

东营港 25 万吨级原油进口泊位 及配套工程 环境影响报告书

浙江省环境科技有限公司

Zhejiang Environment Technology Co.,Ltd.

国环评证：甲字第 2003 号

二〇一九年四月

目 录

概述.....	1
1 总论.....	1
1.1 任务由来和评价目的	1
1.2 报告书编制依据	2
1.3 海洋功能区划与评价标准	7
1.4 评价内容与评价等级	11
1.5 评价范围与评价重点	16
1.6 环境影响因素识别与筛选	19
1.7 环境保护目标和环境敏感目标	22
2 工程概况.....	27
2.1 项目建设必要性	27
2.2 建设项目概况	31
2.3 总平面布置	32
2.4 代表船型及泊位吞吐量	44
2.5 原油来源、性质及去向	44
2.6 装卸工艺	46
2.7 结构和尺度	48
2.8 配套工程	58
2.9 依托工程	62
2.10 施工方案	64
2.11 施工进度计划	79
2.12 施工设备与施工人员	80
2.13 土石方平衡	81
2.14 项目用海、占地情况	82
3 工程分析.....	88
3.1 生产各阶段污染环节与环境影响分析	88
3.2 工程各阶段污染源强核算	89
3.3 工程各阶段海洋生态环境影响分析	102
3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别	103
4 区域自然环境和社会环境概况.....	105
4.1 工程区域自然环境概况	105
4.2 工程区域社会环境概况	125
4.3 海洋资源	128

4.4	项目周边开发利用现状	132
4.5	主要环境敏感目标概况 主要保护对象现状	137
5	环境现状调查与评价.....	148
5.1	水文动力环境现状调查与评价	148
5.2	地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	157
5.3	海水水质现状调查与评价	180
5.4	海洋沉积物环境质量现状调查与评价	211
5.5	海洋生态环境现状调查与评价	217
5.6	渔业资源现状调查	233
5.7	地下水质量现状调查	247
6	环境影响预测与评价.....	254
6.1	水文动力环境影响预测与评价	254
6.2	地形地貌与冲淤环境影响分析	274
6.3	海水水质环境影响预测与评价	277
6.4	海洋沉积物环境影响分析	287
6.5	海洋生态环境影响预测与评价	288
6.6	地下水环境影响分析	296
6.7	地表水环境影响分析	300
6.8	大气环境影响分析	301
6.9	声环境影响分析	301
6.10	固体废物环境影响分析	302
6.11	项目建设对环境敏感区的影响	305
6.12	项目建设对工程周边开发活动的影响分析	306
7	环境事故风险分析与评价.....	309
7.1	环境风险评价概述	309
7.2	风险识别	311
7.3	源项分析	320
7.4	环境风险事故预测评价	338
7.5	溢油事故防范与应急措施	379
8	清洁生产.....	442
8.1	施工期清洁生产分析	442
8.2	营运期清洁生产分析	443
8.3	清洁生产结论与建议	444
9	总量控制.....	445

9.1	污染物的排放种类、排放方式与排放量	445
9.2	污染物排放总量控制目标	446
10	环境保护对策措施	447
10.1	施工期环境保护对策措施	447
10.2	营运期环境保护对策措施	449
10.3	海洋生态保护对策措施	452
10.4	对依托工程的环保措施要求	454
10.5	环境保护设施和对策措施一览表	455
10.6	竣工验收“三同时”一览表	457
11	环境保护的技术经济合理性	458
11.1	环境保护设施和对策措施的费用估算	458
11.2	环境保护的经济损益分析	458
11.3	环境保护的技术经济合理性	460
12	工程生态用海的环境可行性	462
12.1	用海布局的优化	462
12.2	岸线利用与保护	463
12.3	污染物排放与控制	463
12.4	生态保护与修复	464
12.5	跟踪监测及监测能力建设	464
13	海洋工程的环境可行性	465
13.1	与国家产业政策的符合性分析	465
13.2	与海洋主体功能区规划的符合性分析	465
13.3	与海洋功能区划的符合性分析	468
13.4	与海洋生态红线制度的符合性	484
13.5	与海洋环境保护规划的符合性	487
13.6	与上位规划的符合性分析	490
13.7	与区域规划及相关规划的符合性	498
13.8	工程选址与布置的合理性分析	500
13.9	环境影响可接受性分析	506
13.10	环境可接受性综合结论	508
14	环境管理与环境监测	509
14.1	环境管理	509
14.2	环境监理	511

14.3	环境监测计划.....	512
14.4	环境保护管理和环境监测的可行性和时效性	516
15	环境影响评价结论与建议.....	517
15.1	工程分析结论.....	517
15.2	环境现状分析与评价结论	517
15.3	环境影响预测与分析评价结论	520
15.4	环境事故风险分析结论	522
15.5	环境保护对策措施的合理性、可行性结论	523
15.6	综合评价结论.....	523

概述

一、建设项目的特点

本项目在山东省东营市距岸线约 [] 处新建大型原油进口泊位，工程建设内容包括：25 万吨级原油接卸单点泊位 2 座、增压平台 1 座、48"原油输送管道 3 条。工程建成后，单点泊位接卸的原油经海底管线输送至增压平台（两个单点至增压平台的海底管道分别长 []），在增压平台增压后，经 [] 海底管线登陆，再经 [] 陆上管线最终输送至依托的东营港仓储油库，在库区增压后，为各个下游用户供油。泊位设计年吞吐量 [] 吨年。

项目建设直接填补了东营港没有大型泊位供远洋超级油轮靠泊的空白，项目建成后，炼化企业运输原油的大型油轮不需要再靠泊周边其他港口后通过长距离管道或汽车转驳本地。原油在单点接卸上岸后，经库区中转后直接以短距离管道密闭输送方式输送到各个目标用户。一方面将缓和周边港口大型油轮的滞船压港问题，提高区域地炼企业进口原油供应可靠性，提高国家能源安全；同时还将大幅降低企业原料供应环节资源能源消耗水平，减少原油运输过程交通和环保压力，助力打造绿色低碳企业，提升鲁北地区炼化企业的综合市场竞争力。

目前，东营彦能实业有限公司作为投资建设方正在筹建东营港仓储油库，该原油库区一期工程主要接收东营港 25 万吨单点系泊卸载后管道上岸原油的中转和贮存。库区下游管道工程已经东营市发改委核准（东发改审批〔2018〕61 号）。本项目环境影响评价不含东营港仓储油库及下游管道。

项目特点主要有：1）泊位型式与传统固定式码头型式不同，采用悬链锚腿系泊型单点泊位型式，该泊位型式是利用自然水深满足超级油轮的满载吃水，不需要围海造陆形成码头，不改变海域的自然属性，不占用宝贵的岸线资源；2）泊位选址于渤海湾中部海域，泊位等级高，距岸远，配套原油上岸海底管道管径大、跨度长，存在潜在溢油风险，风险防范及应急处置要求高；3）本次新建泊位型式在国外始于 1958 年，经过几十年实际运行，积累了丰富的经验，原油接卸作业技术成熟、安全可靠性高。目前国内外已建成投产 500 多座，在保障各国原油供应稳定性和海洋装备及技术水平提升方面发挥了重要作用；4）东营港海域地质属于粉砂质，建设深水泊位和航道泥沙淤积严重，为满足大型油轮的停靠、大运量输入及规避泥沙淤积问题，建设 25 万吨级单点系泊是最佳解决方案。

二、环境影响评价的工作过程

2018 年 8 月，受山东民达物流有限公司委托，中石化石油工程设计有限公司、中交第一航务工程勘察设计院有限公司编制完成了《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程可行性研究报告》，工可报告中建设内容包括：25 万吨级原油泊位 2 座，增压平台 1 座，两单点至增压平台海底输油管道各 1 条（分别长 [REDACTED]）、增压平台至登陆点海底输油管道 1 条（[REDACTED]）。2017 年 5 月，东营市发改委向省发改委转报《关于东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程项目申请报告》的意见。2018 年 10 月，山东民达物流有限公司委托我公司（即浙江省环境科技有限公司）承担了本项目的环境影响评价工作，评价对象包括单点、增压平台及海底管道，不含陆上管道。

评价单位接受委托后，立即组织项目参评人员对项目海域进行了现场踏勘，并收集了工程海域海洋环境质量现状调查成果、环境功能区划及与本工程相关的规划文件、规划环评文件。在项目可行性研究报告工程资料的基础上，编制完成了本工程环境影响报告书。

2018 年 12 月 24 日，建设单位向生态环境部提交了《关于送审《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书》的函》。2019 年 1 月 21~22 日，环境保护部环境工程评估中心在山东主持召开了《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书》技术评估会。专家评估认为，登陆点至库区段输油管道应纳入本项目工程组成范围，同时应进一步开展环境风险的深入分析。2019 年 1 月 24 日，为落实技术评估会有关要求，山东民达物流有限公司对工程方案进行了调整，同时向生态环境部提交了《关于申请撤回< 关于送审《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书》的函>的请示》。2019 年 2 月 11，生态环境部办公厅以环办海洋函〔2019〕148 号文同意项目环评报告撤回，并要求根据调整后的工程方案修改完善工程环境影响报告书后，再按规定程度重新报批。

2019 年 2 月，建设单位委托山东中石大工程设计有限公司编制了《东营港港口登陆点-原油库区原油管道工程可行性研究报告》。2019 年 2 月 18 日，东营市河口区仙河镇人民政府以公用笺形式同意东营港 25 万吨原油进口泊位及配套工程登陆点至原油库区管道路由选址方案。随后，我公司组织项目参评人员对登陆点至库区陆上管道沿线进行了现场踏勘，掌握了区域自然环境现状情况，对陆上管道工程建设环境影响进行了识别分析。

针对本项目存在的潜在环境风险，建设单位多次组织大连船舶重工船业公司、中国石油天然气管道局管道设计院、中国石油天然气管道局海洋公司、必维（天津）安全技术有限公司等多家专业技术公司，与环评单位进行了紧密、深入沟通。对项目建设运营潜在风险开展了事故调查统计、监测预警方案、事故抢险技术手段、应急资源调配、应急响应程序和措施等全过程的风险深入分析。根据项目所在海域的特点，建设单位委托交通运输部天津水运科学研究所，对项目所在海域进行了海床冲淤现状分析与海床冲淤预测分析，并编制了《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海床冲淤演变分析研究报告》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程波浪潮流泥沙数学模型试验研究报告》；同时，借鉴茂名石化单点系泊管理运营经验，建设单位委托中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司，编制了《溢油应急预案》、《海底管道泄漏应急处置方案》、《陆上管道溢油应急处置方案》、《油轮事故泄露溢油应急处置方案（含拖轮燃料油泄露）》、《漂浮软管管尾渗漏应急现场处置方案》、《应急资源管理制度》《应急队伍管理制度》《应急演练与培训制度》等方案和制度。

在此基础上，我公司对环评报告进行了修改完善，依据项目工程可行性研究报告及相关专题报告，针对工程特点和区域海洋环境现状，对项目建设的主要海洋环境影响和环境风险进行了预测、分析和评价，提出了环境保护措施、风险防范措施与应急措施要求，明确了项目建设运营环境管理与监测计划要求，给出了建设项目可行与否的结论，编制完成了《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书》。

三、关注的主要环境问题

根据工程特点和所在区域环境现状，本次评价主要关注的环境问题包括：

（1）项目建设阶段对海域水质、生态环境的影响，尤其关注海底管道铺设过程引起的悬浮沙对海水水质的影响程度、影响范围，以及管道施工阶段对海域生物资源的损害评估；

（2）项目建设及运营阶段潜在溢油环境风险对环境敏感目标的影响分析；

（3）项目运营阶段的溢油环境风险的防范和应急，尤其关注单点接卸过程溢油风险防范、原油海底管道输送过程溢油风险防范、以及项目自备及依托的应急资源、应急抢险技术手段、应急联动程度能够满足各种溢油情形的应急需求。

四、环境影响评价的主要结论

项目建设符合国家产业政策的要求，不占用生态红线区，与国家、省级海洋

主体功能区规划和海洋环境功能区划对工程海区的功能定位能够兼容,符合相关海洋环境保护规划要求。项目建设规模符合港区发展规划,工程选址技术、经济可行。

根据对本项目所在海域环境现状的调查分析以及对海洋环境影响的模拟预测和分析,本评价在充分考虑项目建设施工和运营可能对海洋环境造成的影响的条件下,提出了一系列有针对性的环境保护措施、风险防范和应急措施。建设单位在项目实施过程中,应切实落实工程可研及本报告书提出的各项环保对策措施及生态补偿措施,加强风险防范和应急能力建设,制定应急计划,配备应急物资,保障应急能力。在此基础上,综合评价认为,本项目建设对环境影响可接受,项目建设从环境保护角度考虑是可行的。

1 总论

1.1 任务由来和评价目的

1.1.1 任务由来

山东省作为我国的原油消费大省，原油消费量始终居高不下，省内地方炼化企业对原油的需求大。本项目以东营、潍坊、淄博、德州和滨州五地市的地方炼化企业和央企控股炼化企业作为目标市场。目标市场内拥有炼化企业 ■ 家，原油一次加工能力共计 ■ 万，截止 2018 年底，目标市场内炼化企业陆续获得进口原油使用资质，已获得原油使用配额共计 ■ 吨。根据《山东省全省油气输送设施规划建设方案（2016-2020 年）》统计，山东省 20 万吨及以上适合原油接卸的泊位主要分布在青岛港黄岛港区、青岛港董家口港区、日照港岚山港区和烟台港西港区四个港区，合计年接卸能力为 ■ 万吨/年，其中能够供东营及周边地区炼化企业使用的接卸能力仅为约 ■ 万吨/年，进口原油能力的缺口约 ■ 万吨/年。

2015 年 2 月，国家发改委下发《国家发展改革委关于进口原油使用管理有关问题的通知》（发改运行[2015]253 号），原油管控形式随之发生变化，进口原油使用资质放开。截止到 2017 年 2 月，山东省已经拿到原油使用资质的有 ■ 家炼化企业，获得原油使用配额 ■ 吨；已核查完成的有 ■ 家（保留装置能力共 ■ 吨/年）；已上报国家发改委的有 ■ 家（保留装置能力共 ■ 吨/年）；拟申请的有 ■ 家（保留装置能力 ■ 吨/年）。

在此背景下，为提高东营及周边地区地炼企业原油供应可靠性，满足地炼企业对进口原油的使用需求，减低企业物流成本，减少油品运输安全事故，缓和周边港口大型油轮的滞船问题，山东民达物流有限公司决定在东营投资建设东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程。项目主要承担山东民达物流有限公司东营原油成品油储运项目的进口原油的接卸，计划建设 25 万吨级原油泊位 2 座及配套的增压平台 1 座、原油管线 3 条，设计年吞吐量为 ■ 吨。项目建成后，单点靠泊油轮卸油通过海底管线输送至增压平台，在增压平台增压后，经海底登陆管线最终输送至岸上中转原油库区，在库区增压后，为各个用户供油。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》

的规定，本工程在建设前应进行环境影响评价。受山东民达物流有限公司委托，我单位承担了本项目的环境影响评价工作，接受委托后，我公司立即组织项目参评人员对项目海域进行了现场踏勘，并收集了工程海域海洋环境质量现状调查成果，对项目建设实施过程中的环境影响进行了综合评估。在此基础上，按照相关法律法规、技术导则及国家、地方环保主管部门要求，编制完成了《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书》，现提交生态环境行政主管部门审批。

1.1.2 评价目的

本评价旨在查明建设项目评价范围内的环境质量现状，在全面分析建设项目施工期和营运期的主要污染因子的种类和数量的基础上，预测和评价建设项目对周围环境的影响范围和程度，同时充分识别项目生产运营期间存在的各类潜在风险事故，预测分析风险事故对海洋环境及环境敏感目标的影响，评估项目应急能力水平，明确环境风险监控及应急建议要求，提出相应的环境保护措施和风险防范措施建议，反馈于工程后期设计与施工，以减少工程建设产生的负面环境影响，控制工程运营可能发生的环境风险事故，从环境保护角度论证该项目建设的合理性和可行性，为项目建设和报批提供科学依据。

1.1.3 评价对象

本报告环境影响评价对象包括原油进口单点泊位、增压平台、单点至增压平台、增压平台至登陆点海底管道及登陆点至库区陆上管道，油库工程另行开展环评，不在本次评价范围内。环境影响评价时段包括项目施工期及运行期，项目退役期拆除施工另行评价。

1.2 报告书编制依据

1.2.1 法律法规及规范性文件

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过，2015 年 1 月 1 日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日第十三届全国

人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订；

(4)《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月 27 日，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2002 年 1 月 1 日起施行；

(5)《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订；

(6)《中华人民共和国海上交通安全法》，1984 年 1 月 1 日起施行，2016 年 11 月 7 日全国人民代表大会常务委员会修订；

(7)《中华人民共和国水污染防治法》，2008 年 6 月 1 日施行，2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订；

(8)《中华人民共和国大气污染防治法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议修订，自 2016 年 1 月 1 日起施行；

(9)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，1997 年 3 月 1 日施行，2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修订；

(10)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2005 年 4 月 1 日起施行，(2016 年 11 月 7 日修改)；

(11)《中华人民共和国清洁生产促进法》，(2012 年修订)，2012 年 2 月 29 日第十一届人大常委会第二十五次会议通过，2012 年 7 月 1 日起施行；

(12)《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月 7 日修改)；

(13)《海洋特别保护区管理办法》(国海发〔2010〕21 号)；

(14)《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议通过修订，2017 年 10 月 1 日起施行；

(15)《海洋工程环境影响评价管理规定》，2017 年 4 月 27 日，国海规范〔2017〕7 号；

(16)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院令第 475 号，2006 年 11 月 1 日起施行，2018 年 3 月 19 日二次修订；

(17)《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院令第 561 号，2010 年 3 月 1 日起施行，2017 年 3 月 1 日根据《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第五次修订；

(18)《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》，交通运输部 2017 年 5 月 17 日经第 8 次会议通过修订，中华人民共和国交通运输部令 2017 年第 15 号；

(19)《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，交通运输部 2016 年 8 月 31 日 19 次会议通过修订，中华人民共和国交通运输部令 2016 年第 69 号；

(20)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（国务院令第 645 号，2017 年 4 月 12 日修改）；

(21)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）；

(22)《环境影响评价公众参与办法》，（部令 第 4 号）2018 年 4 月 16 日由生态环境部部务会议审议通过，自 2019 年 1 月 1 日起施行；

(23)《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（（国家发展和改革委员会 2013 年修订）；

(24)《国家危险废物名录》（环境保护部令第 39 号）2016 年 3 月 30 日由环境保护部部务会议修订通过，2016 年 8 月 1 日起施行；

(25)《危险废物污染防治技术政策》（2001.12.17，环发〔2001〕199 号）；

(26)《危险废物转移联单管理办法》（原国家环境保护总局令 1999 年第 5 号）；

(27)《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》（环境保护部公告，2017 年 第 43 号）；

(28)《MARPOL73/78 防污公约》（2011 年）；

(29)《1990 年国际油污防备、反应和合作公约》；

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

(31)《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）；

(32)《渤海综合治理攻坚战行动计划》（环海洋〔2018〕158 号）；

(33)《山东省海洋环境保护条例》（2016 年 3 月 30 日修正）；

(34)《山东省海域使用管理条例》（2004 年 5 月修正）；

(35)《山东省海洋特别保护区管理暂行办法》（2014 年 1 月）；

(36)《东营市海域使用管理办法》（2004 年 6 月 14 日）。

1.2.2 技术规范与标准

(1)《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

- (2)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);
- (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 地下水环境》(HJ 610-2016);
- (5)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- (6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011);
- (7)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009);
- (8)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (9)《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017);
- (10)《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018);
- (11)《船舶溢油应急能力评估导则》(JTT 877-2013);
- (12)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007);
- (13)《海洋生态损害评估技术指南(试行)》(国家海洋局, 2013 年 8 月);
- (14)《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》(DB37/T 1448-2016);
- (15)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(2002 年 4 月);
- (16)《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》(海洋出版社, 1986 年 3 月 1 日);
- (17)《海洋调查规范》(GB12763-2007);
- (18)《海洋监测规范》(GB1738-2007);
- (19)《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (20)《海洋沉积物质量》(GB18668-2002);
- (21)《海洋生物质量》(GB18421-2001);
- (22)《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018);
- (23)《2004 年国际船舶压载水和沉积物控制和管理公约》;
- (24)《油轮单点系泊作业安全要求》(征求意见稿);
- (25)《溢油应急处置船应急装备物资配备要求(JT/T1144-2017)》;
- (26)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-96);
- (27)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

1.2.3 功能区划与相关规划

- (1)《全国海洋主体功能区规划》;

- (2)《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》；
- (3)《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》；
- (4)《山东省海洋主体功能区规划》；
- (5)《山东省海洋功能区划（2011-2020）》；
- (6)《山东省近岸海域环境功能区划》（2016-2020 年）；
- (7)《山东省海洋环境保护规划（2008-2020）》；
- (8)《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》；
- (9)《山东省海洋生态文明建设规划（2016-2020）》；
- (10)《东营市海洋功能区划（2013-2020）》；
- (11)《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》；
- (12)《山东省全省油气输送设施规划建设方案（2016-2020 年）》；
- (13)《东营港总体规划（2016-2040）》。

1.2.4 工程技术文件

(1)《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程工程可行性研究报告》，中石化石油工程设计有限公司，中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2018 年 8 月；

(2)《山东民达物流有限公司东营港港口登陆点—原油库区原油管道工程可行性研究报告》，山东中石大工程设计有限公司，2018 年 2 月；

(3)《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海域使用论证报告书》（送审稿），中国海洋大学，2018 年 9 月；

(4)《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海底管道路由调查报告》，青岛环海海洋工程勘察研究院，2017 年 1 月；

(5)《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程登陆段路由勘察报告》，青岛环海海洋工程勘察研究院，2018 年 8 月；

(6)《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海域海床冲淤演变分析研究报告》，交通运输部天津水运工程科学研究所、港口水工建筑技术国家工程实验室、工程泥沙交通行业重点实验室，2019 年 3 月；

(7)《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程通航安全影响论证报告》，武汉理工大学航运学院，2017 年 3 月；

(8)《山东民达物流有限公司东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程安

全预评价报告》，必维（天津）安全技术有限公司，2017 年 3 月；

（9）建设单位提供的其它有关资料。

1.3 海洋功能区划与评价标准

1.3.1 海洋功能区划与环境质量标准

1.3.1.1 海洋功能区划

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目拟建单点、增压平台及单点至平台全部海底管线及平台至登陆点部分海底管线（共约 [REDACTED]）位于渤海中部海域，根据区划，渤海中部海域海区主要功能为：矿产与能源开发、渔业、港口航运。西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发，协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系。区域积极探索风能、潮流能等可再生能源和海砂等矿产资源的调查、勘探与开发。合理利用渔业资源，开展重要渔业品种的增殖和恢复。加强海域生态环境质量监测，防治赤潮、溢油等海洋环境灾害和突发事件。

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目增压平台至登陆点部分海底管线（约 [REDACTED]）位于山东省海洋功能区划范围内，其中约 [REDACTED] 的海底管线位于“河口-利津农渔业区”，登陆段约 [REDACTED] 海底管线位于“东营港南部工业与城镇用海区”。

项目及周边海域海洋功能区海域使用及环境保护要求见表 1.3-1 和图 1.3-1。

8

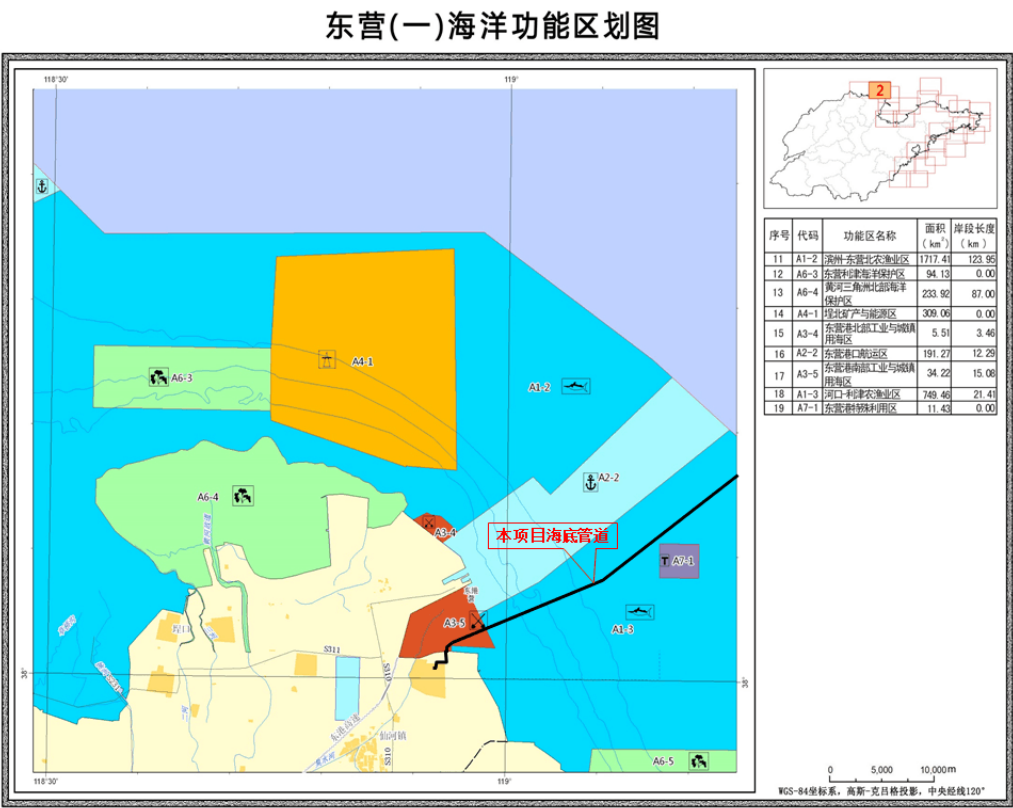


图 1.3-1 本项目与山东省海洋功能区划位置关系图（东营幅）

表 1.3-1a 项目所在海域海洋功能区划登记表

功能区名称	功能区类型	面积 (km ²) 岸段长度 (km)	管理要求	
			海域使用管理	海洋环境保护
河口-利津农渔业区	农渔业区	749.46 21.41	<p>用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。</p> <p>用海方式：允许渔港建设等适度改变海域自然属性的用海，鼓励开放式用海，允许小规模建设石油平台基座、油田后勤服务基础设施。</p> <p>海域整治：本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建。</p>	<p>生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。</p> <p>环境保护要求：加强海域污染防治和监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。</p>
东营港南部工业与城镇用海区	工业与城镇用海区	34.22 15.08	<p>用途管制：本区域基本功能为工业与城镇用海，兼容旅游休闲娱乐等功能。在基本功能未利用时允许开展渔业用海。控制围填海规模，并接受围填海计划指标控制。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。</p> <p>用海方式：允许适度改变海域自然属性，鼓励采用人工岛、多突堤、区块组团等用海方式。</p> <p>海域整治：优化围填海海岸景观设计。</p>	<p>生态保护重点目标：近岸湿地生态系统。</p> <p>环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。开发利用期执行海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量不劣于二类标准。</p>

表 1.3-1b 项目邻近海域海洋功能区划登记表

功能区名称	功能区类型	面积 (km ²) 岸段长度 (km)	管理要求	
			海域使用管理	海洋环境保护
东营港口航运区	港口航运区	191.27 12.29	用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，在基本功能未利用时允许兼容农渔业、矿产与能源等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。港口建设需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。 用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程鼓励采用多突堤式透水构筑物用海方式。	生态保护重点目标：港口水深地形条件。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测，防止溢油等污染事故发生。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。
东营港特殊利用区	特殊利用区	11.43 /	用途管制：本区域基本功能为特殊利用功能。对环境的影响应符合《海水水质标准》(GB3097-1997)的相应要求，对倾废活动要加强监视、监测，控制倾倒强度；当不宜继续倾倒时应经过论证依法予以关闭。 用海方式：允许适度改变海域自然属性；严格控制倾倒范围。	环境保护要求：禁止倾倒超过规定标准的有毒、有害物质。避免对毗邻养殖区产生影响。海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。
黄河三角洲海洋保护区	海洋保护区	1716.27 115.34	用途管制：本区域基本功能为海洋保护功能，实验区兼容旅游功能。保障黄河三角洲国家级自然保护区和东营黄河口生态国家级海洋特别保护区用海，按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》进行管理。 需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。保障河口行洪安全。 用海方式：核心区和缓冲区禁止改变海域自然属性，实验区严格限制改变海域自然属性。 海域整治：保持自然岸线形态、长度和邻近海域底质类型的稳定。对侵蚀岸段进行合理整治。	生态保护重点目标：原生性湿地生态系统及珍禽。 环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行一类标准。

1.3.1.2 近岸海域环境功能区划

根据《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，本项目增压平台至登陆点部分海底管线（约 [REDACTED]）位于山东省近岸海域环境功能区划范围内，其中约 [REDACTED] 的海底管线位于“河口-利津盐业养殖区”，登陆段 [REDACTED] 海底管线位于“东营港工业与城镇建设区”。项目及周边海域近岸海洋环境功能区环境保护要求见表 1.3-3。

山东省近岸海域环境功能区划图

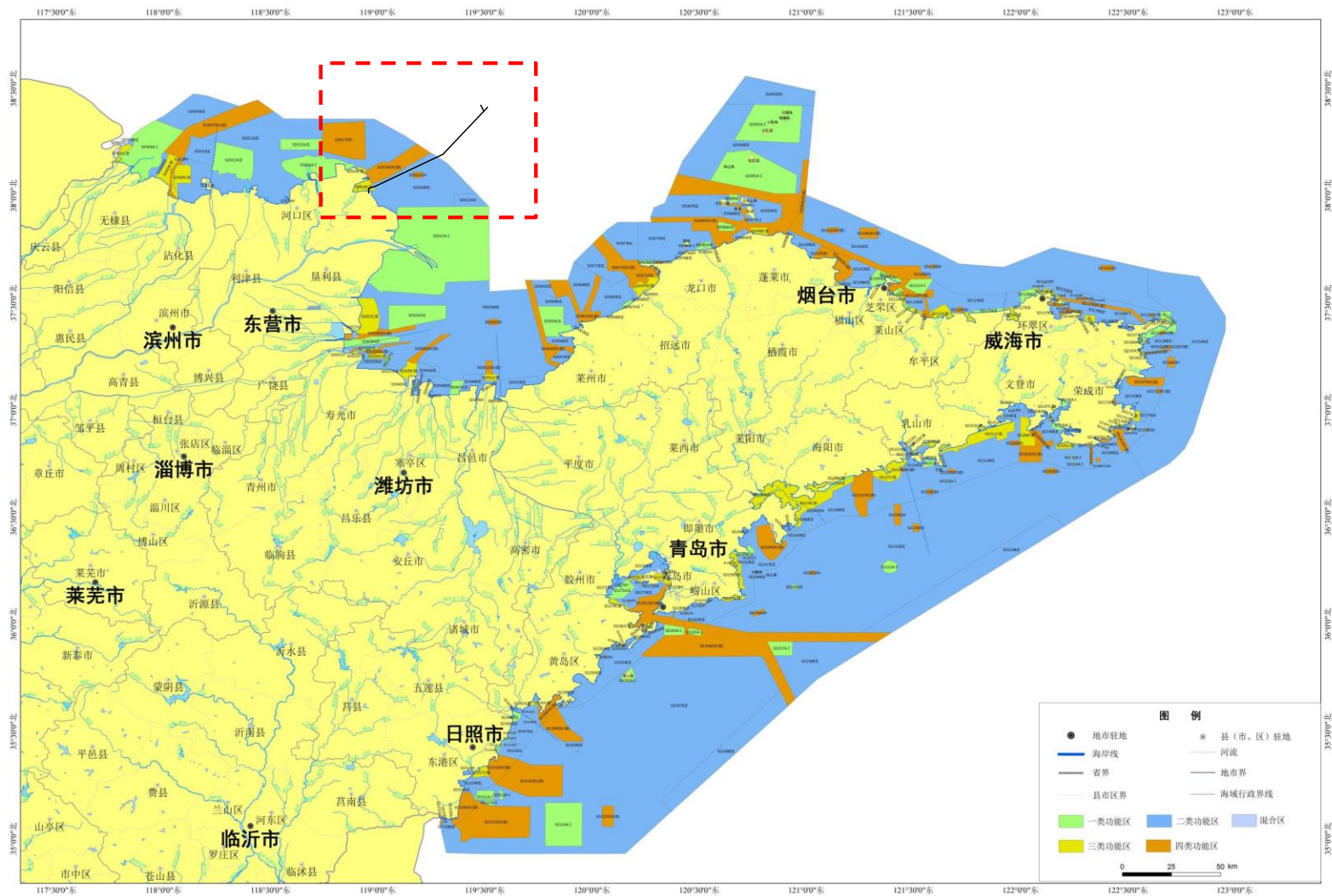


图 1.3-2 本项目与山东省近岸海域环境功能区划位置关系图

表 1.3-3 项目附近及周边近岸海域环境功能区划登记表

功能区代码	名称	地理位置	面积（平方公里）	功能类别	水质保护目标	备注
SD020BII	河口-利津盐业养殖区		826.12	B	II	
SD018CIII	东营港工业与城镇建设区		5.51	C	III	
			34.22			
SD019DIV（III）	东营港口航运区		191.27	D	IV（港口IV、航道与锚地III）	除港池所在区域执行IV类标准外，其余区域执行III标准。
SD021BII	东营黄河口北留用备择区		76.66	B	II	暂按II类水质进行管理，使用功能调整时，应不影响周围功能区水质。
SD022DIV	东营倾倒区		11.43	D	IV	控制倾倒强度，不得影响临近环境功能区水质。
SD023AI	山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区		1716.27	A	I	

1.3.1.3 环境质量标准

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》对项目所在及邻近海区的功能定位，确定本项目评价范围内“河口-利津农渔业区”海域海水水质执行《海水水质标准》中的二类标准，沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类标准，海洋生物生态执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的一标准；“东营港口航运区”执行《海水水质标准》中的三类标准，《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的二类标准及《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的二类标准；“东营港南部工业与城镇用海区”目前尚未开发，海域环境质量执行持现状水平。GB 18421 中没涉及的项目采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中相应标准。

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》对渤海中部海域功能定位和与环境保护要求，项目所在的“渤海中部海域”，海洋环境质量标准参照执行《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的“河口-利津农渔业区”相关标准，即海水水质执行《海水水质标准》中的二类标准，沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类标准，海洋生物生态执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的一标准。

具体标准采用情况详见表 1.3-3。相应标准限值见表 1.3-4~1.3-7。

表 1.3-3 环境质量标准

项目	采用标准	等级	适用对象	适用对象
海水水质	《海水水质标准》 （GB3097-1997）	二类	河口-利津农渔业区 及渤海中部海域	海洋水质评价
		三类	东营港口航运区	
沉积物	《海洋沉积物质量标准》 （GB18668-2002）	一类	河口-利津农渔业区 及渤海中部海域	海洋沉积物质量评价
		二类	东营港口航运区	
海洋生物	《海洋生物质量》 （GB18421-2001）	一类	河口-利津农渔业区 及渤海中部海域	海洋生物质量评价（双壳贝类）
		二类	东营港口航运区	
	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	/	评价海域	海洋生物质量评价（软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质，除石油烃外）
	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	/	评价海域	海洋生物质量评价（软体类、甲壳类和鱼类的生物体内石油烃）

表 1.3-4 海水水质标准 单位: mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量 ≤ 10		人为增加的量 ≤ 100	人为增加的量 ≤ 150
pH (无量纲)	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO $>$	6	5	4	3
COD \leq	2	3	4	5
无机氮 \leq	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐 \leq	0.015	0.030	0.030	0.045
Hg \leq	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd \leq	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb \leq	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu \leq	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn \leq	0.020	0.050	0.10	0.50
As \leq	0.020	0.030	0.050	
石油类 \leq	0.05	0.05	0.30	0.50
硫化物 \leq	0.02	0.05	0.10	0.25

表 1.3-5 沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.20	0.50	1.00
2	镉 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00
3	铅 ($\times 10^{-6}$) \leq	60.0	130.0	250.0
4	锌 ($\times 10^{-6}$) \leq	150.0	350.0	600.0
5	铜 ($\times 10^{-6}$) \leq	35.0	100.0	200.0
6	铬 ($\times 10^{-6}$) \leq	80.0	150.0	270.0
7	砷 ($\times 10^{-6}$) \leq	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 ($\times 10^{-2}$) \leq	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 ($\times 10^{-6}$) \leq	300.0	500.0	500.0
10	石油类 ($\times 10^{-6}$) \leq	500.0	1000.0	1500.0

表 1.3-6 海洋贝类生物 (双壳) 质量标准值 (鲜重) 单位: mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞 \leq	0.05	0.10	0.30
2	镉 \leq	0.2	2.0	5.0
3	铅 \leq	0.1	2.0	6.0
4	铬 \leq	0.5	2.0	6.0
5	砷 \leq	1.0	5.0	8.0
6	铜 \leq	10	25	50 (牡蛎 100)
7	锌 \leq	20	50	100 (牡蛎 500)
8	石油烃 \leq	15	50	80

表 1.3-7 非双壳贝类生物质量评价标准 (鲜重) 单位: mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
软体动物	≤ 0.30	≤ 100	≤ 10.0	≤ 5.5	≤ 250	≤ 20
甲壳动物	≤ 0.20	≤ 100	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 150	≤ 20
鱼类	≤ 0.30	≤ 20	≤ 2.0	≤ 0.6	≤ 40	≤ 20

1.3.2 污染物排放标准

(1) 废水

1) 施工期

①船舶机舱油污水执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，严禁排海，待船舶靠岸后交由康达（东营）环保水务有限公司处理。

②施工期船舶生活污水执行《船舶水污染物排放控制标准》，生活污水处理达标后排海。

2) 营运期

①平台生活污水经处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2015）要求后拉运至陆上，油轮及单点接卸各类工作船生活污水经船用生活污水处理装置处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2015）要求后也拉运至陆上，一并交由康达（东营）环保水务有限公司处理。

②平台甲板冲洗水排放控制要求参照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中对渤海海域钻井设施机舱、机房和甲板含油污水的管理要求执行。

③工作船、值守船和物资供应船船舶油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，送至岸上委托康达（东营）环保水务有限公司接收处理，不排海。

④国际油轮油污水执行《船舶水污染物排放控制标准》，经处理达到石油类浓度小于 15mg/L 后，在船舶航行时排放。

⑤国际邮轮压载水执行《2004 年国际船舶压载水和沉积物控制和管理公约》，配置压载水处理系统，压载水经处理达到公约标准要求后排放。

（2）固体废物

施工期船舶工业垃圾统一收集，上岸后拉运至库区统一委外处理。

营运期平台、工作船生产垃圾统一收集，上岸后拉运至库区统一委外处理。海管清管产生的含油废物交由有资质单位接收处理。

（3）噪声

施工期陆上施工场地噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间≤70 dB（A），夜间≤55 dB（A）。

废水污染物排放标准见表 1.3-8，固体废物污染物排放标准见表 1.3-9，噪声排放标准见表 1.3-10。。

表 1.3-8 废水污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值/排放控制要求	适用对象
生活污水	《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ343-2015)	A	COD≤500mg/L 氨氮≤45mg/L 动植物油≤100mg/L	运营期平台生活污水、运营期船舶生活污水
平台甲板冲洗水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)	/	在渤海禁止排放,全部实施铅封。	运营期平台甲板冲洗水
船舶含油污水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》	/	禁止船舶向沿海海域排放油类污染物,油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。	施工期船舶 运营期工作船
	《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)	/	400 总吨及以上船舶自 2018 年 7 月 1 日起,机器处所污水污染物排放,需满足油污水处理装置出水口石油类浓度小于 15mg/L,排放应在船舶航行中进行。或收集并排入接收设施	运营期油轮
船舶压载水	《2004 年国际船舶压载水和沉积物控制和管理公约》	/	有毒霍乱弧菌 <1cfu/1000mL 或 1cfu/g 浮游动物样品 大肠杆菌 <250cfu/100mL 肠道球菌 <100cfu/100mL	运营期油轮

表 1.3-9 固体废物排放标准

污染物	采用标准	排放控制要求	适用对象
船舶垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)	塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、食品废弃物收集并排入接收设施。	船舶生活垃圾
	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)	统一收集后处理	船舶施期、运营期作业阶段产生的工业垃圾
清管废物	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》	分类收集,交由有资质单位处理	海底管道清管含油废物

表 1.3-10 噪声排放标准

污染物	采用标准	排放控制要求	适用对象
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	昼间≤70 dB (A), 夜间≤55 dB (A)	施工噪声

1.4 评价内容与评价等级

1.4.1 评价内容

本次评价工程内容包括单点泊位、增压平台、海底管道及陆上管道。

(1) 海上工程评价内容

本项目海上工程内容包括单点泊位、增压平台及海底管道。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19458-2014) 评价内容中的项目类型划分, 单点泊位、增压平台工程类型属于“海上和海底人工构筑物, 兼具“原油、天然气、成品油等物质的仓储、储运和输送”工程类型特征, 海底管道工程类型属于“海上和海底石油、天然气等管道输送工程”。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19458-2014), 结合本项目工程特点, 必选环境影响评价内容包括海洋水质环境、沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋水文动力环境和环境风险。此外, 考虑到海洋地形地貌和冲淤环境的变化可能造成海底管道悬空, 从而影响管道运营安全, 因此选取海洋地形地貌和冲淤环境也作为环境影响评价内容。

海上工程评价内容确定依据详见表 1.4-1。

表 1.4-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型和内容	环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其它评价内容
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道工程; 海上和海底人工构筑物; 原油、天然气、成品油等物质的仓储、储运和输送等工程、海洋空间资源的利用等工程.....	★	★	★	☆	★	★	☆
海底管道、海底电(光)缆工程; 海上和海底石油、天然气等输送管道工程.....	★	★	★	☆	☆	★	☆

a. ★为必选环境影响评价内容;

b. ☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容;

c. 其它评价内容包括放射性、电磁辐射、热污染、大气、噪声、固废、景观、人文遗迹等评价内容。

注: 引自《海洋工程环境影响评价技术导则》。

(2) 陆上工程评价内容

本项目陆上工程内容包括陆上管道（登陆点至库区）。

陆上管道施工期对管道沿线大气环境、声环境及地表水环境均有短期的负面影响；运营期管道发生事故时可能对地下水环境造成不利影响。因此，选取大气环境、声环境、地下水环境、地表水环境及环境风险作为陆上工程评价内容。

1.4.2 评价等级

1.4.2.1 海上工程评价等级

(1) 海洋水质环境、沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋水文动力环境评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19458-2014) 表 2，确定本项目重点评价内容涉及的环境影响要素评价工作等级分别为：水文动力环境 1 级；海洋水质环境 1 级；海洋沉积物环境 1 级；海洋生态和生物资源环境 1 级。各单项环境影响评价要素的评价工作等级见表 1.4-2。

表 1.4-2 海上工程环境影响评价工作等级

工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域生态环境类型	水质环境	沉积物环境	生态环境	水文动力
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道工程；海上和海底人工构筑物；原油、天然气、成品油等物质的仓储、储运和输送等工程、海洋空间资源的利用等工程.....	所有规模	生态环境敏感区	1	1	1	1
海底管道、海底电（光）缆工程：海上和海底石油、天然气等输送管道工程.....	管道长度大于 10km		1	1	1	1
环境影响评价等级			1	1	1	1

(2) 海洋地形地貌与冲淤环境评价等级

本项目海洋冲淤环境影响主要是工程海域自然冲淤演变对工程本身的影响，参照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19458-2014) 表 3，确定海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为三级。

(3) 海上工程环境风险评价等级

本项目海域范围涉及危险物质存在的环节主要有：单点及海底管线接卸作业

风险与船舶作业风险两大方面。

1) 单点及海底管线接卸作业风险评价等级

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)的要求,环境风险等级判定如下:

①海域危险系统及危险性分级

根据国家标准《危险货物品名表》(GB12268-2012)中易燃易爆化学物品的定义,指以燃烧爆炸为主要特性的压缩气体、液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物以及毒害品、腐蚀品中部分易燃易爆化学物品。本项目单点系泊以及海底管线主要涉及原油,增压平台柴油罐涉及柴油,属于易燃易爆危险性物质,临界量均为 1000kg。

油类物质最大总存在量为 1000kg,由此计算危险物质数量与临界量比值(Q)为 103.1, $Q > 100$ 。本项目海域部分为单点泊位及海底管线, M 值为 20, 以 M2 表示。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018),确定海上部分危险物质及工艺系统危险性为 P1, 见表 1.4-3。

表 1.4-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断

危险物质数量与临界量比值(Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 < Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$Q \leq 10$	P2	P3	P4	P4

②环境敏感程度分级

海域环境风险评价要素主要为海水水质,参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)中对地表水环境敏感程度判据,判定本项目海域环境敏感程度分级为 E1 (环境高度敏感区)。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018),判定环境风险潜势为 IV⁺,确定海域环境风险评价等级为一级。具体判据见表 1.4-4 所示。

表 1.4-4 《建设项目环境风险评价技术导则》中风险评价等级判据

环境敏感程度(E)	危险物质及工艺系统危险性(P)			
	极高危害(P1)	高度危害(P2)	中度危害(P3)	轻度危害(P4)
环境高度敏感区(E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区(E2)	IV	III	III	II

环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I
--------------	-----	-----	----	---

2) 船舶作业风险评价等级

船舶作业风险主要涉及船舶航行、靠泊、接卸等环节，考虑行业的特殊性，对于船舶作业风险本次评价参考《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》相关要求，油气、液体化工码头全部为一级评价。

1.4.2.2 陆上工程评价工作等级

(1) 地下水评价等级

①地下水项目类别

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)附录 A，本项目行业类别为“41 石油、天然气、成品油管线（不含城市天然气管线）”，陆上管线长度 ■■■■，不涉及环境敏感区，属 II 类项目。见表 1.4-5。

表 1.4-5 地下水环境影响评价行业分类表

环评类别 行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
41、石油、天然气、成品油管线（不含城市天然气管线）	200 公里及以上；涉及环境敏感区的	其他	油 II 类,气 III 类	油 III 类,IV 类

②环境敏感程度

本项目陆上管线周边无集中式饮用水水源准保护区及其补给径流区，管线周边无分散式饮用水水源地，无矿泉水、温泉特殊地下水资源保护区及其分布区，无《建设项目环境影响评价分类管理名录》中界定的涉及地下水的环境敏感区，环境敏感程度为不敏感。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)表 2(见表 1.4-6)，确定本项目地下水评价工作等级为三级。

表 1.4-6 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

(2) 地表水评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)，水污染影响型建设项目根据排放方式和废水排放量划分评价等级，水文要素影响型建设项目评

价等级根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定。

本项目陆上工程运营期不向地表水体排放废水，施工期采用定向钻方式从陆上工程涉及的地表水体（神仙沟）河床以下 █████ 穿越，施工对河道水文要素无影响。

因此，本次对陆上工程地表水环境影响进行简要分析。

（3）噪声评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），声环境影响评价工作等级划分依据包括 a）建设项目所在区域的声环境功能区类别；b）建设项目建设前后所在区域的声环境质量变化程度；c）受建设项目影响人口的数量。

本项目陆上工程所在区域无声环境功能区划，本项目陆上工程所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类声环境功能区；陆上工程运营期本身无噪声源，施工期机械噪声源在 85~100dB(A)之间，周边无声环境敏感目标。

因此，本项目陆上工程噪声评价等级为三级。

（4）大气评价等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），大气环境影响评价工作等级根据项目污染源正常排放的主要废气污染物的最大浓占标率确定。本项目陆上工程运营期本身正常工况无废气污染物。

因此，本次对陆上工程大气环境影响进行简要分析。

（4）陆上工程环境风险评价等级

本项目陆域部分为输油管线，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）的要求，环境风险等级判定如下。

①陆域危险系统及危险性分级

本工程陆域部分涉及的危险主要为原油，其临界量为 █████。

原油最大总存在量为 █████，由此计算危险物质数量与临界量比值（Q）为 3.13， $Q \leq 10$ 。

本项目陆域部分为输油管线，M 值为 10，以 M_3 表示。

根据表 1.4-3，确定陆域部分危险物质及工艺系统危险性为 P4。

②环境敏感程度分级

陆域环境风险评价要素主要为大气环境、地表水环境、地下水环境，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）中对各环境敏感程度判据，判定本项目大气环境、地表水环境的环境敏感程度分级均为 E3，地下水环境的

环境敏感程度为 E2，综合环境敏感程度取相对高值 E2。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)，本项目陆域部分的危险物质及工艺系统的危险性为 P4，环境敏感程度为 E2，因此判定环境风险潜势为 II，确定陆域环境风险评价等级为三级。具体判据如表 1.4-4 所示。

综合确定本项目评价工作等级为 1 级。

1.5 评价范围与评价重点

1.5.1 评价范围

1.5.1.1 海上工程评价范围

(1) 海洋水质环境、沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境评价范围

本次以项目可能影响到的范围为主，同时综合考虑工程特点、污染物特性、污染物种类以及承受的载体。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》的相关规定，结合项目区海洋环境特征，确定本项目海上工程环境影响评价范围为：以新建单点泊位、平台工程外缘线为起点，垂向、纵向向工程设施两侧各外延 10km 后，与现状防潮堤围起的近似矩形的约 [REDACTED] 海域，及穿越防潮堤处至登陆点海底管道路由中心线向两侧各外延 [REDACTED]（穿越神仙沟处西至挡潮闸）后约 [REDACTED] 的法定海域作为评价范围，评价范围控制点坐标参见表 1.5-1，评价范围见图 1.5-1。

表 1.5-1 评价范围拐点坐标

拐点	经度	纬度	备注
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	WGS-84 坐标系
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	

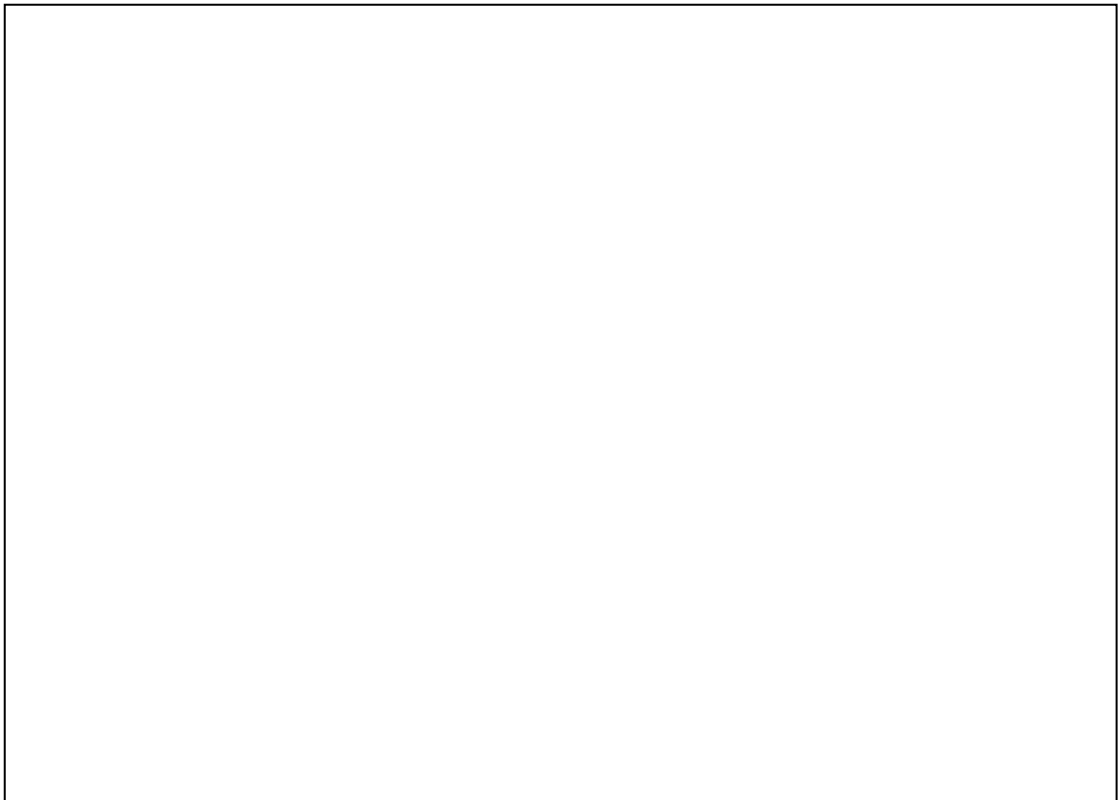


图 1.5-1 本项目海洋环境影响评价范围示意图

(2) 海域风险评价范围

本项目海域溢油的影响范围取决于溢油漂移的速度和应急反应时间及处理效果，根据该海区以往同类工程溢油漂移数值预测结果，并考虑到溢油应急反应时间以及海上应急作业时间，取距单点及海底管道周围 100km 范围内海域作为溢油事故对海洋环境影响的重点评价范围。

此外，由于本项目涉及船舶靠泊接卸作业，根据《水上溢油事故环境风险评价技术导则》，水运工程建设项目的环境风险评估空间范围为项目发生水上溢油事故可能影响的空间范围，据此确定本项目船舶风险评价范围为单点前沿水域、邻近航线交汇水域。

1.5.1.2 陆上工程评价范围

(1) 地下水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016) 8.2.2.2 的要求，线性工程应以工程边界两侧向外延伸 200m 作为调查评价范围。本次确定为以陆上管道边界两侧向外延伸 200m 作为调查评价范围。地下水环境的评价范围见图 1.5-2。

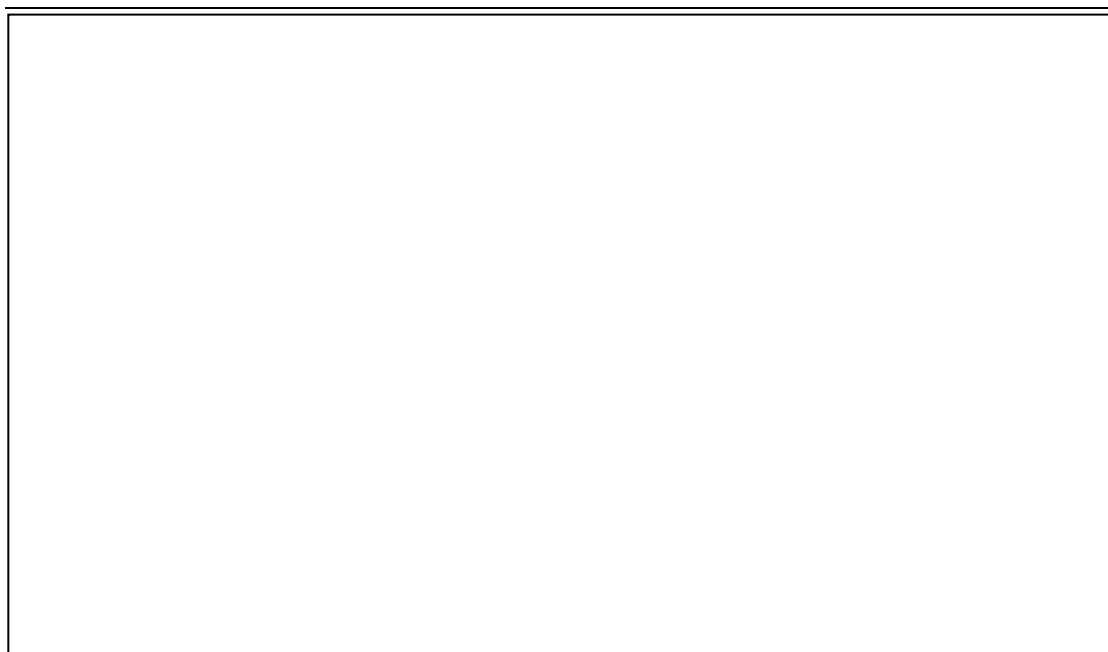


图 1.5-2 本项目地下水环境影响评价范围示意图

表 1.5-2 地下水评价范围拐点坐标

拐点	经度	纬度	备注
			WGS-84 坐标系

(2) 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)，参照固定声源一级评价要求，本次声环境影响评价范围确定为陆上管道边界向外 200m。评价范围同地下水评价范围，详见图 1.5-2。

(2) 陆域风险评价范围

①大气环境风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本项目陆上工程大气环境风险评价范围确定为：距管道中心线两侧 100m 范围。

②地表水环境风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本项目陆上工程地表水环境风险评价范围确定为：定向钻穿越神仙沟断面至神仙沟入海口，及溢油污染物入海后的扩散影响范围。

③地下水环境风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本项目陆上工程地下水环境风险评价范围确定为：以陆上管道边界两侧向外延伸 200m 范围。

1.5.2 评价重点

依据本工程特点和评价海域环境特征，结合本工程环境影响因素和环境影响因子的识别结果，确定本工程的环境影响评价重点如下：

(1) 单点泊位建设、平台建设、海底管道铺设所搅起的海底悬浮泥沙对工程周围海水水质、底质、海洋生态环境及渔业资源的影响；

(2) 单点系泊系统、船舶、海底管线发生溢油事故对海洋环境和环境敏感目标的影响；

(3) 环境保护措施和污染防治措施可行性分析；

(4) 风险溢油应急能力评估及应急处理措施可行性分析。

(5) 工程与海洋主体功能区规划、海洋环境功能区划、海洋环境保护规划、港区发展规划等相关规划的符合性分析。

1.6 环境影响因素识别与筛选

1.6.1 影响要素识别

1.6.1.1 污染环境影响要素识别

本工程在单点泊位安装、平台建设和海底管线铺设时，搅起的悬浮泥沙入海导致悬浮物浓度增高和船舶生活污水的外排，会对海水水质和海洋生物造成一定的危害；在运行期产生的生活污水经平台生活污水处理设施处理后运至陆上，由接收单位处理；环境风险事故状态下的原油泄漏，若不及时处置将会对海洋环境造成严重危害。具体环境影响要素识别见表 1.6-1。

表 1.6-1 环境影响要素识别

开发阶段	污染物	主要污染因子	排放方式	影响对象	影响程度
施工阶段	机舱含油污水	石油烃	运回陆地处理	—	无
	船舶生活污水	COD、大肠菌群、SS	达标间断排放	水质、生态	小

				环境	
	船舶生活垃圾	食品废弃物、包装物	运回陆地处理	—	无
	施工作业垃圾	边角料、废弃包装料	运回陆地处理	—	无
	单点安装、平台建设、铺管作业悬浮沙	悬浮沙	连续排放	水质、沉积物环境、生态环境	中
	管道清洗废水	焊渣、铁屑、泥土等杂物	打入陆上中转油库后，交由附近污水处理厂处理	—	无
	管道试压废水	试压废液		—	
	管道登陆施工	悬浮沙	连续排放	入海河流水质	小
生产阶段	陆上管道铺设	废气、噪声	间断排放	大气环境、声环境	小
	生活污水	COD	经平台生活污水处理设施后运至陆上污水处理厂处理	—	无
	生活垃圾	食品废弃物、包装物	运回陆地处理	—	无
	机舱含油污水	石油烃	运回陆地处理	—	无
	油轮含油污水	石油烃	处理达标后航行时排放	水质、生态环境	小
	船舶生活污水	COD、大肠菌群、SS	运回陆地处理	水质、生态环境	无
	船舶生活垃圾	食品废弃物、包装物	运回陆地处理	—	无
	生产废水	石油烃	开排系统污水运至陆地处理，闭排系统污水打入陆上油库处理。	—	无
	工业垃圾	油蜡等含油废物	集中收集交给有资质的单位处理	—	无
事故状态下	管道防腐溶出物	重金属离子	连续排放	水质、沉积物环境	小
	海域环境风险事故下的溢油	石油烃	直接排放	水质环境、沉积物环境、生态环境	大
	陆域环境风险事故下的溢油	石油烃	直接排放	地下水环境	小

1.6.1.2 非污染环境影响要素识别

由于工程建设引起的海域生态、沉积物环境等非污染环境影响要素识别见表 1.6-2。

表 1.6-2 非污染环境影响要素识别

工程行为	影响方式	影响性质	影响对象	影响程度
单点泊位建设	占用海域	长期占用	海洋空间资源	小
平台建设	占用海域	长期占用	沉积物环境、生态环境、水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境	小
海底管道铺设	占用海域	临时占用	沉积物环境、底栖生物	中

1.6.2 评价因子筛选

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》、《环境影响评价技术导则 地表水环境》及《环境影响评价技术导则 地下水环境》的有关要求，同时结合工程区周边环境和工程自身特点，确定本工程环境质量现状评价因子和环境影响预测评价因子，详见表 1.6-3、表 1.6-4。

表 1.6-3 环境质量现状评价因子

序号	环境要素	现状评价因子
1	水质环境	pH、水温、盐度、溶解氧、化学需氧量、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、总汞、铬、镉、砷、锌
2	沉积物环境	有机碳、硫化物、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类
3	海洋生态环境	叶绿素 a 含量、浮游植物、浮游动物、底栖生物
4	生物质量	铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞
5	渔业资源	游泳生物（鱼类、头足类、甲壳类）种类组成、数量分布和资源密度分布；鱼卵和仔稚鱼种类组成和数量分布；
6	入海河流水质	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD ₅ ）、氨氮（NH ₃ -N）、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂
7	地下水水质	pH、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、挥发酚类、氰化物、硝酸盐、氯化物、硫酸盐、亚硝酸盐、铬（六价）、氨氮、碳酸根、碳酸氢根、石油类、汞、砷、铅、镉、铁、锰、钙、镁、钾、钠

表 1.6-4 环境影响预测评价因子

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容
建设阶段	水质环境	悬浮物	单点安装、平台安装、铺设海底管线施工作业
	沉积物环境	悬浮物	
	海洋生态环境	浮游动物、浮游植物、底栖生物	
	渔业资源	游泳生物、鱼卵和仔稚鱼	
	环境敏感区	悬浮沙	
	入海河流水质环境	悬浮物	海底管线登陆施工
	大气环境	SO ₂ 、NO ₂ 、TSP	陆上管线铺设施工
	声环境	等效 A 声级	
生产阶段	沉积物环境	溶出锌、铝	平台、管道腐蚀溶出
	水文动力环境	局部海流流速、流向	平台建设
	冲淤环境	局部海域冲淤	平台建设
		海域自然冲淤	/
事故状态	海水水质、沉积物及生态环境、海上环境敏感区	施工船舶溢油	施工船舶风险事故溢油
		事故溢油	运营期原油接卸溢油、海底管道溢油风险
	地下水环境	事故溢油	陆上管道溢油风险

1.7 环境保护目标和环境敏感目标

1.7.1 环境保护目标

(1) 工程特征

单点、增压平台及约 40.6km 海底管线位于渤海中部海域，位于渔业资源“三场一通道”，工程区周边航路分布较多，海底管道与已建海底管道存在多次交越。增压平台至登陆点约 38.2km 海底管线位于山东省管辖海域范围内，位于渔业资源“三场一通道”，周边有浅海养殖区、国家级水产种质资源保护区。此外，海底管道登陆需穿越 1 处人工海堤和 1 处入海河流。陆上管道周边无环境敏感目标，管道与已建胜利油田集输管道、卤水矿管道及高压线存在多次交越。

(2) 环境保护目标

结合项目所在及邻近海域海洋环境保护要求，确定本项目环境保护目标主要是：工程海区海水水质、沉积物、海洋生态环境、渔业“三场一”通道、水产种质资源保护及养殖区生态环境、周边习惯航路的通航安全、以及已建海底管道和已建陆上管线的运营安全。

具体保护目标如下：

① 施工期环境保护目标

1) 控制海底电缆、单点及平台施工建设对工程周边海域海水水质、沉积物和海洋生态环境的影响程度，确保项目建设后工程海域水质、沉积物质量保持现有类别，不因工程建设而变劣；

2) 控制工程实施对渔业资源的影响，保护中上层鱼类、底层鱼类三场一通道，保护水产种质资源保护区重要渔业品种繁育环境；

3) 控制管道施工建设不影响工程区周边习惯航道及东营港进出港船舶通航安全，防止船舶碰撞引发污染事故。

4) 确保海底管道与已建管道交越施工期间，不影响已建海底管道运营安全，防止已建管道泄漏引发污染事故；

5) 控制工程实施对近岸浅海养殖区水质的影响范围；

6) 确保登陆段海底管道施工应不影响人工海堤防潮功能，防止海堤结构损坏引发污染事故穿越河道施工应不影响河道防洪排涝功能；

7) 确保陆上管道与已建管道交越施工期间，不影响已建油田集输管道、卤

水矿卤水管道以及高压线运营安全，防止已建管线泄漏或破损引发污染事故或安全事故；

8) 确保海底管道定向钻穿越海堤、陆上管道定向钻穿越地表水体施工期间，废弃钻屑泥浆得到有效处置。

② 运营期环境保护目标

1) 确保平台生活污水、生产废水得到合理处置，不对海洋水质、沉积物环境造成影响；

2) 确保船舶生活污水、机舱含油污水得到合理处置，不对海洋水质、沉积物环境造成影响；

3) 确保对运营期管道定期清管含油废物进行有效处置；

3) 控制原油接卸过程中突发溢油事故，采取应急措施，控制溢油扩散范围；

4) 控制原油运输船通航、锚泊对附近习惯航道船舶通航安全的影响，防止船舶碰撞引发污染事故。

1.7.2 环境敏感目标

海上工程评价范围内环境敏感目标主要是浅海养殖区、国家级水产种质资源保护区、国家级自然保护区、国家级海洋特别保护区以及鱼类“三场一通道”。

陆上工程评价范围内环境敏感目标。

本项目环境敏感目标分布具体见图 1.7-1 和见表 1.7-1。

表 1.7-2 环境风险影响范围环境敏感目标一览表

序号	类别	环境保护目标名称	保护目标基本情况	与本工程方位/最近距离	
				与平台的方位/最近距离	与海底管线的方位/最近距离
1	国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	保护对象：原生性湿地生态系统和鸟类	SW~NW,62.12km	SW~NW,14 km
2		长岛国家级自然保护区	鹰、隼等猛禽及候鸟栖息地	E,92.73 km	E, 90km
3	国家级水产种质资源保护区	黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区	保护区总面积 2188.9 hm ² ，实验区面积 1410.5 hm ² ，核心区面积为 778.4 hm ² ，特别保护期为每年 3~8 月，主要保护对象为黄河口文蛤等。	SW,61.55 km	S, 4.20 km
4		辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾）	保护区总面积为 7124 km ² ，其中核心区面积为 1710 km ² ，试验区面积为 5414 km ² 。主要保护对象有中国明对虾，小黄鱼，三疣梭子蟹，真鲷，花鲈等。	SW~ S, 50.26 km	SW~ S, 5.25 km
5		渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾）	主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹	W, 110.44km	W, 66 km
6		黄河口半滑舌鲷水产种质保护区	主要保护对象有半滑舌鲷、文蛤、浅海贝类及其物种多样性	SW,81.4 km	NW, 41.2 km
7	国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	黄河口生态系统及生物物种多样性	S,53.26	S, 13.7 km
8		东营河口区浅海贝类生态国家级海洋特别保护区	文蛤、浅海贝类及其物种多样性	SW,88.8 km	NW, 54 km
9		东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区	半滑舌鲷及近岸海洋生态系统	SW , 71.97km	NW, 33.8 km
10	渔业资源“三场一通道”	中上层重要鱼类索饵场、洄游通道	鲈鱼索饵场、银鲳洄游通道	在其中	在其中
		底层重要鱼类产卵场、索饵场	白姑鱼产卵场、鲷索饵场、花鲈产卵场及索饵场	在其中	在其中
		特色水产种质资源产卵场、索饵场	中国毛虾产卵场、索饵场	在其中	在其中
11	养殖区	仙河镇海星村浅海贝类开放式养殖区	主要增养殖种类有文蛤、四角蛤蜊、蛏类、毛蚶等。	SW, 60.55km	NW, 9.86 km
12		海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区（含三、四、五分场）	主要增养殖种类有文蛤、四角蛤蜊、蛏类、毛蚶等。	SW, 65.66km	S, 5.40 km

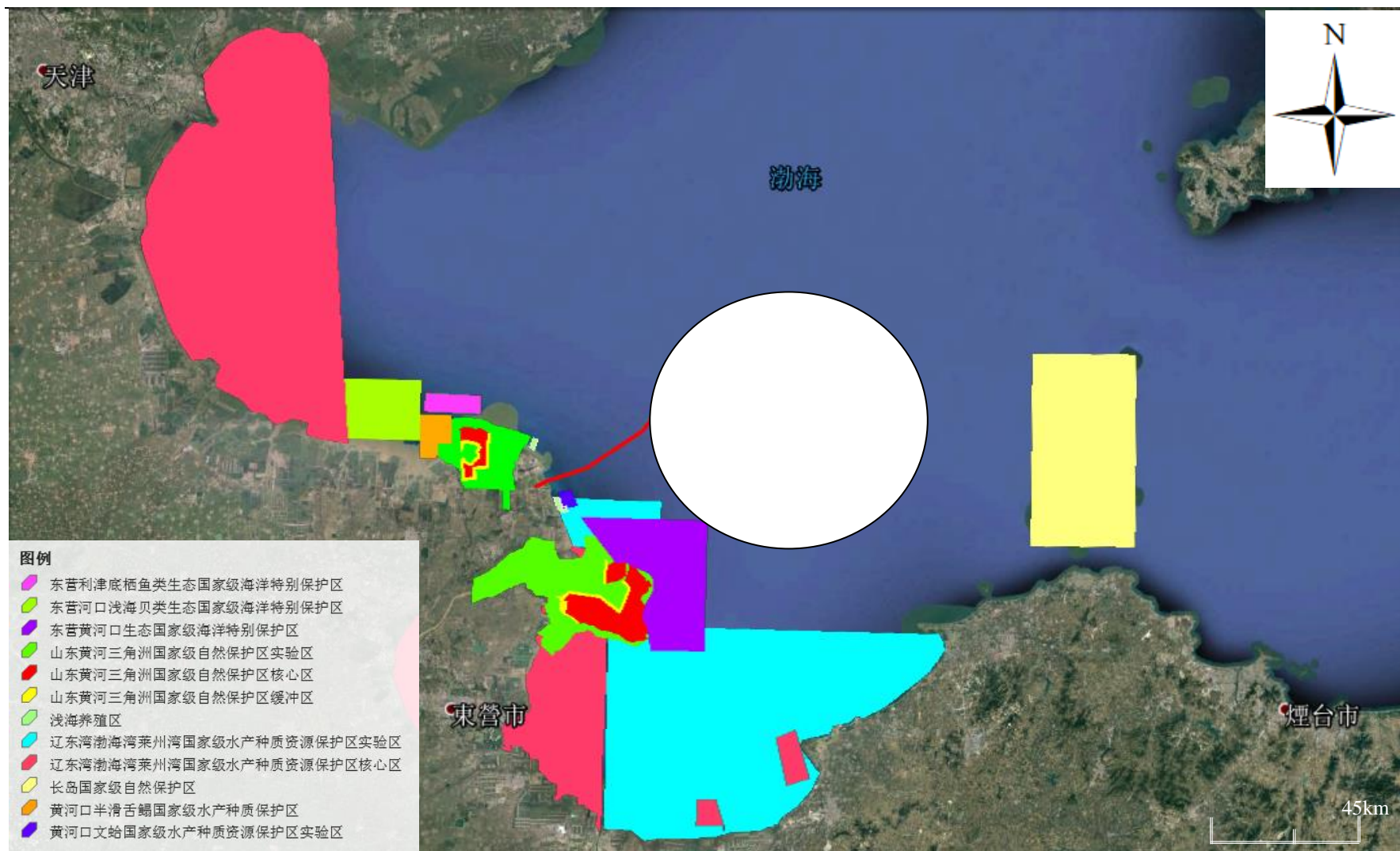
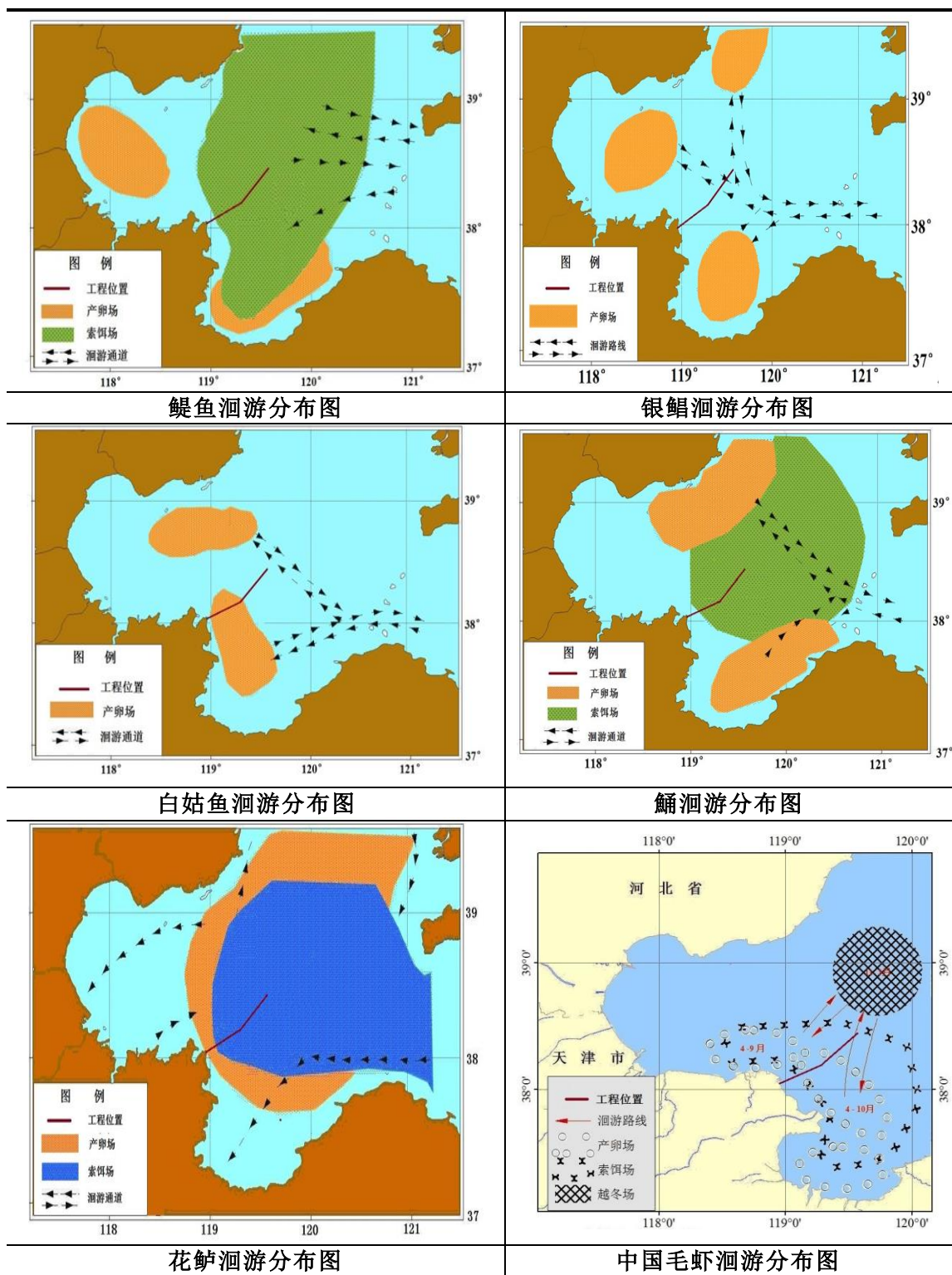


图 1.7-1a 本项目环境敏感目标分布图



2 工程概况

2.1 项目建设必要性

1、有利于提高东营及周边地区地炼企业原油供应可靠性。

山东省是我国的炼化大省，截止 2017 年底，山东省全省炼油企业原油一次加工能力 [REDACTED]，炼油企业无论从产能还是从实际的原油加工量来看，均集中在鲁北地区。据统计，2017 年鲁北地区（包括东营、潍坊、淄博、德州和滨州）拥有炼化企业 [REDACTED] 家，原油一次加工能力 [REDACTED]

目前，省内炼化企业原油主要通过管道和公路进行集疏运，原油海上运输至省内及周边省市原油码头后，经管道和公路向炼油企业供应。

在港口码头的原油供应方面，山东省 20 万吨及以上原油接卸泊位主要分布在青岛港黄岛港区、青岛港董家口港区、日照港岚山港区和烟台港西港区四个港区。

➤ 青岛港黄岛港区已建成 [REDACTED] 个大型原油码头，年接卸能力 [REDACTED] 吨，分别为青岛石化、省内中石化所属炼厂、中化弘润提供服务。

➤ 青岛港董家口港区已建成 30 万吨级原油码头 [REDACTED] 个，年接卸能力 [REDACTED] 吨，规划拟建 30 万吨级原油码头 [REDACTED] 个，年接卸能力 [REDACTED] 吨，配套董家口-滨海油库-广饶油库原油管道 [REDACTED] 吨/年，为省内地炼企业提供服务。

➤ 日照港岚山港区已建成 30 万吨级原油码头 [REDACTED] 个，年接卸能力 [REDACTED] 吨，配套日照-仪征原油管道，为中石化仪征炼化、东明石化服务；通过日照-濮阳-洛阳原油管道配套服务于中石化洛阳炼厂。

➤ 烟台港西港区已建成 30 万吨级原油码头 [REDACTED] 个，年接卸能力 [REDACTED] 吨，配套烟台西港区-淄博原油管道 [REDACTED] 吨/年，为省内地炼企业服务。

原油码头及运输设施建设情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 山东省 20 万吨级以上原油码头及配套管线统计表

所属港区	建设情况	码头等级 (万吨)	泊位数量 (个)	接卸能力 (万吨/年)	功能
青岛董家口港	已建	25	1	25	原油进口
烟台港西港区	已建	25	1	25	原油进口
青岛港	已建	10	1	10	原油进口
烟台港	已建	10	1	10	原油进口
合计			4	70	

由上表可见，山东省可为鲁北地区地炼企业提供服务的大型原油码头有青岛董家口港和烟台港西港区，合计接卸原油能力共为 70 万吨/年。伴随着国家原油进口权的放开，东营市及周边地区地炼企业陆续取得原油进口指标。

2015 年 2 月，国家发改委下发《国家发展改革委关于进口原油使用管理有关问题的通知》（以下简称“253 号文件”），制定了炼油企业获取使用资质和使用额度的相关要求。

受国家发展改革委委托，中国石油和化学工业联合会负责对本项目目标市场地炼企业进口原油使用配额申报材料进行审验，并进行现场核实和查验后予以确认公示。根据中国石油和化学工业联合会主办的“国家石油和化工网”发布数据，截止 2018 年底，鲁北地区 45 家炼油企业（不含中石化所属炼厂）原油使用配额 100 万吨，相对与省内大型原油码头接卸量，原油需求缺口约 30 万吨。

表 2.1-2 鲁北地区 45 家炼油企业产能及进口原油使用配额数据表

序号	炼企分类	是否有 进口原 油使用 配额	地区	炼厂简称	产能（万 吨/年）	2018 进口原油使 用配额（万吨）
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1

序号	炼企分类	是否有进口原油使用配额	地区	炼厂简称	产能（万吨/年）	2018 进口原油使用配额（万吨）
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1	1
65	1	1	1	1	1	1
66	1	1	1	1	1	1
67	1	1	1	1	1	1
68	1	1	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1	1
73	1	1	1	1	1	1
74	1	1	1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1	1	1	1
77	1	1	1	1	1	1
78	1	1	1	1	1	1
79	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1
81	1	1	1	1	1	1
82	1	1	1	1	1	1
83	1	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1	1
85	1	1	1	1	1	1
86	1	1	1	1	1	1
87	1	1	1	1	1	1
88	1	1	1	1	1	1
89	1	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1	1
91	1	1	1	1	1	1
92	1	1	1	1	1	1
93	1	1	1	1	1	1
94	1	1	1	1	1	1
95	1	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1	1
97	1	1	1	1	1	1
98	1	1	1	1	1	1
99	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1
101	1	1	1	1	1	1
102	1	1	1	1	1	1
103	1	1	1	1	1	1
104	1	1	1	1	1	1
105	1	1	1	1	1	1
106	1	1	1	1	1	1
107	1	1	1	1	1	1
108	1	1	1	1	1	1
109	1	1	1	1	1	1
110	1	1	1	1	1	1
111	1	1	1	1	1	1
112	1	1	1	1	1	1
113	1	1	1	1	1	1
114	1	1	1	1	1	1
115	1	1	1	1	1	1
116	1	1	1	1	1	1
117	1	1	1	1	1	1
118	1	1	1	1	1	1
119	1	1	1	1	1	1
120	1	1	1	1	1	1
121	1	1	1	1	1	1
122	1	1	1	1	1	1
123	1	1	1	1	1	1
124	1	1	1	1	1	1
125	1	1	1	1	1	1
126	1	1	1	1	1	1
127	1	1	1	1	1	1
128	1	1	1	1	1	1
129	1	1	1	1	1	1
130	1	1	1	1	1	1
131	1	1	1	1	1	1
132	1	1	1	1	1	1
133	1	1	1	1	1	1
134	1	1	1	1	1	1
135	1	1	1	1	1	1
136	1	1	1	1	1	1
137	1	1	1	1	1	1
138	1	1	1	1	1	1
139	1	1	1	1	1	1
140	1	1	1	1	1	1
141	1	1	1	1	1	1
142	1	1	1	1	1	1
143	1	1	1	1	1	1
144	1	1	1	1	1	1
145	1	1	1	1	1	1
146	1	1	1	1	1	1
147	1	1	1	1	1	1
148	1	1	1	1	1	1
149	1	1	1	1	1	1
150	1	1	1	1	1	1
151	1	1	1	1	1	1
152	1	1	1	1	1	1
153	1	1	1	1	1	1
154	1	1	1	1	1	1
155	1	1	1	1	1	1
156	1	1	1	1	1	1
157	1	1	1	1	1	1
158	1	1	1	1	1	1
159	1	1	1	1	1	1
160	1	1	1	1	1	1
161	1	1	1	1	1	1
162	1	1	1	1	1	1
163	1	1	1	1	1	1
164	1	1	1	1	1	1
165	1	1	1	1	1	1
166	1	1	1	1	1	1
167	1	1	1	1	1	1
168	1	1	1	1	1	1
169	1	1	1	1	1	1
170	1	1	1	1	1	1
171	1	1	1	1	1	1
172	1	1	1	1	1	1
173	1	1	1	1	1	1
174	1	1	1	1	1	1
175	1	1	1	1	1	1
176	1	1	1	1	1	1
177	1	1	1	1	1	1
178	1	1	1	1	1	1
179	1	1	1	1	1	1
180	1	1	1	1	1	1
181	1	1	1	1	1	1
182	1	1	1	1	1	1
183	1	1	1	1	1	1
184	1	1	1	1	1	1
185	1	1	1	1	1	1
186	1	1	1	1	1	1
187	1	1	1	1	1	1
188	1	1	1	1	1	1
189	1	1	1	1	1	1
190	1	1	1	1	1	1
191	1	1	1	1	1	1
192	1	1	1	1	1	1
193	1	1	1	1	1	1
194	1	1	1	1	1	1
195	1	1	1	1	1	1
196	1	1	1	1	1	1
197	1	1	1	1	1	1
198	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
200	1	1	1	1	1	1
201	1	1	1	1	1	1
202	1	1	1	1	1	1
203	1	1	1	1	1	1
204	1	1	1	1	1	1
205	1	1	1	1	1	1
206	1	1	1	1	1	1
207	1	1	1	1	1	1
208	1	1	1	1	1	1
209	1	1	1	1	1	1
210	1	1	1	1	1	1
211	1	1	1	1	1	1
212	1	1	1	1	1	1
213	1	1	1	1	1	1
214	1	1	1	1	1	1
215	1	1	1	1	1	1
216	1	1	1	1	1	1
217	1	1	1	1	1	1
218	1	1	1	1	1	1
219	1	1	1	1	1	1
220	1	1	1	1	1	1
221	1	1	1	1	1	1
222	1	1	1	1	1	1
223	1	1	1	1	1	1
224	1	1	1	1	1	1
225	1	1	1	1	1	1
226	1	1	1	1	1	1
227	1	1	1	1	1	1
228	1	1	1	1	1	1
229	1	1	1	1	1	1
230	1	1	1	1	1	1
231	1	1	1	1	1	1
232	1	1	1	1	1	1
233	1	1	1	1	1	1
234	1	1	1	1	1	1
235	1	1	1	1	1	1
236	1	1	1	1	1	1
237	1	1	1	1	1	1
238	1	1	1	1	1	1
239	1	1	1	1	1	1
240	1	1	1	1	1	1
241	1	1	1	1	1	1
242	1	1	1	1	1	1
243	1	1	1	1	1	1
244	1	1	1	1	1	1
245	1	1	1	1	1	1
246	1	1	1	1	1	1
247	1	1	1	1	1	1
248	1	1	1	1	1	1
249	1	1	1	1	1	1
250	1	1	1	1	1	1
251	1	1	1	1	1	1
252	1	1	1	1	1	1

计输送量 [] 吨/年。

由于董家口港位于山东的南部，烟台港位于山东的东部，而山东地方炼厂比较集中在山东半岛的北边。东营及周边炼油企业原料油运距长，其中青岛董家口港区距离东营市及周边炼油企业约为 [] 公里，管道输运到该区域 [] 公里内最多覆盖 [] 家企业，原油管道运输平均物流成本每吨不低于 [] 元；烟台港距离东营市及周边炼油企业约为 [] 公里，管道输运到该区域 [] 公里内最多覆盖 [] 家企业，原油管道运输平均物流成本每吨不低于 [] 元。

而东营港到东营市及滨州市 [] 公里范围内，有 [] 家炼油企业，在东营港建设大型原油码头供应鲁北地区炼油企业，每吨原油管道运输物流成本单价在 [] 元，每年可以为该地区炼油企业节省物流成本约 [] 亿元，大幅度提高炼油企业的市场竞争力。

3、有利于解决山东省危化品车辆交通安全与环保问题。

目前，鲁北地区原油集疏运方式包括管道运输和公路运输。据统计，山东省现有道路危险货物运输车辆 24977 台，这些大量的易燃易爆物质在全省范围内运输，形成众多潜在的流动危险源，使危险性成倍增加，加大了运输难度，运输安全形势越来越严峻。近年来，山东省危险货物运输事故频繁发生，呈不断上升区域，事故造成的危害程度极强，社会影响极大，对环境和人民生活财产安全造成巨大损失，危险品道路运输安全问题逐渐成为社会普遍关注的问题。

东营港建设大型原油码头后，后续将主要通过管道方式向东营市及周边地炼企业供应原油，可以大大减少山东省的交通安全事故和环境污染压力。

4、有利于加大东营港的原油接卸能力，提高鲁北地区原油供应保障度。

东营港是山东省地区性重要港口，1995 年被国家批准为一类开放口岸。近年来，随着《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》和《山东半岛蓝色经济区发展规划》的深入实施，东营港区进入了快速发展通道。截止目前，东营港最大的泊位码头是位于栈桥作业区的 2 个 5 万吨级泊位，油品接卸能力有限。

目前，东营及周边潍坊、淄博、德州和滨州五地市的地方炼化企业和央企控股炼化企业拥有炼化企业 [] 在港口码头的原油供应方面，山东省 20 万吨及以上适合原油接卸的泊位主要分布在青岛港黄岛港区、青岛港董家口港区、日照港岚山港区和烟台港西港区四个港区，能够供东营及周边地区炼化企业使用的接卸能力远远小于原油需求量。同时，伴

随着国家原油进口权的放开，东营市及周边地区地炼企业陆续取得原油进口指标，通过东营港运输原油的需求量猛增，省内大吨位原油码头已不能满足炼化企业对进口原油的需求，而东营港小吨位的泊位又根本无法满足大型油轮的靠泊需求。可见，东营地区无大吨位级码头已经成为东营港及周边地炼企业进一步发展的关键制约因素。

本项目在东营港建设 25 万吨原油进口泊位，码头年吞吐量 [] 吨，通过单点系泊码头获得原油深水码头和航道，解决了东营港不能停泊 25 万吨油轮的瓶颈问题，项目建设对保障地炼企业原油供应可靠性、助力东营港成为国家级大港，加速地方经济社会发展意义重大。

5、有利于山东省成为第八个国家级石化产业基地。

国务院已批准的国家级七大石化产业基地：辽宁、河北、江苏、上海、浙江、广东、福建。山东省内央企炼厂（中石化、中石油、中海油、中国化工）和地方炼厂总产能为 [] 吨，占中国炼油总产能的 []，山东省是全国炼化最大的省份；鲁北地区（东营、德州、滨州、淄博、潍坊）炼油企业的原油一次加工能力在 [] 吨/年，是全国炼油产能最大的地区。东营港建设 25 万吨级原油大码头，有利于推进鲁北地区高端石化产业示范区建设，对山东省申请第八个国家级石化产业基地具有重要推动作用。

2.2 建设项目概况

项目名称：东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程

项目性质：新建

建设单位：山东民达物流有限公司

地理位置：本工程泊位位于东营外海海域，地理位置为 []，北距京唐港约 []，西北距塘沽约 []，东南距烟台龙口市约 []，距东营港岸线约 []。

建设内容：建设 25 万吨级原油卸泊单点泊位 2 座、增压平台 1 座，单点至增压平台海底输油管线 2 条（ []）、增压平台至登陆点海底输油管线 1 条（ []）、登陆点至库区陆上管道 1 条（ []）及配套线路截断阀 1 座（手动，地下式）。

工程投资： []

年运营天数： 天。

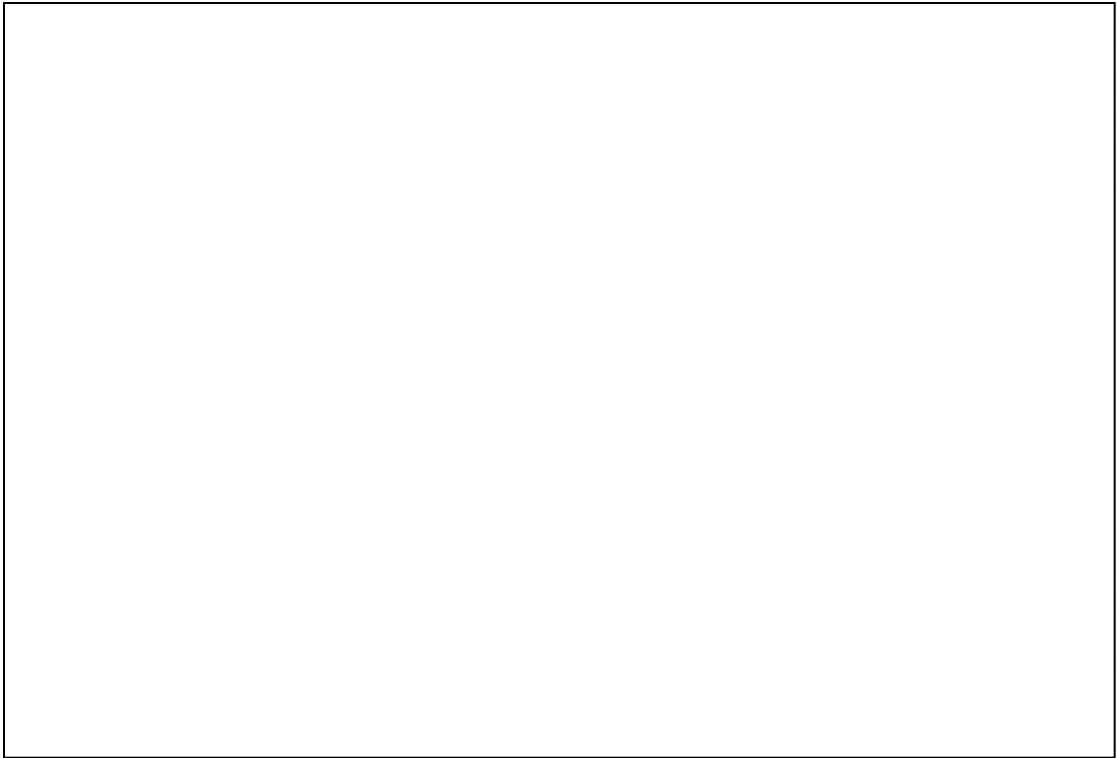


图 2.2-1 工程地理位置示意图

表 2.2-1 工程主要建设内容一览表

建设项目	建设规模	建设内容
泊位	2 座	单点系泊 F 和单点系泊 G，设计年吞吐量 吨
平台	1 座	1 座六腿导管架增压平台，共分三层甲板，分别为顶层甲板（43.5m×41.5m）、中层甲板（43.5m×43.0m）和底层甲板（36.0m×32.0m）
海底管道	km	1 条单点系泊 F 至增压平台长约 海底输油管道，管径 48"； 1 条单点系泊 G 至增压平台长约 海底输油管道，管径 48"； 1 条增压平台至登陆点的长约 海底输油管道，管径 48"
陆上管道	km	登陆点至库区陆上管道，管径 48"
线路截断 阀	1 座	手动，埋地式，设置阀池
锚地	km ²	/

2.3 总平面布置

本工程新建单点系泊泊位位于东营港正北偏东约 47 度，处于 ，
，
，泊位
选址位置最浅处海图水深为 。两个单点系泊装置 F、G 间距 ，临近排
列，排列方向为东偏北 10 度。为满足原油输送要求，同时避开习惯性航线和已
建海底管道，增压平台布置在 G 泊位西南方向，距两单点泊位分别为 和

。海底管线从增压平台直线敷设至东营港港外 9#锚地后，转向东营港二突堤方向，于二突堤南侧临港工业用地围堤处继续向西南方向敷设 km，穿越水塘、井场路、神仙沟后，在神仙沟南岸距离挡潮闸 处登陆。管道登陆后，从神仙沟南岸穿越桩埕路后向西敷设约 至新修水泥路西侧，沿水泥路西侧向南敷设约 后折向西，沿水泥路北侧向西敷设 折向南，沿兴港路东侧继续向南敷设约 ，再向西穿越兴港路至东营港原油库区围墙外 1m。

工程总平面布置详见图 2.3-1。

单点系泊泊位区域平面布置情况见图 2.3-2。

海底管道登陆段平面布置见图 2.3-3。

新建单点、平台及管线坐标见表 2.3-1。

表 2.3-1 本项目新建工程坐标

工程内容		坐标	备注	
单点（2 座）			WGS84 坐标系	
平台（1 座）				
海底 管线	单点 F→增压平台 [REDACTED]			
	单点 G→增压平台 [REDACTED]			
	增压平台→登陆点 [REDACTED]			
陆上 管道	登陆点→库区 [REDACTED]			
油轮锚地 [REDACTED]				

海底管道与已建海底管道交越情况见表 2.3-2。

表 2.3-2 海底管道与已建海底管道交越情况

交叉海底管道	交叉情况		管道埋深
	位置	水深	
BZ13-1WHPB →BZ28-1SPM 输气管道			1.1m

BZ26-2WHPA →BZ28-1SPM 混输管道			0.5m
KL3-2CEPA →东营终端 输油管道			2.1m

海底管道登陆段与井场路、神仙沟交越情况见表 2.3-3。

表 2.3-3 海底管道登陆段与已建工程交越情况

路由分区	已建工程	已建工程现状	现状高程	交越情况
北段	人工海堤、沿海路	堤坝向海侧为水泥块和石块，向陆侧与沿海路之间宽 100m 范围堆积黄土。	5.6m	与海堤和沿海路交越各 1 处
中间段	水塘围堰、水塘、井场道路	水塘围堰、井场及井场道路外均为水塘，水塘面积广；部分水塘围堰或井场道路旁有电线杆沿线分布	-2.0~1.3m	与水塘围堰交越 3 处，与井场路交越 1 处
南段	道路、神仙沟河道	神仙沟河道北侧护岸为斜坡式护岸，护岸向北为宽约 7m 的道路，该道路北侧为水塘，神仙沟河道南侧护岸为立岸式。	约 0.2m	与道路交越 1 处，与河道交越 1 次

陆上管道穿越河流、公路情况见表 2.3-4。陆上管道与周边已建管线交越情况见表 2.3-5。

表 2.3-4 陆上管道穿越河流、公路情况表

序号	河流/公路名称	路面宽度	公路等级	穿越长度	穿越方式
1	神仙沟	58m	中型		定向钻
1	兴港路	33m	二级公路		定向钻
2	桩埕路	20m	二级公路		大开挖

表 2.3-5 陆上管道与油区已建管线、电（光）缆交越情况

路由分区	交叉海底管道	管道现状				交叉位置
		材质	管径	埋深	数量	
k0+000 ~ k 2+000	油田集疏管道	钢管	DN65	1.5m	1 条	
	油田集疏管道	钢管	DN65	1.2m	1 条	
	油田集疏管道	钢管	DN65	1.2m	1 条	
k 2+000 ~ k 4+000	卤水管道	玻璃钢	DN300	1.7m	1 条	
	卤水管道	玻璃钢	DN300	1.2m	4 条	
k 4+000 ~ k 6+000	卤水管道	玻璃钢	DN300	1.5m	4 条	
	卤水管道	玻璃钢	DN400	1.5m	1 条	
	6kV 高压线	/	/		1 条	
	油田集疏管道	钢管	DN300	1.5m	1 条	
k 6+000 ~ k 7+700	油田集疏管道	钢管	DN300	1.5m	2 条	
	油田集疏管道	钢管	DN250	1.5m	6 条	

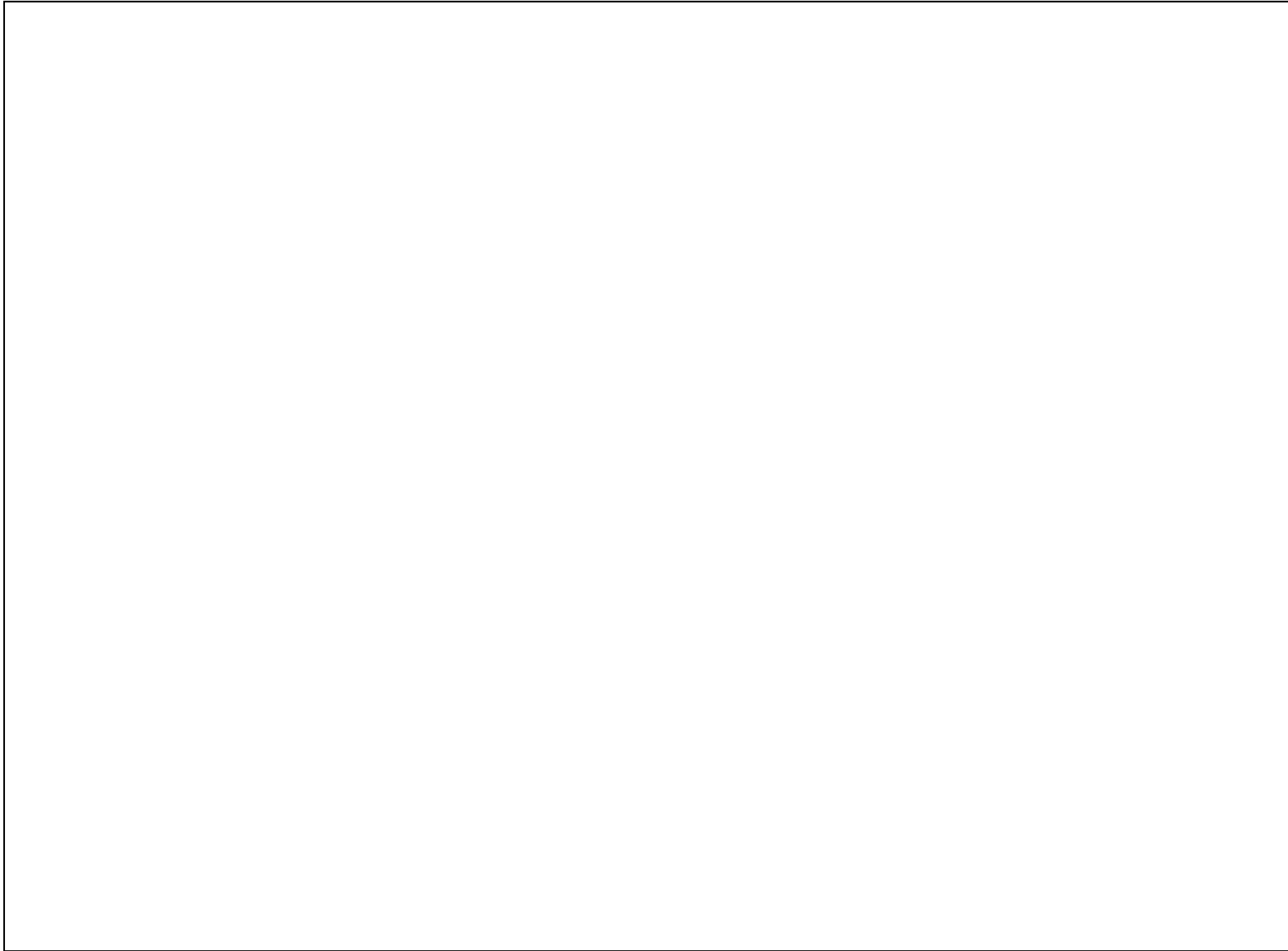


图 2.3-1a 工程总平面布置图（平台、单点及海底管道）

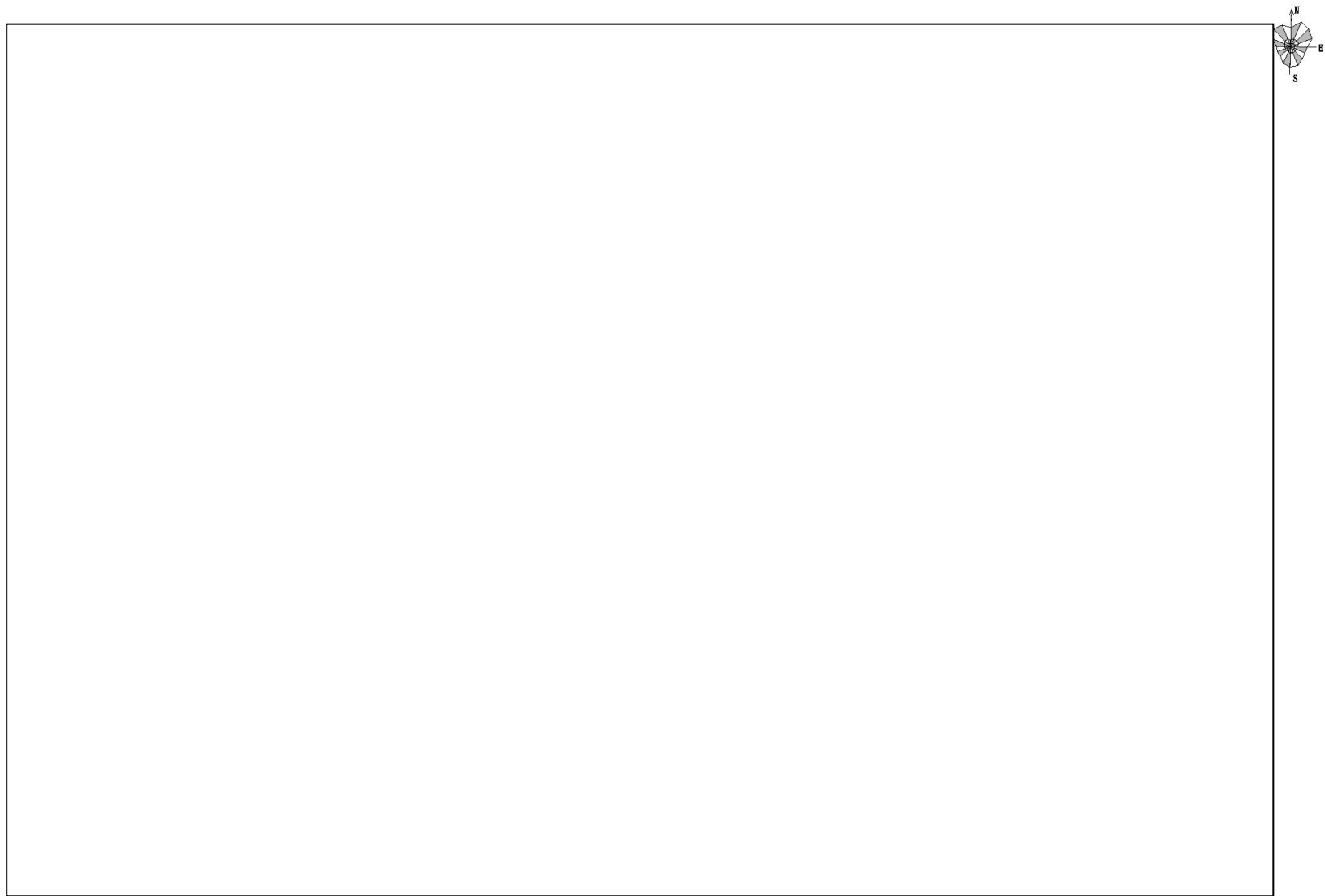


图 2.3-1b 工程总平面布置图（陆上管道）

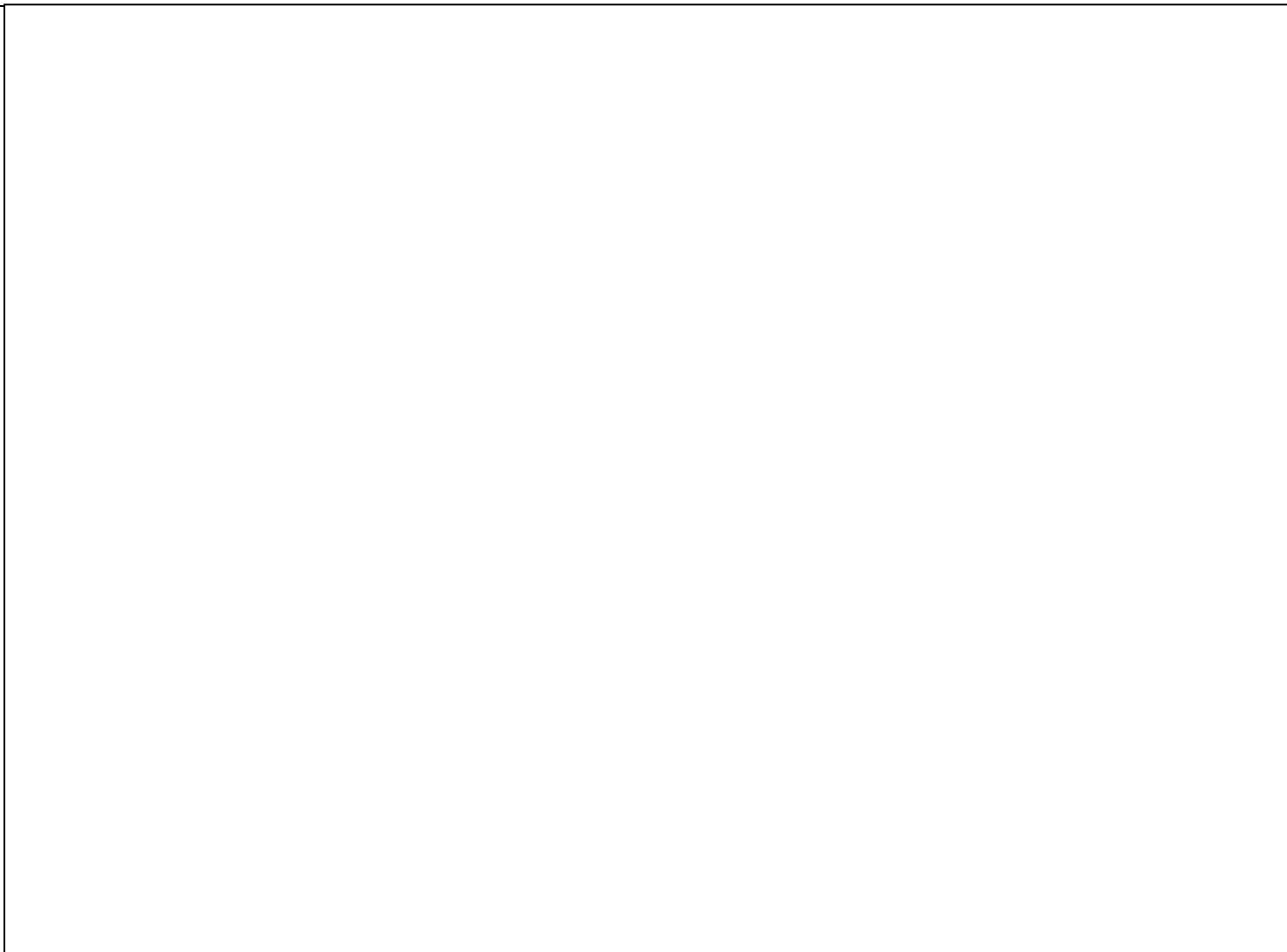


图 2.3-2 单点泊位区域局部平面布置图

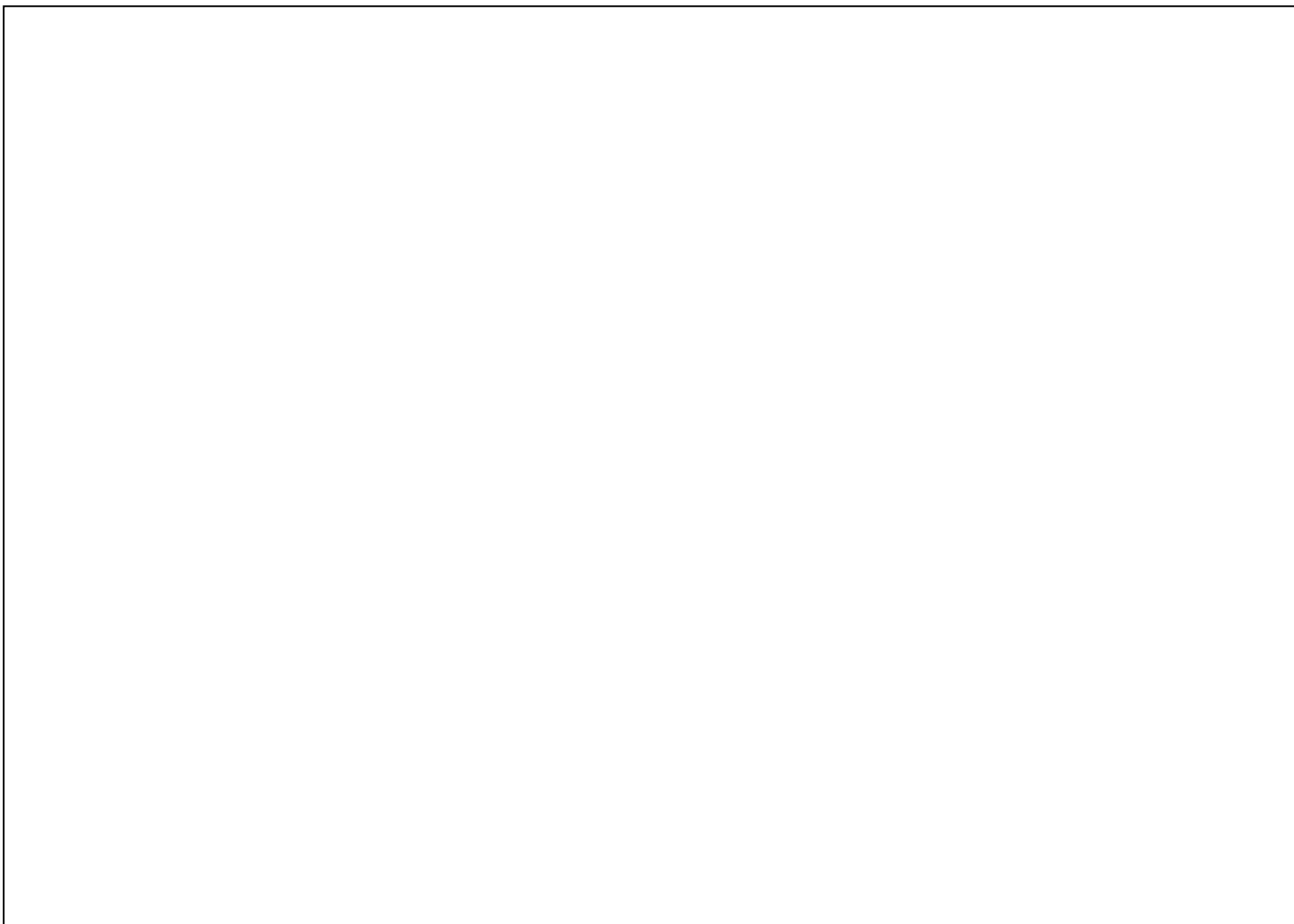


图 2.3-3 海底管道登陆段局部平面布置图

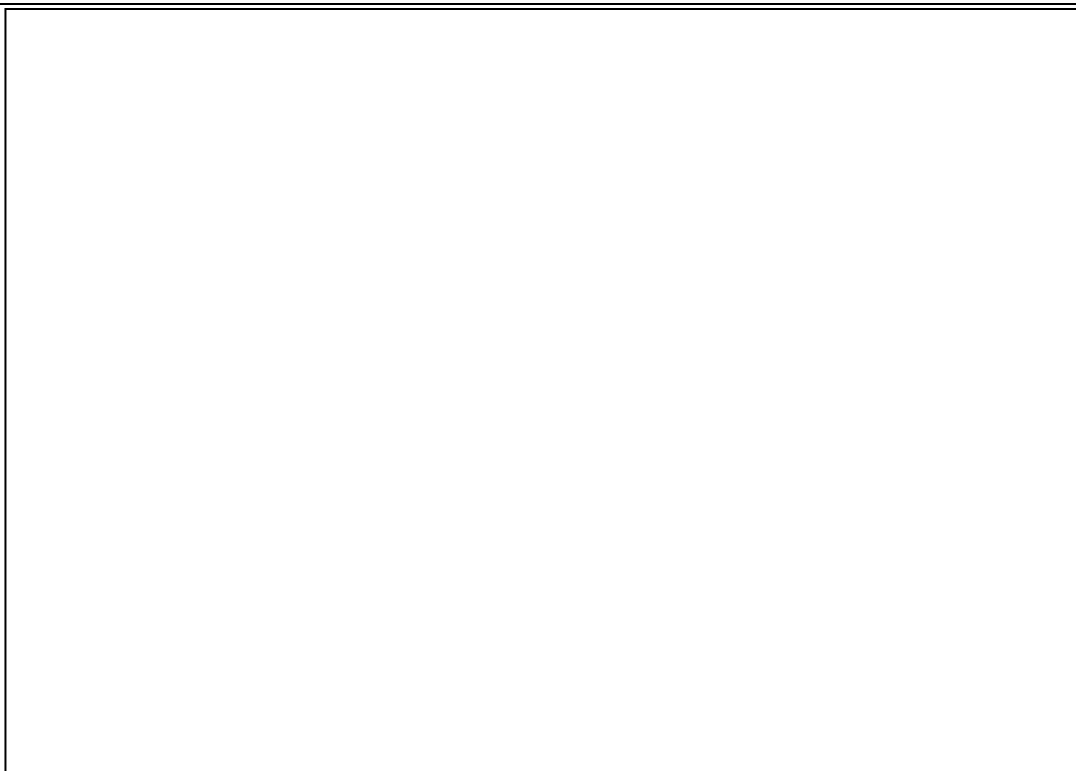


图 2.3-4a 陆上管道与已建管线位置关系（k0+000~ k1+000）



图 2.3-4b 陆上管道与已建管线位置关系（k1+000~ k2+000）



图 2.3-4c 陆上管道与已建管线位置关系（k2+000~k3+000）



图 2.3-4d 陆上管道与已建管线位置关系（k3+000~k4+000）



图 2.3-4e 陆上管道与已建管线位置关系（k4+000~k5+000）



图 2.3-4e 陆上管道与已建管线位置关系（k5+000~k6+000）



图 2.3-4f 陆上管道与已建管线位置关系（k6+000~k7+000）

2.4 代表船型及泊位吞吐量

2.4.1 设计代表船型

本工程单点卸泊系统设计船型考虑 25 万吨级油轮和 15 万吨级油轮。设计代表船型主要参数见表 2.4-1。

表 2.4-1 设计代表船型主要参数

船舶吨级 DWT(t)	总长(m)	型宽(m)	型深(m)	满载吃水(m)	备注
15 万 (135001-185000)	274	50	24.2	17.1	油船
25 万 (185001-275000)	333	60	29.7	19.9	油船

2.4.2 泊位通过能力

本工程新建泊位等级为 25 万吨级原油卸泊泊位。单点卸泊系统船型考虑 25 万吨级油轮和 15 万吨级油轮。其种 25 万吨级油轮每年来船次数占年来船总次数的 60%，15 万吨级油轮每年来船次数占年来船总次数的 40%。根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，本项目泊位吞吐量情况见表 2.4-2。

表 2.4-2 泊位通过能力相关参数表

泊位年通过能力	吨	
代表性油轮载货单位	25 万吨	15 万吨
年运营天数 (天)		
泊位有效利用率 (%)		
昼夜小时数 (h)		
卸船时间 (h)		
辅助作业时间 (h)		
来船艘次		

2.5 原油来源、性质及去向

(1) 原油来源

根据第三方（淄博来佰特数据科技有限公司）调研结果，2017 年、2018 年鲁北地区原油进口来源地主要是：印尼、阿根廷、哥伦比亚、巴西、非洲刚果、马来西亚、安哥拉、委内瑞拉、阿曼、俄罗斯。

(2) 原油性质

根据东营及周边炼厂使用原油情况统计，按轻质、中质、重质三种典型原油物性计算，确定本工程单点系泊接卸典型油品物性见表 2.5-1。

表 2.5-1 接卸典型油品物性表

油品名称	凝点(°C)	密度(kg/m ³)	粘度(mPa·s) (10°C)	粘度(mPa·s) (30°C)
轻质油品	<-5	856.7	15	10
中质油品		873.7	45	20
重质油品		941.0	120	50

需要说明的是，本项目单点不接卸单一高凝、高粘劣质原油，允许输送的油品凝点不高于-5°C，油品的粘度在输送温度(最低-1°C)下不大于 300mPa·s，含硫不超过 0.5%。

(3) 原油去向

接卸原油输往东营港中转油库，在库区增压后，依托“东营港-广饶（南北输油西线）原油管道工程”项目（项目核准文件见附件）建设的管道，采用闭式顺序输送工艺，经东营港仓储油库至周边地区中转油库原油管线，向东营、潍坊、淄博、德州及滨州等地炼油企业供油。目标中转油库/炼化企业原油市场分配方案具体见表 2.5-2。

表 2.5-2 本项目原油下游目标用户一览表

序号	地区	炼厂	原油
1	东营	东营	10
2	东营	东营	10
3	东营	东营	10
4	东营	东营	10
5	东营	东营	10
6	东营	东营	10
7	东营	东营	10
8	东营	东营	10
9	东营	东营	10
10	东营	东营	10
11	东营	东营	10
12	东营	东营	10
13	东营	东营	10
14	东营	东营	10
15	东营	东营	10
16	东营	东营	10
17	东营	东营	10
18	东营	东营	10
19	东营	东营	10
20	东营	东营	10
21	东营	东营	10
22	东营	东营	10
23	东营	东营	10
24	东营	东营	10
25	东营	东营	10
26	东营	东营	10
27	东营	东营	10
28	东营	东营	10
29	东营	东营	10
30	东营	东营	10
31	东营	东营	10
32	东营	东营	10
33	东营	东营	10
34	东营	东营	10
35	东营	东营	10
36	东营	东营	10
37	东营	东营	10
38	东营	东营	10
39	东营	东营	10
40	东营	东营	10
41	东营	东营	10
42	东营	东营	10
43	东营	东营	10
44	东营	东营	10
45	东营	东营	10

序号	地区	炼厂	原油
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■

2.6 装卸工艺

本项目投产运营后，总体装卸工艺流程为：油轮所载原油→油轮上的卸油泵→漂浮软管→自动脱扣装置→单点浮筒旋转接头→筒下软管→水下管汇→海底管道→增压平台→海底管道→陆上管道→东营港仓储油库。工程总体生产工艺流程见图 2.6-1。

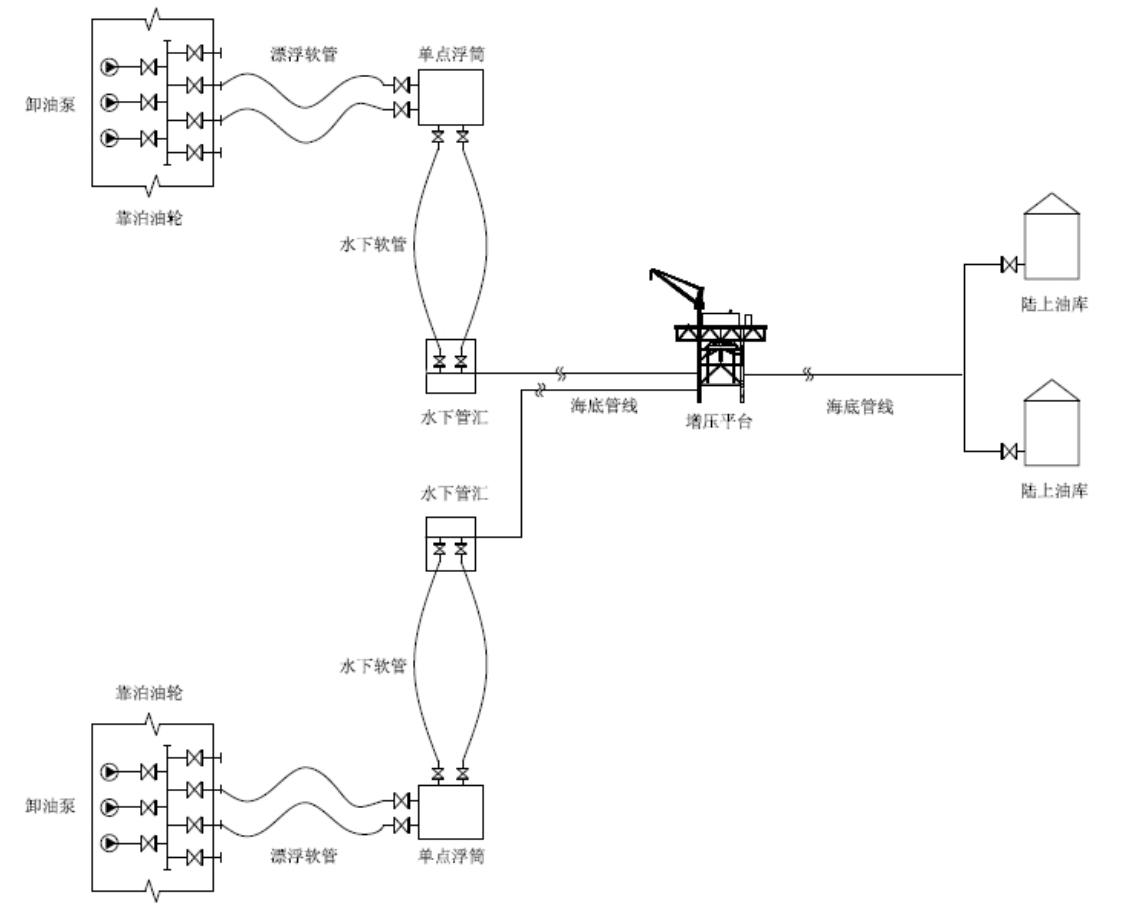


图 2.6-1 本项目总体装卸输送工艺流程

2.6.1 原油接卸流程

油轮靠泊各单点后，顺序输送，2 个单点不能同时卸油，待一个作业单点卸

油完成后，再进行另一单点油轮的接卸作业。原油接卸作业流程主要为：油轮靠泊，准备接卸→接管、卸油→拆管、离泊。具体如下：

（1）油轮靠泊，准备接卸

接卸前，首先确定接卸油轮的参数，做好系泊前的检查工作，清点卸油接管工具，然后系泊长和操作人员登上油轮，吊工具箱上油轮左舷管汇旁，引航员指挥油轮向单点靠泊，1 艘拖轮在油轮首部，顶推扶正船头对准单点浮筒，1 艘拖轮在油轮的后面摆正拖住尾部，另 1 艘拖轮负责守护。油轮靠近单点后，工作船将两条系泊缆的摩擦链绞上船艏止链器内，扣上止链器后插上安全销，完成系泊。

（2）接管、卸油

确认油轮系泊完成后，工作艇将两条漂浮软管一齐拖至油轮管汇下方，用钢丝绳套住右侧软管端部法兰头，并挂上吊机的吊钩。接管人员用预先在甲板上准备好的链夹夹住软管支撑链，降下吊钩，用手动葫芦和吊带使软管弯曲到溢油槽的格栅板上，并拆除端部盲板，与管汇短接对中后，加密封橡胶垫片后迅速敲紧快速接头。确认法兰连接好后，打开软管端部的蝶阀和浮筒输油臂上的蝶阀。

接管完成后，系泊长与船方确定输油参数，并与增压平台及岸上罐区联系改流程，确认整个接油流程全通后，通知船方开泵输油。原油经过水下软管进入水下管汇并合二为一进入海底管道。卸油过程中每 2 小时与岸罐方核对输量，每 1 小时互报一次油轮管汇压力和岸上进口阀室的压力。

（3）拆管、离泊

输油完毕后，待管汇上的压力为零时，接管人员拆除左侧软管。先关好软管端部蝶阀，再打开油轮上管汇的回流阀，把软管端部和短接内的油放掉，敲开快速接头，并上好盲板，用吊钩钩住软管提升链，经过高压水冲洗后，拆开软管支撑链，让软管自动脱离吊钩而滑入水中。

拆管后，开动绞机将拾取缆绳稍微拉紧，再打开止链器的卡舌，将系泊缆与摩擦链一齐放入水中。然后拖轮将油轮拖离单点，工具箱吊下工作艇，单点作业人员离船返航。整理和挂好拾取缆绳在软管的系缆桩上，关闭浮筒输油臂上的蝶阀，并检查浮筒设施，原油接卸流程结束。

2.6.2 平台生产工艺

根据输送工艺部分的计算，原油从增压平台输送至陆上中转油库的沿程最大

压降为 4.7MPa，单条海管的最大输送流量为 7300m³/h，在增压平台为来油海管配置 4 台高效管道式离心泵（3 用 1 备），单台外输泵流量 2220m³/h，能够满足增压输送需求。

2.6.3 管道输送工艺

1、管道输送工艺

本项目海底管道采用不加热输送工艺，管道输送工艺参数见表 2.6-1、2.6-2。

表 2.6-1 单点至增压平台段管线输送工艺参数

油品	靠泊油轮出站压力(MPa)	增压平台进站压力(MPa)	靠泊油轮出站温度(°C)	增压平台进站温度(°C)	最大(m ³ /h)
轻质油品	1.09	0.51(0.56)[1]	10	9.6	7300
中质油品	1.11	0.50(0.55)	10	9.6	7160
重质油品	1.20	0.55(0.60)	10	9.6	6650

注：括号内为单点 F 至增压平台 管道工艺参数，括号外为单点 G 至增压平台 管道工艺参数。

表 2.6-2 增压平台至陆地油库段管线输送工艺参数

油品	增压平台出站压力(MPa)	陆上油库进站压力(MPa)	增压平台出站温度(°C)	陆上油库进站温度(°C)	最大(m ³ /h)
轻质油品	3.6	0.5	9.6	5.7	7300
中质油品	4.3	0.5	9.6	5.7	7160
重质油品	5.2	0.5	9.6	5.8	6650

2、管道停输滞留原油处理

经计算，每次卸船卸油后，约有 的原油滞留在海底管道内，设计采取“下次卸船时置换上次管内滞留原油”的处理方式。停输重启压力为 5.1MPa。

2.7 结构和尺度

2.7.1.1 单点系泊

本项目采用悬链锚腿系泊（CALM）型单点泊位，该单点系泊系统主要由浮筒、系泊锚链、水下软管、漂浮软管、水下管汇等组成。它由浮筒作为系泊主体，通过锚链固定在海床上。浮筒上部是一个装有轴承可 360°旋转的转台，转台中心部位设有流体旋转头，旋转接头下方连接着水下软管和水下管汇，上方连接着漂浮软管。油轮通过缆绳系泊在浮筒转台的系缆桩上，在风、浪、流的联合作用下，油轮能围绕单点自由转动，具有风向标效应，使油轮始终处于综合受力最小的位置。

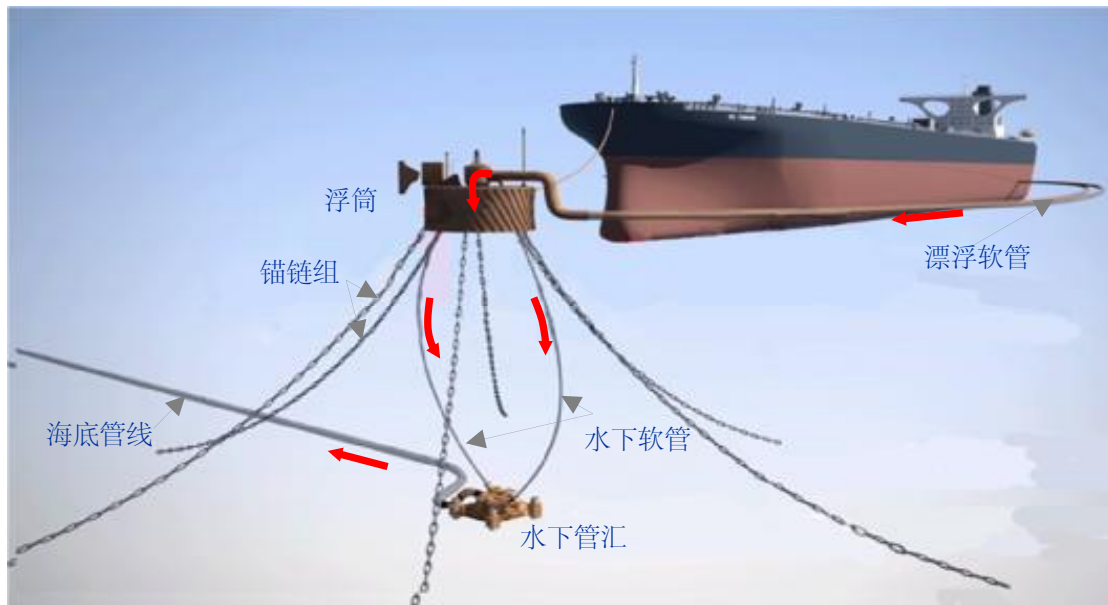


图 2.7-4 CALM 单点系泊系统

(1) 浮筒

单点浮筒采用转盘式结构,浮筒为圆形截面,周围布置六边形裙板用于系泊。浮筒重 300t, 直径 12m, 型深 5.3m, 吃水 3.1m。

(2) 锚链

单点浮筒由 6 点定位, 6 根锚链呈 60° 夹角围绕浮筒呈辐射状均匀布置。锚链采用直径 $\Phi 81$, R4S 级有档锚链, 长 275m。为避免碍航, 锚桩顶一般要求低于海床面以下 4m。锚链平面布置如图 2.7-5 所示。

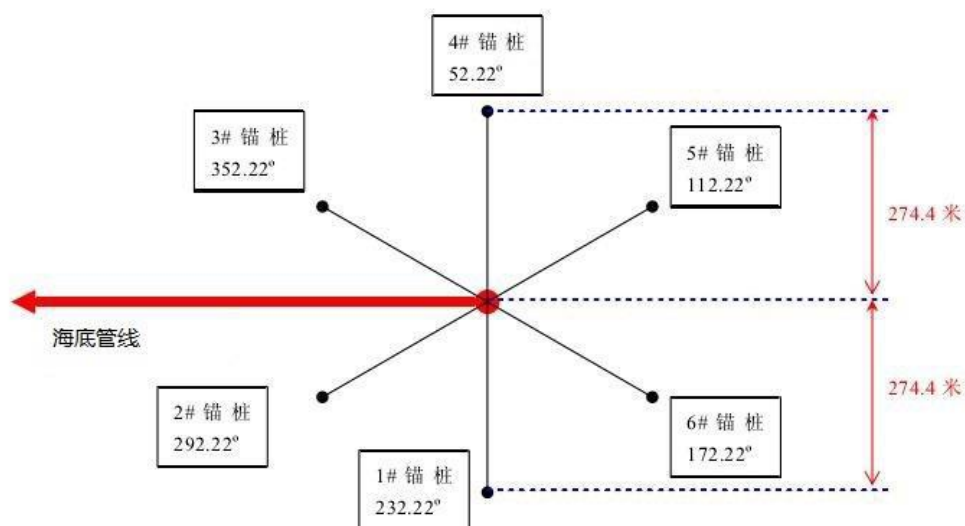


图 2.7-5 锚链平面布置图

(3) 系泊缆

选用尼龙系泊缆, 破断强度 1247.8t, 长 67m, 2 根。

(4) 漂浮软管

采用两根 24 英寸的漂浮软管（较短的放置于内侧，较长的放置于外侧）连接浮筒和油轮。外侧软管长度为 318.7m，内侧软管长度为 306.5m。

（5）水下软管

水下软管采用中国灯笼形式。软管内径 24 英寸，每根软管长 27.3m，由 3 段 9.1m 长的双层防污染结构软管连接而成，在与单点浮筒及水下管汇连接处采用一端带加强的软管，每根软管上装有 7 个浮子，如图 2.7-6 所示。

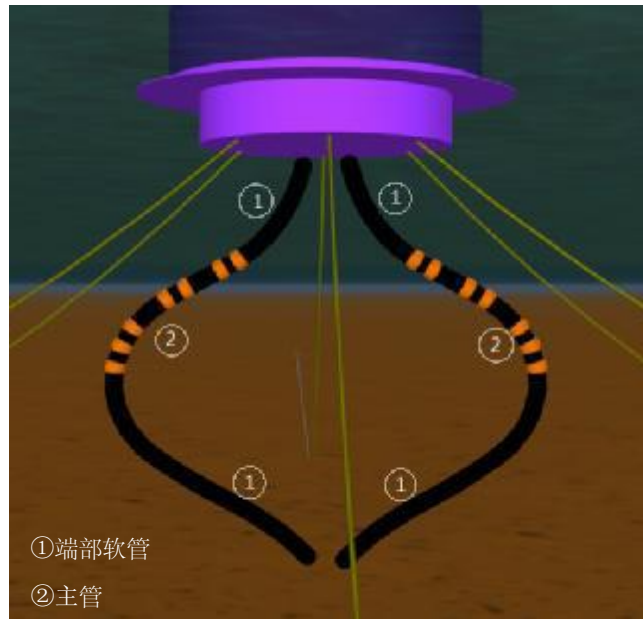


图 2.7-6 水下软管示意图

（6）水下管汇

管汇基础采用双层结构形式，两层底座均由 HW350 型钢焊接而成。上层底座与管汇管线、阀门等焊接为一体，下层底座通过 4 根 $\Phi 500 \times 25$ 水下钢桩固定在海床上，水下桩入泥 20m；上层底座直接放置在下层底座上，两者不焊接，上底座可沿管线轴向产生一定量的位移。

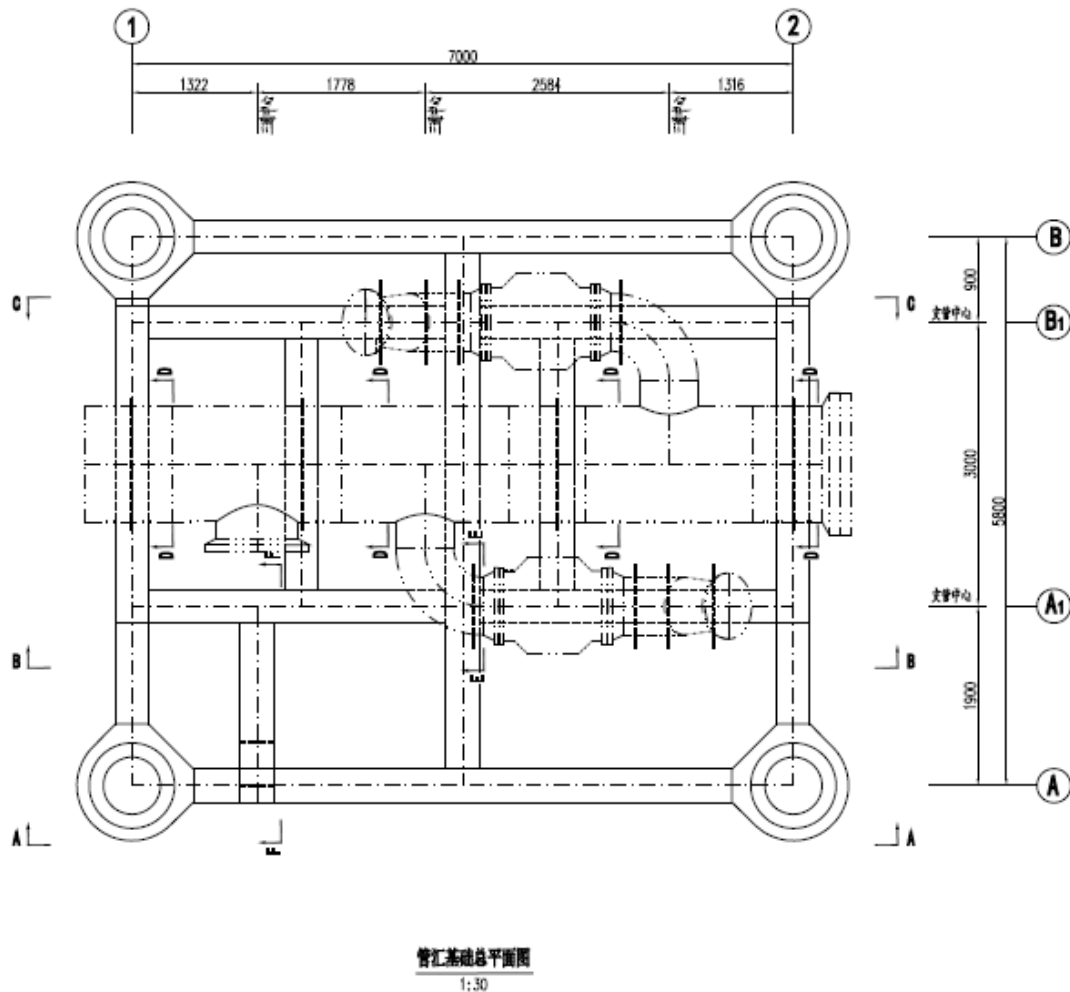


图 2.7-7 水下管汇平面结构图

(7) 锚桩

采用钢管桩作为定位锚，以锚固锚链，桩长 30m，直径 1400mm，壁厚 40mm，共 6 根。

2.7.1.2 增压平台

(1) 下部基础

增压平台采用 6 腿固定式导管架结构，工作点尺寸为 $(18+18) \times 24\text{m}$ ，导管架位于四个角部的导管架腿的空间斜度为 1: 7.07，中间两个腿空间斜度为 1: 10。导管架顶标高 7.0m，底标高-26.0m，工作点标高 8.0m。6 根主桩采用 $\Phi 1600$ 开口变壁厚钢管桩，壁厚分别为 32、38、45mm，桩入泥约 80.0m。

(2) 上部组块

上部组块由六根立柱、甲板、梁格和斜撑组成，组块立柱间距尺寸为 $(18+18) \times 24\text{m}$ 。共分 3 层，分别为顶层甲板、中层甲板及底层甲板。顶层甲板东侧设带

有直升机甲板的生活模块。平台导管架南北两侧分别设置靠船构件、登船平台、带缆走道、登平台斜梯等，用于工作船停靠及人员上下平台。平台设置两上、一下共 3 个立管，分设于 3 个导管架腿上。平台立面结构见图 2.7-8。



图 2.7-8 增压平台立面结构图

a.顶层甲板：甲板的尺度为 43.5m×41.5m，梁顶标高 EL. (+) 29.0m。

顶层甲板布置原油外输泵（预留）、吊机、淡水罐、两层的生活模块 1 座（其中平台工作人员 9 人，其他为商检、海关、海事和单点系泊操作人员办公、休息）等设施。生活模块外形尺寸为 19.0m×8.0m×11m（长×宽×高），上设直升机甲板。顶层甲板具体布置见图 2.3-9。

b.中层甲板：甲板的尺度为 43.5m×43.0m，梁顶标高 EL. (+) 21.0m。

中层甲板布置有原油外输泵、发电机房、配电间、生活污水处理间、气体灭火气瓶间、维修间、库房、气胀式救生筏等设施。

中层甲板具体布置见图 2.3-10。

c.底层甲板：甲板的尺度为 36.0m×32.0m，标高 EL. (+) 13.0m。

底层甲板布置柴油罐、柴油泵、消防泵、开排罐、开排泵、闭排罐、闭排泵、收发球装置等设施。底层甲板具体布置见图 2.7-11。

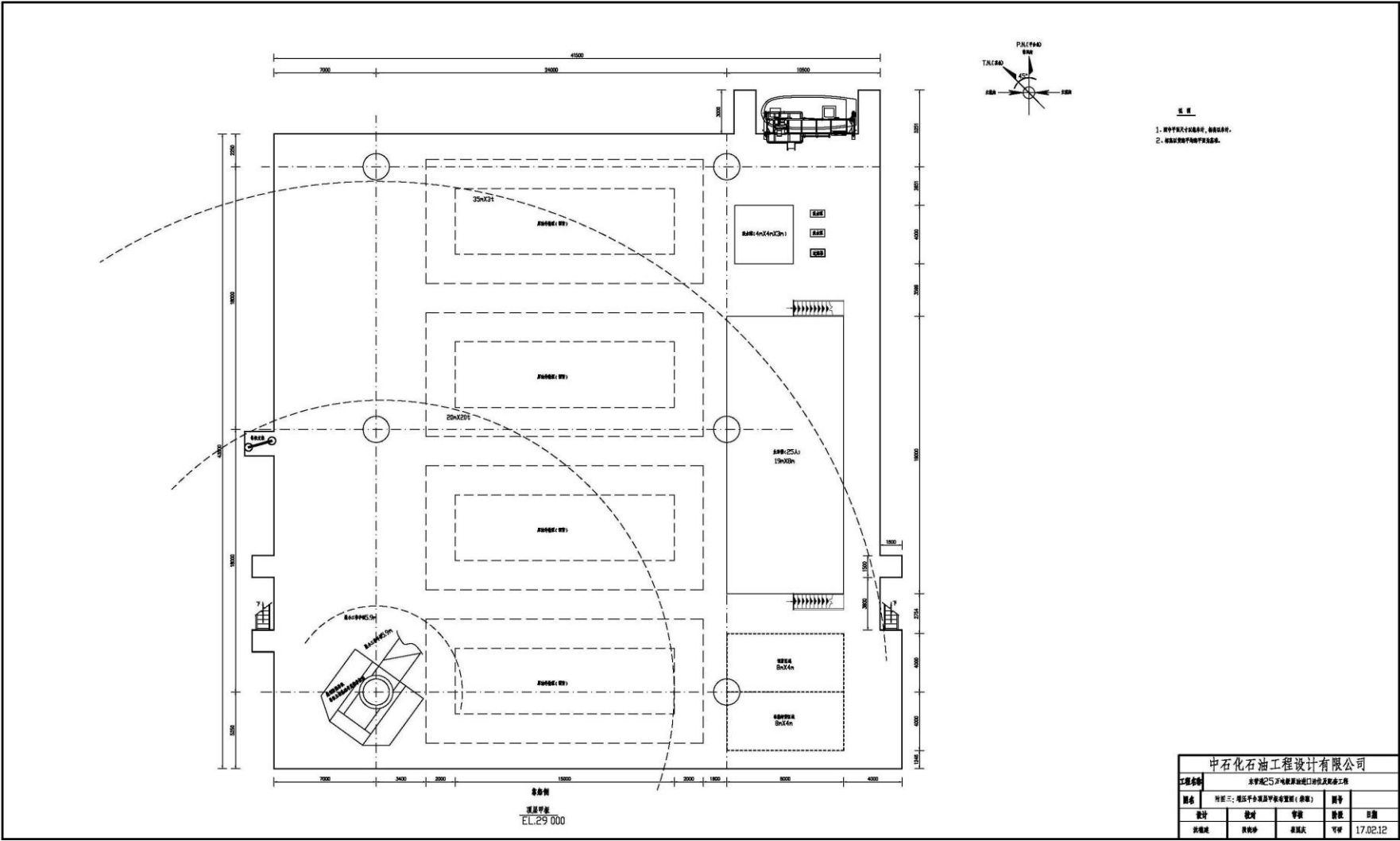


图 2.7-9 顶层甲板平面布置图

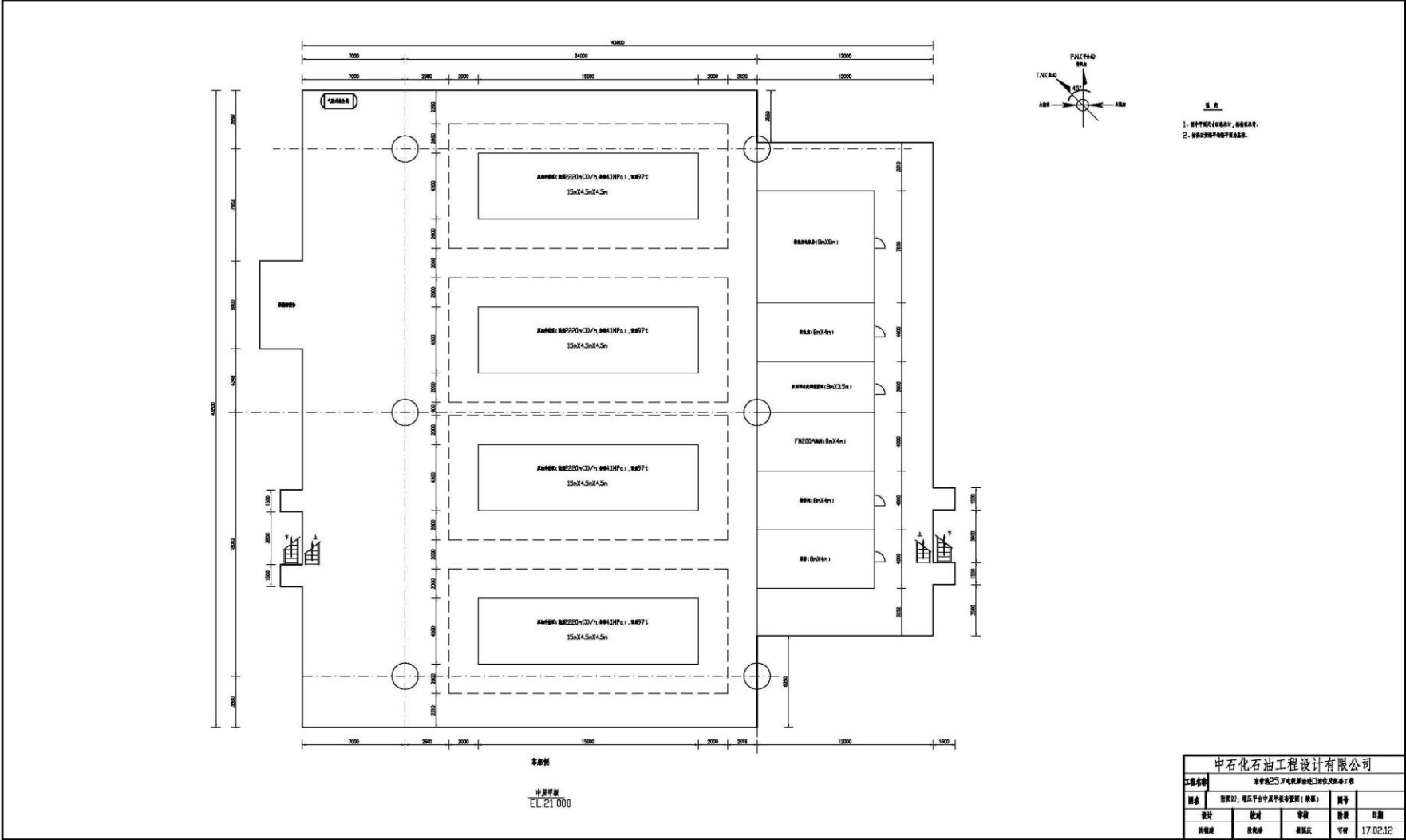


图 2.7-10 中层甲板平面布置图

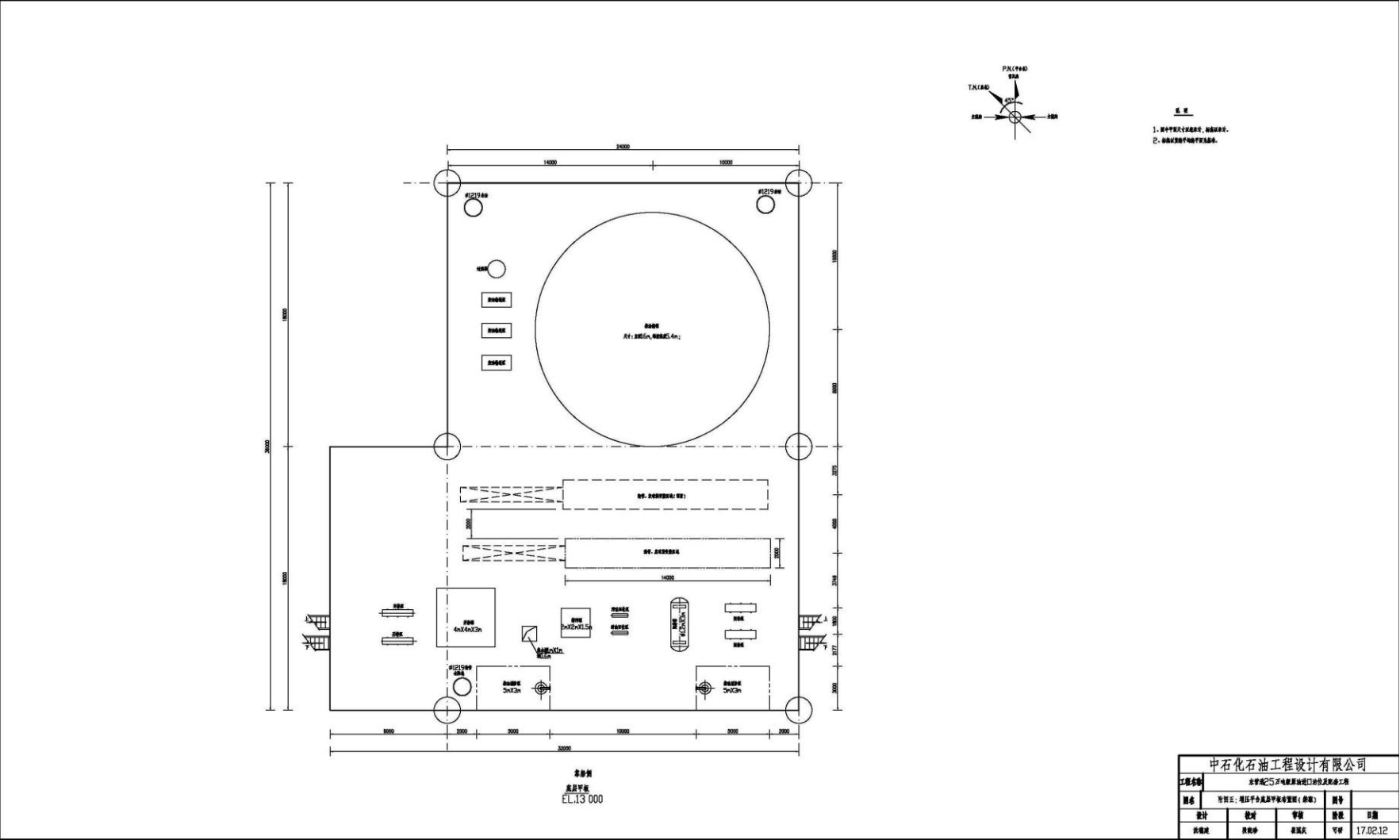


图 2.7-11 底层甲板平面布置图

2.7.1.3 海底管道

项目拟新建海底管道 3 条，分别为单点 F 至增压平台的海底原油管道、单点 G 至增压平台的海底原油管道、增压平台至登陆点的海底原油管道，管道长度共计。管道规格为 $\Phi 1219\text{mm} \times 23.8\text{mm}$ ，材质为 API 5L PSL2 X65，选用直缝埋弧焊管。

海底管道相关参数见表 2.7-7，典型管道截面图见图 2.7-12。

表 2.7-7 海底管道相关参数

管道区段		单点 F→增压平台	单点 G→增压平台	增压平台→登陆点
管道长度				
设计压力		1.5MPa	1.5MPa	7.0MPa
设计温度		60℃	60℃	60℃
操作温度		10~30℃	10~30℃	10~30℃
设计管输能力		7300m ³ /h	7300m ³ /h	7300m ³ /h
实际最大管输量		7300m ³ /h	7300m ³ /h	7300m ³ /h
管道	直径	1219mm (48")		
	钢管壁厚	23.8mm		
外防腐层	材料	加强级 3 层聚乙烯		
	厚度	4.2mm		
配重层	材料	混凝土		
	厚度	110-130mm		
	密度			
设计寿命		30 年		

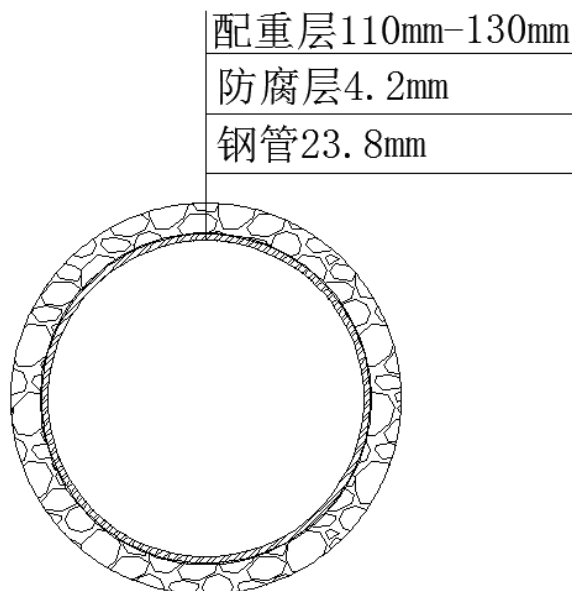


图 2.7-12 海底管道截面示意图

2.7.1.4 陆地管道

项目拟新建海底管道 1 条，从海底管道登陆点（即神仙沟南侧立岸）至东营

港仓储油库围墙外 1m。管道长度共计 [REDACTED]，埋深 1.5m（一般段）。管道规格为 Φ1219mm×23.8mm，材质为 API 5L X65，选用直缝埋弧焊管。

表 2.7-8 陆上管道相关参数

管道区段		登陆点→东营港油库围墙外 1m
设计压力		7.0MPa
设计温度		40℃
操作温度		5.7~9.6℃
设计管输能力		7300m ³ /h
管道	直径	1219mm (48")
	钢管壁厚	23.8mm
外防腐层	材料	加强级 3 层聚乙烯
	厚度	4.2mm
设计寿命		30 年

2.7.1.5 航道、锚地

（1）航道

经计算，25 万吨级油轮通航水深 22.93m。本项目油轮可从成山角沿 306°方位角航行至老铁山水道进入渤海湾，循老铁山水道-黄骅航线航行，至拟建工程海域北侧后转向航行至单点系泊区。航线沿程的自然水深最浅达 24.9m，宽度最小为 1.5 海里，均可满足吃水 19.9m 的 25 万吨级油船的通航要求，无需新建或改扩建航道工程。设计在船舶由老铁山—黄骅水道转向驶入 25 万吨级原油泊位处，布设 4 个灯浮，专用航标编号为：HB1~HB4，满足本工程船舶航行要求。

表 2.7-9 航道工程灯浮标坐标一览表

编号	坐标	
	北纬	东经
HB1	[REDACTED]	[REDACTED]
HB2	[REDACTED]	[REDACTED]
HB3	[REDACTED]	[REDACTED]
HB4	[REDACTED]	[REDACTED]

（2）锚地

为满足本项目油轮锚泊、引航、检验和避风需求，在单点位置东北侧约 [REDACTED] 海里处，水深 [REDACTED] m，面积 [REDACTED] 范围内建设油轮锚地。

2.7.1.6 主体工程建设内容汇总

本项目主体工程建设内容见表 2.7-10。

表 2.7-10 主体工程建设内容汇总表

工程组成	设备名称	规格、型号	数量	备注
泊位	浮筒	转台式	1 套	1 个单点的工程量
	锚链	Φ81mm, R4S 级, 长 275m	6 根	
	系泊缆	SPM Deltaflex2000, 长 67m	2 根	
	漂浮软管	Φ24 英寸, 外侧长 318.7m, 内侧长 306.5m	2 根	
	水下软管	Φ24 英寸, 长 27.3m	2 根	
	锚桩	Φ1400mm×40mm, 入泥 30m	6 根	
	水下管汇	/	1 套	
平台	增压平台	6 腿导管架平台	1 座	
海底管道	单点 F 至增压平台	Φ1219mm×23.8m	1 条, 2.4km	API 5L X65, 配重层厚 130mm/110mm
	单点 G 至增压平台	Φ1219mm×23.8m	1 条, 3.5km	
	增压平台至登陆点	Φ1219mm×23.8m	1 条, 72.9km	
陆上管道	登陆点至东营港中转油库	Φ1219mm×23.8m	1 条, 7.7km	API 5L X65
航道	/	灯浮标	4 个	
锚地	/	油轮待泊锚地, 5.6km ²	1 处	锚地

2.8 配套工程

2.8.1 给水

平台生活用水水源为外购淡水, 平台设 40m³ 淡水罐一座, 由工作船定期拉运淡水至平台, 平均拉运周期为 15 天。

平台消防用水水源取自海水。

2.8.2 供电

单点泊位: 单点上无大型用电设备, 供电电源采用太阳能光伏发电。

增压平台: 平台上大型设备(主要包括原油外输泵、消防泵、吊机等)用电由设备本身的柴油驱动机提供, 生活、自控等系统用电由柴油发电机提供。平台设储油罐一座, 所储柴油可满足 6 船次卸船需求, 平均拉运周期为 15 天。

2.8.3 消防

单点泊位: 单点系统上消防主要依托消拖两用拖轮和外来油轮上消防设施, 并配备便携式的消防设备, 如灭火器等。

增压平台: 平台设置固定消防系统, 包括固定水消防系统、固定泡沫灭火系统。电气房间设置七氟丙烷气体灭火系统。同时整个平台及各配电用房等配置消防软管、消火栓、一定数量的移动式灭火器。

2.8.4 控制系统

单点泊位：在单点浮筒设置一套能够提供监控功能和执行指定动作的机载遥测系统。该系统由三部分组成：单点浮筒上的远程遥测单元RTU（Remote Telemetry Unit，RTU），用于单点的生产情况的监测和控制；岸上的遥测单元基站，基站通过MODBUS RS485 与主控PLC 进行通讯；系泊员手持的带有触摸屏的便携式遥测单元（Portable Telemetry Unit，PTU）。单点上的远程终端单元RTU与陆上终端控制中心主控站进行通讯，传输数据并接受主控站的指令

增压平台：增压平台为有人值守平台，通信部分主要包括无线通信系统、程控及广播报警系统、工业电视监控系统、卫星电视接收系统、应急通信系统等。基于平台功能及安全性考虑，平台控制系统设置过程控制系统（PCS）、安全仪表系统（SIS）及室内火灾报警控制系统。

海底管道：增压平台至陆地油库海底管道、单点系泊至增压平台海底管道均设置泄漏检测系统，采用次声波法。泄漏检测信号上传至控制系统并远传至调控中心。

陆上管道：本工程增压平台过程控制系统设置外输泵压力检测、压力高低报警、压力高高低低连锁停泵，海底管道登平台下平台均设置压力检测、高低压报警、压力超限连锁管道紧急关断阀及电液联动紧急切断球阀。以上设施的配置能够保证管道的安全运行。陆上管道自控及通信设施依托增压平台至东营港仓储油库之间通信设施，不再另行建设。

2.8.5 环保工程

（1）生活污水处理设施

增压平台上设置一套 25 人生活污水处理装置，采用电解法，设计污水处理规模为 $5\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水经生活污水处理装置处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2010）标准要求后运至陆上，交由康达（东营）环保水务有限公司接收处理。

（2）开/闭排系统：

增压平台上设生产开式排放系统和闭式排放系统各 1 套。

1) 开排系统

包括 1 具开排罐（ $4\text{m}\times 4\text{m}\times 3\text{m}$ ）、2 台开排泵（ $Q=8\text{m}^3/\text{h}$ $H=100\text{m}$ ）及排污罐（ $2\text{m}\times 2\text{m}\times 1.5\text{m}$ ），布置在底层甲板。开排系统主要收集原油外输泵区、吊装区

等生产区初期雨污水和甲板冲洗水。顶层和中层甲板的外输泵区、吊装区等均设雨水收集槽，收集后的初期雨污水通过管道排放至开排罐，定期打入穿梭油轮送至陆地处理。同时，在生产设备区周围设置污油收集槽，将生产过程中的设备漏油、冲洗油污水集中收集后排入底层排污罐，污油通过污油回收泵打入闭排罐，含油污水定期打入穿梭油轮送至陆地处理。

2) 闭排系统

包括 1 具闭排罐（2m×2m×1.5m）、2 台开排泵（ $Q=7.5 \text{ m}^3/\text{h}$ $H=5.1\text{MPa}$ ），布置在底层甲板。闭排系统用于收集平台上带压容器、管道等排出的带压流体及排污罐污油。闭式排放罐收集的含油废液达到一定液位时，由闭式排放泵将液体输送至原油外输管线，最终输送至陆上库区。

2.8.6 防腐工程

增压平台：平台划分为三个腐蚀区域，大气区采用高性能防腐涂料；飞溅区采用“防腐涂层+阴极保护”的方法；全浸区采用阴极保护防腐措施。上部组块、管线支吊架及附属构件采用“环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氟碳面漆”防腐涂层，导管架采用“环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+厚浆环氧煤沥青面漆”防腐涂层，上部组块与桩连接处采用“精蜡+精蜡带”防腐涂层。平台采用牺牲阳极阴极保护法，牺牲阳极采用高效铝合金牺牲阳极，共用梯形铝阳极块约 140 块。

海底管道：采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道及管汇进行保护。外防腐层在海底管道直管段采用聚乙烯三层防腐结构，补口处采用三层结构辐射交联聚乙烯热收缩带进行补口，热煨弯管处采用无溶剂液体环氧涂料作为防腐。阴极保护采用牺牲阳极阴极保护法，采用镯状铝阳极块阴极保护，约间隔 36m 安装 1 对，阳极块质量 240kg/对，海底管汇采用梯形铝阳极块阴极保护，根据水下钢结构均匀分布。

陆地管道：采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道及管汇进行保护。外防腐层在海底管道直管段采用聚乙烯三层防腐结构，冷弯弯管防腐层与直管段相同，热弯弯管采用无溶剂液体环氧涂料+聚乙烯热收缩带。阴极保护方案采用外加电流法。

2.8.7 生产及辅助构筑物

生产构筑物：增压平台上为每个单点海底管线设置 4 台外输泵（3 用 1 备），原油外输泵采用高效管道式离心泵，外输泵由柴油自驱。

港作车船：本项目 2 个单点系泊考虑交叉作业，需配套 5 艘 5000 马力以上的全回转拖轮，及 2 艘以上小型辅助工作船。另外考虑到单点泊位距东营港距离，需配套 1 艘以上高速运输艇。配套拖轮和消防考虑依托东营港及附近资源。

生活构筑物：增压平台顶层甲板上设置三层生活楼 1 座，生活楼供 25 人使用（除满足增压平台工作人员 9 人工作生活外，考虑为商检、海关、海事和单点系泊操作人员等提供办公、休息和生活场所）。

2.8.8 安全设施

海底管道：为了充分标示出管道的路由走向，按照标示清晰，经济，符合航标布设规范的原则，在管道的各关键位置共布设 12 个警示灯浮，专用航标编号为：HG1~HG12，在管道登陆点出布设岸标 1 个。

陆上管道：为了在管道发生事故时减少泄漏量、减轻管道事故可能造成的灾害，便于管道的维护抢修，本工程在陆上管道 G02 控制点附近水泥路西侧，桩埕路南侧设置线路截断阀 1 座。截断阀采用手动式，埋地形式设置，设置阀池，阀池采用防渗设计。

2.8.9 配套工程建设内容汇总

本项目配套工程建设内容见表 2.8-1。

表 2.8-1 本项目配套工程建设内容汇总表

工程组成	位置	装置及规模	数量
给水	平台	淡水罐 8m×4m×3m，有效容积 40m ³	1 座
		淡水输送泵，Q=20 m ³ /h H=50m	2 台
		开式排放罐 4m×4m×3m	1 座
		开排泵，Q=8 m ³ /h H=100m	2 台
		闭式排放罐 Φ1.2m×3.0m	1 座
		闭排泵，Q=7.5 m ³ /h H=5.1MPa	2 台
		排污罐 2m×2m×1.5m	1 座
		污油回收泵，Q=8m ³ /h H=100m	2 台
供电	单点	太阳能光伏发电系统	1 套
	平台	柴油罐 Φ16m×5.4m，有效容积为 945m ³	1 座
		柴油发电机组，140kW	2 套
		柴油输送泵 Q=10m ³ /h，H=100m	3 台
		柴油聚结过滤器 Φ1200 PN1.0MPa	2 台
		不间断电源系统(UPS) 10kVA	1 台
消防	平台	消防水泵 Q=600m ³ /h，H=140m	2 台
		干粉灭火器	100 个
		泡沫灭火器	14 个
		推车式泡沫灭火器	4 套

工程组成	位置	装置及规模	数量
		消防泡沫炮 $Q=115\text{m}^3/\text{h}$	2 门
		泡沫罐 1m^3	1 座
		泡沫发生器	1 个
		七氟丙烷撬座 6 瓶/座	2 座
		二氧化碳灭火器	70 个
		室内消火栓	4 套
		湿粉灭火撬	1 套
通信控制	单点	机载遥测系统	1 套
	平台	无线通信系统	1 套
		卫星电视接收系统	1 套
		程控及广播报警系统	1 套
		工业电视监控系统	1 套
		应急通信系统	1 套
		PCS 系统	1 套
		SIS 系统	1 套
		火灾报警控制系统	1 套
	管道	泄漏监测系统	1 套
环保工程	平台	电解法生活污水处理装置, 设计处理能力 $5\text{m}^3/\text{d}$	1 套
防腐工程	平台	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氟碳面漆	$\geq 320\mu\text{m}$
		环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+厚浆环氧煤沥青面漆	$\geq 830\mu\text{m}$
		梯形铝阳极, $302\text{kg}/\text{块}$	140 块
	海底管道	3 层 PE 防腐层	289371m^2
		镯状铝阳极, $240\text{kg}/\text{对}$	2200 对
		梯形铝阳极, $58\text{kg}/\text{块}$	40 块
		梯形铝阳极, $302\text{kg}/\text{块}$	20 块
生产及辅助构筑物	平台	原油外输泵, $Q=2220\text{m}^3/\text{h}$, 4.7MPa	4 台
		发球筒 $\text{DN}1200 \text{ PN}6.0\text{MPa}$	2 套
		3 层生活楼, $19\text{m} \times 8\text{m}$, 顶层设直升机甲板	1 座
		救生艇 (耐火型、定员 25 人)	1 艘
		气胀式救生筏 (定员 25 人)	1 套
导助航标工程	单点	导航系统 包括雷达、导航灯、雾笛、雾探测器	1 套
	管道及航道	导航灯浮、警戒灯浮、岸标	17 个
线路阀室	陆上管道	手动式, 埋地式线路截断阀	1 座

2.9 依托工程

本项目依托工程包括东营港仓储油库及油库下游管道。

2.9.1 中转油库

(1) 地理位置

本项目依托中转油库为东营港仓储油库。该油库位于本项目陆上管道终点, 即疏港高速路以东、兴港路以西和桩埕路以南。

(2) 主要依托工程内容

东营港仓储油库一期工程主要接收海上油轮通过东营港 25 万吨单点系泊卸

载后管道上岸原油，设计库容 200×10^4 立方。规划建设原油储罐及配套环保、消防、给排水、配电、建筑、结构、防腐、自控、通信等辅助设施。

本项目主要依托工程内容如下：

1) 储罐工程

库区计划建设 28 座原油储罐，其中 10×10^4 立方外浮顶原油储罐 12 座， 5×10^4 立方外浮顶原油储罐 16 座。

2) 环保工程

①污水处理系统

库区建设含油污水处理设施，用于收集油罐排放底水以及罐区、装卸油区收集的含油雨污水。为保证库区内含油污水处理系统工艺的稳定运行，各排水点排放的含油污水经管网收集后首先排入污水调节池，再逐渐排入含油污水处理系统处理。

含油污水处理设施设计处理规模 $300\text{m}^3/\text{d}$ ，采用气浮除油工艺。含油污水经处理后水质达到《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2010）后提升至东营港的排水系统，最终进入东营港经济开发区污水处理厂。

②事故水储存设施

油库库区规划建设 10 万方事故罐一座，用于存储事故工况产生的废水、废液，事故罐有效容积约 9 万方。

③危险废物贮存与处置

库区内建设危险废物贮存场所，配置危险废物储存装置，危险废物集中收集后交由有资质单位处理。

（3）工程建设进度

目前东营彦能实业有限公司正在筹建东营港原油库区，库区一期工程计划于 2020 年 8 月建成，2020 年 10 月验收投产，可以满足本项目接卸原油的仓储和中转使用。

2.9.2 原油外输管道工程

（1）外输管道路由走向

东营港仓储油库原油外输依托“东营港—广饶（南北输油西线）原油管道工程”项目规划建设原油外输管道。具体见表 2.9-1。

表 2.9-1 本项目原油从东营港仓储油库外输管线

序号	管道路由	管径	设计输送压力	长度	原油设计输送量	燃料油设计输送量
1	东营港仓储油库→李鹊油库原油管线	DN 700	9.5MPa	184.3km		
2	东营港仓储油库→德州油库原油管线	DN700	9.5MPa	109km		
3	东营港仓储油库→寿光油库原油管线	DN700	9.5MPa	188km		
4	东营港仓储油库→李鹊油库	DN800	9.5MPa	184.3km		

注：东营港仓储油库至寿光、德州管道长度为东营境内预留。

(2) 工程建设进度

2018 年 8 月，中石化石油工程设计有限公司编制完成了《东营港-广饶（南北输油西线）原油管道工程可行性研究报告》。2018 年 10 月，东营市发改委以东发改审批〔2018〕61 号对该项目进行了核准（核准意见见附件）。工程计划于 2020 年 10 月完成建设，可以满足本项目原油外输需求。

2.10 施工方案

本工程中单点系泊装置、锚链均是作为一个产品整体采购，平台及管道采用陆上预制，故本章节仅对单点装置、增压平台、海底管道海上施工及陆上管道施工进行叙述。

2.10.1 单点系泊施工方案

单点系泊装置安装共分为四个阶段，分别为锚点与锚腿安装、水下管汇安装、单点浮筒安装及水下软管的安装。单点系泊施工工序如下图所示。

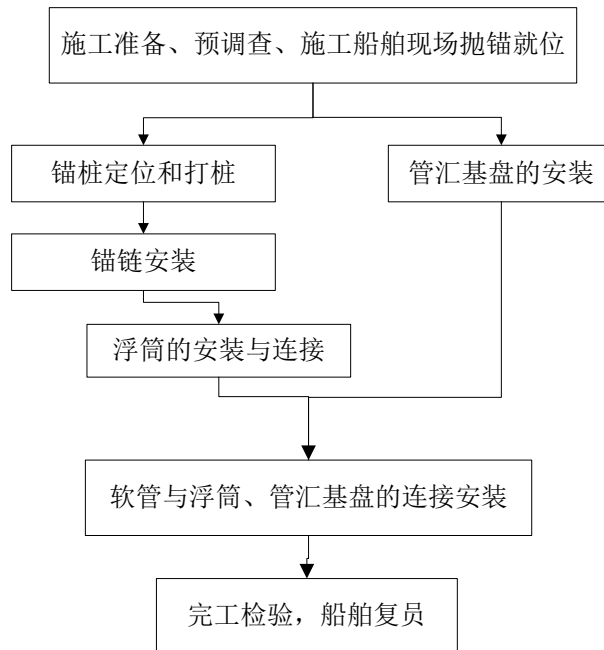


图 2.10-1 单点系泊施工工序

(1) 锚点、锚腿安装

本工程单点系统浮筒系泊在 6 根锚链上，锚链采用锚桩锚固，锚桩采用打桩设备安装，锚腿安装采用水下机器人施工方式。打桩作业主要包括扶正、插桩和打桩三个过程，采用 D128 筒式柴油锤打桩。施工工序主要为：工作船就位→驳船运输锚桩至作业工区→锚桩安装位置调查→安装定位设备到导向装置上→定位设备调试→将导向装置吊放到海底设计位置→利用吊装器将锚桩下水扶正后，插入导向装置内→将送桩套入打桩锤内→将送桩插入锚桩内→将锚桩利用送桩沉入泥面以下设计深度→回收打桩锤和送桩以及导向装置。完成一个系泊锚点的安装后，进行相应锚腿的布设。一条锚腿布设完成后，再依次进行其他锚桩、锚腿的布设工作，直至所有锚点、锚腿全部安装完成，随后转入锚腿与浮筒的连接工序。

(2) 水下管汇基盘安装

本工程采用桩式水下管汇基盘，水下基盘基础采用双层结构形式，上层底座与管汇管线、阀门等焊接为一体，下层底座通过 4 根 $\Phi 500 \times 25$ 水下钢桩固定在海床上，采用 DZ180 振动锤打桩。施工工序主要有：工作船就位→驳船运输水下管汇至作业工区→水下管汇安装位置调查平整→打水下管汇定位桩→下放水下管汇→打其他桩。

(3) 单点浮筒安装

单点浮筒与锚腿的连接施工采用水面作业方式，采用工程船和潜水员配合完

成。施工工序主要有：工作船就位→浮筒运输船靠泊→浮吊将浮筒吊装下水→调载浮筒压载使锚链连接点位于水面以上→潜水员连接浮筒与各锚链→矫正各锚链拉力→调载浮筒压载达到设计吃水深度要求。

(4) 水下软管安装

水下软管是连接浮筒和水下管汇基盘的跨接软管，采用两根 24 "软管，每根软管长 27.3m，在与单点浮筒及水下管汇连接处采用一端带加强的软管。水下软管的安装和连接工作主要由潜水员在水下手动完成，工作船提供潜水作业支持和布设软管等辅助工作。

2.10.2 平台施工方案

本项目新建增压平台采用 6 腿固定式导管架结构，施工时首先在陆上预制导管架、钢桩等结构物，后拖运至设计就位点后浮吊安装。施工工序主要为：平台导管架在陆上预制场地预制→驳船拖运导管架至作业工区→采用浮吊船吊装导管架就位→导管架主导管打桩→上部组块浮吊安装就位。平台施工工序如下图所示。

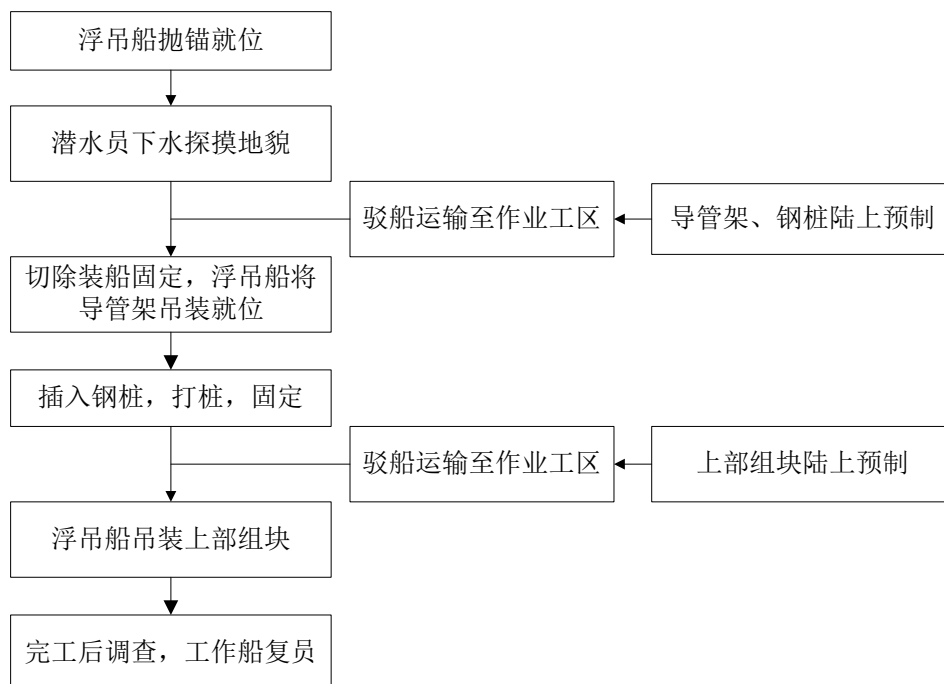


图 2.10-2 导管架平台安装施工工序

2.10.3 海底管道施工方案

本项目拟采用铺管船铺管法与拖管法相结合的方法铺设全程海底管道。近岸段采用拖管法+预挖沟方式，离岸段采用铺管法+后挖沟方式。铺管船法采用大型

铺管船与小型铺管船两组船队，水深较浅处采用吃水浅的浅滩海小型铺管船，水深较深处采用吃水深的大型铺管船。大型铺管船先完成单点至增压平台的两段管道的铺设工作，然后返回至近岸适宜水深处接替小型铺管船继续铺设，直至完成所有管道的铺设。最后进行单点附近及增压平台附近的跨接管水下法兰安装工作。

新建海底管道与已建海底管道交叉段先进行预挖沟，然后采用水下短节从原管道下方穿越方案，新建管道路由穿越 3 处航线，均为习惯性航线，无需要清淤的航道，且航迹分布较为分散，因此跨越习惯性航线不作特殊处理。管道铺设方式及防护处理按正常铺管作业程序进行。

海底管道施工工序如下图所示。

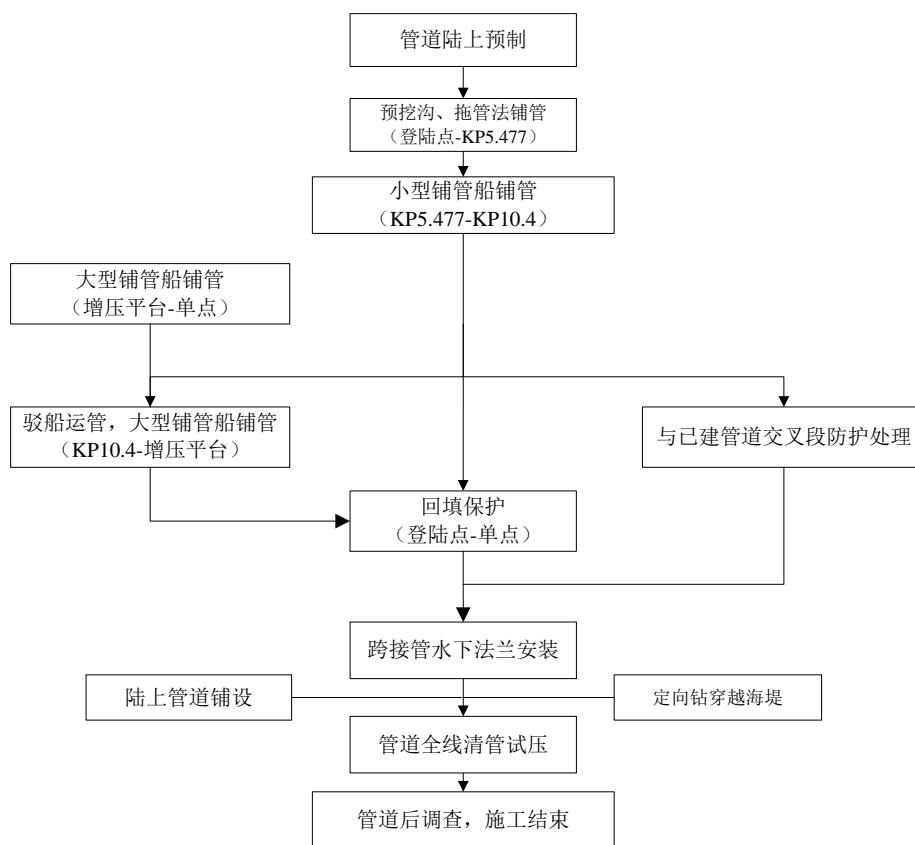


图 2.10-3 海底管道总体施工工序

2.10.3.1 滩海段管道施工工艺

滩海段（KP0.0-KP3.9）外侧有人工海堤掩护，不受外海潮汐影响。该段现状大部分为水塘，自滩海段路由东向西共穿越 1 处海堤，2 处井场路以及 1 处河道。

穿越水塘区采用预挖沟方式施工，采用两栖式挖沟机实施挖沟作业，沟深

3.5m, 沟底宽 3m, 边坡 1:5, 再采用拖管法施工, 拖管作业时管沟内存在水, 利用水的浮力进行拖管作业。施工时, 在海堤处布置 1 处焊管场地, 登陆管道拐点处设置 1 台卷扬机, 首先在直管段海堤端进行焊管作业, 再用另一端的卷扬机将焊好的管道逐根拖入预挖好的沟内。根据需要, 管道上可以布置浮筒, 最后进行弯管处的对口焊接。管道保护施工考虑碎石或粗砂, 将回填材料沿管道堆积成施工便道, 两栖式挖沟机以拆施工便道的方式填管沟掩埋管道。滩海段施工断面见图 2.10-4。

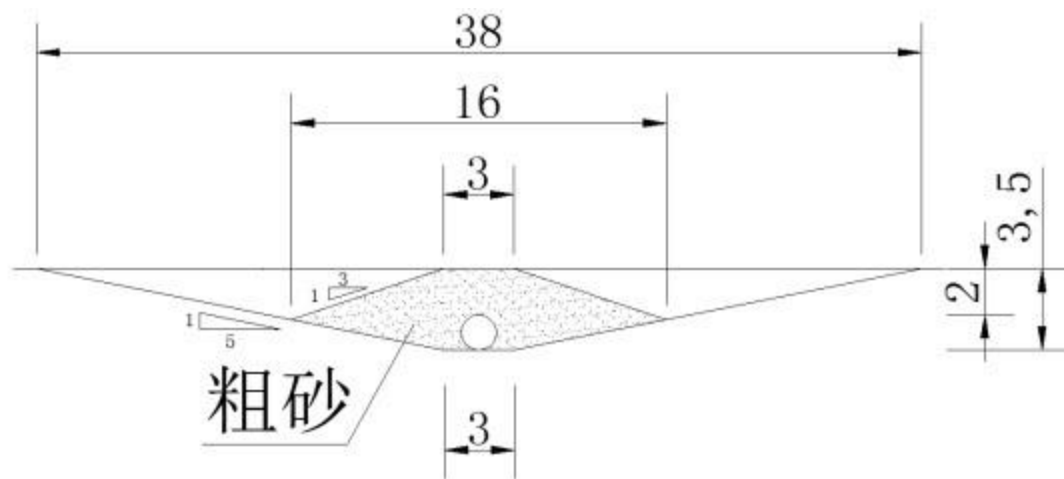


图 2.10-4 滩海段管道防护断面图

①穿越海堤施工

防潮堤穿越方案采用定向钻的形式，整个穿越距离约 [REDACTED]。在防潮堤东侧的海中设置作业平台，定向钻钻机放置在作业平台（座底驳船或座底式钻井平台）上，从海中向陆地打导向孔和扩孔，为防止泥浆污染环境，在入土点处采取套管的方式。出土点位于防潮堤西侧的滩海中，采用拉森桩围成 10m×20m×5m 的范围，防止泥浆外泄露，泥浆量最大循环量为 25000m³。

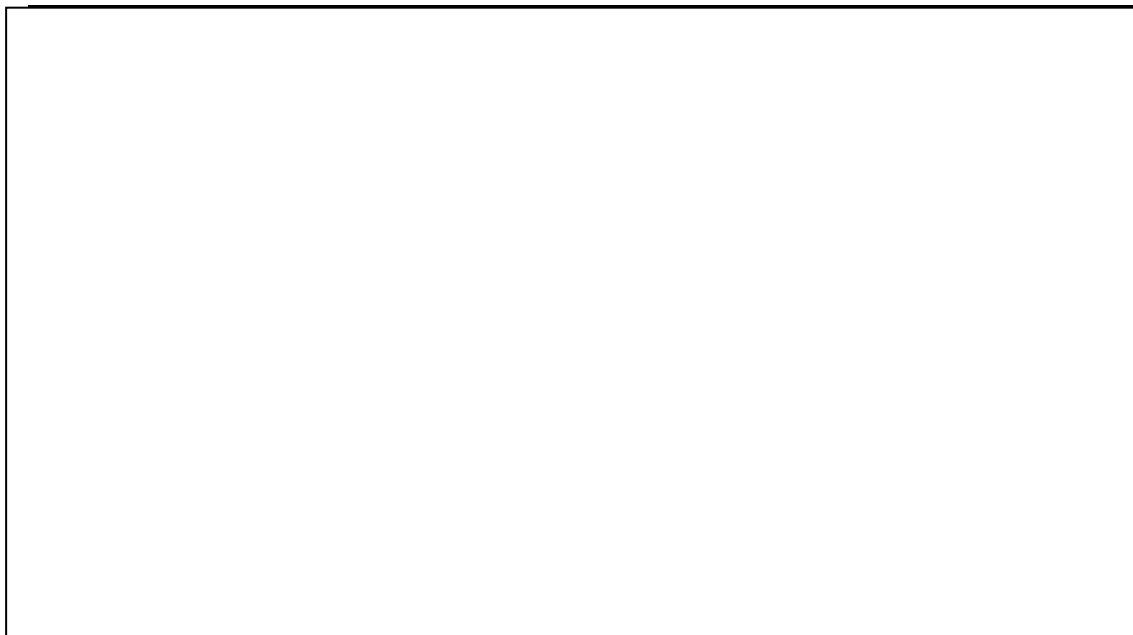


图 2.10-5a 定向钻系统布置

在滩海中靠道路侧较好的空间处预制 1km 的管道。

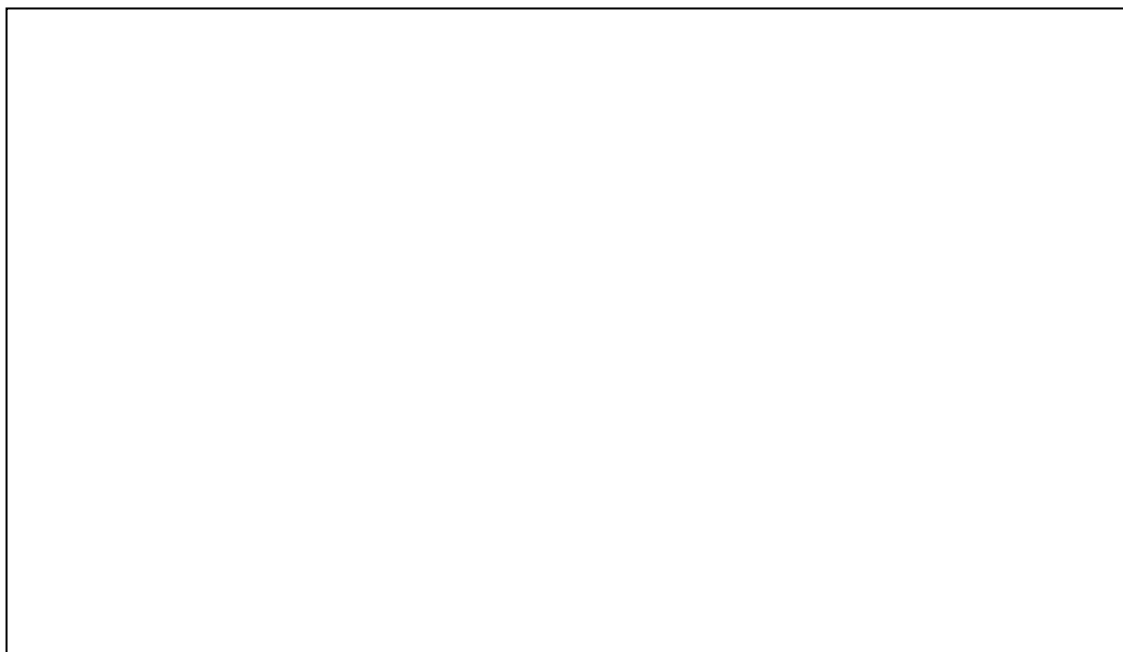


图 2.10-5b 管道预制

管道预制完毕后，整体浮拖至出土点西侧的管道路由上，连接钻杆，由海中的钻机提供动力回拖。

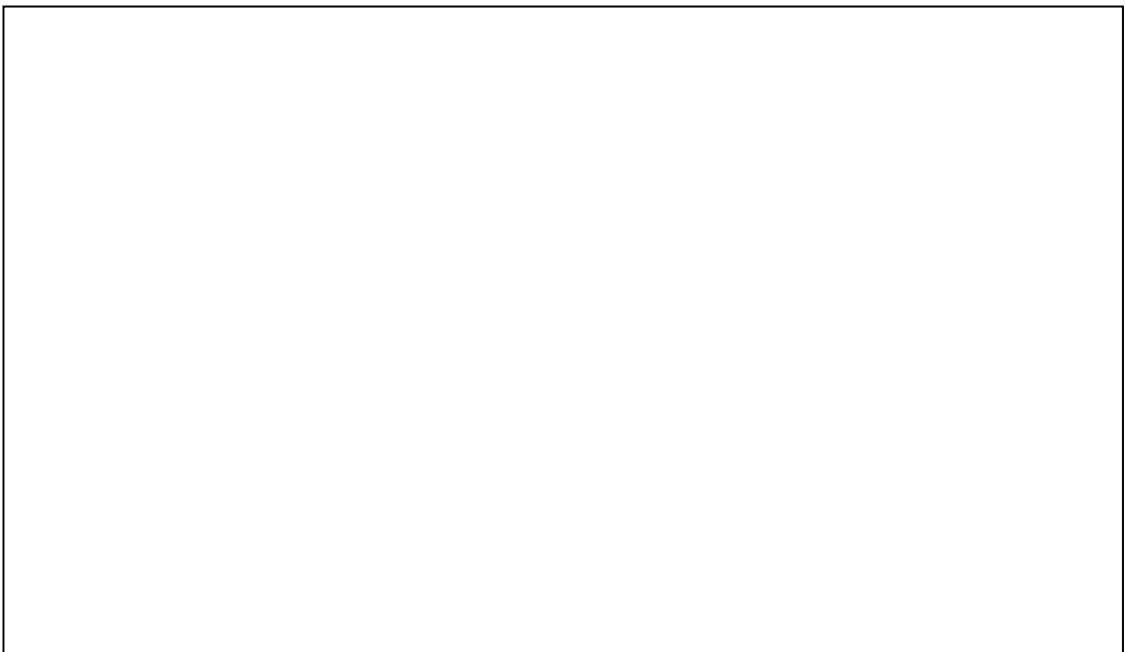


图 2.10-5c 管道回拖



图 2.10-5d 定向钻穿越曲线示意图

②穿越河道施工

管道与神仙沟穿越施工采用大开挖方式施工，在河道低水位时施工，由于神仙沟宽度仅 250m 左右，自登陆点至拐点总长度约 580m 左右可作为一段拖管作业区。施工时，在登陆点处布置 1 处焊管场地，在登陆管道拐点处设置 1 台卷扬机，并将焊好的管道逐根拖入预挖好的沟内。穿越河道处海管管顶埋深于现神仙沟沟底之下不小于 2m。管道穿越河道位置的防护断面图见图 2.10-6。

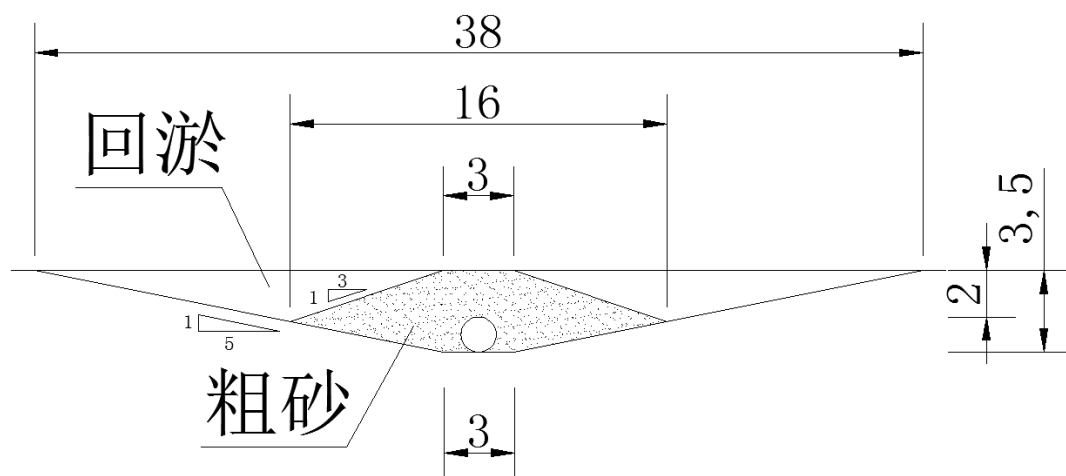


图 2.10-6 管道穿越神仙沟防护断面示意图

2.10.3.2 近岸段管道施工工艺

近岸段定向钻入土点至 KP5.477 需要预挖沟，预挖沟作业采用挖泥船由海至陆施工，挖泥船施工时驳船守护，挖出的泥沙拟运至生态环境部门指定的倾倒地。预挖沟完成后进行拖管作业，将预制成单段 500m 左右的管段，绑扎浮筒后用牵引拖轮逐段拖至预挖好的沟内，并在末端入水前与下一段焊接完成，直至拖管至 KP5.477 处的铺管船上，最后下沉铺设到海底预定位置，设计管顶距离原始海床面不小于 4.0m。管道铺设完成后进行管道回填，采用抛石回填防护，碎石回填至管顶以上 2.0m，抛石断面顶距离管道的平面投影间距不小于 3m，采用 1:3 的边坡。管道防护断面如下图所示。

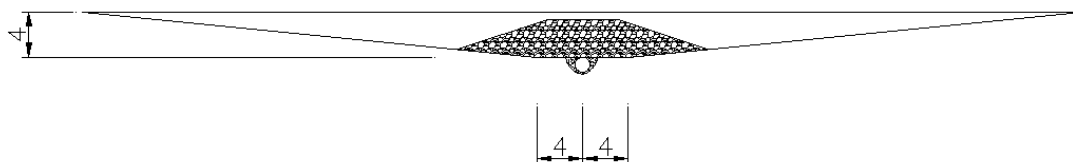


图 2.10-7 近岸预挖沟段管道防护断面图

2.10.3.3 离岸段管道施工工艺

离岸段 KP5.477 至单点管线采用后挖沟埋设施工，采用水力喷射挖沟机冲开管道底部的泥沙，使管道靠自重沉入沟中，主要作业设备包括水力喷射挖沟机、挖沟机母船（配备 300t 浮吊）及配套的拖航抛锚和守护船只。管道全程埋设，后挖沟，自然回填。KP5.477-KP7.40 段埋设管道顶部距海床面不小于 4.0m。其他管段管顶至泥面高度不小于 2.0m。

铺管作业施工示意图见图 2.10-8 所示。管道防护断面示意图见图 2.10-9。

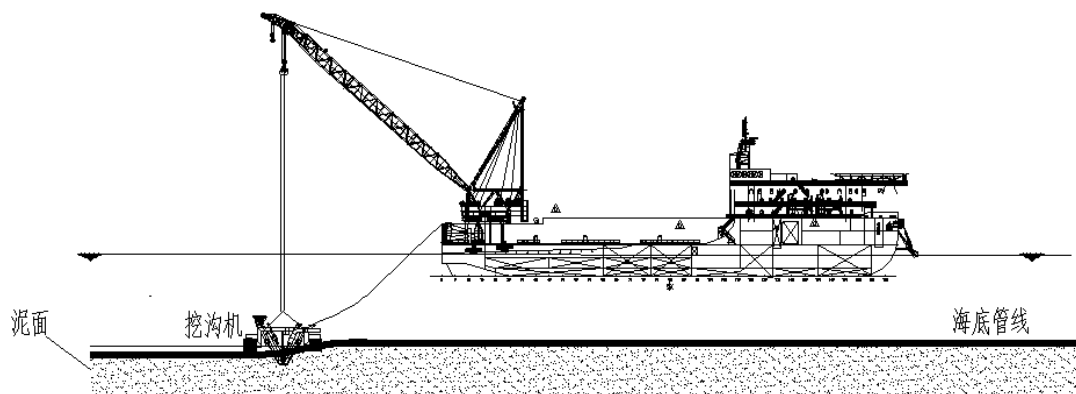


图 2.10-8 后挖沟施工示意图

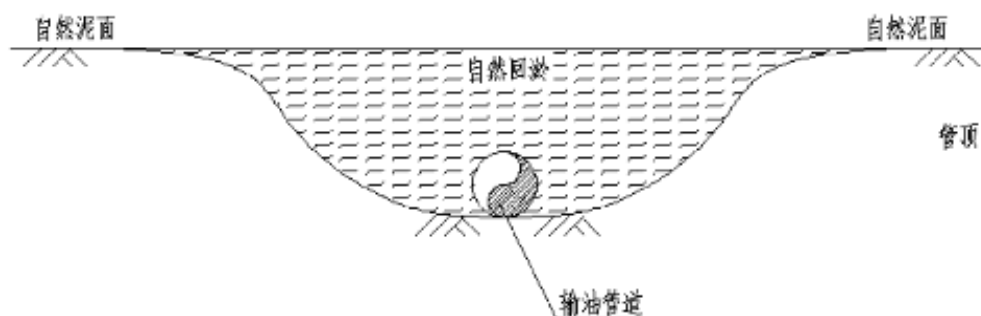


图 2.10-9 海底管道后挖沟典型断面示意图

2.10.3.4 与已建管道交越段施工工艺

本项目拟建管道与现有管道共存在 3 处交越，施工前首先进行管道路由的预调查和已建管道的位置检测作业。在交越点附近采用磁力仪检测到已建管道后，潜水员携带高压水枪清除管道上方土体，进行实际探摸，无误后标记已建管道的位置，并在已建管道两侧各放置连锁排，防止新建管道铺设时管道沉降对已建管道产生影响，如图 2.10-10 所示，在路由其他区域清理障碍物，达到管道铺设的条件。

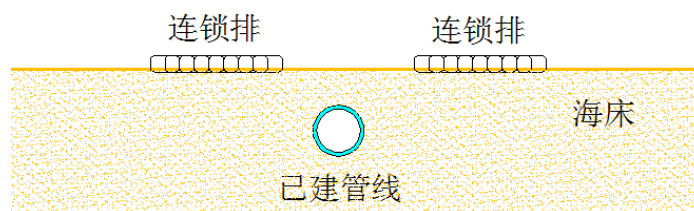


图 2.10-10 连锁排保护示意图

新建海底管道的安装分为两个方面：一是海底管道的铺设；二是拟建管道与已建管道的交越处理。

①海底管道的铺设

管道铺设到交越点位置时，精确计算交越点的坐标，在正常管道上安装 24m 长的临时短节，直接铺设到海床上。铺设到海床上后临时短节与已建管线的相对位置如图 2.10-11 所示。

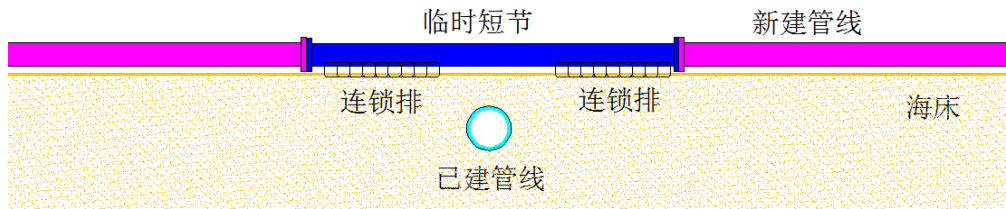


图 2.10-11 临时短节安装位置示意图

②拟建管道与已建管道的交越处理

i)拆除临时短节并移除混凝土连锁排

管道铺设完毕后，潜水员下水将三处交越点的临时短节拆除，收回到铺管船上，做好法兰端部保护。临时短节收回后，将短节下方防止短节沉降的混凝土连锁排同样回收至甲板上，见图 2.10-12。



图 2.10-12 临时短节拆除后管道状态

ii)作业面清理

a.已建管道保护处理

临时短节拆除后，采用非接触式挖沟机对已建管道上方土体进行局部吹扫，以达到管道裸露的目的，再交越处理开挖管沟的外侧，按照图 2.10-13 所示的顺序逐个区域开挖，每开挖完一个区域，停止开沟作业，潜水员下水在已建管道下方摆放砂袋支撑，完毕后进行下一区域的开挖。已建管道处理完毕后，如图 2.10-14 所示。

根据规范《Free Spanning Pipelines 海底管道自由悬跨》（DNV RP-F105 2006），对三条管道在建管线进行自由悬跨分析，对其安装期的允许最大悬跨长度得出数据。经计算安装期间产生的管道悬跨只要使管道悬跨长度不超过 18m 即可。

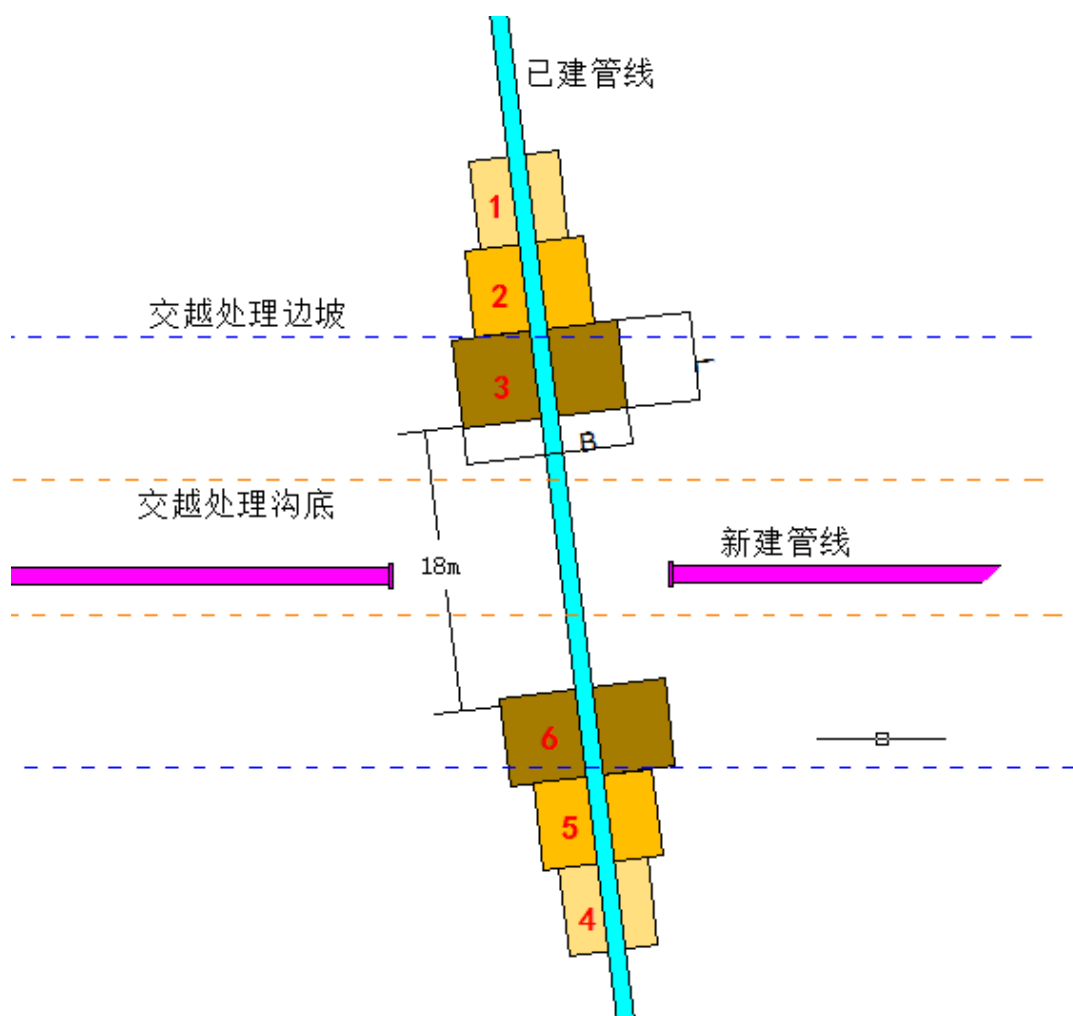


图 2.10-13 已建管道开沟处理示意图

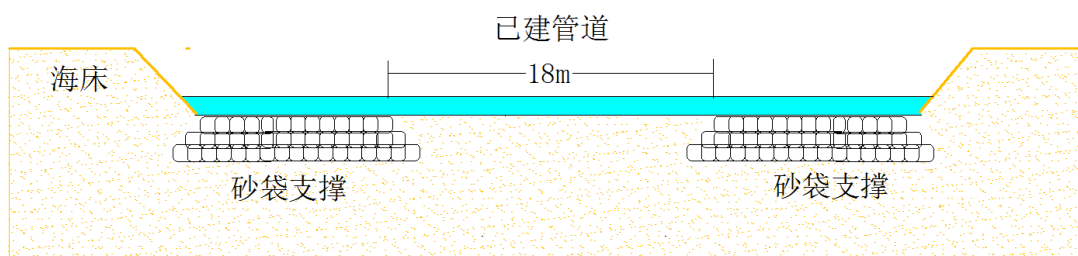


图 2.10-14 已建管道处理完成示意图

b.后挖沟作业（作业面清理）

当已建管道下方土体开挖并支撑到位后，开始进行后挖沟作业，正常段和过度段的海底管沟开挖采用挖沟机，局部加深段采用非接触式挖沟机进行挖沟作业，使铺设后的管道下沉至设计要求的埋设深度。管沟深度主要有两种工况，一是正常铺设段的管沟深度，二是交越点处的局部加深段与外侧过渡段，局部加深长度为 60m，深度为各交越段挖沟深度（根据 DNV F101 的规范要求，两条管道的垂直距离要大于 0.3m，按 1.0m 的垂直距离（考虑足够的安全裕量）考虑，计算 J1 交越点（与 KL3-2CEPA → 东营终端输油管道交越点）处新建管道管底深度

为 5.2m，J2 交越点（与 BZ26-2WHPA →BZ28-1SPM 混输管道交越点）处新建管道管底深度为 3.3m，J3 交越点（与 BZ13-1WHPB →BZ28-1SPM 输气管道交越点）处新建管道管底深度为 4.0m），外侧过渡段为 150m，最终埋深回归到在建管道正常埋深，如图 2.10-15 所示。

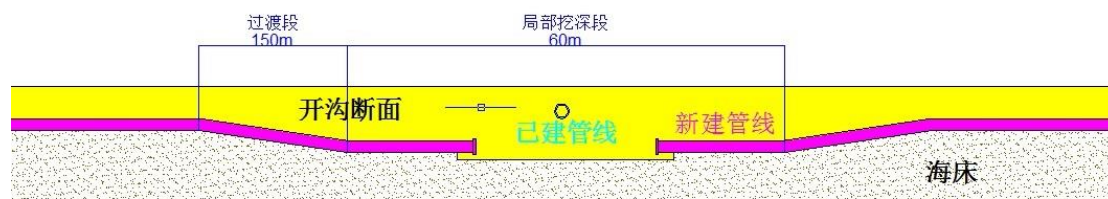


图 2.10-15 交越点处管道后挖沟示意图

iii) 法兰短节预制

潜水员根据实际位置，使用法兰测量仪反复量测两端法兰的长度、角度关系，最终确定无误后，绘制预制详图。短节预制完成后，设置 2 个管箍吊点，吊点距离端部 5m，便于水下安装使用，两段法兰用盲板密封，保持气密性，减轻水下重量。

iv) 短节下放、穿越已建管线、安装

起重铺管船精确定位后，主吊钩将短节吊起，距离已建管道外侧约 5m，距离新建管线 2m 缓慢下放，潜水员全程监控指挥，完成短节下放，然后开始进行短节安装作业。

起重铺管船在已建管线的另一侧，安装导向滑轮基础至施工作业面上，导向滑轮基础为内装钢砂的钢制箱体，将铺管船甲板上 50t 绞车的钢丝绳下放至海床。潜水员水下作业，引导钢丝绳穿过导向滑轮，并将钢丝绳连接至法兰短节上的吊点上，如图 2.10-16 所示。启动绞车将法兰短节拖拽至已建管线下，潜水员观测法兰短节就位状态，及时通知绞车操作手及晃绳控制人员进行调节，就位后的法兰短节如图 2.10-17 所示。

短节就位后，潜水员拆除绞车钢丝绳，铺管船启动吊机将两个水下龙门吊架安装至海床上法兰短节两端的位置，龙门吊架安装稳固后，将龙门架上的倒链连接至法兰短节上的吊点上，将管道提起，拆除法法兰保护器，潜水员操作倒链调整短节与平管法兰的相对位置，完成短节安装作业，如图 2.10-18 所示。

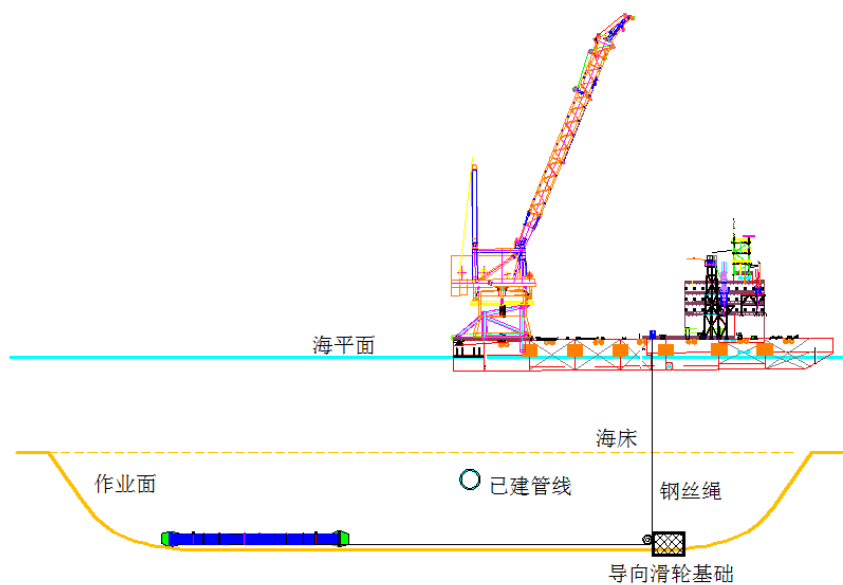


图 2.10-16 法兰短节就位操作示意图

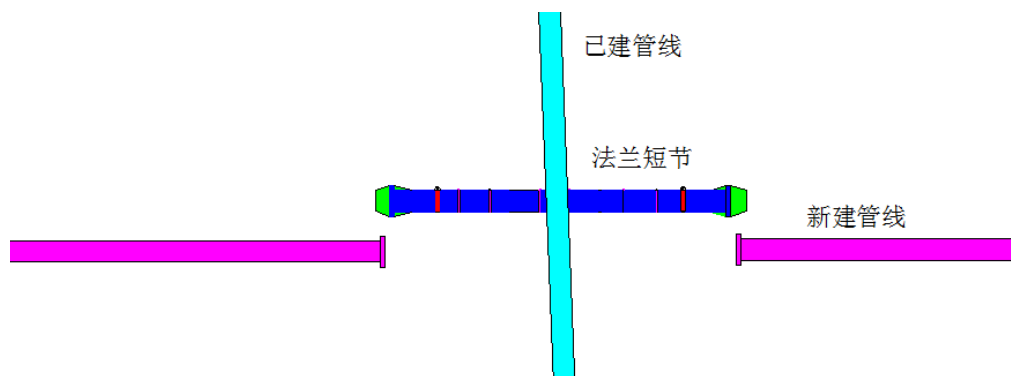


图 2.10-17 法兰短节就位位置示意图

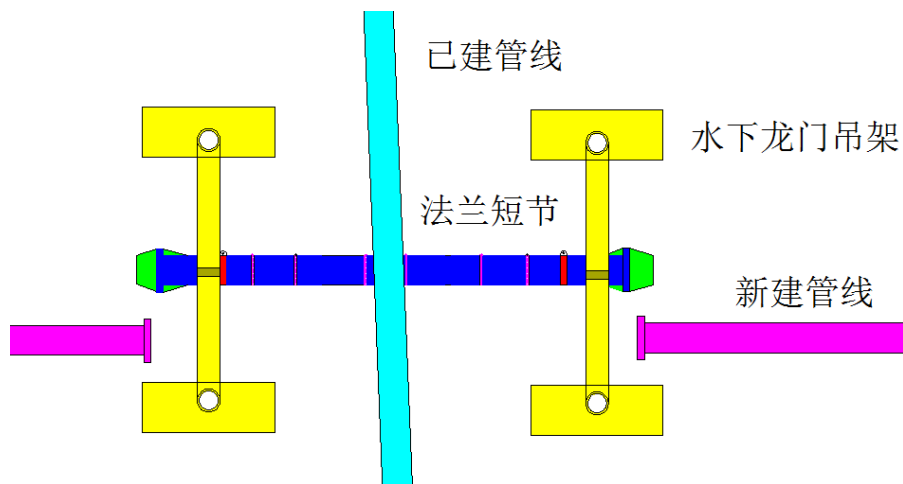


图 2.10-18 龙门吊架安装位置示意图

v)管道保护

管道交越点处理完毕后,进行管道保护,使用砂袋将新建管道两侧回填密实,回填高度与新建管道顶面齐平。潜水员在新建管道与已建管道之间安装一层连锁

排或者雷诺护垫，其余部分填充砂袋进行保护，保证已建管道被完全支撑，砂袋安装完毕后，在已建管线开沟部分进行抛砂回填，如图 2.10-19 所示。交越点处的管道保护到位后，将已建管道下方支撑的砂袋按顺序逐步拆除，并回填粗砂保护。

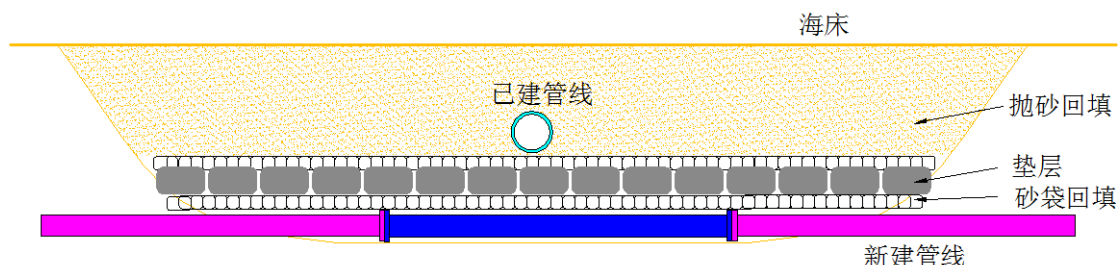


图 2.10-19 管道保护示意图

2.10.4 陆上管道施工方案

2.10.4.1 一般地段管道穿越

本工程陆上管道一般地段采用埋地敷设，管顶埋深 1.5m。施工时采用管沟沟上机械开挖，部分特殊地段人工开挖方式，管道铺设安装完成后进行管沟回填，管沟回填后恢复地貌。

2.10.4.2 特殊地段管道穿越

本工程陆上管道穿越河流、等级公路处埋深按满足穿越工程设计埋深要求控制。

① 穿越河流施工

本工程沿线穿越中型河流神仙沟工程 1 处（与兴港路共同穿越），采用定向钻方式。定向钻穿越的入土角为 6° ，出土角为 $6^\circ 30'$ 。曲率半径 1800m（1500D），穿越深度为河床下 8m，水面宽度 75m，穿越总长度约为 [REDACTED]。主要施工流程为：测量放线→钻机进场→安装校验→钻导向孔→预扩孔→穿越管道发送准备→管道与钻具连接→洗孔、回拖管线→拆卸钻机→恢复地貌。定向钻施工断面见图 2.10-20。

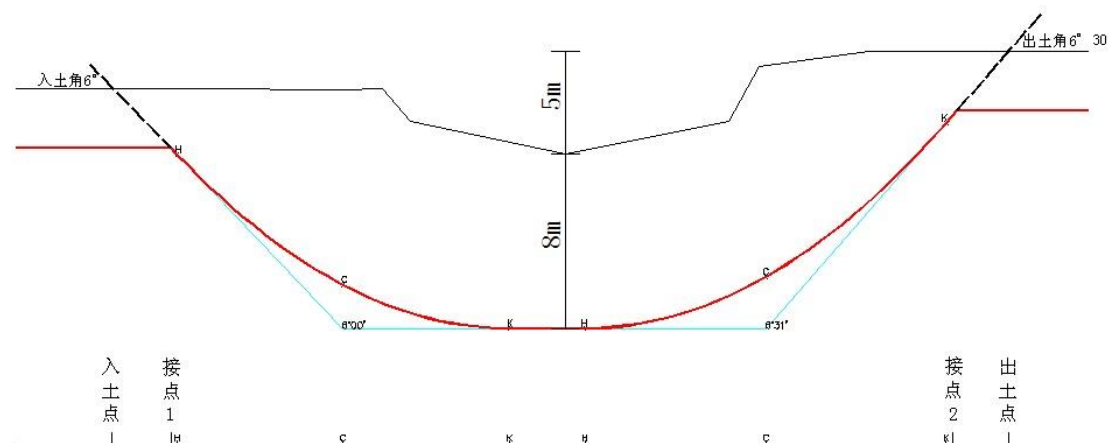


图 2.10-20 陆上管道定向钻穿越神仙沟断面示意图

②穿越公路施工

本工程沿线穿越等级公路 2 处，分别为定向钻穿越兴港路 1 处（与神仙沟共同穿越），大开挖穿越桩埕路 1 处。

③与已建管线交越施工

i)与油区已建管道交越施工

陆上管道与油区已建管道交越处，从已建管道下方穿过，保证最小净距不小于 300mm。施工前与管道管理单位充分沟通，并确定管道位置，开挖管沟暴露已建管线，除采取必要的支护、保护等安全措施外，采用连续施工的作业方式尽快完成管道组焊，及时回填。

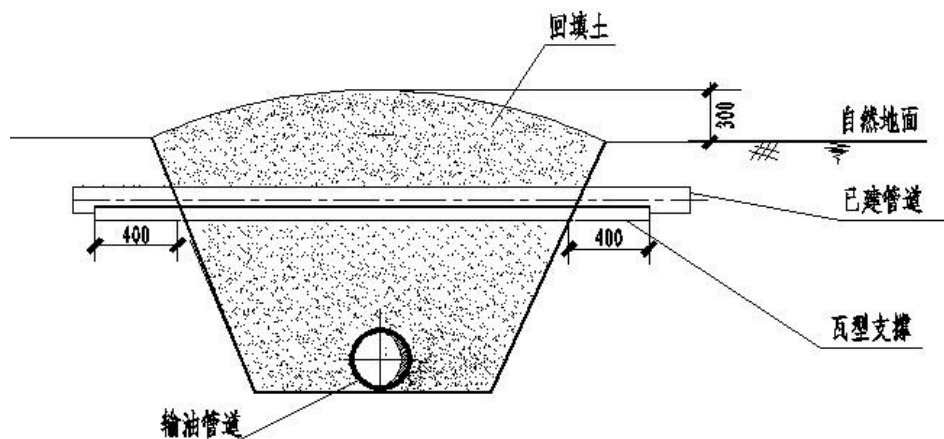


图 2.10-21 拟建管道与油区已建管道穿越施工图

ii)与油区已建电（光）缆交越施工

陆上管道与油区已建电（光）缆交越处，从已建管道下方穿过，保证最小净距不小于 500mm。穿越前应通知电（光）缆主管部门，根据复核后所确定的准确穿越位置，并以人工方式开挖并回填管沟。

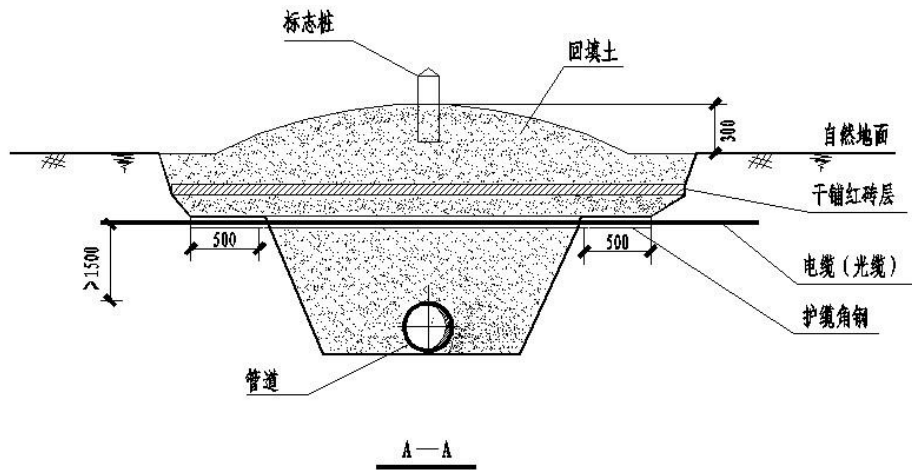


图 2.10-22 拟建管道与油区已建管道穿越施工图

2.10.4.3 管道清管、试压工艺

管线铺设作业结束后，开展管道清管试压工作。对单点至增压平台、增压平台至陆上油库之间管道（含增压平台至登陆点之间的管道）分别进行管道清管、试压。单点至增压平台段：铺管船作为发球支持船舶，在管线末端安装带有发球功能的牵引头，铺管船进行发球，增压平台设置临时收球装置进行收球。增压平台至陆上油库段（含增压平台至登陆点之间的管道）：增压平台设有发球装置，在增压平台发球，库区设有收球装置，在库区收球。清管液考虑使用海水，使用清管列车进行清管测径工作，发球顺序为：泡沫清管球—带钢刷清管球—电子测径球—泡沫清管球，清管器采用充水方式隔开。清管时及时检查清管效果，直至合格后结束。

海底管道水下安装试压盲板进行试压工作。试压使用海水，海水内添加缓蚀剂和杀菌剂。试压时，试验压力设定为新建管道设计压力（5.5Mpa）的 1.25 倍，即增压平台至单点段管道试验压力 1.875MPa，陆上油库至增压平台段管道试验压力 6.875MPa，稳压 24 小时。

2.11 施工进度计划

本项目施工计划工期 9 个月，详见表 2.11-1。

表 2.11-1 本项目施工进度计划表

序号	项目	工期（月）	完成日期
1	陆地预制	6	
1.1	增压平台陆地施工	6	第 6 月
1.2	海底管汇陆地预制	2	第 6 月
2	海上施工	9	

序号	项目	工期（月）	完成日期
2.1	近岸段预挖沟	1	第 1 月
2.2	近岸段拖管及 8m 以浅铺管	1	第 2 月
2.3	单点至增压平台管道铺设	1	第 2 月
2.4	8m 水深至增压平台	4	第 6 月
2.5	后挖沟及回填	6	第 8 月
2.6	平台海上安装	1	第 7 月
2.7	增压平台立管安装	1	第 8 月
2.8	水下管汇及锚桩安装	1	第 7 月
2.9	海底管道与管汇链接	1	第 8 月
3	陆上施工	2	第 3 月
4	管道全线通球试压及验收		第 9 月
5	单点系泊就位安装及验收		第 9 月

2.12 施工设备与施工人员

本项目海上施工配备的主要船机设备见表 2.12-1。陆上管道施工配备的主要设备见表 2.12-2。施工人员情况见表 2.12-3。

表 2.12-1 本项目海上施工船机设备一览表

序号	船舶类型	数量	规格参数
1	挖泥船	3 艘	200 方/小时，长 *宽=40*7.5
2	守护船	2 艘	6500HP
3	拖轮	2 艘	1 艘 9000HP 拖轮+1 艘 6500HP 拖轮
4	铺管船	2 艘	1 艘 3000 吨级+1 艘 15000 吨级
5	运管船	2 艘	5000 吨级
6	工程船	1 艘	1200HP
7	工程驳船	3 艘	1200 吨
8	打桩船	1 艘	500 吨级（浮吊船兼）
9	浮吊船	2 艘	1 艘 500 吨级+1 艘 4500 吨级
10	交通艇	3 艘	700HP

表 2.12-2 本项目陆上管道施工设备一览表

序号	设备	单位	数量
1	切割机	台	1
2	角向磨光机	台	2
3	焊机	台	2
4	喷砂机	台	1
5	打夯机	台	1
6	履带式挖掘机	台	2
7	汽车吊	台	1
8	卡车	辆	2
9	发电机组	台	2
10	自卸翻斗车	辆	2
11	潜水泵	台	6
12	卷扬机	台	1
13	电钻	台	2

序号	设备	单位	数量
14	冲击钻	台	2
15	水平定向钻钻机	台	1
16	3HS-250 泥浆泵	台	1
17	SHAREWELL 控向系统	台	1

表 2.12-3 本项目施工人员情况表

作业内容	施工作业内容	作业人数 (人)
平台建设	平台上部组块安装	100
	基础施工	40
	立管安装	35
单点安装	上部结构安装	40
	基础施工	40
	管汇连接	40
海底管道铺设	近岸预挖沟、拖管	80
	浅水区铺管	150
	深水区铺管	220
	管道交叉段	80
	后挖沟	40
	管道回填	20
陆上管道埋设	一般段埋设	60
	特殊段施工	20

2.13 土石方平衡

(1) 工程需方

根据工程设计方案,本工程填方主要为管道防护抛石,包括滩涂段、近岸段、单点和增压平台附近、及与已建管道交越段管道回填防护抛石。工程需方量共约 75.67 万 m³,具体见表 2.13-1。

表 2.13-1 工程需方量一览表

项目	单位	碎石回填量	备注
滩涂段回填防护	万 m ³	37.79	
近岸段回填防护	万 m ³	10.06	
单点附近回填防护	万 m ³	4.752	2 个单点附近 200m
增压平台附近回填防护	万 m ³	2.97	增压平台附近 100m
管道交越点附近回填防护	万 m ³	2.82	3 处交越点
陆上管道回填防护	万 m ³	17.28	
合计		75.67	

(2) 工程弃方

根据工程设计方案,本工程弃方主要为滩涂段和近岸段预挖沟产生的淤泥,以及陆上管道施工期间产生的弃土、弃渣,工程弃方量共约 77.14 万 m³,具体见

2.13-2。

表 2.13-2 工程弃方量一览表

项目	单位	挖方量	备注
滩涂段预挖沟	万 m ³	31.20	
近岸段预挖沟	万 m ³	30.28	
陆上管道开挖弃土弃渣	万 m ³	15.66	
总计		77.14	

(3) 工程土石方平衡

本工程土石方平衡总表见表 2.13-3。

表 2.13-3 本项目土方平衡表

	序号	项目	单位	回填量	来源
工程需方	1	滩涂段回填防护	万 m ³	37.79	当地市场外购
	2	近岸段回填防护	万 m ³	10.06	
	3	单点附近回填防护	万 m ³	4.752	
	4	增压平台附近回填防护	万 m ³	2.97	
	5	管道交越点附近回填防护	万 m ³	2.82	
	6	陆上管道回填防护	万 m ³	17.28	
	工程需方量合计			75.67 万 m ³	
	序号	项目	单位	挖方量	去向
	1	滩涂段预挖沟	万 m ³	31.20	倾倒至生态环境主管部门指定的抛泥区
	2	近岸段预挖沟	万 m ³	30.28	
	3	陆上管道开挖弃土弃渣	万 m ³	15.66	
工程弃方量合计				77.14 万 m ³	

2.14 项目用海、占地情况

2.14.1 原油过驳用海方案的比较

本项目油轮靠泊单点距岸远，原油上岸方式可通过海底管道或小吨位货船过驳上岸，为充分说明本工程采用的原油管道输送方式的必要性，本小节对以上两种原油上岸方式进行了多方面比较分析。

(1) 安全性——过驳方案的船舶碰撞风险和溢油风险大于管输方案

过驳作业时，需要小吨位船舶多次靠离泊 25 万吨级油轮和港口码头，一方面小船靠泊 25 万吨级油轮的过程中，距离油轮非常近，容易碰撞 25 万吨级油轮的边仓，导致油轮边仓破裂漏油；另一方面小吨位船舶往来港口码头和单点泊位

之间过程中，穿越单点附近船舶习惯航线及港口码头水域，增加了船舶通航海域的船舶流量，增大与海域通航船舶和进出港船舶的碰撞风险。

原油管输上岸方案在油轮靠泊单点后经海底管道直接输送，原油卸载时守护船、辅助船距离油轮较远，船舶碰撞风险小，海底管道溢油事故概率低。

因此，过驳方案的船舶碰撞风险和潜在溢油风险大于管输方案。

（二）环保性——过驳方案的污染环境影响大于管输方案

本项目拟建单点位于渤海湾内，渤海湾属于典型的半封闭海湾，湾内水交换条件差，且多年来受陆源排污影响，海域水质、生态环境整体一般，亟需治理。2018 年 11 月，生态环境部、发展改革委、自然资源部联合发布《关于印发〈渤海综合治理攻坚战行动计划〉的通知》（以下简称《行动计划》）。《行动计划》通过三年综合治理，大幅降低陆源污染物入海量，实现工业直排海污染源稳定达标排放；清理完成两类排污口的工作；构建和完善港口、船舶、养殖活动及垃圾污染防治体系；实施最严格的围填海管控，持续改善海岸带生态功能，逐步恢复渔业资源；加强和提升环境风险监测预警和应急处置能力。到 2020 年，渤海近岸海域水质优良（一、二类水质）比例达到 73% 左右。

本项目单点泊位位于渤海湾内，距岸约 [REDACTED]，如采用过驳方案，小吨位船舶需多次往返 25 万吨级油轮与港口码头之间，必然增加大量的船舶燃油消耗，增加船舶废水、废气、垃圾等污染物的排放，增加船舶碰撞溢油风险，易加剧渤海海洋环境污染程度，降低渤海海洋环境承载力，加大渤海海域污染治理难度，不利于《行动计划》的实施推进。

而原油管输上岸方案在运营期污染物主要是海底管道定期清管产生的油蜡废弃物等，在库区设收球装置，含油废物直接收集后交有资质单位处理，不会对海洋环境造成污染。

因此，过驳方案的污染环境影响大于管输方案。

（三）经济性——过驳方案较管输方案经济性差

根据国际海事论坛和我国油船安全生产相关规定，过驳作业需在 7 级风以下、浪高不大于 1.5 米等条件下进行，过驳可作业天数少，且过驳效率低（单艘 25 万吨级所载原油完成全部过驳需 6~7 天），造成高额滞船费用。

而原油经单点管输上岸方案可以在 8 级风及以下、浪高 3.5 米条件下安全作业，全年作业天数相对多，且过驳效率高（单艘 25 万吨级所载原油完成全部卸油过程仅需 48 小时）。

因此，过驳方案较管输方案经济性差。

综上，采用原油单点靠泊后经海底管道上岸方式在安全性、环保性及经济性方面更优。

2.14.2 本项目用海情况

2.14.2.1 本项目申请用海情况

项目申请用海类型为交通运输用海，用海方式包括透水构筑物用海、海底电缆管道用海、港池、蓄水等。项目申请用海期限为30年。

项目总用海面积为[REDACTED]，具体如下：

单点：以每个单点系泊浮筒中轴为中心点，以 6 根锚桩中心连线构成的六边形外扩 0.7m（锚桩半径）确定的六边形区域作为每个单点系泊的用海范围。经计算，2 座单点系泊用海总面积为 [REDACTED]。

增压平台：将平台各层甲板外边缘线最大外缘线取规则矩形后，向四周分别平行外扩 50m，形成的矩形范围作为增压平台的用海范围。经计算，增压平台用海面积为 [REDACTED]。

海底管道：以管道外缘线向两侧分别外扩 10m 为界。经计算，海底管道用海面积为 [REDACTED]。

回旋水域：以单点 F、G 作业区域的切线交点围成的多边形为界，扣除掉与单点系泊 G 至增压平台海底管道用海、单点系泊 F 至增压平台海底管道用海、单点系泊 F 和单点系泊 G 透水构筑物用海重叠部分后确定的用海范围。经计算，回旋水域用海面积 [REDACTED]。

项目宗海界址图见图 2.14-1。

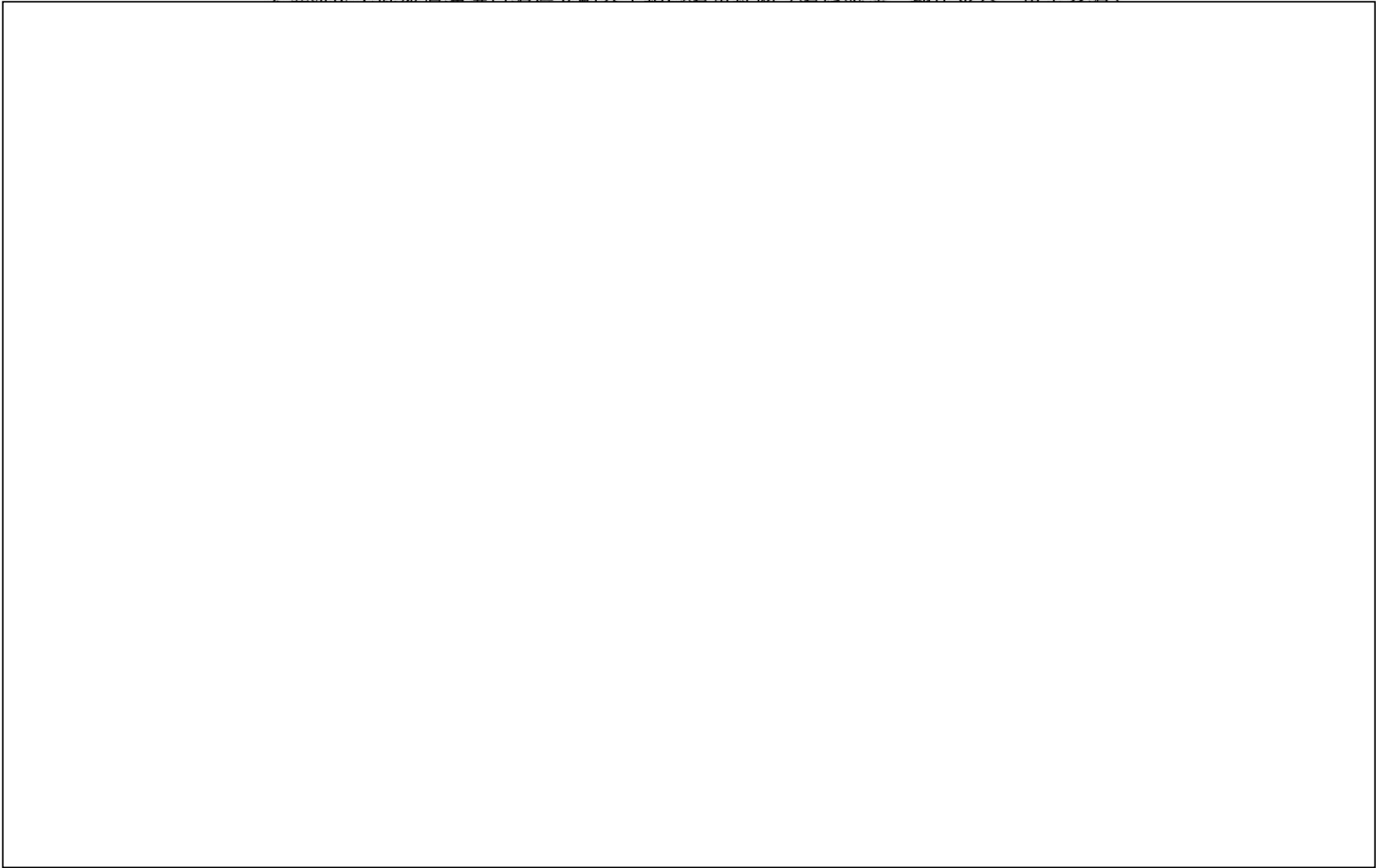


图 2.14-1 本项目申请用海宗海界址图

东营港25万吨级原油进口泊位及配套工程宗海界址图（回旋水域）



图 2.14-1 本项目申请用海宗海界址图（续）

2.14.2.2 项目用海必要性

(1) 单点系泊用海必要性

由于大型原油进口码头需要有足够的水深条件，而东营近岸海域水深不足，因此，只能选择在水深较深、离岸较远的海域建设码头。相较于固定码头，单点系泊具有建设周期短、接卸天数远大于原油固定码头等特点，可以更好地满足原油接卸需求，从根本上缓解原油进口受制于码头的问题。因此，单点系泊用海是必要的。

(2) 增压平台用海的必要性

本工程拟建单点系泊接卸的原油通过海底管道输送至中转油库储存。由于目前世界上大型油轮上的油泵扬程一般不超过1.40MPa，而2座25万吨油轮卸油单点距登陆点约[]，卸船作业时间40h，仅通过海底管线原油不可能经油轮卸油泵直接输至油库罐区。因此，需在单点至油库间设置增压平台，使单点接卸的原油（低于1.5MPa），先经海底管线输送至增压平台上，在增压平台增压后（接近5.5Mpa），再经海底管线输送至中转油库。因此，增压平台的用海是必要的。

(3) 海底管道用海的必要性

一般来说，离岸式码头接收的货物可通过建设接岸引桥，经引桥上布置的管廊带或其他输送设施将货物运输上岸。但本工程拟建的2座25万吨级单点系泊距登陆点约[]，离岸距离较远，如建设接岸引桥，考虑到周边海域的开发利用程度，从安全角度及对海域环境的影响来说，均不是适宜的选择。由于本工程码头接收的货物为油品，因此，选择通过海底输油管道将油品输送上岸是安全、经济、可靠、海洋环境影响较小的、较为合理的选择。因此，海底管道用海是必要的。

综上，项目用海是必要的。

2.14.3 本项目占地情况

本项目陆上管道永久用地包括三桩、警示牌用地，共计约0.03亩，不征地，以租用土地方式解决；临时用地包括管道施工作业带、施工便道、堆管场地、材料存放场地及穿越工程施工场地等用地，共计约[]。

3 工程分析

3.1 生产各阶段污染环节与环境影响分析

3.1.1 工程建设阶段产污环节分析

工程建设阶段作业内容包括包括单点泊位、增压平台安装、海底管道铺设及陆上管道铺设。单点系统设施整体采购，平台上部组块及管道陆上预制，主要环境影响发生在单点泊位桩基施工及海底管道铺设过程，本阶段主要污染物是海底管道铺管作业搅起的海底沉积物、定向钻废弃泥浆及海上建设期作业船舶机舱含油污水、生活污水、生活垃圾和工业垃圾，另外，陆上管道铺设时也会产生少量的弃土弃渣、废弃泥浆、生活污水和生活垃圾。工程建设阶段主要污染因子为悬浮物、固体废物及 COD。

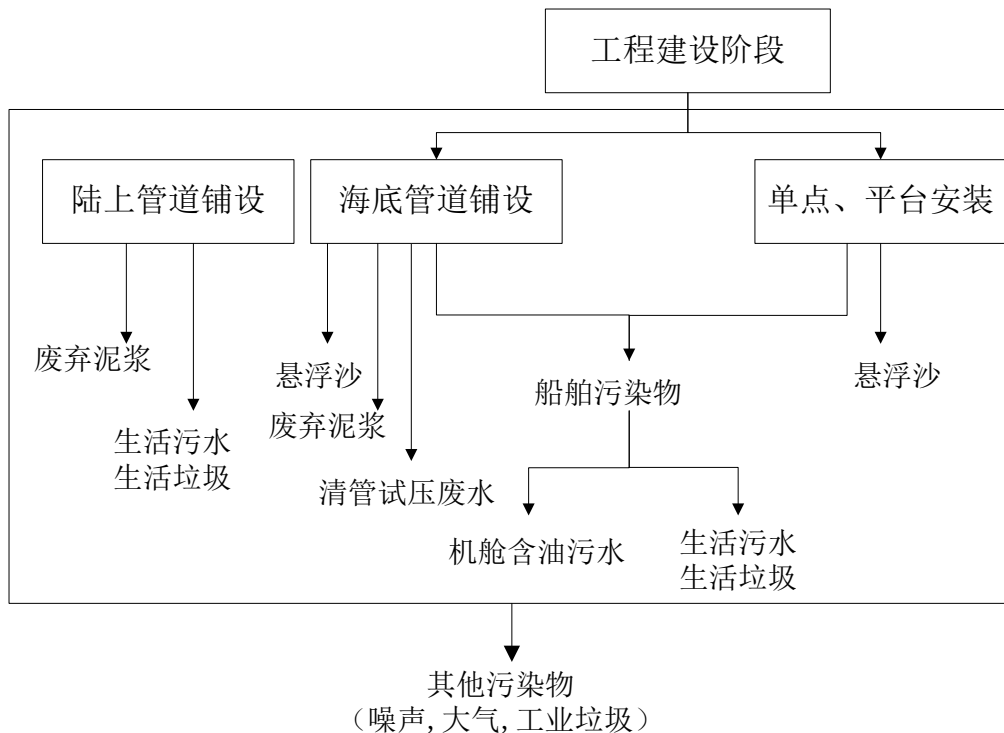


图 3.1-1 工程建设阶段产污环节图

3.1.2 工程生产阶段产污环节分析

工程生产阶段产生污染物主要分为海上增压平台生产产生的污染物、管道除蜡产生的污染物和生产营运阶段工作船舶产生的污染物。

海上增压平台主要产生的污染物主要有：

- 1、平台上柴油发电机发电产生的废气；
- 2、平台施工人员产生的生活污水、生活垃圾；
- 3、平台冲洗水及平台初期雨水。

海底管线产生的污染物主要为管道除蜡过程产生的含油废弃物。

工作船舶产生的污染物主要有：

- 1、各工作船舶船员生活产生的生活污水、生活垃圾；
- 2、各工作船舶产生的机舱油污水。

工程生产阶段产污环节图如 3.1-2 所示。

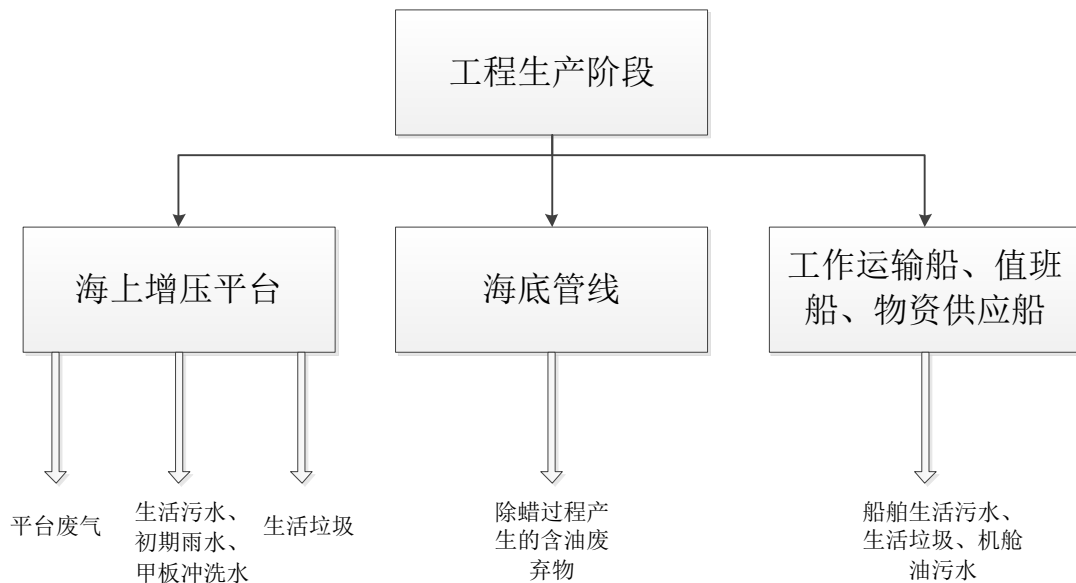


图 3.1-2 工程生产阶段产污环节图

3.2 工程各阶段污染源强核算

3.2.1 工程建设阶段污染源强核算

3.2.1.1 悬浮沙

本工程海上建设施工作业可能产生悬浮沙的作业内容包括海底管道的铺设、单点桩基施工击平台打桩，根据工程施工方案，平台上部组块安装完成后，导管架内施打钢桩，打桩不直接作用在裸露海床上，对周边底质的影响有限。故本节仅对海底管道铺设、单点桩基施工过程产生的悬浮沙进行源强估算。

(1) 海底管道铺设

①近岸段预挖沟

近岸预挖沟段挖沟范围为登陆点至 KP5.477（定向钻施工段除外），采用 8m^3

两栖式挖沟机进行预挖沟作业。悬浮泥沙入海主要发生在抓斗上下作业过程中。

根据施工经验， 8m^3 抓斗式挖泥船挖泥效率约为 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，按泥水比例 2:3，泥沙干容重 $2700\text{kg}/\text{m}^3$ ，悬浮泥沙发生量按抓泥量的 3% 计，则：

据此计算两栖式挖沟机悬浮泥沙的源强 $=400 \times 2/3 \times 0.03 \times 2700/3600 \approx 5.99\text{kg/s}$

② 离岸段后挖沟

离岸后挖沟段挖沟范围为 KP5.477 至单点（管道交叉段除外），采用水力喷射挖沟机冲开管道底部的泥沙，使管道靠自重沉入沟中，设计管顶至泥面高度不小于 1.5m，沟深约 3m。后挖沟施工对挖沟宽度没有要求，满足管道下沉即可，沟底宽约 1.5m，沟顶宽一般不超过沟深，按 3m 计。根据以下悬浮沙计算公式：

挖沟深度（m）= 海管外管径 + 1.5m（埋深）；

挖沟截面积 = （上底 + 下底）/ 2 × 挖沟深度；

悬浮沙源强 = 每天搅动海底泥沙量（ m^3 ）× 起沙率（15%）× 泥沙湿容重（ kg/m^3 ）/ 86400(s)。

据此核算离岸后挖沟施工悬浮沙产生的最大源强为 12.1kg/s 。

表 3.2-1 海底管道施工悬浮沙源强一览表

施工作业	扰动深度（m）	挖沟截面积（ m^2 ）	产生速率（ kg/s ）
近岸预挖沟	4.0	76.0	5.99
离岸后挖沟	3.0	6.8	12.10

（2）单点桩基施工

① 锚腿桩基作业

本项目单点泊位系泊在 6 根锚链上，锚链采用锚桩锚固，锚桩采用打桩设备安装，锚桩设计入泥深度 30m。参考同类工程，在不考虑工程海区特殊地层打桩要求条件下，计划采用 D128 筒式柴油锤打桩，锤击力 3600kN ，打击次数 36~45 次/分钟，贯入度 $41\text{mm}/10$ 次，则每分钟打击能量最大约为 665KJ ，单个锚腿打桩约为 3h，单个锚腿桩基施工过程中作用在海床面的总冲击能量约为 $1.08 \times 10^5\text{kJ}$ 。水下爆破常用的硝铵类炸药的爆炸比热为 4015kJ/kg ，将完成单个锚腿打桩作业换算成硝铵类炸药当量为 27kg ，即：完成单个锚腿打桩施工对海床岩体的冲击相当于 27kg 的炸药在岩体中爆炸。参考海底爆破现场实测数据， 800kg 炸药爆破引起的水中悬浮沙增量约为 $108.8 \sim 231.0\text{mg/L}$ ，故本工程单点泊位单个锚腿施工时水中悬浮沙增量最大为 2.6kg/h （ $0.7 \times 10^{-3}\text{kg/s}$ ），悬浮沙源强性质近似为连续点源，排放持续时间约为 3h。

②水下管汇基础打桩作业

单点水下管汇为双层结构形式，下层底座通过 4 根水下钢桩固定在海床上，钢桩设计入泥深度 20m。参考同类工程，在不考虑工程海区特殊地层打桩要求条件下，计划采用 DZ180 振动锤打桩，激振力 901kN，激振频率 9.67HZ，贯入度 16mm/10 次，则每分钟冲击能量最大约为 836kJ，钢桩打桩总时长为 1.5h，水下基盘桩基施工时作用在海床面的总冲击能量约为 $0.72 \times 10^4 \text{kJ}$ 。按照上述方法核算水下管汇基础打桩施工时水中悬浮沙增量最大为 3.5kg/h ($1.0 \times 10^{-3} \text{kg/s}$)，悬浮沙源强性质近似为连续点源，排放持续时间约为 1.5h。

表 3.2-2 单点桩基施工悬浮沙源强一览表

施工作业	总冲击能量 (kJ)	炸药当量 (kg)	悬浮沙产生速率 (kg/s)	持续排放时间 (h)	源强性质
锚腿打桩	1.08×10^5	27	0.7×10^{-3}	3.0	点源
水下基盘打桩	0.72×10^4	17.95	1.0×10^{-3}	1.5	点源

3.2.1.2 船舶含油污水

本工程施工期间将有挖泥船、铺管船、浮吊船、打桩船、工程驳船等多种类型的施工船舶集中在工程海域作业，保守估计约有 20 艘船舶进行作业（详见表 3.2-3），船舶吨级在 1000~3000t，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶机舱含油污水产生量 0.27~0.81t/d 艘，本次机舱含油污水产生量按 0.5t/d 艘核算，船舶作业天数按施工进度计划各阶段执行，据此核算本工程海上作业阶段船舶机舱含油污水产生量总约为 522t/d，详见表 3.2-4。

表 3.2-3 本项目海上建设阶段施工船舶数量与类型

船舶类型	数量	规格参数
挖泥船	3 艘	200 方/小时，长 * 宽=40*7.5
守护船	2 艘	6500HP
拖轮	2 艘	1 艘 9000HP 拖轮+1 艘 6500HP 拖轮
铺管船	2 艘	1 艘 3000 吨级+1 艘 15000 吨级
运管船	2 艘	5000 吨级
工程船	1 艘	1200HP
工程驳船	3 艘	1200 吨
打桩船	1 艘	500 吨级（浮吊船兼）
浮吊船	2 艘	1 艘 500 吨级+1 艘 4500 吨级
交通艇	3 艘	700HP
合 计	21 艘	

表 3.2-4 船舶机舱含油污水产生情况

作业内容	施工作业内容	船舶数量 (艘)	作业天数 (天)	机舱含油污水产生量 (t)
海底管道铺设	近岸预挖沟、拖管	3	30	45
	浅水区铺管	1	45	22.5
	深水区铺管	1	140	70
	管道交叉段	4	40	80
	后挖沟	3	115	172.5
	管道回填	1	65	32.5
平台建设	平台上部组块安装	2	18	27
	基础施工	1	20	10
	立管安装	1	15	7.5
单点安装	上部结构安装	1	15	15
	基础施工	2	30	30
	管汇连接	1	20	10
总计				522

施工期各类船舶产生的船舶油污水收集后上岸处理，交由康达（东营）环保水务有限公司处理。

3.2.1.3 生活污水和生活垃圾

根据工程作业期和作业人数核算施工期生活污水、生活垃圾源强。生活污水的产生量按每人 120L/d，生活垃圾按每人 1.5kg/d，生活污水、生活垃圾产生量详见表 3.2-5。

施工期各类船舶产生的生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排海。生活垃圾统一收集随船携带，待船舶靠岸后统一上岸处理。

表 3.2-5 生活污水、生活垃圾产生情况

作业内容	施工作业内容	作业人数 (人)	作业天数 (天)	生活污水 产生量 (m ³)	生活垃圾 产生量 (t)
平台建设	平台上部组块安装	100	18	216	2.7
	基础施工	40	20	96	1.2
	立管安装	35	15	63	0.8
单点安装	上部结构安装	40	15	72	0.9
	基础施工	40	30	144	1.8
	管汇连接	40	20	96	1.2
海底管道铺设	近岸预挖沟、拖管	80	30	288	3.6
	浅水区铺管	150	45	810	10.0
	深水区铺管	220	140	3696	46.2
	管道交叉段	80	40	384	4.8
	后挖沟	40	115	552	6.9
	管道回填	20	65	156	2.0
陆上管道铺设	一般段埋设	60	45	324	4.1
	特殊段施工	20	20	48	0.6
总计				6945	86.8

3.2.1.4 清管、试压废水

清管液考虑使用海水，使用清管列车进行清管测径工作，发球顺序为：泡沫清管球—带钢刷清管球—电子测径球—泡沫清管球，清管器采用充水方式隔开。清管时及时检查清管效果，直至满足污物 $\leq 0.3\text{kg}/10\text{km}$ 后清管完成，随后进入试压工序，试压介质为海水。参照同类工程经验，清管试压废水约为 1 倍管容，即 8.56万 m^3 ，主要污染物为焊渣、铁屑、泥土等杂物。

清管试压结束后，废水打入库区，由污水处理系统处理。

3.2.1.5 其他污染物

(1) 工业垃圾

工业垃圾主要包括管道铺设时产生的废弃焊条、废弃边角料等，及管道定向钻施工产生的废弃钻屑和废弃泥浆。

①铺管废料

管道铺设过程中将产生废弃焊条、废弃边角料、废弃包装材料等工业垃圾，本工程管道采用直缝埋弧焊钢管，根据统计资料，单位质量钢构件焊条用量约为 $4\text{kg}/\text{t}$ ，本工程管道总重约 53205t ，焊条利用率按 0.8 计，据此核算废弃焊条、焊渣产生量约为 42.6t ，考虑废弃边角料、废弃包装材料等，本项目工业垃圾产生量按 45t 核算。收集后回收利用，不能回收利用的拉运至后方库区或直接委托处理。

②定向钻废弃钻屑泥浆

本项目海底管道以定向钻方式穿越防潮海堤，陆上管道以定向钻方式穿越神仙沟（兴港路同时穿越），施工将产生废弃钻屑和废弃泥浆。由于施工基本是在砂土地层定向钻穿越，且工期较短，施工过程中泥浆可循环往复使用，不存在大量废弃泥浆（根据工程经验，废弃泥浆量约为钻孔开挖量的 3~4 倍），但泥浆循环至地上分离设备后经过筛分、除砂和除泥等固液分离工艺流程，会分离出钻孔中的钻屑。

定向钻施工时，钻屑产生量大致与最后一级地下钻孔孔洞的体积一致，计算如下：

$$V = \frac{1}{4} \pi D_R^2 L$$

式中：V—钻屑体积， m^3 ； D_R —最后一级扩孔尺寸，m，取 1.524m ；L—穿

越长度，m，海底管道穿越海堤取 800m，陆上管道穿越神仙沟取 630m；考虑局部塌孔及超挖，本工程按照上式计算结果的 1.1 倍实际钻屑产生量，经计算，本项目海底管道和陆上管道定向钻施工约产生钻屑 2860m³。相应定向钻施工期间废弃泥浆产生量约为 8580m³。

海底管道穿越海堤施工时在出土侧采用拉森钢板桩形成 10m×20m×5m 范围，围闭范围内底部采用防渗膜防止钻屑泥浆渗入地下，围闭钢板桩四周高出滩涂水面约 4.5m。陆上管道穿越神仙沟施工时在入土侧设置泥浆池一座，尺寸为 10m×10m×4m，泥浆池四周及底部铺垫放水塑料布三层。定向钻施工期间废弃泥浆、钻屑每日抽取并及时外运清理。

(2) 噪声

海上作业期间噪声主要为工作船只和打桩噪声，噪声在 60~120dB(A)，施工海域远离居民点，施工噪声对工程海域海洋生物存在短期影响。

陆上管道施工噪声主要为挖掘机、装载机等机械设备，噪声在 85~100dB(A)，施工作业带位于东营港南部滩涂地带，周边无声环境敏感目标，故施工作业噪声影响较小。类比同类项目，噪声源强见表 3.2-6。

表 3.2-6 主要施工机械噪声强度

序号	噪声源	噪声强度 dB(A)	序号	噪声源	噪声强度 dB(A)
1	挖掘机	92	5	切割机	95
2	吊管机	88	7	翻斗车	90
3	电焊机	85	8	柴油发电机	100
4	推土机	90	9	挖泥船	112-117

(3) 大气

本工程的大气污染物主要是施工机械烟气和船舶废气，对工程周边的大气环境影响较小，随工程施工结束而消除。

3.2.1.6 工程建设阶段污染物汇总

工程建设阶段各种污染物的产生量汇总于表 3.2-7。

表 3.2-7 海上建设阶段主要污染物

污染物		污染物产生量	排放速率	污染因子	排放/处理方式
悬浮沙	近岸预挖沟	15526m ³	5.99kg/s	SS	连续排放
	离岸后挖沟	70709 m ³	12.10 kg/s	SS	
	单点锚腿打桩	7.56 m ³	0.7×10 ⁻³ kg/s	SS	间歇排放
	单点水下基盘打桩	5.4 m ³	1.0×10 ⁻³ kg/s	SS	间歇排放
船舶机舱含油污水		522m ³	/	石油类	铅封，委托康达（东营）环保水务有限公司接收处理
生活污水		6945m ³	/	COD	经船用生活污水处理装置处理达标后排海
生活垃圾		86.8t	/	食品废弃物、食品包装等	分类收集、运回陆上处理
清管试压废水		8.56 万 m ³	/	焊渣、铁屑、泥土等杂物	打入陆上仓储油库处理。
工业垃圾		45t	/	废弃边角料、油棉纱、包装材料等	分类收集、运回后方库区统一委托处理或直接委托处理。
		11440m ³	/	废弃钻屑、废弃泥浆	收集，统一外运处理。

3.2.2 工程生产阶段污染源强核算

3.2.2.1 生活污水和生活垃圾

本工程正常生产阶段在增压平台及原油运输船、工作船都将产生一定量的生活污水和生活垃圾。

①增压平台生活污水及生活垃圾

增压平台正常生产阶段常驻作业人员 9 人，平台设置 25 人生活楼 1 座（生活楼除满足增压平台工作人员工作生活外，考虑为商检、海关、海事和单点系泊操作人员等提供办公、休息和生活场所）。根据最新统计数据，海上平台每人每天生活污水产生量约 350L，则增压平台生活污水排放量最大约为 8.75m³/d。增压平台设置一套电解生活污水处理装置，设计出水 COD 浓度不大于 125mg/L 计算，则共产生 COD 为 1.09kg/d。生活污水经平台污水处理装置后运至陆上交由康达（东营）环保水务有限公司进行处理。

生活垃圾按平均每人 1.5kg/d 计，生活垃圾的产生量约为 37.5kg/d，合计 12.375t/a，生活垃圾全部运回陆上处理。

②船舶生活污水及船舶垃圾

i)船舶生活污水

根据国际海事组织 73/78 防污公约附则IV有关规定,国际油轮应配备经主管机关认可的生活污水处理装置,一般经处理后在外海排放,因此本项目运营期船舶生活污水主要为油轮靠泊卸油时各类船舶产生的生活污水,以及值守船、守护船、物资供应船产生的生活污水。

生活污水的产生量按每人 350L/d,经核算,运营期各类船舶生活污水产生量约 12210.45m³/a(具体见表 3.2-7),生活污水由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收后交由康达(东营)环保水务有限公司接收处理。

ii)船舶生活垃圾

根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018),在任何海域,应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施;对于食品废弃物,在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地 3 海里至 12 海里(含)的海域,粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放;在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。因此,本项目运营期国际油轮塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾进入中国领域和管辖的其他海域内后,统一收集,食品废弃物在进入距最近陆地 3 海里以内(含)的海域后统一收集。此外,油轮靠泊卸油值守船、守护船及增压平台物资供应船也将产生少量船舶垃圾,船舶垃圾统一收集。

生活垃圾按每人 1.5kg/d 计算,经核算,运营期船舶垃圾产生量约为 52.33t/a,船舶垃圾由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收后,交由当地环卫部门处理。

表 3.2-7 船舶生活污水、生活垃圾产生情况

序号	船舶类型	数量	年作业天数	定员(人)	生活污水产生量(m ³ /a)	船舶垃圾产生量(t/a)	备注
1	25 万吨油轮	1	170	30~50	2975	12.75	85 艘次*48h
2	15 万吨油轮	1	150	30~50	2625	11.25	95 艘次*38h
3	辅助靠、离泊工作船	2	339	8~11	2610.3	11.19	5000 吨级全回转
4	值守船	1	339	8~11	1305.15	5.59	5000 吨级全回转
5	应急环保船	1	339	20	2373	10.17	

6	平台补给船	1	20 艘次	4~6	42	0.18	200 吨级
7	油轮补给船	1	100 艘次	6~8	280	1.20	500 吨级
合计					12210.45	52.33	

注：生活污水、生活垃圾产生量按各类船舶定员估算数较大值核算。

3.2.2.2 船舶含油污水

工程运营阶段船舶油污水主要来自油轮、工作船、值守船和物资供应船等，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）表 4.2.4 中不同船舶吨级污水发生量，计算本项目运营期船舶含油污水产生总量约为 6296.96m³/a。

工作船、值守船和物资供应船船舶油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，送至岸上委托康达（东营）环保水务有限公司接收处理，不排海。国际油轮油污水经处理达到石油类浓度小于 15mg/L 后，在船舶航行时排放。

表 3.2-8 运营期船舶含油污水产生情况

船舶类型	吨级 (吨)	数量 (艘)	年作业天数 (天)	污水发生量 系数 (t/d·艘)	污水产生量 (t/a)
油轮	250000	1	170	17.5	2975
油轮	150000	1	150	12.0	1800
辅助靠、离泊工作船	5000	2	339	1.39	942.42
值守船	5000	1	339	1.39	471.21
应急环保船	1000	1	339	0.27	91.53
平台补给船	200	1	20	0.14	2.8
油轮补给船	500	1	100	0.14	14.0
合计					6296.96

3.2.2.3 船舶压载水

根据《2004 年国际船舶压载水和沉积物控制和管理公约》（以下简称《压载水公约》），本项目运营期国际油轮将安装获得型式认可的压载水处理系统，对压载水中的水生物进行杀灭处理达到达到公约要求后排放。压载水排放量根据船舶载重量、船舶型式及海况条件有关。

3.2.2.4 生产废水

项目运营期间平台生产废水主要来源是开/闭排系统废水。

(1) 开排系统收集废水

开排系统包括开排罐（48m³）和开排泵（Q=8m³/h），主要收集原油外输泵区、吊装区等生产区初期雨污水和甲板冲洗水。

初期雨水：平台顶层甲板的外输泵区、吊装区生产区以及中层外输泵区、吊装区等均设置雨水收集槽，收集前 10 分钟降雨。根据《海上油气工程设计手册 第十分册》，本工程平台雨水收集范围包括顶层甲板面积的 100%，以及中层、底层及开排甲板未遮蔽区域及有遮蔽区域斜 45°暴雨影响区。本项目增压平台暴雨强度按 50mm/h，重现期为 1 年进行设计。各层甲板初期雨水收集面积分别为：顶层甲板：1840m²，中层：700m²，底层 180m²。经计算，增压平台初期雨水产生量为（1840+700+180）m²*50mm/h*10min =22.66m³/次，收集后的初期雨污水通过管道排放至开排罐，定期打入穿梭油轮送至陆地处理。

冲洗水：油污冲洗水主要是平台设备检维修时冲洗散落在甲板上的油污产生的，单次检修油污散落量不大，冲洗水约 1m³/次。冲洗水经生产设备区周围设置的油污收集槽收集，排入底层排污罐后，上层少量油污进入闭排系统，少量的底层水定期打入穿梭油轮送至陆地，由接收单位处理。

(2) 闭排系统收集废水

闭排系统主要收集增压平台上带压容器、管线等排出的带压及排污罐污油，当达到一定液位时，由闭式排放泵将液体输送至原油外输管线，最终输送至陆上库区。闭排系统收集废水最大按罐体容积 2/3 计，则废水量约为 2.26m³。

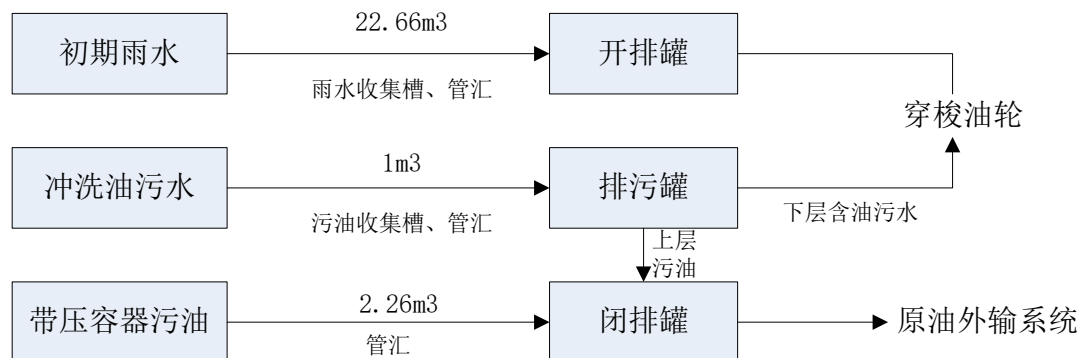


图 3.2-1 运营期平台生产废水平衡表

3.2.2.5 废气

增压平台上设柴油储罐 1 座，为平台大型柴油驱动设备及柴油发电机供应燃料油。柴油发电机运转及柴油罐大小呼吸将产生废气。

①柴油发电机燃料废气

本工程柴油发电机消耗柴油量约 1.95 万 t/a。根据统计资料，发电机运行污染物排放系数为：SO₂ 4g/L，烟尘 0.714g/L，NO_x 2.56 g/L。柴油密度按 0.85×10³kg/m³ 计，则增压平台柴油燃烧产生的废气量核算公式如下：

污染物排放量(t/a)=污染物排污系数 (g/L) ×燃料油消耗量 (t/a) ×10⁻³/燃料油密度 (kg/m³)

经核算，增压平台柴油废气产生量为 SO₂ : 0.09 t/a，烟尘: 0.016 t/a，NO_x: 0.06 t/a。

②柴油罐呼吸废气

本项目柴油罐布置在平台底层甲板，受上层甲板遮蔽，平台位置昼夜温差不大，故本次不计算因昼夜温度差引起的小呼吸损失。柴油罐大呼吸排放量参考《石油库节能设计导则》(SH/T 3002-2000) 中拱顶罐计算公式计算，平台设置 1 座 1000m³ 的柴油罐，有效容积 945m³。柴油罐所储柴油可满足 6 船次卸船需求，平均柴油拉运周期为 15 天。

$$L_{DW} = K_T K_1 \frac{P_y}{(690 - 4\mu_y) K} V_1$$

$$N = \frac{Q}{V}$$

式中：L_{DW}—拱顶罐年大呼吸蒸发损耗量，m³/a；V₁—泵送液体入罐量，945m³；N—油罐年周转次数，24 次；Q—油罐年周转量，m³/a，22941m³；V—油罐容积，945m³；K—单位换算常数，51.6；K_T—周转系数，取 1；K₁—油品系数，取 0.75；P_y—油品平均温度下的蒸汽压，取经验值 29.4kPa；μ_y—油蒸汽摩尔质量，kg / kmol，经验公式估算为 77 kg / kmol。

经计算，柴油罐大呼吸废气量约为 1.06m³/a。

3.2.2.6 工业垃圾

工程运营阶段工业垃圾主要来源于海底管道清洗作业产生的含油废物及平台、工作船设备检修维护期间产生的生产垃圾。

(1) 海管清洗含油废物

为确保新建原油管道安全运营，工程投产后将根据管道原油结垢情况适时开展管道通球工作。随着原油管道长期运营，管内垢层附着以油蜡为主的残留物，管道定期通球除去的管壁油蜡量按下式计算：

$$M=\pi D \times L \times h \times \rho \times 10^{-3}$$

式中：D—管道内径，取 1219mm；

L—管道长度，取 86.5km；

h—管壁除蜡厚度，取 0.5mm；

ρ —油蜡密度，取 0.91g/cm³。

经核算，海管单次通球除蜡产生废弃含油废弃物 150.65t，废弃物集中收集，交给淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理。

(2) 平台及工作船生产垃圾

工程运营期间平台设备日常维护和定期检修将会产生少量生产垃圾，主要是废弃的含油抹布、油棉纱等。设备维护检修单次产生生产垃圾按 0.1t 计，周期按 15d 计，则运营期生产垃圾产生量约为 2.3t，交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理。

3.2.2.7 牺牲阳极重金属释放量

工程运行期间，用于保护钢结构构筑物（海上增压平台、海底管线）的牺牲阳极保护装置中的锌会释放到海水中，无其他污染物排放入海。本工程海上增压平台、海底管线牺牲阳极材料选用铝锌钢镁钛合金。根据《铝-锌-铟-系合金牺牲阳极》（GB4948-2002），Al-Zn-In-Mg-Ti 合金牺牲阳极电流效率 $\geq 90\%$ ，实际消耗率 μ 的数值为 3.37kg/A·a。根据《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》（JTS153-3-2007），参考 AI13 型牺牲阳极发生电流计算结果，牺牲阳极初期发生电流约 2.57A，末期发生电流约 1.63A，平均发生电流 I 为 2.10A，本工程牺牲阳极平均发生电流 I_m 约为 1.16A/块（按 0.55I 选取），则每块牺牲阳极每年消耗 3.91kg。

根据工程建设方案，本项目增压平台及海底管道采用牺牲阳极的方式进行防腐，其中增压平台牺牲阳极采用高效铝合金牺牲阳极，采用 302kg 梯形铝阳极块 140 块，海底管道采用镯状铝阳极块阴极保护，约间隔 36m 安装 1 对，共计 2200 对，阳极块质量 240kg/对，海底管汇采用梯形铝阳极块阴极保护，根据水下钢结

构均匀分布，共采用 58kg 梯形铝阳极块 40 块、302kg 梯形铝阳极块 20 块。

由此计算本项目每年消耗的牺牲阳极为 9.38t，每年释放铝的含量为 8.44t（铝含量按 90%计），每年释放锌的含量为 0.66t（锌含量按 7%计）。

3.2.2.8 工程生产阶段污染物汇总

工程生产阶段各种污染物的产生量汇总于表 3.2-9。

表 3.2-9 工程生产阶段主要污染物

污染物		污染物产生量	污染因子	排放/处理方式
船舶机舱含油污水	工作船、物资供应船含油污水	1521.96t/a	石油类	铅封，委托康达（东营）环保水务有限公司处理
	油轮含油污水	4775 t/a	石油类	处理达到船舶水污染物排放控制标准要求后排放。
船舶压载水	国际邮轮	视具体情况而定	外来水生微生物	经压载水处理系统处理后排放
生活污水	平台生活污水	8.75m ³ /d	COD	经生活污水处理装置后运至陆上由康达（东营）环保水务有限公司处理
	船舶生活污水	12210.45m ³ /a	COD	
生活垃圾	平台生活垃圾	12.375t/a	食品废弃物、食品包装等	运回陆上处理
	船舶生活垃圾	52.33 t/a		
初期雨水		29.0m ³ /次	石油类	进入开排系统，定期打入穿梭油轮，交由康达（东营）环保水务有限公司处理
甲板冲洗水		1m ³ /次		
带压罐及排污罐污油		少量	石油类	由闭式排放泵将液体输送至原油外输管线，最终输送至陆上库区
工业垃圾	海管清洗废物	150.65t/次	废弃油蜡	管道库区收球端收集后，贮存在库区危险废物贮存场所后，交给淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理
	平台及工作船设备维护检修垃圾	2.3t/a	含油抹布、油棉纱等	收集在平台和船舶危险废物储存箱，定期交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理。
牺牲阳极重金属释放		9.38t/a	Al、Zn	自然排放

3.3 工程各阶段海洋生态环境影响分析

3.3.1 施工期生态环境影响

工程建设期单点泊位和增压平台建设会对工程海域游泳生物、底栖生物栖息环境造成不利影响。但海上施工时间较短，且海域宽阔，游泳生物可自主迁移至周边海域，因此，施工活动的干扰不会根本性改变海洋游泳生物的觅食及活动规律。但单点系统水下基盘和平台管桩（包括主桩、支撑桩共 10 个管桩）建设将不可避免的造成局部海域底栖生物的损失，生物量的损失根据工程扰动底土面积和当地底栖生物密度来估算。由于水下工程量有限，施工对海域底质影响范围有限，施工结束后工程海域海洋环境会逐渐恢复并形成新的生态平衡。

海底管道铺设产生的悬浮泥沙将使施工区周围海水中悬浮泥沙浓度增大，削弱水体的真光层厚度，使浮游植物的光合作用受到不利影响，降低海洋初级生产力，使浮游植物生物量下降。此外，水中悬浮物质的增多对浮游动物亦存在一定影响。主要表现在以下两方面：一是浮游植物量降低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减少；二是悬浮物含量的增多对某些浮游动物的存活和繁殖有明显的抑制作用导致其死亡。管道铺设还会对作业区周边渔业资源造成一定的生态损失。但由于悬浮泥沙影响的时间相对较短，随着施工作业结束，停止悬浮泥沙的排放，其影响将会逐渐减轻。

陆上管道管沟开挖产生的扬尘可能会对周边生态环境造成短期不利影响，施工时将通过洒水抑尘得以缓解，施工结束后即可消除。

总体上说，工程建设对海洋生物会产生一定的影响，这些影响具有局部性和阶段性，待工程建设完毕后，海洋生态环境将逐渐恢复。

3.3.2 运营期生态环境影响

工程建设后，单点系泊系统建设会占用约 [REDACTED] 海洋空间资源，平台建设会对周边局部海域水文动力和冲淤环境产生一定的影响。

生产运营期平台及工作船产生的生活污水、生产污水等均运回陆上处理，不会对工程海域的海洋生态环境造成影响。

3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》的有关要求，结合环境影响要素识别结果，确定本工程环境影响预测评价因子。根据海域周围环境的复杂性和工程自身特点，选取以下内容进行预测分析：平台建设和海底管线埋设产生的悬浮沙，事故溢油等，详见表 3.4-1。

表 3.4-1 环境影响预测评价因子一览表

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	分析评价内容所在章节
建设阶段	水质环境	悬浮物	铺设管线、单点及平台安装	+++	6.3
	沉积物环境	悬浮物	铺设管线、单点及平台安装	++	6.4
	生态环境	浮游生物	铺设管线、单点及平台安装	+	6.5
		底栖生物		+++	6.5
	渔业资源环境	游泳生物、鱼卵和仔稚鱼	铺设管线、单点及平台安装	++	6.5
	环境敏感区	悬浮物	铺设管线、单点及平台安装	+	6.6
生产阶段	水文动力环境	局部海流流向和流速	单点及平台安装	+	6.1
	海域冲淤环境	局部海域冲淤	单点及平台安装	+	6.2
	沉积物环境	沉积物环境	单点及平台安装	+	6.4
	生态环境	生态损失	铺设管线、平台建设	++	6.5
	环境敏感区	事故溢油	海底管线溢油	+	6.6
	水质环境	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	7.3
事故状态	生态环境	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	7.4
	渔业资源环境	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	7.4
	海上环境敏感区	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	7.3

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

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

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

4 区域自然环境和社会环境概况

4.1 工程区域自然环境概况

4.1.1 气象

工程所在区域属于温带半湿润大陆性季风气候区，冬冷夏热，年气温差较大，降水量偏小。春季回暖快，降水少，风速大，气候干燥，有“十春九旱”的特点；夏季气温高，湿度大，降水集中；秋季气温急降，雨量骤减，秋高气爽；冬季雨雪稀少，寒冷干燥。根据东营港 1985~1989 年的气象观测资料及东营市专业气象台关于东营港地区 50 年气象统计资料，并结合东营、孤岛、海港站等站的历史资料进行本区的气象特征分析。

4.1.1.1 气温

工程海域年平均气温 11.65℃，极端最高气温 39.6℃，极端最低气温-18℃，具体见表 4.1-1。

表 4.1-1 气温统计一览表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均	-3.5	-2.2	3.2	11.8	18.9	22.1	24.9	25.9	20.8	15.2	5.3	-1.7	11.65
最高平均	2.4	2.3	8.40	18.0	23.3	27.2	28.8	28.7	24.9	19.5	10.5	3.3	16.44
最低平均	-6.3	-4.1	0.1	7.8	13.7	19.2	22.5	22.5	17.6	10.8	2.0	-4.8	8.42
极高	9.5	14.1	19.6	31.2	36.3	39.6	36.6	35.3	34.5	30.3	21.8	18.6	39.6
极低	-16.6	-12.7	-8.0	-2.0	5.0	11.5	17.3	16.4	10.1	-2.6	-8.2	-18.0	-18.0

4.1.1.2 降水

工程海域年降水量偏少，年均降水量 539mm，降水季节分布不均，主要集中在 6~9 三个月，约占全年降水量的 75.7%，见表 4.1-2。

据统计，工程海域日最大降水量极值 165 mm，最大小时降水量 35 mm。降水日数的季节变化与降水量相似，也是冬季最少，夏季最多。夏季 6-8 月平均月降水日数均超过 9.8 天，其中 7 月最多，达 14.3 天。冬季 12~2 月平均月降水日数均少于 5 天，1 月最少，仅为 2.7 天。该海域大暴雨日数极少，且全部出现在

6-8 月，平均 1 年出现不到 1 天。暴雨日数也很少。中雨、大雨及暴雨都出现在 4~11 月。

表 4.1-2 全年各月平均降水量统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水 (mm)	5	6	10	23	38	71	151	136	50	26	15	8	539

4.1.1.3 降雪

降雪初日最早为 10 月 5 日，最晚为 2 月 8 日，平均在每年的 12 月 3 日前后；降雪终日最早为 2 月 5 日，最晚为 4 月 10 日，平均在每年的 3 月 27 日前后。年均降雪天数 9.6 天，最多为 22 天，最少为 4 天，最大积雪厚度 15cm。

4.1.1.4 风况

本区域冬季主要受冷空气影响，盛行偏北大风，其代表月 1 月份，以 NNE 风（12.4%）和 NE 风（10.5%）出现频率最高。春季偏北风明显减少，偏南风明显增多，其代表月 4 月份，以 SW 风（17.1%）出现频率最高，其次是 SSW 风（15.7%）。夏季受副热带高压外缘的影响，多南风，其代表月 7 月份，SSW 风（12.5%）出现频率最高，SSE 向（12.4%）和 SE 向（12.4%）次之。秋季偏西风明显增多，其代表月 10 月份，以 SSW 风（12.2%）出现频率最高，其次为 NNW 风（11.0%）。

根据统计该海域全年平均风速为 5.1 m/s。各月平均风速以 12 月最大，为 8.1 m/s；6 月份为最小，为 3.3 m/s。全年强风向与次强风向分别为 NNW 向和 NNE 向，其中 NNW 最大风速为 21.8 m/s，NNE 向为 20.4 m/s。全年 SSW 风和 SW 最多，分别为 11.1% 和 11.0%，NE 向风次之，为 7.8%。

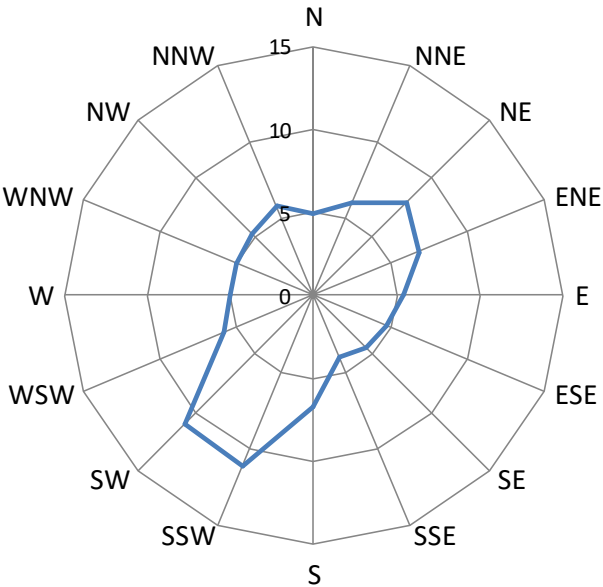


图 4.1-1 工程海域各向风频率玫瑰图（%）

4.1.1.5 雾况

工程所在海域海雾主要为平流雾和混合雾。1978~1980 年全年雾日平均为 35.6 天，其中 12 月份雾日最多，平均为 8.5 天，11 月份及 7 月份次之各为 4 天，年最长连续雾日为 6 天（1979 年 12 月）。

表 4.1-3 工程海域雾日季节分布（1978~1980 年）

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
平 均	3.5	1.5	1.5	1.0	2.0	3.0	4.0	2.3	1.0	3.3	4.0	8.5	35.6

4.1.1.6 相对湿度

根据搜集到的观测结果统计，本区域最高平均相对湿度为 91%，最低平均相对湿度为 46%，多年平均湿度 68%。

4.1.2 水文

4.1.2.1 潮汐

（1）基面关系

本工程所在海域采用海图水深基准面。

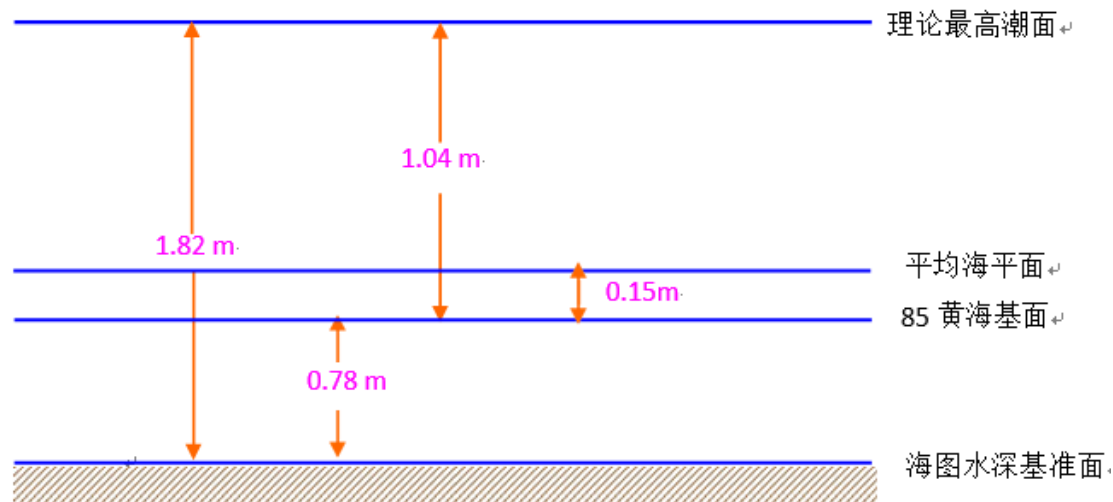


图 4.1-2 工程区海域基准各面之间关系

(2) 海水温度

本工程所在海域表、底层的水温最高最低值见下表。

表 4.1-4 工程海域表层水温逐月统计结果（℃）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最高	4.5	3.3	7.0	14.7	20.4	24.4	28.6	28.5	25.3	22.1	16.8	11.3
最低	2.2	1.8	2.7	5.7	11.4	17.6	21.4	24.0	22.1	16.8	8.8	4.5
平均	3.2	2.4	4.0	8.4	14.8	21.3	24.7	26.2	23.4	19.7	13.3	7.2

表 4.1-5 工程海域表、底层的水温最高最低值（℃）

层次	最高	最低	平均
表层	33.0	-1.6	11.9
底层	28.0	-0.1	11.0

(3) 潮汐

根据青岛环海海洋工程勘察研究院 2016 年 12 月 1 日至 12 月 2 日，环境调查站位见表 4.1-6。

工程海域除了距离岸边较近的 T1 站为规则日潮外，其余各站均为不规则日潮。即在一个朔望月中的大多数日子里具有日潮型的特征，即一个太阴日中有一次高潮和低潮，但有少数日子（当月赤纬接近零的时候）则具有半日潮的特征，即一个太阴日中有两次高潮和低潮。工程海域环境调查站位见下表 4.1-6，东营港潮位特征值见表 4.1-7。

表 4.1-6 环境调查站位表

编号	纬度		经度	
T1				
T2				
T3				
T4				

表 4.1-7 东营港潮位特征值表

特征值	平均潮位	最高潮位	最低潮位	平均高潮位	平均低潮位	平均潮差
东营港区	0.93m	2.65m	-1.20m	1.24m	0.53m	0.71m

4.1.2.2 海流

根据青岛环海海洋工程勘察研究院 2016 年 12 月 1 日至 12 月 2 日，在本工程管线路由区大潮期潮流观测资料进行分析。

表 4.1-8 海流观测站位坐标统计表

编号	纬度		经度	
HL1				
HL2				
HL3				
HL4				
HL5				

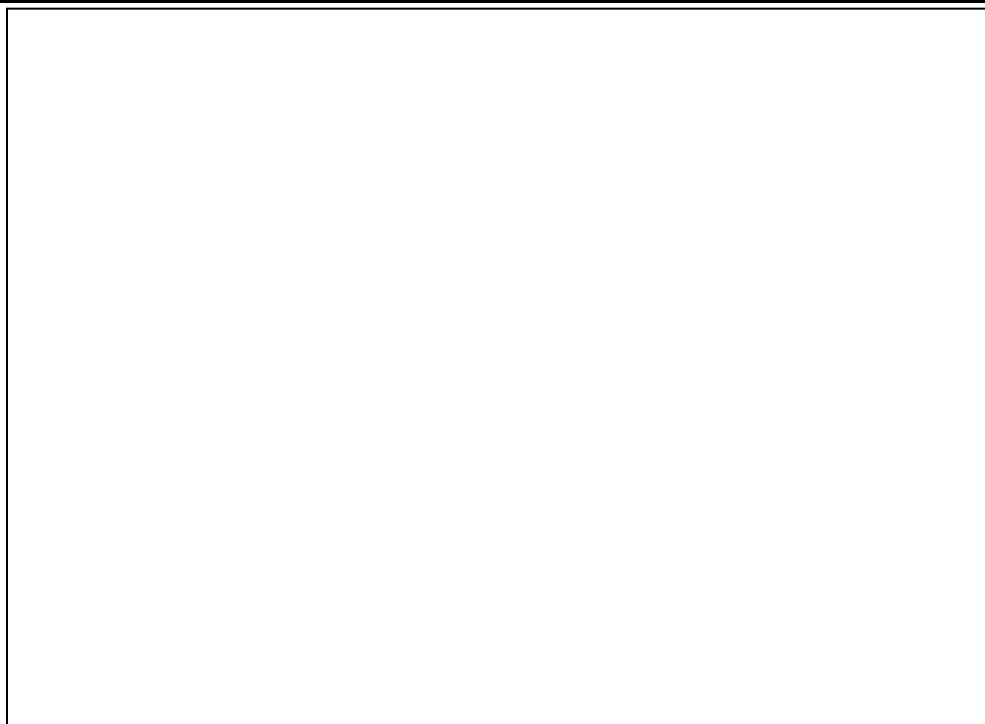


图 4.1-3 海流观测站位布设示意图

从表 4.1-9 中可以看出：由于测区范围较大，在岸形等外部因素影响下，各站实测海流流向多分布在 ESE~SSE 和 WNW~NNW 两个区间内。

表 4.1-9 各向海流出现频率 (%)

流向 站层		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
HL1	表	10	0	0	0	0	2	8	20	8	6	0	2	0	0	14	29
	中	8	0	0	0	0	4	8	18	14	2	0	2	0	2	14	27
	底	4	0	0	0	0	0	4	31	6	6	2	0	2	0	12	33
HL2	表	2	0	0	0	2	4	37	0	2	0	4	0	2	20	24	2
	中	0	0	0	0	2	2	39	0	4	0	0	0	6	31	16	0
	底	2	0	0	0	4	4	29	6	4	0	0	2	8	20	20	0
HL3	表	0	2	0	2	2	6	12	12	10	2	0	2	2	22	14	10
	中	0	0	2	2	0	4	14	10	6	4	4	4	4	12	27	6
	底	2	0	0	0	2	2	8	14	12	6	0	0	2	22	20	8
HL4	表	0	2	2	2	4	6	10	14	4	4	2	0	0	18	24	6
	中	4	0	2	0	0	8	10	14	6	2	0	2	0	14	29	8
	底	4	0	0	2	0	4	12	18	8	2	0	0	4	16	27	2
HL5	表	2	0	6	2	10	12	8	6	6	0	4	2	4	24	8	4
	中	0	0	2	2	16	14	2	8	2	4	2	4	4	24	12	2
	底	0	0	0	2	10	18	2	4	6	8	2	2	6	29	6	4

表 4.1-10 为各站层、各级流速出现频率，由表中可以看出，以近岸的 HL2 号站流速最大，出现超过 90cm/s 的流速区间，其余各站层流速区间分布差别不大，最大流速在 60~79cm/s 区间内。

表 4.1-10 各站层、各级流速 (cm/s) 出现频率 (%)

流速 站层		0~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90
HL1	表	4	16	14	18	24	18	4	0	0	0
	中	6	16	24	22	18	12	0	0	0	0
	底	6	12	41	29	12	2	0	0	0	0
HL2	表	8	8	12	10	6	10	18	12	10	4
	中	6	10	10	18	18	20	10	6	0	0
	底	6	16	24	16	22	14	2	0	0	0
HL3	表	6	8	29	16	22	16	2	0	0	0
	中	4	16	24	10	27	12	6	0	0	0
	底	6	22	27	22	22	0	0	0	0	0
HL4	表	4	22	10	18	27	20	0	0	0	0
	中	4	10	22	20	22	14	6	0	0	0
	底	10	22	24	22	20	2	0	0	0	0
HL5	表	2	12	27	24	16	10	6	2	0	0

<div>流速 站层</div>											
		0~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90
	中	4	14	22	27	20	6	6	0	0	0
	底	8	14	37	24	12	4	0	0	0	0

平均流速和最大流速分布见表 4.1-11，从表中可以看出：各站平均涨、落潮流流速大小相当而各有不同，总体上看表层、中层平均流速略大于底层平均流速，涨潮流流速大于落潮流流速；近岸的 HL2 号站各项流速指标较大，其余各站相差不大。实测最大落潮流流速为 83.7 cm/s、对应流向为 135°，最大涨潮流流速为 91.5 cm/s、对应流向为 304°，均出现于 HL2 站表层。

表 4.1-11 实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）

站号	层次	涨潮流			落潮流			全潮平均
		平均流速	最大		平均流速	最大		
			流速	流向		流速	流向	
HL1	表层	37.6	60.2	331.5	34.5	60.3	154.2	36.1
	中层	32.9	53.8	326.6	29.2	54.9	160.5	31.1
	底层	28.0	44.9	324.7	28.5	55.9	152.9	28.2
HL2	表层	51.9	91.5	304.4	47.1	83.4	135.2	49.5
	中层	43.4	73.2	301.2	38.2	68.0	136.7	40.8
	底层	34.8	65.3	303.6	31.9	54.4	131.6	33.4
HL3	表层	36.4	60.1	295.1	35.3	56.8	170.4	35.8
	中层	38.6	67.6	289.2	31.9	55.3	165.3	35.2
	底层	30.6	48.2	299.4	25.7	45.1	173.9	28.2
HL4	表层	35.7	57.7	293.0	35.0	55.5	149.9	35.3
	中层	39.1	65.5	305.1	33.5	54.7	146.4	36.3
	底层	31.5	50.3	321.5	23.0	43.6	165.8	27.3
HL5	表层	37.5	71.3	292.4	33.5	55.0	112.1	35.5
	中层	38.1	68.8	287.7	29.9	45.9	110.0	34.0
	底层	33.0	55.0	296.1	22.6	33.7	108.7	27.8

利用潮流类型分类判别标准，根据调和计算结果，算得潮流性质比值。由表 4.1-12 可以看出，观测期间除 HL5 站为不正规半日潮流外，其余各站均为正规半日潮流，本海区潮流性质属半日潮流。

表 4.1-12 潮流性质分析结果

站号	表层	中层	底层
HL1	0.28	0.30	0.25
HL2	0.26	0.28	0.24
HL3	0.38	0.27	0.29
HL4	0.31	0.27	0.34
HL5	0.54	0.51	0.59

4.1.2.3 波浪

工程海域波浪以风浪和风涌混合浪为主，受风和地形影响，从全年的统计结果来看，工程海域波向主要集中在 NNE 向~S 向，此方向区间内出现频率累计达到 55%以上，其中又以 NE 向出现频率最高，全年累计出现频率超过 10%，E 向出现频率次之，为 8.7%。

表 4.1-13 工程海域各月波向分布频率统计（%）

波向 月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1	3.0	8.1	17.1	11.5	9.5	7.3	7.8	9.0	4.4	2.9	3.2	2.8	3.4	3.1	1.8	2.3
2	5.0	6.1	15.7	10.0	9.9	7.3	7.5	6.9	4.6	4.8	3.4	4.3	3.5	5.2	2.7	4.1
3	5.7	8.9	13.7	8.5	9.4	8.9	5.7	5.6	5.9	6.8	6.7	2.7	3.1	3.4	2.3	3.0
4	6.6	7.8	11.5	9.4	6.2	5.3	7.1	4.4	8.1	8.0	8.8	5.4	4.1	2.9	2.5	2.6
5	7.1	7.0	8.3	7.3	7.1	7.2	4.6	5.4	6.5	7.4	11.8	4.8	4.2	3.8	4.6	4.1
6	5.8	8.0	8.7	7.5	11.6	7.7	6.3	6.1	7.4	7.4	4.8	2.8	3.6	4.1	3.1	5.1
7	4.5	7.4	5.2	8.5	11.0	10.4	8.0	5.1	6.7	8.2	3.9	5.1	5.9	3.0	3.7	2.7
8	4.7	5.3	7.4	5.6	8.1	7.4	7.9	8.3	11.3	9.5	3.8	4.1	6.1	4.6	3.0	3.4
9	3.3	6.0	8.2	6.9	7.7	6.5	6.8	9.7	8.4	7.5	6.6	5.2	6.6	3.4	2.4	3.9
10	3.9	6.2	10.3	7.4	7.1	8.1	6.5	7.8	9.5	6.1	5.8	4.7	6.2	3.1	4.1	2.6
11	3.2	7.7	9.7	7.4	8.4	6.9	7.1	8.5	9.3	8.0	5.3	3.8	5.6	5.1	2.3	1.5
12	4.7	6.6	9.1	7.2	8.7	7.8	5.9	3.9	5.5	4.7	6.7	5.6	7.8	6.4	5.9	3.6
年	4.8	7.1	10.4	8.1	8.7	7.6	6.8	6.7	7.3	6.8	5.9	4.3	5.0	4.0	3.2	3.2

按 16 个方位对有效波高分别进行分级统计，统计结果见表 4.1-14。由表可以看出，工程海域 2m 以上大波主要出现于 NNE 向~E 向，此区间内 2m 以上大波出现频率占全年的 60%以上。

表 4.1-14 工程海域各向波高分级统计 (%)

波高 波向	0.0~0.5	0.6~0.8	0.9~1.0	1.1~1.2	1.3~1.4	1.5~2.0	>2.0
N	2.5	1.1	0.4	0.1	0.2	0.3	0.3
NNE	3.4	1.3	0.5	0.3	0.3	0.7	0.6
NE	3.7	1.7	0.8	0.8	0.6	1.2	1.6
ENE	3.7	1.2	0.7	0.5	0.4	0.7	1.0
E	4.8	1.3	0.5	0.3	0.4	0.7	0.8
ESE	4.6	1.2	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4
SE	4.0	1.1	0.4	0.3	0.2	0.5	0.4
SSE	3.9	1.1	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3
S	4.7	1.3	0.5	0.2	0.2	0.3	0.1
SSW	4.8	1.0	0.5	0.2	0.1	0.2	0.0
SW	4.1	0.8	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
WSW	2.3	0.7	0.4	0.1	0.2	0.3	0.2
W	3.2	0.7	0.3	0.2	0.1	0.4	0.3
WNW	2.5	0.6	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2
NW	1.7	0.5	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3
NNW	1.8	0.5	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1

4.1.3 地形地貌及工程泥沙

4.1.3.1 地形地貌

拟建工程区位于渤海湾东南，莱州湾西北部，部分处于渤海中央盆地内，水深从 0m 延伸到 25m。除工程区北部 5m 等深线附近水域，由于受近岸的冲刷作用，地形变化较大外，路由区其他海底区域地形比较平坦，等深线平行于海岸线分布。渤海海底地貌可划分为海岸带地貌和陆架地貌两种二级地貌类型，其中海岸带地貌包括潮间带和水下岸坡两个亚类，渤海沿岸河流众多，且含沙量大，泥沙在河口迅速堆积形成各类水下三角洲是渤海水下岸坡地貌的重要特点。规模较大的黄河、滦河、六股河、辽河和海河河口均发育水下三角洲。路由区地貌分布包括海岸带地貌中现代和废弃的水下三角洲三级地貌，陆架地貌中的平坦的陆架侵蚀堆积平原。

现代水下三角洲位于莱州湾西部是 1976 年黄河改道清水沟流路以来形成的水下堆积体，由三角洲前缘、三角洲侧缘和前三角洲组成。三角洲前缘有明显的平台区和斜坡区，低潮线至 2m 等深线内的平台区地势平坦，宽度约 4km，沉积物粒度略粗，也可称作河口沙坝；2m 等深线以深的斜坡区坡度 0.2‰~0.3‰，是水下三角洲坡度最大的部分，宽 2.9~5.3km，上部较陡，下部较缓，斜坡坡

折出现在 11~12m 等深线附近。三角洲侧缘位于河口外南北两侧低潮线至 12m~13m 水深内，又称烂泥湾，坡度 0.6‰~1‰，坡度变化小，沉积物为黏土质粉砂，河口中部明显变细。前三角洲位于水深约 12~18m，海底地形平坦，宽度可达 13km，前三角洲之外坡度更加平缓。

4.1.3.2 工程泥沙

工程位于现代黄河三角洲北部岸段、莱州湾与渤海湾交界处，该岸段是典型的粉砂质海岸。在波浪、潮流等海洋动力作用下，粉砂质海岸泥沙运移活跃，局部地区海岸工程建设会对冲淤环境产生显著影响。该区主要是 1953~1964 年神仙沟流路和 1964~1976 年刁口流路走河期间形成的两个亚三角洲，见 4.1-4 图所示。黄河携带的巨量泥沙快速在河口堆积，岸线呈鸟嘴状向海突出，每一期走河均在河口区形成一个沙嘴和两侧相伴生的烂泥区。尾间多次摆动，可以形成若干个突出海岸的沙嘴和配套生成的烂泥区。这些不同期的沙嘴烂泥相互叠加，形成复杂的三角洲河口沙嘴体系。并使原来水深 15m 左右的渤海浅海演变为水下浅滩，局部地区还成了陆地，发育了多类沉积亚地貌单元。如河道、水下天然堤、决口扇、潮滩、河口拦门沙坝、三角洲前缘斜坡、三角洲前缘隆起裾、烂泥区。

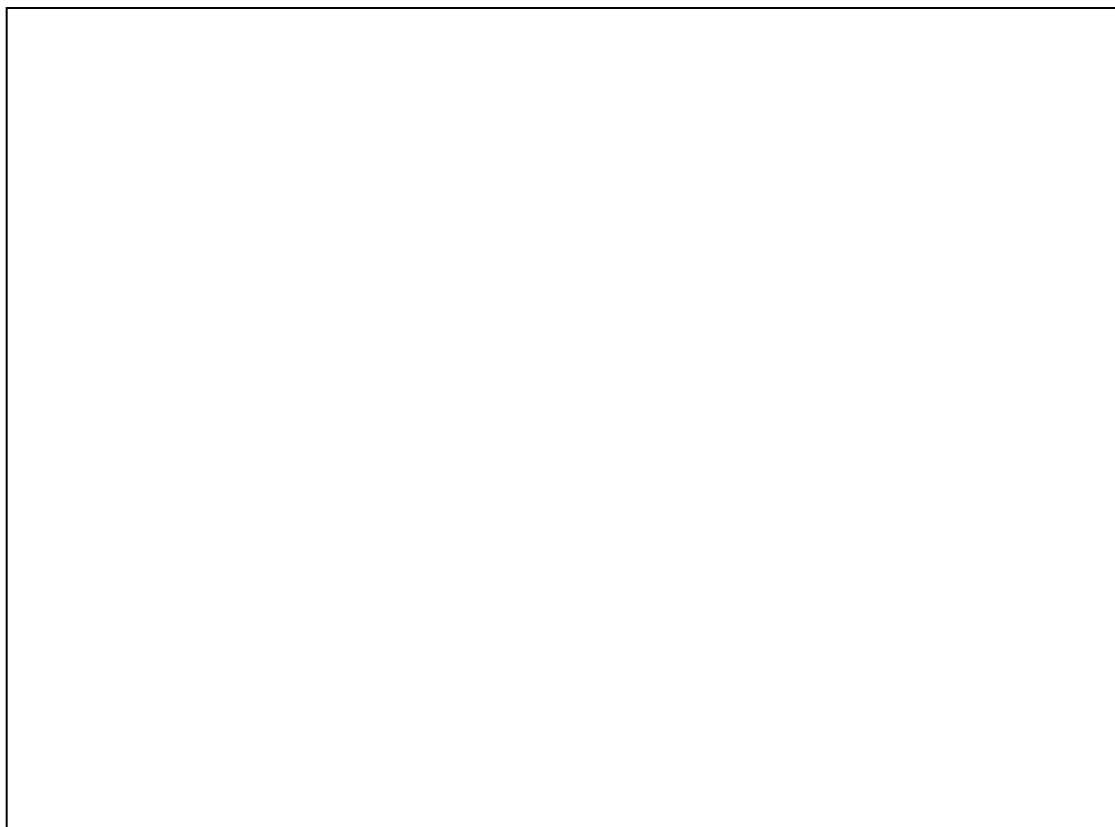


图 4.1-4 三角洲分布示意图

1976 年黄河尾闾段改道走清水沟流路后，本区泥沙来源断绝。走河形成的原三角洲体系受到侵蚀，在毫无屏蔽的渤海东北强风浪和近无潮区的强海流作用下，原河口沙嘴受到强烈冲刷侵蚀，水深加大，岸线急剧后退，部分三角洲陆地地区重又没入海中。局部地段因人工防潮堤的修筑，岸线保持稳定，但近岸段浅海底一直处于强烈冲刷侵蚀状态，由于沉积物性质分布不均匀，造成抵抗冲刷能力的差异，在水深 6~10m 形成了东宽西窄，沿南北方向平行于岸线的水下隆起岗丘带，塌陷凹坑与其配套发育，其它地方呈现出斑状海底，直至水深 10~12m 处，海底浅滩基本处于冲淤动态平衡，海底地貌较为平滑。

4.1.4 工程地质

2017 年 1 月青岛环海工程勘察研究院对单点系泊、增压平台、输油管线以及近岸登陆部分进行地质勘察。进行了 46 个钻孔的调查，并进行了现场和室内试验，以对土质进行分类及确定其工程地质性质。站位布置图见图 4.1-5。室内土工试验所用仪器均经有检定资质的青岛计量所，和南京水利电力岩土工程仪器检测中心，检定合格并在有效检定周期内。试验时严格按《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）的规定进行。

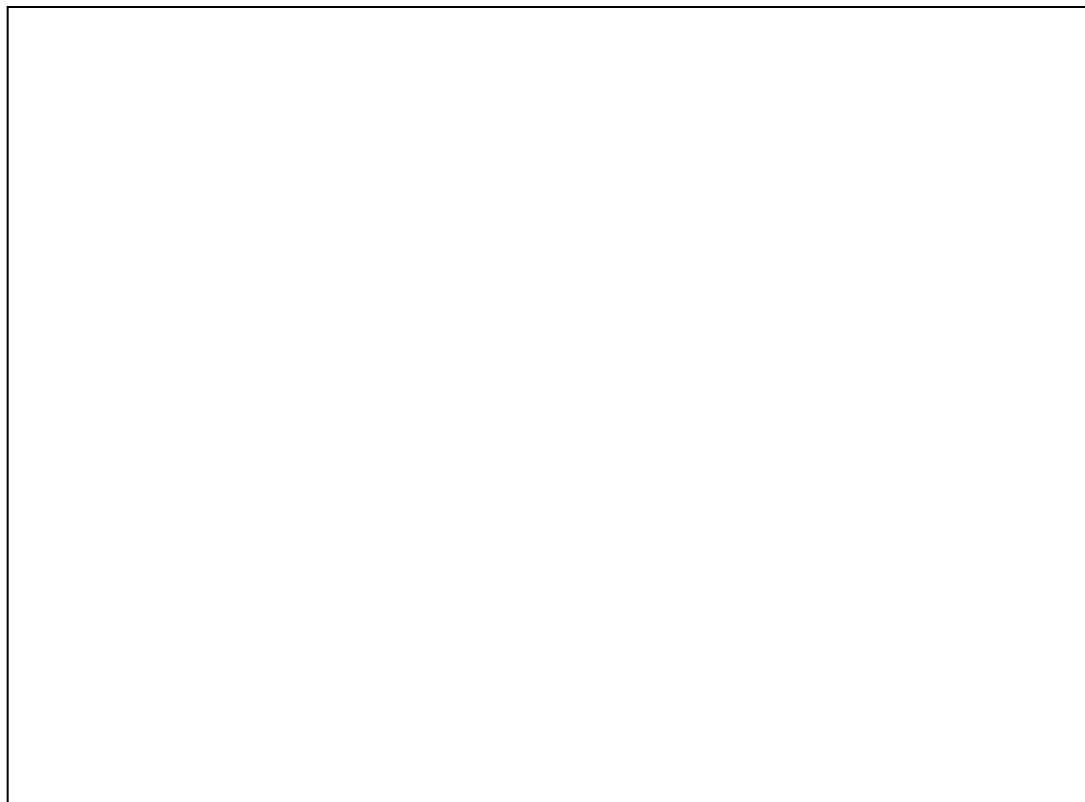


图 4.1-5 钻孔、底质取样站位布置图

根据现场钻探揭露、室内土工试验结果，将该路由区 10m 以浅的地基土进行了

地层划分，分述如下。

自上而下划分为四大层，各层特征如下：

第①层：粉土

灰黄色，饱和，海底表层呈中密至密实状态，层厚 1.90m-7.70m，由岸向海逐渐变薄；向下渐变为稍密状态，在钻孔 PL01-PL06 之间（水深约 5m 以浅区域）未揭露到底；在 PL04、PL06 处夹 0.5m-0.7m 厚软塑的粉质黏土薄层。

该层在场地中分布局限，主要分布在近岸 5m 等深线以浅，层厚由岸向海逐渐变薄。

现场标准贯入试验锤击数 $N=10\sim30$ 击。

第②层：淤泥质粉质黏土

灰黑色，饱和，软-流塑，夹多层粉土薄层，局部以淤泥质粉质黏土与粉土互层出现。

现场标准贯入试验锤击数 $N=0\sim1$ 击，微型十字板剪切强度 $S_u=6.0\sim11.0\text{kPa}$ 。

该层在场地中分布广泛，在 5m 等深线以深区域均有揭露，层厚 1.1m-6.3m 不等，平均厚度为 3.77m，其中在钻孔 PL11-PL20 区域该层层厚多在 5.0m-6.3m。

第③层：粉质黏土

灰黄色/灰黑色，饱和，软-可塑，夹多层粉土薄层，含少量的贝壳碎屑，在钻孔 PL17-PL23 中局部相变为黏土。

该层在场地中分布广泛，由岸向海的方向层厚逐渐变薄，在钻孔 PL07-PL30 区域内未揭露到底。

现场标准贯入试验锤击数 $N=1\sim2$ 击，微型十字板剪切强度 $S_u=10.0\sim20.0\text{kPa}$ 。

第④层：粉土

灰色，饱和，稍密至中密，上部含较多的贝壳碎屑。

该层在场地中分布较为广泛，多出现在钻孔 PL31-PL46 区域，未揭露到底。

现场标准贯入试验锤击数 $N=13\sim34$ 击。

重力样的样长和土质描述见表 4.1-15。

表 4.1-15 柱状样描述详表

站位编号	地层描述
G1	0cm-101cm 为褐灰色中密粉土，均匀
G2	0cm-97cm 为褐灰色中密粉土，均匀
G3	0cm-88cm 为褐灰色中密粉土，均匀

站位编号	地层描述
G4	0cm-96cm 为褐灰色中密粉土，均匀
G5	0cm-110cm 为褐灰色中密粉土，均匀
G6	0cm-78cm 为褐灰色中密粉土，均匀
G7	0cm-95cm 为褐灰色中密粉土，均匀
G8	0cm-40cm 为褐灰色中密粉土，均匀
	40cm-170cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹粉土薄层
	170cm-240cm 为褐灰色稍密粉土，夹粉质黏土薄层
G9	0cm-14cm 为稍密粉土
	14cm-120cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹粉土薄层
	120cm-243cm 为褐灰色稍密粉土，夹粉质黏土薄层
G10	0cm-30cm 为褐灰色稍密粉土
	30cm-170cm 为灰褐色粉质黏土，夹粉土薄层
	170cm-240cm 为褐灰色黏土
G11	0cm-70cm 为粉质黏土，顶部 3cm 粉土
	70cm-100cm 为褐灰色粉土
	100cm-132cm 为褐灰色粉质黏土，夹粉土薄层
G12	0cm-50cm 为黄褐色中密粉土，含粉砂
	50cm-235cm 为深灰色软塑粉质黏土，夹粉土薄层
G13	0cm-15cm 为粉土
	15cm-235cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹少量粉土薄层
G14	0cm-9cm 为粉土，夹粉土薄层
	9cm-252cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹有机质
G15	0cm-25cm 为黏土
	25cm-240cm 为粉土与粉黏互层
G16	0cm-40cm 为深灰色中密粉土
	40cm-225cm 为褐灰色软塑粉质黏土
G17	0cm-40cm 为褐灰色中密粉土
	40cm-205cm 为褐灰色软塑粉质黏土
G18	0cm-15cm 为灰色粉土
	15cm-101cm 为深灰色软塑粉质黏土
G19	0cm-20cm 为粉土
	20m-115cm 为褐灰软塑粉质黏土
	115cm-192cm 为褐灰软塑粉质黏土，黏性小

站位编号	地层描述
G20	0cm-60cm 褐黄色中密粉土
	60cm-178cm 为褐黄色可塑粉质黏土，顶部有贝壳碎屑
G21	0cm-60cm 为褐灰色中密粉土，夹少量粉质黏土
	60cm-202cm 为褐灰色软塑粉质黏土
G22	0cm-110cm 为褐灰色中密粉土
	110cm-172cm 为褐灰色软塑粉质黏土
G23	0cm-65cm 为褐灰色中密粉土，夹少量粉质黏土
	65cm-170cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹少量粉土
G24	0cm-75cm 为褐灰色中密粉土
	75cm-150cm 为褐灰色软塑粉质黏土
G25	0cm-85cm 为褐灰色中密粉土
	85cm-162cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹 2cm 粉土
G26	0cm-40cm 为深灰色粉土
	40cm-120cm 为淤泥质粉质黏土，含粉黏薄层
	120cm-150cm 为深灰色软塑粉质黏土
G27	0cm-17cm 为粉土
	17cm-127cm 为褐灰色软塑粉质黏土，含粉黏薄层
	127cm-175cm 为褐灰色软塑粉质黏土
G28	0cm-50cm 为褐色稍密粉土
	50cm-70cm 为粉质黏土
	70cm-90cm 为粉土
	90cm-155cm 为深灰色粉黏夹少量粉土
G29	0cm-158cm 为深灰色稍密粉土，粉土与粉质黏土互层
G30	0cm-70cm 为褐灰色软塑淤泥质粉质黏土，含大量粉土
	70cm-174cm 为深灰色软塑粉质黏土，含少量粉土固块
G31	0cm-102cm 为深灰色粉质黏土，10-15cm 处粉土
	102cm-185cm 为深灰色软塑粉质黏土
G32	0cm-56cm 为深灰色稍密粉土
	56cm-180cm 为深灰色软塑粉质黏土
G33	0cm-70cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土，夹粉土薄层
G32	70cm-150cm 为深灰色软塑粉质黏土，有虫穴
G34	0cm-90cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土，夹粉土薄层
	90cm-124cm 为深灰色中密粉土

站位编号	地层描述
	124cm-184cm 为深灰色可塑粉质黏土，夹贝壳
G35	0cm-35cm 为深灰色中密粉土
	35cm-108cm 为深灰色稍密粉土，夹粉土薄层
G36	0cm-25cm 为深灰色中密粉土
G32	25cm-98cm 为深灰色稍密粉土，夹 2-3 处粉土薄层
G37	0cm-110cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土
G32	110cm-175cm 为深灰色软塑粉质黏土，底部有虫穴，少量贝壳碎屑
G38	0cm-80cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土，有粉土薄层
	80cm-183cm 为深灰色稍密粉土
G39	0cm-174cm 为褐灰色软塑粉质黏土，底部有 2cm 粉砂层,上部 15cm-20cm 有粉土层
G40	0cm-90cm 为褐灰色软塑粉质黏土，夹少量粉土固块
	90cm-195cm 为褐灰色软塑粉质黏土,底部有粉土薄层
G41	0cm-87cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土
	87cm-175cm 为深灰色软塑粉质黏土,底部有粉土层
G42	0cm-140cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土
	140cm-210cm 为深灰色软塑粉质黏土,底部有 2cm 粉土薄层，有虫穴
G43	0cm-100cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土
	100cm-195cm 为深灰色软塑粉质黏土,底部有铁质结核，有虫穴
G44	0cm-120cm 为灰褐色软塑淤泥质粉质黏土，有虫穴
G43	120cm-206cm 为褐灰色软塑粉质黏土，稍硬
G45	0cm-120cm 为灰褐色软塑淤泥质粉质黏土，有虫穴
	120cm-208cm 为褐色软塑粉质黏土，含少量铁质结核
G46	0cm-100cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土
	100cm-210cm 为深灰色软塑淤泥质粉质黏土,有虫穴，夹贝壳碎屑，含铁质结核
G47	0cm-130cm 为灰褐色软塑粉质黏土
	130cm-214cm 为深灰色软塑粉质黏土,有 2cm 虫穴
G48	0cm-40cm 为褐色软塑淤泥质粉质黏土
	40cm-200cm 为褐色软塑粉质黏土,有大虫穴
G49	0cm-110cm 为灰褐色软塑淤泥质粉质黏土，有虫穴
	110cm-230cm 为褐灰色软塑粉质黏土

(1) 单点系泊

在单点系泊工程场址区 F、G 处各布置了 1 个 30m、3 个 50m 的地质取样钻孔进行现场原位测试和室内试验，并对土质进行分类及确定其工程地质性质。钻遇结果显示：海底表层约 9.7m 深度范围内土质主要由软到非常软的粉质黏土组成；9.7m 深度以下的土质主要为粒状土与粘性土互层，粘性土一般以硬的粉质黏土为主，粒状土层一般为中密到密实的粉砂、粉土等。场区下部地层承载力相对较高、稳定性较好，适宜作为桩基持力层。

表 4.1-16 单点系泊场址轴向承载力设计参数表

层名	土质描述	深度		有效重度	设计抗剪强度	单位表面摩擦力	单位桩端承载力
		层顶	层底				
		(m)	(m)	(kN/m^3)	(kPa)	(kPa)	(MPa)
1	软到流塑的淤泥质粉质黏土	0.00		6.0	4	0.0	0.00
			5.20	7.5	13	10.7	0.12
2	软到可塑的粉质黏土	5.20		9.0	26	15.1	0.23
			9.70	9.0	26	22.2	0.23
	可塑到硬塑的粉质黏土	9.70		9.0	60	33.7	0.54
			10.70	9.0	60	35.6	0.54
3	中密的粉土	10.70		9.2	$\delta=20^\circ$, $f_{\max}=30.3 \text{ kPa}$	24.6	1.02
			12.80	9.2	$N_q=12$, $q_{\max}=1.25 \text{ MPa}$	30.3	1.25
4	中密到密实的粉砂	12.80		9.6	$\delta=25^\circ$, $f_{\max}=47.7 \text{ kPa}$	38.8	2.08
			15.30	9.6	$N_q=20$, $q_{\max}=2.56 \text{ MPa}$	47.7	2.56
5	硬塑的粉质黏土	15.30		9.5	70	47.3	0.63
			20.60	9.5	70	55.9	0.63
6	中密的粉土	20.60		9.6	$\delta=20^\circ$, $f_{\max}=67.0 \text{ kPa}$	51.9	2.14
			26.60	9.6	$N_q=12$, $q_{\max}=2.83 \text{ MPa}$	67.0	2.83
7	硬塑的粉质黏土	26.60		9.5	70	64.2	0.63
			31.90	9.5	70	68.5	0.63
8	中密到密实的粉土	31.90		10.0	$\delta=25^\circ$, $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	81.3	4.80
			47.20	10.0	$N_q=20$, $q_{\max}=$	81.3	4.80

层名	土质描述	深度		有效重量 (kN/m^3)	设计抗剪强度 (kPa)	单位表面摩擦力 (kPa)	单位桩端承载力 (MPa)
		层顶	层底				
		(m)	(m)				
					4.80 MPa		
9	硬塑的粉质黏土	47.20		9.8	60	60.0	0.54
			50.50	9.8	60	60.0	0.54

(2) 增压平台

在增压平台工程场址区 E 处各布置了 1 个 100m 的地质取样钻孔进行现场原位测试和室内试验，并对土质进行分类及确定其工程地质性质。钻遇结果显示：海底表层约 9.2m 深度范围内土质主要由软到非常软的粉质黏土组成；9.2m 至 100m 深度内的土质主要为粒状土与粘性土互层，粘性土一般以硬的粉质粘土为主，粒状土层一般为中密到密实的粉砂、粉土等。场区下部地层承载力相对较高、稳定性较好，适宜作为桩基持力层。

表 4.1-17 单点系泊场址轴向承载力设计参数表

层名	土质描述	深度		有效重量 (kN/m^3)	设计抗剪强度 (kPa)	单位表面摩擦力 (kPa)	单位桩端承载力 (MPa)
		层顶	层底				
		(m)	(m)				
1	软到流塑的淤泥质粉质黏土	0.00		6.0	4	0.0	0.00
			3.30	7.5	12	8.2	0.11
	软到可塑的粉质黏土	3.30		8.5	20	10.6	0.18
			6.30	8.5	20	15.5	0.18
2	硬到可塑的粉质黏土	6.30		9.7	50	24.7	0.45
			9.20	9.7	50	30.8	0.45
3	中密的粉土	9.20		9.7	$\delta=20^\circ$, $f_{\max}=30.3 \text{ kPa}$	22.1	0.91
			12.30	9.7	$N_q=12$, $q_{\max}=1.25 \text{ MPa}$	30.9	1.27
4	中密的粉砂	12.30		9.6	$\delta=25^\circ$, $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	39.5	2.12
			21.40	9.6	$N_q=20$, $q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	72.1	3.87
5	硬塑的粉质黏土与	21.40		9.8	65	56.1	0.59
	中密的粉土互层		31.60	9.8	65	65.0	0.59
6	中密到密实的粉土	31.60		9.7	$\delta=20^\circ$,	67.0	2.90

层名	土质描述	深度		有效重量 度 (kN/m^3)	设计抗剪强度 (kPa)	单位表面摩擦 力 (kPa)	单位桩 端承载力 (MPa)
		层顶	层底				
		(m)	(m)				
					$f_{\max}=30.3 \text{ kPa}$		
			34.00	9.7	$N_q=12,$ $q_{\max}=1.25\text{MPa}$	67.0	2.90
7	硬塑的粉质黏土	34.00		10.1	70	70.0	0.63
			38.10	10.1	70	70.0	0.63
8	密实的粉土	38.10		10.0	$\delta=25^\circ,$ $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	81.3	4.80
			45.30	10.0	$N_q=20, q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	81.3	4.80
9	硬塑的粉质黏土	45.30		10.3	90	90.0	0.81
			55.80	10.3	90	90.0	0.81
10	密实的粉土	55.80		10.0	$\delta=25^\circ,$ $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	81.3	4.80
			63.20	10.0	$N_q=20, q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	81.3	4.80
11	硬塑的粉质黏土	63.20		10.5	100	100.0	0.90
			64.80	10.5	100	100.0	0.90
12	密实的粉土	64.80		10.1	$\delta=25^\circ,$ $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	81.3	4.80
			66.80	10.1	$N_q=20, q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	81.3	4.80
13	硬塑的粉质黏土	66.80		10.5	100	100.0	0.90
			68.40	10.5	100	100.0	0.90
14	密实的粉土	68.40		10.1	$\delta=25^\circ,$ $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	81.3	4.80
			72.80	10.1	$N_q=20, q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	81.3	4.80
	密实的粉砂	72.80		10.0	$\delta=30^\circ, f_{\max}=96 \text{ kPa}$	95.7	9.60
			75.60	10.0	$N_q=40,$ $q_{\max}=9.6 \text{ MPa}$	95.7	9.60
	密实的粉土	75.60		10.1	$\delta=25^\circ,$ $f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$	81.3	4.80
			78.9	10.1	$N_q=20, q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	81.3	4.80
15	硬塑的粉质黏土	78.9		10.5	120	120	1.08
			83.0	10.5	120	120	1.08
16	密实的粉土	83.0		10.1	$\delta=25^\circ,$	81	4.80

层名	土质描述	深度		有效重量 度 (kN/m^3)	设计抗剪强度 (kPa)	单位表面摩擦 力 (kPa)	单位桩 端承载力 (MPa)
		层顶	层底				
		(m)	(m)				
					$f_{\max}=81.3 \text{ kPa}$		
			84.3	10.1	$N_q=20, q_{\max}=4.80 \text{ MPa}$	81	4.80
	密实的粉砂	84.3		10.0	$\delta=30^\circ, f_{\max}=96 \text{ kPa}$	96	9.60
			92.9	10.0	$N_q=40, q_{\max}=9.6 \text{ MPa}$	96	9.60
17	硬塑的粉质黏土	92.9		10.5	130	130	1.2
			96.8	10.5	130	130	1.2
18	密实的粉土	96.8		10.1	$\delta=30^\circ, f_{\max}=96 \text{ kPa}$	96	9.6
			100.0	10.1	$N_q=40, q_{\max}=9.6 \text{ MPa}$	96	9.6

4.1.5 地震

根据渤海区地震带分布，工程位于郯庐地震带内，郯庐地震带是我国东部规模最大的地震带，包括郯庐断裂带及其附近的一系列与它平行和斜交的次级断裂，主要强震受郯庐断裂带控制，总体走向为北北东。我国东部历史记载的最大地震 1668 年郯城地震就发生在该地震带。有史以来，该地震带共记录到 $M_s 4.7$ 以上地震 127 次，其中 4.7~4.9 级地震 40 次、5.0~5.9 级地震 66 次、6.0~6.9 级地震 14 次、7.0~7.9 级地震 6 次、8 级以上地震 1 次，即 1668 年郯城 8.5 级地震。

1969 年渤海地震震中坐标为北纬 38.2° ，东经 119.4° ，位于拟建工程东南部，震中距离轴线的垂直距离为 6.2km，距离增压平台距离为 27.9km，至单点系泊 F 距离为 29.7km，至单点系泊 G 距离为 31.3km，震级为 7.4 级，震源深度为 35km。地震震中区在海域，震中烈度无法查考，根据山东省地震预报研究中心研究，估计震中烈度大于 VIII 度，受 1969 年渤海地震影响，山东境内黄河入海处垦利县大部分地区和利津、沾化县部分地区地震烈度达 VII 度和 VII 度以上，河北、山东、天津、辽宁等省多处出现地裂、地陷、喷水涌沙的现象，造成了一定的经济损失和人员伤亡。

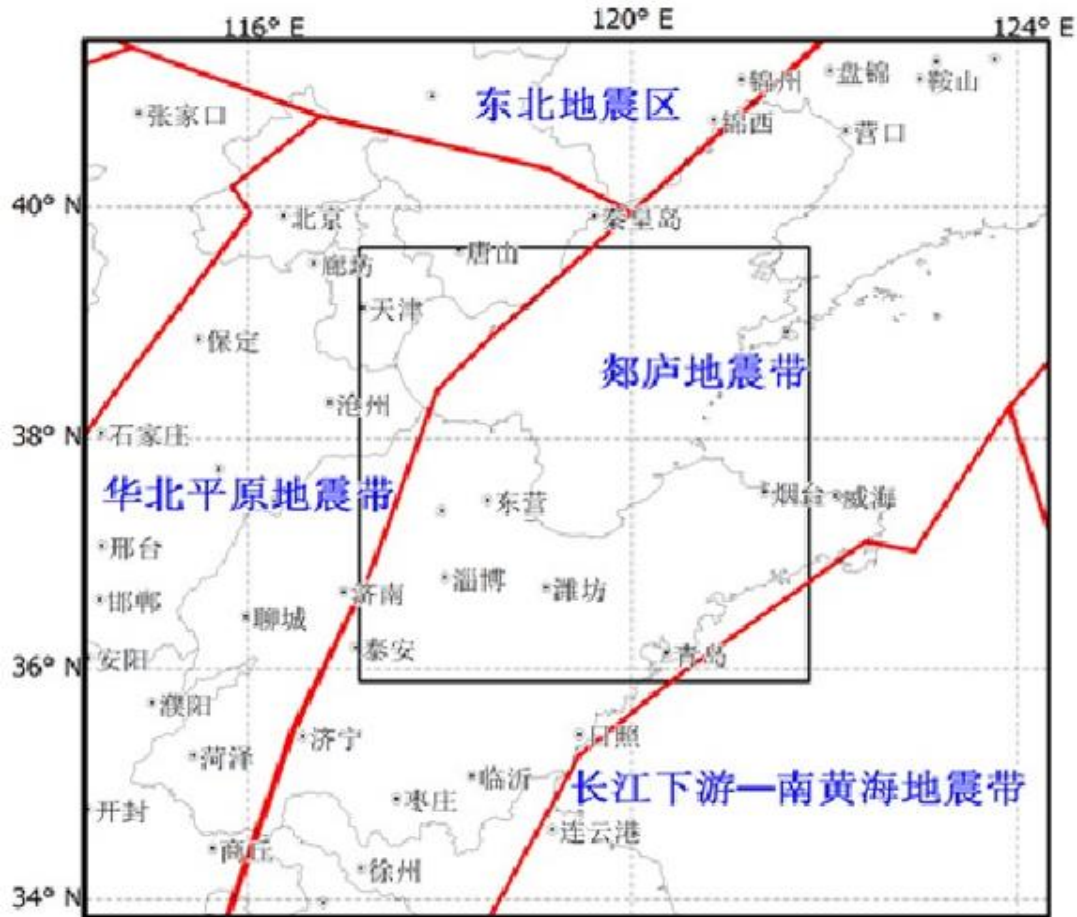


图 4.1-6 渤海地震带分布

4.1.6 区域海洋灾害

4.1.6.1 风暴潮

工程海域处于我国温带系统风暴潮灾害最频繁、最严重的渤海湾和莱州湾边缘以及北上渤海台风的主要途径或主要影响区域，风暴潮影响较频繁和较严重。其灾害损失轻则毁坏堤坝、泊港船只、浅海和滩涂养殖场，溺毙少数人畜，致灾损失可达数百至数千万元人民币；重则摧堤决坝，海水内溢陆地十数甚至数十公里，淹地毁村，溺毙大量人畜，造成逾亿甚至数亿元的惨重损失。尤其当大幅度增水出现在当地天文潮高潮时段且近海伴有向岸大浪时，必将发生严重或特重风暴潮灾害。

据东营市有关部门风暴潮灾情报告统计，1949 年以来，沿海地区决堤垮坝、损桥坏路、浸村摧房、淹禾毁地、荡平盐田、溺毙人畜、破坏油田生产设施等现象的风暴潮灾害时常发生。经济损失在十万元级的局地轻微风暴潮灾害不计其数，经济损失在百万元级的轻~中度风暴潮灾害几乎每年都有发生；经济损失达数千万~逾亿甚至数亿元的严重或特重风暴潮灾害曾发生过 10 余次（如：

1952、1960、1964、1969、1972、1980、1985、1987、1992、1997、2003、2005、2007 年), 平均不足 5 年便发生 1 次。

据统计, 无论何种类型天气形势影响, 只有大或特大幅度增水(最大增水 $\geq 80\text{cm}$)出现在高潮尤其天文大潮高潮时段同时又有向岸大浪配合时, 才会发生较重甚至严重风暴潮灾害。对于潮位虽高但无向岸大浪助虐者和海面有向岸大浪但潮位很低或较低者, 岸边灾害损失均很小甚至无灾。

4.1.6.2 海冰

工程海域近岸部分在国家级冰区区划中被区划为第四级第九区, 半个多世纪以来, 渤海湾出现灾害性冰情共 6 次, 大约每 10 年左右出现一次严重冰冻, 给通航、石油开采、养殖等带来巨大的危害。

本海域通常于每年的 12 月上旬由岸边开始结冰, 次年 3 月上旬终冰, 冰期 90 天左右。一般年份, 固定冰宽度距岸 2~5km, 流冰范围一般距岸 10~15km, 最大达 20km, 海冰厚度一般为 5~15cm, 最厚 30cm, 100a 和 50a 一遇的冰厚为 60cm。流冰块大小一般为 5~20m, 最长达 100m 以上, 流冰速度一般为 52cm/s, 最大为 103cm/s。

4.1.6.3 台风

影响本海域的台风绝大部分出现在 7 月、8 月份。当台风穿过山东半岛进入渤海后, 本海域常处于台风外围, 往往出现大风、大浪、暴雨和风暴潮等灾害。根据历史资料统计, 影响山东沿海的台风, 平均每年约有 3 次。解放后对本海域影响较大的台风共有 12 次, 其中 1972 年、1974 年、1985 年和 1997 年 4 次台风均不同程度地造成了灾害。1997 年 11 号台风给本海域带来了大风、大浪和暴雨, 对涉海产业造成了较大的损失。

4.2 工程区域社会环境概况

4.2.1 行政区划

东营市位于山东省北部黄河三角洲地区, 黄河在东营市境流入渤海。东营市地理位置为北纬 $36^{\circ}55'$ ~ $38^{\circ}10'$, 东经 $118^{\circ}07'$ ~ $119^{\circ}10'$ 。东、北临渤海, 西与滨州市毗邻, 南与淄博市、潍坊市接壤。南北最大纵距 123 公里, 东西最大横距 74 公里, 土地总面积 8243 平方公里。

全市有 5 个县区；26 个乡镇（24 个镇、2 个乡），14 个街道办事处；186 个居民委员会，1781 个村民委员会。其中，东营区有 6 街道 4 镇（文汇街道、黄河路街道、东城街道、辛店街道、胜利街道、胜园街道，牛庄镇、六户镇、史口镇、龙居镇），有村民委员会 201 个，居民委员会 124 个；河口区有 2 街道 4 镇（河口街道、六合街道，义和镇、仙河镇、孤岛镇、新户镇），有居民委员会 10 个，村民委员会 178 个；广饶县有 2 街道 7 镇（广饶街道、乐安街道，大王镇、稻庄镇、丁庄镇、李鹊镇、大码头镇、花官镇、陈官镇）及 1 个新区，有居民委员会 20 个，村民委员会 557 个；垦利区有 2 街道 5 镇（垦利街道、兴隆街道，胜坨镇、郝家镇、永安镇、黄河口镇、董集镇），有居民委员会 14 个，村民委员会 333 个；利津县有 2 街道 4 镇 2 乡（利津街道、凤凰城街道，北宋镇、盐窝镇、陈庄镇、汀罗镇，明集乡、刁口乡），有居民委员会 5 个，村民委员会 512 个。东营经济技术开发区管委会居民委员会 13 个。

4.2.2 社会经济

根据《2017 年东营市国民经济和社会发展统计公报》，东营市社会概况如下：

经济运行平稳向好。初步核算，全市实现生产总值(GDP)3801.78 亿元，按可比价格计算，比上年增长 6.4%。其中，第一产业增加值 125.94 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 2391.68 亿元，增长 7.1%；第三产业增加值 1284.16 亿元，增长 5.1%。三次产业结构 3.3：62.9:33.8。人均生产总值 177376 元，按年均汇率折算为 26271 美元。就业形势基本稳定。新增城镇就业 4.15 万人,城镇人口登记失业率 2.5%，低于 3.5% 的全年控制目标。

农林牧渔业稳定发展。农业增加值 68.30 亿元，比上年增长 3.7%；林业增加值 1.14 亿元，增长 2.0%；牧业增加值 27.32 亿元，增长 6.8%；渔业增加值 29.19 亿元，增长 2.2%。

工业生产稳中向好。全市规模以上工业企业 954 家，年主营业务收入过 10 亿元的企业 172 家，过 100 亿元的企业 34 家。规模以上工业实现总产值 13004.47 亿元，比上年增长 8.8%，其中地方工业总产值 12399.60 亿元，增长 9.3%。全市规模以上工业增加值增长 7.2%，其中地方工业增加值增长 7.4%。在规模以上工业中，轻工业增长 6.6%，重工业增长 7.5%。34 个工业行业大类中 26 个行业实现增长,增长面 76.5%。其中，纺织业增长 14.3%，农副食品加工业增长 11.3%，石油加工业增长 10.8%，橡胶和塑料制品业增长 8.8%，专用设备制造业增长

7.2%，化学原料和化学制品制造业增长 5.2%。重点产品产量中，原油加工量增长 21.4%，子午线轮胎外胎增长 7.6%，十种有色金属增长 6.5%。

固定资产投资企稳回暖。完成固定资产投资 2557.45 亿元，比上年增长 5.8%。其中，地方完成投资 2416.98 亿元，增长 5.4%。分产业看，第一产业完成投资 83.50 亿元，增长 12.8%；第二产业完成投资 1314.18 亿元，增长 5.3%；第三产业完成投资 1159.77 亿元，增长 5.8%。三次产业投资占固定资产投资总量的比重为 3.3:51.4:45.3。

消费品市场运行平稳。实现社会消费品零售总额 862.29 亿元，比上年增长 9.2%。其中，限额以上市场零售额 315.71 亿元，增长 6.0%。从消费区域看，城镇消费品零售额 720.99 亿元，增长 8.5%；乡村消费品零售额 141.30 亿元，增长 13.0%。

交通运输业条件进一步改善。完成公路旅客运量 610 万人次，比上年增长 1.8%；公路货物运输量 6042 万吨，比上年增长 17.5%。完成水路客运量 28.76 万人、旅客周转量 175.48 万人公里，剔除 2016 年浮桥客运因素后，分别比上年增长 7.0%和 7.5%，水路货物运输量 258.16 万吨，增长 6.1%。胜利机场完成旅客吞吐量 53.14 万人次，增长 40.6%；货邮吞吐量 328.91 吨，增长 10.5%。东营港共完成吞吐量 5418 万吨，增长 25.65%。

教育事业稳步发展。全年普通小学适龄儿童入学率 100%，巩固率 100%。高等教育自学考试 4616 人，比上年增加 1584 人；毕业 130 人，比上年增加 62 人；在籍高等教育自学考试 3.5 万余人。全年夏季高考 13508 人，比上年减少 235 人；春季高考 4414 人，比上年增加 165 人。

财政收支稳定增长。实现一般公共财政预算收入 232.88 亿元，直比增长 5.0%，可比增长 7.9%。从收入构成看，税收收入 157.98 亿元，可比增长 11.8%；非税收入 74.90 亿元，增长 0.6%。税收收入占财政收入的比重 67.8%。从主要税种看，增值税 66.13 亿元，增长 35.9%；城镇土地使用税 33.34 亿元，增长 23.7%；企业所得税 13.50 亿元，增长 14.0%；城市维护建设税 12.26 亿元，增长 3.8%；个人所得税 6.49 亿元，增长 19.2%；契税 6.11 亿元，增长 55.2%。公共财政预算支出 277.66 亿元，增长 3.5%。其中，金融支出增长 681.7%，国土海洋气象等支出增长 154.8%，科学技术支出增长 118.5%，住房保障支出增长 51.9%，债务付息支出增长 25.4%，节能环保支出增长 21.0%。

人口保持平稳增长。年末全市常住人口 215.46 万人。全年共出生 34125 人，

人口出生率为 17.58‰，死亡率为 4.58‰，自然增长率为 13.00‰。城乡居民生活明显改善。城镇居民人均可支配收入 44763 元，增长 7.7%；人均消费性支出 26871 元，增长 8.0%；恩格尔系数为 23.5%；年末人均现住房建筑面积 36.63 平方米。农村居民人均可支配收入 16252 元，增长 8.4%；人均消费性支出 12346 元，增长 8.8%；恩格尔系数为 23.2%；年末人均现住房建筑面积 38.30 平方米。

4.3 海洋资源

4.3.1 港口资源

本工程拟建管道西端所连接的登陆点位于东营港经济开发区内，紧邻东营港。东营港是黄河经济带连接东北亚最佳海陆通道中的枢纽。

东营港区位于渤海西侧，黄河入海口以北约 50km 的渤海湾和莱州湾交界处。东营港区北距滨州港约 110km，距天津港约 165km，南距龙口港约 135km，隔海与辽宁半岛等港相望，陆上距省会城市济南市约 230km。

东营港是山东省地区性重要港口，1995 年被国家批准为一类开放口岸。山东省人民政府批复的《东营港总体规划（2016-2040 年）》，规划东营港辖东营港区、广利港区、广北港区和广饶港区，形成以东营港区为主，以广利港区、广北港区和广饶港区为辅助的港口体系。《东营港总体规划（2016-2040 年）》在有效指导东营港的发展与建设、促进临港开发和产业布局等方面发挥了重要作用。

近年来，随着《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》和《山东半岛蓝色经济区发展规划》的深入实施，东营港经济开发区加快了现代化的石化城、生态城、新港城的建设步伐，积极推进国家石油战略储备基地、石油化工基地、山东加工制造业基地建设，倾力打造鲁北及晋冀区域性物流中心；东营经济技术开发区着力推进产业发展集群化、产城融合一体化、城市功能高端化，加快园区转型升级。同时，依托东营港经济开发区的东营港区和依托东营经济技术开发区的广利港区进入快速发展通道，在东营港区相继建成 1 万吨级、2 万吨级、3 万吨级、5 万吨级等深水码头泊位和 5000 吨级、3000 吨级的小型码头泊位，规划仓储用地得到较充分开发，到港船型大型化趋势明显，客货吞吐量大幅攀升，2015 年东营港货客吞吐量分别达到 3366 万吨、38 万人次；广利港区集疏港道路已经建成通车，通用堆场、物流园区及辅建区陆域形成工程已竣工；南防波挡沙堤已建设至 6100m；北防波挡沙堤已建设至 5140m；南、北防波堤延长段、航道及通用

码头一期工程正在稳步推进，计划 2017 年底达到通航条件。

截至 2015 年底，东营港共有生产性码头泊位 52 个，最大靠泊能力 5 万吨级，年通过能力 2438 万吨、86.4 万人次、20 万车辆，其中东营港区有生产性泊位 43 个，最大靠泊能力 5 万吨级，通过能力 2398 万吨；广北港区有生产性码头泊位 3 个，均能靠泊 1000 吨级船舶，通过能力 40 万吨。

东营港货物运输主要由东营港区完成，广利港区正在开发建设。东营港区为胜利油田海上生产、腹地内企业生产原材料及产成品运输提供服务，同时也为区域内建筑企业和人民生活提供海上运输服务。东营港货物吞吐量由 2008 年的 64 万吨、2010 年的 462 万吨增长到 2015 年的 3366 万吨。

截止目前，东营港最大的泊位码头是位于栈桥作业区的 2 个 5 万吨级泊位，但伴随着国家原油进口权的放开，东营市及周边地区地炼企业陆续取得原油进口指标，通过东营港运输原油的需求量猛增，小吨位的泊位根本无法满足大型油轮的靠泊需求，无大吨位级码头已经成为制约东营港进一步发展成真正有影响力大型海港的关键因素。

4.3.2 矿产资源

渤海湾有丰富的油气资源。由于渤海湾为陆上黄骅含油凹陷的自然延伸地带，生油凹陷面积大，第三系沉积厚，含油前景很大，为中国油气资源较丰富的海域之一。工程区北邻我国第一大极浅海区油田-埕岛油田，南靠垦利油田群，并穿过渤中区油田群的多条海底管道，油气资源非常丰富。

4.3.2.1 埕岛油田

埕岛浅海油田位于渤海湾南部的极浅海域，区域构造位于渤中坳陷与济南坳陷交汇处埕北低凸起的东南端、西南以埕北大断层与涅背坳陷相邻、向北倾伏于渤中坳陷和桩东坳陷南距现海岸 3 公里。埕岛油田是我国自主开发的滩浅海大油田，目前年产原油 300 多万吨，已建成中心平台 3 座，各种采油平台 104 多座，海底管缆密布，输油管道 160 段，总长 280km。

4.3.2.2 渤中油田群

渤中油田群由渤中 28-1 油田、渤中 34 油田、渤中 25-1 油田、渤中 19-4 油田及渤中 26 油田等。其中，渤中 28-1 油田于 1981 年 5 月发现，1989 年 5 月投产。渤中 34-2 油田和渤中 34-4 油田于 1983 年 5 月发现，1990 年 6

月建成投产。1999 年最新发现渤中 29-4 油田、渤中 25-1 油田。

渤中 25-1 油田位于渤海南部，1980-1984 年间中日合作在此构造上钻了 4 口井，于沙河街组发现了油层，并获取了较高的产量，但是 4 口井后的评价认为油层位于沙三段，是浊流沉积，砂体连通性差，为岩性油藏，计算的地质储量 1200 万立方米，没有开发价值，经过 15 年的沉寂之后，1998 年通过对该构造古生物、岩性、沉积相、构造等重新研究，认为沙河街组主力油层位于沙二段，是扇三角洲沉积，砂体连通性较好，为构造油藏，地质储量为 560 万立方，并且第一次认识到明化镇组有更大的勘探潜力。经过 BZ25-1-5 井的钻探验证了以上新认识的正确性，进一步评价获探明地质储量 2 亿方，成为渤海的第三大油田，2003 年该油田已投入生产。

渤中 28-1 油田位于渤海南部海域，东经 $119^{\circ}36' \sim 119^{\circ}39'$ ，北纬 $38^{\circ}17' \sim 38^{\circ}20'$ 。油田距塘沽 190km，距海岸线最近距离 65km，水深 22~25m、气温 $-16 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。1980 年 12 月中日石油开发株式会社与渤海石油公司合作勘探开发渤南及渤西地区，首钻 BZ28-1-1 井发现了渤中 28-1 油田。该油田为渤南凸起上的一个断块型古潜山构造。主要储集层为下古生界碳酸盐岩，储集空间为裂缝和基质孔隙型，含油面积 11.3km^2 ，基本探明石油地质储量 $1139 \times 10^4\text{t}$ ，气顶气地质储量 $24.59 \times 10^8\text{m}^3$ ，凝析油地质储量 $47.6 \times 10^4\text{t}$ 。至 2011 年生产井 7 口，油层埋深 3200m，建有 2 个小平台和单点系泊，浮式生产储油轮。油田全部依靠天然能量自喷方式开采，设计产能 $40 \times 10^4\text{t/a}$ ，实际只有 $17 \times 10^4\text{t/a}$ 左右。渤中 34 油田群位于渤海南部海域，东经 $119^{\circ}25' \sim 119^{\circ}40'$ ，北纬 $37^{\circ}59' \sim 38^{\circ}10'$ ，南北长 2.3km，东西宽 13.5km，海域平均水深 20.5m。渤中 34 油田群包括有渤中 34-1 油田、渤中 34-2 油田、渤中 34-4 油田等。渤中 34-2/4 油田于 1990 年 6 月海上一期工程建成 2EP 平台，钻生产井 2 口，原有预探井和评价井 4 口，总井数 6 口。于 1990 年 9 月建成 4EP 平台并投入生产，钻生产井 1 口，原有评价井 2 口，总井数 3 口。1992 年 4 月二期工程竣工，2EW 平台投入生产，钻生产井 4 口，(2 口注水井，2 口生产井)。1993 年 10 月三期工程 4W 平台建成投产，仅有一口评价井。至此，渤中 34-2/4 油田经过 4 年的滚动开发，工有平台井座 4 座，生产井 14 口。年生产能力 $40 \times 10^4\text{t}$ 。截止 1994 年 12 月，累计采油 $169.8 \times 10^4\text{t}$ ，采出程度 5.8%，采油速度 2.0%，综合含水 16.12%。渤中 19-4 油田位于渤海中部海域，其地理位于东经 $119^{\circ}00' \sim 119^{\circ}10'$ ，北纬 $38^{\circ}18' \sim 38^{\circ}24'$ ，南距离渤中 25-1 油田 FPSO 约 15Km，西北距天津塘沽

145km，东南距离山东龙口市 132km。渤中 19-4 油田采用全海式开发方案，于 2010 年 4 月份投产。现有 4 座井口平台，包括 19-4WHPA 平台、19-4WHPB 平台、19-4WHPC 平台、19-4WHPD 平台，3 条海底混输管道、3 条海底注水管道及 2 条海底电缆。渤中 19-4 油田充分利用渤中 25-1 油田已建海上平台和海底管道以及“海洋石油 113”号 FPSO 现有油气处理系统能力，对渤中 19-4 油田原油及伴生气进行中转、输送和处理。现有生产工艺为来自 WHPB 平台的物流经海底管道输送至 WHPA 平台，与产自 WHPA 井口平台的生产物流一道经海底管道混输至渤中 25-1 油田 WHP 平台，并与其生产物经海底管道混输至渤中 25-1WHPB 平台，然后混输至“海洋石油 113 号”FPSO 上进行油气水分离处理、存储和外输。

4.3.2.3 垦利油田群

垦利油田包括垦利 3-2 油田群及垦利 10-1 油田。

垦利 3-2 油田群位于渤海海域南部，由垦利 3-2、渤中 34-6/7、渤中 29-4 南区、渤中 35-2 等油田构成。海域平均水深约 20 米，主要生产设施包括 7 座海上平台和 1 个陆上原油处理终端。该油田群 2014 年 5 月投产，高峰日产量预计约达 3.5 万桶。垦利 10-1 油田位于渤海南部海域，平均水深约 17 米。该油田主要生产设施包括一座中心处理平台、两座井口平台和 70 口生产井。该油田目前有 12 口井在产，日产原油约 10750 桶，预计 2016 年实现 3.6 万桶的高峰日产量。

4.3.3 养殖资源

东营市海岸线南起小清河向广饶一侧(6 号桩与 7 号桩连线交点)，北至顺江沟向河口区一侧，0m 线至海岸线滩涂面积 12.23 公顷。0~5m 等深线浅海面积 15.29 公顷。沿岸水浅、滩宽、地势平坦，土壤类型多为滨海盐潮土，沉积物以粉砂和淤泥质粉砂为主；加之沿岸河流众多，水体营养盐丰富，是比较理想的海洋农牧化基地，尤其适合多种贝类生长栖息，是全国著名的贝类生产区。滩涂和浅海主要增养殖种类有文蛤、四角蛤蜊、蛏类、毛蚶等。

4.3.4 渔业资源

本区域按栖息水层分，有中上层鱼类和底层鱼类。中上层鱼类有：斑鲈、赤鼻棱鲷、中颌棱鲷、黄鲫、蓝点马鲛、银鲳、青鳞鱼、扁颌针鱼、玉筋鱼和海龙

等 10 余种；底层鱼类有：大银鱼、安氏新银鱼、梭鱼、小黄鱼、叫姑鱼、白姑鱼、方氏云鲷、短鳍鲷、绯鲷、小带鱼、裸项栉鰕虎鱼、矛尾刺鰕虎鱼、尖尾鰕虎鱼、锤魮鰕虎鱼、红狼牙鰕虎鱼、凹鳍孔鰕虎鱼、许氏平鲉、欧式六线鱼、鲷、焦氏舌鲷等 20 余种。

4.3.5 岸线滩涂资源

东营市地处黄河入海口，海岸线长约 412.67km，滩涂面积 $12.23 \times 10^4 \text{hm}^2$ ，15m 等深线以内浅海面积约 $48 \times 10^4 \text{hm}^2$ ，拥有丰富的渔业资源和滩涂养殖资源，且沿岸滩宽、水浅、地势平坦、河流众多，孕育着丰富的生物资源和良好的栖息环境，具有发展浅海贝类增养殖产业的良好前景。

4.4 项目周边开发利用现状

4.4.1 项目周边开发利用现状

工程海域的主要开发活动主要为港口航运、油气开采、浅海养殖、填海造地用海、防潮堤用海等。工程海域开发利用现状见图 4.4-1。工程周边用海活动一览表详见表 4.4-1 所示。

4.4.1.1 港口航运活动

项目周边的港口主要有东营港东营港区和东营市中心渔港。

东营港区现有生产性泊位 43 个，最大靠泊能力 5 万吨级，通过能力 2398 万吨。这些泊位均位于东营港区南防波堤以北，与本工程以南防波堤相隔开，港区内的泊位分属不同的单位进行经营，港区的管理由东营市港航管理局负责。

东营港区现有三段相对独立的航道，第一段航道是为栈桥 5 万吨级码头服务的单向航道，位于栈桥北侧，航道走向平行于栈桥，长约 2km，宽 200m，设计水深 14.5m。第二段是为栈桥 3 万吨级码头服务的航道，位于栈桥南侧，长 7.5km，宽 180m，设计水深 13~16m；第三段是为南、北港池码头服务的航道，位于东营港区北防波堤和一港池航道防护工程之间，长 8km，宽 100m，设计水深 5.5~10m。三段航道均位于本工程以北，与本工程的最近距离为 5.2km。航道均由东营市港航管理局负责管理。

东营港区现有锚地为 1#锚地和 2#锚地，均位于本工程北侧，与本工程的最近距离为 2.0km。锚地均由东营市港航管理局负责管理。

东营市中心渔港现有设施主要包括码头、护岸、引桥、南防波堤、北防波堤。主要水域有港池、航道、北锚地和南锚地。本工程距离渔港北锚地 653m，距离渔港南锚地 2.4km，距离渔港码头 2.4km。东营市中心渔港现有设施和水域的海域使用权人为东营市河口区海洋与渔业局，项目性质为公益性。

4.4.1.2 油气开采活动

项目周边分布有多个油田群，如埕岛油田群、BZ19-4 油田、BZ25-1 油田、BZ26-2/26-3 油田、BZ28-1S 油气田、BZ34 油田群、垦利油田群。石油平台、海底管道电缆众多。本工程与中海油天津分公司所属的 3 条海底管道发生交越。与这些油田平台的最近距离为 5.3km（BZ26-3WHPB 平台），见表 4.4-1。

表 4.4-1 本项目周边油气工程分布情况

序号	油田名称	与本项目的方位关系	年产量	距离单点	距离海底管线
1	BZ19-4	西北	最高年产油 79.7×104m³/a；最高年产气 2805.9×104m³/a；	40km	23km
2	BZ25-1	西北	年产油约 150×104m³/a；	41km	14km
3	垦利油田群	东南	最高年产油量 200 万吨	85km	70km
4	埕岛油田群	西南	年产量 200 万吨	60km	20km
5	BZ28-1	东南	年产量 45 万吨	17km	14km
6	BZ34 油田群	东南	年产量 40 万吨	35km	18km
7	BZ26-2/26-3 油田	西北	年产量 70 万吨	33km	6.5km

4.4.1.3 浅海养殖

项目周边的主要养殖用海包括：河口区仙河镇海星村浅海贝类养殖、山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖。本项目与这些养殖区的最近距离为 5.40km。

4.4.1.4 填海造地用海

在东营港区一港池航道防护工程和东营港区南防波堤之间，分布有一些填海造地用海活动，分别为万通建材加工贸易区陆域形成工程、海欣商品汽车仓储贸易区陆域形成工程、万通件杂货仓储区陆域形成工程、海欣散货仓储区陆域形成工程、集装箱仓储区陆域形成工程、东营港东营港区一突堤北侧 1#~4#通用泊位陆域堆场工程、东营港东营港区一突堤南侧 1#~3#集装箱泊位陆域堆场工程。本

工程与这些填海造地用海由东营港区南防波堤相隔开，工程与最近的最近距离为 2.8km。

4.4.1.5 防潮堤用海

本工程拟建管道需穿越东营市经济开发区防潮堤工程和东营市经济开发区防潮堤二期工程后与中转油库相接。

东营港经济开发区防潮堤工程北侧连接东营港一突堤北围堰，南侧至中心渔港北防波堤。东营港经济开发区防潮堤二期工程北侧与规划的东营港二突堤临港道路工程相接，南侧与中心渔港北防波堤相接，东侧与东营港经济开发区防潮堤工程相接。东营市经济开发区防潮堤工程用海面积 37.6898 公顷，东营市经济开发区防潮堤二期工程用海面积 42.0906 公顷，二者的海域使用权人均为东营港建设投资有限公司。

表 4.4-2 工程周边用海活动一览表

用海项目	与本工程方位关系	最近距离
东营港东营港区泊位	北	■
1#锚地	北	■
2#锚地	北	■
东营港区栈桥作业区 5 万吨级 航道	北	■
东营港区栈桥作业区 3 万吨级 航道	北	■
东营港区南、北港池作业区航道	北	■
东营市中心渔港码头	南	■
中心渔港北锚地	南	■
中心渔港南锚地	南	■
东营港经济开发区防潮堤工程	穿越	■
东营港经济开发区防潮堤二期工 程	穿越	■
东营港东营港区北防波堤工程	北	■
东营港东营港区南防波堤工程	北	■
中心渔港北防波堤	南	■
山东海星集团有限公司浅海贝类 开放式养殖	南	■
河口区仙河镇海星村浅海贝类养 殖	北	■

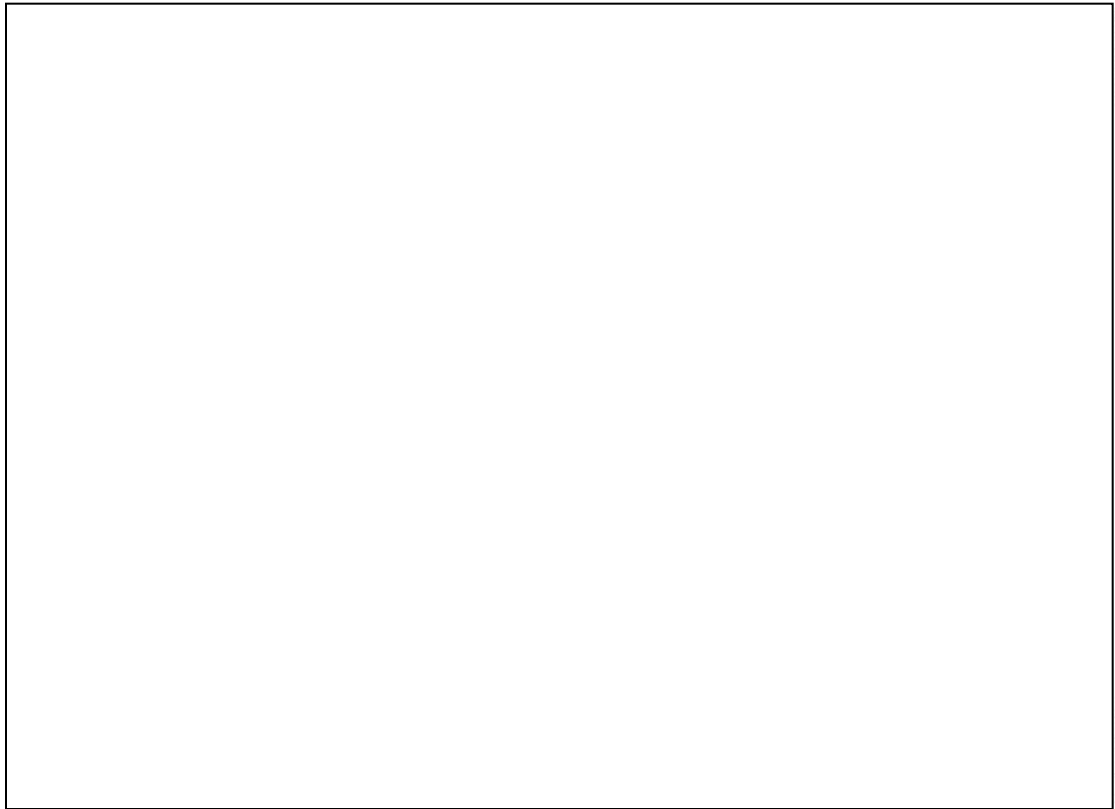


图 4.4-1 工程海域开发利用现状图

4.4.2 海域确权现状

本工程周边已确权的用海项目较多，其中，与本工程用海相关的确权用海项目主要为：东营市经济开发区防潮堤工程、东营市经济开发区防潮堤二期工程、东营市中心渔港工程、东营市中心渔港北锚地、东营市中心渔港南锚地、垦利 3-2 油田群开发工程、渤西渤南联网供气项目、渤中 26-2 油田开发工程。每个工程的用海类型、方式、面积、期限等海域使用权属内容见表 4.4-3。

表 4.4-3 与本项目用海相邻的确权用海项目统计

用海项目	权属来源	海域使用权人	权属内容			
			用海类型	用海方式	用海面积 (hm^2)	用海期限
东营市经济开发区防潮堤工程	东营市人民政府	东营港建设投资有限公司	海岸防护工程用海	非透水构筑物用海	37.6898	50 年
东营市经济开发区防潮堤二期工程	东营市人民政府	东营港建设投资有限公司	海岸防护工程用海	非透水构筑物用海	42.0906	40 年
东营市中心渔港工程	东营市人民政府	东营市河口区海洋与渔业局	渔业用海	透水构筑物用海非透水构筑物用海	33.4222	40 年 (2011 年 1 月 18 日至 2051 年 1 月 17 日)
东营市中心渔港北锚地	东营市人民政府	东营市河口区海洋与渔业局	渔业用海	专用航道、锚地及其它开放式	321.8906	40 年 (2011 年 4 月 22 日至 2051 年 4 月 21 日)
东营市中心渔港南锚地	东营市人民政府	东营市河口区海洋与渔业局	渔业用海	专用航道、锚地及其它开放式	321.8906	40 年 (2011 年 1 月 18 日至 2051 年 1 月 17 日)
垦利 3-2 油田群开发工程	国家海洋局	中海石油(中国)有限公司	油气开采用海	平台式油气开采海底电缆管道	400.331	2014 年 1 月 17 日~2032 年 12 月 18 日
渤西渤南联网供气项目	国家海洋局	中海石油(中国)有限公司	油气开采用海	平台式油气开采海底电缆管道	342.6133	2010 年 12 月 30 日~2029 年 12 月 30 日
渤中 26-2 油田开发工程	国家海洋局	中海石油(中国)有限公司	油气开采用海	平台式油气开采海底电缆管道	521.46	2003 年 7 月 25 日至 2030 年 7 月 25 日

4.5 主要环境敏感目标概况主要保护对象现状

4.5.1 黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区

黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区总面积2188.9 hm^2 ，由国家农业部于2011年12月8日公布。核心区面积为778.4 hm^2 ，是由4个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为（119°00'58.43"E，38°00'39.24"N；119°02'24.64"E，38°00'55.29"N；119°03'08.20"E，37°58'56.07"N；119°01'43.82"E，37°58'48.27"N）。实验区面积1410.5 hm^2 ，是核心区以外与4个拐点顺次连线围成的海域之间的区域，拐点坐标分别为（119°00'43.30"E，38°00'51.17"N；119°03'27.46"E，38°01'16.39"N；119°04'46.79"E，37°58'42.31"N；119°01'42.45"E，37°58'12.96"N）。特别保护期为每年3~8月，主要保护对象为黄河口文蛤等。

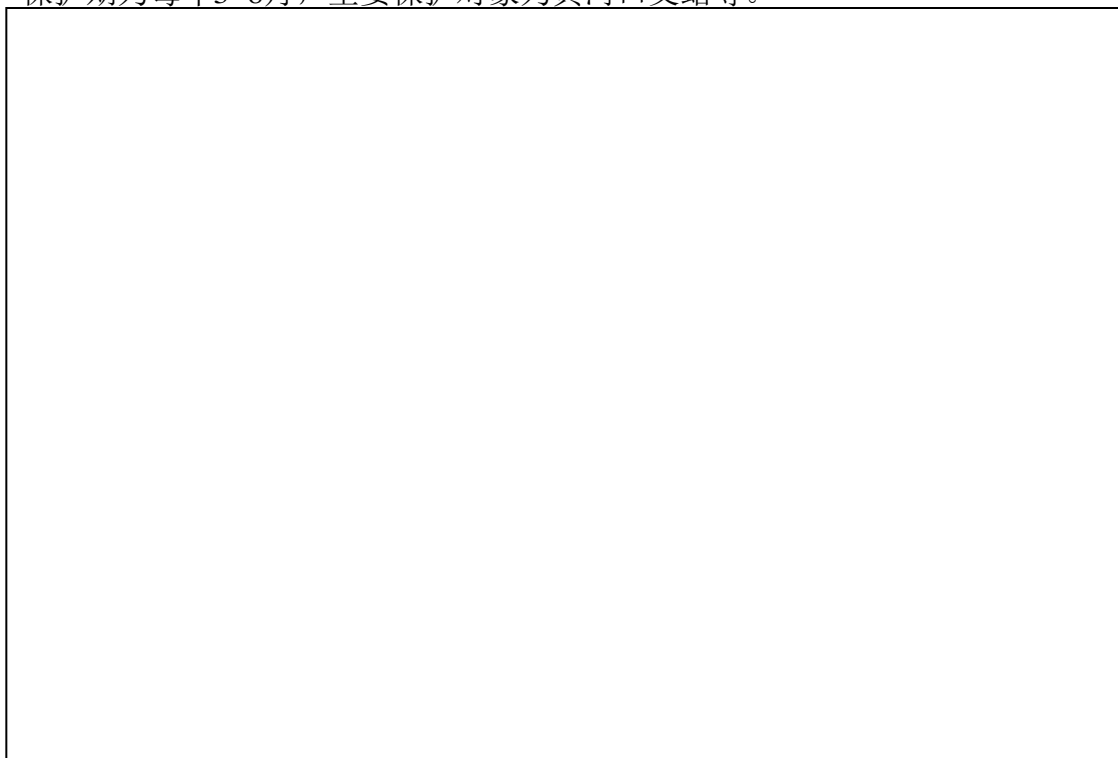


图 4.5-1 黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区功能区划图

4.5.2 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾）

莱州湾国家级水产种质资源保护区总面积为 7124 km^2 ，其中核心区面积为 1710 km^2 ，试验区面积为 5414 km^2 。核心区包括三个区域。海岸线北起山东省东营市孤岛镇向南经黄河入海口，小清河入海口，以白浪河入海口为拐点，向东经潍河，胶莱河入海口到莱州市虎头崖镇转向东北经三山岛刁龙咀，辛庄镇，黄山馆镇，北至龙口市矾姆岛南侧。

核心一区：是由 6 个拐点顺次连线所围的海域，面积为 66.7 km^2 （主要保护

对象有真鲷，花鲈，三疣梭子蟹）。拐点坐标分别为 37°19'45"N、119°47'10"E，37°26'48"N、119°44'57"E，37°28'01"N、119°48'49"E，37°24'09"N、119°50'26"E，37°23'21"N、119°48'08"E，37°20'18"N、119°49'22"E。

核心二区：是由 4 个拐点顺次连线所围的海域，面积为 40 km²（主要保护对象有三疣梭子蟹）。拐点坐标分别为 37°13'01"N、119°29'50"E，37°16'54"N、119°29'50"E，37°16'57"N、119°33'24"E，37°13'01"N、119°33'48"E。

核心三区：是由 3 个拐点顺次连线与西侧海岸线（海岸线北起东营市黄河口镇，经黄河入海口，小清河入海口，南至潍坊市白浪河入海口）所围的海域，面积为 1603 km²（主要保护对象有中国对虾，文蛤，青蛤，中国毛虾）。拐点坐标分别为 37°57'00"N、119°00'00"E，37°54'00"N、119°10'00"E，37°09'10"N、119°10'00"E。

莱州湾实验区：是由 4 个拐点顺次连线与南面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域（不包括其中的 3 个核心区）。拐点坐标分别为 38°00'00"N、118°58'30"E，38°00'00"N、119°20'00"E，37°40'00"N、119°20'00"E，37°40'00"N、120°18'03"E。

主要保护对象有中国明对虾，小黄鱼，三疣梭子蟹，真鲷，花鲈，另外还有蓝点马鲛，口虾蛄，半滑舌鳎，文蛤，青蛤，中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳，黄鲫，青鳞沙丁鱼，鲚，凤鲚，鳓，鳀，赤鼻棱鳀，玉筋鱼，黄姑鱼，白姑鱼，叫姑鱼，棘头梅童，鲛等。

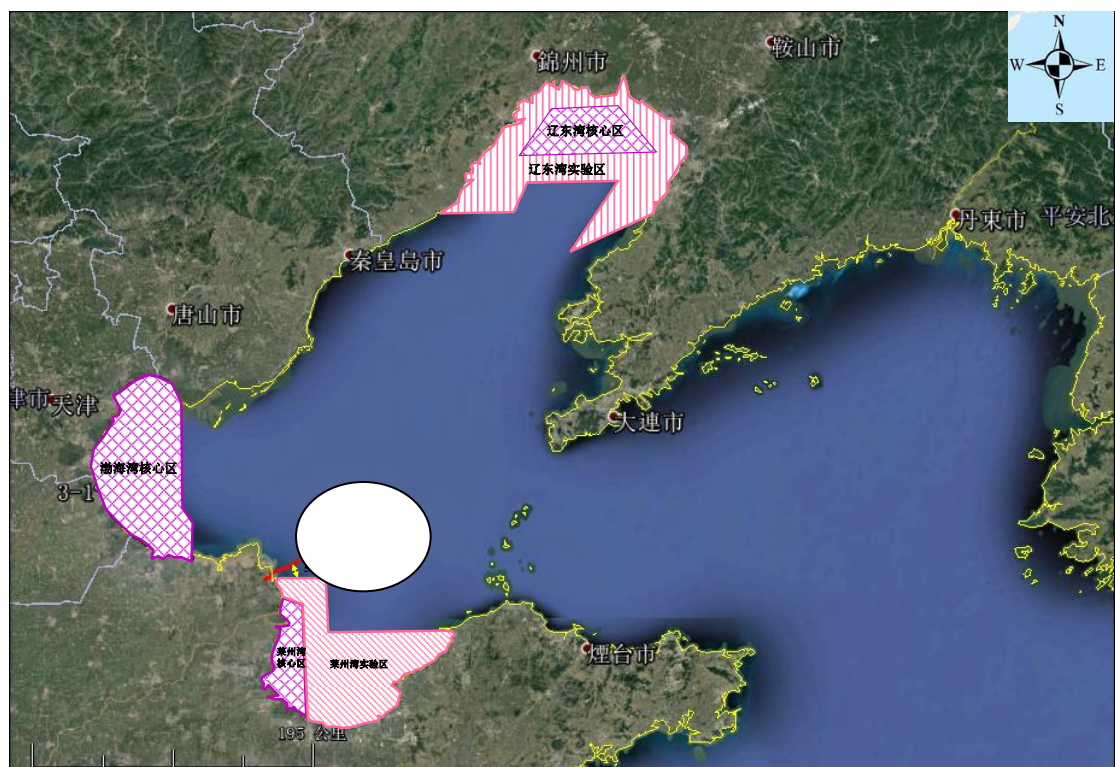


图 4.5-2 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区功能区划图

4.5.3 近岸养殖区

项目周边的主要浅海养殖区包括：河口区仙河镇海星村浅海贝类养殖、山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖。本项目与这些养殖区的最近距离为 5.40km。

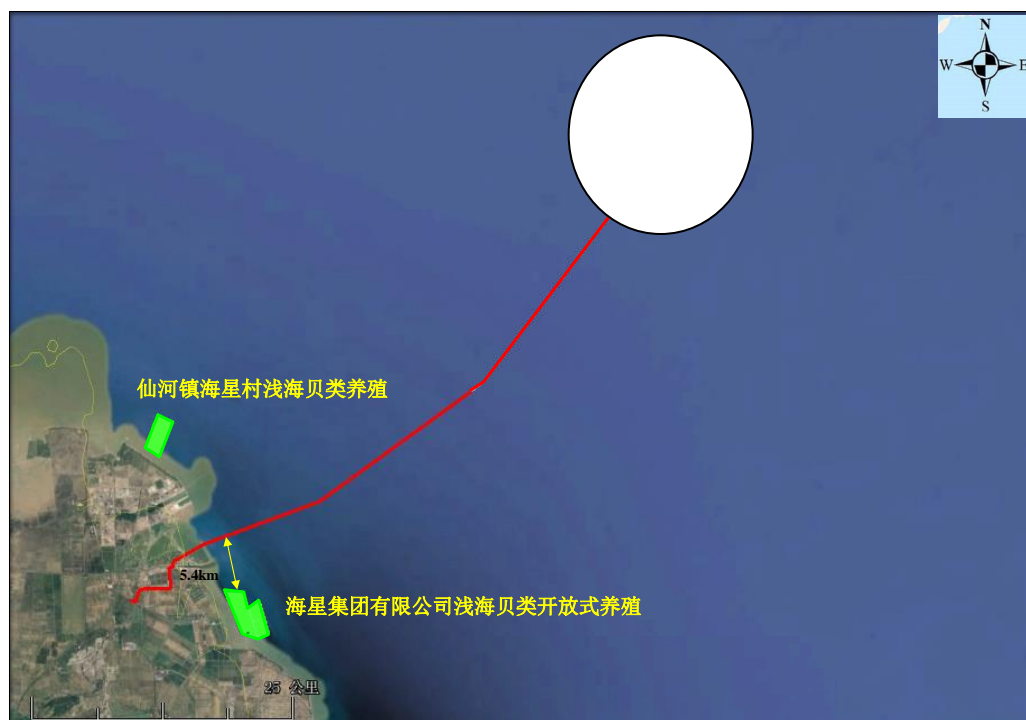


图 4.5-3 近岸养殖位置图

4.5.4 渔业“三场一通道”

本章节引用中国水产科学研究院黄海水产研究所于 2017 年 3 月编制的《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海域渔业资源现状调查与评价》专题报告。

4.5.4.1 中上层鱼类

代表性种类有太平洋鲱鱼、鲹鱼、青鳞、黄鲫、斑鰭、小鳞魮、鄂针鱼、赤鼻棱鲹等。在渤海产卵场分布为渤海湾、莱州湾、辽东湾、滦河口、大清河口及戴河口一带水域，该工程穿过中上层鱼类的产卵场、索饵场和洄游通道（图 4.5-4）。

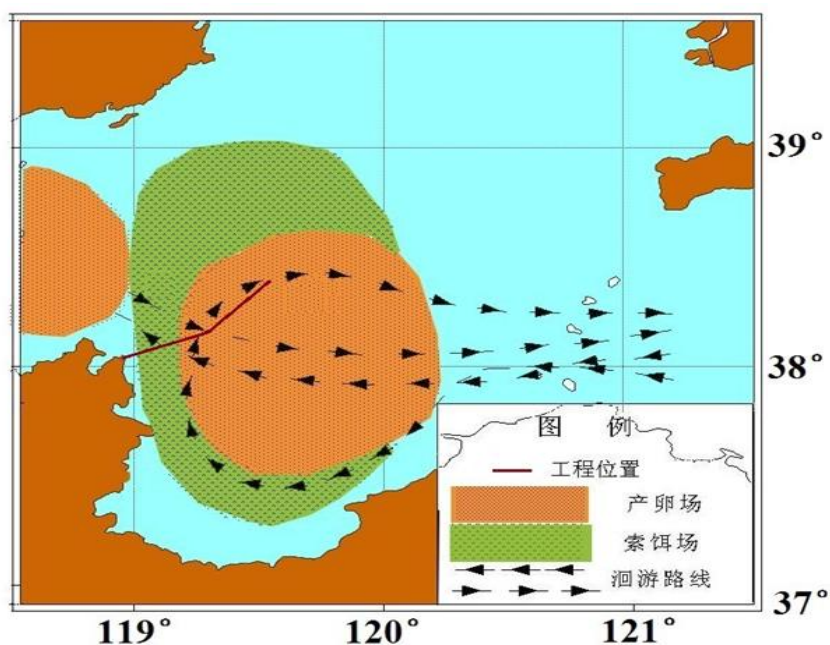


图 4.5-4 中上层鱼类洄游分布

(1) 鲹鱼

渤海几乎全年都有鲹鱼分布，近年来调查资料表明，从春到冬调查海区始终都有鲹鱼渔获。鲹鱼于 5 月份大量出现在渤海，渔获量最高，6~7 月渔获量有较大下降，9、10 月明显减少，11 月又有所上升，12 月基本消失。该工程位于产索饵场内（图 4.5-5）。

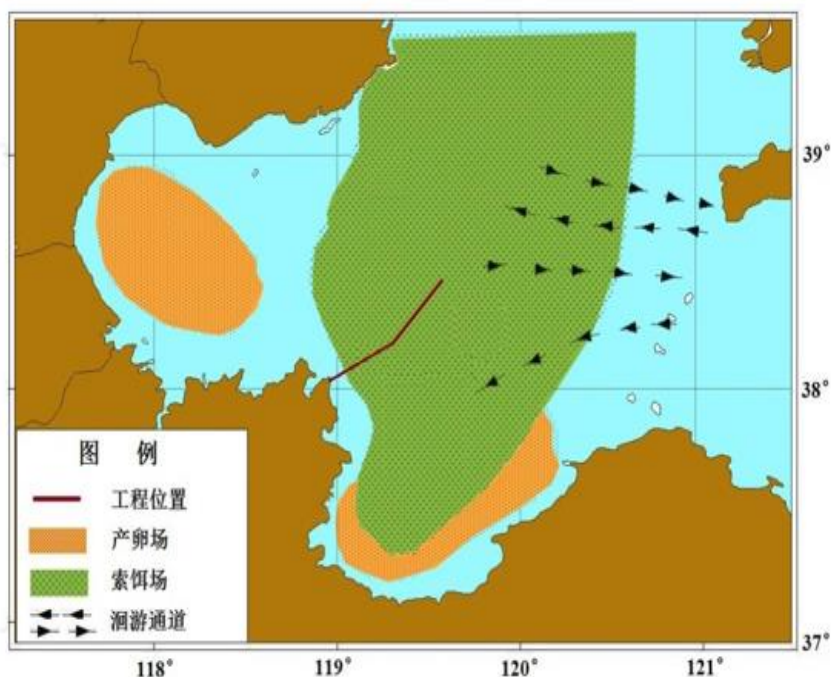


图 4.5-5 鳊鱼洄游分布

(2) 银鲳

银鲳属鲳科，属暖水性、中上层集群性经济鱼类。银鲳具有显著的与其它近海性鱼类的产卵场分布极为相似的共同点：河口浅海混合海水的高温低盐区，水深一般为 10~20m 左右，渤海银鲳的产卵期为 5 月上旬至 7 月上旬，7~11 月为主要索饵期，9 月银鲳幼鱼又从近岸移向渤海中部，分布面广，密集中心在莱州湾、和黄河口一带，10 月随水温下降，鱼群逐渐移向渤海中部，并形成密集中心，在辽东湾南部也有密集中心，11 月末银鲳才逐渐游离渤海向越冬场洄游。油田周围水域有洄游通道分布，本工程穿过银鲳的洄游通道（图 4.5-6）。

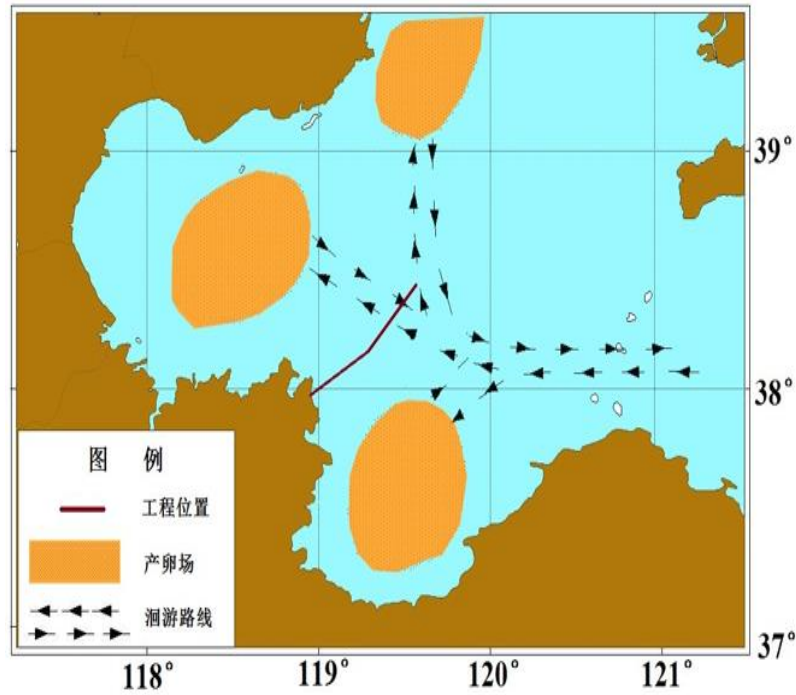


图 4.5-6 银鲳洄游分布

4.5.4.2 底层鱼类

代表性种类有小黄鱼、带鱼、东方鲀类、鲈鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、白姑鱼、梅童鱼、真鲷、鳎类、鲳类、鲆鲽类等。在渤海产卵场分布为渤海湾、莱州湾、辽东湾。该工程穿过底层鱼类的产卵场（图 4.5-7）。

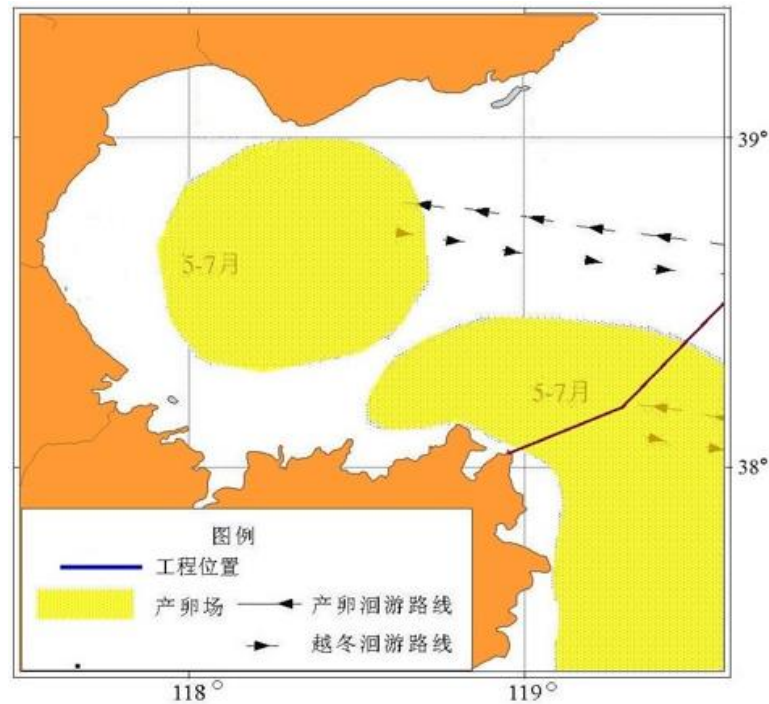


图 4.5-7 底层鱼类洄游分布

(1) 白姑鱼

白姑鱼属石首鱼科，为暖温性底层鱼类。白姑鱼有明显的季节性洄游。白姑鱼在越冬海区停留到 4 月中、下旬，主群迅速向北、偏西方向移动。洄游鱼群的主群向北洄游，5 月上旬便可到达石岛东南及以东海域，于 5 月至 6 月上旬便可进入渤海各大河口外海区产卵，主要产卵期为 6 月前后，渤海湾为白姑鱼的主要产卵场。该工程穿过白姑鱼产卵场（图 4.5-8）。

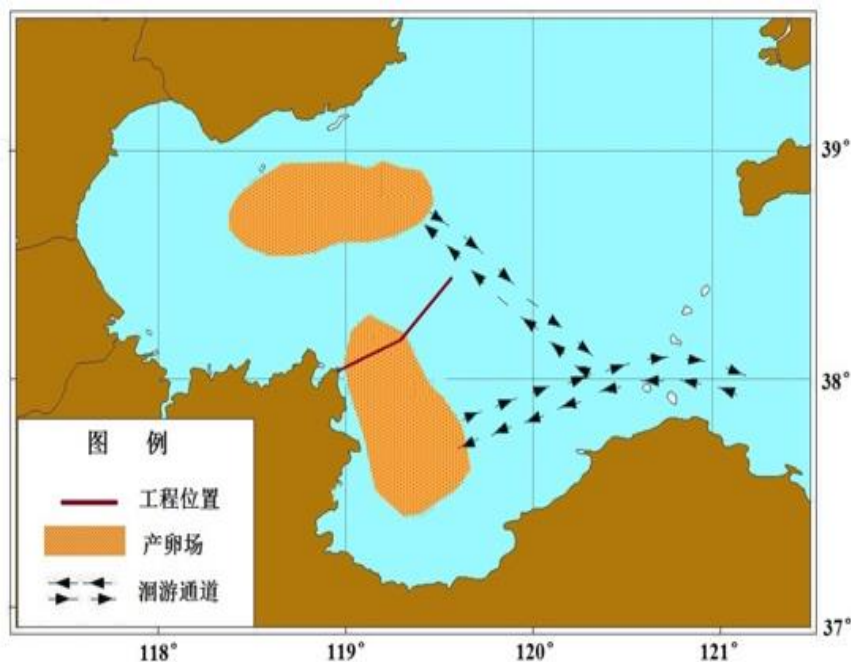


图 4.5-8 白姑鱼洄游分布

(2) 黄姑鱼

黄姑鱼属石首鱼科，广泛分布于渤、黄、东、南海沿海及日本西部和韩国沿岸水域。为洄游性的暖温性底层鱼类，是洄游到渤海的重要经济鱼类之一。黄姑鱼 5 月出现于渤海，主群进入黄河口海区产卵，另有部分游向辽东湾大凌河口和滦河口海区产卵场。产卵后的鱼群在各产卵场附近水域分散索饵。6~7 月产卵后密集鱼群消失，仅莱州湾、黄河口有数量不多的分布，8 月莱州湾出现幼鱼密集中心，9~10 月幼鱼数量增多，分布面进一步扩大，整个莱州湾、黄河口以及辽东湾南部均有分布，11 月基本消失。黄姑鱼的产卵期为 5~6 月。本工程与黄姑鱼产卵场距离较远（图 4.5-9）。

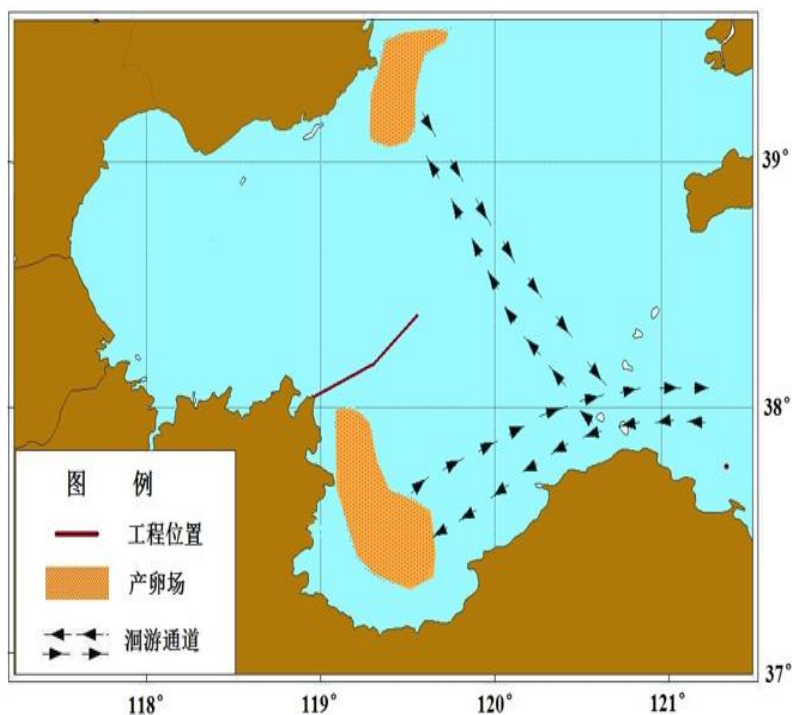


图 4.5-9 黄姑鱼洄游分布

(3) 带鱼

带鱼属带鱼科,属暖水性和底层鱼类,为拖网、定置网等捕捞对象。每年 3~4 月开始向产卵场洄游,5 月下旬至 6 月产卵,在渤海的产卵群在水浅、温盐度较低的河口外海产卵,其群体可分两部分,南部群体进入莱州湾;北部群体分别进入渤海中部和辽东湾东、南两岸。本工程与带鱼产卵场、索饵场有一定的距离(图 4.5-10)。

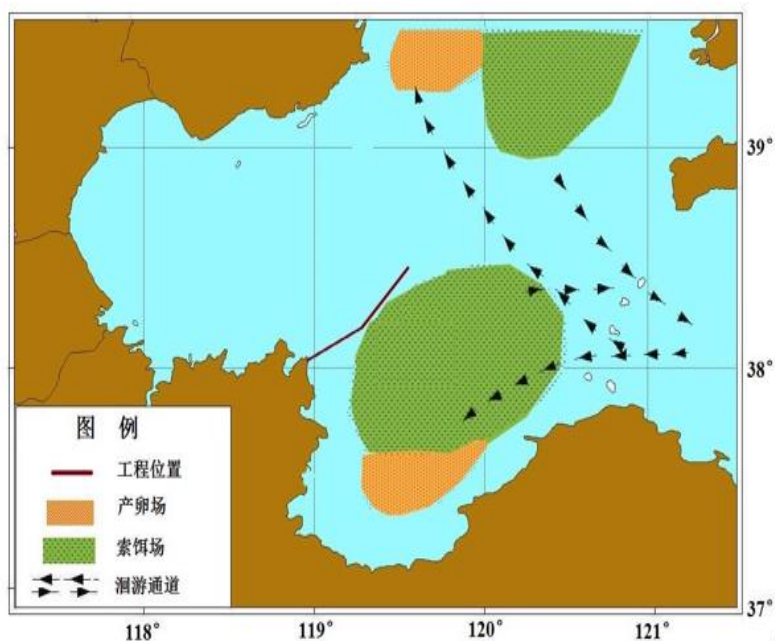


图 4.5-10 带鱼洄游分布

(4) 鲻

鲻属鲻科，在黄渤海分布较广，每年 3 月逐渐游向近岸，进行产卵洄游，4 月下旬进入渤海，分布于沿岸浅水区，莱州湾、辽东湾数量分布较大。鲻的产卵期为 5~6 月，生殖活动结束后便分散索饵，索饵期为 7~10 月，10 中、下旬逐渐游离渤海，进行越冬洄游。本工程穿过鲻的索饵场（图 4.5-11）。

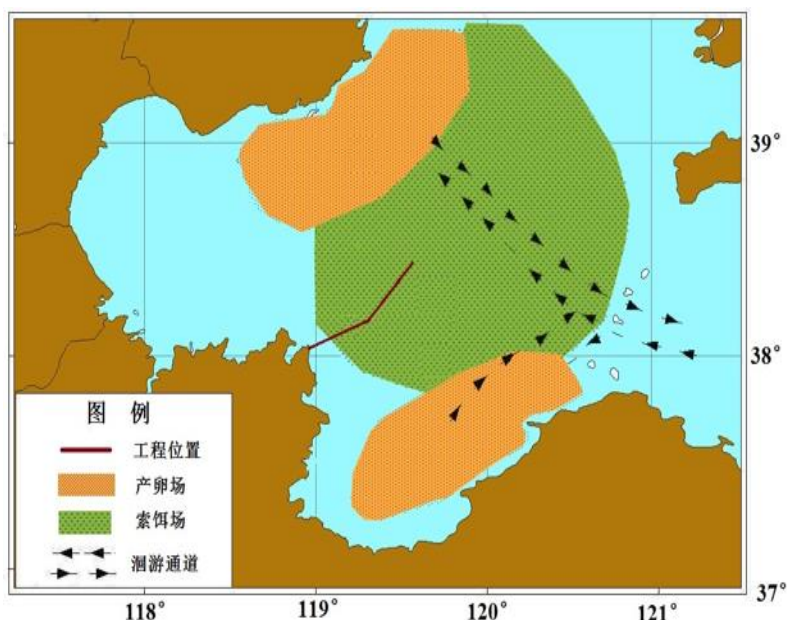


图 4.5-11 鲻洄游分布

(5) 花鲈

鲈鱼是渤海大型经济鱼类，终年栖息在近海水域，只作近距离移动，不作长距离洄游。在渤海终年都能捕到。冬季主要在渤海湾、辽东湾和莱州湾渔场的较深海域和烟威渔场、石岛渔场一带越冬。1~2 月鲈鱼主要分布在渤海中部，3 月渤海水温降到最低点，大部分鲈鱼游到渤海海峡一带，4 月数量开始增加，主要分布在莱州湾和渤海湾，5~12 月的分布比较分散。春、秋两季数量较多，主要集中在莱州湾、渤海湾、黄河口及辽东湾南部。主要索饵期为 3~8 月，鲈鱼的产卵场较广，主要在 38~40N，119~121E，产卵期主要在秋季（9~11 月），其次在春季（4~6 月），产卵后进入深水区越冬。本工程穿过花鲈的产卵场和索饵场（图 4.5-12）。

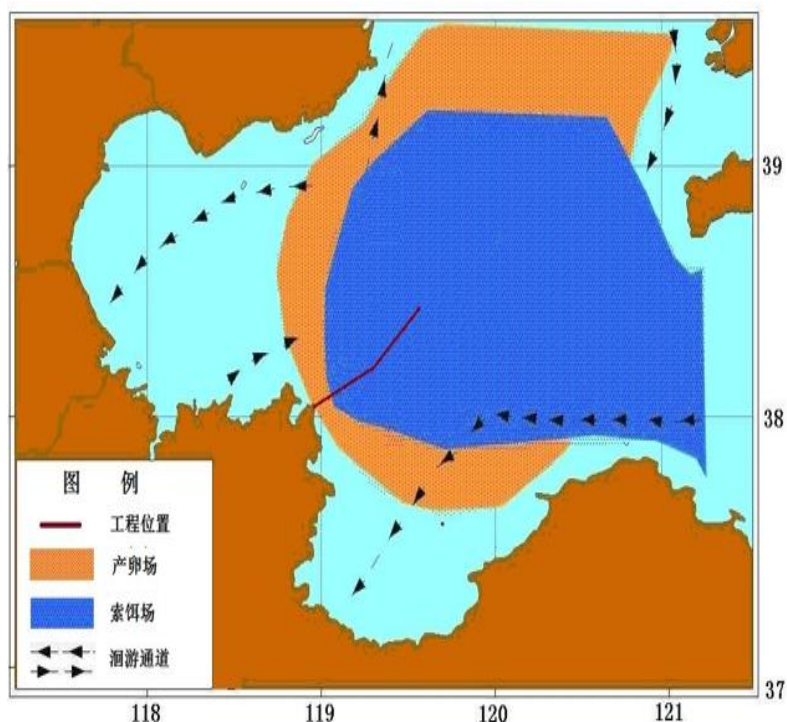


图 4.5-12 花鲈洄游分布

4.5.4.3 中国毛虾

毛虾为我国特有种类，我国沿海均有分布，尤以渤海沿岸产量最多。渤海西部毛虾群分布区较广，它是河北省、山东省惠民、昌潍地区以及天津市沿海架子网、橈张网等定置渔具的主要捕捞对象。渤海渔汛期为 3~6 月及 9~12 月。

毛虾具有明显的季节性移动。在渤海区，中国毛虾形成辽东湾群和莱州湾春汛所捕的毛虾属渤海西部群。渤海西部群毛虾在渤海中西部的深水区越冬，3 月下旬开始向近岸移动，进入黄河口附近。5 月中旬以后，大中型毛虾先后接近沿岸区产卵，6 月份为产卵盛期。7 月上旬后剩余的越年虾群利夏世代幼虾移向深水区，这种洄游习性形成春汛生产的依据，在进行春汛生产时，应合理安排生产，使资源得以持续利用。本工程穿过毛虾产卵场、索饵场和洄游通道。见图 4.5-13。

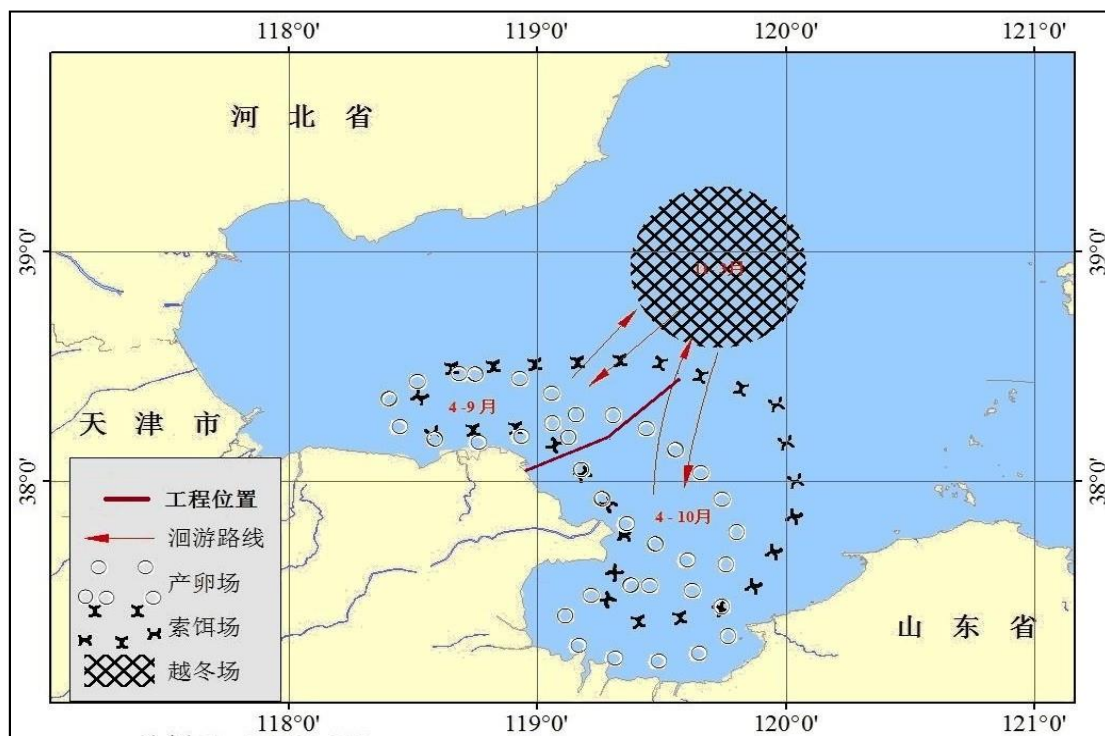


图 4.5-13 毛虾洄游示意图

5 环境现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状调查与评价

5.1.1 调查概况

青岛环海海洋工程勘察研究院对本工程海域的海流进行了现场观测，目的旨在了解该海域海流的基本特征，最终为海洋工程的建设提供科学依据。

观测方式：八站同步周日连续观测，观测时间间隔为 0.5h；

观测仪器：使用声学多普勒海流剖面仪；

观测日期：2016 年 12 月 1 日至 12 月 2 日(农历十一月初三至十一月初四)；

站点布设：见表 5.1-1 和图 5.1-1。

表 5.1-1 海流观测站位

站位	北纬		东经		观测设备	分层
P1					声学多普勒海流剖面仪	三层
P 5						
P 15						
P 22						
P 26						
P 38						
P 41						
P 45						

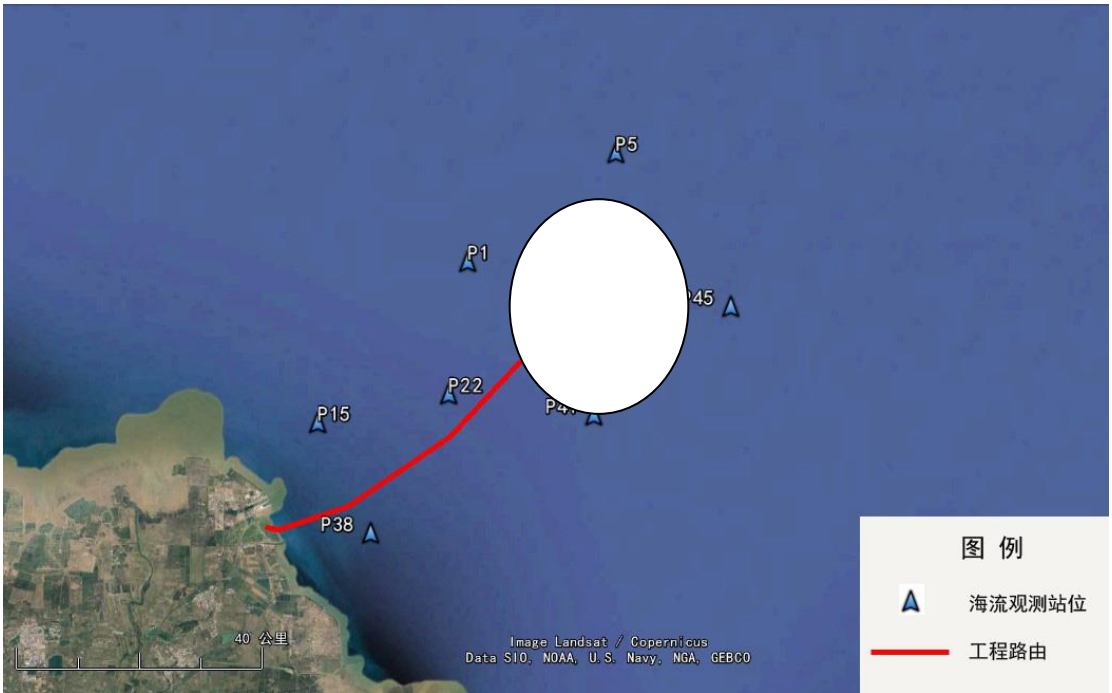


图 5.1-1 海流观测站位布设图

5.1.2 流向流速出现频率

5.1.2.1 流向频率

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见表 5.1-2。

表 5.1-2 各向海流出现频率（%）

流向 站层		N	NN E	NE	EN E	E	ES E	SE	SS E	S	SS W	SW	WS W	W	WN W	N W	NN W
1	表	6	0	2	4	10	12	10	6	0	6	4	2	2	22	10	2
	中	2	0	2	0	10	16	8	8	2	4	4	2	4	22	14	0
	底	2	0	0	2	8	18	4	6	4	6	4	4	6	22	10	2
5	表	2	0	0	6	12	14	4	6	8	2	2	2	6	22	10	2
	中	0	0	2	2	16	14	2	8	2	4	2	4	4	24	12	2
	底	0	0	0	2	10	18	2	4	6	8	2	2	6	29	6	4
15	表	2	0	0	0	2	4	38	0	2	0	4	0	2	22	22	2
	中	0	0	0	0	2	2	38	0	4	0	0	0	6	30	18	0
	底	2	0	0	0	4	4	32	4	4	0	0	2	6	24	18	0
22	表	0	2	0	2	2	6	14	12	8	2	0	2	2	22	16	10
	中	0	0	2	2	0	4	12	12	6	4	4	4	4	14	26	6
	底	2	0	0	0	2	2	12	14	10	6	0	0	2	22	22	6
26	表	2	0	6	2	10	12	8	6	6	0	4	2	4	24	8	4
	中	0	0	2	2	16	14	2	8	2	4	2	4	4	24	12	2
	底	0	0	0	2	10	18	2	4	6	8	2	2	6	29	6	4
38	表	8	0	0	0	0	2	8	20	12	4	0	2	0	0	16	28
	中	6	0	0	0	0	4	8	20	14	2	0	2	0	2	14	28
	底	4	0	0	0	0	0	4	28	8	6	2	0	2	0	14	32
41	表	0	2	2	2	4	6	12	14	4	4	2	0	0	20	22	6
	中	4	0	2	0	0	6	12	14	6	2	0	2	0	14	30	8
	底	4	0	0	2	0	4	14	18	6	2	0	0	4	16	28	2
45	表	2	4	2	0	10	18	6	6	0	2	6	4	2	24	8	4
	中	2	0	0	4	8	16	10	2	2	6	4	4	4	24	10	2
	底	2	0	0	0	12	16	6	6	2	6	4	4	0	24	12	4

由上表可以看出：由于测区范围较大，在岸形等外部因素影响下，各站实测海流流向多分布在 ESE~SSE 和 WNW~NNW 两个区间内。

5.1.2.2 流速频率

各站层、各级流速出现频率见表 5.1-3，由表中可以看出，以近岸的 15 号站流速最大，出现超过 90cm/s 的流速区间，其余各站层流速区间分布差别不大，最大流速在 60~79cm/s 区间内。

表 5.1-3 各站各级流速（cm/s）出现频率（%）

流速 站层		0~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90
1	表	2	10	33	24	12	12	6	0	0	0

站 层	流速	0~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90
5	中	6	12	27	27	16	6	4	2	0	0
	底	10	16	39	18	8	8	0	0	0	0
	表	2	14	24	27	16	6	10	0	0	0
	中	4	14	22	27	20	6	6	0	0	0
	底	8	14	37	24	12	4	0	0	0	0
15	表	8	8	12	10	6	12	18	14	10	2
	中	6	10	12	18	18	18	12	6	0	0
	底	6	18	22	16	20	16	2	0	0	0
22	表	6	8	28	18	20	18	2	0	0	0
	中	4	16	24	12	26	12	6	0	0	0
	底	6	22	26	24	22	0	0	0	0	0
26	表	2	12	27	24	16	10	6	2	0	0
	中	4	14	22	27	20	6	6	0	0	0
	底	8	14	37	24	12	4	0	0	0	0
38	表	4	16	16	20	22	18	4	0	0	0
	中	6	16	24	24	20	10	0	0	0	0
	底	6	12	38	30	12	2	0	0	0	0
41	表	4	22	12	16	26	20	0	0	0	0
	中	4	10	22	22	24	12	6	0	0	0
	底	10	22	20	24	20	2	0	0	0	0
45	表	2	12	22	31	14	10	8	0	0	0
	中	6	14	22	29	16	4	8	0	0	0
	底	6	22	33	22	10	4	2	0	0	0

5.1.2.3 平均流速和最大流速

平均流速和最大流速分布见表 5.1-4，从表中可以看出：各站平均涨、落潮流流速大小相当而各有不同，总体上看表层、中层平均流速略大于底层平均流速，涨潮流流速大于落潮流流速；近岸的 15 号站各项流速指标较大，其余各站相差不大。实测最大落潮流流速为 82.6 cm/s、对应流向为 134°，最大涨潮流流速为 90.8 cm/s、对应流向为 306°，均出现于近岸的 15 站表层。

表 5.1-4 实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）

站号	层次	涨潮流			落潮流			全潮平均
		平均流速	最大		平均流速	最大		
			流速	流向		流速	流向	
1	表层	35.9	66.6	295.3	32.1	53.0	109.9	34.0
	中层	36.5	70.9	291.7	28.2	53.0	102.8	32.5
	底层	33.5	59.5	293.8	21.9	41.0	95.0	27.8
5	表层	37.9	67.6	294.0	34.5	61.0	106.2	35.4
	中层	38.1	68.8	287.7	29.6	45.9	110.0	33.9
	底层	33.0	55.0	296.1	22.5	33.7	108.7	27.9

站号	层次	涨潮流			落潮流			全潮平均
		平均流速	最大		平均流速	最大		
			流速	流向		流速	流向	
15	表层	50.8	90.8	305.6	46.8	82.6	133.9	48.7
	中层	42.9	72.6	302.8	38.0	66.9	135.7	40.2
	底层	34.6	63.8	307.3	31.7	55.2	132.8	32.6
22	表层	36.2	60.4	294.3	35.1	55.9	171.2	35.4
	中层	37.4	65.8	285.7	31.6	54.6	168.3	35.0
	底层	30.8	49.3	296.4	25.4	43.7	170.4	27.4
26	表层	37.5	71.3	292.4	33.5	55.0	112.1	35.5
	中层	38.1	68.8	287.7	29.9	45.9	110.0	34.0
	底层	33.0	55.0	296.1	22.6	33.7	108.7	27.8
38	表层	37.3	59.6	330.4	33.7	59.8	155.6	35.8
	中层	32.8	53.7	328.5	29.1	54.6	162.3	30.9
	底层	28.1	42.9	326.6	28.6	53.7	157.8	28.3
41	表层	35.3	57.4	291.6	34.6	54.1	148.5	34.9
	中层	38.9	63.8	303.4	33.2	53.9	149.7	35.8
	底层	31.2	49.2	319.5	22.8	43.2	158.8	26.9
45	表层	37.7	66.0	297.2	33.6	54.3	103.4	35.7
	中层	38.2	67.2	290.2	27.7	47.4	110.0	32.9
	底层	33.8	60.8	294.2	22.3	34.0	101.4	28.0

5.1.3 潮流的调和分析

潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。

根据观测的数据个数，用准调和差比法计算各分潮流的调和常数。

5.1.3.1 潮流的性质

同潮汐性质分类一样，通常以主要分潮流最大流速的比值作为潮流类型划分的依据，其标准是：

$$0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 0.5 \text{ 为正规半日潮流}$$

$$0.5 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 2.0 \text{ 为不正规半日潮流}$$

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0 \text{ 为不正规日潮流}$$

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \text{ 为正规日潮流}$$

其中， W_{M_2} 、 W_{K_1} 、 W_{O_1} 分别为主太阴半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流

和主太阴日分潮流的椭圆长半轴。

利用潮流类型分类判别标准,根据调和计算结果,算得潮流性质比值。由表 5.1-5 可以看出,观测期间近岸的 15、22、38 和 41 站为正规半日潮流,远岸的四个站为不正规半日潮流,本海区潮流性质属半日潮流。

表 5.1-5 潮流性质分析结果

站 号	表 层	中 层	底 层
1	0.57	0.53	0.58
5	0.55	0.51	0.61
15	0.26	0.27	0.25
22	0.36	0.27	0.29
26	0.54	0.51	0.59
38	0.26	0.30	0.26
41	0.29	0.27	0.35
45	0.53	0.53	0.57

5.1.3.2 潮流的运动形式

反映潮流运动形式的参量为旋转率(亦称椭圆率) K' ,其值为该分潮流椭圆短轴与椭圆长的比值,其符号有“+”、“-”之分,正号表示分潮流为逆时针旋转,负号则为顺时针旋转。由表 5.1-5 得知该海区的潮流性质属半日潮流,因此主要半日分潮流(M_2 和 S_2)的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。

根据计算结果(见表 5.1-6)各站层 M_2 分潮流的椭圆率 K 值都小于 0.5,因此观测期间本海区潮流运动形式以往复流为主,兼有旋转运动特征。

表 5.1-6 各主要分潮的椭圆要素

站 位	层 次	分潮流	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率 (K')
1	表 层	O_1	9.558	130.2	3.767	0.394
		K_1	12.616	130.2	4.972	0.394
		M_2	38.760	292.5	10.470	-0.270
		S_2	11.240	112.5	3.036	-0.270
		M_4	2.301	15.3	1.482	-0.644
		MS_4	1.335	15.3	0.860	-0.644
	中 层	O_1	8.615	133.9	4.268	0.495
		K_1	11.372	133.9	5.633	0.495
		M_2	37.718	290.5	9.055	-0.240
		S_2	10.938	110.5	2.626	-0.240
		M_4	1.070	343.0	0.705	-0.659
		MS_4	0.621	343.0	0.409	-0.659
	底 层	O_1	7.704	141.6	4.073	0.529
		K_1	10.170	141.6	5.377	0.529
		M_2	30.897	290.0	6.678	-0.216
		S_2	8.960	110.0	1.937	-0.216
		M_4	1.278	329.3	0.046	-0.036
		MS_4	0.741	329.3	0.027	-0.036

站 位	层 次	分潮流	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率 (K')
5	表层	O ₁	9.477	126.6	4.430	0.467
		K ₁	12.509	126.6	5.848	0.467
		M ₂	40.229	292.6	11.402	-0.283
		S ₂	11.666	112.6	3.307	-0.283
		M ₄	2.650	126.7	0.979	-0.369
		MS ₄	1.537	306.7	0.568	-0.369
	中层	O ₁	8.600	137.9	4.336	0.504
		K ₁	11.351	137.9	5.724	0.504
		M ₂	38.856	288.9	9.643	-0.248
		S ₂	11.268	108.9	2.797	-0.248
		M ₄	1.854	44.8	1.690	-0.911
		MS ₄	1.076	44.8	0.980	-0.911
	底层	O ₁	7.805	144.2	3.941	0.505
		K ₁	10.302	144.2	5.202	0.505
		M ₂	29.881	289.8	6.333	-0.212
		S ₂	8.666	109.8	1.837	-0.212
		M ₄	2.226	117.4	0.864	-0.388
		MS ₄	1.291	297.4	0.501	-0.388
15	表层	O ₁	7.26	131.8	1.667	0.230
		K ₁	9.592	131.8	2.182	0.228
		M ₂	63.852	306.5	0.313	-0.005
		S ₂	18.267	126.5	0.103	-0.006
		M ₄	2.003	114.7	1.258	-0.628
		MS ₄	1.108	294.7	0.642	-0.579
	中层	O ₁	5.985	116.8	2.145	0.358
		K ₁	8.169	116.8	2.909	0.356
		M ₂	52.537	302.5	0.274	-0.005
		S ₂	16.006	302.5	0.431	-0.027
		M ₄	1.038	34.6	0.083	-0.080
		MS ₄	0.612	34.6	0.042	-0.068
	底层	O ₁	4.285	132.5	2.361	0.551
		K ₁	5.597	132.5	3.125	0.558
		M ₂	40.166	304.6	3.378	0.084
		S ₂	12.058	304.6	0.995	0.083
		M ₄	0.823	113.2	0.071	0.086
		MS ₄	0.496	293.2	0.085	0.172
22	表层	O ₁	6.907	78.9	3.164	0.458
		K ₁	9.356	78.9	4.188	0.448
		M ₂	45.538	322.0	9.149	-0.201
		S ₂	13.215	322.0	2.736	-0.207
		M ₄	5.708	31.0	2.781	-0.487
		MS ₄	3.575	31.0	1.646	-0.460
	中层	O ₁	5.370	113.7	3.899	0.726
		K ₁	6.783	113.7	5.170	0.762
		M ₂	45.687	321.4	8.692	-0.190
		S ₂	12.442	321.4	2.625	-0.211
		M ₄	4.271	103.1	2.369	-0.555
		MS ₄	2.595	103.1	1.307	-0.504
	底层	O ₁	4.240	366.7	3.176	0.749
		K ₁	5.685	366.7	4.358	0.767
		M ₂	33.880	331.7	7.056	-0.208

站 位	层 次	分潮流	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率 (K')
26		S ₂	9.254	331.7	1.925	-0.208
		M ₄	2.827	85.3	1.231	-0.436
		MS ₄	1.652	85.3	0.688	-0.417
	表 层	O ₁	9.394	120.2	3.919	0.417
		K ₁	12.400	120.2	5.173	0.417
		M ₂	40.500	292.3	11.361	-0.281
		S ₂	11.745	112.3	3.295	-0.281
		M ₄	3.037	321.0	1.646	-0.542
		MS ₄	1.762	321.0	0.954	-0.542
	中 层	O ₁	8.570	137.0	4.140	0.483
		K ₁	11.313	137.0	5.465	0.483
		M ₂	38.868	289.5	9.775	-0.251
		S ₂	11.272	109.5	2.835	-0.251
		M ₄	2.136	42.8	1.620	-0.758
		MS ₄	1.239	42.8	0.940	-0.758
	底 层	O ₁	7.698	142.8	4.032	0.524
		K ₁	10.162	142.8	5.322	0.524
		M ₂	30.457	290.2	6.397	-0.210
		S ₂	8.832	110.2	1.855	-0.210
		M ₄	1.868	121.7	0.930	-0.498
		MS ₄	1.084	301.7	0.539	-0.498
38	表 层	O ₁	5.519	353.8	2.137	0.387
		K ₁	7.476	353.8	2.829	0.378
		M ₂	49.175	343.2	6.154	-0.125
		S ₂	14.271	343.2	1.840	-0.129
		M ₄	3.239	293.5	0.293	0.091
		MS ₄	2.030	293.5	0.174	0.085
	中 层	O ₁	5.418	354.1	2.231	0.412
		K ₁	6.844	354.1	2.957	0.432
		M ₂	41.537	338.7	4.747	-0.114
		S ₂	11.311	338.7	1.433	-0.127
		M ₄	2.260	290.0	1.335	0.591
		MS ₄	1.373	290.0	0.737	0.537
	底 层	O ₁	4.044	347.8	1.359	0.336
		K ₁	5.421	347.8	1.866	0.344
		M ₂	36.667	345.3	3.704	-0.101
		S ₂	10.015	345.3	1.011	-0.101
		M ₄	3.436	288.6	0.494	0.144
		MS ₄	2.009	288.6	0.276	0.137
41	表 层	O ₁	5.785	106.6	2.774	0.479
		K ₁	7.835	106.6	3.672	0.469
		M ₂	46.175	322.9	9.831	-0.213
		S ₂	13.400	322.9	2.940	-0.219
		M ₄	5.400	17.7	1.775	-0.329
		MS ₄	3.382	17.7	1.050	-0.310
	中 层	O ₁	5.571	144.9	1.823	0.327
		K ₁	7.037	144.9	2.418	0.344
		M ₂	46.806	323.1	9.157	-0.196
		S ₂	12.746	323.1	2.765	-0.217
		M ₄	3.559	351.7	1.725	-0.485
		MS ₄	2.161	351.7	0.953	-0.441

站位	层次	分潮流	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率 (K')
45	底层	O ₁	5.148	154.3	1.814	0.352
		K ₁	6.900	154.3	2.490	0.361
		M ₂	34.363	328.8	5.627	-0.164
		S ₂	9.385	328.8	1.535	-0.164
		M ₄	3.184	61.6	0.311	-0.098
		MS ₄	1.861	61.6	0.174	-0.094
	表层	O ₁	9.210	130.8	4.964	0.539
		K ₁	12.157	130.8	6.553	0.539
		M ₂	40.461	294.8	10.169	-0.251
		S ₂	11.734	114.8	2.949	-0.251
		M ₄	2.120	347.8	1.330	-0.627
		MS ₄	1.229	347.8	0.771	-0.627
	中层	O ₁	8.581	140.0	4.639	0.541
		K ₁	11.327	140.0	6.123	0.541
		M ₂	37.342	291.1	8.806	-0.236
		S ₂	10.829	111.1	2.554	-0.236
		M ₄	2.339	7.0	0.060	0.026
		MS ₄	1.357	7.0	0.035	0.026
	底层	O ₁	7.607	145.5	3.847	0.506
		K ₁	10.041	145.5	5.078	0.506
		M ₂	31.213	292.5	6.221	-0.199
		S ₂	9.052	112.5	1.804	-0.199
		M ₄	1.292	154.3	0.773	-0.598
		MS ₄	0.749	334.3	0.448	-0.598

5.1.3.3 平均最大流速与可能最大流速

《海港水文规范》中规定，按准调和分析方法分析的结果，确定潮流椭圆要素。表 5.1-7 列出各站、各层不同潮期潮流的平均最大流速和可能最大流速矢量。

表 5.1-7 平均最大流速和可能最大流速计算结果（单位：cm/s，°）

站号	项目	平均最大流速						可能最大流速	
		大潮		中潮		小潮		流速	流向
		流速	流向	流速	流向	流速	流向		
1	表层	50.0	292.5	38.8	292.5	27.5	292.5	86.4	299.4
	中层	48.7	290.5	37.7	290.5	26.8	290.5	82.4	297.0
	底层	39.9	290.0	30.9	290.0	21.9	290.0	68.8	298.9
5	表层	51.9	292.6	40.2	292.6	28.6	292.6	92.2	296.5
	中层	50.1	288.9	38.9	288.9	27.6	288.9	81.5	297.6
	底层	38.5	289.8	29.9	289.8	21.2	289.8	68.7	298.7
15	表层	82.1	306.5	63.9	306.5	45.6	306.5	125.3	306.9
	中层	68.5	302.5	52.5	302.5	36.5	302.5	102.0	302.6
	底层	52.2	304.6	40.2	304.6	28.1	304.6	78.1	305.4
22	表层	58.8	322.0	45.5	322.0	32.3	322.0	86.3	318.1
	中层	58.1	321.4	45.7	321.4	33.2	321.4	91.3	315.2
	底层	43.1	331.7	33.9	331.7	24.6	331.7	65.3	333.1
26	表层	52.2	292.3	40.5	292.3	28.8	292.3	93.0	295.6
	中层	50.1	289.5	38.9	289.5	27.6	289.5	81.6	298.2
	底层	39.3	290.2	30.5	290.2	21.6	290.2	69.1	298.7

站号	项目	平 均 最 大 流 速						可能最大流速	
		大 潮		中 潮		小 潮			
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
38	表层	63.4	343.2	49.2	343.2	34.9	343.2	97.6	342.2
	中层	52.8	338.7	41.5	338.7	30.2	338.7	82.1	339.1
	底层	46.7	345.3	36.7	345.3	26.7	345.3	72.5	342.0
41	表层	59.6	322.9	46.2	322.9	32.8	322.9	83.8	312.4
	中层	59.6	323.1	46.8	323.1	34.1	323.1	94.2	325.0
	底层	43.7	328.8	34.4	328.8	25.0	328.8	68.5	325.6
45	表层	52.2	294.8	40.5	294.8	28.7	294.8	90.0	300.3
	中层	48.2	291.1	37.3	291.1	26.5	291.1	81.2	300.5
	底层	40.3	292.5	31.2	292.5	22.2	292.5	68.9	301.7

5.1.4 余流

余流是由浅海中多种因素引起的，主要有潮汐余流（因摩阻、海底地形、边界形状种种原因使得潮流非线性现象所致）、风生流、密度流等。要把上述流动逐个分开是十分困难的，所以在这里描述的是实测的由各种流动合成的余流。由表 5.1-8 可以看出，各站余流流速相差不大，均在 10cm/s 以下，余流流向相对一致，集中在 WSW~WNW 向之间。

表 5.1-8 余流计算结果（单位：cm/s，°）

层次站号	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1	2.4	299.6	4.9	269.4	7.5	263.6
5	3.6	275.8	5.4	272.7	7.7	260.1
15	4.2	247.6	6.2	245.3	3.6	242.1
22	5.8	252.1	7.6	268.9	7.3	260.4
26	3.1	286.7	5.5	270.4	7.4	258
38	4.6	303.4	4.2	302.9	3.1	285.7
41	4.5	281.3	4.6	280.3	5.6	283.4
45	3.1	300.0	6.1	272.1	6.8	272.5

5.1.5 小结

（1）本海区海流以潮流为主，潮流性质属正规和不正规半日潮流；潮流运动形式以往复流为主兼有旋转运动特征，各站实测海流流向相对集中，落潮流流向集中在 ESE~SSE 向附近，涨潮流流向集中在 WNW~NNW 附近；实测最大涨、落潮流流速均出现于近岸的 15 站表层；

（2）各站大潮期潮流平均最大流速的最大值为 82.1 cm/s，潮流的可能最大流速为 125.3 cm/s。从潮流的垂直分布情况看：各站均为流速随深度增加而递减，即表、中、底层流速依次递减；

（3）观测期间，各站余流流速相差不大，均在 10cm/s 以下，余流流向相对

一致，集中在 WSW~WNW 向之间。

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1 单点系泊工程场址

5.2.1.1 水深地形

单点系泊区域水深地形见图 5.2-1 所示，调查海域海底地形平坦，水深在 24.1m~25.6m 之间，水深由西南向东北逐渐加深，坡度为 0.15‰。从图中可以看出：单点系泊 G 处水深为 24.7m，单点系泊 F 处水深为 24.9m。

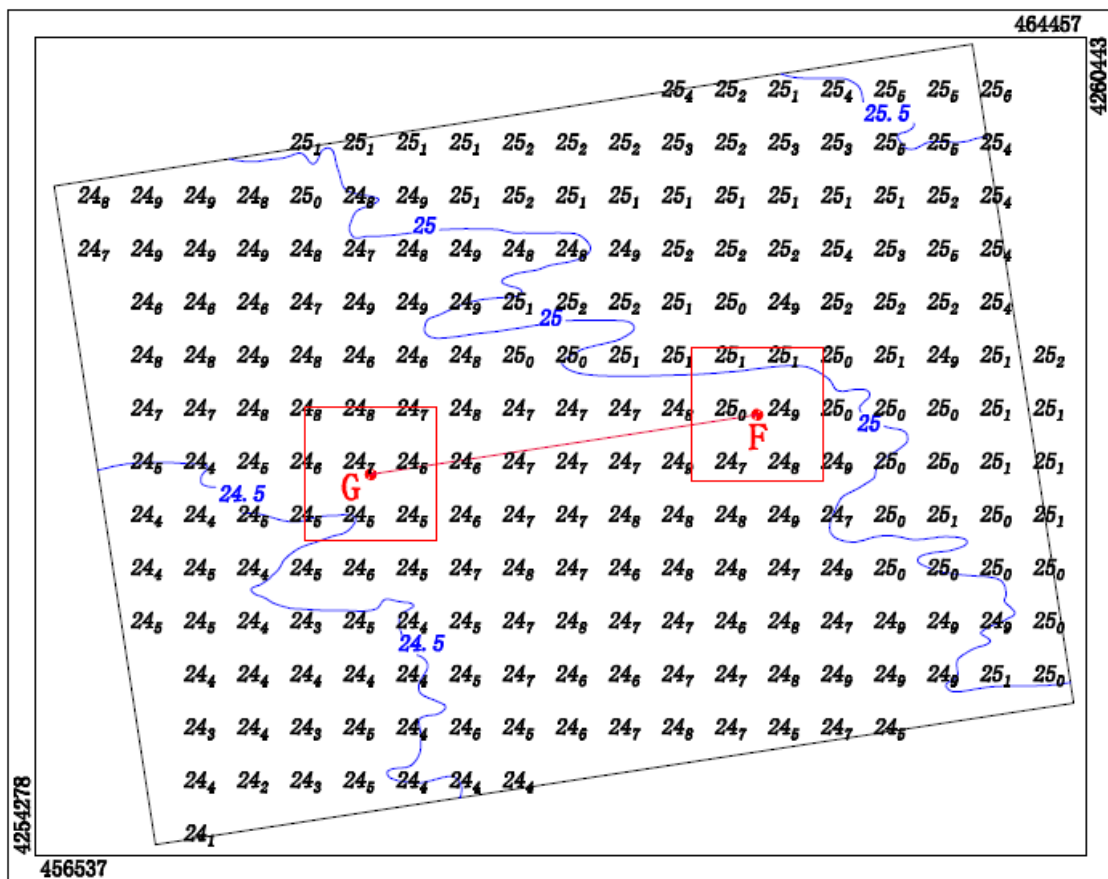


图 5.2-1 单点系泊区域水深地形图

5.2.1.2 地貌

单点系泊场址区侧扫声纳影像反射强度中等，灰度均一，海底呈现平滑的无特殊目标的特征，结合场址区多波束测深和浅地层剖面资料综合分析，单点系泊场址区海底平滑，海底分布大量的渔业捕捞拖痕，发现 2 处海底废弃物，未发现其它影响场址施工的障碍物。

5.2.1.3 浅地层剖面

海底表面至探测记录底部共划分 R0、R1、R2、R3、R4、R5 和 R6 界面 7 个反射界面，其中 R0 为海底。海底与各声阻抗界面之间共界定 A、B、C、D、E 和 F 层 6 套地层单元。场址区浅部地层层理清晰，未发现对单点系泊施工有潜在影响的灾害地质因素。

5.2.2 增压平台场址

5.2.2.1 水深地形

增压平台场址区海底地形平坦，水深约 。

5.2.2.2 地貌

增压平台场址区侧扫声纳影像反射强度中等，灰度均一，海底呈现平滑的无特殊目标的特征，结合场址区多波束测深和浅地层剖面资料综合分析，场址区均为海底平滑，海底分布大量的渔业捕捞拖痕，未发现影响增压平台施工的障碍物。

5.2.2.3 浅地层剖面

海底表面至探测记录底部共划分 R0、R1、R2、R3、R4、R5 和 R6 界面 7 个反射界面，其中 R0 为海底。海底与各声阻抗界面之间共界定 A、B、C、D、E 和 F 层 6 套地层单元。平台场址区浅部地层层理清晰，未发现对平台施工有潜在影响的灾害地质因素。

5.2.3 海底管道路由区

5.2.3.1 水深地形

(1) 登陆点地形特征

登陆点 B 位于路由中轴线与防潮堤朝海侧的交点，高程为 5.5m，登陆点附近地形图见图 5.2-2 所示，图中蓝色线表示等深线，黑色字体表示水深值，橘色字体表示高程点。

堤顶路宽约 6m，路西侧堆填了宽约 100m 的黄土，路东侧有水泥块和石块分布以减轻海浪对防潮堤的破坏，见图 5.2-3 所示。

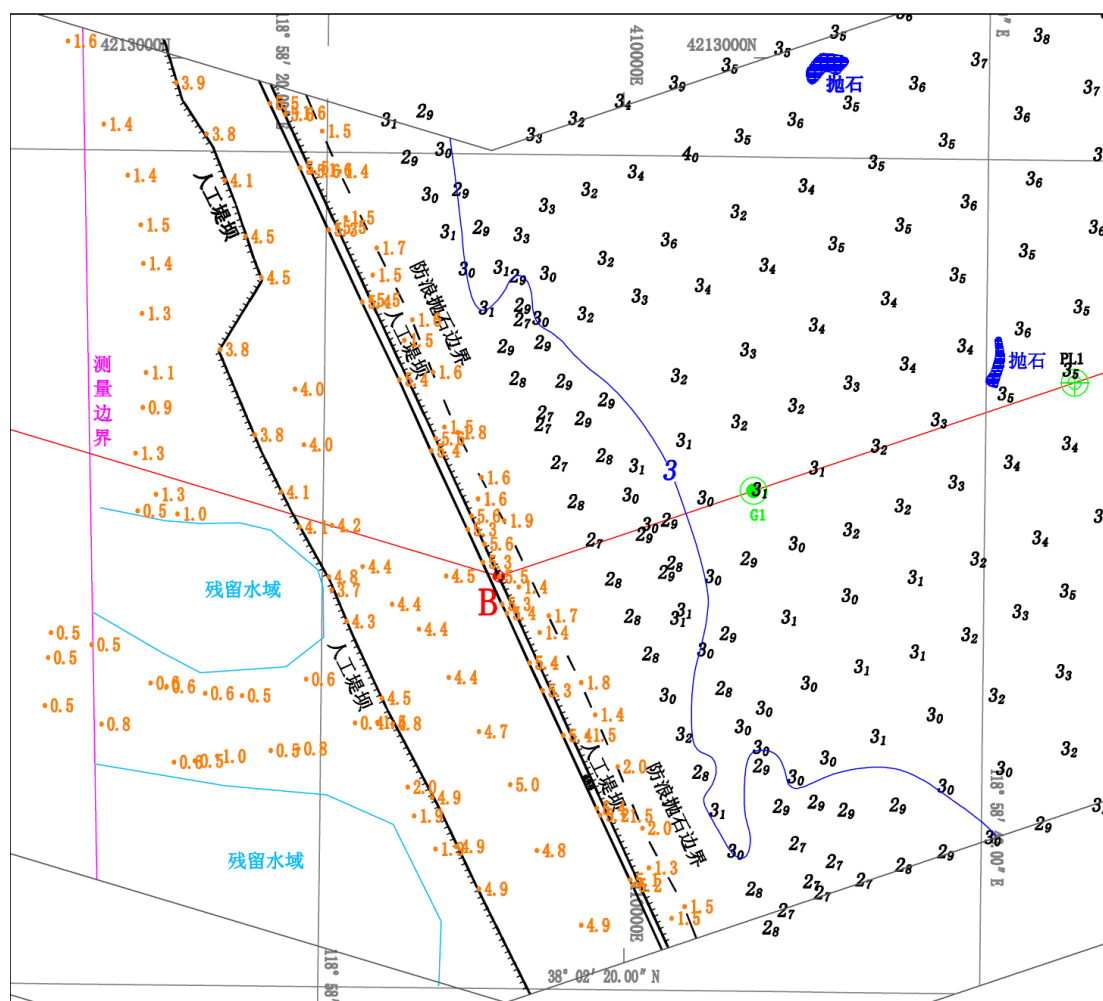


图 5.2-2 登陆点附近地形图



登陆点西侧

登陆点东侧

图 5.2-3 登陆点东西两侧概况图

(2) 路由区水深地形特征

登陆点 B 至单点 F 路由区整体水深逐渐增加，水深值在 2.7m~25.1m 之间；6m (KP4) 以浅水深变化稍复杂，坡度为 1‰；部分路由区有残留台地分布，6m 以深路由区水深变化缓慢，等深线逐渐稀疏，具体情况说明如下：

B-C 段在 KP1.6 至 KP1.8 之间有残留台地，残留台地区比周围海底高 1~2m，

分布范围垂直于路由中轴线方向，宽 100~200m；B 点至 C 点水深逐渐加深，水深值在 2.7m~11.5m 之间，6m 以浅水深变化稍复杂，坡度为 1‰，6m 以深海底地形平缓，坡度为 0.6‰，见图 5.2-5。

C-D 段水深从 C 点至 D 点逐渐加深，水深值在 11.5m~18.2m 之间，海底地形平缓，坡度为 0.4‰，C-D 段水深地形分布图见图 5.2-6~图 5.2-7。

D-E 段水深从 D 点至 E 点逐渐加深，水深值在 18.2m~23.8m 之间，海底地形平缓，坡度为 0.2‰，D-E 段水深地形分布图见图 5.2-8~图 5.2-10。

E-F 段水深从 E 点至 F 点逐渐加深，水深值在 23.8m~25.1m 之间，海底地形平缓，坡度为 0.15‰，E-F 段水深地形分布图见图 5.2-11。

G-F 段水深从 G 点至 F 点逐渐加深，水深值在 24.6m~24.9m 之间，海底地形平坦，G-F 段路由区水深地形图见图 5.2-12。

G-H 段水深从 G 点至 H 点逐渐变浅，水深值在 24.4m~24.7m 之间，海底地形平坦，G-H 段路由区水深地形分布图见图 5.2-13。



图 5.2-4 拟建工程路由调查平面布置图

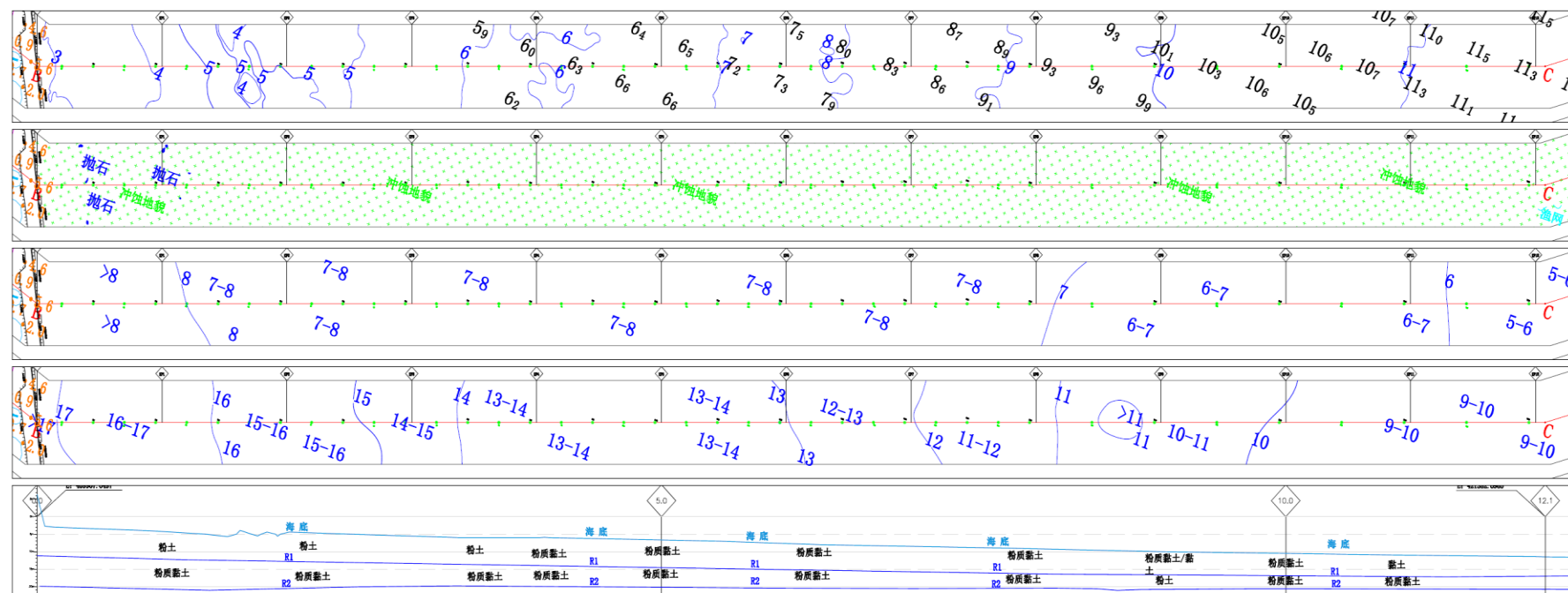


图 5.2-5 BC 段路由区综合解释成果图（水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图）

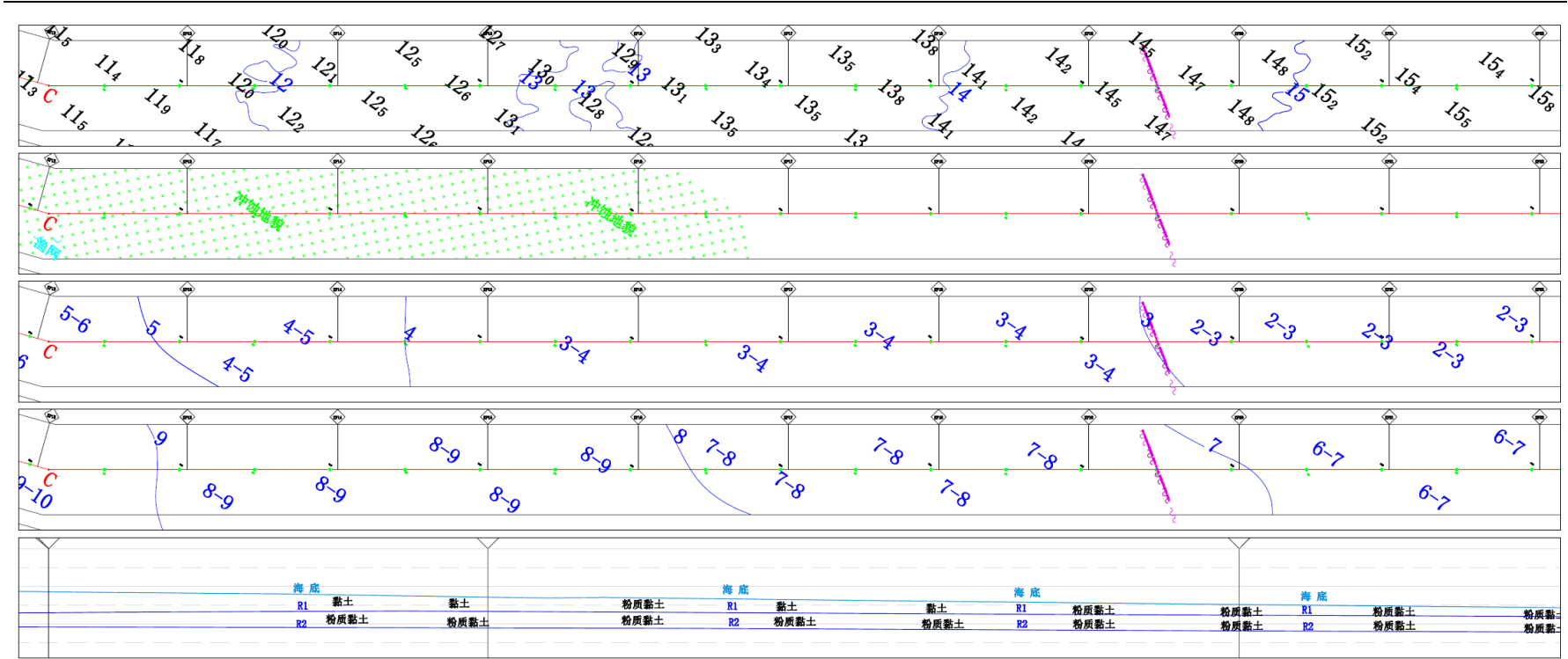


图 5.2-6 CD 段路由区综合解释成果图 1（水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图）

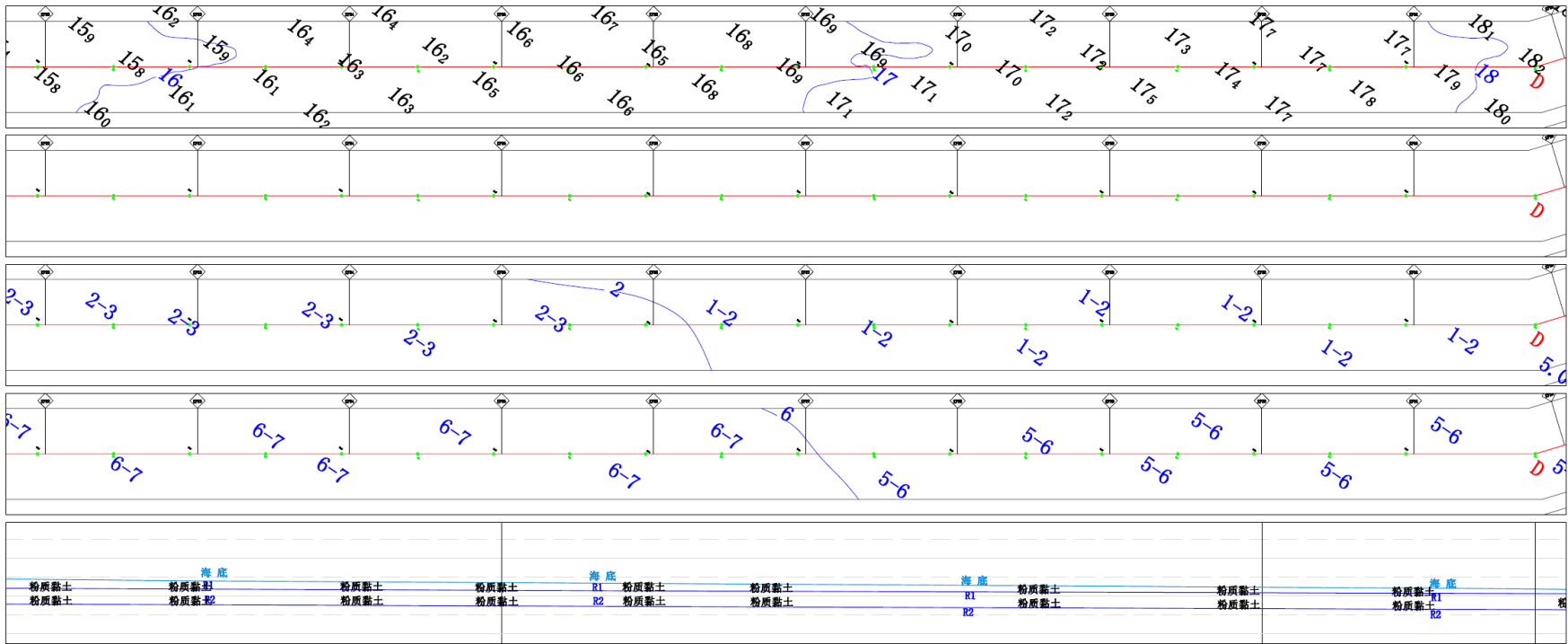


图 5.2-7 CD 段路由区综合解释成果图 2（水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图）

164

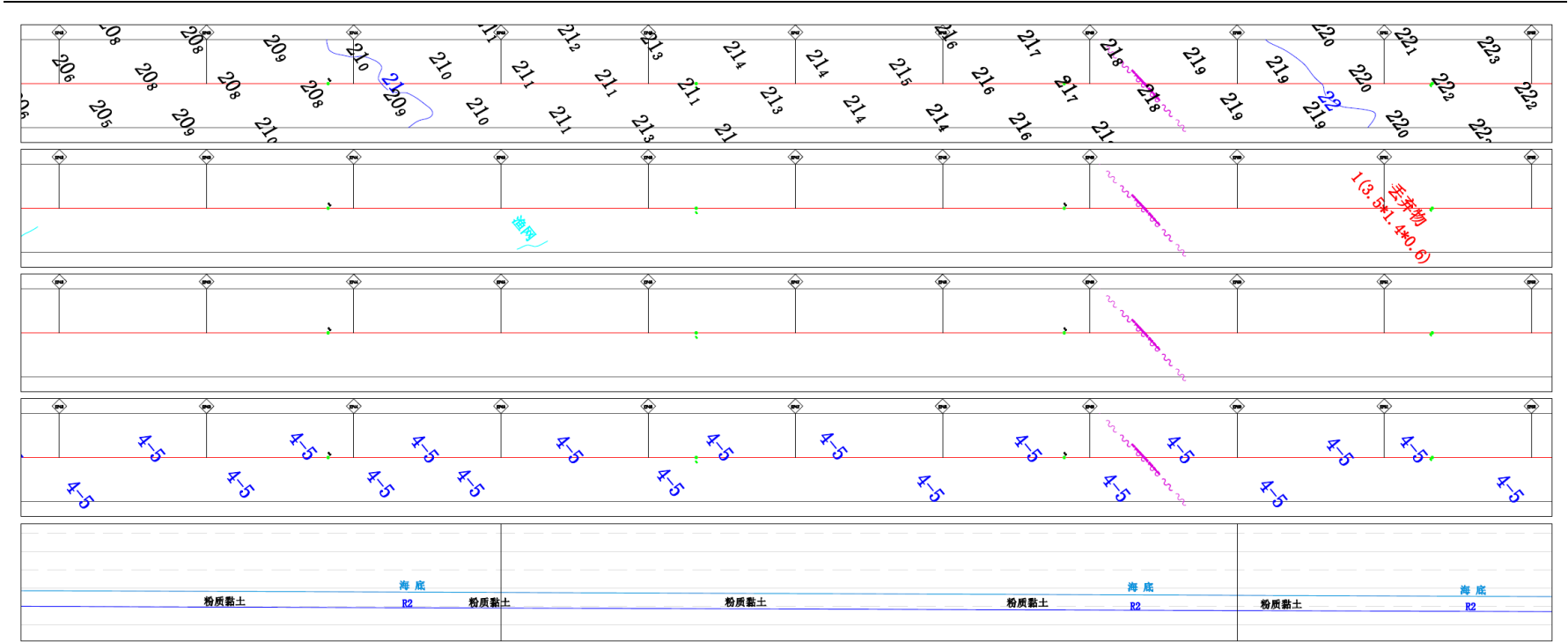


图 5.2-9 DE 段路由区综合解释成果图 2（水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图）

166

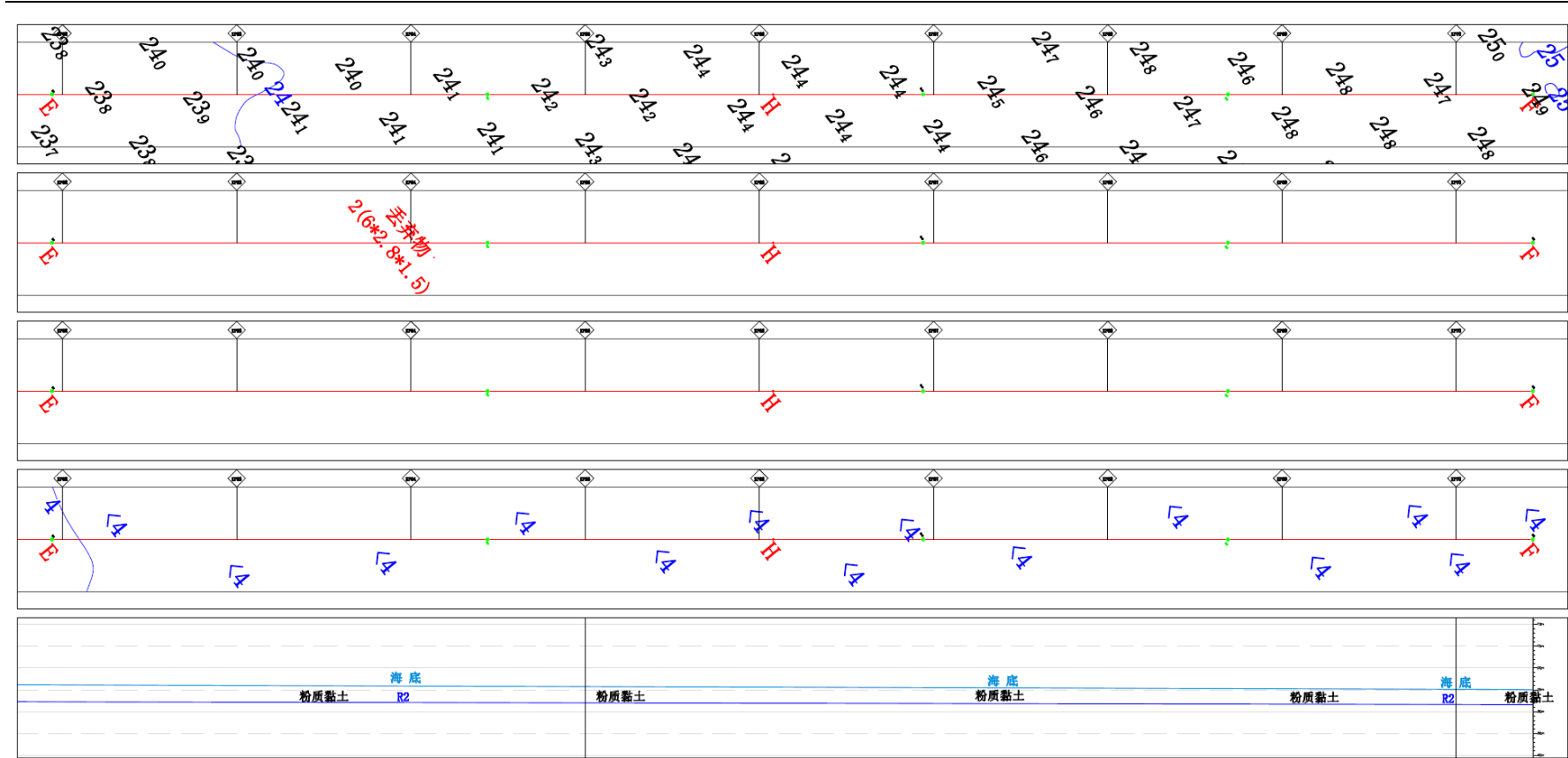


图 5.2-11 EF 段路由区综合解释成果图（水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图）

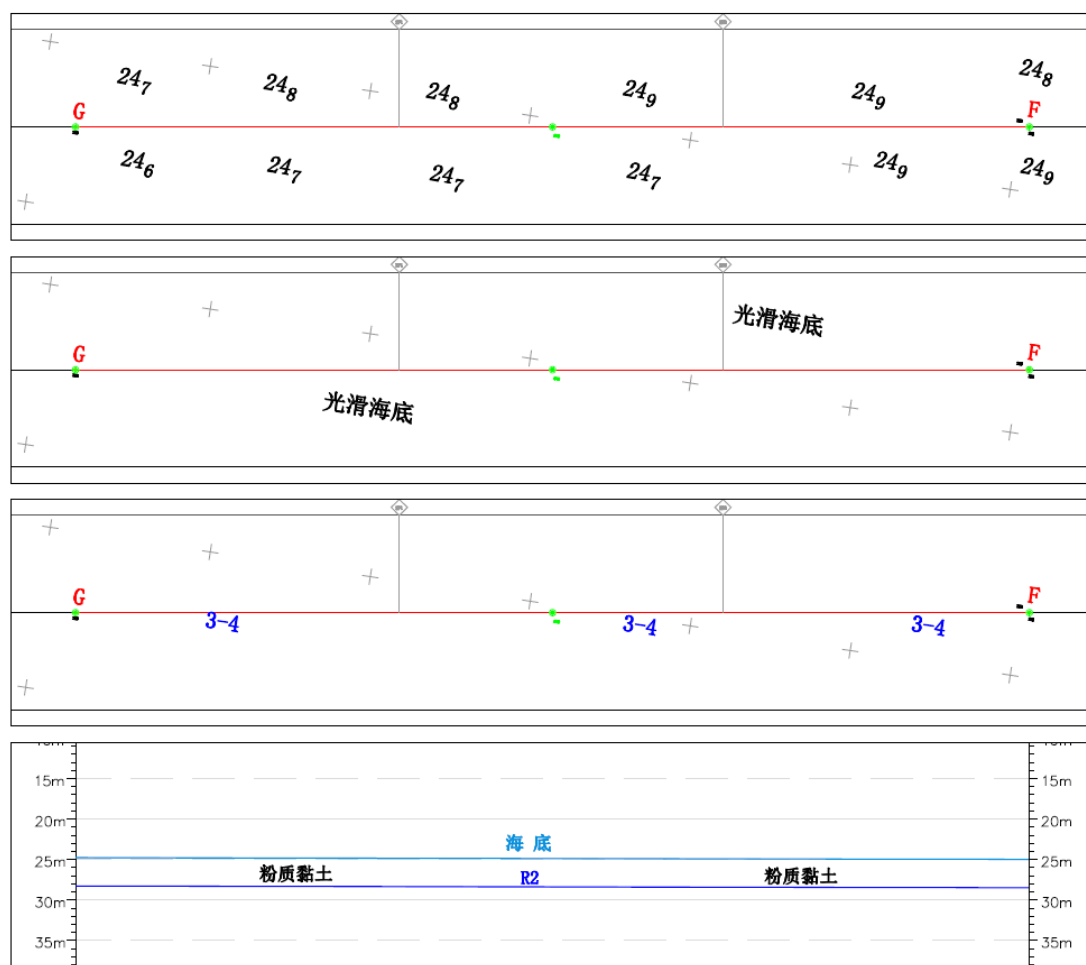


图 5.2-12 GF 段路由区综合解释成果图（水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图）

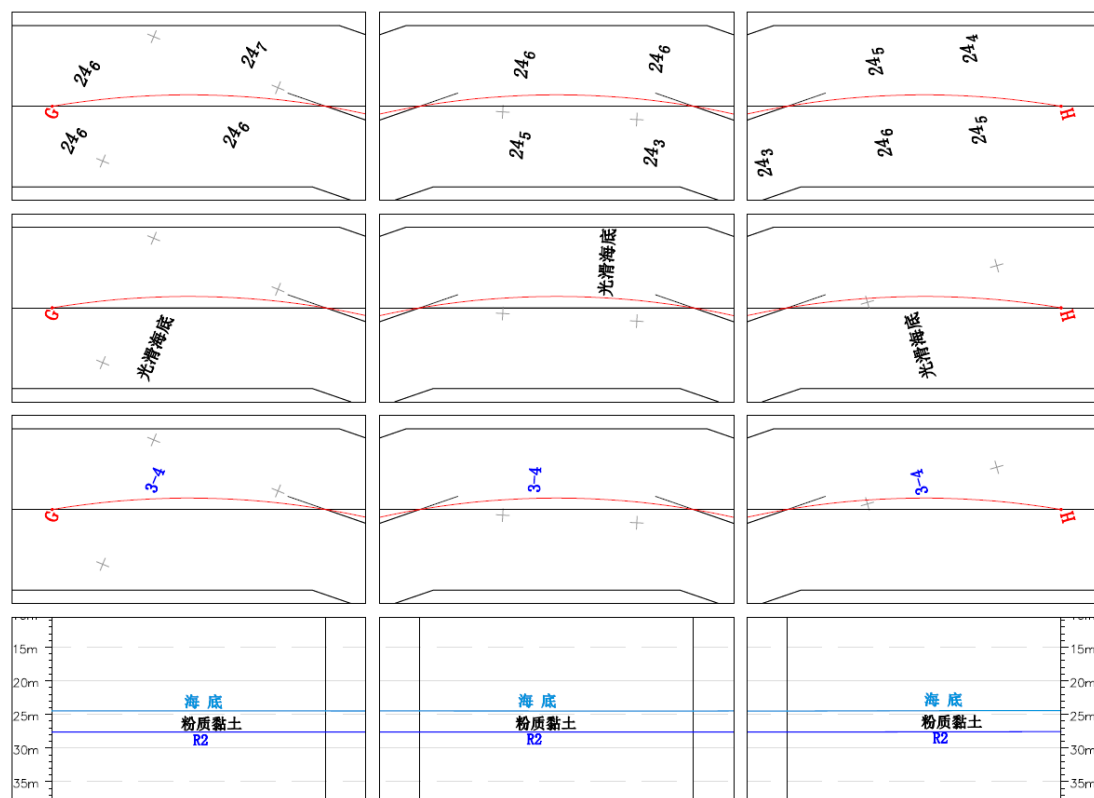


图 5.2-13 GH 段路由区综合解释成果图

(水深图、海底面状况图、R1 界面埋深图、R2 界面埋深图、中轴线剖面图)

5.2.3.2 地貌特征

根据侧扫声纳影像反射特征,结合路由区多波束测深和浅地层剖面资料,路由区海底划分为冲蚀海底和平滑海底,路由区发现的目标物有抛石、渔网和丢弃物。

冲蚀海底位于登陆点至 KP16.7 区间段,水深 2.7m~13.5m 左右,声纳影像反射强度不均,海底表现为明显的冲蚀特征。其中登陆点至 KP4.0 区间段海底冲蚀强烈(图 5.2-14),水深 2.7m~6.0m 左右,局部残留海底与冲刷海底高差约 1~2m; KP4.0 至 KP16.7 区间段海底冲蚀较弱,水深为 6.0m~13.5m (图 5.2-15)。

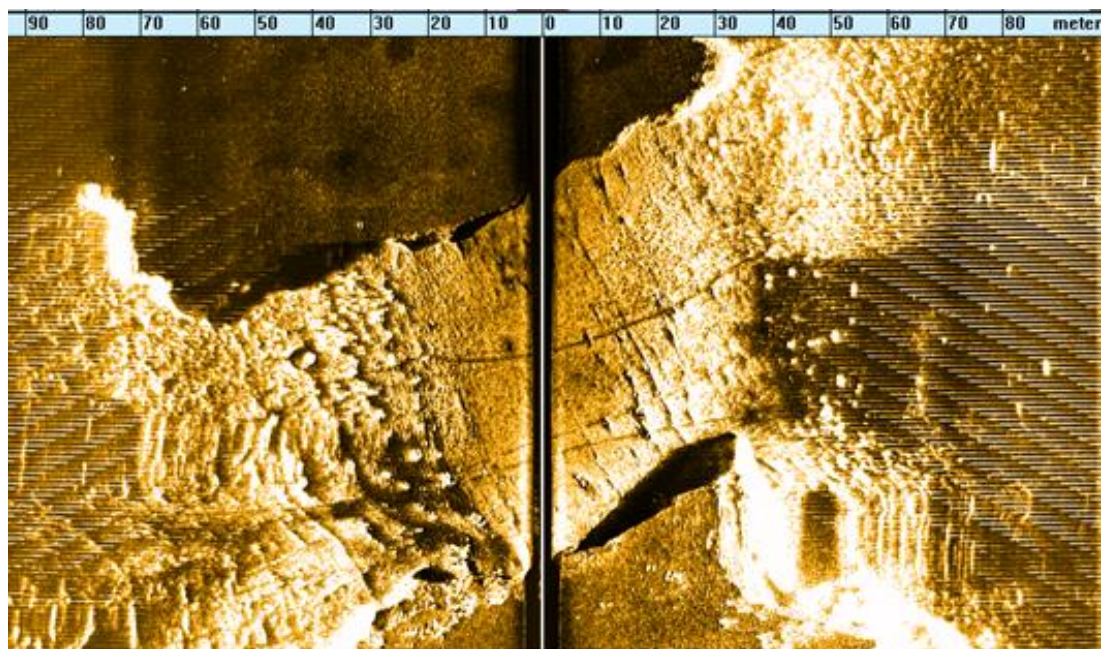


图 5.2-14 强冲蚀海底声纳影像

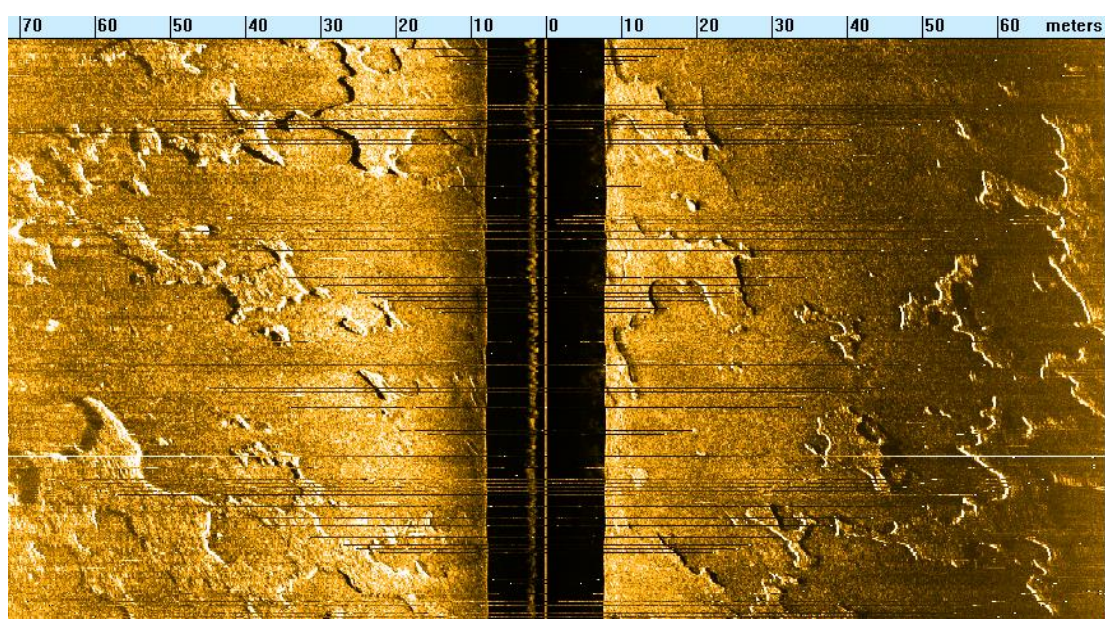


图 5.2-15 弱冲蚀海底声纳影像

路由区其余区域均为平滑海底，声纳影像资料灰度显示基本均匀（图 5.2-16），反射强度变化不大。平滑海底区域分布大量的海底拖痕（图 5.2-17），为渔业捕捞痕迹。平滑海底区域分布大量的海底拖痕。发现的目标物有抛石、渔网和丢弃物。抛石位于近岸海域，靠近防波堤附近，共发现 8 处抛石区。路由区发现 7 处渔网，至路由轴线最近距离为 127m，最远距离为 257m。路由区共发现 2 处丢弃物，至轴线距离分别为 162.4m 和 82.8m，未发现影响海底管道施工的障碍物。

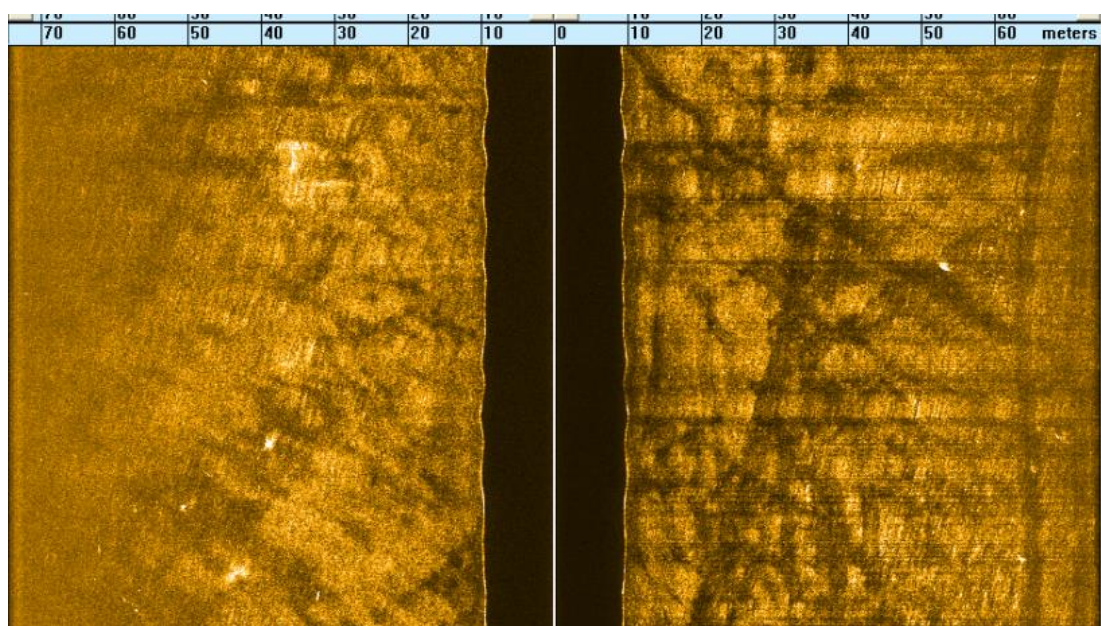


图 5.2-16 平滑海底声纳影像

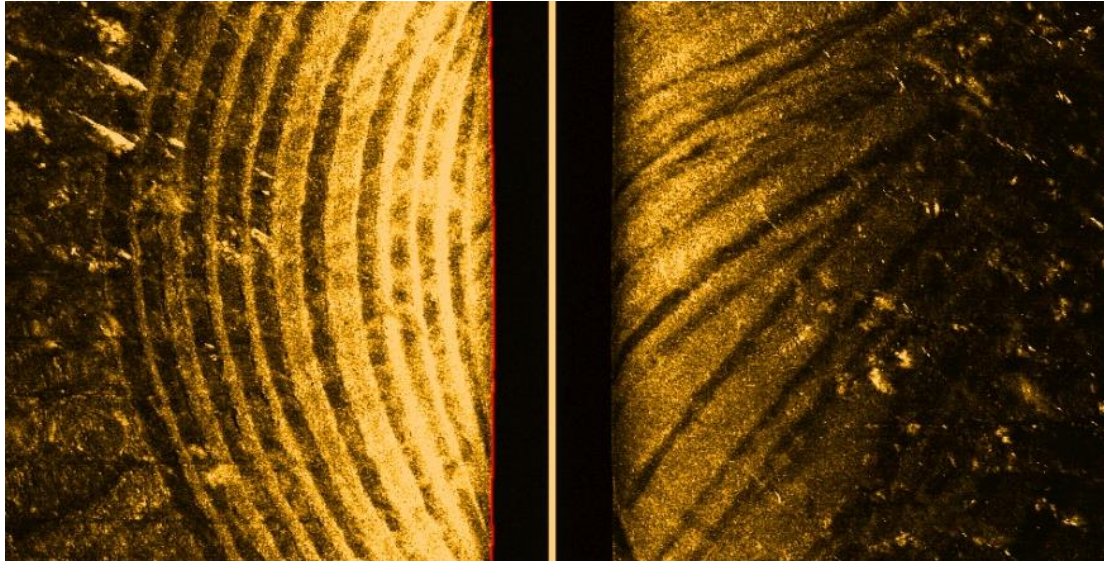


图 5.2-17 拖痕声纳影像

5.2.3.3 地形地貌

5.2.3.3.1 登陆段路由北端附近地形

登陆段路由北端点位于沿海路东侧的人工堤坝上，距离沿海路东侧约约 ，高程为 5.6m。见图 5.2-18 所示。

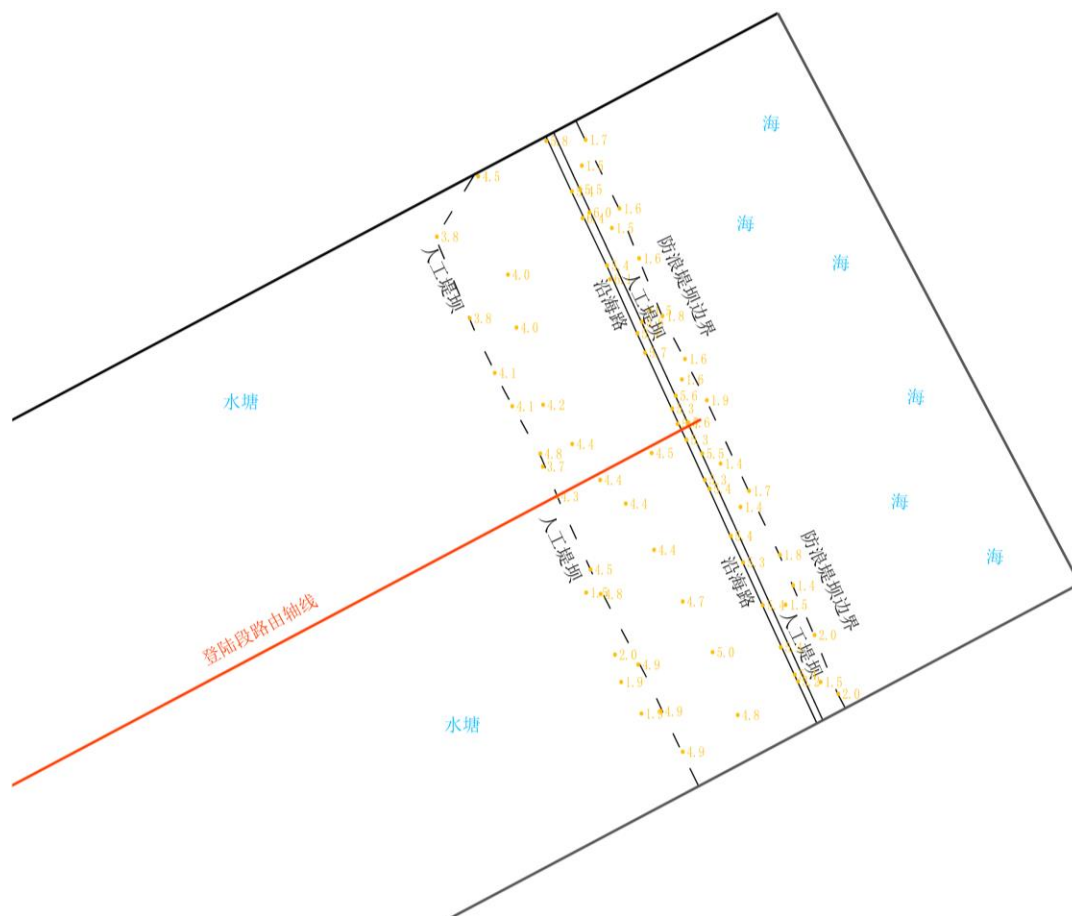


图 5.2-18 路由北端附近地形图

沿海路宽约 6.6m，路西侧堆填了宽约 100m 的黄土；路东侧为人工堤坝，堤坝靠海侧布置有水泥块和石块，以减轻海浪对防潮堤的破坏。见图 5.2-19 所示。

**图 5.2-19 路由北端附近现场照片**

5.2.3.3.2 登陆段路由中间段地形

登陆段路由中间段穿越地形有水塘围堰、水塘、井场、井场道路。水塘围堰、井场及井场道路相对较高，水塘相对较低，地形起伏变化小，高程在-2.0 至 1.3m 之间。见图 5.2-20 所示。

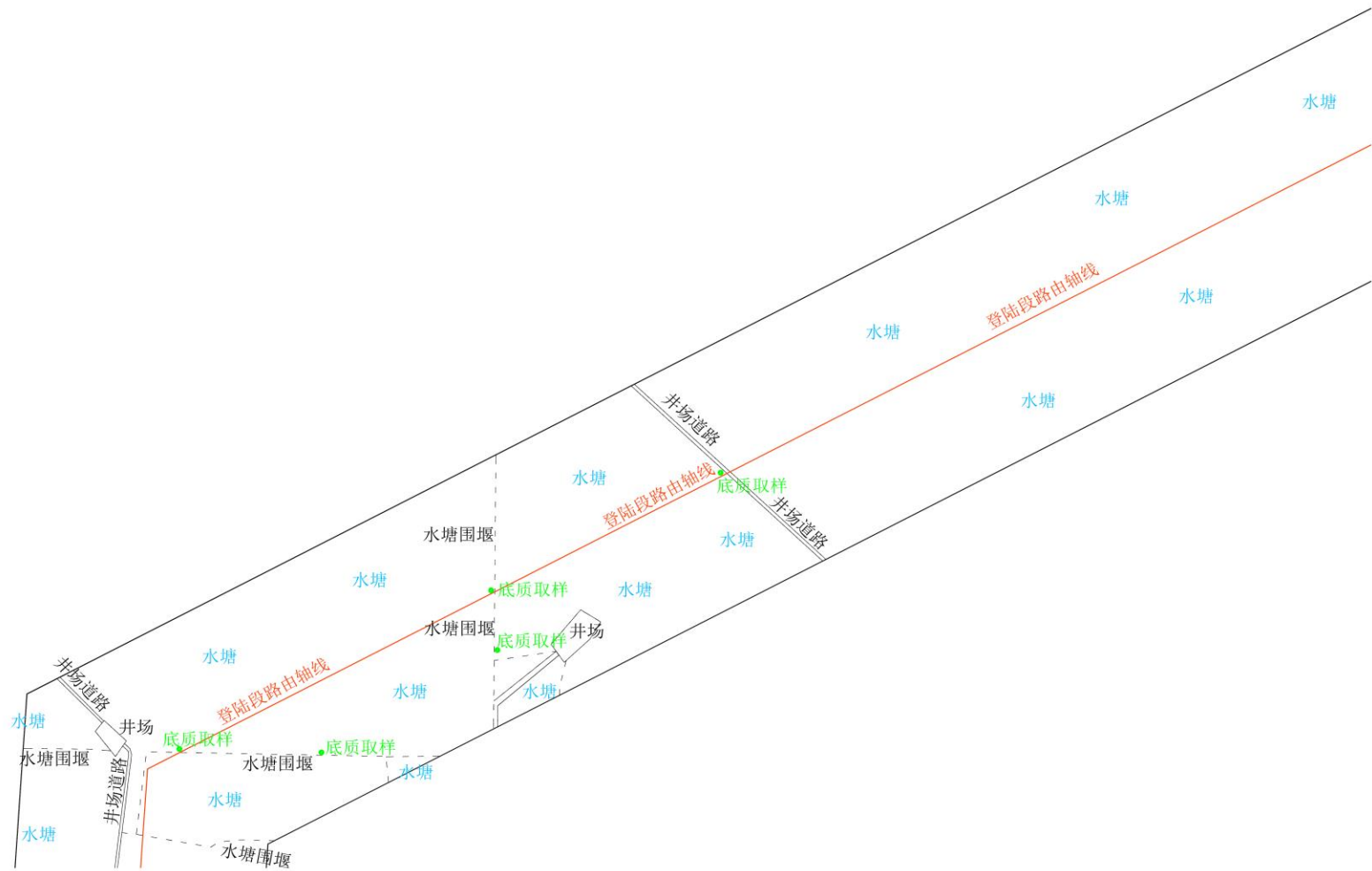


图 5.2-20 路由中间段地形图

水塘围堰、井场及井场道路外均为水塘，水塘面积广；部分水塘围堰或井场道路旁有电线杆沿线分布。



图 5.2-21 路由中间段现场照片

5.2.3.3.3 登陆段路由南段地形

登陆段路由南段先后穿过井场道路、神仙沟河道，南端点位于神仙沟河道立岸附近，距离立岸向北约 1m 处，距离立岸取排水口向西约 [REDACTED] 处，高程约 0.2m，见图 5.2-21 所示。

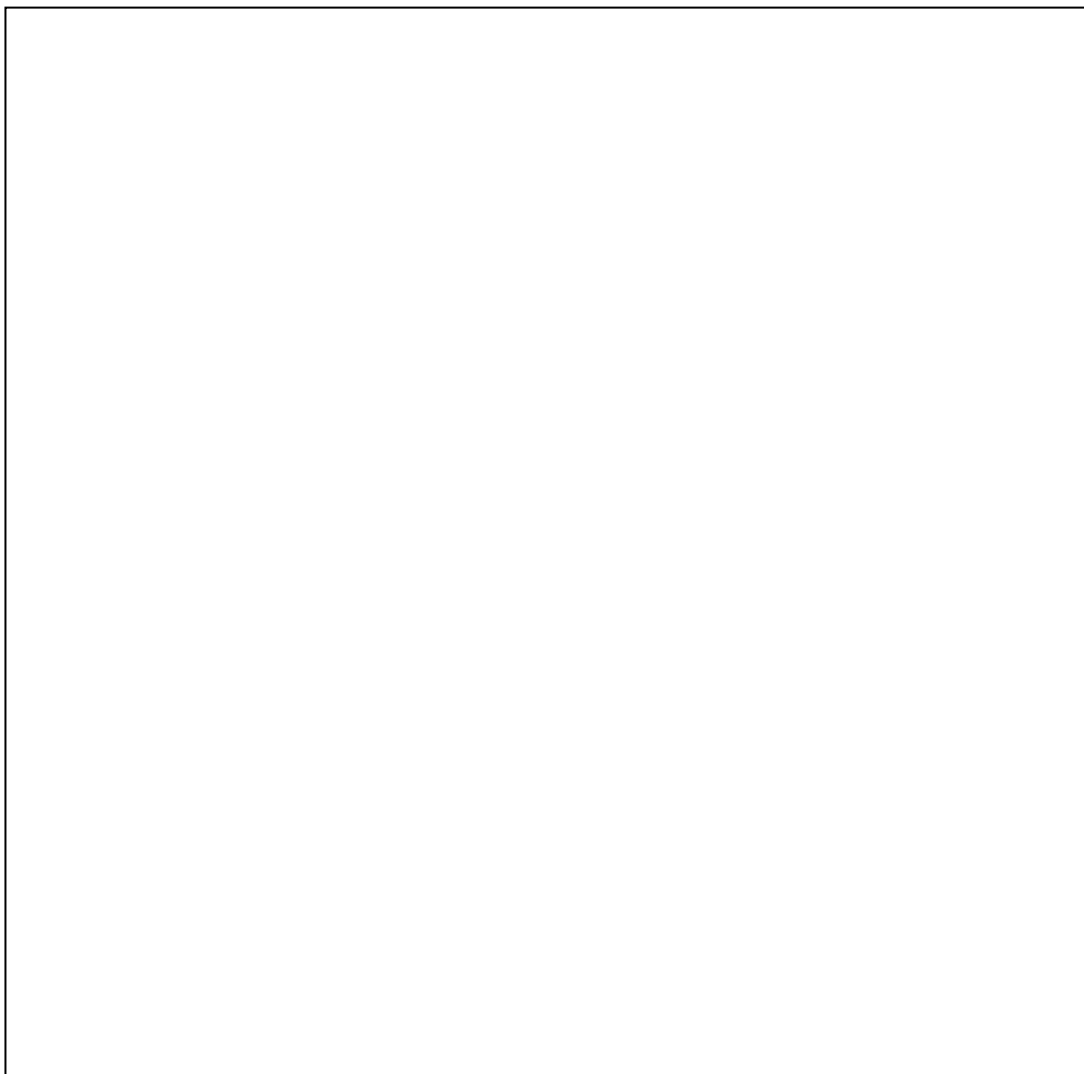


图 5.2-21 路由南端附近地形图

登陆管线穿越处神仙沟河道北侧护岸为斜坡式护岸，护岸向北为宽约 7m 的井场道路，该道路北侧为水塘，北岸穿越点距北岸井场向东约 [REDACTED]，如下图所示：



图 5.2-22 神仙沟河道北岸现场照片

南侧护岸为立岸式护岸，南岸穿越点距南岸排水口向西约 [REDACTED]，立岸向南约 1m 处为海岸线，立岸向南为桩 11 道路绿化带，如下图所示：



图 5.2-23 神仙沟河道南岸现场照片

神仙沟河道宽约 230m，河道内部分河床出露，如下图所示：



图 5.2-24 神仙沟河道现场照片

登陆管线与神仙沟河道穿越点坐标统计如下：

表 5.2-1 神仙沟河道穿越点坐标

名称	纬度（N）	经度（E）	北（m）	东（m）
北穿越点				
南穿越点				

CGCS2000TM 投影中央经线 120 °E

5.2.4 冲淤变化分析

拟建海底管道为登陆管道，近岸地形变化比较复杂，工程位于现代黄河三角洲北部岸段、莱州湾与渤海湾交界处，该岸段是典型的粉砂质海岸。在波浪、潮流等海洋动力作用下，粉砂质海岸泥沙运移活跃，局部地区海岸工程建设会对冲淤环境产生显著影响。该区主要是 1953～1964 年神仙沟流路和 1964～1976 年刁口流路走河期间形成的两个亚三角洲，见图 5.2-25 所示。黄河携带的巨量泥沙快速在河口堆积，岸线呈鸟嘴状向海突出，每一期走河均在河口区形成一个沙嘴和两侧相伴生的烂泥区。尾间多次摆动，可以形成若干个突出海岸的沙嘴和配套

生成的烂泥区。这些不同期的沙嘴烂泥相互叠加，形成复杂的三角洲河口沙嘴体系。并使原来水深 15m 左右的渤海浅海演变为水下浅滩，局部地区还成了陆地，发育了多类沉积亚地貌单元。如河道、水下天然堤、决口扇、潮滩、河口拦门沙坝、三角洲前缘斜坡、三角洲前缘隆起裙、烂泥区。

1976 年黄河尾间段改道走清水沟流路后，本区泥沙来源断绝。走河形成的原三角洲体系受到侵蚀，在毫无屏蔽的渤海东北强风浪和近无潮区的强海流作用下，原河口沙嘴受到强烈冲刷侵蚀，水深加大，岸线急剧后退，部分三角洲陆地地区重又没入海中。局部地段因人工防潮堤的修筑，岸线保持稳定，但近岸段浅海底一直处于强烈冲刷侵蚀状态，由于沉积物性质分布不均匀，造成抵抗冲刷能力的差异，在水深 6~10 m 形成了东宽西窄，沿南北方向平行于岸线的水下隆起岗丘带，塌陷凹坑与其配套发育，其它地方呈现出斑状海底，直至水深 10~12 m 处，海底浅滩基本处于冲淤动态平衡，海底地貌较为平滑。

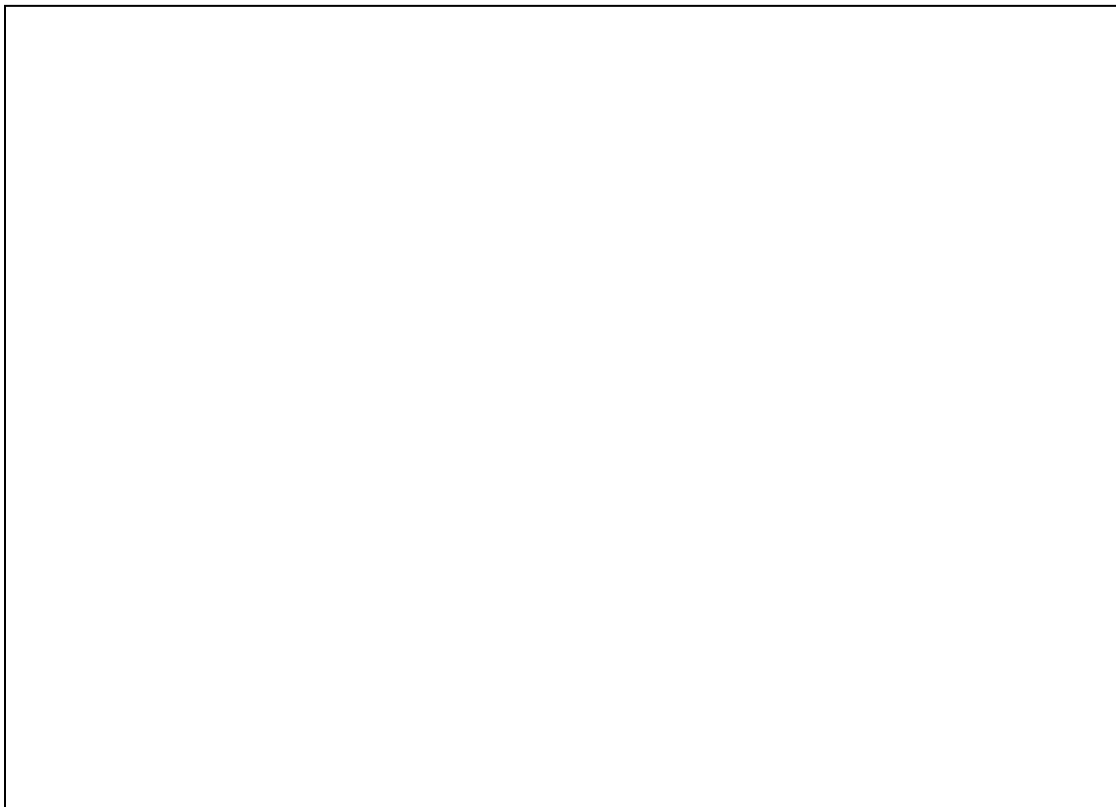


图 5.2-25 测区附近三角洲分布示意图

将海图（图名：歧河口至龙口港）的 1984 水深数据和“我国近海海洋综合调查与评价”项目的 2007 年数据进行比较，可以得出测区 1984 年至 2007 年的冲淤变化图，如图 5.2-26 所示。从图中可以看出，测区近岸段处于冲刷状态，有两个冲刷中心，分别位于飞雁滩北侧和神仙沟东北侧，离岸约 5.5km。飞雁滩冲刷中心侵蚀厚度大于 4m，侵蚀速率为 0.2m/a，神仙沟冲刷中心侵蚀厚度大于 3m，侵

蚀速率为 0.16m/a。

将“我国近海海洋综合调查与评价”项目的 2007 年数据与本次调查的数据进行比较，可以得出路由区 2007 年至 2016 年的冲淤变化图，如图 5.2-27 所示。从图中可以看出，路由区近岸段处于冲刷状态，有一个冲刷中心，位于 B 点东侧，离岸约 3.7km，侵蚀厚度大于 2m，侵蚀速率为 0.2m/a，与 1984 年至 2007 年的冲淤变化图相比，侵蚀中心向岸移动了 1.8km，侵蚀速率变化不大。为了保证管道的运行安全，在管道施工完成以后，需要加强管道近岸段的水深监测，一旦发现管道有悬空的迹象，及早采取防护措施。

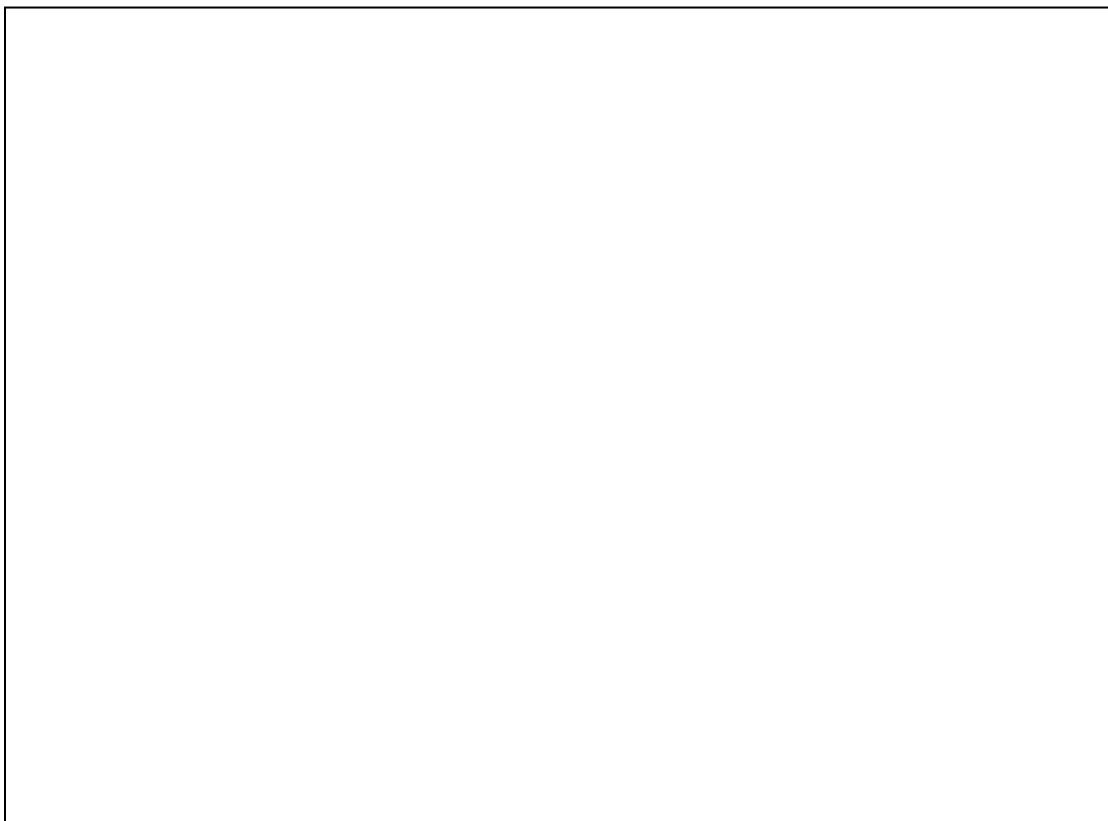


图 5.2-26 工程区 1984 年至 2007 年的冲淤变化图

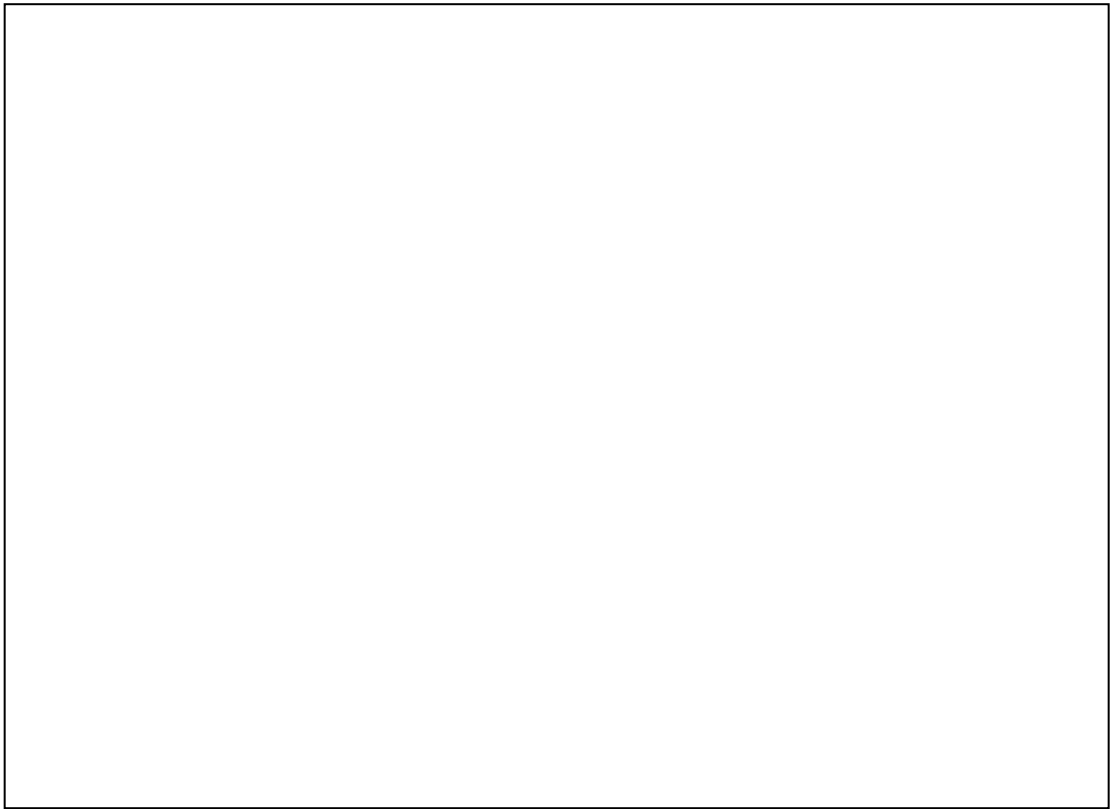


图 5.2-27 工程区 2007 年至 2016 年的冲淤变化图

5.3 海水水质现状调查与评价

本报告书采用青岛环海海洋工程勘察研究院于 2016 年 5 月和 2016 年 11 月在本工程海域进行的两期海域环境质量现状调查资料，调查内容包括海水水质、沉积物和海洋生态。

水质、沉积物和海洋生物的调查方法为现场监测法。调查中水质、沉积物和生物样品的采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

5.3.1 水质现状调查概况

5.3.1.1 调查站位

海洋水质调查站位共设置 45 个：沿大体垂直于岸线方向，自东北至西南布置 5 条断面，断面之间间隔约 7.5~8.5km，其中在系泊点两侧增设了两个断面，每个断面各设定了 5 个站位，另外三个断面中的一个断面沿输油管道线路方向设定了 11 个站位，沿输油管道两侧两个断面各设定了 12 个站位，共计 45 个水质调查站位。

调查站位坐标、调查项目见表 5.3-1 和图 5.3-1。

表 5.3-1 调查站位与调查项目一览表

站号	经度 (E)		纬度 (N)		调 查 项 目		
					水质	沉积物	海洋生态
1					*	*	*
2					*		
3					*	*	*
4					*		
5					*	*	*
6					*		
7					*	*	*
8					*		
9					*	*	*
10					*		
11					*	*	*
12					*		
13					*	*	*
14					*		
15					*	*	*
16					*		
17					*	*	*
18					*	*	*
19					*	*	*
20					*	*	*
21					*	*	*

站号	经度 (E)		纬度 (N)		调 查 项 目		
					水质	沉积物	海洋生态
22					*	*	*
23					*		
24					*	*	*
25					*	*	*
26					*	*	*
27					*		
28					*	*	*
29					*		
30					*	*	*
31					*		
32					*	*	*
33					*		
34					*	*	*
35					*	*	*
36					*	*	*
37					*		
38					*	*	*
39					*		
40					*	*	*
41					*	*	*
42					*		
43					*	*	*
44					*		
45					*	*	*

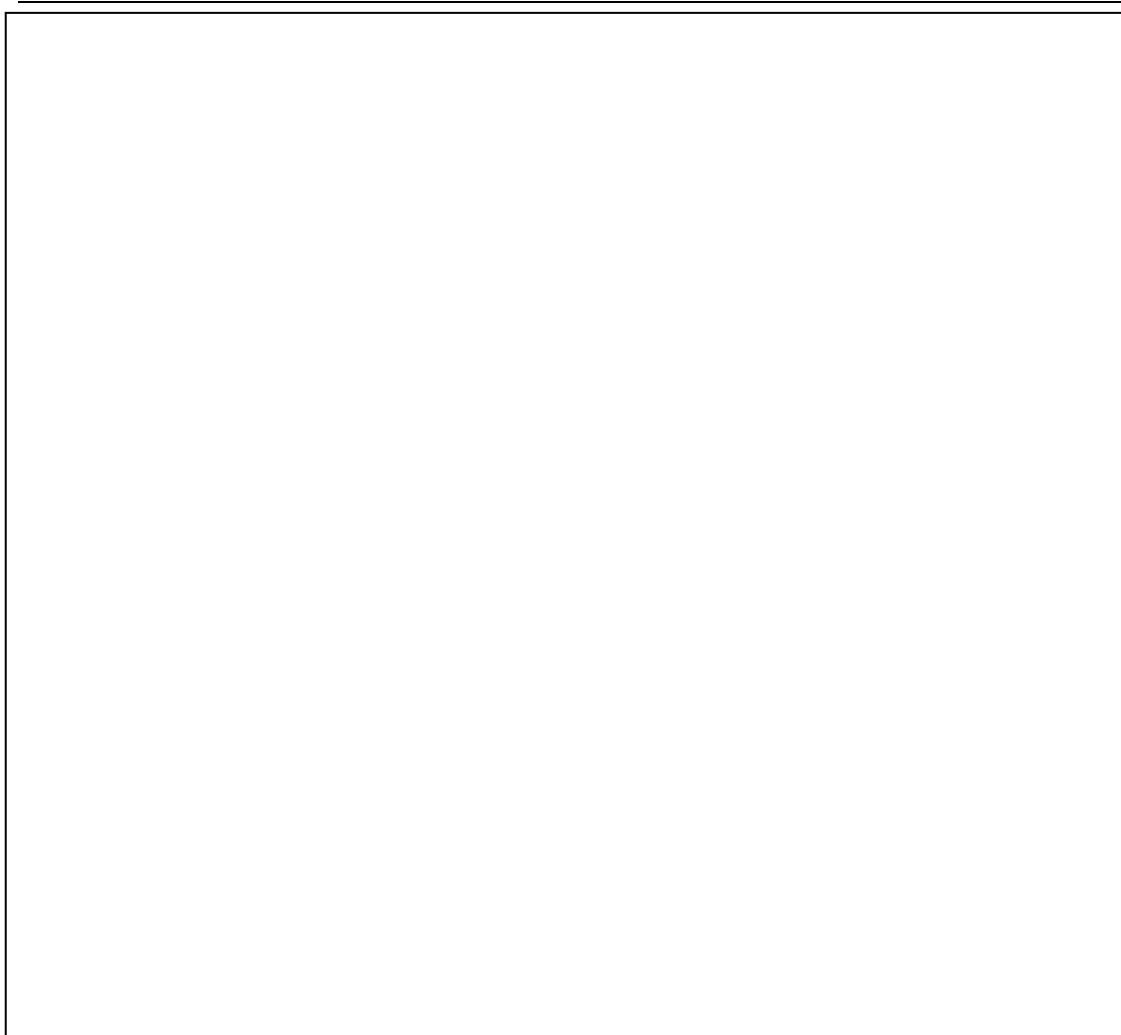


图 5.3-1 现状调查站位图

5.3.1.2 调查时间

春季：2016 年 5 月 22 日~5 月 24 日；

秋季：2016 年 11 月 11 日~11 月 13 日。

5.3.1.3 调查因子

调查因子：包括 pH、水温、盐度、溶解氧、化学需氧量、悬浮物、无机氮（氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐）、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、总汞、铬、镉、砷、锌等 16 项，其中石油类项目只调查表层。

5.3.1.4 调查与分析方法

根据现场水深决定采样层次，当水深<10m 时，只采取表层样；当水深≥10m，<25m 时，采表层和底层水样；当水深≥25m，采表层、中层、底层水样。按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）的要求采集水样和进行样品分析。

各项调查因子分析方法见表 5.3-2。

表 5.3-2 海水水质监测项目和分析方法

序号	监测项目		分析方法	检出限
1	pH		多参数测定仪	/
2	水温		多参数测定仪	/
3	盐度		多参数测定仪	/
4	DO		多参数测定仪	/
5	悬浮物		重量法	2mg/L
6	COD		碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
7	石油类		紫外分光光度法	3.5μg/L
8	活性磷酸盐		磷钼蓝分光光度法	0.2μg/L
9	无机氮	硝酸盐	铈还原法	0.7μg/L
		亚硝酸盐	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.3μg/L
		氨	次溴酸盐氧化法	0.4μg/L
10	砷		原子荧光法	0.5μg/L
11	铜		无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
12	铅		无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
13	锌		火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
14	镉		无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
15	总汞		原子荧光法	0.007μg/L
16	铬		无火焰原子吸收分光光度法	0.3μg/L

5.3.2 海洋水质现状调查结果

海洋水质现状监测结果详见表 5.3-3。

表 5.3-3 2016 年 5 月水质实测结果统计表（表层）

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机 氮 μg/L	磷酸 盐 μg/L	悬浮 物 mg/L	石油 类 μg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L
1	表层	16.89	30.67	1.08	8.33	7.99	315.8	31.9	54.2	13.2	3.7	3.4	14	1.30	1.6	0.11	4.0
2	表层	15.97	30.78	1.36	8.71	7.97	357.3	28.8	35.6	8.6	3.3	3.4	15	1.02	3.6	0.11	4.4
3	表层	15.73	30.83	1.40	8.49	8.00	369.1	30.3	52.6	9.1	4.1	4.1	24	0.94	3.4	0.08	2.9
4	表层	16.71	30.92	1.12	8.17	8.00	304.9	29.9	38.4	17.3	4.0	4.7	11	1.10	1.5	0.07	3.9
5	表层	16.00	31.01	1.04	8.25	7.99	315.6	30.7	32.0	15.5	3.7	3.7	16	0.61	4.2	0.08	3.6
6	表层	15.69	30.98	0.96	8.56	8.01	347.4	30.3	28.6	23.2	2.9	2.7	19	0.98	4.6	0.10	4.2
7	表层	15.88	30.85	0.92	8.65	7.99	370.9	30.7	34.8	12.3	3.2	3.0	21	0.75	4.1	0.11	2.8
8	表层	15.93	30.79	1.36	8.42	7.97	373.9	29.2	43.8	17.7	2.7	4.3	14	0.41	1.6	0.11	2.5
9	表层	15.39	30.88	1.20	8.50	7.99	308.0	29.2	39.6	20.5	3.1	4.2	19	0.74	1.5	0.06	2.7
10	表层	16.70	30.67	1.36	8.55	7.99	287.3	29.9	42.5	18.2	2.9	3.1	21	0.85	3.1	0.08	2.6
11	表层	16.41	30.47	1.44	8.50	7.99	301.3	28.4	53.6	15.5	3.8	3.5	18	0.92	2.9	0.03	4.2
12	表层	16.20	30.39	1.20	8.25	7.98	295.3	21.8	55.6	20.9	4.3	2.8	15	1.25	4.2	0.12	3.4
13	表层	16.55	30.31	1.04	8.02	7.97	371.5	31.1	35.1	22.3	4.3	3.1	11	1.28	1.9	0.08	2.3
14	表层	16.20	30.28	0.96	8.31	8.01	360.4	29.9	44.8	18.2	4.0	3.2	15	0.52	2.8	0.04	2.7
15	表层	15.79	30.25	1.20	8.64	7.97	382.4	28.4	30.3	22.3	4.1	3.7	15	1.17	3.5	0.07	2.1
16	表层	15.78	30.18	1.16	8.01	7.97	376.2	31.1	47.8	20.0	4.5	4.4	12	0.36	1.5	0.08	3.9
17	表层	15.36	30.10	1.20	8.10	7.98	320.7	29.2	56.8	15.5	3.4	1.7	12	0.41	3.9	0.12	4.4
18	表层	15.11	29.89	0.80	8.29	7.98	331.0	28.0	30.1	17.7	2.1	3.9	21	0.68	2.8	0.12	2.8
19	表层	15.20	30.21	0.84	8.09	7.97	346.1	31.5	59.7	20.9	2.4	4.5	26	0.99	3.6	0.11	2.9
20	表层	15.44	30.38	1.12	8.19	8.00	291.3	28.8	50.7	26.8	2.7	2.6	16	1.00	4.5	0.09	2.8
21	表层	15.24	30.46	1.00	8.53	7.98	318.7	30.3	51.1	24.5	2.4	3.8	12	0.38	3.7	0.09	2.2
22	表层	15.96	30.48	1.24	8.09	8.00	308.7	31.1	47.6	19.5	3.7	2.3	13	1.17	3.1	0.13	2.3
23	表层	16.74	30.57	0.96	8.69	7.98	287.6	31.9	45.1	16.8	2.4	2.9	17	1.21	2.4	0.11	4.1
24	表层	15.17	30.62	1.12	8.05	8.01	289.3	26.0	35.3	15.5	2.9	3.9	12	0.55	1.4	0.06	2.4
25	表层	15.94	30.78	0.92	8.19	7.98	281.3	27.6	49.2	13.2	2.8	3.2	10	0.48	2.9	0.12	3.6
26	表层	15.42	30.88	1.28	8.03	8.02	368.1	29.6	46.8	12.7	4.4	3.5	18	0.83	1.5	0.07	2.7
27	表层	15.51	30.96	1.12	8.21	7.98	258.2	31.1	31.4	13.6	2.3	4.6	16	0.59	2.4	0.05	2.9
28	表层	15.22	31.04	1.08	8.28	7.99	350.0	29.9	37.6	18.6	4.8	4.8	15	1.00	4.0	0.08	3.0

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机 氮 µg/L	磷酸 盐 µg/L	悬浮 物 mg/L	石油 类 µg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 µg/L	总铬 µg/L	总汞 µg/L	砷 µg/L
29	表层	15.58	30.89	1.12	8.62	7.99	336.8	31.5	27.2	24.5	4.2	3.6	18	1.14	3.0	0.06	3.1
30	表层	15.27	30.89	0.80	8.53	7.98	323.7	30.3	38.4	16.8	2.1	4.6	25	1.30	1.1	0.12	3.6
31	表层	15.20	30.87	1.00	8.52	7.99	279.5	30.7	33.6	16.4	2.9	4.7	15	0.89	3.5	0.11	4.1
32	表层	16.07	30.73	1.04	8.49	8.02	365.9	29.9	52.6	12.7	1.8	3.3	11	0.67	2.4	0.13	3.9
33	表层	16.32	30.65	1.20	8.70	8.01	372.7	29.6	49.5	13.6	4.1	1.7	15	0.77	2.7	0.08	3.9
34	表层	16.01	30.49	1.36	8.27	7.98	400.8	31.1	51.1	11.4	2.1	2.3	13	0.41	3.6	0.11	2.6
35	表层	15.47	30.47	1.20	8.07	7.98	372.2	32.3	34.4	15.5	3.7	2.5	9	0.42	2.1	0.09	2.4
36	表层	15.42	30.51	0.92	8.11	8.01	365.1	31.5	31.5	17.3	2.0	3.6	25	1.17	3.4	0.07	2.6
37	表层	15.06	29.87	0.96	8.63	7.99	299.1	30.3	37.0	24.1	4.4	2.9	22	1.02	3.5	0.13	2.2
38	表层	15.32	29.89	1.12	8.02	8.00	294.4	30.3	38.4	28.2	2.6	2.2	24	0.70	2.6	0.03	3.0
39	表层	15.30	29.72	0.92	8.08	7.99	382.0	29.9	45.5	15.0	2.8	3.5	16	1.23	1.7	0.14	3.6
40	表层	16.61	29.81	1.20	8.66	7.97	397.5	33.1	41.6	35.5	4.5	2.1	14	0.90	4.2	0.07	3.0
41	表层	16.54	30.78	1.20	8.51	7.98	283.8	32.7	36.2	11.4	2.7	2.1	11	0.86	3.1	0.06	3.8
42	表层	16.53	30.75	1.12	8.08	7.99	344.1	28.4	41.6	9.5	3.1	3.5	16	0.62	1.2	0.04	3.9
43	表层	15.20	30.97	1.20	8.43	7.99	359.9	28.4	47.5	16.4	2.0	2.7	17	0.59	1.5	0.05	2.7
44	表层	15.86	31.02	0.88	8.09	8.01	435.4	30.7	28.6	10.5	2.4	3.3	20	0.34	4.1	0.11	2.2
45	表层	15.15	30.97	0.96	8.66	7.99	395.2	30.3	39.2	33.2	3.7	2.1	25	0.84	4.6	0.10	3.5
最大 值	/	16.89	31.04	1.44	8.71	8.02	435.4	33.1	59.7	35.5	4.8	4.8	26	1.30	4.6	0.14	4.4
最小 值	/	15.06	29.87	0.80	8.01	7.97	258.2	21.8	27.2	8.6	1.8	1.7	9	0.34	1.1	0.03	2.1

表 5.3-4 2016 年 5 月水质实测结果统计表（底层）

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 µg/L	磷酸盐 µg/L	悬浮物 mg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 µg/L	总铬 µg/L	总汞 µg/L	砷 µg/L
1	底层	16.93	30.62	1.04	8.55	7.97	325.8	29.2	50.9	3.0	3.2	13	1.24	1.7	0.14	3.0
2	底层	15.97	30.95	1.24	8.69	8.00	319.2	29.6	45.0	2.5	4.0	23	0.67	2.5	0.08	2.7
3	底层	15.78	30.81	1.20	8.70	7.98	329.4	30.7	65.4	3.4	3.7	15	1.19	1.8	0.05	2.5
4	底层	16.85	30.87	1.04	8.14	7.99	216.7	29.6	34.1	2.9	2.9	22	1.04	2.8	0.13	2.1
5	底层	16.11	31.02	0.96	8.60	7.99	271.6	29.2	49.1	3.6	2.4	13	0.83	3.2	0.08	2.4
6	底层	15.91	31.01	1.04	8.25	7.98	312.8	31.5	26.0	4.1	3.9	10	0.56	4.3	0.06	2.5
7	底层	15.52	30.91	1.04	8.51	8.00	309.6	29.9	34.2	3.1	3.1	20	0.79	4.6	0.05	3.8
8	底层	15.98	30.79	1.44	8.33	7.98	394.1	29.6	33.9	3.7	2.8	14	0.36	4.1	0.03	3.4
9	底层	15.62	30.82	1.20	8.30	7.99	349.1	27.2	39.6	3.4	2.5	21	0.39	2.4	0.06	2.4
10	底层	16.79	30.63	1.36	8.26	8.00	342.0	28.4	30.3	3.0	2.7	10	0.31	2.9	0.08	2.6
11	底层	16.23	30.58	0.80	8.62	7.99	287.7	29.6	30.5	2.3	4.2	25	1.12	3.8	0.06	2.5
12	底层	16.17	30.47	1.08	8.66	7.98	229.3	30.7	45.7	2.8	3.7	19	0.86	3.2	0.14	3.0
13	底层	16.54	30.29	1.08	8.33	7.98	383.1	29.9	60.5	1.9	4.3	10	0.79	1.6	0.10	3.5
14	底层	16.20	30.31	0.88	8.07	7.99	327.3	29.9	58.8	2.1	4.0	20	0.67	1.9	0.11	2.5
17	底层	15.39	30.12	0.88	8.16	8.00	348.6	27.6	56.9	3.8	2.0	13	0.60	2.7	0.10	4.3
18	底层	15.24	29.95	1.00	8.25	8.01	376.7	29.9	52.2	2.7	3.1	20	1.10	4.5	0.13	3.9
19	底层	15.29	30.19	1.00	8.25	7.98	321.7	29.2	67.4	4.2	4.5	19	0.70	4.4	0.04	2.6
20	底层	15.10	30.34	1.20	8.03	7.99	291.4	30.3	41.3	2.9	2.8	11	1.02	2.2	0.07	3.0
21	底层	15.15	30.39	0.88	8.47	7.98	327.1	30.7	48.0	2.5	4.2	13	0.84	1.6	0.12	3.1
22	底层	15.82	30.42	0.84	8.22	7.99	305.4	31.9	51.1	3.3	2.9	25	0.62	3.8	0.10	2.4
23	底层	16.48	30.65	0.88	8.70	7.97	412.7	28.4	35.8	4.3	3.6	18	1.00	1.0	0.11	2.6
24	底层	15.05	30.69	1.36	8.20	7.99	324.5	28.0	38.1	2.3	3.8	12	0.64	3.1	0.04	2.8
25	底层	15.93	30.79	1.36	8.56	7.99	292.4	31.9	48.0	3.6	3.2	19	0.59	3.3	0.04	2.3
26	底层	15.43	30.87	0.92	8.24	7.99	332.2	30.7	31.2	2.0	3.0	12	0.80	2.2	0.03	4.2
27	底层	15.37	30.83	1.20	8.18	7.99	340.8	47.9	36.4	3.3	4.7	23	0.33	4.1	0.12	2.6
28	底层	15.43	31.02	0.88	8.58	8.00	323.0	31.9	31.0	2.0	1.2	10	0.44	3.5	0.04	3.2
29	底层	15.50	30.99	1.08	8.59	8.00	324.7	29.6	39.8	4.2	1.6	20	0.67	4.4	0.04	3.7
30	底层	15.64	30.94	1.00	8.33	7.99	413.8	30.7	39.7	2.6	2.6	9	0.82	4.2	0.07	2.2
31	底层	15.13	30.85	1.12	8.61	7.99	371.8	32.7	55.0	2.4	3.7	14	0.72	2.6	0.04	3.2

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 µg/L	磷酸盐 µg/L	悬浮物 mg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 µg/L	总铬 µg/L	总汞 µg/L	砷 µg/L
33	底层	16.18	30.66	1.24	8.03	8.00	334.4	28.0	31.3	2.2	3.3	11	0.31	3.8	0.08	3.4
34	底层	16.01	30.56	1.36	8.24	7.99	411.6	32.3	38.9	3.7	2.2	13	0.95	2.2	0.10	2.8
35	底层	15.98	30.41	1.12	8.68	7.97	301.4	28.8	39.1	3.4	3.5	16	1.04	2.5	0.11	2.3
36	底层	15.37	30.42	0.80	8.01	7.99	380.3	28.4	45.0	3.8	3.0	15	0.89	2.5	0.13	3.9
37	底层	15.15	29.86	0.88	8.43	7.97	286.8	30.7	52.6	3.9	2.5	13	1.24	3.1	0.13	2.7
38	底层	15.64	29.94	0.88	8.70	7.99	317.1	30.3	41.0	3.3	2.5	15	0.43	1.5	0.05	2.4
39	底层	15.13	29.75	0.96	8.31	7.97	294.4	22.9	51.8	4.0	3.6	18	0.48	3.1	0.12	3.8
41	底层	16.48	30.65	1.04	8.47	8.00	331.1	27.6	46.6	2.1	1.7	19	0.66	3.0	0.06	3.4
42	底层	16.24	30.72	1.36	8.49	7.97	341.6	28.8	41.8	2.9	4.8	12	0.76	4.6	0.10	2.3
44	底层	15.74	30.88	1.04	8.61	8.00	369.4	31.1	44.3	3.2	3.0	20	0.79	1.1	0.12	2.8
45	底层	15.26	30.97	1.00	8.48	7.98	333.8	28.8	48.6	2.4	3.7	11	1.26	2.5	0.10	3.5
最大值	/	16.93	31.02	1.44	8.70	8.01	413.8	47.9	67.4	4.3	4.8	25	1.26	4.6	0.14	4.3
最小值	/	15.05	29.75	0.80	8.01	7.97	216.7	22.9	26.0	1.9	1.2	9	0.31	1.0	0.03	2.1

表 5.3-5 2016 年 11 月水质实测结果统计表（表层）

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 µg/L	磷酸盐 µg/L	悬浮物 mg/L	石油类 µg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 µg/L	总铬 µg/L	总汞 µg/L	砷 µg/L
1	表层	13.97	30.62	1.18	7.05	7.98	203.7	23.4	37.7	10.5	4.3	3.8	16	0.58	1.0	0.13	2.9
2	表层	14.21	30.83	1.25	6.96	7.99	341.3	28.8	29.6	7.7	3.5	3.2	12	1.16	2.9	0.09	3.9
3	表层	14.20	30.82	1.33	7.04	8.00	371.5	31.8	34.1	9.9	4.1	3.0	22	0.71	3.8	0.10	2.7
4	表层	14.21	30.89	0.86	7.42	7.99	285.0	30.9	31.1	10.5	4.5	4.7	9	0.86	1.8	0.12	2.6
5	表层	14.13	31.02	1.14	7.79	7.99	354.3	24.5	35.3	21.0	4.5	2.5	12	0.99	4.7	0.11	3.8
6	表层	14.17	31.02	0.94	7.54	8.00	342.4	43.2	20.5	19.3	2.2	2.8	23	1.09	4.6	0.09	4.3
7	表层	14.28	30.87	1.29	7.50	7.98	337.4	24.2	46.2	9.9	2.8	3.2	19	0.45	4.0	0.12	2.6
8	表层	14.24	30.84	1.37	6.57	7.98	377.3	27.0	32.1	21.0	3.0	4.1	14	0.55	1.9	0.05	2.2
9	表层	14.23	30.74	1.22	6.86	7.99	328.5	23.7	31.3	18.8	3.4	4.4	15	0.77	1.8	0.05	3.3
10	表层	14.19	30.62	1.33	6.82	8.01	334.5	30.9	54.1	17.1	4.2	2.4	24	0.52	2.4	0.12	3.8
11	表层	13.84	30.66	1.25	7.01	7.99	304.4	28.4	37.7	18.2	4.6	4.7	26	0.65	1.5	0.09	2.3
12	表层	13.33	30.41	1.45	6.51	7.98	208.7	19.6	40.5	26.5	3.3	3.0	10	0.46	5.1	0.05	3.1
13	表层	13.41	30.28	1.18	6.83	7.99	349.1	21.5	46.7	23.2	3.1	2.6	18	0.84	1.1	0.07	3.7
14	表层	13.34	30.24	0.86	7.60	8.00	331.9	23.2	36.4	20.4	2.6	2.1	14	1.19	3.9	0.05	3.4
15	表层	12.61	30.19	1.45	6.98	7.97	363.7	21.0	21.9	29.8	3.8	3.1	17	1.02	1.0	0.11	2.2
16	表层	12.81	30.15	1.02	6.64	7.98	256.8	23.0	39.4	22.1	3.8	4.2	10	0.63	2.3	0.08	3.4
17	表层	11.93	29.96	1.02	6.46	7.99	341.8	29.3	48.4	20.4	4.6	2.9	15	1.08	2.8	0.13	3.8
18	表层	11.93	29.96	0.71	6.42	7.98	340.2	38.3	21.7	18.8	4.3	2.9	16	0.75	1.5	0.10	4.3
19	表层	12.31	30.20	0.98	6.10	7.99	296.5	40.0	51.3	30.4	3.3	4.2	17	0.53	1.2	0.09	4.1
20	表层	12.67	30.24	0.82	6.24	7.99	366.7	38.3	44.5	40.3	2.2	1.9	10	0.52	2.4	0.04	2.8
21	表层	13.24	30.36	1.02	6.30	7.98	296.9	38.9	13.5	24.9	3.5	4.0	13	0.69	2.0	0.12	2.3
22	表层	13.77	30.49	1.02	7.95	7.99	316.8	26.6	41.1	19.9	4.5	2.1	10	0.66	5.0	0.10	2.3
23	表层	13.82	30.56	0.86	6.93	7.98	229.4	27.0	36.9	13.8	2.5	3.6	21	0.75	3.6	0.09	2.2
24	表层	14.12	30.63	1.37	6.94	8.02	292.3	19.6	26.9	14.9	3.7	4.6	20	0.56	4.8	0.04	3.2
25	表层	12.68	30.89	1.22	6.65	7.99	307.9	26.9	51.5	11.6	2.9	3.8	15	1.03	4.4	0.06	2.7
26	表层	14.25	30.86	1.22	6.68	8.01	410.4	29.9	35.8	11.0	3.7	2.4	25	0.99	1.6	0.07	3.7
27	表层	14.30	30.95	1.29	7.56	8.00	248.6	51.2	20.9	16.0	1.9	4.7	17	0.63	1.4	0.13	3.8
28	表层	13.99	31.04	1.10	6.35	7.99	372.5	35.1	37.5	18.8	4.3	3.1	21	0.73	3.8	0.06	3.1
29	表层	14.17	30.88	1.02	6.70	7.98	306.2	27.3	38.8	25.4	4.5	4.1	17	0.61	4.6	0.09	4.0

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

30	表层	14.29	30.97	0.71	7.29	7.99	335.8	40.0	32.1	17.7	4.0	4.7	24	0.94	1.8	0.10	3.1
31	表层	14.19	30.85	1.14	6.23	7.99	309.2	38.3	22.3	10.5	2.5	4.7	24	0.68	4.1	0.09	3.3
32	表层	14.09	30.73	1.29	6.16	8.02	368.4	40.0	38.8	12.7	1.9	4.6	12	0.71	2.7	0.05	4.3
33	表层	14.04	30.65	1.33	6.98	8.03	350.5	28.6	37.8	15.5	3.8	2.2	13	0.78	3.9	0.09	3.5
34	表层	13.57	30.52	1.22	7.00	7.99	378.4	34.0	42.7	11.0	2.3	2.2	13	0.63	2.5	0.07	3.0
35	表层	13.62	30.46	1.02	6.87	7.98	357.7	25.0	24.5	16.6	4.1	2.6	13	0.67	2.0	0.10	3.9
36	表层	13.29	30.41	0.98	6.36	8.00	291.4	27.3	34.5	17.1	4.7	3.4	20	0.78	2.8	0.08	3.7
37	表层	12.17	29.84	1.18	6.35	8.00	335.7	30.8	28.6	35.9	2.9	2.9	25	1.05	2.9	0.12	3.4
38	表层	11.82	29.85	1.25	6.31	7.99	315.0	34.3	37.8	29.8	2.8	4.4	21	1.14	2.3	0.09	2.9
39	表层	11.59	29.63	0.86	6.72	7.98	355.1	28.3	37.1	23.8	2.6	4.1	20	0.55	1.2	0.13	2.7
40	表层	11.55	29.74	0.86	6.58	7.99	344.5	24.5	20.3	21.0	4.3	3.7	21	0.97	4.7	0.07	3.8
41	表层	13.91	30.75	1.29	8.44	7.99	295.4	32.8	28.5	8.8	3.9	1.9	11	0.85	3.2	0.08	3.6
42	表层	14.01	30.73	1.18	6.24	7.98	367.9	37.2	26.7	8.8	2.6	4.1	12	0.98	1.1	0.12	4.3
43	表层	14.14	30.95	1.18	7.20	7.99	348.7	28.6	37.9	6.6	2.9	2.3	25	0.64	1.1	0.10	3.4
44	表层	14.16	31.04	0.94	6.89	7.99	456.8	36.1	27.7	9.9	2.4	4.2	21	0.87	4.2	0.04	3.7
45	表层	14.22	30.86	1.14	6.57	7.98	405.4	27.6	32.1	44.8	3.9	2.9	22	1.13	4.7	0.06	3.6
最大值		14.30	31.04	1.45	8.44	8.03	456.8	51.2	54.1	44.8	4.7	4.7	26	1.19	5.1	0.13	4.3
最小值		11.55	29.63	0.71	6.10	7.97	203.7	19.6	13.5	6.6	1.9	1.9	9	0.45	1.0	0.04	2.2

表 5.3-6 2016 年 11 月水质实测结果统计表（底层）

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 µg/L	磷酸盐 µg/L	悬浮物 mg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 µg/L	总铬 µg/L	汞 µg/L	砷 µg/L
1	底层	13.99	30.54	1.22	6.96	7.99	344.3	43.5	38.3	4.2	3.5	9	0.7	2.2	0.07	2.9
2	底层	14.24	30.87	1.25	6.89	7.97	325.5	29.9	36.9	3.2	3.1	21	0.91	2.6	0.05	2.8
3	底层	14.20	30.82	1.29	6.94	7.99	340.6	27.4	26.7	3.9	3.3	11	0.79	1.6	0.04	3.6
4	底层	14.22	30.89	0.94	7.37	7.99	141.3	22.4	28.5	3.0	3.9	23	0.48	3.7	0.12	2.3
5	底层	14.14	31.01	1.02	7.25	7.98	322.8	27.3	40.7	3.3	4	10	0.65	3.3	0.10	2.2
6	底层	14.17	30.98	1.02	6.87	7.98	266.1	31.8	32.9	4.4	3.5	12	0.95	4.3	0.13	2.9
7	底层	14.29	30.93	1.18	6.97	7.99	250.1	29.2	25.3	3.0	3	18	0.92	4.4	0.09	4.0
8	底层	14.24	31.04	1.18	6.58	8.00	379.1	33.4	25.5	2.4	4.7	23	1.18	4.6	0.13	2.2
9	底层	14.25	30.75	1.14	6.81	7.99	358.4	32.1	33.2	2.2	3	16	1.21	2.2	0.12	4.2
10	底层	14.20	30.64	1.25	6.77	7.99	367.8	33.8	41.9	3.5	2.8	13	0.94	2.6	0.04	2.5
11	底层	13.85	30.56	0.71	6.94	7.97	358.2	34	22.1	2.0	3.2	23	1.17	3	0.10	3.2
12	底层	13.41	30.32	1.02	6.79	7.98	357.9	25.8	41.3	2.9	3.3	23	0.63	3.9	0.10	3.7
13	底层	13.43	30.11	1.02	6.88	7.98	345.5	32.2	22.1	4.0	2.8	12	0.68	3.5	0.11	4.2
14	底层	13.36	30.13	0.86	6.28	7.97	306.1	16.4	50.7	2.9	4.2	24	0.55	1.2	0.07	2.4
17	底层	12.84	30.11	0.74	6.54	7.99	364.4	32.3	47.9	2.4	4.1	16	1.11	2.5	0.08	4.0
18	底层	11.93	29.96	1.02	6.46	8.01	379.6	38.3	32.9	2.5	4.6	23	1.02	4.2	0.06	3.3
19	底层	12.31	30.09	1.06	6.18	7.99	376.5	38.3	38.8	4.3	4.5	25	0.86	4.4	0.13	2.9
20	底层	12.67	30.24	0.74	6.32	8.00	240.8	29.0	52.9	4.3	1.9	11	1.14	1.2	0.09	3.7
21	底层	13.24	30.37	0.86	6.35	7.99	339.7	31.0	28.0	3.5	2.3	12	1.03	1.2	0.04	4.1
22	底层	13.78	30.28	0.86	7.57	7.99	313.5	24.2	41.7	3.6	3.3	21	0.87	3.0	0.08	3.4
23	底层	13.83	30.37	1.37	6.88	7.97	417.4	24.5	25.5	3.7	4.4	9	0.59	1.5	0.07	2.2
24	底层	14.13	30.64	1.37	6.85	7.98	286.2	31.0	29.7	4.0	3.5	11	0.86	3.4	0.07	3.2
25	底层	14.01	30.72	1.45	6.83	7.99	296.3	25.1	39.9	3.6	3.8	23	1.18	4.9	0.10	3.5
26	底层	14.25	30.84	1.22	6.58	7.98	333.6	22.6	38.1	2.4	4.6	11	1.03	2.1	0.12	3.8
27	底层	14.31	30.87	1.25	6.69	7.99	436.3	51.2	18.7	2.8	3.8	20	0.87	5.0	0.06	3.9
28	底层	14.14	30.96	0.86	6.96	8.00	335.6	40.6	22.6	1.9	1.8	14	0.54	4.5	0.11	3.9
29	底层	14.15	30.92	1.18	6.92	7.98	308.7	32.4	30.0	4.6	2.1	22	0.44	3.9	0.07	3.1
30	底层	14.30	30.96	1.68	6.78	7.99	379.3	34.3	20.9	2.1	2.1	10	0.96	4.7	0.10	2.3
31	底层	14.19	30.86	1.22	6.22	7.97	371.1	43.5	41.0	2.2	3.6	14	0.54	2.3	0.09	2.8

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

项目 站位	层次	温度 (°C)	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 µg/L	磷酸盐 µg/L	悬浮物 mg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 µg/L	总铬 µg/L	汞 µg/L	砷 µg/L
33	底层	14.04	30.64	1.06	6.95	7.99	306.3	27.4	22.9	2.9	3.2	10	0.47	5.1	0.12	3.0
34	底层	13.57	30.31	1.18	6.89	7.98	374.4	22.1	18.5	3.9	1.9	15	0.67	2.1	0.05	3.4
35	底层	13.63	30.46	1.18	6.84	7.99	327.3	27.5	30.7	3.1	1.9	20	0.69	3.2	0.05	3.9
36	底层	13.31	30.36	0.86	6.42	7.98	314.8	27.3	40.6	2.2	1.9	12	1.18	2.8	0.06	2.7
37	底层	12.15	29.86	1.29	6.47	7.97	289.9	37.2	29.4	4.5	2.5	11	1.00	3.9	0.11	4.1
38	底层	11.81	29.84	0.71	6.36	7.99	334.0	29.1	35.6	3.1	2.5	11	0.58	1.1	0.1	2.4
39	底层	11.56	29.63	0.98	6.77	7.97	316.0	17.9	30.0	3.5	4.6	19	1.03	3.9	0.13	3.1
41	底层	13.92	30.53	1.29	6.01	8.0	342.6	40.0	59.5	2.9	2.7	15	0.76	4.3	0.05	2.5
42	底层	14.01	30.75	1.37	6.22	7.99	320.2	30.5	33.1	2.4	4.3	10	0.72	4.9	0.11	2.7
44	底层	14.25	30.96	1.22	6.94	7.99	347.9	40.7	35.9	4.5	4.5	17	0.92	2.3	0.11	2.7
45	底层	14.16	30.84	1.18	6.00	7.97	301.2	29.6	35.4	2.6	3.0	14	0.82	2.0	0.09	4.0
最大值		14.31	31.04	1.68	7.57	8.01	436.3	51.2	59.5	4.6	4.7	25	1.21	5.1	0.13	4.2
最小值		11.56	29.63	0.71	6.00	7.97	141.3	16.4	18.5	1.9	1.8	9	0.44	1.1	0.04	2.2

5.3.3 海洋水质环境现状评价

5.3.3.1 评价标准

现状调查站位中的 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、41、42、43、44、45 号站位位于《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》中的渤海中部海域，参照执行《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的“河口-利津农渔业区”相关标准，即海水水质执行《海水水质标准》中的二类标准。

现状调查站位中的 13、14、15、16、17、21、36、37、38、39、40 号站位位于《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的“河口-利津农渔业区”，海水水质评价执行《海水水质标准（GB 3097-1997）》中二类标准。

现状调查站位中的 18、19、20 号站位位于《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的“东营港口航运区”，海水水质评价执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中三类标准。

表 5.3-7 海水水质标准(mg/L, pH 除外)

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

5.3.3.2 评价方法

评价方法采用标准指数法，当标准指数 P_i 值大于 1 时，表示第 i 项因子超出了其相应的评价标准，即表明该因子不能满足评价海域水质标准要求。标准指数法的计算方法如下：

(1) 一般污染物

$$P_i = \frac{C_i}{C_o}$$

式中： P_i —第 i 种污染物的污染指数； C_i —第 i 种污染物的实测浓度值（mg/L）； C_o —第 i 种污染物的评价标准限值（mg/L）。

(2) pH

$$P_i = 7.0 - pH_i / 7.0 - pH_s \quad pH_i \leq 7.0$$

$$P_i = pH_i - 7.0 / pH_s - 7.0 \quad pH_i > 7.0$$

式中： P_i —pH 的污染指数； pH_i —pH 的实测浓度值； pH_s —评价标准中 pH 值下限； pH_s —评价标准中 pH 值上限。

(3) DO

$$P_j = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad DO_j \geq DO_s$$

$$P_j = 10 - 9 DO_j / DO_s \quad DO_j < DO_s$$

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

式中： P_j —DO 的污染指数； DO_f —饱和溶解氧浓度 (mg/L)； DO_s —溶解氧的水质标准 (mg/L)； DO_j —溶解氧的实测值 (mg/L)。

5.3.3.3 评价结果

(1) 渤海中部海域海水水质评价结果

根据表 5.3-8，两次调查期间，除无机氮和磷酸盐外，所有监测项目都符合二类水质标准，其中无机氮 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 74.19%、75.80%，最大超标倍数分别为 0.45 和 0.52，但能够符合四类水质标准；磷酸盐 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 45.21%、43.54%，最大超标倍数分别为 0.59 和 0.71，2016 年 5 月符合四类水质标准，2016 年 11 月不符合四类水质标准。

(2) “河口-利津农渔业区”海水水质评价结果

根据表 5.3-9，两次调查期间，除无机氮和磷酸盐外，所有监测项目都符合二类水质标准，其中无机氮 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 68.3%、68.18%，最大超标倍数分别为 0.33 和 0.21，但能够符合三类水质标准；磷酸盐 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 63.63%、31.82%，最大超标倍数分别为 0.1 和 0.3，但能够符合四类水质标准。

(3) “东营港口航运区”海水水质评价结果

根据表 5.3-10，两次调查期间，除磷酸盐外，所有监测项目都符合三类水质标准，2016 年 5 月和 2016 年 11 月的磷酸盐超标率达到 50%、83.3%，最大超标倍数分别为 0.05 和 0.33，但能够符合四类水质标准。

5.3.3.4 超标原因分析

海水中无机氮、磷酸盐超标的原因推测为：无机氮、磷酸盐是典型的陆源污染物，陆侧污染导致污染物入海；项目所在海域近岸有养殖区，养殖退水时水质质量较差；且渤海湾海域海水交换能力较弱，导致海水中无机氮、磷酸盐超标。

表 5.3-8a 渤海中部海域 2016 年 5 月海水水质标准指数（二类）

站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
1	表层	0.36	0.28	0.66	1.05	1.06	0.26	0.37	0.68	0.28	0.26	0.02	0.55	0.13
	底层	0.35	0.24	0.65	1.09	0.97	-	0.25	0.8	0.46	0.13	0.03	0.40	0.09
2	表层	0.45	0.23	0.65	1.19	0.96	0.17	0.33	0.68	0.30	0.20	0.04	0.55	0.15
	底层	0.41	0.24	0.67	1.06	0.98	-	0.25	0.8	0.46	0.13	0.03	0.40	0.09
3	表层	0.47	0.29	0.67	1.23	1.01	0.18	0.41	0.82	0.48	0.19	0.03	0.40	0.10
	底层	0.40	0.24	0.65	1.10	1.02	-	0.34	0.74	0.30	0.24	0.02	0.25	0.08
4	表层	0.37	0.32	0.67	1.02	0.99	0.35	0.4	0.94	0.22	0.22	0.02	0.35	0.13
	底层	0.35	0.33	0.66	0.72	0.98	-	0.29	0.58	0.44	0.21	0.03	0.65	0.07
5	表层	0.35	0.33	0.66	1.05	1.02	0.31	0.37	0.74	0.32	0.12	0.04	0.40	0.12
	底层	0.32	0.25	0.66	0.91	0.97	-	0.36	0.48	0.26	0.17	0.03	0.40	0.08
6	表层	0.32	0.27	0.67	1.16	1.01	0.46	0.29	0.54	0.38	0.20	0.05	0.50	0.14
	底层	0.35	0.33	0.65	1.04	1.05	-	0.41	0.78	0.20	0.11	0.04	0.30	0.08
7	表层	0.31	0.25	0.66	1.24	1.02	0.25	0.32	0.6	0.42	0.15	0.04	0.55	0.09
	底层	0.35	0.29	0.67	1.03	0.99	-	0.31	0.62	0.40	0.16	0.05	0.25	0.13
8	表层	0.45	0.29	0.65	1.25	0.97	0.35	0.27	0.86	0.28	0.08	0.02	0.55	0.08
	底层	0.48	0.31	0.65	1.31	0.98	-	0.37	0.56	0.28	0.07	0.04	0.15	0.11
9	表层	0.40	0.29	0.66	1.03	0.97	0.41	0.31	0.84	0.38	0.15	0.02	0.30	0.09
	底层	0.40	0.33	0.66	1.16	0.9	-	0.34	0.5	0.42	0.08	0.02	0.30	0.08
10	表层	0.45	0.24	0.66	0.96	0.99	0.36	0.29	0.62	0.42	0.17	0.03	0.40	0.09
	底层	0.45	0.30	0.67	1.14	0.94	-	0.30	0.54	0.20	0.06	0.03	0.40	0.09
11	表层	0.48	0.26	0.66	1.00	0.94	0.31	0.38	0.7	0.36	0.18	0.03	0.15	0.14

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

	底层	0.27	0.24	0.66	0.96	0.98	-	0.23	0.84	0.50	0.22	0.04	0.30	0.08
12	表层	0.40	0.32	0.65	0.98	0.72	0.42	0.43	0.56	0.30	0.25	0.04	0.60	0.11
	底层	0.36	0.24	0.65	0.76	1.02	-	0.28	0.74	0.38	0.17	0.03	0.70	0.10
22	表层	0.41	0.36	0.67	1.03	1.03	0.39	0.37	0.46	0.26	0.23	0.03	0.65	0.08
	底层	0.28	0.34	0.66	1.02	1.06	-	0.33	0.58	0.50	0.12	0.04	0.50	0.08
23	表层	0.32	0.21	0.65	0.96	1.06	0.34	0.24	0.58	0.34	0.24	0.02	0.55	0.14
	底层	0.29	0.22	0.65	1.38	0.94	-	0.43	0.72	0.36	0.20	0.01	0.55	0.09
24	表层	0.37	0.39	0.67	0.96	0.87	0.31	0.29	0.78	0.24	0.11	0.01	0.30	0.08
	底层	0.45	0.36	0.66	1.08	0.94	-	0.23	0.76	0.24	0.13	0.03	0.20	0.09
25	表层	0.31	0.34	0.65	0.94	0.92	0.26	0.28	0.64	0.20	0.10	0.03	0.60	0.12
	底层	0.31	0.35	0.66	1.11	1.06	-	0.33	0.94	0.46	0.07	0.04	0.60	0.09
26	表层	0.43	0.39	0.68	1.23	0.98	0.25	0.44	0.7	0.36	0.17	0.02	0.35	0.09
	底层	0.31	0.35	0.66	1.11	1.02	-	0.20	0.6	0.24	0.16	0.02	0.15	0.14
27	表层	0.37	0.35	0.65	0.86	1.03	0.27	0.23	0.92	0.32	0.12	0.02	0.25	0.10
	底层	0.40	0.36	0.66	1.14	1.59	-	0.33	0.94	0.46	0.07	0.04	0.60	0.09
28	表层	0.36	0.34	0.66	1.17	0.99	0.37	0.48	0.96	0.30	0.20	0.04	0.40	0.10
	底层	0.29	0.28	0.67	1.08	1.06	-	0.20	0.24	0.20	0.09	0.04	0.20	0.11
29	表层	0.37	0.26	0.66	1.12	1.05	0.49	0.42	0.72	0.36	0.23	0.03	0.30	0.10
	底层	0.36	0.27	0.67	1.08	0.98	-	0.42	0.32	0.40	0.13	0.04	0.20	0.12
30	表层	0.27	0.29	0.65	1.08	1.01	0.34	0.21	0.92	0.50	0.26	0.01	0.60	0.12
	底层	0.33	0.32	0.66	1.38	1.02	-	0.26	0.52	0.18	0.16	0.04	0.35	0.07
31	表层	0.33	0.30	0.66	0.93	1.02	0.33	0.29	0.94	0.30	0.18	0.04	0.55	0.14
	底层	0.37	0.28	0.66	1.24	1.09	-	0.24	0.74	0.28	0.14	0.03	0.20	0.11

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

32	表层	0.35	0.28	0.68	1.22	0.99	0.25	0.18	0.66	0.22	0.13	0.02	0.65	0.13
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	表层	0.40	0.22	0.67	1.24	0.98	0.27	0.41	0.34	0.30	0.15	0.03	0.40	0.13
	底层	0.41	0.37	0.67	1.11	0.94	-	0.22	0.66	0.22	0.06	0.04	0.40	0.11
34	表层	0.45	0.32	0.65	1.34	1.03	0.23	0.21	0.46	0.26	0.08	0.04	0.55	0.09
	底层	0.45	0.33	0.66	1.37	1.07	-	0.37	0.44	0.26	0.19	0.02	0.50	0.09
35	表层	0.40	0.38	0.65	1.24	1.07	0.31	0.37	0.5	0.18	0.08	0.02	0.45	0.08
	底层	0.37	0.24	0.65	1.00	0.96	-	0.34	0.7	0.32	0.21	0.03	0.55	0.08
41	表层	0.40	0.26	0.65	0.95	1.09	0.23	0.27	0.42	0.22	0.17	0.03	0.30	0.13
	底层	0.35	0.27	0.67	1.10	0.92	-	0.21	0.34	0.38	0.13	0.03	0.30	0.11
42	表层	0.37	0.35	0.66	1.15	0.94	0.19	0.31	0.7	0.32	0.12	0.01	0.20	0.13
	底层	0.45	0.27	0.65	1.14	0.96	-	0.29	0.96	0.24	0.15	0.05	0.50	0.08
43	表层	0.40	0.31	0.66	1.20	0.94	0.33	0.2	0.54	0.34	0.12	0.02	0.25	0.09
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-		-	-
44	表层	0.29	0.36	0.67	1.45	1.02	0.21	0.24	0.66	0.40	0.07	0.04	0.55	0.07
	底层	0.35	0.26	0.67	1.23	1.03	-	0.32	0.6	0.40	0.16	0.01	0.60	0.09
45	表层	0.32	0.27	0.66	1.32	1.01	0.66	0.37	0.42	0.50	0.17	0.05	0.50	0.12
	底层	0.33	0.30	0.65	1.11	0.96	-	0.24	0.74	0.22	0.25	0.03	0.50	0.12
超标率（%）		0	0	0	74.19	45.21	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3-8b 渤海中部海域 2016 年 11 月海水水质标准指数（二类）

站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
1	表层	0.39	0.61	0.65	0.68	0.78	0.21	0.43	0.76	0.32	0.12	0.20	0.65	0.10
	底层	0.42	0.64	0.65	1.09	1.00	-	0.32	0.62	0.42	0.18	0.52	0.25	0.09
2	表层	0.42	0.62	0.66	1.14	0.96	0.15	0.35	0.64	0.24	0.23	0.58	0.45	0.13
	底层	0.42	0.64	0.65	1.09	1.00	-	0.32	0.62	0.42	0.18	0.52	0.25	0.09
3	表层	0.44	0.61	0.67	1.24	1.06	0.20	0.41	0.6	0.44	0.14	0.76	0.50	0.09
	底层	0.43	0.63	0.66	1.14	0.91	-	0.39	0.66	0.22	0.16	0.32	0.20	0.12
4	表层	0.29	0.54	0.66	0.95	1.03	0.21	0.45	0.94	0.18	0.17	0.36	0.60	0.09
	底层	0.31	0.55	0.66	0.47	0.75	-	0.3	0.78	0.46	0.10	0.74	0.60	0.08
5	表层	0.38	0.47	0.66	1.18	0.82	0.42	0.45	0.5	0.24	0.20	0.94	0.55	0.13
	底层	0.34	0.57	0.65	1.08	0.91	-	0.33	0.80	0.20	0.13	0.66	0.50	0.07
6	表层	0.31	0.51	0.67	1.14	1.44	0.39	0.22	0.56	0.46	0.22	0.92	0.45	0.14
	底层	0.34	0.64	0.65	0.89	1.06	-	0.44	0.70	0.24	0.19	0.86	0.65	0.10
7	表层	0.43	0.52	0.65	1.12	0.81	0.20	0.28	0.64	0.38	0.09	0.80	0.60	0.09
	底层	0.39	0.62	0.66	0.83	0.97	-	0.3	0.60	0.36	0.18	0.88	0.45	0.13
8	表层	0.46	0.70	0.65	1.26	0.90	0.42	0.3	0.82	0.28	0.11	0.38	0.25	0.07
	底层	0.39	0.70	0.67	1.26	1.11	-	0.24	0.94	0.46	0.24	0.92	0.65	0.07
9	表层	0.41	0.64	0.66	1.10	0.79	0.38	0.34	0.88	0.30	0.15	0.36	0.25	0.11
	底层	0.38	0.65	0.66	1.19	1.07	-	0.22	0.60	0.32	0.24	0.44	0.60	0.14
10	表层	0.44	0.65	0.67	1.12	1.03	0.34	0.42	0.48	0.48	0.10	0.48	0.60	0.13
	底层	0.42	0.66	0.66	1.23	1.13	-	0.35	0.56	0.26	0.19	0.52	0.20	0.08
11	表层	0.42	0.62	0.66	1.01	0.95	0.36	0.46	0.94	0.52	0.13	0.30	0.45	0.08

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

	底层	0.24	0.63	0.65	1.19	1.13	-	0.2	0.64	0.46	0.23	0.60	0.50	0.11
12	表层	0.48	0.72	0.65	0.70	0.65	0.53	0.33	0.6	0.20	0.09	1.02	0.25	0.10
	底层	0.34	0.67	0.65	1.19	0.86		0.29	0.66	0.46	0.13	0.78	0.50	0.12
22	表层	0.34	0.44	0.66	1.06	0.89	0.40	0.45	0.42	0.20	0.13	1.00	0.50	0.08
	底层	0.29	0.52	0.66	1.05	0.81	-	0.36	0.66	0.42	0.17	0.60	0.40	0.11
23	表层	0.29	0.64	0.65	0.76	0.90	0.28	0.25	0.72	0.42	0.15	0.72	0.45	0.07
	底层	0.46	0.65	0.65	1.39	0.82	-	0.37	0.88	0.18	0.12	0.30	0.35	0.07
24	表层	0.46	0.63	0.68	0.97	0.65	0.30	0.37	0.92	0.40	0.11	0.96	0.20	0.11
	底层	0.46	0.65	0.65	0.95	1.03	-	0.4	0.70	0.22	0.17	0.68	0.35	0.11
25	表层	0.41	0.70	0.66	1.03	0.90	0.23	0.29	0.76	0.30	0.21	0.88	0.30	0.09
	底层	0.48	0.65	0.66	0.99	0.84	-	0.36	0.76	0.46	0.24	0.98	0.50	0.12
26	表层	0.41	0.68	0.67	1.37	1.00	0.22	0.37	0.48	0.50	0.20	0.32	0.35	0.12
	底层	0.41	0.70	0.65	1.11	0.75	-	0.24	0.92	0.22	0.21	0.42	0.60	0.13
27	表层	0.43	0.51	0.67	0.83	1.71	0.32	0.19	0.94	0.34	0.13	0.28	0.65	0.13
	底层	0.42	0.67	0.66	1.45	1.71	-	0.28	0.76	0.40	0.17	1.00	0.30	0.13
28	表层	0.37	0.74	0.66	1.24	1.17	0.38	0.43	0.62	0.42	0.15	0.76	0.30	0.10
	底层	0.29	0.63	0.67	1.12	1.35	-	0.19	0.36	0.28	0.11	0.90	0.55	0.13
29	表层	0.34	0.67	0.65	1.02	0.91	0.51	0.45	0.82	0.34	0.12	0.92	0.45	0.13
	底层	0.39	0.63	0.65	1.03	1.08	-	0.46	0.42	0.44	0.09	0.78	0.35	0.10
30	表层	0.24	0.56	0.66	1.12	1.33	0.35	0.4	0.94	0.48	0.19	0.36	0.50	0.10
	底层	0.56	0.66	0.66	1.26	1.14	-	0.21	0.42	0.20	0.19	0.94	0.50	0.08
31	表层	0.38	0.76	0.66	1.03	1.28	0.21	0.25	0.94	0.48	0.14	0.82	0.45	0.11
	底层	0.41	0.77	0.65	1.24	1.45	-	0.22	0.72	0.28	0.11	0.46	0.45	0.09

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

32	表层	0.43	0.78	0.68	1.23	1.33	0.25	0.19	0.92	0.24	0.14	0.54	0.25	0.14
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	表层	0.44	0.62	0.69	1.17	0.95	0.31	0.38	0.44	0.26	0.16	0.78	0.45	0.12
	底层	0.35	0.63	0.66	1.02	0.91	-	0.29	0.64	0.20	0.09	1.02	0.60	0.10
34	表层	0.41	0.63	0.66	1.26	1.13	0.22	0.23	0.44	0.26	0.13	0.50	0.35	0.10
	底层	0.39	0.65	0.65	1.25	0.74	-	0.39	0.38	0.30	0.13	0.42	0.25	0.11
35	表层	0.34	0.65	0.65	1.19	0.83	0.33	0.41	0.52	0.26	0.13	0.40	0.50	0.13
	底层	0.39	0.66	0.66	1.09	0.92	-	0.31	0.38	0.40	0.14	0.64	0.25	0.13
41	表层	0.43	0.35	0.66	0.98	1.09	0.18	0.39	0.38	0.22	0.17	0.64	0.40	0.12
	底层	0.43	0.81	0.67	1.14	1.33	-	0.29	0.54	0.30	0.15	0.86	0.25	0.08
42	表层	0.39	0.76	0.65	1.23	1.24	0.18	0.26	0.82	0.24	0.20	0.22	0.60	0.14
	底层	0.46	0.77	0.66	1.07	1.02	-	0.24	0.86	0.20	0.14	0.98	0.55	0.09
43	表层	0.39	0.58	0.66	1.16	0.95	0.13	0.29	0.46	0.50	0.13	0.22	0.50	0.11
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	表层	0.31	0.64	0.66	1.52	1.20	0.20	0.24	0.84	0.42	0.17	0.84	0.20	0.12
	底层	0.41	0.63	0.66	1.16	1.36	-	0.45	0.90	0.34	0.18	0.46	0.55	0.09
45	表层	0.38	0.70	0.65	1.35	0.92	0.90	0.39	0.58	0.44	0.23	0.94	0.30	0.12
	底层	0.39	0.81	0.65	1.00	0.99	-	0.26	0.60	0.28	0.16	0.40	0.45	0.13
超标率（%）		0	0	0	75.80	43.54	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3-8c 渤海中部海域 2016 年 5 月主要超标因子标准指数统计表（三类、四类）

项目 站位	表层				项目 站位	底层			
	三类标准		四类标准			三类标准		四类标准	
	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐		无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐
1	0.79	1.06	0.63	0.70	1	0.81	0.97	0.65	0.64
2	0.89	0.96	0.71	0.64	2	0.80	0.98	0.64	0.65
3	0.92	1.01	0.74	0.67	3	0.82	1.02	0.66	0.68
4	0.76	0.99	0.61	0.66	4	0.54	0.98	0.43	0.65
5	0.79	1.02	0.63	0.68	5	0.68	0.97	0.54	0.64
6	0.87	1.01	0.69	0.67	6	0.78	1.05	0.63	0.70
7	0.93	1.02	0.74	0.68	7	0.77	0.99	0.62	0.66
8	0.93	0.97	0.75	0.64	8	0.99	0.98	0.79	0.65
9	0.77	0.97	0.62	0.64	9	0.87	0.9	0.70	0.70
10	0.72	0.99	0.57	0.66	10	0.86	0.94	0.68	0.62
11	0.75	0.94	0.6	0.62	11	0.72	0.98	0.58	0.65
12	0.74	0.72	0.59	0.48	12	0.57	1.02	0.46	0.68
22	0.77	1.03	0.62	0.68	22	0.76	1.06	0.61	0.7
23	0.72	1.06	0.58	0.7	23	1.03	0.94	0.83	0.62
24	0.72	0.87	0.58	0.58	24	0.81	0.94	0.65	0.62
25	0.7	0.92	0.56	0.61	25	0.73	1.06	0.58	0.70
26	0.92	0.98	0.74	0.65	26	0.83	1.02	0.66	0.68
27	0.65	1.03	0.52	0.68	27	0.85	1.59	0.68	1.06
28	0.88	0.99	0.7	0.66	28	0.81	1.06	0.65	0.7
29	0.84	1.05	0.67	0.70	29	0.81	0.98	0.65	0.65
30	0.81	1.01	0.65	0.67	30	1.03	1.02	0.83	0.68
31	0.7	1.02	0.56	0.68	31	0.93	1.09	0.74	0.72
32	0.91	0.99	0.73	0.66	33	0.84	0.94	0.67	0.62

	表层				底层				
项目 站位	三类标准		四类标准		项目 站位	三类标准		四类标准	
	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐		无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐
33	0.93	0.98	0.75	0.65	34	1.03	1.07	0.82	0.71
34	1.0	1.03	0.8	0.68	35	0.75	0.96	0.6	0.64
35	0.93	1.07	0.74	0.71	41	0.83	0.92	0.66	0.61
41	0.71	1.09	0.57	0.72	42	0.85	0.96	0.68	0.64
42	0.86	0.94	0.69	0.62	44	0.92	1.03	0.74	0.68
43	0.9	0.94	0.72	0.62	45	0.83	0.96	0.67	0.64
44	1.09	1.02	0.87	0.68	超标率	10.34	41.37	0	0
45	0.99	1.01	0.79	0.67					
超标率	6.45	51.61	0.	0					

表 5.3-8d 渤海中部海域 2016 年 11 月主要超标因子标准指数统计表（三类、四类）

表层					底层				
项目 站位	三类标准		四类标准		项目 站位	三类标准		四类标准	
	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐		无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐
1	0.51	0.78	0.41	0.52	1	0.86	1.45	0.69	0.97
2	0.85	0.96	0.68	0.64	2	0.81	1.00	0.65	0.66
3	0.93	1.06	0.74	0.71	3	0.85	0.91	0.68	0.61
4	0.71	1.03	0.57	0.69	4	0.35	0.75	0.28	0.50
5	0.89	0.82	0.71	0.54	5	0.81	0.91	0.65	0.61
6	0.86	1.44	0.68	0.96	6	0.67	1.06	0.53	0.71
7	0.84	0.81	0.67	0.54	7	0.63	0.97	0.5	0.65
8	0.94	0.9	0.75	0.6	8	0.95	1.11	0.76	0.74
9	0.82	0.79	0.66	0.53	9	0.9	1.07	0.72	0.71
10	0.84	1.03	0.67	0.69	10	0.92	1.13	0.74	0.75
11	0.76	0.95	0.61	0.63	11	0.9	1.13	0.72	0.76
12	0.52	0.65	0.42	0.44	12	0.89	0.86	0.72	0.57
22	0.79	0.89	0.63	0.59	22	0.78	0.81	0.63	0.54
23	0.57	0.9	0.46	0.6	23	1.04	0.82	0.83	0.54
24	0.73	0.65	0.58	0.44	24	0.72	1.03	0.57	0.69
25	0.77	0.9	0.62	0.6	25	0.74	0.84	0.59	0.56
26	1.03	1.00	0.82	0.66	26	0.83	0.75	0.67	0.50
27	0.62	1.71	0.5	1.14	27	1.09	1.71	0.87	1.14
28	0.93	1.17	0.75	0.78	28	0.84	1.35	0.67	0.90
29	0.77	0.91	0.61	0.61	29	0.77	1.08	0.62	0.72
30	0.84	1.33	0.67	0.89	30	0.95	1.14	0.76	0.76
31	0.77	1.28	0.62	0.85	31	0.93	1.45	0.74	0.97

表层					底层				
项目 站位	三类标准		四类标准		项目 站位	三类标准		四类标准	
	无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐		无机氮	磷酸盐	无机氮	磷酸盐
32	0.92	1.33	0.74	0.89	33	0.77	0.91	0.61	0.61
33	0.88	0.95	0.7	0.64	34	0.94	0.74	0.75	0.49
34	0.95	1.13	0.76	0.76	35	0.82	0.92	0.65	0.61
35	0.89	0.83	0.72	0.56	41	0.86	1.33	0.69	0.89
41	0.74	1.09	0.59	0.73	42	0.8	1.02	0.64	0.68
42	0.92	1.24	0.74	0.83	44	0.87	1.36	0.7	0.90
43	0.87	0.95	0.7	0.64	45	0.75	0.99	0.6	0.66
44	1.14	1.2	0.91	0.8	超标率	6.89	51.72	0.00	3.44
45	1.01	0.92	0.81	0.61					
超标率	9.67	41.93	0	3.23					

表 5.3-9a “河口-利津农渔业区”2016 年 5 月海水水质标准指数（二类）

站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
13	表层	0.35	0.36	0.65	1.24	1.04	0.45	0.43	0.62	0.22	0.26	0.02	0.40	0.08
	底层	0.36	0.29	0.65	1.28	1.00	-	0.19	0.86	0.20	0.16	0.02	0.50	0.12
14	表层	0.32	0.31	0.67	1.20	1.00	0.36	0.4	0.64	0.30	0.10	0.03	0.20	0.09
	底层	0.29	0.36	0.66	1.09	1.00	-	0.21	0.8	0.40	0.13	0.02	0.55	0.08
15	表层	0.40	0.25	0.65	1.27	0.95	0.45	0.41	0.74	0.30	0.23	0.04	0.35	0.07
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	表层	0.39	0.38	0.65	1.25	1.04	0.40	0.45	0.88	0.24	0.07	0.02	0.40	0.13
	底层	--	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
17	表层	0.40	0.38	0.65	1.07	0.97	0.31	0.34	0.34	0.24	0.08	0.04	0.60	0.15
	底层	0.29	0.36	0.42	1.16	0.92	0.14	0.38	0.4	0.26	0.12	0.03	0.5	0.14
21	表层	0.33	0.29	0.65	1.06	1.01	0.49	0.24	0.76	0.24	0.08	0.04	0.45	0.07
	底层	0.29	0.31	0.65	1.09	1.02	-	0.25	0.84	0.26	0.17	0.02	0.60	0.10
36	表层	0.31	0.37	0.67	1.22	1.05	0.35	0.2	0.72	0.50	0.23	0.03	0.35	0.09
	底层	0.27	0.39	0.66	1.27	0.95	-	0.38	0.6	0.30	0.18	0.03	0.65	0.13
37	表层	0.32	0.28	0.66	1.00	1.01	0.48	0.44	0.58	0.44	0.20	0.04	0.65	0.07
	底层	0.29	0.32	0.65	0.96	1.02	-	0.39	0.5	0.26	0.25	0.03	0.65	0.09
38	表层	0.37	0.39	0.67	0.98	1.01	0.56	0.26	0.44	0.48	0.14	0.03	0.15	0.10
	底层	0.29	0.25	0.66	1.06	1.01	-	0.33	0.5	0.30	0.09	0.02	0.25	0.08
39	表层	0.31	0.38	0.66	1.27	1.00	0.30	0.28	0.7	0.32	0.25	0.02	0.70	0.12
	底层	0.32	0.34	0.65	0.98	0.76	-	0.40	0.72	0.36	0.10	0.03	0.60	0.13
40	表层	0.40	0.22	0.65	1.33	1.10	0.71	0.45	0.42	0.28	0.18	0.04	0.35	0.10
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
超标率（%）		0	0	0	68.18	63.63	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3-9b “河口-利津农渔业区”2016 年 11 月海水水质标准指数（二类）

站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
13	表层	0.39	0.66	0.66	1.16	0.72	0.46	0.31	0.52	0.36	0.17	0.22	0.35	0.12
	底层	0.34	0.65	0.65	1.15	1.07	-	0.4	0.56	0.24	0.14	0.70	0.55	0.14
14	表层	0.29	0.52	0.67	1.11	0.77	0.41	0.26	0.42	0.28	0.24	0.78	0.25	0.11
	底层	0.29	0.76	0.65	1.02	0.55	-	0.29	0.84	0.48	0.11	0.24	0.35	0.08
15	表层	0.48	0.65	0.65	1.21	0.70	0.60	0.38	0.62	0.34	0.20	0.20	0.55	0.07
	底层	-	-	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-	
16	表层	0.34	0.70	0.65	0.86	0.77	0.44	0.38	0.84	0.20	0.13	0.46	0.40	0.11
	底层	-	--	-	-	-	-	-		--	-	-	-	
17	表层	0.34	0.75	0.66	1.14	0.98	0.41	0.46	0.58	0.30	0.22	0.56	0.65	0.13
	底层	0.25	0.72	0.66	1.21	1.08	-	0.24	0.82	0.32	0.22	0.50	0.40	0.13
21	表层	0.34	0.76	0.65	0.99	1.30	0.50	0.35	0.8	0.26	0.14	0.40	0.60	0.08
	底层	0.29	0.75	0.66	1.13	1.03	-	0.35	0.46	0.24	0.21	0.24	0.20	0.14
36	表层	0.33	0.75	0.67	0.97	0.91	0.34	0.47	0.68	0.40	0.16	0.56	0.40	0.12
	底层	0.29	0.74	0.65	1.05	0.91	-	0.22	0.38	0.24	0.24	0.56	0.30	0.09
37	表层	0.39	0.76	0.67	1.12	1.03	0.72	0.29	0.58	0.50	0.21	0.58	0.60	0.11
	底层	0.43	0.74	0.65	0.97	1.24	-	0.45	0.50	0.22	0.20	0.78	0.55	0.14
38	表层	0.42	0.77	0.66	1.05	1.14	0.60	0.28	0.88	0.42	0.23	0.46	0.45	0.10
	底层	0.24	0.76	0.66	1.11	0.97	-	0.31	0.50	0.22	0.12	0.22	0.50	0.08
39	表层	0.29	0.71	0.65	1.18	0.94	0.48	0.26	0.82	0.40	0.11	0.24	0.65	0.09
	底层	0.32	0.69	0.51	1.05	0.59	-	0.35	0.92	0.38	0.21	0.03	0.65	0.10
40	表层	0.29	0.73	0.66	1.15	0.82	0.42	0.43	0.74	0.42	0.19	0.94	0.35	0.13
	底层	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
超标率（%）		0	0	0	68.18	31.82	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3-9c “河口-利津农渔业区”2016 年 5 月主要超标因子标准指数统计表（三类、四类）

标准		三类标准		四类标准
站位	层次	无机氮	磷酸盐	磷酸盐
13	表层	0.93	1.04	0.69
	底层	0.96	1.00	0.66
14	表层	0.90	1.00	0.66
	底层	0.82	1.00	0.66
15	表层	0.96	0.95	0.63
	底层	-	-	-
16	表层	0.94	1.04	0.69
	底层	-	-	-
17	表层	0.8	0.97	0.64
	底层	0.87	0.92	0.61
21	表层	0.8	1.01	0.67
	底层	0.82	1.02	0.68
36	表层	0.91	1.05	0.70
	底层	0.95	0.95	0.63
37	表层	0.75	1.01	0.67
	底层	0.60	1.02	0.68
38	表层	0.74	1.01	0.67
	底层	0.79	1.01	0.67
39	表层	0.96	1.00	0.66
	底层	0.74	0.76	0.5
40	表层	0.99	1.10	0.73
	底层	-	-	-
超标率（%）		0	63.63	0

表 5.3-9d “河口-利津农渔业区”2016 年 11 月主要超标因子标准指数统计表（三类、四类）

标准		三类标准		四类标准
站位	层次	无机氮	磷酸盐	磷酸盐
13	表层	0.87	0.72	0.48
	底层	0.86	1.07	0.72
14	表层	0.83	0.77	0.52
	底层	0.77	0.55	0.36
15	表层	0.91	0.70	0.47
	底层	-	-	-
16	表层	0.64	0.77	0.51
	底层	-	-	-
17	表层	0.85	0.98	0.65
	底层	0.91	1.08	0.72
21	表层	0.74	1.30	0.86
	底层	0.85	1.03	0.69
36	表层	0.73	0.91	0.61
	底层	0.79	0.91	0.61
37	表层	0.84	1.03	0.68
	底层	0.72	1.24	0.83
38	表层	0.79	1.14	0.76
	底层	0.84	0.97	0.65
39	表层	0.89	0.94	0.63
	底层	0.79	0.60	0.40
40	表层	0.86	0.82	0.54
	底层	-	-	-
超标率（%）		0	31.81	0

表 5.3-10a “东营港口航运区”2016 年 5 月海水水质标准指数（三类）

站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
18	表层	0.20	0.22	0.18	0.83	0.93	0.06	0.06	0.39	0.21	0.07	0.01	0.60	0.05
	底层	0.25	0.29	0.21	0.94	1.00	-	0.06	0.31	0.20	0.11	0.02	0.65	0.07
19	表层	0.28	0.18	0.17	0.86	1.05	0.07	0.06	0.45	0.26	0.09	0.01	0.55	0.05
	底层	0.25	0.28	0.18	0.80	0.97	-	0.06	0.45	0.19	0.07	0.02	0.20	0.05
20	表层	0.37	0.23	0.20	0.73	0.96	0.09	0.08	0.26	0.16	0.01	0.02	0.45	0.06
	底层	0.30	0.33	0.19	0.72	1.01	-	0.06	0.28	0.11	0.101	0.01	0.35	0.10
超标率（%）		0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3-10b “东营港口航运区”2016 年 11 月海水水质标准指数（三类）

站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	石油类	砷
18	表层	0.17	0.70	0.18	0.85	1.27	0.08	0.29	0.16	0.07	0.01	0.50	0.06	0.08
	底层	0.25	0.29	0.21	0.94	1.28	0.05	0.27	0.20	0.11	0.02	0.65		0.01
19	表层	0.24	0.75	0.19	0.74	1.33	0.06	0.42	0.17	0.05	0.01	0.45	0.10	0.08
	底层	0.25	0.28	0.18	0.80	1.28	0.08	0.42	0.19	0.07	0.02	0.20		0.01
20	表层	0.20	0.65	0.19	0.91	1.27	0.05	0.19	0.10	0.05	0.01	0.20	0.13	0.05
	底层	0.30	0.33	0.19	0.72	0.96	0.05	0.29	0.11	0.10	0.01	0.35		0.01
超标率（%）		0	0	0	0	83.3	0	0	0	0	0	0	0	0

表 5.3-10c “东营港口航运区”主要超标因子标准指数统计表（四类）

时间		2016年5月	2016年11月
站位	层次	磷酸盐	磷酸盐
18	表层	0.62	0.85
	底层	0.66	0.85
19	表层	0.7	0.89
	底层	0.64	0.85
20	表层	0.64	0.85
	底层	0.67	0.64
超标率（%）		0	0

5.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

5.4.1 沉积物现状调查概况

5.4.1.1 调查站位

沉积物调查站位与水质调查站位同步，选择水质调查站位中的 27 个站位作为沉积物调查站位，调查站位见表 5.3-1 和图 5.3-1 所示。

5.4.1.2 调查时间

调查时间：2016 年 11 月 11 日-13 日。

5.4.1.3 调查因子

沉积物调查因子包括环境调查因子与腐蚀因子，环境调查因子包括石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、总汞、铬、镉、砷、锌以及沉积物粒度等；腐蚀因子包括 pH、电阻率、氧化还原电位。

5.4.1.4 监测与分析方法

监测方法和分析方法见表 5.4-1。

表 5.4-1 沉积物监测项目和分析方法

序号	项目	分析方法	检出限
1	有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	
2	硫化物	碘量法	4×10^{-6}
3	石油类	紫外分光光度法	3×10^{-6}
4	铜	火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
5	铅	火焰原子吸收分光光度法	3×10^{-6}
6	锌	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}
7	镉	火焰原子吸收分光光度法	0.05×10^{-6}
8	汞	原子荧光法	0.002×10^{-6}
9	铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
10	砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}
11	粒度	激光粒度仪	
12	pH	pH 计法	0.01
13	Eh	氧化还原电位法	

5.4.2 沉积物组成及调查结果

沉积物粒度分析结果见表 5.4-2。由表 5.4-2 可以看出，该调查区沉积物主要以黏土质粉砂为主，分布均匀，颜色以褐灰色为主，其分选较差。

表 5.4-2 沉积物粒度分析表

序号	站号	砂（%）			粉砂（%）				粘土（%）			粒级含量（%）			粒度系数				名 称
		0.5~	0.25~	0.125~	0.063~	0.032~	0.016~	0.008~	0.004~	0.002 ~	<0.001	砂	粉砂	粘土	Mzφ	Kgφ	σiφ	SKiφ	
		0.25	0.125	0.063	0.032	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001	(mm)								
1	1	0.89	1.80	3.98	9.66	12.62	25.07	17.97	14.39	7.26	6.35	6.67	65.33	28.00	6.91	2.60	1.96	0.46	黏土质粉砂
2	3	0.00	0.00	0.51	15.36	12.99	27.67	18.12	15.02	6.81	3.53	0.51	74.14	25.35	6.88	2.04	1.61	1.10	黏土质粉砂
3	4	0.00	0.00	2.17	22.61	15.87	22.54	15.46	12.57	5.97	2.80	2.17	76.48	21.35	6.52	2.10	1.69	1.26	粉砂
4	5	0.00	0.32	4.13	12.68	11.93	24.45	19.09	15.20	7.24	4.96	4.45	68.15	27.40	6.92	2.29	1.79	1.00	黏土质粉砂
5	7	6.64	6.53	9.51	14.19	12.25	16.29	12.73	9.74	4.82	5.71	22.6 8	55.46	20.26	5.85	3.22	2.55	1.18	砂质粉砂
6	9	0.00	0.00	3.77	17.30	16.70	23.00	16.02	12.80	6.30	4.10	3.77	73.03	23.20	6.66	2.25	1.77	1.32	黏土质粉砂
7	11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.58	25.81	16.08	14.60	6.35	34.58	0.00	44.47	55.53	8.85	2.36	2.15	1.29	粉砂质黏土
8	13	0.53	2.75	7.37	18.76	17.46	20.20	13.84	10.41	5.06	3.62	10.6 5	70.26	19.08	6.25	2.50	1.93	1.32	黏土质粉砂
9	15	0.00	1.70	34.39	54.76	8.22	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	36.0 9	63.91	0.00	4.22	0.84	0.61	0.46	砂质粉砂
10	17	0.00	0.19	5.57	24.51	13.35	19.77	15.05	12.01	5.83	3.72	5.76	72.67	21.56	6.43	2.34	1.86	1.42	黏土质粉砂
11	18	0.00	0.81	3.26	11.09	16.16	24.77	18.05	14.56	6.81	4.49	4.06	70.08	25.86	6.86	2.28	1.75	1.08	黏土质粉砂
12	19	0.00	1.83	45.64	48.38	3.80	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	47.4 6	52.54	0.00	4.05	0.76	0.54	0.41	砂质粉砂
13	20	0.00	0.15	5.14	23.79	14.29	16.71	15.47	11.41	10.40	2.63	5.29	70.27	24.45	6.37	2.17	1.74	1.26	黏土质粉砂
14	21	0.00	0.00	4.38	28.22	16.23	15.36	14.41	10.69	8.77	1.94	4.38	74.22	21.40	6.22	2.10	1.69	1.35	黏土质粉砂
15	22	0.00	0.00	0.43	16.10	15.43	25.53	16.89	17.14	5.66	2.81	0.43	73.95	25.61	6.73	1.99	1.55	1.17	黏土质粉砂

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程环境影响报告书

序号	站号	砂（%）			粉砂（%）				粘土（%）			粒级含量（%）			粒度系数				名 称
		0.5~	0.25~	0.125~	0.063~	0.032~	0.016~	0.008~	0.004~	0.002 ~	<0.001	砂	粉砂	粘土	Mzφ	Kgφ	σiφ	SKiφ	
		0.25	0.125	0.063	0.032	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001 (mm)									
16	24	0.00	0.00	0.46	12.03	15.40	27.28	19.11	15.18	6.87	3.67	0.46	73.82	25.72	6.95	2.01	1.57	1.11	黏土质粉砂
17	25	0.00	0.00	0.89	21.80	13.48	23.62	15.51	16.47	6.17	2.06	0.89	74.41	24.70	6.55	1.97	1.58	1.12	黏土质粉砂
18	26	0.00	0.92	3.69	10.86	16.30	22.92	18.24	14.18	7.04	5.86	4.61	68.31	27.08	6.91	2.41	1.85	1.19	黏土质粉砂
19	28	0.00	0.00	1.66	17.26	11.64	24.92	18.32	14.87	6.92	4.42	1.66	72.13	26.21	6.86	2.20	1.73	1.18	黏土质粉砂
20	30	0.00	0.00	0.16	13.39	12.04	30.96	18.58	14.93	6.67	3.28	0.16	74.96	24.88	6.92	1.97	1.54	1.06	黏土质粉砂
21	32	0.00	0.19	4.78	21.07	16.23	22.11	15.48	11.74	5.50	2.91	4.97	74.88	20.14	6.44	2.19	1.74	1.26	黏土质粉砂
22	34	0.00	0.00	0.41	18.02	16.08	24.38	15.91	14.48	7.98	2.74	0.41	74.39	25.20	6.70	1.99	1.58	1.17	黏土质粉砂
23	36	0.00	0.00	1.45	73.64	19.88	5.03	0.01	0.00	0.00	0.00	1.45	98.55	0.00	4.81	0.80	0.55	0.59	粉砂
24	38	0.00	4.43	45.45	43.27	6.05	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	49.8 9	50.11	0.00	4.03	0.90	0.65	0.48	砂质粉砂
25	40	0.00	2.95	15.26	31.68	11.48	12.65	10.91	8.66	4.39	2.02	18.2 1	66.72	15.07	5.67	2.41	1.91	1.65	砂质粉砂
26	41	0.00	0.00	1.08	27.66	22.17	20.64	12.63	10.01	4.52	1.29	1.08	83.10	15.82	6.21	1.96	1.55	1.34	粉砂
27	45	0.00	0.16	6.38	18.22	11.51	22.90	16.45	13.31	6.68	4.39	6.54	69.08	24.37	6.64	2.35	1.87	1.22	黏土质粉砂

5.4.3 沉积物质量现状调查结果与评价

5.4.3.1 沉积物质量调查结果

本次沉积物现状监测结果详见表 5.4-3。

表 5.4-3 沉积物质量调查结果统计表

项目 站号	油类 $\times 10^{-6}$	硫化物 $\times 10^{-6}$	有机 碳 $\times 10^{-2}$	铜 $\times 10^{-6}$	铅 $\times 10^{-6}$	镉 $\times 10^{-6}$	锌 $\times 10^{-6}$	铬 $\times 10^{-6}$	汞 $\times 10^{-6}$	砷 $\times 10^{-6}$
1	8.7	51.0	0.27	14	46	0.22	77	47	0.083	5.4
3	10.2	91.9	0.60	20	27	0.15	97	53	0.058	6.4
5	16.6	71.1	0.12	12	28	0.14	102	57	0.061	6.1
7	26.3	85.7	0.63	11	40	0.16	92	59	0.063	6.3
9	7.4	83.7	1.34	14	46	0.18	97	38	0.087	5.3
11	20.8	77.9	1.72	16	44	0.23	89	45	0.094	6.3
13	9.3	92.9	1.24	18	53	0.13	87	26	0.061	6.0
15	11.0	36.3	0.77	6	43	0.26	78	31	0.076	6.1
17	5.2	47.5	0.78	12	52	0.13	99	45	0.084	6.3
18	21.1	51.9	1.67	13	20	0.17	88	49	0.101	6.9
19	43.1	41.7	0.36	17	36	0.26	110	31	0.096	6.7
20	10.9	119.5	1.02	16	33	0.30	113	40	0.058	6.9
21	21.6	72.4	0.39	8	39	0.31	110	38	0.088	6.1
22	39.1	74.6	0.55	18	36	0.13	96	52	0.063	6.8
24	80.0	64.1	0.62	12	56	0.26	92	36	0.072	6.6
25	69.3	118.9	0.86	9	47	0.25	115	37	0.068	6.9
26	127.1	97.0	0.86	12	32	0.30	106	28	0.095	6.6
28	67.1	97.6	1.01	12	52	0.29	108	44	0.093	6.4
30	54.0	88.4	1.28	9	49	0.15	76	43	0.063	5.2
32	10.1	90.6	0.70	6	49	0.19	79	30	0.101	5.3
34	16.6	58.9	0.68	17	44	0.28	91	45	0.064	5.7
36	10.7	75.7	0.89	17	37	0.23	77	27	0.066	6.8
38	26.2	75.6	0.97	17	42	0.24	83	46	0.068	6.1
40	76.5	102.2	1.09	19	34	0.21	119	45	0.070	5.3
41	104.3	123.6	1.23	9	46	0.23	78	31	0.085	7.0
43	14.4	62.6	0.92	14	29	0.17	84	31	0.078	5.3
45	39.1	52.1	1.00	19	33	0.29	120	56	0.082	6.0
最大值	127.1	123.6	1.72	20	56	0.31	120	59	0.101	7.0
最小值	5.2	36.3	0.12	6	20	0.13	76	26	0.058	5.2

5.4.3.2 沉积物环境质量评价

(1) 评价标准

沉积物环境质量现状评价执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 中一类

标准，详见表 5.4-4。

表 5.4-4 沉积物质量评价标准

序号	项目	一类标准
1	汞 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.20
2	镉 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.50
3	铅 ($\times 10^{-6}$) \leq	60.0
4	锌 ($\times 10^{-6}$) \leq	150.0
5	铜 ($\times 10^{-6}$) \leq	35.0
6	铬 ($\times 10^{-6}$) \leq	80.0
7	砷 ($\times 10^{-6}$) \leq	20.0
8	有机碳 ($\times 10^{-2}$) \leq	2.0
9	硫化物 ($\times 10^{-6}$) \leq	300.0
10	石油类 ($\times 10^{-6}$) \leq	500.0

(2) 评价方法

评价方法采用标准指数法。标准指数法的计算方法如下：

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

式中： I_i —第 i 种污染物的污染指数； C_i —第 i 种污染物的实测浓度值； S_i —第 i 种污染物的评价标准限值。

当污染指数 I_i 值大于 1 时，表示第 i 项因子超出了其相应的评价标准，即表明该因子不能满足评价海域水质标准要求。

(2) 评价结果

工程海域沉积物环境质量现状评价结果见表 5.4-5。

表 5.4-5 调查海域沉积物标准指数表

站号	石油类	硫化物	有机碳	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
1	0.02	0.17	0.14	0.40	0.77	0.44	0.51	0.59	0.42	0.27
3	0.02	0.31	0.30	0.57	0.45	0.3	0.65	0.66	0.29	0.32
5	0.03	0.24	0.06	0.34	0.47	0.28	0.68	0.71	0.31	0.31
7	0.05	0.29	0.32	0.31	0.67	0.32	0.61	0.74	0.32	0.32
9	0.01	0.28	0.67	0.40	0.77	0.36	0.65	0.48	0.44	0.27
11	0.04	0.26	0.86	0.46	0.73	0.46	0.59	0.56	0.47	0.32
13	0.02	0.31	0.62	0.51	0.88	0.26	0.58	0.33	0.31	0.30
15	0.02	0.12	0.39	0.17	0.72	0.52	0.52	0.39	0.38	0.31
17	0.01	0.16	0.39	0.34	0.87	0.26	0.66	0.56	0.42	0.32
18	0.04	0.17	0.84	0.37	0.33	0.34	0.59	0.61	0.51	0.35
19	0.09	0.14	0.18	0.49	0.60	0.52	0.73	0.39	0.48	0.34
20	0.02	0.40	0.51	0.46	0.55	0.6	0.75	0.50	0.29	0.35
21	0.04	0.24	0.20	0.23	0.65	0.62	0.73	0.48	0.44	0.31

站号	石油类	硫化物	有机碳	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
22	0.08	0.25	0.28	0.51	0.60	0.26	0.64	0.65	0.32	0.34
24	0.16	0.21	0.31	0.34	0.93	0.52	0.61	0.45	0.36	0.33
25	0.14	0.40	0.43	0.26	0.78	0.5	0.77	0.46	0.34	0.35
26	0.25	0.32	0.43	0.34	0.53	0.6	0.71	0.35	0.48	0.33
28	0.13	0.33	0.51	0.34	0.87	0.58	0.72	0.55	0.47	0.32
30	0.11	0.29	0.64	0.26	0.82	0.3	0.51	0.54	0.32	0.26
32	0.02	0.30	0.35	0.17	0.82	0.38	0.53	0.38	0.51	0.27
34	0.03	0.20	0.34	0.49	0.73	0.56	0.61	0.56	0.32	0.29
36	0.02	0.25	0.45	0.49	0.62	0.46	0.51	0.34	0.33	0.34
38	0.05	0.25	0.49	0.49	0.70	0.48	0.55	0.58	0.34	0.31
40	0.15	0.34	0.55	0.54	0.57	0.42	0.79	0.56	0.35	0.27
41	0.21	0.41	0.62	0.26	0.77	0.46	0.52	0.39	0.43	0.35
43	0.03	0.21	0.46	0.40	0.48	0.34	0.56	0.39	0.39	0.27
45	0.08	0.17	0.50	0.54	0.55	0.58	0.80	0.70	0.41	0.30
最大值	0.25	0.41	0.86	0.57	0.93	0.62	0.80	0.74	0.51	0.35
最小值	0.01	0.12	0.06	0.17	0.33	0.26	0.51	0.33	0.29	0.26

由上表可以看出，本次调查的石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、镉、锌、铬、汞、砷均未超过国家一类沉积物质量标准，沉积物质量较好。

5.4.4 沉积物腐蚀因子调查结果与评价

5.4.4.1 沉积物腐蚀因子调查结果

本次沉积物腐蚀因子现状调查结果详见表 5.4-6。

表 5.4-6 调查海域沉积物腐蚀因子调查结果表

站号	pH	Eh (mV)	电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
1	8.00	163	95
3	7.96	219	102
5	8.04	226	102
7	8.01	223	104
9	7.99	226	105
11	8.05	152	104
13	8.03	228	96
15	7.99	239	105
17	8.02	236	98
18	7.95	194	99
19	7.96	217	100
20	8.00	183	97
21	8.04	175	108
22	7.98	163	94
24	8.00	176	108
25	7.97	189	110
26	7.99	224	103
28	7.95	222	107

站号	pH	Eh (mV)	电阻率 ($\Omega\cdot\text{cm}$)
30	8.02	247	96
32	7.95	169	108
34	7.96	165	94
36	7.99	232	99
38	8.03	215	97
40	7.95	176	91
41	8.04	168	99
43	7.99	226	97
45	8.02	234	97
最大值	8.05	247	110
最小值	7.95	152	91

5.4.4.2 沉积物腐蚀性评价

根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009 年版)腐蚀性评价规定,沉积物电阻率的腐蚀程度为微腐蚀~弱腐蚀;pH 值指示的沉积物为弱碱性,腐蚀程度为微腐蚀;Eh 值所示的沉积物腐蚀程度为弱腐蚀~中腐蚀。综合以上腐蚀因子评价指标,可将该区沉积物对钢结构的腐蚀程度定性为中腐蚀级别。

5.5 海洋生态环境现状调查与评价

5.5.1 海洋生态调查概况

5.5.1.1 调查站位

海洋生态调查站位 27 个:与水质调查站位同步,选择水质调查站位中的 27 个站位作为海洋生态调查站位。

生物质量调查站位根据生态调查站位选取,选择代表本海域的海洋生物样品,以贝类、甲壳类、鱼、虾等为主,测定生物体内残毒量。

5.5.1.2 调查因子

选取叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物及生物质量进行调查分析。

生物质量以生物体内的铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞作为评价因子。

5.5.1.3 调查与分析方法

样品的处理、分析鉴定和数据处理均按《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)与《海洋监测规范》(GB17378-2007)的技术要求进行,具体的调查分析与评价方法如下:

叶绿素 a 测定，采集各站点水样，经孔径为 0.45 μm 的滤膜过滤后，将滤膜干燥冷藏保存，采用分光光度法进行分析，依次在 750nm、664nm、647nm、630nm 波长下测定吸光值，按 Jeffrey-Humphrey 的方程式计算叶绿素 a 的含量。并据此估算初级生产力。

浮游动物、植物样品分别用浅水I和III型浮游生物网，自底（距底 2m）至表垂直拖网取得。样品经 5%福尔马林海水溶液固定，以个体计数法进行分析。

底栖生物样品系用 0.05m² 采泥器采集，所获泥样经 0.5mm 的套筛淘洗后，挑拣全部个体作为一个样品，生物标本浸于 75%酒精溶液中固定保存，称重后感量为 0.0001g 的电子天平上进行。

生物质量监测项目及分析方法见表 5.5-1。

表 5.5-1 生物体质量监测项目及分析方法

监测项目	分析方法	引用标准	检出限
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.4×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.04×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.005×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.4×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.04×10^{-6}
汞	原子荧光法	GB17378.6-2007	0.002×10^{-6}
砷	原子荧光法	GB17378.6-2007	0.2×10^{-6}

5.5.1.4 评价方法

底栖生物群落结构分析，根据各站底栖生物的密度和种类，分别对底栖生物样品的多样性指数、均匀度、丰度、优势度等进行统计学评价分析，计算公式为：

①香农-韦弗（Shannon-Weaver）多样性指数：

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

式中：H'——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

P_i——第 i 种的个体数（n_i）或生物量（w_i）与总个体数（N）或总生物量（W）的比值

②均匀度（Pielou 指数）：

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

式中：J——表示均匀度

H'——种类多样性指数值

H_{max} ——为 $\log_2 S$ ，表示多样性指数的最大值， S 为样品中总种类数

③优势度：

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

式中： D ——优势度

N_1 ——样品中第一优势种的个体数

N_2 ——样品中第二优势种的个体数

N_T ——样品中的总个体数

④丰度（*Margalef* 指数）：

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

式中： d ——表示丰度

S ——样品中的种类总数

N ——样品中的生物个体数

生物质量评价采用单因子污染指数法进行评价，污染程度随实测浓度增大而加重。计算公式为：

$$Pi = \frac{Ci}{Cio}$$

式中： Pi ——某污染因子的污染指数，即单因子污染指数；

Ci ——某污染因子的实测浓度；

Cio ——某污染因子的评价标准；

凡是单因子指数小于或等于 1 者，为该监测站水体没有遭受该要素的污染，大于 1 者为遭受污染，该值越大污染越重。

5.5.2 海洋生态调查结果

5.5.2.1 叶绿素 a 与初级生产力

根据水深和取样要求对调查海区 27 个调查站表层水域和 23 个调查站底层水域叶绿素 a 含量进行调查，调查结果见表 5.5-2。

表 5.5-2 叶绿素 a 含量分布 (mg/m^3)

站位	2016 年 5 月		2016 年 11 月	
	表层	底层	表层	底层
1	2.89	2.68	1.97	1.30
3	1.53	1.97	1.60	1.73
5	1.83	2.35	3.09	3.26
7	3.57	3.12	4.95	3.30
9	2.85	2.48	1.47	1.29
11	2.00	2.62	2.65	2.65
13	2.85	3.16	2.44	1.94
15	4.45	3.97	0.68	0.68
17	3.64	-	2.86	-
18	4.34	-	2.92	-
19	3.77	4.07	3.36	4.48
20	2.65	2.92	3.84	4.59
21	4.04	3.03	1.77	2.06
22	3.33	4.18	4.35	3.91
24	4.08	4.79	2.55	2.10
25	4.11	3.74	4.07	4.25
26	3.09	2.85	4.89	4.63
28	1.73	2.11	1.53	1.12
30	3.23	3.60	4.16	5.00
32	3.53	3.94	3.57	3.22
34	2.85	2.24	3.95	3.60
36	3.77	3.40	2.68	3.53
38	4.48	4.15	4.56	3.63
40	5.47	-	3.98	-
41	4.72	-	3.96	-
43	3.67	3.23	3.16	3.17
45	2.08	2.08	2.68	2.55
最大值	5.47	4.79	4.95	5.00
最小值	1.53	1.97	0.68	0.68
平均值	3.35	3.16	3.10	2.96

注：“-”表示水深不足 5m，未采底层样。

(1) 2016 年 5 月

调查海区表层叶绿素 a 含量在 ($1.53\sim 5.47$) mg/m^3 之间，平均含量为 $3.35\text{mg}/\text{m}^3$ ，最高值出现在 40 号站，最低值出现在 3 号站；底层叶绿素 a 含量在 ($1.97\sim 4.79$) mg/m^3 之间，平均含量为 $3.16\text{mg}/\text{m}^3$ ，最高值出现在 24 号站，最低值出现在 3 号站。表层和底层水域的叶绿素 a 在调查站之间的变化规律基本一致。

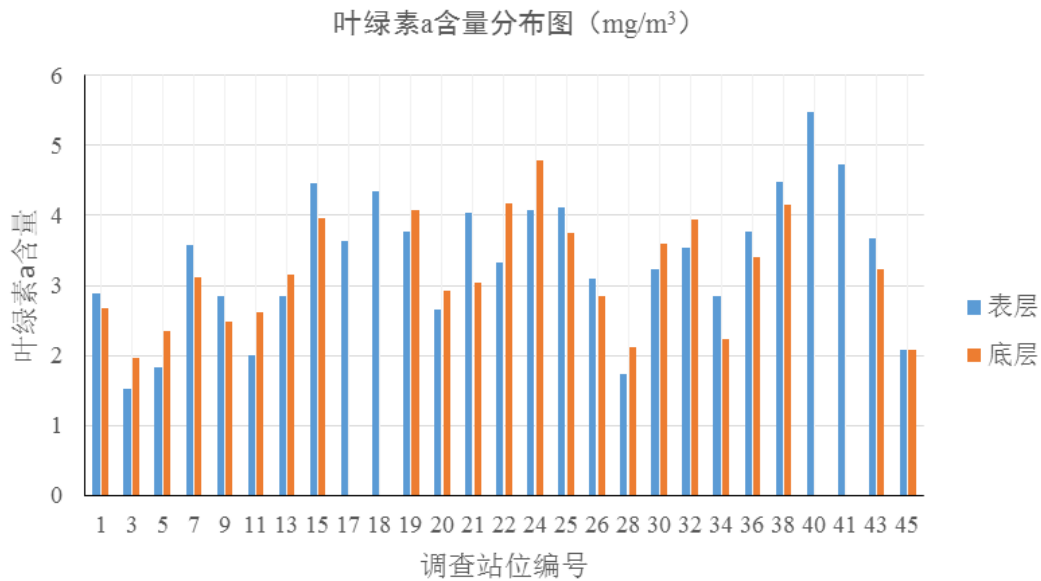


图 5.5-1 2016 年 5 月调查海域叶绿素 a 含量分布图

(2) 2016 年 11 月

调查海区表层叶绿素 a 含量在 (0.68~4.95) mg/m³ 之间, 平均含量为 3.10mg/m³, 最高值出现在 7 号站, 最低值出现在 15 号站; 底层叶绿素 a 含量在 (0.68~5.00) mg/m³ 之间, 平均含量为 2.96mg/m³, 最高值出现在 30 号站, 最低值出现在 15 号站。表层和底层水域的叶绿素 a 在调查站之间的变化规律基本一致。

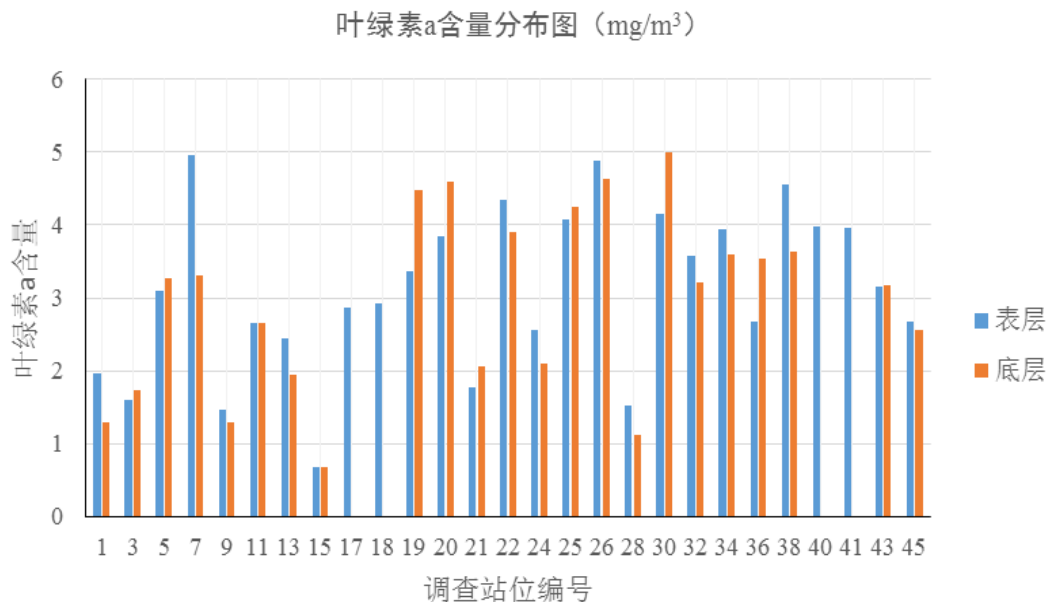


图 5.5-2 2016 年 11 月调查海域叶绿素 a 含量分布图

5.5.2.2 浮游植物

(1) 2016 年 5 月

①种类组成

调查海区共发现浮游植物 51 种（见浮游植物种名录），隶属硅藻门、甲藻门，其中硅藻门共发现浮游植物 45 种，占浮游植物总种类的 88.2%，甲藻门 6 种（占 11.8%）。生态类型以广温种为主，优势种为星脐圆筛藻（*Coscinodiscus asteromphalus*）、夜光藻（*Noctiluca scientillans*）和舟形藻（*Navicula spp.*）等。

②数量分布

调查海区浮游植物细胞数量的变化范围在 $(27.39\sim520.80) \times 10^4$ 个/ m^3 之间，变化幅度较大，平均为 87.81×10^4 个/ m^3 。最高值出现在 17 号站，最低值出现在 43 号站位。具体见表 5.5-3。

（2）2016 年 11 月

①种类组成

调查海区共发现浮游植物 46 种（见浮游植物种名录），隶属硅藻门、甲藻门和金藻门，其中硅藻门共发现浮游植物 36 种，占浮游植物总种类的 78.3%，甲藻门 9 种（占 19.6%），金藻门 1 种（占 2.2%）。生态类型以广温种为主，优势种为夜光藻（*Noctiluca scientillans*）和圆筛藻属（*Coscinodiscus spp.*）。

②数量分布

调查海区浮游植物细胞数量的变化范围在 $(0.22\sim228.00) \times 10^4$ 个/ m^3 之间，变化幅度较大，平均为 38.01×10^4 个/ m^3 。

5.5.2.3 浮游动物

（1）2016 年 5 月

①种类组成

调查海区共发现浮游动物 21 种，其中桡足类 9 种，腔肠动物 6 种，甲壳类 4 种，毛颚类和原生生物各 1 种，另外还发现 9 个类群的幼体及鱼卵、仔鱼各 1 种，（见浮游动物种名录），种类组成见图 5.5-3。优势种为强壮箭虫（*Sagitta crassa*）和中华哲水蚤（*Calanus sinicus*）。

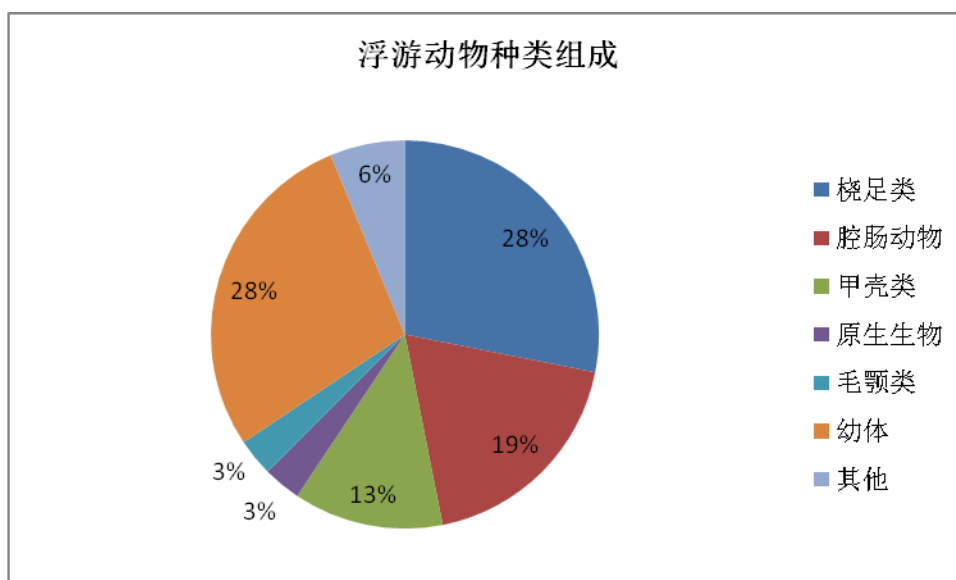


图 5.5-3 2016 年 5 月浮游动物种类组成分布图

②个体数量及生物量分布

调查海区浮游动物个体数量在 40.8~521.0 个/ m^3 之间，平均为 132.3 个/ m^3 ，最高值出现在 19 号站位，最低值出现在 41 号站位。其中强壮箭虫的个体数量在 14.8~795.0 个/ m^3 之间，平均为 109.5 个/ m^3 ，占浮游动物平均个体数量的 82.8%；中华哲水蚤的个体数量在 8.1~163.3 个/ m^3 之间，平均为 34.8 个/ m^3 ，占浮游动物平均个体数量的 26.3%。

调查期间浮游动物湿重生物量的变化范围在 (85.7~1420.4) mg/m^3 之间，平均为 316.6 mg/m^3 。最高值出现在 17 号站位，最低值出现在 41 号站位。浮游动物生物量和个体密度的在调查站之间的变化规律存在一定差异，与发现浮游动物的个体大小有关。

(2) 2016 年 11 月

①种类组成

调查海区共发现浮游动物 25 种，其中桡足类和腔肠动物各 9 种，甲壳类 4 种，毛颚类、原生生物和被囊动物各 1 种，另外还发现幼体 5 种，鱼卵仔鱼各 1 种，(见浮游动物种名录)，种类组成见图 5.5-3。优势种为强壮箭虫(*Sagitta crassa*)和中华哲水蚤 (*Calanus sinicus*)。

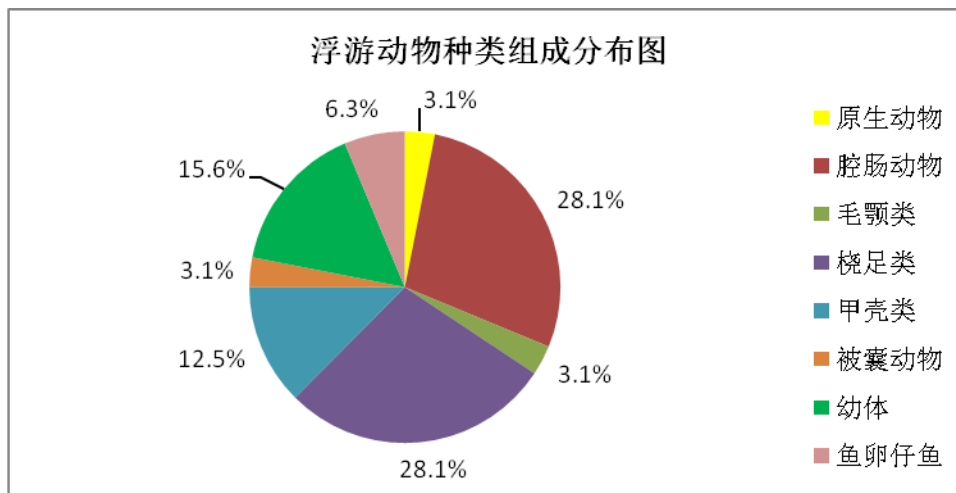


图 5.5-4 2016 年 11 月浮游动物种类组成分布图

②个体数量及生物量分布

调查海区浮游动物个体数量在 13.2~221.7 个/ m^3 之间，平均为 77.67 个/ m^3 ，最高值出现在 7 号站位，最低值出现在 11 号站位（表 5.5-4）。其中强壮箭虫的个体数量在 5.3~89.8 个/ m^3 之间，平均为 36.2 个/ m^3 ，在每个调查中占浮游动物个体数量的 28.3%~68.3%之间；中华哲水蚤的个体数量在 1.7~115.9 个/ m^3 之间，平均为 27.5 个/ m^3 ，在每个调查中占浮游动物个体数量的 1.2%~62.5%之间。

调查期间浮游动物湿重生物量的变化范围在 104.35~665.22 mg/m^3 之间，平均为 369.74 mg/m^3 。最高值同样出现在 43 号站位，最低值出现在 38 号站位。浮游动物生物量和个体密度的在调查站之间的变化规律存在一定差异，与发现浮游动物的个体大小有关。

表 5.5-3 调查海域浮游动物个体密度和生物量

站 号	2016 年 5 月		2016 年 11 月	
	生物量 (mg/m^3)	个体数量 (个/ m^3)	生物量 (mg/m^3)	个体数量 (个/ m^3)
1	136.2	74.3	196.1	47.6
3	272.5	79.1	240.5	87.7
5	154.1	67.9	254.6	70.6
7	201.0	86.5	467.7	221.7
9	295.7	72.0	248.9	58.3
11	205.6	324.0	261.0	13.2
13	152.0	43.1	528.3	57.2
15	207.2	118.0	447.3	97.3
17	1420.4	417.0	378.8	138.3
18	740.7	245.0	464.8	90.0
19	340.4	521.0	262.2	59.0
20	193.3	67.7	480.7	83.5
21	206.4	96.3	208.7	46.3
22	111.6	49.5	359.1	34.7
24	239.5	81.0	406.9	51.8

站 号	2016 年 5 月		2016 年 11 月	
	生物量 (mg/ m ³)	个体数量 (个/ m ³)	生物量 (mg/ m ³)	个体数量 (个/ m ³)
25	133.4	71.2	292.8	53.6
26	158.3	212.5	551.8	192.2
28	114.4	68.5	307.1	61.0
30	316.9	106.4	485.9	145.5
32	192.2	73.0	151.4	39.8
34	730.5	115.3	611.3	48.1
36	200.4	95.3	579.3	46.1
38	854.1	184.5	104.4	44.5
40	565.3	138.0	248.3	68.3
41	85.7	40.8	643.3	47.5
43	93.8	50.7	695.2	131.5
45	225.8	73.0	106.7	61.7
最大值	1420.4	521.0	695.2	221.7
最小值	85.7	40.8	104.4	13.2
平均值	316.6	132.3	369.7	77.7

5.5.2.4 底栖生物

(1) 2016 年 5 月

①种类组成

调查共发现底栖生物 61 种，隶属环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和纽形动物 5 个门类。环节动物发现种类最多，共发现 33 种，占底栖生物发现总种类数的 54.1%，软体动物 16 种(占 26.2%)，节肢动物发现 8 种(占 13.1%)，棘皮动物 3 种(占 4.9%)；纽形动物发现 1 种(占 1.6%)。种类组成分布见图 5.5-5，优势种不明显。

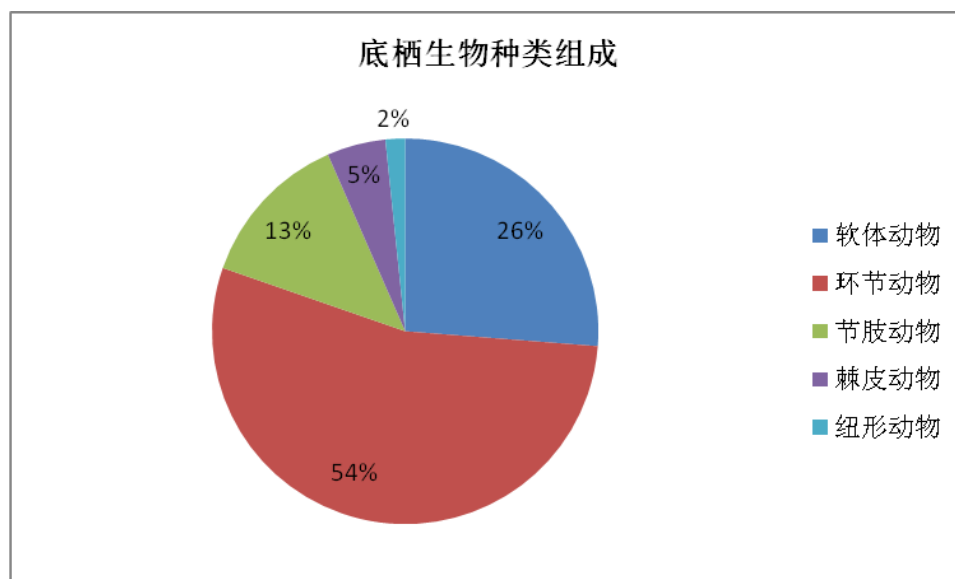


图 5.5-5 2016 年 5 月调查海域底栖生物种类组成分布图

②栖息密度和生物量

底栖生物栖息密度变化范围在 50~860 个/m² 之间，平均栖息密度为 317 个/m²。最高值出现在 5 号站，最低值出现在 41 号站。底栖生物湿重生物量变化范围在 0.33~93.39g/m² 之间，变化幅度较大，平均为 16.05g/m²。最高值出现在 45 号站，该站发现个体较大的棘刺锚参 (*Protankyra bidentata*)，致使该站的底栖生物生物量明显高于其他调查站；最低值出现在 32 号站，见表 5.5-6。

调查发现底栖生物生物量和栖息密度在调查站间的变化规律存在一定差异，这与发现生物个体间差异较大有关。

③群落指数

根据底栖生物群落特征的评价标准，本次调查站底栖生物丰富度指数在 0.85~4.73 之间，平均为 2.48；多样性指数在 0.84~4.51 之间，平均为 2.99；均匀度指数在 0.32~1.00 之间，平均为 0.84；优势度指数变化范围在 0.17~0.91 之间，平均为 0.48，见表 5.5-4。

参考蔡晓明等《青龙河底栖无脊椎动物群落结构及其水质评价》中将多样性指数 H' 值分为四个等级的评价标准：0~1 为重污染；1~2 为中度污染；2~3 为轻度污染；大于 3 为清洁。本次调查 88.9% 的站位多样性指数 H' 在 2 以上，属于轻度污染或者清洁海域。但是，有些学者认为不同生境选择多样性指数的分值有所不同，因此，还应结合该海区的水环境及沉积物等调查结果进行综合评价。

表 5.5-4 调查海域 2016 年 5 月底栖生物群落特征

站号	多样性	均匀度	丰富度	优势度
1	4.51	0.96	4.73	0.21
3	3.51	0.83	3.43	0.45
5	2.88	0.83	1.56	0.49
7	1.91	0.68	1.33	0.74
9	2.72	0.79	2.28	0.57
11	3.12	0.98	2.41	0.30
13	2.44	0.81	1.43	0.60
15	0.84	0.32	0.82	0.91
17	3.21	0.84	2.65	0.50
18	4.09	0.98	3.76	0.17
19	3.67	0.86	3.32	0.42
20	1.68	0.72	0.85	0.85
21	3.07	0.81	2.51	0.53
22	3.52	0.86	3.20	0.44
24	3.30	0.92	2.64	0.58
25	2.52	0.97	1.78	0.50
26	2.21	0.64	1.79	0.75
28	2.56	0.85	1.49	0.54
30	3.09	0.97	2.10	0.29
32	2.58	1.00	1.93	0.33
34	3.28	0.91	2.59	0.42

站号	多样性	均匀度	丰富度	优势度
36	2.27	0.63	2.04	0.76
38	3.88	0.97	3.47	0.25
40	3.76	0.83	3.86	0.42
41	2.32	1.00	1.72	0.40
43	3.88	0.97	3.47	0.25
45	3.88	0.84	3.89	0.39
最大值	4.51	1.00	4.73	0.91
最小值	0.84	0.32	0.85	0.17
平均值	2.99	0.84	2.48	0.48

(2) 2016 年 11 月

①种类组成

调查共发现底栖生物 70 种, 隶属环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和纽形动物 5 个门类。环节动物发现种类最多, 共发现 33 种, 占底栖生物发现总种类数的 47.1%, 软体动物 19 种(占 27.1%), 节肢动物发现 15 种(占 21.4%), 棘皮动物 2 种(占 2.9%); 纽形动物发现 1 种(占 1.4%)。种类组成分布见图 5.5-6, 优势种不明显。

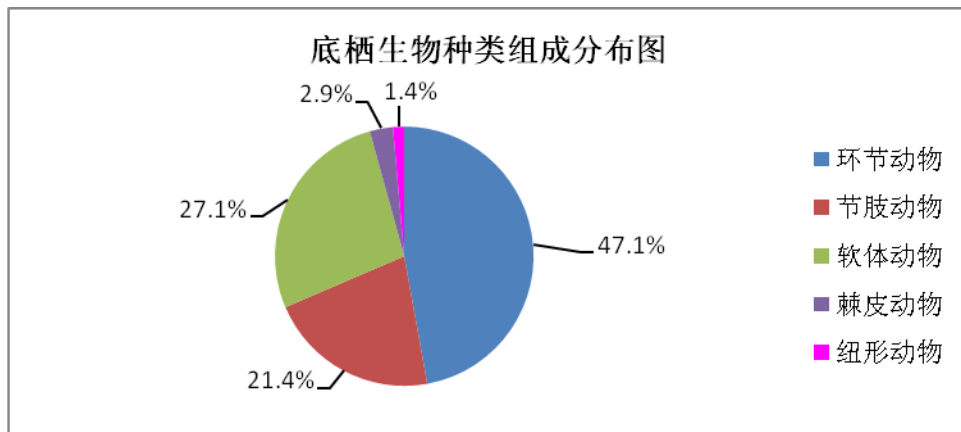


图 5.5-6 2016 年 11 月调查海域底栖生物种类组成分布图

②栖息密度和生物量

本次调查发现底栖生物栖息密度变化范围在 20~340 个/m² 之间, 平均栖息密度为 165 个/m²。最高值出现在 26 号站, 最低值出现在 43 号站。底栖生物湿重生物量变化范围在 0.03~60.40g/m² 之间, 变化幅度较大, 平均为 10.75g/m²。最高值出现在 21 号站, 该站发现个体较大的棘皮动物, 致使该站的底栖生物生物量明显高于其他调查站; 最低值出现在 19 号站, 43 号站次之, 见表 5.5-5。

调查发现底栖生物生物量和栖息密度在调查站间的变化规律存在一定差异, 这与发现生物个体差异有关。

表 5.5-5 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

站 号	2016 年 5 月		2016 年 11 月	
	栖息密度 (个/ m ²)	生物量 (g/ m ²)	栖息密度 (个/ m ²)	生物量 (g/ m ²)
1	390	15.38	180	4.78
3	380	8.03	180	7.29
5	860	44.60	130	13.93
7	230	22.81	40	1.77
9	210	2.86	130	4.22
11	100	6.37	260	4.42
13	300	0.49	280	2.99
15	700	11.00	180	4.20
17	300	21.55	50	6.90
18	230	8.66	110	15.45
19	430	5.06	60	0.03
20	260	46.52	80	0.62
21	360	3.60	180	60.40
22	320	0.48	160	2.19
24	180	0.70	160	0.33
25	70	10.28	200	7.97
26	480	3.60	340	13.05
28	260	22.23	110	4.72
30	140	4.09	150	22.26
32	60	0.33	330	14.42
34	190	13.34	220	7.41
36	420	22.24	210	41.04
38	200	4.31	80	0.39
40	520	45.20	260	4.83
41	50	2.08	120	34.25
43	200	14.16	20	0.04
45	720	93.39	230	10.42
最大值	860	93.39	340	60.40
最小值	50	0.33	20	0.03
平均值	317	16.05	165	10.75

③群落特征

根据底栖生物群落特征的评价标准，本次调查站底栖生物丰富度指数在 0.23~2.02 之间，平均为 1.20；多样性指数在 1.00~3.88 之间，平均为 2.94；均匀度指数在 0.79~1.00 之间，平均为 0.93；优势度指数变化范围在 0.22~1.00 之间，平均为 0.43。

参考蔡晓明等《青龙河底栖无脊椎动物群落结构及其水质评价》中将多样性指数 H'值分为四个等级的评价标准：0~1 为重污染；1~2 为中度污染；2~3 为轻度污染；大于 3 为清洁。本次调查 85.2%的调查海域底栖生物的多样性指数 H'均在 2 以上，属于轻度污染或者清洁海域。但是，有些学者认为不同生境选择多样性指数的分值有所不同，因此，还应结合该海区的水环境及沉积物等调查结果进行综合评价。

表 5.5-6 调查海域 2016 年 11 月底栖生物群落特征

站号	丰富度	多样性	均匀度	优势度
1	1.87	3.84	0.98	0.22
3	1.07	2.91	0.92	0.44
5	1.28	3.24	0.98	0.31
7	0.56	2.00	1.00	0.50
9	1.00	2.78	0.93	0.46
11	1.37	3.06	0.85	0.50
13	1.60	3.61	0.95	0.29
15	0.93	2.66	0.89	0.56
17	0.53	1.92	0.96	0.60
18	1.03	2.91	0.97	0.36
19	0.34	1.25	0.79	0.83
20	0.63	2.00	0.86	0.63
21	1.74	3.73	0.98	0.22
22	1.23	3.08	0.93	0.44
24	1.64	3.58	0.97	0.31
25	1.44	3.45	0.96	0.30
26	2.02	3.77	0.90	0.35
28	0.88	2.66	0.95	0.45
30	0.97	2.73	0.91	0.47
32	1.43	3.30	0.89	0.28
34	1.41	3.41	0.95	0.27
36	1.94	3.88	0.97	0.24
38	0.63	2.16	0.93	0.64
40	1.75	3.56	0.91	0.35
41	1.16	3.02	0.95	0.42
43	0.23	1.00	1.00	1.00
45	1.78	3.76	0.96	0.26
最大值	2.02	3.88	1.00	1.00
最小值	0.23	1.00	0.79	0.22
平均值	1.20	2.94	0.93	0.43

5.5.2.5 生物质量

(1) 评价标准

由于目前国家仅颁布了贝类生物评价国家标准,而其它生物种类的国家级评价标准欠缺,只能借鉴其它标准。贝类(双壳类)生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第一类标准值,其他软体动物和甲壳类、鱼类体内污染物质含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。具体标准见表 5.5-7。

表 5.5-7 海洋生物质量评价标准（单位：mg/kg）

生物类别	铜	铅	锌	镉	铬	砷	总汞	石油 烃
软体动物（双壳类）	10	0.1	20	0.2	0.5	1.0	0.05	15
软体动物（非双壳类）	100	10.0	250	5.5	/	/	0.3	20
甲壳类	100	2.0	150	2.0	/	/	0.2	20
鱼类	20	2.0	40	0.6	/	/	0.3	20

注：由于双壳类软体动物以外的其他生物体中铬和砷无评价标准，因此不对双壳类以外的其

他生物体中铬和砷进行评价。

（2）调查结果

2016 年 5 月和 11 月的调查结果分别见表 5.5-8 和表 5.5-9。

表 5.5-8 2016 年 5 月生物质量检测结果（鲜重）

站位	样品名称	检测结果（W×10 ⁻⁶ ）							
		铜	铅	锌	镉	铬	砷	总汞	石油 烃
1	半滑舌鳎	12.4	0.48	28.2	0.315	1.04	0.3	0.018	6.5
1	口虾蛄	31.5	1.50	95.4	1.343	1.32	0.5	0.110	11.4
1	长蛸	31.8	5.17	111.8	0.896	0.43	0.5	0.110	5.2
3	脉红螺	30.1	5.23	88.4	2.161	0.89	-	0.053	10.1
3	口虾蛄	39.5	1.41	84.7	1.263	0.59	0.5	0.152	9.5
5	长蛸	49.3	4.52	84.1	0.021	0.38	0.7	0.095	8.7
5	虾虎鱼	12.8	0.66	31.3	0.275	-	-	0.198	5.2
5	三疣梭子蟹	36.4	0.86	67.9	0.499	0.08	0.2	0.159	7.4
19	长蛸	26.9	4.63	97.9	0.275	0.71	-	0.140	6.6
19	虾虎鱼	13.1	0.69	25.4	0.062	0.58	-	0.147	6.2
19	口虾蛄	27.9	0.74	97.0	1.003	0.80	0.9	0.180	10.0
21	日本蟳	37.6	0.95	62.5	0.117	-	0.3	0.012	8.1
21	鲷	16.4	1.49	31.6	0.176	0.41	0.3	0.109	6.4
24	半滑舌鳎	13.6	1.30	27.0	0.394	0.43	0.3	0.146	5.1
24	口虾蛄	31.3	0.96	75.2	0.213	0.88	0.6	0.133	7.3
24	长蛸	42.6	4.32	57.4	2.085	1.27	0.3	0.012	8.4
26	脉红螺	28.0	4.80	79.6	1.914	-	-	0.076	9.2
26	虾虎鱼	16.1	1.34	27.3	0.564	0.69	0.7	0.146	5.9
28	日本蟳	36.1	0.90	62.5	0.445	0.61	0.5	0.101	11.7
28	脉红螺	28.0	4.31	89.0	0.985	0.39	-	0.250	9.3
28	虾虎鱼	11.4	0.25	31.9	0.386	0.44	-	0.171	6.0
41	鲷	13.0	1.25	31.4	0.094	1.54	0.7	0.178	4.8
41	虾虎鱼	12.1	0.97	31.3	0.196	0.14	0.7	0.095	5.5
41	日本枪乌贼	45.2	5.01	53.3	0.697	0.11	0.5	0.186	5.3
43	虾虎鱼	15.8	1.11	14.3	0.415	1.02	-	0.204	6.4
43	三疣梭子蟹	26.8	0.74	89.6	1.136	0.75	0.6	0.045	9.7
43	脉红螺	23.7	3.98	87.9	1.459	0.89	0.2	0.111	12.4
45	口虾蛄	31.3	1.05	44.7	0.741	-	0.4	0.336	11.5
45	长蛸	36.2	4.46	71.8	0.717	0.53	-	0.261	8.6
45	虾虎鱼	12.1	0.97	31.3	0.196	0.14	0.7	0.095	6.2

注：“-”代表未检出。

表 5.5-9 2016 年 11 月生物质量检测结果（鲜重）

站位	样品名称	检测结果 ((W×10-6))							
		铜	铅	锌	镉	铬	砷	总汞	石油烃
1	口虾蛄	66.4	0.56	103.4	0.682	3.48	0.5	0.086	6.1
1	虾虎鱼	12.6	-	13.1	0.363	1.72	0.6	0.102	5.6
1	鲷	16.2	1.28	39.1	-	1.57	0.5	0.099	4.1
3	日本蟳	33.2	-	80.1	-	3.29	0.4	0.058	9.6
5	口虾蛄	5.2	0.66	53.1	-	0.26	0.5	0.107	5.5
5	虾虎鱼	10.8	-	20.8	-	1.83	0.6	0.205	5.8
19	口虾蛄	89.6	-	88.4	-	-	0.3	0.153	5.1
19	脉红螺	58.4	2.38	102.1	1.876	1.02	0.6	0.083	8.3
21	鲷	16.9	1.02	35.6	-	1.88	0.6	0.198	4.0
21	日本蟳	68.4	2.25	123.8	0.36	3.05	0.5	0.116	12.3
21	鳎	12.0	0.89	28.8	-	5.52	0.4	0.089	5.4
24	三疣梭子蟹	40.1	-	69.8	-	1.26	0.4	0.093	10.9
24	虾虎鱼	6.3	0.56	89.6	-	10.89	0.4	0.125	5.7
26	日本蟳	38.3	1.65	88.9	-	6.29	0.7	0.185	8.8
26	虾虎鱼	12.4	-	33.3	0.221	11.02	0.6	0.109	5.6
28	口虾蛄	35.7	-	56.3	-	0.61	0.5	0.111	5.3
28	鲷	16.4	1.61	61.5	-	1.98	0.6	0.158	7.2
28	日本蟳	29.6	1.39	78.0	1.023	2.66	0.6	0.056	7.8
41	虾虎鱼	9.3	1.76	38.4	-	4.23	0.5	0.123	8.3
43	口虾蛄	15.0	-	-	-	-	0.4	0.151	7.4
45	虾虎鱼	5.0	1.28	35.7	-	6.38	0.5	0.069	6.2

注：“-”代表未检出。

（3）评价结果

采用单因子指数法，评价结果见表 5.5-10 和表 5.5-11。

（1）2016 年 5 月

2016 年 5 月调查所有被调查生物体内的铜、铅、锌、镉、石油烃含量均不超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中规定的生物质量标准；45 号站的甲壳类体内的汞含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，超标率占有所有调查生物的 3%。

（2）2016 年 11 月

2016 年 11 月调查所有被调查生物体内的铜、镉、汞含量均不超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；21 号站的甲壳类体内的铅含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，超标率占有所有调查生物的 4%，其他调查站的被调查生物体内铅含量均

满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；24 号站和 28 号站鱼类体内的锌含量均超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，超标率占有所有被调查生物的 8%，其他调查站被调查生物体内的锌含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。石油烃含量满足《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。

表 5.5-10 2011 年 5 月调查海域生物体中残留物单因子指数评价结果

站位	样品名称	评价结果					石油烃
		铜	铅	锌	镉	总汞	
1	半滑舌鳎	0.62	0.24	0.70	0.53	0.06	0.33
1	口虾蛄	0.32	0.75	0.64	0.67	0.55	0.57
1	长蛸	0.32	0.52	0.45	0.16	0.37	0.26
3	脉红螺	0.30	0.52	0.35	0.39	0.18	0.51
3	口虾蛄	0.40	0.70	0.56	0.63	0.76	0.48
5	长蛸	0.49	0.45	0.34	0.00	0.32	0.44
5	虾虎鱼	0.64	0.33	0.78	0.46	0.66	0.26
5	三疣梭子蟹	0.36	0.43	0.45	0.25	0.79	0.37
19	长蛸	0.27	0.46	0.39	0.05	0.47	0.33
19	虾虎鱼	0.66	0.35	0.63	0.10	0.49	0.31
19	口虾蛄	0.28	0.37	0.65	0.50	0.90	0.50
21	日本蟳	0.38	0.48	0.42	0.06	0.06	0.41
21	鲷	0.82	0.75	0.79	0.29	0.36	0.32
24	半滑舌鳎	0.68	0.65	0.68	0.66	0.49	0.26
24	口虾蛄	0.31	0.48	0.50	0.11	0.67	0.37
24	长蛸	0.43	0.43	0.23	0.38	0.04	0.42
26	脉红螺	0.28	0.48	0.32	0.35	0.25	0.46
26	虾虎鱼	0.81	0.67	0.68	0.94	0.49	0.30
28	日本蟳	0.36	0.45	0.42	0.22	0.50	0.59
28	脉红螺	0.28	0.43	0.36	0.18	0.83	0.47
28	虾虎鱼	0.57	0.13	0.80	0.64	0.57	0.30
41	鲷	0.65	0.63	0.79	0.16	0.59	0.24
41	虾虎鱼	0.61	0.48	0.78	0.33	0.32	0.28
41	日本枪乌贼	0.45	0.50	0.21	0.13	0.62	0.27
43	虾虎鱼	0.79	0.55	0.36	0.69	0.68	0.32
43	三疣梭子蟹	0.27	0.37	0.60	0.57	0.23	0.49
43	脉红螺	0.24	0.40	0.35	0.27	0.37	0.62
45	口虾蛄	0.31	0.53	0.30	0.37	1.68	0.58
45	长蛸	0.36	0.45	0.29	0.13	0.87	0.43
45	虾虎鱼	0.61	0.48	0.78	0.33	0.32	0.31
最大值		0.82	0.75	0.80	0.94	1.68	0.62
最小值		0.24	0.13	0.21	0.00	0.04	0.24
超标率		0	0	0	0	3	0

表 5.5-11 2016 年 11 月调查海域生物体中残留物单因子指数评价结果

站位	样品名称	评价结果
----	------	------

		铜	铅	锌	镉	总汞	石油烃
1	口虾蛄	0.66	0.28	0.69	0.34	0.43	0.31
1	虾虎鱼	0.32	-	0.33	0.61	0.34	0.28
1	鲷	0.41	0.64	0.98	-	0.33	0.21
3	日本蟳	0.33	-	0.53	-	0.29	0.48
5	口虾蛄	0.05	0.33	0.35	-	0.54	0.28
5	虾虎鱼	0.27	-	0.52	-	0.68	0.29
19	口虾蛄	0.90	-	0.59	-	0.77	0.26
19	脉红螺	0.58	0.24	0.41	0.34	0.28	0.42
21	鲷	0.42	0.51	0.89	-	0.66	0.20
21	日本蟳	0.68	1.13	0.83	0.18	0.58	0.62
21	鳎	0.30	0.45	0.72	-	0.30	0.27
24	三疣梭子蟹	0.40	-	0.47	-	0.47	0.55
24	虾虎鱼	0.16	0.28	2.24	-	0.42	0.29
26	日本蟳	0.38	0.83	0.59	-	0.93	0.44
26	虾虎鱼	0.31	-	0.83	0.37	0.36	0.28
28	口虾蛄	0.36	-	0.38	-	0.56	0.27
28	鲷	0.41	0.81	1.54	-	0.53	0.36
28	日本蟳	0.30	0.70	0.52	0.51	0.28	0.39
41	虾虎鱼	0.23	0.88	0.96	-	0.41	0.42
43	口虾蛄	0.15	-	-	-	0.76	0.37
45	虾虎鱼	0.13	0.64	0.89	-	0.23	0.31
最大值		0.90	1.13	2.24	0.61	0.93	0.62
最小值		0.05	-	-	-	0.23	0.26
超标率		0	4	8	0	0	0

5.6 渔业资源现状调查

5.6.1 调查概况

5.6.1.1 资料来源

中国水产科学研究院黄海水产研究所于 2016 年 10 月 19 日~25 日（秋季）对本项目周边海域进行了渔业资源调查与评价，并收集了 2016 年 6 月（春季）项目周边海域渔业资源现状调查资料。

5.6.1.2 调查站位

渔业资源调查站位见图 5.6-1，经纬度见表 5.6-1。

表 5.6-1 渔业资源和鱼卵仔稚鱼调查站位

站位	纬度		经度		调查内容
1	37°15'N	122°15'E	122°15'E	122°15'E	渔业资源、鱼卵仔稚鱼
2					
3					
4					
5					
6					

站位	纬度			经度			调查内容
7							
8							
9							
10							
11							
12							

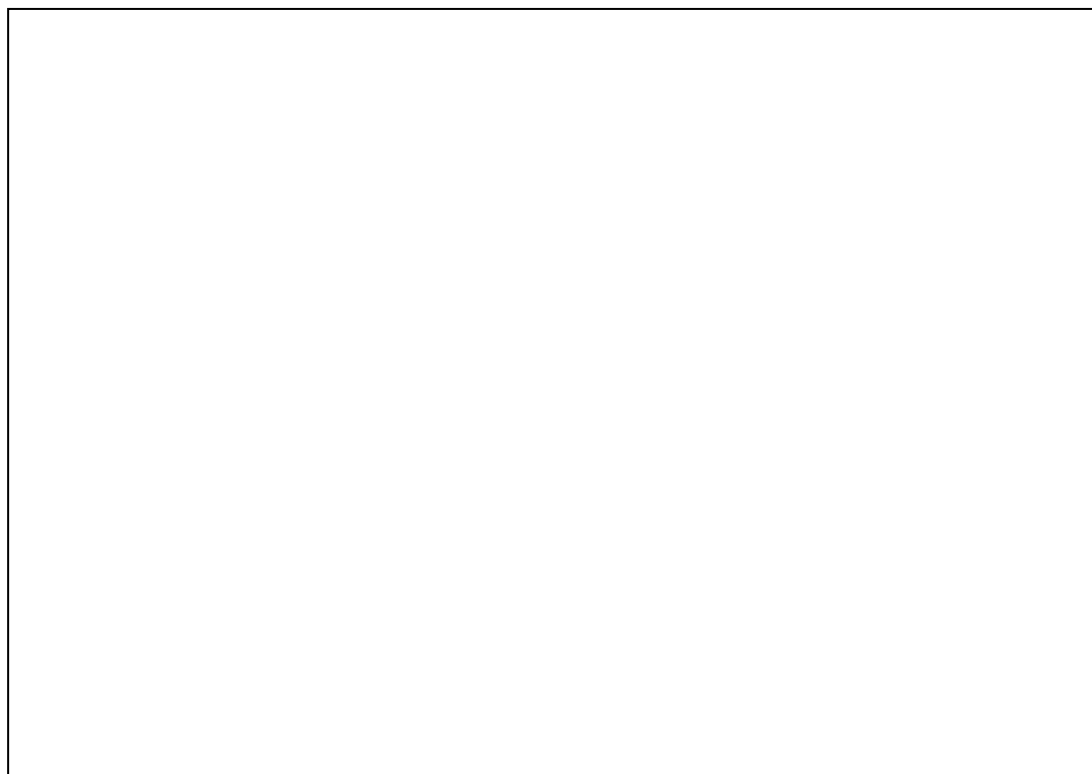


图 5.6-1 渔业资源调查站位图

5.6.1.3 调查方法

游泳动物现场采样按照《海洋调查规范-海洋生物调查》(GB12763.6-2007)的有关要求进行。

游泳生物：采用底拖网进行，用主机功率 280 马力的单拖网渔船。每站拖曳时间为 1h，拖速为 2.5 nm/h。网具为单船有翼单囊拖网，网宽 10m，渔获物在 20kg 以下的全部取样，渔获物在 20kg 以上的随机取 20kg 样品，样品冰鲜保存，回实验室进行鉴定分析和生物学测定，每种鱼取 50ind.，进行生物学测定。

5.6.1.4 数据处理方法

(1) 渔业资源密度（重量、尾数）估算方法

拖网资源密度的估算采用扫海面积法（唐启升，2006）。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)，本报告设定拖网网具鱼类和其它类尾数、重量逃逸率逃逸率均为 0.5。渔业资源密度以各站拖网渔获量（重

量、尾数)和拖网扫海面积来估算,计算式为:

$$\rho_i = C_i / a_i q$$

式中: ρ_i —第 i 站的资源密度 (重量: kg/km^2 ; 尾数: $10^3 \text{ ind.}/\text{km}^2$);

C_i —第 i 站的每小时拖网渔获量 (重量: kg/h ; 尾数: $\text{ind.}/\text{h}$);

a_i —第 i 站的网具每小时扫海面积 (km^2/h) (网口水平扩张宽度 (km) \times 拖曳距离 (km)), 拖曳距离为拖网速度 (km/h) 和实际拖网时间 (h) 的乘积;

q —网具捕获率 (可捕系数, $=1 - \text{逃逸率}$), 取 0.5。

(2) 相对重要性指数 IRI

采用相对重要性指数 IRI 作为研究某种生物在群落中所占的重要性。

$$IRI = (W + N) F \quad (\text{Pinaka, 1971})$$

备注: W 为某种类重量占总重量的百分数;

N 为某种类尾数占总尾数的百分数;

F 为某种类出现的站次占调查总站次的百分数。

(3) 物种多样性计算公式

群落物种多样性的高低,除了受取样大小、数量的分布外,主要依赖于群落中种类数多少及种间个体分布是否均匀。丰富度 (d)、均匀度 (J') 和物种多样性 Shannon-Weaver (H') 指数计算公式如下:

生物多样性特征计算公式如下:

物种丰富度指数 d : $d = (s - 1) / \ln N$ (Margalef, 1958)

物种多样性指数 H' : $H' = -\sum p_i \ln p_i$ (Shannon-Wiener)

物种均匀度指数 J' : $J' = H' / \ln s$ (Pielou, 1969)

备注: S 为样方中的种数; N 为样方中的个体总数; p_i 为样方中的 i 种所占的比例。

5.6.2 鱼卵、仔稚鱼

1、春季

(1) 种类组成

本次调查所获鱼卵仔稚鱼 9 种, 鱼卵包括斑鰾、鲢、小带鱼、鲱、梭鱼、多鳞鳕、短吻红舌鳎等 7 种; 仔稚鱼包括斑鰾、鲮、梭鱼、鲢、矛尾虾虎鱼等 5 种。鱼卵仔稚鱼名录见表 5.6-2。

表 5.6-2 2016 年 6 月鱼卵仔稚鱼种类名录

种类	拉丁文	分类
斑鰾	<i>Konosirus punctatus</i>	鲱形目
鳀	<i>Engraulis japonicus</i>	
梭鱼	<i>Liza haematocheila</i>	鲷形目
鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	鲷形目
多鳞鱈	<i>Sillago sihama</i>	鲈形目
绯鲈	<i>Callionymus beniteguri</i>	
小带鱼	<i>Eupleurogrammus muticus</i>	
矛尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	
短吻红舌鲷	<i>Cynoglossus joyeri</i>	鲷形目

(2) 数量分布

本次调查鱼卵平均密度为 0.262 粒/m³；仔稚鱼的平均密度为 0.120 尾/m³。各站鱼卵仔稚鱼的数量见表 5.6-3。

表 5.6-3 鱼卵仔稚鱼密度分布

站位	鱼卵密度 (粒/m ³)	仔稚鱼密度 (尾/m ³)
1	0	0.302
2	0.123	0.236
3	0.168	0.112
4	0.01	0
5	0.012	0.096
6	0.214	0
7	0	0.108
8	0.108	0
9	0.184	0.367
10	0.561	0.118
11	1.572	0
12	0.198	0.098
平均值	0.262	0.120

调查的 12 个站位中，10 个站位有鱼卵出现，鱼卵出现频率为 83.33%。鱼卵密度平均为 0.262 粒/m³，以 11 号站最高为 1.572 粒/m³。超过 1 粒/m³ 的站位 1 个，0~1 粒/m³ 之间的站位 9 个。

调查 12 个站位中，8 个站位有仔稚鱼出现，出现频率为 66.67%。仔稚鱼密度平均为 0.120 尾/m³，以 9 号站最高为 0.367 尾/m³。

渤海是一个鱼类天然的索饵、育肥、产卵的地方。通常将渤海渔场分为辽东湾渔场、渤海湾渔场、莱州湾渔场及滦河口渔场四个次级渔场。本区位于渤海湾渔场范围内，每年 4 月，洄游性鱼类便开始进入渤海，除少数种类在渤海中部产卵外，多数种类先后进入辽东湾中部、渤海湾、莱州湾的河口近岸海区进行产卵。一般 5~6 月达到产卵高峰。

2、秋季

秋季未捕获到鱼卵、仔稚鱼。

5.6.3 鱼类资源状况

(1) 种类组成和群居结构特点

调查海域共捕获鱼类 39 种，隶属于 7 目，22 科。鱼类名录见表 5.6-4。其中鲈形目种类数最多，22 种，占 56.41%；其次为鲱形目 6 种，占 15.38%；鲾形目 4 种，占 10.26%；鲉形目 3 种，占 7.69%；鲑形目 2 种，灯笼鱼目和刺鱼目各 1 种。

所捕获的 23 种鱼类中，暖水性鱼类有 13 种，占鱼类种数的 33.33%，暖温性鱼类有 24 种，占 61.54%；冷温性 2 种，占 5.13%；按栖息水层分，底层鱼类有 31 种，占鱼类种数的 79.49%，中上层鱼类有 8 种，占 21.51%。按越冬场分，渤海地方性鱼类有 21 种，占鱼类种数的 53.85%，长距离洄游性鱼类有 18 种，占 46.15%。按经济价值分，经济价值较高的有 17 种，占鱼类种数的 43.59%，经济价值一般的有 9 种，占 23.08%，经济价值较低有 13 种，占 33.33%。见表 5.6-5。

表 5.6-4 鱼类名录

序号	名称	目	科	6 月	10 月
1	青鳞 <i>Harengula zunasi</i>	鲱形目	鲱科	√	√
2	斑鰶 <i>Clupanodon punctatus</i>				√
3	赤鼻棱鲷 <i>Thrissa kammalensis</i>		鲷科	√	√
4	鰵鱼			√	√
5	中颌棱鲷			√	√
6	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>			√	√
7	小黄鱼	鲈形目	石首鱼科		√
8	白姑鱼			√	√
9	叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>			√	√
10	多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i>		鱚科	√	√
11	方氏云鲷 <i>Enedrias fangi</i>		锦鲷科	√	√
12	花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>		鲈科	√	
13	梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>		鲈科	√	
14	六丝矛尾鰕虎鱼		鰕虎鱼科	√	√
15	丝虾虎鱼				√
16	拟矛尾鰕虎鱼				√
17	矛尾鰕虎鱼			√	√
18	髯缟虾虎鱼 <i>Tridentiger barbatus</i>			√	
19	拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>			√	
20	普氏缟虾虎鱼 <i>Amoya pflaumi</i>			√	
21	钟馗鰕虎鱼 <i>Triaenopogon barbatus</i>				√

序号	名称	目	科	6 月	10 月
22	红狼牙鰕虎鱼				√
23	中华栉孔虾虎鱼			√	√
24	绯衙 <i>Callionymus beniteguri</i>		鲈科	√	√
25	带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i>		带鱼科		√
26	小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>			√	√
27	蓝点马鲛 <i>Sawara niphonia</i>		鲛科	√	
28	黑鲷 <i>Acanthopagrus schlegelii</i>		鲷科		√
29	鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	鲷形目	鲷科	√	√
30	许氏平鲷 <i>Sebastods schlegelii</i>			√	√
31	大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	鲷形目	六线鱼科	√	
32	焦氏舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>		舌鲷科	√	√
33	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>			√	
34	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>		牙鲆科		√
35	石鲽 <i>Kareius bicoloratus</i>	鲽形目	鲽科	√	
36	虫纹东方鲀 <i>akifugu vermicularis</i>		鲀科		√
37	假睛东方鲀 <i>Fugu pseudommus</i>			√	√
38	长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>	灯笼鱼目	狗母鱼科	√	
39	尖海龙 <i>Syngnathus acus Linnaeus</i>	刺鱼目	海龙科	√	

表 5.6-5 调查海域鱼类种类组成

种名	经济价值			水层		适温性			越冬场		
	较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性	渤海	黄海	东海
青鳞鱼		+		+		+				+	
斑鰶		+		+		+				+	
赤鼻棱鲷		+		+		+				+	
鲷		+		+		+				+	
中颌棱鲷			+	+		+				+	
黄鲫		+		+		+				+	
小黄鱼	+				+	+				+	
白姑鱼	+				+	+				+	
叫姑鱼	+				+	+				+	
多鳞鳕	+				+		+		+		
方氏云鲷			+		+		+		+		
花鲈	+				+		+			+	
绯衙			+		+		+		+		
梭鱼	+				+		+		+		
矛尾鰕虎鱼		+			+		+		+		
钟馗鰕虎鱼			+		+		+		+		
六丝矛尾鰕虎			+		+		+		+		
丝虾虎鱼			+		+		+		+		
拟矛尾鰕虎鱼			+		+		+		+		
髯缟虾虎鱼			+		+		+		+		
拉氏狼牙虾虎			+		+		+		+		
普氏缟虾虎鱼			+		+		+		+		
红狼牙鰕虎鱼			+		+		+		+		
中华栉孔虾虎			+		+		+		+		
带鱼	+				+		+			+	

种名	经济价值			水层		适温性			越冬场		
	较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性	渤海	黄海	东海
小带鱼			+		+		+			+	
蓝点马鲛	+			+			+				+
黑鲷	+				+		+		+		
鲷	+				+	+				+	
许氏平鲉	+				+		+			+	
大泷六线鱼	+			+		+				+	
焦氏舌鲷		+			+		+		+		
半滑舌鲷	+				+		+		+		
牙鲆	+				+			+	+		
石鲈	+				+			+	+		
虫纹东方鲀	+				+		+			+	
假睛东方鲀	+				+		+			+	
长蛇鲻		+			+	+			+		
尖海龙		+			+	+			+		
合计	17	9	13	8	31	13	24	2	21	17	1

(2) 渔获物组成和渔获量

①春季

春季（6 月）共捕获鱼类 29 种，隶属 7 目，18 科。平均渔获量 904 尾/h，12.414kg/h（见表 5.6-6）。

鱼类的优势种为矛尾虾虎鱼、方氏锦鲷、绯鲷和短吻红舌鲷。按重量组成矛尾虾虎鱼 51.22%、方氏锦鲷 16.34%、绯鲷 5.21%、六丝钝尾虾虎鱼 4.57%和短吻红舌鲷 3.65%，以上 5 种鱼类占鱼类总重量的 80.99%。

按数量组成为矛尾虾虎鱼 63.27%、方氏锦鲷 8.30%、鲷 4.98%、绯鲷 3.43%和六丝钝尾虾虎鱼 3.21%；以上 5 种鱼类占鱼类总数量的 83.19%。

表 5.6-6 春季拖网捕获的鱼类

站位	生物密度 (尾/km ²)	百分数 (%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
1	1192	10.99	17.356	11.65
2	966	8.91	11.514	7.73
3	1320	12.17	18.028	12.10
4	850	7.84	10.669	7.16
5	547	5.04	10.686	7.17
6	855	7.89	9.858	6.62
7	734	6.77	12.632	8.48
8	2455	22.64	29.565	19.85
9	668	6.16	10.791	7.24
10	505	4.66	9.266	6.22
11	326	3.01	2.761	1.85
12	425	3.92	5.845	3.92
平均	904	—	12.414	—

根据渔获物分析，本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的 30.20%，为 273 尾/h，

生物量为 1.082kg/h。成体渔业资源的平均渔获量 631 尾/h, 11.332kg/h。

②秋季

秋季（10 月）共捕获鱼类 28 种，隶属 5 目，13 科。平均渔获量 303 尾/h, 3.929kg/h（见表 5.6-7）。按重量组成矛尾虾虎鱼（62.48%）、焦氏舌鳎（8.09%）、六丝矛尾虾虎鱼（7.23%）、赤鼻棱鲷（6.60%），以上 4 种鱼类占鱼类总重量的 84.40%。

按数量组成为矛尾虾虎鱼（30.36%）、赤鼻棱鲷（25.74%）、焦氏舌鳎（9.90%）、六丝矛尾虾虎鱼（9.90%），以上 4 种鱼类占鱼类总重量的 75.90%。

根据渔获物分析，本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的 26.73%，为 81 尾/h, 生物量为 0.265kg/h。成体渔业资源的平均渔获量 222 尾/h, 3.664kg/h。

表 5.6-7 秋季拖网捕获的鱼类

站位	生物密度（尾/h）	百分数（%）	生物量(kg/h)	百分数(%)
1	193	5.31	1.248	2.65
2	169	4.65	1.928	4.09
3	164	4.51	1.742	3.69
4	324	8.91	1.973	4.18
5	6	0.16	0.045	0.10
6	29	0.80	0.377	0.80
7	11	0.30	0.099	0.21
8	650	17.87	14.986	31.78
9	115	3.16	0.906	1.92
10	103	2.83	0.322	0.68
11	950	26.11	4.941	10.48
12	924	25.40	18.584	39.41
平均	303	—	3.929	—

（3）资源密度评估

春季（6 月）共捕获鱼类 29 种，平均渔获量 904 尾/h, 12.414kg/h；其中幼鱼平均渔获数量为 273 尾/h, 生物量为 1.082kg/h；成鱼平均渔获数量为 631 尾/h, 11.332kg/h。经换算幼鱼平均资源密度为 6551 尾/ km²，成鱼平均资源密度为 268.44kg/ km²。

秋季（10 月）共捕获鱼类 28 种，平均渔获量 303 尾/h, 3.929kg/h；其中幼鱼平均渔获数量为 81 尾/h, 生物量为 0.265kg/h；成鱼平均渔获数量为 222 尾/h, 3.664kg/h。经换算幼鱼平均资源密度为 1944 尾/ km²，成鱼平均资源密度为 87.93kg/ km²。

根据调查结果，鱼类全年的平均资源密度为：幼鱼为 4248 尾/ km²，成鱼为 178.19 kg/ km²。

5.6.4 头足类资源状况

(1) 种类组成及优势种

调查海域的头足类主要有两种类型，一是沿岸性种类，多栖息在近岸浅海水域，个体较小，游泳速度较慢，仅做短距离移动。属于这种类型的有短蛸和长蛸。另一类型是近海性种类，多栖息于沿岸水和外海水交汇的近海水域，个体较大游泳速度较快，洄游距离较长，对环境具有较好的适应力，空间分布范围较广，如日本枪乌贼。渔获物中，头足类主要有 3 种，见表 5.6-8，优势种为日本枪乌贼。

表 5.6-8 头足类种名录

序号	中文名	拉丁文名	目	科
1	日本枪乌贼	<i>Loligo japonica</i>	枪形目	枪乌贼科
2	短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>	八腕目	章鱼科
3	长蛸	<i>Octopus variabilis</i>	八腕目	章鱼科

(2) 渔获组成和渔获量

①春季

春季共捕获头足类 2 种，为日本枪乌贼和短蛸。平均资源密度为 1621 尾/h，18.451kg/h。头足类生物量范围在 6.87~45.32kg/h，最高的是 10 号站，其次为 8 号站，最低的是 12 号站，见表 5.6-9。

表 5.6-9 春季拖网捕获的头足类

站位	生物密度（尾/h）	百分数（%）	生物量(kg/h)	百分数(%)
1	960	4.94	11.65	5.26
2	1350	6.94	15.34	6.93
3	1180	6.07	16.87	7.62
4	685	3.52	8.26	3.73
5	850	4.37	12.15	5.49
6	2650	13.62	25.88	11.69
7	760	3.91	8.16	3.69
8	3200	16.45	34.52	15.59
9	2265	11.65	21.24	9.59
10	3850	19.79	45.32	20.47
11	1150	5.91	15.15	6.84
12	550	2.83	6.87	3.10
平均	1621	—	18.451	—

根据渔获物分析，本次调查中头足类幼体的尾数占总尾数的 24.18%，为 392 尾/h，生物量为 1.40kg/h。成体头足类的平均渔获量 17.051kg/h，1229 尾/h。

②秋季

秋季共捕获头足类 3 种，为日本枪乌贼、长蛸和短蛸，日本枪乌贼为优势种。平均资源密度为 113 尾/h，1.723kg/h。头足类生物量范围在 0.112~6.900kg/h，最高的是 10 号站，其次为 12 号站，最低的是 1 号站，见表 5.6-10。

表 5.6-10 秋季拖网捕获的头足类

站位	生物密度 (尾/h)	百分数 (%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
1	14	1.04	0.112	0.54
2	43	3.19	0.700	3.39
3	104	7.70	2.215	10.72
4	91	6.74	1.810	8.76
5	50	3.70	0.725	3.51
6	115	8.52	1.017	4.92
7	26	1.93	0.375	1.81
8	78	5.78	1.675	8.10
9	49	3.63	0.574	2.78
10	443	32.81	6.900	33.38
11	27	2.00	0.244	1.18
12	310	22.96	4.325	20.92
平均	113	—	1.723	—

根据渔获物分析, 本次调查中头足类幼体的尾数占总尾数的 22.81%, 为 22 尾/h, 生物量为 0.093kg/h。成体头足类的平均渔获量 1.630kg/h, 91 尾/h。

(3) 资源量评估

春季 (6 月) 共捕获头足类 2 种, 平均渔获量 1621 尾/h, 18.451kg/h; 其中幼体平均渔获数量为 392 尾/h, 生物量为 1.40kg/h; 成体平均渔获数量为 1229 尾/h, 17.05kg/h。经换算头足类幼体平均资源密度为 9407 尾/km², 成体平均资源密度为 409.14kg/km²。

秋季 (10 月) 共捕获头足类 3 种, 平均渔获量 113 尾/h, 1.723kg/h; 其中幼体平均渔获数量为 22 尾/h, 生物量为 0.093kg/h; 成体平均渔获数量为 91 尾/h, 1.630kg/h。经换算头足类幼体平均资源密度为 528 尾/km², 成体平均资源密度为 39.12kg/km²。

5.6.5 甲壳类资源状况

(1) 种类组成及优势种

本次调查共捕获甲壳类 17 种, 隶属于 2 目, 12 科, 其中虾类 9 种, 蟹类 7 种, 口足类 1 种, 详见表 5.6-11。调查海域优势种为口虾蛄; 从经济价值来看经济价值较高为 5 种, 占种类数的 29.41%, 经济价值一般的 4 种, 占种类数的 23.53%, 经济价值较低的 8 种, 占种类数的 47.06%。

表 5.6-11 甲壳类种名录

序号	中文名	目	科	经济价值		
				较高	一般	较低
1	中国对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i>	十足目	对虾科	√		
2	鹰爪糙对虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>			√		

序号	中文名	目	科	经济价值		
				较高	一般	较低
3	鲜明鼓虾 <i>Alpheus heterocarpus</i>	十足目	鼓虾科		√	
4	日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>				√	
5	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>		长臂虾科		√	
6	褐虾 <i>Crangon crangon</i>		褐虾科		√	
7	鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>		藻虾科			√
8	疣背深额虾 <i>Latreutes planirostris</i>					√
9	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>		玻璃虾科			√
10	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>		梭子蟹科	√		
11	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>			√		
12	泥脚隆背蟹 <i>Carcinoplax vestita</i>		长脚蟹科			√
13	隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>					√
14	日本关公蟹 <i>Dorippe japonica</i>		关公蟹科			√
15	豆蟹 <i>Pinnothere.sp</i>		豆蟹科			√
16	寄居蟹 <i>Paguridae</i>		寄居蟹科			√
17	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	十足目	虾蛄科	√		

(2) 渔获组成和渔获量

①春季

春季（6月）共捕获甲壳类 15 种，其中虾类 9 种，蟹类 5 种，十足类 1 种；甲壳类平均资源密度为 1536 尾/h，18.291kg/h；详见表 3.2-22。其优势种为口虾蛄、葛氏长臂虾、日本鼓虾。甲壳类生物量范围在 2.149~34.672 kg/h，最高的是 3 号站，其次为 9 号站，最低的是 10 号站。见表 5.6-12。

根据渔获物分析，虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 23.64%，为 355 尾/h，生物量为 1.256kg/h，虾类成体为 1147 尾/h，生物量为 16.014kg/h；蟹类幼体的尾数占蟹类总尾数的 26.47%，为 9 尾/h，生物量为 0.105kg/h，蟹类成体为 25 尾/h，生物量为 0.907kg/h。

表 5.6-12 春季拖网捕获的甲壳类

站位	生物密度（尾/h）		百分数（%）		生物量(kg/h)		百分数(%)	
	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类
1	1250	25	6.93	6.17	16.543	1.131	7.98	9.31
2	1980	23	10.98	5.68	21.354	0.675	10.30	5.56
3	2660	44	14.76	10.86	33.336	1.336	16.09	11.00
4	1465	36	8.13	8.89	17.258	0.936	8.33	7.71
5	2310	33	12.82	8.15	28.261	1.337	13.64	11.01
6	650	18	3.61	4.44	8.576	0.362	4.14	2.98
7	1020	22	5.66	5.43	11.445	0.524	5.52	4.32
8	385	15	2.14	3.70	4.431	0.465	2.14	3.83
9	3345	36	18.56	8.89	32.569	1.085	15.72	8.94
10	130	13	0.72	3.21	1.854	0.295	0.89	2.43

站位	生物密度 (尾/h)		百分数 (%)		生物量(kg/h)		百分数(%)	
	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类
11	1530	114	8.49	28.15	17.380	3.345	8.39	27.55
12	1300	26	7.21	6.42	14.236	0.652	6.87	5.37
平均	1502	34	—		17.270	1.012	—	

②秋季

秋季(10月)共捕获甲壳类 13 种,其中虾类 6 种,蟹类 6 种,口足类 1 种;甲壳类平均渔获量 1483 尾/h, 11.835kg/h; 详见表 3.2-23。优势种为口虾蛄、鹰爪糙对虾和三疣梭子蟹。甲壳类生物量范围在 0.086~50.781kg /h, 2 号站最高, 其次 3 号站, 1 号站最低。见表 5.6-13。

表 5.6-13 秋季拖网捕获的甲壳类

站位	生物密度 (尾/h)		百分数 (%)		生物量(kg/h)		百分数(%)	
	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类
1	4	4	0.02	0.82	0.015	0.071	0.01	0.31
2	388	10	2.24	2.05	3.292	0.066	2.77	0.29
3	6444	41	37.24	8.40	49.4	1.381	41.53	5.99
4	5284	10	30.54	2.05	36.802	0.17	30.94	0.74
5	995	16	5.75	3.28	6.403	0.850	5.38	3.69
6	483	28	2.79	5.74	3.646	0.308	3.06	1.34
7	3	18	0.02	3.69	0.01	0.188	0.01	0.82
8	82	55	0.47	11.27	0.817	0.582	0.69	2.52
9	15	81	0.09	16.60	0.11	0.2	0.09	0.87
10	424	39	2.45	7.99	1.8635	12.7	1.57	55.07
11	1518	84	8.77	17.21	10.114	2.201	8.50	9.54
12	1663	102	9.61	20.90	6.489	4.346	5.45	18.84
平均	1442	41	—		9.913	1.922	1.922	

根据渔获物分析,本次调查中虾类幼体的尾数占总尾数的 21.36%,为 308 尾/h,生物量为 0.986kg/h,虾类成体为 1134 尾/h,生物量为 8.927kg/h,蟹类均按成体计算,生物量为 1.825kg/h。

(3) 甲壳类资源量评估

春季(6月)共捕获甲壳类 15 种,甲壳类平均渔获量 1536 尾/h,18.291kg/h;其中,虾类幼体为 355 尾/h,生物量为 1.256kg/h,虾类成体为 1147 尾/h,生物量为 16.014kg/h,蟹类幼体为 9 尾/h,生物量为 0.105kg/h,蟹类成体为 25 尾/h,生物量为 0.907kg/h。经换算虾类成体平均资源密度为 384.30kg/km²,幼体为 8519 尾/km²;蟹类成体资源密度为 21.77kg/km²,幼体为 216 尾/km²。

秋季(10月)共捕获甲壳类 13 种,甲壳类平均渔获量 1442 尾/h,9.913kg/h;其中,虾类幼体为 308 尾/h,生物量为 0.986kg/h,虾类成体为 1134 尾/h,生物量为 8.927kg/h,蟹类均为成体,生物量为 1.922kg/h。经换算虾类成体平均资源密度为 214.23kg/km²,幼体为 7391 尾/km²;蟹类成体资源密度为 46.12kg/km²。

根据调查结果，虾类全年的平均资源密度：幼体为 7955 尾/ km²，成体为 299.27 kg/ km²；蟹类全年的平均资源密度：幼体为 108 尾/ km²，成体为 33.957 kg/km²。

5.6.6 多样性分析及优势种

(1) 多样性指数

①2016 年 6 月

2016 年 6 月游泳动物多样性指数见表 5.6-14

表 5.6-14 游泳动物多样性指数值（2016 年 6 月）

站号	重量多样性				尾数多样性			
	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>
1	0.21	1.96	0.64	1.86	0.24	1.77	0.58	2.46
2	0.27	1.70	0.53	2.13	0.29	1.62	0.51	2.75
3	0.28	1.75	0.55	2.06	0.32	1.52	0.48	2.69
4	0.26	1.86	0.56	2.47	0.29	1.65	0.50	3.24
5	0.31	1.72	0.54	2.12	0.38	1.42	0.45	2.80
6	0.24	1.75	0.57	1.87	0.40	1.37	0.45	2.40
7	0.20	2.03	0.65	2.12	0.26	1.71	0.55	2.81
8	0.23	1.90	0.63	1.79	0.34	1.54	0.51	2.30
9	0.31	1.60	0.52	1.80	0.37	1.34	0.44	2.29
10	0.39	1.38	0.46	1.74	0.67	0.84	0.28	2.26
11	0.30	1.60	0.52	1.99	0.35	1.43	0.46	2.61
12	0.31	1.68	0.56	1.86	0.36	1.48	0.49	2.45
平均	0.28	1.73	0.56	1.98	0.36	1.47	0.48	2.59

②2016 年 10 月

2016 年 10 月游泳动物多样性指数见表 5.6-15。

表 5.6-15 游泳动物多样性指数值（2016 年 10 月）

站号	重量多样性				尾数多样性			
	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>
1	0.15	2.16	0.78	2.06	0.15	2.19	0.79	2.79
2	0.11	2.38	0.81	2.27	0.15	2.21	0.75	3.18
3	0.55	1.08	0.37	1.65	0.40	1.17	0.40	2.04
4	0.29	1.76	0.58	2.30	0.19	2.09	0.69	3.01
5	0.41	1.38	0.58	1.11	0.33	1.41	0.59	1.43
6	0.32	1.46	0.54	1.40	0.34	1.39	0.51	2.05
7	0.26	1.49	0.77	0.92	0.29	1.48	0.76	1.48
8	0.46	1.37	0.47	1.73	0.23	1.90	0.66	2.51
9	0.17	2.01	0.63	2.37	0.38	1.43	0.45	2.99
10	0.61	0.90	0.33	1.32	0.38	1.24	0.46	1.51
11	0.21	1.95	0.65	2.15	0.45	1.34	0.45	2.70
12	0.31	1.61	0.50	2.32	0.17	2.16	0.67	3.06
平均	0.15	2.16	0.78	2.06	0.15	2.19	0.79	2.79
幅度	0.11	2.38	0.81	2.27	0.15	2.21	0.75	3.18

(2) 优势种

①2016 年 6 月

2016 年 6 月捕获的游泳动物共 48 种，其中优势种 3 种，分别为口虾蛄、日本枪乌贼和矛尾鰕虎鱼；重要种 8 种，分别为短蛸、方氏云鳎、绯衍、六丝矛尾鰕虎鱼、鯷、三疣梭子蟹、鹰爪糙对虾和焦氏舌鳎；其余均为一般种。见表 5.6-16。

表 5.6-16 游泳生物生态优势度

种类	IRI	备注	种类	IRI	备注
口虾蛄	7203.01	优势种	白姑鱼	1.14	
日本枪乌贼	6630.88	优势种	髭缟虾虎鱼	1.21	
矛尾鰕虎鱼	2664.94	优势种	拉氏狼牙虾虎鱼	1.15	
短蛸	966.94	重要种	中华栉孔虾虎鱼	1.26	
方氏云鳎	507.18	重要种	普氏缟虾虎鱼	3.33	
绯衍	194.32	重要种	小带鱼	1.04	
六丝矛尾鰕虎鱼	193.57	重要种	许氏平鲉	4.78	
鯷	186.61	重要种	假睛东方鲀	0.70	
三疣梭子蟹	183.00	重要种	中华栉孔虾虎鱼	0.10	
鹰爪糙对虾	182.40	重要种	拉氏狼牙虾虎鱼	0.77	
焦氏舌鳎	171.61	重要种	大泷六线鱼	9.89	
日本蟳	87.46		石鲈	6.17	
黄鲫	64.01		半滑舌鳎	1.35	
鲜明鼓虾	51.26		长蛇鲻	0.59	
叫姑鱼	37.34		尖海龙	4.59	
蓝点马鲛	31.91		鞭腕虾	0.82	
鲷	26.90		细螯虾	0.56	
日本鼓虾	22.12		葛氏长臂虾	3.15	
赤鼻棱鳀	21.24		疣背深额虾	0.14	
花鲈	11.88		中国对虾	0.58	
多鳞鱚	9.18		褐虾	5.31	

②2016 年 10 月

2016 年 10 月捕获的游泳动物共 45 种，其中优势种 4 种，分别为口虾蛄、鹰爪糙对虾、矛尾鰕虎鱼和日本枪乌贼；重要种 9 种，分别为三疣梭子蟹、日本蟳、鲜明鼓虾、赤鼻棱鳀、焦氏舌鳎、六丝矛尾鰕虎鱼、短蛸、日本鼓虾和黄鲫；其余均为一般种。见表 5.6-17。

表 5.6-17 游泳动物生态优势度（2016 年 10 月）

种类	IRI	备注	种类	IRI	备注
口虾蛄	6951.67	优势种	丝虾虎鱼	3.88	
鹰爪糙对虾	3639.69	优势种	鲷	3.43	
矛尾鰕虎鱼	1596.55	优势种	中国对虾	2.61	
日本枪乌贼	1194.33	优势种	多鳞鱚	1.33	
三疣梭子蟹	489.94	重要种	带鱼	0.39	
日本蟳	479.93	重要种	虫纹东方鲀	0.33	
鲜明鼓虾	334.94	重要种	红狼牙鰕虎鱼	0.85	
赤鼻棱鳀	332.27	重要种	绯衍	0.22	

焦氏舌鳎	288.66	重要种	泥脚隆背蟹	3.95	
六丝矛尾鰕虎鱼	272.59	重要种	钟馗鰕鳃鱼	0.05	
短蛸	236.21	重要种	方氏云鳎	0.37	
日本鼓虾	158.90	重要种	小黄鱼	0.52	
黄鲫	135.94	重要种	黑鲷鱼	0.24	
中华栉孔虾虎鱼	57.58		白姑鱼	0.49	
葛氏长臂虾	47.96		黑鲷鱼	0.42	
叫姑	38.78		中颌棱鲉	1.03	
拟矛尾鰕鳃鱼	31.83		鳙鱼	0.32	
斑鲫	24.54		隆线强蟹	1.07	
青鳞鱼	20.76		牙鲆	0.68	
矛尾腹鰕鳃鱼	20.28		假睛东方鲀	1.44	
长蛸	11.42		寄居蟹	0.07	
小带鱼	8.90		豆蟹	1.49	
鳃鱼	5.15				

5.7 地下水质量现状调查

5.7.1 监测站位、深度和频率

在地下水评价范围内选择有代表性的 6 处监测点位，监测地下水的现状情况。取样深度为井水位以下 1.0m 之内，监测一次。监测点位具体情况见表 5.7-1，监测点分布见图 5.7-1。

表 5.7-1 地下水采样监测井基本情况一览表

监测点位	地理位置		监测内容	
	东经	北纬	水位	水质
1#	██████████	██████████	√	√
2#	██████████	██████████	√	
3#	██████████	██████████	√	√
4#	██████████	██████████	√	
5#	██████████	██████████	√	
6#	██████████	██████████	√	√

1#地表水监测断面

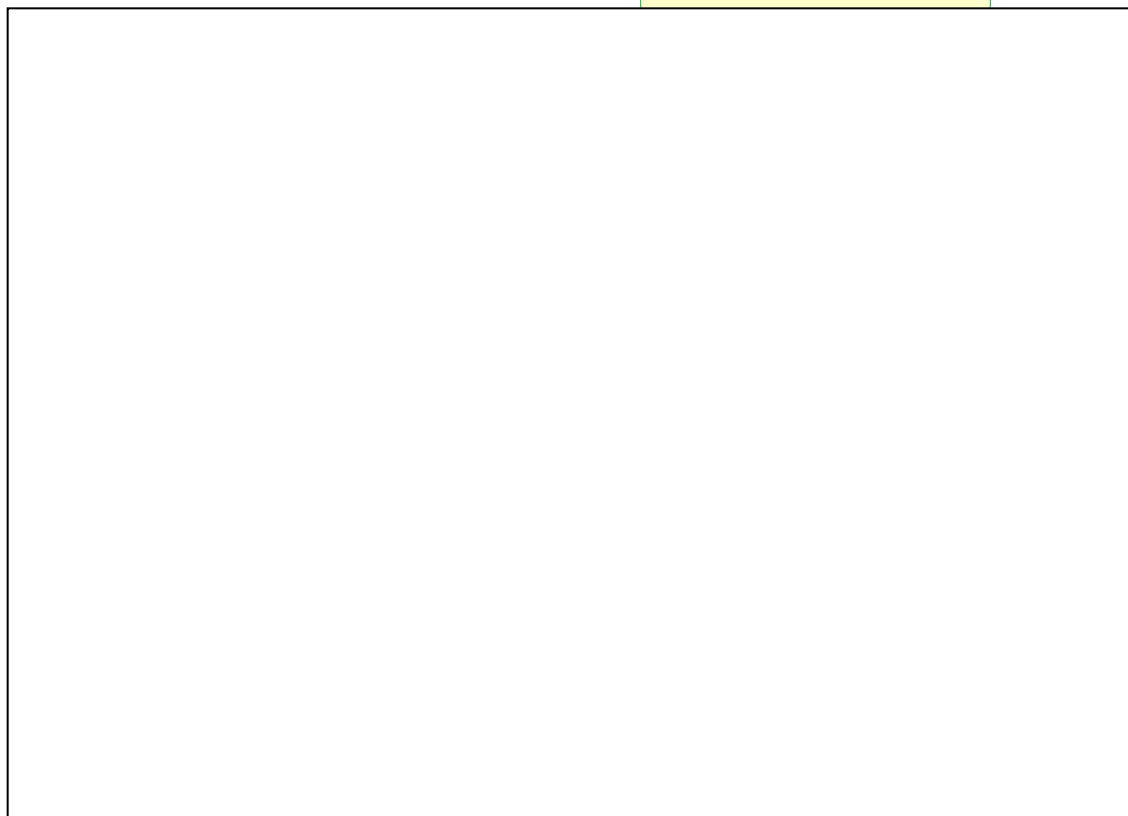


图 5.7-1 地下水采样监测井

5.7.2 监测内容和监测时间

监测项目：pH 值、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、挥发酚类、氰化物、氟化物、硝酸盐、氯化物、硫酸盐、亚硝酸盐氮、铬（六价）、氨氮、碳酸根、碳酸氢根、石油、汞、砷、铅、镉、铁、锰、钙、镁、钾、钠。

监测时间：2019 年 3 月。

5.7.3 监测分析方法

按照《水和废水监测分析方法》（中国环境出版社，1989）及《环境监测规范》中规定的分析方法进行分析与检测。各项目分析及检出限见表 5.7-2。

表 5.7-2 地下水水质监测分析方法与检出限表

序号	检测项目	检测方法	检出限
1	pH 值	(5.1)	/
2	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 GB/T 5750.4-2006	(8.1)
3	总硬度（以 CaCO ₃ 计）		(7.1)
4	耗氧量	生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标 GB/T 5750.7-2006	(1.2)

5	挥发酚类（以苯酚计）	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006	（9.1）	0.002mg/L
6	氰化物	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006	（4.1）	0.002mg/L
7	氟化物		（3.1）	0.2mg/L
8	硝酸盐（以 N 计）		（5.3）	0.01 mg/L
9	氯化物		（2.1）	1.0mg/L
10	硫酸盐		（1.2）	0.02mg/L
11	亚硝酸盐氮		（10.1）	0.001mg/L
12	铬（六价）	生活饮用水标准检验方法金属指标 GB/T 5750.6-2006	（10.1）	0.004mg/L
13	氨氮	生活饮用水标准检验方法无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006	（9.3）	0.025mg/L
14	碳酸根	地下水水质检验方法 滴定法测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根 DZ/T 0064.49-1993		0.50 mg/L
15	碳酸氢根			0.50 mg/L
16	石油	生活饮用水标准检验方法有机物综合指标 GB/T 5750.7-2006	（3.2）	0.005mg/L
17	汞	生活饮用水标准检验方法金属指标 GB/T 5750.6-2006	（8.1）	1×10 ⁻⁴ mg/L
18	砷		（6.1）	1.0×10 ⁻³ mg/L
19	钙	水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法 GB 11905-1989		0.02mg/L
20	铅	生活饮用水标准检验方法金属指标 GB/T 5750.6-2006	（1.5）	7×10 ⁻⁵ mg/L
21	镉			6×10 ⁻⁵ mg/L
22	铁			9×10 ⁻⁴ mg/L
23	锰			6×10 ⁻⁵ mg/L
24	镁			4×10 ⁻⁴ mg/L
25	钾			3×10 ⁻³ mg/L
26	钠			7×10 ⁻³ mg/L

5.7.4 地下水质量监测结果分析

5.7.4.1 地下水监测结果

地下水现状监测结果统计见表 5.7-3。

表 5.7-3 地下水现状监测结果

序号	检测项目	检测值			最大值	最小值	平均值	
		1#	3#	6#				
1	pH 值	6.62	6.46	7.13	7.13	6.46	6.74	无量纲
2	溶解性总固体	2.22×10^4	4.57×10^4	1.24×10^4	4.57×10^4	1.24×10^4	2.68×10^4	mg/L
3	总硬度 (以 CaCO_3 计)	7.03×10^3	1.18×10^4	3.01×10^3	1.18×10^4	3.01×10^3	7.28×10^3	mg/L
4	耗氧量	9.88	17.1	6.16	17.10	6.16	11.05	mg/L
5	挥发酚类 (以苯酚计)	<0.002	<0.002	<0.002	-	-	-	mg/L
6	氰化物	<0.002	<0.002	<0.002	-	-	-	mg/L
7	氟化物	0.3	0.3	0.4	0.40	0.30	0.33	mg/L
8	硝酸盐 (以 N 计)	48.9	115	31.6	115	31.6	65.17	mg/L
9	氯化物	1.11×10^4	2.17×10^4	5.85×10^3	2.17×10^4	5.85×10^3	1.29×10^4	mg/L
10	硫酸盐	2.03×10^3	4.18×10^3	1.21×10^3	4.18×10^3	1.21×10^3	247×10^3	mg/L
11	亚硝酸盐氮	0.052	0.077	0.011	0.077	0.011	0.047	mg/L
12	铬(六价)	<0.004	<0.004	<0.004	-	-	-	mg/L
13	氨氮	0.879	3.37	0.403	3.37	0.403	1.55	mg/L
14	碳酸根	0	0	0	0	0	0	mg/L
15	碳酸氢根	491	750	632	750	491	624.33	mg/L
16	石油	0.186	0.233	0.16	0.23	0.16	0.19	mg/L
17	汞	$<1 \times 10^{-4}$	$<1 \times 10^{-4}$	$<1 \times 10^{-4}$	-	-	-	mg/L
18	砷	1.2×10^{-3}	$<1.0 \times 10^{-3}$	2.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}	-	-	mg/L
19	铅	1.62×10^{-3}	1.65×10^{-3}	2.60×10^{-3}	2.60×10^{-3}	1.62×10^{-3}	1.96×10^{-3}	mg/L
20	镉	6.0×10^{-4}	1.90×10^{-3}	1.8×10^{-4}	1.90×10^{-3}	1.8×10^{-4}	8.93×10^{-4}	mg/L

21	铁	0.83	0.389	1.6	1.60	0.389	0.94	mg/L
22	锰	13.4	14.7	4.56	14.7	4.56	10.89	mg/L
23	钙	1.01×10^3	1.44×10^3	442	1.44×10^3	442	964	mg/L
24	镁	737	1.48×10^3	348	1.48×10^3	348	855	mg/L
25	钾	26.2	152	18	152.00	18.00	65.40	mg/L
26	钠	4.34×10^3	9.14×10^3	2.78×10^3	9.14×10^3	2.78×10^3	5.42×10^3	mg/L

5.7.4.2 评价方法

本次评价采用标准指数法。

对于评价标准为定值的水质因子，其计算公式为：

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

式中： P_i —第 i 个水质因子的标准指数；

$C_{i,j}$ —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。

对于评价标准为区间的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}, \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ — j 监测点的 pH 标准指数；

pH_j — j 监测点的水样 pH 监测值；

pH_{sd} —评价标准值的下限值；

pH_{su} —评价标准值的上限值；

5.7.4.3 评价结果

评价结果表明，pH、耗氧量、氨氮、亚硝酸盐氮、汞、铅、砷、铬（六价）、镉、铁、挥发酚类均可达地下水 IV 类水质标准要求；溶解性总固体、总硬度、氯化物、硫酸盐、锰、钠均超 IV 类。评价结果详见表 5.7-4。

表 6.1-4 地下水评价结果

	pH 值		溶解性总固体				总硬度				耗氧量					挥发酚类
	I、II、III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		I
1#	0.76		74.00	44.40	22.20	11.10	46.87	23.43	15.62	10.82	9.88	4.94	3.29	0.99		0.50
3#	1.08	0.36	152.33	91.40	45.70	22.85	78.67	39.33	26.22	18.15	17.10	8.55	5.70	1.71		0.50
6#	0.09		41.33	24.80	12.40	6.20	20.07	10.03	6.69	4.63	6.16	3.08	2.05	0.62		0.50
	氯化物				硫酸盐				亚硝酸盐氮		铬（六价）	氨氮				汞
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	I	I	II	III	IV	I
1#	222.00	74.00	44.40	31.71	40.60	13.53	8.12	5.80	5.20	0.52	0.20	43.95	8.79	1.76	0.59	0.25
3#	434.00	144.67	86.80	62.00	83.60	27.87	16.72	11.94	7.70	0.77	0.20	168.50	33.70	6.74	2.25	0.25
6#	117.00	39.00	23.40	16.71	24.20	8.07	4.84	3.46	1.10	0.11	0.20	43.95	4.03	0.81		0.25
	砷	铅	镉			铁				锰			钠			
	I、II	I	I	II	III	I	II	III	IV	I、II	III	IV	I	II	III	IV
1#	1.20	0.32	6.00	0.60		8.30	4.15	2.77	0.42	268.00	134.00	8.93	43.40	28.93	21.70	10.85
3#	0.50	0.33	19.00	1.90	0.38	3.89	1.95	1.30	0.19	294.00	147.00	9.80	91.40	60.93	45.70	22.85
6#	2.30	0.52	1.80	0.18		16.00	8.00	5.33	0.80	91.20	45.60	3.04	27.80	18.53	13.90	6.95

6 环境影响预测与评价

6.1 水文动力环境影响预测与评价

6.1.1 海流模型

海水运动是海中污染物输运的载体,为此在预测污染物扩散前需利用流体动力学基本方程组计算该油田海域的流场,明确其潮流的运动特性,潮流数值模拟是研究评价海域现状潮流场及预测潮流场分布的一个重要内容,是海洋环境影响评价工作的基础。在此基础上可以预测评价海域因入海污染源引起的海水水质及水动力条件的变化,对工程可行性做出正确的论证和评价,并为有关部门提供科学的管理依据。

6.1.1.1 流体动力学基本方程组

本文采用三维水动力学模型进行数值模拟,垂向采用 sigma 坐标,基本控制方程为:

(1) 连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \sigma} = 0$$

(2) 动量方程

$$\begin{aligned} & \frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} + \frac{\partial uw}{\partial \sigma} - f v D \\ &= -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_o} \left[\frac{\partial}{\partial x} (D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma') + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial x} \right] + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_m \frac{\partial u}{\partial \sigma}) + DF_x \\ & \frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + \frac{\partial vw}{\partial \sigma} + f u D \\ &= -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_o} \left[\frac{\partial}{\partial y} (D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma') + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial y} \right] + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_m \frac{\partial v}{\partial \sigma}) + DF_y \end{aligned}$$

其中, u , v 和 w 是 x , y 和 z 三个方向上的速度分量; ρ 为密度; f 为科氏参数; g 是重力加速度;

$$\sigma = \frac{z - \zeta}{D}, \quad D = H + \zeta;$$

6.1.1.2 边界条件和初始条件

(1) 海面边界条件 $\sigma=0$:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{D}{\rho_o K_m} (\tau_{sx}, \tau_{sy}), \quad w = \frac{\hat{E} - \hat{P}}{\rho}$$

(2) 海底边界条件 $\sigma=-1$:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{D}{\rho_o K_m} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

$$w = \frac{Q_b}{\Omega}$$

式中, \hat{P} 、 \hat{E} 分别是降雨量和蒸发量;

(τ_{sx}, τ_{sy}) 为表面风应力在 x, y 向的分量;

$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = C_d \sqrt{u^2 + v^2} (u, v)$ 为底部剪切力在 x, y 向的分量;

Q_b 为底部淡水通量;

C_d 为底应力拖曳系数, 由近海底 z_{ab} 处的流速呈对数分布计算:

$$C_d = \max \left(\frac{\kappa^2}{\ln \left(\frac{z_{ab}}{z_0} \right)^2}, 0.0025 \right), \quad \text{其中 } \kappa \text{ 为卡门常数, } \kappa=0.4; \quad z_0 \text{ 为海底粗糙度,}$$

一般取为 0.001~0.002m。

(3) 固体侧边界条件:

$$v_n = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial n} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

开边界条件:

开边界强迫水位采用全球模型调和求得开边界的 M_2 、 S_2 、 O_1 、 K_1 、 M_4 和 M_{S4} 六个分潮调和常数值输入计算。

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里, f_i 、 σ_i 是第 i 个分潮的交点因子和角速度; H_i 和 G_i 是调和常数, 分别为分潮的振幅和迟角; $V_{oi}+V_i$ 是分潮的幅角。

6.1.1.3 模型参数

(1) 时间步长

在模型计算中，时间步长分为总时间步长和内部计算时间步长，其中总时间步长决定了结果输出的形式，同时在每个总时间步长点都对应着一个内部时间步长点，为满足计算稳定的要求，在总时间步长之间还会动态插入内部时间步长。

在该模型中最小时间步长取 0.01s，最大时间步长取 120s。

(2) 涡粘系数

采用 Smagorinsky 常系数，取 $C_s=0.28$ 。

(3) 海底摩阻

底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼尼系数 m 取 $48m^{1/3}/s$ 。

(4) 水平涡动粘滞系数

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

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

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

6.1.1.4 计算域和网格设置

本项目所建立的海域数学模型计算域为整个渤海，模拟采用非结构三角网格，由 7798 个节点和 15333 个三角单元组成。为了能清楚了解本工程附近海域的潮流状况，保证后续污染物浓度分布的计算精度，将本工程附近海域进行局部加密，最小空间步长约为 30m。垂向采用 sigma 分层，共分为 3 层。

模型水深资料采用航保部海图及工程区附近海域实测水深地形测量资料。网格及水深分布见图 6.1-1。

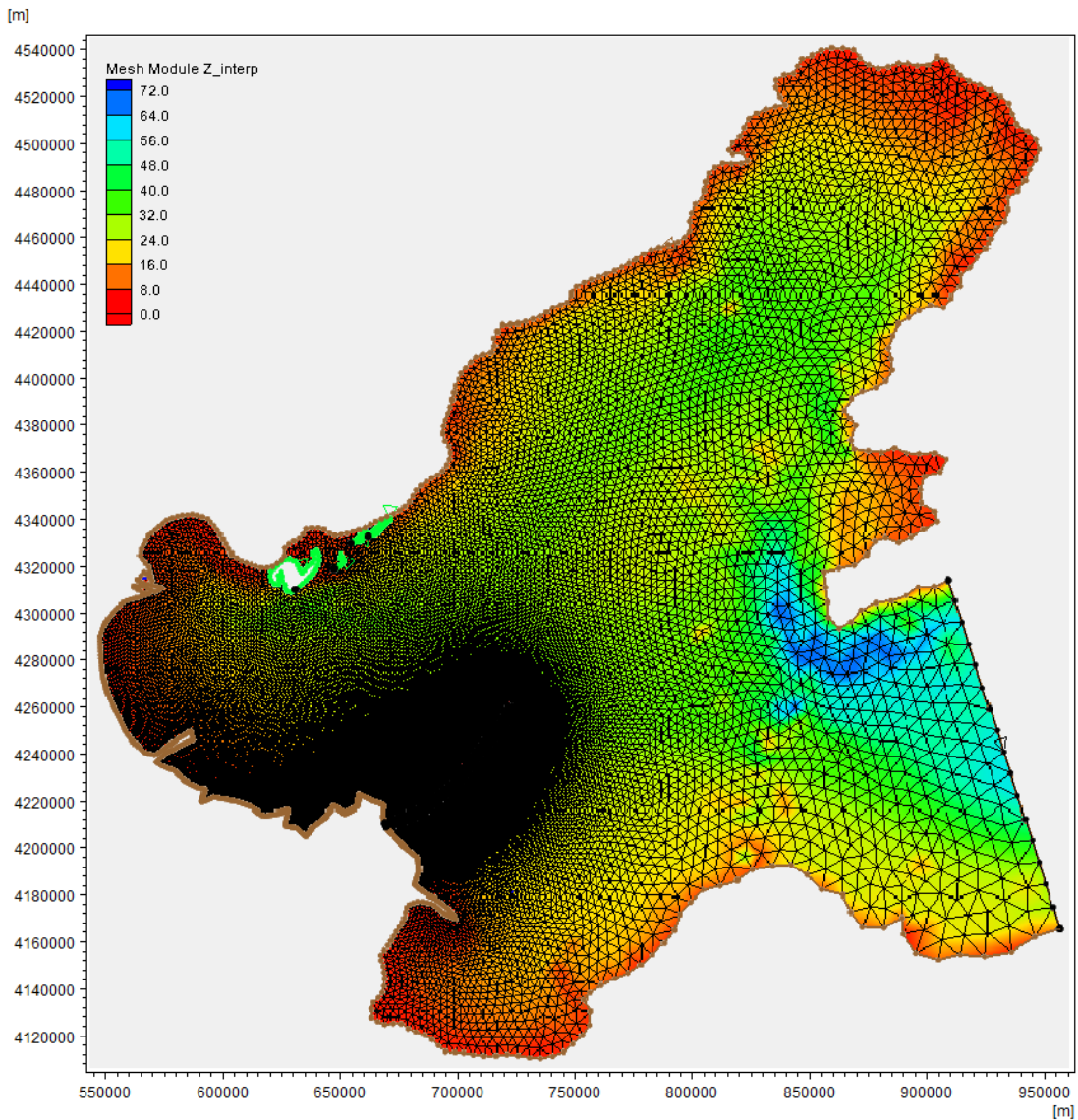


图 6.1-1 大海域网格设置及水深地形

6.1.2 潮流数值模型及验证

在计算海域中，分别引用青岛环海海洋工程勘察研究院于 2016 年 12 月 1 日~12 月 22 日的潮流实测资料、引用 2014 年 7 月 27 日~28 日的潮位实测资料与数值计算结果进行验证。各监测点坐标如表 6.1-1 所示，潮流实测站位见图 6.1-2，潮位实测站位见图 6.1-3，图 6.1-4~6.1-8 分别为各站位潮流、潮位验证曲线。

表 6.1-1 验证点坐标位置

站位号	经度	纬度	调查项目
H5			潮流
H22			潮流

H45					潮流
S1					潮位
S2					潮位



图 6.1-2 潮流观测站位图

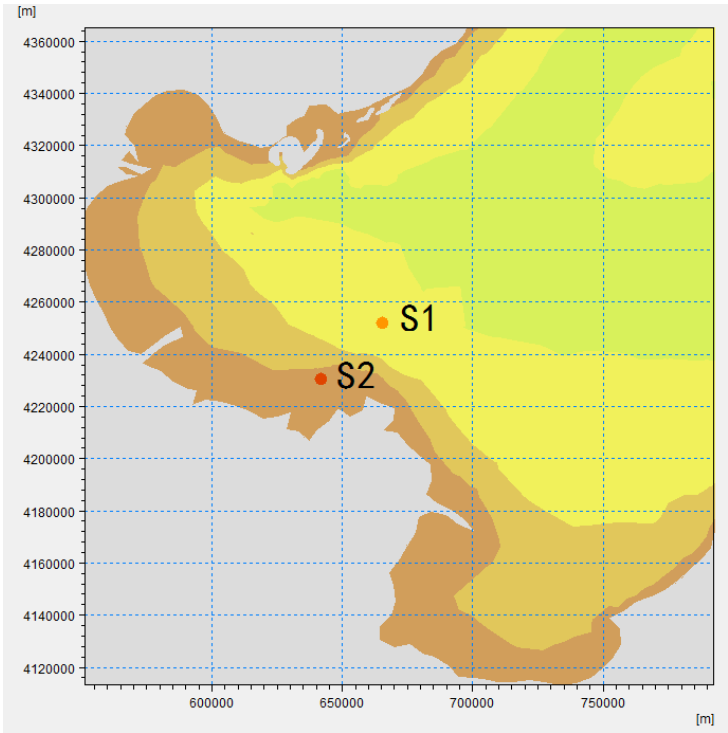


图 6.1-3 潮位观测站位图

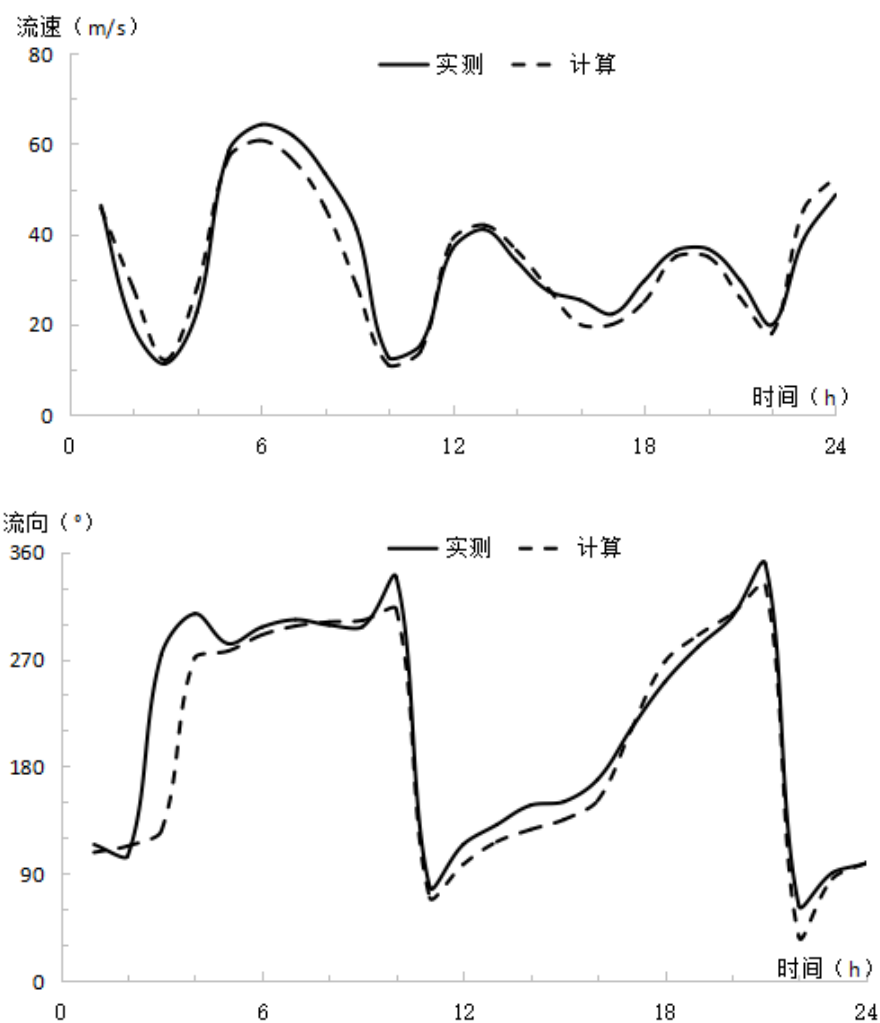
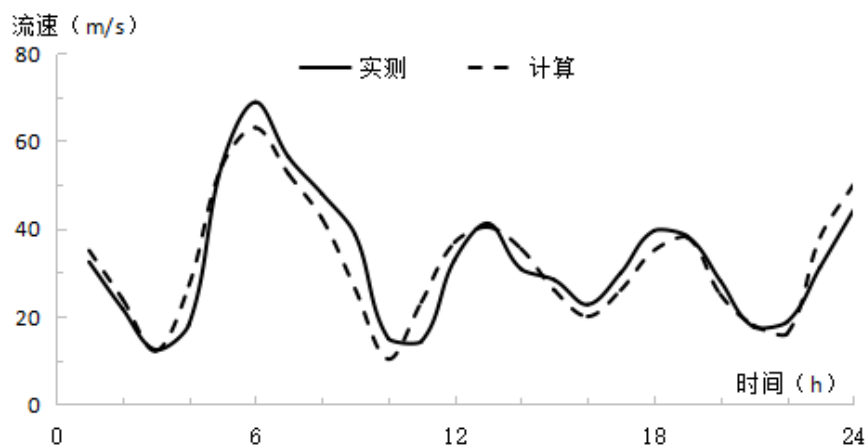


图 6.1-4a H5 潮流验证曲线（表层）



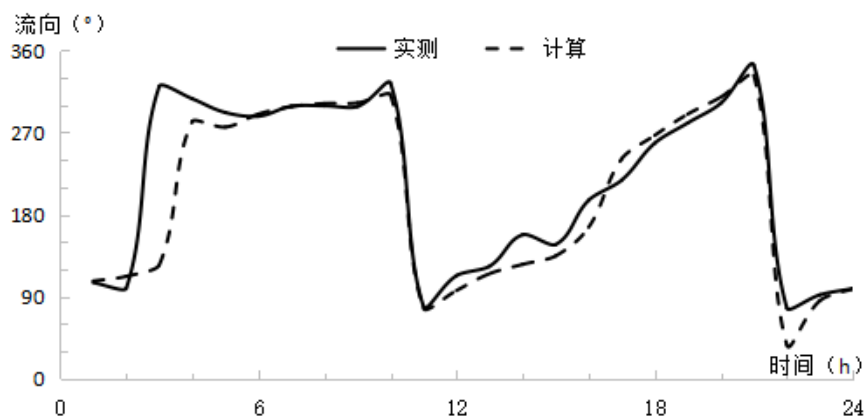


图 6.1-4b H5 潮流验证曲线（中层）

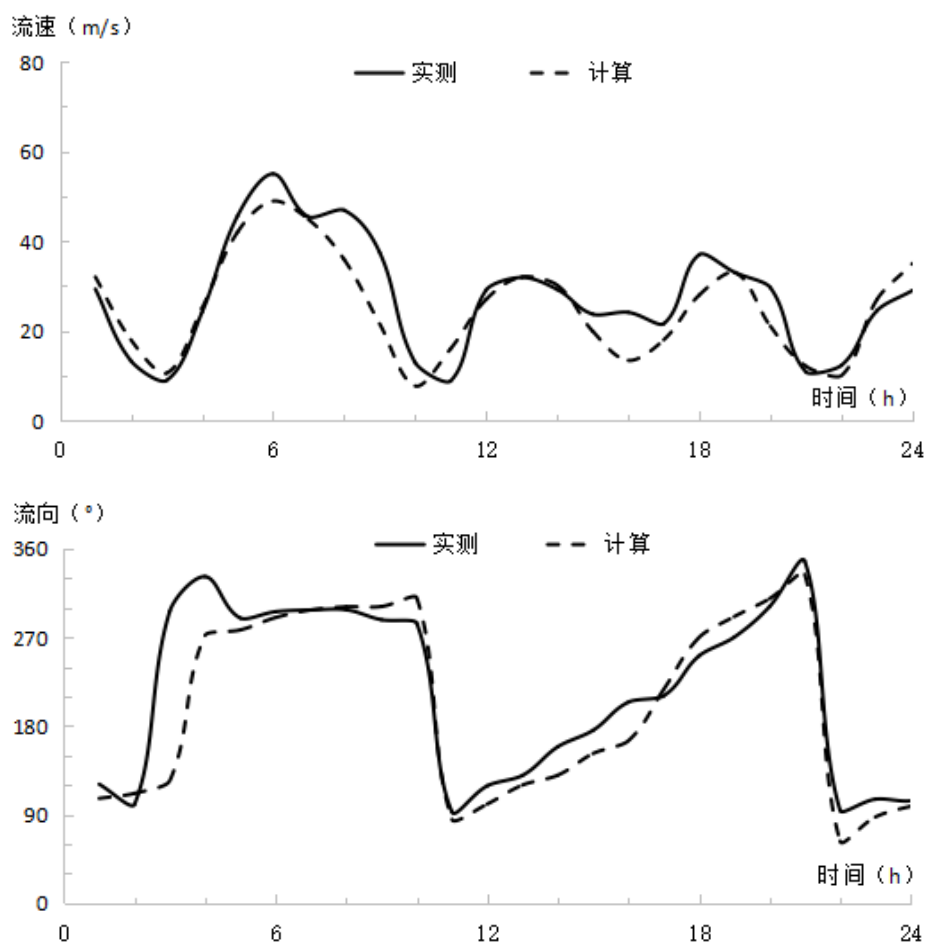


图 6.1-4c H5 潮流验证曲线（中层）

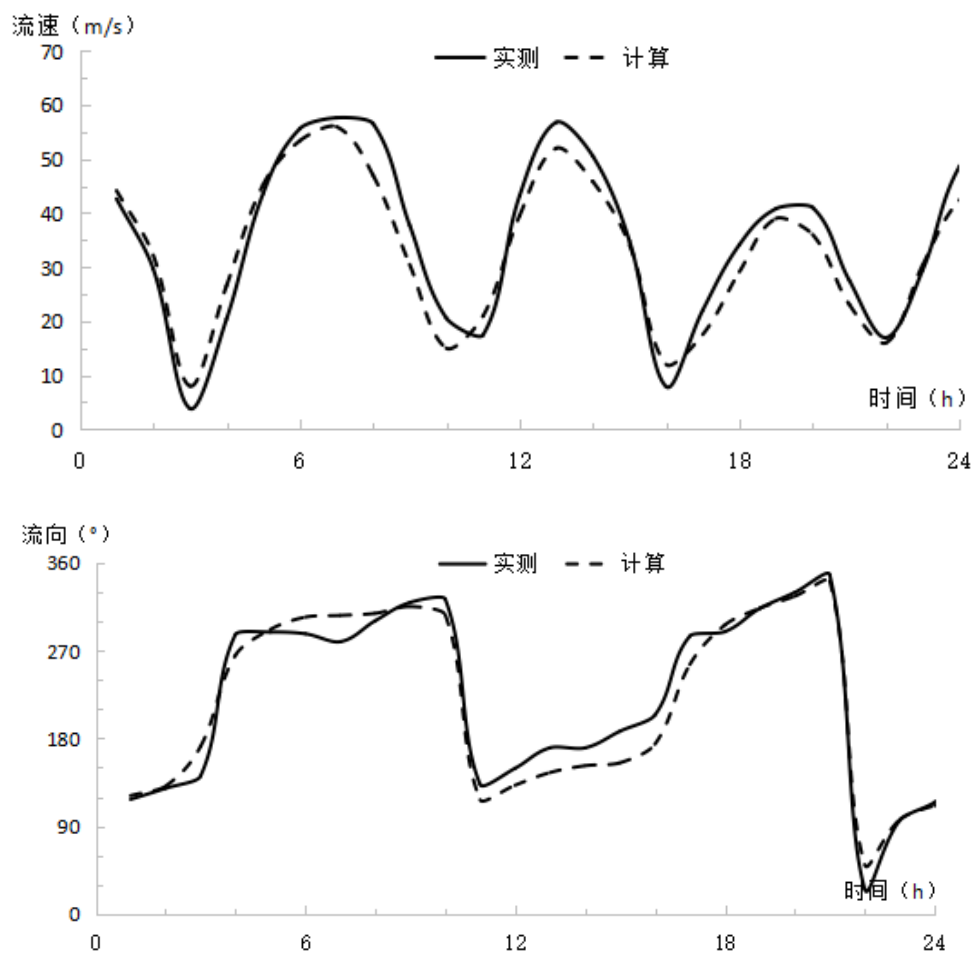
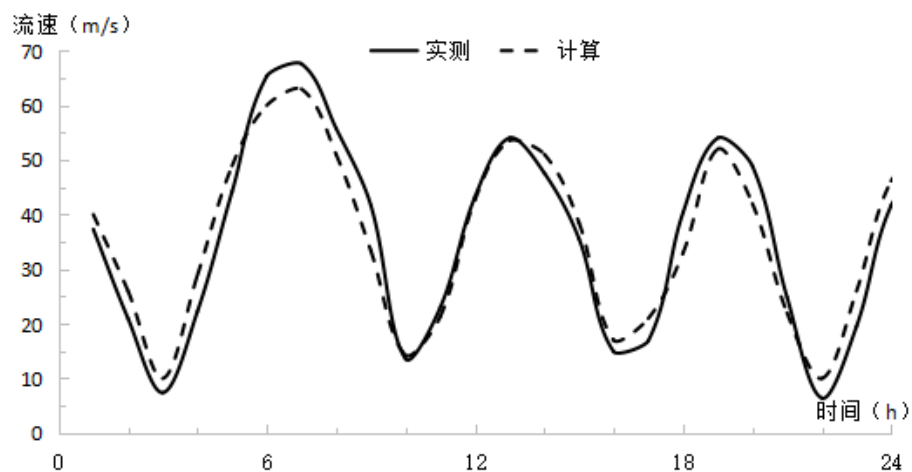


图 6.1-5a H22 潮流验证曲线（表层）



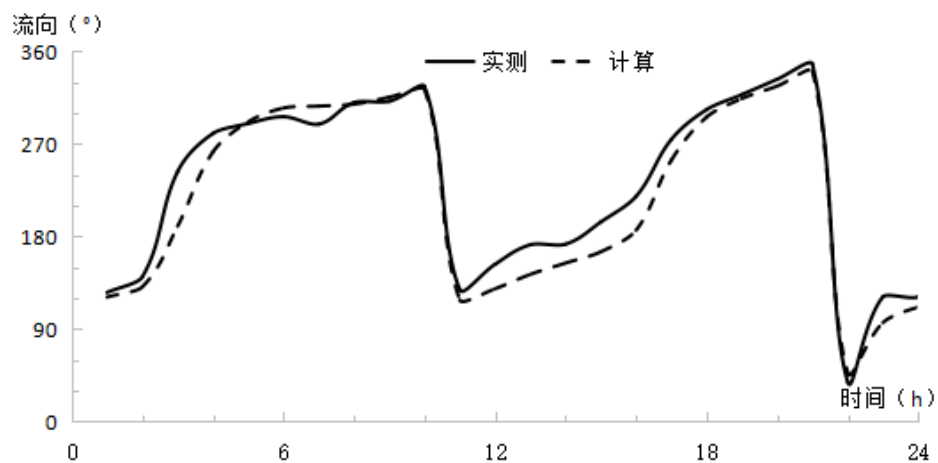


图 6.1-5b H22 潮流验证曲线（中层）

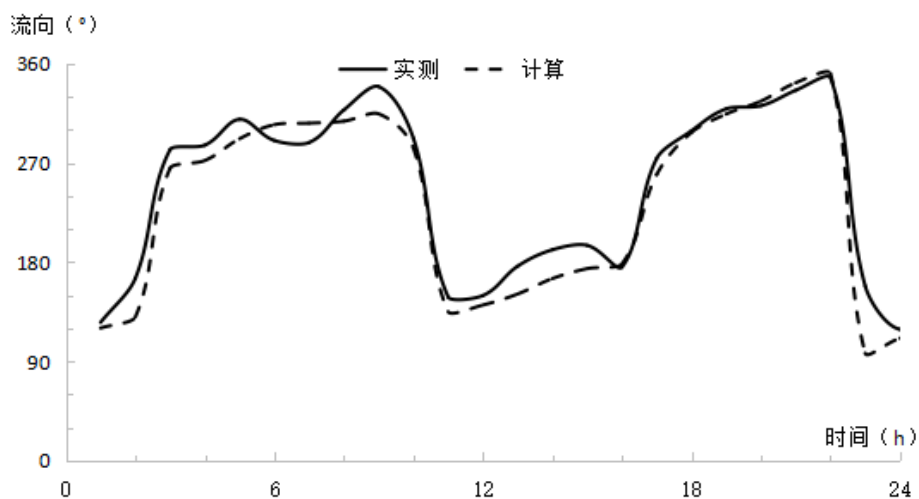
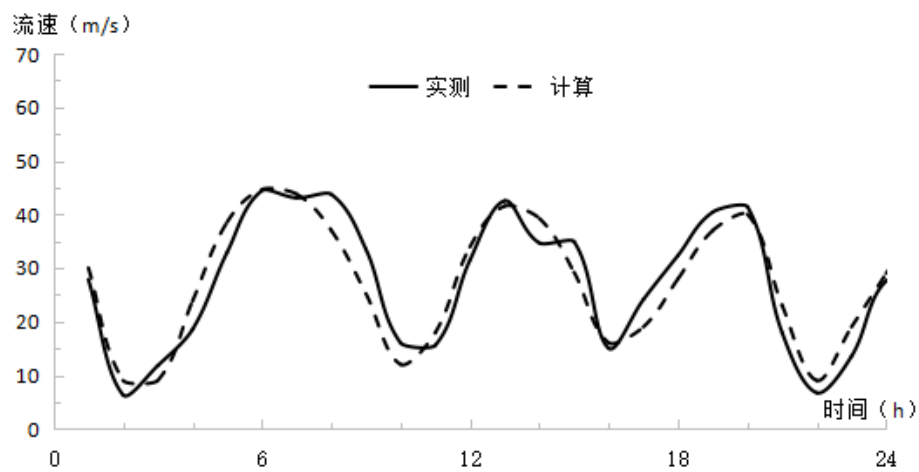


图 6.1-5c H22 潮流验证曲线（底层）

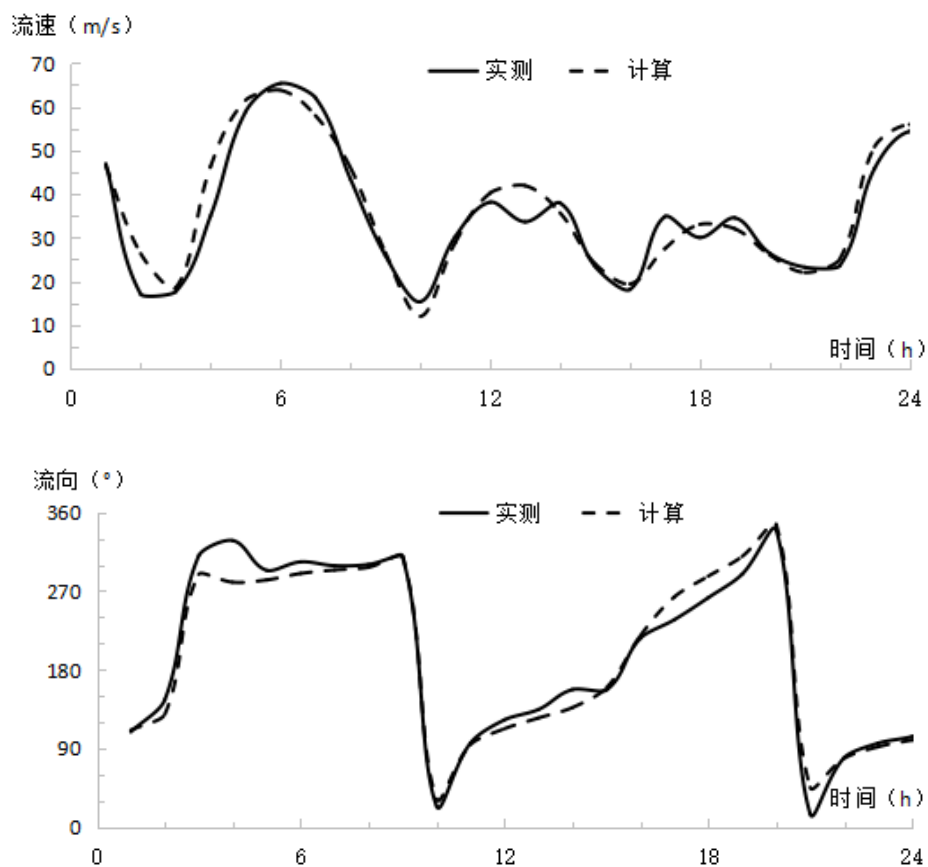
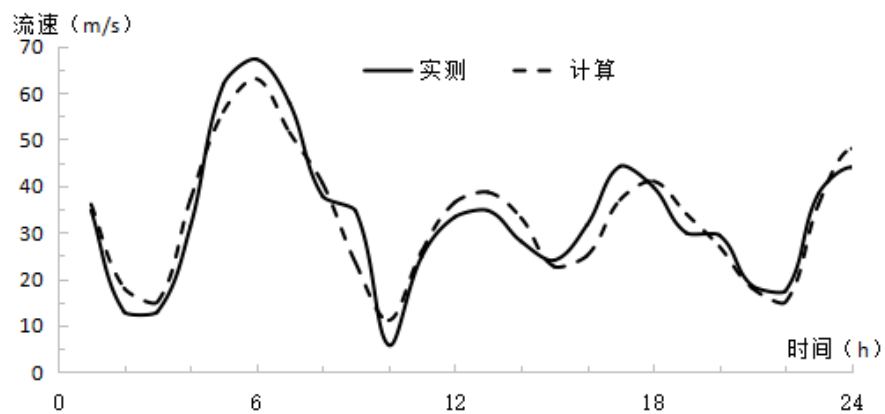


图 6.1-6a H45 潮流验证曲线（表层）



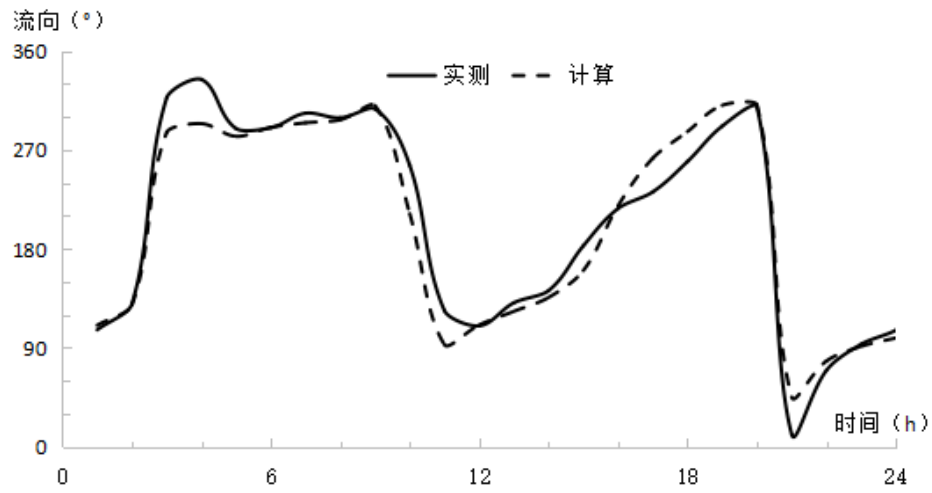


图 6.1-6b H45 潮流验证曲线（中层）

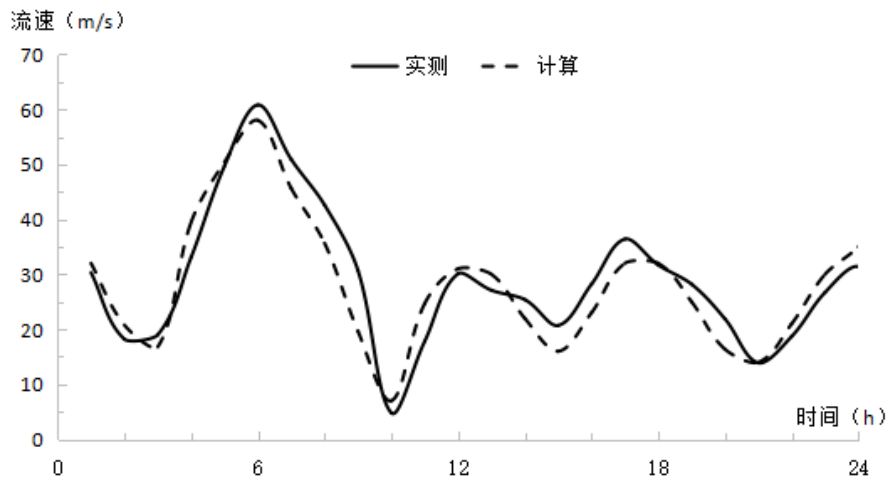


图 6.1-6c H45 潮流验证曲线（底层）

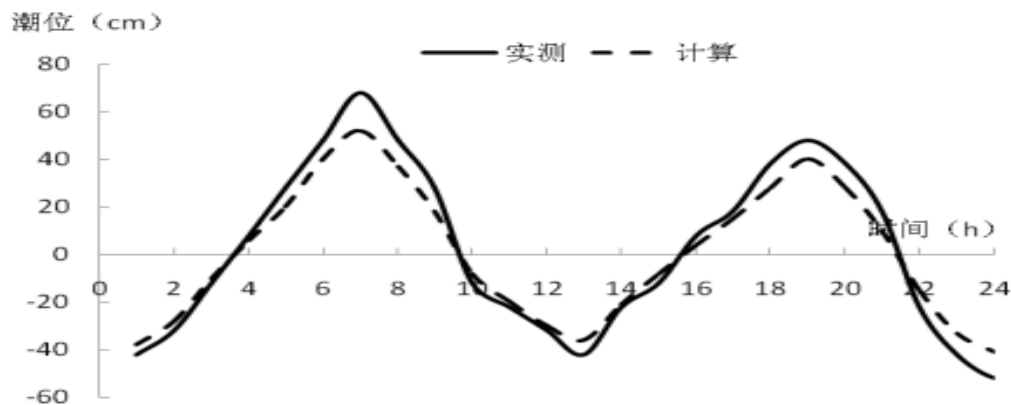


图 6.1-7 S1 潮位验证曲线

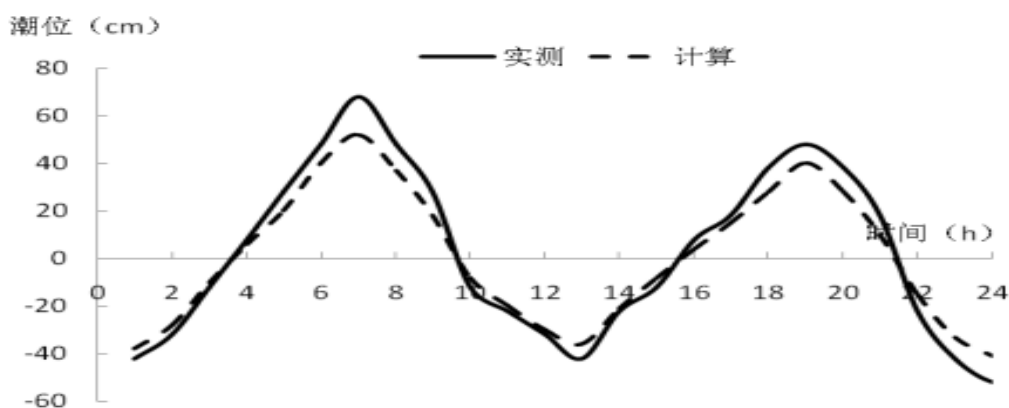


图 6.1-8 S2 潮位验证曲线

由验证曲线可以看出，转流发生的时刻计算值与实测基本一致。潮位振幅与位相的计算值与实测值也基本吻合。验证结果表明，流速的大小以及方向，转流发生时刻的计算值与实测值基本一致；潮位振幅和位相计算值亦与实测值基本一致。潮位和潮流的验证结果表明建立的潮流模型是可行的，适合本海区。

6.1.3 潮流计算结果分析

图 6.1-6 至图 6.1-11 分别为大潮时各层涨潮中间时和落潮中间时的渤海潮流场，图 6.1-12 至图 6.1-17 为涨潮中间时和落潮中间时的工程附近海域各层的潮流场。由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，涨潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 SE-NW 流向；落潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 NW-SE 流向。

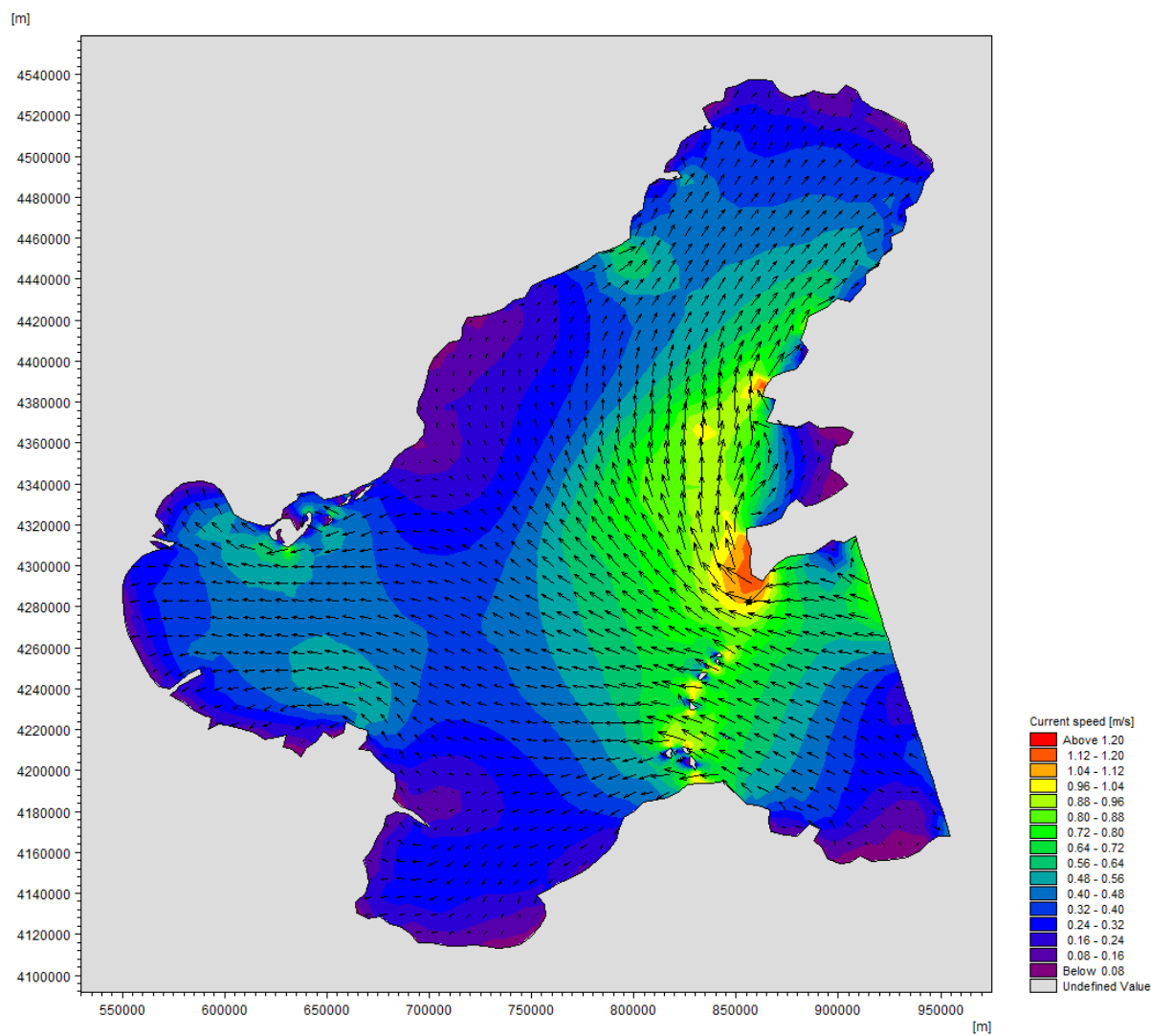


图 6.1-6 大海域涨急时刻潮流场（表层）

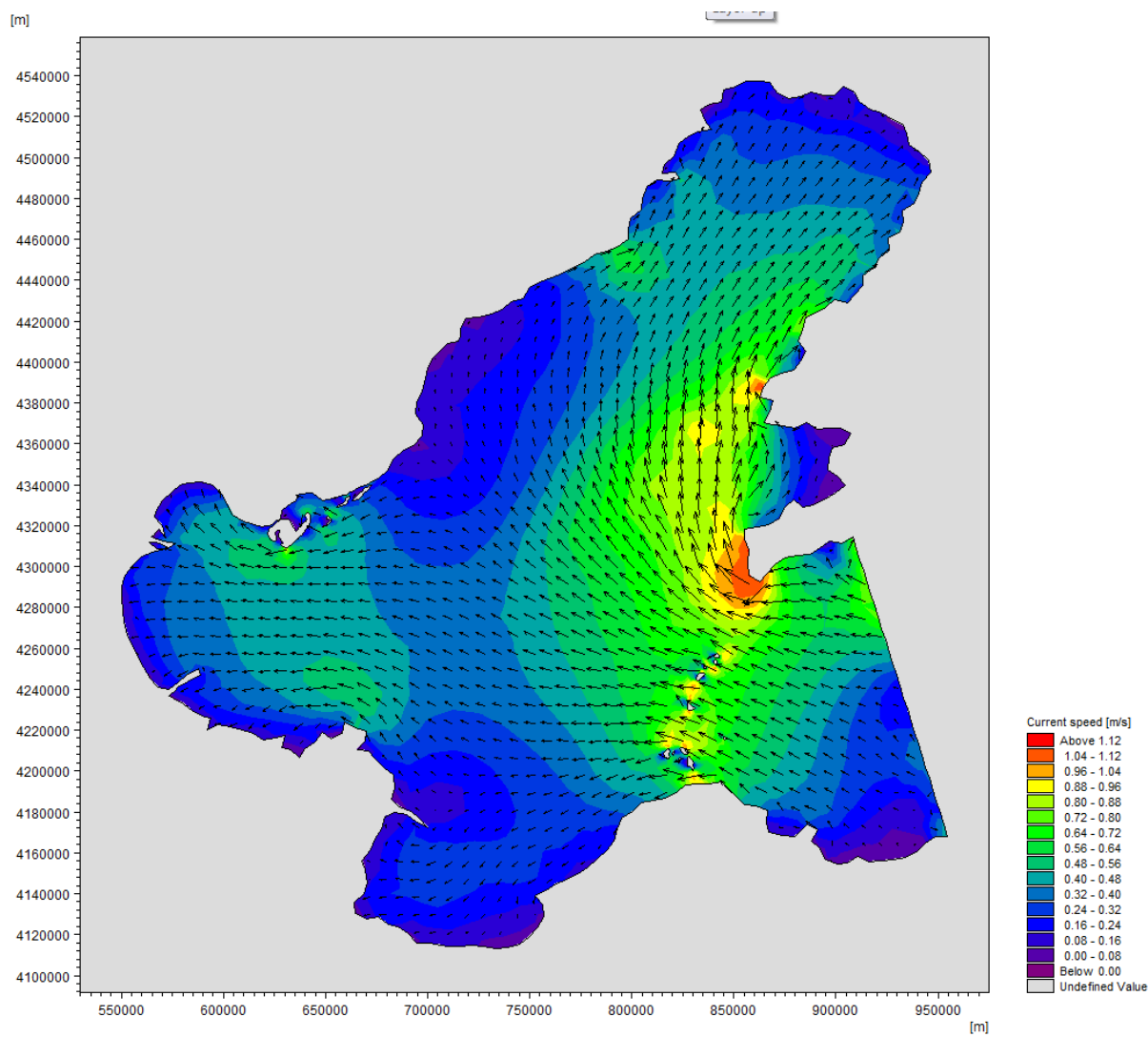


图 6.1-7 大海域涨急时刻潮流场（中层）

二

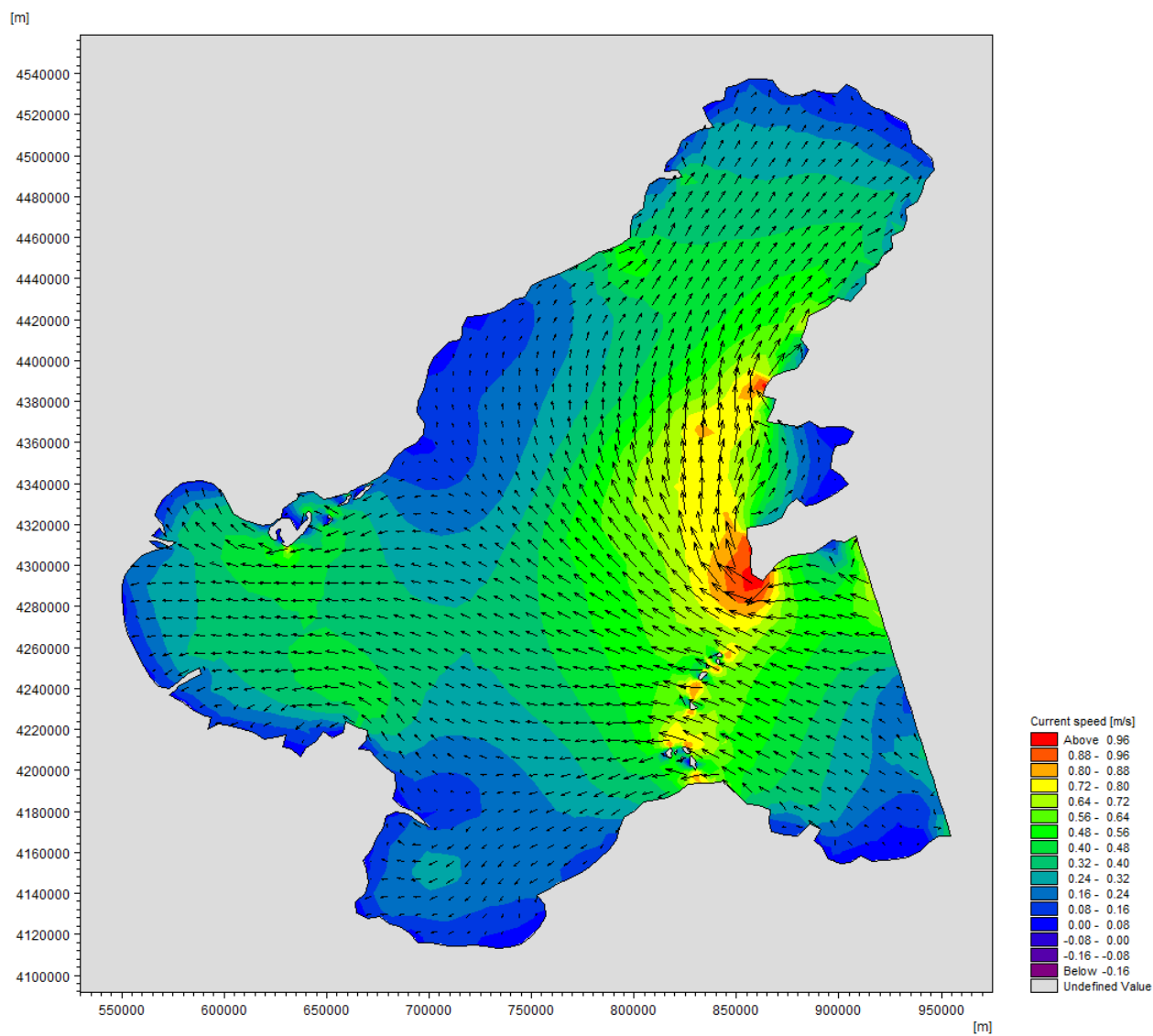


图 6.1-8 大海域涨急时刻潮流场（底层）

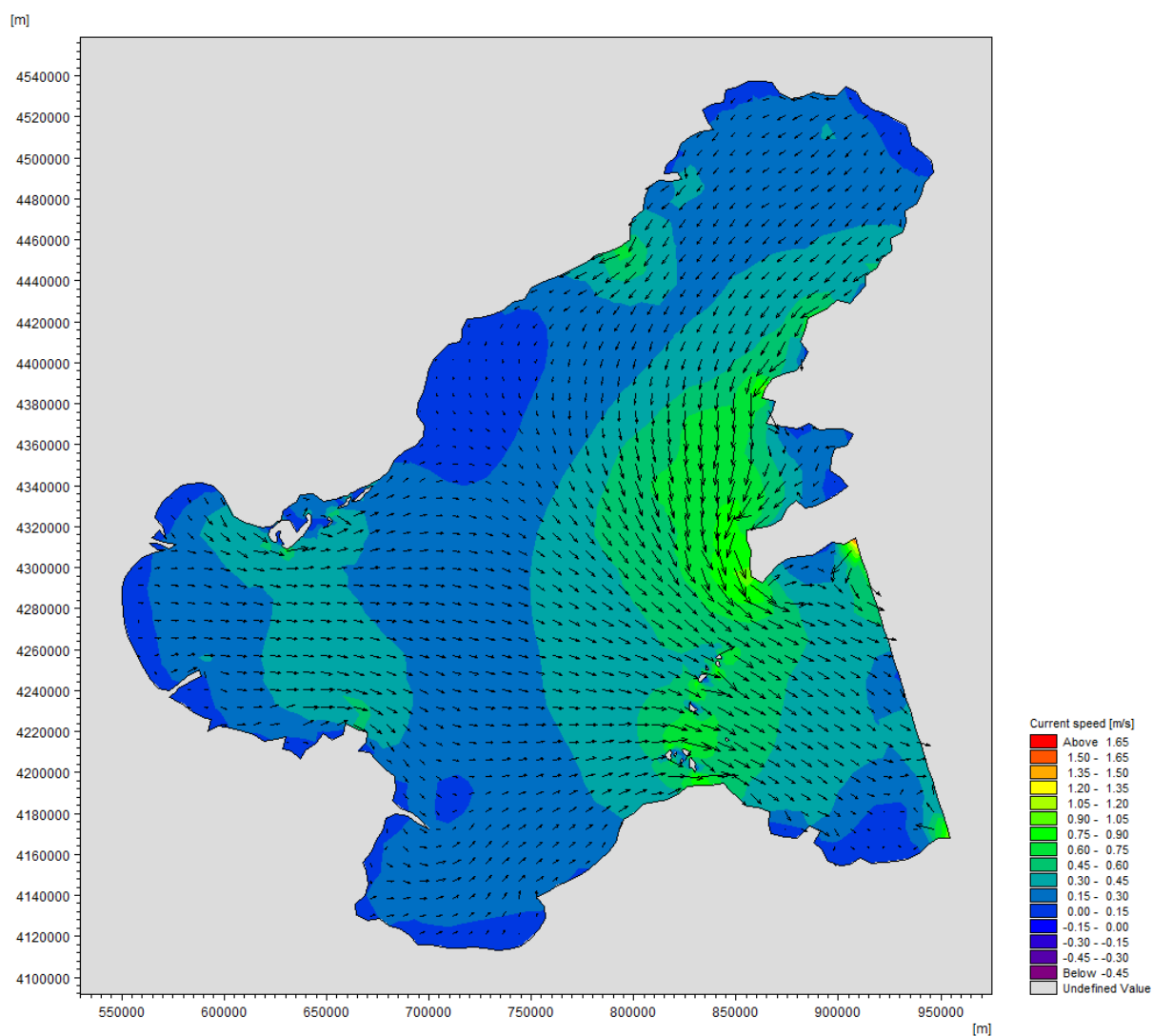


图 6.1-9 大海域落急时刻潮流场（表层）

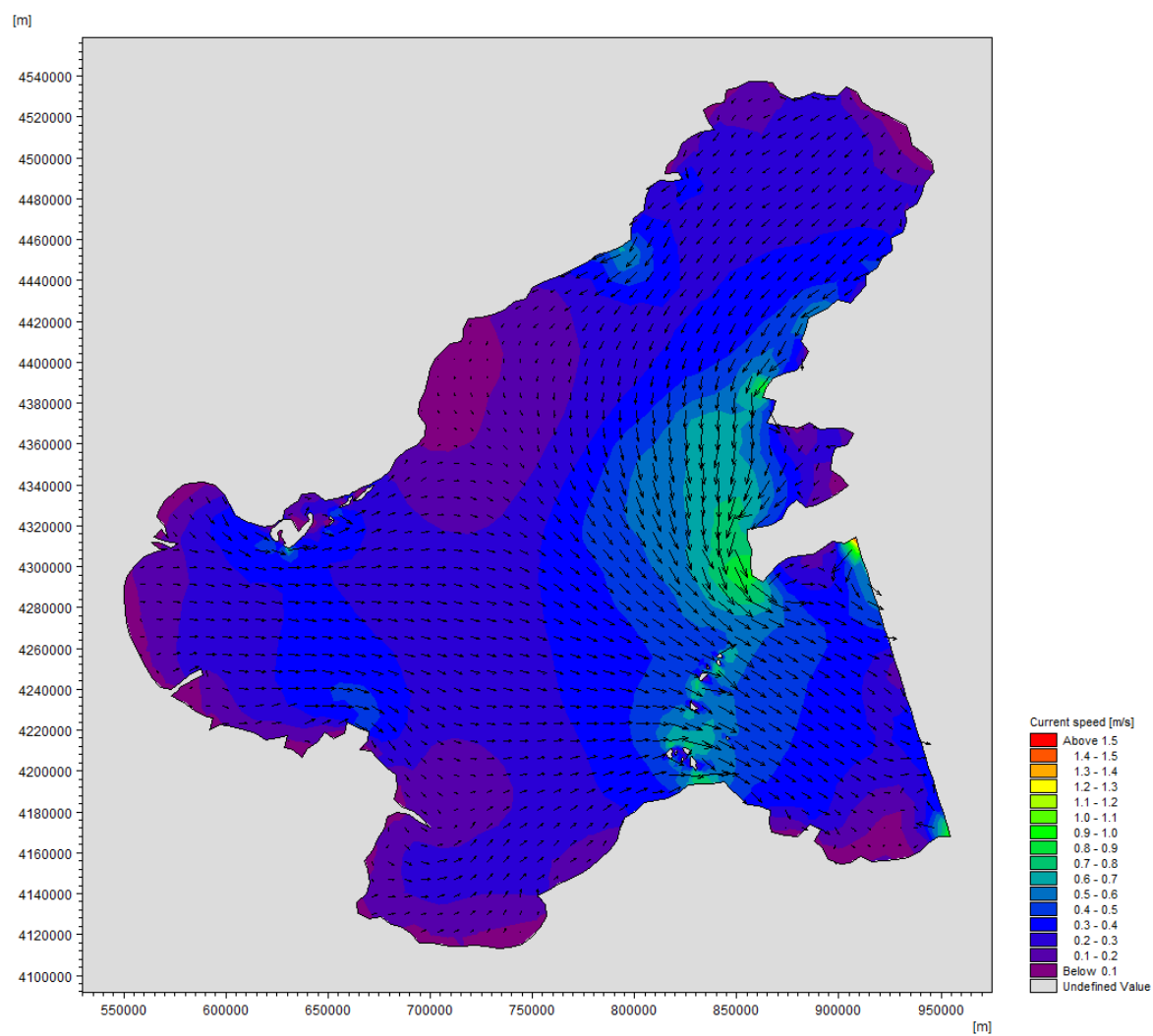


图 6.1-10 大海域落急时刻潮流场（中层）

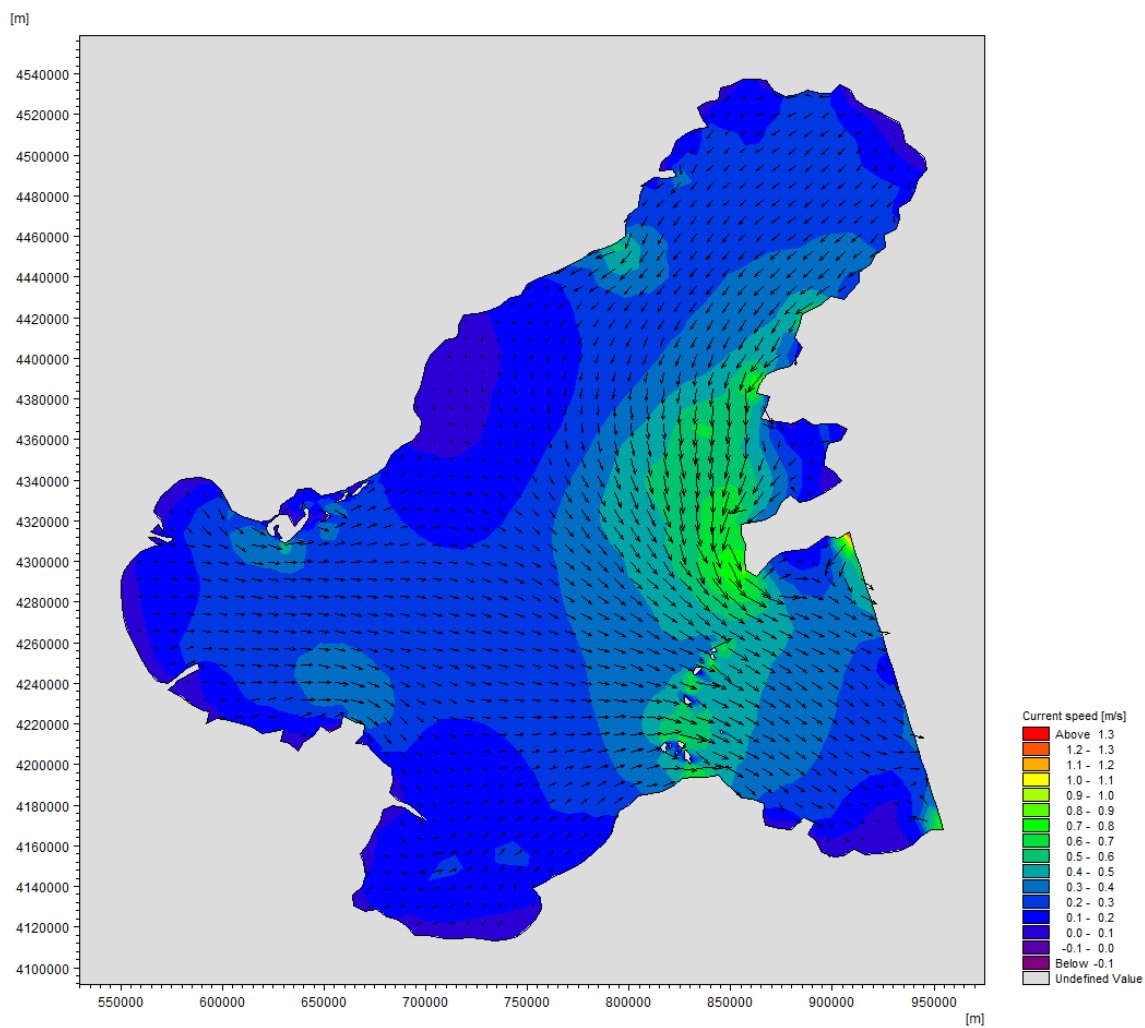


图 6.1-11 大海域落急时刻潮流场（底层）

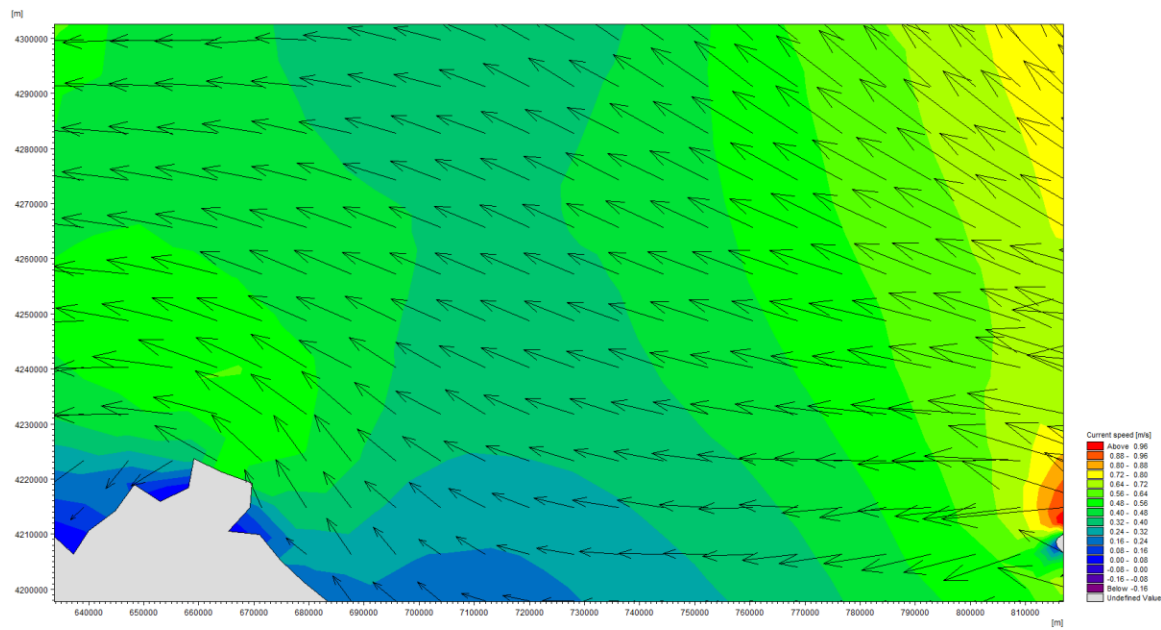


图 6.1-12 工程附近海域涨潮中间时潮流场（表层）

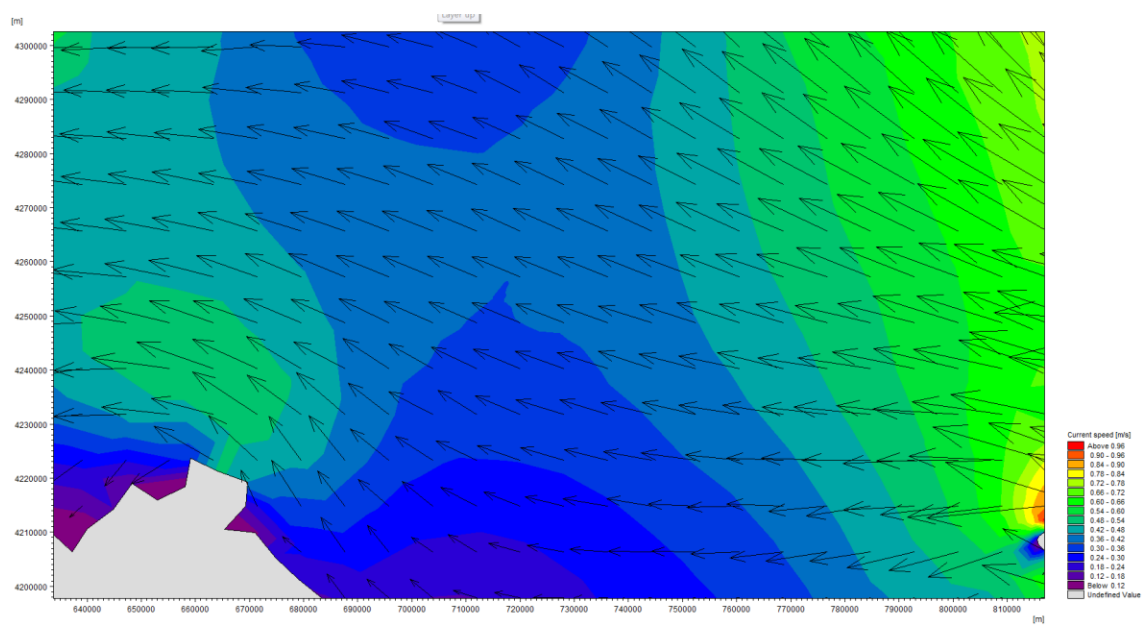


图 6.1-13 工程附近海域涨潮中间时潮流场（中层）

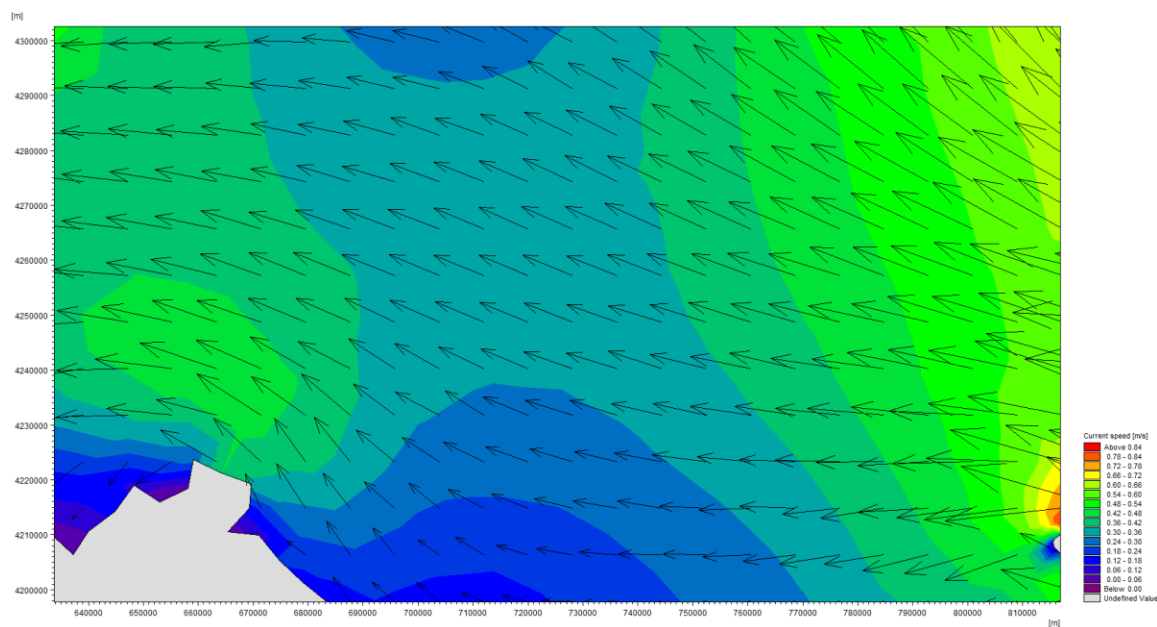


图 6.1-14 工程附近海域涨潮中间时潮流场（底层）

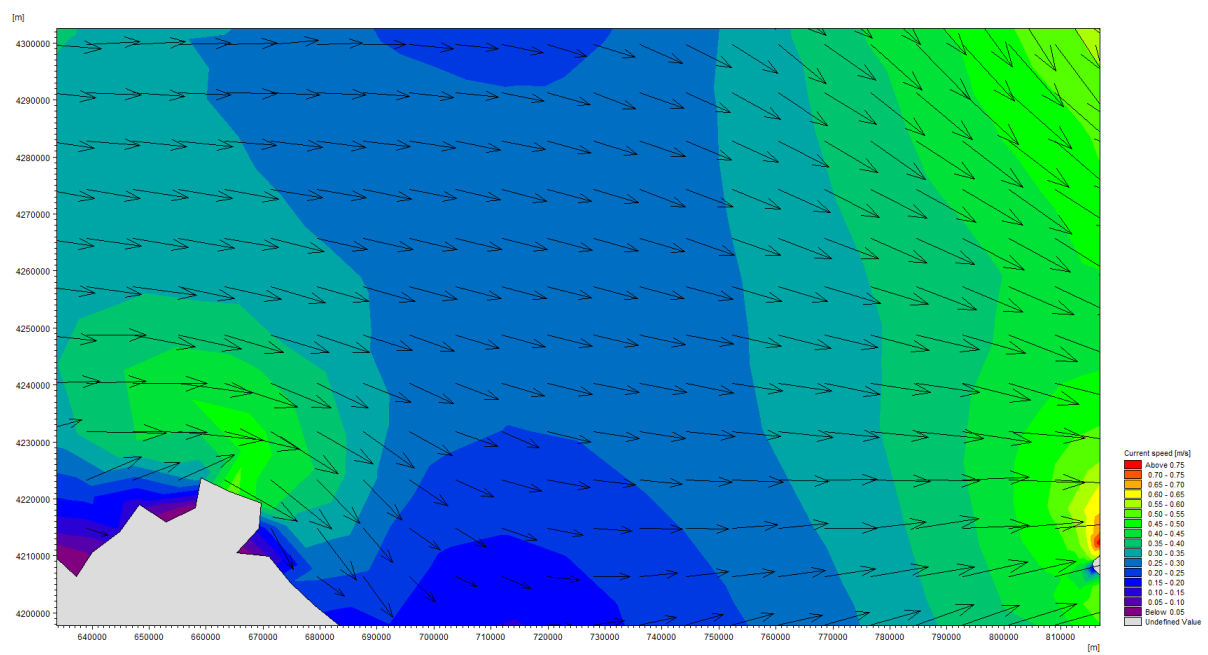


图 6.1-15 工程附近海域落潮中间时潮流场（表层）

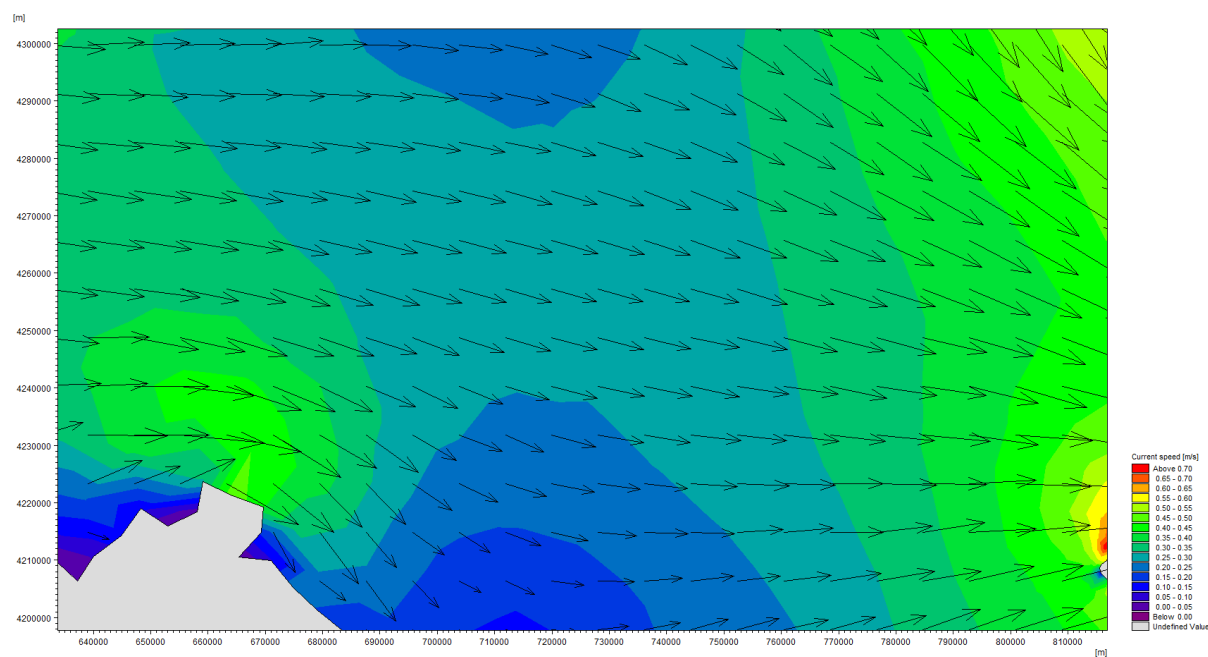


图 6.1-16 工程附近海域落潮中间时潮流场（中层）

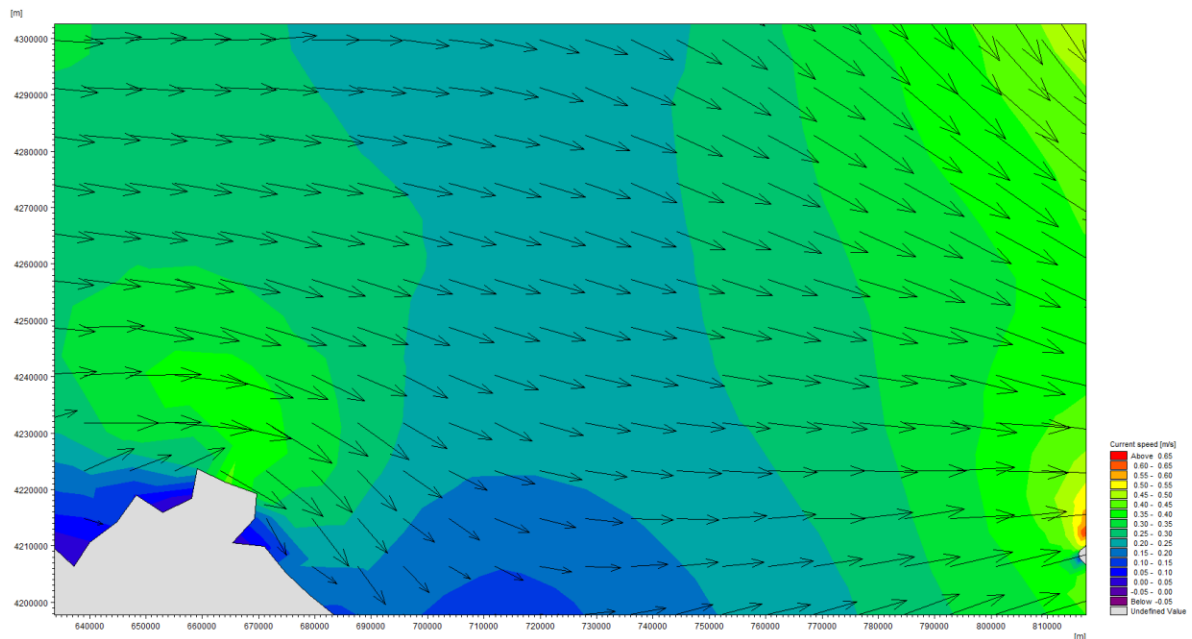


图 6.1-17 工程附近海域落潮中间时潮流场（底层）

6.1.4 工程建设对水文动力环境的影响分析结论

本工程主要工程设施为单点系泊、增压平台和海底管道，新建单点系泊、增压平台均为透水式结构，仅对桩腿局部流场有一定影响，桩腿会改变局部的流速和流向，但是不会影响整个海域的流场，对本海区的水交换能力没有影响；新建海底管道埋于海底以下，挖起的海底泥沙短时间堆积于管沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管沟，铺设完成后不会影响工程海域水文动力环境。

6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

6.2.1 本项目对海域地形地貌和冲淤环境的影响分析

在工程建设过程中铺设海底管道以及安装平台会对当地海底底质产生一定的影响。

新建海底管道全程埋设，对海底的冲淤环境基本无影响；海底管道挖起的海底泥沙短时间堆积于海沟两侧，在底层流作用下回填于沟，管线路由区沉积物环境基本可以恢复。

本工程拟建增压平台和单点系泊属透水式，建成后会对桩腿局部海域流场造成轻微改变，导管架桩腿附近会有一定的冲刷现象，冲蚀坑面积与深度受该海域冲淤条件、沉积物情况、时间长度以及桩腿直径等条件影响。但桩腿占用海域面积较小，对海洋原有地形和地貌的改变很小。

6.2.2 海床自然冲淤演变对本项目工程设施的影响分析

考虑到东营港总体规划实施后,工程海域自然冲淤演变趋势可能发生调整变化,本报告对海域自然冲淤演变对海底管道运营安全的影响进行分析。本小节内容引自交通运输部天津水运工程科学研究所编制完成的《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海域海床冲淤演变分析研究报告》。

(1) 工程实施前海床自然冲淤现状

工程实施前海床自然冲淤变化分析采用历史海图和实测数据对比分析方法。15m 以浅采用 2002 年海图测图资料, 15m 以深采用 1990 年海图测图资料。现状实测数据采用 2016 年 12 月海底管道路由沿线 500m 宽度范围实测水深资料。海图水深和实测水深对比见图 6.2-1。

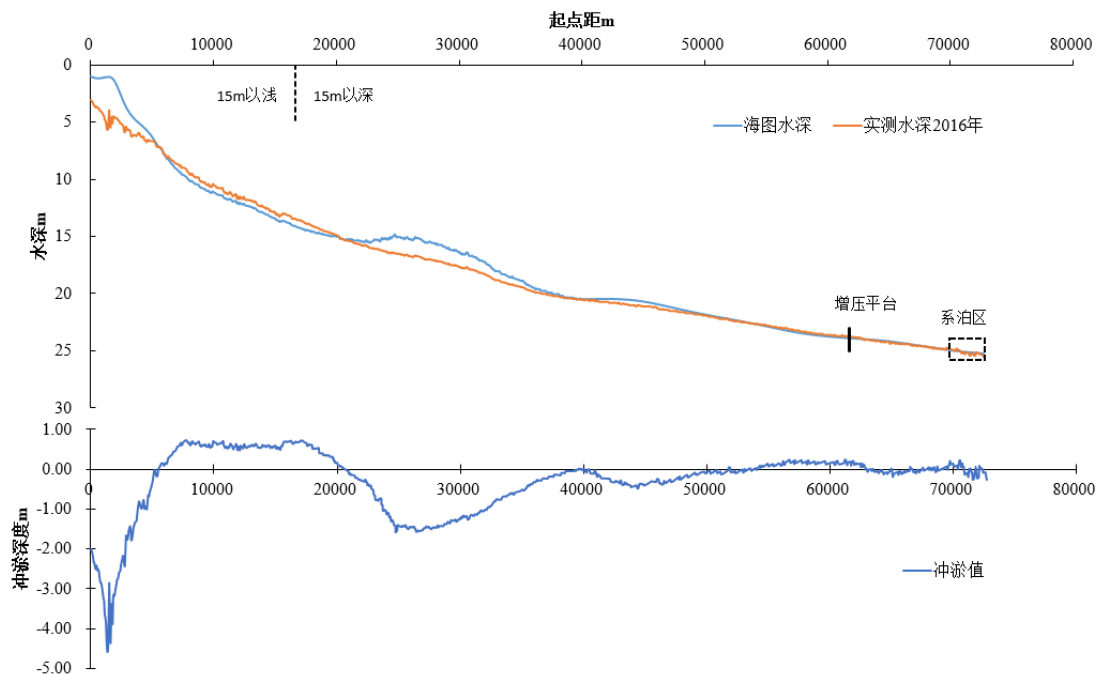


图 6.2-1 本项目海底管道沿线水深及冲淤情况

总体来看,现状下整条路由区冲刷最严重的区段在近岸 2km 附近,2002-2016 年间最大冲刷近 5m,增压平台附近略有 0.2m 左右淤积,单点系泊区为微冲刷,最大冲刷为 0.27m。

(2) 工程实施后海床自然冲淤预测

工程实施后海床演变分析采用数值模拟预测分析方法,根据泥沙冲淤数学模型,计算至海床冲淤基本稳定状态时,得到单点系泊路由管线沿程的冲刷情况,即认为是该海域可能达到的最大可能冲刷深度。数值模拟定量计算结果见图

6.2-2、图 6.2-3 和表 6.2-1。

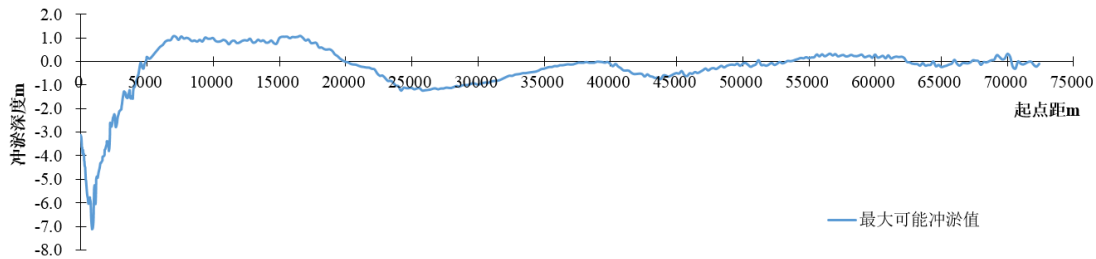


图 6.2-2 本项目海底管线沿程最大可能冲刷幅度

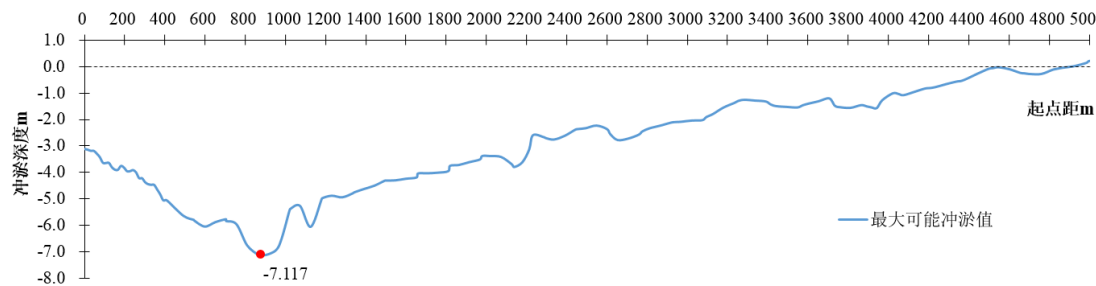


图 6.2-3 近岸 5km 段路由管线沿程最大可能冲刷深度

表 6.2-1 单点系泊项目海底管线沿程最大可能冲刷深度

路由区间	最大冲刷值	路由区间	最大冲刷值
	(m)		(m)
0.00-0.10km	-3.64	7-10km	该段淤积，平均淤积 0.96m
0.10-0.20km	-3.9	10-13km	该段淤积，平均淤积 0.84m
0.20-0.30km	-4.37	13-16km	该段淤积，平均淤积 0.92m
0.30-0.40km	-5.05	16-20km	该段淤积，平均淤积 0.86m
0.40-0.50km	-5.64	20-22km	-0.3
0.50-0.60km	-6.04	22-24km	-1.04
0.60-0.70km	-5.87	24-26km	-1.23
0.70-0.80km	-6.74	26-28km	-1.22
0.80-0.90km	-7.12	28-30km	-1.12
0.90-1.00km	-7.08	30-32km	-0.98
1.00-1.10km	-5.45	32-34km	-0.69
1.10-1.20km	-6.05	34-36km	-0.45
1.20-1.30km	-4.94	36-38km	-0.19
1.30-1.40km	-4.78	38-40km	-0.19
1.40-1.50km	-4.5	40-43km	-0.64
1.50-1.60km	-4.3	43-46km	-0.75
1.60-1.70km	-4.19	46-49km	-0.51
1.70-1.80km	-4.03	49-53km	-0.22
1.80-1.90km	-3.95	53-55km	该段淤积，平均淤积 0.10m
1.90-2.00km	-3.61	55-60km	该段淤积，平均淤积 0.25m
2.0-3.0km	-3.79	60-63km	该段淤积，平均淤积 0.14m

3.0-4.0km	-2.04	63-69km	-0.23
4.0-5.0km	-1.09	69-71km	-0.3
5.0-7.0km	该段淤积，平均淤积 0.54m	71-73km	-0.21

注：表中路由起点为海底管道穿越海堤位置。

从预测结果来看，本项目海底管道路由沿线近岸 5km 范围冲刷较为严重，最大可能冲刷深度为 7.12m，位于离岸 800m~1000m 附近。20km 以外范围冲刷较小，单点系泊区海床基本冲淤平衡，冲淤在 -0.2m~+0.2m 范围内。

本项目工可阶段已根据管道沿线冲淤调整变化采取了工程措施，具体如下：

① KP3.9-KP5.477 段（即表 6.2-1 中 0.00-1.577km 路由区间）海底管道采用预挖沟+后挖沟+抛石回填方式保护，管道设计埋深按管顶距离原始海床面不小于 4.0m 控制，抛石厚度为管顶以上 2.0m，抛石断面顶距离管道的平面投影间距不小于 3m，采用 1:3 的边坡；

② KP5.477-KP7.40（即表 6.2-1 中 1.577-1.923km 路由区间），采用后挖沟方式埋设保护，管顶至泥面高度不小于 4.0m。其他管段采用后挖沟埋设防护，管顶至泥面高度不小于 2.0m；

③单点附近 200m，增压平台附近 100m，采用土工布连锁排防护防护宽度不小于 16m。

通过采取以上局部加大埋深工程措施后，能够减缓海床自然冲刷强度。此外，管道运营期间将开展定期工程海域地形地貌和冲淤监测，能够避免因海床冲淤变化造成海底管道悬空等运营安全风险。

6.3 海水水质环境影响预测与评价

6.3.1 平台、单点打桩施工海水水质影响分析

本项目增压平台采用 6 腿固定式导管架结构，6 根主桩采用 $\Phi 1600$ 开口变壁厚钢管桩，设计导管架桩入泥约 80.0m；单点系泊系统水下管汇基础采用 4 根 $\Phi 500$ 钢桩，设计水下桩入泥 20m。此外，系泊系统锚链采用 6 根 $\Phi 1400$ 钢管桩锚固锚链，设计桩长 30m。施工时液压打桩施工导致的海底泥沙再悬浮将引起水体混浊。根据类似工程实际施工经验，打桩引起的施工海域悬浮物浓度增加（ $>10\text{mg/L}$ ）范围一般在半径在 100m 内，持续时间有限，对海水水质影响范围较小。

6.3.2 海底管道铺设对海水水质的影响分析

6.3.2.1 悬浮物运动方程

悬浮物质为颗粒态，它随着海水运动的同时，将在海水中沉降，并最终淤积于海底，这一特性决定了它的影响范围和影响时间是有限的。

施工掀扬起的海底悬浮泥沙，悬浮物输移—扩散过程由以下方程表示：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w_f \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z}$$

其中：S 水体悬沙含量， D_x 、 D_y 、 D_z 分别为 x、y、z 向紊动扩散系数； w_f 为 z 向有效流速， $w_f = w - \omega$ ， ω 为泥沙静水中沉速。

$$\text{岸界边界条件：} \frac{\partial C}{\partial n} = 0$$

侧开边界的边界条件：

$$\text{入流时 } C|_{\Gamma} = p_0 ;$$

Γ 为水边界， p_0 为边界上浓度，悬浮泥沙仅考虑增量，不考虑本底值，取 $p_0 = 0$ 。

$$\text{出流时 } \frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0 \quad U_n \text{ 为边界法向流速；}$$

泥沙沉速 ω 采用武汉水利电力学院静水泥沙沉速公式计算，

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{D} \right)^2 + 1.09 \alpha g D} - 13.95 \frac{v}{D}$$

其中， v 为水运动粘滞系数，取值 1.1×10^{-6} ； D 为泥沙粒径（mm）； α 为重率系数。

初始条件：

模拟施工期本底值均置为 0，仅考虑悬沙增量。

6.3.2.2 预测源强及参数

根据工程分析，本项目近岸段与离岸段采用不同施工方式，近岸预挖沟段挖沟范围为登陆点至 KP5.477，离岸后挖沟段挖沟范围为 KP5.477 至单点。各段悬浮沙源强见表 6.3-1。

表 6.3-1 悬浮沙污染源强一览表

施工作业	扰动深度 (m)	挖沟截面积 (m ²)	产生速率 (kg /s)
近岸预挖沟	4.0	76.0	5.99
离岸后挖沟	3.0	6.8	12.10

6.3.2.3 预测结果

本报告按移动源对管线作业期间悬浮沙排放浓度进行预测,将各管线每 30m 设置一个排放点,根据管线长度与施工速度计算出每个排放点的排放时长,预测时视为各排放点按时长依次排放。图 6.3-1~6.3-9 分别为各段管线铺设时表层、中层、底层悬浮沙浓度分布的包络线情况,表明了管线铺设期间悬浮物超标的水域。图中等值线由外向内所代表的浓度依次是 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L、150mg/L。

由于增压平台至登陆点管线较长,跨越水深变化较大,因此本报告将该管线分段统计各层超标面积(<10m 水深、10~20m 水深、>20m 水深),各段管线施工期间表层、中层、底层悬浮泥沙超标包络线面积、离管线最远距离分别见表 6.3-2~表 6.3-4。表 6.3-5~表 6.3-7 分别给出了各管线施工期间悬浮泥沙超标倍数 $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$ 、 $4 < B_i \leq 9$ 、 $9 < B_i$ 的包络线面积。

由计算知,增压平台至登陆点段管线施工期间,<10m 水深段管线表层、中层、底层超一(二)类水质影响的包络线面积分别为 17.62km²、19.79km²、21.19km²,超三类水质影响的包络线面积分别为 3.26 km²、4.65 km²、6.28 km²,超四类水质影响的包络线面积分别为 2.05 km²、3.027 km²、4.42 km²。超一(二)类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 2.11km。

10~20m 水深段管线表层、中层、底层超一(二)类水质影响的包络线面积分别为 28.88km²、35.36 km²、42.71 km²,超三类水质影响的包络线面积分别为 0.84km²、2.39 km²、3.47 km²,超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、1.06km²、1.87 km²。超一(二)类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 1.41km。

>20m 水深段管线表层、中层、底层超一(二)类水质影响的包络线面积分别为 45.04km²、66.44 km²、93.88 km²,超三类水质影响的包络线面积分别为 0km²、0.30 km²、4.11 km²,超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、0.81km²、1.76 km²。超一(二)类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 1.23km。

增压平台至单点 G 管线施工期间, 表层、中层、底层超一(二)类水质影响的包络线面积分别为 2.72 km^2 、 5.22 km^2 、 7.50 km^2 , 超三类水质影响的包络线面积分别为 0 km^2 、 0.18 km^2 、 0.56 km^2 , 超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km^2 、 0 km^2 、 0.37 km^2 。超一(二)类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.99 km 。

增压平台至单点 F 管线施工期间, 表层、中层、底层超一(二)类水质影响的包络线面积分别为 1.97 km^2 、 3.53 km^2 、 5.30 km^2 , 超三类水质影响的包络线面积分别为 0 km^2 、 0.07 km^2 、 0.38 km^2 , 超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km^2 、 0 km^2 、 0.26 km^2 。超一(二)类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.97 km 。

由计算结果可以看出, 管线施工作业分别停止 9.5h、9.5h、9.5h 后, 渤海中部海域可以维持现状水质水平, “河口-利津农渔业区”可以满足二类海水水质标准, “东营港口航运区”可以满足三类海水水质标准。

表 6.3-2 管线施工期间悬浮泥沙预测结果 (km^2) (<10m 水深)

		超一(二)类	超三类	超四类	离管线最远距离 (km)
增压平台至登陆点	表层	17.62	3.26	2.05	2.11
	中层	19.79	4.65	3.02	
	底层	21.19	6.28	4.42	
	垂向平均	19.53	4.73	3.16	

表 6.3-3 管线施工期间悬浮泥沙预测结果 (km^2) (10~20m 水深)

		超一(二)类	超三类	超四类	离管线最远距离 (km)
增压平台至登陆点	表层	28.88	0.84	0	1.41
	中层	35.36	2.39	1.06	
	底层	42.71	3.47	1.87	
	垂向平均	35.65	2.23	0.98	

表 6.3-4 管线施工期间悬浮泥沙预测结果 (km^2) (>20m 水深)

		超一（二）类	超三类	超四类	离管线最远距离 (km)
增压平台至登陆点	表层	45.04	0	0	1.23
	中层	66.44	0.30	0.81	
	底层	93.88	4.11	1.76	
	垂向平均	68.45	1.47	0.86	
增压平台至单点 G	表层	2.72	0	0	0.99
	中层	5.22	0.18	0	
	底层	7.50	0.56	0.37	
	垂向平均	5.15	0.25	0.12	
增压平台至单点 F	表层	1.97	0	0	0.97
	中层	3.53	0.07	0	
	底层	5.30	0.38	0.26	
	垂向平均	3.60	0.15	0.087	

表 6.3-5 管线施工期间悬浮泥沙不同超标倍数包络面积 (km^2) (<10m 水深)

		$\text{Bi} \leq 1$	$1 < \text{Bi} \leq 4$	$4 < \text{Bi} \leq 9$	$\text{Bi} > 9$
增压平台至登陆点	表层	5.34	6.02	3	3.26
	中层	5.08	6.54	3.52	4.65
	底层	4.8	6.05	4.06	6.28
	垂向平均	5.07	6.20	3.53	4.73

表 6.3-6 管线施工期间悬浮泥沙不同超标倍数包络面积 (km^2) (10~20m 水深)

		$\text{Bi} \leq 1$	$1 < \text{Bi} \leq 4$	$4 < \text{Bi} \leq 9$	$\text{Bi} > 9$
增压平台至登陆点	表层	18.69	7.32	2.03	0.84
	中层	16.22	14.55	2.2	2.39
	底层	11.45	20.65	7.14	3.47
	垂向平均	15.45	14.17	3.79	2.23

表 6.3-7 管线施工期间悬浮泥沙预测结果 (km²) (>20m 水深)

		Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi>9
增压平台至登 陆点	表层	33.22	10.21	1.61	0
	中层	41.87	20.96	3.31	0.3
	底层	34.46	44.8	10.51	4.11
	垂向平均	36.52	25.32	5.14	1.47
增压平台至单 点 G	表层	2.02	0.66	0.04	0
	中层	3.46	1.34	0.24	0.18
	底层	3.74	2.72	0.48	0.56
	垂向平均	3.07	1.57	0.25	0.25
增压平台至单 点 F	表层	1.48	0.43	0.06	0
	中层	2.31	1.03	0.12	0.07
	底层	2.63	1.87	0.42	0.38
	垂向平均	2.14	1.11	0.20	0.15

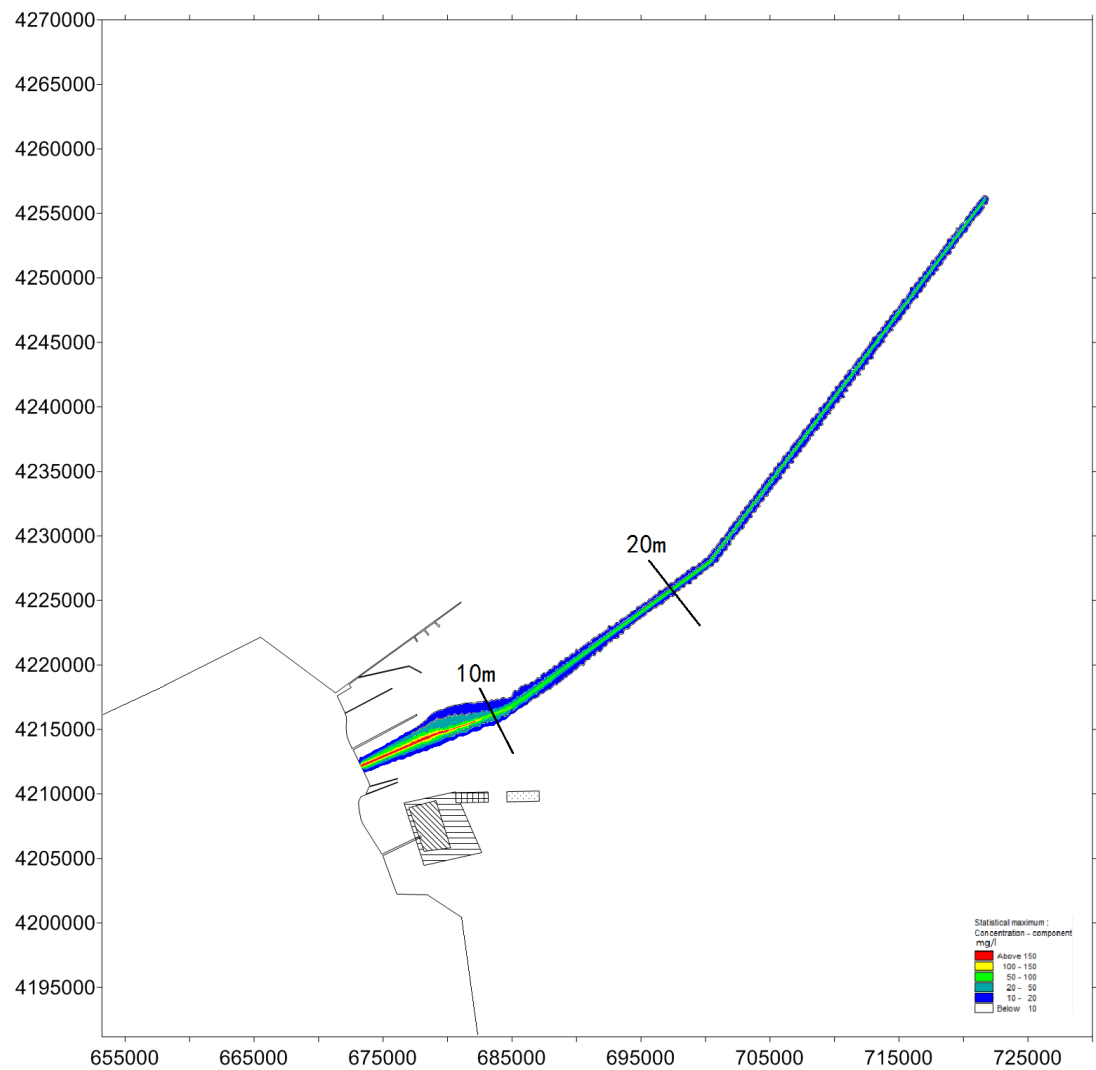


图 6.3-1 平台至登陆段管线悬浮沙增量范围 (表层)

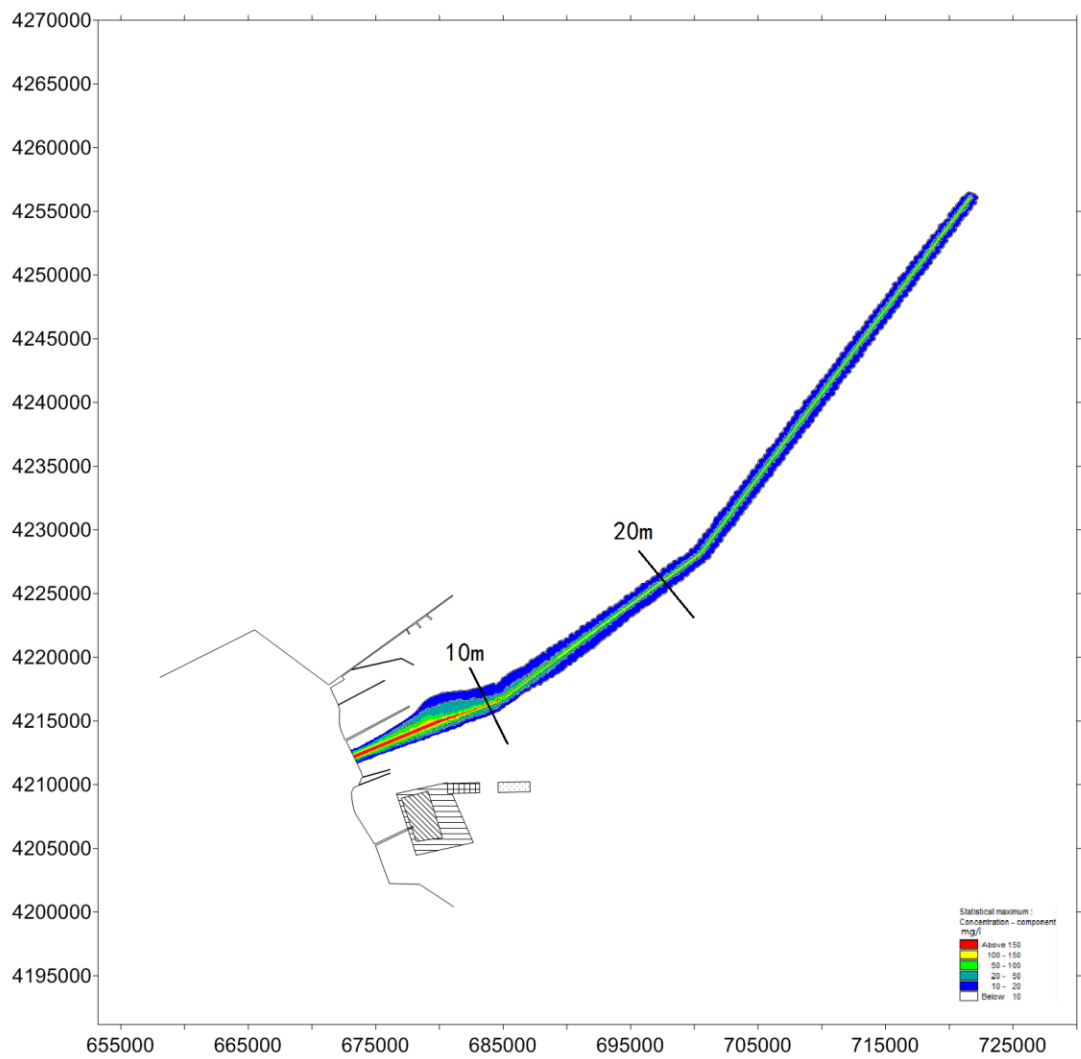


图 6.3-2 平台至登陆段管线悬浮沙增量范围（中层）

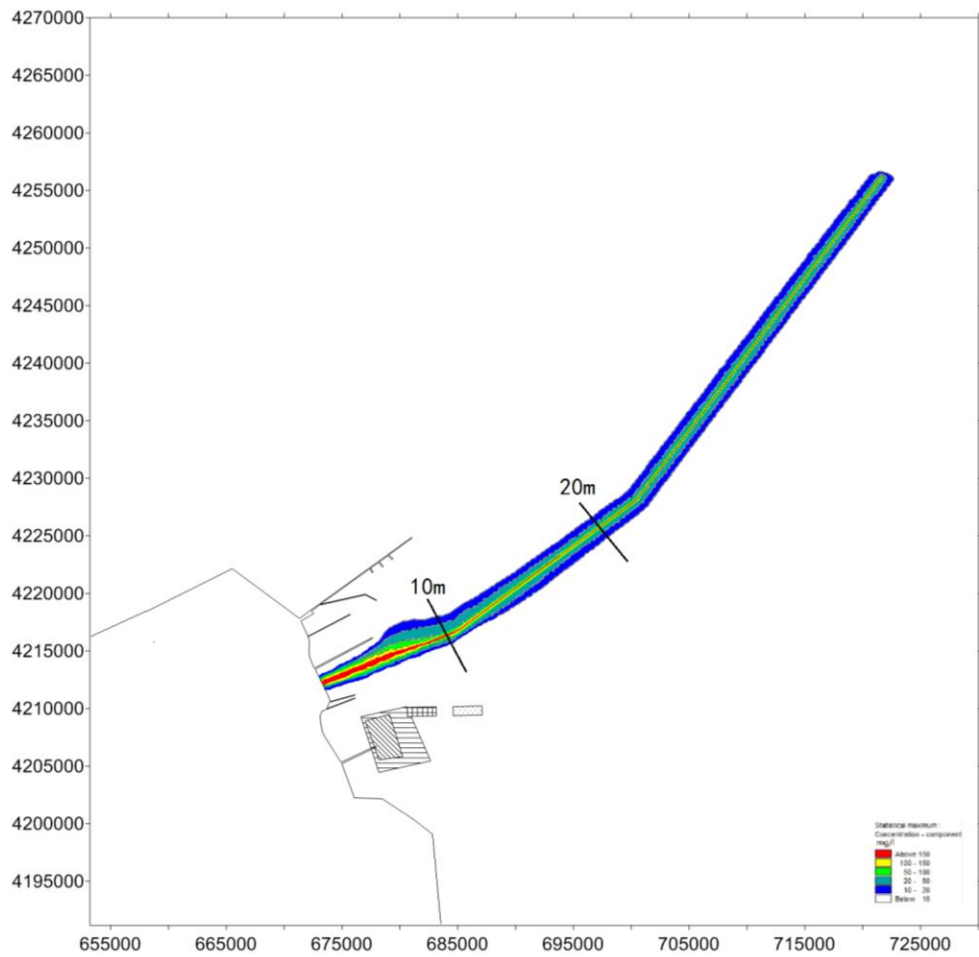


图 6.3-3 平台至登陆段管线悬浮沙增量范围（底层）

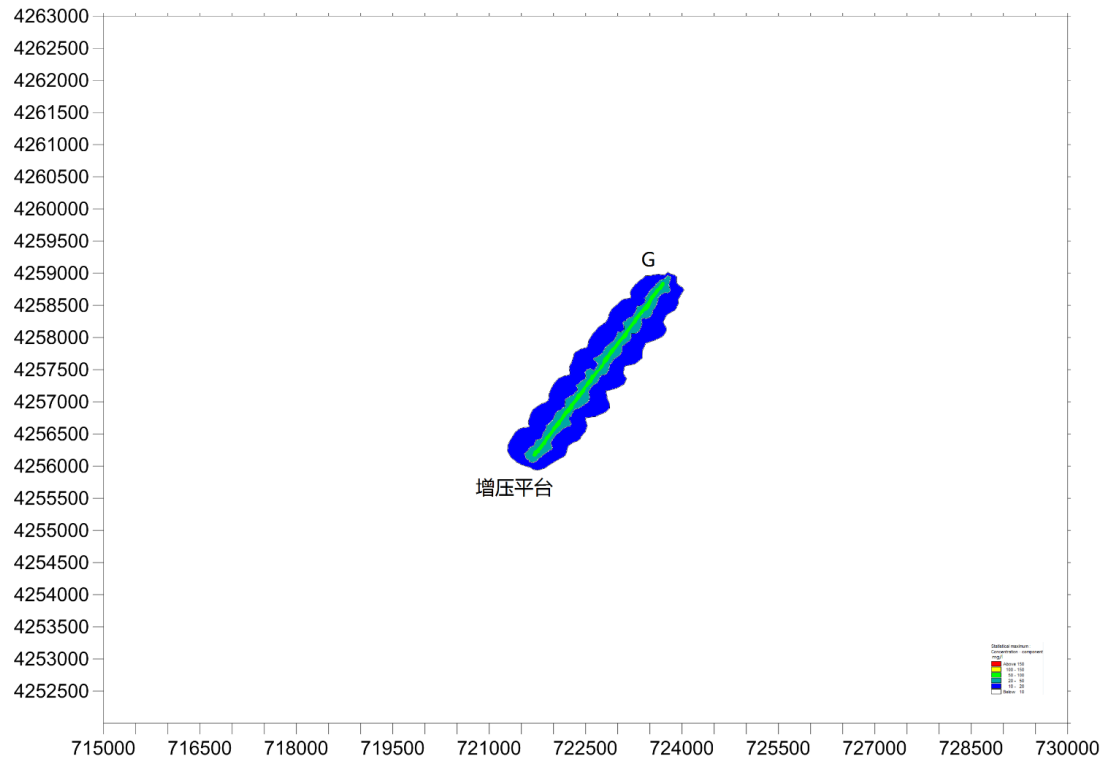


图 6.3-4 增压平台至单点 G 管线悬浮沙增量范围（表层）

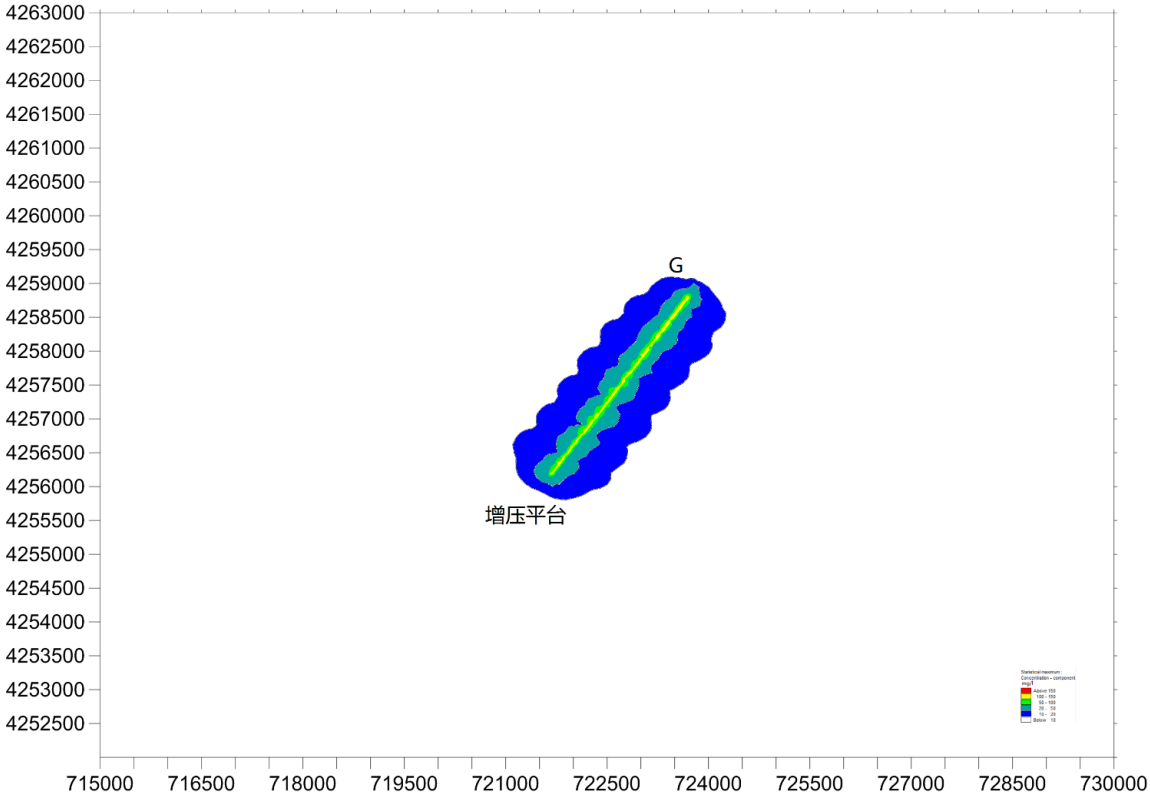


图 6.3-5 增压平台至单点 G 管线悬浮沙增量范围（中层）

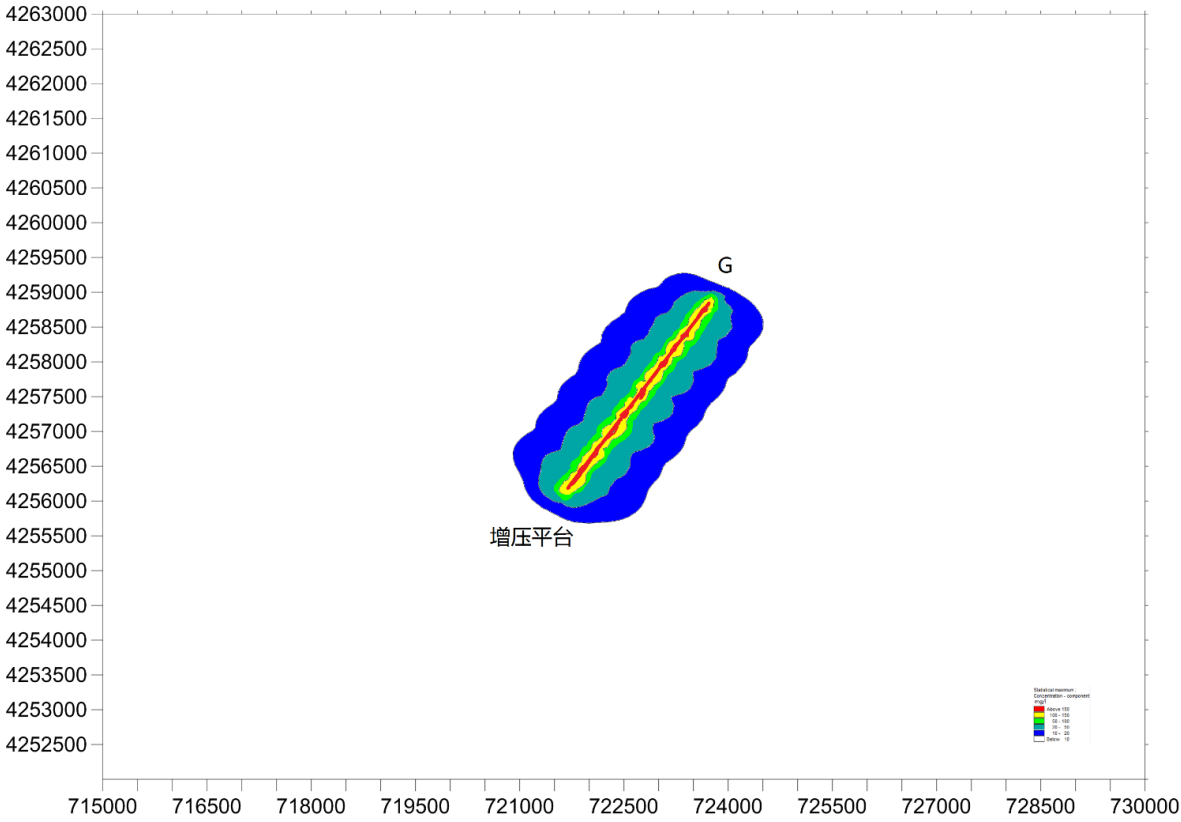


图 6.3-6 增压平台至单点 G 管线悬浮沙增量范围（底层）

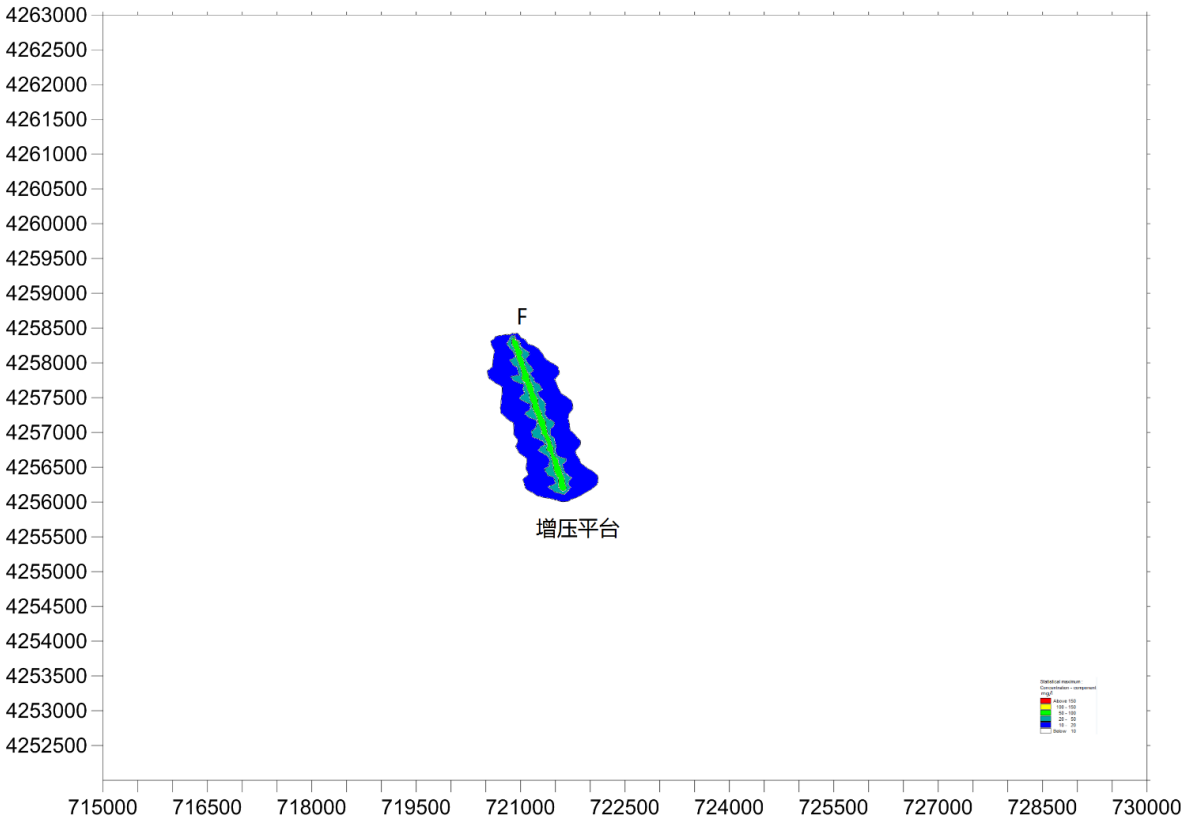


图 6.3-7 增压平台至单点 F 管线悬浮沙增量范围（表层）

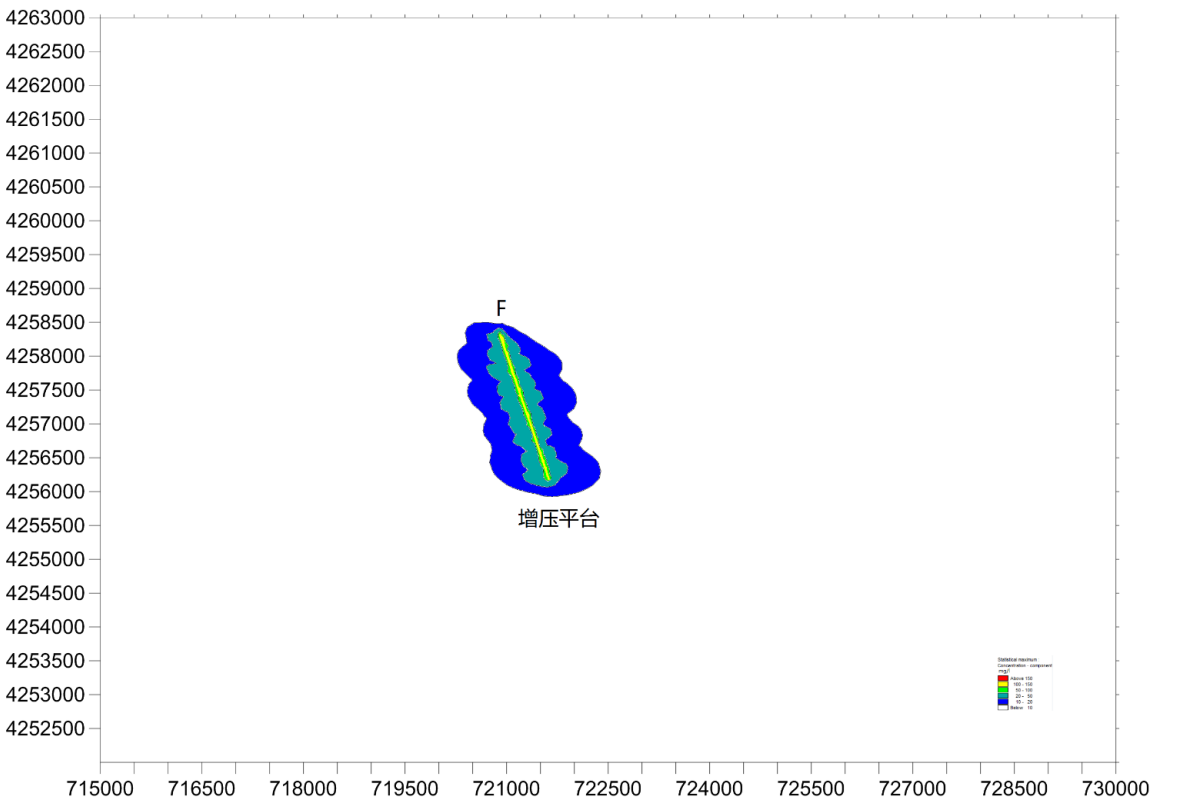


图 6.3-8 增压平台至单点 F 管线悬浮沙增量范围（中层）

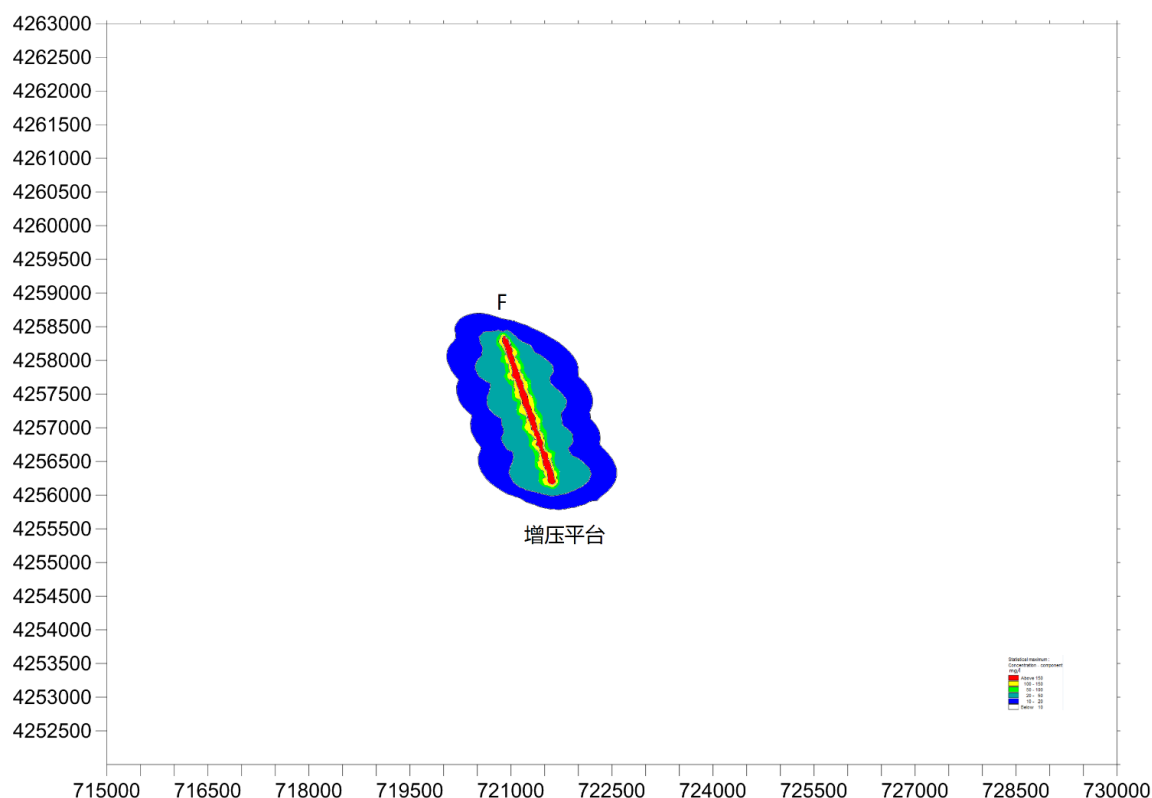


图 6.3-9 增压平台至单点 F 管线悬浮沙增量范围（底层）

6.4 海洋沉积物环境影响分析

（1）铺设海底管道悬浮沙对沉积物环境的影响

铺设海底管道对沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖，掀起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填管沟，覆盖厚度 $>2\text{cm}$ 的面积主要位于管沟两侧附近，因悬浮沙均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。本工程新建 1 条单点系泊 F 至增压平台长约 [REDACTED] 海底输油管道、1 条单点系泊 G 至增压平台长约 [REDACTED] 海底输油管道、1 条增压平台至中转油库的长约 [REDACTED] 海底输油管道。管道路由总长度约 [REDACTED]。类比同类工程可知，估算挖沟掘起的沉积物对管沟两边的覆盖宽度大约各 20m（20m 处的覆盖厚度小于 2cm），覆盖面积合计约为 [REDACTED]，此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变化。

（2）海管防腐牺牲阳极对沉积物环境的影响

本工程采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道及管汇进行保护。采用牺牲阳极阴极保护法，选择性能优良、价格低廉的高效铝合金牺牲阳极作为本工程海底管线的牺牲阳极。

根据工程建设方案,本项目增压平台及海底管道采用牺牲阳极的方式进行防腐,其中增压平台牺牲阳极采用高效铝合金牺牲阳极,采用 302kg 梯形铝阳极块 140 块,海底管道采用镯状铝阳极块阴极保护,约间隔 36m 安装 1 对,共计 2200 对,阳极块质量 240kg/对,海底管汇采用梯形铝阳极块阴极保护,根据水下钢结构均匀分布,共采用 58kg 梯形铝阳极块 40 块、302kg 梯形铝阳极块 20 块。

由此计算本项目每年消耗的牺牲阳极为 9.38t,每年释放铝的含量为 8.44t(铝含量按 90%计),每年释放锌的含量为 0.66t(锌含量按 7%计)。

6.5 海洋生态环境影响预测与评价

6.5.1 对生态服务功能的影响

国外许多学者对生态系统服务功能已经进行了大量的研究。根据《海洋生态资本评估技术导则》,海洋生态系统服务功能主要包括海洋供给服务、海洋调节服务、海洋文化服务和海洋支持服务。

Costanza 等将生态系统服务功能分为 17 个类型,包括气体调节、气候调节、扰动调节、水调节、水供给、控制侵蚀和保持沉积物、土壤形成、养分循环、废物处理、传粉、生物控制、避难所、食物生产、原材料、基因资源、休闲和文化功能。项目用海将引起海域面积减小,以及海域水体减少,由此引起海域生态系统服务功能的损失。国内普遍认可的生态系统服务功能主要包括《海洋生态资本评估技术导则》给出的供给功能、调节功能、文化功能、支持功能等。本评价仅针对国内外研究较为成熟的供给功能和调节功能价值进行估算。

6.5.1.1 海洋供给服务评估

根据《海洋生态资本评估技术导则》,海洋供给服务评估指标考虑养殖生产、捕捞生产和氧气生产。由于本项目所占用海域不进行养殖生产,仅进行简单的捕捞生产,捕捞生产物质量可相当于渔业资源损失量。因此,这里仅计算氧气生产物质量。

(1) 物质量评估

氧气生产的物质量采用海洋植物通过光合作用过程生产氧气的数量进行评估。包括两个部分,分别是浮游植物初级生产力提供的氧气和大型藻类初级生产提供的氧气。氧气生产的物质量计算公式为:

$$Q_{O_2} = Q'_{O_2} \times S \times 365 \times 10^{-3} + Q''_{O_2}$$

式中：

Q_{O_2} —氧气生产的物质量，单位为吨每年（t/a）；

Q'_{O_2} —单位时间单位面积水域浮游植物产生的氧气量，单位为毫克每平方米每天（mg/m².d）；

S —评估海域的水域面积，单位为平方千米（km²）；

Q''_{O_2} —大型藻类产生的氧气量，单位为吨每年（t/a）；

浮游植物初级生产提供氧气的计算公式为：

$$Q'_{O_2} = 2.67 \times Q_{PP}$$

Q_{PP} —浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天（mg/m².d）。

本项目生态调查期间，未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物产生的氧气量。根据两季生态调查结果显示，两个季节海区初级生产力涨落潮平均值为 300.56mg.C/（m² d），则 Q'_{O_2} 为 811.51mg.C/（m² d）。

拟建增压平台桩腿占用海域面积为 0.0012hm²，拟建单点锚桩占用海域面积为 0.0018hm²，管线占海按照路由中点向左右各外扩 5m 计算，占用海域面积为 7.34hm²。因此本项目占用海域总面积为 7.343hm²，则：

$$Q_{O_2} = Q'_{O_2} \times S \times 365 \times 10^{-3} = 811.51 \times 0.07343 \times 365 \times 10^{-3} = 21.75 \text{ t/a}。$$

（2）价值量评估

氧气生产的价值应采用替代成本法进行评估。计算公示为：

$$V_{O_2} = Q_{O_2} \times P_{O_2} \times 10^{-4}$$

其中：

V_{O_2} —氧气生产价值，单位为万元每年；

Q_{O_2} —氧气生产的物质量，单位为吨每年（t/a）；

P_{O_2} —人工生产氧气的单位成本，单位为元每吨。

参考项目海域同类报告，采用 2004 年的工业制氧的平均生产成本，即工业制氧价格为 400 元/t，计算得项目占用海域氧气生产价值为 8700 元/年。

6.5.1.2 海洋调节服务评估

海洋调节服务评估指标考虑气候调节和废弃物处理。项目所在海域不作为倾

倒区、垃圾处理区等，因此，本评价仅考虑气候调节功能。

(1) 物质质量评估

气候调节物质质量评估采用的方法是基于海洋植物（浮游植物和大型藻类）固定二氧化碳的原理计算，物质质量等于评价海域的水域面积乘于单位面积水域浮游植物和大型藻类固定二氧化碳的量。气候调节的物质质量计算公式为：

$$Q_{CO_2} = Q'_{CO_2} \times S \times 365 \times 10^{-3} + Q''_{CO_2}$$

式中：

Q_{CO_2} —气候调节的物质质量，单位为吨每年（t/a）；

Q'_{CO_2} —单位时间单位面积水域浮游植物固定的二氧化碳量，单位为毫克每平方米每天（mg/m².d）；

S —评估海域的水域面积，单位为平方千米（km²）；

Q''_{CO_2} —大型藻类固定的二氧化碳量，单位为吨每年（t/a）；

浮游植物固定二氧化碳量的计算公示为：

$$Q'_{CO_2} = 3.67 \times Q_{PP}$$

Q_{PP} —浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天（mg/m².d）。

本项目生态调查期间，未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物固定的二氧化碳量，根据两季生态调查结果显示，两个季节海区初级生产力涨落潮平均值为 300.56mg.C/（m² d），则 Q'_{CO_2} 为 1103.1mg.C/（m² d）。

拟建增压平台桩腿占用海域面积为 0.0012hm²，拟建单点锚桩占用海域面积为 0.0018hm²，管线占海按照路由中点向左右各外扩 5m 计算，占用海域面积为 78.8hm²。因此本项目占用海域总面积为 78.83hm²。

评估海域取项目桩基占海总面积 78.83hm²，则：

$$Q_{CO_2} = Q'_{CO_2} \times S \times 365 \times 10^{-3} = 1103.1 \times 0.7883 \times 365 \times 10^{-3} = 317.4t/a$$

(2) 价值量评估

气候调节的价值量应采用替代市场价格法进行评估。计算公示为：

$$V_{CO_2} = Q_{CO_2} \times P_{CO_2} \times 10^{-4}$$

其中：

V_{CO_2} —气候调节价值，单位为万元每年；

Q_{CO_2} —气候调节的物质质量，单位为吨每年（t/a）；

P_{O_2} —二氧化碳排放权的市场交易价格，单位为元每吨。

二氧化碳排放权的市场交易价格宜采用评估年份我国环境交易所或类似机构二氧化碳排放权的平均交易价格。中国碳排放交易市场还处在摸索阶段，参考欧盟气候交易市场的交易价格，结合中国实际情况，取每吨二氧化碳的交易价格为10美元/吨(62元人民币)，则本项目建设所占用海域的气候调节价值为19678.8元/年。

6.5.2 项目建设对底栖生物的影响

铺设海底管道挖沟及在沟两侧所堆积的挖沟泥沙对底栖生物造成一定的损害，并对周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿管道一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用。堆积在管沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于管沟，随着施工结束以及时间的推移，管道路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

6.5.3 项目建设对浮游生物的影响分析

(1) 对浮游植物的影响分析

海底管道铺设掀起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟而引起的海水透明度会很快得到恢复。

(2) 对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。海底管道铺设挖起的悬浮沙将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

6.5.4 项目建设对渔业资源的影响分析

6.5.4.1 施工产生的悬浮沙对渔业资源的影响分析

本报告书的渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼类、甲壳类、头足类）和鱼卵仔鱼。

施工产生的悬浮物对部分游泳生物来讲影响较为显著。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物会因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

6.5.4.2 基础结构占用海域对渔业资源的损害估算

项目基础结构施工改变了该海域原有的生境，将造成该海域渔业生产功能的永久性丧失。除了底栖生物损失外，还包括游泳生物、鱼卵、仔稚鱼等生物资源的损失。下面根据基础结构施工区的面积和水体体积计算用海造成的游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的损失量。

6.5.5 工程总生物损失量及生态赔偿额

按照山东省用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则（DB37/T 1448—2015）计算海洋生态损失量。

用海建设项目的海洋生态损失包括占用海域生态损失和邻近影响海域生态损失。计算公式如下：

$$EL_T = EL_0 + EL_1 \quad (1)$$

$$EL_T = (LLR_0 + LES_0) + (LLR_1 + LES_1) \quad (2)$$

其中，

EL_T ：总生态损失，单位：万元；

EL_0 ：建设项目占用海域生态损失，单位：万元；

EL_1 ：建设项目邻近影响海域生态损失，单位：万元；

LLR_0 ：建设项目占用海域生物资源损失，单位：万元；

LLR_1 ：建设项目邻近影响海域生物资源损失，单位：万元；

LES_0 ：建设项目占用海域生态系统服务损失，单位：万元。

LES_1 ：建设项目邻近影响海域生态系统服务损失，单位：万元。

(1) 占用海域生态损失评估

本项目建设占用海域包括基桩占海、管线占海和透水构筑物（平台）占海。

占用海域生态损失评估公式：

$$LLR_0 = S_0 \times VLR_0 \times DLR_0 \quad (3)$$

$$LES_0 = S_0 \times VES_0 \times DES_0 \times T_0 \quad (4)$$

其中，

S_0 ：用海建设项目占用海域面积，单位：公顷；

VLR_0 ：用海建设项目占用海域生物资源基准值，单位：万元/公顷；

DLR_0 ：用海建设项目占用海域生物资源损害系数，无量纲；

VES_0 ：用海建设项目占用海域生态系统服务基准值，单位：万元/公顷·年；

DES_0 ：用海建设项目占用海域生态系统服务损害系数，无量纲；

T_0 ：占用海域损害期限，单位：年。

拟建增压平台采用六腿导管架结构型式。主桩直径 1600mm，据此计算拟建增压平台桩腿占用海域面积为 0.0012hm²；拟建单点系泊采用锚桩作为定位锚，桩长 30m，直径 140cm，壁厚 4cm，共 6 根，共建设 2 座单点，据此计算拟建单点锚桩占用海域面积为 0.0018hm²，则基桩占海面积为 0.003hm²。施工期管线占海按照路由中点向左右各外扩 5m 计算，占用海域面积为 78.8hm²；运营期管线占海面积：9.61 hm²。透水构筑物（平台）占海面积（18+18）×24m=0.0864hm²。

东营海区生物资源基准值 80 元/公顷，生态系统服务基准值 1.91 万元/公顷·年。

基桩占海、管线占海和透水构筑物（平台）占海生物资源损害系数施工期分别是：1、0.14、0.1，营运期分别是：1、0.01、0.07。基桩占海、管线占海和透水构筑物（平台）占海生态系统服务损害系数施工期分别是：1、0.26、0.12，营运期分别是：1、0.09、0.1，施工期占用海域损害期限均为 1 年，营运期管线占用海域损害期为 3 年。其占用海域生态损失评估结果见表 6.5-2。

（2）项目邻近影响海域生态损失评估

项目邻近影响生态损失评估公式：

$$LLR_1 = S_1 \times VLR_1 \times DLR_1 \quad (5)$$

$$LES_1 = S_1 \times VES_1 \times DES_1 \times T_1 \quad (6)$$

其中，

S_1 ：用海建设项目邻近影响海域面积，单位：公顷；

VLR_1 ：用海建设项目邻近影响海域生物资源基准值，单位：万元/公顷；

DLR_1 ：用海建设项目邻近影响海域生物资源损害系数，无量纲；

VES_1 ：用海建设项目邻近影响生态系统服务基准值，单位：万元/公顷·年；

DES_1 ：用海建设项目邻近影响海域生态系统服务损害系数，无量纲。

东营海区生物资源基准值 80 元/公顷，生态系统服务基准值 1.91 万元/公顷·年。

悬浮泥沙增加量为 10-100 mg/L 的扩散面积 12355 公顷，100-150 mg/L 的扩散面积 362.3 公顷，大于 150 mg/L 的扩散面积 520.7 公顷。

施工期用海建设项目邻近影响海域损害系数见表 6.5-1。其项目邻近影响生态损失评估见表 6.5-2。

表 6.5-1 施工期用海建设项目邻近影响海域损害系数

影响因素	变化幅度	生物资源损害系数	生态系统服务损害系数
悬浮泥沙增加量	10mg/L-100mg/L	0.13	0.20
悬浮泥沙增加量	100mg/L-150mg/L	0.32	0.29
悬浮泥沙增加量	>150mg/L	0.44	0.40

表 6.5-2 用海建设项目的海洋生态损失

	项目	占海面积 (公顷)	生物资源基 准值 (元/公 顷)	损害系数	生物资源损失 (元)	占海面积 (公顷)	服务系统基准 值 万元/公顷 年	损害 系数	时间 (年)	生态系统服 务损失 (万 元)
施工期	基桩	0.003	80	1	0.24	0.003	1.91	1	1	0.0057
	管线	78.8	80	0.14	882.56	315.2	1.91	0.26	1	156.5283
	平台	0.0864	80	0.1	0.6912	0.0864	1.91	0.12	1	0.0198
	合计				0.08834 (万元)					156.5538
占用海域生态损失评估合计 156.64										
营运期	填海 (基桩)	0.003	80	1	0.24	0.003	1.91	1	0	0
	管线	9.61	80	0.01	7.668	9.61	1.91	0.09	3	4.96
	透水 (平台)	0.0864	80	0.07	0.48384	0.0864	1.91	0.1	0	0
	合计				0.00084 (万元)					4.96
占用海域生态损失评估合计 4.957										
	项目	占海面积	生物资源基 准值	损害系数	邻近生物资源损 失	占海面积	服务系统基准 值	损害 系数	时间 (年)	生态系统服 务损失
施工期	10-100	12355	80	0.13	128492	12355	1.91	0.2	1	4719.61
	100-150	362.3	80	0.32	9274.88	362.3	1.91	0.29	1	200.6779
	大于 150	520.7	80	0.44	18328.64	520.7	1.91	0.4	1	397.8148
					15.6095 (万元)					5318.1027
邻近影响海域生态损失评估合计 5333.71										
海洋生态损失总计 5495.32 (万元)										

6.5.6 用海建设项目海洋生态损失补偿资金评估

用海建设项目的生态损失补偿资金等于生态损失乘以综合补偿系数。计算公式如下：

$$EC = EL_T \times CC \quad (7)$$

其中，

EC：生态补偿资金，单位：万元；

EL_T：生态损失，单位：万元；

CC：综合补偿系数，无量纲。

本项目属于其他经营用海，基准补偿系数值取 0.35；用海建设项目的建设内容属于现行有效的《山东省海洋产业发展指导目录》（以下简称《目录》）中“鼓励”类，政策调整系数取 0；综上，综合补偿系数取 0.35。

用海建设项目的生态损失补偿资金为 $5495.32 \times 0.35 = 1923.362$ 万元。

6.6 地下水环境影响分析

6.6.1 项目分类及评价等级确定

根据《环境影响评价技术导则》（地下水环境 HJ610-2016）附录 A 中地下水环境影响评价行业分类表，拟建项目地下水环境影响评价项目类别为Ⅱ类项目；根据《环境影响评价技术导则》（地下水环境 HJ610-2016）中“6 地下水环境影响评价工作分级”来确定拟建项目地下水的评价等级。

Ⅱ类建设项目地下水环境影响评价工作等级划分具体见表 7.1-1。

表 7.1-1 Ⅱ类建设项目地下水评价等级确定表

	项目情况	判定类别	评价等级
地下水环境敏感程度	本项目所在地不属于区域生活供水源地准保护区以及准保护区以外的补给径流区	不敏感	三级

由以上分析可知，项目地下水评价等级定为三级评价，本项目为线性工程，以陆域管线边界向外延伸 200m 作为调查评价范围。

6.6.2 区域水文地质调查

6.6.2.1 气象情况

东营港属北温带半湿润大陆性气候，其气候特点是冬季寒冷、夏季炎热，年降水量偏小，具有明显的季风特性，冬夏风向变化大，多大风天气。历年平均风速 3.4m/s。

全年平均日照时数为 2728.5 小时，各月平均日照时数以 5 月份最多，为 284.9 小时；12 月份最少，为 183.0 小时。1 月份为全年最冷，平均气温 -2.8℃，7 月份最热，平均气温 26.7℃。历年平均降水量为 613.6mm，夏季平均降水量为 424.8mm，冬季平均降水量为 16.2mm，年最大降水量为 1142.6mm，年最小降水量为 244.5mm。历年平均绝对湿度 12.0 百帕，平均蒸发量为 1926.0mm。

6.6.2.2 水文地质

本岸段地下水均为松散岩类孔隙水，南部为上部咸水、下部深层淡水或微咸水的双层结构，中、北部广大区域为咸水，羊角沟—永安一带有卤水分布。

1. 深层淡水（矿化度小于 1 克/升）

东风村以南王署埠以北等地，淡水顶界面埋藏深度大于 200 米，含水段层次多，单层厚度一般 4~6 米，主要取水段在 290 米以下。利用厚度 20~60 米。含水层岩性为第四系和新第三系细砂、粉砂、粉细砂等。承压水头一般高出地表 4.57~10.73 米。富水性中等，单井涌水量 500~1000 立方米/日，自流量一般小于 100 立方米/日。

中等富水区外围，淡水顶界面埋藏深度为小于 100 米、100~200 米，个别埋深大于 200 米。含水层层次多，单层厚度 2~7 米左右，利用厚度 20~40 米。含水层岩性为粉砂、中细砂、姜石层等，自流量小于 100 立方米/日，水头高出地表 0.5~1.5 米，富水性弱，单井涌水量小于 500 立方米/日，矿化度小于 1.0 克/升，水化学类型为重碳酸—钠型水。

2. 深层微咸水（矿化度 1~3 克/升）

分布于广利河两侧呈条带状分布，顶界面埋深 400~450 米，总的趋势由南而北逐渐变深。含水层一般 3~5 层，单层厚度 3~7 米，最大厚度 8~9 米，主要为粉砂、粉细砂，富水条件差，单井涌水量小于 500 立方米/日。地下水化学类型主要有氯化物—钠型水及氯化物—硫酸盐—钠型水和硫酸

盐 氯化物—钠型水。

3. 咸水及卤水（矿化度大于 3 克/升，大于 50 克/升）

地下卤水主要分部于莱州湾西部，黄河以南永安、唐头营、羊角沟一带。地面标高 1.5~1.7 米，为现代海水潮汐作用频繁地带。含水层为海相粉砂、粉细砂。 卤水底板埋深淄脉沟以北 16~20 米，羊角沟一带 80 米左右。淄脉沟以北富水性弱，单井涌水量小于 100 立方米/日，羊角沟一带 100~500 立方米/日。卤水矿化度 50~75 克/升，为氯化物—钠型水。卤水分布区以外广大地区均为咸水分布，矿化度大于 3 克/升。

6.6.2.3 土壤和植被情况

东营市位于现代黄河三角洲的顶端，为退海新生陆地，土壤类型主要是潮土和盐土两大类，另有盐化潮土，由于地处滨海低地，土壤盐分含量高，土壤盐渍化程度较强。

东营市黄河三角洲自然保护区是中国暖温带保存最完整，最广阔、最年轻的湿地生态系统。是东北亚内陆和环太平洋鸟类迁徙重要的中转站、栖息地和繁殖地，还是特有的河口生态系统，总面积达 5000km²。区内有各种野生动物 1524 种，植物 393 种，黄河三角洲上有天然芦苇 33000 万 m²，天然杂草地 18000 万 m²，天然柳林 2000 万 m²，天然柳灌木林 8100 万 m²，人工刺槐林 5600 万 m²。多年来，由于人类的开发活动的加剧和黄河供水量的减少，加上海水的倒灌、侵蚀，原有的大片芦苇的湿地严重地碱化，使黄河三角洲自然保护区内的湿地面积缩小。

开发区处于黄泛平原的东北端，生态系统类型以湿地和盐碱地为主，植被类型以芦苇、怪柳等湿地植物为主。当地常见树种有刺槐、白蜡、八里庄杨、速生杨、白榆、国槐、龙柏、圆柏、紫穗槐、怪柳、杞柳、黄桐等，经济树种有红枣、冬枣、杏等；常见草本植物以多年生根茎禾草为主，有芦苇、三叶草、紫花苜蓿、碱蓬等。由于该地区土壤的盐碱性，在天然植被中，以滨海盐生植被为主；对于引进外来树种，需要外购土。开发区内主要为滩涂地，植被稀少，仅有少量的芦苇、怪柳和杂草。

6.6.2.4 地质情况

东营市地处华北拗陷区之济阳拗陷东端，地层自老至新有太古界泰山岩群，

古生界寒武系、奥陶系、石炭系和二叠系，中生界侏罗系、白垩系，新生界第三系、第四系；缺失元古界，古生界上奥陶统、志留系、泥盆系、下古炭统及中生界三叠系。

拟建项目所在地地形起伏平缓，地貌单元属于黄河三角洲第四纪冲积平原。总体地势西南高、东北低。

6.6.2.5 地下水类型、地下水补给、径流和排泄条件

东营市属现代黄河三角洲沉积区，浅层地下水基本上为土壤松散层孔隙水。地下水的补给主要依靠大气降水，其次为侧向补给和灌溉回归补给，河渠的补给量甚微可忽略不计。地下水径流的方向是由西南向东北，水力坡度为 0.1‰左右，与该区的地面坡度大致相同。地表储水系是排泄地下水的渠道，并主要以地下潜流的形式排入莱州湾或入渗到排水沟内后汇集流入莱州湾。

第四系潜水主要受大气降水影响，丰水期潜水位 0.5~1.0m，枯水位 2.5~3.0m。由于当地植被少，土壤盐渍化严重，降水对土壤有淋洗作用，致使地下水矿化度很高，一般为 10g/L 左右，大部分没有工农业开采价值。

项目所在地境内地下水类型系第四系孔隙潜水，大气降水为其补给源，地面蒸发为其主要排泄方式。地下水的流向为西南-东北。

6.6.2.6 地下水水文参数

勘察期间场地地下水位埋深为 1.52 至 1.66m，相对标高为 0.39m 至 0.62m（2013 年 3 月 21 日），该场区历史最高水位埋深 0.5m，地下水年变化幅度 2.0m 左右，近 5 年最高地下水位埋深为 0.5m。

6.6.3 地下水环境影响评价

6.6.3.1 施工期对地下水的影响分析

本工程陆域管道直径为 $\Phi 1219$ mm，通过对管道沿线的地质水文地质条件进行综合分析，结合线路所经地区的水文、气候特点，本工程陆上管道一般地段采用埋地敷设，管顶埋深 1.5m，沿线穿越中型河流神仙沟工程 1 处（与兴港路共同穿越），采用定向钻方式，穿越公路 2 处，分别为定向钻穿越兴港路 1 处（与神仙沟共同穿越），大开挖穿越桩埕路 1 处。

评价区域地下水埋深较浅，施工活动会对附近地下水流向产生一定影响，将会改变地下水径流，但不会阻断地下水径流，对地下水排泄量影响较小；地下水

埋深大于 2m 的区域，管道穿越此地段对地下水环境影响较小。

管道穿越对地下水水质的影响，主要发生在施工期，在施工机械用油渗漏情况下随雨淋进入地下含水层，将对地下水造成不同程度的影响，其作用程度决定于下渗量及其包气带的防污性能以及对污染物的阻滞、吸附分解等自然净化的能力。从管道经过沿线的表层土质来看，均有一定的自然净化能力，对地下水的影响很小。施工队伍产生的生活污水采用环保厕所进行处理，统一收集后集中处理，不直接排入环境水体，同时又遵守相应的施工环保措施，因此，对地下水的影响较小。

6.6.3.2 运营期对地下水环境影响

正常工况下，由于输油管道是全封闭系统，输运的原油不会与地下水发生联系，如不发生泄漏事故，正常运营期对地下水环境不会造成影响。

本项目运营期无废水排放问题，对地下水的水质基本无影响。在运营期人为破坏管道可造成漏油事故污染水环境。

运营期管道泄漏对重要河道及周边的地下潜水含水层都有一定的影响，发生管道泄漏应及时清理地表油，采取措施控制地下含水层中油类的运移，可减少沿河流的潜层地下水影响。必要时需对受油类浸润的土壤进行置换减轻影响。

6.7 地表水环境影响分析

本工程采取大开挖方式穿越登陆点附近的神仙沟，拟采用分段设置围堰方式明挖管沟，选择在河道低水位时施工，首先在穿越河道断面北段立岸设置围堰，采用两栖挖沟机进行预挖沟，保持河道另一侧断面水流畅通，然后再在穿越河道断面南侧立岸设置围堰，完成全段预挖沟，最后采用卷扬机将焊好的管道逐根拖入预挖好的沟内。施工期间河水中泥沙含量会显著增加，对河流水质会产生短期影响，穿越处下游约 270m 处为神仙沟挡潮闸，水质影响范围局限在穿越断面至挡潮闸之间，影响范围有限，影响时间较短。

此外，据调查穿越位置神仙沟河道最大清淤冲刷深度在-2.40m~-2.50m 之间，本工程大开挖穿越神仙沟海管管顶埋深（河床泥面至管顶）神仙沟沟底之下 2m，位于河道最大冲淤深度下一定深度，不会改变河道冲淤环境。

6.8 大气环境影响分析

施工废气污染源主要来自陆域管道施工期间地面开挖、土石堆放等施工和运输车辆行驶产生的扬尘、施工机械运行产生的机械烟气，以及运输车辆排放的汽车尾气。此外，海底管道及增压平台、单点施工施工过程中所使用的施工船舶运行时会产生一定量废气。废气主要污染物为 SO_2 、 NO_x 及 TSP 等。

(1) 陆上管道施工大气环境影响分析

施工期开挖、回填、土石堆放等产生的扬尘为无组织面源排放，施工机械和汽车运输所导致的扬尘为线形排放。施工期间产生的扬尘污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以及风力等因素，其中受风力的影响因素最大。在一般气象条件下，平均风速为 2.5m/s，建筑工地内 TSP 浓度为其上风向对照点的 2~2.5 倍，建筑施工扬尘的影响范围在下风向可达 150m，影响范围内 TSP 浓度平均值可达 $0.49\text{mg}/\text{m}^3$ 。由于施工过程为分段进行，施工时间较短，对大气的影响是局部且暂时的。此外，施工阶段汽车要运输管道、其它辅助材料及弃土，在运输过程中，也会产生扬尘，其扬尘量、粒径大小与路面状况、天气状况等多种因素有关。本项目陆上管道施工期间，在易起尘天气条件下，定时对运输道路沿线洒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施条件下，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。本项目陆上施工期对大气环境的影响是短暂的，随着施工活动的结束，对当地大气环境的影响也将消失。

(2) 海上施工船舶废气

海上施工过程中，施工船舶和机械将有少量的燃烧烟气产生，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 等。由于废气量较小，废气污染源具有间歇性和流动性，且施工作业区位于海上，有利于空气的扩散，对施工作业区的大气环境影响较小。在工程结束后，该类污染将不复存在。

6.9 声环境影响分析

本项目陆上管线工程各种施工机械的噪声值见表 3.2-6。

施工机械可视为固定点声源。不考虑遮挡、空气吸收等因素的影响，点声源随距离增加引起衰减的预测模式如下：

$$L_2 = L_1 - 20 \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

式中： r_1 、 r_2 —为距声源的距离，m；

L_1 、 L_2 —分别为距离声源 r_1 、 r_2 处的噪声声级，dB(A)。

由上式计算出的施工机械噪声对环境的影响范围见表 6.9-1。

表 6.9-1 本项目主要施工机械噪声影响范围

距离 (m) 设备名称	10	20	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600
挖掘机	75.0	69.0	61.0	55.0	51.5	49.0	47.0	45.5	44.1	43.0	41.0	39.4
卡车	71.0	65.0	57.0	51.0	47.5	45.0	43.1	41.5	40.1	39.0	37.0	35.5
吊管机	74.0	68.0	60.0	54.0	50.5	48.0	46.1	44.5	43.1	42.0	40.0	38.5
电焊机	71.0	65.0	57.0	51.0	47.5	45.0	43.1	41.5	40.1	39.0	37.0	35.5
推土机	76.0	70.0	62.0	56.0	52.5	50.0	48.1	46.5	45.1	44.0	42.0	40.5
切割机	81.0	75.0	67.0	61.0	57.5	55.0	53.1	51.5	50.1	49.0	47.0	45.5
柴油发电机	86.0	80.0	72.0	66.0	62.5	60.0	58.1	56.5	55.1	54.0	52.0	50.5
挖泥船	83.6	77.5	69.6	63.6	60.0	57.5	55.6	54.0	52.7	51.5	49.6	48.0

由于施工机械根据施工需要在施工场地范围内不定期移动，因此，以施工机械为中心分析其达标距离以及对敏感目标的影响。由上表可见，所有施工机械产生的噪声在距离施工区 350m 以远均可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)标准的要求。由于施工作业区周边无声环境敏感目标，且施工噪声大多为间歇噪声，且其影响是暂时的，随着施工作业的结束而消除。

6.10 固体废物环境影响分析

6.10.1 固体废物产生量和分类

根据前述工程分析，本项目建设实施过程中产生的固体废物包括生活垃圾、生产垃圾。依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《国家危险废物名录》，对本项目施工运营产生的固体废物进行分类，分为生活垃圾、一般工业固废和危险废物。具体见表 6.10-1。

表 6.10-1 本项目固体废物产生情况汇总表

时段	污染物		废弃物内容	产生量	类别
施工期	生活垃圾	船舶生活垃圾	食品废弃物、食品包装等	86.8t	生活垃圾
	生产垃圾	管道铺设废料	废弃边角料、油棉纱、包装材料等	45t	油棉纱等含油废物为危险废物，其他为一般工业固废
		管道定向钻施工废物	废弃钻屑、废弃泥浆	11440m ³	一般工业固废
运营期	生活垃圾	增压平台生活垃圾	食品废弃物、食品包装、废弃塑料制品等	12.375t/a	生活垃圾
		国际油轮生活垃圾		24t/a	
		工作船生活垃圾		28.33t/a	
	生产垃圾	海管清管废物	废弃油蜡	150.65t/次	危险废物

时段	污染物	废弃物内容	产生量	类别
	平台、工作船设备维护检修废物	含油抹布、油棉纱等	2.3t	危险废物

6.10.2 固体废物的分类处理方式

(1) 生活垃圾的处理方式

本项目产生的生活垃圾包括：①施工船舶生活垃圾；②运营期平台、工作船以及国际油轮产生的生活垃圾。

项目施工期产生的生活垃圾在施工船上统一收集后，待作业船舶靠岸后交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理；运营期平台生活垃圾吊装至工作船（物资供应船），待船舶靠岸后，平台生活垃圾和工作船（物资供应船）生活垃圾均交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理。工作船（其中的守护船）及国际油轮生活垃圾由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司港作船直接拉运上岸处理。

(2) 一般工业固废的处理方式

本项目一般工业固废包括：①管道铺设作业产生的废弃边角料；②管道定向钻作业废弃钻屑、废弃泥浆。

1) 管道铺设作业过程中产生的固废废物类收集，作业船上设置一般工业固废收集箱和危险废物收集箱。其中废弃边角料、包装材料统一收集于一般工业固废收集箱内，垃圾随船携带，待作业船靠岸后，交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理。

2) 管道定向钻作业有两处，一处为海底管道定向钻穿越防潮堤，一处为陆上管道定向钻穿越神仙沟（兴港路同时穿越）。海底管道定向钻穿越防潮堤时在出土点附近（即防潮堤西侧的滩海位置），采用拉森桩围成 10m×20m×5m 的范围，用于储存钻屑泥浆，围闭范围内底部采用防渗膜；陆上管道定向钻穿越神仙沟时在入土侧（即神仙沟西侧位置）设置一座泥浆池，尺寸为 10m×10m×4m，泥浆池四周及底部铺垫防水塑料布三层。施工时及时清运废弃钻屑和废弃泥浆，指派专门负责对接废弃物外运工作，视泥浆池容量和钻屑泥浆产生情况及时外运废弃物，由专业处理单位采用专门的泥浆运输车对废弃钻屑泥浆进行异位无害化处理或原位处理。

(3) 危险废物的处理方式

根据《国家危险废物名录》（环境保护部令第 39 号），本项目危险废物包括

管道铺设施工含油废物、运营期海管清管废物、以及平台和工作船设备维护检修废物。具体识别情况详见表 6.10-2。

表 6.10-2 本项目危险废物类别识别表

序号	废弃物	排放量 (t/a)	废物类别	危险代码	特性	备注
1	管道铺设含油废料 (油棉纱等)	2.25t	HW49 其他废物	900-041-49	In	按废物总量的 5%计
2	海管清管废物 (废弃油蜡)	150.65t/次	HW08 废矿物油与含矿物油废物	251-001-08	T	
3	平台、工作船设备维护 检修废物 (含油抹布、油棉纱)	2.3t	HW49 其他废物	900-041-49	In	

施工期管道铺设作业产生的油棉纱等含油废料随船携带，待作业船舶靠岸后交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理。运营期平台、工作船(守护船)设备维护检修含油废物统一收集在平台危险废物收集装置中，待工作船(物资供应船)到达平台后，吊装至穿梭工作船上，待供应船靠岸后，与工作船上的检维修危险废物一同交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理。

海管清管产生的废弃油蜡在库区收球端收集后，考虑到固体废物的集中收集和集中外运的要求，需储存在仓储库区危险废物贮存场内，定期与仓储库区内的危险废物一同交由淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理。

6.10.3 固体废物处理处置的可行性分析

(1) 生活垃圾处理的可行性分析

目前，建设单位已经与山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司达成合作协议(详见附件 14)，该公司已向东营海事处就船舶污染物接收处理事项完成备案，具备船舶垃圾接收处理能力，能够确保本项目施工运营期间产生的船舶生活垃圾得到妥善处理，不会对环境造成不利影响。

(2) 一般工业固废处置的可行性分析

管线铺设产生的一般工业固废交由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收处理(详见附件 14)，该公司具备船舶垃圾接收处理能力，能够确保本项目管道铺设施工产生的船舶生产垃圾不排海，不会对海洋环境造成负面影响。

管线定向钻作业产生的一般工业固废储存在拉森桩围闭范围内和泥浆池中，穿越防潮堤出土点拟设置的拉森桩底部采用防渗膜，钢板桩高出滩涂水面约 4.5m，能够防止钻屑泥浆渗入地下或向四周溢出泄漏。穿越神仙沟入土侧拟设置的泥浆池四周及底部铺垫防水塑料布，池壁高出地面约 4m，边坡坡度 1:0.75，

也能够防止钻屑泥浆向下入渗或向外泄漏。废弃钻屑泥浆由专业处理单位采用专门的泥浆运输车对废弃钻屑泥浆进行异位无害化处理或原位处理。异位处理时将采用全封闭运输罐，废弃钻屑泥浆通过泥浆泵打入罐内后，密闭运输，不会对海洋和陆上生态环境造成不利影响。

(3) 危险废物处置的可行性分析

本项目危险废物的收集、临时贮存、运输及利用或处置各环节均需依托仓库库区相关环保设施。本项目对依托工程危险废物处置环保措施要求为：

①仓储油库内应按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单建设危险废物临时贮存场所；

②按照《危险废物收集、贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)、《危险废物转移联单管理办法》(原国家环保总局令 第 5 号) 等有关要求建设危险废物规范化管理体系，确保管道清管产生的含油危险废物得到合理处置。

6.11 项目建设对环境敏感区的影响

6.11.1 项目建设对水产种质资源保护区的影响

本工程周边水产种质资源保护区包括黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区、莱州湾国家级水产种质资源保护区。其中黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区相对本工程管线距离较近，为 []。根据本报告 6.3 节，项目施工期海底管道铺设施工悬浮泥沙 10mg/L 浓度增量最远扩散距离约 []，不会对周边种质资源保护区造成不利影响。

6.11.2 项目建设对浅海养殖区的影响

本项目拟建管道西北侧 [] 为河口区仙河镇海星村浅海贝类养殖区，项目拟建管道南侧 [] 为山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区。拟建管道距离这些养殖区均较远，管道施工期间产生的悬浮泥沙扩散范围有限，局限在管道南北两侧 [] 的范围之内，悬浮泥沙不会扩散到养殖区内。因此，施工期和营运期正常工况下，项目用海对这些养殖区基本没有影响。

6.11.3 项目建设对渔业“三场一通道”的影响

项目位于中上层重要鱼类索饵场、洄游通道（鲢鱼索饵场、银鲳洄游通道）、底层重要鱼类产卵场、索饵场（白姑鱼产卵场、鲷索饵场、花鲈产卵场及索饵场）、

特色水产种质资源产卵场、索饵场（中国毛虾产卵场、索饵场），项目建设尤其是海底管道施工会对“三场一通道”产生一定影响。

项目施工期优先采取避让措施，海底管道施工将避开 6 月（毛虾产卵期、白姑鱼产卵期），9~11 月（花鲈产卵期、银鲳鱼洄游期）。在此基础上，还将采取进一步采取污染影响减缓措施，通过采取缩短海底管道铺设工期，控制施工扰动范围，以降低悬沙扩散影响范围。

项目营运期海底管道埋设在海床以下，对渔业“三场一通道”无影响，平台工作人员生活污水处理后拉运上岸处理，生产废水进入开、闭排系统，不排海；平台物资供应船及单点接卸工作船生活污水、船舶油污水收集后拉运至陆上处理，不排海；国际油轮油污水、压载水处理达到相应标准要求后排放，不会改变“三场一通道”生境条件；且项目投产后将开展渔业资源增殖放流，能够对海洋生物资源进行修复和养护。

综上，项目建设对渔业“三场一通道”的影响主要是施工期影响，通过采取避让、减缓和补偿措施，能够有效降低不利影响。

6.12 项目建设对工程周边开发活动的影响分析

本项目周边的主要开发活动主要为港口航运、油气开采以及防潮堤用海等。

6.12.1 项目建设对周边通航活动的影响

项目周边的港口主要为东营港东营港区和东营中心渔港。

本项目拟建管道与东营港区泊位最近距离约 [REDACTED]，拟建管道与东营港区航道没有交叉，与航道的最近距离约 [REDACTED]，与东营港区锚地最近距离为 [REDACTED]。工程施工期间，靠泊东营港区泊位的船舶均经由既定航道通行，由于航道距离本工程较远，因此，正常情况下，工程施工对船舶进出东营港区不产生影响。但是，如果进出港区船舶需要在锚地等待，由于锚地距离本工程较近，施工船舶的增加可能会对船舶在东营港区锚地的正常抛锚活动产生影响。

本项目拟建管道（BC 段）距离中心渔港最近距离约 [REDACTED]，管道施工过程中，施工船舶的增加可能会对进出中心渔港的渔船的安全造成隐患，并可能对渔船在中心渔港锚地的正常抛锚活动产生影响。

项目周边海域分布有多条习惯航线，项目拟建管道 [REDACTED]

。在工程施工期间，施工船舶在工程所在海域施工作业，客观上增加了该海域的通航密度，船舶发生交通事故的概率增加。因此，工程在施工期间应加强与附近船舶的沟通联系，尤其是在与航线交汇区域施工时，应提前安排船舶前往警戒。在工程运营期间，油船进行单点系泊作业时，与航经该区域的船舶存在一定的相互影响。附近其他船舶易误入本工程船舶单点系泊作业区，容易发生碰撞本工程作业船舶甚是触碰本工程系泊点及其附属设施、增压平台等事故。

6.12.2 项目建设对油气开采活动的影响

项目周边的海上油田主要有 BZ13-1 油田、BZ28-1 油田、BZ28-2S 油气田、BZ26-2 油田、BZ26-3 油田、BZ25-1 油田、BZ34 油田群、KL3-2 油田群，这些油田均属中海石油（中国）有限公司所有。

项目拟建管道与 BZ13-1WHPB 至 BZ28-1SPM 输气管道、BZ26-2WHPA 至 BZ28-1SPM 海底油气混输管道、KL3-2CEP 平台至东营终端海底输油管道均发生交叉，本项目施工时，可能对上述三条中海石油（中国）有限公司所属的已建管道产生扰动，对其管道安全产生影响。双方就“东营港单点系泊原油进口泊位管线铺设工程与桩西采油厂进井道路及附近油井管线交叉达成协议，工程穿越油田采油管线，山东民达物流有限公司在采油管线附近预留管涵，保证油田水、电、油设施后期建设不受影响”，具体协议内容见附件 10。

周边油田的其他平台设施、海底管道/电缆等距离本项目较远，项目的施工和运营对这些设施没有影响。

此外，东营港沿岸分布有一些油井，分别属于埕岛油田、五号桩油田、长堤油田等，这些油田设施与本工程均保持一定距离，工程的施工对它们没有影响。根据路由，拟建管道滩海段路由穿越中国石化股份胜利油田分公司桩西采油厂井场道路和采油管线。管道施工会对井场的道路产生一定的影响。

6.12.3 项目建设对防洪纳潮的影响

本项目海底管道登陆段路由设计时，根据后方陆上中转油库库区位置及登陆段沿岸岸线情况进行了反复优化，设计选择在东营港经济开发区防潮堤处穿越后，继续向西南方向依次穿越水塘、井场路，最终在神仙沟南侧立岸登陆。海底管道共穿越两处工程设施，其中 1 处为东营市经济开发区防潮堤，1 处为神仙沟

南侧立岸。穿越海堤施工采用定向钻法，穿越河道施工采用大开挖法，施工完成后恢复河道立岸结构。通过对管道穿越水工设施段采取水工保护和结构恢复措施，不会对防洪纳潮功能造成影响。建设单位对管线穿越海堤、井场路和神仙沟分别征求了相关责任单位的意见，具体见附件 10~12。

6.12.4 锚地建设对周边用海活动的影响

本项目在单点东北方向设置锚地一处，面积约为 [REDACTED]。2017 年 7 月青岛环海海洋工程勘察研究院完成了本项目锚地周边 [REDACTED] 范围，总面积为 [REDACTED] 海域的勘察工作。勘察范围内未发现其他工程设施及影响锚地使用的障碍物。

从锚地周边习惯航线分布来看，锚地距离秦皇岛—龙口航线约 [REDACTED]，正常情况下不会影响该习惯航路船舶通航。

7 环境事故风险分析与评价

7.1 环境风险评价概述

7.1.1 评价目的、评价内容和评价重点

(1) 评价目的

环境风险评价的目的是以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境进行分析、预测和评估、提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

(2) 评价内容

本项目环境风险评价主要工作内容为：识别涉及环境风险的事故类型；分析事故风险概率；预测风险事故对环境的影响；制定相应的风险防范措施、应急对策以及设备配置方案。

表 7.1-1 环境风险评估内容一览表

序号	程序	主要内容
1	风险识别	污染风险事故类型
2	源项分析	事故发生概率、源强及事故高发区
3	风险影响预测	事故危害程度
4	风险评价	综合评价风险可接受水平
5	降低风险对策	减少事故概率和危害后果对策
6	应急能力评估	综合评估本项目污染风险能力，提出应急能力建设方案
7	评估结论	得到风险评估结论

(3) 评价重点

- 1) 单点系泊系统、船舶、海底管线发生溢油事故对海洋环境的影响；
- 2) 风险溢油应急能力评估及应急处理措施。

7.1.2 环境风险评价等级

由于本项目海域和陆域范围环境风险评价要素不同，且在海底管线登陆点位置设有阀室，在事故状态下可实现两部分的分割，可针对海域和陆域两部分分别进行环境风险评价。

7.1.2.1 海域环境风险评价等级

本项目海域范围涉及危险物质存在的环节主要有：单点及海底管线接卸作业

风险与船舶作业风险两大方面。

1、对于单点及海底管线接卸作业风险，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）的要求，环境风险等级判定如下

（1）海域危险系统及危险性分级

根据国家标准 GB12268-2012《危险货物品名表》中易燃易爆化学物品的定义，指以燃烧爆炸为主要特性的压缩气体、液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物以及毒害品、腐蚀品中部分易燃易爆化学物品。本项目单点系泊以及海底管线主要涉及原油，增压平台柴油罐涉及柴油，属于易燃易爆危险性物质，临界量均为 1000。

油类物质最大总存在量为 1000，由此计算危险物质数量与临界量比值(Q)为 103.1， $Q > 100$ 。本项目海域部分为单点泊位及海底管线，M 值为 20，以 M2 表示。

根据表 7.1-1，确定海上部分危险物质及工艺系统危险性为 P1。

表 7.1-1 环境风险评估内容一览表

危险物质数量与 临界量比值(Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 < Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$Q \leq 10$	P2	P3	P4	P4

（2）环境敏感程度分级

海域环境风险评价要素主要为海水水质，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）中对地表水环境敏感程度判据，判定本项目海域环境敏感程度分级为 E1（环境高度敏感区）。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），本项目海域部分的危险物质及工艺系统的危险性为 P2，环境敏感程度为 E1，因此判定环境风险潜势为 IV⁺，确定海域环境风险评价等级为一级。具体判据如表 7.1-2 所示。

表 7.1-2 《建设项目环境风险评价技术导则》中风险评价等级判据

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感 区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感 区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感 区 (E3)	III	III	II	I

2、船舶作业风险主要涉及船舶航行、靠泊、接卸等环节，考虑行业的特殊性，对于船舶作业风险本次评价参考《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》相关要求，油气、液体化工码头全部为一级评价。

7.1.2.2 陆域环境风险等级

本项目陆域部分为输油管线，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）的要求，环境风险等级判定如下。

（1）陆域危险系统及危险性分级

本工程陆域部分涉及的危险主要为原油，其临界量为 。

原油最大总存在量为 ，由此计算危险物质数量与临界量比值（Q）为 3.13， $Q \leq 10$ 。

本项目陆域部分为输油管线，M 值为 10，以 M_3 表示。

根据表 7.1-1，确定陆域部分危险物质及工艺系统危险性为 P4。

（2）环境敏感程度分级

陆域环境风险评价要素主要为大气环境、地表水环境、地下水环境，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）中对各环境敏感程度判据，判定本项目大气环境、地表水环境的环境敏感程度分级均为 E3，地下水环境的环境敏感程度为 E2，综合环境敏感程度取相对高值 E2。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），本项目陆域部分的危险物质及工艺系统的危险性为 P4，环境敏感程度为 E2，因此判定环境风险潜势为 II，确定陆域环境风险评价等级为三级。具体判据如表 7.1-2 所示。

7.2 风险识别

风险识别是开展风险评价的工作基础，包括项目风险类型识别，主要指项目

工艺过程中发生风险事故的类型识别,根据项目的风险类型,可采取有效措施进而避免风险事故的发生;项目作业物质危险性识别,主要指识别项目作业过程中所涉及物质的有毒有害、易燃易爆的危险性,进而可采取相应有针对性的应急措施;有毒有害物质扩散途径的识别,主要指一旦发生风险事故,风险因子对环境造成不利影响的渠道,合理有效的控制风险因子对环境造成不利影响的渠道,可将风险事故对环境造成的不利影响降至最小;可能受影响的环境保护目标的识别可有效保护对应的环境敏感目标。

7.2.1 风险类型识别

由于本项目海域和陆域范围环境风险评价要素不同,故分别从海域风险、陆域风险两个方面进行风险类型识别。

7.2.1.1 海域风险类型识别

本工程海域范围存在的事故风险包括船舶作业风险、单点及海底管线接卸作业风险两方面,此外由于本项目工程特殊性(海底管线较长,施工期穿越航道及现有管线等),本次评价也对项目施工期风险类型进行识别。

1、船舶作业风险

船舶运输作业过程危险性识别是根据评价对象或者项目所在区域内的船舶在航行过程、在码头或卸船靠泊、装卸过程,或者在其他作业过程中(例如清舱、洗舱、污染清除以及其他水上水下船舶施工作业等)导致船舶污染事故的原因进行危险性识别,主要包括以下两大类。

①船舶污染事故风险

船舶污染事故是指船舶在航行过程、靠泊和装卸过程,以及其他作业过程(如过驳、清舱、洗舱、修造、打捞、拆解、油料供受、污染清除等)中发生油类、油性混合物和其他有毒有害物质泄漏造成的海洋环境污染事故,可分为操作性污染事故和海难性污染事故。操作性船舶污染事故多发生于靠泊后船舶装卸货物及加装燃油环节,发生的原因多为人为因素、机械和设备故障等,尽管每次产生的泄漏量不大,但事故频率较高,污染物总量也较大。海难性船舶污染事故主要是海上交通事故导致,事故发生率较低,但一旦发生污染损害很大。

根据黄渤海海域船舶历史溢油事故,船舶污染的操作性事故可分为工艺性泄露、操作错误,海难性事故可分为船舶碰撞、船舶搁浅、船舶自身翻沉、船体破损、火灾等。根据船舶污染事故发生方式与原因,主要分为操作性污染事故和海

难性污染事故。操作性污染事故按事故发生的环节又可分为码头装卸作业、加燃料油、其他作业等。海难性污染事故一般是伴随着船舶交通事故发生的，事故致因与船舶交通事故大体相同。操作性污染事故多发生的地点是码头、系泊区前沿，海难性污染事故多发地点在航道和锚地。本项目可能发生的典型事故原因及地点识别结果见下表。

表 7.2-1 本项目可能发生的典型事故地点及原因辨识表

事故类别	发生地点	发生源	代表性原因
海难性事故	航道和锚地	船舶	搁浅、碰撞、触损、火灾爆炸、操作失误等事故
操作性事故	单点系泊区周边水域	船舶	搁浅、碰撞、触损、闸阀泄漏、操作失误、火灾爆炸等事故

②油轮与单点浮筒的碰撞风险

在风、浪、流等环境因素的作用下，单点系泊系统的浮筒和靠泊的油轮都将产生摇摆和偏移运动。通常情况下，单点浮筒在锚链的约束下，其运动幅度被限制在可接受的范围，同时油轮本身由于具有风向标效应并伴随有拖轮的拖尾作用，将根据环境荷载的方向作相应的旋转运动。但是，可能存在由于拖尾拖轮设备的操作失误、波浪长期作用导致的锚链疲劳失效等原因，造成单点浮筒、油轮的运动异常，发生碰撞危险。

2、单点及海底管线接卸作业风险

本工程单点及海底管线接卸作业风险主要体现在：单点系统作业风险、海底管线泄漏风险以及加压平台作业风险三方面。

(1) 单点系统作业风险

①漂浮软管的断裂风险

单点系泊系统中漂浮软管是将原油从油轮输送至浮筒的通道，该管道通常为复合材料构成的柔性管，在漂浮软管的整个服役期内，漂浮软管在浪、流等环境荷载的作用下始终处于摇摆、偏移等运动中，长时间的往复性运动将使水下软管的管壁产生损伤，可能产生弯折、断裂的危险，进而导致原油泄漏。

如果在作业过程中，由于操作失误导致系泊锚链断裂，可能导致油轮失控造成漂浮软管断裂。

③水下软管的断裂风险

单点系泊系统中的水下软管是将油轮原油输送至水下基盘的重要通道，该管道通常为复合材料构成的柔性管。在水下软管的整个服役期内，浪、流等环境荷

载的作用将使水下软管始终处于摇摆、偏移等运动中，长时间的往复性运动将使水下软管的管壁产生损伤，可能产生弯折、断裂的危险，进而导致原油泄漏。

④锚链断裂的风险

单点系泊系统的锚链是固定单点系泊系统的主要设备。在单点系泊系统的服役期内，锚链始终受到环境荷载例如浪、流的作用。同时，由于海水的腐蚀性和海生物的影响，锚链的部分结构有可能出现由于腐蚀和疲劳而断裂的危险。

⑤锚桩失效的风险

在本工程中，单点系泊系统的锚链是通过锚桩固定于海底。因此，海底的沉降、地震、海床冲刷等环境因素，将对锚桩的性能产生影响。有可能导致锚桩锚泊力降低等失效危险。

（2）海底管线泄漏风险

①管线破裂漏油风险

海底管道与立管可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道与立管事故的内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；外部原因有海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、人员误操作、自然灾害等。

②管线悬空风险

路由区近岸段处于冲刷状态，有一个冲刷中心，位于离岸约 3.7km，海底管线建成后可能在海床冲刷段造成管线悬空风险。

（3）平台柴油储罐火灾爆炸风险和自然灾害引发的安全风险

①增压平台在施工作业过程中柴油储罐可能发生烃泄漏、爆破，以及由此产生的火灾、爆炸、环境污染等恶性事故。

②项目位于渤海南部黄河口海域，台风等自然灾害发生后将对平台安全造成一定隐患。冬季冰期内渤海湾近岸海域的浮冰带常随潮流向外海漂移进而影响该海域。总体而言在不利风向条件下单点系泊及增压平台位置有受到浮冰漂移影响的可能。根据多年冰情（1951 年至今）综合分析，当渤海湾冰情达到偏重冰年（冰级 4.0）及以上时，渤海湾南岸的浮冰向外海漂移时将影响到这一海域。但拟建平台、单点系泊在进行设计时，已将台风、风暴潮、海冰等因素纳入设计范围之内。

拟建平台、单点系泊结构的抗风暴潮能力按照 50 年一遇高、低水位（极端高、低水位）进行设计。同时，平台、单点系泊在设计时也考虑了海冰的厚度、抗压强度、剪切强度、弯曲强度等设计参数。因此，增压平台、单点系泊结构设

计考虑工程海域的风、浪、流、冰等环境荷载，地震荷载以及寿命期内的疲劳损伤影响，其结构能够保证寿命期内的安全性需求。

3、施工期管线交越段施工风险

在新建管道铺设、后开沟与交越管道施工处理时会对原有管道的安全造成一定的风险，主要的安全风险有以下几个方面：

作业船的锚缆对已建管道安全的影响：在交越区域施工作业中最大的风险来源于作业船舶的锚和锚缆对管线的影响。一方面由于抛锚距离过近，抛锚和溜锚可能破坏已建管道；另一方面锚缆与已建管道接触，可能刮蹭已建管道。

过往船舶对已建管道的影响：施工作业时，可能存在过往船舶抛锚或者重物跌落损害已建管道的风险。

开沟作业对原有管道安全的影响：在挖沟过程中挖沟机本体会碰撞到已建管道。

新建管道与原有管道之间垂向间距问题：间距控制不好不能满足规范的要求。

新建管道穿越施工时对原有管道的碰撞影响：在短节的下放与安装过程中可能与原有管道发生磕碰。

新建管道穿越施工时原有管道悬跨问题：在交越处理过程中原有管道可能会因悬跨距离过长引起管道应力过大或疲劳伤害。

7.2.1.2 陆域风险源项和风险类型识别

本工程陆域管道主要风险是由于破裂、穿孔、爆管等引发原油泄漏，造成火灾爆炸和人员中毒。输油管道泄漏事故因素主要有以下几方面：

（1）管道材料缺陷或连接缺陷

因管道焊缝或母材中的缺陷在带压输送中引起管道破裂。

（2）物理应力开裂

应力作用破裂是指金属管道在固定作用力和特定介质的共同作用下引起的破裂，这种破坏形式往往表现为脆性断裂，而且没有预兆，对管道具有很大的破坏性和危险性。

（3）施工原因

施工原因造成的泄漏事故主要集中在焊缝上。这主要由于长输管道建设中，部分地段现场施焊条件恶劣，焊接量大。如果在环形焊缝处存在未焊透、熔蚀、错边等缺陷，一旦管道投入运行，在输油压力或某种外力在断面上所产生的应力作用下，这些原始缺陷扩展到临界值就会造成裂纹的失稳扩展，从而导致焊缝断

裂，为泄漏事故留下隐患。

（4）操作原因

操作原因引起的泄漏事故主要包括长输管道投运前打压、扫线中未按规程操作而造成管道憋压和阀门损坏，在扫线过程中没有放净管道或阀门内存水而造成管道或阀门冻裂，在运行过程没有执行调度命令或有关操作规程造成管道憋压和阀门损坏。

（5）腐蚀

对长输管道而言，腐蚀的主要原因是直流、交流电的干扰、阴极保护的死角和故障。

管道常具有防腐层和外加设置阴极保护系统，保护管道免受外界腐蚀性物质的侵害。但管道阴极保护电位不足、自身材料电位差异或由于防腐材料及涂层施工质量问题的，管道施工中造成的防腐层破损或开裂，土壤中的水、盐、碱及杂散电流的作用，会造成管道外腐蚀，严重时可能造成管道穿孔，引发事故。

7.2.2 物质危险性识别

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）对本项目所涉及的有毒有害、易燃易爆物质进行危险性识别，物质危险性识别标准见表 7.2-2。

本项目施工期涉及的风险物质为船舶燃料油，运营期涉及的风险物质为船舶燃料油、原油，油品特性表见表 7.2-3~表 7.2-4。

表 7.2-2 物质危险性标准

类别	序号	LD50(大鼠经口)mg/kg	LD50(大鼠经皮)mg/kg	LD50(小鼠吸入4h)mg/L
有毒物质	1	<5	<1	<0.01
	2	5<LD50<25	10<LD50<50	0.1<LC50<0.5
	3	25<LD50<200	50<LD50<400	0.5<LC50<2
易燃物质	1	可燃气体一在常压下以气态存在并与空气混合形成可燃混合物；其沸点(常压下)是 20℃或 20℃以下的物质		
	2	易燃液体——闪点低于 21℃，沸点高于 20℃的物质		
	3	可燃液体——闪点低于 55℃，压力下保持液态，在实际操作条件下(如高温高压)可以引起重大事故的物质		
爆炸性物质		在火焰影响下可以爆炸，或者对冲击、摩擦比硝基苯更为敏感的物质		

表 7.2-3 柴油、燃料油的理化、燃烧爆炸性和毒理性质

类别	项目	柴油、燃料油
理化性质	外观与性状	黄色或棕色液体
	闪点/沸点(℃)	≥60℃/282~338℃
	相对密度	对水 0.856~0.941
	溶解性	不溶于水
燃烧爆炸危险性	危险性类别	第 3 类易燃液体
	闪点(℃)	52~55
	爆炸极限(v%)	3.1~11.6
	火灾危险性分类	乙 B
	禁忌物	硝酸、浓硫酸、高锰酸钾等强氧化剂
	灭火方法	消防人员须穿全身消防服，佩戴空气呼吸器，在上风向灭火。喷水冷却燃烧罐和临近罐，直至灭火结束。处在火场中的储罐若发生异常变化或发出异常声音，须马上撤离。灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳。
毒理性质	毒性	低毒
	健康危害	急性中毒主要表现为乏力、头痛、酩酊感、神志恍惚等；严重者出现定向力障碍、意识模糊等。吸入液体可引起肺炎，严重时可能发生肺水肿。慢性影响以神经衰弱综合症为主要表现，还有呼吸道刺激症状，接触性皮炎等。

表 7.2-4 原油特性表

类别	项目	原油
理化性质	外观及性状	红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体
	分子量	-
	凝点/沸点(°C)	< -5°C/120-200°C
	相对密度	相对水 0.856~0.941
	饱和蒸汽压(kPa)	-
	溶解性	不溶于水，溶于多数有机溶剂
燃烧爆炸 危险性	危险性类别	第 3.2 类中闪点易燃液体
	闪点/引燃温度(°C)	<-18/350
	爆炸极限(vol%)	1.1-8.7
	稳定性	稳定
	危险特性	其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
	灭火方法	泡沫、干粉、二氧化碳、砂土
	储运注意事项	远离火种、热源。仓温不宜超过 30°C。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	毒性	LD50 :500-5000mg/kg（哺乳动物吸入）
	毒物分级	IV 类
性质	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。

7.2.3 有毒有害物质扩散途径的识别

有毒有害物质扩散途径包括大气、地表水、海洋、地下水、土壤等途径。本工程主体位于海上，发生风险事故时，有毒有害物质主要通过大气、海洋等途径扩散，本工程陆域管线发生泄漏事故时，有毒有害物质通过大气、地表水、土壤、地下水途径扩散。

(1) 水环境

当发生原油或船舶燃料油泄漏事故时，原油或燃料油会扩散至海水中，影响海水水质。若未能及时采取风险防范和应急措施，溢油会在风和波浪的共同作用下向外扩散，对工程周边的养殖区、自然保护区等敏感目标造成不利影响。

(2) 大气环境

海上发生原油或船舶燃料油泄漏事故时，泄漏的原油在海上漂移并挥发；若泄漏的原油遇到静电或明火，将会发生火灾事故产生 SO_2 、 CO 等次生污染物，影响周围环境空气质量。陆域管道一旦发生火灾爆炸事故，燃烧伴生产生的 CO 、烟尘等废气污染物进入环境空气，会对周围环境产生影响。

(3) 土壤、地下水

本工程陆域管线发生泄漏事故时，泄漏的原油会渗入土壤，并污染地下水，对土壤和地下水环境造成不利影响。

表 7.2-5 事故有毒有害物质扩散途径

	环境要素	泄漏事故	火灾爆炸事故
海域范围	大气环境	√	√
	海洋环境	√	
陆域范围	大气环境	√	√
	地表水环境	√	
	地下水环境	√	
	土壤	√	

7.2.4 可能受影响的环境保护目标的识别

(1) 海洋环境保护目标的识别

当发生原油或船舶燃料油泄漏事故时，若未能及时采取风险防范措施，可能会对这周围的海洋环境保护目标造成污染。

本工程的海洋环境保护目标主要是海域评价范围内的水产种质资源保护区、养殖区、自然保护区、海洋特别保护区等。分布情况见表 1.8-2 和图 1.8-2。

(2) 陆域环境保护目标识别

本工程陆上管线各要素评价范围内无环境敏感目标分布。

7.3 源项分析

7.3.1 事故发生概率

7.3.1.1 海域环境风险事故调查

本节事故概率分析主要参考国际、国内相关统计数据。本次评价溢油事故源项分析从船舶污染事故分析、单点系统（各海域石油开发工程）风险事故、海底管道泄漏事故三个方面统计分析。

1、油轮溢油事故

根据国际油轮船东防污染联合会（ITOPF）统计资料，本报告对 1970~2016 年全球范围内溢油事故发生频率、溢油量和事故致因进行了统计分析。

统计期间，全球范围共发生溢油事故 9726 起，其中大于 700 吨的大规模溢油事故 460 起，7~700 吨的中等规模溢油事故 1368 起，小于 7 吨的小型溢油事故 7898 起。从事故发生的数量上看，溢油事故以溢油量小于 7 吨的小规模事故为主，但由于全球范围内上报、统计标准不一致，造成小规模事故的统计数据相对不完整。因此，在溢油事故发生频率及溢油量的分析中，主要针对中等规模、大规模溢油事故的统计数据进行分析。而在事故的发生环节及事故致因分析中，则对全部统计数据进行分析。

(1) 事故频率统计分析

全球范围内 1970~2018 年共发生 7 吨以上溢油事故 1840 起，分年度统计数据
分析详见表 7.3-1 和图 7.3-1。

表 7.3-1 1970~2018 年溢油事故数量统计

[illegible]

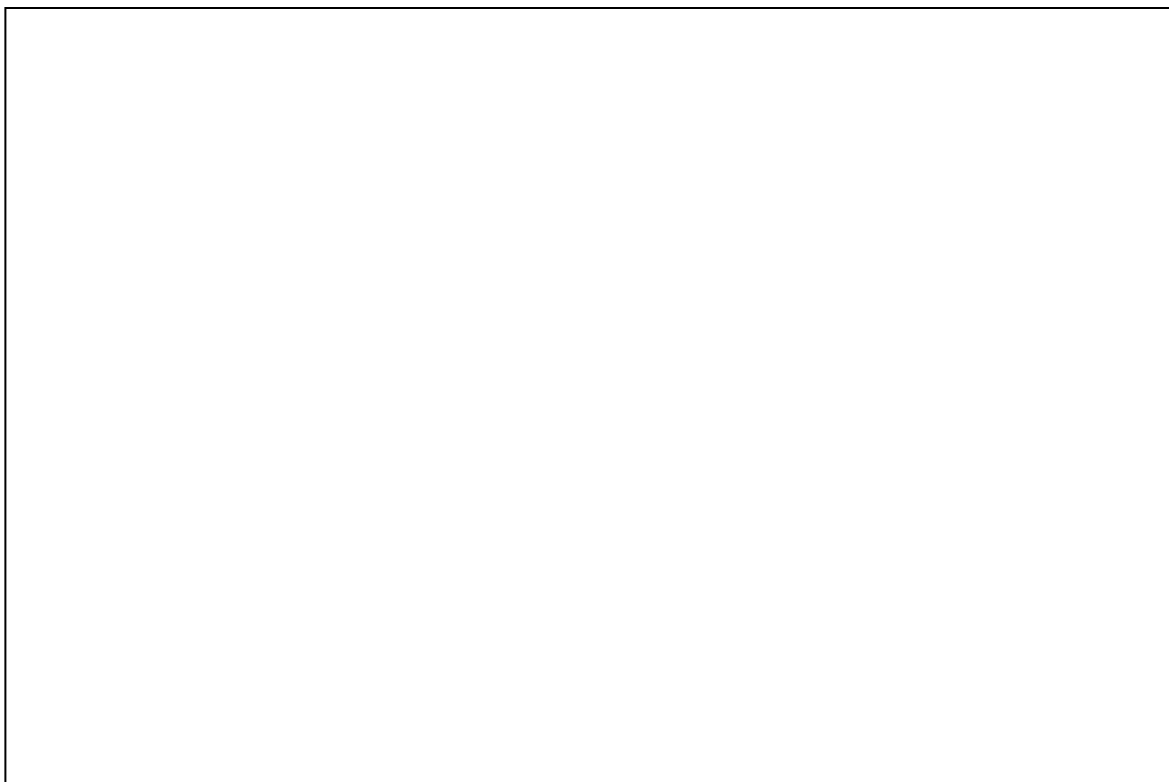


图 7.3-1 1970-2018 年大规模溢油事故发生数量年度分布图

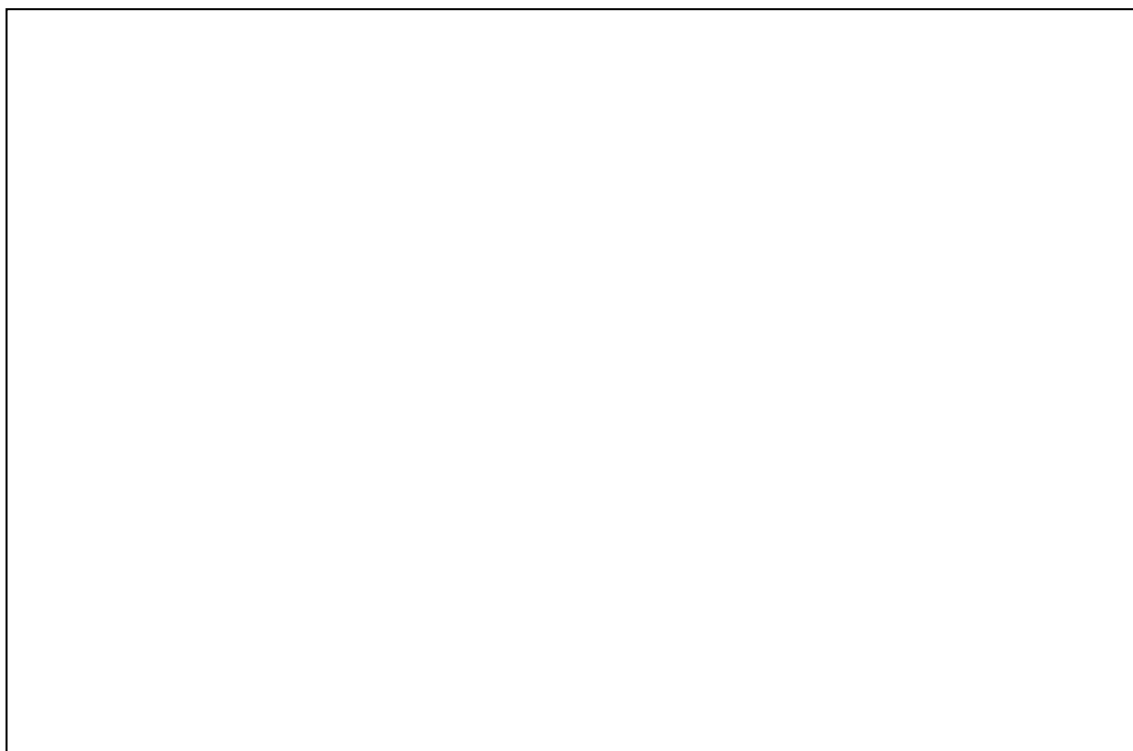


图 7.3-2 1970~2018 年中等以上规模溢油事故数量统计

(2) 溢油量统计

1970~2018 年间年度溢油事故总溢油量统计、分析结果见表 7.3-2 和图 7.3-3，表中数据未统计溢油量小于 7 吨的小规模溢油事故。1970~2018 年船舶溢油事故

[illegible]

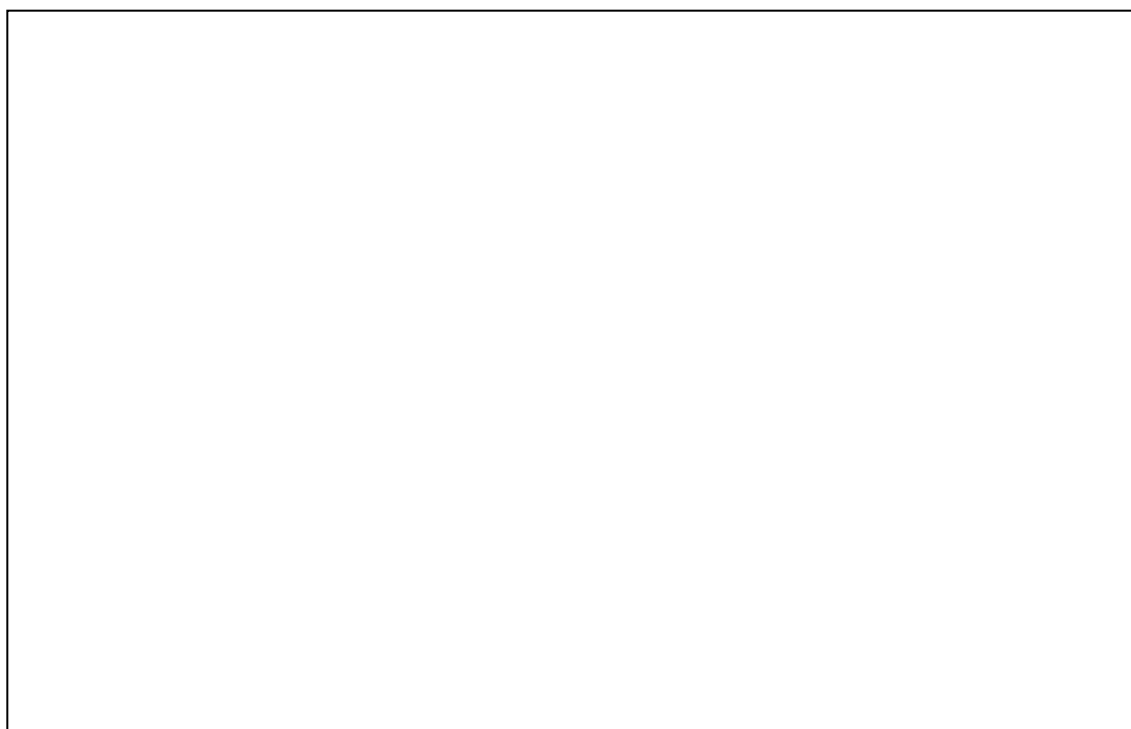


图 7.3-3 1970~2018 年中等以上规模溢油事故总溢油量统计框图

本项目所在的渤海海域是船舶污染事故、海上石油平台泄漏事故的高风险区。本研究对 1998~2017 年间渤海海域发生的船舶溢油污染事故进行统计，统计结果见表 7.3-3。

表 7.3-3 渤海海域船舶溢油污染事故统计（1998~2017）

序号	日期	地点	船舶类型	溢油量 (t)	油种	事故原因
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

序号	日期	地点	船舶类型	溢油量 (t)	油种	事故原因
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■
■	■■■■	■■■■	■■■	■	■■■■	■■■■

通过统计结果显示, 1998~2017 年间渤海海域共发生溢油事故 ■ 次, 溢油概率为 ■ 次/年, 溢油量大于 5t 的船舶溢油事故 ■ 起, 概率为 ■ 次/年, 其中因碰撞引起的溢油事故 ■ 起, 最大溢油量事故发生在东营港, 为 ■, 事故原因为翻沉。操作性溢油事故 ■ 起, 海损性溢油事故 ■ 起, 操作性溢油事故的发生频率为 ■ 次/年, 海损性溢油事故的发生频率为 ■ 次/年。

2014~2017 年间渤海海域发生溢油事故 ■ 起, 溢油概率为 ■ 次/年, 溢油事故原因为操作失误和海损失误, 最大溢油量事故为 ■, 根据溢油量推测 ■ 起溢油事故多为跑冒滴漏引起。其中海损性事故 ■ 起, 操作性事故 ■ 起。操作性溢油事故的发生频率为 ■ 次/年, 海损性溢油事故的发生频率为 ■ 次/年。2014~2017 年间东营港海域未发生溢油事故。

渤海海域规模以上港口主要有丹东、大连、营口、锦州、秦皇岛、黄骅、唐山、天津、东营、龙口、烟台、威海等, 单个港区发生溢油事故概率约为 ■ 次/年, 根据《东营港总体规划 (2016-2040 年)》, 本项目运输船舶约占东营港总到港船舶的 ■%。假设每艘船舶发生溢油事故的概率相同, 则本项目发生船舶溢油概率为 ■ 次/年, 可能发生事故的类型以操作性溢油事故为主。

2、单点系统发生原油泄漏事故

根据海事部门对茂名港辖区水域船舶交通事故的统计分析, 自 2006-2015 年共发生船舶事故 ■ 宗, 茂名水域船舶交通事故类型统计见表 7.3-4。由统计表可

以看出，茂名水域 2006 年~2015 年船舶事故数呈下降趋势，事故原因主要是搁浅、碰撞、机损和其它，分别占 ██████████%。

表 7.3-4 2006 年~2015 年茂名水域船舶交通事故类型统计

年份	碰撞	搁浅	触礁	触损	浪损	火灾爆炸	风灾	机损	自沉	伤病	其他	合计
2006	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2007	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2008	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2009	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2010	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2011	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2012	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2013	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2014	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2015	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
合计	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
占比 (%)	████	████	████	████	████	████	████	████	████	████	████	█
年均频率	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

1993 年至 2015 年间，茂名海事局辖区水域内共发生船舶污染事故 █ 起，其中 █ 起为操作性事故，█ 起海损性事故，具体如下。

表 7.3-5 1993~2015 年溢油事故数量统计

年份	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000
事故数 (件)	█	█	█	█	█	█	█
年份	████	████	████	████	████	████	████
事故数 (件)	█	█	█	█	█	█	█
年份	████	████	████	████	████	████	████
事故数 (件)	█	█	█	█	█	█	█

根据以上资料统计，茂名港海域 1993 年~2015 年间发生大小船舶污染事故 █ 起，平均每年 █ 起。近年来，茂名海域事故数量有所减少，而且近三年来没有发生溢油污染事故事件。

从污染事故统计数据来看，20 年来，茂名港水域发生的船舶水域污染事故 (█ 起)，按事故类型分，海损性污染事故 █ 起 (████)，操作性污染事故 █ 起 (████)。

以上事件中，■宗事故发生在单点水域，■宗在水东港，分别占污染事故总数的■宗事故共造成约■吨油品泄漏入海，对水东、北山岭附近海域生态环境造成一定影响，其中 2003 年“前卫”轮漏油事故对水东港的渔业养殖场损害较为严重，导致渔民要求政府赔偿。

单点水域发生事故发生的原因，为船舶卸货时原油洗舱管线破裂、侧部或底部小裂缝漏油、洗舱管线破裂，主要为操作或设备管理不善是引发的污染事故。

根据大连船舶重工船业有限公司对关于近 20 年来悬链式单点系泊装置泄漏事件调查（见附件），通过对国际知名供应商 IMODCO 和 BLUEWATER 两家公司（这两家公司制造的单点系泊装置占国际市场总量的 80%以上）的调研，未收到悬链式单点系泊装置发生原油泄漏事故的报告。

我国茂名港三十万吨单点系泊系统自投产以来，虽然没有发生过大的溢油事故，但在投产初期，由于溢油风险管理系统不成熟，加之操作经验不足，小的溢油事故有所发生，茂名港三十万吨单点系泊系统自投产单浮系泊系统所发生的溢油事故及溢油回收情况见表 7.3-6。

由于我国悬链式单点系泊装置应用实例较少，溢油事故样本数量有限，无法推算出本项目单点系统准确的事故概率，因此采用应用较为广泛的 FPSO 单点系泊系统发生原油泄漏事故的概率类比推算本项目悬链式单点系泊系统发生原油泄漏事故的概率，根据 2005~2015 年海洋主管部门和海事主管部门的调研结果，借鉴国际海事组织开发的综合安全评估方法，从探钻溢油、开发钻井溢油、井喷溢油、生产作业溢油、油品储罐溢油、FPSO 溢油、终端码头溢油等方面对渤海海域油气开发溢油事故的发生概率进行综合评估，不同溢油源 1t、100t、1000t 溢油年发生概率如表 7.3-7 所示，因此本项目单点系泊系统总体发生原油泄漏事故的概率为 0.071 次/a。

表 7.3-7 渤海海域油气开发溢油概率统计 (次/a)

不同类别溢油	渤海探钻井	渤海开发钻井	渤海井喷	生产作业	油品储罐	FPSO	终端码头
1t	0.014	0.176	0.152	0.494	0.355	0.050	0.348
10t	0.007	0.088	0.076	0.050	0.108	0.015	0.055
100t	0.004	0.044	0.038	0.005	0.036	0.005	0.009
1000t	0.002	0.022	0.019	<0.001	0.011	0.001	0.001

3、平台火灾、爆炸

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人通过对北海油田的事故分析,给出了海上生产设施各区的火灾事故发生频率:

油气传输区 3×10^{-4} 次/a ; 油气处理区 4×10^{-3} 次/a ; 储油区 2×10^{-3} 次/a 。本工程新建海上增压平台 1 座,平台上不设油气处理区和储油区,由此估算本项目发生平台火灾事故的的概率为 3×10^{-4} 次/a,由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级,因此,泄漏溢油事故概率不高于 3×10^{-5} 次/a。

4、海底管道/立管油气泄漏事故

根据莫特麦克唐 (Mott McDonald) 公司 2003 年出版的报告《PARLOC 2001: The update of Loss of containment Date for Offshore Pipeline》,该报告中统计了相关海域 1567 条共 24837km 的海管发生事故的的概率。同时,挪威船级社 (Det Norske Veritas, DNV) 的《Riser/Pipeline Leak Frequencies, 2006》对 PARLOC2001 报告进行了修正。具体见表 7.3-8。

表 7.3-8 海底管道及立管管道泄漏概率统计

管道	类别	泄漏概率	单位
海底管道(开阔海域)	井流管道,以及输送未处理流体的小管道。	5.0×10^{-4}	次/km a
	输送处理后的油气,管径 ≤ 24 英寸	5.1×10^{-5}	次/km a
	输送处理后的油气,管径 >24 英寸	1.4×10^{-5}	次/km a
海底管道(平台周围安全区内)	管径 ≤ 16 英寸	7.9×10^{-4}	次/年
	管径 >16 英寸	1.9×10^{-4}	次/年
柔性管(海底管道)	全部	2.3×10^{-3}	次/km a
立管	钢管-管径 ≤ 16 英寸	9.1×10^{-4}	次/年
	钢管管径 >16 英寸	1.2×10^{-4}	次/年

本项目新铺 3 条海底输油管道,分别为 1 条单点系泊 F 至增压平台长约 的海底输油管道、1 条单点系泊 G 至增压平台长约 的海底输油管道和 1 条增压平台至登陆点的长约 的海底输油管道。且增压平台有 3 根钢材质立管。以平台周围 500m 范围内作为安全区,由此估算本项目海管发生泄漏事故的概率。可见,本项目海管发生事故后引发溢油的概率为 1.17×10^{-3} 次/a,立管事故引发溢油的概率为 3.6×10^{-4} 次/a。

本项目海底管道为位于渤海湾的原油输送管线，海况条件较好，操作压力较混输管线更为稳定，海底管线发生泄漏事故的概率比区域平均状态更低。本项目海底管线与美国路易斯安那州单点系泊的海底管线类似，LOOP 单点系泊项目位于美国墨西哥湾，1976 年项目启动，1981 年投产，项目主要包括：三个单点系泊泊位，水深 35 米，一座海上增压平台；.四条海底管线：单点系泊泊位至海上增压平台 56 英寸（1422mm）三条，海上增压平台至陆地海底管线 48 英寸（1219mm），从单点系泊泊位至陆地的海底管线长度为 32 公里，目前该海底管线已经稳定运行 30 余年未发生过溢油事故，大管径长距离海底管线工艺较为成熟，能够做到稳定运行。

7.3.1.2 陆域环境风险事故调查

我国油品管道输送起步较晚。50 年代末，在新疆建成了我国第一条原油管道，从克拉玛依至独山子，全长140km，60 年代初又建了一条复线。1965 年又在山东建成了一条原油管道。70 年代前，共建了这3 条管道，总长为373km。随着大庆原油产量的迅速增加和新油田的不断开发，我国原油管道输送在70 年代进入了新的发展阶段。70 年代初期建造了庆铁线、铁抚线、铁秦线；中期建造了庆铁复线、铁大线、中朝线、秦京线、鲁宁线、任仓线、任京线、仓临线等；70 年代后期和80 年代初期又修建了霸雄线、濮临线、惠宁线及克乌复线等。

我国油气管道建设起步较晚，但管道失效事故屡有发生。对于老管道，建设时间较长、技术水平相对较低，腐蚀、材质、运行等问题是造成管道失效的主要原因。近十余年来，随着经济建设的快速发展，管道破坏和失效的原因也发生了变化，主要表现 在生产建设活动导致管道破坏、 不法分子打孔盗油、地质灾害等 。对近04~17年有报道的重大管道泄漏事故（不包括城市燃气管道）进行收集，结果见表7.3-9。

表 7.3-9 我国 2004~2017 年有报道的管道泄漏事故统计

事故原因	时间	事故描述
第三方施工破坏	2004.10	陕京线管道第三方施工泄漏
	2004.12	新疆克拉玛依天然气管道因挖掘破坏 泄漏
	2005.09	重庆天然气管道因施工引发滑坡天然气泄漏爆炸
	2007.11	海南东方海底管道因挖沙船作业泄漏起火
	2009.12	兰郑长成品油管道因第三方施工发生泄漏
	2010.05	东黄复线第三方施工造成管道破裂泄漏
	2010.09	三亚海棠湾建筑工地施工造成煤油管线破裂泄漏 (形成150m ² 煤油液池)
	2012.05	济青输油管道因自第三方施工挖断管道发生泄漏
	2015.08	广州市净水公司在截污工程施工期间凿穿白云机场航煤管道造成泄漏
打孔盗油	2003.12	兰成渝管道打孔盗油泄漏
	2006.08	鲁皖成品油管道打孔盗油泄漏
	2007.05	仪征-长岭输油管道打孔盗油泄漏
	2009.09	鲁皖成品油管道因打孔盗油柴油泄漏
	2013.02	九昌樟输油管道因打孔盗油泄漏
	2013.02	江西石油管道因盗油破裂泄漏
	2013.04	兰成渝输油管道因盗油破坏发生泄漏
地质灾害	2007.08	长庆靖边采油厂管道因滑坡断裂泄漏
	2011.09	延长靖边采油厂输油管道因滑坡发生破裂泄漏
腐蚀	2009.09	海南澄迈一输油管道因腐蚀穿孔发生泄漏
	2011.10	红塘码头航煤输送管线因腐蚀泄漏
	2011.11	南京市白下区紫金生态园附近航煤管线泄漏并着火 (燃烧面积80m ²)
	2013.01	湛江-茂名输油管道因腐蚀穿孔发生泄漏
	2013.04	重庆机场航煤管线泄漏 (漏油量150L)
	2013.11	东营-黄岛输油管道因腐蚀穿孔发生泄漏,抢修过程中遇火星爆炸
设备材料	2012.04	长庆化子坪原油管道因老化破裂发生泄漏
操作不当	2010.07	大连新港输油管线因操作不当发生 闪爆

由上表可见导致管道泄漏的原因主要有第三方破坏、打孔盗油、地质灾害、腐蚀、材料缺陷以及操作不当等六种类型。

7.3.2 风险事故情形分析

根据风险识别的结果,选取本工程可能造成较大环境影响的突发性事件进行事故情形分析并进行风险事故预测评价,本工程可能造成较大环境影响的突发性事件为船舶运输过程事故风险、单点系统发生原油泄漏事故和生产阶段海管/立管破裂溢油,对三种事故类型进行风险事故情形分析:

(1) 船舶运输过程事故风险情形分析

按照《水上溢油环境风险评估技术导则(JT/T1143-2017)》中的要求,新建水运工程建设项目的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，根据《水上溢油环境风险评估技术导则（JT/T1143-2017）附录 C 中的内容，25 万吨单个货舱油量为 [REDACTED]，按照原油密度 0.871t/m^3 计算，原油可能最大水上溢油事故溢油量为 [REDACTED]。

（2）单点系统发生原油泄漏事故情形分析

单点系统发生原油泄漏事故主要考虑漂浮软管破裂和水下软管破裂两种事故情形。

两根漂浮软管直径为 24 英寸（尾管 20 英寸）长度分别为 318.7m 和 306.5m。漂浮软管由浮筒端软管、主管、锥形管、尾管和船上软管组成，外侧软管共 27 节，内侧软管 26 节。在每三节漂浮软管之间设紧急切断阀，因次漂浮软管可能最大溢油量为三节软管含油最大量，经过计算溢油量为 10.32m^3 (9.00t)。

水下软管长 [REDACTED]，管径为 24 英寸，可能最大溢油量为单根软管管内物流全部流出进行计算，因此水下软管可能最大溢油量为 [REDACTED]。

（3）海底管道油气泄漏事故情形分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则 HJ/T 169-2018》中对长输管线泄漏事故计算源强的相关要求，本项目海底管线溢源源强计算按照管道截面 100%断裂情形考虑，系统反应及线路截断阀关闭时间为 190s（反应时间 10s，截断阀关闭时间 180s），泄漏量以管道泄压至于环境压力平衡所需要的时间计。

1）管线溢油量模拟计算方式

管线溢油量模拟计算采用国际认可的 SPS 9.5(Stoner Pipeline Simulator)设计软件。该软件能够实现长输管道的离线实时模拟计算，是一套世界公认的用于长距离输油(气)管道设计、计算及全线自动化控制模拟的高精度软件。在油、气管网的稳态和瞬态计算方面应用较广。

2）溢油量模拟泄漏点位置

为了满足水上溢油事故预测的要求，选取登陆点至增压平台 25%、50%、75%管长位置分别进行原油泄漏量的计算。

3）溢油量模拟计算参数

①增压平台原油输送温度： 9.6°C ；

②陆上油库进站压力：0.5MPa；

③输送流量：原油最大输量 $7300\text{m}^3/\text{h}$ 。

④1#泄漏点处海水深度 18.75m，2#泄漏点处海水深度 12.5m，3#泄漏点处海水深度 6.25m；

⑤海水温度：30℃；

4) 溢油量模拟计算结果

本次计算根据管道最大输送量，分别反算增压平台处起点压力。

稳态工况 1：输送流体为轻质原油时，最大输量为 7300m³/h，整个海底管道水力系统模拟结果如下。

表 7.3-10 稳态工况计算结果

站场名称	压力 (PMa)	温度 (℃)	输量 (m³/h)
海上平台	2.4	9.6	7300
陆上油库	0.5	12	7300

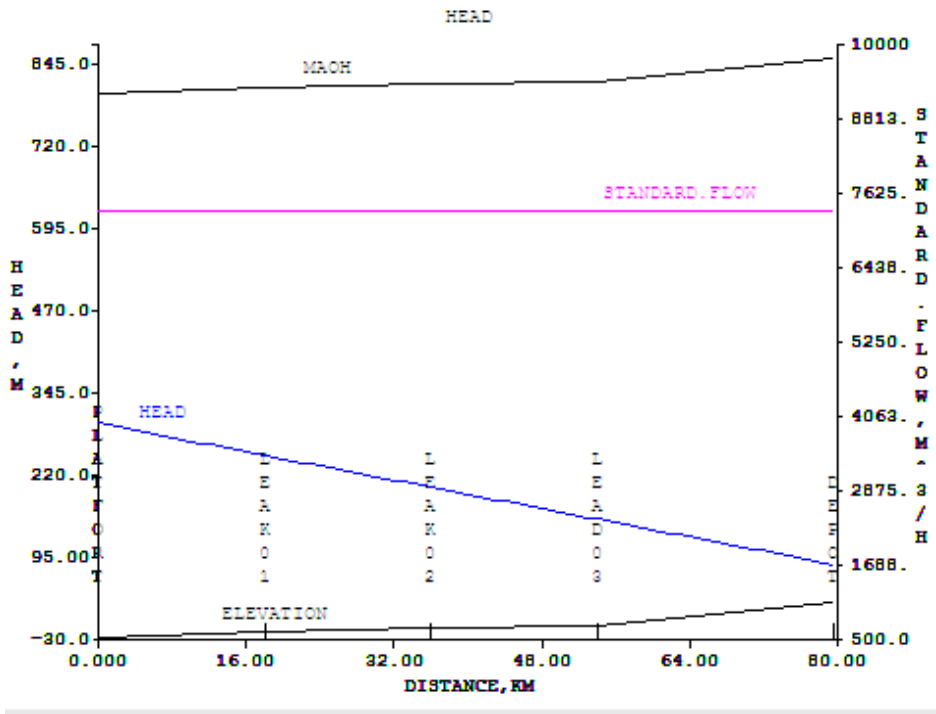


图 7.3-1 全线水力坡降图

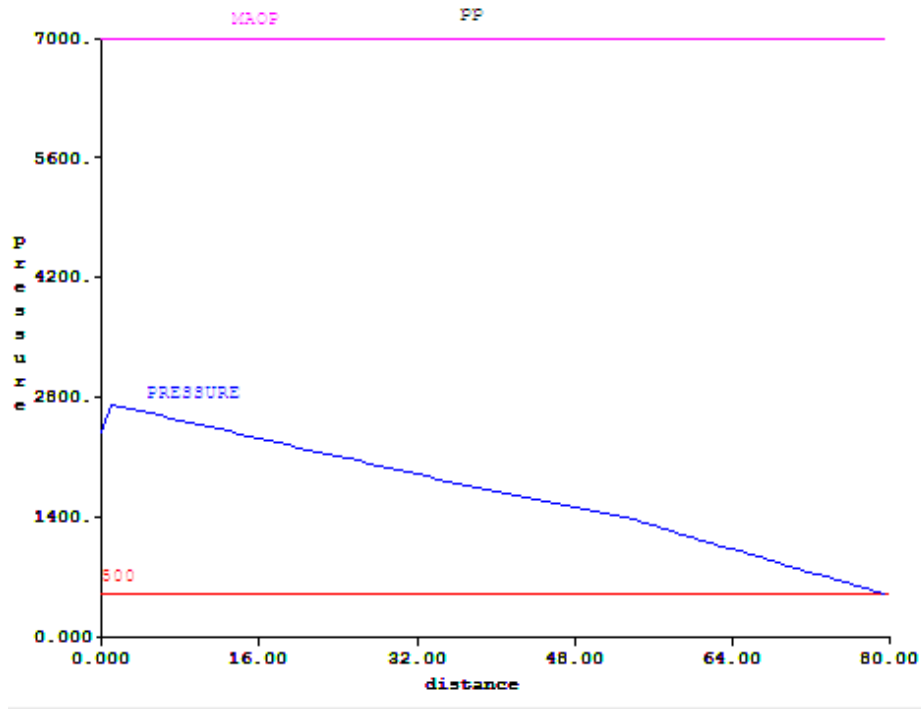


图 7.3-2 全线压力变化图

①泄漏工况

Case 1：增压平台至登陆点 25%管长位置发生 100%全管径断裂（1#泄漏点）。海底管道 1#泄漏点发生泄漏后，操作程序如下：

触发管道泄漏保护系统或压力监测系统；

190 秒后停增压泵。

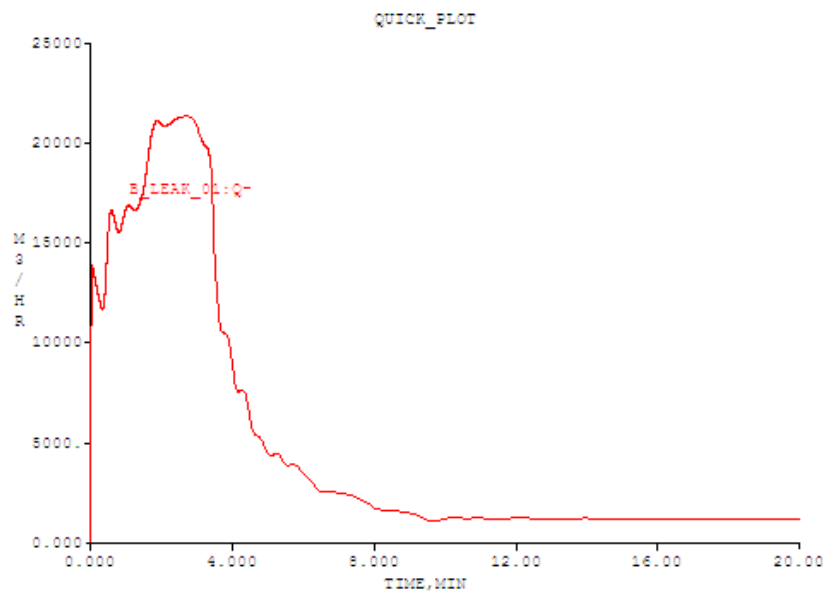


图 7.3-3 泄漏速率变化图

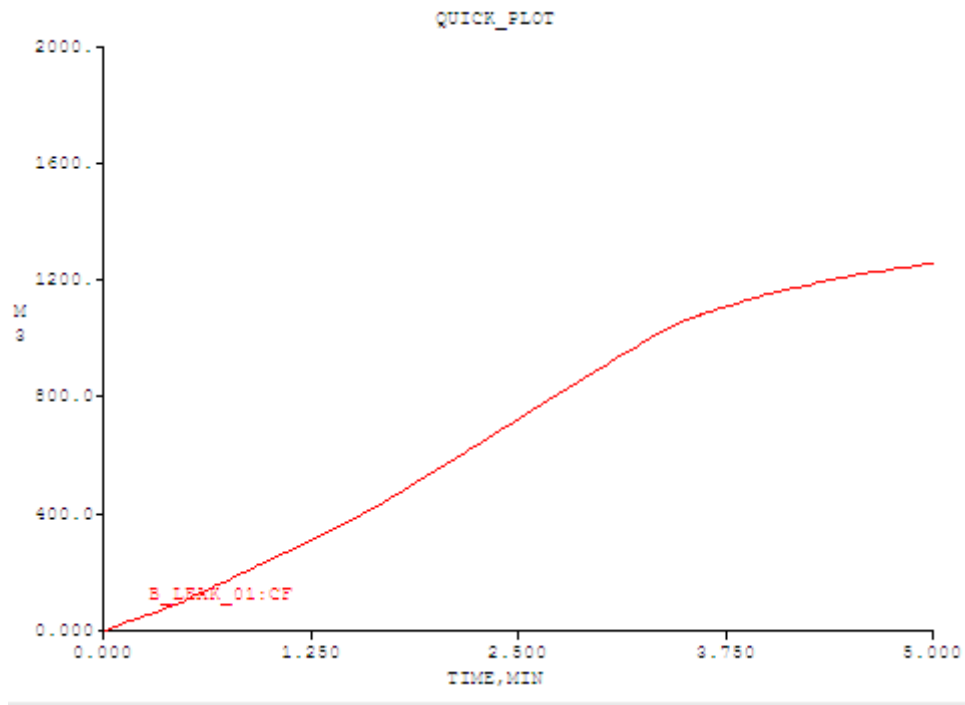


图 7.3-4 累积泄漏量曲线

因此增压平台至登陆点 25%管长位置发生 100%全管径断裂，最大泄漏速率为 21000m³/h，增压平台执行停泵、关阀命令后累积泄漏量为 1300m³。

增压平台至登陆点 50%管长位置发生 100%全管径断裂（2#泄漏点）。海底管道 2#泄漏点发生泄漏后，操作程序如下：

触发管道泄漏保护系统或压力监测系统；

190 秒后停增压泵。

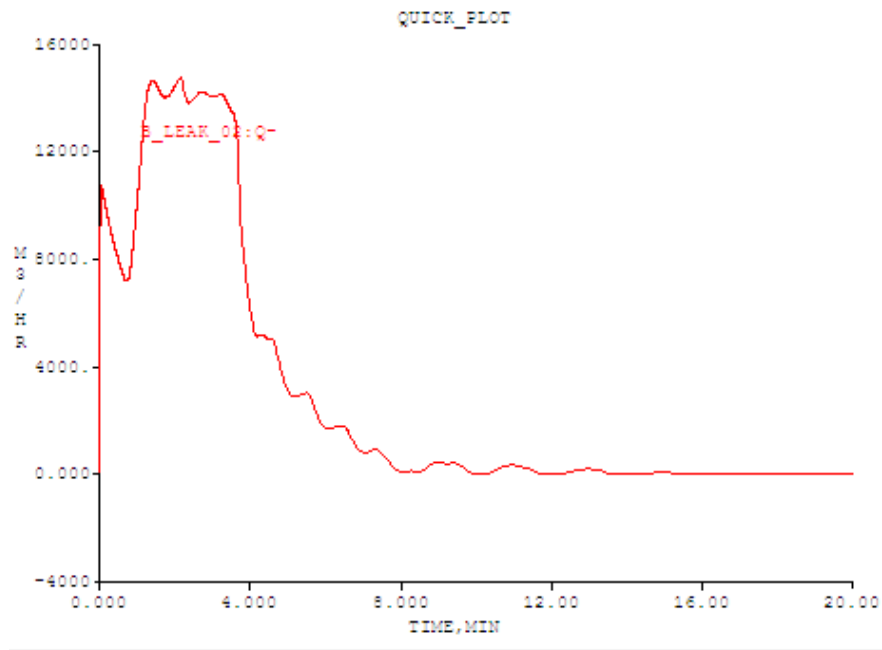


图 7.3-5 泄漏速率变化图

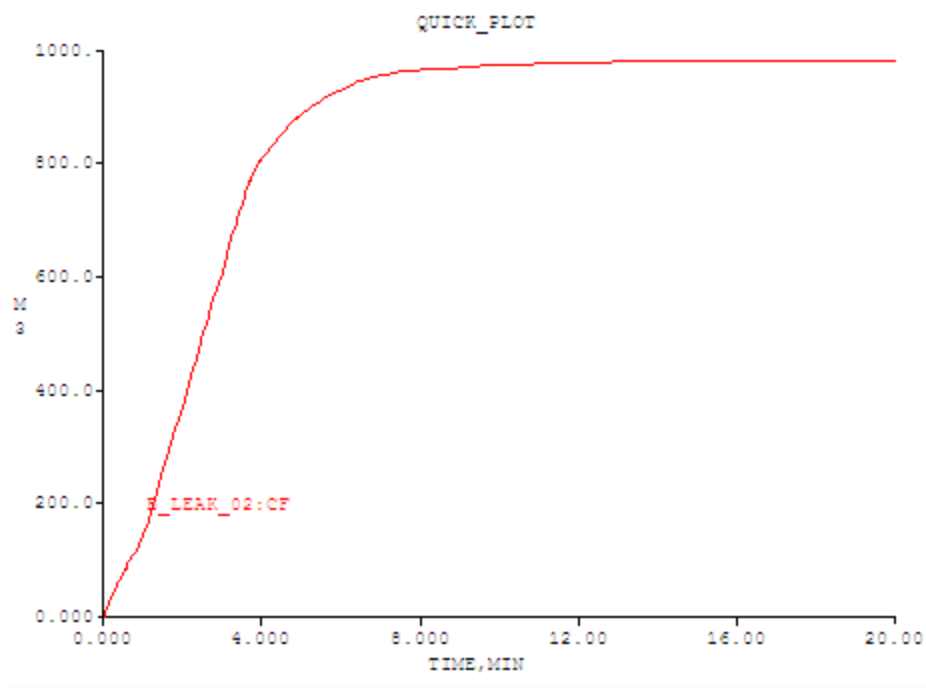


图 7.3-6 累积泄漏量曲线

结论：增压平台至登陆点 50%管长位置发生 100%全管径断裂，最大泄漏速率为 15000m³/h，增压平台执行停泵、关阀命令后累积泄漏量为 980m³。

增压平台至登陆点 75%管长位置发生 100%全管径断裂（3#泄漏点）。海底管道 3#泄漏点发生泄漏后，操作程序如下：

触发管道泄漏保护系统或压力监测系统；

190 秒后停增压泵。

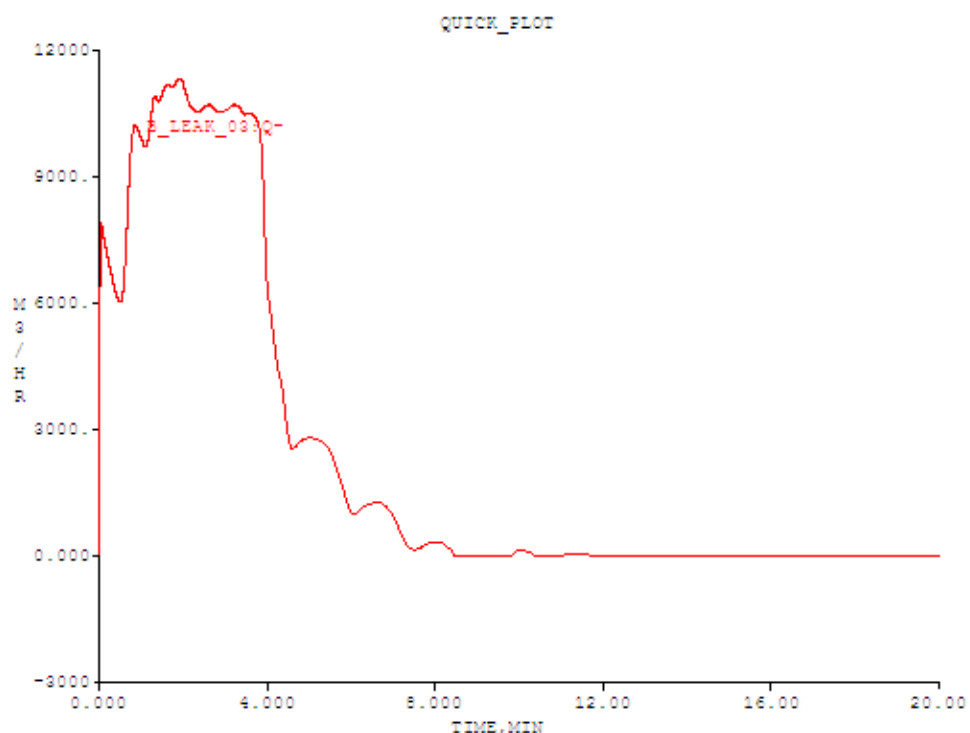


图 7.3-7 泄漏速率变化图

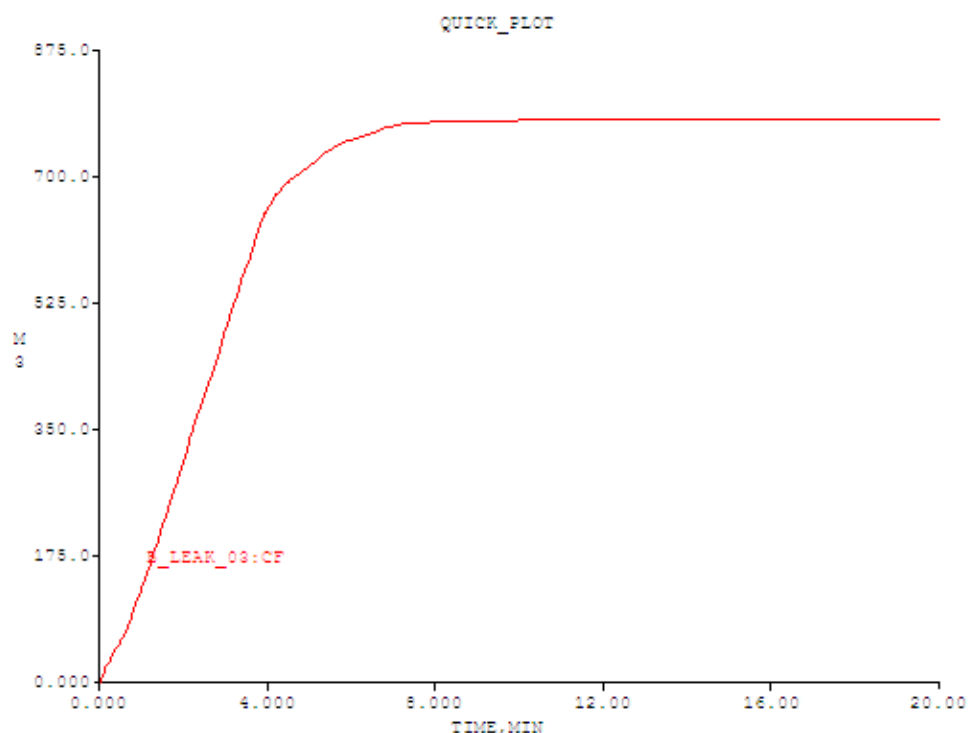


图 7.3-8 累积泄漏量曲线

增压平台至登陆点 75%管长位置发生 100%全管径断裂，最大泄漏速率为 11000m³/h，增压平台执行停泵、关阀命令后累积泄漏量为 820m³。

②结果统计

本项目海底管线泄漏溢油量统计见表 7.3-11 所示。

表 7.3-11 海底管线泄漏溢油量统计表

溢油点位置	溢油量
增压平台至登陆点 25%管长	
增压平台至登陆点 50%管长	
增压平台至登陆点 75%管长	

(4) 平台柴油储罐泄漏情形分析

根据工程可行性研究报告，平台上设置柴油一个储罐，有效容积 945m³，在极端自然条件下存在破裂风险，按照储罐破裂柴油全部泄漏考虑，溢油量为 945m³（857.9t）。

(5) 溢油预测情形统计汇总

根据以上分析，本项目各事故类型预测源强汇总表如 7.3-12 所示，根据综合考虑事故发生概率和溢油源强，对溢油量较大的船舶碰撞事故和海底管线泄漏事故以及发生概率较大的单点系统漂浮软管破裂事故进行溢油数模预测分析。

表 7.3-12 各事故类型预测源强汇总表

序号	事故类型	泄漏介质	事故概率	源强
1	船舶碰撞泄漏事故	原油	0.00312 次/年	12368t
2	单点系统漂浮软管发生原油泄漏事故	原油	0.071 次/a。	9.00t
3	单点系统水下软管发生原油泄漏事故	原油		7.02t
4	海底管道油气泄漏事故源强计算（增压平台至登陆点 25%管长）	原油	1.17×10 ⁻³ 次/a	1112.8t
	海底管道油气泄漏事故源强计算（增压平台至登陆点 50%管长）	原油		838.88t
	海底管道油气泄漏事故源强计算（增压平台至登陆点 75%管长）	原油		701.92t
5	平台柴油储罐泄漏源强	柴油	3×10 ⁻⁵ 次/ a	857.9t

7.4 环境风险事故预测评价

7.4.1 溢油风险预测

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境和景观造成影响。

(1) 溢油对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，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。油膜覆盖下，影响海一气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。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。

(2) 溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水一气之间的交换，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会对水生生物资源造成一定危害，沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

7.4.2 预测方法

采用油“粒子追踪”方法来模拟溢油在海洋环境中的时空行为，这样可以避免由数值离散引起的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，有时这种数值扩散效应会相当大，以至于完全掩盖了物理扩散，不能描述真正的物理过程。用粒子追踪方法可以将环境动力作用引起的被动扩展与油自身特性的扩展融为一体，较好地解决油膜的扩展和破裂问题。

1) 粒子追踪概念

“粒子追踪”（拉格朗日）概念就是在一个溢出点上释放许多油“粒子”，用小粒子的大量集合来描述污染物，即把溢油分成许多离散的小油滴（小油块），而不是连续的油体，并通过物理—化学过程影响每个小油滴的运动。

物理过程是指由于平流流动和湍流波动引起的粒子运动。平流运动是指每个粒子在特定的流场条件下发生的平移，适宜用拉格朗日法模拟，湍流波动是指由于剪流和湍流引起的扩散运动，适宜用随机游动法模拟。湍流可视为随机流场，而每个模型粒子在湍流场中的运动则类似于流利分子的布朗运动。由于每个粒子的随机运动而导致整个云团在水体中的扩散过程。这种方法实际上是确定性方法和随机方法的结合，即采用确定性方法模拟平流运动，采用随机性方法模拟扩散

过程。

2) 动力学过程

动力学过程分成两个主要部分，平流过程和扩散过程，溢油在每一瞬时的三维空间位置和分布状态则是各种运动过程的综合作用结果。

漂移过程（平流运动）

漂移过程是油膜在外界动力场（如风应力，油水界面切应力等）驱动下的整体运动。溢油在风和海流等作用下往往是椭圆形漂移运动。油水界面切应力是与海水运动密切相关的。海面某水体微团，其运动速度由三部分组成（如果不计它们的相互作用的话）：一是非风生流，二是风生流，三是风浪余流。前二者是远大于油膜尺度的驱动力（如引潮力，密度场压力梯度力和风场海面切应力等）作用下形成的海水运动。实际上它并不因为油膜的存在而有较大的变化。第三类风浪余流则不同，按 Stokes 理论，风浪余流的量级可以达到风速的 2×10^{-2} 量级。

海流的预测模式选择上述的垂向积分的浅水方程组作为海流的控制方程。

扩展过程

FAY(1969)首先研究了油膜在平静海面上的扩展过程。FAY 认为扩展过程主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制。它们两两平衡，形成该过程的三个阶段：惯性—重力阶段；重力—粘性阶段和粘性—表面张力阶段。

扩散速度分量可以通过用拉格朗日独立粒子(随机游动)算法来模拟.粒子云团在水中扩散，在 Δt 时间内平均移动为：

$$S_{rmsL} = \sqrt{2 * D_L * \Delta t} \quad S_{rmsT} = \sqrt{2 * D_T * \Delta t}$$

这里 S_{rmsL} 和 S_{rmsT} 分别是纵向和横向方向上的距离的平均平方根， D_L 和 D_T 是水平扩散系数， Δt 为时间步长。

对于任何一个独立粒子，扩散步长 S 都是通过以下公式随机产生的：

$$S = [R]_{-r}^r \quad -r \leq S \leq r$$

这里 $[R]_{-r}^r$ 是在范围 $-r$ 到 r 内的随机数字。选择 r 的值是为了 S_{rms} 必须等于所有 S 值的平均平方数。因此随机数在 $-r$ 到 r 范围内变化，并且

$$\left[\frac{1}{2} \int_{-1}^1 S^2 dS \right]^{1/2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

任何一个独立粒子扩散移动的距离为：

$$S_L = [R]_1 \sqrt{6 * D_L * \Delta t} \quad S_T = [R]_1 \sqrt{6 * D_T * \Delta t}$$

通过以下公式给出中性分散

$$S_o = [R]_1 \sqrt{6 * D_o * \Delta t}$$

这里 D_o 代表中性扩散系数。

扩散成分必须加到粒子的水平移动上

$$X_i = X_i^0 + u_i \Delta t + S_o \cos \theta$$

$$Y_i = Y_i^0 + v_i \Delta t + S_o \sin \theta$$

θ 为方向角, 是在 0 到 2π 之间均匀分布的随机角。

3) 非动力学过程

蒸发

蒸发率随着溢油区域的厚度变化.

对于溢油厚的部分:

$$F = (1/C) [\ln P_0 + \ln (K_m A v t C / R T V + 1/P_0)]$$

F: 蒸发部分; V: 溢出体积(m^3); R: 空气常数; C: 常数; A: 溢油面积(厚部分)(m^2); T: 海表温度(K); v=摩尔体积; t: 时间; K_m : 质量输运系数, 与 $U_{0.78}$ 成比例, U 为风速。

$P_0 = C_r \exp(1 - T_0/T)$ C_r 为常数; T_0 为油的沸点(K)。

薄的部分 :

$$R_{eva} = C_{eva} (t/t_{max}^c)$$

R_{eva} : 蒸发率; C_{eva} : 系数; t_{max}^c : 蒸发的最大时间, 决定于溢油的组份。

密度变化

蒸发对油密度的影响表示为:

$$\rho = (0.6\rho_0 - 0.34)F + \rho_0$$

粘性变化

蒸发引起粘性的增加, 计算为:

$$\eta^{oil} = \eta_0^{oil} \exp(C_4 F_e)$$

C_4 = 油中无量纲量[wt%]

F_e = 油蒸发的部分

7.4.3 模拟计算输入条件

对于单点系泊系统而言，由于其复杂的工作机理和特殊的工作环境，极易发生溢油事故。根据以往发生事故统计情况，主要包括船舶溢油事故、单点浮筒溢油事故、漂浮软管事故和海底管线事故等。

➤ 船舶污染事故主要包括碰撞、触礁、搁浅等；船舶本身（完整性）事故包括船舶火灾、结构损坏、设施故障等。可能导致船舶航行过程事故的直接或间接原因有船舶之间的碰撞、船舶搁浅、船舶火灾爆炸、恶劣气象条件下船舶翻沉或结构断裂等，上述事故可能会导致船舶燃料油泄漏。

➤ 单点浮筒事故。单点浮筒工作空间极有限，在涌浪的作业下，上下振动，左右摇摆。因此，作业人员在进地浮筒上左右时，易从造成人员落海、人身伤害等事故，严重的会造成人员伤亡。单点浮筒上的三臂旋转系统在涌浪等的左右频繁转动，容易造溢油事故。导向轮：导向轮要旋转，在其转动幅度较大时，容易造成海上溢油。

➤ 软管事故。软管在海流、涌浪等的作用下，动作频繁，水下软管构型由其上的浮力浮子调节控制，一旦水下软管构型发生变化，水下软管就可能损坏、破裂，从而造成管内原油泄漏，污染环境。

➤ 海底管线事故。海底管线铺设在海床上，如果船舶在海底管线走向上违规抛锚，锚会钩到海底管线，从而损坏海底管线的防腐层或钩穿、拉断海底管线，造成管内原油泄漏，严重污染海洋环境；又或者长时间受海潮、海流等的作用下，海床被冲刷，从而使海底管线裸露、移位和悬空，造成海底管线断裂，导致管内原油泄漏污染海洋环境。

鉴于以上分析,本报告选取溢油事故风险较高的区域作为典型情景,进行溢油模拟预测。

(1) 情景设置

船舶碰撞事故选取单点附近航道交点作为预测点,溢油预测点 1 坐标为

在管线取 3 个溢油点位,分别为增压平台至登陆点 25%管长的溢油预测点 2,坐标为[REDACTED]增压平台至登陆点 50%管长的溢油预测点 3,坐标为[REDACTED]。

最靠近敏感区的增压平台至登陆点 75%管长溢油预测点 4, 坐标为

针对单点 F、单点 G 水上漂浮软管破裂溢油的溢油预测点 5、6，坐标分别为 [REDACTED]
溢油预测点位置图见图 7.4-1。



图 7.4-1 溢油预测点位置图

(2) 油品性质

本项目输送物流为原油，密度为 0.871t/m^3 。

(3) 溢油量

船舶碰撞事故预测溢油量为 [REDACTED]，海底管道泄漏事故源强分别为 [REDACTED]
[REDACTED] 单点位置漂浮软管破裂溢油量 [REDACTED]。

(4) 风的条件

模拟时考虑工程附近常风向和不利风向。

正常条件：选取 SSW（夏季常风向）、NNE（冬季常风向），风速为 5.1m/s （年平均风速）进行正常条件下发生事故的预测。

不利条件：溢油点 1、2、3、5、6 选取 NNE（不利风向），风速为 17.1m/s （最大可作业风速）进行不利条件下发生事故的预测，溢油点 4 选取 N（不利风向），风速为 17.1m/s （最大可作业风速）进行不利条件下发生事故的预测。

(5) 溢油发生时刻

分别对高、低潮时刻发生溢油事故进行了预测。

(6) 预测工况汇总

预测工况汇总表如表 7.4-1 所示。

表 7.4-1 溢油工况汇总表

方案组合	事故点	溢油量(t)	风向	风速(m/s)	选择原因	溢油开始潮流状况
1	溢油点 1	■	SSW	4.1	夏季常风	涨潮
2			SSW	4.1	夏季常风	落潮
3			NNE	3.2	冬季常风	涨潮
4			NNE	3.2	冬季常风	落潮
5			NNE	17.1	不利条件	涨潮
6			NNE	17.1	不利条件	落潮
7	溢油点 2	■	SSW	4.1	夏季常风	涨潮
8			SSW	4.1	夏季常风	落潮
9			NNE	3.2	冬季常风	涨潮
10			NNE	3.2	冬季常风	落潮
11			NNE	17.1	不利条件	涨潮
12			NNE	17.1	不利条件	落潮
13	溢油点 3	■	SSW	4.1	夏季常风	涨潮
14			SSW	4.1	夏季常风	落潮
15			NNE	3.2	冬季常风	涨潮
16			NNE	3.2	冬季常风	落潮
17			NNE	17.1	不利条件	涨潮
18			NNE	17.1	不利条件	落潮
19	溢油点 4	■	SSW	4.1	夏季常风	涨潮
20			SSW	4.1	夏季常风	落潮
21			NNE	3.2	冬季常风	涨潮
22			NNE	3.2	冬季常风	落潮
23			NNE	17.1	不利条件	涨潮
24			NNE	17.1	不利条件	落潮
25	溢油点 5	■	SSW	4.1	夏季常风	涨潮
26			SSW	4.1	夏季常风	落潮
27			NNE	3.2	冬季常风	涨潮
28			NNE	3.2	冬季常风	落潮
29			NNE	17.1	不利条件	涨潮
30			NNE	17.1	不利条件	落潮
31	溢油点 6	■	SSW	4.1	夏季常风	涨潮
32			SSW	4.1	夏季常风	落潮
33			NNE	3.2	冬季常风	涨潮
34			NNE	3.2	冬季常风	落潮
35			NNE	17.1	不利条件	涨潮
36			NNE	17.1	不利条件	落潮

7.4.4 溢油数值模拟结果

7.4.4.1 典型事故模拟分析

从计算结果可见，不同组合情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决

于风况与潮流的共同作用。

各溢油点夏季 SSW 向平均风作用时，为离岸风，油粒子在风应力和潮流的共同作用下呈 S 型向渤海湾中部扩散，冬季 NNE 为向岸风，油粒子以向岸运动为主，向外海扩散较少，各溢油点在不利条件下发生溢油，油膜均会对近岸保护区造成影响，各预测风险组合溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 7.4-2 至图 7.4-37，各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间见表 7.4-2。

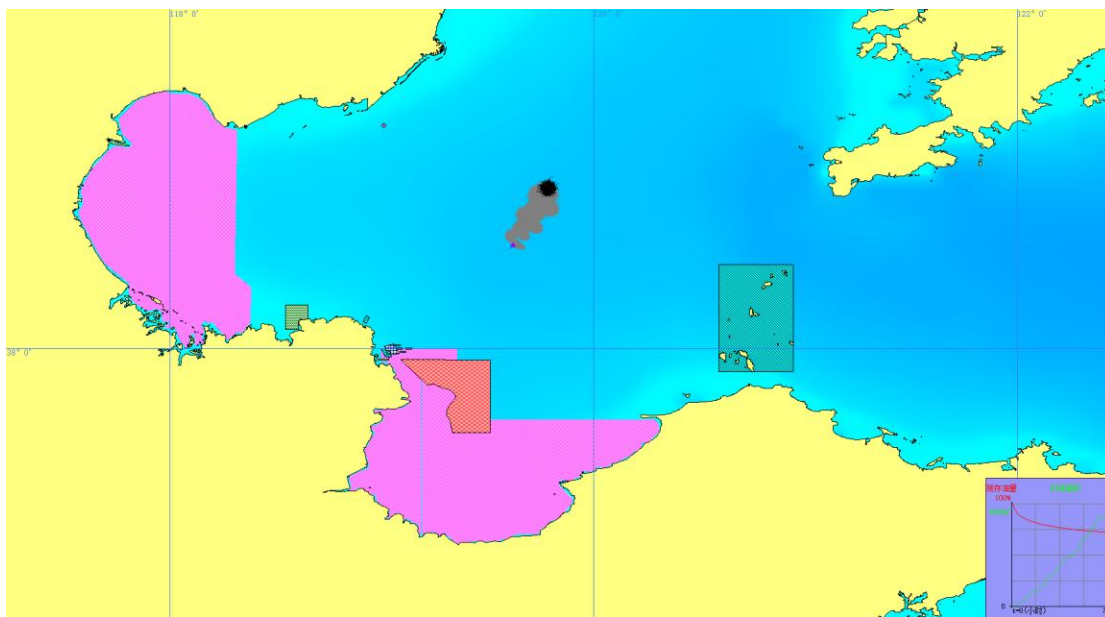


图 7.4-2 溢油预测点 1SSW 风向涨潮油膜漂移轨迹图

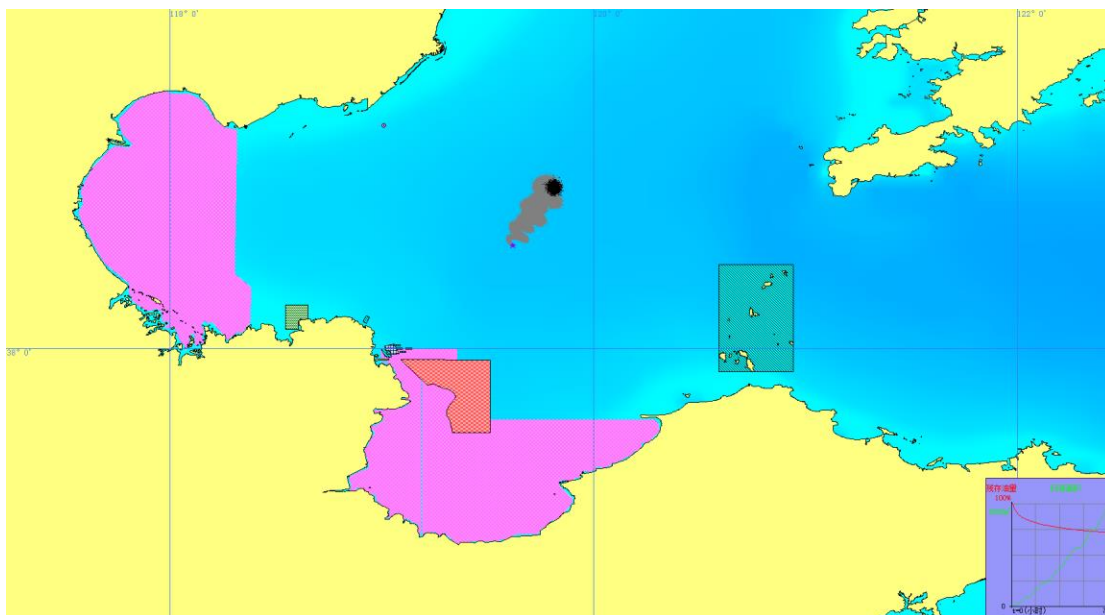


图 7.4-3 溢油预测点 1SSW 风向落潮油膜漂移轨迹图

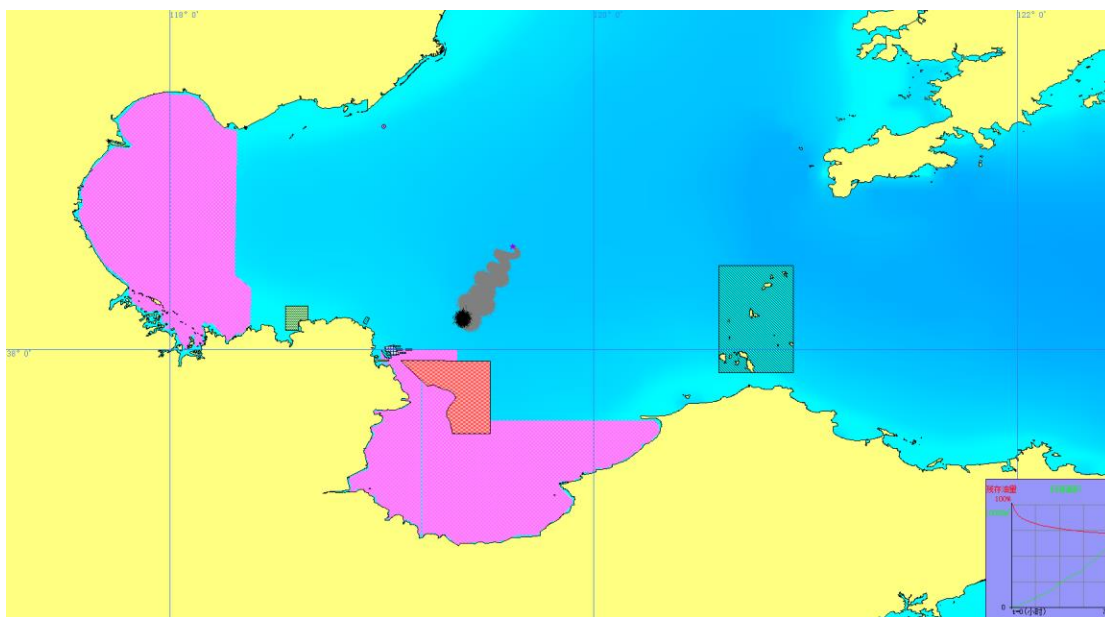


图 7.4-4 溢油预测点 1NNE 风向涨潮油膜漂移轨迹图

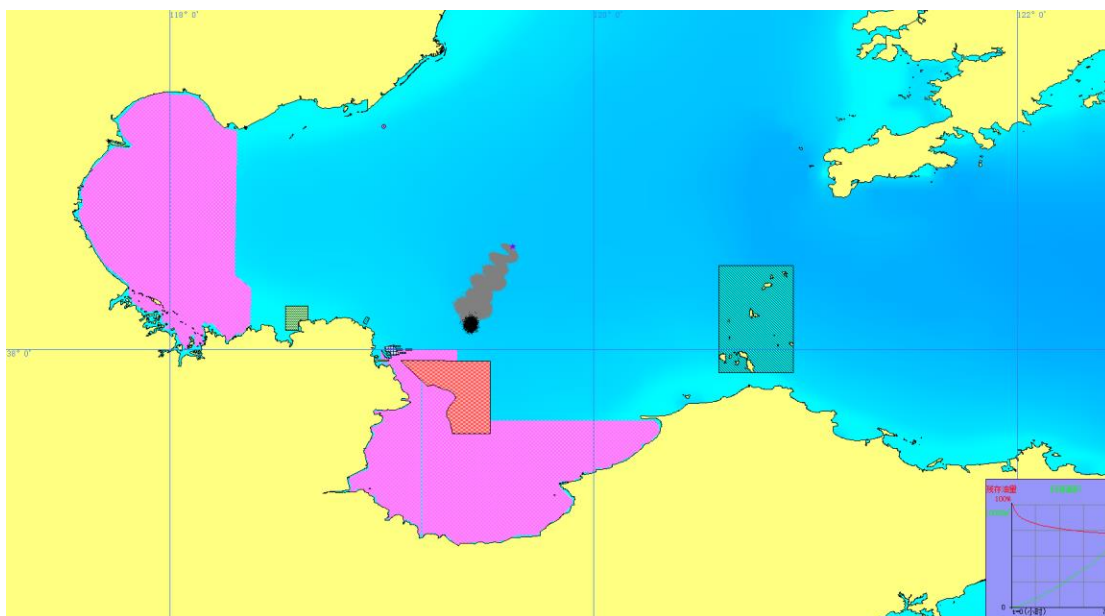


图 7.4-5 溢油预测点 1NNE 风向落潮油膜漂移轨迹图

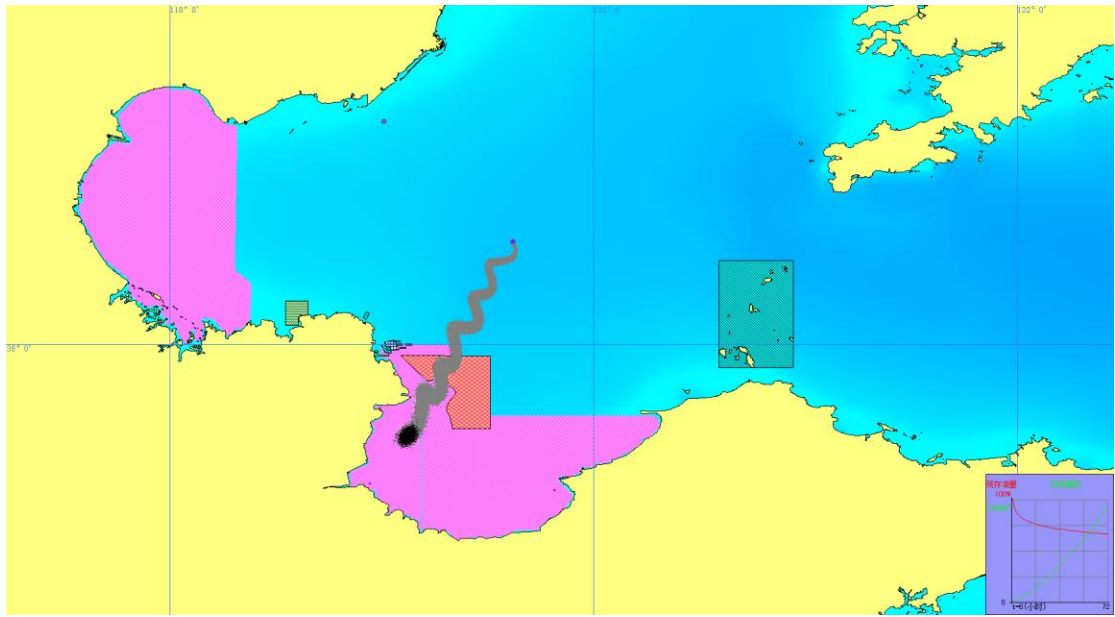


图 7.4-6 溢油预测点 1 不利风况涨潮油膜漂移轨迹图

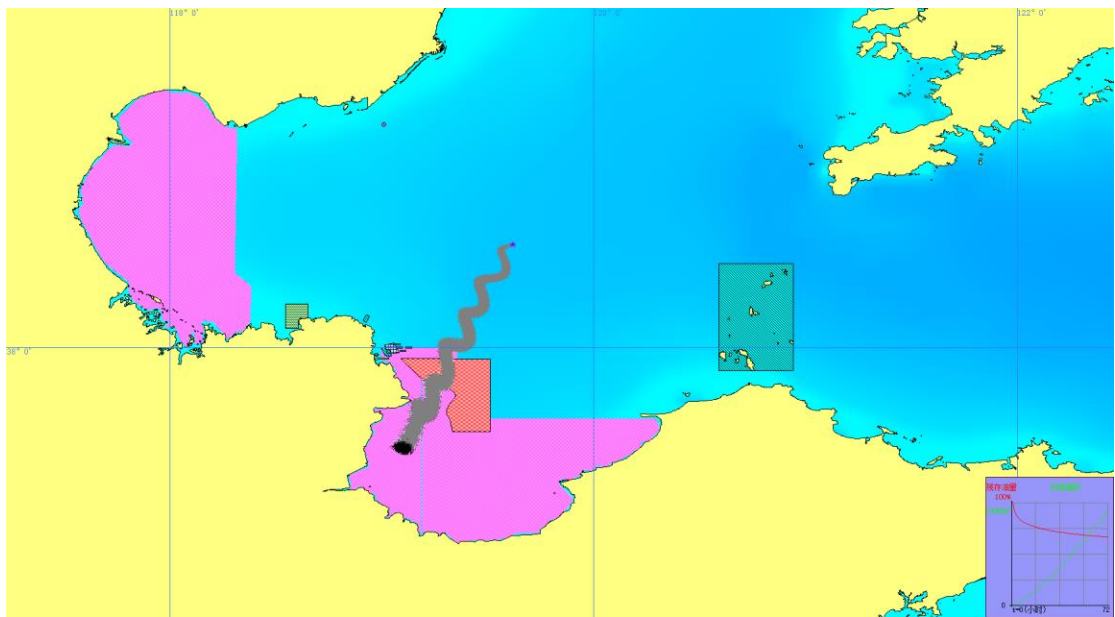


图 7.4-7 溢油预测点 1 不利风况落潮油膜漂移轨迹图

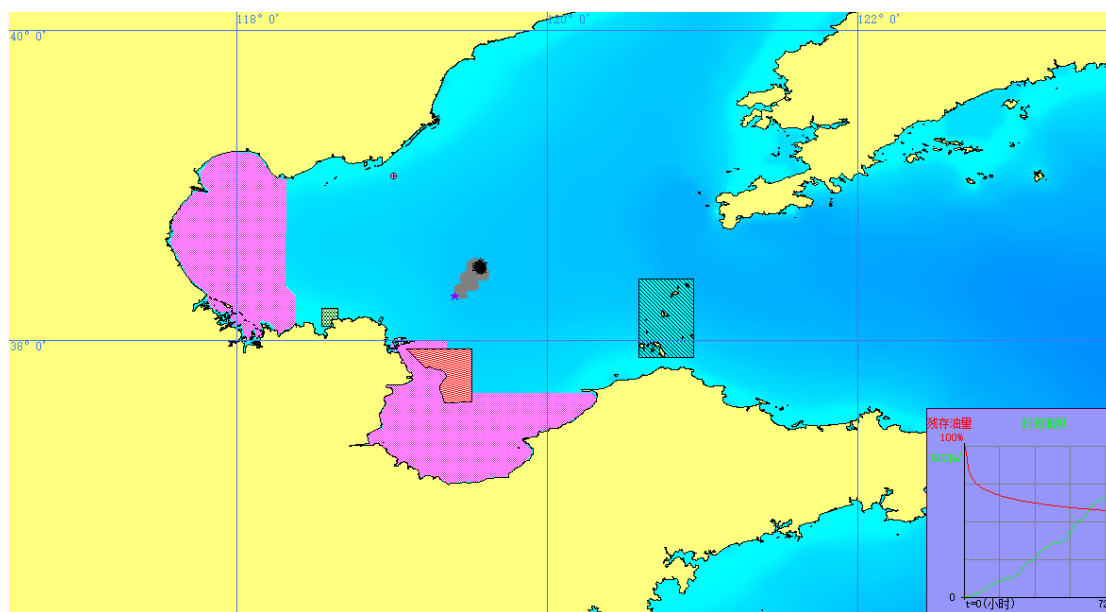


图 7.4-8 溢油预测点 2SSW 风向涨潮油膜漂移轨迹图

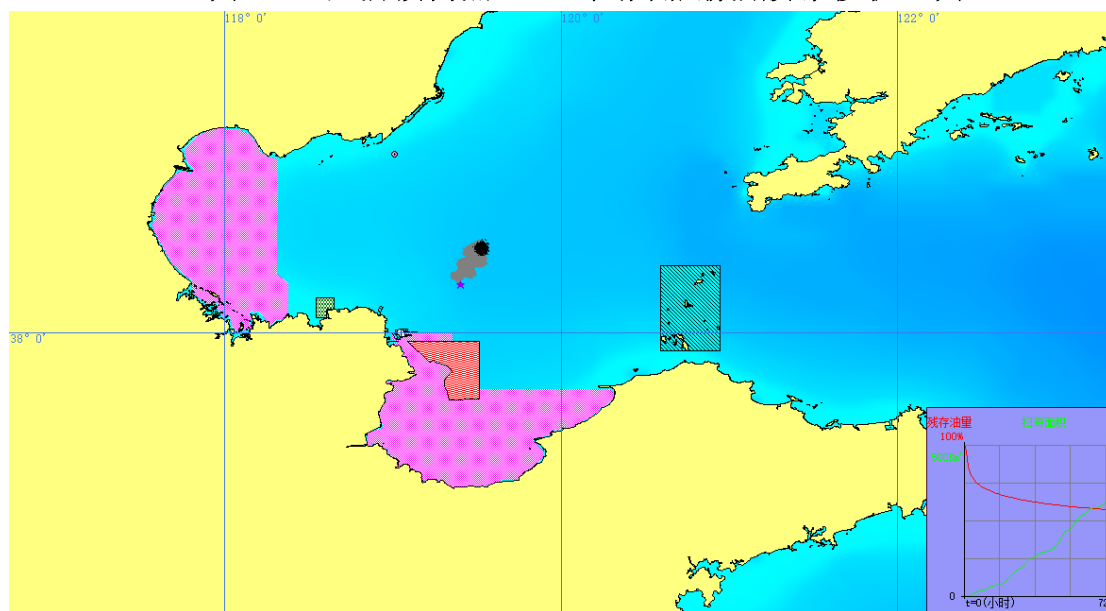


图 7.4-9 溢油预测点 2SSW 风向落潮油膜漂移轨迹图

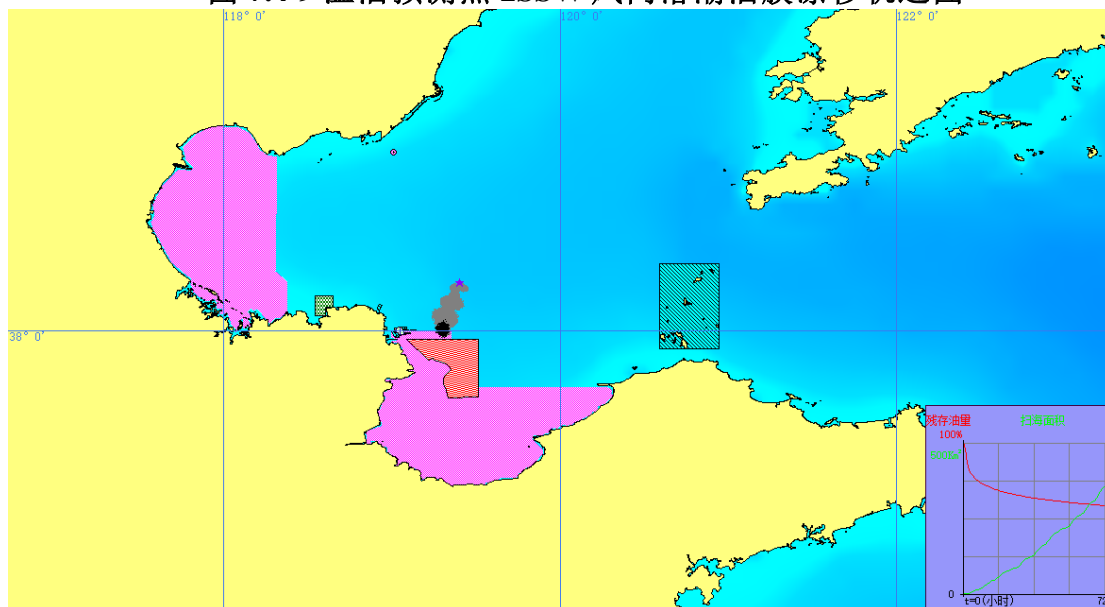


图 7.4-10 溢油预测点 2NNE 风向涨潮油膜漂移轨迹图

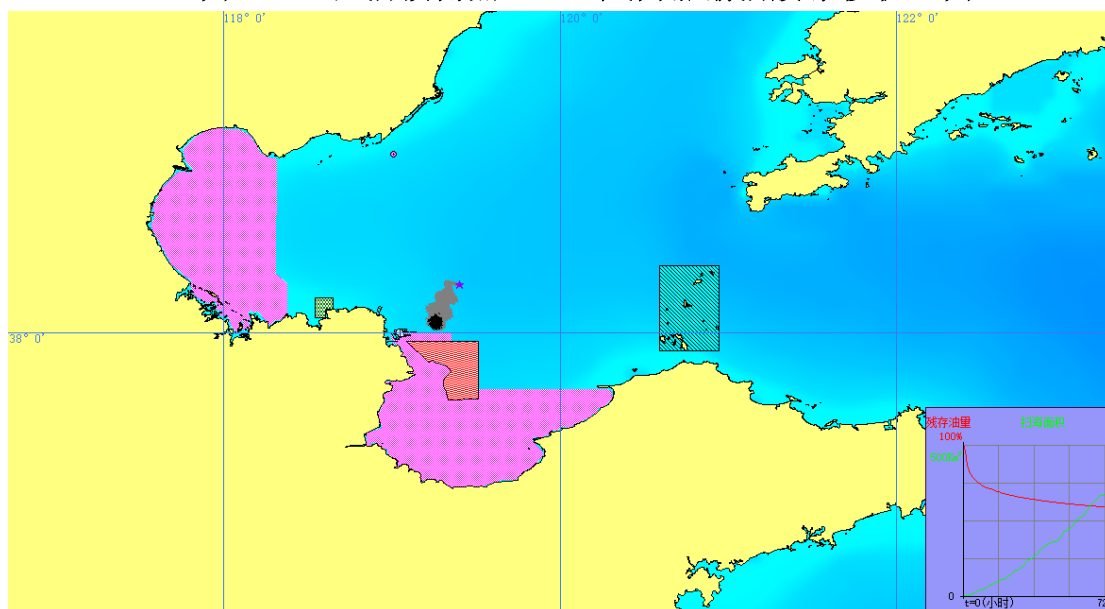


图 7.4-11 溢油预测点 2NNE 风向落潮油膜漂移轨迹图

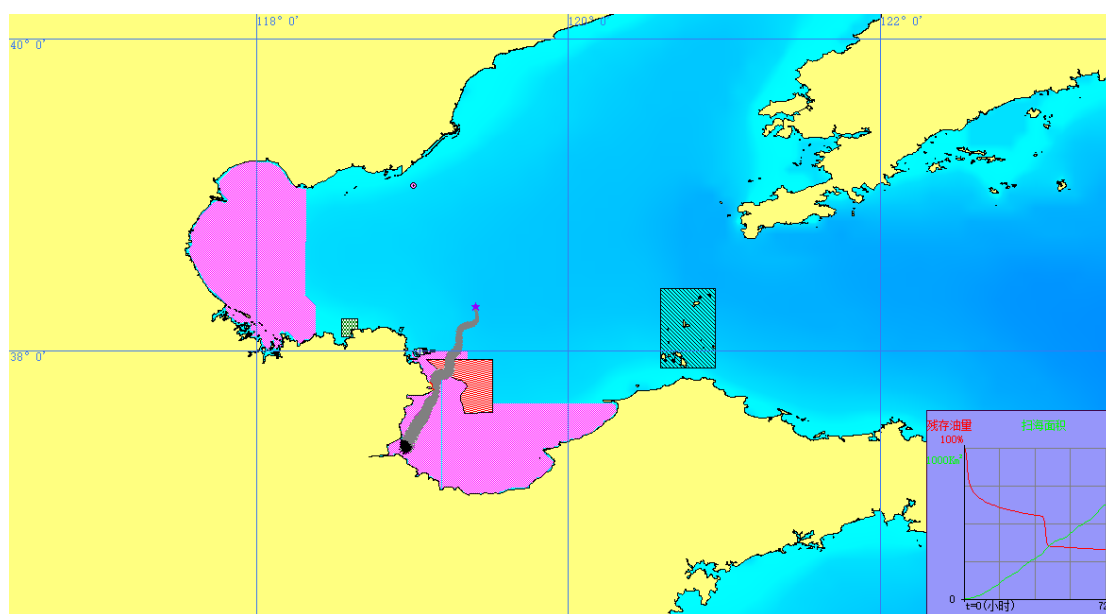


图 7.4-12 溢油预测点 2 不利风况涨潮油膜漂移轨迹图

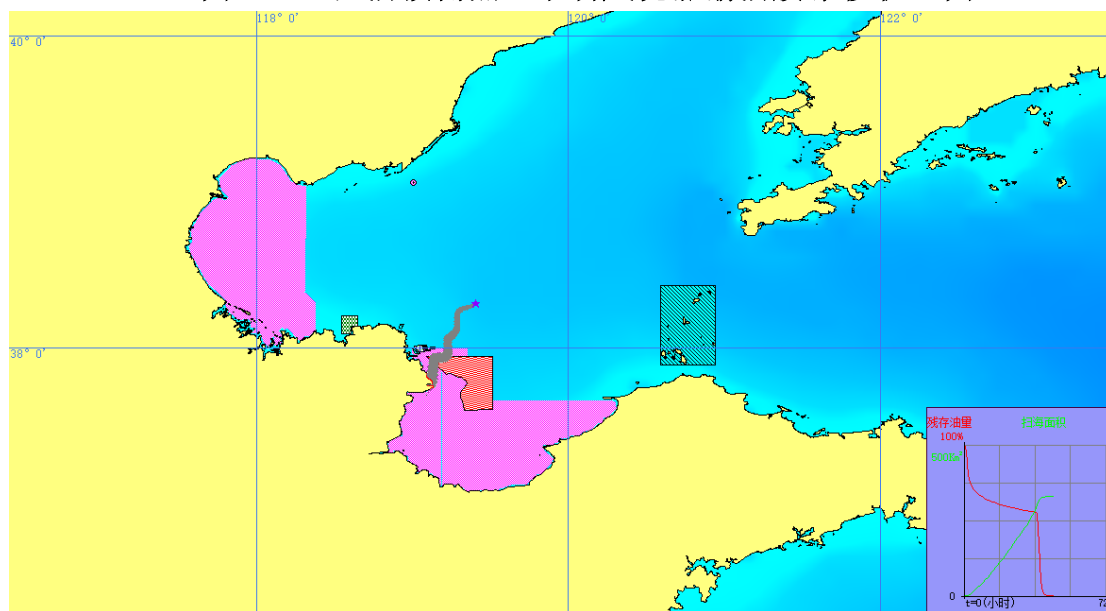


图 7.4-13 溢油预测点 2 不利风况落潮油膜漂移轨迹图

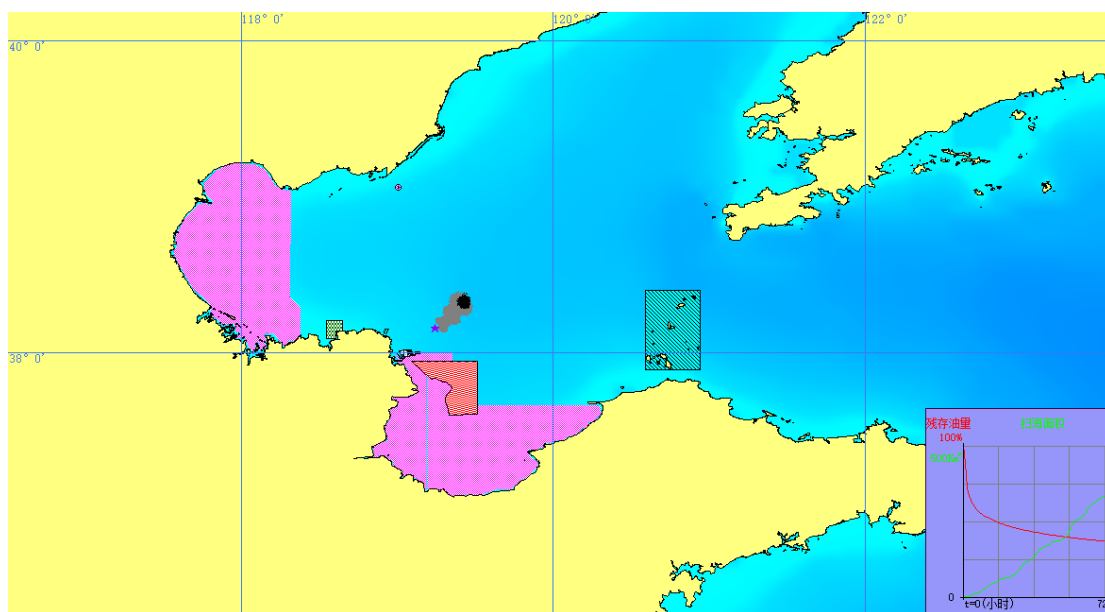


图 7.4-14 溢油预测点 3SSW 风向涨潮油膜漂移轨迹图

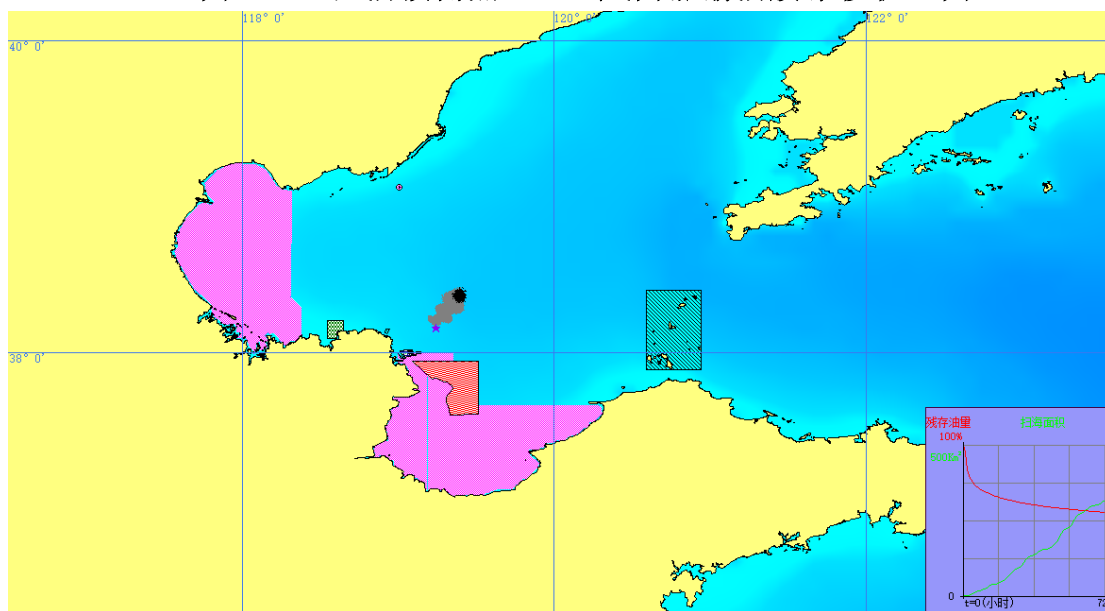


图 7.4-15 溢油预测点 3SSW 风向落潮油膜漂移轨迹图

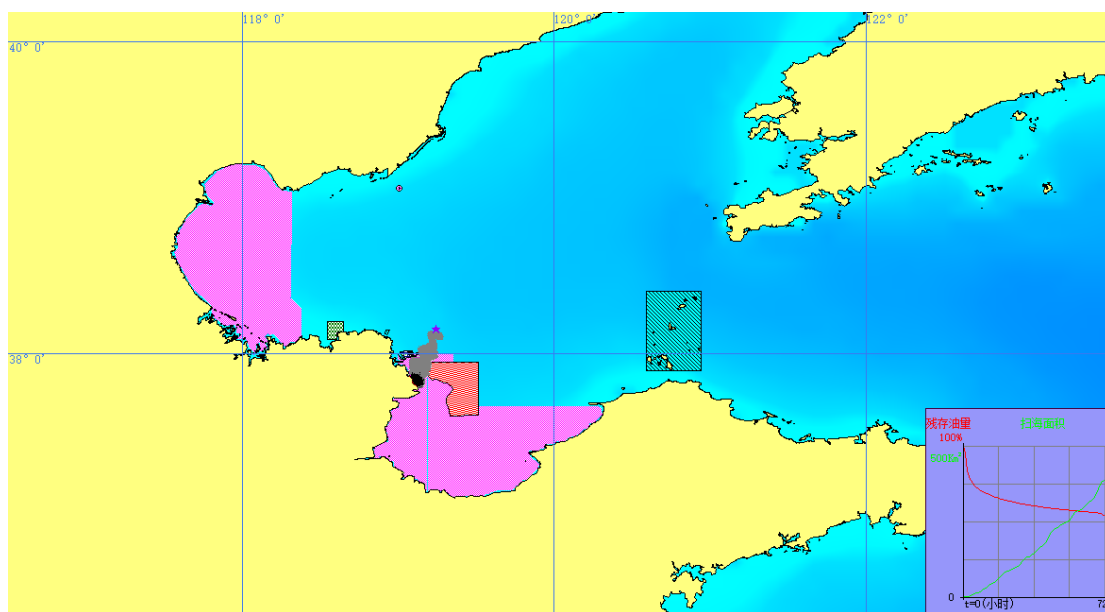


图 7.4-16 溢油预测点 3NNE 风向涨潮油膜漂移轨迹图

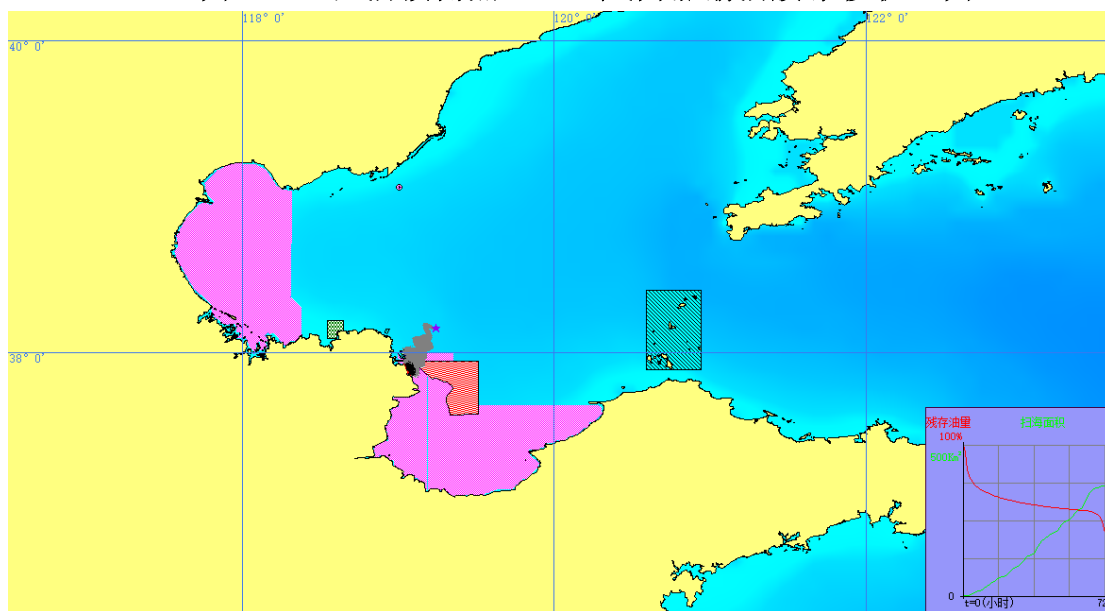


图 7.4-17 溢油预测点 3NNE 风向落潮油膜漂移轨迹图

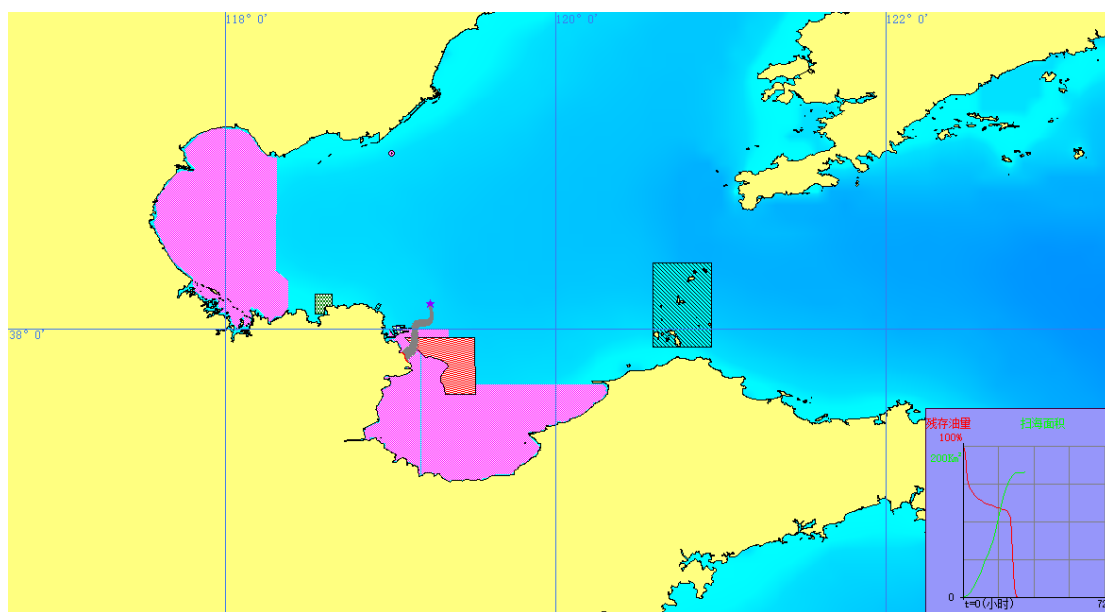


图 7.4-18 溢油预测点 3 不利风况涨潮油膜漂移轨迹图

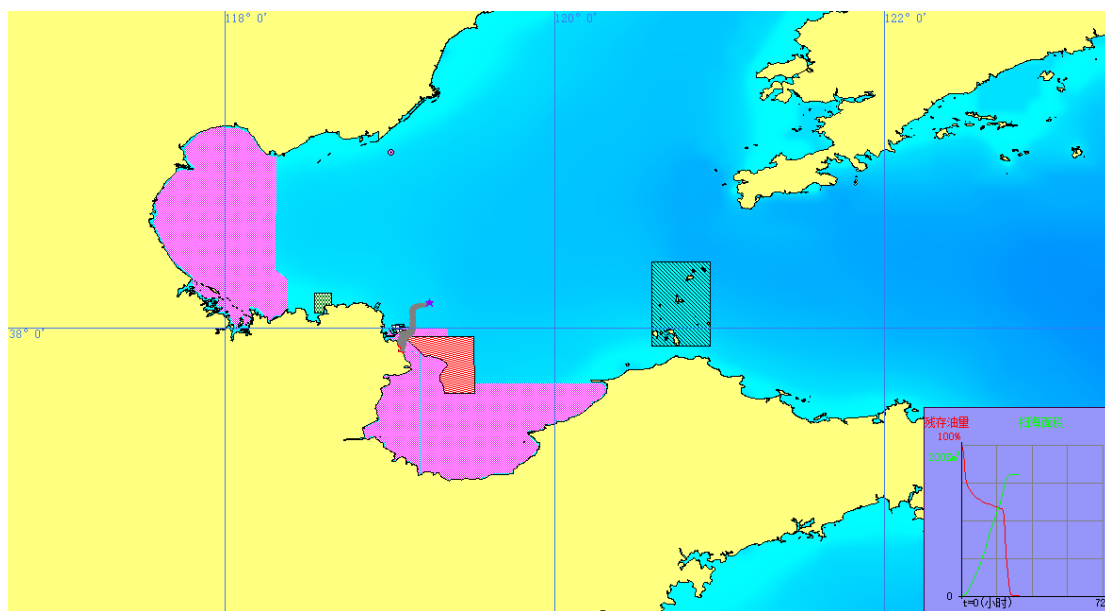


图 7.4-19 溢油预测点 3 不利风况落潮油膜漂移轨迹图

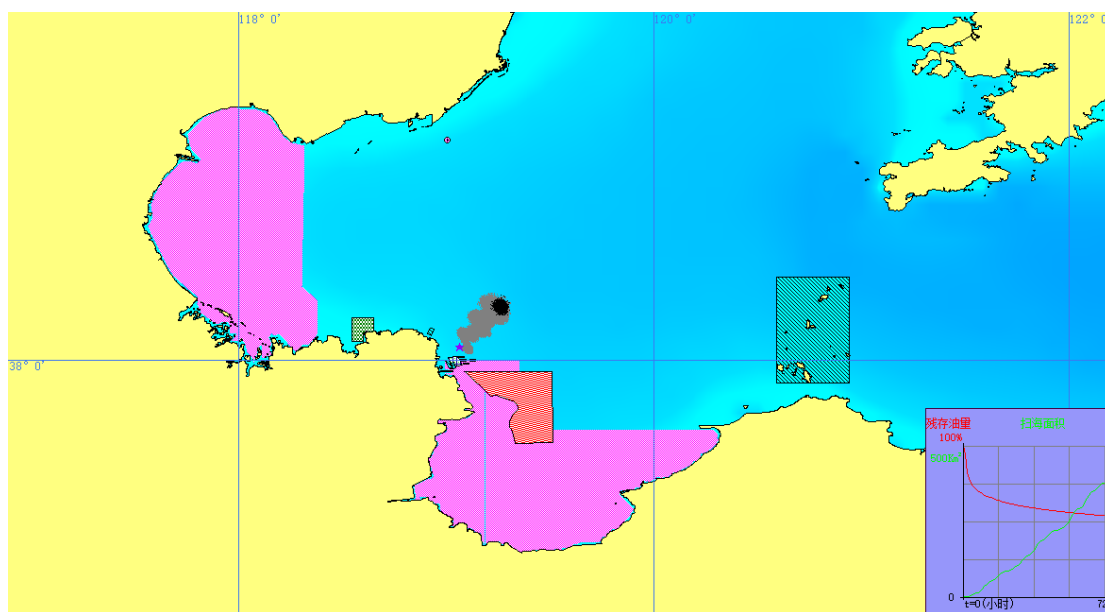


图 7.4-20 溢油预测点 4SSW 风向涨潮油膜漂移轨迹图

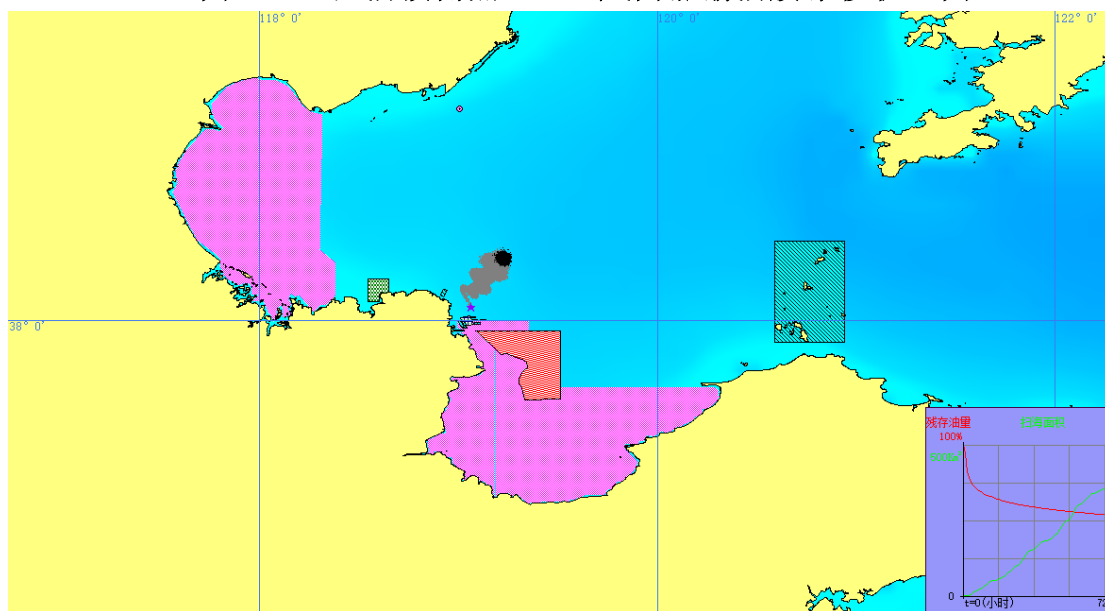


图 7.4-21 溢油预测点 4SSW 风向落潮油膜漂移轨迹图

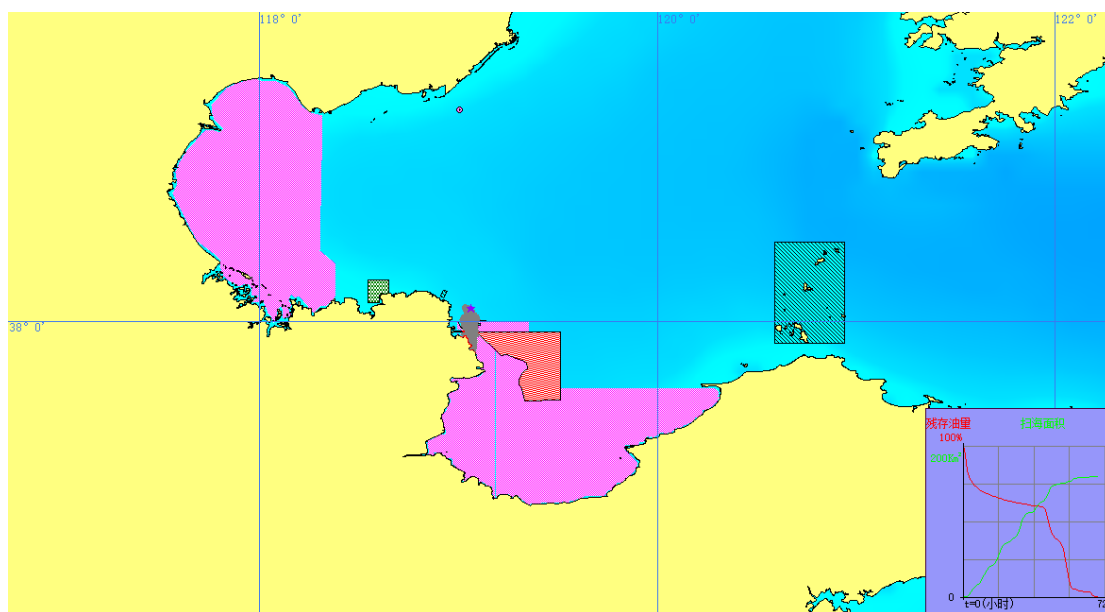


图 7.4-22 溢油预测点 4N 风向涨潮油膜漂移轨迹图

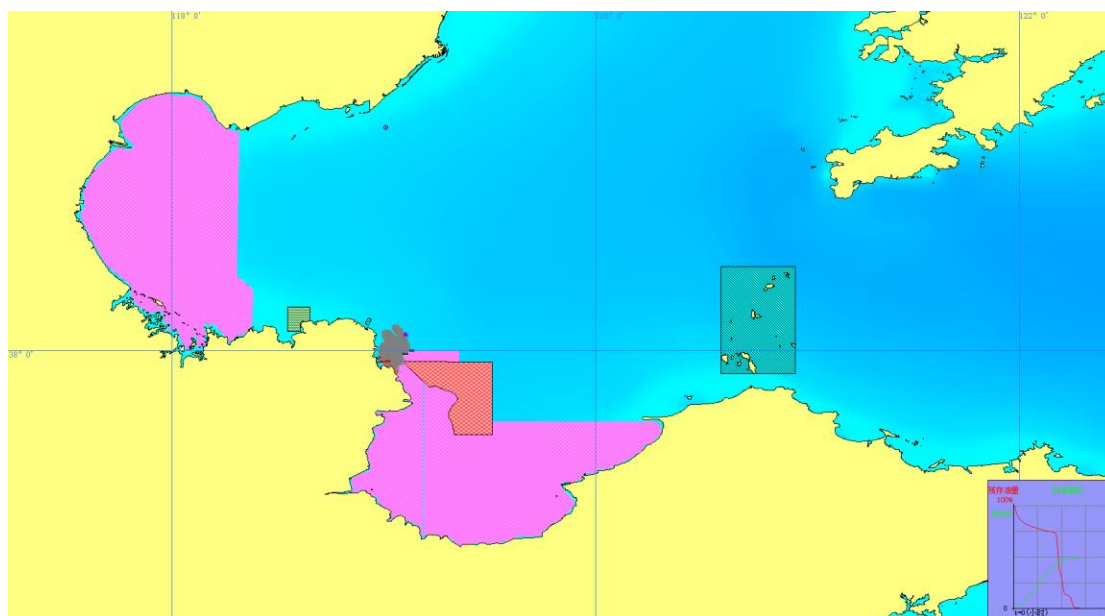


图 7.4-23 溢油预测点 4N 风向落潮油膜漂移轨迹图

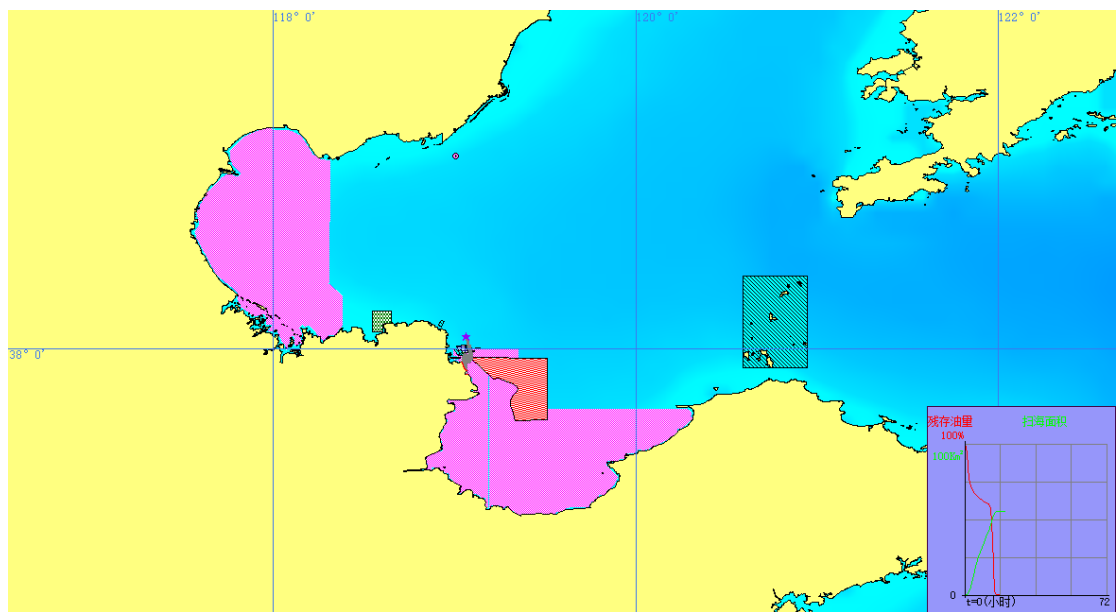


图 7.4-24 溢油预测点 4 不利风况涨潮油膜漂移轨迹图

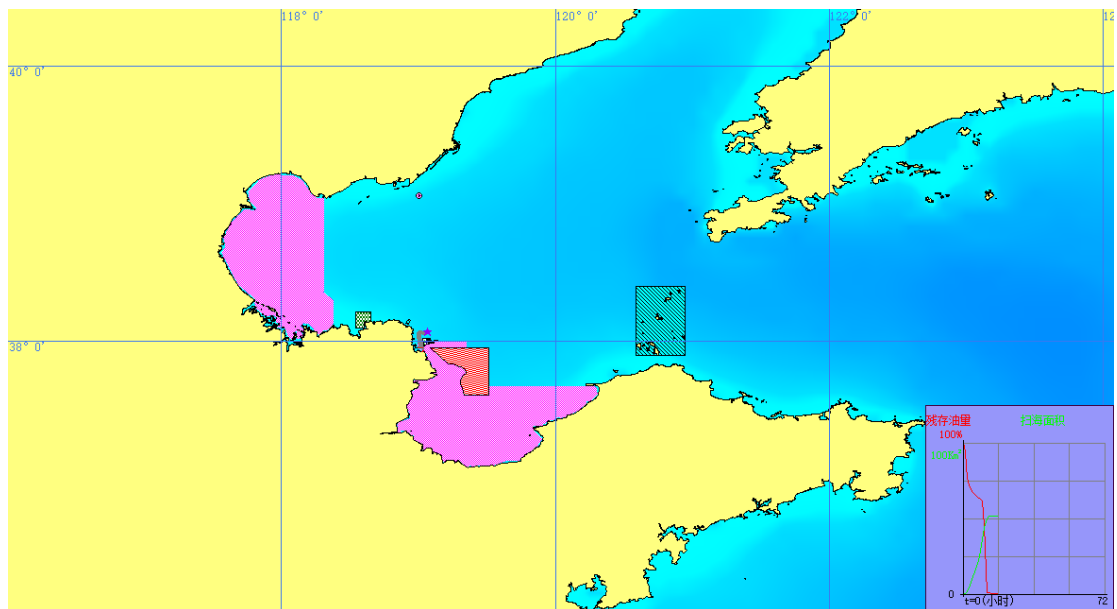


图 7.4-25 溢油预测点 4 不利风况落潮油膜漂移轨迹图

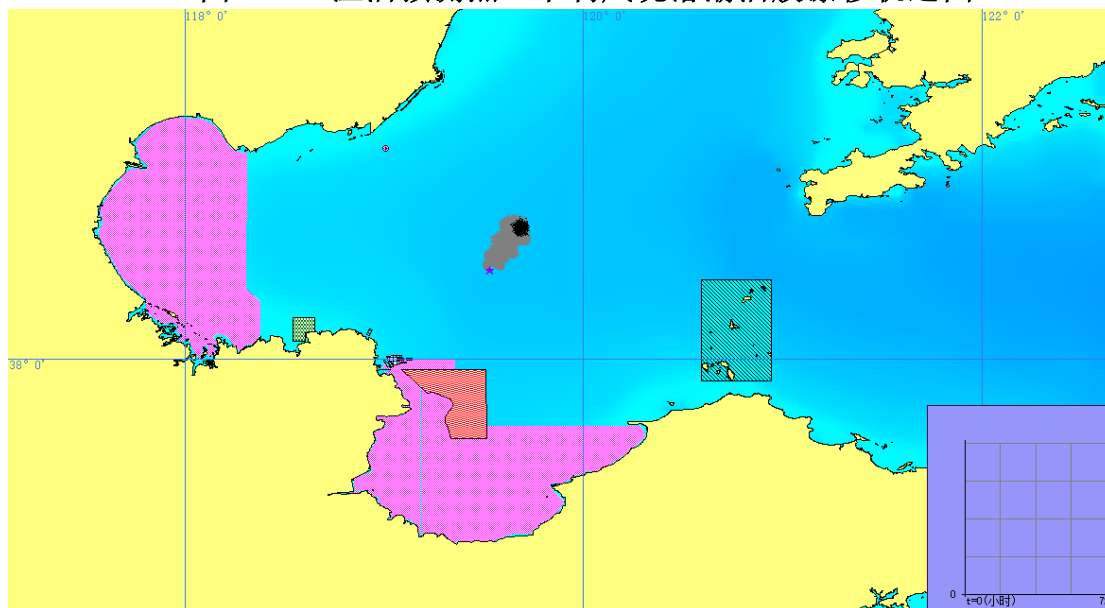


图 7.4-26 溢油预测点 5SSW 风向涨潮油膜漂移轨迹图

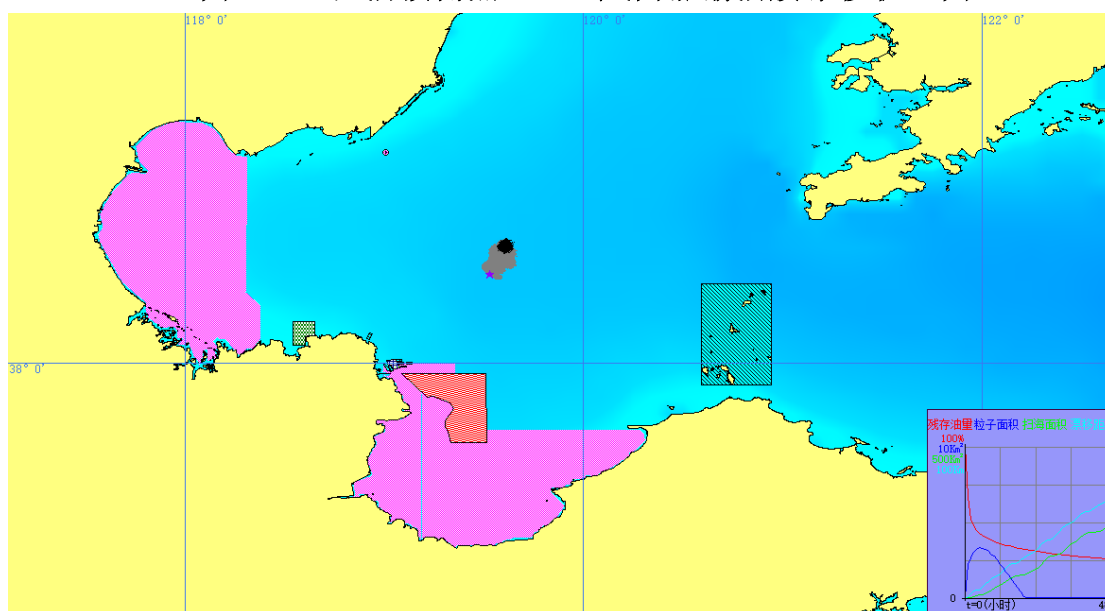


图 7.4-27 溢油预测点 5SSW 风向落潮油膜漂移轨迹图

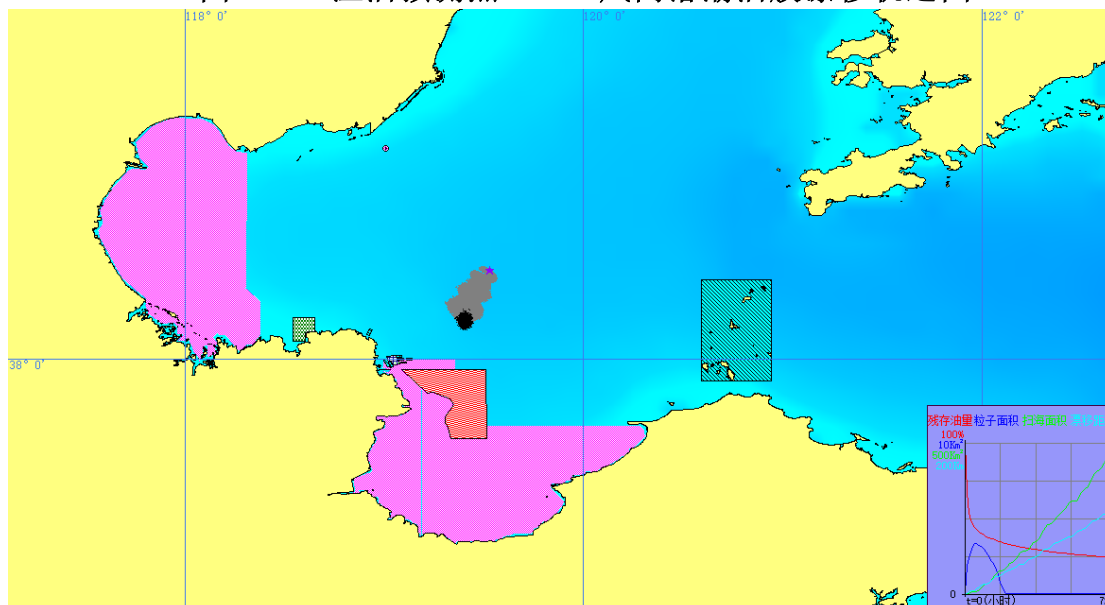


图 7.4-28 溢油预测点 5NNE 风向涨潮油膜漂移轨迹图

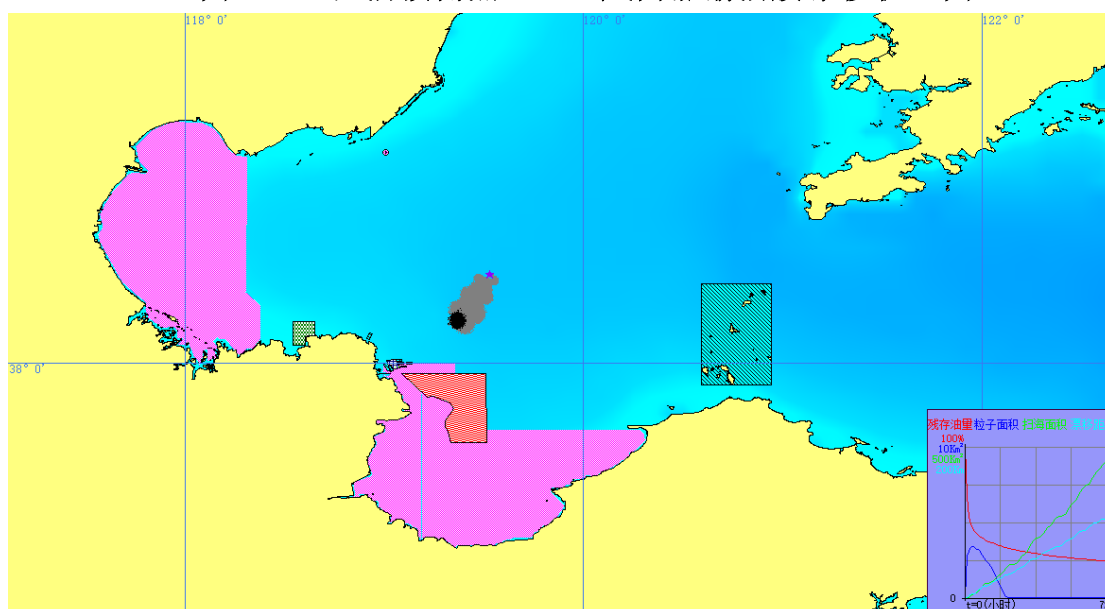


图 7.4-29 溢油预测点 5NNE 风向落潮油膜漂移轨迹图

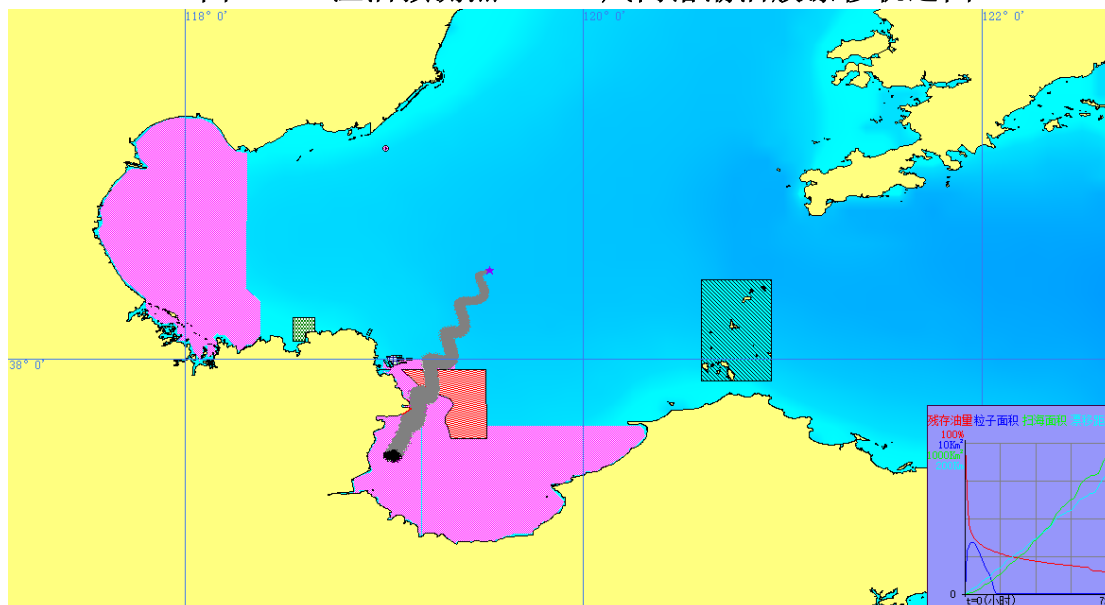


图 7.4-30 溢油预测点 5 不利风况涨潮油膜漂移轨迹图

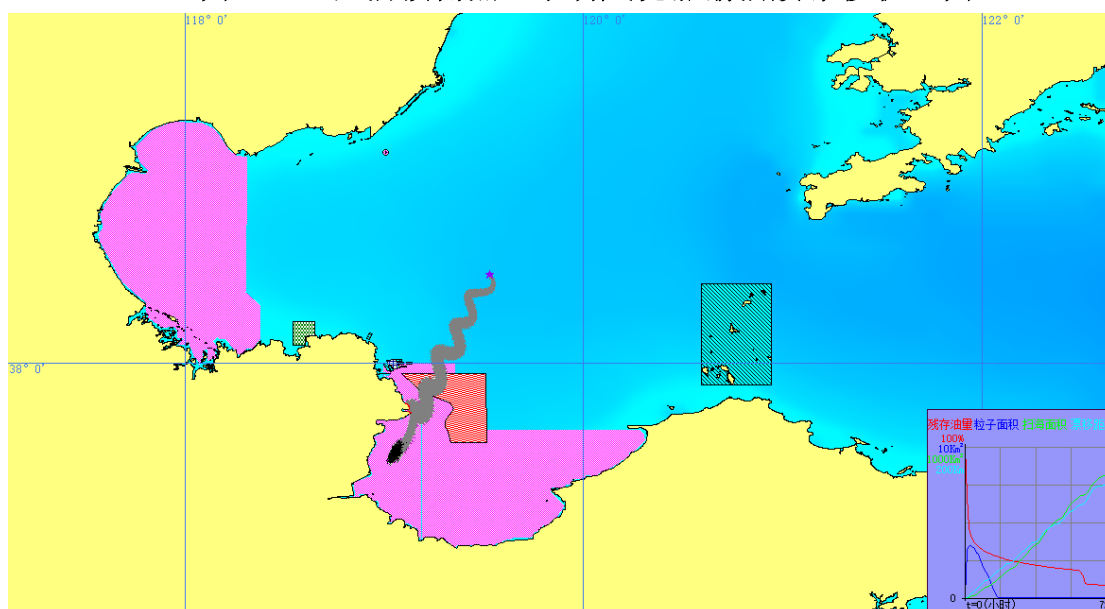


图 7.4-31 溢油预测点 5 不利风况落潮油膜漂移轨迹图

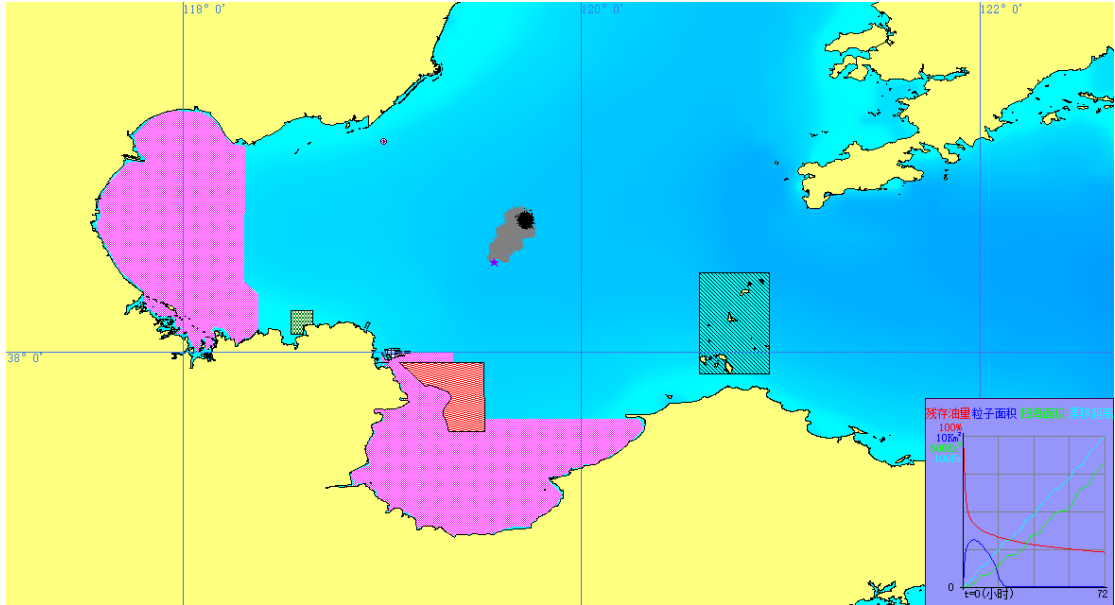


图 7.4-32 溢油预测点 6SSW 风向涨潮油膜漂移轨迹图

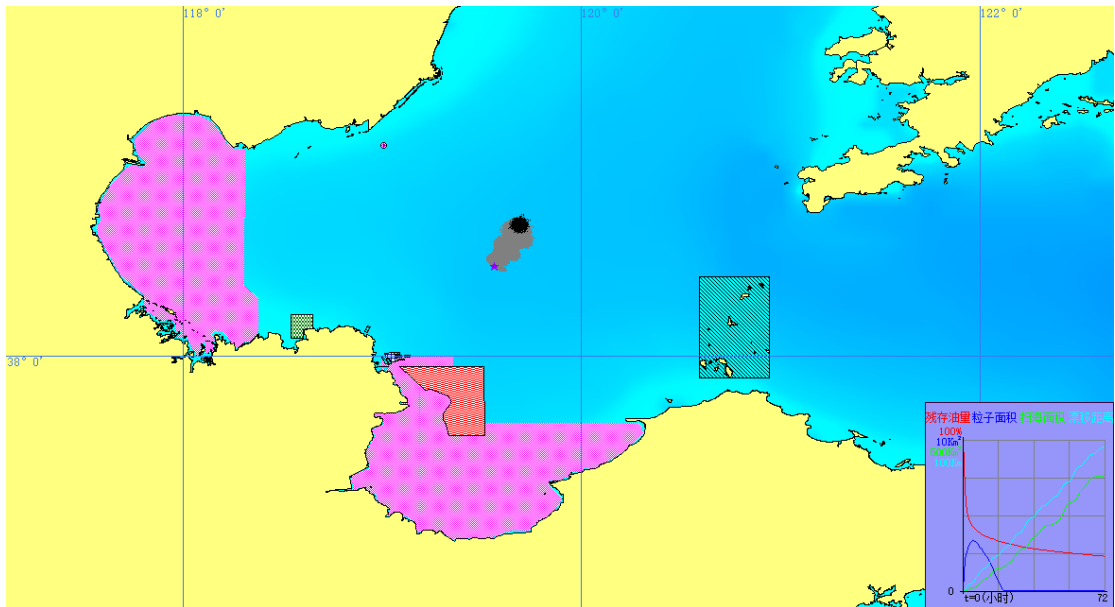


图 7.4-33 溢油预测点 6SSW 风向落潮油膜漂移轨迹图

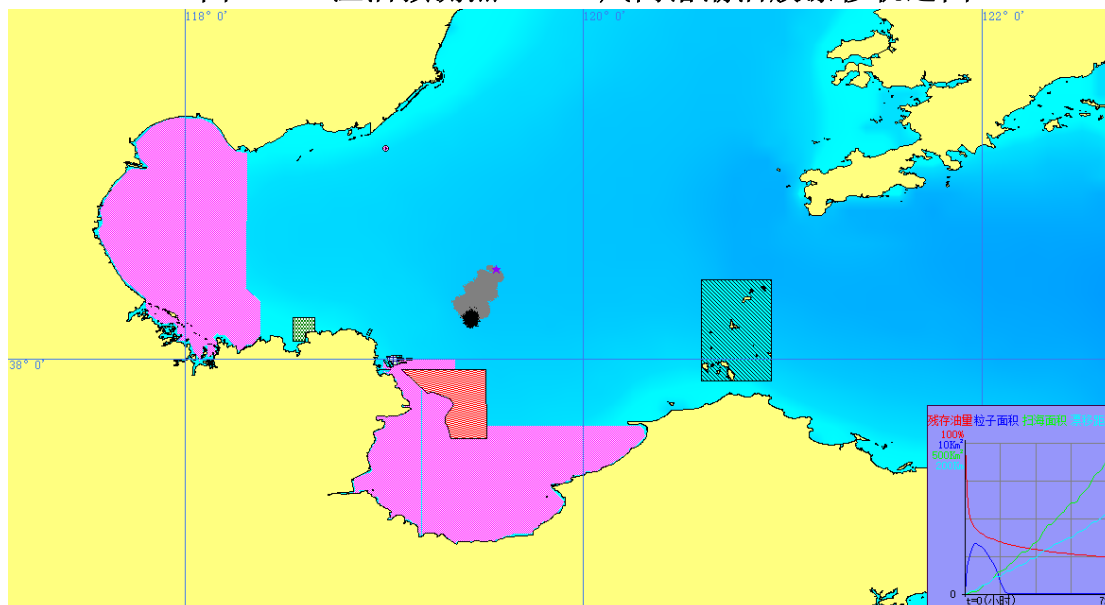


图 7.4-34 溢油预测点 6NNE 风向涨潮油膜漂移轨迹图

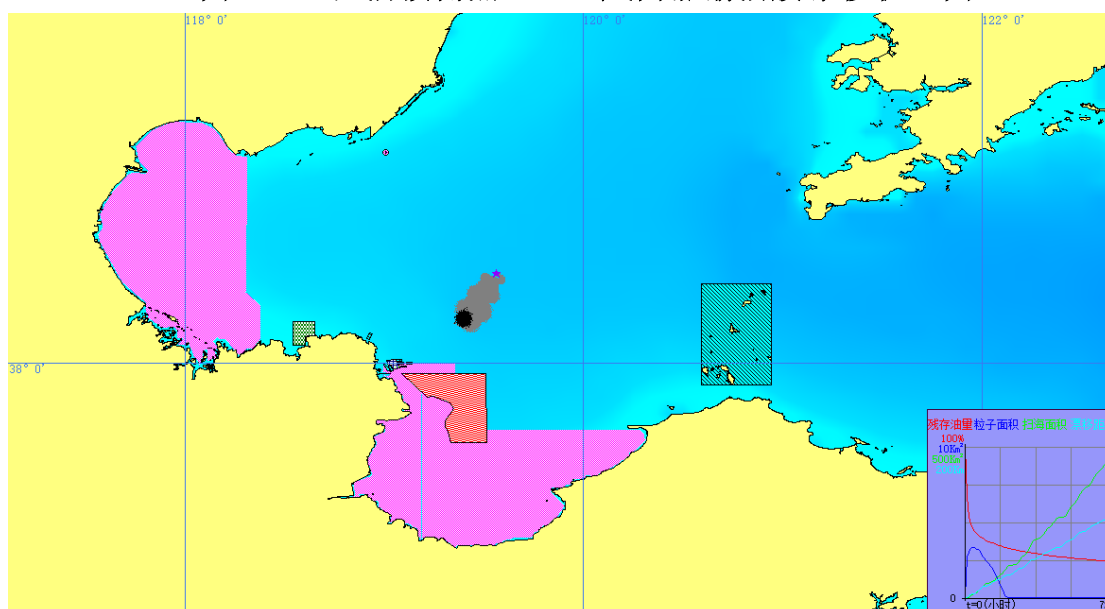


图 7.4-35 溢油预测点 6NNE 风向落潮油膜漂移轨迹图

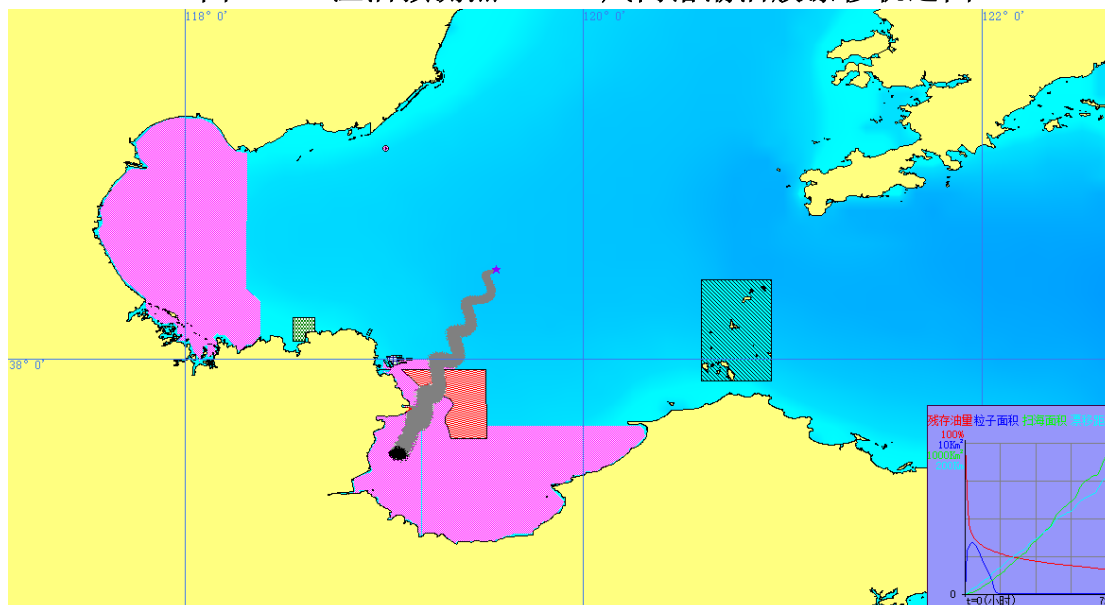


图 7.4-36 溢油预测点 6 不利风况涨潮油膜漂移轨迹图

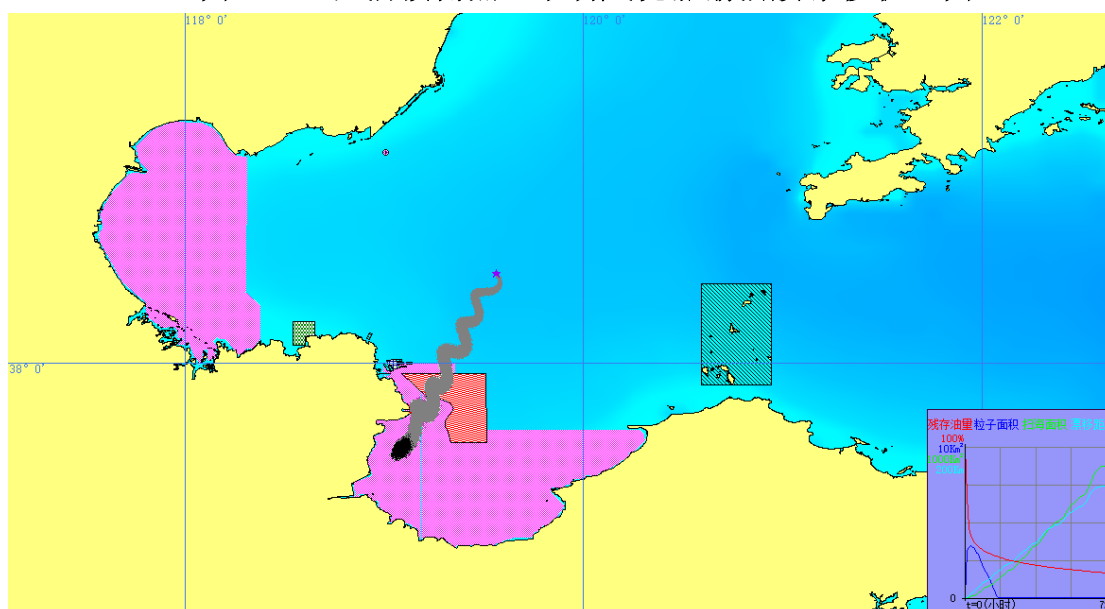


图 7.4-37 溢油预测点 6 不利风况落潮油膜漂移轨迹图

表 7.4-2 各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间和残油量

工况	典型风向	风速	初始溢油时刻	72h 扫海面积 (km ²)	72h 漂移距离 (km)	首次抵岸点的时间 (h)，残油量 (%)	72h 残存油量 (%)
1	夏季风向 SSW	4.1	涨潮	438.9	96.5	-	71.8
2			落潮	466.8	100.1	-	71.8
3	冬季风向 NNE	3.2	涨潮	558.8	108.1	-	71.8
4			落潮	543.8	108.5	-	71.8
5	不利风向 NNE	17.1	涨潮	898.0	149.2	-	66.4
6			落潮	918.5	153.2	-	66.4
7	夏季风向 SSW	4.1	涨潮	326.2	70.4	-	57.3
8			落潮	301.8	69.3	-	57.3
9	冬季风向 NNE	3.2	涨潮	349.2	73.5	-	58.6
10			落潮	333.7	72.9	-	59.0
11	不利风向 NNE	17.1	涨潮	614.4	116.1	39, 54.3	32.8
12			落潮	330.9	75.9	37, 54.6	0.0
13	夏季风向 SSW	4.1	涨潮	329.4	72.7	-	37.0
14			落潮	310.5	72.9	-	55.5
15	冬季风向 NNE	3.2	涨潮	383.1	77.6	68, 55.7	54.6
16			落潮	362.9	79.7	63, 56.3	48.9
17	不利风向 NNE	17.1	涨潮	164.8	50.9	47, 56.8	0.0
18			落潮	160.5	46.5	46, 57.6	0.1
19	夏季风向 SSW	4.1	涨潮	375.1	82.1	-	53.9
20			落潮	352.1	84.3	-	53.9

工况	典型风向	风速	初始溢油时刻	72h 扫海面积 (km ²)	72h 漂移距离 (km)	首次抵岸点的时间 (h)，残油量 (%)	72h 残存油量 (%)
21	冬季风向 NNE	3.2	涨潮	158.9	72.1	40, 59.6	0.1
22			落潮	157.9	59.4	37, 61.0	0.2
23	不利风向 N	17.1	涨潮	55.5	29.8	11, 60.3	0.0
24			落潮	51.7	23.6	10, 45.4	0.0
25	夏季风向 SSW	4.1	涨潮	404.7	98.5	-	23.2
26			落潮	426.0	101.2	-	26.1
27	冬季风向 NNE	3.2	涨潮	432.3	105.7	-	24.6
28			落潮	446.2	104.9	-	24.6
29	不利风向 NNE	17.1	涨潮	884.9	154.0	55, 18.1	14.9
30			落潮	807.6	148.8	56, 18.4	8.6
31	夏季风向 SSW	4.1	涨潮	404.3	98.0	-	23.2
32			落潮	380.9	95.0	-	23.2
33	冬季风向 NNE	3.2	涨潮	425.8	103.9	-	24.6
34			落潮	438.4	103.1	-	24.6
35	不利风向 NNE	17.1	涨潮	893.3	152.1	-	16.5
36			落潮	875.0	148.0	-	16.7

对于本工程溢油事故而言，环境敏感区主要包括山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾核心区、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区、黄河三角洲国家级自然保护区、山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区等，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，在项目建设和生产运营过程中，应加强管理，杜绝事故的发生。本项目需配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，使溢油在抵达附近环境敏感区域之前得以有效控制、回收。

本项目可能影响到的敏感目标见表 7.4-3。抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区的最短时间为 3 小时，抵达黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区的最短时间为 6 小时，抵达山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区的最短时间为 4 小时，抵达黄河三角洲国家级自然保护区的最短时间为 9 小时，抵达山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区的最短时间为 3 小时。

表 7.4-3 溢油对周围敏感目标的影响汇总

敏感目标	不利条件	到达时间 (h)	残余油量 (%)
辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区	溢油点 4 不利风况/低潮	3	86.2
黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区	溢油点 4 不利风况/低潮	6	80.5
山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	溢油点 4 不利风况/低潮	4	83.7
黄河三角洲国家级自然保护区	溢油点 4 不利风况/低潮	9	35
山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区	溢油点 4 不利风况/低潮	3	86.2

7.4.4.2 随机事故模拟分析

本节按照《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，采用典随机情景模拟统计方法，预测项目溢油事故对周围环境保护目标的污染概率、最短到达时间等危害后果。

(1) 随机模拟分析

随机模拟对溢油事故进行近三年共 300 个不同情景的漂移扩散轨迹模拟计算，每次事故情景发生时间不确定，随机选取过去三年中的任一时刻。随机情景模拟的逐时风速和风向条件取自项目附近的东营港气象站 2015~2017 年的实测

历史数据；水动力条件通过循环读取上述潮流数值模型含大、中、小潮的 30d 计算结果的方式获得。随机选取任意时刻作为事故发生时间，用相对应的模拟流场和实测风场为驱动，进行溢油事故模拟，预测时长为 72h。

对船舶碰撞及管线溢油点，共计 4 个事故预测点分别进行溢油随机情景模拟计算和统计分析，各溢油事故点对周围各环境敏感保护目标的污染概率和最短到达时间预测结果分别见图 7.4-38~图 7.4-45，统计分析结果汇总于表 7.4-4。

表 7.4-4 各溢油预测点对环境保护目标污染概率和最短到达时间汇总

序号	类别	环境保护目标名称	污染概率（%）				油膜到达最短时间（h）			
			点 1	点 2	点 3	点 4	点 1	点 2	点 3	点 4
1	养殖区	仙河镇海星村浅海贝类开放式养殖区	-	25	1	-	-	7	40	-
2		海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区（含三、四、五分场）	-	40	2	-	-	4	36	-
3	国家级水产种质资源保护区	黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区（含核心区、实验区）	-	55	3	-	-	3	25	-
4		渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）	1	50	15	3	-	4	20	36
5		渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾）	-	-	-	-	-	-	-	-
6		黄河口半滑舌鲷水产种质保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
7	国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	-	6	2	1	-	24	36	60
8		长岛国家级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
9	国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	1	12	10	2	69	20	30	50
10		东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
11		东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区	-	-	-	-	-	-	-	-

注：- 表示溢油污染概率<1%，到达时间>72h。

由模拟计算结果可知，由于距离较远，预测点 1 即单点附近航道交点的船舶重大溢油事故对各近岸环境保护目标的影响较小，72h 的溢油污染概率均不超过 1%；管道事故中距离陆地最近的预测点 2 的溢油事故影响相对最大，对附近的

黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区、莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区和海星集团浅海贝类开放式养殖区的污染概率均超过了 40%，溢油最快 3-4 小时即可到达，因此近岸输油管段及其附近的敏感保护区是本项目重点防控区域。

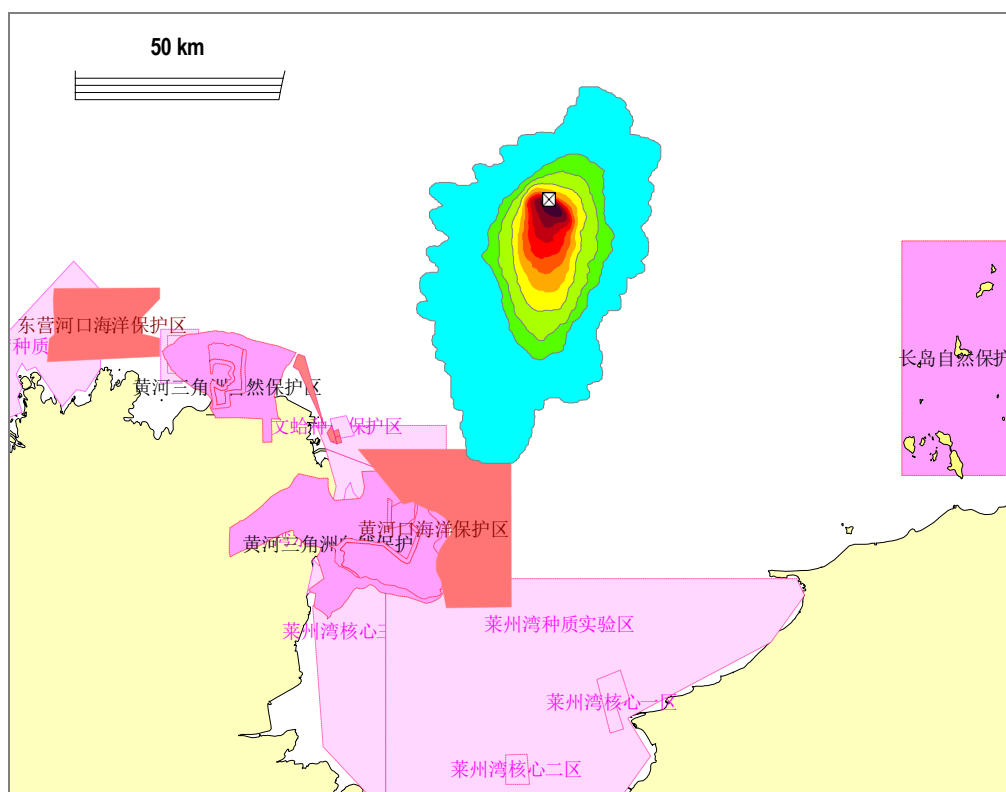


图 7.4-38 海面溢油污染概率（预测点 1）

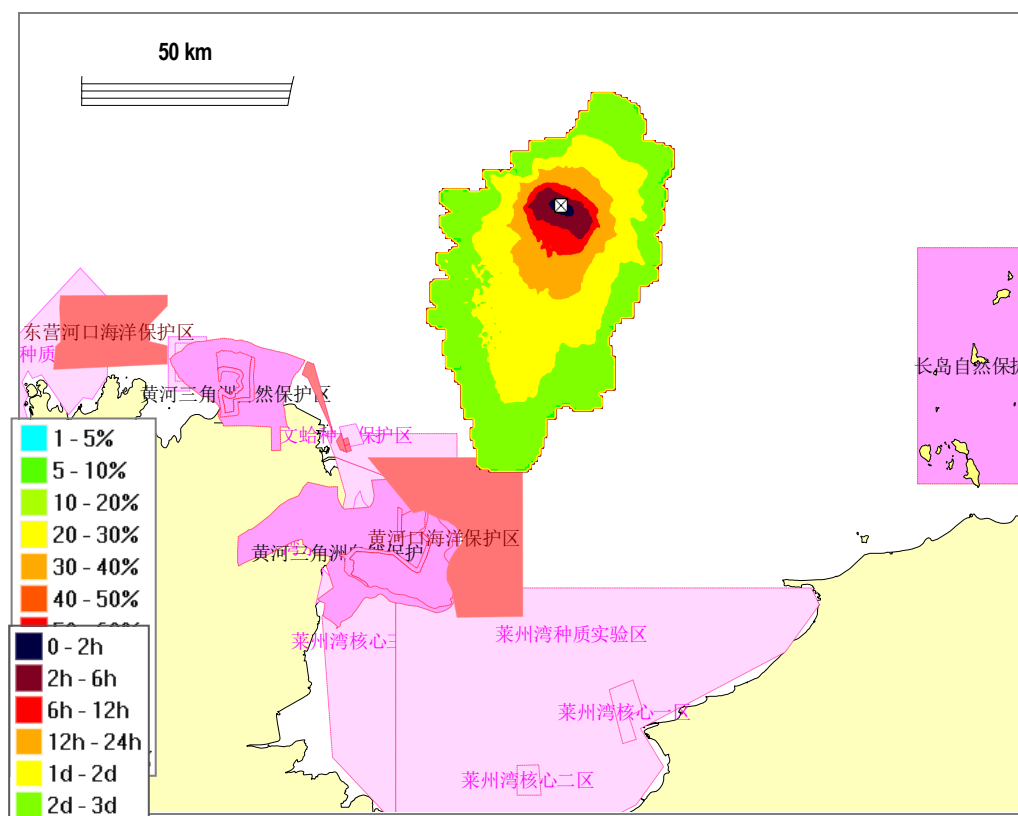


图 7.4-39 溢油最快到达时间（预测点 1）

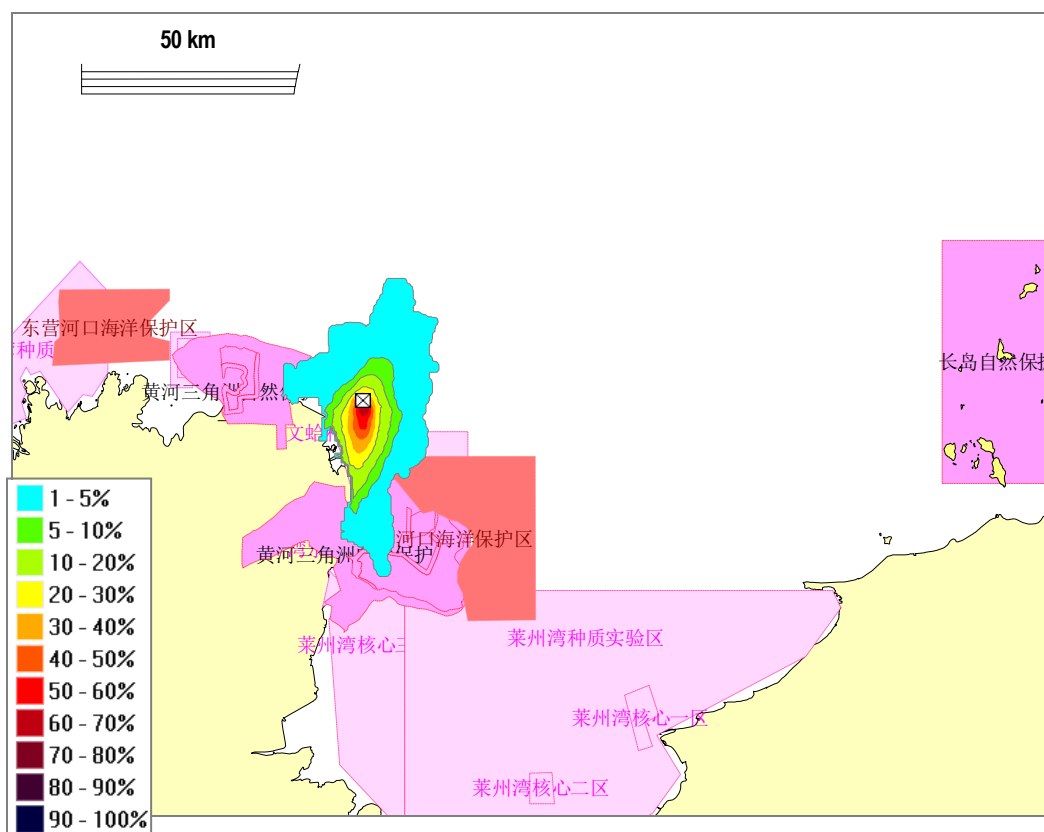


图 7.4-40 海面溢油污染概率（预测点 2）

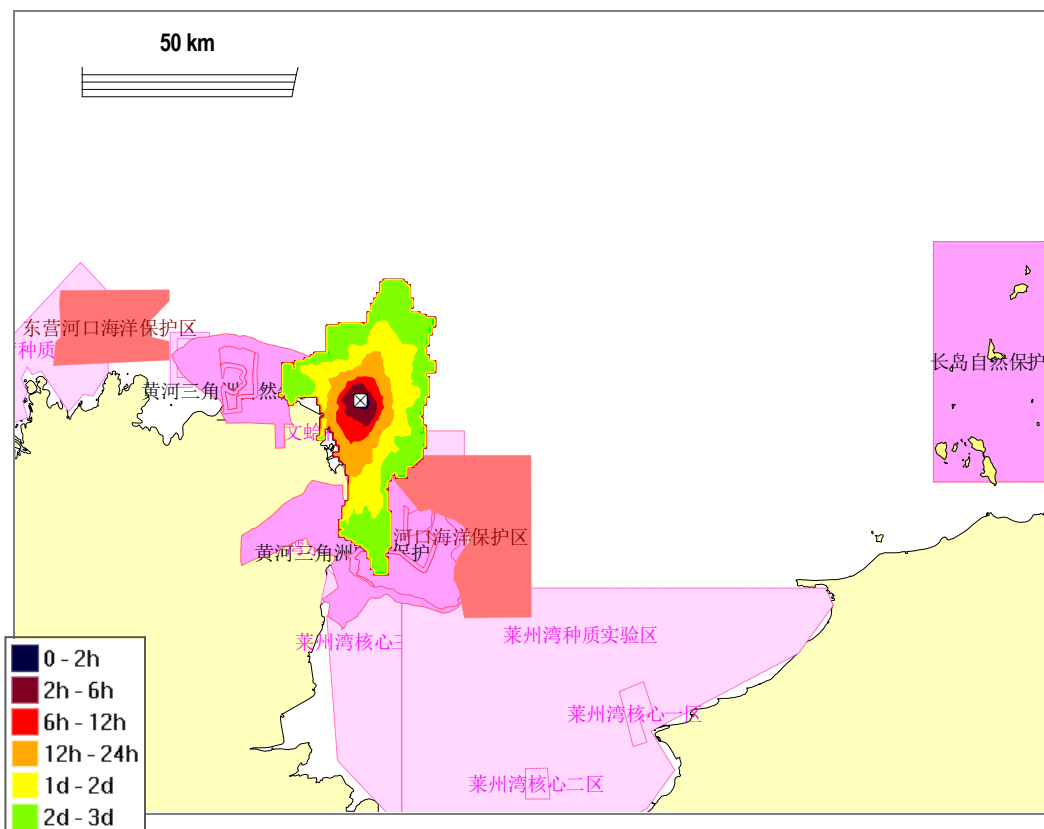


图 7.4-41 溢油最快到达时间（预测点 2）

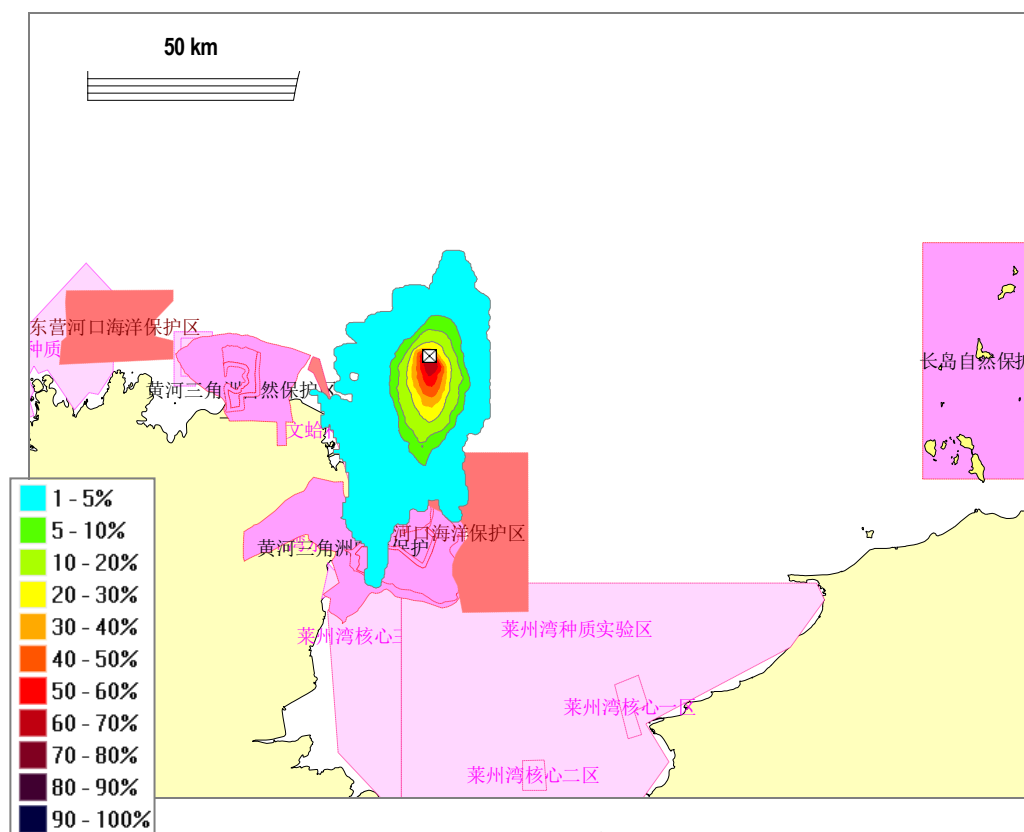


图 7.4-42 海面溢油污染概率（预测点 3）

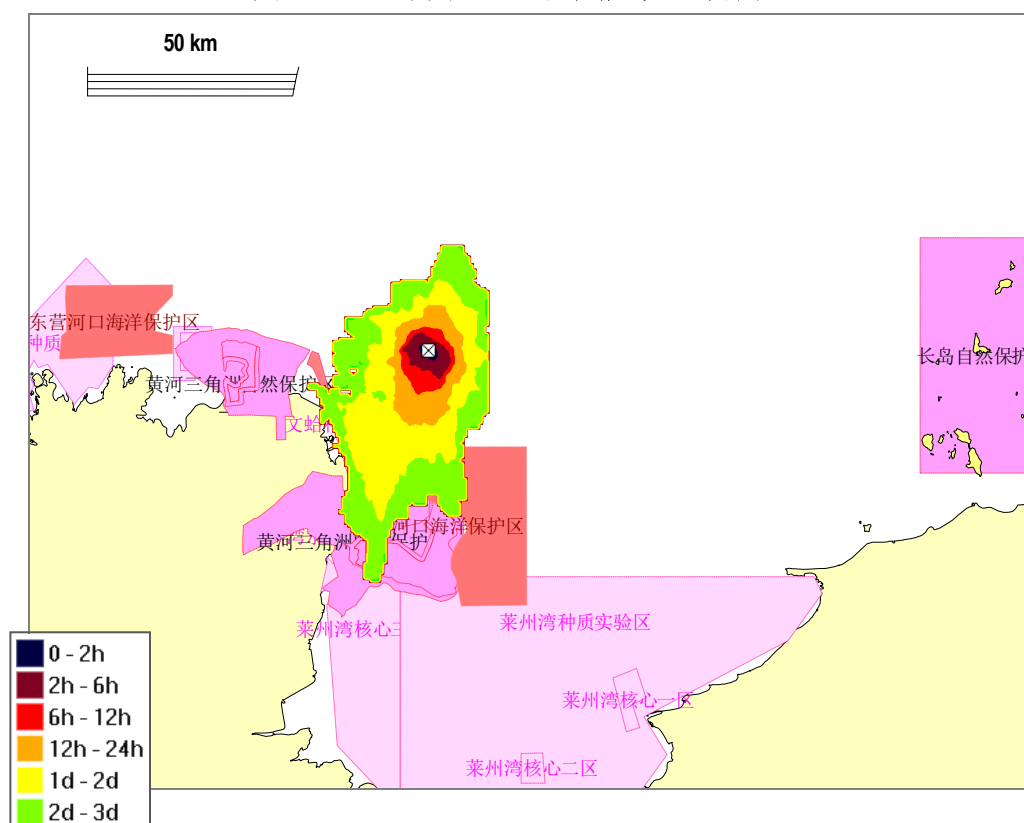


图 7.4-43 溢油最快到达时间（预测点 3）

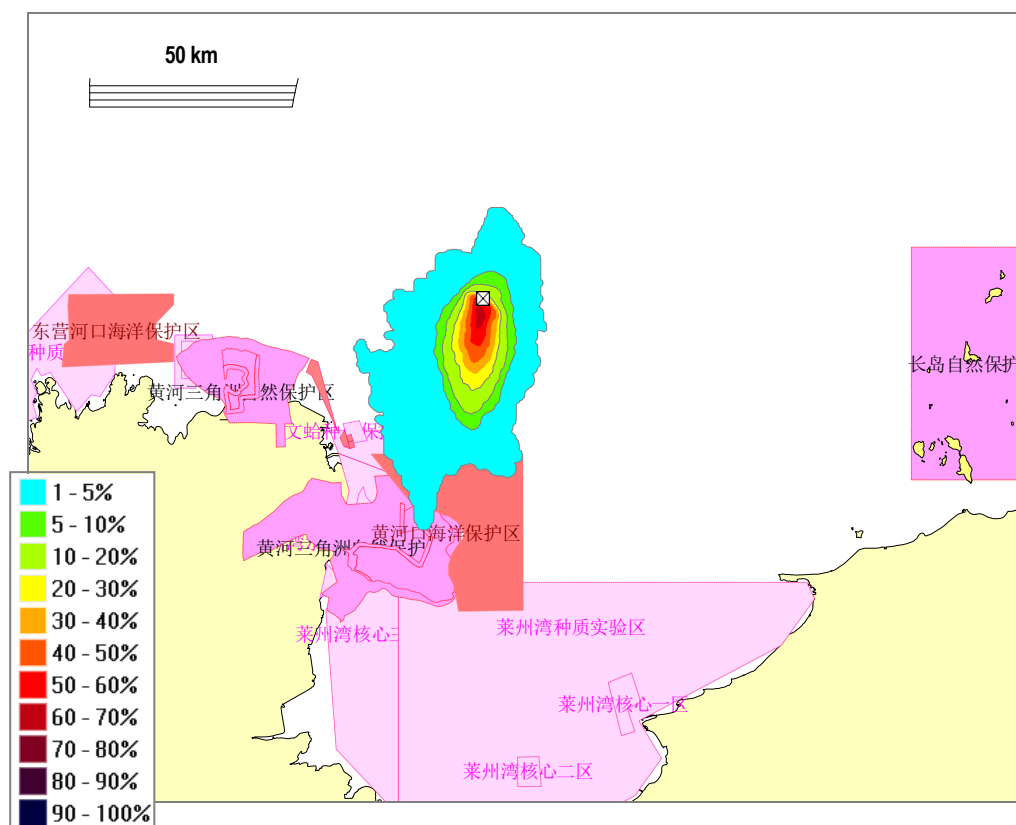


图 7.4-44 海面溢油污染概率（预测点 4）

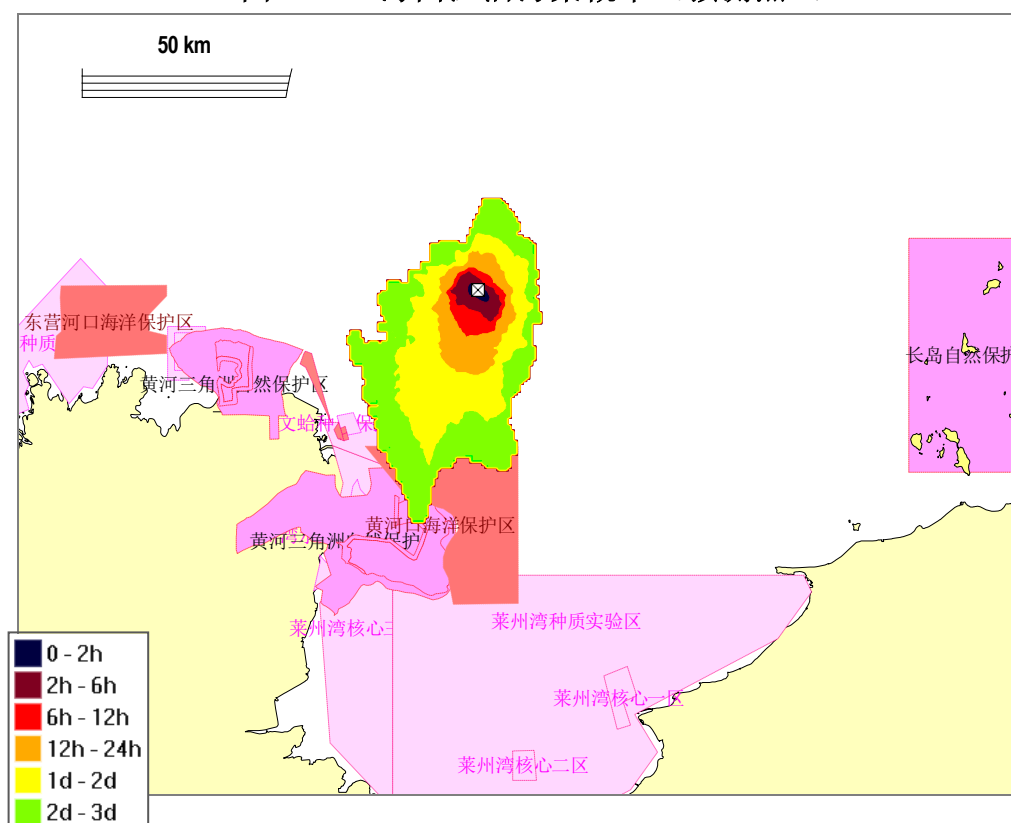


图 7.4-45 溢油最快到达时间（预测点 4）

7.4.5 溢油污染风险事故影响分析

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），溢出的原油主要受风的控制，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，或与水中国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 7.4-5 和 7.4-6 列举了油污染对一些海洋生物的影响情况。

表 7.4-5 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	<100 μ g/L	10
鲭鱼	50 μ g/L	1700
幼体和卵	0.1 μ g/L	1.25
浮游甲壳动物	5~50ppm	15~20
底栖甲壳动物	0.56mg/L	

表 7.4-6 石油产品对海洋生物的致死浓度

种类	石油产品种类	浓度 (ppm)	亚致死反应
普通小球藻	精制苯	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型浮游生活，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。

⑤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 9 a 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。

⑥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 LC_{50} 取 1mg/L、对浮游动物 48 小时 LC_{50} 取 0.05mg/L、对鱼类资源 24 小时 LC_{50} 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 7.4-7 燃料油对海洋生物的 LC_{50} 文献值 (mg/L)

品 名	浮游植物	浮游动物	底栖生物	鱼类
燃料油	1	0.05	15	25

根据交通部水运科学研究所的调查研究结果（图 7.4-46），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。

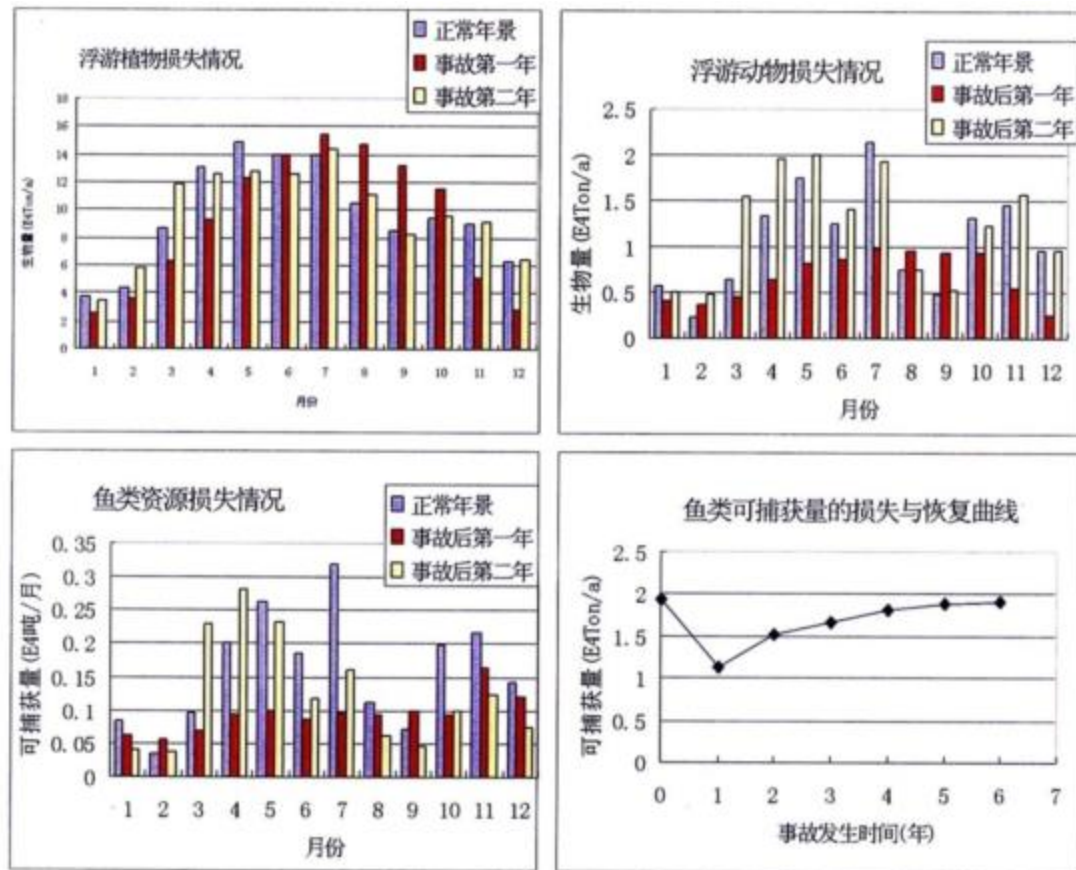


图 7.4-46 珠江口“3.24 重大溢油事故”海洋生物与渔业资源影响分析结果

(4) 事故溢油对敏感目标的影响分析

根据预测结果，溢油事故发生后，将对项目周边的养殖区、水产种质资源保护区及海洋保护区造成影响。

1) 溢油事故对项目附近养殖区的影响

根据预测结果，溢油事故发生后 3 小时后即将抵达项目最近的养殖区，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，还将影响养殖水生生物的生长发育，造成养殖户重大经济损失。

2) 溢油事故对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响

根据预测结果，溢油事故发生后 3 小时即将抵辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区，将对保护对象如“中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹”等重要经济水生生物造成影响。

3) 溢油事故对山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区的影响

根据预测结果，溢油事故发生后 4 小时即将抵山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区，石油类污染物不但会污染保护区内水质环境，而且将导致保护区

内水生生物中毒死亡，导致山东东营黄河口生态系统失衡，如没有应对措施，将对保护区产生较大影响。

4) 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、农渔业区。建议根据北部海区敏感资源保护次序的划分原则以及事故预测结果，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：山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区>种质资源保护区~附近养殖区。

表 7.4-8 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害的资源名称	保护次序	环境敏感区和易受损害的资源名称	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	各种类型的岸线	10
濒危动植物栖息地	5	船舶和水上设施	11
潮间带生物	6		

(5) 小结

从模拟预测和案例类比分析可知，在项目所在海域一旦发生较大规模危险品泄漏事故，会对海洋生态和渔业资源造成严重污染损害。

综合溢油可影响的保护目标的位置、溢油到达时间、影响频率、保护物种的敏感性，本项目海洋环境保护目标优先次序为：山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区>附近养殖区>种质资源保护区。

7.4.6 溢油事故危害后果评价

溢油事故可能发生事故风险概率划分和危害后果定性分类见表 7.4-9 和表 7.4-10。

本工程最大可能发生事故溢油量为 发生该事故的概率大于 100 年一次的概率，由此确定本项目的风险概率和风险后果处于中等风险区，需要采取适当的、必要的措施降低风险。

表 7.4-9 最可能发生事故风险概率划分

分类	说明	定义
F1	极大	每 1 个工作年内发生一次的事件
F2	大	每 1~10 个工作年发生一次的事件
F3	中	每 10~50 个工作年发生一次事件
F4	小	每 50~100 个工作年发生一次的事件
F5	极小	超过 100 个工作年发生一次的事件

表 7.4-10 最可能事故危害后果定性分类

分类	描述语	详细说明
C1	特别重大	事故级别为特别重大，船舶溢油 1000 吨以上，或造成直接经济损失 2 亿元以上，或对环境造成特别重大影响。
C2	重大	事故级别为重大，船舶溢油 500 以上不足 1000 吨，或造成直接经济损失 1 亿元以上不足 2 亿元，或对环境造成重大影响。
C3	较大	事故级别为较大，船舶溢油 100 吨以上不足 500 吨，或者造成直接经济损失 5000 万元以上不足 1 亿元，或对环境造成较大影响。
C4	一般	事故级别为一般，船舶溢油 50 吨以上不足 100 吨，或者造成直接经济损失 1000 万元以上不足 5000 万元，或对环境造成一般影响。
C5	较小	事故级别为较小，船舶溢油量 50 吨以下，或者造成直接经济损失不足 1000 万元，或对环境造成影响较小。

危害后果 风险等级 风险概率	较小 50t以下	一般 50~100t	较大 100~500t	重大 500~1000t	特别重大 1000t以上
小于 1 年 极大					高风险区
1~10 年 大					
10~50 年 中			中风险区		
50~100 年 小	低风险区				
100 年以上 极小					▲

图 7.4-47 最可能发生事故风险评估矩阵图

7.5 溢油事故防范与应急措施

7.5.1 原油泄漏风险监测与预警

7.5.1.1 整体监测方案

为了确保本项目工程设施安全运行，降低原油泄漏风险，在单点系泊系统、海底管道及增压平台上设置了多种监测设备，并在增压平台上面设置中控系统，对各工程设施的监测信号进行记录、储存、分析和反馈，各部分功能框图如下：

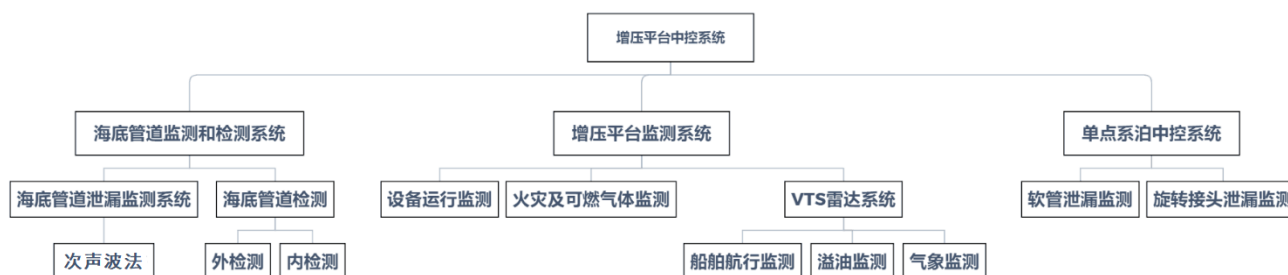


图 7.5-1 监测系统功能框图

7.5.1.2 单点泄漏风险监测与预警

(1) 软管

单点系泊系统中的软管包括水上漂浮软管和水下立管两个部分，是将油轮原油输送至水下管汇的重要通道。在软管的整个服役期内，受风、浪、流等环境荷载的作用，软管始终处于摇摆、偏移等运动中，长时间的往复运动将使软管的管壁产生疲劳损伤，从而可能产生弯折、断裂的危险，进而导致原油泄漏。软管破裂是整个单点系统中最容易产生的泄漏风险事故。

1) 由于软管的泄漏风险有突发性的特点，现场监测和人工干预是必须的。本项目将在运行期间，配备工作船并携带潜水机器人对水下、水上软管进行定期不定期巡查，以发现隐患或故障点。

巡查通常在下列情况进行：

每周一次的例行巡查

在发生极端天气或其他意外情况有可能造成风险时

在投产初期，要在每一次装卸完毕后

在进行了软管更换或维护后

巡查重点部位及维护措施将按照相关操作说明、维护手册及厂家规定施行。

2) 所有软管将选择具有内外双层防护结构，自带泄漏监测预警装置的产品。该类产品技术成熟、性能可靠，被世界各国单点系泊装置普遍采用。

3) 漂浮软管位于海面，承受拉力和压力的双重载荷，在意外情况下可能会产生超载情况。本项目将在漂浮软管上靠油轮端设置快速切断阀，该阀在压力过高或拉力过大时可以快速断开，从而避免软管本身断裂造成的泄漏风险。

快速切断阀的断开设定值及断开时间将根据相关工艺分析与计算来确定。

(2) 旋转接头

旋转接头位于单点系泊装置主结构的旋转部分和固定部分之间，用于连接两部分的管道。旋转接头内部有一套多层密封装置，以防止在旋转时的原油泄漏。如果由于年久失修、密封件老化或系统安装误差都有可能造成密封处原油泄漏。

旋转接头将具有多层密封环结构，在每两层环之间设置泄漏监测通道并与泄漏监测指示仪相连。当内层密封发生泄漏时，指示仪将显示泄露产生，同时将信号送至电控系统，并通过无线电传输到中心控制室实现预警。

（3）系泊缆

系泊缆虽不会产生直接泄漏，但它是连接单点与油轮的主要部件，在操作期内要承受高强度系泊载荷。由于系泊缆通常采用化纤尼龙类柔性材料，其承载能力和使用寿命都比较低，如果缺乏定期检查、维修和更换，或遭受外力冲击，都有可能产生油轮自由移动并使得连接油轮与单点之间的软管无法承受系泊载荷或产生过大的弯曲而断裂。

在系泊缆一端安装有系泊缆拉力监测传感器，传出的信号送至电控系统。当系泊缆所受拉力过大时，发出报警信号，必要时可实现自动切断相关电泵或阀门以防止泄露事故发生。

此外，系泊缆的日常人工检查和维护也非常重要，严格按照相关规范维护、保养和更换是实现系统安全的保障。

（4）系统水击超压

单点系统是一个密闭液体传输系统，通过入口油泵产生的压力驱动使介质流动。在运行期间，如果遭遇意外或误操作使得管路上的某个阀门突然关断，管道内的介质必然会产生一个瞬时很高的冲击压力。该瞬时冲击压力如果超过了整个管道系统的许可的最高压力，就有可能造成管道爆裂和泄漏。

针对系统可能出现的冲击压力，每个系统在设计时都要进行一个工艺管道流体的动态分析，以分析该系统是否会产生冲击压力以及发生冲击时的压力值是否会超过系统的最高许可值。当经过设计分析证明系统的确会产生一个超过许可压力的峰值时，则系统将设置一个超压缓冲系统。缓冲系统包括一套压力油释放储存罐和压力控制装置。当遇到冲击时，如果压力超过了缓冲系统的压力设定值，主管道的压力释放阀门将自动打开，将压力介质释放到缓冲罐中，从而避免了系统的超压。同时相应的监测信号也将反馈到控制中心进行预警，以采取相关防控措施。

此外，整个管道系统中，从浮筒上到海底管汇多处安装的压力、流量和温度传感器都将把系统的参数及时传至控制中心，来保障流体系统的随时监测和预警。

（5）自然风险

在风、浪、流等环境因素的作用下，单点系泊系统的浮筒和靠泊油轮都将产生摇摆和偏移运动。通常情况下，单点浮筒在锚链的约束下，其运动幅度被限制在可接受的范围，同时油轮本身具有风向标效应，将根据环境荷载的方向作相应的旋转运动。但是，可能存在由于设备操作失误、油轮操作失误、或突发极端天气等原因，造成单点浮筒、油轮的运动异常，偏移过大发生碰撞危险。同时在极端天气情况下，软管也更容易产生损坏和泄漏。

通过采取如下措施将自然风险降低到最低：

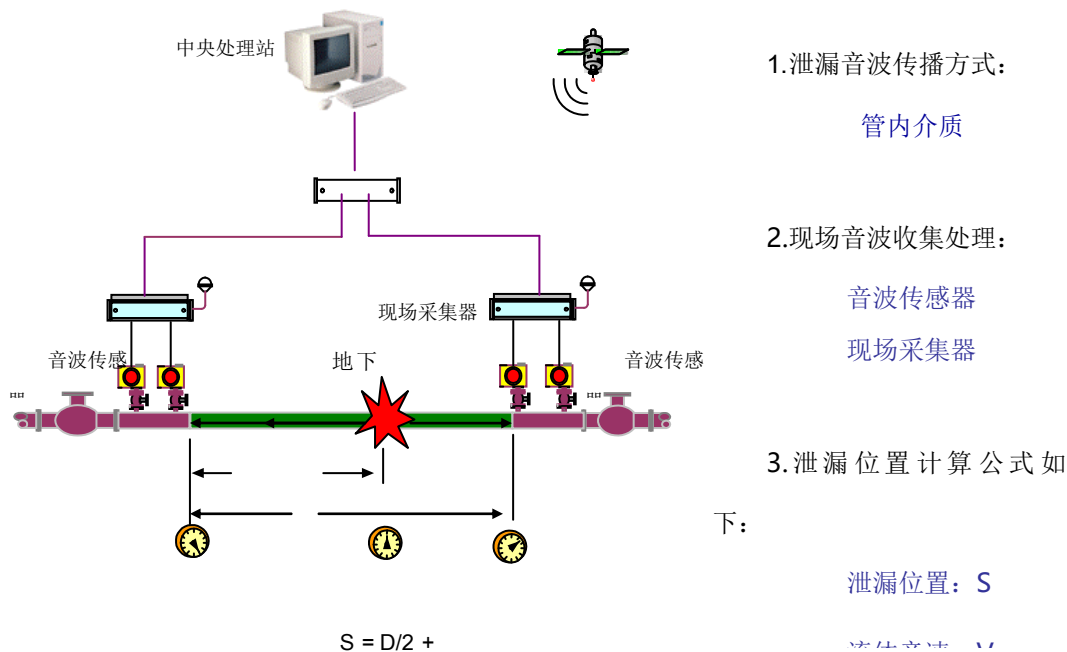
- 1) 在增压平台上安装风、浪、流监测装置，对环境情况随时保持跟踪与监测
- 2) 严格按照相关操作手册的规定和程序进行系泊、离泊和装卸操作。

7.5.1.3 海底管道风险监测与预警

（1）输油管道泄漏监测方案

对于本工程中增压平台至陆上部分的海底管道，主要存在风险为因管道腐蚀或是外部应力造成的管道泄漏或渗漏。本项目拟采取次声波法进行海底管道的泄漏监测。

管道被破坏或是发生泄漏时将产生次声波（频率低于 20Hz）信号，次声波沿着流体向上游和下游传播，安装在管道两端的次声波传感器不断地将其接收到的信号传送到现场数据采集处理器，现场数据采集器完成次声波信号的处理并就地打上时标；同样安装于现场的全球定位系统(GPS) 接收器为现场数据采集处理器提供校时，保证全系统内时间的一致性。在管道内气体正常流动情况下，次声波传感器接收的信号被处理为背景噪音。当管道一旦出现泄漏，泄漏次声波信号和管道内气体正常流动下的背景噪音一同传到次声波传感器，经次声波测漏系统的比对和鉴别，系统将迅速依据捕捉到的微小物理震动信号，判断出管道的泄漏孔径和泄漏位置，同时报警以保证管道输送的安全。系统结构见图。



次声波系统结构图

次声波检测技术的优点是可实现泄漏事件识别、泄漏点定位等功能，响应准确、迅速。

系统指标：

报警准确率：≥97%；

定位误差：≤90m；

可检测最小泄漏孔径：≥10mm；

系统响应时间：≤40s。

(2) 输油管道泄漏监测方案

海底管道检测分为外部检测和内部检测两种。

1) 外部检测

①外部检测内容

海底管道的路由位置、埋设状况、悬空或变形、海底地貌等。

海底管道涂层、外加防护层、牺牲阳极尺寸损失和电位、机械损伤、几何变形、裂纹、壁厚金属损失。

②外部检测方案

应采用海洋物探勘察船、潜水员或 ROV 对海底管道进行定期检测。

海洋物探勘察检测采用侧扫声纳、管线仪等进行测量，也可根据运营单位实际情况进行检测仪器和方案的调整。

对于局部存在风险点，采用潜水员或 ROV 检测应搭载无损检测设备进行复查。

检测周期应依据海底管道风险评估结果确定，且不低于法规或船级社要求，至少 2 年~3 年一次。对于海底管道出现明显机械损伤、管道悬空等现象，应适当缩短检测周期。

2) 内部检测

①内部检测内容

海底管道内部金属损失、凹坑。

管壁分层、气泡、夹渣、变形和裂纹。

②内部检测方案

选用几何变形检测、漏磁等智能检测技术。检测器宜配备跟踪仪器。

检测周期和频率可根据风险评估要求及生产影响因素确定，具备条件的海底管道投产后 3 年~5 年内应进行一次全面的内部检测，并根据内检测或其他检查手段、分析的结果制定内部检测实施周期。通过海底管道检测，能够及时发现海底管道遇到的各种风险，为在海底管道泄露前对海底管道维修提供依据。

针对陆上管道应建立内检测管理程序。综合考虑风险评价建议和管理缺陷特征等确定需要选择的检测器类型，制定内检测计划。并制定管道巡护方案，明确巡护的内容、频次和重点关注位置。

7.5.1.4 VTS 雷达系统

由于周边航道数量多，航行过往船只多，考虑在增压平台上建设以雷达为主的 VTS 系统，雷达信息接入东营船舶交通管理系统。实现对增压平台及其附近水域的雷达覆盖，增强对工程范围水域船舶动态的监控；监视预警水域溢油，防止大规模溢油事故发生；提醒船舶避碰、抛锚，最大限度地防止或减少水上安全事故的发生；提高增压平台事故应急反应、安全监管和搜救协调指挥能力。

本项目拟采用的 VTS 雷达系统如图 7.5-2 所示，由下列子系统组成：

- 雷达子系统；
- AIS 信息接入子系统；
- VHF 通信子系统；
- CCTV 监控子系统；
- 数据处理子系统；

- 信息传输与网络子系统；
- 交通显示处理子系统；
- 管理信息子系统；
- 记录重放子系统；
- 支持保障子系统。

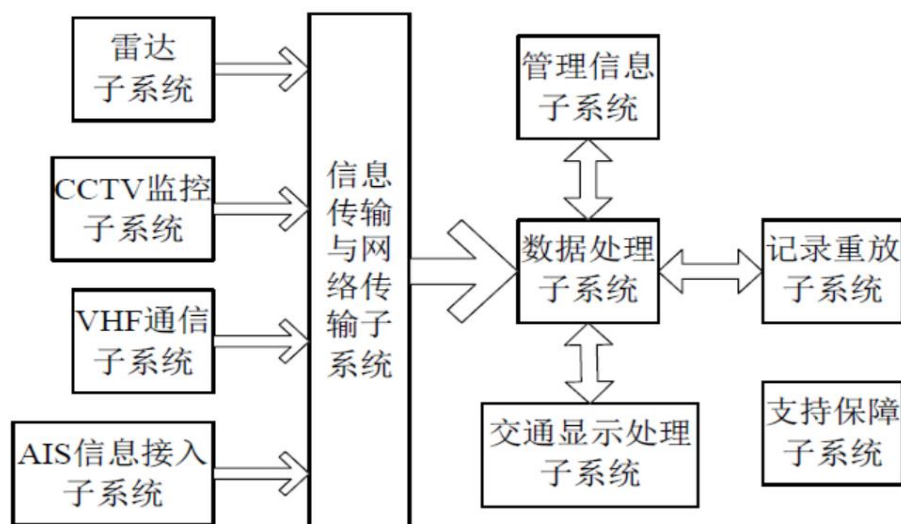


图 7.5-2 完整的 VTS 系统组成示意图

本工程可以依托东营船舶交通管理系统，在增压平台上建设雷达站和气象监测设备，并接入东营船舶交通管理系统，以实现如下主要功能：

1) 船舶航行状态监测

石油生产管理部门是海上油田平台群和海底输油管线的安全管理主体。由于石油生产管理机构不具有海上执法权力，因此，在可能发生危及平台自身安全的险情或将破坏海底管线的船舶时，平台安全管理部门应及时向海事部门上报，由海事部门进行调度或采取应急指挥方案。

VTS 系统对石油平台警戒范围内实时监测船舶与平台及单点的 TCPA (Time to close point of approaching) 值，并对海底管线和电缆两侧 500m 范围内的船舶航速实时计算。当 TCPA 值超过警戒值，或者当船舶航速在海管线附近减慢或航速较低时，系统自动报警并由值班员向海事部门上报情况。

2) 溢油能力监测

通过安装在增压平台上的溢油雷达，对增压平台附近海域进行自动、实时的监控。当海面上有溢油情况发生时，溢油雷达根据干净的海面与受污染的海面的海杂波的不同来探测溢油。从而为操作人员确定溢油带，同时发出警报。

3) 海洋气象监测

平台雷达站配置 1 套气象设备,可以较全面地提供水域内的风速、风向、波高、流速、气压、能见度等信息,为油轮卸油操作和工作船靠泊增压平台提供准确环境数据。

增压平台雷达系统设置在生活楼上方,并在生活楼中布置相应的工作间,如图 7.5-3 所示。

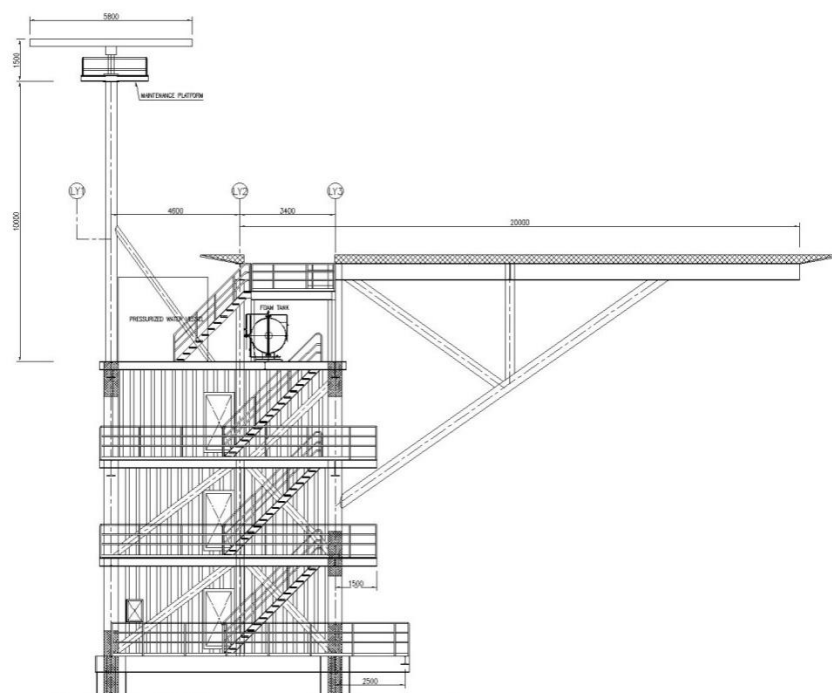


图 7.5-3 VTS 雷达系统布置示意图

7.5.2 降低风险事故概率防范措施

7.5.2.1 施工阶段防范措施

针对施工期管线交越段施工风险因素,建议采取以下的控制措施:

(1) 作业船的锚缆对已建管道安全影响的防范措施

合理布锚,并对交越锚缆采取防护措施。依据船舶作业的排布尺寸提前设计锚位,尽量调整锚缆长度、角度以适应已建管线的安全距离;对跨越管线锚缆设置浮锚漂,避免钢丝绳与管线接触,避免施工船舶锚缆不会产生刮擦现象,以确保锚缆与跨越管线间具有足够的安全距离。

(2) 过往船舶对已建管道的影响的防范措施

在施工区域内,在已建管线上方每隔 200m 布置三个不同颜色间距 30m 的指示锚漂(红黄绿三列锚漂颜色),并在其上安装自亮浮灯,实现 24h 警示作用,

并安排监护船监护。提前将已建管线路由图导入拟建管线路由图上，从而实现在主作业船和抛锚艇上可以实时观测到锚与已建管线的位置，以保证下锚位置为拟定的抛锚点，与上述浮标形成对已建管线保护的双保险；同时，加强主作业船的瞭望，当发现异常船舶时及时通知。

（3）开沟作业对原有管道安全影响的防范措施

施工期间严密监测潮位，准确掌握作业点实际水深，在挖沟机吊缆上做刻度标识，确保挖沟机与管道保留足够安全距离。已建管道的吹扫和作业面的清理采用非接触式挖沟机，可确保挖沟机的本体结构不与已建管道接触，不会对原有管道产生破坏。已建管道下方土体清理深度不够时，不再使用开沟机进行作业，派遣潜水员携带高压水枪在已建管道下方进行喷冲，防止施工机械对已建管道造成破坏。

（4）新建管道穿越施工时对原有管道的碰撞风险防范措施

在海况较好的窗口期施工，最大限度的降低自然环境对施工的影响。短节下放过程中，晃绳与吊钩共同控制，短节下放就位后采用沿沟底拖拉的方式，拖拽的钢丝绳通过安装在水下重型基础上的滑轮进行导向，不受风、浪、流等环境因素的影响，能够确保钢丝绳不产生扰动，能够避免水下短节与已建管道接触。在此过程中，潜水员全程监控，密切观察短节与原有管道的位置关系，一旦有碰撞可能，立刻停止作业，待调整后再进行拖拉和交越施工。

（5）新建管道穿越施工时原有管道悬跨风险防范措施

已建管道暴露长度严格按照设计最大悬跨长度实施，在穿越施工之前，对已建管道下方加砂袋支撑处理，保证悬跨距离不超过 18m；进行管道交越处理时的边坡稳定性分析，根据地质参数进行计算管沟坡比，确保边坡稳定不塌方，同时在作业时进行试挖，确定最终的边坡比。

（6）已建管道泄漏事故风险应急防范与处置措施

为充分应对已建管道可能发生的泄漏事故，采取以下应急防范与处置措施：管道交越施工前与已建管道运营方充分沟通，告知详细的施工期；施工期间，在施工方和已建管道运营方之间建立有效的沟通渠道，实现双方的实时通信。施工过程中水下潜水员密切监控已建管道与新建管道的间距，同时请管道运营方严密监测管道运营参数，一旦发现异常参数，立即告知施工方停止施工。现场施工人员发现已建管道泄漏事故后，第一时间采取临时封堵措施，并通知运营方立即关停管道外输泵，启动运营方应急预案。

7.5.2.2 管道事故防范措施

1、管道设计方面风险防范措施

①作为应急措施，单点系统水下管汇处、海底管道上下增压平台处及管道进库区处都设计了紧急切断阀设置有应急关断阀，在紧急情况下可以进行紧急关断保护，将溢油量控制在单个单元范围内。

②为防止受外力撞击引起的管线破裂事故，采取全程挖沟埋设，埋深 1.5m~2m，对近岸段受人类活动影响较大、冲刷较大的管段，采用预挖沟抛石覆盖防护，既能为管道提供更好的力学防护，也能有效降低海岸冲刷的影响。此外，采用的 110mm-130mm 厚的混凝土配重层在意外情况下也能为管道提供很好的防冲击保护。

③海底管道和立管的设计，以国际上认可的规范和标准为依据，其寿命均为 30 年。海底管道及立管外管的防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法，外防腐采用环氧树脂、牺牲阳极联合保护，内防腐除采用内涂层和阴极保护以外，还留有最小 3mm 的腐蚀余量。

④严格按照设计要求进行施工，并在施工中保证焊接质量。管道铺设完成，进行扫线、清管和试压。试压时取设计承受最大压力的 1.25 倍，试压时间在 24h 以上。

⑤在海底管道生产运行期间，确保海管的高低压保护装置运行正常，并实施监测海管进出口端的压力值及变化趋势，不定期进行海管状态监测，及早发现隐患，及时处理。

2、管道生产阶段的维修、检测措施

生产阶段建立完善的维修、检测计划以保证生产设备正常安全的运行。

(1) 检测

按照 7.5-1 小节中的内容，建立反映管道总体安全目标的长期检测计划，并且应在一般的基础上确保该计划的维持或更新。

(2) 泄漏检测

管道管线破裂原因大致可归类为：物理损伤、机械损伤、管线材质缺损、材料疲劳和管线内外表面腐蚀等；恶意和故意破坏的第三方损害；不可抗力和外界条件变化。管道的泄漏检测方法基本上可分为三类，一类是基于硬件的方法，另一类是基于软件的方法，还有一类是管内检测法。基于硬件的检漏方法也称直接

法,是指对泄漏物进行直接检测。基于软件的检漏方法也称间接法,是指检测因泄漏而造成的影响,如流体压力、流量的变化来判断泄漏是否发生及泄漏位置。管内检测法是将智能爬行机放入管内进行检测的方法。

(3) 缺陷及修理

有缺陷的管道系统可临时在设计条件降低要求的操作环境下运行,直至缺陷消除或被批准的修理完成。然而,不论是暂时降低操作条件还是采取临时性预防措施,管道的安全性与完整性须予以文件证明。

当发现缺陷后就应做出缺陷的评估,至少应包括:

- ①缺陷的认定详述。
- ②缺陷的形成机理。
- ③检测结果中准确和模糊的地方。
- ④管道系统继续运行条件的选择。
- ⑤修理方法。

在导致塑性弯曲应变的整体屈曲变形中(隆起屈曲或侧向屈曲),如果管道的运行参数被控制在屈曲部分不发生累积的低循环高应变疲劳失效的范围内,那么管道可以持续工作直到经过评估需要修理为止。

7.5.2.3 单点系泊装置事故防范措施

1) 设备及人员配备方面:

①浮筒上安装有海底球阀液压控制系统,供突发情况下快速关闭海底球阀,满足应急使用要求。

②浮筒体应采取防腐措施,浮筒体应设置防撞设施,浮筒的转盘上应安装防缠绕装置。

③每三条漂浮软管组中配备快速截断阀,紧急情况下可在额定外力拉扯作用下断开并自动双向关闭。

④单点的导航系统配备主航标灯、雷达应答器、雾笛、漂浮软管示位灯和电源,自带的蓄电池组确保其可连续工作 96 小时(4 天)。

⑤单点系泊作业中应采取防火措施,在油轮容许范围外禁止明火、吸烟和使用非防爆电器,应保持手机关闭。

⑥单点系泊作业应使用具备防爆功能的工具及照明设备。

⑦靠近单点油轮的辅助作业船舶排烟管应安装火星熄灭装置。

⑧从事油轮单点系泊作业的经营人应制定油轮单点系泊作业安全操作规程。

⑨单点系泊作业人员作业前应消除人体静电，着防静电工作服和鞋；特殊货种作业时应配备和使用必要的防护设施。

⑩浮筒上安装远程控制单元（RTU）、无线传输模块等设备，现场仪表采用硬线与控制系统相连，主要检测系泊缆的张力、海洋环境参数、管道的压力、温度、流量检测等参数，对航标灯、雾笛等设备的状态进行监控。

2) 靠泊作业方面：

①从事油轮单点系泊作业的经营人应从气象部门提前获取作业日期内单点附近气象信息，及时掌握作业过程中气候变化情况。

②从事油轮单点系泊作业的经营人与油轮和单点系泊作业的各部门沟通，明确具体的作业方案。

③作业前对单点系泊系统、辅助作业船舶进行系泊前检查，确认单点系泊系统设备设施、辅助作业船舶处于完好状态。

④油轮驾驶员与船舶从事单点系泊作业的人员之间建立并保持有效的通信联系。

⑤靠泊时安排拖轮进行协助。

⑥靠泊时，油轮距单点 1 海里时船速不超过 3 节。

⑦拖轮协助靠泊前，所有货油舱、压载舱和油位测定孔都关闭，同时应在船舶卸油口至单点浮筒之间设置围油栏。

⑧人员登离油轮选择油轮下风向，并且夜间要有足够的照明。

⑨在计量和取样作业时采用密闭作业，避免有毒气体泄漏。

3) 系泊作业方面：

①船方应清楚掌握单点系泊缆的类型和必需绞起的质量，从事油轮单点系泊作业的经营人通知船方所需引缆的长度与规格。

②15 万载重吨以上的油轮使用两套同样的系泊缆系泊，且两套系泊缆不通过同一个船舶导缆孔。

③系泊时船舶有值守人员随时与值班驾驶员保持通信联系。

4) 接管作业要求方面：

①接管作业区域设置充足的照明。

②吊装软管时，有指挥手指挥，吊机操作员按指挥手指令作业。

③配备适合的吊装器具起吊软管，起吊钢丝绳不直接接触软管表层，并避免

软管与船舷及各种尖锐边缘接触。

④软管与油轮管汇连接之前，进行检查，避免软管相互交错、可能发生扭结和漏油。

⑤拆卸油轮管汇和软管盲板时，配备残油接收设施，现场设置有毒气体和可燃气体便携式检测仪。

⑥法兰对接面、垫片和密封圈保持清洁、完好状态。

⑦油轮管汇与软管对接完毕后，确保接口密闭。

⑧接管完备后，保持软管始终受吊机及甲板钢丝绳固定。

5) 装卸作业要求方面：

①装卸作业开始前，从事油轮单点系泊作业的经营人与船方共同对各项安全措施进行落实、确认。

②装卸期间对油轮惰性气体系统进行监控，保持舱气含氧量 $\leq 8\%$ 的体积比。

③装卸期间对泵舱进行定期检查，保证装卸设备正常运转，装卸期间不得对泵及与泵相关联的安全阀或控制装置进行热工作业。

④油轮和从事油轮单点系泊作业的经营人定时核对管路油压和卸量，压力和卸量异常时查明原因，必要时应停止装卸作业。

⑤装卸期间管汇和船头安排人员值班，定时向控制室汇报管汇压力和检查船舶系泊缆、管汇、软管、单点浮筒的情况以及船艏拖轮与拖缆状况，检查附近的海面是否有异常情况。

⑥装卸期间辅助作业船舶保持雷达关闭，禁止明火。

⑦原油洗舱期间，保持整个洗舱系统处于不间断的监视之中，发现泄漏及时采取处理措施。

⑧卸油期间，船岸双方保持通讯渠道畅通。

⑨当系泊油轮进行输油、洗舱或扫舱等作业时，作业现场或附近出现雷电时应按下述程序反应：

当作业现场附近（约 3 海里外）出现雷电时，正在进行或准备进行的油轮洗舱、扫舱作业均暂停或禁止进行，卸油作业则在加强对雷电的监控情况下正常进行。

当作业现场（约 3 海里内）出现雷电时，正在进行或准备进行的卸油、洗舱和扫舱作业均需暂停或禁止进行。

6) 拆管作业要求方面：

① 拆卸软管前，关闭船上管汇的阀门和岸上的控制阀，打开船上管汇处的排放旋塞将尚有的余油泄放到固定的油舱或积油槽获临时接油器中。

② 拆卸软管时，配备残油接收设施。

③ 油轮管汇和软管拆离后，分别用盲板封闭，确保接口密闭。

④ 吊装软管时，有指挥手指指挥，吊机操作员按指挥手指令作业。

⑤ 配备适合的吊装器具起吊软管，起吊钢丝绳不直接接触软管表层，并避免软管与船舷及各种尖锐边缘接触。

7) 离泊作业要求方面：

① 离泊前，使系泊缆处于松弛状态。

② 系泊缆入水时避免交叉纠缠，以免影响下一船的系泊作业和对缆绳的磨损。

③ 油轮动车时保持艏艉部清爽。

④ 离泊后关闭收油流程，并清理系泊缆拾取缆。

⑤ 油轮离泊后向单点下风位置掉头，避免油轮动力失效对单点造成影响。

⑥ 油轮离泊前吃水调整到安全适航状态。

8) 其他阶段采取的安全措施主要包括：

① 定期对单点卸泊装置进行安全维护，包括旋转结构等关键部件、锚泊系统、自控设备等。

② 对锚泊区域的海底地质状况定期调查，确保锚泊力在安全范围内。

除以上措施之外，还应设置专门的安全管理机构，配备专职安全人员；加强全员教育和培训，增强安全意识；建立健全各类安全管理规章制度，制定各种作业的安全技术操作规程，建立健全各级人员安全生产责任制；配备必要的安全监察、检测仪器和设备。

7.3.5.4 船舶污染风险相关防范对策

1、降低海损性事故对策

① 完善船舶靠泊、助航导航等安全设施

为保障单点泊位附近水域船舶的航行安全，船舶作业单位经营者应接受山东海事局对船舶进出港方面的协调、监督和管理。

东营港 25 万吨级原油进口泊位前沿水域航道与单点距离较近，应加强维护和管理，确保单点水域航标设施的有效性，并根据上级主管部门的要求，不断完

善船舶靠泊、助航导航等安全设施。

为保证管线安全，提醒过往船只，沿管线路由将根据相关管理部门要求，布置专用警示浮标，在管道穿越防潮堤附近设置一个岸标。通过专用警示浮标，过往船只和渔业活动的拖网、抛锚作业可注意对管线的避让。

②加强航行管理与操船作业

为保障到港船舶的航行安全，船舶应及时掌握最新海图、港口航道、潮汐潮流、助航标志、水深底质等相关资料，严格遵守操船作业规定；如遇恶劣天气海况，应服从海事部门的通航管理，听从港区调度指挥进行操船作业，以避免碰撞、搁浅、触碰等事故的发生。

2、降低船舶操作性事故风险的对策

船舶靠泊时加强引导，严格遵守《船舶靠离泊安全操作程序》等技术要求作业，必要时进行护航，并在船舶装卸、燃货供受、过驳及排污等方面加强管理。

①船舶燃料供给作业

本项目不负责供油，到港船舶加油主要有加油船锚地负责加油。在加油作业过程中，要加强加油船动态控制，要求供油船舶安装 AIS 系统。在进行船舶加油作业时，应有专人负责检查船舶系泊是否安全，燃油舱的泵、阀门、法兰等设备是否完好无损，输油管是否有破损等事故隐患，并做好检查记录。加油过程中，专人负责值守，发现泄漏及时采取相应的应急措施，防止泄漏事故的扩大，并在易发生滴漏处布置吸油毡等。

②严禁违章排污

严格禁止进出港船舶直排油污水，设立专人监管船舶油污水的接收处理工作。对辖区内的残油接收单位实施分级监管，要求残油接收单位建立和完善作业操作规程等安全和防污染制度及污染应急计划，对所接收残油物质进行无害化处置，落实人员安全培训等，使辖区残油接收作业单位逐步符合《船舶污染物接收和船舶清舱作业单位接收处理能力要求》的推荐性要求。

3、加强临海作业人员安全教育，临海作业人员要求配戴救生设备对其他阶段采取的安全措施主要包括：

定期对单点卸泊装置进行安全维护，包括旋转结构等关键部件、锚泊系统、自控设备等。

对锚泊区域的海底地质状况定期调查，确保锚泊力在安全范围内。除以上措施之外，还应设置专门的安全管理机构，配备专职安全人员；加强全员教育和培

训，增强安全意识；建立健全各类安全管理规章制度，制定各种作业的安全技术操作规程，建立健全各级人员安全生产责任制；配备必要的安全监察、检测仪器和设备；特种作业人员持证上岗。

7.5.3 减轻事故后果的对策

7.5.3.1 生产设施事故对策措施

（1）事故罐

本项目输油管线在事故状态下的油品暂存依托后方原油库建设的事故罐，在东营港原油库区内新建事故罐一座，有效容积约 9 万方，可满足本工程管线事故状态下的油品暂存。

（2）关断装置

本项目在登陆点位置设置阀室，海底管线或陆上管线发生原油泄漏事故可实现紧急关断。

新建水下管汇处设有水下关断阀，平常阀门处于关闭状态，卸油时打开；海底管线上下增压平台处及管线进库区处都设计了紧急切断阀，意外情况下可实现管线关断。

单点浮筒处分别在输油臂和中央舱设置了两组阀门。浮筒上安装远程控制单元（RTU）、无线传输模块等设备，现场仪表采用硬线与控制系统相连，主要检测系泊缆的张力、海洋环境参数、管道的压力、温度、流量检测等参数，对航标灯、雾笛等设备的状态进行监控，意外情况下可实现管线关断。

每三根漂浮软管中间还安装了自动脱扣装置，一旦出现恶劣天气或其他意外情况，软管能自动断开，并且接口都是封闭的，不会有液体流出，保证安全，另外，连接油轮和单点旋转系统的系泊缆上也带有自动脱扣装置，意外情况下可实现管线关断。

（4）管线通球检测

海底管线设置了连接收发球装置的接口，管线投产后，可对管线进行通球检测，清除管内腐蚀性碎屑，防止管线堵塞、腐蚀，提高输送效率，保障新建管线的运行安全。

7.5.3.2 减轻船舶污染事故对策措施

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，本项目拟建设的设备库租用山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司场地进行建设。

为充分履行海上搜救和油污清除的职责，根据本项目溢油应急的实际需求，充分利用东营机场的区位优势 and 通用航空托管的有利条件，本项目考虑配置直升飞机一架，用于加强本项目的空中救援力量，同时兼顾溢油监视监测、预警等，真正实现溢油应急处置的立体化、现代化。

本项目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。项目周边可依托应急资源见附录。

1、本项目应急能力目标

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)，**新、改、扩建码头应通过自行配置应急资源、联防、或购买服务的方式满足应急防备等级要求中的一级防备要求**，并在预案中提出满足应急防备等级要求中的二级防备、三级防备要求的衔接措施。具体应急防备等级要求如下表所示。

表 7.5-1 新、改、扩建码头水上溢油应急防备等级要求

应急防备等级	应急资源用拥有方式	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)
		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服务	5%~10% (基本防备)	20%	4
二级防备	与上一级应急预案衔接或区域联防安排	50%~60%	—	24
三级防备	在应急预案中识别周边可协调的应急资源	40%~50%	—	48

(1) 一级防备目标

本项目一旦发生船舶溢油事故，由于到港船舶均是大型油轮，泄漏量巨大。对于重大事故的应急处置，应首先充分发挥本项目自身配备的应急力量，并要统筹东营辖区内其他港航企业、船舶污染清除单位的应急资源，在政府主管机关的统一调度指挥下，有序开展应急清污工作。

按照《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T 2017-451)，本工程一级防备目标按照区域总目标的 10% 计，即本项目自接到应急响应通知后 4h 内应满足处理 █████ 溢油事故的能力。考虑到单点系泊系统复杂的工作环境以及较高的溢油风险性，建议将溢油应急能力建设目标提高至 █████。

(2) 二、三级防备目标可达性分析

根据事故规模预测分析结果，工程所在区域范围内应急能力应不少于 █████ 吨。根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求 (JT / T451-2017)》，二级防备应急响应时间为 24 小时。考虑到应急设备的吊装、运输等环节，实际航行时间按 20 小时计算，应急船舶的航行速度按 8 节计算，若工程所在水域发生船舶污染事故，距离工程所在地海上航行距离为 160 海里内的山东滨州、烟台、潍坊、威海等市，河北省沧州、唐山、秦皇岛，天津市，以及辽宁葫芦岛、大连等市的应急能力可在 24 小时内参与事故救援，如图 7.5-1 所示。

根据《国家重大海上溢油应急能力建设规划 (2015—2020 年)》，到 2020 年，山东烟台将建成溢油应急能力 1600 吨、威海 500 吨、东营 1500 吨；天津将建成溢油应急能力 6800 吨；辽宁葫芦岛将建成溢油应急能力 200 吨，大连 2900 吨。综上，二级防备圈内可协调的溢油应急能力共 13500 吨，考虑到需要海上运输，

部分应急能力无法达到，二级防备圈内的应急能力按照 60%（8100 吨）进行计算，即工程发生事故后，24 小时内可参与事故应急的总应急能力为 8100 吨，占区域应急能力目标（12368 吨）的 65.5%。

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求（JT / T451-2017）》，三级防备应急响应时间为 48 小时。考虑到应急设备的吊装、运输等环节，实际航行时间按 40 小时计算，应急船舶的航行速度按 8 节计算，若工程所在水域发生船舶污染事故，距离工程所在地海上航行距离为 320 海里内的应急能力可在 24 小时内参与事故救援，如图 7.1 所示。

除二级防备圈内的应急能力外，三级防备圈内山东省青岛、日照市，辽宁省锦州、盘锦、营口、丹东等市，江苏省连云港市的应急能力可在 48 小时内参与救援。根据《国家重大海上溢油应急能力建设规划（2015—2020 年）》，到 2020 年，山东青岛市将建成溢油应急能力 1800 吨、日照 1100 吨；辽宁锦州将建成应急能力 500 吨、营口 1800 吨、丹东 500 吨；江苏连云港建成应急能力 800 吨。与二级防备圈相比，将新增应急能力 6500 吨。考虑到需要海上运输，部分应急能力无法达到，渤海湾内二级防备圈外，三级防备圈内的应急能力按照 55% 进行计算，即锦州（500）、营口（1800）、丹东（500）可参与事故应急的力量约为 1540 吨。渤海湾外的青岛（1800）、日照（1100）、连云港（800）可协调的应急能力按 50% 计算，即可参与事故处置的应急能力按 1850 吨计算。综上所述，24—48 小时内可进一步参与事故应急的总应急能力为 3390 吨，占区域应急能力目标（12368 吨）的 27.4%。

综上所述，二级和三级防备圈内的应急能力分别为 8100 吨和 3390 吨，总可协调应急能力 11490 吨，占区域应急能力目标的 93%，能够满足二、三级防备可协调应急能力要求。

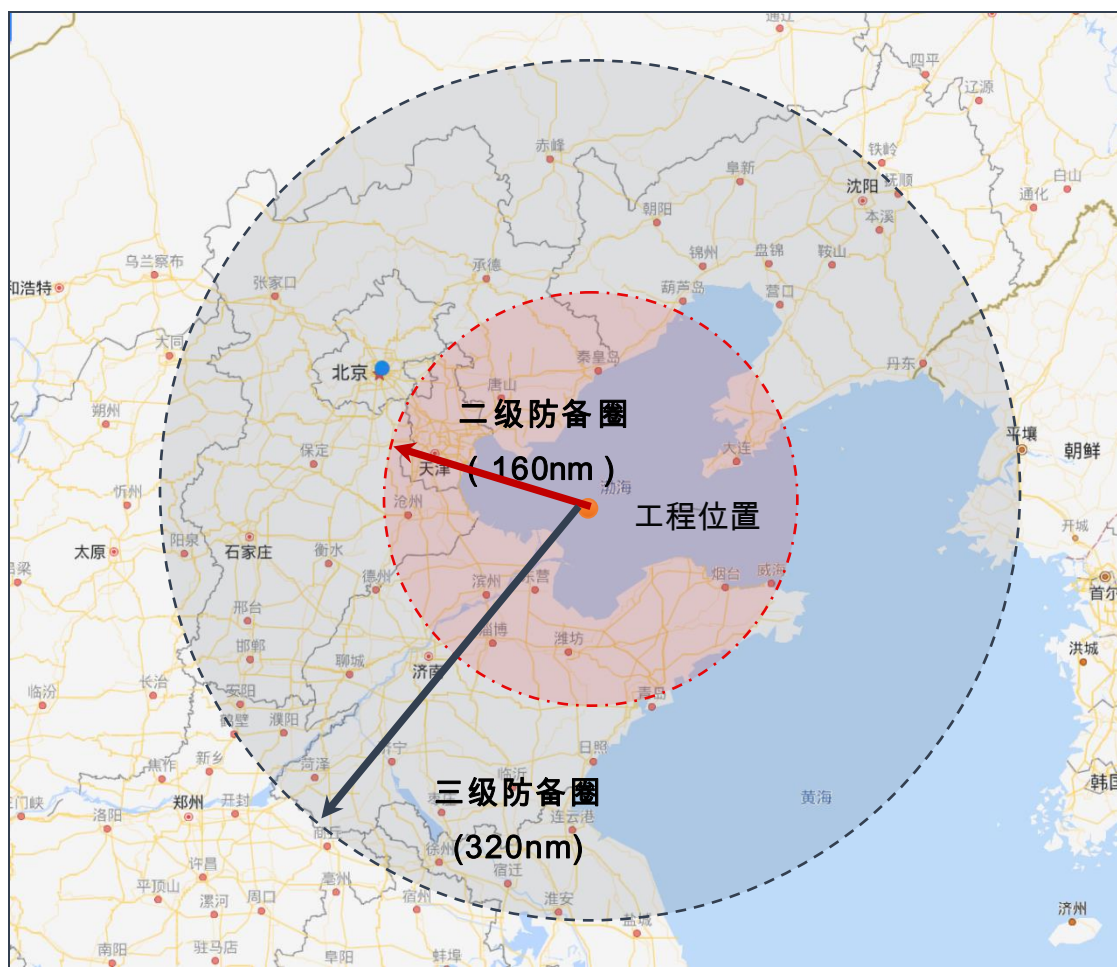


图 7.5-4 二三级防备应急资源范围图

2、本项目溢油应急设备配备

溢油事故的控制、清除和回收是海上船舶污染应急反应的核心，是有效控制污染事故的主要手段。溢油清污回收技术已经相对成熟，溢油事故典型应急反应程序如下图所示。

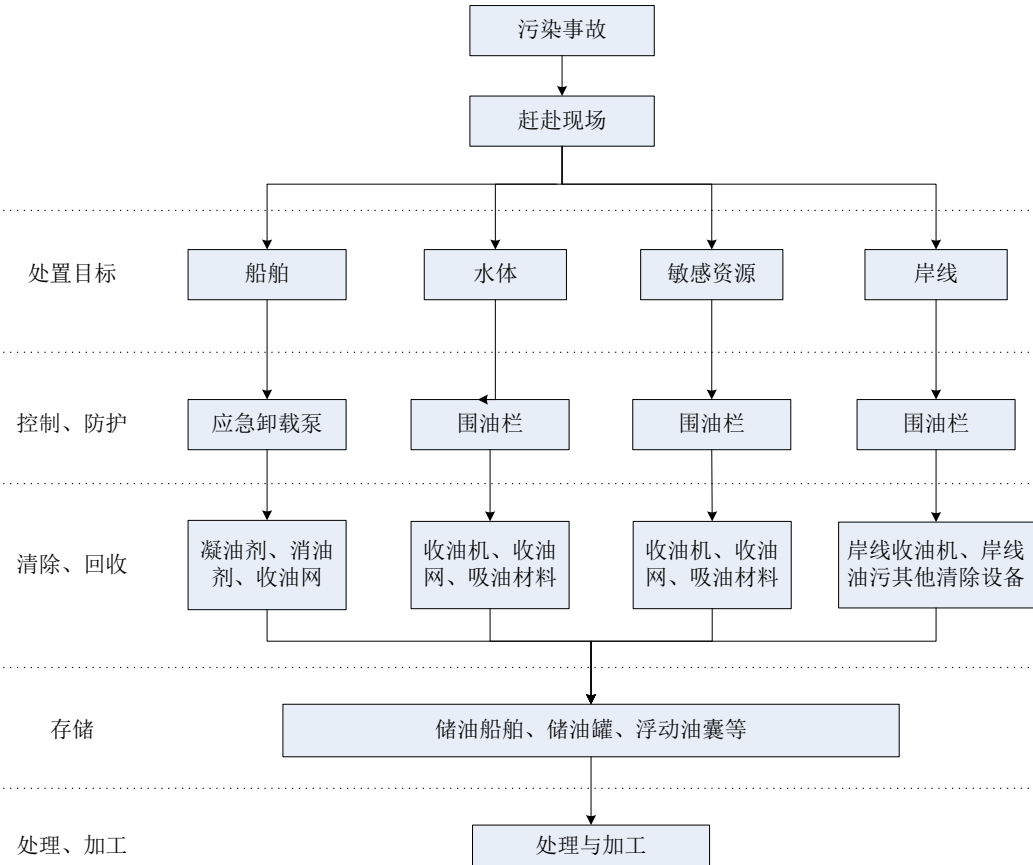


图 7.5-5 溢油应急回收程序示意图

在应急设备配备过程中，应遵循以下原则：

- （1）满足《油轮单点系泊作业安全要求》的要求，如下表所示；
- （2）参照《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》中的设备配备原则；
- （3）兼顾《中华人民共和国海洋环境保护法》、《1990 年国际油污设备、反应和合作公约》、《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-1-2018）等相关国际公约、法律法规的相关规定；
- （4）统筹考虑海底管线治理工程实施后溢油风险变化情况。

表 7.5-2 《油轮单点系泊作业安全要求》中溢油应急设备配备要求

设备名称	功能要求		靠泊能力			
			100000 吨级以下	100000~200000 吨级（含）	200000~320000 吨级	320000 吨级以上
围油栏	应急/围控	总高 ≥1500m	≥1000m	≥1000m	≥1000m	≥2000m
	防火	总高 ≥900m	≥200m	≥200m	≥400m	≥400m
	围油栏性能应满足《围油栏》（JT/T465）的要求					

设备名称	功能要求		靠泊能力			
			100000 吨级以下	100000~200000 吨级（含）	200000~320000 吨级	320000 吨级以上
收油机	回收能力 (m ³ /h)	高粘度	≥100	≥150	≥200	≥300
		中低粘度	≥50	≥100	≥100	≥150
	高粘度油（15℃≥900kg/m ³ ），中低粘度油（15℃<900kg/m ³ ）					
喷洒装置	船上固定		≥1	≥1	≥2	≥4
	便携式		≥4	≥4	≥8	≥8
	喷洒量不低于 135L/min/套；便携式喷洒量不低于 18L/min/套					
吸油材料	吸油拖缆		≥1000	≥1500	≥1500	≥2000
	吸油毡		≥3	≥6	≥8	≥12
	吸油拖缆强度应满足适用水域的要求；吸油毡符合《船用吸油毡》（JT/T560）标准要求					
分散剂			≥4t	≥8t	≥10t	20t
	应当符合《溢油分散剂 技术条件》（GB18188.1）标准要求					
总卸载能力 t/h	-		≥100	≥150	≥200	≥300
监视预警	配备监视预警系统					
清污船舶	≥1，航速不低于 8 节，污水水仓储能力不低于 500m ³					

（1）应急卸载能力

船舶发生海损事故后，在溢出部分所载货油或燃料油后，留在货舱内的油或燃料舱内的燃料油还将继续溢出，必须尽快采取措施将液货卸载和回收，防止液货继续溢出。应急卸载和所需设备主要为卸载泵，本次工程配置的卸载泵主要考虑水面难船油舱内残油的卸载。

1) 计算方法

按照《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017）提供的技术方法进行计算，计算工程应具备的应急卸载能力。卸载能力需求为： $A=C/H$

其中：A 为卸载能力，C 为单个油舱的容积，H 为工作时间。

考虑到船舶发生溢油事故时，需要将货舱内的油完全驳出。本评价取最大油船船型油舱容量考虑。工作时间可取 10 天，每天工作 20 小时进行计算。

2) 方案建议

本项目可能最大水上事故泄漏量不超过 []。当不溶性物质泄漏后工作时间按 10 天共 200 小时计算，溢油卸载能力应为 []。目前东营港现有应急卸载泵共有 4 套（分别为东营港南港池仓库 1 套应急卸载泵、山东海盛海洋工程集团有限公司企业设备库 2 套、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋石油船舶中心 1 套），其转运、卸载能力分别为 200m³/h、150m³/h、200m³/h、540m³/h，合计能力为 1090m³/h。

虽然区域的应急卸载能力可以满足本工程的需要，但考虑到本工程单点距东营港较远，且海底管线距离较长，参考根据《油轮单点系泊作业安全要求》中溢油应急设备配备要求，本次评估建议配备 2 台（考虑到船舶发生溢油事故时，卸载泵在卸载中可能发生故障，需要备用一套）卸载能力不小于 $200\text{m}^3/\text{h}$ 的防腐防爆应急卸载泵。

（2）溢油围控能力

溢油围控与防护能力主要指围油栏和与其配套的布放艇。

1) 计算方法

依据《规范》提供的技术方法，围油栏配备总数量 L 总见下式：

$$L=L_1+L_2+L_3+L_4 \quad (\text{式 7.1})$$

式中：

L ——围油栏的总数量；

L_1 ——围油栏长度，项目位于开阔水域， $L_1=(B+W)\times 3$ ；

L_2 ——收油用围油栏数量， $L_2=D\times 100$ ， D 为“收油系统”数，本评价取 4；

L_3 ——导流配套的围油栏数量，通过模拟溢油扩散形状估算数量；按照溢油在三天内的扩散形状，取短边计算导流用围油栏数量。

L_4 ——防护配套围油栏数量， $L_4=(L_1+L_2+L_3)\times k_2$ ， k_2 为对于在开阔水域作业选择总数量的 20%；封闭半封闭水域作业防护配套数量为 30%~50%，本评价取 20%。

2) 方案建议

本项目最大船型为 25 万吨级油轮：

B ——最大尺寸船舶船长，结合本项目情况取最大设计船长+漂浮软管长度 $330+306.5=636.5\text{m}$ ；

W ——最大尺寸船舶船宽，60m；

U ——一组围油栏的长度（单位米），取 20m；

N_2 ——所需导流的围油栏的组数，取 4。经计算，本项目需要配备的围油栏总长度

$$L=(2089.5+300+80)\times(1+20\%)=2963.4\approx 3000\text{m}。$$

由于受风、波浪和水流等因素的影响，经常会导致围油栏所拦截的油从围油栏下逃逸，或者围油栏的抗拉强度不足而发生断裂，从而发生拦油失效。另外

由于本工程位于开阔海域内，根据《油轮单点系泊作业安全要求》中溢油应急设备配备要求，并结合《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》中对开阔海域内围油栏配备的基本要求，本工程所配备的开阔海域围油栏需满足：

- ①充气式围油栏≥1000m，总高≥1500mm；
- ②防火型围油栏≥400m，总高≥900mm；
- ③抗拉强度每毫米吃水≥80N；
- ④工作流速：0～3m/s；
- ⑤最大抗风速：≥15m/s。

（3）机械回收能力

1) 计算方法

回收能力采用“日有效回收能力”表达，回收能力计算公式见式 7-2：

$$E = \frac{T \times D}{\alpha \times d \times h \times (1 - \eta)} \quad (\text{式 7-2})$$

式中：

E ——收油机回收能力， m^3/h ；

T ——溢油量，溢油应急目标 1400t；

D ——机械回收占溢油的比例，本评价取 60%¹；

α ——收油机回收效率，本评价取 5%²；

d ——收油作业天数，本评价取 3 天；

h ——每天收油作业时间，本评价取 6h；

η ——富裕量，根据经验，本评价取 20%；

2) 方案建议

根据公式的计算方法，本工程需配收油机的总能力为 $1228\text{m}^3/\text{h}$ 。根据《油轮

¹根据《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》，沿海水域的机械回收能力应占总回收能力的约 60%，《船舶溢油应急能力评估导则》中规定机械回收量占总溢油量的比例为 40~60%。

²根据《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》，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%。《船舶溢油应急能力评估导则》中规定开阔水域对重质原油、燃料油的收油速率为标定值的 5%。

单点系泊作业安全要求》，油轮单点系泊最低配备收油机回收能力为 $300\text{m}^3/\text{h}$ （高粘度 $200\text{m}^3/\text{h}$ ，中低粘度 $100\text{m}^3/\text{h}$ ），按比例进行核算，本工程需要自配溢油回收能力为 $1200\text{m}^3/\text{h}$ （高粘度 $800\text{m}^3/\text{h}$ ，中低粘度 $400\text{m}^3/\text{h}$ ）。收油机设备应配套配制足够的备品备件和金属工具，并与搭载船舶相适应。结合应急船舶配备方案，本工程拟配备消拖两用船 4 艘，每艘配置收油机 1 台，每台收油能力不低于 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，专业溢油应急船 1 艘，配置收油机 2 台，每台收油能力不低于 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，即船舶收油总能力为 $(100 \times 1 \times 4 + 150 \times 2) = 700\text{m}^3/\text{h}$ 。

考虑到周边可协调的收油机，建议本工程再增配大型收油机 3 台，每台收油能力不低于 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，主要用于中低粘度油品的回收，其余机械回收能力通过区域协调解决。

（4）油污储存能力

临时存储能力指可储存转运油污的能力，用储油船舶、储油囊和储油罐的储存能力来表征。

1) 计算方法

通常情况下，回收油污中的水分可能会占到 50%，因此需配备的油污储存能力按照溢油综合清除控制能力的 2 倍估算，即：

$$S=2 \times H \quad (\text{式 } 7-2)$$

其中 S 为临时存储能力；H 一次性综合清除控制能力。

2) 方案建议

按照该方法计算，本工程共需要临时存储能力为 2800m^3 。根据应急处置船的技术方案，本工程拟配备消拖两用船 2 艘，每艘回收舱舱容不低于 200m^3 。1 艘专业溢油应急船，回收舱舱容不低于 500m^3 。1 艘消防船，舱容不低于 100m^3 。考虑到单点周边水域的收油应急储存的需要，建议工程增配有效容积不小于 10m^3 的轻便式储油罐 10 个，总储存容积 100m^3 。其他溢油储存设备考虑通过区域协调或设备交替使用解决。

（5）溢油分散能力

本项目中，溢油清除主要考虑使用吸油材料、凝油剂、溢油分散剂等物质对易蒸发原油和其轻质炼制品的清除，同时考虑对较薄油层和较难使用收油机工作区域进行溢油清除。

1) 溢油分散剂

溢油分散剂配置数量的估算方法如下：

$$G=T \times 60\% / 3 \quad (\text{式 } 7-3)$$

其中 T 为总泄漏量，取分散剂处理的数量占总泄漏量的 60%，分散剂与油的比率暂时取 1：3。

由此计算得到本工程近期应配置溢油分散剂 280 吨。由于溢油分散剂具有一定的有效期（3~5 年），因此配备时应采用实际配备一定数量，其余部分与生产厂家或其他单位签订协议的方式实现。参照《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》，实际配备的溢油分散剂量应不低于总需求量的 10%。因此本工程应采购溢油分散剂 28 吨。

由于本工程周边滩涂养殖区、盐场等环境敏感目标较多，分散剂必须配备得到交通运输部海事局认可的产品。依据《关于加强水上污染应急工作的指导意见》（交海发〔2010〕366 号）：“水深不足 10m 的海域，以及渤海、长江口、珠江口和内河等环境敏感水域，一般应使用微生物降解的环保型消油剂，并进行评估”。因此，建议在未来补充消油剂时采用对环境水域污染较小的环保型消油剂，尽量减少消油剂使用对水域造成的二次污染。

综上，建议本工程购置 28 吨环保型消油剂备用，其余通过与生产厂家或其他单位签订协议的方式落实。

2) 溢油喷洒装置

溢油分散剂需要与喷洒设备协同使用，根据应急处置船的技术方案，溢油应急船配备有固定式喷洒装置 2 套，每套喷洒量不低于 135L/min；。考虑到岸边喷洒消油剂灵活方便的需要，建议工程另配备 8 套手持式消油剂喷洒设备，每套喷洒能力不低于 18L/min。

（6）油污吸附能力

常规的吸附材料为吸油毡，也是目前处理日常作业小型船舶污染事故的常用材料之一，它主要将水面溢油直接渗透到材料内部或吸附于表面，以便于回收溢油，通常有聚氨酯、聚乙烯、聚丙烯、尼龙纤维和尿素甲醛泡沫等材料。

1) 计算方法

我国行业标准规定，其吸油性应达到本身重量 10 倍以上，吸水性为本身重量 10% 以下，持油性保持率 80% 以上。所需数量见式 7-4：

$$I = \frac{T \times P}{J \times K \times P_1} \quad (\text{式 7-4})$$

式中：

I ——吸油毡数量，t；

P ——吸附回收量占总溢油量的比例，本评价取 30%；

J ——实际吸附倍数， ≥ 10 倍；

K ——持油性保持率， $\geq 80\%$ ；

P_1 ——实际吸附比例，本评价取 30%。

2) 方案建议

经计算，本项目需要配备 175 吨吸油毡。考虑到吸油毡长时间放置会吸水、发霉，从而降低吸油效果，因此建议实际配备的吸油毡不低于总需求量的 10%。即工程应购置吸油毡 18 吨，其余通过与生产厂家或其他单位签订协议的方式落实。

对于收油机难以回收的高粘度浮油、焦油球、巧克力冻状油、凝油剂凝油及高粘度油品，需要使用吸油拖栏协助吸附回收。参照《油轮单点系泊作业安全要求》本项目需配置吸油拖栏不少于 1500 米。

(7) 溢油监视报警设备

《海港总平面设计规范》也规定油品泊位应有溢油监视的设备与器材。溢油在线监视有助于及早发现海面溢油，快速展开应急响应行动。

建议两个系泊单点两端安装 2 个监视探头，实现对泊位实时、全天候不间断的对溢油监视报警。一旦泊位前沿水域出现溢油，溢油报警器能够自动报警，设置在公司的监控终端和设在海事局的区域监控终端，都会收到报警信号和溢油图片，而且能按事先设定的程序，自动将报警信号和溢油图片发到监控室和相关负责人的手机上，便于及时发现和及时采取措施。

(8) 应急船舶

主要应急船舶包括溢油应急处置船和应急辅助船舶。考虑到本工程单点距离陆域较远，为了更快地应对溢油应急事故，参考《油轮单点系泊作业安全要求》，本项目需要配备一艘专业清污船舶，具有溢油围控、回收与清除、临时储存和分散剂喷洒功能，同时搭载船载溢油监视雷达。设计航速不低于 8 节，油污水舱储能力不低于 500m³，可搭载 2 台收油机。应急船舶的配备的其他应急设备，应当

满足《溢油应急处置船应急装备物资配备要求（JT/T1144-2017）》。本工程配备的溢油应急船舶，应当按照中华人民共和国海事局新造溢油应急船的相关要求进行建造。

另外增配 2 艘溢油应急辅助船，每艘油污水舱储能力不低于 200m³，航速不低于 8 节，并可搭载 2 台收油机。工程还应配备消防船 1 艘，围油栏布放艇 4 艘，配合溢油应急船开展海上事故应急。工程周边可协调的应急处置船、辅助船、油污水处理船如下表所示，除本工程配备的专业溢油应急船舶外，其他应急辅助船舶可通过区域协调的方式解决。

表 7.5-3 东营市可协调的应急船舶

船名	种类	船舶所有人	用途	污水舱容 (立方米)
凯胜 07	油污水处理船	山东牧源发展有限公司	应急处置 (溢油回收船舶)	553
胜利海舟 621	油污水处理船	胜利油田龙口海舟公司	应急处置 (溢油回收船舶)	791
海运 19 号	油污水处理船	山东海盛海洋工程集团有限公司	应急处置 (溢油回收船舶)	
渤拖 19	工作船	山东海盛海洋工程集团有限公司	辅助船舶	
渤拖 12	工作船	山东海盛海洋工程集团有限公司	辅助船舶	
海盛拖 1	拖船	山东海盛海洋工程集团有限公司	辅助船舶	
海运 3 号	油污水处理船	山东海盛海洋工程集团有限公司	应急处置 (溢油回收船舶)	
渤拖 16	工作船	山东海盛海洋工程集团有限公司	辅助船舶	
海运 17 号	交通艇	山东海盛海洋工程集团有限公司	辅助船舶	
渤拖 11	工作船	山东海盛海洋工程集团有限公司	辅助船舶	

(9) 其他设备

其他设备主要包括辅助设备和应急保障设备。

1、设备的装卸与运输

为保证应急设备能够及时抵达清污现场，需要配置相关辅助设备，主要包括应急设备运输车、叉车、拖车、汽车吊等，根据本工程区应急反应能力的实际配置需要，应配备叉车 1 辆、室内拖车板 2 套、拖车头 1 辆，应急运输车 1 辆。建设单位也可以通过签署协议的形式落实运输车、起重机、轮胎吊等设备，满足溢油应急设备装卸与运输的需求。

2、夜间应急照明设备

为保证夜间应急照明的需要，建议工程增配夜间应急照明系统 2 套，包括光源、升降台、电源等。

2、个人防护设备

本工程应配置应急人员防护用品 10 套，主要包括防毒面具、防静电胶鞋、防护服等。

3、高压温水清洗设备

本工程应配备温水清洗设备 1 套，用于应急设备的清洗。

4、岸线清污工具

本工程应配备岸线清污工具 2 套，主要包括铁铲、毛刷、草垫和小型岸线清污泵等。

5、后勤保障用品

本工程应配备后勤保障用品 1 套，包括有毒气体检测仪、防爆手电筒、防爆对讲机、防爆簸箕、防爆方锹等，维修工具 1 套，托盘托架 1 套。

表 7.5-4 本工程溢油应急设备配置表

序号	设备名称	单位	数量	备注
一	应急卸载设备			
1.1	高粘度油品应急卸载泵	套	1	用于难船高粘度油品卸载，卸载能力不小于 200m ³ /h
1.2	低粘度油品应急卸载泵	套	1	用于难船低粘度油品卸载，卸载能力不小于 200m ³ /h
二	溢油围控设备			
2.1	海洋型充气围油栏（含充气装置）	米	1000	用于开阔水域油品围控，收油机回收油品时导流，高度不小于 2000mm
2.2	快速布放式围油栏	米	1000	可快速布防的围油栏，高度不小于 1000mm
2.3	防火型围油栏	米	1000	用于近岸水域油品围控，高度不小于 900mm
三	机械回收设备			
3.1	船载大型收油机	套	2	用于溢油回收，收油能力不小于 150m ³ /h
3.2	船载中型收油机	套	4	用于溢油回收，收油能力不小于 100m ³ /h
3.2	大型收油机	套	3	收油能力不小于 100m ³ /h
四	溢油清除设备			
4.1	环保型溢油分散剂	吨	28	用于水面较薄油层的油品消解
4.2	手持溢油分散剂喷洒装置	套	8	用于溢油分散剂喷洒，喷洒速率不小于 18L/min
4.3	船用溢油分散剂喷洒装置	套	2	用于溢油分散剂喷洒，喷洒速率不小于 135T/h
五	溢油吸附材料			
5.1	吸油毡	吨	18	用于水面较薄油层的吸收，吸油能力: ≥8 倍自重。
5.2	吸油拖栏	米	1500	用于水上溢油的吸附回收。
六	储运设备			

序号	设备名称	单位	数量	备注
6.1	轻便式储油罐	套	10	用于岸上回收溢油的临时储存，有效容积 $\geq 10\text{m}^3$
七	应急监视设备			
7.1	溢油监视系统	个	2	用于系泊点溢油监视
八	溢油应急船舶			
8.1	专业溢油应急船	艘	1	设计航速不低于 8 节，油污水舱储能力不低于 500m^3 ，可搭载 $2 \times 150\text{m}^3/\text{h}$ 收油机，搭载溢油监视雷达。配备溢油分散剂、喷洒设备、围油栏、吸油毡等溢油装备物资。 本工程配备的溢油应急船舶，应当按照中华人民共和国海事局新造溢油应急船的相关要求进行建造。
8.2	应急辅助船舶	艘	4	油污水舱储能力不低于 100m^3 ，航速不低于 8 节，每艘辅助船舶可搭载 1 台收油机。
8.3	消防船	艘	1	用于现场消防。
8.3	围油栏布放艇	艘	4	用于事故现场围油栏布放。

(10) 应急设备库存放与管理

考虑事故应急需要，工程增压平台上应存放部分快速布放型围油栏、溢油分散剂及喷洒装置、吸油毡和吸油拖栏等应急设备物资，事故发生后第一时间对事故进行控制。溢油应急船上，应配备有收油机、溢油分散剂、喷洒设备、围油栏、吸油毡等溢油装备物资。其他应急装备物资，应当妥善存放在岸边溢油应急设备库中。

表 7.5-5 应急设备存放地点建议

序号	设备名称	单位	数量	总价 (万元)	存放地点建议		
					增压 平台	应急 船舶	岸上设 备库
一	应急卸载设备						
1.1	中型螺杆式应急卸载泵	套	1	85			1
1.2	中型离心式应急卸载泵	套	1	70			1
二	溢油围控设备						
2.1	海洋型充气围油栏（含充气装置）	米	1000	400			1000
2.2	快速布放式围油栏	米	1000	200	400	400	200
2.3	防火型围油栏	米	1000	200		400	600
三	机械回收设备						
3.1	船载大型收油机	套	2	160		2	
3.2	船载中型收油机	套	4	240		4	
3.2	大型收油机	套	3	195			3
四	溢油清除设备						
4.1	环保型溢油分散剂	吨	28	8.4	2	3	23
4.2	手持溢油分散剂喷洒装置	套	8	4			8
4.3	船用溢油分散剂喷洒装置	套	2	4		2	
五	溢油吸附材料						

序号	设备名称	单位	数量	总价 (万元)	存放地点建议		
					增压 平台	应急 船舶	岸上设 备库
5.1	吸油毡	吨	18	36	2	3	13
5.2	吸油拖栏	米	1500	450	500		1000
六	储运设备						
6.1	轻便式储油罐	套	10	2			10
七	应急监视						
7.1	溢油监视系统（含监测终端、报警终端等）	套	1	40	2		
八	溢油应急船舶						
8.1	专业溢油应急船	艘	1	2500	1		
8.2	应急辅助船舶	艘	4	2400	4		
8.3	消防船	艘	1	500	1		
8.4	围油栏布放艇	艘	4	1000	4		
合计				8494.4			

应急设备应放置在专用设备库中，并由运输车、起吊设备等配套设施可供使用。设备库应具有良好的通风、散热、去湿、防潮、隔热等功能，设备运输车和起吊设备要与应急设备的重量、外形和体积相匹配。

单纯的设备配备并不是应急管理的目的，其真正目的是希望通过应急设施配备，在应对风险事故时做到“有备无患”；仅仅是数量上的配备，不加强维护管理，不能保证设备性能，都达不到应急目的。因此，应重视设备管理与维护。

有效的设备维护是应急设备性能良好与否的重要保障。为保证设备的持续有效，应根据各设备性能及时进行相应设备更新；还有一些易耗物品，如吸附/吸收材料、吸油拖栏，具有一定的保质时间。为保证应急设备的持续、有效可用性，建议对后期维护费用给予适当考虑。在实际工作中应考虑与生产厂家签订协议，为保证随时有足够能力应付溢油泄漏事故，应注意与生产厂家做好协调和沟通，保证易耗物品的随时有效可用。此外，应建立设备维护管理制度，指定专业人员对设备定期维修保养，每次使用要有使用记录，发现损坏及时更新维修，保证设备时待命。

7.5.3.3 风险应急处置

由于本工程可能发生的风险事故种类多样，建设单位分别组织编制了专项应急处置方案，以应对不同类型的风险事故。《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程油轮搁浅、触礁事故现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程油轮碰撞事故现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位

及配套工程海上油轮泄露事故溢油应急现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海上油轮泄露事故溢油应急现场处置方案》（燃料油）、，《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海底管线泄漏现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程陆上管线泄漏现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程漂浮软管管尾泄漏现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程单点浮筒火灾现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程长输原油管线凝管应急处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程中毒事故现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程作业人员意外伤害现场处置方案》、《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程强对流气象现场处置方案》等。

1、油轮碰撞事故处置方案

- 1) 事故第一时间发现人向值班驾驶员报告。
- 2) 值班驾驶员向船长报告。
- 3) 值班驾驶员发现出搁浅、触礁警报信号。
- 4) 船长现场指挥进行应急处理。
- 5) 所有船员在听到警报信号后，立即按应变部署的规定，迅速赶赴指定地点集合，听候指挥。
- 6) 岗位人员查明碰撞部位受损程度，同时检查油轮其他部位、设备是否受损，组织对受损部位、设备进行临时措施，修复使用。
- 7) 如果油轮舱室破损发生进水现象，船长组织人员利用堵漏器材进行堵漏。
- 8) 破损部位被成功封堵，进水、泄漏终止，油轮恢复正常，船长发出解除警报。
- 9) 如果油轮受损严重，经全力抢救，进水无法控制，面临沉没危险时，船长发出弃船警报，全体船员根据职责携带好有关物品和资料，乘坐本船救生艇或者救助船离开。

2、海底管线事故抢险方案

海底输油管线泄漏事故发生后，迅速停止输油作业，关闭单点海底球阀、浮筒中央井球阀和输油臂球阀，同时通知并确认海底管线登陆点阀门和岸罐区收油流程全部关闭。

根据本项目次声波监测系统确定的管线泄漏范围，利用海水平潮时间积极寻

找泄漏点，具体寻找透水点的方案如下：

如果是出现穿孔小漏或者是缺陷，在平潮期，潜水员观察海面情况，来确定透水点大概位置，然后通过潜水员精确定位，把泄漏点找出来。或者是采用挖沟机先将泄漏点范围内的海底管线吹出，然后派潜水员水下精确定位。

如果出现半管破裂或者全管断裂，一是可以直接派潜水员水下直接精确定位；二是可通过海床地形变化的测量来确定泄漏点。

查找到泄漏点后，采取措施进行封堵。具体情况如下：

1) 管道出现穿孔小漏或者缺陷

机械封堵卡箍进行修复，可由潜水员来完成；如果管道仅仅出现较小的腐蚀穿孔，可以在管道的受损部位利用特种密封胶进行密封，再利用密封卡具进行二次密封，从而实现漏点修复，利用抢险工作船通过单点漂浮软管对海底管线进行顶水，确认顶水 85000m³后，关闭单点海底球阀，关闭海底管线登陆点阀门，关闭岸罐区的全部收油流程之后组织对泄漏点进行进一步修复，完全修复完成后按照输油压力对管线进行试压，确认是否完全修复。

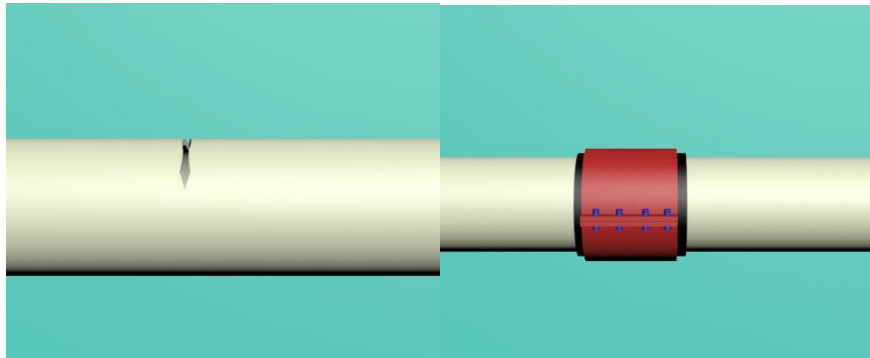


图 7.5-6 小孔破裂修复手段示意图

2) 管段出现半管破裂

抢险船舶到达事故海域，潜水员将管道封堵气囊放入管道断裂口处，，然后通过进气阀冲入压缩空气到达规定压力，防止管内油品持续与海水进行交换，污染海水，如下图：

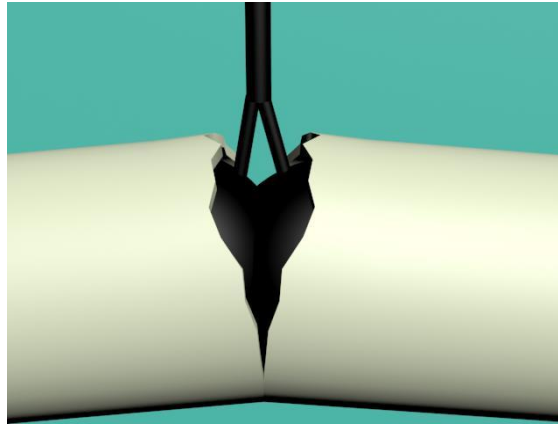


图 7.5-7 半管破裂修复手段示意图

如果半管破裂，角度偏小，不适用放入气囊，可以在海管破裂处缠上橡胶垫，然后外面通过潜水员将夹具上的螺栓拧紧，阻止油品的继续泄漏。

3) 管段出现全管断裂

抢险船舶到达事故海域，潜水员将管道封堵气囊放入管道断裂口处，放入管道的长度为堵塞器的长度，然后通过进气阀冲入压缩空气到达规定压力，防止管内油品持续与海水进行交换，污染海水。

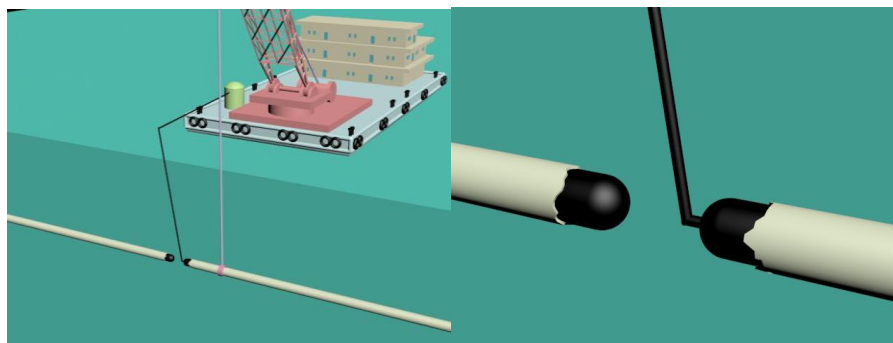


图 7.5-8 全管破裂修复手段示意图

3、单点系统事故抢险方案

- 1) 事故第一时间发现人向值班人员报告。
- 2) 值班人员通知系泊长。
- 3) 系泊长指挥事故处理。
- 4) 如单点正在进行卸油作业，立即停止，并关闭油轮管汇蝶阀。
- 5) 关闭输油臂球阀和浮筒中央井球阀。
- 6) 岗位人员查看软管泄漏情况，评估抢修可能性。
- 7) 如能抢修，则进行抢修；如不能抢修，需待更换软管再进行工作。

8) 无论是在抢修还是在更换过程中, 利用现场的溢油应急船和消拖两用船对漏油进行及时清理。

4、陆上管线泄漏事故处置方案

陆上管线发生泄漏时, 根据本项目次声波监测系统确定的管线泄漏范围, 寻找泄漏点, 如果破漏是因为腐蚀穿孔造成的, 可以用夹具堵住管道上的漏孔, 然后进行补焊。如果管道严重损坏或发生变形, 先使用机械式封堵器封住管道, 进行切除管道并更换管段。

5、海上溢油应急处置方案

在初步评估结束后应该迅速召集各方面的人力、物力资源, 相互协调配合, 就具体的溢油事故根据相关的环境采取相应的措施, 在最短的时间内控制住溢油的发展趋势。

(1) 布置围油栏

通知与本公司合作的应急力量, 并启动公司相关的溢油应急预案; 组织协调人员将设备库存放的围油栏、便携式储油囊, 撇油器、吸油材料及化学消油剂运至溢油现场。

进行溢油应急作业的直升飞机、应急船和工作船到达溢油现场后, 将搭载的围油栏充气并投入海中, 由布栏船进行拖带并对海面溢油进行围控; 当溢油范围比较大围油栏不足时, 调用附近协作单位的围油栏进行围控, 同时安排调用设备库中备用的围油栏进行增援。

(2) 水上油污回收

1) 离岸海域事故油污回收

离岸海域溢油事故在大多数情况下, 事故发生初期, 溢油油膜较厚, 范围比较集中。通常采用各种溢油回收设备进行早期的溢油回收。

具体的应急方案为采用溢油应急船以及工作船搭载收油机和便携式储油囊联合作业的方式进行油污回收在风浪较大的海域, 使用溢油回收船回收溢油的效果明显优于收油机。该方案的优点是将溢油影响区域化, 以减少污染, 将溢油从海面上回收以便进一步的处理和回收。

当大部分水面溢油回收后, 仍剩余少量溢油, 或者油层很薄时可采用吸附回收方案, 利用吸附材料本身的吸附功能吸收水面溢油。溢油吸附回收也是一种不变溢油形态的情况下利用各种手段将油从水面分离出来, 以清除溢油。而当油层

面积较大，油层较薄，可以考虑通过喷洒凝油剂，使溢油凝胶或凝成块状，再使用收油网回收。

2) 近岸海域事故油污回收

若本工程近岸段管线发生泄漏事故时，由于达不到应急船的适航条件，主要利用小型工作船舶搭载收油机对海面溢油进行回收。回收的溢油存放于便携式储油囊中，储油囊满载后利用油泵转存于船舶的污水水舱；海面上剩余的少量浮油使用吸油毡吸附，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油。应急船污水水舱满载后，返回将已回收的油水混合物转运至污水处理厂后返回事故现场继续进行溢油回收作业。

6、陆域管线防渗措施建议

管道沿线所通过地区地势较平，综合分析并考虑管道的施工难度和建成以后的管道运营安全等因素，采用管沟沟上机械开挖，部分特殊地段人工开挖方式。地下管道应做好防渗措施，根据石油化工工程防渗技术规范（GB/T 50934-2013）要求，非金属焊接管道应符合下列规定：

- (1) 高密度聚乙烯(HDPE)膜厚度不宜小于1.50mm。
- (2) 膜两侧应设置保护层，保护层宜采用长丝无纺土工布。

抗渗钢筋混凝土管沟防渗层应符合下列规定：

- (1) 沟底、沟壁和顶板的混凝土强度等级不宜低于C30，抗渗等级不应低于P8，混凝土垫层的强度等级不宜低于C15。
- (2) 沟底扣沟壁的厚度不宜小于200mm。
- (3) 沟底、沟壁的内表面和顶板顶面应抹聚合物水泥防水砂浆，厚度不应小于10mm。

7.5.3.4 敏感目标的应急防控及救护方案

本项目周边环境敏感区类型主要包括国家级自然保护区、国家级水产种质资源保护区、国家级海洋特别保护区、浅海养殖区等。根据本项目典型溢油事故和随机溢油事故情景条件下溢油扩散漂移模拟结果，在船舶碰撞事故、管道泄漏事故及单点装卸作业时漂浮软管破损导致溢油等突发事件时，均会对环境敏感目标产生不同程度的污染影响。发生溢油事故后，一旦没有任何防护措施，油膜将在风和潮流的共同作用下抵达敏感区并造成严重污染。根据前述溢油影响分析预

测，建设单位委托中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司开展了本项目溢油事故应急策略研究，编制完成了《东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程溢油事故分析与应急策略制定报告》，针对环境风险事故发生后可能受影响的敏感目标的特征，提出了有针对性的应急防控及救护措施。本节根据该报告编制。

（1）船舶碰撞溢油事故时敏感目标的应急防控及救护方案

本项目设定的船舶碰撞溢油事故情景条件下，溢油漂移扩散预测显示，溢油发生后可能对渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区造成影响。事故发生后，将对存在溢油抵达风险的敏感目标进行防护，具体防护措施见表 7.5-6。

表 7.5-6 船舶碰撞溢油敏感目标防护措施

类别	名称	相对位置	保护对象	防护措施
国家级水产种质资源保护区	渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）	S	中国明对虾，小黄鱼，三疣梭子蟹，真鲷，花鲈等	1、首先观察现场应急处置效果，根据处置效果判断是否需要进行敏感区防护措施； 2、如果溢油在到达敏感区 2~3h 前得到处置，则不需要布放围油栏； 3、如果未得到有效处置，则在距敏感区 1km 区域布放充气式围油栏或固体浮子式围油栏； 4、然后使用吸附材料对围控的溢油进行吸附回收； 5、溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业； 6、溢油距敏感区大于 1km 且水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油； 7、溢油距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，禁止使用消油剂消除海面浮油。
国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	S	黄河口生态系统及生物物种多样性	1、首先观察现场应急处置效果，根据处置效果判断是否需要进行敏感区防护措施； 2、如果溢油在到达敏感区 2~3h 前得到处置，则不需要布放围油栏； 3、如果未得到有效处置，则在距敏感区 1km 区域布放充气式围油栏或固体浮子式围油栏； 4、然后使用吸附材料对围控的溢油进行吸附回收； 5、溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业； 6、对于向保护区漂移的原油，禁止使用化学消油剂消除。

(2) 海底管道溢油事故时敏感目标的应急防控及救护方案

1) 管道穿孔小漏或缺陷条件下

在增压平台至登陆点 25% 长度位置发生穿孔小漏或缺陷条件下, 此场景溢油量小且距岸滩和敏感区较远, 所以不会对岸滩和敏感区造成影响, 不需要进行防护; 在增压平台至登陆点 50% 长度位置发生穿孔小漏或缺陷条件下, 溢油不存在抵岸风险, 无需布放岸滩围油栏; 在增压平台至登陆点 75% 长度位置发生穿孔小漏或缺陷条件下, 溢油存在抵达敏感区的风险, 但因为此场景溢油量小, 所以应首先观察现场应急处置效果, 根据处置效果判断是否需要进行敏感区防护措施, 如果溢油在到达敏感区 2~3h 前得到处置, 则无需布放围油栏; 若溢油未得到有效处置, 则在距敏感区 1km 区域布放充气式围油栏或固体浮子式围油栏, 围油栏数量依据《船舶溢油应急能力评估导则》确定。最后使用吸附材料对围控的溢油进行吸附回收。此场景溢油情况下, 敏感区附近禁止喷洒消油剂对溢油进行处置。

2) 管道半管破裂条件下

在增压平台至登陆点 25% 长度位置发生半管破裂条件下, 溢油量较大, 但距岸滩和敏感区较远, 不会对岸滩和敏感区造成影响, 无需进行防护; 在增压平台至登陆点 50%、75% 长度位置发生半管破裂条件下, 采取如下防护措施:

① 防控

此场景溢油量较大, 首先在距敏感区 1km 和 2km 区域各布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏(在增压平台至登陆点 75% 长度位置首先在距岸滩 1km 布放岸滩围油栏, 再在敏感区 1km 和 2km 区域各布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏), 围油栏数量依据《船舶溢油应急能力评估导则》确定。当水温高于 15℃, 在征得主管部门同意的情况下, 提前喷洒消油剂, 阻止溢油抵达岸滩或进入敏感区。

② 导流

若溢油漂移到距岸滩和敏感区小于 1km 或已进入敏感区, 需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏, 改变溢油漂移方向, 使其向相对不敏感水域方向漂移, 集中并进行回收作业。

③ 处置

如溢油距岸滩和敏感区大于 1km 围控的油层较厚, 水深达到应急船的适航

条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中；油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施。海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收。溢油海域水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油。

溢油距岸线和敏感区小于 1km 或已进入敏感区的溢油经导流到不敏感水域后，若油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中；若油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施。海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收。此种情况禁止使用消油剂消除海面浮油。

3) 管道全管断裂条件下

①在增压平台至登陆点 25%长度位置发生全管破裂条件下

此种情景条件下，溢油漂移扩散预测显示，溢油发生后可能对渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）、山东黄河三角洲国家级自然保护区、及东营黄河口生态国家级海洋特别保护区造成影响。事故发生后，将对存在溢油抵达风险的敏感目标进行防护，具体防护措施见表 7.5-7。

②在增压平台至登陆点 50%长度位置发生全管破裂条件下

此种情景条件下，溢油漂移扩散预测显示，溢油发生后可能对仙河镇海星村浅海贝类开放式养殖区、海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区、渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）、山东黄河三角洲国家级自然保护区、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区造成影响。事故发生后，将对存在溢油抵达风险的敏感目标进行防护，具体防护措施见表 7.5-8。

③在增压平台至登陆点 75%长度位置发生全管破裂条件下

此种情景条件下，溢油漂移扩散预测显示，溢油发生后可能对仙河镇海星村浅海贝类开放式养殖区、海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区、渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）、山东黄河三角洲国家级自然保护区、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区造成影响。事故发生后，将对存在溢油抵达风险的敏感目标进行防护，具体防护措施见表 7.5-9。

表 7.5-7 增压平台至登陆点 25%长度位置全管断裂情景敏感目标防护措施

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
岸滩	--	--	--	--	溢油无抵岸风险，所以不需要布放岸滩围油栏。
国家级水产种质资源保护区	渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）	S	中国明对虾，小黄鱼，三疣梭子蟹，真鲷，花鲈等	30h	<p>1、防控</p> <p>（1）首先观察现场应急处置效果，根据处置效果判断是否需要进行敏感区防护措施；</p> <p>（2）如果溢油在到达敏感区 2~3h 前得到处置，则不需要布放围油栏；</p> <p>（3）如果未得到有效处置，则需在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏；</p> <p>（4）当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油进入敏感区。</p> <p>2、导流</p> <p>如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入保护区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。</p> <p>3、处置</p> <p>（1）如果围控或导流的原油油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中；</p> <p>（2）油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施；</p> <p>（3）海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收；</p> <p>（4）溢油距敏感区大于 1km 且水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油；</p> <p>（5）溢油距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，禁止使用消油剂消除海面浮油。</p>

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	S	原生性湿地生态系统和鸟类	60h	1、防控 (1) 首先观察现场应急处置效果, 根据处置效果判断是否需要敏感区防护措施; (2) 如果溢油在到达敏感区 2~3h 前得到处置, 则不需要布放围油栏; (3) 如果未得到有效处置, 则需在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏; (4) 对于向保护区漂移的原油, 禁止使用化学消油剂消除。 2、导流 如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入保护区, 需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏, 改变溢油漂移方向, 使其向相对不敏感水域方向漂移, 集中并进行回收作业。 3、处置 (1) 如果围控或导流的原油油层较厚, 水深达到应急船的适航条件, 可直接使用应急船回收溢油, 储存在回收舱中; (2) 油层太薄时, 利用撇油器对海面溢油进行回收, 回收的溢油存放于临时储存设施; (3) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收; (4) 进入敏感区的原油禁止使用化学消油剂消除。
国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	S	黄河口生态系统及生物物种多样性	50h	

表 7.5-8 增压平台至登陆点 50%长度位置全管断裂情景敏感目标防护措施

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
岸滩	--	--	--	46h	<p>1、防护</p> <p>(1) 首先观察现场应急处置效果，根据处置效果判断是否需要岸线防护措施；</p> <p>(2) 如果溢油在到达岸滩 2~3h 前得到处置，则不需要布放岸滩围油栏；</p> <p>(3) 若未得到有效处置，则需在距岸滩 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏；</p> <p>(4) 当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油抵岸。</p> <p>2、导流</p> <p>若溢油漂移到距岸滩小于 1km，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。</p> <p>3、处置</p> <p>(1) 如果围控或导流的原油油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中；</p> <p>(2) 油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施；</p> <p>(3) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收；</p> <p>(4) 溢油距岸滩大于 1km 且水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油；</p> <p>(5) 溢油距岸滩小于 1km 或已抵岸，禁止使用消油剂消除。</p> <p>(6) 如果溢油已抵岸，首先应使用绳式拖把撇浮装置和真空泵回收在海岸线附近漂浮的油类以及岸上成滩的大片原油；然后使用机械法清除搁浅的原油以及受油类污染的海岸线物质。</p>
养殖区	仙河镇海星村浅海贝类开放式养殖区	NW	文蛤、四角蛤蜊、蛏类、毛蚶等	40h	<p>1、防控</p> <p>(1) 需提前在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏；</p> <p>(2) 当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油进入敏感区。</p>

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
	海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区（含三、四、五分场）	S	文蛤、四角蛤蜊、蛏类、毛蚶等	36h	2、导流 如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂流方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。
国家级水产种质资源保护区	黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区（含核心区、实验区）	S	黄河口文蛤等	25h	3、处置 （1）如果围控或导流的原油油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中； （2）油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施； （3）海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收； （4）溢油距敏感区大于 1km 且水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油； （5）溢油距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，禁止使用消油剂消除海面浮油。
	渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）	S	中国明对虾，小黄鱼，三疣梭子蟹，真鲷，花鲈等	20h	
国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	S	原生性湿地生态系统和鸟类	36h	1、防控 （1）需提前在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏； （2）对于向保护区漂移的原油，禁止使用化学消油剂消除。
					2、导流 如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入保护区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂流方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	S	黄河口生态系统及生物多样性	30h	3、处置 (1) 如果围控或导流的原油油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中； (2) 油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施； (3) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收； (4) 进入敏感区的原油禁止使用化学消油剂消除。

表 7.5-9 增压平台至登陆点 75%长度位置全管断裂情景敏感目标防护措施

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
岸滩	--	--	--	10h	<p>1、防护</p> <p>(1) 提前在距岸滩 1km 和 2km 区域各布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏；</p> <p>(2) 当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油抵岸。</p> <p>2、导流</p> <p>若溢油漂移到距岸滩小于 1km，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。</p> <p>3、处置</p> <p>(1) 如果围控或导流的原油油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中；</p> <p>(2) 油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施；</p> <p>(3) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收；</p> <p>(4) 溢油距岸滩大于 1km 且水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油；</p> <p>(5) 溢油距岸滩小于 1km 或已抵岸，禁止使用消油剂消除。</p> <p>(6) 如果溢油已抵岸，首先应使用绳式拖把撇浮装置和真空泵回收在海岸线附近漂浮的油类以及岸上成滩的大片原油；然后使用机械法清除搁浅的原油以及受油类污染的海岸线物质。</p>
养殖区	仙河镇海星村浅海贝类开放式养殖区	NW	文蛤、四角蛤蜊、蛏类、毛蚶等	7h	<p>1、防控</p> <p>(1) 需提前在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏，在 2km 区域布放 1 道防火围油栏；</p> <p>(2) 当水温高于 15℃，并在征得主管部门同意的情况下，提前喷洒消油剂，阻止溢油进入敏感区。</p> <p>2、导流</p>

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
	海星集团有限公司 浅海贝类开放式养 殖区（含三、四、 五分场）	S	文蛤、四角 蛤蜊、蛏 类、毛蚶等	4h	如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。
国家级水 产种质资 源保护区	黄河口文蛤国家级 水产种质资源保护 区（含核心区、实 验区）	S	黄河口文 蛤等	3h	3、处置 （1）如果溢油距敏感区大于 2km 围控的油层较厚，并且溢油量较大时，对围控原油采取就地焚烧处理，然后使用机械撇油器对残渣进行回收； （2）如果溢油距岸线小于 2km 或已进入敏感区，若水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收围控和导流的原油，储存在回收舱中；水深太浅或油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施。海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收； （3）溢油距敏感区大于 1km 且水温高于 15℃，在征得主管部门同意的情况下，使用化学消油剂消除海面浮油； （4）溢油距敏感区小于 1km 或已进入敏感区，禁止使用消油剂消除海面浮油。
	渤海湾莱州湾国家 级水产种质资源保 护区（莱州湾核心 区、实验区）	S	中国明对 虾，小黄 鱼，三疣梭 子蟹，真 鲷，花鲈等	4h	
国家级自 然保护区	山东黄河三角洲国 家级自然保护区	S	原生性湿 地生态系 统和鸟类	24h	1、防控 （1）需提前在距敏感区 1km 和 2km 区域各布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏； （2）对于向保护区漂移的原油，禁止使用化学消油剂消除。 2、导流 如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入保护区，需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏，改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移，集中并进行回收作业。

类别	名称	相对位置	保护对象	最短到达时间	防护措施
国家 级海洋特 别保护区	东营黄河口生 态国家级海洋特别 保护区	S	黄河 口生态系 统及生物 物种多样 性	20h	3、处置 (1) 如果围控或导流的原油油层较厚，水深达到应急船的适航条件，可直接使用应急船回收溢油，储存在回收舱中； (2) 油层太薄时，利用撇油器对海面溢油进行回收，回收的溢油存放于临时储存设施； (3) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收； (4) 进入保护区的原油禁止使用化学消油剂消除。

（3）单点漂浮软管溢油事故时敏感目标的应急防控及救护方案

本项目设定的单点漂浮软管溢油事故情景条件下，溢油漂移扩散预测显示，溢油发生后可能对渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（莱州湾核心区、实验区）、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区造成影响。事故发生后，将对存在溢油抵达风险的敏感目标进行防护，具体防护措施见表 7.5-10。

表 7.5-10 单点漂浮软管溢油情景敏感目标防护措施

类别	溢油最短到达时间	防护措施
岸滩	55h	<p>1、防护</p> <p>(1) 应首先观察现场应急处置效果, 根据处置效果判断是否需要进行岸线防护措施;</p> <p>(2) 如果溢油在到达岸滩 2~3h 前得到处置, 则不需要布放岸滩围油栏;</p> <p>(3) 若未得到有效处置, 则需在距岸滩 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏;</p> <p>(4) 当水温高于 15℃, 并在征得主管部门同意的情况下, 提前喷洒消油剂, 阻止溢油进入敏感区。</p> <p>2、导流</p> <p>若溢油漂移到距岸滩小于 1km, 需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏, 改变溢油漂移方向, 使其向相对不敏感水域方向漂移, 集中并进行回收作业。</p> <p>3、处置</p> <p>(1) 首先使用撇油器对围控和导流的溢油进行回收, 回收的溢油存放于临时储存设施中;</p> <p>(2) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收;</p> <p>(3) 溢油距岸滩大于 1km 且水温高于 15℃, 在征得主管部门同意的情况下, 使用化学消油剂消除海面浮油;</p> <p>(4) 溢油距岸滩小于 1km 或已抵岸, 禁止使用消油剂消除。</p> <p>(5) 如果溢油已抵岸, 首先应使用真空撇油器对原油进行回收; 然后使用机械法清除搁浅的原油以及受油类污染的海岸线物质。</p>
敏感区		<p>1、防控</p> <p>(1) 首先观察现场应急处置效果, 根据处置效果判断是否需要敏感区防护措施;</p> <p>(2) 如果溢油在到达敏感区 2~3h 前得到处置, 则不需要布放围油栏;</p> <p>(3) 如果未得到有效处置, 则需在距敏感区 1km 区域布放 1 道充气式围油栏或固体浮子式围油栏;</p> <p>(4) 当水温高于 15℃, 并在征得主管部门同意的情况下, 提前喷洒消油剂, 阻止溢油进入敏感区。</p> <p>2、导流</p> <p>如果溢油漂移到距敏感区小于 1km 或已进入保护区, 需在逆向溢油漂流的方向布放 1~2 道导流围油栏, 改变溢油漂移方向, 使其向相对不敏感水域方向漂移, 集中并进行回收作业。</p> <p>3、处置</p> <p>(1) 首先使用撇油器对围控和导流的溢油进行回收, 回收的溢油存放于临时储存设施中;</p> <p>(2) 海面上剩余的少量浮油使用吸油毡或吸油拖栏吸附回收;</p> <p>(3) 溢油距敏感区大于 1km 且水温高于 15℃, 征得主管部门同意情况下, 使用化学消油剂消除海面浮油;</p> <p>(4) 溢油距敏感区小于 1km 或已抵岸, 禁止使用消油剂消除。</p>

7.5.4 应急体系构建

7.5.4.1 区域应急资源共享机制

建议本项目经营管理单位在区域船舶污染应急联席会议的总体框架下,与东营海事局及周边船舶作业企业建立有效应急联防机制,实现应急资源的共享、信息资源的互通、应急处置的互助,充分整合区域应急资源,提高整体应急能力。对于不同事故等级开展分级响应机制分级反应等级见表 7.5-11 和 7.5-7 所示。

表 7.5-11 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	可能需要周边船舶作业单位、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,但可能需要临近溢油资源协助进行反应

表 7.5-7 海上污染事故等级分级指标

泄漏物质 泄漏量	石油类 (原油及成品油)
极大 (>10000t)	极重危害
很大 (100~10000t)	严重危害
大 (50~100t)	较重危害
中等 (10~50t)	
小 (<10t)	较轻危害

7.5.4.2 应急预案

目前现行的应急预案体系主要由国家级应急预案(包括专项应急预案和部门应急预案)、省级应急预案、市级应急预案和企业应急预案三个层次组成。与本工程相关的应急预案简述如下。

(1) 国家级应急预案

①国家重大海上溢油应急处置预案

国家重大海上溢油应急处置预案由国家重大海上溢油应急处置部际联席会议于 2018 年 3 月印发，主要适用于造成或者可能造成我国管辖海域污染的重大海上溢油的应急处置工作。该预案的应急响应主要由国家响应措施和地方响应措施两部分组成。启动应急响应后，国家重大海上溢油应急处置部际联席会议实施国家响应措施，组织、协调、指挥国家重大海上溢油的应急处置工作。相关单位和地方人民政府应当依据有关预案，先行对海上溢油事件进行处置，并及时向上级单位报告相关信息。现场指挥部负责组织开展海上溢油评估、监视监测、重要目标保护、溢油源的封堵和控制、溢油围控与清除、油污储运与处置等应急响应措施。必要时，请求国家重大海上溢油应急处置部际联席会议提供指导和支援。国家重大海上溢油应急处置预案中的国家应急响应流程如图 7.5-1 所示。

②海洋石油勘探开发溢油事故应急预案

为防治海洋石油勘探开发海上溢油事故的污染损害，维护海洋生态平衡，原国家海洋局于 2015 年印发了《海洋石油勘探开发溢油事故应急预案》。石油公司经评估，认为超出自身配备的溢油应急设备处理能力时，可向国家海洋局提出启动应急方案的申请。海洋局接到申请后，启动应急预案，协调海上石油生产集团公司及有关部门进行溢油应急响应。应急响应流程包括：溢油事故的初步评估→溢油事故报告→启动溢油应急预案（包括启动溢油监视系统、进行溢油监测、溢油事故现场处置人员按照有关规程和本公司溢油应急预案的要求进行溢油处置、海洋局组织协调各相关部门按照各自职责，参与应急响应行动、为石油公司处理溢油事故提供支持、协调和服务、专家咨询小组开展工作，为应急指挥决策提供咨询和建议等工作）→信息发布、现场取证与现场记录→应急结束→应急清除等。

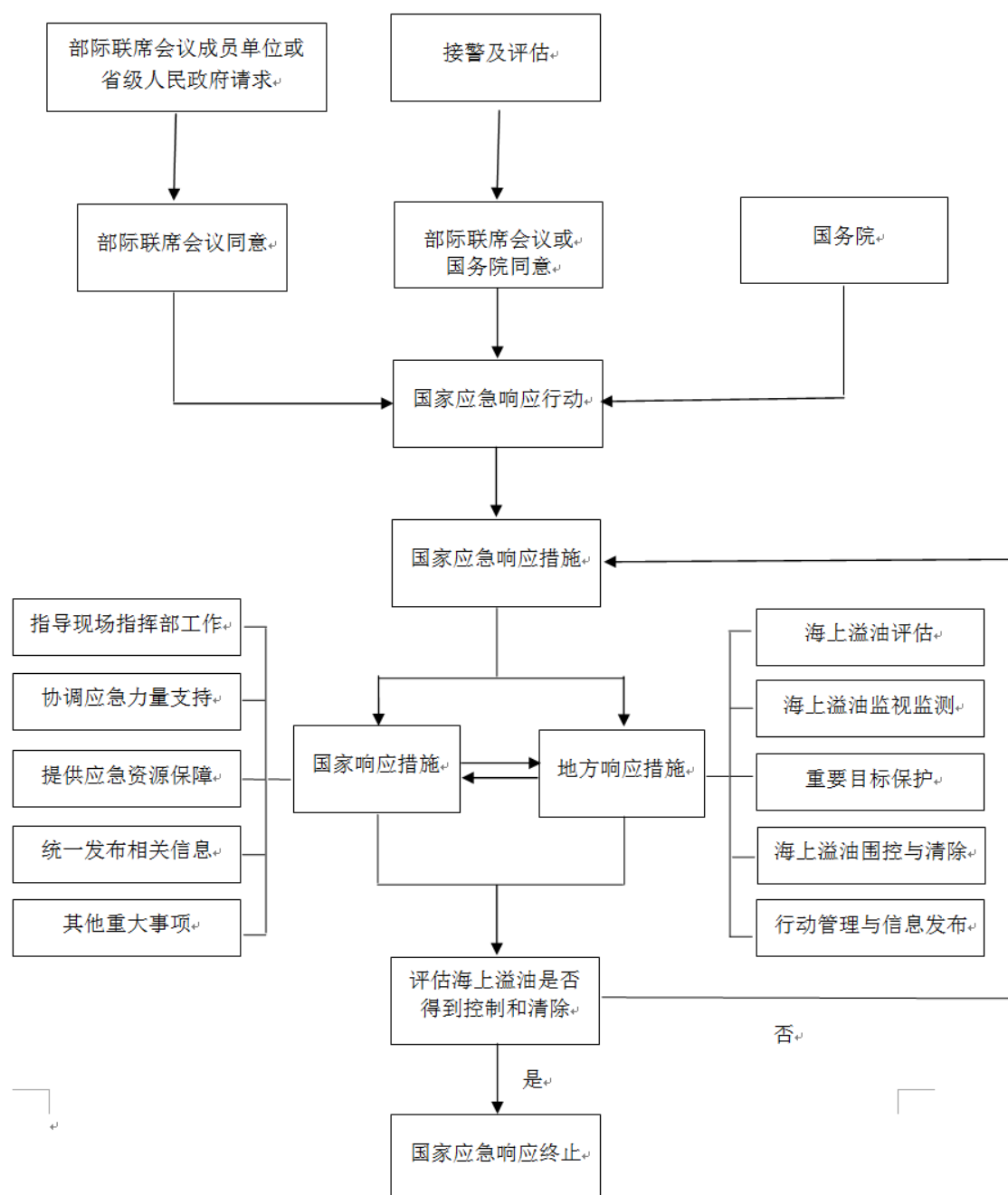


图 7.5-9 国家重大海上溢油应急处置预案国家应急响应流程

(2) 山东省海上溢油事件应急处置预案

2012年山东省人民政府办公厅印发了《山东省海上溢油事件应急处置预案》。山东省政府成立山东省海上溢油事件应急处置指挥中心。在省政府的统一领导下，省应急指挥中心负责统一协调海上溢油事件的应急处置工作，各专业部门按照各自职责做好相关专业领域海上溢油事件的应急处置工作，各应急支持保障部门按照各自职责做好海上溢油事件应急处置的支持保障工作。专家咨询机构为海上溢油事件应急处置专家组，由环保、海洋、海事、渔业、救捞、消防、化学品防护救助、气象、石油工程、保险财务和法律等溢油应急处置相关领域的专家组

成。专家组参与海上污染事故应急处置相关工作,对应急处置工作中的重要问题进行研究,为应急指挥决策提供咨询和建议,参与海上污染事故的调查,对事故的善后处理提出咨询意见。应急响应流程主要包括信息监测、信息报告、预警、评估、应急预案启动、应急处置行动(包括启动部门处置预案应急响应并成立现场指挥部、制定应急行动方案)、应急行动的组织与实施(包括应急行动的开展、成员单位参加应急行动、应急行动的管理与控制、应急行动结束四个环节)、后续处置等。

(3) 东营市海上溢油事件应急处置预案

为科学应对海上溢油事件,规范应急程序,提高应急处置效率,最大限度减少污染损害,保护海域环境和海洋资源,东营市人民政府 2013 年印发了《东营市海上溢油事件应急处置预案》。东营市海上溢油应急处置的组织机构体系主要包括市海上溢油事件应急处置指挥中心、市海上溢油事件应急处置组织机构由市应急指挥中心、各专业部门和应急处置支持保障部门(均为省应急指挥中心成员单位)专家咨询机构组成。其中专家咨询机构为海上溢油事件应急处置专家组,由环保、海洋、海事、渔业、消防、化学品防护救助、气象、保险财务和法律等溢油应急处置相关领域的专家组成。在应急响应流程上,《东营市海上溢油事件应急处置预案》与《山东省海上溢油事件应急处置预案》基本一致,主要包括信息监测、预警、评估、应急预案启动、应急处置行动(包括启动部门处置预案应急响应并成立现场指挥部、制定应急行动方案)、应急行动的组织与实施(包括应急行动的开展、成员单位参加应急行动、应急行动的管理与控制、应急行动结束四个环节)、后续处置等环节。

(4) 企业应急预案

为了全面贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,加强和规范对东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程、海上拖轮单位突发事件应急工作的管理,提高处置突发事件的能力,最大程度地预防和减少突发事件及其造成的损失,保障企业员工和公众的生命安全和降低对环境的污染,尽快恢复生产和稳定,促进全面、协调、可持续发展,本项目投产运营前应详细的安全生产应急预案。

山东民达物流有限公司的安全生产事故应急预案由综合应急预案、专项应急预案和现场溢油处置方案构成。总体应急预案从总体上阐述处理事故的应急方针、政策,应急组织结构及相关应急职责,应急行动、措施和保障等基本要求和程序,是应对各类事故的综合性文件。专项应急处置方案是针对具体东营港 25

万吨级原油进口泊位及配套工程的安全生产事故的类别、危险源和应急保障而制定的计划或方案，是总体应急预案的组成部分，按照总体应急预案的程序和要求组织制定。现场溢油处置方案制定了明确的救援程序和具体的应急救援措施。

本项目制定的应急预案包括：《东营港25万吨级原油进口泊位及配套工程综合应急预案》、《东营港25万吨级原油进口泊位及配套工程单点溢油事故应急预案》、《东营港25万吨级原油进口泊位及配套工程海难应急预案》、《东营港25万吨级原油进口泊位及配套工程海上拖轮事故应急预案》等。在投入运营前，需要参照中华人民共和国海事局船舶处编制的《港口（码头）油污应急计划编制指南》进行编制并向主管海事部门报备，编制的溢油应急预案应该包含以下主要内容：

①分工明确的组织指挥机构及有关职责。明确应急领导、指挥机构、日常管理机构的人员组成和人员的职责分工，并列出详细的内部应急人员联系方式。

②内外报告程序。规定公司内部报告程序及报告内容，规定外部报告的要求、程序，并列出外部报告单位联系方式。

③制定应急响应程序。明确公司内部各个应急部门的具体应急反应行动，并注意与上一级应急预案相衔接。

④规定每年至少组织两次或以上应急救援预案演练及演练内容，并明确根据演习结果及时进行应急预案的修订。

⑤附上已有的溢油应急物资设备明细表、企业平面布置图及应急仓库的位置。

⑥本项目应急预案除有常规溢油方案措施外，还应明确应急废物和废水的去向，使应急预案具有可操作性；同时需要明确载船舶发生事故后的水路上应急避难、应急疏散方案。

⑦明确可以获得的外部应急力量及应急物质，附上有效联络方式，并在应急救援预案演练时进行检验。

⑧应列出周边敏感资源管理方的有效联系方式，并明确定期联系机制，以在污染事故发生时能够及时通知受影响的敏感资源管理方采取应对措施。

⑨标明应急预案修订的不同版本及修订日期，以明确应急预案的时效性。

1、应急组织

根据上述要求，结合山东省民达物流有限公司管理体系，本项目应急组织结

构如下

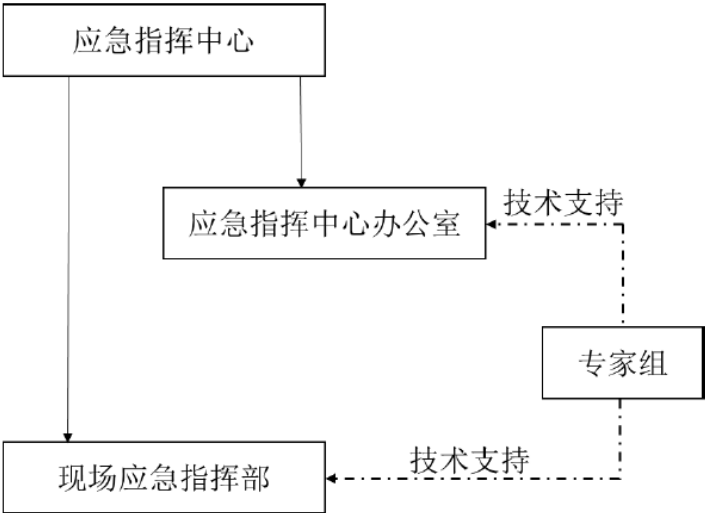


图 7.5-10 应急预案纲要

2、指挥机构及职责

根据应急预案编制要求，结合山东省民达物流有限公司管理体系，进一步确定本项目应急指挥机构

（1）指挥机构

1) 应急指挥中心

总指挥：

副总指挥：

成员：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。

东营港口水域溢油应急指挥中心是山东民达物流有限公司应急管理的最高指挥机构，全面负责港口分部应急处置行动。

（2）应急指挥中心办公室

应急指挥中心办公室设在港口分部调度中心，由综合管理科、HSE 管理科、生产管理科、民达物流有限公司工程项目部组成。

主任：生产管理科科长

成员：生产管理科生产管理岗位人员、值班调度员、综合管理科管理人员、HSE 管理科科员、安全环保组人员、民达物流有限公司工程项目主管。

应急指挥中心办公室是港口分部应急指挥中心的日常办事机构，应急状态下主要负责跟踪、了解生产安全事故的发展动态及处置情况，及时向应急指挥中心

汇报；保持与现场指挥部之间的信息沟通渠道，传达应急指令，汇总、传递相关信息。

（3）现场应急指挥部

现场应急指挥部是港口分部应急指挥中心派出的临时机构，按照“谁主管、谁负责”的原则，现场指挥由港口分部经理担任，书记、各副经理和安全总监按分工协助现场指挥工作；经理因故无法到达现场或丧失指挥职能时，港口分部应急指挥中心应立即指派或由现场最高领导接替，机关主管部门负责协助。

现场指挥部下设生产技术组、消防抢险组（依托当地消防队资源）、设备抢修组、安全环保组、医疗救护组（依托医院资源）、后勤保障组、善后处理组、信息报道管理组等7个应急工作组。

3、信息报告

（1）信息接收和通报

应急值班人员接到港口分部的事故报告后（24 小时值班联系电话：），值班人员立即向总指挥报告，总指挥在接到报告后根据需要通知应急指挥中心办公室主任立即启动预案，时限最多不超过1小时，具体流程见图7.5-11。

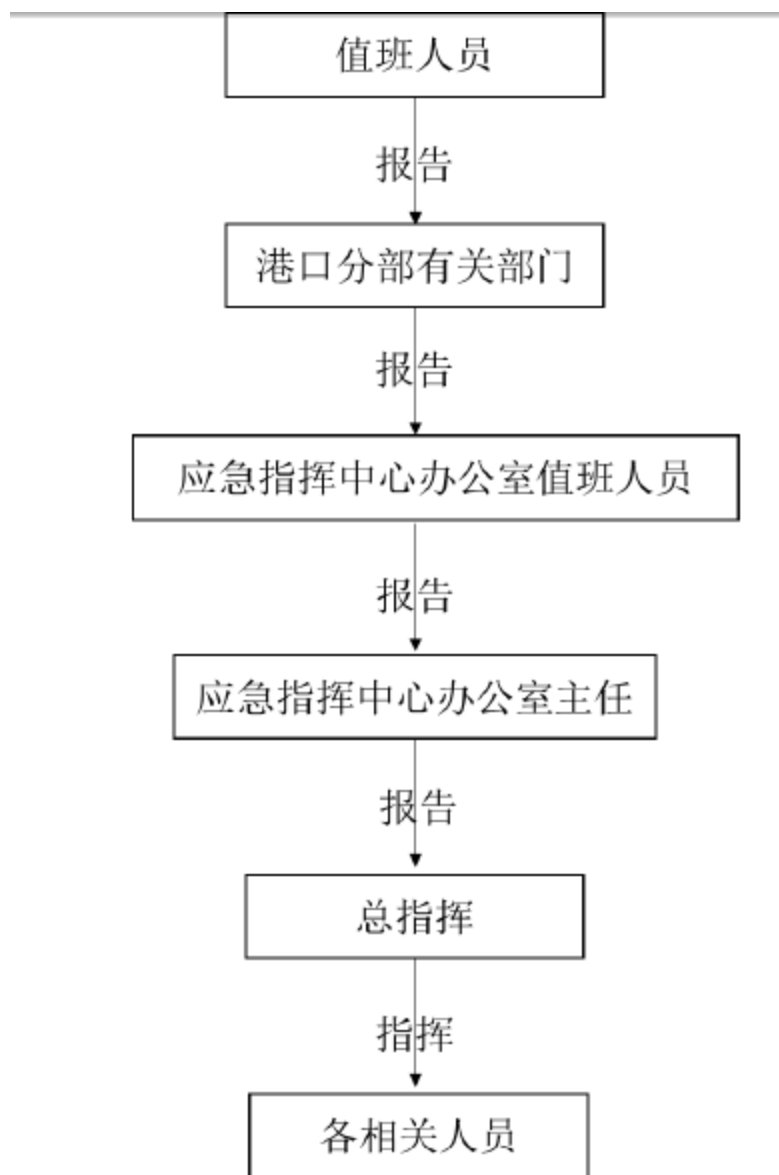


图 7.5-11 信息报告流程

7.5.3.2 应急预案的衔接

本项目应急预案的内容，应当与东营市海上溢油事件应急处置预案保持衔接。工程发生溢油事故后，应当按照应急预案的要求，立即成立项目应急指挥中心。应急指挥中心总指挥根据事故发生级别，向东营市人民政府应急指挥中心办公室、东营市海洋和环境主管部门报告，请求启动《东营市海上溢油事件应急处置预案》，并根据事态的发展情况，1 小时内做好上报工作。事故信息报告应当包括：事故发生单位概况；事故发生的时间、地点以及事故性质情况；事故的简要经过；事故已经造成或者可能造成的伤亡人数（包括下落不明的人数）和初步估计的直接经济损失；已采取的措施；其它应当报告的情况。

在本项目后期推进的过程中，本项目的应急预案应与主管海事和环保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事故信息上报至东营海事局和环保部门，并根据海事和环保部门的指示，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，必要时应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

7.5.3.3 应急队伍建设

增强企业溢油应急能力建设，不仅要配置充足、适当的应急设备，还需要建立一支训练有素、应急快速、有专业应急技术的应急团队，才能满足应对较大规模的溢油事故处理的需要。本项目应配备应急指挥人员和应急操作人员，由本项目工作人员组建的应急人员主要负责本项目溢油事故的应急处置，应急队伍规模可以参照《船舶污染清除单位应急清污能力要求》（JT/T 1081-2016）中对一级应急处理单位应急人员的规定配备。指挥人员主要由参加作业需要的人数确定，其中需要高级指挥人员 ≥ 3 名，现场指挥 ≥ 8 人，应急操作人员 ≥ 40 人，并在本项目溢油应急预案中明确具体应急作业人员相应的指挥或作业职责，并组织应急人员参加船舶溢油污染应急培训，严格按照船舶污染应急预案，定期进行应急演练，并在应急演练中进行针对性操作以熟练掌握应急设施的使用方法，具备污染应急的知识和技能。同时，本项目还应每年提供培训、演习资金，每年至少举行两次船舶防污染应急演练，通过培训、演习提高应急队伍整体素质。

7.5.5 应急能力分析

本次评价根据《油轮单点系泊作业安全要求》、《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》、《水上溢油风险评估技术导则》等相关规范提出了溢油应急能力建设目标、应急设备配置方案、以及包括应急预案、现场应急处置方案在内的应急体系的构建。

茂名石化分公司 30 万吨级单点系泊项目作为我国已投产多年单点系泊项目，在风险应急管理方面积累一定的经验，据此，本次评价对比茂名石化单点系泊项目从应急资源配置、应急预案、应急保障等方面对比分析本项目综合应急能力水平。

7.5.5.1 应急资源配置

本项目根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT / T451-2017)、《油轮单点系泊作业安全要求》等规范要求,并综合考虑周边可依托应急资源,确定应急能力建设目标为 1400t。茂名单点项目投产多年,应急能力建设方面也不断升级更新,2016 年开展了“船舶污染海洋环境风险评估”专题评估工作,据此确定其应急能力建设目标为一次溢油综合清除控制能力为 500 吨。按照应急能力建设目标定位,本项目应急资源配置水平高于茂名单点项目,详见下表。

表 7.5-12 应急资源对比一览表

序号	设备名称	单位	本项目配置	茂名单点项目配置
一	应急卸载能力	m ³ /h	400 (两台)	300 (两台)
二	溢油围控设备			
2.1	应急型围油栏	米	2000	1070
2.2	防火型围油栏	米	1000	1130
三	机械回收设备	m ³ /h	1000 (七台 100m ³ /h, 两台 150m ³ /h)	350 (一台 200m ³ /h、一台 100m ³ /h)
四	溢油分散剂	t	28	4.4
五	溢油吸附材料			
5.1	吸油毡	t	18	8
5.2	吸油拖栏	米	1500	1500
六	储运设备	m ³	共计 1100 (含应急船舱 1000 m ³ 。轻便式储油罐 100m ³)	共计 900
七	应急监视设备	-	两单点设置两个监测设备	船载、无人机各一套
八	溢油应急船舶		按照规范设置一艘专业清污船舶及 4 艘辅助船、1 艘消防船、4 艘布放艇	按照规范设置一艘专业清污船舶,依托港区内辅助船

7.5.5.2 应急预案

茂名单点项目溢油应急预案在衔接上层预案的基础上编制企业级别应急预案,由港口分部总体应急预案、专项应急预案、基层车间应急预案组成。总体应急预案是从总体上阐述处理事故的应急方针,应急组织结构及相关应急职责。专项应急预案是针对具体的事故类别、危险源和应急保障而制定的计划或方案,是总体应急预案的组成部分,按照总体应急预案的程序和要求组织制定。专项应急预案制定了明确的救援程序和具体的应急救援措施。基层车间应急预案主要是现场处置方案,是针对具体的装置、场所或设施、岗位所制定的应急处置措施,现场处置方案具体、简单、针对性强。现场处置方案根据风险评估及危险性控制措施逐一编制,做到事故相关人员应知应会,熟练掌握,并通过应急演练,做到迅速反应、正确处置。

本项目拟投产前在衔接上层应急预案基础上，构建自身应急体系，主要包括山东民达物流有限公司的安全生产事故应急预案由综合应急预案、专项应急预案和现场溢油处置方案构成。

表 7.5-13 应急预案对比一览表

类别	本项目	茂名单点项目
总体应急预案	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程综合应急预案	港口分部突发事件应急预案
防污相关专项应急预案	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程单点溢油事故应急预案	海难应急预案
	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海难应急预案	海上溢油应急预案
	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海上拖轮事故应急预案	环境应急预案
	单点浮筒膨胀节破损泄漏应急预案	危险化学品（含剧毒品）应急预案
	单点紧急切断阀应急预案	硫化氢泄漏应急预案
	漂浮软管管尾渗漏应急预案	油气管线泄漏应急预案
	原油管线泄漏应急预案	长输原油管线初凝应急预案
	长输原油管线凝管应急预案	海底管线泄漏应急预案
现场溢油处置方案	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海上油轮泄露事故溢油应急现场处置方案	单点浮筒膨胀节破损泄漏现场处置方案
	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程海底管线泄漏现场处置方案	漂浮软管管尾渗漏应急现场处置方案（非油轮靠泊期间）
	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程陆上管线泄漏现场处置方案	单点紧急切断阀失效应急现场处置方案
	东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程漂浮软管管尾泄漏现场处置方案	
	中毒事故现场处置方案	
	作业人员意外伤害现场处置方案	
	强对流气象现场处置方案	

对比可以看出，本项目各专项应急预案、现场应急处置方案均是根据风险评估中识别风险环节制定专项响应措施，各项措施相互衔接形成系统的应急体系。茂名单点项目各项应急预案及处置措施均实在整体应急预案的指导下，针对实际操作中出现的问题，再结合相关规范、导则进而制定各专项预案，总体上更切合实际操作。因此，本项目应急预案的编制应在国家、行业及地方标准和规范的指导，进一步借鉴单点项目实际操作经验，将应急体系进一步补充，使其操作性更强、内容涵盖更加完备。

7.5.5.3 应急队伍

应急人员是溢油应急反应能力的首要因素，在应急抢救过程中，起着关键的作用。本项目尚未投产，应急队伍尚未组建，本次评估主要针对茂名单点项目应急队伍建设情况进行分析，对本项目应急队伍建设提供建议和参考。茂名石化公司配有专业的应急人员，同时，多名经过相关培训持有证书的人员可作为兼职应急人员，详见下表。

表 7.5-14 茂名单点项目应急人员情况表

评估内容	评估分析
人员的培训情况	安全管理人员、作业人员、特种作业人员和消防人员均根据实际工作需要进行了相应的培训，取得相应的证书。
对应急预案的熟悉程度	制定了《突发事件应急预案》，通过日常演练和培训，应急人员对该计划比较熟悉。
对设备性能的了解程度和操作能力	通过培训和演练，熟悉了设备性能和提高操作能力。
专业知识掌握情况	通过参加相关部门组织的培训班，内部培训和应急演练，应人员专业技能得到提高。
参与溢油应急反应的实际经验	进行了溢油事故应急演练，具有一定的溢油事故的应急处理能力。

7.5.5.4 应急保障

应急保障是应急体系的一部分，是应急预案有效运行、应急行动开展的有力保障。后勤保障能力主要指应急资金、通信、安全防护、交通工具、医疗救护、应急人员食宿等能否与溢油风险相适应，分工是否明确，责任是否落实等。本次评估主要针对茂名单点项目应急保障情况进行分析，对本项目应急体系建设提供建议和参考。

表 7.5-15 后勤保障能力评估表

评估内容	评估分析
应急资金	茂名石化港口分部每年安排应急资金预算，可以为溢油应急行动提供充分的资金保障。
通信	设置有线电话、无线调度通信、安全保安通信、船岸通信系统及相应配套设施，通信设备的种类和数量能够满足应急通讯需要。
安全防护	配备一定量的安全防护用品，基本可以满足日常生产和应急行动需要。
交通工具	水上交通可利用工作船，陆上交通可利用公司自有运输车和租用社会车辆。
医疗救护	主要医疗资源包括茂港区人民医院。
人员食宿	其公司设有员工食堂，本区域经济社会发展程度一般。

7.5.5.5 小结

对比分析本项目与茂名单点系泊项目应急能力水平，由于本项目应急能力建

设目标高于茂名单点项目，故本项目应急资源配置水平较高。本次评估按照国家、行业及地方标准和规范明确提出应急预案组成及编制要求，在项目投产前于相关部门备案并形成系统应急体系的同时，还应将茂名单点项目实际操作经验作为有效补充，确保应急行动的有效开展。

8 清洁生产

《中华人民共和国清洁生产促进法》明确指出：“新建、改建和扩建项目应当进行环境影响评价，对原料使用、资源消耗、资源综合利用以及污染物产生与处置等进行分析认证，优先采用资源利用率高以及污染物产生量少的清洁生产技术、工艺和设备。”

清洁生产是保护环境、保持社会经济与环境可持续发展的关键，它要求生产企业通过源头消减实现在生产过程中控制和减少污染物排放，是主动、有效的行为和对策，可达到节能、降耗、减污、增效的目标。

8.1 施工期清洁生产分析

主要从施工设备及施工工艺的先进性、污染物产生指标及处置的先进性等方面进行分析。

（1）选择先进的施工设备

施工期主要的施工设备为抓斗式挖泥船、浮吊船、驳船、打桩船、拖轮、铺管船等。施工期严格执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，对施工船舶实施铅封管理，含油污水进行统一收集，上岸后委托有资质的单位接收处理。

选用低噪声先进设备，降低噪声源强度。选用具有合适功率的施工机械作业，加强过程检验，提高一次施工成功率，避免返工情况发生。引入具有 A 类防止油类污染资质的专业公司按国家规定的防止油类污染相关标准配置防止油类污染材料、工具、设备、设施、人员和船舶，防止油类污染。

（2）采用合理的施工方法

合理布置施工方案，提高施工船舶的使用率。

本项目将采用铺管船铺管法与拖管法相结合的方法铺设全程海底管道，近岸段采用吃水浅的浅滩海小型铺管船能够减少预挖航道的土方量，离岸段采用吃水深的大型铺管船能够提高铺设速度。

海底管道后挖沟采用水力喷射挖沟机，精度高，埋设深度准确，工期短。

单点系泊在设计、建造、施工、运行操作和检维修方面已非常成熟，工程附近地区具有中石化、中海油等多家经验丰富的国有大型海洋工程施工企业，有高

素质、一流的单点系泊、海洋平台和海底管道施工管理人员和技术人员，有大型的、专业化的施工机械设备，已建立起完善的生产设施和具备了丰富的生产管理经验。在桩基制作、沉桩、水上安装等方面，都有成熟的施工经验，能满足本工程的需要。工程海域多年来形成了成熟的海洋工程建造、维修、应急、作业、溢油防护、消防服务体系。

（3）施工采取减少污染的措施

严格限制工程施工区域在其用海范围内，避免任意扩大范围，以减少施工作业对底栖生物的影响范围；在施工质量保证的情况下，尽量缩短工期，以减轻挖泥施工对施工区的影响，使挖泥区的底栖生物尽快恢复。

施工过程中注意对设备的维护和保养，合理操作，保证施工机械保持在最佳状态，降低噪声源强度；对噪声影响大的岗位，给工作人员佩戴耳塞、耳罩等措施进行防护。

在施工过程中，加强水工作业等过程中环保管理与监测工作，尽量减少悬浮物的产生量，降低由悬浮物引起的污染和二次污染。

（4）污染物的妥当处置

施工船舶污染物按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》、《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求处置、排放。船舶含油污水实行“铅封管理”，统一收集交由陆上接收处理；船舶生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排放；施工船舶；生活和生产垃圾分类收集，靠岸后转运到陆上当地环卫部门规定的垃圾场统一处置。严禁向水域排放废水和倾倒垃圾。

根据本项目施工期的清洁生产分析，单点系泊系统和路由管线施工充分结合所处海域的环境状况，合理选择施工方法、施工时间和施工顺序。施工过程中船舶含油污水、生活污水及生产、生活垃圾均收集后交有关单位处理，不随意外排，符合国家有关环保政策和清洁生产要求，达到同类建设项目清洁生产水平。

8.2 营运期清洁生产分析

本工程主要承担山东民达物流有限公司东营原油成品油储运项目的进口原油的接卸，主要包括单点系泊系统、输油管道、增压平台等，营运期的清洁特点如下：

（1）采用清洁能源

单点系泊系统上布置太阳能发电装置，供浮筒上各种设备能耗需要。

(2) 采取减少溢油风险污染的措施

① 实现密闭输送，降低原油损耗。

② 每根漂浮软管中间还安装了自动脱扣装置，一旦出现恶劣天气或其他意外情况，软管能自动断开，并且接口都是封闭的，不会有液体流出，保证安全，另外，连接油轮和单点旋转系统的系泊缆上也带有自动脱扣装置。

③ 在每根管线上都安装了水下关断阀，关断阀应为常闭型液压阀门，一旦失去液压动力，阀门自动关闭，提高了系统的安全性和可靠性。

(3) 污染物的妥当处置

① 增压平台生活污水以及油轮卸泊作业期间各类船舶生活污水均收集后运回陆地交由康达（东营）环保水务有限公司处理。工作船、值守船和物资供应船舶油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，送至岸上委托康达（东营）环保水务有限公司接收处理，不排海。国际油轮油污水经处理达到石油类浓度小于 15mg/L 后，在船舶航行时排放。

② 增压平台设置生产开式排放系统，顶层甲板的外输泵区、吊装区以及底层外输泵区、吊装区等均设置雨水收集槽。收集后的含油污水通过管线排放至开式排放罐后打入穿梭油轮送至陆地进行处理。同时，在生产设备区（如原油外输泵等）周围设置污油收集槽，将生产过程中的设备漏油集中收集后排入底层排污罐，再通过污油回收泵打入闭排罐。

本工程营运期间对环境的污染相对较轻，原油采用密闭输送，将有效地降低油气挥发及事故泄漏，是最经济和安全的油品运输方式。本工程建成后，制订严格的内部管理制度、职业培训等，实行岗位责任制，加强质量管理和环保管理水平，减少污染排放，以达到清洁生产目的。

8.3 清洁生产结论与建议

从以上分析可见，本工程在施工方法、设备选用、节能措施、污染物处理等方面基本符合清洁生产的要求，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

9 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。

《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》第六条规定:“国家海洋主管部门根据国家重点海域污染物排海控制指标,分配重点海域海洋工程污染物排海控制数量。”第二十三条规定“污水离岸排放不得超过国家或地方规定的排放标准。在实行污染物排海总量控制的海域,不得超过污染物排海总量控制指标。”

9.1 污染物的排放种类、排放方式与排放量

海洋环境保护法中规定“在重点海域建立并实施排污总量控制制度,确定主要污染物排海总量控制指标,并对主要污染源分配排放控制数量”,目前尚没有具体实施办法和方案。

根据国务院发布的《“十三五”生态环境保护规划》,主要污染物排放总量控制指标仍延续了十二五期间的化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物,同时提出对重点地区、重点行业推进挥发性有机物总量控制,对沿海 56 个城市及 29 个富营养化湖库实施总氮总量控制,对总磷超标的控制单元以及上游相关地区实施总磷总量控制。

项目的特征污染物,是指国家规定的污染物排放总量控制指标未包括,但又是项目排放的主要污染物。这些污染物虽然不属于国家规定的污染物排放总量控制指标,但由于其对环境影响较大,又是项目排放的特有污染物,所以必须作为项目的污染物排放总量控制指标。

本工程运营期产生的污染物种类为废水和固体废物,包括登平台工作人员的生活污水、生活垃圾和工作船船舶机舱含油污水、生活污水和生活垃圾。结合总量控制指标要求和工程所产生的污染物特征,确定以下污染物为本工程总量控制因子: COD、氨氮、石油类。

9.2 污染物排放总量控制目标

本工程运营期增压平台生活污水经平台污水处理装置后运至陆上由交由康达（东营）环保水务有限公司接收处理；各类船舶生活污水均收集后运回陆地交由康达（东营）环保水务有限公司处理；工作船、值守船和物资供应船船舶油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，送至岸上委托康达（东营）环保水务有限公司处理，无污染物排海，实现废水污染物“零排放”。

10 环境保护对策措施

10.1 施工期环境保护对策措施

在施工阶段产生的污染物主要有水下施工产生的悬浮沙、项目施工产生的污水、固体废物、噪声和废气等，对于施工期的污染防治措施如下：

10.1.1 悬浮沙污染防治措施

本项目单点浮筒、增压平台安装过程以及海底管道埋设过程会产生悬浮沙，其影响范围限于工程区域附近，悬浮沙随海水的运动自然沉降于海底。施工作业时间的选择综合考虑环境影响、工程进度和海况条件等方面的因素，注意选择适宜的海况条件，尽量缩短海底管道铺设周期，合理选择施工时间，施工作业应避开该海域主要经济鱼类产卵盛期，海底管道施工应避开 6 月（毛虾产卵期、白姑鱼产卵期），9~11 月（花鲈产卵期、银鲳鱼洄游期），同时严格控制施工区域和施工范围，以减轻对渔业资源和海洋生态环境的影响。

在工程施工过程中，还应加强水工作业等过程中环保管理与监测工作，尽量减少悬浮物的产生量，降低由悬浮物引起的污染和二次污染。

10.1.2 施工期废水污染防治措施

（1）参加作业的船舶产生的生活污水必须经处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相应标准后方可排海，各参加作业船舶必须配备生活污水处理装置并取得相应防污证书。

（2）施工期各类船舶产生的船舶油污水收集后上岸处理，交由康达（东营）环保水务有限公司处理。康达（东营）环保水务有限公司位于海港路以南、港西二路以东，总占地面积 150 亩，采用 MBBR 工艺+臭氧氧化+BAF 污水处理工艺，处理废水全部为工业废水，设计日处理污水能力 5 万 m^3/d ，现状污水处理量约为 4 万 m^3/d 。该污水处理厂分两期建设，一期工程于 2011 年 7 月正式投用，二期工程于 2014 年 7 月投入运营。根据东营市生态环境局发布的重点监控企业污染源监测数据，该污水处理厂排污口的化学需氧量、氨氮、石油类的监测结果均可满足城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）一级 A 标准，具体见表 10.1-1。

表 10.1-1 排污口监测数据

排污口	化学需氧量	39	50
排污口	氨氮	0.53	5
排污口	总铬	未检出	0.1
排污口	阴离子表面活性剂 (LAS)	0.321	0.5
排污口	大肠菌群	490	1000
排污口	生化需氧量	8.2	10
排污口	动植物油	0.1	1
排污口	总砷	未检出	0.1
排污口	悬浮物	8	10
排污口	石油类	未检出	1
排污口	色度	20	30
排污口	总铅	未检出	0.1
排污口	总汞	未检出	0.001
排污口	烷基汞	未检出	--
排污口	PH 值	7.87	6--9
排污口	总镉	0.00027	0.01
排污口	总磷	0.207	0.5
排污口	六价铬	未检出	0.05
排污口	总氮	11.1	15

备注：化学需氧量、氨氮为 2019 年 4 月 4 日数据，其他因子是 2018 年 12 月 1 日-2018 年 12 月 31 日数据

(3) 施工期各类船舶产生的生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排海。

(4) 清管试压废水中含有少量铁锈、焊渣和泥沙，管道试压介质为海水，海水内添加缓蚀剂和杀菌剂，试压后海水不排放，待投产时，用原油将海水顶至陆上库区，经污水处理系统处理。

10.1.3 施工固废污染防治措施

施工船舶产生的生活和生产垃圾等废物应按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 的要求处置、排放。生产和生活垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆上处理，严禁向渤海水域倾倒垃圾和废渣。

铺管废料收集后回收利用，不能回收利用的拉运至后方库区或直接委托处理。

防潮堤穿越、近岸段管道入土施工均采用定向钻施工，施工过程中应密切注意泥浆的压力，根据地质状况严格控制好泥浆的压力，防止施工过程中产生冒浆；施工过程中若产生冒浆，应每日抽取并及时外运清理。

10.1.4 施工废气污染防治措施

施工期产生的大气污染物主要为各种施工机械、运输船舶产生的废气，通过合理布置施工方案，提高施工船舶的使用率。选用具有合适功率的施工机械作业，加强过程检验，提高一次施工成功率，避免返工情况发生。

施工船舶在《船舶大气污染物排放控制区实施方案》划定的排放控制区内，该区的设立拟在降低船舶硫氧化物、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物等大气污染物的排放。

（一）硫氧化物和颗粒物排放控制要求。

海船进入排放控制区，应使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。

（二）氮氧化物排放控制要求。

2000 年 1 月 1 日及以后建造（以铺设龙骨日期为准，下同）或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求；2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

对受影响的施工人员应做好劳动保护，如佩戴防尘口罩、面罩。并加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，减少施工期的大气污染。

10.1.5 施工噪声污染防治措施

施工期噪声源主要来自大型施工机械、船舶产生的机械噪声、空气动力性噪声等。通过选用低噪声设备，并且注意对设备的维护和保养，合理操作，保证施工机械保持在最佳状态，降低噪声源强度。加强施工管理、文明施工，各个工序之间接续必须有严格的控制措施，建立健全控制人为噪声的管理制度。

10.2 营运期环境保护对策措施

本工程营运期产生的污染主要有污废水、固体废物、噪声环境和电磁环境的

影响，具体污染防治措施如下：

10.2.1 水污染防治对策与措施

1、船舶水污染防治措施

根据国际海事组织 73/78 防污公约附则IV有关规定，国际油轮应配备经主管机关认可的生活污水处理装置，一般经处理后在外海排放，本项目营运期船舶生活污水主要为油轮靠泊卸油时各类船舶产生的生活污水，以及值守船、应及时守护船、物资供应船产生的生活污水。工作船、值守船和物资供应船船舶油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，送至岸上委托康达（东营）环保水务有限公司接收处理，不排海。国际油轮油污水经处理达到石油类浓度小于 15mg/L 后，在船舶航行时排放。

采用上述方案处理后，项目涉及船舶油污水和生活污水得到有效处理。

2、增压平台水污染防治措施

（1）生活污水

本项目增压平台设 1 套生活污水处理装置用于处理生活污水，生活污水经过平台生活污水处理装置处理后外运至康达（东营）环保水务有限公司处理。

（2）初期雨水

平台设置有生产开式排放系统，顶层甲板的外输泵区、吊装区、非生产区以及底层外输泵区、吊装区等均设置雨水收集槽，收集前期 10 分钟的雨水，暴雨强度按 50mm/h，重现期为 1 年进行设计。收集后的含油污水通过管线排放至开式排放罐后打入穿梭油轮送至陆地进行处理。

（3）污油

在生产设备区（如原油外输泵等）周围设置污油收集槽，将生产过程中的设备漏油集中收集后排入底层排污罐，再通过污油回收泵打入闭排罐。

3、营运期非正常工况下，管道内产生的含油污水依托陆上原油库区油污水处理设施处理，不排海。

10.2.2 大气污染防治对策措施

到港油轮及单点系统辅助工作船应满足《国际防止船舶造成污染公约 (MARPOL73/78)附则 VI 防止船舶造成大气污染规则》的要求，其他相关船舶在排放控制区内应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求。

10.2.3 固废污染防治对策措施

营运期主要的固体废物主要是海底管道清理产生的含油废物和生活垃圾等，海管通球除蜡产生废弃含油废弃物交淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理；生活垃圾参照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）的规定，禁止排放或弃置入海，全部运回陆地处理。

10.2.4 噪声污染防治对策措施

尽量减少消拖两用船、拖轮及工作船舶等鸣笛及机动设备产生的交通噪声的分贝；加强对船舶维修保养，使其处于良好的运行状态。

10.2.5 原油泄漏预防对策措施

原油泄漏不仅会对海洋环境造成严重污染，而且由于原油的易燃易爆属性，容易引发安全事故，造成人身危害。因此基于以上两方面考虑，针对单点系泊、增压平台和海底管道三部分的施工及营运期间可能出现的泄漏危害，制定了一系列防治措施。

单点系泊输油终端从终端本质安全着手，尽可能降低单点系泊泄漏的风险，在设计、设备选型、操作维护管理等方面进行了充分考虑，从以下几个方面进一步加强防范：

（1）海底管线：分别在水下管汇和登陆段设置了用于截断的控制阀门；同时，海底管线采用埋藏于海床下 1.5m 和外加 130mm 混凝土配重层保护等措施将船舶抛锚对海底管线的影响或破坏减小到最低程度。

（2）水下软管：水下软管选用具有防污染设计的双层软管结构；万一在内层泄漏时，外层仍然可以保证单点系泊卸油作业的正常开展，也能提供充足的时间给水下软管更换工作做好各个方面的施工准备。

（3）单点浮筒：分别在输油臂和中央舱设置了两组阀门。浮筒上安装远程控制单元（RTU）、无线传输模块等设备，现场仪表采用硬线与控制系统相连，主要检测系泊缆的张力、海洋环境参数、管道的压力、温度、流量检测等参数，对航标灯、雾笛等设备的状态进行监控。

（4）漂浮软管：受力最大的离浮筒第一节软管同样采用双层结构的软管以降低因此节软管可能损坏引起溢油的风险；其次，在漂浮软管尾部加装了能在 5 秒时间内双向截流的截断阀(Marine Breakaway Coupling)，在系泊缆被拉断的紧急

情况下，可以将可能引起的原油溢油量控制在极低水平；在漂浮软管端部安装了阀门和盲板以防软管的存油泄漏。

(5) 操作、维护与管理方面：严格实施靠泊前检查、周检、月检、季度检查、半年度检查和年度检查制度以确保单点系泊设施处于良好状态；严格实行定期更换制度，对不同部位的不同设备采用定期强制更换制度；引入第三方年度检验制度，每年均申请并由中国船级社 CCS 对整个单点系泊终端进行年度检验，并核发相应的符合证书。

(6) 防止油类污染设施：引入具有 A 类防止油类污染资质的专业公司按国家规定的防止油类污染相关标准配置防止油类污染材料、工具、设备、设施、人员和船舶。

(7) 溢油应急预案：建立、健全单点系泊溢油应急预案并经相关海事部门批准；与相关海事部门、专业防污公司等通力合作，坚持每年进行一次综合演练，确保单点系泊溢油应急反应的高水平。

单点系泊输油终端在整个运营过程中，除到港以及相关的操作船外，系统自身没有任何的物质排放，所以对环境和生态不会造成不良影响，同时，严格的设备维护制度将为环境保护提供更好的保障。

根据现有单点系泊成功运营经验，每 3~5 年更换一次水下软管、漂浮软管和锚链；定期对浮筒、锚链、锚桩进行检测，发现问题及时维修。同时，海底管道配套设置泄漏监测系统，同时加强海底管道路由巡检，及时监测海底管线情况。

10.3 海洋生态保护对策措施

10.3.1 施工期海洋生态保护措施

1、施工时段选择

本项目穿过中上层鱼类的产卵场、索饵场和洄游通道以及底层鱼类的产卵场。项目对海洋生态影响最大的施工作业为铺设海底管道，因此，为减轻铺管施工对海洋生态的影响，本工程施工作业应尽量缩短施工周期，合理选择作业时间，管道施工应避开产卵盛期，应避开该海域主要经济鱼类产卵盛期期（4~7、9~11 月），以减少对鱼卵和仔鱼的影响。

2、施工方案的优化

为减轻对生态环境的影响，对本工程海底管道铺设作业方案进行以下优化：

(1) 严格控制预挖沟段长度, 尽可能增大后挖沟段长度, 以减少挖沟面积, 从而最大限度地减轻对海洋底栖生物环境的破坏范围和程度。

(2) 严格限制工程施工区域在其用海范围内, 划定施工作业海域范围, 禁止非施工船舶驶入, 避免任意扩大施工范围, 以减小施工作业对底栖生物和渔业资源的影响范围。

(3) 优化施工方案, 加强科学管理, 在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间, 以减轻铺管作业对海洋渔业资源的影响程度, 使施工区的底栖生物尽快恢复。

(4) 施工应尽量避免恶劣天气, 保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散。

3、加强实时监测

施工期间对项目附近的生态环境进行实时监测, 应对重点产污节点, 主要是单点浮筒、增压平台安装过程和海底管道敷设过程等水下施工阶段施工海域进行污染物监测, 并适当提高监测频率。监测应有针对性, 在施工期间加强对主要经济鱼类的观测。

10.3.2 营运期海洋生态保护措施

营运期的海洋生态保护措施重点包括海洋渔业资源补偿措施、生态环境跟踪监测措施等。

1、对海洋渔业资源的生态补偿措施

(1) 采用增殖放流的措施

本工程建设将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。项目实施前应与渔业主管部门沟通和协商, 对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿。根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007) 的有关规定, 建设单位应对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿, 生态补偿款主要用于当地海洋农渔业主管部门人工增殖放流、资源养护与管理以及生态环境跟踪调查及补偿方案的效果评估, 建议由当地农渔业主管部门统一制定和实施生态恢复措施, 有目的、有计划地进行修复。增殖放流物种应结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术合理选取, 确保生态补偿措施落实到位以取得预期恢复效果。建议的增殖放流的苗种、规格和放流时间见表 10.3-1 所示。

表 10.3-1 增殖放流推荐方案

序号	苗种	规格	放流时间
1	明对虾	体长 2-5 厘米	5~7 月
2	梭子蟹	仔蟹 2 期	5~7 月
3	文蛤	壳长 0.8~1.5 厘米	7~8 月

(2) 加强渔业资源和生态保护宣传

在进行海洋生物增殖放流时，举行仪式，以保护海域生态环境为主题，加强社会环境保护教育。

2、海洋生态跟踪监测

营运期间对项目附近的生态环境进行跟踪监测，监测应有针对性，建议在工程邻近海域以及必要的环境敏感区附近设置监测点，加强对主要经济鱼类的观测和跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

3、其他生态保护措施建议

(1) 切实落实本报告提出的营运期废水和固体废物等污染物的防治措施，减轻对附近海域生态环境的破坏。

(2) 对于重大或不可接受的风险，制定应急响应方案，建立应急反应体系，事件一旦发生时可迅速加以控制，使危害和损失降低到尽可能低的程度。

10.4 对依托工程的环保措施要求

由于本项目依托的东营港仓储油库尚未立项建设，项目运营期海底管道在正常工况、非正常工况下均需依托该仓储油库环保设施，故本节基于库区现阶段建设方案对依托环保设施进行能力核算，在此基础上对依托工程提出环保措施要求。

(1) 废水处置环保措施要求

本项目海底管道建设完成后，清管试压废水打入库区，由库区污水处理厂处理，清管试压废水约为 1 倍管容，即 8.56 万 m^3 ，主要污染物为焊渣、铁屑、泥土等杂物。按单次清管作业时间 7d 计，则单日清管废水产生量约为 1.2 万方。此外，海底管道发生事故抢修时，需将管道内残油水顶至库区，含油污水也约为 1 倍管容，主要污染物为石油类。

根据现阶段库区建设方案，仓库油库内拟建污水处理系统，日处理能力 300 m^3/d ，另配置有效容积为 9 万方的事故罐一座，能够满足海管清管试压废水

和管道事故抢修期顶管含油污水达标处置要求。

由上，本项目对依托工程废水处置环保措施要求为：

- ①建设事故水缓冲装置，且需容纳最大 8.56 万 m³ 海底管道事故废水；
- ②建设污水处理系统，且需采用能够有效处理石油类、焊渣、铁屑、泥土等污染物的处理工艺，以确保清管试压废水、海管抢修顶水得到有效处置。

（2）危险废物处置环保措施要求

本项目海底管道运营期定期清管将产生油蜡，属含油危废，经核算，单次海管清管产生油蜡约 150.65t，需在管道末端库区内收球装置处收集后处置。

根据现阶段库区建设方案，本项目对依托工程危险废物处置环保措施要求为：

- ①仓储油库内应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）及其修改单建设危险废物贮存场所；
- ②按照《危险废物收集、贮存 运输技术规范》（HJ2025）、《危险废物转移联单管理办法》（原国家环保总局令 第 5 号）等有关要求建设危险废物规范化管理体系，确保海底管道运营期产生的含油危险废物得到合理处置。

（3）废气处置环保措施要求

本项目原油吞吐量为 █████ 吨/年，大于《东营港总体规划（2016-2040 年）》对单点项目通过能力指标，2200 万吨/年。原油吞吐量的提高将增加仓储油库内原油储罐大小呼吸损失。

根据现阶段库区建设方案，本项目对依托工程废气污染物环保措施要求为：

- ①优化原油储罐罐型、阀门等设备参数，最大程度降低大小呼吸损失；
- ②建设油气回收设施，提高油气回收率，减少有机废气排放量。

10.5 环境保护设施和对策措施一览表

本项目环境保护设施和对策措施见表 10.4-1。

表 10.4-1 环境保护设施和对策措施一览表

阶段	污染源		污染因子	设备或措施	处理效果
施工期	废水	船舶含油污水	石油类	铅封，船舶油污水收集后上岸处理，交由康达（东营）环保水务有限公司处理	处理达标后排放
		生活污水	COD	船用生活污水处理装置处理达标后排海	达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）
	悬浮沙	海管铺设	SS	严控施工范围，合理作业时间	
	固废	施工废料	-	分类收集、运回陆上处理	严禁向渤海水域倾倒垃圾和废渣
		生活垃圾	-		
	废气	施工机械、船舶	NO _x 、烃类	使用低硫燃油	满足排放控制区相关要求
	噪声	施工机械、船舶	Leq	减少鸣笛，加强维护保养	
营运期	废水	工作船、物资供应船舶含油污水	石油类	铅封，委托康达（东营）环保水务有限公司处理	处理达标后排放
		油轮含油污水	石油类	经含油污水处理系统处理后达到石油类浓度小于 15mg/L 后，在船舶航行时排放。	达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求。
		船舶生活污水	COD	委托康达（东营）环保水务有限公司处理	
		平台甲板设备冲洗水、初期雨水	石油类	通过开式排放泵增压后，通过穿梭油轮送至陆地，由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收后交由康达（东营）环保水务有限公司接收处理	处理达标后排放
		平台生活污水	COD	平台设 1 套生活污水处理装置，生活污水经过平台生活污水处理装置后运回陆上，由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收后交由康达（东营）环保水务有限公司接收处理。	依托处理达标后排放
	固废	船舶垃圾	-	分类收集、运回陆上处理	
		平台生活垃圾	-		
	废气	船舶尾气	NO _x 、烃类	使用低硫燃油	满足排放控制区相关要求
	噪声	船舶噪声	Leq	减少鸣笛，加强维护保养	
生态保护	对渔业生物资源损失进行增殖放流补偿；建立、健全单点系泊溢油应急预案，防止溢油的发生				

10.6 竣工验收“三同时”一览表

本项目竣工验收时的“三同时”一览表见表 10.5-1。

表 10.5-1 竣工环保三同时验收一览表

序号	类别		竣工设施	验收内容
1	废水	船舶含油污水	船舶排污设备铅封, 交由有资质单位处理	与康达(东营)环保水务有限公司签订的废水处理执行情况相关资料
		船舶生活污水	船用生活污水处理装置	出水水质: COD \leq 125mg/L, SS \leq 35 mg/L, BOD \leq 25 mg/L, 耐热大肠菌群数 \leq 1000 个/L
		清管试压废水	打入陆上中转油库后, 交由委托单位处理或直接收集后委托处理	纳入陆上库区验收或交由委托处理单位的相关过程文件
		平台生活污水	生活污水处理装置	出水水质: COD \leq 125mg/L
2	固体废物	船舶生活垃圾	生活垃圾收集桶、收集箱	靠岸后交由当地环卫部门清运处理
		施工废弃边角料、油棉纱、包装材料	生产垃圾收集桶、收集箱	运回陆上库区, 与库区工业垃圾统一委外处理
		海管通球除蜡产生废弃含油废弃物	交淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理	交有资质单位处理的相关协议
3	风险事故防范		见表 7.5-5	设备库情况、应急设备配备情况

11 环境保护的技术经济合理性

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

为了加强建设项目的环境管理，防止环境污染，减轻或防止环境质量下降，根据国家环境保护法律、法规的规定，建设项目应执行环境保护“三同时”制度，即环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

根据工程建设规模及环保对策有关内容，经估算，[REDACTED]。具体环保投资概算见表 11.1-1，一般建设项目环保投资约在 5% 左右，环保投资比例较为合理。

表 11.1-1 工程环保投资估算一览表

阶段	项目内容	费用（万元）	备注
施工期	船舶含油污水处理费用	[REDACTED]	[REDACTED]
	员工生活污水处理费用	[REDACTED]	[REDACTED]
	固体废物处理费用（含船舶作业过程、生活固废及其他）	[REDACTED]	[REDACTED]
运营期	开/闭排系统	[REDACTED]	[REDACTED]
	生活污水处理设施	[REDACTED]	[REDACTED]
	平台开排系统污水交由穿梭船送至陆地处理的费用	[REDACTED]	[REDACTED]
	油轮生活污水由港作污水接收船接收处理费用	[REDACTED]	[REDACTED]
	应急设备及物资的投资	[REDACTED]	[REDACTED]
	生态损失增殖放流费用	[REDACTED]	[REDACTED]
	监理费	[REDACTED]	[REDACTED]
	合计	[REDACTED]	[REDACTED]

11.2 环境保护的经济损益分析

11.2.1 社会效益分析

（1）有利于该地区原油安全、稳定供应，抵御石油供应的风险

建立国家原油储备并配套相应输转设施是防范进口石油供应风险的重要措施之一，企业原油商业储备是国家原油储备的重要组成部分。本项目建设 25 万吨原油泊位，配套建设大型中转油库和管道输送设施，积极响应了国家《能源中长期发展规划纲要》的需要，对提高国家能源安全具有重要意义。

(2) 提高东营及周边地区地炼企业原油供应可靠性，降低原油物流成本的需要

在原油的输送方式上，炼化企业原料油供应实现了公路、铁路、管道多渠道保障供应的格局。其中，以汽车运输为主，原料油通过油轮运输到山东各港口后由汽车运输到达厂区，部分炼化企业通过铁路供应少量原油，部分炼化企业通过与港口相连的原油管道取得供应原油。

(3) 提高油品运输安全、环保，减少油品运输安全事故的需要

由于周边缺乏大型原油进口泊位和管输设施，原油进口增加导致东营及周边地区道路危化品车辆增加，而本项目建设将减少危化品车辆，解决运输安全问题。单点系泊及管道的建设，将极大改变东营及周边地区地炼企业原油运输以远距离公路运输为主的现状，降低山东省道路安全事故和化工领域安全事故的机率。

(4) 促进炼油行业淘汰落后产能、结构调整及产业升级，进一步促进地方经济发展。

本项目可有效降低运输成本，促进其健康发展，起到有效繁荣地方经济的作用。25 万吨级泊位及配套海底管道系统建成后，新增 [REDACTED] 吨/年原油通过能力以及拥有大型油轮的接卸能力可使东营港成为真正有影响力的大型港口，与其经济战略地位相适应，对《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》与《山东半岛蓝色经济区发展规划》两大国家级战略的实现具有重要的促进作用。

本项目无征地拆迁，不产生移民。本项目对所在地负面的社会影响基本没有，正面影响则较明显，项目周边的机构和人群基本都是本项目建设的直接和间接受益群体。东营城市化程度将因本项目的建设有所提高；本项目的建设和由此带动的其它产业的发展，增加了周边居民的就业机会，提高了收入。给东营地区的建筑、交通运输、保税仓储、房地产、对外贸易、商贸、酒店、文化娱乐等经营企业带来巨大商机。

11.2.2 经济效益分析

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

11.2.3 环境经济损益分析

11.2.3.1 环境直接、间接经济损失估算

环境经济损失是采用相应环保措施后，项目仍然可能造成的环境损失，对于本建设项目来说，主要环境损失体现在两个方面：一是海缆施工造成底栖生境消失；二是施工时排放的污染物使得海洋生物和渔业资源量有一定的减少。

在本项目的建设过程中，对底栖生物的损失包括两个部分，一是海底管道铺设对底栖生物造成的损失；二是单点系泊、增压平台占用海域对底栖生物的损失。在海底管道铺设期间，对底质的直接影响就是由于挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境，破坏了底栖生物的栖息地。拟建增压平台占用海域彻底破坏了底栖生物原有的生境，造成了不可逆转的生境损失。随着项目的施工建设，栖息于之上及周边的底栖种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失；另外，底栖生态所能提供的海洋生态系统服务功能也随即消失。

本工程造成的海洋生态损失总计 ████████ 万元。

11.2.3.2 环境直接、间接经济收益估算

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的适当排出所削减的环境经济损失。对本项目来说，环境经济效益只由间接效益组成。根据有关污染防治和环境保护措施的分析，每一项环保措施都能在一定程度上减少污染的影响范围和程度；如果不采取任何环保措施，项目施工引起的环境影响范围和程度更大。采取环境保护措施可以使项目施工产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度。粗略地估计，不采取任何环保措施情况下，项目环境污染的范围和程度应该是成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加。很显然，项目污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

11.3 环境保护的技术经济合理性

本项目实施后，有利于东营周边地区安全、稳定供应原油，减少油品运输安全事故，降低原油物流成本，促进行业结构调整及产业升级，对当地的经济的发展具有拉动作用。环境保护主要针对海上施工，施工期间有资质公司的污水垃圾、生活污水处理装置、生活垃圾收集桶等属于常规污染物接收处理设施，容易实现；

海洋环境监测资质的监测单位，可实现施工期海洋环境的实时监测；海洋生态补偿可有效补偿由施工造成的底栖生物损失和渔业资源损失，且从经济上是可行的。可见，本项目环境保护所采用的设施和措施从技术经济上是合理的。

本项目的建设能产生较大的社会效益和经济效益。本项目的施工建设和运营会给项目所在海域带来一定的影响，并由此带来一定的经济损失，但是，与本项目带来的经济效益和社会效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失是可以接受的。同时，在项目建设和将来运营生产中，建设单位将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，实现循环经济和清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度。这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

12 工程生态用海的环境可行性

十二五期间，国家海洋局提出《开发利用海洋资源必须坚持“五个用海”》，即规划用海、集约用海、生态用海、科技用海和依法用海。2015 年 4 月，中共中央、国务院陆续印发《水污染防治行动计划》、《关于加快推进生态文明建设的意见》和《生态文明体制改革方案》，将海洋资源科学开发和生态环境保护提升到战略地位。为贯彻落实中央精神要求，大力推进海洋生态文明建设，建设美丽海洋，促进人海和谐，促进经济社会可持续发展，国家海洋局编制出台了《海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020 年）（以下简称《实施方案》），提出加强海洋生态文明建设是一项重要而紧迫的战略任务，应充分提高认识和重视程度，不断推进落实。

山东省是我国最早批复建设的海洋经济及发展试点地区，是首批国家级海洋生态文明建设示范区依托省份。发展蓝色经济，建设“海上粮仓”，已成为山东省转变经济增长方式、调整产业结构的重要抓手，海洋已成为山东经济发展的重要战略资源。加快推进全省海洋生态文明建设，不仅是生态山东建设的重要组成部分，也是实现海洋经济可持续发展的根本出路。2016 年 5 月，山东省海洋与渔业厅编制出台了《山东省海洋生态文明建设规划》（2016-2020）（以下简称《建设规划》）。根据《建设规划》的主要任务和相关要求，结合本工程特点，本章从用海布局、岸线利用与保护、污染物排放与控制、生态保护与修复、跟踪监测及监测能力建设五个方面阐述本项目的生态用海方案的环境可行性。

12.1 用海布局的优化

本项目拟在渤海湾内，东营港正北偏东约 47 度，距岸线直线距离 [REDACTED] 位置建设 2 个 25 万吨级单点泊位，配套建设海上增压平台及海底输送管道。根据计算，25 万吨级油轮靠泊水深为 [REDACTED]，东营港附近水深 25 米左右区域距离海岸约为 [REDACTED] 公里，而渤海湾山东境内其它区域内距离海岸至少需要 [REDACTED] 公里。相对于渤海湾内其他区域，项目选址于东营港离岸 [REDACTED] 公里处，能够减小配套的上岸原油输送海底管道的用海面积。此外，渤海湾航道航路密集，本项目单点选址

[REDACTED] 原油运输船油轮可

从成山角沿 306°方位角航行至老铁山水道进入渤海湾，循老铁山水道-黄骅航线航行，至拟建工程海域北侧后转向航行至单点系泊区，对渤海湾内航道航路通航船舶影响较小，不影响渤海湾内进出沿海港口船舶通航条件。从单点系泊系统本身的用海规模来看，工程采用的 CALM 型单点系统尺度和海底管道管径都是按照满足 25 万吨级油轮靠泊、装卸原油生产要求设计的，用海布局 and 用海尺度合理。

12.2 岸线利用与保护

本项目海底管道登陆段路由设计时，根据后方陆上中转油库库区位置及登陆段沿岸岸线情况进行了反复优化，设计选择在东营港经济开发区防潮堤处穿越后，继续向西南方向依次穿越水塘、井场路，在神仙沟南侧立岸登陆。海底管道共穿越两处水工设施，其中 1 处为东营市经济开发区防潮堤，1 处为神仙沟河道护岸。穿越海堤施工采用定向钻施工方案，穿越河道施工采用大开挖法，施工完成后恢复河道立岸结构。通过对管道穿越水工设施段采取水工保护和结构恢复措施，不会对水工设施服务功能造成影响。

12.3 污染物排放与控制

（1）施工期污染物排放与控制

海上参与作业船舶含油污水交由康达（东营）环保水务有限公司处理，不外排；船舶生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排海；施工期船舶生活垃圾随船携带，严禁行海丢弃，待船舶靠岸后交由当地环卫部门清运处理；清管试压废水打入陆上中转油库处理；施工废弃边角料、油棉纱、包装材料等运回陆上库区或直接委托处理。

（2）运营期污染物排放与控制

运营期平台生活污水经生活污水处理装置处理后运回陆上，交由康达（东营）环保水务有限公司接收处理；工作船、值守船和物资供应船船舶油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，送至岸上委托康达（东营）环保水务有限公司接收处理，不排海。国际油轮油污水经处理达到石油类浓度小于 15mg/L 后，在船舶航行时排放。

平台生活垃圾及各类船舶生活垃圾收集后送陆地，交环卫部门处理，不排海；

海管通球除蜡产生废弃含油废弃物集中收集，交给淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理。

12.4 生态保护与修复

根据工程建设方案，工程施工期将短期占用管道路由区范围潮间带生物和底栖生物生境，海上施工还将造成作业区周边一定范围内海水中悬浮沙含量增加，造成渔业水产资源的损失；项目建成后，单点系泊系统和增压平台桩基将永久占用海域，造成底栖生物、渔业水产资源损失。

针对工程建设对项目海域海洋生态和渔业资源的影响，根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，建设单位应对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿。经核算，本工程造成的生态损失总赔偿额为 ████████ 万元。生态补偿款主要用于当地相关主管部门人工增殖放流、资源养护与管理以及生态环境跟踪调查及补偿方案的效果评估。增殖放流物种应结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术选取易成活的本地种，具体放流时间及放流品种应按照当地农渔业主管部门的增殖放流计划予以确定。

12.5 跟踪监测及监测能力建设

为了掌握、分析、验证和复核本工程施工和运行期对海洋生态环境的评估分析结果，及时掌握工程对项目周边海域海洋环境质量状况的影响，需要对海洋生态环境进行全过程的跟踪监测，以为海洋保护相关主管部门的监管提供依据。建设单位应委托有相应资质的技术机构，按照跟踪监测的相关要求和本报告提出的监测要求，对施工期和运行期海洋生态环境进行监测，编制跟踪监测报告。监测内容应包括：海水环境质量、海洋沉积物质量、海洋生物生态环境、渔业资源。

13 海洋工程的环境可行性

13.1 与国家产业政策的符合性分析

根据国家发展改革委 2013 年发布的《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 修正）》，鼓励类项目：七、石油、天然气 3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设；二十五、水运 1、深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级及以上）建设。本工程拟建 2 个 25 万吨级单点系泊、增压平台和管道，属于产业结构调整鼓励类项目。项目建设符合国家产业政策。

13.2 与海洋主体功能区规划的符合性分析

13.2.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性

2015 年 8 月，国务院印发《全国海洋主体功能区规划》，规划根据“陆海统筹、尊重自然、优化结构、集约开发”的基本原则，依据海洋主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域。本项目所在地属于限制开发区域中的渔业保障区，包括传统渔场、海水养殖区和水产种质资源保护区。

限制开发区域的发展方向与开发原则是：实施分类管理，在海洋渔业保障区，实施禁渔区、休渔期管制，加强水产种质资源保护，禁止开展对海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。...加强水产种质资源保护区建设和管理，在种质资源主要生长繁殖区，划定一定面积海域及其毗邻岛礁，用于保障种质资源繁殖生长，提高种群数量和质量。”

本工程属《全国海洋主体功能区规划》中的限制开发区域内，距项目最近的水产种质资源保护区是东营黄河口文蛤国家级水产资源自然保护区，特别保护期为每年 3~8 月，保护区位于项目海底管线的南侧，最近距离 [REDACTED]。项目施工前将制定合理的施工计划，尽量避开特别保护期，施工时严格控制施工强度，规范作业工艺，最大程度降低对渔业种质资源的扰动。施工结束后对工程建设导致的渔业资源损失进行补偿，结合当地农渔业主管部门增殖放流计划，及时对重要渔业种质资源进行恢复。

项目营运期原油接卸和海底管道输送上岸过程中存在潜在的溢油事故风险，建设单位拟采取各项风险防范措施和应急措施。加强油轮通航管理，强化原油接卸过程规范操作，落实各项安全监控措施，包括应急关断系统、机感遥测系统、通信自控系统等，严格控制管输压力，定期检查维护接卸设施和海底管道，减少船舶交通事故、原油接卸操作性溢油事故和管道泄漏事故发生概率。同时，加强项目和周边海域应急能力建设，提高应急设备、应急人员和应急监视监测等方面的能力，保障事故发生后能够有效开展应急行动，降低污染事故影响程度。

总体来看，项目建设与所在海域主体功能定位方向虽然不一致，但项目施工活动对渔业资源的影响可以通过调整施工计划、规范施工工艺加以减缓，工程建设对渔业资源造成的损害通过采取生态补偿和增殖放流措施进行恢复。项目营运期建设单位通过采取各项风险防范措施和应急措施，将有效降低污染事故发生概率，对可能发生的溢油事故，能够控制溢油扩散范围，最大程度减小污染事故影响。综上，工程建设环境影响可接受，能够与所在海域的主体功能定位相兼容。

13.2.2 与《山东省海洋主体功能区规划（2011-2020 年）》的符合性

2017 年山东省人民政府印发了《山东省海洋主体功能区规划》（鲁政发〔2017〕22 号文）。按照不同区域的海洋资源环境承载能力、现有开发强度和未来发展潜力，在衔接陆域主体功能区的基础上，将全省海洋国土空间分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类区域。其中限制开发区域，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。

全省共划分 10 个限制开发区域，总面积 1.2 万平方公里，占全省管理海域总面积的 1.2%。本项目位于东营市东营区一级类属于限制开发区域，二级类属于海洋渔业保障区。见图 13.2-1。

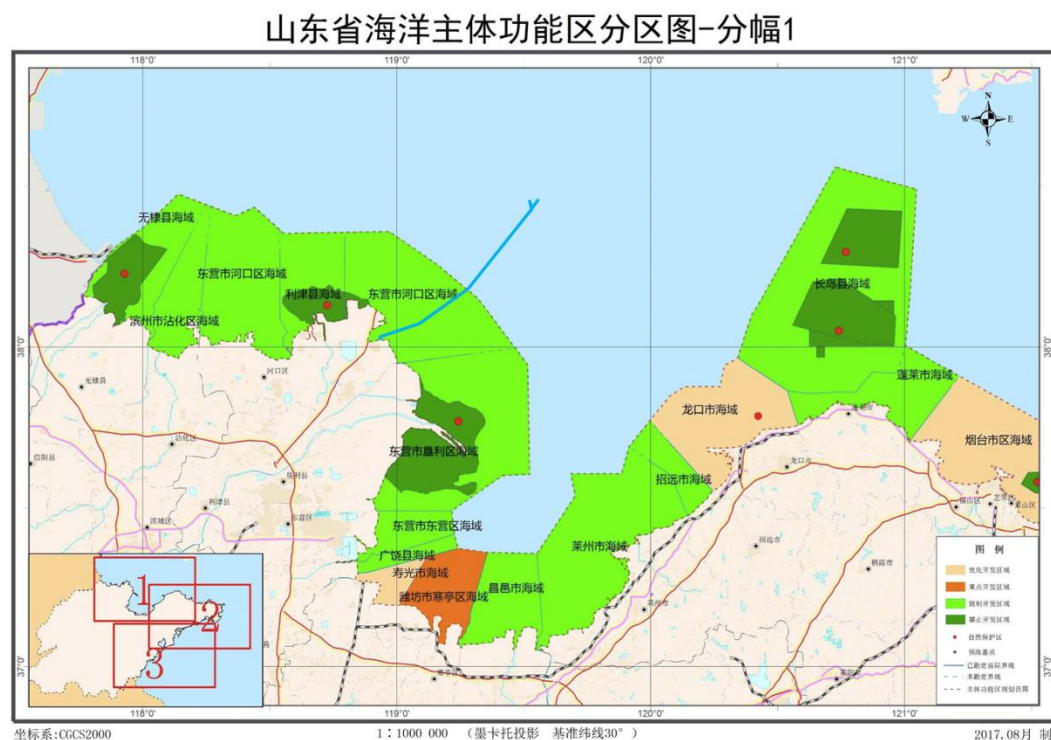


图 13.2-1 本项目与山东省海洋主体功能区规划位置图

“限制开发区海洋渔业保障区”发展方向和开发原则是：开展增殖放流，改善渔业资源。建设高效健康生态养殖产业带，大力发展设施渔业，拓展深水养殖。推广健康养殖模式，推进标准化建设。大力发展水产品深加工。加强渔业资源保护，继续实行捕捞渔船数量和功率总量控制制度，严格执行伏季休渔制度，调整捕捞作业结构，促进渔业资源逐步恢复和合理利用。禁止实施围填海及可能截断洄游通道等开发活动，保障种质资源繁殖生长，提高种群数量和质量，减少入海河流陆源污染。“东营市河口区”海域规定：合理规划利用滩涂资源，适度发展东营港以及临港高端物流制造等产业，发展海洋新能源、海洋油气资源等传统海洋产业，实施严格的产业准入环境标准。加强东营黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区建设和管理。

本工程采用单点系泊方式建设原油码头，采取海底管道方式输送原油，未实施围填海，未截断鱼类洄游通道。项目施工期将避开重要种质资源保护区，控制施工造成的悬浮沙影响范围，保障种质资源繁殖生长和生存活动，对工程建设导致的海洋生物资源损害，建设单位将进行生态损失补偿，补偿款主要用于当地农渔业部门增殖放流，改善渔业资源。针对营运期潜在突发性溢油事故，建设单位制定了全面的风险防范措施和应急处置措施，能够有效防范突发溢油事故，控制

污染影响范围和影响程度，降低对渔业资源的影响。综上，本项目建设环境影响可接受，风险可控，项目与《山东省海洋主体功能区》对工程海域定位能够兼容。

13.3 与海洋功能区划的符合性分析

13.3.1 与《全国海洋功能区划》的符合性

2012 年 3 月，国务院批准了《全国海洋功能区划》（2011~2020 年），区划将我国管辖海域划分为渤海、黄海、东海、南海和台湾以东海域共 5 大海区，29 个重点海域。

本项目单点、平台及部分海底管线位于渤海海区的“渤海中部海域”，部分海底管线位于“黄河口与山东半岛西北部海域”。

（1）项目与渤海中部海域海洋功能区划的符合性分析

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020 年），渤海中部海域主要功能为“矿产与能源开发、渔业、港口航运。西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发，协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系。区域积极探索风能、潮流能等可再生能源和海砂等矿产资源的调查、勘探与开发。合理利用渔业资源，开展重要渔业品种的增殖和恢复。加强海域生态环境质量监测，防治赤潮、溢油等海洋环境灾害和突发事件。”

本工程单点选址区域附近有多条习惯航路，项目施工运营会对通航环境产生一定影响，通过采取配置导助航设施，强化工程安全管理，加强与海事部门的沟通等系列措施后，对通航环境影响可接受。单点和平台选址区远离周边油田群平台设施，但海底管道与 3 条海底管线存在交越，施工时将对已建管道进行保护，不会影响周边油田群正常生产作业。针对项目施工造成的渔业资源损害，建设单位将进行生态补偿，通过采取增殖放流措施恢复渔业资源，针对工程建设运营主要作业海区，建设单位需按照报告提出的监测计划实施海洋环境质量监测。针对潜在的各类突发环境事故，项目建设单位将采取各项风险防范措施和应急措施，防治溢油突发事件。综上，项目建设能够协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系，项目建设后将开展渔业资源增殖和恢复，同时加强海域生态环境质量监测，防治溢油事故，与渤海中部海域海洋功能定位可相容。

（2）项目与黄河口与山东半岛西北部海域海洋功能区划的符合性分析

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020 年），黄河口与山东半岛西北部海域

主要功能为海洋保护、农渔业、旅游休闲娱乐、工业与城镇用海。...黄河口至莱州湾海域集约开发滨州、东营、潍坊北部、莱州、龙口特色临港产业区，发展滨海旅游业，合理发展渔业、海水利用、海洋生物、风能等生态型海洋产业，加强水产种质资源保护，重点保护三山岛等海洋生物自然保护区。...”。

本项目海底管线施工期将避开周边水产种质资源特别保护区，合理安排施工计划，减小对海域的扰动时间，控制悬沙影响范围。施工期间严禁船舶含油污水排海，含油污水上岸处理，生活污水达标排放，生活垃圾、船舶垃圾集中收集后随船随带，上岸处理，不向海洋环境直接排放，对所在农渔业区海洋水质环境影响很小，对周边海洋生物自然保护区无影响。海底管线登陆段埋地敷设，不会对后续工业与城镇开发用海造成明显影响。针对项目运营期潜在突发环境事故，建设单位拟采取各项风险防范措施和应急措施，通过严格管理制度、强化人员素质、提高安全环保意识、规范作业流程、实施安全监控，防范突发溢油事故。同时，建设应急组织，配备应急物资，保障应急处置能力，控制溢油扩散范围，最大程度减小污染事故影响。综上，项目建设符合所在海域海洋环境功能区划要求。

综上，本项目建设能够与《全国海洋功能区划》对工程所在海域的海洋功能区划相容。

13.3.2 与《山东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》的符合性

本工程增压平台至登陆点部分海底管线（约 [REDACTED]）位于《山东省海洋功能区划》范围内，其中部分海底管线（约 [REDACTED]）位于“河口-利津农渔业区”，登陆段海底管线（约 [REDACTED]）位于“东营港南部工业与城镇用海区”。

项目所在海域海洋功能区划见图 13.3-1。项目用海与周边海洋功能区的位置关系见表 13.3-2。

表 13.3-1 项目用海与周边海洋功能区的位置关系

代码	功能区名称	方位	距离 (km)
A4-1	埕北矿产与能源区	NW	[REDACTED]
A1-2	滨州-东营北农渔业区	NW	[REDACTED]
A2-2	东营港口航运区	N	[REDACTED]
A3-4	东营港北部工业与城镇用海	NW	[REDACTED]
A7-1	东营港特殊利用区	SE	[REDACTED]
A6-4	黄河三角洲北部海洋保护区	NW	[REDACTED]
A6-3	东营利津海洋保护区	NW	[REDACTED]
A6-5	黄河三角洲海洋保护区	S	[REDACTED]

项目所在及邻近海域的海洋功能区登记表见表 13.3-1 和表 13.3-2。

东营(一)海洋功能区划图

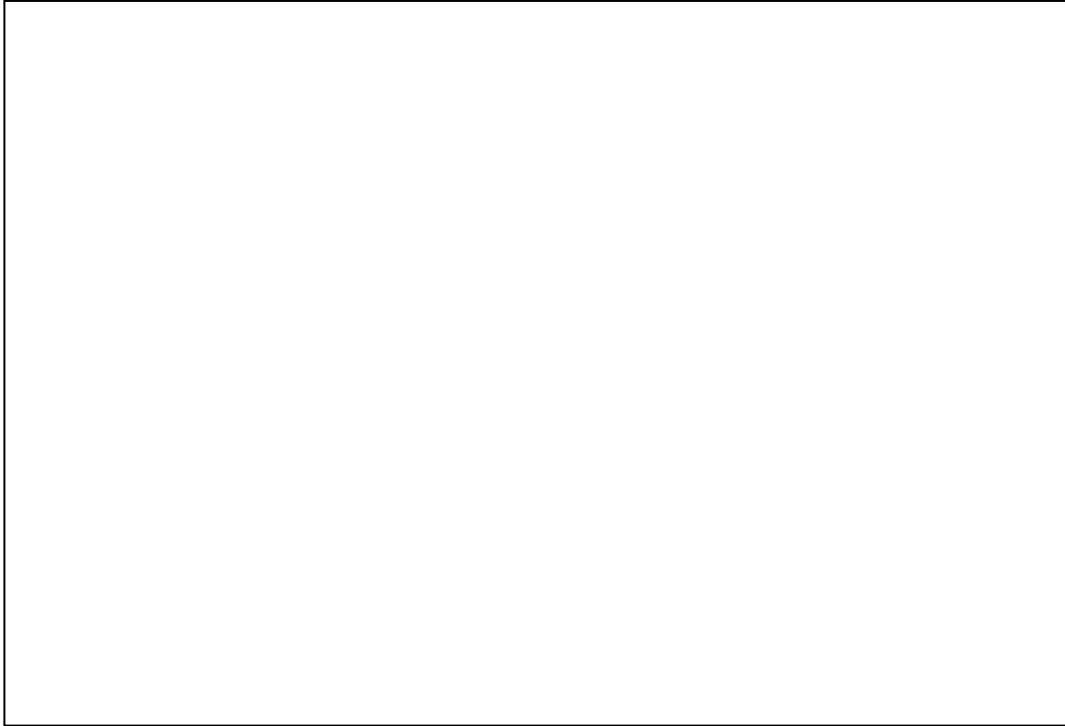


图 13.3-1 山东省海洋功能区划图（项目区）

表 13.3-1 项目所在海域海洋环境功能区划（节选自《山东省海洋功能区划》（2011-2020 年））

代码	功能区名称	地区	功能区类型	面积 (km ²)	海域使用管理要求	海洋环境保护要求
A1-3	河口-利津 农渔业	东营	农渔业区	749.46	<p>用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。</p> <p>用海方式：允许渔港建设等适度改变海域自然属性的用海，鼓励开放式用海，允许小规模建设石油平台基座、油田后勤服务基础设施。</p> <p>海域整治：本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建。</p>	<p>生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。</p> <p>环境保护要求：加强海域污染防治和监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。</p>
A3-5	东营港南部工业与城镇用海区	东营	工业与城镇用海区	34.22	<p>用途管制：本区域基本功能为工业与城镇用海，兼容旅游休闲娱乐等功能。在基本功能未利用时允许开展渔业用海。控制围填海规模，并接受围填海计划指标控制。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。</p> <p>用海方式：允许适度改变海域自然属性，鼓励采用人工岛、多突堤、区块组团等用海方式。</p> <p>海域整治：优化围填海海岸景观设计。</p>	<p>生态保护重点目标：近岸湿地生态系统。</p> <p>环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。开发利用期执行海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量不劣于二类标准。</p>

表 13.3-2 项目邻近海域海洋功能区划（节选自《山东省海洋功能区划》（2011-2020 年））

代码	功能区名称	地区	功能区类型	面积 (km ²)	海域使用管理要求	海洋环境保护要求
A4-1	埕北矿产与能源区	东营	矿产与能源区	309.06	用途管制：本区域基本功能为矿产与能源功能，兼容农渔业等功能。保障油气勘探与开发的用海需求。 用海方式：严格限制改变海域自然属性。石油平台建设采用透水构筑物形式。	环境保护要求：加强海洋环境监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境。加强对石油平台和管线的安全检查，防止溢油事故发生。避免对毗邻海洋保护区产生影响。海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。
A1-2	滨州-东营北农渔业区	滨州-东营	农渔业区	1717.41	用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐、防潮堤建设等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。保障河口行洪安全。 用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，允许适度进行人工岛、平台、后勤服务等基础设施建设。 海域整治：本区域海岸大部分为沿海防潮堤永久性人工岸线，小部分池塘土质堤坝和道路为非永久性人工岸线，少量粉砂淤泥质自然岸线未被开发利用。海岸可进行沿海防潮堤坝建设。保护自然岸线原始形态，鼓励对人工岸线进行生态化改建。	生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等；老黄河河口半滑舌鲷种质资源。 环境保护要求：加强海洋环境监测。防止渔港环境污染，加强环境综合治理。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
A2-2	东营港口航运区	东营	港口航运区	191.27	用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，在基本功能未利用时允许兼容农渔业、矿产与能源等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。港口建设需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。	生态保护重点目标：港口水深地形条件。 环境保护要求：加强海洋环境监测，防止溢油等污染事故发生。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道

代码	功能区名称	地区	功能区类型	面积 (km ²)	海域使用管理要求	海洋环境保护要求
					用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程鼓励采用多突堤式透水构筑物用海方式。	及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。
A3-4	东营港北部工业与城镇用海	东营	工业与城镇用海区	5.51	用途管制：本区域基本功能为工业与城镇用海，兼容旅游休闲娱乐、港口航运等功能。在基本功能未利用时允许开展渔业用海。控制围填海规模，并接受围填海计划指标控制。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。 用海方式：允许适度改变海域自然属性，鼓励采用人工岛、多突堤、区块组团等用海方式。 海域整治：优化围填海海岸景观设计。	生态保护重点目标：近岸湿地生态系统。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。开发利用期执行海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量不劣于二类标准。避免对邻近的海洋保护区等海洋敏感区产生不良影响。
A7-1	东营港特殊利用区	东营	特殊利用区	11.43	用途管制：本区域基本功能为特殊利用功能。对环境的影响应符合《海水水质标准》（GB3097-1997）的相应要求，对倾废活动要加强监视、监测，控制倾倒强度；当不宜继续倾倒时应经过论证依法予以关闭。 用海方式：允许适度改变海域自然属性；严格控制倾倒范围。	环境保护要求：禁止倾倒超过规定标准的有毒、有害物质。避免对毗邻养殖区产生影响。海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。
A6-4	黄河三角洲北部海洋保护区	东营	海洋保护区	233.92	用途管制：本区域基本功能为海洋保护功能，实验区兼容矿产能源、旅游功能。保障黄河三角洲国家级自然保护区用海，按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》进行管理。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。 用海方式：核心区和缓冲区禁止改变海域自然属性，实验区严格限制改变海域自然属性。 海域整治：保持自然岸线形态、长度和邻近海域底质类型的稳定。对侵蚀岸段进行合理整治。	生态保护重点目标：原生性湿地生态系统及珍禽；本区西北部与黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区重叠部分应注意对半滑舌鳎等底栖鱼类的保护。 环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。实验区开发利用避免对海洋保护区产生影响。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

代码	功能区名称	地区	功能区类型	面积 (km ²)	海域使用管理要求	海洋环境保护要求
A6-3	东营利津海洋保护区	东营	海洋保护区	94.13	<p>用途管制：本区域基本功能为海洋保护功能。保障东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区用海，按照《海洋特别保护区管理办法》进行管理。生态保护区除进行必要的调查、科研和管理活动外，禁止进行其它无关的活动。资源恢复区 and 环境整治区禁止使用对鱼类资源及栖息地造成破坏的采捕工具进行采捕，底栖鱼类繁殖期间严格禁止在本区捕捞。环境整治区和开发利用区可以适时适度开发利用渔业资源，特别保护区内工程建设用海应当报相关部门批准，必须进行严格的海洋环境影响评价，并采取严格的生态保护措施。</p> <p>用海方式：生态保护区禁止改变海域自然属性，资源恢复区 and 环境整治区禁止使用对底栖鱼类资源及栖息地造成破坏的采捕工具对底栖鱼类进行采捕。环境整治区和开发利用区允许适度改变海域自然属性。</p>	<p>生态保护重点目标：半滑舌鳎为主的经济鱼类。</p> <p>环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。减少保护区周边海域环境点面源污染，严格查处违法违规排污、倾倒废弃物等不利于环境保护与资源恢复行为。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。</p>
A6-5	黄河三角洲海洋保护区	东营	海洋保护区	1716.27	<p>用途管制：本区域基本功能为海洋保护功能，实验区兼容旅游功能。保障黄河三角洲国家级自然保护区和东营黄河口生态国家级海洋特别保护区用海，按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》进行管理。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。保障河口行洪安全。</p> <p>用海方式：核心区和缓冲区禁止改变海域自然属性，实验区严格限制改变海域自然属性。</p> <p>海域整治：保持自然岸线形态、长度和邻近海域底质类型的稳定。对侵蚀岸段进行合理整治。</p>	<p>生态保护重点目标：原生性湿地生态系统及珍禽。</p> <p>环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行一类标准。</p>

1、项目与海洋功能区划的符合性

根据《山东省海洋功能区划》（2011-2020 年），本项目所在海域的海洋功能区划为“河口-利津农渔业区”和“东营港南部工业与城镇建设区”，海洋功能区划登记表中针对该区域提出了海域使用管理要求和海洋环境保护要求，本项目用海与海洋功能区划的相符性针对以上两个方面进行分析。

（1）海域使用管理要求的符合性分析

与“河口-利津农渔业区”、“东营港南部工业与城镇用海区”海域使用管理要求符合性分析如表 13.3-3、13.3-4 所示：

表 13.3-3 与河口-利津农渔业区的符合性分析

	河口-利津农渔业区	符合性分析	是否符合
用途管制	本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐等功能	本工程增压平台至登陆点部分海底管线（约 ）在该功能区，工程建设不会破坏其农渔业功能	兼容
	在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖	不涉及	符合
	需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求	不涉及	符合
	加强渔业资源养护，控制捕捞强度	通过合理施工减小对渔业资源的影响，项目建设对渔业资源造成的影响会通过增殖放流等方式进行补偿	符合
用海方式	允许渔港建设等适度改变海域自然属性的用海，鼓励开放式用海，允许小规模建设石油平台基座、油田后勤服务基础设施	海底管线用于进口原油的上岸输送，为东营市及周边地炼企业提供原油材料	符合
海域整治	本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建	不涉及	符合

本工程增压平台至登陆点部分海底管线（约 ）位于“河口-利津农渔业区”，海底管线用于进口原油的上岸输送，为东营市及周边地炼企业提供原油材料。海底管道埋设在海床以下，管顶距海床约 1.5m，不改变海域自然属性。因此，工程与“河口-利津农渔业区”海域使用管理要求兼容。

表 13.3-4 与东营港南部工业与城镇用海区的符合性分析

	东营港南部工业与城镇用海区	符合性分析	是否符合
用途管制	本区域基本功能为工业与城镇用海，兼容旅游休闲娱乐等功能	本工程登陆段海底管线（约 3.9km）位于功能区内，对其用海用途不影响	兼容
	在基本功能未利用时允许开展渔业用海	不涉及	符合
	控制围填海规模，并接受围填海计划指标控制	不涉及围填海	符合
	需符合黄河河口综合治理规划和	不涉及	符合

	东营港南部工业与城镇用海区	符合性分析	是否符合
	黄河入海流路规划, 满足黄河泥沙的需求		
	保障河口行洪安全, 河口区域围海造地应当符合防洪规划	不涉及	符合
用海方式	允许适度改变海域自然属性, 鼓励采用人工岛、多突堤、区块组团等用海方式	不涉及	符合
海域整治	优化围填海海岸景观设计	不涉及	符合

本工程登陆段海底管线（约 ）位于“东营港南部工业与城镇用海区”。目前该区滩涂未实施大规模开发利用，仅滩涂区分布有胜利油田井场，此外区域南侧有一处行洪河道。本项目海底管道穿越滩涂区埋深 2m，未穿越地面井场，穿越河道施工选择在河道低水位期施工，施工后及时进行水工结构恢复，项目建设不会对所在海洋功能区海域用途管制、用海方式造成明显不利影响。

（2）海洋环境保护要求的符合性分析

与“河口-利津农渔业区”、“东营港南部工业与城镇用海区”海洋环境保护要求符合性分析如表 13.3-5、13.3-6 所示：

表 13.3-5 与河口-利津农渔业区的符合性分析

河口-利津农渔业区	符合性分析	是否符合
生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等	本区项目海底管道位于中上层鱼类、底层鱼类产卵场、索饵场，项目海上施工期 9 个月，施工前将进一步优化施工计划，尽量避开主要渔业物种繁育产卵期，减小对海洋渔业资源的扰动程度	兼容
加强海域污染防治和监测	在施工期、营运期制定合理的监测计划	符合
油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响	制定了较完备溢油风险防范体系，减少溢油事件发生	符合
渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准，其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准	施工期悬浮泥沙扩散区水质可能短暂超标，持续时间较短，施工结束后恢复原态，对海洋环境影响较小	符合

本区项目海底管道位于中上层鱼类、底层鱼类产卵场、索饵场，项目海上施工期 9 个月，施工前将进一步优化施工计划，尽量避开主要渔业物种繁育产卵期，减小对海洋渔业资源的扰动程度。同时严格按照设计方案铺管，控制悬浮沙影响范围。施工期作业船舶排污设备实施铅封，机舱含油污水上岸处理，生活污水处理后达标排放。项目建设后，采取增殖放流措施恢复渔业资源，落实各项风险防

范措施和应急措施，规范原油接卸操作流程，严密监控管输压力，定期检查维护设施设备，防范发生溢油事故，同时配备能够有效应对溢油事故的应急能力，包括应急物资、应急人员等，控制污染事故影响范围。经采取以上措施后，项目能够与“河口-利津农渔业区”海洋环境保护要求兼容。

表 13.3-6 与东营港南部工业与城镇用海区的符合性分析

东营港南部工业与城镇用海区	符合性分析	是否符合
生态保护重点目标：近岸湿地生态系统	不涉及	符合
加强海洋环境质量监测	在施工期、营运期制定了合理的海洋环境质量监测计划	符合
河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治	不涉及	符合
海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平	施工时严格控制挖沟范围，严禁超挖，优化施工方案，加强作业人员管理，确保各类废水、废物不排海，减小对滩涂海域海洋环境的影响，确保工程完工后海域整体环境质量维持现状水平	符合
开发利用期执行海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量不劣于二类标准	施工期悬浮泥沙扩散区水质可能短暂超标，持续时间较短，施工结束后恢复原态，对海洋环境影响较小	符合

本区项目海底管道埋地敷设，碎石回填保护，管沟开挖过程对近岸生态系统有一定扰动。施工时严格控制挖沟范围，严禁超挖，优化施工方案，加强作业人员管理，确保各类废水、废物不排海，减小对滩涂海域海洋环境的影响，确保工程完工后海域整体环境质量维持现状水平。采取以上措施后，项目能够符合“东营港南部工业与城镇用海区”海洋环境保护要求。

综上，本项目建设与所在海洋环境功能区的海域使用管理要求和海洋环境保护要求兼容。

2、项目用海对周边海洋功能区的影响

本工程周边相邻海洋功能区包括“埕北矿产与能源区”、“滨州-东营北农渔业区”、“东营港口航运区”、“东营港北部工业与城镇用海”、“东营港特殊利用区”、“黄河三角洲北部海洋保护区”、“东营利津海洋保护区”、“黄河三角洲海洋保护区”。本项目距“埕北矿产与能源区”、“东营利津海洋保护区”、“滨州-东营北农渔业区”、较远，基本无影响，以下具体分析对“东营港口航运区”、“东营港特殊利用区”、“黄河三角洲海洋保护区”、“东营港北部工业与城镇用海”、“黄河三角洲北部海洋保护区”的影响。

(1) 项目用海对“东营港口航运区”的影响

项目施工期悬浮泥沙扩散范围局限在拟建管道周围 2.11km 区域，不会扩散到东营港口航运区，且工程结束后，海水水质将逐渐恢复原状。因此，施工期悬浮泥沙扩散对东营港口航运区影响很小。项目运营期，油品均经海底管道运输，无污染物排放入海。只要控制溢油风险事故，可以实现海洋功能区划对该功能区的环境质量要求。因此，项目建设对“东营港口航运区”影响甚微。

（2）项目用海对“东营港特殊利用区”的影响

输油管道施工期间，挖沟会产生悬浮泥沙，会对该功能区海水水质产生暂时性影响。对该功能区沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖，掀起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填管沟，因悬浮沙均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。项目施工期悬浮泥沙扩散会对该功能区海水水质产生暂时性影响，增压平台至登陆点管线超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 2.11km；增压平台至单点 G 管线超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.99km；增压平台至单点 F 管线超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.97km。项目施工产生的悬浮泥沙是海域原有的泥沙，不会产生新的有毒有害质，且产生的悬浮沙只是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。因此，施工期悬浮泥沙扩散对东营港口航运区影响甚微。项目运营期，油品均经海底管道运输，无污染物排放入海。只要控制溢油风险事故，可以实现海洋功能区划对该功能区的环境质量要求。因此，项目用海对“东营港特殊利用区”影响甚微。

（3）项目用海对“黄河三角洲海洋保护区”、“黄河三角洲北部海洋保护区”的影响

项目施工期悬浮泥沙扩散范围局限在拟建管线周围区域，不会扩散到“黄河三角洲海洋保护区”、“黄河三角洲北部海洋保护区”，且工程结束后，海水水质将逐渐恢复原状。因此，施工期悬浮泥沙扩散对“黄河三角洲海洋保护区”、“黄河三角洲北部海洋保护区”影响甚微。项目运营期，油品均经海底管道运输，无污染物排放入海，控制溢油风险事故，可以实现海洋功能区划对该功能区的环境质量要求。因此，项目用海对“黄河三角洲海洋保护区”、“黄河三角洲北部海洋保护区”影响甚微。

（3）项目用海对“东营港北部工业与城镇用海区”的影响

项目施工期悬浮泥沙扩散范围局限在拟建管线周围区域，不会扩散到“东营港北部工业与城镇用海区”，且工程结束后，海水水质将逐渐恢复原状，对近岸

湿地无影响。项目运营期，油品均经海底管道运输，无污染物排放入海，控制溢油风险事故，可以实现海洋功能区划对该功能区的环境质量要求。因此，项目用海对“东营港北部工业与城镇用海区”几乎无影响。

13.3.3 与《东营市海洋功能区划》的符合性

东营市海洋功能区划继承山东省海洋功能区划对功能区的界定，按照海洋功能区划分类体系中的二级类进行功能分区。


根据《东营市海洋功能区划》（2013-2020 年），本项目所在海域的二级海洋功能区为“东营港南部工业与城镇用海区”、“东营港南养殖区”，从属省级一类功能区分别为“东营港南部工业与城镇建设区”和“河口-利津农渔业区”。项目所在及邻近海域的海洋功能区登记表见表 13.3-4。


对照《山东省海洋功能区划》和《东营市海洋功能区划》，上述功能区的海域使用及海洋环境保护总体要求是一致的，因此，本项目的建设同样符合《东营市海洋功能区划》。

表 13.3-4 项目所在海域海洋环境功能区划（节选自《东营市海洋功能区划》（2013-2020 年））


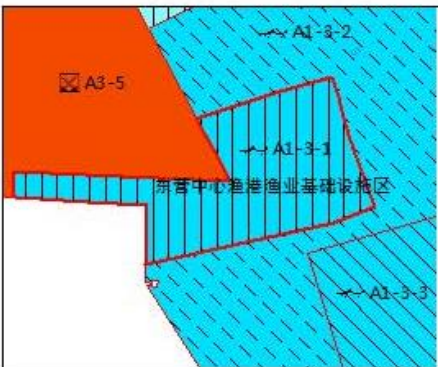
功能区序号：[14]

功能区名称		东营港南部工业与城镇用海区		所在图幅		5		功能区位置图
功能区类型		工业与城镇用海区		功能区代码		A3-5		
所属一级类功能区名称		东营港南部工业与城镇用海区		一级类功能区代码		A3-5		
地理范围								
面积（公顷）		3422		岸线长度（米）		15080		
开发利用现状		该区域外围已建设防潮堤，内部海域多用于油气开发。						
海域管理要求	用途管制	基本功能为工业与城镇用海，兼容风景旅游、文体休闲娱乐、油气功能。优先保障东营港开发区建设用海需求，在基本功能未利用时允许开展渔业用海，控制围填海规模，并接受围填海计划指标控制，需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙需求，保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。						
	用海方式控制	允许适度改变海域自然属性，鼓励采用人工岛、多突堤、区块组团等用海方式。						
	整治修复	优化围填海海岸景观设计。						
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	近岸湿地生态系统。						
	环境保护	加强海洋环境质量管理，河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平，开发利用期海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量不劣于二类标准。						
其它管理要求		无。						


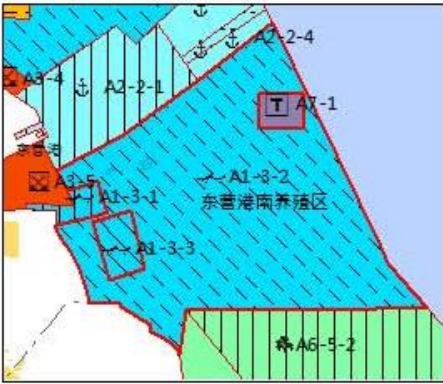
功能区位置图	
	

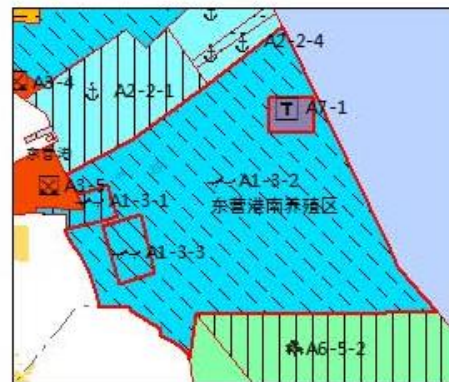
功能区范围图	
	

功能区序号: [15]


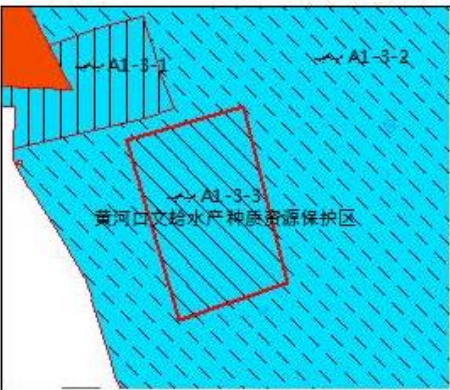
功能区名称		东营中心渔港渔业基础设施区		所在图幅	5	功能区位置图	
功能区类型		渔业基础设施区		功能区代码	A1-3-1		
所属一级类功能区名称		河口-利津农渔业区		一级类功能区代码	A1-3		
地理范围							
面积（公顷）		1100		岸线长度（米）	3770		
开发利用现状		该区域目前为东营中心渔港。				功能区范围图	
海域管理要求	用途管制	基本功能为渔业基础设施, 兼容风景旅游、文体休闲娱乐、油气功能。渔业设施建设应合理规划利用岸线, 严格执行海域使用申请审批制度。用海活动需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划, 满足黄河泥沙需求。					
	用海方式控制	渔港建设区允许适度改变海域自然属性, 渔港内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。					
	整治修复	无。					
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	无。					
	环境保护	严格监测渔船和渔业设施的倾倒、排污等活动, 防止污染损害事故发生。禁止向渔港水域弃置、排放油类、油类混合物、回填物、废弃物和其它有毒有害物质。海水水质不劣于二类标准(渔港区不劣于现状海水水质标准), 海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。					
其它管理要求		无。					

功能区序号: [16]

功能区名称		东营港南养殖区		所在图幅		5, 6, 7, 8, 9		功能区位置图	
功能区类型		养殖区		功能区代码		A1-3-2			
所属一级类功能区名称		河口-利津农渔业区		一级类功能区代码		A1-3			
地理范围									
面积（公顷）		42452		岸线长度（米）		17640			
开发利用现状		该区域近岸少部分海域开发为海水养殖，大部分海域未开发利用。						功能区范围图	
海域管理要求	用途管制	基本功能为养殖，兼容油气、文体休闲娱乐功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙需求，加强渔业资源养护，合理控制养殖密度。							
	用海方式控制	严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，允许适度进行人工岛、平台、后勤服务等基础设施建设。							
	整治修复	本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建。							
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。							
	环境保护	加强海域污染防治和监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。							
其它管理要求		无。							



功能区序号: [17]

功能区名称		东营港南养殖区		所在图幅	5, 6, 7, 8, 9	功能区位置图	
功能区类型		养殖区		功能区代码	A1-3-3		
所属一级类功能区名称		河口-利津农渔业区		一级类功能区代码	A1-3		
地理范围							
面积（公顷）		1667		岸线长度（米）	0		
开发利用现状		该区域近岸少部分海域开发为海水养殖，大部分海域未开发利用。				功能区范围图	
海域管理要求	用途管制	基本功能为养殖，兼容油气、文体休闲娱乐功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙需求。加强渔业资源养护，合理控制养殖密度。					
	用海方式控制	严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，允许适度进行人工岛、平台、后勤服务等基础设施建设。					
	整治修复	本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建。					
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。					
	环境保护	加强海域污染防治和监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。					
其它管理要求		无。					

13.3.4 与《山东省近岸海域环境功能区划》的符合性




山东省环境保护厅于 2016 年 5 月印发了《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，主要从“区划范围”、“指导思想与原则”、“环境功能区分类及水质保护目标”、“环境功能区划命名和代码”、“区划结果”、“附则”六方面展开。本项目海底管道所在的近岸海域海洋功能区为“东营港工业与城镇建设区”和“河口-利津盐业养殖区”，项目所在海域近岸海域环境功能区划见图 1.3-2，项目所在及邻近海域的近岸海域环境功能区登记表见表 1.3-3。

本项目所在环境功能区为第二类和第三类功能区，分别执行《海水水质标准》中第二类、第三类海水水质标准。施工期，海上参与作业船舶含油污水交由有资质单位处理，不外排；船舶生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排海；清管试压废水打入陆上中转油库后，交由附近污水处理厂处理；仅施工期产生的悬浮沙会对功能区海水水质产生短暂影响，随着施工的结束，悬浮泥沙污染会逐渐消失。运营期海管通球除蜡产生废弃含油废弃物集中收集，交给淄博重山思沃瑞环保科技有限公司处理；海底管道可能产生突发性溢油对海水水质产生潜在影响，结合本项目提出的风险防范措施和应急预案将影响降至最低。因此本项目的建设对“东营港工业与城镇建设区”和“河口-利津盐业养殖区”影响很小，符合《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》。

13.4 与海洋生态红线制度的符合性

13.4.1 与《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》的符合性

2013 年 12 月山东省人民政府印发了《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》，对海洋生态红线区和自然岸线进行了划定。海洋生态红线区划定的具体范围为沿海岸线西起漳卫新河河口的鲁冀海域界线，东至蓬莱角东侧的蓬莱沙河口，向陆至山东省人民政府批准的海岸线，向海至离海岸线约 12 海里的海域。

本项目不占用生态红线区和自然岸线，项目附近的海洋生态红线区有“黄河口文蛤渔业海域限制区”（距项目最近距离 ）、“黄河故道东三角洲限制区”（距项目最近距离 ）和“黄河北三角洲限制区”（距项目最近距离 ）。见图 13.4-1。

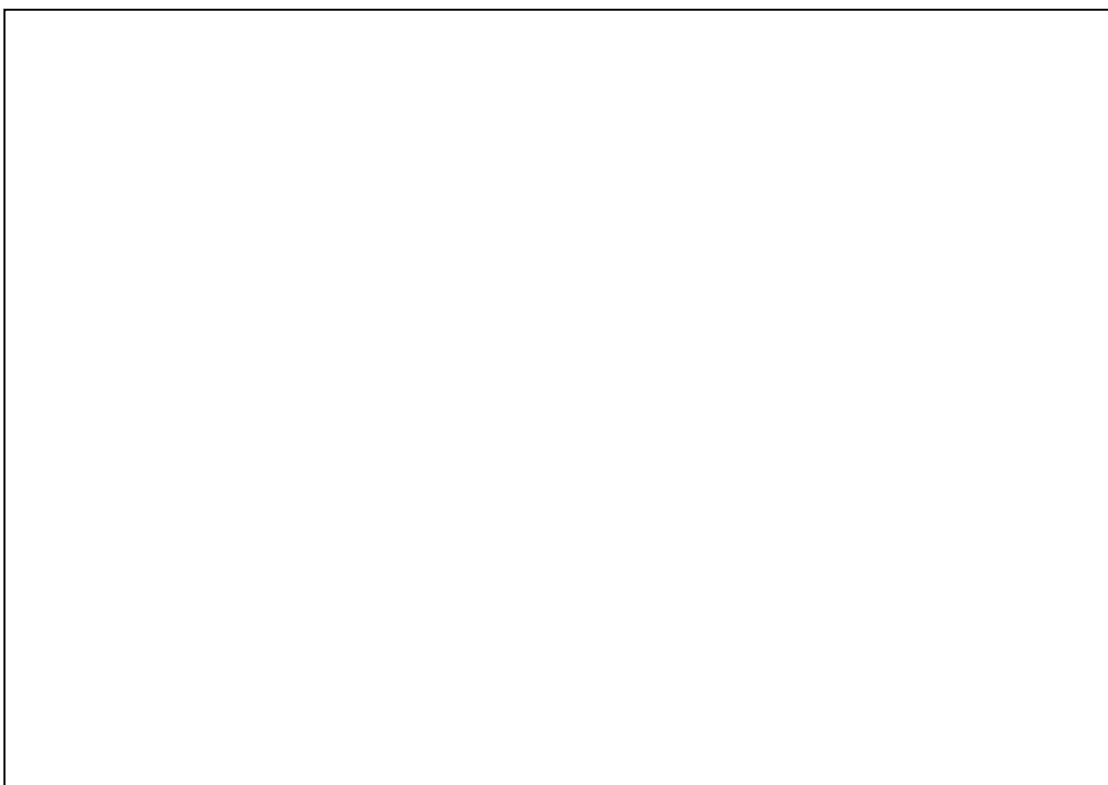


图 13.4-1 本工程与附近海域生态红线的位置关系

项目施工作业尽量缩短施工周期，管道施工期避开周边文蛤种质资源保护区，施工期作业船舶生活污水达标排放，机舱油污水上岸交有资质单位接收处理，根据预测预测分析，增压平台至登陆点管线超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 2.11km；增压平台至单点 G 管线超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.99km；增压平台至单点 F 管线超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.97km，不会对周边生态红线区产生不利影响。

综上，项目用海与《山东省渤海海洋生态红线》相符合。

13.4.2 与《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》符合性

2016 年 8 月 15 日山东省人民政府对《山东省生态保护红线规划(2016-2020 年)》进行了批复（鲁政字〔2016〕173 号）。山东省生态保护红线规划划定了 533 个陆域生态保护红线区，根据主导生态功能，陆域生态保护红线区分为生物多样性维护、水源涵养、土壤保持、防风固沙 4 种生态功能类型。此外，规划指出，省内海域生态保护红线按照山东省人民政府批准印发的《山东省渤海海洋生态红线区划方案（2013-2020 年）》和《山东省黄海海洋生态红线区划方案（2016-2020 年）》执行。”

本项目陆上管道不占用陆域生态红线区，周边生态红线区主要是山东黄河三角洲国家级自然保护区，属于生物多样性维护生态保护红线区，距离本项目较远，见图 13.4-2。项目正常建设营运期产生的悬浮沙、噪声、废气污染物扩散范围有限，各类固体废物处理处置去向明确，不会对周边生态红线区产生不利影响。针对溢油事故可能对周边生态红线区造成的负面影响，建设单位已制定完善的事故防范措施应急措施，能够有效防护溢油对周边生态红线区造成严重不利影响。

综上，项目建设与《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》相符合。

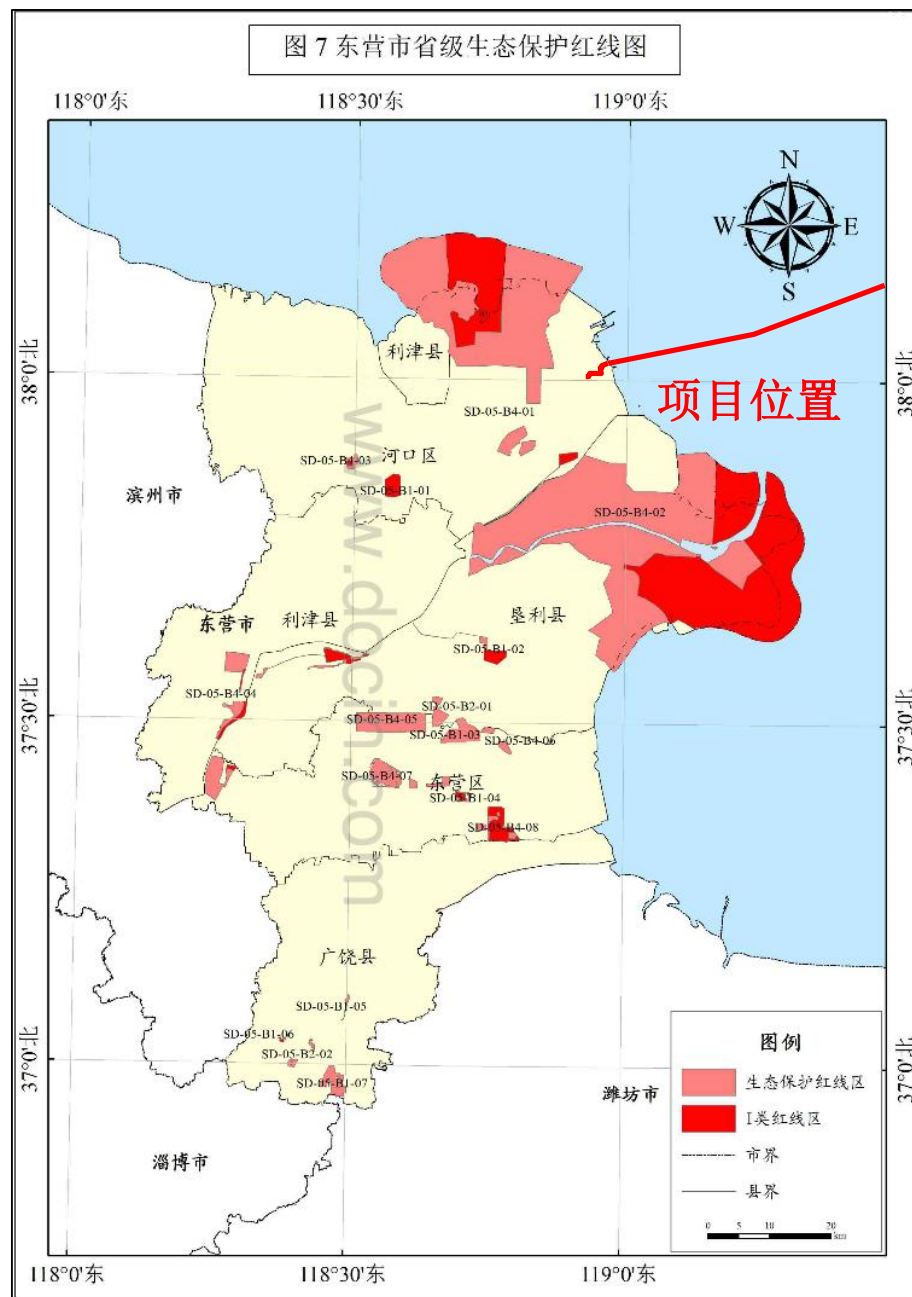


图 13.4-2 项目与东营市省级生态保护红线位置关系示意图

13.5 与海洋环境保护规划的符合性

13.5.1 与《渤海综合治理攻坚战行动计划》符合性

2018 年 12 月 11 日经国务院同意，生态环境部、发展改革委、自然资源部联合印发了《渤海综合治理攻坚战行动计划》（环海洋[2018]158 号），明确了渤海综合治理工作的总体要求、范围与目标、重点任务和保障措施，提出了打好渤海综合治理攻坚战的时间表和路线图。《行动计划》确定开展陆源污染治理行动、海域污染治理行动、生态保护修复行动、环境风险防范行动等四大攻坚行动，并明确了量化指标和完成时限。根据本项目实际情况，以下从**海域污染治理行动、生态保护修复行动、环境风险防范行动**三方面分析与《渤海综合治理攻坚战行动计划》符合性。

（1）海域污染治理方面

《行动计划》提出“严格执行《船舶水污染物排放控制标准》，限期淘汰不能达到污染物排放标准的船舶，严禁新建不达标船舶进入运输市场；规范船舶水上拆解，禁止冲滩拆解。依法报废超过使用年限的运输船舶。禁止船舶向水体超标排放含油污水，继续实施渤海海区船舶排污设备铅封管理制度。”“推动港口、船舶修造厂加快船舶含油污水、化学品洗舱水、生活污水和垃圾等污染物的接收设施建设，所在地城市政府加强接收、转运及处置设施建设，并做好船、港、城设施的衔接。”

本项目单点泊位建设在离岸约 [] 处，施工期船用生活污水处理装置处理达标后排海；营运期油轮含油污水处理达到石油类 $<15\text{mg/L}$ 后，在船舶航行时排放。施工期船舶、营运期工作船、物资供应船的油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封；平台甲板设备冲洗水、初期雨水通过开式排放泵增压；生活污水经处理后运回陆上。由山东海盛海洋工程集团有限公司航务公司接收、转运，公司作业种类包括船舶残油、油污水接收、船舶垃圾接收，东营海事处就船舶污染物接收处理事项予以备案，。最终交由康达（东营）环保水务有限公司接收处理。实现了“船、港、城设施的衔接”，符合《行动计划》对海域污染治理提出的要求。

此外，鲁北地区现为全国炼厂最集中的地区，有 [] 炼油企业，根据山东省《关于加快七大高耗能行业高质量发展的实施方案》，按照“上大压小”原则，在 2025 年前把 500 万吨及以下地炼企业的炼油产能分批分步进行整合转移到东

营港临港高端石化产业园和、滨州临港高端石化产业园和潍坊临港高端石化产业园。但是，东营港、滨州港、潍坊港的最大原油泊位是 5 万吨，无法停靠大型油轮，只能利用大量小船频繁地从天津港、大连港、青岛港进行二次转运，大量小型船舶的航行不利于渤海湾废水、废气的排放控制，增加了渤海湾海域水上船舶碰撞风险，不利于《渤海综合治理攻坚战行动计划》的实施。工程建成后，一方面有利于促进山东省“上大压小”的炼油产能整合；另外将替代渤海湾海域大量小型油船来往其他港口进行原油二次转运的运输方式和降低水上船舶碰撞风险，减少燃油消耗、废水、废气排放，有利于《渤海综合治理攻坚战行动计划》的实施。

（2）生态保护修复方面

《行动计划》提出“实施海岸带生态保护 划定并严守渤海海洋生态保护红线。渤海海洋生态保护红线区在三省一市（辽宁省、河北省、山东省和天津市）管理海域面积中的占比达到 37%左右。严格执行生态保护红线管控要求。”

本项目建设不占用生态红线区，项目建设不会对海岸带生态产生不利影响，项目建设严格遵守海洋生态保护红线的要求。同时，施工前将进一步优化施工方案，最大程度控制悬浮沙影响范围和影响程度，并并项目建设造成的海洋生物资源的损失进行生态补偿，符合《行动计划》对生态保护修复提出的要求。

（3）环境风险防范方面

《行动计划》提出“环境风险防范行动，包括实施陆源突发环境事件风险防范，开展环渤海区域突发环境事件风险评估工作等。”

建设单位在项目实施过程中，加强施工期和营运期风险防范，制定应急计划，配备应急物资，保障应急能力。对本项目施工期及营运期产生的海上溢油风险事故，采取有效的溢油应急处理方法，和完善的风险事故应急预案，对事故做出最有效、最快速的处理，符合《行动计划》对环境风险防范提出的要求。

综上，项目建设符合《渤海综合治理攻坚战行动计划》。

13.5.2 与《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》符合性

《渤海环境保护总体规划（2008-2020年）》从“渤海治污“十五”总结及现状评价”、“规划范围、指导思想、原则和目标”、“重点任务”、“主要工程”和“保障措施”五方面进行展开。规划中提到要“有效控制船舶、港口污染，进一步加强石油平台和倾废监管”，加强海洋工程污染防治和保护区建设，强化油气开发区的环境管理，要“在石油平台上设置溢油探测，以监测油气开发区的污染发生及处

理状况”，要“提高倾废管理水平，强化油气开发区的环境管理，加强溢油应急技术支持及保障能力，建设渤海污染防治与生态保护系统，力求通过5~15年的治理，使渤海环境保护工作上一个新台阶”等内容。

本项目施工期间产生的悬浮泥沙对水质产生短暂影响，施工结束后水质逐渐恢复。施工期船舶机舱含油污水实行铅封，运回陆地处理；施工期生活污水和生活垃圾均运回陆地处理。项目投产后，到港船舶舱底油污水均经自备油水分离器处理达标后在港外排放。增压平台产生的生活污水运回陆上处理，生产垃圾和生活垃圾经分类收集后运回陆地处理。此外，项目建设单位正在同步编制项目溢油应急计划，待完成后会提交国家海洋主管部门备案。根据应急计划，单点系泊每3~5年更换一次筒下软管、漂浮软管和锚链；建造一个检修备用浮筒，每3~5年对替换在用浮筒对其进行检维修。海底管道配套设置泄漏监测系统，同时加强海底管道路由巡检，及时监测海底管线情况。并且按照应急计划将配备相应的溢油应急设备。因此，本项目建设与《渤海环境保护总体规划（2008-2020年）》相符合。

13.5.3与《山东省海洋生态保护规划（2018-2020年）》的符合性

2019年2月24日山东省生态环境厅关于印发《山东省海洋生态保护规划（2018-2020年）》，总结了海洋环境保护基本形势，提出了海洋环境保护存在的问题；给出了指导思想、基本原则和规划范围，细化了规划目标、海洋生态环境保护管理分区、主要任务和保障措施。

从“海洋生态环境保护管理分区”角度分析项目符合性，本规划依据《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》对各类海洋基本功能区的环境保护要求和各类海洋生态红线区环境保护要求，结合山东省海洋自然环境条件、经济社会发展和生态文明建设的需求，将山东省海域分区管控。对照保护要求和保护目标，基本一致。本项目与各功能区划和红线区的符合性分析已在前面章节介绍，本项目建设与所在海洋环境功能区的管控要求兼容，项目用海符合《山东省渤海海洋生态红线》，因此与《山东省海洋生态保护规划（2018-2020年）》中规定的“海洋生态环境保护管理分区”是兼容的。本项目与《山东省海洋生态环境保护规划》的位置关系见图13.5-1。

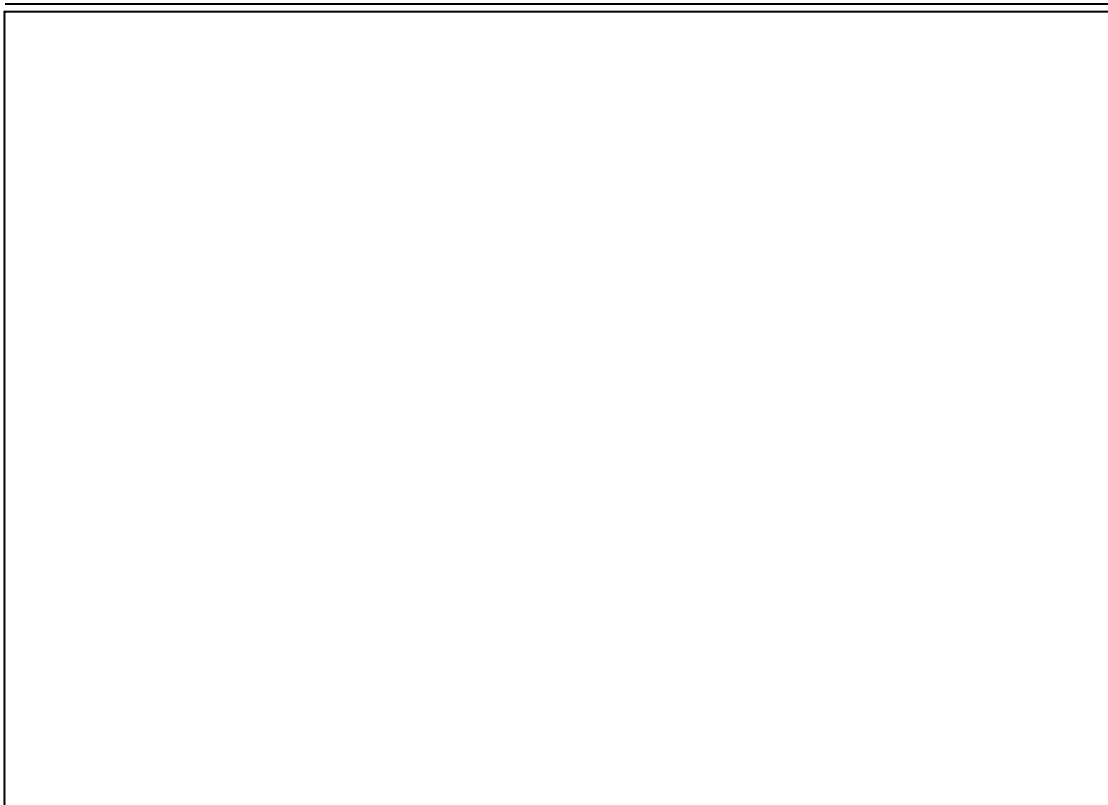


图 13.5-1 项目与《山东省海洋生态环境保护规划》位置关系图

《规划》中“主要任务”从“强化海洋生态保护”、“大力推进海洋污染防治”、“强化陆海污染联防联控”、“防控海洋生态环境风险”、“推动海洋生态环境监测提能增效”五部分进行展开。本项目在施工期、营运期严格遵守海洋生态保护红线要求；施工期间严禁船舶含油污水排海，含油污水上岸处理，生活污水达标排放，生活垃圾、船舶垃圾集中收集后随船随带，上岸处理，不向海洋环境直接排放；针对项目运营期潜在突发环境事故，建设单位拟采取各项风险防范措施和应急措施，通过严格管理制度、强化人员素质、提高安全环保意识、规范作业流程、实施安全监控，防范突发溢油事故。同时，建设应急组织，配备应急物资，保障应急处置能力，控制溢油扩散范围，最大程度减小污染事故影响，做到“事前防范、事中管控、事后处置”。从“主要任务”的主导思想角度分析，符合《规划》要求。

综合以上分析，本项目建设符合《山东省海洋生态保护规划(2018-2020 年)》。

13.6 与上位规划的符合性分析

13.6.1 与《东营港总体规划》符合性分析

2011 年 11 月，山东省人民政府批复了《东营港总体规划（2008~2030）》。

规划实施以来，开辟了港口与开发区联动发展的新局面，但存在规划码头结构不能很好地适应经济和产业发展需要，港口码头功能布局有待完善等问题。为解决这些问题，东营市港航管理局于 2015 年开始组织修订《东营港总体规划》。目前 2017 年 3 月 9 日，山东省人民政府对《东营港总体规划（2016-2040 年）》进行了批复。批复指出：东营港作为山东省地区性重要港口，是实施黄河三角洲高效生态经济区和山东半岛蓝色经济区发展战略的重要支撑，是东营市发展临港产业、促进产业结构升级和带动地区经济发展的重要依托，是山东省原油运输的重要接卸港。东营港将逐步形成以东营港区为核心、以广利港区为重要组成、以广北港区为辅助的港口体系。批复同意了港口岸线利用方案、港口布局方案、港区功能定位、港口主要规划指标，以及港区水、陆域布置规划方案。

结合本项目工程特征，重点从以下几方面进行规划符合性分析：

（1）项目功能定位的符合性

《东营港总体规划（2016-2040 年）》中明确东营港的性质为山东省地区性重要港口。其中东港港区的港口功能定位为：作为东营港的主要港区，以液体散货为主，兼顾滚装运输、集装箱以及海洋装备等多种物资运输功能，主要为东营港经济开发区和东营市发展服务；远期随着港口功能的提升和集疏运条件的改善，发展成为黄河三角洲地区综合物流中心。

本项目立足于解决境内地炼企业不断增长的原油需求，提升东营港作为综合性港口的基础设施水平，建设原油泊位，为东营港及周边地市地炼企业供应稳定进口原油货源，项目功能定位符合港区总体规划。

（2）项目选址的符合性

《东营港总体规划（2016-2040 年）》根据东营港区规划各段岸线的使用功能，把东营港区划分为栈桥、北港池、南港池、一突堤、二突堤和大唐电厂 6 个作业区。其中栈桥作业区包括已建北实体防沙堤、已建栈桥和在建的三突堤、北防波堤沿线的所有泊位，以及距离东营港区海岸 [] 的单点系泊的泊位。栈桥作业区共规划码头岸线 []，资源容量可形成液体货运泊位约 51 个，其中单点系泊泊位 2 个。

本项目单点系泊泊位选址首先需满足设计水深要求，按照按照 25 万吨油轮靠泊计算，单点系泊选址处应满足 [] 水深。此外，结合运营期油轮通航走向和东营港区外习惯航道航路走向，经优化比选，确定单点系泊泊位选址于 []

■能够满足设计船型靠泊需求，且距离东营港近岸港口作业区规划布置方案实施无影响。综上，项目根据港外实际水深条件和航道情况，对单点选址进行了优化调整，与规划单点泊位选址方案总体一致。

（3）工程建设规模的符合性

《东营港总体规划（2016-2040年）》指出：“考虑到原油运输船舶大型化发展趋势以及东营港区的自然条件，规划在距海岸约■处布置25万吨级大型单点系泊泊位2个，在规划的二突堤顶端或者南防波堤南侧设置管道接岸或过驳运输，可形成通过能力■吨/年。”

本工程建设2个25万吨级原油单点泊位，单点泊位数量、泊位等级与规划方案一致，单点泊位通过海底管道输送上岸，在南防波堤南侧管道接岸，符合规划方案接岸要求，泊位设计年吞吐量为■

目前，山东省20万吨及以上适合原油接卸的泊位主要分布在青岛港黄岛港区、青岛港董家口港区、日照港岚山港区和烟台港西港区四个港区，合计年接卸能力为■吨/年。码头实际运行首先须满足中石化所属企业、东明石化、中化弘润、仪征石化、青岛原油储备库用、中化弘润商业储备库用油需求，以及日照、德州、临沂、菏泽等地的■家炼化企业用油需求，能够供东营及周边地区炼化企业使用的接卸能力仅为约■吨/年，而东营及周边地区地炼企业的进口原油需求量为■吨/年，进口原油能力的缺口约■吨/年。根据《山东省全省油气输送设施规划建设方案（2016-2020年）》确定的主要建设任务，规划今后一个时期，全省新建原油码头■座，新增年接卸能力■吨。东营港目前已建成2个5万吨原油泊位，规划拟建4个10吨原油泊位，最大原油吞吐量为■吨/年，根据东营港后方临港产业发展方向和开发进度，以及腹地经济发展的需求，预计2030年东营港原油吞吐量将达到■吨。东营港规划25万吨单点系泊原油码头将择机启动建设。规划建设原油码头情况详见表13.6-1。

表 13.6-1 规划新建原油码头泊位统计表

所属港区	码头等级/万吨	数量	年接卸能力/万吨	功能
青岛港董家口港区	■	■	■	■
	■	■		
日照港岚山港区	■	■	■	■
烟台港西港区	■	■	■	■
	■	■		
东营港	■	■	■	■
潍坊港	■	■		
滨州港	■	■	■	■
东营港	■	■		

由上表可见，未来省内规划新建原油码头对东营及周边地炼企业有一定的辐射作用，但辐射能力有限，不能满足东营市及周边地炼企业对进口原油的用海需求。此外，随着进口原油使用权的放开，原油需求将进一步迅猛增长。按照本项目最新市场调研及预测，预计以上缺口的■将从本项目建设的码头进口，即■吨/年。

综上，本项目单点泊位数量、泊位等级与规划方案一致。考虑到全省规划建设原油码头对本地地炼企业辐射有限，且建设时机不确定，本工程泊位吞吐量是根据下游用户市场需求和未来原油供应格局预测确定的，泊位吞吐量符合实际需求，与东营港及周边港区规划建设原油码头供油目标市场不冲突，不影响规划方案实施，与《东营港总体规划（2016-2040年）》不冲突。

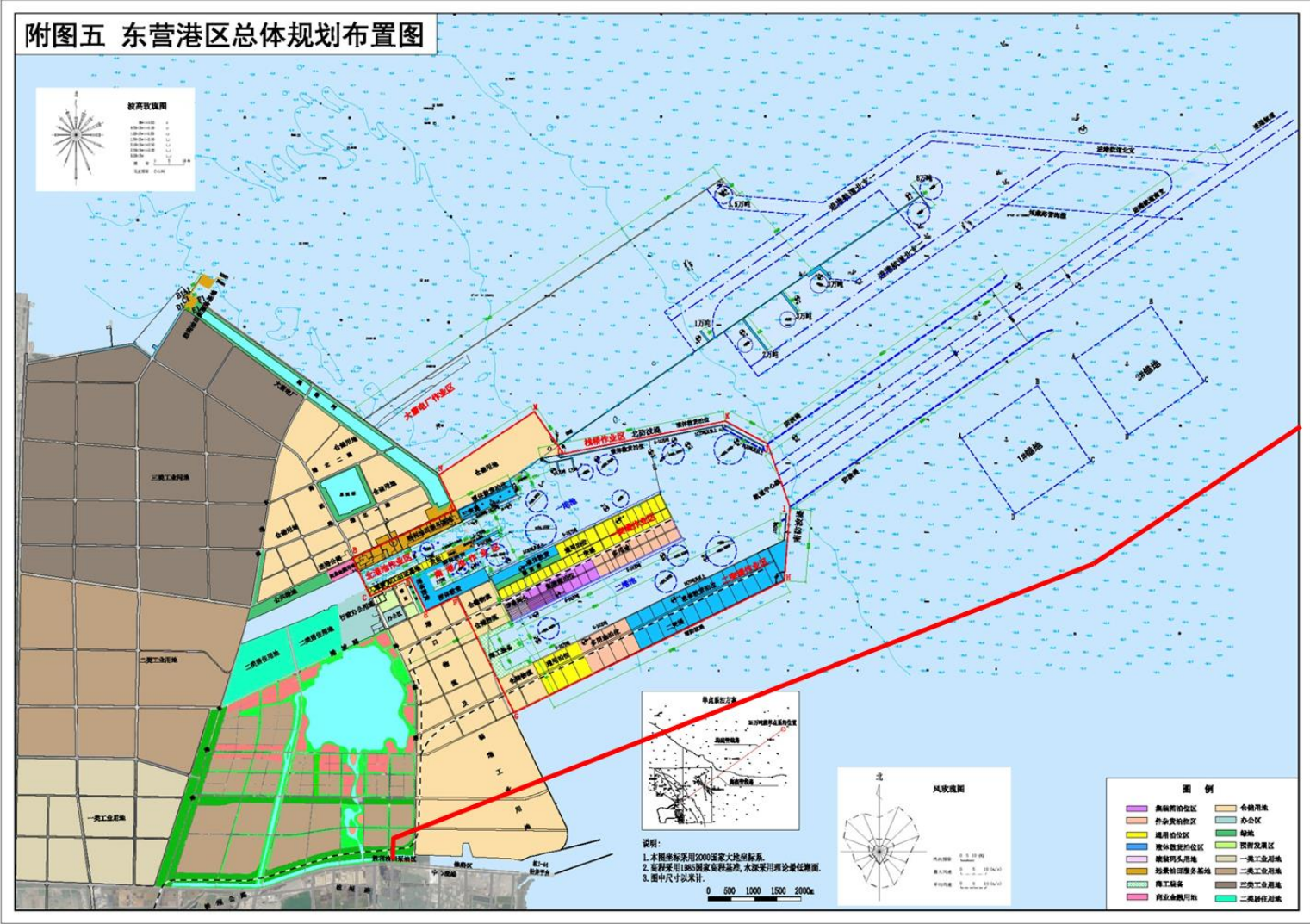


图 13.6-1 本工程与东营港总体规划的位置关系图

13.6.2 与《东营港总体规划（修订）环境影响报告书》审查意见的符合分析

2016 年 4 月东营市交通运输局委托山东省环境保护科学研究设计院编制了《东营港总体规划（修订）环境影响报告书》。2016 年 11 月 26 日，山东省环保厅组织有关部门代表和专家，对《东营港总体规划（修订）环境影响报告书》（以下简称“规划环评报告书”）进行了审查，形成了审查意见。

13.6.2.1 规划环评概述

（一）规划环评阶段方案概况

“规划环评报告书”阶段东营港区总体布置规划方案为“栈桥作业区包括已建北实体防沙堤、已建栈桥和在建的三突堤、北防波堤沿线的所有泊位，以及距离东营港区海岸 [] 的单点系泊的泊位。栈桥作业区共规划码头岸线 []，资源容量可形成液体货运泊位约 47 个，其中单点系泊泊位 2 个。...考虑到原油运输船舶大型化发展趋势以及东营港区的自然条件，规划在距海岸约 [] 处布置 30 万吨级大型单点系泊泊位 2 个，在规划的二突堤顶端或者南防波堤南侧设置管道接岸或过驳运输，可形成通过能力 [] 吨/年。”

（二）规划环评对规划方案的综合论证和优化调整建议

1) 资源承载力论证结论

考虑到东营港总体规划实施后，港口及大量港口工业将占用大量的岸线资源和土地资源，消耗大量的水资源等其他资源，加剧地区的资源环境供需矛盾，规划环评报告书中对岸线资源、国土资源、水资源、能源开展了资源承载力分析。

在岸线资源承载力方面，综合论证认为：《东营港总体规划（修订）》范围内的港口岸线资源利用未超过区域岸线资源承载能力岸线资源可以满足吞吐量需求。

在国土资源承载力方面，规划基本与东营市土地利用总体规划相衔接、协调，港区所占用的土地资源和海域国土资源并不形成本次规划实施的资源性约束，东营市的土地资源可以支撑东营港总体规划的实施。

在水资源和能源承载力方面东营港发展所需水资源量在当前供水条件以及城市供水远景规划下可以的到充分满足，故水资源不会成为东营港总体规划实施、发展的约束性条件。

2) 优化调整和实施意见

“规划环评报告书”对规划提出的优化调整和实施意见包括：

①根据国民经济发展规划优化近期、中期及远期规划年限。细化规划目标和指标、疏港交通运输、供排水等规划内容。

②液体散货码头与其他货类码头之间设置绿化隔离带，且液体散货码头应集中布置。

③港区内不再设置危险货物集装箱堆场和危险化学品仓库。

④从规划布局看，规划海域与黄河三角洲生物多样性维护生态保护红线区-1中Ⅱ类红线区存在冲突等不协调。港区开发应与生态保护红线相协调。

3) 空间管制和负面清单管理

空间管制：“规划环评报告书提出远景开发时，需按照省政府制订的生态红线区负面管理清单要求进行。东营港区规划水域南界与东营市中心渔港相邻，为避免工业船、渔船混用事故，需根据相关要求设置一定的安全隔离区域，禁止工业港开发。

港区内负面清单管理：

1、禁止准入类：

从环境风险角度考虑，港区内禁入危险货物集装箱堆场、危险化学品仓库。

2、限制准入类

邮轮游艇码头：一般性修造船码头；渔业码头。

13.6.2.2 规划环评审查意见

（一）对规划的环境合理性、可行性的总体评价

规划环评审查意见认为：“《东营港总体规划（修订）》总体符合法律、法规等要求，与《山东半岛蓝色经济区发展规划》、《黄河三角洲高效生态经济区规划》中东营港定位协调，与《山东省近岸海域环境功能区划》协调，与《东营市城市总体规划》、《东营市土地利用总体规划》协调，不占用《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》，占用《山东省生态保护红线规划》中Ⅱ类生态红线管控区。港区发展应与《山东省海洋功能区划》、《山东省沿海港口布局规划》相协调。在采纳环评报告书提出的规划调整意见和环境影响减缓措施后，不存在重大环境资源制约因素，有利于东营市港航业的可持续发展。”

（二）对规划优化调整和实施意见

规划环评审查意见采纳了规划环评报告提出的规划优化调整和实施意见。

13.6.2.3 本项目与规划环评及审查意见的符合性分析

根据规划环评提出的规划优化调整和实施意见，规划编制单位对东营港总体规划进行了优化调整。根据山东省人民政府批复的《东营港总体规划

（2016-2040年）》，单点项目规划方案调整为：“规划在距海岸约[]处布置25万吨级大型单点系泊泊位2个，在规划的二突堤顶端或者南防波堤南侧设置管道接岸或过驳运输，可形成通过能力[]吨/年。”

本项目拟建设的2个25万吨级单点系泊泊位选址、管道接岸方式和位置与规划方案一致，项目不占用生态红线区，对岸线资源、国土资源、水资源占用和消耗指标与规划方案一致，不属于港区负面清单范围，符合规划环评及审查意见要求。与规划不同的是，本项目泊位设计吞吐量[]吨/年，高于规划[]吨/年的指标值。因此，以下重点对本项目与规划吞吐量指标从环境影响方面进行符合性分析。

港口吞吐量（本项目中为单点泊位吞吐量）是指一段时期内经水运输出、输入港区并经过装卸作业的货物总量。根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），泊位通过能力与泊位年营运天数、泊位有效利用率、设计船型载货量、泊位净装卸时间、及辅助离靠泊时间等因素有关。

规划方案单点泊位设计通过能力[]吨/年，对应设计船型25万吨、15万吨来船艘次比例4:6，25万吨油船净装卸时间40h，辅助工作时间10h，15万吨油船净装卸时间30h，辅助工作时间10h。

本项目泊位通过能力根据下游市场需求确定为[]吨/年，为降低吞吐量指标变化带来的环境附加影响，在维持总来船艘次基础上，优化了来船比例和油轮辅助作业时间。具体见表13.6-2。

表 13.6-2 本项目与规划方案泊位利用情况方案对比表

项目	规划方案	本项目	环境影响对比
来船比例 (25万吨:15万吨)	4:6	6:4	总来船数量一致，两种设计船舶作业人员数量均为30~50人，船舶生活污水、船舶垃圾上岸处理，上岸处理污染物总量一致。
辅助靠泊离时间	10h	8h	船舶性能、辅助靠泊离操作水平提高，压缩了辅助工作时间。 本项目单点辅助作业期间船舶轮机设备运转产生的废气量小于规划方案。
净卸载时间	40	40	装卸期间国际油轮船舱主动力设备关闭，环境影响主要为原油外输泵设备运转产生的废气和船舶生活污水、船舶垃圾。 本项目与规划方案环境影响一致。
	30	30	

可见，本项目建设内容、选址与规划方案一致，项目不占用生态红线区，对资源能源消耗指标与规划方案一致，项目建设内容不属于港区负面清单范围。虽然泊位设计吞吐量指标高于规划吞吐量指标值，但与规划方案相比，在确保不增加海洋环境附加影响的基础上，通过优化来船比例、采用高性能工作船，提高人员操作水平，进一步降低了海洋环境影响。但泊位吞吐量指标的提升必然会造成后方库区内原油储罐大小呼吸废气量的增加。根据现阶段库区建设方案，本项目对依托库区储罐大小呼吸产生的挥发性有机物提出了环保措施要求，包括优化储罐设计参数，建设油气回收设施，提高油气回收率，在国家及山东省有关标准要求基础上，进一步提高排放限值，减少有机废气排放量。

总体来看，本项目建设能够符合规划环评及其审查意见要求。

13.7 与区域规划及相关规划的符合性

13.7.1 与《山东省油气输送设施规划建设方案（2016-2020 年）》符合性

根据《山东省油气输送设施规划建设方案（2016-2020 年）》内容，全省面临油气需求持续稳定增长、油气安全运输要求迫切、炼化产业加速转型升级、体制改革步伐加快等发展需求。全省发展主要目标到 2020 年，沿岸港口原油年接卸能力 2 亿吨以上，港口油气灌区 137 个，油气仓储能力将达到 6600 万立方米左右，全省原油长输管道总里程达到 5200 公里以上，年输送能力 2.6 亿吨以上，形成沿海港口向炼化基地辐射的“九进三出七连”原油输送网络，拟建工程符合《全省油气输送设施规划建设方案》发展主要目标。在《山东省油气输送设施规划建设方案（2016-2020 年）》主要建设任务中，要提高沿海港口油气接卸能力，加快构建以青岛港、日照港和烟台港为主，潍坊港、东营港、滨州港等为辅的油气接卸能力建设。东营港规划 25 万吨级单点系泊原油码头为其建设任务之一。本工程拟建设 2 个 25 万吨级原油进口泊位（单点系泊），并配套建设海底管道用于输运进口原油。工程设施建成以后，可以实现国际原油进口，有效提高石油资源的商业储备，增加油气运输安全性，有利炼化产业加速转型升级。

因此，拟建工程符合《山东省油气输送设施规划建设方案（2016-2020 年）》规划建设要求。

13.7.2 与《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》符合性

国务院于 2009 年 11 月 23 日正式批复了《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》（国函【2009】138 号），规划主要从“发展背景”、“总体要求”、“空间布局”、“加强生态建设和环境保护”、“构建高效生态产业体系”、“强化基础设施支撑”、“加快社会事业发展”、“创新体制机制”和“规划实施和保障”9 个方面进行阐述。规划提出“要充分发挥区域内未利用土地资源丰富的优势，着力发展生态产业和循环经济，依托“四点”，建设“四区”，打造“一带”。四点，即东营、滨州、潍坊港和烟台港莱州港区。四区，即东营、滨州、潍坊北部、莱州四大临港产业区。一带，环渤海南岸经济集聚带。”其中，东营临港产业区：位于东营市东北部和东部临海地区，主要为国有荒滩盐碱地。发挥高效生态经济区建设的龙头带动作用，重点发展精细化工、能源工业，大力发展高技术产业、生态旅游和高效生态农业，打造全国重要的石油装备制造基地，建设区域物流中心和产品集散中心。

本项目是在东营港建设 25 万吨单点系泊原油进口泊位，有效解决境内地炼企业不断增长的原油需求，提升了东营港作为综合性港口的基础设施水平，有利于加快了将东营临港产业区打造全国重要的石油装备制造基地的实施步伐。因此，本项目建设符合《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》。

13.7.3 与《山东半岛蓝色经济区发展规划》符合性

2011 年国家发展改革委印发《山东半岛蓝色经济区发展规划》。规划明确了山东半岛蓝色经济区发展的指导思想、发展原则、战略定位、发展目标，确定了优化海陆空间布局、构建现代海洋产业体系、深入实施科教兴海战略、统筹海陆基础设施建设、加强海洋生态文明建设和深化改革开放等方面的重点任务。规划指出：“黄河三角洲高效生态海洋产业集聚区和鲁南临港产业集聚区，是山东半岛蓝色经济区的重要增长极。加快培育壮大南北两个增长极，对于促进山东半岛蓝色经济区协调发展，提升区域整体实力具有重要作用。黄河三角洲高效生态海洋产业集聚区，发挥滩涂和油气矿产资源丰富的优势，培育壮大环境友好型的海洋产业。建设一批大型生态增养殖渔业区，大力发展现代渔业；加强油气矿产等资源勘探开发，加快发展海洋先进装备制造业、环保产业；大力发展临港物流业、滨海生态旅游业等现代海洋服务业，培育具有高效生态特色的重要增长极。”

本项目位于黄河三角洲高效生态海洋产业集聚区，属于原油码头建设，本项目的建设将进一步加快了东营港石油行业发展，扩大了原油物流能力，促进了临

港物流业的发展，提高了区域经济发展，项目建设符合《山东半岛蓝色经济区发展规划》。

13.7.4 与《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》符合性

《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》提出：“加强国际合作，提高优质能源保障水平，加快推进油气战略进口通道建设，在开放格局中维护能源安全。”、“扩大石油储备规模。建成国家石油储备二期工程，启动三期工程，鼓励民间资本参与储备建设，建立企业义务储备，鼓励发展商业储备。”为了保证原油的安全、稳定供应，抵御石油供应的风险，建立国家原油储备并配套相应输转设施是防范进口石油供应风险的重要措施之一，企业原油商业储备是国家原油储备的重要组成部分。

本工程拟建设 2 个 25 万吨级原油进口泊位（单点系泊），并配套建设海底管道用于输运进口原油。工程设施建成以后，可以实现国际原油进口，有效提高石油资源的商业储备，进而提高国家原油战略储备能力，保障能源安全。因此，项目用海符合《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》的要求。

13.8 工程选址与布置的合理性分析

13.8.1 用海选址的区位和社会条件适宜性分析

近几年来，山东炼化炼油产能保持高速增长，一直是全国炼油产能扩张的主要贡献者。目前，本项目目标市场（东营、潍坊、淄博、德州和滨州五地市）内拥有炼化企业 45 家，原油一次加工能力共计 13400 万。

随着国家放开原油进口资质和进口原油使用权，地炼企业进口原油呈现井喷式增长，炼厂开工率较去年增长近五成。而目前青岛港和日照港大型油轮压船严重，最长达 56 天，造成原油货轮积压的根本问题是码头资源的缺乏。山东省 30 万吨泊位主要为董家口港、黄岛港、日照港和烟台港四个港口，原油码头总吞吐量 1.4 亿吨，其中黄岛港服务于鲁豫、中石化，兼顾部分地炼企业；日照岚山港区主要服务中石化长江沿线和洛阳石化，兼顾鲁南市场能力；烟台港服务于淄博、潍坊地炼企业，在建的董家口港和日照港码头周期长，难以短时间解决原油接卸积压问题。山东省内 25 万~30 万吨级码头资源不足。

本项目选址于东营外海海域，拟建设 2 个 25 万吨级单点系泊。单点系泊具有建设周期短、接卸天数远大于原油固定码头等特点，可以满足原油接卸需求，

从根本上缓解原油进口受制于码头的问题。可以为东营及周边地炼企业进口原油提供稳定可靠 25 万~30 万吨级码头资源。因此，项目选址于东营外海海域，从东营及周边地炼企业的现实需求来说，是适宜的。

近年来，东营市及东营港的基础设施建设迅速发展，东营港区规划有完善的道路交通系统、航运系统，并规划有铁路交通系统，交通条件优越，东营港凭借其在渤海湾畔的良好区位优势和发展环境，将大有可为。与拟建工程相接的原油中转油库项目的建设为本工程的实施提供了有利条件。因此，从区位条件来说，项目用海选址是适宜的。

本工程建设条件良好。工程施工主要包括单点浮筒的锚点安装、锚腿安装、浮筒安装、海底管道的铺设和增压平台的安装。工程附近地区具有多家经验丰富的国有大型施工企业，有高素质、一流的施工管理人员和技术人员，有大型的、专业化的施工机械设备，已建立起完善的生产设施和具备了丰富的生产管理经验，均可承担本工程的施工任务。因此，从社会条件方面考虑，项目用海选址是适宜的。

13.8.2 项目选址与生态环境适宜性分析

(1) 水深条件

本项目拟建单点系泊区域海底地形平坦，水深在 [] 之间，水深由西南向东北逐渐加深，坡度为 0.15‰。单点系泊 G 处水深为 []，单点系泊 F 处水深为 []。水深条件适宜于 25 万吨级油轮的靠泊。

(2) 工程地质条件

拟定单点系泊场址钻孔深度范围内的土层主要以粒状土为主。粒状土以粉土、砂质粉土和粉质细砂为主，海底泥面以下 4.2-16.8m 一般呈中密实状态，其余一般呈密实到非常密实状态。桩基础设计分析表明：正常作业连续打桩情况下，单点系泊场址能够将桩打入至设计入泥深度；

拟定增压平台场址钻孔深度范围内的土层主要以粒状土为主。粒状土以粉土、砂质粉土和粉质细砂为主，海底泥面以下 4.2-16.8m 一般呈中密实状态，其余一般呈密实到非常密实状态。桩基础设计分析表明：正常作业连续打桩情况下，增压平台场址能够将桩打入至设计入泥深度；

根据管线路由海底浅层土特征及分布进行分析，本次调查的管线路由区海底表层土为非常软到稍硬的褐灰色粉质粘土，横向分布基本一致。由于海底管道路

由海底表层土基本为粘性土，可以不考虑管线周围的冲刷。物探和地质调查资料表明，本次调查的管线路由区地质和海洋环境相对比较稳定，一般不会发生重力作用下的滑移。因此如果将管道埋于海底面以下，则管道在波浪荷载作用下发生滑移的可能性不大。

因此，工程区的工程地质条件适宜于单点系泊、增压平台和海底管道的建设。

（3）海底地貌条件

工程物探调查结果表明：

单点系泊场址区侧扫声纳影像表明，单点系泊场址区海底平滑，未发现其它影响场址施工的障碍物。

增压平台场址区侧扫声纳影像表明，场址区均为海底平滑，未发现影响增压平台施工的障碍物。

海底管道路由区海底划分为冲蚀海底和平滑海底，粗糙海底位于登陆点至 KP16.7 区间段，其中登陆点至 KP4.0 区间段海底粗糙程度较高；KP4.0 至 KP16.7 区间段海底粗糙程度较低。平滑海底区域分布大量的海底拖痕。路由区共发现 8 处抛石区、7 处渔网和 2 处丢弃物，未发现影响海底管道施工的障碍物。其中，抛石 2 位于预挖沟边坡区内，建议在预挖沟施工之前先对抛石进行清理。其它抛石区距离管道轴线均较远，不会对管道施工产生影响。

因此，工程区的海底地貌条件适宜于单点系泊、增压平台和海底管道的建设。

（4）水文、气象条件

项目拟建单点系泊、增压平台和海底管道，都是充分依托于工程海区的水文、气象条件参数进行设计，包括风、浪、流、水位设计条件、气温、水温、泥温、相对湿度、降水、海冰参数等。因此，工程的设计对海域的水文、气象条件来说是适宜的。

（5）生态环境适宜性

拟建单点系泊和增压平台均为透水式结构，平台和单点系泊桩腿对周边的水动力环境影响很小。除桩腿周围将形成局部涡流外，对周边海域的流场影响甚微，也不会改变所处海域的潮波系统，对所处海域的水交换能力没有影响。拟建海底管道埋于海底以下 1.5m（预挖沟段为 2m），开沟犁挖起的泥沙在海流和重力作用下自然回填，施工结束后基本恢复原来的海底沉积物环境。因此，工程的建设对附近海域的水动力状况（包括潮汐、海流、波浪、余流，纳潮量等）和泥沙输移基本不产生影响。项目在施工过程中，悬浮泥沙扩散对海洋生态将产生一定影响，

通过核算,本项目海底管道施工悬浮沙共造成游泳生物21878.85kg,鱼卵 3.17×10^8 粒,仔鱼 2.18×10^8 尾受损;工程占用海床底土及生态资源空间造成底栖生物损失量402.2g、游泳生物9.30kg,鱼卵62.88粒,仔鱼14.40尾,海缆施工管沟开挖造成底栖生物损失31.142t。可通过一些增殖放流的手段进行生态恢复。因此,项目对自然资源和生态环境的影响是暂时的,随着工程施工的结束,海洋生态环境将逐步得到恢复。

综上,项目选址与自然资源和生态环境是适宜的。

13.8.3 选址与周边其他用海活动的适应性分析

根据海域论证报告,依据利益相关者的界定原则及本工程建设对周围用海项目的影响分析,将3条现有油气管道的权属人中海石油(中国)有限公司天津分公司、东营港经济开发区防潮堤工程和东营港经济开发区防潮堤二期工程的权属人东营港建设投资有限责任公司以及中石化股份胜利油田分公司桩西采油厂界定为本项目的利益相关者,将东营市中心渔港锚地的管理部门东营市河口区海洋与渔业局、东营港区锚地的管理部门东营市港航管理局、河道管理部门东营市水利局界定为本项目的责任协调部门。

建设单位已经分别与东营港建设投资有限责任公司、中海石油(中国)有限公司天津分公司、中石化股份胜利油田分公司桩西采油厂、东营市水利局、东营市河口区海洋与渔业局、东营市港航管理局进行沟通、协商,对方均表示对工程积极支持,利益相关者的书面协调支持文件已经全部获得。

因此,项目用海与利益相关者是可协调的,项目选址与周边其他用海活动相适宜。

13.8.4 选址合理性分析

本项目建设离岸单点泊位,海底管线的选址决定于单点位置,海底管道登陆后经陆上管线到达中转油库。因此,本项目选址合理性重点对单点及海底管线、线、陆上管线进行选址合理性分析。

13.8.4.1 单点选址及海底管道选线合理性分析

本次单点系泊及海底管线位置选择主要考虑以下四点:

①系泊点设计水深的要求;②航道、锚地走向及位置;③配套海底管线的路由;④原有海底结构物影响。

结合以上原则，本项目中泊位位置初选方案共有四种，分别是泊位点 A、泊位点 B、泊位点 C、泊位点 D，根据以上泊位点位置，形成了 4 条海底管线路由方案，具体见图 13.8-1 和表 13.8-1 所示。

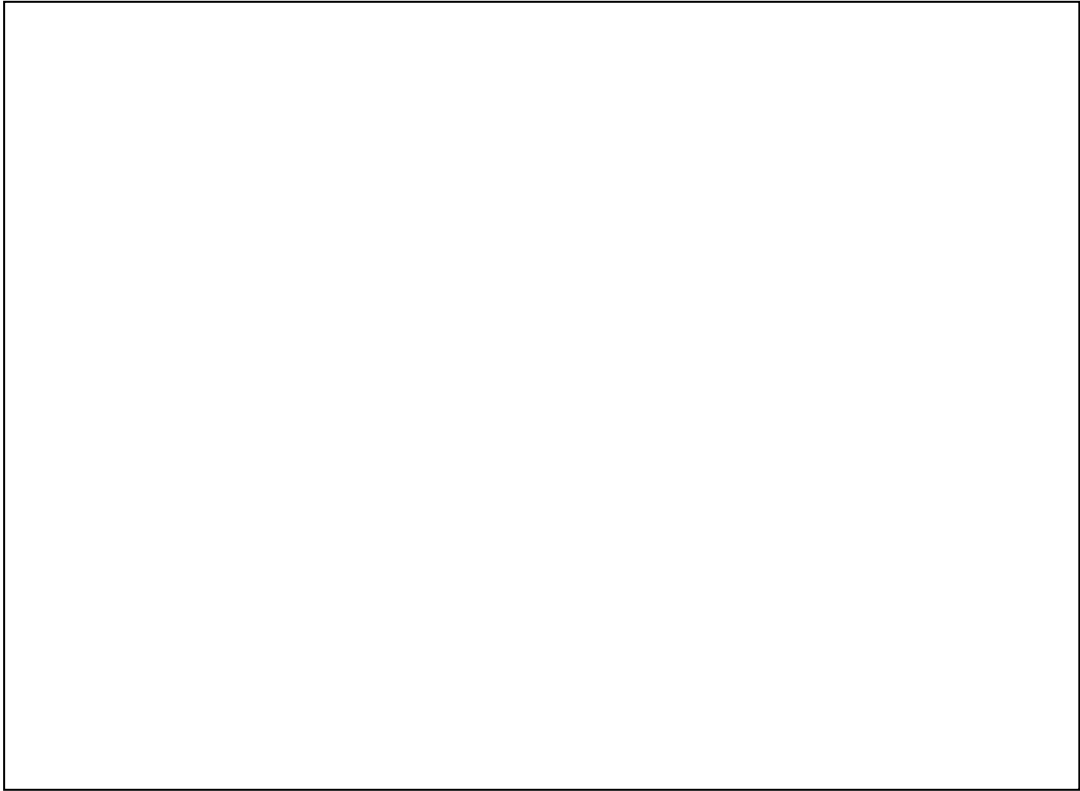


图 13.8-1 项目中泊位位置初选方案图
表 13.8-1 各泊位点及相应管道路由的基本情况

方案 内容	泊位点A	泊位点B	泊位点C	泊位点D
路由起点				
路由方案				
路由长度km				
泊位点自然水深m				
预挖航道 (km; $\times 10^4 m^3$)				
习惯航线交越 (处)				
管道交越 (条)				
工程投资				

各方案对比见表 13.7-2。

表 13.8-2 各泊位点及相应管道路由综合对比分析表

内容 方案	优点	缺点
方案一	航线资源丰富	①管道路由相对长，事故风险相对大，对海洋资源损害大。 与3处已建海底管道交越，存在一定的风险
方案二	航线资源丰富	①管道路由最长，事故风险最大，对海洋资

		源损害大。 ②与3处已建海底管道交越，存在一定的风险
方案三	路由较短，管道事故风险相对小， 对海洋资源损害小	①需要预挖30km的航道，挖方工程量大，环境影响大； ②泊位附近没有自然水深状态的停泊锚地，需要疏浚，环境影响重；
方案四	路由最短，管道事故风险最小， 对海洋资源损害最小	①登陆点登陆点距离中转油库大于12km，陆上管道路由区沿线敏感目标较多； ②与4处海底管道交越，事故风险相对增加。

由上表可见，综合考虑管道路由事故风险、与已建管道的交越情况、锚地及航道疏浚工程环境影响、陆上工程环境风险影响等，方案一（即推荐方案）选线最优。

13.8.4.2 陆上管线选线合理性分析

结合地形、地貌、工程地质条件、交通、沿线城镇的现状和发展规划，本着输油管道安全、环保，节省工程投资和方便维护管理，设计陆上管线选线方案如下：

1) 方案一：

陆上管道起点位于神仙沟南岸，从神仙沟南岸穿越桩埕路后向西敷设约 [] 至新修水泥路西侧，沿水泥路西侧向南敷设约 [] 后折向西，沿水泥路北侧向西敷设 [] 折向南，沿兴港路东侧继续向南敷设约 []，向西穿越兴港路至东营港原油库区围墙外 1m。

2) 方案二：陆上管道起点位于神仙沟南岸，从神仙沟南岸穿越桩埕路，向西敷设至兴港路，沿兴港路东侧向南敷设，继续向南敷设约 []，向西穿越兴港路至东营港原油库区围墙外 1m。

陆上管线选线方案具体如下图 13.7-2 所示。

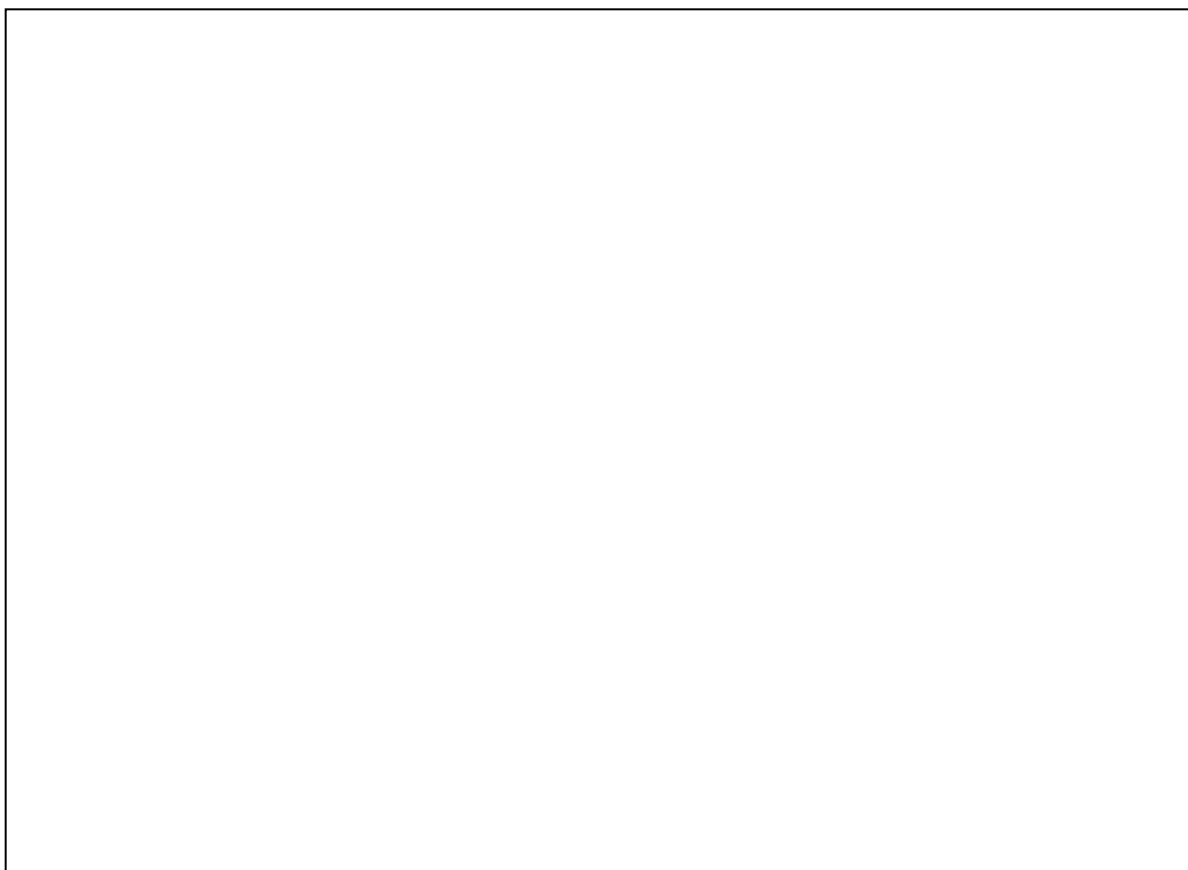


图 13.8-2 方案一和方案二路由走向示意图

各方案对比见表 13.8-3。

表 13.8-3 陆上管道路由方案综合对比分析表

内容 方案	优点	缺点
方案一	①路由区无生态保护区和文物保护单位，远离水源地等环境敏感区，环境影响小； ②管道沿线穿越的地下管线相对较少	线路长度较长，约 [REDACTED]
方案二	①无生态保护区和文物保护单位 ②线路长度较短，约 [REDACTED]。	①沿线有油区，线路所经油田区域地面抽油机与地下油田管网、电力电缆较多，管线和管线并行交叉事故风险相对较大。

由上表可见，综合考虑管道路由区环境敏感目标分布情况、管道长度及与已建地下管网的交叉工程环境风险等，方案一（即推荐方案）选线最优。

13.9 环境影响可接受性分析

13.9.1 水动力环境影响可接受性

本工程主要工程设施为单点系泊、增压平台和海底管道，新建单点系泊、增压平台为为透水式结构，仅对桩腿局部流场有一定影响，桩腿会改变局部的流速

和流向，但是不会影响整个海域的流场，对本海区的水交换能力没有影响；新建海底管道埋于海底以下，挖起的海底泥沙短时间堆积于管沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管沟，铺设完成后不会影响工程海域水文动力环境。

13.9.2 冲淤环境影响可接受性

在工程建设过程中铺设海底管道以及安装平台会对当地海底底质产生一定的影响。

新建海底管道全程埋设，对海底的冲淤环境基本无影响；海底管道挖起的海底泥沙短时间堆积于海沟两侧，在底层流作用下回填于沟，管线路由区沉积物环境基本可以恢复；本工程拟建增压平台和单点系泊属透水式，建成后会对桩腿局部海域流场造成轻微改变，导管架桩腿附近会有一定的冲刷现象，冲蚀坑面积与深度受该海域冲淤条件、沉积物情况、时间长度以及桩腿直径等条件影响。但桩腿占用海域面积较小，对海洋原有地形和地貌的改变很小。根据工程海域海底地质、地貌及冲刷现状，拟建管道路由区地形比较平坦，浅层沉积物主要为黏土质粉砂，地质和海洋环境相对比较稳定，一般不会发生冲刷和重力作用下的滑移。而且管线\电缆将挖沟埋设，埋设深度 1.5m（预挖沟段 2m），因而发生滑移和悬空的可能性很小。

综上，项目用海对地形地貌和冲淤环境影响较小。

13.9.3 水质环境影响可接受性

在项目建设过程中，产生悬浮泥沙扩散的施工主要单点浮筒、增压平台安装过程以及海底管道埋设引起。模拟结果显示：增压平台至登陆点管线<10m 水深段管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 17.62km²、19.79km²、21.19km²，10~20m 水深段管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 28.88km²、35.36 km²、42.71 km²，>20m 水深段管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 45.04km²、66.44 km²、93.88 km²，超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 2.11km；增压平台至单点 G 管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 2.72 km²、5.22 km²、7.50 km²，超一（二）类水质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.99km；增压平台至单点 F 管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 1.97 km²、3.53 km²、5.30 km²，超一（二）类水

质的海水离管线方向上影响的最大距离为 0.97km。同时，随着施工的结束，悬浮泥沙污染会很快消失，符合工程区海洋环境质量要求，不会对海洋水质环境造成长期影响。

13.9.4 生态环境影响可接受性

施工产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼影响也较为显著。本工程总生物损失如下：施工期占用海域生态损失评估合计 █████ 万元，营运期占用海域生态损失评估合计 █████ 万元，邻近影响海域生态损失评估合计 █████ 万元。项目建设完成后，拟采取增殖放流的方式补偿本项目对渔业资源的损失，项目建设对生态环境的影响可以接受。

13.9.5 环境风险影响可接受性

在项目所在海域一旦发生较大规模危险品泄漏事故，会对海洋生态和渔业资源造成严重污染损害。对本项目施工期及营运期产生的海上溢油风险事故，采取有效的溢油应急处理方法，和完善的风险事故应急预案，对事故做出最有效、最快速的处理。

13.10 环境可接受性综合结论

工程建设符合海洋主体功能区划、海洋功能规划、海洋环境保护规划、相关行业规划、区域经济发展规划，符合产业发展发向，符合海洋生态红线区管控要求，工程选址区社会条件良好，自然条件适宜，项目与周边海域开发活动能够协调。项目平面布局合理。施工期间悬浮泥沙扩散产生的影响是暂时的，不会对海洋水质环境造成长期不良影响。施工期，生活污水和生产污水应分别收集，集中处理。施工期垃圾由各施工单位负责处理，严禁向海域倾倒。营运期间对海洋生态环境影响较小。因此，施工期及营运期项目不会对海洋环境产生较大的影响。因此，本项目对环境的影响是可接受的。

14 环境管理与环境监测

本次评价将结合环境影响预测结果、评价海区的环境保护目标，提出工程的环境管理、监测和监理方案。

14.1 环境管理

环境管理是工程管理和公司管理的重要组成部分，环境管理机构是实施环境管理的组织保证。为了做好施工期的环境保护工作，减轻工程建设及对海洋环境的影响程度，建设单位及施工单位应高度重视海洋环境保护工作，应成立专门机构进行环境保护管理工作。

根据本项目工程建设的实际情况，工程施工期间，工程指挥部应设专人负责环境保护事宜。投入营运后，应加强生活污水、生活垃圾、雨污水处理处置与排放的管理，尽量减少工程实施对周边海洋生态环境的影响。

14.1.1 施工单位环境管理机构设置

建设施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

（1）负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查；

（2）及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与工程施工有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议；

（3）按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

14.1.2 建设单位环境管理机构

为了有效保护项目拟建区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境

保护措施落实，除了施工单位应设置环境保护管理机构外，针对本项目的建设施工，项目建设单位还应成立专门小组，定员为 3~4 人（包括施工期和营运期），负责环境管理和环境监测计划制定和实施。

负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况，并在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将各施工单位落实主要环境保护措施的能力作为项目施工单位中标考虑因素，将需落实的环保措施列入与施工中标单位签署的合同中，聘请有资质的施工监理单位对施工单位环境保护措施落实情况进行跟踪监理，并且配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。具体措施如下：

（1）制定出切实可行的环境污染防治办法和措施；

（2）做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和操作人员的环保意识，加强员工对环境污染防治的责任心，自觉遵守和执行各项环境保护的规章制度；

（3）加强建设项目的环境管理，严格执行本报告提出的环境保护对策措施，积极配合海洋主管部门海域使用动态监视监测工作；

（4）定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生；

（5）定期开展泥沙冲淤和水文动力变化环境监测，跟踪监测规划实施后环境变化与环境影响预测与评估的对比分析和评估，发现问题应及时向主管部门汇报并制定切实可行的解决方案；

（6）开展环境监测并根据监测结果进行跟踪评价，及时发现和处理规划建设期及营运期对海洋环境的影响。

加强与环境保护管理部门的沟通和联系，主动接受主管部门的管理、监督和指导。由于工程所在海域存在相应环境敏感性，如在附近海域发生大型溢油事故对海域环境的影响将是十分巨大的；当发生有毒有害物质泄漏事故时，也会对工程区内人员的健康甚至生命构成威胁。因此，本项目的环境风险管理具有更重要的任务。工程区内各企业、各配套设施除应熟悉相关环境风险事故应急计划外，充分利用“应急计划”内的相关内容，针对各入驻项目特点建立一套环境风险管理与应急体系。

14.2 环境监理

本项目在用海过程中，应接受生态环境主管部门的监控监视。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时纠正，对出现问题及时加以解决。

环境监理是工程监理的重要组成部分，工程指挥部需委托有资质的环境监理单位进行环境监理工作。环境监理单位应按照合同条款，独立、公正的开展工作。环境监理实行环境监理工程师负责制，监理人员应具备环境方面的专业知识。业主和承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。根据本项目对环境产生破坏的范围和程度，制定本项目的环境监理计划。监理单位需帮助建设单位对项目中的环保设计把关并对环保设施的选购提供参考意见，同时，监理过程中监理人员对施工过程中出现的环境问题及时与业主和施工单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工中对环境的各种不利影响降到最低限度。监理的具体内容包括：

（1）现场环境监理

环境监理人员对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于 1 次，对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季不少于 1 次，对建设项目现场监理每月不少于 1 次。

环境监理人员进行现场检查时，需填写现场监理单，对异常情况要制作《询问调查笔录》，必要时需采样取证并按规定采取相应处理措施。对违法行为，属现场处罚范围的，填写《现场处理决定通知书》，执行现场处罚。

（2）监督工程建设

受委托的监理公司应派人员进驻施工现场，监督工程的施工进度、施工质量和是否按国家主管部门批准的用海区域用海，核查用海范围及面积；了解并掌握是否按施工合同约定的工程量进行施工等。

（3）调查、处理环境污染事故和环境污染纠纷

环境监理机构发现环境污染事故或接到举报后，将根据污染事故报告制度及时向环保行政主管部门、海洋行政主管部门报告，实地调查和记录环境污染或事故现场状况，进行取证，并采取应急措施控制污染，必要时通报周围单位或疏散群众。

环境监理人员应参与污染事故的处理。环境监理机构要对当事人参加的协调

会，提出调解处理意见，制作会议纪要。另外，监理人员需对施工人员进行生物多样性保护的宣传教育；协调工程施工中因环境问题产生的纠纷；参加每周的工程例会，根据现场监理的情况及时编报环境监理周报、月报。

14.3 环境监测计划

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》要求，本项目建成后，平台生活污水运至陆上由相关单位接收处理，无直接排海污染源，因此本次环境监测计划主要针对环境质量制定监测计划。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其建设期、营运期对海洋水质、沉积物和生态产生的影响，以便对可能造成环境影响的关键环节事先进行制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目的施工期及营运期对海洋环境产生的影响进行跟踪监测，并纳入海域环境监测计划。

14.3.1 施工期环境监测计划

（1）正常工况监测计划

1)监测站位：在工程海域均匀布设 11 个监测站位，见表 14.3-1 和图 14.3-1 所示。

表 14.3-1 施工期海洋环境跟踪监测站位

站号	纬度 (N)	经度 (E)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

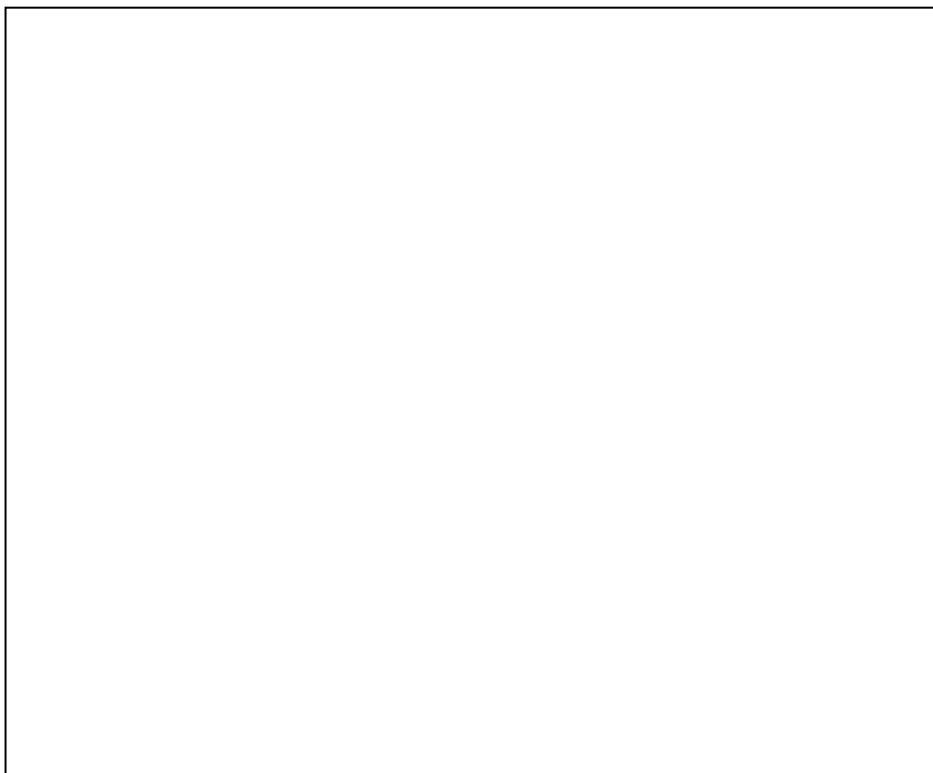


图 14.3-1 施工期海洋环境跟踪监测站位图

- 2) 监测项目：水质监测包括悬浮物、氨氮、COD、石油类；
海洋生态包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物；
渔业资源包括游泳生物、鱼卵仔稚鱼等。
- 3) 监测频率：施工期间采样监测一次。

(2) 事故工况监测计划

如果在施工期发生溢油事故，在进行溢油应急处置过程中及处置结束后，在溢油扩散范围边界和内部根据具体情况设置多个跟踪监测点位，进行定期监测，直至水质恢复到溢油事故前的现状水质水平。

14.3.2 营运期环境监测计划

(1) 正常工况监测计划

1、增压平台监测点位：根据 6.1.3 小节可知，项目附近海域基本为往复流，大潮时，涨潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 SE-NW 流向；落潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 NW-SE 流向，小潮时潮流场结构与大潮时基本相同。所以增压平台为中心，在距离平台 200m 范围，沿工程海域主潮流流向，垂向、纵向均匀布设 4 个跟踪监测点位，见表 14.3-2 和图 14.3-2 所示。

表 14.3-2 营运期增压平台跟踪监测站位

站号	纬度 (N)	经度 (E)
1		
2		
3		
4		

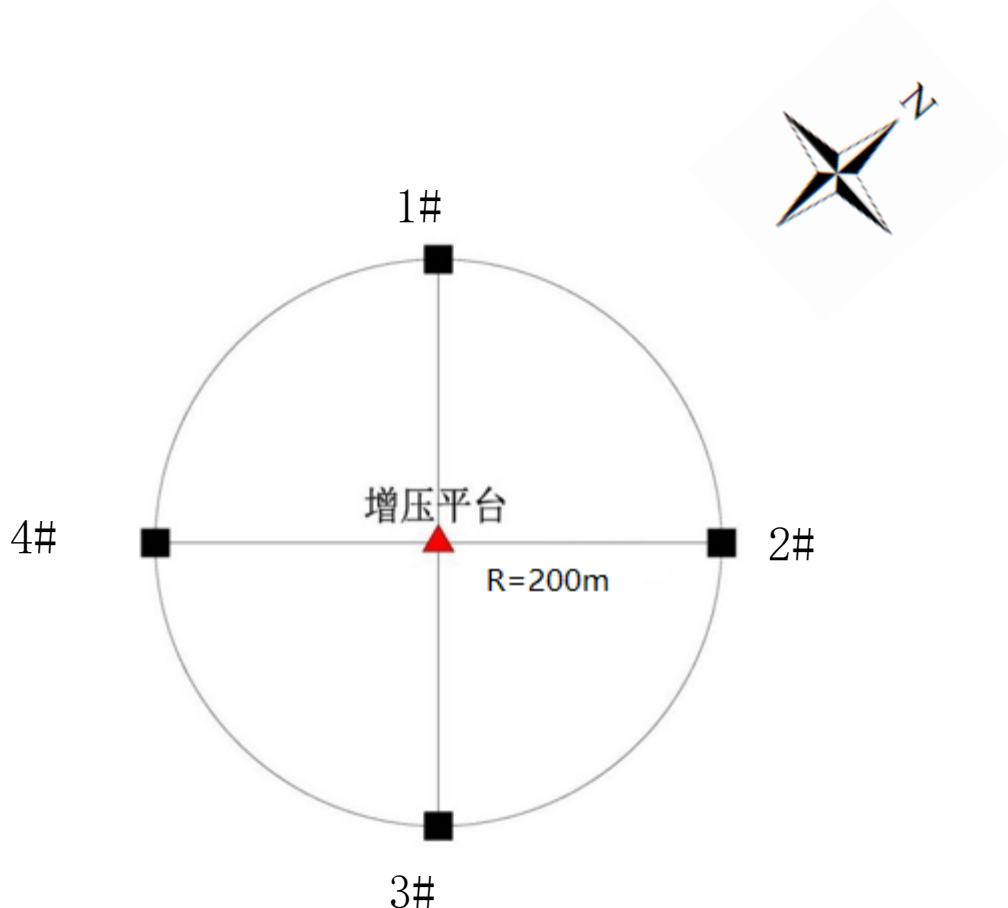


图 14.3-2 营运期增压平台跟踪监测站位图

1) 监测项目:

水质监测包括悬浮物、氨氮、COD、石油类;

海洋生态包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物;

渔业资源包括游泳生物、鱼卵仔稚鱼等。

2) 监测频率: 项目投产后, 根据监测结果进行开展, 建议营运后初期 (1 年)、中期 (5 年)、远期 (10 年) 开展监测。

2、输油管线监测点位: 根据 5.2.4 小节, 输油管线的近岸登陆段处于冲刷状态。一旦出现管道悬空的情况, 将不利于管道的运行安全, 故设置监测点位, 具体见表 14.3-3 和图 14.3-3 所示。

表 14.3-3 营运期输油管线跟踪监测站位

站号	纬度 (N)	经度 (E)
1		
2		
3		

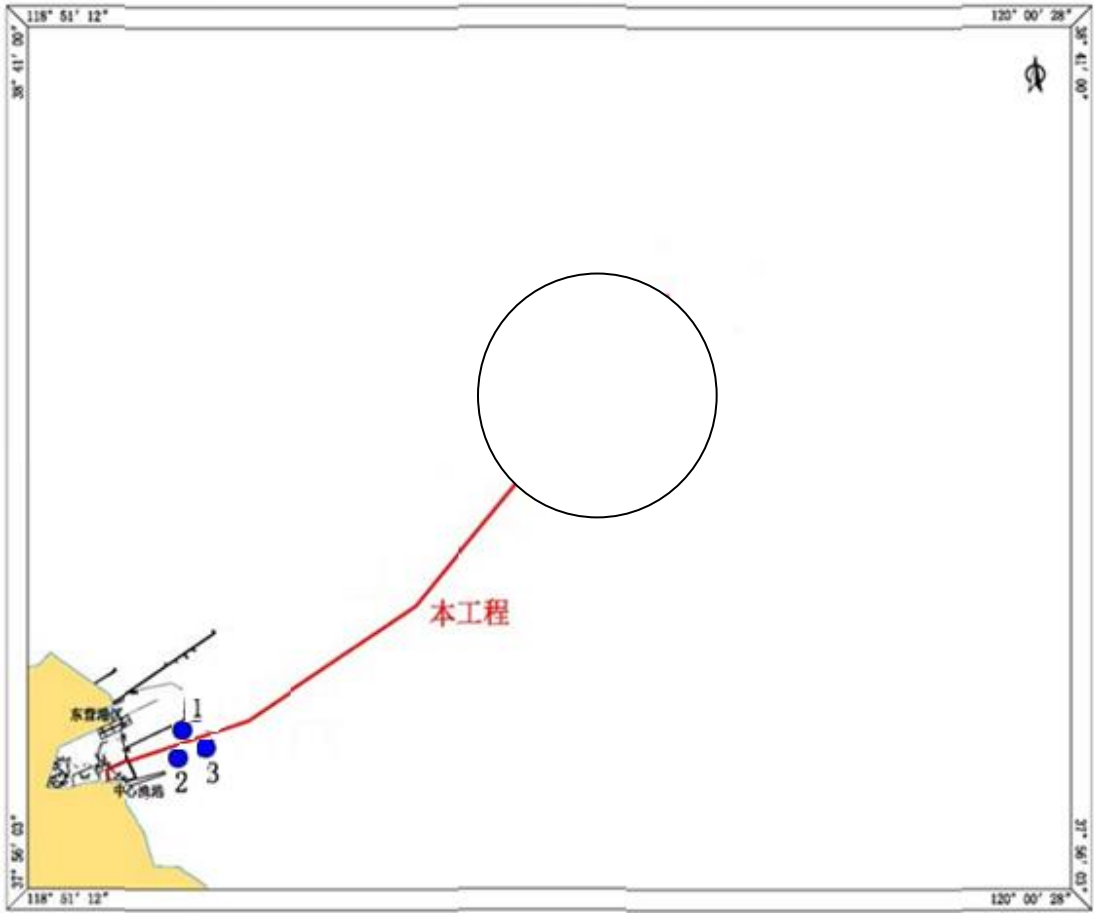


图 14.3-3 营运期输油管线跟踪监测站位图

监测项目：冲刷深度。

监测频率：项目投产后，每年进行一次。

（2）事故工况监测计划

如果在运营期发生溢油事故，在进行溢油应急处置过程中及处置结束后，在溢油扩散范围边界和内部根据具体情况设置多个跟踪监测点位，进行定期监测，直至水质恢复到溢油事故前的现状水质水平。

14.3.3 监测资料建档及报告提交

承担监测的单位应认真分析监测数据，发现异常及时向上级主管部门汇报，以便采取相应的补充环保对策措施。并加强监测数据的管理，全部监测数据报项目建设部门存档备案，作为项目环境保护竣工验收的重要资料。

- (1) 施工期每月向上级主管部门提交环境监察审核报告一份，报告书应对当月监察与审核情况进行评估和总结，并做下一个月的监察计划和监测程序；
- (2) 日常委托监测分析按化验室质量控制技术进行，对原始记录及相关资料应完整保留备查；
- (3) 及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统，定期总结；
- (4) 环境管理与监测情况应随时接受海洋环保主管部门的检查和监督。

14.4 环境保护管理和环境监测的可行性和时效性

完备的环境保护管理机构设置、完善的环境管理制度是落实各项环保措施的基本保证。施工期的海洋水质监测，可以及时地反映工程施工引起的海洋环境质量变化，有效地指导施工期的环境保护管理。施工期期间每季度 1 次的沉积物、海洋生态监测，可以反映工程施工引起的海洋沉积物和海洋生态环境质量变化。施工结束后三年内每年 1 次的海洋环境监测，可以基本反映工程区域海洋环境量的变化趋势。根据对工程施工期和工程完成后邻近海域悬浮泥沙、底质、水深变化的监测，可以准确描述工程海域的冲淤变化趋势。

从监测站位布设、监测项目设置、监测时段和监测频率分析，本工程区域水环境质量、海洋生态环境和岸滩冲淤环境监测计划是可行的，且具有较强的实效性。

15 环境影响评价结论与建议

15.1 工程分析结论

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程主要承担山东民达物流有限公司东营原油成品油储运项目的进口原油的接卸，年设计吞吐量为 [REDACTED] 吨。工程建设内容包括 25 万吨级原油卸泊单点泊位 2 座、增压平台 1 座，单点至增压平台海底输油管线 2 条 [REDACTED]、增压平台至登陆点海底输油管线 1 条 [REDACTED]、登陆点至库区陆上管道 1 条 [REDACTED] 及配套设施。工程总投资 [REDACTED]

本项目海上施工计划工期 9 个月。施工期的污染影响主要发生在单点泊位桩基施工及海底管道铺设过程，主要污染物包括悬浮沙、船舶机舱含油污水、生活污水、生活垃圾和工业垃圾。海缆铺设近岸预挖沟段施工悬浮沙产生的最大源强为 5.99kg/s，离岸后挖沟施工悬浮沙产生的最大源强为 12.1kg/s；单点泊位单个锚腿施工时水中悬浮沙增量最大为 $0.7 \times 10^{-3} \text{kg/s}$ ；水下管汇基础打桩施工时水中悬浮沙增量最大为 3.5kg/h ($1.0 \times 10^{-3} \text{kg/s}$)；船舶机舱含油污水产生量总约为 522m³。此外，施工悬浮沙对海洋生态环境和渔业资源将造成一定损害。

运营期的污染影响主要发生在增压平台工作人员日常生活产生的污染物和柴油机废气以及海底管线清管废物和工作船舶产生的含油污水、生活污水和生活垃圾。增压平台生活污水产生量最大约为 8.75m³/d，生活垃圾的产生量约为 12.375t/a；增压平台柴油废气产生量为 SO₂ : 0.09t/a，烟尘: 0.016 t/a，NO_x: 0.06t/a；通球除蜡产生废弃含油废弃物 150.65t/次；工程防腐年消耗的牺牲阳极 9.38t，年释放铝和锌分别为 8.44t、0.66t。此外，增压平台和单点系泊建成后会对桩腿局部海域流场造成轻微影响。

15.2 环境现状分析与评价结论

15.2.1 海水水质现状

(1) 渤海中部海域海水水质评价结果

春秋两次调查期间，除无机氮和磷酸盐外，所有监测项目都符合二类水质标准，其中无机氮 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 74.19%、75.80%，最

大超标倍数分别为 0.45 和 0.52, 但能够符合四类水质标准; 磷酸盐 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 45.21%、43.54%, 最大超标倍数分别为 0.59 和 0.71, 2016 年 5 月符合四类水质标准, 2016 年 11 月不符合四类水质标准。

(2) “河口-利津农渔业区”海水水质评价结果

春秋两次调查期间, 除无机氮和磷酸盐外, 所有监测项目都符合二类水质标准, 其中无机氮 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 68.3%、68.18%, 最大超标倍数分别为 0.33 和 0.21, 但能够符合三类水质标准; 磷酸盐 2016 年 5 月、2016 年 11 月超标率分别为 63.63%、31.82%, 最大超标倍数分别为 0.1 和 0.3, 但能够符合四类水质标准。

(3) “东营港口航运区”海水水质评价结果

春秋调查期间, 除磷酸盐外, 所有监测项目都符合三类水质标准, 2016 年 5 月和 2016 年 11 月的磷酸盐超标率达到 50%、83.3%, 最大超标倍数分别为 0.05 和 0.33, 但能够符合四类水质标准。

15.2.2 海洋沉积物质量现状

选取石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、镉、锌、铬、汞、砷作为沉积物质量评价因子。评价结果显示: 2016 年 11 月调查期间, 本次调查的石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、镉、锌、铬、汞、砷均未超过国家一类沉积物质量标准, 沉积物质量较好。

15.2.3 海洋生态环境质量现状

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

2016 年 5 月调查结果表明: 各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 1.53~5.47mg/m³, 平均为 3.35mg/m³; 各站底层层水层叶绿素 a 含量变化范围为 1.97~4.79mg/m³, 平均为 3.16mg/m³。

2016 年 11 月调查结果表明: 各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 0.68~4.95mg/m³, 平均为 3.10mg/m³; 各站底层叶绿素 a 含量变化范围为 0.68~5.00mg/m³, 平均为 2.96mg/m³。

(2) 浮游植物

2016 年 5 月, 调查海区共发现浮游植物 51 种, 隶属硅藻门、甲藻门, 其中硅藻门共发现浮游植物 45 种, 占浮游植物总种类的 88.2%, 甲藻门 6 种 (占

11.8%), 平均密度为 87.81×10^4 个/ m^3 。

2016 年 11 月, 调查海区共发现浮游植物 46 种, 隶属硅藻门、甲藻门和金藻门, 其中硅藻门共发现浮游植物 36 种, 占浮游植物总种类的 78.3%, 甲藻门 9 种 (占 19.6%), 金藻门 1 种 (占 2.2%), 平均密度为 38.01×10^4 个/ m^3 。

(3) 浮游动物

2016 年 5 月, 调查海区共发现浮游动物 21 种, 其中桡足类 9 种, 腔肠动物 6 种, 甲壳类 4 种, 毛颚类和原生生物各 1 种, 另外还发现 9 个类群的幼体及鱼卵、仔鱼各 1 种, 平均生物量为 $316.6 \text{ mg}/m^3$ 。

2016 年 11 月, 调查海区共发现浮游动物 25 种, 其中桡足类和腔肠动物各 9 种, 甲壳类 4 种, 毛颚类、原生生物和被囊动物各 1 种, 另外还发现幼体 5 种, 鱼卵仔鱼各 1 种, 平均生物量为 $369.74 \text{ mg}/m^3$ 。

(4) 底栖生物

2016 年 5 月, 调查海域共鉴定出底栖生物 5 门 61 种, 生物量变化范围在 $0.33 \sim 93.39 \text{ g}/m^2$, 丰富度指数在 $0.85 \sim 4.73$ 之间。

2016 年 11 月, 调查海域共鉴定出底栖生物 5 门 70 种, 生物量变化范围在 $0.03 \sim 60.40 \text{ g}/m^2$, 丰富度指数在 $0.23 \sim 2.02$ 之间。

15.2.4 生物质量现状

(1) 2016 年 5 月

2016 年 5 月调查所有被调查生物体内的铜、铅、锌、镉、石油烃含量均不超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中规定的生物质量标准; 45 号站的甲壳类体内的汞含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准, 超标率占所有调查生物的 3%。

(2) 2016 年 11 月

2016 年 11 月调查所有被调查生物体内的铜、镉、汞含量均不超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准; 21 号站的甲壳类体内的铅含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准, 超标率占所有调查生物的 4%, 其他调查站的被调查生物体内铅含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准; 24 号站和 28 号站鱼类体内的锌含量均超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明

规程》中规定的生物质量标准，超标率占有所有被调查生物的 8%，其他调查站被调查生物体内的锌含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。石油烃含量满足《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。

15.2.5 海洋渔业资源现状

（1）鱼卵、仔稚鱼

2016 年 6 月收集到的资料共出现鱼卵 7 种，仔稚鱼 5 种，鱼卵的平均密度为 0.262 粒/ m^3 ，仔稚鱼平均密度为 0.120 尾/ m^3 。秋季未捕获到鱼卵、仔稚鱼。

（2）游泳生物

2016 年 6 月调查海域共捕获鱼类 29 种，头足类 2 种，甲壳类 15 种。幼鱼平均资源密度为 6551 尾/ km^2 ，成鱼平均资源密度为 268.44kg/ km^2 ，甲壳类虾类成体平均资源密度为 384.30kg/ km^2 ，幼体为 8519 尾/ km^2 ；蟹类成体资源密度为 21.77kg/ km^2 ，幼体为 216 尾/ km^2 。

2016 年 10 月调查海域共捕获鱼类 28 种，头足类 3 种，甲壳类 13 种。幼鱼平均资源密度为 1944 尾/ km^2 ，成鱼平均资源密度为 87.93kg/ km^2 ，头足类幼体平均资源密度为 528 尾/ km^2 ，成体平均资源密度为 39.12kg/ km^2 ，甲壳类虾类成体平均资源密度为 214.23kg/ km^2 ，幼体为 7391 尾/ km^2 ；蟹类成体资源密度为 46.12kg/ km^2 。

15.3 环境影响预测与分析评价结论

15.3.1 对海洋水文动力的影响

本工程新建单点系泊、增压平台为透水式结构，仅对桩腿局部流场有一定影响，桩腿会改变局部的流速和流向，但是不会影响整个海域的流场，对本海区的水交换能力没有影响；新建海底管道埋于海底以下，挖起的海底泥沙短时间堆积于管沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管沟，铺设完成后不会影响工程海域水文动力环境。

15.3.2 对地形地貌与冲淤环境的影响

海底管道铺设后及时回填防护，不会对海底冲淤环境产生不利影响；增压平台和单点系泊设施桩腿周边局部海域流场将发生轻微改变，但桩腿占用海域面积

较小，流场影响有限。项目用海对地形地貌和冲淤环境影响较小。

15.3.3 对海水水质的影响

本项目对海水水质的影响主要包括工程海底管线施工产生悬浮泥沙对海水水质的影响，由计算知：

增压平台至登陆点段管线施工期间：<10m 水深段管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 17.62km²、19.79km²、21.19km²，超三类水质影响的包络线面积分别为 3.26 km²、4.65 km²、6.28 km²，超四类水质影响的包络线面积分别为 2.05 km²、3.027 km²、4.42 km²。超一（二）类水质的海水影响的最大距离为 2.11km；10~20m 水深段管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 28.88km²、35.36 km²、42.71 km²，超三类水质影响的包络线面积分别为 0.84km²、2.39 km²、3.47 km²，超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、1.06km²、1.87 km²。超一（二）类水质的海水影响的最大距离为 1.41km；>20m 水深段管线表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 45.04km²、66.44 km²、93.88 km²，超三类水质影响的包络线面积分别为 0km²、0.30 km²、4.11 km²，超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、0.81km²、1.76 km²。超一（二）类水质的海水影响的最大距离为 1.23km。

增压平台至单点 G 管线施工期间，表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 2.72 km²、5.22 km²、7.50 km²，超三类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、0.18 km²、0.56 km²，超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、0 km²、0.37 km²。超一（二）类水质的海水影响的最大距离为 0.99km。

增压平台至单点 F 管线施工期间，表层、中层、底层超一（二）类水质影响的包络线面积分别为 1.97 km²、3.53 km²、5.30 km²，超三类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、0.07 km²、0.38 km²，超四类水质影响的包络线面积分别为 0 km²、0 km²、0.26 km²。超一（二）类水质的海水影响的最大距离为 0.97km。

15.3.4 对海洋沉积物的影响

海底管道铺设施工过程中掀起的泥沙将导致管沟两侧一定范围内沉积物被覆盖，覆盖厚度大于 2cm 的范围在对管沟两侧 20m 范围内，覆盖总面积约为 3.152km²，此范围内的沉积物类型将发生一定的变化。

此外，工程运营期采用牺牲阳极阴极保护法对平台、管道及管汇进行防腐保

护。阳极块会释放一定量的重金属离子，溶解出的金属离子会随着海水的运动较快扩散，沉积于底层沉积物的量很少，对区域海洋沉积物环境无明显不利影响。

15.3.5 对海洋生态和渔业资源的影响

通过以上分析，本工程海洋生态损失总计 [REDACTED] 元。本项目属于其他经营用海，基准补偿系数值取 0.35；用海建设项目的建设内容属于现行有效的《山东省海洋产业发展指导目录》（以下简称《目录》）中“鼓励”类，政策调整系数取 0；综合补偿系数取 0.35。用海建设项目的生态损失补偿资金为 [REDACTED] 元。

15.4 环境事故风险分析结论

根据本项目环境风险事故分析结果，本工程可能发生溢油事故的环节有船舶碰撞及搁浅溢油、管线泄漏溢油和单点系统事故溢油。

通过风险识别分析，选取船舶碰撞、管线泄漏和单点系统发生泄漏三种事故类型共 6 个溢油点进行典型溢油预测模拟分析，分别对大潮涨潮期和落潮期发生溢油泄漏事故的情况进行计算，模拟时考虑工程附近常风向和不利风向，选择了 SSW 和 NNE 向风情况下进行数值模拟预测。溢油数值预测结果表明，近岸段管线发生溢油时，对周边敏感区影响最大，抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区的最短时间为 3 小时，抵达黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区的最短时间为 6 小时，抵达山东东营黄河口生态国家级海洋特别保护区的最短时间为 4 小时，抵达黄河三角洲国家级自然保护区的最短时间为 9 小时，抵达山东海星集团有限公司浅海贝类开放式养殖区的最短时间为 3 小时。选取 4 个溢油点进行随机溢油预测模拟分析，由模拟计算结果可知，由于距离较远，预测点 1 即单点附近航道交点的船舶重大溢油事故对各近岸环境保护目标的影响较小，72h 的溢油污染概率均不超过 1%；管道事故中距离陆地最近的预测点 4 的溢油事故影响相对最大，对附近的黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区、莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区和海星集团浅海贝类开放式养殖区的污染概率均超过了 40%，溢油最快 3-4 小时即可到达，因此近岸输油管段及其附近的敏感保护区是本项目重点防控区域。

针对可能造成的环境风险事故，本项目采取了完善的监测预警与风险防范措

施，并按照《油轮单点系泊作业安全要求》《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》的相关规定，明确了本项目需要配备的溢油应急设备。一旦发生溢油事故第一时间启动风险事故应急预案，并与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接，当本公司的应急力量不足时，应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。根据防备目标可达性分析，一级、二级和三级防备圈内的应急能力分别为 1400 吨、8100 吨和 3390 吨，总可协调应急能力 12890 吨，占区域总应急能力目标的 104%，能够满足一、二、三级防备可协调应急能力要求，环境风险总体可控。

15.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

根据项目工程分析，施工期排放的污染物主要为悬浮泥沙、施工船舶含油污水、施工人员生活污水和生活垃圾等。营运期产生的污染物主要有平台生活污水、生活垃圾，船舶生活污水与生活垃圾、船舶含油污水等，为保护项目所处海域的海洋环境，要求项目施工过程中采取有效的污染防治措施。此外，施工期及营运期也针对海区特点，制定了合理、可行的海洋生态保护措施，对项目施工造成的生态损失将给予补偿。

总体而言，本项目施工期、运营期采取的污染防治措施，海洋生态保护措施以及非污染环境保护对策措施有效、可行，采取各类污染防治措施和生态保护措施后，项目建设及运营对海洋环境的影响在可接受范围内。

15.6 综合评价结论

东营港 25 万吨级原油进口泊位及配套工程的建设对完善山东省港口布局、降低原油物流成本、推动山东省国家级石化产业园申请、推动东营港的发展和周边经济发展、减少原油公路运输交通事故等方面具有重要意义，社会效益、经济效益显著。项目建设符合国家产业政策的要求，与国家、省级海洋主体功能区规划和海洋环境功能区划对工程海区的功能定位能够兼容，符合相关海洋环境保护规划要求，项目不占用生态红线区，对附近生态红线区海洋环境基本无影响；项目建设规模符合港区发展规划，工程选址可行。

根据对本项目所在海域环境现状的调查分析以及对海洋环境影响的模拟预测和分析，本评价在充分考虑项目建设施工和运营可能对海洋环境造成的影响的

条件下,提出了一系列有针对性的环境保护措施,针对可能造成的环境风险事故,本项目采取了完善的监测预警与风险防范措施,并按照《油轮单点系泊作业安全要求》《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》的相关规定,明确了本项目需要配备的溢油应急设备。根据防备目标可达性分析,工程周边海域总可协调应急能力能够满足一、二、三级防备可协调应急能力要求,环境风险总体可控。建设单位在项目实施过程中,应进一步优化施工方案、加强施工期及营运期的管理,切实落实工程可研及本报告书提出的各项环保对策措施及生态补偿措施,加强施工期和营运期风险防范,制定应急计划,配备应急物资,保障应急能力。在此基础上,综合评价认为,本项目建设对环境影响可接受,项目建设从环境保护角度考虑是可行的。