

编号：HYHJ-005-HP-2022

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目
环境影响报告书

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

环评单位：海油环境科技（北京）有限公司

编制时间：2024 年 08 月

编号: HYHJ-003-HP-2024

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目 环境影响报告书

建设单位: 中海石油（中国）有限公司天津分公司

环评单位: 海油环境科技（北京）有限公司

编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|------------------|--|----------|----|
| 项目编号 | 1891wg | | |
| 建设项目名称 | 中海石油（中国）有限公司天津分公司渤中34-9油田5井区调整项目 | | |
| 建设项目类别 | 54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程 | | |
| 环境影响评价文件类型 | 报告书 | | |
| 一、建设单位情况 | | | |
| 单位名称（盖章） | 中海石油（中国）有限公司天津分公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91120116718249438Q | | |
| 法定代表人（签章） | 周心怀 | | |
| 主要负责人（签字） | 阎洪涛 | | |
| 直接负责的主管人员（签字） | 郭廓 | | |
| 二、编制单位情况 | | | |
| 单位名称（盖章） | 海油环境科技（北京）有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91110114MA01Q7HP1A | | |
| 三、编制人员情况 | | | |
| 1. 编制主持人 | | | |
| 姓名 | 职业资格证书管理号 | 信用编号 | 签字 |
| 李雪飞 | 07351543507150279 | BH013710 | |
| 2. 主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
| 李雪飞 | 概述、总论、工程概况、工程分析、环境保护对策措施、环境影响评价结论及建议 | BH013710 | |
| 葛蒙 | 环境影响预测与评价、环境保护的技术经济合理性 | BH053147 | |
| 张蓓 | 区域自然环境概况、环境现状调查与评价、回顾性环境影响评价、环境风险分析与评价 | BH008716 | |
| 张生光 | 清洁生产与总量控制、工程环境可行性分析、环境管理与环境监测计划 | BH007950 | |

目 录

| | |
|----------------------------|-----|
| 概 述 | 1 |
| 一、 项目由来及开发方案概述 | 1 |
| 二、 环境影响评价工作过程 | 2 |
| 三、 关注的主要环境问题及环境影响 | 3 |
| 四、 环境影响评价主要结论 | 3 |
| 1 总论 | 5 |
| 1.1 编制依据 | 5 |
| 1.2 执行标准 | 9 |
| 1.3 环境影响要素识别 | 14 |
| 1.4 评价工作等级 | 15 |
| 1.5 评价范围和评价重点 | 17 |
| 1.6 环境敏感目标与环境保护目标 | 19 |
| 2 工程概况 | 24 |
| 2.1 项目概况 | 24 |
| 2.2 工程开发方案 | 32 |
| 2.3 油田开发过程及生产工艺 | 55 |
| 2.4 依托工程及设施能力校核 | 64 |
| 3 工程分析 | 81 |
| 3.1 施工阶段污染环节及污染源分析 | 81 |
| 3.2 生产阶段污染环节及污染源分析 | 94 |
| 3.3 环境影响要素和评价因子分析与识别 | 99 |
| 4 区域自然环境概况 | 100 |
| 4.1 海域自然环境现状 | 100 |
| 4.2 海洋资源和海域开发利用情况 | 105 |
| 4.3 环境敏感目标 | 108 |
| 5 环境现状调查与评价 | 118 |
| 5.1 水文动力现状调查与评价 | 118 |
| 5.2 地形地貌环境现状调查 | 124 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 5.3 海洋环境质量现状调查与评价 | 139 |
| 5.4 渔业资源 | 186 |
| 6 回顾性环境影响评价 | 207 |
| 6.1 依托工程开发过程回顾 | 209 |
| 6.2 溢油事故情况回顾 | 219 |
| 6.3 海洋环境质量现状回顾性评价 | 219 |
| 7 环境影响预测与评价 | 243 |
| 7.1 水文动力模型 | 243 |
| 7.2 项目建设对水文动力环境的影响分析 | 251 |
| 7.3 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价 | 251 |
| 7.4 海水水质环境影响预测与评价 | 252 |
| 7.5 海洋沉积物环境影响分析 | 265 |
| 7.6 海洋生态环境影响分析与评价 | 265 |
| 7.7 主要环境敏感目标环境影响分析与评价 | 273 |
| 8 环境风险分析评价 | 276 |
| 8.1 风险调查 | 276 |
| 8.2 环境风险评价等级判定 | 280 |
| 8.3 环境风险识别 | 281 |
| 8.4 风险事故情形分析 | 285 |
| 8.5 环境风险事故影响预测与评价 | 293 |
| 8.6 溢油事故影响分析 | 312 |
| 8.7 地质性溢油风险分析与评价 | 317 |
| 8.8 浅层气分析及风险防范措施 | 317 |
| 8.9 环境风险防范措施和应急预案 | 317 |
| 8.10 结论 | 339 |
| 9 清洁生产与总量控制 | 342 |
| 9.1 清洁生产 | 342 |
| 9.2 总量控制 | 348 |
| 10 环境保护对策措施 | 350 |
| 10.1 施工期环境保护对策措施 | 350 |

| | | |
|-------|----------------------|-----|
| 10.2 | 运营期环境保护对策措施 | 353 |
| 10.3 | 海洋生态保护对策措施 | 355 |
| 10.4 | 环保竣工验收 | 357 |
| 10.5 | 污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总 | 358 |
| 11 | 工程环境可行性分析 | 363 |
| 11.1 | 国土空间规划符合性分析 | 363 |
| 11.2 | 海洋主体功能区规划符合性分析 | 364 |
| 11.3 | “三线一单”符合性分析 | 365 |
| 11.4 | 国家产业政策符合性分析 | 366 |
| 11.5 | 海上工程相关规划的符合性分析 | 366 |
| 12 | 环境保护的技术经济合理性 | 371 |
| 12.1 | 环境保护设施和对策措施的费用估算 | 371 |
| 12.2 | 环境保护的经济损益分析 | 371 |
| 12.3 | 环境保护的技术经济合理性 | 374 |
| 12.4 | 社会效益 | 374 |
| 13 | 环境管理与监测 | 376 |
| 13.1 | 环境管理 | 376 |
| 13.2 | 环境监测 | 378 |
| 14 | 结论与建议 | 382 |
| 14.1 | 工程概况 | 382 |
| 14.2 | 工程分析 | 382 |
| 14.3 | 环境质量现状 | 384 |
| 14.4 | 环境影响预测分析与评价结论 | 390 |
| 14.5 | 环境风险分析与评价结论 | 393 |
| 14.6 | 总量控制结论 | 394 |
| 14.7 | 环境保护对策与措施 | 394 |
| 14.8 | 公众参与概况 | 396 |
| 14.9 | 区划、规划及政策符合性分析结论 | 396 |
| 14.10 | 建设项目环境可行性结论 | 396 |
| | 附录 海洋生态调查名录 | 398 |

| | |
|----------|-----|
| 附件 | 410 |
|----------|-----|

概 述

一、项目由来及开发方案概述

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目位于渤海中部海域，东北距渤中 35-2 油田 [REDACTED]，西距垦利 3-2 油田 [REDACTED]，南距垦利 10-1 油田 [REDACTED]。渤中 34-9 油田 5 井区位于渤中 34-9 油田西北部，距离东营市海岸线最近距离约为 [REDACTED]，油田范围内水深约为 [REDACTED]。

渤中 34-9 油田 5 井区油藏类型为 [REDACTED]。
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]。

渤中 34-9 油田原油探明地质储量 [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]，通过实施本次工程开发这部分储量。

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目工程建设内容包括新建 1 座无人井口平台（BZ34-9WHPC），新建 1 条 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台海底混输管道、1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底注水管道、1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆，对依托的 BZ34-9CEPA 平台、KL6-1CEP 平台、BZ35-2CEPA 平台和 BZ35-2WHPA 平台进行适应性改造。

新建的 BZ34-9WHPC 平台利用电潜泵采油，BZ34-9WHPC 平台井产物流通过本次新建混输海管输送至 BZ35-2WHPA 平台，再经栈桥（BZ35-2WHPA 至 BZ35-2CEPA 至 KL6-1CEP）管线输送至 KL6-1CEP 平台，在 KL6-1CEP 平台上处理成合格原油后，通过已建输油海管输送至 KL3-2CEPA 平台，再经 KL3-2CEPA 平台输送至东营原油终端。含油生产水 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统处理合格通过周边平台回注地层。分离出的气输送至与 KL6-1 栈桥相连的 BZ35-2CEPA，与 BZ35-2WHPA、BZ35-2WHPB 平台等产出的气一

起经过低压天然气压缩机系统、中压天然气压缩机系统和三甘醇系统处理后，通过 BZ35-2CEPA 至终端的天然气海管输送至龙口天然气终端。新建 BZ34-9WHPC 平台注水由 BZ34-9CEPA 平台水源井水经处理合格后通过本次新建注水海管输送至 BZ34-9WHPC 平台进行回注。BZ34-9 WHPC 平台通过一条 [REDACTED]，[REDACTED]，[REDACTED] 海缆电力接入 BZ34-9CEPA 平台，依托渤中-垦利岸电供电。

本工程主要建设内容包括：

(1) 1 座 4 腿井口平台 BZ34-9WHPC：平台为 4 腿 4 主桩井口平台，平台上设置 28 口井，设计量系统、开/闭排系统、化学药剂系统、注水系统、救逃生系统、吊机、电气、仪表房间等。

(2) 新建 1 条 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台的 [REDACTED] 混输海底管道；

(3) 新建 1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9 WHPC 平台的 [REDACTED] 注水海底管道；

(4) 新建 1 条 BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPC 平台的 [REDACTED] 海缆；

(5) 对依托的 BZ34-9CEPA 平台、KL6-1CEP 平台、BZ35-2CEPA 平台和 BZ35-2WHPA 平台进行适应性改造。

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，本工程在建设前应开展环境影响评价。受建设单位中海石油（中国）有限公司天津分公司的委托，海油环境科技（北京）有限公司承担了该工程的环境影响评价工作，并依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关法规、导则的要求编制《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书》。

二、环境影响评价工作过程

按照《环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的要求，本次环评的工作程序为：接受建设单位评价任务后，评价单位对相关法规、标准及项目有关设计文件进行深入研究，进行项目环境影响识别及因子筛选，并根据分析和筛选结果进行现状调查与收集资料工作，确定了本项目环境影响评价的工作等级、范围和评价重点；根据环境影响评价技术路线进行本项目污染源分析等工程分析工作内容，并开展了环

境现状与评价工作；根据工程分析和环境现状调查结果，评价单位对项目产生的环境影响范围和程度进行预测，并根据预测结果形成了针对本项目的环境保护对策措施、环境管理与监测、环境经济损益分析、产业政策规划符合性分析等内容；评价单位完成本项目的环境影响报告书后协助建设单位送审相关政府部门，并根据政府部门组织召开的环境影响报告专家审查意见对报告进行修改及报批。

三、 关注的主要环境问题及环境影响

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目所处海域为渤海中部海域，根据工程地理位置筛选本次的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。其中，距离本工程（距 BZ34-9WHPG）最近的敏感目标为东营黄河口生态国家级海洋特别保护区（黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线），距离约 [REDACTED]。

本项目在正常作业情况下，关注的主要环境问题是钻井期间排放的钻井液、钻屑、海底管道、海底电缆铺设产生的悬浮物、施工期生活污水等对上述敏感目标及周围海域的海水水质、沉积物和海洋生态环境的影响范围及程度。在风险事故情况下，关注的主要环境问题是油气泄漏事故对工程设施周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

四、 环境影响评价主要结论

本项目为油气资源勘探开发工程，属于《产业结构调整指导目录》（2024 年本）中鼓励类建设项目，其建设符合国家产业政策。本工程位于《山东省国土空间规划》、《山东省“三区三线”划定方案》、东营市“三线一单”生态环境分区管控方案划定范围之外，项目建设符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》等规划的相关要求。

本项目从设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施，采用的生产工艺流程及设备、污染防治措施等均符合清洁生产的要求。本项目周围海域除少部分调查站位无机氮超出第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。沉积物和海洋生物质量调查均满足相应的标准限值。本项目在建设过程中产生的主要污染物为钻屑、钻井液、悬浮泥沙，对环境的影响属于短期性、可恢复性的。生产运行过程中所产生

的主要污染物为含油生产水、生产垃圾等，生产水经生产水处理系统处理后全部回注，生产垃圾经分类收集后运往陆上交由有资质的单位进行处理，不会对海洋环境产生不利影响。

本项目的建设和生产对海洋生态环境和渔业资源会产生一定影响，需采取有效的保护措施。本项目存在一定的溢油风险，需采取切实可行的风险防范对策措施及有针对性的溢油应急对策措施。

评价认为，在不发生油气泄漏事故的前提下，本项目对周边的环境影响范围和影响程度是可以接受的。在建设单位落实了各项环境保护措施、生态保护措施、风险防范措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设可行。

1 总论

1.1 编制依据

1.1.1 法律法规

- 《中华人民共和国环境保护法》（修订）（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年 10 月 24 日修正，2024 年 1 月 1 日起施行）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日修正）；
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月 29 日修改，2012 年 7 月 1 日起施行）；
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正，2018 年 10 月 26 日起施行）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修正，2018 年 1 月 1 日施行）；
- 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修改，2022 年 6 月 5 日起施行）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日起施行）；
- 《中华人民共和国渔业法》（修订）（2013 年 12 月 28 日修正）；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 4 月 29 日修改，2021 年 9 月 1 日起施行）；
- 《中华人民共和国节约能源法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 1 日第 6 次委务会议审议通过，2024 年 2 月 1 日实施）。

1.1.2 管理条例、规定及实施办法

- 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；
- 《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 698 号，2018 年 3 月 19 日修订）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（国务院，1983 年 12 月 29 日起施行）；
- 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院令第 698 号，2018 年 3 月 19 日修订）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》（国土资源部令第 64 号修改，2016 年 1 月 8 日起施行）；
- 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院令第 167 号，2017.10.7 修订）；
- 《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，2013 年 12 月 7 日修改；
- 《铺设海底管道电缆管理规定实施办法》（1989.3）；
- 《海洋工程环境影响评价管理规定》（国海规范[2017]7 号）；
- 《关于印发<沿海海域船舶排污设备铅封管理规定>的通知》（交海发〔2007〕165 号，2007 年 5 月 1 日起实施）；
- 《海洋自然保护区管理办法》（1995.5）；
- 《海洋特别保护区管理办法》（国海发[2010]21 号）；
- 《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006.2）；
- 《关于印发海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案的通知》（生态环境部 环海洋函〔2022〕27 号）
- 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号）；
- 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号文）；
- 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发[2018]168 号）；
- 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；
- 《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)；

- 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》（2017 年 3 月 1 日修正版）；
- 《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》（2017 年修正）；
- 《国家海洋局关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》（国海发[2017]7 号）；
- 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号）；
- 《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业部令第 20 号，2009 年 5 月 1 日施行）；
- 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1 号）；
- 《建设项目竣工环境保护竣工验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）；
- 关于印发《海洋石油开发工程环保设施竣工验收管理办法》的通知（2008 年 2 月）；
- 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（2019 年 5 月 1 日起施行，2021.4.29 修订）

1.1.3 规划、功能区划及保护规划

- 《国务院关于<山东省国土空间规划（2021-2035 年）>的批复》（国函〔2023〕102 号）；
- 《山东省人民政府关于印发山东省国土空间规划（2021-2035 年）的通知》（鲁政发〔2023〕12 号）；
- 《山东省人民政府关于东营市国土空间总体规划（2021-2035 年）的批复》（鲁政字〔2023〕191 号）；
- 《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鲁政字〔2020〕269 号）；
- 《东营市生态环境委员会办公室关于印发东营市生态环境分区管控方案

（2023 年版）的通知》（东环委办〔2024〕7 号）；

- 《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）；
- 《重点海域综合治理攻坚战行动方案》（环海洋〔2022〕11 号）；
- 《“十四五”海洋生态环境保护规划》（环海洋〔2022〕4 号）。

1.1.4 技术导则、规范

- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；
- 《海洋监测规范》（GB 17378.1~7-2007）；
- 《海洋调查规范》（GB/T 12763.1~11-2007）；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- 《建设项目危险废物环境影响评价指南》；
- 《国内航行海船法定检验技术规则》（2020）；
- 《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2019）；
- 《水上溢油环境风险评估技术导则》*（JT/T1143-2017）；
- 《船舶溢油应急能力评估导则》*（JT/T 877-2013）；
- 《水运工程环境保护设计规范》*（JTS149-2018）。

（备注：*由于行业适用性，部分采用）

1.1.5 环境质量标准及污染物排放标准

- 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008，2009-5-1 实施）；
- 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB 18420.1-2009）；
- 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；

- 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；
- 《渔业水质标准》（GB11607-1989）；
- 《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2022）。

1.1.6 工程技术资料

- 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目基本设计最终审查简缩本报告海洋工程》2024 年 1 月；
- 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目总体开发方案报告》，渤海石油研究院，2022 年 5 月；
- 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目工程物探调查最终报告书（渤中 34-9WHPC 平台场址）》，中海油田服务股份有限公司天津分公司，2022 年 5 月；
- 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海洋环境调查报告书》，中海油田服务股份有限公司天津分公司，2022 年 4 月；
- 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目总体开发方案地质性溢油风险分析》，渤海石油研究院，2023 年 12 月；
- 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目总体开发方案浅层气/气层研究及应对措施》，渤海石油研究院，2023 年 12 月；
- 建设单位提供的其他技术资料。

1.2 执行标准

1.2.1 海洋环境质量执行标准

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目新建平台位于山东省国土空间规划的划定范围之外。根据《海水水质标准》（GB3097-1997），《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）和《海洋生物质量》（GB18421-2001）确定

本项目的调查站位水质、沉积物、生物质量评价执行标准。

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（除石油烃外）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，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

参照相关管理目标要求调查区域内 C43 站位海水水质执行二类标准，C45 站位海水水质执行一类标准，C44 站位保持现状，其他站位位于地方功能区划之外，执行不劣于现状海水水质标准。

表 1.2-1 海水水质评价标准 单位：mg/L（pH 除外）

| 项目 | 第一类 | 第二类 | 第三类 | 第四类 |
|------------|----------|---------|---------|---------|
| pH | 7.8~8.5 | | 6.8~8.8 | |
| DO | >6 | >5 | >4 | >3 |
| COD | ≤2 | ≤3 | ≤4 | ≤5 |
| 无机氮 | ≤0.20 | ≤0.30 | ≤0.40 | ≤0.50 |
| 活性磷酸盐 | ≤0.015 | ≤0.030 | | ≤0.045 |
| 石油类 | ≤0.05 | | ≤0.30 | ≤0.50 |
| 挥发性酚 | ≤0.005 | | ≤0.010 | ≤0.050 |
| 硫化物（以 S 计） | ≤0.02 | ≤0.05 | ≤0.10 | ≤0.25 |
| 氰化物 | ≤0.005 | | ≤0.10 | ≤0.20 |
| 铜 | ≤0.005 | ≤0.010 | ≤0.050 | |
| 铅 | ≤0.001 | ≤0.005 | ≤0.010 | ≤0.050 |
| 锌 | ≤0.020 | ≤0.050 | ≤0.10 | ≤0.50 |
| 镉 | ≤0.001 | ≤0.005 | ≤0.010 | |
| 汞 | ≤0.00005 | ≤0.0002 | | ≤0.0005 |
| 砷 | ≤0.020 | ≤0.030 | ≤0.050 | |
| 总铬 | ≤0.05 | ≤0.10 | ≤0.20 | ≤0.50 |

表 1.2-2 沉积物评价标准 单位：10⁻⁶

| 项目 | 第一类 | 第二类 | 第三类 |
|------------------------|--------|---------|---------|
| 有机碳（10 ⁻² ） | ≤2.0 | ≤3.0 | ≤4.0 |
| 石油类 | ≤500.0 | ≤1000.0 | ≤1500.0 |
| 硫化物 | ≤300.0 | ≤500.0 | ≤600.0 |
| 铜 | ≤35.0 | ≤100.0 | ≤200.0 |
| 铅 | ≤60.0 | ≤130.0 | ≤250.0 |

| 项目 | 第一类 | 第二类 | 第三类 |
|----|--------|--------|--------|
| 锌 | ≤150.0 | ≤350.0 | ≤600.0 |
| 镉 | ≤0.50 | ≤1.50 | ≤5.00 |
| 汞 | ≤0.20 | ≤0.50 | ≤1.00 |
| 砷 | ≤20.0 | ≤65.0 | ≤93.0 |
| 铬 | ≤80.0 | ≤150.0 | ≤270.0 |

表 1.2-3 海洋生物质量评价标准（单位：湿重 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、砷无评价标准，因此不对双壳类以外的其他生物体中铬、砷进行评价。

1.2.2 污染物排放执行标准

本工程施工期产生的污染物有：施工作业船舶产生的生活污水、船舶含油污水、船舶垃圾及船舶废气，海底管道、电缆铺设及平台施工过程中产生的悬浮物、施工作业垃圾（施工过程中产生的边角料等），钻井过程中产生的钻井液、钻屑等；本工程运行期阶段产生的污染物有：生活污水、含油生产水、生活垃圾和生产垃圾等。

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），本工程所在海域属于渤海中部海域，属于一级海域；根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB18420.1-2009），本工程所在海域属于一级海区。故工程建设、生产过程中产生的污染物排放标准执行情况见表 1.2-4。

表 1.2-4 污染物排放标准

| 污染物 | | 采用标准 | 等级 | 标准值 |
|-------------------|-----------|--------------------------------------|----|--|
| 油层段钻屑、油层段钻井液 | | 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008） | 一级 | 钻井油层钻屑和钻井油层钻井液不得排放 禁止排放非水基钻井液钻屑 |
| 非油层段钻井液、非油层段钻屑 | | | 一级 | Hg≤1mg/kg, Cd≤3mg/kg |
| | | 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB 18420.1-2009） | 一级 | 生物毒性容许值≥30000mg/L |
| 压裂返排液 | | 参照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008） | 一级 | 含油压裂返排液参照油层段钻屑、油层段钻井液的相关标准进行执行 |
| 施工期钻井平台/运行期平台生活污水 | | 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008） | 一级 | COD≤300mg/L |
| 生产/生活垃圾 | | | | 禁止排放或弃置入海 |
| 船舶含油污水 | | 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165号） | | 运回陆地处理 |
| 船舶垃圾 | 塑料制品及其他垃圾 | | | 禁止投入水域 |
| | 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 |
| 船舶生活污水 | | | | 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018） |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 污染物 | 采用标准 | 等级 | 标准值 |
|---------|--------------------|----|--|
| | | | <p>于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。</p> <p>三、与最近陆地间距离 > 12 海里的海域</p> <p>船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。</p> |
| 船舶大气污染物 | 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》 | / | <p>1、船舶发动机污染物排放满足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB 15097-2016）中船机排气污染物排放限值要求；2019 年 1 月 1 日起应使用硫含量不大于 0.5%_{m/m} 的船用燃油；</p> <p>2、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施工船舶，所使用的单台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</p> |

1.2.3 含油生产水回注执行标准

项目生产水经处理达标后全部回注地层。渤中 34-9 油田 5 井区调整项目注水层位 [REDACTED]，[REDACTED]，[REDACTED]，根据中华人民共和国石油天然气行业标准《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》[REDACTED]的相关要求，推荐注水水质指标如下表所示。

表 1.2-5 渤中 34-9 油田 5 井区调整项目推荐注水水质控制指标

| 项目 | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------|------------|
| 储层空气渗透率 μm^2 | | [0.05, 0.5) | [0.5, 2.0) |
| 水质标准分级 | | III | IV |
| 控制指标 | 含油量, mg/L | ≤ 15 | |
| | 悬浮物颗粒直径中值, μm | ≤ 5 | |
| | 悬浮物固体含量, mg/L | ≤ 20 | |
| | 平均腐蚀率, mm/年 | ≤ 0.076 | |
| 备注: | | [REDACTED] | |

1.3 环境影响要素识别

本项目海上建设阶段，非油层段钻井液和钻屑排放、铺设海底电缆管道挖沟掀起的海底泥沙等会在短时间内造成海水中悬浮物浓度增加，进而影响海洋生态环境。大颗粒泥沙最终沉降在海底，会在一定程度上改变海底沉积物性质，并对局部的底栖生物生态产生不利影响。

本项目海上生产阶段，在生产过程中产生的含油生产水将全部回注油田地层，不会对海洋环境产生不利影响。此外，海上建设和生产阶段参加作业的人员和船舶将产生少量的船舶含油污水、生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。船舶含油污水、生产及生活垃圾运回陆地处理，不会对海洋环境产生影响；在依托平台 BZ34-9CEPA 生活污水经处理达到相应的排放标准后排海，将对海洋环境产生局部轻微影响；施工期海管清管水主要为海水，清管水的主要污染物质为悬浮物，因此清管水直接排放入海，对海洋环境影响轻微。环境风险事故状态下的油气泄漏事故会对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境等造成危害。具体环境影响要素识别见表 1.3-1。

表 1.3-1 污染环境影响要素识别

| 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 | 船舶含油污水 | 石油烃 | 运回陆地处理 | — | 无 |

| 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 |
|-------|--------------------|-------------|---|-------------------|------|
| 阶段 | 船舶生活污水 | COD、大肠菌群、SS | 达标间断排放 | 海水水质、海洋生态环境 | 小 |
| | 船舶生活垃圾 | 塑料制品及其他垃圾 | 运回陆地处理 | — | 无 |
| | | 食品废弃物 | 生活垃圾中的塑料制品和其他垃圾运回陆地处理，生活垃圾中的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 | 海水水质、海洋生态环境 | 小 |
| | 生产垃圾 | 废弃边角料、油棉纱等 | 运回陆地处理 | — | 无 |
| | 平台建设、铺设海底电缆管道作业悬浮沙 | 悬浮物 | 连续排放 | 海水水质、海洋生态环境 | 中 |
| | 钻井液、钻屑 | 悬浮物 | 油层段钻井液、钻屑运回地处理，非油层段钻井液、钻屑排放 | 海水水质、海洋生态环境 | 中 |
| | 压裂返排液 | 石油类、悬浮物 | 含油运回陆地处理；非含油压裂返排液进入流程 | — | 无 |
| | 清管废水 | 悬浮物 | 直接排海 | 海水水质 | 小 |
| 生产阶段 | 含油生产水 | 石油类 | 全部回注 | — | 无 |
| | 生活污水 | COD | 处理达标后排海 | 海水水质、海洋生态环境 | 小 |
| | 管道防腐溶出物 | 锌 | 连续排放 | 海洋沉积物环境 | 小 |
| | 生产垃圾 | 废弃边角料、油棉纱等 | 运回陆地处理 | — | 无 |
| | 生活垃圾 | 食品废弃物、包装物等 | 运回陆地处理 | — | 无 |
| 事故状态下 | 环境风险事故下的溢油 | 石油类 | 事故性排放 | 海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境 | 大 |

1.4 评价工作等级

1.4.1 环境影响评价等级

本工程属于海洋油（气）开发及其附属工程，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中评价等级划分原则（表 1.4-1），结合本次工程新建平台为透水式结构，对水文动力和地形地貌与冲淤环境影响轻微；新铺海底电缆管道埋于海底，不会对海底电缆管道区域的水文动力造成影响，故海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境的影响评价内容不作为海洋油（气）开发及其附属工程的必选评价内容，将对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析。本工程确定单项海洋环境影响要素为海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、环境风险等。

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 | 其他评价内容 |
| 海洋油（气）开发及其附属工程 | ★ | ★ | ★ | ☆ | ☆ | ★ | ☆ |

注 1：★为必选环境影响评价内容；
注 2：☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），海洋油（气）开发及其附属工程建设项目的环境影响评价等级主要根据年产油量以及工程所处海域的生态敏感性来确定。本项目最高产能为 [REDACTED]，[REDACTED]，本项目所在海域为重要渔业水域（中国毛虾、蓝点马鲛产卵场内，鳀、三疣梭子蟹、中国对虾的索饵场内），属于生态环境敏感区。

水质、沉积物、生态和生物资源环境的评价等级判定详见表 1.5-2，根据判定，本项目水质环境评价等级为 2 级，沉积物环境评价等级为 3 级，生态和生物资源环境评价等级为 1 级，根据导则中“建设项目的环境影响评价等级取各单项环境影响评价等级中的最高等级”的要求，确定本项目的海洋环境影响评价等级为 1 级。

表 1.4-2 评价等级

| 海洋工程分类 | 工程类型和工程内容 | 工程规模 | 工程所在海域特征和生态环境类型 | 评价等级 | | |
|--------|-----------|------|-----------------|------|-------|-----------|
| | | | | 水质环境 | 沉积物环境 | 生态和生物资源环境 |

| 海洋工程分类 | 工程类型和工程内容 | 工程规模 | 工程所在海域特征和生态环境类型 | 评价等级 | | |
|-------------------|----------------|--|-----------------|------|-------|-----------|
| | | | | 水质环境 | 沉积物环境 | 生态和生物资源环境 |
| 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程类 | 海洋油（气）开发及其附属工程 | 污水排放量（5000~1000）m ³ /d 或年产油量（50~20）万 t | 生态环境敏感区 | 2 | 3 | 1 |

1.4.2 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），针对运营期涉及的危险物质分别进行风险潜势判断以确定评价等级。

本项目为海洋石油开发类项目，涉及的危险物质主要为油类和天然气。风险物质分布于本项目涉及的新建平台和海底混输管道。根据“8.2 环境风险评价等级判定”中的相关分析，风险潜势为III，环境高度敏感区（E1），综合分析后本项目环境风险评价等级为二级。

环境风险分析主要对本项目的环境风险情形进行识别，对地质性溢油风险进行排查并提出相应的防范措施；对项目最可能发生的海上代表性溢油事故进行预测并说明溢油风险影响范围和程度；针对项目的环境风险提出针对性的风险防范措施；对项目能利用的溢油应急物资可行性开展分析。

1.5 评价范围和评价重点

1.5.1 评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中关于评价范围的界定，建设项目的总评价范围应覆盖各单项评价范围。故本项目的的评价范围主要依据被评价海域及周边海域的生态完整性确定，本项目海洋环境影响评价等级为1级，1级评价扩展距离一般不小于8km~30km。同时结合《导则》中“1级评价项目不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍”的要求。本次评价范围为以工程用海（包括本工程平台、管线及依托工程）外缘线为起点、分别向主潮流方向及垂直主潮流方向各外扩约15km的范围。

本项目评价范围面积约为1504km²海域，评价范围四至坐标参见表1.5-1，评价范围见图1.5-1。

表 1.6-1 评价范围界点坐标

| 界点 | 经度 | 纬度 |
|----|----|----|
| A | | |
| B | | |
| C | | |
| D | | |

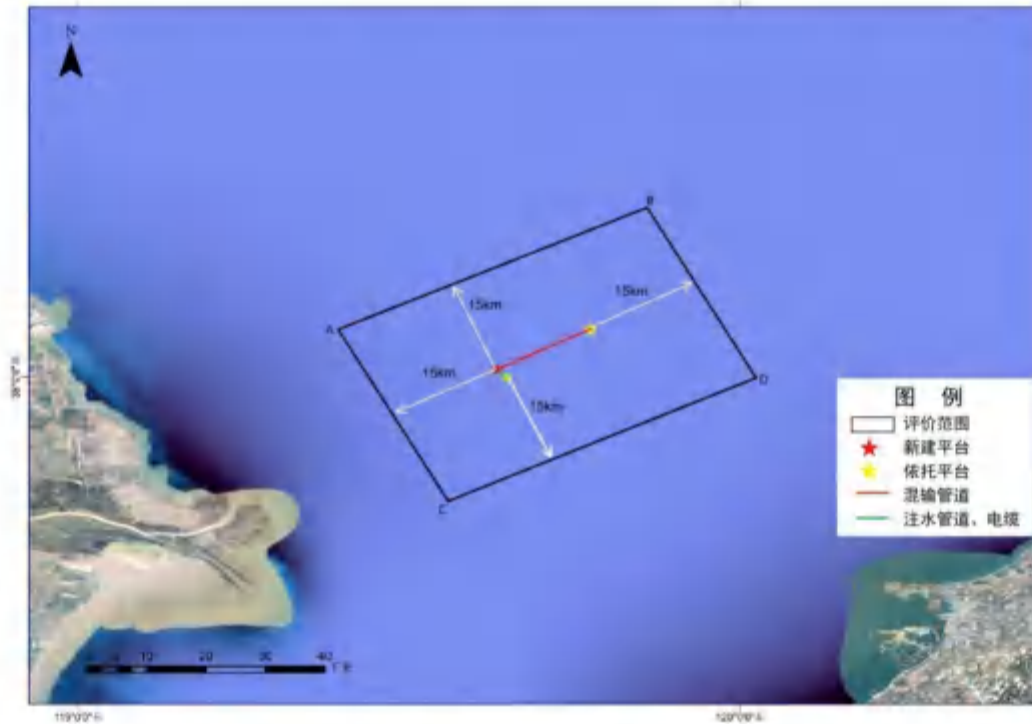


图 1.5-1 评价范围

1.5.2 评价重点

依据本油田开发工程的特点和评价海域环境特征，结合本工程分析识别出的环境影响因子和环境影响因素识别结果，确定出本工程的环境影响评价重点为：

(1) 平台建设、海底电缆管道铺设所搅起的海底悬浮物及非油层段钻井液、钻屑排放产生的悬浮物对工程周围海水水质、沉积物、底栖生物、渔业资源及海洋生态环境的影响；给出采取的生态环境保护对策措施。

(2) 识别工程运营期在油气生产、集输等过程污染物的产生排放情况，对海水水质、沉积物、海洋生态环境等造成的影响，给出拟采取的生态环境保护措施。

(3) 工程施工期及运营期可能发生的油气泄漏事故对工程周围渔业资源以及环境敏感目标的潜在影响，给出溢油风险防范对策措施，溢油应急可行性分析。

(4) 地质性溢油（浅层气）风险分析与评价。

1.6 环境敏感目标与环境保护目标

1.6.1 环境敏感目标

根据本油田开发工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，工程周边主要识别的环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。根据识别距离本工程最近的敏感目标为东营黄河口生态国家级海洋特别保护区（黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线），与项目 BZ34-9WHPC 平台最近距离约为 [REDACTED]，同时，本工程还位于中国毛虾、蓝点马鲛产卵场内，中国对虾、鲢、三疣梭子蟹索饵场内。

本项目涉及的环境敏感目标详见图 1.6-1，评价范围内的敏感目标情况详见表 1.6-1。

1.6.2 环境保护目标

正常作业情况下环境保护目标为工程周围海域的海水水质，沉积物质量和海洋生态。控制污染物排放不影响临近功能区的《海水水质标准》（GB3097-1997）、《海洋生物质量》（GB18421-2001）和《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）及相关标准要求。

1.6.3 污染控制目标

本工程污染控制目标是工程投产后确保所产生的各种污染物均能达标排放。本工程建设、生产过程中将要产生的主要污染物包括铺设海底电缆管道搅起的悬浮物、钻完井作业产生的钻井液和钻屑、生活污水、生活垃圾、生产垃圾、含油生产水以及油气泄漏事故情况下可能排放的油类物质等，这些污染物均为污染控制的主要对象。本工程位于渤海中部海域，根据有关标准及工程所在海域的环境功能要求，污染控制目标要求如下：

铺设海底电缆管道作业悬浮物：通过采用先进铺管技术和合理选择铺管施工期，尽量减轻或避免铺管挖沟作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响。

钻井液、钻屑：工程产生的油层段钻井液、油层段钻屑、含油压裂返排液全部运

回陆地交由资质单位接收处理/处置。非油层段钻屑和非油层段钻井液的排放需要满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（不得排放油层段钻屑和钻井液）要求，同时需要满足《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）一级标准（ $\geq 30000\text{mg/L}$ ）要求。

船舶含油污水：参加作业的船舶所产生的船舶机舱含油污水禁止在海上排放，需全部运回陆地处理。

生活污水：参加作业船舶所产生的生活污水处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求后排放；运营期平台无定员，不设生活污水处理设施，新建平台无新增生活污水排放，本项目运营期设置定员 2 人依托已建 BZ34-9CEPA 平台生活楼及生活污水处理设施，新增的生活污水在 BZ34-9CEPA 平台处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）相关标准后排放。

含油生产水：正常情况下，含油生产水经处理达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2022）中相应回注水质标准后全部回注。非正常工况下，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，禁止生产水外排入海。

生产垃圾及生活垃圾：生产垃圾和生活垃圾应全部收集后运回陆地处理。

原油泄漏：采取合理有效的防范措施，尽可能避免油气泄漏事故的发生。

表 1.6-1 评价范围内环境敏感目标分布表

| 敏感区类型 | | 名称 | 保护目标/保护期 | 相对本次工程方位 | 与工程最近距离 (km) |
|-------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------|--------------|
| 评价范围内 | 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 | 黄河口文蛤等种质资源及生存环境 | ■ | ■ |
| | 生态红线区 | 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性 | ■ | ■ |
| | 渔业三场一通道 | 白姑鱼产卵场 | 白姑鱼及其生境；产卵期 5~6 月，6 月为产卵盛期，浮性卵 | ■ | ■ |
| | | 中国毛虾产卵场 | 中国毛虾及其生境；产卵期 5~6 月，6 月为产卵盛期，浮性卵 | ■ | |
| | | 蓝点马鲛产卵场 | 蓝点马鲛及其生境；产卵期为 5 月中旬至 6 月上旬，浮性卵 | ■ | |
| | | 中国对虾索饵场 | 中国对虾索饵场 | ■ | |
| | | 三疣梭子蟹索饵场 | 三疣梭子蟹索饵场 | ■ | |
| | | 鳀索饵场 | 鳀索饵场 | ■ | |

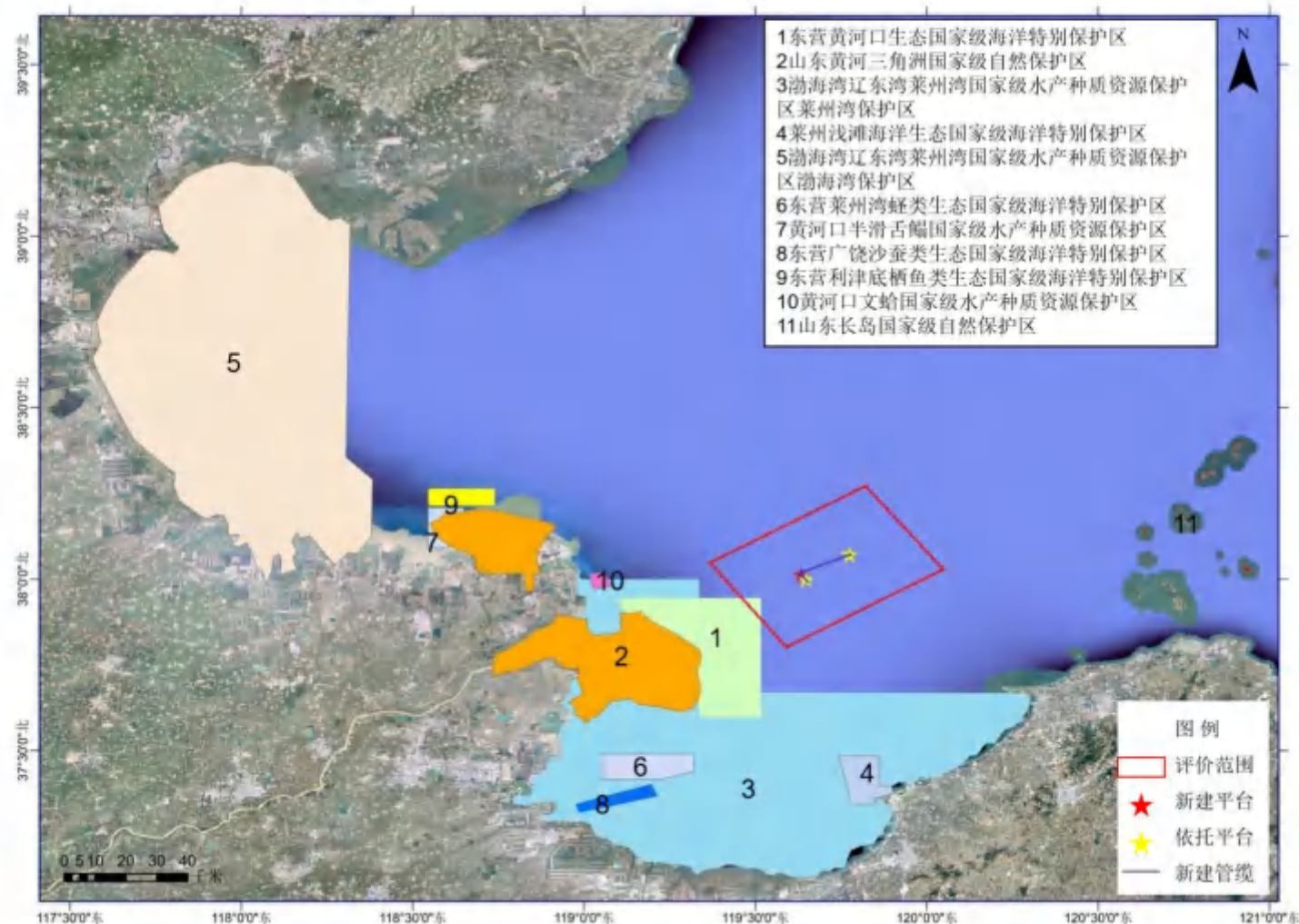


图 1.6-1 (1) 工程周边环境敏感目标分布

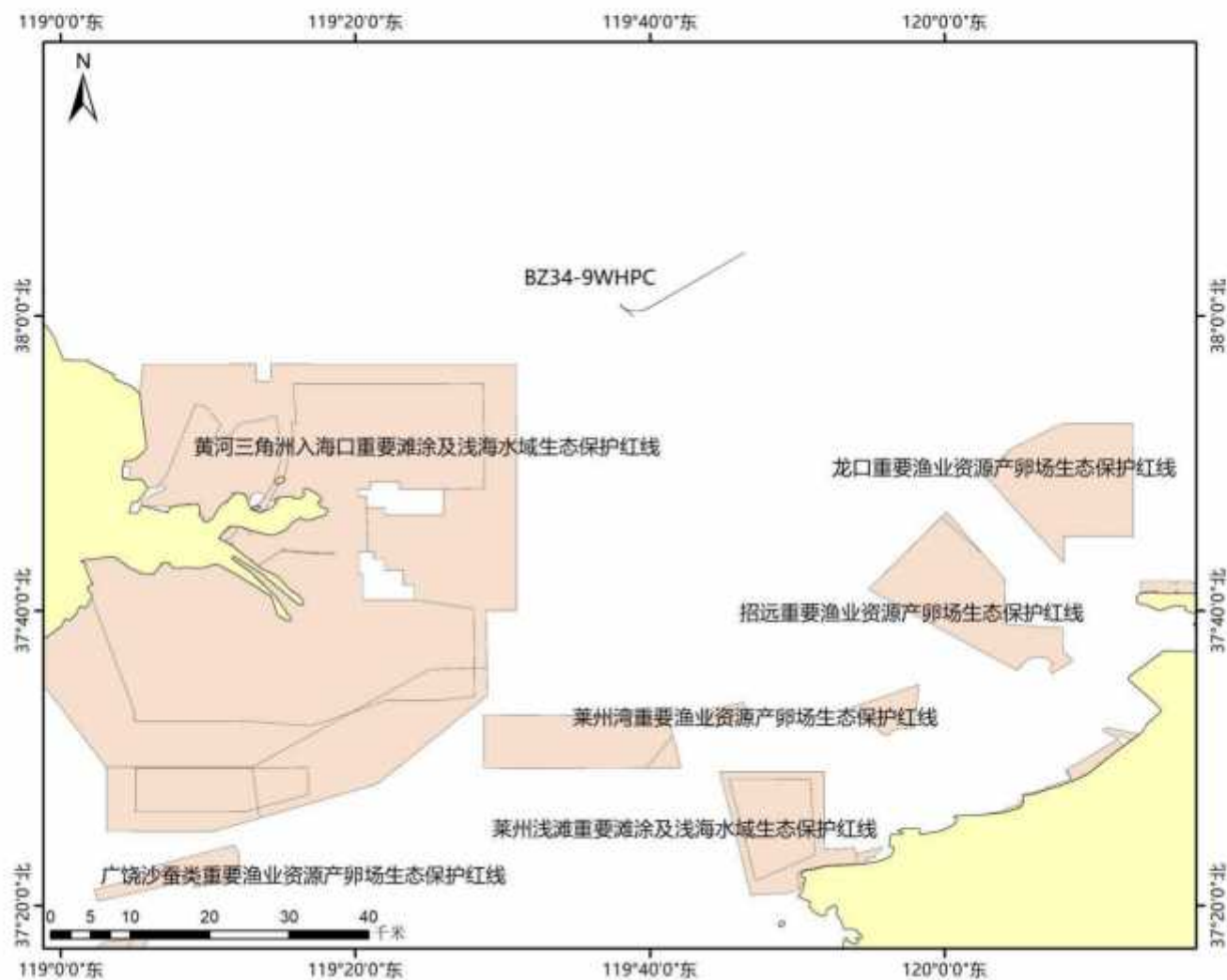


图 1.6-1 (2) 工程周边环境敏感目标分布 (生态红线)

2 工程概况

2.1 项目概况

2.1.1 建设项目名称、性质

项目名称：渤中 34-9 油田 5 井区调整项目

建设性质：新建

建设地点：渤海中部海域

工程类型：海洋油气开发及其附属工程

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

预计投产日前：[REDACTED]

工程总投资：[REDACTED]

工程运行天数：346 天

劳动定员：2 人（依托 BZ34-9CEPA 平台生活楼及生活污水处理设施）

2.1.2 工程地理位置

渤中 34-9 油田位于渤海中部海域，[REDACTED]属于垦利油田群开发体系，构造上处于[REDACTED]。东北距渤中 35-2 油田 [REDACTED]，西距垦利 3-2 油田 [REDACTED]，南距垦利 10-1 油田 [REDACTED]。其中，渤中 34-9 油田 5 井区位于渤中 34-9 油田西北部，平台位置处水深约 [REDACTED]。

渤中 34-9 油田于 2019 年 3 月投产，现有 1 座中心处理平台 BZ34-9CEPA，1 座井口平台 BZ34-9WHPB。截至 2021 年 12 月 31 日，全油田共有生产井 49 口，注水井 25 口，水源井 3 口。油田日产油量 [REDACTED]，日产气 [REDACTED]，综合含水 [REDACTED]，气油比 [REDACTED]，累计石油产量 [REDACTED]，动用原油储量采出程度为 [REDACTED]。

本次评价对象为渤中 34-9 油田 5 井区调整项目，主要依托 KL6-1CEP、BZ35-2CEPA、BZ34-9CEPA 平台进行开发，本次新建工程为 1 座无人井口平台 BZ34-9WHPC，1 条 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台混输海管，1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台注水管线，1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆，

本次新建平台井口物流经计量后进入新建的 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台混输海管，再通过栈桥经 BZ35-2CEPA 输送至 KL6-1CEP 平台，并与垦利 6-1 油田生产物流汇合，在 KL6-1CEP 平台处理成合格原油后，通过已建海管输送至 KL3-2CEPA 平台外输至东营终端。

本次渤中 34-9 油田 5 井区新建工程坐标详见表 2.1-1。工程地理位置见图 2.1-1。

表 2.1-1 本次新建工程地理坐标一览表

| 工程 | 坐标 | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| | 经度 | | 纬度 | |
| BZ34-9WHPC 平台 | [REDACTED] | | [REDACTED] | |
| 管线 | 起点 | | 止点 | |
| | 经度 | 纬度 | 经度 | 纬度 |
| BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台双层保温混输海底管线 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台单层不保温海底注水管道 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

图 2.1-1（a） 渤中 34-9 油田 5 井区工程地理位置图

图 2.1-1（b） 渤中 34-9 油田 5 井区工程地理位置图

2.1.3 工程内容

本评价工程内容包含：（1）新建 1 座 4 腿无人井口平台（BZ34-9WHPC 平台）；（2）新建 1 条 [REDACTED] BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台双层保温混输海底管线；（3）新建 1 条 [REDACTED] BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台单层海底注水管道；（4）新建 1 条 [REDACTED] BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆；（5）对所依托的 BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA、KL6-1CEP、BZ35-2WHPA 平台

进行适应性改造。

主要评价工程内容见表 2.1-1。工程的总体布局详见图 2.1-2、2.1-3。

图 2.1-2 工程总体布局示意图（图中 BZ34-9WHPC 平台及虚线为本次工程）

表 2.1-1 工程组成一览表

| 工程设施 | 工程内容 | 规格 |
|---------|-----------------|---|
| 主体工程 | 新建平台 (1 座) | 无人井口平台 (1 座) : BZ34-9WHPC 平台共设三层甲板, 分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板。 平台上设有原油系统、注水系统、柴油系统、化学药剂系统、 开排系统、闭排系统等, 并预留海水系统。 |
| | 新建海底管线 (3 条) | BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台混输管道 1 条, 总长约为 ■■■■■ |
| | | BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台注水管道 1 条, 总长约为 ■■■■■ |
| | | BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆 1 条, 总长约为 ■■■■■ |
| | 钻、完井 | 本次设计共可钻井 28 口, 本次计划实施生产井 12 口, 注水 井 8 口, 预留井 8 口 |
| | 依托平台改造 | 对 BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA、KL6-1CEP、BZ35-2WHPA 平台进行适应性改造 |
| 生产、集输工艺 | | BZ34-9WHPC 平台井产物流通过本次新建混输海管输送至 BZ35-2WHPA 平台, 再经栈桥管线输送至 KL6-1CEP 平台, 在 KL6-1CEP 平台上处理成合格原油后, 通过已建输油海管 输送至 KL3-2CEPA 平台, 再经 KL3-2CEPA 平台输送至东营 原油终端。含油生产水经 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台含油 生产水处理系统处理合格通过周边平台回注地层。分离出的 气输送至与 KL6-1 栈桥相连的 BZ35-2CEPA, 与 BZ35-2WHPA、BZ35-2WHPB 平台等产出的气一起经过低压 天然气压缩机系统、中压天然气压缩机系统和三甘醇系统处 理后, 通过 BZ35-2CEPA 至终端的天然气海管输送至龙口天 然气终端。新建 BZ34-9WHPC 平台注水由 BZ34-9CEPA 平台 水源井水经处理合格后通过本次新建注水海管输送至 BZ34-9WHPC 平台进行回注。 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 工程设施 | 工程内容 | 规格 |
|------|-----------|--|
| | | BZ34-9 WHPC 平台通过一条 [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED] 海缆电力接入 BZ34-9CEPA 平台, 依托渤中-垦利岸电供电。 |
| 生产情况 | 最高年产液 | [REDACTED] |
| | 最高年产油 | [REDACTED] |
| | 最高年产水 | [REDACTED] |
| | 最高年产气 | [REDACTED] |
| | 开发/采油方式 | 注水开发+电潜泵采油 |
| | 平台、管线设计寿命 | 渤中 34-9 油田 5 井区平台及海管设计寿命均为 25 年 |
| | 投入使用时间 | 计划 2025 年 7 月投产 |
| | 年生产天数 | 346 天 |
| | 劳动定员 | 新增 2 人, 依托 BZ34-9CEPA 平台的生活楼及生活污水处理设施 |
| | 工程总投资 | [REDACTED] |
| | 依托工程 | 依托 KL6-1CEP 平台进行油气水分离处理; 依托 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台进行含油生产水处理; 依托 BZ35-2CEPA 燃料气系统; 依托 BZ34-9CEPA 平台的水源井及注水系统进行回注 KL6-1CEP 至 KL3-2CEPA 平台原油输送管道 KL3-2CEPA 至东营陆上终端原油输送管道 依托渤中-垦利岸电供电。 |

图 2.1-3 工程总体布局示意图

2.1.4.1 储层特征

[illegible]

2.1.4.2 原油、天然气基本性质

原油和天然气基本性质见表 2.1-2 和表 2.1-3。

表 2.1-2 原油物理性质数据表

| 明化镇组流体性质 | | | |
|--------------------------|---|---------------|---|
| 地面原油密度, t/m ³ | ■ | 地面原油粘度, mPa·s | ■ |
| 胶质沥青质含量, % | ■ | 含蜡量, % | ■ |
| 凝固点, °C | ■ | | |
| 东营组流体性质 | | | |
| 地面原油密度, t/m ³ | ■ | 地面原油粘度, mPa·s | ■ |
| 胶质沥青质含量, % | ■ | 含蜡量, % | ■ |
| 凝固点, °C | ■ | | |
| 沙河街组流体性质 | | | |
| 地面原油密度, t/m ³ | ■ | 地面原油粘度, mPa·s | ■ |
| 胶质沥青质含量, % | ■ | 含蜡量, % | ■ |
| 凝固点, °C | ■ | | |

表 2.1-3 天然气物性数据表

| 天然气 相对 密度 | 天 然 气 组 分 % | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|--------------------------|
| | 甲烷 | 乙烷 | 丙烷 | 异丁烷 | 正丁烷 | 异戊烷 | 正戊烷 | 己烷+ | 氮 | 二氧化碳 | 硫化氢 (mg/m ³) |
| ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

2.1.4.3 平台产能分析

本次工程投产后，BZ34-9WHPC 平台的逐年产能情况详见下表：

表 2.1-4 渤中 34-9 油田新建工程逐年产能预测表

| 日期 | 日产量 | | | | | 年产量 | | | | | 累产量 | | | | | 含水率 | 气油比 |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|--------------------------------|
| | 油 | 水 | 液 | 气 | 注水 | 油 | 水 | 液 | 气 | 注水 | 油 | 水 | 液 | 气 | 注水 | | |
| | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /a | 10 ⁴ m ³ /a | 10 ⁴ m ³ /a | 10 ⁴ m ³ /a | 10 ⁴ m ³ /a | 10 ⁴ m ³ | 10 ⁴ m ³ | 10 ⁴ m ³ | 10 ⁴ m ³ | 10 ⁴ m ³ | % | m ³ /m ³ |
| 2025 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2026 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2027 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2028 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2029 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2030 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2031 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2032 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2033 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2034 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2035 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2036 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2037 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2038 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2039 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2040 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2041 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2042 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2043 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2044 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2045 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2046 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2047 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2048 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2049 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

2.2 工程开发方案

为了开发渤中 34-9 油田 5 井区石油储量，本项目新建 1 座 4 腿无人井口平台 BZ34-9WHPC 及配套生产设施，新建 1 条 BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台双层保温混输海底管线、新建 1 条 BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底注水管道、新建 1 条 BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆。新建工程的同时，对所依托的 KL6-1CEP、BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA 和 BZ35-2WHPA 平台进行适应性改造。

图 2.2-1 本工程开发方案示意图

2.2.1 平台建设方案

2.2.1.1 平台结构及平面布置

BZ34-9WHPC 是一座 4 腿无人井口平台，设计 28 口井，井槽按照 [REDACTED] 形式布置，井槽间距为 [REDACTED]。平台共设三层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板。平台上设有 [REDACTED] [REDACTED]。

图 2.2-2 (1) 新建平台立体模型图

图 2.2-2 (2) 新建平台立体模型图

(1) 上层甲板

上层甲板的尺寸为 [REDACTED]，标高 [REDACTED]。



布置图详见图 2.2-3（1）。

（2）中层甲板

布置图详见图 2.2-3（2）。

（3）下层甲板

布置图详见图 2.2-3（3）。

2.2.1.2 主工艺系统

新建平台 BZ34-9 WHPC 所产物流经新建混输海管输送至 BZ35-2 WHPA 平台，经栈桥管线最终输送至 KL6-1 CEP 平台新增的段塞流捕集器气液分离，分离出的液与 KL6-1 WHPB~G，BZ29-6 WHPA/ WHPB 平台生产物流汇合后经 KL6-1CEP 平台一级分离器，二级分离器，电脱水器处理成含水 [] 的原油。合格原油经 KL6-1 CEP 至 KL3-2 CEPA 平台海管，KL3-2 CEPA 平台至终端海管输送至东营原油终端；分离出的伴生天然气输送至与 KL6-1CEP 平台栈桥相连的 BZ35-2CEPA 平台，与 BZ35-2WHPA，BZ35-2WHPB 平台等产出的天然气一起经过低压天然气压缩机系统，处理后进入 BZ35-2CEPA 平台透平发电机供透平发电。

BZ34-9WHPC 平台共设计 28 口井，本次工程计划钻井 20 口，其中 12 口油井，8 口注水井，其余 8 口作为预留井，生产期内单井的井口温度范围为 []，采用电潜泵采油。生产井采出液经多路阀和多相流量计单井计量，汇入外输海管入口。

本次新建工程的物流集输工艺详见图 2.2-4。

表 2.2-1 主工艺系统主要设备设施及规格一览表

| 序号 | 工艺设备 | 规格 |
|----|-------|-----|
| 1 | 多路阀 | [] |
| 2 | 多相流量计 | [] |
| 3 | 混输发球筒 | [] |

图 2.2-4 本次新建 BZ34-9WHPC 物流集输工艺流程

图 2.2-3 (1) BZ34-9WHPC 上层甲板平面布置图

图 2.2-3 (2) BZ34-9WHPC 中层甲板平面布置图

图 2.2-3 (3) BZ34-9WHPC 下层甲板平面布置图

2.2.1.3 环保设施

(1) 注水系统

来自 BZ34-9CEPA 平台的高压注水，经过新建海底注水管道输送至 BZ34-9WHPC 平台，经注水管汇分配后注入 8 口注水井中，

(2) 开排系统

开式排放罐主要用来收集、处理甲板雨水和冲洗水等液体，并将收集的液体通过开排泵打回原油系统。开排泵也兼做闭排泵。

开排系统主要包括：开排罐、开排罐加热器、开排槽、开排槽泵、开排泵进口滤器、开排泵等，开排泵需要具备远程启停功能，主要设备及参数如下：

表 2.2-2 开排系统主要设备设施及规格一览表

| 序号 | 工艺设备 | 规格 |
|----|---------|----|
| 1 | 开排罐 | |
| 2 | 开排罐加热器 | |
| 3 | 开排泵进口滤器 | |
| 4 | 开排泵 | |
| 5 | 开排槽 | |
| 6 | 开排槽泵 | |

(3) 闭排兼放空系统

闭排兼放空系统由排放管汇、排放罐和排放罐加热器。排放罐主要收集带压容器、管线等排放出的可燃性介质，并进行气液分离。当罐内液位上升到设定值时，排放泵自动启动，将液体泵入海管入口，气体通过冷放空管排入大气。平台在设备检修时，需将带压流体排放至闭排兼冷放空罐，气体通过冷放空泄放。

表 2.2-3 闭排系统主要设备设施及规格一览表

| 序号 | 工艺设备 | 规格 |
|----|---------|----|
| 1 | 闭排兼冷放空罐 | |
| 2 | 闭排罐加热器 | |

2.2.1.4 公用工程

(1) 电力系统

①主电源系统

BZ34-9WHPC 平台不设电站，依托岸电供电。从 BZ34-9 CEPA 平台 开关接入，通过 1 根 海缆接入 BZ34-9 WHPC 平台，

实现 BZ34-9 WHPC 平台与垦利电网的连接。

BZ34-9 WHPC 平台电气计算高峰年负荷约为 [REDACTED]。

BZ34-9 WHPC 平台设置 [REDACTED] 为低压生产负荷供电。

②应急发电机

BZ34-9WHPC 平台不设置应急发电机。

③不间断电源系统（UPS）

BZ34-9WHPC 井口平台上设有一台 [REDACTED] 的不间断电源装置，作为临时应急电源以便在主电源发生故障时给通信、火灾探测、仪表控制以及电气脱扣等系统供电至少半小时。

（2）消防系统

1) 消防水系统

BZ34-9 WHPC 平台消防系统包括消防泵、消防水喷淋系统、消防软管站。

平台配备两台消防泵，一台能力为 [REDACTED] 的电动消防泵，一台能力为 [REDACTED] 柴油消防泵。本平台为无人井口平台，平台消防水管网采用干式环网。

在平台的各层甲板上设有满足规范要求的消防软管站和水/泡沫两用软管站。

2) 全淹没式气体灭火系统

在平台上各电气房间采用全淹没式七氟丙烷自动灭火系统。根据平台布置情况，经过计算采用 2 套组合分配式系统，每套系统主要由七氟丙烷瓶、分配设施、喷嘴、火灾探测、报警及控制设施组成。

3) 其他设备

在平台的各层甲板上设置推车式干粉灭火器、手提式干粉灭火器、气体灭火器。

在平台的化学药剂系统区域配备利用瓶装水补给的独立洗眼站，供工作人员突然受到喷溅污染时，提供紧急救助。

在平台上根据规范配备足量的消防员设备等其他消防用品。

在平台上根据规范配备足量的 H₂S 防护装置。

（3）化学药剂系统

BZ34-9WHPC 平台上化学药剂种类包括：缓蚀剂、防垢剂和 H₂S 抑制剂。用于保证平台及海底管线的正常生产、输送，减缓设备和管线的腐蚀，此外还设有备用药剂注入罐。具体的注入浓度和药剂类型需结合生产实际进行优化调整，化学药剂自持能力为 15 天。

表 2.2-4 化学药剂系统的加药类型及注入点

| 药剂类型 | 加药浓度 ppm | 注入点 |
|----------------------|----------|-------|
| 缓蚀剂 | ■ | 多路阀出口 |
| 防垢剂 | ■ | 多路阀出口 |
| H ₂ S 抑制剂 | ■ | 油嘴 |
| 备用药剂 | ■ | / |

(4) 海水系统（预留）

平台海水系统的用户主要包括工艺冷却水、甲板冲洗用水等。预留海水系统，主要包括：2 台海水提升泵（1 用 1 备），单台泵的排量为 100m³/h，1 台海水篮式滤器，单台处理能力为 100m³/h。一台自动反洗滤器，处理能力 100m³/h，防海生物装置。

(5) 柴油系统

柴油系统主要包括柴油入口滤器、柴油储罐、柴油储罐加热器和柴油压井泵。

2.2.1.5 平台防腐

(1) 平台外防腐

新建 BZ34-9WHPC 平台设计寿命为 25 年。

①涂层系统

由于海洋大气腐蚀性较强，海上维修费用较高，所以应使用高性能防腐蚀涂料。高性能防腐蚀涂料使用时需要对钢结构表面处理并按规定程序施工和检验。涂层系统一般包括底漆、中间涂层和表面涂层。

②阴极保护系统

新建 BZ34-9WHPC 平台全浸区采用牺牲阳极+张紧式外加电流阴极保护措施，牺牲阳极的设计年限为 2 年。

③导管架阴极保护监测系统

张紧式外加电流阴极保护系统（张紧式 ICCP）内集成相应的阴极保护监测

系统（CPMS），集成的阴极保护监测系统（CPMS）不仅可以起到对 ICCP 的控制效果反馈作用，而且可以实现对导管架平台保护电位的长期实时监测，可进一步的确保导管架平台始终处于良好的保护状态。

（2）平台内防腐

平台设计寿命 25 年，考虑 80% 的缓蚀剂效率，经 ECE5 软件模拟计算，平台上部组块管线采用“双相钢”的防腐方案，主工艺设施采用“碳钢+316 内衬”的防腐方案。

2.2.2 钻完井方案

2.2.2.1 钻完井

BZ34-9WHPG 井口平台井槽排列采用 []，井口间距 []，共设计钻井 28 口，本次实施实施 20 口井，预留 8 口井。本次钻完井中 C4、C8 井需要压裂，主要是两口井位于 5 井区边部储层区域，储层厚度和物性相对较差，压裂增产措施可以改善储层、提高产量。

本次钻井情况详见表 2.2-5。

表 2.2-5 新建 BZ34-9 WHPG 平台钻完井情况一览表

| 井别 | 井型 | 数量 | 井名 |
|-----|-----|--------|---|
| 生产井 | 定向井 | 10 口 | C1、C2、C3、C4（需压裂）、C5、C6、C7、C8（需压裂）、C15、C16 |
| | 水平井 | 2 口 | C13H、C20H |
| 注水井 | 定向井 | 7 口 | C9、C10、C11、C12、C17、C18、C19 |
| | 水平井 | 1 口 | C14H |
| 预留井 | / | 8 口预留井 | / |

2.2.2.2 井槽平面布置

新建的 BZ34-9WHPG 平台井槽平面布置图如下：

图 2.2-4 新建 BZ34-9WHPG 平台井槽平面布置图

2.2.2.3 钻井基本参数

本次拟钻的 20 口井，平台井口情况和井身结构见表 2.2-6。典型井身结构图见 2.2-3。

表 2.2-6 井身结构设计

| 类别 | 井型分类 | 井数 (口) | 平均井 深 (m) | 套管尺寸(in)×下深(m) | 井名 |
|-----|------|-----------|--------------|----------------|----|
| 第一类 | | 1 | | | |
| 第二类 | | 1 | | | |
| 第三类 | | 1 | | | |
| 第四类 | | 1 | | | |
| 第五类 | | 1 | | | |
| 第六类 | | 1 | | | |

| | |
|---|---|
| 图 2.2-5 (1) 3000-3500m 明化镇水平井井身结构及套管程序示意图 | 图 2.2-5 (2) 3000-3500m 沙河街常规定向井井身结构及套管程序示意图 |
| 图 2.2-5 (3) 3500-4000m 沙河街常规定向井井身结构及套管程序示意图 | 图 2.2-5 (4) 3500-4000m 沙河街水平井井身结构及套管程序示意图 |
| 图 2.2-5 (5) 4000-4500m 沙河街常规定向井井身结构及套管程序示意图 | 图 2.2-5 (6) 沙河街领眼井井身结构及套管程序示意图 |

2.2.2.4 钻井液体系

综合考虑渤中 34-9 油田及周边油田使用的钻井液体系使用情况和储层压力变化，推荐的钻井液体系如下：

表 2.2-7 钻井液体系表

| 地层 | 井段 | 泥浆类型 | 密度 (g/cm³) | PV (mPa.s) | YP (Pa) |
|------|----|------|---------------|---------------|------------|
| 沙河街井 | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 明化 | | | | | |

| | | | | | |
|----|--|--|--|--|--|
| 镇井 | | | | | |
| | | | | | |

2.2.2.5 压裂井压裂方案

根据本项目设计的钻完井方案，本次钻完井中 C4、C8 井需要压裂，主要是两口井位于 5 井区边部储层区域，储层厚度和物性相对较差，压裂增产措施可以改善储层、提高产量。

1、压裂的必要性分析

(1) 地质因素

C4 井和 C8 井位于 5 井区边部储层区域，储层厚度和物性相对较差，压裂增产措施可以改善储层、提高产量。

C4 井：位于 5 井区西侧边部储层，结合沙河街组储层厚度预测及实钻井油水界面分析，该井沙河街组储层厚度较薄。

C8 井：位于 5 井区东北部边部储层，结合沉积模式及储层厚度预测，该井储层物性相对较差。

(2) 渤中 34-9 油田历史压裂效果比对

2020 年以来渤中 34-9 油田对 A48 井和 A32 井两口井进行了压裂，其中 A48 井为压裂投产，A32 井为投产 2 年以后压裂，措施后油井平均单井日增油 [REDACTED]，截至目前累增油 [REDACTED]，取得了较好的效果。

(3) 预测压裂增产效果

采用数值模拟、类比等方法，预计累计增油量为 [REDACTED]；C4 井射孔方案预测累计产油量为 [REDACTED]，压裂方案预计产油量为 [REDACTED]；C8 井射孔方案预测累计产油量为 [REDACTED]，压裂方案预计产油量为 [REDACTED]。

根据预测，较不压裂方案增加可采 [REDACTED]，其中 C4 井压裂增油 [REDACTED]，C8 井压裂增油 [REDACTED]；压裂方案相比于不压裂方案，整体收益率提高 [REDACTED]。

2、压裂可行性分析

(1) 储层岩石岩性脆、可压性好

储层岩性：沙和街组岩石类型为岩屑长石砂岩，颗粒分选中~好，磨圆度为

次棱～次圆状，岩石矿物成分以“石英+长石”为主，两者占比高，岩性脆，可压性好。胶结物以伊利石、伊蒙混层为主。沙河街储层中等偏弱到弱速敏，中等偏弱到弱水敏，中等偏弱酸敏，弱碱敏。

(2) 调整方案实施后注采完善、具有充足的能量补充

人工能量补充：平面上注采对应为 [REDACTED]，调整区井震对比关系较好，砂体连续性较好，周边井钻遇油层厚度在 [REDACTED] 之间，注采对应较好，因此调整方案实施后注采完善、具有充足的能量补充。

综上，储层岩石脆性、含量等；资源量；注采控制储量；能量补充：注采是否对应，能否有效注水。本次所选的压裂井具有压裂的资源量、有能量补充、注采井距较长、距离断层较远的特点。具备压裂可行性。

3、压裂安全性分析

压裂时地面管线从压裂泵出口至钻台上专业压裂头之间压力较高，压裂泵最大工作压力 [REDACTED]，从压裂泵出口至井口专业压裂头采用的高压硬管管线（包括高压弯头）耐压能力达到 [REDACTED]，井口专业压裂头耐压等级达到 [REDACTED]，满足高压作业，同时压裂作业前会对压裂泵及地面高压管线进行由低至高的逐级试压，最高试压值 [REDACTED]，稳压 [REDACTED] 后压降小于 [REDACTED] 为合格，方可进行继续作业。

4、压裂液体系

①压裂液

压裂液体系采用 [REDACTED]：[REDACTED]。
[REDACTED]。

表 2.2-8 压裂液主要参数

| 序号 | 项目 | | 指标 | 150℃海水基压裂液 |
|----|----------------|---------------------------|----|------------|
| 1 | 基液粘度/ mPa.s | [REDACTED] | I | ■ |
| 2 | 基液 pH 值 | | I | ■ |
| 3 | 交联时间/s | 120℃≤t≤180℃ | ■ | ■ |
| 4 | 耐温耐剪切能力 | 交联压裂液 150℃下表观粘度 /mPa·s | ■ | ■ |
| 5 | 破胶性能 | 破胶时间/min | ■ | ■ |
| | | 破胶液粘度/mPa.s | ■ | ■ |
| | | 表面张力/mN/m | ■ | ■ |

| 序号 | 项目 | 指标 | 150℃ 海水基压裂液 |
|----|-------------------|----|-------------|
| | 破胶液与煤油的界面张力 /mN/m | ■ | ■ |
| 6 | 残渣含量/mg/L | ■ | ■ |
| 7 | 防膨率 | I | ■ |
| 8 | 压裂液与地层水配伍性 | ■ | ■ |
| 9 | 破乳率/% | ■ | ■ |
| 10 | 岩心基质渗透率损害率/% | ■ | ■ |

②支撑剂

支撑剂强度：参考沙河街组前期已压裂井估算的闭合压力梯度选为 ■，预测闭合压力 ■；考虑支撑剂压实、嵌入、破碎等因素，支撑剂抗压级别满足：不低于 ■。

支撑剂粒径：支撑剂粒径不大于射孔孔径的 ■；支撑剂粒径不大于裂缝动态缝宽的 ■，理论上本井选择小于 ■的支撑剂均可满足要求；保证加砂顺利和保持裂缝高导流能力要求，并控制压后产液含水选用粒径 ■支撑剂。

本次压裂作业选用抗压等级不低于 ■陶粒。

5、压裂工艺及压裂井作业流程

(1) 压裂工艺

根据设计阶段的前期工艺优选结果，C4 井推荐采用 ■，C8 井推荐 ■。

图 2.2-5 (1) C4 井压裂管柱图及作业程序图 图 2.2-5 (2) C8 井压裂管柱图及作业程序图

① C4 井分压作业流程：

■
■
■
■
■
■

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

② C8 井合压作业流程

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

(2) 压裂井作业流程

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

图 2.2-6 压裂井口示意图

(3) 压裂设计参数

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

(4) 压裂液使用量及返排

[REDACTED]

6、压裂效果监测

2.2.3 管道/电缆建设方案

本项目拟新建 1 条 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台油气水混输海管, 1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台注水海管, 1 条 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆。

表 2.2-9 海底电缆管道工程概况

| 管道/电缆类型 | 管道路由 | 管长 | 管径 |
|---------|----------------------------|------|------------|
| 混输海管 | BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA | ████ | ██████████ |
| 注水海管 | BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC | ████ | █ |
| 海底电缆 | BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC | ████ | I |

2.2.3.1 路由选择

(1) 路由比选

①路由比选

本项目前期海底混输管道路由的比选方案为:

- 方案 1: BZ34-9WHPC 平台至 KL3-2CEPA 平台混输海管方案;
- 方案 2: BZ34-9WHPC 平台至 KL6-1CEP 平台混输海管方案;

经研究方案 1 存在以下问题:

1) KL3-2CEPA 平台天然气处理能力受限, 富裕天然气无法处理。由于 KL3-2CEPA 平台及周边无输气海管, BZ34-9WHPC 平台井产物流在 KL3-2CEPA 平台分离出来的伴生气除部分供给平台发电机发电外, 富裕天然气只能通过火炬放空燃烧, 将造成资源浪费和环境污染。经初步核算, 在 2026 年 KL3-2CEPA 两台发电机满载情况下, 每天富裕 [] 的天然气无法处理, 若考虑发电机组一用一备的常规工作状态, 则每天有约 [] 天然气无法处理。

2) BZ34-9WHPC 平台井产物流在 KL3-2CEPA 平台分离出的生产水回注垦利 3-2 油田, 将造成垦利 3-2 区域注采不平衡。

3) KL3-2CEPA 平台生产处理能力基本饱和, 本项目接入后, 平台改造工作量大。

4) 依托 KL3-2CEPA 平台路由距离约为 [], 而依托 KL6-1CEP 的路由距离为 [], 依托 KL3-2CEPA 平台, 混输海管相对较长。综合考虑, 依托平台天然气处理能力, 注采平衡, 改造工作量及路由长度,

综上所述, 本项目新铺混输海管方案为 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA (KL6-1CEP 与 BZ35-2WHPA 栈桥相连)。

②本次评价路由

渤中34-9油田5井区调整项目产液依托KL6-1CEP平台 (BZ35-2WHPA与KL6-1CEP平台栈桥相连), 注水依托BZ34-9CEPA平台, 电力依托BZ34-9CEPA平台 (平台电力不足后逐步依托岸电)。确定了海底电缆管道路由两端平台以后, 结合已建平台周边海底电缆管道分布、电力供应情况, 以节约、安全用海为原则, 确定路由的最终走向。从总体开发方案示意图2.2-6 (3) 可以看出, 新建混输管道和已建海底电缆管道无跨越点, 新建注水管道和已建海底电缆管道无跨越点。

新建的BZ34-9WHPC平台至BZ35-2WHPA平台间的混输管道与已建管道间的间距约为 []。

新建的BZ34-9WHPC至BZ34-9CEPA平台间的注水管道和电缆之间的设计间距约为■。

(2) 海管/海缆登陆平台方案

新建混输海管：BZ34-9WHPC平台侧由A1桩腿登陆，BZ35-2WHPA平台侧由B2桩腿登陆。

新建注水海管：BZ34-9WHPC平台侧由A1桩腿登陆，BZ34-9CEPA平台侧由B4桩腿登陆。

新建海缆：BZ34-9WHPC平台侧由A1桩腿登陆，BZ34-9CEPA平台侧由B4桩腿登陆。

BZ34-9CEPA及BZ35-2WHPA平台侧所有立管均为后安装， BZ34-9WHPC平台侧立管为预安装。

图 2.2-7 (1) BZ35-2WHPA 平台侧混输管道登陆情况

图 2.2-7 (2) 注水管道及电缆登陆情况

图 2.2-7（3） 渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海底电缆管道路由示意图（蓝色区域为东营--长山水道）

图 2.2-7（4） 渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海底电缆管道路由近平台端路由

2.2.3.2 海底电缆管道设计参数

(1) 海底混输管道

拟建海底混输管道采用双层保温管结构方案，保温层采用聚氨酯泡沫材料。
具体参数见下表。

表 2.2-10 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 混输海管相关参数

| | |
|--------|--|
| 管道长度 | |
| 结构形式 | |
| 外管尺寸 | |
| 内管尺寸 | |
| 设计压力 | |
| 关断压力 | |
| 最大操作压力 | |
| 设计温度 | |
| 关断温度 | |
| 操作温度 | |
| 设计寿命 | |
| 腐蚀裕量 | |
| 保温层材质 | |
| 保温层厚度 | |

图 2.2-8 混输海管截面示意图

(2) 海底注水管道

拟建 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 注水海管，注水管道的结构形式为单层
钢管。其相关设计参数见下表。

表 2.2-11 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 注水管道相关参数

| | |
|--------|--|
| 管道长度 | |
| 结构形式 | |
| 内管尺寸 | |
| 设计压力 | |
| 关断压力 | |
| 最大操作压力 | |
| 设计温度 | |
| 关断温度 | |
| 操作温度 | |
| 腐蚀裕量 | |
| 设计寿命 | |

图 2.2-9 注水海管截面示意图

(3) 海底电缆

拟建 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆。其相关参数见表 2.2-12, 海底电缆截面图见图 2.2-9。

表 2.2-12 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 海底电缆相关参数

| | |
|------|--|
| 电缆长度 | |
| 规格型号 | |
| 外径 | |
| 设计寿命 | |

图 2.2-10 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPG 电缆剖面图

2.2.3.3 海底管道防腐

渤中 34-9 油田 5 井区海管设计寿命为 25 年, 海管采取内防腐与外防腐相结合的防腐措施。

(1) 海管外防腐

管道及立管外管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。

本项目新建混输海底管道为双层保温管,

[illegible]

综合阳极性能及经济性考虑,采用铝基牺牲阳极。阳极采用手镯型。牺牲阳极使用情况详见表 2.2-13。

表 2.2-13 管道防腐的牺牲阳极使用情况

| 序号 | 平台/管道名称 | 阳极的种类 | 个数 (块) | 单个重量 (kg) |
|----|---------|-----------|--------|-----------|
| 1 | 新建注水海管 | 手镯型铝基牺牲阳极 | ■ | ■ |
| 2 | 新建混输海管 | 手镯型铝基牺牲阳极 | ■ | ■ |

(2) 海管内防腐

根据输送介质组成及海底管道操作条件，海管内部采用“碳钢+缓蚀剂”防腐方案。

根据海管工艺的计算结果，采用 ECE5 预测模型对混输海底管道内腐蚀速率进行模拟计算，该管道设计寿命为 25 年，[REDACTED]，生产过程中注入缓蚀剂，并定期清管和预膜。

注水海底管线正常工况下海底管线的最大操作压力为 1 [REDACTED]

[REDACTED]生产过程中注入缓蚀剂，并定期清管和预膜。

2.2.4 依托平台适应性改造方案

本次新建的 BZ34-9 WHPC 平台生产物流通过海管输送至 KL6-1 CEP 平台进行气液分离，分离的伴生气经栈桥输送至 BZ35-2 CEPA 伴生气压缩机系统，分离的液与 KL6-1 油田、BZ29-6 油田物流混合后，经一级分离器、二级分离器、电脱水器处理成合格原油、通过外输泵外输至 KL3-2 CEPA 平台。分离出的伴生气输送至与 KL6-1 CEP 平台栈桥相连的 BZ35-2 CEPA 平台，与 BZ35-2 WHPA，BZ35-2 WHPB 平台等产出的伴生气一起经过低压天然气压缩机系统，经处理后进入 BZ35-2 CEPA 平台透平发电机供透平发电。BZ34-9 WHPC 平台注水来自 BZ34-9 CEPA 平台。

为适应本次项目需对所涉及 BZ34-9 CEPA 平台、KL6-1 CEP 平台、BZ35-2 CEPA 平台、BZ35-2 WHPA 平台进行适应性改造。其中 BZ34-9 CEPA 平台主要涉及：新增注水增压泵滤器、注水增压泵、注水发球筒撬（去 BZ34-9 WHPC 平台）、注水泵、应急置换泵、应急置换泵滤器、应急置换泵柴油储罐、新增除砂器，脱气罐，双介质滤器，中控系统改造，工艺管线改造。BZ35-2 WHPA 平台主要涉及新增混输收球筒撬。BZ35-2 CEPA 平台主要涉及：新增一套双介质滤器。KL6-1 CEP 平台主要涉及：新增段塞流捕集器撬、原油外输泵入口滤器、原油外输泵，改造电脱进料泵，更换破乳剂注入泵。

具体改造情况详见表 2.2-14，平台改造示意图详见图 2.2-11~2.2-14，改造后的工艺流程详见图 2.2-15~2.2-17。

表 2.2-14 依托平台适应性改造内容一览表

| 适应性改造平台 | 平台规格 | 平台改造 | 工艺系统改造内容 |
|----------------|------------|------------|------------|
| BZ34-9CEPA 平台 | 8 腿浮拖平台 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| BZ35-2CEPA 平台 | 8 腿浮拖平台 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| KL6-1 CEP 平台 | 8 腿浮拖平台 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| BZ35-2 WHPA 平台 | 4 腿导管架吊装平台 | [REDACTED] | [REDACTED] |

图 2.2-11 (1) BZ34-9CEPA 平台中层甲板改造示意图

图 2.2-11 (2) BZ34-9CEPA 平台下层甲板改造示意图

图 2.2-12 BZ35-2 CEPA 中层甲板改造示意图

图 2.2-13 KL6-1CEP 平台下层甲板改造示意图

图 2.2-14 BZ35-2 WHPA 工作甲板改造示意图

图 2.2-15 BZ34-9CEPA 平台改造后工艺流程

图 2.2-16 BZ35-2CEPA 平台改造后工艺流程图

图 2.2-17 KL6-1CEP 平台改造后工艺流程图

2.3 油田开发过程及生产工艺

2.3.1 海上建设阶段

2.3.1.1 平台设施安装

BZ34-9WHPG 是一座 4 腿无人井口平台，设计 28 口井，甲板组块海上安装采用吊装法，导管架和甲板组块按照该施工方案进行结构设计。BZ34-9 WHPG 平台为 4 腿 4 桩导管架结构。

[REDACTED]

2.3.1.2 钻、完井施工

(1) 钻井

[REDACTED]

(2) 完井

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

生产安全要求：所有井下入井下安全阀，生产井下入过电缆封隔器进行安全
生产控制，注水井下入生产封隔器以降低井口带压风险。

(3) 固井

[REDACTED]

水泥返高：井口

水泥类型：[REDACTED]

水泥浆比重：[REDACTED]

附加量：[REDACTED]

固井液体系：[REDACTED]

固井方式：[REDACTED]

② 9-5/8"套管

水泥浆返高：井口

水泥类型：[REDACTED]

水泥浆比重：[REDACTED]

附加量：[REDACTED]

[REDACTED]

固井液体系：[REDACTED]

固井方式：[REDACTED]

③ 7"尾管

水泥返高：[REDACTED]

水泥类型：[REDACTED]

水泥浆比重：[REDACTED]

附加量：[REDACTED]

[REDACTED]

固井液体系：[REDACTED]

固井方式：[]

(4) 压裂井施工

详见“2.2.2.5 压裂方案”

2.3.1.3 管道、电缆施工

海底海底电缆管道铺设应尽量避免在不利环境条件下施工，项目区域有一条“东营港~长山水道”航路，新建 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 平台混输海底管道穿越该航路，穿越航路长度约 []。新建注水海管、混输管道及海底电缆与已有海底电缆管道均不存在跨越点。具体施工方案如下：

①海底管道/电缆铺设

新建混输海管及注水海管拟采用 []。

②挖沟和埋设

本工程新建海底电缆管道全程埋设。海管挖沟拟采用 []。

➤ 未穿越航路段挖沟和埋设

新建 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 平台混输海底管道总长度为 []，正常铺设段长度 []，埋设深度为海底泥面距海管顶部 []，混输管道的外径为 []，管沟底宽 []，顶宽 []，铺设速率为 []。

注水管道长度为 []，埋设深度为海底泥面距海管顶部 []，注水管道的直径约为 []，管沟底宽 []，顶宽 []。铺设速率为 []。

BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPC 平台海底电缆长度为 []，设计埋深 []，自然回填；铺设速率为 []，管沟顶宽 []，底宽 []。

➤ 穿越东营港--长山水道段挖沟和埋设

新建 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 平台混输海底管道穿越航路段铺设段长度为 []，设计埋设深度为海底泥面距海管顶部 []，采用人工回填 []，自然回淤 []；铺设速率为 []，挖沟两遍，管沟顶宽 []，底宽 []。

根据《渤中 34-9 油田 5 井区项目通航安全影响咨询报告》，该航道的船型主要包括工作船、渔船，通航船舶等，最大吨位约为 []，经分析，油田工作船、渔船抛锚贯入量小于 []，最大拖锚贯入深度约 []；3 万吨级通航代表船型最大抛锚贯入量约 []，最大拖锚贯入深度约 []；5 万吨级通航代表

船型最大抛锚贯入量越 []，最大拖锚贯入深度约 []，综合分析后，工程新建混输海管穿越航路段设计埋深 []可以保障工程海底设施的安全。

表 2.3-1 穿越航道段的起止点坐标

| 施工段 | 起点 | 止点 |
|-----------|------------|------------|
| 穿越东营-长山水道 | [] [] | [] [] |

③ 立管、膨胀弯的安装布置

对于新建平台，可在陆上预制场地将立管预制在导管架预定位置，对于已建平台，采用立管海上安装方式。对于安装在桩腿外侧的立管，应设置立管保护结构。立管、膨胀弯及海底管道之间采用水下法兰连接，法兰设置法兰保护器。海上安装立管、膨胀弯及清管试压拟使用 []。

2.3.1.4 依托平台适应性改造施工

(1) 平台外扩施工

本次评价涉及 BZ34-9 CEPA 平台、BZ35-2 CEPA 平台、BZ35-2 WHPA、KL6-1 CEP 平台进行改造，具体施工方案如下：

- 注水海管保护架利用结构工装安装；
- 利用拖轮作为海上运输支持船，将结构钢材、新增设备及电缆、支架等运输至平台，利用平台上吊机并辅助临时工装进行安装就位；
- 大于 10 吨设备利用浮吊进行吊装，其他设备利用平台吊架和辅助结构工装进行吊装。

(2) BZ34-9CEPA 平台注水井转水源井施工

本项目计划在 BZ34-9CEPA 平台实施 1 口生产井转水源井，A9 井于 2021 年 7 月因无液产出，目前已关停，本次启用将其转为水源井，采用修井机进行上返补孔作业转水源井，具体步骤如下：

- A9 井下部井段弃井作业；
- 刮管洗井作业后，进行射孔作业；
- 再次刮管洗井后，进行防砂作业；

- 下入生产管柱，安装采油树；
- 进行投产。

2.3.1.5 人员安排及施工机具、施工工期

本项目施工期人员安排，施工机具及施工天数情况详见表 2.3-2，施工期计划详见表 2.3-3。

表 2.3-2 工程海上建设阶段作业内容、施工船舶及作业人员

| 序号 | 施工阶段 | 施工船舶 型号/数量 | 施工人员 (人/每天) | 施工天数 (天) |
|----|-----------------------------|---------------|----------------|-------------|
| 1 | BZ34-9 WHPC 导管架、钢桩、隔水套管海上安装 | | 52 | 17 |
| 2 | BZ34-9 WHPC 上部组块海上安装 | | 52 | 5.5 |
| 3 | 第一批钻井（10 口） | | 130 | 217 |
| | 第一批完井（10 口） | | 130 | 60 |
| | 第二批钻井（4 口） | | 130 | 99 |
| | 第二批完井（4 口） | | 130 | 49 |
| | 第三批钻井（3 口） | | 130 | 69 |
| | 第三批完井（3 口） | | 130 | 22 |
| | 第四批钻井（3 口） | | 130 | 74 |
| | 第四批完井（3 口） | | 130 | 22 |
| 4 | 混输海管铺设 | | 51 | 86 |
| 5 | 注水海管铺设 | | 51 | 49 |

| 序号 | 施工阶段 | 施工船舶 型号/数量 | 施工人员 (人/每天) | 施工天数 (天) |
|----|---------|---------------|----------------|-------------|
| 6 | 海底电缆铺设 | | 4 | 10 |
| 7 | 平台适应性改造 | | 4 | 50 |

表 2.3-3 施工工期计划

| 序号 | 施工阶段 | 时间计划 |
|----|-------------------------|------|
| 1 | BZ34-9 WHPC 平台设施海上运输、安装 | |
| 2 | 第一批钻完井（10 口） | |
| 3 | 海管铺设 | |
| 4 | 依托设施改造 | |
| 5 | 海缆铺设 | |
| 6 | 海上连接、联合调试 | |
| 7 | 投产 | |
| 8 | 第二批钻完井（4 口） | |
| 9 | 第三批钻完井（3 口） | |
| 10 | 第四批钻完井（3 口） | |

备注：施工计划不包括预留井的钻完井计划

2.3.2 海上生产阶段

2.3.2.1 BZ34-9WHPC 物流集输工艺

BZ34-9WHPC 平台井产物流利用电潜泵压力，通过新建混输海管输送至 BZ35-2WHPA 平台，再经栈桥管线输送至 KL6-1CEP 平台，在 KL6-1CEP 平台上处理成合格原油后，通过已建输油海管输送至 KL3-2CEPA 平台，再经 KL3-2CEPA 平台输送至东营原油终端。分离出的气输送至与 KL6-1CEP 平台栈桥相连的 BZ35-2CEPA 平台，与 BZ35-2WHPA，BZ35-2WHPB 平台等产出的气一起经过低压天然气压缩机系统，处理后进入 BZ35-2CEPA 平台透平发电机供透平发电。新建 BZ34-9WHPC 平台注水由 BZ34-9CEPA 平台提供，BZ34-9CEPA 平台水源井水处理合格后经新建注水海管输送至 BZ34-9WHPC 平台。新建 BZ34-9WHPC 平台井产物流在 KL6-1CEP 平台处理合格的生产水通过周边平台回注地层。平台电力主要依托岸电供电。

图 2.3-1 本次新建 BZ34-9WHPG 物流集输工艺流程

2.3.2.2 依托 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台油气水处理工艺

本次新建 BZ34-9WHPG 平台上的井口物流，依托 KL6-1CEP 平台上的油气水分离处理设施进行处理，含油生产水依托 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台的含油生产水处理设施进行处理，天然气依托 BZ35-2CEPA 平台处理后用于发电，新建工程注水依托 BZ34-9WHPG 平台进行注水。

本项目依托平台的油气水处理及注水工艺如下：

(1) 原油处理工艺流程

KL6-1CEP 平台原油处理为三级处理流程：一级分离器、二级分离器和电脱水器，新建 BZ34-9WHPG 平台井口物流经新增段塞流捕集器分离出的液和其他平台井口物流一并进入 KL6-1CEP 平台一级分离器处理成含水率 10%原油，与 BZ35-2CEPA 平台含水 10%原油混合后进入二级分离器处理为含水率 20%原油后，然后进入电脱水器处理成合格原油（含水率 0.1%）输送至已建 KL3-2 CEPA 平台，再经上岸海底管道由 KL3-2 CEPA 平台输送到东营原油终端外输。二级分离器分离得到的气，经低压压缩机系统增压后，与一级分离器分离出的气一起经过伴生气系统增压后栈桥送至已建 BZ35-2CEPA 平台燃料气系统。

KL6-1CEP 平台工艺流程图详见图 2.3-3。

(2) 伴生气处理系统

KL6-1CEP 平台伴生气系统主要包括伴生气压缩机入口冷却器、伴生气入口涤气罐、伴生气压缩机、伴生气压缩机出口冷却器、伴生气储罐。主要除少量伴生气去往热介质系统以外，其余伴生气由伴生气系统将一级分离器和来自低压气的气体统一增压处理，随后将气体通过栈桥输送至已建 BZ35-2CEPA 平台的压缩机系统。

KL6-1CEP 平台伴生气系统流程图详见图 2.3-4。

(3) 含油生产水工艺流程

KL6-1CEP 平台设置含油生产水处理系统，与已建 BZ35-2CEPA 平台含油生产水处理系统合并用于处理 KL6-1WHPB 至 WHPG 井口平台、BZ35-2CEPA 平台和渤中 29-6 油田及本次新建工程分离出的含油生产水。

KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台含油生产水设计处理规模为 1000m³/d

(KL6-1CEP 平台生产水处理系统设计处理能力为 [REDACTED], BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统设计处理能力为 [REDACTED])。含油生产水经斜板除油器、溶气式气浮单元、核桃壳过滤器处理, 处理至含油浓度小于 [REDACTED] 的生产水进入注水系统进一步处理。

KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台含油生产水流程图详见图 2.3-5。

(4) 注水工艺流程

KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台含油生产水处理系统处理至含油小于 30mg/L 的生产水进入双介质过滤器进一步处理, 处理至达到注水标准 (含油量小于 15mg/L, 悬浮物含量小于 5mg/L, 悬浮物粒径中值小于 3 μ m) 后经注水增压泵分别输送至 KL6-1WHPB 至 WHPG 井口平台、渤中 35-2 油田和渤中 29-6 油田各井口平台回注地层。注水处理系统与生产水处理系统规模相同均为 [REDACTED]。KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台回注水工艺流程详见图 2.3-6。

2.3.2.3 依托 BZ35-2CEPA 平台燃料气压缩机处理系统

来自 BZ34-9 WHPC 平台天然气, 通过 KL6-1CEP 平台新增段塞流捕集器分离后, 通过栈桥管线输送至 BZ35-2 CEPA 平台低压燃料气涤气罐过滤后, 与 BZ35-2 WHPA、BZ35-2 WHPB、BZ29-4 WHPC 的平台伴生气汇合进入燃料气压缩机, 压缩后与 BZ34-9CEPA 平台海管过来的伴生气一起进入燃料气接收罐。经燃料气压缩机/低压压缩机增压后, 进入透平发电机发电, 将 BZ34-9WHPC 的气量就地消耗, 中压压缩机和三甘醇脱水系统的处理量维持原状态不变。

2.3.2.4 依托 BZ34-9CEPA 平台注水流程

渤中 34-9 油田 WHPC 平台的注水来源于渤中 34-9 油田 CEPA 平台的水源井。BZ34-9WHPC 平台注水流程图详见图 2.3-2。

图 2.3-2 BZ34-9WHPC 平台注水流程图

图 2.3-3 KL6-1CEP 平台改造后原油处理工艺流程图

图 2.3-4 KL6-1CEP 平台伴生气系统流程图

图 2.3-5 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台含油生产水处理系统流程图

图 2.3-6 KL6-1CEP 平台注水系统流程图

2.3.2.5 依托渤中-垦利岸电供电工程

本项目电力供应将逐步依托渤中-垦利岸电工程，渤中垦利岸电工程在山东省东营市东营港经济开发区新建设一座 [] 陆地变电站（ [] 渤油站），在渤中 19-6 区域、渤中 28/34 区域、渤中 35-2 区域海上各建设一座 [] 海上电力动力平台（BZ19-6EPP、BZ34-1EPP、BZ35-2EPP），在垦利 10-1 区域建设一座 [] 海上电力动力平台（KL10-1EPP）。

本次新建工程位于渤中 35-2 区域，渤中 35-2 区域以 BZ35-2EPP 平台为供电中心为周边区域平台提供电力（图 2.3-8）。渤中 35-2 油田、渤中 34-9 油田、渤中 29-6 油田、垦利 6-1 油田所需电力均通过接入岸电来满足，本次新建的 BZ34-9WHPC 平台，新建 1 条至 BZ34-9CEPA 的电缆，依托渤中-垦利岸电供电。

图 2.3-7 岸电依托示意图

2.4 依托工程及设施能力校核

2.4.1 依托工程概况

根据“2.3.2.1”节及图 2.4-1 可知，本项目主要依托 KL6-1CEP 平台进行油气水的处理，同时依托已建 BZ35-2CEPA 平台进行伴生气和部分含油生产水的处理，依托已建 KL3-2CEPA 平台进行原油的外输；依托东营原油终端进行原油的储存和外运。依托 BZ34-9CEPA 平台的水源井作为回注水源进行回注，同时依托平台间的管线进行物流的输送，具体依托工程及工程基本情况详见下表：

表 2.4-1 本项目依托工程概况

| 依托设施 | | 依托工程基本情况 | 依托功能 |
|------|---------------|--|-------------------------|
| 平台 | KL6-1CEP 平台 | KL6-1 CEP 平台是一座 8 腿导管架中心处理平台，平台设置在 BZ35-2 CEPA 平台东北侧，与 BZ35-2CEPA 平台栈桥连接并共用部分公用系统； 平台上设有 80 人生活楼、原油处理系统、伴生气系统、生产水处理系统、注水设施及公用系统等。环保设施有生产水处理系统、生活污水处理系统、注水系统、开排系统、闭排系统等。 | 主要依托该平台进行油、气、水的处理系统 |
| | BZ35-2CEPA 平台 | BZ35-2CEPA 是 1 座 8 腿有人驻守的中心平台，共有 5 层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板平台上设有电站、热站、油气处理 | 依托该平台的 生产水处理系统、燃料气系统 |

| 依托设施 | | 依托工程基本情况 | 依托功能 |
|---------|-------------------------------|---|---------------------|
| | | 设施、生产水处理设施、注水设施、化学药剂和 90 人生活楼。 | |
| | KL3-2CEPA 平台 | KL3-2 CEPA 平台 2015 年投产, 是 1 座 8 腿有人驻守中心平台, 平台共有 5 层甲板, 分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台台设有原油处理系统、生产水处理系统、注水系统、透平发电机组、燃料气处理系统等设施和 90 人生活楼。 | 依托该平台的原油外输系统 |
| | BZ34-9CEPA 平台 | BZ34-9CEPA 是一座 8 腿平台, 含 40 个井槽 (其中 8 口单筒双井)。平台共设四层甲板, 分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台设直升机甲板。平台上设有设生产/测试管汇、测试分离器、计量系统、生产加热器、清管球发射器等设施。平台设有 106 人生活楼, 生活污水处理能力为 [REDACTED]。 | 依托该平台的生活楼及生活污水处理系统 |
| | BZ35-2WHP A 平台 | BZ35-2 WHPA 是 1 座 4 腿无人驻守井口平台, 通过 30m 栈桥与 BZ35-2 CEPA 中心平台连接, 共有 3 层甲板, 分别是上层甲板、下层甲板及工作甲板 | 依托平台桩腿登录, 进而依托平台间栈桥 |
| 输油管道 | KL6-1CEP 至 KL3-2CEPA 平台原油混输管道 | 原油输送 | 依托管道原油输送 |
| | KL3-2CEPA 至东营陆上终端原油输送管道 | 原油输送 | 依托管道原油输送 |
| 陆上工程 | 东营终端 | 东营原油终端于 2015 年投产, 位于山东省东营港, 终端共租用炼化库区 4 座储罐, 其中 [REDACTED], [REDACTED]。海上原油处理合格后通过管线输送上岸, 合格油上岸时, 终端的主要功能是将上岸原油加热中转至炼化库区 | 依托终端储存及外输 |
| 渤中-垦利岸电 | | 依托渤中-垦利岸电供电。 | 依托供电 |

图 2.4-1 区域物流关系图

2.4.1.1 依托平台设施能力校核

a. KL6-1CEP 平台油气水处理系统能力校核

(1) 本次工程投产前后, KL6-1CEP 平台接收产能逐年预测

本次新建渤中 34-9 油田 5 井区工程投产后, 新建的 BZ34-9WHPA 平台井口物流进入 KL6-1CEP 平台的油气水处理设施进行处理, 除此之外 KL6-1CEP 平台还接纳井口平台 KL6-1WHPB~WHPG、渤中 29-6 油田所产全部生产物流, 以及 BZ35-2CEPA 平台含水 [REDACTED] 原油。

本工程投产前后 KL6-ICEP 平台所接纳的逐年产能预测情况详见下表：

表 2.4-2 本项目投产前 KL6-1CEP 平台逐年产能预测

| 日期 | KL6-1CEP 一级分离器 | | | | | KL6-1CEP 二级分离器 | | | | KL6-1CEP 电脱水器 | | | | KL6-1 CEP 原油缓冲罐 | | | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|
| | 油 | 水 | 液 | 气 | 含水率 | 油 | 水 | 液 | 含水率 | 油 | 水 | 液 | 含水率 | 油 | 水 | 液 | 含水率 |
| | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % |
| 2026 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2027 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2028 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2029 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2030 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2031 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2032 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2033 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2034 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2035 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2036 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2037 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2038 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2039 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2040 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2041 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2042 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2043 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2044 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2045 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2046 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2047 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2048 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2049 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2050 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

表 2.4-3 本工程投产后 KL6-1CEP 平台逐年产能预测

| 日期 | 一级分离器 | | | | | 二级分离器 | | | | 电脱水器 | | | | 原油缓冲罐 | | | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|
| | 油 | 水 | 液 | 气 | 含水率 | 油 | 水 | 液 | 含水率 | 油 | 水 | 液 | 含水率 | 油 | 水 | 液 | 含水率 |
| | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % |
| 2026 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2027 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2028 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2029 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2030 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2031 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2032 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2033 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2034 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2035 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2036 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2037 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2038 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2039 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2040 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2041 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2042 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2043 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2044 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2045 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2046 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2047 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2048 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2049 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2050 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

(2) 设备设施校核分析

根据表 2.2-4 分析可知，本项目投产后进入 KL6-ICEP 平台原油处理系统进行梳理，投产后的 KL6-ICEP 平台原油处理系统的一级分离器、二级分离器、电脱水器的最大处理能力均可满足本项目投产后的依托。

表 2.4-4 KL6-ICEP 各设施处理能力校核一览表

| 处理系统 | | 处理介质 | 设计能力 | 渤中 34-9 油田 5 井区 WHPC 平台接入后 | 依托可行性分析 |
|-------------------|-------|----------------------|------|----------------------------|---|
| KL6-ICEP 平台原油处理系统 | 一级分离器 | 油 m ³ /d | ■ | ■ | 渤中 34-9 油田 5 井区 WHPC 平台接入后的最大需处理量均小于设计能力，可行 |
| | | 水 m ³ /d | ■ | ■ | |
| | | 液 m ³ /d | ■ | ■ | |
| | | 气 Sm ³ /d | ■ | ■ | |
| | 二级分离器 | 油 m ³ /d | ■ | ■ | 渤中 34-9 油田 5 井区 WHPC 平台接入后的最大需处理量均小于设计能力，可行 |
| | | 水 m ³ /d | ■ | ■ | |
| | | 液 m ³ /d | ■ | ■ | |
| | | 气 Sm ³ /d | ■ | 1 | |
| | 电脱水器 | 油 m ³ /d | ■ | ■ | 渤中 34-9 油田 5 井区 WHPC 平台接入后的最大需处理量均小于设计能力，可行 |
| | | 水 m ³ /d | ■ | ■ | |

b. KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统能力校核

(1) 水平衡分析

KL6-1CEP 与 BZ35-2CEPA 平台是通过栈桥相连, KL6-1CEP 与 BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统接收渤中 29-4 油田南区、渤中 35-2 油田、渤中 29-6 油田和垦利 6-1 油田 5-1、5-2、6-1 区块的全部生产水。本次新建的 BZ34-9WHPC 平台投产后, KL6-1CEP 与 BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统接纳的逐年水量详见表 2.4-5。

KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统和注水系统的设计处理能力 [] (KL6-1CEP 平台生产水处理系统和注水系统的设计处理能力为 [] [] , BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统和注水系统的设计处理能力为 [] [] , 本次工程投产后 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统和注水系统的最大处理量分别为 [] 、 [] , 生产水处理系统和注水系统依托可行。

表 2.4-5 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统逐年处理水量及水平衡分析 (m³/d)

| 日期 | BZ29-6 WHPA | | KL6-1 WHPB/C/D/E/F/G | | BZ35-2 CEPA/WHPB | | BZ29-4 WHPB | | BZ34-9 WHPB* | BZ29-4 WHPB | BZ34-6/7 掺水 | 总产水 (1) | 总注水 需求量 (2) | 外输油 含水 (3) | 水源井 补水 (4) | BZ29-6 油田水 源井 | KL6-1 油田水 源井 | BZ35-2 油田 水源 井 | 进入生产 水处理系 统总水量 (5) | 注水处 理系统 总水量 (6) |
|------|-------------|------|----------------------|------|------------------|------|-------------|------|--------------|-------------|-------------|---------|-------------|------------|------------|---------------|--------------|----------------|--------------------|-----------------|
| | 产水 | 注水 | 产水 | 注水 | 产水 | 注水 | 产水 | 注水 | 产水 | 注水 | 掺水 | | | | | 补水 | 补水 | 补水 | | |
| | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | m³/d | | | | | m³/d | m³/d | m³/d | | |
| 2026 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2027 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2028 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2029 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2030 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2031 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2032 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2033 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2034 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2035 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2036 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2037 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2038 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2039 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2040 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2041 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2042 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2043 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2044 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2045 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2046 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2047 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2048 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

注：KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台生产水接收量= BZ29-4WHPB+ BZ35-2(A+B)+ BZ29-6A+KL6-1WHPB~WHPG； KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台总处理水量为需注水量，生产水量不足的部分由渤中 35-2、渤中 29-6 和垦利 6-1 水源井水补充，处理至达到注水标准后回注至周边各井口平台。

总产水量 (1) +水源井补水量 (4) =注水需求量 (2) +外输油含水量 (3)

进入生产水处理系统的水量 (5) =总产水量 (1) -外输油含水量 (3) +KL6-1 水源井补充量+BZ29-6 水源井补充量

*BZ34-9WHPB 平台的油气水进入 KL6-1CEP 平台进行处理，处理后直接与其他生产水一并回注至周边平台， BZ34-9WHPB 平台的回注水由 BZ34-9CEPA 的水源井提供

c. BZ35-2CEPA 平台天然气处理系统能力校核

本次新建 BZ34-9WHPC 平台的物流依托 KL6-1CEP 平台进行处理, KL6-1CEP 平台分离出的伴生气除锅炉加热需求外, 剩余气全部增压经栈桥输送至已建 BZ35-2CEPA, 通过栈桥输送至 BZ35-2CEPA 的燃料气压缩机入口, 经燃料气压缩机/低压压缩机增压后, 与 BZ34-9CEPA 区域来气汇合, 经燃料气接收罐缓冲洗涤后, 一部分供给透平发电机, 另一部分与 KL10-1CEP 和 KL6-1CEP 区域的产气汇合后经中压压缩机和三甘醇脱水系统处理后外输。

表 2.4-6 BZ35-2CEPA 平台天然气处理系统逐年处理量 (10⁴m³/d)

| 日期 | KL10-1 区域 | | | | | | | | | BZ34-9 区域 | | | | | | BZ35-2 区域 | | | | | | | | KL6-1 区域 | | | | |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| | KL16-1 WHPA | KL10-4 WHPA | KL10-1 WHPA | KL10-1 WHPB | KL6-1 WHPH/I | KL6-1 10-IN 新 | 总产气 | 透平发电耗 气 | 外输气 | BZ34-9 CEPA | BZ34-9 WHPB | KL6-1 WHPA | 总产气 | 热介质锅 炉耗气 | 外输气 | BZ35-2 WHPA/B | BZ29-4 WHPC | BZ34-9 WHPC | 总产气 | 透平发电 机耗气 | 外输气 | 进中压 机 | KL6-1 B-G | BZ29-6 WHPA | 总产气 | 热介质锅 炉耗气 | 外输气 | |
| | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | 10 ⁴ m ³ /d | |
| 2026 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2027 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2028 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2029 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2030 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2031 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2032 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2033 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2034 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2035 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2036 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2037 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2038 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2039 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2040 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2041 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2042 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2043 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2044 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2045 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2046 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2047 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2048 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2049 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2050 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

已建 BZ35-2 CEPA 天然气燃料气压缩机+低压气压缩机的设计处理能力为 [REDACTED]，BZ35-2 区域的最大产气量为 [REDACTED]，依托可行。

表 2.4-7 BZ35-2CEPA 平台天然气处理系统处理能力校核

| 处理系统 | | 处理介质 | 设计能力 | 渤中 34-9 油田 5 井区 WHPC 接入后 | 依托是否可行 |
|-------------------|--------|---------|------------|--------------------------|--------|
| BZ35-2 CEPA 伴生气系统 | 燃料气压缩机 | 气 Sm³/d | [REDACTED] | [REDACTED] | 可行 |
| | 低压气压缩机 | 气 Sm³/d | [REDACTED] | | |
| | 中压压缩机 | 气 Sm³/d | [REDACTED] | [REDACTED] | 可行 |

d. KL3-2CEPA 平台外输能力校核

经 KL6-1 CEP 平台处理的合格原油通过海管输送至 KL3-2 CEPA 平台缓存并外输，本项目投产后经 KL6-1 CEP 处理进入 KL3-2 CEPA 平台原油缓冲罐及外输泵总的处理量见表 2.4-8，根据逐年外输量对外输泵和外输缓冲罐进行了校核，详见表 2.4-9，经校核，外输泵和外输缓冲罐的设计能力均是满足本项目投产后的依托需求，依托可行。

表 2.4-8 KL3-2CEPA 平台外输系统系统逐年外输量（m³/d）

| 日期 | 外输量 | | |
|------|------------|------------|------------|
| | 油 | 水 | 液 |
| | m³/d | m³/d | m³/d |
| 2025 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2026 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2027 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2028 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2029 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2030 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2031 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2032 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2033 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2034 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2035 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2036 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2037 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2038 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2039 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2040 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2041 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2042 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2043 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

| 日期 | 外输量 | | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 油 | 水 | 液 |
| | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d |
| 2044 | | | |
| 2045 | | | |
| 2046 | | | |
| 2047 | | | |
| 2048 | | | |
| 2049 | | | |

表 2.4-9 KL3-2CEPA 平台原油缓冲罐及外输泵外输泵处理能力校核

| 处理设备 | 处理介质 | 设计能力 | 最大处理量 | 设计所需出口压力 kPaG | 实际所需出口压力 kPaG |
|--------|---------------------|------|-------|---------------|---------------|
| 滤器/外输泵 | 液 m ³ /d | | | | |
| 原油缓冲罐 | 液 m ³ /d | | | | |

e. BZ34-9CEPA 平台依托系统能力校核

(1) BZ34-9CEPA 平台注水系统

BZ34-9CEPA 平台目前有 3 口水源井，水源井的产水能力为 [REDACTED]，本次改造将 BZ34-9CEPA 平台 A9 井改为水源井，设计供水能力 [REDACTED]，BZ34-9CEPA 平台水源井总计供水能力为 [REDACTED]。本项目主要依托 BZ34-9CEPA 平台的水源井进行回注，最大需水量是 [REDACTED]，依托可行。

根据下表 BZ34-9CEPA 平台区域水平衡分析可知，本次工程注水依托 BZ34-9CEPA 平台可行。

表 2.4-10 BZ34-9CEPA 平台注水系统水平衡分析

| 日期 | BZ34-9 CEPA | | BZ34-9 WHPB | | KL6-1 油田 4-1 区块 | | BZ34-9 WHPC | | | 核算 | | | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 产水 | 注水 | 产水 | 注水 | 产水 | 注水 | 产水 去 KL6-1 | 注水 (来源于 水原井) | 外掺水 | 外输 携带 水 | 总产水 | 总注水 | 水源井补 水 |
| | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d |
| 2026 | | | | | | | | | | | | | |
| 2027 | | | | | | | | | | | | | |
| 2028 | | | | | | | | | | | | | |
| 2029 | | | | | | | | | | | | | |
| 2030 | | | | | | | | | | | | | |
| 2031 | | | | | | | | | | | | | |
| 2032 | | | | | | | | | | | | | |
| 2033 | | | | | | | | | | | | | |
| 2034 | | | | | | | | | | | | | |
| 2035 | | | | | | | | | | | | | |
| 2036 | | | | | | | | | | | | | |
| 2037 | | | | | | | | | | | | | |
| 2038 | | | | | | | | | | | | | |
| 2039 | | | | | | | | | | | | | |
| 2040 | | | | | | | | | | | | | |
| 2041 | | | | | | | | | | | | | |
| 2042 | | | | | | | | | | | | | |
| 2043 | | | | | | | | | | | | | |
| 2044 | | | | | | | | | | | | | |
| 2045 | | | | | | | | | | | | | |
| 2046 | | | | | | | | | | | | | |
| 2047 | | | | | | | | | | | | | |
| 2048 | | | | | | | | | | | | | |
| 2049 | | | | | | | | | | | | | |
| 2050 | | | | | | | | | | | | | |

(2) BZ34-9CEPA 平台生活污水处理系统

BZ34-9CEPA 平台上设置一座 106 人生活楼,一套 120 人生活污水处理装置,采用电解法,设计污水处理规模为 [REDACTED]。经处理后生活污水 $\text{COD} \leq 300\text{mg/L}$ 。

根据《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》(国海环字[2017]486 号)2021 年 6 月取得环境保护设施竣工验收的复函(环验[2021]4 号),详见附件 4,该报告书关于生活污水排放总量的相关要求“BZ34-9CEPA 平台允许排放生活污水最大约为 $50.4\text{m}^3/\text{d}$ ($16632\text{m}^3/\text{a}$)、 $\text{COD}15.1\text{kg}/\text{d}$ ($4.99\text{t}/\text{a}$)”,根据“表 2.4-11”BZ34-9CEPA 平台 2022~2023 年生活污水实际排放量与允许排放总量的对比分析可知,本项目投产后依托 BZ34-9CEPA 平台新增 2 名生产定员,经分析,BZ34-9CEPA 平台增加定员后的生活污水排放量不超过该平台生活污水处理设施的处理规模 ([REDACTED]),也不会超过该平台的生活污水排放总量 ($50.4\text{m}^3/\text{d}$),依托可行。

表 2.4-11 依托 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理设施可行性分析

| 类别 | 投产前生活污水实际产生量 (m^3/a) | 本项目新增生活污水量 (m^3/a) | 投产后总计量 (m^3/a) | 总量指标 (m^3/a) |
|-----|--|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 水量 | 3138.2 (2022 年) 3391.1 (2023 年) | 255.5 | 3646.6 | 16632 m^3/a |
| COD | 0.33 (2022 年) 0.28 (2023 年) | 0.08 | 0.41 | 4.99 |

备注: COD 产生量分别根据 2022 年、2023 年最大排放浓度进行计算

f. 依托设施校核小结

综上分析,本项目投产后依托 KL6-1CEP 平台进行油、气、水的处理;依托已建 BZ35-2CEPA 平台进行伴生气的处理;依托 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 含油生产水的处理设施进行生产水处理;依托 KL3-2CEPA 平台外输系统进行原油的外输;依托东营原油终端进行原油的储存和外运;依托 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理设施及水源井注水系统。

经前序章节的分析,各设施依托可行性汇总见表 2.4-12,各个平台的处理系统满足本次工程的依托,依托可行。

表 2.4-12 依托平台各设施处理可行性分析小结

| 依托平台 | 依托设施 | 设计处理能力 (m^3/d) | 本项目投产后最大处理量 (m^3/d) | 依托是否可行 |
|------|------|----------------------------------|---------------------------------------|--------|
|------|------|----------------------------------|---------------------------------------|--------|

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 依托平台 | 依托设施 | 设计处理能力 (m ³ /d) | 本项目投产后最大处理量 (m ³ /d) | 依托是否可行 |
|---------------|------------|-------------------------------|---------------------------------|--------|
| KL6-1CEP 平台 | 原油处理系统* | 油 | | 可行 |
| | | 水 | | 可行 |
| | | 液 | | 可行 |
| | 生产水处理/注水系统 | | | 可行 |
| BZ35-2CEPA 平台 | 生产水处理/注水系统 | | | |
| | 燃料气系统 | | | 可行 |
| KL3-2CEPA 平台 | 外输系统泵 | | | 可行 |
| BZ34-9CEPA 平台 | 生活污水处理系统* | | | 可行 |
| | 注水系统 | | | 可行 |

备注：原油处理系统中的油气水处理能力为一级分离器的能力；生活污水处理系统投产后的最大处理量为原报告书的批复量。

2.4.1.2 依托海底管道能力校核

根据本次新建工程投产后的物流集输工艺流程，需要依托平台间的海底管道为：

KL6-1 CEP 至 KL3-2 CEPA 输油海管；

BZ28-1SPM 至龙口终端输气海底管道；

BZ35-2CEPA 至三通输气海底管道；

依托管线校核情况详见下表，本项目投产后依托管线的温度均小于原设计温度，KL3-2 CEPA 至东营终端输油海管（复线）依托后压力略大于原设计压力，经校核依托可行。

表 2.4-13 项目依托各管道设计参数及校核情况

| 序号 | 管道名称 | 管径 (in) | 管长(km) | 设计压力 (kPa) | 设计温度 (°C) | 项目投产后最大压力 (kPa) | 项目投产后最高温度 (°C) | 是否满足 |
|----|-----------------------------|------------|--------|---------------|--------------|--------------------|-------------------|------|
| 1 | KL6-1 CEP 至 KL3-2 CEPA 输油海管 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | KL3-2 CEPA 至东营终端输油海管(复线) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3 | BZ35-2 CEPA 至 三通输气海管 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 序号 | 管道名称 | 管径 (in) | 管长(km) | 设计压力 (kPa) | 设计温度 (°C) | 项目投产后最 大压力 (kPa) | 项目投产后最 高温度 (°C) | 是否满 足 |
|----|-------------------|------------|--------|---------------|--------------|------------------------|-----------------------|----------|
| 4 | 友谊 SPM 至 龙口终端输气海管 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

2.4.1.3 依托终端校核

东营终端接收 KL3-2CEPA 上岸海管原油处理及储存部分，终端的储存能力为 [REDACTED]，本项目投产后最大进站液量 [REDACTED]。终端原油处理系统满足要求，依托可行。

2.4.1.4 依托设施寿命校核

本项目依托的平台及海管寿命到期时间为 2039~2064 年，设计寿命为 25 年~50 年，本工程所依托的工程不存在超期服役情况（见表 2.4-14），依托可行，建议建设单位计划在依托平台和管线寿命到期提前 1 年开展平台及海底管道的延寿评价工作。

表 2.4-14 依托平台及海管的设计寿命情况

| 序号 | 类型 | 设施名称 | 建设/建成时间 | 设计寿命 (年) | 寿命到期时间 |
|----|----|-------------------------------|------------|-------------|------------|
| 1 | 平台 | BZ34-9 CEPA 平台 | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |
| 2 | | KL6-1CEP 平台 | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |
| 3 | | KL3-2CEPA 平台 | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |
| 4 | | BZ35-2CEPA 平台 | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |
| 5 | 终端 | 垦利油田群东营原油终端 | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |
| 6 | 海管 | KL6-1CEP 至 KL3-2CEPA 平台原油输送管道 | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |
| 7 | | KL3-2CEPA 平台至东营终端原油输送管道（复线） | [REDACTED] | ■ | [REDACTED] |

3 工程分析

3.1 施工阶段污染环节及污染源分析

3.1.1 施工阶段产污环节分析

海上建设阶段包括：平台建设、海底混输、注水管线及电缆的铺设、钻完井、平台适应性改造等。

海上平台设施的安装、调试过程中，将有浮吊船及驳船等参加作业，这些船舶将产生一定量的含油污水、生活污水、生活垃圾等。此外在工程安装过程中还将产生金属切割的边脚料等固体废弃物。

海底混输、注水管线及电缆铺设将搅起一定量的海底沉积物，产生悬浮沙，同时参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

钻完井阶段产生钻屑和钻井液，同时参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

平台适应性改造过程中，将产生金属切割的边脚料等固体废弃物，同时参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

施工期间，大型施工机械、钻机等产生的机械噪声以及船舶和施工机械产生的轻微大气污染。海上建设阶段的产污环节及污染物种类分析见图 3.1-1。



图 3.1-1 海上建设阶段产污环节图

3.1.2 施工阶段污染源分析

3.1.2.1 平台建设产生的悬浮沙

平台导管架建设过程中需要打桩,本工程打桩情况 4 根主桩直径为 [REDACTED], 桩设计入泥深度为 [REDACTED], 打桩过程会产生少量泥沙, 根据入泥深度和打桩数量, 根据经验数据, 产生的速率约为 [REDACTED]。

3.1.2.2 海底电缆管道铺设产生的悬浮沙

新建海底管道采用后挖沟回填埋设法,挖沟采用犁式挖沟机,后挖沟施工时,挖沟机与海管之间有尼龙滚轮防护,且挖沟机上配备声呐系统,用于控制沟深和检测与管道之间的距离,确保犁式挖沟机处于正确的工作位置;挖沟船配备潜水队,定期水下检测海管状态,确保管道不受损伤。

①海底管道

混输海管和注水管道挖沟采用犁式挖沟机。

- 新建 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 混输海管总长度为 [REDACTED], 正常铺设段长度 [REDACTED], 未穿越航道段正常铺设段埋设深度为海底泥面距海管顶部 [REDACTED], 混输管道的外径为 [REDACTED], 管沟底宽 [REDACTED], 顶宽 [REDACTED], 铺设速率为 [REDACTED]。
- 新建 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 混输海底管道穿越航路段铺设段长度为 [REDACTED], 设计埋设深度为海底泥面距海管顶部 [REDACTED], 采用人工回填 [REDACTED], 自然回淤 [REDACTED]; 铺设速率为 [REDACTED], 管沟顶宽 [REDACTED], 底宽 [REDACTED], 挖沟两遍。
- 注水管道长度为 [REDACTED], 埋设深度为海底泥面距海管顶部 [REDACTED], 注水管道的直径约为 [REDACTED], 管沟底宽 [REDACTED], 顶宽 [REDACTED]。铺设速率为 [REDACTED]。

②海底电缆

海底电缆长度为 [REDACTED], 拟采用 [REDACTED] 边铺边埋, 埋深 [REDACTED], 自然回填; 铺设速率为 [REDACTED], 管沟顶宽 [REDACTED], 底宽 [REDACTED]。

管线铺设悬浮沙的产生速率和产生量计算公式如下:

产生量 = 搅动沉积物的横截面积×扰动悬浮物的长度×起沙率

产生速率 = 搅动沉积物的横截面积×设备移动的速度×沉积物密度(干重)
×起沙率

本工程海底混输管道、注水管道施工深度为 [REDACTED]，因此源强核算以 5m 以浅地质特征为计算参数，根据《渤中 34-9 油田开发项目海底电缆管道路由调查报告》，[REDACTED]

根据工程所在区域的地质概况,管线路由区域施工起沙率按 15.0% 计算,本工程实际管道铺设速率 [REDACTED] (每天铺设 24 小时),经核算本工程正常铺设段混输管道悬浮沙产生速率为 8.72kg/s,穿越东营港--长山水道段悬浮沙产生速率为 22.05kg/s,注水管道悬浮沙产生速率约为 7.96kg/s,

海底电缆的挖沟深度为 []，电缆铺设速率 []（每天铺设 24 小时），起沙率按 15.0% 计算，经核算本工程电缆悬浮沙产生速率为 13.42kg/s。

悬浮沙产生量见表 3.1-2。本项目海底电缆管道施工过程中共搅起悬浮沙总量约为 24334.8m³。

表 3.1-2 海底电缆管道悬浮沙产生量

| 序号 | 海底管线名称 | 管线长度(km) | 悬浮沙产生量(m³) | 悬浮沙源强(kg/s) |
|----|---|----------|------------|-------------|
| 1 | BZ34-9WHPC 平台--BZ35-2WHPA 平台混输管道（正常铺设段） | ■ | 6775.8 | 8.72 |
| | BZ34-9WHPC 平台--BZ35-2WHPA 平台混输管道（穿越航道铺设段） | ■ | 15157.8 | 22.05 |
| 2 | BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道 | ■ | 1501.2 | 7.96 |
| 3 | BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 海底电缆 | ■ | 900 | 13.42 |
| 小计 | | | 24334.8 | - |

3.1.2.3 钻完井产生的钻屑、钻井液

(1) 钴屑

钻完井过程中产生的钻屑分为油层段钻屑和非油层段钻屑两类。钻屑排放量主要取决于井身长度和井身结构,钻屑产生量根据井眼直径、井深计算所得,计算公式如下:

$$V = \pi R^2 \times h \times 1.6$$

式中: V ---钻屑产生体积 (m^3); π ---3.14; R ---井眼半径; h ---井深; 1.6---松散系数。

本次新钻井井身长度为 [REDACTED], 计算钻屑总产生量时参数选取原则为:

井长，井眼半径取各段井深相应半径值；当钻至油层时，会有少量的含油钻屑产生。根据钻遇油层厚度及井径，可估算含油钻屑的产生量。根据本工程的工程地质勘察资料，源强核算结果见表 3.1-3。

本工程钻井过程中产生钻屑 7783 m³，其中油层段钻屑约 453m³，非油层段钻屑约 7330m³。根据施工方案，非油层段钻屑的最大排放速率不会超过 150m³/d。

油层段钻屑在平台上采用带盖的岩屑回收箱收集存储，然后将岩屑回收箱吊装至三用料船运至码头，同时及时更换空岩屑箱到钻井平台备用。到码头后由

非油层段钻屑在满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）一级标准的要求后排海，若不符合排放要求，将随油层段水基钻井液和钻屑一起运回陆上处理。

表 3.1-3 本项目钻屑产生量一览表

| 批次 | 井号 | 井身长度 (m) | 非油层段长 度 (m) | 油层段长度 (m) | 非油层段钻 屑产生量 (m ³) | 油层段钻屑 产生量 (m ³) | 钻屑产生总 量 (m ³) | 钻井天 数(d) | 平均排放速率 (m ³ /d) | 最大 速率 (m ³ /d) |
|-----|----|-------------|----------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| 第一批 | 井号 | 井身长度 (m) | 非油层段长 度 (m) | 油层段长度 (m) | 非油层段钻 屑产生量 (m ³) | 油层段钻屑 产生量 (m ³) | 钻屑产生总 量 (m ³) | 钻井天 数(d) | 平均排放速率 (m ³ /d) | 最大 速率 (m ³ /d) |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 第二批 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 第三批 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 第四批 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 第五批 | | | | | | | | | | |

| 批次 | 井号 | 井身长度 (m) | 非油层段长 度 (m) | 油层段长度 (m) | 非油层段钻 屑产生量 (m ³) | 油层段钻屑 产生量 (m ³) | 钻屑产生总 量 (m ³) | 钻井天 数(d) | 平均排放速率 (m ³ /d) | 最大 速率 (m ³ /d) |
|--------------|----|-------------|----------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| (预留井) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| 第六批 (预留井) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| / | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |

(2) 钻井液

钻完井作业中，钻井液循环使用，钻井液排放环节主要有 4 个：外排钻屑粘附、固井置换、提钻携带以钻完井结束后的一次性排放，当钻遇油层时，钻井液中可能含有少量的油。根据井数、井径、钻遇油层厚度估算含油钻井液量。

本项目钻井液产生及排放情况见表 3.1-4。

表 3.1-4 本项目钻井液产生及排放情况一览表

| 钻井液 | 粘附 排放 | 固井 排放 | 提钻 排放 | 一次性 排放 | 非油层段 钻井液 | 油层段 钻井液 | 钻井液 总量 |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| 第一批井 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 第二批井 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 第三批井 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 第四批井 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 第五批井 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 第六批井 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 合计 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

* 分两次作业，两次排放

本工程钻完井过程中，本工程共产生废弃钻井液 6650m³ 分为油层段钻井液、非油层段钻井液，其中油层段钻井液约 210m³。钻完井阶段采用水基钻井液，循环使用，钻完井后一次性排放。油层段钻井液运回陆地由专业公司接收处理，本项目分 7 批次钻井（两个批次钻井时间间隔大于 15 天）非油层段钻井液在满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB18420.1-2009）的同时按照《海洋石油勘探开发含油钻井泥浆和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求排放，最高排放速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中，每个批次的一次性排放量约为 500m³，其平均排放速率为 35m³/h。

3.1.2.4 压裂返排液

本项目有 2 口井（C4、C8）根据油藏情况需要压裂，C4 井为水力喷射分段压裂工艺，C8 井为 RTTS 封隔器合压工艺；压裂过程计共注入 669.4 m³ 压裂液，参考其他项目压裂液返排率，按照 70%计算，共计产生 468.6m³ 的压裂返排液。

压裂返排液中绝大部分都是水，只有极少量的化学物质，主要是一些增粘剂、

杀菌剂、胶联剂、抗高温剂等。返出含油废弃压裂液约 88.6m³ 计划与油层段钻屑、油层段钻井液一并交由陆上进行处理，返排的不含油废弃钻井液约 380m³ 直接进入生产流程，正常使用情况下不外排。在非正常施工工况下，禁止压裂返排液进入海水环境，建议在钻井阶段制定相应压裂液泄露的应急预案，防止压裂液落入海中污染环境。

3.1.2.5 船舶污染物

海上建设阶段产生的船舶污染源包括机舱含油污水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾等。根据工程作业期和参与作业的船舶数量，估算作业期内船舶污染物的源强。根据相关统计资料，生活污水的产生量按每人 350L/d，生活垃圾按每人 1.5kg/d，船舶机舱含油污水的产生量参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）中的相关系数进行核算。施工期生活污水、生活垃圾产生估算量见表 3.1-5、3.1-6，经核算施工期船舶生活污水产生量为 29475.25m³，生活垃圾产生量为 126.34t，船舶机舱含油污水产生量为 1051.47t。

表 3.1-5 本项目施工期船舶生活污水、生活垃圾产生量一览表

| 序号 | 施工阶段 | 施工人员 (人/每天) | 施工天数 (天) | 生活污水 (m ³) | 生活垃圾 (t) |
|----|-----------------------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| 1 | BZ34-9 WHPC 导管架、钢桩、隔水套管海上安装 | 52 | 17 | 309.4 | 1.33 |
| 2 | BZ34-9 WHPC 上部组块海上安装 | 52 | 5.5 | 100.1 | 0.43 |
| 3 | 第一批钻井（10 口） | 130 | 217 | 9782.5 | 41.93 |
| | 第一批完井（10 口） | 130 | 60 | 3094 | 13.26 |
| | 第二批钻井（4 口） | 130 | 99 | 3913 | 16.77 |
| | 第二批完井（4 口） | 130 | 49 | 1274 | 5.46 |
| | 第三批钻井（3 口） | 130 | 69 | 3139.5 | 13.46 |
| | 第三批完井（3 口） | 130 | 22 | 1001 | 4.29 |
| | 第四批钻井（3 口） | 130 | 74 | 3367 | 14.43 |
| | 第四批完井（3 口） | 130 | 22 | 1001 | 4.29 |
| 4 | 混输海管铺设 | 51 | 86 | 1535.1 | 6.58 |
| 5 | 注水海管铺设 | 51 | 49 | 874.65 | 3.75 |
| 6 | 海底电缆铺设 | 4 | 10 | 14 | 0.06 |
| 7 | 平台适应性改造 | 4 | 50 | 70 | 0.30 |
| 8 | 合计 | / | / | 29475.25 | 126.34 |

表 3.1-6 本项目施工期船舶机舱含油污水产生量一览表

| 序号 | 施工阶段 | 施工船舶 型号/数量 | 产污系数 (t/d·艘) | 施工天数 (d) | 机舱含油污水 (t) |
|----|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|
| 1 | BZ34-9 WHPC 导管架、钢桩、隔水套管海上安装 | | 0.3 | 17 | 5.1 |
| | | | 1.0 | | 17 |
| | | | 1.96 | | 33.32 |
| | | | 1.2 | | 20.4 |
| | | | 0.8 | | 13.6 |
| | | | 0.9 | | 15.3 |
| | | | 0.5 | | 8.5 |
| 2 | BZ34-9 WHPC 上部组块海上安装 | | 0.9 | 5.5 | 4.95 |
| | | | 2.0 | | 11 |
| | | | 7.5 | | 41.25 |
| | | | 2.0 | | 11 |
| | | | 0.5 | | 2.75 |
| | | | 0.9 | | 4.95 |
| | | | 0.5 | | 2.75 |
| 3 | 第一批~第四批钻完井 (20 口) | | 0.5 | 584 | 292 |
| 4 | 混输海管铺设 | | 0.5 | 86 | 43 |
| | | | 2.0 | | 172 |
| | | | 0.3 | | 25.8 |
| | | | 0.8 | | 68.8 |
| | | | 0.1 | | 8.6 |
| | | | 0.9 | | 77.4 |
| | | | 0.3 | | 25.8 |
| 5 | 注水海管铺设 | | 0.5 | 49 | 24.5 |
| | | | 0.1 | | 4.9 |
| | | | 0.9 | | 44.1 |
| | | | 0.3 | | 14.7 |
| 6 | 海底电缆铺设 | | 0.5 | 10 | 5 |
| | | | 0.3 | | 3 |
| 7 | 平台适应性改造 | | 0.1 | 50 | 5 |
| | | | 0.9 | | 45 |
| 8 | 合计 | / | / | / | 1051.47 |

施工期生活污水总产生量为 29475.25m³，其中船舶生活污水产生量约为 2903.25m³，经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关标准后排海。钻井船生活污水约为 26572m³，经钻井船生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中的 COD≤300mg/L 的标准后排放。

施工期生活垃圾产生量约为 126.34t，经分类收集，全部运回陆地处理。

机舱含油污水产生量约为 1051.47m³，经污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与油污水管路直接相连接的阀门予以铅封，运至码头。到码头由处理单位 [REDACTED] 接收，使用专用运输车辆运输，车辆设置有防溢散措施，最终送至 [REDACTED] 处理。

同时，船舶生活污水、含油污水及生活垃圾的排放需按照《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》“第 5 篇 防止船舶造成污染”中有关标准和要求执行。

3.1.2.6 施工期固体废物

本项目海上安装过程（包括平台导管架、组块的安装、安装调试等）、钻完井过程、海管/电缆铺设过程、依托平台适应性改造等工程，在工程建设阶段产生的生产垃圾主要包括废弃器件边角料、油棉纱、包装材料等。根据中国海洋石油集团有限公司石油开发工程的多年统计资料，本工程建设阶段生产垃圾共产生约 86t，其中危险废物约 3.1t。

施工期固体废物产生量估算见下表。海上建设阶段产生的一般工业固体废物和含油危险废物经平台设置的带盖的垃圾箱分别收集后，使用三用料船转运至陆上交由蓬莱荣洋钻采服务有限公司进行处理。

表 3.1-7 施工期生产垃圾产生量

| 施工阶段 | 一般工业固体废物产生量 (t) | 含油危险废物产生量 (t) |
|--------|-----------------|---------------|
| 海上设施安装 | 45.5 | 0.5 |
| 钻完井 | 35.5 | 2.0 |
| 海管电缆铺设 | 1.5 | 0.3 |
| 依托设施改造 | 3.5 | 0.3 |
| 合计 | 86 | 3.1 |

3.1.2.7 施工期海管清管废水及洗井废水

(1) 清管废水

本项目新建的混输管道、注水管道在安装后，管道内可能存在一些焊渣和铁锈等杂物需要清除。根据设计，本工程所需要的清管水为海水，产生量约为 780m³，本工程为新铺设海管，清管废水的主要污染物质为悬浮物，因此直接排放入海。

(2) 洗井废水

BZ34-9CEPA 平台 1 口生产井转水源井，转水源井施工过程中有少量洗井废水产生，该部分洗井废水进入生产流程，经处理合格后回注地层。

3.1.2.8 施工期废气

由于本项目位于渤海，属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11）规定的船舶大气污染物排放控制区中的沿海控制区。建议建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件：

1) 船舶发动机污染物排放满足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法-（中国第一、二阶段）》（GB 15097-2016）中船机排气污染物排放限值要求；2019 年 1 月 1 日起应使用硫含量不大于 0.5%_{m/m} 的船用燃油；

2) 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施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；

3) 施工船舶还应严格执行其他现行国际公约和国内法律法规、标准规范关于大气污染物的排放控制要求。

施工过程的施工机械和船舶产生的废气，在采取满足使用上述标准的船舶和相对应的燃料油后，工程施工期对工程周边的大气环境影响可以接受，并且施工期间排放的大气污染物随工程施工的结束而结束。

3.1.2.9 施工期噪声

根据经验数据，本项目工作船只和打桩噪声不会超过 60~100dB(A)，由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

3.1.2.10 施工期污染物汇总

表 3.1-8 海上建设阶段污染物汇总

| 污染要素 | | | 主要污染因子 | 产生量 | 处理/处置量 | 排放量 | 污染物排放源强 | 处理措施及最终去向 |
|----------------|---------------------|--------------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|--|
| 悬浮物（常规段混输管道） | | | 悬浮物 | 6775.8m ³ | 0 | 6775.8m ³ | 8.72kg/s | 连续排放 |
| 悬浮物（穿越航道段混输管道） | | | 悬浮物 | 15157.8m ³ | 0 | 15157.8m ³ | 22.05kg/s | 连续排放 |
| 悬浮物（注水管道） | | | 悬浮物 | 1501.2m ³ | 0 | 1501.2m ³ | 7.96kg/s | 连续排放 |
| 悬浮物（海底电缆） | | | 悬浮物 | 900m ³ | 0 | 900m ³ | 13.42kg/s | 连续排放 |
| 废水 | 施工船舶生活污水 | | COD | 29475.25m ³ | 29475.25m ³ | 29475.25m ³ | / | 施工船舶按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）对生活污水排放控制要求进行排放； 钻井平台经船载生活污水处理装置处理达标后排放 |
| | 船舶机舱含油污水 | | 石油类 | 1051.47m ³ | 1051.47m ³ | 0 | / | 铅封，运回陆上交蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理 |
| | 清管废水 | | / | 780 m ³ | 0 | 780 m ³ | / | 排海 |
| | 洗井废水（BZ34-9CEPA 平台） | | 悬浮物 | 少量 | 少量 | 0 | 0 | 进入生产流程，经处理合格后回注地层 |
| 污染要素 | 固体废物名称 | 固废属性 | 主要污染因子 | 产生量 | 处置量 | 排放量 | 污染物排放源强 | 最终去向 |
| 固废 | 钻井作业产生的油层段钻井液 | 从严要求，按照危险废物进行管理 | 悬浮物、石油类 | 210m ³ | 210m ³ | 0 | 0 | 运回陆上处理 |
| | 钻井作业产生的油层段钻屑 | 从严要求，按照危险废物进行管理 | 悬浮物、石油类 | 453m ³ | 453m ³ | 0 | 0 | |
| | 压裂返排液 | 含油压裂返排液从严要求，按照危险废物 | 悬浮物、石油类 | 88.6m ³ | 88.6m ³ | 0 | 0 | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| | | | | | | | | |
|------|----------------|----------|----------------------------------|--------------------|---|--------------------|--|---|
| | | 物进行管理 | | | | | | |
| | | 不含油压裂返排液 | 悬浮物 | 380m ³ | 380m ³ | 0 | 0 | 进入生产流程 |
| | 钻井作业产生的非油层段钻井液 | 一般工业固体废物 | 悬浮物 | 6440m ³ | 0m ³ | 6440m ³ | 500m ³ /次 35 m ³ /h | 经检测满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（不得排放油层段钻屑和钻井液）的要求，同时满足《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）一级标准（≥30000mg/L）的要求后排海 |
| | 钻井作业产生的非油层段钻屑 | 一般工业固体废物 | 悬浮物 | 7330m ³ | 0 | 7330m ³ | 16.35 m ³ /d (最大) | |
| | 废弃边角料、包装材料等 | 一般工业固体废物 | 边角料、油棉纱等固体废物 | 86t | 86t | 0 | 0 | 分类收集、运回陆上交有资质单位进行处理 |
| | 含油垃圾 | 危险废物 | 石油类 | 3.1t | 3.1t | 0 | 0 | |
| | 船舶生活垃圾 | 生活垃圾 | 食品废弃物、食品包装等 | 126.34 t | 126.34t | 0 | 0 | 分类收集，船舶垃圾运回陆地处理。钻完井及平台改造期间产生的生活垃圾运回陆地处理。 |
| 污染要素 | 污染源 | 污染物 | 主要污染因子 | 产生量 | 治理措施 | 污染物排放 | | 排放时间 |
| 废气 | 施工船舶产生的废气 | 废气 | SO ₂ 、NO _x | / | 使用《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）要求的燃料油 | / | | 施工期 |

3.2生产阶段污染环节及污染源分析

3.2.1 生产阶段产污环节分析

在油田生产阶段，主要污染物为含油生产水、固体废弃物及金属锌离子等。主要污染因子为石油类等。生产阶段产污环节见图 3.2-1。



图 3.2-1 生产阶段产污环节与污染物分析

3.2.2 生产阶段污染源分析

3.2.2.1 废水

(1) 含油生产水

①正常工况

本工程投产后 KL6-1CEP 平台处理本次新建 BZ34-9WHPC 平台的生产水，本次 WHPC 平台新增生产水量为 [REDACTED]，在 KL6-1CEP 平台生产水处理系统处理合格，达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2022）标准（石油类≤15mg/L）后输送至周边平台进行全部回注，不排海。

②非正常工况

本工程进行期间及完工投产后，受生产流程波动影响可能会出现非正常工

况。一旦出现上述非正常工况，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，启动应急置换，生产水打入闭排系统，不排海。

(2) 生活污水

本工程新建的 BZ34-9WHPC 平台为无人井口平台，运营期本平台无生活污水产生。

为了加强对本次新建平台的日常巡检工作，为本平台配备 2 人，主要依托 BZ34-9CEPA 平台住宿和生活。

新增 2 人的生活污水产生量按每人 350L/d，依托 BZ34-9CEPA 平台新增生活污水量约为 0.7m³/d (255.5m³/a)。

BZ34-9CEPA 平台上设置一座 106 人生活楼，一套 120 人生活污水处理装置，采用电解法，设计污水处理规模为 [REDACTED]。经处理后生活污水 COD 小于等于 300mg/L。

根据《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》的与生活污水排放总量的相关要求（国海环字[2017]486 号），2021 年 6 月取得环境保护设施竣工验收的复函（环验[2021]4 号），详见附件 4，BZ34-9CEPA 平台允许排放生活污水最大约为 50.4m³/d(16632m³/a)、COD15.1kg/d (4.99t/a)，根据 BZ34-9CEPA2022~2023 年生活污水排放量与允许排放量的对比分析可知，本项目投产后新增的生产定员不会增加生活污水的总量，不会超过生活污水的处理规模，也不会超过该平台的生活污水排放总量。

表 3.2-1 生活污水产生量

| 类别 | 投产前生活污水及污染物实际产生量 | 本项目新增生活污水量 | 投产后总计量 | 总量指标 |
|------------------------|------------------------------------|------------|--------|------------------------|
| 水量 (m ³ /a) | 3138.2 (2022 年) 3391.1 (2023 年) | 255.5 | 3646.6 | 16632m ³ /a |
| COD (t/a) | 0.33 (2022 年) 0.28 (2023 年) | 0.08 | 0.41 | 4.99 |

备注：COD 排放量按年度最大排放浓度计算

3.2.2.2 其他含油污水

平台上产生少量的初期雨水及甲板冲洗水。

开排系统主要包括开排槽和开排泵，用于收集甲板初期雨水和清洗废水。降

雨期或者甲板清洗时并将开排槽液位降至最低。当开排槽达到一定的液位时，由开排槽泵将初期雨水等污水打入海管内进入系统做进一步处理。

3.2.2.3 固体废物

(1) 生产垃圾

生产阶段工程运营将会产生一些生产垃圾，如废弃的器件、边角料、油棉纱、包装材料等。运营期按每口井生产垃圾产生量约为 1t/a，则年产生的生产垃圾共约 20t/a，危险废物产生量约 5.0t/a，生产垃圾运回陆地交蓬莱荣洋钻采服务有限公司接收处理。

(2) 生活垃圾

本工程新建的 BZ34-9WHPC 平台为无人井口平台，运营期本平台无生活垃圾产生。为了加强对本次新建平台的日常巡检工作，为本平台配备 2 人，主要依托 BZ34-9CEPA 平台住宿和生活。

新增 2 人的生活垃圾的产生量按每人 1.5kg/d，依托 BZ34-9CEPA 平台新增生活垃圾量约为 3.0kg/d (1.1t/a)。

新增这部分生活垃圾与依托 BZ34-9CEPA 平台产生的生活垃圾一并运回陆上交由相关部门进行处理。

3.2.2.4 金属锌

对 2 条海底钢管的牺牲阳极的锌释放进行核算，根据设计资料，牺牲阳极中锌含量为 2.5%~5.75%，锌含量按 4.5%考虑，锌在发生原电池反应后，将以锌离子形态释放到海底沉积物环境中，使管道周围沉积物环境中锌含量略有增加。本工程海底混输海管每个阳极块的重量约为 57.9kg，海底注水海管每个阳极块的重量约为 64.12kg，阳极块间隔约 100m。由于阳极块间隔较远，锌离子向环境释放的影响不会相互叠加。渤中 34-9 油田 5 井区海管设计寿命为 25 年，则单块阳极块每年释放到沉积物中锌含量最大约为 0.12kg/a，即释放到沉积物中的锌离子不超过 3.8×10^{-6} g/s。

表 3.2-2 本项目防腐的牺牲阳极使用情况

| 序号 | 平台/管道名称 | 阳极的种类 | 个数 (块) | 单个重量 (kg) | 锌含量 |
|----|---------|---------|--------|-----------|------------|
| 1 | 新建混输海管 | 手镯型铝基牺牲 | 170 | 57.9 | 2.5%~5.75% |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| | | | | | |
|---|--------|---------------|----|-------|------------|
| | | 阳极 | | | |
| 2 | 新建注水海管 | 手镯型铝基牺牲 阳极 | 40 | 64.12 | 2.5%~5.75% |

3.2.2.5 生产阶段污染物汇总

表 3.2-3 本工程运营期污染物产生情况一览表

| 污染要素 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | | 污染物控制量 | | | 污染物排放源强 | 排放去向 |
|-----------------|-------------|----------|---|------------|------------|--------|------------------|---------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | 产生废水量 | 产生浓度 | 产生量 | 控制废水量 | 控制浓度 | 控制量 | | |
| 废水 | 含油生产水 | 石油类 | | 1 | 1 | | 15mg/L (回注浓度) | / | 0 | 处理达标后全部回注, 不外排 |
| | 生活污水 | COD | 0.7m ³ /d (255.5m ³ /a) | 300mg/L | 0.08t/a | / | | | | 依托 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理设施处理达标后排放 |
| 海管牺牲阳极 锌离子释放 | | 锌 | / | / | 0.12kg/a·块 | / | / | / | 0.12kg/a·块 | 自然释放 |
| 污染要素 | 固体废物名称 | 固废属性 | | 产生量 | | 处置量 | 排放量 | 污染物排放源强 | 最终去向 | |
| 固废 | 废弃边角料、包装材料等 | 一般工业固体废物 | | 20t/a | | 20 t/a | 0 | 0 | 分类收集、运回陆上交蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司接收处理 | |
| | 油棉纱等含油垃圾 | 危险废物 | | 5t/a | | 5 t/a | 0 | 0 | | |
| | 生活垃圾 | 生活垃圾 | | 1.1t/a | | 1.1t/a | 0 | 0 | 依托 BZ34-9CEPA 平台, 分类收集、运回陆上进行处理 | |
| 污染要素 | 噪声源 | 声源类型 | | 噪声源强 | | 降噪措施 | 噪声排放值 | | 持续时间 | |
| 噪声 | 泵等 | 频发 | | 约 85dB (A) | | 隔声、消音 | 约 85dB (A) | | 运营期 | |

3.3 环境影响要素和评价因子分析与识别

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》有关要求，进行环境影响要素识别，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：钻完井排放的非油层段钻屑、钻井液，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 3.3-1。

表 3.3-1 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、钻完井 | +++ | 7.4 |
| | 沉积物环境 | 悬浮物 | 铺设管线、钻完井 | ++ | 7.5 |
| | 生态环境 | 浮游生物 | 铺设管线、钻完井 | + | 7.6 |
| | | 底栖生物 | | +++ | |
| | 渔业资源环境 | 游泳生物、 鱼卵和仔稚鱼 | 铺设管线、钻完井 | ++ | |
| | 环境敏感区 | 悬浮物 | 铺设管线、钻完井 | + | 7.7 |
| 生产 阶段 | 水文动力环境 | 局部海流流向和 流速 | 平台安装 | + | 7.2 |
| | 海域冲淤环境 | 局部海域冲淤 | 平台安装 | + | 7.3 |
| | 沉积物环境 | 沉积物环境 | 平台 | + | 7.5 |
| 事故 状态 | 水质环境 | 海底混输管道破 裂溢油 | 风险事故下的溢 油 | +++ | 8.5 |
| | 生态环境 | 海底混输管道破 裂溢油 | 风险事故下的溢 油 | +++ | 8.6 |
| | 渔业资源环境 | 海底混输管道破 裂溢油 | 风险事故下的溢 油 | +++ | 8.6 |
| | 海上环境敏感 区 | 海底混输管道破 裂溢油 | 风险事故下的溢 油 | +++ | 8.6 |

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 区域自然环境概况

4.1 海域自然环境现状

本节气候气象、海洋水文概况资料引自[]编制的《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目通航安全影响咨询报告》（2022 年 3 月）和[]《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海洋环境调查报告书》（2022 年 2 月）等报告中统计的气象、水文资料。

4.1.1 气候气象

4.1.1.1 气温

工程海区属暖温带季风气候，雨热同季，四季分明。
项目所在海域海面气温受海洋影响较大，年平均气温 11.1℃，极端最高气温 36.0℃，极端最低气温-16℃。

4.1.1.2 降水

项目所在海域年平均降水量 620mm，日最大降水量 170mm，小时最大降水量 50mm。

4.1.1.3 风况

项目所在海域位于温带季风区，受季风影响明显，全年最多风向主要出现在东北偏北和西南偏南两个方位。其中，冬、春季东北风偏多；夏、秋季西南风偏多。工程海域常风向为 S、SSW、NE 向。

表 4.1-1 风速-风向统计

| 方向 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE |
|-----------|---|-----|----|-----|---|-----|----|-----|
| 频率（%） | | | | | | | | |
| 最大风速（m/s） | | | | | | | | |
| 平均风速（m/s） | | | | | | | | |
| 方向 | | | | | | | | |
| 频率（%） | | | | | | | | |
| 最大风速（m/s） | | | | | | | | |
| 平均风速（m/s） | | | | | | | | |

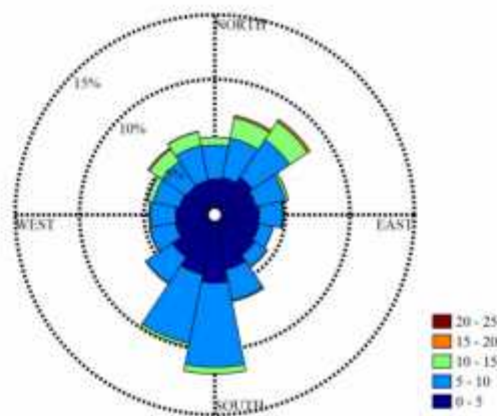


图 4.1-1 项目所在海域风玫瑰图

4.1.1.4 雾

工程海域年平均雾日 16.8d。

4.1.1.5 相对湿度

工程海域最大相对湿度 91%，最小相对湿度 46%。

4.1.2 海洋水文

4.1.2.1 潮汐

①潮流类型











工程海区潮汐属不规则半日潮。

②水深和设计水位

工程新建平台位置处海图水深约 [REDACTED]，渤中 34-9WHP C 油田区域的水位设计参数见下表，其中海图水深基准面在平均海平面以下 1.00m。

表 4.1-2 设计水位

| 要素 | 相对海图基准面(m) | 相对平均海平面(m) |
|------------|------------|------------|
| 100 年一遇高水位 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 50 年一遇高水位 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 1 年一遇高水位 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 最高天文潮位 | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 平均海平面 | [REDACTED] | [REDACTED] |

| | | |
|------------|---|---|
| 最低天文潮位 |  |  |
| 海图基准面 |  |  |
| 1 年一遇高水位 |  |  |
| 50 年一遇高水位 |  |  |
| 100 年一遇高水位 |  |  |

4.1.2.2 潮流

工程海域潮流为往复流，常流向为 SE~WNW 向，流速大小基本呈现自表至底递减的规律，强流出现在表层，底层流速相对较小。表、中、底层的近最大可能潮流流速分别为 83.3 cm/s、75.4cm/s、53.6cm/s，对应的潮流方向依次为 153°、145°、151°。

图 4.1-2a 表层流玫瑰图

图 4.1-2b 中层流玫瑰图

图 4.1-2c 底层流玫瑰图

表 4.1-3a 重现期主极值







































| 要素 | 重现期（年） | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 表层（cm/s） |  |  |  |  |  |  |
| 中层（cm/s） |  |  |  |  |  |  |
| 底层（cm/s） |  |  |  |  |  |  |

表 4.1-3b 涨、落潮平均流速、最大流速

| | 涨潮 | | | 落潮 | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| 平均 历时 |  | | |  | | |
| | 最大流速 （cm/s） | 最大流速对应 流向（°） | 平均流速 （cm/s） | 最大流速 （cm/s） | 最大流速对应 流向（°） | 平均流速 （cm/s） |
| 表层 |  |  |  |  |  |  |
| 中层 |  |  |  |  |  |  |
| 底层 |  |  |  |  |  |  |

4.1.2.3 波浪

工程海域波浪以风浪和风涌混合浪为主，主浪向为 NNE 向。

表 4.1-4 有效波高-波向联合分布统计

| 有效波高 (m) | 波向 (来向) | | | | | | | | | | | | | | | | 合计 (%) |
|-------------|---------|-----|----|-----|---|-----|----|-----|---|-----|----|-----|---|-----|----|-----|-----------|
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | |
| 0.0-0.5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 0.5-1.0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 1.0-1.5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 1.5-2.0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2.0-2.5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2.5-3.0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3.0-3.5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3.5-4.0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4.0-4.5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4.5-5.0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| >5.0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 合计 (%) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

表 4.1-5 重现期主极值

| 要素 | | 重现期 (a) | | | | |
|----|---------|---------|----|----|----|-----|
| | | 1 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 浪 | Hs(m) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Hmax(m) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Ts(s) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Tm(s) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

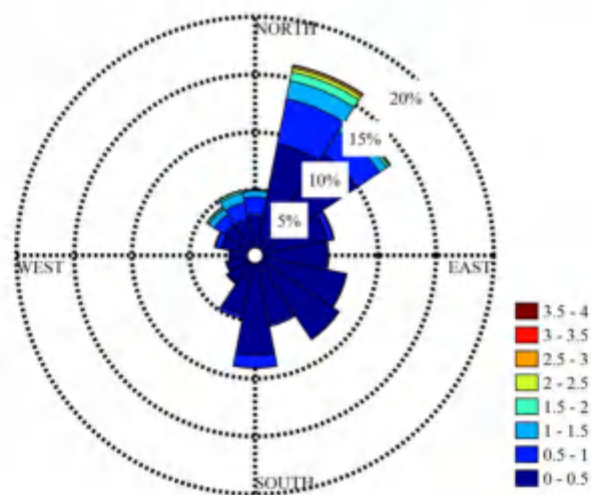


图 4.1-3 波浪玫瑰图

4.1.3 主要海洋自然灾害

4.1.3.1 海冰

冰期数据资料取自中国海洋石油总公司企业标准 Q/HSn 3000-2002《中国海海冰条件及应用规定》，总结了 70 年代起 30 年左右的观测数据资料。此标准根据中国海冰分布及变化的基本特征，将渤海和黄海北部分为 21 个区域、本项目所属区块属于 12 冰区。根据该冰区的相关信息，项目所在海域有效冰期平均 1 天（最长 23 天、最短 0 天），总冰期平均 6 天（最长 80 天、最短 0 天），初冰期平均 1 天（最长 30 天、最短 0 天），盛冰期平均 2 天（最长 45 天、最短 0 天），融冰期平均 0 天（最长 15 天、最短 0 天）。该海域多年初冰日最早出现在 12 月下旬，终冰日平均出现在 2 月上旬。该区域海冰漂移方向以 SW 为主，漂流速度平均为 0.4m/s，最大为 1.3m/s。

表 4.1-6 海冰设计参数

| 重现期(a) | 1 | | 50 | | 100 | |
|--------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| 设计参数 | 冰厚 (cm) | 压缩强度 (MPa) | 冰厚 (cm) | 压缩强度 (MPa) | 冰厚 (cm) | 压缩强度 (MPa) |
| 单层冰 | 6.0 | 1.82 | 31.5 | 1.99 | 35.0 | 2.04 |
| 重叠冰 | 12.0 | 1.47 | 47.3 | 1.59 | 52.5 | 1.63 |

4.1.3.2 地震

渤中区块位于华北地震区北部，并有部分地区进入东北地震区。区域主要受郯庐地震带和华北平原地震带的影响，平台场址位于郯庐地震带渤海海域段。

渤中区块工程场址地震危险性分析报告（XXXXXXXXXX）指出，油田所在区域历史地震活动在空间上是不均匀的，其主要特点是群集型地震活动。海域内 7 级以上地震的频度较高，且比较集中，在 38°N~39°N、119°E~121°E 之间的渤海海域，集中发生了 4 次 7 级以上的大地震，形成了华北地震区 7 级以上大震最集中的地区。而在区域内的其它海域，如北部的辽东湾、南部莱州湾，没有或仅有 5 级左右的中等地震发生，这也是渤海海域地震活动的基本特征。

对东北地震区、华北平原地震带以及郯庐地震带的地震活动时间特征的分析表明，未来 100 年内区域地震活动处于活动阶段的后期，但仍存在发生 7 级地震的可能。

对区域中强地震震源机制解资料的统计分析表明,油田所在区域现今的构造运动处在北东东向的水平最大主应力为主的现代构造应力场中。

4.1.4 地形地貌

本项目所在海域海底平坦,水深变化平缓,没有明显的局部起伏变化,全区水深在 [] 之间变化。预定平台场址位置附近水深值为 []。

本项目所在海域海底地貌资料色度显示均匀,无明显的海底底质变化。发现的主要地貌特征为一些拖痕及扰动痕迹。本项目所在海域海底底质主要为松散的浅棕色粉土与非常软的粉质粘土互层。

4.2 海洋资源和海域开发利用情况

4.2.1 港口资源及开发利用情况

本部分内容来源于 []

[],项目附近主要港口有 [],位置情况见下图。

图 4.2-1 项目附近海域港口区分布示意图

(1) 东营港

目前东营港由东营港区、广利港区、广北港区和广饶港区等 4 个分别独立的港区组成。其中,东营港区规模最大,既为胜利油田的海上石油开发及运输服务,也承担港口的一般货物运输。

目前,东营港区营运泊位 52 个,其中,500-1000 吨级 18 个、3000 吨级 13 个、5000 吨级 14 个、1 万吨级 4 个、2 万吨级 2 个、5 万吨级 2 个,开通了至旅顺的客货滚装航线和至大连的定期集装箱航线。东营港区现有码头最大靠泊能力 5 万吨级。

(2) 龙口港

龙口港区水域分为外港和内港两部分。自龙口港区南立标至北立标连线为内港界,以东为内港水域,面积约 11km²;自龙口港南立标至砣姆岛西南角连线为外港界,内外港界之间为外港水域,面积约 15km²。海岸线从南立标起至砣姆岛西端长约 25km。目前龙口港南北港区长达 3km,生产与非生产性占地面积达 76

万 m²。

(3) 莱州港

莱州港是以商为主的综合性港口，主要包括莱州港区、朱旺港作业区和海庙作业区三部分。

莱州港区地处渤海莱州湾的东岸，共有泊位 12 个，其中万吨级泊位 9 个，50000 吨级码头 4 个。根据港口规划，莱州港港区定位为以油品及液体化工品运输为主，适当开展散杂货运输。随着港口的不断发展，近年来船舶流量不断增大，船舶交通流量已达 3600 多艘次，抵港船舶类型多样，以危险品船舶及散货船居多。

海庙作业区为商港为主的综合性港口，以现有引堤东西两侧 1km 为界，陆域纵深 800m，规划陆域总面积约 1.6km²。港内水深为-4.5m，可避北、东、南三面风。现有泊位 4 个，最大可靠 3000 总吨左右的船舶。

朱旺作业区共有 1#~4#四个散杂货泊位，由北向南依次为 1 号、2 号泊位，均为 3000 吨级；作业区南侧，由东向西依次排列 3 号、4 号两个泊位，5000 吨级泊位（水工结构预留 10000 吨）。

(4) 潍坊港

山东港口潍坊港共规划建设 9 个 2-5 万吨级生产性泊位，全部投产后具备集装箱、件散杂货及客货滚装装卸作业功能。截止目前投产 4 个生产性泊位，于 2018 年 3 月投产试运营，2019 年 3 月正式运营。业务范围涵盖码头经营、港口航运、货滚甩挂运输、客货滚装运输、集装箱堆场、冷链物流、仓储加工、大宗物资交易平台、商品配送、物流投资、物流信息服务、供应链金融、大型配送中心等。

4.2.2 航路/航线

本部分内容来源于

，工程海域的航运用海主要为渤海南部海域的航路、习惯性航线和规划航线。

1、航路

根据《关于公布山东沿海部分航路的通告》（鲁航通〔2021〕0376 号），

工程附近水域存在东营港-长山水道、滨州港-长山水道等航路，以及滨州港-龙口港等习惯航线/船舶轨迹，新建 BZ34-9WHPC 平台位于东营港-长山水道航路南侧水域，距离东营港-长山水道航路最近约 [REDACTED]；新建 BZ34-9WHPC 平台与附近其它航路最近距离均在 [REDACTED] 以上；新建注水海管、海底电缆位于东营港-长山水道航路南侧水域，距离东营港-长山水道航路最近约 [REDACTED]，新建注水海管、海底电缆与附近其它航路最近距离均在 [REDACTED] 以上；新建海混输管路由穿越东营港-长山水道航路，穿越段长度约 [REDACTED]。工程新建海混输管附近的东营港-长山水道航路宽约 [REDACTED]。见下图。

图 4.2-2 (a) 工程水域附近航路示意图

图 4.2-2 (b) 工程水域附近航路示意图（放大图）

2、船舶轨迹

新建 BZ34-9WHPC 平台位于东营港-长山水道、滨州港-龙口港船舶航迹之间水域，周边 1nmile（约 1.85km）水域范围内通航的船舶主要为油田工作船，少量过往船舶轨迹出现在距离本次工程新建平台约 [REDACTED] 以外的水域。

新建注水海管、海底电缆位于东营港-长山水道、滨州港-龙口港船舶航迹之间水域，两端分别登陆 BZ34-9WHPC 和已建 BZ34-9CEPA 平台，因两端平台的遮挡作用，对通航安全的影响较小。

新建海混输管路由穿越东营港-长山水道船舶航迹，穿越段长度约 [REDACTED]。见下图。

图 4.2-3(a) 新建 BZ34-9WHPC 平台 2022 年船舶航迹示意图

图 4.2-3(b) 船舶 AIS 航迹密度示意图

4.2.3 锚地

本项目周边港口主要有龙口港、莱州港、潍坊港、东营港等港口，工程新建平台及海管/电缆与周边航道、锚地相距较远（工程距离潍坊港锚地最近约 [REDACTED] 如下图所示）。工程的建设不影响附近港区内的码头等港口设施的功能，不会对港内设施产生影响。

图 4.2-5 项目周边港口锚地分布示意图

4.2.4 海洋油气资源及油气开发活动

工程周边海域矿产资源丰富，尤其是石油、天然气资源。主要分布有渤中 35-2 油田、渤中 34-2/4 油田、垦利 10-1 油田和垦利 3-2 油田等。

图 4.2-6 工程周边现有油田分布示意图

4.3 环境敏感目标

根据本项目所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，筛选本次评价的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。其中，距离本工程最近的敏感目标为东营黄河口生态国家级海洋特别保护区及黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线，与项目最近距离为 [REDACTED]，同时，本工程还位于中国毛虾、蓝点马鲛产卵场内，中国对虾、鲢、三疣梭子蟹索饵场内。

本工程的主要敏感区和保护目标见下表，敏感目标分布见图 4.3-1~图 4.3-10。

表 4.3-1 环境敏感目标分布表

| 敏感区类型 | | 名称 | 保护目标/保护期 | 相对本次工程方位 | 与工程最近距离 (km) |
|------------|-----------------------|-------------------------|--|----------|--------------|
| 环境影响评价范围内 | 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 | 黄河口文蛤等种质资源及生存环境 | ■ | ■ |
| | 山东省“三区三线”划定成果中的生态保护红线 | 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性 | ■ | ■ |
| | 渔业三场一通道 | 中国毛虾产卵场 | 中国毛虾及其生境；6 月为产卵盛期，半沉性卵 | | ■ |
| | | 蓝点马鲛产卵场 | 蓝点马鲛及其生境；产卵期为 5 月中旬至 6 月上旬，浮性卵 | | ■ |
| | | 中国对虾索饵场 | 中国对虾索饵场 | | ■ |
| | | 三疣梭子蟹索饵场 | 三疣梭子蟹索饵场 | | ■ |
| | | 鳀索饵场 | 鳀索饵场 | | ■ |
| | | 白姑鱼 | 白姑鱼及其生境；产卵期 5~6 月，6 月为产卵盛期，浮性卵 | ■ | ■ |
| 溢油可能影响敏感目标 | 国家级海洋特别保护区 | 东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区 | 半滑舌鳎及近岸海洋生态系统 | ■ | ■ |
| | | 莱州浅滩海洋生态国家级海洋特别保护区 | 三疣梭子蟹、鲈鱼、文昌鱼（属于国家重点保护野生动物）等产卵、育幼场以及砂矿资源 | ■ | ■ |
| | | 东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区 | 以小刀蛭、大竹蛭、蟾蛭等蛭类为主的多种底栖经济物种及其赖以生存的海洋生态环境 | ■ | ■ |
| | | 东营广饶沙蚕类生态国家级海洋特别保护区 | 双齿围沙蚕为主的多种底栖经济物种及海洋生态 | ■ | ■ |
| | 国家级水产种质资源保护区 | 黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区 | 半滑舌鳎种质资源及生存环境，核心区特别保护期为 6 月 1 日至 10 月 31 日 | ■ | ■ |
| | | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产 | 中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷和花鲈， | ■ | ■ |

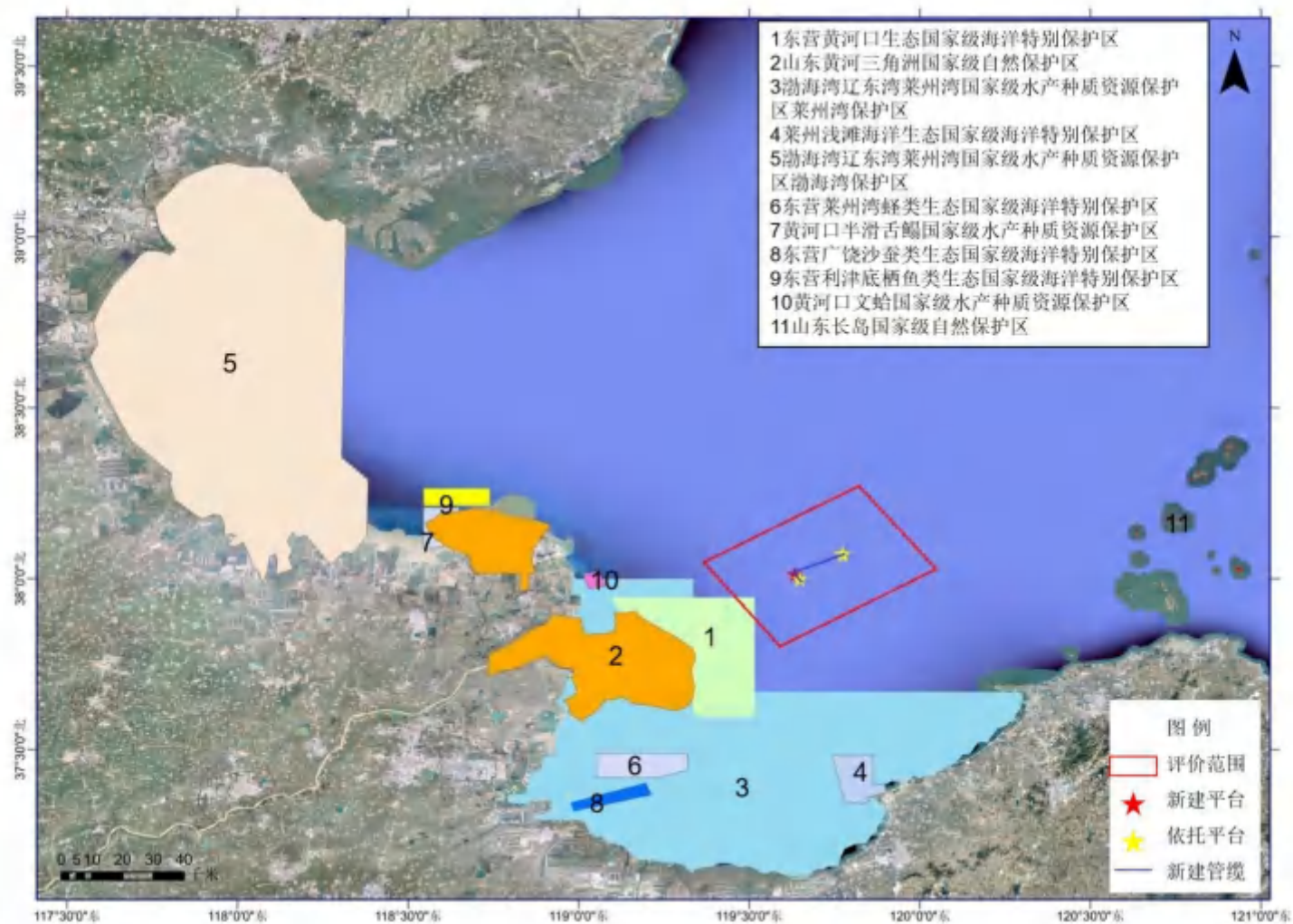


图 4.3-1 本项目主要环境保护对象（保护区）

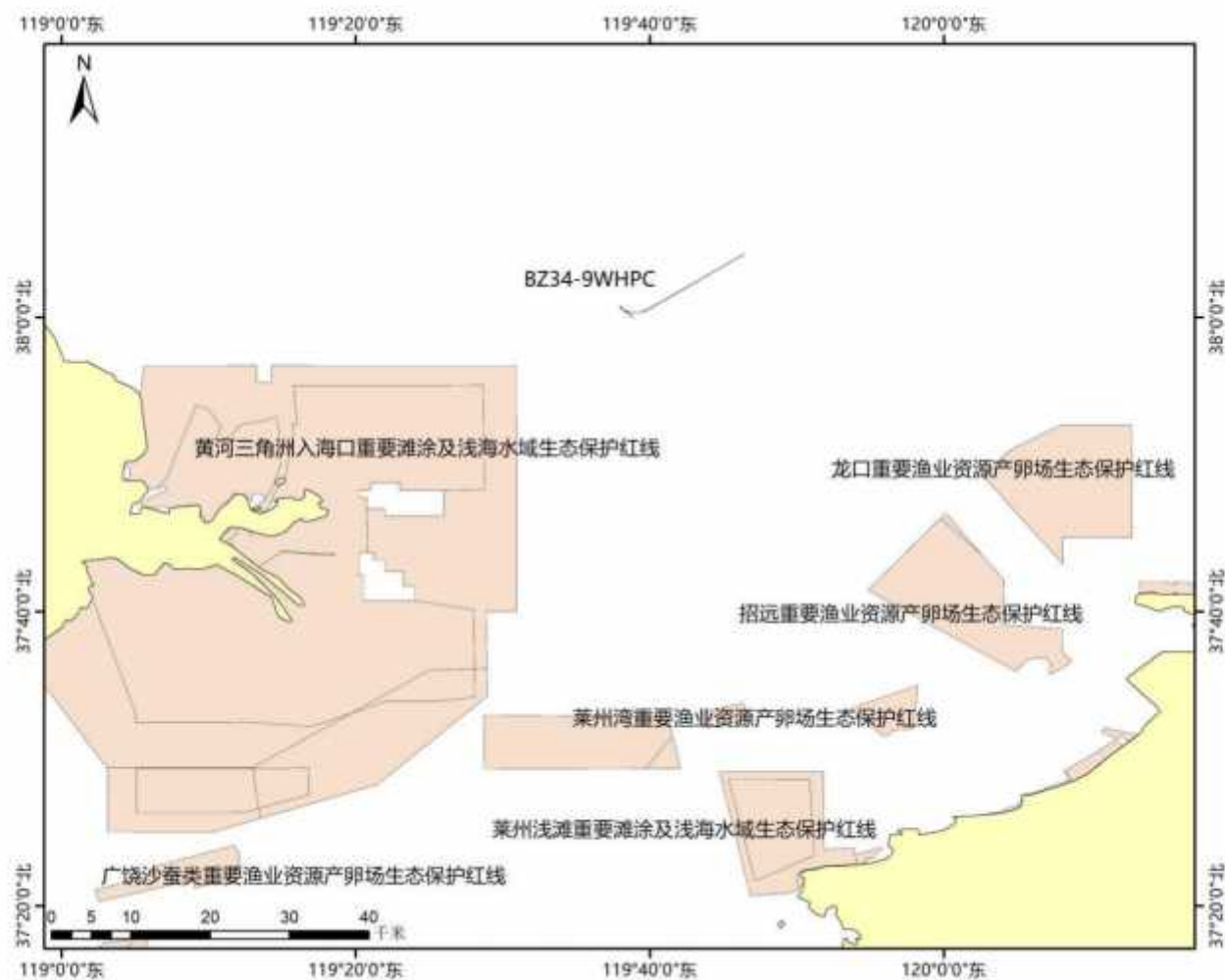


图 4.3-2 本项目主要环境保护对象（生态红线）

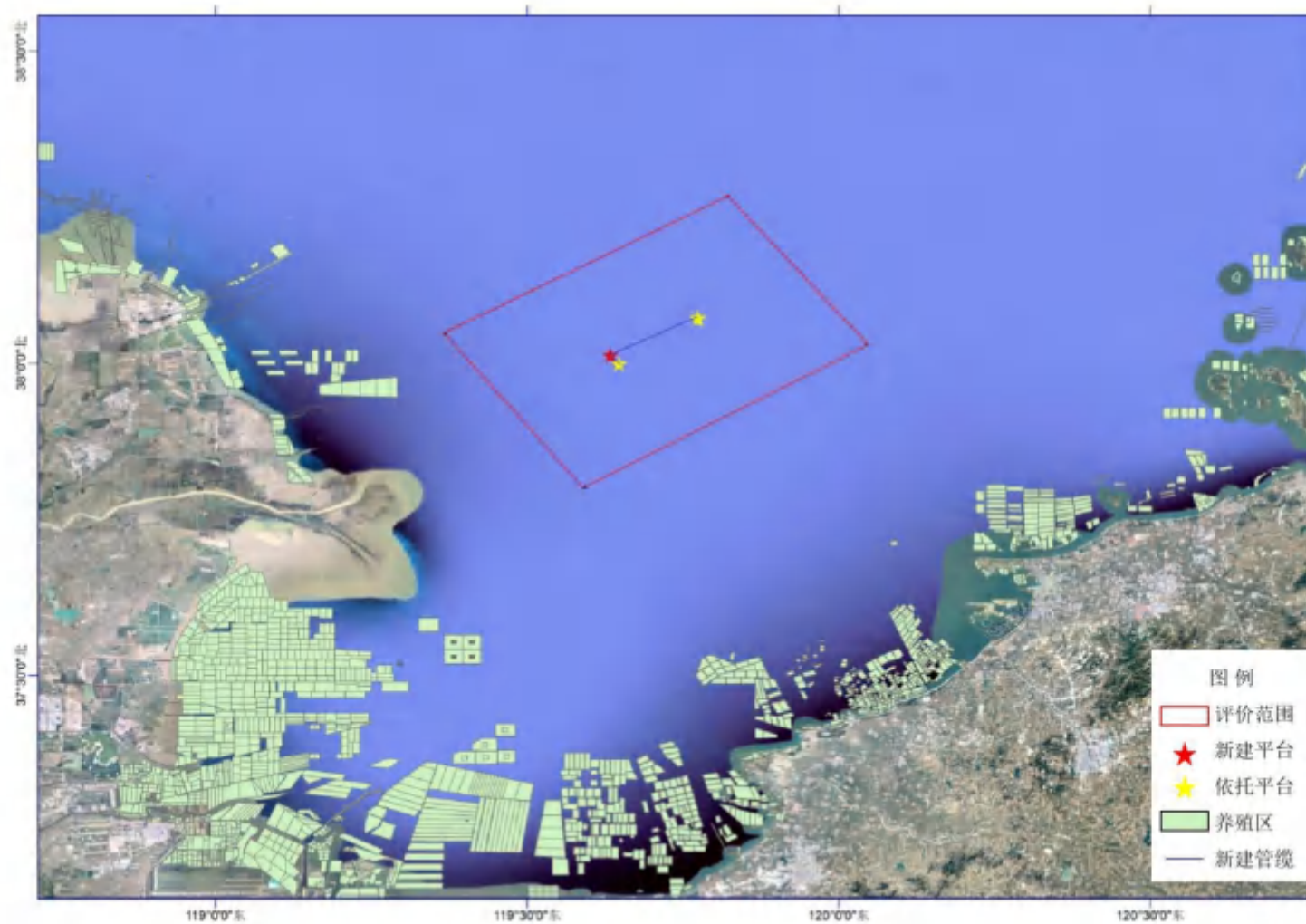


图 4.3-3 本项目附近海域养殖区分布图

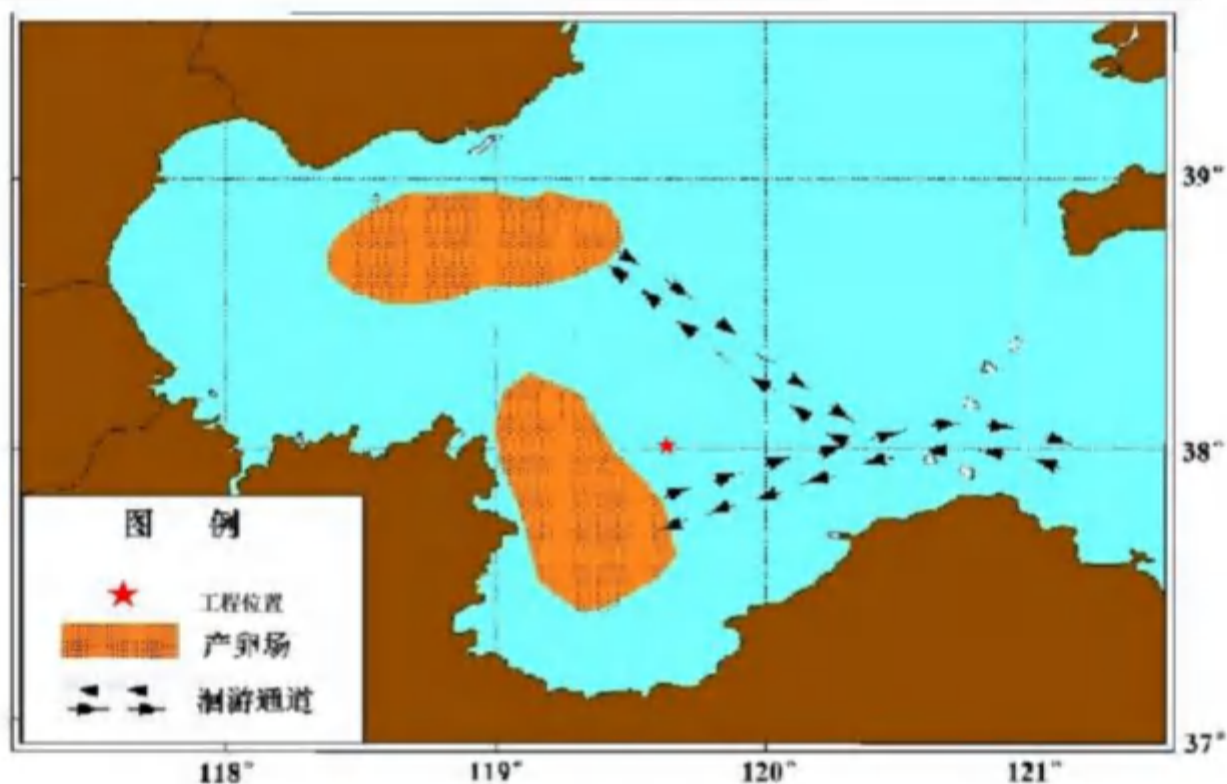


图 4.3-4 白姑鱼洄游分布图

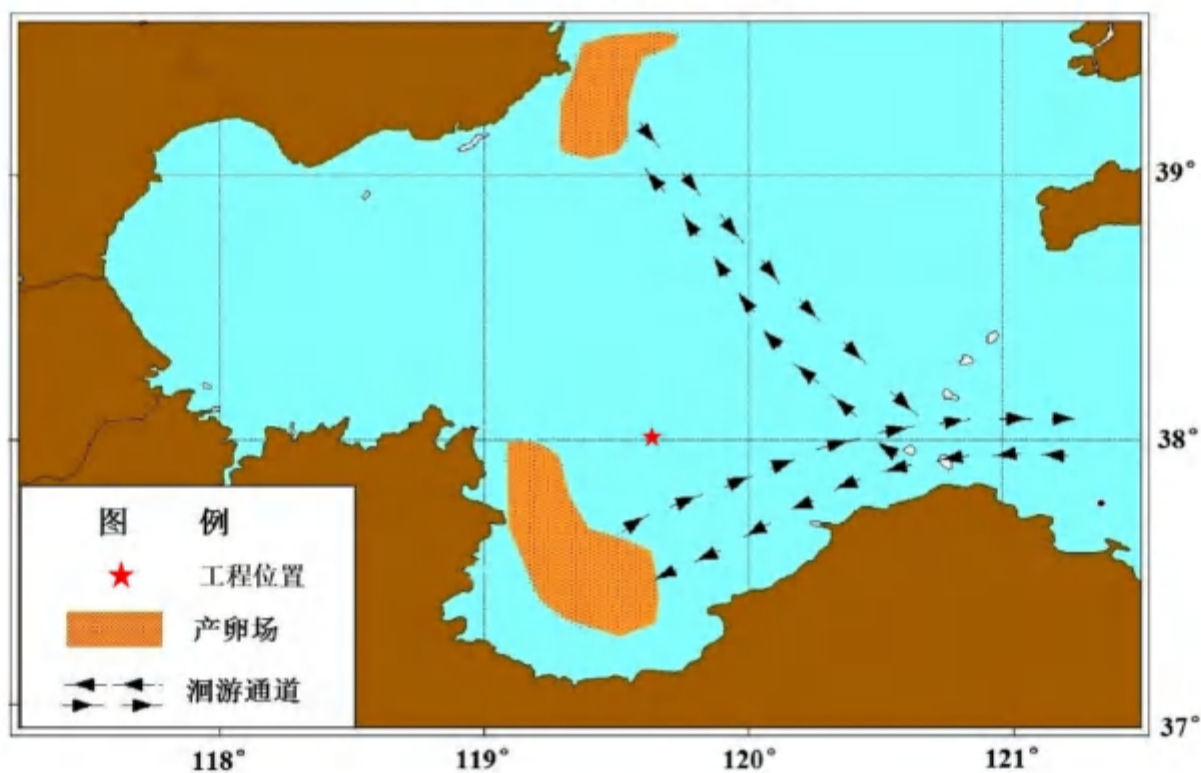


图 4.3-5 黄姑鱼洄游分布图

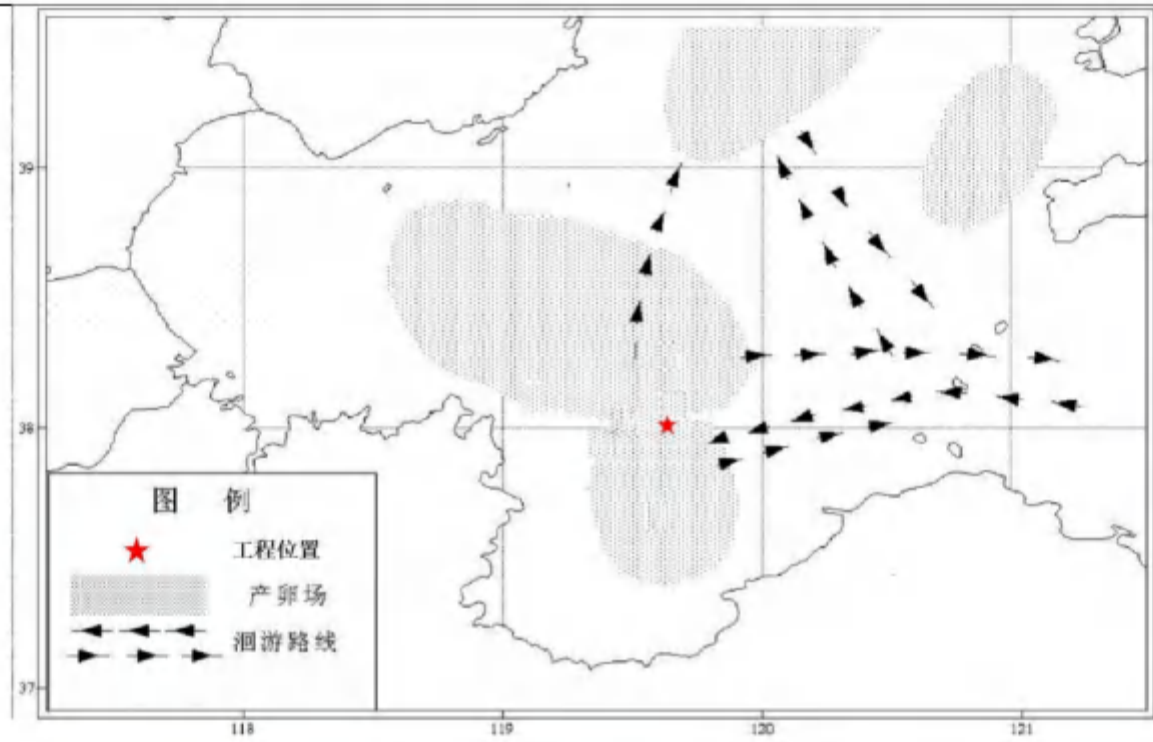


图 4.3-6 蓝点马鲛洄游分布图

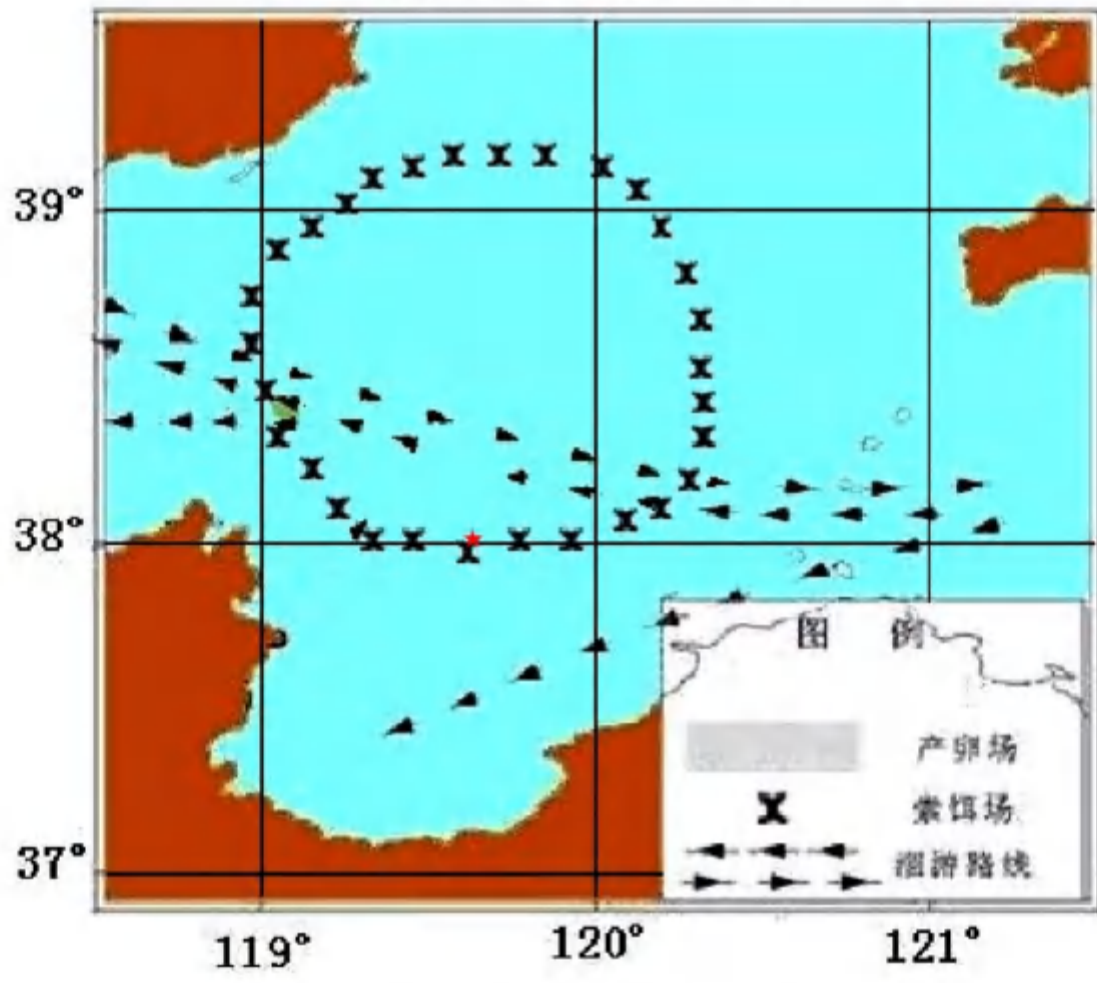


图 4.3-7 中国对虾洄游分布图

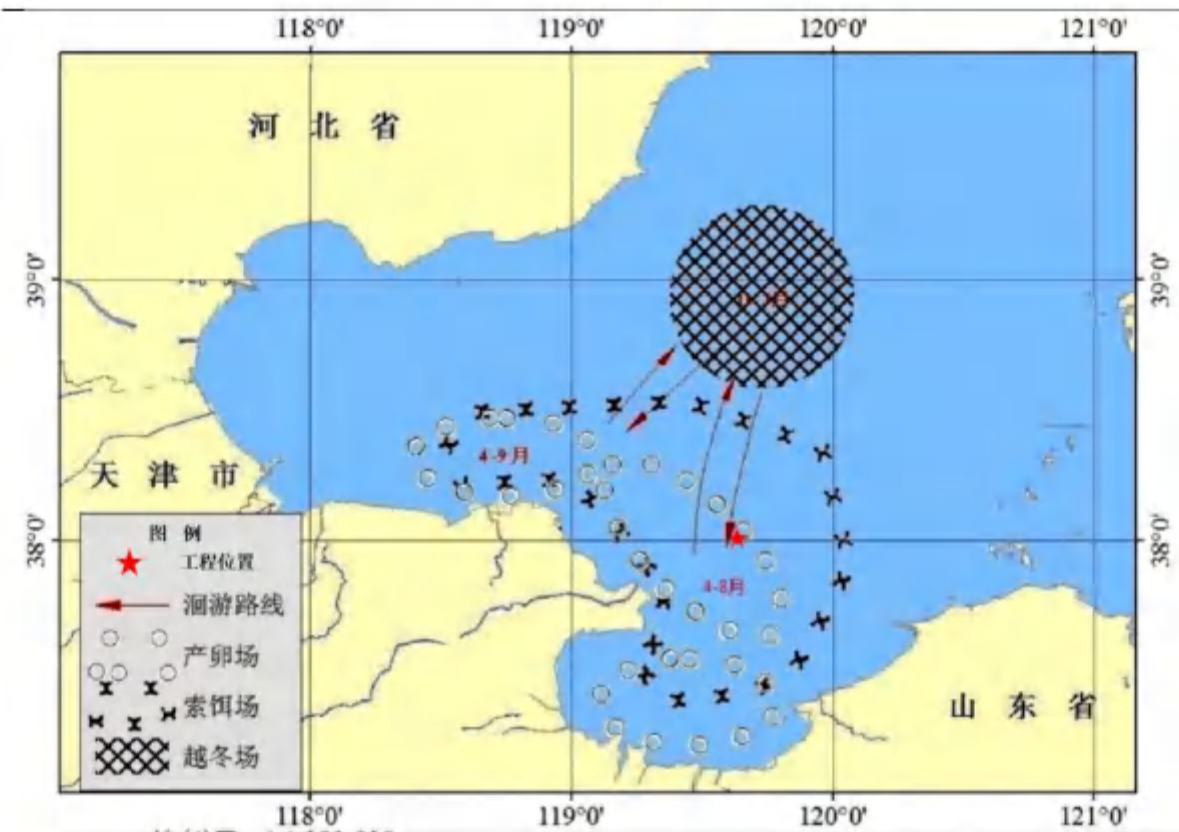


图 4.3-8 中国毛虾洄游分布图

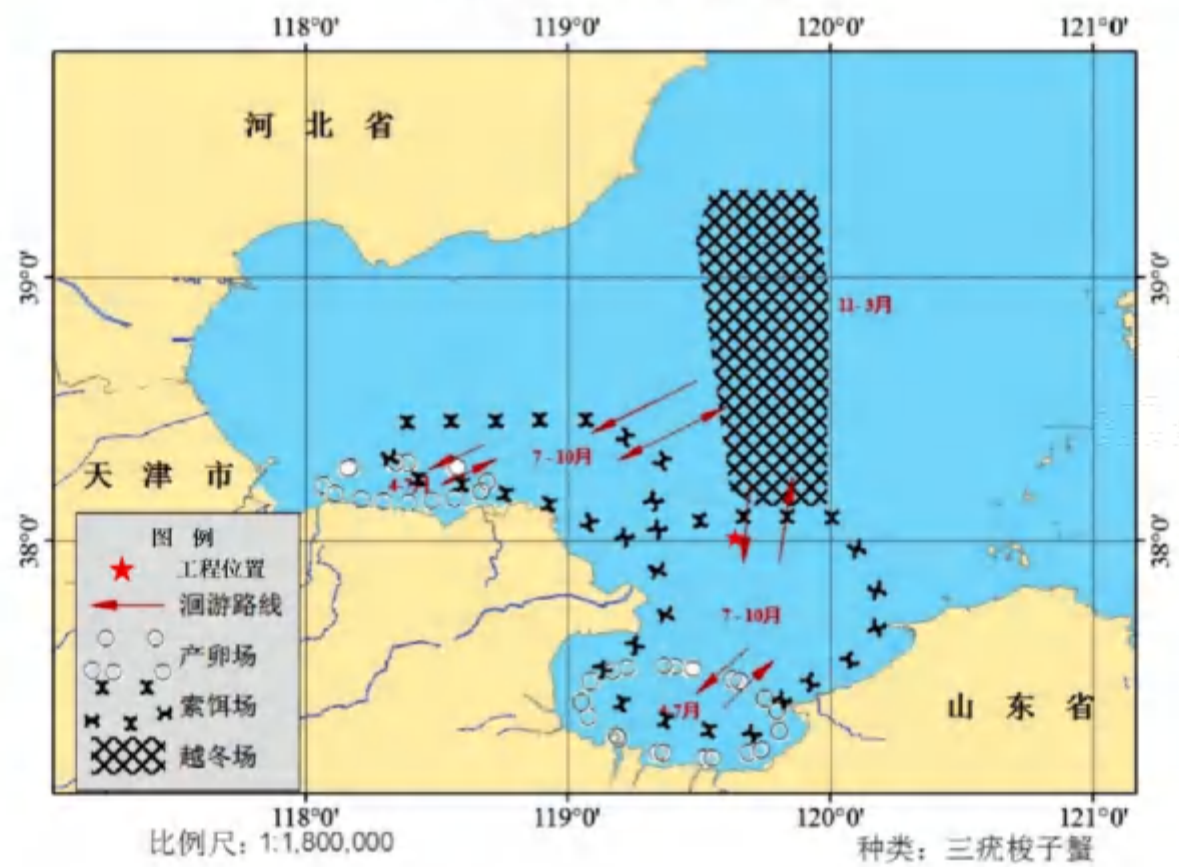


图 4.3-9 三疣梭子蟹洄游分布图

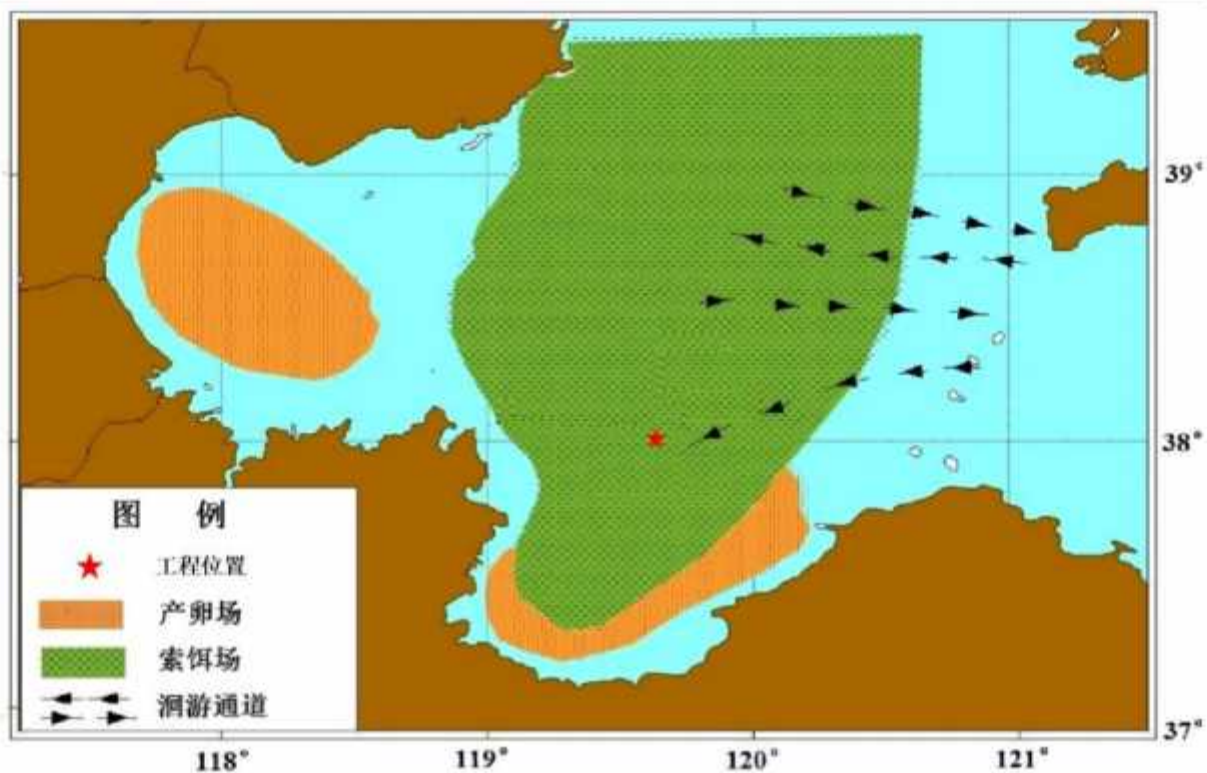


图 4.3-10 鳗洄游分布图

5 环境现状调查与评价

本次评价为了解工程海域的环境质量现状开展了现状调查,青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司于 2021 年开展春季和秋季的两次调查,春季环境质量现状资料、秋季环境质量现状资料分别采用《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状春季调查报告》、《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状秋季调查报告》。

为了解工程海域的渔业资源现状,中国水产科学研究院黄海水产研究所于 2021 年在工程附近海域进行渔业调查,春季渔业资源现状资料、秋季调查资料分别采用《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海域春季渔业资源现状调查与评价》、《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海域秋季渔业资源现状调查与评价》。

表 5-1 环境质量现状资料来源一览表

| 类别 | 报告名称 | 调查/监测单位 | 站位数量 | 调查时间 |
|------------------|--|---------|--------------------------------------|------|
| 水文动力环境 | 渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状春季调查报告 | | 6 个 | |
| 地形地貌 | 《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目工程物探调查最终报告书 (渤中 34-9WHPC 平台场址)》(准 0 版) | | / | |
| 水质、沉积物、生物生态、生物质量 | 渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状春季调查报告 | | 春季与秋季相同,水质 60 个,沉积物(春季)、海洋生物生态各 37 个 | |
| | 渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状秋季调查报告 | | | |
| 渔业资源 | 渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海域补充春季渔业资源现状调查与评价 | | 春季和秋季各 12 个 | |
| | 渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海域秋季渔业资源现状调查与评价 | | | |

5.1 水文动力现状调查与评价

5.1.1 调查概况

青岛环海海洋工程勘察研究院对工程海域的海流进行了现场观测，其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 六站同步周日连续观测，观测时间间隔为 1h。

观测仪器 使用声学多普勒海流剖面仪与电磁海流计。

观测日期 2021 年 6 月 11 日至 6 月 12 日（农历五月初二至五月初三，大潮期）。

表 5.1-1 环境质量现状资料来源一览表

| 站位 | 北纬 | 东经 | 观测设备 | 分层 |
|-----|----|----|------------------|----|
| C4 | | | 声学多普勒海流剖面仪、电磁海流计 | 三层 |
| C7 | | | | |
| C13 | | | | |
| C30 | | | | |
| C32 | | | | |
| C50 | | | | |

图 5.1-1 海流观测站位布设

5.1.2 平均流速和最大流速

平均流速和最大流速分布见表 5.1-2，从表中可以看出：总体上看各站涨落潮期间平均流速均由表层向底层依次减小，除 C50 站落潮流明显大于涨潮流外，其余各站层涨潮流与落潮流大致相当，实测最大涨潮流流速为 [redacted]、对应流向为 [redacted]，出现于 C50 站表层，最大落潮流流速为 [redacted]、对应流向为 [redacted]，出现于 C50 站中层。

表 5.1-2 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 | |
| C4 | 表层 | | | | | | | |
| | 中层 | | | | | | | |
| | 底层 | | | | | | | |
| C7 | 表层 | | | | | | | |
| | 中层 | | | | | | | |
| | 底层 | | | | | | | |
| C13 | 表 | | | | | | | |
| | 中 | | | | | | | |
| | 底 | | | | | | | |
| C30 | 表 | | | | | | | |

| 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 | |
| C32 | 中 | | | | | | | |
| | 底 | | | | | | | |
| | 表层 | | | | | | | |
| | 中层 | | | | | | | |
| | 底层 | | | | | | | |
| C50 | 表层 | | | | | | | |
| | 中层 | | | | | | | |
| | 底层 | | | | | | | |

图 5.1-2 表层海流矢量图（图例为 50cm/s，下同）

图 5.1-3 中层海流矢量图

图 5.1-4 底层海流矢量图

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：

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

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

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

$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}}$ 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 5.1-3 可以看出，C4 与 C7 各站层属于不正规半日潮流，其余各站层潮流性质大多为正规半日潮流，观测期间本海区潮流性质属正规半日潮流。

表 5.1-3 潮流性质分析结果

| 站 号 | 表 层 | 中 层 | 底 层 |
|-----|-----|-----|-----|
| C4 | | | |
| C7 | | | |
| C13 | | | |
| C30 | | | |
| C32 | | | |
| C50 | | | |

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 5.1-4 得知该海区的潮流性质属半日潮流，因此主要半日分潮流（M2 和 S2）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 5.1-5），除 C50 站外，其余各站层均有较明显的旋转，观测期间本海区潮流运动形式以旋转为主。

表 5.1-4 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') |
|-----|-----|-----|----------------|-------------|----------------|-----------------|
| C4 | 表 层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 中 层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 底 层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |

| 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') |
|-----|-----|-----|----------------|-------------|----------------|-------------|
| C7 | 表层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 中层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 底层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| C13 | 表层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 中层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 底层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| C30 | 表层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 中层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | MS4 | | | | |
| | 底层 | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | | | | | | |

| 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') |
|-----|-----|-----|----------------|-------------|----------------|-------------|
| C32 | 表层 | MS4 | | | | |
| | | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | 中层 | MS4 | | | | |
| | | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | 底层 | MS4 | | | | |
| | | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| C50 | 表层 | MS4 | | | | |
| | | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | 中层 | MS4 | | | | |
| | | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |
| | 底层 | MS4 | | | | |
| | | O1 | | | | |
| | | K1 | | | | |
| | | M2 | | | | |
| | | S2 | | | | |
| | | M4 | | | | |

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 5.1-5 可以看出，整体上 C30 与 C32 两站余流流速相对较大，表层余流流速均超过 10cm/s，C50 站次之，其余各站层余流流速大多不超过 5 cm/s；各站余流流向垂向上多呈现由表层向底层逆时针旋转分布特征，平面上则较为分散。

表 5.1-5 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 |
| C4 | | | | | | |
| C7 | | | | | | |
| C13 | | | | | | |
| C30 | | | | | | |
| C32 | | | | | | |
| C50 | | | | | | |

图 5.1-5 各站、层余流矢量图（表层：绿色，中层：蓝色，底层：红色）

5.1.5 小结

- （1）本海区海流以潮流为主，潮流性质属半日潮流；观测期间本海区潮流运动形式以旋转流为主，各站流向相对分散；
- （2）总体上看各站涨落潮期间平均流速均由表层向底层依次减小，除 C50 站落潮流明显大于涨潮流外，其余各站层涨潮流与落潮流大致相当，实测最大涨潮流流速为 [redacted]、对应流向为 [redacted]，出现于 C50 站表层，最大落潮流流速为 [redacted]、对应流向为 [redacted]，出现于 C50 站中层；
- （3）观测期间，整体上 C30 与 C32 两站余流流速相对较大，表层余流流速均超过 10cm/s，C50 站次之，其余各站层余流流速大多不超过 5 cm/s；各站余流流向垂向上多呈现由表层向底层逆时针旋转分布特征，平面上则较为分散。

5.2 地形地貌环境现状调查

5.2.1 水深地形

5.2.1.1 BZ34-9WHPC 平台场址

根据《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目工程物探调查最终报告书（渤中 34-9WHPC 平台场址）》（2022 年 5 月），BZ34-9WHPC 平台位置处海底平坦，水深变化平缓，没有明显的局部起伏变化，调查区域水深在 [redacted] 之间变化，平台处水深值为 [redacted]。

图 5.2-1 BZ34-9WHPC 平台场址水深图

5.2.1.2 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台海底管线路由

根据《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海底电缆路由工程物探调查报告》（2022

年 4 月)。

拟建 BZ34-9WHPC 平台至已建 BZ35-2WHPA 平台海底管线路由区海底地形整体平坦，[REDACTED]，大部分区域水深在 [REDACTED] 左右，水深由西南至东北呈逐渐变深的趋势，平均坡度为 [REDACTED]。路由区水深地形图见图 5.2-2。

沿路由轴线海底地形平缓，水深为 [REDACTED]，由 BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台水深逐渐变深，整体坡度基本一致，坡度值为 [REDACTED]。路由区中轴线水深剖面图见图 5.2-3。

图 5.2-2 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 海底混输管道路由中轴线水深剖面图

图 5.2-3 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 海底管道路由水深地形图

海底管道路由起点平台为拟建平台 BZ34-9WHPC，周边地形平坦，水深在 [REDACTED]。BZ34-9WHPC 平台东北部有 4 个桩靴坑，[REDACTED]，BZ34-9WHPC 平台周边水深地形图见图 5.2-4。

海底管道路由终点平台为 BZ35-2WHPA，该平台分布有 BZ35-2CEPA 平台、KL6-1CEP（待建）平台和 BZ35-2EPP（待建）平台。BZ35-2WHPA 平台周边水深 [REDACTED]，较 BZ35-2CEPA 平台浅 0.3m。BZ35-2WHPA 平台周边水深地形图见图 5.2-5。

图 5.2-4 BZ34-9WHPC 平台周边水深地形图

图 5.2-5 BZ35-2WHPA 平台周边水深地形图

5.2.1.3 BZ34-9WHPC 至 BZ34-9CEPA 平台海底电缆管道路由

BZ34-9WHPC 至 BZ34-9CEPA 平台海底电缆管道路由区海底地形整体平坦，水深为 [REDACTED]，大部分区域水深在 [REDACTED] 左右，最小水深值 [REDACTED] 位于 BZ34-9CEPA 平台东北角以北约 [REDACTED] 处，最大水深值 [REDACTED] 位于 BZ34-9CEPA 平台东北方向 [REDACTED] 左右的桩靴内。平均坡度为 [REDACTED]。路由区水深地形图见图 5.2-6。

沿路由轴线海底地形极为平缓，水深为 [REDACTED]，水深变化很小，坡度值为 [REDACTED]。路由区中轴线水深剖面图见图 5.2-7。

图 5.2-6 BZ34-9WHPC 至 BZ34-9CEPA 混输路由中轴线地形剖面

图 5.2-7 BZ34-9WHPC 至 BZ34-9CEPA 混输路由水深地形图

路由起点平台为已建平台 BZ34-9CEPA，平台周边地形平坦，水深在 [REDACTED] 左右。拟建平台东北部有 9 个桩靴坑，坑深在 [REDACTED]，BZ34-9CEPA 平台周边水深地形图见图 5.2-8。

路由终点平台为拟建平台 BZ34-9WHPC，周边地形平坦，水深在 [REDACTED]。拟建平台东北部有 4 个桩靴坑，坑深 [REDACTED]，BZ34-9WHPC 平台周边水深地形图见图 5.2-9。

图 5.2-8 BZ34-9CEPA 平台周边水深地形图

图 5.2-9 BZ34-9WHPC 平台周边水深地形图

5.2.2 海底地貌

5.2.2.1 BZ34-9WHPC 平台场址

根据《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目工程物探调查最终报告书（渤中 34-9WHPC 平台场址）》（2022 年 5 月），调查区域内发现的主要地貌特征为一些拖痕及扰动痕迹。除此以外，未发现对平台安装及钻井平台就位有不利影响的遗弃物及障碍性物体存在。

图 5.2-10 BZ34-9WHPC 平台周边地貌特征图

5.2.2.2 BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台海底管道路由

BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台海底管道路由区为平滑海底，海底主要包括 13 条已有海底电缆管道、2 处目标物、水泥压块、桩靴坑和拖痕等施工痕迹。路由区海底面状况见图 5.2-11。

图 5.2-11 BZ34-9WHPC（新建）至 BZ35-2WHPA 海底管道路由区海底面状况图

BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台海底管道路由区大多数声纳影像资料灰度显示基本均匀，反射强度变化不大，反映路由区海底底质无明显变化，根据历史资料判断路由区海底底质为非常软的淤泥质粉质黏土。

图 5.2-12 平滑海底声呐影像

(1) 已建海底电缆管道分布

海底管道路由区共 13 条已建电缆管道，均位于 BZ35-2WHPA 平台附近且与拟建管道路由无交越，其中 BZ35-2WHPA 至 BZ34-9CEPA 输气管道和 BZ35-2WHPA 至 BZ34-9CEPA 海底电缆平行于拟建海底管道路由，分布于海底管道路由区内，见图 5.2-13。

1) 平台附近已有管缆

在 BZ35-2WHPA 平台附近，拟建海底管道北侧距 BZ35-2CEPA 至 KL3-2CEPA 混输管道最近，相距最近距离约。拟建海底管道南侧 BZ35-2WHPA 至 BZ34-9CEPA 输气管道最近，相距最近距离约。拟建海底管道与 BZ35-2WHPA 至 KL10-1CEPA 输气管道在同一根桩腿处连接平台，见图 5.2-14。

2) 平行轴线已有管缆

拟建海底管道在路由轴线 KP2+909m~KP14+788m 区间段与 2 条管缆平行布设，分别为 BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 输气管道、BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 电缆，拟建路由轴线与其没有交越。

BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 输气管道和 BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 电缆在平行段处于埋藏状态。平行段有 4 处与拟建路由轴线的距离以内，其中，在 KP8+919m 处与新建海底管道路由最近，相距约。新建海底管道路由轴线与已建管缆位置示意图见图 5.2-15。

图 5.2-13 BZ35-2WHPA 平台周边海底面状况图**图 5.2-14 BZ35-2WHPA 附近已建管缆分布示意图**

图 5.2-15 新建 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台海底管道路由轴线与已建管缆位置示意图

(2) 目标物

新建 BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 海底管道路由区发现 2 个目标物 M2、M3，均位于 BZ35-2WHPA 平台附近，与轴线相距较近（图 5.2-16）。M2 为点状目标物，疑似丢弃物，高约 0.5m；M3 为线状目标，长约 190m，大致呈南北走向，与 M2 相连并跨越数条已建管缆，疑似废弃渔网。2 个目标物距离拟建路由轴线较近，路由施工建设时需要注意。目标物的声呐影像见图 5.2-16，目标物信息见表 5.2-1。

图 5.2-16 海底目标物声呐影像
表 5.2-1 目标物信息表

| 目标物 | 中心/交越坐标 | | 形状 | 尺寸 | 与中轴线关系 | 位置 |
|-----|---------|--------|----|----|--------|----|
| | 东坐标, m | 北坐标, m | | | | |
| M2 | | | | | | |
| M3 | | | | | | |

(3) 水泥压块

新建 BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 海底管道路由区水泥压块数量较多且集中分布在 BZ35-2WHPA 平台和 BZ35-2CEPA 平台附近，所有已建管缆的出露段和交越点上方均有水泥压块防护。水泥压块声呐影像见图 5.2-17。

图 5.2-17 水泥压块声呐影像

(4) 桩靴坑和拖痕

新建 BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 海底管道路由区共发现 6 个桩靴坑和 6 道拖痕，其中有 2 道拖痕分布在路由区中部，其余 4 道拖痕和 6 个桩靴坑均分布于拟建 BZ34-9WHPC 平台附近。拖痕呈长条状，深 0.2~0.6m；拟建 BZ34-9WHPC 平台东北方向 30m 分布 4 个桩靴坑并伴随拖痕，近似为圆形，直径为 ，坑深为 ，另有 2 个桩靴坑位于路由起点 KP0 处，近似为圆形，半径分别为 。在 KP0+570m 和 KP1+800m 各发现 1 道拖痕，与路由轴线相交，深度约为 。桩靴坑和拖痕声呐影像见图 5.2-18 至图 5.2-20。

上述桩靴坑、拖痕等施工痕迹对路由施工均无影响。

图 5.2-18 拟建 BZ34-9WHPC 平台周边海底面状况图

图 5.2-19 桩靴坑和拖痕声呐影像

图 5.2-20 拖痕声呐影像

5.2.2.3 BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPA 平台海底管缆路由

BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPA 平台海底管缆路由区为平滑海底，海底主要包括 9 条已建管缆、1 处目标物、水泥压块、管沟、桩靴坑和拖痕等施工痕迹。海底管缆路由区海底面状况见图 5.2-21。

图 5.2-21 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPA（新建）管缆路由区海底面状况图

海底管缆路由区大部分声呐影像资料灰度显示基本均匀，反射强度变化不大（图 5.2-22），反映路由区海底底质无明显变化，根据历史资料判断路由区海底底质为非常软的淤泥质粉质黏土。

图 5.2-22 平滑海底声呐影像

（1）已建海底电缆管道

BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPA（新建）海底管缆路由，拟建 1 条海底注水管道和 1 条海底电缆。海底管缆路由区内共有 9 条已建管缆，无管缆与拟建路由交越、平行。BZ34-9CEPA 平台周边海底面状况图见图 5.2-23。

BZ34-9 CEPA 平台附近已建管道如图 5.2-24 所示，拟建管缆东侧有两条已建管缆，分别为 BZ34-9 CEPA 至 BZ35-2 WHPA 电缆和 BZ34-9 CEPA 至 BZ35-2 WHPA 输气管道，拟建 BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPA 注水管道距 BZ34-9 CEPA 至 BZ35-2 WHPA 输气管道最近，最近距离约 10m。其余七条管缆在平台南侧，对拟建管缆施工没有影响。

图 5.2-23 BZ34-9CEPA 平台周边海底面状况图

图 5.2-24 BZ34-9 CEPA 平台附近已建管缆示意图

（2）目标物

BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPA（新建）海底管缆路由区发现 1 个目标物 M1，位于 BZ34-9CEPA 平台东北方向 100m，与轴线相距 100m（图 5.2-23）。M1 为点状目标物，疑似丢弃物，高约 0.5m，其距离拟建路由轴线较远，对路由

施工无影响,但与已建 BZ34-9CEPA 至 BZ35-2WHPA 输气管道较近,相距约 [REDACTED]。目标物的声呐影像见图 5.2-25, 目标物信息见表 5.2-2。

图 5.2-25 海底目标物声呐影像

表 5.2-2 目标物信息表

| 目标物 | 中心/交越坐标 | | 形状 | 尺寸 | 与中轴线关系 | 位置 |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 东坐标, m | 北坐标, m | | | | |
| M1 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

(3) 水泥压块

水泥压块集中分布在 BZ34-9CEPA 平台附近, 如图 5.2-23 所示, 所有已建管缆的出露段和交越点上方均有水泥压块防护。水泥压块声呐影像见图 5.2-26。

图 5.2-26 水泥压块声呐影像

(4) 桩靴坑和拖痕

BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPA (新建) 海底管缆路由区共发现 15 个桩靴坑和 7 道拖痕, 大多分布于 BZ34-9CEPA 平台和拟建 BZ34-9WHPA 平台附近, 仅 3 道拖痕分布在测区中部。BZ34-9CEPA 平台周边共 9 个桩靴坑, 分布于平台东西两侧, 形状均近似圆形, 其中 6 个相对较大, 直径为 [REDACTED], 深约 [REDACTED], 其余 3 个半径约 [REDACTED], 深约 [REDACTED]。路由区间内共有 3 条拖痕, 分布于 KP0+180m、KP0+280m 和 KP1+410m 处, 深度约为 [REDACTED], 其中 KP0+180m 和 KP1+410m 两处拖痕与路由轴线相交。BZ34-9CEPA 平台周边桩靴坑声呐影像见图 5.2-27, 拖痕声呐影像见图 5.2-28。上述桩靴坑、拖痕等施工痕迹对路由施工无影响。

图 5.2-27 BZ34-9CEPA 平台周边桩靴坑声呐影像

图 5.2-28 拖痕声呐影像

(5) 管沟

BZ34-9 CEPA 至 BZ34-9 WHPA (新建) 海底管缆路由区内管沟主要分布于已建管缆处, BZ34-9CEPA 至 KL6-1WHPA 平台 3 条管缆分布有管沟, 均位于 BZ34-9CEPA 平台南侧。其中 BZ34-9CEPA 至 KL6-1WHPA 平台 2 条管道的管沟较深, 约 [REDACTED], 宽度约 [REDACTED]; BZ34-9CEPA 至 KL6-1WHPA 电缆的管沟深约 [REDACTED], 宽度约 [REDACTED]。管沟声呐影像见图 5.2-29。

图 5.2-29 管沟声呐影像

5.2.3 地层地质

5.2.3.1 BZ34-9WHPC 平台场址

根据《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目工程物探调查最终报告书（渤中 34-9WHPC 平台场址）》（2022 年 5 月），BZ34-9WHPC 平台场址调查区域海底底质主要为松散的浅棕色粉土与非常软的粉质粘土互层。

通过对地层剖面资料和周边历史地质钻孔分层资料的综合分析、对比，根据地层内部的反射结构及沉积特征的变化情况，对该场址中浅部地层沉积进行了初步划分和分析：

BZ34-9WHPC 平台场址调查区初步共划分为 A、B、C、D 四层，浅中层地质剖面如图 5.2-30 和图 5.2-31 所示。

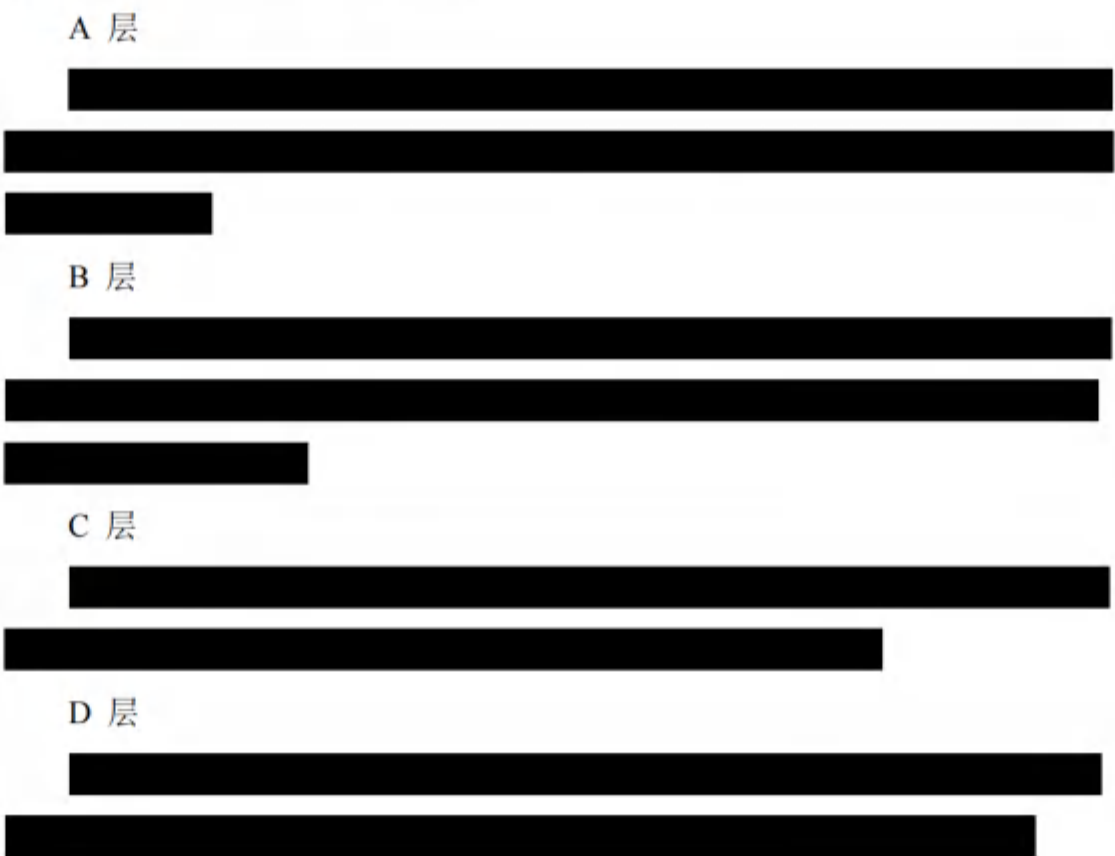


图 5.2-30 浅地层剖面（A06a）

图 5.2-31 中地层剖面（A06a）

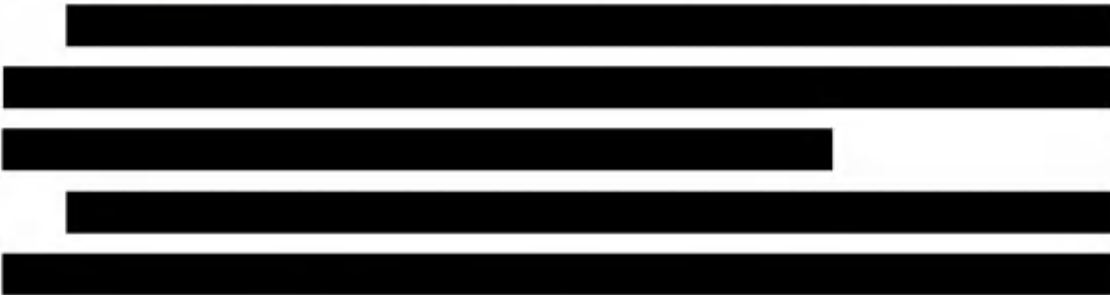
5.2.3.2 BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台海底管道路由

根据《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海底电缆路由工程物探调查报告》(2022 年 4 月)，BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台海底管道路由浅地层共划分 3 个地层反射界面、2 套地层，地层反射界面自上而下命名为 R0、R1 和 R2 界面，其中 R0 为海底；2 套地层单元由上而下分别命名为 A 层和 B 层。

图 5.2-32 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 混输管道路由典型浅地层剖面图谱
A 层



B 层



中轴线剖面图见图 5.2-36。



古河道浅地层剖面图谱见图 5.2-33a 和图 5.2-33b。

图 5.2-33a KP3 附近古河道浅地层剖面图谱

图 5.2-33b KP13 附近古河道浅地层剖面图谱

BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台路由区浅部地层未发现海底滑坡、活动沙波、潮流沙脊、侵蚀陡坎、冲刷槽、浅层气等对海底电缆路由有影响的灾害地质因素。

图 5.2-34 BZ34-9WHPC（新建）至 BZ35-2WHPA 混输管道路由 R1 界面埋深图

图 5.2-35 BZ34-9WHPC（新建）至 BZ35-2WHPA 混输管道路由 R2 界面埋深图

图 5.2-36 BZ34-9WHPC（新建）至 BZ35-2WHPA 混输管道路由中轴线剖面图

5.2.3.3 BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底管道路由

根据《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海底电缆路由工程物探调查报告》（2022 年 4 月），BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 平台海底管道路由浅地层共划分 3 个地层反射界面、2 套地层：3 个地层反射界面自上而下命名为 R0、R1 和 R2 界面，其中 R0 为海底；2 套地层单元，由上而下分别命名为 A 层和 B 层。

图 5.2-37 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC（新建）海底电缆路由典型浅地层剖面图谱



路由区浅部地层未发现海底滑坡、活动沙波、古河道、潮流沙脊、侵蚀陡坎、冲刷槽、浅层气等对海底电缆路由有影响的灾害地质因素。

图 5.2-38 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC（新建）海底管缆路由 R1 界面埋深图

图 5.2-39 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC（新建）海底管缆路由 R2 界面埋深图

图 5.2-40 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC（新建）海底管缆路由中轴线剖面图

5.2.4 断层

根据中浅地层剖面资料，在 BZ34-9WHPC 平台场址 调查区域内的海底至海底以下

100m 深度范围内未发现断层。

5.2.5 埋藏古河道

本项目调查区域内海底以下发现 2 处埋藏古河道，分别命名为 C1 和 C2。



埋藏古河道距离预定井位位置较远，对平台安装及钻井平台就位没有不利影响。埋藏古河道的分布见下图。

图 5.2-41 BZ34-9WHPC 平台周边埋藏古河道分布图

5.3 海洋环境质量现状调查与评价

5.3.1 调查概况

5.3.1.1 调查单位及时间

调查单位：青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司

调查时间：2021 年 4 月 23 日至 5 月 8 日（春季）和 2021 年 10 月（秋季）围绕渤中 34-9 油田 5 井区及其周边海域进行。

5.3.1.2 调查站位布设

调查范围：以本次新建平台及依托工程外缘线为起点，沿主潮流和垂直潮流方向向外延伸 15km 划定的区域，范围约 56km×48km，面积约 2688km²，作为本项目的海洋环境质量现状调查范围。春季和秋季的调查范围相同。调查范围内共布设 60 个水质、沉积物、海洋生物生态各 37 个。

根据工程具体情况，本项目根据一级评价的要求划定了评价范围，选取了调查范围内的春秋两季调查水质站位 35 个，沉积物、生物生态及生物质量调查站位 20 个。调查站位数量满足海洋工程环境影响评价技术导则的要求。

调查站位图见图 5.3-1，调查站位及调查项目具体信息见表 5.3-1。

表 5.3-1 调查站位及调查项目

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 站位 | 经度 | 纬度 | 调查项目 |
|-----|----|----|--------------------|
| C1 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C2 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C3 | | | 水质 |
| C4 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C5 | | | 水质 |
| C10 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C11 | | | 水质 |
| C12 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C13 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C14 | | | 水质 |
| C15 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C16 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C17 | | | 水质 |
| C18 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C19 | | | 水质 |
| C24 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C25 | | | 水质 |
| C26 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C27 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C28 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C29 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C30 | | | 水质 |
| C31 | | | 水质 |
| C32 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C33 | | | 水质 |
| C38 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C39 | | | 水质 |
| C40 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C41 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C42 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C43 | | | 水质 |
| C44 | | | 水质 |
| C45 | | | 水质 |
| C46 | | | 水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量 |
| C47 | | | 水质 |

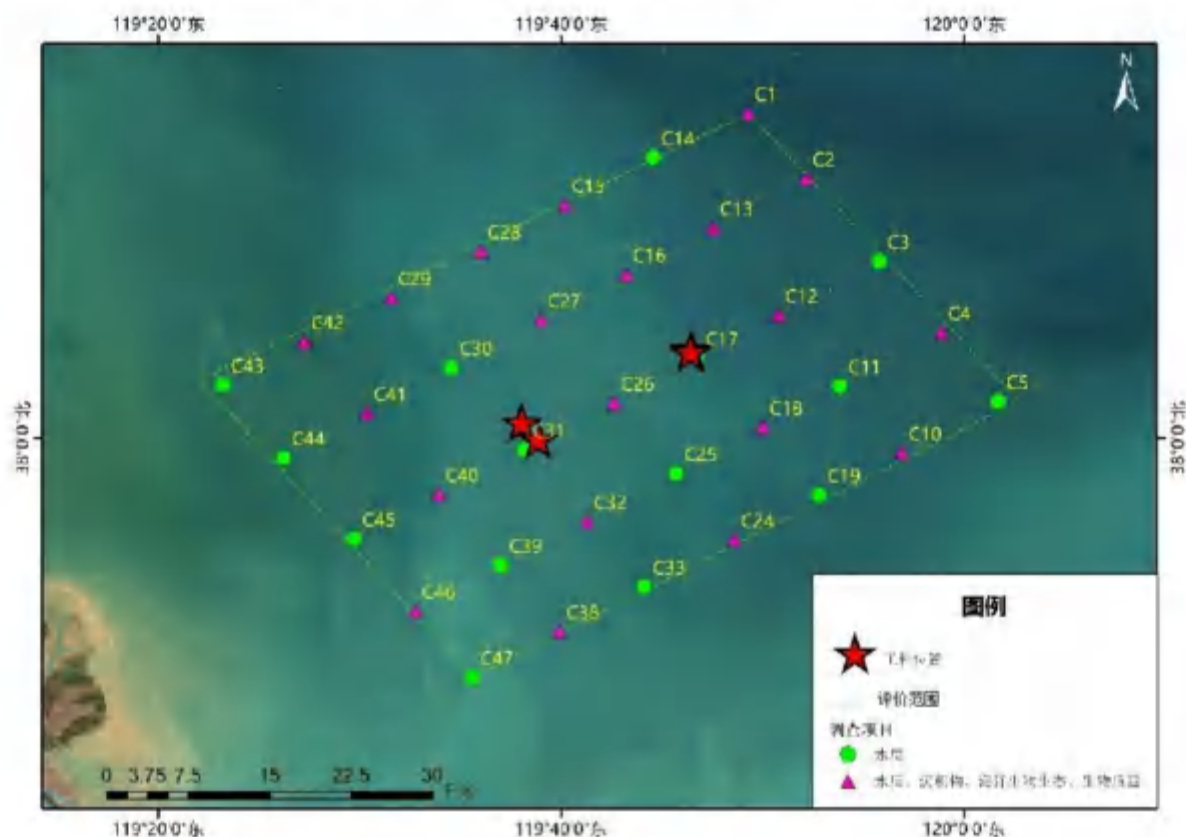


图 5.3-1 海域环境质量现状调查站位图（春季和秋季）

5.3.1.3 调查项目

调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物质量现状调查。

(1) 海水水质：水温、盐度、pH、化学需氧量、溶解氧、活性磷酸盐、无机氮（氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮）、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷，其中石油类项目只调查表层。

(2) 沉积物：汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物及有机碳。

(3) 海洋生物生态：叶绿素 a（并据此估算初级生产力）、浮游植物、浮游动物、底栖生物等种类与数量（包括生物种类、生物密度、生物量、丰度、均匀度、多样性指数等）。

(4) 生物质量：调查站位与海洋生物调查站位一致，从各站渔获物中选取代表性种类，冷冻保存，带回实验室进行分析，分析项目包括重金属（铬、总汞、铜、铅、镉、锌、砷）、石油烃。

5.3.1.4 调查分析方法

水质、沉积物、海洋生物和生物质量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）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测技术规程》（HY/T 147-2013）中的相应规范的要求执行。样品采集过程中严格执行质量控制措施，避免样品采集过程中被污染。

（1）海水水质

表 5.3-2 海水水质监测项目和分析方法

| 监测项目 | | 分析方法 | 检出限 |
|-------|-------|---------------|-----------|
| pH | | pH 计法 | - |
| 水温 | | 温盐深仪（CTD）定点测温 | - |
| 盐度 | | 盐度计法 | - |
| 溶解氧 | | 碘量法 | - |
| 悬浮物 | | 重量法 | 2mg/L |
| 化学需氧量 | | 碱性高锰酸钾法 | 0.15mg/L |
| 石油类 | | 紫外分光光度法 | 3.5μg/L |
| 活性磷酸盐 | | 磷钼蓝分光光度法 | |
| 无机氮 | 硝酸盐 | 铈还原法 | |
| | 亚硝酸盐 | 盐酸萘乙二胺分光光度法 | |
| | 氨（铵盐） | 次溴酸盐氧化法 | |
| 挥发性酚 | | 4-氨基安替比林分光光度法 | 1.1μg/L |
| 砷 | | 原子荧光法 | 0.5μg/L |
| 铜 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.12μg/L |
| 铅 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.07μg/L |
| 锌 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.10μg/L |
| 镉 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.03μg/L |
| 汞 | | 原子荧光法 | 0.007μg/L |
| 总铬 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.05μg/L |
| 硫化物 | | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.2μg/L |

表 5.3-3 海水水质监测仪器设备

| 检测项目参数名称 | 仪器设备名称/规格 |
|----------|---------------------------|
| 铜 | NexIO 350x 型电感耦合等离子体质谱仪 |
| 铅 | NexIO 350x 型电感耦合等离子体质谱仪 |
| 镉 | NexIO 350x 型电感耦合等离子体质谱仪 |
| 铬 | NexIO 350x 型电感耦合等离子体质谱仪 |
| 锌 | NexIO 350x 型电感耦合等离子体质谱仪 |
| 砷 | 原子荧光光度计(KYLIN-S12) |
| 汞 | 原子荧光光度计(KYLIN-S12) |
| 悬浮物 | XS225DU 型电子天平(精度：0.0001g) |
| 石油类 | UV1102II 紫外分光光度计 |
| 化学需氧量 | 25mL 酸碱通用滴定管 |
| pH | S210 型 pH 计 |
| 盐度 | SYS2-2 型盐度计 |
| 溶解氧 | 25mL 酸碱通用滴定管 |
| 温度 | Sea Bird (SBE37SM-RS232) |
| 亚硝酸盐 | 722S 可见分光光度计 |

| | |
|-------|--------------|
| 硝酸盐 | 722S 可见分光光度计 |
| 氨（铵盐） | 722S 可见分光光度计 |
| 活性磷酸盐 | 722S 可见分光光度计 |
| 叶绿素 a | 722S 可见分光光度计 |
| 挥发性酚 | 722S 可见分光光度计 |

(2) 沉积物

表 5.3-4 沉积物监测项目和分析方法

| 项目 | 分析方法 | 检出限 |
|-----|--------------|------------------------|
| 有机碳 | 重铬酸钾氧化—还原容量法 | 0.03×10^{-2} |
| 硫化物 | 碘量法 | 4.0×10^{-6} |
| 石油类 | 紫外分光光度法 | 3.0×10^{-6} |
| 铜 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.5×10^{-6} |
| 铅 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 1.0×10^{-6} |
| 锌 | 火焰原子吸收分光光度法 | 6.0×10^{-6} |
| 镉 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04×10^{-6} |
| 总汞 | 原子荧光法 | 0.002×10^{-6} |
| 铬 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 2.0×10^{-6} |
| 砷 | 原子荧光法 | 0.06×10^{-6} |

表 5.3-5 沉积物监测分析仪器设备

| 检测项目 参数名称 | 仪器设备名称/规格 | 技术指标测量范围 |
|--------------|--------------------------|--|
| 总汞 | 原子荧光分光光度计/ Kylin-S12 | (0~10) $\mu\text{g/L}$ |
| 铜 | 原子吸收光谱仪/PINAACLE900T 型 | 火焰: (1.5~1600) $\mu\text{g/l}$ 石墨炉: (0.014~116) $\mu\text{g/l}$ |
| 铅 | 原子吸收光谱仪/PINAACLE900T 型 | 火焰: (15~10000) $\mu\text{g/l}$ 石墨炉: (0.005~500) $\mu\text{g/l}$ |
| 镉 | 原子吸收光谱仪/PINAACLE900T 型 | 火焰: (0.8~1000) $\mu\text{g/l}$ 石墨炉: (0.002~12) $\mu\text{g/l}$ |
| 锌 | 原子吸收光谱仪/PINAACLE900T 型 | 火焰: (3~5000) $\mu\text{g/l}$ 石墨炉: (0.004~123) $\mu\text{g/l}$ |
| 铬 | 原子吸收光谱仪/PINAACLE900T 型 | 火焰: (15~750) $\mu\text{g/l}$ 石墨炉: (0.02~11) $\mu\text{g/l}$ |
| 砷 | 原子荧光分光光度计/ Kylin-S12 | (0~100) $\mu\text{g/L}$ |
| 硫化物 | 半微量凯氏定氮装置 | 0~25 ml |
| 石油类 | 单光束紫外/可见分光光度计 /UV1102 II | -3.0~3.0 |
| 有机碳 | 电热恒温油槽/DKU 型 | 150~200 $^{\circ}\text{C}$ |

(3) 海洋生态

1) 初级生产力

叶绿素 a 是主要色素体，通常用叶绿素 a (Chl-a) 表示初级生产力水平。按照 Cadée 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = \frac{P_s \cdot ED}{2}$$

式中：P 为每日现场的初级生产力，单位：mgC/(m²·d)，P_s 为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位：mgC/(m³·h)，E 为真光层的深度，真光层的深度约为透明度的 3 倍，单位：m，D 为白昼时间的长短，单位：h。

其中，表层水（1m 以内）中浮游植物的潜在生产力 P_s 根据表层水中叶绿素 a 的含量计算：

$$P_s = C_a Q$$

式中：C_a 为表层叶绿素 a 的含量，单位：mg/m³，Q 为同化系数，单位：mgC/(mgChl-a·h)。

本次调查中透明度见表 5.2-2；白昼时间按 13h 计；Q 值按全球大洋同化系数平均值 3.7 计。

2) 浮游植物、浮游动物、大型底栖生物分别采用多样性指数、种类丰度指数、均匀度指数和群落优势度等 4 种指数指标作为评价方法，计算公式如下：

① 丰富度指数（Margalef）：

$$d = (S-1)/\log_2 N$$

式中：d——表示丰富度；

S——样品中的种类总数；

N——样品中的生物个体数。

② 香农-威纳（Shannon-Weaner）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 种个体数与总个体数比值，或生物量与总生物量比值。

③ 均匀度指数（Pielouindex）：

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

式中：J——表示均匀度；

H'——种类多样性指数值；

H_{max}——为 log₂S，表示多样性指数的最大值，S 为样品中总种类数。

④ 优势度指数：

$$D = (N_1 + N_2) / N_T$$

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。

优势种优势度 Y 计算公式为：

$$Y=(n_i/N)f_i$$

式中： n_i ——群落中第 i 种的个体数；
 N ——群落中所有物种的总个体数；
 f_i ——第 i 种个体在各样品中的出现频率。

表 5.3-6 海洋生物生态分析鉴定仪器设备

| 检测项目 | 仪器设备名称 | 规格 |
|------------|--------------------|----------|
| 叶绿素 a | 分光光度计 | 722S |
| 浮游植物生态调查 | 尼康荧光倒置显微镜 | TE2000U |
| | OLYMPUS 研究级正置荧光显微镜 | BX53 |
| 浮游动物生态调查 | OLYMPUS 体视显微镜 | SZX21LST |
| | 电子天平（精度：0.0001g） | XS225DU |
| 大型底栖生物生态调查 | OLYMPUS 体视显微镜 | SZX10 |
| | 电子天平（精度：0.0001g） | FA2004 |

3）生物质量调查

表 5.3-7 生物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 | 0.40×10^{-6} |
| 铬 | 无火焰原子吸收分光光度法 | GB17378.6-2007 | 0.04×10^{-6} |
| 总汞 | 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} |
| 石油烃 | 荧光分光光度法 | GB17378.6-2007 | 0.2×10^{-6} |

5.3.2 水质现状评价

5.3.2.1 评价因子

水质评价因子为：pH、化学需氧量、溶解氧、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、砷、总汞、铜、铅、镉、锌、总铬、无机氮 15 项作为评价因子。

5.3.2.2 评价标准

海水水质在《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》中的调查站位的水质评价标准按环境保护要求高的级别依据《海水水质标准》（GB3097-1997）进行评价，调查区域内 C43 站位海水水质执行二类标准，C45 站位海水水质执行一类标准，C44 站位保持现状，其他站位从一类开始评价至符合相应的标准为止。

其他站位海水水质依据《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类标准开始逐级进行评价。

图 5.3-2 水质调查站位与三区三线的位置关系

图 5.3-3 水质调查站位与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的位置关系
表 5.3-8 项目附近《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》海洋环境保护要求一览表

| 代码 | 功能区类型 | 功能区名称 | 环境保护要求 | 对应站位 | 评价标准 |
|------|-------|------------|---|------|---------------------------|
| A1-3 | 农渔业区 | 河口-利津农渔业区 | 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。 | C43 | 海水水质二类 沉积物一类 生物质量一类 |
| A8-3 | 保留区 | 东营黄河口北保留区 | 环境保护要求：保持现状。 | C44 | 保持现状 |
| A6-5 | 海洋保护区 | 黄河三角洲海洋保护区 | 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。 | C45 | 海水水质一类 沉积物一类 海洋生物一类 |

表 5.3-9 项目附近《山东省渤海海洋生态红线区划定方案(2013-2020 年)》管控要求一览表

| 代码 | 类别 | 类型 | 名称 | 环境保护要求 | 对应 站位 | 评价标准 |
|-------|-----------|-----------------|------------------------|---|----------|---------------------------|
| XZ2-3 | 限制 开发区 | 海洋 特别 保护区 | 东营黄 河口生 态限制 区 | 环境保护要求：保护区周边海域环境杜绝影响本海域的点源污染，禁止排污、倾倒废弃物等不利于环境保护与资源恢复行为。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。 | C45 | 海水水质一类 沉积物一类 海洋生物一类 |

表 5.3-10 调查站位的评价标准

| 站位 | 功能区划中环境保护要求 | 生态红线中环境保护要求 | 确定评价标准 |
|------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| C43 | 海水水质二类 沉积物一类 生物质量一类 | 不在生态红线内 | 海水水质二类 沉积物一类 生物质量一类 |
| C44 | 保持现状 | 不在生态红线内 | 保持现状 |
| C45 | 海水水质一类 沉积物一类 海洋生物一类 | 海水水质一类 沉积物一类 生物质量一类 | 海水水质一类 沉积物一类 生物质量一类 |
| 其他站位 | 不在功能区内 | 不在生态红线内 | 海水水质、沉积物从一类开始逐级评价 生物质量一类 |

5.3.2.3 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：

1. 一般性水质因子：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中： $S_{i,j}$ ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ ——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

2. pH

$$S_{pH,j} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}), \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0), \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —— j 站位的 pH 实测统计代表值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 上限值；

pH_{sd} ——评价标准中 pH 下限值。

3. 溶解氧

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j, DO_j \leq DO_r$$

$$S_{DO,j} = |DO_r - DO_j| / (DO_r - DO_s), DO_j \geq DO_r$$

式中： $S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_r ——饱和溶解氧浓度，mg/L， $DO_r = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S——实用盐度符号，量纲为 1；

T——水温，℃。

对区域性监测检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计计算。

5.3.2.4 调查结果

春季调查结果见表 5.3-11，秋季调查结果见表 5.3-12。

表 5.3-11a 2021 年春季调查海域海水水质调查分析记录统计表（表层）

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|------|-----|-----|-----|-------|-----|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| | ℃ | | | mg/L | | | | μg/L | | | | | | | | | | |
| C1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|------|-----|-----|-----|-------|-----|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| | ℃ | | | mg/L | | | | μg/L | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：(-) 表示未检出。

表 5.3-11b 2021 年春季调查海域海水水质调查分析记录统计表（底层）

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|------|-----|-----|-----|-------|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| | ℃ | | | mg/L | | | | μg/L | | | | | | | | | |
| C1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|----|------|-----|-----|-------|---|---|---|------|---|----|---|-----|------|
| | ℃ | | | | mg/L | | | | | | | μg/L | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：（-）表示未检出。

表 5.3-12a 2021 年秋季调查海域海水水质调查分析记录统计表（表层）

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|----|------|-----|-----|-------|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|------|
| | °C | | | | mg/L | | | | | | | | | | | | | |
| C1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|----|------|-----|-----|-------|-----|---|---|------|---|----|----|---|-----|------|
| | °C | | | | mg/L | | | | | | | μg/L | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：(-) 表示未检出。

表 5.3-12b 2021 年秋季调查海域海水水质调查分析记录统计表（底层）

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|----|------|-----|-----|-------|---|---|---|------|----|----|---|-----|------|
| | °C | | | | mg/L | | | | | | | μg/L | | | | | |
| C1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 站号 | 水温 | S | pH | DO | COD | 悬浮物 | 无机氮 | 活性 磷酸盐 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|---|----|----|------|-----|-----|-----------|---|---|---|------|----|----|---|-----|------|
| | ℃ | | | | mg/L | | | | | | | μg/L | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：（-）表示未检出。

5.3.2.5 评价结果

(1) 2021 年春季评价结果

表层：调查功能区内所有站位所有因子均符合第一类海水水质标准；功能区外有 2 个站位（C18 和 C32 共 2 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

底层：春季调查功能区内有 1 个站位（C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类水质标准，其余因子及站位均符合相应功能区划的水质标准要求；功能区外有 4 个站位（C4、C14、C15、C32 共 4 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，但均符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

(2) 2021 年秋季评价结果

表层：调查功能区内有 1 个站位（C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类水质标准，所有因子及站位均符合相应功能区划的水质标准要求；功能区外有 5 个站位（C15、C16、C17、C29、C30 共 5 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，但均符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

底层：调查功能区内有 1 个站位（C43，所在功能区环境保护要求为二类水质标准，C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准外，均符合第二类水质标准，所有因子及站位均符合相应功能区划的水质标准要求；功能区外有 5 个站位（C16、C28、C30、C38、C41 共 5 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

调查海域春季表底层各评价因子指数统计数据见表 5.3-13，调查海域秋季表底层各评价因子指数统计数据见表 5.3-14。

5.3.2.6 小结

根据 2021 年 4 月 23 日至 5 月 8 日（春季）和 2021 年 10 月（秋季）青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司在项目附近海域的海水水质调查。

2021 年春季调查结果为位于功能区内所有站位表层调查因子均符合第一类海水

水质标准。1 个站位（C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）底层无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类水质标准，底层其余站位所有因子均符合相应功能区划的水质标准要求；位于功能区外有 2 个站位（C18、C32）表层和 4 个站位（C4、C14、C15、C32）底层无机氮超出第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准，功能区划外其余站位所有因子均符合第一类海水水质标准要求。

2021 年秋季调查结果显示位于功能区内有 1 个站位（C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）表层和 2 个站位（C43，所在功能区环境保护要求为二类水质标准，C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）底层无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准，经分析，位于功能区内所有站位调查因子及均符合相应功能区划的水质标准要求；位于功能区外有 5 个站位（C15、C16、C17、C29、C30）表层和 5 个站位（C16、C28、C30、C38、C41）底层无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类水质标准，位于功能区外其余站位所有调查因子均符合第一类海水水质标准要求。

表 5.3-13a 2021 年春季表层海水质量单因子指数评价统计表（按一类标准）

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|-----|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| C1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|-----|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| C44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | | | | | | |

表 5.3-13b 2021 年春季底层海水质量单因子指数评价统计表（按一类标准）

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| C1 | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | |

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|---|---|---|----|---|----|---|-----|------|
| C29 | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | | | | | |

表 5.3-14a 2021 年秋季表层海水质量单因子指数评价统计表（按一类标准）

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|------|
| C1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|------|
| C13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|------|
| 最大值 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

表 5.3-14b 2021 年秋季底层海水质量单因子指数评价统计表（按一类标准）

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|------|
| C1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C2 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C3 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C4 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C10 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C11 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C12 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C13 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C14 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C15 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C16 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C17 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C18 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C19 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C24 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C25 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C26 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C27 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C28 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C29 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C30 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C31 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C32 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 站号 | pH | DO | COD | 活性磷酸盐 | 无机氮 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 挥发性酚 |
|-----|----|----|-----|-------|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|------|
| C33 | | | | | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | | | | | |
| C39 | | | | | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | | | | | |
| C43 | | | | | | | | | | | | | | |
| C44 | | | | | | | | | | | | | | |
| C45 | | | | | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | | | | | |
| C47 | | | | | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | | | | | |

5.3.3 沉积物环境质量评价

5.3.3.1 评价因子

沉积物质量现状评价因子为：汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物及有机碳。

5.3.3.2 评价标准

沉积物在《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》中的调查站位的沉积物评价标准按环境保护要求高的级别依据《海水水质标准》（GB3097-1997）进行评价，调查区域内其他站位沉积物依据《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类标准开始逐级进行评价。根据图 5.3-2~图 5.3-3 和表 5.3-8~5.3-10，C43、C45 站位沉积物执行一类标准，C44 站位沉积物保持现状，其他站位从一类开始评价至符合相应的标准为止。

5.3.3.3 评价方法

评价方法采用标准指数法。
其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算：

$I_i = C_i / S_i$

式中：I_i——i 项污染物的质量指数；
C_i——i 项污染物的实测浓度；
S_i——i 项污染物评价标准；

I_i 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。

5.3.3.4 调查与评价结果

（一）调查结果

表 5.3-15 春季沉积物实测结果统计表

| 站号 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
|----|---------------------|---|---|---|----|---|----|---|-----|-----|
| | (10 ⁻⁶) | | | | | | | | | (%) |
| C1 | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | |

| 站号 | 石油类 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 锌 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 (%) |
|-----|---------------------|---|---|---|----|---|----|---|-----|------------|
| | (10 ⁻⁶) | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | |
| C27 | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | |

(二) 评价结果

选取有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项作为评价因子，按《海洋沉积物质量》中的第一类进行评价。

2021 年春季共进行了 20 个站位的沉积物调查，对 10 项因子进行了分析评价。经评价所有调查因子均符合一类标准。

根据 2021 年 5 月 26 日生态环境部发布《2020 年中国海洋生态环境状况公报》指出：我国海洋沉积物质量为良好的点位比例为 96.5%，渤海沉积物质量良好的点位为 100%。本次调查结果和《2020 年中国海洋生态环境状况公报》中的结论一致。

调查海域沉积物质量状况良好。

表 3.1-21 沉积物各项评价因子标准指数统计表（按一类标准）

| 站号 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
|-----|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|-----|
| C1 | | | | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | |
| C10 | | | | | | | | | | |
| C12 | | | | | | | | | | |
| C13 | | | | | | | | | | |
| C15 | | | | | | | | | | |
| C16 | | | | | | | | | | |
| C18 | | | | | | | | | | |
| C24 | | | | | | | | | | |
| C26 | | | | | | | | | | |

| 站号 | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
|-----|-----|---|---|---|---|----|----|---|-----|-----|
| C27 | | | | | | | | | | |
| C28 | | | | | | | | | | |
| C29 | | | | | | | | | | |
| C32 | | | | | | | | | | |
| C38 | | | | | | | | | | |
| C40 | | | | | | | | | | |
| C41 | | | | | | | | | | |
| C42 | | | | | | | | | | |
| C46 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | |

5.3.4 海洋生物生态现状调查与评价

5.3.4.1 叶绿素 a 与初级生产力

(1) 叶绿素 a

2021 年春季，调查海域各站表层叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.22~2.80） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.03 $\mu\text{g/L}$ ；底层叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.33~2.18） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.88 $\mu\text{g/L}$ 。

2021 年秋季，调查海域各站表层叶绿素 a 浓度的变化范围为（1.00~3.44） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.80 $\mu\text{g/L}$ ；底层叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.76~3.50） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.77 $\mu\text{g/L}$ 。

(2) 初级生产力

2021 年春季，调查海域各站初级生产力变化范围为（30.30~464.65） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 147.36 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

2021 年秋季，调查海域各站初级生产力变化范围为（83.55~1053.88） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 356.61 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

表 5.3-17 调查海域叶绿素 a 含量（ mg/m^3 ）

| 站号 | 春季叶绿素 a（ $\mu\text{g/L}$ ） | | 秋季叶绿素 a（ $\mu\text{g/L}$ ） | |
|-----|----------------------------|----|----------------------------|----|
| | 表层 | 底层 | 表层 | 底层 |
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |

| 站号 | 春季叶绿素 a (μg/L) | | 秋季叶绿素 a (μg/L) | |
|-----|----------------|----|----------------|----|
| | 表层 | 底层 | 表层 | 底层 |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.3-18 调查海域初级生产力 (mg/m³)

| 站号 | 春季初级生产力 | 秋季初级生产力 |
|-----|---------------|---------------|
| | (mg·C/(m²·d)) | (mg·C/(m²·d)) |
| C1 | | |
| C2 | | |
| C4 | | |
| C10 | | |
| C12 | | |
| C13 | | |
| C15 | | |
| C16 | | |
| C18 | | |
| C24 | | |
| C26 | | |
| C27 | | |
| C28 | | |
| C29 | | |
| C32 | | |
| C38 | | |
| C40 | | |
| C41 | | |
| C42 | | |
| C46 | | |
| 最大值 | | |
| 最小值 | | |
| 平均值 | | |

5.3.4.2 浮游植物

(1) 种类组成

2021 年春季, 调查海域共鉴定浮游植物 23 种(类), 详见附录 1, 其中硅藻门 21 种, 占浮游植物出现种数的 91.30%; 甲藻门 2 种, 占 8.70%。

2021 年秋季, 调查海域共鉴定浮游植物 70 种(类), 详见附录 2, 其中硅藻门 61 种, 占浮游植物出现种数的 87.14%; 甲藻门 8 种, 占 11.43%; 金藻门 1 种, 占 1.43%。

(2) 个体数量分布

2021 年春季, 调查海域浮游植物密度变化范围在 $(1.95\sim11.04)\times10^4$ 个/ m^3 之间, 平均密度为 3.60×10^4 个/ m^3 。

2021 年秋季, 调查海域浮游植物密度变化范围在 $(19.88\sim453.37)\times10^4$ 个/ m^3 之间, 平均密度为 180.88×10^4 个/ m^3 。

(3) 优势种

2021 年春季调查, 在密度上占优势的浮游植物种类为辐环藻、圆筛藻和辐射圆筛藻, 其密度分别占浮游植物总密度的 58.14%、10.30%和 8.09%。

2021 年秋季调查, 在密度上占优势的浮游植物种类为巨圆筛藻和格氏圆筛藻, 其密度分别占浮游植物总密度的 28.89%和 8.92%。

(4) 群落特征

2021 年春季调查海域浮游植物各站群落参数值分析统计结果见表 5.3-20。调查海域浮游植物样品的多样性指数 (H') 在 0.43~2.85 之间波动, 平均值为 1.66; 均匀度 (J) 在 0.26~0.95 之间波动, 平均值为 0.70; 丰度 (d) 在 0.07~0.51 之间波动, 平均值为 0.29; 优势度 (D_2) 在 0.41~1.00 之间波动, 平均值为 0.76。调查海域浮游植物的多样性指数均值、均匀度较低, 优势度较高, 表明该海域浮游植物群落结构稳定性较一般。

2021 年秋季调查海域浮游植物各站群落参数值分析统计结果见表 5.3-20。调查海域浮游植物样品的多样性指数 (H') 在 0.60~3.98 之间波动, 平均值为 3.01; 均匀度 (J) 在 0.38~0.86 之间波动, 平均值为 0.68; 丰度 (d) 在 0.11~1.40 之间波动, 平均值为 1.01; 优势度 (D_2) 0.30~0.95 之间波动, 平均值为 0.54。调查海域浮游植物的多样性指数均值、均匀度较高, 优势度较低, 表明该海域浮游植

物群落结构稳定性较好。

表 5.3-19a 调查海域春季浮游植物细胞密度和种类($\times 10^4$ 个/ m^3)

| 站号 | 密度 | 辐环藻 | 圆筛藻 | 辐射圆筛藻 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| C1 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C2 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C4 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C10 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C12 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C13 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C15 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C16 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C18 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C24 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C26 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C27 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C28 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C29 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C32 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C38 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C40 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C41 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C42 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| C46 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 最大值 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 最小值 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 平均值 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |

表 5.3-19a 调查海域秋季浮游植物细胞密度和种类($\times 10^4$ 个/ m^3)

| 站号 | 密度 | 巨圆筛藻 |
|-----|-------------|-------------|
| C1 | <div></div> | <div></div> |
| C2 | <div></div> | <div></div> |
| C4 | <div></div> | <div></div> |
| C10 | <div></div> | <div></div> |
| C12 | <div></div> | <div></div> |
| C13 | <div></div> | <div></div> |
| C15 | <div></div> | <div></div> |
| C16 | <div></div> | <div></div> |
| C18 | <div></div> | <div></div> |
| C24 | <div></div> | <div></div> |
| C26 | <div></div> | <div></div> |
| C27 | <div></div> | <div></div> |
| C28 | <div></div> | <div></div> |
| C29 | <div></div> | <div></div> |
| C32 | <div></div> | <div></div> |
| C38 | <div></div> | <div></div> |

| 站号 | 密度 | 巨圆筛藻 |
|-----|----|------|
| C40 | | |
| C41 | | |
| C42 | | |
| C46 | | |
| 最大值 | | |
| 最小值 | | |
| 平均值 | | |

表 5.3-20a 2021 年春季调查浮游植物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度(J) | 丰度(d) | 优势度(D2) |
|-----|------------|--------|-------|---------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.3-20b 2021 年秋季调查浮游植物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度(J) | 丰度(d) | 优势度(D2) |
|-----|------------|--------|-------|---------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度(J) | 丰度(d) | 优势度(D2) |
|-----|------------|--------|-------|---------|
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

5.3.4.3 浮游动物

(1) 种类组成

2021 年春季, 调查海域共鉴定浮游动物 27 种 (类), 详见附录 3, 其中桡足类 9 种, 浮游幼虫 7 种, 端足类 4 种, 涟虫类 2 种, 介形类、毛颚类、水母类、翼足类和原生动物各 1 种。

2021 年秋季, 调查海域共鉴定浮游动物 42 种 (类), 详见附录 4, 其中桡足类 12 种, 水母类 11 种, 浮游幼虫 8 种, 尾索动物 4 种, 端足类 2 种, 介形类、涟虫类、毛颚类、原生动物和枝角类各 1 种。

(2) 生物量和密度分布

2021 年春季, 调查海域浮游动物湿重生物量变化范围在 (135.39~733.97) mg/m^3 之间, 平均为 386.44 mg/m^3 ; 生物密度变化范围在 (148.3~1784.0) 个/ m^3 之间, 平均为 1012.5 个/ m^3 。

2021 年秋季, 调查海域浮游动物湿重生物量变化范围在 (3.11~1095.79) mg/m^3 之间, 平均为 393.77 mg/m^3 ; 生物密度变化范围在 (10.4~526.3) 个/ m^3 之间, 平均为 163.8 个/ m^3 。

(3) 优势种

2021 年春季, 调查海域浮游动物占优势的种类为腹针胸刺水蚤, 其密度占浮游动物总密度的 57.87%。

2021 年秋季, 调查海域浮游动物占优势的种类为软拟海樽、强壮箭虫和繆勒海樽克氏亚种, 其密度分别占浮游动物总密度的 35.89%、22.16%和 20.68%。

(4) 群落特征

2021 年春季调查海域浮游动物各站群落参数值分析统计结果见表 5.3-22。调查海域浮游动物样品的多样性指数 (H') 在 0.77~1.19 之间波动, 平均值为 1.04; 均匀度 (J) 在 0.26~0.44 之间波动, 平均值为 0.36; 丰度 (d) 在 0.49~0.92 之间波动, 平均值为 0.68; 优势度 ($D2$) 在 0.97~1.00 之间波动, 平均值为 0.98。调查海域浮游动物多样性、均匀度和丰度较低、优势度较高, 浮游动物整体群落结构稳定性较为一般。

2021 年秋季调查海域浮游动物各站群落参数值分析统计结果见表 5.3-22。调查海域浮游动物样品的多样性指数 (H') 在 1.72~2.87 之间波动, 平均值为 2.39; 均匀度 (J) 在 0.41~0.80 之间波动, 平均值为 0.59; 丰度 (d) 1.70~2.97 之间波动, 平均值为 2.41; 优势度 ($D2$) 在 0.50~0.83 之间波动, 平均值为 0.68。调查海域浮游动物多样性指数和丰度较高, 优势度较低。浮游动物整体群落结构稳定性相对较好。

表 5.3-21a 春季调查浮游动物的生物量和密度

| 站号 | 生物量 (mg/m ³) | 个体数量 (个/m ³) |
|-----|--------------------------|--------------------------|
| C1 | | |
| C2 | | |
| C4 | | |
| C10 | | |
| C12 | | |
| C13 | | |
| C15 | | |
| C16 | | |
| C18 | | |
| C24 | | |
| C26 | | |
| C27 | | |
| C28 | | |
| C29 | | |
| C32 | | |
| C38 | | |
| C40 | | |
| C41 | | |
| C42 | | |
| C46 | | |
| 最大值 | | |
| 最小值 | | |
| 平均值 | | |

表 5.3-21b 秋季调查浮游动物的生物量和密度

| 站号 | 生物量 (mg/m ³) | 总个体数量 (个/m ³) |
|-----|--------------------------|---------------------------|
| C1 | | |
| C2 | | |
| C4 | | |
| C10 | | |
| C12 | | |
| C13 | | |
| C15 | | |
| C16 | | |
| C18 | | |
| C24 | | |
| C26 | | |
| C27 | | |
| C28 | | |
| C29 | | |
| C32 | | |
| C38 | | |
| C40 | | |
| C41 | | |
| C42 | | |
| C46 | | |
| 最大值 | | |
| 最小值 | | |
| 平均值 | | |

表 5.3-22a 2021 年春季浮游动物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.3-22b 2021 年秋季浮游动物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

5.3.4.4 底栖生物

(1) 种类组成

2021 年春季, 调查海域共鉴定底栖生物 93 种 (类), 详见附录 5, 隶属于刺胞动物、扁形动物、纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物。其中环节动物 38 种, 占底栖生物种类组成的 40.86%; 软体动物 29 种, 占 31.18%; 节肢动物 20 种, 占 21.25%; 棘皮动物 2 种, 占 2.15%; 刺胞动物、扁形动物、纽形动物和脊索动物各 1 种, 分别占 1.08%。

2021 年秋季, 调查海域共鉴定底栖生物 104 种 (类), 详见附录 6, 隶属于刺胞动物、纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物。

其中环节动物 43 种,占底栖生物种类组成的 41.35%;软体动物 28 种,占 26.92%;节肢动物 26 种,占 25.00%;棘皮动物 3 种,占 2.88%;纽形动物 2 种,占 1.92%;刺胞动物和脊索动物各 1 种,分别占 0.96%。

(2) 生物量和密度

2021 年春季,调查海域底栖生物生物量变化范围在 (2.40~28.42) g/m² 之间,平均为 11.61g/m²,生物密度变化范围在 (49~977) 个/m² 之间,平均为 17.2 个/m²。

2021 年秋季,调查海域底栖生物生物量变化范围在 (0.51~64.63) g/m² 之间,平均为 18.25 g/m²,生物密度变化范围在 (55~282) 个/m² 之间,平均为 151 个/m²。

(3) 优势种

2021 年春季调查中底栖生物密度占优势的种类为二齿半尖额涟虫、不倒翁虫和银白壳蛞蝓,密度分别占总密度的 15.22%、13.45%和 11.70%。

2021 年秋季调查中底栖生物密度占优势的种类为不倒翁虫和江户明樱蛤,密度分别占总密度的 16.39%和 10.03%。

(4) 群落特征

2021 年春季,调查海域底栖生物各站群落参数值分析统计结果见表 5.3-24a。调查海域底栖生物样品的多样性指数(H')在 2.36~3.96 之间波动,平均值为 3.28;均匀度(J)在 0.61~0.95 之间波动,平均值为 0.82;丰度(d)在 1.25~3.89 之间波动,平均值为 2.23;优势度(D2)在 0.25~0.67 之间波动,平均值为 0.45。调查海域底栖生物的多样性指数、均匀度及丰度均较高,优势度较低,表明该海域底栖生物群落结构稳定。

2021 年秋季,调查海域底栖生物各站群落参数值分析统计结果见表 5.3-24b。调查海域底栖生物样品的多样性指数(H')在 3.07~4.52 之间波动,平均值为 3.76;均匀度(J)在 0.78~0.97 之间波动,平均值为 0.88;丰度(d)在 1.64~3.61 之间波动,平均值为 2.65;优势度(D2)在 0.17~0.51 之间波动,平均值为 0.35。调查海域底栖生物的多样性指数、均匀度及丰度均较高,优势度较低,表明该海域底栖生物群落结构稳定。

表 5.3-23a 春季底栖生物各站的密度 (个/m²) 和生物量 (g/m²)

| 站号 | 总生物量 | 总栖息密度 |
|----|------|-------|
| C1 | | |
| C2 | | |
| C4 | | |

| 站号 | 总生物量 | 总栖息密度 |
|-----|------|-------|
| C10 | | |
| C12 | | |
| C13 | | |
| C15 | | |
| C16 | | |
| C18 | | |
| C24 | | |
| C26 | | |
| C27 | | |
| C28 | | |
| C29 | | |
| C32 | | |
| C38 | | |
| C40 | | |
| C41 | | |
| C42 | | |
| C46 | | |
| 最大值 | | |
| 最小值 | | |
| 平均值 | | |

表 5.3-23b 秋季底栖生物各站的密度（个/m²）和生物量（g/m²）

| 站号 | 总生物量 | 总栖息密度 |
|-----|------|-------|
| C1 | | |
| C2 | | |
| C4 | | |
| C10 | | |
| C12 | | |
| C13 | | |
| C15 | | |
| C16 | | |
| C18 | | |
| C24 | | |
| C26 | | |
| C27 | | |
| C28 | | |
| C29 | | |
| C32 | | |
| C38 | | |
| C40 | | |
| C41 | | |
| C42 | | |
| C46 | | |
| 最大值 | | |
| 最小值 | | |
| 平均值 | | |

表 5.3-24a 2021 年春季调查底栖生物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.3-24b 2021 年秋季调查底栖生物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.3-25a 2021 年春季调查底栖生物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.3-25b 2020 年秋季调查底栖生物群落特征指数

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C1 | | | | |
| C2 | | | | |
| C4 | | | | |
| C10 | | | | |
| C12 | | | | |
| C13 | | | | |
| C15 | | | | |
| C16 | | | | |
| C18 | | | | |
| C24 | | | | |
| C26 | | | | |
| C27 | | | | |
| C28 | | | | |
| C29 | | | | |

| 站号 | 多样性指数 (H') | 均匀度 (J) | 丰度 (d) | 优势度 (D2) |
|-----|------------|---------|--------|----------|
| C32 | | | | |
| C38 | | | | |
| C40 | | | | |
| C41 | | | | |
| C42 | | | | |
| C46 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

5.3.4.5 小结

根据海洋生态现状调查结果可知，本项目所在海域叶绿素 a 含量总体偏低，属于贫营养海域，调查海域初级生产力处于中低水平；春季浮游植物和浮游动物群落结构稳定性一般，秋季浮游植物和浮游动物群落结构稳定性较好；底栖生物群落结构稳定。

5.3.5 生物质量

5.3.5.1 评价因子及分析方法

生物质量以镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃作为评价因子。

表 5.3-26 生物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 | 0.40×10 ⁻⁶ |
| 铬 | 无火焰原子吸收分光光度法 | GB17378.6-2007 | 0.04×10 ⁻⁶ |
| 总汞 | 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 |
| 石油烃 | 荧光分光光度法 | GB17378.6-2007 | 0.2×10 ⁻⁶ |

5.3.5.2 评价标准

目前国家仅颁布了软体动物（双壳类）评价国家标准，软体动物（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。其它生物类群的国家级评价标准尚未发布，软体动物（非双壳类）和甲壳类、鱼类生物体内污染物质（铜、铅、锌、镉、总汞）含量评价标准参考《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

烃含量的评价标准参考《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；生物体内铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

表 5.3-27 海洋生物质量评价标准（鲜重，mg/kg）

| 生物类别 | 物种 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 | 石油烃 |
|----------------|---------|-----|------|-----|-----|-----|---|------|-----|
| 软体动物 (双壳类) | 四角蛤蜊 | 10 | 0.1 | 20 | 0.2 | 0.5 | 1 | 0.05 | 15 |
| 软体动物 (非双壳类) | 脉红螺 | 100 | 10.0 | 250 | 5.5 | / | / | 0.3 | 20 |
| 甲壳类 | 口虾蛄、日本蟳 | 100 | 2.0 | 150 | 2.0 | / | / | 0.2 | 20 |
| 鱼类 | 斑鲈、虾虎鱼 | 20 | 2.0 | 40 | 0.6 | / | / | 0.3 | 20 |

5.3.5.3 评价方法

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。公式为：

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

式中： P_i —某污染因子的污染指数，即单因子污染指数；

C_i —某污染因子的实测浓度；

C_{io} —某污染因子的评价标准；

凡是单因子指数小于或等于 1 者，为该监测站生物质量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。

公式为：

式中： P_i —某污染因子的污染指数，即单因子污染指数；

C_i —某污染因子的实测浓度；

C_{io} —某污染因子的评价标准；

凡是单因子指数小于或等于 1 者，为该监测站生物质量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。

5.3.5.4 调查结果

(1) 春季

春季调查 20 个站位共监测 7 种生物体内铜、铅、镉、总铬、锌、砷、总汞和石油烃的含量。生物样品为贝类（双壳类）的四角蛤蜊（*Macra veneriformis*），软体类（非双壳类）的短蛸（*Octopus fangsiao*）和脉红螺（*Rapana venosa*），

甲壳类的口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*) 和日本蟳 (*Charybdis japonica*)，鱼类的斑鲷 (*Konosirus punctatus*) 和虾虎鱼 (*Gobiidae*)。调查海域生物质量样品分析结果见下表。

表 5.3-28 2021 年春季调查生物体内各指标的含量水平 (湿重 10^{-6})

| 站位 | 中文名 | 拉丁名 | 检测部位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 石油烃 |
|-----|-----|------------------------------|------|---|---|---|---|----|----|---|-----|
| C1 | 斑鲷 | <i>Konosirus punctatus</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C2 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C4 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C10 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C10 | 虾虎鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C12 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C13 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C15 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C16 | 短蛸 | <i>Octopus fangsiao</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C16 | 日本蟳 | <i>Charybdis japonica</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C18 | 斑鲷 | <i>Konosirus punctatus</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C24 | 虾虎鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C24 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C26 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C27 | 口 | <i>Oratosquilla</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 站 位 | 中 文 名 | 拉 丁 名 | 检 测 部 位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总 铬 | 总 汞 | 砷 | 石 油 烃 |
|--------|------------------|------------------------------------|------------------|---|---|---|---|--------|--------|---|-------------|
| | 虾 蛄 | <i>la oratoria</i> | 组织 | | | | | | | | |
| C28 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosquil la oratoria</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C28 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C29 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosquil la oratoria</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C32 | 虾 虎 鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C32 | 四 角 蛤 蜊 | <i>Macra veneriform is</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C38 | 虾 虎 鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C40 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C41 | 短 蛸 | <i>Octopus fangsiao</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C41 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosquil la oratoria</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C42 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosquil la oratoria</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |
| C46 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | 组织 | | | | | | | | |

(2) 秋季

秋季调查 20 个站位共监测 5 种生物体内铜、铅、镉、铬、锌、砷、汞和石油烃的含量。生物样品为软体类（非双壳类）的脉红螺（*Rapana venosa*），甲壳类的口虾蛄（*Oratosquilla oratoria*）和日本蟳（*Charybdis japonica*），鱼类的斑鲆（*Konosirus punctatus*）和虾虎鱼（*Gobiidae*）。调查海域生物质量样品分析结果见下表。

表 5.3-29 2021 年秋季调查生物体内各指标的含量水平 (湿重 10^{-6})

| 站位 | 中文名 | 拉丁名 | 检测部位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 石油烃 |
|-----|-----|------------------------------|------|---|---|---|---|----|----|---|-----|
| C1 | 脉红螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C1 | 日本蛸 | <i>Charybdis japonica</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C2 | 日本蛸 | <i>Charybdis japonica</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C2 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C4 | 斑鲆 | <i>Konosirus punctatus</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C10 | 虾虎鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C12 | 脉红螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C12 | 虾虎鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C13 | 斑鲆 | <i>Konosirus punctatus</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C13 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C15 | 脉红螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C15 | 虾虎鱼 | <i>Gobiidae</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C16 | 脉红螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C18 | 脉红螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C24 | 口 | <i>Oratosquilla</i> | 肌肉 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 站 位 | 中 文 名 | 拉 丁 名 | 检 测 部 位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总 铬 | 总 汞 | 砷 | 石 油 烃 |
|--------|-------------|--|------------------|---|---|---|---|--------|--------|---|-------------|
| | 虾 蛄 | <i>oratoria</i> | 组织 | | | | | | | | |
| C24 | 日本 蟳 | <i>Charyb dis japonic a</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C26 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C26 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosq uilla oratoria</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C27 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C27 | 日本 蟳 | <i>Charyb dis japonic a</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C28 | 日本 蟳 | <i>Charyb dis japonic a</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C29 | 虾 虎 鱼 | <i>Gobiida e</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C29 | 斑 鲆 | <i>Konosir us punctat us</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C32 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosq uilla oratoria</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C32 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C38 | 脉 红 螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C40 | 口 虾 蛄 | <i>Oratosq uilla oratoria</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C40 | 虾 虎 鱼 | <i>Gobiida e</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C41 | 斑 鲆 | <i>Konosir us punctat us</i> | 肌肉 组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 站位 | 中文名 | 拉丁名 | 检测部位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 石油烃 |
|-----|-------|--------------------------------|------|---|---|---|---|----|----|---|-----|
| C42 | 脉红螺 | <i>Rapana venosa</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C42 | 斑簾 | <i>Konosirus punctatus</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C46 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C46 | 日本蝎 | <i>Charybdis japonica</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| / | 菲律宾蛤仔 | <i>Ruditapes philippinarum</i> | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

5.3.5.5 评价结果

生物质量评价结果表明：

- （1）软体动物（双壳类）生物质量各项评价因子均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。
- （2）软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。
- （3）软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。

表 5.3-30a 2021 年春季生物质量标准指数

| 站位 | 样品名称 | 检测部位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 石油烃 |
|-----|------|------|---|---|---|---|----|----|---|-----|
| C1 | 斑簾 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C2 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C4 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C10 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C10 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C12 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |

| 站 位 | 样 品 名 称 | 检 测 部 位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 石 油 烃 |
|--------|------------------|------------------|---|---|---|---|----|----|---|-------------|
| C13 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C15 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C16 | 短蛸 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C16 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C18 | 斑鲆 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C24 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C24 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C26 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C27 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C28 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C28 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C29 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C32 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C32 | 四角蛤 蜊 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C38 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C40 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C41 | 短蛸 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C41 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C42 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C46 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |

注：“/”表示缺乏评价标准，未对该因子进行评价。

表 5.3-30b 2021 年秋季生物质量标准指数

| 站 位 | 样 品 名 称 | 检 测 部 位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总铬 | 总汞 | 砷 | 石 油 烃 |
|--------|------------------|------------------|---|---|---|---|----|----|---|-------------|
| C1 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C1 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C2 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C2 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C4 | 斑鲆 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C10 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C12 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C12 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C13 | 斑鲆 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |
| C13 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ |

| 站 位 | 样 品 名 称 | 检 测 部 位 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 总 铬 | 总 汞 | 砷 | 石 油 烃 |
|--------|------------------|------------------|---|---|---|---|--------|--------|---|-------------|
| C15 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C15 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C16 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C18 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C24 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C24 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C26 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C26 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C27 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C27 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C28 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C29 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C29 | 斑鲆 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C32 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C32 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C38 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C40 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C40 | 虾虎鱼 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C41 | 斑鲆 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C42 | 脉红螺 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C42 | 斑鲆 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C46 | 口虾蛄 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| C46 | 日本蟳 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| / | 菲律宾 蛤仔 | 肌肉组织 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

注：“/”表示缺乏评价标准，未对该因子进行评价。

5.4 渔业资源

5.4.1 调查概况

5.4.1.1 调查站位与调查时间

调查单位：调查资料以及相关的科研成果、文献资料等。

调查时间：春季调查时间为 2021 年 5 月 20~25 日、秋季为 2021 年 10 月 24~

28 日。

调查站位：详见图 5.4-1a、5.4-1b 和表 5.4-1a、5.4-1b。

表 5.4-1a 春季渔业资源调查站位经纬度

| 站位 | 经度 | 纬度 | 调查内容 |
|----|----|----|------|
| 1 | | | 渔业资源 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |

图 5.4-1a 春季渔业资源调查站位示意图

表 5.4-1b 秋季渔业资源调查站位经纬度

| 站位 | 经度 | 纬度 | 调查内容 |
|----|----|----|------|
| 1 | | | 渔业资源 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |

图 5.4-1b 秋季渔业资源调查站位示意图

5.4.1.2 调查方法

按《海洋监测规范》、《海洋调查规范》、《海洋水产资源调查手册》和《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）等相关方法进行。

（1）鱼卵、仔稚鱼

根据《海洋调查规范》，采用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 145cm，网口面积 0.2m²），自海底至表面垂直拖曳，拖速约 0.5 m/s，进行定量分析。水平拖网采用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm，网口面积 0.5m²），拖速约 2.0 nm/h，拖曳 10min，进行定性分析。采集的样品经 5% 甲醛海水溶液固定保存后在实验室进行分类鉴定和计数。

（2）游泳动物

游泳动物拖网调查按《GB12763.6 海洋调查规范第 6 部分海洋生物调查》和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的相关规定执行。渔业资源拖网调查所用网具为单拖底拖网，网口 1400 目，网目尺寸 5.6 cm，网口周长 80m，囊网网目 20 mm，网口宽度 10.2 m，网口高度 5.5m。每站拖网 1 h，拖网速度 3.0 n mile/h，每站拖网平均扫海面积 0.05667 km²。渔获物在船上鉴定种类，并按种类记录重量、尾数等数据，样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。

运用数理统计方法，对调查数据和渔业统计数据进行分析，研究调查水域生

物资源的群落结构、生物资源数量分布和主要经济种类，以及鱼卵、仔稚鱼的种类、数量和分布。底拖网调查的渔获量统计仅包含了鱼类、甲壳类和头足类 3 大类游泳动物的重量和尾数，浮游性的水母类和底栖性的贝类、棘皮类动物不包括在内。

5.4.1.3 评价方法

(1) 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼密度计算公式：

$$G=N/V$$

式中：G 为单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒每立方米或尾每立方米（ind./m³）；N 为全网鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒或尾（ind.）；V 为滤水量，单位为立方米（m³）。

(2) 游泳动物

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

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

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

(3) 相对重要性指数

在生物群落中，并非所有的物种同等重要，优势种是对群落起主要控制影响的种类。所以判断一个群落的组成，优势种的变化是一个重要指标。为了确定各种游泳动物在整个群落中的重要性，我们使用 Pinkas(1971)提出的相对重要性指数（IRI）来衡量游泳动物在不同海区、不同季节中的地位。其优点是该指数即考虑了捕获物的尾数和重量，也考虑了它们的出现频率。计算公式为：

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

式中：N-为某种类尾数占总尾数的百分比；W-为某种类重量占总重量的百分比；F-为某种类的出现频率（出现站次与调查站位的百分比）。参考有关文献，IRI 值大于 1000 的种类为优势种，IRI 值在 100~1000 之间的为重要种，IRI 值在 10~100 之间为常见种，IRI 值在 1~10 之间为一般种，IRI 值在 1 以下为少见种。

由此来确定各个种类在生物群落中的重要性。

5.4.2 鱼卵、仔稚鱼

5.4.2.1 种类组成

(1) 春季

春季调查所获鱼卵 11 种，隶属 3 目 7 科，仔稚鱼 11 种，隶属 4 目 7 科，鱼卵和仔稚鱼共同出现种类为青鳞小沙丁鱼、赤鼻棱鲷和少鳞鱈 3 种。

(2) 秋季



























秋季调查未捕获鱼卵仔稚鱼。

5.4.2.2 数量分布

(1) 春季

调查的 12 个站位中有 9 个站有鱼卵出现，鱼卵出现频率为 75.0%。鱼卵密度平均为 0.493 ind/m^3 ，其中 1 站位最高，为 3.022 ind/m^3 。10 个站位有仔稚鱼出现，仔稚鱼出现频率为 83.33%。仔稚鱼密度平均为 0.356 ind/m^3 ，其中 4 站位最高，为 1.568 ind/m^3 。见下表。

表 5.4-2 春季鱼卵仔稚鱼分布

| 站位 | 鱼卵（粒/m ³ ） | 仔稚鱼（尾/m ³ ） |
|-----|---|---|
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 平均值 |  |  |

(2) 秋季

秋季调查未捕获鱼卵仔稚鱼。

5.4.3 鱼类资源状况

5.4.3.1 种类组成

(1) 春季

调查海域共捕获鱼类 32 种，详见附录 7，隶属于 9 目，22 科，鱼类种类名录见附录 7。其中鰕虎鱼科种类数最多，为 5 种；其次为鳀科、带鱼科，均为 3 种；鲱科、石首鱼科为 2 种；其余均为 1 种。

所捕获的 32 种鱼类中，暖水性鱼类有 9 种，占鱼类种数的 28.13%，暖温性鱼类有 18 种，占 56.25%，冷温性鱼类有 5 种，占 15.62%；按栖息水层分，底层鱼类有 24 种，占鱼类种数的 75%，中上层鱼类有 8 种，占 25%。按越冬场分，黄、渤海地方性鱼类有 30 种，占鱼类种数的 93.75%，长距离洄游性鱼类有 2 种，占 6.25%。按经济价值分，经济价值较高的有 15 种，占鱼类种数的 46.87%，经济价值一般的有 13 种，占 40.63%，经济价值较低有 4 种，占 12.5%。见下表。

表 5.4-3a 春季鱼类生态类型

| 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 |
| 青鳞小沙丁鱼 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 斑鲚 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 赤鼻棱鲷 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 黄鲫 | + | | | + | | + | | | | + | |
| 鲢 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 小黄鱼 | + | | | | + | | + | | | | + |
| 白姑鱼 | + | | | | + | + | | | | + | |
| 少鳞鳓 | + | | | | + | | + | | + | | |
| 银鲳 | + | | | | + | | + | | | | + |
| 矛尾鰕虎鱼 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 六丝矛尾鰕虎鱼 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 裸项栉鰕虎鱼 | | | + | | + | | + | | | + | |
| 中华栉孔鰕虎鱼 | | | + | | + | | + | | + | | |
| 丝鰕虎鱼 | | | + | | + | + | | | + | | |
| 小带鱼 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 带鱼 | + | | | | + | + | | | | + | |
| 绯鲷 | | | + | | + | | + | | + | | |
| 鲷 | + | | | | + | + | | | | + | |
| 花鲈 | + | | | + | | | + | | + | | |
| 长绵鲷 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 方氏云鲷 | | + | | | + | | | + | + | | |
| 玉筋鱼 | + | | | + | | | | + | | + | |
| 长吻红舌鲷 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 褐牙鲷 | + | | | | + | | | + | | + | |
| 黄鳍东方鲀 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 绿鳍马面鲀 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 大银鱼 | + | | | + | | | + | | | + | |
| 大泷六线鱼 | + | | | | + | | | + | | + | |
| 细纹狮子鱼 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 长蛇鲻 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 黄魮鰵 | + | | | | + | | | + | | + | |
| 尖海龙 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 合计 | 15 | 13 | 4 | 8 | 24 | 9 | 18 | 5 | 9 | 21 | 2 |

(2) 秋季

调查海域共捕获鱼类 31 种，详见附录 8，隶属于 7 目，19 科。鱼类种类名录见附录 8。其中鰕虎鱼科种类数最多，为 5 种；其次为鲷科为 4 种；石首鱼科、带鱼科均为 3 种；其余均为 1 种。

所捕获的 31 种鱼类中，暖水性鱼类有 10 种，占鱼类种数的 32.26%，暖温性鱼类有 19 种，占 61.29%，冷温性鱼类有 2 种，占 6.45%；按栖息水层分，底

层鱼类有 23 种, 占鱼类种数的 74.19%, 中上层鱼类有 8 种, 占 25.81%。按越冬场分, 黄、渤海地方性鱼类有 15 种, 占鱼类种数的 48.39%, 长距离洄游性鱼类有 16 种, 占 51.61%。按经济价值分, 经济价值较高的有 15 种, 占鱼类种数的 48.39%, 经济价值一般的有 13 种, 占 41.94%, 经济价值较低有 3 种, 占 9.68%。见下表。

表 5.4-3b 秋季鱼类生态类型

| 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 |
| 青鳞小沙丁鱼 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 斑鲚 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 赤鼻棱鲷 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 黄鲫 | + | | | + | | + | | | | + | |
| 鲢 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 中颌棱鲷 | | + | | + | | + | | | | + | |
| 小黄鱼 | + | | | | + | | + | | | | + |
| 白姑鱼 | + | | | | + | + | | | | + | |
| 叫姑鱼 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 多鳞鳕 | + | | | | + | | + | | + | | |
| 银鲳 | + | | | | + | | + | | | | + |
| 矛尾鰕虎鱼 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 矛尾复鰕虎鱼 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 六丝矛尾鰕虎鱼 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 中华栉孔鰕虎鱼 | | | + | | + | | + | | + | | |
| 丝鰕虎鱼 | | | + | | + | + | | | + | | |
| 小带鱼 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 带鱼 | + | | | | + | + | | | | + | |
| 绯鲷 | | | + | | + | | + | | + | | |
| 鲷 | + | | | | + | + | | | | + | |
| 花鲈 | + | | | + | | | + | | + | | |
| 蓝点马鲛 | + | | | | + | | + | | | | |
| 方氏云鲷 | | + | | | + | | | + | + | | |
| 细条天竺鲷 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 长吻红舌鲷 | | + | | | + | | + | | + | | |
| 假睛东方鲀 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 绿鳍马面鲀 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 大泷六线鱼 | + | | | | + | | | + | | + | |
| 褐菖鲉 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 长蛇鲻 | + | | | | + | | + | | | + | |
| 油鲳 | | + | | | + | | + | | | + | |
| 合计 | 16 | 14 | 3 | 7 | 26 | 10 | 21 | 3 | 9 | 21 | 2 |

5.4.3.2 鱼类渔获量及优势种分析

(1) 渔获组成

1) 春季

春季调查渔获量范围为 2~4356 尾/h，0.23~50.32kg/h，平均值为 878 尾/h，11.421 kg/h。详见下表。

根据渔获物分析，本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的 18.45%，为 163 尾/h，生物量为 1.014kg/ km²。成体渔业资源的平均渔获量 715 尾/h，10.407kg/km²。

表 5.4-4a 春季鱼类资源密度及渔获量

| 站位 | 生物密度（尾/h） | 百分数（%） | 生物量(kg/h) | 百分数(%) |
|----|-----------|--------|-----------|--------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 平均 | | | | |

2) 秋季

秋季调查渔获量范围为 125~6918 尾/h，2.602~34.207kg/h，平均值为 3195 尾/h，18.067kg/h。详见下表。

根据渔获物分析，本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的 32.99%，为 1054 尾/h，生物量为 3.036kg/h。成鱼的平均渔获量 2141 尾/h，15.031kg/h。

表 5.4-4b 秋季鱼类资源密度及渔获量

| 站位 | 生物密度（尾/h） | 百分数（%） | 生物量(kg/h) | 百分数(%) |
|----|-----------|--------|-----------|--------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |

| 站位 | 生物密度 (尾/h) | 百分数 (%) | 生物量(kg/h) | 百分数(%) |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 11 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 12 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 平均 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |

(2) 优势种

1) 春季

春季共捕获鱼类 32 种，平均渔获量为 878 尾/h，11.421kg/h。鱼类优势种及主要组成种类见表 5.4-5a，根据相对重要性指数 IRI，优势种为鲢，其 IRI 指数超过 9000，其余鱼类均低于 400。鲢在渤海和黄海北部鱼类群落结构中占绝对优势地位，其他主要组成种类有银鲈、赤鼻棱鲢、六丝矛尾鰕虎鱼和小带鱼。

按重量组成：鲢（80.82%）、银鲈（3.44%）、赤鼻棱鲢（2.71%）；以上 3 种鱼类占鱼类渔获总重量的 86.97%。按数量组成为鲢（85.88%）、赤鼻棱鲢（5.81%）、六丝矛尾鰕虎鱼（3.87%）；以上 3 种鱼类占鱼类渔获总重量的 95.56%。

表 5.4-5a 春季鱼类优势种及主要种类

| 种类 | F% | N% | W% | IRI |
|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 鲢 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 银鲈 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 赤鼻棱鲢 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 六丝矛尾鰕虎鱼 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 小带鱼 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |

2) 秋季

共捕获鱼类 31 种，平均渔获量为 3189 尾/h，17.445kg/h。按重量组成：黄鲫（20.81%）、赤鼻棱鲢（9.91%）、花鲈（9.87%）、青鳞沙丁鱼（6.93%）、银鲈（6.55%），以上 5 种鱼类占鱼类渔获总重量的 54.07%。按数量组成为黄鲫（24.43%）、赤鼻棱鲢（23.13%）、六丝矛尾鰕虎鱼（8.38%）、青鳞沙丁鱼（6.79%）、鲢（5.15%），以上 5 种鱼类占鱼类渔获总数量的 67.88%。

鱼类优势种及主要组成种类见下表，根据相对重要性指数 IRI，优势种为黄鲫、赤鼻棱鲢和青鳞沙丁鱼，其 IRI 指数都超过 1000；六丝矛尾鰕虎鱼、银鲈、花鲈、鲢、矛尾鰕虎鱼、小带鱼、长吻红舌鲷和等 7 种鱼类 IRI 在 100~1000 之间，为重要种。

表 5.4-5b 秋季鱼类优势种及主要种类

| 种类 | F % | N % | W % | IRI |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 黄鲫 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 赤鼻棱鲢 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |
| 青鳞沙丁鱼 | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> | <div><div></div></div> |

| 种类 | F % | N % | W % | IRI |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| 六丝矛尾鰕虎鱼 | | | | |
| 银鲳 | | | | |
| 花鲈 | | | | |
| 鲷 | | | | |
| 矛尾虾虎鱼 | | | | |
| 小带鱼 | | | | |
| 长吻红舌鲷 | | | | |

5.4.3.3 鱼类资源量评估

(1) 春季

春季共捕获鱼类 32 种，平均渔获量 878 尾/h，11.421kg/h；其中幼鱼平均渔获数量为 163 尾/h，生物量为 1.014kg/h；成鱼平均渔获数量为 715 尾/h，10.407kg/h。

经换算鱼类的平均资源密度为 15803 尾/ km²，205.562kg/ km²，其中幼鱼平均资源密度为 2934 尾/ km²，16.22kg/ km²；成鱼平均资源密度为 11440 尾/ km²，187.311kg/ km²。

(2) 秋季

秋季共捕获鱼类 31 种，平均渔获量 3195 尾/h，18.067kg/h；其中幼鱼平均渔获数量为 1054 尾/h，生物量为 3.036kg/h；成鱼平均渔获数量为 2141 尾/h，15.031kg/h。

经换算鱼类的平均资源密度为 57505 尾/ km²，325.180kg/ km²，其中幼鱼平均资源密度为 18970 尾/ km²和 54.644kg/ km²，成鱼平均资源密度为 38535 尾/ km²和 270.536kg/ km²。

综上，根据春季和秋季调查结果，鱼类的平均资源密度为 36654 尾/ km²，265.371kg/ km²，其中幼鱼平均资源密度为 10952 尾/ km²和 35.432kg/ km²，成鱼平均资源密度为 24988 尾/ km²和 228.924kg/ km²。

5.4.3.4 物种多样性及其分布

(1) 春季

根据 Margalf 物种丰富度指数 D，3 站位鱼类丰富度指数最高为 1.34，其次 12 站位为 1.24，1 站位鱼类丰富度指数最低为 0。根据 Shannon-Wiener 多样性指数 H'，4 站位鱼类多样性最高为 1.67，其次 3 站位为 1.55，1 站位鱼类多样性

最低为 0。根据 Pielou 均匀度指数 J' ，9 站位鱼类均匀度指数最高为 0.83，其次 4 站位为 0.76，除 1 站位外，11 站位鱼类均匀度指数最低为 0.02（表 5.4-6a）。

表 5.4-6a 春季鱼类多样性及其分布

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|---|----|----|----|---|----|----|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |

(2) 秋季

根据 Margalf 物种丰富度指数 D ，10 站位鱼类丰富度指数最高为 1.87，其次 4 站位为 1.85，8 站位鱼类丰富度指数最低为 0.68。根据 Shannon-Wiener 多样性指数 H' ，10 站位和鱼类多样性最高为 2.53，其次 11 站位为 2.39，2 站位鱼类多样性最低为 0.87。根据 Pielou 均匀度指数 J' ，11 站位鱼类均匀度指数最高为 0.80，其次 10 站位为 0.73，2 站位鱼类均匀度指数最低为 0.25（表 5.4-6b）。

表 5.4-6b 鱼类多样性及其分布

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|---|----|----|----|---|----|----|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |

5.4.4 头足类资源状况

5.4.4.1 种类组成及优势种

(1) 春季

春季共捕获头足类 4 种，为日本枪乌贼、双喙耳乌贼、短蛸和长蛸，优势种为日本枪乌贼，经济价值较高（表 5.4-7）。根据相对重要性指数（IRI）计算结果，日本枪乌贼及双喙耳乌贼为优势种（IRI=13929，1572.50），短蛸、长蛸为重要种（IRI=353.75，251.88，表 5.4-8）。

表 5.4-7 春季头足类名录

| 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 |

| 序号 | 中文名 | 拉丁文名 | 目 | 科 |
|----|-------|---------------------------|-----|------|
| 3 | 长蛸 | <i>Octopus variabilis</i> | 八腕目 | 章鱼科 |
| 4 | 双喙耳乌贼 | <i>Sepiola birostrata</i> | 乌贼目 | 耳乌贼科 |

表 5.4-8 春季头足类优势种及主要种类

| 种类 | F% | N% | W% | IRI |
|-------|----|----|----|-----|
| 日本枪乌贼 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 双喙耳乌贼 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 短蛸 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 长蛸 | ■ | ■ | ■ | ■ |

(2) 秋季

秋季调查共捕获头足类 3 种，为日本枪乌贼、短蛸和长蛸，均经济价值较高（表 5.4-9）。根据相对重要性指数（IRI）计算结果，日本枪乌贼为优势种（IRI=2005.74），短蛸为常见种（IRI=93.75），长蛸为一般种（IRI=4.33，表 5.4-10）。

表 5.4-9 秋季头足类名录

| 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 |

表 5.4-10 秋季头足类优势种及主要种类

| 种类 | F % | N % | W % | IRI |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 日本枪乌贼 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 短蛸 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 长蛸 | ■ | ■ | ■ | ■ |

5.4.4.2 头足类渔获量

(1) 春季

春季头足类渔获量尾数范围为 0~346 尾/h，平均值为 103 尾/h。重量范围为 0~1.532kg/h，平均值为 0.516kg/h。最高是 12 站位，其次为 8 站位，最低是 11 站位，见表 5.4-11。

表 5.4-11 春季头足类资源密度及渔获量

| 站位 | 生物密度（尾/h） | 百分数（%） | 生物量(kg/h) | 百分数(%) |
|----|-----------|--------|-----------|--------|
| 1 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4 | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 站位 | 生物密度 (尾/h) | 百分数 (%) | 生物量(kg/h) | 百分数(%) |
|----|------------|---------|-----------|--------|
| 5 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 6 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 7 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 9 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 10 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 11 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 12 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 平均 | ■ | ■ | ■ | ■ |

(2) 秋季

秋季头足类渔获尾数范围为 1~1129 尾/h，平均值为 481 尾/h；渔获量范围在 0.037~5.618 kg/h，平均为 2.321 kg/h，见表 5.4-12。

根据渔获物分析，本次调查中头足类幼体的尾数占头足类总尾数的 32.43%，头足类幼体平均生物密度为 156 尾/h，生物量为 0.568kg/h，头足类成体生物密度平均为 325 尾/h，平均生物量为 1.753kg/h。

表 5.4-12 秋季头足类资源密度及渔获量

| 站位 | 生物密度 (尾/h) | 百分数 (%) | 生物量(kg/h) | 百分数(%) |
|----|------------|---------|-----------|--------|
| 1 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 5 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 6 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 7 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 9 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 10 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 11 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 12 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 平均 | ■ | ■ | ■ | ■ |

5.4.4.3 头足类资源量评估

(1) 春季

春季头足类平均渔获量 103 尾/h，0.52kg/h。

经换算春季头足类平均资源密度为 1648 尾/km²，8.32kg/km²。

(2) 秋季

秋季头足类平均渔获量 481 尾/h，2.321kg/h。

经换算秋季头足类平均资源密度为 41.775kg/km²，8658 尾/km²。其中，头足类成体为 31.552kg/km²，5850 尾/km²；头足类幼体为 10.223kg/km²，2808 尾/km²。

综上，根据春季和秋季调查结果，头足类平均资源量为 5153 尾/km²，25.048kg/ km²。

5.4.4.4 物种多样性及其分布

(1) 春季

根据 Margalf 物种丰富度指数 D，11 站位未捕获到头足类，5、6、7、8 四个站位仅捕获到一种头足类，丰富度指数为 0；2 站位头足类丰富度指数最高为 0.54，其次为 12 站位头足类丰富度指数较低为 0.42。根据 Shannon-Wiener 多样性指数 H'，11 站位未捕获到头足类，5、6、7、8 四个站位仅捕获到一种头足类，多样性指数为 0；2 站位头足类多样性最高为 1.05，其次为 4 站位。根据 Pielou 均匀度指数 J'，11 站位未捕获到头足类，5、6、7、8 四个站位仅捕获到一种头足类，均匀度指数 J'为 0；2 站位头足类均匀度指数最高为 0.95，其次为 4 站位。（表 5.4-13）。

表 5.4-13a 春季头足类多样性指数

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|---|----|----|----|---|----|----|
| 1 | ■ | ■ | ■ | 11 | ■ | ■ | ■ |
| 2 | ■ | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | ■ |
| 3 | ■ | ■ | ■ | 13 | ■ | ■ | ■ |
| 4 | ■ | ■ | ■ | 14 | ■ | ■ | ■ |
| 5 | ■ | ■ | ■ | 15 | ■ | ■ | ■ |
| 6 | ■ | ■ | ■ | 16 | ■ | ■ | ■ |

(2) 秋季

据 Margalf 物种丰富度指数 D，8、10、11 号站位仅捕获到一种头足类，丰富度指数为 0，2 号站头足类丰富度指数最高为 0.39，其次为 7 站位为 0.35。根据 Shannon-Wiener 多样性指数 H'，8、10、11 号站位仅捕获到一种头足类，多样性指数为 0；2 站位头足类多样性最高为 0.60，其次为 3 站位为 0.35。根据 Pielou 均匀度指数 J'，8、10、11 号站位仅捕获到一种头足类，2 站位头足类均匀度指数最高为 0.38，其次为 3 站位为 0.35（表 5.4-13b）。

表 5.4-13b 秋季头足类多样性指数

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|---|----|----|----|---|----|----|
| 1 | ■ | ■ | ■ | 11 | ■ | ■ | ■ |
| 2 | ■ | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | ■ |
| 3 | ■ | ■ | ■ | 13 | ■ | ■ | ■ |
| 4 | ■ | ■ | ■ | 14 | ■ | ■ | ■ |

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 5 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 6 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |

5.4.5 甲壳类资源状况

5.4.5.1 种类组成和优势种

(1) 种类组成

1) 春季

春季共捕获甲壳类 15 种，详见附录 9，隶属于 2 目，10 科。其中虾类 7 种，蟹类 7 种，口足类 1 种。甲壳类种类名录见附录。

2) 秋季

共捕获甲壳类 13 种，详见附录 10，隶属于 2 目，7 科，其中虾类 8 种，蟹类 4 种，口足类 1 种。甲壳类种类名录见附录。

(2) 优势种

1) 春季

根据相对重要性指数（IRI）计算结果，调查海域游泳动物群落中，甲壳类优势种为口虾蛄、日本鼓虾；重要种为双斑螳；常见种为泥脚隆背蟹、葛氏长臂虾；其余为一般种（表 5.4-14）。

表 5.4-14 春季甲壳类优势种及主要种类

| 种类 | F% | N% | W% | IRI |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 口虾蛄 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 日本鼓虾 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 双斑螳 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 泥脚隆背蟹 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 葛氏长臂虾 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |

2) 秋季

根据相对重要性指数（IRI）计算结果，调查海域游泳动物群落中，秋季甲壳类重要种依次为口虾蛄、鹰爪糙对虾、三疣梭子蟹、日本鼓虾和双斑螳；其余为一般种和少见种（表 5.4-15）。

表 5.4-15 秋季甲壳类优势种及主要种类

| 种类 | F % | N % | W % | IRI |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 口虾蛄 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 鹰爪糙对虾 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| 三疣梭子蟹 | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |

| | | | | | | | |
|------|--|--|--|--|--|--|--|
| 日本鼓虾 | | | | | | | |
| 双斑螳 | | | | | | | |

5.4.5.2 甲壳类渔获量

(1) 春季

春季甲壳类渔获量范围在 0~5.082kg/h，平均渔获量为 122.5 尾/h。其中虾类渔获尾数范围在 0~455 尾/h，平均值为 90 尾/h，蟹类渔获尾数范围在 0~25 尾/h，平均值为 6 尾/h；甲壳类生物量平均值为 1.17kg/h，其中虾类范围在 0~4.967 kg/h，平均值为 1.094 kg/h，蟹类范围在 0~0.214kg/h，平均值为 0.053 kg/h（表 5.4-16）。

根据渔获物分析，本次调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 11.11%，虾类幼体平均生物密度为 10 尾/h，生物量为 0.055kg/h，虾类成体生物密度平均为 80 尾/h，平均生物量为 1.039kg/h；蟹类占蟹类总尾数的 33.33%，平均生物密度为 2 尾/h，生物量为 0.010kg/h，蟹类成体生物密度平均为 4 尾/h，平均生物量为 0.043kg/h。

表 5.4-16 春季甲壳类资源密度及渔获量

| 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 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 平均 | | | | | | | | |

(2) 秋季

秋季甲壳类渔获量范围在 0.117~13.987kg/h，平均渔获量为 608 尾/h。其中虾类渔获尾数范围在 1~3309 尾/h，平均值为 608 尾/h；蟹类渔获尾数范围在 0~379 尾/h，平均值为 88 尾/h；甲壳类生物量平均值为 2.809kg/h，其中虾类范围在 0.062~10.09 kg/h，平均值为 2.809kg/h，蟹类范围在 0~5.975kg/h，平均值为

1.613kg/h（表 5.4-17）。

根据渔获物分析，本次调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 19.40%，虾类幼体平均生物密度为 118 尾/h，生物量为 0.376kg/h，虾类成体生物密度平均为 490 尾/h，平均生物量为 2.433kg/h；蟹类幼体占蟹类总尾数的 13.64%，平均生物密度为 12 尾/h，生物量为 0.112kg/h，蟹类成体生物密度平均为 76 尾/h，平均生物量为 1.502kg/h。

表 5.4-17 秋季甲壳类资源密度及渔获量

| 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 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 6 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 7 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 9 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 10 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 11 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 12 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 平均 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

5.4.5.3 甲壳类资源量评估

(1) 春季

春季虾类平均资源密度为 19.690kg/km²，1620 尾/km²，其中，虾类成体资源密度为 18.700kg/km²，1440 尾/km²；虾类幼体平均资源密度为 0.990kg/km²，180 尾/km²。蟹类平均资源密度为 0.954kg/km²，109 尾/km²，其中成体资源量为 0.774kg/km²，资源密度为 72 尾/km²；蟹类幼体平均资源密度为 0.180kg/km²，36 尾/km²。

(2) 秋季

秋季虾类平均资源密度为 50.558kg/km²，10943 尾/km²，其中，虾类成体为 43.790kg/km²，8819 尾/km²；虾类幼体为 6.767kg/km²，资源密度为 2124 尾/km²。蟹类平均资源密度为 29.032kg/km²，1584 尾/km²，其中蟹类成体资源量为 27.034kg/km²，资源密度为 1368 尾/km²；蟹类幼体平均资源密度为 2.016kg/km²，216 尾/km²。

综上，根据春季和秋季调查结果平均，虾类成体平均资源密度为 31.245kg/km²，虾类幼体平均资源密度为 1152 尾/km²。蟹类成体平均资源密度为 13.904kg/km²，蟹类幼体平均资源密度为 126 尾/km²。

5.4.5.4 物种多样性及其分布

(1) 春季

根据 Margalf 物种丰富度指数 D，9 号站位未捕获到甲壳类，12 站位仅捕获到一种甲壳类，丰富度指数为 0。11 站位甲壳类丰富度指数最高为 1.11，其次为 4 站位甲壳类丰富度指数最低为 1.05。根据 Shannon-Wiener 多样性指数 H'，其中 9 站位未捕获到甲壳类，12 站位仅捕获到一种甲壳类，多样性指数为 0。12 站位甲壳类多样性最高为 1.36，其次为 2 站位甲壳类多样性为 0.71。根据 Pielou 均匀度指数 J'，9 站位未捕获到甲壳类，12 站位仅捕获到一种甲壳类，均匀度指数为 0。1 站位甲壳类均匀度指数最高为 0.83，其次为 12 站位甲壳类均匀度指数为 0.66（表 5.4-18a）。

表 5.4-18a 春季甲壳类多样性

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|---|----|----|----|---|----|----|
| 1 | | | | 11 | | | |
| 2 | | | | 12 | | | |
| 3 | | | | 13 | | | |
| 4 | | | | 14 | | | |
| 5 | | | | 15 | | | |
| 6 | | | | 16 | | | |

(2) 秋季

根据 Margalf 物种丰富度指数 D，8 站位甲壳类丰富度指数最高为 1.44，其次 1 站位为 1.26，11 站位甲壳类丰富度指数最低为 0.32。根据 Shannon-Wiener 多样性指数 H'，3 站位和甲壳类多样性最高为 2.00，其次 2 站位为 1.78，11 站位甲壳类多样性最低为 0.57。根据 Pielou 均匀度指数 J'，8 站位甲壳类均匀度指数最高为 1.00，其次 10 站位为 0.97，7 站位甲壳类均匀度指数最低为 0.46（表 5.4-18b）。

表 5.4-18b 秋季甲壳类多样性

| 站位 | D | H' | J' | 站位 | D | H' | J' |
|----|---|----|----|----|---|----|----|
| 1 | | | | 11 | | | |
| 2 | | | | 12 | | | |
| 3 | | | | 13 | | | |

[illegible]

6 回顾性环境影响评价

渤中 34-9 油田位于渤海中部海域，[REDACTED]，属于垦利油田群开发体系，西距垦利 3-2 油田约 [REDACTED]，距渤中 34-6/7 油田约 [REDACTED]，东北距渤中 35-2 油田约 [REDACTED]，东南距龙口约 [REDACTED]。油田范围内平均水深 [REDACTED]。本项目新建一座 4 腿无人井口平台 BZ34-9WHPC 及配套生产设施，新建 1 条 BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台双层保温混输海底管线、新建 1 条 BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台单层不保温海底注水管道、新建 1 条 BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆。新建工程的同时，对所依托的 KL6-1CEP、BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA 和 BZ35-2WHPA 平台进行适应性改造。

油田设施物流集输、处理工艺流程现状情况详见图 6-1，具体描述如下：

渤中 34-9 油田现有 1 座中心平台 BZ34-9CEPA、1 座井口平台 BZ34-9WHPB 以及相应海底管道电缆。BZ34-9WHPB 平台的生产物流经海底管道混输到 BZ34-9CEPA 平台，BZ34-9WHPB 与 BZ34-9CEPA 产出物流经脱水、脱气处理为含水 20%的原油后，通过海底管道输送至 KL10-1CEP 平台进一步处理合格后，通过 10" 海底管道输送到 KL3-2CEPA 平台上加热至 80℃，与 KL3-2CEPA 平台处理合格后的原油及渤南区域输送来的合格原油一起增压通过海底管道输送到东营终端；BZ34-9CEPA 平台分离出来的伴生气经过压缩及脱水后，通过海底管道输送至 BZ35-2CEPA 燃气系统；分离出来的生产水经处理达标后全部回注地层。

新建 BZ34-9WHPC 平台上生产井采用电潜泵的开发方式，BZ34-9WHPC 平台井产物流利用电潜泵压力，通过新建混输海管输送至 BZ35-2WHPA，再经栈桥管线输送至 KL6-1CEP，在 KL6-1CEP 上处理成合格原油后，通过已建输油海管输送至 KL3-2CEPA，再经 KL3-2CEPA 输送至东营原油终端。在 KL6-1CEP 分离出来的伴生气进入 BZ35-2CEPA 平台的燃料气系统。新建 BZ34-9WHPC 注水由 BZ34-9CEPA 水源井提供。新建 BZ34-9WHPC 物流在 KL6-1CEP 分理处的含油生产水处理合格后回注到周边平台。平台电力依托岸电供电。

根据工程的物流集输工艺可知，本次新建工程充分依托现有油田设施进行开发，依托设施情况详见表 6-1：

图 6-1 物流集输工艺流程图

表 6-1 本项目依托工程概况

| 依托设施 | | 依托工程基本情况 | 依托功能 |
|------------------|-----------------------------------|---|---|
| 平台 | KL6-1CEP 平台 | KL6-1 CEP 平台是一座 8 腿导管架中心处理平台，平台设置在 BZ35-2 CEPA 东北侧，与 BZ35-2CEPA 栈桥连接并共用部分公用系统； 平台上设有 80 人生活楼、原油处理系统、伴生气系统、生产水处理系统、注水设施及公用系统等。环保设施有生产水处理系统、生活污水处理系统、注水系统、开排系统、闭排系统等。 原油处理系统规模为 [REDACTED]。 | 主要依托该平台进行油、气、水的处理系统 |
| | BZ35-2CEPA 平台 | BZ35-2CEPA 是 1 座 8 腿有人驻守的中心平台，共有 5 层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台上设有电站、热站、油气处理设施、生产水处理设施、注水设施、化学药剂和 90 人生活楼。 | 依托该平台的生 产水处理系统、燃 料气系统 |
| | KL3-2CEPA 平台 | KL3-2 CEPA 平台 2015 年投产，是 1 座 8 腿有人驻守中心平台，平台共有 5 层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台台设有原油处理系统、生产水处理系统、注水系统、透平发电机组、燃料气处理系统等设施和 90 人生活楼。 | 依托该平台的原 油外输系统 |
| | BZ34-9CEPA 平台 | BZ34-9CEPA 是一座 8 腿平台，含 40 个井槽（其中 8 口单筒双井）。前期使用钻井船打井，后期使用修井机修井。设有 106 人生活楼。平台共设四层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台设直升机甲板。平台上设有生产/测试管汇、测试分离器、计量系统、生产加热器、清管球发射器等设施。 | 依托该平台的生 活楼及生活污水 处理系统 |
| | BZ35-2WHPA 平台 | BZ35-2 WHPA 是 1 座 4 腿无人驻守井口平台，通过 30m 栈桥与 BZ35-2 CEPA 中心平台连接，共有 3 层甲板，分别是上层甲板、下层甲板及工作甲板 | 依托平台桩腿登 录，进而依托 BZ35-2WHPA--- BZ35-2CEPA---K L61-CEP 平台的 栈桥铺设钢管 |
| 输 油 管 道 | KL6-1CEP 至 KL3-2CEP 原油输送 管道 | 原油输送 | 依托管道原油输 送 |
| | KL3-2CEP 至东营陆 上终端原油输送管道 | 原油输送 | 依托管道原油输 送 |
| 陆 | 东营终端 | 东营原油终端于 2015 年投产，位于山东省 | 依托终端储存及 |

| 依托设施 | | 依托工程基本情况 | 依托功能 |
|------|---------|--|------|
| 上工程 | | 东营港开发区仓储物流区内，主要处理来自海上垦利及周边油田群的稳定原油，原油外输依托炼化库区，终端共租用炼化库区 4 座储罐，其中 [REDACTED]。海上原油处理合格后通过管线输送上岸，当后期油田产量递减不能满足海管最小输量时，掺水输送。合格油上岸时，终端的主要功能是将上岸原油加热中转至炼化库区；含水原油上岸时，终端的主要功能是将海上来油处理为合格原油后输往炼化库区。 | 外输 |
| | 渤中-垦利岸电 | BZ35-2EPP 平台 | 依托供电 |

6.1 依托工程开发过程回顾

6.1.1 渤中 34-9 油田开发工程回顾

本次工程主要依托渤中 34-9 油田 BZ34-9CEPA 的生活楼及生活污水处理系统，下述工程内容主要阐述与本次依托相关的内容。

渤中 34-9 油田主要工程包括：1 座井口平台（BZ34-9WHPB）、1 座中心平台（BZ34-9CEPA）、4 条海底管道、3 条海底电缆。

《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》：2017 年 10 月获得了国家海洋局环评批复（国海环字[2017]486 号，见附件 4）。

渤中 34-9 油田采用注水开发方式，充分依托现有垦利 10-1 油田、渤中 35-2 油田和渤中 34-2/4 油田相关设施，包括物流的处理、外输及电力等。

图 6.1-1 渤中 34-9 油田总体开发方案

表 6.1-1 渤中 34-9 油田开发工程的工程量组成

| 工程类型 | 工程组成 | 装置及规模 |
|------|------|--|
| 工程组成 | 主体工程 | BZ34-9CEPA 平台 BZ34-9CEPA 是一座 8 腿平台，含 40 个井槽（其中 8 口单筒双井）。前期使用钻井船打井，后期使用修井机修井。设有 106 人生活楼。平台共设四层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台设直升机甲板。平台上设有生产/测试管汇、测试分离器、计量系统、生产加热器、清管球发射器等设施。 |
| | 环保工程 | BZ34-9CEPA 平台 生活污水处理系统：电解法，设计规模为 [REDACTED]。 |
| | 公用工程 | BZ34-9CEPA 平台设有柴油系统、燃料气系统、火炬系统、化学药剂系统及公用/仪表风系统。 |

6.1.2 垦利 3-2 油田群开发概况

本次工程主要依托 BZ35-2CEPA 平台生产水处理系统、燃料气系统，依托 KL3-2CEPA 平台原油外输系统，依托垦利陆上终端的原油储存及外输工程。

垦利 3-2 油田群开发工程包含 2 座中心平台（分别为 BZ35-2CEPA 和 KL3-2CEPA）、5 座井口平台（分别为 BZ29-4WHPC、BZ35-2WHPA、BZ35-2WHPB、BZ34-6/7WHPA 和 KL3-2WHPA）和 1 座陆上终端；7 条平台间海底管道和 1 条登陆管道，总长约 []；4 条平台间海底电缆，总长约 []。

《垦利 3-2 油田群开发工程环境影响报告书》：2013 年 5 月获得了国家海洋局环评批复（国海环字[2013]268 号，见附件 4（5））。

垦利 3-2 油田群总体开发方案示意图见图 6.1-2。工程量组成详见表 6.1-2。

图 6.1-2 垦利 3-2 油田群开发工程开发方案

表 6.1-2 垦利 3-2 油田群工程量组成（摘取本项目依托平台）

| 工程组成 | 主要工程内容 | 装置及规模 |
|------------|----------------|--|
| 渤中 35-2 油田 | BZ35-2 WHPA 平台 | BZ35-2 WHPA 平台是 1 座 4 腿无人驻守井口平台，通过 30m 栈桥 BZ35-2 CEPA 平台中心平台连接，导管架工作点间距为 20m×18m。BZ35-2 WHPA 井口平台设置 20 个井槽，可钻 20 口井，其中 11 口生产井，7 口注水井和 2 口水源井。平台共有 3 层甲板，分别是上层甲板、下层甲板及工作甲板。 |
| | BZ35-2 CEPA 平台 | BZ35-2 CEPA 平台是 1 座 8 腿有人驻守的中心平台，导管架工作点间距为（14m+14m+14m）×40m。平台共有 5 层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板。平台上设有 90 人生活楼，135 人生活污水处理装置，设计处理能力为 []。 |
| | 1 条海底输气管道 | 1 条 BZ35-2 CEPA 平台至 BZ28-2S BOP 平台约 [] 的输气管道。 |
| 垦利 3-2 油田 | KL3-2 CEPA 平台 | KL3-2 CEPA 平台是 1 座 8 腿有人驻守中心平台，导管架工作点间距为 []。平台共有 5 层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板及工作甲板，平台上设有 90 人生活楼。 |
| | 1 条海底输油管道 | KL3-2 CEPA 平台至陆上终端约 [] 的海底输油管道。 |
| 东营终端 | | 东营原油终端位于山东省东营市东营港，包括 1 条 [] 陆上进站输油管道和 1 座垦利油田群东营原油终端。通过海管接来自 KL3-2 CEPA 平台输送上岸的合格原油。陆上终端主体工程主要包括收发球装置、加热装置和脱水装置。东营原油终端一期原油进站压力为 []，进站温度为 []，在此工况下工程设计规模为 []。一期工程原油脱水单元设计规模为 []，原油储存温度为 []，终端原油储存依托 [] 原油储罐（终端原油储存依托中海石油炼化山东有限责任公司炼化库区，租用库区 [] 原油储罐）。 |

6.1.3 渤中、垦利油田开发及岸电应用工程

本工程依托垦利 6-1 油田进行开发，电力依托岸电供电。

《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》：2022 年 1 月获得了取得生态环境部批复（环审[2022]9 号）。

批复的工程内容包括：垦利 6-1 油田 5-1、5-2、6-1 区块及渤中 29-6 油田，包括 6 座无人标准化井口平台（KL6-1WHPB/C/D/E/F/G）、1 座有人井口平台（BZ29-6WHPA）、1 座无人井口平台 BZ29-6WHPB，1 座中心处理平台（KL6-1CEP），与已建 BZ35-2CEPA 平台栈桥连接，18 条海底管道和 8 条海底电缆。渤中-垦利油田群岸电应用工程包括 4 座海上电力动力平台（BZ19-6 EPP、BZ34-1 EPP、BZ35-2 EPP、KL10-1 EPP），分别与 BZ19-6CEPA、BZ34-1CEPA、KL6-1CEP、KL10-1CEP 栈桥连接，7 条海底电缆。

本次依托 KL6-1CEP 平台进行油气水的处理，KL6-1CEP 平台用于处理井口平台 KL6-1WHPB-G 和渤中 29-6 油田所产全部生产物流，以及 BZ35-2CEPA 平台含水 20%原油。处理成合格原油后，经过新建海底管道由 KL6-1 CEP 平台输送至 KL3-2 CEPA 平台，再经上岸海底管道由 KL3-2 CEPA 平台输送到东营原油终端外输。分离出的伴生气在 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台处理后送现有渤西南天然气管网；生产水在 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台处理达到注水水质标准后经注水海管回输至各井口平台回注地层。

图 6.1-3 渤中、垦利油田开发及岸电应用工程开发方案

表 6.1-3 渤中、垦利油田开发及岸电应用工程主要设施组成情况（主要依托部分）

| 工程组成 | 主要工程内容 | 主要工程量及规模 |
|--------------------------|--------------|--|
| 垦利 6-1 油田 5-1、5-2、6-1 区块 | KL6-1CEP 平台 | KL6-1 CEP 平台是一座 8 腿导管架中心处理平台，平台设置在 BZ35-2 CEPA 东北侧，与 BZ35-2CEPA 栈桥连接并共用部分公用系统。平台不设置直升机甲板，与 BZ35-2 EPP 平台共用直升机甲板。 平台上设有 80 人生活楼、原油处理系统、伴生气系统、生产水处理系统、注水设施及公用系统等。 |
| | BZ35-2EPP 平台 | 4 腿导管架电力动力平台，设有 220kV、35 kV、10.5 kV 、0.4kV 和 0.23kV 五个电压等级，建设工作甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板，设计年限为 30 年。 |

| 工程组成 | 主要工程内容 | 主要工程量及规模 |
|------|-----------|--|
| | 2 条海底输油管道 | 一条 [REDACTED] KL6-1CEP 至 KL3-2CEPA 海底输油管道； 一条 [REDACTED] KL3-2CEPA 至登陆点的海底输油管道。 |

6.1.4 依托工程相关环评及竣工验收批复回顾

与本工程相关的依托设施的环评执行情况详见表 6.1-4，相关环评批复及落实情况见表 6.1-5。

(1) 《垦利 3-2 油田群开发工程环境影响报告书》：2013 年 5 月获得国家海洋局批复（国海环字[2013]268 号）；2015 年 2 月获得了国家海洋局的验收批复（国海环字[2015]65 号）；2018 年 11 月终端生产水处理系统获得生态环境部的验收批复（环验[2018]9 号）。

(2) 《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》：2017 年 10 月获得了国家海洋局环评批复（国海环字[2017]486 号）；2021 年 6 月获得了生态环境部的验收批复（环验[2021]4 号）。

(3) 《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》：2022 年 1 月 26 日取得生态环境部批复（环审[2022]9 号）。

表 6.1-4 本项目依托设施环评执行情况

| 依托设施 | 所在环评文件 | 主要建设内容 | 环评批复 | 环保竣工验收批复情况 |
|--|---------------------------|--|---|---|
| 1) BZ35-2WHPA (越站输送)、BZ35-2CEPA、KL3-2CEPA 平台 (越站输送) 2) 东营原油终端 3) KL3-2CEPA 至东营终端输油海底管道 4) BZ28-2S BOP 至 BZ35-2CEPA 输气海底管道 | 《垦利 3-2 油田群开发工程环境影响报告书》 | 2 座中心平台 (BZ35-2CEPA 和 KL3-2CEPA)、5 座井口平台 (BZ29-4WHPC、BZ35-2WHPA、BZ35-2WHPB、BZ34-6/7WHPA 和 KL3-2WHPA)、8 条海底管道、4 条海底电缆; 1 座陆上东营原油终端、2 条陆上输油管线 | 2013 年 5 月 9 日获得国家海洋局批复 (国海环字[2013]268 号, 见附件 4) | 2015 年 2 月海上工程和陆上工程取得环境保护设施竣工验收批复 (国海环字[2015]65 号, 见附件 4 (11)) 2018 年 11 月东营原油终端生产水处理系统通过竣工环境保护验收 (环验[2018]9 号, 见附件 4) |
| BZ34-9CEPA 平台 | 《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》 | 本项目 1) 一座井口平台 BZ34-9WHPB; (2) 一座中心平台 BZ34-9CEPA; (3) 4 条海底管道: ①BZ34-9WHPB 平台至 BZ34-9CEPA 平台间 1 条混输管道②BZ34-9CEPA 平台至 KL10-1CEP 平台间海底混输管道 1 条③BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPB 平台间 1 条注水海管④BZ34-9CEPA 平台至 BZ35-2WHPA 平台间 1 条单层输气海管。(4) 3 条海底电缆: ①BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPB 平台的 1 条海底复合电缆②BZ35-2WHPA 平台至 BZ34-9CEPA 平台的 1 条海底复合电缆③BZ34-2/4CEPA 平台至 BZ34-9CEPA 平台的 1 条海底复合电缆。 (5) 对依托的 KL10-1CEP、BZ35-2WHPA/CEPA 和 BZ34-2/4CEPA 平台进行适应性改造。 | 2017 年 10 月 19 日获得原国家海洋局批复 (国海环字[2017]486 号) 见附件 4) | 2021 年 6 月取得环境保护设施竣工验收的复函 (环验[2021]4 号, 见附件 4) |
| 1) KL6-1CEP 2) KL3-2CEPA 至东营终端输油管道 (新线) 3) 东营终端改扩建工程 4) 电力工程 | 《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》 | 海上工程包括 13 座海上平台, 18 条海底管道, 15 条海底电缆; 陆上工程包括 1 座 220kv 陆地变电站, 东营原油终端扩建一套原油处理能力 (扩建规模为 [REDACTED], 扩建后为 [REDACTED]), 陆上 5 条输电线路 (架空+电缆) 和 2 条管道。 | 2022 年 1 月取得生态环境部批复 (环审[2022]9 号, 见附件 4) | - |

表 6.1-5 依托工程环评批复落实情况

| 序号 | 环评批复 | 批复要求 | 落实情况 | |
|----|---|---|--|-----|
| 1 | 《国家海洋局关于垦利 3-2 油田群开发工程环境影响报告书核准意见的批复》 （国海环字[2013]268号） | 污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准，严格控制污染物的排放总量和排放浓度。 （一）海上工程：含油钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处理；不含油钻屑和泥浆可排海。正常工况下，含油生产水经处理达标后全部回注地层；非正常工况下，含油生产水经处理达标后可排海，但年最大排海天数不得超过 15 天，KL3-2CEPA 平台排海量不得超过 [REDACTED]，排污混合区范围以排放口为中心 700m 半径以内海域；BZ35-2CEPA 平台排海量不得超过 [REDACTED]，排污混合区范围以排放口为中心 1700m 半径以内海域。船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质的单位处理，甲板冲洗水、初期雨水等含油污水进入原油系统处理。生活污水经处理达标后方可排海，生产垃圾和生活垃圾全部运回陆地处理。 （二）陆上工程：生活污水经化粪池初步处理后交环卫部门处理或排入市政管网；生产废水、冲洗废水及初期雨水等废水经收集处理满足排放要求后排入市政管网；生产垃圾集中收集处理，危险固废收集后交由有资质单位处理；生活垃圾收集后交由环卫部门处理。废气中二氧化硫、氮氧化物及废水中 COD、氨氮等污染物排放量不得超过有关主管部门的总量控制指标。 | 产生的污染物处理和排放符合国家有关规定和标准要求。海上工程产生的含油钻井液和钻屑、船舶含油污水、生产垃圾和生活垃圾全部运回陆地处理。含油生产水处理达标后回注地层，甲板冲洗水、初期雨水等含油污水进入原油系统处理，生活污水处理达标后排海。 陆上工程生活污水经化粪池初步处理后交环卫部门处理或排入市政管网；生产废水、冲洗废水及初期雨水等废水经收集处理满足排放要求后排入市政管网；生产垃圾集中收集处理，危险固废收集后交由有资质单位处理；生活垃圾收集后交由环卫部门处理。废气中二氧化硫、氮氧化物及废水中 COD、氨氮等污染物排放量未超过有关主管部门的总量控制指标。 | 已落实 |
| | | 严格执行钻井作业规程，配备安全有效的井控设备，设置烃类气体探测器，在关键部位安装温度和压力报警器，并设置相应的应急关断系统；钻井过程中备足压井材料，加强实时观测，以便及时、有效控制可能遇到的溢流和井涌事故。同时，加强施工管理，避免船舶碰撞及因此引起的溢油事故。 | 在钻井过程中严格执行各项防范对策措施，配备防喷和井控等设备，采取有效井眼防碰措施，加强随钻监测，无溢流和井涌情况发生。同时，施工期间严格落实船舶溢油风险防范措施，无溢油事故发生。 | 已落实 |
| | | 加强生产管理，优化注采方案。严格按照设计的注入压力 | 生产运行期间，建设单位加强生产管理，优化注采方 | 已落实 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 环评批复 | 批复要求 | 落实情况 |
|----|--|---|---|
| | | 和注水量进行注水作业，实时监测井口的注入压力和注水量，加强注入地层的压力监测；采取有效措施确保注采平衡，严禁超压、超量注水，杜绝有注无采行为。 | 案。按照设计的注入压力和注水量进行注水作业，实时监测井口的注入压力和注水量，加强注入地层的压力监测，杜绝超压、超注现象。运营期间无“有注无采”状况发生。 |
| | | 严格落实环境风险防范对策措施，按照有关规定制定溢油应急计划报国家海洋局北海分局审查批准。发生事故时，应当立即启动应急计划，并按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军队等有关部门。 | 建设单位严格落实了环境风险防范对策措施，编制了溢油应急计划，并在国家海洋主管部门登记备案。 |
| | | 海上施工作业应避开主要经济鱼类的产卵盛期和洄游期，以减轻对渔业资源的影响，并采取增殖放流等措施对临近海域渔业资源进行养护与修复。 | 施工期间严格落实了生态保护措施，避开了主要经济鱼类的产卵盛期和洄游期。制定了增殖放流方案，由天津分公司统一协调开展增殖放流，对渔业资源进行养护与修复。 |
| | | 陆上工程施工区四周应采用简易围屏、洒水、遮盖等措施，缩小扬尘扩散范围。施工机械等优先选用低噪声设备，对高噪声的设备采用隔声、消声和减震等措施降低噪声。 | 陆上工程施工区四周采用了简易围屏、洒水、遮盖等措施，施工机械等优先选用低噪声设备，对高噪声设备采取了隔声、消声和减震等措施。 |
| | | 加强施工期的环境监控管理，落实报告书中的监测计划，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局北海分局。严格执行“三同时”制度，环境保护设施未经检查批准不得投入试运行。 | 建设单位在施工期加强了环境监控管理，严格落实了报告书中的监测计划，严格执行了“三同时”制度。 |
| | | | |
| 2 | 《国家海洋局关于渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书核准意见的批复》 （国海环字 | 污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。含油钻屑、含油钻井液和机舱含油污水不得排海，应运回陆地交由有资质的单位处理；工业垃圾、生活垃圾应分类收集运回陆地处理；非含油钻井液和钻屑、生活污水经处理达标后方可排海；含油生产水经处理达标后方可回注地层。 | 工程施工期间钻井油层段钻屑和油层段水基钻井液全部运回陆地由有资质的单位处理，不排海；非油层段钻屑和钻井液按照要求排海；含油生产水、甲板冲洗水、初期雨水等经处理达标后全部回注地层，无含油生产水排海；生活污水处理达标后排海；船舶污染物均按批复得到有效处理和处置。 |
| | | 严格执行钻井作业规程，配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备，采取有效井眼防碰措施。加强随钻监测，发现异常情况，立即停止注水并采取有效措施，杜绝局部超注超压。 | 在钻井过程中严格执行各项防范对策措施，配备防喷和井控等设备，并设置了相应的应急关断系统。 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 环评批复 | 批复要求 | 落实情况 | |
|----|-------------|--|--|-----|
| | [2017]486号) | 加强铺管作业管理，合理安排施工顺序和进度，减少悬浮泥沙的产生；加强海底管道巡检工作，采取必要的防护措施，避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害，防止海底管道因腐蚀或外力破坏等原因造成的油气泄漏。 | 建设单位制定了海底管道保护和检测程序，由值班船对海底管道沿途进行巡视，并对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，避免海洋作业活动对海底管道等设施造成损害，防止海底管道因腐蚀或外力破坏等原因造成的油气泄漏。 | 已落实 |
| | | 切实落实生态保护措施，合理安排施工作业时间，避开工程所在海域主要经济鱼类的产卵盛期（5-6 月），尽量减少入海悬浮泥沙的影响面积，最大限度地减少对海洋生态环境和渔业资源的影响。 | 施工期间严格落实生态保护措施，避开了主要经济鱼类的产卵盛期（5~6 月）。制定了增殖放流方案，由天津分公司统一协调开展增殖放流，对渔业资源进行养护与修复。 | 已落实 |
| | | 严格落实环境风险防范措施，制定溢油应急计划报国家海洋局北海分局备案。发生溢油事故时，按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军队等有关部门。 | 作业公司已制定了详细的溢油应急计划，进行下一步的备案工作。 | 已落实 |

6.1.5 污染物排放情况回顾

本项目依托平台主要包括 KL6-1CEP 平台、BZ34-9CEPA 平台、BZ35-2CEPA 平台、BZ35-2WHPA 平台（通过栈桥与 BZ35-2CEPA 平台相连，不设生活污水处理装置）。本评价主要对依托 BZ34-9CEPA 平台、BZ35-2CEPA 平台、BZ35-2WHPA 平台、KL6-1CEP 平台的污染物排放情况进行回顾。

6.1.5.1 生活污水

本项目 BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA 平台上的生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海。

BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA 两平台生活污水处理装置 2022-2023 年逐月出水监测值及 KL6-1CEP 平台自投产以来生活污水的监测值详见下表，根据该表，处理后的污水 COD 月平均浓度在 19~242mg/L 之间，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（≤300mg/L）的要求，两平台生活污水处理装置系统运转正常。

表 6.1-6 生活污水（COD）月平均监测值（mg/L）（2022-2023 年）

| 时间 | BZ34-9CEPA 平台生 活污水 | BZ35-2CEPA 生活污 水 | KL6-1CEP 平台生活 污水 |
|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | 月平均监测值 (mg/L) | 月平均监测值 (mg/L) | |
| 2022 年 1 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 2 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 3 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 4 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 5 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 6 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 7 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 8 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 9 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 10 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 11 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2022 年 12 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 1 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 2 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 3 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 4 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 5 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 6 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 7 月 | ■ | ■ | ■ |

| 时间 | BZ34-9CEPA 平台生 活污水 | BZ35-2CEPA 生活污 水 | KL6-1CEP 平台生活 污水 |
|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | 月平均监测值 (mg/L) | 月平均监测值 (mg/L) | |
| 2023 年 8 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 9 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 10 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 11 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 12 月 | ■ | ■ | ■ |

6.1.5.2 生产水

正常工况下项目生产水经处理达标后，全部回注地层。BZ34-9CEPA、BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA 两平台含油生产水处理装置 2022-2023 年逐月出水监测值及 KL6-1CEP 平台自投产以来含油生产水的监测值详见下表，根据该表，两平台处理后的生产水含油浓度月平均值在 6.4~12mg/L 之间，均符合《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2022）标准（石油类≤15mg/L）的标准要求，生产水处理设施运行情况较好。

表 6.1-7 生产水处置装置出水/回注水水质监测结果（2022-2023 年）

| 时间 | BZ34-9CEPA | BZ35-2CEPA | KL6-1CEP 平台 |
|--------|-----------------|------------|-------------|
| | 含油浓度月平均值 (mg/L) | | |
| 2022 年 | | | |
| 1 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2 月 | ■ | ■ | ■ |
| 3 月 | ■ | ■ | ■ |
| 4 月 | ■ | ■ | ■ |
| 5 月 | ■ | ■ | ■ |
| 6 月 | ■ | ■ | ■ |
| 7 月 | ■ | ■ | ■ |
| 8 月 | ■ | ■ | ■ |
| 9 月 | ■ | ■ | ■ |
| 10 月 | ■ | ■ | ■ |
| 11 月 | ■ | ■ | ■ |
| 12 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2023 年 | | | |
| 1 月 | ■ | ■ | ■ |
| 2 月 | ■ | ■ | ■ |
| 3 月 | ■ | ■ | ■ |
| 4 月 | ■ | ■ | ■ |
| 5 月 | ■ | ■ | ■ |
| 6 月 | ■ | ■ | ■ |
| 7 月 | ■ | ■ | ■ |
| 8 月 | ■ | ■ | ■ |

| 时间 | BZ34-9CEPA | BZ35-2CEPA | KL6-1CEP 平台 |
|------|-----------------|------------|-------------|
| | 含油浓度月平均值 (mg/L) | | |
| 9 月 | ■ | ■ | ■ |
| 10 月 | ■ | ■ | ■ |
| 11 月 | ■ | ■ | ■ |
| 12 月 | ■ | ■ | ■ |

6.1.5.3 其他污染物

各平台上设有生活垃圾和生产垃圾回收装置，产生的固体垃圾会分类回收运回陆地处理，其中危险废物交由 [] 接收处理。船舶机舱污水运回陆地交由 [] 接收处理。

综上，各平台环保设施运行情况较好，各污染物可做到达标排放，基本满足相关环保法规、标准、规范及批复的要求。

6.1.5.4 环保设施运行状况回顾

根据前序生产水和生活污水的检测结果，本次依托平台的主要环保设施及运行状况良好（详见表 6.1-8）。

表 6.1-8 依托/改造平台主要环保设施及运行情况

| 区块 | 平台 | 环保设施 | 运行情况 |
|------------|-----------------------------------|--|------|
| 渤中 34-9 油田 | BZ34-9CEPA | 生产水处理装置 1 套，处理能力 [] 生活污水处理装置，设计处理能力： [] | 正常 |
| 渤中 35-2 油田 | BZ35-2CEPA（与 BZ35-2WHPA 平台通过栈桥连接） | 生产水处理装置 1 套，处理能力 [] 生活污水处理装置，设计处理能力： [] | 正常 |
| 垦利 6-1 油田 | KL6-1CEP 平台 | KL6-1CEP 平台生产水处理系统和注水系统的设计处理能力为 [] | 正常 |

6.2 溢油事故情况回顾

根据天津分公司的统计资料，工程所在油田及依托油田自运行以来未发生过溢油事件。

6.3 海洋环境质量现状回顾性评价

6.3.1 历史资料引用来源

本次水质、沉积物、生物生态和生物质量现状回顾性分析采用 2013 年 5 月、2019 年 5 月、2021 年 4-5 月、2014 年 10~11 月、2019 年 9 月和 2021 年 10 月共 6 次的资料进行回顾性分析，渔业资源现状回顾性分析采用 2019 年 5 月、2021 年 5 月、2018 年 10 月和 2021 年 10 月共 4 次的资料进行回顾性分析。

表 6.3-1 本次回顾性分析调查资料引用情况

| 调查项目 | 资料来源 | 调查时间 | 站位 | 调查单位 | 本次评价引用因子 |
|------------------|--------------------------------------|----------------|---|------|--|
| 水质、沉积物、海洋生态、生物质量 | 《垦利 10-1 油田及周边区域开发研究春季环境质量现状调查与评价报告》 | 2013 年 5 月 | 水质：47 个 沉积物：32 个 生物生态：32 个 生物质量：12 个 | ■ | 1、水质：DO、COD、石油类、pH、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、硫化物和挥发性酚 2、沉积物：有机碳、硫化物、汞、砷、铅、镉、锌、铬和石油类 3、海洋生态环境：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量 |
| | 《渤中 29-6 油田开发项目春季环境质量现状调查与评价报告》 | 2019 年 5 月 | 水质：64 个 沉积物：36 个 生物生态：36 个 生物质量：36 个 | ■ | |
| | 《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状春季调查报告》 | 2021 年 4-5 月 | 水质：60 个 沉积物：37 个 生物生态：37 个 生物质量：37 个 | ■ | |
| | 《垦利 10-4 油田开发工程秋季环境质量现状调查与评价》 | 2014 年 10~11 月 | 水质：57 个 沉积物：34 个 生物生态：34 个 生物质量：6 个 | ■ | |
| | 《渤中 29-6 油田开发项目秋季环境质量现状调查与评价报告》 | 2019 年 9 月 | 水质：57 个 沉积物：32 个 生物生态：32 个 生物质量：32 个 | ■ | |
| | 《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海洋环境质量现状秋季调查报告》 | 2021 年 10 月 | 水质：60 个 沉积物：37 个 生物生态：37 个 生物质量：37 个 | ■ | |
| 渔业资源 | 《垦利 4-1 油田开发项目海域春季渔业资源现状调查与评价》 | 2019 年 5 月 | 渔业资源：12 个 | ■ | (1) 鱼卵、仔稚鱼 (2) 游泳动物 |
| | 《垦利 4-1 油田开发项目海域秋季渔业资源现状调查与评价》 | 2018 年 10 月 | 渔业资源：12 个 | ■ | |
| | 《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海域春季渔业资源现状调查与评价》 | 2021 年 5 月 | 渔业资源：12 个 | ■ | |

| 调查项目 | 资料来源 | 调查时间 | 站位 | 调查单位 | 本次评价引用因子 |
|------|--------------------------------------|-------------|-----------|------|----------|
| | 《渤中 34-9 油田 5 井区开发项目海域春季渔业资源现状调查与评价》 | 2021 年 10 月 | 渔业资源：12 个 | | |

注：1.各期调查中各站位水质、沉积物、海洋生物均为同步调查。

图 6.3-1 历次春季现状调查站位（水质、沉积物、海洋生态、生物质量）

图 6.3-2 历次秋季现状调查站位（水质、沉积物、海洋生态、生物质量）

6.3.2 海水水质状况回顾

6.3.2.1 春季

2013 年 5 月、2019 年 5 月、2021 年 4-5 月三次春季调查海水水质调查内容包括溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、硫化物和挥发性酚共 15 个要素。

对比三次春季调查结果可知，三次调查所有样品中溶解氧、pH 值、石油类、铜、镉、总铬、砷、活性磷酸盐、挥发性酚和硫化物的含量均低于第一类海水水质标准。2013 年化学需氧量（COD）、总汞、铅、锌和无机氮共 5 个调查因子出现超出第一类海水水质标准，2019 年铅、锌和无机氮 3 个调查因子超出第一类海水水质标准，2021 年无机氮 1 个调查因子超出第一类海水水质标准。

（1）溶解氧：溶解氧浓度略有波动。3 次调查海水溶解氧浓度符合一类海水水质标准要求。

（2）化学需氧量：2013 年调查海域表、中、底层海水 COD 存在超出第一类海水水质标准现象，其余 2 次调查值均满足第一类海水水质标准，COD 呈下降趋势。

（3）pH：pH 浓度略有波动。3 次调查结果均显示调查海域的海水 pH 浓度符合一类海水水质标准要求。

（4）悬浮物：悬浮物浓度略有波动。

（5）石油类：3 次调查显示，表层海水石油类含量均满足第一类海水水质标准，石油类含量呈降低趋势。

(6) 汞：2013 年调查海域海水中汞存在超第一类海水水质标准现象。其余 2 次调查汞未出现超出第一类海水水质标准现象。汞含量呈降低的趋势。

(7) 铜：3 次调查海域海水的铜浓度相比历史资料调查结果略有波动，铜浓度符合一类海水水质标准要求。

(8) 铅：3 次调查结果显示，2013 年和 2019 年调查海域表、中、底层海水中铅均存在超出第一类海水水质标准现象。2021 年未超出第一类海水水质标准，铅浓度呈下降趋势。

(9) 锌：3 次调查结果显示，2013 年和 2019 年调查海域表、中、底层海水中铅均存在超出第一类海水水质标准现象。2021 年未超出第一类海水水质标准，锌浓度呈下降趋势。

(10) 镉：3 次调查海域的镉浓度略有波动，浓度均符合一类海水水质标准要求。

(11) 总铬：3 次调查海域的总铬浓度略有波动，浓度均符合一类海水水质标准要求。

(12) 砷：3 次调查海域的砷浓度略有波动，浓度均符合一类海水水质标准要求。

(13) 挥发性酚：3 次调查结果波动不大，浓度符合一类海水水质标准要求。












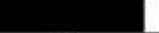




























































(14) 活性磷酸盐：3 次调查结果波动不大，浓度符合一类海水水质标准要求。

(15) 无机氮：3 次调查结果显示，3 次调查海水中无机氮均存在超一类海水水质标准现象，呈降低趋势。

(16) 硫化物：3 次调查结果波动不大，浓度符合一类海水水质标准要求。

表 6.3-2 历年春季水质要素统计结果对比表

| 调查时间 | | 2013 年 5 月 | | | 2019 年 5 月 | | | 2021 年 5 月 | |
|---------------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|
| | | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 底层 |
| 溶解氧 (mg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| COD (mg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| pH | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 悬浮物 (mg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 石油类 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 汞 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 铜 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 铅 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 锌 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 镉 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 总铬 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 砷 | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 调查时间 | | 2013 年 5 月 | | | 2019 年 5 月 | | | 2021 年 5 月 | |
|--------------------------|-------|---|---|--|---|---|---|---|---|
| | | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 底层 |
| ($\mu\text{g/L}$) | 超标率 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 挥发性酚 | 范围 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ($\mu\text{g/L}$) | 超一类标准 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 活性磷酸盐($\mu\text{g/L}$) | 范围 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 无机氮 | 范围 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ($\mu\text{g/L}$) | 超一类标准 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 硫化物 | 范围 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ($\mu\text{g/L}$) | 超一类标准 |  |  |  |  |  |  |  |  |

6.3.2.2 秋季

2014 年 10~11 月、2019 年 9 月、2021 年 10 月三次秋季调查海水水质调查内容包括溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、硫化物和挥发性酚共 15 个要素。

对比三次秋季调查结果可知，三次调查所有样品中 pH、溶解氧、COD、铜、总铬、汞、砷、镉、挥发性酚和硫化物的含量均低于第一类海水水质标准。2014 年石油类、铅、活性磷酸盐、锌和无机氮共 5 个调查因子出现超出第一类海水水质标准现象，2019 年铅、锌和无机氮 3 个调查因子超出第一类海水水质标准，2021 年无机氮 1 个调查因子超出第一类海水水质标准，水质情况整体呈现变好的趋势。

（1）溶解氧：溶解氧浓度略有波动。三次调查结果均显示调查海域的海水溶解氧浓度符合一类海水水质标准要求。

（2）化学需氧量：化学需氧量浓度略有波动。三次调查结果均显示调查海域的海水化学需氧量浓度符合一类海水水质标准要求。

（3）pH：pH 浓度略有波动，3 次调查结果均显示调查海域的海水 pH 浓度符合一类海水水质标准要求。

（4）悬浮物：悬浮物浓度略有波动。

（5）石油类：3 次调查显示，2014 年超一类海水水质标准，其余 2 次表层海水石油类含量均满足第一类海水水质标准，石油类含量呈降低趋势。

（6）汞：汞浓度略有波动，3 次调查结果均显示调查海域的海水汞浓度符合一类海水水质标准要求。

（7）铜：3 次调查海域海水的铜浓度相比历史资料调查结果略有波动，铜浓度符合一类海水水质标准要求。

（8）铅：3 次调查结果显示，2014 年和 2019 年调查海域表、中、底层海水中铅均存在超标现象。2021 年未超标，铅浓度呈下降趋势。

（9）锌：3 次调查结果显示，2014 年和 2019 年调查海域表、中、底层海水中铅均存在超标现象。2021 年未超标，锌浓度呈下降趋势。

（10）镉：3 次调查海域的镉浓度略有波动，浓度均符合一类海水水质标准要求。

(11) 总铬: 3 次调查海域的总铬浓度略有波动, 浓度均符合一类海水水质标准要求。

(12) 砷: 3 次调查海域的砷浓度略有波动, 浓度均符合一类海水水质标准要求。

(13) 挥发性酚: 3 次调查结果波动不大, 浓度均符合一类海水水质标准要求。

(14) 活性磷酸盐: 2014 年调查结果超一类海水水质标准, 其余 2 次调查结果波动不大, 浓度均符合一类海水水质标准要求。

(15) 无机氮: 3 次调查海水中无机氮均存在超出第一类海水水质标准现象, 呈降低趋势。

(16) 硫化物: 3 次调查结果波动不大, 浓度均符合一类海水水质标准要求。

6.3.2.3 水质回顾性分析小结

(1) 历年调查统计分析结果

根据表 6.3-2 历年春季水质要素统计结果对比表, 2013 年化学需氧量 (COD)、总汞、铅、锌和无机氮共 5 个调查因子出现超出第一类海水水质标准, 2019 年铅、锌和无机氮 3 个调查因子超出第一类海水水质标准, 2021 年无机氮 1 个调查因子超出第一类海水水质标准。

根据表 6.3-3 历年秋季水质要素统计结果对比表, 2014 年石油类、铅、活性磷酸盐、锌和无机氮共 5 个调查因子出现超出第一类海水水质标准现象, 2019 年铅、锌和无机氮 3 个调查因子超出第一类海水水质标准, 2021 年无机氮 1 个调查因子超出第一类海水水质标准。

(2) 原因分析

➤ 无机氮超出第一类海水水质标准原因分析

参照 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》, 渤海近岸海域以外海水质量状况良好, 近岸局部海域海水环境污染依然严重。渤海海水环境主要超标物质为无机氮和活性磷酸盐, 无机氮是劣四类水质海域的主要污染因素; 由 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》和 2018 年《中国海洋生态环境状况公报》可知, 渤海沿岸主要河流每年向海水中输入大量的营养盐类污染物, 见表 6.3-2, 同时陆源入海排污口超标排放营养盐类污染物, 因此, 陆源污染物大量排海是导

致调查海域营养盐超标现象的主要因素。

a. 表 6.3-2 2013 年-2018 年渤海沿岸主要河流污染物入海量

| 营养盐 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 氨氮 (吨) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 硝酸盐氮 (吨) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 亚硝酸盐氮 (吨) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

参照《2020 年北海区海洋环境公报》，河流输入是海水中无机氮的重要来源，初步估计是调查海域无机氮超出第一类海水水质标准的原因之一。

参照《2020 年北海区海洋环境公报》，主要超标物质为无机氮、活性磷酸盐和生化需氧量（BOD₅），渤海周边存在大量的入海排污口，工业污水和生活污水大量排放可能也是该调查区域无机氮超出第一类海水水质标准现象的原因之一。

本项目历年调查结果与历年公报结论基本相符。

➤ 重金属类超出第一类海水水质标准原因分析

本次调查海域海水水质铅浓度超第一类海水水质标准的现象在整个调查海域普遍存在，渤海重金属类污染物主要来源于陆源污染物排海及大气沉降。

①江河径流输入

由 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》和 2018 年《中国海洋生态环境状况公报》可以看出，渤海沿岸主要河流重金属类污染物每年入海量数百吨左右（见表 6.3-3），是渤海海水中重金属的主要来源，且海水中各监测项目浓度与排放量基本一致，因此，河流污染物入海是调查海域铅、锌、汞超出第一类海水水质标准的重要原因之一。

表 6.3-3 2013 年-2017 年渤海沿岸主要河流污染物入海量

| 重金属污染物 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 铅 (吨) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 锌 (吨) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 汞 (吨) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 石油类 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

②大气沉降输入

参照《2017 年北海区海洋环境公报》，岸（岛）基站大气气溶胶监测结果表明，渤海沿岸气溶胶中铜含量为（6.5~94.9）纳克/立方米；铅含量为（22.8~719.8）纳克/立方米；锌含量为（50.1~1540.8）纳克/立方米。岸（岛）基站大气污染物

湿沉降监测结果表明，铜含量为（1.3~77.6）微克/升；铅含量为（0.2~60.2）微克/升。可以看出，大气气溶胶和大气污染物湿沉降同样是海水中重金属的来源之一。

根据 2018 年《中国海洋生态环境状况公报》，海洋大气气溶胶污染物含量监测结果表明，气溶胶中硝酸盐含量最高值（4.1 微克/立方米）出现在塘沽监测站；铵盐含量最高值（5.4 微克/立方米）出现在营口监测站；铅含量最高值（137.7 纳克/立方米）出现在塘沽监测站。大气污染物湿沉降通量监测结果表明，硝酸盐和铵盐湿沉降通量最高值均出现在东营监测站，分别为 1.1 吨/（平方千米·年）和 1.2 吨/（平方千米·年）；铅湿沉降通量最高值出现在东营监测站，为 0.9 千克/（平方千米·年）。

③陆源入海排污口（河）输入

参照《2017 年北海区海洋环境公报》，渤海周边存在大量的入海排污口，工业污水和生活污水大量排放可能也是该调查区域重金属超标现象的原因之一。

本项目历年调查结果与历年公报结论基本相符。

综上，调查海域无机氮、化学需氧量超出第一类海水水质标准原因，估计与邻近海域陆源污染物大量排海有关。铅、锌和汞部分测站超出第一类海水水质标准原因可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、陆源入海排污口（河）向调查海域附近海域的重金属直排以及大气干湿沉降等共同作用的结果。

表 6.3-3 历年秋季水质要素统计结果对比表

| 调查时间 | | 2014 年 10~11 月 | | | 2019 年 9 月 | | | 2021 年 10 月 | |
|---------------|-------|----------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------------|-------|
| | | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 底层 |
| 溶解氧 (mg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| COD (mg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| pH | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 悬浮物 (mg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 石油类 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■ | ■ | ■■■■■ | ■ | ■ | ■■■■■ | ■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 汞 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 铜 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 铅 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 锌 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 镉 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 总铬 (μg/L) | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |
| | 超一类标准 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 砷 | 范围 | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ | ■■■■■ |

| 调查时间 | | 2014 年 10~11 月 | | | 2019 年 9 月 | | | 2021 年 10 月 | |
|------------------------------|-------|----------------|----|----|------------|----|----|-------------|----|
| | | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 中层 | 底层 | 表层 | 底层 |
| ($\mu\text{g/L}$) | | | | | | | | | |
| | 超一类标准 | | | | | | | | |
| 挥发性酚 ($\mu\text{g/L}$) | 范围 | | | | | | | | |
| | 超一类标准 | | | | | | | | |
| 活性磷酸 盐($\mu\text{g/L}$) | 范围 | | | | | | | | |
| | 超一类标准 | | | | | | | | |
| 无机氮 ($\mu\text{g/L}$) | 范围 | | | | | | | | |
| | 超一类标准 | | | | | | | | |
| 硫化物 ($\mu\text{g/L}$) | 范围 | | | | | | | | |
| | 超一类标准 | | | | | | | | |

6.3.3 沉积物状况回顾性分析

沉积物采用 2013 年 5 月、2019 年 5 月、2021 年 4-5 月三次春季调查结果进行对比，对比调查结果显示：三次调查中表层沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铅、镉、锌、铬和石油类的含量均低于第一类沉积物标准。历年调查显示，调查海域表层沉积物质量基本保持稳定，未出现恶化趋势。

表 6.3-4 表层沉积物调查结果统计表

| 评价项目 | 统计值 | 2013 年 5 月 | 2019 年 5 月 | 2021 年 5 月 |
|--------------------------|-------|---|---|---|
| 有机碳 ($\times 10^{-2}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 硫化物 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 汞 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 砷 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 铜 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 铅 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 镉 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 锌 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 铬 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |
| 石油类 ($\times 10^{-6}$) | 范围 |  |  |  |
| | 超一类标准 |  |  |  |


6.3.4 海洋生物生态回顾性分析

6.3.4.1 叶绿素 a 和初级生产力

(1) 春季

2013 年 5 月、2019 年 5 月、2021 年 4-5 月春季调查结果对比，叶绿素 a 浓度和初级生产力呈下降趋势。

表 6.3-5 叶绿素 a 和海洋初级生产力调查结果统计表

| 调查时间 | | 叶绿素 a (mg/m^3) | | | 初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$) |
|------------|-----|---|---|---|---|
| | | 表层 | 10m | 底层 | |
| 2013 年 5 月 | 范围 |  |  |  |  |
| | 平均值 |  |  |  |  |

| 调查时间 | | 叶绿素 a (mg/m ³) | | | 初级生产力 (mg·C/(m ² ·d)) |
|------------|-----|----------------------------|-----|----|-------------------------------------|
| | | 表层 | 10m | 底层 | |
| 2019 年 5 月 | 范围 | | | | |
| | 平均值 | | | | |
| 2021 年 5 月 | 范围 | | | | |
| | 平均值 | | | | |

(2) 秋季

三次秋季调查结果对比，叶绿素 a 浓度和初级生产力呈波动趋势。

表 6.3-6 叶绿素 a 和初级生产力历史资料对比表

| 调查时间 | | 叶绿素 a (mg/m ³) | | | 初级生产力 (mg·C/(m ² ·d)) |
|----------------|-----|----------------------------|-----|----|-------------------------------------|
| | | 表层 | 10m | 底层 | |
| 2014 年 10~11 月 | 范围 | | | | |
| | 平均值 | | | | |
| 2019 年 9 月 | 范围 | | | | |
| | 平均值 | | | | |
| 2021 年 10 月 | 范围 | | | | |
| | 平均值 | | | | |

6.3.4.2 浮游植物

(1) 春季

三次春季调查结果对比显示，浮游植物历次调查结果显示整体海域浮游植物群落结构稳定，但是有下降趋势。

表 6.3-7 浮游植物调查结果统计表

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ³) | 优势种 | 多样性指数 (H') |
|------------|-----|---------------------------|-----|------------|
| 2013 年 5 月 | | | | |
| 2019 年 5 月 | | | | |
| 2021 年 5 月 | | | | |

(2) 秋季

三次秋季调查结果对比显示，浮游植物历次调查结果显示整体海域浮游植物群落结构稳定。

表 6.3-8 浮游植物历史资料对比表

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ³) | 优势种 | 多样性指数 (H') |
|----------------|-----|---------------------------|-----|------------|
| 2014 年 10~11 月 | | | | |
| 2019 年 9 月 | | | | |
| 2021 年 10 月 | | | | |

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ³) | 优势种 | 多样性 指数(H') |
|------|-----|---------------------------|-----|---------------|
| | | | | |

6.3.4.3 浮游动物

(1) 春季

2019 年 5 月调查的浮游动物的种类数量和密度高于其他两次调查, 2021 年 5 月调查的浮游动物的生物量高于其他两次调查。历年调查显示, 浮游动物历次调查结果显示整体海域浮游动物群落结构稳定。

表 6.3-9 浮游动物调查结果统计表

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ³) | 生物量 (mg/m ³) | 优势种 | 多样性 指数(H') |
|------------|-----|---------------------------|-----------------------------|-----|---------------|
| 2013 年 5 月 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2019 年 5 月 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2021 年 5 月 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

(2) 秋季

2021 年 10 月调查的浮游动物的种类数量和密度高于其他两次调查。历年调查显示, 浮游动物历次调查结果显示整体海域浮游动物群落结构稳定, 呈增长趋势。

表 6.3-10 浮游动物历史资料对比表

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ³) | 生物量 (mg/m ³) | 优势种 | 多样性 指数(H') |
|----------------|-----|---------------------------|-----------------------------|-----|---------------|
| 2014 年 10~11 月 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2019 年 9 月 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2021 年 10 月 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

6.3.4.4 底栖生物

(1) 春季

历年调查显示, 调查海域底栖生物生物多样性指数变化不大, 状况良好, 群落结构稳定。

表 6.3-11 底栖生物调查结果统计表

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ²) | 生物量 (g/m ²) | 多样性指数 (H') |
|------------|-----|------------------------|-------------------------|------------|
| 2013 年 5 月 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2019 年 5 月 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2021 年 5 月 | ■ | ■ | ■ | ■ |

(2) 秋季

历年调查显示,调查海域底栖生物生物多样性指数变化不大,状况良好,群落结构稳定。

表 6.3-12 底栖生物历史资料对比表

| 调查时间 | 种类数 | 密度 (个/m ²) | 生物量 (g/m ²) | 多样性指数 (H') |
|----------------|-----|------------------------|-------------------------|------------|
| 2014 年 10~11 月 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2019 年 9 月 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2021 年 10 月 | ■ | ■ | ■ | ■ |

6.3.4.5 生物质量

(1) 春季

2013 年 5 月采集到的舌鳎体内重金属汞含量超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的标准,其他因子及其他年份各因子均能满足《海洋生物质量》(GB18421-2001)和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。

总体而言,历年调查显示,评价海域大多数的生物质量处于正常值范围内。

表 6.3-13 生物质量标准指数统计表

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 | 石油烃 |
|------------|-------|---|---|---|---|---|---|----|-----|
| 2013 年 5 月 | 舌鳎 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 三疣梭子蟹 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 舌鳎 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 鲷 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 鹰爪虾 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 四角蛤 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 四角蛤 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 文蛤 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 四角蛤 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2019 年 5 月 | 矛尾虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 鲷 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 矛尾虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 矛尾虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 | 石油烃 |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|----|-----|
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 | 石油烃 |
|------------------|-------|---|---|---|---|---|---|----|-----|
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 鲷 | | | | | | | | |
| | 斑鲷 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| 2021 年 5 月 | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 短蛸 | | | | | | | | |
| | 日本蟳 | | | | | | | | |
| | 斑鲷 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 脉红螺 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 四角蛤蜊 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 脉红螺 | | | | | | | | |
| | 短蛸 | | | | | | | | |

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 | 石油烃 |
|------|------|---|---|---|---|---|---|----|-----|
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 脉红螺 | | | | | | | | |

注：“/”表示缺乏评价标准，未对该因子进行评价。

(2) 秋季

2014 年 10 月的调查中所监测的生物有双壳类中的四角蛤蜊、甲壳类中的口虾蛄和三疣梭子蟹、鱼类中的虾虎鱼，监测结果为四角蛤蜊体内的镉及石油烃含量超过《海洋生物质量》一类标准值，其余各项目均符合一类海洋生物质量标准；鱼类以及甲壳类体内各项指标均满足《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。

总体而言，历年调查显示，评价海域大多数的生物质量处于正常值范围内。

表 6.3-14 生物质量标准指数统计表

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 汞 | 石油烃 |
|-------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 2014 年 10~11 月 | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 四角蛤蜊 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 四角蛤蜊 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 四角蛤蜊 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 四角蛤蜊 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 四角蛤蜊 | | | | | | | | |
| | 虾虎鱼 | | | | | | | | |
| 2019 年 9 月 | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 汞 | 石油 烃 |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 矛尾虾虎鱼 | | | | | | | | |
| | 口虾蛄 | | | | | | | | |

| 调查时间 | 生物种类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 汞 | 石油 烃 |
|----------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| 2021 年 10 月 | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 日本蟳 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 日本蟳 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 斑鲆 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 斑鲆 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 日本蟳 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 日本蟳 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 日本蟳 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 斑鲆 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 虾虎鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 斑鲆 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 脉红螺 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 斑鲆 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 口虾蛄 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 日本蟳 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 菲律宾蛤仔 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

注：“/”表示缺乏评价标准，未对该因子进行评价。

6.3.5 渔业资源现状回顾性分析

渔业资源的历次调查数据统计表见下表。

(1) 春季

鱼卵种类数和仔稚鱼种类数 2021 年高于 2017 年调查结果, 鱼卵和仔稚鱼密度 2021 年高于 2017 年调查结果。

鱼类种类数 2021 年高于 2017 年调查结果, 鱼类成体资源密度和幼体资源密度 2021 年低于 2017 年调查结果。

头足类种类数 2021 年和 2017 年调查结果基本一致, 2021 年春季头足类资源密度成体和幼体均低于 2017 年春季调查结果; 2021 年秋季头足类资源密度成体和幼体均高于 2017 年春季调查结果。

2021 年调查的甲壳类种类数和 2017 年调查结果基本一致, 2021 年调查的甲壳类资源密度低于 2017 年调查结果。

(2) 秋季

对比两次秋季调查结果, 2021 年的鱼卵、仔稚鱼和鱼类种类数均高于 2017 年, 2021 年的头足类、甲壳类种类数与 2017 年调查结果基本一致。

2021 年鱼卵和仔稚鱼密度高于 2017 年调查结果, 2021 年的鱼类资源、甲壳类和头足类资源密度低于 2017 年调查结果。

历年调查显示, 调查海域渔业资源状况良好。

表 6.3-15 历次调查渔业资源调查数据对比统计

| 调查时间 | 2019 年 5 月 | | 2018 年 10 月 | | 2021 年 5 月 | | 2021 年 10 月 | |
|-------|------------|----|-------------|----|------------|----|-------------|----|
| | 种类数 (种) | 密度 | 种类数 | 密度 | 种类数 | 密度 | 种类数 | 密度 |
| 鱼卵 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 仔稚鱼 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 鱼类成体 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 幼鱼 | | ■ | | ■ | | ■ | | ■ |
| 头足类成体 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 头足类幼体 | | ■ | | ■ | | ■ | | ■ |
| 虾类成体 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 虾类幼体 | | ■ | | ■ | | ■ | | ■ |
| 蟹类成体 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 蟹类幼体 | | ■ | | ■ | | ■ | | ■ |

6.3.6 小结

环境质量现状调查回顾分析，得出如下结论：

报告书对 2013 年 5 月、2019 年 5 月、2021 年 5 月、2014 年 10-11 月、2019 年 9 月和 2021 年 10 月项目周边海域的历史监测数据进行了对比分析。历次调查结果表明，调查海区化学需氧量（COD）、总汞、铅、锌和无机氮、活性磷酸盐、石油类出现过超第一类海水水质标准现象，水质整体呈现变好的趋势。

海水中无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类及重金属主要来自于入海河流携带的大量工业废水。从近年整个渤海海域的重金属污染状况看，海水中的铅浓度超第一类海水水质标准的现象较为普遍，海水总汞和锌浓度超标现象也呈现微加剧趋势；同时，大气沉降也是海洋重金属污染的一个重要来源。

报告书对 2013 年 5 月、2019 年 5 月、2021 年 5 月沉积物历史监测数据进行了对比分析。结果表明，历次调查汞、铜、铅、砷、镉、锌、铬、石油类、硫化物、有机碳等 10 个特征因子均满足第一类标准要求。调查海域表层沉积物质量基本保持稳定，趋势性变化不明显，未出现恶化趋势。

生物质量仅在 2013 年和 2014 年个别站位出现镉、石油烃超标现象，其余年份调查站位的海洋生物质量处于稳定状态，均满足相应的标准限值；2019 年和 2021 年各项目均符合一类海洋生物质量标准；鱼类以及甲壳类体内各项指标均满足《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。调查海域各期调查中海洋生物的生物量、生物密度、种类数、优势种有一定变化，基本处于稳定状态。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力模型

7.1.1 潮流模型

海水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,进而计算建设项目的排海污染物对海水水质的影响。

7.1.1.1 流体动力学基本方程组

连续方程:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x'} + \frac{\partial hv}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega}{\partial \sigma} = 0$$

动量方程:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x'} + \frac{\partial hvu}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega u}{\partial \sigma} \\ &= fvh - gh \frac{\partial \eta}{\partial x'} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial x'} - \frac{hg}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + hF_u \\ & \quad + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{v_v}{h} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) \\ & \frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial huv}{\partial x'} + \frac{\partial hv^2}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega v}{\partial \sigma} \\ &= -fuh - gh \frac{\partial \eta}{\partial y'} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial y'} - \frac{hg}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + hF_v \\ & \quad + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{v_v}{h} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) \end{aligned}$$

其中,

$$\sigma = \frac{z - z_b}{h}, x' = x, y' = y$$

式中: t 为时间 (s); g 为重力加速度 (m/s^2); ρ 为海水密度 (kg/m^3); x 、 y 、 z 为直角坐标系坐标; η 为潮位 (m); $h = \eta + d$, 为总水深 (m), d 为海平面水深; u 、 v 、 w 为 x 、 y 、 z 向流速矢量; $f = 2\Omega \sin \Phi$ 为科氏力参数; s_{xx} 、 s_{xy} 为辐射应力张量分量; P_a 为大气压强; ρ_0 为水的参考密度。

7.1.1.2 边界条件

海面边界条件：

$$\omega = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{h}{\rho_0 v_t} (\tau_{sx}, \tau_{sy})$$

(τ_{sx}, τ_{sy}) 为 x、y 方向的风应力，单位：kg/m/s³，本报告未考虑风的影响，取为 0。

海底边界条件：

$$\omega = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{h}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

τ_{bx}, τ_{by} 分别为 x、y 方向的底摩擦应力，单位：kg/m/s³；其他参数同控制方程。

固体侧边界条件：

$$v_n = 0$$

开边界条件：

开边界强迫水位计算公式：

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

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。

本报告开边界采用 M₂、S₂、O₁、K₁、M₄ 和 M_{s4} 六个分潮作为驱动，各分潮的调和常数值取自 TPXOChinaSeas 潮波预报模型。

初始条件：

本模型初始条件采用稳态启动，初始的误差会随计算的进行逐步消失，文中模型验证取计算稳定后的模拟结果。

7.1.1.3 计算海域及网格设置

本项目所建立的数学模型岸线及水深资料采用海军航保部 2014 年出版的海图岸线和水深为基础建立模型，并根据 GoogleEarth 岸线进行调整，以平均海平面为基准面进行计算，采用 UTM-50 坐标系，中央经度为 117°。

本项目所建立的数学模型计算域为整个渤海，采用非结构三角网格。为了能清楚了解项目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，需要将项目附近海域进行局部加密。本报告将污染物预测平台的附近区域进行局部加密，最小空间步长约为 30m，由 19290 个节点和 37526 个三角单元组成。垂向采用 sigma 分层，自表至底平均分为三层。计算海域与工程附近海域网格设置及水深地形见图 7.1-1~图 7.1-2（图中加密平台为污染物预测点）。

图 7.1-1 计算海域网格与地形图

图 7.1-2 工程附近海域网格设置

7.1.1.4 潮流及潮位的验证

在计算海域中，采用[REDACTED]2021 年 6 月 11 日至 6 月 12 日对工程海域海流的现场观测资料（C4、C7、C13、C30、C32、C50 站位），对数值计算结果进行验证。各实测点坐标如下表所示，点位布设如图 7.1-3 所示，图 7.1-4~图 7.1-9 分别为各站位潮流、潮位验证曲线。

表 7.1-1 验证点坐标位置

| 站位 | 北纬 | 东经 | 验证项目 |
|-----|------------|------------|-------|
| C4 | [REDACTED] | [REDACTED] | 潮流 |
| C7 | [REDACTED] | [REDACTED] | 潮流 |
| C13 | [REDACTED] | [REDACTED] | 潮流、潮位 |
| C30 | [REDACTED] | [REDACTED] | 潮流、潮位 |
| C32 | [REDACTED] | [REDACTED] | 潮流 |
| C50 | [REDACTED] | [REDACTED] | 潮流 |

图 7.1-3 潮流潮位观测站位位置图

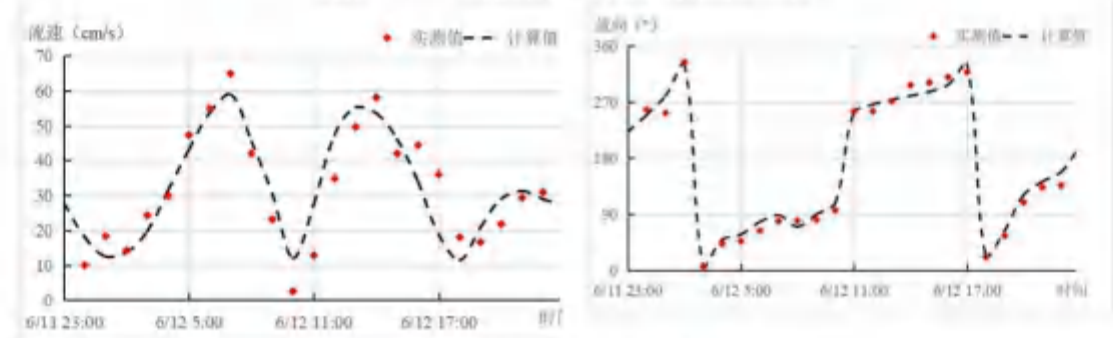


图 7.1-4a C4 站位潮流验证曲线（表层）

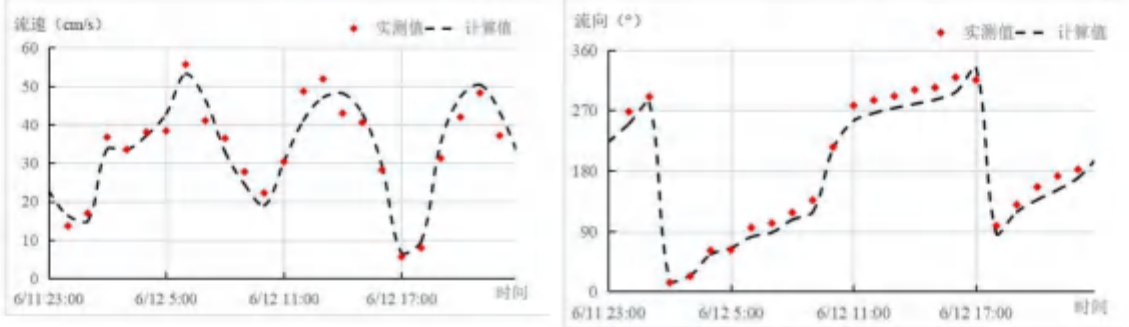


图 7.1-4b C4 站位潮流验证曲线（中层）

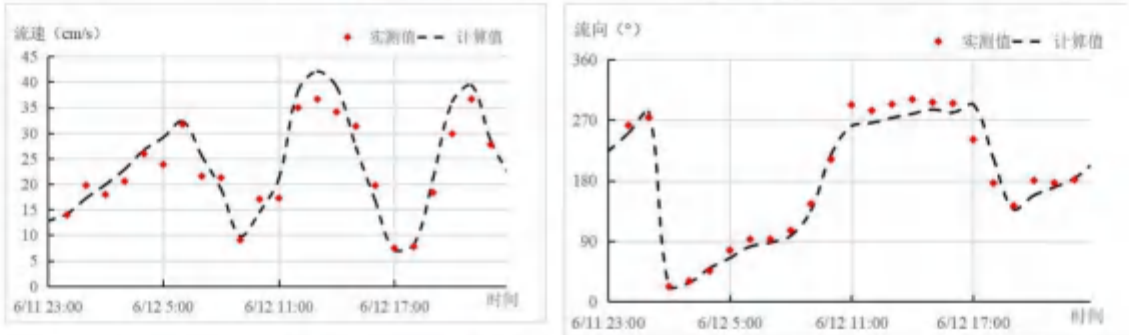
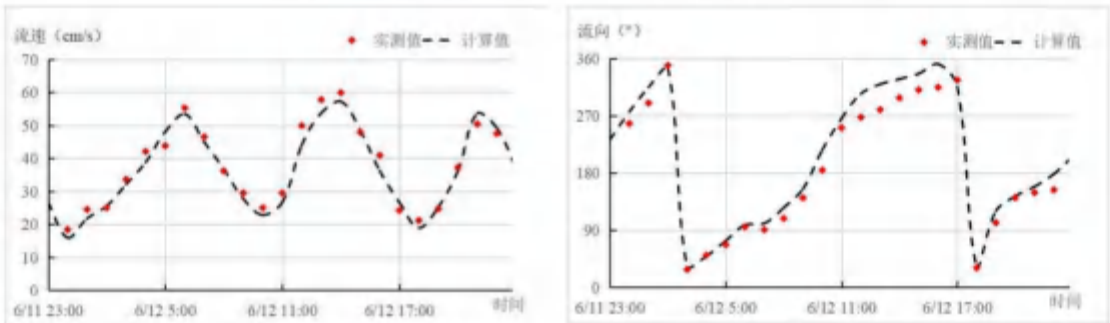


图 7.1-4c C4 站位潮流验证曲线（底层）



7.1-5a C7 站位潮流验证曲线（表层）

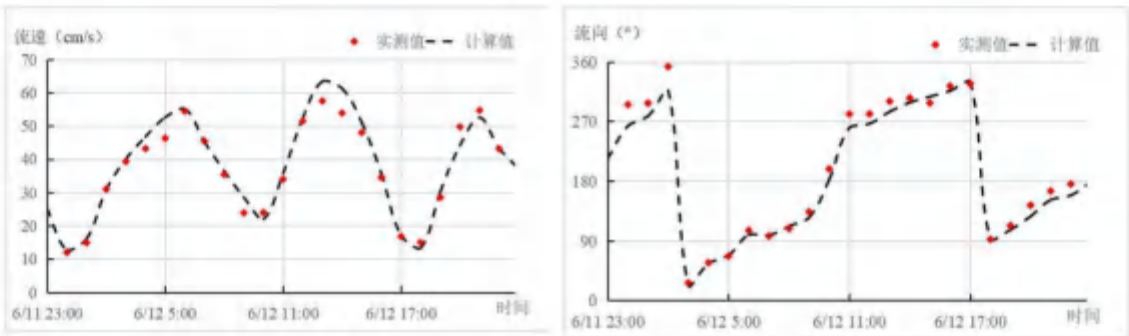


图 7.1-5b C7 站位潮流验证曲线（中层）

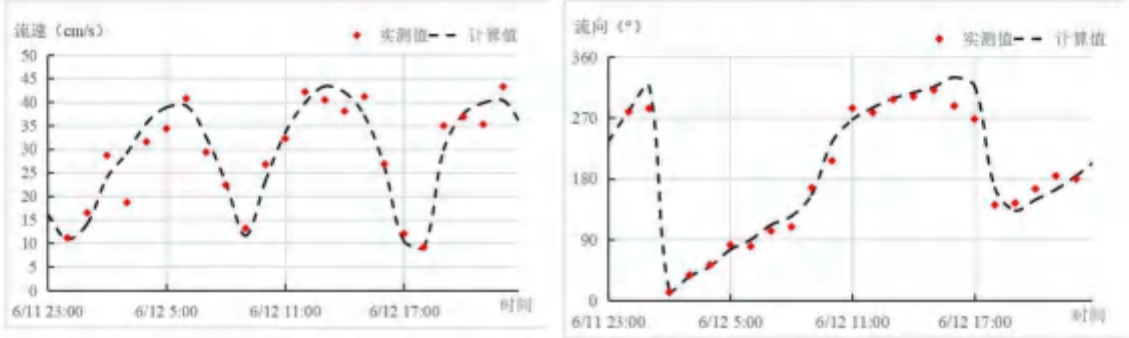


图 7.1-5c C7 站位潮流验证曲线（底层）

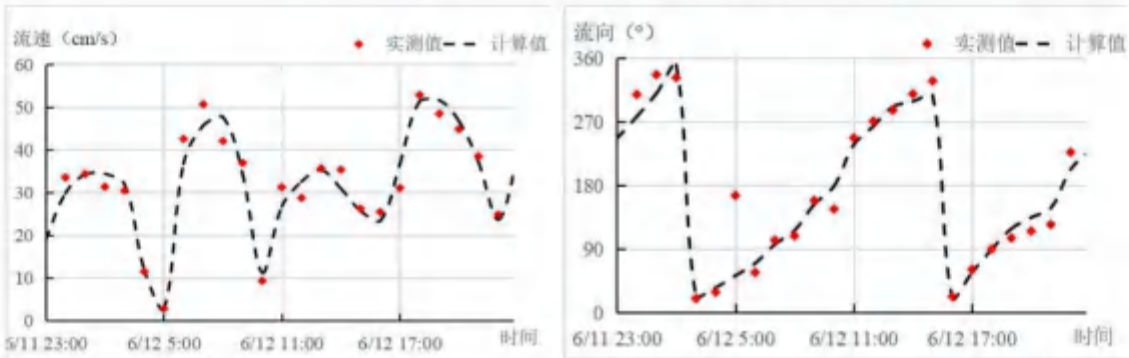


图 7.1-6a C13 站位潮流验证曲线（表层）

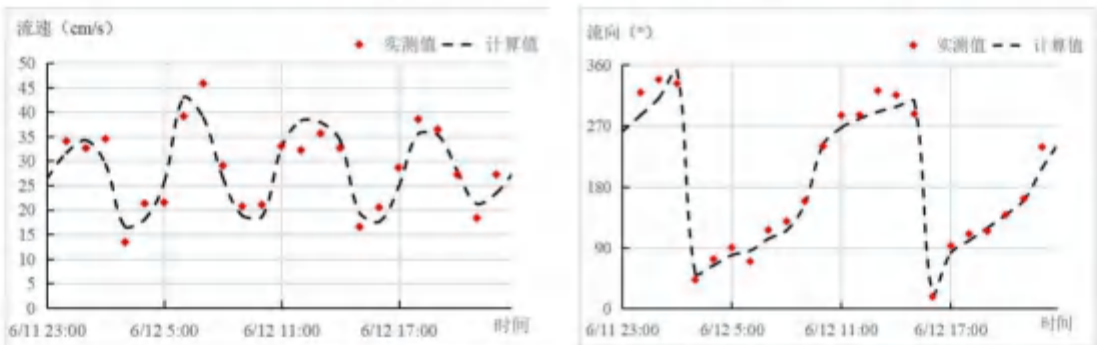


图 7.1-6b C13 站位潮流验证曲线（中层）

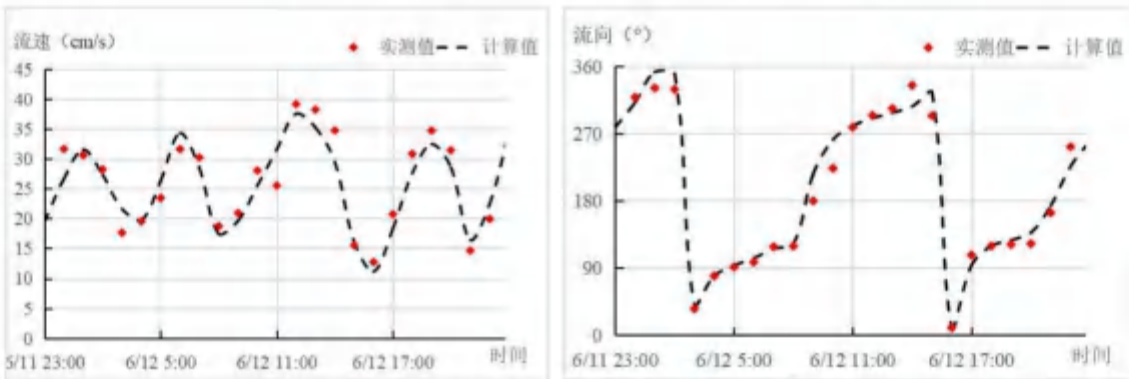


图 7.1-6c C13 站位潮流验证曲线（底层）

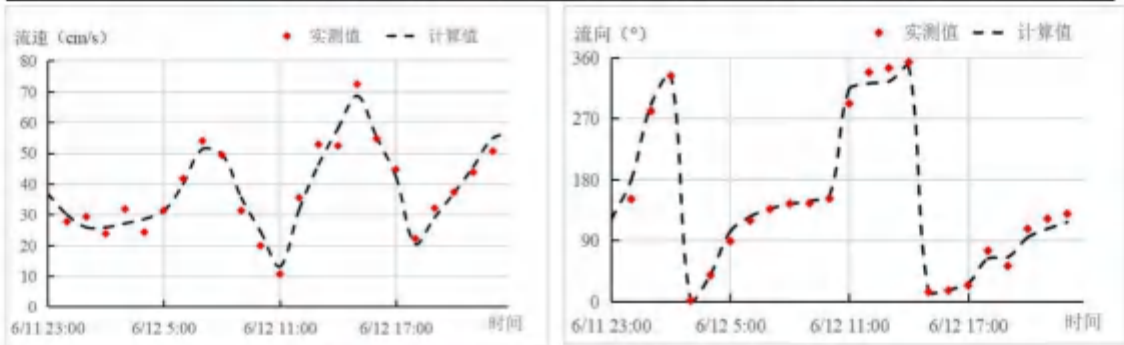


图 7.1-7a C30 站位潮流验证曲线（表层）

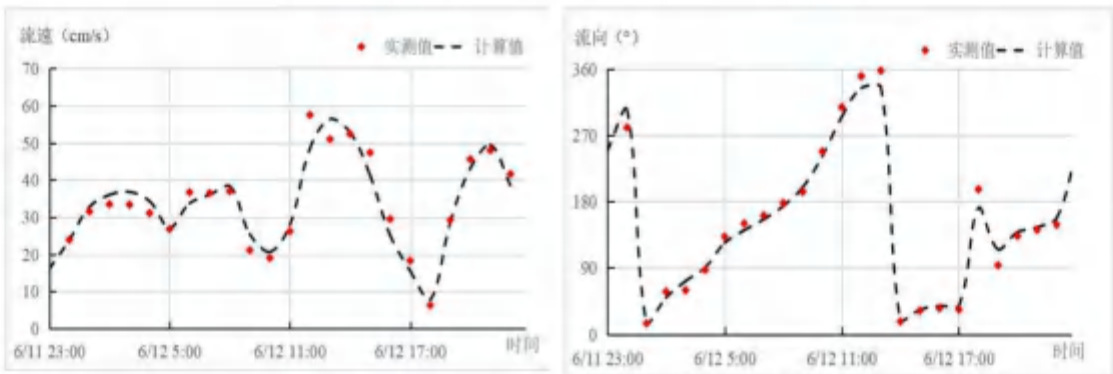


图 7.1-7b C30 站位潮流验证曲线（中层）

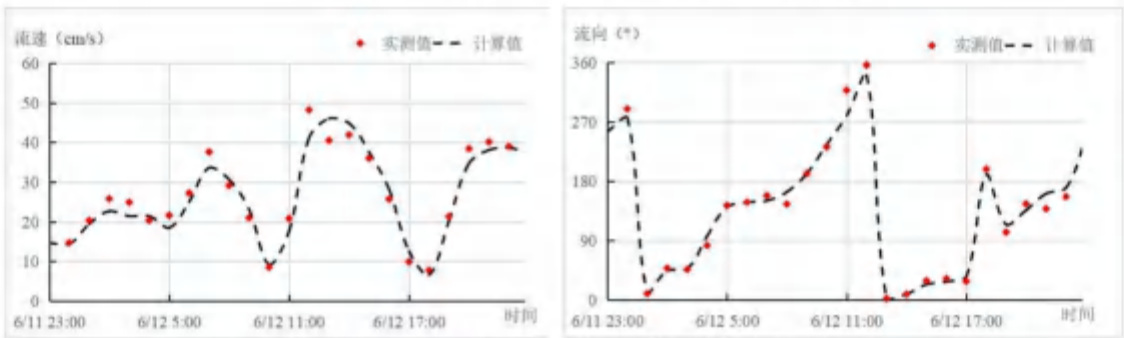


图 7.1-7c C30 站位潮流验证曲线（底层）

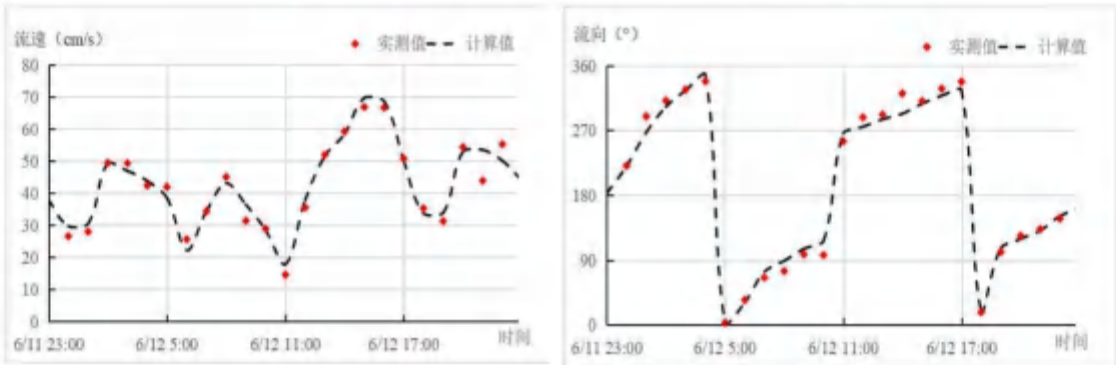


图 7.1-8a C32 站位潮流验证曲线（表层）

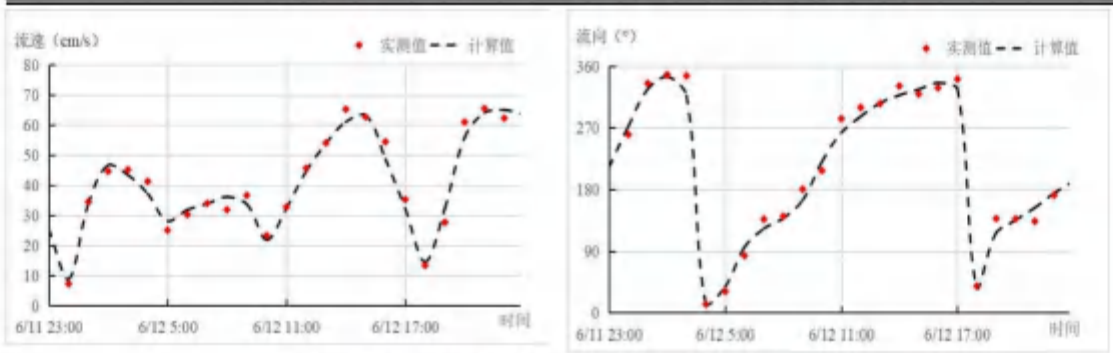


图 7.1-8b C32 站位潮流验证曲线（中层）

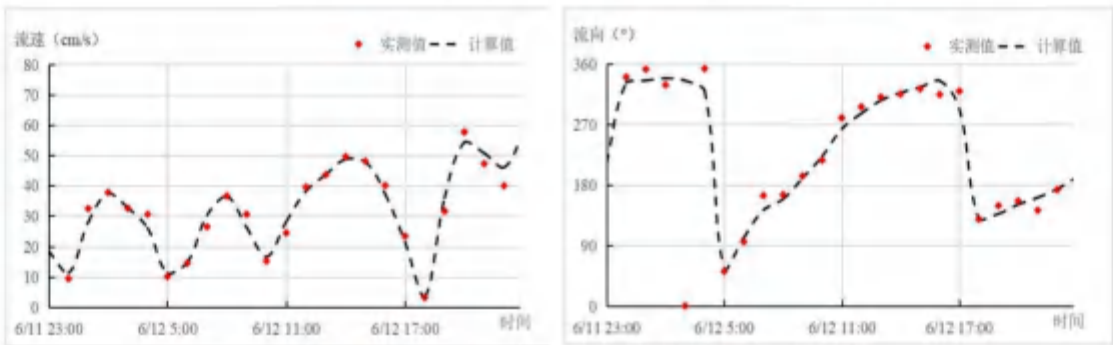


图 7.1-8c C32 站位潮流验证曲线（底层）

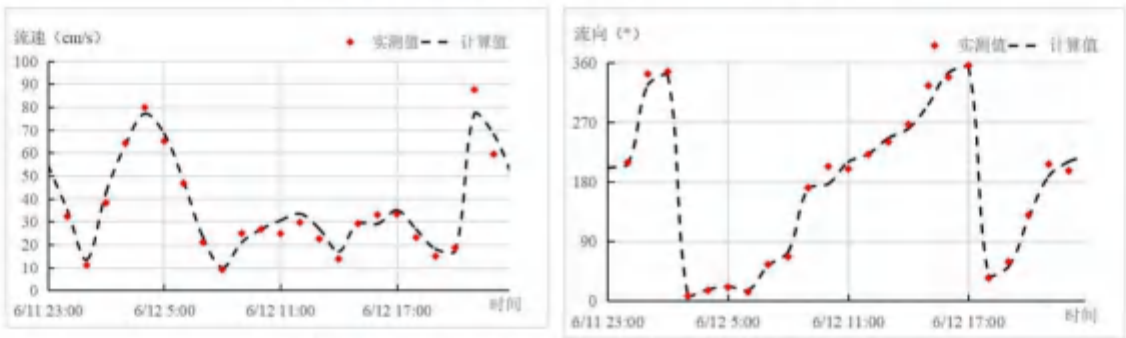


图 7.1-9a C50 站位潮流验证曲线（表层）

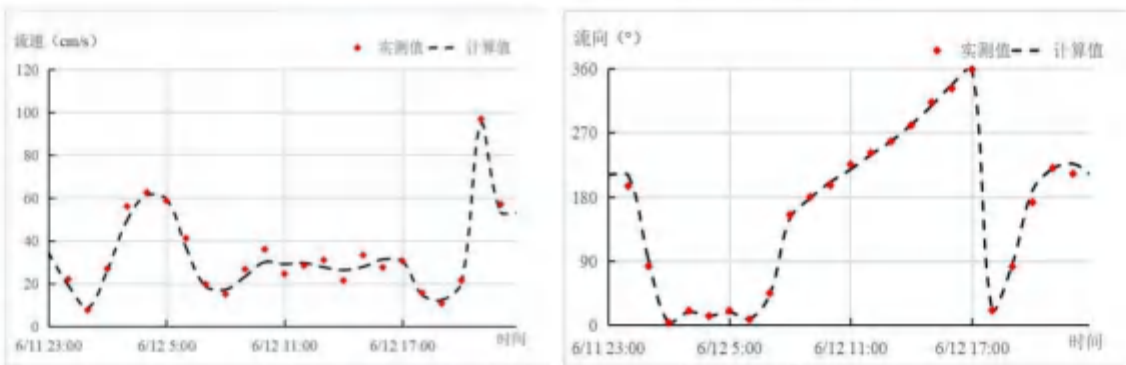


图 7.1-9b C50 站位潮流验证曲线（中层）

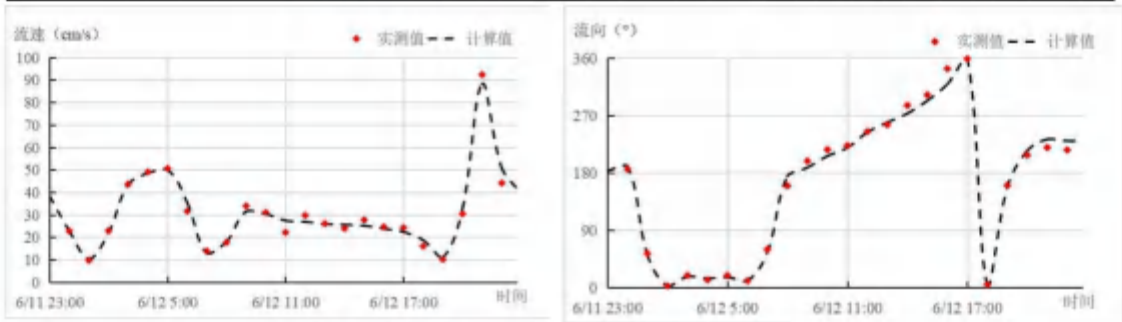


图 7.1-9c C50 站位潮流验证曲线（底层）

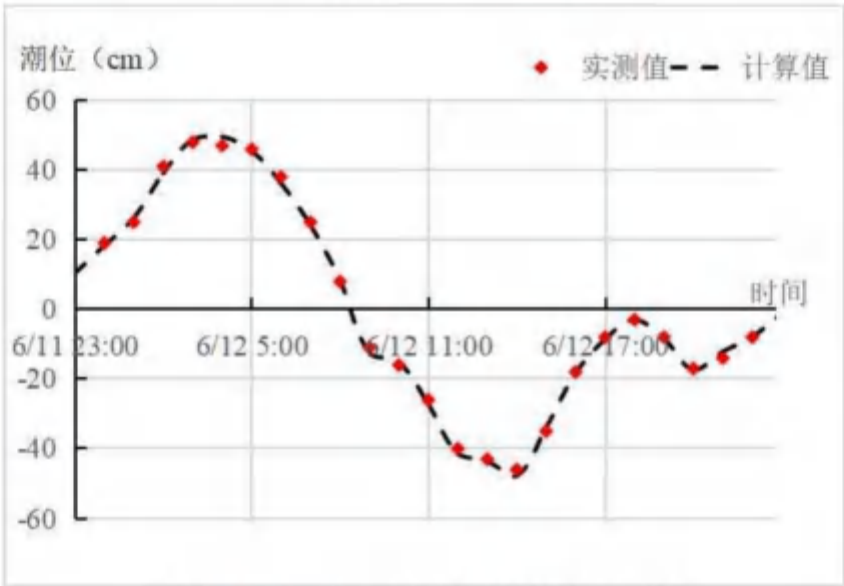


图 7.1-10 C13 站位潮位验证曲线图

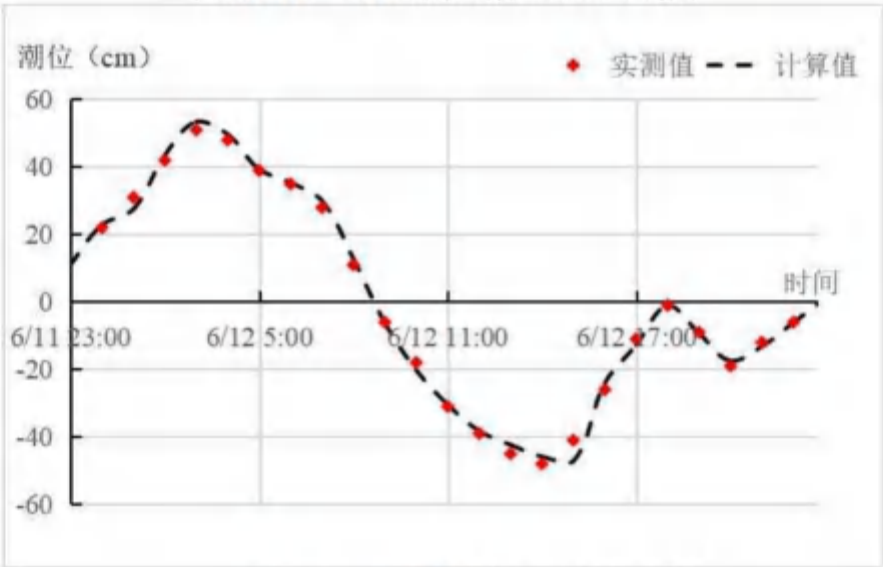


图 7.1-11 C30 站位潮位验证曲线

由验证结果可以看出模拟潮位与实测潮位基本吻合，二者变化趋势一致，最高高潮位和最低低潮位误差基本在 10cm 之内。从流速、流向验证过程来看，模拟的流速过程与实测值总体吻合较好，少数时刻大小和流向存在差异，各站位平

均涨落潮流速误差基本在 10% 以内，主潮流流向误差在 10° 以下。总体认为本报告所建立的潮流模型比较全面地反映了工程区附近海域的流动规律，预测流场能够反映工程周边海域潮流状况。

7.1.2 潮流计算结果

本项目表层潮流场的情况参照 BZ34-9 WHPC 平台选取，图 7.1-12~图 7.1-13 分别为计算海域大潮时涨潮中间时和落潮中间时的表层潮流场，图 7.1-14~图 7.1-15 分别为工程附近海域大潮时涨潮中间时和落潮中间时的表层潮流场。由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，涨潮潮流流向为 SE-NW 向，落潮潮流流向为 NW-SE 向。

图 7.1-12 计算海域涨潮中间时潮流场

图 7.1-13 计算海域落潮中间时潮流场

图 7.1-14 工程附近海域涨潮中间时潮流场

图 7.1-15 工程附近海域落潮中间时潮流场

7.2 项目建设对水文动力环境的影响分析

本工程主要包括平台安装建设和海底管道、电缆的铺设。由于平台桩柱尺寸都小，为透水性设计，且工程区域附近海域开阔，因此井口平台等对周边的水动力环境影响很小；海底管道、电缆埋于海底 1.5-2.0m 处，挖起的泥沙在底层流作用下自然回填管沟，对底层流影响小。

综上所述，本工程的建设对工程附近海域的水文动力环境影响较小。

7.3 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价

在工程建设过程中铺设海底电缆管道以及安装平台会对当地海底底质产生一定的影响。

新建海底电缆管道全程埋设，仅挖沟作业过程中会对周围海域的冲淤环境产生一定影响，但施工完成后则对海底的冲淤环境基本无影响。

新建平台桩腿附近会有一定的冲刷现象，冲刷坑面积与深度受该海域冲淤条

件、底质情况、时间长度以及桩腿直径等条件影响，新建平台为透水式结构，冲刷影响范围围绕桩腿附近，总体而言对海底的冲淤环境影响很小。

7.4 海水水质环境影响预测与评价

7.4.1 悬浮物运动基本方程

悬浮物为颗粒态，它随着海水运动的同时，尚在海水中沉降，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物，悬浮物输移—扩散过程由以下方程表示：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w-w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial C}{\partial z} \right) + QC_0 - S$$

式中，C 为海水中悬浮沙浓度，单位 kg/m^3 ； w_s 为泥沙沉降速度，单位 m/s ； D_h 、 D_v 分别为水平和垂向泥沙扩散系数，单位 m^2/s ，参数取值为 $0.01\text{m}^2/\text{s}$ ；Q 为泥沙输入源强流量，单位 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^3$ ； C_0 为泥沙输入源强中的含沙量，单位 kg/m^3 ；S 为床沙侵蚀或淤积速率，单位 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 沉降速度

悬浮物沉速 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 $0.0000011\text{m}^2/\text{s}$ ；D 为悬浮物中值粒径(mm)； α 为重率系数，取 1.65。

(3) 边界条件

固边界上，

$$\frac{K_H}{D} \left[\frac{\partial S}{\partial n} \right] = 0$$

开边界上，

$$S|_{\Gamma} = 0 \quad \text{入流段}$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + V_n \frac{\partial S}{\partial n} = 0 \quad \text{出流段}$$

其中 n 为边界的法线方向， Γ 为水边界。

(4) 初始条件

因为悬浮物对应的海水水质标准是人为造成增加的量,所以模型预测只考虑悬浮物增量,初始条件设本底值为 0。

7.4.2 混输管道悬浮物对海水水质环境影响预测

7.4.2.1 源强

根据工程施工方案,本项目拟建 1 条 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 混输海管,总长为 [REDACTED],其中正常铺设段为 [REDACTED],穿越航路段长度为 [REDACTED]。本项目拟建 1 条 BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道,总长为 [REDACTED]。1 条 BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 海底电缆,总长为 [REDACTED]。海底混输管道、注水管道和电缆铺设过程中产生的悬浮物源强见表 3.1-2。由于混输海管各段长度均不长,因此预测此混输海管时中间不再增设控制点。本项目选取 BZ34-9 WHPC 至 BZ35-2 WHPA 混输海管两个端点(1,5)和穿越航道起止点(3,4)共四个点作为预测的控制点。由于注水管道和电缆为同路由([REDACTED])且相距较近([REDACTED]),因此本项目选取源强较大的海缆进行预测,选取海缆两端点作为预测的控制点。BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道类比海底电缆的预测结果。

图 7.4-1 海底管道/电缆预关键点位置示意图

7.4.2.2 预测方案

本项目根据每个控制点在大潮期和小潮期内,源强排放时长分别为一个潮周期进行预测,统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值,根据海水水质标准值绘制等值线,所围成范围即为管道施工产生的悬浮物浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.2.3 铺设混输管道悬浮物预测结果

由于水道终点--BZ35-2WHPA 平台混输管道(正常铺设段)铺设排放的悬浮物浓度最大包络线与 BZ34-9WHPC 平台--水道起点混输管道(正常铺设段)相似,为了避免重复和节约篇幅,所以仅展示 BZ34-9WHPC 平台--水道起点混输管道(正常铺设段)、BZ34-9WHPC 平台--BZ35-2WHPA 平台混输管道(穿越航道铺设段)和整个 BZ34-9WHPC 平台--BZ35-2WHPA 平台混输管道铺设排放

的悬浮物浓度最大包络线。经预测，BZ34-9WHPC 平台-水道起点混输管道（正常铺设段）中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的总包络面积为 3.479km²；无超三类海水水质标准、超四类海水水质标准水质；底层悬浮物超一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 13.260km²；超三类海水水质标准的总包络线面积为 1.234km²；超四类海水水质标准的总包络线面积为 0.377km²。超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.59km。该段混输管道施工作业停止 1h 后，整个海域满足一类海水水质标准。

BZ34-9WHPC 平台-BZ35-2WHPA 平台混输管道铺设期间产生悬浮物影响的具体计算结果见表 7.4-1，不同超标倍数的包络面积见表 7.4-2。

整段混输管道（BZ34-9WHPC 平台-BZ35-2WHPA 平台混输管道）表层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域，中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络面积为 29.612km²；无超三类、四类海水水质标准水质海域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 56.819km²；超三类海水水质标准的总包络线面积为 7.252km²；超四类海水水质标准的总包络线面积为 2.849km²。超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 1.28km。混输管道施工作业停止 2h 后，整个海域满足一类海水水质标准。

表 7.4-1 悬浮物排放预测结果

| 海管/海缆 | 层位 | 超一（二）类水质包络面积（km ² ） | 超三类水质包络面积（km ² ） | 超四类水质包络面积（km ² ） | 超一（二）类水质最大距离（km） | 恢复时间（h） |
|--|----|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|---------|
| BZ34-9WHPC 平台-水道起点混输管道（正常铺设段） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0.55 | 1 |
| | 中层 | 3.479 | 0 | 0 | | |
| | 底层 | 13.260 | 1.234 | 0.377 | | |
| 水道终点-BZ35-2WHPA 平台混输管道（正常铺设段） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0.59 | 1 |
| | 中层 | 1.228 | 0 | 0 | | |
| | 底层 | 5.029 | 0.438 | 0.156 | | |
| BZ34-9WHPC 平台-BZ35-2WHPA 平台混输管道（穿越航道铺设段） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 1.28 | 2 |
| | 中层 | 24.905 | 0 | 0 | | |
| | 底层 | 38.530 | 5.580 | 2.316 | | |
| 整段混输管道（BZ34-9WHPC 平台 | 表层 | 0 | 0 | 0 | 1.28 | 2 |
| | 中层 | 29.612 | 0 | 0 | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 海管/海缆 | 层位 | 超一（二）类水质包络面积（km ² ） | 超三类水质包络面积（km ² ） | 超四类水质包络面积（km ² ） | 超一（二）类水质最大距离（km） | 恢复时间（h） |
|----------------------|----|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|---------|
| --BZ35-2WHPA 平台混输管道） | 底层 | 56.819 | 7.252 | 2.849 | | |

表 7.4-2 悬浮物不同超标倍数包络面积(km²)

| 海管/海缆 | 层位 | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi>9 |
|--|------|---------|--------|--------|-------|
| BZ34-9WHPC 平台--水道起点混输管道（正常铺设段） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 中层 | 3.479 | 0 | 0 | 0 |
| | 底层 | 6.263 | 3.824 | 1.939 | 1.234 |
| | 各层平均 | 3.247 | 1.275 | 0.646 | 0.411 |
| 水道终点 --BZ35-2WHPA 平台混输管道（正常铺设段） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 中层 | 1.228 | 0 | 0 | 0 |
| | 底层 | 2.603 | 1.340 | 0.648 | 0.438 |
| | 各层平均 | 1.277 | 0.447 | 0.216 | 0.146 |
| BZ34-9WHPC 平台 --BZ35-2WHPA 平台混输管道（穿越航道铺设段） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 中层 | 17.192 | 7.713 | 0 | 0 |
| | 底层 | 18.3911 | 10.400 | 5.159 | 5.580 |
| | 各层平均 | 11.861 | 6.038 | 1.720 | 1.860 |
| 整段混输管道（BZ34-9WHPC 平台 --BZ35-2WHPA 平台混输管道） | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 中层 | 21.899 | 7.713 | 0 | 0 |
| | 底层 | 27.257 | 15.564 | 7.746 | 7.252 |
| | 各层平均 | 16.385 | 7.760 | 2.582 | 2.417 |

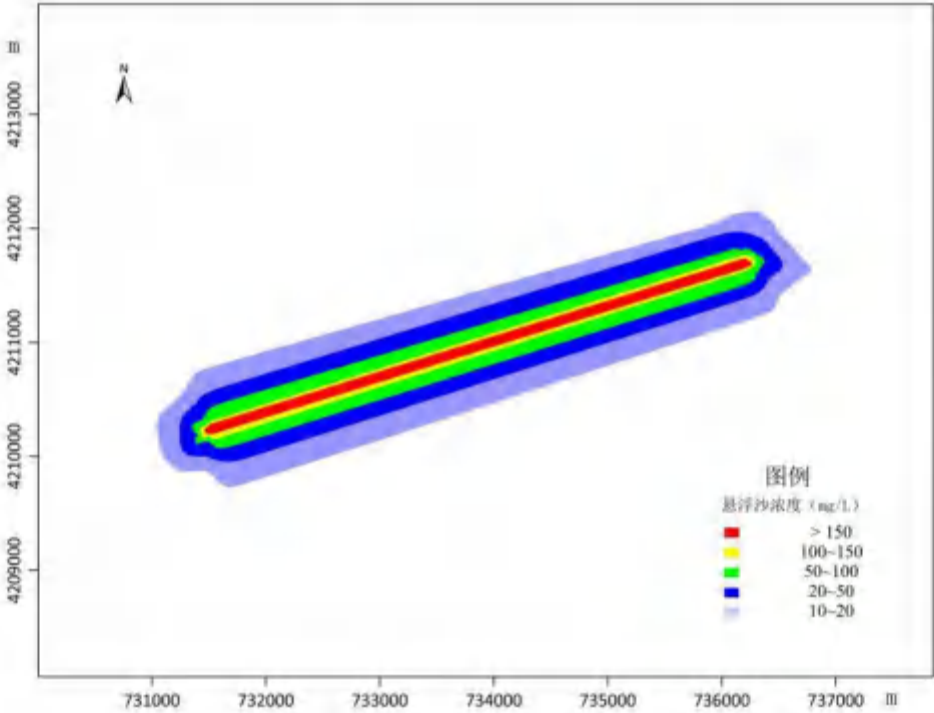


图 7.4-2a BZ34-9WHPC 平台--水道起点混输管道悬浮物浓度最大包络线图（底层）（关键点 1-3）

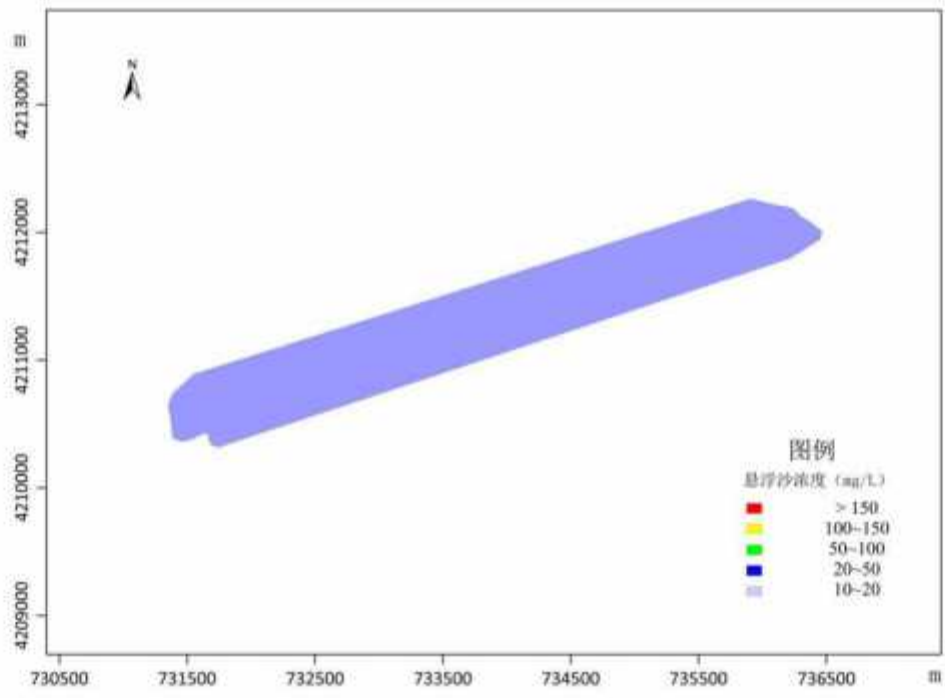


图 7.4-2b BZ34-9WHPC 平台-水道起点混输管道悬浮物浓度最大包络线图
(中层) (关键点 1-3)

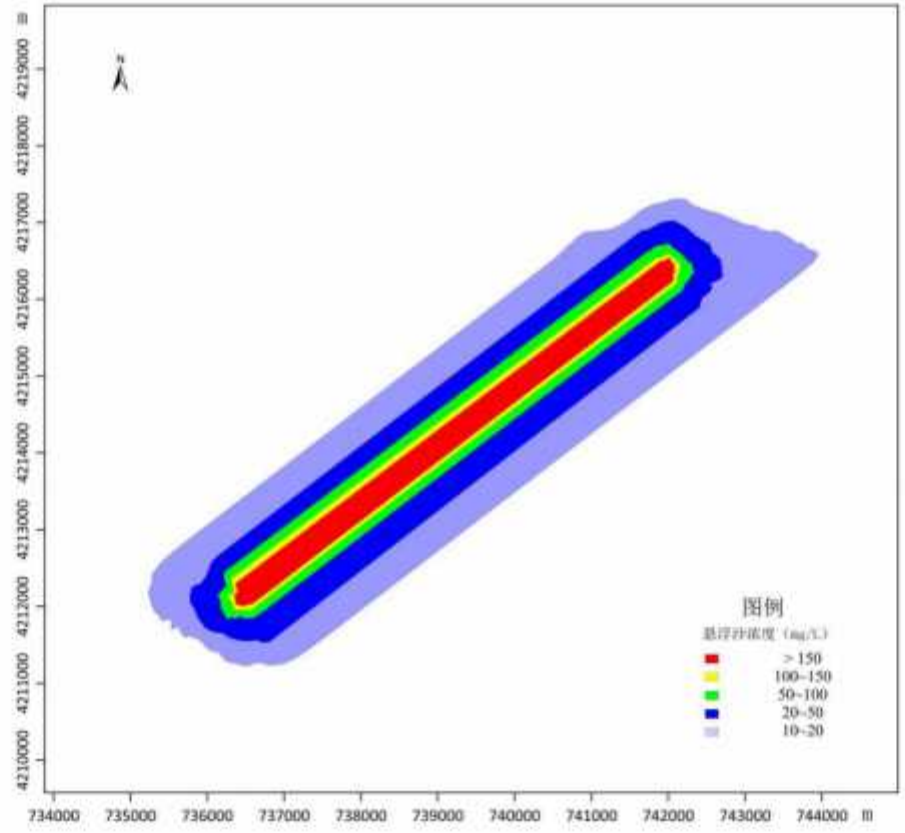


图 7.4-2c 穿越航道段混输管道悬浮物浓度最大包络线图 (底层) (关键点 3-4)

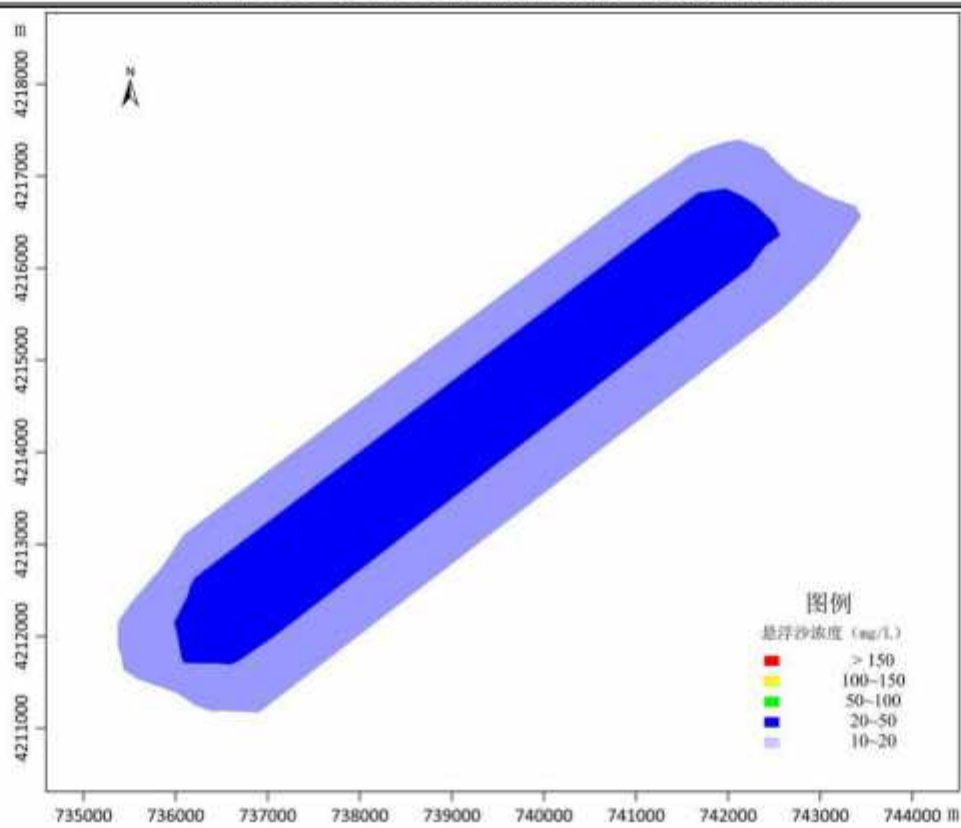


图 7.4-2d 穿越航道段混输管道悬浮物浓度最大包络线图（中层）（关键点 3-4）

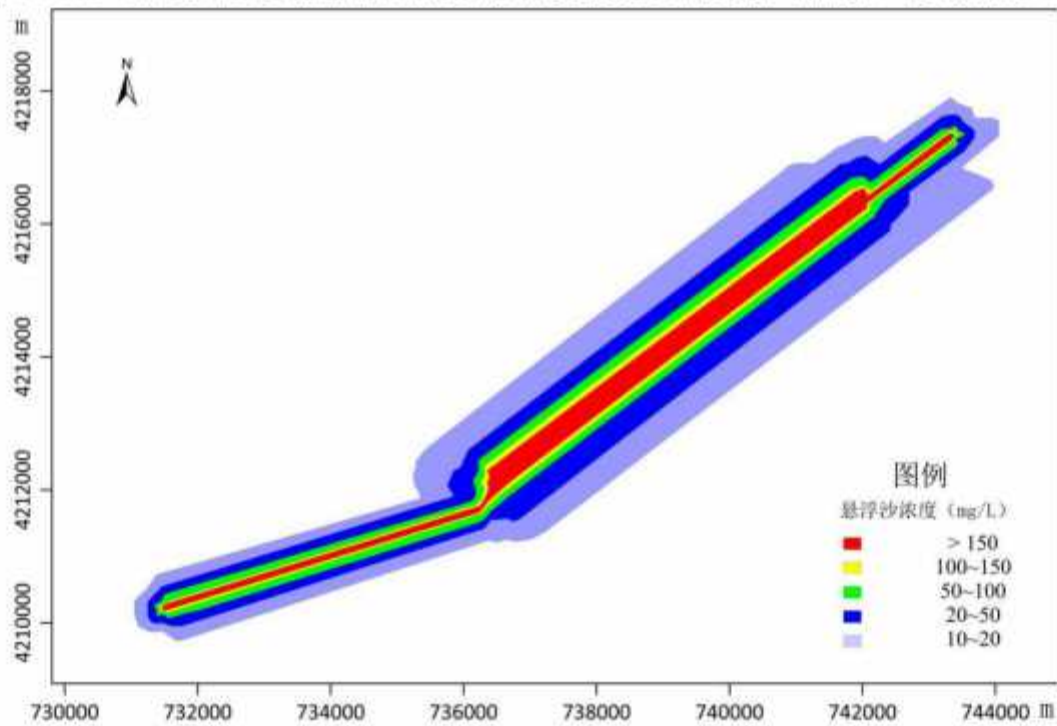


图 7.4-2e 整条混输管道悬浮物浓度最大包络线图（底层）

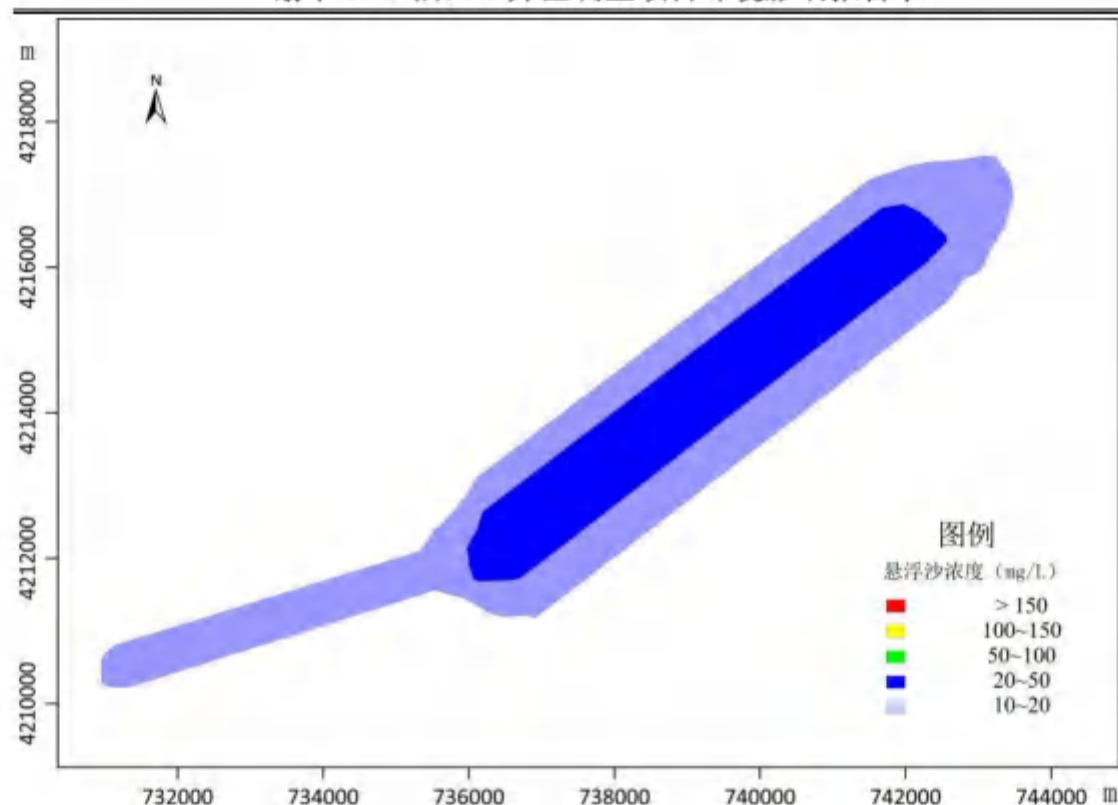


图 7.4-2f 整段混输管道悬浮物浓度最大包络线图（中层）

7.4.3 注水管道/电缆悬浮物对海水水质环境影响预测

7.4.3.1 源强

根据工程分析结果,本项目拟建 1 条 BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道,总长为 2.0km。1 条 BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 海底电缆,总长为 2.0km。注水管道和电缆铺设过程中产生的悬浮物源强见表 3.1-2。由于注水管道和电缆为同路由(长度为 2.0m)且相距较近(20m),因此本项目选取源强较大的海缆进行预测,选取海缆两端点作为预测的控制点。BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道类比海底电缆的预测结果。

7.4.3.2 预测方案

将每个控制点在大潮期和小潮期内,源强排放时长分别为一个潮周期进行预测,统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值,根据海水水质标准值绘制等值线,所围成范围即为管道施工产生的悬浮物浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.3.3注水管道/电缆悬浮物预测结果

经预测，BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 海底电缆表层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域。中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络面积为 3.549km²；无超三类海水水质标准、超四类海水水质标准水质；底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 7.700km²；超三类海水水质标准的总包络线面积为 0.927km²；超四类海水水质标准的总包络线面积为 0.362km²。超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.75km。注水管道/电缆施工作业停止 1.5h 后，整个海域满足一类海水水质标准。

由于 BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道类比于 BZ34-9CEPA -- BZ34-9WHPC 海底电缆的预测结果，为了避免重复和节约篇幅，所以仅展示 BZ34-9CEPA--BZ34-9WHPC 海底电缆铺设排放的悬浮物浓度最大包络线见图 7.4-3。BZ34-9CEPA -- BZ34-9WHPC 海底电缆/注水管道铺设期间产生的悬浮物影响见下表。

表 7.4-3 悬浮物排放预测结果

| 海管/海缆 | 层位 | 超一（二）类水质包络面积（km ² ） | 超三类水质包络面积（km ² ） | 超四类水质包络面积（km ² ） | 超一（二）类水质最大距离（km） | 恢复时间（h） |
|-------------------------------|----|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|---------|
| BZ34-9CEPA -- BZ34-9WHPC 注水管道 | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 1.5 |
| | 中层 | 3.549 | 0 | 0 | | |
| | 底层 | 7.700 | 0.927 | 0.362 | | |
| BZ34-9CEPA -- BZ34-9WHPC 海底电缆 | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 1.5 |
| | 中层 | 3.549 | 0 | 0 | | |
| | 底层 | 7.700 | 0.927 | 0.362 | | |

表 7.4-4 悬浮物不同超标倍数包络面积(km²)

| 海管/海缆 | 层位 | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi>9 |
|------------------------------|------|-------|--------|--------|-------|
| BZ34-9CEPA --BZ34-9WHPC 注水管道 | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 中层 | 2.810 | 0.739 | 0 | 0 |
| | 底层 | 3.705 | 2.089 | 0.979 | 0.927 |
| | 各层平均 | 2.172 | 0.943 | 0.326 | 0.309 |
| BZ34-9CEPA --BZ34-9WHPC 海底电缆 | 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 中层 | 2.810 | 0.739 | 0 | 0 |
| | 底层 | 3.705 | 2.089 | 0.979 | 0.927 |
| | 各层平均 | 2.172 | 0.943 | 0.326 | 0.309 |

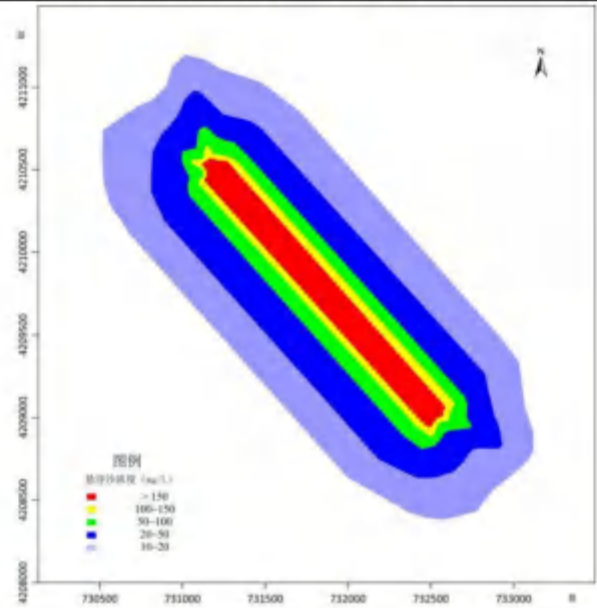


图 7.4-3a 海底电缆悬浮物浓度最大包络线图(底层) (1-2)

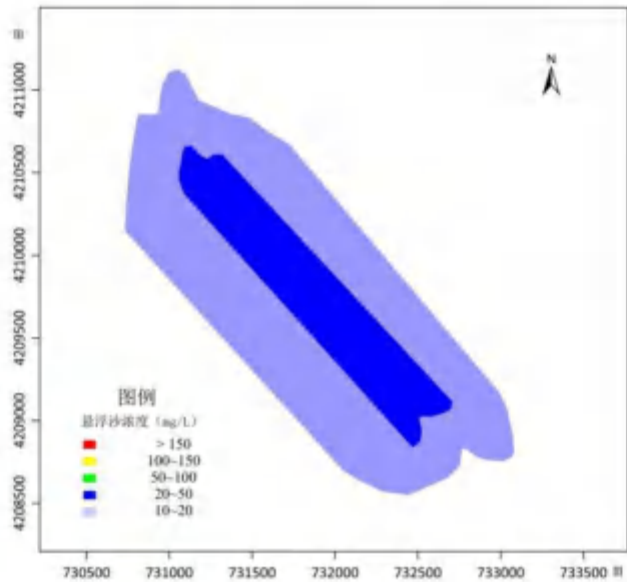


图 7.4-3b 海底电缆悬浮物浓度最大包络线图(底层) (1-2)

7.4.4 钻井液对海水水质环境影响预测

7.4.4.1 源强

根据工程施工方案，钻完井阶段采用水基钻井液，循环使用，钻完井后一次性排放。本项目非油层段钻井液排放位置为 BZ34-9WHPC 平台分 7 批排放，最大一次性排放量为 500 m³，排放速率最大为 35m³/h。钻井液比重 1.08g/cm³~1.5g/cm³（按 1.25g/cm³ 计算），钻井液粒径 0.008mm~0.062mm，中值粒径取为 0.016mm。经估算，非油层段钻井液排放产生悬浮物的源强为 12.15kg/s，

每批次排放时长 14.3h。

7.4.4.2 预测方案

本报告计算了大潮时和小潮时，源强排放时长为一个潮周期内排放非油层段钻井液时的悬浮物浓度扩散范围，统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值，根据海水水质标准值绘制等值线，所围成范围即为非油层段钻井液排放产生的悬浮物浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.4.3 预测结果

经预测，非油层段钻井液排放产生的悬浮物对海水水质的影响主要在表层和 中层，底层无超标水域。超标面积统计见表 7.4-5，不同超标倍数的包络面积见表 7.4-6。非油层段钻井液排放引起海水中的悬浮物浓度增量总包络线见图 7.4-4。

由表 7.4-5 可知，非油层段钻井液排放引起表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 1.670km²，超三类海水水质标准的面积为 0.060km²，超四类海水水质标准的面积为 0.014km²。中层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.604km²，无超三类和超四类海水水质标准海域。底层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.69km，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 1h。

表 7.4-5 非油层段钻井液排放产生的悬浮物预测结果（表层，km²）

| 层位 | 超一（二）类 | 超三类 | 超四类 | 超一（二）类距平台最大距离（km） |
|----|--------|-------|-------|-------------------|
| 表层 | 1.670 | 0.060 | 0.014 | 0.69 |
| 中层 | 0.604 | 0 | 0 | |
| 底层 | 0 | 0 | 0 | |

表 7.4-6 非油层段钻井液排放产生的悬浮物不同超标倍数总包络面积（表层，km²）

| 层位 | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi>9 |
|------|-------|--------|--------|-------|
| 表层 | 1.061 | 0.425 | 0.124 | 0.060 |
| 中层 | 0.577 | 0.027 | 0.000 | 0.000 |
| 底层 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 各层平均 | 0.546 | 0.151 | 0.041 | 0.020 |

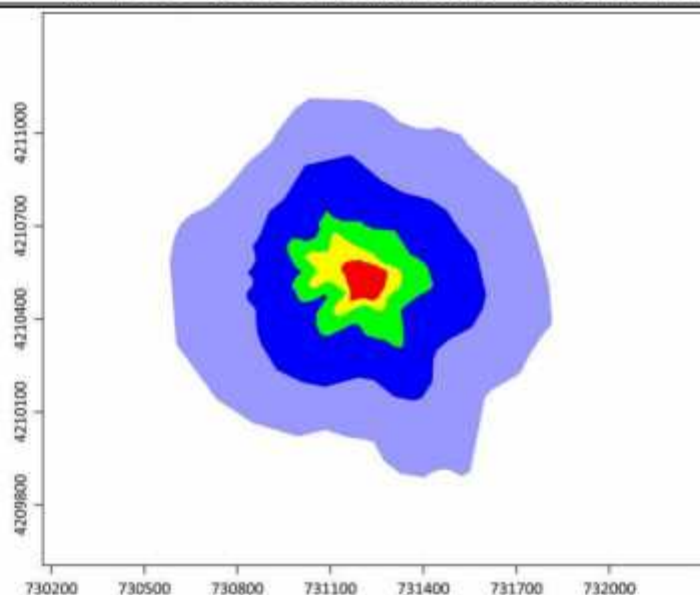


图 7.4-4a BZ34-9WHPC 平台非油层段钻井液悬浮物浓度最大包络线图（表层）

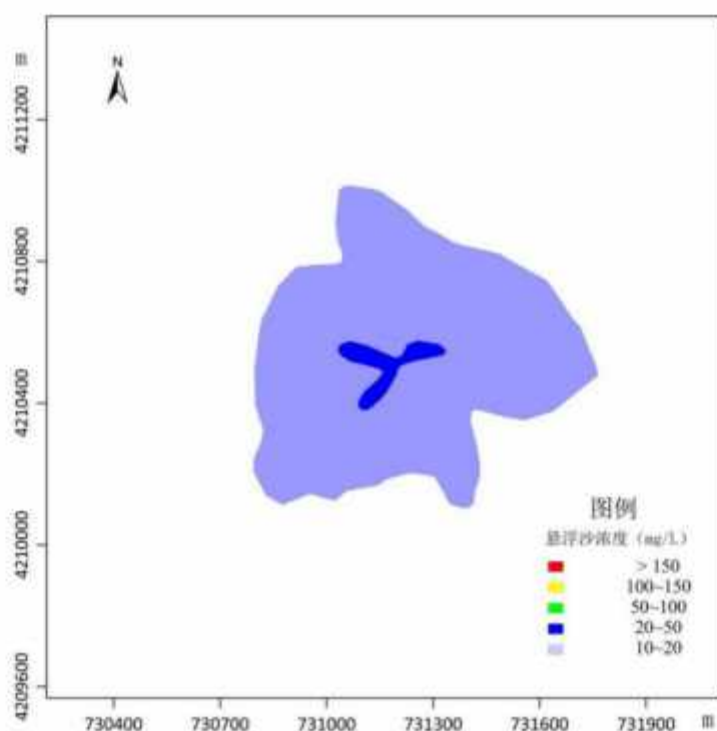


图 7.4-4b BZ34-9WHPC 平台非油层段钻井液悬浮物浓度最大包络线图（中层）

7.4.5 钻屑对海水水质环境的影响预测

7.4.5.1 源强

根据工程施工方案，本工程 BZ34-9WHPC 平台分 7 批排放钻屑，最长钻井天数为 147 天。非油层段钻屑的平均排放速率不会超过 $150\text{m}^3/\text{d}$ 。钻屑密度按 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 计，经估算，钻屑排放源强约为 $4.35\text{kg}/\text{s}$ 。

钻屑粒径分布如下, 计算时中值粒径分别取 $74\mu\text{m}$ 、 $120\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 、 $230\mu\text{m}$ 共 4 个等级各占百分比为 25%、35%、25%、15% 进行计算, 然后将计算的增量值叠加, 计算总包络面积。

表 7.4-7 钻屑粒径分布

| $<74\mu\text{m}$ | $74\sim105\mu\text{m}$ | $105\sim140\mu\text{m}$ | $140\sim178\mu\text{m}$ | $178\sim279\mu\text{m}$ | $>279\mu\text{m}$ |
|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| 5 | 20 | 35 | 25 | 10 | 5 |

7.4.5.2 预测方案

本次预测非油层段钻屑排放位置为 BZ34-9 WHPC 平台, 钻屑的平均排放速率按 $16.35\text{m}^3/\text{d}$, 排放时长 15d, 分别统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值, 按照海水水质标准相应浓度绘制等值线, 所围成范围即为非油层段钻屑排放产生悬浮物的浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.5.3 预测结果

经预测, 非油层段钻屑排放引起表层海水中的悬浮物浓度增量超一(二)类海水水质标准的面积为 0.163km^2 , 超三类海水水质标准的面积为 0.005km^2 , 超四类海水水质标准的面积为 0.003km^2 。中层海水中的悬浮物浓度增量超一(二)类海水水质标准的面积为 0.016km^2 , 超三类海水水质标准的面积为 0.001km^2 , 无超四类海水水质标准海域。底层无超悬浮物一(二)类、三类和四类海水水质标准海域。超一(二)类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.31km , 停止排放后 1h 整个海域可恢复到一类水质。

表 7.4-8 非油层段钻屑排放产生悬浮物的预测结果 (km^2) (表层)

| 层位 | 超一(二)类 | 超三类 | 超四类 | 超一(二)类距平台最大距离 (km) | 恢复时间 (h) |
|----|--------|-------|-------|-------------------------------|----------|
| 表层 | 0.163 | 0.005 | 0.003 | 0.31 | 1 |
| 中层 | 0.016 | 0.001 | 0 | | |
| 底层 | 0 | 0 | 0 | | |

表 7.4-9 非油层段钻屑排放产生悬浮物的不同超标倍数 B_i 总包络面积 (km^2)

| 层位 | $B_i \leq 1$ | $1 < B_i \leq 4$ | $4 < B_i \leq 9$ | $B_i > 9$ |
|------|--------------|------------------|------------------|-----------|
| 表层 | 0.104 | 0.047 | 0.006 | 0.005 |
| 中层 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
| 底层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 各层平均 | 0.037 | 0.017 | 0.003 | 0.002 |

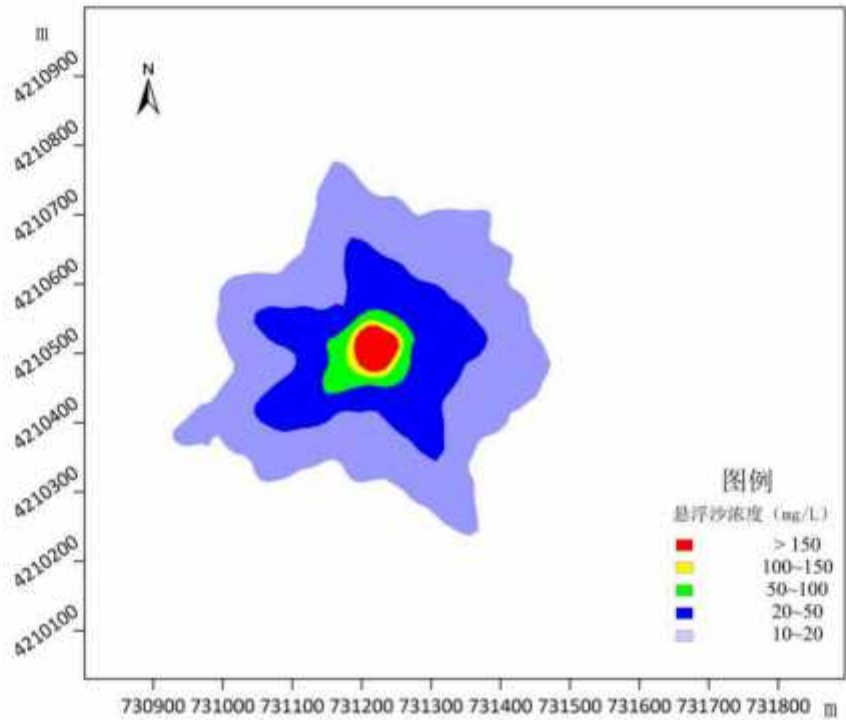


图 7.4-5a BZ34-9WHPC 平台非油层段钻屑悬浮物浓度最大包络线图（表层）

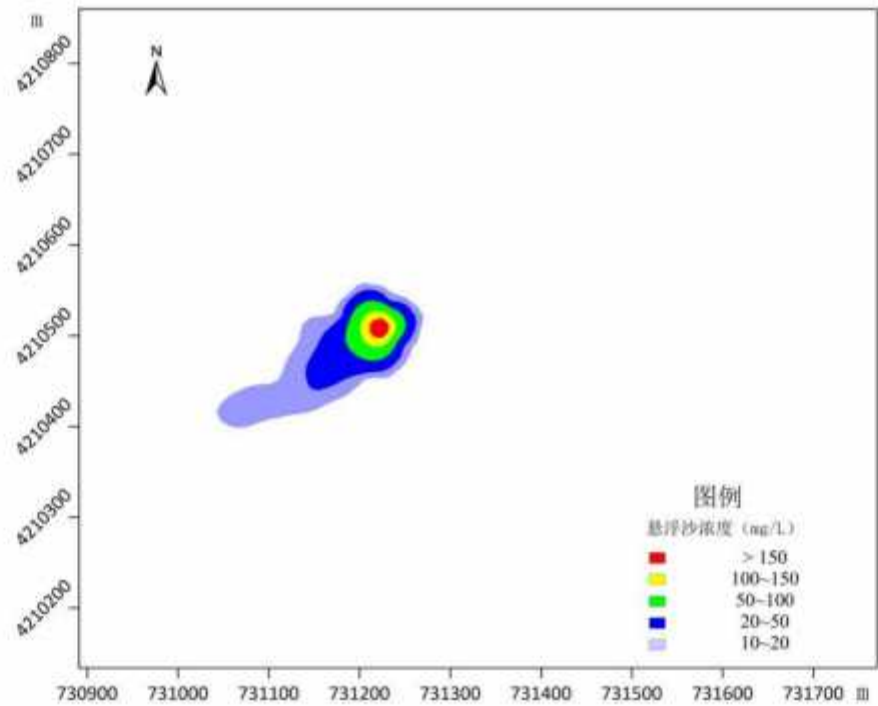


图 7.4-5b BZ34-9WHPC 平台非油层段钻屑悬浮物浓度最大包络线图（中层）

7.4.6 其他污染物对海水水质环境的影响分析

本项目施工期排放的污染物主要是施工期生活污水、海底管道清管产生的清管废水，生活污水经处理达标后排放，对海洋环境的影响较小，随着施工期结束

而结束。清管废水排放量 780m^3 ，清管废水中的主要污染因子为少量的悬浮物、铁锈等，无需处理直接排放入海，对海水水质环境的影响较小。

本项目新建 BA34-9 WHPC 平台为无人平台，运营期本平台不排放生活污水。运营期产生的废水除含油生产水之外，还包括甲板冲洗水、设备冲洗水、初期雨水等，全部进入平台开闭排放系统后再进入工艺系统处理，无排放，不会对海水水质环境产生影响。

7.5 海洋沉积物环境影响分析

7.5.1 平台建设对海洋沉积物环境的影响分析

平台采用钢式导管架结构，平台桩腿部分由于深插入海中，施工过程中因打桩沉积物环境全部改变，但桩腿占海面积较小，因此施工期平台对海洋沉积物环境的影响较小。

非油层段钻井液与钻屑入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定范围内沉积。其沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。一般大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内，按 200m 计算，则本项目钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积不超过 0.013km^2 ，对海洋沉积物环境影响较小。

7.5.2 海底管道建设对海洋沉积物环境的影响分析

在铺管期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。

按照工程建设方案分析，本工程管道施工过程中沉积物被挖起和覆盖，管沟开挖的影响面积约为 0.100km^2 ，覆盖的影响范围按两侧各 20m 计算，影响面积是 0.756km^2 。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，但是影响时短时的，且影响较小。

7.6 海洋生态环境影响分析与评价

7.6.1 海洋生态环境的影响分析与评价

7.6.1.1 项目建设对浮游植物的影响分析

本工程海底管道铺设搅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。但由于悬浮物粒径较粗,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,因此挖沟而引起的水体透明度变化会很快得到恢复。

7.6.1.2 项目建设对浮游动物的影响分析

浮游植物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。施工期钻井液和钻屑排放后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,从而恢复浮游动物的正常生存环境。

7.6.1.3 项目建设对底栖生物资源的影响分析

铺设海底管道挖沟所破坏的海底面积及在沟两侧所堆积的挖沟泥沙对底栖生物造成毁灭性破坏,并对其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。但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。

钻屑入海后,在海水运动的作用下,大部分钻屑沉积在作业平台周围沉积,对底栖生物的掩埋造成破坏,并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响,使覆盖范围内底栖生物量减少。但在钻井阶段排放的钻屑大部分可能沉积于平台周围 200 m 范围内,因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的,不会对油田开发区周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。钻屑停止排放后,沉积区的底栖生物资源将会逐渐恢复。

平台桩腿占海对底栖生物环境有一定影响,但是影响较小也是可接受的。

7.6.1.4 项目建设对渔业资源的影响分析

施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织,造成其呼吸困难,严重的可能会引起死亡,对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外,还存在间接、慢性的影响,例如:①造成生物栖息环境的改变或破坏,引起食物链和生态结构的逐步变化,导致生物多样性和生物丰度下降;②造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降,使光合作用强度和初级生产力发生变化,进而影响水生动物的生长和发育;③混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降,降低生物群体的更新能力等。

此外,施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应链所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力,施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响,严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食,而且这些种类多为定置性种类,活动能力较弱,项目施工期就会对其生长产生不利影响。因此,从食物链的角度考虑,施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用,对渔业资源带来一定负面影响。

7.6.2 海洋生物资源损失估算

本项目对海洋生物资源的主要影响因素为:施工期海底电缆管道铺设、非油层段钻井液和钻屑排放产生的悬浮物;平台桩腿占海对底栖生物的影响。

7.6.2.1 生物损失量评估方法

生物量损失计算参照中华人民共和国农业部发布的水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)中的有关规定进行。

(1) 污染物扩散造成的生物资源损失

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估,分一次性损害和持续性损害。

A、一次性损失计算方法

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中:

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量,单位为尾、个、千克(kg);

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/ km^2 ）、个平方千米（个/ km^2 ）、千克平方千米（ kg/km^2 ）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为%；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

B、持续性损失计算方法

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（ kg ）；

W_i ——第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个或千克（ kg ）；

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（一年实际影响天数除以 15），单位为个。

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），各类生物的损失率取值如下：

表 7.6-1 污染物对各类生物损失率

| 污染物 i 的超标倍数 (B_i) | 各类生物损失率 (%) | | |
|-------------------------|-------------|----|----|
| | 鱼卵和仔稚鱼 | 成体 | 幼体 |
| $B_i \leq 1$ 倍 | 5 | 1 | 5 |
| $1 < B_i \leq 4$ 倍 | 10 | 5 | 10 |
| $4 < B_i \leq 9$ 倍 | 30 | 10 | 30 |
| $B_i \geq 9$ 倍 | 50 | 20 | 50 |

(2) 占用海域造成的底栖生物资源损失

项目施工期排放的钻屑沉降覆盖区域，使海洋生物资源栖息地丧失。底栖生物资源损害量评估按下面公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾（尾）、个（个）、千克(kg)，这里指底栖生物资源受损量；

D_i ——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾(个)每平方千米[尾(个)/ km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/ km^3]、千克每平方千米（ kg/km^2 ），在此

为底栖生物生物量；

Si——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。本报告中指铺设海底管道开挖海底面积，以及钻屑沉降覆盖 2cm 厚度的海底面积。

7.6.2.2 生物量损失计算参数

根据现状调查资料选取本次生物损失量计算的参数，鉴于工程施工时段较长，根据现状调查资料，取春秋两季的平均值，具体参数如下表所示。

表 7.6-2 生物资源密度取值

| 种类 | 春季密度 | 秋季密度 | 平均值 |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| 底栖生物（g/m ² ） | 12.49 | 18.92 | 15.705 |
| 鱼卵（粒/m ³ ） | 0.493 | 0 | 0.247 |
| 仔稚鱼（尾/m ³ ） | 0.356 | 0 | 0.178 |
| 鱼类成体（kg/km ² ） | 187.311 | 270.536 | 228.924 |
| 头足类成体（kg/km ² ） | 0 | 31.552 | 15.776 |
| 虾类成体（kg/km ² ） | 18.7 | 43.79 | 31.245 |
| 蟹类成体（kg/km ² ） | 0.774 | 27.034 | 13.904 |
| 幼鱼（尾/km ² ） | 2934 | 18970 | 10952 |
| 头足类幼体（尾/km ² ） | 0 | 2808 | 1404 |
| 虾类幼体（尾/km ² ） | 180 | 2124 | 1152 |
| 蟹类幼体（尾/km ² ） | 36 | 216 | 126 |

7.6.2.3 工程对底栖生物资源的影响评价

工程对底栖生物的影响主要为井口及平台永久占海、海底管道挖沟堆积占海及钻屑沉降对底栖生物造成的损失。

平台永久占海面积按桩腿及井口面积计算，底栖生物损失率按 100%计算；挖沟掘起的沉积物对沟两边的覆盖宽度大约各 20m（20m 处的覆盖厚度小于 2cm），离管沟 10m 以内的底栖生物按 100%损失计算，10m~20m 间的底栖生物按 50%损失计算。钻屑沉降也会对底栖生物造成损失，覆盖 2cm 厚度范围内损失率按照 100%计算。具体计算见下表。

表 7.6-3 平台及管道施工造成的底栖生物的损失量

| 影响环节 | | 影响面积（m ² ） | 密度（g/m ² ） | 损失率（%） | 损失量（t） |
|---|------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|
| BZ34-9WHPC 平台 --BZ35-2WHPA 平台混输 管道（正常铺设段） | 管沟开挖 | 31600 | 15.705 | 100 | 0.496 |
| | 离管沟 10m 内 | 158000 | | 100 | 2.481 |
| | 离管沟 10~20m | 158000 | | 50 | 1.241 |
| BZ34-9WHPC 平台 | 管沟开挖 | 56000 | | 100 | 0.879 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 影响环节 | | 影响面积 (m ²) | 密度 (g/m ²) | 损失率 (%) | 损失量 (t) |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------|------------|
| --BZ35-2WHPA 平台混输 管道（穿越航道铺设段） | 离管沟 10m 内 | 140000 | | 100 | 2.199 |
| | 离管沟 10~20m | 140000 | | 50 | 1.099 |
| BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 注水管道 | 管沟开挖 | 8000 | | 100 | 0.126 |
| | 离管沟 10m 内 | 40000 | | 100 | 0.628 |
| | 离管沟 10~20m | 40000 | | 50 | 0.314 |
| BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 电缆 | 管沟开挖 | 4000 | | 100 | 0.063 |
| | 离管沟 10m 内 | 40000 | | 100 | 0.628 |
| | 离管沟 10~20m | 40000 | | 50 | 0.314 |
| 钻屑 | 覆盖 2cm 厚度 | 10000 | | 100 | 0.157 |
| BZ34-9WHPC 平台 | 平台桩腿及井口 永久占海 | 16.48 | | 100 | 0.259 |
| 合计 | | | | | 10.884 |

7.6.2.4 管道铺设悬浮物对海洋生物资源的影响评价

本次工程新铺设一条混输海底管道、一条海底注水管道和一条海底电缆，管道施工期间悬浮物浓度增量区域存在时间不超过 15 d，按一次性损失计算。计算时将底层、中层、表层超标面积取平均，水深取全部水深（19m），本工程管道铺设悬浮物扩散造成的海洋生物损失量估算见下表。

表 7.6-4 施工期悬浮泥沙排放造成的渔业资源损失量

| 资源 | 面积 (km ²) | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9 | 总损失量 |
|-------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | | 20.729 | 9.645 | 3.234 | 3.035 | |
| 鱼卵 | 密度 (粒/m ³) | 0.247 | 0.247 | 0.247 | 0.247 | 21.065×10 ⁶ 粒 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(10 ⁶ 粒) | 4.864 | 4.526 | 4.553 | 7.122 | |
| 仔稚鱼 | 密度 (尾/m ³) | 0.178 | 0.178 | 0.178 | 0.178 | 15.180×10 ⁶ 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(10 ⁶ 尾) | 3.505 | 3.262 | 3.281 | 5.132 | |
| 鱼类成体 | 密度(kg/km ²) | 228.924 | 228.924 | 228.924 | 228.924 | 370.844kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(kg) | 47.454 | 110.399 | 74.034 | 138.957 | |
| 头足类成体 | 密度(kg/km ²) | 15.776 | 15.776 | 15.776 | 15.776 | 25.556kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(kg) | 3.270 | 7.608 | 5.102 | 9.576 | |
| 虾类成体 | 密度(kg/km ²) | 31.245 | 31.245 | 31.245 | 31.245 | 50.616kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(kg) | 6.477 | 15.068 | 10.105 | 18.966 | |
| 蟹类成体 | 密度(kg/km ²) | 13.904 | 13.904 | 13.904 | 13.904 | 22.524kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 资源 | 面积 (km ²) | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9 | 总损失量 |
|-------|------------------------|--------|--------|--------|-------|---------|
| | | 20.729 | 9.645 | 3.234 | 3.035 | |
| | 损失量(kg) | 2.882 | 6.705 | 4.497 | 8.440 | |
| 幼鱼 | 密度(尾/km ²) | 10952 | 10952 | 10952 | 10952 | 49160 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 11351 | 10563 | 10626 | 16620 | |
| 头足类幼体 | 密度(尾/km ²) | 1404 | 1404 | 1404 | 1404 | 6302 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 1455 | 1354 | 1362 | 2131 | |
| 虾类幼体 | 密度(尾/km ²) | 1152 | 1152 | 1152 | 1152 | 5171 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 1194 | 1111 | 1118 | 1748 | |
| 蟹类幼体 | 密度(尾/km ²) | 126 | 126 | 126 | 126 | 566 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 131 | 122 | 122 | 191 | |

7.6.2.5 钻井液对海洋生物资源的影响评价

根据工程分析,本项目钻井液为钻井完成后一次性排放,共排放 7 次。根据预测结果,钻井液对海水的影响在表层、中层,计算时将表层、中层、底层超标面积取平均,水深取全部水深(19m)。本项目钻井液排放时间较短,因此按一次性损失估算钻井液扩散造成的海洋生物损失量,本项目钻井液排放 7 次共造成的海洋生物损失量见下表。

表 7.6-5 施工期非油层段钻井液排放造成的渔业资源损失量

| 资源 | 面积 (km ²) | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9 | 一次性损失量 | 总损失量 |
|-------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|
| | | 0.546 | 0.151 | 0.041 | 0.020 | | |
| 鱼卵 | 密度 (粒/m ³) | 0.247 | 0.247 | 0.247 | 0.247 | 0.304×10 ⁶ 粒 | 2.128×10 ⁶ 粒 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | | |
| | 损失量 (10 ⁶ 粒) | 0.128 | 0.071 | 0.058 | 0.047 | | |
| 仔稚鱼 | 密度 (尾/m ³) | 0.178 | 0.178 | 0.178 | 0.178 | 0.219×10 ⁶ 尾 | 1.533×10 ⁶ 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | | |
| | 损失量 (10 ⁶ 尾) | 0.092 | 0.051 | 0.042 | 0.034 | | |
| 鱼类成体 | 密度(kg/km ²) | 228.924 | 228.924 | 228.924 | 228.924 | 4.833kg | 33.831kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | | |
| | 损失量(kg) | 1.250 | 1.728 | 0.939 | 0.916 | | |
| 头足类成体 | 密度(kg/km ²) | 15.776 | 15.776 | 15.776 | 15.776 | 0.333kg | 2.331kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | | |
| | 损失量(kg) | 0.086 | 0.119 | 0.065 | 0.063 | | |
| 虾类成体 | 密度(kg/km ²) | 31.245 | 31.245 | 31.245 | 31.245 | 0.660kg | 4.620kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | | |
| | 损失量(kg) | 0.171 | 0.236 | 0.128 | 0.125 | | |
| 蟹类成体 | 密度(kg/km ²) | 13.904 | 13.904 | 13.904 | 13.904 | 0.294kg | 2.058kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 资源 | 面积 (km ²) | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9 | 一次性 损失量 | 总损失 量 |
|---------------|------------------------|-------|--------|--------|-------|------------|----------|
| | | 0.546 | 0.151 | 0.041 | 0.020 | | |
| 幼鱼 | 损失量(kg) | 0.076 | 0.105 | 0.057 | 0.056 | 709 尾 | 4963 尾 |
| | 密度(尾/km ²) | 10952 | 10952 | 10952 | 10952 | | |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | | |
| | 损失量(尾) | 299 | 165 | 135 | 110 | | |
| 头足 类幼 体 | 密度(尾/km ²) | 1404 | 1404 | 1404 | 1404 | 90 尾 | 630 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | | |
| | 损失量(尾) | 38 | 21 | 17 | 14 | | |
| 虾类 幼体 | 密度(尾/km ²) | 1152 | 1152 | 1152 | 1152 | 74 尾 | 518 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | | |
| | 损失量(尾) | 31 | 17 | 14 | 12 | | |
| 蟹类 幼体 | 密度(尾/km ²) | 126 | 126 | 126 | 126 | 8 尾 | 56 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | | |
| | 损失量(尾) | 3 | 2 | 2 | 1 | | |

7.6.2.6 钻屑对海洋生物资源的影响评价

根据预测结果, 钻屑的超一类水质范围在表层、中层存在, 计算时将表层、中层、底层超标面积取平均, 水深取全部水深 (19m), 非油层段钻屑排放时长约为 582d, 共约 3 年, 按 15d 一个周期计算, 年均持续周期取整约为 13, 估算非油层段钻屑扩散造成的海洋生物损失量, 见下表。

表 7.6-6 施工期非油层段钻屑排放造成的渔业资源损失量

| 资源 | 面积 (km ²) | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9 | 年均损失量 |
|-------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|
| | | 0.037 | 0.017 | 0.003 | 0.002 | |
| 鱼卵 | 密度 (粒/m ³) | 0.247 | 0.247 | 0.247 | 0.247 | 0.388×10 ⁶ 粒 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量 (10 ⁶ 粒) | 0.009 | 0.008 | 0.004 | 0.005 | |
| 仔稚鱼 | 密度 (尾/m ³) | 0.178 | 0.178 | 0.178 | 0.178 | 0.234×10 ⁶ 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量 (10 ⁶ 尾) | 0.006 | 0.006 | 0.003 | 0.003 | |
| 鱼类成体 | 密度(kg/km ²) | 228.924 | 228.924 | 228.924 | 228.924 | 5.733kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(kg) | 0.085 | 0.195 | 0.069 | 0.092 | |
| 头足类成体 | 密度(kg/km ²) | 15.776 | 15.776 | 15.776 | 15.776 | 0.390kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(kg) | 0.006 | 0.013 | 0.005 | 0.006 | |
| 虾类成体 | 密度(kg/km ²) | 31.245 | 31.245 | 31.245 | 31.245 | 0.780kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(kg) | 0.012 | 0.027 | 0.009 | 0.012 | |
| 蟹类成体 | 密度(kg/km ²) | 13.904 | 13.904 | 13.904 | 13.904 | 0.351kg |
| | 损失率 | 0.010 | 0.050 | 0.100 | 0.200 | |
| | 损失量(k) | 0.005 | 0.012 | 0.004 | 0.006 | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 资源 | 面积 (km ²) | Bi≤1 | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9 | 年均损失量 |
|-------|------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | | 0.037 | 0.017 | 0.003 | 0.002 | |
| 幼鱼 | 密度(尾/km ²) | 10952 | 10952 | 10952 | 10952 | 780 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 20 | 19 | 10 | 11 | |
| 头足类幼体 | 密度(尾/km ²) | 1404 | 1404 | 1404 | 1404 | 91 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 虾类幼体 | 密度(尾/km ²) | 1152 | 1152 | 1152 | 1152 | 78 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 2 | 2 | 1 | 1 | |
| 蟹类幼体 | 密度(尾/km ²) | 126 | 126 | 126 | 126 | 0 尾 |
| | 损失率 | 0.050 | 0.100 | 0.300 | 0.500 | |
| | 损失量(尾) | 0 | 0 | 0 | 0 | |

7.6.2.7 生物损失量小结

根据工程施工对海洋生态的影响分析与评价,施工期间悬浮泥沙的排放期很短,影响范围有限,且排放后短时间内即可恢复到一类水质水平。经核算本项目建设造成的海洋生物资源损失量汇总见表 7.6-7。

本工程造成底栖生物损失量最大为 10.884t,鱼卵损失量约为 23.531×10⁶ 粒,仔稚鱼损失量约为 16.947×10⁶ 尾,鱼类成体损失量约为 410.408kg,头足类成体损失量约为 28.277kg,虾类成体损失量约为 56.016kg,蟹类成体损失量约为 24.933kg,幼鱼损失量约为 54903 尾,头足类幼体损失约为 7023 尾,虾类幼体损失量约为 5767 尾,蟹类幼体损失量约为 622 尾。

表 7.6-7 本工程造成的海洋生物资源合计

| 生物种类 | 平台损失 | 管缆铺设损失 | 非油层段钻屑 | 非油层段钻井液 | 合计 |
|-------------------------|-------|---------|--------|---------|---------|
| 底栖生物 (t) | 0.259 | 10.468 | 0.157 | / | 10.884 |
| 鱼卵 (10 ⁶ 粒) | / | 21.065 | 0.338 | 2.128 | 23.531 |
| 仔稚鱼 (10 ⁶ 尾) | / | 15.180 | 0.234 | 1.533 | 16.947 |
| 鱼类成体 (kg) | / | 370.844 | 5.733 | 33.831 | 410.408 |
| 头足类成体 (kg) | / | 25.556 | 0.390 | 2.331 | 28.277 |
| 虾类成体 (kg) | / | 50.616 | 0.780 | 4.620 | 56.016 |
| 蟹类成体 (kg) | / | 22.524 | 0.351 | 2.058 | 24.933 |
| 幼鱼 (尾) | / | 49160 | 780 | 4963 | 54903 |
| 头足类幼体 (尾) | / | 6302 | 91 | 630 | 7023 |
| 虾类幼体 (尾) | / | 5171 | 78 | 518 | 5767 |
| 蟹类幼体 (尾) | / | 566 | 0 | 56 | 622 |

7.7 主要环境敏感目标环境影响分析与评价

根据本项目所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响,筛

选本次评价的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。

7.7.1 项目对海洋保护区、海洋生态红线区的影响分析

距离本工程最近的敏感目标为东营黄河口生态国家级海洋特别保护区（东营黄河口生态限制区红线区），与项目最近距离约为 13km，其他自然保护区及海洋生态红线区距离较远。根据数值预测结果，本项目施工期管线悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物超一（二）类海水水质距离分别为距离排放点 1.28km、0.69km、0.31km 以内，可认为本项目建设及运行对其无影响。

7.7.2 项目对“三场一通道”的影响分析

本工程位于中国毛虾、蓝点马鲛产卵场内及中国对虾、鳗、三疣梭子蟹索饵场内，根据数值预测结果，本项目施工期管线悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物超一（二）类海水水质距离分别为距离排放点 1.28km、0.69km、0.31km 以内，工程施工会对产卵场产生一定的影响，但施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间约为 2h，悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复，因此本工程的建设对重要经济生物资源的“三场一通道”的影响是暂时且可恢复的。

7.7.3 项目对养殖区的影响分析

本项目距离最近的养殖区约 40km。根据数值预测结果，本项目施工期管线悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物超一（二）类海水水质距离分别为距离排放点 1.28km、0.69km、0.31km 以内，本项目建设及正常运行对其无影响。

7.7.4 项目对通航环境的影响分析

项目对通航环境的影响主要引用《渤中 34-9 油田 5 井区项目通航安全影响咨询报告》的相关结论。工程位于渤海中部海域，新建 1 座 4 腿无人井口平台 BZ34-9WHPC；新建 BZ34-9CEPA 至 BZ34-9WHPC 的海底电缆、注水海管各 1 条；新建 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 的双层保温混输海管 1 条。工程附近水域存在船舶通航，工程的建设将对通航安全产生一定的影响。

本项目新建平台为无人驻守平台，邻近东营港-长山水道、滨州港-龙口港船舶轨迹交汇区域，距离滨州港-长山水道航路约 [REDACTED]。新建混输

海管路由穿越东营港-长山水道航路，穿越长度约为 [REDACTED]。与工程位置关系如图 4.2-2 所示。为保障工程新建平台运营安全和附近过船舶的通航安全，建议工程新建平台运营初期派遣守护船巡护；及时申请设置平台安全区、申请发布航行通告，周知过往船舶；加强 BZ34-9CEPA 平台对工程新建平台的安全值守，充分利用附近平台雷达设备密切关注工程附近通航船舶通航情况，一旦发现过往船舶过于靠近工程新建平台或与工程新建平台有碰撞的态势，则通过 VHF 等手段提醒过往船舶及时采取避让措施，必要时联系油田守护船前往协助。

由船舶 AIS 轨迹（图 4.2-3）可知，穿越工程新建混输海管路由区域的船舶主要为来往于东营港区的船舶，即东营港-长山水道航路/习惯航线通航的船舶。

根据计算，选取的油田工作船、渔船抛锚贯入量小于 1.5m，最大拖锚贯入深度约 0.8m；选取的万吨级通航代表船型最大抛锚贯入量约 1.5m，最大拖锚贯入深度约 1.12m。综上所述，工程新建混输海管穿越航路段设计埋深 [REDACTED]（人工回填碎石 1m）、其它区段设计埋深 [REDACTED]，新建注水海管 [REDACTED]、海底电缆 [REDACTED] 的设计埋深，基本可以保障工程海底设施的安全。工程海管/电缆建成后，建设单位应及时向有关主管单位申请设置安全保护区（建议为路由两侧各 500m 的水域范围）。

工程完工后，建设单位应及时向海事主管机关申请发布航行通（警）告，并把工程基本参数（坐标、标识等）提交给海事主管机关，以便发布航行通告并更新相关海图和图书资料。建设单位应充分落实安全主体责任，严格遵守“三同时”原则，投入必要的人、财、物力及相应配套的安全监管设施、设备，落实相应安全对策与保障措施。

8 环境风险分析评价

8.1 风险调查

8.1.1 风险物质调查

本工程运营期涉及的主要危险物质是油类和天然气，油类、天然气在线量明细见下表。

表 8.1-1 物流管线内的原油、天然气在线量明细表

| 序号 | 含油/气管线名称 | 长度 m | 规格 | 内径 mm | 含水 率% | 原油 含量 m ³ | 天然气 含量 Sm ³ |
|------------|----------|---------|----|----------|----------|----------------------------|------------------------------|
| BZ34-9WHPC | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |

表 8.1-2 油类储罐等设施内的原油、天然气在线量明细表

| 设备名称 | 容积（m³） | 数量 | 含水率（%） | 油量（m³） | 气量（Sm³） |
|------------|--------|----|--------|--------|---------|
| BZ34-9WHPC | | | | | |
| 柴油罐 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 开排罐 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 闭排罐 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

8.1.2 环境敏感目标调查

本项目识别出的环境风险敏感目标可见下表。

表 8.1-3 环境敏感目标分布表

| 敏感区类型 | | 名称 | 保护目标/保护期 | 相对本次工程方位 | 与工程最近距离 (km) |
|-----------|-----------------------|-------------------------------|--|----------|--------------|
| 环境影响评价范围内 | 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 | 黄河口文蛤等种质资源及生存环境 | ■ | ■ |
| | 山东省“三区三线”划定成果中的生态保护红线 | 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性 | ■ | ■ |
| | 渔业三场一通道 | 中国毛虾 | 中国毛虾及其生境；产卵期 5~6 月，6 月为产卵盛期，浮性卵 | | ■ |
| | | 鲢 | 鲢及其生境；产卵期 6 月上、中旬，浮性卵 | | ■ |
| | | 蓝点马鲛 | 蓝点马鲛及其生境；产卵期为 5 月中旬至 6 月上旬，浮性卵 | | ■ |
| | | 对虾 | 中国对虾及其生境；产卵期为 4 月下旬，浮性卵 | | ■ |
| | | 三疣梭子蟹 | 三疣梭子蟹及其生境；产卵期为 6 月中旬，浮性卵，越冬时间 11-3 月 | | ■ |
| 环境影响评价范围外 | 国家级海洋特别保护区 | 白姑鱼 | 白姑鱼及其生境；产卵期 5~6 月，6 月为产卵盛期，浮性卵 | ■ | ■ |
| | | 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 | ■ | ■ |
| | | 莱州浅滩海洋生态国家级海洋特别保护区 | 三疣梭子蟹、鲈鱼、文昌鱼（属于国家重点保护野生动物）等产卵、育幼场以及砂矿资源 | ■ | ■ |
| | | 东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区 | 以小刀蛭、大竹蛭、蟾蛭等蛭类为主的多种底栖经济物种及其赖以生存的海洋生态环境 | ■ | ■ |
| | 国家级水产种质资源保护区 | 东营广饶沙蚕类生态国家级海洋特别保护区 | 双齿围沙蚕为主的多种底栖经济物种及海洋生态 | ■ | ■ |
| | | 黄河口半滑舌鲷国家级水产种质资源保护区 | 半滑舌鲷种质资源及生存环境，核心区特别保护期为 6 月 1 日至 10 月 31 日 | ■ | ■ |
| | | 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 | 中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷和花鲈，特别保护期 4 月 25 日至 6 月 15 日 | ■ | ■ |

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|--|---|---|
| 国家级自然保护区 | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区--渤海湾保护区 | 主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹，保护期 4 月 25 日-6 月 15 日 | ■ | ■ |
| | 黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区 | 黄河口文蛤等，特别保护期为每年 3~8 月 | ■ | ■ |
| | 山东黄河三角洲国家级自然保护区 | 原生性湿地生态系统及珍禽、半滑舌鳎等底栖鱼类 | ■ | ■ |
| | 山东长岛国家级自然保护区 | 鹰、隼等猛禽，其他鸟类和海洋动物及其栖息地 | ■ | ■ |
| | 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性 | ■ | ■ |
| | 莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 主要保护物种为小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等主要经济物种及三疣梭子蟹等及其生境 | ■ | ■ |
| | 莱州湾半滑舌鳎口虾蛄梭子蟹渔业海域限制区 | 半滑舌鳎、口虾蛄、梭子蟹等种质资源及生存环境 | ■ | ■ |
| | 蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 浅滩地貌、资源、浅滩生态系统及牙鲆、黄盖鲽等种质资源及生存环境 | ■ | ■ |
| | 招远重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 海洋自然生态系统，重要渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道 | ■ | ■ |
| | 胶莱河重要河口生态保护红线 | 胶莱河河口自然生态系统 | ■ | ■ |
| | 莱州湾单环刺螠重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 单环刺螠、近江牡蛎和梭子蟹等种质资源及生存环境 | ■ | ■ |
| | 潍坊白银河重要河口生态保护红线 | 白银河河口自然生态系统 | ■ | ■ |
| 山东省“三区三线”划定成果中的生态保护红线 | 长岛斑海豹珍稀濒危物种分布区生态保护红线 | 斑海豹及其生境 | ■ | ■ |

8.2 环境风险评价等级判定

8.2.1 危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），针对运营期涉及的危险物质分别进行风险潜势判断以确定评价等级。

本项目为海洋石油开发类项目，涉及的危险物质主要为油类和天然气。风险物质分布于本项目涉及的新建平台和海底混输管道。

（1）油类

根据建设单位提供资料（表 8.1-1），本次评价新建平台管汇、储罐等储油设施等在线最大油量约为 33.91 m^3 ，新建海底管道在线最大油量约为 716.3 m^3 ，油类密度按 0.85 t/m^3 计算，因此本项目油类最大存量折合为 688.7 t 。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量： 2500 t ，则运营期危险物质油类最大存储量与其临界量的比值：

$$Q_{\text{油类}} = q_1/Q_1 = 688.7/2500 = 0.275$$

（2）天然气

本工程平台管汇等的天然气最大在线量为 75.6 Sm^3 ，新建海底管道在线最大气量约为 98020 Sm^3 ，甲烷含量按照 10% 计算，甲烷密度按 0.675 kg/m^3 计算，则甲烷的质量为 59.7 t 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），甲烷临界量为 10 t 。则运营期危险物质天然气（甲烷）最大存储量与其临界量的比值：

$$Q_{\text{天然气}} = q_1/Q_1 = 59.7/10 = 5.97$$

综上所述，运营期危险物质与其临界量的比值： $Q = Q_{\text{油类}} + Q_{\text{天然气}} = 6.245$ 。

8.2.2 评价工作等级确定

8.2.2.1 行业及生产工艺

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C 中表 C.2，判断本项目各风险单元的危险物质及工艺系统危险性等级见表 8.2-1。

表 8.2-1 行业及生产工艺 (M)

| 序号 | 行业 | M 分值 | M 值判定 |
|----|-------|------|------------------------|
| 1 | 石油天然气 | 10 | M3 ($5 < M \leq 10$) |

8.2.2.2 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据导则附录 C 中表 C.2, 判断本项目危险物质及工艺系统危险性等级见表 8.2-2。

表 8.2-2 危险物质及工艺系统危险性等级判断

| 序号 | M 值 | Q 值 | P |
|----|-----|-----------------|----|
| 1 | M3 | $1 \leq Q < 10$ | P4 |

8.2.2.3 环境敏感程度 (E) 判定

本项目所处海域海水水质分类为第一类, 地表水环境敏感性为敏感 F1; 项目所在海域处于蓝点马鲛、中国毛虾产卵场内, 环境敏感目标分级为 S1, 则项目地表水环境敏感程度分级为环境高度敏感区 (E1)。

8.2.2.4 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018), 结合本项目生产设施危险性及环境风险潜势分析结果, 评价工作级别判断见表 8.2-3。

表 8.2-3 环境风险评价等级判定

| 序号 | 敏感程度分级 | 敏感程度分级结果 | 危险物质及工艺系统危害性 | 环境风险潜势判定 | 各要素评价等级 | 项目评价等级 |
|----|--------|----------|--------------|----------|---------|--------|
| 1 | 地表水环境 | E1 | P4 | III | 二级 | 二级 |

本项目风险评价工作等级为二级评价。

本章节内容主要对本项目的环境风险情形进行识别; 对本项目的地质性溢油风险进行分析、对项目浅层气风险进行排查并提出相应防范措施; 对项目可能发生的海上溢油事故进行预测并说明风险影响; 针对项目的环境风险提出针对性的风险防范措施; 对项目能利用的溢油应急物资可行性分析。

8.3 环境风险识别

8.3.1 物质风险性识别

本项目生产过程中所涉及的危险物质主要为施工期的船舶燃料油, 运营期原油、柴油和天然气, 本项目所涉及的危险物质的理化性质及危险特性见下表。

表 8.3-1 原油理化及危险性质

| | | | | |
|------|---|------------|-----------------------------|-----------------|
| 标识 | 中文名：原油 | | 英文名：Crude Oil | |
| | 危规号：32003 | UN 编号：1267 | | CAS 号：8030-30-6 |
| 理化特性 | 外观与性状：红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体 | | 溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂 | |
| | 20℃密度：████████ | | 50℃密度：████████ | |
| | 沸点（℃）：120-200℃ | | 禁忌物：强氧化剂 | |
| | 稳定性：稳定 | | 聚合危害：不聚合 | |
| 危险特性 | 危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体 | | 引燃温度（℃）：350 | |
| | 闪点（℃）：44 | | 燃烧（分解）产物：CO、CO ₂ | |
| | 爆炸下限（v%）：1.1 | | 爆炸上限（v%）：8.7 | |
| | 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 | | | |
| 毒理性质 | LD ₅₀ ：500-5000mg/kg（哺乳动物吸入） | | 毒性判别：低毒类 | |
| 健康危害 | 侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收 | | | |
| | 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 | 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 | | | |
| 泄漏处理 | 疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。 建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。 | | | |
| 储运 | 远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚。 | | | |

表 8.3-2 天然气理化及危险性质

| | | | | |
|------|--------------------|------------|------------------|--|
| 标识 | 中文名：天然气 | | 英文名：natural gas | |
| | 危规号：21007 | UN 编号：1971 | CAS 号：74-82-8 | |
| 理化特性 | 外观与性状：无色无臭易燃易爆气体 | | 溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚 | |
| | 熔点（℃）：-182 | | 沸点（℃）：-161.49 | |
| | 相对密度：（水=1）0.45（液化） | | 相对密度：（空气=1）0.59 | |

| | | |
|------|---|-------------------|
| | 饱和蒸气压 (kPa) 53.32 (-168.8℃) | 禁忌物: 强氧化剂、卤素 |
| | 临界压力 (MPa) :4.59 | 临界温度 (℃): -82.3 |
| | 稳定性: 稳定 | 聚合危害: 不聚合 |
| 危险特性 | 危险性类别: 第 2.1 类易燃气体 | 燃烧性: 易燃 |
| | 引燃温度 (℃): 482~632 | 闪点 (℃): -188 |
| | 爆炸下限 (v%): 5.0 | 爆炸上限 (%): 15.0 |
| | 最小点火能 (MJ): 0.28 | 最大爆炸压力 (kPa): 680 |
| | 燃烧热 (MJ/mol): 889.5 | 火灾危险类别: 甲 B |
| | 燃烧 (分解) 产物: CO、CO ₂ 、水 | |
| | 危险特性: 与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇火星、高热有燃烧爆炸危险 | |
| | 灭火方法: 切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。 | |
| 毒理性质 | 灭火剂: 泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。 | |
| | 工作场所最高容许浓度 MAC: 300 (mg/m ³) | |
| 健康危害 | 毒性判别: 微毒类, 多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类 | |
| | 侵入途径: 吸入 | |
| | 健康危害: 当空气中浓度过高时, 使空气中氧气含量明显降低, 使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。 | |
| 急救 | 急性中毒: 当空气中浓度达到 20~30% 时, 可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快, 若不及时逃离, 可致窒息死亡。 | |
| | 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸, 就医。 | |
| 泄漏处理 | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全处, 并立即隔离, 严格限制出入。切断火源, 戴自给式呼吸器, 穿一般消防防护服。合理通风, 禁止泄漏物进入受限制的空间 (如下水道), 以避免发生爆炸。切断气源, 喷洒雾状水稀释, 抽排 (室内) 或强力通风 (室外)。如有可能, 将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方, 或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处, 注意通风。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。 | |
| 储运 | 储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧化剂、压缩空气、卤素 (氟、氯、溴) 等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。 | |

表 8.3-3 柴油理化及危险性质

| | | |
|------|----------------------|-----------------|
| 标识 | 中文名: 柴油 | 英文名: Diesel Oil |
| 理化特性 | 外观与性状: 稍有粘性的棕色液体 | 溶解性: 不溶于水 |
| | 熔点 (℃): -18 | 沸点 (℃): 282-338 |
| | 相对密度: (水=1) 0.87-0.9 | |
| 危险 | 燃烧性: 易燃 | 闪点 (℃): 38 |

| | | |
|------|---|--|
| 特性 | 引燃温度（℃）：257 | |
| | 燃烧（分解）产物：CO、CO ₂ | |
| | 危险特性：遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。 | |
| | 灭火方法：消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。 | |
| | 灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。 | |
| 健康危害 | 侵入途径：吸入 | |
| | 健康危害：皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。 | |
| 急救 | 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。 | |

表 8.3-4 燃料油理化及危险性质

| 类别 | 内容 | | | |
|------|----------|---|--------|--|
| 标识 | 中文名称 | A 燃料油 | | 英文名称 A Fuel oil; Heavy oil A |
| 理化特性 | 外观与气味 | | | 黄色液体 |
| | 溶解性 | 不溶于水 | | 倾点（℃） ≤-10 |
| | 冷滤点（℃） | 冬季 | -13~-7 | 密度（g/cm ³ ） （15℃） 0.833 |
| | | 夏季 | -3~3 | |
| | 馏程（℃） | 90% | ≤350 | 闪点（℃） 70~130 |
| | | 95% | ≥320 | 运动粘度 mm ² /s（50℃） 2~4 |
| 危害信息 | 主要用途 | 主要用作船用柴油发动机燃料。 | | |
| | 燃烧与爆炸危险性 | 可燃。其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热易燃烧或爆炸。燃烧产生有毒的一氧化碳气体。在高温火场中，受热的容器或储罐有破裂和爆炸的危险。 | | |
| | 活性反应 | 与强氧化剂反应。 | | |
| | 禁忌物 | 强氧化剂。 | | |
| | 侵入途径 | 吸入，食入。 | | |

在海上油田开发过程中，由于涉及大量易燃、易爆石油和天然气产品，加上油田开发工艺、设备运行的复杂性，因而存在着发生油气泄漏、火灾和爆炸等重大事故的潜在风险，它们会严重危害环境以及人群生命和健康。因此，溢油风险分析与评价专题是本次环境影响评价的工作重点之一。

8.3.2 生产系统风险识别

针对本项目在施工期和运营期工艺风险进行分析，主要包括施工期钻完井作业井喷井涌、平台安装、改造时含油气管线的跑冒滴漏、可燃气体爆炸火灾、船舶碰撞及运营期间的油气泄漏等事故。具体如下表所示。

表 8.3-5 工艺系统风险识别

| 识别内容 | 阶段/环节 | 危险物质 | 环境风险类型 | 影响对象 |
|------|--------------|--------|--------------------|------|
| 施工期 | 井口区钻完井作业 | 原油 | 井喷井涌 | 海洋环境 |
| | 平台安装、动火作业 | 原油、天然气 | 火灾爆炸 | 大气环境 |
| | 支持船、钻井船等船舶使用 | 燃料油 | 燃料油泄漏 | 海洋环境 |
| | 钻完井 | 原油 | 地质性溢油（包括浅层气、压裂风险等） | 海洋环境 |
| 运营期 | 管线集输 | 原油、天然气 | 油气泄露 | 海洋环境 |
| | 柴油储罐破裂 | 柴油 | 油品泄漏 | 海洋环境 |
| | 供应船 | 燃料油 | 燃料油泄漏 | 海洋环境 |
| | 海底管道泄漏 | 原油 | 原油泄漏 | 海洋环境 |

8.3.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括油类（船舶燃料油、原油、柴油）和天然气，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析见下表。

表 8.3-6 危险物质向环境转移的途径识别

| 危险物质 | 危险物质特性 | 环境风险类型 | 危险物质影响环境的途径和影响方式 |
|-----------|-----------|--------|------------------|
| 油类（原油、柴油） | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏 | 水体（海水） |
| 天然气 | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏 | 大气 |

8.4 风险事故情形分析

8.4.1 风险事故类型分析

8.4.1.1 施工阶段的风险事故类型

（1）井涌或井喷

在钻、完井作业中，由于钻井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作活动导致地层压力欠平衡而引起循环液漏失等原因，可能导致发生井涌。若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷可能释放大量的原油和大量烃类物质，如果当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸，可能对周围海域环境产生严重威胁。

发生井喷的主要原因是地层压力过高、钻井泥浆比重失调以及防井喷措施不当。一旦发生井喷，将会有钻井泥浆、原油和天然气物质喷出，损害周围生态环境。

（2）船舶碰撞

在施工阶段主要有拖轮、钻井船等，船舶与钻井平台和周围设施之间可能因设备故障、人员操作失误等原因发生碰撞，从而可能导致船舶储油设施发生泄漏。

（3）火灾/爆炸

设备故障以及人员操作失误有可能造成火灾和爆炸。在钻井作业期间若地层中的可燃流体伴随着钻井泥浆进入泥浆池，聚集到爆炸浓度时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便会酿成火灾和爆炸。此外，平台改造期间若存在动火作业距离油气生产区较近的情况，也可能发生火灾/爆炸事故。

（4）供应船输油软管破裂

在供应船进行输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃料油泄漏，由于输油作业有严格的操作规定，输油软管定期更换，同时输油软管较短，内部存油量很小，输油作业时供应船与输油设施均有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。

（5）地质性溢油事故

对于断裂系统十分复杂的油气田，可能会出现储层压力高压异常，若储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油气田表层套管下深不足或固井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。另外在钻井过程中可能在钻井轨迹内钻遇深度在海拔-500m 以上的气层，在井筒不完整、井控设备试压不合格情况，可能发生浅层气溢出的现象，进而导致井喷/井涌事故。本项目地质性溢油风险分析详见 8.7 节。

8.4.1.2 生产阶段的风险事故类型

（1）井涌或井喷

正常生产作业过程中，发生井涌或井喷的概率较小。在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能导致发生井涌，若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷释放的有油品和大量烃类物质，当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸。

（2）平台溢油事故

生产阶段，井口平台上进行油气输送作业时，可能由于设备老化或人为误操作

等原因引起平台油气物流管线或含油储罐的泄漏，当可燃气体泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成油品泄漏入海。

(3) 船舶溢油风险事故

运营期在本项目平台工作的值班船等船只可能因为天气或操作失误等原因发生事故，进而导致溢油。本项目的运营期不新增值班船。

(4) 海底管道破裂

海底管道突发事故风险，主要是指海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。

(5) 地质性溢油事故

油田含油构造内发育较为复杂的断层，可能成为地层流体逸散至海底的通道，一旦由于不恰当的注入造成局部地层压力高于断层启动压力，会致使附近断层处于不稳定状态，原油将可能沿断层面纵向运移并溢至海床，从而造成地质性油气泄漏事故。本项目地质性溢油风险分析详见 8.5 节。

表 8.4-1 施工期及运营期环境风险识别一览表

| 阶段 | 事故情形 | 油气泄漏事故情形原因分析 |
|------|------------------|--|
| 施工阶段 | 船舶溢油 | 施工过程中进行人员、物资的支持，施工船作业等需要使用船舶。船舶之间及船舶与周围设施之间可能产生碰撞甚至倾覆，从而可能导致船舶储油舱发生泄漏 |
| | 井喷/井涌 | 由于抽汲、未预报的高压及固井水泥凝固时静液压力丧失等原因导致一级井控措施失效；由于套管泄露、方钻杆阀（管住安全阀）及故障防喷器组故障等原因导致二级井控措施失效，从而导致钻井施工期井喷/井涌 |
| | 火灾、爆炸 | 伴随井喷释放的物质有原油和天然气，当烃类物质聚集到一定浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸 |
| | 地质性溢油风险事故（钻遇浅层气） | 在钻井过程中可能在钻井轨迹内钻遇深度在海拔-500m 以上的气层，在井筒不完整、井控设备试压不合格情况，可能发生浅层气溢出的现象，进而导致井喷/井涌事故 |
| 运营阶段 | 井喷/井涌 | 由于抽汲压力、过低的泥浆相对密度和气体聚集等原因导致一级井控措施失效；由于油井防喷器和管柱安全阀发生故障等原因导致二级井控，进而可能引发运营期井喷或井涌事故 |

| 阶段 | 事故情形 | 油气泄漏事故情形原因分析 |
|----|-----------|--|
| | 平台工艺管线泄漏 | 平台油气输送管件失效、腐蚀、容器破裂、操作错误、仪表和控制失效等原因可能引发泄漏，泄漏后处理和收集不当，导致管线内原油泄漏入海 |
| | 平台火灾、爆炸 | 平台上进行油气的输送、储存或处理等作业，由于设备或人为误操作等引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，造成原油泄漏入海 |
| | 海底管道/立管泄漏 | 海底管道/立管因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，海底管道存在着潜在的被损坏的风险，管线小孔损坏或全破裂导致原油入海 |
| | 船舶碰撞 | 运营期支持船在作业时可能与平台设施等发生碰撞，可能会造成船舶溢油，燃料油泄漏入海 |
| | 地质性溢油风险事故 | 油田含油构造内发育较为复杂的断层，可能成为地层流体逸散至海底的通道，一旦由于不恰当的注入造成局部地层压力高于断层启动压力，会致使附近断层处于不稳定状态，原油将可能沿断层面纵向运移并溢至海床，从而造成地质性油气泄漏事故 |

8.4.2 环境风险事故概率

由于海上油田工程开发作业过程中引发溢油事故的因素复杂，加上已掌握的统计数据有限，要对所有事故的发生概率做定量分析是十分困难的，本节事故概率分析主要参考国际油气生产商协会（OGP）编制的《风险评估数据指南》（2010 年 3 月版）。《风险评估数据指南》归纳整理了挪威科学工业研究基金会（SINTEF）、挪威船级社（Det Norske Veritas）等机构统计的海油工程事故数据。主要数据涵盖了英国大陆架、北海、墨西哥湾等海域石油开采工程中的井涌、井喷、储罐泄漏、海底管道与立管泄漏、船舶碰撞等事故概率。本节借助于《风险评估数据指南》、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中相关数据，结合本油田工程特点对开发生产过程中可能导致较严重溢油的事故可能性进行定量定性分析。

（1）井涌或井喷

《风险评估数据指南》统计了 1980~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井发生井涌和井喷的概率见表 8.4-2。

表 8.4-2 常规油井井涌和井喷事故概率

| 井别 | 事故频率 |
|----|------|
|----|------|

| | 井涌 | 井喷 | 单位 |
|-----|----------------------|----------------------|---------|
| 生产井 | 2.9×10^{-6} | 2.6×10^{-6} | 次/(井·a) |
| 注水井 | - | 2.4×10^{-6} | 次/(井·a) |

根据工程方案，本项目新建平台新增生产井 12 口，注水井 8 口。根据表 8.2-1 估算，生产井发生井涌的概率为 3.12×10^{-5} 次/a，生产井和注水井发生井喷的概率为 4.8×10^{-5} 次/a。

(2) 平台火灾

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人对北海油田事故的分析，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

本项目新建平台涉及油气传输功能。由此估算生产运营期间，项目新建平台发生火灾事故发生频率为 3×10^{-4} 次/a。本项目其余改造的平台火灾风险不属于本项目的新增风险。

由于烃类物质的释放和聚集引起火灾和爆炸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。

(3) 船舶碰撞泄漏事故

平台附近主要有供应船、值班船、钻井船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能油田设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》(2010)，船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见表 8.4-3。由于本项目施工期会划定安全施工区，禁止外来航船驶入。且拖轮的储油舱一般设置在中部侧舷，钻井船储油罐多设置在底部，二者的储油舱一般只有在发生碰撞情况下，才有可能损坏。即使由于操作失误而发生碰撞，也是拖轮的桅顶与钻井船外侧发生碰撞，储油舱的损坏概率较小。因此确定本项目船舶碰撞概率为 5.0×10^{-6} 次/a，结合上述分析可知，发生船舶碰撞事故也未必造成船舶储油舱破裂。因此由于船舶碰撞造成的溢油事故概率将至少低一个数量级，即船舶碰撞造成溢油事故的概率小于 5.0×10^{-7} 次/a。

表 8.4-3 船舶碰撞概率

| 类别 | 碰撞频率(世界范围) | 亚洲地区分配系数 | 造成重大损伤 | 碰撞概率 |
|-------|----------------------|----------|--------|----------------------|
| 本油田船舶 | 8.8×10^{-5} | 0.17 | 26% | 3.9×10^{-6} |
| 外来航船 | 2.5×10^{-5} | 0.17 | 26% | 1.1×10^{-6} |

(4) 平台工艺管线泄漏

参考《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 E“泄漏频率的推荐值”，确定本项目油气物流管线泄漏概率。根据调查，本项目涉及平台油气物流管线 75mm<内径≤150mm 的总长度为 1121m；内径>150mm 的管道总长度为 389m。由下表计算可知本项目发生油气物流管道小孔泄漏（最大孔径 50mm）的概率为 3.17×10^{-3} 次/a，发生全管径泄漏的概率为 3.75×10^{-4} 次/a。由于平台设置开闭排系统，因此若平台上方管线发生泄漏事故，泄漏的油类物质会进入开闭排系统中处理，不会发生油类物质入海现象。

表 8.4-4 油气物流管线泄漏频率表

| 部件类型 | 泄漏模式 | 泄漏频率 |
|-------------------|----------------------|----------------------------|
| 75mm<内径≤150mm 的管道 | 泄漏孔径为 10%孔径 | 2.0×10^{-6} (m·a) |
| | 全管径泄漏 | 3.0×10^{-7} (m·a) |
| 内径>150mm 的管道 | 泄漏孔径为 10%孔径（最大 50mm） | 2.4×10^{-6} (m·a) |
| | 全管径泄漏 | 1.0×10^{-7} (m·a) |

（5）平台含油储罐泄漏

平台上的储罐通常分为常压储罐和带压储罐，常压容器主要有柴油罐、开式排放罐等；带压储罐主要有分离器、闭式排放罐等。通常容器泄漏可进行自动关断，通过及时收集和清理泄漏现场，可避免泄漏物入海。《风险评估数据指南》统计的储罐事故概率如下表。根据统计，本项目涉及平台上主要存在的含油储罐主要为 1 个柴油罐、1 个开排罐和 1 个闭排罐，则计算可知本项目运营期发生含油储罐泄漏的概率为 4.7×10^{-5} 次/a。

表 8.4-5 含油储罐泄漏频率表

| 罐类别 | 事故类型 | 泄漏概率 | 单位 |
|-----|--------|----------------------|---------|
| 常压罐 | 固定顶罐破裂 | 3.0×10^{-6} | (次/罐·年) |
| 带压罐 | 罐破裂 | 4.7×10^{-5} | |

（6）海底管道/立管油气泄漏事故

海底管道突发事故风险，主要是指海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。其中因海水腐蚀造成的海底管道事故的可能性较小。

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 条海管，共 24837km，328858km·a。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 8.4-6。

表 8.4-6 不同管径的管道在不同位置的事故率统计

| 管道 | 管道运行总量 | 频率 | 单位 |
|------------|----------------------------|----------------------|--------|
| 海底管线（开阔海域） | 井流管线，以及输送未处理流体的小管线 | 5.0×10^{-4} | 次/km·a |
| | 输送处理后的油气，钢管管径 ≤ 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 |
| 立管 | 钢管—管径 ≤ 16 英寸 | 9.1×10^{-4} | 次/a |
| | 钢管—管径 > 16 英寸 | 1.2×10^{-4} | 次/a |
| | 软管 | 6.0×10^{-3} | 次/a |

本项目新建海底混输管道长度为 []，输送物质为处理后的油气且管径小于 24 英寸，由此计算管道发生事故的概率为 7.6×10^{-4} 次/a。立管段采用双层保温钢管，管径小于 16 英寸，因此计算出立管段发生事故的概率为 9.1×10^{-4} 次/a，

综上，本条海管发生事故的最大概率为 9.1×10^{-4} 次/a。

8.4.3 溢油事故溢油量估算

（1）建设阶段溢油量

建设阶段溢油事故的主要泄放物质包括井流和施工船舶燃料油等。

①发生井喷事故时，井喷溢油量难以估计。

②本项目新建平台及对现有平台设备改造工程期间，拟采用拖轮和驳船运输物料。建设阶段因船舶碰撞泄漏的燃料油以拖轮的燃料油舱的单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量约为 100m^3 。

（2）生产阶段溢油量

生产阶段可能发生井喷、地质性溢油、船舶碰撞和平台含油管线/储罐泄漏引起的溢油事故。

①运营期船舶碰撞可能溢油量参考施工期船舶单舱容量，约 100m^3 。

②一旦发生井喷/地质性溢油等事故，其溢油量难以估计。

③新建的 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 海底混输管道的溢油量，选取最不利情形即管道断裂进行溢油量的核算。

一旦管道发生泄漏事故，自动控制系统将在 30s 内启动应急关断系统。管道泄漏时，通常按美国矿业管理部（MMS）管道油品泄漏量估算导则（MMS2002-033）给出的估算模式计算原油泄漏量，该模式由两部分组成，一部分是阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量，另一部分是关闭阀门前的泄漏量，两项之和即为总泄漏量：

$$V_{\text{rel}} = 0.1781 \cdot V_{\text{pipe}} \cdot f_{\text{rel}} \cdot f_{\text{GOR}} + V_{\text{pre-s}} \cdot H_{\text{ut}}$$

式中：

V_{rel} 为原油泄漏量，bbl（1 桶=0.14 t）；

V_{pipe} 为管段体积， ft^3 （ $1ft^3=0.0283m^3$ ）；

F_{rel} 为最大泄漏率，取 0.3； f_{GOR} 为压力衰减系数，取 0.3；

$V_{pre-s}H_{ut}$ 为截断阀关闭前泄漏量，bbl。

本工程新建海底混输管道长约 14.9km，海管内径 10in，体积约为 $754m^3$ ，合 $26643.11ft^3$ ，则原油在关断后泄漏量为 427.06bbl，合 59.8t。

截断阀关闭前泄漏量（ $V_{pre-s}H_{ut}$ ）根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中推荐的液体泄漏速率公式计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中：

Q_L ——液体泄漏速度，kg/s；

C_d ——液体泄漏系数，此值常用 0.6~0.64；

A ——裂口面积， m^2 ；全管径泄漏则裂口面积为 []；

ρ ——泄漏液体密度， kg/m^3 ；原油密度取 []；

P ——容器内介质压力，Pa；本项目实施后管道内物流最大压力为 []；

P_0 ——环境压力，Pa；该处海域水深取 19m，环境压力取 []；

g ——重力加速度， $10m/s^2$ ；

h ——裂口之上液位高度，m，取 0m。

本项目液体泄漏系数取 0.64，在考虑全管径泄漏的前提下，根据公式计算得出泄漏速度为 []，应急关断时间 30s，则泄漏量为 []。

综上，关闭阀门前的泄漏量为 []，阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量为 []，则管道溢油量约为 []。

综上所述，本项目建设及生产阶段最大可能溢油量见表 8.4-7。

表 8.4-7 建设及生产阶段可能溢油量及概率

| 阶段 | 事故类型 | 风险物质 | 溢油量 | 发生概率 | 规模 |
|------|------------|------|-------------------|---|----|
| 建设阶段 | 井喷/井涌 | 井流 | 难以估计 | 井涌: 3.12×10^{-5} 次/a, 井喷: 4.8×10^{-5} 次/a | 不定 |
| | 火灾、爆炸 | 原油 | 难以估计 | 不高于 3×10^{-5} 次/a | 不定 |
| | 船舶碰撞 | 燃料油 | 100m ³ | 小于 5.0×10^{-7} 次/a | 大 |
| | 地质性溢油 | 原油 | 难以估计 | / | 大 |
| 生产阶段 | 井喷/井涌 | 井流 | 难以估计 | 井涌: 3.12×10^{-5} 次/a, 井喷: 4.8×10^{-5} 次/a | 不定 |
| | 地质性溢油 | 原油 | 难以估计 | / | 不定 |
| | 平台油气物流管线泄漏 | 原油 | <1m ³ | 3.75×10^{-4} 次/a | 小 |
| | 含油储罐泄漏 | 原油 | <30m ³ | 5.3×10^{-5} 次/a | 小 |
| | 船舶碰撞 | 燃料油 | 100m ³ | 小于 5.0×10^{-7} 次/a | 大 |
| | 新建混输海管泄漏 | 原油 | 147m ³ | 9.1×10^{-4} 次/a | 大 |

8.4.4 最具代表性事故选取

根据前序相关章节分析并结合表 8.4-7, 本项目在施工期和运营期间可能发生的主要溢油事故为船舶碰撞、井喷/井涌等地质性溢油、新建平台上油气物流管线/储罐等泄漏和新建海底输油管道泄漏造成的溢油事故。

由前文计算可知船舶碰撞造成溢油事故的概率小于 10^{-6} 次/a, 低于《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 中对最大可信事故的判定标准, 因此船舶碰撞造成的溢油事故不纳入到本项目最具代表性事故考虑; 由于井喷及火灾爆炸造成的溢油量通常是难以确定的; 平台油气物流管线油类储罐等设施均设有应急关断及围堰等设施, 在发生油气泄漏的情况下可以及时进行自动关断, 泄漏的油类物质会被收集至开闭排系统中处理, 油类物质入海概率极小。

结合上述分析, 本项目选取新建 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 海底混输管道泄漏事故作为本项目最具代表性事故开展后续的预测和分析。

8.5 环境风险事故影响预测与评价

8.5.1 预测情景设定

(1) 溢油类型

根据油气泄漏风险事故分析, 本次选取运营期新建海管原油泄漏事故进行预测。

(2) 溢油位置的选择

本报告选取新建 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 海底混输管道靠 BZ34-9WHPC

平台一侧（）为溢油位置。

（3）源强

根据前述章节可知，本项目新建海管可能的溢油量为 147m^3 ，本次预测溢油源强取 147m^3 ，溢油持续时间设置为 1h，油膜漂移预测时间为溢油后的 72h。

（4）常风与大风风速取值


本次溢油数值模拟主要针对平均风速与极端风速下溢油漂移情况进行模拟，根据编制的《渤中 34-9 油田 5 井区调整项目海洋环境调查报告书》（2022 年 2 月）风玫瑰图中选取频率较大的风向、并结合项目所在位置与周边敏感区的分布，选取对敏感区影响较大的风向，综合考虑得出。详见表 8.5-1。

表 8.5-1 溢油预测风向选取

| 方向 | NNE | NE | N | E | SE | S | SW | NW | W |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均风速（m/s） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最大风速（m/s） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

8.5.2 溢油预测模型

本项目溢油预测模拟采用中国海油自主研发的“中国近海海上溢油预测预警及应急决策支持系统”，自 2010 年以来该系统已经在近百个环评项目（包括渤海地区大量环评项目），同时该溢油模型已经在蓬莱 19-3 油田实际溢油事故中进行了良好应用，并将模拟结果与卫星遥感监测数据资料进行了验证，模拟结果与遥感反演的结果基本一致。溢油预测系统嵌套了自然资源部第一海洋研究所的水动力快速预报模型，数值计算区域范围覆盖中国近海（东经 105° - 130° ，北纬 16° - 41° ），其计算过程中采用矩形网格计算，水动力网格分辨率设置为 $1/24^{\circ} \times 1/24^{\circ}$ ，其准确性可以满足溢油预测的要求。

溢油模拟过程中潮汐潮流数据是通过自然资源部第一海洋研究所研发水动力快速预报模型计算的，模拟结果可靠。为了验证系统在溢油模拟方面的准确性，开展了海上浮标验证试验，验证结果表明溢油模拟结果和浮标验证结果较吻合。

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生变化。本工程二维溢油模型采用国际上得到广泛应用的“油粒子”模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，“油粒子”模型是基

于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。“油粒子”模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的“云团”。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化。

假设包括背景流场和波浪净流在内的表层流已知流速分量为 U_b , V_b ，而不确定方法表示湍流的随机扩散由随机游动速度 U' 和 V' 表示，则每一个油粒子的漂移速度为：

$$\begin{aligned} U &= U_b + U' \\ V &= V_b + V' \end{aligned} \quad (1)$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

$$\begin{aligned} x^{n+1} &= x^n + U_b^{n+\frac{1}{2}} \Delta t + \xi \sqrt{6K_H \Delta t} + O(\Delta t^2) \\ y^{n+1} &= y^n + V_b^{n+\frac{1}{2}} \Delta t + \xi \sqrt{6K_H \Delta t} + O(\Delta t^2) \end{aligned} \quad (2)$$

对时间 t 方向上采用中心差分，能够保证上述差分方程的二阶精度。上式中 ξ , K_H 分别代表 $[-1, 1]$ 区域上的均匀分布随机数和水平方向上的湍流涡动粘性系数。

波浪净流的量值较小，因为溢油油膜的覆盖使海面变得较为平坦。它可根据二阶 Stokes 波理论由下式给出：

$$u_{wave} = \frac{K\omega H^2}{8sh^2(Kd)} ch(2Kz_0) \quad (3)$$

式中 K 、 ω 、 H 、 d 、 z 分别代表波数，波圆频率、波高、水深和油粒子所处的深度。

波浪的主要作用并不在于波浪净流，因为它较背景流场要小得多。波浪作用主要在于搅动水面，及由破碎引起溢油入水。溢油入水体积可写为：

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{-C_2 H_s^2 / L} \quad (4)$$

其中， V_0 、 t 、 H_s 、 L 分别为溢油初始体积、时间、有效波高和波长。 C_2 为常数，取作 $-2.53 \times 10^{-3} / V_{00.62}$ 。

溢油入水后化作比油粒子更小的油滴来模拟其垂向运动。油滴的垂向运移仍由确定的背景场垂向流速分量 W_b 及浮力作用下的上浮速度 W_L 和不确定的垂向湍流扩散来计算。垂向运移距离：

$$\Delta z = (W_b + W_L)\Delta t + \xi\sqrt{6K_v}\Delta t \quad (5)$$

依 Johanson- Ichiye 的公式, 垂向涡动扩散系数由下式计算:

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{-C_2 t H s^2 / L} \quad (6)$$

Hs、T、Z、K、C 分别为有效波高、周期、深度、波数和常数。上浮速度分量依据油滴直径大小分别计算。设浮力作用下, 油滴临界直径为 d_e , 则有:

$$d_e = \frac{9.52v^{2/3}}{g^{1/3}(1 - \rho_o / \rho_w)^{1/3}} \quad (7)$$

对 $d_i < d_e$, 由 Stokes 定律:

$$W_L = g d_i^2 (1 - \rho_o / \rho_w) / 18\nu \quad (8)$$

对 $d_i > d_e$

$$W_L = \left[\frac{8}{3} g d_i (1 - \rho_o / \rho_w) \right]^{1/2} \quad (9)$$

式中 g 、 d_i 、 ν 、 ρ_o 、 ρ_w 分别为重力加速度、油滴直径、运动粘性系数、油密度和水密度, 可以写出油滴垂向运移的中心差分公式:

$$z^{n+1} = z^n + (W_b + W_L)^{n+1/2} \Delta t + \xi\sqrt{6K_v}\Delta t + o(\Delta t^2) \quad (10)$$

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为:

$$F_v = \ln \left[1 + B' \left(\frac{T_G}{T} \right) \theta' e^{(A' - B' \frac{T_0}{T})} \right] \frac{T}{B' T_G} \quad (11)$$

式中 $A'=6.3$, $B'=10.3$, T 为油温, T_G 为油的沸点曲线梯度, T_0 为油的初始沸点温度, θ' 为挥发系数由下式确定:

$$\theta' = C W^{0.78} t A / V_o \quad (12)$$

C 为常数, W 风速, t 时间, A 油膜面积, V_o 初始溢油体积。乳化程度由含水率 Y_w 表示, 依据 Mackay (1980):

$$Y_w = \frac{1}{K_B} [1 - e^{-K_A K_B (1+W)^2 t}] \quad (13)$$

其中 Y_w 为乳化物含水量 (%), K_A 取 4.5×10^{-6} , K_B 取 $1/Y_w^F$, Y_w^F 为最终含水量, 取 1.25。

则水面油粒子体积应为:

$$V_i = V_o(1 - F_{Vi}) / (1 - Y_{Wi}) \quad (14)$$

设乳化前油密度为 ρ_o ，水密度为 ρ_w ，则乳化后油密度：

$$\rho_* = (1 - Y_w)\rho_o + Y_w \cdot \rho_w \quad (15)$$

蒸发对油密度的影响为：

$$\rho = (0.6\rho_o - 0.34)F_v + \rho_o \quad (16)$$

综合挥发、乳化影响，油密度表达为：

$$\rho = (1 - Y_w)[(0.6\rho_o - 0.34)F_v + \rho_o] + Y_w \cdot \rho_w \quad (17)$$

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

$$\nu_* = \nu \cdot \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (18)$$

挥发对油粘性的影响为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \quad (19)$$

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \cdot \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (20)$$

其中， ν_o 为初始时油膜的运动粘性系数。

开边界条件

在开边界处，给定水位，水位采用岸边验潮站观测资料求得潮汐调和常数输入计算，可以计算得到海区内部的结果：

$$\zeta = \sum_i f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_0 + u)_i - \theta_i] + H_0 \quad (21)$$

其中， H_i 为分潮振幅， (θ_i) 为分潮迟角， H_0 为平均海面高度，与风海流及密度流有关。

8.5.3 模型验证

8.5.3.1 海上 GPS 漂流浮标

海上 GPS 漂流浮标系统可以与溢油在海上同步运移，通过接收和发送装置，将位置信息实时发送给指挥中心。

8.5.3.2 海上试验

(一) 第一次试验

2009年9月9日至2009年9月10日在珠江口内伶仃岛南部及附近海域进行了连续25小时的定点海洋水文观测工作。

(1) 观测站位

珠江口内伶仃岛南部附近海域，位置：113°49.933'E，22°23.150'N

(2) 观测仪器

- 深圳海事局应急基地码头楼顶仪器：安得拉AWS2700气象站
- 新航鹏01船载仪器：安得拉RCM9型海流计
- 新航鹏06船载仪器：船载GPS和漂流浮标

(3) 观测实施

① 仪器安装

- 安得拉AWS2700气象站：基地办公大楼楼顶（5楼）；
- 安得拉海流计：内伶仃岛南部海域

② 海上试验

- 6：00在预定海域下风向将漂流浮标放入海中；
- 新航鹏06船始终保持距离浮标大约1km处跟踪，实时接收数据；
- 18：00打捞GPS漂流浮标，保存数据，拆卸装箱，返航基地码头；
- 20：00读取海流计和气象站数据

③ 数据获取

- 海流计：9月9日17时00分至10日18时00分，取样间隔10分钟。
- 气象站：9月9日13时55分至10日20时55分，取样间隔10分钟。
- GPS信号接收：9月10日6时00分至18时00分，采集时间间隔10分钟

④ 数据分析



图 8.5-1 2009 年 9 月 9 日 14 时-9 月 10 日 21 时风速、风向矢量图

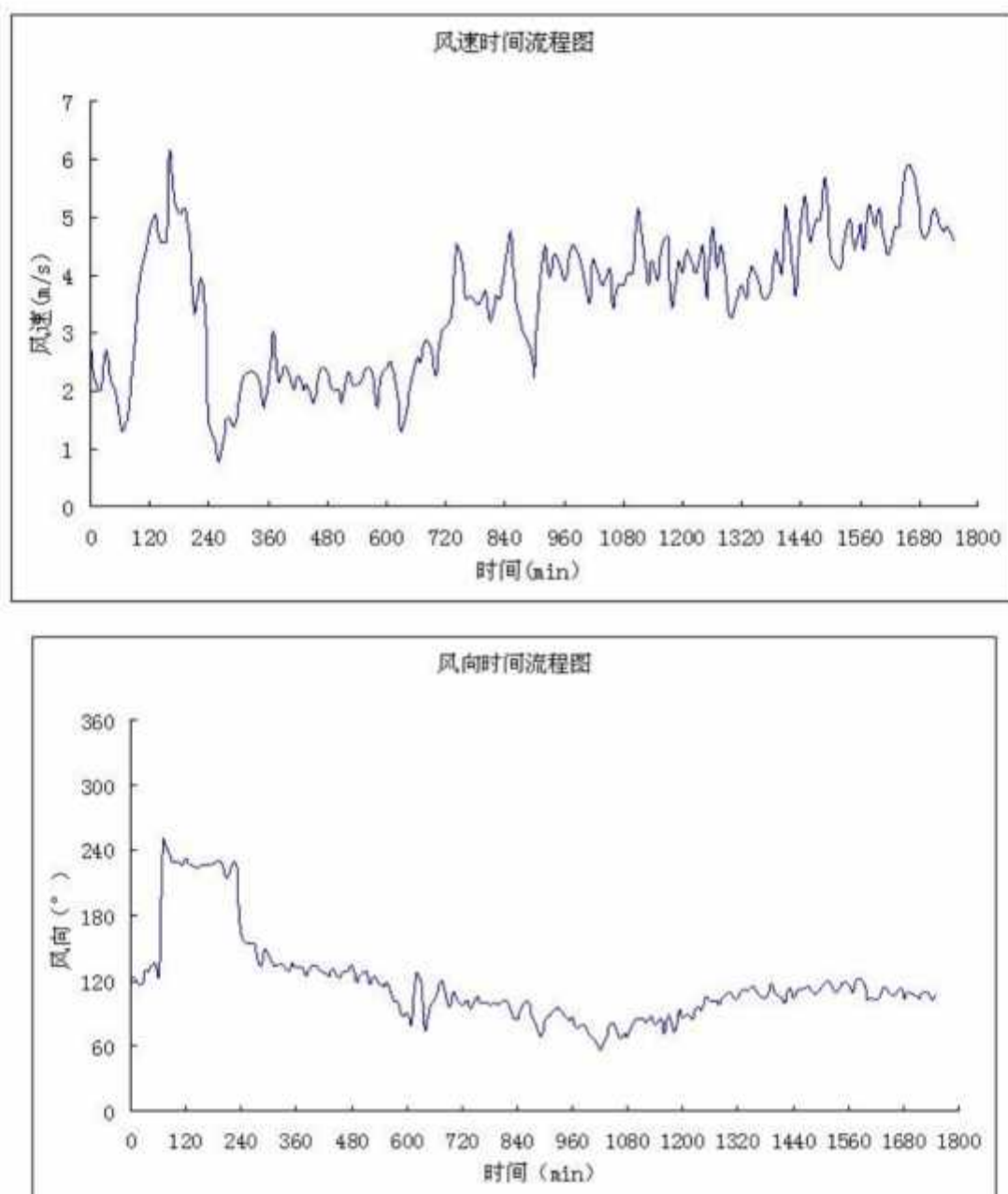


图 8.5-2 2009 年 9 月 9 日 14 时-9 月 10 日 21 时风速、风向时间流程图



图 8.5-3 2009 年 9 月 9 日 17 时-9 月 10 日 18 时流速、流向矢量图

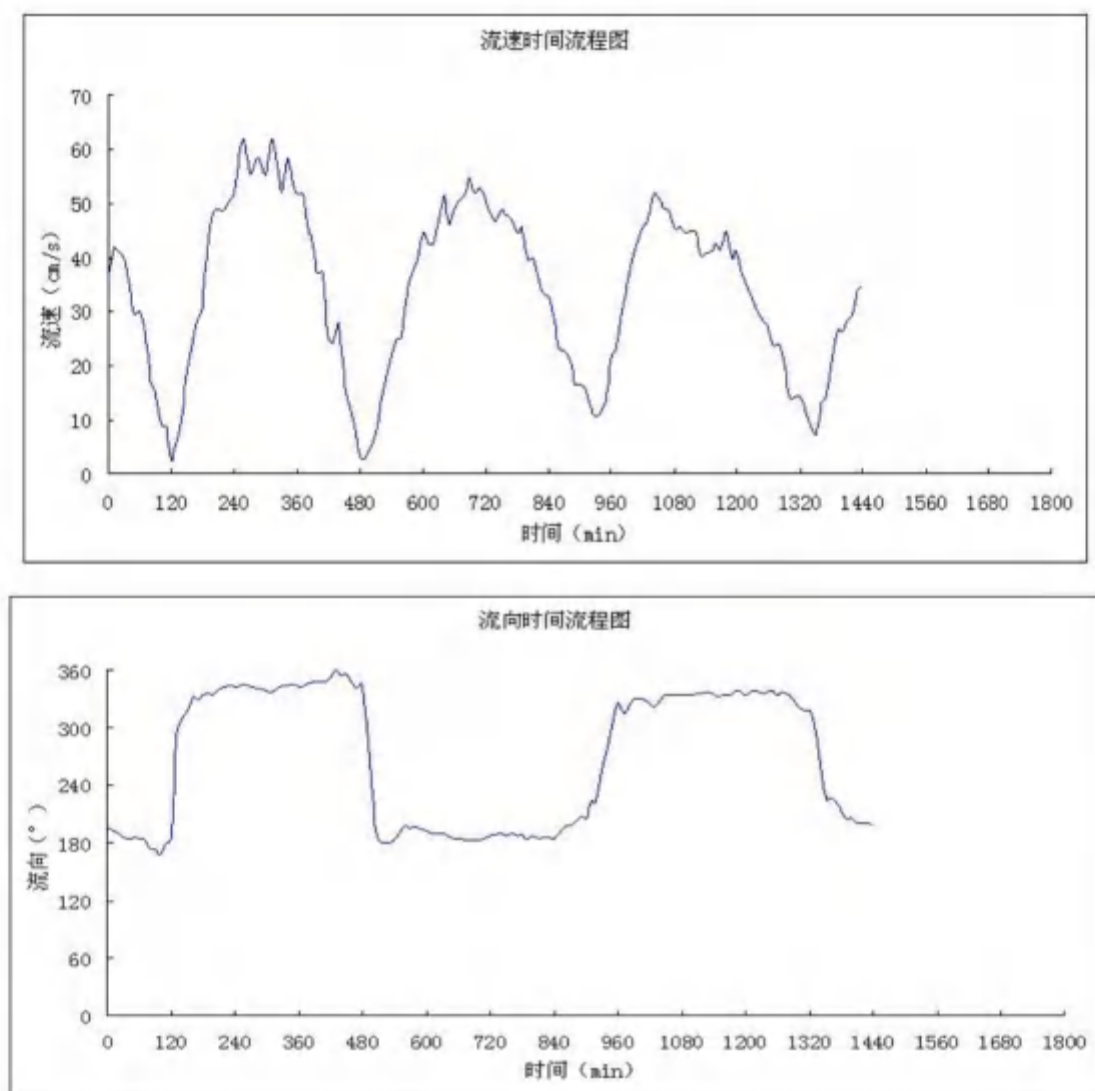


图 8.5-4 2009 年 9 月 9 日 17 时-9 月 10 日 18 时流速、流向时间流程图

风向在观测期间有所转变，9 日下午在开始时为东南风，而后变成西南风，10 日海上试验期间主要以东南风和东风为主，变化过程为东北风转东风，再转东南风。风速最大值为 7m/s 左右，最小值接近 1m/s 左右。观测得到的海流流速和流向数据体现了标准的半日潮特征，一天之内有两个周期。流速上出现三个峰值，其最大值为 63cm/s 左右，最小时接近 0cm/s。将浮标实测数据与系统预测结果进行对比，明显看出浮标实测轨迹与预测轨迹走势相同，速度和漂移距离存在误差，图 8.5-5。



图 8.5-5 预测轨迹与浮标实测轨迹对比

⑤ 误差分析

- 内伶仃岛海域左右都是航道，受到来往船只的影响，造成海流数据误差。
- 浮标抛洒地点北部是岛，海流数据也要受到影响
- 浮标本身受风速影响远远低于流速影响，与实际溢油有些不符。
- GPS 模块本身的坐标误差
- 珠江口径流数据误差

(二) 第二次试验

2010年4月10日至2010年4月12日在珠江口内伶仃岛北部附近海域进行了连续48小时的定点海洋水文观测工作。

(1) 观测站位

- 珠江口内伶仃岛北部附近海域，位置：113°47'16"E，22°31'13"N

(2) 观测仪器

- 新航鹏18船载仪器：简易型海流计
- 新航鹏06船载仪器：船载GPS，手持风速风向仪和漂流浮标

(3) 实施观测

➤ 2010年4月10日14:30试验人员在新航鹏06下风向将漂流浮标放入海中，具体坐标：113°47'24"E，22°30'50"N

➤ 海流计：4月9日22时00分至12日14时30分，流速流向取样间隔10分钟。

➤ 气象站：4月10日14时30分至12日14时30分，风速风向取样间隔10分钟。

➤ GPS信号接收：4月10日14时30分至12日14时30分，数据采集时间间隔10分钟

(4) 人工干预浮标记录

➤ 4/11 02:50分，经纬度113°45.264'E，22°28.107'N，浮标进入航道

➤ 4/11 03:00分，经纬度113°45.480'E，22°28.121'N，拖出

➤ 4/11 10:35分，经纬度113°37'50"E，22°31'26"N，回收修整夜间灯

(5) 数据分析

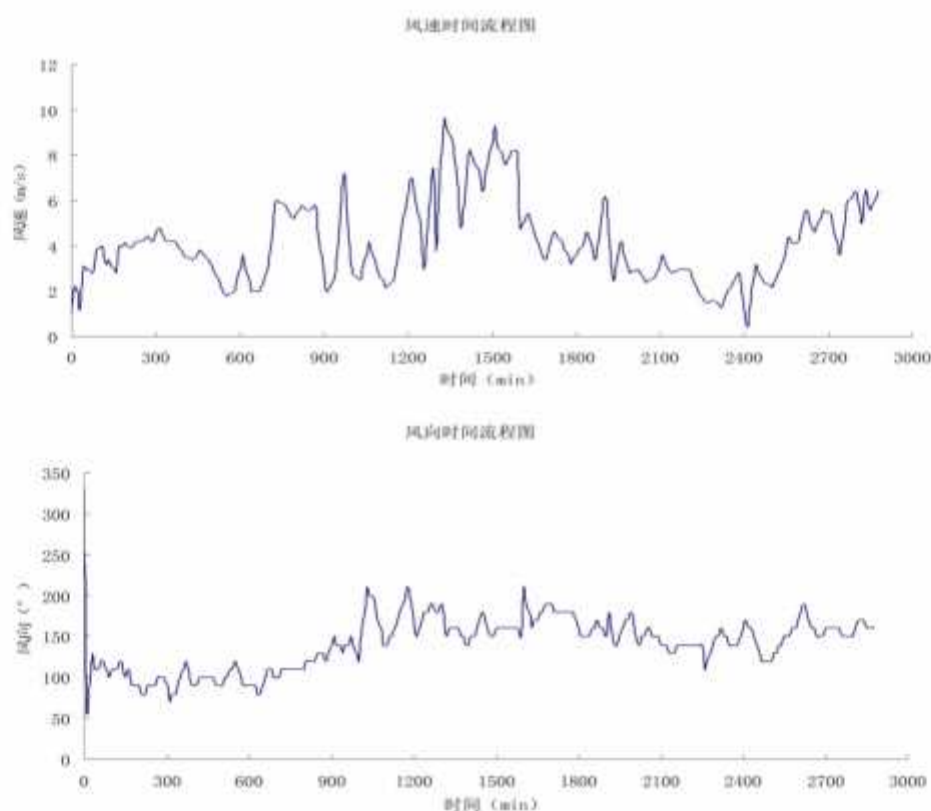


图 8.5-6 2010 年 4 月 10 日 14:30-4 月 12 日 14:30 风速、风向时间流程图

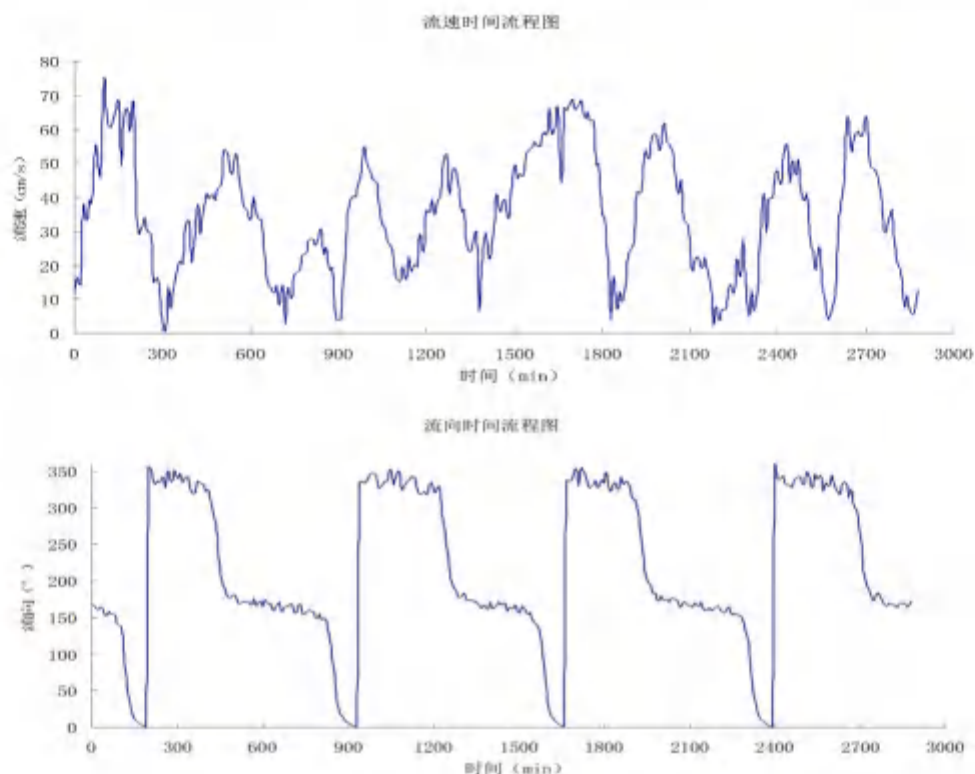


图 8.5-7 2010 年 4 月 10 日 14:30-4 月 12 日 14:30 流速、流向时间流程图

观测得到的海流流速和流向数据体现了标准的半日潮特征，一天之内有两个周期。流速上出现三个峰值，其最大值为 75cm/s 左右，最小时接近 0cm/s。

风向在观测期间有所转变，10 日下午实验开始后基本上以东风为主，11 日海上试验期间主要以东南风和南风为主，12 日海上试验期间主要以东风和东南风为主。风速最大值为 9.6m/s 左右，最小值接近 1m/s 左右。

将浮标实测数据提取后与软件预测结果进行对比（图 8.5-8），明显看出浮标实测轨迹与预测轨迹走势相同，但是由于软件没有加入珠江口海域的出海径流数据，使得预测轨迹向北有些偏移，最大偏移 4.29km，可见径流数据对浮标轨迹的影响较大。

（6）误差分析

- ① 浮标本身受风速影响远远低于流速影响，与实际溢油有些不符；
- ② 缺少珠江口径流



图 8.5-8 预测轨迹与浮标实测轨迹对比

8.5.4 溢油预测结果

溢油事故发生后，油膜在风和潮流往复涨落的共同作用下呈现出蛇形运动，当风向与潮流方向一致时，油膜中心运动速度较大，可以看到油膜中心点间距较大，而当风向与潮流方向相反时，油膜运动方向甚至会与潮流方向相反，在图中可以看到油膜中心点分布比较密集甚至发生重叠。不同的风向直接导致溢油漂移方向不同，甚至决定了溢油是否抵岸。本次预测中溢油漂移距离最远为 186.2km，发生在极风落潮 W 向工况下；72h 油膜最大扫海面积为 916.3km²，发生在极风涨潮 SE 向工况下；最快抵岸时间为 30h，发生在极风涨潮 NW 向工况下。

详见图 8.5-9~图 8.5-16。

表 8.5-2 不同风向、极风条件下 72h 溢油漂移距离与扫海面积

| 风向 | 风速 (m/s) | 潮汐状 况 | 72h 漂移 距离 (km) | 72h 扫海 面积 (km ²) | 72h 最大油 膜面积 (km ²) | 抵敏感区所需时间 (h) | 抵敏感 区前残 余油量 (%) | 首次抵 岸所需 时间 (h) | 首次抵 岸前残 余油量 (%) | 72 小时 残存油 量 (%) |
|-----|-------------|----------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| N | 17.98 | 涨潮 | 111.4 | 543.7 | 13.5 | 20.5 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 25 莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线 46 胶莱河重要河口生态保护红线 | 55.8 53.7 47.3 | 49 | 31.8 | 0.0 |
| | | 落潮 | 112.7 | 532.3 | 13.1 | 20 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 25.5 莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 56.0 53.7 | 48.5 | 31.9 | 0.0 |
| NE | 21.81 | 涨潮 | 131.8 | 611.8 | 13.1 | 11 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红 线 11 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 19 山东黄河口三角洲国家级自然保护区 19.5 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 25.5 东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区 | 60.8 60.8 55.0 54.7 48.0 | 46.5 | 31.1 | 0.0 |
| | | 落潮 | 132.5 | 611.6 | 13.3 | 7.5 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护 红线 7.5 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 15 山东黄河口三角洲国家级自然保护区 15.5 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 25 东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区 | 63.6 63.6 56.8 56.5 | 39.5 | 32.3 | 0.0 |
| NNE | 20.57 | 涨潮 | 122 | 581.2 | 13.3 | 16 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红 线 16 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 21 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 | 57.3 57.3 54.1 46.9 | 47 | 31.3 | 0.0 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 风向 | 风速 (m/s) | 潮汐状 况 | 72h 漂移 距离 (km) | 72h 扫海 面积 (km ²) | 72h 最大油 膜面积 (km ²) | 抵敏感区所需时间 (h) | 抵敏感 区前残 余油量 (%) | 首次抵 岸所需 时间 (h) | 首次抵 岸前残 余油量 (%) | 72 小时 残存油 量 (%) |
|----|-------------|----------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|--|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | | | | 43 莱州湾单环刺螠重要渔业资源产卵场生态保护红线 | | | | |
| | | 落潮 | 121.1 | 566.8 | 13 | 7 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 7 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 17 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 30 东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区 33 东营广饶沙蚕类生态国家级海洋特别保护区 39 潍坊白银河重要河口生态保护红线 40 莱州湾单环刺螠重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 66.2 66.2 56.0 50.3 49.3 47.6 47.5 | 44.5 | 31.7 | 0.0 |
| E | 17.75 | 涨潮 | 107.7 | 495.9 | 12.7 | 43 山东黄河三角洲国家级自然保护区 | 45.3 | 39.5 | 33.4 | 0.1 |
| | | 落潮 | 101.9 | 410.6 | 13 | —— | —— | 37 | 33.9 | 0.0 |
| SE | 16.65 | 涨潮 | 147.9 | 916.3 | 12.3 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 43.2 |
| | | 落潮 | 149.6 | 912.4 | 12.4 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 43.2 |
| S | 16.11 | 涨潮 | 146.1 | 790.2 | 12.5 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 43.5 |
| | | 落潮 | 141.7 | 784.4 | 12.5 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 43.5 |
| SW | 14.01 | 涨潮 | 142.9 | 869.8 | 12.7 | 61 长岛斑海豹珍稀濒危物种分布区生态保护红线 | 46.3 | 不抵岸 | -- | 44.6 |
| | | 落潮 | 140.5 | 881.2 | 12.6 | 71 长岛斑海豹珍稀濒危物种分布区生态保护红线 | 44.8 | 不抵岸 | -- | 44.6 |
| W | 21.97 | 涨潮 | 182.2 | 630.6 | 12.7 | —— | —— | 38.5 | 32.4 | 17.5 |
| | | 落潮 | 186.2 | 627.1 | 12.6 | 60 蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 10.9 | 45.5 | 31.2 | 10.3 |
| NW | 22.93 | 涨潮 | 90.3 | 361.4 | 13.3 | 19 招远重要渔业资源产卵场生态保护红线 20 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 24 莱州湾半滑舌鳎口虾蛄梭子蟹渔业海域限制区 | 54.6 54.1 52.1 12.8 | 30 | 34 | 0.0 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 风向 | 风速 (m/s) | 潮汐状 况 | 72h 漂移 距离 (km) | 72h 扫海 面积 (km ²) | 72h 最大油 膜面积 (km ²) | 抵敏感区所需时间 (h) | 抵敏感 区前残 余油量 (%) | 首次抵 岸所需 时间 (h) | 首次抵 岸前残 余油量 (%) | 72 小时 残存油 量 (%) |
|----|-------------|----------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | | | | 32 莱州—招远砂质岸线限制区 | | | | |
| | | 落潮 | 91.4 | 361.4 | 13.4 | 21 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 32 莱州—招远砂质岸线限制区 | 53.5 40.9 | 31 | 33.8 | 0.0 |

表 8.5-3 不同风向、均风条件下 72h 溢油漂移距离与扫海面积

| 风向 | 风速 (m/s) | 潮汐 状况 | 72h 漂移 距离 (km) | 72h 扫海 面积 (km ²) | 72h 最大 油膜面积 (km ²) | 抵敏感区所需时间 (h) | 抵敏感 区前残 余油量 (%) | 首次抵 岸所需 时间 (h) | 首次抵岸 前残余油 量 (%) | 72 小时 残存油 量 (%) |
|-----|-------------|----------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| N | 5.99 | 涨潮 | 80.2 | 460.8 | 13.7 | 51 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 71 莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 55.0 51.6 | 不抵岸 | -- | 51.4 |
| | | 落潮 | 81.4 | 447.3 | 13.4 | 52 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 72 莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 54.8 54.1 | 不抵岸 | -- | 51.4 |
| NE | 6.99 | 涨潮 | 92.9 | 517.1 | 13.4 | 38 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 38 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 66 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 66 山东黄河口三角洲国家级自然保护区 | 60.8 60.8 51.1 51.1 | 不抵岸 | -- | 50.2 |
| | | 落潮 | 98.4 | 529.5 | 13.3 | 14 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 14 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 52 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 52 山东黄河口三角洲国家级自然保护区 | 67.3 67.3 53.4 53.4 | 不抵岸 | -- | 50.2 |
| NNE | 7.14 | 涨潮 | 85.3 | 492.6 | 13.5 | 42 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 42 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 50 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 | 55.7 55.7 53.8 | 不抵岸 | -- | 50.1 |
| | | 落潮 | 88.4 | 485.6 | 13.4 | 30 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 30 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 49 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 | 59.2 59.2 53.8 | 不抵岸 | -- | 50.1 |
| E | 4.58 | 涨潮 | 88.4 | 351.1 | 13.7 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 53.5 |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 风向 | 风速 (m/s) | 潮汐 状况 | 72h 漂移 距离 (km) | 72h 扫海 面积 (km ²) | 72h 最大 油膜面积 (km ²) | 抵敏感区所需时间 (h) | 抵敏感 区前残 余油量 (%) | 首次抵 岸所需 时间 (h) | 首次抵岸 前残余油 量 (%) | 72 小时 残存油 量 (%) |
|----|-------------|----------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | 落潮 | 90.1 | 350 | 13.6 | 67 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 | 54.3 | 不抵岸 | -- | 53.5 |
| SE | 3.97 | 涨潮 | 87.6 | 330.8 | 13.7 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 54.7 |
| | | 落潮 | 87.7 | 291.3 | 13.8 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 54.7 |
| S | 5.75 | 涨潮 | 95 | 493.1 | 13.4 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 51.7 |
| | | 落潮 | 92.9 | 469.8 | 13.6 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 51.7 |
| SW | 4.75 | 涨潮 | 90.9 | 392.3 | 13.7 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 53.2 |
| | | 落潮 | 90.5 | 407.7 | 13.7 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 53.2 |
| W | 4.92 | 涨潮 | 86.1 | 365 | 13.6 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 53 |
| | | 落潮 | 86.9 | 388.7 | 13.5 | —— | —— | 不抵岸 | -- | 53 |
| NW | 6.85 | | 85.9 | 515.4 | 13.4 | 57 招远重要渔业资源产卵场生态保护红线 62 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 | 52.7 51.8 | 不抵岸 | -- | 50.3 |
| | | | 84.8 | 507.1 | 13.3 | 59 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 | 52.4 | 不抵岸 | -- | 50.3 |

表 8.5-4 不同风向、极风条件下溢油发生后 2h、6h、12h、24h、48h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²)

| 风向 | 风速 | 潮汐情况 | 漂移距离 (km) | | | | | 扫海面积 (km ²) | | | | | 残存油量 (%) | | | | |
|-----|-------|------|-----------|------|------|------|-------|-------------------------|------|-------|-------|-------|----------|------|------|------|------|
| | | | 2h | 6h | 12h | 24h | 48h | 2h | 6h | 12h | 24h | 48h | 2h | 6h | 12h | 24h | 48h |
| N | 17.98 | 涨潮 | 3.3 | 9.8 | 24.3 | 51.8 | 97.5 | 3.7 | 20.8 | 76.8 | 212.2 | 515.9 | 82.3 | 68.1 | 61 | 53.9 | 46.8 |
| | | 落潮 | 3.5 | 12.2 | 29 | 51.8 | 99.7 | 3.9 | 35.3 | 93.4 | 204.9 | 512.9 | 82.3 | 68.1 | 61 | 53.9 | 46.7 |
| NE | 21.81 | 涨潮 | 4.2 | 12.5 | 26 | 63.3 | 115.6 | 6.4 | 33.5 | 88.6 | 270.9 | 598.3 | 80.7 | 66.6 | 59.4 | 52.3 | 37.5 |
| | | 落潮 | 4.5 | 19.2 | 37.4 | 66.3 | 124.7 | 6.5 | 52.8 | 126 | 272 | 611.1 | 80.7 | 66.6 | 59.4 | 52.3 | 37.5 |
| NNE | 20.57 | 涨潮 | 3.9 | 11.3 | 25.8 | 58.5 | 109.4 | 5.6 | 28.4 | 85.8 | 248.9 | 578.5 | 81.2 | 67 | 59.9 | 52.8 | 39.4 |
| | | 落潮 | 4.2 | 16 | 34.5 | 59.9 | 114.7 | 5.7 | 47.2 | 116.7 | 244.6 | 566.6 | 81.2 | 67 | 59.9 | 52.8 | 39.4 |
| E | 17.75 | 涨潮 | 3.4 | 11.5 | 18 | 48.9 | 104 | 3.2 | 26.2 | 49.5 | 196.3 | 495.1 | 82.3 | 68.2 | 61.1 | 53.9 | 37.2 |
| | | 落潮 | 3.7 | 20 | 31.1 | 51.7 | 103.2 | 3.3 | 39 | 84.3 | 189.1 | 486.7 | 82.3 | 68.2 | 61.1 | 53.9 | 37.2 |
| SE | 16.65 | 涨潮 | 3 | 12.6 | 19.6 | 45.8 | 94.7 | 3.5 | 28.6 | 56.6 | 174.3 | 489.4 | 82.9 | 68.7 | 61.6 | 54.4 | 47.3 |
| | | 落潮 | 3.3 | 19.4 | 25.9 | 44.6 | 94 | 3.6 | 39 | 65.1 | 159.2 | 469.1 | 82.9 | 68.7 | 61.6 | 54.4 | 47.3 |
| S | 16.11 | 涨潮 | 2.7 | 13.3 | 25.3 | 50.7 | 101.1 | 2.6 | 26.6 | 73.1 | 195.9 | 524.9 | 83.1 | 69 | 61.9 | 54.7 | 47.6 |
| | | 落潮 | 2.8 | 16 | 25.1 | 49.1 | 97.6 | 2.9 | 34.8 | 73.4 | 194 | 510.6 | 83.1 | 69 | 61.9 | 54.7 | 47.6 |
| SW | 14.01 | 涨潮 | 2.3 | 12.2 | 26.5 | 45.8 | 93.6 | 2.7 | 27.4 | 77.9 | 177.2 | 481.2 | 84.2 | 70.1 | 63 | 55.9 | 48.7 |
| | | 落潮 | 2.1 | 10.1 | 20.3 | 47.7 | 94.9 | 2.8 | 26.6 | 66.1 | 196.3 | 505 | 84.2 | 70.1 | 63 | 55.9 | 48.7 |
| W | 21.97 | 涨潮 | 3.8 | 16.6 | 37.1 | 59 | 120.3 | 4.5 | 36.1 | 105 | 210.5 | 569.6 | 80.7 | 66.5 | 59.4 | 52.2 | 43.1 |
| | | 落潮 | 3.3 | 8.1 | 24.3 | 64.2 | 126.4 | 4.2 | 21.6 | 74.8 | 255.4 | 553.3 | 80.7 | 66.5 | 59.4 | 52.2 | 35.6 |
| NW | 22.93 | 涨潮 | 4.1 | 15 | 34.7 | 63.5 | 75.3 | 6.6 | 40.4 | 116.7 | 255.2 | 306.7 | 80.3 | 66.2 | 59 | 51.9 | 36.4 |
| | | 落潮 | 3.9 | 9.3 | 27.8 | 60.7 | 74.9 | 6.7 | 25.4 | 86 | 252.5 | 302.8 | 80.3 | 66.2 | 59 | 51.9 | 36.4 |

表 8.5-5 不同风向、均风条件下溢油发生后 2h、6h、12h、24h、48h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²)

| 风向 | 风速 | 潮汐情况 | 漂移距离 (km) | | | | | 扫海面积 (km ²) | | | | | 残存油量 (%) | | | | |
|-----|------|------|-----------|------|------|------|------|-------------------------|------|------|-------|-------|----------|------|------|------|------|
| | | | 2h | 6h | 12h | 24h | 48h | 2h | 6h | 12h | 24h | 48h | 2h | 6h | 12h | 24h | 48h |
| N | 5.99 | 涨潮 | 1.3 | 3.9 | 12.7 | 30.8 | 57.8 | 1.8 | 8.7 | 43 | 128.3 | 290.7 | 90.9 | 76.9 | 69.8 | 62.6 | 55.5 |
| | | 落潮 | 1.6 | 8.8 | 18.5 | 31 | 58.4 | 2 | 22.2 | 56.3 | 113.7 | 277.3 | 90.9 | 76.9 | 69.8 | 62.6 | 55.5 |
| NE | 6.99 | 涨潮 | 1.6 | 4.3 | 11.3 | 32 | 63.1 | 2.2 | 10.1 | 34 | 132.5 | 313.5 | 89.7 | 75.6 | 68.5 | 61.4 | 54.3 |
| | | 落潮 | 2 | 11.6 | 20.9 | 32.8 | 65.5 | 2.2 | 26.7 | 62.2 | 113.8 | 299.5 | 89.7 | 75.6 | 68.5 | 61.4 | 54.3 |
| NNE | 7.14 | 涨潮 | 1.6 | 4.1 | 12.2 | 32.2 | 61.1 | 2.1 | 8.7 | 40.1 | 135.3 | 312.3 | 89.6 | 75.5 | 68.4 | 61.3 | 54.2 |
| | | 落潮 | 1.9 | 10.4 | 20.4 | 32.6 | 62.3 | 2.2 | 25.5 | 62.3 | 117.7 | 292.4 | 89.6 | 75.5 | 68.4 | 61.3 | 54.2 |
| E | 4.58 | 涨潮 | 1.2 | 4.9 | 10.6 | 28.9 | 58.9 | 1.4 | 11.9 | 31.7 | 99.2 | 217.1 | 92.9 | 79 | 71.9 | 64.8 | 57.6 |
| | | 落潮 | 1.5 | 11.5 | 18.3 | 29.5 | 59.8 | 1.4 | 23.3 | 48.6 | 82 | 198.7 | 92.9 | 79 | 71.9 | 64.8 | 57.6 |
| SE | 3.97 | 涨潮 | 0.9 | 5.7 | 11.8 | 28.5 | 58.2 | 1.1 | 12.8 | 34.6 | 88.5 | 206 | 94 | 80.1 | 73 | 65.9 | 58.8 |
| | | 落潮 | 1.3 | 10.9 | 16.7 | 28.9 | 58.8 | 1.2 | 21.6 | 36.8 | 81.6 | 183 | 94 | 80.1 | 73 | 65.9 | 58.8 |
| S | 5.75 | 涨潮 | 1 | 7.1 | 15 | 31.1 | 63.4 | 1.1 | 15.5 | 44.3 | 106.7 | 281 | 91.1 | 77.1 | 70 | 62.9 | 55.8 |
| | | 落潮 | 1.2 | 10.4 | 16.3 | 31.5 | 63.1 | 1.3 | 21.6 | 39.7 | 108.8 | 276 | 91.1 | 77.1 | 70 | 62.9 | 55.8 |
| SW | 4.75 | 涨潮 | 0.9 | 6.4 | 15.6 | 30.2 | 60.7 | 1.2 | 15.1 | 48.1 | 88.5 | 228.5 | 92.6 | 78.6 | 71.5 | 64.4 | 57.3 |
| | | 落潮 | 0.9 | 7.9 | 14.7 | 31 | 61.7 | 1.2 | 17.8 | 34 | 110 | 253.8 | 92.6 | 78.6 | 71.5 | 64.4 | 57.3 |
| W | 4.92 | 涨潮 | 0.9 | 5.7 | 15.6 | 29.5 | 58.2 | 1.5 | 13.9 | 49.6 | 76.9 | 203.7 | 92.4 | 78.5 | 71.4 | 64.3 | 57.1 |
| | | 落潮 | 0.9 | 6.3 | 14.1 | 30.6 | 59.9 | 1.4 | 15.1 | 30.5 | 110.7 | 240.1 | 92.4 | 78.5 | 71.4 | 64.3 | 57.1 |
| NW | 6.85 | 涨潮 | 1.3 | 5.2 | 15.9 | 31.2 | 60.1 | 2 | 12.6 | 52.7 | 119.4 | 300 | 89.8 | 75.7 | 68.6 | 61.5 | 54.4 |
| | | 落潮 | 1.4 | 6.2 | 15.9 | 32.1 | 60.6 | 2.1 | 16.7 | 47.6 | 128.2 | 304.3 | 89.8 | 75.7 | 68.6 | 61.5 | 54.4 |

图 8.5-9 极风落潮 72h 溢油轨迹图（对保护区影响）

图 8.5-10 极风落潮 72h 溢油轨迹图（对三区三线影响）

图 8.5-11 极风涨潮 72h 溢油轨迹图（对保护区影响）

图 8.5-12 极风涨潮 72h 溢油轨迹图（对三区三线影响）

图 8.5-13 均风落潮 72h 溢油轨迹图（对保护区影响）

图 8.5-14 均风落潮 72h 溢油轨迹图（对三区三线影响）

图 8.5-15 均风涨潮 72h 溢油轨迹图（对保护区影响）

图 8.5-16 均风涨潮 72h 溢油轨迹图（对三区三线影响）

8.6 溢油事故影响分析

8.6.1 溢油对敏感目标的影响分析

本工程一旦发生设定情境下的溢油事故，周边的环境敏感区主要为渔业“三场一通道”、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、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区、黄河口国家公园、东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区、黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线、莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线、莱州湾半滑舌鳎口虾蛄梭子蟹渔业海域限制区、蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护红线、招远重要渔业资源产卵场生态保护红线、胶莱河重要河口生态保护红线、莱州湾单环刺螠重要渔业资源产卵场生态保护红线、潍坊白银河重要河口生态保护红线、长岛斑海豹珍稀濒危物种分布区生态保护红线、山东黄河口三角洲国家级自然保护区等。

由于本项目位于渔业“三场一通道”中的鳎、中国对虾、三疣梭子蟹的索饵场内，在中国毛虾、蓝点马鲛的产卵场内。因此一旦发生溢油事故，溢油将即刻对上述敏感目标造成影响。除即刻抵达鳎、中国对虾、三疣梭子蟹的索饵场和中国毛虾、蓝点马鲛产卵场外，根据预测结果，溢油在预测工况下抵达最近的敏感目标为白姑鱼产卵场最短时间为 5.5h；抵达黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水

域生态保护红线最短时间为 7h；抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区最短时间为 7h；抵达黄河口国家公园最短时间为 7h；抵达山东黄河口三角洲国家级自然保护区最短时间为 15h；抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区-莱州湾保护区最短时间为 17h；抵达招远重要渔业资源产卵场生态保护红线最短时间为 19h，抵达其余敏感区最短时间均在 20h 以上。

根据模拟预测的相应结果，在没有任何应对措施的前提下油膜在风和潮流的共同作用下将会对敏感区并造成严重污染，需要建设单位予以足够重视，在施工和生产过程中，务必加强管理，杜绝事故的发生。应充分利用现有的溢油应急设施，使溢油在抵达附近环境敏感区域之前得以有效控制、回收。

表 8.6-1 溢油对敏感目标影响情况汇总

| | 敏感目标名称 | 不利条件 | 溢油点与敏感区之间的相对距离 (km) | 最短到达时间 (h) |
|--------------|-------------------------------|-------------|---------------------|------------|
| 国家级水产种质资源保护区 | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区-莱州湾保护区 | 极风落潮 NNE | ■ | 17 |
| 海洋特别保护区 | 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 | 极风落潮 NNE | ■ | 7 |
| | 东营广饶沙蚕类生态国家级海洋特别保护区 | 极风落潮 NNE | ■ | 33 |
| | 东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区 | 极风落潮 NE | ■ | 25 |
| “三区三线” | 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 极风落潮 NNE | ■ | 7 |
| | 莱州湾重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 极风涨潮 N | ■ | 25 |
| | 莱州湾半滑舌鳎口虾蛄梭子蟹渔业海域限制区 | 极风涨潮 NW | ■ | 24 |
| | 蓬莱重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 极风落潮 N | ■ | 60 |
| | 招远重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 极风涨潮 NW | ■ | 19 |
| | 胶莱河重要河口生态保护红线 | 极风落潮 N | ■ | 46 |
| | 莱州湾单环刺螠重要渔业资源产卵场生态保护红线 | 极风落潮 NNE | ■ | 40 |
| | 潍坊白银河重要河口生态保护红线 | 极风落潮 NNE | ■ | 39 |
| | 长岛斑海豹珍稀濒危物种分布区生态保护红线 | 极风涨潮 SW | ■ | 61 |
| 自然保护区 | 山东黄河三角洲国家级自然保护区 | 极风落潮 NE | ■ | 15 |
| | 黄河口国家公园 | 极风落潮 NNE | ■ | 7 |
| 渔业“三场一通道” | 中国毛虾、蓝点马鲛产卵场, 鲢、三疣梭子蟹和中国对虾索饵场 | -- | ■ | 即刻抵达 |
| | 白姑鱼产卵场 | 极风落潮 NE | ■ | 5.5 |

8.6.2 溢油对生态环境影响分析

海上溢油一般以溶解状态、乳化状态、吸附和沉降状态等为主,其中以溶解状态毒害最大。溢油对海洋生物的影响包括物理作用和化学毒害两个方面。物理作用包括油品黏附覆盖于生物体表,导致生物丧失或减弱活动能力,堵塞生物的呼吸和进水系统,吸附悬浮物沉降而导致生物幼体失去合适的附着基质等。油类

对海洋生物的化学毒害分为两类：一类是大量的原油造成的急性中毒；另一类是长期的低浓度油类的毒性效应（于桂峰，2007）。

8.6.2.1 对浮游生物的影响

（1）浮游植物

海面溢油直接粘附于浮游植物细胞上，导致浮游植物在强光等不利因素的作用下很快死亡。在溢油海域中，大量溢油漂浮在水面使表层水体产生一层油膜，从而阻断了水体与大气的交换，白天浮游植物进行光合作用所需二氧化碳得不到满足，夜晚浮游植物生理代谢所需氧气也难从大气中获取，正常生理活动会受到不利影响。溢油吸附悬浮物，并沉降于潮间带或浅水海底，致使一些海藻的孢子失去了合适的附着基质，浮游植物的繁殖会受到不利影响。溢油对某些浮游植物种类有加速繁殖的作用，该类浮游植物可利用溢油中的碳、氢等元素，从而加速了细胞的分裂速度，使溢油海域浮游植物群落的多样性指数降低，优势度增高，为赤潮的形成埋下隐患。溢油的处理过程中，经常使用到的消油剂在沉降过程中可能对浮游植物造成影响，造成浮游植物沉降。多环芳香烃碳氢化合物是最常见的溢油团块的基本成分之一，其分子量很大，是溢油成分中对海洋生态系统破坏性最大的化合物之一，多环芳香烃碳氢化合物能够在浮游植物的组织和器官中聚集起来，缓慢而长期地实施其毒性。由此导致溢油海域浮游植物的种类数量和细胞数量将大幅度降低。

（2）浮游动物

当溢油浓度较高时，其急性毒性影响可导致浮游动物在短期内死亡。当溢油浓度较低时，溢油可降低浮游动物的运动能力和摄食率，抑制浮游动物的趋化性，降低或阻抑其生殖行为，影响其正常生理功能，降低生长率。浮游动物在海洋中处于被动的游动状态，会被漂浮于海面的粘稠的溢油紧紧粘住，从而失去自由活动能力，最后随油物质一起沉入海底或冲上海滩。溢油附着于浮游动物体表，还可能堵塞浮游动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息死亡。被溢油薄膜大面积覆盖着的海域，许多浮游动物，如小虾，会错把白天视为夜幕降临，本能的从水深处游向表层，导致浮游小虾会不分昼夜的滞留于海水表层。溢油薄膜起到了类似日全蚀的作用，从而改变了浮游动物的正常活动习惯。以浮游植物为饵料的浮游动物，会由于浮游植物数量的减少而减少。浮游动物被许多经济性生物所食，浮游动物的群落结构、数量特征的变动，不仅直接影响着海洋渔业资源，而且溢油

的有毒成分可以通过生物富集和食物链传递，最终危害人类健康。浮游生物的生产力约占海洋生态系统总生产力的 95%，浮游生物受到损害，就从根本上动摇了海洋生物“大厦”的基础（张计涛，2007）。

8.6.2.2 对游泳生物的影响

溢油黏附于海洋鱼类、甲壳类、头足类和爬行类游泳动物体表后，可能堵塞游泳动物的呼吸系统，导致游泳动物窒息而亡。大型哺乳动物体表黏上溢油后，虽然经过一段时间自己可以清除掉，但是如果摄入体内，会损害其内脏功能。溢油对鱼类的损害尤为严重，其中又以鱼卵和幼体为甚，鱼卵和幼体对石油污染的毒性敏感程度要比成熟个体高约 100 倍（张计涛，2007）。

如果污染事故发生在鱼类的产卵或孵化场，由于油的覆盖和毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置较窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场受到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能受到伤害；无脊椎动物由于逃离溢油现场的速度较鱼类慢，因此其受溢油的损害更大。油污不仅能降低甲壳类动物的摄食率和运动能力，还能抑制甲壳类动物的趋化性，阻抑或降低其生殖行为，延长其蜕皮时间，降低其生长率。溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动物、植物等数量减少，破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。油类污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洞游、繁殖、索饵、分布，从而导致事故海域在一段时间内渔业功能衰退。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤害程度轻，若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

8.6.2.3 对底栖生物的影响

发生溢油后，相当一部分油类污染衍生物甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃将会影响贝类

体内脂肪的代谢平衡，从而加速贝类死亡（Smolders R, 2004）。此外，溢油区域的贝类会受到氧化胁迫，从而导致贝类酶的活性受抑制，发生突变、活动减弱，繁殖力下降，加速衰老（Thomas R E, 2007）。因而溢油污染对底栖生物的累积效应是更主要的。附着在岸边岩石上的一些海洋生物对新鲜石油更为敏感，往往是首批牺牲者。浅滩上受溢油污染过的牡蛎同样会丧生，即使活下来的也不能再食用。被溢油污染过的牡蛎有一股浓浓的石油味，这股味道可以存在一个多月之久。棘皮动物对海水中的任何物质都有敏感性，对石油污染更是如此。大量观测结果表明溢油污染对海星和海胆等棘皮动物的潜在威胁很大。

8.7 地质性溢油风险分析与评价

8.8 浅层气分析及风险防范措施

8.9 环境风险防范措施和应急预案

根据环境风险识别、溢油漂移预测、污染物迁移扩散影响及事故后果分析可知，若发生溢油事故，将会对海洋生态、渔业资源和敏感保护目标产生不利影响，为防止溢油事故的发生，需采取相应的措施减缓事故发生的概率，以及提高溢油应急能力，本节详细阐述了在设计、施工和生产运营期间采取的各项溢油风险防范对策措施和应急方法。

8.9.1 事故防范措施

8.9.1.1 设计阶段防范措施

防止事故发生最有效的途径就是从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理上采取有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。严格按照设计标准进行精心设计，正确地应用设计规范和建造安装规范是油田各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。为此，渤中 34-9 油田 5 井区调整项目的设计根据相关的国家法律、法规，采用了相应国内规范、标准以及国际通用规范和标准。实施这些规范和标准可以保证工程设计、建造和安装质量，是确保安全生产的关键步骤。

(1) 严格按照相关规范设计

严格按照国内外设计规范、设计标准进行工艺、结构、机电设计；设计的设

备应符合安全和环境保护规范和标准。建造和海上施工安装以及竣工后进行入级检验,保证工程设施在设计使用范围内不会由于结构强度、腐蚀、柱基承载以及建筑安装工艺等问题导致结构破坏造成事故性溢油。成立了完整性管理专业委员会,管道设计和建造以国际上认可的规范和标准为依据,选用大于设计寿命的环境条件重现期,同时贯穿于海上设施全寿命的周期管理。

针对新建混输海底管道,海管设计为双层保温管,内外钢管之间加装保温层进行保护;海底管道外包一层混凝土保护层;立管布置在导管架内,可以避免船舶碰撞;近平台膨胀弯及无法挖沟段覆盖有水泥压块保护,可以避免落物撞击损伤;钢管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,还留有足够的腐蚀余量。为防止受外力撞击引起的管线破裂事故,管道设计埋深 1.5m 以上。

(2) 设计火气监控系统

目的是为了及时、准确地探测到可能或已经发生的可燃气体泄漏事故和火情,并及时采取相应措施以保护平台人员和设施的安全。火气监控系统主要包括控制系统和现场探测、报警设备。

(3) 设置紧急关断系统

目的是为了保护平台人员和设备的安全,防止环境污染,将事故的损失限制到最小。紧急关断系统的设计应确保:某一级别关断能启动所有较低级别关断,而不能引起较高级别的关断。在平台可燃气体泄漏、发生平台火灾、输油管道破裂、恶劣天气等不利条件下,平台可执行紧急关断。

(4) 平台监控系统

通过电视监控系统和油井自动化监控系统进行监控,油井参数发生波动,自动化监控系统就会发出报警,平台值班人员去现场落实情况。在平台上安装监控设备,实时监测平台进红线区一侧的海面情况,一旦发现有油花、油膜确认发生溢油,通过油井自动化监控系统进行远程关停相关油井,安排船舶人员赶赴现场进行应急处理。

(5) 注重安全可靠

用国际通用规范进行危险区和非危险区划分,对危险区设计高等级防火系统。设计中配备各种易接近和易保修的设备并有备用。

8.9.1.2 施工阶段防范措施

(1) 井喷或井涌事故防范措施

- ① 严格实施钻完井作业规程；
- ② 在钻台、泥浆池和泥浆工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，探测并迅速扩散聚集的烃类气体；
- ③ 安装井口防喷器；
- ④ 设置消防喷淋系统，关键场所设手提灭火器；
- ⑤ 设置溢油应急设施，一旦发生井喷便启动溢油应急计划；
- ⑥ 开钻之前制定周密的钻完井计划；
- ⑦ 配备安全有效的防喷器组（要求压力等级高于地层压力）以及良好的压井材料、井控设备；
- ⑧ 对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；
- ⑨ 加强钻时观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业。

(2) 船舶碰撞事故防范措施

作业者制定了相应的保护和检测程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。按照《海上固定平台安全规则》的要求在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾笛、平台标志牌等。

为有效减少船舶碰撞事故的发生，有必要对船舶碰撞事故进行预防和综合控制。船舶管理者对安全航行进行计划、组织、指挥、协调和控制等活动，以达到保护人员安全和防止溢油事件发生的目的。

① 施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。操作人员认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规；使用安全航速；配齐必要的助航仪器（海上作业已配备 AIS 船舶防撞系统）。

② 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，充分利用听觉、雷达以及适合当时环境和情况下的一切有效手段，保持不间断瞭望。

③ 协助相关部门作好进作业船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，避免船舶的碰撞。制定严格的船舶施工作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。

④ 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

⑤ 施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向公司海事部门及主管部门报告。

⑥ 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

(3) 火灾爆炸事故防范措施

① 对油田各部分设施提供防火、防爆保护，安装足够的消防设备；

② 合理布置平台设施，对危险区采取有效地隔离措施来降低风险；

③ 针对部分平台实施结构监测预警，在线监测平台结构关键点的应力、倾斜、震动及高程变化，实现了结构安全的实时监测、异常预警、超限报警；

④ 加强值班人员的巡逻检查，一旦发现管件、阀门松动、损坏等情况，及时进行检修或更换；

⑤ 设置监控系统，用以及时、准确地探测到可能发生或已经发生的火情或可燃气体泄漏，及时采取相应的安全措施（如报警、关断、消防等），以保护平台人员和设备的安全。

(4) 输油软管溢油事故防范措施

为防止在供应船卸载燃料油在接受燃料油作业时发生输油软管泄漏，作业者定期对输油软管进行安全检测，对输油软管进行定期保养维护，并制定切实可行的输油作业操作规程，一旦发现输油作业有滴漏现象，应立即停止输油作业，并及时上报，进行应急处理。

① 提前观测天气、海况等，避免在恶劣天气条件下输油作业，减少溢油风险。

② 输油结束及时扫线，防止残留在输油油管内的油类泄漏。

③ 作业前进行软管压力测试。

④ 输油软管破裂引起溢油时应采取的措施：

⑤ 立即关断输油泵；

⑥ 启动溢油应急计划。

(5) 地质性溢油事故防范措施

地质性溢油事故防范措施见 8.7.5 小节。

(6) 钻遇浅层气风险防范措施及应急方法

钻遇浅层气风险防范措施见 8.8.3 小节。

8.9.1.3 生产阶段防范措施

为确保油田生产阶段的安全生产，油田在设计阶段充分考虑油田各部分的保护措施并提供防火、防爆保护，提供充分的消防设备；精心考虑各部分的合理布放，对危险区采取有效的隔离措施来降低危险程度；对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置相应的应急关断系统。在生产工艺区装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

(1) 井涌或井喷

正常生产作业过程中，发生井涌或井喷的概率较小。在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能导致发生井涌，若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。本工程运营阶段修井作业采取的主要预防措施有：

- ① 加强对地层、地质资料的勘查研究，减少因认知缺乏而产生的事故。
- ② 定期对设备进行安全排查，发现问题及时处理。
- ③ 加强人员培训，避免人员操做失误引发的事故。

(2) 平台油气管线/油类储罐泄漏溢油事故防范措施

对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置相应的应急关断系统。在生产工艺区装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

在日常生产活动中加强对油气输送管线/储罐等容器的巡检工作，发现油类跑、冒、滴、漏等现象及时处理，避免油类入海。平台上设有围堰及收集措施，在发生油类物质泄漏事故时能做到及时收集并将泄漏的油类物质打入开闭排系统中，避免油类物质入海。

(3) 海底管道泄漏防范措施

针对海底管道溢油事故，主要制定了以下防范措施：

- ① 严格按照设计标进行设计，正确应用设计规范和安装规范；
- ② 采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范；
- ③ 各油田制定相应的管线保护和检测程序；
- ④ 值班船对管线沿途进行巡视；
- ⑤ 对海底管道进行不定期和定期检测；

- ⑥ 设置压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置；
- ⑦ 设置相应的应急关断系统；
- ⑧ 海底管线监控配备船舶 AIS 预警系统。

(4) 冬季突发溢油事故防范措施

发生在冰期的溢油，要根据冰区水深、海冰类型、冰区水温以及冰区溢油的特点等进行分析论证，从而有针对性采取应对防范措施。发生在冰区的溢油，通常具有以下特点：

一是溢油往往处于积冰覆盖水域里、浮冰之间的池湾中或处于冰层的下面。

二是溢油扩散速度相对减慢。由于受积冰和低温的影响，溢油的扩散和运动速度通常较慢，容易形成厚的油膜区，更有利于溢油回收。碎冰里的溢油，因在浮冰之间扩散，其扩散速度要小于开阔无冰的水域，当遇到流动的水时就会分散开，但遇到冰或雪就会放慢速度或停止。冰层下面的油一般上升到冰层的底面之后会因受到冰层的阻挡而向周围扩散或聚集在冰窝里面。

三是溢油的风化速度相对较慢，就是说乳化速度以至由此带来的粘度增加的速度相对更慢，进而为多种应急技术的使用增加了时机，如积冰较多，有时可为焚烧技术的应用提供有利条件。

四是如发生的溢油只是在冰层的表面，通常会集结在冰体表面的一定范围内。如正在结冰，聚集的油就会很快被封裹在冰层里面，只有到春天冰雪消融时，被封裹的油才会被释放出来重新回升到水面上，释放出来的油的具体位置，往往取决于含油冰块最终在哪里融化。冰区溢油以上这些特点会直接或间接影响到溢油的流动和风化程度，影响到溢油轨迹的跟踪和监视，给应急反应技术的有效应用增加了困难。

和无冰海区相似，溢油在有冰海区主要经过扩散、漂移、风化（蒸发、分散、溶解、乳化、光化学、沉降、生物降解）等物理、化学和生物过程，但具体过程有较大差异。一方面，由于溢油环境温度接近或等于海水冰点温度，溢油的物理、化学性质在常温海水中不同。例如某些溢油的流体力学性质发生一定变化，可能呈现为高粘度或固态。另一方面，溢油除了与大气和海水发生相互作用外，还要与海冰这一介质发生作用。这些都使得溢油清理技术及对策都与无冰海区不同。

我们借鉴国外相对成熟理论和先进经验，制定出有针对性的冰区溢油防治措施，对现有围控和收油设备设施进行改进，使围油栏增加抗碎冰冲击强度和抗低

温环境，撇油器增加前端保护，阻拦碎冰进入而提高收油效率。另外，增添对输油、集油泵和集油管线的保温装置，保证高粘度溢油收油过程中不会产生堵塞。如果最寒冷冬季发生平整冰情况下的溢油，在保证作业安全和结冰厚度足够条件下，可使用铲车和人工方法收集溢油。

对于有冰海区溢油清理技术及对策研究这个课题人类一直在进行当中，相信在将来会有更有效的解决冰区特别是大块浮冰溢油的应急策略，确保有效防治冰区溢油危害，保护海洋的生态环境。

(5) 地质性溢油事故防范措施

地质性溢油事故防范措施见 8.7.5 小节。

8.9.2 溢油事故应急处理措施

本项目虽在设计、建造、施工和运行期间将采取各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上油气泄漏事故发生的可能性。这种发生概率很低，但却难以预料，仍然存在不可忽视的环境风险。因此必须在以预防为主的基础上，配备适当的应急设备，制定科学的应急预案并建立严格的应急程序，并充分利用现有的应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上油气泄漏的环境危害程度。

8.9.2.1 制定溢油应急计划

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》（环海洋函〔2022〕27 号）的相关规定，编写制定了《渤中 34-9 油田溢油应急计划》（2021 年 3 月）并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局进行了申请备案。应急计划的主要内容应包括油田作业情况、应急组织体系、溢油风险分析与预防措施、溢油事故的处置、溢油应急力量和溢油应急保障等。建设方需针对本项目新增的内容对已有应急计划进行修编，将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理。

8.9.2.2 应急组织机构

(1) 天津分公司应急组织机构

渤南作业公司为中海石油（中国）有限公司天津分公司所辖作业公司之一，

渤中 34-9 油田纳入天津分公司应急管理体系。天津分公司建立了公司应急组织机构，主要包括：应急指挥中心、应急协调办公室、天津分公司应急值班室、技术专家组、通讯保障队、资金保险 组、服务支持组、秘书组、兴城应急分中心、蓬莱应急分中心、射阳应急分中心。如图 8.9-1 所示。

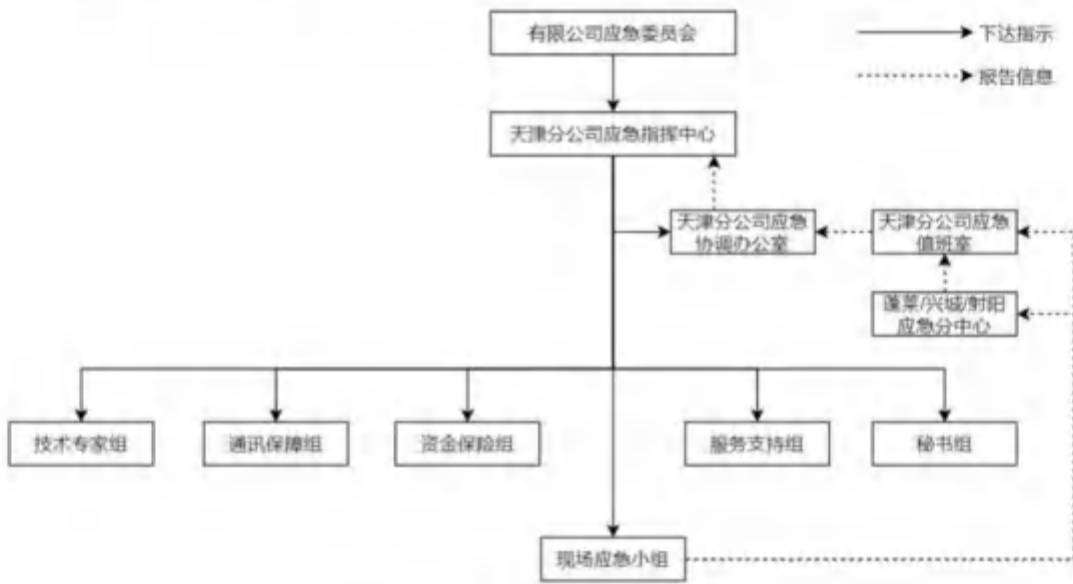


图 8.9-1 公司应急组织机构

(2) 渤中 34-9 油田应急组织机构

渤中 34-9 油田总监作为整个油田的应急总指挥，安全监督作为 BZ34-9CEPA 和 KL6-1WHPA 的现场指挥，BZ34-9WHPB 平台长作为该平台的现场指挥。总指挥向渤南作业公司和天津分公司应急协调办公室汇报应急工作。渤中 34-9 油田应急组织机构如图 8.9-2 所示。



图 8.9-2 渤中 34-9 油田溢油应急小组组织机构图

8.9.2.3 溢油事故的处置

(1) 溢油事故的报告

发生溢油事故后，无论大小均必须尽快按向上级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报。溢油事故报告应至少包括下列内容：

- 1、溢油事故发生的地点、时间、初步原因（井喷、油罐破裂、撞船等，并

分析人为因素或自然因素)、溢油量、溢油方式(一次性溢油或连续性溢油)。

- 2、目前采取的应急措施及其有效程度。
- 3、除现场的自身力量外,需要求助其他溢油应急力量的援助要求等。
- 4、填写溢油事故报告表。

根据国家海洋局令第 1 号,关于《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》第二十条之规定,应将溢油情况向政府主管部门汇报。在现场溢油事故发生后第一时间,现场应急小组组长应报告给天津分公司应急值班室,分公司应急值班室依据分公司程序进行报告,分公司在发生溢油事故 1 小时内报告政府主管部门及相关单位。

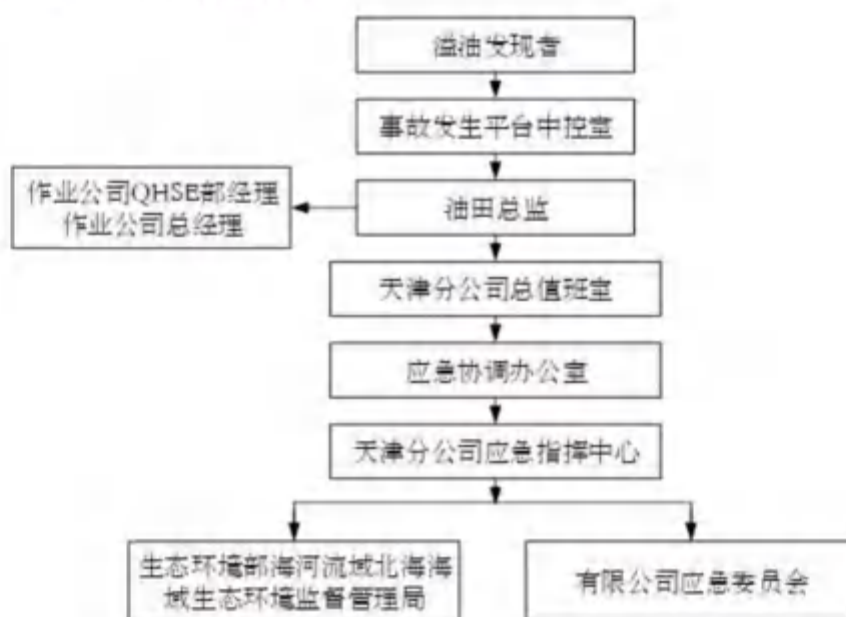


图 8.9-3 溢油事故报告程序图

(2) 溢油事故分类

根据《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》(环海洋函〔2022〕27 号)的规定,海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大、一般四级。

1) 特别重大溢油污染环境事件

溢油量 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件;或者溢油量 500 吨以上且可能污染敏感海域,或者可能造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件;

2) 重大溢油污染环境事件

溢油量 500 吨以上 1000 吨以下，但不会污染敏感海域，不会造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

3) 较大溢油污染环境事件

溢油量 100 吨以上 500 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

4) 一般溢油污染环境事件

溢油量 1 吨以上 100 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

(3) 溢油事故应急程序

溢油事故发生后，可按图 8.9-4 所示开展溢油事故应急处理工作。

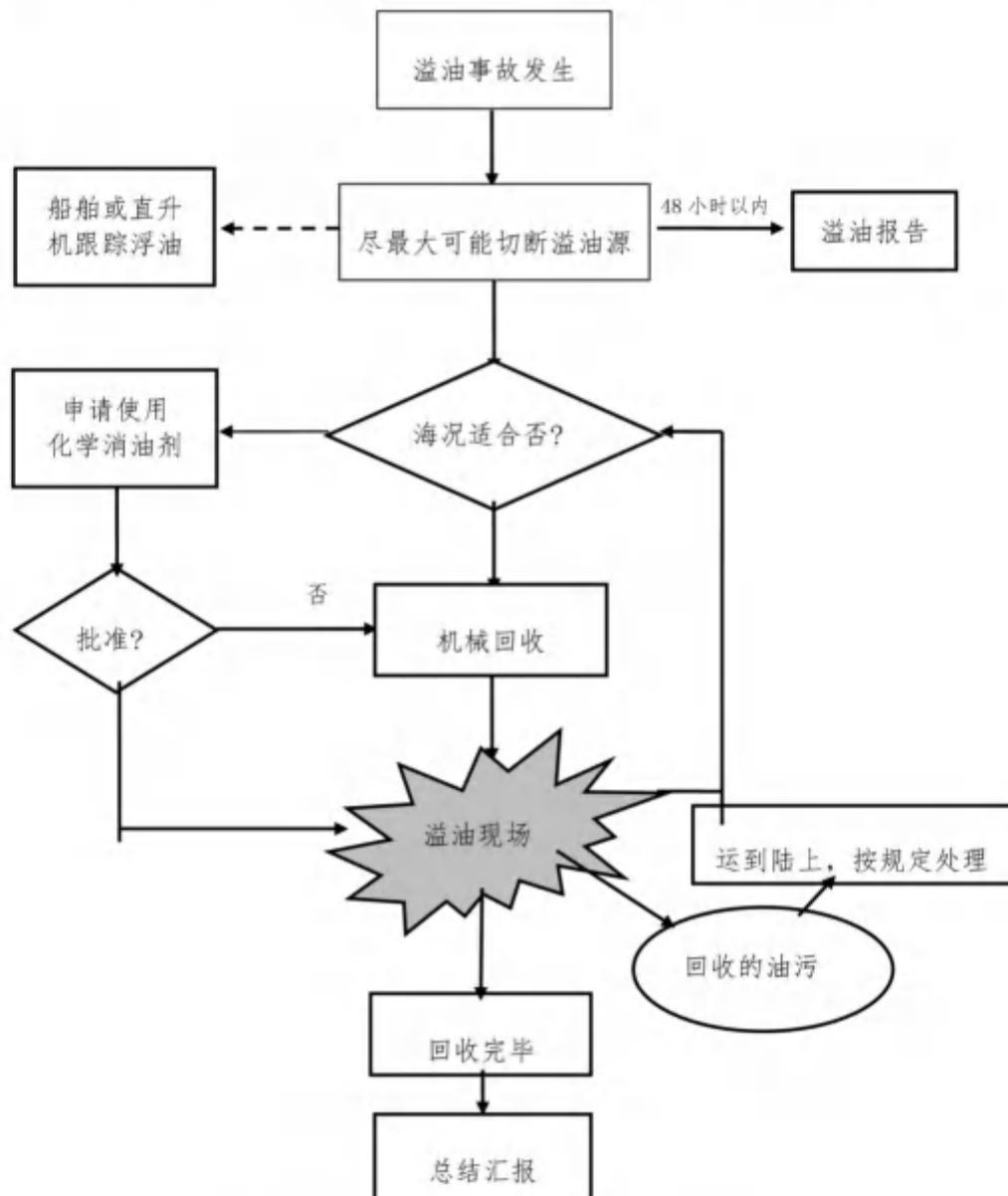


图 8.9-4 一般溢油事故应急程序

(4) 溢油控制和清除方法

根据不同油品特性及不同条件采取相应的溢油处理方法。溢油处理方法很多。针对海上的溢油应急情况可选择一些溢油控制方案,但必须考虑到所需设备、环境因素的影响,因此要注意优先权的选择。通常可选择的措施有围控和机械回收、喷洒化学消油剂等。油膜围控和机械回收方案为根据现有项目实际过程中的实施方案,在多个实际案例中依照这一方法进行,能够较好地实现油膜围控及回收。

1) 围控和机械回收

油溢到水面后,自身重力和风、流以及其他因素的作用下会迅速扩散和漂移。因此,溢油应急反应的首要任务是尽快采取有效措施,控制溢油,阻止其进一步扩散和漂移,以减少水域污染范围,减轻污染损害程度。这种将溢油控制在较小范围并阻止其进一步扩散和漂移所采取的措施称为溢油围控。

围油栏对溢油的围控、导流和防范作用,要通过适当的布放形式来实现。在开阔水域布放围油栏主要采用两船拖带和三船拖带方式,具体根据实际情况而定。

①两船拖带之“J”型

这种形式需要用两艘船。一艘作为主拖船,用于拖带围油栏较短的一端,同时存放所需的回收设备和回收作业人员;另一艘作为辅拖船,用于拖带围油栏较长的一端。围油栏的长度需要 200-400 米。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40 米,撇油器放置在 J 形的底部。围油栏要尽可能紧靠在主拖船的一侧(10-20 米),以便于撇油器或其它回收设备的操作。

为了获得并保持理想的围油栏底部形状,可以通过拉动连接围油栏与船舶之间的绳索,对围油栏底部的形状进行适当的调整。

在进行两船拖带作业时,一般情况下,主拖船为指挥船,主拖船应根据溢油围扫情况及时、准确地向前面的拖船发出指令,拖船应注意随时与主拖船良好的通信联络,严格按照指令及时调整航向和航速,只有这样才能时刻保持良好的 J 型围扫形式,达到理想的溢油回收效果。

J 型

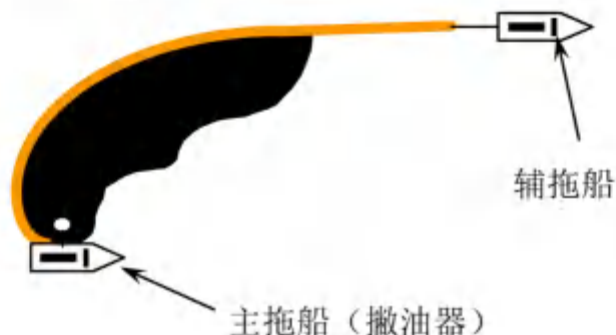


图 8.9-5 “J” 型拖带

②两船拖带之“U”型

U 形拖带由三艘船来完成。拖带时，在前面两艘拖带船同时并进的同时，第三艘船舶则应根据两艘拖船行进的速度，始终处于 U 形的底部外侧，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收作业。此种形式的围扫作业，回收量较大。

U 型

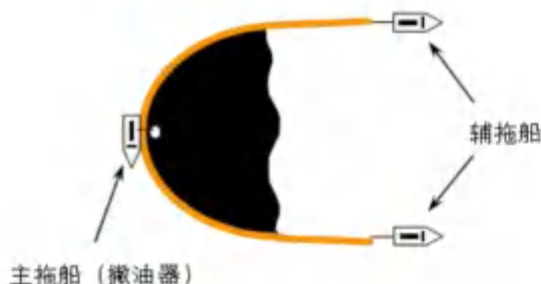


图 8.9-6 “U” 型拖带

2) 薄油膜处置

通过以上的围控和回收作业，海面上可能还残留有少量薄油膜。目前利用现有的技术与设备很难处理薄油膜，比较有效的处理方法是：采用机械回收（吸油拖栏、吸油毛毡）的方法和采用物理消散（机械搅动）的方法。

①利用船舶的螺旋桨搅和消防水炮对油膜进行搅动，大块油膜分散成小块油膜，加快挥发。

②将吸油拖栏和吸油毛毡放在围油栏内浮油集中的地方，吸附海面上剩余的分散小油膜。

③吸油毛毡吸附油后，将其打捞上来。

3) 化学消油剂使用

消油剂可以破坏油膜，使水面溢油乳化成水包油的微小微粒，进入水体。如

果在浅海和滩涂的溢油中滥用，会导致二次污染，对其使用必须严格限制。

①法规要求

根据《中华人民共和国石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》第二十条规定，海面溢油首先使用机械回收，消油剂应严格控制使用，并遵守国家海洋局 2015 年 11 月 23 日发布的国家海洋局关于修改《关于颁发〈海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定〉的通知》等三份规范性文件的决定的公告。

当出现下列情况之一时，不得使用消油剂：

- 油膜厚度大于 5mm；
- 溢油为易挥发的轻质油品，而且预计油膜迁移至敏感区域之前即可自然消散；
- 溢油在海面呈焦油状、块状、蜡状和油包水乳状物（含水 50% 以上）以及溢出油的粘度超过 5000mPa·s；
- 海域水温低于 15℃（可在低温环境下使用的消油剂除外）；
- 溢油发生在养殖区、经济鱼虾繁殖季节的区域。

此外每个溢油点（两溢油点间距小于 1000 米者为一个溢油点）的消油剂一次性使用量不得超过规定数量。

表 8.9-1 消油剂使用要求

| 海区 | 一次性使用量 | 备注 |
|--------|----------------------------------|-----------|
| 渤海 | 消除 1 吨溢油 (普通型消油剂 0.3—0.5 吨) | 大于 10 米水深 |
| 黄海和北部湾 | 消除 1.5 吨溢油 (普通型消油剂 0.5—0.7 吨) | 大于 10 米水深 |
| 东海和南海 | 消除 2 吨溢油 (普通型消油剂 0.7—0.9 吨) | 大于 10 米水深 |

每个溢油点 24 小时内累计用量不得超过一次性用量的一倍，喷洒间隔必须大于 6 小时。

国家海洋局 2017 年 10 月 10 日发布了《国家海洋局取消“海洋石油勘探开发化学消油剂使用核准”和“海洋工程拆除或改作他用的审批”》，取消“海洋石油勘探开发化学消油剂使用核准”，拟采取事中事后监管措施。

②使用原则

除上述规定外，在决定使用消油剂时，还应严格遵循下述两个原则：

- 溢油分散剂作为最后的手段，只有在溢油预计漂向岸边或环境敏感水域时，且由于天气和海况的原因，机械回收失败的情况下才使用。

● 溢油分散剂须在海面能见到油污时才能使用，并避免向清洁的海域喷洒，一般溢油分散剂的喷洒在白天进行。

8.9.3 溢油应急物资分析

8.9.3.1 油田自身溢油物资

渤中 34-9 油田 5 井区属于渤中 34-9 油田，《渤中 34-9 油田溢油应急计划》适用于渤中 34-9 油田所处海域范围内油田的开发生产活动中发生溢油事故初始阶段的应急处置，与中海石油（中国）有限公司《天津分公司溢油应急计划》衔接。

本项目在 BZ34-9WHPC 平台建成后，在平台上配备适量消油剂。此外本项目所属的渤中 34-9 油田也按照法规要求在 CEPA 平台上存放有一定数量的溢油应急设备。一旦发生小型的溢油事故，渤中 34-9 油田将以 CEPA 平台为中心，利用平台的溢油应急资源进行处理，主要通过平台吊车将溢油应急设备吊放到值班守护船上，按照现场应急职责分工实施应急工作。若发生中、大型溢油事故时，及时调用外部应急力量。

表 8.9-2 渤中 34-9 油田溢油应急回收设备一览表

| 序号 | 物资规格型号 | | 数量 |
|----|----------|--|----|
| 1 | 围油栏系统 | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 2 | 撇油器 | | |
| | | | |
| | | | |
| 3 | 消油剂喷洒装置 | | |
| 4 | 高压清洗机 | | |
| 5 | 浮动储油囊 | | |
| 6 | 溢油分散剂 | | |
| 7 | 吸油毛毡 | | |
| 8 | 吸油拖栏 | | |
| 9 | 动力/设备集装箱 | | |

8.9.3.2 周边可利用油田溢油物资

渤中 34-9 油田现有溢油应急能力可在一般溢油事故初级阶段有效拦截、回

收溢油。如果发生较大型及以上级别的溢油事故或溢油处理所需的设备、人员超出渤中 34-9 油田现有的溢油应急力量，需寻求外部的溢油应急力量的援助，如渤海地区其他油田的溢油应急设备及人员。周边部分油田配备的溢油应急资源见表 8.9-3。

表 8.9-3 周边油田溢油应急资源

| 单位 | | 垦利油田群 | | | 渤中 25-1 油田 | 垦利 10-1 油田群 | 渤中 34 油田群 | |
|------|------|------------|--------------|------|------------|-------------|------------|---------------|
| 存放地点 | | 垦利 3-2CEPA | 渤中 35-2CEP A | 东营终端 | FPSO113 | KL10-1CEP | BZ34-1CEPA | BZ34-2/4 CEPA |
| 围油栏 | 型号 | | | | | | | |
| | 厂家 | | | | | | | |
| | 总长 | | | | | | | |
| | 工作干舷 | | | | | | | |
| | 围板深度 | | | | | | | |
| | 抗浪 | | | | | | | |
| | 抗风 | | | | | | | |
| | 抗流 | | | | | | | |
| | 布放时间 | | | | | | | |
| | 回收时间 | | | | | | | |
| | 储存方式 | | | | | | | |
| | 储存温度 | | | | | | | |
| | 工 | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 单位 | | 垦利油田群 | | | 渤中 25-1 油田 | 垦利 10-1 油田群 | 渤中 34 油田群 | |
|-------|------|-------|--|--|------------|-------------|-----------|--|
| | 作温度 | | | | | | | |
| | 总重量 | | | | | | | |
| 动力装置 | 型号 | | | | | | | |
| | 厂家 | | | | | | | |
| | 功率 | | | | | | | |
| 撇油器 | 型号 | | | | | | | |
| | 厂家 | | | | | | | |
| | 重量 | | | | | | | |
| | 适用油品 | | | | | | | |
| | 回收效率 | | | | | | | |
| | 工作方式 | | | | | | | |
| | 布放方式 | | | | | | | |
| | 回收能力 | | | | | | | |
| | 型号 | | | | | | | |
| | 容积 | | | | | | | |
| 存储油器具 | 数量 | | | | | | | |
| | 数量 | | | | | | | |
| 喷洒设备 | 数量 | | | | | | | |
| | 厂 | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 单位 | | 垦利油田群 | | | 渤中 25-1 油田 | 垦利 10-1 油田群 | 渤中 34 油田群 | |
|-------------|------|-------|---|---|------------|-------------|-----------|---|
| 家 臂 长 | | | | | | | | |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | 喷洒速度 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 手持喷枪 | 数量 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 厂家 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 最大射距 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 消油剂 | 型号 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | 厂家 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | 数量 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 其他 | 吸油毡 | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ |

8.9.3.3 陆上环保基地溢油应急能力

按照“中海石油（中国）有限公司天津分公司外部溢油应急力量协议”，当发生海上溢油应急事件时可调用中海石油环保服务有限公司的溢油应急设备资源及相关环保人员。其配备的溢油应急物资见表 8.9-4。

表 8.9-4 中海石油环保服务有限公司（COES）溢油应急资源

| 序号 | 设备名称 | 类型 | 型号 | 主要参数 | 数量 | | | 小计 |
|----|--------|----|----|------|------|------|------|----|
| | | | | | 塘沽基地 | 绥中基地 | 龙口基地 | |
| 1 | 围油栏(m) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2 | 撇油器(套) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 设备名称 | 类型 | 型号 | 主要参数 | 数量 | | | 小计 |
|-------|---------|----|----|------|------|------|------|----|
| | | | | | 塘沽基地 | 绥中基地 | 龙口基地 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 可回收溢油 | | | | | | | | |
| 3 | 喷洒装置（套） | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 4 | 消油剂（T） | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 5 | 储存装置（套） | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 设备名称 | 类型 | 型号 | 主要参数 | 数量 | | | 小计 |
|----|----------|----|----|------|------|------|------|----|
| | | | | | 塘沽基地 | 绥中基地 | 龙口基地 | |
| 6 | 高压清洗机（套） | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 7 | 吸附材料 | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

8.9.3.4环保船

目前中海石油环保服务有限公司（COES）已在渤海投入使用 5 艘专业环保船（ ）。在保障海上平台日常安全、环保生产的同时，一旦渤海海域内油田发生中、大型溢油，凭借专业环保船舶的溢油处理能力和专业性能，溢油现场将能够得到快速、有效地控制，每一艘环保船的溢油回收能力每小时可达 200m³。

8.9.4 溢油应急能力可行性分析

8.9.4.1溢油应急响应时间分析

渤中 34-9 油田按照自身情况配置了部分溢油应急资源及设备，渤中 34-9 油田现有溢油应急资源可满足本油田小型的溢油事故需求。随着溢油事态发展需要时，及时向应急协调办公室报告，由应急协调办公室组织、协调周边油气田及陆地的溢油应急资源设备及环保人员进行下一步的海上溢油清理作业。

（1）油田自身应急响应时间分析

渤中 34-9 油田虽在各阶段采取了各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上溢油事故发生的可能性。在以预防为主的基础上，必须充分利用现有的溢油应急处理能力和措施，以尽最大能力降低海上溢油的环境污染程度。

1) 守护船位于现场值班。保证日常生产及应急响应作业的需要，该船可用于监视溢油动向，辅助溢油回收。

2) 考虑到设备吊装和布防, 油田内部设备的应急响应时间需要 1.5 小时。

(2) 周边可借用的应急资源响应时间分析

如有需要, 还可以调用天津分公司其它油田的溢油应急设备增援本油田进行回收作业。本项目所在油田自身和可借用的溢油应急物资分布见图 8.9-7, 各处应急物资抵达 BZ34-9WHPG 平台的时间可见表 8.9-5。

图 8.9-7 本项目周边可利用的溢油应急资源分布情况

表 8.9-5 渤中 34-9 油田自身及周边应急资源响应时间表

| 优先调用次序 | 应急资源所有者 | 动员时间 | 与溢油点距离 | 与东营黄河口生态国家级海洋特别保护区的距离 (油膜抵达位置) | 航行时间 (溢油点/保护区) | 到达时间 (溢油点/保护区) |
|--------|---------------------|------|--------|--------------------------------|----------------|----------------|
| 1 | 渤中 34-9 油田 | 1h | ■ | ■ | 0.5h/1h | 1.5h/2h |
| 2 | 渤中 35-2 油田 | 1h | ■ | ■ | 1h/1.5h | 2h/2.5h |
| 3 | 垦利 3-2 油田 | 1h | ■ | ■ | 1h/0.5h | 2h/1.5h |
| 4 | 渤中 34-2/4 油田 | 1h | ■ | ■ | 1h/1h | 2h/2 h |
| 5 | 渤中 34-1 油田 | 1h | ■ | ■ | 1h/1.5h | 2h/2.5h |
| 6 | 垦利 10-1 油田 | 1h | ■ | ■ | 1.5h/0.5h | 2.5h/1.5h |
| 7 | 渤中 25-1 油田 | 1h | ■ | ■ | 3h/2.5h | 4h/3.5h |
| 8 | 东营原油终端 | 2h | ■ | ■ | 4h/3h | 6h/5h |
| 9 | 中海石油环保服务有限公司 (龙口基地) | 2h | ■ | ■ | 4.5h/5h | 6.5h/7h |
| 10 | 中海石油环保服务有限公司 (塘沽基地) | 2h | ■ | ■ | 10h/10h | 12h/12h |
| 11 | 中海石油环保服务有限公司 (绥中基地) | 2h | ■ | ■ | 12h/12.5h | 14h/14.5h |

注: 上表的抵达时间均以平台/基地间的直线航行距离为计算基础得出, 船舶航行速度为经济平均航速 11 节 (约 20km/h)。在实际中, 陆地运输受交通路况影响; 海上受海况影响, 船舶会以船舶的最大航速航行, 确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间内到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

8.9.4.2 溢油应急物资能力分析

由于目前尚未发布海上油气田的溢油应急能力评估方法, 本项目主要根据海洋油气田开发工程现场溢油应急适用情况、部分参照《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013) 的基础上进行溢油应急能力的估算。

(1) 围控与防护能力

海洋油气开发工程发生溢油事故后,通过布设围油栏等措施对水面溢油进行围控,以防止溢油扩散、辅助溢油回收和清除。围油栏对溢油的围控、导流和防范作用,要通过适当的布放形式来实现,当 U 形布放围油栏时,回收船舶始终处于 U 形的底部,利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收。此时,围油栏长度与油膜体积存在如下关系:

$$L = \ln(0.1t + 1) \sqrt{\frac{60\pi m}{d\phi\rho}}$$

式中:

L ——围控溢油所需围油栏长度, m;

m ——泄漏油品质量, t;

t ——溢油发生之后的时间, h;

π ——圆周率, 无量纲;

d ——油膜厚度, m, 在 0.005-0.05m 之间, 这里取最小值 0.01m;

ϕ ——围油栏利用系数, 取 0.9;

ρ ——泄漏油品密度, g/cm³。

根据表 8.9-5 可知, 绥中基地的应急资源最晚于 14h 抵达溢油现场, 按照 14h 计算出本项目所需要调用的围油栏长度为 1519m。若按照本油田应急资源最快抵达时间 1.5h 计算, 则计算出本项目所需要调用的围油栏长度为 243m。

(2) 回收与清除能力

机械回收能力按下式进行:

$$E = V * b / (\alpha * h)$$

式中: E ——收油机回收速率, m³/h; V ——总溢油量, m³; b ——机械回收

量占总溢油量的比例，40%~60%； α ——收油机回收效率（回收液体中石油类的比率），50%~80%； h ——回收工作时间（h），取 24h；

溢油总量按 [REDACTED] 计算，取 b 为 40%， α 为 50%，则本项目代表性事故所需的机械回收能力约为 5m³/h。

[REDACTED]

(3) 临时储存能力

临时储存装置的储存能力应该满足合理储存并及时转运回收的溢油的需要。根据机械回收能力、储存容积、转运能力等因素计算临时储存能力，一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作 12h 回收的油水混合物储存需求，可根据转运能力进行响应的调整。转运能力指通过过驳、运输、卸载等方式及时将回收的油水混合物转移处理，保障回收作业连续进行的能力。

$$C=E*t$$

式中： E ——收油机回收速率，m³/h； t ——临时储存回收时间，h，一般取 12h；根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为 60m³。

[REDACTED]

(4) 小结

表 8.9-6 本项目可利用的溢油应急能力一览表

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 溢油规模 | 溢油应急能力估算 | 渤中 34-9 油田应急能力 | 周边平台应急能力 | 东营原油终端 | 塘沽基地 | 绥中基地 | 龙口基地 | 合计 | 是否满足本项目需求 |
|------|---------------|----------------|----------|--------|------|------|------|----|-----------|
| ■ | 围油栏 (m) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | 是 |
| | 机械回收能力 (m³/h) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | 临时储存能力 (m³) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |

由上述分析可知，本项目所在油田群自身及周边平台均配备了较为充足的溢油应急物资。此外按照“中海石油（中国）有限公司天津分公司外部溢油应急力量协议”，当天津分公司需要，当发生海上溢油应急事件时，可调用中海石油环保服务有限公司的溢油应急设备资源及相关环保人员。根据分析可知，本项目可以利用的溢油应急资源能满足 ■ 溢油的应急处理需求，现有应急力量可以满足本项目对溢油风险防控的需要。

8.10 结论

本项目施工期及运营期可能发生的风险包括井涌或井喷、船舶碰撞、平台火灾、地质性溢油事故、海底管道泄漏事故。经识别本项目代表性事故为新建海底混输管道泄漏事故，最大可能溢油量不超过 ■。

由于本项目位于渔业“三场一通道”中的鲢、中国对虾、三疣梭子蟹的索饵场内，在中国毛虾、蓝点马鲛的产卵场内。因此一旦发生溢油事故，溢油将即刻对上述敏感目标造成影响。溢油对索饵场及产卵场的影响主要体现在对鱼卵及其生境的影响，若在设定情景下发生溢油，经预测溢油最快于 5.5h 抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区（东营黄河口生态限制区），将对其造成一定的影响。为了防止溢油事故发生，减轻溢油事故影响。建设方从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理上采取了有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。同时也编制了相应的溢油应急计划，并配备了一定的溢油应急物资。在发生溢油事件的第一时间便能进行反应，展开现场海上溢油的围控和回收作业，对初期溢出的少量油类进行围控和清除，同时尽可能及时封堵泄漏孔，防止油品继续溢出。发生溢油后本项目将依托 BZ34-9CEPA 平台现有溢油应急设施及周边可协调的溢油应急设施进行处理。BZ34 -9CEPA 平台配备的应急物资包括围油栏、撇油器、消油剂、吸油毛毡等（围油栏 400 米，机械回收能力

30 立方米/小时，临时储油能力 20 立方米），值班船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守，渤中 34-9 油田内部有一艘值班船作为工作船，用于携带溢油回收设备，油田内部运输船作为拖船拖带引导围油栏布设，最快 1.5 小时抵达现场处理溢油事故，最快 2 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区，每小时可回收油 30 立方米。附近可依托的应急资源包括渤中 35-2 油田、垦利 3-2 油田、垦利 10-1 油田、渤中 34-1 油田、渤中 34-2/4 油田、渤中 25-1 油田、东营原油终端所存放的溢油应急资源，渤中 35-2 油田（围油栏 400 米，机械回收能力 30 立方米/小时，临时储油能力 20 立方米）可在 2 小时内到达溢油现场，最快 2.5 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区；垦利 3-2 油田（围油栏 400 米，机械回收能力 30 立方米/小时，临时储油能力 20 立方米）可在 2 小时内到达溢油现场，最快 1.5 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区；渤中 34-2/4 油田（围油栏 400 米，机械回收能力 30 立方米/小时，临时储油能力 20 立方米）可在 2 小时内到达溢油现场，最快 2 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区；渤中 34-1 油田（围油栏 200 米，机械回收能力 60 立方米/小时，临时储油能力 6 立方米）可在 2 小时内到达溢油现场；垦利 10-1 油田（围油栏 400 米，机械回收能力 30 立方米/小时，临时储油能力 10 立方米）可在 2.5 小时内到达溢油现场，最快 2.5 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区；渤中 25-1 油田（围油栏 400 米，机械回收能力 20 立方米/小时，临时储油能力 40 立方米）可在 4 小时内到达溢油现场，最快 3.5 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区；东营原油终端（围油栏 400 米，机械回收能力 30 立方米/小时，临时储油能力 20 立方米）可在 6 小时内到达溢油现场，最快 5 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区。COES 龙口基地资源（围油栏 2800 米，机械回收能力 90 立方米/小时，临时储油能力 99 立方米）最快 6.5 小时抵达溢油现场，最快 7 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区，COES 塘沽基地资源（围油栏 10000 米，机械回收能力 799 立方米/小时，临时储油能力 891 立方米）最快 12 小时抵达溢油现场，最快 12 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区，COES 绥中基地资源（围油栏 3000 米，机械回收能力 287 立方米/小时，临时储油能力 66 立方米）最快 14 小时抵达溢油现场，最快 14.5 小时抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区。渤中 34-9 油田及周边依托油田的溢油应急物质可以在油膜抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区（东营黄河口生态限制区生

态红线区) 等环境敏感目标前对其拦截。因此, 在海况允许和应急响应及时的情况下, 本项目可协调的溢油应急设备满足应急响应需要。

建设方在预防为主的基础上, 渤中 34-9 油田配备了适当的溢油应急设备, 油田附近也配备了守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守, 一旦发生溢油突发事件, 渤中 34-9 油田溢油应急小组立即启动溢油应急响应程序, 动员油田溢油应急资源, 按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署。同时, 通知守护船在第一时间将平台上溢油设备进行装载, 展开应急行动。另外, 渤中 34-9 油田附近的渤中 35-2 油田、渤中 34 油田群、渤中 25-1 油田、垦利 3-2 油田、垦利 10-1 油田也可在第一时间进行协助, 实现资源互补, 从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速, 尽可能将溢油的影响降至最低。综上所述, 在落实溢油应急计划的前提下, 本项目的溢油的影响可以降至最低。

建设单位已编写《渤中 34-9 油田溢油应急计划》(2021 年 3 月) 并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局进行了申请备案。本工程投产前建设单位需针对本项目新增的内容对原应急计划进行修编, 将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理, 建设单位将根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作, 用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件, 避免发生重大环境污染事件。一旦发生溢油事故, 需保证溢油应急设备设施的是完好的、有效的, 严格按照备案的溢油应急计划开展溢油应急响应工作。

9 清洁生产与总量控制

清洁生产总的可以概括为：采用清洁的能源和原材料，通过清洁的生产过程，制造出清洁的产品。早在 1996 年 8 月 03 日颁布的《国务院关于环境保护若干问题的决定》（国发〔1996〕31 号）就提出了建设项目要实施清洁生产，主要污染物排放实行总量控制。《国务院关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知》（国发〔2021〕33 号）要求，完善实施能源消费强度和总量双控、主要污染物排放总量控制制度，推动能源利用效率大幅提高、主要污染物排放总量持续减少，实现节能降碳减污协同增效、生态环境质量持续改善，确保完成“十四五”节能减排目标，为实现碳达峰、碳中和目标奠定坚实基础。

9.1 清洁生产

9.1.1 先进的工艺与设备

钻井作业时，采用 [REDACTED]，环保水基钻井液或环保水基钻开液的使用减少了环境污染。本项目实施后，BZ34-9WHPC 平台产液经新建混输海管输送至 BZ35-2WHPA、再经栈桥输送至 KL6-1CEP，处理成合格原油后，通过已建输油海管输送至 KL3-2CEPA，再经 KL3-2CEPA 输送至东营原油终端。本项目依托周边油田开发，充分利用周边设施的处理能力、电力系统和管输能力。

BZ34-9WHPC 平台为无人平台，配置智能采油树，可实现远程井筒置换防凝。在平台上设置 3 套控制系统：通过 PCS 系统实现过程控制；通过 2 套 SIS 系统实现应急关断和火气探测报警功能。

9.1.2 资源能源利用指标

本项目不设电站、热站。

BZ34-9WHPC 平台电力依托渤中-垦利油田群岸电应用工程，从 BZ34-9CEPA 平台 35kV 开关接入，通过 1 根海缆实现与垦利电网的连接，降低平台碳排放。

充分依托老项目能力。在 KL6-1CEP，分离出的气输送至与 KL6-1 栈桥相连的 BZ35-2CEPA，与 BZ35-2WHPA、BZ35-2WHPB 平台等产出的气一起经过低

压天然气压缩机系统、中压天然气压缩机系统、三甘醇系统后，通过 BZ35-2CEPA 至终端的天然气海管输送至龙口天然气终端。BZ34-9WHPC 平台不设置燃料气系统、火炬系统，设柴油系统，柴油用于井筒防凝。

9.1.3 污染物产生及污染防治措施

● 工艺设计中采用的清洁生产与污染防治措施

本项目依托 BZ35-2CEPA/KL-6-1CEP 开发，将建设活动对环境的影响降到最低，具体来说：一是选取经济效益好、环境影响小的依托方案，优化工程开发方案，优化参数。二是采用自动化控制程度高的全密闭工艺流程。三是从原油开采至外输的整个生产过程全部采用自动化控制。四是在油气生产工艺系统中的主要设备和管道处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，平台设开排系统、闭排兼冷放空系统。

● 施工过程中采取的清洁生产与污染防治措施

BZ34-9WHPC 平台施工和钻井过程中，采取了清洁生产与污染防治措施：一是钻井时采用环保型水基钻井液，降低非油层段钻井液排放对海水水质、地质及海洋生物的影响。二是循环使用钻井液，减少钻井液的使用量。三是对施工过程中产生的钻屑、钻井液妥善处理处置。

● 生产过程中采取的清洁生产与污染防治措施

为做好运营期的清洁生产和污染防治工作，要持续优化参数，提高工作效率；严格执行相关法律法规与标准，妥善处理处置各种污染物。本工程的污染物收集处理系统与原油系统一同施工投产，运营时充分依托现有平台和设施进行产液处理和运输，合理利用井口压力能，减少油气损耗。

● 生产现场管理中的清洁生产措施

BZ34-9WHPC 平台组织机构总定员 2 人，住宿在 BZ34-9CEPA 平台。BZ34-9CEPA 平台总监负责 BZ34-9WHPC 平台的生产和管理工作，对中海石油（中国）有限公司天津分公司负责。按照 BZ34-9CEPA 平台及中海石油（中国）有限公司天津分公司的管理，加强现场作业中清洁生产的落实工作。

9.1.4 建设项目清洁生产评价

参考《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》对本项目进行清洁生产评价。该指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产水平等级划

分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”，和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

石油和天然气开采业建设项目清洁生产分析指标主要包括资源能源消耗指标、生产技术特征指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、环境管理与劳动安全卫生指标等。该指标体系分为定量评价与定性要求两大部分。定量指标和定性指标分为一级指标和二级指标：一级指标为普遍性、概括性的指标；二级指标为反映油气勘探开发企业清洁生产各方面具有代表性的、易于评价考核的指标。通过对比本项目各项指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值，经过计算和评分，综合考评企业的清洁生产水平。

本项目钻井作业和采油作业的清洁生产指标执行情况分别见表 9.1-1 和表 9.1-2。

表 9.1-1 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况（钻井作业）

| 定量指标* | | | | | | 本项目钻井作业评价 | | |
|---------------|-----|-------------|----------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 一级指标 | 权重值 | 二级指标 | 单位 | 权重值（修正值 K_i ） | 评价基准值（ S_{oi} ） | 本项目实际值（ S_{xi} ） | 单项评价指标数（ S_i ） | 定量评价指标的考核总分值（ P_1 ） |
| (1) 资源与能源消耗指标 | 30 | 占地面积 | m^2 | 15 | 符合行业标准要求 | 符合行业标准要求 | 1 | 100 |
| | | 新鲜水消耗 | t/100m 标准进尺 | 15 | ≤ 25 | ≤ 25 | 1 | |
| (2) 生产技术特征指标 | 5 | 固井质量合格率 | % | 5 | ≥ 95 | ≥ 95 | 1 | |
| (3) 资源综合利用指标 | 30 | 水基环保钻井液循环率 | 井深 2000m 以下 | 15 | $\geq 40\%$ | $\geq 40\%$ | 1 | |
| | | | 井深 2000-3000m | | $\geq 50\%$ | $\geq 50\%$ | | |
| | | | 井深 3000m 以上 | | $\geq 60\%$ | $\geq 60\%$ | | |
| | | 污油回收率 | % | 15 | ≥ 90 | ≥ 90 | 1 | |
| (4) 污染物产生指标 | 35 | 石油类 | mg/L | 10 | ≤ 30 | ≤ 30 | 1 | |
| | | COD | mg/L | 10 | ≤ 300 | ≤ 300 | 1 | |
| | | 废弃水基环保钻井液 | $m^3/100m$ 标准进尺 | 15 | ≤ 10 | ≤ 10 | 1 | |
| 定性指标* | | | | | | 本项目钻井作业评价 | | |
| 一级指标 | 权重值 | 二级指标 | | | 指标分值 | 本项目实际值（ F_i ） | 定性评价指标的考核总分值（ P_2 ） | |
| (1) 资源与能源消耗指标 | 15 | 水基环保钻井液毒性 | 可生物降解或无毒水基环保钻井液 | | 15 | 15 | 100 | |
| (2) 生产技术特征指标 | 30 | 钻井设备 | 国内领先 | | 5 | 5 | | |
| | | 压力平衡技术 | 具备欠平衡技术 | | 5 | 5 | | |
| | | 水基环保钻井液收集设施 | 配有收集设施，且使水基环保钻井液不落地 | | 5 | 5 | | |
| | | 固控设备 | 配备振动筛、除气器、除泥器、除砂器、离心机等固控设备 | | 5 | 5 | | |
| | | 井控措施 | 具备 | | 5 | 5 | | |

| 定量指标* | | | | | | 本项目钻井作业评价 | | |
|--|-----|-----------------------|----|---------------------|-----------------------|--|---------------------|-------------------------------|
| 一级指标 | 权重值 | 二级指标 | 单位 | 权重值（修正 值 K_i ） | 评价基准值 （ S_{oi} ） | 本项目实际值 （ S_{xi} ） | 单项评价 指数（ S_i ） | 定量评价指 标的考核总 分值（ P_1 ） |
| | | 有无防噪措施 | 有 | | 5 | 5 | | |
| （3）环境管理体系建设 | 35 | 建立 HSE 管理体系 | | | 20 | 20 | | |
| | | 制订节能减排工作计划 | | | 15 | 15 | | |
| （4）贯彻执行环境保护 法规的符合性 | 20 | 废弃钻井水基环保钻井液处置措施满足法规要求 | | | 10 | 10 | | |
| | | 污染物排放总量控制与减排措施情况 | | | 5 | 5 | | |
| | | 满足其他法律法规要求 | | | 5 | 5 | | |
| 本项目清洁生产综合评价指数（P）： $P=0.6P_1+0.4P_2$ ；其中 $P_1=\sum_{i=1}^n S_i \times K_i$ ； $P_2=\sum_{i=1}^n F_i$ | | | | | | P=100 | | |
| 清洁生产等级评定： $P \geq 90$ （清洁生产先进企业）； $75 \leq P < 90$ （清洁生产企业） | | | | | | 本项目钻井作业评定为：清洁生产先进 企业（ $P \geq 90$ ） | | |

注: “*” 根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系 (试行)》, 清洁生产指标体系分为定量指标 (P1) 和定性指标 (P2) 两部分。其中, 定量指标根据项目实际值 S_{xi} 和评价基准值 S_{oi} 进行单项评价指数计算: 对于指标数值越高 (大) 越符合清洁生产要求的指标, 单项评价指数 (S_i) 计算公式为 $S_i = S_{xi}/S_{oi}$; 对于指标数值越低 (小) 越符合清洁生产要求的指标, 单项评价指数 (S_i) 计算公式为 $S_i = S_{oi}/S_{xi}$ 。

表 9.1-2 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况 (采油作业)

| 定量指标 | | | | | | 本项目采油作业评价 | | |
|---------------|---------|---------|-------------|-----|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------------|
| 一级指标 | 权重 值 | 二级指标 | 单位 | 权重值 | 评价基准值 (S_{oi}) | 本项目实际值 (S_{xi}) | 单项评价指数 (S_i) | 定量评价指标的考核总分 值 (P_1) |
| (1) 资源与能源消耗指标 | 30 | 综合能耗 | kg 标煤/t 采出液 | 30 | ≤ 65 | 18.21 | 1 | 100 |
| (2) 资源综合利用指标 | 30 | 余热余能利用率 | % | 15 | ≥ 60 | ≥ 60 | 1 | |
| | | 油井伴生气回收 | % | 15 | ≥ 80 | ≥ 80 | 1 | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| | | | | | | | | |
|---|-----|--------------------|------------------|------|-------------|--------------------------------------|-------|--|
| | | 利用率 | | | | | | |
| (3) 污染物产生指标 | 40 | 石油类 | mg/L | 5 | ≤30 | ≤30 | 1 | |
| | | COD | mg/L | 5 | ≤300 | ≤300 | 1 | |
| | | 落地原油回收率 | % | 10 | 100 | 100 | 1 | |
| | | 含油生产水回用率 | % | 10 | ≥60 | 100 | 1 | |
| | | 油井伴生气外排率 | % | 10 | ≤20 | 0 | 1 | |
| 定性指标 | | | | | | 本项目采油作业评价 | | |
| 一级指标 | 权重值 | 二级指标 | | 指标分值 | 本项目实际值 (Fi) | 定性评价指标的考核总分值 (P2) | | |
| (1) 生产技术特征指标 | 45 | 井筒质量 | 井筒设施完好 | 5 | 5 | 100 | | |
| | | 采油 | 套管气回收装置 | 10 | 10 | | | |
| | | | 防止落地原油产生措施 | 10 | 10 | | | |
| | | 采油方式 | 采油方式经过综合评价确定 | 10 | 10 | | | |
| | | 集输流程 | 全密闭流程, 并具有轻烃回收装置 | 10 | 10 | | | |
| (2) 环境管理体系建设 | 35 | 建立 HSE 管理体系并通过认证 | | 20 | 20 | | | |
| | | 制订节能减排工作计划 | | 15 | 15 | | | |
| (3) 贯彻执行环境保护法规的符合性 | 20 | 建设项目环保“三同时”制度执行情况 | | 5 | 5 | | | |
| | | 建设项目环境影响评价制度执行情况 | | 10 | 10 | | | |
| | | 污染物排放总量控制与减排指标完成情况 | | 5 | 5 | | | |
| 本项目清洁生产综合评价指数 (P) : $P=0.6P_1+0.4P_2$; 其中 $P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$ | | | | | | | P=100 | |
| 清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业) | | | | | | 本项目采油作业评定为: 清洁生产先进企业 ($P \geq 90$) | | |

9.1.5 结论

本项目的初期设计、建设项目的实施、项目建成后的管理均按照《中华人民共和国清洁生产促进法》的要求，选用先进的工艺与设备，提升资源回收利用效率，减少污染物的排放。通过进行定量和定性评价，BZ34-9WHPC 平台的钻井作业和采油作业的清洁生产水平均可代表国内先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

9.2 总量控制

9.2.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

● 污染物排放情况

根据第三章工程分析计算结果，本项目运营期污染物排放种类、排放方式和排放量，见表 9.2-1。

表 9.2-1 本项目运营期污染物产排情况一览表

| 污染物 | 污染物的产生量 | 主要污染因子 | 排放/处理方式 |
|---------------|---|---------------------|---|
| 生产水 | | 石油类 | 依托 KL6-1CEP/ BZ35-2CEPA 平台含油生产水 处理系统处理达标后全部回 注地层 |
| 生活污水 | 0.7m ³ /d (255.5m ³ /a) | COD | 依托 BZ34-9CEPA 平台处理达 标后排放 |
| 生产垃圾 | 20t/a 危险废物 5t/a | 废弃边角料、包装材 料、油棉纱等 | 分类收集、运回陆上交蓬莱荣 洋钻采环保服务有限公司接 收处理 |
| 生活垃圾 | 1.1t/a | | 依托 BZ34-9CEPA 平台处理 |
| 牺牲阳极锌离子释 放 | 0.12kg/a·块 | 重金属 Zn | 自然释放 |

● 总量控制污染物筛选

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。但尚没有具体实施办法和方案。

国家“十三五”期间全国主要污染物排放总量控制计划规定：化学需氧量（COD）、氨氮、二氧化硫、氮氧化物等四项主要污染物排放量实行总量控制，根据本工程的特征污染物和所在海域环境现状，选择海域总量控制的受控污染物，本项目把依托 BZ34-9CEPA 平台的生活污水 COD 作为受控污染物因子。

9.2.2 污染物排放削减方法

- 含油生产水

本项目含有生产水的去向：KL6-1CEP 平台设置含油生产水处理系统，与已建 BZ35-2CEPA 平台含油生产水处理系统合并用于处理 KL6-1WHPB 至 WHPG 井口平台、BZ35-2CEPA 平台和渤中 29-6 油田及本次新建工程分离出的含油生产水，经处理合格的含油生产水回注到周边的平台，不外排。

- 生活污水

本平台人员在 BZ34-9CEPA 平台住宿和生活，根据 BZ34-9CEPA 平台 2020~2021 生活污水排放量与允许排放量的对比分析（详见表 3.2-1）可知，本项目投产后新增的生产定员不会增加 BZ34-9CEPA 平台生活污水的总量。

9.2.3 污染物排放总量控制方案与建议

结合表 9.2-1 及 9.2.2 小节的分析，由于本次新建工程新增的 2 人依托 BZ34-9CEPA 平台进行处理，经分析本项目投产后不会造成 BZ34-9CEPA 平台的生活污水总量（包括 COD）的增加，故维持原《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》（国海环字[2017]486 号）中 BZ34-9CEPA 平台排放总量指标“生活污水最大约为 50.4m³/d（16632m³/a），COD 排放量 4.99m³/a”不变。同时在实际运行过程中，加强生活污水处理装置的维护保养，精心操作等措施，确保生活污水处理装置稳定达标运行。

10 环境保护对策措施

10.1 施工期环境保护对策措施

油田施工期产生的主要污染物有：钻屑、钻井液、悬浮物、船舶含油污水、生活污水、海管清管水、生活垃圾和工业垃圾。作业者将采取以下污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

10.1.1 钻屑和钻井液处理措施

(1) 非油层段钻屑、非油层段钻井液

本工程钻井阶段采用水基钻井液，钻井液循环使用。本工程共排放非油层段钻井液约 6440m³；非油层段钻屑 7330m³。非油层段钻井液及非油层段钻屑排放需符合《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB18420.1-2009）标准中表 2 中的一级标准要求（见表 10.1-1），以及《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求（见表 10.1-2）后方可排放入海。

表 10.1-1 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》生物毒性容许值

| 项目 | 海区等级 | 生物毒性容许值（mg/L） |
|------------|------|---------------|
| 非油层段钻井液、钻屑 | 一级 | 30000 |

判定结果说明：判定生物毒性试验结果大于或等于生物毒性容许值，则为符合生物毒性要求；小于生物毒性容许值，则为不符合生物毒性要求，需要采取特别的措施进行处理。

表 10.1-2 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》排放浓度限值

| 排放污染物类型 | 污染参数 | 等级 | 排放要求/限制 |
|---------------|-------------|----|--------------------|
| 水基钻井液和水基钻井液钻屑 | 含油量 | 一级 | 不得排放钻井油层钻屑和钻井油层钻井液 |
| | Hg（重晶石中最大值） | | ≤1mg/kg |
| | Cd（重晶石中最大值） | | ≤3mg/kg |

(2) 油层段钻屑、油层段钻井液、压裂返排液

油层段钻完井产生的钻屑在平台上采用带盖的岩屑回收箱收集存储，然后将岩屑回收箱吊装至三用料船运至码头，同时及时更换空岩屑箱到钻井平台备用，空岩屑箱暂时放置施工船舶上约 10 个，单个体积约 3.3 立方米，周转时间约为 3-4 天；

油层段钻井液、压裂返排液平时存储在平台泥浆池里（钻井平台共设 5 个泥浆池，总容积约为 676m³），回收时用泵将含油钻井液、返排压裂液打到平台设置泥浆罐内（钻井平台放置单个体积约 10m³ 泥浆罐约 3-4 个），然后将泥浆罐吊装至三用料船运至码

头，同时及时更换泥浆罐到钻井平台备用。

油层段钻屑、钻井液、含油返排压裂液等到码头后由危废运输、处理单位接收，使用专用运输车辆运输，车辆设置有防溢散措施，最终运回陆上交进行处理（详见附件 2）。

表 10.1-1 依托处理可行性分析表

| 污染物 | 总处理能力（t/a） | 本工程产生量（t/a，预计施工时间见表 2.3-3） | 处理是否可行 |
|------------------------|------------|----------------------------|--------|
| 钻井油层段 钻屑 | | 1177.8 | 是 |
| 钻井油层段 钻井液、压裂 返排液 | | 钻井液：231 含油压裂返排液：97.5 | 是 |

注：钻井液、压裂返排液密度按 计算；钻屑密度按 （即为）计算。

10.1.2 水污染物处理措施

（1）船舶含油污水

参加作业的船舶共产生船舶含油污水 1051.5m³，船舶含油污水用污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与油污水管路直接相连接的阀门予以铅封，运至码头交有资质单位处理。

可行

（详见附件 3）。

（2）船舶生活污水

施工期共产生 29475.3m³ 生活污水，参加作业的船舶产生的生活污水约为 2903.3m³ 经处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）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。

（3）移动式钻井平台产生的生活污水

钻井期间的生活污水在移动式钻井平台上进行处理并排放，钻井期间产生的生活污水约为 26572m³，施工期钻井船生活污水经钻井船生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中的 COD≤300mg/L 的标准后排放。

（4）清管水处理

海管铺设完毕后需采用海水进行清管试压，本工程大约产生 780m³ 的海管清管水，清管水的主要污染物质为悬浮物，直接排放入海并自然沉降于海底。

10.1.3 固体废物处理处置措施

（1）船舶生活垃圾处理处置措施

施工期共产生 126.32t 生活垃圾，生活垃圾用带盖的垃圾箱收集后，经三用料船转运至陆上处理。

（2）生产垃圾处理处置措施

在工程建设阶段产生的生产垃圾主要包括废弃器件边角料、油棉纱、包装材料等。海上建设阶段产生固体废物约 89.1t，其中一般固废 86t，经平台设置的带盖的垃圾箱分类收集后，使用三用料船转运至陆上交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处理；油棉纱等含油废物、废漆桶等危险废物估算量约 3.1t，分类收集后交蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处置。

10.1.4 大气污染防治措施

施工期间产生的大气污染物主要为船舶大气污染物，由于本项目位于渤海，属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11）规定的船舶大气污染物排放控制区中的沿海控制区。建议建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件：

1）船舶发动机污染物排放足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法-（中国第一、二阶段）》（GB 15097-2016）中船机排气污染物排放限值要求；2019 年 1 月 1 日起应使用硫含量不大于 0.5%_{m/m} 的船用燃油；

2）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施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；

3）施工船舶还应严格执行其他现行国际公约和国内法律法规、标准规范关于大气

污染物的排放控制要求。

10.2 运营期环境保护对策措施

根据工程分析结果，生产阶段产生的主要污染物有：含油生产水、生活污水、生产固废等。作业者均将采取相应污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方的法规和标准的要求。

10.2.1 运营期水污染物处理措施

（1）含油生产水处理措施

①产生量

根据本项目新建工程的逐年产能情况，BZ34-9WHPC 平台的产水量约为 [REDACTED]，依托 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台的含油生产水处理设施处理。

②处理工艺

本工程投产后 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台的生产水处理系统处理本次新建 BZ34-9WHPC 平台的生产水，生产水处理系统采用“斜板除油器+溶气式浮选机+核桃壳过滤器”的三级处理流程。从分离器分离出的生产污水与经旋流除砂器和脱气罐处理后的水源井水混合后进入斜板除油器进行初步分离，水相进入溶气浮选机对其中的油及悬浮固体进行进一步去除，油相则进入污油罐中，与经气浮选机处理后的污油一并由污油泵打回工艺系统。经浮选机处理后的生产污水进入核桃壳过滤器中进行过滤，过滤后的生产污水含油小于 30mg/L 的生产水进入双介质过滤器进一步处理，处理至达到注水标准（含油量小于 15mg/L）。

③达标分析

处理后的生产水水质符合《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2022）标准（石油类≤15mg/L）的要求后注入地层。

（2）生活污水

①产生量

本次新建的 BZ34-9WHPC 平台为无人井口平台，不设置生活污水处理装置。为维护平台运营新增 2 人，新增水量约为 0.7m³/d。依托 BZ34-9CEPA 平台处理，根据《渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书》（国海环字[2017]486 号）2021 年 6 月取得环境保护设施竣工验收的复函（环验[2021]4 号），详见附件 4，该报告书关于 BZ34-9CEPA

平台生活污水排放总量的相关要求“BZ34-9CEPA 平台允许排放生活污水最大约为 [REDACTED]”，根据“表 2.4-11”BZ34-9CEPA2020~2021 生活污水实际排放量与允许排放总量的对比分析可知，本项目投产后依托 BZ34-9CEPA 平台新增 2 名生产定员，经分析，BZ34-9CEPA 平台增加定员后的生活污水排放量不超过该平台生活污水处理设施的处理规模（[REDACTED]），也不会超过该平台的生活污水排放总量（[REDACTED]）。

②依托处理工艺

BZ34-9CEPA 平台上设置一套 120 人生活污水处理装置，采用电解法（详见图 10.2-1），设计污水处理规模为 [REDACTED]。

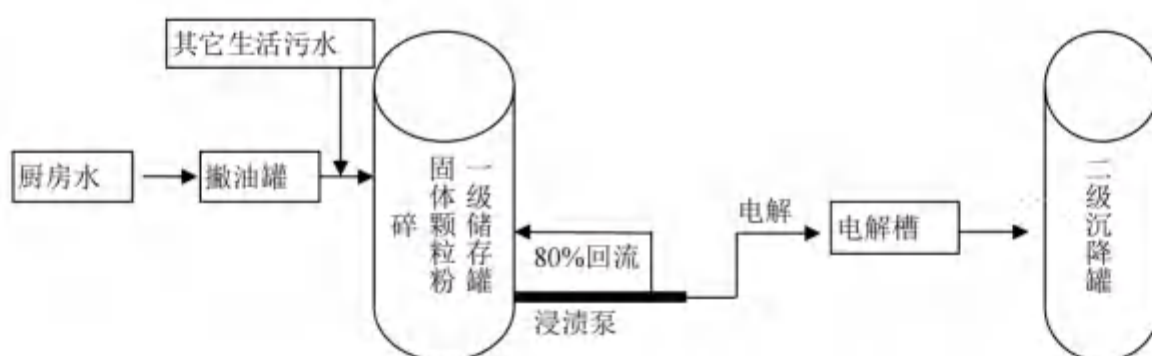


图 10.2-1 电解生活污水处理装置流程框图

③达标分析

根据“表 6.1-6”的实际检测数据可知，依托 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理装置处理后可达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中的 COD $\leq 300\text{mg/L}$ 的标准后排放。

（3）其他含油污水

本次工程建成投产后会有少量的甲板冲洗水、初期雨水等其他含油污水产生，平台上设置开式排放系统和闭式排放系统。

开式排放系统主要包括开式排放罐和开式排放泵。开式排放罐主要用来收集溢出水、设备冷却、冷凝水、甲板雨水和冲洗水。当开式排放罐达到一定的液位时，由开式排放泵将含油污水打入闭式排放罐。

闭式排放系统主要包括闭式排放罐和闭式排放泵。闭式排放罐主要收集平台上带压容器、管线等排放出的带压流体，当达到一定的液位时，由闭式排放泵将流体输送到原油处理系统进行处理。

10.2.2 运营期固体废物处理措施

(1) 工业垃圾

本工程生产过程中产生的工业垃圾主要为废弃边角料、油棉纱、包装材料等，产生量约为 25t/a，经分类收集后，运回陆地处理，其中的危险废物运回陆地交蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司接收处理。

(2) 生活垃圾

本次新建的 BZ34-9WHPG 平台为无人井口平台，不设置生活楼。为维护平台运营新增 2 人依托 BZ34-9CEPA 平台，新增生活垃圾约为 1.1t/a。在 BZ34-9CEPA 平台分类收集后，全部运回陆地处理。

10.3 海洋生态保护对策措施

10.3.1 施工期生态保护措施

在设计、建造平台和铺设管线工程时，严格遵守有关设计和建造安装规范，以保证平台和油气管线工程结构强度、抗疲劳、防腐蚀和保持正常生产能力，为使跑、冒、滴、漏造成的污染减少到最低程度，为清洁生产建造提供保障。

施工过程中，完善环保设施，采取积极措施，尽量减少对海洋环境质量的影响，如遇突发性事故，造成悬浮泥沙外泄，及时与有关渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对渔业生产的影响程度降低到最小。

施工期综合考虑环境影响、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，以减轻对渔业资源和海洋生态环境的影响。

10.3.2 运营期生态保护措施

(1) 污染物的源头控制

运营期产生的含油生产水依托 KL6-1CEP 平台处理合格后回注地层，不外排；生活污水依托 BZ34-9CEPA 平台处理达标后排放，但是不增加 BZ34-9CEPA 平台生活污水的总体排放总量；运营期产生的固体废物经分类收集后，运往陆地交由有相应资质的单

位进行处理处置；运营期各类污染物均得到妥善有效的处理处置，从源头上减轻对海洋生态环境造成的不利影响。

(2) 海洋生态补偿及修复措施

本工程施工建设过程中和油田生产过程中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。建设单位可根据实际情况实施海洋生物增殖放流，建设单位可根据渔业主管部门的要求委托有资质单位进行实施，并接受渔业主管部门的监督，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。

在生物资源增殖放流过程中，必须坚持科学发展观，建设单位首先应委托有资质的单位进行增殖放流方案制定、论证和资源研究，根据项目对海洋生态环境的实际损害情况，在当地渔业主管部门的监督和协助下，有具体目标、具体计划的对生态环境和资源数量进行修复，不得在没有科学报告的情况下，贸然实施操作。

增殖放流方案和计划建议如下，以下增殖放流品种选择、放流时间、地点等工作由当地渔业主管部门指导开展：

A 增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

B 增殖放流备选品种

增殖放流计划中放流品种可考虑本项目周围海域的优势种、经济种等，项目附近海域可以选取的放流品种有中国对虾、牙鲆、毛蚶、海蜇、三疣梭子蟹和梭鱼等。具体见下表。本项目具体放流物种、规格、数量等增殖放流计划，应根据当地的具体情况并由当地相关主管部门确认和组织实施，并在增殖放流后开展相应的实施效果评估等工作。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验检疫合格机构认可。

表 10.3-1 增殖放流计划

| 生物品种 | 规格 | 生物品种 | 规格 |
|-------|----------|------|-----------|
| 中国对虾 | 1cm 左右 | 牙鲆 | 5cm |
| 毛蚶 | 400 粒/kg | 海蜇 | 伞径 2cm 左右 |
| 三疣梭子蟹 | 二期幼蟹 | 半滑舌鳎 | 6cm |

| 生物品种 | 规格 | 生物品种 | 规格 |
|------|---------|------|-----|
| 褐牙鲆 | 4 cm 左右 | 梭鱼 | 5cm |
| 杂色蛤 | 1cm | 文蛤 | 1cm |

C 增殖放流计划

建设单位根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流。目前,我国渤海禁渔期为每年的 5~8 月,这一时间段放流可有效杜绝偷捕、误捕现象发生,有助于放流品种的适应、栖息和生长。综合以上条件,建议放流时间为 5~8 月。但是具体时间及放流地点须由当地渔业主管部门统一安排部署,并接受渔业主管部门的监督。

(3) 加强跟踪监测

本项目新建平台为无人值守平台,无生活污水产生排放。根据工程特点,本评价主要针对海洋水质、生态环境和沉积物环境制定监测计划。

10.4 环保竣工验收

建设项目需要配套建设的环境保护设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。在环保竣工验收时,应根据《中华人民共和国海洋环境保护法》《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》《建设项目竣工环境保护竣工验收暂行办法》及关于印发《海洋石油开发工程环保设施竣工验收管理办法》的通知等文件的规定申请环境保护设施竣工验收。对本工程而言,最主要环保竣工验收内容如下:

(1) 平台开闭排系统;

(2) 固体废弃物分类、回收设备;

(2) 具备环境保护设施正常运转的条件,包括:经培训合格的操作人员、健全岗位操作规程及相应的规章制度,原料、动力供应等要求;

(3) 环境管理与监测计划,包括环境管理机构和岗位设置、环保管理规章、制度,以及监测设备和手段等。

以上施工阶段和生产阶段的污染防治措施都是目前油田应用比较成熟的方法和技术,需要施工方、建设方认真落实,将工程建设的污染控制在最小的程度。本工程竣工后环保验收的主要内容列于下表,供相关部门竣工验收时参考。

表 10.4-1 本次新建工程环保设施竣工验收清单

| 内容类型 | 污染源 | 主要污染因子 | 环保验收措施 | 处理能力 | 依据的排放标准或相关规定 |
|------|----------------|--------|---------------|------|------------------------------|
| 水污染物 | 平台甲板设备冲洗水、初期雨水 | 石油类 | 开式排放系统和闭式排放系统 | -- | 收集初期雨水和冲洗水等去往开排罐,污油打入闭排罐后进入主 |

| 内容类型 | 污染源 | 主要污染因子 | 环保验收措施 | 处理能力 | 依据的排放标准或相关规定 |
|------|------|-----------------|--|------|---|
| | | | | | 流程 |
| 固体废物 | 生活垃圾 | 食品废弃物及其他生活垃圾 | 分类收集, 统一运回陆地处理, 危险废物交有资质单位处理, 检查相关交接手续 | -- | 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 中的一级标准 |
| | 工业垃圾 | 废弃边角料、油棉纱、包装材料等 | | -- | |
| 环境风险 | 事故溢油 | 石油类 | 溢油应急计划 | -- | 环境风险及应急预案相关规定 |

10.5 污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总

本工程施工期、运行期采取的污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总见表 10.5-1~表 10.5-4。

表 10.5-1 施工期污染防治措施、环境保护措施一览表

| 建设阶段 | 序号 | 污染源 | | 污染物产生量 | 污染因子 | 设备或措施 | 处理效果 | 责任单位 |
|------|----|--------|---------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------|
| 施工期 | 1 | 废水 | 船舶含油污水 | 1051.5m ³ | 石油类 | 铅封，运回陆地处理 | 按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》及 73/78 公约的要求 | 建设单位 |
| | | | 生活污水 | 29475.3m ³ | 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） | 建设单位 |
| | | | 清管水 | 780m ³ | SS | - | 直接排放 | 建设单位 |
| | 2 | 钻屑、钻井液 | 油层段钻屑 | 453m ³ | SS、石油类 | - | 运回陆上交中海石油环保服务（天津）有限公司处理 | 建设单位 |
| | | | 非油层段钻屑 | 7330m ³ | SS | - | 直接排放 | 建设单位 |
| | | | 油层段钻井液 | 210m ³ | SS、石油类 | - | 运回陆上交中海石油环保服务（天津）有限公司处理 | 建设单位 |
| | | | 非油层段钻井液 | 6650m ³ | SS | - | 直接排放 | 建设单位 |
| | | 压裂返排液 | | 468.6m ³ | SS、石油类 | 含油压裂返排液约为 88.6m ³ | 运回陆上交中海石油环保服务（天津）有限公司处理 | 建设单位 |
| | | | | | SS | 不含油压裂返排液 380m ³ ，直接进入生产流程 | 进入生产流程不外排 | 建设单位 |
| | | 悬浮物 | 海管铺设 | 20153.7m ³ | SS | - | 直接排放 | 建设单位 |
| | 3 | 固废 | 固体废物 | 一般工业固废：86t | 废弃边角料、包装材料等 | - | 分类收集、运回陆上蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理 | 建设单位 |
| | | | | 危险废物：3.1t | 油棉纱等含油废物、废漆桶等 | - | 分类收集、运回陆上蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处理 | 建设单位 |
| | | | 生活垃圾 | 126.32t | 食品废弃物等 | - | 分类收集、运回陆上处理 | 建设单位 |

表 10.5-2 运营期污染防治措施、环境保护措施一览表

| 建设阶段 | 污染源 | | 污染物产生量 | 污染因子 | 设备或措施 | 数量 | 新建或依托 | 处理效果 | 责任单位 |
|------|-----|----------------|---|--------|---|-----|-------|-----------------------|------|
| 运行期 | 废水 | 含油生产水 |  | 石油类 | 经 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 含油生产水处理装置处理达标后，全部回注地层 | 1 套 | 依托 | 处理达标后全部回注地层，不排海 | 建设单位 |
| | | 平台甲板设备冲洗水、初期雨水 | 少量 | 石油类 | 平台设开闭排系统 | 1 套 | 新建 | 经开、闭系统收集后，进入原油处理系统 | |
| | | 生活污水 | 255.5 m ³ /a | COD | 经 BZ34-9CEPA 平台上设置的生活污水处理装置处理后排海，处理能力：60.5m ³ /d，处理后 COD≤300mg/L | 1 套 | 依托 | 达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》 | |
| | 固废 | 废弃边角料、包装材料等 | 20t/a | 废弃料等 | -- | -- | -- | 分类收集，运回陆上处理 | 建设单位 |
| | | 油棉纱等含油垃圾 | 5t/a | 石油类 | -- | -- | -- | 运回陆上交蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理 | 建设单位 |
| | | 生活垃圾 | 1.1t/a | 食品废弃物等 | -- | -- | -- | 分类收集，运回陆上处理 | 建设单位 |

表 10.5-3 生态保护措施一览表

| 建设阶段 | 污染因子 | 生态保护措施 | 责任单位 |
|------|------|--|------|
| 施工期 | 悬浮物 | 注意尽量缩短施工周期，合理选择施工时间，海管施工避开中国毛虾、蓝点马鲛产卵期 5 月中旬~6 月底，选择适宜的海况条件，同时通过优化海底管道工艺流程等方式提高工效，缩短海底管道铺设时间，以减轻对渔业、环境造成的损失 | 建设单位 |
| 运行期 | 石油类 | (1) 严格防止溢油的发生，并配有完备的溢油应急方案和措施，一旦发生溢油，能够及时有效的将影响范围控制在最小。 (2) 根据本报告中评估的渔业资源损失进行海洋生物资源修复，生态补偿费主要用于增殖放流，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用 | 建设单位 |

表 10.5-4 主要风险防范措施一览表

| 建设阶段 | 风险防范措施 | 责任单位 |
|------|--|------|
| 设计阶段 | (1) 严格按照设计标准进行精心设计，严格执行设计规范和建造安装规范；钻完井方案在选址、井身结构、套管程序、固井完井、钻井液、井控设计等均采取风险防范措施； (2) 对易于发生泄漏的管路设置紧急关断系统； (3) 设计火气监控系统，在生产工艺区装备火焰和气体探测器，发现异常及时报警； (4) 注重安全：用国际通用规范进行危险区和非危险区划分，对危险区设计高等级防火系统； (5) 管道采取防腐涂层和阴极保护相结合的防腐方法； (6) 采取浅层气风险防范措施 | 建设单位 |
| 施工期 | (1) 严格实施钻井作业规程：钻井人员经过严格的培训，加强井控演习； (2) 安装井下安全阀和井上安全阀； (3) 配备安全有效的防喷设备以及良好的压井材料、井控设备；采取浅层气风险防范措施 (4) 对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统； (5) 制定严密的溢油应急计划：设立事故应急机构，协助监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故；配置具有溢油回收功能的施工船舶等，一旦溢油事故发生，立即启动应急程序； (6) 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。设置有关标志，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告； (7) 施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号； (8) 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作 | 建设单位 |

| | | |
|-----|---|------|
| 运行期 | <p>(1) 在管道铺设和运行期,发布航行通告,划定保护界线,由值班船不定期地沿途巡视,防止渔船拖网或过往的各种船只因抛锚等损伤管道;</p> <p>(2) 本项目建成投产前,修编溢油应急计划,制定详细的溢油应急预案,应急预案的主要内容应包括油田作业区情况、应急组织体系、溢油风险分析、事故处置方案和溢油应急能力等;投产后严格按应急计划进行应急演练等工作;</p> <p>(3) 不定期进行局部检查和定期进行全面检查,可以及早发现隐患,及时处理,防止事故发生;每 3 年进行一次海管探摸调查。定期开展腐蚀内检测、及时更换老旧海管。</p> | 建设单位 |
|-----|---|------|

11 工程环境可行性分析

11.1 国土空间规划符合性分析

11.1.1 与山东省国土空间规划符合性分析

地理位置：根据 2024 年 1 月山东省政府办公厅发布的《山东省国土空间规划（2021—2035 年）》，本项目新建平台和海底管缆都位于山东省国土空间规划范围之外（见图 11.1-1）。

相关要求：根据规划，山东省将构建陆海统筹的海洋开发保护格局，构建“一带、两湾、三海域、五岛群”的全省海洋空间开发保护格局。“一带”，优化海岸带开发保护格局，提升海岸带生态系统服务功能，加强海岸线分类精细化管控，开展海岸建筑退缩线管控探索。“两湾”，推进莱州湾、胶州湾环境整治、生态建设和绿色低碳发展，合理确定开发强度，推动美丽海湾建设，以湾区经济为引领，打造陆海生态文明融合发展示范区。“三海域”，强化渤海海域污染治理和生态保护修复，引导海水养殖生态化转型，有序推进新能源发展，适度布局港口物流产业；推动山东半岛东部海域国家海洋高技术产业基地和绿色养殖产业集群建设，协调发展港口物流、滩涂养殖、海洋文化旅游、海洋新能源新材料、船舶与海工装备制造等产业，加强陆海污染防控和环境治理；推进山东半岛南部海域世界一流港口建设，推动海洋牧场多元融合发展，打造国际海洋创新策源地和高端海洋产业聚集区，建设国内领先的海洋生态文明示范区。“五岛群”，加强青岛、烟台、威海、日照和滨州五大岛群及周边海域生态保护修复，建立海岛分类管控体系，提升海岛生态系统服务功能，完善海岛基础设施。

图 11.1-1 本项目与山东省国土空间规划总体空间格局叠加图

符合性分析：经识别，本项目所在海域位于《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》范围之外，最近距离为 [REDACTED]。根据悬浮物预测结果，非油层段钻井液排放最大影响距离为 1.28km，其对环境的影响属于短期、可恢复的，不会影响到 12km 外限制开发区域内的生态环境；本工程运行期间，生产水全部处理合格后回注地层，生活污水达标处理后排海。因此，本项目施工期和运营期均不会对

《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》产生影响。

本项目属于海洋油气资源开发项目，本项目新建平台位于山东省国土空间规划范围之外，正常建设和生产阶段均不会对国土空间规划范围内生态环境产生影响，故项目用海与《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》相关要求相协调。

11.1.2 与“三区三线”划定成果符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），新建平台位于山东省国土空间规划范围之外。项目用海不占用农业空间，生态空间及城镇空间，也不涉及生态保护红线及永久基本农田。详见下图。

本项目位于渤海中部海域，距离最近的地方管辖海域为东营市海域，最近距离为 [REDACTED]。根据悬浮物预测结果，非油层段钻井液排放最大影响距离为 1.28km，其对环境的影响属于短期、可恢复的，不会影响到 12km 外限制开发区域内的生态环境；本工程运行期间，生产水全部处理合格后回注地层，生活污水达标处理后排海，故建设阶段和运营期均不会影响到生态保护红线。

图 11.1-2 本项目与山东省生态红线分布叠加图

11.2 海洋主体功能区规划符合性分析

11.2.1 《全国海洋主体功能区规划》符合性分析

根据《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）：“依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域”。

- 优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整 and 优化的海域。

- 重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。

- 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。

● 禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。


地理位置：本项目位于渤海中部海域，为海洋油气勘探开发项目，工程周边开发油田包括渤中 34-2/4 油田、垦利 3-2 油田、垦利 10-1 油田、渤中 35-2 油田、垦利 6-1 油田等，项目属于重点开发区域中的海洋工程和资源开发区。

相关要求：《全国海洋主体功能区规划》对其的相关要求为“海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能”。

符合性分析：本项目属于油田勘探开发项目，符合重点开发区域的功能定位。本项目开展了海域使用论证和环境影响评价。根据本项目环境影响评价预测，工程在建设过程产生的非油层段钻屑、泥浆及铺设管线时产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响较小，影响时间较短且可恢复；工程在运行过程中对海底管线定期巡检，避免发生事故。项目建设和运行过程中将根据本报告海洋生态保护和溢油应急防范措施，避免发生重大环境事故，满足重点开发区域的主体功能要求。

因此，本工程建设符合《全国海洋主体功能区规划》的要求。

11.3 “三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

由于本项目位于地方省市管辖海域范围之外，距离最近的地方管辖海域为东营市海域，根据《东营市生态环境委员会办公室关于印发东营市生态环境分区管控方案（2023 年版）的通知》（东环委办〔2024〕7 号），本项目位于东营市环境管控单元之外，距离最近的“一般管控单元”约 ，详见图 11.3-1。根据预测结果施工期产生的非油层段钻屑、钻井液或悬浮泥沙的扩散最远距离约为 1.28km，运营期工程不向海洋排放污染物，故施工期和运营期均不会影响到东营市“三线一单”生态环境分区管控方案中划定的管控单元。

综上，本工程建设与《东营市生态环境委员会办公室关于印发东营市生态环境分区管控方案（2023 年版）的通知》（东环委办〔2024〕7 号）的相关要求不冲突。

图 11.3-1 本项目与东营市“三线一单”生态环境分区的位置关系

11.4 国家产业政策符合性分析

本项目为海洋油气开发工程，根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），海洋油气勘探开采工程属于《产业结构调整指导目录》（2024 年本）中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”，本项目的建设符合国家产业政策。

11.5 海上工程相关规划的符合性分析

11.5.1 《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

（1）相关要求

根据《“十四五”海洋生态环境保护规划》，第五节“基本原则”提到：坚持生态优先、绿色引领。深入践行绿水青山就是金山银山理念，以生态优先、绿色发展为引领，推动沿海地区产业结构优化调整，促进生态、生产、生活空间合理布局和绿色高质量发展。

《规划》提出，加强海上污染分类整治：实施船舶污染防治。《规划》要求，要保护海洋生态系统和生物多样性；严守海洋生态保护红线；加强渤海、长江口等重点海域禁休渔管理；加大“三场一通道”（产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道）以及长江口等特殊区域的保护力度；积极开展水生生物增殖放流活动。

《规划》第十六节“防范海洋突发环境事件风险”提出，防范海上溢油风险。沿海地方加强沿岸原油码头、危化品运输、重点航线等环境风险隐患排查，强化事前预防和源头监管，严防海上交通事故、安全生产事故等引发的次生溢油事件。强化涉海环境风险源头防范。督促沿海地方和相关企业加强沿海石化聚集区、危化品生产存储、海洋石油平台等涉海环境风险重点区域的调查评估，优化调整 and 合理布局应急力量及物资储备。

（2）符合性分析

本工程施工期间产生的油层段钻屑、油层段钻井液、船舶含油污水、生产垃圾和生活垃圾收集后全部运回陆地处理；非油层段钻屑和非油层段钻井液经处理达标后排海，生活污水经处理达标后排海。运营期产生的生活垃圾、生产垃圾等运回陆上处理，其中危险废物交有资质单位处理；含油生产水经处理达标后全部回注地层，不外排。工程施工期和运营期产生的污染物均得到合理处置，做到从

源头上预防海洋生态破坏和环境污染。同时，针对施工期和运营期带来的生物资源和生态服务功能损失进行了分析，并核算了补偿金额。本工程拟制定生态修复计划，开展增殖放流等生态修复措施，做到坚持污染防治和生态修复并举。

因此，项目与《“十四五”海洋生态环境保护规划》相符合。

11.5.2 《重点海域综合治理攻坚战行动方案》

2022 年 1 月，为深入贯彻《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，巩固深化渤海综合治理成果，实施长江口-杭州湾、珠江口邻近海域污染防治行动，着力打好重点海域综合治理攻坚战标志性战役，生态环境部、发展改革委、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部、农业农村部、中国海警局联合印发《重点海域综合治理攻坚战行动方案》。

（1）相关要求

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“（二）基本原则”中的“系统保护、协同增效”规定：“保护海洋生物多样性，以生态环境高水平保护促进沿海地区经济高质量发展。”

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“（三）重点方向”中的“渤海”：“以“1+12”沿海城市（天津市，辽宁省大连市、营口市、盘锦市、锦州市、葫芦岛市，河北省秦皇岛市、唐山市、沧州市，山东省滨州市、东营市、潍坊市、烟台市）及其渤海范围内管理海域为重点，巩固深化陆海统筹的污染防治成效，加强重点海湾综合治理和美丽海湾建设，构建与高质量发展要求相协调的海洋生态环境综合治理长效机制。”

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“（四）主要目标”中提出：“海洋环境风险防范和应急响应能力明显提升。”

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“（十）船舶港口污染防治行动”中规定：“进一步巩固船舶和港口污染治理成果，完善实施船舶水污染物转移处置联单制度，推进“船-港-城”全过程协同管理。”

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“（十二）海洋生态保护修复行动”中规定：“严格海洋伏季休渔监管执法，实施现代化海洋牧场建设，开展渔业资源增殖放流，清理取缔涉渔“三无”船舶。”

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“（十三）加强海洋环境风险防

范和应急监管能力建设”中规定：“建立健全海上溢油监测体系，提升风险早期识别和预报预警能力。以渤海为重点，加强海洋石油勘探开发环境风险源排查整治和溢油风险监控。指导督促沿海省（市）有关部门和相关企业等加强海洋突发环境事件应急预案制修订，推进沿海地方应急船舶装备、物资保障、监测预警预报、监督执法等能力建设。”

（2）符合性分析

施工期和运营期污染物均得到有效的处理处置，不存在向海洋倾倒垃圾的违法行为。施工期船舶含油污水根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，运回陆上交由有资质单位接收处理。施工船舶产生的生活污水经生活污水处理装置处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）或《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中相应标准后方可排海。生活垃圾、生产垃圾等运回陆上处理，其中危险废物交有资质单位处理。施工期间主要的污染物是悬浮物，但是影响是暂时的、可恢复的。针对施工期带来的生物资源损失进行了分析，并核算了补偿金额，在后续生产过程中建设单位会采取相应生态补偿和修复措施，并对重要渔业品种实施增殖放流，可以维持海洋生物资源可持续利用。同时尽量缩短海底管道铺设周期，合理选择施工时间，海管施工避开主要经济鱼类的产卵期（5月中旬-6月底），以减轻对海洋生态环境的影响。

本工程投产后，建设单位根据溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。同时，建设单位制定了相应的管道保护和检测程序，定期对平台、油气管线进行不定期局部检测和定期全面检测，对油田生产风险源进行全面排查。在后续生产过程中，建设单位将严格落实环境保护主管部门要求，严格执行排污许可制度。

综上，工程建设与《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求相符合。

11.5.3 《关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》符合性分析

（1）相关要求

2017年5月18日，国家海洋局印发《国家海洋局关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》的通知（国海发〔2017〕7号），该通知要求，加强海洋空间资源利用管控：坚持生态用海，严格执行海洋主体功能区规划、海洋功能区

划、海洋生态红线等管控措施，提高生态环境准入门槛，禁止严重过剩产能以及高耗能、高污染、高排放项目用海，推动海域资源利用方式向绿色化、生态化转变。建立健全海洋开发利用活动生态补偿制度。通知提出，加强海洋生态环境风险防控：从严管控渤海海上油气勘探开发、炼化、滨海核电等涉海重大工程环境风险，全面排查溢油、危险化学品泄漏、放射性污染等环境风险隐患，完善分类分级的海上应急监测及处置预案，在石化基地、油气平台、危化品储存区、滨海核电设施等邻近海域部署快速监测能力和应急处置物资设备。开展海洋环境突发事件风险评估和风险区划，构建风险信息库，建立信息共享机制。

(2) 符合性分析

本项目符合《全国海洋主体功能区规划》、《全国海洋功能区划(2011 年-2020 年)》、《“十四五”海洋生态环境保护规划》、《山东省海洋主体功能区规划》及《山东省海洋功能区划(2011 年-2020 年)》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案(2013-2020 年)》等的管控措施。

本项目不属于高耗能、高污染、高排放的项目，针对本项目制定了生态补偿方案；且本项目不涉及倾倒废弃物问题。

本项目投产前纳入《渤中 34-9 油田溢油应急计划》中，并对原溢油应急计划进行修编，加强海洋生态环境风险防控，综上，工程建设与《关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》的相关要求相符合。

11.5.4 与《“十四五”现代能源体系规划》符合性分析

2022 年 3 月 22 日，国家发改委、国家能源局发布关于印发《“十四五”现代能源体系规划》的通知（下称《规划》），作为“十四五”时期加快构建现代能源体系、推动能源高质量发展的总体蓝图和行动纲领。文件明确加快推动能源绿色低碳转型。坚持生态优先、绿色发展，壮大清洁能源产业，实施可再生能源替代行动，推动构建新型电力系统，促进新能源占比逐渐提高，推动煤炭和新能源优化组合。坚持全国一盘棋，科学有序推进实现碳达峰、碳中和目标，不断提升绿色发展能力。

《规划》提出，增强油气供应能力。加大国内油气勘探开发，坚持常非并举、海陆并重，强化重点海域油气基础地质调查和勘探，夯实资源接续基础。

《规划》要求提升天然气储备和调节能力。统筹推进地下储气库、液化天然

气（LNG）接收站等储气设施建设。

《规划》提出，加快推动能源绿色低碳转型。坚持生态优先、绿色发展，壮大清洁能源产业，实施可再生能源替代行动，推动构建新型电力系统，促进新能源占比逐渐提高，推动煤炭和新能源优化组合。

本项目建成投产后，对于提高国内原油产量、提升国内油气资源自主保障能力也具有积极作用。因此，本项目建设符合《“十四五”现代能源体系规划》的相关要求。

12 环境保护的技术经济合理性

12.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护费用系指环境保护固定设施及其投资费用和维护设施及其他为环保投资的年费用。环境保护投资主要包括一次性环境设施投资及其相关操作费用和辅助费用。根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2019），在确定环境保护投资费用时，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：凡属污染防治和环境保护所需要的专用装置和设施，应按其总投资的 100%列入环境保护投资。生产或安全需要同时又为环境保护服务的设备或设施分别按不同情况以 20%～50%比例列入环境保护投资。生态补偿预备费按 100%列入环境保护投资。

根据上述原则，将本项目环保投资设施及其直接投资费用列于表 12.1-1。本项目建设投资 ██████████，其中环保投资 ██████████，占总投资的 ████████。

表 12.1-1 环境投资估算（万元）

| 平台 | 环境保护设备 | 总投资额 | 折合比率 | 折合环保投资 (万元) |
|------------------|---|----------|------|----------------|
| 新建 BZ34-9WHPC 平台 | 开式排放系统 | ████ | 100% | ████ |
| | 闭排兼放空系统 | ████ | 100% | ████ |
| | 注水系统 | ████ | 100% | ████ |
| | 应急关断系统(关断阀,火气设备,现场仪表) | ████ | 25% | ████ |
| 依托改造平台 | 改造工程相关环保设施 (包括注水系统改造、新增双介质过滤器、生产水处理系统改造) | ████ | 100% | ████ |
| 油层段钻屑、钻井液等固废处置费用 | | ████ | 100% | ████ |
| 渔业资源损失补偿费 | | ████ | 100% | ████ |
| 海洋监测费用 | | ████ | 100% | ████ |
| 合计 | | ████████ | | |

12.2 环境保护的经济损益分析

12.2.1 环境经济收益分析

原油价格根据中国石油天然气集团公司《建设项目经济评价参数》（2008）的要求，██████████

本项目建设投产石油最高产量为 [REDACTED]，石油产量的经济效益约为 [REDACTED]。

本项目新增含油生产水最高量为 [REDACTED]，含油生产水经处理合格达到回注水标准后，全部用于回注，最大节约用水（新鲜水）[REDACTED]，折合经济价值约 [REDACTED]。

12.2.2 环境经济损失分析

工程对海洋海洋生物生物资源的影响主要表现在（1）建设井口平台占用海域，使生物栖息地丧失；（2）铺设海底管道/电缆，开挖管沟造成开挖区域对栖息地破坏，以及对周围区域的掩埋造成底栖生物死亡；（3）施工阶段非油层段钻井液钻屑排放及铺设海底管道/电缆产生的悬浮泥沙对渔业生物资源损害。

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定：（1）“占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”，井口平台属永久性占用渔业水域，补偿年限按 20 年计算；（2）“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”，施工阶段因开挖基槽和管沟，及非油层段钻井液钻屑排放产生的悬浮物造成的生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。

a. 鱼卵、仔稚鱼经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算：

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

式中：

M —鱼卵、仔稚鱼经济损失金额（元）；

W —鱼卵、仔稚鱼损失量（个，尾）；

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

E —成活鱼苗的商品价格，根据近三年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 0.8 元/尾计算。

b. 渔业生物经济价值计算

渔业生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i —第 i 类渔业生物资源的经济损失额（元）；

W_i —第 i 类渔业生物资源的损失量（kg）；

E_i —生物资源的商品价格，鱼类、底栖生物的价格接近三年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算。幼鱼的价格接近三年主要鱼类苗种平均价格 0.8 元/尾计算。幼鱼、蟹类幼体、头足类幼体、虾类幼体长成最小成熟规格的重量按 0.1kg/尾；幼虾长成最小成熟规格的重量按 0.01 kg/尾。

c. 底栖生物经济价值计算

底栖生物经济损失按公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M —经济损失额，单位为元（元）；

W —济损生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E —生物资源的商品价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。底栖生物的价格接近三年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.0 万元/t。

d. 海洋生物资源经济损失额合计

海洋生物资源经济损失额合计见下表。

表 12.2-1 海洋生物资源损失经济补偿明细

| 受损生物 | 损失量 | 折算鱼苗 损失量 | 单价 | 直接损失 （元） | 补偿倍 数 | 补偿金额 （元） |
|-----------|----------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| 鱼卵（粒） | 23531000 | 1% | 0.8 元/尾 | | 1 | |
| 仔稚鱼（尾） | 16947000 | 5% | 0.8 元/尾 | | 1 | |
| 鱼类成体（kg） | 410.408 | / | 12 元/kg | | 1 | |
| 头足类成体（kg） | 28.277 | / | 15 元/kg | | 1 | |
| 虾类成体（kg） | 56.016 | / | 15 元/kg | | 1 | |
| 蟹类成体（kg） | 24.933 | / | 15 元/kg | | 1 | |
| 幼鱼（尾） | 54903 | / | 0.8 元/尾 | | 1 | |
| 头足类幼体（尾） | 7023 | 0.1kg/尾 | 30 元/kg | | 1 | |
| 虾类幼体（尾） | 5767 | 0.01kg/尾 | 20 元/kg | | 1 | |
| 蟹类幼体（尾） | 622 | 0.1kg/尾 | 30 元/kg | | 1 | |
| 底栖生物（t）施工 | 10.625 | / | 10000 元/t | | 1 | |

| 受损生物 | 损失量 | 折算鱼苗 损失量 | 单价 | 直接损失 (元) | 补偿倍 数 | 补偿金额 (元) |
|---------------------|-------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| 底栖生物(kg)井 口及平台占海 | 0.259 | / | 10000 元/t | ■ | ■ | ■ |
| 合计 | | | | | ■ | |

12.3 环境保护的技术经济合理性

12.3.1 环境污染治理环保投资效益分析

本项目环境污染治理费用主要包括开式排放系统等的投入。

本项目开式排放系统将有效收集平台产生的污染物,从而防止对周围海域的影响。

12.3.2 生态保护环保投资效益分析

本项目生态保护费用主要包括生态补偿费等的投入。

本项目施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的海洋生物资源和海洋生态造成不可避免的影响。本项目实施前与有关渔业主管部门沟通和协商,对本报告中评估的海洋生物生物资源损失进行经济补偿。

生态补偿费主要用于渔业主管部门增殖放流、渔业资源养护与管理,以及进行渔业资源和渔业生态环境跟踪调查等,这些措施将使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。

12.4 社会效益

油气田的开发对国民经济的发展具有极重要的作用。油气是重要的能源之一,是工业的血液,制约着若干行业的发展。因而油气田开发不仅经济效益本身极为显著,而且可以通过解决直接和间接的就业机会带动其他相关产业的发展,具有重要的社会效益。本项目的建设将对该区域的生物资源、渔业资源等造成一定的直接影响,但从上文分析中可以看出,其对工程周边海域生态环境的影响是暂时的、可恢复的。本项目的开发将会对进一步带动相关产业的发展和进步(如机械制造、电子、仪表等等)起到一定的作用。平台投产后可为国家增加税收收入,增加出口创汇。使用海域与本海域的其它主要功能如渔业的兼容性也比较好,有利于海域整体资源的合理利用和最大发挥。此外,本项目在建设和生产阶段将提供一定的就业机会,有利于增强社会的系统功能,改善区域的整体环境。

因此，本项目是一项利国利民的工程，其环保设施的设置与环保投资是合理的，具有良好的经济和社会效益。

13 环境管理与监测

13.1 环境管理

13.1.1 环境管理的任务和内容

环境管理是保护环境、控制污染的重要措施之一。本油田开发工程环境管理的任务和内容主要为：

- 贯彻执行国家环境保护法规和标准；
- 组织制定和修改与本油田有关的环境保护政策、规章和制度，并监督执行；
- 检查本油田环境保护设备、设施或装置的运行状态；
- 组织和领导本油田的环境监测工作；
- 组织开展本油田环境保护工作人员的技术培训和演习；
- 组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；
- 为政府执法人员检查工作提供方便。

健康、安全和环保是整个项目所有人员的责任，建设单位员工及承包商人员在工作中都要遵守相关健康、安全、环保政策与管理要求。

13.1.2 应急机构的设置

本项目建设单位——中海石油（中国）有限公司天津分公司严格按照相关法律、法规、标准及公司要求来开展环境保护管理工作，并已经形成一套完整系统的环保管理机构 and 环境保护管理体系。

根据《渤中 34-9 油田溢油应急计划》（2021 年 3 月），渤中 34-9 油田的应急管理工作纳入天津分公司应急管理体系。渤南作业公司所辖现场设施启动应急响应后，作业公司召集相关人员开展事态跟踪、信息报告、应急支持等工作。

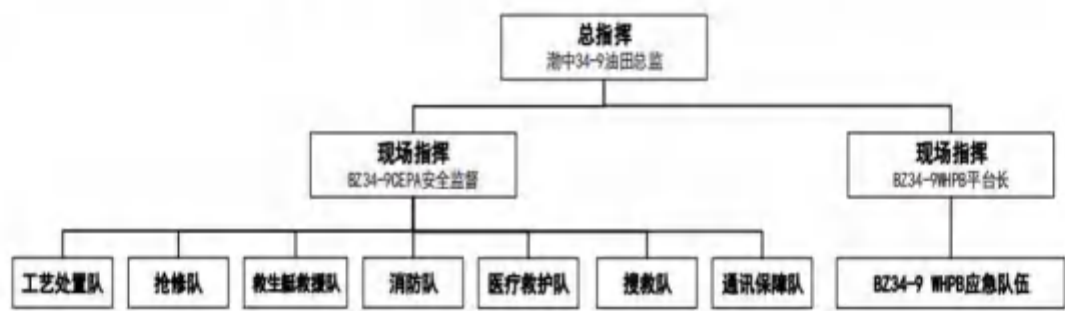


图 13.1-1 渤中 34-9 油田应急组织机构

渤中 34-9 油田总监作为整个油田的应急总指挥，安全监督作为 BZ34-9CEPA 和 KL6-1WHPA 的现场指挥，BZ34-9WHPB 平台长作为该平台的现场指挥。

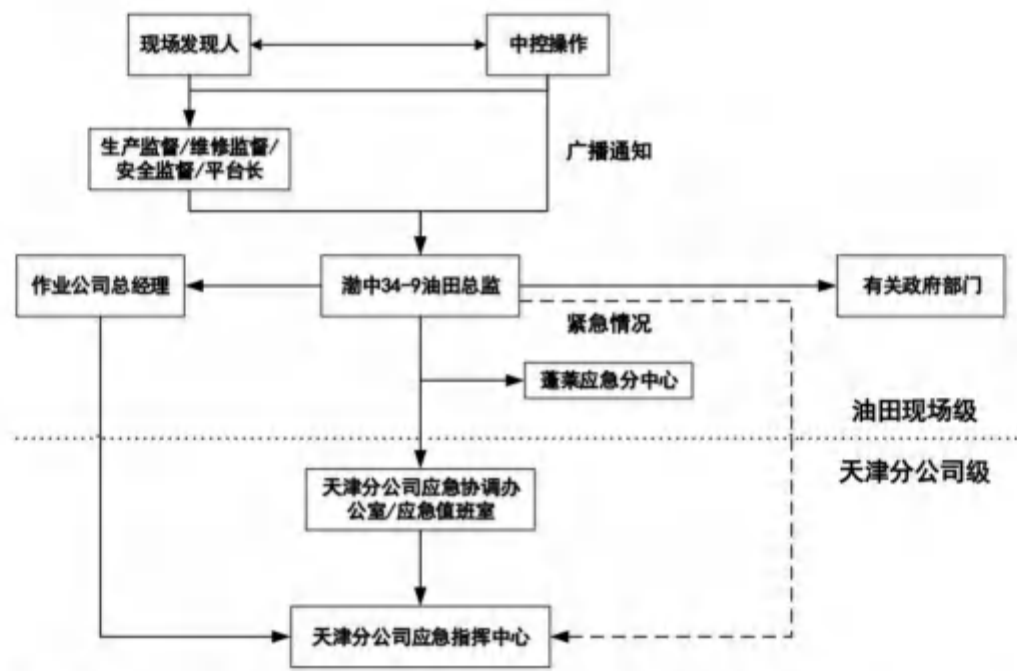


图 13.1-2 《渤中 34-9 油田应急预案（2021 版）》信息报告流程图

在报告和记录事件时，需包括“事件对周边自然环境影响情况，是否造成环境污染”等，在发生井喷失控等重大作业事故时，应补充报告海面被污染情况等。在应急响应终止后，油田总监组织各应急小组开展污染物处理工作。

13.1.3 安全生产与环境保护管理制度

根据实际情况，建立及改进安全环保例会制度、安全环保宣传教育制度、安

全环保检查制度、培训与演习制度、安全环保奖惩制度等。

日常工作及宣传中坚持“预防为主”的思想，强化以下几个方面：一是加强巡回检查和瞭望制度的落实，定期检查平台设施，发现事故苗头，及时采取措施；二是加强平台防污设施的管理，重点是生活污水处理设施的管理，通过定期维护保养，切实做到全部处理、达标排放；三是加强化学消油剂的使用管理，严格控制使用消油剂，避免二次污染；四是建立完善海陆防范监控体系，同时加强海上日常监控管理。

13.2 环境监测

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务是定期监测各工程设施上外排污污染物的排放浓度，掌握达标情况，为加强环境保护管理、保证污染处理设备正常运转提供科学依据；分析外排污染物浓度和排放量的变化规律；为制定污染控制措施和环保管理提供依据。

污染物排放标准包括《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）、《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）、《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级》（GB18402.1-2009），要求符合标准规定的排放限值，《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）排放要求/浓度限值分级为一级，《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级》（GB18402.1-2009）的海区等级为一级；水质标准按照《海水水质标准》（GB 3097-1997）管理，要求参照本报告 5.3.2.2 评价标准，满足相应的保护要求，达到相应的水质标准。

13.2.1 环境监测计划

13.2.1.1 污染源监测计划

（1）施工期污染源监测

主要针对 BZ34-9WHPG 平台的非油层段钻井液、非油层段钻屑开展检测。

监测项目有石油类、生物毒性、Hg、Cd 等。

监测方法和频次按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级》

(GB18402.1-2009) 执行。

(2) 运营期污染源监测

本次新建 WHPC 平台运营期含油生产水依托 KL6-1/BZ35-2CEPA 平台进行处理，处理后全部回注地层，生活污水依托 BZ34-9CEPA 平台进行处理达标后排放，在新建平台无污染物排放，故新建工程运营期不设污染源监测。

13.2.1.2 环境质量跟踪监测

(1) 施工期环境质量跟踪监测

本项目在建设阶段将铺设 2 条海底管道、1 条海底电缆，均为挖沟铺设，铺设过程中产生的悬浮物对海水水质等产生短期影响，故施工期拟对海底管道电缆铺设进行 1 次监测。结合悬浮物影响预测扩散范围最远距离约为 1.28km，考虑施工安全性，监测点位拟在海底电缆管道路由两侧约 1000-1200m 处均匀布设，针对施工期搅起的悬浮沙进行监测。

共布设 6 个站位，站位布设见图 13.2-1 所示，在实际监测中可对点位进行适当增减，监测点位可结合海底电缆管道走向及周边环境情况进行优化。

图 13.2-1 管线施工期监测站位布设示意图

(2) 运营期环境质量跟踪监测

本项目运营期含油生产水全部回注地层，新建平台为无人值守平台，无生活污水产生排放。

根据工程特点，可在工程竣工验收时针对海洋水质、沉积物环境开展一次监测，正式运营后每 3-5 年针对海洋水质、沉积物环境监测一次。

监测因子、监测范围、站位布设及监测频率等详见下表。

表 13.2-1 运营期工程周边海域监测计划一览表

| 环境要素 | 监测因子 | 监测方法 | 监测站位 | 监测频率 |
|-------|----------------------------|---|--|----------------------------|
| 海水水质 | 石油类 | 《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 (GB17378.4-2007) | 在 BZ34-9WHPC 平台主潮流方向上、下、左、右 500m 范围内共设 4 个站位 | 竣工验收时监测一次。 运营 3-5 年监测一次 |
| | 重金属 (Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As) | | | |
| 沉积物环境 | 石油类 | 《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 (GB17378.5-2007) | | |
| | 重金属 (Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As) | | | |

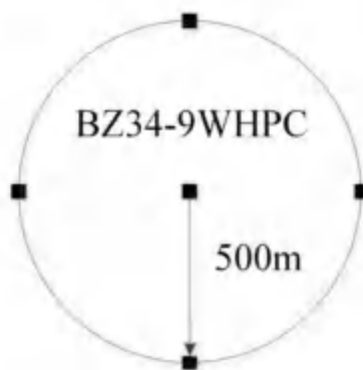


图 13.2-1 监测站位布设图

运营阶段建设单位应对工程周边海域的海水水质环境、海洋沉积物环境定期进行监测，制定海洋环境质量跟踪监测方案，提交有效计量认证分析监测报告，对环境监测反馈的信息进行科学分析，并建立资料档案。

13.2.1.3 管线跟踪调查

为了保证安全作业和防止海洋环境污染，需要定期（建议 3-5 年/次）对本工程海底电缆管道进行路由复勘，以便及时了解海底电缆管道路由水深变化情况，电缆走向、埋深、悬跨等运行中的实际情况，并根据勘察结果采取相应的维护措施，以便及早发现隐患，及时处理，防止事故发生，以保障工程的安全正常运行。

13.2.2 事故监测

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。

发生溢油事故时除在常规监测站位进行水质监测外，根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况增加对海洋生态环境、海洋生物质量、沉积物环境的监测，站位布设根据实际情况进行调整。可采用有偿服务的方式委托海洋行政主管部门认可的监测单位开展环境事故跟踪监测。

13.2.3 监测机构职能

其主要职能如下：

- 负责指导、监督各采油厂海上、陆上油田生产设施外排污染物的监测化

验工作：

- 定期、不定期地对各海上、陆上油田生产设施排污口的外排污染物进行监测和检查；

- 分析所排污染物的变化规律，为平台环保管理、制定污染控制措施和保持污染物处理设备正常运转提供依据；

- 协同有关部门对新建设施上的污染防治设备进行竣工验收监测和效果鉴定；

- 对监测、化验人员进行业务指导和培训，对化验设备进行检查和校定；
- 负责平台污染事故的监测及报告。

14 结论与建议

14.1 工程概况

渤中 34-9 油田位于渤海中部海域，[]，属于垦利油田群开发体系，[]。东北距渤中 35-2 油田 []，西距垦利 3-2 油田 []，南距垦利 10-1 油田 []。其中，渤中 34-9 油田 5 井区位于渤中 34-9 油田西北部，平台位置处水深约 []。

本评价工程内容包含：（1）新建 1 座 4 腿无人井口平台（BZ34-9WHPC 平台）；（2）新建 1 条 [] BZ34-9WHPC 平台至 BZ35-2WHPA 平台双层保温混输海底管线；（3）新建 1 条 [] BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台单层海底注水管道；（4）新建 1 条 [] BZ34-9CEPA 平台至 BZ34-9WHPC 平台海底电缆；（5）对所依托的 BZ34-9CEPA、BZ35-2CEPA、KL6-1CEP、BZ35-2WHPA 平台进行适应性改造。

BZ34-9WHPC 是一座 4 腿无人井口平台，设 28 口井，本次工程计划钻井 20 口，其中 12 口油井，8 口注水井，其余 8 口井预留。平台共设三层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板。平台上设有柴油系统、化学药剂系统、开排系统、闭排系统等。

BZ34-9WHPC 平台井口物流经计量后进入新建的 BZ34-9WHPC 至 BZ35-2WHPA 平台混输海管，再通过栈桥经 BZ35-2CEPA 平台输送至 KL6-1CEP 平台，并与垦利 6-1 油田生产物流汇合，处理成合格原油后，通过已建海管，输送至 KL3-2CEPA 平台外输至东营终端。

本工程建设投资 []，其中环保投资 []，占总投资的 []。

14.2 工程分析

14.2.1 施工阶段

海上建设施工阶段包括：平台建设、海底混输、注水管线及电缆的铺设、钻完井、平台适应性改造等。海上平台设施的安装、调试过程中，将产生金属切割

的边脚料等固体废弃物。海底混输、注水管线及电缆铺设将搅起一定量的海底沉积物，产生悬浮沙。钻完井阶段产生钻屑和钻井液。平台适应性改造过程中，将产生金属切割的边脚料等固体废弃物。此外，在海上施工作业期间参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

本项目海底电缆管道施工过程中共搅起悬浮沙总量约为 24334.8m^3 ；钻井过程中产生钻屑 7783m^3 ，其中油层段钻屑约 453m^3 ，非油层段钻屑约 7330m^3 。根据施工方案，非油层段钻屑的最大排放速率不会超过 $150\text{m}^3/\text{d}$ ；共产生废弃钻井液 6650m^3 分为油层段钻井液、非油层段钻井液，其中油层段钻井液约 210m^3 。钻完井阶段采用水基钻井液，循环使用，钻完井后一次性排放，本项目分 7 批次钻井，最高排放速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中，每个批次的一次性排放量约为 500m^3 ，其排放速率为 $35\text{m}^3/\text{h}$ ；本项目有 2 口井（C4、C8）根据油藏情况需要压裂，共产生 468.6m^3 的废弃返排压裂液，其中不含油废弃钻井液约为 380m^3 ，含油废弃返排压裂液约为 88.6m^3 。施工期生活污水总产生量为 29475.25m^3 ，其中船舶生活污水产生量约为 2903.25m^3 ，钻井船生活污水约为 26572m^3 ，机舱含油污水产生量约为 1051.47m^3 ；施工期生活垃圾产生量约为 126.34t ，生产垃圾共产生约 86t ，其中危险废物约 3.1t 。

本项目新建的混输管道、注水管道在安装后，管道内可能存在一些焊渣和铁锈等杂物需要清除。清管废水产生量约为 780m^3 。

14.2.2 生产阶段

在油田生产阶段，主要污染物为含油生产水、固体废弃物及金属锌离子等。主要污染因子为石油类等。

本工程投产后 KL6-1CEP 平台处理本次新建 BZ34-9WHPC 平台的生产水，本次 BZ34-9WHPC 平台新增最大生产水量为 [REDACTED] [REDACTED]，经处理达标后回注地层不外排；本项目新增 2 人的生活污水产生量 $0.7\text{m}^3/\text{d}$ （ $255.5\text{m}^3/\text{a}$ ），依托 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理设施进行处理，本次新增 2 人后生活污水产生量不会超过 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理设施处理能力，也不会造成 BZ34-9CEPA 平台生活污水总量指标的增加。新增 2 人产生的生活垃圾约为 $1.1\text{t}/\text{a}$ ，与 BZ34-9CEPA 平台原有生活垃圾一起经分类收集后运回陆上处理；生产阶段新建工程运营产生的生产垃圾约 $20\text{t}/\text{a}$ ；危险废物产生量约

5.0t/a，全部运回陆地交由有相关资质单位进行处理。

14.3 环境质量现状

2021 年 4 月 23 日至 5 月 8 日（春季）和 2021 年 10 月（秋季）围绕渤中 34-9 油田 5 井区及其周边海域进行海洋水质、沉积物、海洋生物生态的现状调查。

调查单位为 [REDACTED]，调查范围为以本次新建平台及依托工程外缘线为起点，沿主潮流和垂直潮流方向向外延伸 15km 划定的区域。

调查共对 35 个水质站位，20 个沉积物、生物生态及生物质量站位开展评价。

评价原则为位于《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》中站位依据区划内的要求进行评价，位于地方功能区划范围之外的站位从一类开始评价至符合相应的标准为止。

14.3.1 海水水质环境质量现状

本次海水水质调查及评价因子为：pH、化学需氧量、溶解氧、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、砷、总汞、铜、铅、镉、锌、总铬、无机氮 15 项。

根据评价结果显示，2021 年春季评价结果如下：

表层：调查功能区内有所有站位所有因子均符合第一类海水水质标准；功能区外有 2 个站位（C18 和 C32 共 2 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

底层：春季调查功能区内有 1 个站位（C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类水质标准，其余因子及站位均符合相应功能区划的水质标准要求；功能区外有 4 个站位（C4、C14、C15、C32 共 4 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，但均符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

2021 年秋季评价结果如下：

表层：调查功能区内有 1 个站位（C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准，符合第二类水质标准，所有因子及站位均符合相应功能区划的水质标准要求；功能区

外有 5 个站位（C15、C16、C17、C29、C30 共 5 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，但均符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

底层：调查功能区内有 1 个站位（C43，所在功能区环境保护要求为二类水质标准，C44，所在功能区环境保护要求为保持现状）无机氮超出《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准外，均符合第二类水质标准，所有因子及站位均符合相应功能区划的水质标准要求；功能区外有 5 个站位（C16、C28、C30、C38、C41 共 5 个站位）无机氮超出第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准外，其余因子及站位均符合第一类海水水质标准要求。

14.3.2 海洋沉积物环境质量现状

沉积物质量现状评价因子为：汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物及有机碳。

本次共对 20 个站位的沉积物中的 10 项因子进行了分析评价。经评价所有调查因子均符合一类标准。调查海域沉积物质量状况良好。

14.3.3 海洋生态环境质量现状

海洋生物生态评价内容为：叶绿素 a（并据此估算初级生产力）、浮游植物、浮游动物、底栖生物等种类与数量（包括生物种类、生物密度、生物量、丰度、均匀度、多样性指数等）。

14.3.3.1 叶绿素 a

2021 年春季，调查海域各站表层叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.22~2.80） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.03 $\mu\text{g/L}$ ；底层叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.33~2.18） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.88 $\mu\text{g/L}$ 。

2021 年秋季，调查海域各站表层叶绿素 a 浓度的变化范围为（1.00~3.44） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.80 $\mu\text{g/L}$ ；底层叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.76~3.50） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.77 $\mu\text{g/L}$ 。

14.3.3.2 初级生产力

2021 年春季, 调查海域各站初级生产力变化范围为 (30.30~464.65) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 平均值为 $147.36\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

2021 年秋季, 调查海域各站初级生产力变化范围为 (83.55~1053.88) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 平均值为 $356.61\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

14.3.3.3 浮游植物

2021 年春季, 调查海域共鉴定浮游植物 23 种 (类), 密度变化范围在 $(1.95\sim11.04)\times10^4$ 个/ m^3 之间, 平均密度为 3.60×10^4 个/ m^3 。优势种为辐环藻、圆筛藻和辐射圆筛藻。多样性指数 (H') 在 0.43~2.85 之间波动, 平均值为 1.66; 均匀度 (J) 在 0.26~0.95 之间波动, 平均值为 0.70; 丰度 (d) 在 0.07~0.51 之间波动, 平均值为 0.29; 优势度 ($D2$) 在 0.41~1.00 之间波动, 平均值为 0.76。调查海域浮游植物的多样性指数均值、均匀度较低, 优势度较高, 表明该海域浮游植物群落结构稳定性较一般。

2021 年秋季, 调查海域共鉴定浮游植物 70 种 (类), 密度变化范围在 $(19.88\sim453.37)\times10^4$ 个/ m^3 之间, 平均密度为 180.88×10^4 个/ m^3 。优势种为巨圆筛藻和格氏圆筛藻, 多样性指数 (H') 在 0.60~3.98 之间波动, 平均值为 3.01; 均匀度 (J) 在 0.38~0.86 之间波动, 平均值为 0.68; 丰度 (d) 在 0.11~1.40 之间波动, 平均值为 1.01; 优势度 ($D2$) 0.30~0.95 之间波动, 平均值为 0.54。调查海域浮游植物的多样性指数均值、均匀度较高, 优势度较低, 表明该海域浮游植物群落结构稳定性较好。

14.3.3.4 浮游动物

2021 年春季, 调查海域共鉴定浮游动物 27 种 (类), 浮游动物湿重生物量变化范围在 $(135.39\sim733.97)\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 平均为 $386.44\text{mg}/\text{m}^3$; 生物密度变化范围在 $(148.3\sim1784.0)$ 个/ m^3 之间, 平均为 1012.5 个/ m^3 。占优势的种类为腹针胸刺水蚤, 多样性指数 (H') 在 0.77~1.19 之间波动, 平均值为 1.04; 均匀度 (J) 在 0.26~0.44 之间波动, 平均值为 0.36; 丰度 (d) 在 0.49~0.92 之间波动, 平均值为 0.68; 优势度 ($D2$) 在 0.97~1.00 之间波动, 平均值为 0.98。调查海域浮游动物多样性、均匀度和丰度较低、优势度较高, 浮游动物整体群落结构稳定性较

为一般。

2021 年秋季,调查海域共鉴定浮游动物 42 种(类),生物量变化范围在 $(3.11\sim1095.79)$ mg/m^3 之间,平均为 $393.77 \text{ mg}/\text{m}^3$;生物密度变化范围在 $(10.4\sim526.3)$ 个/ m^3 之间,平均为 163.8 个/ m^3 。占优势的种类为软拟海樽、强壮箭虫和繆勒海樽克氏亚种,多样性指数(H') 在 $1.72\sim2.87$ 之间波动,平均值为 2.39 ;均匀度(J) 在 $0.41\sim0.80$ 之间波动,平均值为 0.59 ;丰度(d) $1.70\sim2.97$ 之间波动,平均值为 2.41 ;优势度($D2$) 在 $0.50\sim0.83$ 之间波动,平均值为 0.68 。调查海域浮游动物多样性指数和丰度较高,优势度较低。浮游动物整体群落结构稳定性相对较好。

14.3.3.5 底栖生物

2021 年春季,调查海域共鉴定底栖生物 93 种(类),生物量变化范围在 $(2.40\sim28.42)$ g/m^2 之间,平均为 $11.61 \text{ g}/\text{m}^2$,生物密度变化范围在 $(49\sim977)$ 个/ m^2 之间,平均为 17.2 个/ m^2 。占优势的种类为二齿半尖额涟虫、不倒翁虫和银白壳蛞蝓,多样性指数(H') 在 $2.36\sim3.96$ 之间波动,平均值为 3.28 ;均匀度(J) 在 $0.61\sim0.95$ 之间波动,平均值为 0.82 ;丰度(d) 在 $1.25\sim3.89$ 之间波动,平均值为 2.23 ;优势度($D2$) 在 $0.25\sim0.67$ 之间波动,平均值为 0.45 。调查海域底栖生物的多样性指数、均匀度及丰度均较高,优势度较低,表明该海域底栖生物群落结构稳定。

2021 年秋季,调查海域共鉴定底栖生物 104 种(类),生物量变化范围在 $(0.51\sim64.63)$ g/m^2 之间,平均为 $18.25 \text{ g}/\text{m}^2$,生物密度变化范围在 $(55\sim282)$ 个/ m^2 之间,平均为 151 个/ m^2 。占优势的种类为不倒翁虫和江户明樱蛤,多样性指数(H') 在 $3.07\sim4.52$ 之间波动,平均值为 3.76 ;均匀度(J) 在 $0.78\sim0.97$ 之间波动,平均值为 0.88 ;丰度(d) 在 $1.64\sim3.61$ 之间波动,平均值为 2.65 ;优势度($D2$) 在 $0.17\sim0.51$ 之间波动,平均值为 0.35 。调查海域底栖生物的多样性指数、均匀度及丰度均较高,优势度较低,表明该海域底栖生物群落结构稳定。

14.3.4 海洋生物质量现状

生物质量以镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃作为评价因子。

软体动物(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。软体动物 (非双壳类) 和甲壳类、鱼类生物体内污染物质 (铜、铅、锌、镉、总汞) 含量评价标准参考《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; 石油烃含量的评价标准参考《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; 生物体内铬和砷含量缺乏评价标准, 不对其进行评价。

2021 年春季及秋季两季调查结果显示, 调查区域软体动物 (双壳类) 生物质量各项评价因子均满足《海洋生物质量》(GB18421-2001) 规定的第一类标准值。软体动物 (非双壳类)、甲壳类、鱼类, 生物质量评价因子铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。软体动物 (非双壳类)、甲壳类、鱼类, 生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册) 中的质量标准。

14.3.5 渔业资源现状

于 2021 年 5 月 20~25 日、2021 年 10 月 24~28 日对项目所在海域共设 12 个站位进行了渔业资源进行了调查, 调查内容包括鱼卵、仔稚鱼、游泳动物。

14.3.5.1 鱼卵、仔稚鱼

春季调查所获鱼卵 11 种, 仔稚鱼 11 种。

春季调查的 12 个站位中有 9 个站有鱼卵出现, 鱼卵密度平均为 0.493 ind/m³, 10 个站位有仔稚鱼出现, 仔稚鱼密度平均为 0.356 ind/m³。

秋季调查未捕获鱼卵仔稚鱼。

14.3.5.2 游泳动物

(1) 鱼类

调查海域共捕获鱼类 32 种, 春季调查渔获量范围为 2~4356 尾/h, 0.23~50.32kg/h, 平均值为 878 尾/h, 11.421 kg/h。幼鱼的尾数占总尾数的 18.45%, 为 163 尾/h, 生物量为 1.014kg/km²。经换算鱼类的平均资源密度为 15803 尾/km², 205.562kg/km², 其中幼鱼平均资源密度为 2934 尾/km², 16.22kg/km²; 成鱼平均资源密度为 11440 尾/km², 187.311kg/km²。成体渔业资源的平均渔获量 715

尾/h, 10.407kg/km²。鱼类优势种相对重要性指数 IRI, 优势种为鲢, 其 IRI 指数超过 9000。

秋季调查海域共捕获鱼类 31 种, 秋季调查渔获量范围为 125~6918 尾/h, 2.602~34.207kg/h, 平均值为 3195 尾/h, 18.067kg/h。经换算鱼类的平均资源密度为 57505 尾/km², 325.180kg/km², 其中幼鱼平均资源密度为 18970 尾/km²和 54.644kg/km², 成鱼平均资源密度为 38535 尾/km²和 270.536kg/km²。优势种为黄鲫、赤鼻棱鲢和青鳞沙丁鱼, 其 IRI 指数都超过 1000;

根据春季和秋季调查结果, 鱼类的平均资源密度为 36654 尾/km², 265.371kg/km², 其中幼鱼平均资源密度为 10952 尾/km²和 35.432kg/km², 成鱼平均资源密度为 24988 尾/km²和 228.924kg/km²。

(2) 头足类

春季头足类渔获量尾数范围为 0~346 尾/h, 平均值为 103 尾/h。重量范围为 0~1.532kg/h, 平均值为 0.516kg/h。春季头足类平均渔获量 103 尾/h, 0.52kg/h。经换算春季头足类平均资源密度为 8.32kg/km²1648 尾/km²。

秋季头足类渔获尾数范围为 1~1129 尾/h, 平均值为 481 尾/h; 渔获量范围在 0.037~5.618 kg/h, 平均为 2.321 kg/h, 秋季头足类平均渔获量 481 尾/h, 2.321kg/h。经换算秋季头足类平均资源密度为 41.775kg/km², 8658 尾/km²。其中, 头足类成体为 31.552kg/km², 5850 尾/km²; 头足类幼体为 10.223kg/km², 2808 尾/km²。

综上, 根据春季和秋季调查结果, 头足类平均资源量为 5153 尾/km², 25.048kg/km²。

(3) 甲壳类

春季共捕获甲壳类 15 种, 调查海域游泳动物群落中, 甲壳类优势种为口虾蛄、日本鼓虾; 春季虾类平均资源密度为 19.690kg/km², 1620 尾/km², 其中, 虾类成体资源密度为 18.700kg/km², 1440 尾/km²; 虾类幼体平均资源密度为 0.990kg/km², 180 尾/km²。蟹类平均资源密度为 0.954kg/km², 109 尾/km², 其中成体资源量为 0.774kg/km², 资源密度为 72 尾/km²; 蟹类幼体平均资源密度为 0.180kg/km², 36 尾/km²。

秋季共捕获甲壳类 13 种, 游泳动物群落中, 秋季甲壳类重要种依次为口虾

蛎、鹰爪糙对虾、三疣梭子蟹、日本鼓虾和双斑蟳，秋季虾类平均资源密度为 $50.558\text{kg}/\text{km}^2$ ， $10943\text{尾}/\text{km}^2$ ，其中，虾类成体为 $43.790\text{kg}/\text{km}^2$ ， $8819\text{尾}/\text{km}^2$ ；虾类幼体为 $6.767\text{kg}/\text{km}^2$ ，资源密度为 $2124\text{尾}/\text{km}^2$ 。蟹类平均资源密度为 $29.032\text{kg}/\text{km}^2$ ， $1584\text{尾}/\text{km}^2$ ，其中蟹类成体资源量为 $27.034\text{kg}/\text{km}^2$ ，资源密度为 $1368\text{尾}/\text{km}^2$ ；蟹类幼体平均资源密度为 $2.016\text{kg}/\text{km}^2$ ， $216\text{尾}/\text{km}^2$ 。

综上，根据春季和秋季调查结果平均，虾类成体平均资源密度为 $31.245\text{kg}/\text{km}^2$ ，虾类幼体平均资源密度为 $1152\text{尾}/\text{km}^2$ 。蟹类成体平均资源密度为 $13.904\text{kg}/\text{km}^2$ ，蟹类幼体平均资源密度为 $126\text{尾}/\text{km}^2$ 。

14.4 环境影响预测分析与评价结论

14.4.1 水文动力及地形地貌环境影响分析

本次工程主要为钻完井工程及海底电缆管道铺设工程，平台为钢式导管架结构，桩腿较细，对流场影响范围较小，仅对桩腿附近局部流场有影响，对大海域水动力环境基本无影响；管道埋设于海面以下，对水动力及地形地貌环境基本无影响。

14.4.2 海洋水质环境影响分析

14.4.2.1 施工阶段对水质环境的影响分析

(1) 海底电缆管道铺设对海洋水环境影响分析

根据预测，BZ34-9WHPC 平台--BZ35-2WHPA 平台混输管道表层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域，中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络面积为 29.612km^2 ；无超三类、四类海水水质标准水质海域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 56.819km^2 ；超三类海水水质标准的总包络线面积为 7.252km^2 ；超四类海水水质标准的总包络线面积为 2.849km^2 。超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 1.28km 。混输管道施工作业停止 2h 后，整个海域满足一类海水水质标准。

经预测，BZ34-9CEPA - BZ34-9WHPC 海底注水管道/电缆表层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域。中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络面积为 3.549km^2 ；无超三类海水水质标准、超四类海水水质标准水质；

底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 7.700km²；超三类海水水质标准的总包络线面积为 0.927km²；超四类海水水质标准的总包络线面积为 0.362km²。超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.75km。注水管道/电缆施工作业停止 1.5h 后，整个海域满足一类海水水质标准。

（2）非油层段钻井液对海洋水环境影响分析

根据预测可知，非油层段钻井液排放引起表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 1.670km²，超三类海水水质标准的面积为 0.060km²，超四类海水水质标准的面积为 0.014km²。中层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.604km²，无超三类和超四类海水水质标准海域。底层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.69km，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 1h。

（3）非油层段钻屑对海洋水环境影响分析

根据预测，非油层段钻屑排放引起表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.163km²，超三类海水水质标准的面积为 0.005km²，超四类海水水质标准的面积为 0.003km²。中层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.016km²，超三类海水水质标准的面积为 0.001km²，无超四类海水水质标准海域。底层无超悬浮物一（二）类、三类和四类海水水质标准海域。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.31km，停止排放后 1h 整个海域可恢复到一类水质。

14.4.2.2 运营阶段对水质环境的影响分析

运营阶段产生的含油生产水经处理合格后全部回注地层，不外排，不会对海洋水环境造成不良影响。

运营阶段产生的新增的生活污水，依托 BZ34-9CEPA 平台进行处理，BZ34-9CEPA 平台不新增生活污水总量，故生活污水排放不会对 BZ34-9CEPA 平台周边海域造成新的影响，

运营阶段甲板冲洗水、设备冲洗水、初期雨水等全部进入平台开闭排放系统后再进入工艺系统处理，无排放，因此不会对海水水质环境产生影响。

14.4.3 沉积物环境影响分析

14.4.3.1 施工阶段沉积物环境影响

BZ34-9WHPG 平台采用钢式导管架结构，平台桩腿部分由于深插入海中，施工过程中因打桩沉积物环境全部改变，但桩腿占海面积较小，因此施工期平台对海洋沉积物环境的影响较小。

钻井阶段非油层段钻井液与钻屑入海后，将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。根据预测，本项目钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积不超过 0.01km²，对海洋沉积物环境影响较小。

在铺设海底电缆管道期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，海底电缆管道施工过程沉积物被挖起和覆盖，管沟开挖的影响面积约为 0.100km²，覆盖的影响范围按两侧各 20m 计算，影响面积是 0.756km²。此范围内的底栖生物受到一定的破坏，并使沉积物类型发生一定的变化，但是由于施工时间较短，因此影响是短期的，且影响较小。

14.4.3.2 运营阶段沉积物环境影响

运营阶段，平台导管架及海底管道防腐牺牲阳极装置中释放的锌离子部分将会沉积于平台桩基和海底管线附近沉积物中，沉积量很小，不会造成区域海洋沉积物中的锌污染。

14.4.4 海洋生态环境影响分析

根据工程施工及运营对海洋生态的影响分析与评价，本工程造成底栖生物损失量最大为 10.884t，鱼卵损失量约为 23.531×10^6 粒，仔稚鱼损失量约为 16.947×10^6 尾，鱼类成体损失量约为 410.408kg，头足类成体损失量约为 28.277kg，虾类成体损失量约为 56.016kg，蟹类成体损失量约为 24.933kg，幼鱼损失量约为 54903 尾，头足类幼体损失量约为 7023 尾，虾类幼体损失量约为 5767 尾，蟹类幼体损失量约为 622 尾。

14.4.5 对周边敏感目标影响分析

根据本项目所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，筛选本次评价的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。

本工程位于中国毛虾、蓝点马鲛产卵场内，中国对虾、三疣梭子蟹、鳀索饵场内，工程施工将对“三场一通道”产生一定影响，但施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间均在 2h 之内，悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复，因此本工程的建设对重要经济生物资源的“三场一通道”的影响是暂时且可恢复的。

根据敏感目标识别情况，距离本工程最近的敏感目标为东营黄河口生态国家级海洋特别保护区及东营黄河口生态限制区红线区，与项目最近距离为 12.8km，根据数值预测结果，本项目施工期管线悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物超一（二）类海水水质距离分别为距离排放点 1.28km、0.69km、0.31km 以内，工程施工不会对东营黄河口生态国家级海洋特别保护区及东营黄河口生态限制区红线区产生影响。

工程运营阶段含油生产水经处理合格后回注地层，工业垃圾运回陆上处理，甲板冲洗水及初期雨水等进入平台开闭排系统，进一步进入生产流程不外排。综上，工程运营对周围的敏感目标基本无影响。

14.5 环境风险分析与评价结论

本项目施工期及运营期可能发生的风险包括井涌或井喷、船舶碰撞、平台火灾、地质性溢油事故、海底管道泄漏事故。经识别本项目代表性事故为新建海底混输管道泄漏事故，最大可能溢油量不超过 [REDACTED]。

由于本项目位于渔业“三场一通道”中的鳀、三疣梭子蟹、中国对虾的索饵场内，在中国毛虾、蓝点马鲛的产卵场内。因此一旦发生溢油事故，溢油将即刻对上述敏感目标造成影响。溢油对索饵场及产卵场的影响主要体现在对鱼卵及其生境的影响。若在设定情景下发生溢油，经预测溢油最快于 5.5h 抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区（黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线），对其造成一定的影响。为了防止溢油事故发生，减轻溢油事故影响。建设方从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理上采取了有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。同时也编制了相应的溢油应急计划，

并配备了一定的溢油应急物资。在发生溢油事件的第一时间便能进行响应,展开现场海上溢油的围控和回收作业,对初期溢出的少量油类进行围控和清除,同时尽可能及时封堵泄漏孔,防止油品继续溢出。发生溢油后应急物资最快可在 1.5h 抵达 BZ34-9WHPC 平台溢油现场,周边可以利用的溢油应急资源可在最迟 14h 抵达现场进行救援工作。在海况允许的情况下,合理时间内本项目可利用的溢油应急设可以满足本项目对溢油风险防控的需要。

建设方在预防为主的基础上,渤中 34-9 油田配备了适当的溢油应急设备,油田附近也配备了守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守,一旦发生溢油突发事件,渤中 34-9 油田溢油应急小组立即启动溢油应急响应程序,动员油田溢油应急资源,按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署。同时,通知守护船在第一时间将平台上溢油设备进行装载,展开应急行动。另外,渤中 34-9 油田附近的渤中 35-2 油田、渤中 34 油田群、渤中 25-1 油田、垦利 3-2 油田、垦利 10-1 油田也可在第一时间进行协助,实现资源互补,从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速,尽可能将溢油的影响降至最低。综上所述,在落实溢油应急计划的前提下,本项目的溢油的影响可以降至最低。

建设单位已编写《渤中 34-9 油田溢油应急计划》(2021 年 3 月)并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局进行了申请备案。本项目建成投产前将本工程纳入《渤中 34-9 油田溢油应急计划》中,建设单位需针对本项目新增的内容对原应急计划进行修编,将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理,建设单位将根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作,用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件,避免发生重大环境污染事件。一旦发生溢油事故,需保证溢油应急设备设施的是完好的、有效的,严格按照备案的溢油应急计划开展溢油应急响应工作。

14.6 总量控制结论

根据分析,由于本次新建工程新增的 2 人的生活污水量较少,依托 BZ34-9CEPA 平台进行处理,本项目投产后不会造成 BZ34-9CEPA 平台的生活污水总排放量(包括 COD)的增加,维持原排放总量指标不变。

14.7 环境保护对策与措施

14.7.1 建设阶段环境保护对策措施

(1) 建设阶段生活垃圾要求按规定收集运回陆地统一处理。不准向渤海排放，减少对海洋环境的污染。

(2) 钻井阶段产生的油层段钻屑、油层段钻井液经收集后运往陆上交由中海石油环保服务(天津)有限公司处理；非油层段钻屑、非油层段钻井液尽量控制排放速率，减少对海洋环境的影响。

(3) 建设阶段船舶污染物按照《船舶水污染物排放控制标准(GB3552-2018)》中的相关要求处理。机舱含油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》及 73/78 公约的要求，铅封后运往陆上交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处理。

(4) 建设阶段产生的固体废物(主要为废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料等)全部运回陆地交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理，禁止排海，且需满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的要求。

14.7.2 运营阶段环境保护对策措施

(1) BZ34-9WHPC 平台的产水量约为 [REDACTED] 依托 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 平台的含油生产水处理设施处理。生产水处理系统采用“斜板除油器+溶气式浮选机+核桃壳过滤器”的三级处理流程。处理后的生产水水质符合《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》(SY/T 5329-2022)中相关标准(石油类 $\leq 15\text{mg/L}$)的要求后注入地层。

(2) 本次新建的 BZ34-9WHPC 平台为无人井口平台，不设置生活污水处理装置。生产阶段为维护平台运营新增 2 人，新增水量约为 $0.7\text{m}^3/\text{d}$ 。依托 BZ34-9CEPA 平台处理(不增加该平台的排放总量控制指标)，依托 BZ34-9CEPA 平台生活污水处理装置处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)中的 $\text{COD} \leq 300\text{mg/L}$ 的标准后排放。

(3) 生产阶段会有少量的甲板冲洗水、初期雨水等其他含油污水产生，平台上设置开式排放系统和闭式排放系统，当达到一定的液位时，由闭式排放泵将流体输送到原油处理系统进行处理。

(4) 生产阶段产生的工业垃圾主要为废弃边角料、油棉纱、包装材料等，

产生量约为 25t/a，经分类收集后，运回陆地交蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司接收处理。

14.7.3 生态保护对策措施

本工程施工建设过程中和油田生产过程中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。采取的生态保护措施如下：

(1) 项目实施前应根据本报告中评估的渔业资源损失进行海洋生物资源修复，生态补偿费主要用于增殖放流，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。

(2) 本工程施工作业应尽量缩短施工周期，合理选择作业时间，由于工程位于中国毛虾、蓝点马鲛产卵场内，海底电缆管道铺设施工期避开中国毛虾、蓝点马鲛产卵期 5 月中旬~6 月底，同时控制 5 月中旬~6 月底钻井期间非油层段钻井液和钻屑的排放速率，最大限度的减轻对渔业资源和海洋生态环境的影响。

(3) 施工过程中，完善环保设施，并采取积极措施，尽量减少对海洋环境质量的影响，对突发性事故，及时与有关渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对渔业损失的污染影响程度降低到最小。

14.8 公众参与概况

14.9 区划、规划及政策符合性分析结论

(1) 本项目为油气资源勘探开发工程，属于《产业结构调整指导目录》(2024 年本)中鼓励类建设项目，其建设符合国家产业政策。工程拟采用的施工设备、工艺和节能、减排对策措施符合清洁生产的要求。

(2) 本工程位于山东省管控海域范围之外，项目建设与《山东省国土空间规划》《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》《东营市生态环境委员会办公室关于印发东营市生态环境分区管控方案（2023年版）的通知》（东环委办〔2024〕7号）等相关要求相协调。项目建设符合《全国海洋主体功能区规划》《重点海域综合治理攻坚战行动方案》《“十四五”海洋生态环境保护规划》等区划、规划的相关要求。

14.10 建设项目环境可行性结论

(1) 工程施工期间，平台建设、管道铺设等对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境的影响属于短期行为，工程建设和营运对周边海域的水文动力和冲淤环境的影响较小。

(2) 工程存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成严重危害后果，项目拟采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

建设单位已编写《渤中 34-9 油田应急预案》（2023 版）并向海河流域北海海域生态环境监督管理局进行了申请备案。建设单位需针对本项目新增的内容对已有应急计划进行修编，将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理，建设单位将根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事件。一旦发生溢油事故，需保证溢油应急设备设施的是完好的、有效的，严格按照备案的溢油应急计划开展溢油应急响应工作。

综上，评价认为本项目正常运行情况下对周边的环境影响程度将是可以接受的。在建设单位切实落实各项污染防治对策措施、生态保护对策措施，切实落实环境风险防范及事故应急对策措施、应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，工程建设可行。

附录 海洋生态调查名录

附录 1 浮游植物种名录（春季）

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|--------|---|
| 1 | 具槽直链藻 | <i>Melosira sulcata</i> var. <i>sulcata</i> Kutzing, 1844 |
| 2 | 星脐圆筛藻 | <i>Coscinodiscus asterokphalus</i> Ehrenberg, 1844 |
| 3 | 威氏圆筛藻 | <i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran et Angst, 1931 |
| 4 | 辐射圆筛藻 | <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg, 1841 |
| 5 | 圆筛藻 | <i>Coscinodiscus</i> spp. |
| 6 | 辐环藻 | <i>Actinocyclus</i> sp. |
| 7 | 六幅辐衲藻 | <i>Actinoptychus hexagonus</i> |
| 8 | 环纹娄氏藻 | <i>Lauderia annulata</i> Cleve, 1873 |
| 9 | 中肋骨条藻 | <i>Skeletonema costatum</i> Cleve, 1878 |
| 10 | 刚毛根管藻 | <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell, 1858 |
| 11 | 斯氏根管藻 | <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo, 1888 |
| 12 | 短柄曲壳藻 | <i>Achnanthes brevipes</i> Agardh, 1824 |
| 13 | 海洋斜纹藻 | <i>Pleurosigma pelagicum</i> Cleve, 1894 |
| 14 | 端尖斜纹藻 | <i>Pleurosigma acutum</i> Norman, 1861 |
| 15 | 舟形藻 | <i>Navicula</i> sp. |
| 16 | 羽纹藻 | <i>Pinnularia</i> spp. |
| 17 | 新月菱形藻 | <i>Nitzschia closterium</i> Smith, 1853 |
| 18 | 柔弱根管藻 | <i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve, 1900 |
| 19 | 海生斑条藻 | <i>Grammatophora marina</i> |
| 20 | 菱形藻 | <i>Nitzschia</i> sp. |
| 21 | 柔弱伪菱形藻 | <i>Pseudo-Nitzschia delicatissima</i> Heiden, 1928 |
| 22 | 梭角藻 | <i>Ceratium fusus</i> Dujardin, 1841 |
| 23 | 夜光藻 | <i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid et Swezy, 1921 |

附录 2 浮游植物种名录（秋季）

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|-------|--|
| 1 | 辐射圆筛藻 | <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg, 1841 |
| 2 | 格氏圆筛藻 | <i>Coscinodiscus granii</i> Gough, 1905 |
| 3 | 虹彩圆筛藻 | <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg, 1839 |
| 4 | 巨圆筛藻 | <i>Coscinodiscus gigas</i> var. <i>gigas</i> Ehrenberg, 1841 |
| 5 | 琼氏圆筛藻 | <i>Coscinodiscus jonesianus</i> Ostensfeld, 1915 |
| 6 | 威氏圆筛藻 | <i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran et Angst, 1931 |
| 7 | 星脐圆筛藻 | <i>Coscinodiscus asterokphalus</i> Ehrenberg, 1844 |
| 8 | 圆筛藻 | <i>Coscinodiscus</i> spp. |
| 9 | 小环藻 | <i>Cyclotella</i> sp. |
| 10 | 辐环藻 | <i>Actinocyclus</i> sp. |
| 11 | 哈氏半盘藻 | <i>Hemidiscus hardmannianus</i> Mann, 1907 |
| 12 | 圆海链藻 | <i>Thalassiosira rotula</i> Meunier, 1910 |
| 13 | 优美旭氏藻 | <i>Schroederella delicatula</i> f. <i>delicatula</i> Pavillard |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|-----------|---|
| 14 | 优美旭氏藻矮小变型 | <i>Schroderella delicatul</i> |
| 15 | 环纹娄氏藻 | <i>Lauderia annulata</i> Cleve, 1873 |
| 16 | 掌状冠盖藻 | <i>Stephanopyxis palmeriana</i> Grunow, 1884 |
| 17 | 塔形冠盖藻 | <i>Stephanopyxis turris</i> var. <i>turris</i> Ralfs, 1861 |
| 18 | 薄壁几内亚藻 | <i>Guinardia flaccida</i> |
| 19 | 丹麦细柱藻 | <i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889 |
| 20 | 刚毛根管藻 | <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell, 1858 |
| 21 | 柔弱根管藻 | <i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve, 1900 |
| 22 | 斯氏根管藻 | <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo, 1888 |
| 23 | 翼根管藻 | <i>Rhizosolenia alta</i> f. <i>genuina</i> Gran, 1908 |
| 24 | 翼根管藻印度变型 | <i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i> Ostenfeld, 1901 |
| 25 | 中华根管藻 | <i>Rhizosolenia sinensis</i> Qian, 1981 |
| 26 | 扁面角毛藻 | <i>Chaetoceros compressus</i> Lauder, 1864 |
| 27 | 垂缘角毛藻 | <i>Chaetoceros laciniosus</i> Schutt, 1895 |
| 28 | 卡氏角毛藻 | <i>Chaetoceros castracanei</i> Karsten, 1905 |
| 29 | 劳氏角毛藻 | <i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow, 1863 |
| 30 | 密连角毛藻 | <i>Chaetoceros densus</i> Cleve, 1901 |
| 31 | 冕袍角毛藻 | <i>Chaetoceros diadema</i> Ehrenberg, 1854 |
| 32 | 拟旋链角毛藻 | <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> |
| 33 | 扭链角毛藻 | <i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran, 1900 |
| 34 | 暹罗角毛藻 | <i>Chaetoceros siamense</i> Ostenfeld, 1902 |
| 35 | 圆柱角毛藻 | <i>Chaetoceros teres</i> Cleve, 1896 |
| 36 | 窄面角毛藻 | <i>Chaetoceros paradaxus</i> Cleve, 1873 |
| 37 | 窄隙角毛藻 | <i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>affinis</i> Lauder, 1864 |
| 38 | 窄隙角毛藻威尔变种 | <i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>affinis</i> Lauder, 1864 |
| 39 | 角毛藻 | <i>Chaetoceros</i> sp. |
| 40 | 中华盒形藻 | <i>Biddulphia sinensis</i> Greville, 1866 |
| 41 | 辐杆藻 | <i>Bacteriastrum</i> sp. |
| 42 | 布氏双尾藻 | <i>Ditylum brightwellii</i> Grunow, 1881 |
| 43 | 浮动弯角藻 | <i>Eucampia zodiacus</i> |
| 44 | 泰晤士扭鞘藻 | <i>Streptothecce thamesis</i> Shrubsole, 1891 |
| 45 | 海洋斜纹藻 | <i>Pleurosigma pelagicum</i> Cleve, 1894 |
| 46 | 斜纹藻 | <i>Pleurosigma acutum</i> Norman, 1861 |
| 47 | 舟形藻 | <i>Navicula</i> sp. |
| 48 | 双壁藻 | <i>Diploneis</i> sp. |
| 49 | 羽纹藻 | <i>Pinnularia</i> spp. |
| 50 | 洛伦菱形藻 | <i>Nitzschia lorenziana</i> |
| 51 | 菱形藻 | <i>Nitzschia</i> sp. |
| 52 | 尖刺伪菱形藻 | <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow) Hasle |
| 53 | 柔弱伪菱形藻 | <i>Pseudo-Nitzschia delicatissima</i> Heiden, 1928 |
| 54 | 秘鲁角毛藻 | <i>Chaetoceros pseuvianus</i> Brightwell, 1856 |
| 55 | 深环沟角毛藻 | <i>Chaetoceros constrictus</i> Gran, 1897 |
| 56 | 旋链角毛藻 | <i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1864 |
| 57 | 中华半管藻 | <i>Hemiaulua sinensis</i> Grunow, 1865 |
| 58 | 透明辐杆藻 | <i>Bacteriastrum hyalinum</i> var. <i>hyalinum</i> |
| 59 | 长角弯角藻 | <i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow, 1881 |

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|--------|--|
| 60 | 膜状缪氏藻 | <i>Meuniera membranacea</i> |
| 61 | 新月菱形藻 | <i>Nitzschia closterium</i> Smith, 1853 |
| 62 | 锥形原多甲藻 | <i>Protoperidinium conicum</i> Balech, 1974 |
| 63 | 原多甲藻 | <i>Protoperidinium</i> sp. |
| 64 | 夜光藻 | <i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid et Swezy, 1921 |
| 65 | 原甲藻 | <i>Prorocentrum</i> sp. |
| 66 | 海洋原多甲藻 | <i>Protoperidinium oceanium</i> Balech, 1974 |
| 67 | 梭角藻 | <i>Ceratium fusus</i> Dujardin, 1841 |
| 68 | 叉状角藻 | <i>Ceratium furca</i> |
| 69 | 三角角藻 | <i>Ceratium tripos</i> Nitzsch, 1817 |
| 70 | 小等刺硅鞭藻 | <i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839 |

附录 3 浮游动物种名录（春季）

| 序号 | 站号 | 拉丁名 |
|----|--------|--|
| 1 | 河螺赢蜚 | <i>Corophium acherusicum</i> Costa |
| 2 | 理石叶钩虾 | <i>Jassa marmorata</i> Holmes |
| 3 | 细足法 | <i>Themisto gracilipes</i> (Norman) |
| 4 | 钩虾亚目 | <i>Gammaridean</i> |
| 5 | 鱼卵 | <i>Fish eggs</i> |
| 6 | 双壳类幼体 | <i>Bivalvia larva</i> |
| 7 | 长尾类幼体 | <i>Macrura larva</i> |
| 8 | 棘皮类幼体 | <i>Echinodermata larva</i> |
| 9 | 腹足类幼体 | <i>Gastropoda post larva</i> |
| 10 | 多毛类幼体 | <i>Polychaeta larva</i> |
| 11 | 桡足类幼体 | <i>Copepodite larva</i> |
| 12 | 介形亚纲 | <i>Ostracoda</i> |
| 13 | 光亮拟涟虫 | <i>Cumella arguta</i> Gamo |
| 14 | 涟虫 | <i>Cumacea</i> |
| 15 | 强壮箭虫 | <i>Sagitta crassa</i> Tokioka |
| 16 | 纺锤水蚤 | <i>Acartia</i> sp. |
| 17 | 洪氏纺锤水蚤 | <i>Acartia hongii</i> Soh et Suh |
| 18 | 中华哲水蚤 | <i>Calanus sinicus</i> Brodsky |
| 19 | 小拟哲水蚤 | <i>Paracalanus parvus</i> (Claus) |
| 20 | 腹针胸刺水蚤 | <i>Centropages abdominalis</i> Sato |
| 21 | 背针胸刺水蚤 | <i>Centropages dorsispinatus</i> Thompson et Scott |
| 22 | 近缘大眼水蚤 | <i>Corycaeus affinis</i> McMurrichi |
| 23 | 圆唇角水蚤 | <i>Labidocera rotunda</i> Mori |
| 24 | 拟长腹剑水蚤 | <i>Oithona similis</i> Claus |
| 25 | 八斑芮氏水母 | <i>Rathkea octopunctata</i> (M. Sars) |
| 26 | 翼足类 | <i>Heteropoda</i> |
| 27 | 夜光虫 | <i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid et Swezy, 1921 |

附录 4 浮游动物种名录（秋季）

| 序号 | 站号 | 拉丁名 |
|----|----|-----|
|----|----|-----|

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 站号 | 拉丁名 |
|----|----------|--|
| 1 | 长颈麦杆虫 | <i>Caprella equilibra</i> Say |
| 2 | 河螺赢蜚 | <i>Corophium acherusicum</i> Costa |
| 3 | 鱼卵 | <i>Fish eggs</i> |
| 4 | 双壳类幼体 | <i>Bivalvia larva</i> |
| 5 | 长尾类幼体 | <i>Macrura larva</i> |
| 6 | 多毛类幼体 | <i>Polychaeta larva</i> |
| 7 | 腹足类幼体 | <i>Gastropoda post larva</i> |
| 8 | 口虾蛄幼体 | <i>Oratosquilla larva</i> |
| 9 | 蛇尾纲幼体 | <i>Ophioplutes larva</i> |
| 10 | 短尾类溞状幼体 | <i>Brachyura zoea larva</i> |
| 11 | 介形亚纲 | <i>Ostracoda</i> |
| 12 | 细长涟虫 | <i>Iphinoe tenera</i> Lomakina |
| 13 | 强壮箭虫 | <i>Sagitta crassa</i> Tokioka |
| 14 | 太平洋纺锤水蚤 | <i>Acartia pacifica</i> Steuer |
| 15 | 中华哲水蚤 | <i>Calanus sinicus</i> Brodsky |
| 16 | 小拟哲水蚤 | <i>Paracalanus parvus</i> (Claus) |
| 17 | 背针胸刺水蚤 | <i>Centropages dorsispinatus</i> Thompson et Scott |
| 18 | 瘦尾胸刺水蚤 | <i>Centropages tenuiremis</i> Thompson et Scott |
| 19 | 汤氏长足水蚤 | <i>Calanopia thompsoni</i> A.Scott |
| 20 | 真刺唇角水蚤 | <i>Labidocera euchaeta</i> Giesbrecht |
| 21 | 圆唇角水蚤 | <i>Labidocera rotunda</i> Mori |
| 22 | 三指角水蚤 | <i>Pontella</i> sp. |
| 23 | 角水蚤科 | <i>Pontellidae</i> |
| 24 | 海洋伪镖水蚤 | <i>Pseudodiaptomus marinus</i> Sato |
| 25 | 近缘大眼水蚤 | <i>Corycaeus affinis</i> McMurrichi |
| 26 | 灯塔水母 | <i>Turritopsis nutricula</i> McCrady |
| 27 | 细颈和平水母 | <i>Eirene menoni</i> Kramp |
| 28 | 蟹形和平水母 | <i>Eirene kambara</i> Agassize & Mayer |
| 29 | 锡兰和平水母 | <i>Eirene ceylonensis</i> Browne |
| 30 | 卡玛拉水母 | <i>Malagazzia carolinae</i> (Mayer) |
| 31 | 带玛拉水母 | <i>Malagazzia taeniogonia</i> (Chow & Huang) |
| 32 | 嵎山秀氏水母 | <i>Sugiura chengshanense</i> (Ling) |
| 33 | 半球美螵水母 | <i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus) |
| 34 | 单囊美螵水母 | <i>Clytia folleata</i> (McCrady) |
| 35 | 球型侧腕水母 | <i>Pleurobrachia globosa</i> Moser |
| 36 | 玫瑰太阳水母 | <i>Solmarisrhodolma</i> |
| 37 | 住囊虫科 | <i>Oikopleuridae</i> |
| 38 | 小齿海樽 | <i>Doliolum denticulatum</i> Quoy et Gaimard |
| 39 | 软拟海樽 | <i>Dolioletta gegenbauri</i> Vljanin |
| 40 | 缪勒海樽克氏亚种 | <i>Doliolum</i> |
| 41 | 夜光虫 | <i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid et Swezy, 1921 |
| 42 | 肥胖三角溞 | <i>Evadne tergestina</i> Claus |

附录 5 底栖生物种名录（春季）

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|-----|-----|
|----|-----|-----|

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|--------|--|
| 1 | 海葵目 | <i>Actiniaria</i> |
| 2 | 涡虫纲 | <i>Turbellaria</i> |
| 3 | 纽形动物 | <i>Nemertea</i> |
| 4 | 白毛钩虫 | <i>Ancistrosyllis pilargiformis</i> Uschakov et Wu |
| 5 | 背毛背蚓虫 | <i>Notomastus cf. aberans</i> |
| 6 | 背蚓虫 | <i>Notomastus latericeus</i> Sars |
| 7 | 背褶沙蚕 | <i>Tambalagama fauveli</i> Pillai |
| 8 | 扁蛰虫 | <i>Loimia medusa</i> (Savigny) |
| 9 | 渤海格鳞虫 | <i>Gattyana pohaiensis</i> Uschakov et Wu |
| 10 | 不倒翁虫 | <i>Sternaspis sculata</i> (Renier) |
| 11 | 独指虫 | <i>Aricidea</i> (<i>Aricidea</i>) <i>fragilis</i> Webster |
| 12 | 多齿全刺沙蚕 | <i>Nectoneanthes multignatha</i> Wu et Sun |
| 13 | 多鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys polybranchia</i> Southern |
| 14 | 寡节甘吻沙蚕 | <i>Glycinde gurjanovae</i> Uschakov et Wu |
| 15 | 寡鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys oligobranchia</i> Southern |
| 16 | 含糊拟刺虫 | <i>Linopherus ambigua</i> (Monro) |
| 17 | 花冈钩毛虫 | <i>Sigambra hanaokai</i> Kitamori |
| 18 | 尖叶长手沙蚕 | <i>Magelona cineta</i> Ehlers |
| 19 | 卷旋吻沙蚕 | <i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861 |
| 20 | 壳砂笔帽虫 | <i>Pectinaria conchilega</i> |
| 21 | 鳞腹沟虫 | <i>Scolecopsis squamata</i> (Müller) |
| 22 | 孟加拉海扇虫 | <i>Pherusa cf. bengalensis</i> (Fauvel) |
| 23 | 拟节虫属 | <i>Praxillella</i> sp. |
| 24 | 曲强真节虫 | <i>Euchymene lombricoides</i> (Quatrefages) |
| 25 | 日本角吻沙蚕 | <i>Goniada japonica</i> Izuka |
| 26 | 乳突半突虫 | <i>Phyllodoce</i> (<i>Anaitides</i>) <i>papillosa</i> (Uschakov et Wu) |
| 27 | 梳鳃虫 | <i>Terebellides stroemii</i> Sars |
| 28 | 双唇索沙蚕 | <i>Lumbrineris cruzensis</i> Hartman |
| 29 | 双须虫属 | <i>Eteon</i> sp. |
| 30 | 丝鳃虫属 | <i>Cirratulus</i> sp. |
| 31 | 丝线沙蚕 | <i>Drilonereis filum</i> (Claparède) |
| 32 | 丝异须虫 | <i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864) |
| 33 | 太平洋白毛虫 | <i>Pilargis</i> sp. |
| 34 | 无疣齿蚕 | <i>Inermonephtys inermis</i> |
| 35 | 狭细蛇潜虫 | <i>Ophiodromus angutifrons</i> (Grube) |
| 36 | 异足索沙蚕 | <i>Lumbrineris heteropoda</i> (Marenzeller) |
| 37 | 长吻沙蚕 | <i>Glycera chirori</i> Izuka |
| 38 | 长须沙蚕 | <i>Nereis longior</i> Chlebovitch et Wu |
| 39 | 长锥虫 | <i>Haploscoloplos elongates</i> (Johnson) |
| 40 | 蛰龙介科 | <i>Terebellida</i> |
| 41 | 稚齿虫属 | <i>Apoprionospio</i> sp. |
| 42 | 半褶织纹螺 | <i>Nassarius semiplicatus</i> (A. Adams) |
| 43 | 扁玉螺 | <i>Neverita didyma</i> (Roeding) |
| 44 | 脆壳理蛤 | <i>Theora fragilis</i> (A. Adams) |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|----------|--|
| 45 | 顶管角贝科 | <i>Dentaliidae</i> |
| 46 | 东京梨螺 | <i>Pyrrunculus tokyoensis Habe</i> |
| 47 | 耳口露齿螺 | <i>Ringicula doliaris Gould</i> |
| 48 | 高塔捻塔螺 | <i>Actaeopyramis eximia (Lischke)</i> |
| 49 | 红带织纹螺 | <i>Nassarius succinctus (A.Adams)</i> |
| 50 | 后鳃亚纲 | <i>Opisthobranchia</i> |
| 51 | 假主棒螺 | <i>Inquisitor pseudoprincipalis (Yokoyama)</i> |
| 52 | 尖顶绒蛤 | <i>Pseudopythina tsurumaru (Habe)</i> |
| 53 | 江戸明樱蛤 | <i>Moerella jedoensis (Lischke)</i> |
| 54 | 金环螺科 | <i>Iravadiidae</i> |
| 55 | 金星蝶铰蛤 | <i>Trigonothracia jinxingae Xu</i> |
| 56 | 经氏壳蛞蝓 | <i>Philine kinglipini Tchang</i> |
| 57 | 镜蛤属 | <i>Dosinia sp.</i> |
| 58 | 壳蛞蝓科 | <i>Philinidae</i> |
| 59 | 肋芒果螺 | <i>Paphia undulata</i> |
| 60 | 毛蚶 | <i>Scapharca kogashimensis (Tokunaga)</i> |
| 61 | 内饰拟蚶 | <i>Arcopsis interplicata (Grabau et King)</i> |
| 62 | 双带瓷光螺 | <i>Eulima bifascialis (A.Adams)</i> |
| 63 | 笋螺属 | <i>Terebra sp.</i> |
| 64 | 蹄蛤科 | <i>Ungulinidae</i> |
| 65 | 小亮樱蛤 | <i>Nitidotellina minuta (Lischke)</i> |
| 66 | 小塔螺科 | <i>Pyramidellidae</i> |
| 67 | 秀丽织纹螺 | <i>Nassarius festivus (Powys)</i> |
| 68 | 腰带螺 | <i>Cingulina cingulata (Dunker)</i> |
| 69 | 银白壳蛞蝓 | <i>Yokoyamaia argentata (Gould)</i> |
| 70 | 樱蛤科 (幼体) | <i>Tellinidae larva</i> |
| 71 | 大螺赢蜚 | <i>Corophium major Ren</i> |
| 72 | 豆形短眼蟹 | <i>Xenophthalmus pinnotheroides White</i> |
| 73 | 短角双眼钩虾 | <i>Ampelisca brevicornis</i> |
| 74 | 对虾科 | <i>Penaeidae</i> |
| 75 | 二齿半尖额涟虫 | <i>Hemleucon bidentatus Liu et Liu</i> |
| 76 | 锯齿铲钩虾 | <i>Liljeborgia serra (Imbach)</i> |
| 77 | 锯齿利尔钩虾 | <i>Liljeborgia serrata Nagata</i> |
| 78 | 瘤马耳他钩虾 | <i>Melita tuberculata Nagata</i> |
| 79 | 泥足隆背蟹 | <i>Carcinoplax vestita (De Haan)</i> |
| 80 | 日本鼓虾 | <i>Alpheus japonicus Miers</i> |
| 81 | 日本拟背尾水虱 | <i>Paranthura japonica Richardson</i> |
| 82 | 日本游泳水虱 | <i>Natatolana japonensis Richardson, 1904</i> |
| 83 | 日本长尾虫 | <i>Apseudes nipponicus Shiino</i> |
| 84 | 三叶针尾涟虫 | <i>Diastylis tricineta</i> |
| 85 | 头角泥钩虾 | <i>Eriopisella propagatio Imbach</i> |
| 86 | 细长涟虫 | <i>Iphinoe tenera</i> |
| 87 | 鲜明鼓虾 | <i>Alpheus distinguendus De Man</i> |
| 88 | 小头弹钩虾 | <i>Orchomene breviceps Hirayama</i> |

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|---------|---|
| 89 | 异足倒颚蟹 | <i>Asthenognathus inaequipes</i> Stimpson, 1858 |
| 90 | 中华螺赢蜚 | <i>Corophium sinensis</i> Zhang |
| 91 | 棘刺锚参 | <i>Protankyra bidentata</i> (Woodward et Barrett) |
| 92 | 日本倍棘蛇尾 | <i>Amphioplus japonicus</i> (Matsumoto) |
| 93 | 小头栉孔虾虎鱼 | <i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> (Bleeker) |

附录 6 底栖生物种名录（秋季）

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|--------|--|
| 1 | 屠氏似海笔 | <i>Stachyptilum dofleini</i> Balss, 1909 |
| 2 | 纽形动物 | <i>Nemertea</i> |
| 3 | 纵沟纽虫 | <i>Lineus</i> sp. |
| 4 | 巴西沙蠋 | <i>Arenicola brasiliensis</i> Nonato |
| 5 | 白毛钩虫 | <i>Ancistrosyllis pilargiformis</i> Uschakov et Wu |
| 6 | 背毛背蚓虫 | <i>Notomastus</i> cf. <i>aberans</i> |
| 7 | 背蚓虫 | <i>Notomastus latericeus</i> Sars |
| 8 | 背褶沙蚕 | <i>Tambalagamia fauveli</i> Pillai |
| 9 | 扁蚕虫 | <i>Loimia medusa</i> (Savigny) |
| 10 | 渤海格鳞虫 | <i>Gattyana pohaiensis</i> Uschakov et Wu |
| 11 | 不倒翁虫 | <i>Sternaspis sculata</i> (Renier) |
| 12 | 独指虫 | <i>Aricidea</i> (<i>Aricidea</i>) <i>fragilis</i> Webster |
| 13 | 多齿全刺沙蚕 | <i>Nectoneanthes multignatha</i> Wu et Sun |
| 14 | 多鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys polybranchia</i> Southern |
| 15 | 刚鳃虫 | <i>Chaetozone sefosa</i> Malmgren |
| 16 | 寡节甘吻沙蚕 | <i>Glycinde gurjanovae</i> Uschakov et Wu |
| 17 | 寡鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys oligobranchia</i> Southern |
| 18 | 光突齿沙蚕 | <i>Leonnates persica</i> Wesenberg -Lund |
| 19 | 含糊拟刺虫 | <i>Linopherus ambigua</i> (Monro) |
| 20 | 花冈钩毛虫 | <i>Sigambra hanaokai</i> Kitamori |
| 21 | 尖叶长手沙蚕 | <i>Magelona cineta</i> Ehlers |
| 22 | 角海蛭 | <i>Ophelina acuminata</i> ørsted |
| 23 | 卷旋吻沙蚕 | <i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861 |
| 24 | 鳞腹沟虫 | <i>Scolecopsis squamata</i> (Müller) |
| 25 | 孟加拉海扇虫 | <i>Pherusa</i> cf. <i>bengalensis</i> (Fauvel) |
| 26 | 拟节虫属 | <i>Praxillella</i> sp. |
| 27 | 强刺鳞虫 | <i>Sthenolepis japonica</i> |
| 28 | 曲强真节虫 | <i>Euclymene lombricoides</i> (Quatrefages) |
| 29 | 乳突半突虫 | <i>Phyllodoce</i> (<i>Anaitides</i>) <i>papillosa</i> (Uschakov et Wu) |
| 30 | 蛇杂毛虫 | <i>Poecilochaetus serpens</i> Allen |
| 31 | 双唇索沙蚕 | <i>Lumbrineris cruzensis</i> Hartman |
| 32 | 双须虫属 | <i>Eteon</i> sp. |
| 33 | 丝鳃虫属 | <i>Cirratulus</i> sp. |
| 34 | 丝线沙蚕 | <i>Drilonereis filum</i> (Claparède) |
| 35 | 丝异须虫 | <i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864) |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|----|---------|---|
| 36 | 太平洋白毛虫 | <i>Pilargis sp.</i> |
| 37 | 无疣齿蚕 | <i>Inermonephtys inermis</i> |
| 38 | 狭细蛇潜虫 | <i>Ophiodromus anguifrons (Grube)</i> |
| 39 | 异足索沙蚕 | <i>Lumbrineris heteropoda (Marenzeller)</i> |
| 40 | 长吻沙蚕 | <i>Glycera chirori Izuka</i> |
| 41 | 长须沙蚕 | <i>Nereis longior Chlebovitsch et Wu</i> |
| 42 | 长锥虫 | <i>Haploscoloplos elongates (Johnson)</i> |
| 43 | 蛰龙介科 | <i>Terebellida</i> |
| 44 | 稚齿虫属 | <i>Apoprionospio sp.</i> |
| 45 | 中华异稚虫 | <i>Heterospio sinica Wu et Chen</i> |
| 46 | 锥稚虫属 | <i>Aonides sp.</i> |
| 47 | 半褶织纹螺 | <i>Nassarius semiplicatus (A.Adams)</i> |
| 48 | 扁玉螺 | <i>Neverita didyma (Roeding)</i> |
| 49 | 脆壳理蛤 | <i>Theora fragilis (A.Adams)</i> |
| 50 | 东京梨螺 | <i>Pyrrunculus tokyoensis Habe</i> |
| 51 | 豆形胡桃蛤 | <i>Nucul (leionucula) faba Xu</i> |
| 52 | 耳口露齿螺 | <i>Ringicula doliaris Gould</i> |
| 53 | 红带织纹螺 | <i>Nassarius succinctus (A.Adams)</i> |
| 54 | 黄短口螺 | <i>Inquisitor flavidula (Lamarck)</i> |
| 55 | 尖顶绒蛤 | <i>Pseudopythina tsurumaru (Habe)</i> |
| 56 | 江户明樱蛤 | <i>Moerella jedoensis (Lischke)</i> |
| 57 | 胶州湾顶管角贝 | <i>Episiphon kaochowwanense (Tchang et Tsi)</i> |
| 58 | 金环螺科 | <i>Iravadiidae</i> |
| 59 | 金星蝶铰蛤 | <i>Trigonothracia jinxiangae Xu</i> |
| 60 | 壳蛞蝓科 | <i>Philinidae</i> |
| 61 | 肋芒果螺 | <i>Paphia undulata</i> |
| 62 | 丽小笔螺 | <i>Mitrella bella (Reeve)</i> |
| 63 | 毛蚶 | <i>Scapharca kogashimensis (Tokunaga)</i> |
| 64 | 内肋蛤 | <i>Endopleura lubrica (Gould)</i> |
| 65 | 内褶拟蚶 | <i>Arcopsis interplicata (Grabau et King)</i> |
| 66 | 蹄蛤科 | <i>Ungulinidae</i> |
| 67 | 小亮樱蛤 | <i>Nitidotellina minuta (Lischke)</i> |
| 68 | 朽叶蛤属 | <i>Coecella sp.</i> |
| 69 | 腰带螺 | <i>Cingulina cingulata (Dunker)</i> |
| 70 | 银白壳蛞蝓 | <i>Yokoyamaia argentata (Gould)</i> |
| 71 | 樱蛤科 | <i>Tellinidae</i> |
| 72 | 圆筒原盒螺 | <i>Eocylichna braunsi (Yokoyama)</i> |
| 73 | 长偏顶蛤 | <i>Modiolus (Modiolus) elongatus (Swainson)</i> |
| 74 | 真玉螺 | <i>Eunaticina papilla (Gmelin)</i> |
| 75 | 大螺赢蜚 | <i>Corophium major Ren</i> |
| 76 | 豆形短眼蟹 | <i>Xenophthalmus pinnotheroides White</i> |
| 77 | 短角双眼钩虾 | <i>Ampelisca brevicornis</i> |
| 78 | 对虾科 | <i>Penaeidae</i> |
| 79 | 螺赢蜚属 | <i>Corophium sp.</i> |

| 序号 | 中文名 | 拉丁名 |
|-----|---------|---|
| 80 | 锯齿铲钩虾 | <i>Liljeborgia serra</i> (Imbach) |
| 81 | 锯齿利尔钩虾 | <i>Liljeborgia serrata</i> Nagata |
| 82 | 口虾蛄 | <i>Oratosquilla oratoria</i> (De Haan) |
| 83 | 宽甲古涟虫 | <i>Eocuma lata</i> Calman |
| 84 | 利尔钩虾科 | <i>Liljeborgiidae</i> |
| 85 | 瘤马耳他钩虾 | <i>Melita tuberculata</i> Nagata |
| 86 | 轮双眼钩虾 | <i>Ampelisca cyclops</i> Walker |
| 87 | 马尔他钩虾属 | <i>Melita</i> sp. |
| 88 | 马耳他钩虾属 | <i>Melita</i> sp. |
| 89 | 泥足隆背蟹 | <i>Carcinoplax vestita</i> (De Haan) |
| 90 | 日本鼓虾 | <i>Alpheus japonicus</i> Miers |
| 91 | 日本角鼓虾 | <i>Athanas japonicus</i> Kubo |
| 92 | 日本拟背尾水虱 | <i>Paranthura japonica</i> Richardson |
| 93 | 日本游泳水虱 | <i>Natanolana japonensis</i> Richardson, 1904 |
| 94 | 日本长尾虫 | <i>Apseudes nipponicus</i> Shiino |
| 95 | 绒毛细足蟹 | <i>Raphidopus ciliatus</i> Stimpson |
| 96 | 滩拟猛钩虾 | <i>Harpiniopsis vadicalus</i> Hirayama |
| 97 | 头角泥钩虾 | <i>Eriopisella propagatio</i> Imbach |
| 98 | 伍氏蛄蛄虾 | <i>Upogebia wuhsienweni</i> Yu |
| 99 | 细螯虾 | <i>Leptochela gracilis</i> Stimpson |
| 100 | 鲜明鼓虾 | <i>Alpheus distinguendus</i> De Man |
| 101 | 光亮倍棘蛇尾 | <i>Amphipelas lucidus</i> |
| 102 | 棘刺锚参 | <i>Protankyra bidentata</i> (Woodward et Barrett) |
| 103 | 金氏真蛇尾 | <i>Ophiura kinbergi</i> (Ljungman) |
| 104 | 小头栉孔虾虎鱼 | <i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> (Bleeker) |

附录 7 鱼类种类名录（春季）

| 序号 | 名称 | 目 | 科 |
|----|--|-----|------|
| 1 | 青鳞沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i> | 鲱形目 | 鲱科 |
| 2 | 斑鲹 <i>Clupanodon punctatus</i> | | |
| 3 | 赤鼻棱鲷 <i>Thrissa kammalensis</i> | | 鲷科 |
| 4 | 黄鲫 <i>Setipinna taty</i> | | |
| 5 | 鲷 <i>Engraulis japonicus</i> | | |
| 6 | 小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i> | 鲈形目 | 石首鱼科 |
| 7 | 白姑鱼 <i>Pennahia argentata</i> | | 鳊科 |
| 8 | 少鳞鳊 <i>Sillago japonica</i> | | |
| 9 | 银鲈 <i>Pampus argenteus</i> | | 鲈科 |
| 10 | 矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i> | | 鰕虎鱼科 |
| 11 | 六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys hexanema</i> | | |
| 12 | 裸项栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius giurinus</i> | | |
| 13 | 中华栉孔鰕虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i> | | |
| 14 | 丝鰕虎鱼 <i>Cryptocentrus filifer</i> | | |

| 序号 | 名称 | 目 | 科 |
|----|-------------------------------------|------|------|
| 15 | 小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i> | | 带鱼科 |
| 16 | 带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i> | | |
| 17 | 绯鲂 <i>Callionymus beniteguri</i> | | |
| 18 | 鲷 <i>Platycephalus indicus</i> | | 鲷科 |
| 19 | 花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i> | | 鲈科 |
| 20 | 长绵鲷 <i>Elongate eelpout</i> | | 绵鲷科 |
| 21 | 方氏云鲷 <i>Enedrias fangi</i> | | 锦鲷科 |
| 22 | 玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i> | | 玉筋鱼科 |
| 23 | 长吻红舌鲷 <i>Cynoglossus lighti</i> | 鲽形目 | 舌鲷科 |
| 24 | 褐牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i> | | 牙鲆科 |
| 25 | 黄鳍东方鲀 <i>Takifugu xanthopterus</i> | 鲀形目 | 鲀科 |
| 26 | 绿鳍马面鲀 <i>Thamnaconus modestus</i> | | 单角鲀科 |
| 27 | 大银鱼 <i>Protosalanx hyalocranium</i> | 鲑形目 | 银鱼科 |
| 28 | 大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i> | 鲉形目 | 六线鱼科 |
| 29 | 细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i> | | 狮子鱼科 |
| 30 | 长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i> | 灯笼鱼目 | 狗母鱼科 |
| 31 | 黄鲛鲷 <i>Lophius litulon</i> | 鲛鲷目 | 鲛鲷科 |
| 32 | 尖海龙 <i>Syngnathus acus</i> | 刺鱼目 | 海龙鱼科 |

附录 8 鱼类种类名录（秋季）

| 序号 | 名称 | 目 | 科 |
|----|--|-----|------|
| 1 | 青鳞沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i> | 鲱形目 | 鲱科 |
| 2 | 斑鲹 <i>Clupanodon punctatus</i> | | |
| 3 | 赤鼻棱鲷 <i>Thrissa kammalensis</i> | | |
| 4 | 黄鲫 <i>Setipinna taty</i> | | 鲷科 |
| 5 | 鲷 <i>Engraulis japonicus</i> | | |
| 6 | 中颌棱鲷 | | |
| 7 | 小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i> | 鲈形目 | 石首鱼科 |
| 8 | 白姑鱼 <i>Pennahia argentata</i> | | |
| 9 | 叫姑鱼 <i>Johnius grypotus</i> | | |
| 10 | 多鳞鳕 <i>Sillago sihama</i> | | 鳕科 |
| 11 | 银鲳 <i>Pampus argenteus</i> | | 鲳科 |
| 12 | 矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i> | | 鰕虎鱼科 |
| 13 | 矛尾复鰕虎鱼 | | |
| 14 | 六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys hexanema</i> | | |
| 15 | 中华栉孔鰕虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i> | | |
| 16 | 丝鰕虎鱼 <i>Cryptocentrus filifer</i> | | |
| 17 | 小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i> | | 带鱼科 |
| 18 | 带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i> | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| 序号 | 名称 | 目 | 科 |
|----|-------------------------------------|------|------|
| 19 | 绯鲷 <i>Callionymus beniteguri</i> | | 鮨科 |
| 20 | 鲷 <i>Platycephalus indicus</i> | | |
| 21 | 花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i> | | |
| 22 | 蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i> | | |
| 23 | 方氏云鲷 <i>Enedrias fangi</i> | | |
| 24 | 细条天竺鲷 <i>Jaydia lineata</i> | | |
| 25 | 长吻红舌鲷 <i>Cynoglossus lighti</i> | 鲽形目 | 舌鲷科 |
| 26 | 假睛东方鲀 <i>Takifugu pseudommmus</i> | 鲀形目 | 鲀科 |
| 27 | 绿鳍马面鲀 <i>Thamnaconus modestus</i> | | 单角鲀科 |
| 28 | 大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i> | 鲷形目 | 六线鱼科 |
| 29 | 褐菖鲉 <i>Sebastiscus marmoratus</i> | | 鲷科 |
| 30 | 长蛇鲭 <i>Saurida elongata</i> | 灯笼鱼目 | 狗母鱼科 |
| 31 | 油鲳 <i>Sphyrnaenapinguis</i> | 鲛形目 | 鲛科 |

附录 9 甲壳类种类名录（春季）

| 序号 | 中文名 | 目 | 科 |
|----|---|-----|------|
| 1 | 鹰爪糙对虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i> | 十足目 | 对虾科 |
| 2 | 戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i> | | |
| 3 | 鲜明鼓虾 <i>Alpheus heterocarpus</i> | | |
| 4 | 日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i> | | 鼓虾科 |
| 5 | 葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i> | | |
| 6 | 中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i> | | 樱虾科 |
| 7 | 脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i> | | 褐虾科 |
| 8 | 三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i> | | 梭子蟹科 |
| 9 | 日本蜆 <i>Charybdis japonica</i> | | |
| 10 | 泥脚隆背蟹 <i>Carcinoplax vestita</i> | | 蝤蛴科 |
| 11 | 双斑蜆 <i>Charybdis bimaculata</i> | | |
| 12 | 日本关公蟹 <i>Dorippe japonica</i> | | 关公蟹科 |
| 13 | 隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i> | | 长脚蟹科 |
| 14 | 隆背黄道蟹 <i>Cancer gibbosulus</i> | | 馒头蟹科 |
| 15 | 口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> | 口足目 | 虾蛄科 |

附录 10 甲壳类种类名录（秋季）

| 序号 | 中文名 | 目 | 科 |
|----|---|-----|-----|
| 1 | 中国对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i> | 十足目 | 对虾科 |
| 2 | 周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i> | | |
| 3 | 鹰爪糙对虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i> | | |
| 4 | 鲜明鼓虾 <i>Alpheus heterocarpus</i> | | 鼓虾科 |
| 5 | 日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i> | | |

渤中 34-9 油田 5 井区调整项目环境影响报告书

| | | | |
|----|---------------------------------------|-----|------|
| 6 | 葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i> | | |
| 7 | 中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i> | | 樱虾科 |
| 8 | 蝼蛄虾 <i>Upogebia major</i> | | 蝼蛄虾科 |
| 9 | 三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i> | | 梭子蟹科 |
| 10 | 日本螯 <i>Charybdis japonica</i> | | |
| 11 | 泥脚隆背蟹 <i>Carcinoplax vestita</i> | | |
| 12 | 双斑螯 <i>Charybdis bimaculata</i> | | 螯蚌科 |
| 13 | 口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> | 十足目 | 虾蛄科 |

附件

附件 1 委托书

附件 2 固体废物处置合同及相关资质（1）

附件 3 固体废物处置合同及相关资质（2）

附件 4 相关环评批复及竣工验收批复

(1) 《国家海洋局关于渤中 34-9 油田开发工程环境影响报告书核准意见的批复》（国海环字[2017]486 号）

(2) 《国家海洋局关于垦利 3-2 油田群开发工程环境影响报告书核准意见的批复》（国海环字[2013]268 号）

(3) 《生态环境部关于渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书的批复》（环审[2022]9 号）

(4) 《生态环境部关于锦州 9-3 油田 23 口调整井工程等 13 个项目环境保护设施竣工验收合格的函》（渤中 34-9 油田开发工程）（环验[2021]4 号）

(5) 《国家海洋局关于垦利 3-2 油田群开发工程环境保护设施竣工验收的批复》（国海环字[2015]65 号）

附件 5 溢油应急计划备案证明

附件 6 现状调查 CMA