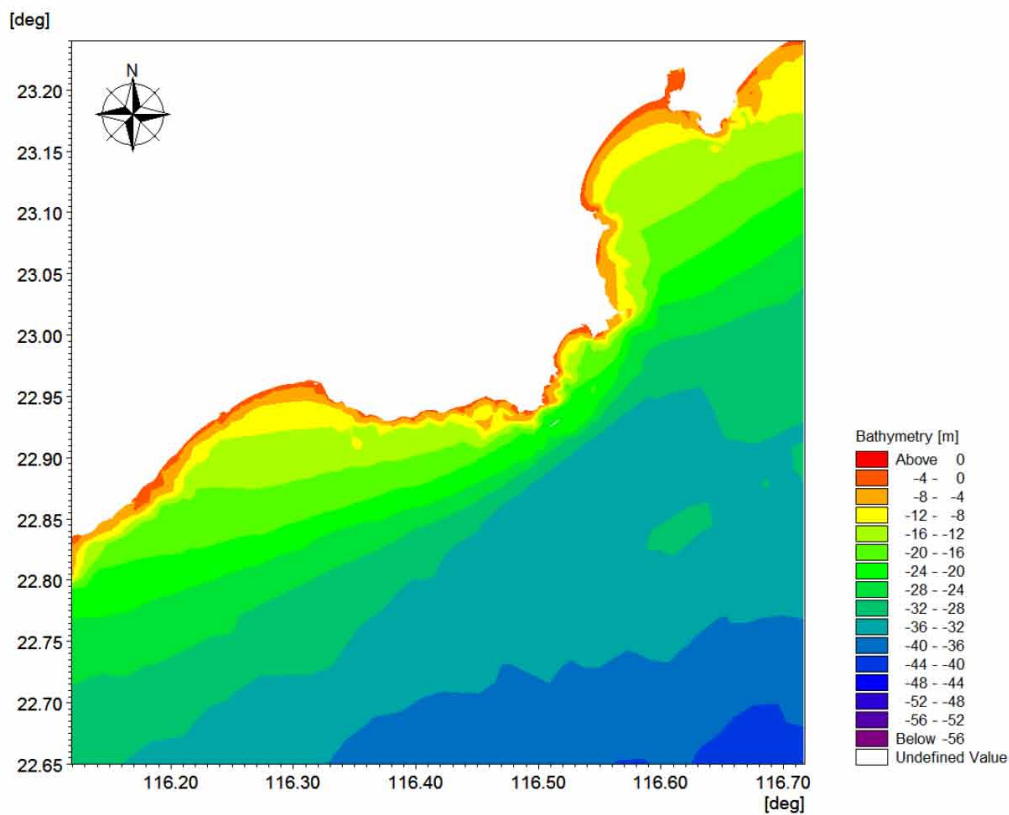


图 7.1-3 模型计算区域水深分布图

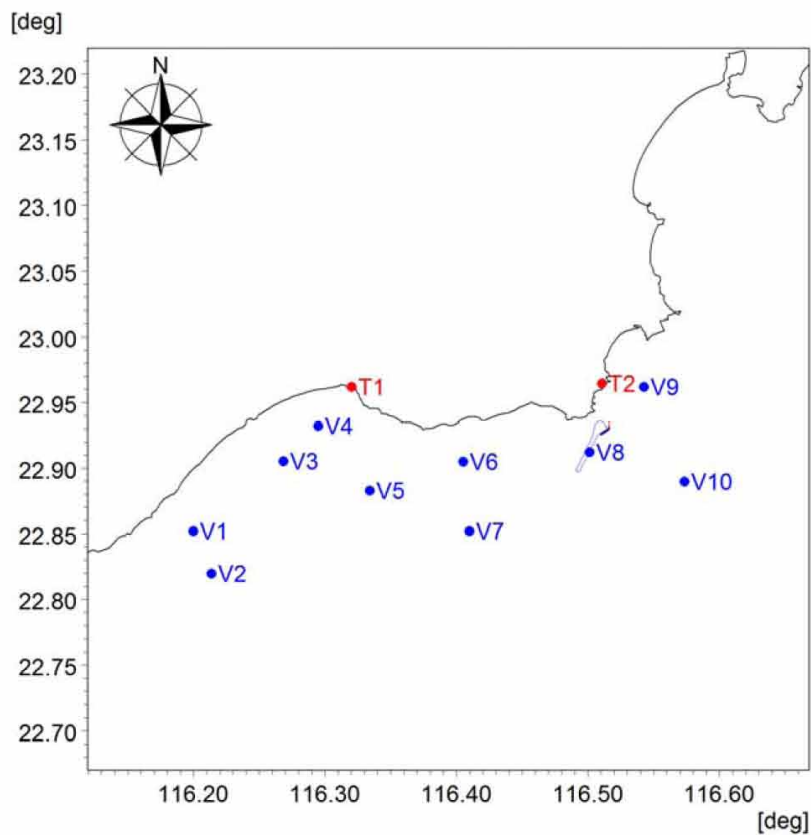


图 7.1-4 潮位(T1 和 T2)、潮流(V5~V10)观测点位置图

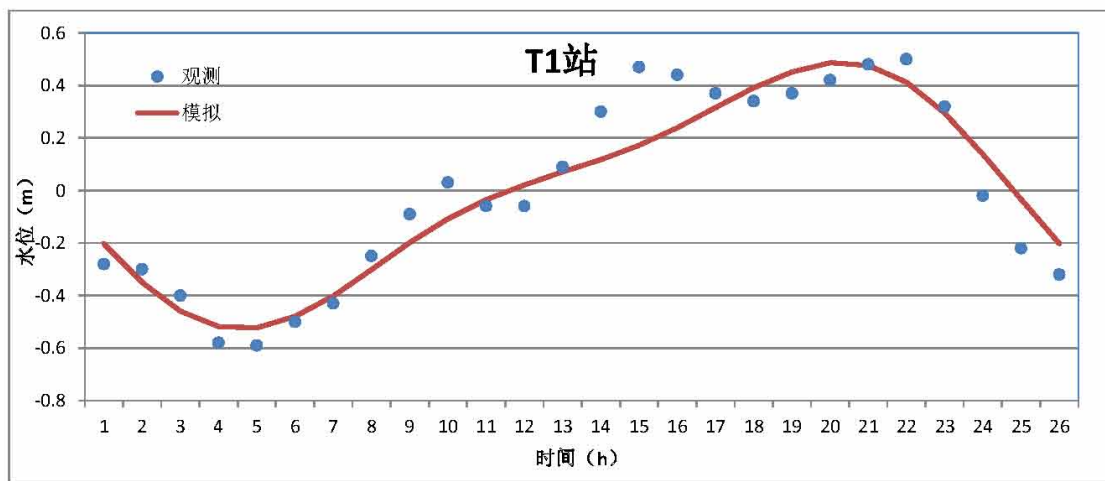


图 7.1-5 T1 站潮位验证曲线

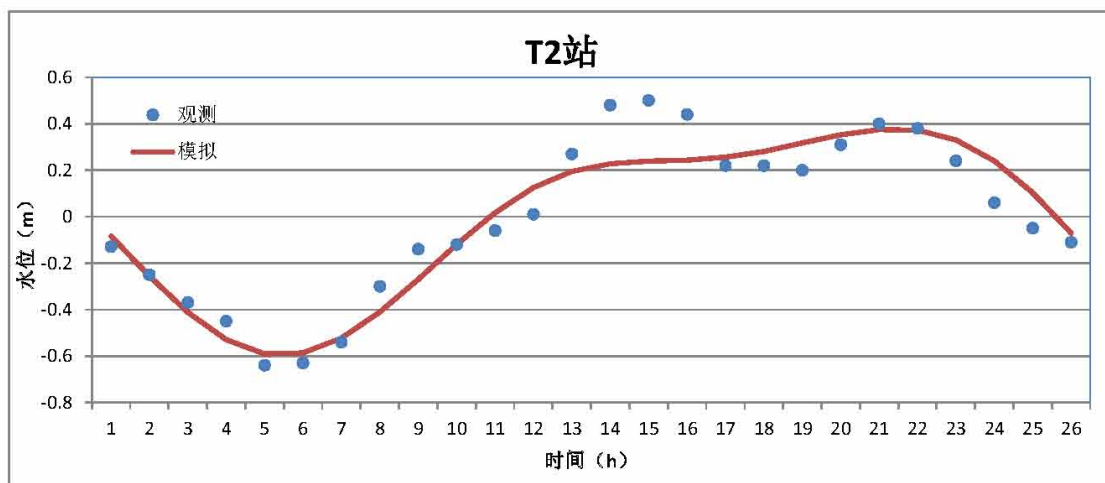


图 7.1-6 T2 站潮位验证曲线

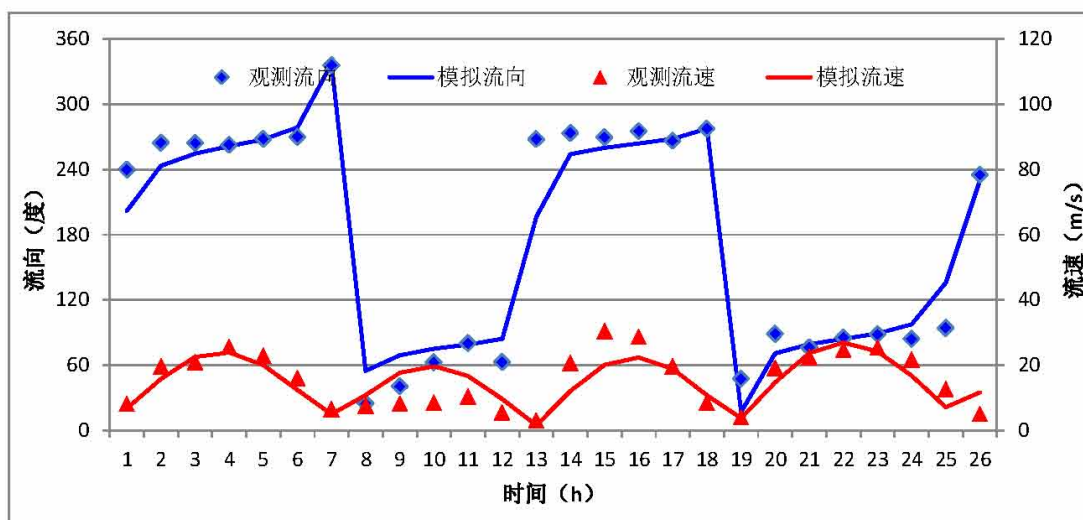


图 7.1-7 V5 站位潮流验证曲线

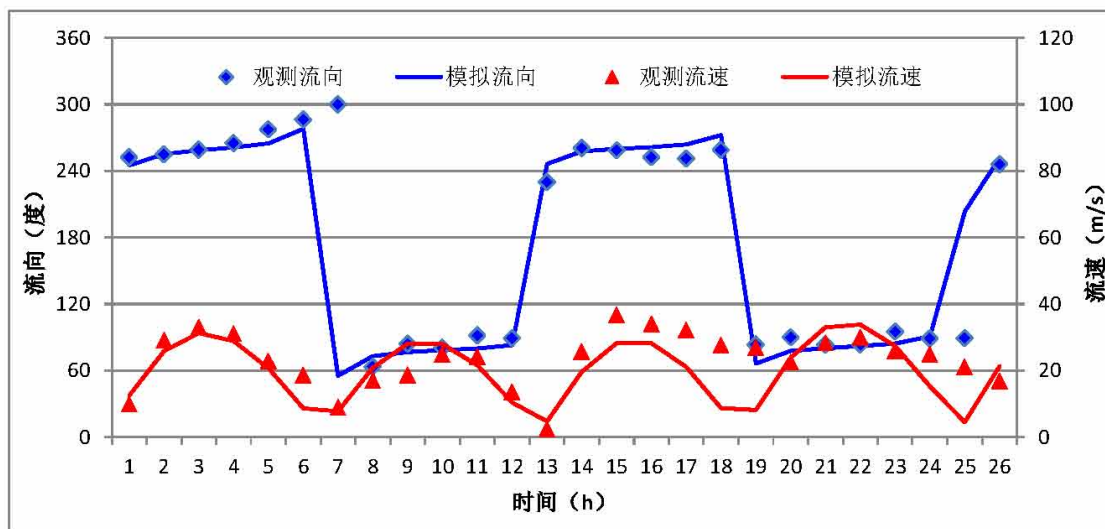


图 7.1-8 V6 站位潮流验证曲线

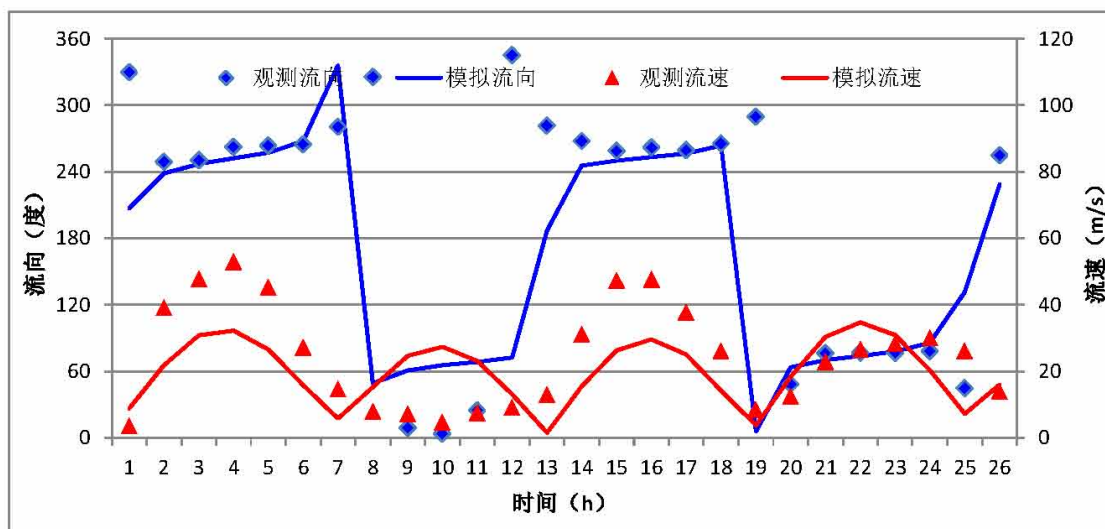


图 7.1-9 V7 站位潮流验证曲线

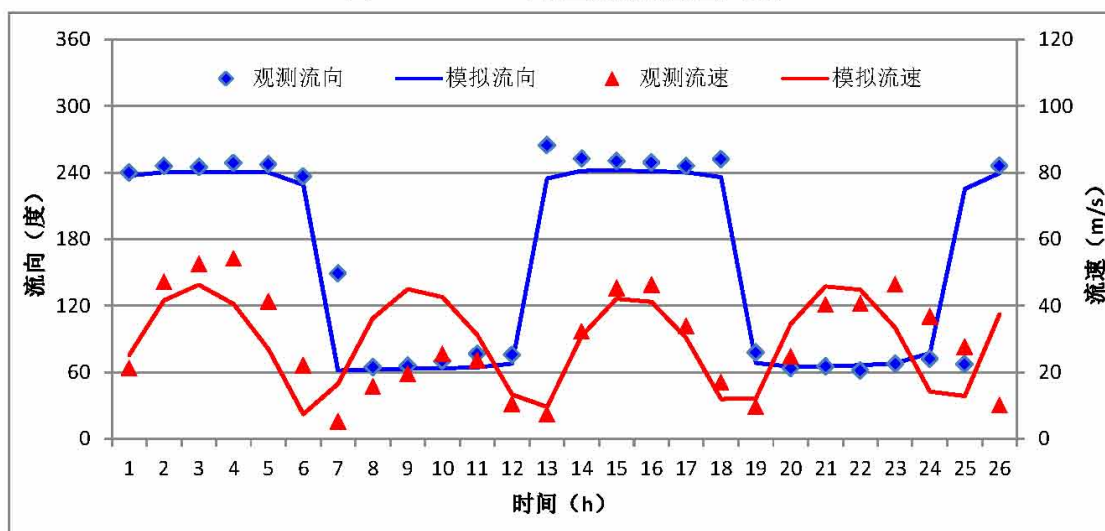


图 7.1-10 V8 站位潮流验证曲线

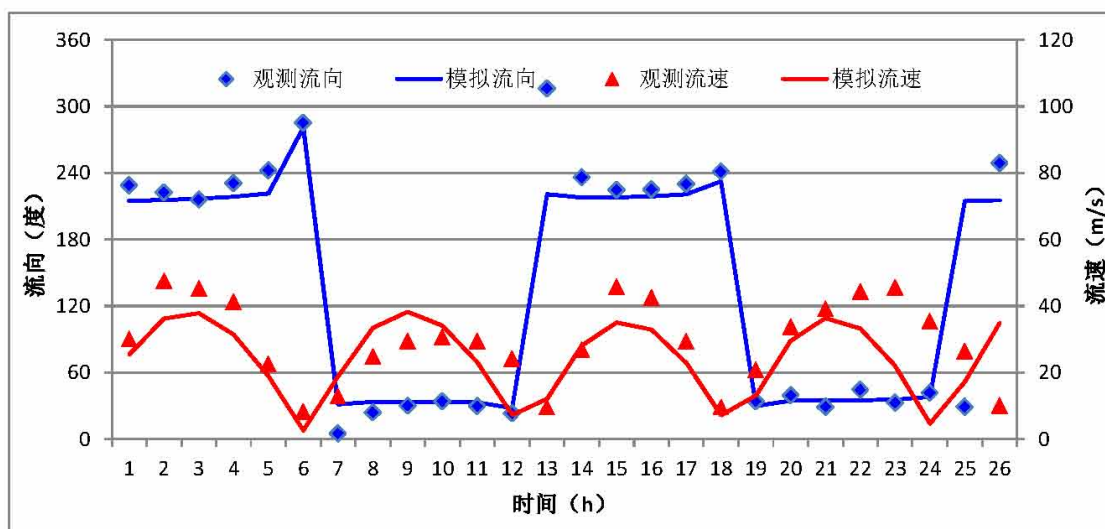


图 7.1-11 V9 站位潮流验证曲线

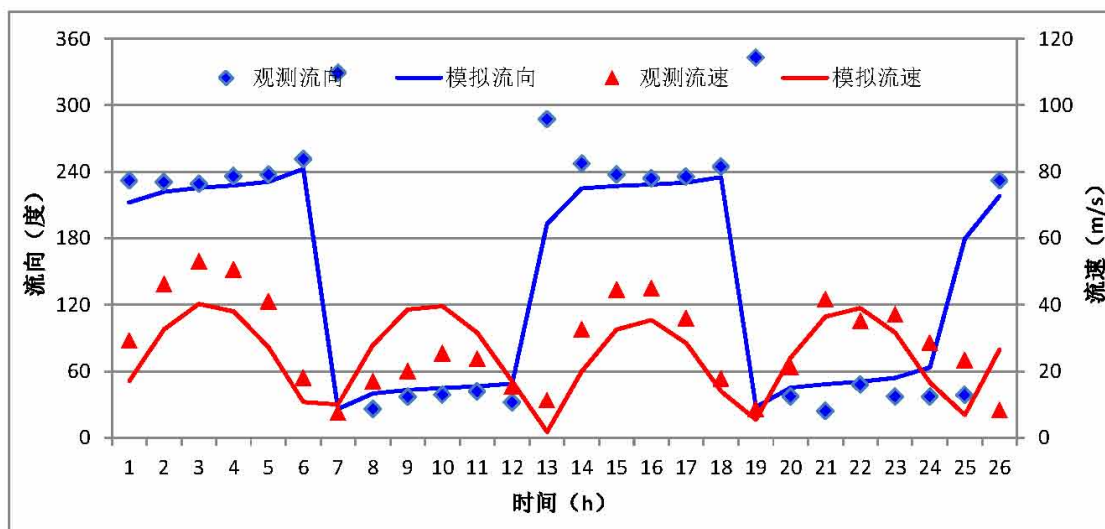


图 7.1-12 V10 站位潮流验证曲线

7.1.4 潮流场模拟结果

通过分析潮流模型计算结果显示，小潮期工程周边海域潮流场分布与大潮期基本一致，流速较大潮期小，因此报告中只给出大潮期间模型计算区域和工程周边海域的潮流矢量分布。

工程前，大潮期间模型计算区域涨急和落急时刻潮流矢量分布见图 7.1-13 和图 7.1-14。工程区域的大潮期流场模拟结果见图 7.1-15 和图 7.1-16。工程实施后，工程区域及周边海域大潮期潮流场模拟结果见图 7.1-17 和图 7.1-18。

本项目及周边历次观测的水文资料分析表明，本工程海域潮汐是不正规半日潮到正规全日潮的过渡区，潮汐涨落与流速、流向关系错综复杂，海流与潮位的对应关系不明显，涨潮流场和落潮流场流向不确定，但流态则较为单一，

受岸线的影响，主要流向为 SW 和 NE 向，运动形式以往复流为主。工程海域外海涨潮流主要呈 SW 向，大潮落潮流主要呈 NE 向，近岸受岸线影响流向大致平行于岸线。总体而言，大潮落潮流速大于涨落流速。

在以上数值模拟结果的基础上，将大潮期涨急和落急典型时刻工程后的流速和流向减去工程前的模拟结果，进一步对比工程对附近海域水动力环境的影响，见图 7.1-19~图 7.1-22。同时，在工程区附近选取了 17 个对比站点，分别提取了工程建设前后各站点上大潮期涨急与落急时的流速与流向，用以定量分析工程实施对周边海域潮流场的影响，对比点位置见图 7.1-23，流速、流向对比统计结果见表 7.1-1 和表 7.1-2。

从上述图表可以看出，防波堤的建设，在一定程度上缩小了近岸流通道，在防波堤周围形成绕流流态，防波堤内侧和外侧流速均有所减弱，而堤头和广东石化原油码头工程拐角处，则形成挑流，流速均有所增强。总体而言，以项目水工建筑为中心，流速改变超过 0.1m/s 的区域集中在防波堤两侧不超过 600 米的范围，流向发生偏转大于 40°的范围不超过 200 米。可以认为项目的建设对水动力环境的影响局限在港址附近，不会对海域的流态结构造成明显影响。

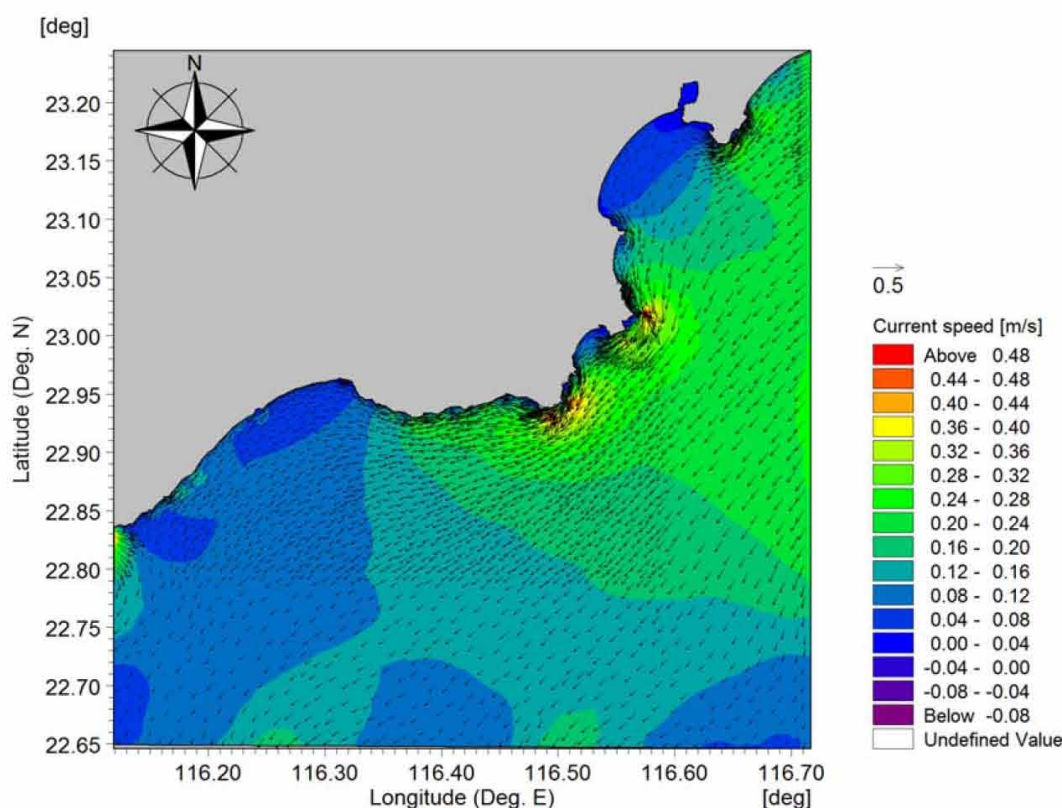


图 7.1-13 计算域潮流场矢量图（涨急时，大潮期）

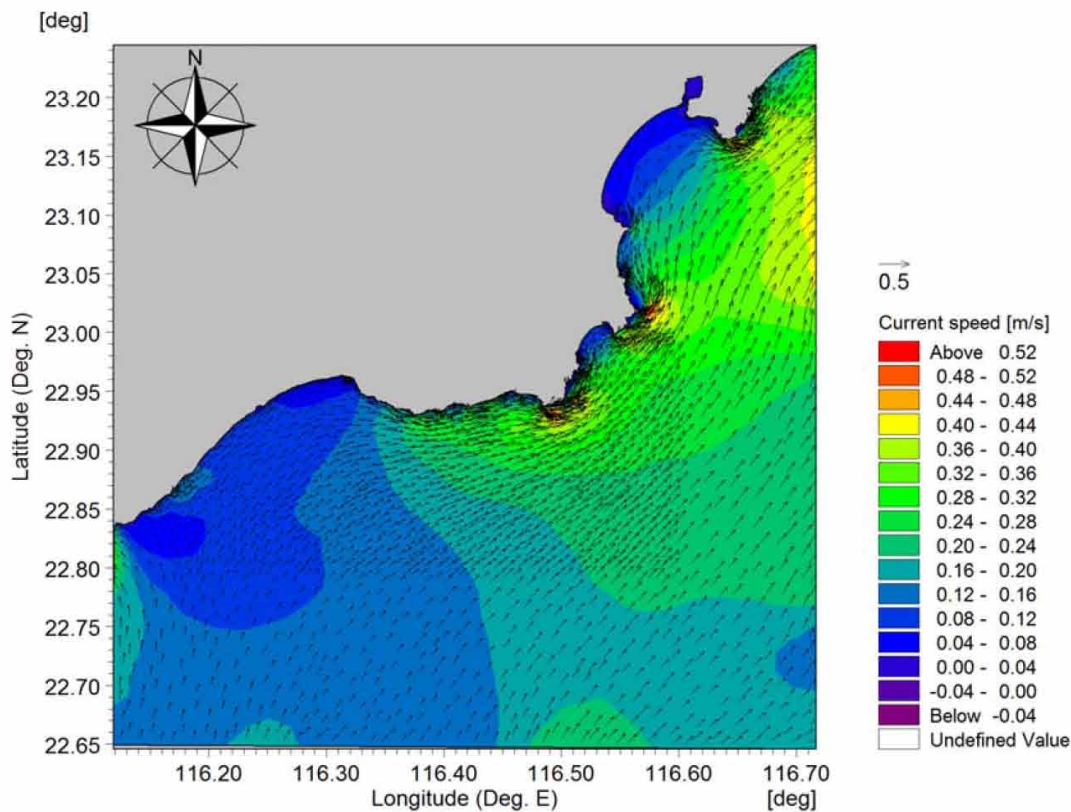


图 7.1-14 计算域潮流场矢量图（落急时，大潮期）

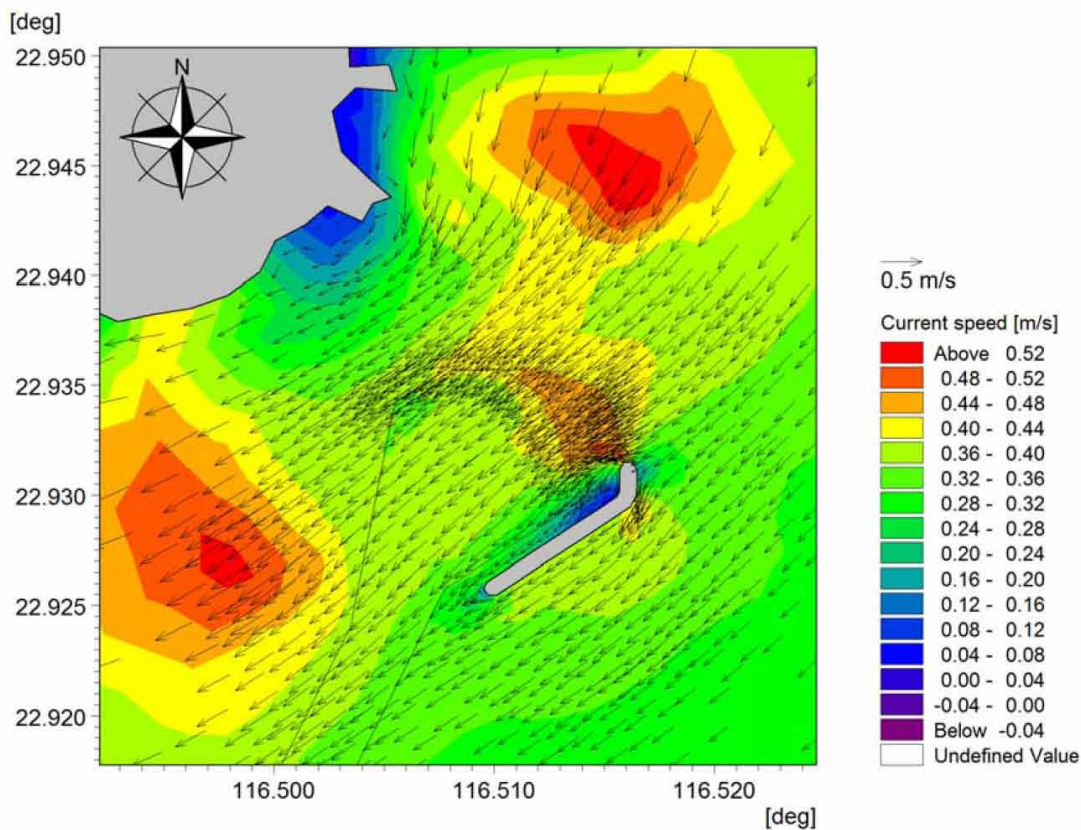


图 7.1-15 工程区域，建设前的潮流场矢量图（涨急时，大潮期）

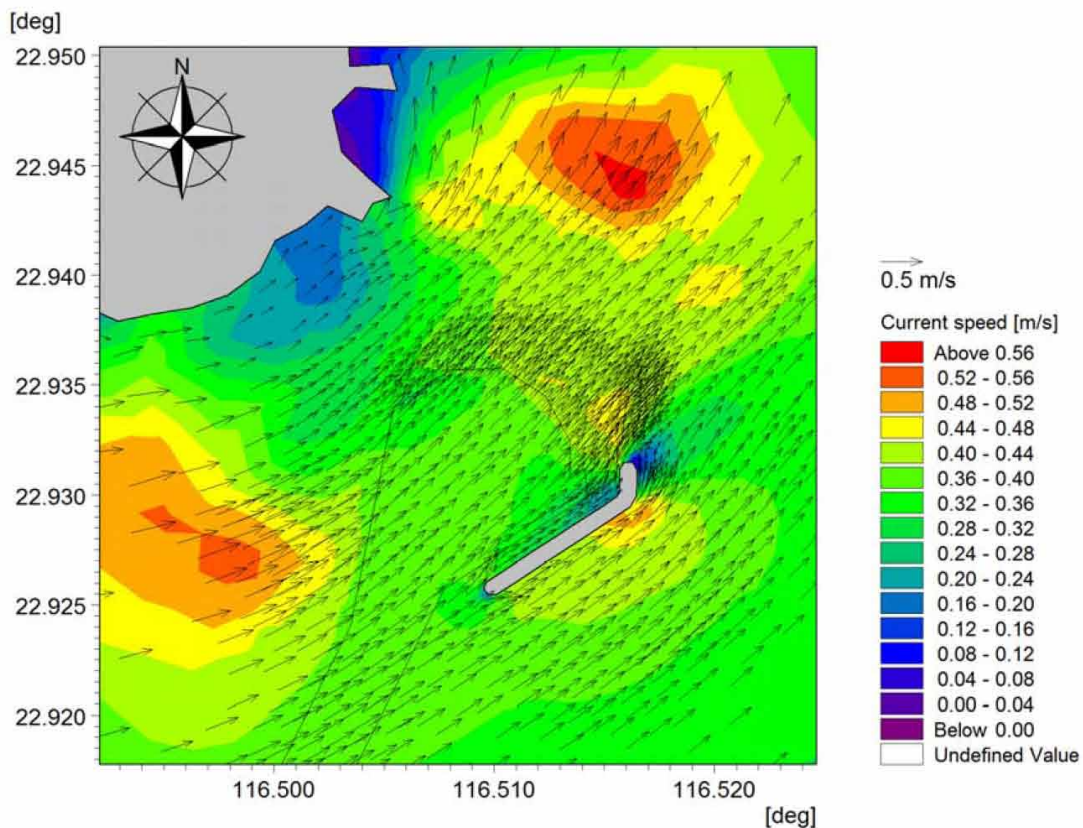


图 7.1-16 工程区域，建设前的潮流场矢量图（落急时，大潮期）

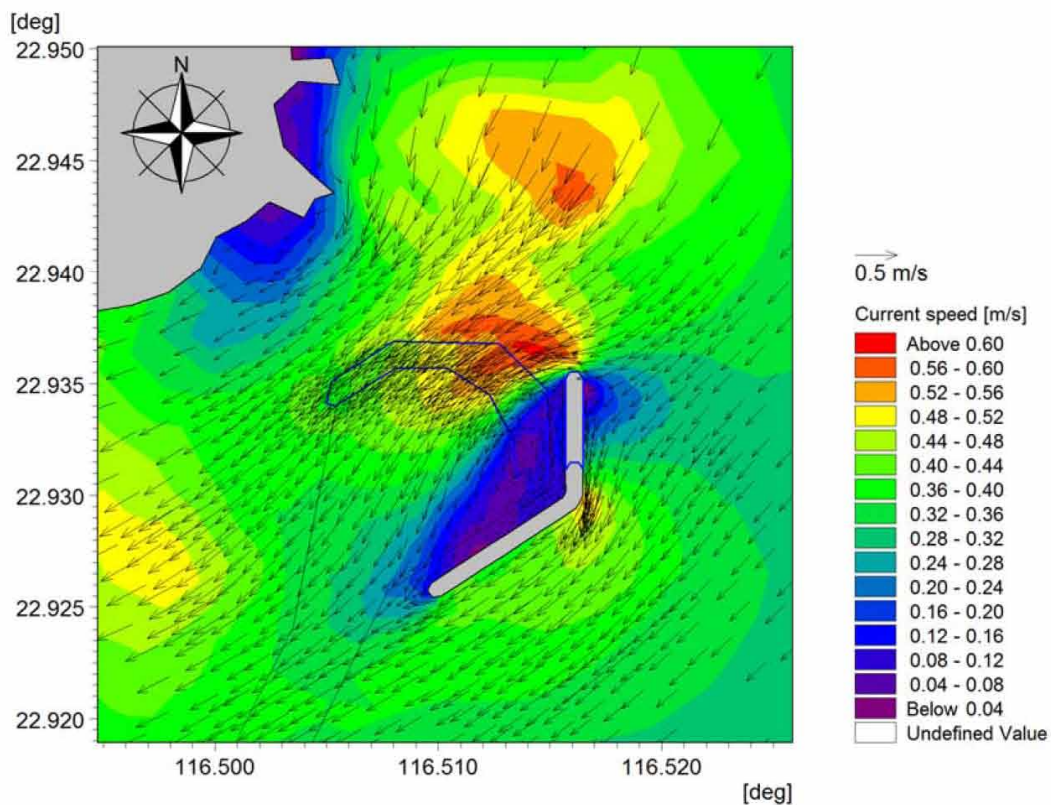


图 7.1-17 工程区域，建设后的潮流场矢量图（涨急时，大潮期）

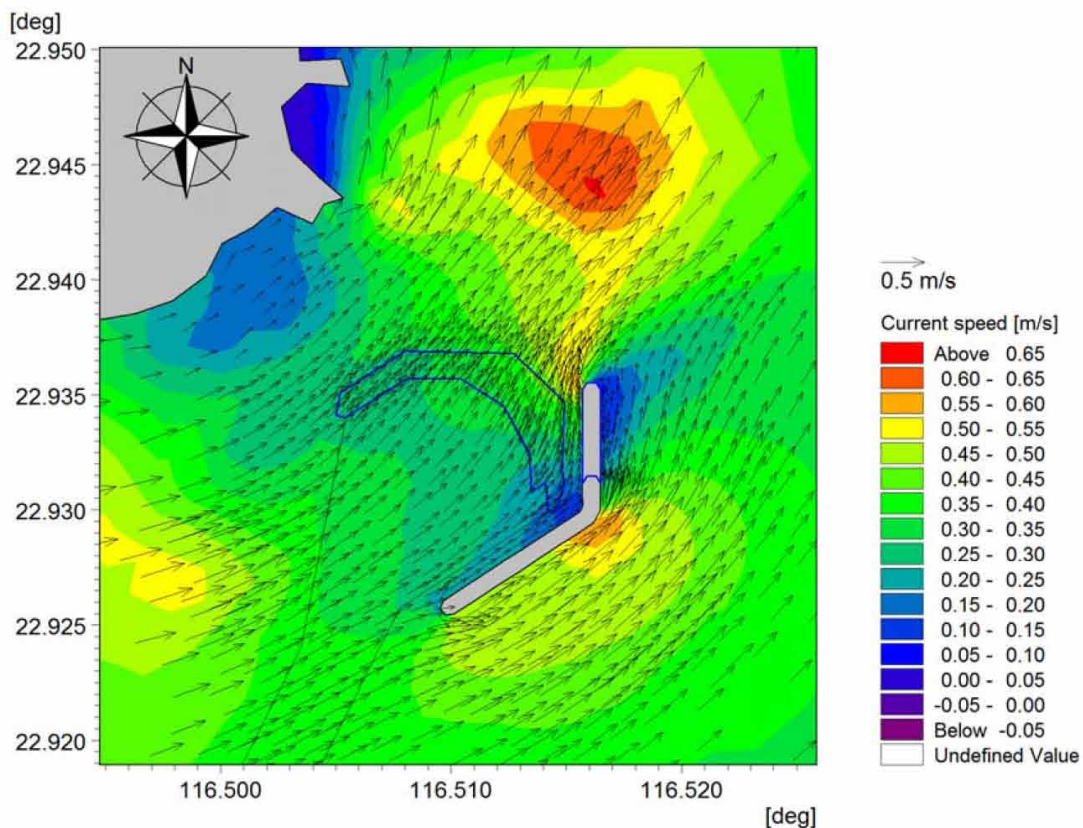


图 7.1-18 工程区域，建设后的潮流场矢量图（落急时，大潮期）

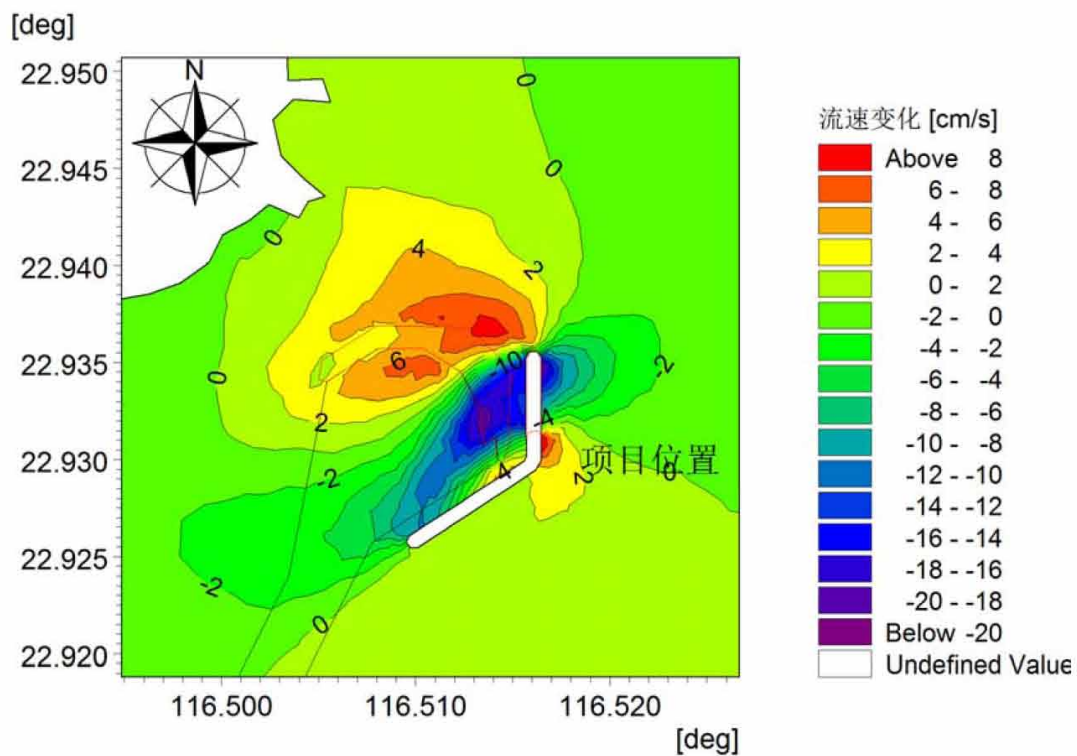


图 7.1-19 工程前后海域涨急时刻流速变化（大潮期）

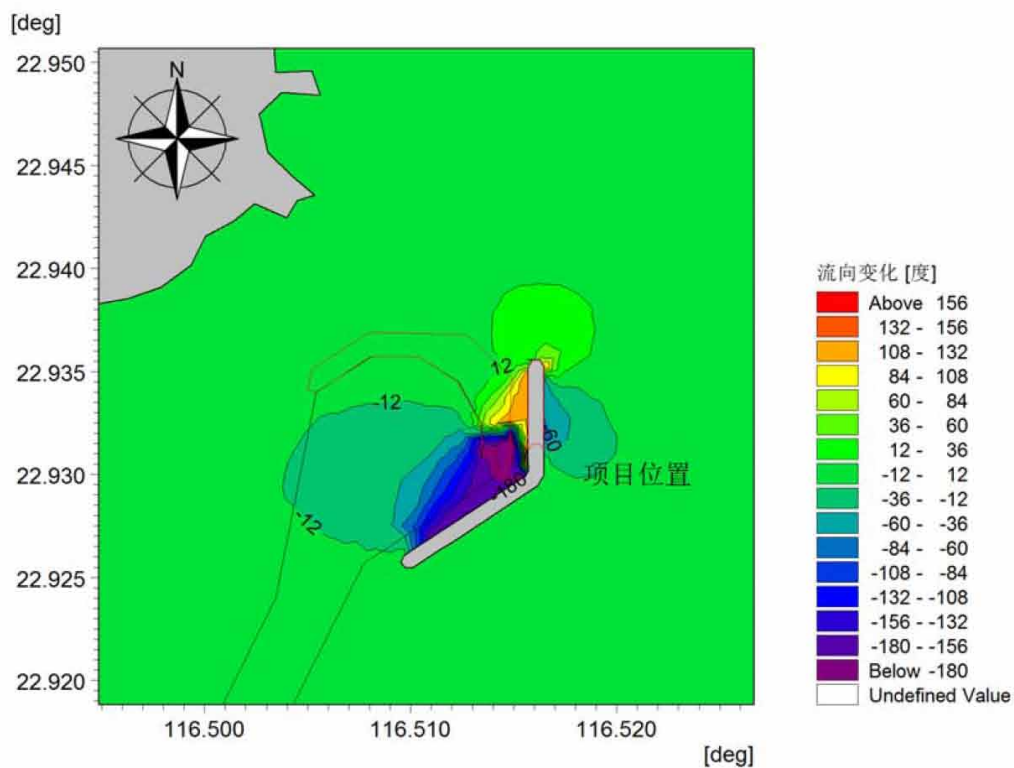


图 7.1-20 工程前后海域涨急时刻流向变化（大潮期）

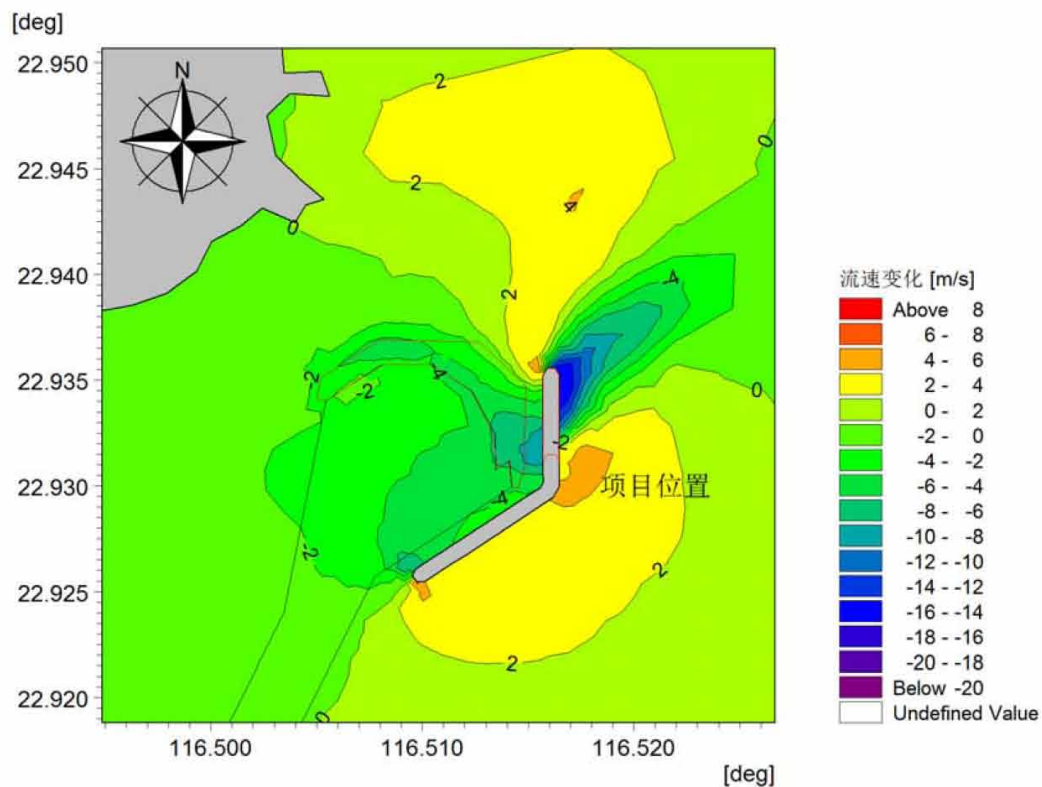


图 7.1-21 工程建设前后附近海域落急时刻流速变化（大潮期）

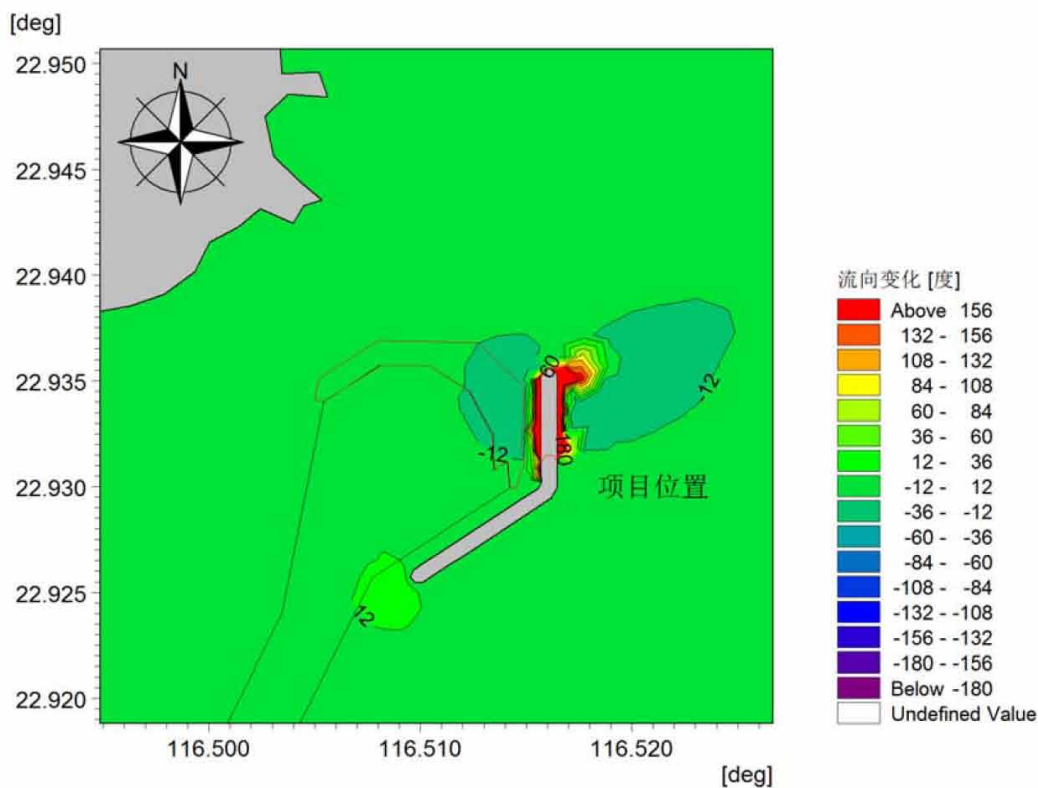


图 7.1-22 工程建设前后附近海域落急时刻流向变化（大潮期）

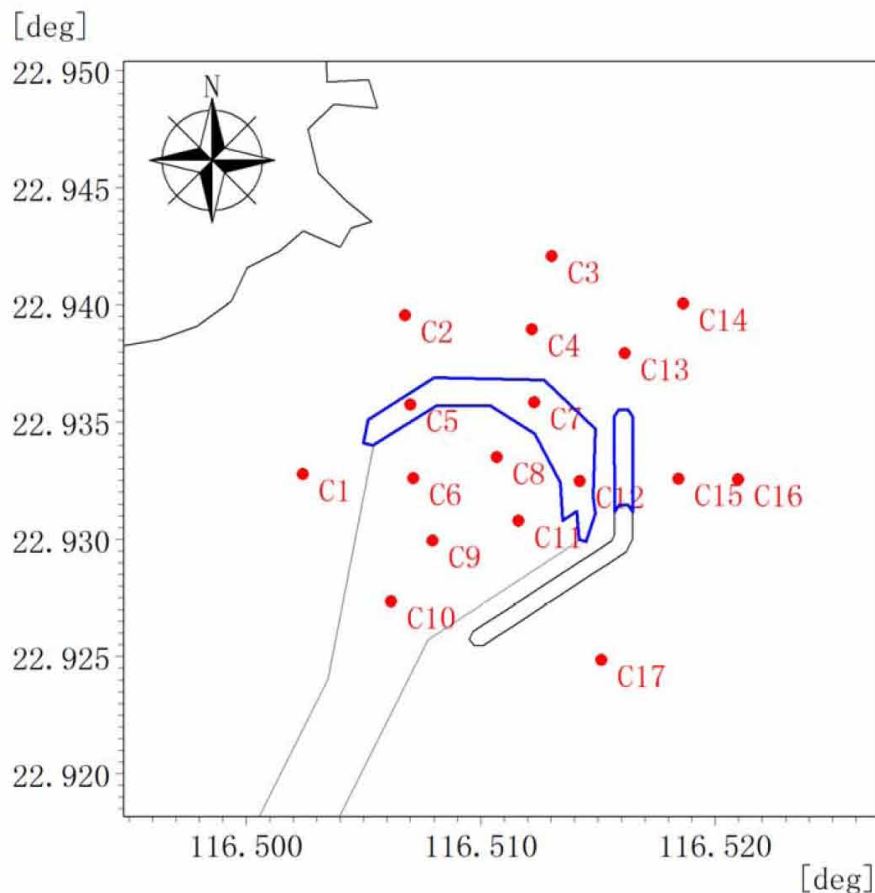


图 7.1-23 工程前后流速、流向对比站位图

表 7.1-1 工程附近海域对比站点涨急时刻流速和流向变化统计表

站位	大潮涨急时刻流速 (cm/s)				大潮涨急时刻流向 (°)		
	工程前	工程后	差值	百分比	工程前	工程后	差值
C1	17.55	19.05	1.50	8.55	235.22	227.89	-7.33
C2	15.21	18.27	3.06	20.12	230.98	228.90	-2.08
C3	20.23	22.80	2.58	12.75	220.48	225.72	5.25
C4	20.10	25.41	5.31	26.43	228.20	234.06	5.86
C5	18.46	21.26	2.80	15.17	231.00	227.93	-3.07
C6	17.66	20.83	3.16	17.90	230.77	216.35	-14.42
C7	20.42	27.80	7.38	36.14	230.62	236.61	6.00
C8	18.82	21.84	3.02	16.04	232.25	221.37	-10.87
C9	18.25	16.18	-2.07	11.37	228.25	204.49	-23.77
C10	18.24	14.36	-3.87	21.24	226.25	212.78	-13.47
C11	18.19	7.19	-11.00	60.49	228.86	166.93	-61.94
C12	22.56	5.38	-17.19	76.17	235.54	344.00	108.45
C13	18.40	22.05	3.66	19.87	227.75	245.64	17.89
C14	18.33	18.27	-0.06	0.33	222.25	229.42	7.18
C15	16.69	13.06	-3.63	21.75	229.47	204.44	-25.03
C16	17.09	15.32	-1.78	10.40	224.86	217.61	-7.26
C17	18.91	20.51	1.60	8.46	232.44	231.81	-0.63

表 7.1-2 距离工程区不同距离处落急时流速及对应流向统计表

站位	大潮落急时刻流速 (cm/s)				大潮落急时刻流向 (°)		
	工程前	工程后	差值	百分比	工程前	工程后	差值
C1	13.73	12.06	-1.67	12.16	55.05	56.00	0.95
C2	14.21	13.64	-0.57	4.03	46.28	41.79	-4.49
C3	19.94	21.55	1.61	8.07	42.92	39.67	-3.25
C4	18.84	19.19	0.35	1.85	47.08	40.01	-7.07
C5	15.93	12.22	-3.72	23.32	40.32	38.76	-1.56
C6	16.42	13.55	-2.88	17.52	44.99	42.12	-2.87
C7	19.58	16.51	-3.07	15.68	44.29	31.76	-12.53
C8	17.06	13.52	-3.54	20.75	43.83	35.67	-8.16
C9	17.46	13.77	-3.69	21.14	47.06	48.77	1.71
C10	17.37	14.77	-2.60	14.99	48.81	55.45	6.64
C11	16.26	11.96	-4.30	26.45	45.42	41.40	-4.03
C12	19.32	11.92	-7.40	38.32	40.12	17.69	-22.43
C13	19.48	22.46	2.98	15.27	45.73	38.52	-7.21
C14	20.13	21.11	0.98	4.88	45.58	43.45	-2.13
C15	13.41	15.61	2.20	16.37	35.97	15.42	-20.54
C16	15.97	18.50	2.53	15.83	34.88	22.88	-12.00
C17	19.45	22.56	3.12	16.02	51.16	51.44	0.28

7.2 泥沙冲淤环境影响分析

项目与广东石化原油码头工程位置毗连，大部分工程重叠，工程区域的冲淤影响可用广东石化原油码头工程类比。根据广东石化原油码头工程冲淤计算，无风浪回淤计算结果表明，港池淤积强度为 0.008m/a ，淤积量为 $0.55 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ，常风浪作用下港池淤积强度为 0.18m/a ，淤积量为 $8.64 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ 。本码头所在位置水深较深，波浪引起的悬沙含量增量有限，另一方面，本海域水体潮流速的挟沙能力大于其实际含沙量，故使得在风浪不大的情况下计算得到的含沙量与实际含沙量差异较大，由此可以预测，若控制本海域的泥沙来源，本地的常年淤积有限，大风天引起的骤淤灾害发生的可能性也不大。

本次评价采用泥沙模型进行区域冲淤环境影响分析，计算公式和参数取值见 7.3.1 节。为悬沙模型计算的项目建设前和建设后底床的年冲淤厚度变化图（工程后-工程前）。由图可知，由于防波堤的建设使工程区域涨落潮流速减弱，导致上述区域的淤积趋势明显，工程后较工程前年冲淤厚度变化 $9.0\text{--}10.5\text{mm/a}$ 。在回旋水域的西北海域，工程建设使该区域的涨落潮流速增强，底床的冲刷趋势增加。计算结果表明，工程后较工程前年冲刷厚度变化达 $9\text{--}11\text{mm/a}$ 。工程建设以外的其他区域，工程前后年冲淤变化较小。

项目西面的鸡椒礁（领海基点）呈淤积态势，强度约 6.24mm/a 。

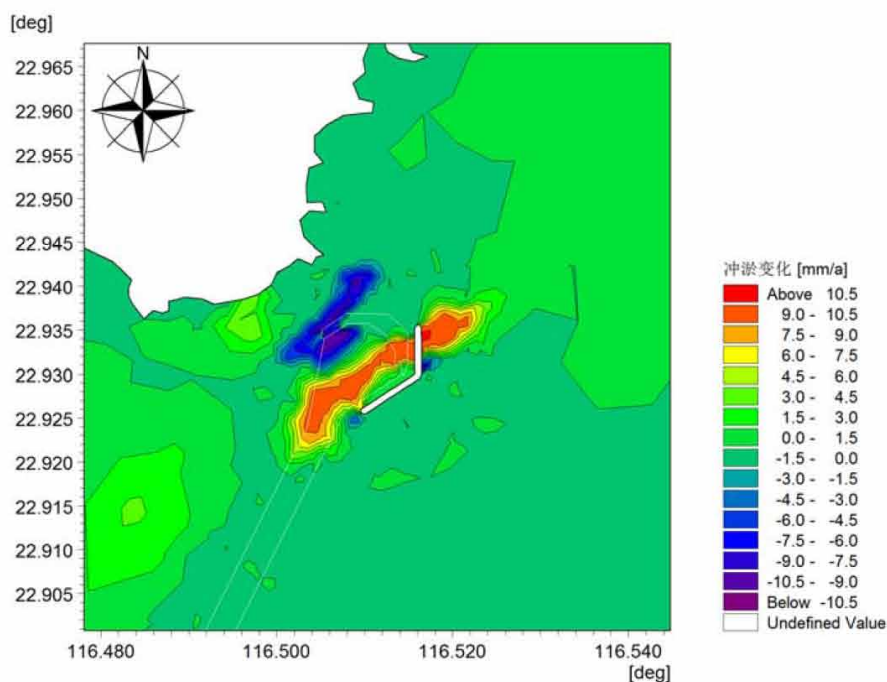


图 7.2-1 工程前后项目所在区域冲淤变化（工程后-工程前）

7.3 海洋水质环境影响分析

7.3.1 预测模型

本项目港池疏浚和防波堤推填过程产生的悬浮泥沙在潮流作用下向周围输运，其输移方式可参照物质的对流扩散方程进行数值模拟，其基本方程如下：

$$\frac{\partial HC}{\partial t} + \frac{\partial uHC}{\partial x} + \frac{\partial vHC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_x H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_y H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + Q_s$$

式中： C 为水中悬浮物浓度； A_x 、 A_y 为 x 、 y 方向的广义物质扩散系数，可由公式、进行计算； q_s 为悬浮物源强。

$$Q_s = q_s + \begin{cases} M \left(\frac{V^2}{V_e^2} - 1 \right) & V \geq V_e \\ 0 & V_d < V < V_e \\ \lambda \omega C \left(\frac{V^2}{V_d^2} - 1 \right) & V \leq V_d \end{cases}$$

M 为冲刷系数， λ 为泥沙沉降机率， ω 为泥沙沉速， V 为潮流流速， V_d 为泥沙落淤临界流速， V_e 为泥沙悬扬临界流速。广义物质扩散系数 A_x 、 A_y ：

$$\begin{cases} A_x = 5.93 \sqrt{gH} |u| / C_s \\ A_y = 5.93 \sqrt{gH} |v| / C_s \end{cases}$$

式中： C_s 为谢才系数。

冲刷系数 M ：计算不考虑悬浮物沉降后的再悬浮， M 取 0。

泥沙沉降机率 λ 根据经验取值为 0.50。

泥沙的沉速 ω ：采用武汉水利电力学院公式计算

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{D} \right)^2 + 1.09 \alpha g D} - 13.95 \frac{\nu}{D}$$

其中 ω (cm/s) 沉速； ν 为水体运动粘滞系数， $\nu = 0.01146$ (cm²/s)； α 为重率系数， $\alpha = 1.7$ ； D 为泥沙粒径，取疏浚泥中值粒径。

落淤临界流速 V_d 、泥沙悬扬临界流速 V_e ，采用窦国仁泥沙公式计算：

$$V_d = k \left(\ln 1 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(\ln 1 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为, $g=981\text{cm/s}^2$, 当泥沙粒径 $D<0.05\text{cm}$, 床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$, $d'=0.05\text{cm}$, $d_*=1.0\text{cm}$, 泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^3/\text{s}^2$, 薄膜水厚度参数 $\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$, h 水深 (cm), r_0 床面泥沙干容重 (g/cm^3), r_* 床面泥沙稳定干容重 (g/cm^3), 泥沙容重 $r_s=2.65\text{g/cm}^3$, 海水容重 $r=1.025\text{g/cm}^3$ 。

模型计算以本项目潮流模型为基础, 模型网格见水文动力章节。

7.3.2 预测源强

本工程水上施工活动产生悬浮物的工序包括炸礁、码头桩基工程、港池疏浚、防波堤基槽清淤和推填工程。码头桩基工程产生的悬浮物源强很小, 考虑到桩基施工发生在港池内, 港池疏浚的源强更大, 其影响范围和程度均大于桩基施工的影响, 因此不对桩基施工影响做预测计算。防波堤基槽清淤和推填的范围大致一致, 根据工程分析, 清淤的悬浮物源强大于推填, 产生的悬浮泥沙粒径一般更小, 因此报告只对清淤进行预测计算, 不再单独计算推填影响。

本报告针对具有代表性的工序——港池航道疏浚、防波堤基槽清淤和推填。考虑开展悬浮物影响预测计算。悬浮泥沙产生范围在疏浚范围和堆填区域, 见图 7.3-1。在作业点分别选取三个典型站点 (1#、2#和 3#站点), 作为悬浮泥沙扩散模拟的源强位置。

此外, 在炸礁作业点取典型点 4#, 模拟计算炸礁的水质影响。

目前在建工程尚未完工, 港池疏浚和炸礁作业将与本项目一并考虑。由于施工范围的空间有限, 各类施工船舶密集, 同一时间仅能容纳 1 艘挖泥船配合泥驳开展作业, 其余均为开展其他施工的船舶, 因此即使考虑 1#泊位, 也不会同时出现两个疏浚作业点同时施工的情况。因此本评价仅考虑单点疏浚的情况。

各典型站点源强设置及工况条件见表 7.3-1 所示。

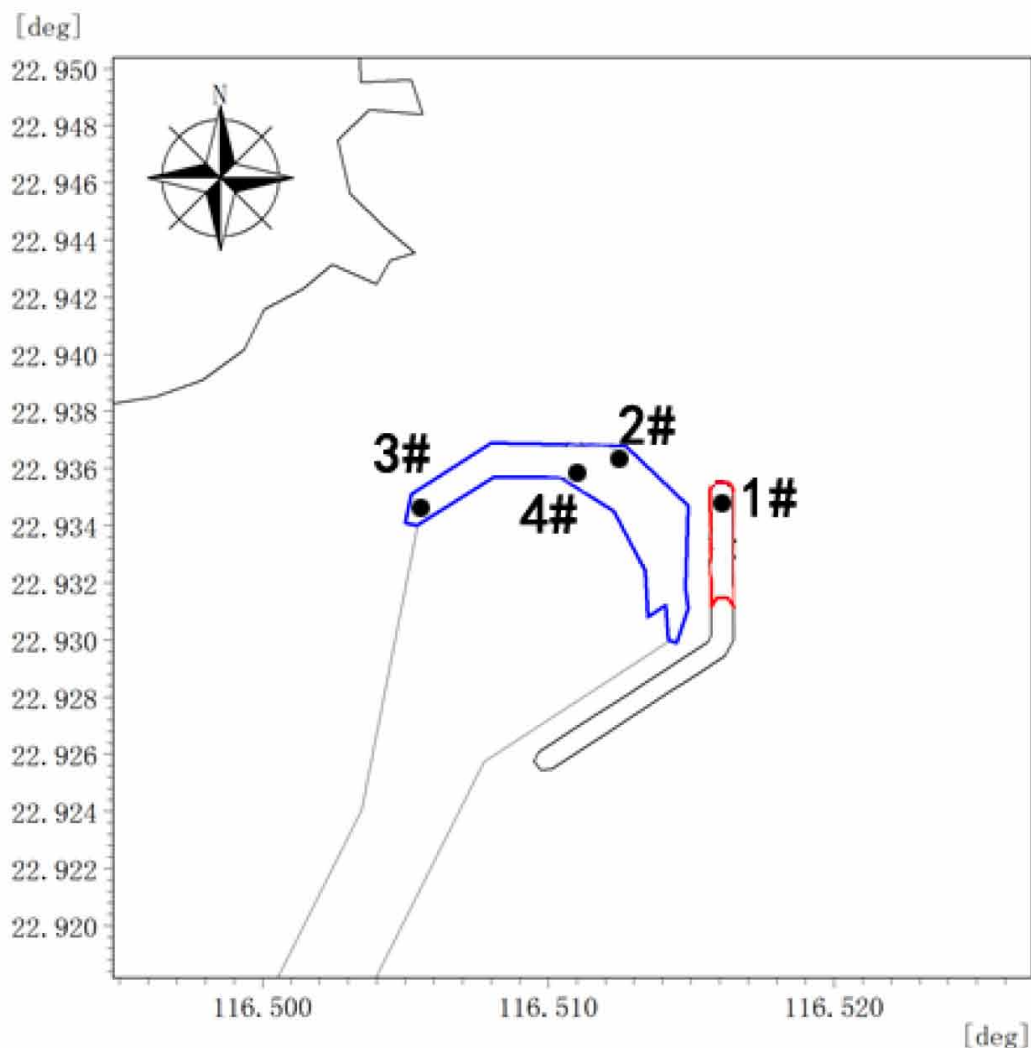


图 7.3-1 工程项目回旋水域疏浚范围和防波堤位置图

表 7.3-1 典型点源强设置及工况条件表

典型站点	源强	释放方式	备注	模拟计算内容
1#	5.87kg/s	连续释放	防波堤填筑前的基槽清淤积	连续计算 15 天
2#	5.87kg/s		防波堤已建，港池未挖	
3#	5.87kg/s		防波堤已建，港池未挖	
4#	33.2kg/s	15 分钟完成释放	防波堤填筑前，炸礁	计算至悬浮物增值 <10mg/L

7.3.3 疏浚作业悬浮物影响预测结果和分析

施工过程中典型站点 1#、2#和 3#产生的悬浮泥沙扩散范围见图 7.3-2~图 7.3-4，悬浮泥沙浓度增值包络面积统计见表 7.3-2。模拟结果表明，项目施工过程中产生的悬浮泥沙主要影响项目附近海域。施工产生的悬浮泥沙浓度大于 10

mg/L 的悬浮泥沙包络面积分别 1.358、1.452 和 2.835km²，悬浮泥沙沿主航道方向最大扩散距离约 2.5km，垂向最大扩散距离约 0.6km。

项目在整个施工周期内，产生的悬浮物浓度超过 10mg/l 的范围约为 6.590 km²，作业点附近局部区域悬浮物浓度还会超过 10mg/l。

综上所述，施工过程产生的悬浮泥沙对周边水域造成不良影响较小，工程附近悬浮泥沙浓度短期骤增将随着施工作业结束，逐渐降低直至恢复本底状态。

表 7.3-2 悬浮泥沙浓度增值包络面积（单位：km²）

工况 \ 悬浮泥沙浓度	>10mg/l	20mg/l	>50mg/l	>100mg/l
1#站点	1.358	0.212	0.037	0.007
2#站点	1.452	0.150	0.014	0
3#站点	2.835	0.362	0.049	0.003
最大包络范围	6.590	1.824	0.895	0.318

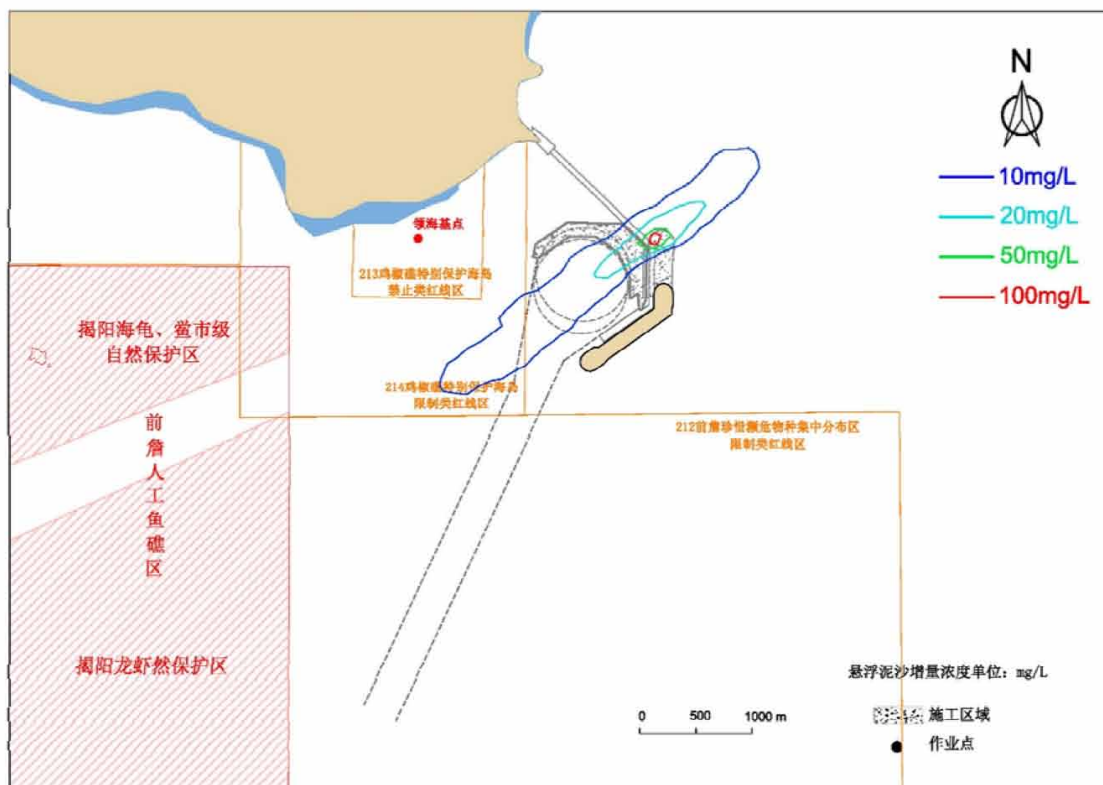


图 7.3-2 大潮期间防波堤施工（1#站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

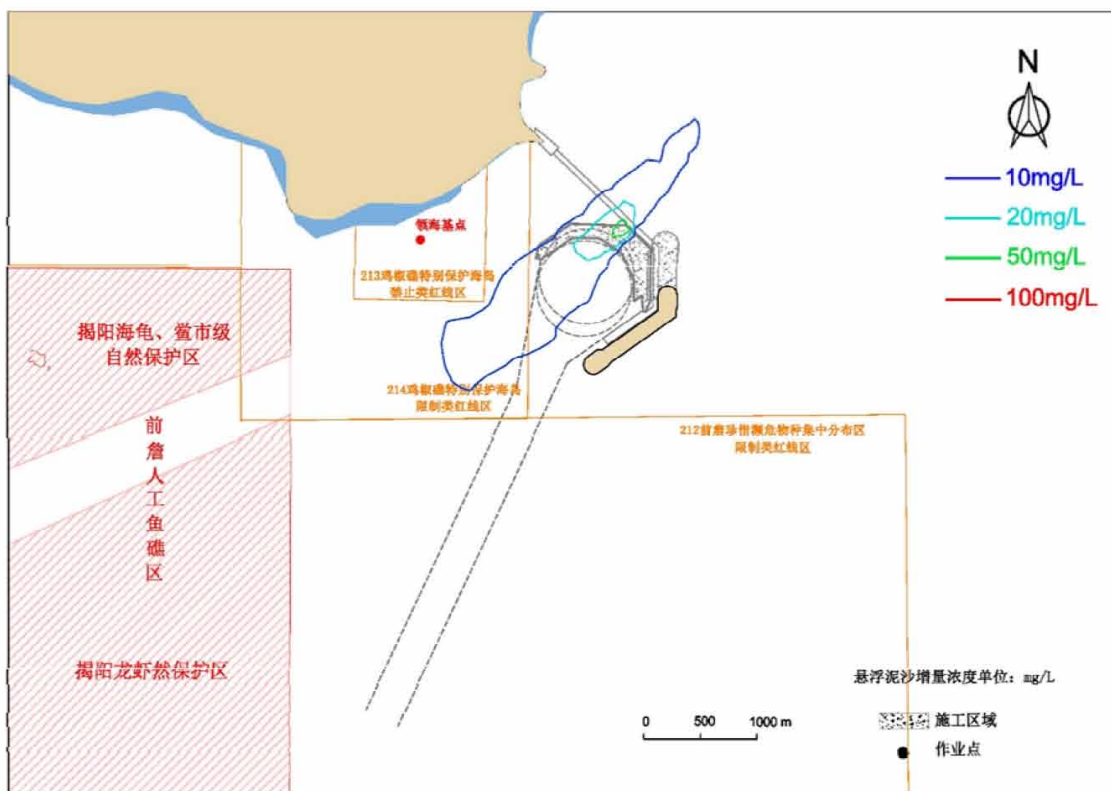


图 7.3-3 大潮期间回旋水域施工（2#站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

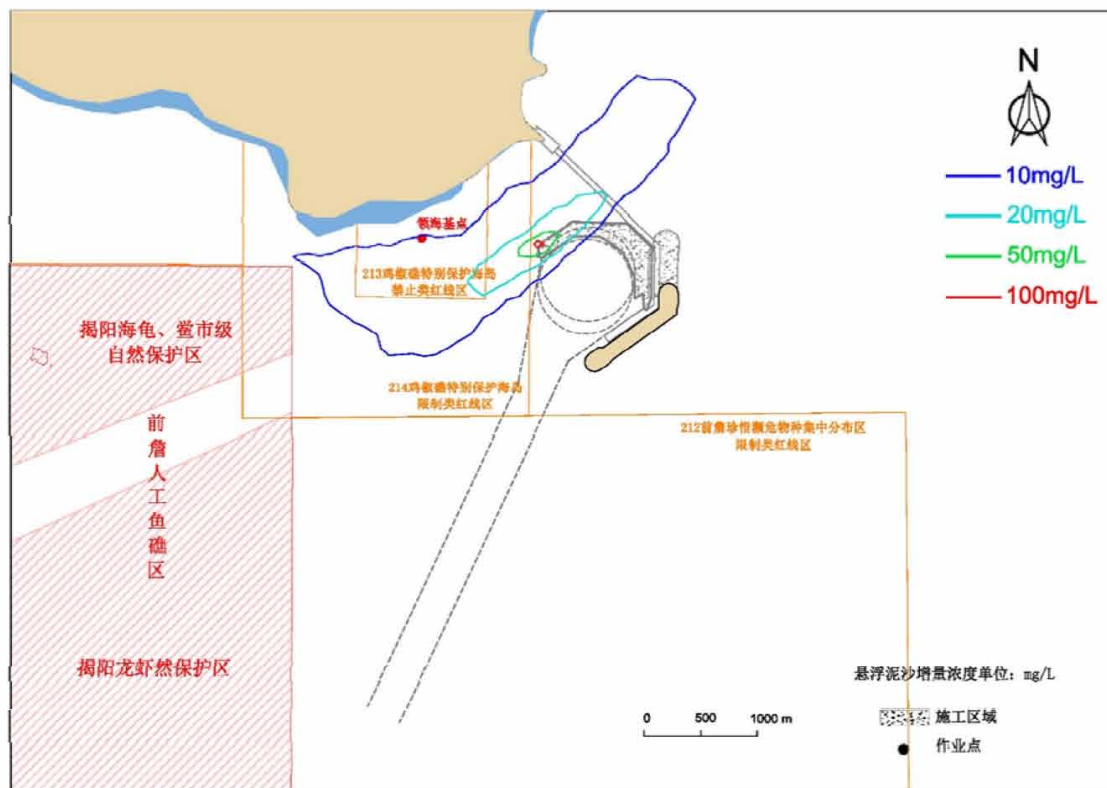


图 7.3-4 大潮期间回旋水域施工（3#站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

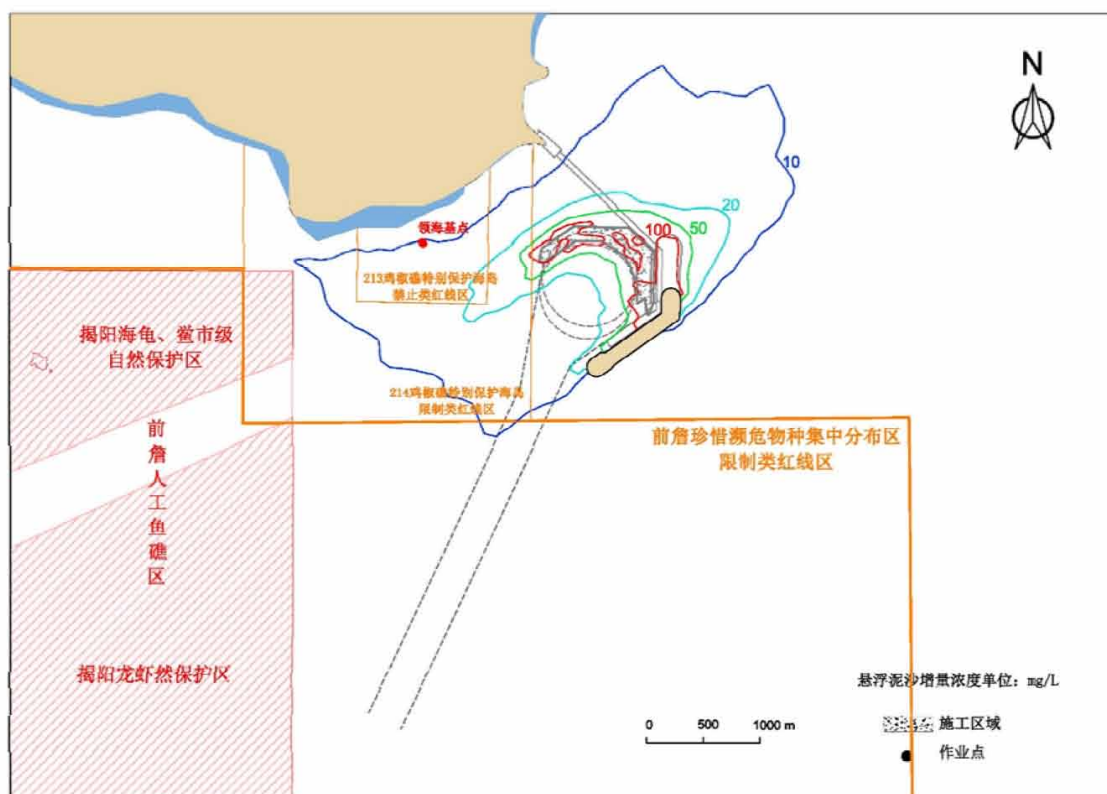


图 7.3-5 防波堤和回旋水域施工产生悬浮泥沙浓度增值总包络线

7.3.4 炸礁作业悬浮物影响预测结果和分析

项目回旋水域局部需要进行炸礁，炸礁范围不涉及海洋生态红线，不涉及海岛名录中的海岛、不涉及自然保护区。

采用悬沙输运模型预测炸礁作业悬浮物的影响。根据项目施工方案，选定 4# 点作为炸礁作业的代表站位。炸礁作悬浮物释放规律属于瞬时源，源强为 33.2kg/s，连续释放 15 分钟后停止。考虑到涨憩和落憩时悬浮物影响主要在爆破点周边，并迅速沉降；为了了解炸礁悬浮物对周边的影响范围和程度，本评价重点模拟涨急和落急时刻开始起爆作业的工况。

(1) 涨急时刻

作业开始 10 分钟、20 分钟和 30 分钟时的悬浮物浓度增值分布见图 7.3-6~图 7.3-8。由图可知，炸礁作业开始后，释放的部分沉积物在涨潮流作用下向西南方向扩散，沉积物浓度增值快速降低。炸礁作业开始 10 分钟后悬浮物增值超过 10mg/L 的面积为 0.035 km²，悬浮物增值区主要在爆破点附近海域。炸礁作业开始 20 分钟后，悬浮物增值超过 10mg/L 的面积为 0.041 km²，影响范围未离开港池。炸礁作业开始 30 分钟后，最大沉积物浓度增值就降低到 10mg/L 以下。

(2) 落急时刻释放

作业开始 10 分钟、20 分钟和 30 分钟后的悬浮物浓度增值分布见图 7.3-9~图 7.3-11。由图可知，炸礁作业开始后，释放的部分悬浮物在落潮流作用下向东北方向扩散，悬浮物浓度增值也显著降低，但降低速度比涨急时刻小。炸礁作业开始 10 分钟后，悬浮物增值超过 10mg/L 的面积为 0.043 km²；炸礁作业开始 20 分钟后，悬浮物增值超过 10mg/L 的面积为 0.059 km²；炸礁作业开始 30 分钟后，最大悬浮物增值就降低到 10mg/L 以下。

表 7.3-3 炸礁作业不同工况条件悬浮物浓度增值超过 10mg/L 的面积

序号	工况	沉积物增值浓度>10mg/L 面积 (km ²)		
		10 分钟	20 分钟	30 分钟
1	涨急时刻释放	0.035	0.410	0.0
2	落急时刻释放	0.043	0.059	0.0

(3) 小结

通过数模计算可知，炸礁产生的悬浮物瞬时释放源强尽管强度较大，但释放时间短，在一次爆破作业停止后，海域的水质会随着悬浮物的沉降和扩散逐渐消

散，其带来的水质环境影响主要局限在爆破点约 550 米范围内，爆破发生后的 30 分钟后，水质可以恢复到达标水平。总体而言，炸礁引起的悬浮物对水质的影响很小。

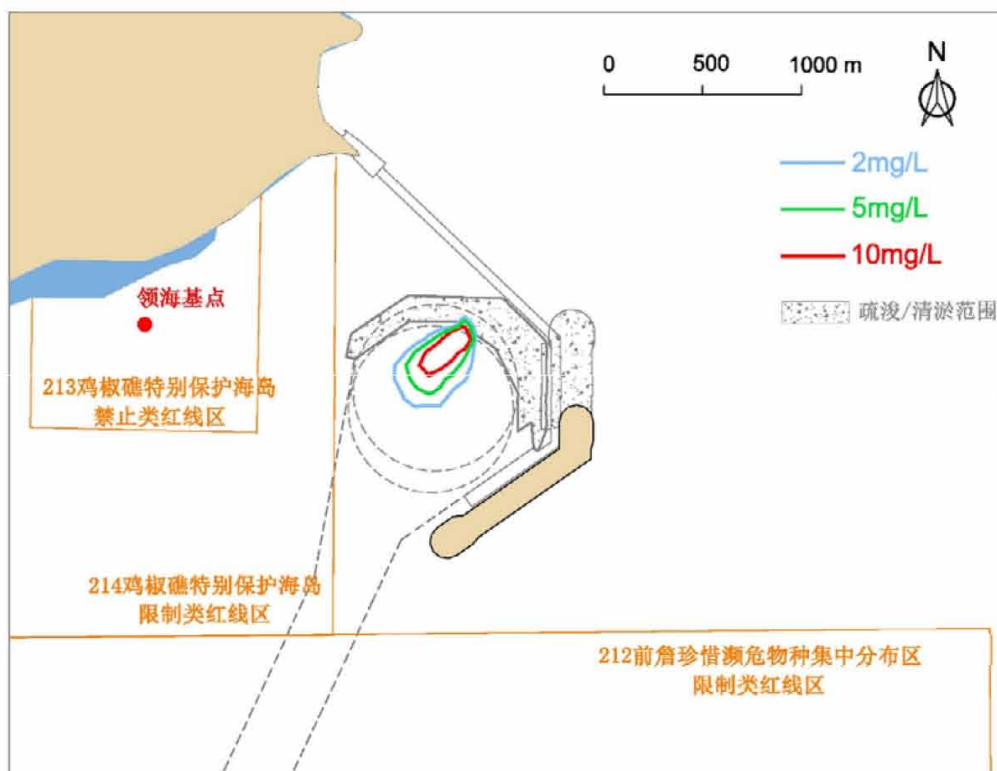


图 7.3-6 涨急时刻开始炸礁作业 10 分钟后沉积物增值浓度分布

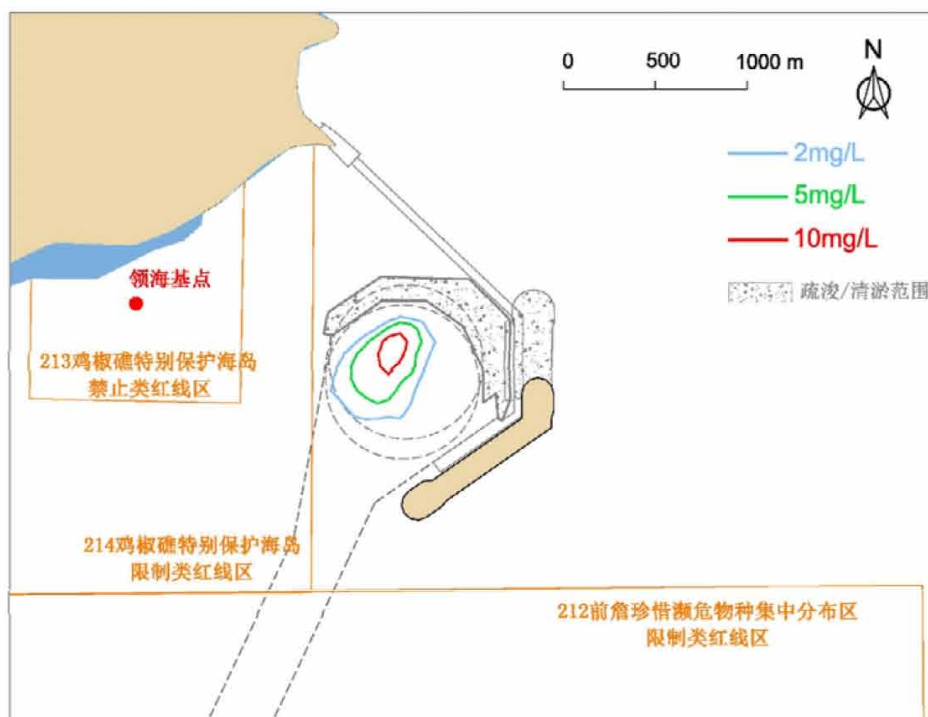


图 7.3-7 涨急时刻开始炸礁作业 20 分钟后沉积物增值浓度分布

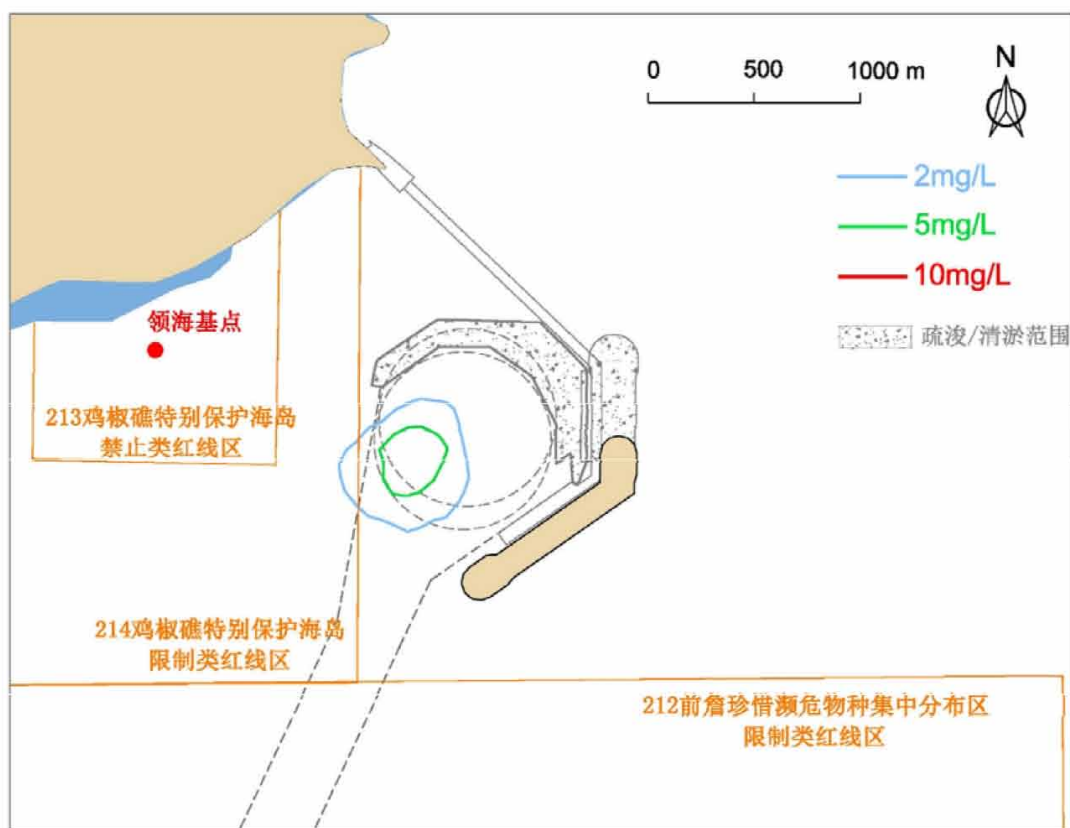


图 7.3-8 涨急时刻开始炸礁作业 30 分钟后沉积物增值浓度分布

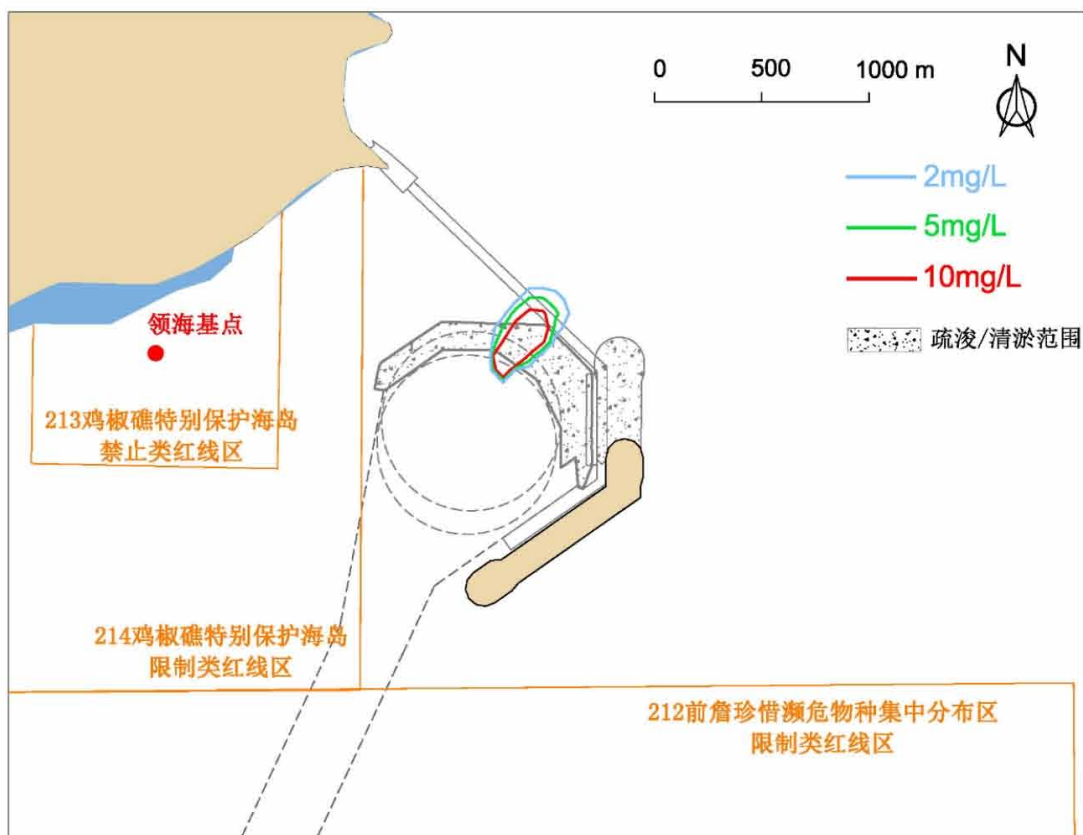


图 7.3-9 落急时刻开始炸礁作业 10 分钟后沉积物增值浓度分布

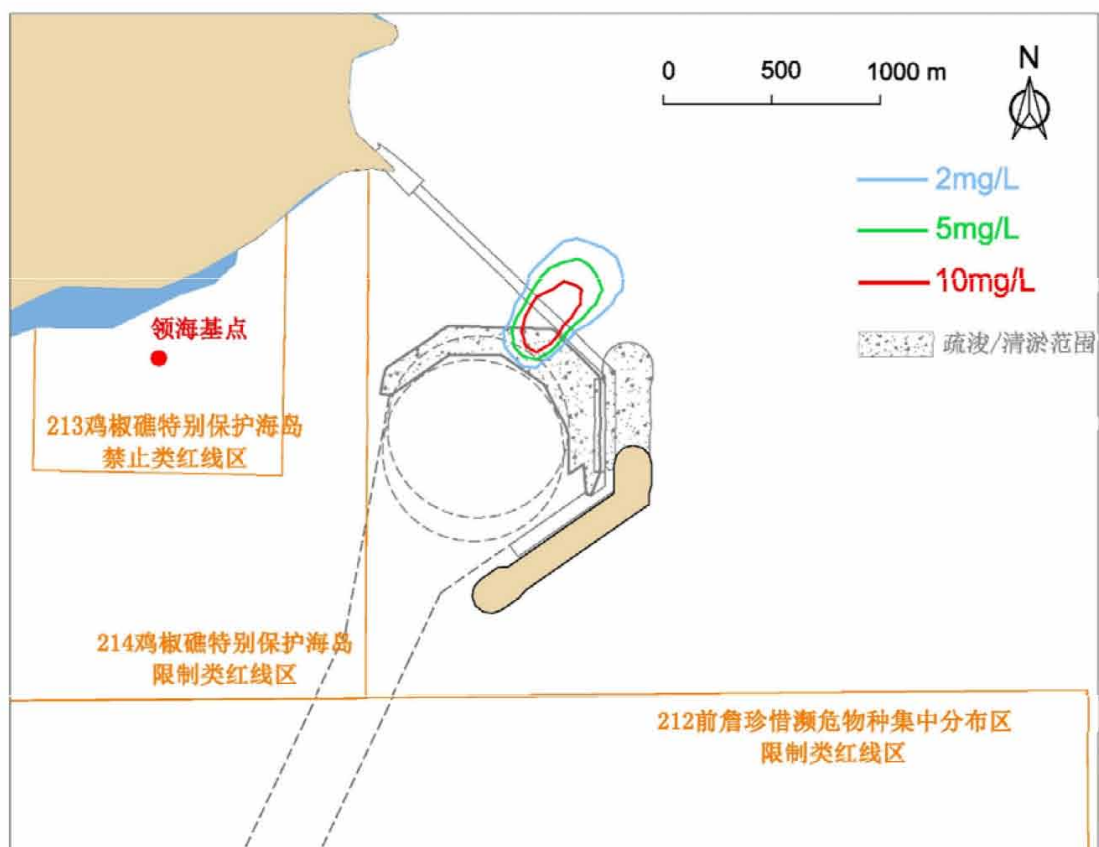


图 7.3-10 落急时刻开始炸礁作业 20 分钟后沉积物增值浓度分布

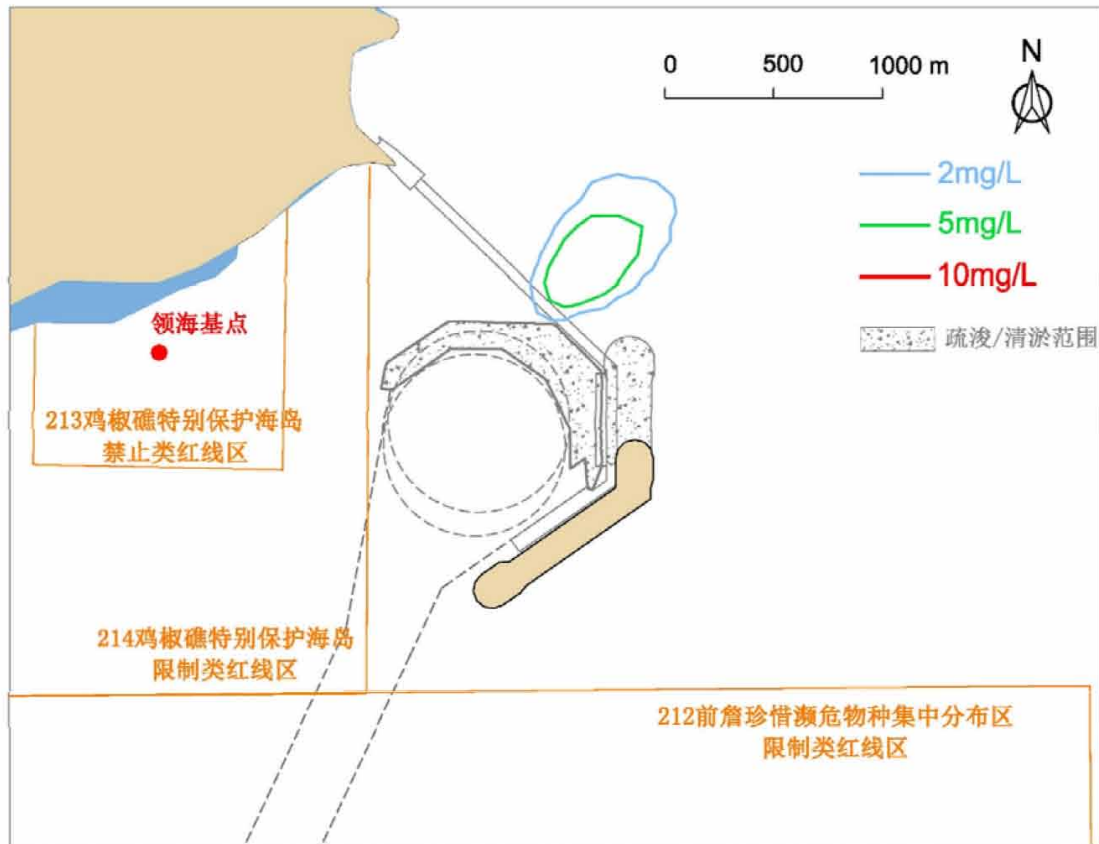


图 7.3-11 落急时刻开始炸礁作业 30 分钟后沉积物增值浓度分布

7.4 海洋沉积物环境影响

工程建设对沉积物环境质量产生的影响主要是疏浚施工作业产生的悬浮物沉降导致。

根据沉积物监测结果，本次调查海域沉积物质量一般，部分样品超过一类沉积物质量标准，但本项目工程区范围的站位沉积物质量状况较好，各调查因子沉积物质量优于符第一类标准限值要求。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，项目周边的沉积物的环境质量不会下降。

7.5 海洋生态影响分析

项目对海域生态的影响主要来自防波堤、疏浚施工破坏底栖生物、疏浚施工悬浮物和炸礁作业对海洋生态的影响；而码头桩基和防波堤占用的海域空间很小，对生态的影响有限。

7.5.1 施工作业对底栖生物影响分析

项目对海洋生态的较实质性影响是疏浚和防波堤堆填破坏工程区原有的底栖生态环境，工程区范围内活动能力低的底栖生物将无法逃逸，全部死亡。本工程疏浚施工水域面积约为 22.7ha，防波堤堆填面积约 7.0ha。栖息于这一范围内的底内动物和底上动物因施工而全部丧失，部分游泳能力较差的底栖游泳生物也将因躲避不及而被伤及或挖离。受影响的包括多毛类、软体动物、甲壳类、棘皮类以及底栖鱼类等多种基础饵料生物。

7.5.2 作业悬浮物对海洋生态的影响分析

水工工程施工对水环境的影响特征因子是悬浮物。

疏浚时掀起的悬沙和桩基施工产生的悬沙引起水体的悬浮物浓度增加，减弱光的穿透作用，会不同程度影响作业点周围的生物环境，附近的游泳生物被驱散，浮游动物、植物的生长受到影响，初级生产力降低，导致饵料生物量下降，影响鱼类的繁殖、生长、分布。

水中悬浮物质人为增加量的多少是衡量水环境质量的指标之一，也是水生生物对其生存的水体空间环境要素要求之一。《渔业水质标准》规定了水体中

悬浮物质的含量，项目所在水域悬浮物的浓度增加值标准为 10mg/L。

①对浮游植物影响分析

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

在海洋食物链中，除了初级生产者—浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

②对浮游动物的影响

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响不再持续。

③对渔业资源影响分析

A.直接导致鱼类和其他水生生物死亡

水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明，前鳞鲢幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息，镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面，也会干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见下表。

表 7.5-1 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度 (mg/L)

种类	成体		幼体	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
鱼类	52000	500	250	125
虾类	8000	500	400	125
蟹类	9200	4300	700	125
贝类	700	500	250	125

不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据，悬浮物质的含量水平为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量水平为 6000mg/L 时，最多能存活一周；含量水平为 300mg/L 时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为，悬浮物质的含量在 200mg/L 以下及影响较短期时，不会导致鱼类直接死亡。但在疏浚作业点中心区域附近的鱼类，即使高浓度的悬浮物质未能引起死亡，但其鳃部会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

本项目疏浚作业时仅在疏浚点可能出现大于 200mg/L 的浓度增值，疏浚作业对鱼类直接致死的可能性很小。

B.对鱼类行为的影响分析

鱼类和其他水生生物较易适应水环境的缓慢变化，对环境的急剧变化敏感。疏浚挖掘作业使作业区和附近的水体悬浮物含量增加，水体的浑浊度起了变化，从而导致鱼类和其他游泳动物的行为变化，多数鱼类喜爱清水环境而规避浑浊水

域,此外还有作业工程产生的搅动、噪声等干扰因素,疏浚作业对这些鱼类动物产生“驱赶效应”。繁殖群体的局部产卵通道同样可能受阻,导致产卵亲鱼受到干扰、阻碍,从而产生回避反应。群体向外海的洄游也同样可能受到一定影响。

C.对鱼类繁殖(鱼卵仔鱼)的影响分析

水体中过高的和细小的悬浮物颗粒会粘附于鱼卵表面,妨碍鱼卵的呼吸,不利于鱼卵的成活、孵化,从而影响鱼类繁殖。

D.减弱海域的饵料基础

水体悬浮颗粒的增加阻碍了光的透射,减弱真光层厚度,影响光合作用,从而使水域的浮游植物量减少、初级生产力下降,以浮游植物为饵料的浮游动物生物量下降,而捕食浮游动物为生的鱼类由于饵料减少,其丰度也会随之下降,掠食鱼类的大型鱼类又因上一级生产者资源下降寻觅不到食物。水体中悬浮物含量增加,对整个水域食物链的影响是多方面的。

E.对主要经济鱼虾的产卵场、育肥场、洄游通道的影响分析

根据渔业资源一节资料分析,评价海域一带的主要经济鱼虾的产卵盛期主要集中在3月~8月。项目施工区域未发现大规模的产卵场和育肥场。

但在项目疏浚挖掘施工过程中,将破坏施工区底质外貌和结构,局部水体的水质发生一定的变化,加上扰动噪声,透光率变化等一系列物理干扰,局部破坏或影响施工水域的生态环境、生物种群结构和饵料生物组成。而底栖生物种群结构和饵料生物组成的变化还将导致局部水域食物链失衡,使繁殖群体因饵料不足而影响性腺发育和繁殖,尤其对底层鱼类、底栖虾类和贝类影响较大。

在我国的南方,鱼类的洄游通道和产卵场不如北方海域那样明显,而且产卵场通常也是幼鱼的索饵场。在鱼类洄游通道方面,一些海洋鱼类随着季节变化洄游到河口附近产卵,亲体产卵后向深海扩散。

从历史资料来看,无论海水或淡水种类,在本评价区的产卵均是分散的,工程实施不会对特种渔业资源产卵、繁育产生明显影响。

7.5.3 炸礁作业对海洋生态环境影响分析

炸礁对水生生态环境的影响表现在两个方面:一是爆破过程强烈的声震和涌浪使海底表面沉积物泛起,形成的悬浮物对水生生物的影响,二是水下爆破及其产生的冲击波对水生生物和渔业资源产生的不同程度的影响。

(1) 炸礁影响距离预测

采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》推荐的公式计算工程爆破的影响范围。本项目水下钻孔爆破时，产生的水中冲击波超压大小按公式计算：

$$P=287.3 \times (Q^{1/3}/R)^{1.33}$$

式中： ΔP —水中冲击波产生的超压值， kg/cm^2 ；

据研究，水中冲击波超压大于 0.35MPa 时鱼类受伤严重；大于 0.7MPa 时大部分死亡（转引自霍永基，2000）。本爆破工程一次最大起爆药量为 160kg，水中冲击波超压按 0.35MPa 计算，根据上式反推估算本爆破对鱼类的杀伤半径为 148m。

根据《爆破安全规程》的规定，安全距离按以下公式计算：

$$R = \left(\frac{K}{V} \right)^{1/\alpha} \cdot Q^{1/3}$$

式中， Q —一次起爆的炸药量（kg），微差起爆时取最大一段的装药量；

R —水中冲击波的安全距离（m）；

V —允许爆破地震安全速度，取 1.3cm/s（依据加拿大政府对水生生物资源保护的规定“在水生动物产卵河床处的峰值振动速度不得大于 13mm/s，否则会影响孵化繁衍”（转引自霍永基，2000），（cm/s）；

K —与爆破点地形、地质等条件有关的系数和衰减指数，按中硬岩石取 $K=200$ ， $\alpha=1.5$ 。

本工程爆破一次最大起爆药量为 160kg，根据上式反推估算本爆破振动对鱼卵仔稚鱼的影响半径为 156m。

综上，采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》、《爆破安全规范》推荐的公式计算：按照一次最大起爆药量 160kg 计，本项目炸礁工程单响爆破对鱼类的安全距离为 148m，对鱼卵仔鱼的安全距离为 156m。

(2) 不同致死率影响范围

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》附录，本项目炸礁产生的不同冲击波峰值压力值对应的渔业生物致死率见

表 7.5-2。

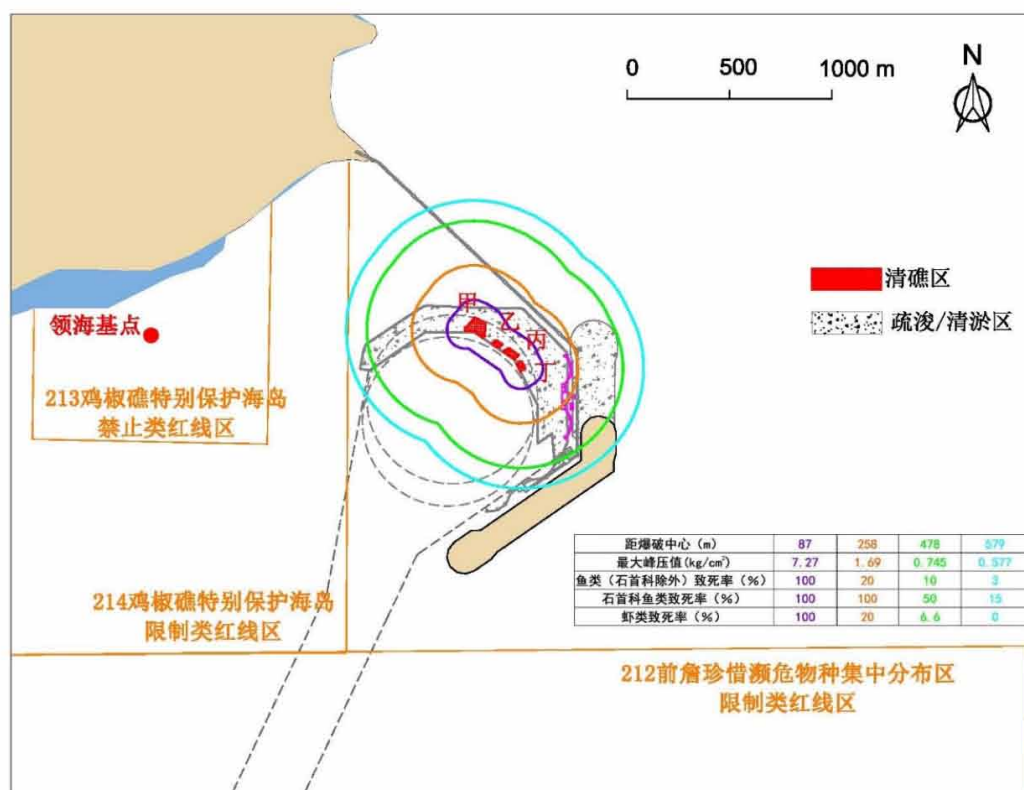


图 7.5-1 炸礁冲击波影响范围示意图

表 7.5-2 不同最大峰值压力与受试生物的致死率的关系及影响距离

距爆破中心 (m)	87	258	478	579
最大峰值 (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

7.5.4 项目用海资源影响分析

(1) 对幼鱼幼虾保护区保护区的影响

项目小部分港池位于广东沿岸-20m 水深以浅海域，属于幼鱼幼虾保护区。该保护区是为渔业资源养护的需要而设立的，其保护期为 3 月 1 日至 5 月 31 日；保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及以捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。项目施工并不违反该保护区的管理要求。项目施工会对广东沿岸的渔业资源养护产生一定的影响，这种影响是短期的、可修复的。可后续通过项目的渔业资源损失补偿开展增殖放流予以补偿。

(2) 疏浚作业对底栖生物影响损失量估算

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》（以下简称《规程》），疏浚作业破坏潮间带生物和底栖生物的生境，按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克（kg）； D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克（kg）/ km^2 ； S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2 。

本工程港池疏浚面积约为 22.7ha。该海域潮间带生物或底栖生物大部分将难以存活。

根据春秋季节海洋生态现状调查结果，底栖生物平均生物量为： $(5.97+37.69)/2=21.83 \text{ g/m}^2$ 。

则疏浚作业造成的底栖生物损失量为： $21.83 \times 10^{-6} \times 22.7 \times 10^4 = 4.96\text{t}$

若损失量按底栖生物市场平均价格 20 元/kg 计，根据《规程》，疏浚作业造成的生物资源损害补偿年限按 3 年计算，则补偿金额为 29.7 万元。

（2）防波堤和桩基占海对底栖生物影响损失量估算

本工程码头桩基占用面积约为 241m^2 ，造成的底栖生物损失量为：

$$21.83 \times 10^{-3} \times 241 = 5.26\text{kg}$$

防波堤占用面积为 6.9920ha，造成的底栖生物损失量为

$$21.83 \times 10^{-6} \times 6.9920 \times 10^4 = 1.53\text{t}$$

若损失量按底栖生物市场平均价格 20 元/kg 计，根据《规程》，桩基占海将对水域生态系统造成不可逆影响，生物资源损害的补偿年限按 20 年计算，则桩基占海生物补偿金额为 61.3 万元。

（3）疏浚引起的游泳生物及鱼卵、仔鱼损失量

1) 计算公式和参数取值

根据工可报告，本工程疏浚和防波堤作业总工期估算 11 个月，按照《规程》，施工在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： M_i 为第 i 种生物资源累计损害量，尾、个或千克（kg）； W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）； T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），个； D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，尾/km² 或个/km² 或千克（kg）/km²； S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，km²； K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，%； n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

① 污染物浓度增量区面积（ S_i ）和分区总数（ n ）

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率。

② 生物资源损失率（ K_{ij} ）

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 7.5-3）。小于 10 mg/L 浓度增量范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。影响面积依据典型点平均值计算。

表 7.5-3 本工程悬浮物对各类生物损失率及分区面积

分区	面积 (km ²)	浓度增量 范围 (mg/L)	超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)	
				鱼卵和仔稚鱼	成体
I 区	1.64	10~20	Bi≤1 倍	5	0.5
II 区	0.208	20~50	1<Bi≤4 倍	17	5
III 区	0.03	50~100	4<Bi≤9 倍	40	15
IV 区	0.003	≥100	Bi>9 倍	50	20

③ 持续周期数（ T ）和计算区水深

本工程疏浚和基槽开挖作业总工期估算 11 个月，污染物浓度增量影响的持续周期为 22；根据工程海域测量资料，施工悬浮物浓度增量超标范围的平均水深取 20m。

④ 生物资源密度（ D_{ij} ）

根据春季、秋季调查结果，游泳生物的平均资源密度为 1647.2kg/km²，鱼卵分布平均密度为 0.587 粒/m³，仔鱼平均密度为 0.011 尾/m³。则渔业资源损失量见表 7.5-4。

根据计算结果，施工引起的悬浮物造成的游泳生物损失量为 1156.0kg，鱼卵、仔鱼折鱼苗损失量为 3.73×10⁵尾。

2) 经济损失

按照当地水产养殖普通鱼苗的平均市场价格 1 元/尾计算, 游泳生物价值按 30 元/kg 计算, 根据《规程》, 施工作业导致的渔业资源损失补偿年限为 3 年, 则补偿总金额为 115.25 万元。

表 7.5-4 港池疏浚、基槽开挖作业悬浮物引起的生物资源损失计算表

影响对象	平均密度	悬浮物浓度增量 (mg/L)	影响面积 (km ²)	死亡率 (%)	折鱼苗比 (%)	损失量 (尾/kg)	作业时间 (d)	合计损失量 (尾/kg)
鱼卵	0.587 粒/m ³	<20, >10	1.64	5	1	9627	330	211790
		20~50	0.208	17.5	1	4273	330	94014
		50~100	0.03	40	1	1409	330	30994
		>100	0.003	50	1	176	330	3874
仔鱼	0.011 尾/m ³	<20, >10	1.64	5	5	902	330	19844
		20~50	0.208	17.5	5	400	330	8809
		50~100	0.03	40	5	132	330	2904
		>100	0.003	50	5	17	330	363
游泳生物	1647.2 kg/km ²	<20, >10	1.64	1	100	27.01	330	594.31
		20~50	0.208	5	100	17.13	330	376.88
		50~100	0.03	15	100	7.41	330	163.07
		>100	0.003	20	100	0.99	330	21.74

(4) 炸礁引起的生物损失量

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》, 水下爆破的持续影响周期以 15 天为一个周期。水下爆破对生物资源的损害评估按下式计算:

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

式中:

W_i ——第 i 种类生物资源累计损失量, 单位为尾(尾)、个(个)、千克(kg);

D_{ij} ——第 j 类影响区中第 i 种类生物的资源密度, 单位为尾每平方千米(尾/km²)、个每平方千米(个/km²)、千克每平方千米(kg/km²);

S_j ——第 j 类影响区面积, 单位为平方千米(km²);

K_{ij} ——第 j 类影响区第 i 种类生物致死率, 单位为百分比(%);

T ——第 j 类影响区的爆破影响周期数(以 15 天为一个周期);

N ——15 天为一个周期内爆破次数累积系数, 爆破 1 次, 取 1.0, 每增加一次增加 0.2;

n ——冲击波峰值压力值分区总数。

对底栖生物的危害评估根据实际情况考虑影响周期。

1) 底栖生物影响估算

炸礁范围均位于疏浚范围内，对底栖生物的影响已在疏浚影响中估算，在此不重复计算。

2) 游泳生物损失估算

①生物量损失

本项目炸礁约 3 个月，总爆破次数约 300 次。生物量取两次调查结果平均值进行估算。由表可知，炸礁作业对游泳生物影响损失约 16.72t。

表 7.5-5 炸礁作业对游泳生物影响定量估算

类别	生物量 (kg/km ²)	距爆破 中心 (m)	最大峰 压值 (kg/cm ²)	致死率 (%)	损失量 (单次, t)	损失量 (一个 周期, t)	炸礁周 期 (个)	损失量 (多个 周期,t)
鱼类 (石首 科除 外)	1020.85	87	7.27	100	0.024	0.2592	6	1.5552
		258	1.69	20	0.043	0.4644	6	2.7864
		478	0.745	10	0.073	0.7884	6	4.7304
		579	0.577	3	0.032	0.3456	6	2.0736
石首科 鱼类	35.73	87	7.27	100	0.001	0.0108	6	0.0648
		258	1.69	100	0.007	0.0756	6	0.4536
		478	0.745	50	0.013	0.1404	6	0.8424
		579	0.577	15	0.006	0.0648	6	0.3888
甲壳类	524.19	87	7.27	100	0.012	0.1296	6	0.7776
		258	1.69	20	0.022	0.2376	6	1.4256
		478	0.745	6.6	0.025	0.27	6	1.62
		579	0.577	0	0.000	0	6	0

②损失价值估算

若损失量按 3.0 万元/吨计, 则损失的价值为 50.2 万元。根据技术规程, 损失按 3 年补偿, 即补偿金额为 150.5 万元。

(5) 小结

综上所述, 本项目建设引起的渔业资源损失量和补偿金额统计见表 7.5-6。项目建设造成的底栖生物直接损失量为 6.49t, 鱼卵仔鱼直接损失量为 3.73×10^5 尾, 游泳生物直接损失量为 17.87t。按照计算规程要求的赔偿年限和当地价格, 项目渔业资源补偿金合计 356.75 万元。

表 7.5-6 本项目建设引起的渔业资源损失和补偿金额统计表

种类	疏浚作业		构筑物占海		炸礁		合计
	损失量	补偿金 (万元)	损失量	补偿金 (万元)	损失量	补偿金 (万元)	
底栖生物	4.96t	29.7	1.53t	61.3	/	/	6.49t
鱼卵仔鱼	3.73×10^5 尾	111.78	/	/	/	/	3.73×10^5 尾
游泳生物	1.156t	3.47	/	/	16.72t	150.5	17.876t
补偿金额合计							356.75万元

7.5.5 对海洋环境保护目标影响分析

7.5.5.1 对环境敏感目标海水水质的影响

本项目施工期悬沙扩散范围与海洋环境保护目标、海洋生态红线的叠置见图 7.5-2 和图 7.5-3，对保护目标的影响汇总见表 7.5-7 和图 7.5-2。

(1) 对生态红线区和自然保护区的影响

本项目港池和疏浚范围均不涉及海洋生态红线区；但工程区域部分作业点开展施工时，产生的悬浮物超过 10mg/L 的范围将进入附近红线区：其中“214 鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区”悬浮物最大浓度增值超过 100mg/L；“213 鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区”悬浮物最大浓度增值超过 20mg/L；“212 前詹珍惜濒危物种集中分布区限制类红线区”不超过 12mg/L。

本项目疏浚产生的悬浮物在“揭阳市海龟、莹市级自然保护区”、“揭阳市龙虾市级自然保护区”和“前詹人工鱼礁区”的浓度增值均不超过 10mg/L。

项目对上述保护区生态环境的影响方式主要是局部水质暂时降低的影响，其程度较低，随着施工期的结束影响也结束。

本次工程港池离岸较远，施工悬浮物浓度增值超过 10mg/L 的最大范围不会抵岸，因此不影响码头后方陆域沿岸的高位养殖取水水质。

(2) 对幼鱼幼虾保护区保护区的影响

项目位于广东沿岸-20m 水深以浅海域，该片海域全部属于幼鱼幼虾保护区，该保护区是为渔业资源养护的需要而设立的，其保护期为 3 月 1 日至 5 月 31 日；保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及以捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。可见，项目施工并不违反该保护区的管理要求，但项目施工会对局部的渔业资源养护产生一定的影响，这种影响是短期的、可修复的，其影响是可接受的。

表 7.5-7 施工悬沙对保护目标的影响范围与程度

序号	类别	名称	保护对象	悬沙影响浓度 (mg/L)
1	自然保护区	揭阳龙虾自然保护区	龙虾	<10
2		揭阳市海龟、鲨市级自然保护区	海龟、鲨	<10
3	渔业资源养护	前詹人工鱼礁区	水质	<10
4		幼鱼幼虾保护区	水质	影响范围为 4.66km ²
5		前詹鲍鱼高位养殖区	水质	<10
6	旅游度假区	绿洲度假旅游区	水质	<1
7		惠来金海湾度假旅游区	水质	<1

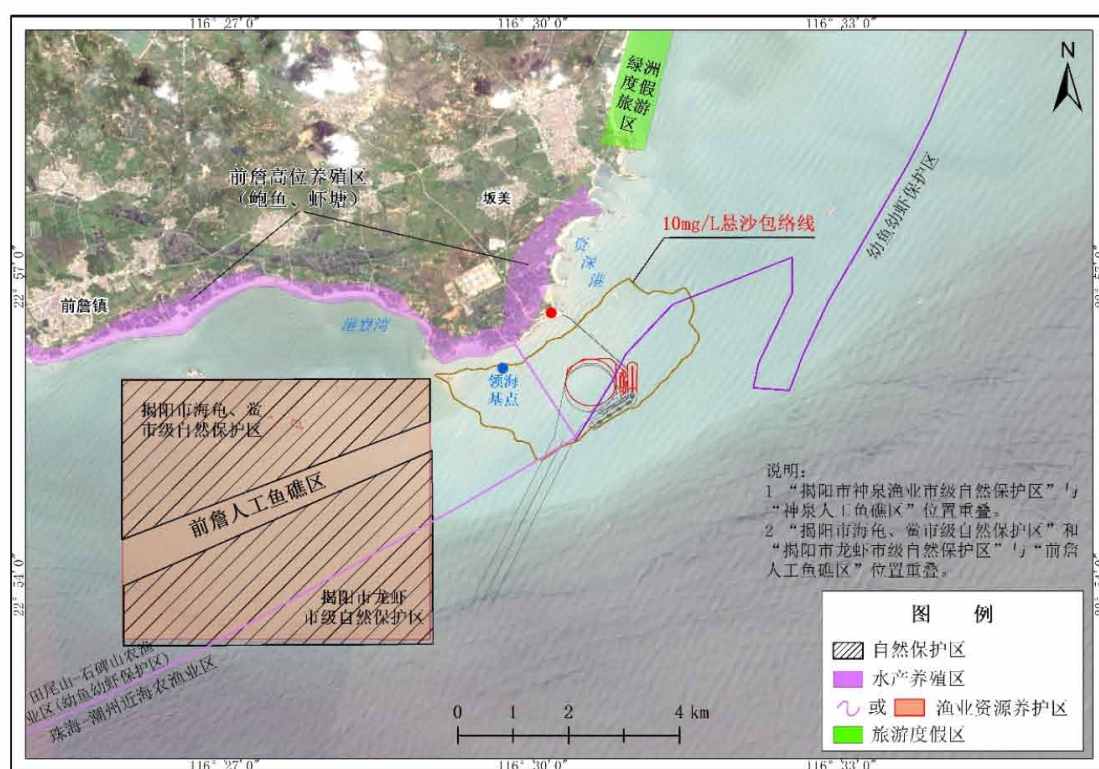


图 7.5-2 施工期悬沙扩散范围与海洋环境保护目标叠置图

表 7.5-8 施工悬沙对海洋生态红线区的影响范围与程度

功能区编号	生态红线区名称	悬沙影响浓度 (mg/L)
208	惠来县人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区	<1
209	神泉珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	<1
210	神泉芦园湾重要滨海旅游区限制类红线区	<1
211	前詹重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	<1
212	前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	0.026 km ² 超 10mg/L
213	鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区	0.63km ² 超 10mg/L
214	鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区	2.18km ² 超 10mg/L
215	绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	<1
216	客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区	<1

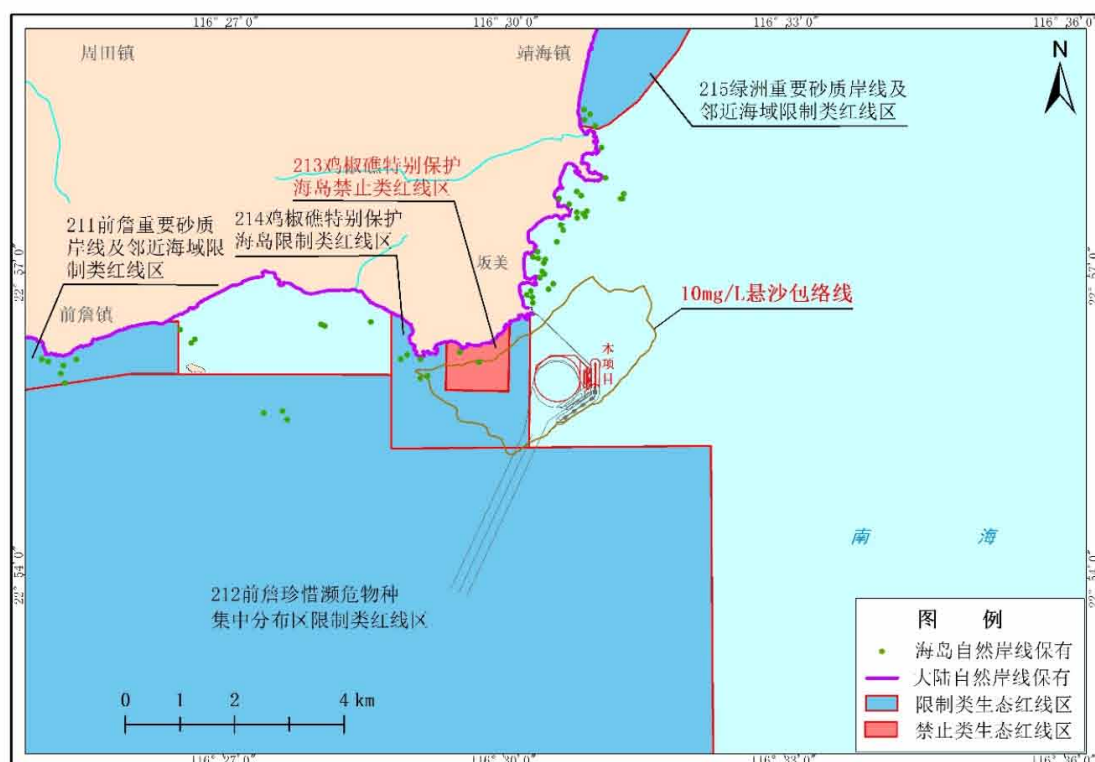


图 7.5-3 施工期悬沙扩散范围与海洋生态红线的叠置图

7.5.5.2 疏浚和炸礁对保护物种的影响分析

调查海域历史曾有海龟、鲎、龙虾出现，但 2010~2021 年针对评价海区的 8 次海洋生态资源现状调查中未发现海龟、鲎、龙虾。

施工期对海洋环境的影响主要来自疏浚等水工工程作业。鲎栖息于沙质海底，昼伏夜出；龙虾主要生活于浅海的礁岩间，白昼潜伏于岩缝间或石下，夜间觅食活动，行动缓慢。如施工海域存在鲎和龙虾，对其将产生较大的影响。

海龟生活于近海上层，活动能力较强，对施工作业有趋避行为，施工作业对其影响相对较小。

考虑到本项目所在港区为在建港区，工程海域目前正在开展广东石化项目的施工，工程局部海域处于受扰动状态，保护物种趋避行为使得工程海域出现上述保护动物的可能性较低。因此可以认为本项目施工作业对鲎、海龟和龙虾的影响较小。同时，考虑到项目施工的间歇性，仍然建议在施工前采用电子驱鱼设施对影响范围内的生物进行驱赶后方开展作业。

7.5.5.3 炸礁施工对环境保护目标的影响分析

需炸礁盘共 4 块，礁石位置与周边敏感保护目标的距离关系见表 7.5-9。其中海龟、鲎自然保护区和龙虾自然保护区由于距离炸礁区域较远，超出了图示范围。炸礁冲击波对生物的影响范围见图 7.5-1。

表 7.5-9 炸礁工程与周边敏感保护目标的位置关系 (米)

项目	甲	乙	丙	丁
与 212 前詹珍惜濒危物种限制类红线区的距离	1548	1498	1438	1376
与 214 鸡椒礁保护海岛限制类红线区的距离	569	703	759	825
与 213 鸡椒礁保护海岛禁止类红线区的距离	955	1088	1145	1212
与石碑山领海基点的距离	1532	1665	1722	1786
与海龟、鲎自然保护区的距离	2685	2811	2865	2926
与龙虾自然保护区的距离	3134	3182	3214	3245

(1) “214 鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区”和“213 鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区”

本项目建设内容不涉及上述生态红线区。

2017 年《广东省海洋生态红线》将鸡椒礁为中心约 1.15km×1.15km 的海域范围划为“213 鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区”，在鸡椒礁外围 2.5km×2.5km 的海域（扣除禁止类红线区）划为“214 鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区”，主要保护对象是“海岛自然地形、地貌和海岛生态系统”。上述两个红线区的管控措施为：维护主权权益，严格保护海岛自然地形、地貌，禁止炸岛、海岛采石、采挖海砂等可能危害主权权益及破坏海岛生态系统的开发活动，禁止损毁领海基点标志，加强主权权益设施建设；环境保护要求为：按照

海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。

工程不改变上述两个红线区范围内的地形地貌，也不会造成领海基点标志损毁。项目涉及的礁石位于水面线下 20 米，不会露出水面，也不在海岛名录中，不属于海岛；炸礁位置与最近的海岛（鸡椒礁）距离约 1532m，与海岛禁止类红线区距离超过 955m，与海岛限制类红线区距离超过 569m，炸礁作业改变港区的地形；尽管炸礁会导致海底基岩的震动，但距离作业点 569m 外的海岛地形不会发生改变。爆炸产生的水质悬浮物影响范围约 550 米，悬浮物浓度在爆破后 30 分钟可降低到 10mg/L 以下，24 小时完全内恢复，对沉积物无不良影响。爆破冲击波对海洋生物的影响范围主要在 580 米，对部分声敏鱼类如石首鱼科可达 800 米。

总体而言，炸礁对上述两个红线区内海岛的地形地貌无影响，可能会对栖息在红线区内的海洋生物有一定影响，但这种影响是暂时的、可以恢复的，不会对海岛生态系统的完整性产生明显影响。

（2）石碑山领海基点

鸡椒礁是石碑山领海基点的核心，距离最近的炸礁位置 1532m。

1996 年和 2012 年，我国政府公布了共计 94 个领海基点。其中石碑山角领海基点位于北纬 $22^{\circ} 56.1'$ ，东经 $116^{\circ} 29.7'$ 的鸡椒礁。2012 年，《国家海洋局关于印发〈领海基点保护范围选划与保护办法〉的通知》（国海发〔2012〕42 号），明确了领海基点的选划与审批、保护与管理原则，包括：1、领海基点保护范围外边界距离领海基点所在位置原则上不小于 300 米；2、禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变区域地形、地貌的活动；3、禁止损毁或者擅自移动临海基点标志和领海基点保护范围标志。

本工程炸礁区域，距离鸡椒礁为 1532m，工程建设范围不涉及鸡椒礁及其周围保护地带。工程采用延时爆破，控制最大起爆药量，引起的振动不会影响礁盘稳定性。

项目无废水、废弃物在港区排放，施工期引起的悬浮泥沙，对施工作业点周边的水质会有一定影响，造成施工期间附近水体的悬浮物浓度增加，但影响短暂，不影响“石碑山角领海基点”的基本保护目标，符合其保护要求。

(3) 对“212 前詹珍惜濒危物种集中分布区限制类红线区”的影响

需要开展炸礁作业的礁石与该红线区边界最近距离大于 1376 米，根据 7.3.4 节分析结果，炸礁工程对水质和沉积物的影响主要在炸礁作业点附近 550 米范围内。根据第 7.5.3 节分析，炸礁冲击波对该敏感保护目标范围内的水生生物影响较小，但对敏感区边界的石首科鱼类会有一定影响。

(4) 其他敏感保护目标

炸礁区距离其他敏感保护目标均超过了 2.5km，无论是炸礁冲击波还是水质和沉积物均不会对其他敏感保护目标产生影响。

7.6 大气环境影响分析

施工期大气污染源主要为运输车辆产生的扬尘，码头工艺管线和设备焊接产生的烟尘、喷漆过程产生的挥发性有机物；施工机械和船舶排放的尾气，主要污染物为氮氧化物、一氧化碳和非甲烷总烃等。上述污染物的释放会带来一定程度的空气污染，但属于短期的、暂时的。工程结束后，影响也将消失。

本次评价主要利用同类项目进行类比分析施工期的大气环境影响。

7.6.1 施工场地扬尘影响分析

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，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 $0.49\text{mg}/\text{m}^3$ 。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 $5\text{m}/\text{s}$ ，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。

本项目施工场地包括：陆域预制件场地，主要依托陆域库区场地进行；海上施工场地。附近 500m 范围内无大气环境敏感保护目标，施工场地粉尘对周边敏感保护目标产生的影响很小。

7.6.2 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 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，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。在道路定时洒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施条件下，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

7.6.3 焊接烟尘大气环境影响分析

本项目焊丝及焊剂主要在于工艺管道和设备安装及少量土建工程中使用。用量少，焊烟产生量较小，且持续时间短。项目所在区域为半岛型的海陆连接处到海域距离陆地约 2km 的处，场地开阔、扩散条件极好。因此，施工期间焊接烟尘扩散范围基本上在海域中，对周围环境影响较小。

7.6.4 挥发性有机物大气环境影响分析

本项目漆料用量小，持续时间短，加之项目所在区域大部分位于海域或半岛型的陆域，四周场地开阔、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。

7.6.5 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 NO_x 、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。

7.7 声环境影响分析

本工程施工期噪声源主要来源于施工机械、设备、车辆、船舶等。强度在 68~106dB (A)之间。

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一声环境》(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。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。

7.8 固体废物影响分析

7.8.1 一般固废环境影响分析

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、厂家回收利用后不外排，对周围环境影响较小。

7.8.2 船舶固废环境影响分析

船舶固体废物由有资质单位接收处理，不外排，对周围环境影响较小。

7.8.3 危险废物环境影响分析

本项目施工期危险废物主要为少量废弃的漆桶等。

①设置专用的危险废物收集容器，产生的危险废物随时放置在容器中，绝不能和其他废物一起混合收集，定期运往危险废物暂存场所，并定期将危险废物交由有资质单位安全处置。

②对于危险固废的收集及贮存，应根据危险固废的成分，用符合国家标准耐腐蚀、不易破损、变形和老化的容器贮存，并按规定在贮存危险固废容器上贴上标签，详细注明危险固废的名称、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办法。

③危险固废贮存设施符合 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，危险固废贮存设施要建有堵截泄漏的裙脚，地

面与裙脚用坚固的防渗材料建造，并建有隔离设施、报警装置和防风、防晒、防雨设施，基础防渗层用 2mm 的高密度聚乙烯材料组成，表面用耐腐蚀材料硬化，衬层上建有渗滤液收集清除系统、径流导出系统、雨水收集池。

④按月统计危废种类、产生量、暂存时间、交由处置时间等，并按月向当地环保部门报告。

⑤危险废物的转移应遵从《危险废物转移联单管理办法》及其他有关规定的要求，并禁止在转移过程中将危险废物排放至环境中。建设单位可与危废处置单位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。

7.8.4 疏浚物和礁渣处置

本项目港池疏浚产生疏浚物约 106.2 万方，拟全部外抛至前詹临时海洋倾倒区，具体以生态环境部批复为准。倾倒的影响在倾倒区选划过程经过论证，本评价不再进行评价。

本项目另有 14.01 万方炸礁产生的礁渣，回用至防波堤做回填材料，不外抛。

7.8.5 小结

综上，拟建项目疏浚物外抛至指定的抛泥区；施工期产生的其他各类固体废物分质分类进行处理；拟建项目施工期危险废物的收集、贮存和运输均按照相关要求，对周围环境影响较小。可在严格落实上述措施情况下，施工期固体废物不会对环境产生不良影响，为环境所接受。

8 营运期环境影响评价与分析

8.1 水环境影响评价与分析

本项目营运期码头产生生产污水、生活污水、船舶生活污水和油污水、初期雨水等，均通过码头污水管接入 1#泊位污水管线送至后方库区含油污水收集池，并通过库区的污水泵经长输管线送至广东石化厂区污水处理场含油含盐污水处理系统处理后进入回用系统。流程见图 8.1-1。

依托的 1#泊位、长输管线工程和污水处理系统属广东石化炼化项目，环境影响评价文件于 2019 年 6 月取得了生态环境部批复（环审〔2019〕76 号）；后方陆域污水收集和调节的设施属于 520 商储库项目，环境影响评价文件于 2021 年 9 月取得了揭阳市生态环境局批复（揭市环审[2021]29 号）。因此本章节重点分析污水收集、处理和输运的可依托性，原有工程污染负荷总量不增加的前提下，不再预测本项目的水环境影响。

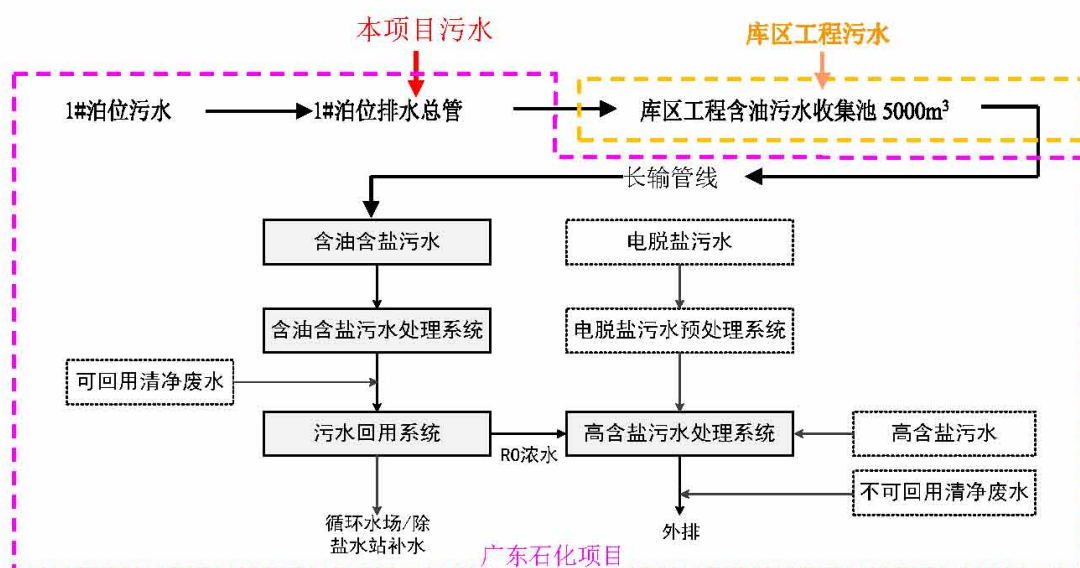


图 8.1-1 本项目污水输送和处理依托关系示意图

8.1.1 污水收集和输送措施的可依托性分析

（1）污水收集措施

本项目后方的陆域库区项目设含油污水收集池一座，规模为 5000m³。功能为集中容纳库区工程各类含油污水和生活污水，同时也接收资深港区在建、拟建的 2 个原油码头产生的且需上岸处理的各类污水。

上述污水量汇总见表 8.1-1。

资深港区（含两个泊位）和库区工程在正常运营期间，暴雨天气下（不开展地面冲洗）每日最大污水量=初雨水量+陆域生活污水量+船舶机舱含油污水+船舶生活污水=

$$(3900\text{m}^3/\text{次}+8.5\text{m}^3/\text{次}+25.58\text{m}^3/\text{次}) + (3.418\text{m}^3/\text{h} \times 24 + 1.8\text{m}^3/\text{d} + 2.17\text{m}^3/\text{d}) + (20\text{m}^3/\text{d} + 20\text{m}^3/\text{d}) + (2.55\text{m}^3/\text{d} + 2.55\text{m}^3/\text{d}) = 4065.182 \text{ m}^3/\text{d}。$$

可见规模为 5000m³ 含油污水收集池，可以确保暴雨天气下本项目、1#泊位和库区项目正常运营产生的污水全部得到收集的同时，还可适当开展清罐作业。

综上，库区工程的 5000m³ 含油污水收集池具有可依托性。

表 8.1-1 含油污水收集池污水来源一览表

		库区污水	1#泊位污水	本项目污水
清罐废水	水量	215 m ³ /次·罐 2580 m ³ /a	/	/
	水质	石油类≤500mg/L COD≤1000mg/L	/	/
地面/码头面冲洗水	水量	400 m ³ /a	0.9m ³ /次 130.5m ³ /a	6.4m ³ /次 1152m ³ /a
	水质	石油类≤500mg/L、 COD≤1000mg/L	石油类≤300mg/L	石油类 ≤300mg/L
初期雨水	水量	3900m ³ /次 39000 m ³ /a	8.5m ³ /次 1402.5m ³ /a	25.58m ³ /次 3120.6m ³ /a
	水质	石油类≤500mg/L、 COD≤1000mg/L	石油类 ≤150mg/L、 COD≤200mg/L	石油类 ≤150mg/L、 COD≤200mg/L
陆域生活污水	水量	3.418m ³ /h 28711.2m ³ /a	1.8m ³ /d 558m ³ /a	2.17m ³ /d 781.2m ³ /a
	水质	COD≤350mg/L BOD ₅ ≤25mg/L	COD≤350mg/L 氨氮≤25mg/L	COD≤350mg/L 氨氮≤25mg/L
船舶机舱含油污水	水量	/	8.33~20m ³ /d 2680m ³ /a	8.33~20m ³ /d 2300m ³ /a
	水质	/	石油类 ≤20000mg/L	石油类 ≤20000mg/L
船舶生活污水	水量	/	2.55m ³ /d 342m ³ /a	2.55m ³ /d 459m ³ /a
	水质	/	COD≤350mg/L 氨氮≤25mg/L	COD≤350mg/L 氨氮≤25mg/L
小计	水量	70691.2m ³ /a	5113 m ³ /a	7812.8m ³ /a
合计水量		83617 m ³ /a，最大日 4065.182 m ³ /d		

(2) 污水输送管线的可依托性

①1#泊位污水管线可依托性

资深港区在建的 1#泊位至库区设污水管线两条，其中生活污水管设计流量

25m³/h，压力不小于 0.5MPa，管径 DN150；含油污水管设计流量 25m³/h，压力不小于 0.5MPa，管径 DN150。

本项目码头装卸区设 1 个集污池，2 台污水泵。码头区的生产废水和初期雨水、船舶机舱油污水均排入进入 1#泊位含油污水管；码头区的生活污水和船舶生活污水则进入 1#泊位的生活污水管。本项目油气回收站设置集污池 1 座，收集油气回收站产生的含油污水就近排入 1#泊位含油污水管。

根据表 8.1-1 资深港区 1#泊位和本项目生活污水产生量为 9.07 m³/d，1#泊位的生活污水管设计参数满足依托需要。资深港区 1#泊位和本项目最大日含油污水产生量为 74.1m³/d（暴雨日），含油污水最大负荷为 34.08m³/次（暴雨时）。在码头装卸区和油气回收站集污池的缓冲下，1#泊位在建污水管设计流量可以满足本项目依托需要。

②库区至厂区的污水管线

广东石化炼化一体化项目在建设库区到炼化厂区之间的厂外管线，包括 1 条输油管线、1 条燃料气管线和 1 条污水管线，管线长度 31.4km。其中污水管线设计压力 2.5MPa，管径 DN150，设计输量为 50m³/h，日输送能力为 1200 m³。在集污池的调节下，可以满足项目需要。

（3）小结

综上所述，库区工程和广东石化项目的污水收集设施、污水输送管线具有可依托性。

8.1.2 污水处理和排放措施的可依托性分析

本项目各类废水排入库区内设置的含油污水池，经设于池侧的含油污水提升泵加压后，外输至广东石化厂区污水处理场的含油含盐污水处理系统处理。

广东石化炼化一体化项目设置有一座综合污水处理场，对全厂各类污水进行最终的处置。按照“分类收集、分质处理”的原则，污水处理场进一步分为含油含盐污水处理系统、污水回用系统、高含盐污水处理系统和电脱盐污水预处理系统。各污水处理系统间的关系见图 8.1-1。

本项目污水进入依托含油含盐污水处理系统后，通过污水回用系统处理后回用。广东石化炼化厂区污水处理达标后排海。

8.1.2.1 处理工艺的可依托性

(1) 含油含盐污水处理系统

根据《广东石化项目变动情况分析报告》，炼化厂区含油含盐污水处理系统设计规模为 2400m³/h。采用“调节除油+隔油+中和均质+气浮+A/O+深度处理（高效沉淀+过滤）”工艺。处理后的废水送污水回用系统。各主要处理单元设计去除率见表 8.1-2。

表 8.1-2 含油含盐污水处理系统各主要单元污染物设计去除率

污染物项目	效率	进水	除油罐	除油池	均质池	气浮	生化+二沉	高密度沉淀池	V 型滤池
COD mg/L	水质	≤1000	≤930	≤856	≤856	≤770	≤70	≤63	≤60
	去除率	--	7%	8%	--	10%	90%	10%	5%
BOD mg/L	水质	≤300	≤300	≤300	≤285	≤268	≤5	≤5	≤5
	去除率	--	--	--	5%	6%	98%	--	--
石油类 mg/L	水质	≤300	≤200	≤100	≤100	≤20	≤3	≤3	≤3
	去除率	--	33%	50%	--	90%	70%	--	--
氨氮 mg/L	水质	≤60	≤60	≤60	≤60	≤60	≤10	≤10	≤10
	去除率	--	--	--	--	--	83%	--	--
总氮 mg/L	水质	≤70	≤70	≤70	≤70	≤70	≤15	≤15	≤15
	去除率	--	--	--	--	--	78.6%	--	--
悬浮物 mg/L	水质	≤200	≤150	≤100	≤100	≤20	≤50	≤15	≤5
	去除率	--	25%	33%	--	80%	--	70%	67%
硫化物 mg/L	水质	≤40	≤40	≤40	≤10	≤5	≤0.5	≤0.5	≤0.5
	去除率	--	--	--	75%	50%	90%	--	--

含油含盐污水处理系统工艺流程描述如下：

①调节除油罐

来自厂区各装置区的含油污水进入调节除油罐 2 座，单池有效容积 30000m³。在调节除油罐中进行除油、沉泥。当来水水质恶劣不满足污水处理场进水水质要求或水量超出含盐混合系列设计能力时，通过气动阀门直接将来水切入事故水罐；待日后，将事故水罐的水小股排出，通过事故水输送泵进入调节除油罐。

调节除油罐中设有浮动环流除油器与底部刮泥机，对含油污水进行初步隔油及沉砂。旋流除油器收集的浮油和底泥分别通过污油泵和污泥泵排入污油罐与污泥处理系统。

循环水排污水带压进入循环水调节罐，经提升泵进入中和池。

②竖流隔油池

为保证后续处理单元水量的稳定，在调节除油罐出水线上设有流量计和调节

阀，通过改变调节阀的开度使出水流量保持在设定值，当低液位时，通过提升泵加压。

调节除油罐出水自流进入竖流隔油池中，在这里进一步去除污水中的可浮油和粗分散油。竖流式隔油池分离出的污油自流进入浮油池，经泵提升进入到污油罐中，除油池的底泥定期经泵提升至污泥处理系统中。设计 4 座，单池处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，设计上升流速 $3.3\text{m}/\text{h}$ 。在除油池进一步去除污水中的可浮油和粗分散油。竖流式隔油池分离出的污油自流进入浮油池，经泵提升进入到污油处理系统污油罐中，除油池的底泥定期经泵提升至污泥处理系统中。

③中和及均质池

竖流隔油池出水自流进入中和池，同时炼油第一、第二循环水排污、预处理后的石油焦制氢装置污水、污泥脱水上清液等在中和池汇合。设 4 座，单池处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，设计停留时间 5min 。中和池内设有搅拌器、pH 计，由 pH 计自动控制加药间内酸泵、碱泵的电机频率来调节加药泵出口的流量，保证中和池出水 pH 值保持在 $7\sim 8$ 之间，同时，投加三氯化铁作为均质池去除硫化物的催化剂。中和池出水自流进入到均质池。

中和池出水自流进入到均质池，4 座，单池设计处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，单池有效容积 9600m^3 ，水力停留时间 16h 。均质池的池底设置曝气管，单池曝气量 $5160\text{Nm}^3/\text{h}$ ，通过曝气管的鼓风曝气作用，可以均衡水质及去除硫化物，避免对后续工艺造成冲击。

④气浮池

均质池的污水自流进入气浮，气浮采用部分回流加压溶气气浮工艺。来水首先进入混凝、絮凝反应池。混凝池 4 座，单池设计处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，单池容积 34m^3 ，水力停留时间 3.4min ；絮凝池 4 座，单池设计处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，单池容积 105m^3 ，水力停留时间 10.5min 。在混凝池中加入三氯化铁溶液、PAM，通过搅拌在絮凝池形成絮体。气浮池出水部分加压回流至溶气罐，与压缩空气混合形成溶气水，通过溶气释放器加压后，形成微气泡。絮凝水与饱含微气泡的溶气水混合后进入气浮池，4 座，单池设计处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，单池有效直径 15m ，上升流速 $3.5\text{m}/\text{h}$ ，最大回流比 39%。絮体与微气泡聚集在一起，在气浮池表面形成均匀的油泥饼，由链条刮泥机将浮渣刮至浮渣槽内，自流进入气浮污泥池中，气

浮池底少量沉泥也定期排至气浮污泥池中，由污泥输送泵系统一提升进入污泥处理系统。气浮的加药量调整，通过加药泵的变频自动实现。

⑤A/O 生化池

气浮出水进入到 A/O 生化池。生化反应池包括四个部分：预处理区、缺氧区、好氧区和脱气区。

来水自流首先进入到生化反应池的预处理区，并在这里与二沉池污泥回流液（100%）进行混合，之后进入缺氧区；生化池混合回流液在后端脱气区脱气后，二者在缺氧区汇合进行反硝化反应，去除部分 COD 并回收部分碱度。为防止活性污泥在池底沉积，在预处理区、缺氧区设置了潜水搅拌机。同时，为了监测活性污泥的生长环境及反应状况，在缺氧区中设置了 ORP、pH 在线分析仪。缺氧区出水进入到好氧区。

好氧区采用曝气头进行曝气，生物污泥在好氧区与污水紧密接触，污泥中已同化的高效微生物首先吸附水中的污染物，随后利用曝气系统输送的氧进行好氧生物降解，将污染物转化为水、二氧化碳，以达到去除污水中 COD 的目的；同时，将氨氮转化为硝酸盐或亚硝酸盐。

脱气区出水部分通过混合液回流泵回流至生化池的前端，其余进入到二沉池，实现污水分离，降低污水的 SS。二沉池 4 座，单池设计处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，单池有效直径 36m，表面负荷 $0.6\text{m}/\text{h}$ 。二沉池沉降的污泥进入到污泥回流井，部分被污泥回流泵提升至生化池预处理区，其余剩余部分被剩余污泥泵提升至污泥处理系统。

⑥高效沉淀池

二沉池出水进入高效沉淀池混合区，同时化工循环水及炼油三循带压进入清净废水调节罐，高液位时自流进入高效沉淀池混合区。通过加入碳酸钠、石灰、三氯化铁、PAM 等进行物理-化学深度处理，去除悬浮物、除硬、除硅，产生的化学污泥送污泥处理系统进行处理。

高效沉淀池由三部分组成：混凝池、絮凝池、澄清-浓缩区，各部分的功能如下：

a) 混凝池

混凝配水构筑物为矩形，配备快速搅拌器，用于混凝剂的快速混合。投加混

凝剂旨在使悬浮固体发生混凝反应。在混凝后，污水重力流进入对应的高密度沉淀池。混凝剂等药剂的投加将根据进水流量按比例进行调节。混凝池 6 座，单池设计处理能力 $567\text{m}^3/\text{h}$ ，单池容积 28.35m^3 ，总停留时间 3.6min。

b) 絮凝池

经过混凝后的水进入高密度沉淀池的絮凝反应室，在此投加聚合物及回流污泥以增强水的絮凝效果。絮凝反应池含有一个高效能量分散室和一个非混合室。

第一个室为能量分散室，通过采用变流量泵控制能量分散和污泥回流来优化絮凝反应，第二个室为非混合室，产生能够快速沉淀的较大的、均匀的矾花。絮凝池 6 座，单池设计处理能力 $567\text{m}^3/\text{h}$ ，单池容积 86m^3 ，总停留时间 8.6min。

c) 澄清-浓缩区

采用斜板分离器将矾花与水分离，逆向流将水与污泥分离。沉积在池子底部的污泥借助于配有尖桩栅栏的刮泥机系统以促进浓缩效果。沉淀池 6 座，单池设计处理能力 $567\text{m}^3/\text{h}$ ，斜管区面积 42m^2 ，斜管区表面负荷 $15\text{m}/\text{h}$ 。

⑦V 型滤池

V 型滤池是一重力式快滤池，采用均粒滤料截留水中的悬浮物。V 型滤池主要包括：滤池池体、配水系统、入口廊道及出水渠、反冲洗水泵和反冲洗风机、滤后水池。滤池 6 座，单池设计处理能力 $567\text{m}^3/\text{h}$ ，滤池类型：双格，单滤池面积 78m^2 ，过滤速度 $8\text{m}/\text{h}$ 。

来水由进水总渠经进水阀和方孔后，溢过堰口再经侧孔进入被来水淹没的 V 型槽，分别经槽底均匀的配水孔和 V 型槽堰进入滤池。进水由滤板滤头确保将流量均匀地分配到滤板下（冲洗水、冲洗空气）。

来自所有滤池的滤后水被收集到一个共用清水渠内，再进入产水池。滤池采用等速过滤方式，出水稳定。长时间运行后，由于截留水中的悬浮固体，固体可能在滤料中沉积，造成滤池堵塞，所以必须对滤料进行冲洗将这些固体去除。

由于整个滤池的压降随着滤池堵塞程度的加深而增加，因此，由阻塞指示计或时间控制进行反冲洗。

采用气水同步冲洗可以完成极其有效的反冲洗，优化反冲洗水的使用。而冲洗的实际频率取决于堵塞的频率，通常每天对滤池冲洗一次，一般来说，整个冲洗周期持续约 20 分钟。冲洗周期中需要运行的滤池所有阀门都是气动的，从滤

池控制台上按预定的顺序启动。

冲洗水从底部进入滤池，冲洗废水送入反洗废水池，之后回流到高效沉淀池。

含油含盐污水处理流程框图详见下图。

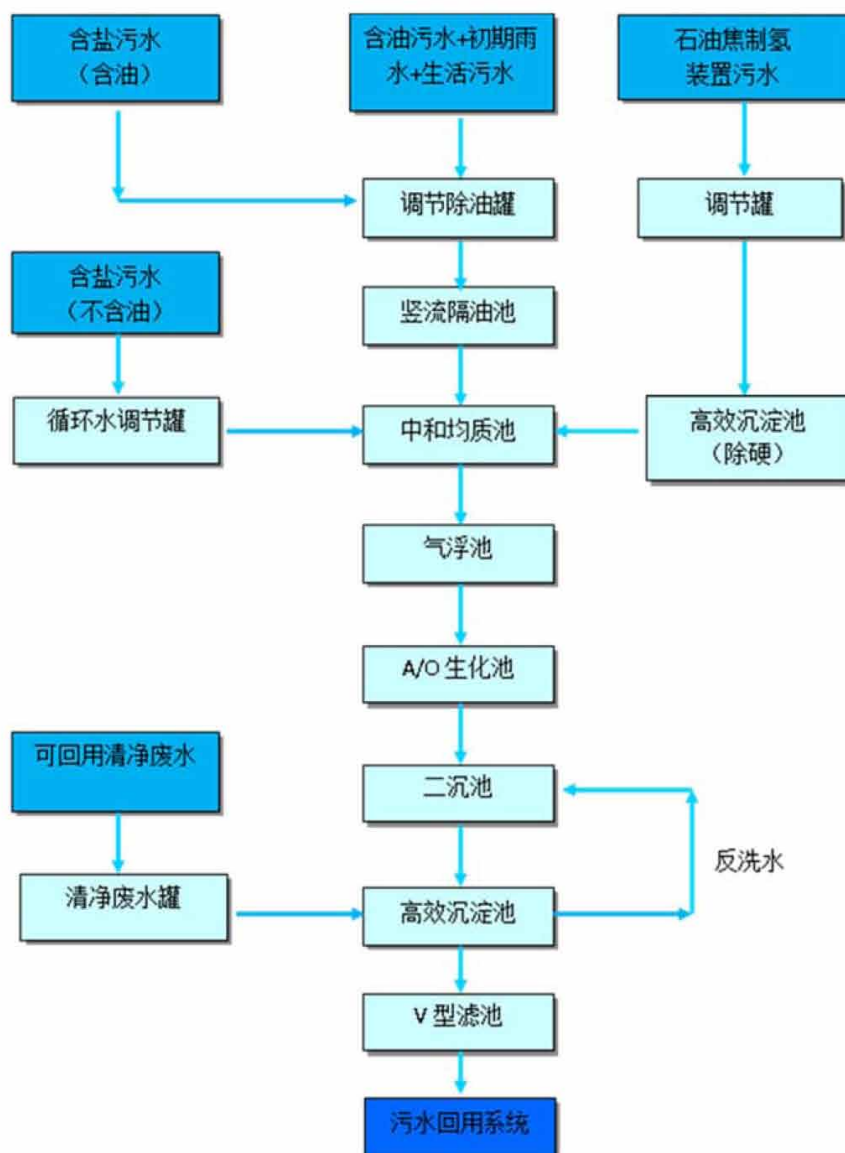


图 8.1-2 含油含盐污水处理工艺流程框图

（2）污水回用系统

含油含盐污水处理系统出水，进入污水回用系统回用处理。采用“预处理（臭氧+曝气生物滤池+V 型滤池）+超滤+反渗透”工艺。污水回用作循环水补充水，反渗透产水预留回用作脱盐车站补水管线。污水回用系统出水水质满足《炼化化工企业污水回用管理导则》（中国石油炼油与化工公司 2008 年）中初级再生水（用于循环水补水）及优质再生水（用于脱盐车站补水）的水质控制指标。

预处理段设计规模：3400m³/h；超滤规模：2400m³/h（考虑到超滤反洗水水

量)；反渗透规模 2160m³/h (产水率按照 75%计, 浓盐水量为 525m³/h)。

表 8.1-3 预处理段各主要单元污染物设计去除率

污染物项目	效率	进水	臭氧接触池	曝气生物滤池	V 型滤池
COD (mg/L)	水质	≤60	≤40	≤30	≤30
	去除率	--	33%	25%	--
BOD (mg/L)	水质	≤5	≤15	≤3	≤3
	去除率	--	--	80%	--
石油类 (mg/L)	水质	≤3	≤3	≤1	≤1
	去除率	--	--	66.7%	--
悬浮物 (mg/L)	水质	≤5	≤5	≤3	≤1
	去除率	--	--	40%	66.6%

其工艺流程描述如下：

①臭氧接触池

污水处理段 V 型滤池出水提升进入臭氧接触池。在臭氧接触池, 通过臭氧扩散器使臭氧气体被分成无数微小的气泡, 实现臭氧从气相向液相进行质量传递的过程, 在接触池后的反应室内, 提供了必需的反应时间, 使溶解臭氧有时间进行反应。在经臭氧化后, 水中难生物降解的长链、大分子有机物转化为较小且可生物降解的有机物, 同时臭氧还增加了水中的溶解氧含量。臭氧池 6 座, 单池设计处理能力 650m³/h, 臭氧发生器总产气能力 200kgO₃/h。

②曝气生物滤池

臭氧接触池出水进入生物滤池内, 通过滤池内滤料的截留作用和滤料上附着的微生物的净化作用, 使污水的 COD 和悬浮物得到有效去除。生物体繁殖与悬浮固体截留将会逐渐堵塞生物滤池内的滤床, 运行一段时间后, 需要进行反冲洗, 冲洗过程为气水联合冲洗。正常冲洗过程与计时器连锁, 由各个生物滤池内的水头损失计进行控制。正常冲洗过程为自动冲洗, 强制冲洗时需要手动启动。产生的反洗废水进入曝气生物滤池反洗废水池, 经提升送去含油含盐污水处理系统均质池。反洗用风由非净化风减压后提供。曝气生物滤池 24 座, 单池设计处理能力 160m³/h, 净填料面积 50m²。

③V 型滤池

生物滤池出水进入 V 型滤池, 用于进一步去除污水中的悬浮物, 从而污水中不溶性有机物进一步去除。一段时间去除水中的悬浮固体后, 固体可能在滤料中沉积, 必须将其去除, 对滤料进行冲洗。V 型滤池 6 座, 单池设计处理能力 630m³/h,

单池面积 70m²。

采用气水同步冲洗可以完成及其有效的反冲洗，优化反冲洗水的使用。冲洗的实际频率取决于堵塞的频率，通常每天对滤池冲洗一次，一般来说，整个冲洗周期持续约 20 分钟。V 型滤池出水经池进入回用部分的超滤。

④超滤（UF）

V 型滤池的产水经过超滤进水泵提升，首先进入自清洗过滤器,自清洗过滤器出水进入超滤膜。自清洗过滤器用于截留微细颗粒物质，避免超滤膜被大颗粒物质堵塞或划伤。超滤膜能够去除水中的悬浮物、胶体、微生物以及大分子有机物物质，出水 SDI≤3，满足反渗透的进水要求。UF 膜堆数量 8 套，单套设计处理能力 300m³/h。

⑤反渗透（RO）

超滤出水通过增压泵提升后，在管线上加入盐酸、阻垢剂、还原剂、非氧化性杀菌剂后，由高压泵送入 RO 膜组件，通过 RO 膜装置去除大部分的离子和其它杂质。RO 膜浓水进入到浓盐水罐，产品水进入 RO 产水池，经泵提升进入产品水罐，外送至除盐车站或循环水场。反渗透系统回收率≥75%，脱盐率≥97%。RO 膜堆数量 8 套，单套设计处理能力 275m³/h。

RO 膜组采用一级两段式。

反渗透膜堆产品水管上装设防爆膜，当产品水管超压时，爆破膜自动破裂泄压，防止误操作憋压造成损坏；反渗透膜堆停用后能延时自动冲洗。停运时自动打开自动冲洗排水门 3~5 分钟，将膜元件内部的浓水冲洗干净；反渗透膜堆产品水管和浓水管设取样点，取样点的数量及位置能有效地诊断并确定系统的运行状况。取样点集中设置，便于取样。

化学清洗采用人工加药人工调配的方法，水源为 RO 膜出水，化学清洗水水箱内设有电加热器，将药液加热至 30~40℃，并通过搅拌器将药液搅拌均匀后，将化学清洗药液打入 RO 膜对之进行化学清洗，出水回至化学清洗水水箱循环使用。

化学清洗水箱排水经中和后，提升进入含油含盐污水处理系统中和均质池进行处理。冲洗水进入与超滤共用的反洗废水池。

污水回用系统流程框图见图 8.1-3。

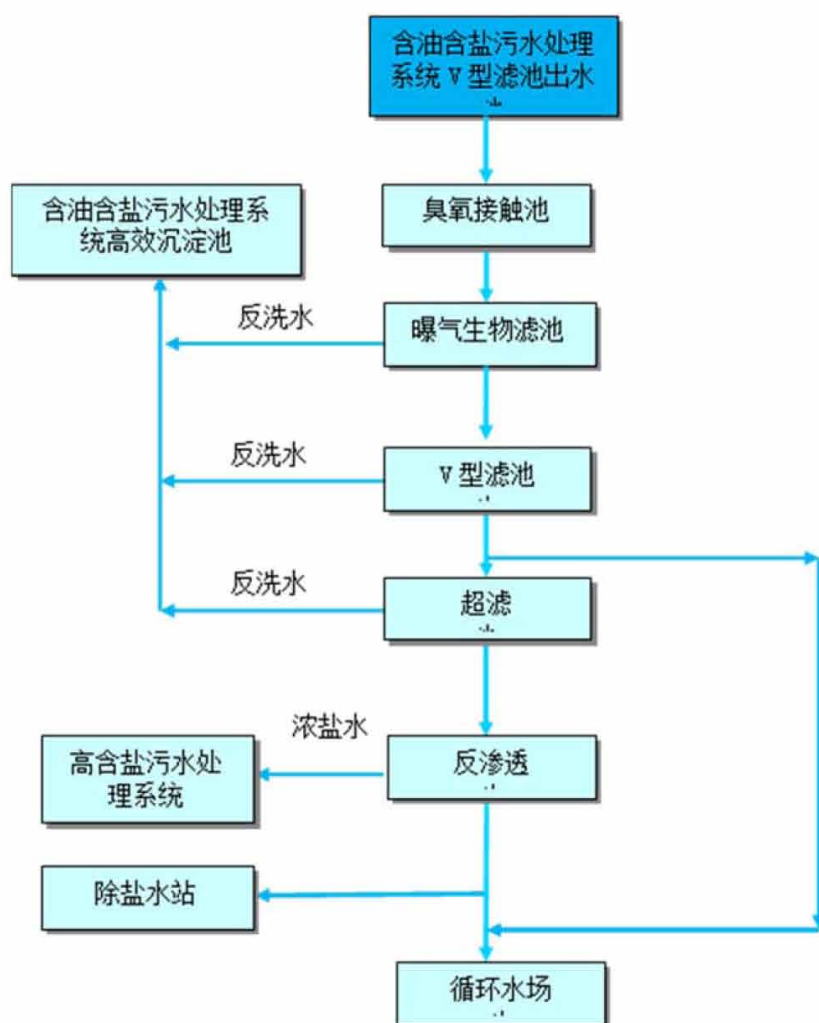


图 8.1-3 污水回用系统流程框图

(3) 高含盐污水处理系统

污水回用系统反渗透排放浓水为高含盐（TDS <1%）且含一定浓度有机物的污水，进入高含盐污水处理系统进一步处理。

高含盐污水排水量正常 610.91m³/h，最大 811.10m³/h。设计规模：1000m³/h，分 2 个系列，采用“气浮+两级 PACT+WAR+臭氧氧化”工艺，其中 WAR 装置：26m³/h。经处理后，监测 COD<50mg/L，总氮<20mg/L，其余污染物满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）、《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015）中特别排放限值及广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中更严的标准，排海。

表 8.1-4 高含盐污水处理系统设计进、出水水质

序号	项目	单位	进水	出水
1	水温	□	≤40	
2	pH 值	无量纲	6~9	6~9

序号	项目	单位	进水	出水
3	COD _{Cr}	mg/L	≤1300	≤50
4	BOD ₅	mg/L	≥200	≤10
5	挥发酚	mg/L	≤40	≤0.3
6	悬浮物	mg/L	≤100	≤20
7	石油类	mg/L	≤50	≤3
8	总溶解固体	mg/L	≤12000	/
9	氨氮	mg/L	≤50	≤5
10	总氮	mg/L	≤70	≤20
11	总磷	mg/L	/	≤0.5
12	氯离子	mg/L	≤1000	/
13	硫化物	mg/L	≤30	≤0.5
14	总氰化物	mg/L	/	≤0.3
15	氟化物	mg/L	/	≤8

其工艺流程描述如下：

来自炼化厂区产品码头的压舱水、碱渣预处理后污水、SAR 高含盐污水进入各自设置的调节罐，调节罐储存调节各股来水，保证后续工艺段的水量保持平稳。调节罐出水与电脱盐水预处理一并进入中和池，中和池内投加氢氧化钠或硫酸调节 pH，中和池出水自流进入气浮池，气浮池内污水中的大部分悬浮物和分散油珠被去除，气浮出水和 RO 浓水进入均质池，进行均衡水质，池底设置有曝气系统并加药去除硫化物。投加三氯化铁进行催化氧化反应，为除硫和后续的气浮提供正常絮凝条件。均质池 4 座，停留时间 20h。

一级 PACT 包括缺氧段、好氧段等，污水中的大部分污染物在一级 PACT 生化池内被去除，在 PACT 池内生化的生化、物化反应机理较为复杂，既有微生物对有机物的碳化降解、无机物质的氧化（硝化作用、硫化作用、反硝化作用）同时也有对难降解惰性有机物的吸附。出水进入一级沉淀池进行污水和炭泥分离，一级沉淀池炭泥进入污泥浓缩池，一级沉淀池出水进入滤池，去除大部分悬浮物。滤池出水进入臭氧接触池，在臭氧的高级氧化作用下部分不可生化降解的 COD 变为可生物降解的 COD。臭氧池出水进入二级 PACT 配水池。二级 PACT 包括缺氧段、好氧段等，在二级 PACT 生化池内投加新的粉末活性炭并曝气，污水中的剩余污染物进一步被去除，二级 PACT 生化池出水进入二级沉淀池进行污水和炭泥分离，出水进入滤池过滤，炭泥一部分进入污泥浓缩池，另一部分回流至一级 PACT 配水池。滤池出水进入监测池，经检验合格后外排。

WAR 系统用于回收剩余污泥中活性炭, 剩余污泥在高温高压条件下(243°C, 6.7MPa), 注入空气, 将活性炭附着的污泥氧化成无机物, 而活性炭不被破坏, 恢复活性, 再返回生化池重新使用, 以降低成本。少量废炭(主要为无机物)排入污水处理场污泥系统进行后续处理。

废炭泥储罐的废炭泥经高压泵升压至操作压力, 与来自 WAR 空气压缩机加压的压缩空气混合的三相混合物被输送至换热器。

换热器预热炭泥/空气混合物至操作温度。加热后的混合物被输送至反应器的底部, 在此发生大部分的湿式氧化反应。在启动时, 如果换热器污堵, 则蒸汽从装置内锅炉系统送到反应器。当空气和液体在反应器中上升的时候, 氧被转移至液相并发生氧化反应。反应器中的温度被保持在大约 243°C, 压力保持在 6.2MPa, 并且提供 60 分钟的适当停留时间以获得所需要的效果。被氧化的液体、再生的炭泥和空气混合物从反应器的内部由顶部引至 WAR 换热器来预热新的进料。高压混合物通过一个压力控制阀来降压后送至再生炭泥储罐。尾气经过废气冷却器洗涤降低盐分后由 WAR 尾气引风机送入 PACT 曝气池。这些再生后的炭泥主要由活性炭和少量的细灰组成, 少量的灰分在系统中积聚不会对系统造成影响, 但是大量灰分会导致出品质下降, 所以需要周期性地排除。

为了去除多余的灰分, 需要从再生炭泥储罐排放一定量再生炭泥至灰分储罐。WAR 反应器内累积的灰分也可以通过排污直接排放掉。排放时先通过反应器排污罐排到排污坑, 再由泵从地坑内提升到灰分储罐, 这些废弃物再由泵提升至污泥系统处置。

换热器结垢后会影响到换热效率, 系统设置了一套硝酸溶液洗涤系统, 将加热后的酸打入换热器来去除结垢。

8.1.2.2 处理规模的可依托性

根据《广东石化项目变动情况分析报告》, 炼化厂区含油含盐污水处理系统设计规模为 2400m³/h。目前现进入该系统的含油含盐污水量正常工况下为 1472.37m³/h, 最大工况为 2359.97m³/h。处理后的废水送污水回用系统。

由于库区工程及资深港区排水均为间断排水, 炼化厂区污水处理场设有调节水罐, 具有接纳来自库区长输污水管的含油污水 50m³/h 转输的能力。

8.1.3 小结

综上所述，营运期本项目产生的各类污水，收集后接入 1#泊位污水管，送至库区含油污水收集池后，通过长输管线输送至广东石化炼化厂区含油含盐污水处理场处理后回用。上述污水收集、输送和处理措施的规模、工艺均具有可依托性。

8.2 沉积物环境影响分析

营运期对海洋沉积物环境产生的影响主要为港池维护性疏浚。

项目港池需要维护一定频率的维护疏浚，使得港池和回旋水域底质环境处于一定频率的扰动状态；疏浚作业掀起的悬浮物再沉降在一定程度上影响沉积物环境。由于项目码头所在海区沉积物环境质量良好，维护疏浚作业对周围沉积物环境影响小。

8.3 海洋生态环境影响分析

营运期港区无污水排放，污水全部通过管道排往广东石化厂区含油含盐污水处理系统后处理后回用。污水排放的影响在广东石化厂区环评中已考虑，本项目不再进行评价。

工程实施对所在水域的水文动力环境影响较小，无隔断鱼虾类生物回游通道问题，项目在营运期对水生物的洄游、产卵、繁殖、索饵等活动影响不大。

营运期对海洋生态环境的影响主要来自维护疏浚等。项目竣工后，港区还需维持一定频率（约每年一次）的清淤，每次工期约半个月，使该水域底质长期处于扰动过程，造成生态生物资源的损失是持续性的。

8.4 环境空气影响预测与评价

8.4.1 区域气象条件

本项目位于揭阳市惠来县，该区域地处亚热带，属亚热带季风性气候，冬半年盛行东北季风，夏半年盛行西南和东南季风，高温多雨。降雨量的年内分配很不均匀，4~9月约占全年降雨量的 80%以上，夏季受台风影响降雨强度较大。

本次评价以国家气象信息中心提供的惠来县气象站 2001-2020 年气象观测资

料统计分析区域气候条件。惠来气象站（59317）位于广东省揭阳市，地理坐标为东经 116.3014 度，北纬 22.9836 度，海拔高度 42 米，距项目厂址约 22km。惠来气象站（59317）是距项目最近的国家气象站，始建于 1955 年并正式进行气象观测。

8.4.1.1 概况

根据惠来国家基本气象站 2001-2020 年气象数据，该区域年平均气温 22.6℃，年平均地表温度 25.2℃，年平均气压 1011.2hPa，年平均相对湿度 78.91%，年均降雨量 1807.5mm，年平均风速 2.4m/s。惠来气象站多年平均统计见表 8.4-1。

表 8.4-1 惠来气象站观测资料统计表

项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温（℃）		22.6	/	/
累年极端最高气温（℃）		36.4	2005-07-18	38.4
累年极端最低气温（℃）		5.7	2016-01-25	1.5
多年平均气压（hPa）		1011.2	/	/
多年平均水汽压（hPa）		22.73	/	/
多年平均相对湿度(%)		78.91	/	/
多年平均降雨量(mm)		1807.5	2013-08-18	295.4
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	1.37	/	/
	多年平均雷暴日数(d)	45.8	/	/
	多年平均冰雹日数(d)	0	/	/
	多年平均大风日数(d)	2	/	/
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		24.44	2013-09-22	37.1 ENE
多年平均风速（m/s）		2.4	/	/
多年主导风向、风向频率(%)		ENE 18.147	/	/

8.4.1.2 风向及风频统计

根据惠来气象站 2001-2020 年风向风速资料统计，各月及年风向频率见表 8.4-2。惠来气象站 10 月平均风速最大，08 月风最小。近 20 年资料统计的风向玫瑰图见图 8.4-1，惠来气象站主要风向为 ENE 和 NE、E、NNE，占 55.6%，其中以 ENE 为主风向，占到全年 18.4%左右，各月风向频率玫瑰见图 8.4-2。

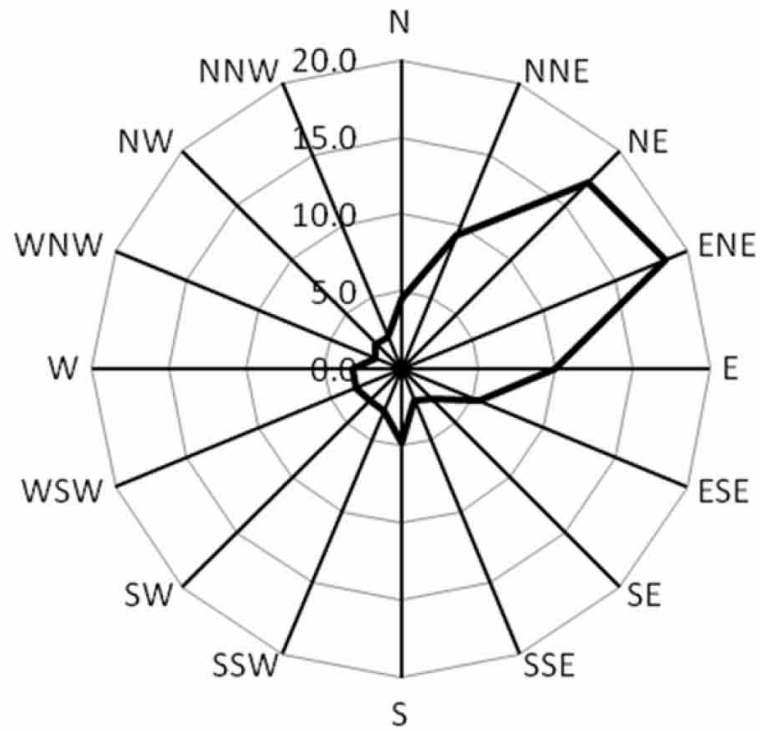


图 8.4-1 近 20 年风向频率玫瑰图 (%)

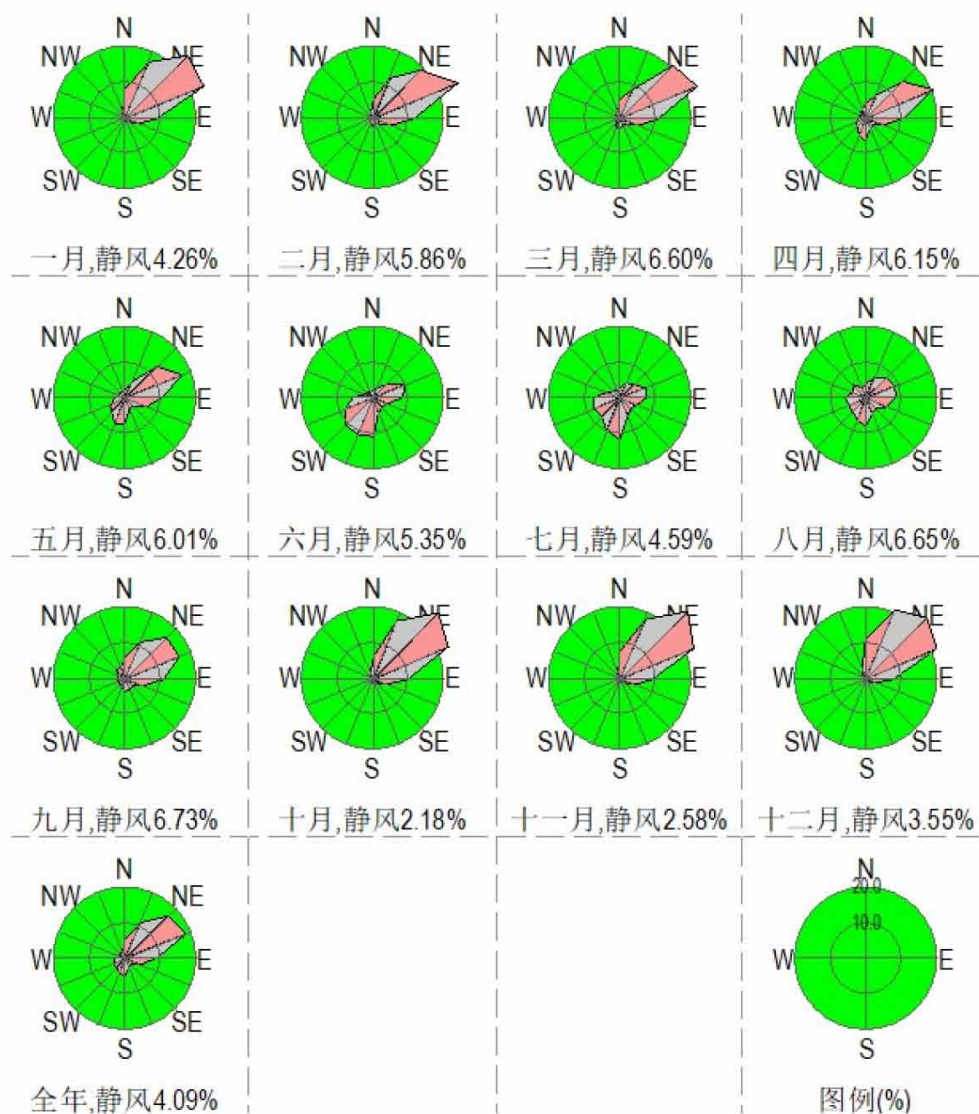


图 8.4-2 惠来气象站 (2000-2020 年) 各月风向频率玫瑰图

表 8.4-2 惠来气象站（2001-2020 年）各月及年风向风频统计

风频% 月.年	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	静风
1	7.71	17.16	24.66	23.61	8.86	4.41	1.52	0.87	1	0.85	0.38	0.31	0.52	0.78	1.12	1.98	4.26
2	5.39	11.99	18.99	25.89	11.59	5.69	2.29	1.62	2.69	1.46	1.22	0.93	0.58	1.18	1.17	1.47	5.86
3	5	8.5	20.6	23.5	10.8	5.5	2.37	2.07	2.95	2.97	1.51	1.57	1.17	1.08	1.53	2.27	6.6
4	3.64	7.23	14.44	20.44	10.18	5.13	3.15	2.98	6.65	5.07	3.49	3.02	2.2	1.49	2.35	2.37	6.15
5	1.99	5.21	12.61	17.5	10.13	6.08	3.11	3.1	7.61	7.39	5.18	4.82	2.98	2.12	2.13	2.04	6.01
6	2.33	3.26	5.69	9.69	8.32	4.38	3.68	4.57	10.64	10.8	10.69	8.11	5.69	2.46	2.53	1.78	5.35
7	2.36	4.45	5.69	7.74	7.58	4.79	4.21	5.32	11.42	9.67	7.32	8.21	7.26	4.28	3.11	2.01	4.59
8	3.76	5.91	8.11	8.71	8.16	6.36	3.96	4.51	7.81	6.66	5.46	5.21	6.11	4.31	5.31	2.96	6.65
9	5.74	11.19	16.19	16.39	10.59	5.04	3.01	3.32	3.64	2.45	2.12	2	1.98	2.37	3.74	3.48	6.73
10	6.32	17.32	25.77	23.02	9.72	4.17	1.82	1.16	1.14	0.97	0.58	0.53	0.69	1.41	1.26	1.93	2.18
11	7.52	17.92	26.52	22.37	8.97	4.42	1.71	1.24	1.33	0.86	0.41	0.09	0.57	0.48	1.03	1.98	2.58
12	11.03	20.68	24.13	21.38	7.53	2.78	1.16	0.97	1.01	0.59	0.33	0.26	0.17	0.71	0.9	2.83	3.55
年	5.11	10.89	16.91	18.15	9.02	4.54	2.38	2.57	4.95	4.23	3.6	3.67	2.74	1.8	2.02	1.99	4.09

8.4.1.3 月平均气温

惠来气象站 07 月气温最高 (28.73℃)，01 月气温最低 (15.03℃)，近 20 年极端最高气温出现在 2005 年 7 月 18 日 (38.4℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日 (1.5℃)，惠来月平均温度见表 8.4-3。

表 8.4-3 惠来气象站累年月气象要素统计

月份	平均气温℃	降水量 mm	日照时数 h	相对湿度%
1	15.03	27.33	153.15	73.03
2	15.87	39.23	122.24	76.57
3	18.05	58.98	120.28	76.58
4	21.87	167.96	126.26	80.73
5	25.19	247.97	157.47	83.39
6	27.54	411.97	180.05	86.25
7	28.73	270.82	250.90	83.25
8	28.44	281.85	225.63	83.57
9	27.50	169.18	208.00	79.28
10	24.87	45.91	210.82	73.06
11	21.18	43.97	169.66	73.16
12	16.80	34.35	165.24	69.66

8.4.1.4 月降水量、相对湿度、日照时数

惠来气象站 6 月降水量最大 (411.97 毫米)，1 月降水量最小 (27.33 毫米)，近 20 年极端最大日降水出现在 2013 年 8 月 18 日 (295.4 毫米)。惠来气象站 7 月日照最长 (250.90 小时)，3 月日照最短 (120.28 小时)。惠来气象站 6 月平均相对湿度最大 (86%)，12 月平均相对湿度最小 (70%)。累年各月降水量、相对湿度、日照时数统计见表 8.4-4。

表 8.4-4 惠来气象站累年各月降水量、相对湿度、日照时数统计

月份	平均气温℃	降水量 mm	日照时数 h	相对湿度%
1	15.03	27.33	153.15	73.03
2	15.87	39.23	122.24	76.57
3	18.05	58.98	120.28	76.58
4	21.87	167.96	126.26	80.73
5	25.19	247.97	157.47	83.39
6	27.54	411.97	180.05	86.25
7	28.73	270.82	250.90	83.25
8	28.44	281.85	225.63	83.57
9	27.50	169.18	208.00	79.28
10	24.87	45.91	210.82	73.06
11	21.18	43.97	169.66	73.16
12	16.80	34.35	165.24	69.66

8.4.1.5 揭阳 2020 年气象数据

收集了惠来县气象站 2020 年 1 月 1 日 00 时至 12 月 31 日 23 时共计 8760 个小时的风向、风速、气温、总云量、低云量等五个指标的观测数据。气象站距本项目边界约 22km，站台编号 59317，位置为东经 116.3014 度，北纬 22.9836 度，海拔高度 42 米。受相同地理气候的影响和控制，其常规气象资料可以反映本项目区域基本气候特征，因而可以使用该气象站提供的 2020 年全年地面气象资料。

(1) 温度

当地 2020 年平均气温 22.97℃，最低月（1 月）平均气温为 16.69℃，最高月（7 月）平均气温为 28.92℃。全年各月平均气温统计见表 8.4-5。

表 8.4-5 2020 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 (℃)	16.69	16.87	19.55	20.23	25.87	28.01	28.92	28.02	27.35	24.57	22.15	17.23

(2) 风速

2020 年各方向各月份风速变化见表 8.4-6、图 8.4-4。季小时平均风速的日变化见表 8.4-7。可以看出，12 月份平均风速最高（3.86m/s），8 月份平均风速最低（2.12m/s），年平均风速 3m/s。

表 8.4-6 2020 年月平均风速的月变化

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
风速 (m/s)	2.91	2.90	2.62	2.82	2.92	3.42	3.40	2.12	2.20	3.47	3.40	3.86

(3) 风向、风频

2020 年平均各向风向、风频变化情况见表 8.4-8。风向、风频玫瑰图见图 8.4-3 和图 8.4-4 中可以看出，项目所在区春、秋、冬季以 NE 为主，夏季以 SW 风为主；全年主要以 NE 风为主。

表 8.4-7 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	2.21	2.18	2.21	2.19	2.23	2.25	2.22	2.48	2.83	3.05	3.33	3.50
夏季	2.03	2.02	2.11	2.02	2.01	1.83	1.93	2.40	2.82	3.41	3.83	4.23
秋季	2.56	2.33	2.36	2.42	2.47	2.48	2.47	2.70	3.37	3.56	3.82	3.92
冬季	2.94	2.91	2.95	2.89	3.03	3.09	3.07	3.01	3.38	3.71	3.90	3.84
风速(m/s)\ 小时(h)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
春季	3.64	3.92	3.89	3.89	3.51	3.23	2.81	2.52	2.27	2.14	2.14	2.23
夏季	4.60	4.81	4.81	4.51	4.06	3.62	3.05	2.58	2.35	2.19	2.10	2.09
秋季	3.88	3.96	3.89	3.72	3.46	2.99	2.80	2.74	2.70	2.69	2.71	2.65
冬季	3.74	3.65	3.72	3.68	3.57	3.29	3.06	2.76	2.76	2.71	2.84	2.99

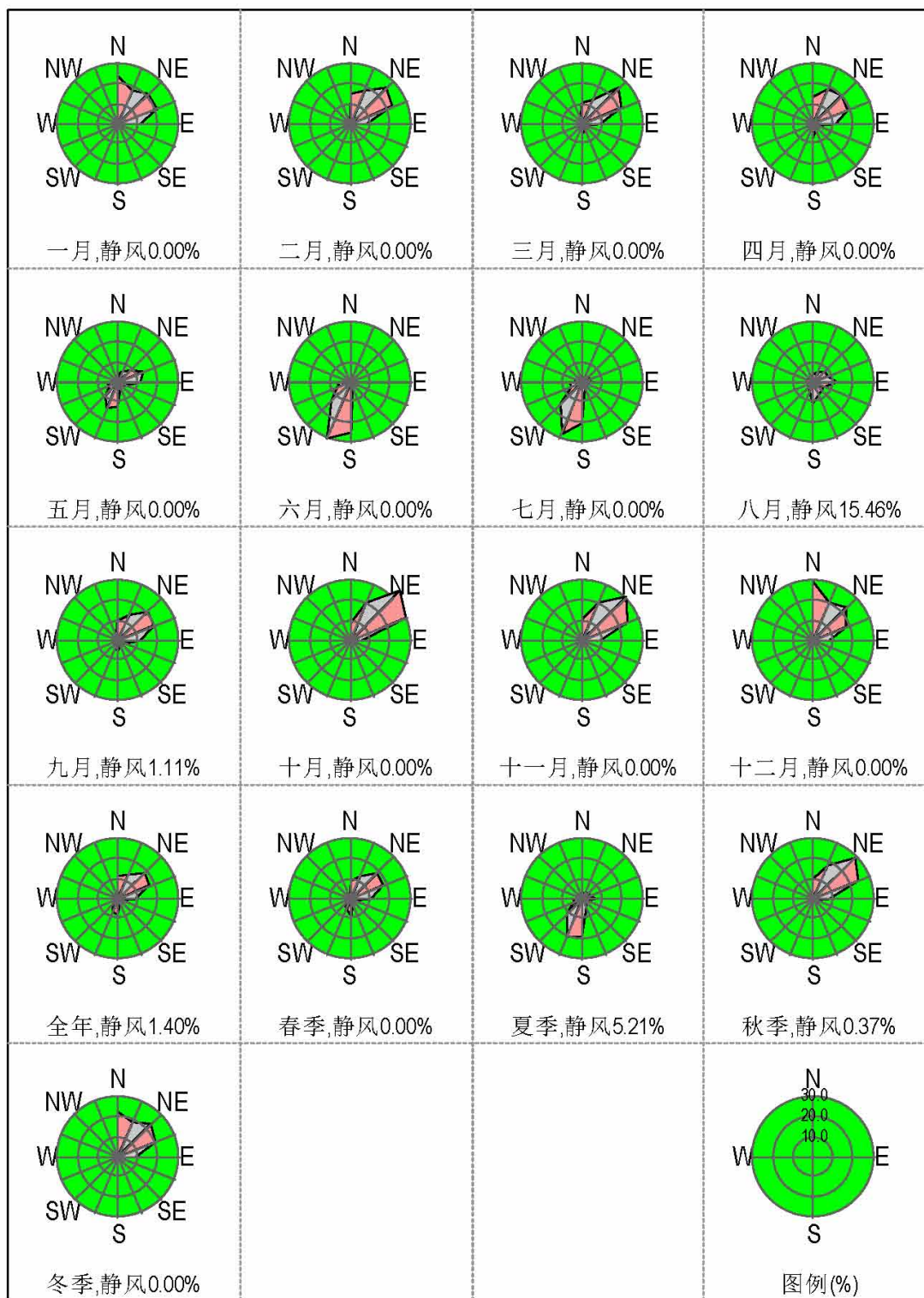


图 8.4-3 惠来气象站 2020 年各月风向频率玫瑰图

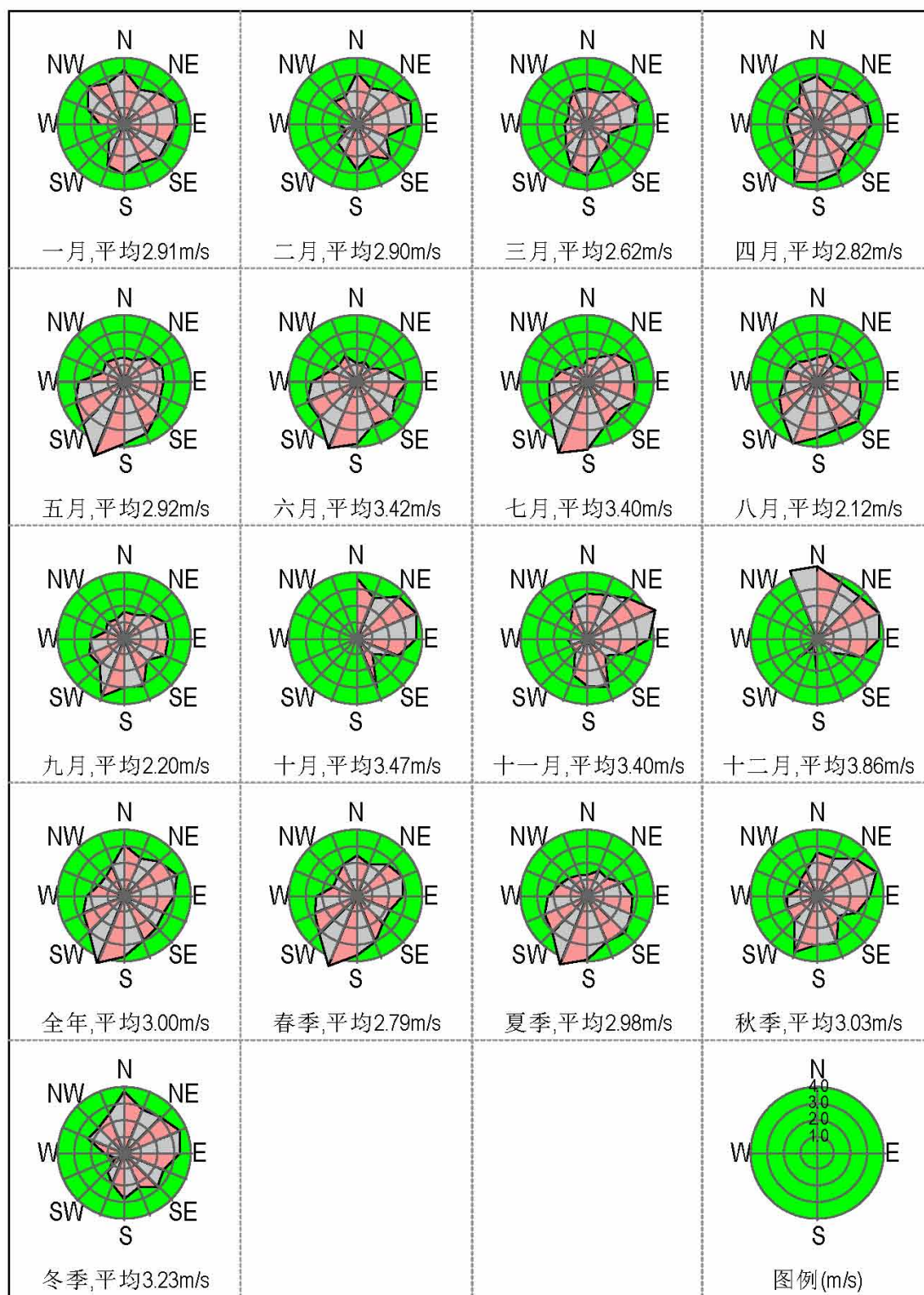


图 8.4-4 惠来气象站 2020 年各月风速玫瑰图

表 8.4-8 年均风频的月变化、季变化及年均风频

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	静风
一月	23.66	18.15	20.7	20.43	10.62	0.94	0.94	0.67	1.08	0.4	0.4	0	0.27	0.27	0.4	1.08	0
二月	15.23	18.1	25.14	22.56	7.9	0.72	0.72	1.29	3.16	0.86	0.14	0.57	0.43	0	1.29	1.87	0
三月	10.35	13.31	25.13	20.83	8.74	1.08	1.88	2.28	5.24	1.88	2.15	1.21	1.34	0.94	1.21	2.42	0
四月	13.33	18.33	20	18.19	10.83	2.22	0.69	3.06	7.08	0.83	0.97	0.69	0.97	0.69	0.83	1.25	0
五月	4.03	5.51	8.87	13.58	10.62	3.36	2.55	3.36	11.69	13.84	9.14	4.3	5.38	1.48	0.54	1.75	0
六月	2.36	0.97	0.83	2.36	4.03	1.39	0.83	3.19	25	29.86	12.92	6.81	5.28	1.39	1.39	1.39	0
七月	2.42	2.42	2.69	4.3	2.96	1.61	2.15	3.36	20.03	27.28	15.32	6.18	6.05	1.88	0.94	0.4	0
八月	3.63	5.91	7.53	7.66	11.42	5.38	5.51	6.59	10.22	4.57	4.17	2.55	2.15	3.09	2.82	1.34	15.46
九月	9.44	14.03	20.14	19.17	10.97	3.06	1.25	2.5	4.86	3.19	2.22	0.97	2.36	0.69	1.81	2.22	1.11
十月	8.87	20.03	34.81	29.17	5.38	0.81	0.13	0.81	0	0	0	0	0	0	0	0	0
十一月	10.69	20.42	30.56	24.17	8.33	0.56	0.56	0.28	1.11	0.28	0.28	0.28	0.69	0	0.56	1.25	0
十二月	28.9	20.43	22.85	17.47	7.93	0.54	0.13	0	0.81	0.13	0.13	0	0	0	0	0.67	0
全年	11.08	13.1	18.24	16.63	8.31	1.81	1.46	2.29	7.53	6.94	4.01	1.97	2.08	0.88	0.98	1.3	1.4
春季	9.19	12.32	17.98	17.53	10.05	2.22	1.72	2.9	8.02	5.57	4.12	2.08	2.58	1.04	0.86	1.81	0
夏季	2.81	3.13	3.71	4.8	6.16	2.81	2.85	4.39	18.34	20.47	10.78	5.16	4.48	2.13	1.72	1.04	5.21
秋季	9.66	18.18	28.57	24.22	8.2	1.47	0.64	1.19	1.97	1.14	0.82	0.41	1.01	0.23	0.78	1.14	0.37
冬季	22.76	18.91	22.85	20.1	8.84	0.73	0.6	0.64	1.65	0.46	0.23	0.18	0.23	0.09	0.55	1.19	0

8.4.2 建设项目废气排放源

8.4.2.1 本项目污染源汇总

列表汇总拟建项目的大气污染源参数，具体参见下表。

表 8.4-9 排气筒参数及污染物排放情况调查表

名称	排气筒底部 中心坐标		烟气 排放量	高度	内径	年工作 时	温度	排放速率(kg/h)			
	X	Y	m ³ /h	m	m	h	□	SO ₂	NO _x	颗粒物	NMHC
装船废 气	2538100	449608	14800	15	1.46	1736	600	0.160	0.473	0.166	1.642
船舶辅 机	2536739	450620	2888	20	0.3	4309	180	1.44	0.45	0.12	/

表 8.4-10 污染源面源调查表

名称	面源起点坐标		面源 海拔 高度 /m	面源 长度 /m	面源 宽度 /m	与正 北向 夹角 /°	面源 有效 排放 高度 /m	年排 放小 时数 /h	排 放 工 况	污染物 排放速 率(kg/h)
	X	Y								NMHC
密封点 泄漏	2536861	450706	0	64	40	0	8	8760	正常	0.6767

8.4.2.2 评价范围内在建及拟建污染源汇总

经调查，评价范围内污染源主要为广东石化商储库库区在建及拟建项目，其中在建 120 万方储库“中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响评价”于 2019 年 6 月 3 日获得生态环境部批复（环审〔2019〕76 号），拟扩建 400 万方商储库环境影响评价报告于 2021 年 9 月获得揭阳市生态环境局批复。

列表汇总评价范围内在建和拟建项目的大气污染源参数，其中在建数据来源于已批复的“中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响评价”（环审〔2019〕76 号），拟建项目来源于“广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程（库区工程）环境影响报告书”（评审后修改稿），具体参见下表。

表 8.4-11 污水池气体处理设施排气筒参数及污染物排放情况调查表

名称	排气筒底部 中心坐标		烟气 排放量	高度	内径	烟气 流速	温度	排放速率 (kg/h)
	X	Y	m ³ /h	m	m	m/s	□	NMHC
污水池气体 处理设施	2539032	447590	40 (最大)	15	0.25	/	常温	0.0092
危废库气体 处理设施	2539152	448125	12000	15	0.6	/	常温	1.2

表 8.4-12 台导热油炉排气筒参数及污染物排放情况调查表

名称	排气筒底部 中心坐标		烟气 排放量	高度	内 径	烟气 流速	温 度	排放速率(kg/h)		
	X	Y	m ³ /h	m	m	m/s	□	SO ₂	NO _x	颗粒物
导热油 炉 1#锅 炉烟气	2538676	448564	34255	18	0.8	26.5	120	0.17	1.37	0.34
导热油 炉 2#锅 炉烟气	2538688	448557	34255	18	0.8	26.5	120	0.17	1.37	0.34
导热油 炉 3#锅 炉烟气	2538702	448552	34255	18	0.8	26.5	120	0.17	1.37	0.34
导热油 炉 4#锅 炉烟气	2538716	448546	34255	18	0.8	26.5	120	0.17	1.37	0.34

表 8.4-13 污染源面源调查表

名称	面源起 点坐标		面源海 拔高度 /m	面源 长度 /m	面源宽 度/m	与正北 向夹角 /°	面源有 效排放 高度/m	年排放 小时数 /h	排放 工况	污染物排 放速率 (kg/h)
	X	Y								NMHC
罐组 4	2538570	448429	24	233	220	330	21.8	8760	正常	2.205
罐组 5	2538460	448202	24	233	220	330	21.8	8760	正常	2.205
罐组 6	2538358	448006	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 7	2538248	447800	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 8	2538493	447669	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 9	2538735	447538	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 10	2538845	447736	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 11	2538962	447959	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 12	2539062	448145	24	233	220	330	21.8	8760	正常	1.312
罐组 13	2539145	447979	24	500	122	330	21.8	8760	正常	1.346
含油污水收 集池无组织 挥发	2539032	447590	24	250	150	330	1.5	8760	正常	0.01
泵区	2538570	448429	24	500	30	330	1.5	8760	正常	0.062
120 万方原 油罐组 1-3	2538696	448094	24	750	233	330	21.8	8760	正常	5.638

8.4.3 大气环境影响预测模式

8.4.3.1 预测模式

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 8.5.2.2 节要求, 项目处于海岸边, 采用估算模型进行判定, 会发生逆温烟熏。估算结果最大 1h 平

均质量浓度未超标，因此本次选用 AERMOD 模型进行预测。

8.4.3.2 气象资料

根据本项目的厂址位置，通过生态环境部环境工程评估中心环境空气质量模型技术支持服务系统查询确定气象资料站点。本项目大气预测所需的地面气象数据由国家气象信息中心提供；高空气象资料采用“中国全球大气再分析中间产品（CRA-Interim）”，购置于国家气象信息中心。

表 8.4-14 预测模式中应用的气象资料概况

数据名称	内容	时间	站点名称	站点类型	距厂址最近距离
20 年气象资料统计分析报告	平均气温、极端最低气温、极端最高气温、风速、风频等。	2001-2020	惠来站	基本站	19km
地面气象数据	气温、风向、风速、总云、低云等	2020	惠来站	基本站	19km
高空模拟气象数据	大气压、距地面高度、干球温度等	2020	采用“中国全球大气再分析中间产品（CRA-Interim）”，购置于国家气象信息中心		

8.4.3.3 地形及土地利用参数

（1）地形参数

地形采用 SRTM 的数据，区域地形等值线见图 8.4-5。土地利用类型采用中欧亚大陆的亚洲部分，并根据实际规划情况进行了调整。

（2）地表参数

评价区内地表特征为水体（0°-270°）和草地（270°-360°），采用 2 个扇区。根据《气候季节的划分标准》（QX/T 152-2012）和 2020 年惠来气象站地面逐时气象数据，对各月份所属季节进行划分。其地表参数列于下表。

表 8.4-15 预测模式中应用的地表参数

序号	扇区	时段	地表特征	所属季节划分	正午反照率	BOWEN	粗糙度
1	0°-270°	一月	水体	春季	0.12	0.1	0.0001
2	0°-270°	二月	水体	春季	0.12	0.1	0.0001
3	0°-270°	三月	水体	春季	0.12	0.1	0.0001
4	0°-270°	四月	水体	春季	0.12	0.1	0.0001
5	0°-270°	五月	水体	夏季	0.1	0.1	0.0001
6	0°-270°	六月	水体	夏季	0.1	0.1	0.0001
7	0°-270°	七月	水体	夏季	0.1	0.1	0.0001
8	0°-270°	八月	水体	夏季	0.1	0.1	0.0001

9	0°-270°	九月	水体	夏季	0.1	0.1	0.0001
10	0°-270°	十月	水体	夏季	0.1	0.1	0.0001
11	0°-270°	十一月	水体	秋季	0.14	0.1	0.0001
12	0°-270°	十二月	水体	秋季	0.14	0.1	0.0001
13	270°-360°	一月	草地	春季	0.18	0.3	0.05
14	270°-360°	二月	草地	春季	0.18	0.3	0.05
15	270°-360°	三月	草地	春季	0.18	0.3	0.05
16	270°-360°	四月	草地	春季	0.18	0.3	0.05
17	270°-360°	五月	草地	夏季	0.18	0.4	0.1
18	270°-360°	六月	草地	夏季	0.18	0.4	0.1
19	270°-360°	七月	草地	夏季	0.18	0.4	0.1
20	270°-360°	八月	草地	夏季	0.18	0.4	0.1
21	270°-360°	九月	草地	夏季	0.18	0.4	0.1
22	270°-360°	十月	草地	夏季	0.18	0.4	0.1
23	270°-360°	十一月	草地	秋季	0.2	0.5	0.01
24	270°-360°	十二月	草地	秋季	0.2	0.5	0.01

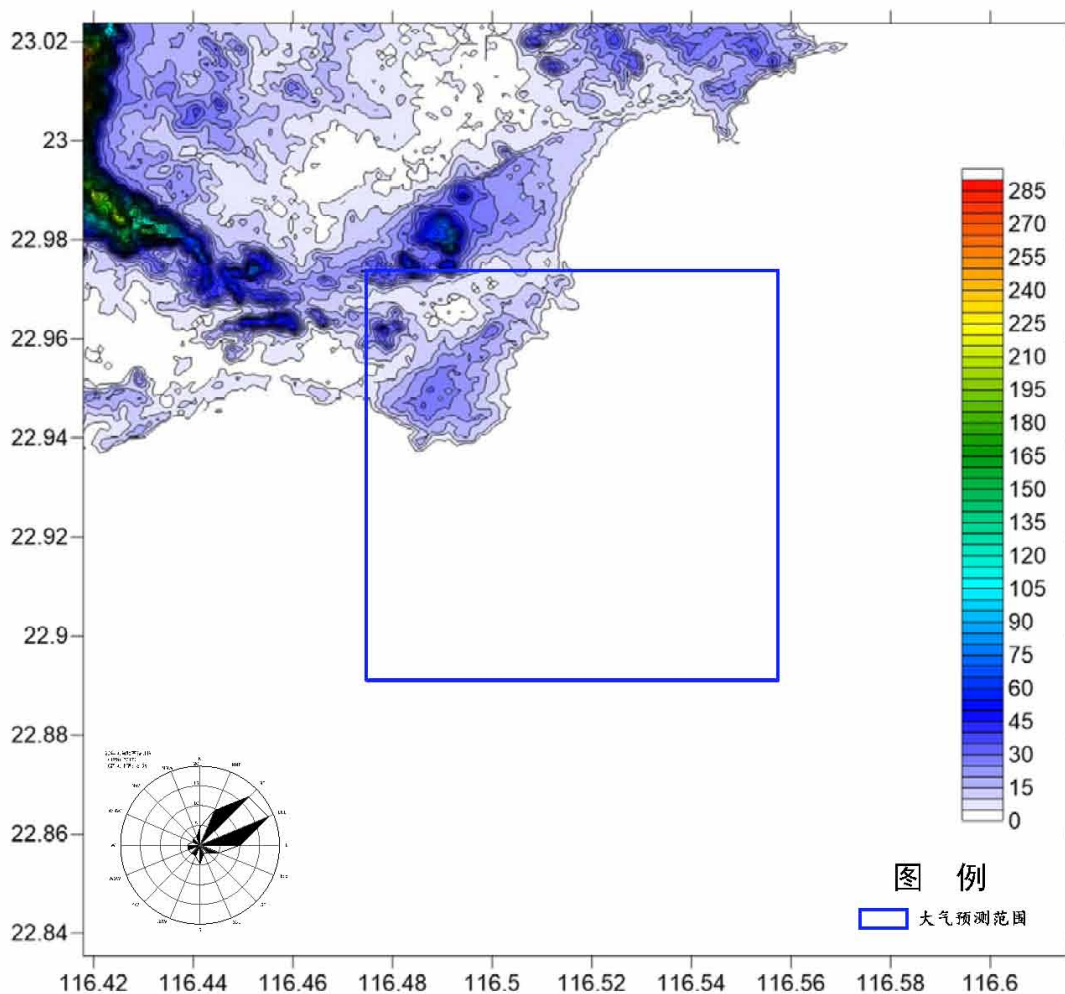


图 8.4-5 项目区域周围地形高度等值线图

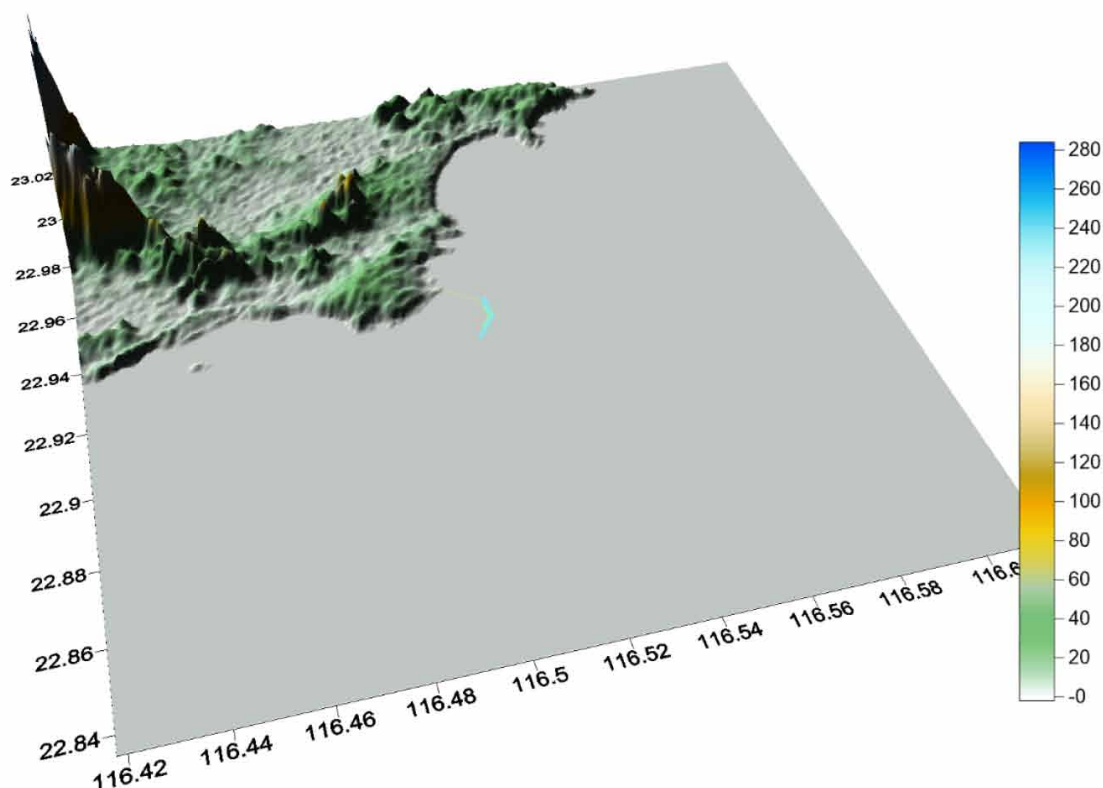


图 8.4-6 项目区域周围地形图

8.4.3.4 背景值选取

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）6.4.3 节要求，SO₂、PM₁₀ 采用长期监测数据的各监测点浓度平均值作为环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度；对于 NO_x、NMHC 采用各点位补充监测数据，首先计算相同时刻各监测点位平均值，再取各监测时段平均值中的最大值作为环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度。

表 8.4-16 预测背景值

序号	因子	背景值	来源
1	NO _x	25.25μg/m ³	补充监测数据相同时刻各监测点位平均值最大值
2	SO ₂	10μg/m ³	长期监测数据的各监测点浓度平均值
3	PM ₁₀	44μg/m ³	长期监测数据的各监测点浓度平均值
4	NMHC	0.3325mg/m ³	补充监测数据相同时刻各监测点位平均值最大值

8.4.3.5 预测范围

本项目评价范围为以厂区边界外扩 2.5km 的矩形区域（6470m×7100m），根据导则要求，预测范围应覆盖评价范围，且覆盖各污染物短期浓度贡献值占标率大于 10%的区域，本项目废气污染物占标率 10%最远距离为 525 米，因此本项目预测范围与评价范围一致。

8.4.3.6 预测参数及情景组合

根据评价区域环境质量现状,按建设项目环境影响评价大气技术导则要求设置了大气环境影响预测内容。

(1) 预测参数的选取

预测因子: SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、非甲烷总烃 (NMCH);

预测范围: 6470m×7100m 的矩形区域;

网格划分: 采用近密远疏法进行划分,厂界内及厂界外 500m 范围内采用预测网格间距 50m,其余范围预测网格间距为 100m;

预测周期: 选择 2020 年为评价基准年,预测周期为连续 1 年。

敏感点: 大气环境敏感点主要为坂美村、月山村、资深村等周边居民。

表 8.4-17 敏感目标一览表

编号	敏感点名称	相对原点坐标 (m)		海拔高度
		X (东西向)	Y (南北向)	
1	坂美村	1679	6662	24.48
2	月山村	784	4400	6.88
3	资深村	-596	6536	26.75

(2) 预测情景设置

①新增污染源的正常排放情况

本工程污染源排放为间歇性排放,其中装船年作业时间为 1736h,船舶辅机年排放时间为 4309h,无周期规律性,因此新增污染源的正常排放预测小时浓度及日均浓度,年均浓度新增源强用全年平均数值预测,全年平均后源强见下表。详见预测情景 1、2、5。

表 8.4-18 本项目污染物源强 (年均)

名称	年工作小时	排放速率(kg/h)		
		SO_2	NO_x	颗粒物
装船废气	1736	0.160	0.473	0.166
	8760 (年均)	0.032	0.094	0.033
船舶辅机	4309	1.44	0.45	0.12
	8760 (年均)	0.708	0.221	0.059

②正常工况下叠加同类污染源排放情况

考虑评价范围内同类在建、拟建项目的环境影响,同类污染源情况详见 8.4.2.2。详见预测情景 3、4、6。

③新增污染源的非正常排放情况

本工程可能出现的非正常工况为油气回收装置失效,原油装船排放的油气未

经处理直接排放，导致外排油气浓度达不到标准要求。非正常工况下，考虑船到港装油时，油气回收装置发生事故情形进行预测。详见预测情景 7。

表 8.4-19 拟建项目大气环境影响预测情景设置一览表

序号	污染源类别	预测因子	计算点	预测内容	评价内容	备注	
情景1	新增污染源	SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀	环境敏感点、网格点、区域最大浓度点	小时均值 日均值	最大浓度占标率	/	
情景2	新增污染源	SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀		年均值		对新增源强 全年平均	
情景3	新增污染源+评价区在建源+背景浓度	SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀		小时均值 日均值		/	
情景4	新增污染源+评价区在建源+背景浓度	SO ₂ 、NO _x 、PM ₁₀		年均值		对新增源强 全年平均	
情景5	新增污染源	NMCH		小时均值		/	
情景6	新增污染源+评价区在建源+背景浓度	NMCH				/	
情景7	新增污染源	NMCH				非正常工况	

8.4.4 新增污染源正常工况下预测与评价

8.4.4.1 氮氧化物

(1) 预测情景 1

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 NO_x 环境影响，小时均值、日均值预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 6.1-7、图 6.1-8。

从预测结果可以看出，NO_x 的区域最大贡献值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，区域最大小时、日均浓度贡献值占标率分别为 2.97%、1.24%。

表 8.4-20 新增污染源排放 NO_x 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 μg/m ³	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	1 小时	3.2995	20053110	1.32	可接受
	日平均	0.3024	200805	0.30	可接受
月山村	1 小时	1.6208	20080507	0.65	可接受
	日平均	0.0856	200805	0.09	可接受
资深村	1 小时	1.9714	20082703	0.79	可接受
	日平均	0.2075	200827	0.21	可接受
区域最大落地浓度	1 小时	7.4246	20051508	2.97	可接受
	日平均	1.2386	200412	1.24	可接受

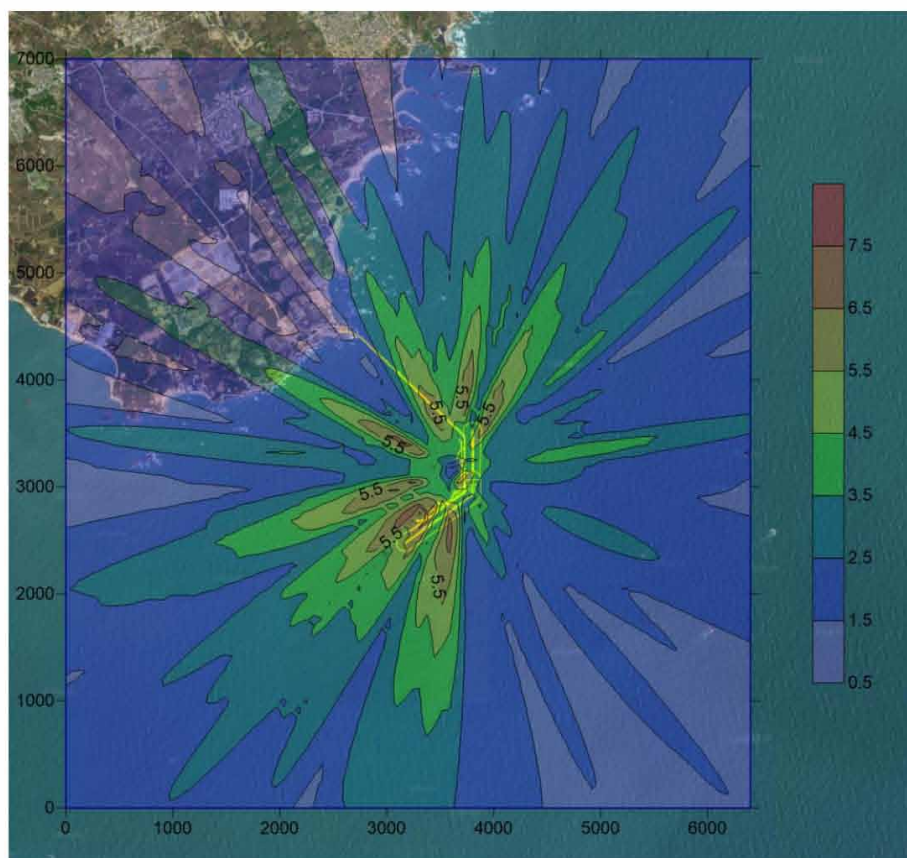


图 8.4-7 新增污染源排放 NO_x 地面污染小时平均浓度分布图 (单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

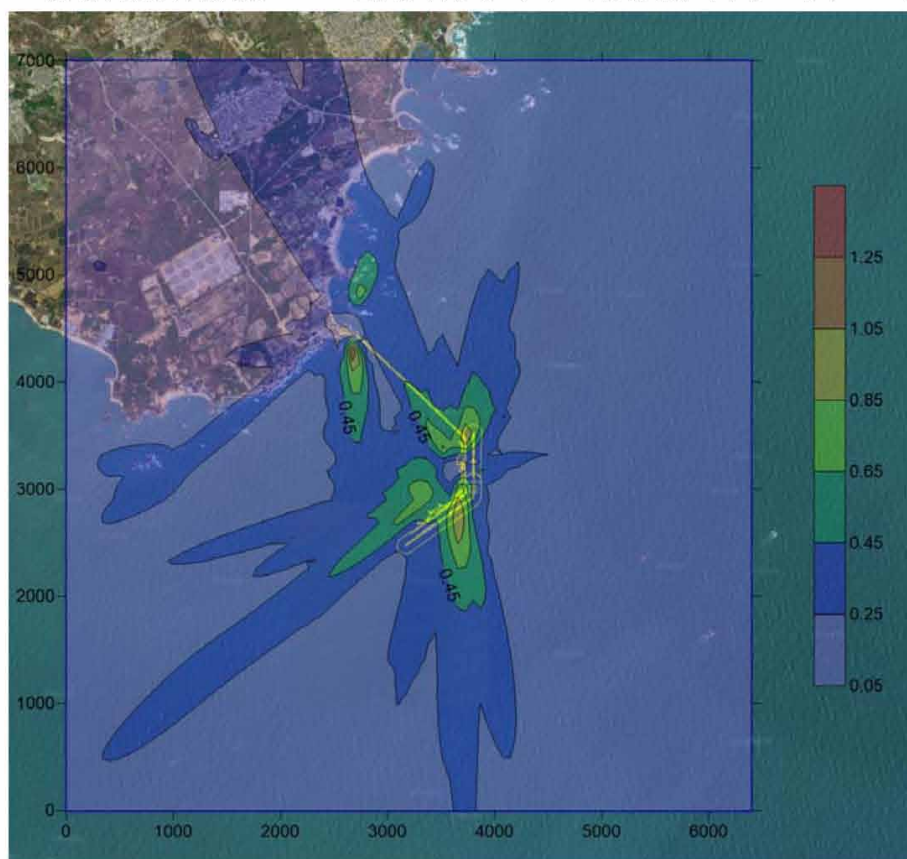


图 8.4-8 新增污染源排放 NO_x 地面污染日平均浓度分布图 (单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(2) 预测情景 2

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 NO_x 环境影响年均值预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-9。

从预测结果可以看出， NO_x 的区域最大贡献值满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求，区域年浓度贡献值占标率为 0.15%。

表 8.4-21 新增污染源排放 NO_x 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	年平均	0.0023	平均值	0.00	可接受
月山村	年平均	0.0010	平均值	0.00	可接受
资深村	年平均	0.0030	平均值	0.01	可接受
区域最大落地浓度	年平均	0.0744	平均值	0.15	可接受

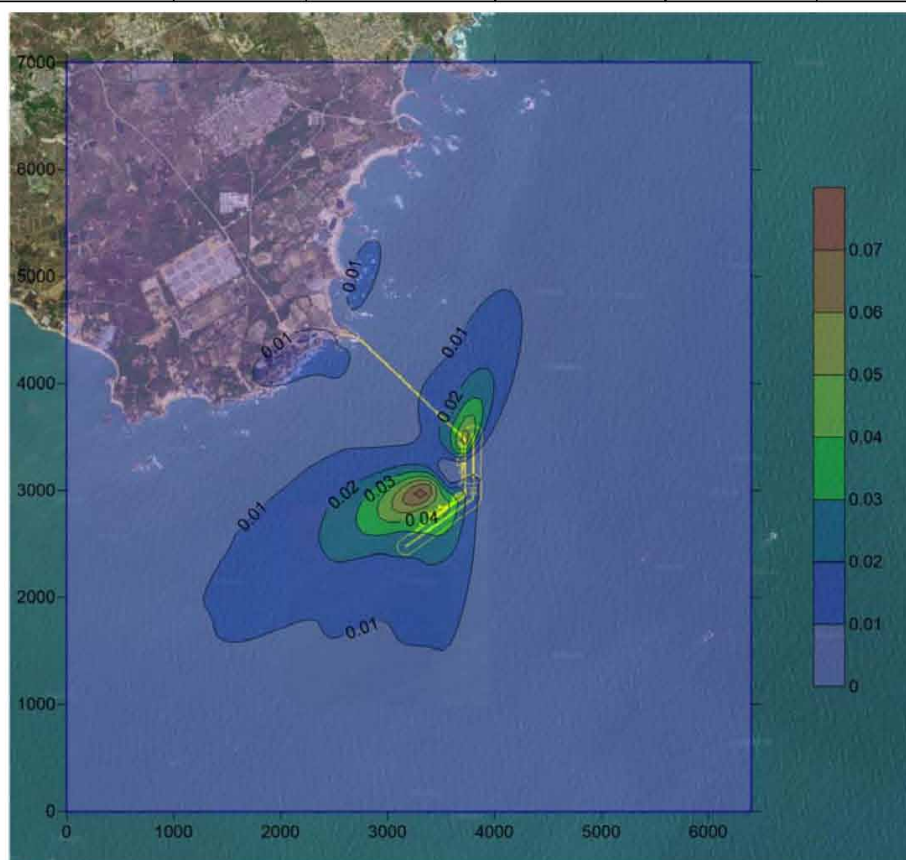


图 8.4-9 新增污染源排放 NO_x 地面污染年平均浓度分布图 (单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(3) 预测情景 3

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 NO_x 环境影响，并叠加背景浓度、在建源强后的环境影响，小时均值、日均值预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-10 和图 8.4-11。

从预测结果可以看出，本项目污染源叠加现状本底及在建源强后， NO_x 小

时、日均浓度最大占标率分别为 30.85%、31.57%，可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

表 8.4-22 污染源+背景值+在建源 NO_x 预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 μg/m ³	叠加后浓度 μg/m ³	出现时间	叠加后占标率%	达标情况
坂美村	1 小时	33.5596	25.25	58.8096	20070408	23.52	达标
	日平均	2.2096	25.25	27.4596	200704	27.46	达标
月山村	1 小时	16.7052	25.25	41.9552	20072209	16.78	达标
	日平均	0.8505	25.25	26.1005	200805	26.10	达标
资深村	1 小时	19.3753	25.25	44.6253	20051708	17.85	达标
	日平均	1.0247	25.25	26.2747	200517	26.27	达标
区域最大落地浓度	1 小时	51.8749	25.25	77.1249	20072209	30.85	达标
	日平均	6.3190	25.25	31.5690	200412	31.57	达标

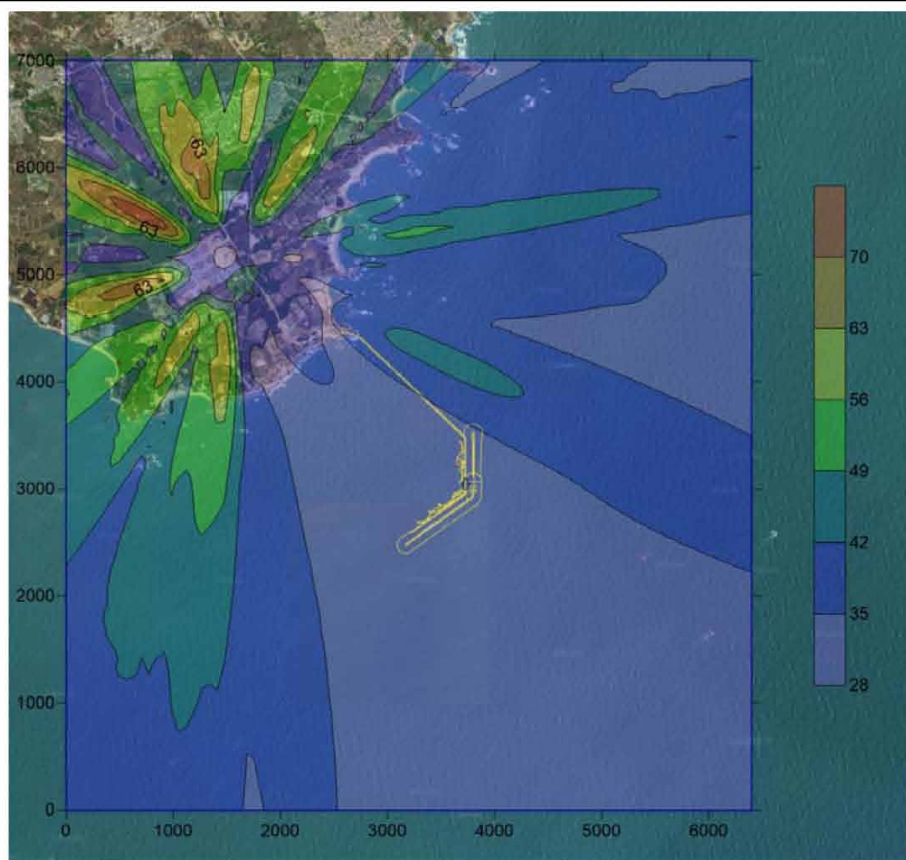


图 8.4-10 污染源+背景值+在建源 NO_x 地面污染小时平均浓度分布图
(单位: μg/m³)

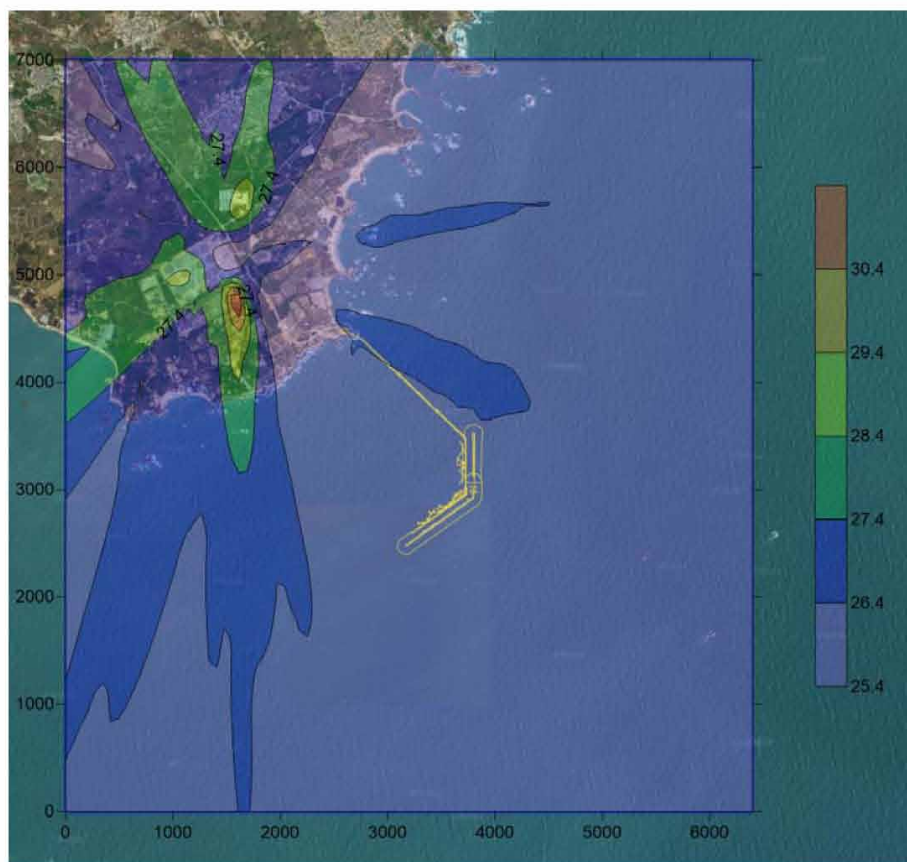


图 8.4-11 污染源+背景值+在建源 NO_x 地面污染日平均浓度分布图
(单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(4) 预测情景 4

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 NO_x 环境影响,并叠加背景浓度、在建源强后的环境影响,年均值预测结果列于下表,地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-12。

从预测结果可以看出,本项目污染源叠加现状本底及在建源强后,NO_x 年均浓度最大占标率为 52.03%,可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求。

表 8.4-23 污染源+背景值+在建源 NO_x 年均预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	叠加后浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	出现时间	叠加后占标率%	达标情况
坂美村	年平均	0.1733	25.25	25.4233	平均值	50.85	达标
月山村	年平均	0.0235	25.25	25.2735	平均值	50.55	达标
资深村	年平均	0.0841	25.25	25.3341	平均值	50.67	达标
区域最大落地浓度	年平均	0.7664	25.25	26.0164	平均值	52.03	达标

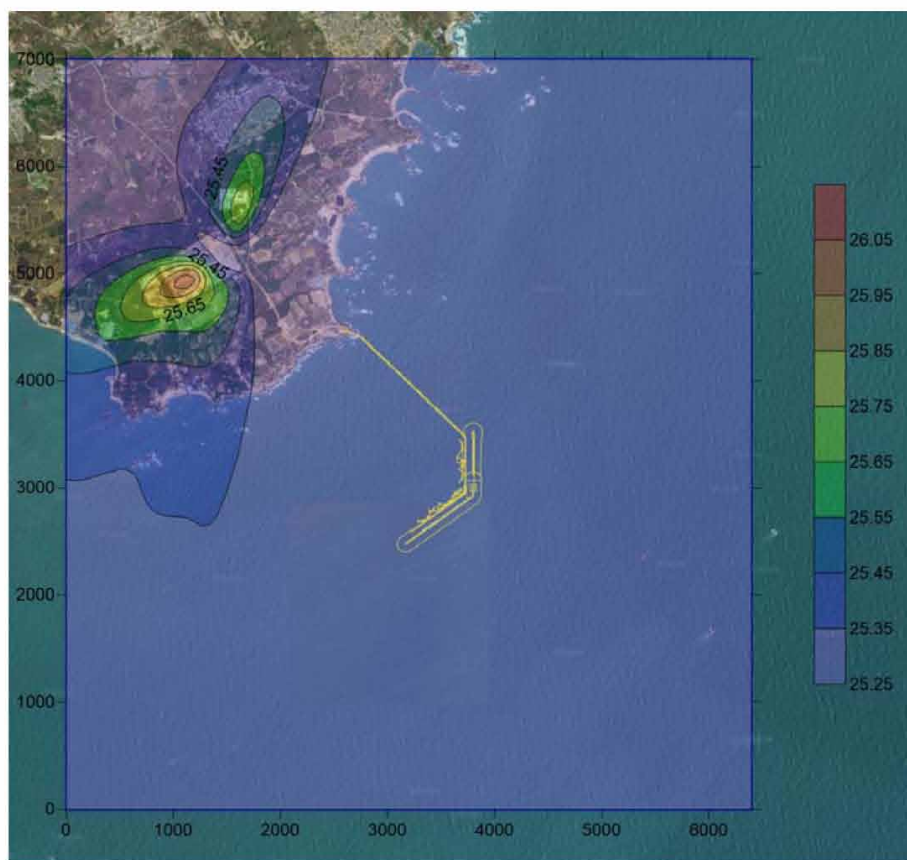


图 8.4-12 污染源+背景值+在建源 NO_x 地面污染年平均浓度分布图
(单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

8.4.4.2 二氧化硫

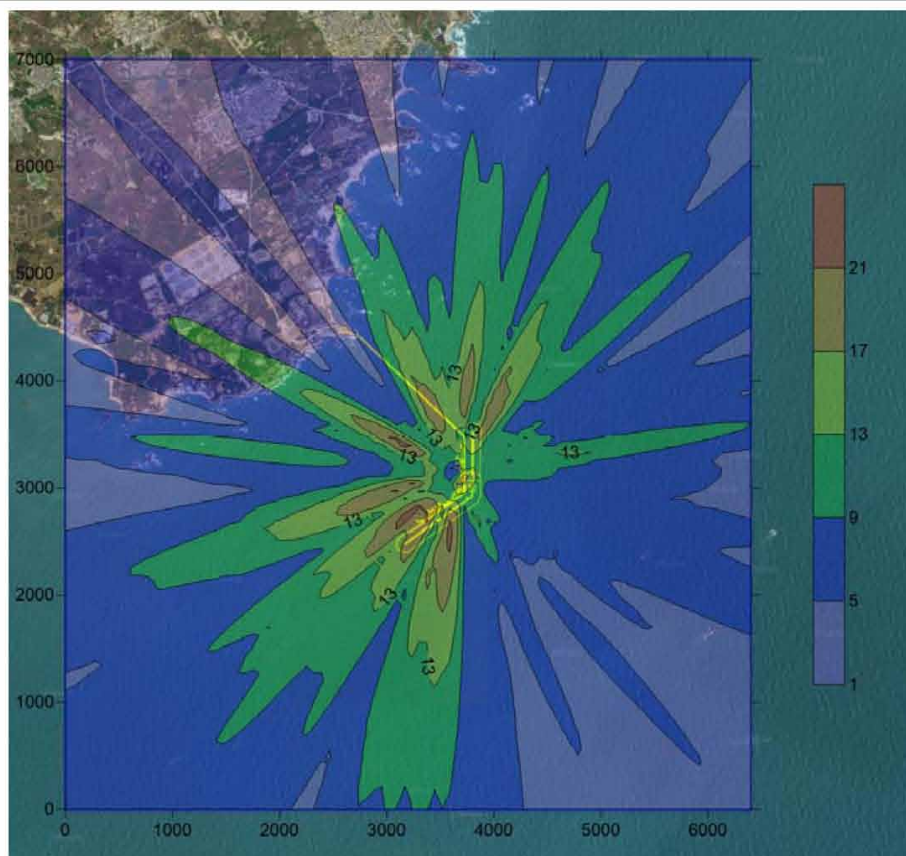
(1) 预测情景 1

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 SO₂ 环境影响, 小时均值、日均值预测结果列于下表, 地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-13 和图 8.4-14。

从预测结果可以看出, SO₂ 的区域最大贡献值满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求, 区域最大小时、日均浓度贡献值占标率分别为 4.75%、2.33%。

表 8.4-24 新增污染源排放 SO₂ 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 μg/m ³	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	1 小时	6.2693	20052510	1.25	可接受
	日平均	0.5448	200805	0.36	可接受
月山村	1 小时	3.2256	20061324	0.65	可接受
	日平均	0.1448	200514	0.10	可接受
资深村	1 小时	3.6619	20051509	0.73	可接受
	日平均	0.2740	200515	0.18	可接受
区域最大 落地浓度	1 小时	23.7587	20051508	4.75	可接受
	日平均	3.4975	200610	2.33	可接受

图 8.4-13 新增污染源排放 SO₂ 地面污染小时平均浓度分布图 (单位: μg/m³)

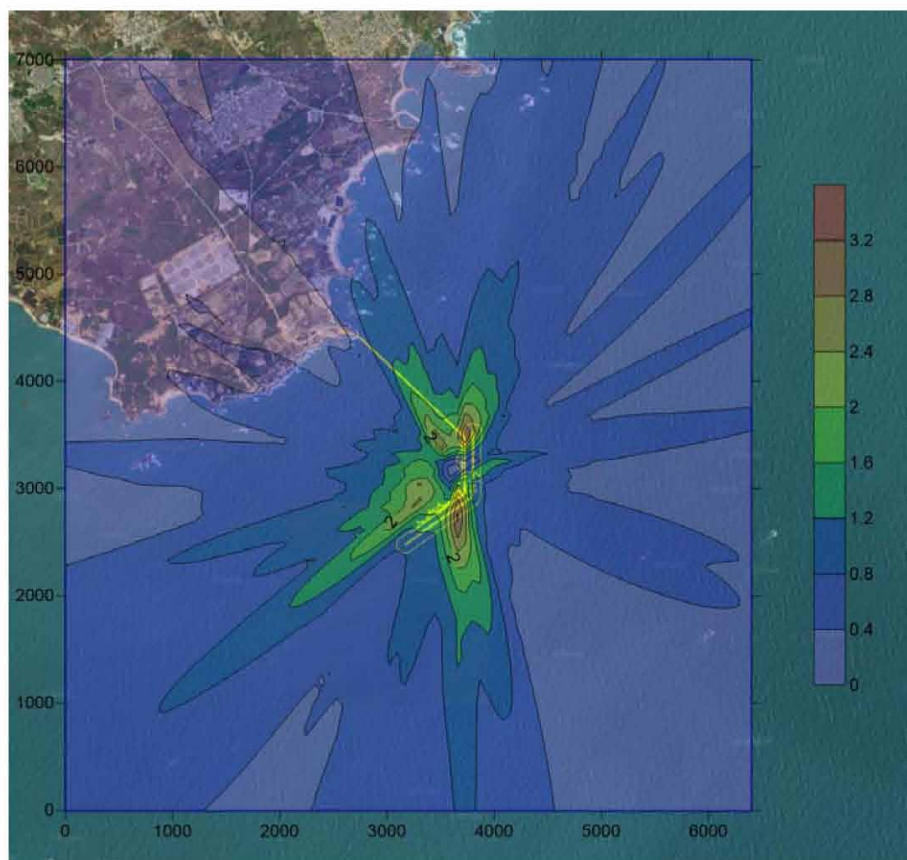


图 8.4-14 新增污染源排放 SO₂ 地面污染日平均浓度分布图 (单位: ug/m³)

(2) 预测情景 2

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 SO₂ 环境影响年均值预测结果列于下表, 地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-15。

从预测结果可以看出, SO₂ 的区域最大贡献值满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求, 区域年浓度贡献值占标率为 0.39%。

表 8.4-25 新增污染源排放 SO₂ 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 μg/m ³	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	年平均	0.0042	平均值	0.01	可接受
月山村	年平均	0.0022	平均值	0.00	可接受
资深村	年平均	0.0051	平均值	0.01	可接受
区域最大落地浓度	年平均	0.2367	平均值	0.39	可接受

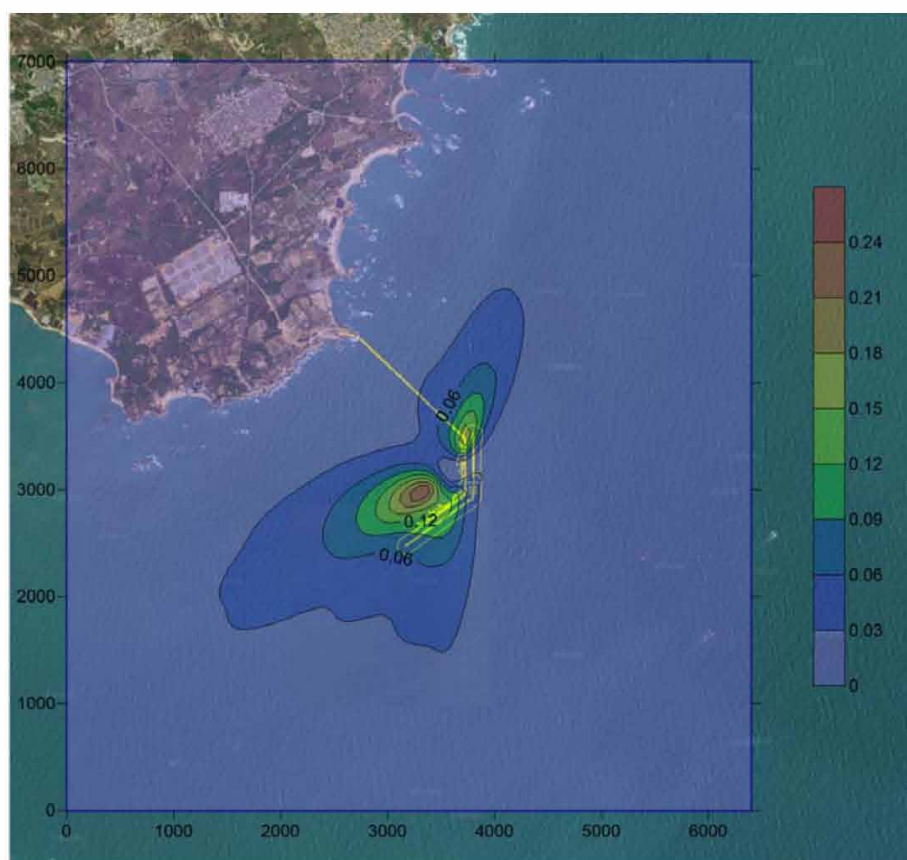


图 8.4-15 新增污染源排放 SO₂ 地面污染年平均浓度分布图 (单位: ug/m³)

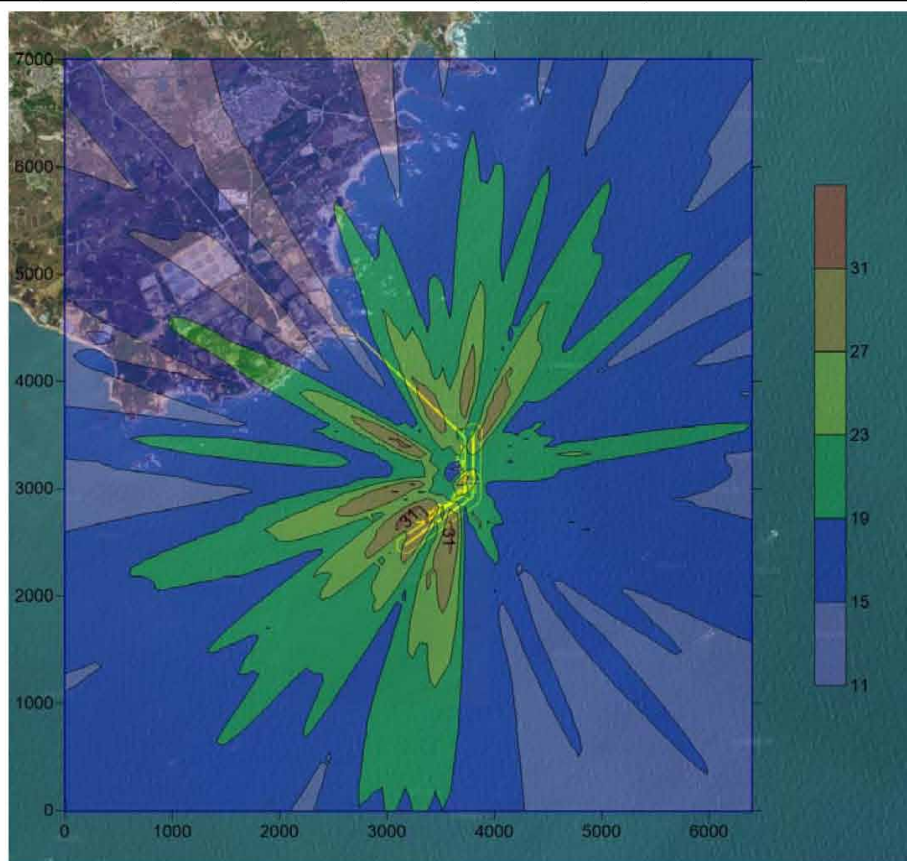
(3) 预测情景 3

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 SO₂ 环境影响,并叠加背景浓度、在建源强后的环境影响,小时均值、日均值预测结果列于下表,地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-16 和图 8.4-17。

从预测结果可以看出,本项目污染源叠加现状本底及在建源强后,SO₂ 小时、日均浓度最大占标率分别为 6.75%、9.00%,可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求。

表 8.4-26 污染源+背景值+在建源 SO₂ 预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	叠加后浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	出现时间	叠加后占标率%	达标情况
坂美村	1 小时	6.2693	10	16.2693	20052510	3.25	达标
	日平均	0.5448	10	10.5448	200805	7.03	达标
月山村	1 小时	3.2481	10	13.2481	20080507	2.65	达标
	日平均	0.2263	10	10.2263	200514	6.82	达标
资深村	1 小时	3.6619	10	13.6619	20051509	2.73	达标
	日平均	0.3339	10	10.3339	200517	6.89	达标
区域最大落地浓度	1 小时	23.7587	10	33.7587	20051508	6.75	达标
	日平均	3.4975	10	13.4975	200610	9.00	达标

图 8.4-16 污染源+背景值+在建源 SO₂ 地面污染小时平均浓度分布图
(单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

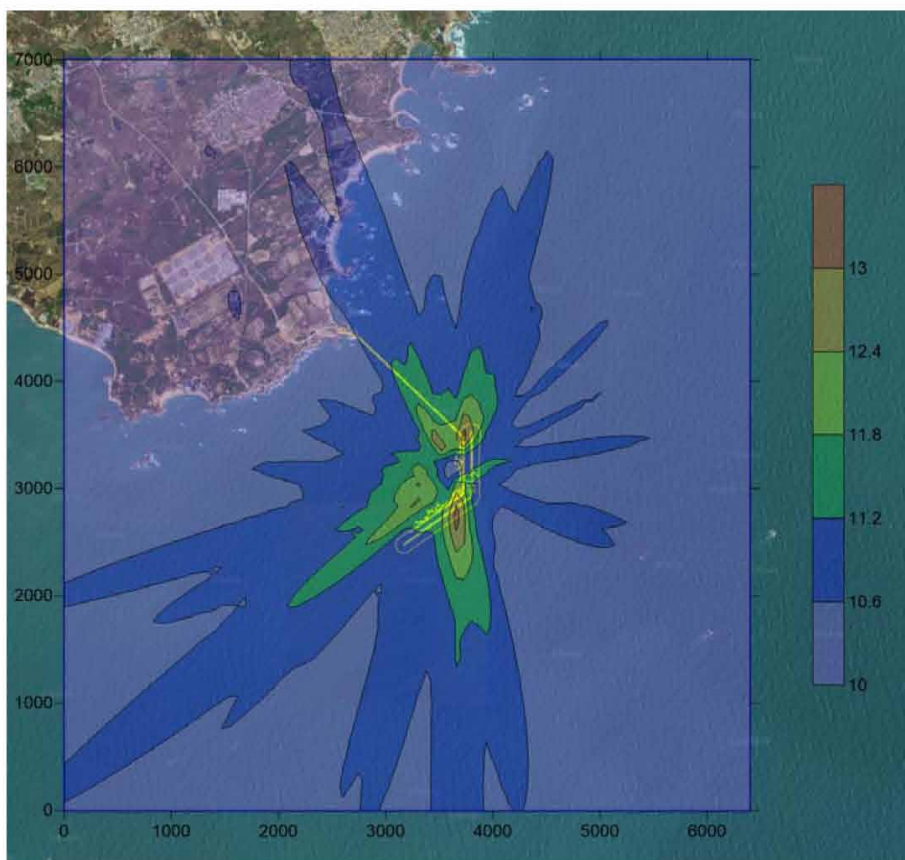


图 8.4-17 污染源+背景值+在建源 SO₂ 地面污染日平均浓度分布图
(单位: ug/m³)

(4) 预测情景 4

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 SO₂ 环境影响，并叠加背景浓度、在建源强后的环境影响，年均值预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-18。

从预测结果可以看出，本项目污染源叠加现状本底及在建源强后，SO₂ 年均浓度最大占标率为 17.06%，可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

表 8.4-27 污染源+背景值+在建源 SO₂ 预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 μg/m ³	叠加后浓度 μg/m ³	出现时间	叠加后占标率%	达标情况
坂美村	年平均	0.0254	10	10.0254	平均值	16.71	达标
月山村	年平均	0.0050	10	10.0050	平均值	16.68	达标
资深村	年平均	0.0152	10	10.0152	平均值	16.69	达标
区域最大落地浓度	年平均	0.2386	10	10.2386	平均值	17.06	达标

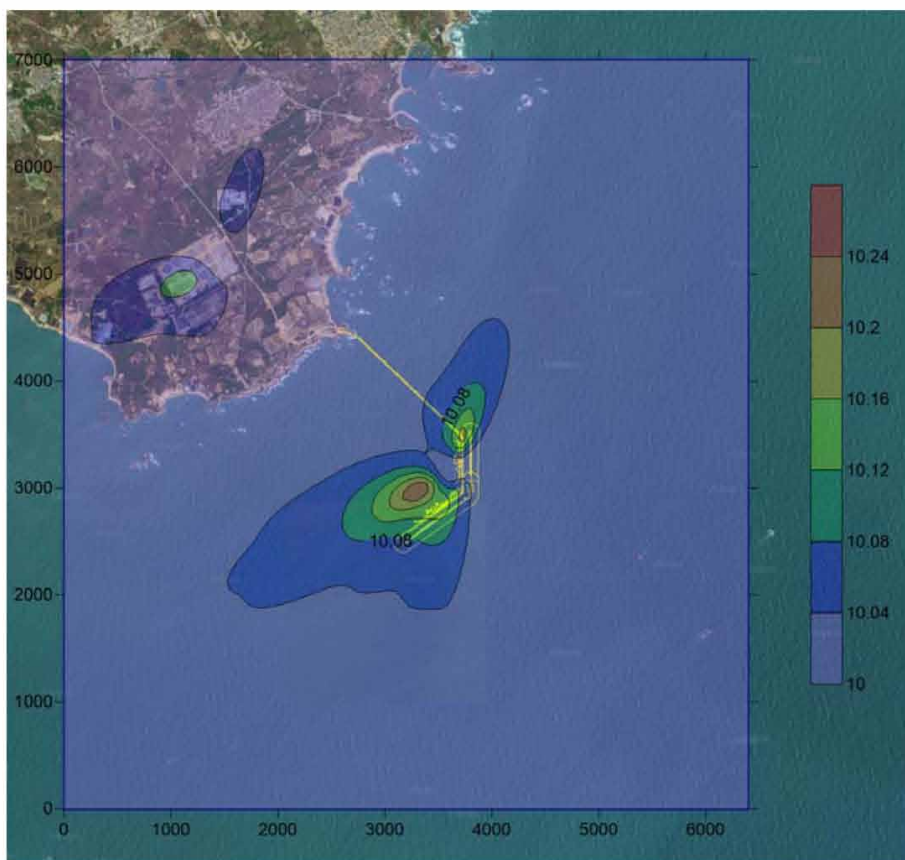


图 8.4-18 污染源+背景值+在建源 SO₂ 地面污染年平均浓度分布图
(单位: ug/m³)

8.4.4.3 PM₁₀

(1) 预测情景 1

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 PM₁₀ 环境影响，日均值预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-19。

从预测结果可以看出，PM₁₀ 的区域最大贡献值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，区域最大日均浓度贡献值占标率为 0.29%。

表 8.4-28 新增污染源排放 PM₁₀ 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 μg/m ³	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	日平均	0.0931	200805	0.06	可接受
月山村	日平均	0.0286	200805	0.02	可接受
资深村	日平均	0.0728	200827	0.05	可接受
区域最大落地浓度	日平均	0.4347	200412	0.29	可接受

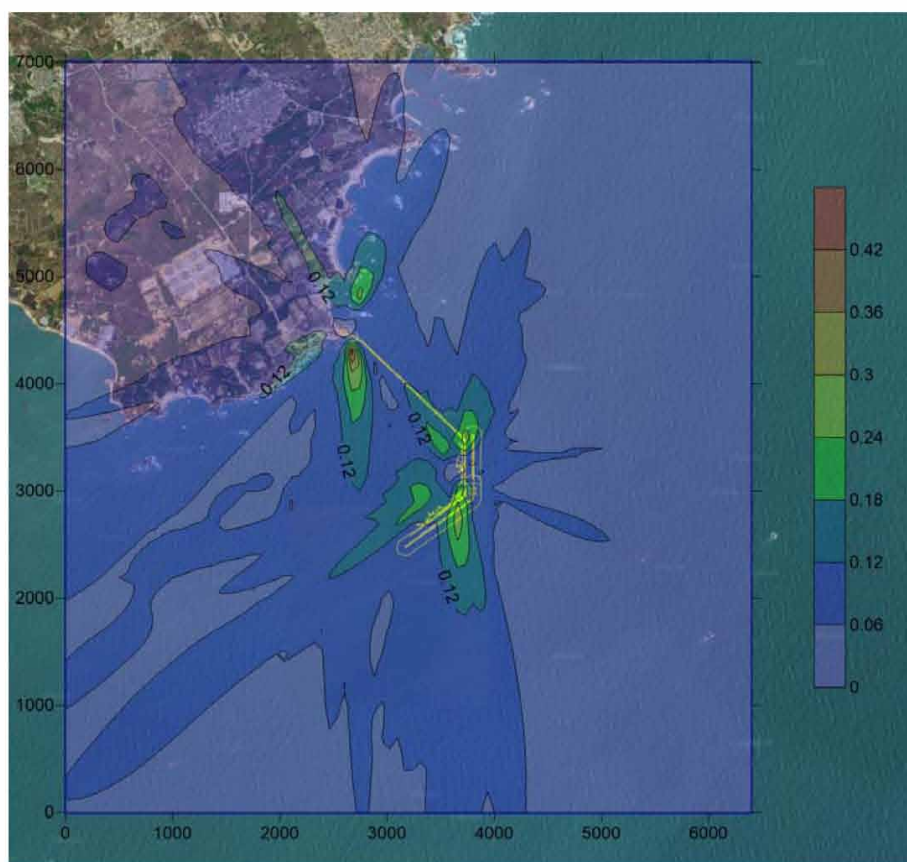


图 8.4-19 新增污染源排放 PM₁₀ 地面污染日平均浓度分布图
(单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(2) 预测情景 2

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 PM₁₀ 环境影响年均值预测结果列于下表, 地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-20。

从预测结果可以看出, PM₁₀ 的区域最大贡献值满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求, 区域年浓度贡献值占标率为 0.03%。

表 8.4-29 新增污染源排放 PM₁₀ 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	年平均	0.0007	平均值	0.00	可接受
月山村	年平均	0.0003	平均值	0.00	可接受
资深村	年平均	0.0010	平均值	0.00	可接受
区域最大落地浓度	年平均	0.0199	平均值	0.03	可接受

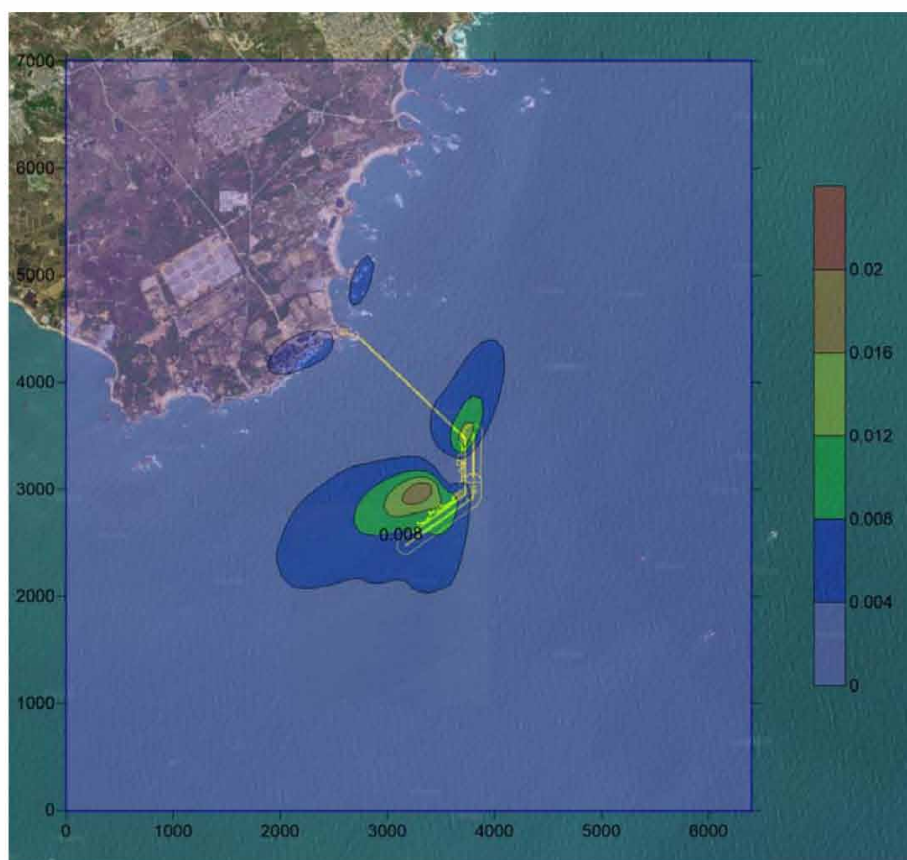


图 8.4-20 新增污染源排放 PM_{10} 地面污染年平均浓度分布图 (单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(3) 预测情景 3

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 PM_{10} 环境影响,并叠加背景浓度、在建源强后的环境影响,日均值预测结果列于下表,地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-21。

从预测结果可以看出,本项目污染源叠加现状本底及在建源强后, PM_{10} 日均浓度最大占标率为 30.38%,可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求。

表 8.4-30 新增污染源+在建源+背景值 PM_{10} 预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	叠加后浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	出现时间	叠加后占标率%	达标情况
坂美村	日平均	0.5484	44	44.5484	200704	29.70	达标
月山村	日平均	0.2184	44	44.2184	200805	29.48	达标
资深村	日平均	0.2592	44	44.2592	200517	29.51	达标
区域最大落地浓度	日平均	1.5682	44	45.5682	200412	30.38	达标

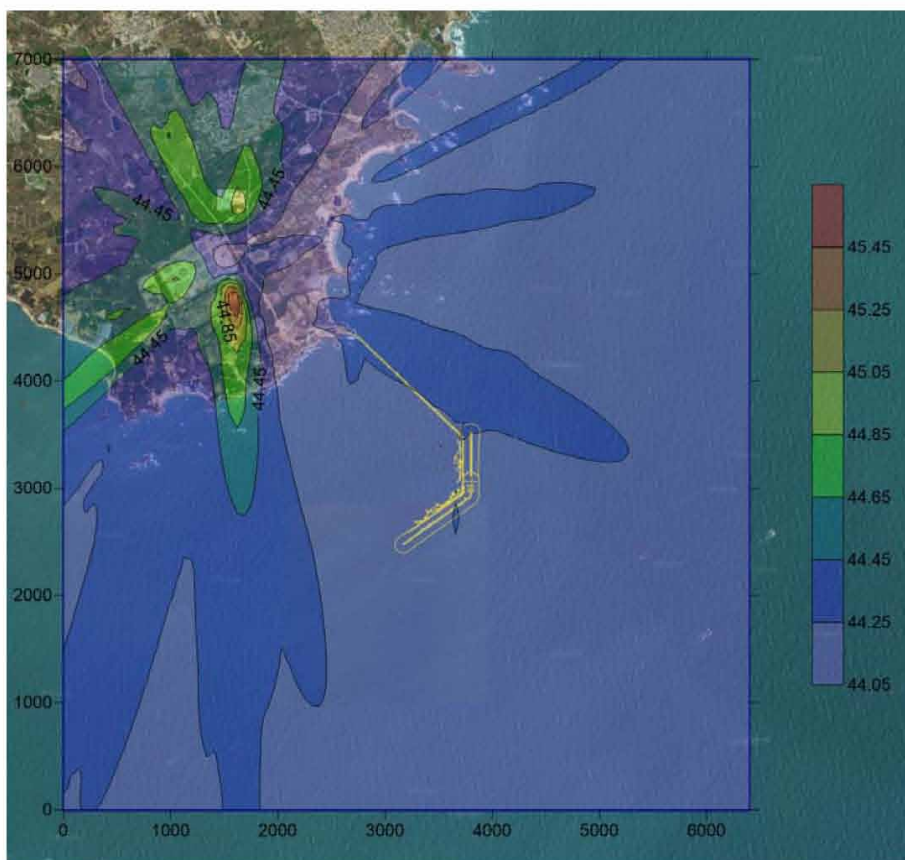


图 8.4-21 污染源+背景值+在建源 PM₁₀ 地面污染日平均浓度分布图
(单位: ug/m³)

(4) 预测情景 4

考虑项目装船油气回收废气、船舶辅机废气排放 PM₁₀ 环境影响，并叠加背景浓度、在建源强后的环境影响，年均值预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-22。

从预测结果可以看出，本项目污染源叠加现状本底及在建源强后，PM₁₀ 年均浓度最大占标率为 63.13%，可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

表 8.4-31 污染源+背景值+在建源 PM₁₀ 预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 μg/m ³	叠加后浓度 μg/m ³	出现时间	叠加后占标率%	达标情况
坂美村	年平均	0.0431	44	44.0431	平均值	62.92	达标
月山村	年平均	0.0059	44	44.0059	平均值	62.87	达标
资深村	年平均	0.0211	44	44.0211	平均值	62.89	达标
区域最大落地浓度	年平均	0.1904	44	44.1904	平均值	63.13	达标

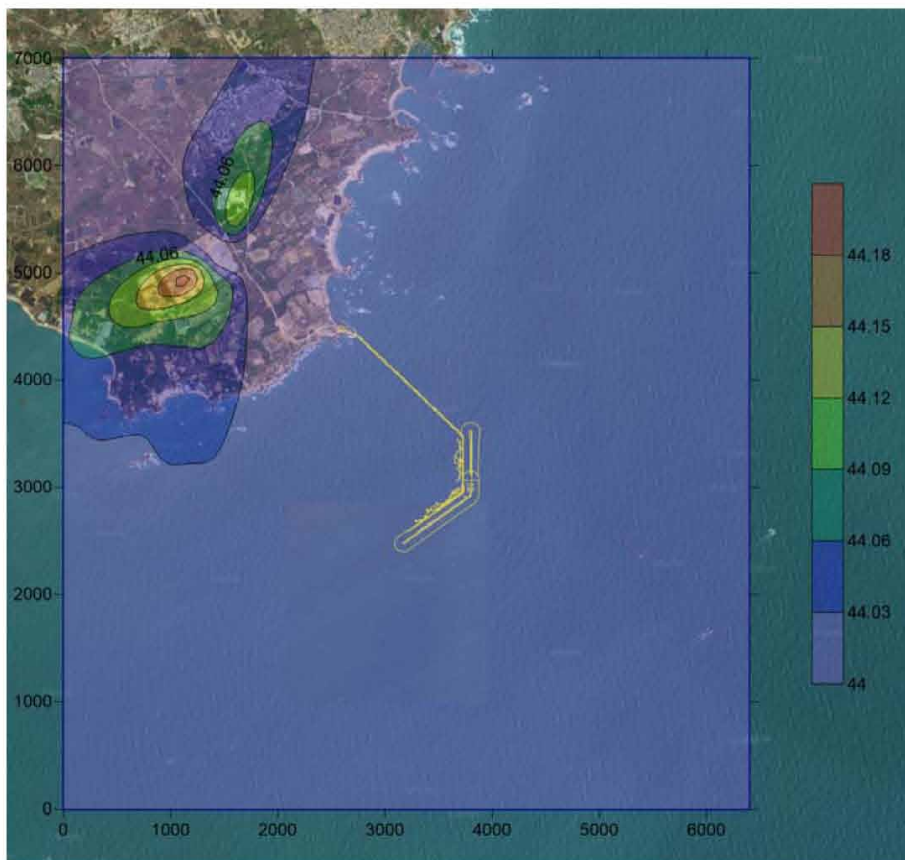


图 8.4-22 污染源+背景值+在建源 PM₁₀ 地面污染年平均浓度分布图
(单位: ug/m³)

8.4.4.4 非甲烷总烃

(1) 预测情景 5

考虑拟建项目新增污染源排放 NMCH 的环境影响, 预测结果列于下表, 地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-23 所示。

从预测结果可以看出, NMCH 的区域最大贡献值满足《大气污染物综合排放标准详解》中环境质量标准要求, 区域最大小时浓度贡献值占标率为 33.24%。

表 8.4-32 新增污染源排放 NMCH 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 mg/m ³	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	1 小时	0.0083	20053110	0.41	可接受
月山村	1 小时	0.0213	20092320	1.06	可接受
资深村	1 小时	0.0180	20030121	0.90	可接受
区域最大落地浓度 (300, 5100)	1 小时	0.6648	20031308	33.24	可接受

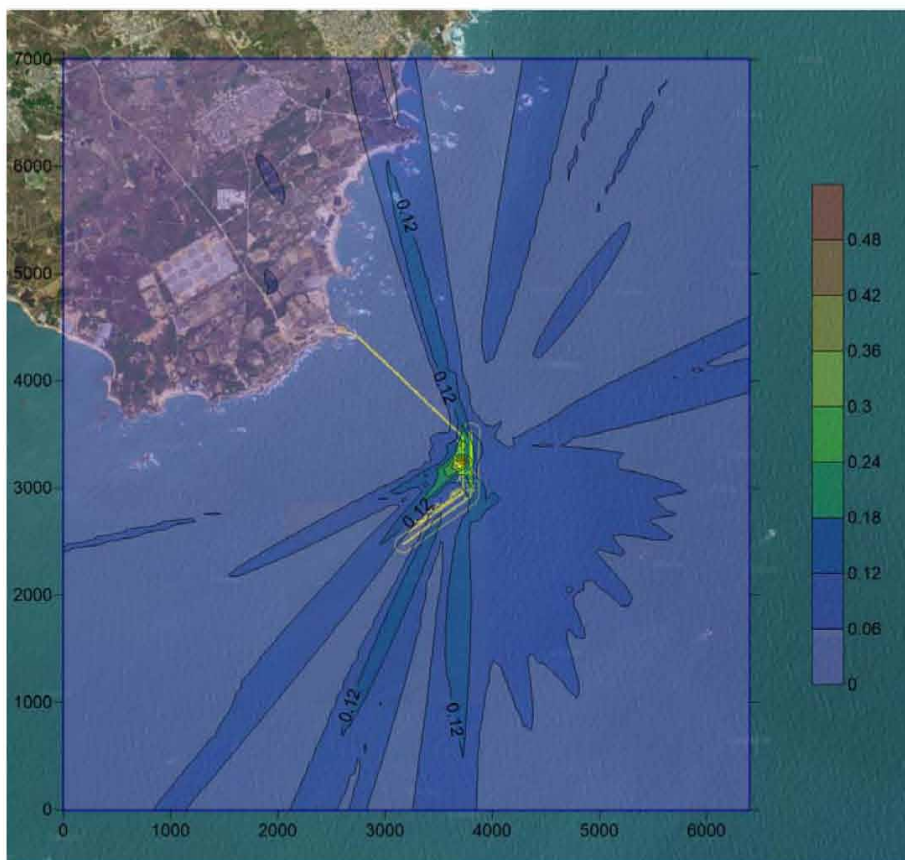


图 8.4-23 新增污染源排放 NMCH 地面污染小时平均浓度分布图
(单位: mg/m³)

(2) 预测情景 6

同时考虑拟建项目新增污染源和在建源排放 NMCH，并叠加背景浓度后的环境影响，预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-24 所示。

从预测结果可以看出，本项目新增污染源、区域在建项目贡献值叠加现状本底后，NMCH 小时浓度最大占标率为 49.95%，可满足《大气污染物综合排放标准详解》中环境质量标准要求。

表 8.4-33 新增污染源+在建源+背景值 NMCH 预测结果

预测点	平均时段	污染源+在建源贡献值	背景浓度 mg/m³	叠加后浓度 mg/m³	出现时间	占标率%	达标情况
坂美村	1 小时	0.1838	0.3325	0.5163	20062707	25.81	达标
月山村	1 小时	0.1009	0.3325	0.4334	20080507	21.67	达标
资深村	1 小时	0.1546	0.3325	0.4871	20052509	24.36	达标
区域最大落地浓度	1 小时	0.6665	0.3325	0.9990	20031308	49.95	达标

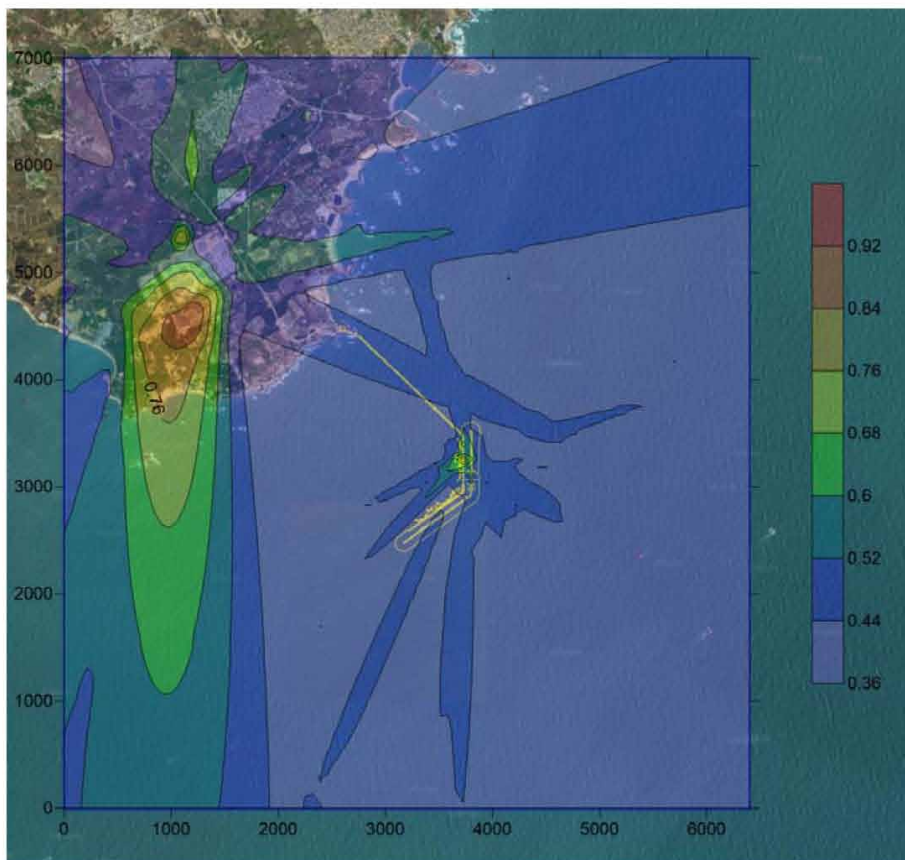


图 8.4-24 污染源+背景值+在建源 NMCH 地面污染小时平均浓度分布图（单位：mg/m³）

8.4.5 新增污染源非正常工况下预测与评价

根据预测情景 7，本工程可能出现的非正常工况为油气回收装置失效，原油装船排放的油气无法收集和处理，在码头区域以无组织形式排放，排放速率：547.21kg/h，油气量 4800m³/h，由于非正常工况排放时间较短，对小时均值进行预测。预测结果列于下表，地面污染浓度等值线分布情况见图 8.4-25。

从预测结果可以看出，NMCH 在短时间内超标，由于非正常工况出现时间较短，对周边环境的影响是暂时的。企业应加强对油气回收装置的维护和管理，确保装置正常运行。

表 8.4-34 新增污染源排放 NMCH 预测结果

预测点	平均时段	贡献值 mg/m³	出现时间	占标率%	影响可接受性
坂美村	1 小时	5.1612	20031920	258.06	超标
月山村	1 小时	17.2134	20092320	860.67	超标
资深村	1 小时	14.5624	20030121	728.12	超标
区域最大落地浓度 (1700, 5000)	1 小时	537.1285	20031308	26856.43	超标

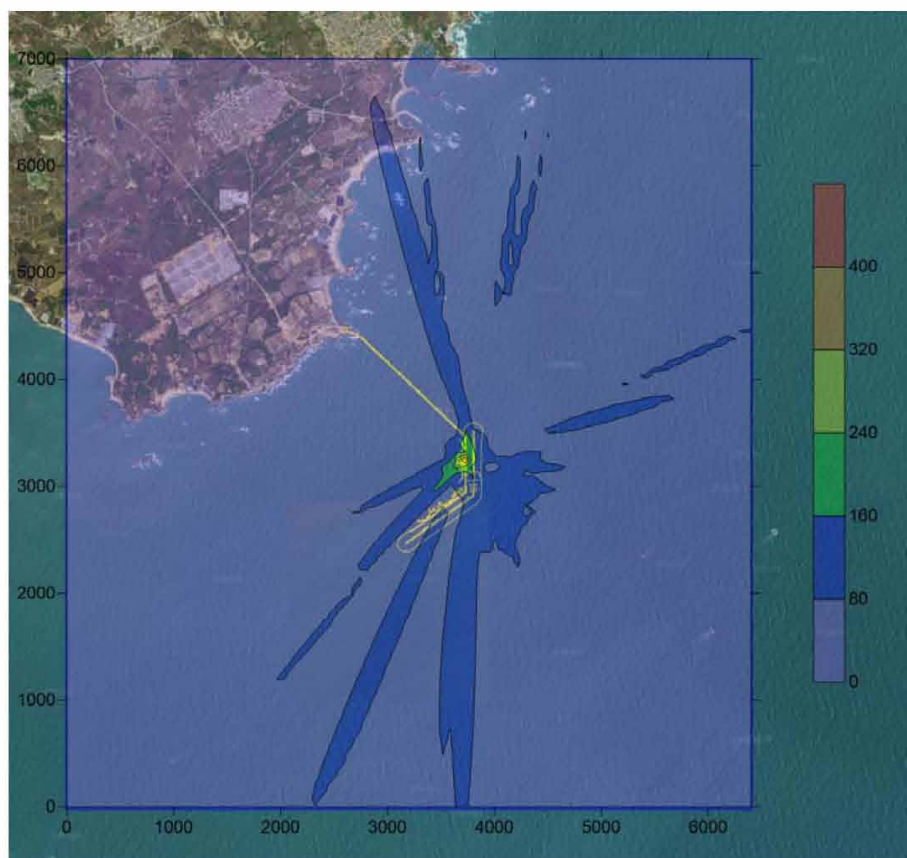


图 8.4-25 非正常工况排放 NMCH 地面污染小时平均浓度分布图
(单位: mg/m^3)

8.4.6 大气防护距离

根据拟建项目新增污染源正常工况下的预测结果, SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、NMCH 短期贡献浓度未出现超标, 本项目无需设置大气环境保护距离。

8.4.7 小结

本项目为原油码头建设, 主要大气污染源为装船废气、船舶辅机废气、密封点无组织泄漏废气。本项目大气环境评价工作等级为一级, 预测结果表明, SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、NMHC 等污染物贡献值叠加现状值结果满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求, 在企业厂界处的地面污染最大小时浓度值符合厂界标准限值的要求, 可做到达标排放, 项目大气环境影响可以接受。

8.5 声环境影响

本项目大部分工程内容位于海上，且距离陆地超过 1.5km。陆域噪声源主要为油气回收装置的风机，类比其他同类项目，噪声源强约 80~85 dB(A)。由于油气回收装置距离附近居民点也超过 1.7km，因此本次评价重点考虑声源附近 200m 范围。由于油气回收装置东面和南面均为海域，仅北面和西面为陆域，报告仅考虑北面和西面厂界达标情况。

本次评价采用《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ2.4-2009)中推荐模式进行预测，用 A 声级计算，室外声源在预测点的声压级计算，结果如表 8.5-1。

拟建项目厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 2 类标准，即昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)。

可见，项目的北厂界夜间出现轻微超标，超标范围为北厂界 6 米以内。由于最近的居民居住区距离厂界超过 1.7km，项目噪声对敏感保护目标无影响。

表 8.5-1 项目区噪声评价结果统计表

位置	时段	贡献值	背景值	预测值	标准值	是否达标
北厂界	昼间	51.0	54.6	56.2	60	是
	夜间	51.0	43.9	51.8	50	否
西厂界	昼间	40.7	54.6	54.8	60	是
	夜间	40.7	43.9	45.6	50	是

8.6 固体废弃物影响分析

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海事局认可的有资质单位接收处理。码头生活垃圾和机修垃圾由市政环卫部门统一处理。

油气回收装置产生废氧化锌 83.34t/a。属于 HW08 类危险废物，危险特性为 T 类。按危险废物进行收集，暂存于库区危废暂存间后，拟交由有资质的单位处理。

综上，项目产生的固体废弃物不外排，对周围环境影响较小。

8.7 地下水环境影响分析

根据工程分析可知，本次工程产生的废水主要为码头工程初期雨水、冲洗废

水、生活污水，以及停港船舶机舱废水、生活污水，废水通过在建 1#原油码头至商储油库区的污水管线，输送至至商储油罐区含油污水池，统一送至广东石化污水处理系统处理，因此本项目对地下水影响较小，不再进行预测评价。

9 海洋环境风险预测与评价

9.1 海洋环境风险识别

9.1.1 项目涉及海洋环境风险相关工程内容

9.1.1.1 建设性质与规模

本工程建设原油码头泊位 1 个（30 万吨级）及配套设施。原油码头靠泊船型为 5 万吨级~30 万吨级船舶，用于原油装卸船。

码头吞吐量为 1450 万吨/年。

设计代表船型分别为：15 万、25 万、30 万 DWT。

根据设计情况，本项目未来到港主力船型为：卸船为 30 万吨级，装船为 10 万 DWT。

可见本项目原油码头最大代表船型为 30 万 DWT,主力船型为 30 万 DWT、10 万 DWT。

表 9.1-1 码头建设规模及功能

泊位等级（吨级）	装卸货种	安排任务量（万吨/年）	运输船型吨级
300000	原油	1450	50000~300000

9.1.1.2 货品吞吐量与流向

（1）货品吞吐量与流向

本项目货种为原油，吞吐量情况见表。

表 9.1-2 货种及其运输船型、流量、流向表

货种	流向	运量（万吨 /年）	船型（DWT）
原油	装船	725	50000~150000
	卸船	725	150000~300000

（2）装卸工艺

原油采用装卸臂进行装卸。

9.1.1.3 到港船舶加油情况

到港船舶可能在港区加油。

9.1.1.4 海域船舶交通流量和航线

(1) 船舶交通流量

航行于工程附近海域的船舶大部分为进出惠来电厂煤码头的船舶，目前进出电厂煤码头的船舶约 6-7 艘/月。

粤东 LNG 码头项目主要为粤东及周边地区的城市工业与民用提供可靠的天然气燃料，项目建设规模为：一期 200 万吨/年，二期规划扩建到 400 万吨/年；LNG 码头设计船型为舱容介于 $8 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 26.7 \times 10^4 \text{m}^3$ 的 LNG 船。据此推算，一期期间每年进靠 LNG 船舶艘次约为 50 艘次（含小舱容船舶），二期期间每年进靠 LNG 船舶艘次约为 100 艘次（含小舱容船舶）。

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程拟建 7 万吨级卸船泊位 1 个，3 千吨级装船泊位 1 个，年吞吐量 324.6 万吨；年船舶交通流量约 100 艘次。

广东石化项目运行后，按吞吐量和主力船型估算，1#泊位年进出港约 100 艘次，产品码头年进出港 2100 艘次。

本项目运行后，年进出港大小船舶共约 116×2 艘次。即本项目建成后，周边海域船舶交通流量约为 3000 艘次/年。

(2) 航线

邻近航线见图 9.1-1~图 9.1-2。

1) 中、小型船舶航路

该航路靠近陆岸，水深大都在 20m 以上，最浅处在南澎岛附近，也在 11m 以上，该处虽礁石密布，但对中、小型船舶航行无碍。选择该航路航行的中、小型船驶至石碑山灯塔 353° 、距离 4.9 海里处，取航向 250° 南下。

2) 中型船舶航路

该航路水域宽阔，无碍航物，最小水深 21m。从北方经台湾海峡驶至石碑山灯塔 353° 、距离 4.9 海里处，取航向 250° ，插入中、小型船舶航路南下。

3) 大型船舶航路

该航路水域宽阔，无碍航物，最小水深 30m。船舶从北方驶至石碑山灯塔 353° 、距离 14.9 海里处，取航向 251° 南下。

图 9.1-3 为 AIS 船舶航迹线图。

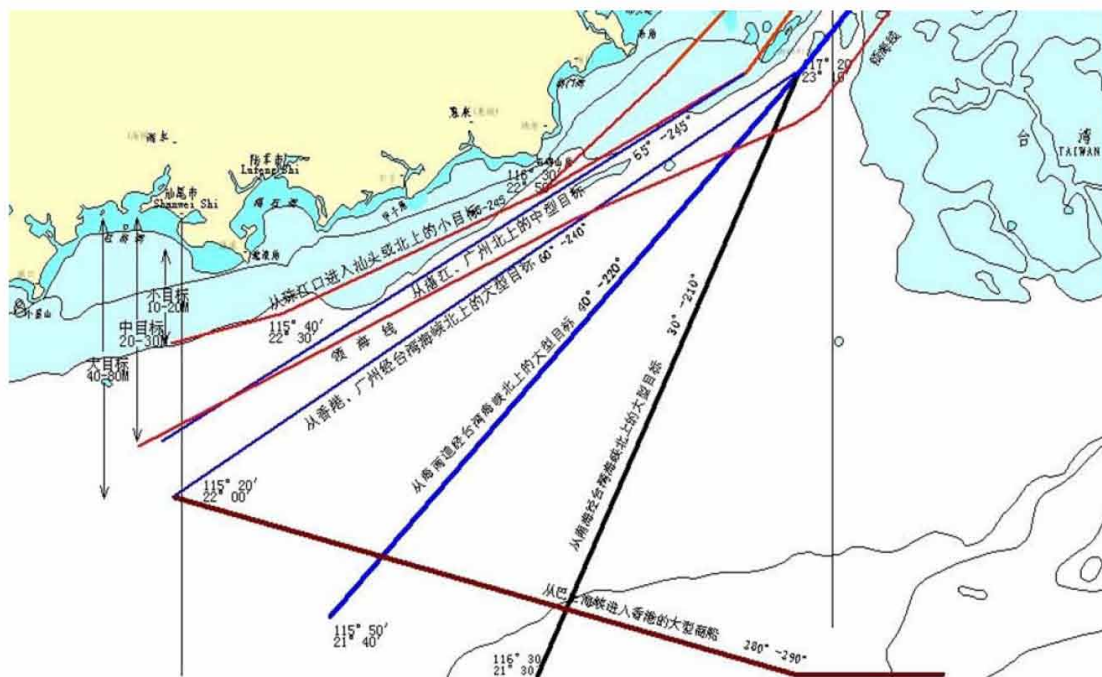


图 9.1-1 周边航线示意图

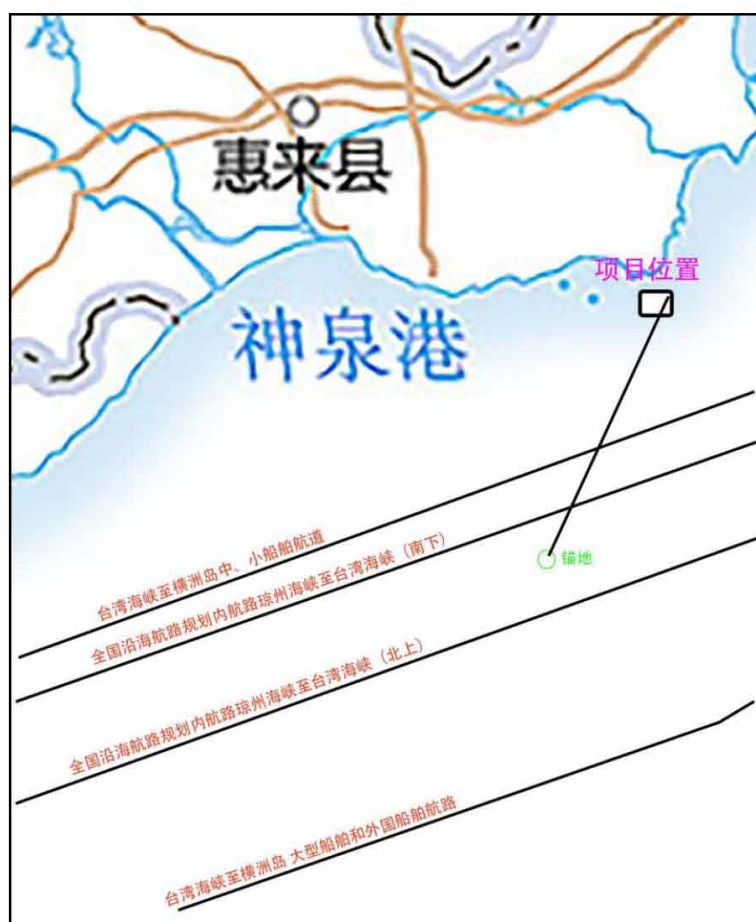


图 9.1-2 周边航线示意图

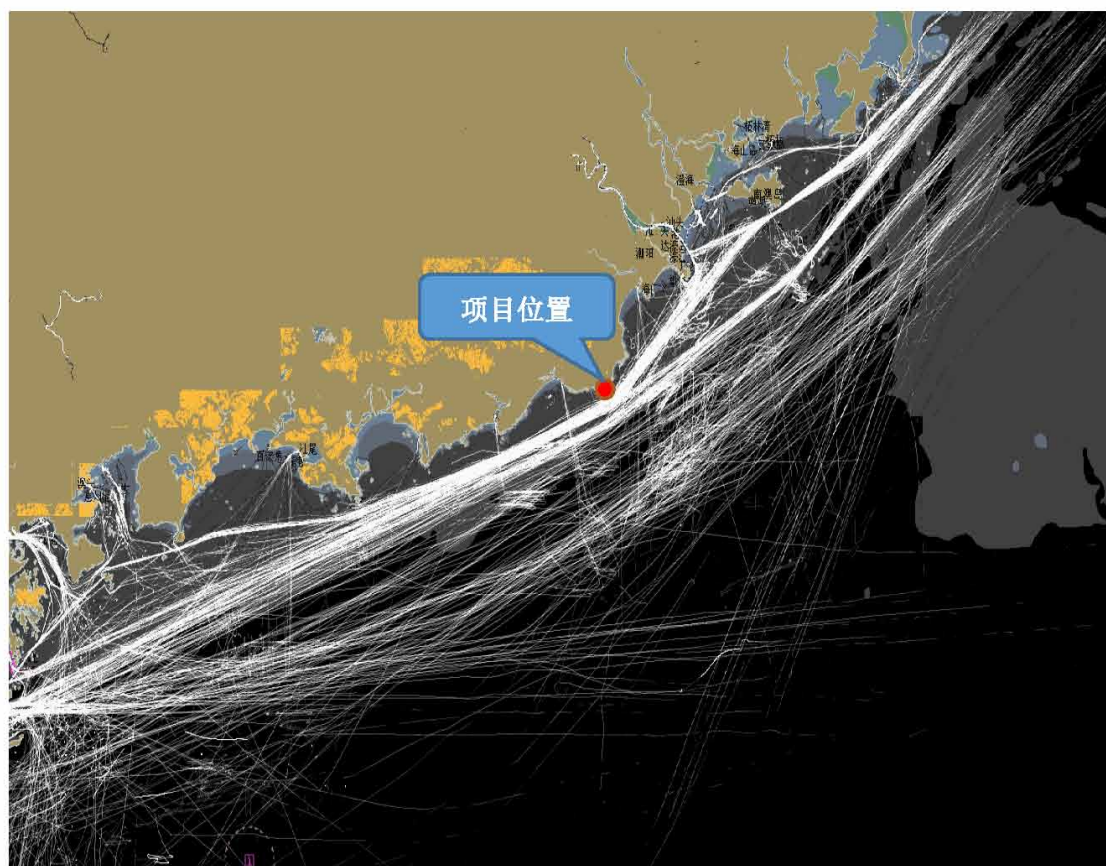


图 9.1-3 码头对开海域 AIS 航迹图

9.1.1.5 水上交通安全管理情况

本工程进港航道、回旋区、码头及防波堤拟设置较为完善的助航设施，只需在回旋水域北侧边界新设 1 座南方位标，另外还需要将原进港航道左边线与回旋水域交界处的左侧标向西移至新的水域交界处，且调整拟建南方位标的位置。新设浮标为新型涂装深水钢浮标，规格为 HF2.4-D1，安装 LED+太阳能电源一体化航标灯，浮筒还需配置锚链及沉块。

粤东水上交通指挥中心（VTS）未建。

2007 年 3 月，汕头航标处辖区 AIS 建设工程通过广东海事局组织的竣工验收。汕头航标处辖区 AIS 建设工程作为南海海区 AIS 一期工程重要组成部分，主要建设内容包括表角、甲子、大星山 3 个 AIS 基站，1 个辖区监控中心以及表角市电工程。该系统能够实现对沿岸的航行船舶有效的动态可视化监管。

9.1.2 海洋环境风险识别与分析

本节针对工程可能存在的风险因素，结合对国内原油码头的调查，确定本

工程及对周边水域环境可能存在的重大风险源，对工程可能导致的船舶碰撞，原油泄漏等事故致因、危害进行全面的识别与分析。

海域环境风险源主要分为流动风险源和固定风险源。本项目海域环境流动风险源为工程涉及的各类船舶及其所携带的各类危险货物，固定风险源为码头输运、管道、装卸设施、靠泊船舶及其装卸输运的货物。

表 9.1-3 港区各场所及其存在的危险有害因素识别

部位		规模	设施	主要危险有害因素
码头	码头作业平台	原油码头：泊位长度420m；工作平台长40m，宽32m	操作装卸臂	装卸臂洒漏、管线渗漏、阀门泄漏、操作失误等造成泄漏事故或火灾爆炸事故
	码头前沿	原油码头：30万吨级泊位一个，吞吐量1450万t/a	船舶、码头	船舶靠离泊事故造成码头、船舶受损或引发泄漏扩散及火灾爆炸事故；船舶船况不佳、操作失误等造成泄漏事故
作业平台及引桥上管线系统		原油码头：2.0km	管道、阀门	管道的焊接质量差，因焊缝开裂而泄漏；阀门、法兰及密封件等密封性能不良而导致泄漏；静电消除不利或明火等引发火灾爆炸事故
支航道		原油码头：3168m	船舶	船舶搁浅或发生碰撞事故，造成泄漏事故

9.1.2.1 储运物品危险性与污染特性识别

(1) 物质危险性识别

本项目货种为原油，包括四个品种，见表 9.1-4。

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 $\leq 21^{\circ}\text{C}$ 的液体均为易燃液体，闪点 $\leq 55^{\circ}\text{C}$ 的液体均为可燃液体。原油的闪点一般 $< 28^{\circ}\text{C}$ ，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易挥发性；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。由于石碑山海域风浪大，船舶靠离泊作业有一定难度。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，由于本工程南面已有一座 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。

装卸货种普遍具有的上述特性，是导致本工程生产过程中存在火灾爆炸危险、毒物泄漏扩散危险及毒物危害的内在原因。

本工程输运过程中存在火灾爆炸危险、货品泄漏扩散危险。

表 9.1-4 货种的主要储运特性

原油品种	低凝原油	Merely16 原油	伊朗重油	巴士拉重油
属性分类	轻质原油	高硫重质原油	高硫中质原油	高硫重质原油
功能	商业储备 P1561601 中转 广东石化保障	广东石化卸船中 转	广东石化卸船中 转	广东石化卸船中 转
比重 API	30	16	28.48	23.3
密度 20℃ (g/cm ³)	0.87	0.96	0.88	0.91
运动粘度 (mm ² /s)	20℃	21.5	1782.7	19.33
	30℃	/	736	/
	40℃	7.9	372.9	10.01
倾点 (℃)	-57	-12	-24	-24
雷德蒸汽压, kPa	35.85	10.7	29	/
S (%)	2	2.49	1.62	4.19
火灾危险性分类	甲 B			

表 9.1-5 原油理化、毒理性质

类别	项目	特性
燃烧爆炸危险性	危险性类别	第 3.2 类，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。
	灭活方法	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。
毒理特性	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。

(2) 货种污染特性分析

MARPOL 73/78 公约附则 II 基于 GESAMP（海洋污染专家组）的研究报告，通过对化学品多项污染特性进行的综合评判，确定其污染类别，X 类危害性最大，Y 类次之，Z 类危害性最小，对于不适于该分类类别的化学品用 OS 类表示。污染特性综合判别指标包括：1) 生物累积和生物降解；2) 水生生物的毒性；3) 对人类健康的危害（对哺乳动物毒性）；4) 对海洋野生生物及海底生态环境的影响；5) 对海岸休憩环境的影响等。其中最重要的指标为化学品本身的生物积累特性和其对水生生物的毒性。

本项目码头建成后装卸的货种为原油，根据 MARPOL 73/78 公约相关内容，此类物质如果排入海洋，将会对海洋资源和人类健康造成危害。该类物质吞吐量很大，须采取严格的防范措施，禁止此类物质排入海洋环境。

表 9.1-6 本工程相关货种的污染类别及操作规定

操作分类	污染类别	货种	吞吐量（万吨/a）
执行附则 I	石油类	原油	1450

9.1.2.2 海洋环境风险环节分析

海域环境风险源主要分为流动风险源和固定风险源。本项目海域环境流动风险源为工程涉及的各类船舶及其所携带的各类危险货物，固定风险源为码头输运、管道、装卸设施、靠泊船舶及其装卸输运的各类危险货物。

按事故发生地点，可分为船舶运输事故风险和码头装卸过程事故风险两类，泄漏事故发生地点分类见图 9.1-4 按泄漏事故发生时间，可分为在锚地锚泊期间、在航道航行期间和码头靠泊（进行装卸作业）及靠离泊期间等三类泄漏事故。

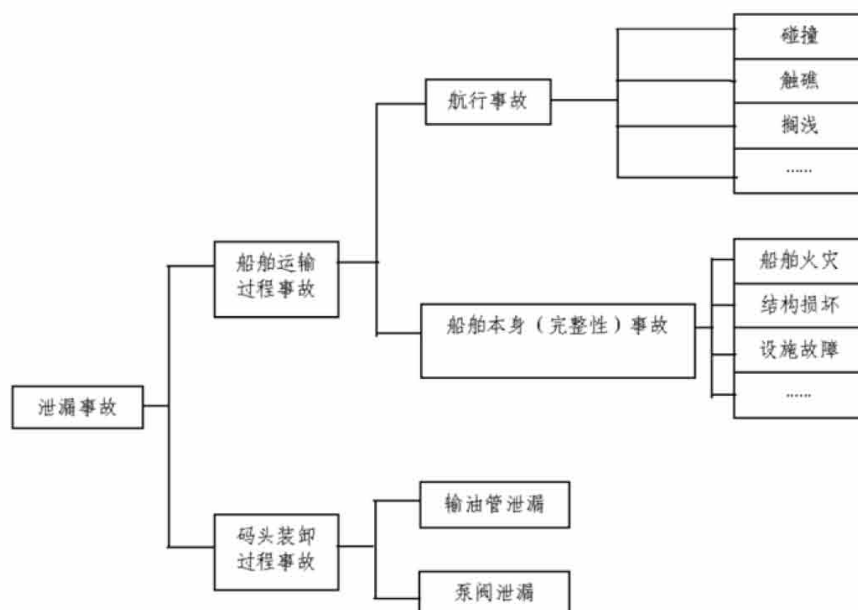


图 9.1-4 泄漏事故分类示意图

（1）码头岸上泄漏扩散事故致因分析

本工程码头岸上泄漏事故形式包括：管道破裂泄漏、输油臂泄漏、泵泄漏、阀门泄漏等。而在正常的生产输运过程中，各环节均有可能发生泄漏事故，其泄漏事故原因主要有三个方面，分析结果如图 9.1-5 所示。

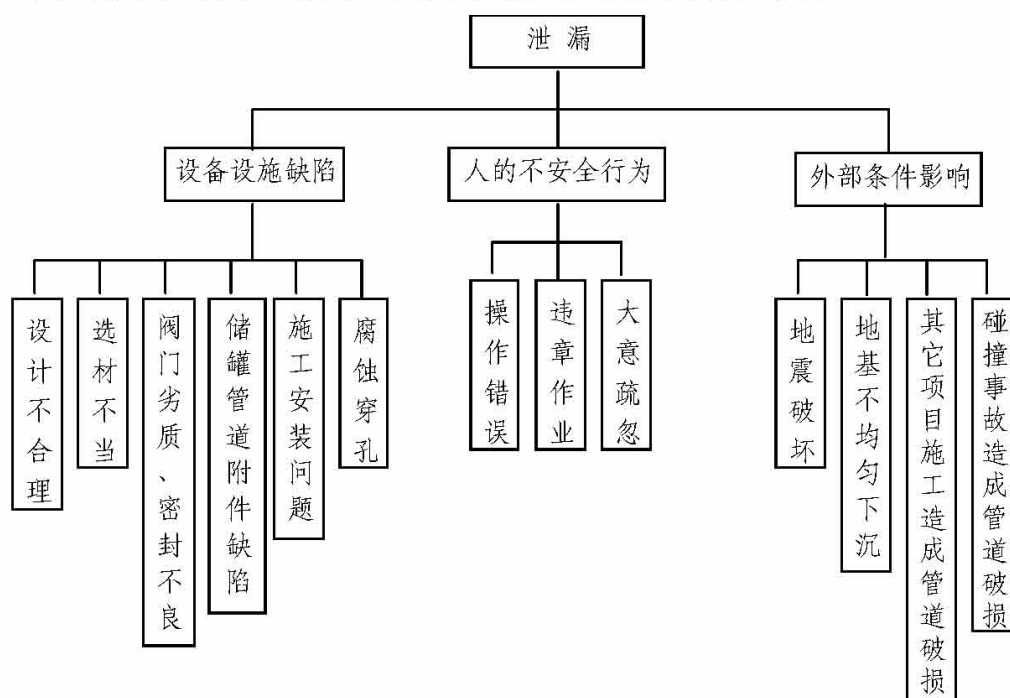


图 9.1-5 泄漏事故原因分析

岸上泄漏事故又与油气扩散、火灾、爆炸及中毒等事故紧密联系。以装卸过程发生在码头面的油品泄漏事故为例，油品发生泄漏后，一部分将直接泄

漏进入水体，另一部分将在码头面上流淌，并逐渐形成具有一定厚度和面积的油池。该油池若被点燃，将引发池火。池火事故可能损坏码头及船舶设备设施，从而造成更大规模的油品泄漏事故。另外，泄漏的油品会不断蒸发，蒸发产生的蒸汽云在空气中扩散，当扩散浓度足够大时，将有可能造成暴露人员中毒。由于码头距离岸边超过1.6km，距离附近居民超过3.5km，泄漏可能导致的火灾、爆炸和蒸发影响对陆域影响相对小，因此主要考虑对海洋环境的影响。

对泄漏事故致因的具体分析如下：

1) 设备设施先天性质量缺陷或运营故障

①油品管道、阀门及其它附件等设备选型不当、产品质量不符合要求或使用过程中老化产生裂纹、穿孔。

②施工安装质量差，主要表现为管道焊接质量差，存在气孔或未焊透，石油化工系统多起重大事故都与工程初期的施工质量特别是焊接质量差有直接关系。

③法兰密封不良，阀门劣化而出现内漏，金属软管接头变形、渗漏等，由于阀门质量缺陷而造成的泄漏事故是石油化工系统较多发的事故类型。

④管道系统因腐蚀、磨损而造成管壁减薄穿孔，应定期检测其壁厚，以及早发现问题，及时解决。

2) 人的不安全行为

①作业人员违章作业、违章指挥或因麻痹大意，造成管线超压破损。

②船、码头及后方库区三方之间通信联络及交流有误或者衔接不当，导致跑油。

③作业人员不认真执行设备检修维护及现场巡检等安全管理规章制度，未能及时发现事故隐患并加以解决。

3) 其它因素

①地基不均匀下沉，导致管道破裂、漏油；

②地震、海啸等自然灾害对管道的破坏；

③车辆碰撞而导致管道破裂；

④人为破坏。

由以上分析可知，要防止或减少泄漏事故发生，主要应做好以下几方面的

工作：

1) 在日常更换设备时，应严把设备设施的选型、安装及检测检验质量关，消除质量缺陷这类先天性事故隐患，同时加强对设备设施的巡视检查和日常维修保养工作，避免或减少故障发生，确保设备设施处于正常的工作状态；

2) 加强对作业人员的安全教育、培训与管理，严格执行安全技术操作规程，加强船、岸之间的配合与协作，避免违章作业及操作失误等现象发生。

根据相关部门对582例石化储运事故原因的分类统计分析，责任事故所占比例近2/3，是导致事故发生的主要原因。火灾爆炸事故及跑、冒、滴、漏事故是油品储运过程中主要事故类型。

(2) 船舶溢油事故致因分析

1) 船型和船舶艘次分析

本项目运行后，按吞吐量和主力船型估算，年进出港约116×2艘次。

2) 溢出事故致因分析

① 风险诱因的主要类型

船舶运输过程事故可分为航行事故和船舶本身（完整性）事故。航行过程事故包括碰撞、触礁、搁浅等，船舶本身事故包括船舶火灾、结构损坏、设施故障等。可能导致船舶泄漏的直接或间接原因有船舶与船舶相互碰撞、船舶碰撞码头、船舶搁浅、船舶火灾爆炸、恶劣环境条件下船舶翻沉或结构断裂。

本项目船舶污染事故主要风险因素见表 9.1-7。

除了本工程码头在内的危险性因素以外，与码头有关的外部技术条件，如来港船舶、锚地、航道以及风、雾、潮流等自然条件等都可能造成船舶溢油事故，从而对码头周边水 and 环境造成污染与损害。港口海域船舶溢油事故多发地带主要集中在：一是进出港航道，包括港内浚深的专用航道、单向航道；二是码头及前沿水域；三是锚地。此外船舶溢油事故的发生与本地区的台风、雾、潮流等气象、水文也有密切关系。

因此，运营单位除了应做好本工程码头内风险防范工作外，还应积极配合当地海事等相关部门共同做好码头周边水域的风险防范，将其事故风险降到最低，做好码头周边水域的环境保护。

表 9.1-7 主要风险因素一览表

风险类型	风险因素
------	------

船舶运输状况	到港船舶密度（艘次/年） 周围海域化学品、油品船密度（所占艘次） 水上加油站和过驳作业点状况（艘次） 单壳或双壳船舱、船上设施及船龄
航道和锚地	航线及进出港航道状况 助航、导航条件 锚泊能力、锚地尺度和主要用途
自然灾害	台风、风暴潮 洪水、暴雨 大雾 地震等
港区码头设施	码头型式 泊位水深 装卸储运方式 事故防控水平等

3) 气象因素时空变化统计

项目所在区域雾和风等气象因素是构成事故风险的主要诱因之一，工程区域台风出现的主要季节为夏季，大雾出现的主要季节为秋冬季，而春季主要灾害性天气为大风。

4) 风险区域过往的其它船舶状况

根据类比资料，年吞吐量超过亿吨的主枢纽港进出港船舶艘次约5~6万艘次/年。揭阳市现有各类泊位仅48个，其中3000吨级泊位16个，5000吨级泊位5个，70000吨级泊位1个，其中沿海码头主要为神泉港务管理所码头和惠来电厂煤码头，其他码头主要为榕江沿岸码头。揭阳港年吞吐能力2696万吨（2016年），除惠来电厂码头外，其他泊位主要为500~5000吨级；其中化工品、油品吞吐量约为135万吨（2016年），化工品、油品泊位主要为1000~5000吨级；根据不完全统计，揭阳海域目前平均年进出港船舶约1.1万艘次，其中化工品、油品船约1600艘次。

(3) 输油管道的风险因素分析

本项目原油码头通过管道将原油输入中转库，原油码头与中转库的管线长约3.8km，其中海域部分2.0km。

1) 腐蚀风险分析

①海雾及潮湿空气

地上管道的腐蚀主要由海雾及潮湿空气引起。由于本项目输油管道建于海边，

其管道必然将受到海雾及空气中的盐分腐蚀。

②货品的腐蚀

除了海雾和潮湿空气腐蚀之外，管道内部必然还要承受输送货品的腐蚀。同时，流动的输送货品也会对管道造成冲蚀。管道被腐蚀和冲蚀的危害不仅在于其本身，更为危险的是降低了整个管道系统对外部和内部机械荷载的抵抗能力，也降低了管道的抗震等级。

③电腐蚀

地面上的强电线路，包括高压输电线路、电气化铁路、变电站等，均会使管道形成杂散电流，形成电腐蚀，造成较高的事故率。

在本工程设计中，根据金属管材的性质，对防护的要求从技术上的可能性以及经济性进行了全面考虑，采用管材选择、涂复合保护层等几种方法并用，以保证管道在服役期内的安全。

2) 他人损坏因素分析

从美国石油产品管道 1982~1991 年 10 年间运行数据分析，管道事故以外力损坏所占比例最高，其中又以他人损坏所占比例最高；又根据美国运输委员会（DOT）统计显示：从 1985 年至 1991 年，管道破损案例中有 77.9% 是他人损坏所引起。

他人损坏因素造成的事故又可分为他人失误损坏和故意破坏引发的事故。

①他人失误损坏事故

他人失误损坏主要来自在管道近旁或上、下方进行其它生产活动或建筑时，误挖掘破坏、或交通工具误撞击管道等造成管道或阀门等破裂泄漏。

②故意破坏造成的事故

故意破坏造成的事故主要是指人为蓄意破坏，如偷盗分子在管道上钻孔偷油、盗窃管道附属设施的部件等，均可引起管道破裂溢油，继而引发火灾，造成的直接危害和继发危害都是比较严重的。

由于人为破坏因素的不确定性，应当通过加强管理，保证施工质量，建立安全巡检制度等措施，在必要时候与地方政府及有关部门保持联系，保证管道不受人为因素的破坏。

（4）本项目海域环境风险因素分析

1) 工程技术系统

①航道与锚地

航道条件是影响船舶安全航行的主要风险因素之一。通过前面对该项目进出港航道船舶交通和污染事故的统计分析，船舶发生搁浅、碰撞等事故原因大多与航道、锚地因素有关。

就航道而言，本项目航道与 1#泊位共用，船舶进出港航线与近岸航行船舶既定航线和渔船的习惯航路有一定的交叉，成为高风险区。

②助航导航设施

本项目根据《中国海区水上助航标志》（GB4696-1999）的要求，结合航道布置、周围海域状况设置航标系统。助航、导航设施有主航道灯浮、支航道灯浮及码头灯桩，能满足安全靠泊的要求。

③VTS 系统

揭阳海域尚未建立船舶交通管理（VTS）系统。

④通航密度

在船舶进出港过程中，会出现船舶对遇、追越或交叉相遇局面，这些位置成为交通流的节点，在交通流节点位置，船舶流量大，受航行条件的制约，容易造成船舶交通事故，环境污染事故风险性较大。

船舶密度的快速增长，是导致船舶碰撞事故发生的一个主要风险因素。随着拟建项目的投产，该港区的船舶密度将进一步增大，使事故发生的可能性增加。

该海域渔船较多，对该项目附近海域的通航带来一定的安全隐患。尤其在台风时期，大量渔船进入避风，大大增加了该海域船舶流量，增大了发生溢油事故的可能性，特别在锚地区。

⑤码头与装卸货物

本项目为油品接卸码头，油轮装卸作业误操作引起的漏油和船舶的海损事故导致的漏油都是潜在的污染源。溢油事故将是本项目及其附近海域安全的最大隐患。扩散后会对水体和大气造成污染，影响周围的人员生命安全及周围生态安全。

⑥船舶

本项目靠泊船舶为油船。根据调查，目前的油船大多采用双壳船体，船舶技

术状况较好，且消防设施较齐全，可以起到防止和减少船舶溢油事故性漏油的作用。

2) 人员系统

根据国内外船舶事故统计分析，人为因素也是事故发生的主要原因之一。总结以往的人为因素有：

①装卸作业时，值班人员责任心不强，违章操作或检查、监控不到位，导致冒舱等事故发生；

②设备未及时维修更换，发生穿孔、破裂导致油品、化学品泄漏；

③船岸沟通出现问题，导致冒舱等事故；

④输油臂超限报警器出现故障未报警；

④船员违章排放油污水；

⑥船员开错阀门导致溢油；

⑦船长在开船时因人为因素导致船舶碰撞、搁浅或触礁；

⑧船员和操作人员不熟悉使用应急设备。

3) 管理子系统

①预案制定与颁布

2000 年 4 月，原交通部和环保部联合发布实施《中国海上溢油应急计划》及各大海区溢油应急计划，其中《南方海区溢油应急计划》适用于本项目海域。

揭阳市人民政府于 2017 年组织编制修订了《揭阳市处置船舶污染事故应急预案（修订）》（揭府函〔2017〕134 号）。

这些文件的制定和颁布，有利于海事行政主管部门在事故发生后加强组织协调，调动一切应急资源进行清污行动，减少环境损害。

②硬件设备的投入

目前揭阳海域配备了溢油应急设备，形成了一定的溢油应急能力。

③教育培训

揭阳海事局已组织举办海上溢油综合应急演练。加强辖区船舶污染应急队伍的建设，提高应急队伍素质。

4) 环境系统

①风对船舶通航安全的影响

船舶靠泊时，应考虑风、流对船舶操纵性能的影响，码头前沿调头水域的大小和可用水深等；船舶离泊时应考虑因船舶卸载后吃水减小使风增大对船舶操纵的影响、码头上下游可用水域尺度和离码头时航道的情况等。

项目所在海区台风数量较多，且风力较强，台风期较长，台风可能对锚泊船只造成危害。

②流对船舶通航安全的影响

深水区涨落潮的流速较大，尤其是船舶靠码头时，水流横向作用较大，对船舶停泊、靠离造成较大影响。

船舶在航行中受横流影响将发生船舶偏移，使船舶偏离航道中心线，从而产生风险因素。

③潮汐对船舶系泊作业的影响

潮位发生变化时，船舶与码头相对位置和系缆受力发生变化，使船舶对码头造成挤压，可能造成船舶和码头设备的损坏，从而产生溢油风险因素。

④波浪对船舶通航安全的影响

该海域波浪较大，使船舶航行和作业难度增加，危及船舶通航安全。

原油码头受外环境的影响相对较大。

综上，本项目所在海区海况较复杂，航线较多且繁忙，岛礁较多，港区附近海区存在船舶搁浅、碰撞和沉没的可能性；就船舶进出港而言，主要存在船舶碰撞的可能性；本项目码头的吞吐量较大，操作性事故也有发生的可能。

(5) 环境风险类别识别

1) 环境风险类别识别

①风险类型

根据以上分析，本项目环境风险类型主要为油品泄漏和火灾、爆炸事故导致油品泄漏入海。

按事故原因分类可分为操作性事故和海损性事故。

操作性事故按事故发生的环节分为装卸货油、加燃油、其他作业事故；海损性事故一般伴随船舶交通事故发生，根据致因分为碰撞、触损、搁浅、沉没、船体破损、火灾爆炸等。

②主要危险因素

根据以上分析，造成本项目船舶污染事故的主要因素中，最大的风险因素为码头、货物、航道/锚地，风险较大的因素为人员、管理、气象和水文，船舶的风险因素较小。

③风险事故发生地点和原因

操作性溢油事故多发生在港口码头，海损性事故多发生在近海（航道和锚地），火灾爆炸在码头、航道和锚地均有可能发生。该项目可能发生的典型事故的位置和原因识别见表 9.1-8。

表 9.1-8 港区各场所及其存在的危险有害因素识别

部位		设施	危险有害因素
码头	作业平台	装卸臂或软管	装卸臂或金属软管洒漏、管线渗漏、阀门泄漏、操作失误等造成泄漏事故或火灾爆炸事故
	引桥	管道、阀门	管道的焊接质量差，因焊缝开裂而泄漏；阀门、法兰及密封件等密封性能不良而导致泄漏；静电消除不利或明火等引发火灾爆炸事故
	码头前沿（港池）	船舶、码头	船舶靠离泊事故造成码头、船舶受损引发泄漏扩散及火灾爆炸事故；船舶船况不佳、操作失误、船舶加油失误、火灾爆炸等造成泄漏事故
航道		船舶	船舶间碰撞、恶劣海况、火灾爆炸、违规排放油污水
锚地		船舶	船与船碰撞、火灾爆炸

综上，根据本项目货种的吞吐量、输运方式和所处的环境特点，本项目可能发生的海洋环境风险类别是溢油事故及火灾、爆炸事故。

本项目可能对海洋环境带来风险的因素主要有如下几个：

- 船舶燃油泄漏事故；
- 加油泄漏事故；
- 码头平台和引桥管线泄漏事故；
- 船舶装载的原油泄漏事故。

本项目装载的原油货物比其装载的燃油数量大，且原油危害性比燃油大，为此，本项目海洋环境风险主要针对原油泄漏事故进行分析。根据以上对船舶污染事故的统计和分析结果可知，操作性事故均发生在港内，海损性事故主要发生在近海；溢油事故以小于 10 吨的事故为主，溢油量大于 100t 的事故主要由碰撞或沉没引起。

（6）突发事件特点

1) 火灾爆炸危险突出

原油为火灾爆炸危险性较大的甲类物质，具有易燃、易爆和易蒸发特性。由于码头装卸不可能做到完全封闭，液体货物在装卸储运过程中不可避免地暴露于空气之中或与空气接触，当蒸发产生的气体达到一定浓度，与空气形成可燃性或爆炸性混合物时，一旦遇到点火源，就会发生燃烧、爆炸事故。

2) 油气泄漏、扩散风险事故危害较大

液体货物一般都具有易蒸发、易流淌和易扩散等特点，在装卸过程中因设备故障或损坏，以及其它一些人为因素的原因，有可能发生泄漏、蒸发及扩散事故，进而造成人员中毒，并可能导致火灾爆炸事故发生。如果发生较大规模的泄漏事故，还可能对周围环境造成严重污染

3) 毒物危害不容忽视

油品为有毒物质，一旦发生泄漏事故，就会对周围人员和环境造成不同程度的毒物危害，同类码头曾发生过多起作业人员中毒事故。

9.2 源项分析

9.2.1 事故概率分析及源项分析

9.2.1.1 船舶、码头事故概率分析

码头与船舶航行时发生风险事故的概率是指在特定的时间内，事故可能出现的次数。本评价采用资料类比法，在统计分析国内外溢油事故的类型和规模的基础上，分析本项目不同类型和规模的溢油事故发生概率。

(1) 事故概率分析

1) ITOPF船舶污染事故统计与分析

油轮海损事件通常在灾害性天气条件下发生，台风引起的暴潮使海轮失控导致油轮断裂倾覆或碰撞搁浅，浓雾天气与过往船只碰撞，都可能在码头、航道附近发生油轮海损溢油。

据ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation Ltd) 1970~2020年统计资料，50年间发生油品船舶泄漏事故1万多次，其中泄漏量大于700t的事故次数为466次，7~700t的事故次数1381次，泄漏量小于7t的事故大于80%。

根据表 9.2-1和表 9.2-2，7~700t溢油事故以碰撞导致的事故数量最多，占

26.5%；其次是搁浅，占19.6%；大于700吨的事故中，以搁浅和碰撞导致的居多，分别占32.2%、29.8%。

表 9.2-1 7~700t 溢油事故原因统计 (1970~2020)

事故原因	装货/卸货	加油	其他操作	未知	合计
碰撞	5	0	61	300	366
搁浅	0	0	27	244	271
船体受损	37	4	15	45	101
设备故障	148	7	18	39	212
火灾/爆炸	9	0	15	26	50
其他	98	13	39	28	178
未知	99	9	14	81	203
合计	396	33	189	763	1381
占比 (%)	29	2	14	55	

表 9.2-2 大于 700t 溢油事故原因统计 (1970~2020)

事故原因	抛锚 (内 陆/限制区 域)	抛锚 (开 放水域)	在航 (内 陆/限制区 域)	在航 (开 放水域)	装货/卸 货	加油	其他操作事 故/未知	合计
碰撞	7	5	35	67	2	0	23	139
搁浅	5	1	46	68	2	0	28	150
船体受损	2	1	0	49	0	0	8	60
设备故障	0	0	0	6	11	0	1	18
火灾/爆炸	2	2	1	25	13	1	9	53
其他	2	0	0	16	8	0	7	33
未知	0	0	0	1	6	0	6	13
合计	18	9	82	232	42	1	82	466
占比 (%)	4	2	17.5	50	9	0	17.5	

2) 中国近海沿岸海洋溢油事故统计

根据《中国近海沿岸海洋溢油事故研究》(陈勤思 胡松, 海洋开发与管理 2020 年第 12 期 P49-53), 据统计, 1974—2018 年我国近海 50t 及以上海洋溢油事故共计 117 次, 其中 50t 及以上溢油事故 92 次、500t 及以上溢油事故 24 次、3.4 万 t 及以上溢油事故 1 次; 共造成油品损失 186105t。

在溢油事故次数方面: □1974—2018 年我国近海 50 t 及以上海洋溢油事故次数总体呈先增后减的态势。1993—1994 年事故次数明显增加, 1994—1997 年为事故高发期, 其中 1996 年最高达到 8 次; 2009 年后事故次数明显减少, 2010—2018 年为事故低发期, 其中 2014—2017 年事故次数为 0。□1974—2018 年我国近海 500t 及以上海洋溢油事故中, 1984 年最高达到 3 次, 1985—1995 年和 2006—2018 年事故次数较少。

在溢油总量方面：□连续大规模溢油事故出现在 1996—2005 年；□2018 年“桑吉”号溢油事故以高达 137000t 的溢油总量占历年溢油总量的 74%，成为我国历史上首次也是唯一一次灾难性海洋溢油污染事故（3.4 万 t 以上）；□500t 及以上溢油事故的溢油总量占比为 17%，50t 及以上溢油事故的溢油总量占比仅为 9%。

碰撞是导致海洋溢油事故次数最多（58 次）和溢油总量最大（159987t）的因素；触礁导致海洋溢油事故的溢油总量达到 10967t，仅次于碰撞；沉没和管道导致海洋溢油事故次数分别达到 15 次和 10 次，但溢油总量较小，分别为 3903t 和 4465t。

根据上述结果，将溢油事故的原因分为非船舶源溢油、船舶碰撞溢油和其他船舶事故溢油 3 个部分，进一步分析各种原因导致溢油事故次数的年际变化，并作阶段性统计。结果表明：船舶碰撞溢油和其他船舶事故溢油的发生次数均呈先增后减的态势，其中船舶碰撞溢油在 2000—2009 年发生次数最多（26 次），其他船舶事故溢油在 1990—1999 年发生次数最多（18 次）；□船舶源溢油一直是海洋溢油事故发生的主要原因，但 2010 年后发生次数显著减少，态势得到有效控制；□非船舶源溢油发生次数较少，1980—1989 年最高达到 7 次，之后保持在 4 次左右，且未见改善。

3) 类比分析突发性油品泄漏事故概率

①揭阳海域船舶污染事故统计与分析

收集揭阳及邻近海域 1986~2019 年船舶污染事故，并对此进行统计分析。

揭阳及邻近海域（1986~2019 年）溢油事故统计见表 9.2-3，由表可知，该海域船舶污染事故均为海损性事故，且事故发生船舶均为过境船舶。

事故均发生在近岸海域。

溢油量以<10t 的居多，共 5 起，占 71.4%；10~49t、50~99t 的 0 起；100~499t、1000t 以上的各 1 起，占 14.3%。

就此统计而言，<10t 的溢油事故发生频率约为 0.2 次/年（约 5 年 1 遇），100~499t、1000t 以上的溢油事故发生频率均约为 0.04 次/年（约 25 年 1 遇）。

海损性事故类型为碰撞和沉没导致。

表 9.2-3 揭阳及邻近海域 1986~2019 年船舶污染事故表

序号	时间	地点	船舶概况	事故原因	泄漏及影响情况	备注
1	1986	海陆丰	“南洋”万吨油轮（索马里籍）	发生碰撞沉没	漏出原油 8000 吨	
2	1999-11	惠来海域	“海洋紫罗兰”（巴拿马籍）	沉没		轻度污染
3	2001-6-21	石碑山	“通天顺”货船（GT6633/南通）	与“天神”发生碰撞	溢油不足 1 吨	清除费约 15 万，及时清除污染，抽油打捞
4	2004-11-14	惠来石碑山	“东方挑战者”（韩国）	碰撞沉没	溢油共约 180 吨	
5	2006-3-23	惠来石碑山	“建华山 2”	碰撞沉没	溢油约 8 吨	及时清除海面污染
6	2006-6-20	惠来石碑山	“丰达油”（东莞）	碰撞	污染轻微	及时清除海面污染
7	2012-3-13	汕尾市陆丰碣石湾海域	“雅典娜”韩国货轮	因风浪导致船体开裂漏水而沉没		

表 9.2-4 揭阳及邻近海域 1986~2019 年船舶水上污染事故分析表

统计年份		1986 年	1999 年	2001 年	2004 年	2006 年	2012 年	合计
事故次数								
事故类型	操作性事故							0
	海损性事故	1	1	1	1	2	1	7
	其他/未知							0
	小计	1	1	1	1	2	1	7
事故地点	港内							0
	航道							0
	锚地							0
	近海	1	1	1	1	2	1	7
	其他/未知							0
	小计	1	1	1	1	2	1	7
溢油量	小于 10 吨		1	1		2		4
	10~49 吨							0
	50~99 吨							0
	100~499 吨				1			1
	500~999 吨							0
	1000~9999 吨	1						1
	10000 吨以上							0
	未知						1	1
	小计	1	1	1	1	2	1	7
海损性事故类型	碰撞	1		1	1	2		5
	搁浅							0
	触礁							0
	触损							0
	沉没		1				1	2
	火灾/爆炸							0
	船体破损							0
	其他/未知							0
	小计	1	1	1	1	2	1	7

②类比湛江港

本评价类比湛江港统计资料进行分析，湛江港是一个成熟的港口，原油和成品油吞吐量较大，湛江港为海湾式港口，湾内码头众多，通航条件受养殖等因素影响较大，发生事故的可能性也较大，本项目为开放式海域，类比湛江港海域溢油事故发生概率较为保守。

湛江港从1994年~2017年的溢油事故统计见表 9.2-5。期间一共发生溢油事故41次，平均1.7次/年；24年间共发生大规模（50吨以上）溢油事故2起，平均0.08次/年，约十年一次；中等规模（10~50吨）溢油事故2起，平均0.08次/年，约十年一次；小规模（10吨以下）溢油事故37起，平均1.5次/年。其事故原因主要为人为操作性事故溢油，约占92.7%；最大事故为火灾爆炸和船舶碰撞。

以上事故中，2次发生在锚地，5次发生在灯浮（航道），其他基本上发生在码头作业区的操作性事故。在航道发生的事故主要是船舶碰撞事故和搁浅事故。

由图 9.2-1 可见，2001 年~2008 年湛江港溢油事故发生数量较多，总体呈下降趋势。

表 9.2-5 1994~2017 年湛江港溢油事故统计

序号	时间	涉事船舶	事故地点	主要原因	泄漏种类	泄漏量
1	1994.12.4		湛江港 202#泊位	管道溢油	原油	10t
2	1995.12.5		湛江港 19#灯浮	碰撞	原油	35t
3	1997.2.15		湛江港 201#泊位	管道溢油	伊朗原油	100t
4	01.01.03		湛江二区码头	卸油管线法兰破损	燃料油	100kg
5	01.04.16		海滨公司月亮岛湾海滩	不明污染源	滩涂油量	300kg
6	01.10.31	大庆 234	湛江二区码头 202#泊位	操作性	原油	0.5kg
7	02.03.16	华宏	硇洲东南约 4 海里处	操作性	污油	10kg
8	02.04.15	穗海供 104	湛江港 206#泊位	操作性	燃料油	30kg
9	02.05.28	大庆 48	湛江港 202#泊位	操作性	原油	60kg
10	02.09.14	宏运油 19	湛江港 202#泊位	操作性	重油	100kg
11	02.12.24	海观山 168	湛江 16#-18#灯浮	操作性	油污水	2m ³
12	03.09.18	大安 1	湛江港 206#泊位	船员操作失误，油舱满溢入海	燃料油	200kg
13	04.06.14	益友 158	调顺岛渔业公司码头	擅自向码头排放机舱污水	油污水	4m ³
14	04.12.03	富达	调顺岛渔业公司码头	连通阀损坏，在泵货舱污油水过程中，污油水漏出舷外	油污水	10kg

序号	时间	涉事船舶	事故地点	主要原因	泄漏种类	泄漏量
15	05.1.10	强发 668	侨联码头	用潜水泵向舷外排放舱底污水	油污水	少量
16	05.1.11	黄鹤 8 号	湛江调顺渔业公司码头	艏楼柴油机房地面上少量柴油通过小孔口泄出	柴油	0.5kg
17	05.2.21	MAGPIE	201#泊位	船员操作不当致使油污柜满溢	油污水	2m ³
18	05.07.26	远轮	204#泊位	吹管时透气系统呼吸阀故障，导致冒油入海	渣油	45kg
19	05.07.29	HEMINA	204#泊位	由旁通管路的盲端垫片老化，发生液氨小泄漏		未造成污染
20	06.01.19	DAMATINO	104#泊位	试验车辆甲板后桥门时液压管路破裂	液压油	10kg
21	06.03.24	FOURBAY	201#泊位	使用消防泵不当，致使少量油污泄漏入海	油污水	100kg
22	07.01.08	海航油 1	宝满码头	船员操作不当，开错管路阀门，导致货油直接入海	燃料油	1t
23	07.02.23	远轮	三区码头	驳卸污水时卸管与接口脱开	污水	100kg
24	07.03.02	福安 46	8#锚地	不小心将油打翻	柴油	0.5kg
25	07.05.01	东达 18	406#泊位	排放货舱积水时，舱底管旁通阀损坏	机舱污水	200L
26	07.05.45	源汉油 3	206#泊位	卸燃料油过程中，货油泵左舷出口管路法兰螺栓松动	燃料油	80kg
27	07.07.31	化运 5 号	201#泊位北面独立带缆桩附近水域	进靠码头时，船艉后部与 201#泊位北面独立带缆桩发生碰撞，第 5 左货舱舷侧板靠近主甲破裂开口	柴油	4t
28	07.09.22	合力 1	外轮航修厂前沿码头	清除船舶残油时，未上紧输油软管接头卡箍进行开泵作业致使软管脱落	残油	40kg
29	07.10.13	镜泊湖	湛江港 19#锚地	船员违规操作，造成爆炸，导致第二左压载舱水下舷板开裂，液压油管破裂	柴油	68.83t
30	07.10.25	兴龙舟 301	湛江港 206#泊位	货油舱舱盖开启，扫舱过程中导致货油满出舱溢出	燃料油	100kg
31	08.03.02	辽油 801	湛江港 26#灯浮	湛江港第二引航锚地抛锚时发生搁浅		
32	08.06.24	兴航 58	湛江港外贸码头 2#泊位	扫舱压力大，扫舱过程货油满出舱溢出	燃料油	400kg
33	08.08.19	大庆 76	湛江港 6#灯浮	满载 1 万吨原油搁浅		
34	09.04.20	海福 5	湛江港 104#泊位	日用油柜满溢入油	柴油	30kg
35	10.02.03	“运通”轮	湛江港 402#泊位	“运通”轮没有合理安排各舱加油计划，导致 4#舱装油过多而通过透气管溢出	重油	20L
36	10.04.22	能达州 36	湛江港 207#泊位	货油舱舱盖关闭不严，在装油结束扫舱过程中导致少量货油溢出	货油	20L
37	11.07.21	米弗	南油物资公司码头	卸载时，卸油管路和岸上接油软管的连接处发生脱落	油基泥浆	5-6L
38	12.10.16	湛机 1206	平乐渡口码头	码头翻船造成污水水泄漏	污水水	少量
39	13.03.07	GLAROS	湛江港 200#泊位	消防水冲洗甲板导致液压油下海	液压油	少量
40	13.03.22	北海远望	湛江港 202#泊位	卸油时码头输油臂泄漏	原油	少量
41	17.01.03	丰永 2 号	湛江港 36 号灯浮西南 300 米	船舶发生火灾导致沉没，船上油污泄漏		5 吨

表 9.2-6 湛江港辖区 1994~2017 年船舶水上污染事故分析表

统计年份 事故次数		1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	合计
事故类型	操作性事故	1	0	0	1	0	0	0	2	5	1	2	5	2	8	3	1	2	1	1	2	0	0	0	0	37
	海损性事故	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	其他/未知	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	小计	1	1	0	1	0	0	0	3	5	1	2	5	2	9	3	1	2	1	1	2	0	0	0	1	41
事故地点	港内	1	0	0	1	0	0	0	2	3	1	2	5	2	7	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	32
	航道	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
	锚地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	近海	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	其他/未知	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	小计	1	1	0	1	0	0	0	3	5	1	2	5	2	9	3	1	2	1	1	2	0	0	0	1	41
溢油量	小于 10 吨	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	2	5	2	8	3	1	2	1	1	2	0	0	0	1	37
	10~49 吨	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	50~99 吨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	100~499 吨	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	500~999 吨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000~9999 吨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10000 吨以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	未知	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小计	1	1	0	1	0	0	0	3	5	1	2	5	2	9	3	1	2	1	1	2	0	0	0	1	41
海损性事故类型	碰撞	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	搁浅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	触礁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	触损	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	沉没	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	火灾/爆炸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	船体破损	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	其他/未知	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小计	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3

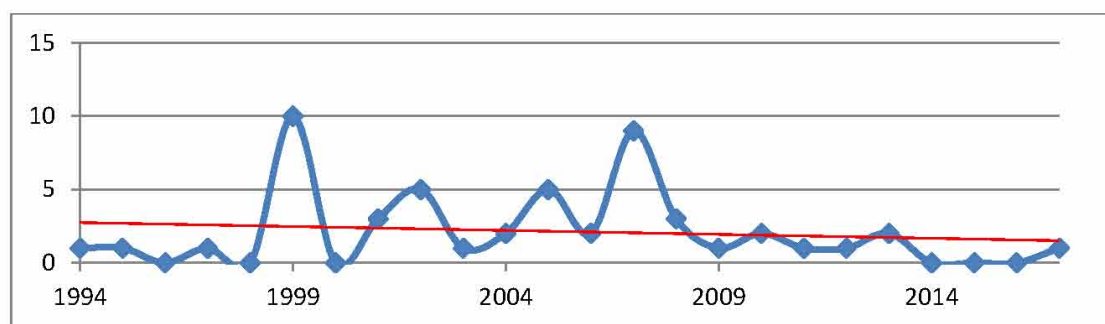


图 9.2-1 湛江港溢油事故发生数量统计趋势图

湛江港泄漏事故概率见表 9.2-7。

表 9.2-7 湛江港海洋环境风险发生概率

泄漏事故规模	小规模	中等规模	大规模
泄漏量	<10t	10-100t	100t 以上
湛江港实际事故发生概率	1.5 次/年	0.16 次/年，约 10 年 2 次	0
湛江港规划环评估算	0.455	0.121	0.07

③本项目溢油事故发生概率

本项目邻近海域海洋环境风险发生概率见表 9.2-8。根据《揭阳港总体规划环境影响报告书》，规划海域发生 10 吨以上的大规模溢油的概率约为每 33 年 1 次；根据统计结果，为 10 吨以下的溢油事故发生概率为 0.2 次/年，10~100t 的溢油事故发生概率为 0.04 次/年，100t 以上的溢油事故的溢油事故发生概率为 0.04 次/年。对比湛江港，由于揭阳邻近海域发生事故主要为过路船舶，而湛江港大部分为运营码头发生的操作性事故，但均以小规模的溢油事故发生概率较大。

表 9.2-8 本项目邻近海域海洋环境风险发生概率

泄漏事故规模	小规模	中等规模	大规模
泄漏量	<10t	10~100t	100t 以上
湛江港规划环评估算	0.455	0.121	0.07
湛江港实际事故发生概率	1.5 次/年	0.16 次/年	0
揭阳港规划环评估算		33 年 1 次	
揭阳及邻近海域发生概率	0.2 次/年	0.04 次/年	0.04 次/年

(2) 项目对揭阳港泄漏事故分担率分析

据交通运输部官网，揭阳港 2020 年吞吐量 2370 万吨。根据《揭阳港总体规划》预测的吞吐量及主要船型，2030 年揭阳港货物年吞吐量为 20060 万吨，预测船舶进出港交通流量为 10 万艘次。本项目营运后吞吐量为 1450 万吨，预测交通

流量为 116×2 艘次。

本项目船舶溢油风险分担率采用吞吐量和进出港船舶艘次以及企业行业风险系数等指标作为推算的依据。

船舶溢油事故风险分担率计算公式：

$$P_{(T)} = \frac{K_n T_n}{\sum_{n=1}^{n=k} K_n T_n} \quad P_{(S)} = \frac{K_s T_s}{\sum_{n=1}^{n=S} K_s T_s}$$

式中：P_(T) 为按年吞吐量计算得出风险分担率；P_(S) 为按年进出港艘次计算得出风险分担率；K 为溢油风险系数，油轮取最大值 2.4；T 为年吞吐量；S 为进出港艘次。

表 9.2-9 本项目对揭阳港的泄漏事故风险分担率估算

项目	揭阳港区	本项目
2020 年吞吐量（万吨）	20060	1450
2020 年进出港船舶艘次（万艘）	10	232
按吞吐量计算风险分担率	1	7.2%
按进出港艘次计算风险分担率	1	0.2%
优化后的风险分担率	1	3.7%

（3）本项目泄漏事故多发区域分析

通过以上分析得知，由于本项目的建设增加了该海域船舶泄漏事故的风险概率，根据国内外船舶溢油事故案例统计分析资料，结合该海域风、浪、流和地理位置特点，本项目泄漏事故高发地依次为出港航道、锚地、回旋水域和港池，在不同地点发生泄漏事故，其事故等级也不同。

表 9.2-10 本项目泄漏事故风险地点及事故等级

泄漏事故地点	风险区级别	泄漏量（t）	事故等级	事故应急相应级别
进出港航道	高风险区	50 以上	最高	区域级
锚地及回旋水域	高风险	10~50 或 50 以上	高	区域级
港池及码头前沿	低风险	10t 以下	一般	企业级

9.4.1.2 管道泄漏事故概率分析

按照美国运输部的统计资料，1982 年~1991 年十年中，美国石油产品管道因各种原因共发生 1901 起事故，管道长度平均 214,155 英里，管道事故率以“次

/千英里·年”表示，得出这 10 年中各种原因导致的事故概率。表 9.2-11 列出了事故原因和事故率。由表中可以看出，外力、腐蚀和操作失误导致管道事故的事故率分别为：0.168、0.152 和 0.031 次/千 km·年，而输油管道总事故率为 0.552 次/1000km·年。

表 9.2-11 1982-1991 美国石油产品管道损坏原因的事故率

事故原因	事故率 (次/千英里·年)	事故率 (次/1000km·年)
外力	0.271	0.168
腐蚀	0.244	0.152
其它	0.232	0.144
操作失误	0.050	0.031
管子缺陷	0.046	0.029
焊接缺陷	0.025	0.016
安全阀	0.020	0.012
总计	0.888	0.552

根据《石油储运企业输油管道环境污染风险的评估及控制》（钟琦等，《石油化工安全环保技术》，2017 年第 33 卷第 4 期），美国 DOT 下属的 OPS/AOPL 对美国输油管道事故统计结果见表 9.2-12。由表可知，管道事故率（1.301 次/1000km·年）较 1982~1991 年间（8.876 次/1000km·年）有所减少。

表 9.2-12 美国主要输油干管事故统计

年份	长度/km	事故次数	事故率（次/1000km·年）
2005	256710	369	1.437
2006	272536	355	1.303
2007	275249	330	1.199
2008	272497	376	1.380
2009	281635	337	1.197
平均值	271725.4	353.4	1.301

参照国外油品管道事故长期统计数据作为本项目事故概率分析的类比基础数据，采用“泊松分布”描述本项目事故概率事件（F）。

$$F = 1 - e^{-rt}$$

式中：F—t 年可能发生事故的总概率； $r_1 = r_2 \cdot \frac{L_1}{L_2}$

r—综合事故率，次/1000km·a；

其中：

r_1 为本管线年事故发生率； r_2 为类比管线年事故发生率； L_1/L_2 为两管线长之比。t—管道运行年。

以管道综合事故率($r=0.552$)类比值作为预测本项目管线系统风险的基础,并预测了不同原因造成管道泄漏的事故发生概率。可以按比例修正事故率以推广到各种长度的管线上。码头与中转库的管线长约 2.0km,最后得到的事故概率 F 见表 9.2-13。

结果表明,随着运行时间的增加,发生一次泄漏事故的概率在管线系统的不同管段上分布趋势,将输油管线总长与营运期 30 年连接对角线而成的两个三角形区域进行分析,可见,原油码头管线在运行 30 年以后,出现 0.03 次/a 的泄漏事故概率。

表 9.2-13 本管线不同距离上的事故概率预测

管线长度 (km)	事故发生概率(次/年)				
	1 年	5 年	10 年	20 年	30 年
1	0.0006	0.0028	0.0055	0.0110	0.0164
2	0.0011	0.0055	0.0110	0.0218	0.0326
3	0.0017	0.0082	0.0164	0.0326	0.0485

本工程货种装卸船作业均采用装卸臂,装卸船共设置 2 根 DN1000 的主管。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 E,管道、装卸臂泄漏频率见表 9.2-14。

表 9.2-14 泄漏频率表

部件类型	泄漏模式	泄漏频率	本项目
内径>150mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径(最大 50mm)	$2.40 \times 10^{-6}/(\text{m.a})$	$4.80 \times 10^{-3}/\text{a}$
	全管径泄漏	$1.00 \times 10^{-7}/(\text{m.a})$	$2.00 \times 10^{-4}/\text{a}$
装卸臂	装卸臂连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	$3.00 \times 10^{-7}/\text{h}$	$2.63 \times 10^{-3}/\text{a}$
	装卸臂全管径泄漏	$3.00 \times 10^{-8}/\text{h}$	$2.63 \times 10^{-4}/\text{a}$

9.2.2 海洋环境风险事故溢油量估算

9.2.2.1 码头操作性溢油事故与管道泄漏事故

根据《建设项目环境风险评价技术导则》、《水上溢油环境风险评估技术导则》,装卸事故按装卸物质流速(装船 $2400\text{m}^3/\text{h}$ 、卸船 $6000\text{m}^3/\text{h}$)、管径(DN1000)及失控时间(5~30min)计算,溢油量包括失控时间内装卸的物质和管路存油量。

本项目配置溢油报警系统,码头装卸操作按 3 分钟发现并关闭泵阀,管道部分按 6~7 分钟发现并关闭。

按此计算，原油码头操作性事故泄漏量约为 115.2/288t，管道泄漏事故泄漏量为 537.6/1344t。

表 9.4-14 操作性事故泄漏量估算

类型	管径	数量	装卸船效率	密度	泄漏量 (t)	时间	备注
管道泄漏事故	DN1000	2	装船：2400m³/h	0.96	537.6	7 分钟	考虑双管
		2	卸船：6000m³/h	0.96	1344		
码头操作性事故	16"150lb	4	装船：2400m³/h	0.96	115.2	3 分钟	考虑单管
		4	卸船：6000m³/h	0.96	288		

9.2.2.2 船舶装卸操作性事故

参考《船舶污染海洋环境风险评价技术规范》中的附录 4.2，最可能发生的操作性船舶污染事故的溢油量：10 吨，或船舶在装卸作业过程中所装货油数量的 1%，取二者中较小值。估算结果汇总见表 9.2-15。

由表估算可知，保守考虑大型原油船舶操作性溢油事故类型，确定溢油量为原油 2550t。

表 9.2-15 操作性事故溢油量

码头工程	规模	数量	码头操作性事故 (含管线泄漏)	船舶操作性事故 (吨)	
				方法一	方法二：所装货油数量的 1%
原油码头	30 万吨级	1 个	1344t	10 吨	2550

9.2.2.3 船舶溢油事故

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》，最大可信水上溢油事故溢油量，新建水运工程项目按照设计代表船型所载货油或船用燃料油全部泄漏的数量确定；可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的 1 个货油边舱或燃料油边舱的容积确定。

营运船最大可信水上溢油事故溢油量和可能最大水上溢油事故溢油量见表 9.2-16。

表 9.2-16 船舶事故溢油量

码头工程	规模	类型	最大可信水上溢油事故溢油量	可能最大水上溢油事故溢油量
原油码头	30 万吨级	货油	25.5 万吨	5950 吨
		燃油	约 9000 吨	约 1000 吨

注：可能最大水上溢油事故溢油量货油计算参数为：原油单边舱 7000m³，密度 0.96，85%装载量

9.2.2.4 施工船舶溢油事故

施工船考虑燃料油泄漏事故。

(1) 最大可信水上溢油事故溢油量

施工船包括主要抓斗式挖泥船和泥驳、打桩船、炸礁船等。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》，5000~10000 吨级的施工船燃油舱所载燃料油全部泄漏时的溢油量为 198~595m³。

(2) 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》，5000~10000 吨级的施工船燃油舱单舱燃油量约为 25~99m³，则可能最大水上溢油事故溢油量小于 100t。

9.2.2.5 小结

以上估算了最大可信水上溢油事故溢油量和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》，按可能最大水上溢油事故溢油量进行预测。

由于货油泄漏量远高于燃油泄漏量，本次评价仅考虑货油泄漏的影响；由于码头操作性事故管道泄漏量较大；施工船泄漏事故的源强远低于营运期，本次评价仅考虑营运期的风险预测情景。预测溢油量汇总见表 9.2-17。

即码头前沿溢油事故预测泄漏量为：原油1344t；支航道与主航道转折处溢油事故预测泄漏量为：原油5950t。

表 9.2-17 本项目码头区风险事故预测源强

预测代表物质	原油
码头规模	30万吨级
码头前沿操作性事故（含管线泄漏）	1344t
支航道与主航道转折处发生碰撞事故	5950t

9.3 海洋环境风险影响预测与评价

针对本项目可能发生的海洋污染事故，采用模型预测、对比分析等方法，就事故发生后对海洋环境的污染风险进行分析，以便为应急设备的配备提供依据。

9.3.1 海洋环境风险事故影响分析

9.3.1.1 基本方程

(1) 预测模型介绍

溢出油体进入水体后，将在重力、惯性力、粘性和表面张力的作用下，向四周扩展，并形成大面积的油膜。原油中含有大量的不同组分，各组分有不同的蒸汽压强、溶解性能、粘性和表面张力。其中高挥发性的组分很快蒸发，一些轻碳组分将逐渐溶解于水，不易挥发的部分则留存在海面上。溢油后油膜在风、潮流作用下，在海面扩散、迁移，遇有大波浪或破碎波拍打油膜将破碎发生卷吸、乳化现象，同时自溢油后几天内，油的溶解和蒸发将使溢油体积有一定量减少。随着油量的变化，油的浓度和组成也会发生变化，从而它的粘性和表面张力也随之改变；这反过来又影响着油膜在海上的运动行为。乳化现象对油膜粘性有重要影响。油包水乳化是海水以小颗粒的形式分散在连续的油膜中，它增大了油膜的有效体积，改变着它的粘性，使其成为非牛顿流体。而乳化形成的速率与油的组成、海况和温度有关。在湍动的海水中，部分油粒还可能吸附在水中悬浮的颗粒上，逐渐沉入海底。剩下浮出海面的油膜在不断漂移和扩展的同时，可能分裂成碎片，形成煤焦油团，最后经过漫长的感光氧化、沉积、溶解和生物降解，逐渐衰减。

(2) 油膜轨迹预测

假定海面上漂浮着一定厚度的、较为稠密的油膜是由有限个彼此独立、互不干扰的油质点组成。它们分别受水流影响，独自漂移。既不会发生碰撞，也不会发生混合。

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t u dt \quad y = y_0 + \int_{t_0}^t v dt$$

$$u = u_c + k u_w + u_r \quad v = v_c + k v_w + v_r$$

原坐标为 (x_0, y_0) 油膜经时间 $\Delta t = t - t_0$ 后，漂移到坐标 (x, y) 。

u 和 v 分别是油膜运动的东、北分量，它由流速、风速、油膜随机运动速度组成；

u_c 和 v_c 分别是流速的东、北分量；

u_w 和 v_w 分别是风速的东、北分量， k 为风对油膜拖曳系数，取 0.022；

u_r 和 v_r 分别是油粒子随机走动速度的东、北分量，溢油粒子的随机走动导致油粒子云团的尺度和形状随时间变化，随机走动的距离为：

$$u_r = R\sqrt{6E_x\Delta t}$$

$$v_r = R\sqrt{6E_y\Delta t}$$

式中， R 为 $[-1,1]$ 之间的均匀分布随机数； E_x 、 E_y 是X、Y方向的湍流离散系数； Δt 为时间步长。

通过跟踪各油膜坐标(x ， y)的各位置，确定运移范围，统计其数量和质量，可得各坐标网格的油膜面积。通过上式计算，可以确定任意油质点在任一时刻的位置，同时也可以反映出这些油质点的群体状况，由此来描述溢油漂移扩散的过程。

(3) 油膜的蒸发过程

蒸发暴露模型 (Stiver and Mackay, 1984) 是一个预测蒸发的体积比例的分析方法。它使用蒸馏数据来估算解析方程需要的参数。

蒸发部分， F_v ，定义为：

$$F_v = \ln[1 + B(T_G/T)\theta \exp(A - BT_0/T)]/[T(BT_G)]$$

这里：

T_0 ：溢油修正的蒸馏曲线的初沸点（开尔文），取 $105.6^\circ \sim 120.0^\circ$ ；

T_G ：修正的蒸馏曲线的斜率，取 $32.5^\circ \sim 44.5^\circ$ ；

T ：环境温度（开尔文）；

A, B ：无量纲常数（“典型的”原油 $A=6.3$ ， $B=10.3$ ）；

t ：时间（秒）；

θ ：蒸发性的暴露；

蒸发性的暴露 θ 表示为：

$$\theta = \left(\frac{K_m A t}{V_o} \right)$$

这里

K_m ：物质输送系数（米/秒）；

A ：油膜面积（ m^2 ）；

t ：时间（秒）；

V_o : 溢油体积 (m^3)。

(3) 乳化过程

乳化采用Mackay给出的表达式:

$$\frac{dF}{dt} = C_1 W (1 - C_2 F) Q(t)$$

式中: W 为海面风速, $Q(t)$ 为抵岸油量, C_1 为吸收率, 一般取 2×10^{-6} ; C_2 为包水率, 一般取 1.33。

9.3.1.2 预测方案

(1) 事故类型

本项目海洋环境风险事故主要有三类, 分别是码头前沿操作事故 (含管道泄漏事故) 和船舶交通事故。

(2) 泄漏物质类型和泄漏量

原油码头事故泄漏物质为原油, 其中管道泄漏事故泄漏量为 1344 吨, 船舶交通事故泄漏量为 5950 吨。

(3) 溢油预测点

分别考虑码头前沿操作性事故 (含管道泄漏)、码头支航道与主航道转折处碰撞事故泄漏的情况。

原油管道泄漏点选择拐弯的接口位置, 船舶交通事故泄漏点选择航道的端点。

(4) 预测因子

本项目装卸货种为原油, 预测因子为原油。

(5) 风向、风速

海上风况 (风速和风向) 对油膜的运动有很大的影响, 计算必须考虑风对油膜运动的影响。根据工程海域的风向及频率特征并考虑附近环境敏感目标的分布情况, 选取夏、冬季主导风向及对工程附近海区环境敏感目标可能产生不利影响的风向为代表风向, 具体计算风向选取静风、夏季主导风向 S、冬季主导风向 ENE、不利风向 E、SE, 计算风速考虑夏、冬季对应风向风速及各风向的平均风速与最大允许作业风速 (六级风, 取 13.8m/s)。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017), 风向、风速需取最近十年的统计结果, 本项目邻近无气象站, 因此取惠来气象站的长期统

计资料确定风向和风速，并根据《广东石化炼化一体化项目可行性研究报告》中揭阳 2010 年 6 月~2011 年 5 月周年测风统计结果，年平均风速为 4.0m/s，不利工况计算中考虑此风速进行计算。

1) 常风向

冬季主导风向 ENE

夏季相对高频率风向 S

2) 不利风向

E 风，SE 风

3) 平均风速

冬季平均风 2.5m/s

夏季平均风 2.2m/s

年平均风 2.3m/s、4.0m/s（针对不利风向）

4) 极端风速

13.8m/s

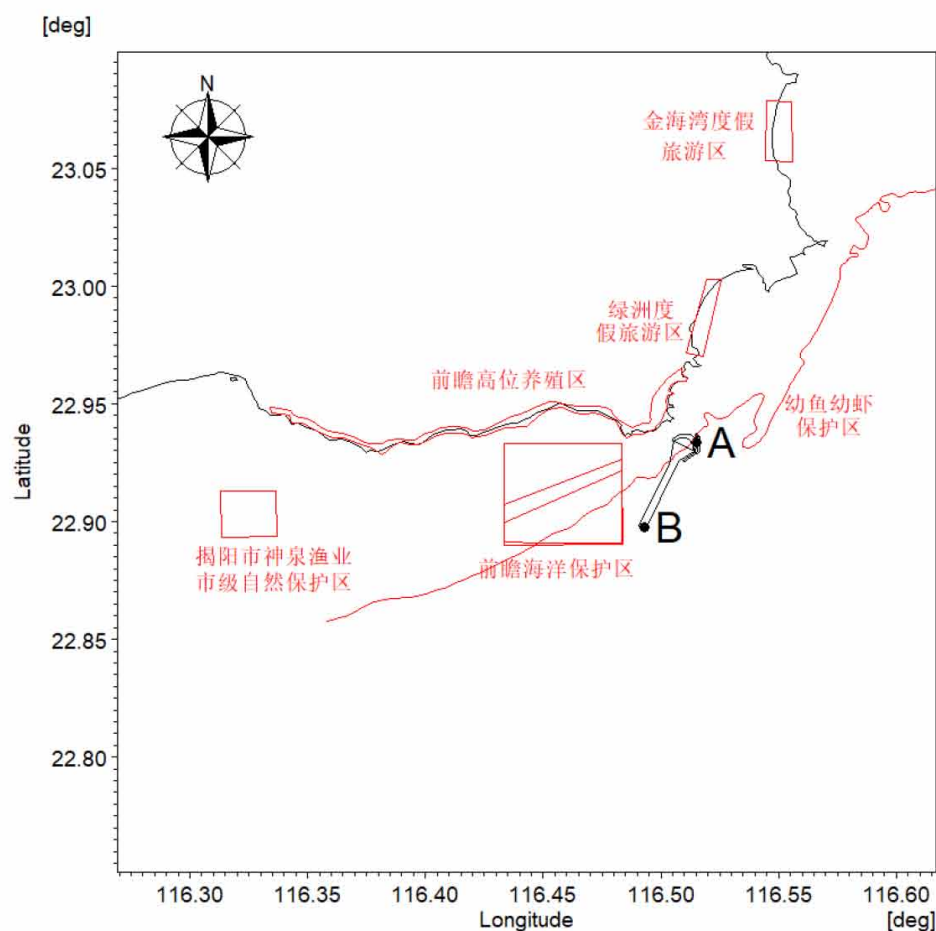


图 9.3-1 溢油泄漏点位置示意图

(6) 计算工况

从环境风险的最不利影响角度出发，原油以连续点源的形式泄漏，管道泄漏事故在 5 分钟内泄漏完毕，船舶交通事故在 1 小时内泄漏完毕。

分别对大潮涨潮初期和落潮初期发生泄漏事故的情况进行计算。计算结果给出 72h 的预测结果。

原油码头的泄漏事故风险计算方案见表 9.3-1。

表 9.3-1 原油码头溢油风险计算方案

泄漏位置	泄漏物质及 泄漏量	预测风况		事故发生 时刻	说明
		风向	风速		
管道泄漏事故	原油1344吨 引桥拐角 (A)	ENE	2.5m/s	涨潮	冬季主导风
		S	2.2m/s		夏季主导风
		E	2.3 m/s、4.0 m/s		不利风向，平 均风速
		SE			
		ENE	2.5m/s	落潮	冬季主导风
		S	2.2m/s		夏季主导风
		E	2.3 m/s、4.0 m/s		不利风向，平 均风速
		SE			
船舶交通事故 泄漏 支航道和主	原油5950吨 航道交叉 (B)	ENE	2.5m/s	涨潮	冬季主导风
		S	2.2m/s		夏季主导风
		E	2.3 m/s、4.0 m/s		不利风向，平 均风速
		SE			
		E	13.8 m/s		不利风向，极 端风速
		SE			
		ENE	2.5m/s	落潮	冬季主导风
		S	2.2m/s		夏季主导风
		E	2.3 m/s、4.0 m/s		不利风向，平 均风速
		SE			
		E	13.8 m/s		不利风向，极 端风速
		SE			

9.3.1.3 预测结果

溢油风险事故分别考虑原油码头管道泄漏事故和进港主航道船舶交通事故引发的原油泄漏事故两种事故类型。分别考虑不同的风场和潮汐动力条件，模拟不同风险条件下，事故溢油的扩展规律及对项目周边环境敏感保护目标的影

响程度。结果表明，溢油事故发生后，油膜的扩展同时受风和潮流的影响，其中风的影响占主导地位。

(1) 原油码头管道泄漏事故

原油码头引桥拐角处（A 点）发生原油溢油事故时，油膜到达敏感地区和海岸线时间统计见表 9.3-2，油膜扫海面积统计见表 9.3-3，油膜轨迹见图 9.3-2~图 9.3-9。

①溢油事故发生在涨潮期

溢油事故发生后，油膜在 ENE 向风和涨潮流的作用下向西扩散，先后影响前詹海洋保护区、前詹高位养殖区和神泉海洋渔业保护区。油膜首先在前詹高位养殖区附近抵岸，并最终在甲东镇东南沿岸抵岸。在 S 向风作用下，油膜主要向东北方向扩散，同时受涨潮流影响油膜也会向西和西北方向扩展，主要影响前詹海洋保护区、前詹高位养殖区、绿岛旅游度假区和金海湾旅游度假区。油膜首先在绿岛旅游度假区西南近岸抵岸，最终在靖海镇东南沿岸抵岸。该风险条件下，油膜扫海面积较大。在涨潮流和 E 向、SE 向风作用下，油膜主要向西北方向扩展，主要影响前詹海洋保护区和前詹高位养殖区。

②溢油事故发生在落潮期

溢油事故发生后，油膜在 ENE 向风和落潮流的作用下向北偏东方向扩散，主要影响前詹高位养殖区。在 S 向风作用下，油膜主要向东北方向扩散，主要影响前詹高位养殖区、绿岛和金海湾旅游度假区。油膜首先在绿岛度假旅游区东北沿岸抵岸，最终在靖海镇东南沿岸抵岸。该风险条件下，油膜扫海面积较大，对项目周边海域的影响较严重。在落潮流和 E 向、SE 向风作用下，油膜主要向西北方向扩展，主要影响前詹高位养殖区和绿岛旅游度假区。

表 9.3-2 原油码头管道泄漏事故油膜到达敏感地区和海岸线的时间统计

序号	风况		事故发生时刻	到达敏感区时间	到达海岸线时间
	风向	风速(m/s)			
1	ENE	2.5	涨潮	1h30min到达前詹海洋保护区*； 5h50min到达前詹镇沿岸养殖区； 17h到达神泉海洋保护区；	6h到达前詹镇岸线； 28h50min到达神泉湾西侧岸线
2	S	2.2		6h50min到达绿洲度假旅游区；	8h10min到达靖海湾岸线； 33h达到海门湾岸线。
3	E	2.3		1h40min到达前詹海洋保护区*； 5h30min到达前詹镇沿岸养殖区；	5h30min到达前詹镇岸线； 33h50min到达神泉港岸线
4	SE	2.3		2h20min到达前詹镇沿岸养殖区；	2h30min到达码头西侧岸线；
5	E	4.0		50min到达前詹镇沿岸养殖区；	1h50min到达前詹镇岸线；

序号	风况		事故发生时刻	到达敏感区时间	到达海岸线时间
	风向	风速(m/s)			
				1h到达前詹海洋保护区*；	
6	SE	4.0		50min到达前詹镇沿岸养殖区；	50min到达前詹镇岸线；
7	ENE	2.5	落潮	3h10min到达前詹鲍鱼高位养殖区；	3h10min到达码头东侧靖海湾岸线
8	S	2.2		14h20min到达惠来金海湾度假旅游区；	6h10min到达靖海湾岸线； 26h40min到达海门湾岸线； 3h50min 到达广澳湾岸线。
9	E	2.3		2h50到达前詹鲍鱼高位养殖区	3h到达码头东侧靖海湾岸线
10	SE	2.3		4h40min到达绿洲度假旅游区；	5h30min到达码头东侧靖海湾岸线
11	E	4.0		40min到达前詹镇沿岸养殖区；	40min到达前詹镇沿岸养殖区；
12	SE	4.0		1h10min到达绿洲度假旅游区；	1h10min到达绿洲度假旅游区；

*前詹海洋保护区：包括前詹人工鱼礁区、揭阳龙虾自然保护区，揭阳海龟和鲎自然保护区

表 9.3-3 原油码头管道泄漏事故油膜扫海面积统计

序号	风况		事故发生时刻	扫海面积（km2）			
	风向	风速(m/s)		12 小时后	24 小时后	48 小时后	72 小时后
1	ENE	2.5	涨潮	11.3	12.53	13.73	24.06
2	S	2.2		0.02	29.41	113.02	181.31
3	E	2.3		4.66	4.66	4.79	4.98
4	SE			1.35	1.41	1.41	1.43
5	E	4.0		3.78	3.93	3.97	4.02
6	SE			0.34	0.55	0.90	1.01
7	ENE	2.5	落潮	1.23	1.23	1.30	1.30
8	S	2.2		0.28	27.32	131.29	189.55
9	E	2.3		1.46	1.47	1.57	1.63
10	SE			4.24	4.24	4.39	5.36
11	E	4.0		0.62	0.62	0.62	0.62
12	SE			2.13	2.14	2.14	2.41

注：1、扫海面积以油膜绘制时间间隔1分钟的轨迹图进行统计；

2、表中“-”表示油膜抵岸且不再运动，扫海面积不再增大。

表 9.3-4 原油码头管道泄漏事故残油量统计

序号	风况		事故发生时刻	残油量（吨）			
	风向	风速(m/s)		12 小时后	24 小时后	48 小时后	72 小时后
1	ENE	2.5	涨潮	1051.7	1017.0	890.9	442.4
2	S	2.2		1051.5	1016.3	826.5	679.86
3	E	2.3		1051.6	1002.9	456.7	46.8
4	SE			1031.1	89.3	6.8	0.6
5	E	4.0		1048.0	677.4	70.6	2.8
6	SE			1053.3	858.8	51.5	0.1
7	ENE	2.5	落潮	1084.0	1029.8	691.7	20.9
8	S	2.2		1083.9	1031.4	754.9	506.0
9	E	2.3		1083.3	589.1	0.0	0.0
10	SE			1083.9	1031.6	970.8	707.2
11	E	4.0		1084.4	500.4	0.1	0.0
12	SE			1071.0	33.8	0.0	0.0

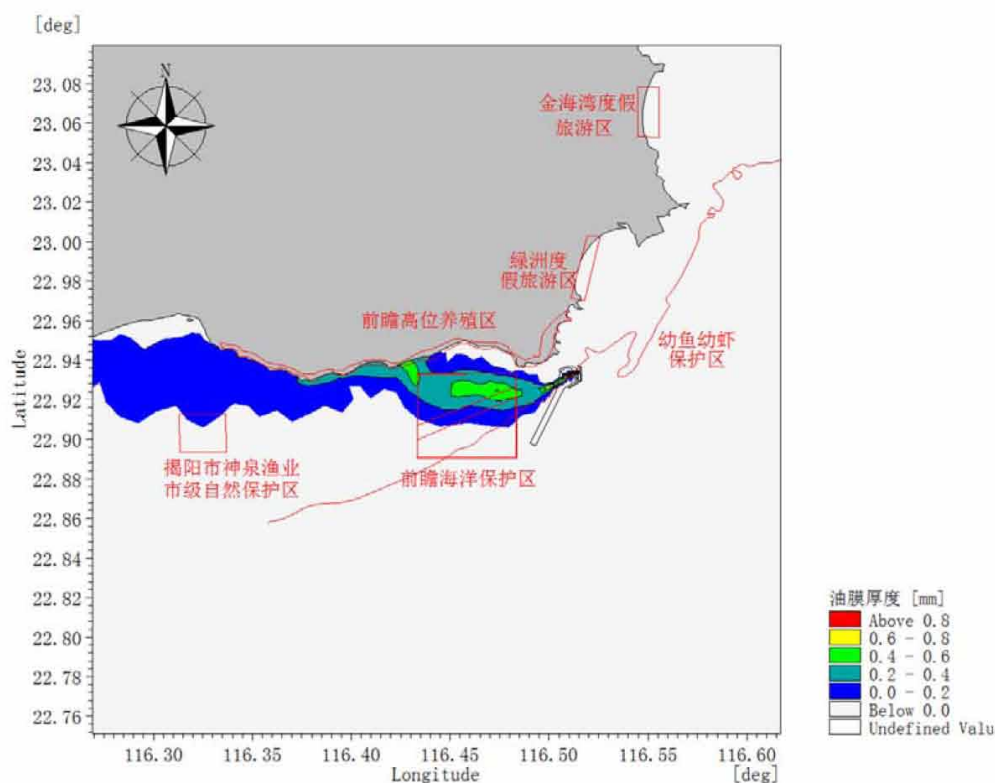


图 9.3-2 原油码头管道泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮涨潮期, 风向 ENE、风速 2.5m/s, 油膜绘制时间间隔 1h)

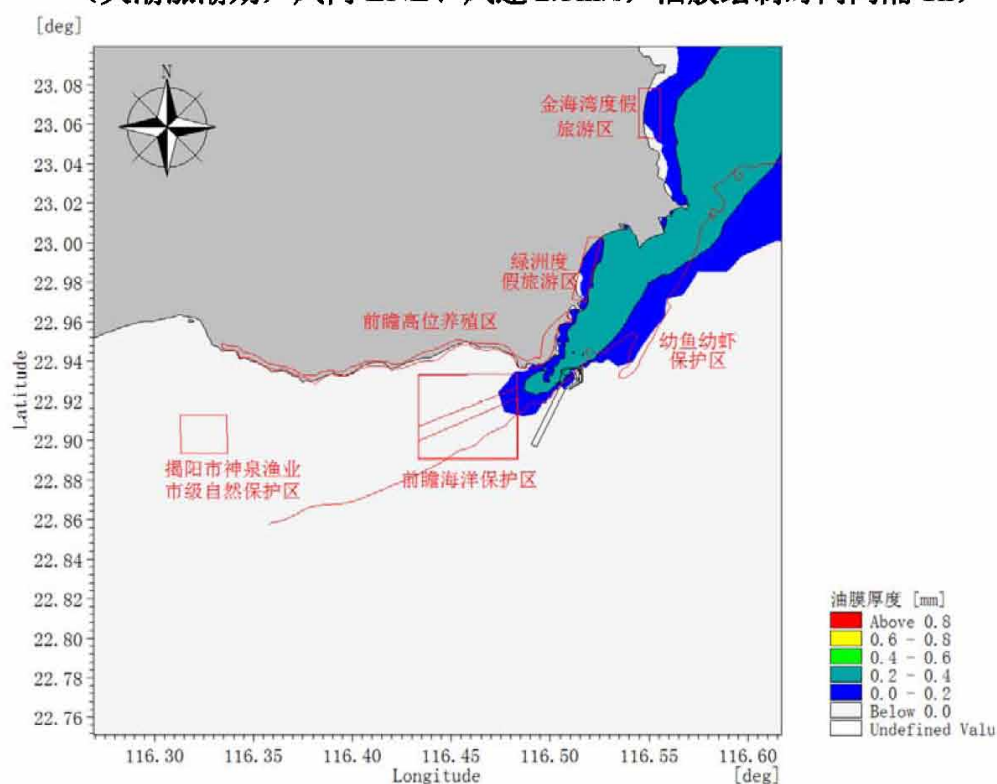


图 9.3-3 原油码头管道泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮涨潮期, 风向 S、风速 2.2m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

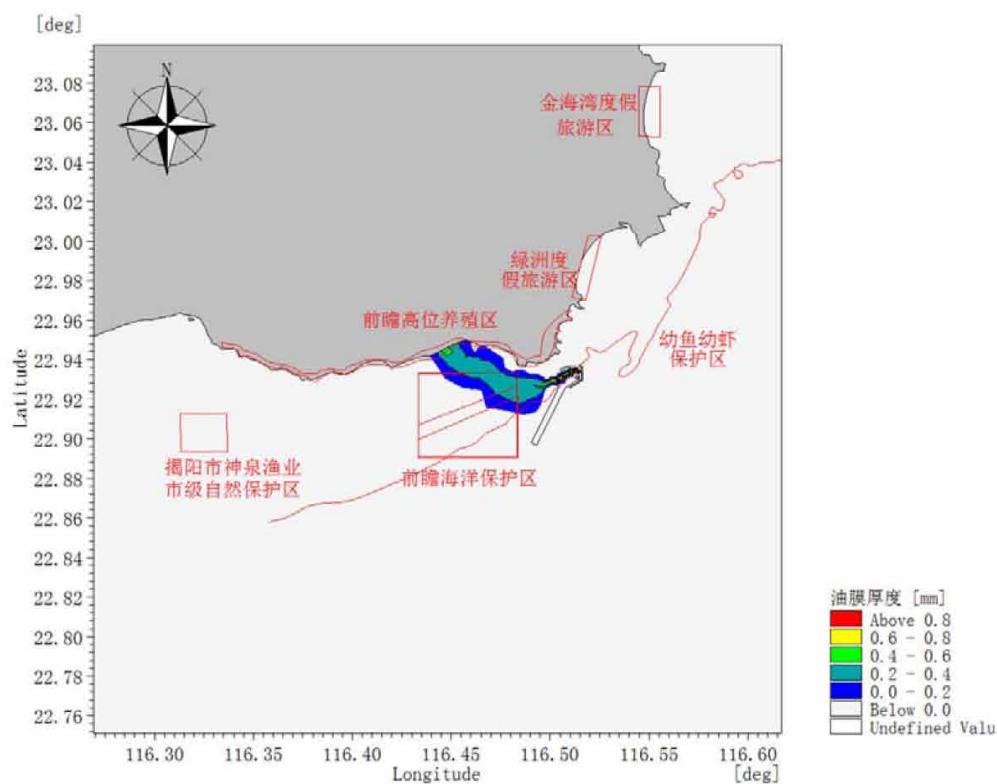


图 9.3-4 原油码头管道泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 E、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

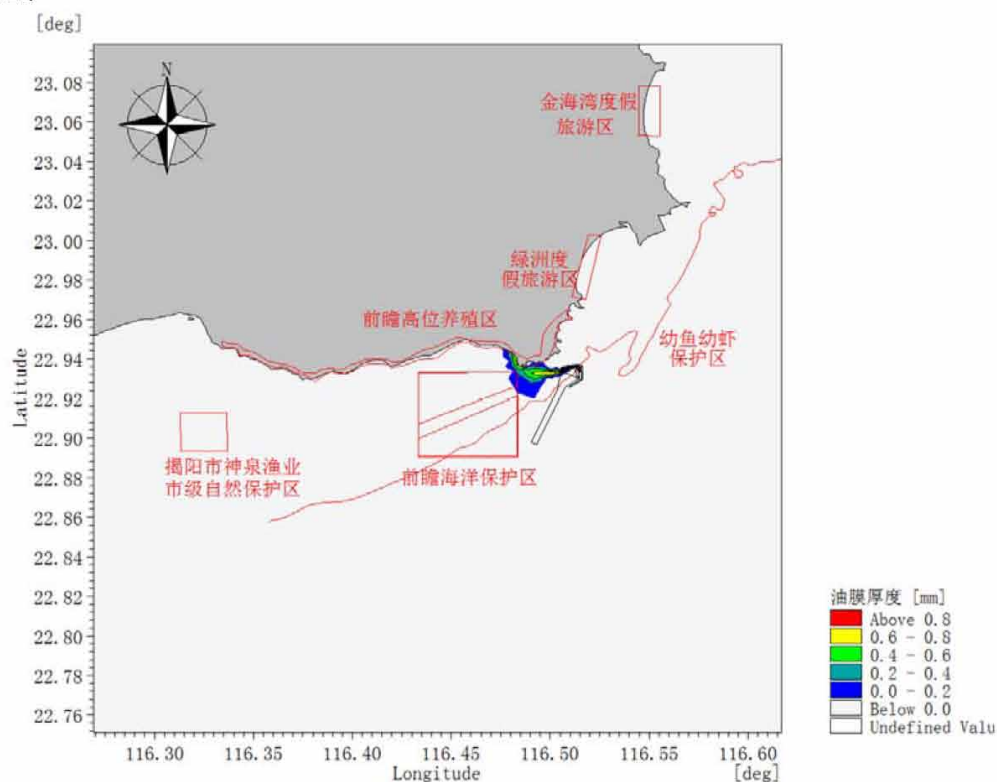


图 9.3-5 原油码头管道泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮涨潮期, 不利风向 SE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

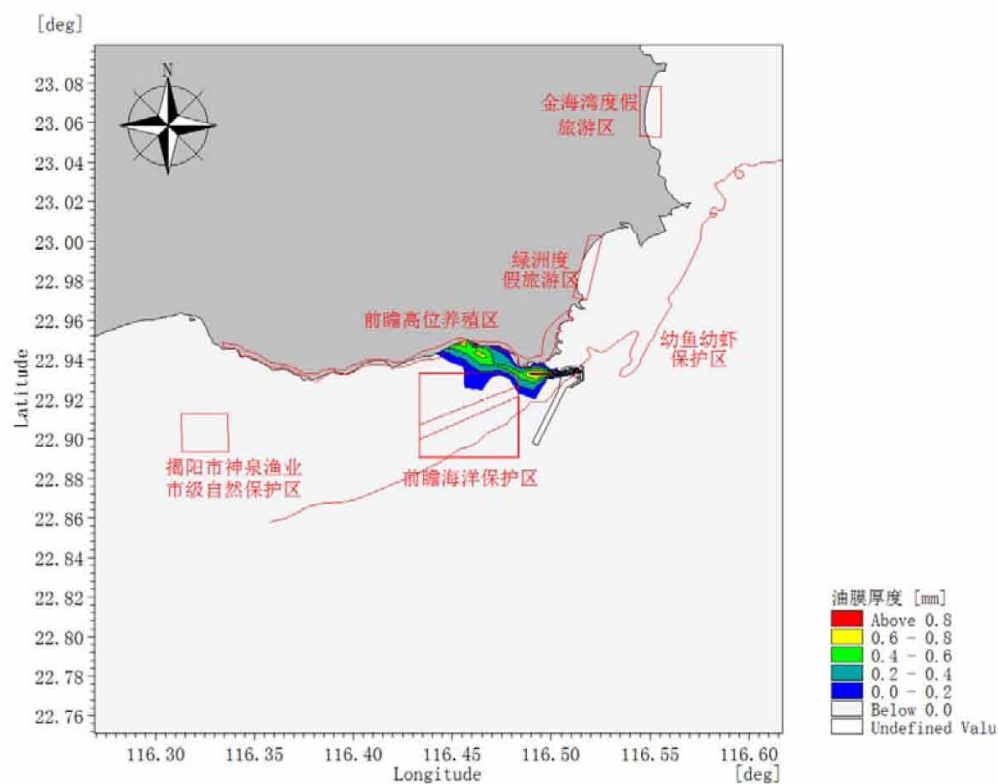


图 9.3-6 原油码头管道泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 E、风速 4.0m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

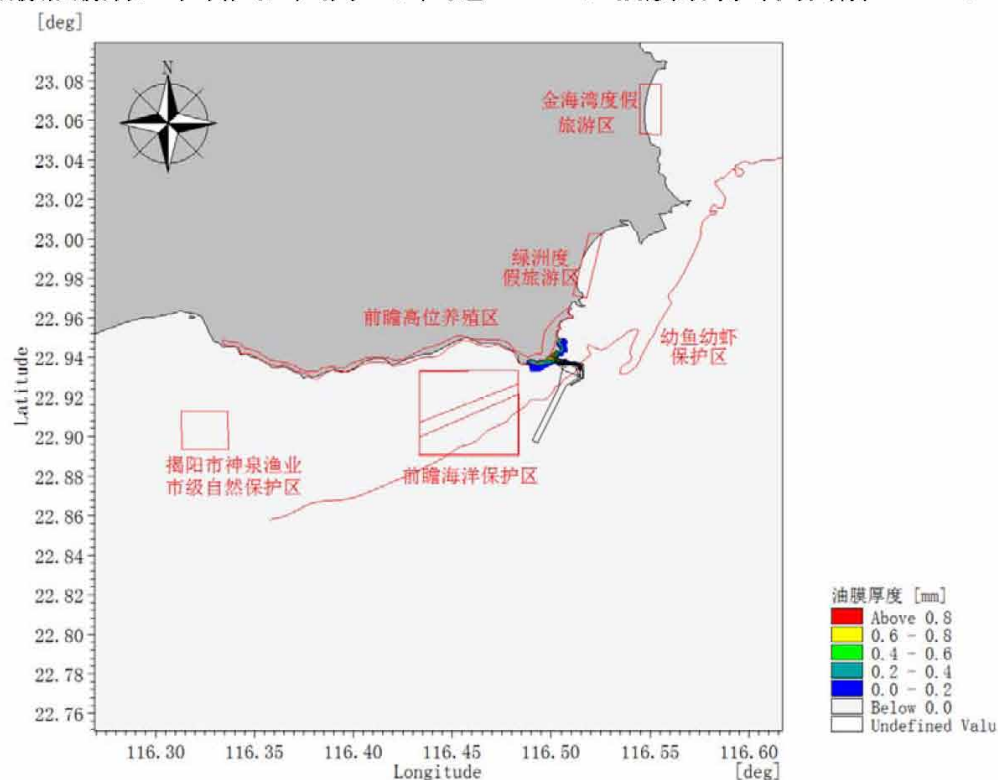


图 9.3-7 原油码头管道泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮涨潮期, 不利风向 SE、风速 4.0m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

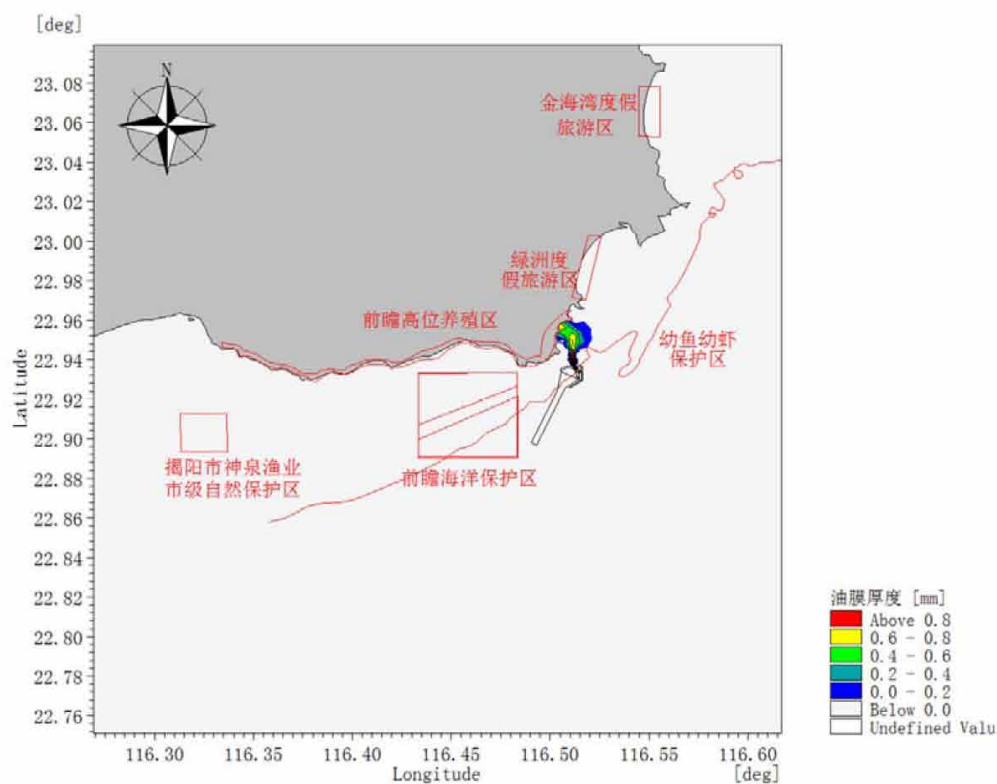


图 9.3-6 原油码头管道事故泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮落潮期, 风向 ENE、风速 2.5m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

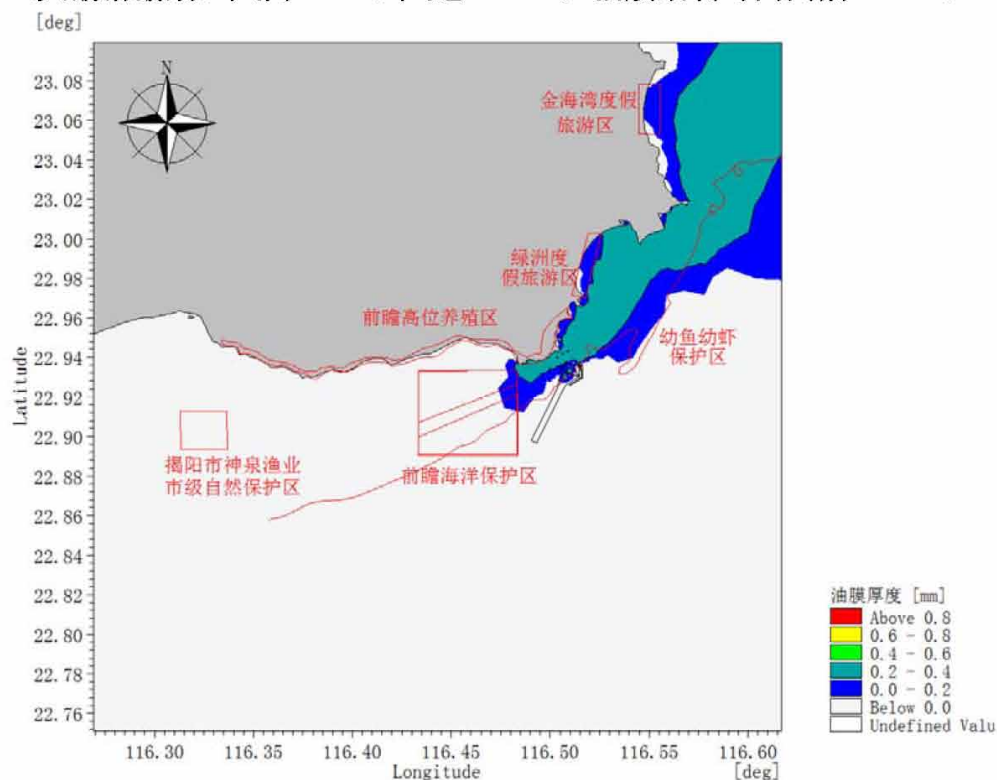


图 9.3-7 原油码头管道事故泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮落潮期, 风向 S、风速 2.2m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

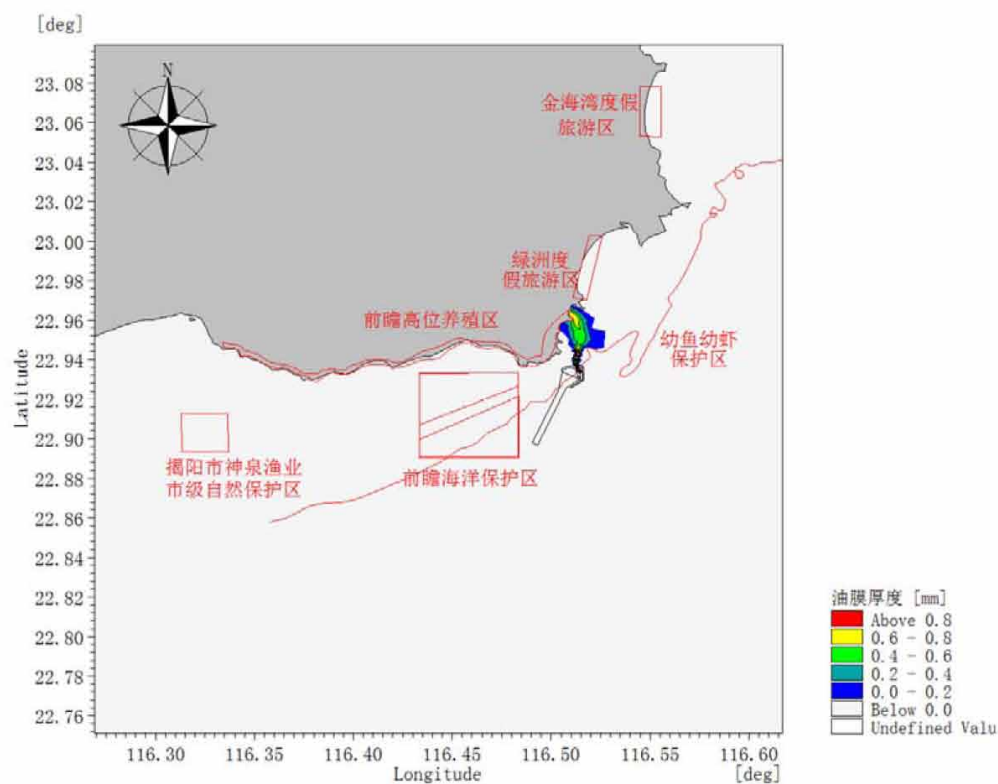


图 9.3-8 原油码头管道事故泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮落潮期, 不利风: 风向 E、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

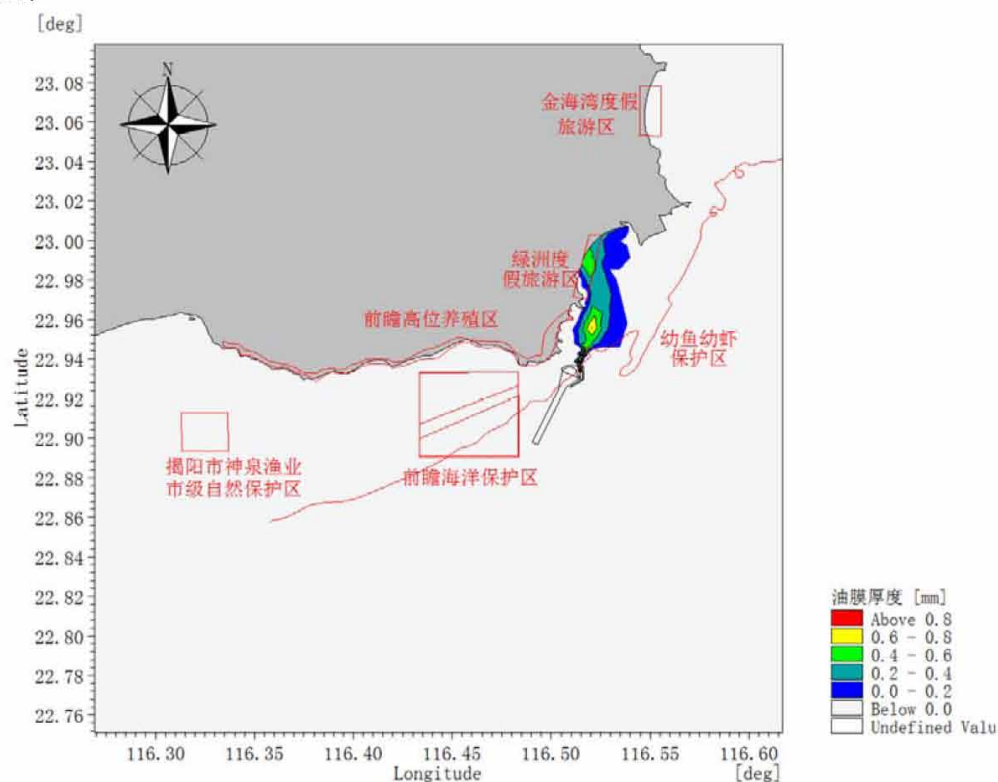


图 9.3-9 原油码头管道事故泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮落潮期, 不利风: 风向 SE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

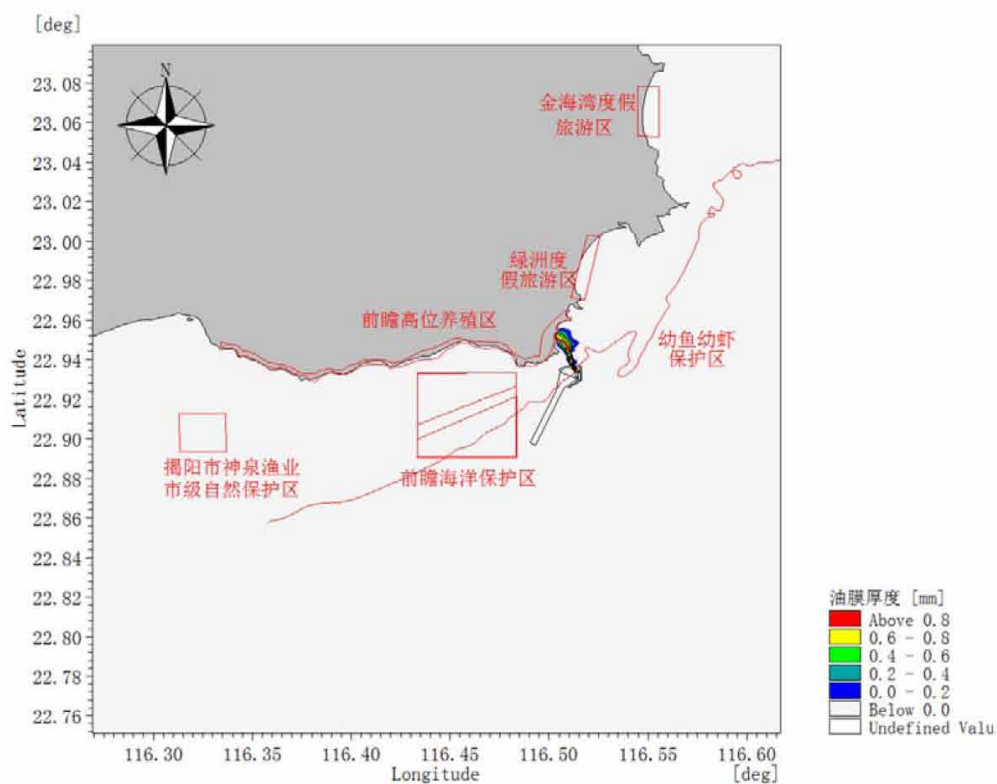


图 9.3-12 原油码头管道事故泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮落潮期, 不利风: 风向 E、风速 4.0m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

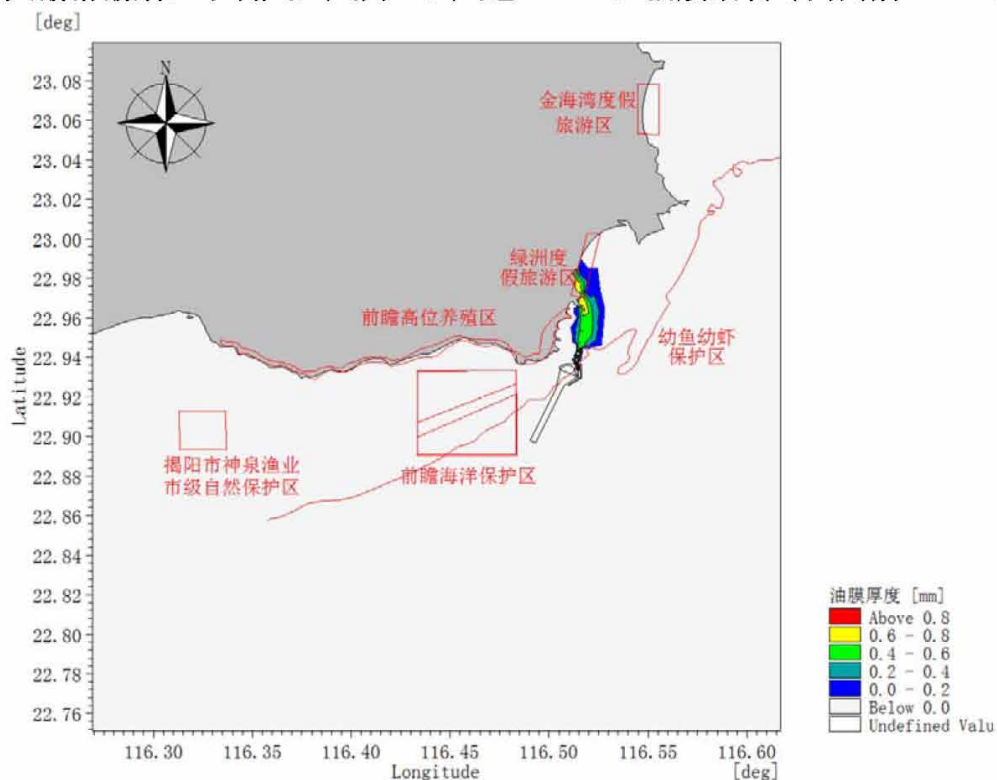


图 9.3-13 原油码头管道事故泄漏油膜运动轨迹图 (A 点)
(大潮落潮期, 不利风: 风向 SE、风速 4.0m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

(2) 原油码头船舶交通事故泄漏

原油码头支航道与主航道交叉处（B点）发生船舶交通事故泄漏原油时，油膜到达敏感地区和海岸线时间统计见表 9.3-4，油膜扫海面积统计见表 9.3-5，油膜轨迹见图 9.3-10~图 9.3-23。

①溢油事故发生在涨潮期

溢油事故发生后，油膜在 ENE 向风和涨潮流的作用下向西扩散，先后影响前詹海洋保护区和神泉海洋渔业保护区。油膜首先在前詹高位养殖区附近抵岸，并最终在甲东镇东南沿岸抵岸。在 S 向风作用下，油膜主要向东北方向扩散，同时受涨潮流影响油膜也会向西和西北方向扩展，主要影响前詹海洋保护区、前詹高位养殖区、绿岛旅游度假区和金海湾旅游度假区，并在绿岛旅游度假区西南近岸抵岸。该风险条件下，油膜扫海面积较大。在涨潮流和 E 向、SE 向风作用下，油膜主要向西北方向扩展，主要影响前詹海洋保护区和前詹高位养殖区。

受 E 向极端风速影响时，油膜快速向西偏北方向扩散，在几分钟内便到达前詹海洋保护区，并先后影响前詹高位养殖区和神泉渔业保护区，最终在甲东镇东南沿岸抵岸；在 SE 向极端风速影响下，油膜快速向西北方向扩展，主要影响前詹海洋保护区和前詹高位养殖区。

②溢油事故发生在落潮期

溢油事故发生后，油膜在 ENE 向风和落潮流的作用下向西偏北方向扩散，先后影响前詹海洋保护区、前詹高位养殖区和神泉海洋渔业保护区，最终在甲东镇东南沿岸抵岸。在 S 向风作用下，油膜主要向东北方向扩散，最终在红海湾东南近岸抵岸。与发生在涨潮期间的事故类似，该风险条件下，油膜扫海面积较大，但并未对项目周边的环境敏感目标产生影响。在落潮流和 E 向风作用下，油膜向东北方向扩展，并在防波堤附近被岸界吸附，并在此逐渐降解。在落潮流和 SE 向风作用下，油膜主要向西北方向扩展，主要影响前詹高位养殖区和绿岛旅游度假区。

受 E 向极端风速影响时，油膜快速向西偏北方向扩散，在几分钟内便到达前詹海洋保护区，并影响前詹高位养殖区，最终在甲东镇东南沿岸抵岸；在 SE 向极端风速影响下，油膜快速向西北方向扩展，主要影响前詹海洋保护区和前詹高位养殖区。

表 9.3-4 原油码头船舶交通事故溢油油膜到达敏感地区和海岸线的时间统计

序号	潮汐动力条件	风况条件		到达环境敏感区时间	到达岸线时间
		风向	风速 m/s		
1	大潮 涨潮	ENE	2.5	30min 到达前詹海洋保护区； 14h40min 到达揭阳市神泉渔业自然保护区；	27h20min 在甲东镇东南沿岸抵岸；
2		S	2.2	1h20min 到达前詹海洋保护区； 7h20min 到达前詹高位养殖区； 10h40min 到达绿岛旅游度假区； 54h50min 到达金海湾旅游度假区；	7h50min 在前詹高位养殖区石牌山灯塔附近沿岸抵岸； 9h50min 在绿岛旅游度假区西南沿岸抵岸；
3		E	2.3	20min 到达前詹海洋保护区； 9h40min 到达前詹高位养殖区；	9h20min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸；
4		SE	2.3	40min 到达前詹海洋保护区； 5h40min 到达前詹高位养殖区；	5h50min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸；
5		E	4.0	10min 到达前詹海洋保护区； 5h30min 到达前詹高位养殖区；	5h30min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸；
6		SE	4.0	25min 到达前詹海洋保护区； 3h10min 到达前詹高位养殖区；	3h20min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸；
7		E	13.8	10min 到达前詹海洋保护区； 2h10min 到达前詹高位养殖区； 2h40min 到达揭阳市神泉渔业自然保护区；	2h10min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸； 4h10min 在甲东镇东南沿岸抵岸；
8		SE	13.8	10min 到达前詹海洋保护区； 1h10min 到达前詹高位养殖区；	1h10min 在前詹高位养殖区附近抵岸；
9	大潮 落潮	ENE	2.5	1h10min 到达前詹海洋保护区； 16h50min 到达前詹高位养殖区； 20h30min 到达揭阳市神泉渔业自然保护区；	17h 在前詹高位养殖区附近抵岸； 27h40min 在甲东镇东南沿岸抵岸；
10		S	2.2	—	38h20min 在红海湾东南近岸抵岸；
11		E	2.3	—	—
12		SE	2.3	6h 到达前詹高位养殖区东北部； 14h 到达绿岛旅游度假区；	6h10min 在前詹高位养殖区东北部近岸抵岸； 15h30min 在绿岛旅游度假区中部抵岸；
13		E	4.0	20min 到达前詹海洋保护区； 4h30min 到达前詹高位养殖区；	4h30min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸；
14		SE	4.0	2h40min 到达前詹高位养殖区东北部；	2h40min 在前詹高位养殖区东北部近岸抵岸；
15		E	13.8	10min 到达前詹海洋保护区； 2h20min 到达前詹高位养殖区；	2h20min 在前詹镇东南前詹高位养殖区附近抵岸； 47h30min 在甲东镇东南沿岸抵岸；
16		SE	13.8	10min 到达前詹海洋保护区； 1h 到达前詹高位养殖区；	1h10min 在前詹高位养殖区附近抵岸；

表 9.3-5 原油码头船舶交通事故溢油油膜扫海面积统计

序号	潮汐动力条件	风况条件		扫海面积 (km ²)			
		风向	风速 m/s	12 小时后	24 小时后	48 小时后	72 小时后
1	大潮 涨潮	ENE	2.5	17.40	40.37	48.40	48.40
2		S	2.2	12.76	32.09	134.16	184.49
3		E	2.3	18.08	18.08	18.08	18.08
4		SE	2.3	11.76	11.76	11.76	11.76
5		E	4.0	15.64	16.25	19.62	19.87
6		SE	4.0	9.07	9.17	9.40	9.51
7		E	13.8	33.60	33.66	33.77	33.83
8		SE	13.8	6.87	6.87	6.92	6.92
9	大潮 落潮	ENE	2.5	17.81	33.52	38.95	38.95
10		S	2.2	13.83	52.27	138.31	144.29
11		E	2.3	2.21	2.21	2.22	2.22
12		SE	2.3	6.57	10.57	10.82	11.34
13		E	4.0	9.63	9.67	9.72	9.72
14		SE	4.0	3.76	3.76	3.76	3.76
15		E	13.8	12.62	12.67	19.44	22.13
16		SE	13.8	6.37	6.37	6.37	6.37

注：1、扫海面积以油膜绘制时间间隔1分钟的轨迹图进行统计；

2、表中“-”表示油膜抵岸且不再运动，扫海面积不再增大。

表 9.3-6 原油码头船舶交通事故残油量统计

序号	潮汐动力条件	风况条件		残油量 (吨)			
		风向	风速 m/s	12 小时后	24 小时后	48 小时后	72 小时后
1	大潮 涨潮	ENE	2.5	4669.8	4527.3	671.9	3.8
2		S	2.2	4668.7	4505.2	2732.8	2076.0
3		E	2.3	4669.0	4520.8	3748.4	1643.0
5		SE	2.3	4669.0	4478.2	2647.3	424.8
6		E	4.0	4677.6	4074.5	1628.4	367.9
7		SE	4.0	4664.0	2234.8	83.3	1.29
8		E	13.8	3117.6	139.9	0.5	0
9		SE	13.8	3442.6	849.4	82.5	4.8
10	大潮 落潮	ENE	2.5	4813.2	4586.6	1513.3	29.2
11		S	2.2	4812.9	4584.3	4400.1	588.0
12		E	2.3	4813.0	4585.0	4072.1	584.7
13		SE	2.3	4813.0	4520.8	1353.2	93.5
14		E	4.0	4816.1	4284.8	578.3	22.9
15		SE	4.0	4813.7	2249.3	48.9	0
16		E	13.8	4683.7	1866.2	359.5	16.3
17		SE	13.8	4650.1	2082.5	753.9	268.8

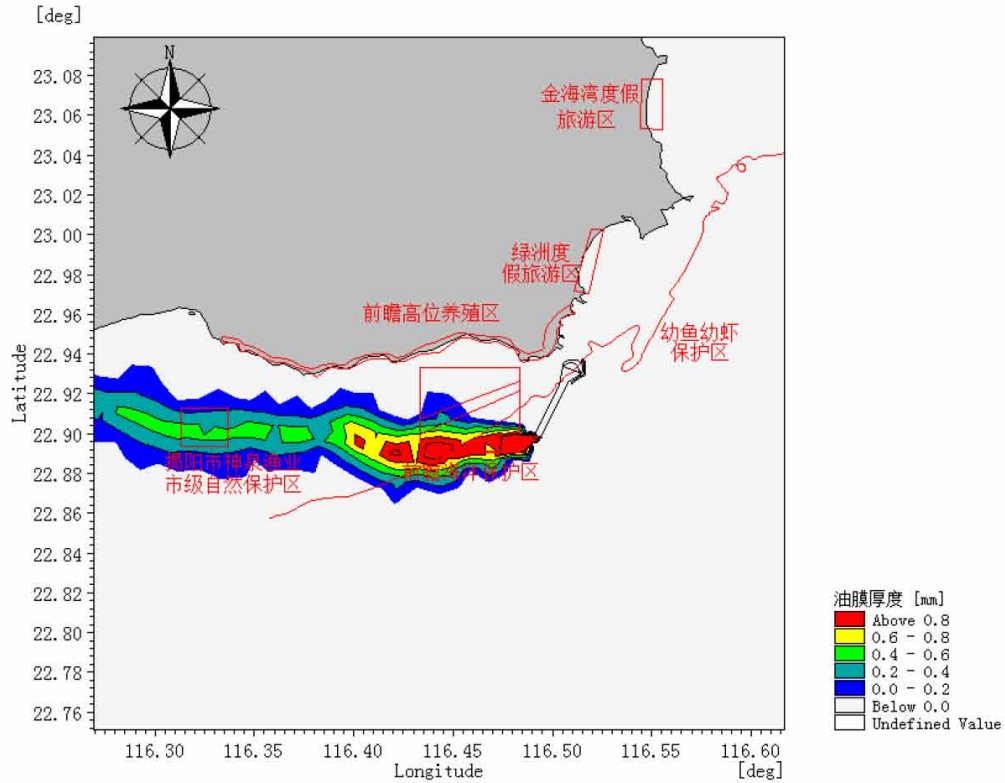


图 9.3-10 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 风向 ENE、风速 2.5m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

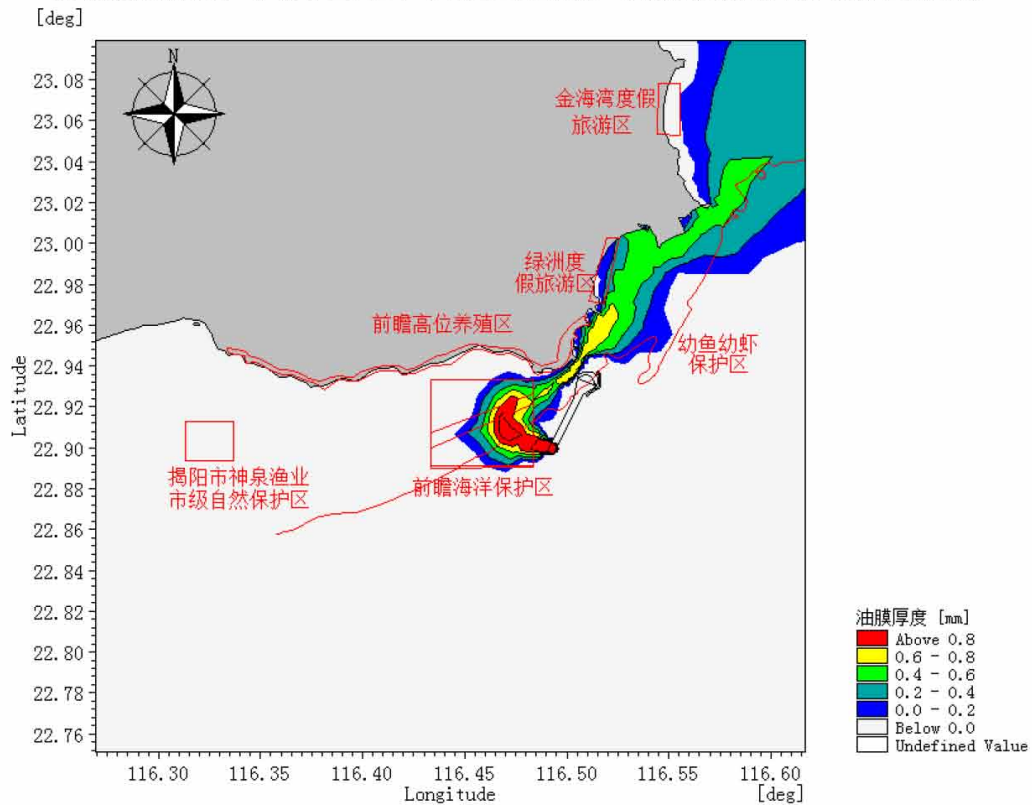


图 9.3-11 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 风向 S、风速 2.2m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

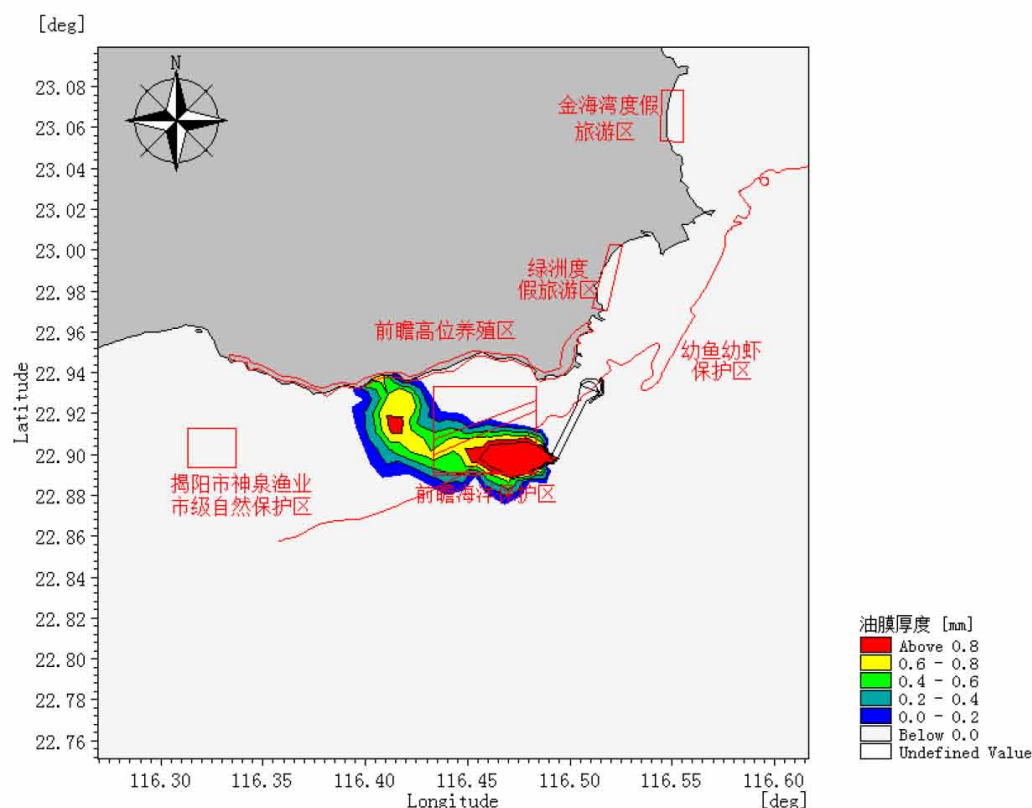


图 9.3-12 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 E、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

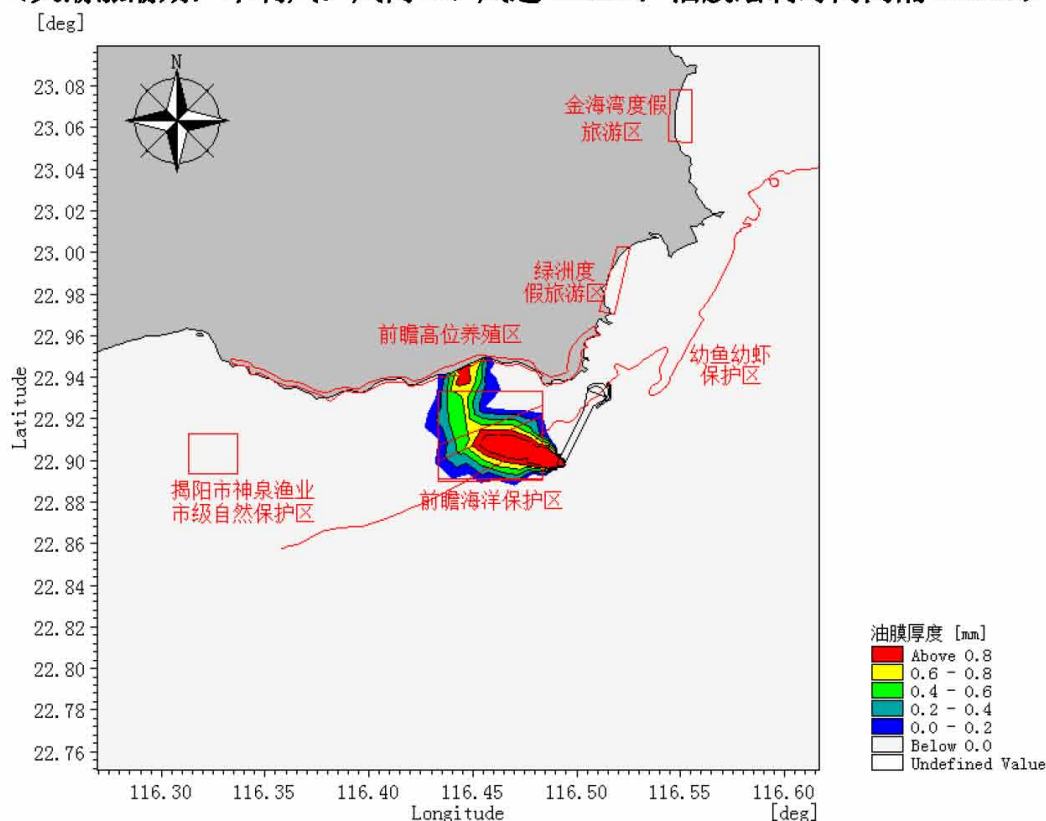


图 9.3-13 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 SE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

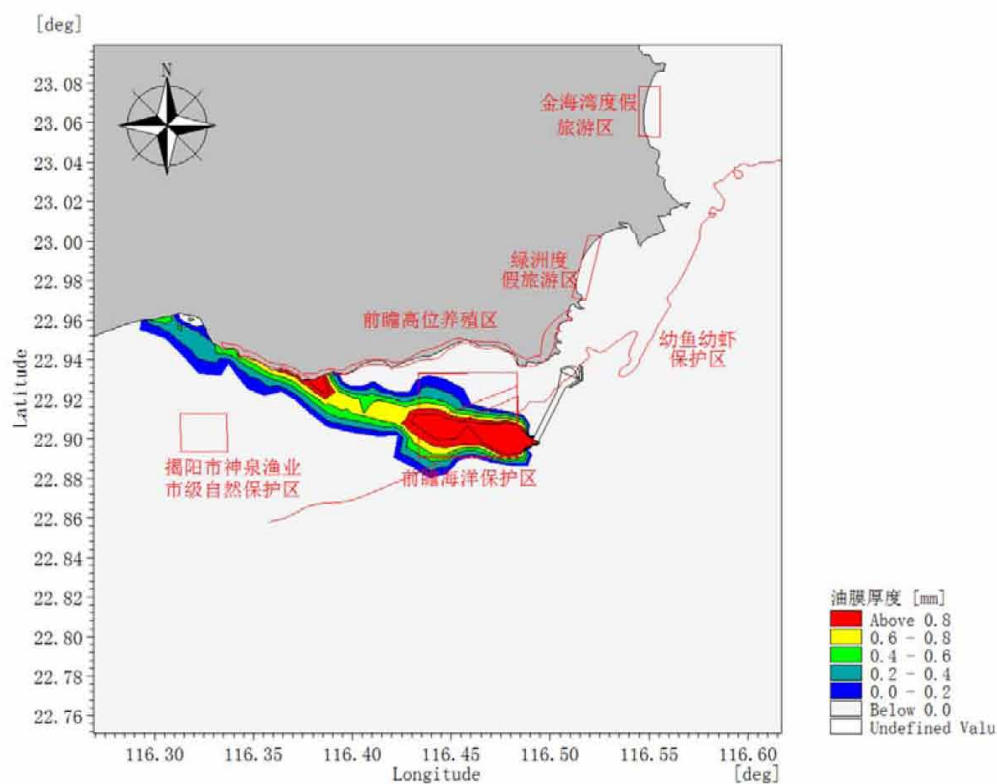


图 9.3-14 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 E、风速 4.0m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

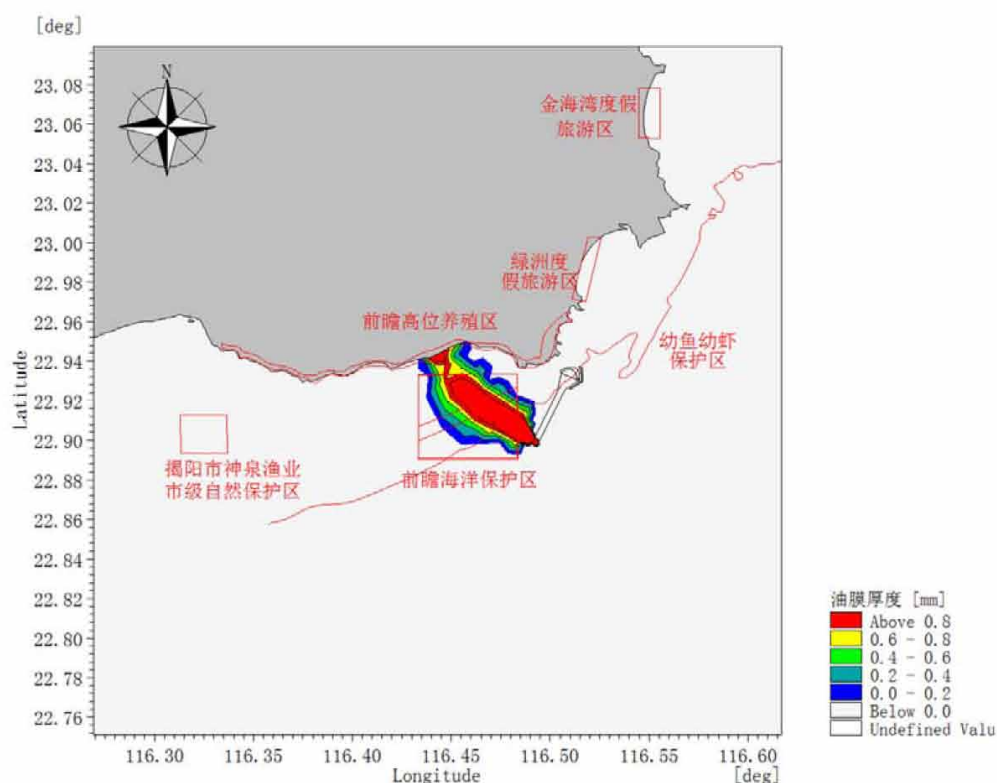


图 9.3-15 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 SE、风速 4.0m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

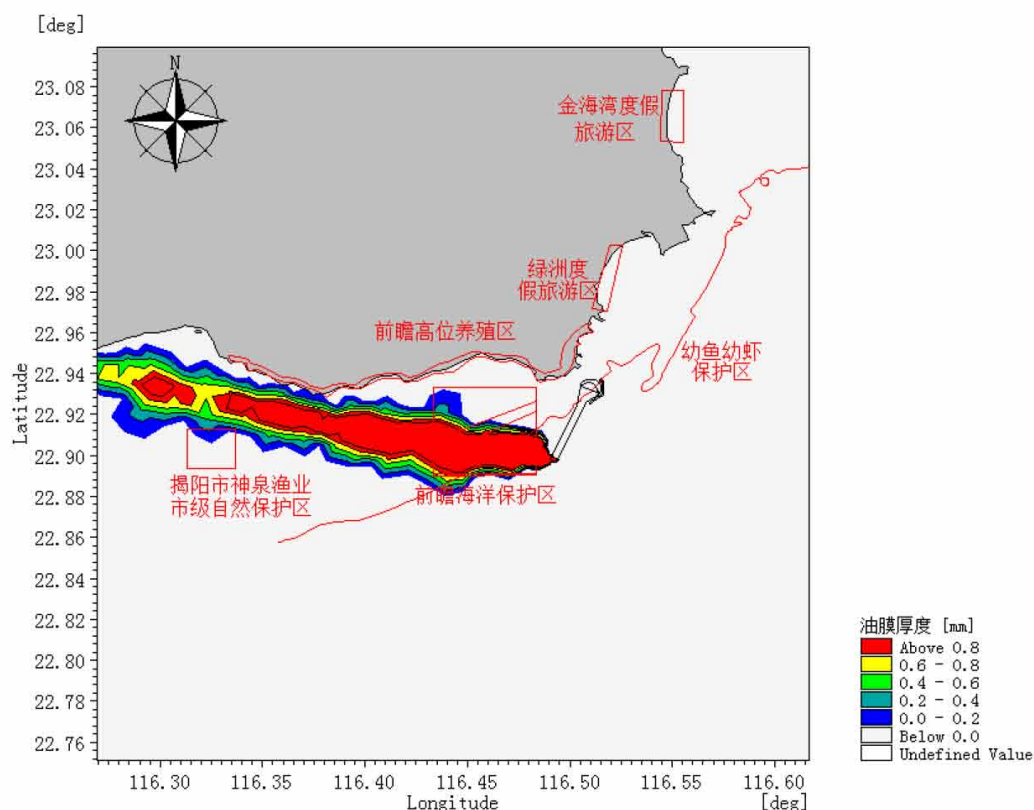


图 9.3-16 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 E、风速 13.8m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

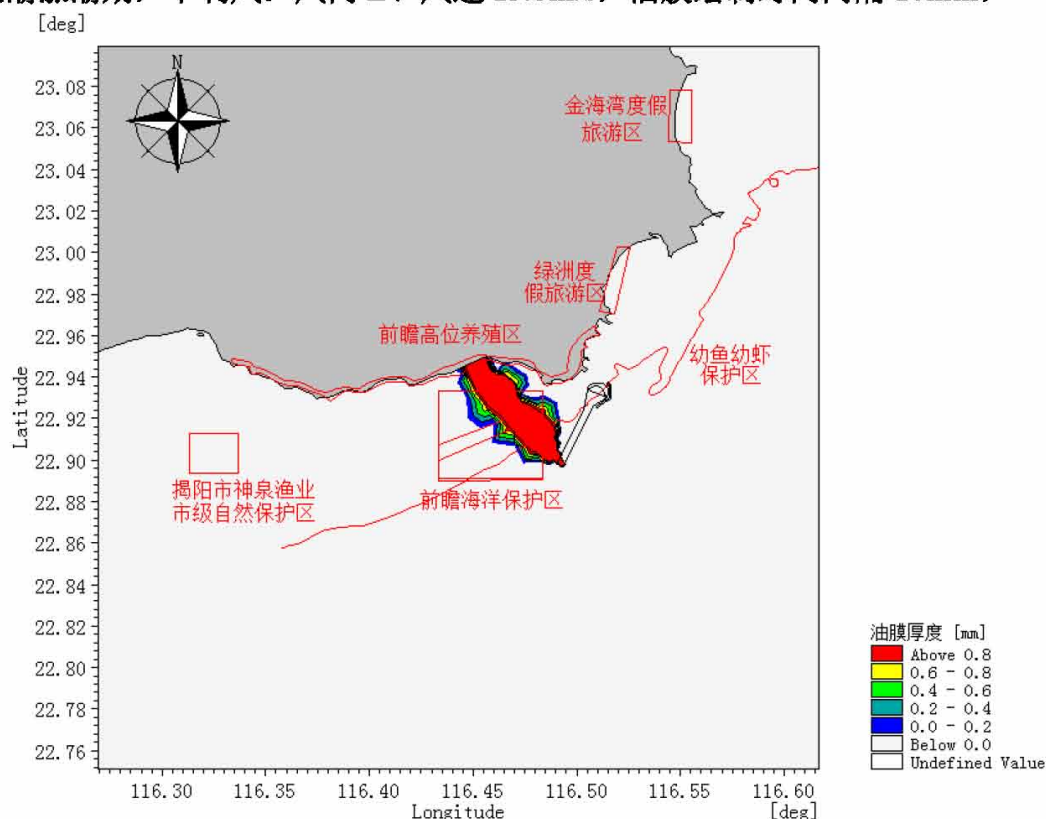


图 9.3-17 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮涨潮期, 不利风: 风向 SE、风速 13.8m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

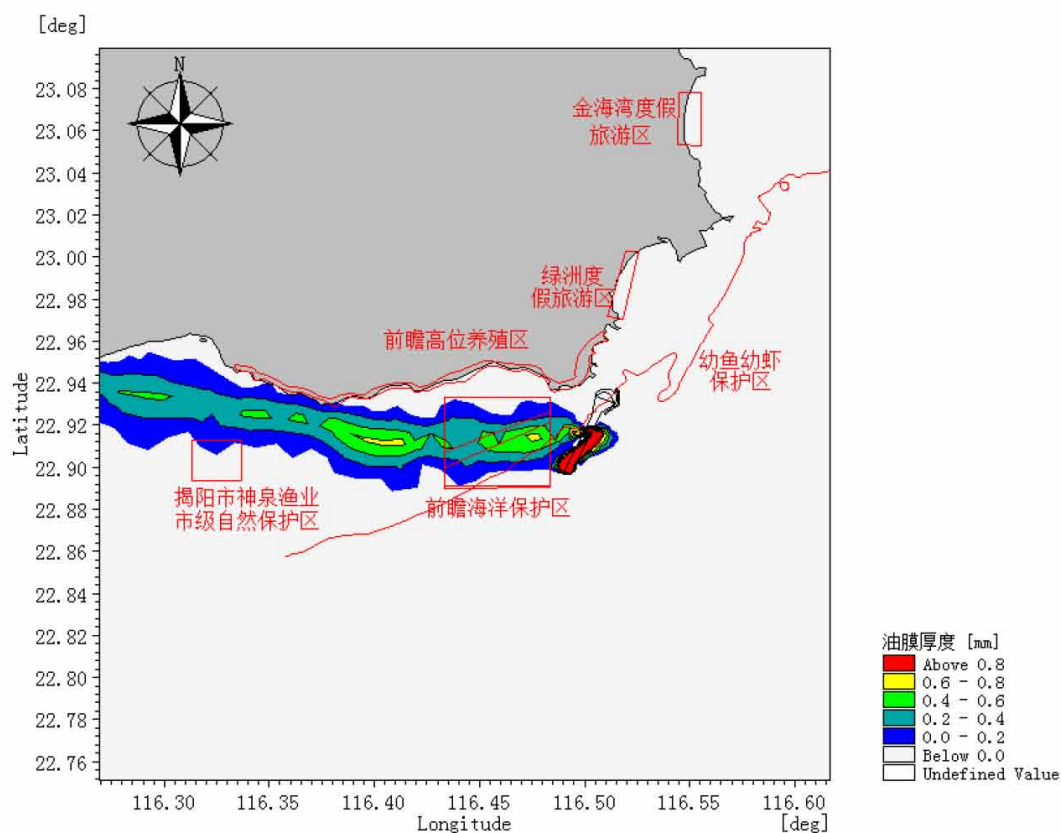


图 9.3-18 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮落潮期, 风向 ENE、风速 2.5m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

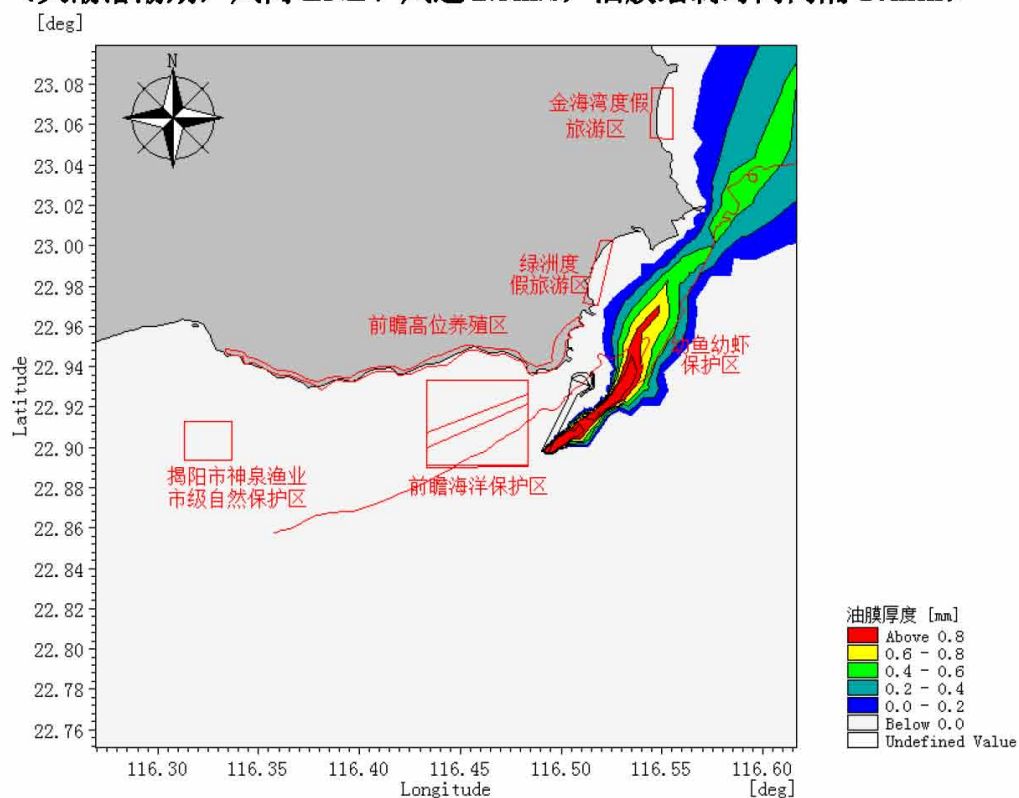


图 9.3-19 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮落潮期, 风向 S、风速 2.2m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

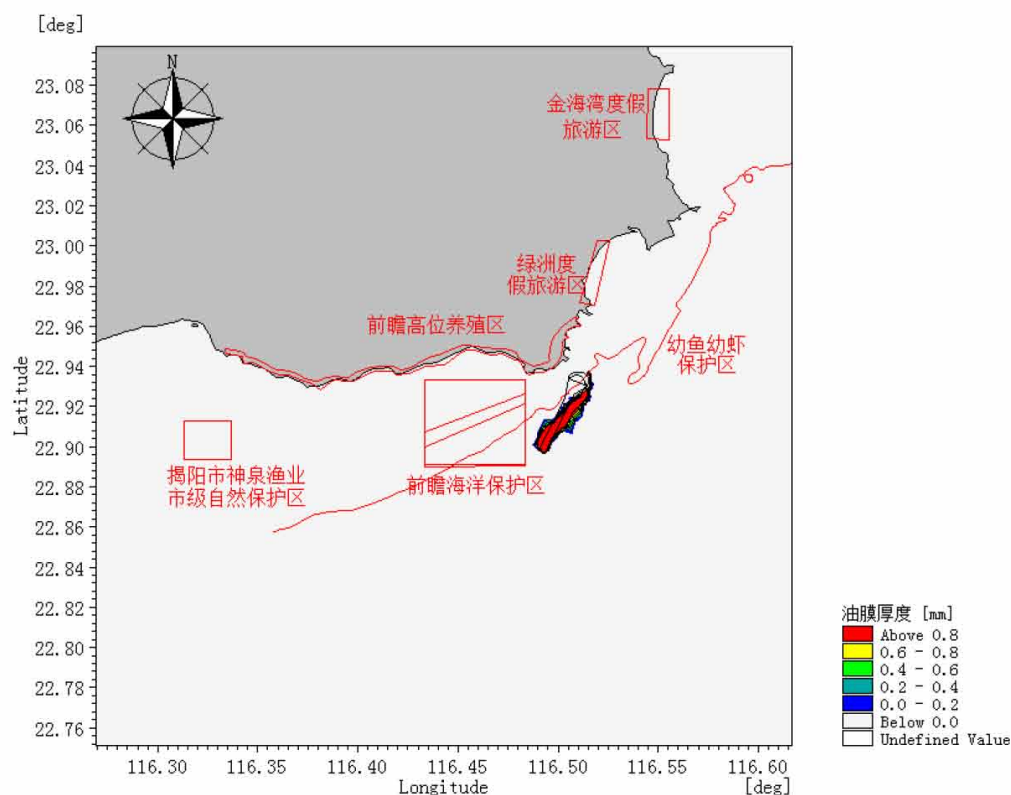


图 9.3-20 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮落潮期, 不利风: 风向 E、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

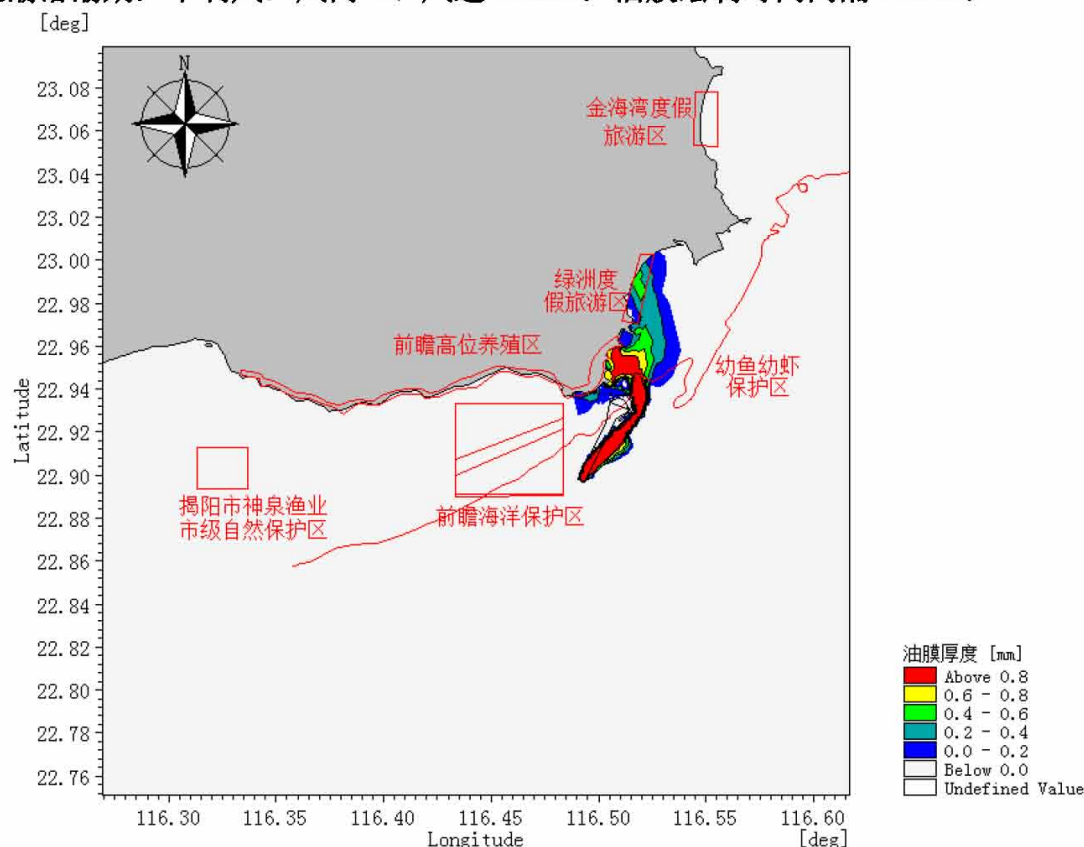


图 9.3-21 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图 (B 点)
(大潮落潮期, 不利风: 风向 SE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 10min)

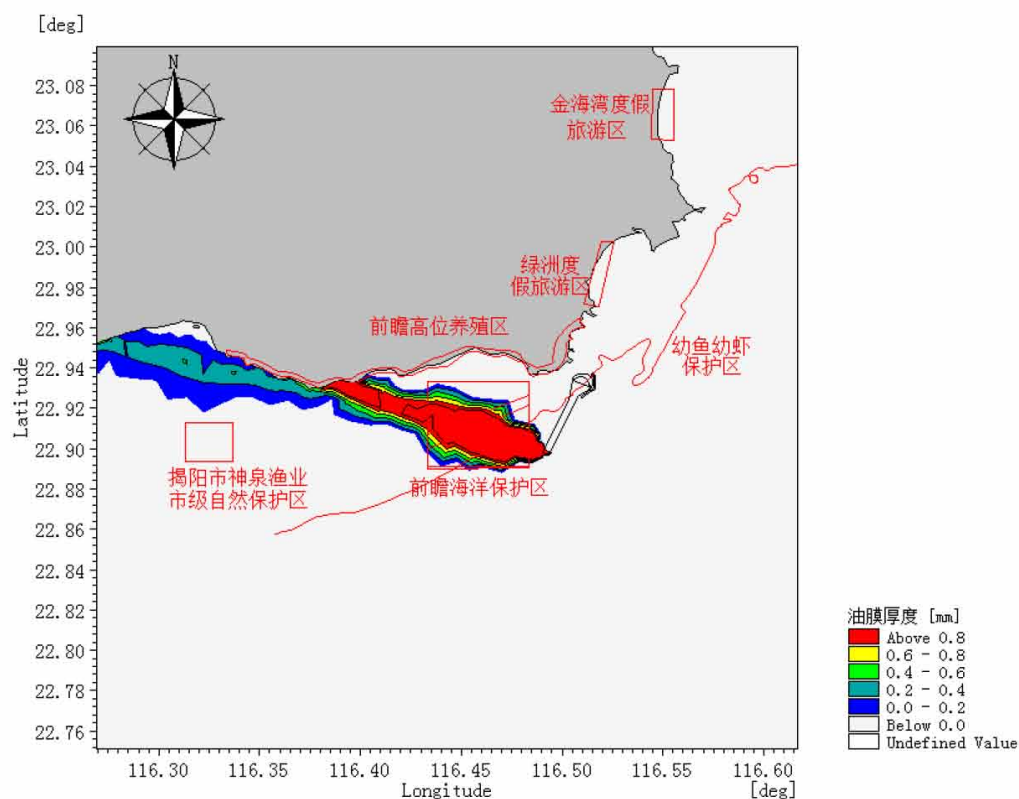


图 9.3-22 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图（B 点）
（大潮落潮期，不利风：风向 E、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 10min）

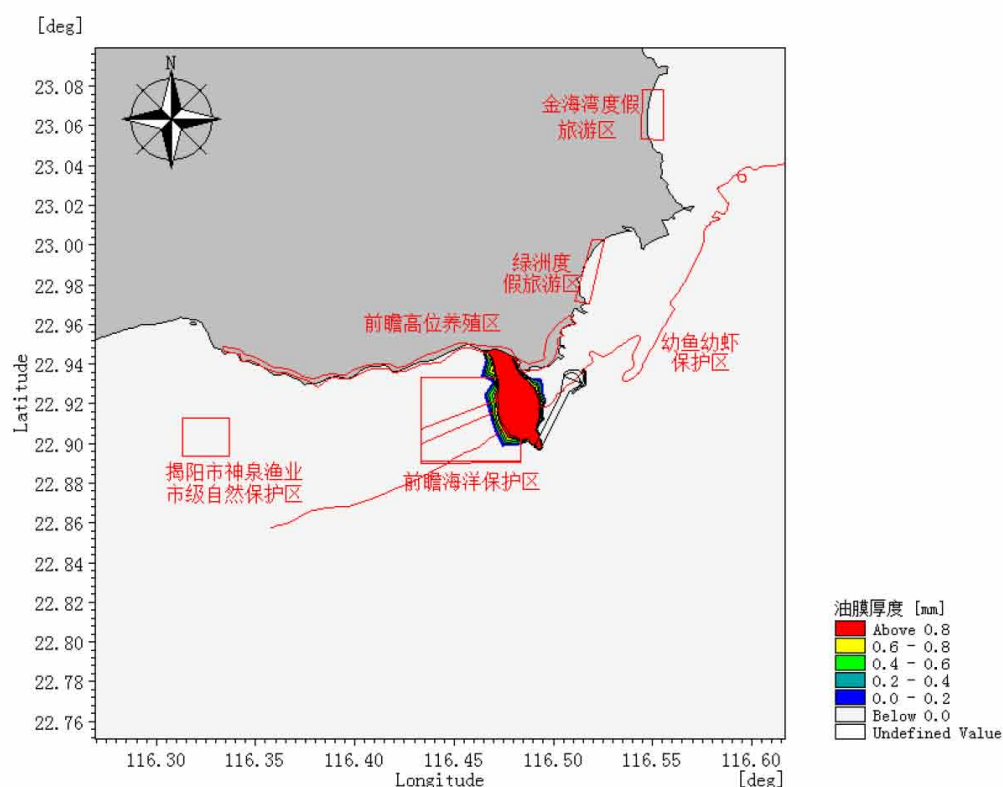


图 9.3-23 原油码头航道交通事故泄漏油膜运动轨迹图（B 点）
（大潮落潮期，不利风：风向 SE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 10min）

9.3.1.4 项目营运期船舶溢油影响随机情景模拟预测评价

为了更全面地了解航道船舶海损性重大溢油事故对敏感保护区可能产生的危害,按照《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017)一级风险评价要求,采用随机情景模拟统计方法,预测项目营运期船舶溢油事故对各环境敏感保护目标的污染概率、最快到达时间和危害后果。

根据本项目溢油事故的危害程度,对原油码头管道泄漏事故和船舶交通事故的溢油进行预测,每个溢油点进行 300 次的随机情景组合的漂移扩散轨迹模拟:每次事故情形发生时间不确定,模拟事故后 72h 的油膜漂移情况,模拟依据的风向、风速由 2018-2020 年 NCEP 的日平均的风场中随机抽取,水动力强迫场则有 2019 年 9 月 1 日-9 月 20 日包含大、中、小潮的海洋动力模拟结果中随机选取,每一次事故模拟均计算并记录各个网格的溢油漂移到达时间、油膜厚度等数据,统计给出溢油对附近区域敏感目标的污染概率。

通过对过去三年时间里 300 次溢油事故随机情景的模拟计算及结果统计,得到溢油对各敏感目标的污染概率和最快到达时间预测结果分别如表 9.3-6~表 9.3-7 和图 9.3-24~图 9.3-27 所示。

由预测结果可知,当原油码头发生管道泄漏事故时,泄漏位置的东北和西南海域受到溢油污染的概率较大(最大污染概率>10%),并且油膜到达该区域的时间较短。对于环境敏感目标,管道泄漏事故引起的溢油风险对前詹高位养殖区和前詹海洋保护区(包括:揭阳龙虾自然保护区和揭阳市海龟、莹市级自然保护区)的影响概率较大,特别是前詹海洋保护区,溢油事故对其的污染概率>15%,油膜最快到达时间在 3 小时以内。

当进港航道交叉点(B)发生船舶交通事故时,泄漏位置西南的前詹海洋保护区(特别是该保护区东南部的揭阳龙虾自然保护区)受到溢油污染的概率较大,并且油膜到达该区域的时间较短。溢油事故对揭阳龙虾自然保护区的污染概率>15%,油膜最快到达时间在 3 小时以内。

综上,由于周边分布有较多的海洋敏感保护区和岛屿,因此一旦在航道上发生重大船舶溢油事故,污染危害后果会较严重。

表 9.3-6 原油码头管道泄漏事故对敏感目标的危害后果汇总

序号	类别	名称	溢油位置	最大污染概 率 (%)	最快到达时 间 (h)
1	自然保护区	揭阳市龙虾自然保护区	原油码头管 道泄漏事故 (A 点)	10~15	2~3
2		揭阳市海龟、鲎市级自 然保护区		10~15	2~3
3		揭阳市神泉渔业市级自 然保护区		<6	5~8
4	渔业养殖区	前詹高位养殖区		5~6	<5
5	旅游度假区	绿洲度假旅游区		<5	>50
6		金海湾度假旅游区		<5	>15

表 9.3-7 原油码头船舶交通事故泄漏对敏感目标的危害后果汇总

序号	类别	名称	溢油位置	最大污染概 率 (%)	最快到达时 间 (h)
1	自然保护区	揭阳市龙虾自然保护区	进港航道 船舶交通 事故 (B 点)	>15	0~3
2		揭阳市海龟、鲎市级自 然保护区		10~15	2~3
3		揭阳市神泉渔业市级自 然保护区		<6	5~8
4	渔业养殖区	前詹高位养殖区		<5	3~5
5	旅游度假区	绿洲度假旅游区		<5	>50
6		金海湾度假旅游区		0	>60

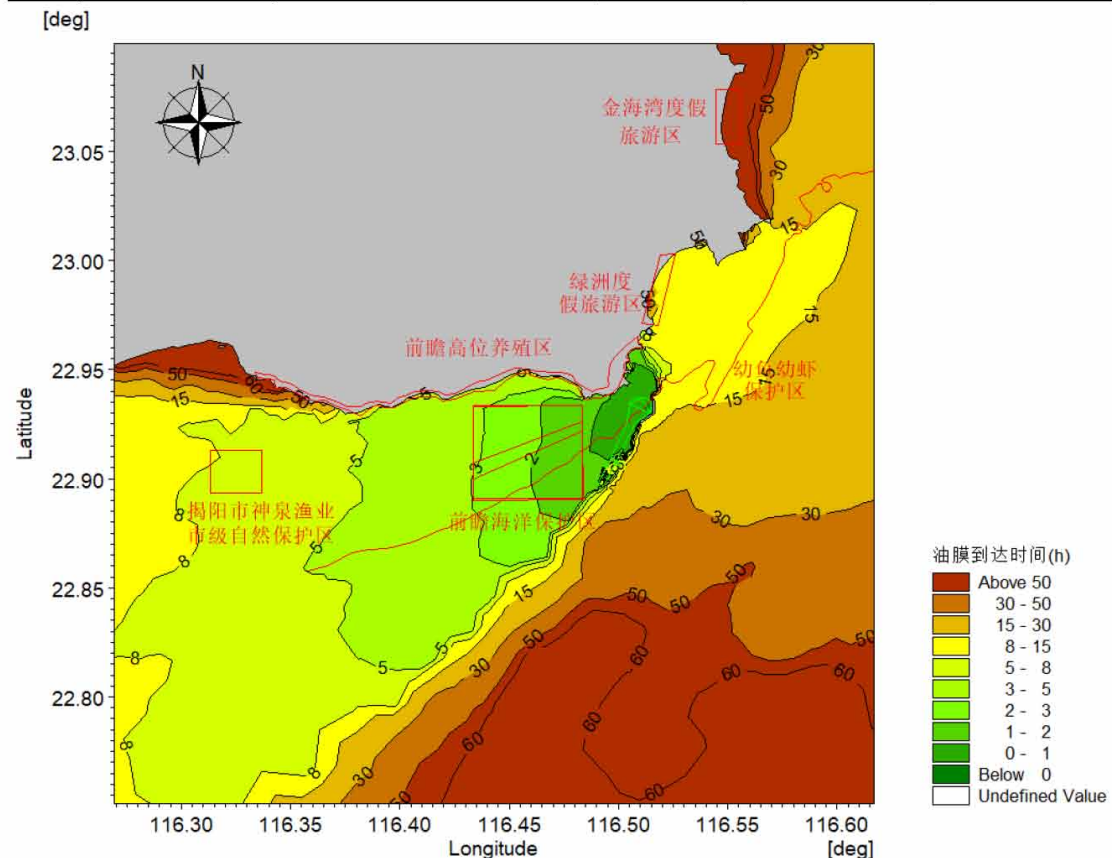


图 9.3-24 原油码头管道泄漏事故溢油的油膜最快到达时间

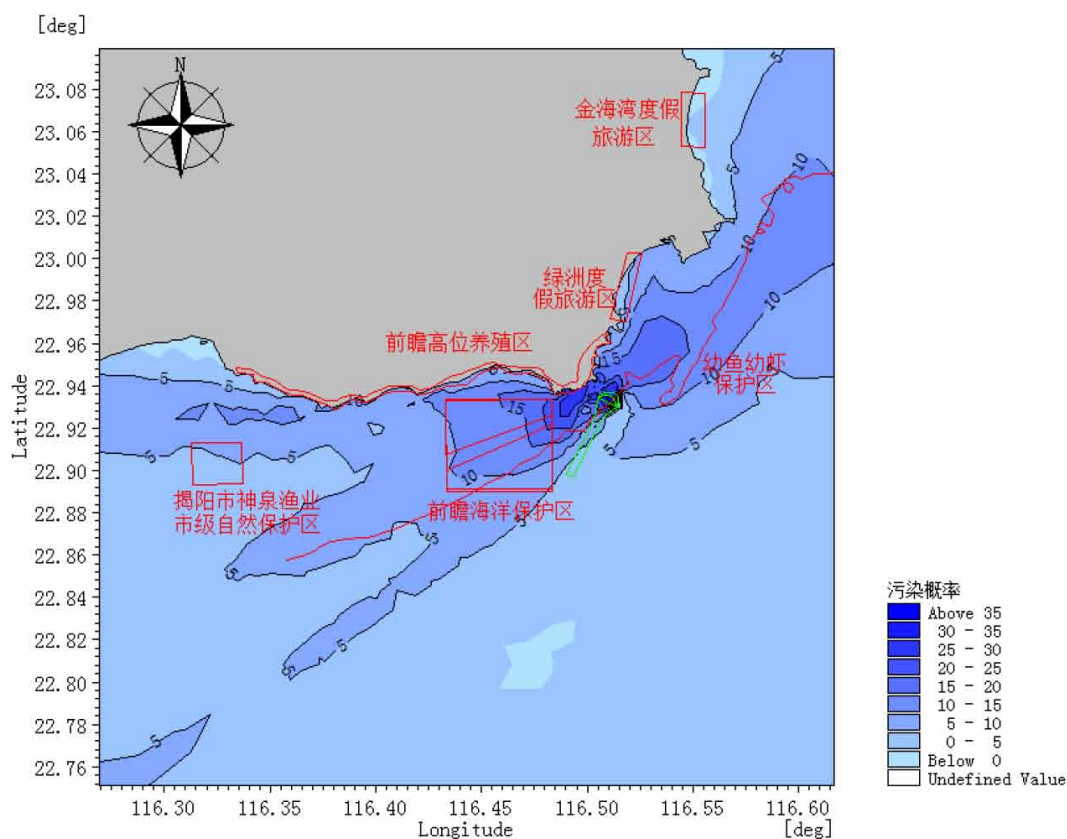


图 9.3-25 原油码头管道泄漏事故溢油的污染概率

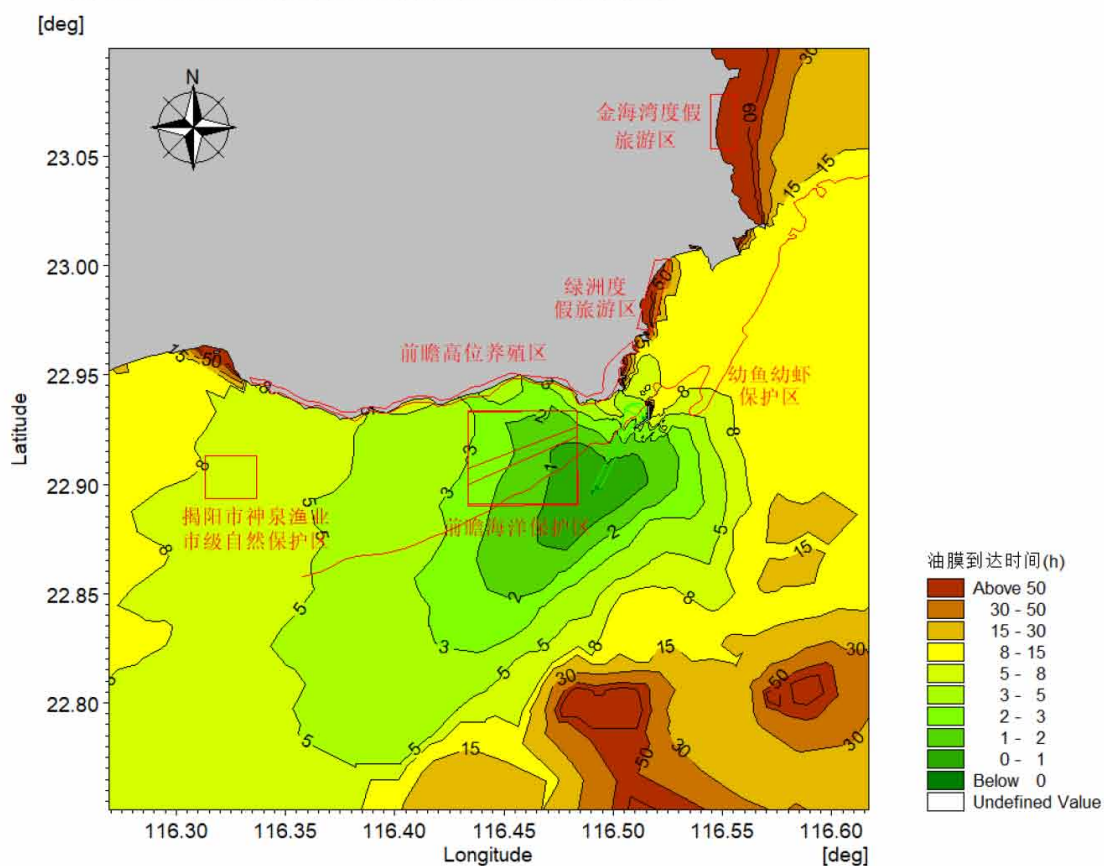


图 9.3-26 原油码头船舶交通事故溢油的油膜最快到达时间

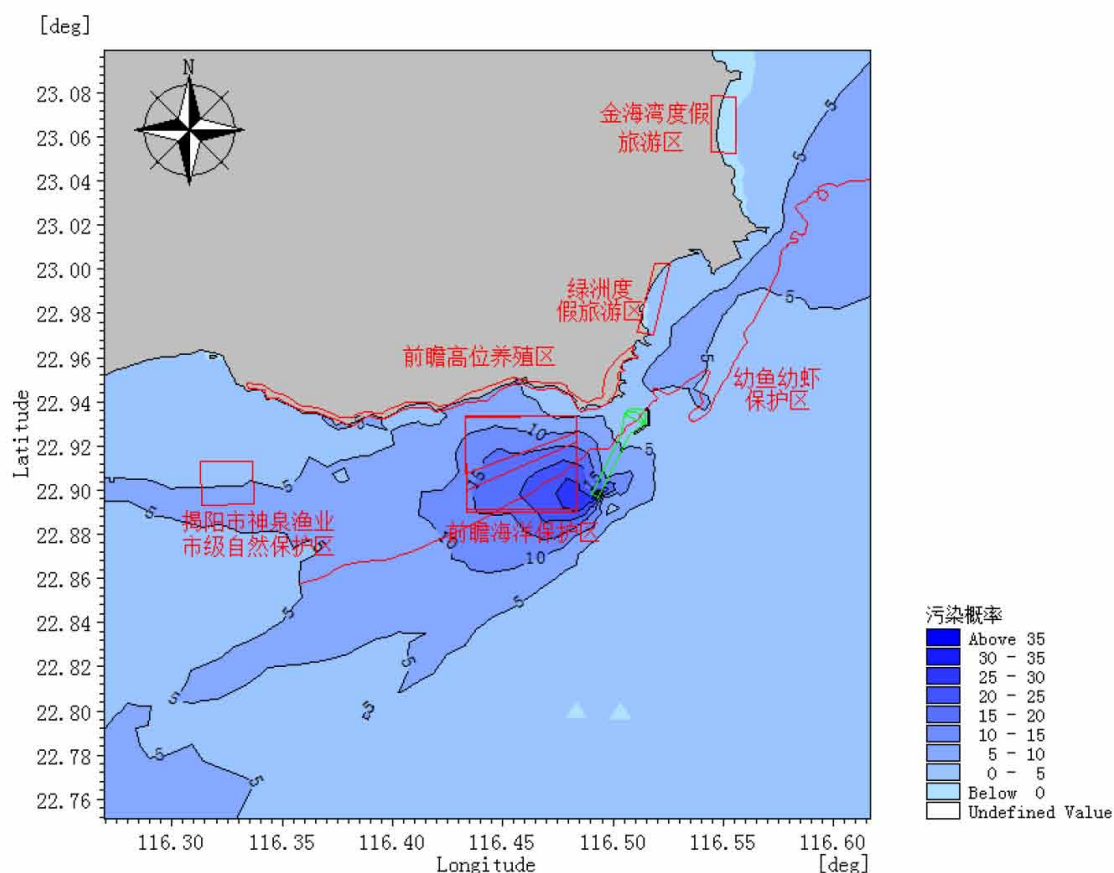


图 9.3-27 原油码头船舶交通事故溢油的污染概率

9.3.2 风险等级综合评估

根据上述章节事故概率分析结果，本项目产生的风险概率为：1 起大规模（100~1000t）溢油事故发生概率为 100 年一遇，1 起中等规模（10~100t）溢油事故发生概率为 10 年一遇，1 起小规模（<10t）事故发生概率为 10 年 3 次。即发生重大船舶溢油事故的概率较低。

而根据上述溢油影响预测结果，由于周边分布有较多的海洋敏感保护区和岛屿，因此一旦在航道上发生重大船舶溢油事故，污染危害后果将达到较大甚至重大级别。

根据导则附录，计算得到溢油风险指数值为 14.33，对应危害后果为 C3。

将事故概率和危害后果进行综合，得到航道重大船舶溢油污染事故风险评估矩阵如图所示，可知航道的船舶溢油污染风险等级落入中等水平。因此在辖区具备充足的溢油应急能力前提条件下，项目营运期的溢油污染风险水平是可以接受的。

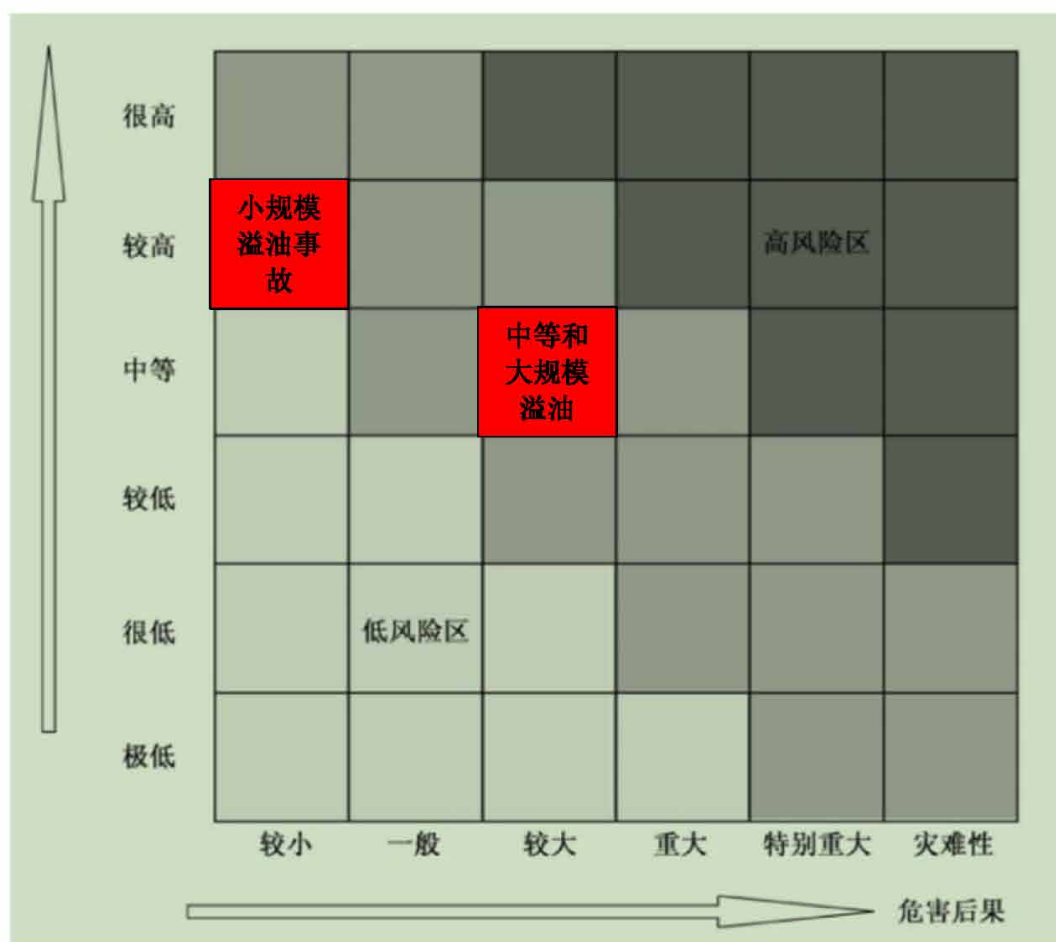


图 9.3-28 项目营运期船舶溢油污染风险等级综合评估结果

9.3.3 影响分析

9.3.3.1 油品泄漏影响分析

油品在水环境中存在三种形式：

- 漂浮在水面的油膜；
- 溶解分散态，包括溶解和乳化状态；
- 凝聚态的残余物，包括沉积物中的残余物。

油膜是油品输入水体的初始状态，根据模型预测结果，溢油量较小，风速较小时，溢出物主要受往复潮流控制，污染范围较小；风速较大时，在潮流和风场的共同作用下，溢出物漂移的范围较大，污染面积亦较大；但当风速特别大时（如台风时），溢出的燃油主要受风的控制，污染面积较大。

如果船舶发生事故溢油，对水域生态环境会造成严重的损害。石油类污染物不但会使鱼、虾、贝、藻等海产生物带有异臭、异味而失去食用价值，而且会危害水域浮游植物、浮游动物、底栖生物的生长发育，降低水域生物生产力，破坏

整个生物群落结构，导致生态系统恶化和渔业资源的生产损失。在分析、统计浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类的石油中毒致死浓度范围、不同浓度下半致死时间及石油溢出事故对水产的异味影响的基础上，类比历史上发生过的事故对海洋生态和渔业资源的影响可知，一旦在本海域发生较大规模的溢油事故，可能会对海洋生态和渔业资源造成严重污染损害。

生态毒理学试验表明，各类生物对石油类污染都会有反应。敏感性顺序一般是：卵期→仔稚体→幼体→成体。一般情况下，当分散于水体中的石油类浓度大于 0.05mg/L 时，就会对生物生长发育会产生不利影响，如浓度大于 1mg/L，对生物就有直接致伤致死作用。通常当石油类浓度为 25mg/L 时，水体表面已存在漂浮的油膜，在油膜覆盖下，水体中的生物会因石油中毒和缺氧窒息而大量死亡。溢油入海后，一部分覆盖水面，一部分蒸发进入大气，另一部分则溶解和分散于水中。扩散在水中的油将长时间停留在水中，直至被水生生物吞食，或与水中固体物质进行交换而沉入水底。

（1）事故溢油对水质及底质环境的影响分析

受溢油影响的水域，油膜覆盖在水体表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。

溢油会引起水中石油浓度增加，这是国内外学者都公认的，但由于这是一个复杂过程，至今还没有一种较满意的定量方法。

油膜覆盖下，影响海--气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油影响的范围，污染岸线长度、油膜面积都与溢油量大小、溢油期的风向、流况和岸线地形等有密切关系。

（2）溢油对沉积物环境影响分析

油品泄漏后，尽管一段时间后，泄漏的油品可能会在海面上消失，但部分已发生乳化，和生物残骸、泥沙沾在一起沉入海底并扩散。

油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

类比塔斯曼海号船舶溢油事故对沉积物的影响进行分析。根据塔斯曼海号船舶溢油的相关报道，2002 年 11 月 23 日凌晨 4 时左右，马耳他籍“塔斯曼海”油轮与中国沿海船舶“顺凯 1 号”在天津海域发生碰撞，造成“塔”轮所载约 200 吨原油

泄漏。根据中国海洋大学专家对塔斯曼海轮溢油的技术评估报告，报告认为，此次事故中溢出的原油对沉积物的影响范围及程度相对较轻；对污损修复方式的选择，报告认为应采用海水自净的自然恢复方法。

溢油事故造成事故海域海水和沉积物环境油类浓度升高，事故发生 4 个月后，海水环境已自然恢复到事故发生前的水平，渔业生产也已基本恢复正常，海底沉积物环境中油类污染物经过 11 个月也已降低到沉积物质量一类标准，其平均油类含量仍比事故前高出 0.68 倍。

应重视本工程物料泄漏对海域沉积物影响，一旦发生溢漏事故，需采取相应措施（如喷洒凝油剂），减少沉降量；事后污损修复方式采取机械修复法和生物修复法。

（3）事故溢油对水生生物资源的影响分析

一旦发生事故溢油，将对油膜扫过水域的水生生物资源造成一定影响。油膜覆盖下，影响水-气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油类会对水生生物资源造成一定危害。沉积到底质的石油将对底栖生物造成影响。

表 9.3-8 和表 9.3-9 列举了油污染对一些海洋生物的影响情况。

表 9.3-8 石油产品对海洋生物的致死浓度

生物种类	2 号燃料油或煤油	废油（ppm）
海洋植物	<100μg/L	10
鲭鱼	50μg/L	1700
幼体和卵	0.1μg/L	1.25
浮游甲壳动物	5~50ppm	15~20
底栖甲壳动物	0.56mg/L	

表 9.3-9 石油产品对海洋生物的亚致死浓度

种类	石油产品种类	浓度（ppm）	亚致死反应
普通小球藻	精制萘	1	抑制生长
硅藻、双鞭毛藻	油	0.1~0.0001	抑制或减缓细胞分裂
日本星杆藻	煤油	3~38	降低生长速度
海胆幼体	船用燃油的萃取物	0.1~1	影响受精卵发育
大西洋鳕鱼幼体	BP1002	0~10	破坏捕食行为
大螯虾	原油、煤油	10	影响化学感受捕食行为
贻贝	原油	1	加快呼吸、减少捕食
滨螺	BP1002	30	明显抑制生长

①对浮游植物的影响

浮游植物位于海洋食物链的底层，是海洋生态系统中的生产者，占海洋生物生产力的 90% 以上。海洋表层是事故性溢油污染最严重的区域，石油污染对浮游植物的影响是最频繁的，也是最严重的。溢油对海洋浮游植物的影响将对整个海洋食物链造成影响，并进而破坏海洋的生态平衡。实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。溢油对于浮游植物的影响程度决定于石油的类型、浓度和浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料的浮游植物，对各类油类的耐受力都很低，**石油急性中毒浓度在 0.1~10mg/L，通常为 1mg/L**。对于更敏感的生物种类，油浓度低于 0.1mg/L 时会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

②对浮游动物的影响

浮游动物通过摄食或直接吸收碳氢化合物而受到影响，其**急性中毒浓度在 0.1~15mg/L**。通常幼体对于石油污染的敏感度大于成体，永久性浮游动物幼体的敏感性大于临时性底栖生物幼体。不同的浮游生物的敏感性存在一定的差异。Mironov 等曾将黑海某些桡足类和枝角类暴露于 0.1ppm 的石油海水中，当天浮游动物全部死亡。当石油含量降至 0.05ppm，小型拟哲水蚤 *Paracalanus* sp. 的半致死时间为 4 天，而胸刺镖蚤 *CentroPages*、鸟缘尖头蚤和长腹剑水蚤 *Oithona* 的半致死天数依次为 3 天、2 天和 1 天。另外，Mironov 对不同浓度对桡足类幼体的影响实验表明，永久性(终生性)浮游动物幼体的敏感性大于阶段性(临时性)的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

③对底栖动物的影响

底栖动物大部分种类大多数时间在海底生活，只有少部分幼体营临时性浮游生活，多数**底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L**，幼体的致死浓度范围更小一些，而软件动物双壳类能吸收水中含量很低的石油。石油浓度为 0.01ppm 就能引起牡蛎、海胆、寄居蟹、海盘车等耐油性差的底栖动物的死亡，石油浓度在 0.1~0.01ppm 时，对某些底栖甲壳类动物（藤壶、蟹等）幼体有明显毒性。据吴彰宽研究表明，胜利原油对对虾 *Penaeus orientalis* 各发育阶段影响的最低浓度分别是受精卵 56mg/L，无节幼体 3.2mg/L、蚤状幼体 0.1mg/L，糠虾幼体 1.8mg/L，仔虾 5.6mg/L，其中蚤状幼体为最敏感的阶段。胜利原油对对虾的幼体的 96h-LC₅₀ 为 11.1mg/L。

溢油一旦搁滩，在大量油类覆盖的滩面，固着性生物，如贝类、甲壳类生物

和藻类会窒息死亡。在油膜蔓延的滩面上，幼贝发育不良，产量下降，成年贝会因沾染油臭而降低市场价值。在潮下带的养殖贝类，也会受到严重的油污染。这些滤食性双壳类在摄食时也同时摄入海水中的悬浊油分(乳化油滴)。进入蛤类胃中的乳化油滴破乳后结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能障碍，终因胃中油积累过多不能排泄而死亡。据 Cilfillan 实验，当油浓度达到 1.0mg/L 时，可使贻贝产生呼吸加快，捕食减少的致死效应。沉积在底质孔隙中的油浓度过高，会引起贝类大量死亡。此外，由于作为对虾饵料的贝类大量减少，对虾即便不直接中毒致死也会因缺乏饵料而影响生长发育，降低产量。值得注意的是，溢油对贝类的危害不是暂时性的。漫滩的污油会随潮汐涨落在附近周期性摆动，面积逐渐扩大，在波浪扰动下部分被掩埋进入沉积环境；潮下带溢油也会由于风化和吸附沉降进入沉积环境。这些进入底泥中的油类靠化学降解作用去除需数月之久。使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，使急性污染变成沉积环境的长期污染。

④对渔业资源的影响

石油污染对渔业资源的影响是最重要的影响之一，特别是对鱼卵和仔幼鱼的危害最严重。发生溢油事故后，进入海洋环境的油品，在波生湍流扰动下形成乳化水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育；高浓度的石油会使鱼卵和仔幼鱼在短时间内大量死亡，低浓度的长期的亚急性毒性可干扰鱼类的繁殖和摄食。据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于 3.2mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致；但当油浓度大于 10mg/L 时，无节幼体因受油污染影响变态率则明显上升。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感，浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响；当浓度达到 1.0mg/L 时，蚤状幼体便不能成活，96hL₅₀ 值为(0.62~0.86)mg/L，即安全浓度为(0.062~0.086)mg/L；浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48 小时内死亡。不同的石油组分其毒性是不同的，以 96 小时鲱鱼的半致死剂量为例，阿拉伯也门麦瑞波原油为 15.8mg/L，镇海炼油厂的混合废油为 1.64mg/L，胜利原油为 6.5mg/L，东海平湖原油为 2.88mg/L。同一种石油对不同鱼类的毒性也是不同的，以胜利原油 96 小时的半致死剂量为例，真鲷仔鱼为 1.0mg/L，牙鲆仔鱼为 1.6mg/L。

溢油对鱼类的影响是多方面的，首先石油会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相

同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为3mg/L时，其胚胎发育便受到影响，在3.1~11.9mg/L浓度下，孵出的大部分仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙鲆鱼也有类似结果。当海水油含量为3.2mg/L时，真鲷胚胎畸变率较对照组高2.3倍；牙鲆仔鱼死亡率达22.7%，当含油浓度增到18mg/L时，孵化仔鱼死亡率达84.4%，畸变率达96.6%。Linden的研究认为，油品中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。

此外，海洋中一旦发生油污染，扩散的油分子会迅速随风及水的流动而扩散，水产动、植物一旦与其接触，即会在短时间内发生油臭，从而影响食用价值。以20号燃料油为例，当油浓度为0.004mg/L时，5天就能对对虾产生油味，14天和21天分别使文蛤和葛氏长臂虾产生异味。

(3) 溢油的中、长期影响及其恢复期

溢油对渔业资源中的中、长期影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在海洋环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异(NRC,1985)。一般，在近岸、封闭海湾或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。对法国布列塔尼发生的 Amoco Cadiz 溢油影响的研究表明，溢油后 1a，在两个湾里有几种鱼类的幼体完全消失，而其成体的生长则显著减缓，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间(Maurin,1984；NRC,1985)。对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗里达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4a，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7a 后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10a(NRC,1985)。对加利福尼亚附近发生的一次溢油的研究也表明，大多数种群在溢油几年后才得到恢复，但鲍鱼在 16a 后仍未出现，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度(GESAMP,1977)。对 Chedabucto 湾发生的 Arrow 号油船溢油的研究发现，溢油后 6a，底栖生物的种类多样性仍明显低于对照点，其中软壳蛤的生长率至 9a 后还比较低(NRC,1985)。Barry 等(1975)曾报道了一次溢油的研究结果，

溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6a 后才有明显的恢复。Hiyama(1979)报道了日本 SetoInlandSea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业曾受严重损害，但 1a 后基本恢复正常，其主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。

(4) 本项目溢油对海洋生态系统与渔业资源影响类比分析

本评价采用类比分析法进行溢出事故对海洋生态与渔业资源影响分析，类比溢出事故为珠江口“3.24重大溢油事故”，溢出物为船舶燃料油，溢出量为500多吨。类比分析中，溢出物对浮游植物24小时LC₅₀取1mg/L、对浮游动物48小时LC₅₀取0.05mg/L、对鱼类资源24小时LC₅₀取25mg/L，这些数值基本能够代表本工程主要有毒化学品的毒性指标。

表 9.3-10 石油对海洋生物的 LC₅₀ 文献值 (mg/L)

品 名	浮游植物	浮游动物	底栖生物	鱼类
石油	0.1~10	0.1~15	2.0~15	1.0~25

根据交通部水运科学研究所的调查研究结果（图 9.3-29），该溢油事故引起事故当年海洋生态系统发生较为显著的变化，直到事故第二年，生态系统才逐步恢复正常，鱼类资源当年损失约 4 成，由于正值产卵期，对鱼卵和仔稚鱼的伤害较显著，因此鱼类资源较显著的损失会持续 3~4 年，事故后 7 年，鱼类资源量逐步得到恢复。

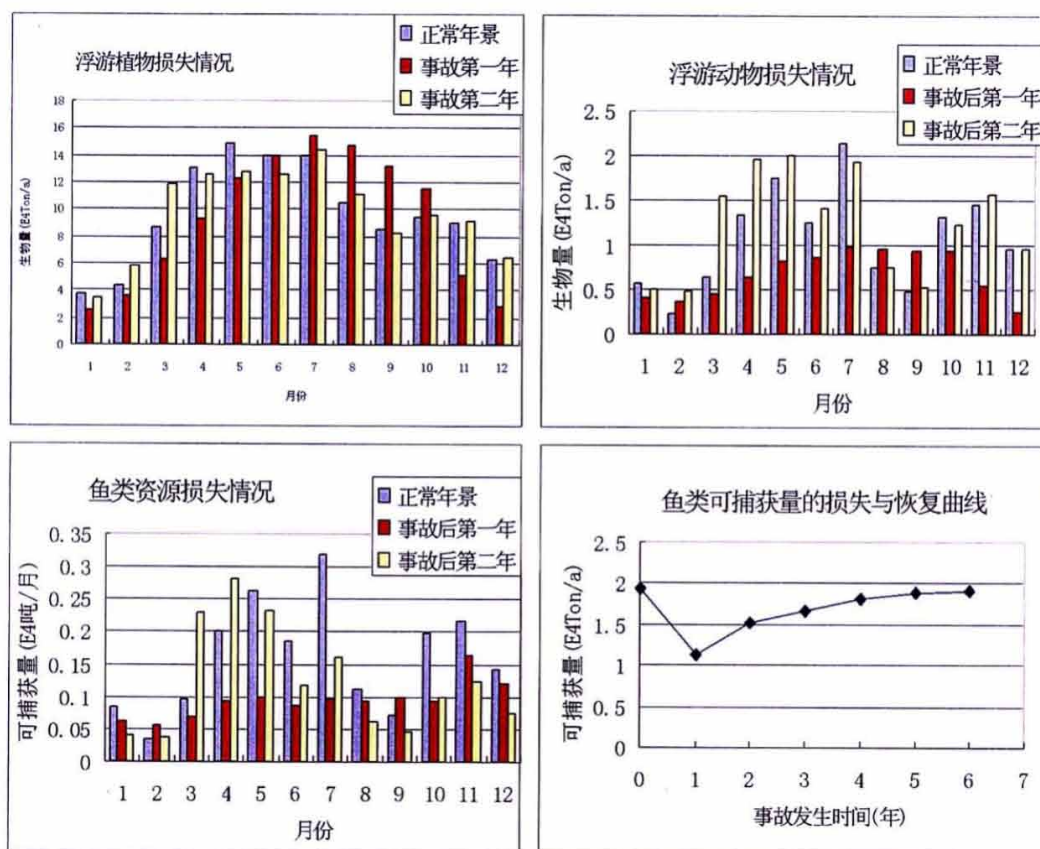


图 9.3-29 珠江口“3.24 重大溢油事故”海洋生物与渔业资源影响分析结果

9.3.3.2 事故溢油对敏感目标的影响分析

泄漏事故对海洋环境敏感目标的影响预测结果汇总见表 9.3-11。可见一旦发生溢油泄漏事故后，油膜很快到达前詹海洋保护区、前詹镇沿岸养殖区。

表 9.3-11 泄漏事故对海洋环境敏感目标的影响预测结果

保护目标	最快到达时间
前詹海洋保护区*	10min
前詹镇沿岸养殖区	1h
神泉海洋保护区	2h40min
绿洲度假旅游区	2h

*前詹海洋保护区：包括前詹人工鱼礁区、揭阳龙虾自然保护区，揭阳海龟和鲎自然保护区

海域内可能存在的保护生物为海龟、鲎和龙虾。根据研究，石油产品对底栖甲壳动物的致死浓度为 0.56mg/L。墨西哥湾漏油事故一周年后，海滩上会不时出现裹满油污的海龟尸体。幸存的海龟也有可能出现发育畸形。可知，当溢油事故发生后，对海龟、鲎和龙虾的影响较大，有可能出现致死结果。

评价范围海域内存在两种方式的养殖：滩涂养殖、高位养殖。当溢油事故发生且漂移至滩涂养殖区时，将直接导致养殖区当年无收成，造成渔民的经济损失。当影响至高位养殖区时，将影响养殖区取水。

由以上分析可见，一旦发生油品泄漏事故，将会扩散影响到大面积水域，将会对本水域内的生态环境造成严重影响，需对此类事故严加防范，避免造成经济损失和环境污染。

9.4 海洋环境风险防范措施与应急预案

本项目施工和运营期可能发生的对海洋环境产生影响的主要风险事故为：

(1) 海上船舶交通事故造成的石油溢出事故；

(2) 码头作业事故造成的石油溢出事故；

本节针对以上海洋环境风险事故提出风险防范措施与应急预案制定要求。

9.4.1 海洋环境风险防范对策与措施

9.4.1.1 船舶交通事故的防范对策

船舶交通事故的发生与船舶航行和停泊的地理条件、气象海况、运输装载的货种、船舶密度、导/助航条件以及船舶驾驶等因素有关。本工程发生航道及码头附近船舶交通事故造成环境污染的可能性是存在的，一旦发生船舶交通事故特别是进港航道上的交通事故，将会造成事故区域海洋环境资源的严重损失，且其应急反应的人力物力财力消耗大，因此采取有效的措施预防船舶交通事故的发生意义重大。

船舶交通事故预防措施包括：

(1) 在码头附近海域配备必要的导助航等安全保障设施

为了保障码头附近海域船舶的航行安全，码头经营者要接受该辖区内揭阳海事局对船舶交通和船舶报告等方面的协调、监督和管理，在码头前沿和船舶掉头区设置必要的助航等安全保障设施。工程建设方案规划过程中，已经根据本项目的工程特点和项目区域环境特点，在码头前沿和船舶掉头区配备了必要的导助航等安全保障设施。

1) 导助航标志

为了船舶航行安全，根据《中国海区水上助航标志》（GB4696-2016）的要求，结合本工程航道和调头区及港池布置、周围海域状况设置航标系统。需要考虑本项目航道、调头水域、码头和防波堤的助航标志。

本工程进港航道、回旋区、码头及防波堤已设置较为完善的助航设施，只需在回旋水域北侧边界新设1座南方位标，另外还需要将原进港航道左边线与回旋水域交界处的左侧标向西移至新的水域交界处，且调整拟建南方位标的位置。新设浮标为新型涂装深水钢浮标，规格为HF2.4-D1，安装LED+太阳能电源一体化航标灯，浮筒还需配置锚链及沉块。

为了及时提供海事服务，保证船舶航行、作业安全，码头生产顺利进行，需要在本码头作业区设置海事办事处，相应配置办公室、设备和交通工具。

此外，还应当：

①在下一阶段设计中应对灯浮标进行具体位置、尺寸规格、光源的设计。

②助航标志的具体配布方案应报海事、航标等主管部门审批。

2) 安全配套设施

①闭路电视监控系统和船岸通信

本工程在码头区设置闭路电视(CCTV)监控，系统包括摄像、传输等部分。码头装卸区、栈桥及码头出入口为码头安防的重点区域，安全防护重点区域设置监控摄像头，港区配置有电视监控系统，港区保安值班室设置监控终端，可以进行视频监控和记录。港区的出入口通道、边缘、泊位前方设置摄像机，对港区周围和泊位附近水域进行全天候监控。根据情况，对限制区的边缘、出入通道，船舶人员上下位置加强视频监控。若有异常情况，通过无线电话报警。

本工程需建设覆盖 A1 航区的船岸通信系统，船岸远距离(A2、A3 航区)通信依靠公众海岸电台和公众电信系统。为了满足码头作业安全管理部门、船舶、水上安全监督部门、引航部门之间的水上无线电话通信的需要，在港区设置甚高频电台，本电台工作在甚高频海上频道(156~174MHz)，设置 2 个信道，其中包括一个遇险和安全通信信道、一个专用工作信道，系统配置应满足《甚高频海岸电台工程设计规范》(JTJ/T 345-99)相关要求。要求系统覆盖包含到本港区外海锚地，工作距离 25 海里(A1 航区)，发射功率 25 瓦，配置 VHF 收发信机 2 台，VHF 防爆对讲机 5 部。

②电子导航

我国已经建设覆盖沿海的差分定位(DGPS)系统，为船舶提供精确电子定位，本项目船舶可利用所在海域的船舶 GPS 设备和沿海差分导航台进行精确电

子定位、导航。

③辅助靠泊电子系统

对于原油船舶，安全进出航道和靠泊特别重要，为了大型油轮航道航行、靠泊和停泊作业安全，在新建泊位设置辅助靠泊电子系统。本系统设置有激光测速辅助靠泊系统缆绳张力监测系统和脱缆钩远程控制系统。

A.激光靠泊系统

辅助靠泊系统将提供船舶在靠泊急需的船舶位置和船舶动态，包括：船首的速度、船尾的速度、船舶与码头的距离、船舶与码头的夹角，通过测量船舶与码头的距离，系统可以监测船舶漂移和护舷受力状态。

辅助靠泊系统在泊位设置 2 个激光探测器，探测器位于码头平台适当的位置，探测器前方不能有东西阻隔。

设置一个控制中心，控制中心设置计算机和记录打印设备，配置相应操作软件。控制中心负责对信号的录取、评估、发出控制信号，根据具体情况提供靠泊指导、报警等。

码头配置大屏幕显示器，流动人员配置 BP 显示器，显示内容包括船首的速度、船尾的速度、船舶与码头的距离、船舶与码头的夹角。

本项目设备的工作区域为原油码头，因此，位于防爆区的设备必须适应于海边室外环境的日晒、风、潮湿和腐蚀，而且必须做到防爆。

B.缆绳张力监测

为了船舶系缆安全，实时监测缆绳张力状况，平衡缆绳受力分布，在新建泊位配置缆绳张力监测系统。

缆绳张力监测系统将实时测试缆绳受力、实时显示和记录缆绳受力，并发出声音、灯光报警。还可根据靠泊船舶、当时风、流、波浪条件，应用专业软件提供推荐性系缆方案。

C.快速脱缆钩远程控制

为了满足快速脱缆钩在紧急情况下可以在码头中控室进行远程脱钩，设置快速脱缆钩远程控制系统。远程控制系统可在中控室控制整个码头的的所有脱缆钩同时脱放，也可控制单钩及单台位钩的释放。

④溢油应急监测系统

码头靠船墩附近海域各设置一个溢油应急监测点，共计 4 个溢油监测点；溢

油应急监测信号（考虑有线信号）需接入 1#工作楼的总控室，并在总控室进行显示，控制柜由溢油应急监测厂家自带，控制专业考虑溢油应急监测点与 1#工作楼的总控室的通讯电缆，码头总控制室新设置溢油应急操作台。

⑤装卸臂报警系统

装卸臂（自带控制箱）在紧急情况下，会发出预报警信号、一级报警或二级报警信号（带 ERC 功能），报警信号接入 SIS 系统，并根据设定联锁逻辑关系，切断装卸臂后电液动阀门。在码头控制室、新建泊位操作现场设置紧急切断按钮，引桥根部阀门区设置紧急切断按钮依托原有设备，紧急信号接入 SIS 系统，当出现火灾或泄漏等紧急情况时，操作人员按下相应区域的紧急切断按钮，码头 SIS 系统发出联锁指令紧急切断相应区域现场电液动阀门，实现危险介质的隔离。码头安全仪表系统控制器采用具有安全认证的产品，并采用与厂区 SIS 系统设备参数选型一致，新建泊位 SIS 系统依托原有原油码头的工程师站、操作员站。

（2）服从航道交通管理部门的管理

为避免港区航道内船舶发生碰撞事故而造成污染，港区航道交通管理部门对航道内船舶交通秩序进行管理；本项目进出港船舶需服务管理，及时掌握进出航道船舶的动态。发布告示，在原油船舶通过时，其它船舶尽量采取避让措施等。

9.4.1.2 码头装卸作业事故的防范措施

（1）工程设计上的防范措施

1) 对于工程设备的造型、平面布置、土建工程、电气等各个部分，在防火、防爆、防静电、防雷、防震等案例性方面应按照《石油库设计规范》《建筑设计防火规范》《石油化工企业设计防火规范》等国家有关规范的要求进行设计，每一项的设计均应对照有关规范进行逐项核实，从工程设计上确保工程运营后的安全。

2) 防止管线泄漏入海的措施

本工程管线依托广东石化项目原油码头引桥管廊敷设。广东石化项目原油码头于 2019 年通过环保部批复；目前原油码头钢引桥已建成，管廊在建中。钢引桥跨度 108m，跨度较大，荷载富裕较小，对荷载影响较敏感。如果沿引桥全

长设置底板和挡墙，竖向荷载和风荷载增加较大，已建的钢引桥和引桥墩不满足荷载要求。

考虑到管线可能发生泄漏点只有阀区和法兰处，因此在阀区和法兰处设置防止漏油入海的措施。具体方案：原油管道上的阀门、波纹补偿器均设置在水工平台和引桥墩上。在阀门、波纹补偿器下方设置封闭的围油坎，储存一定量的泄漏油品，防止泄漏的油品入海。另外，在阀门、波纹补偿器所在水工平台或引桥墩的临海侧设置宽 3m，高 5.5m 的挡板，防止阀门、波纹补偿器处油品带压泄漏喷溅入海。

此外，设计上采取的措施还包括：

- 引桥管道除阀门和波纹补偿器为法兰连接外，均为焊接。
- 原油管道壁厚根据压力管道规范计算选取，考虑了管道的设计承压及设计寿命期的腐蚀余量。
- 原油管道设置了在线腐蚀监测系统，可实时监测管道壁厚变化，即使发现事故隐患，避免管道腐蚀穿孔。
- 桥墩阀门处设置挡板，避免阀门泄漏入海。

（2）码头装卸设备的选型和维护

尽量提高工程的结构、材质、制造、安装、焊接和防腐等的设计标准，精选性能良好的设备设施，确保建设安装质量，并加强设备设施的保养和定期维修以确保其保持良好的运行状态，以防止由于设备、管道、阀门等损坏导致的泄漏。

（3）自动化仪表的应用

码头输运区仪表自动化工程水平的高低是衡量一个码头泊位能否安全生产、方便管理的重要标志。储运区的专用监控系统应可对工艺运行、设备状态进行检测、控制和安全监督，并具备相当的管理功能和报警联锁功能，它应包括主要设备的开停状态的检测与控制；对码头装卸、泵房等可能产生泄漏的危险场区环境空气中可燃气体及有毒气体的检测报警等监测与控制功能。

（4）严格码头装卸作业流程

- 1) 严格加强港口接卸油作业的安全管理。要制定接卸油作业各方协调调度

制度，明确接卸油作业信息传递的流程和责任，严格制定接卸油安全操作规程，进一步明确和落实安全生产责任，确保接卸油过程有序可控安全。

2) 船舶靠泊进行装卸作业前，必须检查管路、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，同时在船舶四周敷设围油栏。

3) 在装卸作业中，供油和受油双方密切配合，严格执行操作规程，掌握作业进度，防止冒舱、冒罐事故的发生。

4) 装卸船作业结束时关好有关的阀门。

5) 对于溢舱，装货前应检查有关液位、测量、报警等装置的可靠性，严格控制装载量和装载高度，在达到允许装货高度前必须放慢进货速度直至进货完毕，停泵。

6) 对于泵、阀门、法兰等泄漏，应严格按照《船舶接卸安全操作程序》等技术要求操作。操作前，对泵、阀门、法兰等仔细检查，作业时，由专人负责正常巡视，发现泄漏及时处理。

(5) 避免不利作业条件

1) 为确保安全，建议禁止装载了原油的船舶在夜间或恶劣天气下进行靠、离码头作业。运输船舶应悬挂标记，并设防火、防爆、防毒、防日晒等设施。

2) 雷电和暴风雨天气以及附近有火情时停止装卸作业。

(6) 建立健全管理机制

生产管理部门必须按照国务院发布的化学危险物品安全管理条例的要求经营和储运本项工程规划储运的化工产品，建立健全化学危险物品安全管理制度，包括各岗位工作人员必须持证上岗，严禁烟火、禁止使用易产生火花的机械设备和工具、进出库的车辆必须进行防火防爆安全性检查等管理制度，严格操作规程，加强职工的技术培训、专业培训、安全与工业卫生知识的教育，提高职工的环保意识和责任心，以杜绝人为因素造成的突发性污染事故的发生。

(7) 要加强对接卸油过程中采用新工艺、新技术、新材料、新设备的安全论证和安全管理

接卸油过程中一般不应同时进行其他作业，确实需要在接卸油过程中加入添加剂或进行其他作业的，要对加入添加剂及其加入方法等有关作业进行认真

科学的安全论证，全面辨识可能出现的安全风险，采取有针对性的防范措施，与罐区保持有足够的安全距离，确保安全。加剂装置必须由取得相应资质的单位设计、制造、施工。

(8) 要加强对承包商和特殊作业安全管理

要加强对承包商和特殊作业安全管理，坚决杜绝“三违”（违章指挥、违章操作和违反劳动纪律）现象。装卸油过程环节多、涉及单位多，稍有不慎就会导致安全事故。建设单位要增强安全意识，完善安全管理制度，强化作业现场的安全生产管理，尤其要加强对承包商的管理，严禁以包代管、包而不管。要采取有效措施杜绝“三违”现象，加强对特殊作业人员的安全生产教育和培训，使其掌握相关的安全规章制度和安全操作规程，具备必要的安全生产知识和安全操作技能，确保安全生产。建立健全“三违”责任追究制度，依法查处渎职责任。

9.4.1.3 施工船舶海洋环境风险应急防范措施

工程疏浚、水工构筑物施工时，施工单位和施工船舶必须根据港区船舶动态，合理安排施工作业面。在施工地点设置标志，当有船舶通过时，提前采取避让的措施。

施工作业期间所有施工船舶须按照交通部信号管理规定显示信号。

施工作业船舶在施工期间加强值班了望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

施工时应有小拖轮船监护，避免施工船管线进入航道影响过往船舶航行。拖轮在港池内应慢速行驶，保证港池内施工船舶的安全。

严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告。

施工期配置 0.5t 的吸油毡（投资约 1.5 万元）放置在施工船舶上，施工单位应按《关于修改〈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〉的决定》的要求与相关清污公司签订协议，要求将围油栏常置于应急船上，确保在应急反应时间内赶到施工溢油事故现场及敏感保护目标处。

应编制施工期环境风险应急预案，为保证应急预案的科学、高效、有序和针

对性，应急管理部门必须组织开展应急预案的模拟演练，以检验应急部门应对船舶污染海洋事故的应急能力，检验各相关部门和各单位之间的协同作战能力。应急预案主要包括如下几个方面：

（1）明确组织指挥机构，包括应急领导和指挥机构、日常管理机构的人员组成和人员的职责分工，并应建立通畅有效的通讯网络；

（2）预警和预防机制，建立突发事件预警制度，明确预警级别、预警方式；

（3）应急响应程序，制定突发事件的应急响应程序，包括事故的报警、应急响应等级的确定、应急响应启动、紧急救援行动的开展、事故调查以及事故索赔等应急环节；

（4）应急保障，包括应急响应设备、应急队伍、物资及后勤、经费保障等应急支援与装备保障，技术储备与保障，还应建立培训和演习的相关制度；

（5）附图附件（应急通讯联络表、应急处理、人员急救方式等）。

9.4.1.4 防火、防爆管理措施

码头作业区防火、防爆的主要手段就是控制和消除火源。码头运营过程中可能遇到的火源主要是吸烟、维修用火、电器火灾、静电火花、雷击、撞击火花等，因此应注意采取以下措施：严禁吸烟、严禁携带火种（如不防爆的BP机、手机等），严禁穿带铁钉的皮鞋进入易燃易爆区域；严禁穿戴化纤等易起静电的衣物进入易燃易爆区域，工作人员作业时应穿全棉工作服；维修动火必须彻底吹扫、置换、泄压，经测爆合格，并办理火票方可动火，同时有专人看守；局部维修时，应和非检修设备、管线断开或加盲板，盲板应挂牌登记，防止串油、串气引发事故；在易燃、易爆区域使用的维护工具应为铜制，手电应具备防爆功能。

码头防泄漏事故应注意以下几点：经常检查管线接头、阀门等处的密封状况，发现故障及时报告并安排维修；对于小型跑、冒、滴、漏，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等；加强对作业人员的安全意识和责任心的培养，避免和减少人为因素造成的泄漏事故。特别对于本项目经营的腐蚀性货种的装卸和运输应引起格外重视，全程进行监控，一旦发现泄漏进行及时处理，日常应注意对管道的维护，发现被腐蚀的部位应及时采取有效修补措施。

9.4.1.5 溢油应急对策与处理

(1) 恶劣海况下

溢油面积大且海况恶劣的情况下，一旦项目前沿水域发生溢油事故，根据前文预测结果，如在原油码头发生泄漏事故，一旦泄漏油品无法在码头区控制，应当同时考虑在田尾山-石头碑山保护区、前詹海洋保护区等区域布设围油栏，并通知周围鲍鱼养殖场停止取水。

鉴于恶劣天气条件下，机械处理受限制，但强风、急流等却能提高分散剂的效力，喷洒分散剂是最合适的选择。因此一旦观察到油膜向项目附近敏感目标移动，则根据溢油量、油膜速度、扩散面积的预测结果第一时间内喷洒分散剂，确保敏感区域不受溢油污染。分散剂的使用，必须按照相应规定的要求实施。油品泄漏于该海域，应当立即保护敏感目标，同时对该海域生态环境进行连续跟踪监测，确认海洋生物是否受污染，并发布公告。

(2) 重大事故、严重事故

中等海况下、风和浪的影响势必影响溢油回收作业，这时应该选用能抵御风浪的溢油回收器材，应当具有的功能是回收能力大、抵御风浪能力强。为了防止溢油的扩展，可以使用船舶以“U、V、J”形来牵引拖拽围油栏，协同油污回收装置。船只拖拽围油栏时既要保持正确的形状，还要维持特定的拖拽速度以保证油污不流失。围油栏选择操作性强、抗风等级高的充气式围油栏，油污回收装置选用抗风浪较强的倾斜板式或吸附式回收装置。对于本项目装卸作业的重质原油，必要时施洒凝油剂，使油污凝结成块状，然后使用网式收油装置收集油污，对残余的油污使用吸油材料。

此外，当本项目原油码头发生事故溢油地点距离项目周边保护区较近时，油污将在较短时间内到达敏感目标，然而一般应急行动前有动员、吊装设备时间，到达现场后，还需装卸设备、布防围油栏等时间。因此，一旦发生溢油事故，应当根据事故地点、规模，优先对本项目周边环境敏感目标采取必要的保护措施。

针对油品的泄漏，应当保护敏感目标，同时开展海域内生态环境监测，确认其受污染程度。

(3) 较严重事故、中等事故

近岸海域发生溢油事故一般规模相对较小，溢油量相对较少，因此可根据近岸水动力条件，采用锚泊方式布防围油栏，选用固体浮子式围油栏。该围油栏有一定的缓冲能力，其优点是能将污油完全回收，可长期滞留海上，相对节省财力；可在浮箱上装设快速连接头，打开可让船只进入工作，围油栏布设形状不定，按照水流方向布设，已达到最佳抗风效果。

近岸海域发生溢油事故，更易影响项目周边环境敏感目标，但实际船舶停靠码头后，装卸作业前，都必须布防围油栏，对近岸码头事故溢油能起到一定的控制作用。

(4) 一般事故

一般规模较小的油污事故发生在码头作业区，属于操作性溢油。船舶装卸作业均布设围油栏，油污被限制在围油栏内，可采用小型回收装置或者吸油材料进行回收。

(5) 事故处理中伴生污染的处理措施

本项目主要风险事故为主要包括海上溢油、油罐或码头平台火灾爆炸以及输油管道溢油等。在处理事故过程中不可避免会造成一些伴生污染问题。

海上溢油的伴生次生污染主要为使用消油剂等，需使用相关部门许可的消油剂、并按规定剂量使用，并做好后续的跟踪监测。

火灾爆炸事故处理过程的伴生次生污染主要为泄漏、火灾、爆炸事故发生后产生的事故消防废水等。需尽可能对消防废水进行收集处理。

(6) 其他

大连溢油事故污染清除，采用人工回收措施（渔船收油对策）发挥了较大作用，因此将其列为可采取的应急措施之一，但需做好个体保护措施；采用溢油分散剂时，需注意其适用条件。

本项目原油粘度较大，密度较高，资料表明，采取泵抽吸回收和收油网回收，在一定条件下使用聚油剂、凝油剂，是较为有效的措施。

此外，业主需制定人员培训和应急演练计划。近年相关单位对溢油环境预警与应急决策进行研究，并开发出溢油环境预警与应急决策支持系统，该系统在论

证可行并适合项目所在海域的情况下，建议业主予以考虑。

①人工回收措施

一旦发生溢油事故，在一定条件下，采用人工回收措施（渔船收油对策），但须做好个体保护措施。采用人工回收措施，主要当水面少量溢油已经受控且油膜较厚或结块时，可以利用人工配合其他设备进行回收。这时主要利用的工具为小桶、自制撇油工具、人工收油网等，尽量将浮油回收，同时可以利用吸附材料清除较薄油膜或浮油。在固定码头或少量受控浮油回收中，人工回收已经被证明是一种有效的方法。应就现场工具的使用、撇油要领等进行员工培训。人工回收要充分考虑人员的健康防护措施。

②溢油分散剂适用条件

溢油分散剂主要用途为使油膜分散成不再聚结的小液滴，加速液滴沉降、自然分散和自然降解过程。化学溢油分散剂对较厚油层效果较差，主要用于少量溢油油膜较薄，或大型溢油处理后期，加速剩余油膜分散、沉降和降解。冬春气温较低时使用效果较差，平静水面的使用效果较活动水面差，当海上风浪较大时更有利于分散剂发挥效果。对于大面积溢油，采用控制喷洒效果较好。对于围油栏失效、撇油器无法有效工作时，各种形式的分散剂喷洒可能是处理浮油的惟一有效选择。

溢油分散剂使用应根据油种、气温、海浪等条件，结合使用说明书确定适宜的调合比例，争取取得较好分散效果同时尽量节约分散剂使用量。

但分散剂如若使用不当，可能会对水体造成二次污染，甚至对海洋生物资源造成破坏，因此溢油分散剂的使用必须严格遵守有关规定。有关法律、法规规定溢油分散剂的使用必须先书面向主管部门申请，并附送溢油分散剂《产品型式认可证书》，在得到主管部门批准后方可应用，不得私自使用。

由于本码头水域开阔，水深条件较好，水体交换能力强，在其他手段无法有效控制和清除溢油时，且不使用的后果可能大于使用不良后果时，应可以考虑使用溢油分散剂。

使用或不使用分散剂的建议见表 9.4-1。

表 9.4-1 溢油分散剂适用条件

水域或敏感区	建 议
1. 开阔的水域，水深在 20m 以上	A. 可以使用，并且可能是较好的办法

2. 封闭的海湾和海港 3. 与不稳定的潮间带的相邻水域 4. 与海滨相连的水域 5. 近岸沙滩、卵石、沙砾区	B. 使用是减轻溢油的一种可行方法,但要求水体交换能力和水深条件较好。和其他方法同时使用效果可能会更好。
6. 红树林 7. 沼泽地 8. 鸟和海洋哺乳动物的栖息地 9. 盐滩 10. 海草床 11. 潮间带、海草床 12. 隐蔽的岩石性潮间带 13. 隐蔽的卵石海滩 14. 卵石 15. 流沙	C. 原则上不宜使用分散剂。但在某些情况下允许使用,如在那里使用分散剂可被潮水充分冲洗,为了避免油对这些环境的长期影响,使用分散剂可能被批准。如果溢油的威胁对一处或几处敏感区有长期影响,可以考虑使用分散剂。

③泵抽吸回收

在水面少量溢油并得到有效围控时,可以用小型船舶配合移动齿轮泵、螺杆泵、真空泵、污水泵等对浮油实施回收。一般气温在 30℃ 以下时,可以起到较好效果。

④收油网回收

对于气温较低时(15℃ 以下)的中高粘度浮油,收油网也是一种比较好的选择。此时溢油在水面上将结块,撇油器很难达到较好效果,而收油网则可成团、成块地俘获浮油并吊至回收船或回收容器内。最简单的收油网是渔网,也有专门制作的船用和手动收油网。建议本原油码头配备手动收油网,并制定操作规程,培训员工。

⑤聚油剂

聚油剂可以增加油膜内聚力,使油膜收缩到最小面积,配合围油栏和/或吸油拖栏,可以较好地将溢油控制在较小的特定水域,便于回收或燃烧处理。聚油剂是一种溢油处理的有效手段。聚油剂对于中高粘度油有较好聚集效果,且本地常年气温适于聚油剂发挥作用。聚油剂可以用船舶喷洒、人工喷洒和空中喷洒,喷洒装置和方法类似于溢油分散剂。但必须在溢油尚未影响到的水面使用,一般围绕溢油成封闭喷洒,以形成化学围油栏隔离带。聚油剂不能和分散剂同时使用,但如配合使用凝油剂效果会更好。

⑥凝油剂

凝油剂又称油固化剂，是一种使溢油胶凝成块状物的固体粉末化学制剂，胶凝后的溢油成块漂浮于水面，便于机械回收，是一种有效地安全的防治溢油污染的化学处理剂。尤其在海况特别恶劣，无法实施其他处理方法时，应用凝油剂可作为一种独立的有效处理方法。

凝油剂适用于海水，环境温度越高效果越差，但海水中一般都可以应用。液体凝油剂喷洒方法是用泵把海水吸起并与凝油剂一起喷洒到溢油表面利用水力冲击、波浪、船舶搅动和/或人工搅拌，使凝油剂和溢油充分混合，最后再清除凝油胶块。

⑦岸线油污清除手段

如果油污扩散到岸线，应根据不同情况采用高压水冲洗、喷洒溢油分散剂、浇洒石灰粉、吸油毡等吸附材料粘吸等，但必须注意清除后的材料回收，避免二次污染。

A.对于岩石岸线，一般溢油不会深入到岩石内部；

B.对于沙质岸线，岸边沙子可能会吸附一部分油品，可能影响时间较长；

岸线油污清除一般分三个阶段进行：清除大片油污、清除滩涂油污和最后清洁。第一阶段清除主要综合利用撇油器、泵、真空设施、铁锹和同等人工和/或机械方式进行，真空抽吸浮油是一种较好的方法。在配备真空泵系统时应考虑留出专用接口，并配备足够长度的固定和/或移动管线及吸附接头。第二阶段主要清除渗入沙滩的溢油和清除粘油沙子，此时可能用到撇油器、泵、真空系统和锹、桶等设备或工具。第三阶段可用吸附材料和/或得到许可时使用溢油分散剂作最后清洁。

在经过第一阶段处理后，对于岩石岸线宜按下述方法处理：岩石表面小空洞较多，溢油可能进入这些小空洞，岩石可能被溢油粘附。水线以上的中高粘度重油油膜经日晒和自然蒸发后可能形成较难清除的油膜，但随着时间延长，潮汐不会将这些油膜大量带回海中，远期对水域的污染并不严重。岩石水线以下粘附的溢油，应首先清除掉，因为这会对岩石生态产生较大影响。因此，岩石粘附油膜清除应先从水线以下开始，综合采用高压水冲洗、人工擦拭、喷洒分散剂、吸附材料吸附、岩石下方沙子置换、自然复原等手段。然后再用类似方法处理水线以上油膜，对于已经干结的油膜可用轻柴油等擦洗，经吸附材料吸附后自然复原。

经第一阶段处理后，渗入沙滩的溢油必须立即处理。由于本码头原油为中高

粘度重油，多会以较稀的油层形态表层粘附沙子（夏秋季节）和凝油块粘附沙子两种形式出现。以稀油粘附沙子形态出现时，涨落潮会不断带油入海，因此首先要将粘油沙子尽可能铲挖运走或临时堆到最高潮位也无法到达的现场开挖坑中，然后用沙子重新铺垫或在涨潮前喷洒分散剂，反复几次就可以清除沙滩渗入溢油。注意堆放在现场的粘油沙子必须在降雨前全部清运走，防止雨水带油造成二次污染。

进行岩石、沙滩粘油清除时，最好在作业区段外侧适当距离布放小型围油栏或吸油拖缆，以保证岸线清除活动不会对干净水域造成新的污染。

9.4.1.6 敏感目标保护措施

（1）明确主要敏感环境资源保护顺序

本项目所在海域主要环境保护目标包括自然保护区、海水养殖区等。建议根据《南海海区溢油应急计划》中对敏感资源保护次序的划分原则（表 9.4-2）以及事故预测结果，确定本项目敏感环境资源的优先保护顺序。本项目海洋环境保护目标优先次序为：保护区>养殖区>濒危动物栖息地>潮间带生物>度假旅游区>海岸。

表 9.4-2 环境敏感区和易受损资源的保护次序

环境敏感区和易受损资源名称	保护次序	环境敏感区和易受损资源名称	保护次序
自然保护区	1	湿地	7
饮用水和工业用水	2	名胜古迹、景观和旅游娱乐场所	8
水产养殖和海洋自然水产资源	3	农田	9
盐田	4	各种类型的海岸	10
濒危动植物的栖息地	5	船舶和水上设施	11
潮间带生物	6		

（2）保护措施、响应方案及应急监测方案

为确保保护目标能够得到及时的防护，应建立与保护目标管理机构和应急管理机构的应急联络机制。

污染事故发生后，为防止污染事故对环境保护目标的伤害，应极力防止溢出物靠近环境保护目标，应立即根据事故情况采取环境保护目标防护对策。一旦发生污染事故，应第一时间通知并协助保护目标管理部门采取保护对策。并及时报告主管部门（海事局、生态环境局、海救中心、公安消防部门等），并采取相应级别的应急预案，组织应急力量，调用清污设备实施救援。

建议与广东石化项目综合考虑，在旅游度假区、砂纸岸线等岸滩保护目标处设置应急设备配置点，储存岸滩围油栏的吸附拖栏，并在保护目标附近海域布设围油栏挂靠桩基，一旦出现泄漏事故，立即将岸滩围油栏或吸附拖栏挂于桩基，有效保护敏感目标。

对于海洋保护区等海上敏感目标，应当立即布设吸油材料，保证油污不会对保护区造成直接影响，必要时可利用港区内拖轮布设围油栏对溢油进行导流，阻止油污进入风景敏感区域。

以水体污染为主的重大环境风险事故发生后，当地人群向远离海岸的方向撤离。同时禁止捕捞受污水体中生物，以防止人群受危害。

一旦发生事故，需加强对保护目标（包括养殖区、砂纸岸线、珍稀物种）的应急监测，对水质指标（pH值、COD和DO、石油类或事故排放的其他物质），每4小时采样一次，直至达标；事故清除后，对海洋生态（浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳生物）、沉积物指标进行调查，摸清影响情况。

9.4.2 应急预案要求

9.4.2.1 应急预案纲要

油品溢出将对海域环境造成严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对海洋生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。因此，本项目应根据可能发生的风险事故类型制定应急预案，并报主管部门备案。

（1）区域或海域相关应急体系

为防止揭阳市沿海和内河地区溢油和危险化学品泄漏等水运污染事故及其污染损害，保护生态环境和资源，揭阳市人民政府组织编制了《揭阳市处置船舶污染事故应急预案（修订）》（揭府函〔2017〕134号），并设立“揭阳市溢油应急指挥部”，负责日常应急值班和水运污染事故应急反应的通信联络工作，具体实施全市水运污染事故控制的业务指导、组织管理、监督检查、信息沟通等项工作和较大、一般水运污染事故应急反应现场指挥协调工作。

1) 应急组织体系与职责

①应急组织体系

揭阳市船舶污染事故应急救援体系由船舶污染事故应急处置领导机构、现场指挥机构和应急救援队伍组成。

②应急处置领导机构

揭阳市船舶污染事故应急处置领导机构是揭阳市船舶污染事故应急反应指挥中心（下称应急反应指挥中心），其组成如下：

总指挥：分管副市长

副总指挥：市人民政府分管副秘书长，市海事局局长，市环境保护局、市安全监管局、市海洋渔业局分管负责人。

成员单位：各县(市、区)人民政府(管委会)、市委宣传部、市公安局、市财政局、市环境保护局、市交通运输局、市水务局、市卫生计生局、市安全监管局、市海洋渔业局、市消防支队、市气象局、市海事局以及揭阳市海(水)上搜救分中心其他成员单位。

各成员单位根据应急响应级别和应急反应指挥中心的统一部署，按照各自职能和《揭阳市人民政府办公室关于揭阳市海(水)上搜救分中心及其成员单位职责分工的通知》（揭府办〔2015〕11号）有关要求，配合做好船舶污染事故应急处置工作。

应急反应指挥中心主要职责：

- 组织实施辖区船舶污染事故应急预案；
- 实行 24 小时船舶污染事故应急值班制度，接收船舶污染事故报告并迅速作出评价，发布警报和通报，同时采取抢险行动；
- 迅速组成船舶污染事故应急反应现场指挥机构，指定现场指挥官对溢油应急进行现场指挥；
- 制定应急反应对策并实施，协调各有关部门的应急行动，调动各部门的应急反应人力、物力资源和后勤支援；
- 负责船舶污染事故的新闻发布；
- 组织船舶污染事故应急人员培训和实施应急反应演习；
- 参与船舶污染事故应急预案的修订；
- 统一协调船舶污染事故处理工作中的重大问题发布信息和警告，创造良好的工作条件；

- 组织有关部门召开船舶污染事故应急会议，商讨和布置支持本预案实施的各方面工作；

- 调动社会各方面的力量，全力支援抗御船舶污染事故的应急反应行动；
- 负责事故等级和应急响应等级的确定；
- 必要时，协调各县(市、区)船舶污染事故应急反应指挥分中心开展相关应急工作。

③应急反应指挥中心办公室

应急反应指挥中心办公室主要职责为：

应急反应指挥中心下设船舶污染事故应急反应指挥中心办公室，设在市海事局。办公室主任由市海事局分管副局长担任。

办公室主要负责应急反应指挥中心的日常办公事务；承担船舶污染事故应急反应 24 小时日常值班工作；贯彻应急反应指挥中心指示和部署，提请应急反应指挥中心决定启动、终止应急响应；承担船舶污染事故应急反应期间的相关协调工作；汇总、上报事故发展和应急处置情况，提出应急处置方案；组织有关单位和专家开展事态分析，评估事故损失及影响情况；办理应急反应指挥中心文件，起草相关简报；承担应急反应指挥中心交办的其他工作。

④现场指挥机构

揭阳市船舶污染事故应急反应现场指挥机构(应急反应指挥中心指定的除外)由市公安局、市安全监管局和市海事局人员组成，现场指挥官负责船舶污染事故应急反应行动的全过程，并仅对应急反应指挥中心负责。由应急反应指挥中心派遣的现场最高级别领导担任现场总指挥，市公安局派遣的现场最高级别领导担任现场副总指挥。现场指挥机构负责组织成立各行动组，即现场水上交通管制组、船舶污染事故调查组、船舶污染事故控制清污组、船舶污染事故拯救组、火灾防范施救组，并指挥各行动组的现场操作：

- 指派专业技术人员赶赴现场；
- 初步评估船舶污染事故的性质、规模和可能造成河段、水资源取水口的污染等，并上报应急反应指挥中心；
- 评估事故等级，提出要求支援的人员、设备及现场应急措施；
- 现场组织人员开展事故的处理、调查等工作，并将工作情况进行记录和整理。

⑤应急救援队伍

应急救援队伍由宣传部门、公安部门、财政部门、环保部门、交通部门、水务部门、卫计部门、海洋渔业部门、消防部门、气象部门、海事部门、清污公司及其他相关单位或团体/组织(如溢油应急队伍、水厂等)等组成。各部门职责如下:

市委宣传部: 保持与应急反应指挥中心的联系, 发挥正确导向作用, 及时发布新闻。

市公安局: 参与现场水上交通管制组工作; 负责维护区域治安; 负责保持陆上交通畅通; 需要时实施隔离或疏散有关人员。

市财政局: 根据实际情况适当安排船舶污染事故应急经费。

市环境保护局: 参与船舶污染事故控制清污组工作, 协同组织油污的清理; 协调指导对回收油污和油污物进行妥善处理; 参与船舶污染事故调查。

市交通运输局: 参与船舶污染事故控制清污组工作; 协助应急反应指挥中心做好相关协调工作; 负责调动必要的交通工具。

市水务局: 负责提供救援水域的水利工程及水文资料; 协助开展船舶污染事故清污工作。

市卫生计生局: 负责组织协调医疗急救和可能受污染的生活饮用水的卫生监督工作。

市海洋渔业局: 通知有关水产养殖企业加强自我保护, 协调渔船参与水上油污的清除工作。

市消防支队: 负责火灾防范施救组工作; 到达事故地点进行灭火救援, 根据需要在事故地点部署消防力量, 保卫建筑物和物资的消防安全。

市气象局: 负责及时并尽可能准确地提供随时的(或间隔尽量密集的)气象观测资料, 在缺乏观测资料的情况下采用气象预报信息, 并尽量补充更准确的气象数据。

市海事局: 负责应急反应指挥中心的 24 小时值班工作; 负责船舶污染事故控制清污组工作, 组织指挥船舶污染事故污染的控制、取样、引导和清除; 负责现场水上交通管制组工作, 实施水上交通管制; 负责加强对在沿海水域使用化学消油剂的监督管理, 禁止在内河水域使用化学消油剂; 负责船舶污染事故调查组工作, 进行必要的事故原因及其污染损害调查取证和索赔准备; 组织开

展相关救援工作清污公司及其他相关单位或团体/组织(如溢油应急队伍、水厂等), 随时接受应急反应指挥中心的指令。

2) 预防和预警机制

①分级

根据事故的严重性、紧急性、可控性和影响范围, 船舶污染事故分为特别重大事故 (I 级, >1000t)、重大事故 (II 级, 500~1000t)、较大事故 (III 级, 100t~500t) 和一般事故 (IV 级, <100t) 四级。

②预防和预警行动

- 航运单位、船舶和人员应注意接收预警信息, 根据不同预警级别, 采取相应的防范措施。

- 船舶污染事故发生后, 事故方船长、码头负责人等应立即启动相应的应急预案, 如《船上油污应急计划》、《油码头溢油应急计划》, 做出相应的应急反应行动, 迅速、有效地实施先期处置。

- 船舶污染事故发生后, 在现场应急救援指挥机构成立前, 事故发生地人民政府负责协调, 全力控制事故灾难发展态势, 防止次生、衍生和耦合事故发生, 果断控制或切断事故灾难链。

- 揭阳市船舶污染事故应急反应指挥中心接到船舶污染事故报告后, 迅速收集事故和环境条件的有关信息, 通过运行事故模拟预测与预警模型系统, 预报事故源火灾爆炸趋势、溢油扩散轨迹和归宿, 分析保护目标受威胁或危害的范围和程度, 由揭阳市船舶污染事故应急反应指挥中心发出有关环境危害、人员疏散、敏感资源防护、开展事故救援的预警信息。

3) 应急处置

①行动原则

A.接报: 应急指挥中心办公室 (12395 电话值班) 负责船舶污染事故接报。接报后将情况向应急指挥中心副总指挥进行初报, 并通知事发辖区海事处派员现场核查; 再将实际情况向副总指挥进行确报。

B.启动: 应急指挥中心负责决定启动船舶污染事故应急计划, 指令现场指挥派遣各行动组现场施救。

C.救援: 各行动组赶赴现场, 现场总指挥指令各行动组行动。应急指挥中心指派事发地的船舶污染事故应急反应分中心进行清污处理, 其他船舶污染事

故应急响应分中心做好支援的准备工作。

②处置行动

A.水上交通管制组

- 派遣监督船在船舶污染事故水域进行戒备，禁止无关船舶进入船舶污染事故水域。必要时，征得应急指挥中心同意征用途经船舶协助溢油防扩。

- 评估受船舶污染事故现场情况，准确向指挥中心汇报水流和溢油流向、流速、风向，并提出布设围油栏的方案。

- 接收指令协助其它部门进行工作。

B.船舶污染事故调查组

- 负责调查船舶污染事故发生类型、原因，勘查溢油部位，确定船舶污染事故数量，收集评估船舶污染事故造成损害有关资料。

- 对船舶污染事故污染物进行取证，对船舶污染事故有关人员进行初步调查，并作询问记录。

- 接收指令协助其它部门进行工作。

C.船舶污染事故控制清污组

- 责令船舶污染事故单位提供船舶污染事故相关资料；指令船舶污染事故单位按《船上油污应急计划》和《油码头溢油应急计划》采取清污行动，监督有关应急措施执行。

- 在安全前提下，指令船舶污染事故应急队伍布设围油栏进行防扩，并开展溢油回收工作。

- 向应急指挥中心汇报船舶污染事故源、溢油量、溢油资料、溢油处置相关情况。

- 必要时，报请应急指挥中心向上级申请调用邻近地区防污设备协助清理溢油。

- 接收指令协助其它部门进行工作。

D.船舶污染事故拯救组

- 若船舶水下污染事故的，指令打捞公司、潜水人员进场，对溢油源进行堵漏、打捞。

- 指令过载船舶至船舶污染事故地段实施过载。

- 接收指令协助其它部门进行工作。

E.火灾防范施救组

- 调派消防车到现场戒备，同时根据需要由市消防局请示省消防总队调派汕头市公安消防局有关水上救援力量到场增援。

- 采取有效措施防止溢油发生火灾。

- 消防车在运输船的协助下到达事故地点对溢油火灾进行施救。

- 接收指令协助其它部门进行工作。

③分级响应

A.应急响应分级

对照船舶污染事故的分级，船舶污染事故的应急响应分为Ⅰ级响应（特别重大）、Ⅱ级响应（重大）、Ⅲ级响应（较大）、Ⅳ级响应（一般）四级。

船舶污染事故的应急响应坚持属地为主的原则，各县（市、区）人民政府（管委会）按照有关规定全面负责船舶突发溢油事故的应急处置工作，若超出本级应急处置能力时，应及时请求上一级应急救援指挥机构启动上一级应急预案。

B.应急响应程序

根据不同级别的响应，启动不同的响应程序。

- Ⅰ级响应（特别重大）程序：由揭阳市船舶污染事故应急反应指挥中心报市政府同意后启动该预案，并报请省政府启动相应应急预案。在省政府有关应急机构的组织下，本预案各应急力量按照本预案要求开展应急救援行动。

- Ⅱ级响应（重大）程序：由揭阳市船舶污染事故应急反应指挥中心报市政府同意后启动该预案，并报请省政府启动相应应急预案。在省政府有关应急机构的组织下，本预案各应急力量按照本预案要求开展应急救援行动。

- Ⅲ级响应（较大）程序：由揭阳市船舶污染事故应急反应指挥中心报市政府同意后启动该预案，在市政府的组织下，本预案各应急力量按照本预案要求开展应急救援行动。超出本市应急处置能力时，及时报请上一级应急救援机构提供支援。

- Ⅳ级响应（一般）程序：由各县（市、区）船舶污染事故应急反应指挥中心报县（市、区）人民政府（管委会）同意后启动本县（市、区）人民政府（管委会）船舶污染事故应急相关预案。可参照Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级响应程序，结合本县（市、区）实际情况开展响应程序。在超出本级应急处置能力时，应及时向

市船舶污染事故应急反应指挥中心提出请求，市船舶污染事故应急反应指挥中心根据需要，组织有关工作组赴现场指导应急处理工作或启动该预案。

④指挥与协调

揭阳市船舶污染事故应急处置领导机构和现场指挥机构按照既定的职责开展指挥与协调工作。

⑤信息发布

A.在船舶污染事故的最初阶段，应尽力做好来访接待工作。尽早通过新闻单位将信息透露给公众，以便得到他们的支持。

B.船舶污染事故应急反应工作的信息发布：

- 由应急指挥中心（或政府的协调人）统一发布船舶污染事故的第一条信息；
- 现场指挥应提供帮助，包括收集、准备和拟定向新闻媒介发布信息的稿件；
- 参加清理的其他部门应每隔 30 分钟向应急指挥部报告清污进展情况，必要时可随时报告；
- 任何单位或个人，都不能擅自发布船舶污染事故信息。

⑥应急终止

当事故现场得到控制，事故条件已经消除或油品的泄漏已被控制，无继发可能或事故现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要或已经采取了必要的防护措施以保护公众免受再次危害，并使事故可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平时，即满足应急终止条件，由应急反应总指挥根据应急反应进展情况并参考专家小组的意见，报请市政府同意，宣布应急反应结束。

（2）本项目应急预案要求

本工程运营后应参照该预案完善公司内部的应急组织，建立公司内及公司与相关应急反应部门的应急通讯联络机制，配备应急反应的设备设施，制定本单位对突发污染事故的应急反应对策，平时进行突发性污染事故应急的必要训练。

本项目突发事故应急预案纲要见表 9.4-3，供制订预案参考。

建议建设单位参考本报告提出的应急预案纲要，制定码头水域污染事故应急预案，编制的应急预案应与主管海事和生态环境部门的应急预案进行衔接，

列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时，公司有关人员应迅速将准确的事故信息上报至揭阳海事局和揭阳市生态环境局，并根据海事和生态环境部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，应请求海事和生态环境部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

1) 分级反应等级

分级反应等级见表 9.4-4 和表 9.4-5 所示。针对不同规模事故采取的措施见表 9.4-6。

表 9.4-3 本项目应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	码头区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构,包括建立单位内的应急反应领导小组,落实各级上级主管部门
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故。 一般污染事故自行处理,较大、重大、特大污染事故启动上级预案,接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式
6	应急救援保障	本项目应急设备设施配备见 9.6.2.2 节
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理,恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	开展公众教育、培训,在邻近地区发布有关信息
11	附件	应急联络方式,包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式 预案编制与更新等

表 9.4-4 海上污染事故等级

事件级别	级别描述	颜色标示	定义与描述	备注
一级	特大	红色	确定为特大、灾难性、持久性环境损害,会影响国家级环境敏感区,需要动用海南省甚至国家应急资源才能应对的水域污染事故	事故情况特别紧急,本预案基本没有能力反应,需要启动更高级预案支援(省级甚至国家级预案)
二级	重大	橙色	确定为持久性污染物或剧毒性物质泄漏造成的重大环境损害,会影响省级环境敏感区,需要动用海南省应急资源才能应对的水域污染事故	事故情况紧急,本预案反应能力有限,需要启动更高级预案支援(省级甚至国家级预案)
三级	较大	黄色	确定为持久性污染物或一般毒性物质泄漏造成的较大环境损害,对环境敏感区产生一般影响,本预案能够反应的污染事故	可能需要周边码头、部队等应急资源进行协助反应
四级	一般	蓝色	确定为持久性污染物或一般非持久性污染物泄漏造成的环境损害,对环境敏感区影响轻微,码头、船舶可以通过自身应急力量应对的污染事故	根据码头船只的应急清污能力,并估算污染物泄漏量,确定自身能否应对,一般为装卸操作性事故,但可能需要临近码头和开发区资源协助进行反应

表 9.4-5 海上污染事故等级分级指标

泄漏物质 泄漏量	一般物质 (MARPOL 附则 II Os 类)	Z 类化学品 (MARPOL 附则 II Z 类)	石油类 (原油及成 品油)	Y 类化学品 (MARPOL 附则 II Y 类)	X 类化学品 (MARPOL 附则 II X 类)
极大 (>10000t)	较重危害	严重危害	极重危害	极重危害	极重危害
很大 (100~10000t)		较重危害	严重危害		
大 (50~100t)	较轻危害	较轻危害	较重危害	严重危害	严重危害
中等 (10~50t)			较轻危害	较重危害	
小 (<10t)		较轻危害	较轻危害	较重危害	较重危害

表 9.4-6 不同规模事故采取的措施

规模	动用的应急设备的范围	采用设备类型	备注
小规模（操作性事故）	项目的应急设备，以围控和回收为主	采用港口型应急设备	主要体现在收油机和围油栏
中型事故	揭阳市的应急设备，以围控、回收、消除相结合	根据发生地点采取港口型或海洋型应急设备	揭阳应急能力将达 550~1000 吨
大型事故（海损性事故）	依靠社会的应急设备，以围控、回收、消除相结合	采用海洋型应急设备	主要体现在收油机和围油栏

（3）应急预案操作程序

1) 应急指挥、救援机构职责和分工

建设单位应成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成；下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。指挥领导小组设立指挥部，指挥部设在码头区。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

指挥领导小组的职责：①负责本单位“预案”的制订、修改；②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

指挥部的职责：①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；②组织指挥救援队伍实施救援行动；③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

应急救援队伍的职责：①各处室全体职工都负有事故应急救援的责任；②应急救援队伍是液化品防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

表 9.4-7 指挥部和应急救援队伍人员分工

职务		分工
指挥部	总指挥	组织指挥全公司的应急救援工作
	副总指挥	协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作。
	现场指挥	负责事故现场具体清污指挥、协调工作；
		协助总指挥做好事故报警、情况通报及事故布置工作
		负责事故现场通讯联络和对外联系
	现场副指挥	事故处置时生产系统开、停调度工作
		负责组织救援队伍在最短时间内控制油污染扩散及扩散区域内的油污洗消、监测工作
应急救援队伍	主办、领班、现场人员	负责污染现场的收、清、消工作
	安环处人员	负责现场安全工作，防止抢险人员受伤外，投入抢救工作
	工务处人员	保证抢险设备的完好，并投入抢险工作
	管理部值班警卫	负责警戒，保证抢险通道畅通
		阻止未经许可人员进入本公司（包括新闻媒体人员）
	总经理室人员	负责事故处理之后勤联络、送医等支持工作

2) 船舶事故状态下的应急预案操作流程

①应急预案的主要内容

- 可能发生溢油事故的可能性分析、发展趋势及后果预测。
- 事故报告制度及程序。
- 事故现场人员应采取的初步应急行动。
- 动员湛江港及地方力量协同救灾的程序。
- 应急指挥中心。
- 应急组织及成员的职责分工和应采取的行动。
- 通讯联络。
- 信息发布。

- 救急设备设施。
- 培训、演习和计划的修改等。
- 应急组织应包括：应急指挥中心、现场指挥小组等。

②应急响应通知程序

为了确保有关人员能在发生事故能及时得到警报并针对发生的紧急情况作出相应的反应，采取应对措施而设定应急响应通知程序，一旦通知在应急小组指挥责任范围内，应急措施程序就立即生效。事故的通知取决于事故的种类和事故大小级别，并针对不同的种类、级别作出适当的响应。应急响应通知程序详见图 9.4-1。

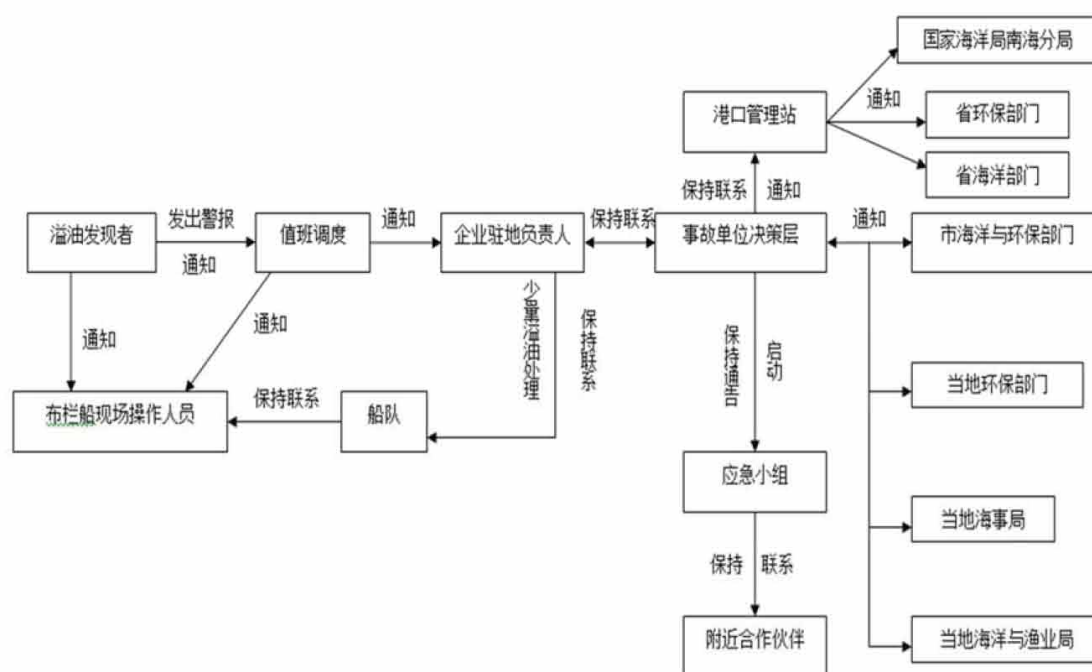


图 9.4-1 海上溢油响应通知程序

③应急机构建立

为了对突发的紧急事故于第一时间作出反应并采取相应的措施，使突发事故得以消除或控制在尽可能小的范围内，有必要建立一个高效率、强有力的应急小组来对紧急情况作出反应、进行处理，并根据事故的级别和区域有应急小组响应进行处理。应急小组组成见图 9.4-2。

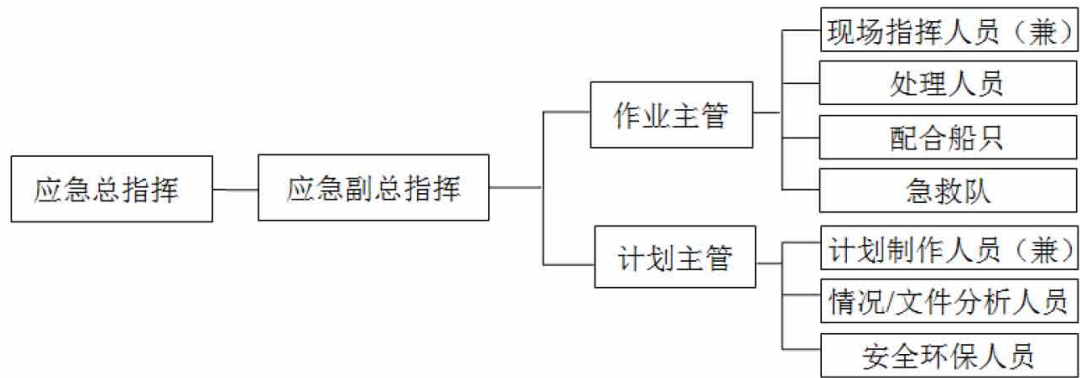


图 9.4-2 应急小组机构图

地方政府各部门的职责及其分工的应急组织结构见图 9.4-3，报告和报警（通报）及应急程序分别见图 9.4-4 和图 9.4-5。

4) 应急措施程序

紧急事故分为 4 个级别：特别重大事故（I 级，>1000t）、重大事故（II 级，500~1000t）、较大事故（III 级，100~500t）和一般事故（IV 级，<100t）。根据事故级别采取相应的应对措施。

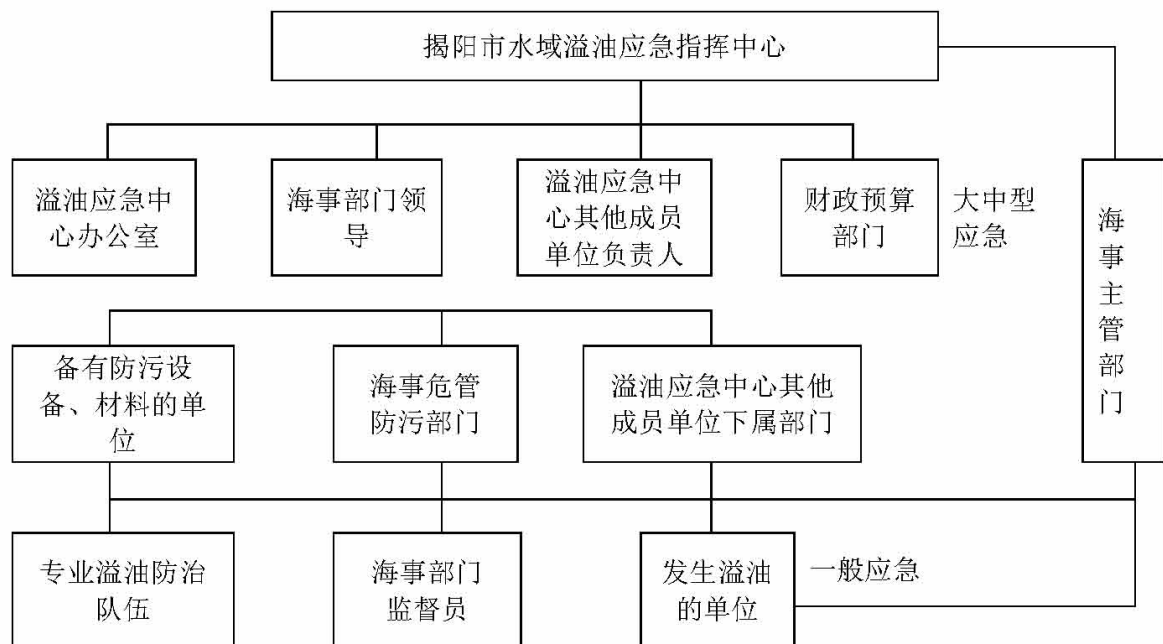


图 9.4-3 应急组织机构图

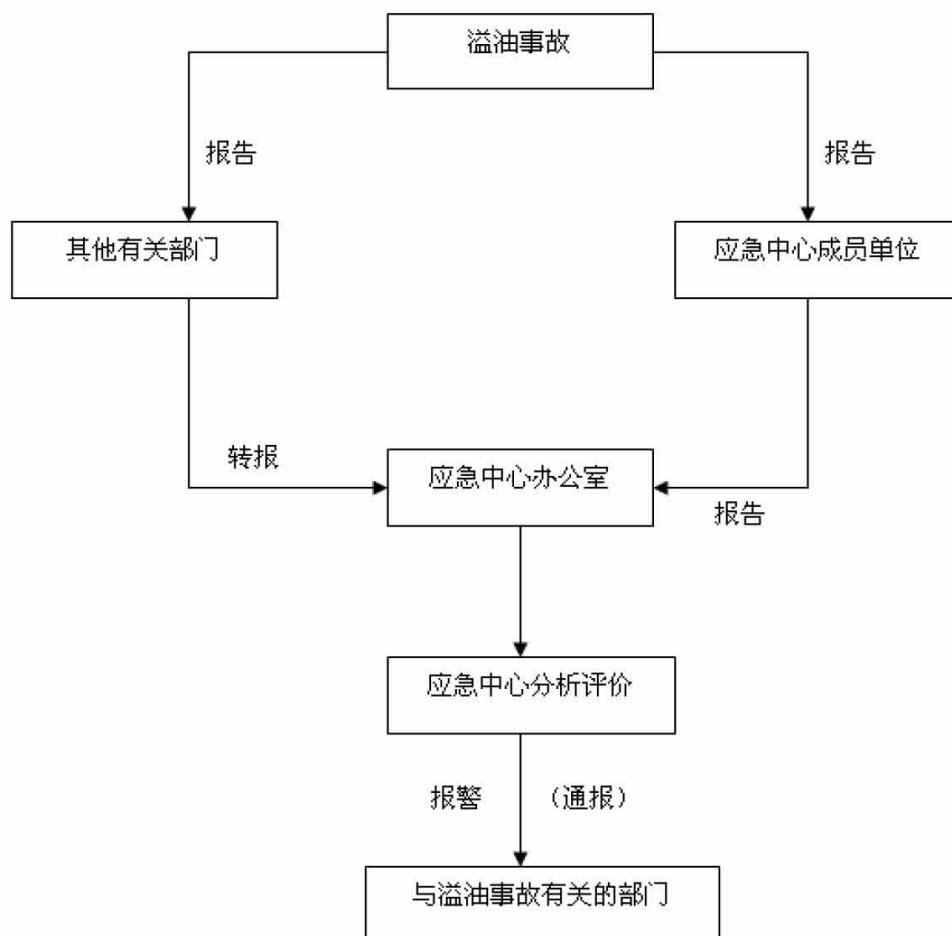


图 9.4-4 报告和报警（通报）程序

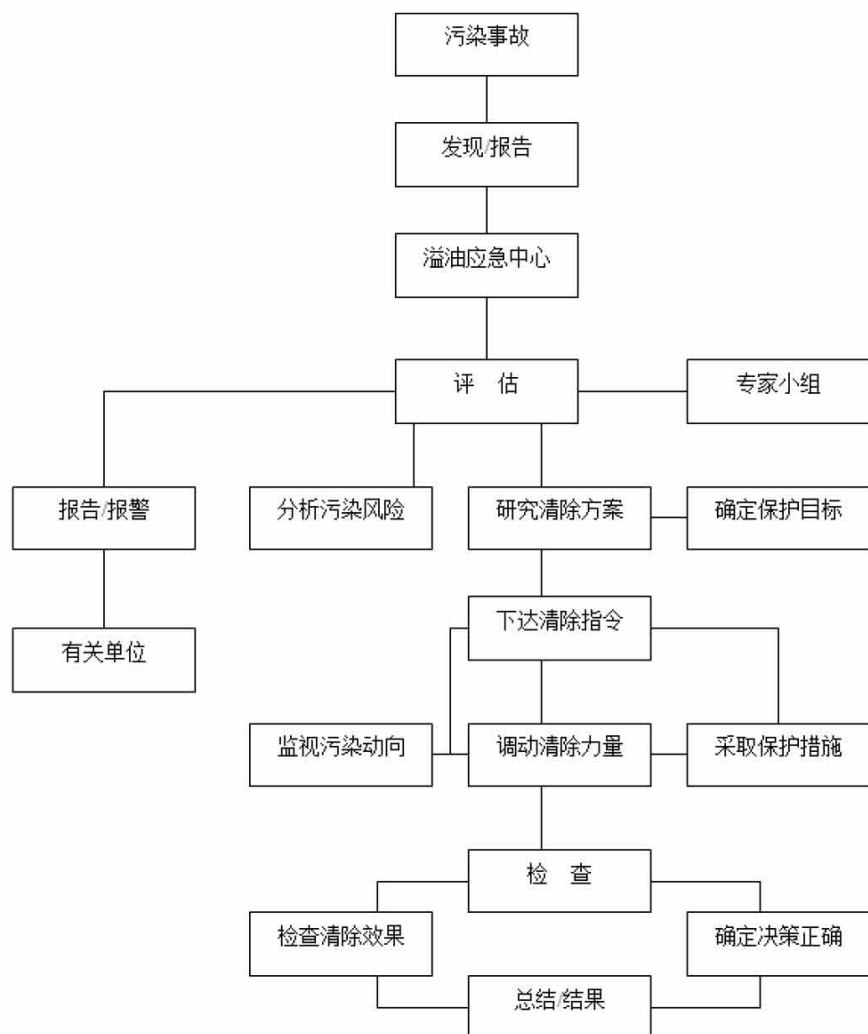


图 9.4-5 应急行动反应程序

表 9.4-8 不同规模事故采取的措施

规模	动用的应急设备的范围	采用设备类型	备注
一般事故	项目的应急设备，以围控和回收为主	采用港口型应急设备	主要体现在收油机和围油栏
较大事故	揭阳港及邻近港区的应急设备，以围控、回收、消除相结合	根据发生地点采取港口型或海洋型应急设备	汕尾现有应急设备应急处理能力为 192t，汕头为 58t，揭阳约为 28t。合计为 278t。揭阳规划建设 550~1000t 应急设备库，广东石化项目拟建设 500t 应急设备库
重大事故	依靠省内的应急设备，以围控、回收、消除相结合	采用海洋型应急设备	主要体现在收油机和围油栏
特别重大事故	依靠国家的应急设备，以围控、回收、消除相结合	采用海洋型应急设备	主要体现在收油机和围油栏

(4) 应急救援保障

根据《中华人民共和国海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》第十五条，建设港口、码头，应当设置于其吞吐能力和货物种类相适应的防污设施，应当配备海上重大船舶事故及污染损害事故应急设备和器材。

本项目应根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）及事故风险特点，并参考《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定（试行）》，制定应急设备配备方案，同时为了规范应急设备的管理，应与项目主体工程同期建设应急设备库，应急设备库及应急物质作为一般污染事故的应急救援保障。

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。

(5) 建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到油品溢出对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的，船舶溢油事故的应急防治措施和设备配备将为未来码头运营时码头应急计划的编制和实施奠定重要基础。事故发生后，能否迅速而有效地作出事故应急反应，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。目前，我国港口均为一地一港，船舶事故的污染事故管理采取国家、地方和港口三级架构模式，为了将事故造成的损失降低到最低限度，制定和实施应急计划是唯一的选择。

本码头工程附近水域的船舶溢油事故的应急反应对策措施应纳入揭阳海事局及揭阳市制定的应急反应体系之中。

1) 码头油品溢漏事故应急计划的特点

① 综合性

地域上包括陆域（大气）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，这是制定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) 应急计划主要内容

①明确组织指挥机构；

②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；

③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；

④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) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

①建立健全码头应急反应的组织指挥系统

②应急反应设施、设备的配备

根据《中华人民共和国海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》第十五条和《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》，建设港口、码头，应当设置与其吞吐能力和货物种类相适应的防污设施，应当配备海上重大船舶事故及污染损害事故应急设备和器材。

原油装卸作业时，要求在船舶周围水面铺设围油栏，以围栏、收集万一跑、冒、滴、漏的物质，防止其扩散、蔓延、污染水域和岸沿。

工程需配备能抗御港区码头附近水域油污事故污染的应急设备、器材和设施。建议通过国家财政、地方财政及建港单位的年度计划，多种渠道、分阶段进行投资，对应急设施、设备的配置规模逐步达到与运营能力相配的状况，满足突发性事故应急反应的实际需要。此外，还可以与临近地区危化品码头的清污设备进行整合，使其成为地区溢油应急设备储备库的一部分，实现资源互补和共享及合理利用。

③港区接收设施、设备

依据有关国际公约，港口应设置接收船舶留存的残油及残油污泥、含油混合物的足够设备，以满足到港船舶的需要，而不致给船舶造成不当的延误。

④应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用港区工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油事故的处置能力。

⑤应急通讯联络

为确保本工程运营期船舶突发性油品溢漏污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠地传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与揭阳海事局应急反应指挥系统、周围码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑥应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故及其他事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期除了揭阳海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 9.4-9。

表 9.4-9 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH 值、COD 和 DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

4) 污染事故预防和控制现场操作预案

①污染预防



图 9.4-6 污染事故预防现场围控操作预案

②污染控制

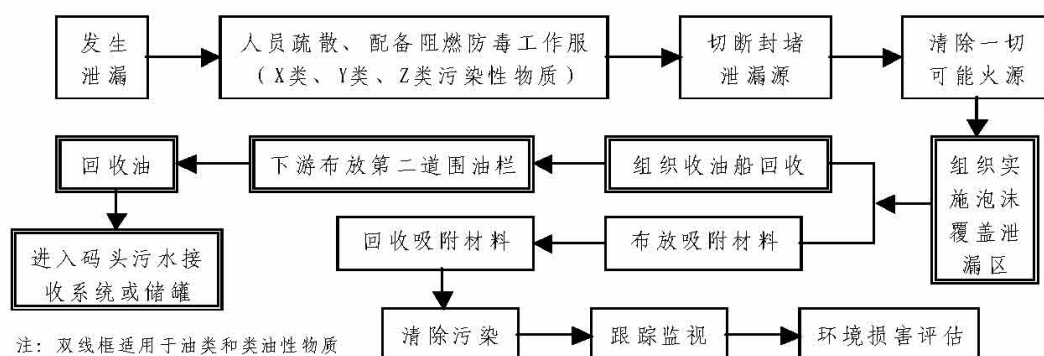


图 9.4-7 污染事故控制现场围控操作预案

5) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

①污染评估

在进行油品溢漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的保护区、岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

②应急反应行动

根据对应急事故的评估，码头应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策：

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢出事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；

派遣船舶对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散；

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢出事故水域和周围水域、沿岸进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢出事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。

清除作业实际发生在两种场合，一是海上清除作业，一是码头岸线清除作业，根据具体情况选择清除作业方法和使用的设备。

清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。

清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

（6）制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐道减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

考虑到本码头处于开阔海域，如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方

向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

9.4.2.2 本项目应急设备配备

(1) 周边已建应急设备配备

1) 揭阳港及邻近港区应急设备配备情况

项目所在区域揭阳港和邻近汕头港、汕尾港的溢油应急资源见表 9.4-10~表 9.4-12。

根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范》的计算公式，并根据《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》确定相关参数，对现状溢油应急设备应对能力进行分析。

①应急抢险能力

应急抢险能力主要指应急卸载能力。汕尾、揭阳和汕头海域未配置卸载泵。

②回收设备设施

收油机标定小时回收能力要求 $E = T \times D \div [\alpha \times 3 \times 6 \times (1-20\%)]$

式中： T ——总溢油量；

□ D ——机械回收占总溢油量的比例；

□ α ——收油机的回收效率；

□ 6——每天工作时间（小时）；

□ 3——作业天数（天）；

□ 20%——富裕量（推荐经验值，可根据实际情况进行调整）。

根据上表和回收能力评估公式，并根据《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》确定相关参数：沿海水域收油机工作时实际收油能力占标定收油能力的5%，机械回收能力占60%。

收油机：可回收溢油量=收油机能力×【回收效率×3天×6h×（1-20%）】/机械回收比例

汕尾现有应急设备应急处理能力为20t，汕头为58t，揭阳约为28t。合计为106t。

③清除设备设施

A. 喷洒消油剂能力评估

需喷洒的溢油分散剂数量采用以下方法进行计算：

$$G = T \times 10\% \div 3$$

式中， T 为总溢油量，根据油种或污染物种类确定溢油分散剂处理溢油的数量占总溢油量比例，一般取 60%，如溢油回收能力较好，使用分散剂的比例较小，取 10%。采用常规型溢油分散剂，其分散剂与油的比率为 1：3。

根据公式计算，接收油机可应对的溢油规模，需要的分散剂数量分别约 0.7t、2t、1t，汕尾、汕头、揭阳分别已配置 4 吨、7.85 吨、1 吨。基本能满足对应回收能力下的要求。

B. 吸附能力评估

吸附材料主要是吸油毡，可采用以下方法计算所需吸油毡数量：

$$I = T \times P \div (J \times K \times P_1)$$

式中：

I ——吸油毡数量；

T ——总溢油量；

P ——吸附回收量占总溢油量的比例（一般不足 5%）；

J ——实际吸附倍数（取 10）；

K ——油保持率（80%）；

P_1 ——实际吸附比例（80%）。

根据以上公式，汕尾、汕头、揭阳计算得到分别需配置 0.16t、0.6t、0.3t。已分别配备吸油材料 4.6t、4t、0.6t。

表 9.4-10 揭阳市应急设备现状一览表

序号	配备单位	应急设备	单位	数量
1	惠来葵阳船舶服务有限公司（已备案的清污单位）	“浙舟宝大12”油污水处理船	艘	1
2		负载围油栏防污作业玻璃钢艇	艘	1
3		浮式PVC围油栏	m	500
4		吸油毡	kg	200
5		消油剂	kg	500
6	揭阳市江海船舶服务有限公司	“粤揭监巡2”围油栏专用船	艘	1
7		围油栏放置快艇	艘	1

8		浮式PVC围油栏	m	600
9		吸油毡及吸油拖栏	kg	200
10		消油剂	kg	500
11		收油机（3HP）	台	1
12	润丰石油有限公司油库	围油栏	m	200
13		吸油毡	kg	40
14	揭阳市美华石油服务有限公司美华油库	围油栏	m	100
15	广东省石油企业集团汕头公司曲溪油库	围油栏	m	140
16		吸油毡	kg	40
17	汕头市油料总公司地都油库	围油栏	m	200
18	揭阳市区东方装卸运输公司东方油码头	围油栏	m	120
19		吸油毡	kg	40
20	揭阳市油品储运有限公司金溪油库	围油栏	m	140
21		吸油毡	kg	40
22	揭阳市区石油化工供销公司天鹅山油库	围油栏	m	210
23	中石化广东潮州分公司渔湖油库	围油栏	m	140
24		吸油毡	kg	40
25	合计	油污水处理船	艘	1
		围油栏布设船	艘	3
		围油栏	m	2350
		吸油毡	kg	600
		消油剂	kg	1000
		收油机（3HP）	台	1

表 9.4-11 汕头港溢油应急防治设备现状表

序号	单位名称	清污船 (艘)	吸油毡 (kg)	围油栏 (m)	消油剂 (kg)	喷洒设备 (台)	收油机 (台)	岸上接收设施	适用水域
1	“三江”海事技术服务中心	1	400	800	2500	3 (2t/h)	0	1 个储罐 (总容量 50t)	沿海
2	汕头市外轮船舶代理有限公司	2	500	200	1000	0	0	7 个储油罐 (总容量 120t)	沿海
3	汕头市海虹船舶服务有限公司	2	400	400	1000	1 (3~6t/h)	1 (收油率 5t/h)	(80t/d) 1 台油罐车	沿海
4	汕头市金平区龙跃船舶保洁服务有限公司	1	200	0	500	0	1	送厂处理	港区
5	汕头市龙鑫保洁服务有限公司	2	1000	400	1500	1 (30m ³ /h)	1 (30t/h)	送厂处理	沿海
6	中油汕头运输有限公司	0	1000	400	500	2	2	浮动油囊 5m ³ /1 个 轻便储罐 10 m ³ /2 个	内河
7	广东省石油企业集团粤东公司	0	400	200	500	2	1	40 吨油污水储存柜 1 个	沿海
8	广州富地石油有限公司	0	100	400	100	0	0	送厂处理	内河
9	加德士码头	0	50	0	250	0	0		沿海
	合计	8	4050	2800	7850	9	6	13	

表 9.4-12 汕尾辖区企业溢油应急防备物资储备表

序号	设备名称	型号	单位	数量	存放地点	联系方式
一	汕尾市晓光环保服务有限公司					
1	固体浮子 PVC 围油栏	WGV900	米	500	汕尾港务码头仓库	林经理/ 134803 96333
	防火围油栏	WCV900H	米	200		
	围油栏	固体浮子式总高 900m	米	750		
	岸滩式围油栏	WQV600T	米	1000		
2	围油栏布防船	清污辅助船	艘	2		
	围油栏布放船	船长≥10 米	艘	1		
3	吸油毡	PP-2	吨	1		
	吸油毡	PP-1	吨	0.2		
4	油拖网	SW4	套	2 随船		
	油拖网	SW4	套	1		
5	吸油拖缆	XTL-Y220	米	400		
6	消油剂	生物降解型	吨	2.1		
	环保型消油剂	GM2	吨	0.5		
7	喷洒装置	便携式 PS40	套	1		
8	硬刷转盘式收油机	ZS10	台	1		
	收油机	转盘式 ZS5	台	2		
9	轻便式储油罐	QG10	m3	1		
	移动储液罐	移动储液罐	套	0		
10	应急人员防护	防火服、手套等	套	10		
	人员防护器材	每套包括安全帽、口罩、防化目镜、防化服、靴子、手套、安全鞋等	套	5		
二	广东红海湾发电有限公司					
1	固体浮子 PVC 围油栏	WGV900	米	750	红海湾电厂码头仓库	林经理/ 134803 96333
2	吸油毡	PP-2	吨	1		
3	收油网	SW3	套	1		
4	环保型消油剂	GM2	吨	0.8		
5	喷洒装置	便携式 PS40	套	1		
6	轻便式储油罐	QG10	m3	1		
三	陆丰宝丽华新能源有限公司					

1	吸油毡	PP-2	吨	1	甲湖湾 电厂码 头仓库	林经理/ 134803 96333
2	PVC 围油栏	WGV1100	米	1200		
3	收油网	SW3	套	1		
4	环保型消油剂	GM2	吨	0.5		
四	广东万聪船舶修造有限公司					
1	围油栏	固体浮子式总高 900m	米	120	船厂仓 库	罗经理/ 138097 92843
2	吸油毡	PP-2	吨	0.15		
3	消油剂	GM2	吨	0.1		
五	汕尾市东洲港投资有限公司					
1	围油栏	固体浮子式总高 900m	米	400	东洲码 头仓库	索经理/ 134110 67799
2	吸油毡	PP-2	吨	0.25		
3	立方储油桶		只	1		
4	油污清理船		艘	1		
六	华润电力(海丰)有限公司					
1	固体浮子 PVC 围油栏	WGV900	米	1000	华润海 丰电厂 码头仓 库	林经理/ 134803 96333
2	吸油毡	PP-2	吨	1		
3	收油网	SW3	套	1		
4	移动储液罐	移动储液罐	套	1		
5	环保型消油剂	GM2	吨	0.8		
6	喷洒装置	便携式 PS40	套	1		

注：引自《汕尾市处置船舶污染事故应急预案》

2) 揭阳港规划的溢油污染应急设施及物资储备建设方案

根据《揭阳市港口水域溢油污染应急设施及物资储备建设方案》（揭府办〔2013〕9号），揭阳港口计划配备的应急设施及物资储备建设方案如下：

①溢油应急设备库。在惠来县（惠来沿海港区）建设溢油应急设备库，在揭东县（榕江港区）建设溢油应急设备配置点，具体内容包括：2015年前在惠来县（惠来沿海港区）建设1个小型溢油应急设备库，在揭东县（榕江港区）建设1个溢油应急设备配置点，分别能够应对200吨和50吨溢油的应急能力；到2020年在惠来县（惠来沿海港区）建成1个中型溢油应急设备库，达到有效应对500吨溢油的应急能力；到2025年在惠来县（惠来沿海港区）建成1个大型溢油应急设备库，达到有效应对1000吨溢油的应急能力。

②溢油应急专业回收船舶。2015年前至少配置浮油回收船1艘（回收舱容至

少为 130 立方，收油能力至少达到 65m³/h）；2020 年至少新增浮油回收船 1 艘（回收舱容至少为 300 立方，收油能力至少达到 130 m³/h），至 2025 年至少再新增一艘相同配置浮油回收船。

③社会溢油应急力量。根据有关规定的要求，积极扶持社会力量组建应急单位。由地方海事部门根据《中华人民共和国海事局船舶污染清除协议管理制度实施细则》和管理实际需要，在不同港区扶持船舶污染清除单位等社会溢油应急力量建设。

揭阳市溢油应急能力建设采取由中央、地方政府和企业共同建设。设备库争取由中央投资建设，溢油应急设备、器材所需费用由所在地港区码头单位、岸边石油企业等按比例分担，设备库日常维护保养、培训和演练以及人员办公费用由所在地人民政府（管委会）负责；设备库（配置点）建成后，可采取委托方式，由具有清污资质的专业化公司负责管理和运营。

表 9.4-13 揭阳市防溢油应急设施工程项目表

序号	项目名称	主要建设内容	投资估算 (万元)	资金来源	责任单位	完成年限
1	溢油应急指挥系统	依托海上搜救分中心，建设揭阳市船舶及其有关作业活动溢油应急指挥中心，并构建系统框架和溢油事故影响等分析模块，完成基础数据库的信息收集、加载、分析等应急决策支持子系统建设，包括溢油漂移预测计算机模型、揭阳近岸海域环境敏感资源数据库、溢油应急资源数据库、陆地移动通讯指挥设施等软硬件建设。	360	地方	海事部门	2015 年
2	溢油监控、监测系统	建设能够覆盖揭阳市榕江、近岸海域重要港区的全天候、全天时溢油监视预警系统，建立应对污染事故的全天候、全覆盖监视机制，并配备相应的检测设备，对溢油污染区域进行及时取证和采样分析	400			
3	浮油回收船	1 艘（回收舱容至少为 130 立方，收油能力至少达到 65m ³ /h）	300	企业	海事部门、地方政府	2015 年
		新增 1 艘（回收舱容至少为 300 立方，收油能力至少达到 130 m ³ /h）	600			2020 年
		新增 1 艘（回收舱容至少为 300 立方，收油能力至少达到 130 m ³ /h）	600			2025 年
4	溢油应急设备库 （不含溢油回收船）	在惠来县境内（惠来沿海港区）建设 1 个溢油应急设备库，在揭东县境内（榕江港区）建设 1 个溢油应急设备配置点，能够分别应对 200 吨和 50 吨溢油的应急能力	2000	国家为主，地方、企业、社会参与投资	海事部门	2015 年
		在惠来县境内（惠来沿海港区）建成 1 个中型溢油应急设备库，能够有效应对 500 吨溢油的应急能力	1500			2020 年
		在惠来县境内（惠来沿海港区）建成 1 个大型溢油应急设备库，能够有效应对 1000 吨溢油的应急能力	2000			2025 年

3) 广东海域应急设备配备情况

根据《湛江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》（交通运输部科学研究院，2018年），广东海域应急设备配备情况如下。

①交通运输部溢油应急力量

按照《国家水上交通安全监管和救助系统布局规划》，由交通运输部投资，相继在珠海建成一次应对1000吨溢油事故的应急处置能力国家沿海大型溢油应急设备库1座；在钦州、海口和深圳分别建成一次应对500吨溢油事故的应急处置能力国家沿海中型溢油应急设备库3座；在茂名建成一次应对200吨溢油事故的应急处置能力国家沿海小型溢油应急设备库1座，在汕头建设规模为一次应对200吨溢油事故的应急处置能力国家沿海小型溢油应急设备库。

综上，广东周边已形成2900吨的船舶溢油应急能力。

②三大石化企业溢油应急力量

中海石油环保服务有限公司在南海布设有5个基地，分别是惠州基地（综合）、深圳基地、珠海高栏基地、珠海横琴基地、涠洲岛基地。南海西部应急中心总部位于湛江市坡头区，担负着南海西部片区（北部湾油田、粤西地区、广西、海南等）附近水域应急响应任务。目前区域内设1艘环保船和1个应急基地（涠洲岛），拥有较为完善的应急设备物资，及专业的应急技术人员。辖区内中海油溢油应急能力合计300t。

中石化下属的茂名石化建立防污物资仓库，有大马力的工作防污拖轮4艘，专用的防污船一艘，储备有一批海上溢油应急物资，能满足中小规模的海上溢油应急需求。辖区内中石化溢油应急能力合计250t。

中国石油海上应急救援响应中心成立于2006年12月10日，作为中国石油唯一的专业海上应急救援组织，“中心”机关总部设在冀东油田唐海基地，下设冀东、辽河、大港三个救援站，及大连、海口、钦州、吉林、延安、兰州、保山等7个一级应急设备库。辖区内中石油有海口和钦州2座设备库，其溢油应急能力合计200t。

综上，三大石化企业溢油应急能力合计750吨，其中广东省境内550吨。

③相邻地方政府溢油应急力量

深圳市政府投资建成了海上应急防污设备库，规模为100t。中山市政府投

资建成了中山港水上污染应急设备库，规模为50t。东莞市政府投资建成了东莞虎门水上危险货物运输化救中心，规模为100t。

相邻地方政府溢油应急力量合计为250t。

④周边船舶污染清除单位溢油应急力量

《船舶污染清除单位应急清污能力要求》(JT/T 1081-2016)对4级船舶污染清除单位的应急清污能力，从应急设施、设备和器材、应急船舶、应急作业人员的数量和能力等方面分别作了要求。应急半径500km范围内共有35家一级船舶污染清除单位，具体情况见表 9.4-14所示。以回收能力为例，该标准对一级船舶污染清除单位的高黏度收油机和中、低黏度收油机要求分别为300m³/h和100m³/h。应急范围辐射揭阳的一级船舶污染清除单位的应急能力达到14000m³。其能力按20%折算，周边船舶污染清除单位溢油应急力量合计为2800t。

表 9.4-14 船舶污染清除单位溢油应急力量

序号	辖区	单位名称	能力等级	服务区域
1	广东	广州港珠江防污有限公司	一级	广州港及其近海水域
2		广州三江船舶防油污工程有限公司	一级	广州港及其近海水域
3		广州海运物资供应公司	一级	广州港及其近海水域
4		广州市龙善环保科技有限公司	一级	广州港及其近海水域
5		广州市莲港船舶清油有限公司	一级	广州港及其近海水域
6		广州增城市珠江口船舶工程有限公司	一级	广州港及其近海水域
7		广州市绿之建环保科技有限公司	一级	广州港及其近海水域
8		广州宝裕海洋生态净化工程有限公司	一级	广州港及其近海水域
9		珠海安和环保服务有限公司	一级	珠海港及其近海水域
10		珠海市和丰环保服务有限公司	一级	珠海港及其近海水域
11		东莞市金骅海港口服务有限公司	一级	东莞虎门港及其近海水域
12		惠州大亚湾航鹏环保服务有限公司	一级	惠州港及其近海水域
13		惠州大亚湾利万家鹏腾环保实业有限公司	一级	惠州港及其近海水域
14		增城市珠江口船舶工程有限公司大亚湾分公司	一级	惠州港及其近海水域
15		阳江市兴顺船舶服务有限公司	一级	阳江港口及其近海水域
16		茂名众和海上防污工程有限公司	一级	茂名港及其近海水域
17		湛江奇若船舶服务有限公司	一级	湛江港及其近海水域
18		湛江市海新福航海技术服务有限公司	一级	湛江港及其近海水域
19	深圳	深圳市航鹏海洋环保服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域
20		广东龙善环保高科技实业集团有限公司	一级	深圳港及其近海海域
21		深圳市宝裕海洋生态净化工程有限公司	一级	深圳港及其近海海域
22		深圳市珠江口嘉仁溢油应急服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域
23		深圳市千和利万家船舶服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域
24		深圳市聚丰环保科技有限公司	一级	深圳港及其近海海域
25		深圳市七七七船舶服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域

序号	辖区	单位名称	能力等级	服务区域
26		深圳市聚汇船舶服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域
27		深圳市立鑫船舶服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域
28		深圳市航宇船舶服务有限公司	一级	深圳港及其近海海域

4) 福建海域应急设备配备情况

福建漳州古雷、泉州等海域设备库配备了一定的应急设备，具体见表

9.4-15。

表 9.4-15 福建海域可利用溢油应急力量

序号	地点	应急设备库能力	应急设备配备情况	距离	响应时间
1	漳州古雷	1000 吨	古雷石化基地大型溢油应急设备库位于古雷半岛西侧南 9 号泊位后方的 2#仓库。设备库建设目标为 1000 吨。现有围油栏 7930 米，吸油拖栏 3000 米，卸载泵 9 台，收油机 15 台，吸油毡 24.5 吨，分散剂 18.8 吨（含化学吸附剂），其它应急物资 300 余件/套等。	180km	12h
2	泉州	500 吨	泉州溢油应急设备库为一次溢油综合清除控制能力达到 500 吨的中型应急设备库。该设备库主要配有应急卸载设备、溢油围控设备(主要有海洋型充气围油栏等)、溢油回收设备(主要有中、小型收油机及自航式收油机)、溢油分散物资(消油剂、吸油毡)、储存及转运设备(储油罐)等，配套有集装箱、叉车、拖头等相关设施。	360km	17h
3	厦门	200 吨	已建成的应急设备库可应对 200 吨事故	270km	22h

5) 广东省炼油及部分企业应急设备配备

广东省炼油及部分企业应急设备配备能力见表 9.4-16。

表 9.4-16 广东省炼油及部分企业应急设备配备能力

序号	应急设备库	规模(吨)	距离(km)	响应时间(h)
1	中科合资广东炼油化工一体化项目溢油应急设备库	360	670.4	38.2
2	广东湛江钢铁基地项目溢油应急设备库	484	665.2	37.9
3	广东石化项目应急设备库	500	27.6	3.5
4	中海壳牌石油化工有限公司码头	1500	245.3	15.2
		2800		

6) 合计

综上，以上5种应急能力，包括国家、地方、油企和船舶污染清除单位，辖区可利用的溢油应急力量如表 9.4-17所示。已形成8200t的溢油应急能力（其中广东境内溢油应急能力为6500t，福建境内溢油应急能力为1700t）。

广东省内的溢油应急设备可在4~38h内到达，福建漳州古雷、泉州和厦门的应急设备可在12~22h内到达，满足规范72h内到达的要求。其中4h内到达的应急力量约1000t、24h内到达的应急力量约2250t（广东境内）和1700t（福建境内）、72h内到达的应急力量约3250t。符合《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）响应时间要求。

表 9.4-17 可利用溢油应急力量

省	地方	交通运输部配置 (t)	三大石化 (t)	地方政府 (t)	部分企业	清污公司 (t)	距离和到达时间	
							距离 km	到达时间 h
广东省	揭阳			<u>550 (2020年)</u> <u>1000 (2025年)</u>	<u>500</u>	2800		4h 内
	汕头	<u>200</u>					80	6.3
	汕尾						50	4.7
	惠州		300		1500		245.3	15.2
	深圳	500		100			247.5	15.4
	珠海	1000					352.7	21.0
	中山			50			362.8	21.6
	茂名	200	250				607.5	34.8
	湛江				844		675.3	38.5
	东莞			100			385	22.8
	小计	1900	550	1250	2800	2800		
福建省	漳州古雷	1000					177.5	24 小时内
	泉州	500					335.6	
	厦门	200					250.5	
	小计	1700						
广西	钦州	500	100				977.1	54.8
海南	海口	500	100				720.9	40.9
	合计	4600	750	1250	2800	2800		

注：上表中设备上船时间按 2h 考虑，船速按 10 节计算。

表 9.4-18 可利用溢油应急力量

序号	省份	应急设备库	规模 (吨)	距离 (km)	到达时间 (h)	数量 (个)
1	广东省	湛江应急设备库	1644	675.3	38.5	4
2		茂名应急设备库	450	607.5	34.8	2
3		珠海应急设备库	1000	352.7	21.0	1
4		中山应急设备库	50	362.8	21.6	1
5		东莞应急设备库	100	385	22.8	1
6		深圳应急设备库	500	247.5	15.4	1
8		惠州应急设备库	1500	245.3	15.2	1
8		揭阳应急设备库	500	27.6	3.5	1
9		汕头溢油应急设备库	200	80	6.3	1
10	广西	钦州应急设备库	600	977.1	54.8	2
11	海南	海口应急设备库	600	720.9	40.9	2
12	福建	厦门应急设备库	200	250.5	15.5	1
13		泉州应急设备库	500	335.6	20.1	1
14		漳州应急设备库	1000	177.5	11.6	1

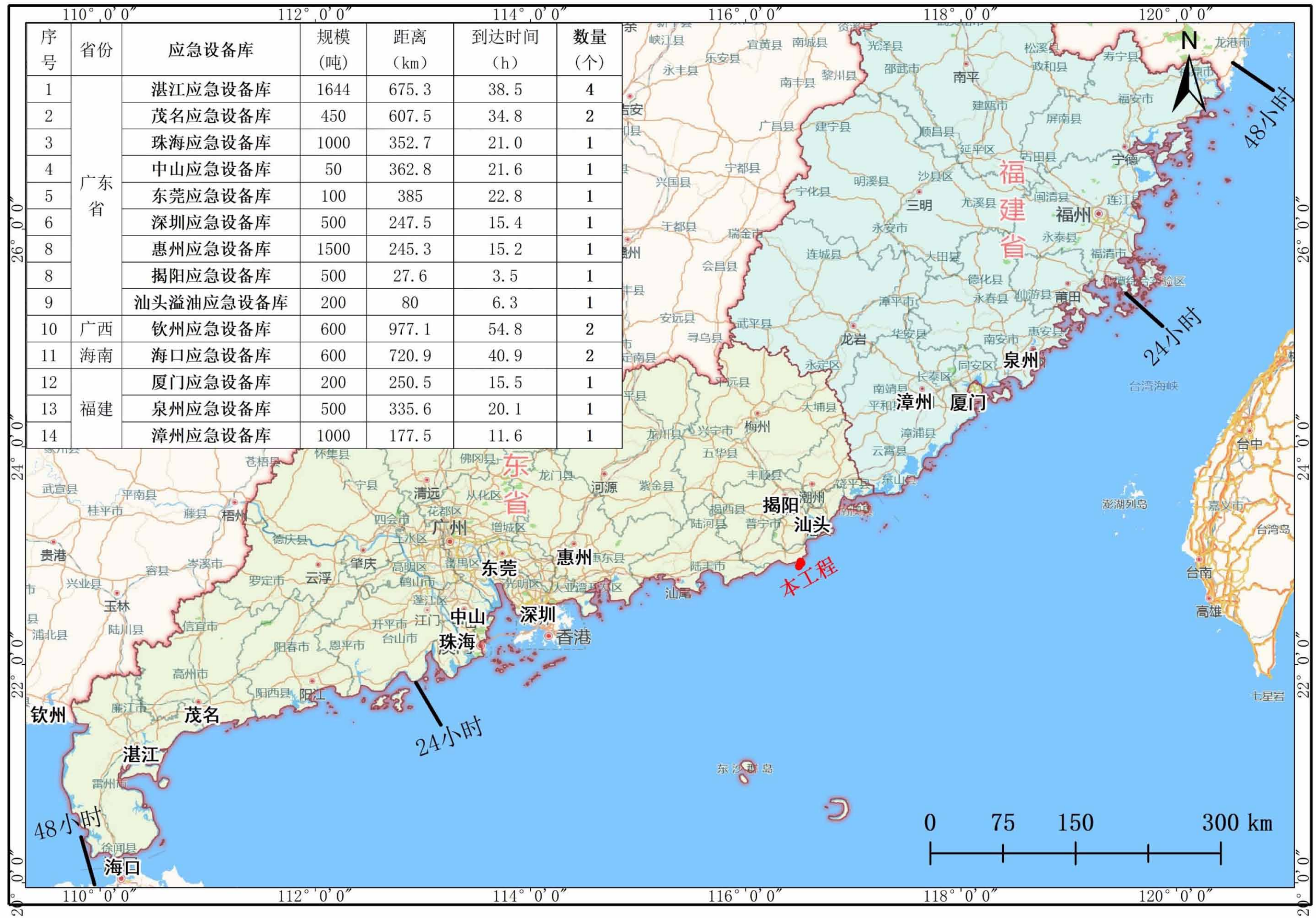


图 9.4-8 周边溢油应急力量到达项目区时间

(2) 广东石化项目应急设备配备

广东石化项目按中型应急设备库配备考虑。该项目配备了多功能浮油回收船，该船舶采用单体船型和舷侧对称设置内置式收油机安装形式，该船主要用于近海船舶溢油事故的应急处置，包括溢油回收、临时储存等，并兼顾溢油围控、消油剂喷洒、应急辅助卸载、溢油监视和重点污染源监护等功能。也可用于水上交通巡逻、监视等作业。该船装置整体满足 CCS 中国船级社《钢质海船入级规范》(2006 版)的规定进行设计和制造，并满足 SOLAS 等国际公约、ISO 标准及行业标准的规定及要求；并满足 CCS 关于 A 类浮油回收船的规范要求。

原油码头和产品码头应急人员防护设施配备分别见表 9.4-19 和表 9.4-20，溢油应急设备配备分别见表 9.4-21 和表 9.4-22。

表 9.4-19 原油码头工程人员防护设备

项目	名称	数量
1	防火隔热服	4 套
2	重型内置防火太空服	4
3	杜邦防护衣	20
4	空气呼吸器	20
5	防毒面具	20
6	护目罩	20
7	防尘口罩	20
8	耐酸碱手套	20
9	安全鞋	20
10	吸收材料（消防砂）	2
11	泄漏处理桶	10
12	塑料软刷	10
13	救生艇	2

表 9.4-20 产品码头人员防护设备

项目	名称	数量
1	防火隔热服	4 套
2	重型内置防火太空服	4
3	杜邦防护衣	20
4	空气呼吸器	20
5	防毒面具	20
6	护目罩	20
7	防尘口罩	20
8	耐酸碱手套	20
9	安全鞋	20
10	吸收材料（消防砂）	2
11	泄漏处理桶	10
12	塑料软刷	10
13	救生艇	2

表 9.4-21 原油码头工程溢油应急设备配备

序号	应急设备名称	单位	数量	备注
溢油监视设备				
1	溢油监测报警核心业务软件系统	套	1	主要包括：远程监测系统/信息管理系统/溢油应急响应系统/电子海图显示系统
2	系统支持平台	套	1	主要包括：数据及应用服务器、操作系统、数据库软件、网络路由器、杀毒软件、通讯接收设备、电子海图数据等
3	溢油探测器	个	7	采用脉冲光波探测技术探测监视水上溢油
4	声光报警装置	套	7	采用警用报警装置，能最大程度的体现报警的及时性和生动性
5	综合数据采集传输仪器	套	7	具有数据采集（包括图像信息）、通讯传输、联动控制及彩信报警功能
6	安装辅材与线缆	-	-	包括升降器及各种线缆
溢油围控清除设备				
1	海洋型充气围油栏（含充气动力装置）	米	1000	主要用于开阔水域溢油的围控和收油机作业时的导流，同时可用于深水区敏感资源的保护
2	岸滩围油栏	米	200	岸滩围油栏主要用于保护特殊敏感岸线
	吸油拖栏	米	9000	吸油比率不小于 1: 6
3	防火型围油栏	米	1000	用于对易燃油品的围控，配合燃烧等清除方式处理溢油
4	固体浮子围油栏	米	1000	主要用于日常营运永久性布防
6	围油栏清洗装置	套	1	可清洗使用后的围油栏
7	真空式收油机（10~30m³/h）	套	1	应对小型事故，机动灵活，便于在狭小水域或岸边作业
8	中型动态斜面式收油机（30~60m³/h）	套	2	应对较大的溢油事故或在气象情况不佳时在港湾内和近岸使用
9	堰式收油机（80m³/h）	套	1	可兼做卸载泵
10	油拖网（总容量 10m³）	套	2	用于高粘度溢油的回收，也回收使用过的吸油材料或凝结的油块
11	吸油毡	吨	12	用于中低粘度溢油的快速吸收
12	环保型消油剂	吨	9	可消解中低粘度的溢油
13	船用消油剂喷洒装置	套	6	用于喷洒消油剂，喷洒速度 1.13t/h
14	储油罐（10m³）	个	20	用于海上溢油回收后的储运
15	多功能清洗设备	套	1	用于清洗收油机等机械设备
16	拖轮	艘	2	租赁、改造，费用不计入本次投资
17	围油栏布放艇	艘	1	用于布防围油栏
18	卸载泵	套	2~3	防爆型，总卸载能力不小于 300m³/h

表 9.4-22 产品码头工程溢油应急设备配备及投资估算总表

序号	应急设备名称	单位	数量	备注
溢油监视设备				
1	溢油监测报警核心业务软件系统	套	1	主要包括：远程监测系统/信息管理系统/溢油应急响应系统/电子海图显示系统
2	系统支持平台	套	1	主要包括：数据及应用服务器、操作系统、数据库软件、网络路由器、杀毒软件、通讯接收设备、电子海图数据等
3	溢油探测器	个	7	采用脉冲光波探测技术探测监视水上溢油
4	声光报警装置	套	7	采用警用报警装置，能最大程度的体现报警的及时性和生动性
5	综合数据采集传输仪器	套	7	具有数据采集（包括图像信息）、通讯传输、联动控制及彩信报警功能
6	安装辅材与线缆	-	-	包括升降器及各种线缆
溢油围控清除设备				
1	海洋型充气围油栏（含充气动力装置）	米	1000	主要用于开阔水域溢油的围控和收油机作业时的导流，同时可用于深水区敏感资源的保护
2	岸滩围油栏	米	200	岸滩围油栏主要用于保护特殊敏感岸线
3	防火型围油栏	米	2100	用于对易燃油品的围控，配合燃烧等清除方式处理溢油
4	固体浮子围油栏	米	2400	主要用于日常营运永久性布防
6	围油栏清洗装置	套	1	可清洗使用后的围油栏
7	真空式收油机（10~30m³/h）	套	2	应对小型事故，机动灵活，便于在狭小水域或岸边作业
8	中型动态斜面式收油机（30~60m³/h）	套	1	应对较大的溢油事故或在气象情况不佳时在港湾内和近岸使用
9	堰式收油机（10~30m³/h）	套	1	可兼做卸载泵
10	吸油毡	吨	5	用于中低粘度溢油的快速吸收
11	环保型消油剂	吨	4	可消解中低粘度的溢油
12	船用消油剂喷洒装置	套	5	用于喷洒消油剂，喷洒能力 0.5t/h
13	储油罐（10m³）	个	13	用于海上溢油回收后的储运
14	油拖网（总容量 6m³）	套	2	用于高粘度溢油的回收，也回收使用过的吸油材料或凝结的油块
15	多功能清洗设备	套	1	用于清洗收油机等机械设备
16	多功能浮油回收船	艘	1	具备综合清污和储运能力的应急专用船舶
17	拖轮	艘	2	租赁、改造，费用不计入本次投资
18	围油栏布放艇	艘	1	用于布防围油栏
19	卸载泵	套	2~3	防爆型，总卸载能力不小于 300m³/h

（3）本项目应急设备配备

《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）要求，港口应以风险评估确定的可能最大水上溢油事故溢油量作为本港及其附近区域的溢油应急防备目标。

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》，现有码头可按表 9.4-23 配置溢油应急设备。

根据估算，本项目可能最大水上溢油事故溢油量为 5950t，广东省范围内溢油应急设备配备在 8344t 以上，福建境内 24h 内可到达项目区的应急设备配备在

1700t 以上,广西和海南合计 1200t 以上,几大炼油企业和钢铁基本配备约 2800t,总体已能满足本项目的需求。广东石化原油拟配备相当的应急设备,本项目与广东石化原油码头上级单位相同,码头规模相同,本项目码头吞吐量少于广东石化项目,且两个泊位相邻,可将广东石化项目原油码头配备应急设备视为自有。

根据前面分析,该港区应对的溢油应急目标为 5950 吨级溢油事故,按《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)要求自有、联防或者购买应急防备目标占 5%~10%,满足浅水或岸线清污作业的 20%;即需自有防备能力为 595 吨级应急设备。通过计算,需配备 500m³/h 收油机等,广东石化项目拟配置 500m³/h 收油机;广东石化项目配备较多的岸滩围油栏、固体浮子围油栏等设备均可兼做浅水或岸线防备清污作业。对比《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》见表 9.4-24,广东石化原油码头及周边海域配备的溢油应急设备已能满足要求,本项目只需按《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》《水运工程环境保护设计规范》配备围油栏、溢油监视报警装置,同时多配置吸油毡。

按此要求,工程需增加配置永久布设型围油栏,泊位和栈桥需配置的围油栏见表 9.4-26,共需增加 6100m。

表 9.4-23 海港从事油类和类油类物质作业码头水上溢油应急设施设备配备要求

设备名称			靠泊能力						
			1000 吨级~5000 吨级(含)	5000 吨级~10000 吨级(含)	10000 吨级~50000 吨级(含)	50000 吨级~100000 吨级(含)	100000 吨级~150000 吨级(含)	150000 吨级~300000 吨级	300000 吨级及以上
围油栏	永久布放型	m	实体结构码头的单个泊位不低于：码头泊位长度+最大设计船型设计船宽×2+100，栈桥式、支墩式码头的单个泊位不低于：（最大设计船型设计船长+船宽）×2+200m						
	应急型	m	不低于最大设计船型设计船长的 3 倍						
收油机	总能力	m³/h	10	20	30	65	90	125	150
油拖网	总容量	m³	4		6		8		10
	数量	套	2						
吸油材料	数量	t	1	1.5	2.5	5	7	10	12
溢油分散剂	浓缩型，数量	t	1	1.5	2	4	5.5	7.5	9
溢油分散剂喷洒装置	喷洒速度	t/h	0.13	0.19	0.25	0.50	0.69	0.94	1.13
储存装置	有效容积	m³	10	20	30	65	90	125	150
围油栏布放艇	数量	艘	1						
溢油应急处置船	回收舱容	m³	—	40	60	130	180	250	300
	收油能力	m³/h	—	20	30	65	90	125	150

表 9.4-24 现有应急设备配备与《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》要求对比表

应急防备等级	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响应时间最低要求(h)	目前已有/即将配备应急设备应对能力(t)
		占区域溢油应急防备目标的比例	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要求	5%~10%	20%	4	595（广东石化项目配备）（满足要求）
二级防备	与上一级应急预案衔接或区域联防安排	50%~60%	——	24	3950（满足要求）
三级防备	在应急预案中识别周边可协调的应急资源	40%~50%	——	48	3250（满足要求）

表 9.4-25 本项目围油栏配置计算

规范要求	规模	泊位数量	设计船型 船长 (m)	设计船型船 宽 (m)	围油栏配置 要求 (m)
《港口码头水上污染事故 应急防备能力要求》	30 万吨级	1	334	60	988
《水运工程环境保护设计 规范》	30 万吨级	1	334	60	1670
	栈桥	1	2173	8.5	4372
	合计				6042

表 9.4-26 本码头工程溢油应急设备配备及投资估算总表

序号	应急设备名称	单位	数量	价格 (万元)	备注
1	固体浮子式阻燃型 橡胶围油栏	米	6100	400	用于作业时使用，同时按布 设要求配备定位连接浮筒、 围油栏浮标、围油栏附件等
2	溢油监视报警装置	套	1	160	含四个监控点
3	吸油毡	吨	12	24	
合计				584	

9.4.2.3 事故发生后减小影响的其他措施

(1) 事故后收集措施

工作平台的装卸阀区内设置围油坎；引桥和工作平台阀区以外设置护轮坎；工作平台设置一座集水池。事故消防水经上述围蔽空间内排水沟收集后，汇入集水池，由污水泵加压后泵入后方库区事故水池，事故水池最后进入炼化区污水处理场处理。

引桥和作业船舶周边布置围油栏，如管线发生泄漏事故，基本落入围油栏范围内，收集回收比较容易实现，影响可控。

(2) 消防废水收集

1) 消防废水量

①**固定及移动消防水炮、泡沫炮的消防对象为船舶，消防水主要是向船舶喷洒。**当码头火势较大时，可采用移动消防水炮，少量混有污染物的消防污水有一半流入海中，一半落在码头面上，落在码头面上的消防污水应尽量收集，将通过在码头面外围设置砂袋拦截；

②**码头前沿水幕、炮塔水幕分别为防火分隔及防护冷却，不与污染物直接接触，几乎不产生污染水。**码头前沿水幕水量按有一半流入海中，一半落在码头面上，落在码头面上的水应尽量收集。炮塔水幕在靠船墩，无污染，可不考虑收集。

③码头上 2 支 5L/s 水枪及 1 支 8L/s 泡沫枪产生的消防水量，该部分水量应尽量收集。

则消防废水量为： $(40\text{L/s} \times 3600\text{s/h} \times 6\text{h}(\text{移动水炮}) + 40\text{L/s} \times 3600\text{s/h} \times 1\text{h}(\text{移动泡沫炮}) + 80\text{L/s} \times 3600\text{s/h} \times 1\text{h}(\text{前沿水幕})) \times 0.5 + 8\text{L/s} \times 3600\text{s/h} \times 1\text{h}(\text{泡沫枪}) + 10\text{L/s} \times 3600\text{s/h} \times 6\text{h}(\text{水枪}) = 892.8\text{ m}^3$ 。

2) 码头事故消防废水收集措施

码头设置护轮坎、阀区设置围油坎；消防事故时，围堰内可储存事故消防水量为： $39 \times 31 \times 0.3 = 362.7\text{ m}^3$ ；码头集水池设置两台污水泵，单台污水泵流量为 $45\text{ m}^3/\text{h}$ ，消防事故时，两台污水泵同时开启，两台污水泵连续运转 6 小时，转输水量约为 $45 \times 2 \times 6 = 540\text{ m}^3$ 。则围堰内总水量+污水泵转输量= $362.7 + 540 = 902.7 > 892.8\text{ m}^3$ 。满足收集消防事故水总量要求。

消防废水通过码头排水沟、集水池收集，通过污水泵泵送汇入管廊含油污水管网，最后进入后方事故水池。

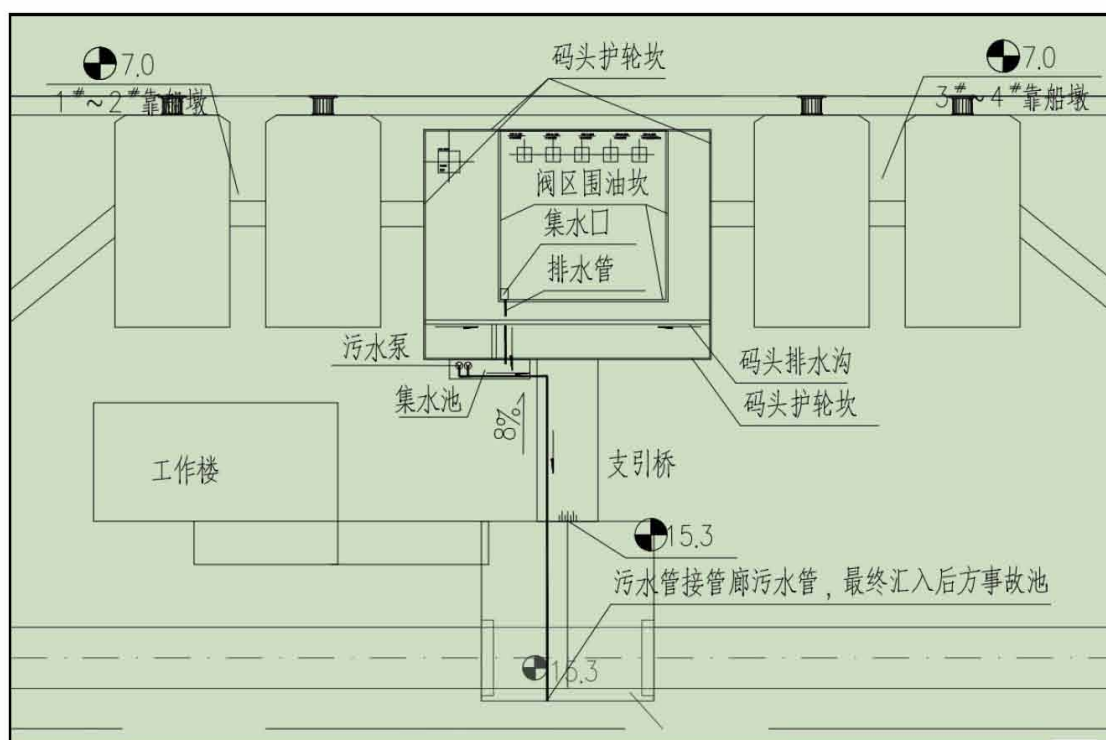


图 9.4-9 码头事故水收集示意图

(2) 事故池的可依托性

1) 事故池布置位置合理性

事故池建在库区北侧，场地竖向平整后标高为 22.45m，池深 5.4m，池底标高为 17.40m。最远端罐组地坪标高为 24.15m。事故排水管道与场区污染雨水管

道合建，以 1.5‰~3‰的坡度坡向事故池，进池处的管底标高为 18.85m。

库区工程竖向布置图见图 9.4-10。

2) 事故池容量

由上可知，码头可收集消防用水量为 892.8m³，管道泄漏事故泄漏量为 1344t，合计 2236.8m³。

揭阳地区年平均降雨量 1772.5mm，年平均降雨天数 122.1d，则平均日降雨量为 14.52mm，码头平台面积为 40×32=1280m²。则污染雨水量为 $V_{\text{雨水}} = 0.01452 \times 1280 = 19\text{m}^3$ 。

事故池的容量能满足码头事故水接收的容量要求。

3) 库区工程中控室的抗多米诺效应的能力

为保证事故中中控室仍能发挥控制作用，采取以下措施：

①中控室周边地面标高 24.80m，为全厂区地势高点，最大程度保证事故时中控室能正常工作。

②依据《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》（Q/SY 1190-2009）的规定，事故时物料的泄漏量为罐区内最大储罐的罐容，本罐区的最大的物料泄漏量 $V_1=100000\text{m}^3$ ，此部分事故液由一级预防控制措施的防火堤进行预防及控制。

防火堤外侧地坪标高略高于防火堤内平均标高，防火堤高约 3.2m（以防火堤外侧设计地坪计），有效容积 102000m³ 以上，均可容纳一个单罐罐容。

③库区将二、三级防控措施合并设置，事故池（一）、含油污水收集池作为二、三级预防控制措施，收集污染消防水及罐区的雨水。事故池（一）和污染雨水收集池总容积为 19800m³。

三级防护措施总容量为 118300m³，大于污水总量，能够装下全部污水量，满足环保要求。

④中控室所在综合办公楼与生产区的之间的围墙为非燃烧实体围墙，墙高 2.5m，能防止事故状态下罐区物料泄漏对中控室的影响。

⑤中控室朝向罐区的墙体，采用钢筋混凝土抗爆结构，可以有效控制罐区发生事故时对中控室的破坏。

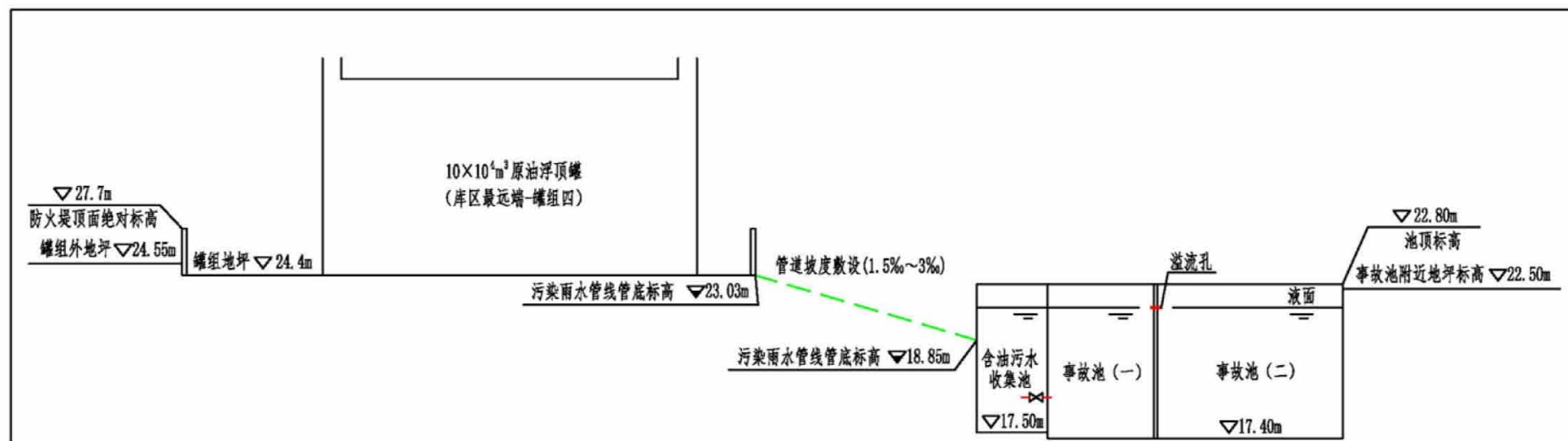


图 9.4-10 库区工程竖向布置图

9.4.2.4 设备配备应对措施可行性及海域环境风险可控性分析

(1) 设备配备应对措施可行性分析

本项目应急反应的重点应对港内海域发生的小规模污染事故(可应对 100t 以下规模溢油事故)，同时与国家、社会力量和本港区其他码头共同承担主航道、锚地等公共水域发生的中大规模(>100t 规模的溢油事故)的船舶污染的风险。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》，按可能最大水上溢油事故溢油量进行预测并配备应急设备，码头工程可能最大水上溢油事故溢油量为 5950t；通过相关资料显示，广东省境内目前可协调能力（包括国家设备库、三大石化、地方政府和清污公司）6000t，拟配置能力 1000t，福建境内海域目前配置能力为 1700t，海口、钦州海域目前配置能力为 1200t，广东几大炼油企业和钢铁已配备约 2344t，拟配置 500t，合计现有 11244t 的应对能力，规划实施后总共为 1500t（广东省境内现有约 8344t，规划 1500t）。广东石化项目拟按中型设备库配置，可知本项目应急设备配置可满足本项目港内海域发生的小规模污染事故的应急要求，企业外部依托、区域联动应急响应能力亦基本能满足揭阳海域主航道、锚地等公共水域发生的中大规模（100~1000t 规模的溢油事故）的船舶污染事故。

本评价主要根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)和《水运工程环境保护设计规范》(JTS-2018)要求完善现有应急设备配备。

表 9.4-27 本项目和该海域的应急设备配备可应对的事故规模汇总表

类别	现有 (t)	拟配置 (t)	到达时间
广东石化项目	/	500 (配备的收油机可应对 595 吨级)	2h 内
揭阳	28	550~1000	4h 内
广东省境内	8344	1000	40h 内
福建境内	1700		22h 内
海口、钦州	1200		72h 内

综上，本项目及周边应急设备配备要求可满足本项目的应对目标要求。应急设备到达时间亦满足《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)响应时间要求。

(2) 海域环境风险可控性分析

1) 大中型事故发生概率较小

根据前面分析，10吨以下、10~100吨、>100吨事故发生概率分别为0.2次/年）、0.04次/年、0.04次/年。

可知，大于10t的泄漏事故发生概率较小，对于较可能发生的操作性事故，本项目及广东石化项目配备的应急设备可独立应对。

2) 可围控性

原油码头进出港船舶数量较少，原油码头常备围油栏，作业时布设围油栏后方进行卸船，可控制装卸作业可能导致的溢油事故油膜漂移。

本海域的环境敏感目标主要有三类：养殖区、自然保护区、度假旅游区，其中滩涂养殖区主要在湾内分布，另一种养殖方式为高位养殖，如发生溢油时停止取水可避免对养殖品种的影响；对于较敏感的是自然保护区和度假旅游区，广东石化项目已考虑配备围油栏等进行防护。

3) 应急设备配备可满足最可能发生的事故的应对要求

本项目和广东石化项目的应急设备配备可应对500t的事故，符合可操作性事故的配备要求。

根据导则，海损性事故最可能发生的泄漏量为5950t，广东境内的应急设备配备可应对8344t的事故，福建境内可利用的应急设备配备可应对1700t的事故。应急设备配备可满足最可能发生的事故的应对要求。

4) 海洋生态系统可修复性

海洋环境风险事故发生后可能对海洋生态环境造成很大的影响；从资料可见，事故发生后海洋生态系统在第2年可逐步恢复，鱼类资源恢复期3~7年。

在事故发生后需采取相应的补偿措施和修复措施，进一步加快海洋生态系统的恢复。

从以上几方面而言，在严格落实相关风险防范措施和应急设备配备方案的基础上，本项目海域环境风险是可控的。

当地政府应建立揭阳港海域环境风险防范、应急联合体系，统一调配使用海域风险防范资源，分析并优化港口、航道布局和危险物质运输方式，加强应急演练与区域联动，提高突发风险事故应急处理能力。

10 环境保护措施及其可行性论证

10.1 施工期污染防治与环境保护对策和措施

10.1.1 海洋生态环境保护措施

(1) 主要影响环节

本次工程施工期间对海洋生态环境产生影响的主要环节为：疏浚、炸礁作业和水工建筑物建设。

(2) 拟采取的生态环境保护措施

主要包括以下几个方面：

①合理安排施工进度，注意保护生态环境敏感目标

施工单位在制定施工进度、安排施工进度时，应充分注意到附近水域的生态环境保护问题。

②生物栖息地的保护措施

对水生生物栖息地造成影响的作业包括底质开挖和水工建筑物建设引起的底质扰动和泥沙再悬浮等。施工作业应预先制定合理的施工进度，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围，尽量减少对底栖生物的影响。

③控制泥沙再悬浮的范围和强度

水体中悬浮物含量增加，将影响浮游生物的正常生长与发育，为减小对浮游生物和渔业资源的影响，应控制泥沙再悬浮的强度和范围，有效控制水域疏浚对水环境的影响。

④建设单位应做好施工前的宣传教育活动，对于施工过程中可能出现的大型野生生物，严禁施工人员捕猎，遇有密集种群应尽可能设法予以避让。

⑤为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。炸礁前采用电子脉冲赶鱼机驱赶周边生物；对打桩、炸礁等噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工作业。另外，也可以控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。

⑥炸礁作业选用延时爆破工艺、乳化炸药，并严格按照要求控制起爆药量。

采用小量微差爆破法施工，延时 25~30 毫秒，每响炸药量 80~160kg，每孔

控制在 10~20kg；爆破前采用水下声纳或放小炮驱赶周边生物；爆破期间设专人观测，一旦发现海龟等珍稀生物，立即停止施工，并将其驱逐出作业海域，最大程度的减少对环境敏感目标保护物种的影响。

⑦水工工程施工将对工程区域内的海洋生物资源造成一定程度的破坏，通过生态补偿的措施达到减小工程对海洋生物资源的影响。建议由业主与揭阳市农业农村主管部门协商，明确增殖放流的鱼类品种和数量，所需经费从生态补偿费列支。

10.1.2 施工期水污染防治措施

(1) 主要污染环节

本工程施工期间对水质的主要污染环节为：疏浚和水工构筑物建设过程中的底质再悬浮，施工船舶废水等。

(2) 拟采取的环保措施

- 在进行港池疏浚时，应有专人监督管理疏浚过程的环保问题。
- 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质的搅动强度和范围。
- 必须有严格的施工操作制度，开工前应对施工设备，尤其是挖泥船的泥舱门进行严格的检查，发现有可能泄漏污染物的情况时（包括泥沙和船用油），必须修复后才可进行施工作业；在作业过程中如发现泄漏，必须立即采取措施处理。做好施工设备的日常维修检查工作，保持挖泥设备的良好运行和密闭性。
- 加强当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业，避免造成船舶事故。
- 施工船舶的生活垃圾、生活污水、含油废水由有资质的接收船接收处理。

以上措施在一些港航工程实施后能达到预期效果，因此本工程采取以上环保措施在经济技术上可行。

10.1.3 施工期大气污染防治措施

(1) 施工工地周围设置连续、密闭的围挡，缩小施工扬尘的扩散范围。对施工现场进行科学管理，统一堆放施工弃土、施工材料，设置防尘或围栏防护设施，避免露天长期堆放易起尘的弃土和物料，减少扬尘或粉尘污染。

(2) 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。

(3) 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) 进出工地的物料、垃圾运输车辆, 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。

(5) 水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料, 应安排在临时仓库内存放或严密遮盖, 运输时防止洒漏、飞扬, 卸运尽量在仓库内进行并洒水湿润。

(6) 施工垃圾应及时清运、适量洒水, 以减少扬尘。

(7) 施工船舶应尽可能使用耗油低、排气量小的船舶。施工船使用柴油做动力时, 采用符合规定要的油品质量。

(8) 对入场施工机械进行管理, 检查合格的机器才可进场作业, 减少施工机器产生的燃油废气。

(9) 建议采用移动式焊接烟尘净化器。该设备是专为治理焊接作业时产生烟尘、粉尘、有毒气体而开发的一款工业环保设备, 广泛应用于各种焊接、抛光打磨、化学品生产等场所。焊接烟尘在负压的作用下由吸气臂进入焊接烟尘净化器设备主体, 进风口处阻火器阻留焊接火花, 烟尘气体进入焊接烟尘净化器设备主体净化室, 高效滤芯将微小烟雾粉尘颗粒过滤在焊接烟尘净化器设备净化室内, 洁净气体经滤芯过滤净化后进入焊接烟雾净化器设备洁净室, 洁净空气又经活性炭过滤器进一步吸附净化后排放。排出气体可达到国家要求的室内气体排放标准焊接烟雾净化器就此完成了焊接烟尘净化的整个过程。本次评价要求对施工期的焊接烟尘采用移动式焊接烟尘净化器进行处理, 以减少焊接烟尘对大气环境的影响。

10.1.4 施工期噪声防治措施

(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, 并报工地所在地区环保相关部门批准方

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内。

(5) 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。

10.1.5 施工固体废弃物和疏浚物处置措施

(1) 施工期固体废弃物污染防治措施

- 工程弃土弃渣和无害的建筑垃圾在施工现场做好土石挖方和填方平衡，对剩余普通弃土，堆放到指定的临时堆放点，经统一规划后综合利用。

- 生活垃圾、机修油棉纱经收集后，由市政环卫部门统一处理。

- 废焊条、焊渣由厂家回收利用。

- 废油、废机油以及漆桶由有危废处理资质单位接收处理。

- 对部分施工过程产生的可回收固废，按资源再利用的要求，寻求有利用能力的单位进行回收利用，做到废物的最大化利用。

- 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。

- 施工结束后，及时清理施工现场，拆除临时工棚等临时建筑物。

(2) 疏浚物处置措施

本项目港池疏浚产生疏浚物约 106.2 万方，全部外抛至海洋临时倾倒区。本项目另有 14.01 万方炸礁产生的礁渣，回用至防波堤做回填材料，不外抛。

在倾倒区选划工作完成，明确了抛泥区的范围并取得合法手续后，方可将疏浚物外抛到指定区域。在此之前不得将疏浚物随意外抛。

10.2 营运期污染防治与环境保护对策和措施

10.2.1 大气污染防治措施

本项目营运期大气污染源主要为装船油气和船舶尾气。本章节重点讨论装船油气的污染防治。

对于装船油气，回收处理主要有两种方法：燃烧和回收。其中燃烧法主要有火炬、催化燃烧等；回收主要包括冷凝、吸附、吸收和膜法。国内针对码头港口油气回收技术目前仍处于探索阶段。

本项目回收货种为原油，且周边无柴油依托。

(1) 初步油气回收方案

由于本项目外部依托条件不足，油气回收装置应选用工艺流程简单、初始投资少、运营成本低、对原油物性适应性强的工艺技术路线。根据前期研究成果及市场调研，并结合本项目情况，初步确定以下两个油气回收方案：

①油气回收处理方案一（推荐方案）：脱硫+焚烧

来自码头装船的油气，经过引气风机提升压力后，送入脱硫模块处理，脱硫采用干法脱硫工艺。脱硫后的废气，在加压风机增压后，送至超低排放燃烧器（防回火焚烧头金属表面焚烧）处理达标排放。

②油气回收处理方案二：冷凝+吸附+吸收

原油油气通过管道引入油气回收装置后，装置内设置的引风机将油气升压至 5kPa 后，与吸收塔顶不凝气混合，然后进浅冷器降温至 5℃ 左右的浅低温，凝液进入吸收塔，不凝气进入吸附床组。浅冷的主要目的是一是，确保吸附床热点温度不高于 65℃，二是，液化回收部分有机物，降低吸附部分的负荷。

吸附床组由 10 座结构和功能相同的吸附床构成，其中 7 座处于同时吸附步骤，另外 3 座处于不同的再生步骤。每座吸附床依次经历吸附步骤和由初抽、一抽、二抽、三抽、真空清洗、破真空等 6 个步骤组成的再生步骤。在吸附步骤，吸附力较强的有机物被吸附剂吸附下来，达标的尾气直排大气；当吸附剂达到一定吸附饱和度时，切换操作，对吸附床进行再生，通过抽真空和真空清洗等步骤，将吸附在吸附剂上有机物脱附下来，使吸附剂得到充分再生，同时从真空泵出口得到浓缩有机物的脱附气，脱附气经真空泵升压后送入吸收塔，用从原油罐区来的轻质原油做吸收油进行吸收处理，吸收了脱附气中有机物的富吸收油经富吸收泵升压后送回原油罐区，实现了原油装船过程挥发出来的有机物又回到原油中的目的。

(2) 方案对比分析

油气回收工艺技术经济对比分析见表 10.2-1。

两个方案理论上均可实现油气的达标排放，且都有可靠稳定的安全措施。通过设备初始投资、运营期能耗及损耗的对比，两个方案总体计算差别不大。

方案一工艺流程较短、工艺路线简单。

方案二的工艺路线主要有三个特点：一是可达毫克级的吸附+吸收处理工艺；二是原油做吸收剂；三是无 CO₂ 排放。毫克级的吸附吸收处理工艺以及原油做吸收剂的处理工艺虽然在国内分别有运行案例，但数量不多、投产时间不久，其实际运行可靠性尚需时间验证。而用原油做吸收剂的毫克级吸附+吸收处理工艺国内当前并无类似案例。

(3) 推荐油气回收方案

鉴于当前国内装船油气回收技术尚不够成熟，尤其对于大处理量的毫克级的原油油气回收装置，没有实际运营成功的案例。再考虑到上述两个工艺路线可靠性的问题，为保证本项目油气回收工作的顺利推进，推荐本项目油气回收方案如下：

由于防回火焚烧头金属表面焚烧模块常作为终端处理，因此，拟推荐采用“脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧”的回收装置，该方案同时保留了后期改造增加预处理设施的可能性。

表 10.2-1 油气回收工艺技术经济对比表

序号	对比项	脱硫+焚烧	冷凝+吸收+吸附
1	主要原理	油气经脱硫模块进行脱硫；焚烧设施对尾气焚烧处理	原油油气经浅冷后进入吸附罐吸附，解析后的高浓度油气进入原油吸收塔吸收，塔顶不凝气再与装船油气混合后进入冷凝模块循环处理，吸附模块达标尾气直接排放，吸收后的富油打入装船管线直接装船。
2	主要优点	① 工艺流程短，操作简单，运营维护量小； ② 即开即停，快捷方便。	① 设备安全性高，生产运行稳定； ② 纯回收法，不需脱硫，较环保； ③ 外部依托少，只需外接用电和仪表风。 ④ 确实做到油气无二次污染（不产生 CO ₂ 、NO _x ）等。
3	主要缺点	① 外部依托较多，需外接用电、仪表风、氮气和助燃气； ② 防回火焚烧头金属表面焚烧前无预处理，安装调试要求高； ③ 脱硫产生固废，每次营运后需处理脱硫剂固废。	① 工艺流程较复杂，操作维护工作量较大； ② 耗电量较高。

序号	对比项	脱硫+焚烧	冷凝+吸收+吸附
4	三废排放	理论上三废排放满足相关规范要求	
5	占地	小	较大
6	一次性投资	高	高
7	寿命	周期约为 4 年~7 年	活性炭更换周期约为 3 年~5 年
8	运行费用	较高：需要消耗电能、助燃气和脱硫剂；	较高：冷凝能耗高，活性炭需要更换
9	安全风险控制	① 超低排放纤维表面燃烧工艺燃烧头需定期吹扫，维护不到位可能导致局部超温损坏； ② 断电状态下预混室残余气体可能无法及时排出。	油气浓度变高导致的活性炭温升、自燃。
10	应用情况	多	少

(4) 脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧方案经济技术可行性

项目设油气回收装置 1 套。油气回收装置设置在码头引桥根部陆域，设计处理能力为 6000m³/h，油气回收采用“脱硫+防回火焚烧头金属表面焚烧方案”，尾气通过高 15m，内径 1372mm 的烟囱排放（延长烟囱内径 1460mm）。

油气经送引气风机提升压力后，送至脱硫模块进行处理，脱硫采用干法脱硫工艺，脱硫剂暂定采用氧化锌，将原油挥发气中的 H₂S 脱除。经过氧化锌脱硫剂干法脱硫后，H₂S 浓度可达到 10ppm，脱硫效率可达 80%以上（入口浓度按 50ppm 计算）。脱硫后的油气经增压风机加压后送至防回火焚烧头金属表面焚烧模块处理。该装置处理效率为 99.9%。

防回火焚烧头金属表面焚烧模块已有应用案例。根据“中石油独山子石化公司乙烯厂储运联合车间常压罐区尾气除臭设施排放口超低排放燃烧装置性能测试报告”（见附件）：入口总烃 75500~82900mg/m³，其中非甲烷总烃约 61600 mg/m³ 的情况下，经该焚烧装置处理后，尾气非甲烷总烃浓度为 1.8~5.46mg/m³ 之间，氮氧化物 6~11 mg/m³ 之间。可见该焚烧装置对于有机废气处理效果良好，尾气排放可以满足本项目 120 mg/m³ 的需求。

10.2.2 水污染防治措施

本项目码头水污染防治措施见表 10.2-2。

表 10.2-2 本项目水污染防治措施汇总

序号	污水来源和类型	处置方式和措施
1	压舱水	无
2	船舶（机舱）含油污水 约 8.33~20m ³ /d	通过码头设置的含油污水管送往库区污水收集系统后，转至广东石化厂区污水处理场统一处理
3	船舶停泊作业生活污水 2.55m ³ /d	通过码头设置的生活污水管，送往库区污水收集系统后，转至广东石化厂区污水处理场统一处理
4	港区工作人员生活污水 2.17m ³ /d	
5	码头生产废水（冲洗水） 6.4m ³ /次	通过码头和油气回收站的分别设置的含油污水池收集后，通过含油污水管道送往库区污水收集系统后，转至广东石化厂区污水处理场统一处理
6	初期雨水 25.58m ³ /次	

(1) 油船作业时布置围油栏

油船靠泊码头时在船舶的四周设置围油栏，把油船包围起来，防止可能发生的溢油漂移，溢油扩散。

(2) 配备溢油回收设施

配备溢油回收及消除设施。设置收油机，可以高效率的回收水面溢油；设置溢油分散剂（消油剂）以及吸油材料（吸油毡）；与1#泊位共用围油栏布栏船（兼作溢油回收等多用途）。

(3) 含油污水处理

船舶机舱含油污水，岸上接收处理。

(4) 码头面的初期雨水处理

码头装卸臂和阀区、油气回收站的初期雨水，通过污水池收集，用污水泵抽至油污水管道，通过后方库区污水泵排到广东石化厂区的污水处理场处理。

(5) 码头地面少量油污的处理

码头地面少量的跑、冒、滴油污，通过码头上的污水池收集，用污水泵抽至油污水管道，排向广东石化厂区的污水处理场处理。

(6) 船舶及码头生活污水的防污染措施

①船舶生活污水，岸上接收送广东石化厂区污水处理场处理。

②码头工作楼设置环保厕所，生活污水纳入广东石化厂区污水厂处理。

(7) 船舶污水防治措施

为了防止船舶污水造成揭阳水域的污染，本项目应严格执行 MARPOL 73/78 防污公约的相关要求，采取切实可行的船舶污染防治措施。具体措施包括

以下几个方面：

①加强到港船舶的监管

根据 MARPOL 73/78 防污公约附则的要求，来港船舶自身均应配备含油污水、生活污水处理设备，将自身产生的船舶污水处理达标后在规定的区域排放。

要求到港油船全部安装油水分离器并运行状况良好，10000 总吨以上的船舶安装自动停止排放系统并保护运行；禁止到港船舶在近岸海域排放机舱舱底污水和货舱压载水等，重点加强对没有排油监控系统油船的监控。

严格控制到港船舶压载水量，要求万吨级以上到港船舶配有过滤设施和紫外灭活装置。

监控船舶生活污水排放情况，应在距最近陆地 4 海里以外排放。本项目到港船舶在揭阳海域内排放生活污水必须经主管机关认可的生活污水处理装置处理，而且排出的废水其水质指标达到标准。

船舶污水排放口实行铅封制度。建议到港船舶油污水应全部实现铅封。

②船舶污水接收、处理设施设备配备

根据 MARPOL 73/78 防污公约附则的要求，港口应设置能满足到港船舶需要的船舶污水的接收设备，而不造成船舶的不当延误，因此港口经营管理部门应负责建立健全港口对船舶污水的接收装置。

根据 73/78 防污公约附则 II 规定的化学品液货船作业标准，对压舱水为清洁海水（含油浓度 $\leq 15\text{mg/L}$ ），可按照规定排放入海（距最近陆地大于 12 海里，水深 25m 以上）。且根据 IMO 的规定，随着船舶向双层壳、双层底的设计发展，将使用专用压载舱装置排放清洁压舱水，而需港口接收的有液货污染的压舱水排放将越来越少。本项目不接受无专用压载舱的船舶到港。

本项目机舱含油污水、船舶生活污水上岸接收送广东石化厂区处理。万吨级以上的油船一般自身带有油污水处理装置或有专用压载舱。**由于本项目不设置 5 万吨级以下船舶靠岸，因此不考虑设置压舱水接收装置。**

对于清洁压载水，万吨级船舶一般配备过滤及紫外灭活装置，本项目不考虑接收清洁压载水。

③建立和完善船舶污染防治管理体制

- a. 进入港口的油船，船上应配备完善“船上溢油应急计划”，并加强对船上人员的培训和演习训练的监督。
- b. 到港船舶需完善“程序与布置手册”，装卸货物严格按程序规定操作。
- c. 到港船舶要有在航更换压载水记录，以防止远洋轮的外来微生物入侵。

10.2.3 固体废弃物处理措施

(1) 陆域垃圾

本项目陆域有油气回收装置一座，产生废氧化锌 83.34t/a。属于 HW08 危险废物，危险特性为 T 类。危废暂存于库区的危废暂存间，与库区产生的危废一起交由有资质的单位处理。

(2) 船舶和码头固体废物

一般码头和船舶垃圾陆上接收处理，来自疫区的船舶垃圾需委托有资质的单位进行消毒处理。少量含油的抹布和劳保用品，属于《危险废物豁免管理清单》的，按要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。

10.2.4 海洋环境保护与补偿、修复措施

(1) 费用估算

工程的建设与营运会对海洋生态环境（包括海洋生态和岸线稳定）造成一定的破坏，建设单位应根据影响的情况作出适当的经济补偿。

根据规程计算，本项目建设造成补偿总金额为 356.75 万元。

(2) 海洋环境补偿和修复措施

目前生态补偿措施包括：资源增殖放流、底播增殖、保护区建设（含保护生物资源调查和监测）等，具体的补偿方式与主管部门商议确定。

建议本项目导致的海洋生物损失补偿费用应用于人工放流、保护区保护与监管、海洋环境跟踪监测等。有关具体的海洋生物资源和渔业资源补偿方案，评价单位建议在项目实施过程中，由建设单位与主管部门协商，明确补偿金额、补偿计划、具体实施单位等，具体放流方案和实施过程应存档备查，应便于项目环境保护设施竣工验收。

对于目前普遍采用的生态补偿措施——放流，地点设在前詹人工鱼礁区或邻近保护区内。根据海域渔业资源现状调查结果，结合目前评价水域的主要放流

品种，并重视对底栖生物多样性恢复的辅助作用。

10.3 “三同时”验收一览表

见表 10.3-1。

表 10.3-1 “三同时”验收一览表

时段	内容	要求
施工期	环境空气	运输道路、施工场地（陆域）采用洒水等方式降尘
	施工时间安排	合理安排施工计划和施工范围，不得超范围施工
	炸礁	爆破钱采用电子脉冲赶鱼机驱赶周边生物控制起爆药量
	打桩	对打桩等噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工作业。
	施工船舶污染物处理	施工船舶废水和固体废物收集后有资质的接收船接收处理。
	疏浚物处理	疏浚物到海洋主管部门批准的抛泥区处理。
	环境监测与监理	施工期海洋环境监测，施工期环境监理
营运期	废水	生产废水、初期雨水、船舶机舱废水、生活污水和陆域生活污水，均上岸通过管线送至广东石化厂区处理后回用。
	环境空气	装船废气全部回收，通过油气回收装置处理后排放。
	固体废物	船舶垃圾由有资质的单位处理，陆域垃圾交由环卫部门处理 危废暂存于库区危废暂存间后交由有资质的单位处理
	生态补偿费落实	生态补偿措施落实
环境风险	应急预案编制	编制应急预案
	应急设备配置	按相关规定配置应急设备

11 总量控制

污染物总量控制是将某一区域作为一个完整体系，以实现环境质量目标为目的，确定区域内各类污染物的允许排放量，从而在保证实现环境质量目标的前提下，促进区域经济的健康稳定发展。

11.1 污染物总量控制因子

根据污染物排放总量控制指标，并结合拟建工程所在区域环境质量现状和工程自身外排污染物特征，确定以下污染物为拟建工程的总量控制因子：

废气：VOCs（NMHC）、NO_x；

废水：COD、氨氮

11.2 拟建工程污染物排放情况

污染物排放总量控制是针对工程分析、环保治理措施及环境影响预测和分析的结果，贯彻清洁生产的原则，分析确定工程废水、废气污染物排放总量控制方案，为环保部门监督管理提供依据。

11.2.1 废气

本项目纳入总量控制的废气污染物为经油气回收装置回收处理后排放的装船废气和动静密封点产生的无组织排放的废气。船舶停靠期间的辅机废气，不属于本项目总量控制内容，按照《交通运输部<关于印发船舶大气污染排放控制区实施方案>的通知》（交海发〔2018〕168号）控制船舶大气污染物。

因此，根据报告第 4.2.2.1 节的核算结果，项目氮氧化物和挥发性有机污染物的排放控制总量见表 11.2-1。

表 11.2-1 项目废气污染物排放总量

序号	项目	单位	项目合计
1	NO _x	t/a	0.820
2	VOCs（NMHC）	t/a	8.778

（1）本项目 NO_x 排放总量拟通过广东石化炼化一体化项目已批复的总量进行调剂，根据《中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更项目变动情况

分析报告》，通过炼化厂区削减平衡，满足本项目新增量需求。

(2) 广东石化炼化一体化项目已批复的总量在满足了商储库库区工程后，无余量。2021 年 10 月 13 日，揭阳市生态局《关于广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程配套码头工程挥发性有机物总量指标意见的函》（揭市环函〔2021〕452 号）（见附件）同意通过揭阳市博龙塑料鞋加工厂停产及揭阳市榕城区兴群塑料厂增加治理设施产生的 VOCs 减排量分配给本项目，总量指标 8.78t/a。

表 11.2-2 拟建项目实施后商储库污染物排放总量变化情况一览表 (t/a)

污染物	广东石化变更环评总量	在建拟建项目				是否满足项目需要	缺口(t/a)
		广东石化变更工程变动后总量	商储库库区总量	本工程	合计		
NO _x	2804.87	2754.46	46.04	0.820	2801.32	是	0
VOCs	3423.05	3392.28	183.50	8.78	3584.56	否	8.78

11.2.2 废水

项目产生的废水包括船舶机舱油污水、生活污水、生产污水和初期雨水等，合计 7812.8 m³/a。经收集后通过后方库区污水泵统一送至广东石化厂区进行处理。后方库区收集库区工程、资深港区 1#泊位和本项目废水合计 83617m³/a，送往广东石化厂区污水处理场处理后回用。

根据“中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响评价”（环审〔2019〕76 号），原 120 万方原油码头废水为间断产生，按 10m³/h（84000m³/a）进行水平衡计算。本项目不增加废水总量也不增加污染物类型，因此不单独申请总量。

11.2.3 工业固体废物

拟建项目产生的固体废物主要为：检修垃圾及生活垃圾，统一由当地环卫部门处理；油气回收装置废弃脱硫剂，属于危险废物，按照危险废物管理，交由有资质的单位处理。

综上所述，本工程产生的固体废物全部得到妥善处置，排放量为 0。

12 环境经济损益分析

12.1 环保投资估算

本项目环保投资 7501 万元，占项目总投资的 5.4%。项目环保投资见下表。

表 12.1-1 环保投资估算一览表

序号	项目名称	规模	投资（万元）
施工期			
(一)	废气污染防治		
1	洒水车及运行（租）	2 辆	2
2	施工场地防尘		2
(二)	废水污染治理		
1	施工废水沉淀池	10m ³	1
(三)	固体废物处理		
1	船舶固废处理费用		5
2	危险废物处置费用		1
3	一般固废处理处理费用		5
(四)	海洋生态保护		
1	生态补偿金		356.75
2	驱渔设施（租）		20
(五)	施工期环境监理		
1	施工期环境监理		50
(六)	施工期环境监测		
1	施工期环境监测		100
营运期			
(一)	废气污染防治		
1	油气回收系统	1 套	6238
(二)	废水污染防治		
1	含油污水收集系统（含初雨水）		200
2	生活污水收集系统		20
(三)	噪声污染防治		
1	吸声材料		10
(四)	固体废物处理		
1	船舶固废		5
2	生活垃圾		3
(五)	环境风险应急设备		
1	应急设备		584

12.2 环境保护的经济损益分析

12.2.1 正效益分析

本项目为商业储备库配套码头工程，服务于储备库项目，是储备库项目营运的必要配套设施。配套码头和库区工程在降低企业石油采购成本、避免油价

大幅波动、降低石油供应中断风险、提高了国家能源安全方面有着重要的作用。

(1) 库区和配套码头项目的建设满足企业不断增长的需求

石油储备是保障企业发展以及企业稳定原料供给的有效手段。国际油价在一定程度上脱离了基本供需关系而独立运行。石油市场被不少人看作是“软金融市场”，炒作的机率比较大。同时，由于经济危机的影响和地区政局的不稳定，时刻存在着石油供应中断的危险。石油储备是使企业稳定正常运转，防止和减少石油供应中断最可行、最安全和最有效的手段之一。

石油储备是降低企业石油采购成本的重要措施。油价低迷时增加储备量，油价上涨时减少石油外购，动用储备，减少企业的石油采购成本。

石油储备可作为企业的资金来源。建立石油储备的主要目的在于减少石油价格波动和石油供应中断对企业的影响，但在国际石油市场和政治经济环境相对稳定的情况下，可以根据需要，出售部分储备以增加企业收入。

(2) 库区和配套码头项目建设可避免油价大幅波动

油价频繁大幅震荡仍将是国际石油市场的长期主要特征，这种不稳定是由于石油市场的本质特性所决定的。石油资源和生产的不均匀分布、漫长的运输线、从原油生产到最终消费的一系列复杂环节、石油市场和金融市场的紧密联系以及市场投机行为等都影响了油价的波动。石油作为一种地缘政治商品，还受很多地区性战争、环保要求等石油外部因素的影响。

石油市场的不稳定对炼化企业的发展具有较大影响。建立石油储备应对油价波动，目的是减少石油市场对企业的影响，具体表现为油价低迷时增加储备量，油价上涨时减少石油外购，动用储备外卖或自炼增加企业效益。

(3) 库区和配套码头项目建设避免或减少石油供应中断风险

石油储备可以在紧急情况下，减轻或限制石油危机的冲击力，为解决危机赢得时间。同时还可使潜在对手认识到这种储备能在相当长时间内起到稳定石油供应的作用，使其在做出使用“石油武器”决策时，不得不有所顾忌。

建立石油储备是防止和减少石油供应中断所造成的危害最可行、最有效和最安全的途径。从石油供应历史来看，由于战争、动乱或其他突发事件导致不同程度的石油供应中断事件有 15 次，中东地区在 1951 年后供应中断达 13 次。我国进口石油的重点地区，中东和里海是世界上最不稳定、风险最大的地区，

任何一个突发因素都会导致原油供应的中断。进口石油的运输也存在风险，包括原油的海上运输和输油管道，都会因为途经国家或地区的不稳定或海上运输通道安全因素发生意外。通过建立石油储备，可以有效地减轻因种种原因造成的石油供应中断对炼化企业发展的影响，化解种种由于石油供应引起的风险。

(4) 码头工程可促进和带动揭阳市发展港口经济，推动揭阳市港口的大规模发展，完善我国华南沿海的港口布局。

本工程为资深作业区未来的码头建设提供良好的基础条件，进而发挥该海域优越的水深条件优势，促进规划中的揭阳港资深作业区的快速发展。

根据《粤东港口群发展规划（2016-2030 年）》，粤东港口群发展成为广东省区域性交通枢纽，21 世纪海上丝绸之路的主要节点，粤东地区对外开放和对台经贸合作的重要平台。其中揭阳港定位为广东沿海的地区性重要港口和大型工业港，以发展能源、原材料和通用散杂货运输为主，促进石油化工、装备制造等大型临港产业发展，建成粤东地区重化工装备制造基地。在本码头工程的有力带动下，揭阳市沿海港口势必取得快速发展，形成规模较大的港口群，对进一步完善我国华南沿海港口，尤其是粤东港口的布局起到积极的推动作用。

综上，扩大原油储备能力建设，符合国家战略能源安全需要，对于企业降低原油成本具有重要且现实的意义；同时也是防止发生进口石油海上运输短期中断及价格上涨造成损失的应急措施。配套码头工程的建设无论是对促进我国经济发展、还是对中国石油自身的发展和壮大，还是对揭阳市港口的总体发展均具有重要意义。

12.2.2 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、维护性疏浚带来对海洋水体和底质的扰动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，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，随施工期的结束而逐渐消失。

13 环境保护管理与监测计划

13.1 环境管理计划

(1) 环境保护管理部门

包括广东省生态环境厅、揭阳市生态环境局以及揭阳市人民政府在内的各级环境保护行政主管部门负责本项目的环境管理、环境监测、污染源防治的监督管理等工作。

揭阳海事行政主管部门负责海域船舶监视，防治船舶及其相关作业污染海域的监督管理。

本项目施工期的环保管理工作除上述有关部门外，应由项目的建设单位落实各项环保措施并配合上述机构的环保执法与监督管理工作；本项目竣工投入使用后，由海事主管部门负责航道使用期间船舶防污监管和航道通航调度。

(2) 项目建设单位环保管理机构的职责

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负责本项目施工期的环境保护管理工作。负责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，接受广东省生态环境厅等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负责对施工期污染事故的调查、监测分析工作，并写出调查报告；

⑦环境监测工作及监测计划的实施。

13.2 环境监测计划

13.2.1 监测机构与人员

在施工期，本项目建设单位不单独设置环境监测机构，其环境监测任务完全依托社会环境监测机构，具体负责常规环境监测和突发污染事故的监测等，并及时通报建设单位。在项目建成后，环境监测工作仍以社会环境监测服务机构为主，

建设单位应配备相应的环境管理专职人员，负责监督和管理环境监测工作的开展、监测成果的整理和存档工作。

13.2.2 环境监测计划

监测单位应根据工程施工期的环境监测结果编制监测报告，相关成果存档备查。

13.2.2.1 施工监测计划

本项目不同阶段环境监测内容见表 13.2-1。

表 13.2-1 施工环境监测计划

阶段	环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
施工期	大气	SO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO ₂	油气回收装置北侧	施工期监测 1 次，3 天，每天 4 次采样。
	噪声	L _d 、L _n 和 L _{max}		施工期监测 2 次，每次 1 昼夜
	水质	pH 值、SS、DO、COD、铜、铅、锌、镉、石油类等	在码头区布设 2 个站位，在临近红线区各布设一个站位，在保护区布设 1 个站位。沉积物站位取疏浚区域 1 个，疏浚区外 2 个。生态和生物资源共 4 个站	施工期内每季分别进行一次采样监测。施工结束后进行一次后评估监测。
	沉积物	铜、铅、锌、镉、石油类		施工期每年监测一次，施工结束后进行一次后评估监测
	生态生物资源	叶绿素 a、鱼卵仔鱼、浮游植物、浮游动物、底栖生物。		施工期内每年春季、秋季进行一次监测，施工结束后进行一次后评估监测。

表 13.2-2 海洋环境监测站位

站位序号	纬度	经度	布设理由
Y1	22° 55.925' N	116°30.567' E	港区（疏浚区）
Y2	22° 54.732' N	116°29.983' E	港区
Y3	22° 55.959' N	116°29.821' E	临近红线区
Y4	22° 55.371' N	116°29.957' E	
Y5	22° 54.460' N	116°28.706' E	保护区
Y6	22° 53.981' N	116°30.807' E	对照站位

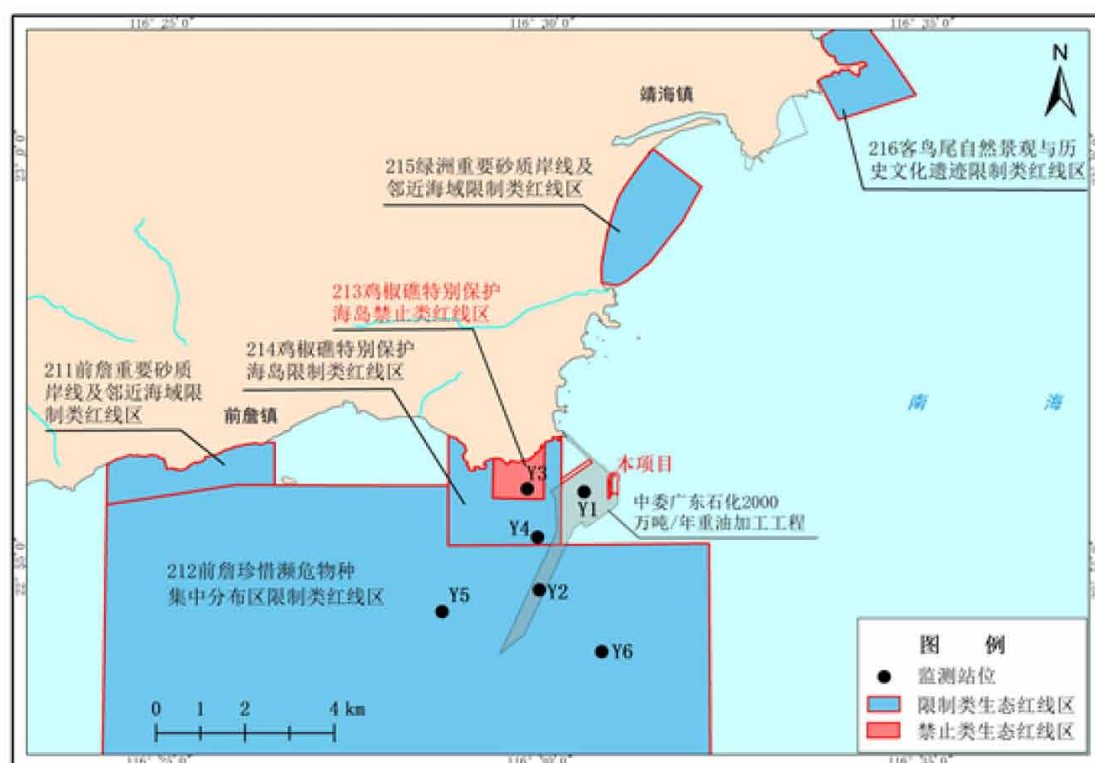


图 13.2-1 码头工程监测站位示意图

13.2.2.2 项目营运监测计划

(1) 大气环境

①大气质量监测：有组织，监测项目为非甲烷总烃、VOCs、SO₂、NO_x；监测地点：废气排气筒；监测频率：每半年监测 1 次。

无组织：油气回收装置边界设 1 个无组织监测点，每半年监测 1 次，监测因子为：SO₂、NO_x、非甲烷总烃、VOCs 等指标。

(2) 环境水质监测

监测项目：pH 值、SS、DO、COD、铜、铅、锌、镉、石油类等

监测站位：各布设 6 个站位（同施工期监测站位）

监测频率：项目建成后五年内每年分别于 1、7 月进行。五年后不得低于每年一次。

(3) 沉积物

监测项目：港区：Cu、Pb、Zn、Cd、石油类

样品采集地点：码头港区（3 个）；

监测频率：项目建成后五年内每年 1 次，五年后，监测频率不得低于每三年一次。

(4) 生物体质量

监测项目：Cu、Pb、Zn、Cd、石油烃。

样品采集地点：同沉积物；

监测频率：项目建成后五年内每年 1 次，五年后监测频率不得低于每三年一次。

(5) 生物资源

调查项目：叶绿素 a、鱼卵仔鱼、底栖生物。

调查站位：码头港区（3 个）；

监测频率：项目建成后五年内每年春、秋季各一次，五年后监测频率不得低于每三年一次。

(6) 环境噪声

噪声监测：油气回收装置北侧，每半年监测 1 次，监测项目为设备声压级，每次分昼间、夜间进行。

(7) 监测记录与报告

注意积累试验数据，妥善保存原始监测记录，按要求整理好试验报告。监测数据的有效数字按分析方法的规定加以确定。修改错误数据时，保留原数字的清晰字迹，并有修改人的签字。若分析操作确有过失，数据作废。

环境监测实验室要建立健全的监测资料档案。原始记录、监测报告等分类建档，每年末对当年的监测资料进行全面整理与核实，并予归档。

(8) 事故性环境监测

一旦发生对海域的事故性排放，应立即针对事故的特征污染物、pH 值、COD、石油类开展现场监测工作，直至达标。

13.2.3 污染物排放管理要求

根据国家有关法律法规，环境保护设施必须与中体工程同时设计、同时施工、同时运行，为便于主管环境保护部门对拟建项目进行监管，现根据本项目的建设内容，列出本项目污染物排放清单。

表 13.2-3 污染物排放清单一览表

	本工程计算值		总量指标	排污口信息
污染源	污染物名称	排放量 t/a	排放量 t/a	
工艺无组织废气	NMHC	5.928	8.78	无组织
油气回收装置废气	NMHC	2.850		排气筒高度 15m，排气筒出口 内径 1.46m； 废气量 14800m³/h
	SO ₂	0.278		
	NO _x	0.820	0.385	
	颗粒物	0.288		

14 项目建设合规性分析

14.1 与产业政策的相符性分析

本项目建设规模为 30 万吨级的原油码头泊位及配套设施，属于原油商业储备库的配套码头。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，“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”属于鼓励类项目。“深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级及以上）建设”属于鼓励类。

可见，本项目符合《产业结构调整指导目录（2019 年本）》的产业政策要求。

14.2 与相关规划的符合性分析

14.2.1 与主体功能区规划符合性分析

根据《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46 号），本项目位于海峡西岸经济区的揭阳，属于重点开发区域，项目建设符合全国主体功能区规划。

根据《广东省人民政府关于印发<广东省主体功能区规划>的通知》（粤府〔2012〕120 号），本项目位于广东省主体功能区规划中的“国家重点开发区域”。规划提出“建设连通珠三角及周边省份的高速公路主骨架和以国道、省道为骨干的公路网；厦门至深圳铁路、洛湛铁路、韶赣铁路、阜鹰汕铁路等出省铁路通道、西部沿海高速铁路和粤东城际轨道交通；**以汕头港为主要港口，汕尾港、潮州港和揭阳港为重要港口的粤东港口群**，以湛江港为主要港口，茂名港、阳江港为重要港口的粤西港口群”。本项目为揭阳港惠来沿海港区资深作业区的 2#泊位，是揭阳港的重要组成部分，项目建设符合广东省主体功能区规划。

14.2.2 与海洋主体功能区规划的符合性

（1）与《全国海洋主体功能区规划》的相符性

根据《全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42号）：

（一）优化开发区域。包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。

珠江口及其两翼海域。包括广东省汕头市、潮州市、揭阳市、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、湛江市（涠尾角以东）毗邻海域。构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群。发展高端旅游产业，加强粤港澳邮轮航线合作。加快发展深水网箱养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复。严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制。加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度。健全海洋环境污染事故应急响应机制。

（二）重点开发区域。包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。

该区域的发展方向与开发原则是，实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群；实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，严格围填海监管；统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控。加强海洋防灾减灾能力建设。

城镇建设用海区，是指拓展滨海城市发展空间，可供城市发展和建设的海域。城镇建设用海应符合海洋功能区划、防洪规划和城市总体规划等，坚持节约集约用海原则，提高海域使用效能和协调性，增强海洋生态环境服务功能，提高滨海城市堤防建设标准，做好海洋防灾减灾工作。

港口和临港产业用海区，是指港口建设和临港产业拓展所需海域。港口和临港产业用海应满足国家区域发展战略要求，合理布局，促进临港产业集聚发展。控制建设规模，防止低水平重复建设和产业结构趋同化。严格环境准入，禁止占用和影响周边海域旅游景区、自然保护区、河口行洪区和防洪保留区等。

海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资

源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。

（三）限制开发区域。包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区和海岛及其周边海域。

海洋渔业保障区，包括传统渔场、海水养殖区和水产种质资源保护区。我国沿海有传统渔场 52 个；海洋特别保护区，我国现有国家级海洋特别保护区 23 个；海洋特别保护区，我国现有国家级海洋特别保护区 23 个；海岛及其周边海域。

（四）禁止开发区域。包括各级各类海洋自然保护区、领海基点所在岛礁等。

海洋自然保护区，我国现有国家级海洋自然保护区 34 个；领海基点所在岛礁，我国已公布 94 个领海基点。

本项目码头边界与石碑山领海基点最近距离约 1.1km；工程不涉及禁止开发区域。符合《全国海洋主体功能区规划》有关要求。

（2）与《广东省海洋主体功能区划规划》的相符性

根据《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区划规划的批复》（粤府函〔2017〕359 号），广东省海洋主体功能区包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区域。此外，广东省管辖海域的无居民海岛原则上应限制开发利用，领海基点所在岛屿、自然保护区内海岛禁止开发，国家战略确定的可开发利用无居民海岛可适度开发利用。

本项目所在的海域为揭阳惠来县海洋渔业保障区，为限制开发区。项目所在及周边海域的区划情况见图 14.2-1。

项目所在海域为限制开发区中的海洋渔业保障区。海洋渔业保障区是广东省重要的海洋渔业生产基地，保障海洋食品供给的重要海域。根据海洋主体功能区划规划，在限制开发区可以“实施产业据点式开发”：“在科学分析资源环境承载力基础上，选址沿海部分地区实施点状开发，控制开发强度”，同时也要求“严格管控围填海和岸线开发利用”：在科学论证的基础上，可以适度开展惠州、阳江、湛江徐闻、汕尾、汕头、潮州等地的围填海工程，上述海域

以外地区严禁进行任何围填海项目建设。同时要求加强自然岸线保有，严格限制建设项目占用自然岸线，鼓励开展沙滩养护、湿地修复等整治修复活动。

本项目所在的揭阳惠来县限制类开发区，项目仅布置码头泊位，属于点状开发，开发强度比较低。工程没有填海，岛式防波堤延长没有造成海域围闭，码头泊位依托 1#泊位引桥和引堤与陆地相连，不新增占用岸线，港池大部分与 1#泊位共同使用并略做托宽。本项目的建设提高了海域的利用率。

可见，项目与《广东省海洋主体功能区划规划》相符。



图 14.2-1 本项目与广东省海洋主体功能区划规划位置关系示意图

14.2.3 与《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划》的相符性分析

《揭阳港总体规划》于 2010 年批复，共设 5 个沿海作业区。资深作业区的功能是以原油、成品油装卸储存、中转为主兼备集装箱功能的综合性作业区，可发展集装箱运输功能，并发展临港工业。资深作业区共规划布置 4 个 30 万吨级油船泊位，1 个离岸泊位，3 个顺岸泊位。在建泊位为离岸泊位，采用岛式防波堤进行掩护式布置，3 个顺岸泊位均未建。由于原来划填海区域占用保护岛礁和保护岸线，原规划顺岸泊位前沿分布较多的礁石，围填海政策收紧，后方土地空间不足等因素的影响，已很难推进该区域的码头建设。为此，《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划方案调整方案》结合资深作业区岸线、水域和后方土地开发条件，结合最新用海政策，对作业区规划进行了调整。该规划 2021 年 3 月通过广东省交通运输厅评审，同年 10 月取得了交通运输部的同意。2022 年 1 月，根据《揭阳市人民政府关于揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划方案调整方案的批复》（揭府函[2022]10 号），经广东省人民政府同意，调整方案印发实施。

一、功能定位规划相符性

《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划方案调整方案》资深作业区功能为以油品装卸、储存、中转为主要的液体散货专业作业区。

本项目为原油码头泊位，属于原油装卸的液体散货泊位，服务于 520 万方原油商业储备库项目，为原油的储存和中转服务。因此本项目与资深作业区的功能定位相符。

二、岸线利用规划相符性

《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划方案调整方案》资深作业区岸线利用规划为泊位均布置在防波堤内侧，栈桥管廊接岸后采用管线深埋方案，基本不占用自然岸线。

本项目码头泊位离岸 1.5km 建设，通过引桥与陆地连接。连陆引桥属于广东石化项目内容，目前已经贯通。引桥已经预留本项目所需管廊位置，可供项目依托。因此，本项目建设无需新增占用岸线。

三、泊位规模和作业区平面布置规划相符性

《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划方案调整方案》资深作业区将规划的在防波堤内侧的 3 个 30 吨级油码头泊位，建设规模不变，水工结构预留由原规

划按 45 万吨级控制调整为按 40 万吨级控制。见表 14.2-1 和图 14.2-2。

进港航道利用在建 30 万吨级原油码头的进港航道,方位角为 $025^{\circ} \sim 205^{\circ}$,底宽为 320m,底标高为-24.0m,长度为 3168m;回旋水域利用在建 30 万吨级原油码头的回旋水域。水域港界维持原规划,面积为 4.5km^2 。原规划 186万 m^2 的后方陆域基本取消,采用管廊与工业园及库区等连接,并考虑接岸后采用管线深埋方案。

表 14.2-1 资深作业区规划调整方案主要指标表

序号	项目	单位	作业区名称			
			资深作业区			
			现有	规划新建		规划预留
				2025 年	2030 年	
1	泊位数	个	1 (在建)	1	0	2
2	泊位等级	吨级	30 万	30 万	0	30 万
3	利用岸线长度	m	420	420	0	840
4	年吞吐能力	万吨	2000	1500	0	3000
5	陆域纵深	m	0	0	0	0
6	占地面积	万 m^2	0	0	0	0

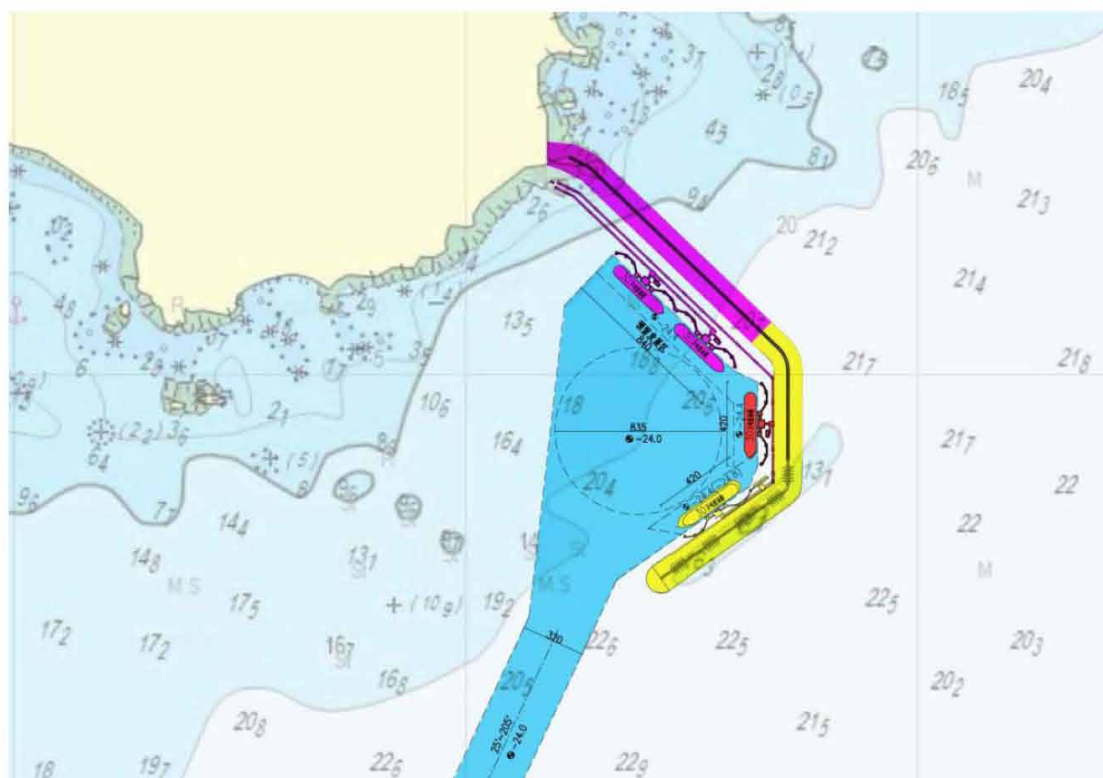


图 14.2-2 资深作业区规划调整方案布置图

本项目规模为 30 万吨级,年吞吐量 1450 万吨/年,布置于在建泊位北侧,拟建防波堤于现有防波堤衔接,回旋水域有所调整,进出港航道依托现有泊位航道。

本项目的泊位规模、吞吐量和平面布局均与规划一致。

综上，本项目码头建设从功能定位、岸线利用、规模和布局上均符合《揭阳港惠来沿海港区资深作业区规划方案调整方案》。

14.2.4 与揭阳港总体规划环评文件的相符性分析

(1) 规划环评建议的落实情况

《揭阳港总体规划环境影响报告书》于 2010 年 8 月 26 日以粤环函〔2010〕331 号获得广东省环保厅的批复。

①规划环评中对规划调整的建议

规划环评对规划提出规划调整建议：控制沿江港区规模、保护港寮湾附近岸线、控制居民密集区的运营类型、明确防护距离（神泉、仙桥、地都作业区）等，均不涉及本项目所在的资深作业区。

②规划环评对环境影响的减缓措施及建议

规划环评报告书认为：港区布置分散，不利于废水集中收集处理，建议各作业区单独设置污水处理设施、中水回用设施，单独处理后就近排放。其中有工业园区依托的作业区，应依托工业园区污水处理设施统一处理后排放。本项目废水送至广东石化厂区污水处理场处理后回用，废水处理符合《揭阳港总体规划环境影响报告书》环保要求。

此外，规划环评提出六条环境减缓措施及建议和其落实情况见表 14.2-2。

表 14.2-2 规划环评提出的环境影响减缓措施及建议落实情况

序号	减缓措施及建议	落实情况
1	建立相关部门、相关行政区域的协调机制，对规划的实施进行全面统筹，协调相关配套规划的实施	项目与相关规划均相符
2	加强区域工业污染源的治理，预防重点工业污染，对现有排放陆源污染物超过标准的，限期治理。加快建设区域城镇污水处理厂，控制区域废水未经处理直接排放。整体考虑区域拟实施的沿海石化产业区、能源电力产业区的污染排放，对各产业区域建设大型的污水综合污水处理厂，提高工业污染的治理水平	《揭阳市水污染防治行动计划实施方案》（揭府〔2016〕29号）；《揭阳市龙江流域水质保护管理办法》（揭府〔2017〕27号）；《练江流域水质达标方案》（揭府办〔2017〕95号）；《揭阳市人民政府办公室关于印发榕江流域水质达标方案的通知》；《揭阳市近岸海域污染防治实施方案》（揭市环〔2017〕224号）；《关于印发〈中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程项目区域水环境质量改善污染物削减方案（2018-2020 年）〉的通知》（揭府办〔2018〕113 号）和《揭阳市人民政府办公室关于修正〈中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程项目区域水环境质量改善污染物削减方案〉的通知》（揭府办〔2019〕8 号）
3	实行污染物排放总量控制制度，加强面源污染控制	见第 2 条
4	加快进行揭阳市近海海洋功能区的调整，保证规划的一致性	落实，项目符合现行海洋功能区划
5	加大区域污染监管和环境监测力度。增加近敏感区域的监测频率和点位，及时了解跟踪区域主要污染物排放情况，并将监测的资料整理归档，定期向上级主管部门汇报环境质量状况和污染动态的技术报告	本项目制定了跟踪监测计划。
6	开展区域环境容量研究。编制并设制揭阳市近岸海域环境功能区环境污染事故应急计划，提高近岸海域重大环境污染事故的应急和防范能力	本项目配置配备了应急设备，并制定有应急计划与揭阳市建立联动机制，项目建成后区域的环境风险应急能力将提高。

可见，规划环评提出的环境影响减缓措施及建议，基本上得到了落实。

（3）规划环评审查意见及落实情况

广东省环保厅批复的《关于揭阳港总体规划环境影响报告书的审查意见》（粤环函〔2010〕331 号），对规划优化调整和实施过程中应重点做好的工作提出了要求，具体落实情况如下：

1) 有关“规划需与海洋功能区划一致”意见的落实情况

本项目建设工程包含码头泊位、防波堤和港池均位于“靖海港口航运区”。航道、引桥等依托 1#泊位，不属于本项目建设内容。项目建设符合《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》（2012）。

2) 有关“严控区内不得规划码头岸线，确保港区开发与生态保护协调发展”意见的落实情况

本项目码头、防波堤和港池用海距离岸线较远，管线通过 1#泊位现有引桥与库区连接，不新增使用岸线。依托的引桥和引堤属于 1#内容，不涉及严格保护岸段，项目与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》相符，项目建设不涉及生态严控区。

3) 有关“优化填海方案和减少对自然岸线的破坏”意见的落实情况

本项目不涉及填海问题，不涉及自然岸线使用问题。

4) 有关“环境保护措施和生态保护措施”意见的落实情况

本工程废水送广东石化炼化厂区污水处理场处理后回用。对周边环境敏感区的水质影响和生态影响较小。项目制定了跟踪监测计划。针对工程实施造成的生态影响和渔业损失，本项目将落实生态补偿措施，促进海洋生态及渔业资源的恢复。

5) 有关“南海作业区预留发展区规划期暂不开发”意见的落实情况

本工程不在南海作业区范围内。

6) 有关“应选择对海洋生态环境扰动较小的施工方案”意见的落实情况

本项目疏浚工程控制强度，减小对海洋环境的影响。炸礁采用微差爆破，作业前采用电子驱渔设备驱赶附近的海洋生物，减小对保护物种的影响。

7) 有关“进一步优化港区污水处理规划方案”意见的落实情况

本工程废水送广东石化厂区污水处理场处理后回用。各类废水均得到有效处置。

8) 有关“补充完善港区应急响应体系建设规划”意见的落实情况

本工程制定了突发污染事故应急预案，制定区域溢油应急联动机制，并根据规范要求配备应急反应设备设施。

可见，规划环评审查意见提出规划实施过程中应该重点做好的工作，本工程得到了落实。

综上，本工程符合《揭阳港总体规划环境影响报告》及审查意见提出的环境保护措施和要求。

14.3 与环境功能区划和海洋功能区划相符性分析

14.3.1 与《近岸海域环境功能区划》的相符性

根据《关于调整揭阳市近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕473号）和《揭阳市近岸海域环境功能区划调整可行性研究报告》（报批稿），本项目码头位于资深至石碑山综合功能区，主要功能为港口、一般工业用水，执行三类海水水质标准。本工程废水与库区的废水一并送至广东石化厂区污水处理场处理后回用。

码头位于资深至石碑山综合功能区，与主导功能中“港口用水”功能相符，施工过程中产生悬浮物的影响是暂时的，随着施工结束而消失。

可见，本项目建设与《揭阳市近岸海域环境功能区划》是相符的。

14.3.2 与《广东省海洋功能区划（2011~2020年）》的相符性

本项目全部建设工程包含码头泊位、防波堤和港池均位于“靖海港口航运区”。

靖海港口航运区的海域使用管理要求为：1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海；2.保障资深渔港、靖海渔港、防灾减灾体系建设用海需求，适当保障临海能源的用海需求；3.保护砂质海岸、基岩海岸，避免破坏海岸防护林；4.维持航道畅通，维护海上交通安全；5.围填须严格论证，严格控制在靖海港内围填海，优化围填海平面布局节约集约利用海域资源；6.工程建设期间采取有效措施，严禁对石碑山角领海基点造成影响，降低对前詹人工鱼礁区的影响，改善水动力条件和泥沙冲淤环境；7.加强用海动态监测和监管；8.优先保障军事用海需求。

海洋环境保护要求为：1.严格保护客鸟尾石笋等海蚀地貌；2.加强渔港、港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；3.加强海洋环境监测，建立完善的溢油事故处理等应急体系；4.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

本项目属于能源仓储运输项目配套的水上交通运输工程，与所在海域的功能区定位相符。项目主体工程为能源仓储项目，因此与该功能区“适当保障临海能源的用海需要”具有一致性；防波堤在 1#泊位防波堤的基础上延长、码头泊位离岸建设，依托 1#泊位引桥和引堤与陆地库区连接。因此，本次建设工程对海岸的影响较小，有利于保护沿岸的原貌；本次建设的水工构筑物和附近的航道没有交叉，不影响附近其他码头的航道和交通安全；工程采用延长岛堤的形式对停泊水域和港池进行遮蔽，没有填海，也没有实际围蔽海域；工程港池距离石碑山领海基点约 1.1km，项目对海域的开发利用活动对领海基点的稳定性不造成影响；工程施工对前詹人工鱼礁区的水质、水动力和泥沙冲淤环境影响较小；工程海域附近无军事设施。

工程距离客鸟尾石笋地貌集中分布区约 10km，对客鸟尾石笋地貌没有影响；港区的生产废水、生活污水全部收集后由库区污水预处理后通过管道送往广东石化厂区污水处理场统一处理和排放；工程制定相关的跟踪监测计划和溢油事故处理应急措施，符合该功能区的环境保护要求。工程运营期无污水排放，因此对该功能区的水质无明显影响。

可见，项目建设符合靖海港口航运区的海域使用管理要求和环境保护要求。综上，本项目建设符合《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》。

14.3.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的相符性

2017 年 10 月，广东省人民政府和国家海洋局《关于印发〈广东省海岸带综合保护与利用总体规划〉的通知》（粤府〔2017〕120 号）发布。

该规划根据《海岸线保护与利用管理办法》，以海岸线自然属性为基础，结合开发利用现状与需求，将海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三种类型。规划将广东省岸线划分为 484 段，对海岸线及其两侧保护与利用实施网格化管理。根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，严格保护岸线要按照生态保护红线有关要求管理，确保生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。禁止在严格保护岸线范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。2018 年 1 月，《广东省人民政府关于印发广东省严格保护岸段名录的通知》（粤府函〔2018〕28 号），要求按照《广东省人民政府国家海洋局关于印发〈广东省海岸带综合保护与利用总体规划〉的通知》等要求认

真做好相关保护工作。

本项目码头、防波堤和港池用海距离岸线较远，不涉及自然岸线使用问题。依托的引桥和引堤属于 1#泊位内容，也不涉及严格保护岸段，并已取得了批复。

因此，本项目与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》相符。

14.3.4 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》相符性分析

（1）本项目与该规划总体目标相符

本工程符合和遵守目前现有最新的海洋生态环境保护制度体系，符合生态红线、区域环境质量和排污许可等关键管理制度。

本工程不新增占用自然岸线，不影响自然岸线保有率。本工程存在海洋环境事故风险，通过相应的风险防范措施和应急措施可减缓影响，同时，项目建成也能使得附近海域溢油突发性环境事故应急相应能力得到提升。项目不涉及填海，与现行加强围填海管理的政策无冲突。

（2）本工程符合规划空间发展格局要求

根据规划，石碑山角将开展权益维护类工程，拟建设石碑山角领海基点主题公园，作为海洋宣传、维护海洋权益科普教育基地。码头距离石碑山领海基点的鸡椒礁约 1.6km，港池距离鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区边界为 420m、距离鸡椒礁 1.1km。工程正常施工和营运不会对领海基点的稳定性及其周围保护地带的生态环境造成明显影响，与拟建石碑山角领海基点主题公园的建设无冲突。

此外，工程与强化海洋生物资源养护，改善海洋环境质量，提升海洋生态保护与修复，完善海洋生态保护管理机制等规划目标并无冲突；因此，项目与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》相符。

14.3.5 与《广东省海洋生态红线》的相符性

项目附近海域广东省海洋生态红线区登记表见表 14.3-1，广东省大陆自然岸线保有登记表见表 14.3-2。项目用海与生态红线区、大陆保有岸线和海岛保

有岸线位置关系见表 14.3-3、图 14.3-1。

项目本次建设内容依托广东石化原油码头工程的基础上，建设码头泊位、延长岛式防波堤、扩充港池，上述建设内容均不在生态红线区范围内，项目不涉及大陆保有岸线，也不涉及海岛保护岸线。

综上，本工程用海不在海洋生态红线范围内，项目符合《广东省海洋生态红线》相关要求。

表 14.3-1 广东省海洋生态红线区登记表

序号	所在行政区		代码	管理类别	类型	名称	地理位置（四至）	覆盖区域		生态保护目标	管控措施
	市级	县级						面积（km²）	海岸线长度（km）		
211	揭阳	惠来	44-Xh23	限制类	重要砂质岸线及邻近海域	前詹重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	116°24'17.54"-116°26'30.13"E；22°55'45.02"-22°56'31.09"N	3.13	4.38	砂质岸线	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑物和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。 环境保护要求：海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保持海洋水文动力维持原状。
212	揭阳	惠来	44-Xk07	限制类	珍稀濒危物种集中分布区	前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	116°24'10.63"-116°32'18.23"E；22°46'55"-22°55'59.84"N	221.76	0	珍稀濒危物种及其生境	管控措施：禁止围填海，禁止实施对濒危珍稀物种有影响的开发建设活动。维持海域自然属性，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源。禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防治船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。 环境保护要求：禁止新设污染物集中排放口，禁止排放有毒、有害物质，海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，保持海洋水文动力维持原状。
213	揭阳	惠来	44-Xf11	禁止类	特别保护海岛	鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区	116°29'21.93"-116°30'2.87"E；22°55'50.17"-22°56'29.91"N	1.04	1.73	石碑山角领海基点	管控措施：维护主权权益，严格保护海岛自然地形、地貌，禁止炸岛、海岛采石、采挖海砂等可能危害主权权益及破坏海岛生态系统的开发活动，禁止损毁领海基点标志，加强主权权益设施建设。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。
214	揭阳	惠来	44-Xf12	限制类	特别保护海岛	鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区	116°28'46.89"-116°30'16.08"E；22°55'15.95"-22°56'36.69"N	4.12	3.05	石碑山角领海基点	管控措施：维护主权权益，严格保护海岛自然地形、地貌，禁止炸岛、海岛采石、采挖海砂等可能危害主权权益及破坏海岛生态系统的开发活动，禁止损毁领海基点标志，加强主权权益设施建设。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。
215	揭阳	惠来	44-Xh24	限制类	重要砂质岸线及邻近海域	绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	116°30'46.46"-116°32'6.61"E；22°58'25.03"-23°0'5.58"N	4.22	3.45	砂质岸线	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。 环境保护要求：海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保湿海洋水文动力维持原状。
216	揭阳	惠来	44-Xg09	限制类	自然景观与历史文化遗产	客鸟尾自然景观与历史文化遗产限制类红线区	116°33'36.63"-116°34'41.52"E；23°0'27.65"-23°1'42.72"N	2.20	3.59	石笋海蚀地貌及自然景观	管控措施：禁止围填海、填海连岛、实体坝连岛、建造永久构筑物、采挖海砂及其他可能破坏海岛生态系统或改变海岛自然地形地貌的行为，加强对受损海岛生态系统的整治与修复。禁止设置直排排污口、爆破作业等危及文化遗产安全的，有损海洋自然景观的开发活动，保护历史文化遗产、海岛地质地貌景观，控制旅游开发强度。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。 环境保护要求：生产废水、生活污水须达标排放；加强海域生态环境监测。

表 14.3-2 广东省大陆自然岸线保有登记表

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止点）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
196	揭阳	44-o065	砂质岸线	港寮湾	位于靖海港，起点坐标：116°30'17.942"E，22°56'36.114"N；终点坐标：116°23'30.152"，22°56'02.188"	15542	自然岸线及潮滩	维持自然岸线属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂，围填海、倾废等可能诱发海滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线整治与修复	含砂质岸线 12162 米，基岩岸线 3380 米。
197	揭阳	44-o066	砂质岸线	资深湾	位于靖海港，起点坐标 116°32'22.376"E，23°00'20.009"N；终点坐标：116°30'14.821"E，22°56'39.790"N	13176	自然岸线及潮滩	维持自然岸线属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂，围填海、倾废等可能诱发海滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线整治与修复	含砂质岸线 10033 米，基岩岸线 3143 米。
198	揭阳	44-s023	修复岸线	靖海内港	位于神泉港，起点坐标：116°30'55.134"E，23°00'09.076"N；终点坐标：116°31'33.373"，23°00'19.123"	2664	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，保持自然岸线形态稳定，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复	含修复岸线 1464 米，粉砂淤泥质岸线 1200 米。

表 14.3-3 项目所在区域周围的海洋生态红线区和自然岸线保有情况

海洋生态红线区			
功能区编号	生态红线区名称	与本项目相对位置关系	类型
211	前詹重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	码头 W6.3km	重要砂质岸线及邻近海域
212	前詹珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	码头 S 970m	珍稀濒危物种集中分布区
213	鸡椒礁特别保护海岛禁止类红线区	码头港池 W420m	特别保护海岛
214	鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区	港池 W55m	特别保护海岛
215	绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	码头 N4.4km	重要砂质岸线及邻近海域
216	客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区	码头 NE9.4km	自然景观与历史文化遗迹
大陆自然岸线保有			
编号	自然岸线保有名称	与本项目的位关系	类型
195	沟疏村	码头 W11.7km	砂质岸线
196	港寮湾	依托一期工程的引桥接陆点 W16m	砂质岸线
197	资深湾	依托一期工程的引桥接陆点 NW 65m	砂质岸线
198	靖海内港	码头 N7.4km	修复岸线
海岛岸线保有			
序号	名称	与码头相对位置	类型
290	伯公后礁	N 985m	海岛岸线
305	伯公后一岛	N 1.1km	海岛岸线
378	伯公后二岛	N 1.2km	海岛岸线
322	伯公后三岛	N 1.2km	海岛岸线
348	三脚桌礁	N 1.35km	海岛岸线

383	大石尾南岛	N 1.5km	海岛岸线
359	大石尾西岛	N 1.5km	海岛岸线
406	大石尾	N 1.56km	海岛岸线
299	大石尾北岛	N 1.6km	海岛岸线
281	外梗	N 1.7km	海岛岸线
404	外梗北岛	N 1.8km	海岛岸线
266	中梗	N 1.8km	海岛岸线
301	中梗西岛	N 1.8km	海岛岸线
336	中梗北岛	N 1.9km	海岛岸线
276	鸡椒礁	W 1.0km	海岛岸线
313	头根仔	N 2.2km	海岛岸线
269	潭口礁南岛	N 2.4km	海岛岸线
307	东西礁	W 1.5km	海岛岸线
370	潭口礁	N 2.5km	海岛岸线
319	胶雷礁南岛	N 2.7km	海岛岸线
392	棋盘礁	N 2.8km	海岛岸线
271	胶雷礁	N 2.8km	海岛岸线
355	角屿	W 1.9km	海岛岸线
325	胶雷礁东岛	N 2.9km	海岛岸线

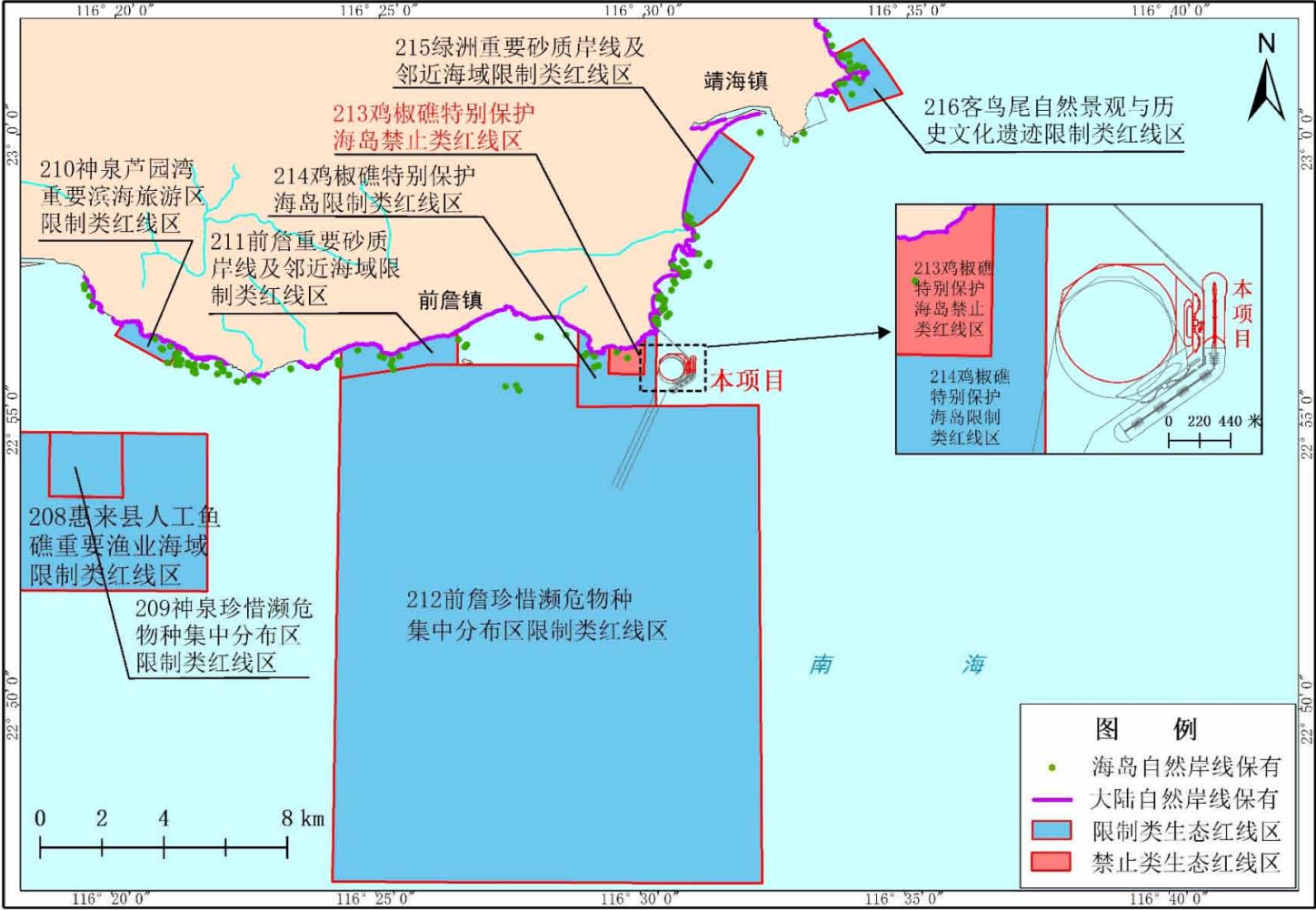


图 14.3-1 本项目用海与海洋生态红线区的位置关系图

14.3.6 “三线一单”符合性分析

14.3.6.1 与《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》的相符性分析

根据环保部发布的《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》（以下简称《通知》），《通知》要求切实加强环境影响评价管理，落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”约束，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。

（1）区域布局管控要求相符性

本项目属于储油库的配套码头，属于水路交通运输，装船油气油气全部回收处理。项目主要能源为电，油气回收装置助燃剂采用天然气，均属于清洁能源，符合全省总体管控要求。

项目位于“沿海经济带——东西两翼地区”，本项目码头位于海域，属于浅海范围，油气回收站位于最高潮位线向陆一侧的陆域，均不占用自然湿地；项目以电和天然气作为能源，均属清洁能源，不属于高污染燃料，污染物排放均符合相关标准，符合沿海经济带——东西两翼地区区域布局管控要求。

（2）能源资源利用要求相符性

本项目不占用自然岸线，无围填海，大部分工程位于海域，陆域占地仅 0.79ha，符合能源资源利用全省总体管控要求。

项目位于“沿海经济带——东西两翼地区”，项目使用电和天然气，属于两翼地区鼓励使用的清洁能源；水源依托已建的靖海水厂供水系统，不采用地下水；陆域占地仅 0.79ha，不占用自然岸线，不影响自然岸线保有率；本工程属于新建项目，选址于现有港区，大部分设施依托现有港区已建工程，项目新增占用海域不足 30ha，海域利用效率高。符合沿海经济带——东西两翼地区能源资源利用要求。

（3）污染物排放管控要求

本项目对装船废气全部回收，经油气回收装置处理后排放。项目有机污染物年排放总量为 8.78t/a，不到项目产生的恢复性有机污染物的 0.05%；项目在运营管理中将严格落实船舶大气污染物排放控制区的要求，减少船舶大气污染物的排

放；项目产生废水全部送广东石化厂区处理后回用，不向海域排放，不会导致广东石化厂区水污染物排放量超过批复要求，符合“海陆统筹，严控陆源污染物入海量”的要求。因此，项目污染物排放管控符合全省总体管控要求。

本项目氮氧化物拟通过广东石化项目已经批复的总量进行调剂，挥发性有机物拟通过揭阳市进行削减替代获取。因此，项目符合沿海经济带—东西两翼地区污染物排放管控要求。

（4）环境风险防控要求

本项目具有一定的海洋环境风险，在采取了风险防范措施和应急预案后，项目的环境风险可控；项目的建设配备了一定数量的应急设备，可提高区域的风险应急能力。因此，符合“全力避免因各类安全事故（事件）引发的次生环境风险事故（事件）”的全省总体管控要求。

本项目涉及原油运输，货种易燃易爆，有一定事故风险；货种泄漏后对海洋环境的影响巨大，为此，建设单位拟采取一系列风险防范措施，并在建成后落实环境风险应急预案，控制环境风险。因此符合沿海经济带—东西两翼地区环境风险防控要求。

（5）环境管控单元管控要求符合性

本项目建设内容包含码头泊位、防波堤和港池。根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号）内容，本项目所在海域为一般管控单元（见图 14.3-2）。项目的规模和性质符合揭阳港规划中惠来沿海港区的要求，项目对港区的生态环境有一定影响，但不会对海域的生态环境功能造成永久性的破坏。符合一般管控单元“引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定”的要求。

本项目油气回收站位于广东省大气环境受体敏感类重点管控单元。管控要求严格限制新建钢铁、燃煤燃油火电、石化、储油库等项目，产生和排放有毒有害大气污染物项目；鼓励现有该类项目逐步搬迁退出。根据《2020 年度揭阳市环境质量报告书》（公众版），揭阳市 2020 年各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，属于达标区；本项目补充监测 VOCs、NMHC、NO_x 均达标，符合重点管控单元要求。

可见，本项目符合沿海经济带东西两翼地区环境管控单元的总体管控要求。

广东省环境管控单元图

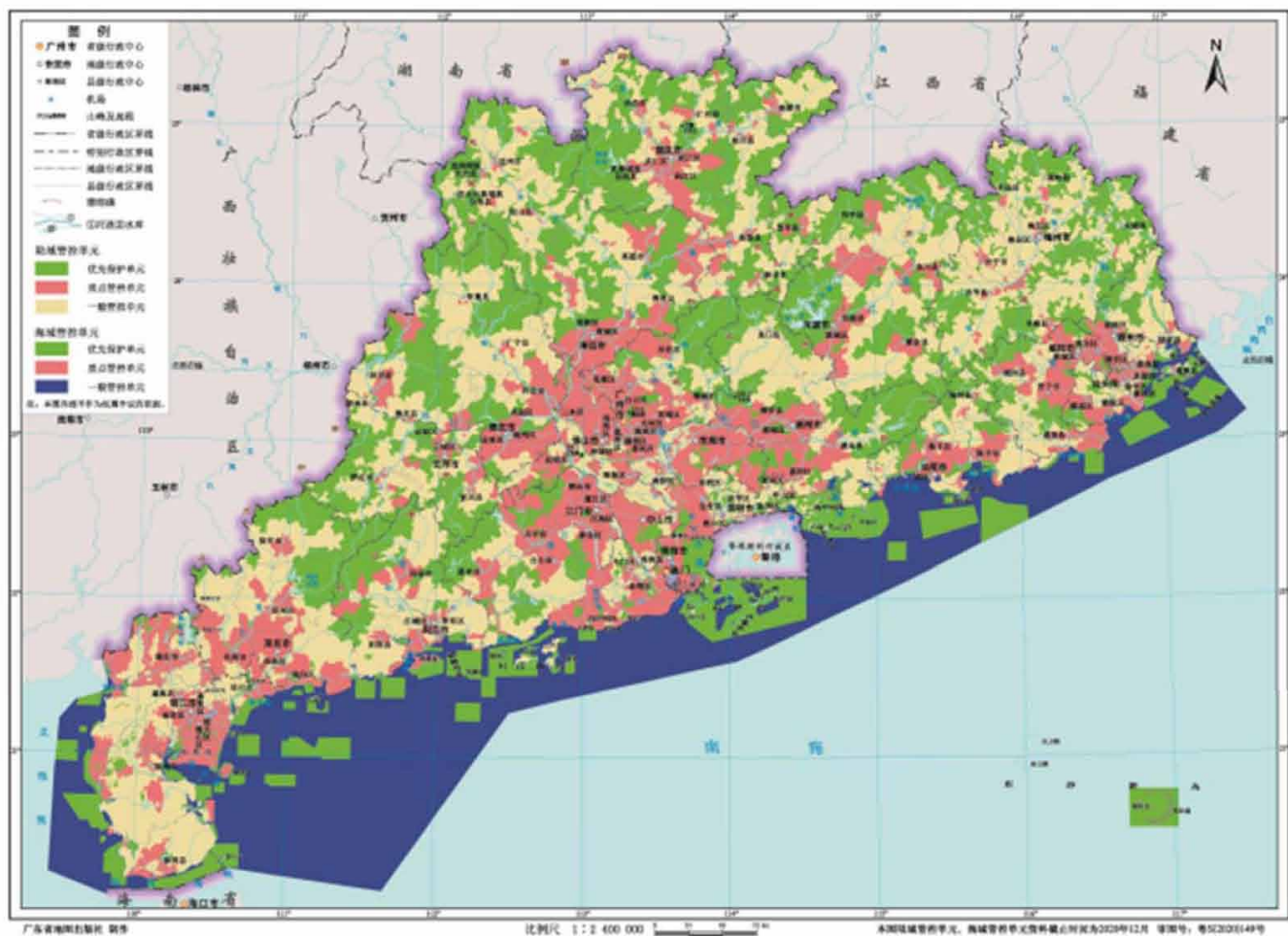


图 14.3-2 广东省环境管控单元图

14.3.6.2 与《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

根据《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》（揭府办〔2021〕25号），本项目位于广东省揭阳市惠来县靖海镇，码头所在区域属于靖海港口航运区重点管控单元（HY44520020003），位于陆域的油气回收站属于惠来县东南部重点管控单元（ZH44522420023），见图 14.3-3。项目所在区域均不属于优先保护单元，不占用生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区、环境空气质量一类功能区等区域。本工程与惠来县东南部重点管控单元和靖海港口航运区重点管控单元管控要求（与本工程相关的）符合性分析见表 14.3-4 和表 14.3-5。

（1）生态保护红线

本项目建设内容包含码头泊位、防波堤和港池均位于《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》中的“靖海港口航运区”。根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）内容，本项目所在海域为一般管控单元。根据《广东省海洋生态红线》，拟建码头不在海洋生态红线区范围内，也不涉及大陆和海岛自然保有岸线。根据《广东省人民政府关于印发<广东省主体功能区规划>的通知》（粤府〔2012〕120 号），本项目位于广东省主体功能区规划中的“国家重点开发区域”。根据《广东省海洋主体功能区划规划》，本项目位于限制开发区域，不涉及禁止开发区域。根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，本项目码头、防波堤和港池用海距离岸线较远，不涉及自然岸线使用问题，也不涉及严格保护岸段。项目所在海域不属于生态严控区。

本工程废水与库区废水一并送至广东石化厂区污水处理场处理后回用于广东石化炼化厂区。项目不改变广东石化炼化厂区的排水量和污染物排放量。

综上，本项目与区域生态保护红线要求不冲突。

（2）环境质量底线

本项目施工期疏浚采取减少悬浮物的施工方式，炸礁采用延时微差爆破，控制最大起爆药量，并对造成的生物损失拟采取增殖放流等措施进行补偿；施工期施工船舶和施工设备产生的各类污废水和固废等均进行收集处理，确保不影响周边环境质量。

根据预测结果表明，本项目各污染物经有效处理后均可达标排放，项目投

产后不会降低区域环境功能，项目建设符合环境质量底线要求。

本项目废水与库区工程废水一并送至广东石化厂区污水处理场处理后回用，项目投产后不改变广东石化炼化厂区的排水量和污染物排放量。

综上，项目建设符合环境质量底线要求。

(3) 资源利用上线

依据本项目设计文件，本工程电能是该工程主要能耗。根据《港口固定资产投资项装卸生产设计可比能源单耗评估》（JT/T491—2014），海港装卸生产设计可比能源单耗评估值一级为小于等于 0.03，由于本工程装卸生产设计可比能源单耗为 0.013，因此本工程的节能指标评为一级水平，工程能耗水平理想，该工程的建设将会给企业创造良好的社会效益和经济效益。因此，项目建设符合资源利用上线要求。

(4) 环境准入负面清单

根据《广东省主体功能区产业发展指导目录（2014 年本）》，本工程位于揭阳市惠来县，属国家级重点开发区域范围，在重点开发区鼓励类的“二十五、水运”的“深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级及以上）建设”。

根据《产业结构调整指导名录（2019 年本）》，项目属于鼓励类“二十五、水运”的“深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级及以上）建设”。

对照《市场准入负面清单（2020 年版）》，本项目不属于清单中内容，符合市场准入要求。

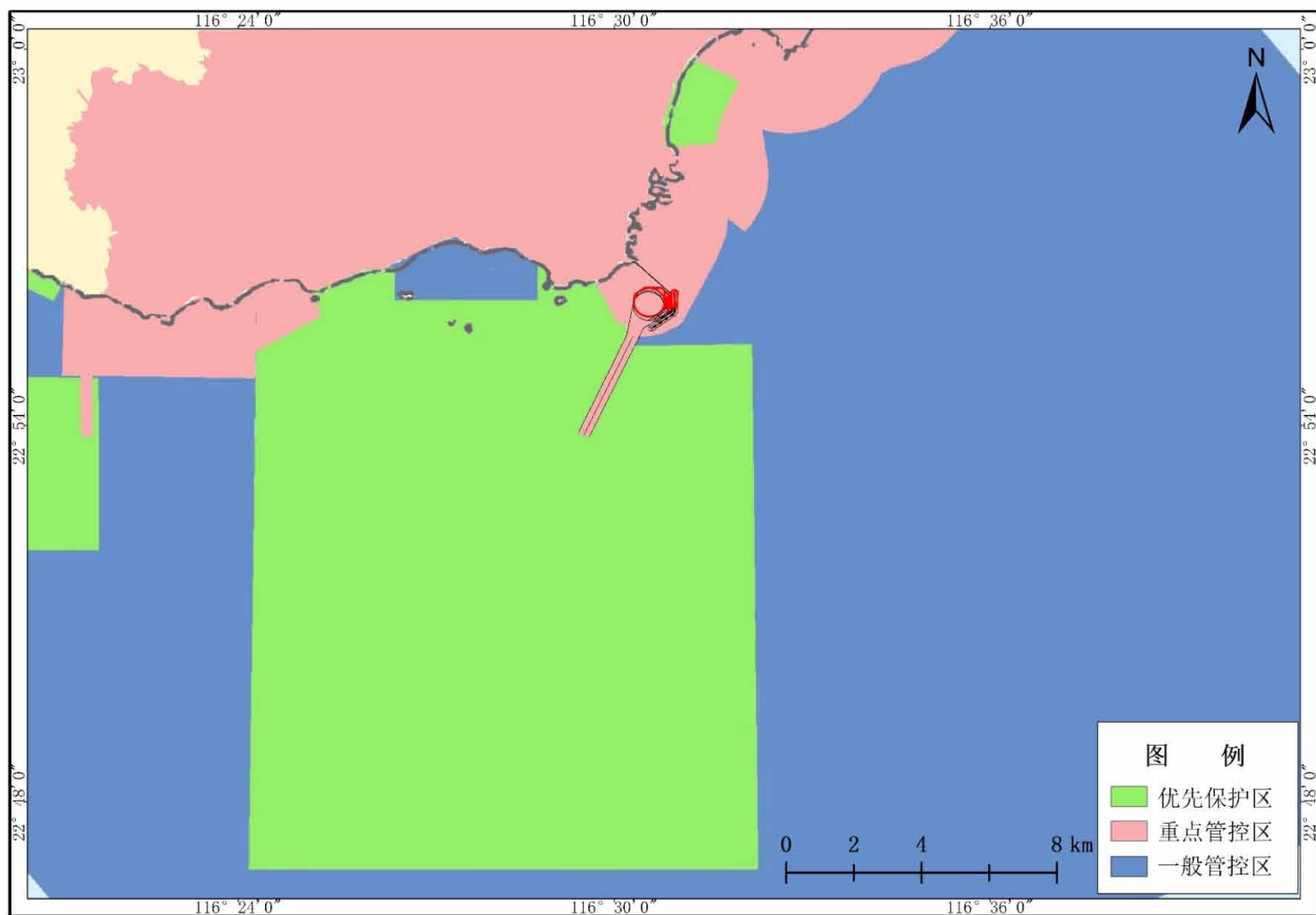


图 14.3-3 揭阳市环境管控单元

表 14.3-4 本工程与靖海港口航运区重点管控单元管控要求符合性分析表

管控维度	管控要求	符合性分析
区域布局 管控	1.维护航路和锚地海域功能，禁止在航海通道、海底建设影响船只航行安全的项目或设施，保障航运安全。 2.在港区和规划港区内新建、改建、扩建港口设施和其他工程，不得影响港区功能，不得改变通航水域的水文、地质、地形、地貌。	1、本项目为配套码头项目，施工和日常管理会维护和保障航运安全； 2、本项目为规划港区新建工程，项目符合规划，不影响港区功能，不改变通航水域的水文、地质、地形、地貌。
能源资源 利用	1.节约集约用海，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。	本项目相当一部分部分设施依托广东石化项目原油码头，部分海域共用，是高利用率的用海方式，符合节约集约用海的原则。工程规模满足项目需要并符合港区规划。
污染物排 放管控	1.向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。	本项目不向海洋排放污染物。
环境风险 防控	1.制定和完善陆域环境风险源、海上溢油及危险化学品泄漏、海洋环境灾害等对近岸海域影响的应急预案，健全应急响应机制。 2.装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。	本项目制定了海上溢油对近岸海域影响的应急预案和计划，按照相关要求配备了应急设备，并与广东石化原油码头及揭阳市应急体系联动响应。

表 14.3-5 本工程与惠来县东南部重点管控单元管控要求符合性分析表

管控维度	管控要求	符合性分析
区域布局 管控	1.【水/禁止类】葫芦潭、古杭中水库饮用水源保护区一级保护区禁止建设与供水设施和保护水源无关的建设项目。 2.【产业/禁止类】不得新建《产业结构调整指导目录》《市场准入负面清单》等国家和地方产业政策规定的限制类和禁止类行业、工艺设备、产品。 3.【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区，应强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展。 4.【大气/禁止类】禁止在居民区和学校、医院、疗养院、养老院等敏感区周边新建、改扩建涉及高健康风险、有毒有害气体（H ₂ S、二噁英等）排放项目（城市民生工程建设除外）。 5.【大气/限制类】靖海镇西部大气环境受体敏感重点管控区，严格限制新建钢铁、燃煤燃油火电、石化、储油库等项目，产生和排放有毒有害大气污染物项目，以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料的项目。	1.本工程不位于葫芦潭、古杭中水库饮用水源保护区范围内。 2.本工程不属于限制类和禁止类行业、工艺设备和产品。 3.本工程建设油气回收装置采用防回火焚烧头金属表面焚烧超低氮燃烧处理油气，达标排放。 4.本工程与最近村屯相距 2 千米，且不产生有毒有害气体。 5.本工程属于原油储备项目的配套码头，且仅在施工期进行涂装，漆料不属于本工程原辅材料。 综上，本工程符合区域布局管控要求。
能源资源 利用	1.【水资源/限制类】实施最严格水资源管理，新建、改建、扩建项目用水效率要达到行业先进水平。 2.【土地资源/鼓励引导类】节约集约利用土地，控制土地开发强度与规模，引导工业向园区集中、住宅向社区集中。 3.【能源/综合类】科学实施能源消费总量和强度“双控”，大力发展绿色建筑，推广绿色低碳运输工具。	1.本工程生产用水主要为码头冲洗用水、生活用水，水源取自已建的靖海水厂供水系统，不采用地下水。 2.本工程油气回收站新增占地 0.79hm ² ，其余工程均位于海上。 3.本工程采用较为清洁的天然气助燃，处理油气。 综上，本工程符合能源资源利用管控要求。
污染物排 放管控	1.【水/综合类】完善城镇镇区污水处理设施配套管网，推进城镇污水管网全覆盖。 2.【水/综合类】仙庵镇、周田镇、靖海镇等镇因地制宜建设农村污水处理设施，确保农村污水应收尽收。人口规模较小、污水不易集中收集的村（社区），应当建设污水净化池等分散式污水处理设施，防止造成水污染。处理规模小于 500m ³ /d 的农村生活污水处理设施出水水质执行《农村生活污水处理排放标准》（DB 44/2208-2019），500m ³ /d 及以上规模的农村生活污水处理设施水污染物排放参照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）执行。 3.【水/综合类】严格控制园地、林地、草地的农药使用量，禁止使用高度、高残留农	1.本工程产生的废水通过管道运至广东石化污水处理场，通过深度处理达标后回用。可节省水资源、减少污染物排放，降低对环境的影响。 4.本工程原油装卸采用密闭管输工艺，油气全部经回收处理后排放，均属于清洁生产工艺。 8.本工程不属于 VOCs 重点排放源，油气回收设施处理效率 99.7%，有效减少 VOCs 排放。 9.本工程严格遵守国家有关危险货物运输管理的规

	<p>药。</p> <p>4.【水/综合类】推行清洁生产，新、扩、改建项目清洁生产必须达到国内先进水平。</p> <p>5.【水/限制类】煤电企业含油废水、生活污水和锅炉酸洗废水经处理后进入回用水池，全部用于脱硫系统、煤场喷淋、冲渣补充水、厂区绿化等，脱硫废水用于干灰加湿、煤场喷淋，输煤系统冲洗废水进入煤水处理系统处理后循环利用，不外排。</p> <p>6.【大气/限制类】煤电企业大气污染物严格执行超低排放标准，即 NO_x 排放小于 50 mg/m³，SO₂ 排放小于 35 mg/m³，烟尘排放小于 10 mg/m³。</p> <p>7.【大气/综合类】建筑石材加工企业应加强扬尘防控，采取围蔽等措施，减轻对周边环境的污染。</p> <p>8.【大气/综合类】现有 VOCs 重点排放源实施排放浓度与去除效率双重控制。车间或生产设施收集排放的废气，VOCs 初始排放速率大于等于 3 千克/小时的，应加大控制力度，除确保排放浓度稳定达标外，还应实行去除效率控制，去除效率不低于 80%。</p> <p>9.【固废/综合类】从事生产、装卸、贮存、运输有毒有害物品，必须采取防止污染环境的措施，遵守国家有关危险货物运输管理的规定。</p>	<p>定，对有毒有害物品采取了防止污染环境的措施。</p> <p>综上，本工程符合污染物排放管控要求。</p>
环境风险 防控	<p>1.【风险/综合类】涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者有污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置。</p> <p>2.【风险/综合类】完善广东粤电靖海发电有限公司环境污染事故应急预案，防范事故性污染事件。</p>	<p>本工程有毒有害物质的管道等存在土壤污染风险的设施，均建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置。</p> <p>符合环境风险防控管控要求。</p>

15 综合结论

15.1 项目概况

广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程配套码头工程位于揭阳惠来石碑山海域。项目新建 30 万吨级原油泊位 1 个（兼顾停靠 5~30 万吨油轮靠泊）及其他相应的配套设施，引桥、航道和大部分港池依托 1#泊位已有工程。泊位吞吐量预计为 1450 万吨。工程总投资 15.7 亿元，工期 24 个月。

15.2 工程分析结论

15.2.1 施工期工程分析

施工期的环境影响主要包括：港池浚深（含炸礁）、防波堤建设和码头水工建筑物建设，对项目所在海区水文动力条件产生影响；港池开挖、防波堤堆填、炸礁等施工作业使得泥沙悬浮，造成水体混浊、水质下降，并造成疏浚区底栖生物和海洋生物生境遭到破坏；炸礁作业的冲击波和悬浮物对水生生物和渔业资源造成影响。

施工期机械作业、建筑材料的装卸和运输、喷漆作业等将产生扬尘、喷漆废气、机械噪声、施工垃圾等。

此外，施工期还存在施工船舶燃料发生泄漏，导致突发性的污染事故。

15.2.2 营运期工程分析

营运期大气污染源主要为油气回收装置排放的尾气、船舶辅机废气和工艺管线密封点泄漏的无组织排放有机废气。主要污染物包括 VOCs、颗粒物、SO₂、NO_x。

码头在营运过程中会产生船舶机舱油污水、码头作业平台冲洗水和初期雨水、机修油污水和码头工人生活污水等。

营运期固废主要包括码头工人产生的生活垃圾和船舶所产生的固体废弃物；油气回收装置产生废弃脱硫剂；工程设备检修产生的机修棉纱、废机油等危险废物。

营运期噪声来自装卸工艺设备如油泵、阀门等，噪声值 80~95dB（A）。

本项目建成后主要的环境风险事故为货物的装卸过程中因运输船只碰撞事故、管线泄漏事故，可能会对海洋环境造成污染。

15.3 环境质量现状调查结论

15.3.1 水质环境现状结论

2020 年 9 月秋季水质调查因子中 pH、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、铜、锌、汞、镉、砷、铬、挥发酚和硫化物均符合相应环境功能区水质标准，而溶解氧、无机氮和铅出现不同程度的超标现象，出现站位全部位于执行一类海水水质标准的海区。

2021 年 3 月春季水质各评价因子中溶解氧、pH、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、铜、铅、锌、汞、镉、砷、铬、挥发酚和硫化物均符合相应环境功能区水质标准，而无机氮出现超标现象，出现站位全部位于执行一类海水水质标准的海区。

15.3.2 生态环境现状结论

(1) 秋季调查结果

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 $0.74 \text{ mg/m}^3 \sim 8.03 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 3.61 mg/m^3 ，调查海域初级生产力的变化范围为 $269.60 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 828.57 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，平均值为 $506.93 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

本次调查共记录浮游植物 4 门 52 属 142 种（含 2 个变种和 1 个变型）。本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 $323.07 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 5606.75 \text{ cells/m}^3$ ，平均为 $2351.06 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 46~74 种，平均 63 种。

本次调查共记录浮游动物 14 个生物类群 102 种，本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $109.94 \text{ mg/m}^3 \sim 249.21 \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 170.58 mg/m^3 。各测站的浮游动物平均出现种类为 44 种（29~57 种）；种类多样性指数范围为 3.077~4.405 之间，平均为 3.927。

本次调查共记录大型底栖动物 68 种，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 189.17 ind./m^2 ，底栖生物的平均生物量为 5.97 g/m^2 。

本次调查记录潮间带生物共 17 种，其中环节动物 1 种，软体动物 12 种、节肢动物 3 种和扁形动物 1 种。

渔业资源共出现了鱼卵仔鱼 10 种，鱼卵平均密度为 892.92 个/1000m³，共捕获游泳生物 76 种，渔业资源平均重量密度为 2386.36kg/km²，鱼类的资源平均重量密度和平均个体密度分别为 1679.83kg/km² 和 70.15×10³ind./km²。

(2) 春季调查

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量平均值为 0.99mg/m³，调查海域初级生产力平均值为 94.11mg·C/(m²·d)，其中 3# 号站初级生产力水平最高。

浮游植物 4 门 31 属 70 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，浮游植物丰度平均为 19.00×10⁴ cells/m³。

浮游动物 11 个生物类群 47 种，平均生物量为 739.73mg/m³，平均密度 111 38.04ind./m³。

大型底栖动物 76 种，平均栖息密度为 149.06ind./m²，平均生物量为 37.69g/m²，以软体动物的平均生物量居首位。

潮间带生物 14 种，调查断面沉积物均为岩石相。平均生物量为 176.82g/m²，平均栖息密度为 694.67ind./m²。总平均栖息密度为 694.67ind./m²。

鱼类浮游生物拖网调查共采到鱼卵 493 个，仔鱼 5 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 280.18 个/1000m³，仔鱼的平均密度为 2.60 尾/1000m³。本次水平拖网调查中，小公鱼、鲷科和小沙丁鱼是本次调查的主要种类。

共捕获游泳生物 57 种，平均重量密度为 908.11kg/km²，平均个体密度为 9 9.40×10³ind./km²。本次调查捕获的鱼类 23 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

15.3.3 环境空气现状结论

2019 年和 2020 年揭阳城市环境空气质量全面达标，各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，属于达标区。

项目附近陆域布置的环境空气质量监测结果表明：VOCs8 小时平均浓度满足参照的《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 中浓度参考限值，最大占标率是 26.8%；NMHC 最大一次浓度约占参考质量标准的 34.0%；

NO_x1 小时平均浓度最大一次浓度约占参考质量标准的 11.2%。

15.3.4 声环境现状结论

本次评价声环境质量现状监测结果表明,监测点坂美村昼、夜监测值符合《声环境质量标准》(GB12348-2008)中 2 类标准。

15.4 环境影响结论

15.4.1 水环境影响结论

由于营运期污水上岸依托广东石化厂区污水处理场处理后回用,项目对水环境的影响主要发生在施工期。

根据水动力模拟结果,流速改变超过 0.1m/s 的区域集中在防波堤两侧不超过 600 米的范围,流向发生偏转大于 40° 的范围不超过 200 米。可以认为项目的建设对水动力环境的影响局限在港址附近,不会对海域的流态结构造成明显影响。

根据对施工作业产生悬浮物的模拟计算结果,疏浚和防波堤推填引起的悬浮物浓度增值大于 10mg/L 的范围主要出现在作业区附近,整个施工作业区周期内,悬浮物影响面积为 6.593km²。炸礁作业引起的悬浮物影响主要在爆破点附近,且在爆破后 30 分钟内全部下降到 10mg/L 以下,对水质影响很小。

15.4.2 生态环境影响结论

本工程永久占用海域的主要是防波堤和码头水工建筑物。水工构筑物占用海域类型为浅海。水工建筑占海对所占海域的影响是巨大的、不可逆的;但其影响范围局限在占用海域,对于本工程所处的开阔水域而言,工程占海本身不会改变整个海区的属性、也不会造成区域初级生产力明显改变或区域生物生境的彻底丧失。

本工程港池疏浚施工水域面积约为 22.7ha,对海洋生态的较实质性影响是将破坏工程区原有的底栖生态环境,疏浚区内活动能力低的底栖生物将无法逃逸,全部死亡。疏浚产生的悬浮物引起附近游泳生物被驱散,浮游动、植物的生长受到影响,初级生产力降低,导致饵料生物量下降,影响鱼类的繁殖、生

长、分布。营运期各类废水不在港区排放，对海洋生态环境不会产生明显不利的影响。

本次项目渔业资源合计损失底栖生物 6.49t，鱼卵仔鱼 3.73×10^5 尾鱼苗；游泳生物 17.88t。渔业资源补偿金合计 356.75 万元。

15.4.3 环境风险影响结论

本工程实施前后存在一定海洋环境风险，在采取了风险防范措施、落实应急方案的前提下，海洋环境风险可控。

15.4.4 环境空气影响结论

本项目为原油码头建设，主要大气污染源为装船废气、船舶辅机废气、密封点无组织泄漏废气。本项目大气环境评价工作等级为一级，预测结果表明， SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、NMHC 等污染物贡献值叠加现状值结果满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，在企业厂界处的地面污染最大小时浓度值符合厂界标准限值的要求，可做到达标排放，项目大气环境影响可以接受。

15.4.5 声环境、固体废物影响结论

本项目实施后，对照执行的《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准：西厂界昼间和夜间厂界噪声预测值均达标，北厂界昼间达标，夜间超过标准值要求；项目实施对附近居民点无影响。

项目产生的固体废物分类处理，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海事局认可的有资质单位接收处理。码头生活垃圾和机修垃圾由市政环卫部门统一处理。油气回收装置产生废氧化锌 83.34t/a，属于危险废物，拟交由有资质的单位处理。项目产生的固体废弃物不外排，对周围环境影响较小。

15.5 综合结论

本项目位于广东省揭阳市惠来县靖海镇石碑山海域，其选址和建设符合国家产业政策、广东省和揭阳市相关规划，符合“三线一单”的要求。

本项目属于原油商业储备项目的配套码头工程，新建 1 座 30 万吨级原油泊

位及配套设施，吞吐量 1450 万吨/年。在施工期和营运期采取有效的污染防治措施，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。在此基础上，该项目周边环境的影响可接受，该项目的建设从环保角度考虑是可行的。



建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位(盖章):

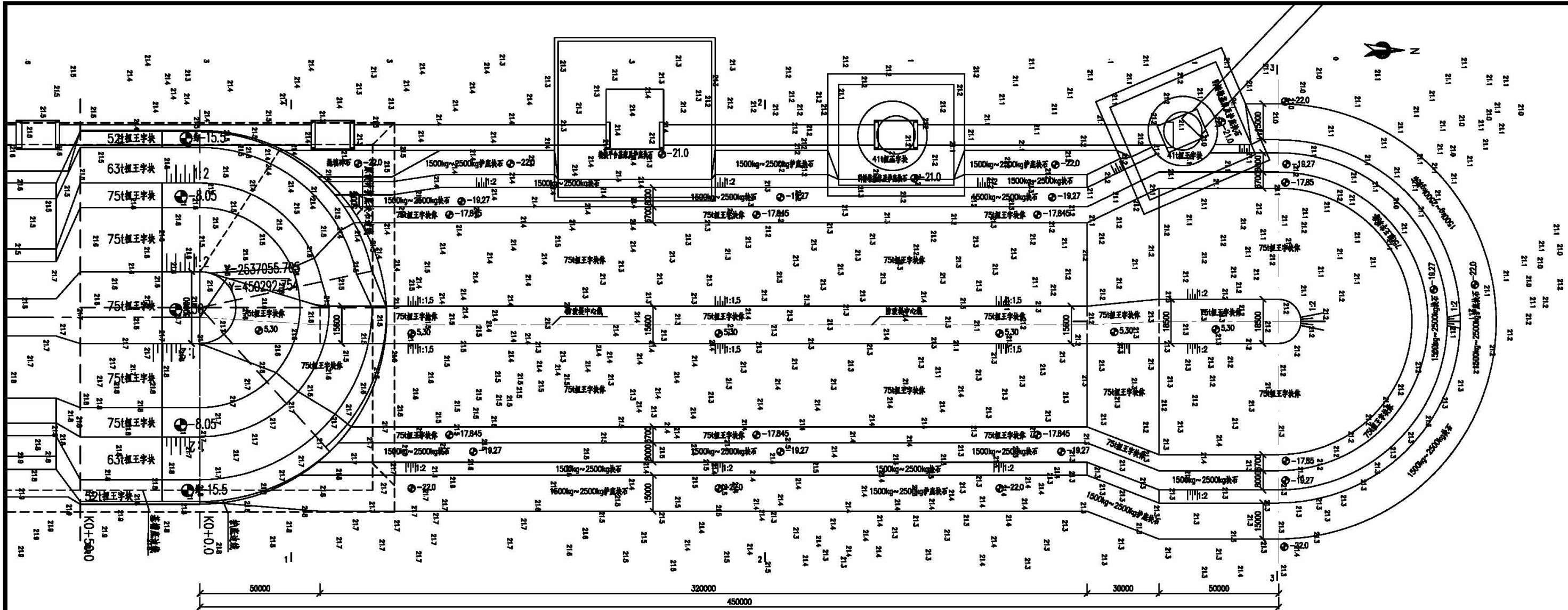
中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司

填表人(签字):

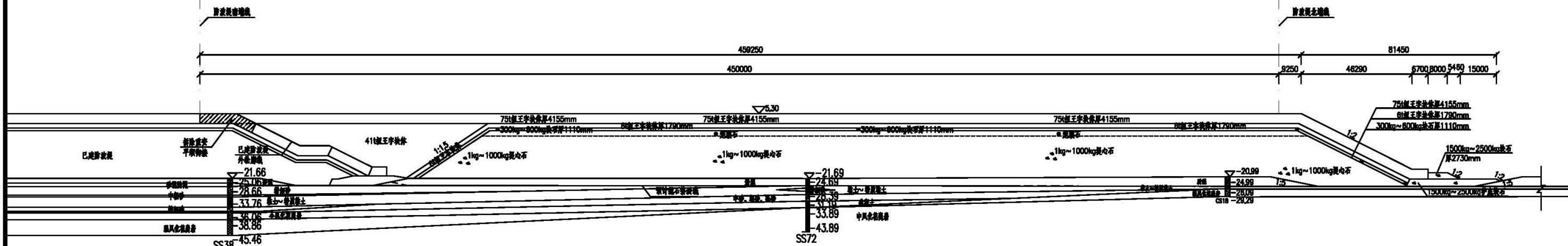
项目经办人(签字):

建设 项目	项目名称	广东揭阳520万方原油商业储备库建设工程配套码头工程				建设内容	新建1个30万吨级原油码头泊位、防波堤1座及其他配套设施				
	项目代码	2201-440000-04-01-545149				建设规模	设计吞吐量为1450万吨/年				
	环评信用平台项目编号	943bvb				计划开工时间	2022年2月				
	建设地点	广东省揭阳市惠来县靖海街道(乡、镇)				预计投产时间	2024年2月				
	项目建设周期(月)	24				国民经济行业类型及代码	G553货运港口				
	环境影响评价行业类别	138油气、液体化工码头				项目申请类别	新申报项目				
	建设性质	新建(迁建)				规划环评文件名	揭阳港总体规划环境影响报告书				
	现有工程排污许可证或排污登记表编号(改、扩建项目)	有				规划环评审查意见文号	粤环函[2010]331号				
	规划环评开展情况	广东省环境保护厅				环评文件类别	环境影响报告书				
	规划环评审查机关	广东省环境保护厅				占地面积(平方米)	7895	环评文件类别	环境影响报告书		
建设地点中心坐标(非线性工程)	经度	116.515376	纬度	22.934511	终点经度		终点纬度		工程长度(公里)	5.36	
建设地点坐标(线性工程)	起点经度		起点纬度		环保投资(万元)	7595.00	所占比例(%)	12100000455858425K			
总投资(万元)	141765.00				单位名称	中国科学院南海海洋研究所					
建设 单位	单位名称	中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司		法定代表人	刘航	编制主持人	姓名	严静	统一社会信用代码	12100000455858425K	
	统一社会信用代码(组织机构代码)	91445224MA5676HR5W		主要负责人	刘航	编制主持人	信用编号	BH045065	联系电话	13570548327	
	统一社会信用代码(组织机构代码)	91445224MA5676HR5W		联系电话	06637602177	编制主持人	职业资格证书管理号	2014035440350000003509440482	联系电话	13570548327	
	通讯地址	惠来县政府大院内政府大楼首层103房间(惠城镇南门大街1号)				通讯地址	广州市新港西路164号				
污染 物 排 放 量	污染物	现有工程 (已建+在建)	本工程 (拟建或调整变更)	总体工程 (已建+在建+拟建或调整变更)				区域削减来源(国家、省级审批项目)			
		①排放量 (吨/年)	②许可排放量 (吨/年)	③预测排放量 (吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量(吨/年)	⑥预测排放总量 (吨/年)	⑦排放增减量 (吨/年)			
	废水	废水量(万吨/年)			0			0			
		COD			0			0			
		氨氮			0			0			
		总磷			0			0			
		总氮			0			0			
		铅									
		汞									
		镉									
		铬									
		类金属砷									
	其他特征污染物										
	废气	废气量(万标立方米/年)			2569.280			2569.280	2569.280		
		二氧化硫			0.278			0.278	0.278		
		氮氧化物			0.820			0.820	0.820		
		颗粒物			0.288			0.288	0.288		
		挥发性有机物			8.778			8.778	8.778		
		铅									
		汞									
镉											
铬											
类金属砷											
其他特征污染物											
影响及主要措施	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)	生态防护措施				
	生态保护目标										
	213鸡橄礁特别保护海岛禁止类红线区	省海洋生态红线	石碑山领海基点	不影响其保护目标。	否	0	<input checked="" type="checkbox"/> 避让 <input checked="" type="checkbox"/> 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)				
214鸡橄礁特别保护海岛限制类红线区		石碑山领海基点	施工期水质悬浮物超10mg/L	否		<input checked="" type="checkbox"/> 避让 <input checked="" type="checkbox"/> 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)					

项目涉及法律法规规定的保护区情况		生态保护红线		212前詹珍惜濒危物种集中分布区限制类红线区	省海洋生态红线	珍惜濒危物种及其生境	局部施工期水质悬浮物超10mg/L	否	0	<input type="checkbox"/> 避让 <input checked="" type="checkbox"/> 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				208惠来县人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区		渔业资源及海域生态环境	悬浮物增值<1mg/L	否	0	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				209神泉珍惜濒危物种集中分布区限制类红线区		西施舌及海域生态环境		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				210神泉芦园湾重要滨海旅游区限制类红线区		砂质岸线及海域生态环境		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				211前詹重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区		砂质岸线		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				215绿洲重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区		砂质岸线		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				216客鸟尾自然景观与历史文化遗迹限制类红线区		石笋海蚀地貌及自然景观	否	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）								
				194~198大陆保有自然岸线		自然岸线及潮滩	不改变自然岸线形态和属性	否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
				伯公后礁等24个海岛保护岸线		海岛岸线	否	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）								
		自然保护区		揭阳龙虾自然保护区	市级	龙虾及生境	悬浮物增值<10mg/L	否		0	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）					
		揭阳市海龟、鲎市级自然保护区	市级	海龟、鲎及其生境	否	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）										
饮用水水源保护区（地表）		/				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
饮用水水源保护区（地下）		/				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
风景名胜区分区		/				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）						
其他		/				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 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
											1	天然气			5.3	万标立方
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		
			油气回收装置	15		油气回收	99.70%			NMHC	110.9	1.642	2.85	《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）		
										二氧化硫	10.8	0.16	0.278			
										氮氧化物	31.9	0.473	0.82			
									颗粒物	11.2	0.166	0.288				
	无组织排放	序号		无组织排放源名称					污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放标准名称					
		密封点					NMHC		《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）							
水污染治理与排放信息（主要排放口）	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	废水类别		污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放						
						序号（编号）	名称	污染治理设施处理水量（吨/小时）		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称			
	总排放口（间接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放						
							名称	编号		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称			
		12#泊位排水口	无				中委广东石化2000万吨/年重油加工工程		《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）、《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2105）排放限值及广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）	COD、石油类、氨氮	0	0	处理达标后进入污水回用系统，本项目不增加广东石化项目排放量			
	总排放口（直接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）		受纳水体		污染物排放						
							名称	功能类别	污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称				
固体废物信息	废物类型	序号		名称	产生环节及装置		危险废物特性		危险废物代码	产生量（吨/年）	贮存设施名称	贮存能力（吨/年）	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外委处置	
	一般工业固体废物						/		/	/	/	/	/	/		
							/		/	/	/	/	/	/		
							/		/	/	/	/	/	/		
	危险废物	1		废吸附剂	油气回收站脱硫装置		T		900-039-49	83.3	库区工程危废间	289	无	无	是	



防波堤平面图



防波堤纵剖面图

说明:
1. 图中尺寸单位以毫米计, 高程以米计;
2. 高程采用当地理论最低潮面;
3. 设计波高按表:

防波堤剖面设计要素									
波浪高	水深	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)
100年	百年一遇	13.74	12.02	11.72	10.19	8.95	11.7	180	
50年	按规范	12.63	11.03	10.72	9.30	8.27	11.4	154	

防波堤剖面设计要素									
波浪高	水深	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)	H(m)
100年	百年一遇	6.5	5.56	5.34	4.53	2.9	8.5	105	
50年	按规范	6.07	5.19	4.98	4.22	2.7	7.7	88	

相关图框 REFERENCE DRAWINGS
图号 DRG No. 图框名称 DRG TITLE

B	2021.09	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰
D	2021.07	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰
C	2021.06	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰
B	2020.12	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰
A	2020.11	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰	审核	王继杰
版号	日期	审核	设计	校对	审核	审核	审核	审核	审核
REV	DATE	DESIGN	BY	CHECK	BY	DESIGN	BY	DESIGN	BY

审定	APPROVED BY	王继杰	日期	DATE	2021.09
审核	REVIEWED BY	王继杰	日期	DATE	2021.09
专业负责	CHIEF DESIGNER	王继杰	日期	DATE	2021.09
校对	CHECKED BY	王继杰	日期	DATE	2021.09
设计	DESIGNED BY	王继杰	日期	DATE	2021.09

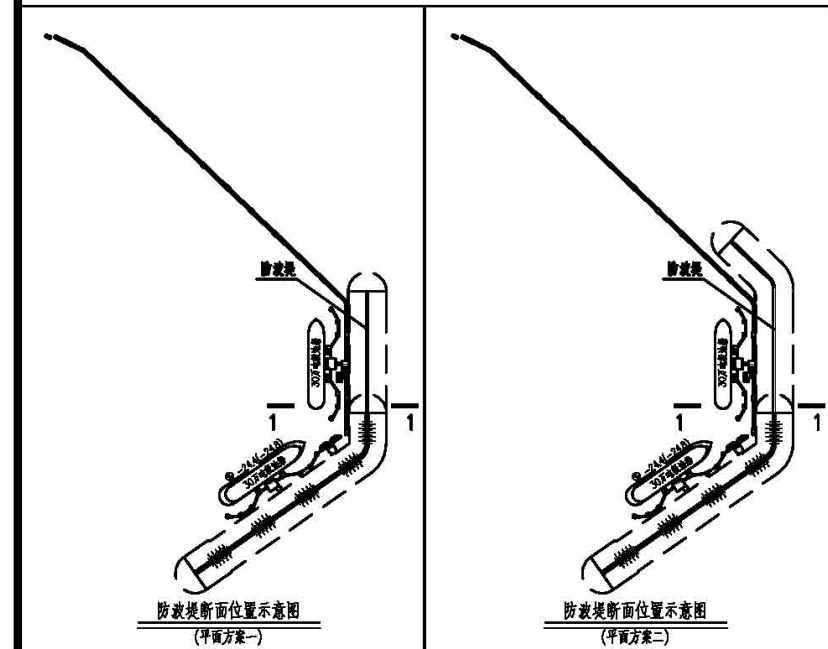
业主 CLIENT
中国石化天然气股份有限公司广东石化分公司
Guangdong Petrochina Chemical Company

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd

广东揭阳520万方原油商业储备库建设工程
配套码头工程

防波堤平面图、纵剖面图(结构方案一)

图号	20283-GK-DWG-SQ-2001	版号	E
比例	DRG SCALE 1:800	图框比例	PLOT SCALE A1: 1:10
项目经理	王继杰	版权所有	COPYRIGHT RESERVED



说明:

1. 图中尺寸单位以毫米计, 高程以米计。
2. 高程采用当地理论最低潮面。
3. 设计波要素:

防波堤外側設計要素								
要素別	水位	H ₅₀ (m)	H ₁₀₀ (m)	H ₂₀₀ (m)	H ₅₀₀ (m)	H _m (m)	T _m (s)	L ₁ (m)
100年	百年高	13.74*	12.02	11.72	10.19	8.95	11.7	16
50年	超過高	12.63	11.03	10.72	9.30	8.27	11.4	15

防波堤内側設計要素								
要素別	水位	H ₅₀ (m)	H ₁₀₀ (m)	H ₂₀₀ (m)	H ₅₀₀ (m)	H _m (m)	T _m (s)	L ₁ (m)
100年	百年高	6.5	5.56	5.34	4.53	2.9	8.5	10
50年	超過高	6.07	5.19	4.98	4.22	2.7	7.7	8

相关图纸 REFERENCE DRAWING

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.
------------	-----------------

E	2021.09	报批版	王俊杰	单恒年	王俊杰	谢乔木	何文
D	2021.07	报批版	王俊杰	单恒年	王俊杰	谢乔木	何文
C	2021.06	报批版	王俊杰	单恒年	王俊杰	谢乔木	何文
B	2020.12	报批版	王俊杰	单恒年	王俊杰	谢乔木	何文
A	2020.11	审阅版	王俊杰	单恒年	王俊杰	谢乔木	何文
版本号	日期	出版状态	设计	校对	专业负责	审核	审

审定 APPROVED BY 任毅 日期 DATE 2021.0

审核 REVIEWED BY 谢元光 日期 DATE 2021.0

专业负责 CHIEF DESIGNER 王德生 日期 DATE 2021.0

校对 CHECKED BY 日期 DATE 2021.0

设计 DESIGNED BY 日期 DATE 2021.0

業主 CLIENT	
-----------	--

 中国石油天然气股份有限公司广东石化分

Guangdong Petrochina Chemical Comp

中亦第四航务工程勘察设计院有限公司

0000 PUBLISHED BY THE

CCCC-FADI Engineering Co., Ltd

广东揭阳520万方原油商业储备库建设工

配套码头工程

--

吐油用虹吸圖 1-1 (結構示意)

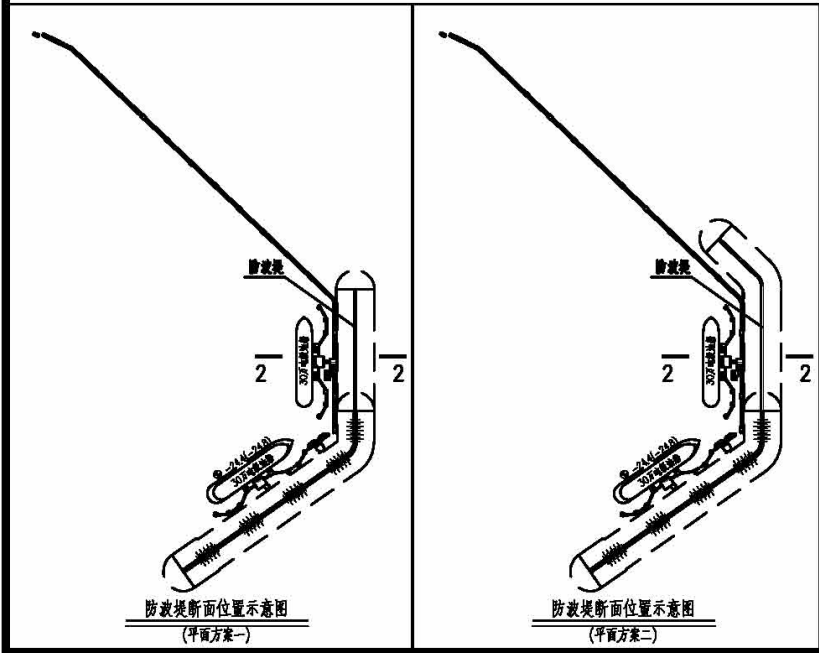
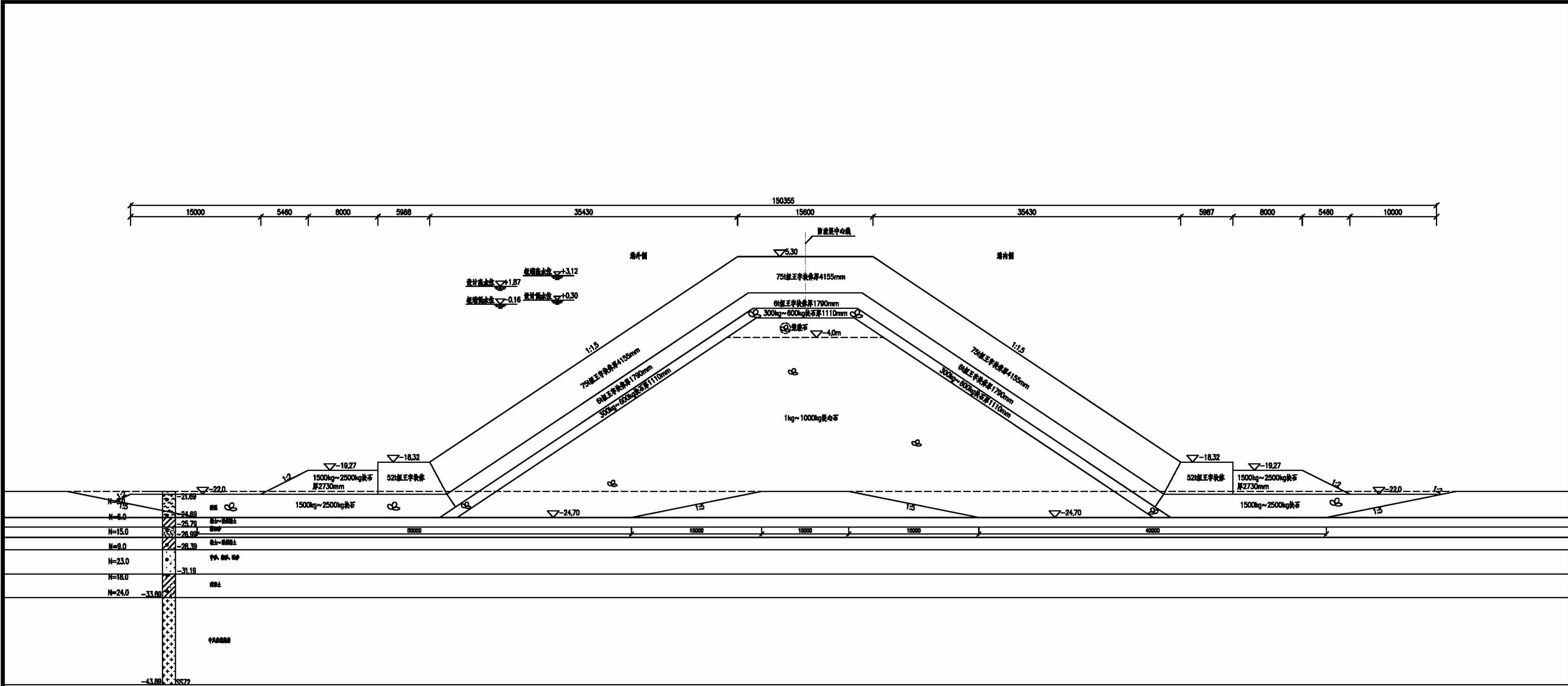
防波堤断面图1-1(结构方案一)

[illegible]

图号	20A283-GK-DWC-SC-2002	版号
FIG. No.		REV.

比例 DRG SCALE	1:200	图框比例 PLOT SCALE
--------------	-------	-----------------

版权所有 COPYRIGHT RESERVED



防波堤断面图2-2
(结构方案一)

说明:

- 图中尺寸单位以毫米计, 高程以米计;
- 高程采用当地水准高程和黄海高程;
- 设计波高采用:

防波堤升侧设计波高表									
波高	水深	H ₁₀₀ (m)	H ₅₀ (m)	H ₂₅ (m)	H ₁₀ (m)	H ₅ (m)	H ₂ (m)	H ₁ (m)	L(m)
100年	百年一遇	13.74	12.02	11.72	10.19	8.85	11.7	180	
50年	五十年一遇	12.83	11.03	10.72	9.30	8.27	11.4	154	

防波堤内侧设计波高表									
波高	水深	H ₁₀₀ (m)	H ₅₀ (m)	H ₂₅ (m)	H ₁₀ (m)	H ₅ (m)	H ₂ (m)	H ₁ (m)	L(m)
100年	百年一遇	6.5	5.56	5.34	4.53	2.9	8.5	105	
50年	五十年一遇	6.07	5.19	4.98	4.22	2.7	7.7	88	

相关图例 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图例名称 DRG TITLE

B	2021.09	报批版	王继杰	单性平	王继杰	谢永水	何文敏
D	2021.07	报批版	王继杰	单性平	王继杰	谢永水	何文敏
C	2021.06	报批版	王继杰	单性平	王继杰	谢永水	何文敏
B	2020.12	报批版	王继杰	单性平	王继杰	谢永水	何文敏
A	2020.11	审阅版	王继杰	单性平	王继杰	谢永水	何文敏

版号	日期	出版状态	设计	校对	专业负责	审核	审定
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKER	DESIGNER	REVIEWER	APPROVED

审定 APPROVED BY: 何文敏 日期 DATE: 2021.09

审核 REVIEWED BY: 王继杰 日期 DATE: 2021.09

专业负责 CHIEF DESIGNER: 王继杰 日期 DATE: 2021.09

校对 CHECKED BY: 单性平 日期 DATE: 2021.09

设计 DESIGNED BY: 王继杰 日期 DATE: 2021.09

业主 CLIENT

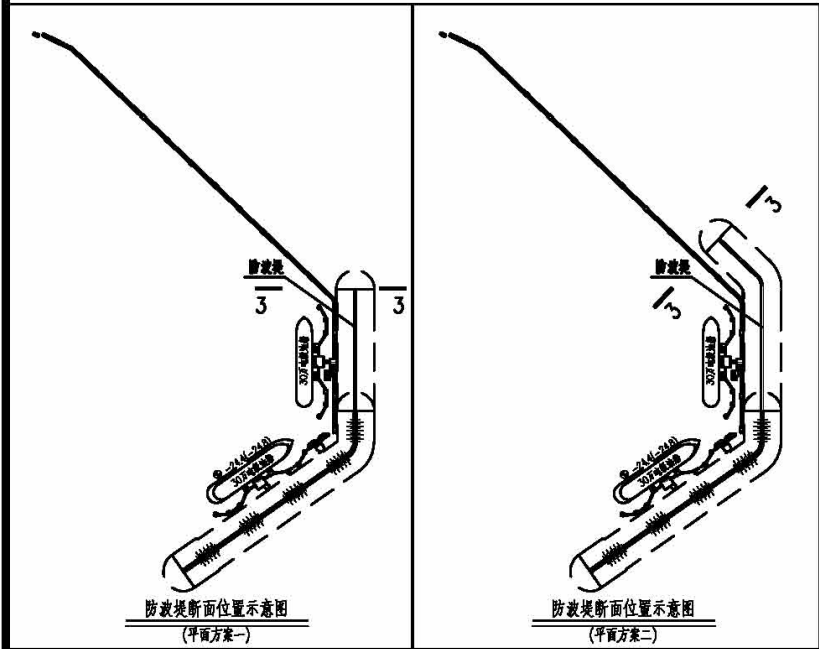
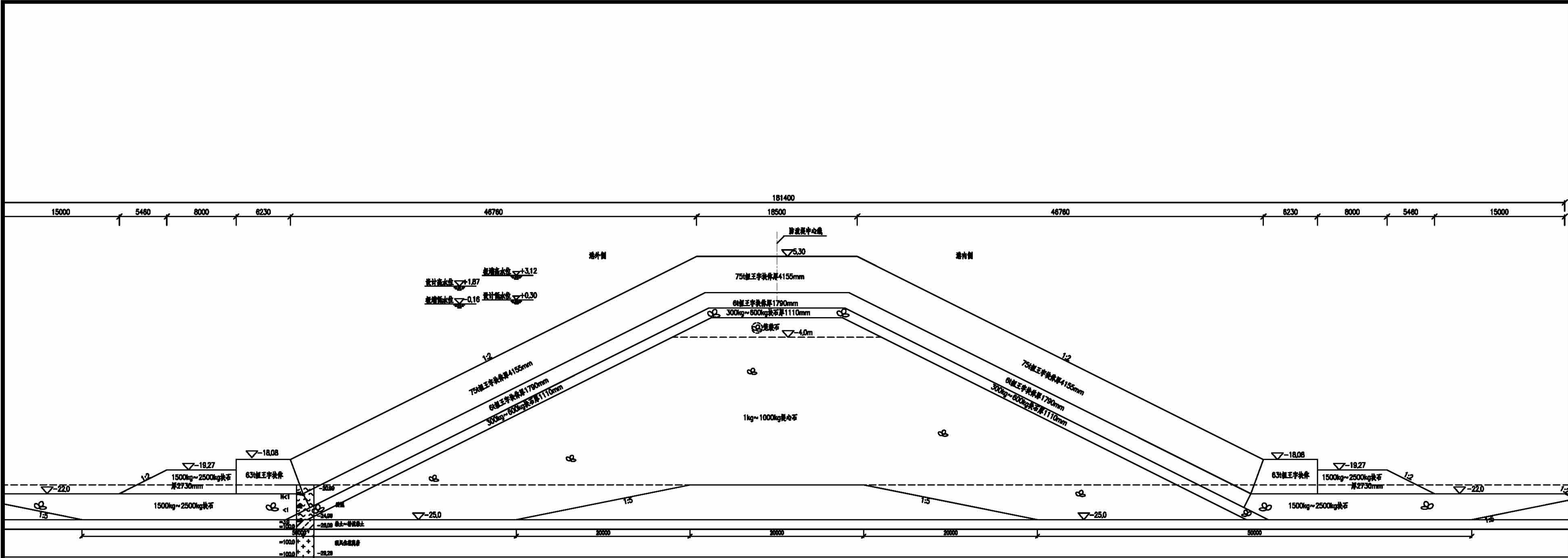
中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司
Guangdong Petrochina Chemical Company

中文第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd

广东揭阳520万方原油商业储备库建设工程
配套码头工程

防波堤断面图2-2 (结构方案一)

图号	20283-GK-DWG-SQ-2003	版号	E
比例 DRG SCALE	1:200	图例比例 PLOT SCALE	A1:10
项目经理 P.M.	王继杰	版权所有	COPYRIGHT RESERVED



防波堤断面图3-3
(结构方案一)

说明:
1. 图中尺寸单位以毫米计, 高程以米计;
2. 高程采用当地水准高程;
3. 设计流速参考:

防波堤升侧设计要素									
要素	名称	H ₁ (m)	H ₂ (m)	H ₃ (m)	H ₄ (m)	H ₅ (m)	H ₆ (m)	H ₇ (m)	H ₈ (m)
100年	百年一遇	13.74	12.02	11.72	10.19	8.85	11.7	180	
50年	五十年一遇	12.83	11.03	10.72	9.30	8.27	11.4	154	

防波堤内侧设计要素									
要素	名称	H ₁ (m)	H ₂ (m)	H ₃ (m)	H ₄ (m)	H ₅ (m)	H ₆ (m)	H ₇ (m)	H ₈ (m)
100年	百年一遇	6.5	5.56	5.34	4.53	2.9	8.5	105	
50年	五十年一遇	6.07	5.19	4.98	4.22	2.7	7.7	88	

相关图例 REFERENCE DRAWINGS	
图号 DRG No.	图例名称 DRG TITLE

B	2021.09	报批版	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰
D	2021.07	报批版	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰
C	2021.06	报批版	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰
B	2020.12	报批版	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰
A	2020.11	审批版	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰	王继杰
版号 REV.	日期 DATE	审批状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECK	专业负责 DESIGNER	审核 REVIEWER	审批 APPROVED	审批 APPROVED	审批 APPROVED

审定 APPROVED BY	王继杰	日期 DATE	2021.09
审核 REVIEWED BY	王继杰	日期 DATE	2021.09
专业负责 CHIEF DESIGNER	王继杰	日期 DATE	2021.09
校对 CHECKED BY	王继杰	日期 DATE	2021.09
设计 DESIGNED BY	王继杰	日期 DATE	2021.09

业主 CLIENT
中国石化天然气股份有限公司广东石化分公司
Guangdong Petrochina Chemical Company

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd

广东揭阳520万方原油商业储备库建设工程
配套码头工程

防波堤断面图3-3(结构方案一)

图号 DRG No.	20283-GK-DWC-SQ-2004	版号 REV.	E
比例 DRG SCALE	1:200	图框比例 PLOT SCALE	A1: 1:10
项目经理 P.M.	王继杰	版权所有	COPYRIGHT RESERVED

中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司

关于委托开展广东揭阳 520 万方 原油商业储备库建设工程配套码头工程 环境影响评价工作的函

中国科学院南海海洋研究所：

根据《中国石油天然气集团有限公司商业储备油分公司与中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司〈广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程〉委托建设协议》，中国石油天然气集团有限公司计划在广东省揭阳市惠来县建设广东揭阳 520 万方原油商业储备库工程（以下简称“该工程”），我公司是该工程的实施（代建）单位。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，建设对环境有影响的项目，应当依法进行环境影响评价。现委托贵所开展该工程配套码头工程的环境影响评价工作，工作程序、内容和深度应符合国家和地方政府相关法律、法规、标准、规范要求。未尽事宜，双方后续协商确定。

特此致函。

中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司

2021 年 2 月 8 日

（联系人及电话：郭长景 15218686266）



揭阳市生态环境局文件

揭市环审〔2021〕29号

揭阳市生态环境局关于广东揭阳 520 万方 原油商业储备库建设工程（库区工程） 环境影响报告书的批复

中国石油天然气股份有限公司广东揭阳商业储备油分公司：

你单位报送的《广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程（库区工程）环境影响报告书》（编号 82xz2b，以下简称“报告书”）等有关材料收悉。经研究，批复如下：

一、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程中的 120 万方原油码头库区位于惠来县靖海镇石碑山灯塔北侧，库区由储罐区、原油输送工艺区、辅助生产区和行政管理区等组成。储罐区设置 12 座 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 原油储罐，配套建设 3 座导热油炉、变电所、综合办公楼、输送区、仪表、供电、供水、供热等辅助设施，并建设有 1 座有效容积 2500m^3 的含油污水池、1 座有效容积 17800m^3 的事故池、1 座有效容积 10 万 m^3 的事故池。该库区环评已在中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环评中一并

通过生态环境部审批（环审〔2019〕76号）。

广东揭阳 520 万方原油商业储备库建设工程（库区工程）（项目代码：2102-445224-04-01-04445）整合优化在建 120 万方码头库区，向在建 120 万方码头库区北、西、南三侧扩建，扩建后占地总面积 69.3 公顷，扩建内容主要为 400 万立方米原油储备库，新增设置 10 个罐组共 40 座储罐，单座储罐 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 。扩建项目总投资额为 561449 万元，其中环保投资 94322 万元。

根据报告书的分析、评价结论以及技术评估意见，在项目按照报告书所列的性质、规模、地点、建设内容进行建设，落实各项污染防治及环境风险防范措施，确保生态环境安全的前提下，我局原则同意报告书的环境影响评价总体结论和拟采取的各项生态环境保护措施。

二、项目建设应在严格落实环审〔2019〕76号文相关要求的前提下，进一步做好以下生态环境保护工作：

（一）强化环境风险防范和事故应急措施。构建库区环境风险防控体系，加强运行、污染防治设施的管理和维护。设立足够容积的事故应急池，确保任何事故情况下各类废水不排入外环境和得到妥善处理处置。

按照相关规定，配备充足的应急资源，制定环境风险防范的相关制度，明确相关机构和职责。制定环境风险应急预案，并与中委广东石化2000万吨/年重油加工工程、当地政府突发环境事件应急预案衔接，应急预案应报生态环境部门备案。定期开展环境风险应急演练，做好与相关部门的应急联动，必要时根据演练

结果进一步调整优化应急组织体系、应急响应机制、应急资源配置或修订应急预案，有效防范环境风险。

（二）加强废气污染防治。进一步优化厂区布局，建立密闭的储运体系，落实油气回收装置及其他先进有效的大气污染防治措施，尽可能减少储存油品的挥发损耗。定期开展泄漏检测与修复（LDAR），预防或减缓不利影响。结合《广东省涉挥发性有机物（VOCs）重点行业治理指引》等相关规定做好厂区内无组织排放废气治理。导热油炉燃烧废气应经“低氮燃烧器+烟气外循环”脱硝处理达标后通过18米高排气筒排放；含油污水池设施产生的废气经收集及活性炭吸附处理达标后通过15米高排气筒排放。

（三）严格落实各项水污染防治措施。按照“清污分流、雨污分流、循环用水”的原则建设给排水系统，清罐废水、地面冲洗废水、初期雨水、生活污水等废水依托中委广东石化2000万吨/年重油加工工程污水处理系统处理，做好废水收集等日常管理，建立健全废水收集、转运及处理台账。建立有效的防渗系统，严格做好生产区、固体废物临时贮存仓库、清水池、事故应急池等的防渗措施，防止污染土壤、地下水。加强废水收集、排放管网的运行维护。

（四）按照“减量化、资源化、无害化”的要求妥善做好固体废物的分类收集、处置工作。项目产生的罐底油泥、废活性炭、废导热油等危险废物，应交由具有相应危险废物经营资质的单位进行无害化处理，并按要求办理转移联单手续。其他一般固体废

物应综合利用或妥善处理处置。生活垃圾统一收集后交环卫部门处理。

按规范要求设置收集装置和建设危险废物临时贮存场所。危险废物临时贮存应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求，防止造成二次污染。一般固体废物暂存应符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）的要求。

（五）强化运营期噪声治理措施。选用低噪声设备，对主要噪声源合理布局，各噪声源采用隔声、减震、消声等治理措施，确保厂界噪声达标排放。

（六）强化施工期环境管理。采取有效措施减缓施工扬尘，妥善处理处置施工期产生废水，及时做好施工临时用地的生态恢复工作，防止造成水土流失。及时清运建筑弃土，严禁乱堆乱放和抛入水体。建立施工期环境监测和监理制度，环境监测和环境监理报告应定期报送揭阳市生态环境局及惠来分局，并作为项目竣工环境保护验收的依据之一。

（七）严格落实各项污染源和生态环境监测计划。结合《排污许可证申请与核发技术规范储油库、加油站》（HJ1118-2020）和报告书要求，进一步完善项目监测频率和监测因子，建立包括有组织 and 无组织排放的环境监测体系，完善监测计划，建立污染源台账制度，开展长期环境监测，保存原始监测记录，定期向公众公布污染物排放监测结果。如出现污染物排放超标情况，应立即查明原因并进一步采取污染物减排措施。

（八）建立与项目环境保护工作需求相适应的环境管理团队，完善企业各项环境管理制度，加强环境管理。在项目施工和运营过程中，主动发布企业环境保护信息，并自觉接受社会监督。建立畅通的公众参与渠道，加强宣传与沟通工作，及时解决公众反映的环境问题，满足公众合力的环境保护诉求。

三、根据项目选址的环境功能区要求，该项目污染物排放应符合如下标准：

（一）运营期废水排放按环审〔2019〕76号文要求执行。

（二）运营期导热油炉烟气排放执行《锅炉大气污染物排放标准》（DB44/765-2019）中特别排放限值要求；厂界无组织非甲烷总烃排放执行《储油库大气污染物排放标准》（GB20950-2020）中限值要求；含油污水池、危险废物暂存库收集处理装置有机废气排放执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）和《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）要求；厂区内VOCs无组织排放执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录A特别排放限值要求。

（三）运营期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的3类标准；施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

四、项目扩建完成后，新增主要污染物排放总量指标为VOCs120.67吨/年、NO_x3.54吨/年、COD0.067吨/年和氨氮0.007吨/年，其中NO_x、COD及氨氮在中委广东石化2000万吨/年重油

加工工程主要污染物排放总量指标中调剂解决；VOCs指标中，部分（45.63吨/年）由中委广东石化2000万吨/年重油加工工程主要污染物排放总量指标中调剂解决，部分（75.04吨/年）来源于揭阳市迈迪斯鞋业有限公司等企业增加治理设施产生的部分减排量。

五、项目应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目应按规定申领污染物排放许可证后方可投入试生产，应经环保验收合格方可投产。

六、项目的规模、地点、生产工艺或者防治污染、防治生态破坏的措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。

七、项目日常环境监督管理工作由揭阳市生态环境局惠来分局负责。

揭阳市生态环境局
2021年9月13日

抄送：市生态环境局惠来分局，中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司，山东海纳环境工程有限公司

揭阳市生态环境局办公室

2021年9月13日印发

中华人民共和国生态环境部

环审〔2019〕76号

关于中委广东石化 2000 万吨/年 重油加工工程变更环境影响报告书的批复

中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司：

你公司《关于审批〈中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程变更环境影响报告书〉的请示》（广石化函〔2019〕3号）收悉。经研究，批复如下。

一、该项目建设地点位于广东省揭阳市大南海石化工业区。2011年1月，我部以环审〔2011〕22号文件批复了《中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程环境影响报告书》，批复建设内容主要包括含新建2套1000万吨/年常减压装置在内的主体工程以及原油码头、原油码头库区、产品码头、厂外管线等配套厂外工程。

该项目建设过程中主体工程建设规模、原料、加工工艺及公

辅工程、环保工程、配套厂外工程等内容发生变动，增加乙烯、芳烃等主要生产装置，主体工程建设内容由炼油工程调整为“炼油—乙烯—芳烃”炼化一体化工程。变动后，该项目主体工程共包括 22 套炼油装置和 8 套化工装置，其中新增 120 万吨/年乙烯装置、40 万吨/年高密度聚乙烯装置、80 万吨/年全密度聚乙烯装置、60 万吨/年烷基化装置、80 万吨/年焦化石脑油加氢装置、170 万吨/年催化汽油加氢装置、260 万吨/年芳烃联合装置、11 万吨/年丁二烯抽提装置、80 万吨/年苯乙烯装置等，蜡油加氢、催化裂化、石脑油加氢、连续重整、柴油加氢、聚丙烯等装置规模增大，加氢裂化、延迟焦化装置规模减小，取消异构化等装置，动力站方案由整体煤气化联合循环发电（IGCC）方案调整为“18 万立方米/小时石油焦制氢+4×480 吨/小时超高温高压燃气锅炉”方案；厂内储罐由 177 座增至 214 座，总罐容由 433 万立方米降至 347 万立方米；原油码头及后方库区建设 1 座 30 万吨级原油泊位和 12 座 10 万立方米原油储罐；产品码头建设 13 座泊位，吞吐量由 1224 万吨/年增至 1332 万吨/年，其中成品油泊位规模由 5 万吨级增至 10 万吨级；厂外管线工程线路长度由 32 公里增加至 35 公里，敷设方式由“架空+埋地”敷设改为全线埋地敷设；项目陆域总占地面积由 666.14 公顷增至 883.32 公顷，占用海域面积由 450.28 公顷增至 636.52 公顷；原料由 2000 万吨/年委内瑞拉高硫重质原油调整为 1000 万吨/年委内瑞拉高硫重质原油+1000 万吨/年中东高硫混合原油，平均含硫量

由 2.49% 增至 3.08%；产品新增 101 万吨/年聚乙烯、262 万吨/年对二甲苯、80 万吨/年苯乙烯，聚丙烯、硫磺产量增加，成品油产量由 1353 万吨/年降至 963 万吨/年，油品质量由国 IV 升至国 VI。

该项目按照多产芳烃产品、配套乙烯并适当生产成品油的原则变更原油加工流程，所产汽柴油产品质量达到国 VI 标准，对满足国内芳烃产品需求、提升燃油品质具有积极意义。该项目位于粤东地区，周边居民数量较多且所在揭阳市环境空气质量接近承载能力上限，环境质量改善压力较大，项目变更后颗粒物排放量有所增加，且新增苯、甲苯、二甲苯等废水、废气特征污染物排放，将进一步增加区域环境质量改善压力。因此，该项目须严格落实各项生态环境保护措施，采取最严格的环境风险防范措施、环境管理制度、环境监控和应急措施。同时，应积极配合地方政府落实区域污染物削减要求和规划控制要求，建立及时有效的应急响应与联动机制。综合考虑，我部原则同意你公司工程变更环境影响报告书中所列建设项目规模、工艺和环境保护对策措施。

二、项目建设和运行管理中应重点做好以下工作

（一）在设计、建设和运行中，按照“环保优先、绿色发展”的目标定位和循环经济、清洁生产理念，进一步优化工艺路线和设计方案，选用优质装备和原材料，优化调整能源结构，提高化工产品和燃料油品质量，强化各装置节能降耗措施，从源头减少污染物的产生量和排放量。

（二）严格落实各项大气污染防治措施。根据各类工艺废气污染物的性质分别采用洗涤、焚烧、过滤等处理方式，处理设施的处理能力、效率应满足需要，排气筒高度须符合国家有关要求，确保大气污染物排放满足国家和地方有关标准要求。

各装置加热炉、裂解炉、焚烧炉以及动力中心锅炉、原油码头库区导热油炉燃用脱硫干气等燃料气或外购天然气；常减压、延迟焦化、蜡油加氢、加氢裂化、柴油加氢裂化、航煤加氢、石脑油加氢、焦化石脑油加氢、连续重整、催化汽油加氢、芳烃联合等装置加热炉及硫磺回收尾气焚烧炉、苯乙烯蒸汽过热炉采用超低氮燃烧器；催化裂化、动力中心锅炉、乙烯裂解炉采用低氮燃烧器和选择性催化还原（SCR）脱硝技术；原油码头库区导热油炉采用“低氮燃烧器+烟气外循环”脱硝技术。各项污染物分别满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570—2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571—2015）、《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223—2011）以及广东省《锅炉大气污染物排放标准》（DB44/765—2019）相应特别排放限值后排放。

硫磺回收装置采用“二级 Claus+LT—SCOT 尾气处理+尾气焚烧+碱法脱硫”工艺处理酸性气及延迟焦化脱硫尾气，废气满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570—2015）特别排放限值后高空排放。

全厂建立密闭生产和储运体系，原料煤、石油焦采用封闭储存，料仓及转运站、破碎楼内含尘废气经布袋除尘处理后排放；

延迟焦化采用密闭除焦技术，焦池、焦炭塔废气收集经碱法脱硫后送焦化装置加热炉作为燃烧配风。连续重整装置催化剂再生废气采用吸附技术脱氯，乙烯废碱液氧化尾气送装置裂解炉氧化处理，聚丙烯工艺废气采用 RTO 炉处理，石油焦制氢装置含甲醇废气采用水洗吸收处理，上述工艺废气经处理后，分别满足《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571—2015）、《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572—2015）特别排放限值要求后排放。

强化挥发性有机物（VOCs）、恶臭和有毒有害气体污染管控措施，有效控制无组织排放。建立泄漏检测与修复制度，定期检测设备、设施动静密封点。严格控制有机液体储存与调和挥发损失逸散的 VOCs，罐区、码头、装卸区设置油气回收和废气处理设施，分别采用吸附、吸收、冷凝、催化氧化等组合工艺处理，满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570—2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571—2015）特别排放限值后排放。严格控制废水集输、储运及处理过程中 VOCs 逸散，厂内污水处理场和各装置含油污水预处理设施采用加盖密闭措施，废气分别采用催化氧化、两段生物法+活性炭吸附工艺处理，废气满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570—2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571—2015）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554—93）、广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）相应标准要求后排放。含硫污水罐顶气经尾气脱臭设施

处理后回用或送硫磺装置酸性气焚烧炉燃烧处理。

危险废物焚烧炉采用回转窑十二燃室方式焚烧，燃烧效率不低于 99.9%，焚烧烟气经“非选择性催化还原（SNCR）+急冷+干式吸附+布袋除尘+碱液洗涤”工艺处理，满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB14848—2001）要求后排放。

厂界颗粒物、苯、甲苯、二甲苯、甲醇、氨、硫化氢、苯乙烯等污染物应分别满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570—2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571—2015）、广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554—93）的厂界无组织排放标准。

项目二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、VOCs 排放总量分别不超过 959 吨/年、2805 吨/年、535 吨/年、3424 吨/年。

（三）严格落实各项水污染防治措施。根据“雨污分流、清污分流、分质处理、一水多用”的原则建设给排水系统。进一步提高水的回用率，减少新鲜水用量和废水排放量。

项目炼油装置区含油/含盐污水、炼油 1 井、2 井循环水场排污水、化工装置区生产污水、净水厂含盐污水、危废焚烧系统含盐污水及全厂生活污水、初期雨水经厂内含油含盐污水处理系统采用“调节除油+隔油+中和均质+气浮+A/O+高效沉淀+过滤”工艺处理后送污水回用系统经“预处理+超滤+反渗透”处理后回用；炼油 3 井循环水场、化工循环水场排污水送污水回用系统回用。

乙烯装置废碱渣、炼油装置废碱渣、污水回用系统反渗透浓水、产品码头压舱水、常减压装置 I 电脱盐废水经高含盐污水处理系统采用“气浮+两级 PACT+WAR+臭氧氧化”工艺处理，满足《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570—2015）、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571—2015）、《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572—2015）排放限值及广东省《水污染物排放限值》（DB44/26—2001）相应标准要求后，依托园区海洋放流管深海排放。

催化裂化再生烟气脱硫废水采用“絮凝沉淀+氧化+过滤+冷却”工艺处理，硫磺回收焚烧烟气脱硫废水经曝气氧化处理后依托园区海洋放流管深海排放。

原油码头及库区初期雨水、含油污水、事故废水、产品码头初期雨水、含油污水、含油压舱水、生活污水收集后，经厂外管线工程送厂区污水处理场含油含盐污水处理系统处理；清洁压舱水经紫外线消毒处理后排放；厂区非污染雨水经监测合格后排入厂区东侧龙江河。项目不得另设任何其他外排水途径。

项目化学需氧量、氨氮、总氮外排总量分别不得超过 241 吨/年、25 吨/年、97 吨/年。你公司应进一步优化废水处理和回用方案，确保项目产生的污水得到妥善处理处置。

（四）强化各项环境风险防范措施，有效防范环境风险。加强石油化工物料、危险品的储运和使用管理。按规范设置自动监测、报警、紧急切断及紧急停车系统，可燃气体、有毒气体监测

报警系统和在线分析系统，以及防火、防爆、防中毒等事故处理系统。配备足够的应急发电设施，确保紧急情况下应急设备可有效使用。事故状态下，各装置工艺废气送火炬系统处理。炼油区火炬系统设置可燃气体回收系统。

厂区、原油码头库区设置包括装置围堰、罐区防火堤、装置区雨水监控池、末端事故水池在内的事故水防控系统，确保事故水可自流进入事故池。优化事故水收集输送途径，实施事故水分区收集。极端事故情况下，依托园区事故水池和排洪渠，同时关闭园区排洪渠入海口闸坝。收集的事故水送污水处理场妥善处理。你公司应采取有效措施确保任何情况下事故水不外排入海。

进一步强化厂外管线环境风险防范措施。优化路由选线，尽可能避绕人口集中区；采用数据采集与监控（SCADA）系统；穿越人口密集区采取提高设计等级、“双百”探伤等措施，并在距离敏感目标较近的管段采用顶管穿越、套管、增设截断阀室等强化措施。

完善突发环境事件应急预案和受影响区域内人员应急疏散方案，配备足够的应急队伍、设备和物资，建立项目与周边村庄、社区、单位的环境风险监控预警机制，制定环境应急监测方案。按照“分类管理、分级响应、区域联动”的原则，做好项目与园区、惠来县、揭阳市以及与揭阳港、周边港区的应急防控能力联防联控，制定应急预案并定期开展突发环境事件应急演练，提升区域环境风险防范能力，有效防控区域环境风险。

(五) 强化施工期环境管理，降低施工期生态环境影响。原油码头航道疏浚采用炸礁+凿岩相结合的施工方式，减少清礁施工对鸡椒礁特别保护海岛限制类红线区的影响；港池和航道疏浚避开主要经济鱼类和保护物种的繁殖育苗季节；施工过程设法避让大型野生动物；严格控制厂外管线施工作业带宽度。

(六) 切实落实地下水和土壤污染防治措施。按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则进行地下水污染防治。严格按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934—2013）要求，对重点污染防治区、一般污染防治区等采取分区防渗措施。加强防渗设施的日常维护，对出现破损的防渗设施应及时修复和加固，确保防渗设施牢固安全。加强隐蔽工程泄漏检测，一旦发现泄漏，应立即采取补救措施，防止污染地下水和土壤。

建立完善的地下水和土壤监测制度。根据重点污染防治区项目平面布置、厂外管线路由、地下水流向和环境保护目标，合理设置地下水和土壤监测井，严格落实地下水和土壤监测计划。一旦出现地下水污染，立即启动应急预案和应急措施，减少对水体和土壤的不利环境影响，确保项目周边居民饮用水安全。

(七) 提高管理和运营水平，加大管理、操作人员培训力度，加强非正常工况的环境保护工作。从环境保护角度制定完善的检修和维修操作规程，进一步降低开停车等非正常工况发生频次及污染物排放量，强化火炬系统设计和运营管理，严禁长时间非正

常工况超标排放污染物。结合特殊气象条件预警，制定和实施环境应急方案，必要时采取降低主体工程装置生产负荷等应急措施。

（八）严格落实固体废物污染防治措施。根据国家和地方的有关规定，按照“减量化、资源化、无害化”原则，对固体废物进行分类收集、处理和处置，确保不造成二次污染。

延迟焦化、催化裂化装置废碱液送乙烯废碱液氧化单元处理；废油、各装置有机残液、废焦粒、废活性炭、污水处理场生化污泥、高含盐污水处理 WAR 装置炭泥送厂内危险废物焚烧装置焚烧处理；废催化剂、废分子筛、废添加剂、储罐底泥、污水处理场化学污泥、焚烧系统灰渣、废耐火砖送园区危险废物填埋场填埋。严格执行危险废物转移联单制度，强化危险废物运输的环境保护措施，有效避免发生突发环境事件。按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2001）建设和管理危险废物暂存库。

石油焦制氢装置气化灰渣应进行固体废物属性鉴别。若经鉴别判定为危险废物，你公司应按照广石化函〔2019〕5号文件承诺事项，在项目投产前完成厂内预处理装置建设并投入运行，确保气化灰渣经预处理后满足综合利用相关管理要求。加强灰渣的储运管理，防止灰渣渗滤水污染环境。

（九）严格落实声环境保护措施。优化高噪声设备布局，优先选用低噪声设备，采取消声、隔声、减振等降噪措施，确保厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）相应标准限值。

(十) 严格落实施工期和运营期的各项污染源和生态环境监测计划。建立包括有组织 and 无组织排放的环境监测体系，并覆盖非甲烷总烃、VOCs、苯、二甲苯、硫化氢、氨等特征污染物和相关第一类污染物。按照《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法（试行）》《固定源废气监测技术规范》（HJ/T397—2007）、《排污单位自行监测技术指南 石油炼制工业》（HJ880—2017）、《排污单位自行监测技术指南 石油化学工业》（HJ947—2018）及其他相关标准、规定要求，完善环境监测计划，建立污染源台账制度，开展长期环境监测，保存原始监测记录，定期向公众公布污染物排放监测结果。安装污染物排放在线连续监测系统，并与生态环境部门联网。如出现污染物排放超标情况，应立即查明原因并进一步采取污染物减排措施。

(十一) 建立与项目环境保护工作需求相适应的环境管理团队，完善企业各项环境管理制度，加强环境管理。在项目施工和运营过程中，主动发布企业环境保护信息，并自觉接受社会监督。建立畅通的公众参与渠道，加强宣传与沟通工作，及时解决公众反映的环境问题，满足公众合理的环境保护诉求。

(十二) 项目建设必须严格执行配套的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。施工招标文件和施工合同应明确环保条款和责任，认真落实施工期环境保护工作。按规定程序开展竣工环境保护验收。

工程变更环境影响报告书经批准后，该项目的性质、规模、

地点、生产工艺和环境保护措施发生重大变动，且可能导致环境显著变化（特别是不利环境影响加重）的，应当重新报批该项目环境影响报告书。

（十三）在项目发生实际排污行为之前，按照经批准的环境影响评价文件认真梳理并确认各项环境保护措施落实后，申领排污许可证。依照《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》，项目投产3至5年内开展环境影响后评价，排污许可执行情况应作为环境影响后评价的重要依据。

三、你公司应协助地方各级人民政府及相关部门做好以下工作

（一）配合揭阳市人民政府，以改善环境质量为核心，按照该项目大气污染物削减方案（揭府办〔2018〕115号、揭府办〔2019〕8号文件）要求，如期完成揭阳市260家企业关停、燃料替代、污染防治措施升级改造及36家企业码头实施靠岸船舶使用岸电等大气污染物削减措施；按照广东省生态环境厅粤环函〔2018〕1894号文件和粤环函〔2019〕806号文件要求，配合地方政府，如期完成广东省公交车电动化和广州市186家VOCs重点管控企业综合整治工作。确保项目投产前削减二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、VOCs分别不少于1924吨/年、6313吨/年、1071吨/年、6846吨/年。

（二）配合揭阳市人民政府、惠来县人民政府，按照该项目水污染物削减替代方案（揭府办〔2018〕113号、揭府办

[2019] 8 号文件) 要求, 如期完成惠来县 5 座城镇污水处理厂建设和投运, 实现相关区域城镇污水集中处理, 确保项目投产前削减化学需氧量、氨氮、总氮、总磷分别不少于 2912 吨/年、277 吨/年、485 吨/年、48 吨/年。

(三) 按照广东省能源局关于该项目煤炭替代平衡方案批复(粤能函[2019] 78 号) 要求, 配合地方政府如期完成揭阳市 24 家企业锅炉关停和肇庆市 36 家企业锅炉关停等煤炭削减替代工程。

(四) 配合揭阳市人民政府、大南海石化工业区管理委员会, 加快包括危险废物填埋场在内的园区环境保护基础设施、环境风险防范措施、生态保护措施建设进度, 确保该项目依托的环境保护设施满足相关要求。园区海洋放流管、一般固废处理项目、危险废物安全填埋场等环境保护基础设施投入运行前, 该项目不得投产。加强对石化基地环境保护基础设施的管理和日常维护, 确保固体废物妥善处理。

配合揭阳市农业农村局, 落实疏浚施工避开经济鱼类和保护物种的繁殖育苗季节、渔业资源增殖放流、投放人工鱼礁等各项生态保护措施, 降低港池及航道疏浚、废水排海等对海洋生态环境的影响。

(五) 配合揭阳市人民政府、交通运输局、大南海石化工业区管理委员会, 做好船舶、管道、铁路、公路运输污染防治和环境风险防控工作, 提升海域环境风险防范能力, 做好项目和园

区、揭阳港、揭阳市及周边港区环境风险防范工作的有效衔接，形成区域联防联控应急体系。配备足够的应对溢油、化学品泄漏环境风险防控人员队伍、装备和物资。定期联合开展包括运输环节、生产环节在内的环境风险防范应急演练，充分发挥人民政府在区域联防联控体系中的作用，切实降低事故发生频次和不利环境影响。

(六) 配合揭阳市人民政府、大南海石化工业区管理委员会，结合揭阳市大气环境监测能力建设，在园区基地及周边重要环境保护目标建立覆盖特征污染物和常规污染物的环境质量监测网络和预警体系，在项目建设期和运营期，做好环境空气、近岸海域、海洋生态等长期监测工作，并及时采取有效应对措施。有关环境质量监测报告应自 2019 年起每年报广东省生态环境厅和我部备案。

(七) 配合揭阳市人民政府、大南海石化工业区管理委员会，切实落实揭府函〔2019〕22 号文件、揭海管〔2016〕95 号文件有关工作和揭海管环〔2019〕27 号文件相关承诺，按期完成居民搬迁安置工作。同时，做好石化工业区规划控制，项目防护距离内不得规划或新建居住、教育、医疗等环境敏感建筑物。

(八) 配合揭阳市人民政府，做好项目相关的环境信息公开工作，及时回应民众合理环保诉求，解决人民群众关切的环境保护问题，维护社会稳定。

四、你公司须认真落实变更环境影响报告书所列各项环境保

护措施、环境风险防范措施及环境保护工作承诺。同时，配合地方政府和相关部门完成各项区域削减措施、煤炭替代措施、依托环境保护基础设施建设及环境风险应急能力建设。在上述工作完成前，揭阳市生态环境主管部门不得核发该项目排污许可证，项目不得投入运行。

五、应由地方各级人民政府负主体责任的区域污染物削减方案落实等工作内容，纳入生态环境保护督察管理。相关工作落实情况由广东省生态环境厅汇总并于每年12月31日前报送我部。

六、我部委托华南督察局和广东省生态环境厅，分别组织开展该项目“三同时”监督检查和日常监管工作。

七、你公司应在收到本批复后20个工作日内，将批准后的环境影响报告书分送我部华南督察局、广东省生态环境厅、揭阳市生态环境局，并按规定接受各级生态环境主管部门的日常监督。



2019年6月1日

2019年6月3日印发